

计算机 科学技术与应用

Technology and Application of Computer Science



ART AND DESIGN PRESS INC.

(626 810 4480)

119 S Atlantic Blvd, Suite 300D

Monterey Park, CA 91754

Copyright © 2025 by ART AND DESIGN PRESS INC.

Complimentary Copy



ART AND DESIGN PRESS INC
(United States)

Editorial Board Member

Rui Liu

Trans-Asia Gas Pipeline Co.,Ltd.

Yun Cui

Jiangsu University of Science and Technology

Wanting Liu

HongFuJin(ZhengZhoHon) Precision Electronitronic Company Limited.

Renda Han

School of Computer Science and Technology, Hainan University

Xiao Tao

ZS Associates

Jilei Liu

Leoch International Technology Limited

计算机科学技术 与应用

Technology and Application of Computer Science

半月刊

第2卷 第5期 2025年3月刊

主 管 ART AND DESIGN PRESS INC.

主 办 ART AND DESIGN PRESS INC.

编 辑 《计算机科学技术与应用》编辑部

ISSN(O): 2998-8926

ISSN(P): 2998-8934

地 址: 119 S Atlantic Blvd, Suite 300D Monterey
Park, CA 91754

网 址: <https://www.artdesignp.com>

本刊说明:

凡向本刊所投稿件, 全体作者需签署论文著作权
转让声明书和论文发表承诺书, 声明、承诺及相关事
项如下:

- 作者将论文的复制权、发行权、网络传播权、翻
译权、汇编权、信息网络传播权、改编权等著作
权在世界范围内免费转让给本刊。
- 论文不侵犯他人著作权和其他权利, 否则作者将
承担由此产生的全部责任, 并赔偿由此给出版单
位造成的全部损失。
- 论文署名作者享有该作品的完全著作权, 署名作
者的身份真实。
- 论文未曾以任何形式公开发表过。
- 作者所投本刊稿件, 本刊编辑部拥有修改权。



计算机工程与应用 | COMPUTER ENGINEERING AND APPLICATIONS

- | | | |
|-----|--|--|
| 001 | 大模型时代数据安全面临的风险挑战与应对策略研究
Research on Risks, Challenges and Countermeasures of
Data Security in the Era of Large Models | 马浩平, 李晓娟
Ma Haoping, Li Xiaojuan |
| 004 | 隐私计算在数据要素与平台经济中实现
商业价值平衡的路径分析
Analysis of the Path for Privacy Computing to Achieve Commercial
Value Balance in Data Elements and Platform Economy | 余思燃
Yu Siran |
| 007 | 探索多元化发电数据驱动的发电企业数据中心
建设方法
Exploring the Construction Methods of Diversified
Power Generation Data-Driven Data Centers for Power
Generation Enterprises | 曹春兰, 黄彪斌, 郑志文, 林巧锋, 陈静霖, 翁疆
Cao Chunlan, Huang Biaobin, Zheng Zhiwen,
Lin Qiaofeng, Chen Jinglin, Weng Jiang |
| 011 | 基于轻量化的电子产品结构设计优化策略
Strategies for Optimising the Structural Design of Lightweight
Electronic Products | 丁晓阳
Ding Xiaoyang |
| 014 | Cinema4D 数字工具在包装设计中的应用
Application of Cinema4D Digital Tool in Packaging Design | 郑永杰
Zheng Yongjie |
| 018 | 《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学探索
Exploration on Practical Teaching of "VHDL Language and
Digital Logic Design" Course | 贺莉, 李瑞
He Li, Li Rui |
| 021 | 高校校园网与运营商 5G 融合环境下的分层安全管理体系设计
Design of Hierarchical Security Management System in Integrated
Environment of College Campus Network and Operator 5G | 颜杰森
Yan Jieson |
| 024 | 基于学科竞赛的高职计算机网络教学改革对策分析
Analysis on Countermeasures of Higher Vocational Computer Network
Teaching Reform Based on Discipline Competitions | 杨博仁
Yang Boren |
| 027 | 高职院校 C 语言与 Python 语言教学适用性分析
Analysis of Teaching Applicability of C Language and Python
Language in Higher Vocational Colleges | 刘红梅, 王浩
Liu Hongmei, Wang Hao |
| 030 | 高校红色基因教育的实践教学创新: 策略与路径
Practical Teaching Innovation of Red Gene Education in Colleges and
Universities: Strategies and Paths | 张怡
Zhang Yi |
| 033 | 面向智慧校园的物联网能耗监测与智能调控系统设计
Design of IoT Energy Consumption Monitoring and Intelligent Control System for
Smart Campus | 高峰
Gao Feng |
| 036 | 宁夏数字经济发展水平综合统计测度
Comprehensive Statistical Measurement of Digital Economy
Development Level in Ningxia | 王淑琴
Wang Shuqin |
| 040 | 互联网时代高校学生法律素养现状及
提升路径
Current Situation and Improvement Path of College Students'
Legal Literacy in the Internet Era | 李文耀, 文接力, 余星增, 李聪聪
Li Wenyao, Wen Jieli, Yu Xingzeng, Li Congcong |
| 043 | 磁性摩擦纳米发电机的构筑及其能量收集与传感应用
Construction of Magnetic Triboelectric Nanogenerator and Its Energy Harvesting
and Sensing Applications | 王玺
Wang Xi |

计算机科学与技术 | COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY

046	基于 Chat BI 赋能的通信行业项目数据分析优化路径 The Optimization Path for Data Analysis of Communication Industry Projects Empowered by Chat BI	孟琳琳, 王伟华, 张少华, 吴景辉 Meng Linlin, Wang Weihua, Zhang Shaohua, Wu Jinghui
049	通信工程运维技术管理探讨: 基于 OTDR 数据与网络拓扑图联动的故障定位及协同抢修机制 Discussion on Operation and Maintenance Technology Management of Communication Engineering: Fault Location and Collaborative Repair Mechanism Based on OTDR Data and Network Topology Diagram	叶孝杰 Ye Xiaojie
052	一种基于知识图谱和联合自然语言模型的知识问答方法 A Knowledge Question-Answering Method Based on Knowledge Graph and Joint Natural Language Models	殷丽凤, 郭运昌 Yin Lifeng, Guo Yunchang
058	论基于云计算的数据存储安全策略 On the Security Strategy of Data Storage Based on Cloud Computing	赵文娟 Zhao Wenjuan
061	电子信息技术在物联网中的应用路径探究 Exploration of Application Paths of Electronic Information Technology in the Internet of Things	杨青山 Yang Qingshan
064	探讨工学一体化在计算机设备组装与调试教学中的应用 Exploring the Application of Work-Integrated Learning in Computer Hardware Assembly and Debugging	丁文武, 丁梦甜, 高庆昌 Ding Wenwu, Ding Mengtian, Gao Qingchang
067	产教融合下技工院校计算机专业“岗课赛证”融通育人模式探索与实践 Exploration and Practice of the Integration of "Post-Course-Competition-Certificate" Education Mode for Computer Major in Technical Schools under Industry-Education Integration	刘伟雪 Liu Weixue
070	一种输出可调的非隔离抗辐射高压 DC/DC 变换器设计与分析 Design and Analysis of a Non-Isolated Radiation-Resistant High-Voltage DC/DC Converter with Adjustable Output	李媛媛, 王毅, 丁瀚 Li Yuanyuan, Wang Yi, Ding Han
073	浅析集线器, 交换机, 路由器如何实现网络通信 A Brief Analysis of How Hubs, Switches, and Routers Facilitate Network Communication	薛婉玲 Xue Wanling
076	计算机视觉软件 OpenCV 教学 Teaching of Computer Vision Software OpenCV	赵家立 Zhao Jiali
079	基于管路几何特征的点云数据采集及偏差测量 Point Cloud Data Acquisition and Deviation Measurement Based on Pipeline Geometric Features	项宏伟, 金绍峰, 赵越超, 杨承振, 齐振超 Xiang Hongwei, Jin Shaofeng, Zhao Yuechao, Yang Chengzhen, Qi Zhenchao
083	一种历史影像资料数字化智能修复及管理方案 An Intelligent Digital Restoration and Management Solution for Historical Video Materials	刘胜娟, 李金龙 Liu Shengjuan, Li Jinlong
086	数字化转型背景下新能源汽车智能化发展趋势探讨 Discussion on the Development Trend of New Energy Vehicle Intelligence under the Background of Digital Transformation	罗帝焚 Luo Difen
089	新工科背景下基于成果导向的高职院校软件技术专业实践教学改革 Practice Teaching Reform of Software Technology Major in Higher Vocational Colleges Based on Outcome-Oriented Education under the Background of New Engineering	张宇 Zhang Yu

计算机理论与研究 | COMPUTER THEORY AND RESEARCH

093	海边酒店智慧化转型中网络带宽需求预测模型与扩容方案经济性分析 Network Bandwidth Demand Forecasting Model and Cost-Effectiveness Analysis of Expansion Solutions for Smart Transformation in Seaside Hotels	李林 Li Lin
096	基于车路协同技术与 UWB 定位技术的盲人过街辅助装置研究 Research on Blind Pedestrian Crossing Assistance Device Based on Vehicle Road Cooperation Technology and UWB Positioning Technology	黎帅, 叶琦, 毛帅文, 宋晨城, 孔羿翔 Li Shuai, Ye Qi, Mao Shuaiwen, Song Chencheng, Kong Yixiang
100	基于 SEM 的企业虚拟社区用户分层行为影响因素研究——以华为互动社区为例 Research on the Factors Influencing User Stratification Behavior in Enterprise Virtual Communities Based on SEM — Taking Huawei Interactive Community as an Example	姜蕴莉, 周逸寒 Jiang Yunli, Zhou Yihan
103	短视频平台对少数民族语言活力的影响研究——基于抖音彝语类视频的实证分析 A Study on the Impact of Short Video Platforms on the Vitality of Minority Languages — An Empirical Analysis Based on Tiktok Yi Language Videos	王志华 Wan Zhihua
106	数据安全在智慧校园建设方案中的关键作用及应用研究 The Critical Role and Application Research of Data Security in Smart Campus Construction	肖勇 Xiao Yong
109	基于智慧职教云课堂的计算机混合式学习模式创新研究 Research on the Innovation of Computer Blended Learning Model Based on Smart Vocational Education Cloud Classroom	谢超冲 Xie Chaochong
112	跨平台课程教学质量评价系统的研究 Research on Cross-Platform Teaching Quality Evaluation System in Colleges and Universities	唐孙茹, 许宇明 Tang Sunru, Xu Yuming
115	网络安全现场工程师人才培养的路径研究——以绍兴职业技术学院与杭州安恒信息技术股份有限公司的联合培养为例 Research on the Training Path of Cybersecurity Field Engineers——A Case Study of the Joint Training between Shaoxing Vocational & Technical College and Hangzhou Anheng Information Technology Co., Ltd.	宋芳琴, 傅彬 Song Fangqin, Fu Bin
118	基于信道均衡技术的相干冰下声通信技术研究 Research on Coherent Under-ice Acoustic Communication Technology Based on Channel Equalization Techniques	唐胜雨, 朱妍 Tang Shengyu, Zhu Yan

121	计算机视觉技术在网球线上教学中的实验研究 Experimental Research on Computer Vision Technology in Online Tennis Teaching	吴莹莹 Wu Yingying
125	基于产教融合的电子科学与技术专业人才培养模式改革研究 Research on the Reform of Talent Cultivation Mode for Electronic Science and Technology Majors Based on Industry-Education Integration	劳振国 Lao Zhengguo
128	新工科背景下课程思政融入方式与模式创新研究——以“Unity3D 开发入门”为例 Research on the Integration Methods and Mode Innovation of Curriculum Ideology and Politics under the Background of New Engineering —— Taking "Introduction to Unity3D Development" as an Example	黎佳妮 Li Jiani
131	视障人群辅助出行产品设计的创新策略研究 Research on Innovative Strategies for the Design of Assistive Travel Products for Visually Impaired People	何彬, 杰添 He Bin, Jie Tian
134	现代企业数据治理研究 Research on Data Governance in Modern Enterprises	练永涛 Lian Yongtao
137	基于大数据时代的铁路货车维修数据管理与应用研究 Research on Railway Freight Car Maintenance Data Management and Application in the Era of Big Data	王刚 Wang Gang
140	基于时空物联网技术的农业测绘数据采集方法研究与应用 Research and Application of Agricultural Surveying and Mapping Data Collection Methods Based on Spatiotemporal IoT Technology	李丽, 覃敏姚, 林秀子, 邓希, 朱小刚 Li Li, Qin Minyao, Lin Xiuzi, Deng Xi, Zhu Xiaogang
143	基于 CUDA 的多岛遗传算法可控源电磁反演研究 CUDA-Based Multi-Island Genetic Algorithm for Controlled-Source Electromagnetic Inversion	尤淼, 葛诚 You Miao, Ge Cheng

人工智能 | ARTIFICIAL INTELLIGENCE

146	基于生成式 AI 的个性化教学模式探索与研究——以人工智能导论课程为例 Exploration and Research on Generative AI-Based Personalized Teaching Model——A Case Study of the Introduction to Artificial Intelligence Course	刘杜奎 Liu Dukui
149	生成式人工智能：高职英语教学中的新趋势与学习成效 Generative Artificial Intelligence: New Trends and Learning Effectiveness in Higher Vocational English Teaching	刘焱 Liu Yan
152	人工智能伦理教育在高校课程思政中的嵌入式探索 Exploration on the Embedded Integration of Artificial Intelligence Ethics Education into Curriculum Ideology and Politics in Colleges and Universities	杨紫嫣 Yang Ziyao
155	人工智能技术赋能职业本科教学变革与教学质量提升的路径研究 Research on the Path of Artificial Intelligence Technology Empowering Teaching Reform and Teaching Quality Improvement in Vocational Undergraduate Education	陈明远 Chen Mingyuan
158	基于人工智能的中医药古籍资源修复平台 AI-Based Platform for Restoration of Traditional Chinese Medicine Ancient Books Resources	徐任, 李明, 谭蜜月, 黄欣怡 Xu Ren, Li Ming, Tan Miyue, Huang Xinyi
161	人工智能背景下高职计算机技术专业教学创新探索 Exploration on Teaching Innovation of Computer Technology Major in Higher Vocational Colleges under the Background of Artificial Intelligence	苏越 Su Yue
164	新质生产力背景下 AI 赋能聋人高等教育的应用研究 Research on the Application of AI Empowering Deaf Higher Education under the Background of New Productive Forces	杨小义, 赵金海, 张炼 Yang Xiaoyi, Zhao Jinhai, Zhang Lian
167	人工智能赋能国防人才培养路径分析 Analysis of the Path of Artificial Intelligence Empowering National Defense Talent Cultivation	刘佳 Liu Jia
170	AI 赋能高职 C 语言程序设计课程教学创新 AI-Enabled Teaching Innovation in Vocational College C Language Programming Courses	王艳梅 Wang Yanmei
173	师生共情、评价先行、融合共通：基于知识图谱升级的人工智能基础课程思政虚拟教研室建设与实践研究 Teachers-Students Empathy, Evaluation First, Integration and Commonality: Construction and Practice Research of Ideological and Political Virtual Teaching Research Office for Artificial Intelligence Basic Course Based on Knowledge Graph Upgrade	付晨, 张广渊, 王敏 Fu Chen, Zhang Guangyuan, Wang Min
176	基于深度学习的鼻咽癌图像病灶识别 Nasopharyngeal Carcinoma Image Lesion Recognition Based on Deep Learning	张小妮, 沈文举, 耿爽爽, 耿小利 Zhang Xiaoni, Shen Wenju, Geng Shuangshuang, Geng Xiaoli
179	人工智能赋能下课程教学资源的智能化开发与应用的体系化研究 Systematic Research on Intelligent Development and Application of Course Teaching Resources Enabled by Artificial Intelligence	李思思, 杨波 Li Sisi, Yang Bo
183	利用人工智能开展地质灾害大模型构建与风险评估的策略研究 Research on Strategies for Constructing Geological Hazard Large Models and Risk Assessment Using Artificial Intelligence	李新建, 刘乔风, 闫钢, 庞炜杰, 邓希 Li Xinjian, Liu Qiaofeng, Yan Gang, Pang Weijie, Deng Xi

大模型时代数据安全面临的风险挑战与应对策略研究

马浩平, 李晓娟

陕西省网络与信息安全测评中心, 陕西 西安 710065

DOI: 10.61369/TACS.2025050003

摘 要 : 随着人工智能技术的迅猛发展, 大模型时代已然来临。大模型凭借其强大的学习与处理能力, 在众多领域展现出巨大潜力, 但与此同时, 数据安全问题也日益凸显。本文深入剖析大模型时代数据安全面临的诸如数据泄露、恶意数据注入、数据合规性等挑战, 并从技术、管理、法规等多维度提出切实可行的应对策略, 旨在为大模型的安全应用与健康发展提供有力保障。

关 键 词 : 大模型; 数据安全; 挑战; 应对策略

Research on Risks, Challenges and Countermeasures of Data Security in the Era of Large Models

Ma Haoping, Li Xiaojuan

Shaanxi Provincial Network and Information Security Evaluation Center, Xi'an, Shaanxi 710065

Abstract : With the rapid development of artificial intelligence technology, the era of large models has already arrived. Large models, with their powerful learning and processing capabilities, have demonstrated great potential in numerous fields. However, at the same time, data security issues have become increasingly prominent. This article deeply analyzes the challenges faced by data security in the era of large models, such as data leakage, malicious data injection, and data compliance, and proposes practical and feasible response strategies from multiple dimensions including technology, management, and regulations, aiming to provide a strong guarantee for the secure application and healthy development of large models.

Keywords : large model; data security; challenges; coping strategies

引言

大模型作为人工智能领域的关键突破, 以其能够处理海量数据、学习复杂模式并生成高质量输出的能力, 正深刻改变着各个行业的运作模式。从自然语言处理领域的文本生成、机器翻译, 到计算机视觉领域的图像识别、生成, 大模型都发挥着重要作用。然而, 大模型的训练和应用高度依赖大量的数据, 这些数据涵盖了个人隐私信息、企业商业机密以及各类敏感数据。在数据的采集、存储、传输、使用等全生命周期过程中, 一旦出现安全漏洞, 将会导致严重的数据安全事故, 给个人、企业乃至国家带来巨大损失。因此, 深入研究大模型时代数据安全面临的挑战, 并制定有效的应对策略具有至关重要的现实意义^[1]。

一、大模型时代数据安全面临的风险挑战

(一) 训练数据泄露

大模型训练所需的海量数据中往往包含大量敏感信息。例如在医疗大模型训练中, 可能涉及患者的病历、诊断记录、基因数据等高度隐私信息; 金融大模型训练数据则可能包含客户的账户信息、交易记录、信用评级等。若训练数据在收集、存储或处理过程中缺乏有效的安全防护措施, 攻击者就有可能通过多种手段获取这些数据。其中, 成员推断攻击是常见的手段之一, 攻击者利用模型输出结果的差异, 推断某条数据是否存在于训练集中。

如果训练数据包含用户敏感信息, 多次攻击后攻击者甚至能够重构个体身份信息, 造成严重的隐私泄露^[2]。

(二) 交互信息泄露

在大模型的实际应用场景中, 用户与模型之间的交互信息同样面临泄露风险。当用户向大模型输入问题或指令时, 其中可能包含个人隐私、商业机密等敏感内容。例如, 企业员工在使用办公大模型时, 输入公司的业务计划、财务数据等信息寻求分析和建议; 个人用户在使用智能客服大模型时, 可能会透露自己的身份证号、银行卡号等重要信息。若大模型应用所依赖的云计算平台、网络传输链路或服务器存在安全漏洞, 攻击者便可截获这些

作者简介: 马浩平 (2001.08—), 男, 汉族, 陕西扶风人, 本科学历, 陕西省网络与信息安全测评中心技术员, 主要从事政务评估、网络安全相关工作。

交互信息。此外，提示注入攻击也可能导致交互信息泄露，攻击者通过精心构造的输入提示，诱导模型输出敏感的后台指令或内部知识库内容。

（三）模型参数窃取

模型参数是大模型的核心资产，其包含了模型在训练过程中学习到的知识和模式。攻击者若能窃取模型参数，不仅可以复制模型功能，还可能通过分析参数间接获取训练数据中的敏感信息。例如，一些具有商业价值的大模型，其参数中可能蕴含着企业独特的算法逻辑、市场策略等信息。通过模型逆向工程，攻击者反复向模型发送查询请求，根据模型的输出结果推测模型参数结构，进而尝试复现功能相似的“山寨模型”。这种行为不仅侵犯了模型所有者的知识产权，还可能导致训练数据中敏感信息的泄露。

（四）训练数据投毒

大模型训练数据来源广泛，包括公开数据、网络文本、用户生成内容等，其多源异构的特性使得数据清洗和质量控制难度极大。攻击者利用这一特点，通过在训练数据中注入投毒数据，干扰模型的正常训练过程，使其产生错误的预测和决策。例如在图像识别大模型的训练数据中，攻击者添加经过特殊处理的恶意图像样本，当模型在这些数据上进行训练时，会学习到错误的特征和模式，导致在实际应用中对正常图像的识别出现偏差。在金融领域，恶意数据投毒可能导致风险评估模型给出错误的风险评级，进而影响金融机构的决策，造成经济损失^[3]。

（五）对抗样本攻击

对抗样本攻击是通过对输入数据添加微小的、人类难以察觉的扰动，使大模型产生错误的输出。在大模型的决策边界附近，数据的微小变化可能导致模型输出发生巨大改变。例如在自然语言处理大模型中，攻击者对一段正常文本中的某些字符进行微妙修改，如改变个别字的拼写、调整词语顺序等，这些修改后的文本对于人类来说语义基本不变，但大模型却可能将其错误分类或生成错误的回答。在自动驾驶领域，若对用于训练自动驾驶模型的图像数据进行对抗样本攻击，可能导致自动驾驶系统对道路场景的识别出现偏差，引发严重的安全事故。

（六）数据收集违规

随着数据隐私保护法规的日益完善，企业在收集数据时需要遵循严格的法律要求。然而，在大模型时代，由于训练需要海量数据，部分企业可能在数据收集环节出现违规行为。一方面，一些企业可能未经充分授权，通过网络爬虫等技术大量爬取公开数据，而这些数据中可能包含个人隐私信息或受版权保护的内容；另一方面，部分应用在收集用户数据时，存在超范围收集、过度索权的问题，未向用户明确说明数据收集的目的、方式和范围，侵犯了用户的知情权和隐私权。例如，某些移动应用在用户安装时，要求获取过多与应用功能无关的权限，如位置信息、通讯录、摄像头等权限^[4]。

（七）生成内容合规

大模型生成的内容也可能存在合规性问题。由于大模型的训练数据可能包含各种来源的信息，其中不乏一些错误的、有害的

或违反法律法规的内容。当模型基于这些数据进行训练后，在生成文本、图像等内容时，可能会无意识地输出含有偏见、歧视、虚假信息或违反法律法规的内容。例如，在新闻生成大模型中，可能生成虚假新闻报道，误导公众；在广告生成大模型中，可能输出含有虚假宣传、侵犯他人知识产权的广告内容。此外，对于生成内容的知识产权归属、责任认定等问题，目前法律规定尚不够明确，也给企业带来了潜在的法律风险^[9]。

二、大模型时代数据安全应对策略

（一）数据加密技术

数据加密是保障数据安全的基础技术手段之一。在数据采集阶段，对敏感数据进行加密存储，确保数据在静态存储状态下的安全性。例如，采用对称加密算法如 AES（高级加密标准）对医疗病历数据、金融交易记录等进行加密存储，只有拥有正确密钥的授权用户才能访问和解密数据。在数据传输过程中，使用 SSL/TLS（安全套接层 / 传输层安全）协议对数据进行加密传输，防止数据在网络传输过程中被窃取或篡改。对于大模型的训练数据，在训练过程中可采用同态加密技术，使得模型能够在加密数据上进行计算，而无需解密数据，从而有效保护训练数据的隐私^[5]。

（二）访问控制技术

建立严格的访问控制机制，根据用户的身份、角色和权限，对数据的访问进行精细化管理。在大模型应用系统中，采用基于角色的访问控制（RBAC）模型，为不同的用户角色分配相应的数据访问权限。例如，对于企业内部员工，根据其工作岗位和职责，为数据分析师分配对训练数据的只读权限，使其能够进行数据分析但不能修改数据；为模型训练人员分配对训练数据的读写权限，但限制其访问范围，只能访问与自己负责的项目相关的数据。同时，引入多因素身份认证技术，如密码、指纹识别、短信验证码等多种方式结合，增强用户身份认证的安全性，防止非法用户获取数据访问权限。

（三）模型安全加固技术

针对模型参数窃取和恶意数据注入等风险，对大模型进行安全加固。一方面，采用模型加密技术，对模型参数进行加密处理，防止攻击者通过模型逆向工程窃取模型参数。例如，使用联邦学习技术，在不共享原始数据的情况下，通过在本地设备上训练模型并上传模型参数更新，实现多参与方联合训练大模型，从而保护数据隐私。另一方面，通过对抗训练技术增强模型的鲁棒性，在训练过程中加入对抗样本，使模型学习到对恶意数据的免疫能力。同时，建立模型安全检测机制，定期对模型进行漏洞扫描和安全评估，及时发现和修复模型中存在的安全隐患^[6]。

（四）建立完善的数据安全管理制度

企业应制定全面的数据安全管理制度，明确数据在采集、存储、传输、使用、销毁等全生命周期各个环节的安全管理要求和操作规范。例如，在数据采集环节，规定数据采集的合法来源、采集范围和采集方式，确保数据采集过程符合法律法规要求；在

数据存储环节，明确数据存储的介质、存储位置、存储期限以及备份策略等；在数据使用环节，建立数据使用审批流程，对数据的访问和使用进行严格审批和记录。同时，将数据安全责任落实到具体部门和个人，建立数据安全问责机制，对违反数据安全管理制度行为进行严肃处理^[7-10]。

（五）加强人员培训与教育

数据安全最终还是要依靠人来保障，因此加强人员的数据安全意识培训和教育至关重要。企业应定期组织员工参加数据安全培训课程，培训内容包括数据安全法律法规、数据安全基础知识、数据安全操作规范以及数据安全应急处理等方面。通过培训，使员工充分认识到数据安全性的重要性，掌握基本的数据安全防护技能，避免因员工疏忽或违规操作导致的数据安全事故。例如，教育员工不要随意点击来路不明的链接，防止遭受钓鱼攻击；在使用公共网络时，不要传输敏感数据等。

（六）开展数据安全审计与评估

定期开展数据安全审计与评估工作，对企业的数据安全管理制度执行情况、数据安全技术措施有效性以及数据安全风险状况进行全面检查和评估。通过数据安全审计，发现数据安全管理过程中存在的问题和漏洞，及时进行整改和完善。同时，采用风险评估方法，对数据资产进行风险识别、风险分析和风险评价，确定数据安全风险等级，针对不同等级的风险制定相应的风险应对措施。例如，对于高风险的数据资产，采取更加严格的安全防护措施，增加安全监控频率等。

（七）完善数据安全法律法规体系

政府应进一步完善数据安全法律法规体系，明确数据的所有权、使用权、隐私权等权利归属，规范数据的收集、存储、传输、使用、共享等各个环节的行为准则。针对大模型时代出现的新的数据安全问题，如数据投毒、模型参数窃取、生成内容合规

等，制定专门的法律法规条款进行约束和规范。同时，加大对数据安全违法行为的处罚力度，提高违法成本，形成有效的法律威慑。例如，对未经授权收集、使用个人数据的企业，给予高额罚款，并对相关责任人进行刑事处罚。

（八）加强国际数据安全合作与交流

在全球化背景下，数据安全问题具有跨国性和复杂性。各国应加强国际数据安全合作与交流，共同应对全球性的数据安全挑战。通过建立国际数据安全合作机制，分享数据安全技术和经验，共同制定国际数据安全标准和规范。例如，在跨境数据流动方面，各国可通过签订双边或多边协议，明确跨境数据流动的安全要求和监管机制，确保数据在跨境传输过程中的安全性。同时，加强国际执法合作，对跨国数据安全犯罪行为进行联合打击，维护国际数据安全秩序。

三、结论

大模型时代为社会发展带来了巨大机遇，但数据安全问题不容忽视。数据泄露、恶意数据注入、数据合规性等挑战严重威胁着数据的安全与隐私，给个人、企业和国家带来了潜在风险。为应对这些挑战，需要从技术、管理和法规等多个层面协同发力。在技术上，通过数据加密、访问控制、模型安全加固等技术手段，提升数据的安全性和模型的鲁棒性；在管理上，建立完善的数据安全管理制度，加强人员培训与教育，开展数据安全审计与评估，提高企业的数据安全管理水平；在法规上，完善数据安全法律法规体系，加强国际数据安全合作与交流，为数据安全提供坚实的法律保障。只有这样，才能在充分发挥大模型技术优势的同时，有效保障数据安全，推动大模型技术的健康、可持续发展。

参考文献

[1] 刘纪铨. 人工智能大模型引发的数据安全治理挑战及其应对策略研究 [J]. 保密科学技术, 2024, (01): 12-16.
[2] 孙清白. 论人工智能大模型训练数据风险治理的规范构建 [J]. 电子政务, 2024, (12): 41-52.
[3] 李森. 风险防范视阈下生成式人工智能数据安全的治理路径 [J]. 西藏民族大学学报 (哲学社会科学版), 2023, 44(6): 139-145.
[4] 杨蕾. 我国人工智能的安全风险挑战与治理路径研究 [J]. 北京警察学院学报, 2024(6): 16-22.
[5] 程圆圆. 生成式人工智能嵌入数字政府的技术路径、潜在风险与制度规制 [J]. 昆明理工大学学报 (社会科学版), 2024, 24(6): 19-28.
[6] 田梦. 大数据时代档案数据安全治理探析 [J]. 兰台世界, 2022(7): 100-102, 106.
[7] 单士秀. 大模型环境下的数据安全风险及防护研究 [J]. 网络安全和信息化, 2024, (12): 116-118.
[8] 刘纪铨. 人工智能大模型引发的数据安全治理挑战及其应对策略研究 [J]. 保密科学技术, 2024, (01): 12-16.
[9] 刘羿鸣, 林梓瀚. 生成式大模型的数据安全风险与法律治理 [J]. 网络安全与数据治理, 2023, 42(12): 27-33.12.005.
[10] 郑先伟. 大模型训练要保护数据集安全 [J]. 中国教育网络, 2025, (01): 52.

隐私计算在数据要素与平台经济中实现商业价值平衡的路径分析

余思燃

江西财经大学 国际经济与政治学院, 江西 南昌 330013

DOI: 10.61369/TACS.2025050004

摘 要 : 在数字经济快速发展带动下, 作为数据要素聚合、价值释放的重要载体, 平台经济虽然在经济增长方面发挥着一定的推动作用, 但同时也面临着数据隐私保护和商业价值挖掘之间产生的矛盾, 而隐私计算技术的产生应用, 则让二者关系的平衡获得了新思路。基于此, 本文就着重围绕隐私计算在数据要素与平台经济中实现商业价值平衡的做出深入探究, 希望可以探索出更多路径与方法。

关 键 词 : 隐私计算; 数据要素; 平台经济; 商业价值平衡

Analysis of the Path for Privacy Computing to Achieve Commercial Value Balance in Data Elements and Platform Economy

Yu Siran

School of International Economics and Politics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang, Jiangxi 330013

Abstract : Driven by the rapid development of the digital economy, as an important carrier for aggregating data elements and releasing their value, the platform economy has played a certain role in promoting economic growth. However, it also faces the contradiction between data privacy protection and commercial value mining. The emergence and application of privacy computing technology have provided new ideas for balancing the relationship between the two. Based on this, this paper focuses on conducting an in-depth exploration of the commercial value balance achieved by privacy computing in data elements and the platform economy, hoping to explore more paths and methods.

Keywords : privacy computing; data elements; platform economy; commercial value balance

前言

作为数据要素流通、价值创造的核心场景, 平台经济可以快速整合海量用户数据、交易数据和行为数据, 为后续创新服务、精准匹配等方面的实现提供助力。但不可忽视的是, 数据的商业价值挖掘, 对数据收集、分析与共享有很强的依赖性, 容易和用户隐私保护、数据安全需求之间产生矛盾。隐私计算技术的产生则使得这一问题得到了妥善解决, 破解了数据可用不可见这一难题, 可以在隐私保护和商业价值之间找到平衡点, 这一技术应给予足够重视。

一、隐私计算的核心技术原理

作为一类技术的统称, 隐私计算的核心目标是在数据处理中为个体隐私提供保护, 同时将数据的统计价值、计算价值保留下来, 其中涉及到的主流技术主要有: 一是, 联邦学习。多个参与方在本地训练模型, 期间共享模型参数不提供原始数据, 通过协同迭代来实现对全局模型的进一步优化。如, 银行之间联合训练信贷风控模型, 不需要对客户数据进行共享; 二是, 安全多方计

算。在不泄露各自数据信息的基础上, 多个参与方可以通过密码学协议来将联合计算完成。如, 联合电商平台和支付机构, 对用户信用分进行计算; 三是, 差分隐私。可将噪声合理的添加到数据当中, 这样就能识别出个体信息, 同时还能让数据整体统计也性得到保留。如, 政府发布的人口统计数据当中, 就将个人信息隐藏了; 四是, 可信执行环境。在硬件层面进行隔离安全区域的构建, 以此来避免外界窥探到数据处理过程。如, 手机芯片当中的安全区域, 存储生物识别数据^[1]。

二、隐私计算和平台经济之间的适配性

隐私计算技术在具体应用中和平台经济的发展需求是高度契合的，主要体现在以下几个层面：第一，和平台数据的分布式特征适配。平台经济中的数据信息通常是在用户端、商家端，以及第三方机构等多个节点分散。在分布式数据协同计算中，隐私计算技术可提供有力支持，不需要集中原始数据；第二，能够适应合规性要求^[9]。隐私计算技术在具体应用中，会用到“数据不动模型动”“数据可用不可见”的模式，与“数据最小化”“目的限制”等监管原则相适应，可尽可能的减少平台合规风险；第三，平衡效率与价值。和以往引用的“数据脱敏后共享”模式相比，容易造成数据价值的流失，而在获得隐私计算技术助力后，既可以保护隐私，还能够让数据的完整性、分析精度得到保留，还能避免损害商业价值。

三、数据要素与平台经济的互动关系和存在的矛盾

（一）数据要素对平台经济的价值支撑

数据要素能否得到高效利用是平台经济的核心竞争力能否展现的关键，具体来说，数据要素主要是通过以下几个层面来为平台价值提供支撑：第一，用户体验优化。通过对浏览记录、点击偏好等用户行为数据的分析来提供个性化服务，如，短视频平台的内容推送等，由此来促进用户黏性的逐步增加；第二，商业决策升级。通过对交易数据、市场数据的综合分析，平台可对需求趋势做出预测，如，电商平台的库存管理等，由此来做到对运营成本的合理控制；第三，生态创新拓展。做到数据的跨领域融合，如，可将金融数据和消费数据融合，以此来催生新的商业模式，如，供应链金融，让平台生态边界得到合理拓展^[10]。

（二）平台经济中隐私保护和商业价值间的矛盾

对于平台经济来讲，数据要素虽然很重要，但隐私保护和商业价值之间还是存在一些矛盾，主要体现在以下几个层面：第一，数据收集广度和隐私边界之间存在冲突。平台为提升服务精度，通常都会强调要进行“全量数据”的收集，如，位置信息、生物特征，但若采集过度也可能会出现突破用户隐私心理边界的情况，如，某社交平台就因为对用户通讯录信息进行收集而被起诉；第二，数据共享深度和安全风险之间的博弈^[11]。平台间的数据共享能够促进产业链效率的逐步提升，如，电商和物流平台之间的数据互通，但不可忽视的是，共享中也可能会出现数据泄露的情况，导致用户权益受到损害；第三，数据利用效率和合规成本权衡。在传统的数据处理模式下，平台在数据脱敏、安全储存等方面需要投入大量成本，若合规成本太高，就会造成商业利润空间受到挤压。总而言之，随着数据隐私监管力度的不断加大，我国对数据处理活动也提出了更严格的规范，平台企业若对隐私保护过度强调，导致数据流通受到限制，极易导致技术创新和商业竞争优势的丧失，但若盲目的追求商业价值，而不考虑隐私安全，也会面临法律制裁、用户信任危机。因此，为了避免各类矛盾的出现，针对商业价值平衡路径的探究应给予足够重视。

四、隐私计算在数据要素与平台经济中实现商业价值平衡的路径

（一）完善平台内部数据处理

处理平台内部的数据，如，风控模型训练等是隐私计算的基础应用场景。在以往的模式下，平台需要储存用户的相关数据信息并用于建模，会面临泄漏风险的。但在隐私计算技术的助力下，则可以借助以下路径来做出优化：第一，用户画像中引用联邦学习。电商平台的各个区域分公司可在本地训练用户偏好模型，向总部上传模型参数，联合完成全局画像构建。这样既可以避免跨区域传输用户数据会面临隐私风险，还可以精准的实现全国性营销；第二，数据统计中应用差分隐私。将内容传播量、用户活跃度等统计数据发布到社交平台上时，可以通过噪声的合理添加来做到对个体行为的有效掩盖，这样在满足公众对平台运动数据知情权的同时，还可让用户隐私得到更多保障^[12]。

（二）促进数据要素市场化流通

数据要素实现市场化交易，是其价值能否得到有效释放的关键，但不可忽视的是原始数据的直接交易会面临一定的隐私与安全风险。隐私计算技术的应用能够为“数据产品化”交易模式的构建带来有力支撑，具体来说就是借助技术处理来将数据信息合理的转化成可教育的模型、报告等“数据衍生品”。一方面，在差分隐私基础上开展数据报告交易。数据服务商如果需要将消费趋势报告提供给电商平台，需要先模糊化处理报告当中的个体数据，如，某一用户的具体消费金额等，保证平台不能将原始数据反推出来的前提下，还要满足商业分析需求。另一方面，基于联邦学习的模型即服务。AI公司训练的推荐算法模型可在联邦学习模式助力下，在多个内容平台完成部署，平台不需要提供用户原始数据，只需要借助本地数据调用模型便可以得到推荐结果，为模型价值跨平台流通的实现带来助力。

（三）实现平台间的数据协同

平台经济要想实现生态化发展，离不开跨平台数据协同的助力，如，电商平台与金融机构合作来提供消费信贷，但“数据孤岛”与安全风险的存在会一定程度上制约协同进程。但在获得隐私计算的助力后，合规共享可通过以下方式来实现。首先，在跨平台认证中应用安全多方计算。在出行平台、酒店平台之间切换中，用户不需要再对自己的身份信息进行重复提交，在安全多方计算技术助力下，两平台可以在不泄露用户原始身份数据的基础上，高效的做好身份一致性验证，促进服务效率的显著提升；其次，联合建模中应用联邦学习。多家医疗机构的互联网平台，如，在线问诊平台可实现与训练疾病预测模型联合，在不泄露患者隐私的基础上各自贡献本地的病例数据，然后再借助模型参数去共享提升预测精度，以此来避免出现滥用医疗数据这类风险。

（四）融合技术与业务场景

不同平台的业务场景也会存在一定差异，隐私计算技术在应用中要和具体场景实现深度结合，以此来将其具有的价值充分发挥出来，可借助以下几种方式去实现：一是，围绕电商平台的实时推荐场景，借助“联邦学习+在线学习”混合架构，在保障

用户浏览数据隐私的基础上，实现对用户实时兴趣变化的快速响应，保证推荐实效性。比如，用户对某类商品进行浏览的过程中，本地模型要对偏好参数进行实时更新，然后向全局模型上传更新后的轻量参数，突显推荐结果的精准性、隐私安全性；二是，基于对金融平台风险监测场景的考虑，优化安全多方计算和实时流处理技术的整合，在不获取合作机构原始交易数据的基础上，实时检测跨平台资金流动情况。如，银行、支付平台可通过安全协议联合分析用户的资金往来，以确保存在的诈骗、洗钱等风险行为可以被及时识别，做到对监管要求、用户数据隐私的兼顾。

（五）注重监管与技术协同

隐私计算技术的应用应做到与监管框架、技术标准的有机整合，以免出现技术滥用，或者是过度监管的情况。首先，要注重隐私计算技术标准的建立。行业协会或者是监管机构可进行联邦学习、安全多方计算等计算的应用规范的制定，如，模型参数加密标准等，要保障技术应用的一致性、安全性；其次，注重“监管沙盒”机制的制定。在可控环境中，允许平台企业进行隐私计算应用测试。如，跨行业数据协同项目等，监管部门可通过实时监测来对其存在的风险做出评估，在保护隐私的基础上，留下足够的创新空间；最后，注重第三方审计体系的构建。引入独立机构来审计平台的隐私计算流程，验证是否与“数据可用不可见”这一原则相符，让用户和监管部门之间的信任度更高。

（六）构建用户信任体系

用户对隐私计算技术的信任度如何，对其能够实现广泛应用有着直接影响，可通过技术透明化、权益保障机制来消除用户产生的疑虑。一方面，进行隐私计算过程可视化机制的构建，平台可将数据处理的技术路径展示给用户，如，差分隐私当中的噪声添加的强度标准等，通过呈现出通俗易懂的可视化界面，可以让用户对“数据如何被使用”做出深入了解，促进技术透明度的显著增强；另一方面，进行用户隐私权益反馈通道的设立，允许用户查找自身数据在隐私计算当中的应用记录，如，数据价值怎样呈现，以及参与了什么模型训练等等，同时提供异议处理机制。比如：社交平台可对用户专属隐私查询入口进行开发，用户也可以对自己的行为数据在联邦学习推荐模型当中的贡献，还有相关的商业应用进行查看，若有异议存在可申请退出特定模型训练。

五、隐私计算在数据要素与平台经济中实现商业价值平衡的挑战和展望

（一）现阶段面临的挑战

一是，技术成本和效率方面。隐私计算技术的运算复杂程度较高，如，安全多方计算上，可能会导致平台硬件投入、时间成本的增加，特别是对于中小型平台来讲会产生一定压力。

二是，技术兼容性和标准化不足。不同隐私计算技术的融合应用存在壁垒，特别是联邦学习和差分隐私上，缺少统一的技术标准，会给跨平台协同带来很大阻碍。

三是，用户认知和信任壁垒。普通用户对隐私计算技术的理解相对有限，针对“数据不直接共享但被分析”这一层面会产生很大疑虑，进而给平台服务的接受度带来很大影响。

（二）未来展望

第一，注重技术迭代和成本优化。在算法优化、硬件升级过程中，隐私计算效率可以得到显著提升，成本的控制成效也会更加理想，在之后的发展中应在中小平台普及推广。

第二，跨领域融合应用拓展。隐私计算技术在之后的应用发展中可做到与区块链、人工智能整合，以此来形成“技术合力”，为跨境数据流动、公开数据开放等复杂场景带来有力支撑。

第三，完善监管和市场协同。随着监管框架的逐渐成熟，并实现和技术标准统一，隐私计算也逐渐发展成了平台经济的“标配”能力，能够在安全合规的基础上，推送数据要素充分流通，让隐私保护、商业价值之间可以长时间保持平衡状态。

六、结束语

综上所述，在新时期背景下，隐私计算技术的产生与应用，让平台经济中数据要素的价值释放、隐私保护都获得了新的技术解决方案，能够探索出跨平台协同、监管协同等诸多路径，隐私计算的应用能够在数据的“可用”和“安全”之间建立平衡，既可以让用户隐私权益得到保护，还可以将数据对平台经济带来的增长功能充分释放出来。基于此，在未来发展中，应加强对隐私计算技术的创新应用探究，为社会价值、商业价值和个人权益共赢的实现带来助力。

参考文献

- [1] 李扬, 王茜. 隐私计算驱动数据要素流通的价值逻辑与实践路径 [J]. 改革, 2024, (03): 86 - 97.
- [2] 张宁, 赵晨. 平台经济中隐私计算的商业价值挖掘与平衡机制 [J]. 商业经济与管理, 2023, (12): 30 - 40.
- [3] 王帅, 刘畅. 数据要素市场化下隐私计算的应用场景与价值实现 [J]. 情报理论与实践, 2024, (02): 56 - 63.
- [4] 陈薇, 吴昊. 隐私计算助力平台经济数据要素商业价值平衡的路径研究 [J]. 管理现代化, 2023, (06): 45 - 50.
- [5] 赵刚, 孙宇. 数据要素与平台经济协同发展中隐私计算的作用机制 [J]. 中国软科学, 2024, (01): 132 - 140.

探索多元化发电数据驱动的发电企业数据中心建设方法

曹春兰, 黄彪斌, 郑志文, 林巧锋, 陈静霖, 翁疆

中国华电集团有限公司福建公司, 福建 福州 350001

DOI: 10.61369/TACS.2025050005

摘 要 : 本文旨在阐述发电企业大数据中心研究及应用的设计规划方案。其内容涵盖了各发电领域数据管理现状分析、数据中心架构设计、建设体实践方案等多个方面, 旨在为发电企业数据中心建设实施提供规划意见和参考。

关 键 词 : 发电企业; 数据标准; 数据治理; 数据中心

Exploring the Construction Methods of Diversified Power Generation Data-Driven Data Centers for Power Generation Enterprises

Cao Chunlan, Huang Biao-bin, Zheng Zhi-wen, Lin Qiao-feng, Chen Jing-lin, Weng Jiang

China Huadian Corporation Limited Fujian Company, Fuzhou, Fujian 350001

Abstract : This article aims to elaborate on the design and planning scheme for the research and application of big data centers in power generation enterprises. Its content covers multiple aspects such as the analysis of the current situation of data management in various power generation fields, data center architecture design, and construction practice plans, aiming to provide planning opinions and references for the implementation of data center construction in power generation enterprises.

Keywords : power generation enterprises; data standards; data governance; data center

引言

当前, 国际油价波动、科技信息化水平提高和环境问题, 给能源开发利用带来新挑战。各国开始新能源开发, 推动能源产业转型。云计算、人工智能等关键技术加速转型。新能源大规模开发利用、低能耗低污染低排放、先进信息技术驱动的新能源产业革命正在兴起, 能源朝着多元化、智能化时代迈进。

发电企业需要具备更强的感知决断行动能力, 以适应发展方式的重大变革。全球气候变化和生态环境保护对能源生产消费的绿色低碳化提出了更高要求。我国正在大力推进能源革命, 电力市场化改革也在推进售电侧放开。同时, 电力需求多样化使得市场环境变化加快, 电力交易的不确定性因素增加。国有企业改革要求企业转变发展方式和管理方式, 提高发展质量与效益。这要求企业能够更加敏锐地感知外部市场变化和内部运营状况, 更加优化地配置资源, 更加有效地响应市场变化。

发电企业的未来发展需要从信息化向智慧化转变。信息技术为企业发展和经营管理提供重要支撑。为了适应发展战略的要求, 发电企业需要从传统信息化向未来智慧化提升, 以更全面、及时准确地掌握内部运营状况和外部环境变化态势, 更好地分析预测市场变化与企业运营发展趋势。通过积累数据信息、转化为知识资产, 增强企业核心竞争力^[1]。

一、各发电领域数据管理现状分析

电力企业的业务与信息化现状与未来发电企业发展的要求仍有一定的差距, 具体体现在如下几个方面:

火电领域: 在火电领域数字化智能化方面, 相关标准尚不统一, 对火电厂数据的挖掘深度和广度仍有待提升。由于受到机组负荷、环境温度、燃料成分以及操作方式等多种因素的影响,

缺乏大数据算法的应用使得准确反映机组运行特性及效率变得困难。

风电、光伏领域: 目前集控中心仅实现部分监视功能, 且缺乏自动化、智能化监视手段, 数据汇集后的优势尚未完全挖掘, 对于机组可靠性、稳定性、安全性及经济性的提升尚未实现实际意义。同时, 在集控中心的建设与运行过程中, 数据接入仍缺乏统一标准。

水电领域：要求通过远程发电集控、智能水情预报、智能大坝安全监测，以实现全流域水情信息自动预警，并实现跨流域大坝群及库区地质灾害的全天候安全监测，从而避免地质灾害带来的安全问题。因此，生产数据治理及应用是发电企业向着发电业务集约化、精益化、标准化发展的重要基石^[2]。

建立发电企业大数据中心是顺应目前电力信息化技术水平发展、服务发电企业及下属各电厂的架构平台。它致力于打造一个以 PaaS 为核心技术的一体化大数据中心，通过融合分布式大数据技术、内存计算技术、数据仓库技术以及微服务开发等技术，提供完整 PaaS 云资源部署及管理的能力，能将现有各种业务能力进行整合，提供全面的技术支撑能力，满足企业数字化转型所需的各类应用开发场景，为业务开发、数据开发等各类应用开发者提供图形化、可视化和自动化地开放式开发、测试和运行环境，持续提升发电企业的业务应用开发速度、标准化实施和持续集成能力，全面支撑企业数字化、智能化转型。

同时，构建一套标准化的数据共享机制，以推动企业内部的数据流通与业务协同，从而为决策制定提供实时、精确且可信的信息支撑。此举不仅有助于提升企业工作的前瞻性与精准性，而且还能进一步强化宏观调控力度，有力推动企业的持续健康与稳健成长。

二、发电企业数据中心架构设计

(一) 总体架构

发电企业大数据中心的构建，是依托于工业大数据体系架构的技术基础。自下而上，细分为中心的各个关键层次：数据源层数据层是各类多源异构的设备或系统，为本项目大数据中心提供风、光、水、火、楼宇等领域各类生产实时数据、经营管理数据、综合业务管理数据以及相关外部数据资源；IaaS 层则负责平台运行所依赖的软硬件环境，包括服务器资源、存储资源、操作系统、虚拟化，以及网络资源等；平台层作为发电企业大数据中心的核心，其由数据采集、大数据基础平台、数据存储、应用开发、空间数据等子系统和组件构成；应用层是基于数据中心平台，以微服务的方式构建领导驾驶舱，电力交易相关数字化应用场景。同时，应用层也支撑未来更多的数字化应用；而门户层则为用户提供统一、便捷的访问入口。整个大数据中心建立在统一的标准规范体系、安全管理体系以及运维保障体系之下，确保了其稳定、高效地运行^[3]。如下图所示：

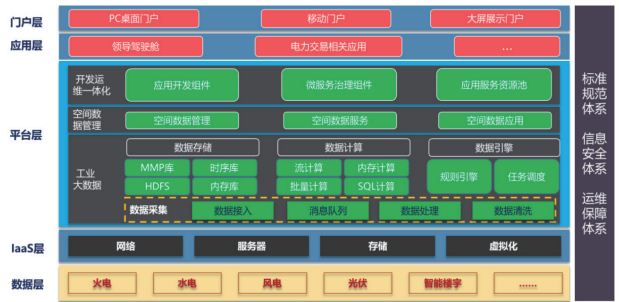


图1 数据中心总体架构

Fig. 1 Data Center Architecture Overview or Overall Data Center Architecture

(二) 数据架构

根据对发电企业业务需求的分析，大数据中心数据架构包括数据采集区、数据仓库区、原始数据区、实时分析区、数据分析区、数据访问区等大数据基础数据平台各个系统功能区，能实现并完全满足企业大数据中心建设的需求。

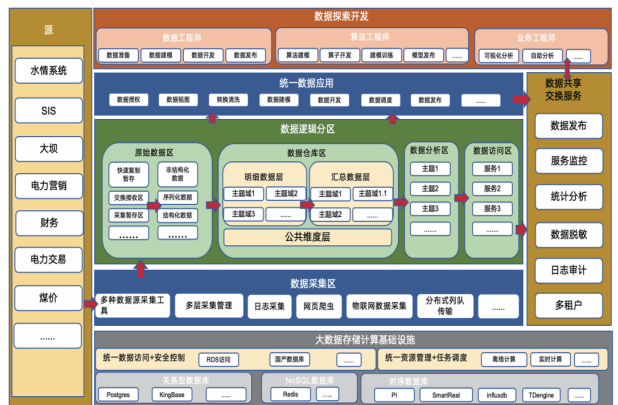


图2 数据架构

Fig. 2 Data Architecture

三、建设实践方案

(一) 数据采集

发电企业多元化发电数据的采集范围通常包括发电厂发电设备监控系统、计算机系统、设备状态监测系统、气象系统、电力交易平台以及营销、财务、综合业务管理等信息管理系统数据。

由于发电企业信息化系统建设时间跨度较大，技术架构以及数据架构存在形式各异，因此需要采用不同的数据接入方式，数据接入主要采用消息队列、ETL 数据接入、文件交换、网络采集程序、ESB 总线、消息接口、人工录入等方式。

在数据采集周期方面，数据采集系统需按照业务要求，实现实时、非实时业务对应的数据采集需要。实时业务即满足查询当前业务状态或将实时业务数据提供给在线监察、应用的业务类别；非实时业务是满足查询和分析处理实时性要求较低的业务类别。

(二) 数据处理

数据的处理和抽取需要利用自动化软件或自动化辅助工具实现，结合实际情况，在软件设计上应该支持数据的在线填报、电子表格导入、自动抽取等方式，满足不同的应用场景和客观条件。

(三) 数据存储

发电企业的生产经营管理活动会产生各种类型的数据，其中主要分为生产实时类数据和业务系统中的关系型数据。

在工业物联网系统的构建过程中，实时数据是一种极为常见且至关重要的数据类型。为了高效地管理和存储这类数据，通常采用实时数据库技术。实时数据库是基于实时数据模型构建而成的，它专为处理持续更新、快速变化的数据流以及具有时间约束的事务处理而设计。

关系型数据是发电企业在综合业务管理和经营财务管理中常用的数据结构类型。这种数据结构具有结构化程度高、关联性强、数据时间跨度长、数据量大以及对实时性要求相对较低等特

点。基于当前发电企业的信息化发展规模和业务体量，在建设数据中心时，我们不妨选用分布式存储型关系数据库。这类数据库具备动态扩展、高可用性和易维护性等优点，能够满足发电企业日益增长的业务需求^[4]。

（四）数据建设

1）数据分区设计

根据数据存储方式以及数据采集、处理、存储、挖掘分析和访问流程，确定数据分区架构设计，主要包括数据采集区、实时分析区、数据仓库区、原始数据区、数据分析区、数据访问区。数据分区设计图示如下：

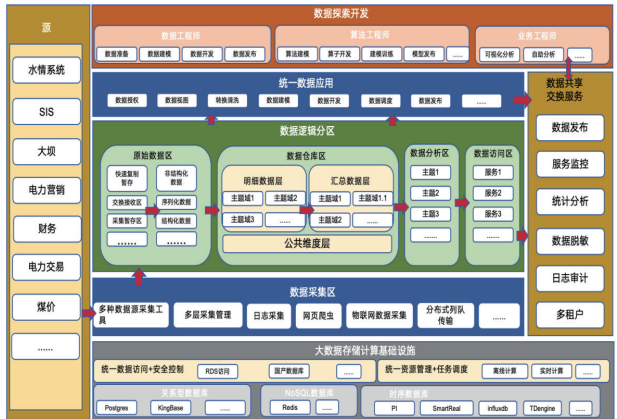


图3 数据分区架构

Fig. 3 Data Partition Architecture

数据采集区：主要承担着数据抽取、协议归一化、数据传送以及采集周期设定等核心任务。该区域针对多源异构数据的采集需求，提供了消息队列、实时数据同步、ETL、爬虫、API接口等多种技术手段，确保了数据的高效、准确采集。采集的数据类型涵盖了结构化、半结构化以及非结构化等多种类型。

数据仓库区：作为数据平台的基石，负责将业务系统的各类数据进行有效集成，以满足海量数据的管理需求。同时，通过数据接口，将数据安全地提供给数据分析、挖掘以及各类应用系统使用。

原始数据区：主要功能是提供全量、历史、多元异构数据的存储，以及业务逻辑相对简单的数据加工处理服务。该区域基于Hadoop生态构建，数据类型丰富多样，包括图片、音频、视频、日志等所有数据。

实时分析区：旨在满足实时/准实时的业务需求，提供结构化或非结构化数据的实时加载、清洗、转换、汇总、统计分析等功能。该区域支持对设备的在线实时监测、电力实时负荷监测等应用，为业务决策提供实时支持。

在诸多行业领域中，建设、调试、运营等阶段往往会产生大量带有时间戳的传感器数据，这些数据典型地构成了时间序列数据。时间序列数据主要由各类实时监测、检查与分析设备所采集或产生，涉及火电、水电、风电、光伏等多元业态。

数据分析区：主要功能是提供一整套面向数据分析的统计和分析算法，以及支持大规模数据处理的快速通用计算引擎。此外，数据分析区还应具备支持基于算法的各类分析模型开发、测试、存储的能力，同时实现计算结果的可视化、可定制化和交互

性功能，从而提供完整的分析解决方案^[5]。

数据访问区：旨在满足各级用户、各业务部门不同权限用户的访问需求。该区域提供数据接口，实现多业务系统数据共享，并具备主管政府部门和外部协作单位获取数据的功能。

2）数据分层设计

按照数据流入流出的过程，涵盖集团主要业务线路，数据仓库架构分为五层：原始数据层(ODS)、数据明细层(DWD)、数据集市层(DM)、维表层(DIM)、数据应用层(ADS)。

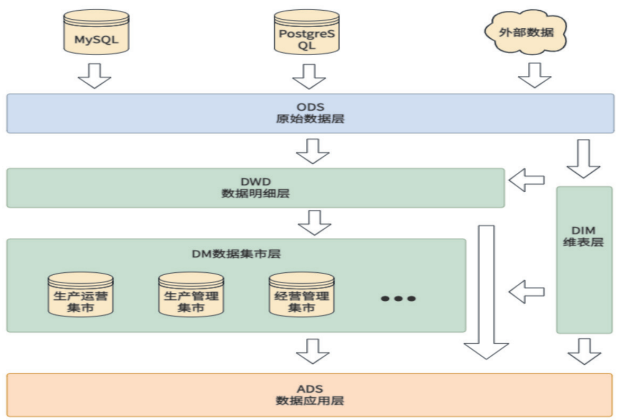


图4 数据分层架构图

Fig. 4 Data Layering Architecture Diagram

3）数据模型设计

数据模型以企业架构为核心，将数据资产、业务流程、数据标准通过科学的数据模型建模方法论和长期的数据治理实践经验以及企业实际业务需求结合，从而实现数据从“盘点数据”到“规范数据”再到“治理数据”的落地过程。

（五）数据标准化体系建设

数据标准化的行业标准可以根据不同行业和应用领域的需求而有所不同。电力行业是国家能源发展的关键领域，涉及能源安全和公共利益，网络安全问题备受重视。为提高电力监控系统信息安全的防范能力，国家能源局、电监会等监管单位基于国家标准规范，结合电力行业的业务特点，对电力行业的标准规范进行了不断的完善；同时各大发电集团在行业标准的基础上，也制定了符合各集团业务特点的标准文件，指导发电场站和集控中心的信息安全建设工作^[6]。

在发电企业中，数据分类对于实现高效的生产运营管理和优化具有举足轻重的作用。一个健全的数据分类体系能够全面覆盖发电企业从基础信息到生产运营管理的各个环节，确保数据的有效利用和管理的精细化。以下是针对发电企业核心业务的数据分类描述：

基础信息：

场站与机组信息：包括场站和机组的地理位置、规模、设备型号、容量、投运时间等关键参数。

特殊属性：涉及机组或场站的特殊技术要求、环保标准、能源效率等特定属性信息。

生产运行：

实时运行数据：涵盖发电量、设备运行状态、实时负荷、燃

料消耗等实时动态数据。

历史运行数据：包括历史发电量、历史负荷曲线、设备历史故障记录等用于分析和对比的历史数据。

生产管理：

设备维护数据：记录设备的维护周期、维护内容、维护成本以及维护效果等信息。

生产流程数据：涵盖从原料采购到能源生产的整个流程数据，如原材料质量、生产过程监控、能源转换效率等。

经营管理：

销售数据：包括电力销售量、客户信息、销售合同执行情况等。

财务数据：涉及收入、成本、利润等财务数据，以及预算执行情况、资金流动情况等。

安全管理：

安全监测数据：包括设备安全监测数据、环境安全监测数据等，用于评估和预防安全风险。

事故记录与分析：记录安全事故的详细信息，分析事故原因，提出改进措施。

计划管理：

生产计划：涉及发电量预测、设备检修计划、原料采购计划等。

资源计划：包括人力资源计划、财务预算计划等，用于指导企业资源的合理配置。

这样的数据分类体系不仅有助于发电企业更全面地掌握生产运营状况，还能为企业提供有力的决策支持。通过对各类数据的深入分析和挖掘，企业可以更加精准地把握市场动态、优化资源配置、提高生产效率，进而实现可持续发展。

同时，为了确保数据分类体系的有效实施，发电企业还需要建立相应的数据管理制度和技术支持体系。通过制定数据分类标准、建立数据共享机制、加强数据安全保护等措施，可以确保数据的准确性、完整性和安全性，为企业的数据化管理提供有力保障。

（六）数据可视化

数据可视化，是一种将复杂的数据信息以直观、形象的图表和图形形式进行呈现的技术手段，旨在让非专业人士也能迅速洞察数据背后的趋势、关联及模式。通过这一方式，人们能够更加直观地理解数据，快速提炼出关键洞察，从而为决策提供有力的数据支持。数据可视化的实现通常借助一系列工具和技术，包括但不限于各类图表库、可视化软件以及编程语言等。

在实际应用中，常见的数据可视化方案繁多，如折线图、柱状图、饼图、散点图、地图可视化及热力图等，每种图表都针对不同类型的数特有的数据类型。

（七）数据共享

为了实现发电企业大数据中心的数据共享，需要采取一系列的技术手段和措施。例如，建立统一的数据标准和共享平台，确保数据的安全性和隐私性；加强与其他企业、机构或政府部门的合作与沟通，推动数据共享的落地实施；加强数据治理和监管，确保数据的准确性和可靠性等。

数据共享组件需具备实时数据库与关系型数据库的双重兼容性，通过灵活配置数据源，实现共享数据的轻松访问与发布。相关流程审批管控严谨，确保共享数据的安全性与可信度。我们提供消息加密/解密功能，基于安全基础服务，采用加密、数据脱敏等手段，确保信息保密性，并实现操作不可抵赖性。同时，基于日志功能，实现数据交换任务的追踪与事后审计，为数据安全提供有力保障。访问权限控制服务更是对业务流程中的操作、数据和资源访问进行精细化的权限控制，为整体业务流程的安全保驾护航。

（八）数据安全

发电企业数据中心的数据安全，主要包括网络安全、系统及平台安全、数据安全以及数据脱敏和加密功能几个方面：

网络安全：需要借助发电企业信息化网络基础设施进行防护，采用防火墙、安全隔离网闸等措施对进入内部网络的数据包进行扫描过滤，根据网络访问情况判断入侵行为并进行阻止。

系统及平台安全：是指系统或平台本身具有的安全管理功能或防信息泄露机制，包括访问控制安全、身份认证、通讯安全及账号密码的加密和管理机制，对数据存储、缓存的防泄漏机制。

数据安全：需基于数据管理制度进行开展，建立数据安全评估体系、多层次的立体防护体系、完善数据库运维管理制度等方面，具备完善的防范、告警、拦截和审计手段。

数据脱敏和加密：需要对敏感数据进行定义，制定脱敏和加密规则，采用先进的数据脱敏和加密技术对数据进行转换、修改、隐藏，使数据在安全可控的环境下进行交换和共享^[7]。

四、结论

本文探讨了发电企业建设数据中心的规划设计与实施方法。通过数据中心的建设，发电企业能够实现数据的集中存储、统一管理和控制，解决数据分散、管理混乱的问题，提升数据的可靠性和一致性。数据中心还能整合不同系统和平台的数据，形成标准化的数据格式和模型，支持企业内部各部门之间的数据共享和协作，并可与外部合作伙伴进行数据交换和共享。此外，数据中心建设还能提升企业的数据管理能力、优化运营流程、提高经济效益和竞争力。通过数据安全技术，确保数据的安全性和完整性，防止数据泄露和滥用。数据挖掘和分析能力则有助于发现数据中的潜在价值，优化生产流程、提高运营效率、降低运营成本。因此，发电企业应将数据中心建设视为提升数据管理水平的重要手段。

参考文献

- [1]《信息安全等级保护基本要求》GB/T22239-2008.
- [2]《信息技术安全信息系统等级保护安全技术要求》GB/T25070-2010.
- [3]《涉及国家秘密的信息系统分级保护技术要求》BMB17-2006.
- [4]《IT 主流设备安全基线技术规范》（Q/CSG11804-2010）.
- [5]《信息系统应用开发安全技术规范》（Q/CSG11805-2011）.
- [6]《大数据安全白皮书（2018年）》.
- [7]《电力监控系统安全防护规定》发改委2014年14号令.

基于轻量化的电子产品结构设计优化策略

丁晓阳

中国电子科技集团公司第五十四研究所，河北 石家庄 050000

DOI: 10.61369/TACS.2025050007

摘 要： 随着电子产品向高性能与便携化方向发展，结构设计面临着减重与强化的双重挑战。为实现结构轻量化与可靠性之间的平衡，需在材料选择、结构布局与制造工艺等方面进行协同优化。通过引入拓扑优化、仿真分析与多学科设计优化方法，可有效识别冗余结构并提升整体性能。同时，结合新型轻质材料和先进成形技术，有助于实现结构强度与重量控制的统一。系统性的优化策略将为电子产品的设计创新与产业升级提供关键支持。

关 键 词： 轻量化设计；电子产品结构；拓扑优化；多学科设计优化；仿真分析

Strategies for Optimising the Structural Design of Lightweight Electronic Products

Ding Xiaoyang

The 54th Research Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Shijiazhuang, Hebei 050000

Abstract： As electronic products evolve towards high performance and portability, structural design faces the dual challenges of weight reduction and reinforcement. Achieving a balance between structural lightweighting and reliability necessitates synergistic optimisation across material selection, structural layout, and manufacturing processes. By incorporating topology optimisation, simulation analysis, and multidisciplinary design optimisation methodologies, redundant structures can be effectively identified while enhancing overall performance. Concurrently, integrating novel lightweight materials and advanced forming techniques facilitates unified control over structural strength and weight. Systematic optimisation strategies will provide critical support for design innovation and industrial upgrading in electronic products.

Keywords： lightweight design; electronic product structures; topology optimisation; multidisciplinary design optimisation; simulation analysis

引言

在智能化与便携化趋势推动下，电子产品正朝着更小、更轻、更高效的方向迅速演进。如何在有限空间内实现功能集成，同时保证结构的轻巧与强度，成为结构设计面临的核心难题。轻量化不仅关乎用户体验，更直接影响产品性能、能耗与制造成本。为此，亟需探索科学高效的结构优化策略，以兼顾材料利用率、空间布局与力学性能，为电子产品创新设计提供坚实基础与技术支撑。

一、轻量化对电子产品结构设计的重要性分析

随着科技的不断进步和消费需求的日益多样化，电子产品正快速向高性能、智能化和便携化方向发展。在这种背景下，轻量化已成为电子产品结构设计中的关键目标之一。轻量化不仅意味着减轻整体重量，更涉及结构强度、散热效率、能耗控制与成本优化等多方面的综合性能提升。便携设备如智能手机、笔记本电脑、可穿戴设备等对体积和重量的要求尤为苛刻，轻盈的产品能够显著提升用户体验，增强产品的市场竞争力。而在工业电子、军用电子和航空航天等领域，轻量化更是提高运输效率、减少能源消耗乃至提升作战效能的核心要素。因此，轻量化设计不仅是一种趋势，更是产品性能、可靠性与可持续制造理念融合的体现。

在电子产品结构设计中，轻量化的实现面临诸多技术挑战。

结构减重往往伴随着强度和刚度的降低，若处理不当，可能会引发变形、损坏甚至安全隐患。因此，在保证轻量的同时，如何维持甚至提升结构的力学性能成为设计优化的关键。此时，先进的工程手段如拓扑优化、参数优化以及仿真分析等应运而生，为结构减重提供了科学依据。通过有限元分析、应力测试及热管理建模，可以有效评估设计方案的可行性和稳定性。与此同时，新材料的广泛应用也为轻量化提供了更多可能。例如，碳纤维复合材料、镁铝合金、高分子泡沫等兼具轻质与高强特性，可在满足功能需求的基础上有效降低重量。此外，随着3D打印、微注塑成形等先进制造工艺的成熟，结构设计的自由度和精度进一步提高，轻量化设计方案的实现路径也更加灵活多样^[1]。

从系统角度看，轻量化不仅局限于单一部件的设计优化，更应纳入整机结构、内部模块布局和工艺整合的协同考虑。通过多

学科设计优化（MDO）方法，可以在材料学、结构力学、热管理和电子集成等多个维度之间实现全局平衡。轻量化带来的不只是产品质量的减轻，更可能显著改善散热效率、电池续航、信号传输路径以及装配效率等关键性能指标。此外，减重还意味着材料消耗与碳足迹的减少，符合绿色制造和环境友好型产品的发展要求。在市场竞争日益激烈、用户期望不断提高的今天，轻量化设计将不再是附加价值，而是产品工程的基础要求。

二、电子产品结构中常见的轻量化设计技术

电子产品在不断追求功能集成与性能提升的同时，对结构的轻量化设计提出了更高要求。为满足这一趋势，工程师们在结构设计中广泛采用多种轻量化技术手段，以实现减重与性能的协同优化。其中，最基础也是最常见的方法之一是结构简化。通过优化零部件的几何形状和连接方式，剔除冗余材料与不必要的结构区域，在不影响功能前提下实现结构最小化。例如在支架、外壳或固定模块中，可通过挖空、镂空、开槽等方式减轻重量，进而降低整体负载。此外，模块化设计也在轻量化中发挥着重要作用^[2]。通过将复杂结构拆解为若干轻质模块，并通过标准化接口实现快速连接与替换，不仅提升了制造与维护效率，也有助于在局部设计中集中减重，同时便于后期优化与迭代。

在实现结构轻量化的过程中，拓扑优化技术成为一种高效的设计方法。该技术通过数学算法模拟物理载荷下材料的最优分布，自动生成满足力学性能要求且材料最少的结构形态。在电子产品的内部支撑结构、框架设计以及散热构件中，拓扑优化能够有效挖掘冗余区域，使设计在强度、刚度和重量之间取得更优平衡。同时，与拓扑优化相辅相成的是有限元仿真分析。通过对结构受力、热传导、振动响应等性能进行全面模拟，可以在设计阶段提前发现潜在问题，避免不必要的材料浪费与返工。此外，蜂窝结构、肋骨强化设计等仿生结构也被广泛应用于电子产品中，这些设计在维持强度的同时极大减少了实体材料的使用。例如，在高端笔记本电脑底壳中，使用细密分布的加强筋代替大面积实心铝板，不仅减轻了重量，也增强了抗压性能^[3]。

材料与制造技术的革新也深刻推动了轻量化设计的发展。当前，越来越多的电子产品采用高性能轻质材料如碳纤维复合材料、工程塑料、镁合金和陶瓷复合体等替代传统金属。碳纤维具有优异的比强度和比刚度，适用于对机械性能要求较高的高端设备外壳；而镁合金则因其优良的铸造性能和轻质特性，广泛应用于便携式电子设备结构件中。同时，随着增材制造（3D 打印）技术的不断成熟，设计者获得了更高的自由度，可在传统加工方式无法实现的复杂结构中探索全新的减重方式。例如，通过中空结构、渐变厚度设计以及功能集成构件的打印制造，可以在不牺牲性能的情况下显著降低整体重量。

三、拓扑优化与仿真在结构优化中的应用

在电子产品结构设计不断追求轻量化与高性能的背景下，拓

扑优化作为一种先进的结构设计工具，正被广泛应用于结构优化过程中。拓扑优化的核心在于通过数学建模和数值计算，在设定载荷、边界条件与设计约束后，自动求解出材料在结构中的最优分布方案。与传统的经验设计方法不同，拓扑优化能够从“无”到“有”生成全新的结构形态，避免人为干预所带来的局限性。在电子产品中，拓扑优化常用于内部骨架、散热结构、支撑件和壳体等部位的初步设计阶段，能够有效识别冗余材料区域，从而达到减重、提高刚度和改善载荷路径的多重目的。尤其在形状复杂或载荷分布非均匀的构件中，拓扑优化展现出极大的设计潜力，为产品在性能、成本和空间利用率方面带来了突破性提升^[4]。

为了确保拓扑优化结构在实际工况中具备可制造性和可靠性，仿真分析技术在结构优化过程中同样发挥着不可替代的作用。通过有限元分析（FEA）等仿真手段，可以对拓扑优化后的结构进行应力、位移、热传导及振动等多维度性能模拟，验证其在极端使用环境下的稳定性和安全性。例如，便携式电子设备通常面临跌落冲击、温升负荷和频繁操作等复杂载荷条件，设计者可利用仿真工具对结构进行多场耦合分析，判断是否存在局部应力集中、热变形过大或共振风险，从而指导结构调整与强化。仿真分析也能够辅助优化设计参数如厚度分布、连接节点、支撑布局等，使结构更符合制造工艺要求。在这一过程中，仿真不再仅仅是验证工具，更成为结构优化迭代中的有机组成部分，显著提高了设计效率与精准度^[5]。

将拓扑优化与仿真分析技术进行融合，不仅提升了结构优化的科学性和可操作性，也使得设计流程更加智能化与数据驱动。在现代电子产品开发中，越来越多企业采用集成化设计平台，将拓扑生成、仿真评估、参数调优与可制造性分析整合为闭环系统，从而实现从概念设计到量产验证的高效转化。值得一提的是，随着人工智能与机器学习技术的引入，拓扑优化的求解效率和结构预测能力也在不断增强。设计者可基于历史仿真数据训练模型，在新项目中快速获取高质量设计方案，减少仿真次数与计算成本。同时，结合3D 打印等增材制造手段，可以直接将优化结构制造出来，大大缩短研发周期并拓展结构形态的自由度。如图1所示。

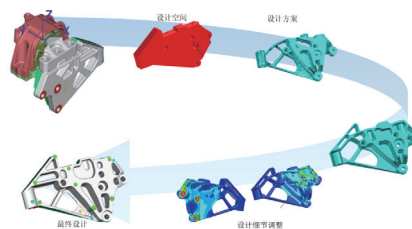


图1 拓扑优化图

四、新型材料与先进工艺在轻量化设计中的作用

在电子产品结构设计中，新型材料在实现轻量化方面发挥着决定性作用。相较传统密度较高的金属，镁合金（密度约1.8 g/cm³）、碳纤维复合材料（密度约1.6 g/cm³，拉伸强度超过3000 MPa）等因其低密度、高比强度，广泛应用于外壳、散热件和支撑结构，兼顾减重与机械性能。碳纤维还具备优异的抗疲劳和电磁屏

蔽特性，适用于高端设备；高性能塑料如 PEEK、PC 则因良好的耐热性和绝缘性，被用于连接器和壳体等部件。这些材料显著降低了产品整体质量，助力结构轻量化与多功能集成的协同发展。

制造工艺的创新也极大拓展了轻量化设计方案的实现空间。传统加工工艺如压铸、冲压、CNC 加工虽仍占据主流地位，但在复杂结构、微小尺寸和多功能集成方面逐渐显现出局限性。随着技术的发展，3D 打印（增材制造）为结构设计提供了前所未有的自由度。通过层层堆积成型的方式，3D 打印可制造出传统工艺难以加工的复杂中空结构、拓扑优化形态以及多孔强化单元，实现极致的结构减重。例如某款高端笔记本中壳采用金属 3D 打印技术后，重量降低了 25%，同时保持结构刚性不变。此外，该技术还支持多材料打印与局部性能调控，为功能一体化设计提供了可能。除了增材制造，微注塑成型、超精密冲压、超声波焊接等先进制造工艺也逐步渗透至电子产品结构件制造环节。这些工艺不仅提升了加工精度与产品一致性，还在尺寸微型化与结构复杂化趋势下展现出优越的适应性。特别是在大批量生产中，微成形技术能够实现轻质材料的高效稳定加工，为轻量化设计从原型向产业化转化提供了有力支撑^[6]。如表 1 所示。

表 1 常见轻量化材料性能比较

材料	密度（g/cm ³ ）	拉伸强度（MPa）	耐热性（℃）	特点说明
镁合金	1.8	200 - 300	~150	轻质，导热性好，适合压铸
碳纤维复合材料	1.6	3000+	>200	强度高，电磁屏蔽性优
PEEK（塑料）	1.3	90 - 100	260	高绝缘性，耐高温
铝合金	2.7	200 - 400	~200	成本适中，应用广泛
不锈钢	7.8	500 - 800	~800	强度高但重量大，非轻量化优选

材料与工艺的协同创新是轻量化设计从概念走向现实的关键。实际设计中，材料选择受限于加工方式、成形能力、连接技术与成本，需在设计初期将其与制造工艺同步考虑。例如，碳纤维需结合其各向异性与热压工艺控制精度，镁合金压铸则要兼顾收缩变形与模具适配。随着绿色制造兴起，可回收材料与低能耗工艺被广泛应用，既减轻结构重量，又降低环境负担。

五、多学科协同优化策略与未来发展趋势

在实现电子产品结构轻量化的过程中，仅依靠单一技术手段往往难以满足综合性能与功能集成的需求。因此，多学科协同优化策略应运而生，成为当前结构设计的重要发展方向。多学科优化（MDO）是一种综合考虑结构力学、热管理、电磁兼容、材料性能、制造工艺和成本等多个维度的系统性设计方法。其核心目标是在多个设计子系统之间寻求全局最优解，而非各自为政的局部优化。以笔记本电脑为例，外壳的设计不仅要满足轻质与刚度，还需兼顾散热通道布局、电池模块空间、电磁屏蔽效果以及美学外观，这就要求不同学科领域之间的深度协作与参数共享^[7]。多学科协同优化通过建立统一的仿真平台与数据接口，实现设计模型、分析模型与仿真结果的集成与迭代，从而在更短周期内实现结构、功能与制造的多目标平衡。

在具体应用层面，多学科协同优化正逐渐从理论模型走向工程实践。结构拓扑优化与热 - 流 - 电联合作用的整合，使设计者能够在考虑材料分布的同时评估其对散热路径和电气干扰的影响；结合仿真驱动的参数优化技术，还可进一步细化局部结构厚度、筋条走向、螺丝孔位等关键细节，提高产品整体性能与制造可行性。此外，人工智能技术的引入也为多学科协同优化注入了新的动力。基于大数据的机器学习模型可以快速识别设计变量之间的非线性关系，在多个目标函数之间寻找优选方案，并根据历史设计经验推荐初始结构形态，缩短开发周期。云计算与并行运算平台的融合也为复杂多维模型的实时计算提供了强大支撑，使高维度、多工况、多约束条件下的协同优化成为可能。

展望未来，电子产品结构轻量化将在更高层次上融合先进材料技术、智能制造系统与智能优化算法，推动多学科协同走向更深层的自动化与智能化阶段。随着产品复杂度不断提升与定制化需求的增长，传统线性开发流程将不再适用，取而代之的是跨部门、跨平台的并行工程模式。数字孪生、模型驱动开发（MBD）、生成式设计等新兴理念将成为构建协同优化体系的重要支撑，助力产品从概念设计到生产制造的全生命周期管理。同时，轻量化设计将不再局限于“减重”本身，而是更多地向“性能密度最大化”演化，即在单位体积或重量内实现功能与性能的最大集成。在绿色制造和可持续发展的推动下，未来的协同优化策略还将更多关注资源循环利用、碳排放控制与环境影响评估^[8]。可以预见，多学科协同优化将成为电子产品结构设计的核心范式，其不断演进将深刻影响下一代产品的设计逻辑、制造体系与市场形态，推动整个行业向高效、智能、绿色的方向迈进。

六、结束语

电子产品结构的轻量化设计不仅是技术创新的体现，更是提升性能、优化用户体验和推动绿色制造的关键路径。通过拓扑优化、仿真分析、新型材料及先进工艺的协同应用，结合多学科一体化的设计思路，可实现结构功能与质量的最佳平衡。未来，随着智能化与数字化技术的深入融合，轻量化设计将在系统集成与可持续发展中发挥更大作用，引领电子产品结构设计迈向更高水平。

参考文献

[1] 吴春炳. 基于 SLM 的树状结构单元轻量化设计方法研究 [D]. 国防科学技术大学, 2016.
[2] 付文. 铝合金减震塔结构设计及真空压铸工艺研究 [D]. 武汉理工大学, 2018.
[3] 余学军. 基于 MBD 的电力电子产品 TOP-DOWN 协同设计平台 [J]. 现代工业经济和信
息化, 2019, 9(06): 63-66. DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2019.06.28.
[4] 王婷萍, 任成鹏. 汽车电器的轻量化研究 [J]. 汽车电器, 2019, (09): 42-43+46.
DOI: 10.13273/j.cnki.qcdq.2019.09.011.
[5] 刘仁志. 轻量化和微型化时代的电镀技术 [C]// 中国表面工程协会转化膜专业委员会,
哈尔滨工程大学. 2019' 全国转化膜及表面精饰技术论坛论文集. 武汉风帆表面工程股份
有限公司; , 2019: 66-70.
[6] 宋德庄. XZH246Z 型高速直驱高精机床关键件高刚度轻量化设计 [D]. 燕山大学, 2022.
DOI: 10.27440/d.cnki.gysdu.2022.000820.
[7] 吴小燕. 基于无意识设计的消费类电子产品包装设计研究 [J]. 艺术研
究, 2023, (02): 146-148. DOI: 10.13944/j.cnki.ysyj.2023.0085.
[8] 邢继飞. 轻型抗冲击光电承载平台的结构优化设计及性能分析 [D]. 山东建筑大
学, 2023. DOI: 10.27273/d.cnki.gsajc.2023.000503.

Cinema4D 数字工具在包装设计中的应用

郑永杰

广东外语外贸大学, 广东 广州 510000

DOI: 10.61369/TACS.2025050019

摘 要 : 零售电子商务的时代下, 包装设计已从传统的实体货架视觉陈列差异竞争扩展至虚拟与实体的多维融合。Cinema 4D (C4D) 作为专业三维可视化与动画创作工具, 其能力体系构建在模块化架构基础上, 其强大的运算能力、强大的渲染插件可进行实时交互渲染。本文通过 C4D 在包装设计应用进行研究, 提升设计效率, 增强设计的直观性和吸引力, 同时有效缩短设计周期, 降低开发成本, 从而为设计师和甲方提供更高效、更精准的设计解决方案。

关 键 词 : C4D; 包装设计; 设计效率

Application of Cinema4D Digital Tool in Packaging Design

Zheng Yongjie

Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : In the era of retail e-commerce, packaging design has expanded from the traditional competitive difference in visual display on physical shelves to the multi-dimensional integration of virtual and physical elements. As a professional 3D visualization and animation creation tool, Cinema 4D (C4D) has its capability system built on a modular architecture. Its powerful computing capability and strong rendering plug-ins enable real-time interactive rendering. This paper conducts research on the application of C4D in packaging design, which can improve design efficiency, enhance the intuitiveness and attractiveness of designs, effectively shorten the design cycle and reduce development costs, thereby providing more efficient and accurate design solutions for designers and clients.

Keywords : C4D; packaging design; design efficiency

一、包装设计

(一) 包装设计的发展

包装设计的发展经历了多次重大变革, 每个阶段都受到技术、社会需求和消费文化的深刻影响。在远古时期, 人们用身边容易找到的自然材料来装东西, 比如用大树叶包食物, 用空心的竹筒装水, 用兽皮当袋子。这些最简单的包装虽然很粗糙, 但已经能满足基本的保护需求、储存食物和作为水容器, 这是奠定了包装的基础功能。在新石器时代, 人们不仅陶罐追求实用性, 还常用工具刻上装饰性图案或文字, 这意味着人们开始注意包装的美观性。例如, 仰韶文化半坡类型彩陶, 不仅造型多样, 纹饰上出现了鱼纹、变形鱼纹、兽面纹等, 此外, 几何图案如圆点、直线、波折线等元素也被广泛运用在彩陶作为文化和精神的象征, 一定程度上体现了包装的功能性和艺术性。到了工业革命时期, 工具的革新给包装带来了一次巨大的飞跃, 随着机器的普及, 过去手工制作被机器所取代, 包装行业发生了根本性的变化。最明显的是包装材料的多样化, 与过去传统的木材、布料、陶瓷等材料相比, 纸板、金属和玻璃等新型材料更利于运输和轻便。与此同时, 印刷技术得到了进一步机械化, 机器使得图案和文字的印刷精度更高, 因此商家开始注重包装上产品信息、品牌标志和装饰图案的设计, 提升产品包装的识别度。随着经济发展和市场需求, 包装设计已然成为独立的艺术设计领域。

(二) 包装设计的困境

在当今快速发展的数字时代浪潮下, 各类热门产品都面临着被竞争对手“复制”的同质化困境。这种现象的产生并非偶然, 其背后隐藏着传统包装设计流程的深层弊端。传统的包装设计采用线性工作模式, 设计师们只能依赖于 Photoshop、Illustrator 等二维平面设计软件, 按部就班地完成一个环节后才能进入下一阶段。这种机械化的流程严重制约了创意的发挥, 使得个性化的包装形态开发变得异常困难。设计一个造型独特的包装不仅需要漫长的设计周期, 还要承担高昂的开模成本和人工费用。传统包装设计方式, 一个中等复杂度的包装设计从概念到量产平均至少需要 6-8 周时间, 其中仅模具开发就占据了 40% 以上的成本。

面对如此巨大的投入, 很多企业逐渐将包装开发视为沉重的成本负担。在这种思维定式下, 企业往往以功能性和生产可行性为优先考量, 将美学设计置于次要地位。他们更倾向于选择已经被市场验证过的成熟设计方案, 通过简单的视觉元素替换就快速推出产品。这种做法虽然节省了开发成本, 却导致了市场上充斥着大量雷同的包装设计, 这种急功近利的做法无异于将产品推向平庸的深渊, 最终损害的是企业品牌资产的认知。

包装设计本质上是一种有目的性的创作行为, 它要求在方案执行前就对最终效果进行科学预测和系统规划。一个成功的包装设计需要综合考虑社会文化背景、技术实现条件、艺术审美标准、资源配置方案以及工艺流程等诸多因素。设计师必须对这些

要素进行全面把控，才能确保设计方案既能满足市场预期，又能顺利落地生产。在这个过程中，前期的创意构想与后期的执行管控同样重要。

随着三维设计技术的发展，CINEMA 4D 等专业软件的兴起为包装设计带来了革命性的改变。这些工具彻底颠覆了传统的设计模式，使设计师能够突破物理材质的限制，在虚拟环境中自由探索各种形态可能。通过实时渲染技术，设计师可以直观地评估不同材质、光影条件下的视觉效果，大幅提升了设计决策的准确性。更重要的是，数字化的设计流程显著降低了开发成本，将传统需要数周的设计周期压缩到几天之内。这不仅能帮助设计师更高效地为客户提供包装方案，还能确保每个创意都能得到最大程度的发挥和呈现。

二、Cinema 4D 在包装设计上的优势

（一）Cinema 4D 简介

Cinema 4D（简称 C4D）是由德国公司 Maxon 开发的一款专业三维建模、动画、渲染和运动图形设计软件，拥有出色的建模、渲染、特效、动画等功能，以及和其他设计软件、第三方插件、工具较强的集成性，在整个创作流程中更便利，省时省事，被广泛用于电影、电视、游戏和广告行业。与其它三维软件相比，其高效建模、直观的用户界面、强大的运动图形模块、以及第三方渲染插件的适配性，更易于学习与掌握其强大功能。近年来，C4D 成为跨行业三维创作的首选工具，广泛应用于电影特效、动漫设计、电商设计、动态海报设计、产品造型设计等设计领域。在 3D 建模的缤纷世界里，相比于其它 3D 软件，C4D 简洁的操作界面和建模功能，宛如一颗璀璨的全能之星。

（二）Cinema 4D 与包装设计的契合度

包装设计师能供运用 C4D 轻而易举的实现结构可视化。比如在创建基础形状模型时，通过简单的点击和拖拽操作就能轻松生成凹陷、斜面或其它的基本形状，同时，C4D 还拥有丰富的变形器，能轻松实现模型的弯曲、扭曲、膨胀等变形效果，为包装主体结构增添更多创意可能。

在材质表现方面，C4D 的材质系统堪称包装设计的点睛之笔。软件内置的材质库包含上百种基础材质预设，涵盖金属、玻璃、塑料、纸张等各类包装常用材质。以金属材料为例，设计者不仅可以调节高光强度、反射模糊等参数来表现不同金属表面的特性，还能通过凹凸贴图模拟拉丝、磨砂等表面处理工艺。对于纸质包装，C4D 的次表面散射功能可以精准模拟纸张的透光特性，结合噪波贴图能够呈现出纸张纤维的自然纹理。塑料材质则可以通过调节折射率、粗糙度等参数，准确表现亚克力的通透感或 PP 材料的雾面效果。

C4D 的渲染系统为包装设计提供了专业级的视觉呈现方案。软件自带的 Standard Renderer 操作简便，适合快速预览；Physical Renderer 采用物理正确的光线追踪算法，能够精确模拟真实世界的照明效果；ProRender 则支持 GPU 加速，大幅提升渲染效率。而第三方渲染器如 Octane Render 凭借其基于物理的材

质系统和无偏差的光线追踪技术，可以呈现出令人惊叹的写实效果。其独特的实时渲染功能允许设计者在调整材质和灯光时即时看到最终效果，这种即时反馈机制极大地优化了设计流程。

C4D 支持跨软件与包装设计师常用的 Adobe Illustrator 和 Photoshop 平面制图软件能够高效协作。比如包装设计师应用 AI/PS 完成图像设计，将矢量设计稿转换为三维模型，用于包装浮雕工艺、结构参考、生成挤压对象或作为运动图形的路径；还有 PSD 与 C4D 材质的联动，分层贴图在 PS 中编辑后，C4D 可实时刷新材质效果，同时可以通过多通道渲染输出至 AE 或 PS，进行光影优化和印刷细节添加。

三、C4D 在包装设计的应用

（一）C4D 对包装设计的革新

包装设计是一门综合学科，其涉及多个领域的学科知识及技能的运用，不仅与美学、艺术、市场营销、结构工程、制造生产紧密相关，甚至在可持续发展方面扮演着重要的角色。^[1]在快消品和电商时代，打造差异化的包装成为了品牌的战略武器。如盐津铺子 2025 年春节礼盒的包装设计（图 1），运用 CINEMA 4D 快速呈现包装创意概念，将传统文化与现代设计的完美融合，打造具有独特美学价值、极具识别度的包装。随着科技的不断进步，三维可视化展示技术尤其是 CINEMA 4D 软件，已经成为设计领域的新宠。

与传统包装设计流程对比，C4D 打破了包装设计流程中的线特征。过去的包装设计以功能为先，优先满足保护性和生产可行性，再考虑美学，并不符合设计目的。设计是一种有目的性的创作行为，是设计方案执行之前对其结果的一种假设，以及为保证方案顺利执行进而实现预期目标，所采取的对一系列社会的、技术的、文化的、艺术的、审美的、方式的、资源的和程序的等种种因素的综合性的考量与管控。^[2]C4D 软件的出现打破了依赖物理实体打样的周期和修改成本，使得设计者克服材质限制，提供直观的视觉体验，增强设计的吸引力，降低设计成本，缩短设计周期，以实现更高效、更精准的为客户提供包装设计方案。

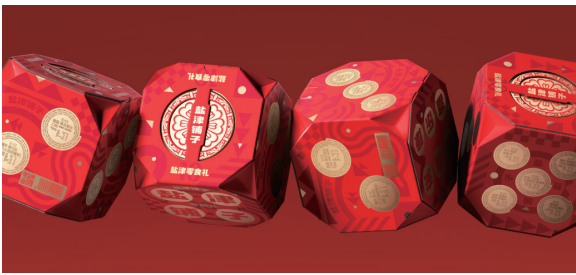


图 1 盐津铺子春节礼盒（图片来源：潘虎设计实验室）

（二）C4D 在包装盒型设计的可视化

在消费升级时代，包装结构已从“保护容器”进化为“品牌战略工具”，其独特性直接关联购买转化率与品牌忠诚度。在同类产品中，独特的结构造型（如三角瓶身的矿泉水、可堆叠的礼盒）能第一时间吸引消费者注意，打破同质化竞争。包装造型设计在产品销售环节发挥了重要作用，如果造型过于简单普通，则

难以吸引消费者视线,如果包装设计造型新颖有趣,极具鲜明特色,消费者则会自主进行事物的认知想象,在此过程中为产品提供某种特定意义的内涵,这也是包装设计师力求造型丰富新颖的原因之一。^[3]当然,异型包装通常需要定制模具和多次的物理打样,导致成本、材料成本、时间周期和人工成本增加,这是传统包装流程中显著的缺陷。

虚拟仿真模型具有制作周期短、可控性强、资金成本低等优势,并且不会受到制作设备、印刷工艺、材质选择、摄影条件等因素的局限,能最大程度上激发设计者的创意思维,让设计实践的过程有更大的发挥空间。^[4]利用计算机辅助设计三维软件C4D,可以实现高度仿真的产品结构和形态构造,为设计师全方位无死角观察包装设计模型提供了可能。设计者通过基础几何适配原则上,适用立方体、圆柱体等参数化对象高效且精准实现创新的包装结构,因此其成为包装造型创新的重要设计工具。同时实现了艺术必须从创作者手中传递到消费者手中。^[5]本文以中秋礼盒盒型设计过程中应用C4D软件的过程进行分析。

(1) 点击菜单栏的增加立方体对象(或按快捷键 Shift+V 搜索"Cube"),在属性面板中调整尺寸(如 33×1.5×33 cm)。

(2) 选中立方体,按 C 键转换为可编辑对象(或单击鼠标右键选择)

(3) 进入边模式,通过应用环状选择工具(U~B)并任意选择立方体的高后,单击鼠标右键选择倒角工具(M~S),使用鼠标左键向 X 轴拉动(或属性面板输入偏移参数 4cm)得到八棱柱。

(4) 进入多边形模式,选择好八棱柱顶面,单击鼠标右键选择内部挤压工具(M~W),运用缩放工具向 X 轴进行挤压(或属性面板输入参与 0.8cm)预留盒子厚度;这时应用挤压工具(M~T)向内部挤压到适合高度后得到礼盒主体。

(5) 选中礼盒主体,按 Ctrl+C/Ctrl+V 复制一份,使用旋转工具进行 180° 旋转后得到礼盒盖;移动盖子到盒身上方(或使用坐标 Y 轴调整位置)。

(6) 进入“边模式”,选中顶部或底部的边缘,右键选择“倒角”(M~S),调整细分和偏移量,使边缘更圆润,完成礼盒结构可视化(见图 2)。

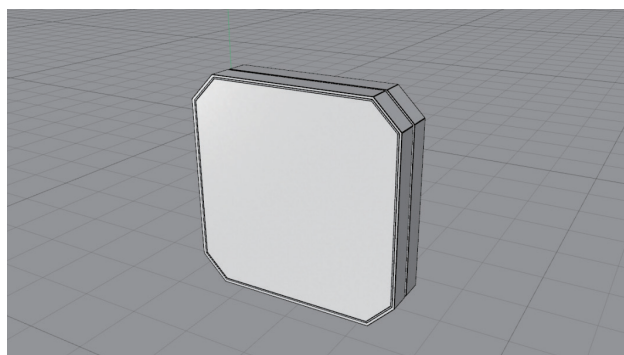


图2 中秋礼盒盒型设计(图片来源:笔者)

(三) C4D 在包装材质工艺设计的展示

设计师可利用 C4D 的建模与动画功能创造独特的包装造型与动画效果,以吸引人们的眼球并增加产品的附加价值与市场竞争

力。在电商时代,包装工艺已从“保护产品”的基础功能演变为“沉默的销售员”。消费者无法直接触摸产品,包装工艺的展示重要性显著提升,甚至成为品牌竞争的核心要素之一。包装的视觉呈现(材质、结构、色彩)直接影响购买决策,如特殊工艺(烫金、浮雕、肌理)通过视频/图片展示,极短时间内吸引注意力,同时能传递品牌内涵和包装高端质感。

传统包装设计需多次打样和修改工艺,而 C4D 软件在包装设计的应用中不仅提前验证结构合理性,还能快速呈现工艺设计效果的直观性。C4D 充分吸收了时代的特征,设计理念和设计方法等也发生了翻天覆地的变化,文化、艺术等之间的相互渗透和融合,将成功革新现代艺术设计,为影视专业设计领域、广告设计领域、包装设计领域、字体设计领域等注入新的生命。^[6]在包装设计过程中,运用 C4D 中的 OctaneRender(OC)的核心优势,不断调整和优化包装中的工艺设计。OC 是一款基于物理的光线追踪渲染器,可以模拟出各种真实的材质效果,如金属、玻璃、塑料等,能够完美地呈现出材质和纹理的细节。包装在物理打样前,凭借其高效、逼真的渲染效果和实时渲染的功能,即时反馈修改的材质、灯光或参数时,渲染窗口实时更新,大幅提高设计效率。这种高精度的渲染效果,不仅提升了设计的逼真度,也增强了设计的直观性和吸引力,有助于甲方更准确地评估设计效果,缩短决策周期。^[7]

C4D 软件的应用不仅革新了设计流程,还极大地提升了设计效果,使其在视觉传达和功能性上达到了新的高度。以下通过具体应用案例,C4D 如何在包装设计过程中工艺和质感表现的独特优势。本文以中秋礼盒工艺材质设计过程中应用 C4D 软件的过程进行分析。

(1) 导入图1中的产品模型,使用 UVW 贴图或 C4D 的 UV 编辑模式对齐贴图坐标(如盒子的六个面)。

(2) 创建 Octane 光泽材质,将完成的二维设计图像(见图 3)添加至纹理贴图中。

(3) 创建 Octane 反射材质,调节属性 Specular:金色(RGB 值:金 ≈ R255 G215 B0)、Roughness:0.1~0.3(高光锐利),Anisotropy:0.3~0.5(拉丝金属效果),使用黑白蒙版贴图(白色=工艺烫金区域)驱动 Specular 强度或混合 Octane 材质。

(4) 选择纸张纹理,运用 photoshop 中的滤镜中 3D 生成法线贴图,用于链接 Octane 材质中的法线贴图节点,增强盒面纸张纹理质感。

(5) 将二维设计图运用 photoshop 制作灰度图(白色凸起,黑色凹陷),用于链接置换与凹凸组合(强度 0.05~0.2mm),增强表面层次细节,即完成工艺贴图。

(6) 打开 Octane 实时预览窗口,调节设置渲染参数 Max Samples=3000,Diffuse Depth=8(确保金属反射精度),启用 AI Denoiser,保留 Albedo 和 Normal 通道辅助降噪,即完成渲染设置。

(7) 创建 Hdri 对象(链接 Hdr 预设图)或 Octane 区域光,利用大面积柔光模拟摄影棚,角度 30°~45° 即完成布光。

(8) 创建 Octane 摄像机, 属性面板中调节参数 (焦距 80mm), 勾选启用相机滤镜后可根据品牌调性选择相对应渲染滤镜模式, 大幅度提升渲染画面调性和质感。完成材质、灯光、摄像机设置后, 点击渲染功能 (Shift+R) 得到最终渲染成果。见图 4。



图3 中秋礼盒二维设计图像 (图片来源: 笔者)



图4 中秋礼盒工艺设计 (图片来源: 笔者)

四、结论

C4D 在包装设计领域的应用能够提升设计效果、降低设计成本和缩短设计周期的有效途径^[8]。不仅革新了设计流程, 还显著提升了设计思维和市场竞争力, 它促进了包装设计领域的多元化发展, 避免了设计的单一化倾向, 为包装设计的个性化和差异化开辟了新路径。具体而言, C4D 软件通过其强大的三维建模能力, 使设计师借助 C4D 的虚拟样机功能, 设计师可以在数字环境中进行无限次的修改和测试, 实现高度仿真的产品结构与形态构造^[9-11]。环保趋势下, C4D 可通过模拟材料质感 (如可降解塑料、再生纸) 的视觉效果, 辅助设计师在虚拟环境中验证环保包装方案的可行性, 减少资源浪费。

从包装设计行业发展的宏观视角来看, C4D 的应用正在重塑包装设计领域的竞争格局, 掌握 C4D 技术的设计团队能够提供更具创新性的解决方案, 在激烈的市场竞争中占据优势地位。从设计者角度而言, 设计师需要持续提升多方面的专业素养, 除了精通软件操作外, 还需要深入了解包装工程学原理、材料科学知识以及生产工艺流程, 只有将技术工具与专业知识有机结合, 才能创造出既美观又实用的优秀包装设计^[12-15]。

参考文献

- [1] 周亮. 人工智能插画技术在食品包装中的应用 [J]. 绿色包装, 2024(5): 126-129.
- [2] 陈红波, 张亚琴. 跨界视域下 C4D 在视觉传达设计专业中的应用 [J]. 上海轻工业, 2023, (06): 26-28.
- [3] 王凯宏. 设计理念与文化自信 [J]. 艺术评论, 2019.08.
- [4] 唐娅莎. 消费者视角下的包装造型设计——评《包装造型与结构设计》[J]. 中国教育月刊, 2023, (07): 141.
- [5] 胡文娟, 黎孟莉. 虚拟现实技术在包装设计课程教学中的应用与探索 [J]. 绿色包装, 2023, (06): 28-31.
- [6] 关雪仑. 数字艺术视域下的文化传播逻辑 [J]. 艺术评, 2021.
- [7] 高频. C4D 在视觉传达设计专业中的应用与发展 [J]. 模具制造, 2023, 23(04): 67-70.
- [8] 李蕊. 基于 Cinema4D 技术的包装设计效果图表现研究 [J]. 绿色包装, 2022(12): 90-94.
- [9] 张永年, 雷倩倩, 周聿戈. 数字交互在虚拟包装设计中的应用与优化 [J]. 艺术品鉴, 2023(23).
- [10] 蒋铭杰. 浅析视觉识别系统在包装设计中的应用 [J]. 绿色包装, 2023(8): 84-87.
- [11] 金爱晖. 数字媒体艺术在食品包装设计中的运用 [J]. 食品工业, 2021, 42(1): 2.
- [12] 戴梅萍. AI 数字技术在产品包装设计中的创新应用 [J]. 绿色包装, 2024(12): 99-102.
- [13] 郭洪远. 数字媒体时代下动态视觉传达在包装设计中的应用 [J]. 上海包装, 2024(11): 1-3.
- [14] 乔文霞. 数字媒体艺术在食品包装设计中的运用分析 [J]. 上海轻工业, 2024(4): 26-28.
- [15] 林祥云. 数字艺术设计在塑料包装工业产品中的应用 [J]. 上海包装, 2024(6): 23-25.

《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学探索

贺莉, 李瑞

西安工商学院, 陕西 西安 710200

DOI: 10.61369/TACS.2025050023

摘 要 : 《VHDL 语言及数字逻辑设计》是电子信息类专业的核心课程, 实践性极强。本文针对当前该课程实践性教学中存在的课程内容脱节、实践项目简单、教学方法单一、师资力量不足等问题, 提出了将《数字电子技术基础》课程与 VHDL 语言及 FPGA 技术紧密结合, 通过项目式教学改革, 重构课程内容, 设计并实施一系列基于 VHDL 语言及 FPGA 开发板的数字逻辑设计及应用项目等优化策略。实践表明, 这些策略有效提高了学生的实践能力、创新思维和团队协作能力, 提升了课程教学质量。

关 键 词 : VHDL 语言; 数字逻辑设计; 实践性教学; 项目式教学; FPGA 技术

Exploration on Practical Teaching of "VHDL Language and Digital Logic Design" Course

He Li, Li Rui

Xi'an Technology and Business University, Xi'an, Shaanxi 710200

Abstract : "VHDL Language and Digital Logic Design" is a core course for electronic information majors with strong practicality. Aiming at the problems existing in the current practical teaching of this course, such as disjointed course content, simple practical projects, single teaching methods, and insufficient teaching staff, this paper puts forward optimization strategies. These include closely integrating the "Fundamentals of Digital Electronic Technology" course with VHDL language and FPGA technology, reconstructing the course content through project-based teaching reform, and designing and implementing a series of digital logic design and application projects based on VHDL language and FPGA development boards. Practice shows that these strategies have effectively improved students' practical ability, innovative thinking and teamwork ability, and enhanced the quality of course teaching.

Keywords : VHDL language; digital logic design; practical teaching; project-based teaching; FPGA technology

引言

在数字技术飞速发展的今天, 电子信息类专业人才需要具备扎实的数字逻辑设计能力和熟练的硬件描述语言应用技能。《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程作为连接数字理论与工程实践的桥梁, 对于培养学生的实践创新能力具有至关重要的作用。该课程不仅要求学生掌握 VHDL 语言的语法规则和数字逻辑设计的基本原理, 更需要通过大量的实践操作, 将理论知识转化为实际应用能力。然而, 传统的《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学模式存在诸多不足, 难以满足现代电子信息产业对人才培养的需求。随着 FPGA (现场可编程门阵列) 技术的不断发展, 其以灵活性高、开发周期短等优势在数字逻辑设计领域得到广泛应用。将《数字电子技术基础》课程与 VHDL 语言及 FPGA 技术紧密结合, 通过项目式教学改革重构课程内容, 设计基于 VHDL 语言及 FPGA 开发板的实践项目, 成为提升该课程实践性教学质量的重要途径。本文旨在对《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学进行探索, 分析当前存在的问题并提出优化策略, 为培养高素质的电子信息类专业人才提供参考。

一、《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学存在的问题

(一) 课程内容与相关课程脱节, 知识体系不连贯

目前《VHDL 语言与数字逻辑设计》课程中内容安排并没有

将先修课程《数字电子技术基础》有效衔接和融合。《数字电子技术基础》主要教学目的是对数字逻辑的基本概念、逻辑门电路、组合逻辑设计、时序逻辑电路等方面的基本理论知识点进行讲解; 而《VHDL 语言与数字逻辑设计》更侧重于对 VHDL 语言语法规则与数字逻辑实施上的编码进行研究。二者的割裂与脱节造

成了学生在学习时无法对数字电子学的理论知识与 VHDL 语言的运用有机融合,难以从理论到实操系统构建知识框架,导致两者割裂。例如在学生学习组合逻辑设计时,已经掌握逻辑代数化的方法,而在使用 VHDL 语言实施时却不知道如何将理论体系转变成具体程序代码,因而出现理论与实践脱节的现象^[1]。

（二）实践项目设计简单,缺乏综合性和实用性

现有的许多“VHDL 语言与数字逻辑设计”的实践教学主要是完成验证性的实验,实验的项目内容较为单一且缺少具有综合性和实践性的活动。验证性的实验就是让学生按照事先安排的步骤完成分配的某项任务来验证某逻辑的正确性,在实验过程中,学生没有自由发挥的空间,难以将所学知识独立思考应用于某些实际问题。例如很多实践项目要求学生完成简单的门电路设计、触发器等等,这就会导致学生缺少亲身体验数字逻辑设计是如何运用在实际工程中的,这类基础实践项目难以有效激发学生兴趣,也不利于培养解决实际问题的能力,当学生完成了这些项目之后往往对数字逻辑设计并没有全面的认识,对于数字逻辑设计的真正用途也只是停留在表面的皮毛,一旦遇到实际复杂的工程问题,学生的解决能力就显得十分匮乏。

（三）教学方法单一,学生主动性和创造性不足

“数字逻辑设计与 VHDL 语言”课程传统授课采用教师讲解—学生模仿的方法,教师深入浅出地讲授实验题目内容、方法、要求及应注意的问题,然后学生按照教师演示的方法进行操作。在这样的教学方法下,学生完全处于被动接受的状态,缺乏主动学习和创新实践的机会,缺乏积极性与主动性。在实践过程中只是生搬硬套而未深入思考,因而创新能力与实际动手操作能力不能得到有效提高。此外,缺乏有效的师生交流和生生交流,一旦学生在实际操作中出现问题也无法得到即时指导,因而影响到实践教学的效果。

（四）师资力量不足,实践教学指导能力有待提升

对于讲授《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程来说,实践教学要求非常高,因为除了要有扎实的理论功底以外,还需要具有实际工作经历及项目实践指导经验,但是目前部分高校该课程教师缺乏实际工程经验,他们在实践教学中只是侧重理论教学,对 FPGA 技术应用和项目开发流程不够熟悉以及项目的实践操作过程,所以他们在实践教学中不能有效对学生进行实践引导,也不能及时地对学生在实际操作中遇到的技术问题进行有效指导。另一方面,师资力量短缺,一般情况下教师不能面向所有学生,所以学生实践环节得不到较好地监管和辅导,导致实践教育质量下降^[2]。

二、《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学优化策略

（一）重构课程内容,实现与相关课程的有机融合

在以《数字电子技术基础》的内容为基础的前提下,重构《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程内容,使得两门课程内容有效衔接。教师可以按照数字逻辑设计的流程安排教学内容的章节,

将《数字电子技术基础》中的数字电路设计内容与 VHDL 语言设计方法结合在一起。例如,组合电路设计章节中,复习《数字电子技术基础》中的组合电路分析设计方法,如逻辑代数化简、卡诺图等,讲解 VHDL 语言设计组合电路方法和技巧,如并行语句、条件语句等,介绍学生用 VHDL 语言设计组合逻辑电路的方法。例如在时序逻辑电路设计部分,结合《数字电子技术基础》中的触发器、寄存器、计数器等时序逻辑部件的工作原理,讲解 VHDL 语言中时序逻辑电路的描述方法,如时钟信号的处理、状态机的设计等。这样让学生从先修课程的学习到《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程的学习有个承接过渡,形成连续的学习框架^[3]。另外,可以在课程中加入 FPGA 技术的知识讲解,阐述 FPGA 的硬件组成原理、设计开发及应用实践,从而达到加深学生理解 VHDL 语言与 FPGA 技术关联以及为学生提供实践应用的前提目标。

（二）设计基于 VHDL 语言及 FPGA 开发板的综合性实践项目

结合工程的实际需求,给出一系列具有一定深度和高度且全面的工程实践项目,均采用 VHDL 语言和 FPGA 开发平台实现,涵盖到数字逻辑设计的各个层次。项目的难度依次递增,学生在完成项目的具体执行过程中不断增强自身的实践能力。初级项目主要集中在建立简单的基础数字逻辑部件,例如编码器、解码器、加法器、计数器等。由学生用 VHDL 语言编写并用 FPGA 开发板实现,对这些基础部件进行实现结果测试。例如,设计一个 4 线-7 线译码器,学生通过按 FPGA 开发板上的按钮控制 LED 指示灯的状态变化来检测编码器的性能。中档项目重点集中在建立具有一定应用价值的数字系统,例如交通灯控制系统、数字频率计、电子密码锁等^[4]。以交通灯控制工程为例,学生要根据交通灯工作规律来设计交通灯的控制逻辑功能,如交通信号灯的时间顺序控制、交通灯倒计时显示等,用 VHDL 语言编写控制程序,在 FPGA 开发板上进行调试与实现,通过真实设备运行观察系统的运行过程。对于高级项目而言,它能将理论与实际结合在一起,进而设计更为复杂的数字系统,如微处理器或数字信号处理器等。该阶段工作需要学生分组进行研究需求、制定计划、编程实现、调试验证等分阶段程序。这种实践综合性活动能使学生学以致用,即用所学的 VHDL 语言知识、数字逻辑设计的思想与 FPGA 的实际应用来解决问题,从而提高学生的实战能力与感受数字逻辑设计在实际应用工程中的重要性,进一步调动学生的积极性。

（三）推行项目式教学改革,创新教学方法

教师应积极采用项目式教学,以此为引导,将教学过程与项目研发紧密结合起来。在教学开课时,教师结合课程目标与学生实际,设定具体课题任务,将学生划分为多个小组,运用独立探究、查阅资料、小组讨论等多种方式,制定实施方案。在执行过程中,教师扮演辅导员和监督者角色,随时为学生提供技术帮助和指导,协助解决执行中遇到的问题^[5]。在指导学生编写 VHDL 语言程序、进行 FPGA 开发板调试等方面的工作经历,让学生亲身感受数字逻辑设计的整个流程,提高学生的自学能力、动手能

力和创新性思维。同时鼓励学生对项目设计进行创新,提出自己的想法和思路,并对项目进行进一步完善和改进。最后举办项目成果展与交流会。每个小组以 PPT 或实物模型方式呈现项目的建设成果,并分享自己在项目开发过程中的体会和感受。其他同学、教师也有机会提问评价,促成同学之间互学互勉。通过项目化教育教学改革的实施,改变了以往陈旧的教学手段,大大地调动了学生的学习积极性与主动性,提高了教育教学质量。

(四) 加强师资队伍建设,提升实践教学指导能力

加强教师队伍建设对于提高《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程的实践教学水平十分重要。采取措施提升教师实践教学指导水平,比如鼓励教师参加企业培训和工程实践,学习 FPGA 技术的最新发展趋势及真实的应用实践,积累工程实践经验。比如安排教师到电子相关的企业从事具体的研发项目,掌握整个研发项目的流程与技术要求;又如邀请公司工程师、业界领军人物进校作报告、培训,让师生们了解数字逻辑设计的最新技术和工程应用案例,通过与公司人员交流和合作,开拓教师视野,提高教师专业能力;再如建立校内教师培训机制,组织教师举办教学研讨

和技术交流。开展学习 VHDL 语言、FPGA 技术的学习班,让教师们相互学习、互相促进。同时鼓励教师们参加教学改革项目、科学研究项目,将科学研究成果转化应用于教学,丰富教学内容,提高教学质量;合理安排教师教学工作量,使每个教师都有充分的时间和精力投入实践教学中。加强对实践教学的全程控制和监管,建设实践教学考评体系,对教师实践教学的水平进行考核和评价,促使教师努力提升实践教学指导能力^[6]。

三、结语

综上所述,《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学对于培养电子信息类专业学生的实践能力和创新思维具有重要意义。通过对当前课程实践性教学中存在的问题进行分析,本文提出了重构课程内容、设计综合性实践项目、推行项目式教学改革和加强师资队伍建设等优化策略,旨在有效提高学生的实践能力、创新能力和团队协作能力,提升课程教学质量,培养更多适应社会发展需要的高素质电子信息类专业人才。

参考文献

- [1] 周越. 新工科背景下 "EDA 技术" 教学改革探索 [J]. 电气电子教学学报, 2023, 45(04): 15-19.
- [2] 杨华, 安然, 杨美玲, 张艳华, 郭娜. 数字逻辑与 VHDL 课程线上线下混合模式教学实践 [J]. 电子技术, 2022, 51(01): 262-263.
- [3] 韩建栋, 高嘉伟, 张霞, 李茹. 新工科系统能力培养视角下的数字逻辑设计教学研究 [J]. 计算机教育, 2021, (03): 135-139.
- [4] 孔繁铨. 《VHDL 语言及数字逻辑设计》课程实践性教学探索 [J]. 科技创新导报, 2015, 12(25): 117-118.
- [5] 何乐生, 余鹏飞. "数字逻辑设计" 课程教学改革的探讨 [J]. 中国电力教育, 2014, (02): 115-116.
- [6] 韩天荣. "数字逻辑与数字系统" 实践教学改革的初探 [J]. 集宁师专学报, 2010, 32(04): 8-10.

高校校园网与运营商 5G 融合环境下的分层 安全管理体系设计

颜杰森

泉州工艺美术职业学院, 福建 泉州 362500

DOI: 10.61369/TACS.2025050027

摘 要 : 随着 5G 技术的飞速发展与广泛应用, 高校校园网与运营商 5G 融合已成为提升高校网络服务质量、满足师生多元化需求的重要趋势。然而, 融合环境下网络结构愈发复杂, 安全风险点增多, 传统的安全管理模式已难以应对。本文针对高校校园网与运营商 5G 融合环境的特点, 深入分析了融合过程中面临的安全挑战, 提出了一套分层安全管理体系设计方案。该体系从物理层、网络层、数据层和管理层四个层面进行安全架构设计, 通过各层协同联动, 形成全方位、多层次的安全防护机制, 旨在为高校校园网与运营商 5G 融合环境提供可靠的安全保障, 确保高校教学、科研和管理活动的顺利开展。

关 键 词 : 高校校园网; 运营商 5G; 融合环境; 分层安全管理; 安全体系设计

Design of Hierarchical Security Management System in Integrated Environment of College Campus Network and Operator 5G

Yan Jiesen

Quanzhou Arts and Crafts Vocational College, Quanzhou, Fujian 362500

Abstract : With the rapid development and wide application of 5G technology, the integration of college campus networks and operator 5G has become an important trend to improve the quality of college network services and meet the diversified needs of teachers and students. However, in the integrated environment, the network structure becomes increasingly complex, security risk points increase, and the traditional security management model is difficult to cope with. Aiming at the characteristics of the integrated environment of college campus network and operator 5G, this paper deeply analyzes the security challenges faced in the integration process and puts forward a set of hierarchical security management system design schemes. The system designs the security architecture from four levels: physical layer, network layer, data layer and management layer. Through the collaborative linkage of each layer, it forms an all-round and multi-level security protection mechanism, aiming to provide reliable security guarantees for the integrated environment of college campus network and operator 5G, and ensure the smooth development of college teaching, scientific research and management activities.

Keywords : college campus network; operator 5G; integrated environment; hierarchical security management; security system design

一、高校校园网与运营商 5G 融合模式概述

虽然传统的校园网主要是建立在有线网和 Wi-Fi 上, 能满足教学及工作基本需要, 但在带宽、时延和移动性等方面存在一定的局限。随着高校信息化工作的深入推进, 智慧校园项目建设不断深化, 在线直播类课堂教学、VR/AR 教学实验、大量物联网设备的连接等使得网络性能需求进一步提高^[1]。而 5G 网络的发展为高校解决了诸多问题提供了解决方案, 其高速特性可以保证高清

视频流的传输和大型文件的快速下载; 低延时特性满足了实时交互类应用的需求; 而超大连接能力可以满足大量物联网设备的连接。电信运营商已经建立了较为成熟的 5G 网络架构并具有较为丰富的运营经验, 因此, 高校与电信运营商合作推进校园网与 5G 的融合, 可以扬长避短, 极大地提升校园网服务能力。

学校内部网络与移动运营商提供的 5G 服务有着不同类型的整合方式, 常用的几种方式如下: 第一种是混搭式接入方案, 意为校内的既有校园网络又有移动运营商的 5G 网络, 通过核心网门户

基金项目: 福建省中青年教育科研项目(科技类)课题《高校校园网与 5G 安全融合应用技术研究》, 课题编号: JAT232034, 主管部门: 福建省教育厅。

作者简介: 颜杰森(1977.12—), 男, 汉族, 泉州工艺美术职业学院, 网络与信息管理中心高级实验师, 主要从事网络信息安全与教育信息化的研究。

使得两者可以互联起来并且供学生随意选择使用什么样的途径接入网络；第二种为承载网络融合方案，利用移动运营商提供的高效5G承载技术优势提升学校网络的带宽效率；第三种为共建共享方案，此种方案需要学校以及移动运营商共同投资构建校园5G基础设施，如无线电塔或是机房等，彼此共同享用基础设施的使用权并且共同管理维修，每种整合方案都有自身特点和适用范围，学校在选择何种整合方案时需要综合考虑学校网络需求、财务规划、技术能力等各种因素，找到与实际情况最匹配的整合解决方案^[2]。

二、高校校园网与运营商5G融合环境下的分层安全管理体系设计

（一）物理层安全设计

物理层是网络的安全底线，其稳定程度将影响网络的安全与否。构建物理层安全，在高校校园网与5G运营商的融合网络中，其安全物理层设计主要包括以下内容。

1. 网络设备安全防护

针对内网设备，如智慧一体机、交换机、服务器、安全防护设备等，要采取严密的物理防护措施，如将内网设备放置在具有良好防盗、防火、防水、防雷等物理防御数据中心，该机房应采取全天候门禁监控措施，非授权人员不允许进入；定期对设备进行巡检和维护，具体包括检查设备运行情况、端口连接情况等，及时发现并解决设备问题和隐患；对设备进行设置高强度的登陆密码，而且定期更新，防止非授权人员擅自进入设备。

2. 传输介质安全保障

结合环境下，数据通讯的路径主要存在于有线与无线两种媒介中，对于有线通讯媒介，包括光缆、电缆等，高校要做好布线维护、保护管理等工作，以防止线路被破坏、被监听，在定期检查的同时确保线路的有效与安全。而对于无线通讯媒介，虽然5G网络已经采用了最先进的安全加密技术，但同样要完善对应的无线信号覆盖区域等管理工作，避免信号外溢，避免未获允许的设备私自接入5G网络^[3]。

3. 环境安全控制

从机房设备角度，如正常运行还主要取决于其所在的机房环境中的温度、湿度、电压等。所以，需要建设一个监测设备的环境监控系统，跟踪环境监测指标，并在监测到的异常情况时，触发警报与相应的调整措施。同时为了满足机房防火的义务，设置一定的消防设备，并对其实施定期检查、维护等保持性能完好有效。

（二）网络层安全设计

数据传输是融合环境中的一个核心环节，网络层的安全性关系到数据传输的安全性，即传输时的数据保密性、传输后的完整性及有效性。网络层安全设计主要包括网络拓扑设计安全、协议安全及访问控制等几个方面。

1. 合理规划网络拓扑结构

网络设备内部配置网卡，多种网络拓扑结构直接影响着内部

网络，因此企业在进行信息化构建时，要合理搭建网络拓扑结构，在配备网卡时要尽可能匹配不同类型的网卡，并对设备进行引导、记录和保存^[4]。

构建层次型网络结构，在整个整合环境中要将网络分为三个区：核心、集中和接入。核心区主要用于快捷地进行通信，采取双机冗余备份的模式来提升网络的可靠性；集中区则主要用于集中信息的传递和交换，并实现了对接入区的控制及管理；接入区是放置各类终端的区域，因此接入区采取了端口隔离、VLAN的隔离等措施，避免不同终端发生未被授权的访问行为。优化后的网络结构能够降低网络风险、增加网络的稳固与可靠性。

2. 加强协议安全防护

在一体化的环境下，高校往往要使用一些网络协议，比如TCP/IP、5G协议等，但是由于一些网络协议自身可能存在的安全隐患，也可能容易遭到黑客的攻击。所以为了防止出现这样的情况，高校应该定期对这些协议进行安全审核，从而快速地检测并修补漏洞。而且，可以借助加密技术保护网络协议，比如使用IPsec协议对IP数据包进行加密、校验从而保证传递数据的机密性和完整性。对5G而言，则应该加强对其信令协议和用户面协议的防护，预防发生信令攻击和篡改数据事件的发生。

3. 实施严格的访问控制策略

通过部署安装防火墙、入侵检测系统（入侵防御系统—IDS/IPS）等防御装置严格监控网络接口。其中防火墙按照预先设定的安全政策筛选入网或出网的信息流来拦截访问非许可访问；IDS不断监测网络中的异常事件并能随时向管理员发出警告；IPS是在IDS的基础上，能主动拦截异常信息流。同时采用如802.1X验证、MAC地址绑定等手段对所有的网络设备登入过程进行严格的身份验证和授权许可，仅获得审批的设备方可接入^[5]。

（三）数据层安全设计

数据是高校的主要资产，在整合环境中数据的产生、传播、存储、应用均更加频繁、更加复杂，数据安全性面临严峻考验。数据层的安全设计主要是数据加密、数据备份与恢复以及数据访问控制。

1. 数据加密

针对融会贯通于系统中的重要资讯，例如教育资源资料、教职工和学生的个人信息资料等，需要密码学技术进行确保^[6]。在发送这些资料的过程时，可使用SSL/TLS等加密技术对资料实施加密操作，避免资料在传输的环节发生监听或篡改；对资料存储的过程中，可采用存储加密的方式来对资料实施加密，例如利用硬盘加密、库的加密等操作，从而确保了资料在存储的环节中的保密性。除此之外，要注重密钥管理工作的落实，建立相关的密钥生成、分发、存储与销毁流程，避免密钥泄露的可能性。

2. 数据备份与恢复

高校应该建立完备的备份系统，并经常实施重点数据的备份工作。可采用各类磁盘、磁带或者是云存储为备份载体，并应该保管和维护这些备份器具以避免其发生丢失或者损坏。高校应该定期检测备份文件的恢复功能以确保备份资料保持完备性和可用性。高校在遭受数据丢失或者破坏之时可运用这些备份资料及时

地进行数据恢复，以此将数据的丢失概率降到最小^[7]。

3. 数据访问控制

高校需要建立严格的获取信息管控机制，根据不同用户权限、身份限制信息获取渠道，通过基于角色访问控制模式（RBAC）对用户进行角色划分并赋予各自权限，只有符合其权限的用户才能访问相应内容。另外，对于获取信息的过程做好详细记录，包括用户登录时间、访问的资料内容以及进行的操作动作等等，这样一旦有数据保护问题出现时可以追溯到相应原因。

（四）管理层安全设计

管理层是融合环境安全管理核心，通过对安全规则流程体系的建立完成对整个融合环境的安全监测与协调。管理层的设计安全主要包括安全管理制度、安全管理人员及安全管理紧急响应等^[8]。

1. 建立健全安全管理制度

实施安全管理制度建设，真正把安全第一的方针落实到位，建立健全安全管理体系，有效实现安全生产，强化安全生产管理，加强宣传教育与培训，使员工能够熟悉应急避险的方式。在特定的工作中，要实时加强员工安全意识培训，确定各个岗位在施工时必须穿着统一工作服与统一鞋子，进而开展危险环境下的安全操作培训。高校要依据融合的空间特征和安全需求来制定系列安全管理政策和规范，如网络安全管理规范、信息安全规范、设备管理规范、应急预案等，明确各个部门及个体的安全职责，规范网络使用和管理流程，确保安全管理工作有章可循。同时要强化安全管理的政策宣传和教育，增强师生的安全意识和落实能力。

2. 加强安全人员管理

高校需要成立专门的安全管理团队，该团队所有人都要有较高的互联网安全理论知识与实践经验。应当定期接受培训并通过

考核以锻炼自己的专业技术能力和安全意识^[9]。与此同时要明确这些人的具体工作内容与权限，推行工作岗位责任制以确保安全管理机制的有效实施。此外对于外部人员也要有良好的管理，如电信人员、设备维护人员等也要严格进行准入审核与监管。

3. 建立完善的安全应急响应机制

高校应该制定完整、齐全的安全危机应急预案，并且对应急响应机构的组成、各自职责、操作流程等内容予以明确。同时，高校需要定期进行安全危机演练提高校园网络管理团队的协同作战能力和处理问题的能力，当出现网络安全问题后可以立刻启动危机预案，进而采取有效措施来遏制问题的损害程度，使得安全事故造成的损害能够降到最低。除此之外，高校还需要构建完整的有关事故的信息报告与通报机制，以此来帮助上级组织与相关部门提供准确的事故信息来加强信息的沟通与协同解决问题的能力^[10]。

三、结语

综上所述，高校校园网与运营商5G融合是高校网络发展的必然趋势，它为高校的教学、科研和管理带来了诸多便利，但同时也带来了严峻的安全挑战。构建科学合理的分层安全管理体系是保障融合环境安全稳定运行的关键。本文设计的分层安全管理体系从物理层、网络层、数据层和管理层四个层面进行安全架构设计，各层之间相互协同、相互支撑，形成了全方位、多层次的安全防护机制。未来，高校应持续关注网络安全技术的发展趋势，加强与运营商的合作与交流，不断提升安全管理水平。同时，要加强对师生的网络安全教育和培训，提高师生的安全意识和自我保护能力，共同营造安全、可靠的网络环境，为高校的高质量发展提供有力的网络安全保障。

参考文献

- [1] 朱春霖. 高校校园网络文化建设与信息安全管理研究[J]. 中国管理信息化, 2024, 27(17): 151-154.
- [2] 夏龄, 周德荣. 基于等级保护2.0的高校校园网安全平台设计[J]. 四川职业技术学院学报, 2024, 34(02): 145-148+162.
- [3] 李琳. 高校校园网络安全管理与维护系统研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2024, 36(06): 218-220.
- [4] 闫实, 金松根. 数据安全防护体系在高校校园网中的应用[J]. 办公自动化, 2024, 29(06): 16-18.
- [5] 张杰. 高校校园网IPv6的部署与管理策略——以攀枝花学院IPv6建设为例[J]. 数字技术与应用, 2023, 41(09): 128-130.
- [6] 杜健持. 高校校园网数据安全模型及应用研究[D]. 山东师范大学, 2023.
- [7] 许美娟, 朱国海, 王颀. 5G视域下高校校园媒体融合发展路径研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2020, 32(15): 230-232.
- [8] 覃德泽, 李立信. 高校智慧校园网中物联网、5G、云计算及IPv6的融合问题探讨[J]. 网络安全技术与应用, 2019, (12): 104-106.
- [9] 林健, 武兵, 林楠. 面向校园网用户的电子邮件系统全生命周期管理策略[J]. 电子技术与软件工程, 2018, (21): 187-188.
- [10] 赵伟. 基于分层机制的高职院校学生公寓网络管理[J]. 无线互联科技, 2014, (06): 9+101.

基于学科竞赛的高职计算机网络教学改革对策分析

杨博仁

兴安职业技术大学, 内蒙古 乌兰浩特 137400

DOI: 10.61369/TACS.2025050029

摘 要 : 本文聚焦基于学科竞赛的高职计算机网络教学改革进行深入分析, 首先, 深入分析学科竞赛对高职计算机网络教学改革的意义。之后, 通过剖析以往计算机网络教学中存在的问题, 如教学内容与企业需求脱节、教师素养参差不齐、教学方法单一等, 最后, 提出行之有效的改革策略和建议, 以此为推动高职计算机网络教学改革、培养符合计算机行业发展需要的技术技能型人才提供一些有价值的借鉴和参考。

关 键 词 : 学科竞赛; 高职院校; 计算机网络; 教学改革

Analysis on Countermeasures of Higher Vocational Computer Network Teaching Reform Based on Discipline Competitions

Yang Boren

Xing'an Vocational and Technical University, Ulanhot, Inner Mongolia 137400

Abstract : This paper focuses on an in-depth analysis of higher vocational computer network teaching reform based on discipline competitions. Firstly, it profoundly analyzes the significance of discipline competitions for the reform of higher vocational computer network teaching. Then, by examining the problems existing in previous computer network teaching, such as the disconnection between teaching content and enterprise needs, the uneven quality of teachers, and the singleness of teaching methods, it finally puts forward effective reform strategies and suggestions. These aim to provide valuable references for promoting the reform of higher vocational computer network teaching and cultivating technical and skilled talents that meet the development needs of the computer industry.

Keywords : discipline competitions; higher vocational colleges; computer network; teaching reform

引言

当前, 已经进入信息时代。在此背景下, 计算机网络技术已经被广泛地运用在社会各个领域之中, 并且发挥着越来越重要的作用, 逐渐成为各个行业数字化转型的关键力量。作为我国培养技术技能型人才的重要基地, 高职院校肩负着为行业以及社会输送大量高素质专业人才的使命和任务。然而, 在以往的高职计算机网络教学中存在诸多问题, 如教学方法单一、教学内容与企业岗位需求脱节、教师素养参差不齐等, 严重影响计算机网络教学效果的提升。学科竞赛是一种创新型教学模式, 通过以赛促学、以赛促教的方式, 能够为高职计算机网络教学改革提供新的方向和思路。对此, 高职院校以及教师应充分认识到学科竞赛的价值, 并将学科竞赛融入计算机网络教学, 以此推动教学改革, 更为有效地培养学生实践能力、创新能力以及团队协作能力, 从而为学生未来实现全面发展奠定坚实基础。

一、学科竞赛对高职计算机网络教学改革的意义

(一) 培养学生实践能力

当前, 学生实践能力、创新能力等已经成为企业选聘人才的重要标准。尽管高职院校非常注重学生实践能力的培养, 但在实际教学中, 往往受到多种因素的影响, 导致学生实践能力的培养面临重重阻碍, 无法满足企业对技术技能型人才的需要。而在学科竞赛背景下, 学生能够参与各种竞赛活动, 为他们实践提供充足的契机和平台, 学生能够接触行业前沿技术, 了解行业未来发展趋势, 有效培养其解决问题的能力以及实践能力, 从而为其未

来就业和发展奠定坚实基础^[1]。

(二) 促进学生创新思维发展

竞赛活动往往具备一定的创新性和挑战性, 要求学生突破思维束缚和固定框架, 提出新颖的解决方案。为了在竞赛中取得良好的成绩, 学生需要进行大量的探索和创新, 这能够有效促进其创新思维的发展。例如, 当前, 人工智能技术异常火爆, 高职院校可以组织和开展人工智能竞赛。学生需要运用智能算法、大模型、深度学习等先进技术去解决相关问题。这就需要他们不断进行探索和实践, 大胆创新, 提出新颖的算法和模型, 才能获取胜利。通过这样的方式, 能够显著培养学生创新思维和创新能力。

（三）符合行业发展需要

随着信息技术的飞速发展，计算机网络行业对于人才的需求标准也在不断提升，他们不仅需要具备扎实的专业知识和技能，同时要拥有强大的创新能力、解决问题的能力以及实践能力。学科竞赛是一种与行业发展紧密结合的教学模式，将其融入计算机网络教学之中，不仅能够更为有效地培养学生专业素养和综合能力，同时还能够拓宽学生视野，使他们了解行业最新动态以及未来发展趋势，有效培养其综合能力，如团队协作能力、实践能力等，从而成为符合行业发展需要的技术技能型人才^[2]。

二、当前高职院校计算机网络教学中面临的困境

（一）教学内容与企业需求相脱节

当前，计算机行业飞速发展，新的技术、理念、设备等层出不穷。因此，计算机企业对于人才的要求也在不断提升。然而，部分高职院校计算机专业体系缺乏先进性，教学内容较为滞后，未能紧跟计算机行业发展的趋势，导致学生所学的专业知识和技能与企业工作需求无法匹配，从而对其就业和未来职业发展造成一定阻碍^[3]。

（二）教学方法陈旧

在计算机网络教学过程中，教师依旧采用陈旧的教学模式和方法，导致课堂氛围沉闷、压抑，无法充分调动学生的积极性和主动性，从而影响课程教学效果的提升。例如，在具体实践教学中，部分教师采用“课堂演练+习题训练”的教学模式，在该教学模式下，课堂氛围枯燥，学生的主动性不高，课堂教学效果也无法得到有效提升。

（三）教师素养薄弱

当前，计算机行业飞速发展，亟需大量优质计算机专业人才。这也对教师素养和能力提出了较高的要求。然而，部分高职院校计算机专业教师素养薄弱，教学理念陈旧，已经难以满足学生发展的需要。对此，在学科竞赛背景下，高职院校有必要加强教师队伍建设^[4]。

三、基于学科竞赛的高职院校计算机网络教学改革创新策略

（一）优化课程体系，提升教学实效性

在学科竞赛背景下，高职院校应与时俱进，优化课程体系，革新教学内容，以此提升课程教学实效。

1. 以行业发展为导向，革新教学内容

根据计算机网络行业未来发展趋势，院校应及时革新课程内容，将行业最新的技术、工艺、理念等融入课程内容中，确保学生所学知识与发展需求紧密结合，以此提升教学实效^[5]。例如，可以将大数据、网络安全、云计算等相关内容引入，帮助学生掌握核心技术，提升其核心竞争力。同时，注重课程内容的系统性和渐进性。从基础知识到高级应用逐步深入，更好地满足不同学习阶段学生的需求。除此之外，还应注重理实结合，应将理

论教学与实践教学紧密结合，以此培养学生实践能力和解决问题的能力。

2. 根据实际需求，开设相关课程

首先，可以根据计算机专业竞赛特点以及学生需求，开始一些与竞赛有关的课程。例如，针对 ACM 国际大学生程序设计竞赛、蓝桥杯全国软件和信息技术专业人才大赛、GPLT 团队程序设计天梯赛等知名国际大赛，高职院校可以有计划地开设一些选修课程，如算法与数据结构、编程语言（Java）、计算机科学理论等课程，并将其纳入计算机专业课程体系之中，通过这样的方式，以此培养学生专业素养和综合能力^[6]。其次，当前，跨学科教学已经成为教学改革的潮流趋势。对此，院校也应积极开展相关跨学科课程，以此培养学生跨学科能力。例如，可以开展离散数学、生物信息学等课程，以此完善学生知识网络，培养其专业素养。

（二）强化实践教学，提升学生核心竞争力

1. 深化校企合作，完善实践基地建设

校企合作是一种有效的实践教学模式，通过与企业的深度合作，可以为学生提供真实的实践环境和项目经验。院校应积极寻求与行业内领先企业的合作机会，共同打造实践基地，让学生能够参与到实际的网络搭建、系统维护、故障排查等工作中去。同时，企业也可以派遣专业技术人员参与教学指导，将实际工作中的技术难点和解决方案带入课堂，帮助学生更好地理解和掌握相关知识。此外，院校还可以与企业联合开展科研项目，鼓励学生参与其中，提升其创新能力和科研素养，为未来的职业发展奠定坚实基础^[7]。

2. 加强实践指导和教育

在实践教学过程中，教师应充分发挥指导作用，为学生提供及时的技术支持和方法引导。可以通过一对一辅导、小组讨论等形式，帮助学生解决实践中的难点问题。此外，还应注重培养学生的自主学习能力，鼓励他们在实践中独立思考和探索。教师还可以结合学科竞赛的要求，设计针对性的训练方案，帮助学生提高竞赛水平和实战能力，从而为其未来的职业发展奠定坚实基础。

（三）加强师资队伍建设，提升教师素养和能力

在竞赛驱动理念下，高职院校有必要加强师资队伍建设，为向计算机行业输送大量专业人才奠定基础。首先，应定期组织和开展专项培训活动，如教学研讨会、培训班等，通过这样的方式，以此不断提升专业教师素养和能力，革新其教学理念，丰富教师竞赛指导经验。还可以邀请知名教育专家、一线优秀教师等来校开展专题讲座，分享先进的教学理念和科学的教学模式，以此拓宽教师视野，强化认知。除此之外，还可以开展学术交流活动，促进教师与同行业教师进行沟通和交流，汲取经验和教训，以此提升教师专业素养和教学水平^[8]。

其次，还应做好企业专家的引入工作。高职院校可以积极引入一批企业专家、优秀技术人员等来校担任专业教师，凭借其丰富的实践经历和强大的实践能力，以此培养学生实践能独立解决问题的能力，使其了解当前行业发展趋势，掌握前沿最新技术。

（四）完善竞赛机制，提升学生竞赛水平

在学科竞赛背景下，为了提升计算机网络课程教学效果和人才培养质量，高职院校应完善竞赛机制，具体来讲，可以：

1. 完善竞赛选拔制度

高职院校应根据实际情况，建立健全竞赛选拔机制，选择那些专业素养高超、具备强大潜力的学生参加相关竞赛。选拔过程应包含多个环节，如笔试、实践测试、面试等，从多个角度和层面考查学生^[9]。

2. 加强竞赛指导和管理

为了提升高职院校竞赛水平，高职院校还应加强对竞赛队伍的指导和管理。可以成立专门的竞赛指导团队，由具有丰富竞赛经验的教师对学生进行“一对一”指导，并根据其实际水平和需求，制定完善的训练计划。同时，高职院校也应为竞赛队伍提供资源支持，如专门的场地、费用、设备等方面的支持，确保竞赛

训练的顺利进行。

3. 制定竞赛奖励制度

为了充分激发师生的积极性，高职院校还应制定竞赛奖励制度，针对那些在竞赛中取得优异成绩的师生，可以给予丰厚的奖励，如证书、奖金、学分、晋升资格等。通过这样的方式，以此调动师生的积极性，使他们主动参与到竞赛训练和学习之中，从而有效提升竞赛水平^[10]。

四、结束语

总之，在新时期，学科竞赛在推动计算机网络课程教学改革方面发挥着重要的作用。对此，高职院校以及教师应充分认识到学科竞赛的价值，并采取多种方式和手段，不断提升课程教学效果和人才培养质量，使其成为符合计算机产业发展需要的高质量人才。

参考文献

- [1] 张志强, 张丽, 杨洪, 等. 融合“双创”元素的地方高职院校计算机专业核心类课程教学改革探索与实践[J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(20): 146-151.
- [2] 张志强, 张丽, 张修军, 等. “专创融合”理念下地方高职院校计算机专业理论课程教学改革路径研究[J]. 科教导刊, 2024, (30): 12-15.
- [3] 刘冰杰, 袁业超, 李飞涛, 等. 基于学科竞赛驱动的计算机类创新应用型人才培养探索[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(26): 144-146+180.
- [4] 刘燕玲. “1+X”证书制度下计算机专业“岗课赛证”融合体系建设[J]. 科技风, 2024, (21): 14-16. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202421005.
- [5] 刘智珺, 蔡芳. 教育数字化背景下计算机专业多位一体协同育人模式的探究[J]. 中国管理信息化, 2024, 27(13): 198-200.
- [6] 郑晓东, 李雪娇, 宋建萍. 人工智能和新技术背景下计算机专业试点课程教学改革措施研究与探索[J]. 科技视界, 2024, 14(13): 15-18.
- [7] 祁瑞丽, 刘智国, 孟军英. 新工科背景下“赛教融合”实践教学体系改革与探索——以Android开发课程为例[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(11): 155-157+160.
- [8] 余宇峰, 张云飞, 邓劲柏, 等. “云平台+服务”的实践教学体系研究与应用[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(01): 209-213+226.
- [9] 杨艳华, 付永钢, 李斌奇. 基于OBE-CDIO模式的计算机专业人才培养探索[J]. 集美大学学报(教育科学版), 2024, 25(02): 46-54.
- [10] 石俊飞, 蔡磊, 王彬, 等. 竞赛驱动的研究生案例教学改革[J]. 计算机教育, 2024, (01): 123-128. DOI: 10.16512/j.cnki.jsjy.2024.01.018.

高职院校 C 语言与 Python 语言教学适用性分析

刘红梅, 王浩

沙洲职业工学院, 江苏 张家港 215600

DOI: 10.61369/TACS.2025050030

摘 要 : 高职院校计算机基础语言教学中, 面临 “重应用轻原理” 与 “重理论轻实践” 的双重困境, 本文结合 2025 年职业教育数字化改革趋势, 创新性地构建 “双轨渐进式” 课程体系, 通过优化教学内容设计、深化校企协同育人机制, 促进 C 语言与 Python 教学的协同发展。C 语言与 Python 的选择需结合教学目标、学生特点及行业需求综合评估, 本文从教学目标、学生认知特点及行业需求三个维度, 系统比较 C 语言与 Python 在基础教学中的优劣势, 为高职院校课程设计提供决策参考。

关 键 词 : 双轨渐进式; 校企协同育人机制; 协同发展

Analysis of Teaching Applicability of C Language and Python Language in Higher Vocational Colleges

Liu Hongmei, Wang Hao

Shazhou Vocational and Technical College, Zhangjiagang, Jiangsu 215600

Abstract : In computer basic language teaching in higher vocational colleges, there are dual dilemmas of "emphasizing application over principles" and "emphasizing theory over practice". This article combines the trend of digital reform in vocational education in 2025 and innovatively constructs a "dual-track progressive" curriculum system. By optimizing the design of teaching content and deepening the collaborative education mechanism between schools and enterprises, it promotes the coordinated development of C language and Python teaching. The choice of C language and Python needs to be comprehensively evaluated based on teaching objectives, student characteristics, and industry needs. This article systematically compares the advantages and disadvantages of C language and Python in basic teaching from three dimensions: teaching objectives, student cognitive characteristics, and industry needs, providing decision-making reference for curriculum design in higher vocational colleges.

Keywords : dual-track progressive; school-enterprise collaborative education mechanism; collaborative development

一、当前高职院校高级程序设计语言教学特点

当前高职院校在开展高级程序设计语言教学时, 普遍面临学生基础能力参差不齐的问题。大多数学生缺乏扎实的数学逻辑基础, 学习主动性和抽象思维能力有限, 因此教学内容需更加贴近实际、易于理解。课程普遍强调 “应用为核心”, 不仅关注语言本身的语法和结构, 更注重通过具体案例完成项目或任务, 提升学生解决实际问题的能力。此外, 教学设计趋向于场景化、任务导向, 围绕真实企业项目、跨专业问题开展模拟实训。人工智能等新兴技术的迅速发展也逐步渗透入教学体系, 推动课程向 “复合型” 方向拓展。教师需要既关注技术趋势, 又根据学生认知特点制定多层次的教学路径, 实现语言学习与职业技能训练的融合, 提高人才培养的针对性与实效性^[1]。

二、C 语言教学特点分析

(一) 面向过程的编程思想

C 语言是一种典型的面向过程编程语言, 其基本思想是将程序逻辑分解为一个函数, 通过函数之间的调用来完成整个程序的执行任务。这种编程方式注重程序流程的控制与模块的划分, 有利于学生理解程序的执行过程及控制结构, 对初学者建立基本的编程逻辑思维具有较好的引导作用。面向过程的结构化编程思想也更适合描述一些确定性强、控制逻辑清晰的应用问题, 如设备控制、流程控制等, 这使得 C 语言在控制类课程中具有独特优势。

(二) 严格语法与编译机制

C 语言的语法要求较为严格, 变量必须先声明后使用, 数据类

型不能混用，运算符优先级明确，语句结束必须以分号结尾等。虽然这些规则增加了学习初期的困难，但也帮助学生建立了良好的编程规范和逻辑严谨性。作为编译型语言，C 语言的程序需要通过编译器转化为机器代码后运行，这一过程可帮助学生深入理解源代码与机器指令之间的关系，同时使其具备一定的调试能力和错误分析能力，有助于提升编程实战能力。

（三）高效执行与系统接近性

C 语言最显著的技术特点之一是其运行效率极高。C 语言生成的机器代码可以直接在系统底层运行，资源占用少、响应速度快，非常适合对性能要求较高的场景使用。此外，C 语言允许直接操作内存、端口等硬件资源，因此在嵌入式系统、驱动开发、实时控制系统等方面具有无可替代的地位。对高职院校中从事电子、电气、控制类专业的学生而言，掌握 C 语言是进入嵌入式和控制开发领域的基本技能。

（四）跨平台能力与编译差异

尽管 C 语言可以在多种平台（如 Windows、Linux、嵌入式平台）上编写与运行，但由于其依赖于具体的编译器和系统环境，不同平台之间往往需要重新编译源代码，甚至对代码结构进行微调。这对教学提出了一定挑战，但也提供了学习系统移植与平台适配能力的机会。在教学过程中，教师可通过引导学生在不同平台之间完成项目迁移，引发对系统结构差异、软件兼容性等问题的思考，增强其综合能力与工程思维。

三、Python 语言教学特点分析

（一）多范式支持与扩展性

Python 语言支持面向过程、面向对象甚至函数式编程，具备良好的灵活性与扩展性。学生可以先通过过程式逻辑编写简单程序，再逐步过渡到对象封装与模块化设计，这有助于编程能力的层层递进。在教学过程中，教师可根据课程深度和学生接受能力进行分阶段教学，既不降低学习门槛，又能逐步拓宽学生编程视野与思维方式^[2]。

（二）简洁语法与易读性

Python 以其“优雅、明确、简洁”的语言哲学著称，采用强制缩进、简化语法结构（如不需声明变量类型、支持多种结构同时遍历等），极大减轻了编程初学者的学习负担。其语法风格接近英语自然语言，程序逻辑清晰直观，学生容易上手，在入门阶段形成正向反馈，提高学习信心。简洁的语法也使得教学进度更为灵活，可以将更多精力投入到逻辑训练与实际项目开发中^[3]。

（三）丰富生态与开源资源

Python 拥有丰富的第三方库和行业支持资源，包括数据分析（Pandas）、科学计算（NumPy）、图像处理（OpenCV）、机器学习（TensorFlow、scikit-learn）、自然语言处理（NLTK、spaCy）等。学生通过调用成熟库函数即可完成复杂功能的实现，缩短项目开发周期，增强学习的成就感。同时，Python 的开源社区活跃，资料丰富，学生可以方便地查阅学习文档或求助论坛，拓展学习路径。教学中借助这些资源，可设计跨学科实践项目，

增强课程的应用导向性与交叉融合性。

（四）AI 导向课程的适配性

在人工智能、机器学习、大数据分析等新兴技术领域，Python 几乎成为标配语言。其代码可读性高，算法实现简便，且有大量成熟的 AI 开发框架支持，使得即使非计算机专业的学生也能较容易地实现初步的智能系统。Python 的这种适配能力使其成为高校 AI 课程特别是高职 AI 普及课程的理想教学语言。课程中可通过构建图像识别、数据分类、智能推荐等小型项目，激发学生对人工智能的兴趣，为后续深度学习打下基础^[4]。

（五）跨平台与交互式编程

Python 程序具有良好的跨平台能力，一段程序在不同操作系统中几乎无需修改即可运行，极大方便了课程部署和多平台教学。同时，其支持交互式开发环境，如 Jupyter Notebook、IDLE、PyCharm 等，提供可视化运行结果和即时反馈机制，适合用于演示、教学、实验操作和学生自学。教学中引入这些工具，可以有效提升课堂效率，增强学生的参与感与互动性。

四、C 语言教学场景实用性分析

（一）嵌入式系统开发课程

嵌入式系统开发是 C 语言教学的重要落地场景。嵌入式系统广泛应用于智能家居、工业控制、机器人等领域，对系统资源利用率和实时响应能力要求较高。C 语言可以直接操作内存、寄存器和端口，满足嵌入式开发对性能和硬件控制的要求^[5]。高职院校在电子技术、自动控制、通信工程等专业的教学中，常通过单片机开发板（如 STM32、Arduino）作为实验平台，采用 C 语言进行底层驱动开发与设备控制实验，使学生掌握软硬件协同设计能力的技巧。

（二）高效执行场景教学

在图形图像处理、音视频处理、操作系统原理等课程中，系统对执行效率的要求较高。由于 C 语言生成的机器代码执行速度快，可减少延迟和卡顿，确保实时响应^[6]。例如，在高职软件技术或数字媒体专业的多媒体处理课程中，可利用 C 语言编写图像压缩算法、视频编解码模块等，有助于学生理解媒体数据的底层处理过程。同时，C 语言的效率优势也使其适用于对 CPU 资源敏感的设备，如嵌入式终端和传感器系统。

（三）老旧系统与传统考试环境

部分高职院校仍采用以 C 语言为核心的机考平台或编程评测系统，这类系统多建立在传统教学体系基础上，具备一定的兼容性要求。此外，许多国赛、省赛、行业技能大赛等也以 C 语言为指定编程语言，教师和学生仍需保留对 C 语言的掌握与使用能力。因此，在这类传统教学环境和竞赛训练场景中，C 语言的教学仍具有现实必要性。通过项目训练与模拟竞赛，学生能够提升解决问题的综合能力，增强参与专业赛事的竞争力。

（四）系统层级开发实践

在需要理解操作系统、编译原理或底层协议的课程中，C 语言因其贴近系统内核的特点被广泛采用。通过使用 C 语言开发简

单的文件系统、协议解析器或内存管理模块，有助于学生了解系统软件的运行机制与工程实现。虽然这类课程难度较高，但对于高年级或计算机类专业学生而言，是训练高级开发能力的重要路径。课程中结合实训项目、竞赛任务和开源代码分析，可显著提升学生的工程意识与系统思维^[7]。

五、Python 语言教学场景适应性分析

（一）编程入门与基础教育

Python 语法简洁、学习曲线平缓，是计算机基础课程中引导学生入门编程的理想语言。在高职计算机应用基础、信息技术导论等课程中，教师可以通过 Python 教授变量、循环、条件判断、函数等基本结构，帮助学生在较短时间内建立起程序设计的整体认知框架。此外，Python 支持图形化编程（如 Turtle 库）、交互式开发等特性，可增强课堂趣味性，激发学生学习兴趣，提高课程参与度和完成率^[8]。

（二）行业融合型教学

Python 与各行业的结合能力强，特别适合会计、管理、统计、纺织、医学等非计算机专业的教学场景。学生可以通过 Python 编写自动化报表生成、数据清洗、库存分析、图像识别等工具，辅助完成行业实际问题的分析与解决。在教学设计上，教师可采用“以任务驱动”的方式，构建贴近专业实际的项目，如企业经营数据分析、患者信息管理、质量检测建模等，使编程与专业知识融合发展，提升学生跨界能力^[9]。

（三）人工智能与数据分析课程

随着人工智能技术的发展，越来越多高职院校开设了数据分析、机器学习、深度学习等课程。Python 凭借其完备的科学计算与 AI 库体系，成为这些课程的首选语言。通过结合 NumPy、

Pandas、Matplotlib 等工具，学生可以实现数据的读取、处理、可视化及建模；通过引入 Scikit-learn、TensorFlow 等框架，可以构建分类、预测、识别等机器学习模型。教师可根据学生基础设计不同层次的项目任务，从简单的数据挖掘到完整的 AI 应用系统开发，实现课程的渐进式推进。

（四）云平台与教学工具支持

Python 兼容性强，可在本地开发，也可在云端平台（如 Google Colab、Kaggle）中运行，便于教学部署和作业提交。很多教学平台还提供在线编程环境和交互反馈机制，如 MOOC、PTA、蓝桥云课等，支持基于 Python 的自动化评测和在线实验。教师可利用这些工具进行远程教学、分层布置作业、数据分析项目评比等，实现教学资源共享与教学效率提升。学生也可随时随地进行代码测试与实验练习，增强编程实战能力^[10]。

六、结论与建议

通过对 C 语言与 Python 语言在教学中的特性与应用场景进行分析，可以得出明确结论：C 语言适合以控制、硬件、系统开发为导向的专业教学，如电子信息、电气自动化、机电控制等；而 Python 更适用于以数据处理、智能分析、行业融合为目标的专业，如大数据、经济管理、人工智能、财务分析等。高职院校应结合专业定位与课程目标，科学匹配语言教学内容。在课程设计上，可采用分层策略：低年级使用 Python 入门提高学习兴趣与编程能力；中高年级根据专业方向引入 C 语言进行系统训练；跨学科专业则可实施双语融合教学，提升学生综合开发与跨领域能力。同时，教师培训、案例库建设、实验平台升级也应配合教学改革步伐，推动语言教学从“语法教学”向“能力培养”转型，切实提高学生的编程实践能力与职业适应能力。

参考文献

- [1] 朱清华. C 语言课程的教学改革与实践 [J]. 教书育人: 高教论坛, 2013(6):3.DOI:10.3969/j.issn.1008-2549(g).2013.06.054.
- [2] 吴迪. C 语言在人工智能与机器学习领域的应用前景分析 [J]. 新浪潮, 2024(14):0128-0130
- [3] 陈放. C 语言与 Python 的数据存储分析 [J]. 信息记录材料, 2023, 24(10):222-224
- [4] 油晔. 高职院校“Python 语言”课程教学探讨 [J]. 无线互联科技, 2021, 18(4):2.DOI:10.3969/j.issn.1672-6944.2021.04.064.
- [5] 张丹丹, 王沙沙. 思政教育在 Python 核心编程课程中的应用研究 [J]. 电脑知识与技术 .2022, 18(12).
- [6] 修志宇. 面向高中生计算思维能力培养的 python 课程设计 [D]. 渤海大学, 2020
- [7] 吕洸. 高职院校开设《python 语言程序设计》课程的探索与研究 [J]. 电脑迷, 2018(2): 1.DOI:10.3969/j.issn.1672-528X.2018.04.156.
- [8] 林波. 基于 Python 的动态语言特点探讨 [J]. 百科论坛电子杂志, 2018
- [9] 曹雪能, 吴雪, 周朝鲜, 等. 混合式教学模式下 C 语言课程的教学改革实践探究 [J]. 电脑知识与技术 .2023, 19(17).
- [10] 陈丹, 肖艳萍. 基于 PTA 平台的“Python 程序设计基础”课程探索与实践 [J]. 智能物联技术, 2021, 53(3):5.

高校红色基因教育的实践教学创新：策略与路径

张怡

包头轻工职业技术学院，内蒙古 包头 014035

DOI: 10.61369/TACS.2025050032

摘 要： 本文深入探讨高校红色基因教育实践教学的创新策略。在分析当前高校红色基因教育现状与问题的基础上，从教学理念、教学内容、教学方法和教学评价四个维度，提出一系列创新策略，旨在提升高校红色基因教育的实效性，增强学生对红色基因的理解与传承意识，为培养具有坚定理想信念和高尚道德情操的新时代人才提供有益参考。

关 键 词： 高校；红色基因教育；实践教学；创新策略

Practical Teaching Innovation of Red Gene Education in Colleges and Universities: Strategies and Paths

Zhang Yi

Baotou Light Industry Vocational Technical College, Baotou, Inner Mongolia 014035

Abstract： This paper explores innovative strategies for practical teaching of Red Gene education in universities. Based on an analysis of the current status and challenges of Red Gene education in universities, a series of innovative strategies are proposed from four perspectives: teaching philosophy, teaching content, teaching methods, and teaching evaluation. These strategies aim to enhance the effectiveness of Red Gene education in universities, strengthen students' understanding of and awareness of the Red Gene's legacy, and provide valuable insights for cultivating new-era talents with firm ideals, convictions, and noble moral character.

Keywords： universities; Red Gene education; practical teaching; innovative strategies

引言

红色基因承载着中国共产党人的初心和使命，是中华民族的精神瑰宝。在高校开展红色基因教育，对于培养学生的爱国主义情怀、坚定理想信念、传承优秀传统文化具有重要意义^[1]。然而，当前高校红色基因教育在实践教学中仍存在问题，如教学内容枯燥、教学方法单一、教学与实践脱节等，影响了教育的实效性。因此，探索高校红色基因教育的实践教学创新策略，成为亟待解决的重要课题。

一、高校红色基因教育的现状与问题

（一）教学内容理论性强，缺乏生动性

目前，高校红色基因教育的教学内容多以理论知识为主，侧重于对革命历史、红色理论的讲解，缺乏生动的案例和故事支撑^[2]。这使得教学内容显得枯燥乏味，难以吸引学生的兴趣，导致学生对红色基因的理解停留在表面，无法深入领会其内涵和价值。

（二）教学方法单一，缺乏互动性

在教学方法上，部分高校仍采用传统的讲授式教学方法，教师在课堂上单方面传授知识，学生被动接受。这种教学方法缺乏互动性，学生参与度低，难以激发学生的学习积极性和主动性，也不利于培养学生的创新思维和实践能力。

（三）教学与实践脱节，缺乏实效性

红色基因教育的目的不仅是让学生掌握理论知识，更重要的是让学生在实践中践行红色精神^[3]。然而，当前一些高校的红色基因教育存在教学与实践脱节的问题，实践教学环节薄弱，学生缺乏参与社会实践的机会，无法将所学的红色基因知识转化为实际行动，导致教育的实效性大打折扣。

二、高校红色基因教育实践教学的创新策略

（一）创新教学理念，树立以学生为中心的教育观

1. 关注学生需求，激发学习兴趣

高校红色基因教育应充分关注学生的需求和兴趣点，从学生的角度出发设计教学内容和教学活动^[4]。例如，通过定期开展匿名问

卷调查,设置“最想了解红色历史片段”“期待的教学形式”等开放性问题,同时组织跨年级座谈会,邀请学生分享对红色教育的真实看法——是觉得内容与现实脱节,还是希望增加实践环节?这些一手信息了解学生对红色基因教育的期望和需求,结合学生感兴趣的话题和热点事件,将红色基因教育融入其中,既能消解历史与现实的隔阂,又能让学生在熟悉的语境中感受到红色基因的当代价值,从而从内心接纳并主动传承,激发学生的学习兴趣。

2. 鼓励学生参与,培养自主学习能力

在教学过程中,教师应鼓励学生积极参与课堂讨论、小组合作等活动,培养学生的自主学习能力和团队协作精神^[9]。例如,发起“红色记忆寻访”小组调研活动,允许学生自主组队、自选课题——有人聚焦地方革命遗址的保护现状,有人深挖家族长辈的红色经历,还有人尝试用情景剧改编烈士家书。学生在查阅资料、实地走访等的过程中,不仅要筛选史料、分析脉络,还要合作完成调研报告,最后在课堂上进行汇报展示。这种“自主选题—协作探究—创新输出”的模式,既让学生在实践中触摸历史温度,更在资料整合、团队统筹、成果转化中锻炼了自主学习能力,不仅可以提高学生的学习积极性,还可以培养学生的综合能力。

(二) 丰富教学内容,增强红色基因教育的吸引力

1. 挖掘本地红色资源,融入教学内容

各地都有丰富的本地红色资源,如革命纪念馆、烈士陵园、红色遗址等。高校应充分挖掘这些本地红色资源,将其融入红色基因教育的教学内容中^[6]。例如,邀请本地红色文化专家来校举办讲座,讲述本地的革命历史和红色故事;组织学生参观本地的红色景点,让学生亲身感受红色文化的魅力;将本地红色资源编写成教材或案例,供学生学习参考。

2. 结合时代热点,更新教学内容

红色基因教育应与时俱进,结合时代热点更新教学内容,才能让红色精神始终保持鲜活的生命力。例如,在讲解红色精神时,可以结合当前的社会热点问题,如脱贫攻坚、抗击疫情等,分析红色精神在新时代的体现和应用,让学生看到一代代人如何在不同困境中延续攻坚克难的精神内核。这种使教学内容更加贴近现实生活的教育方式,能让学生深刻认识到红色基因的时代价值,让红色精神在年轻心灵中扎根生长,转化为奋进路上的不竭动力。

(三) 创新教学方法,提高教学效果

1. 运用案例教学法,增强教学的生动性

案例教学法是一种通过具体案例来引导学生学习和思考的教学方法,能将宏大的历史叙事转化为可触摸、可探究的具体场景,引导学生从被动接受者转变为主动思考者。在高校红色基因教育中,教师可以选取一些具有代表性的红色案例,如井冈山革命根据地的创建、红军长征等,引导学生分析案例中的历史背景、人物事迹和红色精神,让学生在沉浸式的案例分析中自主完成对红色基因的解码与内化,从而加深对红色基因的理解^[7]。

2. 采用情景教学法,营造沉浸式学习氛围

情景教学法是指教师通过创设特定的情景,让学生在情景中

体验和学习的教学方法。在红色基因教育中,教师可以运用多媒体技术、虚拟现实技术等手段创设红色情景,如模拟红军长征的场景、重现革命历史事件等,让学生身临其境感受红色文化的氛围,增强学生的情感体验。

3. 开展实践教学,培养学生的实践能力

实践教学是红色基因教育的重要环节,能让学生在亲身体验中完成对红色精神的内化与转化^[8]。高校应加强实践教学活动的组织和开展,为学生提供更多参与社会实践的机会。例如,组织学生开展红色主题的社会实践调研活动,让学生深入基层了解红色文化的传承和发展情况;开展红色志愿服务活动,如到革命纪念馆担任讲解员、到社区宣传红色文化等,让学生从红色基因的学习者成长为践行者,真正实现“知行合一”的育人目标。

(四) 完善教学评价体系,确保教育质量

1. 建立多元化的评价指标

教学评价应从多个维度进行,建立多元化的评价指标体系,除了传统的考试成绩外,还应将学生的课堂表现、小组合作能力、实践活动参与度、学习态度等纳入评价范围。例如,通过课堂提问、小组讨论、作业完成情况等方式评价学生的课堂表现;通过学生在社会实践活动中的表现、调研报告的质量等评价学生的实践能力^[9]。

2. 采用多样化的评价方式

评价方式应多样化,包括教师评价、学生自评和互评、社会评价等^[10]。教师评价应注重对学生的学习过程和学习成果进行全面评价,及时给予学生反馈和指导;学生自评和互评可以让学生更好地了解自己的学习情况,发现自己的优点和不足,同时也可以培养学生的评价能力和团队协作精神;社会评价可以通过邀请社会人士对学生的实践活动进行评价,了解社会对学生红色基因教育成果的认可程度。

三、高校红色基因教育实践教学创新的保障措施

(一) 加强师资队伍建设

教师是红色基因教育的实施者,其专业素养直接决定教育的感染力与实效性,所以加强师资队伍建设和提高教育质量的关键^[11]。高校应加强对红色基因教育教师的培训和培养,将红色文化底蕴与教学创新能力作为培养重点,以此提高教师的专业素养和教学能力。例如,定期组织教师参加红色文化专题培训班、教学研讨会等活动,让教师深入学习红色文化知识,了解教学前沿动态;鼓励教师开展教学研究和教学改革,探索创新教学方法和教学模式,应搭建实践锻炼平台,选派教师参与红色纪念馆讲解词撰写、地方红色文化资源普查等项目,在实践中提升将红色资源转化为教学内容的能力,让教师真正成为红色基因的深刻理解者、生动传播者和创新传承者。

(二) 完善教学资源建设

丰富的教学资源是红色基因教育实践教学创新的重要保障。高校应加大对教学资源建设的投入,完善教学资源库^[12]。例如,收集整理红色文化相关的书籍、文献、图片、视频等资料,建立

数字化教学资源库,供教师和学生查阅使用,运用数字孪生技术还原重要革命场景,打造可交互的虚拟研学空间,让师生通过沉浸式体验感受红色历史;加强与红色文化研究机构、革命纪念馆等的合作,共享教学资源,还可邀请纪念馆研究员参与资源库建设指导,定期举办“红色资源进校园”活动,通过实物展陈、现场讲解等形式,让静态资源转化为动态教育载体。

（三）建立健全教学管理制度

建立健全教学管理制度是确保红色基因教育实践教学创新顺利实施的重要保障。高校应制定完善的教学计划、教学大纲、实践教学管理办法等制度,明确教学目标、教学内容、教学方法和教学评价等方面的要求;细化基地建设、安全保障等实践管理的要求;加强对教学过程的监督和管理,及时发现和解决教学中存在的问题,通过听课、查日志、访学生等方式定期评估,重点核

查教学内容是否紧扣红色基因、方法是否创新,确保教学质量稳步提升。

四、结论

高校红色基因教育是培养新时代人才的重要途径,实践教学创新是提高教育质量的关键。通过创新教学理念、丰富教学内容、创新教学方法和完善教学评价体系等策略,可以有效提升高校红色基因教育的实效性,增强学生对红色基因的理解与传承意识。同时,还需要加强师资队伍建设和完善教学资源建设和建立健全教学管理制度等保障措施,为红色基因教育实践教学创新提供有力支持。只有这样,才能让红色基因在高校中焕发出新的活力,培养出更多具有坚定理想信念和高尚道德情操的新时代人才。

参考文献

[1] 沈莉芳. 探究红色基因在历史教学中的融合路径 [J]. 新课程教学 (电子版), 2023, (23): 132-133.

[2] 王世凯. 红色基因融入大学生思想政治教育策略研究 [J]. 淮南职业技术学院学报, 2023, 23(05): 34-36.

[3] 张鹏. 新时期大学生传承红色基因的优化路径 [J]. 数据, 2022, (07): 111-113.

[4] 林淑萍. 在地性红色基因融入高校设计类课程建设的应用探究——以专题设计课程教学为例 [J]. 知识库, 2024, 40(05): 183-186.

[5] 宋帅, 李曼宁, 唐恒新. 创新创业环境下的人才培养模式探讨 [J]. 科技创新与品牌, 2024, (07): 74-77.

[6] 何正玲, 刘秋艺. 党史学习教育融入高校思政课的逻辑理路 [J]. 辽宁工业大学学报 (社会科学版), 2024, 26(06): 130-133.

[7] 姜华. 地方红色文化在高校思政教育中的传承与创新 [N]. 中国旅游报, 2024-08-06(008).

[8] 王灏. 高校专业课程思政与红色基因融合路向探析 [J]. 沈阳师范大学学报 (教育科学版), 2023, 2(02): 44-49.

[9] 朱毅萌, 张璐. 新媒体技术对高校思政教育的模式影响研究 [J]. 新西部, 2024, (08): 159-161.

[10] 李秀玲. 红色档案资源的教育功能开发与思政课程建设研究 [J]. 山西档案, 2024, (08): 92-94.

[11] 韩军. 红色基因融入大学生入党积极分子培养研究 [J]. 辽宁师专学报 (社会科学版), 2023, (06): 107-109.

[12] 刘帅. 新时代大学生传承红色基因实践路径研究 [J]. 品位·经典, 2023(13): 36-38.

面向智慧校园的物联网能耗监测与智能调控系统设计

高峰

湖北工业大学工程技术学院, 湖北 武汉 430068

DOI: 10.61369/TACS.2025050044

摘 要 : 随着信息技术的飞速发展, 智慧校园建设已成为提升教育管理水平和优化资源配置的重要途径。面向智慧校园的物联网能耗监测与智能调控系统, 旨在通过集成物联网技术、大数据分析与人工智能算法, 实现对校园内各类能耗设备的实时监测、精准分析与智能调控, 以达到节能减排、提高能源利用效率的目的。本文首先介绍了系统总体设计, 明确了设计目标与原则, 并详细阐述了系统架构设计思路, 包括智能感知层、可靠网络传输层、平台层、智能调控策略生成与执行机制以及应用层的设计与实现, 实现了对能耗设备的智能调控, 切实提高了系统的易用性和实用性。

关 键 词 : 智慧校园; 物联网能耗监测; 智能调控; 系统设计

Design of IoT Energy Consumption Monitoring and Intelligent Control System for Smart Campus

Gao Feng

School of Engineering and Technology, Hubei University of Technology, Wuhan, Hubei 430068

Abstract : With the rapid development of information technology, the construction of smart campuses has become an important way to improve educational management levels and optimize resource allocation. The IoT-based energy consumption monitoring and intelligent control system for smart campuses aims to achieve real-time monitoring, accurate analysis, and intelligent control of various energy-consuming equipment on campus by integrating IoT technology, big data analysis, and artificial intelligence algorithms, so as to achieve energy conservation and emission reduction and improve energy utilization efficiency. This paper first introduces the overall system design, clarifies the design goals and principles, and elaborates on the system architecture design ideas, including the design and implementation of the intelligent perception layer, reliable network transmission layer, platform layer, intelligent control strategy generation and execution mechanism, and application layer. It realizes the intelligent control of energy-consuming equipment and effectively improves the usability and practicality of the system.

Keywords : smart campus; IoT energy consumption monitoring; intelligent control; system design

随着高等教育规模的持续扩大和校园设施智能化水平的显著提升, 高校能源消耗总量急剧攀升, 能耗结构日趋复杂, 已成为制约绿色校园建设与可持续发展的关键瓶颈。传统能耗管理方式普遍存在数据采集滞后、依赖人工经验、调控粗放低效等突出问题, 难以满足精细化、智能化管理需求。物联网技术凭借其泛在感知、实时互联与智能处理的核心优势, 为破解这一难题提供了崭新路径^[1]。本文旨在设计一套面向智慧校园的物联网能耗监测与智能调控系统, 通过构建覆盖校园主要用能单元的立体感知网络, 实现能耗数据的精准实时采集与传输; 依托大数据平台进行深度分析与建模; 最终基于智能算法生成优化调控策略并自动执行。该系统致力于显著提升校园能效管理水平, 有效降低运营成本, 并为推动智慧校园向更加绿色低碳的方向发展提供坚实的技术支撑。

一、系统总体设计

(一) 系统设计目标与原则

本系统设计的核心目标是构建一个高效、智能、可靠的校园能耗管控体系, 以实现能源使用的全面可视化、监测实时化、分析智能化和调控自动化。具体目标包括实现对校园内建筑照明、暖通空调、实验设备、信息机房等重点用能系统能耗数据的分钟

级高精度采集与汇聚^[2]; 建立覆盖全校、分区域分类型的能耗动态监测平台, 提供多维度统计分析; 基于历史与实时数据, 运用人工智能算法预测用能负荷趋势, 识别异常能耗并精准定位; 依据预设策略及优化算法, 自动或半自动下发调控指令至末端设备, 如调节空调温度设定值、控制照明开关与亮度、优化设备启停时序等, 实现需求响应与节能优化^[3]。设计遵循先进性原则, 采用成熟的物联网、云计算与人工智能技术; 注重可扩展性, 支持未来

项目信息: 湖北省教育厅科学研究计划指导性项目, 项目名称: 物联网技术的健身资源推荐系统的研究与实现, 项目编号: B2017457

设备接入与功能升级；强调可靠性，确保数据采集传输稳定与系统运行安全；突出实用性，界面友好、操作便捷，切实服务于校园管理实际需求，最终达成显著降低校园综合能耗强度与碳排放水平的核心诉求。

（二）系统架构设计

系统采用分层分布式架构，由感知层、网络层、平台层和应用层四大部分有机协同构成。感知层作为系统触角，广泛部署于各楼宇及用能单元，包含智能电表、水表、燃气表、温湿度传感器、光照传感器、空调控制器、智能开关等多样化物联网传感设备，负责实时、精准地采集电力、水量、燃气、环境参数及设备运行状态等原始能耗数据^[4]。网络层承担信息高速公路职能，依据校园环境特点与传输需求，综合运用低功耗广域网技术、校园光纤专网和无线局域网技术，确保海量感知数据高效、稳定、安全地传输至云端数据中心。平台层是系统的智能中枢，基于云计算架构构建，提供强大的数据接入管理、海量存储、实时计算流处理、批处理分析、机器学习模型训练与部署能力，负责对原始数据进行清洗、融合、存储，并运行核心能耗分析模型与智能调控算法^[5]。应用层面向最终用户，提供能耗实时监测大屏、多维度统计分析报告、能耗预警与诊断、智能策略配置与执行管理、能效对标考核等核心功能模块，服务于管理者、运维人员及决策者不同层级的应用需求。智慧校园能耗监测与智能调控系统架构设计如图1所示。

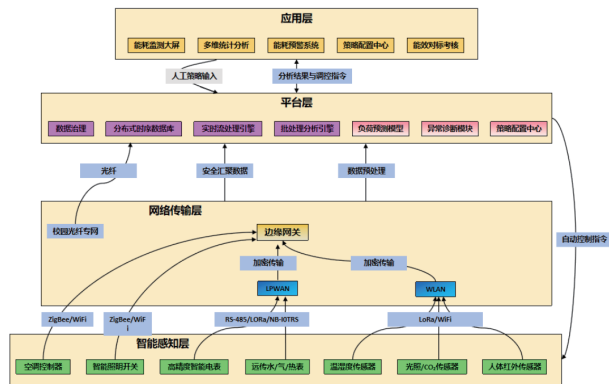


图1 智慧校园能耗监测与智能调控系统架构设计

（三）关键技术实现

系统实现的关键技术支撑主要体现在三个方面。物联网通信与感知技术是基础，选用低功耗、广覆盖的通信方案确保末端设备在复杂校园环境中的稳定接入与长续航能力，高精度智能传感技术保障了能耗及环境数据的准确捕获。大数据处理与分析技术是核心引擎，通过分布式存储框架高效管理海量时序能耗数据，利用流式计算引擎处理实时数据流，结合批处理技术进行历史数据的深度挖掘^[6]；运用数据挖掘算法识别能耗模式、发现关联规则，进行负荷特性分析。智能调控算法是系统智慧的体现，基于机器学习特别是时间序列预测模型，对建筑物及区域未来短中期用能负荷进行高精度预测；结合优化算法，在满足舒适度与功能需求约束条件下，自动生成成本最低或能效最优的设备调控策略^[7]；建立知识库与规则引擎，支持基于策略的自动化响应，例如根据室内人数动态调节新风量，依据室外光照强度自动调光，在

电价高峰时段主动削减非必要负荷等。

二、系统核心模块设计与实现

（一）智能感知层设计与设备选型

智能感知层是系统获取能耗与环境数据的物理基础，其设计与设备选型直接关系到监测数据的全面性、准确性与实时性。针对智慧校园多样化的用能场景，感知层采用多层次、多类型的传感器网络部署策略。在电力监测方面，选用高精度智能电表，具备电压、电流、功率、功率因数、电量等全电气参数测量能力，支持 RS-485、LoRa 或 NB-IoT 等多种通信接口，分别部署于校园变电站、配电房、楼层配电箱及重点用能设备末端，实现从总进线到分支回路再到单体设备的电能消耗精细化计量^[8]。在水、气、热等资源监测上，采用脉冲输出或直读式远传智能水表、燃气表及热量表，实现用量数据的自动采集。环境感知设备则包括温湿度传感器、光照度传感器、二氧化碳浓度传感器以及人体红外感应器，广泛分布于教室、办公室、实验室、图书馆、宿舍等空间，用于捕捉影响能耗的关键环境参数和人员活动状态^[9]。设备选型严格遵循高精度、长寿命、低功耗、强抗干扰能力原则，并充分考虑校园环境的安装便利性与防护等级要求，确保感知层在各种工况下稳定可靠运行，为上层分析决策提供坚实的数据支撑。

（二）可靠网络传输层构建

网络传输层承担着将海量、分散的感知层数据高效、安全、稳定汇聚至云平台的核心任务。针对校园环境地域广、建筑密集、结构复杂的特点，采用融合异构网络架构。对于位置固定且数据量大的节点，如配电室智能电表、楼宇能源管理子站，优先利用校园已有的高速光纤专网进行回传，保障高带宽和低延迟^[10]。对于分布广泛、部署位置灵活且数据量适中的传感器节点，如室内环境传感器、智能水电表，采用低功耗广域网技术进行覆盖，其广覆盖、穿透性强、终端功耗低的特性非常适合校园复杂环境下的海量设备接入。在楼宇内部，充分利用成熟的无线局域网技术，为移动巡检设备或临时增加的监测点提供灵活便捷的接入。网络架构设计采用边缘计算思想，在区域汇聚节点部署轻量级边缘网关，实现本地数据的初步过滤、协议转换与缓存，有效减轻核心网络带宽压力，提升系统响应速度^[11]。同时，网络层集成多重安全保障机制，包括设备接入认证、数据传输加密、访问控制策略等，确保能耗数据在传输过程中的机密性、完整性与可用性。

（三）平台层数据治理与智能分析引擎

平台层作为系统的“大脑”，其核心在于强大的数据治理能力与智能分析引擎。数据治理模块首先负责对接入的海量、多源、异构的原始能耗与环境数据进行高效清洗，剔除异常值、填补缺失值、统一时间戳与数据格式。随后进行数据融合处理，将来自不同传感器、不同协议、不同时间尺度的数据关联整合，形成结构化的、具有明确时空标签的校园全域能耗数据集，存储于高性能的分布式时序数据库中^[12]。在此基础上，构建智能分析引

擎。该引擎包含实时流处理模块，对持续涌入的数据流进行即时计算分析，如实时功率越限报警、瞬时能耗突增检测。批处理分析模块则依托大数据计算框架，对历史数据进行深度挖掘，执行复杂的任务，如基于聚类算法识别不同建筑或区域的典型能耗模式，通过关联规则挖掘发现设备能耗与环境参数、作息时间的潜在联系。核心的负荷预测模型通常采用机器学习算法，如长短期记忆网络或梯度提升决策树，结合历史能耗数据、天气预报、课程日历、节假日信息等多维特征，对未来不同时间尺度进行高精度预测^[13]。异常诊断模块则利用统计学方法或孤立森林等算法，自动识别偏离正常模式的能耗异常点，辅助定位潜在故障或浪费行为，为智能调控提供决策依据。

（四）智能调控策略生成与执行机制

智能调控是本系统实现节能增效的关键闭环环节。调控策略生成引擎基于平台层提供的实时监测数据、预测结果和诊断信息，结合预设的优化目标与约束条件，自动计算并输出最优或次优的设备控制指令。策略生成主要依赖两大类方法：基于规则引擎的响应式调控和基于优化模型的预测式调控^[14]。规则引擎允许管理员灵活定义各种节能策略，例如当教室无人且光照充足时自

动关闭灯光和调节空调至节能模式，或在电网尖峰电价时段主动削减非关键可调负荷。预测式调控则更为高级，通常采用模型预测控制框架，结合负荷预测模型和建筑热力学模型，在满足室内环境舒适度要求的硬约束下，滚动优化未来一段时间内空调、新风、照明等系统的运行设定值，以追求全局能耗成本最低或碳排放最小。生成的调控策略通过标准协议下发至应用层或直接通过网络层传递至边缘网关，最终作用于末端执行机构，如智能照明开关、变频空调控制器、新风阀门执行器等^[15]。系统提供策略模拟推演与效果评估功能，并支持手动审核确认或自动执行模式，确保调控动作安全、可靠、有效。

面向智慧校园的物联网能耗监测与智能调控系统，通过构建“感知－传输－平台－应用”四层架构，深度融合物联网感知、大数据分析 with 智能决策技术，真正实现了校园能耗的精细化、动态化监测与智能化、自动化调控。该系统能够显著提升校园能源利用效率，有效降低运营成本，优化设施管理，并为构建绿色低碳、可持续发展的智慧校园提供了坚实的技术支撑与可行的实施路径，具有重要的实践价值与推广前景。

参考文献

- [1] 苑红星. 基于物联网与数字孪生的智慧校园可视化设计及应用研究 [J]. 物联网技术, 2025, 15 (14): 106-109+115.
- [2] 薛佳妮. 物联网赋能智慧校园信息化建设 [J]. 中国科技信息, 2025, (12): 160-162.
- [3] 李虎群, 张哲, 张心, 等. 基于“三网合一”的智慧校园物联网设计 [J]. 物联网技术, 2025, 15 (09): 68-72+76.
- [4] 吴延慧. 智慧校园数据治理与教育信息化管理路径探析 [J]. 高科技与产业化, 2025, 31 (04): 62-66.
- [5] 刘岩, 杜玮, 王明明, 等. 基于区块链的智慧校园数据共享模式与技术方案 [J]. 数智技术研究与应用, 2025, 1 (02): 18-26.
- [6] 施清华. 云计算支持的物联网在智慧校园中的应用 [J]. 数字技术与应用, 2025, 43 (03): 211-213.
- [7] 李娟. 物联网技术在智慧校园中数据管理与分析的应用 [J]. 数字通信世界, 2025, (02): 97-99+249.
- [8] 孙丽丽, 房洪涛. 数字孪生技术在智慧校园物联网终端设备数据交互中的应用 [J]. 电子产品世界, 2025, 32 (02): 69-72.
- [9] 陈强, 孙海涛, 江远航. 智慧校园能耗分析与优化管理系统设计与实现 [J]. 电子制作, 2023, 31 (08): 73-75+97.
- [10] 张烨汶. 基于实时采集监控的校园智慧能源监管方法研究 [D]. 中南大学, 2023.
- [11] 崔占鹏. 基于区块链的智慧校园运维管理系统设计 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2021, 33 (14): 95-97.
- [12] 余伟吉. 智慧校园运维管理系统需求分析及架构研究 [D]. 广州大学, 2021.
- [13] 李秉林, 韦钰, 周香伶. 智慧校园能耗监管平台方案设计 [J]. 电脑与电信, 2020, (12): 4-6+57.
- [14] 刘文翰. 基于机器学习的电力负荷预测方法与智慧校园应用研究 [D]. 湘潭大学, 2020.
- [15] 林书句. 基于物联网的智慧校园集群控制系统的设计与实现 [J]. 现代信息科技, 2020, 4 (09): 160-163.

宁夏数字经济发展水平综合统计测度

王淑琴

宁夏财经职业技术学院, 宁夏 银川 750021

DOI: 10.61369/TACS.2025050045

摘 要 : 随着信息技术的发展和数字化进程的加速, 数字经济在区域经济发展中的作用日益凸显。本文以宁夏为研究对象, 通过构建包含数字基础设施、产业数字化、数字产业化及数字知识环境四个维度的指标体系, 运用 TOPSIS 熵权法计算宁夏数字经济发展指数, 并通过灰色预测法预测其未来发展趋势。最后, 基于研究结论, 提出促进宁夏数字经济发展水平的对策建议。

关 键 词 : 数字经济; 统计测度; 熵权法; 高质量发展

Comprehensive Statistical Measurement of Digital Economy Development Level in Ningxia

Wang Shuqin

Ningxia College of Finance and Economics, Yinchuan, Ningxia 750021

Abstract : With the advancement of information technology and accelerated digitalization, the digital economy has become increasingly vital in regional economic development. This study focuses on Ningxia, constructing an indicator system comprising four dimensions: digital infrastructure, industrial digitalization, digital industrialization, and digital knowledge environment. The TOPSIS entropy weighting method is employed to calculate Ningxia's digital economy development index, while grey prediction is applied to forecast its future trends. Finally, based on the research conclusions, some countermeasures and suggestions are put forward to promote the development level of digital economy in Ningxia.

Keywords : digital economy; statistical measurement; entropy weighting method; high-quality development

引言

党的二十大报告明确指出, 要加快发展数字经济, 促进数字经济和实体经济深度融合。宁夏作为西部地区的重要省份, 积极响应国家号召, 2023年全面实施数字宁夏战略, 完成规划、组织、政策、平台、标准“五大体系”顶层设计, 组建并高效运营数字宁夏公司。我区算力资源环境指数、互联网光纤接入端口占比均居全国第一, 5G 用户渗透率全国第二, 电信业务总量增长全国第三, “双中心”地位明显提升, 第一增长极作用初步显现。

近年来, 一些学者对数字经济发展很感兴趣。梁小甜等 (2022)^[1] 研究了数字经济对制造业高质量发展的影响, 结果表明数字经济通过增加创新投入和提升人均创利促进制造业高质量发展; 马德稷等 (2023)^[2] 基于 2012—2021 年的省级面板数据, 测度了 10 年来我国各省的数字经济发展水平; 吕艳琴等 (2023)^[3] 通过建立科学的指标体系测度中国数字经济发展水平, 运用 Dagum 基尼系数等方法探究数字经济的空间特征; 魏满满等 (2023)^[4] 运用熵权法计算出江苏省数字经济发展水平, 并通过因子分析法对江苏省 13 市数字经济综合实力进行了比较; 李苍祺 (2024)^[5] 基于经济增长动能的视角, 在构建经济增长动能指数和数字经济发展指数的基础上, 分析了货币政策结构化与经济高质量发展之间的关系。

目前, 有关数字经济测度与影响因素的研究已取得较多成果, 但是关于宁夏地区数字经济发展水平测度的研究甚少, 本文将选取宁夏数字经济相关指标, 综合反映近年来宁夏数字经济发展程度, 并进行趋势预测, 为促进宁夏数字经济发展提供有益参考。

一、宁夏数字经济现状 -SWOT 分析

(一) 宁夏数字经济发展的优势

宁夏政府高度重视数字经济发展, 政策支持力度大, 出台了

数字宁夏战略、数字产业化量级提升行动等一系列政策措施, 为数字经济发展筑牢了有力保障; 在基础设施建设方面成效显著, 建成和在建的大型数据中心达 15 个, 服务器上架率 77%, 算力质效指数和算力资源环境指数均居全国前列; 同时产业数字化进程

不断加快，新培育了智能工厂和数字化车间，规上企业数字化转型比例达 50%，产业数字化水平得到显著提升。

（二）宁夏数字经济发展的劣势

宁夏数字经济发展虽取得一定成绩，但也面临诸多挑战：区域发展不均衡问题突出，内部各地区数字经济发展水平差距较大，城乡之间、区域之间的数字基础设施建设呈现出明显的不均衡态势；创新驱动方面存在不足，数字经济领域高端人才和创新资源相对短缺，自主创新能力较为薄弱，这在一定程度上限制了数字经济的快速发展；此外，数据利用效率也较低，在数据挖掘、数据分析利用等方面的能力欠缺，导致大量数据资源无法充分转化为实际的经济价值。

（三）宁夏数字经济发展的机遇

在数字经济发展的浪潮中，宁夏迎来了诸多有利契机。国家战略层面大力推动数字经济发展，为宁夏营造了优良的政策环境，也带来了广阔的市场机遇，有力地支撑起宁夏数字经济前行的步伐。与此同时，宁夏传统产业转型升级的进程不断加快，对数字技术的需求与日俱增，这为数字经济的发展开辟了极为广阔的空间，使其能够深度融入并赋能传统产业。此外，宁夏与其他地区的合作交流愈发频繁紧密，在区域协同发展的大趋势下，为引进先进技术和管理经验创造了便利条件，进一步助力宁夏数字经济实现高质量发展。

（四）宁夏数字经济发展的威胁

宁夏数字经济发展在迎来诸多机遇的同时，也面临着不容忽视的威胁。在数字经济蓬勃发展的当下，各地纷纷发力，竞争态势愈发激烈，宁夏不可避免地承受着来自其他地区的巨大竞争压力；同时，数字技术迭代更新速度极快，宁夏若不能及时紧跟技术发展趋势，就极有可能在快速变革的浪潮中被淘汰；此外，随着数字经济规模的不断扩张，网络安全、数据安全等方面的风险也与日俱增，这对宁夏加强安全防护能力、保障数字经济稳健运行提出了更为迫切的要求。

二、指标体系构建－熵权法计算

本文数据主要来源于《宁夏统计年鉴》、宁夏统计公报、北京大学数字普惠金融指数，部分缺失数据根据已有年份数据进行了推算。

（一）宁夏数字经济发展的指标体系构建

结合宁夏数字经济发展实际，本文在构建评价指标体系时，充分参考梁睿（2024）^[6]总结的数字经济评价指标体系及《中国数字经济发展白皮书》对数字经济内涵的界定，同时兼顾数据的可收集性与可操作性，最终确定从数字基础设施、产业数字化、数字产业化、数字知识环境四个核心维度搭建指标体系。在具体指标选取上，一方面借鉴刘雪（2021）^[7]的研究思路，另一方面结合宁夏数据可得性，选取2014–2023年的相关指标数据，涵盖移动互联网用户数、信息技术人员数量、第三产业生产总值和专利授权量、R&D 经费内部支出占地区生产总值比重等共 16 个二级指标，并通过熵权法计算得出各指标的具体权重（详见表 1）。

表 1 宁夏数字经济发展指标体系及权数计算结果

一级指标	二级指标	权重（%）
数字基础设施	年末互联网宽带接入用户数（万户）	7.25
	年末移动电话用户数（万户）	5.06
	移动互联网用户数（万户）	4.05
产业数字化	规上工业企业营业收入（亿元）	10.63
	社会消费品零售总额（亿元）	3.94
	信息技术人员数量（人）	4.84
	数字普惠金融指数（%）	4.56
数字产业化	第三产业生产总值（亿元）	6.16
	邮政业务总量（亿元）	5.52
	电信业务总量（亿元）	8.55
	第三产业就业人员（万人）	4.60
	专利授权量（件）	7.92
数字知识环境	普通高等学校毕业生人数（人）	5.65
	各类专业技术人員数（万人）	4.71
	R&D 人员全时当量（人年）	10.44
	R&D 经费内部支出占地区生产总值比重（%）	6.16

（二）TOPSIS 熵权法

在指标权重计算中，专家打分法、层次分析法^[8]是常用传统方法，但这类方法依赖研究者或专家的主观判断与经验偏好，难避人为偏差。而熵权法作为典型客观赋权方法，核心是从指标数据特征出发：通过信息熵理论量化数据离散程度（数据差异越大，有效信息越丰富），先算各指标熵权，再依指标实际信息贡献度修正优化，最终得到更贴合客观属性、减少主观干扰的权重结果。

TOPSIS 法的基本思路是：通过假定正、负理想解，测算各样本与正、负理想解的距离，得到其与理想方案的相对贴近度，从而进行各评价对象的优劣排序^[9]。

本文所采用的 TOPSIS 熵权法，本质是熵权法与 TOPSIS 法的融合应用，以“客观定权 + 科学排序”的组合逻辑，输出更精准、更具客观性的评价结果，从而实现对宁夏数字经济发展现状的有效评估。

1. 熵权法确定各指标权重

第一步：数据标准化（归一化），对原始数据进行标准化处理，消除不同指标量纲和数量级的影响。

正向化处理：

$$p_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}$$

逆向化处理：

$$p_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}$$

其中， x_{ij} 为第 i 年第 j 个指标的原始值， p_{ij} 是 x_{ij} 标准化后的值， $i=1,2,3,\dots,m$ ；

$j=1,2,3,\dots,n$ 。

标准化的数值在0~1之间,对数值为0的指标进行非负平移,加 ε ($\varepsilon=10^{-6}$) 以便于数据都大于0,消除后续影响,即对数据进行一次线性变换。

$$q_{ij}=p_{ij}+\varepsilon$$

此时, q_{ij} 为处理后的最终数据。

第二步: 计算各指标的比重。

$$f_{ij} = \frac{q_{ij}}{\sum_{i=1}^m q_{ij}}$$

满足约束条件: $\sum_{i=1}^m f_{ij} = 1$ ($j=1,2,\dots,n$)。

第三步: 熵值计算, 计算第 j 个指标的熵值 e_j 。

$$e_j = -\frac{1}{\ln(m)} \sum_{i=1}^m f_{ij} \ln(f_{ij})$$

第四步: 计算差异化系数。

$$g_j = 1 - e_j$$

第五步: 计算第 j 个指标的熵权 ω_j 。

$$\omega_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j}$$

TOPSIS 评价指标模型

(1) 设有 m 个年份, n 个评价指标, 则数字经济的初始矩阵:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

对其进行标准化 (常用向量归一化法) 的矩阵记为 R , R 中的

每一个元素: $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$ 。

(2) 确定加权标准化矩阵

基于标准化的矩阵 R , 得到归一化加权矩阵 V :

$$V = R \times \text{diag}(W) = [v_{ij}]_{m \times n}$$

其中, $\text{diag}(W)$ 是由权重向量 $W = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n]$ 构成的对角矩阵。

计算正理想解和负理想解

$$V^+ = \{\max v_{ij} | i=1, 2, \dots, m\} = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}$$

$$V^- = \{\min v_{ij} | i=1, 2, \dots, m\} = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$$

确定最优最劣距离

到正理想解的距离:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, i=1, 2, \dots, m$$

到负理想解的距离:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i=1, 2, \dots, m$$

(5) 求接近度

用 C_i 表示接近度, 取值范围是 $[0, 1]$ 。接近度的数值越大, 数字经济发展水平越接近最优水平。

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, i=1, 2, \dots, m$$

依据上述方法, 分别计算得到2014—2023年宁夏数字经济发展指数 (见表2)。

表2 宁夏数字经济指标 TOPSIS 评价计算结果

年份	正理想解距离 S_i^+	负理想解距离 S_i^-	相对接近度 C_i	排序结果
2014	0.0783	0.0033	0.0407	10
2015	0.0760	0.0047	0.0578	9
2016	0.0702	0.0107	0.1320	8
2017	0.0638	0.0179	0.2187	7
2018	0.0513	0.0294	0.3643	6
2019	0.0433	0.0385	0.4710	5
2020	0.0357	0.0482	0.5744	4
2021	0.0183	0.0643	0.7786	3
2022	0.0094	0.0717	0.8841	2
2023	0.0085	0.0747	0.8976	1

(三) TOPSIS 评价计算结果分析

表2所示的 TOPSIS 评价结果清晰显示, 2014—2023年间宁夏数字经济发展水平呈现逐年稳步攀升的态势: 其中2023年发展水平最高, 在评价中位列第一; 而2014年则处于该周期内的最低排名位置。参考张荣光、钱崇赋等 (2016) [10] 将资源转型城市划分为五个等级的研究方法, 结合 TOPSIS 评价的具体排序结果, 可进一步将宁夏数字经济发展水平划分为五个阶段性等级: 2014—2016年处于低级发展阶段; 2017—2018年实现阶段跨越, 进入初级发展阶段; 2019—2020年持续进阶, 迈入中级发展阶段; 2021年发展水平进一步提升, 达到较高级发展阶段; 2022年迎来突破性增长, 快速跃升至高级发展阶段, 并在2023年继续维持这一高级发展水平。

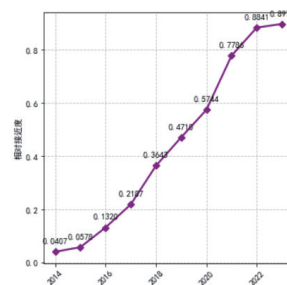


图1 2014—2023年宁夏数字经济发展指数变化趋势

观察图1曲线可见, 2014—2023年宁夏数字经济发展水平呈持续阶梯式上升趋势: 2014年起步后, 2016年迎来十年间最快增幅, 后续年份稳步增长; 2022年后发展水平首次迈入0.8以上区间, 正式进入高级发展阶段。

从整体发展来看, 这一数据印证的发展轨迹, 既是宁夏自国家部署实施大数据战略以来, 始终积极响应并深入落实数字经济发展相关部署、紧密跟随国家数字经济发展节奏的必然结果, 也与 TOPSIS 评价法得出的“宁夏数字经济发展水平存在阶段性跃升”结论高度契合, 从实践层面清晰展现出宁夏在促进数字经济与实体经济深度融合、数字基础设施建设等方面已取得切实可见的实质性进展, 更凝聚了宁夏政府部门、企业、高校及科研机构等各方面力量的共同努力。未来面对数字经济对创新、科技与质量的更高要求, 宁夏仍需聚焦关键领域持续奋进, 巩固并提升高级发展阶段的优势。

三、宁夏数字经济发展水平预测

(一) 灰色预测法

灰色预测法是一种针对信息不完全系统的建模与分析方法，通过处理“小样本、贫信息”的不确定性数据，构建灰色微分方程模型（如 GM(1,1)），揭示系统内在规律并预测发展趋势。其核心步骤包括：

1. 数据预处理

对原始序列 $X^{(0)} = (x(1), x(2), \dots, x(n))$ 进行级比检验，确保所有级比 $\lambda(k) = x(k-1)/x(k)$ 落在 $(e^{-2/(n+1)}, e^{2/(n+1)})$ 内。

2. 累加生成 (AGO)

将原始序列通过： $X^{(1)} = (x(1), x(1)+x(2), \dots, \sum_{i=1}^n x(i))$ ，弱化随机性、凸显趋势。

3. 构建 GM(1,1) 模型

基于累加序列建立白化微分方程： $\frac{dX^{(1)}}{dt} + aX^{(1)} = b$ ，通过最小二乘法求解参数 a（发展系数）和 b（灰作用量），并将其代入白化方程，得到预测公式： $\hat{X}^{(1)}(k+1) = \left(X^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right) e^{-ak} + \frac{b}{a}$ 。

4. 模型检验

采用后验差检验法评估精度，计算残差方差比 $C = S_2^2 / S_1^2$ （ S_1^2 为原始数据方差， S_2^2 为残差方差），并根据 C 值判断精度等级（如 $C < 0.35$ 为“好”）。

5. 预测与还原

利用模型预测累加序列值，再通过累减生成 (IAGO) 还原为原始数据预测值： $\hat{X}^{(0)}(k+1) = \hat{X}^{(1)}(k+1) - \hat{X}^{(1)}(k)$ 。

(二) 预测步骤与结果

首先对2014-2023年的数字经济发展指数进行级比检验，发现原始数据的级比范围为 [0.4379, 0.9850]，不在可容覆盖区间 [0.8338, 1.1994] 内。因此，需要进行数据平移转换，找到合适的平移常数 $c = 0.5120$ ，使平移后的级比范围变为 [0.8338, 0.9904]，满足 GM(1,1) 模型的适用条件。

构建的 GM(1,1) 模型中发展系数 $a = -0.1140$ ，灰色作用量 $b = 0.5111$ ，后验差比 $C = 0.1591$ ，小于 0.35，说明模型精度等级非常好，并且小误差概率 $P = 1.00$ ，大于 0.95，意味着模型精度很好。

利用灰色预测法对2023年向后5年的数字经济发展指数进行预测，得到如表3所示的数据，同时绘制如图2所示的折线图。

表3 2024-2028年宁夏数字经济发展指数预测值

年份	2024	2025	2026	2027	2028
预测值	1.1852	1.3902	1.6199	1.8775	2.1661

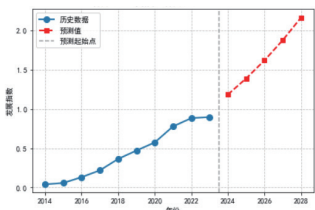


图2 宁夏数字经济发展水平趋势图

由宁夏2024-2028年数字经济发展指数预测值及趋势图可知，宁夏数字经济发展态势良好。从预测值来看，未来数字经济发展指数呈现出持续且较为强劲的增长趋势。尽管灰色预测法存在一定估计误差，但这种短期预测能为宁夏数字经济的发展规划等提供参考。

四、结论与建议

(一) 结论

本研究通过构建多维指标体系并运用 TOPSIS 熵权法量化分析发现，2014-2023年宁夏数字经济发展指数从0.0407提升至0.8976，实现从低级到高级阶段的跨越，且未来五年（2024-2028年）预测值持续强劲增长，显示其已进入高质量发展通道，但依然存在数据利用效率低、产业数字化深度不足、人才结构失衡等短板，亟需针对性破解以巩固高质量发展态势。

(二) 建议

第一，针对数据利用率低，设立数据交易试点，明确产权与定价，将专利授权、技术合同成交额纳入补贴考核，推动算力变现；推广“数据银行”，鼓励政府企业共享脱敏数据，提升复用价值。

第二，针对产业数字化深度不足，制定分级标准，要求规上企业同步升级生产、管理、营销全链条系统；联合电商打造“数字消费季”，通过发券、直播补贴等拉动线上消费。

第三，针对人才结构失衡，宁夏可实施“产业需求导向+柔性灵活用才+深度利益绑定”策略：按需“订单式”引才，以“人才飞地”、“周末工程师”等模式柔性引才，通过技术入股、收益分成强化利益关联，配套住房、服务等保障，破解留用难题。

参考文献

- [1] 梁小甜, 文宗瑜. 数字经济对制造业高质量发展的影响 [J]. 统计与决策, 2022(11): 109-113.
- [2] 马德稷, 刘茜. 我国省级数字经济发展测度及影响因素研究 [J]. 商业经济, 2023(3): 33-36.
- [3] 吕雁琴, 范天正. 中国数字经济发展的时空分异及影响因素研究 [J]. 重庆大学学报 (社会科学版), 2023, 29(3): 47-60.
- [4] 魏满满, 孙会娟. 江苏省数字经济发展水平综合统计测度 [J]. 统计理论与实践, 2023.
- [5] 李苍祺. 货币政策结构化、数字经济与经济高质量发展——基于经济增长动能的视角 [J]. 经济问题探索, 2024 (12): 50-67.
- [6] 梁睿. 山东省数字经济发展统计测度与评价 [J]. 知识经济, 2024(25): 65-67.
- [7] 刘雪, 文革. 四川省数字经济发展水平的统计测度研究 [J]. 财经观察, 2024, 10(9).
- [8] 彭媚娟. 基于 AHP 方法的思想政治教育传播要素量化研究 [J]. 2018(5): 25-29.
- [9] 江磊, 张佑印, 张景全等. 基于熵权—TOPSIS 法的省域休闲体育竞争力评价及差异特征分析 [J]. 陕西师范大学学报 (自然科学版), 2022: 1-11.
- [10] 张荣光, 钱崇斌, 王相悦. 基于熵权—TOPSIS 法的资源型城市低碳转型效率研究——以攀枝花市为例 [J]. 学海, 2016(4): 158-162.

互联网时代高校学生法律素养现状及提升路径

李文耀¹, 文接力¹, 余星增¹, 李聪聪²

1. 浙江海洋大学, 浙江 舟山 316000

2. 湖北经济学院, 湖北 武汉 430000

DOI: 10.61369/TACS.2025050050

摘 要 : 通过互联网载体获取信息, 将生活网络化已经是大学生群体与外界相联结的主要生活方式。然而互联网并非法外之地, 了解高校学生网上法律素养现状并提出发展的思考, 对高校学生的现实生活具有一定现实意义。

关 键 词 : 互联网时代; 高校学生; 法律素养

Current Situation and Improvement Path of College Students' Legal Literacy in the Internet Era

Li Wenyao¹, Wen Jieli¹, Yu Xingzeng¹, Li Congcong²

1. Zhejiang Ocean University, Zhoushan, Zhejiang 316000

2. Hubei University of Economics, Wuhan, Hubei 430000

Abstract : Obtaining information through internet carriers and living a networked life has become the main way for college students to connect with the outside world. However, the internet is not a lawless place. Understanding the current situation of college students' online legal literacy and putting forward thoughts on its development have certain practical significance for their real life.

Keywords : internet era; college students; legal literacy

引言

在互联网时代里,“零零后”和“零五后”大学生已成为上网的主力军,互联网信息的广而杂,对高校学生的价值观念产生了极大的冲击。他们成长于网络,习惯于在网络上发声,运用网络上解决生活问题,互联网已经渗透到他们生活的方方面面。近年来,高校大学生在互联网平台出现言语不当,引发行过激的事情较多。高校目前也已成为防诈骗防分裂主义的主要阵地。从广泛意义上讲,高校学生的法律素养一定程度上也能映射出社会群众的法律素养。高校更是我国教育的重要阵地,高校教育始终是社会的关注热点。因此,面对形势复杂的互联网时代,如何根据高校大学生的法律素养的现状,提出行之有效的提升路径显得极其重要。

法律素养即是个体对于法律的认知水平和运用法律能力的综合体现。一般而言,法律素养由法律知识、法律意识和用法能力三部分构成^[1],知法,懂法,用法是法律素养的基本体现。

一、互联网时代高校学生法律素养缺失的表现

(一) 法律知识掌握层次不一

高等教育和义务教育的最大不同在于教育目标和教育对象的转化^[2]。运用互联网平台去阐述表达自己的价值观念和价值行为是“零五后”高校学生常用的方式。高校学生虽然有守法维权的意识,但是没有经过系统规范的法制观念教育,对于法律规定和法治观念模糊,经常游离在法律的边缘。近年来,高校中因学生对法律的认知水平较低而产生的不良行为屡屡成为互联网大军讨论的热门话题。不知法,不懂法,不用法会对高校学生的法治观

念和维权意识产生较大的影响。在此基础上,高校学生可能在触碰法律准绳和道德规范时仍不知自己的行为会对未来产生影响的重要性。

(二) 法律意识淡薄

相较于社会主体对法律的认知和观念而言,高校学生法律意识相对薄弱。主要表现为权利和义务的错位认知和行为预判不当。一是高校学生在互联网的匿名模式下,仅知使用自己的权利而无视他人的合法权利,将互联网视为情绪的宣泄场所,凭一时之意气“畅所欲言”,顺从自己的价值观念,无视客观事实,侵犯他人合法权利而不自知。二是知错而犯,在生活中缺乏法律意

作者简介:

李文耀, 硕士, 助教, “海岛赤心·绿色石化”实践育人工作室成员; 研究方向: 思政教育;

文接力, 硕士, 助理研究员, “海岛赤心·绿色石化”实践育人工作室主持人; 研究方向: 思政教育;

余星增, 硕士, 助教, 研究方向: 思政教育;

李聪聪, 硕士, 助教, 研究方向: 思政教育。

识,“从心所欲”,对自身错误行为而产生的实际影响预判不当。在互联网和实际生活中知错而犯,即使是知道是错误的行为,认为是一件无关紧要的小事情,为了满足自身的心理情绪,而忽略无视对他人的侵害,继而在产生严重后果后悔不当初。

（三）法律信仰缺失

法律信仰,是指人们在社会法治环境下对法律现象及法律问题反应过程中所产生的法律信念^[8]。互联网时代下高校大学生对于互联网的认知存在部分偏差,认为互联网是一处自由之地,可以毫无顾忌的宣泄自身情绪。面对不同的法律案例,接触互联网的相关解读也都是各家所言,高校学生缺乏自身判断能力,只相信自己想相信的,认为自身敢于抗争权威,为“正义”发声,甚至产生过度行为。同时,一部分高校学生缺乏法治信仰,在接触一些案例后认为法律的服务是为某些特定人群“服务”,或者产生法不责众,先发声有利等错误认知,这对高校学生的法律素养提升起到了阻碍的作用。

（四）法律实践能力不足

法律能力是在知法、懂法、守法和用法基础上的外在体现。高校学生在互联网背景下有了一定基础的法律运用概念,但很多高校学生并没有太多的渠道和方式去进行法律实践^[9]。学生遇到实际法律问题时,难以通过合理的方式方法去保护个人权益,更难通过法律手段来维护自身和他人的权益。一是高校学生对于法律认知水平较低,知法、守法和用法能力较差,容易在互联网中无意间侵犯他人隐私权或者是用言语侵害他人权益。二是在产生权益纠纷甚至是被侵害时,一忍再忍,不了了之,用法能力差。高校学生是被消费套路的主要主体之一,被欺诈性消费甚至诈骗现象频频发生,主要原因就是不懂、不会运用法律手段来维护自身权益。三是高校学生护法能力较差,在目睹他人权益受到侵害时,敢于理性分析后站出来的较少,更多是视若无睹。

二、互联网时代高校学生法律素养缺失的原因分析

（一）互联网环境的负面影响

基于互联网信息爆炸的现实情况,高校学生难以在互联网中接触到正向的、正确的法律认知案例。一是众多媒体为谋取关注热点,在互联网信息存在真假掺杂的现象,在解读中夹带私货,这对高校学生的认知和判断产生了很大的影响^[7]。二是互联网法治体系仍需完善,近年来互联网治理能力不断加强,但高校学生对互联网相关管理条例不甚了解,大多数高校学生仍有“言论自由”和“出发点无罪论”的认知。

（二）家庭教育相对薄弱

家庭教育中法律教育相对薄弱。除生活日常及媒体互联网等法律案例外,法律教育在家庭教育中占比较低,高校学生仅能凭借家庭日常的经验结合互联网上得到的法律知识进行简单的整合,对于法律整体和条例的了解处于模糊认知阶段^[8]。

（三）学校教育内容有加强

高等教育的培养更多在于以德育人,专业知识的培养,在大思政课的统一培育下,培养高校学生健康正确的认知。高校关于

法律的宣讲大部分集中于国家安全和防诈骗宣讲,但是对于其他专业性的法律认知课程开设对于非法学专业较少,相关法律宣讲较少。而现在互联网的发展,法律的内容逐步丰富,互联网管理和治理愈发规范。大学生在高校生活中获取法律知识的途径相对单一有限,高校对于非法专业的学生法律知识和教育内容不完善不充分。

（四）个体认知存在偏差

不同主体的法律认知不同,高校学生的法律认知存在偏差。一是高校学生的关注点大部分集中在专业课和利于日后个人发展的项目上,自身对于法律教育本身的重要性认知不足,认为不违反法律底线就可以,大多数的高校学生对于法律只是模糊概念。二是高校学生理性看待和处理问题的能力不足,在互联网上容易盲目跟风,无意间成为“有心人”的水军,因无法判断客观事实而成为伤害他人权益的一份子,在无知中触碰法律^[9]。

三、互联网时代提升高校学生法律素养提升路径

（一）改善高校法制环境

改善高校法制环境有助于高校大学生的法律素养提升。一是应当依托于学校的各项章程条例和规范管理体系等显性制度环境,在校园生活中彰显法律的体现,用言传身教的方式,将生活中所需的法律运用经验无形中传递给高校学生。二是依法治校,校园在保护着高校学生,但不应是包容学生一味犯错的场所,依法治校,根据法律校规,公平公正的对待每一位学生,对树立法律信仰和和法律权威大有益处。

（二）规范高校上网行为

规范高校学生的上网行为有助于高校大学生的法律素养提升。形成网络群组规范,落实群组负责制,要倡导文明上网,理性上网。运用群组方式,理性分析当下法律时政热点,定期宣扬法律精神和法律维权案例,为提升高校学生的法律素养保驾护航。

（三）加强家校法律教育

加强家校法律教育有助于高校大学生的法律素养提升。法律教育的难点是高校教育与家庭教育的比例失衡。推进法律教育,一是要注意高校教育,通过校级校规,开展教育活动,做好警示教育 and 预防教育工作,引导学生规范自我行为,避免“不知法、不懂法、不守法”的行为出现;高校大学生法律素养需结合家庭法律教育和高校法律教育两方面。一是家庭法律教育融于日常生活,言传身教,以行事规范引导大学生对法律准绳有充足的了解;二是高校需完善并执行校规校纪,通过开展法律宣讲或处分公示经验教训会,奖惩规范促进大学生对法律的深刻认知;三是家校合力,沟通畅通,及时反馈学生日常状态,发现非正常的行为和意识萌芽,有效引导大学生提升法律素养。

（四）强化个体法律意识

除了家庭和学校要强化法律教育外,更重要的是高校学生对法律的认知和学习。个体的主观能动性对于提升法律素养的作用更大。在互联网的背景下,高校学生应当汲取互联网法律知识,

一是明确互联网的相关管理条例,文明上网,不触犯他人权利;二是对法律有基本的认知,清楚法律的界限,不因无知而触犯法律;三是厚植知法守法护法的情怀,明白如何运用法律手段维护自身和他人的法律权益^[10]。

（五）紧密联系理论与实践

提高高校学生的法律素养要从理论联合实践的方向着手。应试型和纯理论型学习的结果,必然导致高校学生面对实际法律问题时无所适从。^[4]在教育的过程当中,不应仅仅局限于理论教学,可以适当的借助社会力量,从理论学起,从实践做起,让理论指导实践,实践反作用于理论。借助新媒体平台和互联网平台,搭建教学场景,以小品、话剧等情景展示输出正确的法律价值观念,通过法律辩论赛和知识问答赛等活动将法律观念深入人心。教师通过可视化教学方法,在课堂上直接向同学们展示当地法院

的诉讼申报系统(包括小程序、App或公众号等)。^[5]活动有利于激发大学生的参与热情和宣讲动力,营造良好的法律学习氛围。这样高校学生在学习法律的过程当中才能深刻的领会到法治的意义。

四、结语

互联网时代中高校学生直面社会面,繁杂的信息会扭曲高校学生的法律认知,高校教育和家庭教育的法律教育部分薄弱。高校学生的法律素养提升需要个人、学校和家庭三方合力。将学习与生活融合,主动学习和被动教育相结合,通过实践和理论的相互印证,促进高校学生的知法律、懂法律、用法律,有效提升高校学生的法律素养水平。

参考文献

[1] 牟晓艳,梁延.区块链背景下大学生媒体素养提升的路径探究[J].鲁东大学学报(哲学社会科学版),2021,38(03):63-67.
[2] 赵洋.大学生法律素养提升策略研究[J].法制博览,2021,(10):191-192.
[3] 李秀华.大学生法律素养提升路径研究[J].法制与社会,2021,(01):159-160.
[4] 王巍欣.浅谈高校大学生法律素养的现状的提升途径[J].教育教学论坛,2020,(51):131-132.
[5] 丁杰.新时代背景下大学生法律素养提升路径探析[J].现代交际,2020,(18):136-138.
[6] 鲁玉婷.高校学生法律素养提升策略研究[J].科技资讯,2022,18(15):227+229.
[7] 滕召青.全面提升青年大学生法律素养的思考[J].法制博览,2023,(20):265-266.
[8] 张悦.新媒体语境下大学生法律素养提升研究[D].齐齐哈尔大学,2022.
[9] 欧阳婧.微时代背景下提升高校大学生法律素养的实践教学路径探析[J].时代报告,2021,(06):128-129.
[10] 李丽莉."互联网+"时代大学生法律素养的探究[J].科技资讯,2022,17(08):226+228.

磁性摩擦纳米发电机的构筑及其能量收集与传感应用

王玺

兰州文理学院, 甘肃 兰州 730000

DOI: 10.61369/TACS.2025050055

摘 要 : 磁性摩擦纳米发电机作为一种新兴的能源转换设备, 具备高效率、低成本以及可大规模应用等优势, 为自驱动传感系统、微电子设备和可穿戴设备等领域提供了全新的能源解决方案。本文深入阐述了磁性摩擦纳米发电机的构筑方式, 详细探讨了其在能量收集与传感应用方面的巨大潜力, 同时对该领域的未来发展趋势进行了展望。

关 键 词 : 磁性摩擦纳米发电机; 构筑; 能量收集; 传感应用

Construction of Magnetic Triboelectric Nanogenerator and Its Energy Harvesting and Sensing Applications

Wang Xi

School of Electronics and Communication Engineering, Lanzhou University of Arts and Science, Lanzhou, Gansu 730000

Abstract : As an emerging energy conversion device, magnetic triboelectric nanogenerators have the advantages of high efficiency, low cost and large-scale application, providing new energy solutions for fields such as self-driven sensing systems, microelectronic devices and wearable devices. This paper deeply expounds the construction methods of magnetic triboelectric nanogenerators, discusses in detail their great potential in energy harvesting and sensing applications, and prospects the future development trends in this field.

Keywords : magnetic triboelectric nanogenerator; construction; energy harvesting; sensing application

随着物联网技术的兴起以及各种便携式电子装置的日益普及, 对能源的绿色、微型化需求也愈发强烈, 传统电池能量获取寿命短、更换成本高、环保压力大, 难以满足未来能源需求^[1]。摩擦纳米发电机作为一种将机械能有效转化成电能的微纳新型器件, 由于具有价格低廉、高效化、低频乱杂能收集的优势, 成了环境能源获取研究的热点。作为摩擦纳米发电机的一个重要成员, 磁摩擦纳米发电机以磁性材料和磁性结构为突破点, 延展了摩擦纳米发电机的应用范围和发展优势, 在能量收集、传感器等多个领域具有巨大的应用前景^[2]。

一、磁性摩擦纳米发电机的构筑

(一) 材料选择

1. 摩擦材料

摩擦材料应具备良好的摩擦特性和耐磨性, 以确保在长期使用过程中能够稳定地产生摩擦电荷。常见的摩擦材料包括聚合物材料、金属氧化物以及一些具有特殊表面结构的纳米材料。例如, PVDF 具有较高的压电常数和良好的柔韧性, 适合用于制备摩擦纳米发电机的摩擦层; PA66 则具有较好的耐磨性和化学稳定性, 可作为正摩擦电层材料^[3]。

2. 磁性材料

磁性摩擦纳米发电机选择的磁性材料会极大地影响磁性摩擦纳米发电机的整体性能。理想的磁性材料须具备高磁导率、小磁滞损耗和高耐磨性的特征, 如铁、钴、镍及其合金类磁性氧化物

等均可作为磁性摩擦纳米发电机用的磁性材料^[4]。

(二) 结构设计

合理的结构设计是实际应用中提升磁性摩擦纳米发电机能量转换效率的重要因素之一, 常用结构设计类型有双面结构(或更多面结构)、磁浮结构等^[5]。

1. 双层或多层结构

不同摩擦材料与不同磁性材料互层成双层或多层结构可以有效提升摩擦界面面积, 提高电荷产生和分离的效率。以 PVDF/磁性高熵合金复合纤维膜为负摩擦电层, PA66 纳米纤维膜为正摩擦电层, 中间层为 Al 电极, 这种垂直接触-分离模式的摩擦纳米发电机可以有效提高电学输出性能。

2. 磁悬浮结构

磁悬浮结构是磁辅助摩擦纳米发电机中一种典型的结构形式。在这种结构中, TENG 可简化为刚度和质量的机械动力系

统,利用磁体之间的非接触性、非线性电阻特性,使磁体充当系统刚度,从而增强系统性能,减小摩擦阻力,提高环境恢复能力,实现非接触式力传递,促进复杂的机械动作,同时保持与混合电摩擦发电机(HETG)所需磁场的兼容^[9]。

(三) 制备工艺

1. 微纳加工技术

如光刻、电镀、刻蚀等微纳加工技术可以加工得到任意设计的、微米尺度结构,进行材料的纳米级别加工、组装。例如可采用光刻技术制得具有图案的电极及摩擦层结构,采用电镀技术将具有导电性的金属层镀在电极表面,增强电极的导电性。

2. 静电纺丝技术

静电纺丝技术是一种制备纳米纤维的有效方法,可用于制备磁性纳米复合材料纤维膜。例如,青岛大学龙云泽教授课题组采用静电纺丝技术制备了PVDF/磁性高熵合金(HEA)复合纳米纤维膜和PA66纳米纤维膜,分别作为摩擦纳米发电机的负摩擦电层和正摩擦电层,该方法制备的纤维膜具有较大的比表面积和良好的摩擦性能。

3. 溶液旋涂技术

溶液旋涂法是指把溶液涂布到基底表面,再通过加热或蒸发等方法去除溶剂获得的均匀薄膜。溶液旋涂法适用于制作摩擦纳米发电机绝缘层或摩擦层,可以控制溶液浓度、旋涂速度来调节薄膜的厚度和平整度^[7]。

二、磁性摩擦纳米发电机的能量收集应用

(一) 自驱动传感系统

磁摩擦纳米发电机可以作为自驱动传感系统的动力来源,给系统中的传感器及信号处理电路提供能量。如将磁摩擦纳米发电机与温度传感器、压力传感器集成,当受外界环境的影响而发生机械变化或振动时(受热、压力),其驱动磁摩擦纳米发电机发电,从而为传感器自身以及传感器的信号传输处理提供能量,实现对环境参数的及时、稳定检测感知,不使用额外的电池电源提供能量,使系统更加自主可靠。

(二) 微电子设备

磁性摩擦纳米发电机的微型化、轻量化特性适合为一些微型传感器、无线通信等低功耗、小型化系统供电。例如,在一些微型无线传感器网络中,可在每个传感器节点中集成磁性摩擦纳米发电机,利用环境振动能或机械能,如人体运动、车辆行驶产生的振动,为传感器节点供电,从而增加传感器节点的工作时间,减少更换电池的频率与成本。

(三) 可穿戴设备

可穿戴设备的快速发展对其能源供应提出了更高的要求。磁性摩擦纳米发电机可以作为可穿戴设备的能量收集器,将人体运动产生的机械能转化为电能,为可穿戴设备中的传感器(如加速度传感器、心率传感器等)、显示屏、蓝牙模块等提供电力。例如,将磁性摩擦纳米发电机集成到衣服、鞋子或手环等可穿戴设备中,当人体进行行走、跑步、挥手等动作时,发电机能够捕获

这些机械能并转化为电能,实现可穿戴设备的自供电,提高其便携性和使用便利性。

(四) 微型机器人和无人机

磁性摩擦纳米发电机能为微小型机器人及无人机供应额外的电能,提升微小型机器人及无人机续航工作时间。在微小型机器人应用中,将磁性摩擦纳米发电机与机器人运动部件组合,如机器人腿、轮等,使机器人运动产生摩擦电效应,通过磁性摩擦纳米发电机将机械能转化为电能,从而为机器人的电机、控制器等部件供电。无人机应用中,可利用磁性摩擦纳米发电机利用风力、空气流动等自然力,通过一定的结构设计(如将发电机放置于无人机的机翼或尾部)使风力、空气流动等机械能产生摩擦电效应,为无人机的电子系统提供备用功率,节省电能电池储备,从而提升无人机续航能力^[8]。

三、磁性摩擦纳米发电机的传感应用

(一) 物理量传感

1. 温度传感

利用磁摩擦纳米发电机与温度敏感材料的耦合效应可实现温度检测。如一些具有热膨胀性能的材料当环境温度变化时,体积会发生相应的变化,带动磁摩擦纳米发电机摩擦层或磁性层的相对运动,输出摩擦电荷,得到相应的电信号,通过测量电信号的变化值就可获得温度的变化信息。同时也可以利用磁性材料的磁性随温度变化的特性,设计磁摩擦纳米发电机作为温度传感器使用,当温度变化时,磁材料的磁导率、矫顽力等参数随之发生变化,进而改变磁摩擦纳米发电机的输出性能,实现温度监控。

2. 压力传感

压力传感:磁性摩擦纳米发电机对压力相对敏感,利用受力时摩擦层之间的接触面积与压力分布差异,引发摩擦电荷的产生与分离发生变化,因而改变了发电机的输出电压和电流,从而实现感知输出电信号大小的变化,进而精确地感知压力的大小与变化情况。比如,在智能鞋垫中利用磁性摩擦纳米发电机感知人体行走时脚底受到的压力分布情况,为运动健康监测、康复治疗等提供数据支撑;在轮胎压力监测系统中利用磁性摩擦纳米发电机监测轮胎内压力大小的变化,保障行车安全。

3. 位移和速度传感

由于磁摩擦纳米发电机的输出与运动位移及速度之间存在相关性,可通过设计磁摩擦纳米发电机结构和输出信号处理电路等方法,获得运动位移大小及方向、运动速度的快慢等信息。例如,在一些精密机械加工设备中,在运动部件上粘贴磁摩擦纳米发电机,可对部件位移和速度的大小及方向进行实时测量,进而实现加工过程的精确控制。

(二) 生物医学传感

1. 生命体征监测

磁性摩擦纳米发电机可以与生物传感器相结合,对生物信号进行实时测量并记录,用于生命体征监测。如将其与心电图仪相结合,人体心脏跳动时会产生微弱的机械振动和生物电信号,磁

性摩擦纳米发电机可以将其机械能转化为电能为心电图仪工作提供能量，同时可以通过监测发电机的输出信号的变化间接反映出心脏跳动的频率、节律等信息；将其与血压计相结合，可根据手臂血压变化时所产生的机械压力变化驱动发电机发电，监测血压的实时变化；此外，还可以将磁性摩擦纳米发电机应用于呼吸、体温监测等，为医疗保健提供方便快捷、实时的生命体征监测。

2. 生物分子检测

将磁性摩擦纳米发电机和生物识别元件（如抗体、核酸适体等）相集成，即可构成自供电的生物分子传感器系统。生物分子特异性结合生物识别元件会使体系的物理、化学性质发生变化，引发磁性摩擦纳米发电机输出信号发生变换。通过对信号的分析与检测便可进行生物分子的定性和定量分析。比如疾病诊断中，便可通过这一方法检测血液中的某些蛋白质、病毒核酸等生物标志物，为疾病的早期诊断、治疗提供依据^[9]。

（三）环境监测

1. 风速和风向监测

将磁性摩擦纳米发电机与风速传感器、风向传感器相结合，可以获得实时监测的风速和风向信息，例如基于磁悬浮结构的磁性摩擦纳米发电机当风通过发电机时，通过转动带动发电机磁体发生振动，激发电荷，产生摩擦电，输出电信号，通过电信号的大小来判断风速的大小，通过在不同方向安置发电机，由各发电机构件产生的电信号的差别来确定风向，基于磁性摩擦纳米发电机的自供电风速、风向监测器可以运用于风力发电场及气象观测场等，为环境观测，风能利用提供数据参考。

2. 湿度监测

磁性摩擦纳米发电机也可用于湿度传感。由于某些材料在湿度改变时表面性质会发生改变，如表面电阻、亲水性等。将这些湿度敏感材料与磁性摩擦纳米发电机相结合，当外界湿度发生改

变时，湿度敏感材料的性质发生变化，影响摩擦层间电荷的产生和分离，致使发电机输出信号发生变化。检测输出信号变化，实现对湿度的实时监测^[10]。

在构筑方面，采用静电纺丝技术制备的 PVDF/ 磁性高熵合金复合纳米纤维膜与 PA66 纳米纤维膜作为摩擦层，结合磁悬浮结构设计的磁性摩擦纳米发电机，已在实际场景中发挥作用。在能量收集上，将其集成于运动鞋底，能把人体行走时的机械能转化为电能，为鞋内嵌入式定位芯片和压力传感器供电，续航稳定且无需频繁更换电源。

在传感应用中，基于该发电机的智能床垫可通过压力传感实时监测人体翻身动作，利用温度传感感知体表温度变化，数据经处理后能为睡眠质量分析提供依据。此外，将其用于管道监测，借助位移传感可精准捕捉管道微小形变，为设备安全运行提供保障，充分展现了其在构筑与应用上的协同优势。

四、结论

磁性摩擦纳米发电机作为一种新兴的能源转换设备，以其独特的构筑方式和优异的性能，在能量收集与传感应用方面展现出了巨大的潜力。其能够有效地将环境中的机械能转化为电能，为自驱动传感系统、微电子设备、可穿戴设备等提供可持续的能源供应，同时还可以与各种传感器集成，实现对物理量、生物医学信号和环境参数的实时监测和感知。未来，随着纳米技术、材料科学和微纳加工技术的不断发展，磁性摩擦纳米发电机的性能将得到进一步提升。同时，随着人们对可持续能源和智能化传感系统的需求不断增加，磁性摩擦纳米发电机将在更多领域得到广泛应用，为人类社会的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

[1] 王幸尊, 张曙林, 金欣, 等. 掺杂对导电聚合物基直流纳米发电机输出性能优化的研究进展 [J]. 化工新型材料, 2024, 53(02): 7–12+20.
[2] 鲍艳, 朱孝锋, 高璐, 等. 摩擦纳米发电机输出性能提升策略的研究进展 [J]. 复合材料学报, 2024, 42(06): 2958–2970.
[3] 杨甲一. 基于摩擦纳米发电机的柔性自供电传感器研究 [D]. 北京交通大学, 2024.
[4] 项会景. 磁性摩擦纳米发电机的构筑及其能量收集与传感应用 [D]. 北京科技大学, 2024.
[5] 郑昊. 磁性液体摩擦—电磁复合式能量收集器设计研究 [D]. 河北科技大学, 2024.
[6] 严熠萌, 李彬, 齐宝亮, 等. 基于 NiFe2O4/BaTiO3 复合摩擦材料的输出性能 [J]. 上海工程技术大学学报, 2023, 37(04): 359–362.
[7] 杨晓锐, 郑昊, 龙辉, 等. 磁性液体摩擦—电磁复合能量收集器的机电耦合机制研究 [J]. 中国电机工程学报, 2024, 44(11): 4406–4417.
[8] 王墨. 摩擦纳米发电机的输出能量优化及高效能量管理 [D]. 重庆大学, 2023.
[9] 金旭. 基于摩擦纳米发电机的热能采集与传感装置 [D]. 广西大学, 2022.
[10] 张皓钧. PVC 基摩擦纳米发电机的构建及其在防腐中的应用研究 [D]. 兰州理工大学, 2021.

基于 Chat BI 赋能的通信行业项目数据分析优化路径

孟琳琳, 王伟华, 张少华, 吴景辉

中国联合网络通信有限公司软件研究院, 北京 100032

DOI: 10.61369/TACS.2025050001

摘 要 : 文章旨在通过 Chat BI 赋能, 有效解决通信行业项目因重复测试导致的成本过高、数据应用延迟问题。研究期间, 探索 Chat BI 赋能通信行业项目数据分析的优化路径, 在指出行业重复试错三大成因后, 构建 Chat BI 在顶层设计、全流程管理、数据治理、智能稽核四个维度的应用框架, 最终有效突破数据壁垒, 实现通信行业数据的秒级处理与深层价值挖掘, 让试错成本降低 30% 以上, 有效缩短决策周期。

关 键 词 : Chat BI; 通信行业项目; 顶层设计; 深层治理

The Optimization Path for Data Analysis of Communication Industry Projects Empowered by Chat BI

Meng Linlin, Wang Weihua, Zhang Shaohua, Wu Jinghui

Chinaunicom Software Institute, Beijing 100032

Abstract : The article aims to empower through Chat BI to effectively solve the problems of excessively high costs and delayed data application caused by repetitive testing in communication industry projects. During the research period, we explored the optimization path for Chat BI to empower data analysis in communication industry projects. After pointing out the three major causes of repeated trial and error in the industry, we constructed an application framework for Chat BI in four dimensions: top-level design, full-process management, data governance, and intelligent auditing. Ultimately, this effectively broke through data barriers and enabled the communication industry to achieve second-level data processing and deep value mining. Reduce the cost of trial and error by more than 30% and effectively shorten the decision-making cycle.

Keywords : Chat BI; communication industry project; top-level design; deep governance

引言

通信项目数据高度复杂, 且有着动态变化特征, 传统的分析模式会因频繁试错导致数据应用的延迟, 同时会消耗大量的时间成本、人力成本, 难以适应业务快速迭代提出的需求。Chat BI 可以通过自然语言交互实现数据的分析流程简化, 对多场景数据查询进行快速响应, 缩短验证的周期, 减少试错成本, 对于通信行业项目响应《“十四五”大数据产业发展规划》提出的“数据驱动业务创新要求”可起到显著推动, 进而为行业的数字化转型提供数据支撑, 助力业务创新与成本优化双重目标的实现。

一、通信行业项目“重复试错”问题要因分析

通信行业项目因重复试错会导致消耗大量人力成本、时间成本, 并导致数据应用的延迟。导致这一问题的要因, 集中于评价维度单一、策略协同碎片化以及经验依赖惯性化。如图 1:

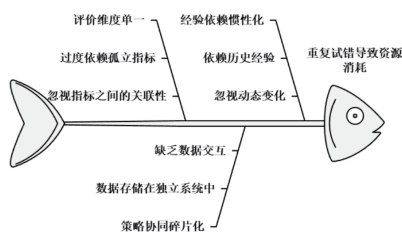


图 1 通信行业项目“重复试错”问题要因

如图 1, 评价维度单一问题下, 以往通信行业项目数据分析期间, 经常过度依赖孤立指标开展机械性解读, 例如对通信项目, 仅以“网络拥塞率”来评估基站优化效果, 或是仅凭“用户流失量”来判断套餐的市场竞争力。这种单一的评价维度, 忽视了指标之间的关联性, 导致分析结果极易陷入“片面性”泥潭, 导致项目策略在实施中需要反复修正, 从而形成“试错→修正→再试错→再修正……”的恶性循环^[1]。

策略协同碎片化问题下, 通信项目通常涉及用户、网络、市场等多维度数据。传统分析模式下, 各模块数据存储在独立系统中, 例如, 基站性能数据同用户消费行为数据往往难以实现互通。在无法挖掘数据交互潜在规则背景下, 通信运营商需要频繁地进行套餐或是扩容基站调整, 从而增加试错频率、提高资源的

作者简介: 孟琳琳 (1985.10—), 女, 汉族, 河北保定人, 硕士研究生, 高级工程师, 主要研究方向: 大数据、人工智能, 身份证号码: 130636198510051743。

消耗。

经验依赖惯性化问题下，通信行业项目的决策经常依赖资深工程师以及管理者的历史经验。例如，管理者会依据过往的网络建设周期进行新项目进度的预估。经验惯性，将导致数据分析期间忽略业务环境的动态变化，继而导致项目测试阶段频繁出现各种误差、问题，运营公司需要通过频繁试错逐一调整问题^[2]。

二、Chat BI 赋能通信行业项目数据分析的优势

基于 Chat BI 赋能通信行业项目数据分析，其优势可体现在突破数据壁垒、数据秒级处理以及数据价值的深层挖掘

（一）突破数据壁垒，提升决策效率

Chat BI 可以利用自然语言交互以及跨系统数据整合技术，有效打破通信行业项目中的网络运维、市场营收、用户行为等数据孤岛状态。Chat BI 内置的语义解析模块，能够将业务问题向多元数据查询指令自动转化，从而实现基站性能数据、用户投诉记录等关键数据的实时关联分析，确保数据处理决策链环节可基于统一的“数据基底”协同推进开展工作。

（二）数据秒级处理，提升分析工作实时性

Chat BI 所搭载的分布式计算引擎，能够实现 BP 级通信项目数据的并行处理，对于动态变化的网络指标如带宽利用率、信号覆盖强度可实现秒级的分析与更新，有效解决应用延迟问题，让项目团队可在网络负荷突变、用户需求变动等多样化场景下实现资源的快速调整，减少因响应滞后带来的业务损失、试错成本。

（三）挖掘数据深层价值，锚定关键因素

Chat BI 会基于机器学习算法构建通信项目数据的“隐性关联模型”，对于传统分析极易忽略的关键影响因素实现自动识别，例如对于 5G 基站部署项目，系统可以从地形特征、用户密度、信号干扰等多维数据内挖掘出“每海拔升高 100m 对于信号穿透损耗的非线性影响”等一系列深层次规律，并利用自然语言生成可解式的分析结果，有效避免关键因素遗漏可能造成的策略试错，让资源投入精准度全面提高^[3]。

三、通信行业项目中 Chat BI 赋能的数据分析路径

面向通信行业项目的 Chat BI 赋能，可能切入点聚焦于大数据驱动顶层设计、全流程数字化管理、数据深层治理以及智能稽核。

（一）基于 Chat BI 强化大数据驱动顶层设计

强化大数据驱动顶层设计，旨在打造“战略规划→系统建设→数据治理→智能运营”四位一体的管理体系，落实通信项目全链路的数据驱动。

第一，在战略规划阶段，利用 Chat BI 将企业战略目标例如“5G 网络市场占有率提升到 60%”拆解为可量化的指标，如。5G 基站覆盖密度、5G 终端连接率、5G 行业应用渗透率、5G 用户渗透率等。业务人员方面，以“达成该目标需要增进多少基站建设”为问题输入 Chat BI，系统自动关联区域人口密度、现有基站

设备的覆盖率等数据，动态生成资源配置模型，输出分年度建设计划以及具体的资金需求测算结果。

第二，系统建设环节，利用 Chat BI 跨平台数据接口，实时调取各个部门系统开发实际进度信息，如“核心网与基站部署的匹配度”等。随后，利用“检测硬件采购与软件开发进度偏差”等指令，对协同断点自动识别，同时推送调整建议，减少项目推进期间系统异构所导致的数据误差。

第三，数据治理层面，基于 Chat BI 搭载的智能清洗引擎，无需人员输入代码，利用筛选近 3 个月高质量指令数据命令完成异常值的修订。例如，基于数据命令的输入，有效剔除基站流量瞬时负值，并且同步生成数据质量评分卡，包含数据的一致性、完整性指标。

第四，智能运行阶段的数据分析，第一聚焦于项目的价值量化，例如基于 Chat BI 分析单基站投入产出比。第二，分析行业策略的升维，例如套餐资费同用户流失率的关联。第三，开展用户价值深耕，分析高价值用户画像，形成项目的闭环管理^[4]。表 1 为基于 Chat BI 大数据驱动顶层设计的技术参数表：

表 1 大数据驱动顶层设计的技术参数表

序列	技术模块	核心功能	性能指标
1	语义解析模块	自然语言转数据查询指令	解析准确率≥95%
2	跨系统整合接口	多源数据实时调取	数据同步延迟≤10s
3	智能清洗引擎	异常值识别与修正	数据质量提升效率≥60%
4	动态测算模型	战略目标量化拆解	方案生成时间≤5min

（二）打造基于 Chat BI 的全流程数字化管理平台

打造于 Chat BI 的全流程数字化管理平台，旨在有效整合项目测算、合同管理、成本分摊、项目报账 4 个子系统，推动管理模式从“经验驱动”向“数据驱动”升级，让各个环节均实现自然语言交互与智能分析。

其一，在项目测算子系统中，基于 Chat BI 赋能，业务人员输入“测算 XX 区域 5 个 5G 基站成本回收期”。此刻，系统会自动调取设备采购价格、土地租赁资金等数据，采取动态公式来生成“乐观情景”“保守情景”下的回收周期比表，并标注“设备价格波动敏感度”等一系列关键参数。其二，针对合同管理子系统，可利用 OCR 扫描来识别纸质合同条款，将条款转化为结构化数据，支持项目管理者查询近半年逾期设备合同等指令，并同供应商的信用评分实时关联，实现供应商违约预警风险。其三，针对成本分摊子系统，Chat BI 系统可预设按照用户数、业务量等分摊的规则。业务人员可以“分摊 XX 光缆成本到 3 个基站”等类型指令，利用 Chat BI 自动调用基站流量数据计算比例，并生成明细的报表。同时，可采取面向 Chat BI 的多人协同提问模式，例如提出“调整反弹权重对部门成本的影响”这一问题，系统会动态展示结果变化。其四，对于项目报账子系统，可通过发票拍照识别进行金额、合同预算匹配性的自动校验。例如，校验“差旅费是否超出预算 15%”。同时，系统支持统计 Q3 维护类报销占比等查询，并为管理者生成费用趋势图^[5]。

（三）以 Chat BI 推进数据深层治理

利用 Chat BI 推进数据深层治理，旨在利用 Chat BI 构建“全

生命周期数据治理闭环”，让通信项目从采集、数据清洗再到数据应用实现全过程智能化管控，从源头减少因数据质量所导致的决策试错，该功能实现逻辑如图2：

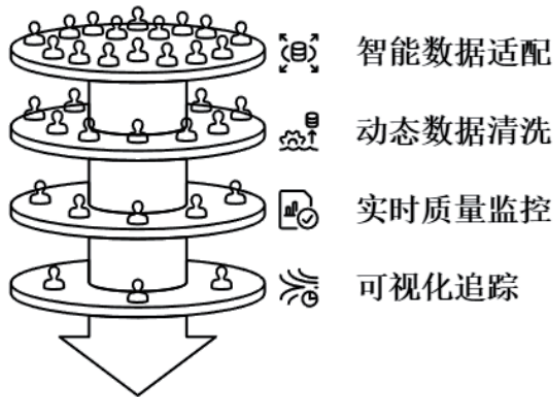


图2 以 Chat BI 推进数据深层治理的逻辑

第一步，全量数据采集与智能化适配。面向通信项目涉及的网络运维、财务成本、用户行为等多元数据，利 Chat BI 搭载的“多协议数据接入引擎”，同时支持 MQTT、TCP/IP 等12种主流传输协议，并自动识别不同系统下的数据格式，如非结构化的用户投诉语音转写文本、结构化的基站数据表。业务人员可通过自然语言指令，例如输入“采集某基站近24h之内，信令数据同周边用户流量的使用记录”，命令输入后，系统可在10s内完成跨系统数据采集，并给出可视化结果，避免人工对接模式导致的数据遗漏问题，有效打破数据孤岛^[6]。

第二步，数据动态清洗与标准化处理。Chat BI 内置“规则引擎+机器学习”双驱动清洗模块。通信项目实施阶段，可围绕基站编号格式、流量数值范围等信息进行基础校验规则设置，同时有效剔除异常值，如瞬时流量负值、用户年龄>100岁等信息^[7]。

在基于历史3年数据进行异常检测模型训练，可快速识别隐性异常数据，如某区域用户 ARPU（每用户平均收入）值突增300%且无合理业务支撑。该技术下，业务人员无需编写清洗脚本，便可通过指令“保留近3个月信令数据中的波动幅值<5%样本”，让系统在5min之内完成数据清洗，提升数据准确率到99%以上^[8]。

第三步，数据质量实时监控与预警。利用 Chat BI 打造“三维质量评估体系”，从数据的“完整性、一致性、时效性”三个维度实时生成质量评分卡，完整性指向数据字段缺失率，一致性指向跨系统数据匹配度，时效性指向数据更新延迟。当某一个数据低于80分，则 Chat BI 自动推送预警，如“某区域基站数据完整性降至75%，缺失“天线倾角”字段”，同时附带修复建议。通信项目实施阶段，业务人员可通过“查询近一周财务数据与项目数据一致性偏差”指令，快速获取偏差明细以及对影响范围的评估，让项目提前规避因数据不一致导致的策略试错^[9]。

第四步，可视化追踪。完成全量数据采集、动态清洗与标准化处理，数据质量监督与预警基础上，可基 Chat BI 生成“数据治理全链路图谱记录”，每一笔数据的采集时间、具体清洗规则、质量检验结果、具体应用场景均会直接展示^[10]。

四、结束语

综上所述，本次研究以 Chat BI 赋能，打造了通信项目数据分析的全新技术路径，通过突破数据孤岛、强化数据实时处理、深化治理以及智能稽核，有效解决了重复试错所带来的核心痛点。未来，通信行业可进一步拓展多模态数据融合的能力，探讨如何提升 Chat BI 在复杂场景下的语义解析精度，并探索如何与5G专网、AIoT等技术实现协同，打造更具有动态性的数据分析体系，为通信行业数字化转型、升级提供方法论的创新以及技术支撑。

参考文献

- [1] 郭琪. 基于大数据下移动通信网络优化的思考 [J]. 中国新通信 .2023, 25(1).
- [2] 覃光文. 大数据分析在移动通信网络优化中的应用 [J]. 数字通信世界 .2022, (3).
- [3] 朱云乐. 移动通信网络优化中数据挖掘技术的应用分析 [J]. 电子元器件与信息技术 .2021, (7).
- [4] 刘海峰, 解国强, 边泽楠. 基于人工智能技能技术的通信数据处理系统 [J]. 通信电源技术, 2024, 41(19): 140-142.
- [5] 赵晖, 郑思源. NeRF 在通信行业的应用研究 [J]. 信息通信技术与政策, 2024, 50(12): 37-41.
- [6] 杜峰. 人工智能成 MWC2024 焦点为通信行业注入新活力 [N]. 通信信息报, 2024-02-28(003).
- [7] 何灯, 张雪媛. 大数据分析在移动通信网络优化中的应用研究 [J]. 信息记录材料 .2021, (3).
- [8] 戴响, 徐威. 基于大数据的移动通信网络优化现状与改进措施研究 [J]. 科技创新与应用 .2019, (35).
- [9] 卢建辉. 探究移动通信网络中大数据处理的关键技术 [J]. 数字通讯世界 .2018-06-08-2 (82, 123).
- [10] 欧阳志建. 大数据技术在移动通信网络优化中的应用探究 [J]. 电子元器件与信息技术 .2024-11-25-3 (139-141).

通信工程运维技术管理探讨：基于 OTDR 数据与网络拓扑图联动的故障定位及协同抢修机制

叶孝杰

身份证号：210623198708013839

DOI: 10.61369/TACS.2025050011

摘 要： 阐述 OTDR 测试波形与光纤链路质量关联，介绍 OTDR 局限及相关解决方法，包括拓扑发现、GIS 呈现、跨系统融合等技术，还涉及故障定位模型、系统软件架构、告警分析等内容，通过案例说明应用效果，强调其创新价值与应用前景

关 键 词： OTDR；拓扑图；故障定位

Discussion on Operation and Maintenance Technology Management of Communication Engineering: Fault Location and Collaborative Repair Mechanism Based on OTDR Data and Network Topology Diagram

Ye Xiaojie

ID: 210623198708013839

Abstract： This paper explores the correlation between OTDR test waveforms and fiber optic link quality, while addressing limitations of OTDR systems and proposing solutions including topology discovery, GIS visualization, cross-system integration technologies, along with fault location models, system architecture design, and alarm analysis. Case studies demonstrate practical applications, highlighting the innovative value and promising future of these technologies.

Keywords： OTDR; topology diagram; fault location

引言

随着通信技术的不断发展，保障通信工程的稳定运行至关重要。2020年我国发布的《中国通信标准化协会标准体系建设发展规划（2020 - 2022年）》强调了提升通信网络运维质量的重要性。在此背景下，OTDR 测试波形特征与光纤链路质量的紧密关联成为研究热点。同时，独立 OTDR 检测在复杂网络环境下存在局限，促使基于 SNMP/Netconf 协议的拓扑发现方法及基于 GIS 系统的网络资源立体呈现技术等不断发展，以实现高效故障定位及协同抢修，构建完善的质量评估体系与协同抢修机制成为必然需求。

一、OTDR 技术原理与故障定位机制优化

（一）OTDR 数据特征分析与建模方法

OTDR 测试波形特征与光纤链路质量存在紧密关联性。光纤链路中的连接点、断点等会在 OTDR 测试波形上呈现出特定的反射峰、损耗台阶等特征。通过对大量测试波形的分析，可以总结出不同链路质量状况下的波形规律。基于这些规律，能够建立反射事件自动识别算法，利用算法对测试波形进行智能分析，快速准确地识别出反射事件所对应的光纤链路位置及性质。同时，由于测试环境等因素影响，OTDR 测试数据可能存在偏差。为提高故障定位准确性，需构建测试数据偏差补偿模型。该模型通过对

已知标准链路的测试数据进行学习和分析，建立起偏差补偿的数学关系，从而对实际测试数据进行修正，为后续的故障定位和分析提供更可靠的数据基础^[1]。

（二）传统定位方法的技术瓶颈

独立 OTDR 检测在复杂网络环境下存在诸多局限。在无拓扑信息时，故障点误判率较高，由于缺乏网络整体结构信息，OTDR 可能将反射信号误判为故障点，导致定位不准确^[2]。同时，定位时延问题也较为突出。复杂网络中，需要对大量数据进行分析处理，OTDR 自身检测及分析算法的局限性，使得获取准确结果的时间增加。而且，在面对多条链路和多个节点的复杂情况时，无法快速确定故障所在的具体链路和节点位置，进一步影响了故障定位的效率和准确性。

二、网络拓扑图智能构建与实时更新技术

（一）拓扑数据采集与校验机制

基于 SNMP/Netconf 协议的拓扑发现方法，可有效采集网络拓扑数据。SNMP 协议通过管理信息库（MIB）获取设备信息及连接关系，Netconf 协议则利用 XML 编码进行网络配置和状态数据的获取^[3]。对于采集到的数据，需进行校验。多源数据校核算法通过对比不同数据源的数据，去除冗余和错误信息。例如，对来自不同采集点的同一设备连接信息进行比对，若存在差异，则依据一定规则判断正确数据。拓扑动态更新触发条件设置至关重要。当设备增减、连接关系改变或设备状态变化时，应触发拓扑更新。通过合理设置这些条件，确保网络拓扑图能实时准确反映网络实际情况。

（二）拓扑信息三维可视化建模

基于 GIS 系统的网络资源立体呈现技术，是网络拓扑图智能构建的关键。通过该技术，可将网络中的各类资源以三维立体的形式呈现出来，使运维人员能更直观地了解网络结构^[4]。同时，建立设备逻辑连接与物理路由的映射规则至关重要。这一规则能够准确地反映设备之间的连接关系，无论是在逻辑层面还是物理层面，为拓扑信息的准确呈现提供依据。在此基础上，开发支持多维度检索的拓扑信息模型。该模型允许从不同角度对拓扑信息进行检索，提高了信息获取的效率和准确性，进一步完善了网络拓扑图智能构建与实时更新技术。

三、OTDR 与拓扑图联动机理研究

（一）跨系统数据融合策略

1. 时间 - 空间维度同步机制

在 OTDR 与拓扑图联动机理研究的跨系统数据融合策略中，时间 - 空间维度同步机制至关重要。设计基于时间戳校准的拓扑状态冻结技术，能够确保在特定时间点获取准确的拓扑状态信息^[5]。通过对时间戳的精确校准，实现不同系统间数据在时间维度上的同步。同时，研究光纤路由与 OTDR 采样点的空间坐标映射算法，建立起空间维度上的关联。这一算法可以将 OTDR 所获取的采样点信息准确地映射到光纤路由的空间坐标上，从而实现空间维度的同步。通过时间 - 空间维度同步机制，为 OTDR 与拓扑图的有效联动提供了基础，有助于提高故障定位及协同抢修的效率。

2. 故障定界算法优化

为实现高效故障定位，开发拓扑加权故障概率计算模型。综合考虑网络拓扑结构及各节点特性，赋予不同权重，更精准计算故障概率^[6]。同时，研究基于动态规划的最优检测路径选择算法。通过分析网络状态与潜在故障点分布，动态规划检测路径，减少检测时间与资源消耗。此外，提出冗余检测点排除机制。识别并排除对故障定位贡献较小的检测点，提高算法效率与准确性。这些方法相互配合，优化故障定界算法，提升通信工程运维效率。

（二）智能诊断系统架构设计

1. 系统功能模块设计

系统软件架构主要包含数据预处理模块、故障特征库模块以

及智能推理引擎模块。数据预处理模块对 OTDR 采集的数据进行清洗、去噪等操作，提高数据质量，为后续分析提供可靠基础^[7]。故障特征库模块负责存储各类故障的特征信息，这些特征信息是通过大量历史故障数据进行分析 and 总结得到的。智能推理引擎模块则是整个系统的核心，它根据数据预处理模块提供的数据以及故障特征库中的特征信息，运用智能算法进行故障诊断和推理。各模块之间通过特定的接口协议进行数据交互，例如，数据预处理模块将处理后的数据传输给智能推理引擎模块，智能推理引擎模块在诊断过程中可能会从故障特征库模块中获取相关故障特征信息，以提高诊断的准确性和效率。

2. 实时告警关联分析

在实时告警关联分析中，研究基于 Kafka 流处理技术的告警关联规则引擎至关重要^[8]。Kafka 具有高吞吐量、低延迟等特性，能高效处理实时告警数据。通过设计合理的告警关联规则，可对大量告警信息进行筛选和关联。同时，设计跨设备告警因果推断模型，考虑不同设备间的告警关联性及因果关系，从而更准确地推断故障根源。开发根因定位可视化组件，将复杂的告警关联和根因推断结果以直观的方式呈现，便于运维人员快速理解和定位故障，提高故障处理效率，保障通信工程的稳定运行。

四、协同抢修机制与质量评估体系

（一）跨部门应急响应流程

1. 抢修资源智能调度

在协同抢修机制中，建立基于强化学习的光缆抢修路径规划模型至关重要。通过该模型，可依据实际情况智能规划出最优抢修路径，提高抢修效率^[9]。同时，开发备品备件库存动态调配算法，能实时监控备品备件的库存情况，根据抢修需求进行合理调配。在跨部门应急响应流程方面，需明确各部门职责，确保信息及时传递与共享，使各部门能快速响应并协同工作。抢修资源智能调度要综合考虑人力、物力等多种资源，实现资源的优化配置，以保障抢修工作的顺利进行。

2. 工单协同处理机制

设计电子化应急工单分发系统，实现工单的快速、准确分发。利用信息技术，根据故障类型和相关部门职责，自动将工单发送至对应的处理人员手中，提高应急响应效率^[10]。同时，研究基于区块链的抢修过程追溯技术，确保抢修过程的透明性和可追溯性。区块链的不可篡改特性可记录抢修的每一个环节，包括人员操作、时间节点、使用的材料和设备等信息，便于后续的质量评估和责任追溯 [10]。开发多角色信息共享平台，打破部门之间的信息壁垒。不同部门的人员可以在平台上实时共享故障信息、抢修进度等，促进协同工作，提高抢修质量和效率 [10]。

（二）运维质量管理体系

1. 抢修时效评估指标

在抢修时效评估指标方面，首先定义 PMTTR（平均修复时间）计算公式。PMTTR 是衡量抢修效率的关键指标，通过对故障发生时间到修复完成时间的统计分析，能直观反映抢修团队的

响应速度和修复能力。其计算公式需综合考虑故障检测时间、维修人员到达现场时间、维修作业时间等多个因素。

同时，建立光缆中断损失量化评估模型也至关重要。该模型要考虑到光缆中断导致的通信业务中断时长、受影响的用户数量、业务类型的重要性等多个维度。通过对这些因素进行量化分析，可以更准确地评估光缆中断所带来的损失，从而为优化抢修机制和提高运维质量提供有力依据。

2. 质量 KPI 监测系统

为确保通信工程运维质量，需构建完善的质量评估体系与协同抢修机制。首先建立质量 KPI 监测系统，通过收集和分析各项关键指标数据，全面了解运维状况。基于大数据分析构建运维质量看板，直观展示运维质量的关键信息，包括故障发生频率、修复时长等。同时开发异常趋势预警模块，利用数据分析技术对潜在的质量问题进行预测，及时发出预警信号。还应建立定期 PDCA 改进机制，对运维过程进行持续优化。在协同抢修方面，建立高效的沟通协调机制，确保各部门在故障发生时能够迅速响应，协同工作，提高抢修效率，保障通信工程的稳定运行。

（三）系统集成实施案例

1. 某省干线网络应用实践

某省干线网络应用实践中，系统部署后故障定位准确率显著提升。通过对大量故障数据的统计分析，发现实施前故障定位存在较大误差，平均修复时间较长。而部署基于 OTDR 数据与网络拓扑图联动的系统后，故障定位准确率大幅提高，平均修复时间明显缩短。从经济性角度分析，虽然系统部署初期投入了一定成本，但由于减少了维修人员的排查时间和工作量，降低了因故障

长时间未修复导致的业务损失，长期来看节省了大量运维成本。同时，该系统的应用提高了网络的可靠性和稳定性，提升了用户体验，为通信运营商带来了良好的经济效益和社会效益。

2. 典型故障处理分析

以某重大光缆中断案例为例，通信网络中的多个系统迅速启动协同处理机制。传输网管系统第一时间监测到告警，通过与 OTDR 数据及网络拓扑图联动，精准定位故障点位于某段光缆。应急抢修团队立即出动，同时携带相关设备及材料赶赴现场。在抢修过程中，利用先进的光纤熔接技术，快速恢复光缆的物理连接。与此同时，后台技术人员密切配合，对恢复后的链路进行实时监测和调试，确保各项指标正常。通过此次案例可以看出，多系统协同处理以及 OTDR 数据与网络拓扑图联动的技术创新，极大地提高了故障定位的准确性和抢修效率，有效减少了通信中断时间，保障了通信网络的稳定运行。

五、总结

OTDR 数据与网络拓扑图联动的故障定位及协同抢修机制具有重要的技术创新价值。它不仅能精准定位故障，提高抢修效率，还能优化通信工程运维管理。通过量化分析实施效果数据，进一步证明了该机制在实际应用中的优势。在新型智能 ODN 网络中，此机制具有广阔的推广路径，可提升网络的可靠性和稳定性。展望未来，AI 算法在光网络自愈领域的应用前景令人期待。它有望进一步提升故障诊断和修复的自动化水平，为通信工程运维带来更多的创新和突破，推动通信行业的持续发展。

参考文献

- [1] 李梦飞. HFC 网络主动运维故障智能定位系统的设计与实现 [D]. 黑龙江大学, 2021.
- [2] 陶玉东. 面向微服务智能运维的异常检测与故障定位方法研究 [D]. 西安电子科技大学, 2022.
- [3] 李宇威. 基于几何特征和拓扑图建模的三维网格模型识别 [D]. 华南理工大学, 2021.
- [4] 薛力源. 基于子结构序列与拓扑图的分子性质预测 [D]. 天津大学, 2021.
- [5] 苏益帆. 基于 P4 的数据中心胖树网络灰色故障检测定位研究 [D]. 电子科技大学, 2022.
- [6] 冯烨. 基于 " 运维大数据 +AI 体系 " 的清算业务数据智能分析和故障发现定位实践 [J]. 中国金融电脑, 2021(9):75-78.
- [7] 任涛, 步雅楠, 周君, 等. 基于电网运维大数据背景下的继电保护故障定位分析 [J]. 电工技术, 2023(17):232-234,239.
- [8] 黄广山. OTDR 测试误差及规避方法探讨 [J]. 数字通信世界, 2021(2):138-140.
- [9] 李建路, 朱珠, 王振乾, 等. 面向电力运维的 SDH 通信网故障定位 [J]. 机械设计与制造工程, 2022,51(11):96-99.
- [10] 王超, 钟林, 罗庆异, 等. 部、省、路段监测运维联动协同探讨 [J]. 中国交通信息化, 2021(2):43-45.

一种基于知识图谱和联合自然语言模型的知识问答方法

殷丽凤, 郭运昌

大连交通大学 轨道智能工程学院, 辽宁 大连 116028

DOI: 10.61369/TACS.2025050012

摘 要 : 针对智能问答系统中用户意图识别准确率不足及旅游领域知识图谱资源匮乏的问题, 提出了一种基于大连市红色旅游知识图谱与 ERNIE-BILSTM-CRF 联合模型的知识问答系统。系统构建了涵盖城市、地区、景区、旧址、背景、意义及门票价格七类节点的红色旅游知识图谱, 利用 Neo4j 图数据库实现数据的结构化存储与可视化查询。为提升语义理解能力, 创新性地将百度预训练语言模型 ERNIE 与双向长短期记忆网络 (BILSTM)、条件随机场 (CRF) 相结合, 构建联合模型用于命名实体识别, 显著提高了关键实体和意图的识别准确率。实验基于 5000 条大连红色旅游问答数据集, 结果显示 ERNIE-BILSTM-CRF 模型在精确率、召回率及 F1 值上分别达到 98.99%、99.75% 和 98.91%, 优于多种对比模型, 验证了模型的有效性和鲁棒性。节点类型测试进一步表明系统对不同类别实体均具备较高识别能力。本文丰富了旅游领域知识图谱资源, 并为智能问答系统的自然语言理解与知识检索提供了新思路, 推动了旅游信息智能化服务。

关 键 词 : 知识图谱; ERNIE; 双向长短期记忆网络; 条件随机场; 联合自然语言模型

A Knowledge Question-Answering Method Based on Knowledge Graph and Joint Natural Language Models

Yin Lifeng, Guo Yunchang

(School of Intelligent Rail Transit, Dalian Jiaotong University, Dalian, Liaoning 116028)

Abstract : In response to the issues of insufficient accuracy in user intent recognition within intelligent question-answering systems and the lack of knowledge graph resources in the tourism domain, we propose a knowledge question-answering system based on a knowledge graph of red tourism in Dalian and a joint model of ERNIE-BILSTM-CRF. The system constructs a red tourism knowledge graph that encompasses seven types of nodes: city, region, scenic spot, historical site, background, significance, and ticket price. Data is structurally stored and visually queried using the Neo4j graph database. To enhance semantic understanding capabilities, we innovatively combine the Baidu pre-trained language model ERNIE with Bidirectional Long Short-Term Memory (BILSTM) and Conditional Random Fields (CRF) to build a joint model for named entity recognition, significantly improving the accuracy of identifying key entities and user intents. Experiments were conducted using a dataset of 5,000 Q&A pairs related to red tourism in Dalian, with results showing that the ERNIE-BILSTM-CRF model achieved precision, recall, and F1 scores of 98.99%, 99.75%, and 98.91%, respectively, outperforming various comparative models and validating the effectiveness and robustness of the model. Further testing of node types indicates that the system possesses a high recognition ability across different categories of entities. This paper enriches the knowledge graph resources in the tourism domain and offers new insights for natural language understanding and knowledge retrieval in intelligent question-answering systems, promoting the intelligent service of tourism information.

Keywords : knowledge graph; ERNIE; bidirectional long short-term memory; conditional random field; joint natural language model

智能问答系统是人工智能领域的重要应用之一, 其中一个关键技术是问题理解技术。由于用户提问通常以自然语言形式呈现, 如何将其转化为机器可理解的语言, 成为问答系统面临的核心挑战。当前多数智能问答系统依赖基于模板匹配的知识库实现意图识别, 该方

基金项目: 大连市社科项目 (2024dlsky095) 的资助。

作者简介:

殷丽凤 (1976—), 女, 黑龙江海伦人, 博士, 副教授, 硕士生导师, CCF 会员, 主要从事机器学习算法和深度学习算法的优化及应用的研究, 通讯邮箱: yinlifeng1030@djtu.edu.cn;

郭运昌 (2001—), 男, 硕士研究生, 主要从事深度学习、知识图谱领域的研究。

法存在两大局限性：（1）模板设计依赖专家经验，导致开发成本高昂；（2）模板仅适配特定句式，缺乏普适性与灵活性。因此，如何让机器理解自然语言，不仅是问答系统面临的难题，也是人工智能领域亟需攻克挑战。针对问答系统中模型理解能力不足的问题，大语言模型^[1](Large Language Models, LLM)的引入开辟了新的研究前景。这些模型经过广泛的预训练^[2]，展现了强大的语言理解和泛化能力，有望提升语义解析的准确性。

智能问答系统的另一个关键技术是建立知识库。2012年，Google提出了知识图谱^[3]的概念，尽管近年来基于领域的知识图谱快速发展，但目前主要集中在医学、工业和器械等领域。相比之下，旅游领域的知识图谱相对较少。然而，随着旅游业的蓬勃发展，公众对旅游信息的需求日益增加^[4]。传统的旅游信息获取方式，如口碑传播或依赖专业导游，往往存在信息准确性不足、真实性难以保证以及成本较高等问题。因此，如何整合官方网站上的旅游信息，并提供便捷、可靠的查询途径，已成为业内亟待解决的重要挑战。

一、相关研究

近年来，领域知识图谱技术得到了迅猛发展。知识图谱作为一种结构化的知识表示手段，致力于以图形化的形式呈现并存储丰富的知识内容，以解决信息检索^[5]、智能推荐^[6]、问答系统^[7]等问题。目前中文领域的知识图谱有 Zhishi.me^[8]、Zhishi.schema^[9]和 XLORE^[10]等。除上述的大规模知识图谱之外，还有不少领域内的研发人员也正在着力研发自己专业的知识图谱，比如，影视领域的 IMDB^[11]、生物医药领域的 BMKN^[12]、资讯领域的 ECKG^[13]、保健领域的 SHKG^[14]等等。

不同于其他数据库，知识图谱能够体现出数据与数据之间的关系，该技术为问答系统提供了新的研究思路：让机器理解人类的语言，将人类的问题解析后，在知识图谱中通过与问题相关的关系寻找答案。不过目前让机器理解人类语言是一个相当艰难的事情，这不仅是问答系统中必须克服的问题，同时也是自然语言处理领域中必须克服的困难。而要想在图谱中获得精确的答案，对用户问题要能准确的识别，这就需要使用大语言模型来解决智能问答^[15]、文本理解^[16]等问题。如 Bordes^[17]等人直接将问句和最终的答案做匹配、王子岳^[18]等人用 S-LSTM 模型解决整体语义的理解等。在旅游领域，王博^[19]等研究人员巧妙地融合了知识图谱与 BERT-BIGRU-CRF 模型，成功构建了西藏旅游问答系统，这一举措将先进的大语言模型与知识图谱技术相得益彰。鄢晗晖^[20]等人采用了知识图谱与 BERT-BILSTM-CRF 模型，打造了澳大利亚旅游问答系统，并通过实际应用验证了该模型相较于传统方法所展现出的卓越性能。

然而，BERT 模型在实际应用中存在两大挑战：一是其在中文任务中的准确率较英文任务低约 5%-10%；二是可能生成“有害幻觉事实”^{[21][22]}。自百度推出 ERNIE(Enhanced Representation through Knowledge Integration)模型后，凭借其在中文领域的显著优势，罗琳凡^[23]等研究者借助知识图谱与 ERNIE-CRF 模型，开发了山东省旅游问答系统，有效弥补了 BERT 模型在中文语言处理方面的局限性。张峻菡^[24]等研究者借助知识图谱与 ERNIE-BIGRU-CRF 模型，构建了山西旅游问答系统，进一步提高了识别的准确率。

以上研究表明知识图谱与大语言模型的结合为智能问答系统带来了新的机遇，但仍需克服多方面的挑战，以实现更高效、更准确的问答服务。本文旨在解决这些问题，通过构建大连市红色旅游知识图谱，并开发基于 ERNIE-BILSTM-CRF 联合模型的问答系统，重点改进用户意图识别准确性和问答系统性能。本文提出的联合模型在旅游领域问答系统中实现了两项创新性突破^[25]：

（1）通过 ERNIE 的多层次语义理解能力，解决了旅游领域实体名称多样性和口语化表达的识别难题（如‘关向应故居’与‘关向应纪念馆’的语义关联）；

（2）结合 BILSTM-CRF 的序列标注优势，显著提升了地址类实体（如‘金州区 XX 路 XX 号’）的识别准确率，弥补了传统模型在长地址分词中的不足。

二、构建知识问答系统

为了克服知识问答系统准确率低的问题，本文提出了一种新的知识问答系统方法。该系统基于大连市的旅游数据构建了知识图谱，并整合百度预训练语言模型 ERNIE、双向长短时记忆（BILSTM）网络和条件随机场（CRF）这些模型的优势，构建了联合模型 ERNIE-BILSTM-CRF 进行命名实体识别，以提高整个问答系统的性能。该问答系统由三部分构成：用户层，问答系统层，知识图谱层，其框架如图 1 所示。具体细节如下：

（1）用户层：作为问答系统的实际操作者，用户得以通过自然语言向系统提出问题，系统便会智能解析问题内容，并针对性地检索相关信息，最终将搜索到的结果反馈给用户。

（2）问答系统层：在问答系统的核心层，用户提出的问题将被接口传递至 ERNIE-BILSTM-CRF 模型进行深入的语义分析，随后，这些分析结果将被转换成 Cypher 查询语句，从而在知识图谱中精确地定位并检索所需信息。

（3）知识图谱层：在知识图谱层，系统将通过接口执行 Cypher 语句，在图谱中进行精确查询。一旦查询顺利完成，系统将即时返回相关结果。若查询未能成功找到匹配信息，系统将提示用户，告知图谱中不存在相应的数据。

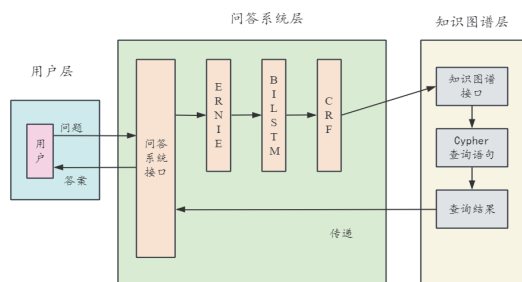


图1 知识问答系统框架

Fig.1 Knowledge Question Answering System Framework

三、知识问答系统的工作原理

本文提出的知识问答系统包括知识图谱的构建和联合模型的创建，接下来将对各个组成部分的工作原理进行详细介绍。

（一）构建红色旅游知识图谱

为了实现红色旅游问答系统，需要构建大连市的红色旅游知识图谱。知识图谱数据来源于大连市文旅局官方公开数据、景区官方网站及权威历史文献，经人工校验确保准确性。知识图谱通过定期爬取官方数据实现动态更新，确保时效性。该知识图谱包含7种节点，分别为城市（city）、地区（area）、景区（zone）、旧址（address）、背景（background）、意义（meaning）和门票价格（money）。以景区名称为主体，建立与其他类别实体之间的关系，形成三元组（实体，实体，关系），并将数据存储到 Neo4j 数据库中。Neo4j 是一款 NoSQL 图数据库，通过节点和关系存储数据，并支持可视化展示。构建成功后，可以通过浏览器访问网址 localhost:7474，查看构建的知识图谱，部分图谱如图2所示。其中，黄色节点代表城市（city），粉色节点代表地区（area），绿色节点代表景区（zone），灰色节点代表旧址（address），橙色节点代表背景（background），蓝色节点代表意义（meaning），紫色节点代表门票价格（money）；节点之间的箭头则表示它们之间的关系，例如金州区有金县政府旧址等6个景区，关向应纪念馆的门票价格为15元。7类节点基于对5000条用户查询的统计分析确定，覆盖95%的高频问题类型（如“在哪里”对应地址节点，“多少钱”对应门票节点）。未纳入“交通方式”节点因其查询频率不足5%，后续可通过模块化扩展支持。这种节点与节点之间关系的可视化，正是知识图谱与其他数据库的最大区别。通过这种关系，问答系统能够快速锁定答案并将其返回给用户。

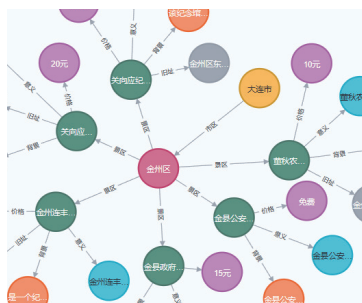


图2 大连市红色旅游知识图谱（部分）

Fig.2 Knowledge Graph of Red Tourism in Dalian (Partial)

（二）构建 ERNIE-BILSTM-CRF 联合模型

为了更高效地实现用户语义识别和特征提取，本节提出了 ERNIE-BILSTM-CRF 的联合模型。接下来将对这三个模型进行逐一详细介绍。

1. 语义识别模型 ERNIE

ERNIE 是百度研发的基于 Transformer 架构的预训练语言模型，通过整合大规模语料和知识图谱，采用多任务学习与分层预训练策略，提升语言理解与生成能力。其架构（见图3）包括通用表示模块和特定任务表示模块，前者捕获基础特征，后者针对生成与理解任务进行适配。ERNIE 通过多种预训练任务覆盖词法、句法和语义信息，支持自然语言生成、理解和关系抽取，构建一个通用多模式预训练框架，实现了在多任务上的显著性能提升。

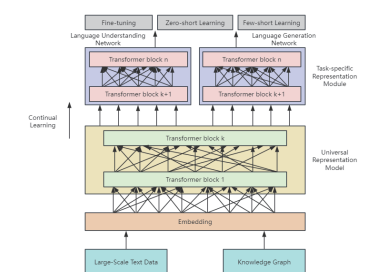


图3 ERNIE 模型结构图

Fig.3 ERNIE Model structure diagram

2. 特征提取模型 BILSTM

为了更有效地对用户的问题进行特征提取，采用了双向长短时记忆网络（Bidirectional Long Short-Term Memory, BILSTM）。BILSTM 由前向 LSTM 与后向 LSTM 组合而成。每个 LSTM 单元包含三个门——记忆门、遗忘门和输出门，如图4所示。

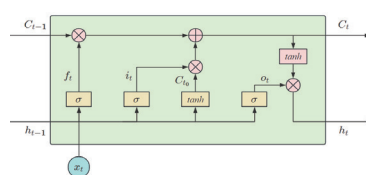


图4 LSTM 结构图

Fig.4 LSTM structure diagram

图5展示了 BILSTM 的模块流程。BILSTM 由前向 LSTM 和后向 LSTM 组成，用于更有效地对用户的问题进行特征提取。

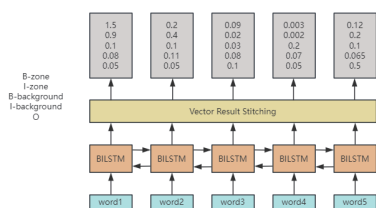


图5 BILSTM 模块流程图

Fig.5 BILSTM Module flowchart

输入一个词向量序列，每个词向量可以是预先训练好的，也可以随机初始化，并且在模型训练过程中还可以进一步训练。前向 LSTM 从序列的开始到结束依次处理每个词向量。每个时间步，前向 LSTM 会输出一个隐层状态 h_t 。例如，对于输入序列 w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 ，前向 LSTM 经过5个时间步后，输出

隐层状态 h_1, h_2, h_3, h_4, h_5 。后向 LSTM 从序列的结束到开始依次处理每个词向量。每个时间步，后向 LSTM 也会输出一个隐层状态 h_t 。例如，对于输入序列 w_5, w_4, w_3, w_2, w_1 ，后向 LSTM 经过 5 个时间步后，输出隐层状态 h_5, h_4, h_3, h_2, h_1 。前向 LSTM 和后向 LSTM 的输出隐层状态在每个时间步上进行拼接。例如，对于时间步 t ，前向 LSTM 的输出和后向 LSTM 的输出拼接成一个新的向量。最终，所有时间步的拼接向量形成 BILSTM 的输出序列。

表 1 展示了一些生成词示例，例如用户输入问题“关向应故居有什么背景故事”时，经过 BILSTM 的提取后结果为（关向应故居，背景故事，background），这些词将作为关键信息填充到 Cypher 语句中，以便将其调用到知识图谱寻找答案。

表 1 生成词
Tab.1 Generate words

输入语句	输出词
大连市都有哪些地区	< 大连市, 地区, area>
关向应故居在哪里	< 关向应故居, 哪里, address>
关向应故居有什么背景故事	< 关向应故居, 背景故事, background>

3. 条件随机场 (Conditional Random Field, CRF)

序列标注 (Sequence Tagging) 是 NLP 中最基础的任务之一，应用十分广泛，包括分词、词性标注、命名实体识别、关键词提取、语义角色标注以及槽位抽取 (Slot Filling) 等，这些任务都属于序列标注的范畴。在本模型中，文本文件以 BIO 格式存储。在进行命名实体识别时，通常需要对每个字符进行标注，其中中文以单个字为单位，英文则以单词和空格进行分割。标注标签的类型如表 2 所示。

表 2 BIO 格式
Tab.2 BIO format

类型	含义
B	Begin, 表示实体片段的开始。
I	Intermediate, 代表实体片段的中间。
O	Other, 代表字符不为任何实体。

对所有数据标注完毕后如图 6 所示。例如问句“关向应故居有什么背景故事”中，“关向应故居”作为 zone 实体，“背景”作为 background 关系。

11977	关	B-zone
11978	向	I-zone
11979	应	I-zone
11980	故	I-zone
11981	居	I-zone
11982	有	O
11983	什	O
11984	么	O
11985	背	B-background
11986	景	I-background
11987	故	O
11988	事	O

图 6 数据标注结果图

Fig.6 Data annotation result graph

在命名实体识别 (NER) 任务中，其表征标签的可解释性序列存在严格的“语法”约束，例如实体的起始标记必须为 B-，而 I- 代表实体片段的中间。鉴于此，引入条件随机场 (CRF) 模型

具有重要意义。CRF 层可捕捉句子的上下文依赖关系，为标签序列预测提供关键的上下文信息。通过学习标记之间的转移概率，CRF 能确保预测的标签序列符合既定的约束规则，从而有效提升命名实体识别的准确性和合理性，使最终预测结果更加可靠。CRF 考虑前后标记依赖约束，综合使用标记状态转移概率作为评分，如公式 (1)。

$$score(x, y) = \sum_{i=1}^n P_{i, y_i} + \sum_{i=1}^{n+1} A_{y_{i-1}, y_i} \quad (1)$$

上式意为对整个序列 x ，整个序列标注的打分等于各个位置的打分之和，打分为两个部分：前者由 LSTM 输出的决定。后者由 CRF 转移矩阵 A 决定，其中 A_{y_{i-1}, y_i} 表示从第 y_{i-1} 个标签到第 y_i 个标签的转移得分。

4. BILSTM-CRF 模型

为了更有效地实现特征提取和语义识别，本文将双向长短时记忆网络 (BILSTM) 与条件随机场 (CRF) 相结合，为知识问答系统的构建做好准备。

BILSTM-CRF 模型如图 7 所示，ERNIE 输出词向量经 BILSTM 双向编码后，通过 CRF 层优化标签转移概率，其中转移矩阵约束规则为：B-zone 必须后接 I-zone 或 O，禁止 B-background 直接跳转至 I-address，最后经过 CRF 模型对向量进行评分，得分最高的向量即为识别结果。

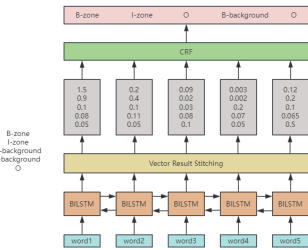


图 7 BILSTM-CRF 模型结构图

Fig.7 BILSTM-CRF Model structure diagram

(三) 知识问答系统的工作流程

用户提出问题后，问答系统将问句传输给 ERNIE-BIGRU-CRF 模型，经过模型分析后，系统获得意图识别结果，并将该结果代入 Cypher 语句，以从知识图谱中找出准确的答案。找到答案后，系统将其返回给用户。例如用户输入问题“关向应故居在哪里”，系统首先使用 ERNIE-BIGRU-CRF 模型进行识别，提取出关键词“关向应故居”，并与类别库进行比较，最终确定该问题的类别为“address”，该类别对应知识图谱中的关系；接着，构建查询模板“match (n)-(r)->(m) where n.title = '{0}' return n.title, m.title”，将提取到的关系和关键词填入查询语句中，最终语句变为“match (n)-(r:address)->(m) where n.title = '{ 关向应故居 }' return n.title, m.title”。通过查询知识图谱，系统返回结果。结果如图 8 所示。



图 8 返回的查询结果

Fig.8 The results of the query that were returned

四、实验

（一）实验环境和数据集

本研究的实验环境搭建在拥有 NVIDIA RTX 4060 显卡的个人计算机上，该显卡具备出色的计算性能和 12GB 的显存，配备了 32GB 的 RAM 以及 1TB 的 SSD 存储，确保了数据的高效读写和模型的流畅运行。操作系统采用 Windows 10 专业版，其良好的硬件兼容性和软件支持为实验提供了稳定的运行基础。主要开发工具为 PyCharm，Python 环境为 3.11 版本，该版本在性能和兼容性方面表现出色，能够满足大语言模型开发的需要。

实验采用原创的大连市红色旅游问答数据集，包含 5000 条问答语句，涵盖景区信息、历史背景、门票价格等 7 类节点问题。这些问答语句经过严格的筛选和审核，确保了数据的质量和多样性，能够充分满足实验对于数据规模和内容丰富度的需求。

（二）对比实验

本节对所使用的 ERNIE-BiLSTM-CRF 模型进行了实验，并与其他模型进行了对比。实验采用精确率（Precision，P）、召回率（Recall，R）和 F1 值（F1-Measure）作为评价标准，实验结果如表 3 所示，各个模型的可视化结果如图 9 所示（其中 B 为 BERT，BL 为 BiLSTM，C 为 CRF，BG 为 BIGRU）。

表 3 各种模型实验性能指标对比

Tab.3 Comparison of experimental performance indicators of various models

模型类型	P	R	F1
BERT	56.80%	51.84%	52.11%
BERT-CNN	60.52%	55.23%	57.14%
BERT-RCNN	62.93%	59.64%	60.36%
BERT-GNN	80.52%	76.65%	78.27%
GPT-3.5	88.56%	89.79%	89.12%
BERT-BiLSTM-CRF	91.23%	90.34%	90.78%
ERNIE-CRF	94.96%	96.88%	96.22%
ERNIE-BIGRU-CRF	95.83%	98.58%	96.53%
ERNIE-BiLSTM-CRF	98.99%	99.75%	98.91%

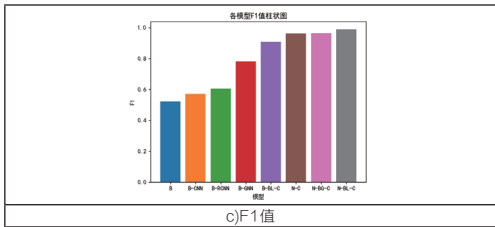
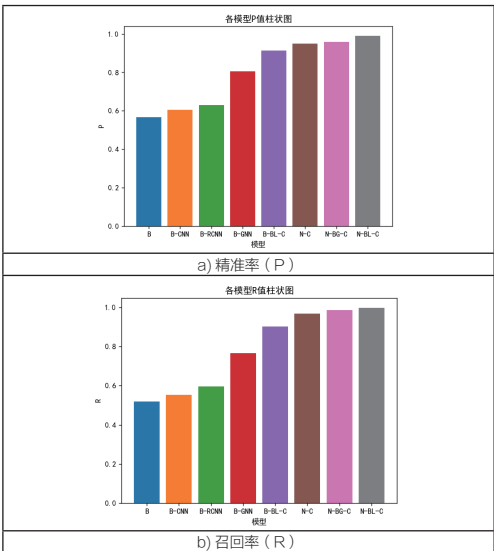


图 9 各模型性能指标的柱状图

Fig.9 Histogram of the performance metrics of each model

根据表 3 和图 9 可以看出，随着模型结构的优化，精确率、召回率和 F1 值均显著提升。基础 BERT 模型在三项指标上表现较弱，分别为 56.80%、51.84% 和 52.11%；引入 CNN、RCNN 和 GNN 后，性能稳步提高，尤其是 BERT-GNN 的 F1 达 78.27%。结合序列标注的 BERT-BiLSTM-CRF 进一步提升至 90.78%。ERNIE 系列模型表现更优，尤其是 ERNIE-BiLSTM-CRF，精确率和召回率分别达到 98.99% 和 99.75%，F1 高达 98.91%，体现了其在命名实体识别任务中的卓越准确性和全面性，显示出明显的优势。4.3 消融实验消融实验是验证模型各模块有效性的关键环节，通过逐步移除或替换核心组件，定量分析其对性能的影响。本节对所使用的 ERNIE-BiLSTM-CRF 模型进行的消融实验如表 4 所示。

表 4 消融实验对比

Tab.4 Comparison of ablation experiments

模型类型	P	R	F1
ERNIE	88.61%	90.96%	89.63%
ERNIE-BiLSTM	95.54%	96.17%	96.06%
ERNIE-CRF	94.96%	96.88%	96.22%
ERNIE-BiLSTM-CRF	98.99%	99.75%	98.91%

表 4 的消融实验结果显示，不同模型组件对性能的影响显著。基础 ERNIE 模型的 Precision、Recall 和 F1 值分别为 88.61%、90.96% 和 89.63%。加入 BiLSTM 后，模型性能显著提升，Precision、Recall 和 F1 分别达到 95.54%、96.17% 和 96.06%，表明 BiLSTM 增强了上下文信息的捕捉能力。结合 CRF 后，Recall 和 F1 进一步提高至 96.88% 和 96.22%，显示 CRF 在优化标签依赖关系方面的有效性。当同时使用 BiLSTM 和 CRF 时，性能达到最佳，Precision 为 98.99%，Recall 为 99.75%，F1 为 98.91%，验证了这两者在捕获上下文特征和序列依赖中的互补作用，体现了模型设计的合理性和有效性。4.4 节点类型实验在模型整合完毕后，需要对系统进行评估，本文随机抽取了 200 条问题用于所有节点的测试，测试结果如表 5 所示。

表 5 测试结果

Tab.5 Test results

节点类型	P	R	F1
city	100%	100%	100%
area	99.57%	100%	98.78%
zone	98.56%	99.88%	97.87%
address	95.83%	98.64%	96.87%
background	100%	100%	100%
meaning	100%	100%	100%
money	100%	100%	100%

表 5 的测试结果显示，整合模型在不同节点类型上的性能表现

极为优秀。城市（city）、背景（background）、意义（meaning）和金钱（money）节点均实现了100%的Precision、Recall和F1值，表明模型在这些领域具备完美的识别能力。区域（area）节点的Precision为99.57%、Recall为100%、F1值为98.78%，显示出其性能的可靠性；而区域（zone）节点的Precision为98.56%、Recall为99.88%、F1值为97.87%，同样表现优异。地址（address）节点的Precision为95.83%、Recall为98.64%、F1值为96.87%，"Address节点F1值较低（96.87%）主要因用户输入中存在非标准地址格式（如‘关向应故居旁边’），未来可通过地址归一化模块（如结合高德地图API）提升识别率。总体而言，模型在所有节点类型上均展现了高水平的准确性与稳定性，验证了系统的有效性和鲁棒性。

五、结束语

本文提出的基于ERNIE-BiLSTM-CRF联合模型与大连市红色旅游知识图谱的智能问答系统，有效提升了旅游领域用户意图识别的准确性和问答的精确度，充分发挥了预训练语言模型与结构化知识图谱的协同优势。系统不仅丰富了红色旅游的知识资源，还通过多层次语义理解和序列标注技术，实现了对多类别实体的高效识别，显著优于传统模型。随着知识图谱规模的扩大和多模态数据的引入，未来工作包括：（1）集成多模态数据（如景区图片）增强问答丰富性；（2）结合强化学习优化对话策略；（3）拓展至全域旅游场景，验证模型泛化能力。

参考文献

- [1]Brown T, Mann B, Ryder N, et al. Language models are few-shot learners[J]. Advances in neural information processing systems, 2020, 33: 1877–1901.
- [2]Ouyan L, Wu J, Jiang X, et al. Training language models to follow instructions with human feedback [J]. Advances in neural information processing systems, 2022, 35: 27730–27744.
- [3]Etzioni O, Cafarella M, Downey D, et al. Unsupervised named-entity extraction from the web: An experimental study[J]. Artificial intelligence, Elsevier, 2005, 165(01): 91–134.
- [4]王荣坤. 基于旅游知识图谱的智能问答系统设计与实现 [D]. 青岛大学, 2022.DOI:10.27262/d.cnki.gqdau.2022.001953.
- [5]WANG L, MA C, FENG X, et al. A survey on large language model based autonomous agents [J]. arXiv preprint arXiv:230811432, 2023.
- [6]Auer S, Bizer C, Kobilarov G, et al. Dbpedia: A nucleus for a web of open data[M]//The semantic web. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007: 722–735.
- [7]Suchanek F M, Kasneci G, Weikum G. Yago: a core of semantic knowledge[C]//Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web. 2007: 697–706.
- [8]Niu X, Sun X, Wang H, et al. Zhishi.me—weaving chinese linking open data[C]//International Semantic Web Conference. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011: 205–220.
- [9]Wang H, Wu T, Qi G, et al. On Publishing Chinese Linked Open Schema[M]//The Semantic Web—ISWC 2014. Springer International Publishing, 2014: 293–308.
- [10]Wang Z, Li J, Wang Z, et al. XLORE: A Large-scale English-Chinese Bilingual Knowledge Graph[C]// International semantic web conference (Posters & Demos). 2013, 1035: 121–124.
- [11]IMDB Official. IMDB[EB/OL]. [2020–11–23]. http://www.lmda.com.
- [12]BAI T, GONG L, ANG Y, et al. A method for exploring implicit concept relatedness in biomedical knowledge network[J]. BMC Bioinformatics, 2016, 17(9): 53–66.
- [13]ROSPOCHE R M, VAN E R P M, VOSSEN P, et al. Building event-centric knowledge graphs from news[J]. Journal of Web Semantics, 2016, 37: 132–151.
- [14]Aliod D M, van Zaanen M, Smith D. Named entity recognition for question answering[C]. Australasian Language Technology Workshop (ALTA). Australia and New Zealand: ALTA, 2006: 51–58.
- [15]SHI L, LI S, YANG X, et al. Semantic health knowledge graph: Semantic integration of heterogeneous medical knowledge and services[J]. BioMed Research International, 2017, 1(4): 1–12.
- [16]Cheng P, Erk K. Attending to entities for better text understanding[C]. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI). Menlo Park, CA, USA: AAAI, 2020, 34(05): 7554–7561.
- [17]Bordes A, Usunier N, Chopra S, et al. Large-scale simple question answering with memory networks[J]. arXiv preprint arXiv: 1506.02075, 2015.
- [18]王子岳. 基于深度学习的自然语言理解 模型 [D]. 南京邮电大学, 2021.DOI:10.27251/d.cnki.gnjdc. 2021.000042.
- [19]王博, 群诺, 王京博, 等. 基于知识图谱的西藏旅游问答系统设计与实现 [J]. 信息技术与信息化, 2023, (12): 181–184.
- [20]鄯哈晖. 基于知识图谱的问答系统的设计与实现 [D]. 华东师范大学, 2022. DOI:10.27014/d.cnki.ghdsu.2022.000894.
- [21]SHANAHAN M. Talking about large language models[J]. Communications of the ACM, 2024, 67(2): 68–79.
- [22]TAYLOR R, KARDAS M, CUCURULL G, et al. Galactica: A large language model for science[J]. arXiv preprint arXiv:221109085, 2022.
- [23]罗琳凡. 基于预训练模型的旅游领域知识图谱构建及智能问答应用 [D]. 东南大学, 2022.DOI:10.27014/d.cnki.gdnau.2022.001730.
- [24]张峻菡. 基于ERNIE-BiGRU-CRF的山西旅游领域命名实体识别研究 [D]. 山西财经大学, 2024.
- [25]徐捷, 邵玉斌, 杜庆治, 等. 结合混合特征提取与深度学习的长文本语义相似度计算 [J]. 计算机工程与科学, 2024, 46(08): 1513–1520.

论基于云计算的数据存储安全策略

赵文娟

杭州华澜微电子股份有限公司, 浙江 杭州 310000

DOI: 10.61369/TACS.2025050013

摘 要 : 随着基于云计算的大数据应用迅速发展, 低成本人工智能 (AI) 大模型的普及, 数据存储与管理方式正经历深刻变革。云计算为大数据存储提供了弹性、高可用和按需分配的资源支持, AI 的平民化大大提高了社会整体数据处理的效率, 但数据的安全性问题也愈发突出, 数据泄露、服务中断、完整性受损等问题都是难以承受的。如何在保证性能和成本优势的同时, 确保数据在云环境下的安全, 已成为业界关注的焦点。本文将从云计算与大数据存储的技术基础与关键问题着手, 探究云计算环境下的大数据存储主要安全威胁, 并针对性提出包括数据加密、受限访问与身份认证、数据隔离以及数据备份与灾难恢复在内的安全策略。

关 键 词 : 云计算; 大数据; 存储安全; 数据安全策略

On the Security Strategy of Data Storage Based on Cloud Computing

Zhao Wenjuan

Hangzhou Hualan Microelectronics Co., Ltd, Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract : With the rapid development of cloud based big data applications and the popularity of low-cost artificial intelligence (AI) models, data storage and management methods are undergoing profound changes. Cloud computing provides elastic, highly available, and on-demand resource support for big data storage. The popularization of AI has greatly improved the overall efficiency of data processing in society, but data security issues have become increasingly prominent. Issues such as data leakage, service interruption, and integrity damage are all unbearable. How to ensure data security in cloud environments while maintaining performance and cost advantages has become a focus of attention in the industry. This article will start with the technical foundations and key issues of cloud computing and big data storage, explore the main security threats of big data storage in cloud computing environments, and propose targeted security strategies including data encryption, restricted access and identity authentication, data isolation, and data backup and disaster recovery.

Keywords : cloud computing; big data; storage security; data security strategy

引言

过去十年间, 数据量、数据类型及处理复杂性呈现爆炸式增长, 传统的本地存储架构已难以满足需求。云计算作为一种通过网络提供按需计算资源的分布式计算模型 (如服务器、存储池), 实现了计算能力的弹性扩展和高效利用, 以其灵活的资源调度能力和高扩展性, 广泛应用于大数据的存储与处理领域。但由于数据集中化与虚拟化特征, 云环境的安全威胁与风险也呈现多样化与隐蔽化趋势。例如, 硬件损坏、算法缺陷、链路异常断开等都可能导致重大数据损失与业务中断。当前, 我们在享受大数据存储带来的便利的同时, 容易忽视存储机制的安全性设计, 导致风险管理被动化。基于此, 深入研究大数据存储安全策略, 不仅具有技术意义, 更关乎数据资产的完整与业务连续性, 对政府、企业及科研机构均有现实价值。

一、云计算与数据存储技术基础

(一) 云计算和低成本人工智能大模型的特征

云计算是大数据存储技术中的典型应用, 它是一种以网络为基础的资源交付与管理模式, 通过虚拟化技术将计算、存储、网络等资源进行集中管理和动态分配, 用户无需关心底层硬件配置, 即可按需获取所需服务。它的核心特征包括弹性扩展、资源池化、自助服务以及广泛的网络接入能力。云计算的分布式处理

能力与集中化管理优势, 可以有效解决海量数据存储与计算的基础需求。然而, 云计算环境下资源的动态性和虚拟化特征, 也使得数据安全、性能保障和服务可用性成为技术管理中的重点与难点。^[1]

低成本人工智能 (AI) 大模型在传统大模型 (如 GPT - 3、PaLM 等) 的基础上, 通过技术优化、架构创新、资源高效利用等手段, 在训练成本、部署成本、使用成本等环节实现显著降低, 同时保持或接近传统大模型的性能 (如语言理解、生成能力)。

（二）大数据存储模型与架构

大数据存储主要依托分布式架构实现高并发访问和高可用性，其常见模型包括分布式文件系统（如 HDFS）、对象存储和 NoSQL 数据库等。分布式文件系统以数据分块与多副本机制保证存储容量和可靠性；对象存储通过唯一标识符管理非结构化数据，适合图片、音视频等海量文件的存储；NoSQL 数据库则在处理结构化与半结构化数据时，具备高伸缩性和快速查询能力。在架构上，大数据存储通常分为数据采集、传输、存储和访问四个层次，各层通过网络和接口协议协同工作，确保数据在不同节点间的可用性和一致性。为适应云计算环境，这些架构需要具备灵活的横向扩展能力，同时支持跨地域、跨平台的数据协作与冗余存储，从而在面对业务波动时保持稳定运行。

（三）大数据存储技术的关键

尽管云计算为大数据存储提供了高弹性和低成本优势，但技术应用中仍存在多方面挑战。首先是数据一致性问题，在分布式多节点环境下，网络延迟或节点故障可能导致数据版本不同步，影响业务正确性。其次是存储性能与扩展性的平衡，过度追求扩展可能造成访问延迟增加，而性能优化又可能限制规模扩展。第三是安全性与隐私保护，数据集中化存储使得其更容易成为攻击目标，需要在加密、访问控制、审计等方面强化设计。此外，存储系统的运维复杂度较高，需在硬件容错、自动恢复、资源调度等方面具备完善的策略与工具。这些问题决定了大数据存储技术不仅要关注容量和速度，还必须在架构设计与管理机制中充分考虑可靠性与安全性。^[2]

二、云计算环境下的数据存储安全威胁

（一）数据泄露与未授权访问

在云计算环境中，大数据往往集中存放在共享资源池中，虽然虚拟化和多租户技术提高了资源利用率，但也带来了潜在的安全隐患。数据泄露常由未授权访问、身份冒用或管理漏洞引发。例如，攻击者可能利用弱口令、系统漏洞或应用接口缺陷绕过认证，从而直接读取或篡改敏感信息。此外，云服务提供商与用户之间的安全责任边界不清晰，也可能导致内部管理人员误操作或越权访问。对于金融、医疗、政府等领域而言，这类泄露事件会引发严重的法律与信誉风险。在 AI 应用中涉及的用户敏感信息如个人的身份证号、生物特征，公司敏感信息如技术核心机密、财务报表，在设备、服务器或跨平台传输时若未进行有效的数据保护，用户隐私可能会暴露、公司机密可能被截获或篡改。为了防范，需建立严格的访问控制策略，结合多因素认证、最小权限原则以及实时访问日志审计，并在数据传输和存储过程中应用加密技术，从源头降低被截获和滥用的风险。

（二）数据完整性和一致性问题

在分布式大数据存储中，数据被切分并存储于多个节点，系统需通过复制与同步机制来维持一致性。然而，网络延迟、节点故障或版本冲突可能导致数据不一致，进而影响计算结果的正确性。数据完整性问题则指数据在传输、存储或处理过程中遭到未授权修改或意外损坏，导致原始内容丢失或篡改。这类问题不仅

会影响业务判断，还可能被恶意利用制造数据混乱。例如，攻击者通过中间人攻击修改传输数据，或利用系统漏洞直接更改数据库记录。为此，需要在数据传输和存储环节使用哈希校验、数字签名及有效的存储加密技术，定期执行一致性检测和副本修复。同时，采用强一致性协议或可配置一致性模型，在性能与一致性之间寻找平衡，以满足不同业务场景需求。

（三）数据丢失及物理存储设备的损坏

虽然云计算平台通常具备多副本存储和容灾机制，但数据丢失仍可能因物理存储设备故障、人为误操作或恶意破坏而发生。设备老化、控制器损坏、电源异常等硬件问题，会在短时间内导致多个存储节点不可用。此外，管理疏忽或脚本执行错误也可能导致数据被误删，而攻击者则可能通过破坏存储介质或加密勒索的方式使数据无法恢复。防范措施包括采用跨地域备份、冷热数据分离、定期快照与冗余存储等策略，同时在运维管理中引入严格的变更控制和操作审核制度。针对核心业务数据，通过双活数据中心架构实现关键数据实时同步与低延迟备份，确保主存储系统发生故障时，能够依据预设的 RPO（恢复点目标）和 RTO（恢复时间目标）服务级别协议，在分钟级时间内完成业务切换与数据恢复，最大限度保障业务连续性。该方案需重点考虑网络带宽、数据一致性校验机制及异地灾备中心的运维管理能力，形成完整的业务连续性管理框架。

三、云计算环境下数据存储安全策略分析

（一）数据加密及扰码

数据加密及扰码技术是保障云计算环境中数据存储安全的核心手段之一。其主要目标是在数据传输和存储过程中，确保敏感信息即使被非法获取也无法被解读。加密技术涵盖了对静态数据（静态加密）和传输数据（传输加密）的双重保护。静态加密通常通过对硬盘或数据库中的数据文件采用对称加密算法如国密、AES、TCG，确保数据即使存储介质被窃取也难以恢复原文；扰码技术的核心是伪随机序列的生成与应用，不同技术的差异体现在序列生成方式（LFSR、非线性反馈等）、同步机制（自同步、帧对齐等）和应用场景（通信、存储、加密等），常与编码（如 CRC、卷积码）、加密算法结合，共同保障数据的传输效率与安全性；传输加密则依赖于 TLS/SSL 协议保护数据在网络传输过程中免遭窃听或篡改。^[3]

然而，加密技术的实施也带来计算资源和性能开销，尤其是在大数据环境下，如何在保证安全性的同时兼顾系统响应速度，是设计中的重要考量。云服务商需结合具体业务场景，合理配置硬件加速设备和优化算法实现，减少加密解密的性能损耗。数据加密技术通过保护数据的机密性，形成了数据安全防护的第一道屏障，是云计算大数据存储不可或缺的基础设施。同时，结合完善的密钥管理和算法创新，能够有效应对不断变化的安全威胁，为企业和用户的数据资产提供坚实保障。

（二）访问控制与身份认证

访问控制和身份认证机制是确保云计算环境中大数据安全访

问的关键环节，直接决定谁能访问哪些数据以及在何种权限下进行操作。身份认证是验证用户或系统身份的过程，常见方法包括用户名密码、多因素认证（MFA）、生物识别和基于证书的认证等。访问控制则基于身份认证结果，依照预先设定的策略授予或限制用户对数据资源的操作权限。主要模型有基于角色的访问控制（RBAC）、基于属性的访问控制（ABAC）和基于策略的访问控制（PBAC）等。细粒度权限分配和最小权限原则成为防止内部威胁和误操作的有效措施。实时监控和异常行为检测机制也不可忽视，它们能及时发现非正常访问，触发自动阻断或报警，保障数据安全。^[4]

访问控制和身份认证机制中，软件层面的身份识别机制因依赖逻辑算法与代码实现，易受逆向工程、内存注入、钓鱼攻击等手段破解，其核心验证逻辑暴露于可篡改的软件环境，密钥或凭证存在被窃取、仿制的风险。相较之下，依托专用存储安全芯片构建可信执行环境将密钥存储、加密运算等核心操作固化于物理隔离的硬件单元，可抵御侧信道攻击、物理篡改等高级威胁，其根信任机制与不可克隆功能具备抗抵赖性与唯一性，能显著提升身份认证的底层安全性，实现更可靠的身份确权。

完善的身份认证与访问控制体系不仅是大数据存储安全的守门员，更是实现合规性要求的重要保障。随着云计算技术不断演进，结合人工智能和行为分析的智能认证与权限管理方案将成为未来发展的趋势，有助于构建更加安全、灵活的云上数据生态。

（三）数据隔离与安全

虚拟化技术作为云计算的基础支撑，其安全性直接影响大数据存储的整体防护效果。虚拟化通过在物理硬件上运行多个虚拟机（VM），实现资源的高效共享和隔离。然而，虚拟化层的漏洞、管理不善或者配置错误，都可能导致“逃逸攻击”，攻击者突破虚拟机边界，进而入侵宿主机或其他虚拟机，造成严重安全隐患。

从硬件维度实施存储隔离，通过物理或逻辑层面的硬件级边界划分，能构建更可靠的数据安全屏障。依托安全存储控制器芯片的硬件虚拟化技术如专用的安全分区，将敏感数据与普通数据的存储区域在硬件层面强制隔离，避免跨域访问。硬件隔离机制可规避软件层隔离的权限逃逸风险，其访问控制逻辑固化于硬件电路，能抵御恶意代码注入、内核级攻击等威胁。结合硬件安全模块的密钥管理，可实现数据存储的机密性与完整性双重保障，为核心数据提供底层级安全防护。

（四）数据备份与灾难恢复

数据备份与灾难恢复机制是确保云计算环境中大数据安全与业务连续性的基础保障。尽管云平台通常具备高可用架构，但设备故障、软件缺陷、人为误操作等都可能致数据丢失或服务中断。完善的备份体系能够在关键时刻恢复数据，减少损失；灾难恢复则是通过预设的应急方案，实现系统的快速恢复与业务的持续运转。

在大数据存储中，备份策略需考虑数据量大、更新频繁和多样化的特点。常见方法包括全量备份、增量备份和差异备份，通过合理组合降低备份时间与存储成本。备份数据通常采用异地存储，避免单点故障对数据安全造成影响。同时，为防止备份数据被篡改或泄露，需结合加密技术确保备份内容的机密性和完整性。^[5]

存储设备级别的硬件备份凭借物理层的数据冗余机制，其可靠性显著优于系统级备份。这类方案依托 RAID 阵列、硬盘 RAID 存储技术等硬件级冗余架构，通过专用控制器实时同步数据至冗余存储单元，实现毫秒级故障切换，存储设备的异常断电保护设计，可保证在系统供电突然断开的情况下保障数据完整性。相较之下，系统备份依赖软件逻辑与文件系统接口，易受操作系统漏洞、恶意软件篡改或备份进程中断影响。硬件备份则通过独立于宿主系统的专用芯片与总线通道完成数据复制，规避了上层软件栈的安全风险，坏道自动修复（SMART 技术）为数据完整性提供底层级保障。备份与恢复不仅关注技术层面，更注重流程规范和人员培训。多部门协同合作，形成完善的应急响应机制，提升整体抗风险能力。

四、结束语

云计算及 AI 为数据存储提供了全新的架构思路和经济模式，但其安全问题同样不容忽视。面对数据泄露、服务中断、完整性受损等多重威胁，单一防护手段难以构建稳固的安全体系。本文从技术基础出发，分析了云计算环境下大数据存储的安全威胁，并提出了包括加密技术、访问控制、数据隔离和备份恢复在内的多层次策略。这些策略相互配合，可显著提升存储系统的安全性与可靠性。随着区块链等新兴技术的引入，数据存储的安全保障有望更加智能化与自动化，但同时也需应对新形态的威胁。对管理者而言，应在技术部署与安全文化建设双向发力，才能在享受云计算带来便利的同时，稳固守护核心数据资产。

参考文献

- [1] 戚小虎. 一种基于云计算的计算机网络安全存储技术研究 [J]. 信息记录材料, 2024, 25(06): 202-204+207.
- [2] 荣华良, 李春蕾, 张燕平, 等. 基于云计算的大数据存储安全策略分析 [J]. 信息记录材料, 2024, 25(08): 177-179+183.
- [3] 吴刚. 基于云计算的大数据存储安全策略 [J]. 中国宽带, 2023, 19(11): 127-129.
- [4] 李红霞. 基于云计算的网络存储技术对数据安全的影响 [J]. 网络空间安全, 2024, 15(04): 314-317.
- [5] 王莉, 王智, 王丽珍. 基于云计算的数据安全存储策略探析 [J]. 网络安全技术与应用, 2021, (06): 68-70.

电子信息技术在物联网中的应用路径探究

杨青山

电子科技大学 成都学院, 四川 成都 611731

DOI: 10.61369/TACS.2025050021

摘 要 : 在信息时代, 电子信息技术与物联网的融合发展成为必然趋势。物联网通过信息传感设备将物品与互联网相连, 实现智能化管理与控制, 而电子信息技术为其提供了技术基础与保障。从智能家居到工业自动化, 从智能交通到环境监测, 物联网的应用领域不断拓展, 电子信息技术在其中发挥着不可或缺的作用。本文深入剖析电子信息技术在物联网中的应用, 首先阐述物联网与电子信息技术的基本概念与特点, 探讨当前应用面临的挑战, 进而分析电子信息技术在物联网中的具体应用路径, 旨在为推动物联网与电子信息技术的深度融合及更好发展提供理论支持与实践参考。

关 键 词 : 电子信息技术; 物联网; 应用路径; 发展趋势

Exploration of Application Paths of Electronic Information Technology in the Internet of Things

Yang Qingshan

Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, Sichuan 611731

Abstract : In the information age, the integrated development of electronic information technology and the Internet of Things has become an inevitable trend. The Internet of Things connects objects with the Internet through information sensing devices to realize intelligent management and control, while electronic information technology provides the technical foundation and guarantee for it. From smart home to industrial automation, from intelligent transportation to environmental monitoring, the application fields of the Internet of Things are constantly expanding, and electronic information technology plays an indispensable role in it. This paper deeply analyzes the application of electronic information technology in the Internet of Things. Firstly, it expounds the basic concepts and characteristics of the Internet of Things and electronic information technology, discusses the challenges faced in current applications, and then analyzes the specific application paths of electronic information technology in the Internet of Things. It aims to provide theoretical support and practical reference for promoting the in-depth integration and better development of the Internet of Things and electronic information technology.

Keywords : electronic information technology; internet of things; application paths; development trends

一、物联网与电子信息技术概念

(一) 物联网的概念与特点

物联网是通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备, 按约定的协议, 把任何物品与互联网相连接, 进行信息交换和通信, 以实现对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络形态, 其核心在于通过各类技术实现物理世界与数字世界的连接与交互; 物联网具有全面感知、可靠传输和智能处理三个显著特点。

(二) 信息技术的内涵与范畴

信息技术是指在信息的获取、传递、存储、处理、展示和应用等过程中所涉及的一系列技术的总和, 其核心是通过对信息的有效处理和利用, 实现信息的价值转化与高效流通; 从内涵来看, 信息技术以计算机技术为基础, 融合了通信技术、微电子技术、传感技术、人工智能技术等, 旨在解决信息从产生到应用全

链条中的效率、质量和安全问题。其范畴广泛, 可大致分为基础技术、支撑技术和应用技术^[1]。

二、电子信息技术在物联网应用中面临的挑战

(一) 技术标准与兼容性问题

技术标准与兼容性问题是电子信息技术在物联网应用中的关键障碍, 核心在于缺乏统一规范导致设备、系统难以互联互通。硬件层面, 不同厂商设备采用各异的接口协议与通信标准, 如部分设备支持 ZigBee, 另一部分仅兼容 LoRa 或蓝牙, 致使跨品牌设备无法直接对接, 像智能家居中不同品牌的智能灯、窗帘需独立控制 APP, 无法统一联动。数据层面, 各系统数据格式、编码规则差异大, 例如工业设备输出的自定义数据格式与管理平台支持的 JSON 格式不兼容, 需额外转换程序, 既增加复杂度, 又可能引发数据误差。行业层面, 不同领域形成技术壁垒, 如车联网

的 CAN 总线协议与工业物联网的 Modbus 协议不兼容，医疗设备标准与消费级设备标准存在差异，阻碍跨行业融合应用。同时，技术标准更新与物联网发展不同步，新旧标准冲突加剧兼容性问题，推高设备升级和系统迭代成本，严重制约物联网规模化应用与产业生态构建^[2]。

（二）数据数据安全与隐私风险

数据数据安全与隐私风险是电子信息技术在物联网应用中亟待解决的关键挑战，贯穿于信息采集、传输、存储和处理的全流程。在感知层，大量物联网设备（如智能摄像头、温湿度传感器、可穿戴设备）为追求低成本和小型化，往往简化了加密模块，导致采集的原始数据（如用户图像、生理特征、地理位置）易被非法读取或篡改，例如低端 RFID 标签可能被轻易复制，造成物品追踪信息泄露。传输环节中，无线通信信号（如蓝牙、Wi-Fi、LoRa）在开放空间中易被截获，若缺乏端到端加密，敏感数据（如工业控制指令、家庭安防视频）可能被黑客窃听或篡改，引发设备误操作甚至安全事故^[3]。存储与处理阶段，物联网产生的海量数据多集中于云端服务器，一旦云端防护机制被突破（如数据库漏洞、权限管理不严），可能导致大规模数据泄露，如用户消费记录、健康档案等隐私信息被非法倒卖。此外，物联网设备的“永久在线”特性使其成为持续攻击目标，部分设备因固件更新不及时存在安全漏洞，可能被植入恶意程序，进而作为跳板攻击整个网络系统，例如黑客通过入侵智能门锁获取家庭网络权限，威胁用户人身财产安全。这些风险不仅损害用户权益，更会降低公众对物联网技术的信任，制约其在医疗、金融、安防等关键领域的深度应用^[4]。

（三）成本与能耗制约

成本与能耗制约是电子信息技术在物联网规模化应用中难以回避的现实挑战，二者相互交织，对物联网的普及形成双重压力。在成本方面，物联网的全面感知依赖大量高精度、多功能的电子设备，如工业级传感器、射频识别标签、嵌入式芯片等，这些核心组件的研发和生产成本较高，尤其对于需要大规模部署的场景，单设备成本的微小差异会因数量级效应被放大，导致整体投入难以承受；同时，不同厂商的技术壁垒和定制化需求进一步推高了设备适配与系统集成的成本，例如为特定工业环境设计的耐高温传感器，其价格可能是普通传感器的数倍，限制了中小企业的应用意愿。在能耗方面，物联网设备多依赖电池供电，而持续的数据采集、无线传输及状态维持需要消耗大量能源，特别是在广域物联网场景中，设备往往分布在偏远地区或难以接触的位置（如地下管网、高空铁塔），频繁更换电池不仅运维成本高昂，还可能因更换不及时导致数据中断。此外，为提升数据传输效率而采用的高速通信技术虽增强了实时性，却进一步加剧了能耗，形成“性能提升 - 能耗增加 - 成本上升”的恶性循环^[5]。

三、电子信息技术在物联网中的应用路径

（一）感知层：标准化与低成本化并行

感知层作为物联网数据采集的“神经末梢”，其标准化与低

成本化并行是突破应用瓶颈的关键路径。第一，标准化需从硬件接口、通信协议和数据格式三方面着手，通过制定统一的行业标准，推动不同厂商的传感器、RFID 标签等设备实现互联互通。推广支持多协议自适应的通用芯片模块，使设备能根据场景自动切换、蓝牙、LoRa 等通信模式，避免因协议差异导致的“信息孤岛”。智能家居中不同品牌的温湿度传感器、门窗感应器可通过统一接口接入控制中枢，实现数据共享与联动控制。统一数据采集格式，采用 JSON 或 XML 作为通用数据交换格式，减少跨系统数据转换的复杂度与误差，为后续数据处理奠定基础^[6]。第二，低成本化需在保证基本性能的前提下，通过技术创新降低硬件与运维成本。利用大规模量产降低核心组件成本，采用 CMOS 工艺批量生产微型传感器，将单设备成本压缩至百元以内，满足农业大棚、城市垃圾桶等大规模部署场景的需求。针对低端应用场景推出精简版设备，仅保留温度采集与低功耗传输功能的简易传感器，舍弃不必要的复杂算法模块，以牺牲部分性能换取成本优势。第三，结合低功耗设计实现长期免维护，采用太阳能供电结合电池储能技术，配合休眠唤醒机制减少无效能耗，使设备续航从数月延长至数年，降低频繁更换电池的运维成本。野外环境监测传感器可通过光照自主充电，仅在检测到异常数据时唤醒传输模块，在保证数据有效性的同时最大限度节约能源，实现感知层设备在标准化基础上的低成本、广覆盖应用^[7]。

（二）网络层：安全传输与灵活适配结合

网络层作为物联网数据传输的“血管系统”，安全传输与灵活适配的结合是保障数据高效流通的核心路径。第一，构建分层加密的传输体系，针对不同传输场景采用差异化加密策略。短距离通信中，为蓝牙、ZigBee 等协议嵌入轻量级加密算法，通过设备身份预认证机制防止非法接入；广域通信中，基于 5G 或 NB-IoT 技术实现端到端加密，利用基站与设备的双向证书验证阻断伪造信号，同时对传输数据进行分片加密，即使部分数据被截获也无法还原完整信息，满足工业控制指令、医疗数据等敏感信息的传输需求。第二，打造多技术融合的灵活传输网络，根据场景动态调整通信模式。在设备密集的工业园区，采用“微基站 + 边缘节点”的架构，通过本地组网优先处理实时数据，减少云端传输压力；在偏远地区的环境监测中，结合卫星通信与 LoRa 技术，利用 LoRa 实现区域内设备互联，再通过卫星完成远距离数据回传，平衡覆盖范围与传输成本；在移动场景如智能车载系统中，自动切换 4G/5G 与 Wi-Fi，确保车辆在高速行驶或进入隧道时数据传输不中断。第三，建立动态适配的网络优化机制，通过智能算法提升传输稳定性。部署网络质量监测节点，实时采集信号强度、延迟、丢包率等数据，当检测到干扰时自动切换通信信道或调整传输功率^[8]。

（三）应用层：边缘 - 云端协同与智能防护升级

应用层作为物联网数据价值转化的“中枢大脑”，边缘 - 云端协同与智能防护升级的结合是释放数据效能的核心路径。第一，构建边缘 - 云端协同处理架构，根据数据特性分配处理任务。将工业设备实时控制、自动驾驶环境感知等对延迟敏感的数据交由边缘节点处理，利用本地化计算快速生成控制指令；将历

史数据统计、长期趋势预测等非实时任务交由云端处理，通过大规模算力挖掘数据规律，如电商平台基于边缘节点上传的用户行为数据，在云端构建消费偏好模型实现精准营销，形成“边缘响应效率 + 云端分析深度”的互补优势。第二，部署动态智能防护体系，通过多层机制抵御安全威胁^[9]。在边缘节点嵌入异常行为识别算法，实时监测设备通信频率、数据传输量等指标，当发现某传感器短期内高频发送异常数据时，自动切断其网络连接并触发本地告警；在云端搭建威胁情报中台，汇总各边缘节点的攻击特征，通过机器学习更新防护规则，如识别出新型恶意代码后，向所有设备推送固件补丁，实现“边缘实时拦截 + 云端全局防御”的联动。第三，建立标准化数据交互接口，推动跨场景应用融合。制定边缘与云端的数据传输协议规范，确保不同厂商的边缘设备与云平台能够无缝对接，如智能家居的边缘网关可将灯光、空调数据统一格式后上传至公共云平台，支持第三方服务调用；开发通用 API 接口，允许行业应用按需获取处理结果，如城市交

通云平台向物流企业开放实时路况数据接口，助力车辆动态规划路线，通过标准化打破数据壁垒，提升应用层的服务扩展性与生态兼容性^[10]。

四、结束语

电子信息技术在物联网中的应用路径广泛且深入，从网络通信技术保障物联网设备的互联互通，电子信息技术为物联网的发展提供了全方位的支持。尽管目前在应用过程中面临技术标准不统一、数据安全与隐私保护、等挑战，但随着与人工智能的深度融合、边缘计算的广泛应用以及万物互联的逐步实现，电子信息技术与物联网的融合发展前景广阔。未来，需进一步加强技术研发，统一技术标准，完善数据安全保障体系，加大人才培养力度，推动电子信息技术在物联网中的应用不断创新与拓展，为社会经济发展注入新的活力。

参考文献

- [1] 潘隆, 庄家庆. 电子信息技术与物联网以及大数据技术的交互融合应用 [J]. 中国战略新兴产业, 2024, (14): 42–44.
- [2] 魏媛. 电子信息技术在物联网中的应用 [J]. 甘肃科技纵横, 2023, 52(03): 84–87.
- [3] 宁辰. 电子信息技术在物联网中的应用 [J]. 电子技术, 2023, 52(03): 145–147.
- [4] 马琳. 电子信息技术在物联网中的应用与浅析 [C]// 中国管理科学研究院教育科学研究所. 教育理论与实践网络研讨会论文集 (二). 河南信息工程学校; , 2022: 271–274. DOI:10.26914/c.cnkihy.2022.045722.
- [5] 李红艳. 电子信息技术在物联网中的应用路径探析 [J]. 产业创新研究, 2022, (16): 68–70.
- [6] 林丽真. 电子信息技术与物联网以及大数据技术的交互融合应用 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2022, 34(11): 193–195.
- [7] 宫月月, 袁明波, 喻德奇. 电子信息技术在物联网中的应用研究 [J]. 中国管理信息化, 2022, 25(02): 202–204.
- [8] 李庆. 电子信息技术在物联网中的应用研究 [J]. 电子世界, 2020, (19): 130–131. DOI: 10.19353/j.cnki.dzsj.2020.19.060.
- [9] 薛艳. 电子信息技术在物联网中的应用与融合发展建议探讨 [J]. 粘接, 2020, 41(05): 108–111+150.
- [10] 顾隽隽. 物联网中的电子信息技术应用探析 [J]. 信息通信, 2020, (05): 275–277.

探讨工学一体化在计算机设备组装与调试教学中的应用

丁文武¹, 丁梦甜², 高庆昌³

1. 江苏省扬州技师学院, 江苏 扬州 225000

2. 江苏旅游职业学院, 江苏 扬州 225000

3. 江苏省淮安工业中等专业学校, 江苏 淮安 223200

DOI: 10.61369/TACS.2025050028

摘 要 : 随着计算机技术的快速发展, 计算机设备组装与调试已成为计算机网络应用专业等专业的重要课程。传统的教学模式往往采用理论讲授与实践操作分离的方式, 导致学生实践能力不足、学习兴趣不高、与实际工作衔接不好等问题。工学一体化教学方法以职业岗位能力需求为导向, 通过“在工作中学习、在学习中工作”的方式, 有效提升学生的实操技能和职业素养。本文结合教学实践, 探讨工学一体化方法在计算机设备组装与调试教学中的应用, 以期职业教育改革提供参考。

关 键 词 : 工学一体化; 计算机组装; 实践教学; 职业教育; 教学模式

Exploring the Application of Work-Integrated Learning in Computer Hardware Assembly and Debugging

Ding Wenwu¹, Ding Mengtian², Gao Qingchang³

1.Jiangsu Yangzhou Technician College, Yangzhou, Jiangsu 225000

2.Jiangsu Vocational College of Tourism, Yangzhou, Jiangsu 225000

3.Jiangsu Huai'an Industrial Vocational School, Huai'an, Jiangsu 223200

Abstract : With the rapid development of computer technology, Computer Hardware Assembly and Debugging have become important courses for computer network application majors and other majors. The traditional teaching mode often adopts the method of separating theoretical teaching and practical operation, resulting in students' lack of practical ability, low interest in learning, and poor connection with practical work. The teaching method of Work-Integrated Learning is guided by the ability requirements of vocational positions, and effectively improves students' practical skills and professionalism through the method of "learning by doing, learning by doing". Based on teaching practices, this paper explores the application of the Work-Integrated Learning (WIL) approach in Computer Hardware Assembly and Debugging instruction, aiming to provide reference for vocational education reform.

Keywords : work-integrated learning; computer assembly; hands-on instruction; vocational education; teaching model

引言

计算机设备组装与调试是计算机网络应用等专业的核心课程之一, 其教学目标是培养学生掌握计算机硬件组成、软硬件更换、安装调试、配置升级、故障诊断和排除、报告书写等技能。然而, 传统的教学方法通常采用“先理论、后实践”的模式, 导致学生在理论学习阶段缺乏直观认识, 而在实践操作时又难以有效运用理论知识。这种脱节现象严重影响了教学效果, 使得学生难以快速适应企业需求。

工学一体化是一种将企业典型工作任务转换为学校教学内容, 根据工作过程设计教育过程, 实现“在工作中学习、在学习中工作”^[1,2]。本文结合技师学院的教学实践, 探讨工学一体化方法在计算机设备组装与调试课程中的应用, 分析其优势、实施策略及改进方向, 促进教学质量提升, 实现思想政治教育、知识传授、技能培养融合统一, 持续推动专业内涵发展和特色发展^[3]。

一、工学一体化教学方法的理论基础

工学一体化教学方法基于工作的学习, 学习内容通过工作实

现学习。在计算机网络应用专业的教学过程中, 我们将以企业劳动组织方式和工作方法为主要依据, 构建工学一体化教学模式, 而非被动接受^[4]。为实现这一目标, 我们将采用自主开发的活页

教材，这些教材将紧密结合企业实际，注重理论与实践的有机结合。教学内容将以单元任务为模块进行组织，每个任务都围绕一个具体的工作场景或问题展开，引导学生在完成任务的过程中掌握相关知识和技能^[5]。

在教学过程中，我们将以学生为中心，注重激发学生的学习兴趣 and 主动性。通过小组讨论、案例分析、实践操作等多种教学方式，鼓励学生积极参与，自主探究，从而提高学生的自主学习能力和问题解决能力。

此外，我们还会与企业合作，为学生提供实习机会，让他们在实际工作中进一步锻炼和提高自己的实践能力，能够有效弥补传统教学的不足^[6]。

二、传统计算机组装教学的局限性

目前，许多技师院校在计算机组装课程中仍采用传统的“理论+实验”教学模式，即先讲授计算机硬件知识，再安排实验课进行组装练习^[7]。这种模式存在以下问题：

（一）理论与实践脱节

学生在理论学习阶段往往难以理解抽象的硬件概念（如主板总线、CPU 架构、芯片引脚功能等），而在实践操作时又容易遗忘前期所学知识，导致理论与实践脱节，学习效果不佳。

（二）学习兴趣不足

单纯的理论讲解容易使学生感到枯燥，而实验课又往往局限于简单的组装步骤，缺乏综合性和挑战性，难以激发学生的学习兴趣。且没有设置故障排错，对学生的综合能力提升效果也不好。

（三）与企业需求不匹配

传统教学模式基于理论讲解，很少涉及真实工作场景（如客户的需求分析、硬件选配、故障排查等），导致学生毕业后，就业时难以满足企业的岗位要求，导致企业对毕业生的满意度较低。调查显示，传统教学法的班级，学生实操考核合格率不高。

工学一体化教学是基于真实情况，以实际应用导向进行教学^[8,9]。我校以扬州大自然网络信息有限公司因承办移动开发赛项的真实的场景教学，本任务需对赛场环境做技术部署，现对赛场原有的12台清华同方台式计算机进行软硬件升级，升级成本不超过2000元/台。按照客户要求完成台式计算机硬件选购、安装和调试等，保障计算机能够满足技术使用需要。

三、工学一体化在计算机组装教学中的实施

（一）课程设计

本课程主要面向 ICT 产业链中的设备制造、系统集成及软件服务等领域，重点培养学生在计算机网络管理岗位群中的职业能力^[10]。课程目标定位为使学生掌握小型网络环境下计算机设备的组装与调试技能，能够胜任相关技术岗位的工作要求。

在课程开发过程中，我们深入调研行业企业需求，以实际工作任务为引领，采用“工学一体”的教学理念进行设计。课程采

用典型工作任务为导向，将教学内容划分为若干个典型工作情境，如：清华同方超越 E500 台式计算机的升级安装与调试、联想 ThinkPad L14 移动计算机调试等。

每个教学情境均按照完整的工作流程进行设计，通过结构化设计，确保学生能够系统掌握计算机设备组装与调试的专业技能，同时培养其解决实际问题的综合能力。

（二）教学目标与内容

《计算机设备组装与调试》是计算机网络应用专业高级工层次的首门工学一体化课程，也是该专业的第一门工学一体化课程，为后续课程的学习打下基础。通过对地方、学校、学生的实际情况分析，完成国标校本化转换，将参考性学习任务转化为学习任务。任务的情景具体从什么事、何时做、谁来做、做什么、怎么做等五方面进行了详细描述。

在内容设计方面，规范性与逻辑性尤为突出。我们严格把控环节与内容的制定，团队收集大量相关教学资源，为任务各环节提供合规依据，确保遵循行业标准与教学规范。逻辑性方面，依据课程目标解构和学情分析，精准制定本任务的学习目标，涵盖通用能力与专业能力目标，旨在最终提升学生的职业能力。各环节紧密相扣，贯穿理论学习、实践操作到成果展示，层层递进。同时，在具体课堂设计中，结合学校设备与学生实际优化内容，严格遵循教学逻辑，保障实践教学顺利开展。任务完成后，收集学生成果，科学评估学习效果，提出改进建议，形成闭环管理，为后续学习任务的优化提供依据。

（三）教学资源与环境

学院建有计算机网络应用一体化学习工作站，具备良好的安全性、照明和通风条件，可分为教学实训区、分组讨论区、物品存储区等，教学实训区配有12个标准工位，同时工作站配备相应的多媒体教学设备和教学白板等设施，学生在分组讨论区了解相关理论知识，在教学实训区借助专用工作台与工具进行组装，严格的操作规范与安全管理制度，有力支撑了本学习任务的课堂实施。

针对本学习任务，工位上放置了清华同方超越 E500 台式计算机，每台操作台上都配备了专业的网络实验设备，如主板、内存条、防静电手环、工具箱等，以及高性能计算机，满足学生多样化实践需求。让学生在实操中熟悉硬件接口和安装流程。同时具备 Windows 系统安装镜像等系统安装与调试软件工具包，方便学生完成组装后的系统与驱动调试。

（四）教学实施

教学过程规范，严格按照六个关键环节来走。教学实施环节，采用“六步教学法”展开，课前学生们通过学习通拿到任务，把完成的课前作业拍照上传；课中，线上签到，按照老师指引和工作页进行学习；课后，还会收到拓展作业。具体的每一步是这么展开的：

1. 获取信息：老师会组织学生模拟跟客户沟通，现场看看环境和设备，让大家真正明白客户想要什么，任务具体是啥。同时，老师把台式机相关的硬件知识整理好，提供给学生，确保学生们对台式机的计算机硬件相关知识全面了解和掌握。

2. 制定计划：学生们拿到任务和要求后，得自己琢磨，把整个安装过程拆解成从硬件组装到软件调试的一步步具体操作。这一步重点练的是学生自己学习的能力，还有养成按规矩办事的职业习惯。

3. 做出决策：学生以小组为单位，围绕不同安装方案的优劣展开讨论，综合考虑时间、成本、兼容性和性价比等因素，最后拍板定下最佳方案。老师就在边上看着，适时引导，保证大家选的方法科学合理。

4. 实施计划：学生们就严格按计划组装硬件、调试软件，把设备装好调通。老师全程巡回指导，保证每一步都规范。这个过程，既培养学生动手解决问题的能力，也磨炼不怕苦、不怕累的劳动劲儿。

5. 过程控制：在作业过程中，严格执行企业操作规范、安全生产管理制度以及7S管理等规定。老师巡回指导，学生手上要是出了岔子，比如线接错了、软件设置不对等，及时指出并改正，避免小问题变大麻烦，确保任务顺利往下走。

6. 评价反馈：学生通过自评、互评以及教师评价，这样多角度照镜子，才能全面、客观地知道自己学得咋样。整理整个工作过程资料，总结出关键点，写技术总结。这一步，独立思考的能力和追求极致的那股子工匠精神，又得再锤炼一回。

（五）教学考核评价

考核方案由考核项目设计、考核项目评分和成绩构成三部分组成，是根据课程考核方案，在企业专家的协助下通过梳理学习任务工作过程和职业能力要求开发而来。采用过程性考核与终结性考核相结合的形式多元化评价方式，包括：

1. 过程性评价（60%）

采用学生自评、小组互评和教师综合评价相结合的方式进行考核。引导学习者建立自我反思意识，对自身知识掌握程度和技能水平进行客观分析。采用结构化评价表，开展同伴互评，培养批判性思维。教师观察学生的学习过程进行综合总评，帮助学生明确改进方向，实现持续进步。

2. 结果性评价（30%）

终结性考核需体现参考性学习任务的综合性，同时应兼顾任务实施的难度，选择企业真实工作任务或设计学习任务进行考核。

3. 企业参与评价（10%）

邀请行业的工程师或技术人员到学校授课和考核，确保学习

成效符合职业标准，全方位地进行真正的校企合作。

（六）学习成效

在计算机设备组装与调试课程的工学一体化教学过程中，我们取得了显著成效。课程教学团队突破传统教学方法的局限，采用案例教学与项目任务相结合的方式开展教学活动，使抽象的理论知识转化为可操作的具体技能。

为确保教学质量，课程建立了多元化的考核评价机制。通过阶段性测评与综合考核相结合的方式，对学生的专业技能进行全方位评估。实践表明，这种评价方式能更客观地反映学生的真实水平。

教学改革带来了三方面的显著提升：首先，学生实践能力明显增强；其次，企业反馈显示，学生上岗适应期提升了很多；最后，学习问卷调查表明，超过八成学生表示对该教学方式更感兴趣。

（七）创新与特色

任务环节对标企业实际流程，整个任务严格参照企业真实工作流程，每个步骤均严格恪守企业标准操作规范，力求让学生沉浸式体验企业一线工作的真实节奏，全方位激发学生深度参与热情。

教学过程中，充分利用信息化手段，突破了传统教学在时间与空间上的固有局限。借助信息化平台，学生能够灵活自主地开展学习活动，随时回顾操作要点、高效查阅相关资料，极大地提升了学习效果与效率，充分契合现代学习模式下学生对于便捷性、自主性的强烈需求。

四、总结

计算机设备组装与调试的工学一体化教学方法是一项系统性工程，在教学实施过程中，教师需要投入大量精力进行教学方案设计，这对教师的课堂组织能力和专业实践能力提出了更高要求，这种教学模式需要在实践中不断完善和优化。

为深入推进教学改革，建议从以下几个方面着手：首先，构建理论与实践深度融合的课程体系，积极组织学生参与各类职业技能竞赛，以赛促学、以赛促教；其次，深化校企合作，建立协同育人机制；最后，加快实训基地建设步伐，最终形成具有区域示范效应的人才培养新模式。

参考文献

- [1] 赵志群. 工学一体化课程模式的认识与运用 [J]. 中国培训, 2013, (04): 51-52.
- [2] 祁占勇, 鄂晓倩. 中国式职业教育现代化与技能强国之路 [J]. 民族教育研究, 2023, 34(02): 5-14.
- [3] 祝传魁. 技工院校工学一体化技能人才培养模式探讨 [J]. 山东人力资源和社会保障, 2022, (09): 50-51.
- [4] 殷常鸿, 张义兵, 高伟, 等. "皮亚杰—比格斯"深度学习评价模型构建 [J]. 电化教育研究, 2019, 40(07): 13-20.
- [5] 殷玉新. 情景学习理论及新进展研究——基于莱夫和温格的思想探索 [J]. 成人教育, 2014, 34(10): 4-8.
- [6] 许溜溜. 工学一体化背景下计算机网络应用改革初探 [J]. 职业, 2023, (20): 59-61.
- [7] 李光中, 吴小兰. 技工院校工学一体化教学和课程思政深度融合的方法探索 [J]. 中国培训, 2024, (01): 104-106.
- [8] 唐井兰. 计算机组装与维护中的常见问题与措施 [J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(21): 158-160.
- [9] 罗燕. 浅谈中职计算机专业工学结合一体化课程开发 [J]. 数字通信世界, 2020, (06): 277-282.
- [10] 杜娟. 计算机组装与维护关键技术探析 [J]. 数字通信世界, 2021, (08): 93-94+141.

产教融合下技工院校计算机专业“岗课赛证”融通育人模式探索与实践

刘伟雪

广州市轻工技师学院, 广东 广州 510055

DOI: 10.61369/TACS.2025050031

摘 要 : 近些年,随着产业升级转型稳步推进,计算机行业需要大量的高素质人才,技工院校作为向社会输送高素质人才的主阵地,应该发挥好自身育人职责。技工院校基于产教融合构建“岗课赛证”融通育人模式,不仅能为计算机专业教学提供全新的思路,也能培养学生的创新思维与实践能力,有效检验学生的知识水平与专业能力生成情况,并针对性地优化调整教学方案,进而培养出满足计算机行业发展需求的高素质人才。对此,本文首先阐述产教融合下技工院校计算机专业“岗课赛证”融通育人模式构建意义,接着提出一系列行之有效的构建策略,以期为相关研究者提供一定的参考与借鉴。

关 键 词 : 产教融合;技工院校;计算机专业;“岗课赛证”

Exploration and Practice of the Integration of "Post-Course-Competition-Certificate" Education Mode for Computer Major in Technical Schools under Industry-Education Integration

Liu Weixue

Guangzhou Light Industry Technician College, Guangzhou, Guangdong 510055

Abstract : In recent years, with the steady advancement of industrial upgrading and transformation, the computer industry is in need of a large number of high-quality talents. As the main position for delivering high-quality talents to society, technical schools should fulfill their educational responsibilities well. The construction of the "Post-Course-Competition-Certificate" integrated education mode based on industry-education integration in technical schools can not only provide new ideas for computer major teaching, but also cultivate students' innovative thinking and practical abilities, effectively test students' knowledge level and the generation of professional abilities, and optimize and adjust teaching plans in a targeted manner, thereby cultivating high-quality talents that meet the development needs of the computer industry. In this regard, this paper first expounds the significance of constructing the "Post-Course-Competition-Certificate" integrated education mode for computer major in technical schools under industry-education integration, and then puts forward a series of effective construction strategies, aiming to provide certain references for relevant researchers.

Keywords : industry-education integration; technical schools; computer major; "Post-Course-Competition-Certificate"

一、产教融合下技工院校计算机专业“岗课赛证”融通育人模式构建意义

(一) 有利于推动职业教育发展

“岗课赛证”融通育人模式能够与计算机行业用人需求精准对接,也能推动职业教育实现持续发展。“岗课赛证”将结合岗位需求灵活组织教学内容,使教学主题与真实的岗位环境相联系,避免出现岗位需求与教学内容相脱节的情况。由此,学生便能在教学过程中掌握最新且极具实用性的计算机专业知识与技能,有效增强学生的职业素养,促使其快速适应工作岗位^[1]。另外,“岗课赛证”融通模式也能平衡好职业教育与普通教育,克服普通教

育侧重于理论知识讲解的问题,着重增强学生的实践能力,从而实现相互促进和共同发展,进而推动职业教育实现持续发展,不断提升学生的综合水平^[2]。

(二) 有利于提升学生的综合能力和就业质量

在“岗课赛证”融通育人模式下,学生不仅要学习课程知识,还要参与各类技能竞赛。竞赛往往具有一定的挑战性和创新性,能够激发学生的学习兴趣 and 潜能,促使他们不断探索和钻研计算机专业知识。通过参与竞赛,学生可以锻炼自己的团队协作能力、问题解决能力和创新思维能力,这些能力对于他们未来的职业发展至关重要^[3]。同时,该模式以获得相关证书为目标之一,这些证书是对学生专业技能的权威认证,拥有这些证书,学生在

就业市场上会更具竞争力,能够获得更多优质的就业机会。而且,由于课程内容与岗位需求紧密对接,学生毕业后能够更快地适应工作环境,顺利进入工作角色,为企业创造价值,从而提升整体的就业质量^[4]。

二、产教融合下技工院校计算机专业“岗课赛证”融通育人模式构建策略

(一)以岗定课,优化课程体系

在产教融合大环境下,技工院校在计算机专业教学中构建“岗课赛证”融通育人模式,要根据计算机岗位职责制定、调整课程内容和课时安排,使课程结构与计算机岗位所需要的专业标准、理论知识与操作技能等高度契合^[5]。另外,技工院校还可以根据计算机岗位具体业务流程、岗位等级要求和职业发展情况等因素,进一步完善与优化人才培养方案,并且要立足于现有的课程体系基础上加大改革力度,通过增加或减少部分专业课程,有效优化计算机专业课程体系^[6]。

比如,技工院校可以根据大数据开发、软件开发、网站建设、程序语言编写等工作岗位,深度分析与之相对应的专业技能与知识,结合现有的教学体系对这些知识进行合理整合,以Web前端为例,技工院校可以开发“Html5+CSS3网站设计与搭建”“JavaScript前端开发”等课程,确保所教授内容充分满足行业发展需求,培养出切实所需的高素质计算机人才。再者,技工院校还应当加强与企业的联系,深度调研岗位用人需求情况,归纳岗位所需知识、技能等,以此编制教学计划,使教学内容更具针对性,进而贯彻落实产教融合^[7]。

(二)以课为本,实现岗课对接

在技工院校计算机专业教学中,专业建设与人才培养的核心就是课程体系建设,专业的课程教学则是学生学习专业知识的重要手段。在“岗课赛证”融通育人模式下,课程属于人才培养的关键,更属于推进产教融合的根本。唯有构建与工作实际相结合的系统化课程体系,才能够实现岗课对接。为此,中职院校就需要注重在设置计算机课程的过程当中,开展更加深入的市场调研,了解专业毕业生主要从事的工作,然后结合岗位需求设置相应的课程^[8]。

比如,部分计算机专业毕业生会从事网页设计与制作工作,在进行课程设计的过程中,技工院校应该将与网络页面设计相关的课程设为主修课程,促使学生更好地掌握与理解网页设计方面的相关技巧,还应以市场需求为导向,强调以实习为主的课程设计,将学习过程转化成实习过程,他们通过实践操作有效掌握HTML、CSS、JavaScript等前端技术、网站架构、网页优化等知识。在此过程中,他们还可以了解市场需求对于计算机专业人才所提出的具体需求,以便更好地满足市场需求,提高他们的就业水平。除此之外,技工院校还要鼓励学生积极参加网页设计方面的交流会、座谈会,通过分享自身的学习知识技能,加强对网页设计的了解,明确计算机行业发展形势及市场需要,为个人职业发展做好规划^[9]。

(三)以赛提技,增强学生实践能力

第一,深化校企合作效果,灵活运用企业资源实施“岗课赛证”融通育人活动。技工院校要加大与当地高校、企业的合作,邀请他们参与到课程内容修订中,共同构建良好的实践操作训练环境,并在满足作业需求的前提下,将竞赛规程、准则融入计算机专业教学中,使学生通过竞赛强化对计算机专业知识理解,提升他们的技能水平,进而达到预期的人才培养目标^[10]。同时,在人才培养考核过程中,技工院校引入技能大赛评分细则,在督促学生熟练掌握要求的同时,提升他们的竞赛能力。又或者,在实训项目设计中,技工院校应该组织“3DMAX动画竞赛”“Web技术竞赛”“虚拟现实设计与制作竞赛”等竞赛,并从中提取有效的竞赛考核要点,并结合实训课程内容设置竞赛项目,促使学生在具体的技能竞赛中,持续提升他们的实践能力^[11]。

第三,强化技能大赛参与指导与服务。学校应组建专业的指导教师团队,这些教师不仅要具备扎实的计算机专业知识,还要有丰富的技能大赛指导经验。他们要深入研究各类技能大赛的规则、赛题方向和评分标准,为参赛学生制定个性化的备赛方案。教师要对学生进行系统地培训,从理论知识讲解到实践操作指导,全方位提升学生的竞赛能力。同时,要关注学生的心理状态,为他们提供心理辅导和减压活动,缓解学生的竞赛压力。在竞赛期间,学校要安排专人负责后勤保障工作,如交通、饮食等,让学生能够全身心地投入到竞赛中^[12]。

(四)以证为标,实现课证内容无缝衔接

在计算机专业人才培养中,技工院校应该将教学大纲与职业资格认证结合起来,使专业知识结构与职业资格认证标准度匹配,确保学生所掌握的专业知识更符合社会需求,提高他们的行业中的竞争力。具体如下:第一,确保教学大纲与职业资格认证精准对接。在制订教学大纲时应该参考职业资格认证标准,使计算机专业教学内容中涵盖职业资格认证各个考核要点,并且在教学实践中应当注重专业技能训练,从而使学生能够掌握与职业技能等级证书相关的知识与技能^[13]。

第二,优化计算机专业教学评估与考核,使得学生能够达到职业技能等级证书的标准要求。考核内容要与证书考核的内容相对应,才能真正使课程与证书考核内容一体化。在考核和考查中要注重对学生综合能力的考核,比如,动手能力、解决问题的能力等,从多方面考查学生的各项表现^[14]。

第三,企业、学校联合为学生提供较为真实的工作场景与实训项目,让学生在真正的工作过程中学习、使用他们所掌握的知识与技能。这样,可以督促学生较好地理解职业技能等级证书考核要求,实现课程内容与证书内容的深度融合,进而不断提升学生的职业素养^[15]。

三、结语

综上所述,产教融合下技工院校计算机专业“岗课赛证”融通育人模式具有显著的意义和价值,既能推动职业教育发展,又能提升学生的综合能力和就业质量。对此,技工院校可以从以岗

定课，优化课程体系；以课为本，实现岗课对接；以赛提技，增强学生实践能力；以证为标，实现课证内容无缝衔接等策略着手，以此有效培养学生的创新精神和创业意识，使他们在未来的职业生涯中具备更强的竞争力。同时，通过不断地探索和实践，产教融合下的“岗课赛证”融通育人模式必将为技工院校计算机专业的发展注入新的活力，为计算机行业培养出更多高素质的专业人才。

参考文献

[1] 韦汝贵.“1+X”证书制度下中职计算机网络专业“岗课赛证”人才培养模式探究——以荔浦市职业教育中心学校为例[J]. 广西教育, 2024, (29): 94-97.

[2] 秦中秀. 中职计算机网络技术专业中“岗课赛证”融通育人模式实践研究[C]. 冶金工业教育资源开发中心, 中国钢协职业培训中心. 第13届钢铁行业职业教育培训优秀多媒体课件活动系列研讨会——教育理论与教育管理高质量发展之路论文集. 重庆市黔江区民族职业教育中心; 2024: 330-332.

[3] 张海玉. 产教融合背景下高职计算机专业“岗课赛证”综合育人模式研究[J]. 山西财政税务专科学校学报, 2024, 26(04): 68-71.

[4] 燕飞宇, 刘妍君, 文际琼.“岗课赛证”视域下职业院校育人策略及其效果评估——以计算机网络技术专业为例[J]. 黑龙江科学, 2024, 15(15): 114-116.

[5] 邢晓俊.“岗课赛证”融通的综合育人模式实践研究——以中职计算机移动应用开发专业微项目开发为例[J]. 信息与电脑(理论版), 2024, 36(13): 51-54.

[6] 唐敏. 产教融合下中职计算机专业“岗课赛证”融通育人模式研究[J]. 科技与创新, 2024, (10): 157-159.

[7] 诸曼华. 中职计算机应用专业“岗课赛证”融通人才培养模式的实践研究[J]. 中国新通信, 2024, 26(09): 65-67.

[8] 周旭. 产教融合背景下中职计算机平面设计专业“岗课赛证”融通育人模式的构建策略研究[J]. 教师, 2024, (12): 114-116.

[9] 杨杨. 产教融合背景下中职计算机应用专业“岗课赛证一体化”人才培养模式研究[J]. 造纸装备及材料, 2024, 53(04): 225-227.

[10] 陈琛.“三教”改革背景下中职计算机应用专业“岗课赛证一体化”教学改革研究[J]. 造纸装备及材料, 2024, 53(03): 220-222.

[11] 韩艳. 高职院校岗课赛证融通育人的现实问题与实施路径——以计算机应用技术专业为例[J]. 常州信息职业技术学院学报, 2024, 23(01): 1-5.

[12] 杨秋红. 互联网背景下“岗课赛证”融通的高职计算机专业课程体系构建路径[J]. 中国新通信, 2024, 26(03): 106-108+127.

[13] 崔蓬, 汤明伟, 屠莉. 基于“1+X”制度下的计算机应用技术专业“岗课赛证”融通课程体系构建——以江阴职业技术学院为例[J]. 安徽电子信息职业技术学院学报, 2023, 22(03): 55-60.

[14] 程淑玉.“岗、课、赛、证、创”五育人模式探索与实践——以安徽电子信息职业技术学院计算机应用技术专业为例[J]. 安徽电子信息职业技术学院学报, 2023, 22(03): 77-81.

[15] 丘荣美. 产教融合下“岗课赛证一体化”人才培养模式改革与创新——以中职计算机平面设计专业为例[J]. 中学教学参考, 2022, (15): 91-93.

一种输出可调的非隔离抗辐射高压 DC/DC 变换器设计与分析

李媛媛^{1,2}, 王毅^{1,2}, 丁瀚^{1,2}

1. 中国电子科技集团公司第四十三研究所安徽省微系统重点实验室, 安徽 合肥 230088

2. 中国电子科技集团公司第四十三研究所, 安徽 合肥 230088

DOI: 10.61369/TACS.2025050035

摘 要 : 本文提出一种输出可调的非隔离抗辐射高压 DC/DC 变换器设计方案, 并通过一款 45V ~ 150V 抗辐射高压 DC/DC 变换器的设计分析和软件仿真及实测数据, 验证该技术方案在抗辐射高压 DC/DC 变换器上的应用是可行有效的。

关 键 词 : 非隔离; 输出可调; 抗辐射; 高压 DC/DC 变换器

Design and Analysis of a Non-Isolated Radiation-Resistant High-Voltage DC/DC Converter with Adjustable Output

Li Yuanyuan^{1,2}, Wang Yi^{1,2}, Ding Han^{1,2}

1. The 43rd Research Institute of CETC, Hefei, Anhui, 230088

2. Anhui Provincial Key Laboratory of Microsystem, Hefei, Anhui 230088

Abstract : This paper proposes a design scheme for a non-isolated radiation-resistant high-voltage DC/DC converter with adjustable output. Through the design and analysis, software simulation, and experimental test data of a 45V ~ 150V radiation-hardened high-voltage DC/DC converter, it is verified that this technical solution is feasible and effective for application in radiation-hardened high-voltage DC/DC converters.

Keywords : non-isolated; adjustable output; radiation-hardened; high-voltage DC/DC converter

引言

抗辐射 DC/DC 变换器是航天器供电单元的核心器件, 直接决定航天器能否正常运行。以 Interpoint 公司、VPT 公司等为代表的国外公司, 推出的抗辐射 DC/DC 变换器已系列化、标准化。43 研究所在抗辐射开关电源领域进行深入研究, 研制出一系列典型产品^[1]。

本文给出一种非隔离高压抗辐射 DC/DC 变换器设计方案, 并设计一款输出线性可调的非隔离高压抗辐射 DC/DC 变换器, 通过软件仿真及电路实测结果, 验证该设计方案是可行有效的^[2]。

一、输出可调非隔离抗辐射高压 DC/DC 变换器原理分析

(一) 反馈方式比较分析

开关电源常用的反馈方式有隔离反馈和非隔离反馈两种方式。对于抗辐射 DC/DC 变换器, 常用的隔离反馈技术方案有使用脉冲幅度调制器的磁反馈、变压器磁反馈。使用脉冲幅度调制器的磁反馈和变压器磁反馈一般元器件较多, 体积较大。非隔离反馈电路结构简单, 元器件少, 反馈延迟环节少, 有利于实现小型

化, 并且更容易满足高压抗辐射设计要求^[3]。

通过以上分析, 本电路采用非隔离反馈电路实现高压抗辐射 DC/DC 变换器的研制。

(二) 非隔离电源原理分析

输入电压经输入滤波, 由辅助供电电路给 PWM 脉宽调制器提供工作电压, 产生功率转换部分 MOS 管的驱动信号, 经变压器隔离、耦合, 输出经整流滤波后得到所需要的输出电压。为实现输出电压的稳定, 对输出电压取样, 经误差比较放大送至 PWM, PWM 控制输出信号的占空比, 从而实现输出电压的闭环控制^[4]。

原理框图如图1。

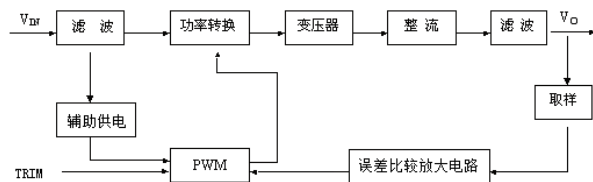


图1 非隔离高压输出开关电源原理框图

(三) 线性可调功能设计

图2为线性可调功能电路结构示意图。TRIM 脚为调整端，调整端电压线性控制输出电压，其输入电压范围0.72V ~ 2.4V，对应输出电压在45V ~ 150V 线性可调。输出电压的取样电压信号接在N1 (PWM) 的1脚，调整端接在N1的2脚，调整端电压作为电压基准与输出电压的取样电压比较，得误差信号，经N1的内部误差放大器放大后反馈到N1的COMP 端，控制N1输出驱动信号占空比的变化，从而使输出达到稳定^[5]。

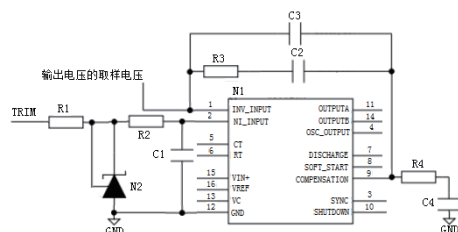


图2 线性可调功能电路结构示意图

二、主要电路设计

(一) 主要技术指标要求

输入直流电压: 10.5V ~ 16.5V;

(1) 输出直流电压: 150V ± 1.5V,

(2) 45V ~ 150V 线性可调;

(3) 输出电流: 50mA;

(4) 转换效率: 68%;

(5) 电压调整率: ≤ 2%;

(6) 电流调整率: ≤ 2%;

(7) 输出纹波电压: ≤ 200mV;

(8) 抗辐射能力:

TID ≥ 30krad (si), LET ≥ 37MeV · cm²/mg。

为实现该技术指标，根据设计方案设计电路参数^[6]。

(二) 变压器设计

f_s 开关频率设计为85kHz，脉宽调制器输出脉冲的最大占空比Dmax 为0.45，最低输入电压为Vinmin，Vdson 为MOS 管漏极导通压降，Vdiode 为快恢复整流二极管正向导通压降，Ae 为磁罐磁芯的有效横截面积，ΔB 为磁通密度变化量。变压器原边绕组匝数为 N_p ，变压器副边绕组匝数为 N_s ^[7]。

(1) 计算变压器原边匝数:

$$N_p = \frac{(V_{inmin} - V_{dson}) \times 2 \times D_{max}}{f_s \times \Delta B \times A_e} \approx 10.546$$

(2) 计算变压器原、副边匝数比:

$$N = \frac{N_p}{N_s} = \frac{(V_{inmin} - V_{dson}) \times 2 \times D_{max}}{\frac{V_o}{2} + V_{diode}} \approx 0.118$$

计算变压器副边绕组匝数:

$$N_s = \frac{N_p}{N} \approx 84.556$$

由此计算得到变压器的匝比和原、副边匝数，通过计算复核以及电路试验验证，最终得到的变压器原边匝数为10圈，副边匝数为85圈^[9]。

(三) 输出整流滤波电路设计

输出整流滤波电路采用二倍压电路，利用电容的储能作用，实现二倍的直流电压输出，该电路的优点是可将变压器的匝比减半，既减小变压器的漏感和分布电容的影响，又降低电路对绝缘强度的要求，还可以降低对电路元器件耐压的要求，同时减小了体积。电路图见图3。

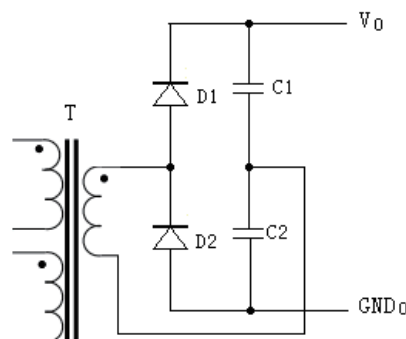


图3 输出整流滤波电路

$$\text{根据公式: } V_{sd} = V_{in(max)} \times \frac{N_s}{N_p} = 16.5 \times \frac{85}{10} = 140.25V$$

计算整流器在最大输入电压下电压应力最大达140.25V，因此选择反向耐压高的超快恢复二极管。

(四) 元器件选用

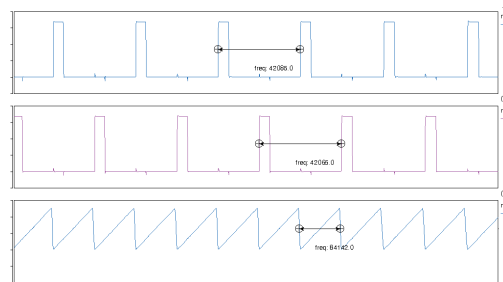
(1) 选用抗辐射加固器件，包括功率MOS管、脉宽调制器、运算放大器等有源器件，如功率MOS管，选择采用抗辐射MOS 器件工艺的半导体器件;

(2) 通过计算电压、电流应力，根据《元器件降额准则》进行降额设计，合理选择元器件^[10]。

三、电路仿真与测试结果

(一) 仿真结果

采用Saber 仿真软件仿真得到的PWM 时钟振荡波形、MOS 栅极驱动波形和启动电压波形如图4所示。从图中可看出输出电压没有启动过冲，电路工作稳定。



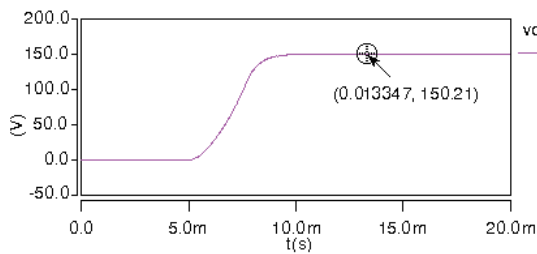


图4 仿真波形图 (PWM 时钟振荡、MOS 栅极驱动、启动电压)

(二) 测试结果

实测波形见图5~图9。可以看出,输出电压没有启动过冲,功率开关管漏极电压波形正常;输入电压16.5V时,功率开关管电压应力达到最大约39V,快恢复整流二极管反向电压最大为157V,与计算值基本一致;输出纹波电压较小,DC/DC 变换器工作稳定。

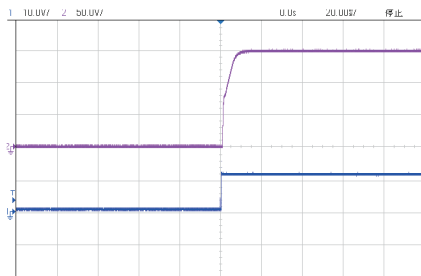


图5 启动电压波形图

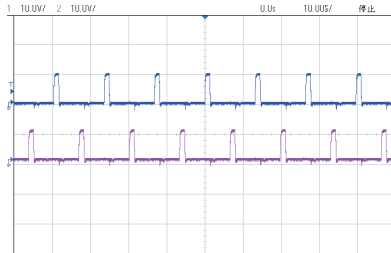


图6 功率开关管栅极电压波形图

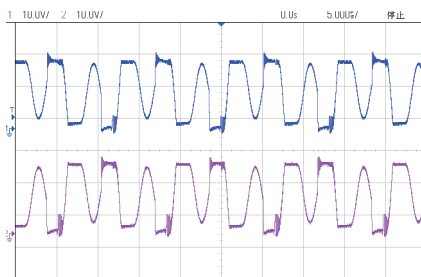


图7 功率开关管漏极电压波形图

参考文献

- [1] 张占松 蔡宣三. 开关电源的原理与设计 (修订版)[M]. 电子工业出版社, 1998.
- [2] Sanjaya Maniktala. 精通开关电源设计 [M]. 人民邮电出版社, 2008.
- [3] Abraham I.Pressman. 开关电源设计 (第三版)[M]. 电子工业出版社, 2010.
- [4] Li Dan, 李丹, Yu Wanneng, 等. 一种光伏发电 DC-DC 变换器研发 [C]// 福建省电机工程学会学术年会. 福建省电机工程学会, 2014.
- [5] 吕洋. 一种非隔离型高增益 DC/DC 变换器仿真分析 [J]. 东北电力技术, 2023, 44(3):18-21.DOI:10.3969/j.issn.1004-7913.2023.03.004.
- [6] 丁峰, 王辉, 李圣乾, 等. 一种基于 DCM 单元的高压非隔离型 DC/DC 变换器 [J]. 广东电力, 2020(1):43-52.
- [7] 刘芳, 李研, 朱永平, 等. DC-DC 变换器拓扑族归一化分析方法 [J]. 中国电机工程学报, 2023, 43(23):9362-9373.
- [8] 郑昊. 面向光储直柔的家用直流微网混合储能系统变换器设计 [D]. 华南理工大学, 2023.
- [9] 李海滨, 颜霄, 翁雨森, 等. 软开关高增益准 YZ 源 DC-DC 变换器 [J]. 中国电机工程学报, 2024, 44(11):4435-4445.
- [10] 李俊波, 闫鹏, 魏业文, 等. 一种新型 SEPIC 可拓展高增益 DC-DC 变换器 [J]. 电机与控制学报, 2023, 27(4):64-74.DOI:10.15938/j.emc.2023.04.007.

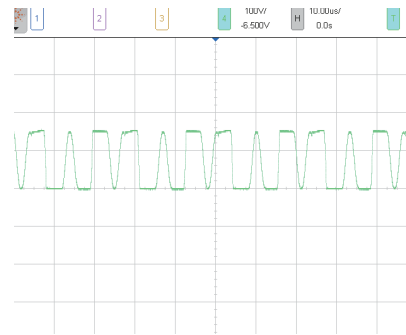


图8 快恢复整流二极管电压波形图

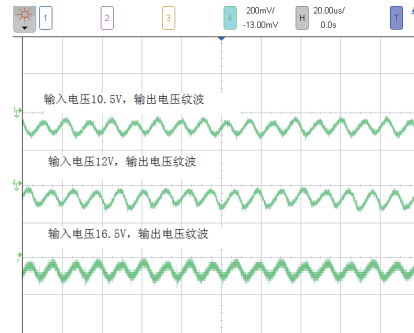


图9 输出纹波电压波形图

电路实测结果与设计指标对比如表1所示,实测结果达到设计目标。

表1 主要技术指标实测结果与设计指标对比

特 性	设计指标	实测指标
输入电压范围	10.5V ~ 16.5V	10.5V ~ 16.5V
输出电压	150V ± 1.5V	150.33V
	45V ~ 150V 线性可调	45V ~ 150V 线性可调
输出电流	50mA	50mA
输出纹波电压	≤ 200mV	143mV
电压调整率	≤ 2%	0.047%
电流调整率	≤ 2%	0.013%
效率	≥ 68%	70.8%

四、结论

经分析论证,本文设计一款输出电压线性可调的非隔离抗辐射高压 DC/DC 变换器 (45V ~ 150V), 通过电路仿真和实测技术指标比对,充分验证该技术方案是非常可靠有效的。

浅析集线器，交换机，路由器如何实现网络通信

薛婉玲

武昌职业学院，湖北 武汉 430202

DOI: 10.61369/TACS.2025050037

摘 要： 集线器，交换机和路由器作为计算机网络当中的必要部件，它们都能实现网络通信，但通信的方式和工作原理大不相同，在学习计算机网络之前，最重要的任务便是理清这三个设备的功能和工作原理，不同的网络在实施和建立时，建立和实施的设备不一样、方式不一样，会使得网络提供和使用的网络服务不同。本文以通信技术为切入点，对三个设备的工作过程做简单分析。

关 键 词： 集线器 / 交换机 / 路由器；工作原理；通信技术

A Brief Analysis of How Hubs, Switches, and Routers Facilitate Network Communication

Xue Wanling

Wuchang Polytechnic College, Hubei, Wuhan 430202

Abstract： Hubs, switches, and routers are essential components in computer networks that can all achieve network communication, but their communication methods and working principles are very different. Before learning computer networks, the most important task is to clarify the functions and working principles of these three devices. Different networks have different devices and methods for implementation and setup, which will result in different network services provided and used. This article takes communication technology as the starting point and provides a brief analysis of the working processes of three devices.

Keywords： hub/switch/router; working principle; communication technology

引言

计算机网络就是实现计算机之间的通信，那么如何去设计一个计算机网络是每个搭建网络的用户所面临的问题。最初我们进行网络搭建，最直接的办法就是直接用一根通信线缆将两台设备连接起来，通过0 1这样的高低电平就能表示数据信号，实现两台设备的基本通信。这种方式最大的问题在于当网络扩张，仍然要实现终端设备的两两通信，那么布线的规模和维护的难度会大大提升^[1]。

计算机网络的建立，基于实现跨越地点的设备间如何进行正常的通信这一要求。那么网络工程师们在设计之初，就必须考虑几个重要的点^[2]：一是消息的转发，即如何将源设备的信息，发送给目标设备，我们可以通过设置中间设备，这个设备专门用于数据转发功能，将所有源设备的信息，发送给目标设备。二是标识，标识在计算机网络当中是非常重要的身份信息。终端设备必须要有自己的标识来表明身份，发送方表明自己的发送身份，接收方表明自己的目标身份^[3]。然后才能进行网络的搭建。基于这两点，计算机网络以这两点为基础，进行网络的搭建。

二、集线器的功能和工作原理

首先是数据转发，这个功能最初网络工程师使用一个专门的设备来完成，其它所有的终端都连接到这个设备上。早期的网络就是这么做的，这个重要的设备，它有个名字——集线器 HUB。

集线器工作在物理层，它主要的功能是信息的转发。如图1所示。pc1发送消息给 pc2，pc1 将消息发给集线器后，集线器此时会将消息进行广播，pc2~pc5 都能收到这条消息。在发送前，数据包上会带相应的标识，pc2 在收到数据包后，发现数据包是发给自己的，才会解读数据包。其它计算机发现数据包不是发给自己的，就会丢弃这个数据。这个过程非常简单，而且设计成本较

低，线材也比较简单，只需要双绞线就能达成目的，在计算机网络发展初期，集线器占据了一定的地位^[4]。

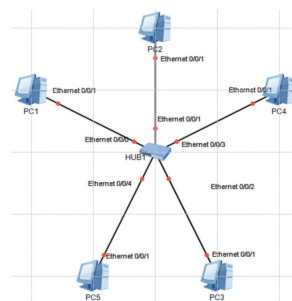


图1 基于集线器的拓扑结构

随着网络用户需求的增加，工程师们发现这种设计有一个问题：如果 pc3 在同一时间也要发送消息，而集线器只能进行转发，无法分辨这两个消息，那么集线器就会将两则消息杂糅起来一同发送，那么其他设备收到的就是消息的混合^[5]。任何设备都无法解析。为了解决这个问题，工程师使用了一种技术叫做 CSMA/CD。它的工作模式是：任何设备在发送消息前，都会进行载波侦听，检测链路上是否有其他人正在发送消息，没有则发送，避免冲突。这种方式适用于网络规模较小的环境，只适用于物理层。设备数量过多，会影响网络的传输效率^[6]，而且这种发送消息的方式只能将消息广播出去，不能进行一对一的发送，占用网络通道，浪费资源。

计算机网络诞生之初大多采用集线器进行数据转发，那么这种方式，还存在一些问题。首先用户在发送数据时，集线器的无条件转发会导致网络带宽利用率较低；另外，在链路发送数据时，只能有一路信号进行发送，会降低链路的利用率，随着网络规模的扩大，网络用户数量从一个家庭增加到一个城市的用户，那么传输等待时间倍数增大，严重影响传输效率。

三、交换机的功能和工作原理

交换机，简称 SW，与集线器的作用类似，它有数据中心的作用，能够实现数据的转发。交换机与集线器对数据的转发有本质的区别，集线器不能记录设备的标识，只是将消息进行广播，让目标设备自行表明身份，所以这种工作方式效率较低。而交换机可以记录设备的地址，交换机记录的是设备 MAC 地址以和这个地址对应交换机的哪个端口。交换机的主要作用就是记录和维护 MAC 地址表。这张表记录了每台与交换机相连的设备对应的端口号，如图 2 所示，交换机 LSW1，pc1 的 MAC 地址为 54-89-98-AF-56-01，对应的端口是 GE 0/0/1，pc2 的 MAC 地址为 54-89-98-02-59-02，对应的端口是 GE 0/0/2，pc3 的 MAC 地址为 54-89-98-89-3D-03，对应的端口是 GE 0/0/3。而交换机 LSW2 以及它连接的 pc4、pc5 对应的端口是 GE 0/0/4。

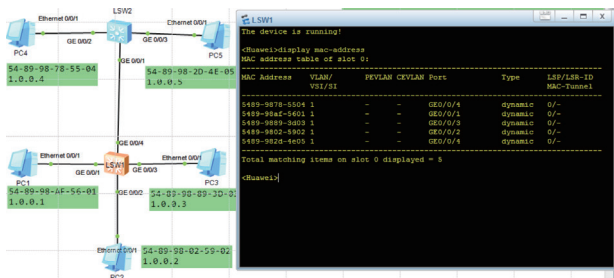


图2 交换机 LSW1 的 MAC 地址表

交换机 MAC 表的构建过程即交换机的功能之一：当 pc4 向 pc5 发送数据时，pc4 先将数据发送给交换机，此时交换机记录下 pc4 MAC 地址对应的端口号，然后在它的表中寻找是否有 pc5 的记录，有记录则直接发送，若没有记录，交换机才会进行广播。并且交换机的通信方式是全双工，pc1 在发送数据的同时，其他设备也能发送，不会产生冲突。交换机的 MAC 地址——端口的映射关系：交换机在初次使用时内部的 MAC 表是空表，将交换机连

接上设备后，pc1 向 pc2 发送数据，pc1 将数据发送给交换机，交换机确定了一个消息，pc1 的 MAC 地址对应的是 GE 0/0/1 端口，交换机记录下来；目标地址是 pc2，交换机没有记录，此时交换机将消息发送给除 pc1 以外的其他所有端口，只有 pc2 能够解析数据并作出回应，此时交换机记录下 pc2 的端口地址映射关系。经过一段时间的记录之后，交换机最终就建立所有与之连接设备的 MAC 地址和端口映射关系^[7]。

交换机所在的这一层叫做数据链路层，数据链路层的数据，分为两个部分，分别是数据头和数据部份。数据头中记录源地址和目的地址（都指 MA 地址）。这种方式是对集线器一个极大的改进。就目前的发展趋势而言，在网络设备当中集线器已经比较少见。再大部分的网络内部一般都是使用交换机，这也是交换机的功能决定了它的现实地位。

交换机还有一个特点是它可以进行桥接，如图 2.1 左图，两台及其以上交换机的端口用网线直接连接，这就是交换机的桥接。两台交换机工作一段时间，都能够记录与之连接设备的地址和端口的映射关系，那么，pc1 向 pc5 发送消息，交换机这是无法从目前的 MAC 地址表中找到发送对象，那么它会将消息广播出去，当消息通过 GE 0/0/4 端口发送给交换机 LSW2，这时就能从与 LSW2 相连的 GE 0/0/3 端口将消息发送给 pc5。也就是说，将两台交换机桥接起来会产生一个现象：pc1 向 pc5 发送消息，会经过 GE 0/0/4 端口，向 pc4 发送消息，也会经过 GE 0/0/4 端口。这个实验验证了交换机的一个端口可以关联多台设备，每个端口能学习到多个 MAC 地址，向这些设备发送消息会经过同一端口。那么，同一台终端设备能否连接交换机的多个端口，这种连接方式是不正确的，这里本文不做详细说明。

四、路由器的功能和工作原理

交换机工作在数据链路层，交换机的规模是有限的家庭交换机的地址表一般情况下几千。几千个的存储量是较少的。随着网络规模的增加，全球范围都建立起网络通信，则需要数十亿的记录^[8]。在这个前提下，设备数量过多，源设备在发送消息，交换机查找不到目标设备，会导致消息在传输过程中一直广播，引起全球范围内的消息泛洪，拉低整个网络的通信效率。因此，交换机适用于一些规模不大的网络，这个网络可以是小型局域网，校园网，也可以是一个工作室或者家庭网络，在这些网络当中，交换机的工作效率最高，但一旦将网络规模扩大，这种方式也会带来很多问题。那么我们可以采用划分分段的方式来解决这个问题。这里就涉及到本文研究的第三个对象——路由器。

工程师在进行组网时会思考另一个问题：交换机满足小规模局域网的互联互通，那如何实现跨网通信，将不同的网络连通起来？以清华和北大的校园网为例，两校的网络用户要进行通信互访，如若使用交换机互联，将两校用户放在一个网络当中，这个网络最大的问题就是传输效率太低^[9]。随着计算机技术和通信技术的发展，网络工程师们提出了一个新的方案，再规定一个新的设备，这个设备用于连接不同的网络，当源设备和目标设备不在同

一网络下，那么从源设备到目标设备就必须有一个设备知道如何将不同网络的数据转发出去。这个设备即为我们现在使用的路由器。在某些场合它也叫网关。这是由于路由器是跨两个网络之间的一个连接点，这里本文从通信的角度默认路由器和网关是同一功能。不同网络之间的设备，网络1的设备和网络2的设备在进行数据通信，就由路由器进行转发。而网络内部之间进行通信，依旧是交换机来维持。

网络是一个抽象的概念，它不都是以实际的地理位置进行划分，不同的网络也需要给它打上一个标识，在每个网络下也应该有统一的标签去标识每台设备^[10]，这个标识就是IP地址。IP地址两个重要的作用：①用来标识网络；②用来标识设备。前面提出用MAC地址来标识设备，这里又提出用IP地址标识设备，两者是不一样的概念和技术。MAC地址一般和设备的网卡绑定，由厂家在出产时进行设置，属于物理地址。而IP地址用软件进行配置，这个编号是唯一的，属于逻辑地址。TCP/IP规定不同的网络不能直接进行通信，必须由路由器进行路由转发。终端设备跨网通信，不是直接发送消息，而是先发到路由器上，再由路由器寻找最佳路径进行转发。这里可以发现路由器一个重要的工作就是可以同时记录不同网络的IP，路由器有一张路由表去记录网络设备的IP和路由器端口映射关系，它工作在网络层。

网络工程师这里要理清路由表如何建立和维系。路由器的路由表建立过程比交换机的工作要复杂，应用到了很多路由的算法，这个算法到现在仍然在不断的迭代中，许多数学家和工程师们，利用各种定律和模型，定义和组建了计算机网络的通信。路由器经过一系列的算法会自动建立一个完善的路由表。

引入路由器这个设备，是为了在跨网通信时进行数据的转发，上面定义的IP地址，是一个抽象的理念，它不能直接用于通

信，直接通信网络当中用的是MAC地址，它是一个真实的地址。这是每个网络初学者最容易混淆的两个概念。这里以两个网络的通信为例来加强这个概念：IP地址为192.168.1.0/24的网络与IP地址为192.168.0.0/24的网络进行通信，与源IP相连的路由器收到数据后，解封装发现目标网络的IP地址，并在自己的路由表进行查找，发现到达目标网络的下一跳地址，紧接着进行发送。以此往复，就能把数据发送给目标网络。这是基于路由器已经保存网络IP地址的前提，若没有记录，则还需要根据IP地址去查询（ARP协议）。以上就是路由器之所以能够将消息正确转发，实施路由行为的原因。路由器内部也维系了一张路由表，通过路由表查询正确路径^[11]。这个过程也涉及到数据的封装和解封，这是另一方面。若网络还要将这个消息发给对应的设备，那么在数据链路层还要依靠交换机查找目标设备再次转发，这里便不再需要路由器。路由技术是互联网在大范围正常通信的关键设备。

五、小结

随着计算机技术不断更新和迭代，三层交换机也具备一定的路由功能，根据数据包寻找最合适的路径达到目标。本文将搭建计算机网络过程结合通信过程中遇到的问题进行分析，整理了集线器，交换机，路由器三种设备的基本功能和工作原理，对比分析各个设备的功能，分析集线器，交换机，路由器这三种设备对应的使用场景。文中的拓扑结构皆为华为开发的软件eNSP搭建，辅助软件是WinPcap、VirtualBox、Wireshark，实验环境是Windows8及以上，集线器型号使用默认型号，交换机型号是S5700。给计算机专业方向的同行人和想要了解计算机网络设备的人提供更加客观的见解。

参考文献

-
- [1] 谢希仁. 计算机网络（第7版）[M]. 机械工业出版社，2018.
 - [2] 詹姆斯·F.库鲁兹，基思·W·罗斯. 计算机网络与因特网 [M]. 机械工业出版社，2017.
 - [3] 石志国，薛为民，尹浩. 计算机网络安全教程（第2版）[M]. 清华大学出版社；北京交通大学出版社，2011.
 - [4] 吴功宜. 计算机网络 [M]. 清华大学出版社，2007.
 - [5] 刘天华，孙阳，黄淑伟. 网络系统集成与综合布线 [M]. 人民邮电出版社，2008.
 - [6] 平寒，杨云. 网络服务器搭建、配置与管理项目实训 [M]. 清华大学出版社，2010.
 - [7] Rick Graziani, Allan Johnson. 路由协议与概念 [M]. 人民邮电出版社，2009.
 - [8] 雷维礼，马立香. 接入网技术 [M]. 清华大学出版社，2006.
 - [9] W·理查德·史蒂文斯. TCP/IP 详解 [M]. 机械工业出版社，2018.
 - [10] 刘博士. 路由器 / 交换机通用控制方法与实现 [M]. 电子科技大学，2012年5月10日.
 - [11] 韩法旺. 计算机网络技术教程 [M]. 湖南大学出版社，2023年3月第一版.

计算机视觉软件 OpenCV 教学

赵家立

吉林农业科技学院, 吉林 吉林 132101

DOI: 10.61369/TACS.2025050038

摘 要 : 随着教育改革深入, 计算机视觉软件 OpenCV 课程教学工作应得到进一步优化, 教师要积极引入新的育人理念、教学方式, 以此更好地引发学生兴趣, 强化他们对所学知识的理解 and 应用水平, 提升育人效果。鉴于此, 本文将针对计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革展开分析, 并提出一些策略, 仅供各位同仁参考。

关 键 词 : 计算机视觉软件 OpenCV; 课程教学; 改革

Teaching of Computer Vision Software OpenCV

Zhao Jiali

Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin, Jilin 132101

Abstract : With the deepening of education reform, the teaching of the computer vision software OpenCV course should be further optimized. Teachers should actively introduce new educational concepts and teaching methods to better arouse students' interest, strengthen their understanding and application of the knowledge they have learned, and improve the educational effect. In view of this, this paper will analyze the teaching reform of the computer vision software OpenCV course and put forward some strategies, which are only for reference by colleagues.

Keywords : computer vision software OpenCV; course teaching; reform

一、计算机视觉软件 OpenCV 课程教学现状

(一) 教学理念落后

现阶段, 部分教师在开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学工作时, 所秉承的教学理念较为落后, 这样就很难帮助他们实现对计算机视觉软件 OpenCV 课程教学形式、路径的进一步优化与革新, 缺乏一些新思想、新技术的引入, 从而极大阻碍学生的综合实践能力发展。^[1] 此外, 一些教师过于关注学生的考试分数, 开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学工作时, 常会将教材作为唯一的依据, 对于一些新的教育资源引入不够充分, 这样也会影响学生对于计算机视觉软件 OpenCV 课程知识的理解和认知水平提升。长此以往, 学生将难以实现对自身学习习惯的有效突破, 不利于他们形成一个更为完善的计算机视觉软件 OpenCV 课程知识体系, 阻碍他们未来更长远发展。

(二) 教学形式单一

部分教师在开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学工作时, 虽然能够尝试将一些新的教育形式、教学方法引入课堂, 但是更多的教师仍采用的灌输式教学, 这种教学形式非常单一, 很少能引入信息技术、大数据技术等展开辅助, 从而影响计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革效果。计算机视觉软件 OpenCV 课程知识本身较为复杂, 这就需要学生形成较高水平的抽象思维能力、分析能力, 但是, 由于教师的教学形式较为单一, 导致学生的综合能力很难得到长远发展, 甚至一些学生会因此出现抗拒、抵触等不良情绪, 这对之后计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革工

作的开展会产生极大阻碍作用。

(三) 教学内容缺失

在当前的计算机视觉软件 OpenCV 课程教学中, 存在一定的教学内容缺失问题, 出现这一情况的主要因素可以从两个方面入手研究。^[2] 教师对于一些计算机视觉软件 OpenCV 课程的教材延展, 多数教师在开展育人工作时主要依赖计算机视觉软件 OpenCV 教材, 他们很少能针对传感器技术的实际应用情况、市场发展现状展开分析, 对于一些企业中的优秀案例也引入不足, 这样会极大影响学生形成更为完善的计算机视觉软件 OpenCV 知识体系。在计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革中, 校企合作是极为重要的组成部分, 很多企业在与学校展开合作时, 很少能将学生放在关键岗位上, 这样会导致学生接触到的计算机视觉软件 OpenCV 课程知识极为有限, 从而影响他们对新知识的掌握水平, 不利于提升育人效果。

二、计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革的意义

(一) 满足市场人才需求

现阶段, 社会对于优质的计算机视觉软件 OpenCV 人才需求不断提升, 传统的计算机视觉软件 OpenCV 课程教学方式已经很难满足市场对人才的期待。为此, 我们要积极研究新的教育理念、教学方法, 以此探寻更多新的教学模式、教学内容, 从而进一步丰富学生的计算机视觉软件 OpenCV 课程知识储备。^[3] 不仅如此, 通过开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革, 能够促

使学生获得更全面发展，更好地满足市场对人才的需求。

（二）缓解学生就业压力

随着时代发展，计算机视觉软件 OpenCV 的相关技术、知识也得到了一定更新，教师需要以此为基础，开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革工作，帮助学生更好地适应社会变化，为他们之后的就业打下坚实基础。^[4]通过开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革，能够帮助学生更好地将所学课程知识转化为实践能力，使其在未来的工作中能够更好地处理各类问题，提升他们的核心竞争力，缓解学生的就业压力。不仅如此，通过改革计算机视觉软件 OpenCV 课程教学，能够帮助学生掌握更丰富的知识、多样的知识类型，这对提升他们的就业率也有很大促进作用。

（三）助力企业高速发展

在以往的计算机视觉软件 OpenCV 课程教学中，很多学生对于课程知识的掌握并不扎实，他们的综合能力、实际素养难以满足企业的发展需求、用人期待，这就导致其在进入企业后，还需接受一定时间的培训，这样会在无形中浪费很多企业资源，阻碍了企业的高速发展。^[5]通过开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革，教师能够将更多具有针对性、实用性的知识引入课堂，让学生的计算机视觉软件 OpenCV 知识体系变得更为完善、全面、系统，提升他们和对应岗位的匹配程度，降低企业用人成本，助力企业得到更长远、快速发展。

三、计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革策略

（一）明确教学目标，培养职业意识

为提升计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革效果，在开展课程教学工作时，我们应树立一个明确的教学目标，这样方可为之后教学工作的开展打下坚实基础，更好地培养学生的职业意识。^[6]不仅如此，在明确目标的引导下，计算机视觉软件 OpenCV 课程教学内容可以更符合市场需求，提升学生的实践能力、综合素养，为社会培养更多复合型人才。在实践中，我们可以深入企业、行业的内部，针对计算机视觉软件 OpenCV 相关企业的工作内容、岗位要求、工作流程等展开分析，与行业的从业者、专家一起制定一个明确的课程教学目标，进而实现对计算机视觉软件 OpenCV 课程教学内容的深入研讨，保证计算机视觉软件 OpenCV 课程知识与市场实际情况契合。^[7]随着市场行情变化，我们可以积极调整课程内容，让企业成为计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革的风向标，保证计算机视觉软件 OpenCV 课程内容的先进性、合理性、科学性。此外，在计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革中，我们除了要重视理论知识的讲解，还应主动培养学生的综合职业技能，帮助其做好职业规划，提升他们的综合能力。

（二）融入实际案例，发展实践能力

为进一步提升计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革效果，我们要重视对实际案例的融入，以此帮助学生结合案例展开更深入分析、讨论，以此促使他们的综合能力、素养等得到进一步发展。^[8]通过组织学生结合计算机视觉软件 OpenCV 课程知识展开

案例分析，能够帮助他们逐渐形成一套更为完善、科学的知识体系，这对他们之后开展更深层次的计算机视觉软件 OpenCV 课程知识学习、探索有极大促进作用。通过引入案例，能够帮助学生掌握更多计算机视觉软件 OpenCV 课程相关的技能、设备、软件，还能使其进一步明确自身职业发展观，这对提升学生的计算机视觉软件 OpenCV 知识理解水平意义重大。^[9]当前，部分学生在毕业后会遇到一定的就业问题，出现这一情况的原因在于，他们缺乏从业的相关能力、品质。通过开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革，能够让学生结合实际案例对所学知识产生更深入理解，提升他们的实践能力，从而为他们的未来就业打下坚实基础。

（三）开展混合教学，提升理解水平

计算机视觉软件 OpenCV 课程的内容较为复杂，很多学生在展开课程知识学习时，常会出现理解困难、理解偏差等情况，这样会极大影响他们对计算机视觉软件 OpenCV 课程知识的掌握水平，不利于他们之后解决各类实际问题。为此，在开展计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革工作时，我们可以尝试将混合式教学法引入课程教学中，以此实现对课程教学内容、育人路径的进一步拓展。^[10]在开展计算机视觉软件 OpenCV 教学时，我们可以借助微课展开计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革，以此实现对关键知识内容的突破，提升学生的理解水平。^[11]

（四）构建线上平台，完善知识体系

为提升计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革效果，我们在开展育人工作时，应重视对学生自学能力的培养，通过帮助他们形成良好的自学习惯，能够使其更为有效、深入地展开计算机视觉软件 OpenCV 课程知识的预习、复习活动，完善他们的课程知识体系，提升学生的计算机视觉软件 OpenCV 课程知识应用水平。^[12]但是，在以往的计算机视觉软件 OpenCV 课程教学中，很少有学生能够展开高质量的自学活动，主要是由于他们缺乏一个完善、合理的自学平台。一些学生在学习计算机视觉软件 OpenCV 课程知识时，难以解决遇到的自学问题，这样会对他们的自学效率、心态等产生极大阻碍作用，不利于他们创设一个更为完善的计算机视觉软件 OpenCV 课程知识体系。为此，我们可以针对本校实际情况，创设一个计算机视觉软件 OpenCV 课程线上自学平台，当学生在自学中遇到问题时，可以结合自学平台展开知识学习、问题处理，这对提升他们的自学效率意义重大。^[13]

（五）深化校企合作，提升应用能力

为提升计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革效果，我们要重视对校企合作活动的引入，这样才能促使学生的综合素养、知识应用能力得到提升。在学生进入企业实习前，我们可以针对相关岗位的实际情况，组织学生展开针对性计算机视觉软件 OpenCV 知识培训、技能训练，这样能大幅提升学生对于计算机视觉软件 OpenCV 课程知识、技能的掌握水平，提升他们的适应能力。^[14]在步入工作岗位后，学生可以自发组成合作小组，这样能帮助他们更好地解决未来工作中遇到的各类问题。通过深化校企合作，除了能提升计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革效果，还能在一定程度上解决企业的人才缺失问题，进而大幅提升学生的就

业率。

（六）优化评价模式，提升教学质量

为保证计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革效果，我们除了要重视对课程教学内容的拓展、教学形式的优化，还应评价模式展开进一步革新，这样能帮助教师更好地发现自身教学工作的不足，帮助学生形成一个更为完善的知识体系，为之后计算机视觉软件 OpenCV 课程教学改革工作指明前进方向。在以往的评

价模式中，通常是教师对学生展开单方面的评价，这样的评价模式有很大的局限性，也会对学生的综合素养发展产生阻碍作用。^[15]

为此，我们应尝试对计算机视觉软件 OpenCV 课程教学评价展开革新、优化，积极引入社会、企业等评价主体，以此保证计算机视觉软件 OpenCV 课程教学评价工作的全面性、合理性、科学性，提升教学质量。

参考文献

[1] 赵良军. 提升地方院校计算机专业教学效果的思政策略：因材施教分级教学模式 [J]. 大学, 2024, (S2): 43-45.

[2] 冯晓伟. 基于虚拟机技术的计算机网络安全教学设计研究 [N]. 市场信息报, 2024-12-30(015).

[3] 徐芳, 伍双林. 计算机应用基础课程实践环节教学设计研究 [N]. 江苏科技报, 2024-12-30(B03).

[4] 冯满堂, 濮方文, 周昌明. 基于真实情境任务的计算机网络混合课堂教学模式研究 [J]. 佳木斯职业学院学报, 2024, 40(12): 208-210.

[5] 周立军, 吕海燕, 张杰, 等. AIGC 赋能 " 计算机程序设计 " 课程教学创新与实践 [J]. 军事高等教育研究, 2024, 47(04): 90-95.

[6] 黄榕. 计算机平面设计实践教学体系的构建逻辑与实施策略 [C]// 郑州市社会学学会, 郑州大学社会工作系. 郑州市社会学学会 2024 年学术年会论文集. 江阴市华姿中等专业学校; , 2024: 84-85.

[7] 吴伶俐. 数字化转型背景下在线课程质量提升策略研究——以高职院校计算机类课程为例 [J]. 湖北开放职业学院学报, 2024, 37(24): 153-155.

[8] 李艳. 决策树在高职计算机课程教学中的设计与应用——以朔州师范高等专科学校 C 语言程序设计课程为例 [J]. 石家庄职业技术学院学报, 2024, 36(06): 62-66.

[9] 林健, 杜清青, 骆思蔓, 等. 面向计算思维培养的信息科技课程不插电教学策略研究 [J]. 中国教育技术装备, 2024, (24): 55-60.

[10] 曾锋, 曾镜源, 彭文静. 校地合作协同育人教学模式——以《计算机辅助设计》为例 [J]. 嘉应学院学报, 2024, 42(06): 101-106.

[11] 余露露, 刘立妍, 卢昂. 基于 " 两性一度 " 的 " 计算机辅助设计 1 " 混合式教学改革与实践 [J]. 科技风, 2024, (36): 92-94.

[12] 肖祯怀. 课程思政视域下高职计算机网络技术专业课程教学研究 [J]. 商丘职业技术学院学报, 2024, 23(06): 86-90+96.

[13] 王运森, 郑贵平, 顾晓薇, 等. 生成式语言模型在采矿工程计算机辅助设计课程的应用 [J]. 创新创业理论与实践, 2024, 7(24): 14-18.

[14] 黄金雪. " 六位一体、交叉复合 " 视角下应用型高校一流课程建设研究——以广州商学院计算机网络技术课程为例 [J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(36): 147-148+151.

[15] 黄慧精. 基于虚拟现实的计算机专业线上线下混合式教学系统设计 [J]. 无线互联科技, 2024, 21(24): 48-50.

基于管路几何特征的点云数据采集及偏差测量

项宏伟¹, 金绍峰², 赵越超¹, 杨承振², 齐振超²

1. 中国航发商用航空发动机有限责任公司, 上海 200000

2. 南京航空航天大学, 江苏 南京 210000

DOI: 10.61369/TACS.2025050039

摘 要 : 管路是发动机外部组件, 为了适配机匣等昂贵零部件的装配变形, 成本较低的管路承担起协调偏差的左右, 管路在设计时留有的容差范围较大, 需结合装配现场情况进行修配。因此需要在发动机管路装配现场需要管路扫描测量设备, 通过分析比对扫描得到管路点云数据和理论模型, 从而得到管路的偏差, 为管路校形修配提供依据。结合管路的几何特征, 创新性的提出了三维激光扫描所得管路点云数据的处理方法, 实现影响管路装配的偏差测量。

关 键 词 : 三维激光扫描; 点云处理; 偏差测量

Point Cloud Data Acquisition and Deviation Measurement Based on Pipeline Geometric Features

Xiang Hongwei¹, Jin Shaofeng², Zhao Yuechao¹, Yang Chengzhen², Qi Zhenchao²

1. Commercial Aircraft Engine Co., Ltd., Aero Engine Corporation of China, Shanghai 200000

2. Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, Jiangsu 210000

Abstract : Pipes are external components of the engine. In order to adapt to the assembly deformation of expensive parts such as casings, the lower-cost pipes take on the role of coordinating deviations. Pipes have a relatively large tolerance range in design and need to be repaired and matched according to the on-site assembly conditions. Therefore, pipeline scanning and measurement equipment is required at the engine pipeline assembly site. By analyzing and comparing the pipeline point cloud data obtained by scanning with the theoretical model, the deviation of the pipeline can be obtained, which provides a basis for pipeline shape correction and repair. Combining the geometric features of the pipeline, an innovative method for processing the pipeline point cloud data obtained by 3D laser scanning is proposed to realize the deviation measurement that affects pipeline assembly.

Keywords : 3D laser scanning; point cloud processing; deviation measurement

引言

航空发动机管路具有形状曲折且种类繁多的特点, 需要一种测量效率高且兼容性强的测量手段。三维激光扫描测量具有采集速度快、采样频率高等特点, 满足测量效率和兼容性的需求, 但扫描获取的点云数据具有高冗余、误差分布非线性、不完整等特点^[1], 因此诸多学者对点云数据处理开展了研究。周亚男^[2]提出了基于逆向建模的点云滤波方法, 实现了数据预处理。李照永^[3]提出了一种点云去噪与特征提取方法, 提高了点云处理效率。马智睿^[4]通过改进点云配准算法, 提升了测量精度。金强^[5]提出了点云数据的表面法向计算方法, 实现了点云特征的计算和表达。王巍^[6]通过分析点云提取特征实现了管路形状表达, 但未针对管路装配误差进行数据分析。

目前关于管路点云数据处理的研究尚不充分, 尚未实现管路点云数据到装配偏差的表达, 本研究首创了结合管路的几何特征点云处理方法, 实现了影响管路装配的偏差测量, 对发动机管路装配生产现场具有指导意义。

一、三维激光扫描场景布置及数据采集

测量的本质是信号的发射与采集分析, 三维激光扫描测量本质上是一种激光与机器视觉相配合的测量方法。通过激光器发射

激光到待测物体表面, 再通过视觉接收从待测物反射回的激光, 基于三角测量原理即可得知待测物表面点的空间坐标, 三角测量原理如图1所示, 将测得的点云组合拼接即可实现待测物点云的获取。

基金项目: 工信部 MJ 专项科研项目 (M**4-2N21)

作者简介: 金绍峰 (1997-), 男, 汉族, 内蒙古包头人, 博士研究生, 单位: 南京航空航天大学, 主要研究方向为航空发动机装配技术, jinshaofeng@nuaa.edu.cn
身份证号: 150203199708022410

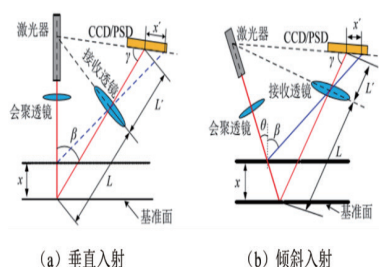


图1 三角测量原理示意图

常规的基于三角测量原理的激光扫描仪受到扫描面幅的限制，在测量过程中难免需要多拼接多测量面幅，以实现待测物体的整体外形感知。面幅拼接通常需要在待测物体表面喷涂散斑或是粘贴特征靶点，以构建拼接时的参考特征。航空发动机管路具有一定的特殊性，无法在表面进行散斑喷涂，若想通过在环境中贴靶标点实现拼接，在自下而上仰视管路时存在靶标点丢失的情况，此时可借助跟踪式三维激光扫描仪，借助双目跟踪仪实现激光扫描仪的实时追踪定位，其原理及效果如图2所示。

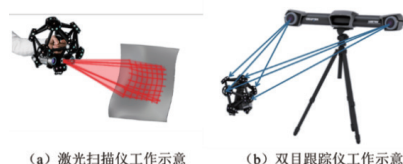


图2 跟踪式三维激光扫描仪原理示意

针对传统激光扫描仪在管路点云数据获取过程中存在的问题，最终选用 MetraSCAN3D 光学跟踪式扫描仪，三维激光扫描系统能够利用 C-Track 摄像头同时采集定位目标点，并基于三角测量法确定待测物表面点，借助双目跟踪仪实现待测管路的扫描点云拼合。依据管路结构特征制定管路的扫描策略：首先，进行整体管件的初步扫描以确定管件的空间大致位置，同时获取管路的大致轮廓信息；然后，对管件弯管、接头等管件特征部位进行局部精细扫描，尽可能完整地获取管路关键特征的坐标数据；最后，在设置扫描路径时需要尽可能避免扫描到过多的放置平面或夹持设备，防止获得的点云数据中含有过多的离群噪点。实际测量过程及所得点云效果如图3所示。

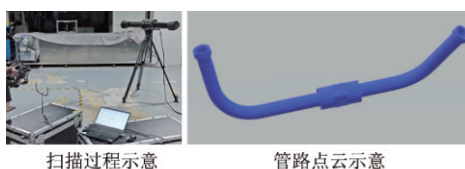


图3 扫描过程及所得点云展示

二、管路点云数据预处理

使用三维激光扫描仪进行扫描时，由于扫描设备、周边环境、人为干扰以及目标的特性等因素的影响，点云数据中会存在噪点，这使得数据无法准确地反映出被扫描对象的外形特征，从而对后续的逆向建模工作造成严重影响，需要对获取的管路点云数据进行去噪处理。针对不同的情况，数据去噪方法的处理方式

也不同。对于有序的点云数据的去噪，常见的是高斯滤波法，通过 KD-tree 算法搜索某点的邻近点，计算点之间的距离，并设置合理阈值去除距离大于该阈值的邻近点，对该过程进行迭代能够达到去除绝大部分离群点的目的，点云去噪结果如图4所示。

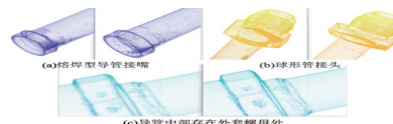


图4 去噪前后点云对比

本测量是管路装配前的最后步骤，管接头拧紧螺母已经套在管路上，管接头已完成焊接组合，因此待测管路上的螺母无法与管体分离，不可避免的会出现遮挡的情况。可通过将螺母移动到管路中央的直管段，测量后通过裁剪和补全的方式实现干扰信息的剔除，裁切补全后的效果如图5所示。

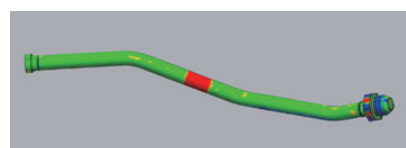


图5 管路裁切补全后效果展示

在进行扫描时为提高扫描精度并为数据处理留有余量，三维激光扫描所生成点云的分辨率设置为0.1mm，因此获得了大量点，但实际点云数据处理和误差求解的过程，点数过多会影响数据分析计算量，导致点云数据处理效率降低，因此需要借助抽稀算法对点云进行降采样，在保留精度的前提下，提高运算速度、建模效率和模型精度。利用等距抽稀算法对点云数据进行整体初步精简，在原始点云数据中设置采样距离为 n ，每间隔 n 个点保留下一个点。该方法的优点是简单快捷，效率较高，但若将采样距离设置过大会损失一些微小特征。经过多次试验确定抽稀参数，能够保证不丢失关键特征信息，点云降采样后效果如图所示。

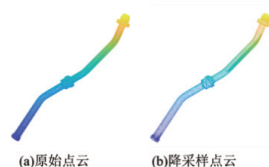


图6 管路点云降采样效果展示

三、基于管路几何特征的逆向建模与误差表征

首先对航空发动机管路结构进行分析，发动机管件由导管和零部件焊接组装而成。其中导管由数控弯管机通过进给、旋转和弯曲加工而成，构成了直线段和圆弧段交替的结构，因此导管的结构可分为直线段和弯曲段，管路具有等直接特点所以可以通过轴线线配合管路半径的方法对空间管路进行表征，如图7所示。

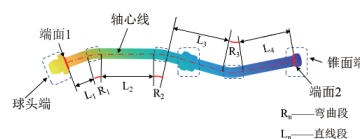


图7 管路测量关键特征划分

依托软件 Geomagic Design X 对点云数据进行处理,首先需要依据管路的几何特征对管路进行分段,管路的关键特征信息主要包含球头接头、锥面接头、直管段和弯管段,对于接头仅需保留特征面为后续装配误差的测量做准备,直管段的形状接近于圆柱,可用圆柱进行表达,弯管段的曲率有时会出现变化,因此用多段微小弯管进行表达,点云数据分割后的效果如图8所示

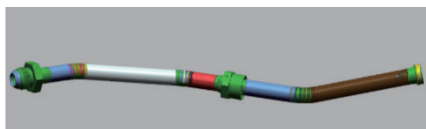


图8 管路特征分割效果示意

在完成点云分割工作后,继续对点云数据进行逆向建模。对于直管段建立多个与管路轴线相垂直的平面,平面与导管点云模型相交得到一系列点,在理想情况下管路截面形状应为圆形,但由于管路形状偏差的存在,截面形状应表达为椭圆。因此在草图中绘制椭圆来拟合该截面上的数据点,从而得到截面参数,在得到一系列截面的基础上通过放样处理完成管路的逆向建模,建模流程如图9所示。经过逆向建模所得的管路实测模型如图所示。

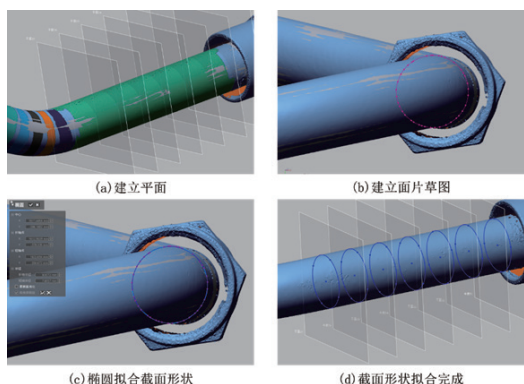


图9 管路逆向建模流程示意

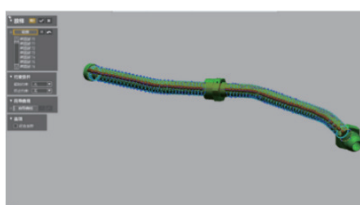


图10 管路实测模型

在得到了管路实测模型后,将理论模型和实测模型进行配准和比对计算,即可求解管路的待测误差。配准大多是两组点云进行的,而管路的模型为 UGNX 软件的 .prt 格式。提取点云主要运用 PCL 库里的工具箱函数 `pc_obj2pcd` 和 `pc_mesh_sampling`。该代码的原理是提取网格模型的顶点坐标或者法向量坐标,生成所需要的点云模型。但如果对整个管路模型进行均匀的采样来生成点云模型会使点数量过多,在后续分析过程中不仅会产生不必要的迭代运算,而且会极大程度地降低算法的运行效率。因此,本文仅对管路特征有明显变化处(如弯管、管接头)进行了提取,显著降低了点云模型中采样点的数量,提高了后续步骤的运算效率,理论模型点云提取效果如图所示。



图11 理论模型提取点云

在得到了理论模型点云后可进行实测点云和理论模型的配准,配准主要是指将实测点云数据和理论模型两组点云转换至同一坐标系下,并使得两点云模型的重合度尽可能高,以便于后续的偏差评价。目前应用最广泛的点云精配准算法是迭代最近点算法(ICP),输入理论点云模型 P_t 和实际点云模型 P_r ,输出一个刚性变换矩阵 T 使得经过矩阵 T 变换的 P_r' 与 P_t 有着足够高的重合程度,即视为配准完成。对于 T 是刚性变换的情形,点云配准问题可以描述为:

$$R^*, t^* = \arg \min_{R, t} \frac{1}{|P_r|} \sum_{i=1}^{|P_r|} \|p_r^i - (R \cdot p_t^i + t)\|^2$$

式中: R 为旋转矩阵, t 为平移矩阵。当已知两个点云模型上点的对应关系时,可以使用 Least Squares 来求解参数 R 和 t 。而求解点的对应关系的方法就是采用一个大概近似的参数 R 和 t 对模型进行转换,再直接找距离最近的点作为对应点,从而求得两点云模型上点的对应关系。而 ICP 算法实际上就是交替进行上述两个步骤,迭代计算至收敛,其流程如图12所示。整体来看,ICP 算法将点云配准问题分解为两个子问题:寻找最近邻点和寻找最佳变换。利用初始的 R_0 、 t_0 或上一次迭代得到的 R_{k-1} 、 t_{k-1} 对实际点云 P_r 进行变换,得到一个临时的变换点云,然后用这个点云和理论点云 P_t 进行比较,找出实际点云中每一个点在理论点云中的最近邻点。

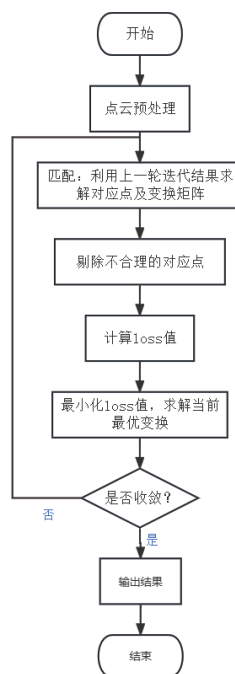


图12 ICP 算法流程

求解最优变换的步骤为: 计算实际点云与理论点云的质心,将实际点云与理论点云转换到质心坐标系下,计算矩阵并对矩阵

求 SVD 分解, 根据公式求得最优旋转矩阵 R^* , 根据公式计算最优平移矩阵 t^* 。

通过迭代实现坐标变换最优参数的求解, 每次迭代循环中, 都会得到当前的最优变换参数 R_k 、 t_k , 这些参数会被应用于当前的实际点云。整个优化过程包括了“寻找最近的匹配点”和“求解最优变换参数”的不断迭代, 直至达到指定的终止条件, 通常的终止条件包括: R_k 、 t_k 的变化幅度小于预设值; loss 的变化幅度小于预设值; 达到最大迭代次数。

实测点云与理论模型点云配准结果如图 13 所示。

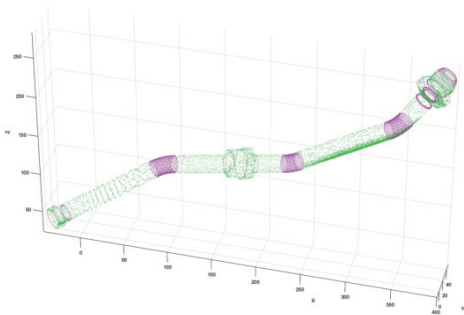


图 13 精配准结果

将管路的实际点云模型与理论模型进行配准后, 借助 MATLAB 中的 boundary 函数分别提取端面数据点进行拟合, 所求解的偏差主要包含五种, 角度偏差、径向偏差、轴向偏差、圆度误差和直径误差。角度偏差即法矢间的夹角, 径向偏差即形心间距离在圆面上的投影, 轴向偏差即形心间距离在法矢上的投

影, 圆度误差即为椭圆最大半径与最小半径的差值, 直径误差即为椭圆的平均半径与圆半径的差值。同时我们也自动生成了报表和截图, 汇总并展示计算结果和分析结论。报告生成模块通过调用计算模块和显示模块提供的数据和图表, 自动生成包含文字描述、图形展示和数据表格的综合报告, 边界提取效果及所求偏差报表如图 14 所示。



图 14 边界提取效果及所求偏差报表

四、结论

本文对管路点云数据采集的过程和偏差测量进行了系统性研究, 搭建了管路扫描测量环境, 获取了管路点云数据。在此基础上对管路实测点云进行了去噪、裁切补全和降采样等一些列预处理。创新性的基于管路几何特征对管路点云进行逆向建模, 得到了管路实测模型。在管路实测数据和理论模型配准和特征提取等几何计算下, 完成了管路偏差的求解, 实现了基于三维激光扫描技术的管路非接触测量。

参考文献

[1] 杨必胜, 梁福逊, 黄荣刚. 三维激光扫描点云数据处理研究进展、挑战与趋势 [J]. 测绘学报, 2017, 46(10): 1509–1516.
[2] 周亚男, 乔勋. 基于逆向工程的三维激光扫描点云数据滤波方法 [J]. 激光杂志, 2021, 42(09): 170–174. DOI: 10.14016/j.cnki.jgzz.2021.09.170.
[3] 李照永, 侯至群, 周四海, 等. 一种三维点云精细去噪与特征拾取方法 [J]. 测绘通报, 2021, (S2): 31–34+38. DOI: 10.13474/j.cnki.11–2246.2021.0580.
[4] 马智睿, 朱金薇, 耿靖源, 等. 基于三维激光点云的固体火箭发动机喷管零部件尺寸测量方法研究 [J]. 固体火箭技术, 2024, 47(02): 278–284.
[5] 金强, 董志刚, 杨国林, 等. 基于点云数据的大速率工件表面法向计算方法研究 [J]. 航空制造技术, 2024, 67(Z1): 124–130. DOI: 10.16080/j.issn1671–833x.2024.01/ 02.124.
[6] 王巍, 金文瀚. 基于激光扫描的航空管件检测技术研究 [J]. 航空制造技术, 2020, 63(19): 41–46+72. DOI: 10.16080/ j.issn1671–833x.2020.19.041.

一种历史影像资料数字化智能修复及管理方案

刘胜娟, 李金龙

浙江传媒学院, 浙江 杭州 310000

DOI: 10.61369/TACS.2025050047

摘 要 : 随着人工智能 (AI) 在图像处理领域的突破, 对承载着珍贵历史文化信息的历史影像进行抢救性保护和再利用已成为可能。从物理载体 (主要为胶片与磁带) 的数字化转换, 到基于 AI 与人工协同的精细画面修复, 再到专业的媒体资产管理系统, 系统性地研究并提出了一套针对历史影像视频资料 (主要为胶片与磁带) 的智能修复与管理解决方案。

关 键 词 : 历史影像; 数字化; 智能修复; 媒资管理

An Intelligent Digital Restoration and Management Solution for Historical Video Materials

Liu Shengjuan, Li Jinlong

Communication University of Zhejiang, Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract : With breakthroughs in Artificial Intelligence (AI) for image processing, it has become possible to rescue, preserve, and repurpose historical footage carrying invaluable cultural and historical information. From the digitization of physical carriers (primarily film and tape) to AI-assisted manual restoration of fine details, and finally to a professional media asset management system, this study systematically explores and proposes an intelligent restoration and management solution for historical video materials (mainly film and tape).

Keywords : historical video materials; digitization; intelligent restoration; media asset management

引言

历史影像作为最直观、最生动的记录载体, 承载着不可替代的历史价值、文化价值与情感价值。胶片与磁带作为二十世纪最主要的视听记录媒介, 见证了无数重要的历史时刻, 是宝贵的遗产。然而, 胶片面临着脆化、收缩、霉变、醋酸综合症 (Vinegar Syndrome)^[1]等物理化学降解问题; 磁带则饱受磁粉脱落、粘连、消磁、载体老化之苦。^[2]这些珍贵的“时间胶囊”正走向物理性消亡。

数字技术的飞速发展挽救濒危影像带来了机遇。人工智能 (AI) 在计算机视觉领域的突破性进展, 特别是深度学习在图像 / 视频处理、理解与生成方面的强大能力, 为高效、高质量的视频修复提供了全新的技术路径^[3,4]。云计算、高性能计算则提供了强大的算力支撑。因此, 研究一套系统性的智能化修复和管理方案成为亟需解决的问题。

一、资料数字化

(一) 清洗和物理修复

在对胶片 / 磁带进行扫描或转录前, 必须对物理载体进行全面的评估和预处理, 包括:

状态评估: 检查胶片是否有脆化、断裂、收缩等情况, 或磁带是否有粘连、掉磁、褶皱等问题。

物理清洁: 针对胶片或磁带表面的灰尘、霉斑和污渍, 使用专业的清洁工具和溶剂进行清除。针对霉变受潮严重的磁带采用人工手工拆解的方式, 将胶片 / 磁带全部拆解出来, 在恒温恒湿的专业环境中进行除湿除霉、阴干、整合。

物理修复: 对轻微的胶片断裂进行接补, 对粘连的磁带进行“烘烤” (Baking) 处理, 以确保其能够在数字化设备上平稳运行。

(二) 胶片数字化

为确保高质量的数字母版, 分辨率、动态范围、扫描速度等技术参数, 是选择胶片数字化设备的重要指标。本方案采用 Cintel BMD 4K 扫描仪的高性能硬件与具有强大软件功能 DaVinci Resolve 的组合方案, 适合专业影视制作和档案保存需求。该扫描仪支持多种胶片类型 (如正片、负片等) 和规格 (35mm 和 16mm 等), 最大扫描分辨率可达 4K。该扫描仪能实时扫描并处理胶片影像, 与采用逐格停顿扫描方式的非实时传统扫描仪相比, 支持

项目 / 基金信息:

- 由浙江省影视媒体技术研究重点实验室 (编号 2020E10015)[KeyLab of Filmand Ty Media Technology of Zhejiang Province(No.2020E10015)] 资助。
- 由青年教师科研提升计划项目 (ZC23XJ018) 资助。
- 由媒体内容存储与管理浙江省一流课程资助。

连续运动扫描，速度更快。

通过扫描仪与 DaVinci Resolve 深度集成，通过 Thunderbolt 3 或 PCIe 将扫描后的胶片影像直接导入 DaVinci Resolve 当中，进行剪辑、调色、画幅重构、降噪以及提取音频等处理。由于具有比硬件控制更为强大和丰富的功能，通过 DaVinci Resolve 操作扫描仪能获得比普通胶转磁技术灵活的控制。

（三）磁带数字化

对于磁带类视频，数字化过程主要涉及专业播放设备和高质量的采集编码。

其中，播放设备：必须使用与原始磁带格式相匹配的专业级视频磁带录放机（VTR），如 Betacam SP、U-matic、DVCAM 等。转录时应确保其磁头洁净、走带平稳。信号采集与编码：从 VTR 输出的模拟或数字基带信号，通过高质量的视频采集卡（如 Blackmagic Design 等品牌）转换为无压缩或低压缩的文件。采用 10-bit 或更高位深的采样，并编码为 ProRes、DNxHD 等专业级中间编码格式，可保留最大的后期处理空间。

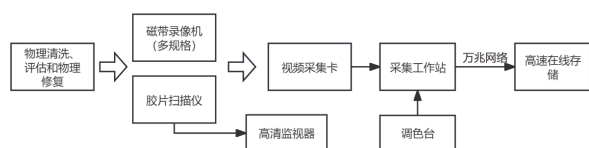


图1 数字化工作流程图

二、视频智能修复

（一）视频智能修复流程概述

采用 AI 和人工修复协同工作的方式，流程包括：

（1）AI 视频修复：利用 AI 模型对视频进行初步的、全局性的修复，快速处理常见的、重复性高的问题，如噪点、抖动、闪烁和划痕等。

（2）人工质量评估：对 AI 处理后的结果进行逐帧或逐镜头的审核。识别出 AI 未能完美处理的复杂瑕疵、引入的算法“幻觉”（artifacts）或需要艺术判断的场景。

（3）精细化人工修复：使用专业的修复软件（如 DaVinci Resolve, Diamond 等），对 AI 处理不佳的部分进行手动修复。

（4）最终质量审核：专业人员对最终成品进行审核，确保技术质量和艺术表达均达到标准。

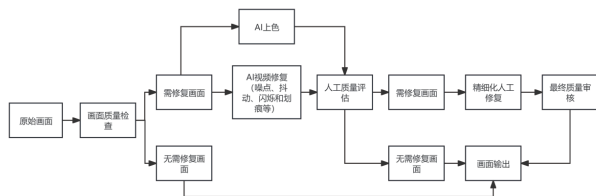


图2 视频智能修复流程

（二）视频智能修复系统

系统主要对数字化后的视频文件进行修复和质量提升，主要功能包括：AI 和人工相结合的视频修复提质。基于 AI 的方法用于

视频总体修复和内容增强，人工手动的方法用于细节的精修，以弥补单纯 AI 方法的不足。需要首先对视频进行分卷和分镜处理，将视频分割成最小单元，通过软件工具对视频进行逐帧精修。对于黑白影像资料，基于 AI 上色功能进行场景自适应上色，并通过人工修复去除 AI 上色的瑕疵。

系统主要功能模块介绍如下：

（1）AI 修复和画质增强

AI 修复包括去划痕、抗锯齿、去块、去模糊、边缘锐化、去噪、去雾、局部提亮等功能。画质增强包括 AI 超分处理，AI 插帧处理、HDR 上变换。AI 超分辨率基于 AI 深度学习模型，将分辨率提升至 2K、4K 甚至更高^[6,9]。同时集成了针对文字、人脸、物件的多种去噪优化算法，智能消除 ROI（Region Of Interest）区域图像瑕疵。

（2）人工修复

人工修复采用专业的修复软件，Diamant-Film Restoration 视频修复软件，该软件功能强大，可以修复多种类型的影片的缺陷：灰尘和污垢、闪烁、不稳定或晃动、线划痕、颗粒和噪音、颜色退化、污渍、通道分离、相机或门毛，以及红外掩模哑光缺陷等。

（3）智能上色

AI 上色功能基于多 GPU 并行加速技术，利用 GPU 间高速互联总线实现大数据量、大模型的并行化处理。上色的后端服务主要包含 3 块服务：视频检测、视频上色、视频编码。视频检测，解析原视频媒体信息、画质特征、模版参数等，匹配最合适的上色模型；视频上色，对视频进行解码，利用 AI 模型基于参考帧进行上色处理；视频编码，按照模版设置的输出参数，编码压缩成视频文件输出。

（三）AI 转人工修复的触发条件和质量评估标准

建立明确的质检标准和合理采用 AI 修复还是人工修复是保证修复质量和效率的关键。AI 转人工修复触发条件包含以下几种情况：

（1）残留复杂瑕疵：如大面积霉斑、严重的胶片卷曲变形、复杂的划痕交叉等。

（2）AI 算法副作用明显：如重要纹理（皮肤、布料）被过度平滑、产生不自然的“塑料感”、物体边缘出现光晕或伪影。

（3）关键信息失真：如人脸、文字、标志性建筑等关键元素的细节被错误修复或模糊化。

（4）色彩与动态不一致：上色结果出现明显的色彩偏差或色彩跳跃；动态修复导致不自然的“肥皂剧效应”^[7]等。

质量评估标准：修复效果的评估需结合客观与主观指标^[8,9]。客观上，峰值信噪比（PSNR）和结构相似性指数（SSIM/MS-SSIM）是常用的衡量标准。然而，这些指标有时与人眼感知不完全一致，因此必须辅以专业人员的主观视觉评估，以确保在去除瑕疵和保留“胶片感”之间取得最佳平衡。

三、媒资内容管理与存储

媒体资源管理针对数字化内容，音视频修复提质内容，分卷

分镜内容，片段修复前后、调色前后内容进行管理和分级存储，以及对修复过程中用到的关键帧及修复元素进行关联的全媒体生命周期管理和存储，方便后期检索和提取。

采用三级存储架构：分布式在线存储、蓝光近线存储^[10]、离线存储。分布式在线存储，能够实现存储节点的横向灵活扩展，最大可扩展至1000PB容量，采用 Scale-out 架构让性能随节点增加而增加。近线和离线存储，修复制作完成的素材通过管理服务器上载到蓝光备份库中，需要用时通过管理服务器回迁。光盘存储系统包含1个基本单元和1个扩展单元。光盘盒数量不少于30盒，总容量为165TB，读取速度不低于375MB/s。离线存储的光盘不少于1.8PB。

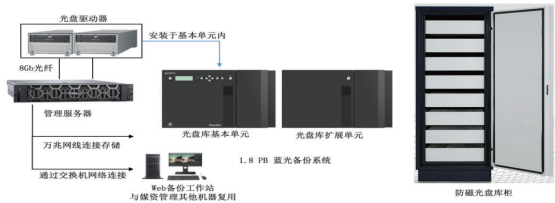


图3 蓝光备份存储系统结构图

四、结论

本研究提出的方案是一个集成了高端硬件、前沿 AI 技术、精细化人工技艺和智能化资产管理的综合体系。以质量为先为前提，采用人机协同的工作模式，采用标准化、模块化的技术架构，确保系统的可扩展性和未来适应性。通过实施此方案，能够将濒危的珍贵的历史影像资料以高品质的永久保存下来，使其在教育、研究、文创开发等领域焕发新的生命力，实现文化价值和社会效益的最大化。

参考文献

[1]National Film Preservation Foundation. The Film Preservation Guide[M/OL]. 4th ed. San Francisco: NFPF, 2020[2024-07-20].

[2]UNESCO. Recommendation on the Preservation of Documentary Heritage[R/OL]. Paris: UNESCO, 2015[2024-07-20].

[3]Zhang K, Li Y, Zuo W, et al. Deep learning for video restoration: A comprehensive review[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2021, 43(12): 4324-4345. DOI: 10.1109/TPAMI.2021.3053165.

[4] 腾讯优图. 基于多模态学习的百年老片修复系统 [R]. 中国计算机大会 (CNCC) 报告, 2023.

[5]Wang Z, Chen J, Hoi S C H. Deep learning for image super-resolution: A survey[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2021, 43(10): 3365-3387.

[6] 潘永杰. 基于智能算法的视频修复及超高清重制技术应用研究 [J]. 广播与电视技术, 2023, Vol.50(6).

[7]BBC Research & Development. Phantom frame: AI-based film restoration[R/OL]. (2022)[2024-07-20].

[8] 王惠明, 欧臻彦, 王倩男等. 8K 超高清视频质量客观评测方法研究 [J]. 现代电视技术, 2022, (10): 116-121.

[9] 李厦, 张乾, 汪芮等. 网络视听节目平台视频技术质量评测方法及结果分析 [J]. 广播与电视技术, 2024, 51(02): 27-30.

[10] 张云珠. 蓝光 + 双归档存储模式在融媒体内容管理系统中的应用 [J]. 现代电视技术, 2023, (05): 153-155.

数字化转型背景下新能源汽车智能化发展趋势探讨

罗帝焚

深圳市腾鹏新能源汽车有限公司, 广东 深圳 518000

DOI: 10.61369/TACS.2025050051

摘 要 : 随着信息技术的飞速进步,尤其是5G通信、大数据、云计算和人工智能等技术的融合应用,新能源汽车正逐步实现从单一的交通工具向智能化移动空间的转变。基于此,本文深入探究了数字化技术在新能源汽车智能化中的应用、未来数字化转型背景下新能源汽车智能化发展的措施旨在与政府一起促进新能源汽车向智能化的方向发展。

关 键 词 : 数字化转型; 新能源汽车; 智能化发展

Discussion on the Development Trend of New Energy Vehicle Intelligence under the Background of Digital Transformation

Luo Difen

Shenzhen Tengpeng New Energy Vehicle Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong 518000

Abstract : With the rapid advancement of information technology, especially the integrated application of 5G communication, big data, cloud computing, artificial intelligence and other technologies, new energy vehicles are gradually transforming from a single means of transportation to an intelligent mobile space. Based on this, this paper deeply explores the application of digital technologies in the intelligence of new energy vehicles and the measures for the intelligent development of new energy vehicles under the background of future digital transformation, aiming to work with the government to promote the development of new energy vehicles in the direction of intelligence.

Keywords : digital transformation; new energy vehicles; intelligent development

引言

关于印发《智能汽车创新发展战略》的通知明确指出当今世界正经历百年未有之大变局,新一轮科技革命和产业变革方兴未艾,智能汽车已成为全球汽车产业发展的战略方向。为加快推进智能汽车创新发展,制定本战略。从技术层面看,汽车正由人工操控的机械产品逐步向电子信息系统控制的智能产品转变。从产业层面看,汽车与相关产业全面融合,呈现智能化、网络化、平台化发展特征^[1]。从应用层面看,汽车将由单纯的交通运输工具逐渐转变为智能移动空间和应用终端,成为新兴业态重要载体。从发展层面看,一些跨国企业率先开展产业布局,一些国家积极营造良好发展环境,智能汽车已成为汽车强国战略选择。中国特色社会主义制度和国家治理体系能够集中力量办大事,国家制度优势显著。我国汽车产业体系完善,品牌质量逐步提升,关键技术不断突破,发展基础较为扎实。互联网、信息通信等领域涌现一批知名企业,网络通信实力雄厚。企业应该根据国家的发展战略走符合国家发展的道路,这样才能够更好地促进企业的快速发展。

一、数字化技术在新能源汽车智能化中的应用

(一) 智能网联技术助力新能源汽车智能化转型

现代汽车工业的发展方向其中之一是智能网联技术,因为它不仅能够实现新能源汽车深入发展,还能够成为连接人与环境、车与基础设施以及车辆之间的功能纽带,从而实现车辆与外部世界的对接与互动,开启智能化出行的新纪元^[2]。在新能源汽车的充电方面,智能网联技术不仅能够使用户随时检查周边的充电站位置、空闲充电桩状态以及充电费用等信息,甚至还能够提前预约

充电时段,远程启动或终止充电过程,极大地提升了充电效率,缩短了等待时间,使消费者能够体验到更好地充电服务,节省更多的时间。在道路基础设施的深度交互方面,新能源的智能网联技术能够接受来自交通信号灯、路面状况监测系统道路基础设施的数据,并对其进行分析,从而为使用者作出更为精准、快速的驾驶决策,提高自身的安全,降低交通堵塞,缓解道路的拥堵现象。在车辆间的即时通信方面,智能网联系统是让每一个新能源汽车都作为一个感知节点,通过实时分享位置、速度、行驶意图等信息,实现车辆之间的“对话”,避免车辆之间发生碰撞,

规划出最优的路线，提高使用者的体验。由此可见，智能网联技术在新能源汽车领域的广泛应用，不仅解决了充电便捷性、驾驶安全、交通效率等方面的问题，还推动了汽车向智能化转型方面的发展^[3]。

（二）5G 技术驱动新能源汽车产业链智能化网络化发展

5G 通信技术有着速度快、延迟低、连接快等特点，并且其已经成为新能源汽车智能化，从设计制造、销售服务、日常使用到回收再利用的各个环节转型的基础，而且更好地运用将会推动整个新能源汽车产业链向着智能化、网络化的方面发展^[4]。在初始阶段制造商可利用 5G 网络对生产线上的每一辆汽车进行远程监控，确保生产质量的同时，还能实时收集并分析车辆在生产过程中的各项数据，使每一个汽车的生产都是严格按照标准进行，甚至可以通过直播的方式将这个环节进行广泛传播，从而加深用户的体验，更容易购买该产品^[5]。在使用阶段，5G 技术以几乎接近零的延迟数据传输能力，对车辆周围的实时感知与快速响应提供了一定的基础，确保了自动驾驶车辆能够及时接收并分析来自摄像头和激光雷达等多种传感器的数据，从而进行更好的判断，应对复杂多变的道路环境，提升用户的安全性。在此基础上，5G 通信技术能够连接智能家居和智能城市，从而实现与智能设备更好地对接，形成一张覆盖广泛、协同高效的物联网，促进新能源系统更好地进行管理，实现电力的智能调度与储存，提高能源利用效率，推动交通系统的优化升级^[6]。

（三）人工智能与大数据赋能新能源汽车提升可靠性与安全性

人工智能与大数据技术结合，不仅能够对新能源汽车海量运行参数的实时监测与深度分析，还能够精准捕捉车辆运行的微妙变化，及时发现潜在的故障与异常情况，提高信息能源汽车的可靠性，降低因故障导致的意外状态，减少不必要的维修次数，为用户带来更好的体验。1. 大数据算法可以对新能源汽车运行数据、历史维修记录、使用场景等多维度的信息进行综合分析，来为用户提供预测的车辆磨损情况和潜在的故障问题，实现维护工作的前置化，提前预警新能源汽车可能存在和发生的故障，延长新能源汽车的使用寿命，降低因故障带来的经济损失。2. 智能驾驶系统如同一个“人工智能驾驶员”，能够实时感知道路的状况和交通信息等外部环境，并在深度学习中对行驶的道路进行更加准确的规划和自动地控制，这不仅能够提高行车的安全性，还能够降低人为因素导致的交通事故，使用户能有更好的体验。随着人工智能技术的不断发展，新能源汽车将以更细致、安全、高效的特性带领汽车领域向更高的层次发展。

（四）云计算与边缘计算优化新能源汽车运行效率与成本控制

云计算与边缘计算的结合，为新能源汽车提供了强大的数据处理与分析能力，有助于优化车辆运行效率，同时有效控制运营成本。在车辆运营管理中，通过云端平台，可以实现对海量车辆数据的实时收集、存储与分析，为车辆调度、路径规划、能耗管理等提供科学依据^[7]。边缘计算则能在车辆或充电站等靠近数据源的地方进行初步处理，减少数据传输延迟，提高响应速度，确保

在关键时刻做出正确决策。例如，在充电管理中，利用边缘计算技术，每个充电桩都能根据当前电网负荷、电价波动及车辆需求进行智能调节，实现高效充电策略，避免高峰时段的电网过载，同时降低用户的充电成本。在车队管理中，通过云计算分析历史行驶数据，预测未来交通流量，调整行驶路线和速度，减少拥堵和不必要的能耗，提升整体运行效率。此外，结合边缘计算进行本地数据处理，还能有效保护用户隐私，确保数据安全。

二、未来数字化转型背景下新能源汽车智能化发展的措施

（一）政府强化数据安全与隐私保护，保障新能源汽车智能化发展

在数字化经济的飞速发展，新能源汽车的发展推动了新能源革命的绿色出行。政府应该针对新能源汽车发展构建一套全面、细致的数据安全法规体系，为新能源汽车相关企业的数据采集、存储、传输及使用行为等设定明确的法律界限，确保数据在全生命周期内得到妥善地保管，防止非法的访问、篡改和泄露，提升新能源汽车数据的安全防护级别，为智能化的发展建立起坚实的“防火墙”技术。政府还应建立健全隐私保护政策，对违反规定的企业实施严格的法律制裁，形成有效的震慑力；要明确界定企业数据使用的权限范围，确保用户的数据仅用于提升服务质量、优化产品性能；应提升公众的数据安全意识，让数据在数据安全中，能够从理性的角度看待数据共享，学会设置隐私权限。政府应采取定期检查和随机抽查的方式，加强与行业组织、企业沟通的联系，及时地进行指导和解决数据安全领域的问题，使企业内部的数据能够得到更好地保护。政府建立健全的配套政策体系、强化数据安全与隐私保护是新能源汽车智能化发展的坚实保障^[8]。

（二）政策激励与技术创新：促进新能源汽车智能化发展

新能源汽车的智能化发展在数字化转型的深刻影响下已经成为推动汽车产业革新与升级的基础，不仅是对汽车行业的改革，还能够为新能源汽车的高质量发展提供一定的基础。国家基于此可颁布一定的政策，激励更多的企业投身于汽车的技术创新当中，全面提升新能源汽车的智能化水平，使中国站首位。首先，随着 5G 通信技术的广泛应用、大数据分析的日益成熟以及云计算能力的显著增强，新能源汽车可以得到更好地发展。使用者在这其中不仅能够远程地对车辆控制、对路况进行实时感知与智能规划，还能极大地丰富车辆的数据维度，为后续的智能决策与优化提供坚实基础，更好地为使用者提供个性化的服务。其次，智能驾驶辅助系统、语音识别控制系统等技术的应用，不仅让自动驾驶成为可能，减轻使用者的劳动强度，还能够提升车辆行驶的安全性。人工智能算法在电池管理、能耗优化等方面的应用，不仅能够使新能源汽车根据实时路况、驾驶习惯等因素动态调整动力输出与能量回收，还能够提高资源的利用效率，延长续航里程，降低使用者的危险程度，增强新能源汽车的市场竞争力。最后，企业不仅要强化自身的技术创新，还应该积极与产业链上下

游的合作伙伴建立紧密的合作关系，这样才能够更好地探索出一个平台化、共享化的产业发展模式，实现数据的共享、技术协同与服务创新，为使用者提供集充电、维修、保险、出行服务为一体的一站式服务^[9]。

（三）加大充电设施与道路智能化建设，推动新能源汽车智能化发展

在数字化的背景下，新能源汽车的智能化发展已成为迫切的发展方向。首先，我国充电基础设施中的充电桩已经突破百万大关，覆盖全国各大城市，但随着我国新能源汽车数量的快速发展，对充电桩设施的需求也正在增加。基于此，政府可与企业一起加大充电桩的建设力度，不仅仅是针对数量方面，还要关心充电桩的布局情况，只有这样才能使充电桩均匀覆盖，提升用户的体验，为新能源汽车的真能发展奠定一定的基础。其次，随着无人驾驶技术的不断发展和日渐成熟，对道路的要求也在不断地提高。基于此，政府应该投入资金来开发智能交通系统、车联网等技术，从而构建一个更加高智能化、高安全性和高效的道路交通体系，让无人驾驶的汽车可以更好地发展。基础设施的完善与车辆控制智能化的强化不仅能够更好地提高交通的效率，还能够在不断地发展中提高国家的综合实力^[10]。

（四）培养专业人才，支撑新能源汽车智能化持续发展

人才作为科技进步的核心驱动力，在新能源汽车智能化浪潮

中扮演着至关重要的角色。面对这一领域的迅猛发展态势，加强人才培养与引进成为当务之急。教育机构需与时俱进，增设并优化课程体系，深度融合汽车工程与信息科技，打造跨领域、复合型的教育体系，旨在培养出既精通车辆技术又掌握信息技术，拥有广泛跨学科视野的精英人才。通过实施一系列优惠政策与构建高端研发平台，如提供研究资助、税收优惠及创新孵化服务等，积极吸引全球顶尖科学家与工程师汇聚一堂，共同探索新能源汽车智能化的前沿技术。这些举措不仅有助于提升本土创新能力，更能促进国际交流与合作，为新能源汽车智能化领域带来全球智慧的碰撞与融合，持续为行业输送强大的智力资本与技术动力。

三、结束语

在智能化发展的浪潮中，新能源汽车作为未来交通的重要形态，其成长路径尤为引人注目，需要多方的共同努力与协作。通过明确的使用需求引导、政府的政策扶持与规范引导、企业的技术创新与人才培养，可以共同推动新能源汽车产业向更加智能化、绿色化、高效化的方向迈进，为实现交通领域的可持续发展贡献力量。随着技术的不断成熟和市场的逐步成熟，新能源汽车有望成为推动社会进步和环境保护的重要力量。

参考文献

- [1] 钟志坚. 新能源汽车智能化发展前景展望 [J]. 太阳能学报, 2024, 45(12): 689.
- [2] 魏大能. 新能源汽车安全性能与智能化驾驶模式探讨 [J]. 时代汽车, 2024, (23): 196-198.
- [3] 贺畅, 李可. 基于对应分析的新能源汽车智能化功能偏好研究 [J]. 汽车文摘, 2024, (12): 8-13.
- [4] 刘焕秀. 新能源汽车能源控制智能化发展研究 [J]. 汽车维修技师, 2024, (22): 14-15.
- [5] 张璐, 吕爱华. 数字化转型背景下新能源汽车智能化发展研究 [J]. 汽车测试报告, 2024, (21): 38-40.
- [6] 兰天. 智能化技术在新新能源汽车故障诊断与排除中的应用 [J]. 汽车测试报告, 2024, (19): 56-58.
- [7] 李蓉. 计算机通信与信息技术在新新能源汽车智能化中的应用 [J]. 汽车测试报告, 2024, (17): 53-55.
- [8] 吕敏. 信息技术驱动下新能源汽车智能化发展趋势研究 [J]. 汽车测试报告, 2024, (17): 50-52.
- [9] 刘为为. 基于新能源汽车整车控制系统智能化感知技术分析 [J]. 高科技与产业化, 2024, 30(08): 32-33.
- [10] 刘晓翠. 新能源汽车智能化发展趋势及其在电工领域的应用前景 [J]. 内燃机与配件, 2024, (16): 137-139.

新工科背景下基于成果导向的高职院校 软件技术专业实践教学改革

张宇

广州城建职业学院，广东 广州 510925

DOI: 10.61369/TACS.2025050056

摘 要： 在新工科建设背景下，高职院校软件技术专业面临技术迭代加速、跨界融合需求增强及工程实践能力要求提升的挑战。传统实践教学模式因与企业需求脱节、学生创新能力不足等问题，亟待改革。本研究以成果导向教育（OBE）理念为指引，构建“需求导向－能力本位－持续改进”的实践教学体系，旨在破解高职软件技术人才培养与产业需求错位难题。

关 键 词： 新工科；成果导向；软件技术；实践教学

Practice Teaching Reform of Software Technology Major in Higher Vocational Colleges Based on Outcome-Oriented Education under the Background of New Engineering

Zhang Yu

Guangzhou Urban Construction Vocational College, Guangzhou, Guangdong 510925

Abstract： Under the background of new engineering construction, the software technology major in higher vocational colleges is facing challenges such as accelerated technological iteration, enhanced demand for cross-border integration, and improved requirements for engineering practice capabilities. The traditional practical teaching model is in urgent need of reform due to problems such as disconnection from enterprise needs and insufficient innovation ability of students. Guided by the concept of Outcome-Based Education (OBE), this study constructs a practical teaching system of "demand-oriented, competency-based, and continuous improvement", aiming to solve the problem of misalignment between the training of software technology talents in higher vocational colleges and industrial needs.

Keywords： new engineering; outcome orientation; software technology; practical teaching

引言

在“中国制造2025”“数字中国”等国家战略驱动下，新工科建设已成为高等教育改革的核心方向。新工科强调学科交叉融合、技术迭代创新与产业需求对接，旨在培养具备工程实践能力、创新精神和跨界整合能力的高素质技术技能人才。与此同时，软件技术作为新一代信息技术的核心领域，其产业需求正从单一技能向“全栈开发＋系统思维＋安全能力”复合型方向转变。然而，传统高职软件技术专业实践教学存在重知识传授、轻能力达成等问题，导致学生难以适应企业真实开发场景。成果导向教育（Outcome Based Education, OBE）是工程教育专业认证核心理念之一^[1]，注重教育成效评价，强调通过反向设计课程体系，明确学生毕业时应达到的能力标准，为破解这一难题提供了理论支撑。^[2]在此背景下，探索基于OBE的新工科实践教学改革，成为高职院校软件技术专业转型升级的迫切需求。

一、高职院校软件技术专业实践教学所存的问题与现状

在新工科建设与产业转型升级的双重驱动下，软件技术

领域对高技术技能人才的需求持续攀升。然而，当前高职院校软件技术专业存在着实验教学与理论教学脱节、实践教学效率不高等问题^[3]，导致人才培养质量与行业需求之间存在显著鸿沟。

课题项目：广州城建职业学院2023年度技术服务创新平台课题《基于大语言模型的家装智能监管系统研究》，课题编号 PTKT2023-12

作者简介：张宇（1988—），男，汉族，河南周口人，硕士在读，讲师，研究方向：软件技术。

（一）实践教学内容与产业需求脱节，人才适配性不足

当前，高职院校软件技术专业课程体系与技术演进存在显著滞后性，核心实训课程仍以 Servlet、JSP 等传统 Web 开发技术为主导框架，而 Spring Cloud 微服务架构、容器化部署等主流技术栈的渗透深度不足。以云原生开发工程师为例，企业要求掌握服务网格治理与持续集成/持续部署 (CI/CD) 流水线设计能力，但多数高职院校尚未构建完整的 DevOps 实践教学体系。此外，技术迭代周期与教学实施存在时空错配，当前软件技术平均迭代周期已大幅压缩，而高职课程从需求分析到完整实施需 2-3 年，这种时间差导致毕业生技术能力加速贬值^[4]。

（二）实践教学体系设计不合理，能力培养碎片化

当前软件技术专业的实践教学存在明显的环节割裂和能力培养零散化问题，以某高职院校为例，前端技术栈被拆解为三门独立课程（Web 前端 / 前端框架应用 / 小程序开发），并分成三个学期上课，Java 技术栈更是分散在 5 门课中。这种“学完就扔”“三天打鱼两天晒网”的模式，导致学生学 Spring Boot 时忘记 Java 基础，学微信小程序时又与前端框架知识脱节，使学生无法形成完整的能力链。此外，技术栈教学内容重复与关键技能缺失并存。例如，《Java Web 应用开发》与《Spring Boot 应用开发》等核心课程重复讲解 RESTful API 知识点，而 Docker 容器化部署、CI/CD 流水线等必备技能仅零星见于拓展课《微服务架构实战》中，导致很多毕业生无法独立部署 Spring Boot 应用。再次，实践项目严重简化，脱离真实工作场景，导致学生缺乏工程思维，最终引发“入职即需二次培训”的产业适配困境。

（三）师资实践经验欠缺，教学转化能力薄弱

当前高职软件技术专业师资队伍大部分从高校毕业直接任教，缺乏在 IT 企业一线研发、项目管理或架构设计的深度实践经验。例如，承担《Spring Boot 应用开发》课程的教师中，仅少数曾参与过企业级分布式系统开发，导致教学停留在基础“增删改查”操作层面，无法传递高并发设计、微服务治理等核心工程经验。其次，受限于教学与科研压力，大部分教师对产业主流技术迭代响应迟缓，对新工具链（如容器化 Docker/K8s、持续集成 CI/CD 平台 Jenkins）、新框架（如 Spring Cloud, Vue3.0）的掌握与应用能力不足。此外，教师难以将前沿工程经验有效转化为适合高职学生认知规律的教学案例和项目，使学生虽学技术点却不解工程逻辑，陷入“知其然不知其所以然”的认知困境。

（四）实训资源与平台建设滞后，产教融合深度不足

高职院校软件技术专业实训资源与平台建设面临结构性矛盾，校内实训室普遍以基础 PC 和单机版开发工具为核心配置，缺乏对企业级开发环境的系统性模拟与真实接入。例如，云开发平台、分布式集群、自动化测试工具链及企业级项目管理工具等关键技术栈的覆盖严重不足，导致学生难以掌握云原生开发、高并发系统设计、持续集成交付等核心能力。与此同时，产教融合仍停留在浅层次合作阶段，企业参与多局限于提供实习岗位或开展技术讲座，未能深度介入人才培养方案制定、核心课程开发、真实项目库共建及“双师型”师资联合培养等关键环节。此外，实训资源

更新机制滞后，软硬件投入占比低且更新周期长达 5 年以上，远滞后于 IT 行业技术迭代速度，进一步加剧了人才培养与产业需求的脱节。

（五）考核评价机制不够合理，偏离能力导向

现有软件技术专业考核评价机制存在“重知识轻能力、重结果轻过程”的突出问题，难以有效衡量学生的综合工程素养。一方面，考核方式以期末笔试和上机编程为主，过程性评价占比不足 30%，导致学生过度关注语法记忆而忽视系统设计、团队协作、代码规范等软技能培养；另一方面，评价标准与行业认证体系脱节，院校自设考核内容多聚焦于淘汰技术，而未覆盖企业主流技术栈，且缺乏对云平台操作、自动化工具使用等企业级技能的评估。此外，考核反馈机制缺失，企业未参与学生项目成果的技术评审，也未通过代码提交频率、缺陷修复效率等学习分析技术动态优化教学策略，最终导致人才培养质量与产业实际需求之间存在显著差距。

二、OBE 理念下软件技术专业实践教学体系构建流程

（一）需求驱动：明确核心能力需求

基于成果导向教育（OBE）理念的实践教学体系构建，首先需要进行需求驱动分析。这一步骤包括企业调研、岗位任务分析和技术趋势研判，以明确软件技术人才的核心能力需求。例如，通过与软件开发企业进行深入交流，了解企业在招聘过程中最看重哪些技能，如编程能力、系统设计能力、团队协作能力及工程伦理素养等。这些核心能力需求将成为后续教学设计的基础。

（二）目标引领：设定明确的毕业要求

在明确了核心能力需求之后，下一步是设定明确的毕业要求。这些毕业要求应当具体、可衡量，并与企业的实际需求相匹配。例如，“掌握软件前后端开发主流编程语言”“具备中小型应用软件开发能力”等。这些毕业要求不仅是学生学习的目标，也是教师教学设计的依据。

（三）过程实施：构建课程目标与教学内容

基于明确的毕业要求，需进一步分解课程目标，构建“培养目标 - 毕业要求 - 课程目标”的映射关系。通过反向设计确立培养目标，进而系统化配置教学内容与方法。例如，如果毕业要求之一是“掌握 Spring Boot 应用开发”，那么相关的课程目标可能包括“理解 Spring Boot 的基本原理”“掌握 Spring Boot 的常用组件”“能够独立完成一个小型 Spring Boot 应用的开发”等。

（四）多维评价：建立科学的评价体系

为了确保教学效果，需要建立一套科学的评价体系。这一体系不仅要评价学生是否达到了预期的学习成果，还要评价教学过程的有效性。评价方式可以多样化，包括过程性评价、结果性评价、同行评价、学生自我评价等。例如，可以通过项目开发、代码审查、团队协作表现等多种方式进行综合评价。

（五）持续改进：形成质量螺旋提升机制

最后，通过动态反馈机制实现质量螺旋提升。这一步骤包括收集学生、教师、企业等各方的反馈信息，分析教学效果，找出

存在的问题，并及时进行调整和改进。例如，通过学生反馈发现某一课程内容不够实用，可以及时调整教学内容，增加更多贴近实际工作的案例和项目^[5-7]。

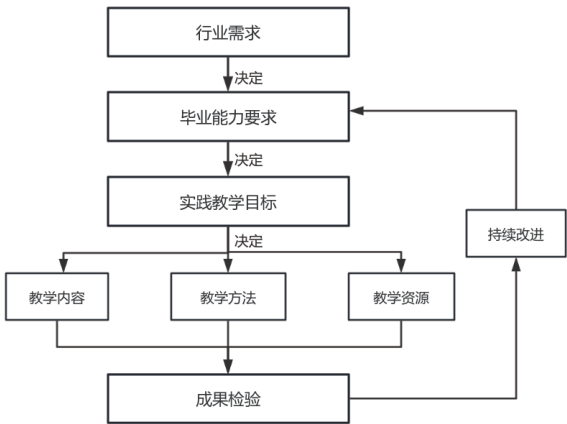


图1 基于 OBE 理念的实践教学体系构建流程

三、基于 OBE 理念的软件技术专业实践教学创新

在 OBE 理念的指导下，软件技术专业实践教学创新需以“学生中心、成果导向、持续改进”为核心理念，将产业需求与能力培养深度融合。为实现这一目标，应从课程体系、实践模式、资源平台及质量保障四个维度进行改革创新，形成“设计－实施－评价”的闭环实践体系。

（一）构建“岗位－能力”双向导的模块化课程体系

为破解传统课程体系知识碎片化、能力脱节化、评价滞后化的痛点，专业应以 OBE 理念为核心，通过广泛调研软件行业市场，锚定前端开发、后端开发、测试岗等核心岗位需求，打破传统“三段式”学科结构，依据岗位能力结构与工作过程逻辑关系组织模块化课程内容，并整合形成层级化的专业课程群（如前端基础、前端框架、跨端开发）。这些课程对应不同的学习层级，从基础入门到高级应用，逐步引导学生深入学习软件技术知识，提升实践操作能力。例如，前端基础课程主要涵盖 HTML、CSS 和 JavaScript 等基础知识，前端框架课程则深入讲解 React、Vue 等现代前端框架的使用，而跨端开发课程则进一步探讨如何使用 Flutter 或 React Native 等工具进行跨平台应用开发。这种“基础→进阶→应用”的清晰学习路径不仅有助于学生系统地掌握软件技术知识，还能够有效提升其实践操作能力^[8]。

（二）实施“多元融合、分层递进”的实践教学活动

为全方位、系统性地提升学生的综合素养，构建契合行业需求与个体发展特色的实践育人体系，专业应积极开展“多元融合、分层递进”的实践教学活动。活动体系以能力本位为导向，涵盖三大核心模块：综合项目模块聚焦复杂工程问题解决能力培养，通过软件项目开发实践、毕业综合项目实践等集成化项目，引导学生在需求分析、架构设计、编码实现、测试优化的全流程中锤炼综合应用能力与跨职能团队协作能力；岗位实习模块依托校企协同育人平台，通过订单班、现代学徒制及企业级岗位实习基地等载体，使学



图2 软件技术专业模块化课程体系构建

生在参与企业实际业务场景中深度理解软件开发流程、质量管控标准及行业文化，同步提升技术迁移能力、职业规范意识与职场适应力；升学与就业赋能模块构建“分类指导、精准施策”的发展路径，针对升学需求学生开设学科竞赛训练，针对就业导向学生强化企业认证培训等职业能力训练，同时通过中外合作办学项目等渠道拓展国际视野，促进学生全面成长成才。

（三）建设“真实环境、产教融合”的实践基地

为彻底打通教学环境与企业生产环境之间的壁垒，实现“所学即所用”的无缝对接，专业应着力建设“真实环境、产教融合”的高水平实践基地。在硬件环境方面，配备高性能计算资源，包括云原生开发平台、模拟企业级部署架构的分布式服务器集群、支撑 AI 模型训练等需求的 GPU 加速计算节点，以及完整的自动化测试与部署工具链。在软件方面，部署与企业生产环境高度一致的主流技术栈，涵盖 Spring Cloud 微服务全家桶、Vue/React 等前端框架、MySQL/Redis/MongoDB 等主流数据库，并集成项目监控与日志分析系统、自动化测试工具以及企业级项目管理与协作工具。在深化产教融合机制方面，要积极引入行业领先企业资源，共建共享“软件实习工场”“产教融合创新中心”等校内外综合实践基地，同时，建立企业工程师驻校授课、校内教师赴企实践的长效“双师”协同育人机制，确保产业前沿技术与工程经验有效融入教学，为培养无缝对接产业需求的高素质技术技能人才奠定了坚实基础^[9]。

（四）建立“多维评价、持续改进”的质量保障机制

专业在课程体系设计、课程建设和教学、课程目标达成度评价等多个环节，应构建在校内、毕业生、用人单位、教学督导、任课教师、教学管理部门等多方共同参与的跟踪反馈机制和评价机制，包括专兼职教学督导听课、学生网上评教和毕业生跟踪反馈机制等，通过“毕业要求达成度矩阵”分析目标达成情况，动态调整课程内容。同时，建立质量监控体系，定期发布教学质量报告，形成“评估－反馈－改进”的闭环循环。

四、结语

在新工科建设浪潮与国家大力发展职业教育的战略机遇下，基

于 OBE 理念对高职软件技术专业实践教学进行系统性改革,是提升人才供给质量、服务区域产业升级的必然选择^[10]。本文提出的以精准需求分析为起点,以分层递进的项目为载体,以真实环境为依托,以多元评价和持续改进为保障的实践教学体系,有效破解了

产教脱节、能力碎片化等核心痛点。实践证明,该模式能显著增强学生的工程实践能力、创新思维和职业发展潜力,为培养适应数字经济时代需求的高素质软件技术技能人才提供了有效路径。

参考文献

[1] 王莉. 基于新工科背景下成果导向课程设计的实践研究 [J]. 发明与创新: 职业教育, 2020(3):1.DOI:CNKI:SUN:FMJY.0.2020-03-064.
[2] 陈雄. "新工科" 背景下人才培养模式的创新性研究——基于成果导向教育 (OBE) 理论视角 [J]. 福建江夏学院学报, 2020, 10(1):6.DOI:CNKI:SUN:FCGY.0.2020-01-014.
[3] 侯雪梅, 李志博, 徐欢欢. 强军新工科背景下成果导向的软件工程课程建设探索与实践 [C]// 第二届强军新工科论坛. 战略支援部队信息工程大学数据与目标工程学院, 2023.
[4] 刘彦, 赵欢, 杨科华, 等. 新工科背景下成果导向的计算机系统课程教学改革 [J]. 计算机教育, 2019(7):5.DOI:CNKI:SUN:JYJS.0.2019-07-003.
[5] 李昌丽, 冷杰雯, 姜莉莉. 新工科背景下以成果为导向的课程教学改革与实践 [J]. 教育教学论坛, 2024(10):82-85.
[6] 姚汝贤, 刘栓, 陈萍, 等. 基于新工科背景下的计算机科学与技术专业建设与实践 [J]. 中国多媒体与网络教学学报: 电子版, 2020(22):103-105.
[7] 徐丽霞, 隋凤利, 黄贞益. 新工科背景下基于 OBE 理念的实践教学改革思考 [J]. 高教学刊, 2020(2):3.
[8] 欧阳林艳. "新工科" 背景下数据库课程应用型教学模式改革 [J]. 黑龙江教育: 理论与实践, 2020(4):3.DOI:CNKI:SUN:HJLL.0.2020-04-004.
[9] 赵辉. 新工科背景下实践类课程改革创新探究 [J]. 装备制造技术, 2020(6):3.DOI:CNKI:SUN:GXJX.0.2020-06-040.
[10] 何志权, 蓝旭佳, 曹文明. 新工科背景下成果导向的 Python 编程教学改革 [J]. 电脑知识与技术, 2021(32):191-193.

海边酒店智慧化转型中网络带宽需求预测模型 与扩容方案经济性分析

李林

应急管理部北戴河康复院, 河北 秦皇岛 066100

DOI: 10.61369/TACS.2025050002

摘 要： 本文聚焦海边酒店智慧化转型中的网络带宽问题，剖析了智慧化应用场景及各类应用对网络带宽的性能需求，涵盖客户全流程及运营管理各方面。接着阐述了网络带宽需求预测模型的构建思路，包括关键影响因素识别与量化、预测模型的选择与建立。随后介绍了主流网络扩容技术方案，对比了各方案的技术性能，并构建经济性分析模型，基于财务指标对各方案进行经济性评价。最后指出酒店需结合自身情况选择合适方案，为海边酒店智慧化转型中的网络规划提供参考。

关 键 词： 海边酒店；智慧化转型；网络带宽；需求预测模型

Network Bandwidth Demand Forecasting Model and Cost-Effectiveness Analysis of Expansion Solutions for Smart Transformation in Seaside Hotels

Li Lin

Beidaihe Rehabilitation Centre, Ministry of Emergency Management, Qinhuangdao, Hebei 066100

Abstract： This paper focuses on network bandwidth challenges during the smart transformation of coastal hotels, analysing performance requirements across various smart application scenarios and operational management aspects throughout the customer journey. It subsequently outlines the methodology for constructing a bandwidth demand forecasting model, including the identification and quantification of key influencing factors, alongside model selection and establishment. Subsequently, mainstream network expansion technologies are introduced, their technical performance compared, and an economic analysis model constructed to evaluate each solution based on financial metrics. Finally, it is emphasised that hotels should select appropriate solutions according to their specific circumstances, providing reference for network planning in the smart transformation of coastal hotels.

Keywords： coastal hotels; smart transformation; network bandwidth; demand forecasting model

引言

智慧化应用的广泛落地，如自助入住、智能客房、智能安防等，极大地提升了客户体验和运营效率，但同时也对网络基础设施提出了更高要求。网络带宽作为支撑各类智慧化应用稳定运行的关键，其性能直接影响着应用的效果和客户的满意度。然而海边酒店的网络带宽需求具有复杂性和动态性，受入住率、客户行为、时间段、特殊活动等多种因素影响，若不能准确预测需求并采取合适的扩容方案，可能导致网络拥堵、应用卡顿等问题，影响酒店的服务质量和市场竞争力。因此，构建科学的网络带宽需求预测模型，设计并选择经济可行的网络扩容方案，成为海边酒店智慧化转型过程中亟待解决的重要课题。本文围绕海边酒店智慧化转型中的网络带宽问题，分析智慧化应用场景及各类应用的带宽需求，构建网络带宽需求预测模型，探讨主流网络扩容技术方案，并从技术性能和经济性两方面进行比较分析，旨在为海边酒店的网络规划与升级提供理论参考和实践指导，助力其更好地适应智慧化发展趋势。

一、海边酒店智慧化转型与网络需求分析

（一）海边酒店智慧化应用场景剖析

随着近年来 5 G 技术的高速发展，许多终端设备已经更新到 5 G 通 信 模 式，许多大型酒店也陆续与运营商合作，将酒店的网络升级到 5 G 网络^[1]。海边酒店的智慧化应用贯穿客户全流程及运营管理各方面，客户在线预订后，可通过自助入住终端，借助

人脸识别快速核实身份、关联预订信息并领取房卡，无需前台排队^[2]。进入客房，智能音箱响应语音指令，可调节灯光、窗帘、空调，还能提供酒店服务咨询；智能电视不仅有丰富影视内容，还能一站式控制客房智能设备；部分高端酒店的 VR 观景设备，让客户足不出户即可 360 度欣赏海景或虚拟体验海上运动。在运营管理上，智能安防系统通过高清摄像头实时监控，异常时自动报警并通知安保人员；智能能耗管理系统实时监测分析水电气消

耗,根据入住率等自动调节设备运行以节能减排;智慧餐饮管理系统支持扫码点餐、结算,后厨实时接收订单提升上菜效率,还能分析菜品销售数据为采购和调整提供依据。

(二) 各类应用对网络带宽的性能需求

不同的智慧化应用对网络带宽的性能需求存在差异,只有满足这些需求,才能确保应用的稳定运行和良好体验^[3]。智慧入住中的自助终端需要与酒店的后台数据库进行实时数据交互,包括客户预订信息、身份信息,虽然数据量相对较小,但对网络的实时性要求较高,一般需要 10 - 20Mbps 的带宽支持,以保证身份验证和房卡发放等操作的快速完成^[4]。智慧客房内的智能音箱、智能电视等设备,在实现语音控制、内容播放等功能时,需要稳定的网络连接。智能电视播放高清影视内容时,对带宽的需求较大,标清内容需要 5 - 10Mbps,高清内容则需要 10 - 25Mbps,4K 超高清内容更是需要 25Mbps 以上的带宽。VR 观景设备由于需要处理大量的 3D 图像数据,对带宽的要求极高,通常需要 50Mbps 以上的带宽,同时对网络的延迟也有严格要求,延迟需控制在 20ms 以内,否则会影响客户的沉浸感。智能安防系统中的高清摄像头需要实时传输视频数据到监控中心,单个 1080P 摄像头的带宽需求约为 4 - 8Mbps,若酒店安装多个摄像头,总带宽需求会大幅增加^[5]。例如一个拥有 50 个摄像头的海边酒店,安防系统所需的带宽可能达到 200 - 400Mbps。智能能耗管理系统主要进行数据的采集和传输,数据量较小,对带宽的需求较低,5 - 10Mbps 的带宽即可满足其正常运行。智慧餐饮管理系统的扫码点餐、订单传输等操作,对带宽的需求也相对较低,10 - 20Mbps 的带宽就能保证系统的顺畅运行。

二、网络带宽需求预测模型构建

(一) 预测模型构建的总体思路

网络带宽需求预测模型构建的总体思路是以海边酒店的实际运营场景和智慧化应用需求为基础,结合历史数据和相关影响因素,运用合适的数学和统计方法,建立能够准确预测未来一段时间内网络带宽需求的模型。需要明确预测的目标和范围,确定是对短期还是长期的网络带宽需求进行预测,以及预测所涵盖的酒店区域和应用场景^[6]。收集与网络带宽需求相关的各类数据,包括历史带宽使用数据、酒店入住率、客户行为数据、智慧应用运行数据等。然后对这些数据进行预处理,去除异常值、填补缺失值,确保数据的质量和可靠性。分析影响网络带宽需求的关键因素,并对其进行量化处理。根据数据特点和预测目标,选择合适的预测模型进行构建和训练。对模型的预测效果进行验证和评估,若不符合要求,则对模型进行优化和调整,直至达到预期的预测精度。

(二) 关键影响因素识别与量化

影响海边酒店网络带宽需求的因素众多,需要对其进行识别和量化,以便纳入预测模型中。酒店入住率是重要的影响因素之一,入住率越高,使用网络的客户数量就越多,各类智慧化应用的使用频率也会相应增加,从而导致网络带宽需求上升^[7]。可将入

住率量化为实际入住客房数与总客房数的比值,用百分比表示。客户行为也会对网络带宽需求产生显著影响,不同客户的网络使用习惯存在差异,可通过分析客户的网络使用记录,将客户行为量化为不同类型网络应用的使用时长、数据传输量等指标^[8]。智慧化应用的运行状态是直接影响带宽需求的因素,各类智慧应用的开启数量、运行强度等都会导致带宽需求的变化。可将智慧化应用的运行状态量化为各类应用的在线数量、数据传输速率等。时间段因素也不可忽视,在不同的时间段,酒店的网络带宽需求存在明显差异。可将时间段量化为季节代码、星期代码、小时代码等^[9]。特殊活动举办情况同样会影响带宽需求,当酒店举办大型会议、婚礼、庆典等活动时,参会人员或宾客会产生大量的网络使用需求,导致带宽需求大幅上升。可将特殊活动举办情况量化为活动规模、活动类型等,用二进制变量表示。

(三) 预测模型的选择与建立

结合海边酒店网络带宽需求特点和数据情况,可选择以下预测模型。时间序列模型适用于有明显时间规律的预测,通过分析历史数据的趋势性、周期性等特征预测未来,如 ARIMA 模型能较好处理季节性波动,契合旅游淡季旺季带来的带宽周期性变化。回归分析模型用于分析带宽需求与各影响因素的线性或非线性关系,以入住率等为自变量、带宽需求为因变量建立回归方程,线性关系选线性回归,非线性则用多项式回归等^[10]。机器学习模型非线性拟合和泛化能力强,适用于复杂多因素影响的情况,如随机森林能处理高维度数据,可考虑多因素且避免过拟合。建模时先将预处理数据分为训练集和测试集,再按模型类型设参数并利用训练集训练,过程中调整参数以提高拟合度和精度。

三、网络扩容方案设计与技术经济比较

(一) 主流网络扩容技术方案介绍

主流网络扩容技术方案包括光纤升级方案,通过更换高性能光模块、升级传输设备等提升速率和容量,如从 10Gbps 升级到 100Gbps 及以上,其传输速率高、抗干扰强、距离远,能为海边酒店各类智慧应用提供高速稳定支撑,尤其适合大量客户同时使用高带宽应用的场景。无线网络增强方案通过增加无线接入点数量、采用更高性能技术(如从 Wi-Fi 5 升级到 Wi-Fi 6)提升覆盖和带宽,Wi-Fi 6 传输速率更高、并发用户更多、延迟更低,合理部署可解决海边酒店信号覆盖不均问题,满足客户移动设备需求。混合组网扩容方案结合有线和无线网络优势,核心传输用光纤升级保证主干性能,接入层用无线网络增强提升灵活性,还可引入 SDN 技术智能管理调度,能针对性满足海边酒店不同区域和场景需求^[11]。租用运营商专线扩容方案向运营商租用更高带宽专线,接入方便、服务稳定,酒店无需大量投入,可灵活调整带宽,适合短期有大带宽需求或暂不打算大规模改造的海边酒店。

(二) 各方案技术性能对比

不同网络扩容技术方案在技术性能上有差异,主要体现在以下方面。传输速率上,光纤升级方案最高(100Gbps 及以上);Wi-Fi 6 的无线网络增强方案单流达 1.2Gbps,支持多用户;混合

组网方案因结合光纤和 Wi-Fi 6，速率也较高；租用运营商专线方案速率取决于租用带宽，通常不及光纤升级。稳定性方面，光纤升级方案受干扰小，稳定性极强，适合海边环境；无线网络增强方案受信号干扰、距离等影响，稳定性较弱；混合组网方案主干网由光纤保证稳定，接入层类似无线网络；租用运营商专线方案稳定性依赖运营商网络，一般较稳定，但运营商网络故障时会受影响。覆盖范围上，无线网络增强方案通过增加 AP 可灵活扩大覆盖；光纤升级方案覆盖范围相对固定，针对有线主干；混合组网方案结合有线和无线优势，覆盖广且灵活；租用运营商专线方案对覆盖范围扩展作用小，主要提升接入带宽。延迟方面，光纤升级方案延迟极低，满足 VR 等需求；Wi-Fi 6 的无线网络增强方案延迟较低但高于光纤；混合组网方案有线部分延迟低，无线部分相对较高；租用运营商专线方案延迟取决于运营商链路，能满足普通应用，高峰时可能增加。

（三）经济性分析模型构建

网络扩容方案的经济性分析模型包含成本核算、收益分析和经济性评价指标三部分。成本核算需考虑初始投资成本（如设备采购、线路铺设等，光纤升级方案较高，租用运营商专线方案较低）和运营维护成本（如维护费、薪酬、租用费及设备折旧，折旧可采用直线或加速折旧法）；收益分析涵盖直接收益（如入住率提升增加收入、优化运营降低成本）和间接收益（如提升品牌形象、竞争力等，可结合问卷与行业数据估算）；经济性评价指标主要有投资回收期（越短越优）、净现值（大于 0 且越大越好）、内部收益率（高于基准收益率且越高越佳）。

（四）基于财务指标的经济性评价

基于经济性分析模型，用财务指标对各网络扩容方案评价如下：投资回收期方面，光纤升级和混合组网方案较长（3 - 5 年），无线网络增强方案为 2 - 3 年，租用运营商专线方案较短

（1 - 2 年）但长期租用费可能高。净现值上，光纤升级方案长期（如 10 年）净现值较高，无线网络增强方案次之，混合组网方案表现取决于成本收益平衡，租用专线方案短期有正净现值，长期增长可能放缓或下降。内部收益率方面，光纤升级方案较低但收益稳定持久，无线网络增强方案较高且回报快，混合组网方案若设计合理则介于前两者之间，租用专线方案初期较高但长期可能降低。各方案各有优劣，酒店需结合财务状况、网络需求和长期规划选择，资金充裕、求长期稳定选光纤升级或混合组网；资金有限、短期有需求选租用专线或无线网络增强，同时需考虑技术可行性和与智慧化应用的兼容性。

四、结束语

本文围绕海边酒店智慧化转型中的网络带宽需求预测与扩容方案经济性分析展开了系统研究。通过对海边酒店智慧化应用场景的剖析，明确了不同应用对网络带宽的性能需求，为后续研究奠定了现实基础；构建了网络带宽需求预测模型，从总体思路、关键影响因素识别与量化到模型的选择与建立，形成了一套较为完整的预测体系；介绍了主流网络扩容技术方案，对比了各方案的技术性能，并借助经济性分析模型，基于财务指标对各方案进行了全面评价，为海边酒店选择合适的网络扩容方案提供了依据。研究表明，准确的网络带宽需求预测是海边酒店合理规划网络资源的前提，而科学的扩容方案选择则是平衡技术性能与经济性的关键。不同的海边酒店应结合自身的智慧化应用布局、财务状况和长期发展目标，灵活选用预测模型和扩容方案，以确保网络能够稳定支撑智慧化应用的运行，提升客户体验和市场竞争力。

参考文献

[1] 程磊,程家印,李思聪,等.基于5G+的酒店网络系统[J].长江信息通信,2024,37(09):234-237.DOI:10.20153/j.issn.2096-9759.2024.09.069.

[2] 郑新岩,张文北.超高层综合体项目智能化网络规划探究[J].智能建筑,2021,(05):49-51.

[3] 苏江平,王科勇,陈泉,等.某涉外五星级酒店网络机房深化设计要点[J].安装,2020,(05):74-77.

[4] 张超芳,全继刚.5G时代的到来对未来酒店业的影响[J].北方经贸,2020,(02):158-160.

[5] 曹西良."商务酒店"网络技术解决方案探讨分析[C]//中国通信学会,四川省经济和信息化厅,四川省通信管理局,四川省科学技术协会,成都市政府.2018中国信息通信大会论文摘要集.中国通信建设集团设计院有限公司第四分公司;;2018:81.

[6] 李宝明.基于活动目录的数字酒店网络系统的设计与实现[J].科学技术创新,2018,(19):78-79.

[7] 邓尧.柏联酒店网络在线订餐系统的设计与实现[D].电子科技大学,2017.

[8] 李志霞.基于Web酒店网络信息查询系统分析[J].中国管理信息化,2015,18(06):90-91.

[9] 罗发冬.浅谈酒店互联网应用及其建设与保障[J].中小企业管理与科技(上旬刊),2014,(11):211-212.

[10] 邱爽,王贺婵.酒店体验新视角——"云"体验[J].饭店现代化,2014,(04):55-59.

基于车路协同技术与 UWB 定位技术的盲人过街辅助装置研究

黎帅, 叶琦, 毛帅文, 宋晨城, 孔羿翔
东北林业大学 土木与交通学院, 黑龙江 哈尔滨 150040
DOI: 10.61369/TACS.2025050006

摘 要 : 针对视障行人过街时面临的车辆碰撞风险高、交通信号感知难等问题, 本文设计了一套基于车路协同技术的辅助系统。该系统依托现有车路协同路侧设备的车辆检测 (位置、速度) 与交通信号灯感知能力, 通过轻量化改造实现与视障端主机的协同交互。视障端采用套把式圆柱结构设计, 集成 UWB 定位模块、IMU 传感器、蓝牙通信模块及 STM32 主控单元, 通过卡尔曼滤波算法融合多源数据以获取精准位置与运动状态, 并基于预设规则生成振动与语音多模态预警; 路侧端新增 UWB 基站适配功能, 定向转发核心环境数据; 车载端则响应预警信号实现声光提示与辅助制动。系统可实现厘米级定位精度, 端到端响应延迟低于 100ms, 能有效降低视障行人过街风险, 为无障碍交通环境建设提供技术支撑。

关 键 词 : 车路协同技术; UWB 定位技术; 视障人群; 过街辅助装置; 智能预警系统

Research on Blind Pedestrian Crossing Assistance Device Based on Vehicle Road Cooperation Technology and UWB Positioning Technology

Li Shuai, Ye Qi, Mao Shuaiwen, Song Chencheng, Kong Yixiang
School of Civil Engineering and Transportation, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang 150040

Abstract : Addressing the high risk of vehicle collisions and difficulties in perceiving traffic signals faced by visually impaired pedestrians when crossing the street, this paper designs an assistance system based on vehicle-road collaboration technology. The system leverages the vehicle detection (location, speed) and traffic signal perception capabilities of existing vehicle-road collaboration roadside equipment, achieving collaborative interaction with the visually impaired terminal host through lightweight modifications. The visually impaired terminal adopts a cylindrical structure design, integrating UWB positioning modules, IMU sensors, Bluetooth communication modules, and STM32 control units. It uses Kalman filter algorithms to fuse multi-source data to obtain precise location and motion status, and generates multi-modal warnings based on pre-set rules, including vibration and voice alerts. The roadside terminal adds UWB base station adaptation functionality to forward core environmental data in a targeted manner. The vehicle-mounted end responds to warning signals to provide audio-visual alerts and assist with braking. The system achieves centimeter-level positioning accuracy with end-to-end response latency below 100ms, effectively reducing the risk of visually impaired pedestrians crossing the street and providing technical support for the construction of an accessible transportation environment.

Keywords : vehicle-road coordination technology; UWB positioning technology; visually impaired people; crosswalk assistance device; intelligent warning system

一、研究背景及意义

视障人群的出行安全是亟待解决的民生难题。世界卫生组织《世界视力报告》显示, 全球视障人群约 3.14 亿, 我国视障人群达 1700 万, 占总人口 1.2% 以上。该群体面临显著的出行限制: 平均每日出行次数不足普通人群的 1/3, 80% 活动范围局限于 500 米生活圈, 且过街场景事故伤亡率显著高于普通行人 —— 无信号灯路段因无法感知车辆动态易发生冲突, 信号灯路口因难以实时获取信号变化常导致误判^[1]。此外, 视障人群在使用智能手机时存在诸多困难, 这进一步加剧了他们的出行难题, 比如难以顺

畅操作导航软件获取实时路线信息等^[2]。同时, 当前对视障人群的预警或导航提示多依靠语言, 缺乏更多源的感知方法, 如振动, 这在嘈杂环境中容易影响信息传递的有效性^[3]。

现有辅助手段难以应对复杂交通环境: 一方面, 传统设施存在“静态指引”局限, 盲道易被占用或导向模糊^[4], 过街音响仅能提供固定信号提示, 无法传递车辆轨迹等动态信息^[5]; 另一方面, 现有单一技术设备如超声波导盲系统、机器视觉导盲杖、斑马线识别系统虽能解决局部问题, 但受限于感知范围与环境适应性, 无法实现全域风险预警^[6-8]。王冠生等在综述中也指出, 现有导盲辅具普遍缺乏多源数据融合能力, 难以应对复杂路口的动态

风险^[9]。

近年来，车路协同、高精度定位等智能交通技术快速发展，已实现交通数据实时共享，为提升交通安全性提供了技术支撑^[10]。但现有应用多聚焦普通交通参与者，针对视障人群的“人-车-路”协同体系存在明显缺口：既缺乏将车路协同数据与视障人群多模态交互需求融合的技术架构，也未形成动态风险预判与双向预警的闭环机制。这种技术进步与特殊群体需求的脱节，使得视障人群难以享受智能交通红利。但同时，如 UWB 定位技术在视障人群导盲方面已展现出优越性^[11]，故可通过整合车路协同与 UWB 定位技术，让视障人群能够切实享受到智能交通发展带来的安全与便利。

二、装置结构设计及功能

针对视障行人过街的环境感知与安全预警需求，设计轻量化、低功耗的全域主动保护装置，融合车路协同环境感知能力与 UWB 厘米级定位优势，构建“高精度定位+动态风险预警”系统。

（一）视障端结构设计及硬件功能

视障端各硬件集成为一主机与骨传导耳机，其中主机设计为一种适配于大部分普通导盲杖的外置套把（可拆卸），骨传导耳机外形与市面上大部分骨传导耳机类似，内置与主机之间的无线通讯模块，用于实现视障端的精确定位以及多模态预警功能，大致外观如图1、图2所示。

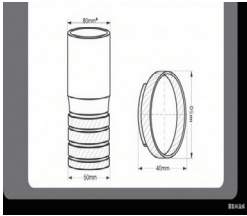


图1 套把式主机外观

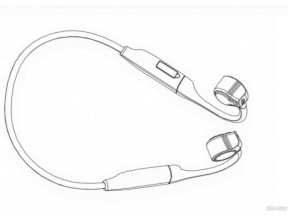


图2 骨传导耳机

其中，套把式主机整体为直径 40mm 的圆柱体，分上下两部分：上部为 80mm 长的模块安置区，中央设 STM32 主控单元，左上方通过 SPI 线连接 UWB 定位模块，左下方经 I²C 线接 IMU 九轴传感器，右下方以 UART 线连 BW16 蓝牙模块，内壁两侧对称分布振动马达并通过 GPIO 线与主控相连，各模块沿内壁凹槽排线；下部为 50mm 长的空心连接区，内壁带 3 道环形防滑纹（间距 10mm），适配直径 18-25mm 的导盲杖，上下部分通过环形凹槽分隔，整体结构紧凑且兼顾模块防护与握持舒适度。

各模块功能方面，由 UWB 模块实现厘米级定位，IMU 感知步行姿态与运动状态，BW16 蓝牙模块接收路侧动态信息，STM32 主控融合数据生成预警决策，交互模块通过振动提示危险方向、语音播报预警指令，协同为视障行人提供过街安全指引，运作流程如图3所示。



图3 运作流程图

（二）路侧端各硬件设计及功能

基于现成熟车辆协同路框架，路侧端采用“感知-处理-通信”三层模块化架构，核心硬件包括 UWB 定位基站、毫米波雷达、轻量图像识别摄像头、树莓派 4B 处理单元及双模通信模块。其中，UWB 基站实现视障行人厘米级定位，毫米波雷达实时捕捉 50 米内车辆的位置与速度，摄像头专注识别交通信号灯状态；树莓派 4B 作为主控，通过时间戳同步多源数据，运行轻量化算法生成结构化信息，再经蓝牙 BLE（短距 10-100m）向视障端推送车辆位置、信号灯状态等预警、C-V2X 模块（长距 200-500m）向车载端广播行人动态，形成环境感知与信息分发的核心枢纽，其协同逻辑如图4所示。

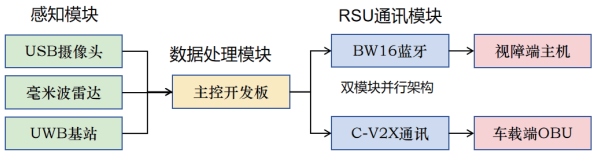


图4 协同逻辑图

（三）车载端各硬件设计及功能

复用现有车路协同车载单元（OBU），新增视障行人预警功能，依托车辆现有智能网联架构，通过 C-V2X 车载单元（OBU）接收路侧端推送的视障行人位置、轨迹及路口信号等数据，结合 CAN 总线获取的本车速度、转向角等参数，经内置算法判定碰撞风险等级（提示/警告/紧急），再通过中控屏显示与语音播报实现分级预警——提示级以图标闪烁与短音提醒，在不干扰驾驶的前提下构建多层防护，其核心运作流程如图5所示。

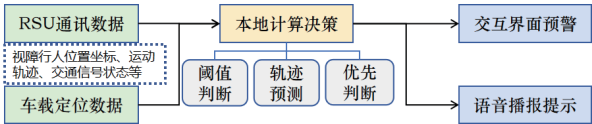


图5 车载端核心运作流程图

三、软件系统设计

（一）视障端软件设计

核心功能：实现多源数据融合与多模态预警。通过 SPI/I²C 接口实时采集 UWB 定位数据与 IMU 运动数据，经 STM32 主控进行时间戳对齐与卡尔曼滤波降噪；通过蓝牙接收路侧端转发的车辆动态与信号灯状态，基于预设安全规则生成风险等级；最终通过 GPIO 控制振动马达与音频模块输出多模态提示，采样率随运动状态动态切换，设计框架如图6所示。

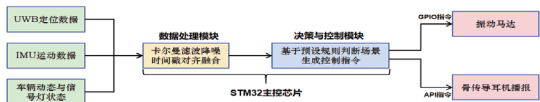


图6 视障端软件设计框架图

（二）路侧端软件设计

核心功能：实现数据中转与风险预判。摄像头通过 YOLOv5s 定位信号灯区域，结合 HSV 阈值分割识别红/黄/绿相位及 OCR 提取倒计时；UWB 基站以 TDOA 算法与滑动窗口滤波输

出视障行人厘米级坐标；毫米波雷达经 DBSCAN 聚类与多普勒效应分析获取车辆状态。多源数据时空对齐后，通过 EKF 融合与 TTC 筛选高风险信息，封装为轻量化协议帧定向推送，延迟 < 50ms，实现高效协同，框架图如图 7 所示。

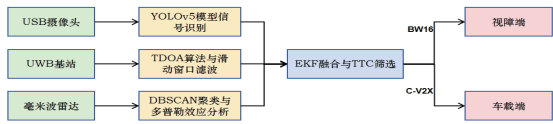


图 7 路侧端软件设计框架图

（三）车载端软件

核心功能：实现预警响应与辅助制动。通过车路协同通信接口接收路侧端的视障用户位置与风险预警；在现有 ADAS 系统基础上新增“弱势道路使用者”响应模块，当检测到视障用户进入车辆预警范围，优先触发声光报警，若车速 > 30km/h 且 $TTC < 2s$ ，激活轻度制动，直至风险解除。

四、预警方案设计

（一）车载端提示及预警方案

车载端通过人机交互界面以及语音播报对驾驶员进行提示及预警，同时根据不同风险等级设计梯度化预警方案，由视障行人与车辆的距离、相对速度、运动方向夹角综合判断，将预警方案分为提示级（一级）、警告级（二级）、紧急级（三级），从而匹配驾驶员从“注意”到“立即行动”的反应链路。预警方案如表 1 所示，各级预警等级示意图如图 8、图 9、图 10 所示。

表 1 车载端预警方案表

预警等级	触发条件	视觉反馈	语音反馈
一级提示	距离 50-30 米，且相对速度 10-20km/h，或运动方向夹角 $> 60^\circ$	黄色行人图标 + 黄色热力图，界面无闪烁，顶部预警等级显示区黄色高亮。	语音：“前方检测到视障行人，距离 X 米，请注意观察”。
二级警告	距离 30-15 米，或相对速度 20-30km/h，或运动方向夹角 $45^\circ - 60^\circ$	橙色行人图标闪烁 + 橙色热力图，预警等级显示区橙色闪烁，信息栏文字加粗。	语音：“警告！视障行人接近，距离 X，请减速！”
三级紧急	距离 < 15 米，或相对速度 $> 30km/h$ ，或运动方向夹角 $< 45^\circ$	红色行人图标爆闪（3 次 / s）+ 全屏红色遮罩，信息栏红色背景白字。	语音：“紧急！视障行人危险距离！立即刹车！立即刹车！”



图 8 一级提示示意图



图 9 二级警告示意图



图 10 三级紧急示意图

（二）视障行人过街提示方案

当视障行人行至过街路口一定范围内，骨传导耳机提示视障行人相应路口方位及方向，如“前方 5m 有过街路口，左侧前往

XX 街道，直走前往 xx 街道”，同时播报交通信号灯实时状态，如“当前红绿灯为红灯，剩余 6s，请等待”。

视障行人过街预警方案分为车辆接近分级预警与特殊场景预警，基于 UWB 定位数据（行人 - 车辆距离）、IMU 运动数据（步行速度与方向）及路侧端传输的车辆轨迹数据，车辆接近分级预警分为三级预警，预警规则如表 2 所示；特殊场景预警方案如表 3 所示。若无危险情况存在或危险解除则播报“过街环境安全，可正常通行”，“人 - 车 - 路”三端交互场景如图 11 所示。

表 2 车辆接近分级预警方案表

预警等级	触发条件	触觉反馈	听觉反馈
一级提示	距离 50-30 米，且相对速度 10-20km/h，或运动方向夹角 $> 60^\circ$	单侧低频振动（1 次 / 秒），持续至风险解除。	语音：“注意！左侧 / 右侧 X 米有车辆接近，请减速”，间隔 5 秒重复播报。
二级警告	距离 30-15 米，或相对速度 20-30km/h，或运动方向夹角 $45^\circ - 60^\circ$	单侧中频振动（2 次 / 秒），伴随振动强度增强。	语音：“警告！车辆快速接近，距离 X 米，立即停下！”，间隔 3 秒重复播报，语音音量提高。
三级紧急	距离 < 15 米，或相对速度 $> 30km/h$ ，或运动方向夹角 $< 45^\circ$	左右两侧高频同步振动（5 次 / 秒），持续强震。	语音：“紧急！危险距离！立即停止移动！向左 / 右快速避让！”，语音高频蜂鸣叠加播报，直至风险解除。

表 3 特殊场景预警方案表

场景	触发条件	预警方案
静止状态下车辆接近	行人静止（IMU 检测速度 = 0），车辆距离 < 20 米且快速接近（速度 $> 25km/h$ ）。	双侧振动马达交替振动（左 → 右 → 左，3 次 / 秒），语音：“静止危险！车辆从左 / 右侧高速接近，请注意！”
信号冲突预警	路侧端数据显示绿灯状态但存在交叉方向车辆未礼让（如右转车辆抢行）。	单侧振动马达连续振动，语音：“注意！绿灯期间仍有车辆通行，请勿贸然过街！”

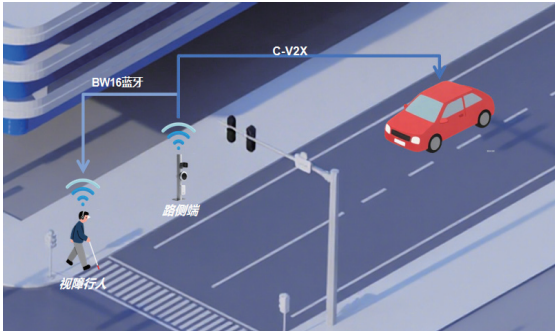


图 11 交互场景示意图

五、创新特色

1. 轻量化模块化设计，兼容现有导盲工具。主机采用可拆卸套把式结构，适配大部分普通导盲杖，无需改造原有设备，用户仅需加装低成本模块即可实现智能化升级；骨传导耳机通用化设计，兼顾日常使用与预警功能，降低使用门槛与成本。

2. “车路协同 + UWB 定位”技术融合。避免传统单点感知局限，通过路侧 UWB 基站、车载 C-V2X 模块与视障端设备联动，实现厘米级定位与全域环境感知，实时融合交通信号、车辆轨迹等动态数据，提前 50 米以上预警风险，解决传统设备仅依赖近距离避障、定位精度低的问题。

3. 多模态分级预警与动态决策。基于距离、速度、方向夹角三维度，将预警分为提示、警告、紧急三级，匹配不同风险等级的触觉与听觉反馈，如危险方向单侧振动 + 对应语音指令，避免“狼来了”效应，较传统单一提示更精准直观。

4. 全域覆盖的三端协同系统。构建“视障端 + 路侧端 + 车载端”闭环，整合 UWB 定位、毫米波雷达、交通信号等多源数据，通过蓝牙 / C-V2X 双模通信实现低延迟传输，覆盖城市主干道、无红绿灯路口等复杂场景，解决传统方案单一场景适配问题。

六、研究展望

本研究基于车路协同与 UWB 定位技术构建了视障行人过街辅助系统，初步实现了高精度定位与多模态预警，但在实际应用中仍有进一步优化和拓展的空间：

1. 场景适应性拓展。当前系统主要针对城市主干道与信号灯路口设计，未来可拓展至复杂场景，如无信号灯的小区路口、校园道路、施工路段等，通过融合激光雷达等更丰富的路侧感知设备，提升对突发障碍物的识别能力，实现全场景覆盖。

2. 技术融合深化。引入人工智能算法优化风险预判模型，结合视障行人历史出行轨迹与交通流规律，实现动态预警阈值自适应调整，减少误报与漏报；探索 UWB 与 5G 定位技术的融合应用，在遮挡严重的复杂环境中通过多源定位数据互补，进一步提升定位稳定性与抗干扰能力。

3. 用户体验优化。基于视障人群存在的个体差异，如出行频率、步行速度、对预警方式的敏感度等，开发个性化预警参数配置功能，通过语音交互实现“一人一策”的定制化服务；增强设备便携性与续航能力，例如采用柔性电池技术缩小主机体积，或通过太阳能辅助供电延长使用时间。

七、结束语

视障人群的出行安全是社会无障碍环境建设的重要体现，本研究通过轻量化改造现有车路协同设备，融合 UWB 厘米级定位与振动、语音多模态预警技术，构建起“视障端 - 路侧端 - 车载端”三端协同的过街辅助系统，有效弥补了传统辅助手段在定位精度、动态信息感知及预警方式上的不足，其厘米级定位、低延迟响应及轻量化低成本设计，不仅为视障行人提供了可感知的交通环境信息，提升了复杂场景下的信息传递效率，也降低了技术推广门槛，未来随着技术迭代与场景拓展，该系统有望进一步完善“人 - 车 - 路”协同的无障碍交通体系，让视障人群切实享受科技带来的出行自由，为包容性城市交通环境建设提供有力支撑。

参考文献

[1]Emerson Robert Wall, Kim Dae Shik, Naghshineh Koorosh. Effect of Artificial Alert Sound, Background Noise, and Vehicle Type on Detectability and Localizability of Quiet Cars by Blind Pedestrians [J]. ITE journal, 2015.

[2]李艳乔. 视障人群智能出行产品设计研究 [D]. 北方工业大学, 2024.DOI: 10.26926/d.cnki.gbfgu.2024.000853.

[3]葛一汉, 何晓佑. 基于振动触觉感知的视障人群导航设备设计 [J]. 工业设计, 2025, (02): 32-35.

[4]李慧. 面向视障群体的地铁出行导航设计应用研究 [D]. 沈阳航空航天大学, 2024.DOI: 10.27324/d.cnki.gshkc.2024.000065.

[5]江牧, 朱峰立. 视障人群出行公共设施设计研究 [J]. 创意与设计, 2018 (04): 45-50.

[6]鄢艳红. 基于单片机的简易超声波导盲系统设计 [J]. 科技与创新, 2024, (23): 39-41.

[7]高勇, 陈凯文, 张城, 等. 基于机器视觉的导盲杖设计 [J]. 河南科技, 2024, 51 (12): 24-29.

[8]曹玉珍, 刘刚, 杨海峰. 导盲系统中的道路斑马线识别方法 [J]. 计算机工程与应用, 2008, 44 (15): 177-178.

[9]王冠生, 郑江华, 瓦哈甫·哈力克, 等. 盲人导航路径诱导辅具研究与应用综述 [J]. 计算机应用软件, 2012, 29 (12): 147-151.

[10]王培裴. 个案管理提升视障人士社会适应能力的研究 [D]. 青岛理工大学, 2024.

[11]李辰曦. 技术应许与社会支持：城市视障群体的数字融入研究 [D]. 湖北大学, 2024.

基于 SEM 的企业虚拟社区用户分层行为影响因素研究 ——以华为互动社区为例

姜蕴莉, 周逸寒

江西财经职业学院, 江西 九江 332000

DOI: 10.61369/TACS.2025050008

摘 要 : 在数字化浪潮席卷的当下, 企业虚拟社区已成为企业与用户深度互动、实现价值共创的关键平台。本研究聚焦华为互动社区, 运用结构方程模型分析方法, 深入剖析企业虚拟社区用户分层行为的影响因素。通过将用户精准划分为导入期、成长期、成熟期三个不同层次, 全面分析各层次下内在动机、外在动机、社区环境、技术设计等因素对用户行为的作用机制。基于此, 提出具有针对性的促进建议, 旨在为企业优化虚拟社区运营策略提供坚实的理论依据与实用的实践指导。

关 键 词 : 结构方程模型; 企业虚拟社区; 用户分层行为; 华为互动社区; 影响因素

Research on the Factors Influencing User Stratification Behavior in Enterprise Virtual Communities Based on SEM - Taking Huawei Interactive Community as an Example

Jiang Yunli, Zhou Yihan

Jiangxi Vocational College of Finance and Economics, Jiujiang, Jiangxi 332000

Abstract : In the current era of digitalization, corporate virtual communities have become a pivotal platform for enterprises to engage deeply with users and achieve value co-creation. This study focuses on Huawei's interactive community and employs structural equation modeling analysis to deeply explore the influencing factors of user stratification behavior in corporate virtual communities. By precisely dividing users into three different levels: introduction, growth, and maturity, this study comprehensively analyzes the mechanism of action of intrinsic motivation, extrinsic motivation, community environment, technical design, and other factors on user behavior at each level. Based on this, targeted promotional suggestions are proposed, aiming to provide a solid theoretical foundation and practical guidance for enterprises to optimize their virtual community operation strategies.

Keywords : structural equation modeling; corporate virtual community; user stratification behavior; Huawei interactive community; influencing factors

引言

随着信息技术的快速发展, 企业虚拟社区正在经历新的变革, 它既是企业展示产品和服务、收集用户反馈的一个平台, 又是给用户提供的—个互动交流、参与企业活动的空间。华为互动社区汇集了来自不同背景、需求不同的用户, 是华为公司和用户连接的核心纽带。这些用户在社区中的表现各不相同, 在之前研究中, 已根据用户的行为表现对用户进行了细分, 边缘用户及浏览用户刚刚接触社区, 对社区的功能和规则都了解得不全面; 社交用户、评论解答用户是社区中较为活跃的, 他们积极参与社区的各项活动, 对社区有较高的忠诚度。因此, 对社区不同用户分别进行影响因素分析, 对于企业精准促进分层用户活跃度有重要意义。

一、结构方程模型在用户行为研究中的应用

结构方程模型 (Structural Equation Modeling, SEM) 是基于变量的协方差矩阵来分析变量之间关系的一种统计方法, 是多元数据分析的重要工具。它能够同时处理多个变量之间的关系,

揭示变量之间的直接和间接效应。

结构方程模型被广泛应用于影响因素的研究领域中。例如, 在元宇宙图书馆用户使用意愿研究中, 宋艳辉利用结构方程模型分析用户的使用意愿受到信息质量、服务质量和环境氛围、感知有用性、感知易用性和感知趣味性等多种因素的影响^[1]。在社交媒

基金项目: 江西省教育厅资助人文社会科学项目“基于用户画像和 SEM 模型的企业虚拟社区用户共享行为研究”(编号: GL24122)。

作者简介: 姜蕴莉 (1978—), 女, 蒙古族, 内蒙古呼伦贝尔人, 硕士, 副教授, 研究方向: 计算机应用技术、数据挖掘。

体领域，陈敏贤提出感知易用性、信息内容、偶遇情景均对用户行为有显著影响^[2]。通过构建理论模型，使用结构方程进行分析，可以清晰地了解各个因素之间的影响关系。

二、研究模型与假设

（一）用户分层界定

根据用户在华为互动社区的活跃程度、参与行为、贡献度等指标，将用户划分为导入期、成长期、成熟期三个层次。

导入期用户：刚接触华为互动社区，对社区的功能和规则了解较少，参与行为较为有限，以浏览信息为主，发帖、回帖等互动行为较少。

成长期用户：逐渐适应社区环境，开始积极参与社区的互动活动，发帖、回帖数量逐渐增加，对社区的认同感有所提升。

成熟期用户：活跃度高，经常在社区中分享经验、观点和见解，对社区的贡献较大，是社区的核心用户群体，具有较高的忠诚度和影响力。

（二）研究模型构建

构建一个包含内在动机、外在动机、社区环境、技术设计等多个潜变量，以及用户分层行为作为结果变量的结构方程模型。同时，考虑用户分层对各因素与用户行为关系的调节作用。具体模型结构如图1所示。



图1 影响因素研究模型图

（三）研究假设提出

（1）内在动机相关假设

H1：兴趣对用户主动性有显著正向影响。

H2：情感连接对用户主动性有显著正向影响。

（2）外在动机相关假设

H3：物质激励对用户主动性有显著正向影响。

H4：精神激励对用户主动性有显著正向影响。

H5：社会性激励对用户主动性有显著正向影响。

H6：适当惩罚机制对用户主动性有显著正向影响。

（3）社区环境相关假设

H7：社区氛围对用户主动性有显著正向影响。

H8：社交规范对用户主动性有显著正向影响。

H9：用户影响力对用户主动性有显著正向影响。

（4）技术设计相关假设

H10：感知易用对用户主动性有显著正向影响。

H11：感知有用对用户主动性有显著正向影响。

H12：游戏化设计对用户主动性有显著正向影响。

H13：即时反馈对用户主动性有显著正向影响。

（5）情感因素相关假设

H14：时间压力对用户主动性有显著影响。

H15：情绪状态对用户主动性有显著影响。

H16：场景依赖对用户主动性有显著影响。

三、数据收集与处理

（一）数据收集

本研究通过向社区内用户发放有奖问卷及向相关社区活跃人士发放邮件等方式收集详细的问卷数据。问卷内容包含内在动机、外在动机、社区环境、技术设计等方面详细内容，问卷的填写与收集历时两个半月，最终获得841份问卷，剔除无效问卷最终得到758份可用问卷。

（二）数据预处理

对最终回收的数据进行数据预处理，包括剔除重复的数据记录、过滤明显不合理的数据，如重复的问卷和超出合理区间的数值，避免重复和错误数据对分析结果产生影响。以保证数据的准确性和可靠性。在完成数据清洗后，问卷数据进行信度效度分析，信度分析采用Cronbach's α 系数等方法，衡量数据的内部一致性，检验测量工具的稳定性和可靠性；效度分析则运用内容效度、结构效度等多种方式，评估数据能否准确测量所研究的概念^[3]。经计算，本次研究数据信度效度值均达到标准。

（三）用户分层样本划分

在之前的研究中，已经对用户进行了细分，分别为边缘用户、浏览用户、社交用户、评论解答用户、建议用户。在此，为了方便研究不同用户的行为意愿的影响因素，根据用户活跃度等特征，将边缘用户和浏览用户归类为导入期用户，将社交用户和评论解答用户归类为成长期用户，将建议用户归类为成熟期用户。

四、结构方程模型分析

（一）模型估计与拟合

使用AMOS统计分析软件，分别对导入期、成长期、成熟期用户数据构建结构方程模型，并进行参数估计。在模型估计过程中，采用最大似然估计等方法，确保估计结果的准确性和可靠性。通过卡方自由度比（ χ^2/df ）、近似误差均方根（RMSEA）、比较拟合指数（CFI）、Tucker - Lewis 指数（TLI）等指标评估模型的拟合度。一般来说， χ^2/df 小于3，RMSEA 小于0.08，CFI 和 TLI 大于0.9，表明模型具有较好的拟合度。

（二）假设检验与结果分析

根据模型估计结果，知识参与贡献行为的16个假设在统计意义上（95%的置信水平）都是显著的，即假设成立。通过对比不同分层用户模型的假设检验结果，可以发现各因素在不同层次用

户中的影响差异。例如，物质奖励对导入期用户的正向影响可能较为显著，而对成熟期用户的影响可能相对较小；精神激励对成长长期用户的作用可能更为突出。

（三）不同分层用户影响因素对比

对比导入期、成长期、成熟期用户模型的分析结果，总结不同分层用户行为影响因素的差异。导入期用户：更易受到物质奖励和感知易用性的影响。由于导入期用户对社区还不熟悉，物质奖励可以作为吸引他们参与的初始动力；而感知易用性则直接影响他们对社区的使用体验，简单的操作流程和清晰的指引能够降低他们的参与门槛。

成长期用户：更关注自身感知以及精神激励。社区中的精神激励政策更能激发成长期用户的积极性，如达人称号；同时，其他用户的反馈及社区对这些用户的认可可以增强成长期用户的感知有用性，从而让他们更愿意在社区中投入时间和精力。

成熟期用户：更注重内源性的动机以及社区整体环境的综合促进作用，成熟期的用户在社区中活动时间较长，对社区有较高的忠诚度，他们的动力大多来自于个人兴趣及自我价值实现的相互促进，良好的社区氛围和完善的社区激励制度会促进成熟期用户持续地参与社区活动。

五、不同分层用户影响因素分析及促进建议

（一）导入期用户影响因素分析及建议

结构方程模型分析显示，兴趣、物质奖励、社区氛围和感知易用性对导入期用户分层行为有显著影响。导入期用户对社区充满好奇，兴趣是吸引他们参与的重要因素。如果社区内容能够引起他们的兴趣，他们会更愿意主动探索社区。物质奖励可以作为初始的激励手段，引导用户尝试参与社区活动，如注册送积分、首次发帖奖励小礼品等。良好的社区氛围能让用户感受到友好和接纳，增加他们的参与意愿^[4]。感知易用性则直接影响用户对社区的使用体验，如果社区操作复杂，用户可能会失去耐心，放弃参与。

在兴趣激发策略上，社区可围绕华为产品策划并发布趣味性内容，借助此类生动内容吸引导入期用户关注，促使其在浏览中逐步认知社区功能与价值；在物质激励上，构建新手奖励体系，除注册赠积分、初帖奖礼品外，增设与用户参与行为挂钩的奖励活动，以物质激励推动导入期用户踊跃参与社区活动，提升参与度；在社区氛围方面，强化社区管理，明晰社区规则，及时处置违规行为，打造积极、健康、互助的社区氛围；最后在易用性优化方面，可以精简社区操作流程，提供清晰导航与指引。如设计简洁界面、削减冗余操作步骤，配备详尽使用说明与帮助文档，助力导入期用户快速熟悉社区操作。

参考文献

- [1] 宋艳钰, 闵德钰. 元宇宙图书馆用户使用行为意向研究——基于 SEM 和 fsQCA 方法 [J]. 图书馆工作与研究, 2025, (02): 60-72.
- [2] 陈敏贤. 社交媒体用户偶遇健康信息分享行为影响因素研究 [D]. 曲阜师范大学, 2023.
- [3] 文博, 刘维尚, 李蕊池. 用户行为视角下高校图书馆智慧服务影响因素研究 [J]. 包装工程, 2024, 45 (20): 383-391.
- [4] 崔圣楠, 许正良, 王海燕, 等. 企业虚拟品牌社区初访用户注册后早期信息行为及服务策略研究 [J]. 情报理论与实践, 2023, 46 (12): 139-148.

（二）成长期用户影响因素分析及建议

自我实现需求、精神激励、社交规范和感知有用性显著影响成长长期用户行为。成长长期用户于社区寻定位、追自我价值实现，自我实现需求成参与动力；荣誉称号等精神激励可满足其心理需求，增成就感；社交规范引其互动，塑良好氛围；感知有用性使其识社区之助，更愿投入。为满足其自我实现需求，可为成长长期用户提供主题讨论、征文比赛、创意分享等展示机会，鼓励分享经验、见解与创意，以实现价值。

社区可通过设立多种荣誉称号来增强成长长期用户的自我荣誉感，如“活跃之星”，以此来增强成长长期用户的自我荣誉感。同时，可定期评选出优秀用户进行公开表扬或奖励，给予这些优秀用户一些管理特权，激励更多用户积极参与社区活动，通过提升社区的实用性和价值，提高成长长期用户对社区的感知有用性。

（三）成熟期用户影响因素分析及建议

结构方程模型结论显示，个人兴趣、自我实现需求、社区氛围、感知易用性及感知有用性对成熟期用户的行为有显著促进作用。成熟期用户对社区有深厚的情感和较高的忠诚度，兴趣和自我实现需求相互促进，推动他们持续参与社区活动。他们不仅关注自身的兴趣满足，更希望通过在社区中的贡献实现自我价值。良好的社区氛围和积极的社交规范是他们愿意留在社区的重要原因，他们享受与其他用户友好互动、共同成长的氛围。感知易用性和感知有用性的协同作用则让他们能够更高效地利用社区资源，实现自身价值。如果社区操作便捷且功能实用，他们会更愿意投入时间和精力。

在深化兴趣与自我实现方面：根据成熟期用户的兴趣偏好，提供更深入、专业的内容和服务。例如，邀请行业专家举办线上讲座、研讨会，分享最新的行业知识和技术；组织用户进行深度讨论和交流，激发用户的创新思维。同时，为他们提供更多的自我实现机会，如参与社区决策、担任社区志愿者、成为社区版主等，让他们在社区中发挥更大的作用，实现更高层次的自我价值。同时，社区应不断优化社区的技术功能，提高感知易用性。通过实现易用性与有用性的协同发展，提高成熟期用户的使用体验和满意度。

六、研究结论与展望

通过结构方程模型深入研究不同时期用户在社区的行为动机影响因素，揭示了不同时期用户的行为促进机制。研究发现，导入期用户主要受物质奖励和感知易用性的影响；成长长期用户更关注精神激励和感知有用性；成熟期用户则更注重内在动机和社区环境的综合作用。企业应根据用户分层特点，制定差异化的运营策略，以提高用户的参与度和忠诚度，提升社区的价值和竞争力，实现企业与用户的共同发展。

短视频平台对少数民族语言活力的影响研究

——基于抖音彝语类视频的实证分析

万志华

云南民族大学, 云南 昆明 650504

DOI: 10.61369/TACS.2025050009

摘 要 : 彝语作为重要的少数民族语言, 面临着活力衰退的问题。近年来, 彝语语言方面的短视频内容在抖音、B 站、快手等社交平台上出现并逐年增加, 这对少数民族语言的传播影响日益凸显, 也为研究彝语语言活力提供了丰富的素材。本研究将选取抖音平台关于彝语传播方面的内容, 通过定量数据分析和定性访谈相结合的方法, 结合联合国教科文组织《语言活力与濒危等级》评估框架, 分析以抖音为主的短视频平台对彝语语言活力的影响, 探讨其如何通过算法、用户互动促进或削弱彝语的代际传播。

关 键 词 : 短视频平台; 抖音; 少数民族语言; 彝语; 语言活力

A Study on the Impact of Short Video Platforms on the Vitality of Minority Languages -- An Empirical Analysis Based on Tiktok Yi Language Videos

Wan Zhihua

Yunnan University for Nationalities, Kunming, Yunnan 650504

Abstract : As an important ethnic minority language, the Yi language is facing the problem of declining vitality. In recent years, short video content related to the Yi language has emerged on social platforms such as Douyin, Bilibili, and Kuaishou, and has been increasing year by year. This has an increasingly prominent impact on the dissemination of ethnic minority languages and also provides rich materials for our research on the vitality of the Yi language. This study will select content related to the dissemination of the Yi language on the Douyin platform, adopt a combination of quantitative data analysis and qualitative interviews, and use UNESCO's "Language Vitality and Endangerment" assessment framework to analyze the impact of short video platforms, mainly Douyin, on the vitality of the Yi language, and explore how they promote or weaken the intergenerational transmission of the Yi language through algorithms and user interactions.

Keywords : short video platforms; Douyin; ethnic minority languages; Yi language; language vitality

一、现实背景

据联合国教科文组织统计, “全球约 43% 的语言处于濒危状态。”^①中国的 130 多种语言中, 有 68 种使用人口在万人以下, 有 48 种使用人口在 5000 人以下, 有 25 种使用人口不足千人, 有的语言只剩下十几个人甚至几个人会说, 濒临消亡。^②国家统计局公布的少数民族人口普查数据显示, 全国彝族人口 871 万余人, 仅次于壮族、维吾尔族、回族、满族和苗族。其中作为彝族人口最多的云南省, 彝族约有 502.8 万人, 占云南省少数民族人口的 10.94%。^③主要分布在楚雄、红河、玉溪、普洱等地。其他彝族人口主要分布在四川省凉山彝族自治州和贵州省六盘水、毕节等地。

针对彝语的使用情况, 目前尚未有官方统计的准确数据, 但总体说来, 在四川凉山、云南楚雄、红河、贵州毕节等彝族聚居区将彝语作为母语来使用的情况较多, 且分布不均衡, 城市中年轻一代人更倾向于使用汉语交流。而将彝语作为母语使用者中, 还存在着方言差异。像彝语的六大方言区(东部、西部、南部、

北部、中部、东南部), 彼此无法互通, 语言的濒危程度差异巨大。

联合国教科文组织《世界濒危语言图谱》, 收录了包含彝语在内的满语、畲语、赫哲语等 12 种濒危的少数民族语言。如, 四川凉山诺苏话使用较多, 较为活跃, 被列为“脆弱的”; 东南部方言撒尼话和阿细话列为“脆弱的”或“极度濒危”, 虽然大部分的撒尼中老年人仍然将撒尼话作为日常用语, 部分学校开展了双语教学, 少部分青少年仍在使用的, 但覆盖面有限, 年轻一代汉语的使用率增高; 阿细话也同样面临濒危挑战, 以阿细话为主要语言的还是以 40 岁以上中老年群体为主, 年轻人阿细话熟练程度不足。其他如云南红河州部分阿哲话, 仅中老年人使用。贵州六盘水“乌撒彝语”仅部分村落保存, 使用者逐渐减少, 属于“极度濒危”东部毕节水西彝语, 方言使用者老龄化, 儿童已不习得。老彝文传承断裂, 仅留存少量碑刻, 都属于“极度濒危”。

同时, 随着城市化的发展, 彝语还面临代际传承中断现象及负面语言意识形态。^④使用彝语的多集中于农村地区和老年群体, 许多处于城市中的青少年和年轻群体主动使用彝语率下降。与此

同时，截至2024年12月，我国短视频用户规模为10.40亿人，使用率达93.8%。^⑤短视频平台特别是抖音平台快速兴起，许多以彝语为素材的短视频内容也逐渐增多，这为研究少数民族的语言活力提供了丰富的素材，有着广阔的文化传播的空间。

二、研究情况

“语言活力”作为衡量语言生存状态的核心概念，近年来，语言学、社会学和人类学领域都有相关研究。社会心理学家 Howard Giles、Richard Bourhis 和 Donald Taylor 在《Towards a Theory of Language in Ethnic Group Relations》中首次提出“民族语言活力（EV）”理论。^⑥该理论认为，多语言社会中，一个民族语言的存续能力取决于其使用者群体在社会结构中的相对地位、人口规模及制度支持程度；1991年 Joshua Fishman 在《Reversing Language Shift》中提出了针对性的语言复兴策略。^⑦他认为，语言的存续取决于代际传承的完整性，中断程度越高，语言濒危风险越大；直到2003年，联合国教科文组织发布《语言活力与濒危》评估体系，^⑧确立9项评估指标和6级濒危分类标准，成为全球语言保护的通用工具。

2010年至今，英国语言学家 David Crystal 在《Language Death》第二版中首次使用了“数字复兴”这一概念。^⑨他阐述了数字技术对濒危语言的保护作用，强调互联网和数字技术为濒危语言提供了新的生存空间。之后，在语言活力的评估方法、影响因素和语言保护等方面也有相关研究。2013年，Hinton 通过加州原住民语言复兴案例，提出“社区参与式评估”。^⑩2017年，Mufwene 指出经济全球化加速小语种衰退（如非洲部落语言）；2020年，Kelly-Holmes 指出算法推荐可能强化语言不平等（如流量集中于少数“网红方言”）。

近年来，数字化赋能少数民族文化传承的研究逐渐增多，现有研究多聚焦媒体对主流语言的影响，对少数民族语言，特别是彝语的探讨相对不足。本研究主要探讨抖音短视频平台如何影响彝语的语言活力，通过实证数据分析和访谈探讨短视频平台对彝语的传播是促进还是强化了汉语依赖。

三、研究的意义

（一）理论意义

现有研究多关注传统社区的语言传承问题，对数字媒体（如抖音平台）如何影响少数民族语言活力关注不多，本研究可以对此进行补充，拓展新媒体与少数民族语言保护的交叉领域。同时，融合语言学和社会学，利用联合国教科文组织的“语言活力”评估体系，探讨抖音平台如何影响少数民族语言活力。

（二）实践意义

通过分析抖音短视频平台对彝语传播的积极影响，可帮助少数民族特别是彝族群体更好地利用平台传播彝语，赋能社区通过新媒体平台复兴少数民族语言，增强民族文化自豪感，为少数民族语言的数字化保护提供支持。推动抖音平台设立“语言多样

性”推荐机制，避免方言边缘化。推动少数民族语言识别、AI 翻译等数字技术的应用。

四、研究发现

“语言活力”是一种语言在社会中的生存、发展和传承的能力，反映该语言是否被活跃使用，以及在未来是否可能持续存在。联合国教科文组织针对“语言活力”提出了九项评估指标，包括：代际传承、使用人口、使用场域、社会态度、政策支持、媒体与科技、文献化程度、社区参与以及语言适应性。^⑪这为本文分析抖音短视频平台对彝语活力的影响提供了系统性框架。结合该框架，本研究主要围绕以下几个维度展开：1. 代际传承；2. 使用场域；3. 社会态度；4. 政策支持；5. 媒体与科技。

本研究采用定量和定性相结合的方法。爬取抖音短视频平台关于彝语的传播视频样本500条，统计每条视频，特别是播放量大的主流账号20个（粉丝量>1万），分析其视频内容、点赞量和用户地区分布等数据，对比不同类型视频的传播效果。选取爆款视频内容，分析成功因素。从中选取10名彝语创作者进行访谈，借助李克特量表了解其创作动机和语言选择倾向。

（一）彝语类视频的分类

抖音平台彝语视频的分类基于内容和形式。内容上，主要包括文化传承类、彝语教学类、娱乐创意类、生活纪实类和商业推广类。形式上，以5分钟为界限的长、短视频和直播带货形式为主。抖音平台会根据视频内容，用算法推荐标签如“彝族文化”“一起学彝语”“大凉山”“非遗”“乡村振兴”“方言挑战”等进行归类。

（二）抽样统计

分类	占比 (%)	案例	播放量	点赞量	内容
娱乐创意	40	彝族歌王，曲木阿依	120.6W	161.6W	音乐舞蹈为主，包括彝族民歌、彝族民歌翻唱、现代说唱和彝族舞蹈
		彝族阿依娘 926	86.7W	515.3W	
		云南楚雄彝族	28.3W	402.9W	
		彝人组合 JM 阿杰	20.0W	173.1W	
		彝人制造	23.4W	143.8W	
文化传承	25	彝人追悼 CHINAYI	31.7W	2147.4W	乡村生活纪实，真实生活场景展现。
		凉山彝族自治州	19.0W	312.8W	
		峨边彝族自治县	16.5W	659.4W	
		凉山彝族自治州	15.3W	135.2W	
		《彝家火塘》杨绍华	6.0W	76.5W	
彝语教学	20	小杨学彝语	4.9W	66.6W	彝语知识类、彝语零基础教学、彝语词汇、语法和发音教学、文章朗读。
		吉穆日吉	4.1W	82.9W	
		彝族彝文	3.2W	45.5W	
		彝语通	1.6W	11.3W	
		阿惹娃娃	1.6W	10.3W	
		依诺雅	1.3W	8.9W	
		古彝文	1.2W	12.8W	
生活纪实	10	凉山的歌文诗	1.8W	29.4W	非遗、传统技艺、彝族传统文化。
		凉山彝语	1.1W	12.5W	
商业推广	5	凉山非遗	8.4W	58.9W	旅游推广、直播带货。
		族印馆·阿达乌帕	3.2W	38.5W	

（三）访谈量表

选取有代表性的20名视频发布者进行访谈，利用李克特量表分析受访者对彝语的语言态度和行为倾向。

1. 关于彝语的使用与传播

维度	陈述	选项 (1-5 分)
彝语使用意愿	在抖音平台上发布彝语内容的频率	1=从不，3=偶尔，5=总是
创作动机	制作彝语类视频的目的	个人兴趣/文化传承/彝语学习/商业变现/其它
受众群体	希望吸引的受众群体	本民族/其他民族/国内外用户

2. 关于平台算法的影响

维度	陈述	选项 (1-5 分)
算法影响	抖音平台算法是否影响彝语视频内容	1=是，5=否
流量压力	是否因流量压力而调整素材内容	1=是，5=否
曝光率	是否利用热门标签提高曝光率	1=是，5=否

3. 关于文化认同

维度	陈述	选项 (1-5 分)
物质传承	抖音平台对彝语是否有传承帮助	1=无, 5=有
文化符号价值强化	是否会有意突出彝族文化符号	1=是, 5=否
多元文化交互	视频的互动和评论对内容的再创作是否有影响	1=是, 5=否

4. 关于商业化影响

维度	陈述	选项 (1-5 分)
商业化参与	是否想通过彝语视频获得经济效益	1=是, 5=否
商业化收益影响	商业化收益对视频创作的影响	1=无影响, 5=极大提升
商业化对语言传播的影响	过度商业化会导致彝族文化被符号化	1=完全不担心, 5=非常担心

5. 结论

95% 的受访者每周至少发布 1 条彝语视频，但视频内容多是汉彝语结合，纯彝语视频少。大多数受访者认为制作彝语类视频的目是个人兴趣和文化遗产，希望彝语被更多人看见，而抖音提供了好的传播平台，人们对彝语产生了兴趣。大部分受访者存在流量焦虑，认为视频内容曝光依赖于平台算法推荐或特定的活动，有时会刻意突出相应的彝族文化符号（如彝族服饰，火把节）吸引观众眼球。极少部分受访者想通过抖音平台实现商业变现，大部分人担心过度商业化会导致彝族文化被符号化。

（四）视频呈现出的特征

1. 对代际传承的促进作用

从数据统计和量表得出的数值可以看出，彝语类短视频创作者的地域分布以四川凉山（彝族聚居区）为主，其次是云南楚雄和贵州毕节地区，年龄以 18 岁以上的年轻人为主要群体。他们的创作增强了语言学习的趣味性，促进了年轻一代的彝语学习兴趣。部分视频形式以长辈和晚辈一问一答互动为主，促进代际语言传承。创作者通过多种生活化场景的植入，如彝语实景教学，音乐改编，日常生活分享，非遗技艺演示以及互动化传播形态（连麦对话、弹幕跟读）等形式，使原本严肃的语言传承过程被重构为沉浸式的数字体验，形成了“自下而上”的文化遗产。

2. 使用场域的拓展

彝语视频内容和数量呈现增长趋势，彝语进入到公共数字空间，获得较大曝光率，突破地域壁垒，从不同角度展示少数民族的语言文化，提升少数民族语言的全球影响力，形成了“破圈”效应。粉丝关注度高的视频号日更新率高，部分视频内容点赞量超过百万。粉丝量高的账号有几个爆款视频内容来带动账号曝光率。彝语还进入到了语言的日常交流，出现了商业直播带货，拓展了其社会功能。

3. 提升文化认同感

彝语内容涉及到的领域多元化，素材内容点赞率占比较高的还是彝族音乐舞蹈方面的内容，人们更喜欢彝族音乐和现代流行元素相结合的作品，关于彝族服饰和节日庆典方面的内容也容易引发受众的共鸣和猎奇心理，点赞率、评论率和转发率较高。其次是文化传承类内容，尤其是彝族原生态的场景，“思乡”“乡愁”主题更受欢迎，转发率较高，形成社群传播效应。此外，用户更喜欢“彝汉双语字幕”形式。带有冲击力的彝族传统服饰展示、变装，彝族文化以及非遗等方面的内容呈现率升高，粉丝量、互动率较高，粉丝评论体现了文化认同。少数民族语言，特别是濒危的少数民族语言，其与文化场景的深度绑定，可以强化以普通

话为主要习得语的青少年群体对于少数民族语言的认同感和自豪感，从而在数字空间中引发情感共鸣。

4. 正向政策与媒体宣传改善彝语的社会声望

凉山州通过《彝族语言文字工作条例》将彝语纳入国民教育体系，并推动双语教学。“掌上彝州”“峨山融媒体中心”政府公共账号粉丝量近 20 万，点赞量超百万。政府“非遗计划”“节日 IP”的流量倾斜，提升了彝语的文化价值，推动了彝语在商业场景的运用。以“涯悠 APP”为代表的彝语类使用软件的出现，表明政府对“语言——电商——带动扶贫”模式的支持。

5. 技术赋能创作的机遇与挑战

AI 技术的使用帮助用户减少彝文输入障碍，助力短视频内容制作。平台算法构建的类似“彝语教学”“彝族民歌”“彝语挑战”标签剪热度高，通过用户的点赞和观看时间精准推荐相关视频。平台的流量分配机制与商业转化路径为创作者提供了内生动力。但需注意避免过度娱乐化导致的文化稀释。抖音平台的算法推荐机制，更倾向“猎奇性内容”，从而削弱传统内容的曝光率。最受用户欢迎的音乐舞蹈类作品，因创作门槛低，容易接受，占比较高，而彝语教学类视频需要创作者具有较高的专业背景，导致创作者较少，创作内容也多集中于日常交流用语，词和简短句子的教学。但高传播量不能等同于高语言传承，播放量大的视频未必获得高的语言习得率。同时，彝语面临代际断层，彝族聚居区城市家庭中，78.6% 的学龄儿童主要使用汉语交流，彝语使用率随城市化进程显著下降。

以抖音平台为代表的媒介技术对语言复兴是一把“双刃剑”。平台应继续优化算法，对优质彝语账号给予流量扶持机制，增加少数民族濒危语言的曝光率，推动优质彝语视频内容创作，实现联动，为数字化时代少数民族语言复兴提供支持。

参考文献

[1]Atlas of the World's Languages in Danger.UNESCO.2010.
[2] 教育部. 国家语言文字工作委员会. 中国语言资源保护工程调查报告 [M]. 高等教育出版社.2019.
[3] 云南省 2010 年第六次全国人口普查主要数据公报.2012.02.28.
[4] 吴宇. 保护汉语方言文化遗产的意义与策略 [J]. 中国人民大学学报, 2008,4,39-43.
[5] 中国网络视听发展研究报告.2025.
[6]H. Giles (Ed.),Language, ethnicity and intergroup relations(pp. 307-348).
[7]Fishman, J. A. Reversing language shift: Theoretical and empirical foundations of assistance to threatened languages.Multilingual Matters.1991.
[8]UNESCO Ad Hoc Expert Group on Endangered Languages. Language Vitality and Endangerment. UNESCO Ad Hoc Expert Group Meeting on Endangered Languages, Paris, Available online: <https://ich.unesco.org/doc/src/00120-EN.pdf>.2003.
[9]Crystal, D. Language Death(2nd ed.).Cambridge University Press.2014.
[10]Hinton, L., & Hale, K. (Eds.). The Green Book of Language Revitalization in Practice.Academic Press.2001.
[11]Mufwene, S. S. The Ecology of Language Evolution.Cambridge University Press.2001.
[12]Kelly-Holmes, H. Language and the Media: A Resource Book》(2nd ed.).Routledge.2020.
[13] 中国语言生活状况报告. 教育部.2020.

数据安全在智慧校园建设方案中的关键作用及应用研究

肖勇

身份证号: 420111198002124058

DOI: 10.61369/TACS.2025050010

摘 要 : 智慧校园建设中数据安全至关重要。它是基础设施建设基石, 涉及教务管理、教学创新等多方面。阐述了其防护机制、技术框架、管理制度等内容, 还提及多种技术应用及相关案例, 强调从多方面构建安全生态体系。

关 键 词 : 智慧校园; 数据安全; 安全生态

The Critical Role and Application Research of Data Security in Smart Campus Construction

Xiao Yong

ID: 420111198002124058

Abstract : Data security is paramount in smart campus development, serving as the cornerstone of infrastructure that underpins academic administration, teaching innovation, and other domains. This paper elaborates on protection mechanisms, technical frameworks, and management systems, introduces multiple technological applications with case studies, and emphasizes building a comprehensive security ecosystem through multidimensional approaches.

Keywords : smart campus; data security; security ecosystem

引言

随着教育数字化转型的加速推进, 智慧校园建设成为教育领域的重要发展方向。国家教育信息化2.0行动计划(2018年)强调了教育信息化的重要性, 为智慧校园建设提供了政策指引。智慧校园建设涵盖多个方面, 其中数据安全处于关键地位。它不仅是新型教育基础设施建设的基石, 还在教务管理、教学创新、信息资产防护等诸多领域发挥着至关重要的作用。从保障数据的准确性和完整性, 到保护师生隐私和科研成果, 再到构建全生命周期技术防护框架、设计安全管理制度以及探索各种先进技术在数据安全中的应用, 都体现了数据安全在智慧校园建设中的核心价值, 对推动教育数字化转型深入发展意义重大。

一、智慧校园建设中数据安全的关键作用

(一) 教育数字化转型中的战略定位

智慧校园建设是教育数字化转型的重要内容, 而数据安全在其中具有关键的战略定位。智慧校园数据是新型教育基础设施建设的基石, 这是必然的。随着教育数字化的推进, 教育大数据在教务管理和教学创新中占据核心地位^[1]。在教务管理方面, 数据安全保障了学生信息、课程安排、教学资源分配等数据的准确性和完整性, 确保教务工作的高效有序进行。在教学创新中, 安全的教育大数据为个性化教学、智能学习分析等提供了可靠支撑, 促进教学方法和模式的不断创新, 从而提升教育质量和效

果, 推动教育数字化转型的深入发展。

(二) 信息资产防护的保障机制

数据安全在智慧校园建设中对信息资产防护具有关键保障机制。它能保护师生隐私, 避免个人信息泄露, 如姓名、学号、家庭住址等敏感信息的不当获取与传播^[2]。对于科研成果而言, 确保相关数据的安全性, 防止科研过程中的数据被窃取或篡改, 保障科研工作的顺利进行和成果的真实性与独特性。在校务数据方面, 涵盖教学管理、行政事务等多方面的数据, 数据安全可保证这些数据的完整性和可用性, 维持学校正常运转秩序。这符合国家教育信息化2.0行动计划要求, 通过保障数据安全, 为智慧校园建设提供坚实基础, 推动教育信息化的健康发展。

二、智慧校园数据安全体系构建

（一）全生命周期技术防护框架

在智慧校园数据安全体系构建的全生命周期技术防护框架中，需建立涵盖多维度的技术体系架构。对于数据采集，应进行分级分类，依据数据的重要性和敏感性加以区分，确保不同级别数据得到相应的保护措施^[3]。在传输和存储阶段，采用加密技术，防止数据在传输过程中被窃取或篡改，以及在存储时的泄露风险。同时，智能脱敏处理需依据数据分级结果与使用场景，选择静态脱敏（如 ETL 过程对导出测试数据实施泛化、抑制）或动态脱敏（如数据库代理对实时查询结果进行遮蔽、扰乱）。关键技术包括基于规则引擎的字段级脱敏策略（如身份证号遮蔽中间段、成绩区间泛化）与差分隐私扰动（保障群体统计分析可用性下的个体隐私）。部署需平衡数据效用与隐私保护强度，并建立脱敏策略的自动化更新机制。

（二）管理运营规范化建设

设计符合 ISO/IEC 27001 标准的校园数据安全管理制度至关重要。在权限审批流程方面，需明确不同级别用户对数据的访问权限，确保只有经过授权的人员能够获取相应数据，防止数据泄露和滥用^[4]。对于第三方服务监管，要建立严格的准入机制和监督体系。在选择第三方服务提供商时，需对其数据安全保障能力进行全面评估，签订详细的数据安全协议，明确双方的权利和义务。在服务过程中，持续监督其数据处理活动，确保符合校园数据安全要求，保障智慧校园数据的安全性和完整性。

三、云安全技术的创新应用

（一）云端数据保护机制

1. 分布式存储加密方案

针对智慧校园海量异构数据的存储安全需求，提出基于国产密码算法（SM4）的分布式存储加密方案^[5]。该方案采用分层加密架构：在存储层（如 HDFS 或 Kubernetes CSI 卷），利用 SM4 算法对静态数据进行块级加密；在传输层，结合 TLS 保障数据迁移安全。核心在于密钥管理机制（Key Management System, KMS），采用硬件安全模块（HSM）保护根密钥，通过 KMS 实现数据密钥的生命周期管理（生成、分发、轮换、销毁）。数据访问时，系统依据细粒度访问控制策略，向授权应用动态提供解密密钥，确保非授权实体无法访问明文数据。此架构在保障数据机密性与完整性的同时，满足分布式环境下高性能访问与合规性要求（遵循 GM/T 0054 等标准）。

2. 跨域访问安全控制

为应对智慧校园多校区、异构系统环境下的安全挑战，需构建基于零信任原则的跨域访问模型。该模型核心在于持续验证与最小权限：1) 身份强认证：所有访问请求（无论内外网）强制实施多因素认证（MFA），结合设备指纹与用户行为基线进行动态风险评估。2) 动态策略执行：部署策略执行点（PEP）于网络边界及关键应用前端，依据中央策略引擎（PDP）的实时授权（基于属性

ABAC，如用户角色、设备状态、资源敏感度、访问时间）实施细粒度访问控制。3) 微隔离与加密：利用软件定义边界（SDP）或安全隧道技术（如 mTLS VPN）建立加密通信通道，实现网络层与应用层的逻辑隔离。部署难点在于老旧系统适配与策略精细化制定，需结合校园实际业务流程逐步推进^[6]。

（二）虚拟化环境安全防护

1. 容器隔离技术应用

在智慧校园虚拟化平台（如在线教育系统、微服务应用）中，容器隔离技术通过内核命名空间（Network, PID, IPC 等）实现进程、网络栈及文件系统的强隔离，利用控制组（cgroups）实施 CPU、内存等资源配额限制，防止资源滥用导致的拒绝服务攻击。其轻量化特性支持高密度部署，但面临镜像安全风险（需严格扫描基础镜像漏洞）与配置复杂性挑战（如 Seccomp/BPF 安全策略的精细调优）^[7]。选型需考量容器运行时（如 containerd）的安全加固特性与编排平台（如 Kubernetes Pod Security Policies/Admission Controllers）的集成深度，确保教学应用实例间互不影响，即使单容器被攻陷亦不波及宿主机或其他业务单元。

2. 云边协同防御体系

设计融合终端感知与云端 AI 分析的协同防御系统架构。在该架构中，终端设备负责实时感知环境中的各种安全相关信息，如异常的网络连接、设备行为等，并将这些信息及时上传至云端。云端则利用先进的 AI 分析技术对上传的数据进行深度分析，能够快速准确地识别出潜在的安全威胁。通过这种云边协同的方式，不仅可以充分利用终端的实时感知能力和云端的强大计算资源，还能实现安全防护的全方位覆盖。同时，这种架构还可以根据不同的应用场景和安全需求进行灵活配置和调整，提高安全防护的针对性和有效性，为智慧校园的数据安全提供有力保障^[8]。

四、应用实践与发展路径

（一）典型建设案例分析

1. 高校智慧校园示范工程

某双一流高校在智慧校园建设中高度重视数据安全中台建设。其构建了全面的数据安全防护体系，涵盖数据加密、访问控制、数据脱敏等多种技术手段^[9]。通过整合校园内各业务系统的数据，实现了数据的集中管理与安全防护。在数据加密方面，采用先进的加密算法确保数据传输与存储的安全性。访问控制机制严格限制了不同用户对数据的访问权限，依据用户角色和业务需求进行精准授权。数据脱敏技术则在保障数据可用性的前提下，对敏感数据进行处理，防止数据泄露。该高校的数据安全中台建设有效提升了校园数据的安全性，为智慧校园的稳定运行提供了坚实保障。

2. 安全漏洞事件复盘

以某校园数据泄露事件为例，黑客通过 SQL 注入攻击获取了学校数据库的访问权限，导致大量学生和教职工的个人信息泄露^[10]。此次事件暴露出防护体系存在多方面薄弱环节。在技术层

面，数据库的安全配置存在缺陷，未能有效阻止恶意 SQL 语句的执行。同时，系统缺乏实时监测和预警机制，无法及时察觉异常的访问行为。在管理层面，安全管理制度执行不严格，对数据库的访问权限管理混乱，存在部分人员权限过大的情况。人员安全意识淡薄也是重要原因，相关人员未能识别常见的网络攻击手段，为黑客提供了可乘之机。这些问题警示我们，在智慧校园建设中，需全面加强数据安全防护体系的建设。

（二）安全效能评估体系

1. 量化评估指标体系构建

构建智慧校园数据安全效能多维度量化评估模型。技术防护力维度设定具体指标：静态 / 动态数据加密覆盖率、访问控制策略违规次数（次 / 月）、漏洞平均修复时间 (MTTR)（小时）。管理成熟度维度量化：年度安全策略审计覆盖率（%）、第三方服务安全合规率、员工安全培训完成率。应急响应维度包含：安全事件平均检出时间 (MTTD)（分钟）、事件平均响应时间 (MTTR)（分钟）、重大事件复现演练达标率。指标数据通过日志审计、配置扫描、演练记录等获取，采用层次分析法（AHP）设定各维度及指标权重，计算综合安全效能指数，实现安全状况的客观度量与持续改进闭环。

2. 动态风险评估方法

开发基于大数据分析的校园网络安全态势感知平台，需建立动态风险评估方法。通过收集校园网络中的各类数据，包括用户行为数据、设备运行数据等，利用数据分析算法对潜在风险进行实时监测和评估。根据风险发生的可能性和可能造成的影响程度，确定风险等级。对于高风险事件，及时发出预警并采取相应的措施进行防范和处理。同时，持续优化评估模型和算法，以适应不断变化的网络环境 and 安全需求。在实践中不断验证和改进动态风险评估方法，提高其准确性和有效性，从而为校园网络安全提供有力保障。

（三）持续优化创新策略

1. 新技术融合应用路径

区块链技术应用于教育数据存证（如成绩单、学历证书）时，核心在于哈希值上链与智能合约验证：原始数据经加密哈希

生成唯一指纹存入区块链，确保证书内容不可篡改；验证时通过智能合约比对链上指纹与待验证数据哈希值。落地挑战在于链下数据真实性保障及跨链互操作性。

联邦学习实现跨部门隐私数据协同（如学生画像分析），其原理是本地模型训练 + 参数聚合：各参与方（如院系、图书馆）在本地数据集训练模型，仅上传模型参数至协调服务器进行安全聚合更新全局模型。部署需解决通信开销优化与异构数据对齐问题，选型应侧重支持差分隐私的框架（如 FATE），并设计合理的激励机制促进参与。

2. 生态体系建设规划

在智慧校园建设的数据安全生态体系建设中，需从多方面着手。技术标准研制是关键，应结合校园实际需求与行业发展趋势，制定科学合理的数据安全技术标准，确保数据在各个环节的安全性与规范性。人才梯队培养不可或缺，通过高校课程设置优化、专业培训开展以及实践项目参与等方式，培养具备数据安全专业知识和实践能力的人才，为智慧校园建设提供人力支持。产教融合创新则是推动生态体系发展的重要动力，加强学校与企业的合作，促进科研成果转化，实现资源共享与优势互补，共同探索数据安全在智慧校园中的创新应用模式，提升智慧校园的数据安全水平。

五、总结

智慧校园建设中数据安全至关重要。需提炼其建设的共性规律与发展范式，这是构建稳固安全体系的基础。强调安全能力与教育业务深度融合，只有这样才能确保教育活动在安全的环境下顺利开展，使数据安全真正服务于教育教学。建立动态演进的智能安全防护体系是关键，它能适应智慧校园不断发展变化的需求，为教育新基建提供重要支撑。通过这些方面的努力，保障智慧校园数据的安全性、完整性和可用性，促进智慧校园建设的健康、可持续发展，提升教育质量和管理水平，为师生创造一个安全、高效的教育环境。

参考文献

- [1] 陆慧玲. 智慧校园建设中的高校数据治理研究 [D]. 江苏大学, 2022.
- [2] 蒋立. 上海智慧公安建设中数据安全风险防范问题研究 [D]. 上海师范大学, 2023.
- [3] 张宇. 大连市中小学智慧校园建设问题及对策研究 [D]. 辽宁师范大学, 2022.
- [4] 李晓燕. 高中智慧校园建设的个案研究 [D]. 山东师范大学, 2021.
- [5] 吕嘉丽. 基于 FAHP 的中职类学校智慧校园建设水平评价研究 [D]. 内蒙古科技大学, 2023.
- [6] 王亚楠, 李娜. 高校智慧校园建设中数据安全治理体系的构建研究 [J]. 齐鲁工业大学学报, 2022, 36(3): 53-58.
- [7] 刘蓁蓁. 智慧校园建设背景下高校数据安全管理的研究 [J]. 网络安全技术与应用, 2021, 000(1): 102-103.
- [8] 沈华根. 智慧校园高质量建设中的平台数据安全保障研究 [J]. 互联网周刊, 2022(22): 39-41.
- [9] 张彬, 范佳伟, 李志国, 孙威. 智慧校园下的网络安全防护 [J]. 网络安全技术与应用, 2022, (4): 93-95
- [10] 张晶, 李洪洋, 张文婷, 等. 大数据背景下智慧校园网络数据安全研究 [J]. 网络安全技术与应用, 2023(1): 76-77.

基于智慧职教云课堂的计算机混合式学习模式创新研究

谢超冲

赵县综合职业技术教育中心, 河北 石家庄 051530

DOI: 10.61369/TACS.2025050018

摘 要 : 在信息技术飞速发展的背景下, 职业教育面临着教学模式创新的迫切需求。本文深入探究基于智慧职教云课堂的计算机混合式学习模式, 详细阐述了该模式的内涵与优势, 通过实际案例分析其在计算机教学中的具体应用, 包括教学资源整合、教学活动设计以及教学评价实施等方面。同时, 剖析了实践过程中存在的问题, 并提出针对性地改进策略, 旨在为职业院校计算机教学改革提供有益参考, 提升教学质量与学生学习效果。

关 键 词 : 智慧职教云课堂; 计算机教学; 混合式学习模式; 教学改革

Research on the Innovation of Computer Blended Learning Model Based on Smart Vocational Education Cloud Classroom

Xie Chaochong

Zhao County Comprehensive Vocational and Technical Education Centre, Shijiazhuang, Hebei 051530

Abstract : Against the backdrop of the rapid development of information technology, vocational education is urgently in need of innovating teaching models. This paper delves into the computer blended learning model based on the Smart Vocational Education Cloud Classroom, elaborating on its connotations and advantages in detail. Through real – world case analysis, it explores its specific applications in computer teaching, covering aspects such as the integration of teaching resources, the design of teaching activities, and the implementation of teaching evaluation. Meanwhile, it analyzes the problems encountered in practice and proposes targeted improvement strategies, aiming to provide valuable references for the computer teaching reform in vocational colleges and enhance teaching quality and students' learning outcomes.

Keywords : smart vocational education cloud classroom; computer teaching; blended learning model; teaching reform

“互联网 + 教育”的全面结合与发展使职业教育教学模式发生了重大变化, 传统的计算机教学模式已经不能完全满足学生的学习需求和不同职业对计算机技术技能的需求^[1]。混合式学习模式把线上学习和线下课堂教学相结合, 发挥了两者的优势, 促进了职业教育教学模式的创新。职业教育教学智慧职教云课堂, 具备丰富的教学资源、强大的教学管理功能、良好的学生之间和师生之间互动交流的特性, 为计算机混合式学习模式的创新提供了很好的支撑。进行基于这种平台的计算机混合式学习模式的创新研究, 对提高职业教育计算机教育教学质量, 培养新时代所需技能型、应用型人才具有重要意义。

一、智慧职教云课堂概述

(一) 平台功能与特点

智慧职教学堂由高等教育出版社建立和运营, 具有教学资源共享、教学过程服务、教学管理功能的职业教育数字化学习中心, 平台提供丰富、优质的各类职业教育在线开放精品课、在线仿真实训项目、电子教材等课程资源, 满足不同水平、不同专业学生的课程学习需要。教学管理部分实现教学资源创建、教学计划、教学过程跟踪、数据分析数字化和智能化, 能够随时查看学生的学习情况, 及时对教学计划进行调整。与学生、老师能进行

丰富的互动交流, 例如, 讨论、答疑、提交、批阅作业、在线考试等功能, 可以培养学生的学习兴趣, 提高学生主动参与课堂学习的积极性。此外, 平台具有非常好的手机移动学习功能, 学生能通过手机、Pad 等移动设备随时学习, 不受时间、地点的影响。

(二) 在职业教育中的应用现状

国内部分学校通过该软件进行课程建设和教学改革的探索, 也收到了一定效果。有的学校将现有的课程进行翻转课堂重构, 借助软件中的资源优化课程教学, 把线下与线上混合进行教学和学习, 有效增强教学效果; 一些教师在软件中设计多样化的教学活动, 开展网上测试、小组作业(项目)协同等, 以提升学生的

学习兴趣,培养学生自主学习以及团队协作的能力^[2]。应用中也出现一些问题,例如有的教师利用该软件功能不够全面,大部分内容只是将其当作资源库和作业提交或反馈的软件;有的学生学习自主性不够,不能进行积极有效的网上学习。这些问题需要在以后的教育和使用过程中进一步解决,加以完善。

二、计算机混合式学习模式的内涵与优势

(一) 计算机混合式学习模式的内涵

计算机混合式学习模式是通过将线下课堂、线上网络信息技术相结合形成的混合式教学模式,在教学过程中学生不仅可以在教师的指导下进行课堂交流互动,接受知识传授、实践指导等传统课堂教育,又可以在线上学习平台进行线上学习,自主完成对知识的学习、作业的完成、讨论的参与等^[3]。具体来说,基于智慧职教云课堂的计算机混合式学习模式,就是要求学生在课前通过平台学习教师提供的视频学习、电子文档资料,进行课程预习,完成对课程知识点的学习了解;在课中,在教师的组织、带领下开展课堂讨论,课堂实践等教学活动,通过讨论、实践加深对课前学习过程中遇到难题的知识点理解与掌握;在课后,可以通过线上学习平台进行作业的完成、课内知识的巩固与课外知识的拓展学习。这样大大突破了传统教学在时空上的束缚,让教师真正发挥主导作用,让学生真正发挥主体地位^[4]。

(二) 计算机混合式学习模式的优势

其一,满足学生的个性化学习需求。学生的学习能力、学习进度、知识基础等存在差异性,混合学习模式下,学生可以根据自身情况选择线上学习时间、学习内容,自主选择学习路径,个性地学习。例如对基础知识掌握弱的学生,可以通过不断观看线上教学视频巩固基础知识,对知识掌握扎实的学习能力强的学生,则可以在线学习平台中选择拓展进阶视频,进一步提升自身技能。其二,提升学习效果。在线下丰富的学习资料中,能够提供学生丰富的学习材料,包括动画演示、虚拟仿真实验,有助于学生将抽象的计算机知识形象化。课堂中的面对面交流对话、实际动手实践,及时解决学生在线上学习时遇到的疑难问题,提升学生实践动手能力和创新能力,通过线上和线下的紧密结合,激发学生的主动性、积极性,提升了学生学习的效果。其三,培养学生的自主学习能力和协作能力。在线上学习中,需要学生自主学习,在自主学习中学习知识,学生的自主学习能力得到了锻炼。同时课堂小组学习教学活动如小组制作项目,学生通过小组成员之间的讨论、研究、协作完成任务,提升了团队协作能力和交际能力^[5]。

三、基于智慧职教云课堂的计算机混合式学习模式创新实践

(一) 教学资源整合与利用

借助智慧职教云课堂平台,选择计算机专业有关的优质微课资源,并根据教学目的以及学生对知识的掌握情况等,对课程内

容进行选择、编辑后形成线上课程资源,包括在计算机网络教学中选择平台里分享的网络拓扑讲解视频、网络设备配置的虚拟仿真实验等资料,并加入自身的网络知识点总结文档等,构成完整的线上课程资源。引导教师应根据产业相关发展与企业岗位的需求,结合自身的经验开发时效性强、实用性高的校本资源,例如可以为计算机操作技巧相关视频、学习的心得体会文档等,形成优质资源上传并共享。鼓励学生参与资源建设,如学生可以将学习计算机的操作方法分享、操作过程总结分享等制作成视频或者文档的形式,增加平台资源,同时还能增强学生学习的积极主动性^[6]。

(二) 教学活动设计

1. 课前预习

教师通过智慧职教云课堂平台发布课前预习作业,包括学习视频、电子教材章节的阅读、在线测试等。如在讲授计算机编程语言 Python 函数章节前,教师上传函数的定义、参数的传递等内容的相关教学视频,布置相关简单的在线测试题,了解学生预习情况。学生通过平台自主学习相关问题内容,记录疑惑点,在课堂上与老师、同学相互探讨。教师通过云课堂平台对学生的预习进度、测试结果进行实时掌握,了解学生预习困难,做好课堂学习的准备。

2. 课堂教学

课堂授课环节以问题驱动和项目驱动为主,针对学生课前预习的知识盲区,由教师释疑解惑,指导学生通过分组讨论、案例分析进行答疑。例如在 Python 函数的应用教学时,提供基于企业实际项目的函数应用案例,例如在数据处理类项目中用函数进行数据处理,学生分组对案例进行分析,研讨函数设计思路及解决方案,进行程序编码实践。教师巡视指导实践,及时纠错,保证学生掌握函数的应用技巧,并结合课程思政元素,例如在案例分析环节进行程序员职业道德和责任意识的培养^[7]。

3. 课后拓展

课下教师在平台发放延伸性学习任务,如推荐的技术博客、行业报告阅读,以及线上开展技术讨论等。鼓励学生通过平台自主进行项目实践,例如完成一个 Python 小程序,并把项目上传在平台上。学生之间相互点评、讨论,拓展知识眼界,进行实践能力培养。教师对学生的课下学习成果做出评价反馈,给予指导建议,达到学生课下持续学习、进步的目的。

(三) 教学评价实施

建立多维度的教学评价体系,综合评价学生线上线下学习过程中的学习效果。在线上学习评价方面,以学生线上学习数据为准,学生线上学习数据主要指学生学习智慧职教云课堂教学平台上教学资源的视频观看时长、在线测试成绩、作业提交情况、讨论参与程度等,如通过平台实现学生观看教学视频的次数与时长数据来衡量学生学习态度,通过学生在线上进行教学知识问答或在线测试数据,分析学生对教学知识点的掌握程度^[8]。在线下课堂教学评价方面,学生的学习积极性、课堂表现、学习交流讨论、问题解决能力等评价由教师根据学生的课堂学习情况进行评价,如课堂观察、小组评价等。增设自评和互评,小组项目完成后,

学生对自己的工作情况作自评、对其他成员的表现情况作评价。通过评价学生的课堂表现和相互评价过程,培养学生自我评价、评价他人的能力。学生最终的课程评价综合多方面评价结果,进行加权累加得到学生的课程综合成绩,全面、客观地评价学生的学习过程与结果。

四、基于智慧职教云课堂的计算机混合式学习模式创新应用要求

(一) 加强学生自主学习能力培养

开设学习方法指导课,指导学生掌握科学的学习方法,比如如何制订学习计划、如何安排时间等,在课程讲授过程中,教师加强学生线上学习的督查指导,通过平台设置学习提醒、学生学习进度与听课笔记检查等,督促学生认真完成线上学习任务,并建立学习激励机制,对自主学习好的学生进行表扬与奖励,比如在平台上设立学习之星排行系统,对排名靠前的学生给予一定学分奖励或颁发荣誉证书,激发学生自主学习主动性^[9]。

(二) 提升教师信息技术应用能力

学校通过教师信息化应用专题培训,聘请智慧职教云课堂平台相关专家进行专题讲座与现场培训,使教师了解和掌握平台的应用及相关技术。引导、鼓励教师开展教学研究与实践,探讨信息技术与计算机教学有机结合,探索新的教学方法、教学模式等。组织建立教师教学“帮”“促”小组,教师之间交流,共享平台应用经验,共同提升信息技术的应用能力。学校设立教学改革专项奖励基金,对在信息技术应用于教学方面取得显著成效的

教师,给予相应奖励,调动广大教师不断提升自身的信息技术素养。

(三) 优化线上线下教学衔接

教师教学设计时,把握线上线下教学的衔接性,对教学内容进行合理安排。线上教学多为知识的概念,知识的补充延展,简单操作技能,通过线上视频、文档等素材对课程知识内容进行初步认知;课堂教学要围绕学生进行的实践操作、问题解决、知识延伸与运用,针对学生线上学习难点与困惑进行集中讲解与讨论。合理统筹线上、线下学时,依据课程内容以及教学目标,对线上学习时间以及课堂教学时间进行合理的划分,保证学生拥有充足的时间借助线上资源进行自主学习和充足的课堂教学时间进行实践操作和交流学习^[10]。

五、结论

基于智慧职教云课堂的计算机混合式教学模式为职业院校计算机教学改革提供了一种新的思路和方法。智慧职教云课堂在整合教学资源、设计教学活动和教学评价方式方法上都有不少新收获,在其教学模式下的教学使得教学过程效率高、满足学生个性化的学习要求、培养综合能力的突出优点。教学过程中存在的不足也需要从加强学生自主学习能力、提高教师信息技术水平和方法、注意线上线下融合等方面予以改进,相信在新的信息技术手段的推动与教育教学改革不断深入的背景下真正发挥作用,为培养高素质计算机技能型人才作出贡献。

参考文献

- [1] 王栩. 基于行动导向的混合式教学模式构建与实践研究 [D]. 贵州师范大学, 2024.D.
- [2] 张婧, 吴剑威, 廖园美, 等. 基于智慧职教云课堂的 BOPPPS 教学模式在分子生物学检验技术教学中的应用 [J]. 中国医学教育技术, 2023, 37(03): 346-350.
- [3] 仲树斌. 基于 OBE 理念的混合式教学模式在中职教学的应用研究 [D]. 江西科技师范大学, 2023.
- [4] 耿文凤. 基于智慧职教云课堂的计算机混合式学习模式创新研究 [J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(17): 110-111+116.
- [5] 杨立华. 基于智慧职教平台的中职混合式教学的设计与应用研究 [D]. 西北师范大学, 2021.
- [6] 廖晓连. 基于云课堂的中职《图形图像处理 Photoshop》的混合式教学研究 [D]. 湖南农业大学, 2021.
- [7] 陈金娥. 智慧云课堂背景下, 高职社招生计算机课程“线上线下”混合式教学模式的研究 [J]. 电脑知识与技术, 2021, 17(08): 109-110+113.
- [8] 赵晓红. 智慧职教和腾讯课堂混合式在线教学模式应用探究 [J]. 电脑知识与技术, 2020, 16(34): 164-166.
- [9] 张晓亮. 中职计算机基础课程线上线下混合式教学研究 [D]. 河北师范大学, 2020.
- [10] 王华. 云课堂在高职计算机应用技术专业教学中的应用 [J]. 科学咨询 (科技·管理), 2018, (01): 96-97.

跨平台课程教学质量评价系统的研究

唐孙茹, 许宇明*

广西中医药大学, 广西 南宁 530200

DOI: 10.61369/TACS.2025050026

摘 要 : 本文深入剖析课程教学评价领域中的代表性研究, 借鉴其研究成果, 并根据 G 高校教学质量评价的实际需求, 设计了一个跨平台、多角色可用的信息化教学质量评价系统。该系统突破了该高校传统评价中的四重局限: 发布任务难监控、纸质打分效率低, 人工统计误差大, 结果反馈时效差的问题。系统以微信小程序作为用户交换界面, C# 语言的 .NET 技术栈构建 Web 后台, 分别从督导、学生和教学评价管理人员进行系统功能设计, 并实现了部分数据统计功能。

关 键 词 : 跨平台; 教学质量评价; 评价系统

Research on Cross-Platform Teaching Quality Evaluation System in Colleges and Universities

Tang Sunru, Xu Yuming*

Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning, Guangxi 530200

Abstract : This paper conducts an in-depth analysis of representative research in the field of instructional evaluation, draws upon their research findings, and designs a cross-platform, multi-role compatible information-based teaching quality evaluation system tailored to the practical needs of G University's teaching quality assessment. The system overcomes four major limitations inherent in the university's traditional evaluation methods: difficulties in monitoring task distribution, inefficiency of paper-based scoring, significant errors in manual statistical analysis, and delays in feedback delivery. With a WeChat Mini Program serving as the user interface and a .NET technology stack using C# for web backend development, the system incorporates functional designs for teaching supervisors, students, and teaching evaluation administrators. It has also implemented partial data statistical functionalities.

Keywords : cross-platform; teaching quality evaluation; evaluation system

课程教学是高等教育的主渠道, 也是直接影响人才培养质量的关键环节。^[1] 科学的开展课程教学评价, 才能真实的了解课程的教学目标是否精准达成, 课程的设置是否合理优化, 学生的发展是否全面均衡, 教师的成长是否持续有力, 教学的改革是否科学有效。早在 2020 年国务院就印发了《深化新时代教育评价改革总体方案》, 方案中明确提出要创新评价工具, 利用人工智能、大数据等现代信息技术, 探索教育评价新途径。^[2] 跨平台课程教学质量评价系统的研究, 一方面, 可以推动学校教学质量评价体系从传统人工模式向信息化模式转变, 还能提升课程教学质量评价工作的效率和准确性, 也能为学校教学评价分析提供精准的数据支持, 实现教学质量评价的多维度与可视化分析。

一、课程教学质量评价相关研究

1929 年拉夫尔·泰勒首次将科学评估方法引入教育领域, 他认为课程教学评价必须围绕明确的教育目标展开, 要通过量化学生的行为达成评估教学的效果, 该理论奠定了教学评价的根基。此后各国学者不断深耕教学评价领域, 继续研究教学评价的理论、拓展教学评价的工具、丰富教学评价的主体。

1956 年布鲁姆提出了六层次的教育目标分类, 以预置教学目标为评价标准, 开展教学监控, 他还强调在教学评价过程中不仅

要开展诊断性、终结性评价, 还要注重形成性评价。^[3] 布鲁姆六层次理论在课程教学评价理论研究方面有着十分重要的地位。故此, 我们在开展课程教学质量评价活动时, 评价人员除了完成学校教学评价管理人员安排的评教外, 还能随机开展评教, 持续性对某一评价对象开展评教。

在教学评价工具的研究中美国国家自然科学基金会开发的 UIOP 课堂教学质量评估系统因其信度好、操作便捷, 成为了美国课堂教学质量评估工具中最常被使用和最信任个工具之一。^[4] 该系统原本是为了评价参与科学、技术、工程和数学培训的教师的参训

基金项目: 2020 年广西中医药大学校级教改课题: 高校教学质量评价系统的研究与应用 (2020ZB001)

第一作者简介: 唐孙茹 (1987-), 女, 信息系统项目管理师, 研究方向为信息系统管理与开发、计算机教育应用。

* 通信作者: 许宇明 (1992-), 男, 网络工程师, 研究方向为信息系统安全、教育教学软件开发。

效果。评价人员需根据系统设定的四个观察要点开展评价,在进行量化评价的同时也要撰写质性评价的依据,最后再进行整体评价。故此,我们在设计课程教学质量评价体系时,除数字化评分的评价指标外,还需设置文本化的评教模块。这样才能在了解课程教学质量共性特征的同时,关注课程质量中难以量化的个性问题。

随着建构主义学习理论的发展,教育研究者深刻认识到学习者在教学过程中的作用。教学评价的主体地位也逐渐向学偏移。现在课程教学质量评价的主体不再是专家或学生,还包含校外同行、教学管理人员等。教学评价人员呈多元化发展。^[5]所以在设计跨平台课程教学质量评价系统时,要分别针对不同的用户,如教学评价管理人员、督导(专家)、学生、教学主管领导和教师本人分别设计不同的评价模块。

随着教育数字化的不断推进,国内一些学者开始关注新技术在课程教学评价中的应用,如国内的刘长红等人尝试使用人工智能技术开展课程教学质量评价研究,旨在提升课堂教学质量评价的数字化、智能化水平。^[6,7]所以在设计跨平台课程教学质量评价系统数据管理模块时,我们要充分利用现有技术,自动化统计、分析评教结果,尤其是文字性评价结果。

二、G 高校课程教学评价现状剖析

G 高校地处西南,为普通高等院校,学校虽稳步推进信息化系统建设,但未涉及教学评价领域。学校于2017年成立了专门教学评价管理部门。教学评价管理人员根据学校课程特色建立了四类课程质量评价指标体系:理论课评价体系、实验课评价体系、见习课评价体系、体育课评价体系。课堂教学质量评价主体是督导。教学评价管理人员会定期或不定期通过邮件和QQ群发布向督导发布听课任务。评教任务完成后,专家或督导向教学质量评价管理部门提交的纸质评教结果。教学质量评价管理人员通过EXCEL软件统计、汇总课程教学质量评价的结果,并通过邮件向教师或管理人员进行反馈。学生的课程教学质量评价只能通过学期末教学管理系统中的“打分”完成。

这种老旧的课程教学评价模式不仅需要花费评价人员大量的时间和精力,而且评教过程难以监控,学生的课堂主体地位难以体现。教学评价结果反馈的时效性差,也不利于教师及时调整教学策略,提升教学能力,更严重者甚至还会影响学生的学业发展。基于以上原因,教学评价管理部门与学校信息化管理部门共同开展课程教学质量评价研究,旨在开发一款跨平台的课程教学质量评价系统,为学校教育信息化助力。

三、跨平台课程教学质量评价系统建设的意义

跨平台高校教学质量评价系统的搭建,旨在打破教学质量评价“工具”限制,教学管理者、学习者可以使用各种终端方便、快捷的实施评价;跨平台高校教学质量评价系统的可以更好存储评价数据,利于教学管理人员对评价数据进行深度挖掘,从而更

加准确、客观的评价“教”“学”的全过程;跨平台高校教学质量评价系统的应用能够及时的反馈“教”“学”的效果,能为教师及时调整教学策略、促进教学改革提供数据支持;另外全新评价系统的建设、落地,能够促进教学管理者、教师、学生适应信息化教育的新要求,让其主动学习教育信息化相关新知识、新技能、新理念,助力教育信息化的实现。

四、跨平台课程教学质量评价系统的设计

课程教学质量评价是一个多维度、系统化的过程^[8],G学校抽查性、期末集中评教的课程教学评价模式,难以全面、客观地反映课程教学质量的真实状况。开发一套跨平台课程教学质量评价系统,即可支持用户通过安卓手机、苹果手机、电脑等多种终端访问,也可保证评教活动不受时间及地点限制。

1. 技术架构

(1) 前端设计:采用Uni-APP框架,以微信小程序作为主要用户交互界面,提升移动端使用的便捷性。

(2) 后端设计:采用基于C#语言的.NET技术栈构建Web后台管理系统,实现数据管理与分析。

(3) 数据存储:采用MySQL建设专门的教学质量评价数据库,用于存储和管理评教数据。

(4) 系统对接:提供API接口,与学校现有教学管理平台和数字化认证平台实现数据互通。系统定时拉取最新课程信息,按课表触发评教任务,保证评教对象与系统信息相一致。

2. 核心功能

(1) 用户管理

用户首次登录系统时需进行身份认证。用户通过学校的数字化校园账号登录后绑定微信账号。后续即可直接使用微信快速登录,无需重复输入账号密码。为了保证评教数据的安全性和评教的公平性,系统对各用户的使用权限进行了限制。

1) 教学评价管理人员。管理评价活动;数据分析;反馈评价。

2) 督导。查阅教评任务;参与评教;查阅个人评价记录。

3) 学生。参与评教;查阅个人评价记录。

4) 教学主管领导。参与评教;审阅、查看本学院或者本专业教师的教学评价结果。

5) 教师本人。查阅自己课程的评价结果。

(2) 评价管理

1) 评价模板维护

支持自定义评价教学指标,系统管理员可增加、删减指标的数量,设置各指标的权重。

2) 公告通知发布

系统根据业务需求可以向用户发送通知、公告。当评价任务未在规定时间内完成时,系统可以自动向评教人员发送提醒信息。

3) 内容审核

审核评价结果,标记空白或者差异较大的评价结果。

4) 数据统计与分析

多维数据统计：支持按课程 / 教师 / 院系维度统计评价结果；智能分析：支持对文字评价结果进行关键词提取，形成词云。

5) 数据脱敏

评教数据脱敏：加密被评价人员的基本信息，被评价人员只能查看评价结果。

(3) 结果反馈

教师可以查看自己课程的评教结果，学生可以查看自己的评教结果和教师反馈。

五、系统核心功能的实现

1. 督导评教

督导登录系统后，可以进入督导评教界面，执行督导任务，填写听课报告。督导也可自行安排听课任务，填写相应的报告。课程基本信息从教务系统拉取，督导无需自行填写，课程基本信息可从下拉列表中选择。

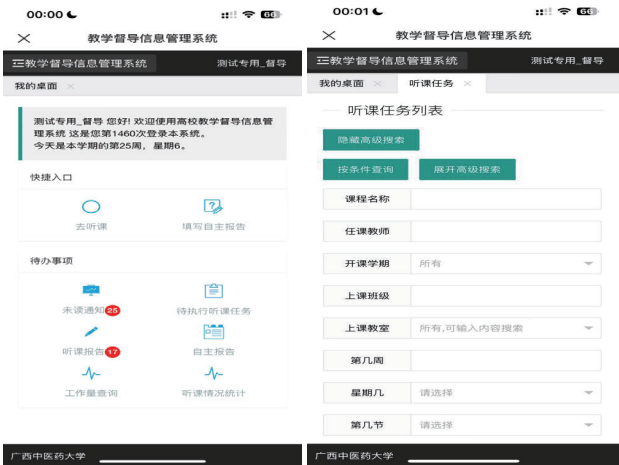


图 1 督导评教界面

2. 学生评教

学生登录后进行学生评教界面，学生可以根据上课教室选择要评教的课程信息，然后根据评价量表开展课程教学质量定量、

定性评价。

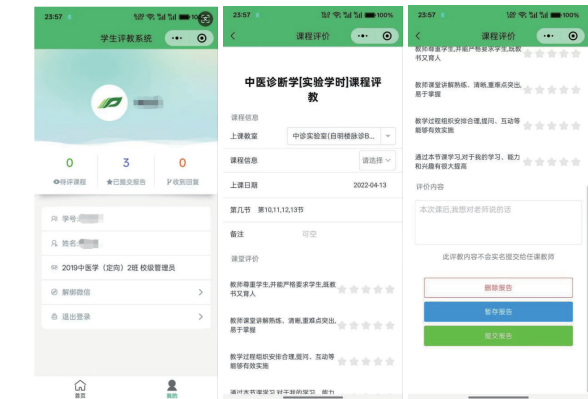


图 2 学生评教界面

3. 评教管理

评教管理人员登录系统后可对督导和学生的评教结果进行审阅、反馈。

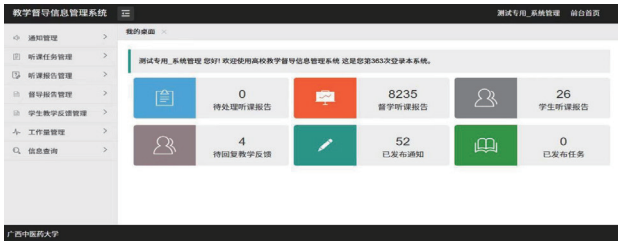


图 3 教学评价管理人员界面

六、结语

本文基于 G 高校课程教学评价的实际需求，结合教育评价中的典型研究，提出设计一个跨平台的课程教学质量评价系统，并介绍了设计思路 and 核心功能。跨平台的课程教学质量评价系统可以有效改善该校课程教学评价中发布任务难监控、纸质打分效率低，人工统计误差大，结果反馈时效差的问题。多角色评价保证了评价的准确性。教学管理者、教师都可快速了解课程教学质量中的“原状”和学生学习的效果，这对于提升教师教学能力，促进教学改革，提升教学质量有着重大意义。

参考文献

[1] 蓝江桥, 冷余生, 李小平, 等. 中美两国大学课程教学质量评价的比较与思考 [J]. 高等教育研究, 2003, (02): 96-100.
[2] 中共中央国务院印发. 《深化新时代教育评价改革总体方案》[EB/OL]. https://www.gov.cn/zhengce/2020-10/13/content_5551032.htm, 2020-10-13.
[3] 加涅, R.M.(2007). 教学设计原理：第五版 (王小明, 庞维国, 陈宝华, 汪亚利, Trans.) [M]. 华东师范大学出版社. (原书出版于 1974 年).
[4] 曹慧, 毛亚庆. 美国 UTOP 课堂教学质量评估系统的探索与反思 [J]. 全球教育展望, 2017, 46(01): 79-89.
[5] 赵彩丽. 应用型本科课堂教学质量评价现状与对策研究 [D]. 河北师范大学, 2020.
[6] 刘长红, 揭安全, 胡珍新, 等. 人工智能赋能研究生课堂教学质量评价新模式 [J]. 软件导刊, 2024, 23(08): 204-208.
[7] 乔燕, 尚可. 数智化教学督导课堂教学质量评价研究——以辽宁轻工职业学院为例 [J]. 辽宁高职学报, 2024, 26(12): 47-50.
[8] 施珺. 基于 Web 的课程教学质量综合测评系统的设计与实现 [D]. 南京理工大学, 2005.
[9] 李俊桥. 基于改进 SVM 的高校教师教学质量评价系统设计与实现 [J]. 无线互联科技, 2024, 21(19): 49-52.
[10] 徐巍. 跨平台移动开发框架的比较分析与实例开发 [D]. 吉林大学, 2014.

网络安全现场工程师人才培养的路径研究 ——以绍兴职业技术学院与杭州安恒信息技术股份有限公司的联合培养为例

宋芳琴, 傅彬

绍兴职业技术学院, 浙江 绍兴 312000

DOI: 10.61369/TACS.2025050036

摘 要 : 面对互联网技术快速发展带来的严峻网络安全挑战, 对网络安全的人才需求日益迫切。研究以绍兴职业技术学院与杭州安恒信息技术股份有限公司的校企合作为实践基础, 聚焦网络安全现场工程师的培养。研究创新性地探索并构建了“多方联动、四阶成才”的协同育人机制, 深入探讨了该机制下人才培养的具体路径与方法。研究目的在于培养兼具扎实理论基础与卓越实践能力的复合型技术技能人才, 同时提升人才培养的社会服务效益, 为企业发展注入新动能。通过实践验证, 该模式显著提升了网络技术专业学生的实践操作能力和就业市场竞争力, 有效为企业输送了大批高素质、适应岗位需求的网络安全技术技能人才, 为同类院校及相关企业的人才培养提供了有益借鉴。

关 键 词 : 网络安全现场工程师; 校企合作; 协同育人机制; 人才培养路径

Research on the Training Path of Cybersecurity Field Engineers—A Case Study of the Joint Training between Shaoxing Vocational & Technical College and Hangzhou Anheng Information Technology Co., Ltd.

Song Fangqin, Fu Bin

Shaoxing Vocational & Technical College, Shaoxing, Zhejiang 312000

Abstract : Faced with the severe cybersecurity challenges brought by the rapid development of Internet technology, the demand for cybersecurity talents is increasingly urgent. Based on the school-enterprise cooperation practice between Shaoxing Vocational & Technical College and Hangzhou Anheng Information Technology Co., Ltd., this study focuses on the training of cybersecurity field engineers. The research innovatively explores and constructs a collaborative education mechanism of "multi-party linkage and four-stage talent development", and deeply discusses the specific paths and methods of talent training under this mechanism. The purpose of the research is to cultivate compound technical and skilled talents with both solid theoretical foundation and excellent practical ability, while improving the social service efficiency of talent training and injecting new momentum into enterprise development. Practice has verified that this model has significantly improved the practical operation ability and employment market competitiveness of students majoring in network technology, effectively delivered a large number of high-quality cybersecurity technical and skilled talents who can meet the job requirements to enterprises, and provided a useful reference for talent training in similar colleges and related enterprises.

Keywords : cybersecurity field engineers; school-enterprise cooperation; collaborative education mechanism; talent training path

引言

在互联网技术飞速发展的今天, 网络安全形势日益严峻。企业对网络安全现场工程师的需求与日俱增, 且对其综合素质和能力与技能要求也在不断提高。然而, 目前高等教育所培养的网络安全技术技能人才在数量与质量上都不能满足市场的实际需求, 两者之间还存在较大差距。最突出的问题是学校应届毕业生普遍缺乏必要的实战经验和良好的职业素养。针对这一问题, 在党的二十大报告中也有针

基金项目: 浙江省教育科学规划研究课题“网络安全现场工程师人才培养的路径研究”(编号: 2024SCG164), 主持人: 宋芳琴。

作者简介: 宋芳琴(1978—), 女, 浙江绍兴人, 绍兴职业技术学院信息工程学院副院长, 副教授, 研究方向为职业教育管理;

傅彬(1980—), 男, 浙江绍兴人, 绍兴职业技术学院信息工程学院院长, 教授, 研究方向信息安全与网络安全。

对性的文字强调了职业院校在产教融合、校企合作方面的核心作用，间接地为我们指明了解决问题的思路与方法是“产教融合、校企合作”。通过实施这一模式来提高专业教育与就业市场的契合度，推动技术技能人才的优质就业。在这一时代背景下，绍兴职业技术学院与杭州安恒信息技术股份有限公司联合起来，共同探索了一条培养网络安全现场工程师的新路径。本文以此为研究起点，深入探讨了如何通过校企合作模式，培养出既具备丰富的工作经验、扎实的技术功底，又拥有出色的实战能力、沟通技巧和抗压能力的高素质网络安全现场工程师^[1]，以期为中国网络安全人才的培养贡献策略和建议。

一、网络安全现场工程师人才培养现状

网络安全技术人才培养的规模虽逐年扩大，但供需矛盾仍然突出。随着网络应用范围的不断扩大、网络用户数量的迅猛增加，网络安全的重要性日益凸显。因此，我国高校和职业院校纷纷开设了与网络技术应用与网络安全相关的各种专业，人才培养规模逐年扩大。据统计，近年来我国网络安全相关专业的毕业生人数逐年增长，但与市场需求相比仍存在较大缺口。据《中国网络安全产业白皮书》显示，预计到2025年，我国网络安全技术人才缺口将达200万。概括起来，我国目前网络安全领域的技术人才现状是：一方面，市场上对于高素质网络安全人才的需求持续增长；另一方面，许多毕业生因缺乏实战经验和专业技能，难以满足企业的用人的实际需求^[2]。

人才培养质量参差不齐，实践能力不足。在网络安全现场工程师的人才培养过程中，不同院校之间的教学质量存在较大差异，导致人才培养质量参差不齐。部分院校由于师资力量不足、实践教学资源有限，使得学生在网络安全领域的实际工作能力存在明显不足。这种情况下，毕业生往往理论知识有余而实战能力不足，难以快速适应企业中真实又复杂的实际网络工作环境。

企业参与人才培养的积极性不高，校企合作不够紧密。虽然校企合作是提高人才培养质量的有效途径，但在实际操作中，企业参与人才培养的积极性却不高。因为部分企业担心投入资源后无法获得相应的回报，或者认为人才培养周期长、效果不明显，因而不愿深度参与。此外，校企合作的形式往往流于表面，如仅仅停留在实习基地建设、企业讲座等初级阶段，还缺乏深层次的合作机制和长期的人才培养规划，从而导致校企合作不够紧密^[3]，难以实现资源共享和优势互补。

二、网络安全现场工程师人才培养的路径

以党的二十大精神为指引，紧密对接新一代信息技术产业的发展需求，落实产教协同育人“最后一公里”的战略部署。培养路径为：秉承“按需培养、标准引领”理念，深化产教融合、校企合作；全面推行具有中国特色的学徒制教育；围绕现场工程师培养、改革招生及考核评价体系；持续开展双师型教学队伍、企业员工数字技能提升等4个项目的建设；完成设计组建项目团队、研制制度方案、建设教学资源、实施人才培养、执行考核评价、改进教学质量6个建设内容；产出7个建设成果。如图1、2所示。



图1 现场工程师项目建设框架



图2 项目建设过程

三、网络安全现场工程师人才培养的思路与实践

（一）强化校企合作双主体地位，构建协同育人新模式

为充分发挥学校与企业在校企合作中的双主体作用，绍兴职业技术学院与杭州安恒信息技术股份有限公司等企业签订了《现场工程师联合培养协议》^[4]，明确各方在人才培养过程中的责任与义务。在此基础上，整合政府部门、行业协会和科研机构的力量，共同成立了网络安全现场工程师学院理事会和专业教学指导委员会。

网络安全现场工程师学院作为人才培养的管理与执行机构，承担着协调企业需求与教育资源供给、制定专项培养计划、实施决策与管理等重要职责。学院实行理事会领导下的院长负责制，确保校企合作双方的主体地位和协同育人的高效运行。理事会成员单位共同签署的《现场工程师联合培养协议》，界定了学校、企业、行业协会（简称“校·企·会”）三方的职责，确立了联合招生、分段育人、多方参与评价的育人流程及其管理细则，并明确了人才培养成本的分担机制。

（二）构建“多方联动+四阶成才”的协同育人机制

“多方联动、四阶成才”的协同育人机制，是绍兴职业技术学院与杭州安恒信息技术股份有限公司合作培养网络安全现场工程师的创新模式^[5]。“多方联动”即政、行、企、校四方协同：政府提供政策引导与资金扶持，行业制定标准并规划发展方向，企业搭建实践平台并提供技术支持，学校则负责理论教学与人才培养。“四阶成才”则将人才培养过程细分为四个递进阶段：识岗阶段，学生通过企业参观、专家讲座等方式，认知行业现状、发展趋势以及现场工程师的岗位职责；轮岗阶段，学生于企业内不同岗位轮岗实习，熟悉工作流程与技术规范；练岗阶段，学生在企业导师指导下，参与实际项目，提升问题解决能力；顶岗阶段，

学生独立承担项目,达到独立工作的能力要求。前期,政、行、企、校四方专家共同组建了现场工程师学院,深入分析了安全服务与安全技术两大岗位群的需求,制定了完善的人才培养方案,并依据岗位技术需求设计了课程标准,为人才培养奠定了坚实基础。该育人机制的运行流程如图3所示。

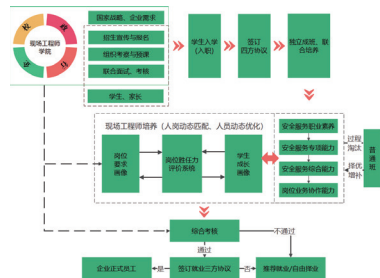


图3 现场工程师育人机制运行图

（三）合作构建了专业核心课程体系、建立实践支撑平台

结合国家专业教学标准,重构课程体系,重组教学内容,将提升网络安全现场工程师能力的要求贯穿人才培养全过程。校企合作构建专业群课程体系,校企联合组建专业建设委员会,在广泛开展行业、企业调研的基础上,以职业能力为本位^[6],岗位技能需求为依据,合作构建了突出网络安全服务岗位群职业能力培养与提升的课程体系,实现了人才的精准培养。

1、梳理岗位典型任务与职业能力

从安全服务岗位和安全技术岗位出发,校企共同梳理梳理网络安全现场工程师的工作内容,分析关键核心技术和职业岗位知识、能力和素质,将企业典型工作任务、岗位技能、职业标准转化为培养目标,结合企业职业岗位(群)的技术规程、工艺标准、生产流程、操作步骤、质量要求,综合确定学生应具备的岗位职业能力^[7]。

2、构建了“双主体四能力四阶段递进”的课程体系

根据网络安全企业对人才的需求,将安全服务和安全技术两类岗位任务进行了细化和具体化。以岗位项目教学法将安全服务和安全技术岗位的企业现实生产项目引入教学,并根据职业/岗位应具备的职能划分学习内容,据此建立模块化教学体系。按照企业用人需求与岗位职业资格标准,结合培养目标与方式,构建了双主体四能力四阶段递进的课程体系。在该课程体系结构中,将现场工程师的培养过程,细分为“岗位群职业素质、岗位群专项能力、岗位群综合能力、职业综合能力”等四个能力和“识岗、熟轮岗、练岗、顶岗”四个阶段,四个能力与四个阶段一一对应。以导师制和信息平台为基点,选题实现开放式、创作时间前移化、监测过程信息化、评价方式项目化,并根据核心思想制定完善的毕业设计实施制度。通过工学交替的教学方式,融入企业新技术、新标准,将生产与教学有机结合。四阶段让学生经历真实的现场项目教学,把学生培养成具备工匠精神,精操作、懂工艺、会管理、善协作、能创新的现场工程师^[8]。

3、联合开发课程教学资源

基于国家高等职业学校专业教学标准、现场工程师专项培养计划有关教学及课程的标准要求等,校企双方围绕安全服务工程师、安全技术工程师岗位要求,定制开发岗位培训手册、活页教

材及模拟实践环境,构建了专业教育资源库^[9]。教学资源基于合作企业提出的创新 TASK 模型进行设计,以岗位工作任务为导向,进行知识技能及考评方式的梳理,结合企业已有的岗位培训资料,完成开发工作。

教学资源开发过程遵循岗位调研、岗位分析、技能分析、知识梳理、课程教材开发、实践环境开发六个阶段。

岗位调研:面向合作企业及行业展开广泛调研,收集岗位信息与工作内容,并结合产业分析报告,共同构成课程设计的理论基础。

岗位分析:通过岗位调研信息整理,展开岗位数据分析,归纳岗位核心专业能力,总结岗位发展趋势,梳理岗位的主要工作任务^[10]。

技能分析:通过分析岗位主要工作任务,得出完成工作任务对应的职业技能,结合国家职业技能标准要求和合作企业的职业认证体系,进一步总结岗位技能要求。

知识梳理:基于职业岗位技能要求,按照职业成长规律与学习规律将职业技能从简单到复杂、从单一到综合进行整合,并梳理对应的基础知识体系,以工作过程为导向,初步构建课程知识体系。

课程教材开发:学校教师发挥教学设计经验优势,基于岗位知识技能,进行课程理论部分的开发,要求内容循序渐进、编排灵活。

实践环境开发:合作企业发挥产业资源优势,将一线案例与研究成果转化仿真实践环境,要求与理论内容相对应,贴近生产实际。

四、结论

本文以绍兴职业技术学院与杭州安恒信息技术股份有限公司合作为例,探讨了网络安全现场工程师人才培养的路径。通过明确人才培养目标、构建校企合作人才培养模式、完善实践教学体系、加强师资队伍建设和措施,助力与推动了企业的高质量发展、培养复合型技术人才、提升服务社会效益,从而将有力地推动我国网络安全现场工程师人才的培养迈上新台阶。

参考文献

- [1] 李博,褚金星.我国职业教育现场工程师培养的价值意蕴、现实困境与实施路径[J].教育与职业,2023(07):107-112.
- [2] 曹留成.职业教育现场工程师高质量培养价值、问题与改革策略研究[J].教育与职业,2023(03):52-58.
- [3] 霍丽娟.现场工程师专项培养计划的内涵要义、要素框架和运行逻辑[J].中国职业技术教育,2023(14):5-11.
- [4] 樊睿,于明.新一代信息技术产业面临的挑战及未来发展趋势[J].中国工业和信息化,2023(7):76-80.
- [5] 顾德仁.现场工程师培养的再思考:以电梯现场工程师为例[J].中国电梯,2023,34(4):60-64.
- [6] 教育部办公厅等五部门关于实施职业教育现场工程师专项培养计划的通知[EB/OL].(2022-10-01)[2023-05-05].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/s7055/202211/t20221104_932353.html.
- [7] 苏建,陆春元,王仁忠,刘广.产业学院背景下机器人现场工程师人才培养改革路径研究[J].科技创业月刊,2023(10):183-186.
- [8] 谭赞武,许孔联,聂艳平,姚钢,王玉方.职业教育现场工程师人才培养实现路径研究[J].农机化综合研究,2023(12):194-198.
- [9] 黄崇魁,李清义.岗位培训的一项重大改革:建立《岗位培训手册》的探讨与实践[J].中国电力教育,2003(1):21-24.
- [10] 霍丽娟.现场工程师专项培养计划的内涵要义、要素框架和运行逻辑[J].中国职业技术教育,2023(14):5-11.

基于信道均衡技术的相干冰下声通信技术研究

唐胜雨*, 朱妍

中国海洋大学 信息科学与工程学部, 山东 青岛 266100

DOI: 10.61369/TACS.2025050040

摘 要 : 针对冰区水声信道复杂的多途时延特性和严重的频率选择性衰落问题, 提出了基于多种信道均衡技术的相干冰下声通信方法。首先建立了冰区浅海波导传播模型, 分析了冰层对声传播的影响机理; 然后采用比例边界有限元方法对冰区波导传播特性进行数值计算, 设计了基于判决反馈均衡器的相干通信系统, 采用分数间隔均衡技术提高系统对信道时变特性的适应性。仿真实验采用 QPSK 调制方式, 验证了所提方法在复杂冰区环境下的通信性能。结果表明, 相比传统线性均衡器, 本文方法在信噪比为 5 dB 时误码率降低了一个数量级, 有效改善了冰下声通信的可靠性。

关 键 词 : 冰下水声通信; 信道均衡; 多途时延; QPSK 调制; 比例边界有限元

Research on Coherent Under-ice Acoustic Communication Technology Based on Channel Equalization Techniques

Tang Shengyu*, Zhu Yan

Faculty Information Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao, Shandong 266100

Abstract : To address the complex multipath delay characteristics and severe frequency-selective fading in under-ice acoustic channels, a coherent under-ice acoustic communication method based on multiple channel equalization techniques is proposed. First, a shallow water waveguide propagation model for ice-covered regions is established to analyze the influence mechanism of ice layers on acoustic propagation. Then, the scaled boundary finite element method is employed to numerically calculate the propagation characteristics of under-ice waveguides. A coherent communication system based on decision feedback equalizers is designed, utilizing fractional-spaced equalization techniques to improve system adaptability to time-varying channel characteristics. Simulation experiments using QPSK modulation validate the communication performance of the proposed method in complex ice-covered environments. Results demonstrate that compared to conventional linear equalizers, the proposed method reduces the bit error rate by one order of magnitude at 5 dB SNR, effectively improving the reliability of under-ice acoustic communication.

Keywords : under-ice acoustic communication; channel equalization; multipath delay; QPSK modulation; scaled boundary finite element

引言

随着全球气候变化和北极资源开发需求的增长, 冰区水声通信技术已成为海洋声学领域的重要研究方向。冰下无人潜航器的广泛应用为这些资源的勘探开发提供了重要手段, 然而冰层的存在使得传统的卫星通信和电磁波通信方式无法有效工作, 水声通信成为冰下设备与外界进行信息交换的唯一可靠途径^[1]。冰区水声信道环境呈现出显著的复杂性特征^[2], 使得冰区水声信道呈现出更强的时变特性和更复杂的多途结构。

国际上在冰区水声通信方面的研究起步相对较早。美国伍兹霍尔海洋研究所的 Freitag 等人在北冰洋开展了多次试验, 成功实现了 70–90 km 距离上 5–10 bps 的相干通信, 为冰下远程通信技术奠定了基础^[3]。相比之下, 国内在该领域的研究起步较晚但发展迅速。哈尔滨工程大学于 2015 年开展了国内首次冰下水声通信试验, 在松花江冰层下成功验证了多种通信技术的有效性^[4]。我国在第七次和第八次北极科考中也进行了相关技术验证, 分别在 1.26 km 距离上实现了 1.2 kbps 的通信速率^[5]。

尽管已有一定的研究基础, 但现有技术仍面临诸多挑战。传统的信道均衡技术主要针对开阔海域环境设计, 在面对冰区特有的强多途干扰和时变衰落时性能受限。基于上述问题, 本文提出了基于多种信道均衡技术的相干冰下声通信方法。通过建立精确的冰区波导传播模型, 深入分析冰下多途时延特性, 设计了适应冰区条件的判决反馈均衡器, 并采用分数间隔均衡技术提高系统对信道时变特性的鲁棒性。

致谢

本工作受到中央高校基本科研业务费专项 (202413037) 支持。

一、冰区水声信道建模与传播特性分析

（一）冰区浅海波导传播模型

在建立冰区波导模型时，需要准确描述各层介质的声学参数。水层声速分布呈现典型的上折射特性，这是由于极地海水的特殊温盐结构造成的。根据已有观测数据和声学理论，典型极地浅海区域的声速剖面可用以下经验公式表示：

$$c(z) = 1448.96 + 4.591T - 5.304 \times 10^{-2}T^2 + 2.374 \times 10^{-4}T^3 \\ + 1.340(S - 35) + 1.630 \times 10^{-2}D + 1.675 \times 10^{-7}D^2 \\ - 1.025 \times 10^{-2}(S - 35) - 7.139 \times 10^{-13}T^3D$$

其中 T 为温度 ($^{\circ}\text{C}$)， S 为盐度， D 为深度 (m)。这一公式反映了极地海水在低温条件下的声速变化规律，特别是近表面的负梯度分布特征。

（二）冰下信道特性分析

为了准确计算冰区波导的模式特征，本文采用比例边界有限元方法对冰水耦合系统进行数值分析。通过有限元离散化处理，可以将连续介质问题转化为离散的矩阵方程。耦合系统的广义特征值问题可表示为： $[K - \omega^2 M + H]\phi = 0$

其中 K 为刚度矩阵，反映介质的弹性特性； M 为质量矩阵，与介质密度相关； H 为耦合矩阵，体现了不同介质间的相互作用； ϕ 为模态函数向量； ω 为角频率。求解此广义特征值问题，可以获得冰区波导的本征模态和相应的传播常数。这些模态特征直接决定了声波在冰区环境中的传播规律，为后续的信道特性分析提供了理论基础。

二、基于信道均衡技术的相干通信方法

（一）冰下水声信道统计特性

冰层的存在对多途传播产生了显著而复杂的影响。冰层厚度和表面粗糙度的随机变化导致反射系数在时间和空间上都存在波动，这种波动直接影响了各多途分量的相对强度。冰层的运动特别是漂移运动产生的多普勒频移使得信道统计特性随时间演化，增加了信道建模和均衡的难度。因此，需要设计更为适合的信道均衡技术来应对冰区特有的传播条件。

基于传播特性分析，冰下水声信道可以用有限冲激响应模型来准确描述。该模型将复杂的连续信道简化为离散的多径模型：
$$h(n) = \sum_{l=1}^L \alpha_l \delta(n - \tau_l)$$

其中 α_l 和 τ_l 分别表示第 l 条多途的复增益和相对时延， L 为有效多途分量的总数。复增益 α_l 包含了幅度和相位信息，反映了各条传播路径的衰减和相位变化特性。

（二）判决反馈均衡器设计

传统的线性均衡器在面对存在深度频率衰落的信道时往往性能有限，特别是当信道传递函数在某些频率点接近零时，线性均衡器会产生严重的噪声放大效应。因此，本文采用判决反馈均衡器来处理冰下水声信道复杂的码间干扰问题。

判决反馈均衡器的核心思想是将均衡过程分为前向均衡和向后消除两个阶段。前馈滤波器主要负责补偿信道的幅频特性和消

除前向码间干扰，而反馈滤波器则利用已经正确判决的符号来消除后向码间干扰。这种结构巧妙地避免了线性均衡器在深度衰落点的噪声放大问题。

（三）分数间隔均衡技术

传统的码元间隔均衡器以符号速率 $1/T$ 进行采样，这种采样方式在理论上满足奈奎斯特采样定理的要求，但在实际应用中容易产生频谱混叠现象，特别是当发射滤波器和接收滤波器的设计不够理想时。分数间隔均衡器通过以高于符号速率的频率进行采样，有效解决了这一问题。

分数间隔均衡器以 M/T （其中 $M > 1$ 为整数）的速率对接收信号进行采样，通常选择 $M = 2$ ，即以两倍符号速率采样。这种过采样方式确保了接收信号的频谱不会发生混叠，使得均衡器能够完全恢复发送信号的频谱特性。

（四）自适应算法实现

考虑到冰区信道的强时变特性，静态的均衡器设计难以适应信道参数的实时变化。因此，本文采用自适应算法来实现均衡器系数的在线更新。相比于常用的最小均方（LMS）算法，递归最小二乘（RLS）算法具有更快的收敛速度和更好的跟踪性能，特别适合于快时变信道环境。

三、仿真实验与结果分析

（一）仿真参数配置

为了验证所提出方法的有效性，设计了完整的冰下水声通信仿真实验。实验采用 QPSK 调制方式，这种调制方式在水声通信中应用广泛，能够在相对较低的信噪比条件下实现可靠的数据传输。载波频率设置为 12 kHz，这一频率选择兼顾了传播距离和带宽效率的要求。符号速率设定为 1000 bps，符合冰下低速率通信的实际需求。

（二）信道冲激响应特性

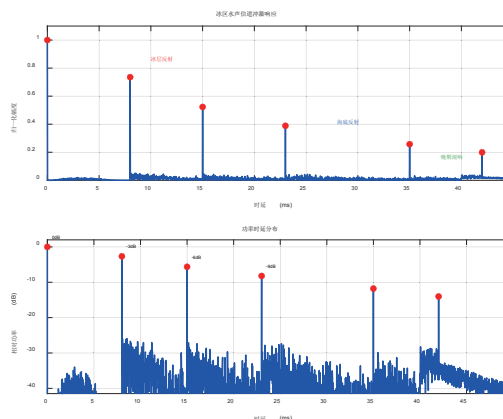


图1 水声信道的冲激响应特性

仿真首先分析了冰区水声信道的冲激响应特性。数值计算结果显示，相比于开阔水域环境，冰区信道的多途时延扩展明显增大，这主要是由于冰层下表面的强反射作用造成的。从图1的结果

可以看出,主要多途分量分布在0-40 ms的时间范围内,这一时间延扩展远大于开阔海域的典型值。

(三) 性能比较

QPSK 调制的星座图分析直观地反映了不同均衡技术的效果差异,仿真解调星座图如图2所示。在无均衡处理的情况下,由于严重的码间干扰和信道失真,接收到的星座点出现严重散乱,四个理想的 QPSK 星座点完全无法识别,系统基本无法正常工作。

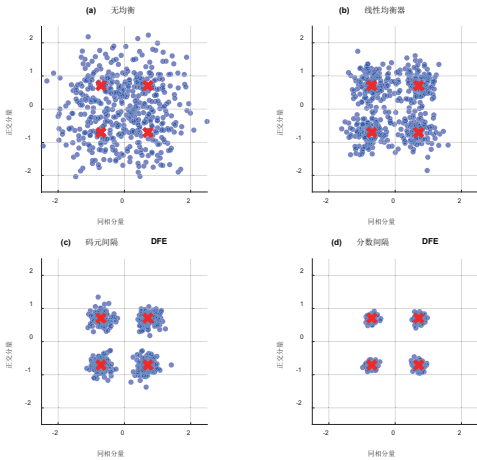


图2 解调星座图

采用传统线性均衡器后,星座图有了明显改善,四个星座点的轮廓开始显现,但仍然存在显著的符号间干扰。特别是在信道存在深度衰落的情况下,线性均衡器的噪声放大效应导致星座点的散布仍然较大,影响了判决的可靠性。使用传统码元间隔判决反馈均衡器进一步改善了星座图质量,星座点的聚集度有所提高,但由于频谱混叠的影响,性能提升有限。分数间隔判决反馈均衡器显著改善了星座图质量。四个 QPSK 星座点分布清晰,聚集度大幅提高,接近理想的无干扰情况。

误码率是衡量通信系统性能的最重要指标。仿真实验在不同信噪比条件下对比了各种均衡技术的误码率性能。在信噪比为 5 dB 的典型工作条件下,无均衡系统的误码率约为 3×10^{-2} , 这一水平完全无法满足实际通信需求。传统线性均衡器将误码率降低至 8×10^{-3} , 虽然有所改善但仍然不够理想。这主要是因为线性均衡器在处理频率选择性衰落时存在固有限制性,特别是在深度衰落

点附近的噪声放大问题严重影响了整体性能。码元间隔判决反馈均衡器的误码率降至 2×10^{-3} , 相比线性均衡器有明显提升。分数间隔判决反馈均衡器为 1×10^{-4} , 具有最好的效果。

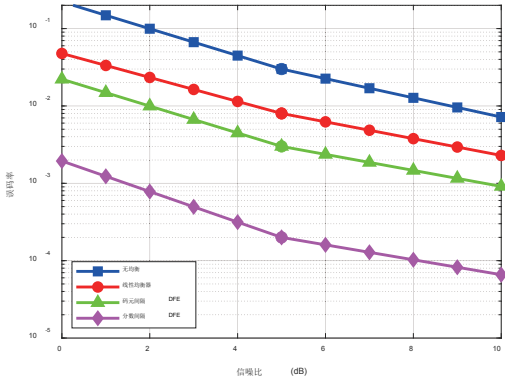


图3 误码率曲线

在不同信噪比条件下的对比实验进一步验证了本文方法的优越性,误码率曲线如图3所示。当信噪比从 0 dB 增加到 10 dB 时,分数间隔判决反馈均衡器始终保持着相对于其他方法的性能优势。特别是在低信噪比区域,这种优势更为明显,表明该方法在恶劣信道条件下具有更好的鲁棒性。

五、结论

本文针对冰区水声通信面临的复杂信道条件,提出了基于分数间隔判决反馈均衡器的相干通信方法。通过建立冰区浅海波导传播模型并采用比例边界有限元方法分析冰下多途传播特性,设计的分数间隔判决反馈均衡器结合了分数间隔采样和判决反馈结构的优势,有效解决了传统均衡技术在冰区环境中面临的频谱混叠和深度衰落问题。仿真实验表明,采用 QPSK 调制的通信系统在信噪比为 5 dB 时实现了 1×10^{-4} 的误码率,验证了所提方法的有效性。该研究为冰下水声通信系统的工程设计提供了重要的理论指导和技术支撑,为北极地区的资源勘探、环境监测等应用奠定了技术基础。

参考文献

[1] 张帅,吴振磊,刘畅,等. 二维水下声学标识物设计及成像试验研究 [J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2024,48(06):1140-1144.
[2] 洪丹阳,王巍,尹力,等. 改进的时序多重稀疏贝叶斯学习冰下水声信道估计方法 [J]. 声学学报,2022,47(05):591-602.DOI:10.15949/j.cnki.0371-0025.2022.05.013.
[3] 柯磊. 冰层覆盖下距离相关的双声道波导声传播研究 [D]. 重庆交通大学,2024.DOI:10.27671/d.cnki.gcjtc.2024.000665.
[4] 翁晋宝,杨燕明,文洪涛,等. 北极冰下水传播特性实验研究 [J]. 海洋学报,2019,41(03):76-85.
[5] 汤新华,基于高速水声通信技术的海洋立体观测系统的开发及产业化. 福建省,厦门斯坦科学仪器股份有限公司,2024-01-25.

计算机视觉技术在网球线上教学中的实验研究

吴莹莹

豫章师范学院, 江西 南昌 330103

DOI: 10.61369/TACS.2025050041

摘 要 : 本研究构建基于计算机视觉 (CV) 的网球教学辅助系统, 对 66 名零基础学生开展对照实验 (实验组: CV 辅助教学; 对照组: 传统教学)。8 周干预后, 实验组在动作规范性 (正手技评 8.63 ± 0.81 vs 7.03 ± 0.85 , $P < 0.01$)、击球准确性 (正手落点 8.82 ± 0.61 vs 6.89 ± 0.44 , $P < 0.01$) 及发球成功率 (7.67 ± 0.96 vs 6.13 ± 1.31 , $P < 0.01$) 上显著优于对照组。问卷调查显示实验组学习兴趣与满意度提升 20% 以上。说明 CV 技术可有效提升线上教学效果。

关 键 词 : 计算机视觉; 网球教学; 实验研究

Experimental Research on Computer Vision Technology in Online Tennis Teaching

Wu Yingying

Yuzhang Normal University, Nanchang, Jiangxi 330103

Abstract : This research investigated the application of computer vision (CV) technology in tennis instruction. A tennis teaching aid system was developed based on CV principles. A controlled experiment was conducted with 66 novice participants (no prior experience), divided into an experimental group (CV-assisted instruction) and a control group (traditional instruction). Following an 8-week intervention, performance metrics revealed significant advantages for the experimental group: Stroke Technical Precision: Forehand execution evaluation scores were significantly higher (8.63 ± 0.81 vs. 7.03 ± 0.85 , $p < 0.01$). Ball Placement Consistency: Accuracy in forehand landing location was markedly superior (8.82 ± 0.61 vs. 6.89 ± 0.44 , $p < 0.01$). Serve Effectiveness: Success rates for serves were substantially greater (7.67 ± 0.96 vs. 6.13 ± 1.31 , $p < 0.01$). Questionnaire analysis further indicated that learners in the CV-assisted group reported over 20% higher levels of engagement and satisfaction compared to their baseline or relative to the control group. These results demonstrate the potential of CV technology to enhance learning outcomes in tennis instruction, particularly in online settings.

Keywords : computer vision; tennis teaching; experimental study

引言

信息技术的进步, 直接带动了线上教育在全球的广泛落地。在体育教学领域, 网球作为一项深受喜爱的运动项目, 其线上教学的需求也日益增长。然而, 传统网球线上教学面临着教师难以实时准确监督学生动作、无法及时给予个性化指导等问题。计算机视觉技术的出现可以有效地解决这些痛点难点问题, 它能够对学生的网球动作进行实时分析和评估, 为教师提供详细的数据支持, 从而实现更高效的线上教学^[1]。

一、计算机视觉技术原理及在网球教学中的应用基础

(一) 计算机视觉技术原理

计算机视觉是人工智能的一个分支, 致力于赋予机器理解和解释图像与视频内容的能力。该技术融合了图像处理、模式识别及机器学习等多学科知识。在网球教学中, 主要利用其目标检

测、姿态估计和行为分析等功能。通过摄像头采集学生的网球动作视频, 然后运用相关算法对视频中的人体姿态、网球轨迹等进行识别和分析^[2]。

(二) 在网球教学中的应用基础

网球运动包含高度结构化的技术动作 (如发球、正手击球、反手击球), 每个动作均有标准化的姿势和运动学流程。这种规

范化为计算机视觉技术的应用奠定了基础，使其能够构建标准动作模型，并通过与学生实际动作的姿态匹配和轨迹比对，定量评估其动作的准确性与规范性。同时，网球运动的场地相对固定，运动范围有限，便于摄像头进行全方位的监控和数据采集。

二、研究对象与方法

（一）研究对象

根据设计，本实验分成两组，实验组和对照组各33人，选用2023级网球零基础的学生。

（二）研究方法

1. 文献资料法

在撰写本文时通过在中国知网上以高校网球教学、计算机视觉技术为关键词进行搜索，认真阅读了网球教学与计算机视觉技术的相关资料，了解到国内普通高等学校体育选项课的发展现状及普通高校网球选项课教学的文章以及计算机视觉技术应用情况。为本文的研究提供借鉴^[5]。

2. 专家访谈法

找到省内各高校的网球教师了解情况，包括在网球选项课中教学方法、教学场地、教学内容等情况，让各位专业网球教师给与实验指导与建议，并让相关教师对研究论文中的问卷调查进行点评和修改。

3. 问卷调查法

（1）问卷的设计

为了了解学生他们对基于计算机视觉技术的线上教学模式的满意度和学习体验，制定了网球选项课满意度调查表，问卷制定后与各位教师进行了交流与讨论，最后根据相关老师的建议进行了修改并完成了问卷设计^[6]。

（2）问卷的信度

为确保问卷内容的有效性，本研究邀请9位高校网球教学专家对问卷进行多轮审议与修订。在此基础上，采用专家评价法对问卷内容效度进行检验，所有专家均完成效度等级评定（结果见表1）。

表1 专家对问卷内容效度评价（n=9）

	非常有效	有效	基本有效	无效
问卷	6	2	1	0

（3）问卷的信度

为检验问卷的信度，本研究采用重测法对随机抽取的60名研究对象（实验组与对照组各半）进行间隔一周的两次测量。对前后测数据进行Pearson相关性分析，结果显示相关系数 $r=0.88$ （ $p<0.01$ ），表明该问卷具有良好信度。

（4）问卷的发放和回收

经由9位高校专家多轮修订确立问卷内容效度后，采用重测信度法进行验证：对60名网球选项课学生进行间隔一周的两次测量，共发放问卷120份，回收有效问卷120份（回收率100%）。数据分析显示重测信度系数 $r=0.88$ （ $p<0.01$ ），证实问卷具有良

好测量稳定性^[5]。

4. 实验法

本研究招募66名网球零基础学生为研究对象，依据体质检测成绩采用分层随机法分为实验组与对照组（各33人），确保组间基线均衡。由同一教师实施单盲教学，实验后对学生进行技能评估。最终纳入有效样本60人（实验组30人，对照组30人）进行数据分析。

（1）实验目的

借助计算机视觉技术，帮助网球初学者建立规范的发球、正手击球、反手击球动作，提升动作规范性。挖掘计算机视觉技术的优势和价值，为进一步的推广应用提供科学的依据和应用经验研究^[6]。

（2）实验时间和地点

实验时间：2024年9月9日—2024年11月1日，每周训练3次，每次90分钟，8周。

实验地点：豫章师范学院网球场。

（3）实验设备

多个高清摄像头，布置在网球场不同角度，确保能全方位捕捉学生动作；搭载计算机视觉分析软件的电脑，用于动作对比和分析；网球、网球拍若干。

（4）实验设计

前测：实验开始前，让学生进行发球、正手击球、反手击球动作演示，通过摄像头采集数据，利用计算机视觉技术分析学生初始动作的规范性，记录各项动作的错误类型和频率，作为对比依据。

训练干预：将学生随机分为实验组 and 对照组，每组33人。对照组由教练进行传统的网球动作教学，通过现场示范、口头讲解、纠正错误等方式指导学生训练。实验组在传统教学基础上，引入计算机视觉技术，每次训练时，学生的动作数据被摄像头采集并传输到电脑，分析软件将其实时动作与标准动作模型对比，生成详细的动作分析报告，指出错误之处和改进方向，教练依据报告进行针对性指导。

后测：8周训练结束后，再次让学生进行发球、正手击球、反手击球动作演示，通过摄像头采集数据，利用计算机视觉技术分析学生动作规范性的提升情况，对比实验组和对照组的进步幅度，评估计算机视觉技术对初学者动作规范提升的效果^[7]。

（5）实验测试方法及评定标准

网球基本技能测试：基本技术的评分，技能评估由两名专业教师独立完成评分，采用算术平均值作为最终成绩。为确保评分一致性，实验组与对照组由相同评审团队实施双盲评估。网球正手、反手击球技术：采用发球机隔网进行喂球，测试学生站于底线位置进行击球，测试学生连续击10个正手球、10个反手球，10个发球，总分10分。评分标准是根据最新的《网球运动竞赛规则》制定的。

网球正手、反手、发球击球准度和成功率得分：测试网球正手、反手击球的准确性，划定直线斜线指定区域，打到指定区域则得分。再测发球的成功率，一区二区各发5个，记录有效个数。

正手反手发球三项技术各测10个球，并记录所得分数^[8]。

5. 数理统计法

采用SPSS 26.0对实验前后测得的技能指标及问卷调查数据进行统计分析，通过独立样本t检验比较组间差异，配对样本t检验验证组内进步效应。数理统计结果为研究结论提供了量化支持。

三、实验结果与分析

（一）实验前实验组、对照组网球击球技术结果的对比分析

表2 实验前实验组、对照组网球正、反手、发球技术对比分析 (N=30人， $\bar{x} \pm S$)

测试指标	实验对象	均值	T 值	P 检验
正手击球技术	实验组	0.75 ± 0.72	0.386	P > 0.05
	对照组	0.65 ± 0.68		
反手击球技术	实验组	0.40 ± 0.52	0.255	P > 0.05
	对照组	0.45 ± 0.53	0.123	P > 0.05
发球技术	实验组	0.55 ± 0.60		
	对照组	0.52 ± 0.58		

为验证受试者的零基础特征并确保组间基线同质性，实验前对两组学生进行标准化技能测试：分别完成正手、反手击球及发球各10次，记录成功率作为前测指标。

前测数据显示（表2），实验组与对照组在初始技能水平上无显著差异：正手击球成功率（实验组：0.75 ± 0.72 vs 对照组：0.65 ± 0.68；p>0.05）、反手击球成功率（0.40 ± 0.52 vs 0.45 ± 0.53；p>0.05）及发球成功率（0.55 ± 0.60 vs 0.52 ± 0.58；p>0.05）的组间差异均未达统计学显著性。该结果验证了两组受试者的基线同质性。

（二）实验组、对照组实验前后指标测试结果对比分析

表3 实验组实验前后网球正、反手、发球技术对比分析 (N=30人， $\bar{x} \pm S$)

测试指标	实验前后	均值	T 值	P 检验
正手击球技术	实验前	0.73 ± 0.74	44.28	P < 0.01
	实验后	8.73 ± 0.58		
反手击球技术	实验前	0.43 ± 0.50	50.11	P < 0.01
	实验后	7.72 ± 0.56	48.70	P < 0.01
发球技术	实验前	0.51 ± 0.60		
	试验后	7.50 ± 0.72		

表4 对照组实验前后网球正、反手、发球技术对比分析 (N=30人， $\bar{x} \pm S$)

测试指标	实验前后	均值	T 值	P 检验
正手击球技术	实验前	0.67 ± 0.66	51.09	P < 0.01
	实验后	6.96 ± 0.44		
反手击球技术	实验前	0.47 ± 0.51	40.93	P < 0.01
	实验后	6.38 ± 0.65	50.12	P < 0.01
发球技术	实验前	0.73 ± 0.74		
	试验后	8.73 ± 0.58		

以上表3、表4分别是实验组和对照组实验前后网球正手、反手、发球技术的对比分析，我们从表3可以看出实验组的正手、反手、发球在实验前后从数值上我们可以看出相差很大，通过P检验，检验到P < 0.05，且< 0.01，说明实验前后差异性非常显著。

对照组干预后技能指标显著提升（表4）：正手击球（6.96 ± 0.44vs0.67 ± 0.66）、反手击球（6.38 ± 0.65vs0.47 ± 0.51）及发球技术（7.50 ± 0.72vs0.51 ± 0.60）的前后测差异均达统计学显著水平（p<0.01）。

（三）实验后实验组、对照组网球正手、反手击球技术结果的对比分析

表5 实验后实验组、对照组网球正、反手、发球技术对比分析 (N=30人， $\bar{x} \pm S$)

测试指标	实验对象	均值	T 值	P 检验
正手技评	实验组	8.63 ± 0.81	7.47	P < 0.01
	对照组	7.03 ± 0.85		
反手技评	实验组	7.78 ± 0.52	8.53	P < 0.01
	对照组	6.62 ± 0.64		
发球技评	实验组	7.72 ± 0.57	9.4	P < 0.01
	对照组	6.38 ± 0.65		

从表5中可以看到实验后实验组的正手技评达到8.63 ± 0.81，实验组在各项技能评估中均显著优于对照组（p<0.01）：正手技评（8.63 ± 0.81 vs 7.03 ± 0.85）、反手技评（7.78 ± 0.53 vs 6.62 ± 0.64）及发球技评（7.72 ± 0.57 vs 6.38 ± 0.65）的组间差异均达高度显著水平。

（四）实验后实验组、对照组网球正手、反手击球准确性，发球成功率的对比分析

表6 实验后实验组、对照组网球正、反手击球第二落点对比分析 (N=30人)

测试指标	实验对象	均值	T 值	P 检验
正手准确性	实验组	8.82 ± 0.61	14.03	P < 0.01
	对照组	6.89 ± 0.44		
反手准确性	实验组	5.87 ± 0.97	9.18	P < 0.01
	对照组	3.27 ± 0.94		
发球成功率	实验组	7.67 ± 0.96	5.18	P < 0.01
	对照组	6.13 ± 1.31		

击球准确性及成功率数据表明（表6），实验组在控球质量上显著优于对照组：正手击球准确性（8.82 ± 0.61 vs 6.89 ± 0.44；d=2.32,p<0.01）、反手击球准确性（5.87 ± 0.97 vs 3.27 ± 0.94；d=2.31,p<0.01）与发球成功率（7.67 ± 0.96 vs 6.13 ± 1.31；d=1.41，p<0.01）的组间差异均达高度显著水平。该结果证实实验组具有更优异的运动稳定性和控球能力。

（五）实验后实验组、对照组学生评课情况对比分析

实验后采用李克特量表对两组学生进行问卷调查。经过8周

系统训练, 受试者已建立对网球运动的认知框架, 并能自主评估兴趣水平。主观数据验证了计算机视觉技术的教学价值: 其精准动作反馈、个性化指导及数据驱动设计显著提升了学习兴趣强度 (实验组 $M=4.8/5$ vs 对照组 $M=3.9/5$)、教学满意度 (92% vs 72%) 及效果认可度 (89% vs 72%)。

四、计算机视觉技术在网球线上教学中的优势与不足

(一) 优势

1. 实时反馈与个性化指导: 计算机视觉技术能够实时分析学生的动作, 及时发现问题并提供针对性的改进建议, 实现个性化教学, 满足不同学生的学习需求^[9]。

2. 提高学习效率: 通过对学生动作的精准分析, 学生能够快速纠正错误动作, 加速技能的掌握, 提高学习效率。

3. 增强学习积极性: 可视化的动作分析和反馈, 以及系统提供的学习建议, 让学生感受到自己的进步, 从而增强学习的积极性和自信心。

(二) 不足

1. 环境敏感性是局限: 光照变化与背景干扰等环境因素易制约计算机视觉系统对学生动作的识别精度, 进而可能引致分析结果的偏差。对复杂动作的分析能力有待提高: 对于一些复杂的网

球动作组合和战术配合, 计算机视觉技术的分析还不够完善, 难以提供全面的评估和指导。

2. 人文关怀与情感激励缺位: 学生可能因过度追求数据达标而忽视击球节奏感, 形成“机械化动作”, 丧失网球运动的灵活性。系统无法识别学生的疲劳状态或情绪波动, 缺乏真人教练的心理疏导与激励, 可能影响长期学习动力^[10]。

3. 个性化教学深度不足: 系统无法根据学生身高、关节活动度 (如髋关节灵活性) 调整动作标准, 仅能分析技术动作, 无法解读“击球落点选择”“对手站位预判”等战术层面问题。

五、结束语

本研究通过实验证明, 计算机视觉技术在网球线上教学中具有显著的应用效果, 能够有效提升学生的网球技能水平, 改善学习体验, 增强学习积极性。然而, 该技术也存在一些不足之处, 需要在未来的研究中进一步改进和完善。

未来, 随着计算机视觉技术的不断发展和创新, 其在网球线上教学中的应用前景将更加广阔。后续工作将聚焦于: 优化核心算法以提高环境适应性, 降低系统成本以促进普及, 并探索结合虚拟现实 (VR)、增强现实 (AR) 技术, 构建沉浸式、交互性强的创新教学模式。推动网球线上教学向更高水平发展。

参考文献

- [1] 梁慧敏, 梁晓. 讲解示范教学法在羽毛球技术教学中的应用研究——基于现场教学与视频教学的比较实验 [J]. 当代体育科技, 2023, 13(26): 65-72.
- [2] 施剑阳. 基于计算机视觉技术的教学手势对课堂专注度的影响研究 [D]. 浙江师范大学, 2024.
- [3] 宋春华, 赵俊, 夏晓华. OpenCV 计算机视觉入门与案例解析 [M]. 化学工业出版社: 202404: 209.
- [4] 徐旭, 王全兰. 计算机视觉赋能中小学实验教学设计研究 [J]. 中国信息技术教育, 2022, (08): 81-85.
- [5] 郭汉, 宋耀伟, 张森木. 基于计算机视觉的虚拟现实技术在体育教学中的应用研究 [J]. 西北工业大学学报 (社会科学版), 2016, 36(02): 92-96.
- [6] 吴莹莹. 挥拍阻力扇练习器在高校网球选项课教学中的实验研究 [D]. 江西科技师范大学, 2019. DOI: 10.27751/d.cnki.gjxkj.2019.000194.
- [7] 袁敬仪. 高校网球教学中正手击球技术训练方法的分析研究 [J]. 当代体育科技, 2024, 14(05): 49-53.
- [8] 张莎. 可视化教学在高中物理力学教学中的研究与实践 [D]. 湖南理工学院, 2020. DOI: 10.27906/d.cnki.gnghy.2020.000011.
- [9] 张利, 李燕, 谢景怡, 等. 表象训练法在高校女生乒乓球教学中运用的实验研究 [J]. 运动精品, 2021, 40(05): 28-29+31.
- [10] 吴冬艳, 李露露. 甜点拍对网球正手击球准确性影响的实验研究 [J]. 冰雪体育创新研究, 2021, (07): 170-171.
- [11] 吴岳东. 高校网球技术课线上教学模式的应用效果研究 [J]. 网球天地, 2023, (10): 88-90.

基于产教融合的电子科学与技术专业人才培养模式改革研究

劳振国

广西安全工程职业技术学院，广西 南宁 530000

DOI: 10.61369/TACS.2025050043

摘 要： 产教融合对电子科学与技术专业人才的培养，也即是实践与创新能力的培养至关重要。传统高职电子科学与技术专业让人才培养模式已经难以满足社会对于复合型技术人才的需求。基于此，文章探究基于产教融合的电子科学与技术专业人才培养模式，简要分析推动电子科学与技术专业产教融合地必要性，剖析高职电子科学与技术专业人才培养的困境，并再次基础上提出具体的优化策略，期望能为相关教育工作者提供有益参考。

关 键 词： 产教融合；电子科学与技术；人才培养

Research on the Reform of Talent Cultivation Mode for Electronic Science and Technology Majors Based on Industry-Education Integration

Lao Zhenguo

Guangxi Vocational College of Safety Engineering, Nanning, Guangxi 530000

Abstract： Industry-education integration is of vital importance to the cultivation of talents in the Electronic Science and Technology major, especially in terms of fostering practical and innovative abilities. The traditional talent cultivation mode for the Electronic Science and Technology major in higher vocational colleges can no longer meet the social demand for interdisciplinary technical talents. In view of this, this paper explores the talent cultivation mode for the Electronic Science and Technology major based on industry-education integration. It briefly analyzes the necessity of promoting industry-education integration in the Electronic Science and Technology major, examines the predicaments in talent cultivation of this major in higher vocational colleges, and on this basis, puts forward specific optimization strategies, hoping to offer useful references for relevant educators.

Keywords： industry-education integration; electronic science and technology; talent cultivation

引言

新一轮科技革命与产业变革正在促进全球版图的重构，工程教育改革正在蓬勃开展，我国亦不例外。高职院校作为电子科学与技术专业人才培养的关键阵地，需要不断的改革与创新，培养能够适应、甚至引领未来工程发展的复合型人才。

一、推动电子科学与技术工程产教融合地必要性

（一）国家战略的顶层需求

《国家职业教育改革实施方案》明确提出“深化产教融合、校企合作”的战略目标，教育部《关于深化现代职业教育体系建设改革的意见》进一步要求“打造市域产教联合体”。2024年教育部《关于加强市域产教联合体建设的通知》强调以产业园区为载体，山花产教融合、产学研合作，推动教育链与产业链深度衔接。国家出台的系列政策为高职院校电子专业人才培养模式提供

了制度保障与政策导向，高职院校作为人才培养的关键阵地，理应始终与国家战略同频共振^[1]。

（二）产业升级的现实需求

当前，电子信息产业正在由“中国制造”逐渐过渡到“中国智造”，5G通信、人工智能、物联网等新兴技术的发展与应用，加强了社会对于对复合型人才的需求。据工信部数据，2025年我国集成电路人才缺口将达30万人，电子信息工程技术人才需求年增长率超15%。传统高职教育存在“课程滞后产业、实践脱离场景、评价缺乏标准”等问题，导致毕业生难以快速适应行业的需

基金项目：广西安全工程职业技术学院2024年度《基于OBE理念深化改革安全应急类高职院校教学方法——以《无人机应急救援技术》课程为例》研究成果（项目编号：GAZY2024JGC004）

求,亟需通过产教融合重构人才培养体系^[2]。

(三) 高校教育自身发展的内在诉求

2020年我国进入创新型国家行列,教育领域基本全面进入普及化的新发展阶段。而新发展阶段构建新发展格局,推进教育链、人才链与产业链融合已经成为国家创新驱动发展的最新战略^[3]。电子科学与技术专业作为实践性极强的工科专业,其教学过程必须与电子元器件研发、电路设计、嵌入式系统开发等产业实践深度结合。然而,当前部分高职院校存在实训设备老化、教学内容滞后、师资队伍有待强化等问题^[4]。通过产教融合引入企业资源,不仅能补充教学设备与技术支持,更能倒逼专业教学体系重构,实现由学校主导至校企写作人才培养模式的转变,是高职教育突破发展瓶颈的必由之路。

二、高职院校电子科学与技术专业人才培养面临的困境

(一) 课程体系与产业需求脱节

当前多数高职院校电子科学与技术专业的核心课程进些年尚未进行系统性的修订,沿用的教材还是2015年出版的旧教材,没有更新5G通信模块、FPGA可编程逻辑器件等前沿内容,落后于时代发展。另外,高职院校电子科学与技术专业课程仍以理论教学为主,实践课时占比较少,且实训项目多为验证性实验,缺乏企业真实项目导入。课程教学与产业需求脱节,高职院校培养的人才难以适用企业的技术需求^[5]。

(二) 校企合作深度不足

国家大力推动产教融合的背景下,许多高校和企业合作形式单一且表面化,存在深度和广度不足的问题。大多数校企合作停留在专业实习和毕业实习等方面,企业没有深入参与到课程开发、教学设计、实训项目建设等环,未真正的实现校企融合^[6]。另外,高校和企业的培养目的、利益等方面存在差异,且企业往往会考虑到技术泄露风险、投入与回报等方面,导致产教融合的过程中常常面临单方面努力的困境。正因如此,校企共建的实训基地设备更新的速度比较缓慢,设备投入的使用效果也不理想。学校与企业缺乏长期、卫星、全面的合作机制,校企之间资源共享、优势互补、协同育人等方面难以充分发挥作用。

(三) 师资队伍实践能力薄弱

教育部等四部门联合印发的深化新时代职业教育“双师型”教师队伍建设改革实施方案》明确指出建设高素质的双师型教师队伍是加快教育现代化的基础性工作。而高职院校目前双师型教师数量明显不足,多数专业教师缺乏企业工作经验^[7]。追根溯源,多数高职院校引进人才时更侧重考察招聘教师的学历,忽视了他们的实战经验;更重视教师的科研成果,而忽视了教师实践能力的培养。专业教师缺乏丰富的工作经验,对行业技术发展了解的局限性与落后行,势必会影响教学质量与效果,难以提升学生解决实际工程问题的能力。

(四) 实践教学平台建设存在短板

实践教学时人才培养链上的一个关键环节,也是实现产教融

合的物质载体。目前,高职院校实践平台的建设水平与产业实际存在较大差异。一是,实践平台技术的局限性。校内外实践平台的建设会直接受到学校与企业的条件限制,实践内容与实践设备落后于现代技术的发展,不利于学生证掌握行业新技术^[8]。二是,专业平台的局限性。目前,高职院校使劲平台的建设缺乏系统性的规划,多是未单一的课程或是技术方向提供服务,缺乏在专业综合能力培养方面实践内容的支撑。除此之外,学校虚拟仿真资源的建设也比较滞后,对于高精度电子测量、复杂系统集成等成本高、难度大的实践内容,缺乏有效的数字化教学资源补充。

三、基于产教融合的电子科学与技术专业人才培养优化策略

(一) 对标企业标准,重构课程体系

高职院校应当以产业需求为导向重构课程内容与结构。首先,高职院校应建立企业深度参与的课程开发机制。学校可联合华为、中兴等龙头企业,共同制定人才培养方案,基于职业能力标准重构课程体系。例如,将华为HCIE认证、TI嵌入式工程师认证融入课程模块。其次,推行模块化与项目化的课程结构。学校可将传统的课程拆解为电子元器件识别与检测、智能硬件调试等核心模块,并为每个模块配套1-2个企业真实项目。最后,学校应强化实践教学比重,将实践课时占比提升至50%以上,并建立基础实验、综合创新、企业案例递进式实践体系。

(二) 加强双师队伍建设,强化师资力量

教师是教育事业发展的第一资源,是深化教育教学改革的主要力量。由于我国绝大多数职业学校的教师是从学校到学校,缺乏企业的工作经历与实践经验,高职院校应当加强专业课教师的实践能力,弥补专业实践仅欠缺的短板,培养高质量的“双师型”教师队伍^[9]。具体而言,一方面,应当依托龙头企业与高水平高等院校建设双师型教师培训基地,开发职业教师资格培养课程体系,开展定制化专项培训。此外,职业院校应当以更加开发的姿态,设置灵活的用人机制,采用固定岗与流动岗、团队聘任与个人聘任相结合的方式。一直,职业院校可聘用行业企业业务骨干、管理人员等到校任教。同时,学校要设立产业导致特聘岗,按规定聘请企业工程技术人员、能工巧匠等,采取兼职任教、参与项目等方式到校工作。高职院校也要定期派出教师到企业担任、技术负责人或技术顾问等岗位职务,丰富实践经验。

(三) 推进产业学院与实践平台协同建设,建设虚实融合的实践平台

产业学院实体化运作为实现产教深度融合的重要载体,通过混合所有制模式整合校企多方资源,可构建资源共享、利益共生的协同育人生态^[10]。这种模式下,企业、学校与科研机构发挥各自优势,共同参与实践平台的规划与建设,既整合企业的技术设备资源与科研机构的研发能力,又结合学校的教学组织经验,形成“产学研用”一体化的育人链条。

校内基地参照产业实际生产标准配置核心装备,营造贴近真实的技术操作环境,使学生在校园内即可接触产业主流技术流

程；虚拟仿真系统则聚焦高危、高成本或前沿技术领域，通过数字化手段还原复杂技术场景，弥补实体设备在覆盖范围和更新速度上的局限。在平台运行管理中，推行“校企所共管”机制，由企业技术骨干、科研机构专家与学校教师共同参与设备维护、技术升级与教学统筹，确保平台资源与产业技术迭代保持同步。

（四）深化校企合作，创新协同育人机制

面对“校热企冷”的合作难题，应当创建利益共享、风险共担的合作模式，以推进校企深度合作。具体而言，一是，推进产业学院实体化运作，采用混合所有制模式共建二级学院，明确校企双方在人才培养、技术研发、收益分配方面的权责。二是，建立双元主体的人才培养模式，推行“招生即招工、入学即入职”的现代学徒制。由企业导师负责技能传授与岗位考核，学校导师承担理论教学，提升学生的毕业就业率。三是，构建校企资源共

享平台，推动企业技术、设备、师资与学校资源的互通共享。例如，企业定期派驻工程师开展技术培训，学校教师参与企业项目研发，推动技术成果的转化，为企业创造经济效益；学校可引入行业技术骨干担任兼职教师，参与课程设计与实训指导。

四、结束语

综上所述，产教融合是解决高职院校电子科技与技术专业人才培养困境的关键，通过重构课程体系、加强双师队伍建设、推进产业学院与实践平台的协同建设、深化校企合作等改革举措，推进教育链与产业链的深度耦合。未来高职院校仍需需进一步强化产教融合，为电子信息产业高质量发展提供坚实的人才支撑。

参考文献

[1] 郭文刚. 互联网背景下电子科学与技术发展研究 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2024, 36(14): 151-153.

[2] 林承友, 张欢欢. 基于多学科交叉与产教研融合的实践教学改革——以电子科学与技术专业为例 [J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(19): 166-169.

[3] 郭竞渊, 王晓淳, 熊正烨, 等. 多元化模式培养电子科学与技术卓越人才的实践探索 [J]. 山西青年, 2023, (12): 148-150.

[4] 杨亚让, 阿曼尼沙·阿不都热合曼. 电子信息科学与技术专业应用型发展研究与实践 [J]. 教育信息化论坛, 2023, (06): 36-38.

[5] 陈静, 赵韦人, 蓝锐彬, 等. 科产教融合电子类人才培养模式的探索与实践 [J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(01): 116-118.

[6] 梁计锋. 新工背景下应用型本科院校校企合作协同育人模式研究——以电子信息科学与技术专业为例 [J]. 电脑知识与技术, 2022, 18(22): 139-141.

[7] 刘林生, 王园, 黄国现. 基于产教融合的电子科学与技术专业人才培养模式改革及评价体系构建 [J]. 科技风, 2022, (08): 46-48.

[8] 张秋晶, 崔得龙, 邱金波. 深度产教融合下的人才培养模式构建 [J]. 新课程研究, 2021, (30): 56-57.

[9] 张华英. 电子科学与技术专业课程体系优化研究 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2020, 32(17): 240-242.

[10] 吴安静. 校企合作模式下电子信息科学与技术专业人才培养浅析 [J]. 科教文汇 (中旬刊), 2020, (23): 84-85.

新工科背景下课程思政融入方式与模式创新研究 ——以“Unity3D 开发入门”为例

黎佳妮

上海震旦职业学院, 上海 201908

DOI: 10.61369/TACS.2025050048

摘 要 : 本研究聚焦新工科背景下高职院校课程思政建设,以“Unity3D 开发入门”课程为切入点,深入剖析新工科人才培养目标与课程思政在工科教育中的定位,挖掘课程思政元素,构建“三位一体”融入模式,在课堂层采用嵌入式教学,实践层明确思政目标,评价层纳入思政指标,同时创新教学方法,运用情景模拟法提升教学效果。提出校企协同思政、虚实结合思政载体、提升教师思政能力等高职院校特色实施路径。

关 键 词 : 新工科; 课程思政; Unity3D 开发; 课程改革; 融入模式

Research on the Integration Methods and Mode Innovation of Curriculum Ideology and Politics under the Background of New Engineering — Taking “Introduction to Unity3D Development” as an Example

Li Jiani

Shanghai Aurora College, Shanghai 201908

Abstract : This study focuses on the construction of curriculum ideology and politics in higher vocational colleges under the background of new engineering, taking the course "Introduction to Unity3D Development" as the starting point. It deeply analyzes the training objectives of new engineering talents and the positioning of curriculum ideology and politics in engineering education, explores the elements of curriculum ideology and politics, and constructs a "three-in-one" integration mode. At the classroom level, embedded teaching is adopted; at the practice level, ideological and political goals are clarified; at the evaluation level, ideological and political indicators are included. Meanwhile, teaching methods are innovated, and situational simulation is applied to enhance teaching effectiveness. It puts forward characteristic implementation paths for higher vocational colleges, such as school-enterprise collaborative ideology and politics, virtual-real integrated ideological and political carriers, and improving teachers' ideological and political capabilities.

Keywords : new engineering; curriculum ideology and politics; Unity3D development; curriculum reform; integration mode

引言

在国家新时代战略发展的大背景下,新工科建设为高等教育带来了工程教育理念的革新、人才培养模式的创新,以及教育教学改革方面的新挑战。^[1] 新工科建设关系到人才培养的质量,为培养复合型创新型高素质工程科技人才提供了新机遇。^[2] 对于高职院校而言,产业的快速升级和新兴技术的不断涌现,需要高职院校培养出专业功底扎实、创新实践本领过硬、掌握跨学科知识的新工科人才,对于以新技术、新产业、新模式为特点的经济迅猛发展,有着重要的现实作用和战略价值。

新工科专业的发展离不开课程思政建设,有效开展思政教学,能够潜移默化地强化学生的政治素养和科学文化素养,为培养高素质新工科专业人才夯实思想基础。^[3] 课程思政建设是新工科专业发展的重要支撑,扎实推进思政教学工作,强化学生的政治素养和科学文化素养,为培养高素质新工科人才筑牢思想根基。在新工科建设中协同推进专业课程思政建设,形成协同育人环境,实现“1+1>2”的成效,为我国不断提升卓越工程科技人才培养质量,促进新工科建设内涵式发展。^[4] 然而,将课程思政有效融入工科专业教学并非易事,需要找到课程思政与新工科理念二者的理论结合点。^[5] 工科课程注重专业知识和技能的传授,其教学内容和教学方法侧重于逻辑和实践性,需要从工科课程思政元素结合出发,优化教学设计并创新教学载体,进一步提升新工科专业教师的课程建设水平和思政教学能力,助力专业人才培养的根本目标。^[6]

Unity3D 开发课程作为虚拟现实技术应用等专业的重要基础课,涉及多领域知识,本研究以“Unity3D 开发入门”课程为对象,分析思政元素与工科知识的有机融合,为工科课程思政理论研究提供新视角,丰富理论体系,也为相关专业提供可复制推广的思政融入经验。通过合理设计思政映射点、创新教学与评价方式,让学生在学习专业知识时接受思政熏陶,提升综合素质,为培养新时代高素质技术技能人才提供实践范例,助力高职院校人才培养质量提升。

一、新工科与课程思政的融合逻辑

(一) 新工科人才培养的核心目标

新工科人才培养注重技术创新能力与职业素养的结合。人工智能等新兴技术涌现,工程领域对人才创新能力要求提高,学生需有扎实专业基础,能解决实际问题并实现技术突破。职业素养同样关键,涵盖团队协作、沟通能力、责任心和职业道德等。良好的团队协作与沟通能力是项目顺利进行的保障,责任心和职业道德则关乎工程质量与社会安全。此外,产业升级催生了对复合型人才的需求,要求人才具备跨学科知识技能。^[7]如虚拟现实技术与文化旅游产业的融合,就需要既懂虚拟现实技术开发应用,又熟悉文化旅游产业运营管理和市场需求的人才。^[8]因此,新工科人才培养要拓宽学生知识面,培养其跨界融合能力,以适应产业发展。

(二) 课程思政在工科教育中的定位

课程思政在工科教育中起着价值引领与技术教育协同发展的作用。工科教育不仅仅是传授专业知识和技能,更重要的是培养学生正确的价值观和道德观。通过将思政元素融入工科课程,引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观,思政教育与人文素养相结合,培育学生工匠精神,实现工科专业职业道德教育与工程伦理教育的贯通。^[9]

围绕创新能力培养这一核心,结合理工科专业的特性,明确在计算机类课程中推进课程思政的目标。^[10]课程思政在工科教育中的定位,决定了其要贯穿于工科课程教学的全过程,从课程目标的设定、教学内容的选择到教学方法的运用和教学评价的实施,都要充分体现思政元素,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。

二、Unity3D 开发课程思政元素挖掘

思政元素融入新工科专业课程教学后,将从4个方向对思政映射点进行设计。

(一) 技术伦理

虚拟现实技术在给生活带来便捷的同时,也会面临一些如防沉迷设计等方面的技术伦理问题,利用课堂教学的契机,引导学生认识到其在游戏、娱乐等领域对用户造成的影响,特别是对用户产生一些成瘾性的破坏作用,例如利用相关的研究成果与行业实际案例讲解游戏公司采用时间限定、提示等多种方式来进行防沉迷的设计,让学生认识到游戏内开展防沉迷设计的重要意义,然后把防沉迷设计纳入到虚拟现实项目的开发当中,发挥学生的

社会责任感和技术伦理观的作用。

(二) 文化自信

中国传统文化蕴含丰富的艺术和设计要素,将其应用到游戏场景设计上可以更好地让学生增强文化自信,在 Unity3D 开发课程的教学过程中可以利用古建筑建模教学生学习古建筑的风格、结构、文化内涵,还可以运用该技术还原在虚拟场景中,提高学生建模水平,体会我国传统文化的魅力,在设计古代宫殿的游戏场景时,可以让学生研究布局,做好细节刻画,并加入传统民间游戏,让场景具浓厚文化氛围,感受文化博大精深,也增强学生的文化认同感与自豪感。

(三) 创新精神

利用国产 VR/AR 技术发展相关案例,激发学生的创新精神,在教学过程中可以引入国内在 VR/AR 技术方面有突出成就的企业、科研机构等相关的经验和成果,使学生了解到创新在技术发展的重要作用,在学习过程中敢于尝试新的方法,形成一定的创新意识,提升自己的创新能力,并且引导学生关注行业的前沿发展动态,积极参与到相关的创新实践中去,为推动国产 VR/AR 技术的发展贡献自己的力量。

(四) 团队协作

项目式学习是“Unity3D 开发入门”课程常用的教学方法,在项目实施过程中,可以有效培养学生的团队协作职业素养。将学生分成小组,每个小组负责一个虚拟现实项目的开发,项目开发过程中,小组成员需要明确各自的分工,同时又要密切协作,共同完成项目任务。通过这种方式,让学生在实践中体会团队协作的重要性,学会如何与团队成员进行有效的沟通和协作,提高学生的团队协作能力和问题解决能力。

三、课程思政融入模式创新

(一) “三位一体”融入模式

课堂教学可采用知识点与思政案例的嵌入式教学法。比如讲解场景灯光设计时,除传授灯光原理和贴图烘焙技巧,还可引入美学价值观思政案例,引导学生思考对用户情感体验的影响,培养技术应用中追求美、创造美的意识,激励学生在案例实践中注重美学价值,实现专业知识与思政教育的融合。

在实践项目任务中,明确设计思政目标。以“郑和下西洋”虚拟仿真项目为例,利用 VR 技术,将郑和下西洋部分场景全方位地呈现出来,以完全沉浸的创新方法让学生了解郑和下西洋的相关历史,起到弘扬海上丝绸之路文化,将“一带一路”主题融入其中。学生通过项目理解中国历史文化的传承,用科技重塑民

族自豪感,进一步坚定文化自信。

将思政指标纳入课程考核体系,以全面评价学习成果。除传统专业知识和技能考核外,增加思政表现指标:团队项目中评价学生的团队贡献度,包括沟通协作、任务参与及互助支持等;评估项目成果的社会效益,如是否有积极影响、体现正确价值观。这种多元考核能引导学生提升综合素质,保障课程思政目标的实现。

(二) 教学方法创新

利用 VR 技术创设思政情境,让学生在沉浸式体验中接受思政教育。例如,通过 VR 技术创设劳模工作场景体验,学生能够直观地感受劳模们辛勤工作、无私奉献的精神风貌。在体验过程中,配合相关的讲解和引导,让学生深入了解劳模精神的内涵,这种情景模拟法能够打破传统思政教育的枯燥性和抽象性,使学生更加深刻地理解和感受思政教育的内容,增强思政教育的实效性和感染力。

四、高职院校特色实施路径

(一) 校企协同思政

邀请企业专家共同制定课程标准,可增强思政教育实用性与针对性。结合游戏行业防沉迷这一政策,企业专家依据自身开发运营经验,分析并制定相应课程内容,介绍公司对应的落实政策及实施手段,让学生认识到遵守技术伦理和行业规范的重要性。此举能助学生了解行业实际,结合理论与实践,提升分析解决问题的能力,培养符合行业需求的职业道德和素养。

(二) 虚实结合思政载体

建立思政教育虚拟实验室,能为学生提供“技术+思政”的

学习平台。实验室可构建历史事件、道德模范事迹等多种场景,学生操作虚拟角色互动学习,如在历史场景中扮演人物参与事件,深入了解其背景、经过和意义;还可通过实验室测试开发红色背景案例项目,真正做到技术与思政的融合,提高学生学习积极性与参与度,增强教育效果,通过继承与创新、交叉与融合,培养未来多元化、创新型卓越工程人才。

(三) 教师思政能力提升

为提升双师型教师的思政教学能力,设计针对性培训方案,内容涵盖思政理论学习、案例开发设计及教学方法应用。如组织教师参加思政理论培训以提高理论水平,开展案例开发工作坊引导其结合专业挖掘思政元素,通过教学观摩与研讨交流融入方法等。系统培训可提升教师课程思政教学能力,为有效实施提供师资保障。

五、结论与展望

新工科背景下对于虚拟现实技术专业群的思政建设,可从以下方面拓展深化。一是跨课程协同,依课程关联构建连贯链条,基础课启蒙技术伦理与文化自信,进阶课强化创新与协作,综合实践课突出社会责任与职业素养,形成递进格局;二是拓展思政载体场景,除虚拟实验室外,开发与红色教育、非遗传承等融合的特色项目,让学生在实践中深化对多元思政主题的理解;三是建立专业群思政资源共享机制,整合案例、方法等形成资源库并更新,促进优质资源流动复用;四是深化行业合作,联合企业、科研机构开发思政项目,开展技术伦理研讨等,使思政教育贴近产业需求,培养兼具技术与品德、社会责任感的复合型人才,助力产业健康发展。

参考文献

- [1] 杨树财,郭静兰,夏伟,等.新工科背景下高校工程训练课程建设探索[J].高教学刊,2024,10(12):46-49.
- [2] 刘思远,马廷奇.工程领域紧缺人才培养与新工科专业建设[J].天津大学学报(社会科学版),2024,26(01):38-44.
- [3] 刘国龙,孙上敬."新工科"课程思政的育人意蕴与教学实践研究[J].学校党建与思想教育,2022,(07):46-49.
- [4] 杨晓珍,施星君.高职专业课程思政体系构建的价值、特质与路径[J].职业技术教育,2023,44(23):69-74.
- [5] 李亚奇,汪波,王新军,等.新工科背景下推进专业课程思政一体化建设研究[J].高教学刊,2023,9(03):29-32+36.
- [6] 谢国民,张勇志.工科专业课程思政建设的路径探索[J].学校党建与思想教育,2022,(01):72-74.
- [7] 张波.虚拟现实游戏开发课程产学研"三位一体"教学体系的构建与实践研究[J].玩具世界,2024,(09):196-198.
- [8] 柴斌.虚拟现实技术在旅游业中的应用研究[J].承德石油高等专科学校学报,2024,26(02):78-80.
- [9] 贾启君.新工科课程思政建设的实践逻辑[J].中国大学教学,2021,(05):50-53.
- [10] 那俊,李丹程.课程思政在计算机类课程中的探索与实践[J].中国大学教学,2021,(03):48-51.

视障人群辅助出行产品设计的创新策略研究

何彬, 杰添

广东科技学院, 广东 东莞 523083

DOI: 10.61369/TACS.2025050049

摘 要 : 在日常生活中, 作为社会弱势群体的视障人群在日常生活中受到的影响尤为不便, 因此一些导盲辅助工具被设计出来以方便他们的生活。本文从视障人群的行为特征出发, 进行全面调研, 从而获取视障人士的真实需求。并结合目前产品进行调研与对比分析, 了解其优势、劣势以及设计趋势, 旨在引起大众对视障人群这一特殊群体的重视, 为视障人群智能出行产品的相关研究者提供一些新思路。

关 键 词 : 视障人群; 出行产品; 安全便利

Research on Innovative Strategies for the Design of Assistive Travel Products for Visually Impaired People

He Bin, Jie Tian

Guangdong University of Science and Technology, Dongguan, Guangdong 523083

Abstract : In daily life, visually impaired people, as a socially vulnerable group, are particularly inconvenienced. Therefore, some guide assistive tools have been designed to facilitate their lives. Starting from the behavioral characteristics of visually impaired people, this paper conducts a comprehensive survey to obtain their real needs. It also conducts research and comparative analysis combined with current products to understand their advantages, disadvantages and design trends, aiming to arouse public attention to the special group of visually impaired people and provide some new ideas for researchers related to intelligent travel products for visually impaired people.

Keywords : visually impaired people; travel products; safety and convenience

引言

随着全球人口老龄化加剧及慢性眼病发病率上升, 视障人群规模持续扩大。据世界卫生组织统计, 2020年全球视力受损者已达2.5亿, 其中全盲患者约3600万, 中国视障群体规模更突破1700万, 成为全球最大的视力残疾人口国。对于那些视力存在缺陷的个体而言, 他们会因视功能的不足而面临“社会能力障碍”的困境。例如, 由于视力障碍导致大众对该群体存在一定偏见, 要么过分关注照顾要么嗤之以鼻; 又如由于视力缺陷影响了日常的出行活动对他们的学习进程、日常生活以及职业发展造成显著的困扰等, 而对于视障人群他们想要的只是平等对待的机会以及安全自由方便的出行体验。

电子技术和信息智能化的进步使社会出现了一系列智能辅助导盲出行产品装置, 利用嵌入式单片机为处理核心, 通过图像采集分析判断路况、盲道及斑马线识别, 又利用视觉信息采集分析转换为声音, 为视障人群在识别环境及避障等方面提供了安全出行的可能性。

一、传统导盲辅助物的组成及应用

(一) 传统导盲出行产品

传统导盲出行产品多以导盲手杖为主, 它分为直杖、折叠杖、伸缩杖和支撑杖四种, 目的是为了适应视障者的不同视力状况以及不同的使用需求。是较为传统、原始视障者出行的辅助工具, 在今天仍有大量的使用群体。有的盲杖甚至是取自天然, 用一根“木棍”代替。这种“天然木棍”在人类发展初期在生产力极其低下的年代被沿用数千年。时代的进步, 也让盲杖从

工艺、造型、材质和色彩上都较有了很大层面的提高。例如色彩上以白色或者银白色为主色, 而杖头部分则贴有反光条, 便于路人进行识别注意; 在材质上对它的要求是更加结实、传导性更好且更加轻便, 所以常使用铝合金、玻璃钢或更轻的碳纤维制造而成。但是传统导盲杖是直到触碰到障碍物才被动绕开, 需要使用者自行去判断障碍信息, 假如没有接触到具体障碍物是无法感知的^[1]。

(二) 导盲犬

导盲犬是专门为视障人士提供帮助训练有素的伙伴, 性格通

常是聪明、温顺、友好，在帮助视障人士过程中，不仅具有比产品更强烈的安全感和准确引导的能力，更能让视障人士增强独立的生活的自信。但为了保障导盲犬的准确引导的能力，其工作年限很短，而且需要大量的时间和高额的经费来培养。另外在比较复杂的大型空间公共环境中，有些导盲犬自身会出现恐慌症等情况；也有些公共空间不能接纳导盲犬进入；甚至由于导盲犬的生理问题，在区分色彩的交通标识下，并不能完全替代人类的视觉感知^[2]。以上种种都使得导盲犬并不能作为视障人士辅助出行的最佳选择。

二、新型导盲辅助物的组成及应用

对于新型导盲出行产品其款式多样，功能繁复，但归结分类有以下三种类型。

（一）手杖类出行辅助产品

与传统导盲手杖相比，新型导盲手杖在造型上与其相似，一般由腕带、手柄、杖体、杖尖四部分组成。但在舒适度、抓握方式、重量、质地、传导性等方面有了显著变化。特别是传达性等方面，从原来的直接接触感知逐渐转变为基于超声波传感、智能单片机控制、TOF 雷达测距、红外传感器技术、视觉感知技术、RFID、与 GPS 定位实现环境识别、路径查看语音提醒和振动反馈的导盲杖^[3]。（见图1）



图1 视觉摄像机导盲杖

（二）智能穿戴类出行辅助产品

智能穿戴设备是一种将穿戴技术和传感器集成的新型设备，其穿戴位置包括头部、肩颈、腰部、手腕、腿脚等处。例如智能辅助盲帽就是专门为视障人士打造的头戴式助行器，可以用视觉识别周围环境信息以较快的识别速度自动播放当前一定范围内的道路信息，且将在线 OCR 功能替换为离线 OCR，对各种生活场景信息均能捕捉。另外也可以在相应同步开发的专业软件上制定行进路线，甚至基于 AI 技术将视觉信息转化为语音信息反馈播报给用户，实现识别文字、识别物品、识别货币等书面信息。另外也有一些盲帽设备还具有收音机、播放器、联网等功能，以此获取更加丰富的信息资讯^[4]。又如瑞士新创 biped 推出的导引系统（见图2），外观看似肩颈按摩器，但它其实可以通过第三方视角，利用自动驾驶技术指引视障人士前行。biped 采用的软件为 copilot，根据分析使用者的行进动向以及追踪其他物体动线并预测其轨

迹，如果设备识别到使用者前方有危险或是出现障碍物将再次筛选出最重要讯息，并借由音频通知用户，运算过程非常迅速。



图2 瑞士新创 biped 穿戴式盲用导引设备

（三）移动类出行辅助产品

移动类出行辅助产品，主要是移动式导盲机器人，可以在无需人工辅助的情况下，能够根据预设的路线或实时导航信息，带领使用者安全前行，它相较于穿戴类出行辅助产品更加具有地形适应性。但是此类设备普遍价格昂贵、体积较大、质量重、不易携带，且十分依赖电源，假如在使用过程中电源耗尽，则不易搬运^[5]。

三、视障人群行为特点调研

视障人群由于视力上的缺陷，很难或者无法通过眼睛去获取外界信息，则会利用感官代偿，不得不转而更多地去依赖别的感官去获取外界的信息。通过行为观察法、深入访谈和问卷调查等方法对视障人士的基本状况、日常出行状况以及出行产品的使用情况进行了解。

（一）视障人群突发事件行为特点

经调研，大多视障人士有外出需求，但在外出时又会遇到许多困难以及各种突发事件，在这种情况下通常不会采取原地不动或者不理睬这些被动的行为，反而会表现出向周边问询等主动、积极行为，以了解周围发生的事件从而更好地决定接下来的行为^[6]。

（二）视障人群集体行为特点

视觉障碍人群的步行能力与正常人群相比较，在任何条件状态下都存在一定差距，但他们更倾向集中式活动，在有人引导下能显示出更高效的行动能力。所以表现出来的社会属性行为模式往往以“自我行走－集中行走－引导行走”的模式层层递进，更为符合相关人群的行为需要。

四、视障人群辅助出行产品设计实践

（一）导盲场景的核心需求及痛点

其一，视障人群出行时，往往身处相对复杂的公共环境中，要规避很多危险情况，例如交通枢纽如何辨别红绿灯的同行、路面是否有障碍物会导致磕碰、是否有台阶步行梯会出现跌落、是否有人群聚集需要规避等潜在的危险情况。由于视障人群无法通

过视觉判断路况，所以对辅助出行产品的要求则需要更强大的检测能力识别危险源，甚至是预测潜在的危险；其二，除了物理安全，视障人士还需要心理上的安全感^[7]。可靠的导盲工具能够增强他们独立出行的信心。拥有导盲犬的视障人群出行概率之所以远超使用传统导盲工具的视障人群，就是由于导盲犬所带来的更多是心理上的安全，减少了视障人群对未知环境的恐惧；其三在复杂的环境中，导盲工具需要精准识别目标位置，如公交站、电梯口、商店入口等，帮助视障人士快速找到所需地点。障人士需要实时了解周围环境的变化，如车辆行驶、人群流动、突发障碍等。导盲工具必须能够快速感知并传递这些信息，以便及时调整行动。导盲工具需要与视障人士进行实时交互，例如通过语音提示、振动反馈等方式，及时传达关键信息，帮助他们做出正确决策^[8]。

（二）结构设计

基于需求分析结果，确立了视障群体智能助行系统的核心设计逻辑，在产品架构设计层面，需综合考量人机工程学适配性、环境感知可靠性、多模态交互效率及功能模块集成度等关键要素。

第一，为实现良好的道路障碍物探测反馈功能，产品结构上可以利用多传感器融合方案，通过超声波与 ToF 激光测距实现实时避障。通过环形布局的6组高频超声波探头实现120°主探测区及60°侧向辅助区的覆盖，结合 ToF 激光测距模块构建冗余检测机制，确保复杂环境下的感知可靠性^[9]。第二，由于这类产品应

具有的交通信息识别提醒功能，在结构上利用一种多模态融合的交叉口通行辅助方案。硬件层面集成120°广角全局快门摄像头与850nm红外补光模块，结合UWB/GPS双模定位实现亚米级空间定位，构建由NPU加速器驱动的异构计算架构。

（三）外观设计

外观设计上可采用符合人体工学的P形握柄结构，通过卡扣式接口实现模块化扩展，同时继承传统导盲杖的伸缩折叠特性，兼顾便携性与功能拓展需求。在颜色上尽量采用象征着稳重与科技感的色调以适合各种环境使用^[10]。在助行器上端设计骨传导耳机放置以及充电处，方便使用者随取随用。在前端设计夜间使用灯光，以此来提醒使用者周围的人以及车辆。

五、结语

随着科技的不断进步，导盲机器人正逐渐成为视障人士出行的有力助手。它不仅弥补了导盲犬数量不足的短板，还通过智能化、人性化的交互体验，为视障群体提供了更广阔的生活空间和更高的出行自由度。从复杂的城市道路到多变的自然环境，导盲机器人凭借其先进的感知技术和灵活的自主决策能力，为视障人士的安全出行保驾护航。未来，随着技术的进一步完善和普及，导盲机器人有望成为视障群体生活中不可或缺的伙伴，助力他们更好地融入社会，享受科技带来的便利与温暖。但具体何种具身智能体是最适合导盲的形态，还需要市场的验证和用户的反馈。

参考文献

- [1] 世界视觉报告 (World report on vision)[R]. 世卫组织, ISBN978-92-4-000856-4.
- [2] "十四五"全国眼健康规划 (2021-2025年)[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2022, 29(02): 10-13.
- [3] 左炳辉, 范文志, 邱宇. 基于机器视觉的智能导盲杖[J]. 自动化技术与应用, 2022, 41(3): 150-152.
- [4] 钱鹏飞. 基于多传感器融合的新型智能导盲杖设计[J]. 科技创新与应用, 2022, 12(7): 78-79.
- [5] 李艳乔. 视障人群智能出行产品设计研究[D]. 北方工业大学, 2024 (06).
- [6] 王政博, 唐勇, 陈国栋, 等. 基于机器视觉的智能导盲机器人系统设计[J]. 河北水利电力学院学报, 2021, 31(4): 17-22.
- [7] 刘世龙, 谢典, 唐志远, 等. 智能导盲拐杖的语音交互方法[J]. 物联网技术, 2024, 14(3): 128-130.
- [8] 潘虹, 党小娟, 陈江萍. 基于物联网技术的智能导盲系统设计[J]. 物联网技术, 2024, 14(2): 90-92.
- [9] 张云, 陈尚, 屈克非. 基于MSP430的智慧导盲小车设计[J]. 电子制作, 2024, 32(1): 87-89.
- [10] 陆翔, 吴冕, 杨新宇, 等. 基于视听感知替代的虚拟环绕声导盲系统设计[J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2022, 41(6): 120-128.

现代企业数据治理研究

练永涛

清远市政务服务中心, 广东 清远 511500

DOI: 10.61369/TACS.2025050053

摘 要 : 随着数字经济的飞速发展, 数据已经成为企业重要的战略资源之一, 在企业战略管理、运营管理和财务管理等工作中发挥着重要作用。但是目前企业数据治理存在数据“孤岛”、数据安全和人才短缺等挑战, 影响了数据治理质量。本文分析了企业加强数据治理的重要性, 深度剖析了企业数据治理面临的挑战, 从建立企业数据中台、规范数据管理标准、引进专业化数据管理人才、加强数据安全治理五个方面进行阐述, 旨在提高企业数据治理质量。

关 键 词 : 数字经济; 企业数据; 数据治理; 优化路径

Research on Data Governance in Modern Enterprises

Lian Yongtao

Qingyuan Government Service Center, Qingyuan, Guangdong 511500

Abstract : With the rapid development of the digital economy, data has become one of the important strategic resources of enterprises, playing a significant role in enterprise strategic management, operation management, financial management and other work. However, at present, enterprise data governance is faced with challenges such as data "silos", data security and talent shortage, which affect the quality of data governance. This paper analyzes the importance of enterprises strengthening data governance, deeply dissects the challenges faced by enterprise data governance, and elaborates from five aspects: establishing an enterprise data center, standardizing data management standards, introducing professional data management talents, and strengthening data security management, aiming to improve the quality of enterprise data governance.

Keywords : digital economy; enterprise data; data governance; optimization path

引言

人工智能时代下, 大数据、云计算、物联网、区块链等新技术融入企业运营、管理各个环节, 帮助企业实现了线上交易、业财融合、财务共享和 OA 办公, 无形中产生了大量数据。如何安全有效、高质量处理海量数据, 成为企业在激烈市场竞争中脱颖而出的关键。因此, 企业要重视数据治理, 加大在数据治理上的资金投入, 建立智能化数据中台, 实现各部门、各环节数据共享, 规范数据管理标准, 并定期更新数据中台、数据库安全防护系统, 避免数据被盗取、篡改或泄露, 为企业决策、战略规划提供准确数据, 促进企业发展。

一、新时代下企业加强数据治理的重要性

(一) 有利于提升决策质量

有效的数据治理可以帮助企业及时获取市场数据、内部管理数据, 从海量数据中筛选出有价值的信息, 并对数据进行准确、全面分析, 从而为管理层决策提供准确数据, 有利于提高企业决策科学性和决策质量。例如某电商企业通过对直播间、官方店铺和经销商数据进行挖掘和分析, 可以精准把握消费者需求, 明确不同地区、不同年龄段消费者喜好, 科学调整市场营销方案, 从而提高产品效率, 获得更理想的经济效益^[1]。

(二) 有利于优化业务流程

数据治理有助于企业梳理和优化业务流程, 对各个部门、各个工作环节实施监管, 实现线上办公, 促进各部门协作, 从而简化工作流程, 进一步提高业务管理质量^[2]。例如某制造类企业可以通过智能系统加强数据治理, 对各个生产加工环节进行监管, 实时获取生产线数据, 根据数据调整设备参数, 从而提高产品合格率、生产效率, 合理降低生产成本。

(三) 有利于提高企业综合竞争力

数字经济时代下, 市场竞争日益激烈, 数据治理已经成为现代企业核心竞争力之一。有效的数据治理可以帮助企业精准、及

时掌握市场动态，灵活调整产品设计与生产、市场营销、客户服务方案，不断推出个性化产品、提高客户服务质量，从而提高企业市场竞争力。例如某传媒企业通过对用户数据进行挖掘和分析，明确不同群体广告、短视频需求，优化短视频和广告宣传方式，吸引更多消费者关注，从而提高品牌知名度和影响力，在激烈的市场竞争中脱颖而出^[3]。

二、现代企业数据治理面临的挑战

（一）数据孤岛问题

随着企业数字化转型的不断推进，很多企业都建立了数字化管理平台，积极推广线上办公，但是各部门工作属性不同，导致数据无法实时共享，再加上各部门之间缺少协作，导致出现了“数据孤岛”。数据孤岛的存在让企业各部门处在“单打独斗”的环境下，无法实现内部数据共享，影响了决策层对生产、销售和客户满意度等数据的分析和利用，制约了企业发展。

（二）数据质量参差不齐

数据质量是数据治理的核心问题之一。但是在企业数据治理实践中缺乏数据挖掘、入库统一标准，导致数据治理存在准确性低、完整性差等问题。例如某企业在市场调研中只是随机调取近期销售数据、客户满意度评价，没有从宏观上分析不同地区销售数据、不同人群满意度评价，导致数据治理缺乏科学性，影响了后续市场营销工作的开展^[4]。

（三）数据安全与隐私保护压力大

互联网是一个开放式环境，虽然给企业管理带来了不少便利，但是也带来了数据安全和隐私安全问题。一些不法分子通过不明链接、带有木马病毒的邮件入侵企业系统，非法窃取企业科研、财务数据，给企业带来了无法挽回的损失^[5]。此外，部分企业数据安全防范意识比较薄弱，没有及时更新安全防护系统，容易受到计算机病毒、黑客攻击，导致企业数据、员工隐私数据泄露，影响了企业稳定与发展。

（四）专业化数据治理人才短缺

数据治理是一项专业性较强的工作，需要既懂企业管理、又精通信息技术的数据治理人才。但是目前很多企业忽略了引进和培养数据治理人才，大都是由网络部门兼职负责数据治理工作，更看重内部网络建设、网络安全管理，对外部、内部数据挖掘和分析不到位，影响了数据治理质量^[6]。

三、新时代下现代企业数据治理的优化路径

（一）加强组织管理，建立数据中台

企业要积极成立专门的数据治理组织，根据自身发展需求、战略目标构建数据中台，负责统筹协调数据治理工作，进一步提高数据治理质量。数据中台是企业数据治理的核心，负责挖掘、处理和分析数据，为企业管理层决策提供数据，采用微服务架构，通过 API 接口实现数据实时共享，便于各部门及时上传和管理数据，从而消除“数据孤岛”，实现数据资产化，提高数据管

理和应用价值^[7]。数据中台划分为：数据采集、数据存储和管理、数据治理和数据应用模块，设立不同级别安全账号，鼓励跨部门数据共享，建立统一的数据交换平台，促进信息流通和业务协同，便于企业管理层、各部门负责人和员工上传和下载数据，提高数据采集、管理和应用质量。此外，企业可以成立数据治理部门，制定数据治理战略，明确各部门数据管理工作职责，制定严谨的数据安全规范手册，督促各部门严格执行数据管理规范，规范数据挖掘、分析、存储、管理和应用流程，从而提高数据治理水平。通过建立完善的数据治理架构、构建专业化数据中台，企业可以明确数据所有权、责任和流程，促进跨部门协作，积极打破数据壁垒，从而提高数据治理质量^[8]。

（二）制定统一的数据标准，提高数据管理质量

统一的数据标准是实现数据共享和流通的基础，也是提高数据治理质量的重要保障，其重要性不言而喻。第一，企业要根据自身需求制定数据治理规范，明确数据定义、存储格式、数据变化、账号权限、安全管理标准等，统一内部数据治理标准，并把相关文件下发到各个部门，督促各个部门规范化挖掘、存储、管理数据，并定期进行数据清洗、更新和校验，确保数据的完整性、一致性和准确性，提高数据管理质量^[9]。例如金融类企业可以制定客户数据治理统一标准，要求各部门、业务员及时搜集客户基本信息、理财信息、个人信用信息和服务项目等信息，实现各个部门数据共享，为客户提供更加专业的理财服务，提高客户满意度。第二，企业要建立完善的数据质量管理体系，明确数据质量监测、质量评估和改进标准，借助大数据实施监管各部门数据，定期对数据治理流程进行评价，及时发现其中存在的问题，并督促相关部门负责人进行整改，并跟进数据治理整改效果，解决数据治理过程中存在的问题。例如电商企业可以建立数据质量监控平台，通过后台系统监测网络店铺、直播间订单数据、客户满意度、产品使用体验等关键数据，并对线上售前咨询、售后服务数据进行监管，及时发现其中存在的问题，提高数据分析准确性，为业务部门、企业决策层提供准确数据，提高企业经济效益^[10]。

（三）加强网络安全建设，强化数据安全与隐私保护

“互联网+”时代下，人工智能、大数据、区块链和物联网等信息技术为企业数字化转型注入了活力，提高了管理效率和决策科学性。但是互联网也给企业数据治理带来了数据安全、隐私保护风险，对企业数据治理平台防护性、安全性提出了更高要求。首先，企业要加强数据安全与隐私保护技术创新，优化数据加密、访问权限控制、数据脱敏等手段，确保数据在存储、传输过程中的安全性，还要定期更新内部计算机防火墙、数据中台系统，及时拦截计算机病毒、黑客攻击，避免数据被窃取、篡改或泄露^[11]。其次，企业要加强数据安全的管理，明确数据访问权限、定期更新加密密码、对重要数据进行备份，保护企业数据不受侵害。例如医院要对患者医疗数据进行加密处理、明确各个科室查看患者个人数据的权限，并执行严格的访问控制机制，只有经过授权的账号才能查看患者医疗数据，并加强医护、后勤管理人员数据安全防护意识，对患者数据进行保密，提高医院数据治理质

量。总之，企业要提高对数据安全的重视，在数据治理技术、管理上下功夫，提高数据中台、办公系统安全防护能力，保护好各类数据，提高数据治理水平。

（四）培养和引进数据治理人才，深化数据治理改革

企业要重视数据治理人才培养，做好数据治理人才内部培养和外部引进工作，培养一支专业知识扎实、安全意识强、管理能力强的数据治理人才队伍，为提高数据治理质量奠定良好人才基础。第一，企业要定期开展数据治理培训，组织各个部门员工学习数据安全、数据治理和隐私数据保护等知识，增强他们数据安全意识，引导他们养成不点击不明链接、定期为电脑杀毒、定期更新安全系统和账户密码，提高员工数据治理意识和能力。同时，企业还可以把数据治理能力纳入员工绩效考核体系中，激发员工学习数据治理技能的积极性，并鼓励他们积极考取相关证书，从而提高员工数据治理能力。第二，企业还要积极引进大数据、物联网、区块链、网络安全和人工智能等相关专业人才，组建专业化数据治理人才，加快数据中台建设，提高内网安全防护

能力，免受计算机病毒和黑客攻击，从而确保数据安全^[12]。例如企业可以和高校、科研院所合作，联合培养复合型数据治理人才，满足数据治理人才需求；研发数据中台，优化系统架构，提高数据治理效率和质量，为企业数据治理提供技术支持，从而提高企业数据治理质量。

四、结论

数字经济浪潮下，数据治理已成为现代企业不可或缺的重要组成部分。尽管企业在数据治理过程中面临诸多挑战，但通过建立完善的数据治理组织架构、制定统一的数据标准、强化数据安全与隐私保护以及培养和引进数据治理人才等一系列措施，企业能够实现数据的高效治理。在未来，企业数据治理要推进 AI 赋能，实现智能化识别与管理数据，推进产学研合作，联合高校培养数据治理人才，满足数据治理人才需求，促进企业高质量发展。

参考文献

[1] 黄亮, 付德志, 荀凡. 面向多业态集团的企业数据治理共享思路及框架 [J]. 网络安全技术与应用, 2024, (10): 53-56.

[2] 姜威. 基于数据中台的中小企业数据治理路径研究 [J]. 信息技术与标准化, 2024, (12): 70-75.

[3] 陈德球, 胡晴. 数字经济时代下的公司治理研究: 范式创新与实践前沿 [J]. 管理世界, 2022, 38(6): 213-239.

[4] 黄国平. 创新和重塑数据治理体系——以金融数据治理为例 [J]. 经济管理, 2023, 45(1): 25-42.

[5] 郭宇璇, 靳小龙, 司华友, 等. 我国企业数据资源化现状分析及对策研究 [J]. 海峡科学, 2024, (12): 151-155.

[6] 马威风, 冯波. 大数据背景下企业运维数据治理研究与实践 [J]. 网络安全和信息化, 2024, (12): 72-74.

[7] 刘畅. 数字化转型下的企业数据资产价值实现与核算问题探究 [J]. 财经界, 2024, (34): 48-50.

[8] 田晓琳. 大数据视角下电网企业业财融合数据治理的思考 [J]. 中小企业管理与科技, 2024, (22): 88-90.

[9] 雷定美. 数据治理视域下企业数据合规的困境与路径 [J]. 内蒙古民族大学学报 (哲学社会科学版), 2024, 50(06): 96-104.

[10] 郭一兵. 数据资产入表下 C 公司数据治理关键阻碍因素分析及应对策略研究 [D]. 电子科技大学, 2024.

[11] 武玮. LC 公司数字化转型中的数据治理体系构建研究 [D]. 大连海事大学, 2024.

[12] 田新. 基于数据治理的制造业企业工业大数据的应用讨论 [J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(10): 50-51+84.

基于大数据时代的铁路货车维修数据管理与应用研究

王刚

中国铁路武汉局集团有限公司设备监造部, 湖北 武汉 430000

DOI: 10.61369/TACS.2025050057

摘 要 : 随着大数据技术的迅猛发展, 其在各行业的应用不断深化, 铁路运输领域也迎来了数据驱动的变革机遇。铁路货车作为货物运输的核心载体, 其维修数据涵盖故障记录、零部件更换、检修流程等多维度信息, 这些数据在传统管理模式下方因分散存储、格式异构等问题, 难以实现高效整合与深度挖掘, 制约了维修效率的提升和安全保障能力的强化。基于此, 笔者将在本文中以大数据时代为背景, 聚焦铁路货车维修数据的管理与应用展开研究。希望能为读者提供一些参考与帮助。

关 键 词 : 大数据; 铁路货车维修; 数据管理

Research on Railway Freight Car Maintenance Data Management and Application in the Era of Big Data

Wang Gang

Equipment Supervision and Manufacturing Department, China Railway Wuhan Group Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

Abstract : With the rapid development of big data technology, its application in various industries is constantly deepening, and the railway transportation field has also ushered in opportunities for data-driven transformation. As the core carrier of cargo transportation, railway freight cars' maintenance data covers multi-dimensional information such as fault records, parts replacement, and maintenance processes. Under the traditional management model, these data often face problems such as scattered storage and heterogeneous formats, making it difficult to achieve efficient integration and in-depth mining. This restricts the improvement of maintenance efficiency and the enhancement of safety assurance capabilities. Based on this, the author will focus on the management and application of railway freight car maintenance data in the context of the big data era in this paper, hoping to provide some reference and help for readers.

Keywords : big data; railway freight car maintenance; data management

引言

在数字经济蓬勃发展的当下, 大数据技术正以前所未有的力量重塑着各行各业的发展模式, 铁路运输行业作为国家综合交通运输体系的核心组成部分, 也正经历着从传统运营向智能化、信息化转型的关键阶段。铁路货车作为承担大宗货物运输的主力军, 其安全稳定运行直接关系到国家物流体系的畅通与高效, 而维修工作则是保障铁路货车性能的核心环节。随着铁路货车保有量的持续增长以及运行里程的不断增加, 维修过程中产生的数据呈现出爆炸式增长态势。在此背景下, 本文聚焦大数据时代背景下铁路货车维修数据的管理与应用展开研究, 旨在通过梳理当前维修数据管理的现状与问题, 探索构建科学高效的数据管理体系, 挖掘数据在故障预警、维修优化等方面的应用价值, 为提升铁路货车维修水平、推动智慧铁路发展提供有力支撑^[1]。

一、铁路货车维修数据管理中存在的问题

(一) 分析手段传统

分析手段的传统体现在多个维度, 其一, 工具局限性显著, 多数铁路企业仍依赖 Excel、Access 等基础办公软件处理维修数

据, 这类工具在数据容量上存在明显瓶颈, 当面对近十年积累的 TB 级货车故障记录、零部件更换清单及运行状态参数时, 常出现卡顿、崩溃等问题, 无法完成全量数据的一次性加载与计算。其二, 分析维度单一, 传统方法多采用单因素统计, 如单独计算某类故障的年度发生频次, 却难以实现多变量交叉分析, 例如同时

考量“车型、运行区域气候、载重吨位、检修周期”四个维度对制动系统故障率的综合影响，导致对故障成因的判断片面化^[3]。其三，规律捕捉能力薄弱，对于数据中隐藏的非线性关联，如“轴承温度在-10℃至0℃区间时，其磨损速率与运行速度呈现指数级增长关系”，传统的线性回归模型无法精准拟合，只能通过人工经验大致推断，误差率高达40%以上。此外，效率与成本失衡，某铁路局在分析2018-2023年的货车维修数据时，组织3名数据专员采用传统方法耗时15天完成统计，得出的结论仅涵盖28%的关键影响因素；而引入大数据分析工具后，相同数据量的处理时间缩短至8小时，关键因素识别率提升至82%，对比之下，传统手段的时间成本是现代技术的45倍，却无法达到同等分析深度，这种低效模式严重制约了维修决策的及时性与科学性^[4]。

（二）价值挖掘浅层

铁路货车维修数据管理在价值挖掘上存在浅层化问题，现有系统多停留在数据存储和简单统计层面，未能深入挖掘数据间的关联价值。例如，系统虽能记录某类轴承的更换频率，却无法结合货车运行里程、装载重量、线路坡度等数据进行交叉分析，难以识别出导致轴承提前失效的关键诱因，使得维修策略仍停留在“坏了就换”的被动层面；同时，数据预测功能薄弱，仅能依据历史故障数据生成简单的趋势图表，而无法通过算法模型预测特定部件的剩余寿命，导致维修计划制定缺乏精准依据，常出现过度维修或维修不足的情况，既增加了成本又埋下安全隐患。此外，数据价值挖掘未延伸至全生命周期管理，忽视了维修数据与制造数据、运营数据的联动，比如某批次货车在维修中频繁出现制动系统故障，却因未关联生产环节的零部件供应商信息，无法追溯问题源头，也难以向制造商反馈改进建议。更重要的是，数据挖掘成果与业务决策脱节，分析报告中提及的“某线路货车故障高发”等结论，未转化为具体的线路巡检强化方案或货车调度调整建议，导致数据无法真正驱动维修管理模式升级，始终局限于事后记录而非事前预防、事中优化的深层价值释放^[5]。

（三）与维修实践脱节

铁路货车维修数据管理与维修实践脱节的问题主要体现在数据记录的及时性与准确性不足，一线维修人员在作业过程中往往需要兼顾高强度的体力劳动与繁琐的数据录入，导致部分关键信息如零件更换型号、故障具体表现等被简化或滞后记录，甚至出现凭记忆补录的情况，使得系统数据与实际维修情况存在偏差；同时，数据收集维度与现场需求不匹配，现有系统多侧重记录维修时长、更换零件数量等量化指标，却忽视了维修过程中诸如部件磨损程度的直观描述、异响来源等质性信息，这些信息对后续故障诊断和预防至关重要，却因缺乏标准化记录模板而难以纳入系统^[6]；此外，数据应用环节存在“两张皮”现象，系统生成的维修报告多用于应付台账检查，其分析结果如故障高发部件清单、维修工艺优化建议等未能及时反馈给一线班组，维修人员仍依赖传统经验开展工作，导致数据价值无法转化为实际维修效率的提升，而当现场出现新型故障时，由于数据系统未能与维修实践形成实时互动，无法快速调用相关案例和解决方案，进一步加剧了维修滞后问题，这种脱节不仅增加了重复劳动和资源浪费，

更可能因数据失真埋下安全隐患，影响铁路货车的运行可靠性^[7]。

二、基于大数据时代的铁路货车维修数据管理与应用策略

（一）构建全维度数据采集与管理体系

构建全维度数据采集与管理体系需从技术架构与流程优化两方面同步发力，首先要依托物联网技术搭建覆盖铁路货车全生命周期的智能感知网络，在转向架、制动系统、轮对轴承等关键部件嵌入高精度传感器，实时采集振动波形、温度波动、压力变化等动态参数，同时通过车载终端记录行驶速度、里程、线路工况等环境数据，实现从静态停车维修到动态运行监测的数据贯通^[8]；针对一线维修场景，开发适配不同终端的轻量化数据录入工具，支持维修人员在作业间隙通过语音转文字功能描述故障特征，利用AR技术扫描零件二维码自动关联型号规格，借助高清摄像头拍摄部件磨损图像并自动标注关键区域，结合OCR识别技术提取维修工单、检测报告中的结构化信息，大幅减少人工录入工作量，确保数据记录的及时性；在此基础上，建立跨部门协同的数据标准化体系，联合维修班组、技术部门、设备厂商共同制定涵盖故障类型、维修工艺、零件参数等28类核心数据的分类标准，统一“轴温过高”“异响”等描述性词汇的定义与分级，设计包含文字、图像、视频等多格式的记录模板，让质性信息也能实现结构化存储；同时搭建分布式数据存储平台，采用边缘计算技术对实时采集的海量数据进行预处理，过滤无效干扰信息，再将关键数据同步至云端数据库，实现从运行状态、故障诊断、维修操作到部件更换的全流程数据链整合，为后续深度分析提供完整、准确、及时的基础数据支撑，彻底解决传统数据采集碎片化、滞后性的问题^[9]。

（二）强化数据深度挖掘与预测性应用

强化数据深度挖掘与预测性应用需以算法模型为核心，构建“数据输入-智能分析-决策输出”的闭环体系，首先要基于历史维修数据与实时监测参数搭建多维度分析模型，通过随机森林、神经网络等算法对轴承温度、轮对振动等13类关键指标进行训练，识别出部件劣化的早期特征参数，例如当轮对横向振动加速度超过0.3g且持续10分钟以上时，系统自动触发一级预警，精准预测剩余安全运行里程，为维修计划制定提供量化依据；针对故障溯源需求，开发关联分析引擎，将维修记录中的零件更换信息与货车运行线路的坡度、曲率、日均载重等数据进行交叉计算，生成“部件-工况-寿命”关联图谱，比如发现某型号制动闸瓦在坡度超过15°的线路上使用寿命缩短40%，为针对性采购和工艺调整提供数据支撑^[10]；同时，建立动态更新的故障案例知识库，利用自然语言处理技术对非结构化维修记录进行语义解析，提取故障现象、排查步骤、解决方案等关键要素，形成标准化案例模板，当一线维修人员通过语音或文字输入故障描述时，系统在0.5秒内匹配相似度最高的历史案例，并推送对应的维修方案和注意事项，大幅提升故障处理效率；此外，构建维修效能评估模型，通过对比实际维修时长与系统根据历史数据预测的标准工

时，结合零件更换合理性分析，识别出工艺瓶颈和技能短板，例如发现某班组处理轴承故障的平均时长超出标准 20%，进一步分析数据可知是缺乏专用拆装工具导致，从而推动资源调配和培训计划优化，让数据价值贯穿于预测、诊断、评估的全维修流程^[9]。

（三）推动数据与业务流程深度融合

推动数据与业务流程深度融合需打破“数据孤岛”与“应用壁垒”，构建“数据驱动业务、业务反哺数据”的动态生态，首先要搭建一体化决策支持平台，将故障预测模型、关联分析结果等数据产物转化为可直接执行的维修指令，例如当系统监测到某列货车轮对轴承预警时，自动向负责该线路的维修班组推送包含故障位置、建议更换零件型号、预估工时的维修工单，并同步关联备品库库存信息，实现从预警到派工的无缝衔接，避免数据仅停留在报告层面；针对不同业务场景开发定制化数据工具，为维修人员配备移动终端数据看板，实时显示待处理故障清单、历史维修记录及相关注意事项，支持现场查询零件安装规范视频，而管理层可通过可视化仪表盘掌握各班组维修进度、资源利用率等关键指标，动态调整人力与设备调配方案，让数据渗透到维修全流程的每个环节；建立数据应用反馈机制，鼓励一线人员在作业过程中标记数据偏差，如实际故障原因与系统预测不符时，通过简易界面提交修正意见，技术部门定期汇总分析这些反馈，优化算法模型与数据采集维度，例如根据维修人员反馈增加“冬季

低温环境下制动系统反应延迟”的专项监测指标，使数据更贴合现场实际需求；同时将数据应用效果纳入绩效考核，把预测准确率、数据反馈及时率等指标与班组评优、个人奖惩挂钩，激发全员参与数据管理的积极性，确保数据不仅能指导业务，更能通过业务实践持续迭代优化，最终实现维修流程从“经验驱动”向“数据驱动”的彻底转变，让数据价值真正转化为维修效率与安全保障能力的提升^[10]。

三、结语

综上所述，在大数据时代背景下，铁路货车维修数据管理与应用的革新是推动铁路运输行业智能化转型的关键一环。全维度的数据采集为数据应用奠定了坚实基础，深度挖掘让数据的价值得以充分释放，与业务流程的融合则确保了数据能真正服务于维修实践。这些策略的实施，不仅能提升铁路货车维修的精准性和高效性，降低维修成本，更能为铁路货车的安全稳定运行提供有力保障，助力智慧铁路的建设与发展。未来，随着大数据技术的不断进步，铁路货车维修数据管理与应用将朝着更智能、更精准的方向迈进。持续探索数据在维修领域的新应用，不断优化数据管理体系，对于提升铁路运输行业的整体竞争力，保障国家物流体系的畅通高效具有重要意义。

参考文献

[1] 赵强, 孙明辉. 大数据驱动铁路货车维修决策优化模型研究 [J]. 铁道学报, 2022, 44 (7): 115 – 124.
[2] 王芳, 李华. 基于物联网与大数据融合的铁路货车全生命周期数据管理体系构建 [J]. 中国铁路, 2023 (9): 82 – 90.
[3] 刘刚, 陈宇. 铁路货车状态修中数据挖掘技术的应用及效能评估 [J]. 交通运输工程学报, 2024, 24 (2): 178 – 188.
[4] 冯乐乐. 铁路货车智能维修实时数据应用关键技术研究 [J]. 运输经理世界, 2024, (07): 160–162.
[5] 陈辉, 杨阳. 大数据分析在铁路货车故障预测与健康管理中的应用研究 [J]. 中国铁道科学, 2021, 42 (4): 98 – 106.
[6] 周宁, 马丽. 数字化时代铁路货车检修车间智能化升级路径探索 [J]. 铁道运营技术, 2024, 30 (3): 20 – 24.
[7] 吴昊, 郑伟. 铁路货车维修数据价值深度挖掘方法及案例分析 [J]. 交通与运输, 2023, 39 (4): 62 – 68.
[8] 李飞, 赵萌. 基于数据可视化与智能决策的铁路货车维修管理系统设计与实现 [J]. 铁路计算机应用, 2022, 31 (10): 51 – 57.
[9] 钱程, 孙瑶. 铁路货车状态修实践中的数据管理策略与应用案例 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2024.
[10] 黎巧能, 徐勇, 刘凤伟, 等. 铁路货车智能运维技术研究 [J]. 智慧轨道交通, 2022, 59(05): 38–41.

基于时空物联网技术的农业测绘数据采集方法研究与应用

李丽¹, 覃敏姚^{1*}, 林秀子¹, 邓希², 朱小刚²

1. 广西产研院时空信息技术研究所, 广西 南宁 530200

2. 广西产业技术研究院, 广西 南宁 530200

DOI: 10.61369/TACS.2025050059

摘要 : 随着信息技术的飞速发展, 时空物联网技术在农业领域的应用成为推动农业现代化的重要力量, 将其应用到农业时空数据采集和管理中不仅为农业生产带来了便利, 还提高了农业生产效率和农产品质量。基于此, 本文针对基于时空物联网技术的农业测绘数据采集展开研究, 分析其采集方法, 提出相应的应用对策, 旨在为农业测绘数据采集的智能化、精准化发展提供参考, 助力农业产业的转型升级。

关键词 : 时空物联网技术; 农业; 测绘数据; 采集方法; 应用

Research and Application of Agricultural Surveying and Mapping Data Collection Methods Based on Spatiotemporal IoT Technology

Li Li¹, Qin Minyao^{1*}, Lin Xiuzi¹, Deng Xi², Zhu Xiaogang²

1. Institute of Spatio-Temporal Information Technology, Guangxi Industrial Technology Research Institute, Nanning, Guangxi 530200

2. Guangxi Industrial Technology Research Institute, Nanning, Guangxi 530200

Abstract : With the rapid development of information technology, the application of spatiotemporal IoT technology in the agricultural field has become an important force in promoting agricultural modernization. Its application in agricultural spatiotemporal data collection and management not only brings convenience to agricultural production, but also improves agricultural production efficiency and agricultural product quality. Based on this, this paper conducts research on agricultural surveying and mapping data collection based on spatiotemporal IoT technology, analyzes its collection methods, and puts forward corresponding application countermeasures, aiming to provide reference for the intelligent and precise development of agricultural surveying and mapping data collection and help the transformation and upgrading of the agricultural industry.

Keywords : spatiotemporal IoT technology; agriculture; surveying and mapping data; collection methods; application

引言

农业作为国民经济的基础产业, 其可持续发展关乎国家粮食安全和社会稳定。随着物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术的不断涌现, 时空物联网技术应运而生, 为农业测绘数据采集带来了革命性的变革。时空物联网技术融合了时间信息和空间信息, 能够实现对农业生产环境、农作物生长状态等数据的实时动态、精准采集与传输。通过将各类传感器、智能设备等终端节点接入网络, 构建起覆盖农业生产全流程的感知网络, 为农业生产决策提供全面、准确的数据支撑^[1]。因此, 本文开展基于时空物联网技术的农业测绘数据采集方法研究与应用, 具有重要的现实意义。

一、基于时空物联网技术的农业测绘数据采集方法

(一) 多源异构数据融合采集法

通过整合卫星遥感、无人机航拍等多种数据来源, 构建全方位的农业测绘数据采集网络。在“天”方面, 通过卫星遥感技术

可以快速获取大面积农田中的植物覆盖、土壤含水量等宏观信息, 具有达米级甚至亚米级分辨率的高精度度量效果, 对地区农业资源布局具有高准确性表述能力的特征。在“地”方面, 无人机航拍的方式则解决了卫星遥感不实时的问题, 运用载有高像素照相机、热红外成像装置等工具可以在较短时间内完成某一局部

基金项目: 广西产研计划项目《数字农业农村“天空地人网”一体化数据要素汇聚融合平台关键技术研究与应用》(项目编号: CYY-HT2023-JSJJ-0026)。

地区的调查测量,对作物生长状况、病虫害与虫情等方面的具体信息进行测定。在“地”方面,地面测控传感器用来完成土壤含水量、大气温度与相对湿度、日照强度等环境量的实时观测,形成一体化的数据采集体系^[2]。通过建立“天—空—地—人”的数据模型(见图1),以降低各个设备中产生的系统误差,使各类数据从时间与空间标准上达到一致性标准,对于后续的研究与应用有着极其重要的价值。

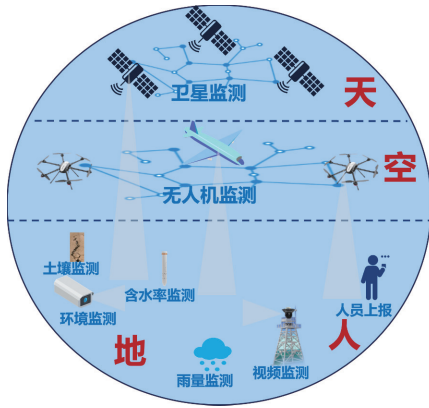


图1 “天—空—地—人”数据模型

(二) 时空动态感知采集法

依托物联网的实时感知特性,该方法实现了农业测绘数据的动态化采集与更新。通过在农田中布设具有定位功能的智能传感器节点,形成覆盖监测区域的传感网络(见图2)。每个传感器节点不仅能够采集土壤养分、pH 值、作物生长高度等农业生产关键数据,还能通过北斗或 GPS 定位技术获取数据采集的精确空间坐标^[3]。同时,系统按照预设的时间间隔自动完成数据采集与传输,构建包含时间维度的农业测绘数据库。这种动态采集方式能够实时捕捉农业生产环境的变化情况,如作物生长周期内的形态变化、土壤肥力的动态演变等,为农业生产管理提供及时准确的数据支持。



图2 时空动态感知采集布局

(三) 边缘计算辅助采集法

针对农业测绘数据采集过程中存在的数据量大、传输距离远、实时性要求高等问题,边缘计算辅助采集法通过在数据采集终端部署边缘计算节点,实现数据的本地化处理与优化。边缘计算节点能够对传感器采集的原始数据进行实时筛选、清洗和压缩,去除冗余信息和异常数据,减少需要传输的数据量,降低网络传输压力^[4]。同时,边缘节点可对数据进行初步分析,如作物生长状态评估、土壤异常检测等,及时发现农业生产中的问题并发

出预警。对于经过处理的有效数据,边缘节点通过物联网通信技术传输至云端数据中心进行进一步存储和分析。这种采集方法不仅提高了数据采集的效率和可靠性,还增强了系统的实时响应能力,满足了精准农业对数据及时性的需求。

二、基于时空物联网技术的农业测绘数据采集方法的应用

(一) 传感技术在农业测绘数据采集中的应用

传感技术是农业测绘数据采集的基础,通过各类传感器实现对农业生产环境的精准感知。土壤传感器是应用最为广泛的传感设备之一,能够实时监测土壤中的氮、磷、钾含量,以及土壤湿度、温度等参数,为精准施肥和灌溉提供数据依据。在农业植物生长监测方面,通过种植植物生长监测仪实时监测并记录植物生长的相关数据(如植株高度、茎的直径、叶片覆盖率和叶绿素含量等),可以得知植物是否健康生长以及是否获得足够的营养,有利于农户及时了解其成长情况。当发现植物生长指标有异常时,农户便可以及时采取措施,如改变施肥比例或对病虫害进行防治,使植物健康成长。并且通过病、虫害监测仪器可以分析害虫的行为习惯以及导致病虫害的严重程度等信息来进行病虫害的预测,得到病虫害预测的准确时间和位置,减少农药的使用量,提高防虫灭害效率。对于环境信息的采集,运用气温、湿度的温度与湿度传感器、光照强度光传感器以及 CO₂ 传感器等,可实时采集到农业生产的环境信息。通过对上述信息的解析,获悉农作物生长环境状态,并将农作物生长环境状态作为农业建筑内环境变化的标准依据^[5]。比如,在大跨度温室,根据空气温度与湿度、光照强度等数据,自动调节温室通风系统、遮阴系统、加湿系统等,保持最适宜农作物生长的环境状态,进而提高农产品的质量和产量。

(二) 物联网通信技术的应用

在大规模农田监测中,可采用 LoRa、NB-IoT 等低功耗广域网技术,这些技术适合在广袤的农田环境中部署。通过建立基于 LoRa 技术的无线传感网络,可将分布在田间的传感器节点采集的数据汇聚至网关设备,再由网关通过 4G/5G 网络传输至云端平台,实现数据的远程实时传输。在设施农业中,如温室大棚,多采用 ZigBee 短距离通信技术,该技术能够实现大棚内各类传感器和控制设备的互联互通^[6]。通过 ZigBee 网络,可将温室内部数据实时传输至控制中心,实现对大棚环境的精准调控。物联网通信技术的应用打破了传统农业数据采集的时空限制,实现了农业测绘数据的网络化管理与共享。

(三) 大数据分析技术的应用

大数据分析技术为农业测绘数据的深度挖掘与应用提供了强大支撑,通过对海量农业测绘数据的分析,提取有价值的信息和知识,指导农业生产实践。利用大数据分析的方法处理作物生长周期测量数据并进行趋势分析,建立作物生长模型,对作物产量、品质进行估算,例如利用作物每个生长期的株高、植株覆叶率、土壤营养数据等,结合气候环境数据,能够建立小麦产量预测

模型,作为粮食生产安排的参考依据。在防治农害方面,大数据分析能够分析作物病害及昆虫灾害发生的时空分布规律,结合历史数据和实时监测数据就能判断可能发生灾害,提前发出警报,引导农民及时采取防护措施^[7]。同时通过对土地测量数据的挖掘,实现土壤肥力分类施肥,针对不同区域土壤的特性制订相应的施肥方案,以提高土壤资源的利用效率。大数据分析手段应用使农业测量数据由事件记录转变为具有决策价值的信息资产,引导农业生产向精准化、智能化方向发展。

(四) 移动技术的应用

农业技术人员可以运用安装在手机和平板电脑上的 App,来查询其田间布置的传感器采集到的信息和无人机的照片信息。当作物进入生长的重要阶段时,带着移动手机和平板到现场查看作物生长情况和病虫害发生状况等,并将其数据录入云端数据库系统,通过移动手机和平板电脑,完善农业测量数据信息。这种移动技术的应用也可以即时对数据做出分析和决策,其软件还内置了分析模板,能通过获得数据进行分析,从而可以即时给出如施肥、灌溉等管理建议,引导农民进行精准作业^[8]。此外,此软件还具有数据分享功能,让农民、农业技术人员、农业公司等等可以即时通过移动手机和平板电脑实现数据分享,提高农业生产协作水平。

三、相关建议

(一) 提供培训和支持

农民和相关政府部门需要共同努力,提供培训和支持,提高农民的科技能力和知识水平。第一,加大农民培训力度。为提高农村技员的技术素质,各级政府还要加大对农技教育经费的投入,并编制详细的教育计划。同时,各级政府要定期组织以农民为对象进行空间信息网络应用、农业测量资料采集等方面的讲座,并邀请农业界专家或专业技术人员出席,并讲授理论知识和现场指导,也可采用讲授理论知识辅以实践提高农民学习效率。第二,提供服务支持。相关部门可采用开通农业技术咨询热线、网上答疑等方式,解决广大农民在使用农业测量信息采集技术方

法方面的咨询问题,组织农业专业技术人员深入农村开展现场技术指导与服务,帮助广大农民解决实际操作困难,并鼓励农业产业化龙头企业和科研单位携手农民建立示范区,向社会展现基于时空互联网技术的农业测量信息采集模式的应用效果,让农民亲眼感受科技进步带来的实惠,增强其采用新技术的积极性^[9]。

(二) 加强网络基础设施建设

改善互联网基础设施条件,优化农村区域的网络情况,对推广基于空间时间物联网技术的农业田间信息数据采集技术具有重要的支撑作用。当地政府应加大对农村互联网基础设施建设的投入,将农村互联网发展纳入国家强农兴农的基本内容中,并编制科学的建设规划。加快普及农村地区 4G 无线网络的覆盖、开展 5G 无线网络试验工作,提高农村地区的网络带宽、稳定性,降低网络资费,使农民可以用得起、用得好的网络服务^[10]。

(三) 制定相关法律法规

制定相关法律法规,保护好农民和农作物的数据安全和隐私,是促进基于时空物联网技术的农业测绘数据采集方法健康发展的重要前提。应加快完善农业数据安全和隐私保护相关的法律法规体系,明确数据采集、存储、传输、使用等环节的权利和义务,规范数据处理行为。明确农业测绘数据的所有权、使用权和管理权,保障农民对

四、结语

综上所述,时空物联网技术在农业测绘数据采集中的深度应用,标志着农业生产正从传统经验驱动向数据驱动转型。在数据采集方面,通过创新多源异构数据融合、时空动态感知和边缘计算辅助等方法,能够突破传统测绘在时空维度上的局限,实现农业生产要素的精准感知与动态监测。在实际应用中,相关部门要综合运用传感技术、物联网通信、大数据分析和移动应用等技术,以此提升农业数据采集的效率与质量,推动数据向生产力的转化。在后续工作中,农业测绘部门应不断探索有效方法,推动农业测绘数据采集向更智能高效的方向发展。

参考文献

- [1] 朱启明,唐芸妃,潘朝勃,等.乡村振兴背景下涉农高职院校农业物联网技术应用课程建设与实践探究[J].智慧农业导刊,2024,4(22):10-13.DOI:10.20028/j.zhnydk.2024.22.003.
- [2] 陈思衡,赵超越,郝宏堡,等.农业物联网技术应用及创新发展的途径探讨[J].现代化农业,2024,(11):91-93.
- [3] 韩光.农业物联网技术在智慧农场建设中的应用与效益分析[J].农业产业化,2024,(10):81-84.
- [4] 王奂,王亮,孔悦,等.物联网技术在农业捕虫设备远程监控与智能管理中的应用现状及前景探析[J].农业与技术,2024,44(20):35-38.DOI:10.19754/j.nyyjs.20241030008.
- [5] 赵树林,曲丽君,吕光杰,等.基于 MQTT 的农业物联网关键技术研究与应用平台设计[J].农业技术与装备,2024,(10):22-24+27.
- [6] 崔明,蒋其友,耿飞,等.基于“岗课赛证”融合的高职农业物联网工程课程体系设计研究[J].智慧农业导刊,2024,4(20):128-131.DOI:10.20028/j.zhnydk.2024.20.030.
- [7] 凯赛尔·麦麦提敏.物联网技术在某地区智慧农业中的应用及实践研究——以新疆库尔勒为例[J].信息与电脑(理论版),2024,36(19):53-55.
- [8] 李航,徐宁.基于 GIS 的“多测合一系统”设计及其性能测试分析[J].中国新技术新产品,2024,(15):123-125.DOI:10.13612/j.cnki.cntp.2024.15.008.
- [9] 张明灏.天上看空中探地面查河南省遥感测绘院打造“天空地”协同动态监管体系[J].资源导刊,2021,(10):43.
- [10] 邵凡彬,华昭杰,吴朝阳,等.一种基于物联网技术的地面 DEM 测绘系统[C]//中国通信学会,中国电子学会.物联网与无线通信-2018 年全国物联网技术与应用大会论文集.南京信息工程大学;,2018:101-102.

基于 CUDA 的多岛遗传算法可控源电磁反演研究

尤淼, 葛诚

安徽省勘查技术院, 安徽 合肥 230031

DOI: 10.61369/TACS.2025050060

摘 要 : 为提升可控源电磁数据反演的计算效率与全局搜索能力, 本文提出一种基于 CUDA 并行加速的多岛进化算法。为适应 GPU 的硬件架构, 将整个种群划分为多个独立演化的子种群, 并在 GPU 上进行并行计算, 可显著提升种群初始化、适应度评估和进化操作等关键环节的运算效率。模型测试结果表明, 该方法在计算效率方面具有显著优势, 相较于传统 CPU 串行实现, 反演速度提升可达数百倍。本研究为使用 GPU 进行地球物理非线性反演计算提供了一种新的思路。

关 键 词 : 可控源电磁法; 非线性反演; 多岛遗传算法; CUDA 并行计算

CUDA-Based Multi-Island Genetic Algorithm for Controlled-Source Electromagnetic Inversion

You Miao, Ge Cheng

Geological Exploration Technology Institute of Anhui Province, Hefei, Anhui 230031

Abstract : To improve the computational efficiency and global search capability of controlled-source electromagnetic data inversion, this study proposes a CUDA-based parallel multi-island evolutionary algorithm. To leverage the GPU hardware architecture, the entire population is divided into multiple independently evolving subpopulations, which are computed in parallel on the GPU. This approach significantly accelerates key processes such as population initialization, fitness evaluation, and evolutionary operations. Model tests demonstrate that the proposed method offers substantial improvements in computational efficiency, with inversion speed increased by several hundred times compared to traditional CPU-based serial implementations. This study provides a novel approach for applying GPU computing to nonlinear geophysical inversion problems.

Keywords : controlled-source electromagnetic method; multi-island genetic algorithm; nonlinear inversion; CUDA parallel computing

引言

可控源电磁法 (Controlled-Source Electromagnetic Method, CSEM) 是一种人工源电磁勘探技术, 通过在地表布设人工电磁场源, 观测地下介质对电磁波的响应, 通过反演计算获取地下电性结构。该方法具有施工效率高、浅部分辨率良好等特点, 近年来已广泛应用于油气、矿产、海洋等勘探领域^[1]。

CSEM 反演是一个高度非线性的数学问题, 常规的反演方法如线性迭代法往往容易陷入局部最优, 难以获得全局最优解。为此, 近年来多种非线性算法被引入到电磁反演领域, 其中遗传算法 (Genetic Algorithm, GA) 作为一种模拟自然界基因遗传系统的算法, 因其较强的全局搜索能力受到广泛关注^[2,3], 该算法通过选择、交叉和重组等操作, 逐代优化种群个体, 适用于非线性、无需梯度信息的问题, 适合解决地球物理中的非线性反演问题^[4,5], 在可控源电磁数据反演中也有应用^[6]。传统遗传算法在大规模反演计算中效率较低, 但算法结构适合并行化^[7]。因此, 本文结合 CUDA 并行计算架构, 提出一种多岛进化策略的并行遗传算法 CSEM 反演, 旨在保证反演精度的同时大幅提升计算效率, 为 CSEM 数据的快速、准确反演提供有效途径。

一、方法原理

(一) 可控源电磁正演

CSEM 正演为非线性问题, 已知地表线源频率域电磁场的方

位、长度、发射电流、发射频率、测点方位、层状大地模型厚度和电阻率, 可计算任意位置地表测点的电场 E 和磁场 H 分量:

$$(E, H) = F(\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n, h_1, h_2, \dots, h_n, x_0, y_0, x_p, y_p, L, I, f)$$

其中, F 为正演算子, n 为地层数, $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n$ 各层的真实电

阻率, h_1, h_2, \dots, h_{n-1} 为各层厚度, 最下层厚度 h_n 为无穷大, L 为发射源长度, I 为发射电流, x_0, y_0 为发射源中心点坐标, x_p, y_p 为测点坐标, f 为频率。

可控源电磁正演的输入为正演算子的各参数, 输出结果为电场 E 和磁场 H 分量。反演即寻找最优的地下电阻率结构模型, 使其尽可能拟合地面观测到的电磁场数据。反演计算的目的是使得由电磁场观测值 (obs) 和计算值 (cal) 差异的 L2 范数构成的目标函数 OF 达到最小^[8]:

$$OF = \|E^{obs} - E^{cal}\|^2 + \|H^{obs} - H^{cal}\|^2$$

(二) 多岛遗传算法反演

遗传算法是一种全局优化方法, 对整个求解空间进行全局搜索寻找最优解。首先, 随机初始化一个包含许多个体的种群。单一个体都有自己的染色体, 即“基因”作为输入参数。随后, 通过对基因的选择、交叉和变异等操作, 进行若干次种群迭代后, 将产生一个包含最优基因的个体, 该个体的基因即代表反演问题的最优解。

遗传算法的执行过程中, 个体的进化过程彼此独立, 这意味着选择、交叉和变异操作可以并行执行。因此, 本文采用基于 CUDA 的并行计算架构, 在 GPU 上实现并行遗传算法以进行反演求解。GPU 的存储结构包括全局内存、本地内存、共享内存、寄存器、常量内存和纹理内存。全局内存和本地内存虽然容量大, 但数据 I/O 速度较慢, 而如寄存器等其他内存容量较小但 I/O 速度极快^[9]。GPU 可通过线程 (thread) 进行并行运算, 这些线程被组织成网格和块的结构, 以掩盖内存延迟。在硬件层面, 每个块分配给一个流式多处理器, 每个线程则运行在该块中的流处理器上, 为匹配该架构, 本研究采用多岛并行遗传算法^[10]。

在 GA 反演过程中, 整个种群被划分为若干等大小岛屿 (种群), 个体的基因为地下模型中各层厚度和电阻率值。如图 1 所示, 每个个体被映射为一个线程, 而每个种群被映射为一个块。遗传算法中的选择、交叉和变异等操作均在每个种群内部独立进行, 即每个线程或块在计算上是彼此独立、可并行的。由于全局内存的数据 I/O 速度较慢, 因此每个块中的个体信息被存储在共享内存中, 以利用其高速 I/O 性能。而全局内存仅用于岛屿之间以及整个种群之间的信息交换, 例如迁移操作和计算完成时的数据汇总。为提高算法的收敛速度, 每个岛屿中的部分个体会迁移到其相邻的岛屿。在这个过程中, 共享内存与全局内存之间会进行数据交换。

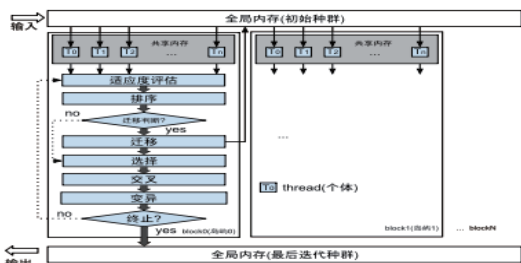


图1 基于 CUDA 架构优化的多岛遗传算法结构

(三) 算法实现

种群: 在基于岛屿的遗传算法中, 每个岛屿拥有各自的种群, 种群内部独立演化。每个个体都有自己的染色体, 该染色体的基因即为正演模型的输入参数。

适应度: 适应度即为目标函数值, 适应度越小的个体表示拟合效果越好。

基因选择: 每两个相邻线程 (个体) 构成一对, 适应度较小者被选为父代之一, 另一个在岛内种群中随机选出。

基因交叉: 对个体指定概率决定是否执行交叉操作, 采用以下方式:

$$O_1 = a \cdot p_1 + (1-a) \cdot p_2$$

$$O_2 = (1-a) \cdot p_1 + a \cdot p_2$$

其中, O_1 和 O_2 表示子代, p_1 和 p_2 表示父代, a 为权重系数。

变异: 变异概率设定为一个常数, 随机选择染色体中的一个基因, 并将其替换为在模型参数范围内的另一个随机值。

迁移: 迁移操作每 10 代执行一次, 相邻岛屿之间交换 10% 最优个体。

二、模型测试

CSEM 频率范围设置为 0.1-10000Hz, 共 30 个频点, 计算五层大地模型 (参数见表 1) 的电磁场响应。将模型的电磁场分量数据作为反演输入, 为模拟真实情况, 对数据加入 5% 的高斯白噪音。反演使用 NVIDIA A5000 GPU 和 Intel i7-13700KF@5.4GHz CPU, 总迭代 2000 次。在不同的种群规模和岛屿数量设置下, GPU 相较于 CPU 的加速比从最低的 9.2 倍提升至最高的 1820 倍。随着种群规模和岛屿数量的增加, GPU 在计算效率方面展现出远超 CPU 的优势。

表 1 列出了在岛屿数量为 128、种群规模为 512 的设置下, GPU 反演结果的模型参数, 结果显示了良好的反演精度。图 2 展示了适应度随迭代次数的变化趋势。初期迭代阶段, 适应度曲线波动较大, 但随着进化的进行, 曲线逐渐趋于平稳, 表明算法具有良好的收敛性。

表 1 模型参数和反演结果

层号	实际厚度 (km)	反演厚度 (km)	实际电阻率 ($\Omega \cdot m$)	反演电阻率 ($\Omega \cdot m$)
1	0.2	0.19	100	104
2	0.5	0.46	500	496
3	1.0	0.97	50	45
4	2.0	2.1	500	560
5	∞	—	1000	1226

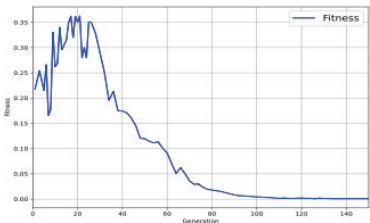


图2 适应度收敛曲线

为研究岛屿数量和种群规模对反演结果的影响,计算了不同组合的最优适应度结果。测试发现,在岛屿数量为128、种群规模为512附近时,适应度最优,而在种群规模少于32时,岛屿数量的增加对精度提升有限,反映出小规模种群基因多样性的不足。实际计算中,可根据选择适当的岛屿数量和种群规模组合,以平衡效率与精度。

三、结论和建议

本文提出了适配 CUDA 并行架构的多岛遗传算法,用于可控源电磁数据反演。通过在 GPU 平台上进行并行计算,该方法在保持反演精度的前提下,显著提高了反演计算速度。该方法证明了 CUDA 平台在地球物理非线性反演计算中的高效性与可行性,同样适合推广至其他类型的地球物理反演问题。

参考文献

[1] 沈金松, 陈小宏. 海洋油气勘探中可控源电磁探测法 (CSEM) 的发展与启示 [J]. 石油地球物理勘探, 2009, 44(01): 119-127+130+11.DOI:CNKI:SUN:SYDQ.0.2009-01-024.

[2] 李敏强, 寇纪淞, 林丹, 李书全. 遗传算法的基本理论与应用 [M]. 科学出版社, 2002.

[3] 边霞, 米良. 遗传算法理论及其应用研究进展 [J]. 计算机应用研究, 2010, 27(07): 2425-2429+2434.DOI:CNKI:SUN:JSYJ.0.2010-07-006.

[4] 赵改善. 求解非线性最优化问题的遗传算法 [J]. 地球物理学进展, 1992, (01): 90-97.DOI:CNKI:SUN:DQWJ.0.1992-01-011.

[5] 杨文采. 地球物理反演的遗传算法 [J]. 石油物探, 1995, (01): 116-122.DOI:CNKI:SUN:SYWT.0.1995-01-015.

[6] M.Ayani, L.MacGregor, and S. Mallick, "Inversion of marine controlled source electromagnetic data using a parallel non-dominated sorting genetic algorithm," Geophys. J. Int., vol.220, no. 2, pp. 1066 - 1077, 2020.

[7] 郭彤城, 慕春棣. 并行遗传算法的新进展 [J]. 系统工程理论与实践, 2002, (02): 15-23+41.DOI:CNKI:SUN:XTLL.0.2002-02-002.

[8] 汤井田, 任政勇, 化希瑞. 地球物理学中的电磁场正演与反演 [J]. 地球物理学进展, 2007, (04): 1181-1194.DOI:CNKI:SUN:DQWJ.0.2007-04-024.

[9] 邹岩, 杨志义, 张凯龙. CUDA 并行程序的内存访问优化技术研究 [J]. 计算机测量与控制, 2009, 17(12): 2504-2506.DOI: 10.16526/j.cnki.11-4762/tp.2009.12.033.

[10] 宋昕, 谷正气, 张清林, 等. 基于多岛遗传算法的湍流模型优化研究 [J]. 湖南大学学报 (自然科学版), 2011, 38(02): 23-29.DOI:CNKI:SUN:HNDX.0.2011-02-004.

基于生成式 AI 的个性化教学模式探索与研究 ——以人工智能导论课程为例

刘杜奎

广州工商学院, 广东 广州 510850

DOI: 10.61369/TACS.2025050014

摘 要 : 本文首先从三个维度上介绍了个性化教育理论的内涵, 探讨了传统个性化教育实践的缺陷。接着介绍了生成式 AI 及其在个性化教育中的应用。最后, 提出一种基于生成式 AI 的人工智能导论课程个性化教学模式, 并详细介绍了该方案包含的四层架构, 以期该教学模式能够为推动人工智能教育在个性化方向的提供切实可行的方案, 充分发挥生成式 AI 在适应个体差异、提升学习成效方面的潜力, 为人工智能专业教育在新时代的转型与升级提供新视角与实践路径。

关 键 词 : 生成式 AI; 个性化教育; 人工智能教育; 教育改革

Exploration and Research on Generative AI-Based Personalized Teaching Model—A Case Study of the Introduction to Artificial Intelligence Course

Liu Dukui

Guangzhou College of Technology and Business, Guangzhou, Guangdong 510850

Abstract : First, this paper introduces the connotation of personalized education theory from three dimensions and discusses the shortcomings of traditional personalized education practices. It then explores generative AI and its applications in personalized education. Finally, a generative AI-based personalized teaching model for the Introduction to Artificial Intelligence course is proposed, along with a detailed introduction to the four-layer architecture of this model. It is hoped that this teaching approach can provide a practical solution for advancing AI education in a personalized direction, fully leveraging the potential of generative AI in accommodating individual differences and improving learning outcomes, thereby offering new perspectives and practical pathways for the transformation and upgrading of AI professional education in the new era.

Keywords : generative AI; personalized education; AI in education; educational reform

引言

随着人工智能技术的发展, 以 chatGPT 为代表的生成式 AI 在金融服务、医疗生物技术, 图像视频生成等多个领域表现出色, 同时, 生成式 AI 也为现代教育改革提供了新的途径。在当今个性化学习需求的背景下, 传统教育教学模式以显得力不从心, 生成式 AI 的出现能够弥补传统教育方式中的诸多缺陷和不足, 运用强大的语言理解和内容生成能力, 实时分析学生的学习状况, 从而实现个性化教育^[1]。人工智能导论课程作为人工智能及其相关专业的门户课程, 具有概念多、内容抽象、技术迭代迅速等特点, 对任教老师教学能力要求较高。将生成式 AI 应用于该课程的个性化教学, 不仅能够提升课程的教学效果, 还能够推进该课程的个性化教育进程, 实现因材施教的目的^[2]。因此, 探索和研究这一前沿教学模式, 对于推动高等教育改革创新和培养符合时代要求的 AI 人才具有重要意义。

一、个性化教育理论

个性化教育是一种根据学生个体差异, 通过量身定制教育目标、计划和教学策略, 从而提高教学效率、激发学生潜能的一种教育模式。个性化教育的内涵可分为三个维度: 第一个维度是个

体独特性, 即尊重学生的认知水平、学习风格和兴趣动机等差异, 其理论支撑为人本主义心理学^[3]; 第二个维度是资源多样性的维度, 在这一维度中, 强调提供定制化内容、弹性教学方式与评估标准, 其理论支撑是多元智能理论^[3]; 最后一个维度是学生自主性, 即赋予学生学习路径选择权与自我反思能力, 这一内涵的理

基金资助:

广州市哲学社科发展十四五规划课题 (编号: 2025GZGJ237);

广州工商学院实践类质量工程实践类质量工程建设课题 (编号: SYKC2024022)。

作者简介: 刘杜奎 (1996.06-) 男, 汉族, 河南周口人, 硕士, 助教, 研究方向: 深度学习, 知识追踪, 个性化教育。

论支撑是进步主义教育观^[3]。

二、传统个性化教育实践方案的缺陷

传统个性化教育实践方案主要有三种方式。第一种是分层教学策略，即调查不同学生的认知水平，根据学生的认知水平设置不同阶梯的任务^[4]，但这种方式容易导致学生标签固化的问题；第二种是动态评估体系，这种策略采用形成性评价替代标准化考试，即通过学生的学籍档案来追踪学生的成长轨迹^[5]，但在传统方案中，这种方式需要耗费大量人力；第三种是主题协同模型，即教育咨询师、教师、学习管理师构成的“三角协作体”，分阶段完成测评、教学与反馈调整^[6]，但这种方式周期较长，反馈较慢。由于工业化框架与人力瓶颈^[7]，以上传统个性化教育实践方案存在诸多缺陷，总得来说，这些缺陷可以归纳为以下三点：

（一）静态适配性缺陷

静态适配性缺陷本质上是由于传统的个性化教育实践方案将个性化简化为基于初始能力的群体分类，这种方案无法相应学习过程中的动态需求变化，为一种伪个性化方案。

静态适配性缺陷的具体表现主要有三点。首先是标签固化，即按照测试成绩或者历史成绩进行分组之后，将学生标签固定化，未能及时根据学生的实时进步做出调整学习目标。然后是资源僵化，即根据学生标签给出的标准化材料库，同组学生的学习资源相同，无法做到真正的个性化定制。最后是反馈滞后，依赖阶段性测试评估学习效果，调整周期较长，无法及时干预知识漏洞。

（二）能力培育缺陷

使用传统方法实践的个性化教育受限于规则系统与人工精力，进能够训练容易评估的机械技能，而无法进行创造力、协作力等核心素养。这一缺陷的具体表现为：评估受限，传统实践方案往往关注标准化测试而忽略学生的批判性思维和跨学科能力的培养；协作培养能力缺失，传统实践方案往往只强调自主学习的培养；创造力抑制，传统实践方案往往只强调唯一的标准化答案，从而剥夺了学生的想象力和创造力。

（三）公平性缺陷

传统个性化教育主要依赖由人力实现，由于人力和物资资源的不平衡，会导致公平性缺陷。公平性缺陷的具体表现其一是师资倾斜，即优秀教师和资源集中小部分学生，而弱势学生仅能获得标准化材料；其二是数字鸿沟，即由于资源经济等条件差异导致的硬件设施设备的差距，进而导致不同区域学生的教育公平性缺陷。

三、生成式 AI 与个性化教育

（一）生成式 AI

生成式 AI 是通过对输入数据学习训练得到的模型，这种模型能够根据从数据中学习到的规律生成内容，这些生成的内容可以

是图像、文字、代码等。生成式 AI 的核心目标是根据人类产生的数据，模仿或创造符合人类认知的数据^[8]。实现生成式 AI 的核心能力的主要由如生成对抗网络、变分自编码器以及近年来突破性的 Transformer 架构和大语言模型等技术。生成式 AI 不仅可以模仿已有的数据分布规律，还具备语义理解、逻辑推理和上下文关联的能力，其支持用户进行连贯对话、撰写文章、设计解决方案等高级认知任务。由于生成式 AI 的强大能力，其已经成为推动教育、创意、科研及人机交互等领域变革的关键技术之一。

（二）生成式 AI 在个性化教育的应用

生成式 AI 在个性化教育领域的应用潜力巨大。首先，生成式 AI 具备强大的内容生成能力，在对学生的学习画像做出分析之后，生成式 AI 可以根据学习任务相关数据分析不同能力、不同特点的学生，根据这些特征生成有针对性的学习资料。其次，在传统个性化教育中，教师的精力往往有限，这也是个性化教育无法真正施展的重要原因之一，而生成式 AI 可以充当智能助教的角色，帮助教师进行课程设计、批阅作业等任务，能够大大节省人力，释放教师的精力和时间，让教师把精力放在个性化教育的高阶任务当中去。最后，生成式 AI 还可以通过分析学生的学习经历，根据学生的学习状况生成对应的测试题目，动态调整学习策略，能够有效及时做出反馈。

四、人工智能导论个性化教学模式的构建

现有人工智能导论课程个性化教育实践依然存在动态适应性不足、情景感知缺失等问题，针对传统个性化教育缺陷以及现有人工智能导论课程个性化教育实践方案的不足之处，设计了一种基于生成式 AI 的人工智能导论课程教学模式，该教学模式分为四个核心层级，实现了一个动态、自适应、闭环的教学循环，模式结构如图 1 所示。

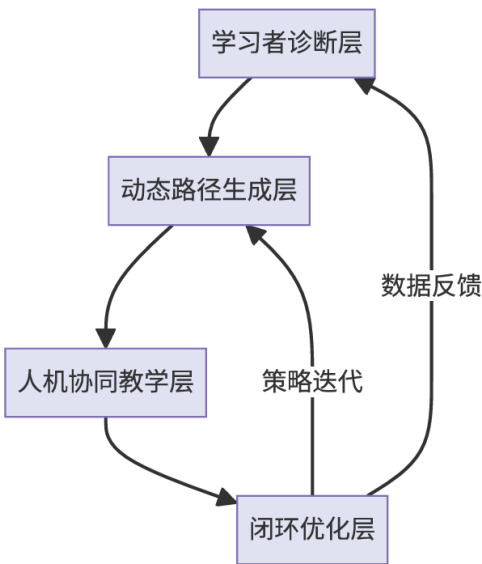


图1 基于生成式 AI 的人工智能导论个性化教学模式结构图

（一）学习者诊断层

学习者诊断层是该教学模式的第一层，该层的最终目的是为

了构建精准动态学习者画像。在这一层中，首先进行的是知识前测和编程能力评估，知识前测可由题库中相关题目来实现，编程能力评估由前置好的课程相关编码任务来实现。根据这两个模块，对知识前测进行错因分析，对编程过程进行抽象语法树分析，深层解析学生在这过程中的学习障碍，将这两个模块的分析数据输入到认知风格识别模块，判断该学生是理论学习类、动手操作实践类型或者综合型倾向的学生。进一步的，综合多个模块的数据构建出学生适应性的动态学习者画像，该动态学习者画像将用于其他模块，为动态路径层和闭环优化层提供数据支撑。

（二）闭环优化层

闭环优化层的主要目的可以概括为三点，首先是可视化过程性评价以直观呈现学生的知识状态和学习情况；然后是对学生学习耐心和心理状态建模，以防厌学情绪；最后是为了确保生成式 AI 内容的可靠性，保障教学公平性和科学性。因此该层的实现也从三点展开，首先是过程性评价，即在学习过程中通过学生的学习任务的学习数据输入建模，从而实现对学习知识掌握状态和学习状态的输出，这一过程可以由知识追踪模型实现，根据知识掌握状态可以输出知识掌握热力图，能够让教师直观看到学生当前学习知识的薄弱点；然后是毅力指数分析，根据学生在学习任务中的尝试次数、进行任务的时间、放弃频率等数据建立模型，计算出毅力指数。毅力指数异常的学生即可能由于学习难度过大等原因产生挫败感，从而产生厌学情绪。因此，针对毅力指数异常的学生将自动触发教学策略调整，根据毅力指数异常原因降低任务难度、提供额外提示或切换学习资源，让学生维持学习动机保持学习热情；最后是伦理审计模块，这一模块主要是为了确保 AI 生成的内容可靠，以防出现科学性、安全性或者公平性的问题，这一模块的实现主要通过防幻觉校验、教师审查来实现。

（三）动态路径生成层

动态路径生成层主要目的是为了生成学生独特的学习路径，其根据动态学习者画像和闭环优化层中的相关数据进行学习资源的动态分配和调整。在该层中，首先根据知识图谱引擎整合人工智能导论相关知识概念，这一过程需要教师参与构建；然后采用生成式路径规划，根据学生的动态学习者画像、知识掌握状态认

知负荷等数据，动态构建符合学生发展趋势的学习路径；最后是教学资源的分配，将教学资源分为基础组、进阶组和挑战组三个阶段，在基础组中主要是以类比解释和 AR 演示等多媒体手段展示为主的教学资源，能够直观加强学生认知。在进阶组中，是论文相关资源和开放性问题，相对上一个阶段的资源需要一定的思考能力。在挑战组中的资源则是创新性项目设计，不仅需要基础知识理论，还需要一定的动手能力，这一组中的资源能够帮助学生实现知识成果转化输出。

（四）人机协同教学层

人机协同教学层是本教学模式中的关键一层，其核心在于教师协调 AI 系统，以 AI 系统为脚手架，设计高阶任务。这也是运用生成式 AI 的优势之一，让教师有更多的精力去设计高阶任务。在这个层中，教师运用 AI 系统实现实时认知支持和智能分组引擎两个模块。其中实时认知支持模块主要分为三大功能，第一是生成对抗样本来帮助学生理解概念，第二是通过错误定位和补全模块帮助学生进行代码调试，第三是通过变式训练生成对同一知识点衍生多种类型题目，帮助学生进行知识迁移应用。此外，智能分组引擎能够根据动态学习者画像进行学习分组，对于学习中的高阶任务可能需要不同类型的学习者合作完成，这一模块能够提升学生协同合作的社会性能力。

五、总结

本文首先介绍了个性化教育理论，然后探讨了生成式 AI 在个性化教育理论的应用，接着以人工智能导论课程为例，构建了一种四层的基于生成式 AI 的个性化教育模式，并分层详细介绍了每个层的核心功能以及如何实现，为人工智能导论课程教学改革提供了新的思路。尽管该教学模式在一定程度上实现了个性化教育的目的，但依然存在着学习者画像诊断不够精细、知识掌握状态评估方案薄弱、教学资源分配策略单一等不足之处，在未来，希望能够在该模式的基础之上进一步改善，推进个性化教育进程，为现代教育改革做出贡献。

参考文献

[1]Baidoo-Anu D, Ansah L O. Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning[J]. Journal of AI, 2023, 7(1): 52-62.

[2]高琳琦.生成式人工智能在个性化学习中的应用模式[J].天津师范大学学报:基础教育版,2023,24(4):36-40.

[3]曹雪萌.高等教育阶段个性化教育的本质[J].中国社会科学文摘,2024(12):159-159.

[4]Yang S, Tian H, Sun L, et al. From one-size-fits-all teaching to adaptive learning: the crisis and solution of education in the era of AI[C]//Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2019, 1237(4): 042039.

[5]Black P, Wiliam D. Inside the black box: Raising standards through classroom assessment[J]. Phi delta kappan, 2010, 92(1): 81-90.

[6]Jebadurai D J, Dheenadayalan L R, Jawahar Rani K, et al. Relevancy of Artificial Intelligence in education: A conceptual review[J]. Journal of Informatics Education and Research, 2023, 3(2): 1886-1893.

[7]Tetzlaff L, Schmiedek F, Brod G. Developing personalized education: A dynamic framework[J]. Educational Psychology Review, 2021, 33(3): 863-882.

[8]Kusiak A. Generative artificial intelligence in smart manufacturing[J]. Journal of intelligent manufacturing, 2025, 36(1): 1-3.

生成式人工智能：高职英语教学中的新趋势与学习成效

刘焱

重庆工程职业技术学院，重庆 402260

DOI: 10.61369/TACS.2025050015

摘 要： 随着科技的飞速发展，生成式人工智能（AIGC）正逐渐融入高职英语教学领域，成为推动教育创新的重要力量。本文深入探讨了生成式人工智能在高职英语教学中的应用趋势，分析了其对学生学习成效的影响，并结合实际案例阐述了具体的应用策略，旨在为高职英语教育工作者提供有益的参考，以更好地利用这一技术提升教学质量，培养适应时代需求的高素质技术技能人才。

关 键 词： 生成式人工智能；高职英语；新趋势

Generative Artificial Intelligence: New Trends and Learning Effectiveness in Higher Vocational English Teaching

Liu Yan

Chongqing Vocational Institute of Engineering, Chongqing 402260

Abstract： With the rapid development of science and technology, generative artificial intelligence (AIGC) is gradually integrating into the field of higher vocational English teaching and has become an important force promoting educational innovation. This paper deeply explores the application trends of generative artificial intelligence in higher vocational English teaching, analyzes its impact on students' learning effectiveness, and expounds specific application strategies combined with practical cases. It aims to provide useful references for higher vocational English educators to make better use of this technology to improve teaching quality and cultivate high-quality technical and skilled talents who meet the needs of the times.

Keywords： generative artificial intelligence; higher vocational English; new trends

引言

在数字化时代下，AI 赋能职业教育发展成为教师教学创新的新方向，生成式人工智能以深度学习、多模态技术、自然语言处理技术为核心，凭借模拟语言情景、生成语言对话内容、支持人机交互等特色功能，逐步成为引领英语课程教学的新趋势，给高职生英语学习与教师教学注入了活力^[1]。

一、生成式人工智能在高职英语教学中的应用新趋势

（一）个性化学习路径的精准构建

面对学习水平、学习兴趣和学习能力不同的学生，AI 能够精准地定制个性化学习路径。

1. 生成式 AI 通过对学生学习数据的实时追踪与分析，能够精准识别学生的知识盲点和学习偏好^[2]。例如，当学生使用 AI 学习平台进行词汇练习时，系统会记录其错误率较高的词汇类型（如专业术语、动词短语等），并自动生成针对性的学习内容——对于商务英语专业的学生，若频繁在“国际贸易术语”类词汇出错，系统会推送包含 FOB、CIF 等术语的情景对话、例句解析及

专项测试。

2. AI 能够跟踪学生学习数据，通过数据分析，判断学生学习态度和节奏。对于学习节奏快的学生，由易到难地推送学习内容；对于反复出错的学生，则持续提供基础巩固类学习内容，帮助每一个学生都能找到自己学习节奏^[3]。

（二）职业场景化教学的深度落地

高职英语教学的核心目标是培养学生在未来职业场景中的英语应用能力，生成式人工智能凭借其强大的场景生成能力，能够构建高度仿真的职业语境，实现“学习即实践”。

1. 在商务英语领域，AI 可生成“跨境电商谈判”“外贸函电撰写”“国际展会接待”等场景，帮助学生掌握职业场景中的沟通

技巧^[4]。

2. 在技术类专业英语教学中, AI 能模拟“国际技术交流会”“设备操作英文指令解读”等场景, 要求学生准确使用专业术语表达问题和解决方案。

这种场景化教学不仅让学生熟悉了职业场景中的英语表达, 更培养了其在真实工作中运用英语解决问题的能力, 实现了“课堂学习”与“职场需求”的无缝衔接^[5]。

(三) 教学资源生成与优化的智能化

高职英语教师在备课过程中常面临“优质资源匮乏”“素材更新滞后”等问题, 生成式人工智能为教学资源的快速生成与动态优化提供了高效解决方案。

1. 在课件制作方面, 教师只需输入教学主题(如“酒店英语入住登记”), AI 即可自动生成包含对话范例、词汇表、文化差异提示(如不同国家客人的礼仪习惯)的课件框架, 并匹配相关图片、短视频(如酒店前台实景操作视频), 教师在此基础上稍作调整即可使用, 大幅节省备课时间。

2. 在习题设计上, AI 能根据教学重点生成多样化的练习题, 且支持难度分级和题型转换。例如, 针对“餐厅英语点餐”主题, AI 可生成选择题(考查词汇)、填空题(考查句型)、情景对话补全题(考查应用能力)等, 还能将同一知识点转化为“顾客视角”“服务员视角”等不同角度的题目, 避免学生机械刷题。

3. AI 还能对现有资源进行优化升级。例如, 将传统的文字阅读材料转化为“有声读物”, 配上地道的语音朗读; 将静态的语法规则总结转化为“互动式语法游戏”, 如通过拖拽单词完成句子排序, 让资源更符合高职学生的学习特点^[6]。

(四) 教学评价体系的即时化与多元化

传统高职英语教学评价多依赖期末笔试和课堂抽查, 存在反馈滞后、评价维度单一等问题。生成式人工智能推动教学评价向“即时化”“多元化”转型, 实现了对学生学习过程的全面追踪与精准评估^[7]。

1. 在过程性评价中, AI 能对学生的每一次练习、每一次互动进行实时反馈。例如, 学生提交英语作文后, AI 不仅能纠正语法错误, 还能从“职业相关性”(如商务邮件是否符合格式规范)、“逻辑连贯性”“词汇丰富度”等维度进行评分, 并给出具体修改建议^[8]。

2. 在终结性评价中, AI 可设计“综合职业任务”作为评估载体。如要求商务英语专业学生在 AI 生成的“外贸订单谈判”场景中完成从“报价”到“签约”的全流程沟通, AI 根据学生在沟通中的语言运用、应变能力、职业素养等多维度表现给出综合评分, 相比传统笔试更能反映学生的实际应用能力^[9]。

二、生成式人工智能对高职英语学习成效的积极影响

(一) 提升学习兴趣与主动性

高职学生普遍对传统“灌输式”英语教学兴趣不高, 而生成式人工智能通过互动化、游戏化的学习设计, 有效激发了学生的学习热情^[10]。

1. AI 学习平台常融入“闯关”“积分”“排行榜”等元素, 将英语学习转化为“任务挑战”, 这种设计契合了高职学生的竞争心理, 促使其主动投入学习以提升排名。

2. AI 的个性化反馈让学生获得了更多成就感。当学生用英语完成一个复杂的职业场景任务后, AI 会给出“你的沟通逻辑非常清晰, 专业术语使用准确, 已达到中级服务员水平”等具体表扬, 这种精准反馈更能让学生感受到进步, 增强学习自信, 进而形成“主动学习—获得认可—更主动学习”的良性循环。

(二) 强化语言应用能力与职业素养

生成式人工智能通过“沉浸式”场景训练, 显著提升了学生的英语应用能力和职业素养。

1. 在语言技能方面, AI 的高频互动让学生的“听、说、读、写”能力得到均衡发展。例如, 在“跨境电商客服”场景中, AI 可以模拟客户与语言, 发送英文邮件, 发布听音、口头回复和撰写回复函的任务, 让学生在实现练口语、练阅读、练写作, 确保语言输入与输出的一致性^[11]。

2. 在职业素养方面, AI 场景中隐含的“职业规范”训练让学生逐渐养成职场思维。例如, 在“商务谈判”场景中, AI 会故意提出不合理要求, 观察学生是否能坚持原则又保持礼貌, 类似这样的能够培养学生敬业精神和沟通技巧。

(三) 提高自主学习能力和学习效率

生成式人工智能的“自主驱动”学习模式, 培养了学生的自主学习能力, 同时通过精准靶向训练, 大幅提升了学习效率^[12]。

1. AI 学习平台为学生提供了 24 小时可访问的学习资源和辅导支持, 学生可根据自己的时间安排学习, 无需依赖课堂时间^[13]。例如, 学生在晚自习时遇到英语语法问题, 可随时向 AI 提问, AI 会通过例句解析、错题对比等方式帮助其理解; 周末可自主选择职业场景进行强化训练, 实现“碎片化时间高效利用”。

2. 在学习效率上, AI 的精准诊断避免了“无效刷题”。传统学习中, 学生常花费大量时间重复练习已掌握的内容, 而对薄弱点却关注不足; AI 通过数据分析锁定薄弱环节, 让学生的精力集中在“需要提升的部分”。

三、生成式人工智能在高职英语教学中的应用案例

以高职商务英语专业“跨境电商客服”实训为例, 该专业引入基于生成式 AI 的“跨境电商客服实训系统”, 针对三年级学生开展为期 8 周的实训。系统设置“售前咨询”“售中跟进”“售后处理”三大模块, 每个模块包含 10 个典型场景。实训中, 学生以“客服”身份与 AI 扮演的“外国客户”互动。例如, 在“售后处理”场景中, AI 客户用语音提出: “I received the wrong size of the dress. I want to return it and get a full refund.” 学生需用英语回应, 系统实时提示: “注意先道歉, 再询问订单号, 最后说明退货流程”。若学生遗漏“询问订单号”, 系统会弹出提示: “Without the order number, we can't process the return. Please ask for it politely.” 8 周后, 对比实训前后的测试数据: 学生的口语流利度(单词/分钟)从平均 45 提升至 72, 客户投

诉处理场景的英语回应准确率从58%提升至89%；在企业实习反馈中，使用该系统的学生被评价为“能更快适应跨境电商客服工作，沟通更专业”。

四、生成式人工智能应用中的挑战与应对策略

（一）挑战

1. 技术局限：目前生成式 AI 的语言理解仍存在“机械性”，对复杂语境中的情感、文化隐喻解读不足。例如，在跨文化沟通场景中，AI 可能无法准确识别学生英语表达中的“文化禁忌”，导致反馈偏差^[14]。
2. 过度依赖：部分学生可能依赖 AI 完成作业（如直接复制 AI 生成的作文），削弱自主思考能力，甚至引发学术不端问题。

3. 适应困境：部分教师对 AI 技术不熟悉，难以有效整合 AI 工具与教学设计，陷入“技术替代教学”的误区。

（二）应对策略

1. 技术优化与人工协作：选择成熟的 AI 工具，并建立“AI 初评 + 教师复评”机制，尤其在跨文化沟通、复杂逻辑表达等场景中，由教师补充 AI 的反馈不足。
2. 明确使用规范与诚信教育：制定《AI 工具使用指南》，规定“AI 可用于辅助构思，但作业需原创”，并通过案例讲解学术不端的后果，培养学生诚信意识^[15]。
3. 加强教师 AI 素养培训：开展“AI 教学应用工作坊”，培训教师使用 AI 生成资源、设计场景化任务的能力，强调教师的“引导者”角色——即利用 AI 工具聚焦学生的思维训练和职业能力培养，而非单纯替代教学。

参考文献

- [1] 甘容辉,王可轲,朱冰霞.生成式人工智能赋能外语教学的意义、挑战及路径[J].西部素质教育,2024,10(24):41-45.
- [2] 顾景倩.浅谈生成式人工智能技术在大学英语教学中的应用——以 Spark Desk(讯飞星火)为例[J].英语广场,2024,(17):113-116.
- [3] 孔蕾.生成式人工智能在外语专业教学中的应用:以《大学思辨英语教程·精读》教学为例[J].外语教育研究前沿,2024,7(01):11-18+90.
- [4] 付晓燕.生成式探究学习——人工智能时代的外语教学新模式探索[J].现代英语,2024,(02):1-3.
- [5] 彭春霞.数智时代生成式人工智能技术融入大学英语教育生态路径研究[J].知识窗(教师版),2024,(12):15-18.
- [6] 李继燕.学生视角下基于生成式人工智能(AIGC)的大学英语学习实证研究[J].新时代外语教育论丛,2024,(01):54-64.
- [7] 褚红征.基于生成式人工智能的高职英语学习数字化转型[J].南京开放大学学报,2024,(04):59-63.
- [8] 罗理广,王涛涛.AIGC自然语言处理工具在提高英语教学方面的潜力研究——基于职业院校英语教师的视角[J].广东农工商职业技术学院学报,2024,40(04):68-72+84.
- [9] 赖超红,冯旭.AIGC赋能英语听说学习新生态——以《Where did you go?》为例[C]//人民教育出版社.第九届中小学数字化教学研讨会论文集.高州市谢鸡镇义山小学;高州市第四中学;,2024:106-110.
- [10] 常田,陈万庆.AIGC工具赋能产出导向法大学英语教学模式的实践设计[J].现代英语,2024,(22):4-6.
- [11] 李成程.基于生成式人工智能的英语项目式教学应用研究[J].现代英语,2024,(21):45-47.
- [12] 潘锡娟.AIGC赋能五年制高职英语教学新质人才培养实践路径[J].教育视界,2024,(42):35-39.
- [13] 何衡衡.AIGC技术在大学英语教学中的创新应用[J].英语广场,2024,(29):97-100.
- [14] 渠新峰.生成式人工智能赋能英语教学路径研究[J].现代英语,2024,(13):4-6.
- [15] 胡文锐.生成式人工智能应用于商务英语教学内容设计的研究[J].深圳信息职业技术学院学报,2024,22(03):7-14.

人工智能伦理教育在高校课程思政中的嵌入式探索

杨紫嫣

沈阳城市学院, 辽宁 沈阳 110112

DOI: 10.61369/TACS.2025050016

摘 要 : 人工智能技术已跻身国一、人工智能伦理教育与课程思政的关系分析际上最具影响力的前沿技术行列, 与之相伴的是一系列伦理风险问题的出现, 这对当代大学生正确价值观与道德观的塑造构成了潜在挑战, 也凸显了完善高校课程思政教育内容及实施体系的重要意义。本文在深入探讨人工智能伦理教育与课程思政关系的基础上, 对人工智能伦理教育融入课程思政的必要性和路径展开探讨, 促使高校思政教育能够全面应对新兴技术带来的伦理挑战。

关 键 词 : 立德树人; 人工智能技术; 伦理教育; 课程思政; 道德

Exploration on the Embedded Integration of Artificial Intelligence Ethics Education into Curriculum Ideology and Politics in Colleges and Universities

Yang Ziyan

Shenyang City University, Shenyang, Liaoning 110112

Abstract : Artificial intelligence technology has become one of the world's most influential cutting-edge technologies. Along with it comes a series of ethical risk issues, which pose potential challenges to the shaping of contemporary college students' correct values and moral concepts, and also highlight the significance of improving the content and implementation system of curriculum ideology and politics in colleges and universities. Based on an in-depth discussion of the relationship between artificial intelligence ethics education and curriculum ideology and politics, this paper explores the necessity and paths for integrating artificial intelligence ethics education into curriculum ideology and politics, aiming to enable college ideological and political education to fully respond to the ethical challenges brought by emerging technologies.

Keywords : morality-oriented talent cultivation; artificial intelligence technology; ethics education; curriculum ideology and politics; morality

引言

当前高等教育领域已从传统的交互式教学模式, 逐渐呈现出科技应用形式多样的发展趋势, 科技与教育的创新性融合也成为教育研究的热点课题之一。以人工智能为典型的新兴技术, 在不断拓展人类对教育的认知边界的同时, 还凭借其强大的现实改造能力, 持续重塑着整个教育领域的存在形态, 不过, 人工智能在为教育带来广阔前景的过程中, 也在不断冲击着传统的价值准则、伦理秩序与法律体系, 由于其存在极大的不确定性与风险隐患, 由此引发了一系列关于伦理方面的担忧, 与此同时, 人工智能伦理涉及价值观与道德观建设, 与高校课程思政教育具有紧密的联系, 将人工智能伦理教育嵌入高校课程思政中, 不仅响应了当前国家全面落实立德树人根本任务的现实诉求, 也彰显了人工智能在高校育人中的重要作用。

一、人工智能伦理教育与课程思政的关系分析

人工智能伦理教育与高校课程思政的内在关联, 本质上是“技术伦理培育”与“价值引领育人”的辩证统一, 二者在育人目标、内容体系与功能实现上存在深度耦合的理论逻辑, 具体而言, 其一, 从目标一致性来看, 二者共同指向“培养全面发展的人”这一教育本质。人工智能伦理教育聚焦于引导学生在掌握 AI 技术原理、发展趋势的基础上, 理解技术应用中的伦理边界—如算法公平性、数据隐私保护、人机关系异化等核心议题, 其终极

目标是培育“有伦理自觉的技术从业者”; 课程思政则以社会主义核心价值观为核心, 致力于将价值引领融入知识传授与能力培养, 最终实现“立德树人”根本任务^[1]; 其二, 从内容互补性来看, 人工智能伦理教育为课程思政提供了时代性内容载体, 课程思政则为人工智能伦理教育提供了价值判断框架。一方面, 人工智能的迅猛发展催生了一系列新的伦理命题, 这些议题突破了传统伦理的范畴, 成为课程思政需回应的时代课题; 另一方面, 课程思政所蕴含的集体主义价值观、公平正义理念、人文关怀精神等, 为解析 AI 伦理议题提供了价值坐标^[2]; 其三, 从功能协同性

来看,二者形成“认知-认同-践行”的育人闭环。人工智能伦理教育侧重“认知层面”的伦理知识传递,帮助学生识别技术应用中的伦理风险、掌握伦理分析工具(如伦理影响评估框架、责任溯源模型);课程思政则侧重“认同层面”的价值内化,通过情感共鸣、价值辨析强化学生对伦理原则的主动接纳。

二、人工智能伦理教育融入课程思政的必要性

(一) 提高教育主体伦理自觉意识,坚持育人导向

教育主体的伦理自觉意识,是达成“技术育人”与“价值育人”相统一的基础,将人工智能伦理教育融入课程思政,正是通过明确教育者与受教育者双方的伦理责任,为育人工作确立方向。

从教育者维度看,高校教师作为AI知识传授的主导者,其伦理责任不仅在于“教技术”,更在于“传伦理”。在人工智能课程教学中,若仅聚焦算法优化、模型训练等技术细节,忽视技术应用的伦理后果,可能导致学生形成“技术至上”的工具理性思维^[3],例如,在讲解推荐算法时,不仅分析其精准匹配的技术优势,更需引导学生思考“信息茧房”对认知多样性的压制;另外,从学生层面来讲,高校学生作为未来人工智能领域的从业人士和应用群体,他们的伦理责任意识会直接作用于技术发展的社会走向。具体来说,生成式人工智能的发展在某种意义上引发了技术误用、学术抄袭、人格扭曲等伦理层面的隐患。面对这种状况,加强人工智能伦理教育与课程思政的交融,可增强学生的伦理涵养以及对外部价值的判断能力和批判性思维能力,从而确立正确的价值观念与道德准则,实现立德树人的教育宗旨^[4]。

(二) 强化课程思政实践导向,提高育人感悟

人工智能伦理教育具有抽象特质与技术实践等复杂属性,决定了单纯依靠理论灌输难以取得理想的育人效果,而将其融入课程思政,能够借助“理论-实践”的双向呼应,让伦理学习从“认知理解”迈向“深度感悟”。

一方面,课程思政的核心在于引导学生树立正确的世界观、人生观和价值观,而人工智能伦理教育所涉及的算法公平、数据隐私、人机关系等议题,恰恰是当代青年在未来职业发展和社会生活中必须面对的现实问题。例如,在人工智能产品的开发过程中,算法歧视可能导致资源分配不公,数据滥用可能侵犯个人隐私,这些问题不仅关乎技术应用的合法性,更触及社会伦理的核心准则。将这些内容纳入课程思政,能够让学生跳出抽象的理论框架,直面技术发展带来的伦理挑战,从而在思考和探讨中深化对社会主义核心价值观的理解,增强社会责任感^[5];另一方面人工智能伦理教育与课程思政的融合,能够帮助学生构建完整的知识体系和价值判断框架。在人工智能专业课程中,学生更多关注技术的实现路径和功能优化,而伦理教育的融入则补充了技术应用的边界意识和责任意识。

(三) 提供人工智能伦理教育意识,增强育人实效

人工智能技术的伦理风险已呈现“全域扩散”态势,从数据隐私泄露到算法权力滥,从技术歧视到人机关系异化,比如,如

过度依赖AI导致的主体性丧失,这些风险的根源不仅在于技术本身,更在于从业者伦理意识的缺失,与此同时,将人工智能伦理教育融入课程思政,正是通过前置性的风险防控,提升育人的现实效果^[6]:一方面,这一融合能充分发挥其实践性与拓展性作用,使其与学生的实际生活和学习紧密相连,增强受教育者对人工智能伦理的认知与意识,帮助他们更好地解读和剖析人工智能领域的伦理难题;另一方面,另一方面,从风险应对角度,伦理教育强化了学生的“责任担当精神”。当AI伦理风险发生时,从业者的态度与行动直接决定风险的扩散范围。课程思政通过“责任溯源”讨论,让学生理解:技术责任不仅是法律层面的“不违规”,更是道德层面的“主动担责”^[7]。

三、人工智能伦理教育融入高校课程思政路径

(一) 挖掘课程思政元素,完善教育体系

从人工智能伦理中提炼课程思政元素,是开展嵌入式教育的根基,其核心在于从技术发展历程、实际应用场景及社会影响范围中,提取与社会主义核心价值观相契合的价值核心,并搭建起系统化的教育架构,其一,从技术发展的历史中挖掘“创新与责任共存”的元素,人工智能的进化史不只是技术不断取得突破的过程,更是伦理持续探索的历程。课程思政教师可将这些历史阶段转化为教学材料,引导学生认识到,真正的技术创新从来不会脱离伦理的约束,而是在责任的框架之内实现突破^[8];其二,从社会影响层面挖掘“人文与科技交融”的元素。人工智能的最终目标是为人类服务,而非取代人类,这一本质特性要求技术发展必须坚守人文关怀,课程思政可通过分析“人工智能陪伴机器人对孤寡老人的情感安慰”与“过度依赖人工智能引发的人际疏远”之间的辩证关系,着重强调技术的“工具性”定位^[9];其三,人工智能教育与课程思政均重视在专业课程里的融入,故而要彰显不同学科和专业在思政教育中的关注重点。举例来说,在医学类课程中要着重强化“生命至上”的观念,在法学专业里要着重突出公平正义的意义,在教育学专业中要着重强调立德树人的价值引领等。通过制定与专业背景及学校特点相契合的课程教学目标和内容,培育具备高素质的专业特色人才^[10]。

(二) 强化人工智能的应用性,实现教学模式创新

强化人工智能的应用性,推动教学模式创新,是人工智能伦理教育融入高校课程思政的重要路径。这一路径的核心在于打破传统教学中理论与实践、技术与伦理的割裂状态,通过构建以应用为导向的教学体系,让学生在掌握人工智能技术应用能力的同时,自然融入伦理思考,实现知识传授与价值引领的有机统一。从课程设置来看,应基于人工智能的应用场景设计模块化课程体系,将伦理教育嵌入技术应用的各个环节。在讲解技术实现方法的同时,引导学生分析不同应用场景下的伦理风险点,探讨如何在技术设计中嵌入伦理准则。这种模块化设置既突出了人工智能的应用性,又使伦理教育避免了空泛的说教,而是与技术应用形成紧密关联,让学生认识到伦理考量是技术应用不可或缺的组成部分^[11]。在教学方法上,应充分利用人工智能技术本身的优势,

构建沉浸式、互动式的教学环境。例如，借助虚拟现实技术模拟人工智能应用的伦理困境场景，让学生以开发者、使用者或监管者的身份参与决策过程，这种沉浸式体验能够让学生直观感受伦理决策的复杂性，比单纯的理论讲解更具冲击力。

（三）建设伦理教育课程体系，强化学生价值观念

伦理教育课程体系的构建是 AI 伦理融入课程思政的制度保障，其核心在于通过“纵向衔接、横向贯通”的课程设计，使学生的价值观念从“认知”到“认同”再到“内化”^[12]。比如，教师可以构建“基础－进阶－实践”的课程体系，向全体学生开设“人工智能伦理导论”必修课，系统讲解 AI 伦理的核心概念、理论框架、法规政策，如《个人信息保护法》《生成式人工智能服务管理暂行办法》等，奠定伦理认知基础^[13]；同时，根据理工科专业特点，开设“专业伦理专题”，如计算机专业的“算法伦理”、医学专业的“AI 医疗伦理”等，结合专业场景深化伦理分析能

力；从实践教学体系上来看，可以通过“AI 伦理实践工坊”“社会调研项目”，让学生在解决实际问题中践行伦理原则。这种阶梯式设计，使伦理教育与学生的认知发展同步推进，避免“一刀切”式的浅层教学^[14]；同时，高校在开展思政教育时，需加大对人工智能产品的投入力度；另一方面，要把人工智能伦理教育与课程思政的实践环节紧密相连，通过实践导向让受教育者树立正确的价值观念，逐步规范他们在使用科技产品过程中的道德行为，增强学生自身的价值认同与伦理反思能力。

综上所述，随着人工智能技术在高校教育领域的应用性越来越广泛，其伦理问题逐渐成为高校需要重点关注的教育任务，课程思政作为落实立德树人根本任务的主要载体，将人工智能伦理教育与课程思政相融合，可以最大化强化学生的伦理风险意识，强化价值观念。

参考文献

[1] 朱妍. 坚守科技伦理，以人工智能助力思政教育因时而变 [N]. 新华日报，2024-03-15 (015).

[2] 王鹏翔，付盈，陈晓静，等. ChatGPT 背景下高校辅导员开展思想政治工作的挑战与提升路径研究 [J]. 信阳农林学院学报，2024，34 (04): 125-129+138.

[3] 孙漫娜. 人工智能赋能商务英语课程思政建设：风险预判与路径探析 [J]. 海外英语，2024，(22): 105-107.

[4] 柯齐，柯昌平，龚云虹. 生成式人工智能赋能高校思想政治教育的机遇、挑战与应对 [J]. 昆明理工大学学报 (社会科学版)，2024，24 (05): 123-131.

[5] 张世明，李莎莎，程学军. 人工智能赋能高校思政课教学的价值意蕴、现实困境及突破路径 [J]. 齐齐哈尔大学学报 (哲学社会科学版)，2024，(09): 163-168.

[6] 王锴，栾小丽. 人工智能类课程思政的价值意蕴与实践进路——基于科技伦理的视角 [J]. 江苏高教，2024，(09): 97-102.

[7] 肖辉，林伟毅. 人工智能时代高校思政教育隐忧及规避策略 [J]. 黔南民族师范学院学报，2024，44 (03): 64-69.

[8] 陈受. 高校智能建造人才培养中的信息技术伦理教育探析 [J]. 高等建筑教育，2024，33 (02): 16-24.

[9] 许身健，张涛. 认真对待法律职业伦理教育——我国法律职业伦理教育的双重挑战及克服 [J]. 探索与争鸣，2023，(12): 165-175+2+196.

[10] 卢洁雯，郝春东. 超越技术理性乌托邦：生存美学与高校教育生态新秩序 [J]. 煤炭高等教育，2023，41 (04): 18-27.

[11] 任凤琴，董子涵. 风险与超越：生成式人工智能赋能思政教育的伦理分析 [J]. 重庆邮电大学学报 (社会科学版)，2023，35 (06): 80-89.

[12] 郑琳琳. 互联网+时代的商业伦理课程教育研究 [J]. 福建电脑，2022，38 (05): 43-46.

[13] 刘丽珏，阳春华，陈白帆，等. 人工智能课程中的思政教育探索与实践 [J]. 计算机教育，2020，(08): 63-66.

[14] 孙晋超. 人工智能时代高校思政的实践困境与伦理思考 [J]. 理论观察，2018，(11): 41-43.

人工智能技术赋能职业本科教学变革 与教学质量提升的路径研究

陈明远

贵阳康养职业大学，贵州 贵阳 550081

DOI: 10.61369/TACS.2025050017

摘 要： 随着数字经济时代的到来，职业本科教育作为培养高层次技术技能人才的关键载体，正面临教学模式固化、实践教学与产业需求脱节、个性化培养不足等现实挑战。人工智能技术的迅猛发展为职业本科教学变革提供了全新可能，其在个性化学习、智能实训、教学评价等领域的应用潜力逐渐凸显。基于此，笔者将在本文结合当前职业本科教学中存在的问题提出相应的改革路径，为职业本科教育数字化转型提供理论参考与实践指引。

关 键 词： 人工智能；职业本科；教学质量提升

Research on the Path of Artificial Intelligence Technology Empowering Teaching Reform and Teaching Quality Improvement in Vocational Undergraduate Education

Chen Mingyuan

Guiyang Health and Wellness Vocational University, Guiyang, Guizhou 550081

Abstract： With the advent of the digital economy era, vocational undergraduate education, as a key carrier for cultivating high-level technical and skilled talents, is confronted with practical challenges such as rigid teaching models, disconnection between practical teaching and industrial demands, and insufficient personalized training. The rapid development of artificial intelligence technology has brought new possibilities for teaching reform in vocational undergraduate education, and its application potential in fields like personalized learning, intelligent practical training, and teaching evaluation has gradually become prominent. Based on this, the author will propose corresponding reform paths in this paper by combining the existing problems in current vocational undergraduate teaching, hoping to provide some references and assistance for readers.

Keywords： artificial intelligence; vocational undergraduate education; teaching quality improvement

一、当前职业本科教学中存在的问题

（一）教学模式固化，难以适配技术迭代速度

目前我国多数院校仍沿用“理论授课+课本案例”的传统框架，教学内容更新迟缓，与产业技术变革存在明显脱节。以智能制造专业为例，现有教材多围绕传统机床操作流程展开，对工业机器人协作、数字孪生建模、智能传感技术等前沿领域的讲解浅尝辄止，甚至存在内容空白。课程体系受学期划分的刚性约束，难以快速纳入企业实时更新的技术标准和行业规范，比如新能源汽车专业的核心课程中，关于电池热管理系统的最新技术参数和安全协议，往往滞后于车企实际应用至少1-2年。这种滞后直接导致学生掌握的知识与岗位实际需求形成“时间差”，面对产业升级带来的技能要求变化时适应缓慢^[1]。更关键的是，教学方法上仍以教师单向输出为主，缺乏基于技术迭代的互动式、探究式教学设计，学生难以通过课堂接触到行业前沿的技术难题和解决方案。例如，在电子商务专业教学中，直播电商的实时数据分析、

智能选品算法等新兴内容，仍停留在案例介绍层面，未能转化为可操作的教学模块，使得学生毕业后需重新学习企业的技术工具和工作逻辑，延长了岗位适应周期，也削弱了职业本科教育在高层次技术技能人才培养中的竞争力^[2]。

（二）实践教学与真实场景脱节，实训效果受限

实践教学与真实场景脱节是当前职业本科教育中制约人才培养质量的突出问题，直接导致实训效果大打折扣。受限于资金投入与场地规模，多数院校的实训设备更新滞后，部分机械专业仍在使用淘汰的传统车床，而企业一线已普及具备智能传感与自动校准功能的数控设备，学生在校习得的操作逻辑与企业生产实际存在代际差异，上岗后需重新适应设备系统。物流管理专业的实训仓库多为简化版模拟场景，仅配置基础货架与手动叉车，缺乏企业真实仓储中常见的智能分拣机器人、物联网库存管理系统，学生难以接触到“订单预处理—智能调度—路径优化”的全流程操作，导致毕业后面对自动化仓储系统时手足无措^[3]。更关键的是，实训内容多聚焦单一技能的重复训练，如护理专业的静脉穿

刺实训仅在模拟手臂上练习进针角度，却忽略了真实临床中患者体位变动、情绪安抚等复杂情境；电子商务专业的直播实训仅要求完成产品介绍，未涉及实时数据分析、突发舆情应对等岗位核心能力训练。这种“剥离真实情境的单项训练”，使学生掌握的技能碎片化，难以形成解决综合问题的能力，例如汽车检测专业学生虽能熟练拆解发动机零件，却无法运用智能诊断设备分析电子控制系统故障，与企业“快速定位问题—协同解决故障”的岗位要求严重脱节，最终导致实训投入与能力产出不成正比，削弱了职业本科教育的实践育人优势^[4]。

（三）评价体系侧重结果量化，忽视能力素养考核

职业本科教学评价体系存在明显的“重结果、轻过程”倾向，过度依赖可量化的分数指标，对学生的职业能力与综合素养考核不足。理论课程评价仍以期末闭卷考试为主，试卷内容多聚焦知识点记忆，如机械设计专业的考试侧重公式推导与标准默写，却很少考察学生运用三维建模软件解决实际结构优化问题的能力；实践考核虽增设操作环节，但评分标准仍以“步骤规范性”为核心，如电工专业的接线实训仅根据线路连接是否正确打分，忽视了学生在操作中体现的安全意识、工具选用合理性等职业素养。这种量化导向的评价模式，导致学生陷入“应试训练”误区，护理专业学生为通过操作考试反复练习标准化流程，却在模拟急诊场景中缺乏对患者的人文关怀；计算机专业学生能熟练背诵代码语法，却难以独立完成企业真实项目的需求分析。更关键的是，评价主体单一，企业参与度低，多数专业的毕业设计仅由校内教师评审，未纳入企业技术骨干的意见，如软件工程专业的项目开发实训报告，因未结合企业实际开发规范评价，导致学生作品虽理论完整却缺乏市场可行性。此外，评价反馈滞后，学期末的总成绩单无法反映学生在学习过程中的能力波动，教师难以通过评价数据调整教学策略，学生也无法及时知晓自身在团队协作、创新思维等方面的短板，最终使评价沦为“教学收尾环节”，失去了对人才培养的导向与诊断功能^[5]。

（四）师资队伍数字素养不足，技术应用能力薄弱

多数专业教师虽具备扎实的学科知识，但对智能教学工具的掌握停留在基础层面，如会计专业教师仅会使用 AI 题库生成试卷，却无法利用大数据分析学生答题数据以优化教学重点；机械专业教师能操作简单的虚拟仿真软件演示动画，却难以结合课程目标设计“虚拟拆装+参数优化”的递进式实训模块。这种技术应用的表层化，导致智能设备沦为“课堂点缀”，某汽车检测专业引入价值百万的 AR 诊断系统后，因教师无法设计深度教学方案，仅用于展示零件结构，设备使用率不足 30%。更突出的是，教师缺乏将技术与教学逻辑融合的设计能力，电子商务专业教师在直播实训中，虽要求学生使用智能数据分析工具，却未指导如何通过数据反馈调整话术策略，使技术应用与能力培养脱节^[6]。数字素养的不足还体现在教师对技术发展的敏感度上，物流管理专业近半数教师不了解智能调度算法的基本原理，导致课堂案例仍停留在传统仓储管理层面。此外，院校缺乏系统化的数字能力培训体系，现有培训多为短期软件操作讲解，未涉及“技术伦理”“数据隐私保护”等深层内容，如护理专业教师在使用 AI 动

作捕捉系统时，因未掌握数据脱敏方法，存在学生操作影像泄露风险。这种“有技术无设计”“有工具无能力”的现状，使得人工智能本应具备的个性化教学、精准评价等优势难以落地，直接限制了教学质量的提升空间^[7]。

二、人工智能技术赋能职业本科教学质量提升的有效策略

（一）精准化教学设计与动态优化

在职业本科教学中，精准化教学设计与动态优化是人工智能技术赋能教学质量提升的核心策略之一。借助 AI 学习分析系统，可全面采集学生多维度学习数据，涵盖课堂互动频次、作业完成准确率、在线学习时长及知识点停留时间等，通过机器学习算法构建个体学习画像，精准识别其知识掌握的薄弱环节、学习风格偏好及能力发展潜质。例如，针对编程基础薄弱的学生，系统可自动标记其在循环结构、函数调用等高频错误知识点，为教师提供差异化教学切入点。

基于学情诊断结果，AI 技术可支持教学内容与方法的动态调整。一方面，通过自然语言处理技术解析职业标准与行业需求，结合知识图谱构建工具，自动生成与岗位技能高度契合的模块化课程，确保教学内容的前沿性与实用性；另一方面，利用智能推荐算法为学生推送个性化学习资源，如为理论型学习者提供结构化知识讲解视频，为实践型学习者推送虚拟仿真实验案例，实现“因材施教”。例如，在智能制造专业教学中，系统可根据学生操作虚拟机床的熟练度，动态推荐从基础参数设置到复杂故障排除的分层任务，避免“一刀切”式教学。

除此之外，AI 驱动的动态评估体系可实时反馈教学效果。通过计算机视觉分析学生实验操作规范度，结合语音情感识别评估课堂参与热情，生成多维评价报告，帮助教师及时调整教学策略。例如，若发现多数学生在工业机器人编程调试环节卡顿，系统可自动触发补充教学资源推送，并建议教师增加实操演示时长。这种“诊断—调整—再评估”的闭环机制，使教学始终围绕学生能力成长需求展开，显著提升职业本科教育的针对性与实效性^[8]。

（二）沉浸式实践教学场景构建

沉浸式实践教学场景构建的核心在于通过虚实融合的技术手段，还原真实职业环境，强化学生的实操能力与职业认同感。借助虚拟现实、增强现实及混合现实技术，可搭建高仿真职业场景，如智能工厂、新能源汽车维修车间或虚拟手术室，学生佩戴设备即可进入三维交互环境，通过模拟操作设备、处理突发故障等任务，获得接近真实工作的体验。例如，在工业机器人专业教学中，VR 系统可还原自动化产线布局，学生需在虚拟环境中完成机器人编程调试、路径优化及多机协同作业，AI 算法实时反馈操作精度与效率，并生成改进建议，有效弥补传统实训中设备昂贵、场景单一、风险不可控等不足。

与此同时，人工智能技术可驱动虚拟角色模拟真实工作流程中的动态交互。通过自然语言处理与计算机视觉技术，虚拟导师或

客户能根据学生操作实时提问、发出指令或反馈情绪，例如在虚拟酒店服务场景中，AI 角色可模拟挑剔的客人提出个性化需求，学生需通过语音识别与情感分析调整服务策略，这种“人机协作”模式显著提升了复杂情境下的应变能力。此外，结合数字孪生技术，可将企业真实生产数据映射至虚拟场景，学生能基于实时参数分析设备运行状态，预测故障并制定维护方案，实现“教学－产业”的无缝衔接^[9]。

（三）智能化教学管理与服务升级

在教学管理端，AI 技术可构建“教－学－评－管”一体化数字基座，通过整合教务系统、学习平台及企业实习数据，利用知识图谱技术建立动态课程关联模型，自动生成开课计划、排课方案及资源调配建议，例如根据学生选课热度与教师专业特长智能分配教学任务，避免资源闲置或冲突。同时，部署 AI 课堂质量监测系统，通过计算机视觉分析教师授课行为、学生参与度，结合语音情感识别评估课堂氛围，生成包含改进建议的可视化报告，帮助管理者精准定位教学问题，优化师资配置与培训方向。

在教学服务端，AI 技术推动服务模式从“被动响应”向“主动支持”转型。一方面，通过开发智能导师系统，集成大语言模型与领域知识库，为学生提供7×24小时答疑服务，支持多轮对话与逻辑推理，例如在编程实训中自动调试代码错误、在法律案例分析中推荐相似判例，并记录学生高频问题以反哺教学内容更

新。另一方面，构建自适应学习服务平台，通过分析学生历史学习数据预测其知识掌握节奏，动态调整测试难度与资源推送策略，例如为学习进度超前的学生提供拓展项目，为滞后学生推送基础巩固微课，实现“千人千面”的个性化支持。此外，利用区块链技术建立学生能力成长档案，记录实训操作视频、项目成果及企业评价等不可篡改数据，为就业推荐与终身学习提供可信依据，真正实现“教学－管理－服务”的全链条智能化升级^[10]。

三、结束语

综上所述，在数字经济浪潮下，职业本科教育正站在高质量发展的关键节点。人工智能技术以其数据驱动、场景重构、智能交互等特性，为破解传统教育困境提供了系统性解决方案。从精准化教学设计实现“千人千面”的个性化培养，到沉浸式实践场景打通“虚实融合”的能力成长通道；从智能化管理服务构建“教学－产业”动态反馈机制，再到 AI 赋能师资队伍突破技术融合瓶颈，这些策略不仅重塑了职业本科教育的底层逻辑，更推动其向“技术赋能、需求导向、生态共生”的现代化范式转型。未来，随着人工智能与教育场景的深度融合，职业本科教育将进一步释放其培养高层次技术技能人才的独特价值，为产业升级与经济高质量发展注入持久动能。

参考文献

- [1] 王玉芳. 新质生产力背景下职业本科产教融合育人模式研究 [J]. 石家庄职业技术学院学报, 2024, 36(06): 47-50.
- [2] 陈宏辉, 胡松华. 新质生产力背景下发展职业本科教育的现实需求、面临挑战和应对策略 [J]. 中国职业技术教育, 2024, (36): 65-73.
- [3] 许一青, 葛柳燕, 黄鹂. 职业本科视域下“大数据+”管理会计人才培养体系研究 [J]. 商业会计, 2024, (22): 142-145.
- [4] 黄萍, 马晓, 杨丹子. 职业本科人工智能通识课程教学改革与探索 [J]. 中国信息技术教育, 2024, (21): 105-108.
- [5] 谢云锋. 人工智能时代职业本科教育课程体系的构建 [J]. 百科知识, 2024, (30): 79-80.
- [6] 郭延慧. 数字化背景下职业本科院校学生就业模式创新与实践 [J]. 四川劳动保障, 2024, (06): 75-76.
- [7] 周诺. 职业本科人才培养方案的实然状况与应然规制研究 [D]. 西安外国语大学, 2024.DOI: 10.27815/d.cnki.gxawd.2024.000460.
- [8] 冯竞慧, 李楠舟, 董巍, 等. 人工智能背景下职业本科教学改革探究——以长春职业技术学院机器学习概论课程建设为例 [J]. 武汉职业技术学院学报, 2024, 23(02): 18-24. DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2024.02.003.
- [9] 肖芬, 安宁. 人工智能时代下职业本科专业人才培养目标探析——以大数据与审计专业为例 [J]. 中国管理信息化, 2024, 27(03): 174-177.
- [10] 张更庆, 张艺. 人工智能赋能职业本科教育：价值旨归、适切逻辑与模式建构 [J]. 成人教育, 2023, 43(07): 64-72.

基于人工智能的中医药古籍资源修复平台

徐任, 李明, 谭蜜月, 黄欣怡
湖南中医药大学, 湖南 长沙 410208
DOI: 10.61369/TACS.2025050020

摘 要 : 随着近年来国家战略对于中医药文化发展的要求, 以《关于推进新时代古籍工作的意见》提出“推动中华优秀传统文化创造性转化、创新性发展”方针作为新时代古籍工作的指导思想。本文以开发一个基于人工智能的中医药古籍修复平台视角出发研究。此举既顺应了当今人工智能技术迅猛发展的趋势, 又创新性的推动原来单一的古籍修复向着多维度、多层次的文化发展。同时, 通过平台不仅让人们熟知古籍, 更让古籍变得深入生活发挥价值。

关 键 词 : 人工智能; 中医药古籍修复; 图像超分辨率算法

AI-Based Platform for Restoration of Traditional Chinese Medicine Ancient Books Resources

Xu Ren, Li Ming, Tan Miyue, Huang Xinyi
Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410208

Abstract : In recent years, in response to the requirements of the national strategy for the development of traditional Chinese medicine culture, the guideline of "promoting the creative transformation and innovative development of fine traditional Chinese culture" proposed in Opinions on Promoting Ancient Books Work in the New Era has served as the guiding ideology for ancient books work in the new era. This paper conducts research from the perspective of developing an AI-based platform for the restoration of traditional Chinese medicine ancient books. This initiative not only conforms to the rapid development trend of artificial intelligence technology but also innovatively promotes the original single-dimensional ancient books restoration towards multi-dimensional and multi-level cultural development. At the same time, through the platform, people can not only become familiar with ancient books but also make ancient books integrate into daily life and exert their value.

Keywords : artificial intelligence; restoration of traditional Chinese medicine ancient books; image super-resolution algorithm

一、研究背景与意义

(一) 研究背景

总书记强调, “让收藏在博物馆里的文物、陈列在广阔大地上的遗产、书写在古籍里的文字都活起来”。据统计, 我国现存古籍约有20万种, 修复整理现存的全部古籍难度不小。进一步提高古籍保护水平, 加快古籍资源转化利用, 才能让古籍真正“活起来”。^[1]

中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于推进新时代古籍工作的意见》也提出要积极推进古籍资源数字化, 积极对接国家文化大数据体系, 加强古籍数据流通和协同管理, 实现古籍数字化资源汇聚共享。支持古籍数字化重点单位做强做优, 加强古籍数字化资源管理和开放共享。^[2]

(二) 研究目的与意义

古籍不仅具有传递知识的功能, 而且是记载历史、传承文明的重要载体, 是历史的见证, 更重要的是这类资源不可再生。古籍资源很珍贵, 但其本身又非常脆弱, 因而如何使这些资源得到良好保存, 延续其生命和价值, 就是古籍保护与修复工作所面临

的重大挑战。学校图书馆古籍经过多年闲置, 长期放置在书架上, 损害和酸化、老化和霉变是不可避免的。传统的影印方法造价高, 耗时长, 占地多, 对古书版面进行修整, 对修版工作人员的职业技能提出了极大的挑战^[3]。同时, 在古籍影印中, 滥用电脑技术进行修版的例子比比皆是。为了整齐美观, 去除底灰几乎成为古籍影印中的一项标准化流程。对此, 基于人工智能的古籍修复平台能够精准识别古籍中的文字, 并以“原汁原味”的方式将文字拓印的同时检索相关文献资料对古籍模糊部分进行识别, 清晰化处理, 以精确完美的古籍版式将古籍数字化永久保存。

(三) 主要研究内容

本项目研究的文本图像超分辨率方法, 其特征在于采用平行双分支结构捕捉视觉上下文信息, 并且自适应加权特征重建文本高频信息^[4]。包括以下步骤:

(1) 图像预处理: 由灰度图像均值将灰度图像二值化得到文字蒙版, 将文字蒙版(M) 叠加到图像上, 得到 RGBM 的四通道低分辨率-高分辨率图像对;

(2) 模型训练: 低分辨率 RGBM 被送入网络, 首先经过文本矫正模块的处理, 这个模块为文字识别的通用模块, 用在文

本超分辨率上主要是为了调整像素之间的偏移,使得网络优化的时候能够自适应对齐;紧接着,矫正后的特征将统一构建视觉上下文,这个部分由稠密连接的五个并行正交上下文注意力模块(PCAB)组成;构建完视觉上下文以后的特征,即每个PCAB模块的输出被统一合并到一起,进一步在这些特征上构建正交纹理感知注意力;最后,经过两倍上采样和一次卷积,得到最终尺寸为 $4*(2H)*(2W)$ 的输出超分辨率RGBM图像;针对网络的训练,本方法提出了用边缘引导损失函数辅助L2损失函数,以起到更好的图像超分辨率效果^[5]。

(3) 模型评估:将测试集图像输入模型中进行测试,选取主流的文字识别算法得到在文本超分辨率图像上的识别精度,识别算法的精度提升作为衡量本方法有效性的指标。(如图一)

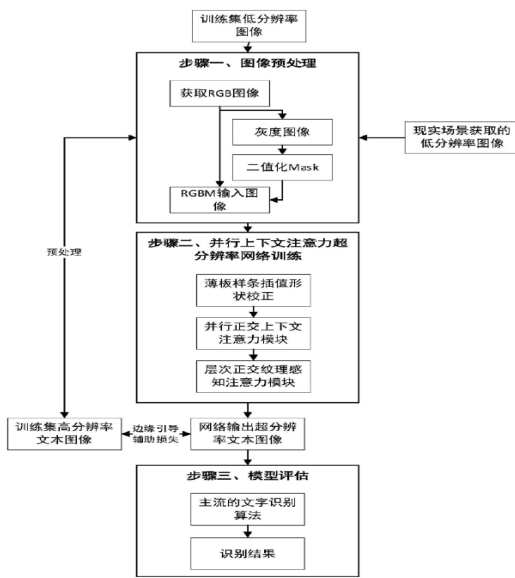


图1 识别算法测试流程

二、超分辨率技术

目前超分辨率技术主要用基于学习的方法,是近年来超分辨率算法研究中的热点,它采用大量的高分辨率图像构造学习库产生学习模型,在对低分辨率图像进行恢复的过程中引入由学习模型获得的先验知识,以得到图像的高频细节,获得较好的图像恢复效果。对于古籍来说,内容以文本为主,同一张图像中,前景文本字符之间通常具有相似的纹理、颜色以及笔画特性。文字的边缘轮廓信息是比较具有辨识力的高频信息。因此,有必要针对上述特点提出新的文本超分辨率算法,来解决大批量古籍快速生成超分辨率图像的问题^[6]。

有研究提出了一种基于深度学习的文本图像超分辨率方法。此方法的目标是针对文档图像进行超分辨率,使用深度空域特征转换生成对抗网络(SFTGAN)对文本前景进行超分辨率,使用增强超生成对抗网络(ESRGAN)对文档背景进行超分辨率操作,最后再将二者进行融合得到文档图像的超分辨率结果。这种方法并且没有针对文本的特点建模上下文关系,仅使用了现有的通用超分辨率模型,因此难以针对古籍这一真实场景取得较好的

效果^[7]。

(一) stable diffusion 模型

Stable Diffusion 是一种模型,用于图像生成和扩散过程。Stable Diffusion 算法基于图像的深度卷积神经网络,通过训练模型学习从输入图像中提取特征,并生成新的图像。其核心思想是将图像的生成过程视为一个扩散过程,通过逐步添加噪声并反向传播,逐步生成最终的图像。

算法步骤:

- (1) 初始化:从低分辨率图像开始,将其作为初始输入。
- (2) 扩散过程:应用偏微分方程,使图像中的信息在空间上扩散。这有助于恢复丢失的细节。
- (3) 稳定性控制:Stable Diffusion 算法通过控制扩散速率来保持图像的稳定性。这有助于防止过度扩散和细节丢失。
- (4) 迭代:重复应用扩散过程,直到达到所需的修复效果。

优点

细节恢复:Stable Diffusion 算法能够有效地恢复图像中的细节,特别是在低分辨率图像中。

稳定性:通过控制扩散速率,它可以保持图像的整体稳定性。

局限性

计算复杂度:Stable Diffusion 算法的计算复杂度较高,需要大量的计算资源。

参数选择:需要选择合适的扩散参数,不同参数对算法的效果呈现影响大^[8]。

(二) 系统功能性需求分析

对于基于人工智能的中医药古籍修复平台的功能性需求如下:

- (1) 用户界面需求:平台应提供直观的用户界面,允许用户上传古籍图像并查看修复结果。
- (2) 图像处理需求:平台应具有基本的图像上传和存储功能,使系统能够接收和存储高分辨率的古籍图像。
- (3) 图像预处理功能:包括去噪、对比度增强等,为超分辨率处理准备图像。
- (4) 人工智能算法需求:需应用图像超分辨率算法和文本识别与翻译,使用先进的深度学习模型,如生成对抗网络(GANs),来提高图像质量。

(三) 核心功能过程分析

系统核心功能实现过程如下:

- (1) 数据采集与预处理。

数据采集首先要考虑图像来源,古籍图像来源主要选择学校图书馆藏书,并结合各大数字平台上的中医药古籍资源。这些图像应该覆盖不同类型的中医药古籍,包括经典著作、方剂、医案等。

再进行预处理。先去噪和增强,使用图像处理技术去除图像中的噪声,例如使用滤波器、小波变换等。同时,增强图像的对比度和亮度,以便更好地展示细节。后纠正畸变,由于古籍纸张老化,图像可能存在形变或畸变。使用几何校正方法来纠正这些

问题。

（2）图像超分辨率算法

这是核心功能之一，旨在通过深度学习模型将低分辨率的图像转换为高分辨率图像。可以使用如卷积神经网络（CNN）¹、生成对抗网络（GAN）²或其他先进的深度学习架构来实现这一点。这些算法能够从低分辨率图像中学习并预测出高分辨率图像的细节^[9]。

（3）文本识别与分析

使用光学字符识别（OCR）技术或更先进的文本识别方法来识别和提取图像中的文本内容。对于古籍中的古文字，可能需要定制的 AI 模型来提高识别准确率。

（4）文本修复与重建

对于受损或缺失的文本部分，AI 可以基于上下文信息和历史数据来预测和重建缺失的内容。例如，DeepMind 的 Ithaca 系统就是一个用于文本重建的例子。

（5）用户界面与交互

为研究人员和历史学家提供一个直观的用户界面，使他们能够轻松地上传图像、查看超分辨率结果、编辑文本和导出修复后的文档。

（6）后处理与质量控制

在文本修复完成后，系统应提供后处理功能，如格式化、校对和质量评估，以确保修复结果的准确性和可读性。

（7）数据管理与存储

建立一个安全的数据库来存储原始图像、处理过程中的数据和修复后的文本。这也包括了版本控制和备份机制，以防数据丢失。

三、中医药古籍资源修复平台整体设计

基于上述分析，我们可以设计一个中医药古籍修复平台，包括以下模块：

图像处理模块：使用图像超分辨率算法对古籍图像进行修复和增强。

文本处理模块：提取古籍文本中的关键信息，如药方、症状等。

用户界面：提供交互式界面，方便用户浏览、搜索和分析古

籍数据。

（一）核心业务设计

（1）数据输入与管理：

平台设置数据存储模块，用于存储原始图像、处理过程中的数据和修复后的文档，确保数据安全性和可访问性。

（2）图像处理与超分辨率：

在 Stable Diffusion 上模拟使用各算法，同时调整各参数，并对比实验结果选择最合适的算法模型。

（3）文本识别与修复：

应用现有的模型算法，设置文本识别模块和文本识别模块^[10]。

文本识别模块：应用 OCR 技术或深度学习方法识别图像中的文本。

文本识别模块：利用 AI 预测和重建受损或缺失的文本内容。

（4）用户界面（UI）：

交互式 UI：允许用户上传图像、查看超分辨率结果、编辑文本和导出修复后的文档。

反馈机制：用户可以提供反馈，帮助系统改进算法和用户体验。

（5）后端逻辑：

算法管理：负责选择和优化用于图像处理和文本修复的算法，对 Stable Diffusion 内算法进行性能调优，以适应大规模的图像处理需求。

性能监控：跟踪系统性能，确保高效和准确的处理。

四、总结

本文成功地利用人工智能技术开发了一个中医药古籍资源修复平台，实现了预定的目标。通过算法开发、平台建设和测试优化，项目取得了显著的技术成果。未来我们计划进一步优化修复算法，提高修复精度和效率。同时，将平台推广，扩大应用范围。此外，还将探索与其他文化遗产保护技术的结合，推动更多文化资源的数字化保护与传承。通过本项目的实施，我们深刻认识到人工智能技术在文化遗产保护中的巨大潜力和广阔前景。我们将继续努力，致力于科技与文化的深度融合，为中华文化的传承和发展贡献力量。

参考文献

[1] 潘悦. 古籍活起来，文脉传下去 [J]. 语数外学习（初中版），2024(03):4.
[2] 覃燕梅. 我国高校图书馆古籍文献保护工作研究 [J]. 图书馆论坛，2007(04):36-38+115.
[3] 钟梦圆，姜麟. 超分辨率图像重建算法综述 [J]. 计算机科学与探索，2022，16(5): 972-990.
[4] 卢永美，卜令梅，陈黎，等. 基于深度学习的中医古文文献临床经验抽取 [J]. 四川大学学报（自然科学版），2022，59(2): 103-110.
[5] 胡中泽. 基于对抗生成网络的古籍文献图像修复技术应用研究 [D]. 中央民族大学，2018.DOI:CNKI:CDMD:2.1018.321146.
[6] 盛威，卢彦杰，刘伟，等. 基于深度学习的中医古籍缺失文本修复研究 [J]. 中华医学图书情报杂志，2022,31(08):1-7.
[7] Hassan M ,Illanko K ,Fernando N X .Single Image Super Resolution Using Deep Residual Learning[J].AI,2024,5(1):426-445.
[8]K. Chauhan et al., "Deep Learning-Based Single-Image Super-Resolution: A Comprehensive Review," in IEEE Access, vol. 11, pp. 21811-21830, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3251396.
[9]NTIROGIANNIS K ,GATOS B ,PRATIKAKIS I A combined approach for the binarization of handwritten document images[J].Pattern Recognition Letters,2014,35:3-15.
[10]XIAOYU L ,BO Z ,JING L ,et al.Document rectification and illumination correction using a patch-based CNN[J].ACM Transactions on Graphics,2019,38(6):1-11.

人工智能背景下高职计算机技术专业教学创新探索

苏越

广州华立科技职业学院, 广东 广州 511325

DOI: 10.61369/TACS.2025050022

摘 要 : 近年来, 信息技术发展迅猛, 人工智能作为一项重要新质生产力, 在教育领域的应用取得了一定成效, 特别是在计算机技术专业教学中。基于此, 本文将浅析人工智能在计算机技术专业教学中的应用价值, 以及高职计算机技术专业教学现状, 并对人工智能背景下高职计算机技术专业教学创新实践策略进行探讨。

关 键 词 : 人工智能; 计算机技术专业; 教学创新

Exploration on Teaching Innovation of Computer Technology Major in Higher Vocational Colleges under the Background of Artificial Intelligence

Su Yue

Guangzhou Huali Science and Technology Vocational College, Guangzhou, Guangdong 511325

Abstract : In recent years, information technology has developed rapidly. As an important new productive force, artificial intelligence has achieved certain results in its application in the field of education, especially in the teaching of computer technology majors. Based on this, this paper will briefly analyze the application value of artificial intelligence in the teaching of computer technology majors, as well as the current situation of computer technology major teaching in higher vocational colleges, and discuss the practical strategies for teaching innovation of computer technology majors in higher vocational colleges under the background of artificial intelligence.

Keywords : artificial intelligence; computer technology major; teaching innovation

互联网时代下, 各行各业对具备良好计算机理论知识与实践能力的创新应用型人才的需求与日俱增。然而, 高职计算机专业教学由于教学资源更新较慢等因素, 其教学内容、教学模式等仍有较大提升空间。在此背景下, 如何基于人工智能, 创新高职计算机专业教育教学, 已成为教师需面临的新课题。

一、人工智能在计算机技术专业教学中的应用价值

(一) 丰富教学资源

教师利用人工智能技术更能够有效地获取和整理教学资源。首先, 通过网络爬虫和自然语言处理技术, 人工智能可以在大量的网络资源中快速筛选计算机技术专业教学中优秀的教学资源, 如最新文献资料、开源代码库、行业技术报告等, 并对其进行整合, 方便教师教学使用^[1]。比如, 在讲授计算机网络安全时, 教师就能利用人工智能快速提取当前网络安全方面最前沿的研究成果以及最新实例, 用以丰富授课内容。其次, 人工智能还能根据教学任务以及学生需求优化当前的教学资源。例如, 借助生成式人工智能系统, 教师可将文字、图片、视频等多种形式的教学素材按照合理的逻辑结构组合成教学课件, 从而提升课件质量以及趣味性。此外, 人工智能还能及时更新和维护教学资源, 定期更新老旧内容, 确保教学资源的实效性。

(二) 强化实践教学

计算机技术专业作为一门注重应用与实践的专业, 在实际教学中应更多地通过实践训练培养学生的实操能力与解决问题能力, 而人工智能具有一定的辅助功能^[2]。一方面, 借助虚拟现实(VR)、增强现实(AR)以及仿真技术, 人工智能可构建虚拟的计算机技能实践环境, 如可为软件开发项目搭建一个虚拟环境, 或搭建一个网络设置的仿真实验室等。在这样一个虚拟环境中, 学生能进行各种练习, 避免因操作失误产生对于真实机器的损害, 减少了实践训练的成本。另一方面, 人工智能能够提供即时指导与反馈, 在学生进行实践练习的过程中, 人工智能系统可以实时监测学生的操作步骤, 并对出现的操作失误或难以完成的情况及时提供提示与建议^[3]。例如, 在编程实践教学中, 人工智能对学生编写的代码进行实时的语法检查和逻辑分析, 识别错误并给出修正建议, 以此提高学生的编程能力。

二、高职计算机技术专业教学现状

（一）技术层面

当前，越来越多计算机技术专业教师认识到人工智能应用于教学的重要性，但实际教学实践中，想要实现人工智能与教学适配，还有不少亟须解决的问题。目前的人工智能多为通用型的，如智能问答系统、数据挖掘工具等，它们并没有为适用于计算机技术专业教育模式作出改进设计^[4]。例如，在编程教学中，需要能够精准识别学生代码逻辑错误并给出个性化修改建议的智能辅导工具，但是常见的程序检查程序大多只是能够识别出代码的语法规则错误，逻辑问题却是无法深入分析，因此并不完全匹配于教学使用。另外，计算机技术专业涉及理论学习、实践操作、项目开发等教学环节，每一阶段的教学目标、师生互动模式、技术支持的需求都不尽相同。要想满足诸多不同类型的教学需求，人工智能系统必须对海量的教学数据进行处理，以解决许多复杂的教学问题，技术实现难度较大。

（二）教师层面

计算机行业的更新迭代速度远超其他传统学科，新的编程语言、框架工具、技术标准和应用场景日新月异。但高职计算机技术专业教师专业知识更新速度却相对较慢^[5]。究其原因，一方面，计算机技术专业教师教学任务繁重，除了备课授课外，还需要完成作业批改、实训指导，以及其他行政工作，难以抽出足够时间系统学习新技术。另一方面，虽然高职院校“双师型”教师建设日益加强，但由于校企合作深度不足、教师到企业挂职时间受限等因素影响，教师难以真正深入企业一线参与实际项目开发，进而更无法将行业最新的技术需求和应用案例融入教学当中。

（三）安全层面

当学生使用教学系统或参与线上教学活动时，通常被要求默认同意所有数据采集条款，他们缺乏选择权和授权途径。因此，学生无法决定哪些信息被收集，这些数据被用于何处，这些数据被保存多长时间^[6]。例如，一些网上实践训练平台会在用户合同中模糊提及数据收集的范围与目的，使得学生在不知道的情况下，他们的学习行为、程序编写等数据被无限期使用，这违反数据收集合法性和规范性基本原则。此外，保障数据存储安全是避免数据丢失或被篡改的关键所在。但是对高职计算机技术专业学生而言，他们保存相关数据时会遭遇到一系列的问题。第一，学校的硬件设备和服务器均缺少防护装置，如防火墙、入侵监测等。第二，学校所用的操作系统、数据库软件常常版本更新不及时，而且存在一些安全问题，这也增加了黑客趁机入侵的可能^[7]。如一个高职院校的实训数据服务器由于数据库漏洞没有得到及时更新，将会造成大批量的实训操作数据和学生个人隐私数据的泄露。

三、人工智能背景下高职计算机技术专业教学创新实践策略

（一）优化与创新专业教学内容

首先，教师可打破传统的计算机技术专业教学顺序，将教学

内容划分为基础模块和进阶模块。例如，在编程教学时，基础模块教授基本计算机语法和结构，进阶模块加入人工智能、数据分析的基础应用内容，为学生提供更个性化的学习选择^[8]。其次，随着人工智能技术的蓬勃发展，教师要将人工智能的理论知识与实践应用融入教学内容当中。比如，教师可以拓展“机器学习概念”章节，为学生讲解如 KNN、线性回归等基本算法，并进行简单代码演示，以强化学生对机器学习的初步了解。同时，教师还可基于 TensorFlow 或 PyTorch 为学生设计手写数字识别或图片分类等简单项目任务，在激发学生对人工智能技术的学习兴趣的同时，培养学生的实操能力^[9]。最后，教师还应构建动态更新的教学资源库。并基于人工智能技术，使资源库具备自动筛选、整合和更新教学资源的功能。当教学资源库建成后，师生便可根据自身需求，从资源库中快速调取所需内容，提升备课和学习效率。同时，教师利用智能生成技术，基于资源库的海量教学资源，为学生生成编程练习题、实验指导书等，这不仅减轻了教师的备课负担，也使学生的学习资源更加丰富多样。

（二）探索与实践多元教学模式

利用人工智能技术进行个性化教学，是解决学生基础参差不齐、学习需求多元等现实问题的有效方式^[10]。首先，构建智能化学习分析系统，收集学生课上、课下、实训的全方位数据，包括但不限于课堂参与情况、课后练习情况、实训记录数据等，用机器学习技术对学生的画像进行精准描摹，掌握学生知识点缺失情况和学习兴趣，为学生提供个性化的学习资源，如专业微课视频、配套练习和拓展文献资料等。比如，某个学生对程序语言基础知识还理解不够透彻，那么系统就会为他推送程序语言的基本语法以及简化的示例讲解；对于基础不错的学生，系统则会被推荐更深入的专业算法或者整体项目开发案例等。其次，设计自适应学习路径。人工智能技术可以依据学生的学习进度和接受能力，动态调整学生的学习内容及难易程度，如果发现学生在知识点理解上有疑问，就会自动添加配套的练习及讲解资料，如果学生理解较快，则引导学生学习更高级的内容^[11]。同时，利用 VR 技术和 AR 技术，为学生创设模拟真实的虚拟学习情境，比如模拟软件工程项目的真实工作场景，让他们在虚拟情境中完成任务，这有助于提升专业学习的趣味性和学生的参与度。

（三）建立与完善教学考评体系

运用人工智能建立与完善教学考评体系，使之具备全面、客观、高效的特点。其一，开发多元评价。通过收集学生的学程数据如课堂表现、作业质量、实操水平、团队协作表现等，并使用数据挖掘和机器学习算法对学生综合素养进行评价^[12]。这个评价结果不仅仅是一个成绩分数，还会出具详细的能力分析报告，如知识掌握程度、实践能力、创新能力等方面的优势和不足。其二，实现即时评价。人工智能技术可以随时跟踪评估学生的学习过程，及时反映学生的学习效果。如线上学习平台中学习任务结束后，学生即时收到相关测试题进行答题，根据答题情况即时反映学生的理解度并且适当调整后续学习内容。在实践教学过程中，教师借助人工智能可以实时检测学生的操作规范性及完成任务的情况，学生也能够及时了解自身的不足并在第一时间改

正^[13]。除此之外,评价结果还能教师提供教学反馈,帮助教师调整教学策略和内容。

（四）加强与提升教师人工智能素养

首先,高职院校应提高对教师人工智能素养的重视,制定系统的教师人工智能素养培训计划。培训内容应包括但不限于人工智能基础知识、智能教学工具的使用、数据分析方法等。培训方式上采用集中培训、在线学习、实践操作等多种方式,以提升教师对人工智能理论知识的理解与掌握,以及教学应用能力^[14]。同时,高职院校要倡导鼓励专题教研活动的开展,如组织计算机技术专业教师共同探讨如何使用基于人工智能技术的线上教学系统,分析学生学习数据,制定个性化教学方案^[15]。另外,高职院校还应定期邀请人工智能领域的企业精英和专家学者到校与教师

进行交流研讨,分享最新的技术应用和教学案例。并组织教师到企业进行挂职锻炼,参与人工智能相关项目的开发,提升其将人工智能技术融入专业教学的能力。

四、结语

综上所述,在高职计算机技术专业教育教学中,人工智能对优化与创新教学内容、探索与实践多元教学模式、建立与完善教学考评体系、加强与提升教师人工智能素养具有积极作用。对此,教师应转变教学理念,对计算机技术专业教学进行改革创新,推动专业教育的智能化、个性化,从而培养出更多高素质计算机专业人才。

参考文献

[1] 施柏铨. 人工智能赋能高职院校计算机课程教学改革策略探析 [J]. 科技风, 2024, (33): 31-33.

[2] 齐礼良. 人工智能赋能高职专业课程教学实施的内在机理及实施策略 [J]. 宁波职业技术学院学报, 2024, 28(06): 75-82.

[3] 项婷婷, 余萍. 人工智能背景下高职院校计算机应用专业发展探究 [J]. 办公自动化, 2024, 29(21): 66-68.

[4] 靳恒清. 人工智能 ChatGPT 背景下高职计算机应用技术专业教学研究 [J]. 知识文库, 2024, 40(18): 96-99.

[5] 夏商晋. 大数据和人工智能背景下计算机科学与技术专业的转型发展 [J]. 数字通信世界, 2024, (09): 206-208.

[6] 王雪, 王晓媛, 曹健, 等. STEM 理念下人工智能技术与计算机专业教学模式的融合研究 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2024, 36(16): 32-34+38.

[7] 郑晓东, 李雪娇, 宋建萍. 人工智能和新技术背景下计算机专业试点课程教学改革措施研究与探索 [J]. 科技视界, 2024, 14(13): 15-18.

[8] 李秀, 陆军, 牛颂杰, 等. 人工智能时代计算机基础课程建设与教育教学思考 [J]. 清华大学教育研究, 2024, 45(02): 42-49+70.

[9] 林峰. 人工智能技术对高职计算机类专业教学的影响 [J]. 武汉工程职业技术学院学报, 2024, 36(01): 92-95.

[10] 王春艳, 张天. 人工智能背景下的计算机专业创新型人才培养模式研究 [J]. 长春师范大学学报, 2023, 42(10): 135-139.

[11] 叶静, 郑梦泽, 黄春芳. 人工智能时代计算机类专业课程标准建设探索 [J]. 印刷与数字媒体技术研究, 2023, (04): 88-95+187.

[12] 傅勇. ChatGPT 时代对计算机专业人才培养的影响分析 [J]. 无线互联科技, 2023, 20(15): 135-138.

[13] 张福美. 人工智能背景下计算机专业职业教育的教学探讨 [J]. 现代商贸工业, 2023, 44(14): 163-164.

[14] 徐志英. 人工智能教学系统在高职院校教学中的应用——以计算机应用技术专业为例 [J]. 辽宁高职学报, 2023, 25(05): 38-41.

[15] 杨青, 宋伟. 人工智能时代校企合作计算机人才培养优化方案探究 [J]. 中国教育信息化, 2022, 28(07): 93-98.

新质生产力背景下 AI 赋能聋人高等教育的应用研究

杨小义, 赵金海, 张炼

重庆师范大学, 重庆 400032

DOI: 10.61369/TACS.2025050024

摘 要 : 随着新质生产力的快速发展, 以人工智能为核心的技术创新正重塑着各行各业的发展形态, 给教育领域带来了前所未有的变革。高等教育作为培养高素质人才的重要基地, 其教育质量的提升成为当前的关注点, 聋人群体的高等教育也受到了社会各界的广泛重视。在人工智能技术高速发展的背景下, 技术的更新迭代也为聋人教育工作提供了更多的支持, 其使用有助于精准开展教学, 并满足聋人群体的学习需求。基于此, 本文对新质生产力背景下 AI 赋能聋人高等教育展开分析和研究, 以供参考。

关 键 词 : 新质生产力; 高等教育; 聋人群体

Research on the Application of AI Empowering Deaf Higher Education under the Background of New Productive Forces

Yang Xiaoyi, Zhao Jinhai, Zhang Lian

Chongqing Normal University, Chongqing 400032

Abstract : With the rapid development of new productive forces, technological innovation centered on artificial intelligence is reshaping the development patterns of various industries, bringing unprecedented changes to the field of education. As an important base for cultivating high-quality talents, higher education has become a current focus in terms of improving its educational quality, and the higher education of the deaf group has also received extensive attention from all sectors of society. Against the background of the rapid development of artificial intelligence technology, the update and iteration of technology have also provided more support for deaf education. Its application is conducive to carrying out teaching accurately and meeting the learning needs of the deaf group. Based on this, this paper analyzes and studies AI empowering deaf higher education under the background of new productive forces for reference.

Keywords : new productive forces; higher education; deaf group

引言

残疾人高等教育的发展是衡量国家残疾人事业发展情况的重要标志。在人工智能时代背景下, 高等教育发展模式亟待转型, 聋人高等教育作为我国高等教育的重要组成, 应顺应时代的发展特点和趋势, 并符合国家的改革规划, 从而确保教育工作的有效进行, 进一步推进聋人高等教育事业的高质量发展。

一、新质生产力与聋人高等教育的内在联系

新质生产力以科技创新为引领, 它实现了技术的突破、生产要素的创新以及产业转型升级, 其核心在于通过技术创新推动生产力的发展。在教育的过程中, 新质生产力有助于更好地解决教育公平的问题, 为提高教育的质量提供了更多的支持。聋人高等教育作为高等教育体系的重要组成, 它致力于关注特殊群体的发展, 其目的在于提高教育的水平, 从而实现教育的公平。然而, 传统聋人高等教育在发展的过程中, 受到教育技术和条件的限制, 学生难以实现高效地沟通, 并且难以获得更加丰富的资源^[1]。

因此, 在新质生产力的背景下, AI 技术的发展有助于打破高等教育的限制, 从而为跨越式发展提供更多的技术支持, 进一步推动高等教育的高质量发展。

二、AI 赋能聋人高等教育面临的挑战

(一) 数据安全问题

AI 技术的应用更多地依赖于对聋人学生学习数据、个人信息等数据的收集和深度挖掘, 这也不利于信息的安全性, 容易造成隐私泄露的现象。聋人学生作为特殊群体, 他们的个人信息以及

基金项目: 重庆市教育委员会人文社会科学研究项目, 项目名称: 新质生产力背景下 AI 赋能聋人高等教育的应用研究, 项目编号: 25SKGH051。

学习数据相对更加敏感,如果出现数据的泄露问题则不利于他们今后的学习和发 展,严重 者则会引发更多的信任危机问题。现阶段, AI 技术在数据的收集、储存和使用的过程中仍然缺乏制度予以保障,这也会引发诸多信息安全的问题。因此,数据安全与隐私保护问题需要得到更多地重视^[2]。

（二）技术适配问题

虽然, AI 技术对于聋人高等教育而言具有巨大的应用潜力,但是现阶段由于诸多技术的发展并不成熟,在使用的过程中仍然会出现适配性不足的问题。例如,手语识别技术受限于手语的复杂性、多样性以及个体的差异性,在识别准确率、实时性方面仍然有待提高。当出现语音转文字的情况时,容易出现识别错误的情况^[3]。除此之外,不同聋人学生的听力损失程度、手语掌握水平和自我学习能力也具有较大的差异,如果利用 AI 技术则难以实现精准对接。

（三）基础设施问题

教师作为教学工作开展的主体,他们的教学能力对于教育工作具有重要的价值。然而,现阶段聋人高等教师师资队伍的数字 化、智能化素养仍然存在不足,难以满足当前教学的需求。许多教师对 AI 技术的原理、功能和应用方法的了解并不深入,在教学的过程中无法熟练运用这一工具开展教学活动。部分教师对 AI 技术存在负面心态,并且担心这一技术会取代传统的教育模式,从而直接影响到教学工作的开展。另外, AI 技术作为新时代背景下的重要技术,它在研发、应用和维护方面需要投入更多的资金,需要进行硬件设备的购置、软件系统的开发以及技术升级^[4]。这对于一些办学经费有限的聋人高等教育学校来讲,难以投入较高的成本,这也在一定程度上限制了技术的发展。与此同时,这就需要强化运营机制建设,进而保障 AI 技术的有效应用。

三、AI 赋能聋人高等教育的应用场景

（一）沟通环节：打破信息壁垒

对于聋人学生而言,沟通障碍是他们在高等教育学习中面临的重要问题。AI 技术的自然语言处理、语音识别与合成以及计算机视觉等技术的融合,有助于为聋人构建高质量的沟通辅助机制。一方面,实时语音转文字技术有助于将教师教学的内容、课堂的讨论话题以文字的形式呈现出来,从而让更多的聋人学生获得信息,确保聋人学生能够根据此展开深度学习。另一方面,手语识别与合成技术的应用有助于学生更好地理解知识。这一技术通过摄像头捕捉聋人学生的手语动作,并将其迅速转化为语音或文字,有助于教师和其他同学的理解。与此同时,这一技术也能够将文字或语音转变为虚拟人手语表达,从而帮助聋生更好地理解他人的想法。这种双向的智能沟通形式,有助于更好地传达信息,提高课堂学习的成效^[5]。

（二）学习环节：适应个体需求

聋生由于他们的听力存在障碍,在获取知识、学习节奏和认知能力等方面具有一定的差异,传统的教学模式则难以满足学生的学习和发展需求。AI 技术的应用则可以通过智能化的学习分析

系统,对聋人学生的学习数据进行整体的分析,对学生学习的时间长度、知识的掌握情况、作业完成情况、做题情况进行深度分析。系统根据分析出来的结果,将为学生设计学习规划,并推送出适合的资源,包括微课视频、练习题、知识点解析等要素^[6]。除此之外,智能辅导机器人也可以为聋人学生提供更多的疑惑解答服务,根据提问精准回答问题,并通过图文、手语演示等方式帮助他们理解,解决学习过程中出现的问题,获得良好的学习成效。

（三）准备环节：丰富教育资源

对于高等教育而言,优质教学资源的匮乏是限制高等教育发展的重要因素。AI 技术能够为教学资源的智能化建设提供更多的支持,从而丰富教育的供给,提高教育的整体质量。利用 AI 技术有助于更好地实现对现有教育资源的改造,并增加手语翻译和字幕的方式,为聋人学生提供更加丰富的学习资源和素材,从而帮助他们深入理解和使用这些资源。与此同时, AI 辅助内容生成技术有助于根据聋人学生的特色资源,生成手语教学的视频和课件^[7]。除此之外,通过构建 AI 驱动的教学资源共享平台,有助于实现资源的高质量应用,并尽可能地提高资源的应用率,解决当前的教育资源分配不均衡的问题。

四、新质生产力背景下 AI 赋能聋人高等教育的应用策略

（一）健全隐私保护机制，确保信息安全

在 AI 赋能聋人高等教育工作之中,数据安全保护尤为重要,这也是实现保障聋人学生隐私安全的重要措施。因此,在数据采集环节,学校应建立严格的准入机制,明确数据采集的范围和目的,仅仅收集与教学评价、个性化支持等要素直接关联的数据,避免采集聋生的敏感信息。与此同时,学校还需要获得聋人学生和监护人的授权,并且向他们解释数据使用的用途,确保他们充分知情^[8]。在采集的过程中应对数据进行脱敏处理,去除个人身份等信息,以匿名化的方式保障数据的安全性。数据储存环节则需要注重储存环境的安全性建设,采用加密的技术对聋人学生的个人信息和数据进行有效处理,避免出现数据信息的非法窃取。其中,系统应设置防火墙技术,并定期对设备进行安全监测和漏洞修复,确保在发生数据丢失问题时能快速恢复数据,保障数据的有效处理。在数据使用的过程中,应实施精细化的权限管理制度,根据最小权限原则为不同角色的教职工分配数据访问的权限,并确保其有效管理,当发现异常访问行为应及时拦截,避免出现其他问题。

（二）突破传统教育体系，创新技术手段

大数据技术的应用对于传统聋人教育工作的开展具有重要的影响,它可以让教师突破传统的教育体系,并根据聋人学生的生理和心理特点制定出个性化的发展方案,从而实现多维信息、现实资源的有效匹配,降低对传统教学模式的依赖,构建更加完善的高等艺术教育体系。一方面,大数据技术的大容量、高融合、多维度的特点,能够将聋人高等教育体系实现多元化变革,从而

实现教育的创新，创造良好的教育环境。教师有效利用大数据技术能够充分综合聋人高等艺术教育的大数据资源，优化共享平台建设，从而更好地实现政府、社会、高校和市场之间的有效融合，确保教育管理工作的有效性。

不仅如此，加大对 AI 技术在聋人高等教育领域的投入，鼓励高校、科研机构进行合作，并根据聋人学生的实际需求进行技术突破，解决当前语音转文字等技术上的难题，确保 AI 技术应用的精准性。与此同时，还需要注重技术的个性化适配，开发出相应的 AI 技术，根据聋人学生的实际特点和需求不断进行调整^[9]。

（三）加大基础设施建设，获得良好成效

高校应加强对聋人高等教育教师的素质能力培养，制定更加全面的培训计划，让教师学习基本的 AI 技术的知识，了解如何使用教学工具，确保其有效使用。高校应组织专题培训、研讨会、案例分享等活动，提高教师对 AI 技术的使用效果。鼓励教师积极参与到 AI 教学实践工作中，探索出合适的教育模式，促进教师的能力发展^[10]。

不仅如此，政府还需要加强对聋人高等教育的政策支持，出台相关的政策激励制度，鼓励院校有效利用 AI 技术开展教学工作。学校应增加对聋人高等教育的经费投入，设立专项的基金用于 AI 技术的研发、应用和推广，确保购置必要的应用设备。

五、结语

综上所述，在新质生产力的背景下，AI 技术能够为聋人高等教育的发展带来更多的机遇，并更好地实现智能沟通辅助、个性化学习支持、教学资源建设，从而发挥出巨大的发展潜力。AI 赋能聋人高等教育仍然存在一系列挑战，这就需要不断强化技术研发工作，确保数据的安全性，强化基础设施建设，进而推动 AI 技术和聋人教育工作的有效融合。相信在未来，随着技术的发展和深化，聋人高等教育将被赋予更多的力量，从而推动社会的发展。

参考文献

- [1] 王向华，常公静．立德树人：高等教育质量评价的价值追寻 [J]．中国高等教育评论，2024，20（02）：60-72.
- [2] 李婷婷．“互联网+”背景下聋人开展高等融合教育策略 [J]．科技视界，2022，（29）：111-113.
- [3] 尤丽娜，沈雪晴．在读聋人大学生语言支持服务现状研究 [J]．绥化学院学报，2022，42（10）：43-47.
- [4] 丁光豪．聋人大学生武术课程教学设计与实践研究 [D]．北京体育大学，2022.
- [5] 丁勇．我国残疾人高等教育发展的回顾与展望 [J]．现代特殊教育，2021，（20）：3-13.
- [6] 史守林．立德树人：高等教育的时代使命 [J]．吉林师范大学学报（人文社会科学版），2021，49（04）：70-78.
- [7] 杜瑞军．立德树人——高等教育质量的内涵及价值坐标 [J]．大学与学科，2021，2（02）：89-102.
- [8] 孙丰，王振宇．特殊教育中聋人高等教育保障问题及对策 [J]．吉林人大，2021，（04）：46-47.
- [9] 程良龙，邵晓琰．立德树人：高等教育专业思政重在价值引领 [J]．教育教学论坛，2021，（04）：1-5.
- [10] 马世梁，李丹阳．就业为导向的高等艺术特殊教育人才培养模式 [J]．大众文艺，2020，（24）：163-164.

人工智能赋能国防人才培养路径分析

刘佳

嵩山少林武术职业学院，河南 郑州 452470

DOI: 10.61369/TACS.2025050025

摘 要： 随着科学技术的发展，人工智能技术对各领域产生了深刻影响。在高职国防人才的培养过程中，人工智能技术的应用可以满足时代发展需求的造良好的育人环境，提升国防人才培养质量。我们从高职国防人才培养的角度出发，分析了人工智能技术融入的作用，并提出具体的实践策略，旨在提升国防人才培养质量，为后续国防人才培养模式的创新积累经验。

关 键 词： 人工智能；高职；国防人才

Analysis of the Path of Artificial Intelligence Empowering National Defense Talent Cultivation

Liu Jia

Shaolin Martial Arts Vocational College, Mount Song, Zhengzhou, Henan 452470

Abstract： With the development of science and technology, artificial intelligence technology has exerted a profound impact on various fields. In the process of cultivating national defense talents in higher vocational colleges, the application of artificial intelligence technology can create a good educational environment that meets the needs of the times and improve the quality of national defense talent cultivation. From the perspective of cultivating national defense talents in higher vocational colleges, we analyze the role of the integration of artificial intelligence technology and put forward specific practical strategies, aiming to improve the quality of national defense talent cultivation and accumulate experience for the innovation of subsequent national defense talent cultivation models.

Keywords： artificial intelligence; higher vocational education; national defense talents

引言

在当前时代背景下，科学技术的发展日新月异。其中，人工智能是新一代科技革命与产业变革的核心，发挥了重要的驱动作用，并影响到军事，国防等领域。其中，国防的现代化建设对国防相关人才培养提出了更加迫切的要求，而高职教育是培养技术型人才的重要场所。在国防人才培养过程中，肩负了重要使命。其中，传统的国防人才培养模式在教学内容，方法以及实践等方面存在一定的局限性，很难满足新时代国防建设对人才提出的新要求。因此，高职院校需要重视人工智能技术的应用，有效融入人才培养过程，调整国防育人环境，有效打破传统育人模式的束缚，实现教学方式的创新，切实提升人才培养活动的针对性与实效性。通过深层次分析，人工智能与国防人才培养的融合，可以发挥良好的理论与现实价值。

一、人工智能融入高职国防人才培养的意义

（一）提升国防人才培养质量

高职国防人才培养过程中，人工智能技术的应用可以为人才培养提供个性化的教学服务，切实提升人才培养质量。^[1] 其中，教师可以借助人工智能算法对学生的数据开展分析，有效把握学生的学习特征，知识掌握情况等，从而制定个性化的学习方案，使学生积极参与国防知识学习。例如，在国防理论课程的教学过程中，教师可以借助人工智能系统，结合学生的知识答题效果进行相关练习题的推送，帮助学生做到查漏补缺，切实提升知

识学习效率。同时，人工智能技术还可以进行各种复杂国防场景的模拟，使学生参与沉浸式实践训练。^[2] 在虚拟模拟过程中，学生可以将自身所学知识应用到实践，不断提高自身的问题解决能力。另外，人工智能系统可以结合学生训练课程，开展实时的监测评估，明确学生可能存在的问题，给予相应指导，推动学生实践技能的提升。

（二）适应国防现代化建设需求

在国防的现代化建设中，科学技术与高素质人才发挥了重要作用。因此，高职需要重视教育创新，加强人工智能技术的应用。伴随人工智能在国防领域的广泛应用，具体包括智能武器装

备、大数据分析等，对国防相关人才的知识与能力提出了更高的要求。^[3]因此高职，国防人才培养过程需要重视人工智能技术的融入，帮助学生接触与了解人工智能相关的国防知识与技能，熟悉人工智能在国防领域的应用，并熟练掌握相关操作技巧，从而满足国防的现代化建设所需。例如，学生可以学习人工智能技术，在军事指挥系统的应用，掌握智能算法，了解其应用于战场分析、决策，从而为自身后续投入相关行业打下基础。

（三）增强国防教育实效性

在传统的国防教育过程中，教师通常以课堂知识讲授、纪录片观看等形式作为主体，整体的教学方式存在单一性，学生缺乏参与热情。在这种教学模式下，由于学生的参与度有待提高，导致整体的教育效果不够理想。而人工智能技术的融入，能够有效创新国防教育形式，提升国防教育的吸引力与时效性。^[4]通过人工智能技术的应用，可以有效开发虚拟国防教育展馆，引导学生使用虚拟设备产生身临其境的感受，直观了解国防装备，认识国防历史。另外，人工智能技术的应用还可以设计具有较强互动性的国防教育游戏，使学生参与游戏，不断学习国防知识，形成良好的国防意识与爱国精神，通过教学方式的开展，可以真正实现寓教于乐，调动学生知识学习热情，提升国防教育质量。

二、人工智能赋能国防人才培养的实践路径

（一）优化课程体系

在高职国防人才培养过程中，课程体系属于核心要素，有助于相关人才培养的开展。为了有效融入人工智能技术，优化国防人才培养体系，需要结合现有课程体系进行全方位的优化与升级。一方面，可以在课程设置中增补国家有关人工智能的相关课程，如人工智能的基础、机器学习原理等，通过开展相关课程知识学习，可以帮助学生系统性掌握人工智能的基础理论、核心技术的应用方法等知识。^[5]另一方面，可以重视人工智能技术与国防专业课程的融合，帮助学生在掌握国防理论武器装备知识等内容时，加深对人工智能的理解，认识其在相关领域的应用案例。例如，在教学武器装备的相关内容时，教师可以讲解智能武器的运作原理，并通过多媒体软件将其实战应用场景进行展示，帮助学生认识人工智能技术的重要性。通过以上教学方式的开展，有助于优化育人场景，提升学生知识学习热情，加深对国防知识的理解。另外，为了使课程内容具有时效性与实用性，教师需要结合国防领域发展趋势，把握岗位需求，进行课程内容的动态优化与调整，帮助学生将所学知识需求进行结合。同时，教师还可以融入在线课程，积极创新教育形式，加强人工智能技术的应用，建设智能化学习平台。通过智能学习平台的应用，可以结合学生学习进度，需求等进行课程资源的智能推荐，满足学生的个性化知识学习需求。^[6]学生还可以使用相关平台随时参与课程学习，切实提升学习的自主性与灵活性，有效提高学习效率，并形成良好的综合素质。

（二）搭建实践平台

为了有效培养学生的实践与创新能力，高职需要重视实践平

台的建设，更好的发挥出人工智能技术的作用。优化国防人才培养活动。第一，高职院校可以建设虚拟仿真训练平台，借助虚拟现实技术，营造真实的国防训练场景，如战场环境、武器装备操作场景等，让学生参与实践训练，有效避免传统训练可能存在的安全风险，还可以帮助学生进行反复的操作，有效提高学生国防实践技能。^[7]如在教学导弹发射的相关内容时，学生可以使用虚拟仿真平台进行导弹发射流程的模拟，并设置相关参数，从而熟悉导弹发射的相关过程，加深对相关知识的理解。第二，重视智能实训基地的建设。在实训基地中，可以融入智能传感器、智能机器人等设备，有效进行实训过程的智能化管理评估。传感器的应用能够实时的收集学生操作数据，而智能系统可以对学生数据开展分析与评估，从而为其提供个性化的指导服务，帮助其学习后续的相关知识。同时，智能实训基地可以结合设备情况进行调度与维护，提升实训设备的利用率。第三，高职需要加强与军工企业的合作，建设校外实训基地，有效拓展育人资源，使学生积极参与国防项目研发与实践。实践活动的开展，可以帮助学生掌握所学知识的实践应用技能，不断积累实践经验，为后续解决相关问题提供参考。

（三）促进多方协同

人工智能赋能国防人才培养是一项系统工程，需要学校、企业、军队等多方主体的紧密协同合作，共同形成强大的育人合力。首先，学校应积极主动地与军工企业、军队等关键单位建立长期稳定的合作关系，联合制定科学合理的人才培养方案，精心设计符合国防需求的课程体系，并共同开发高质量的教学资源。^[8]军队方面则可以为学校提供丰富的国防教育资源和专业的军事训练指导，协助学校开展各类国防实践活动，增强学生的国防意识和实战能力。此外，各方还可以携手开展人工智能在国防领域应用的前沿科研项目，推动科研成果有效转化为教学资源，进一步提升人才培养的质量和水平。例如，学校与军工企业可以合作研发智能武器装备仿真系统，该系统不仅能够服务于企业的产品研发，还可以作为学校的教学实训设备，实现资源共享和互利共赢。

（四）加强师资建设

在高职国防人才培养过程中，高素质的师资队伍是人工智能应用的重要保障。因此，师资队伍建设是国防人才培养的重要一环。第一，可以结合现有教师开展人工智能与国防知识培训，提高教师的专业知识水平。^[9]高职院校可以通过培训班、挂职锻炼等形式，方便教师接触与学习人工智能在国防领域的最新应用。例如，高脂可以引导教师前往军工类企业进行挂职锻炼，参与人工智能与国防项目的研发不断积累实践经验，为自身后续从事相关工作打下基础。第二，高职可以引进具有人工智能与国防教育知识的专业人才，充当兼职教师，有效丰富师资队伍。通过师资队伍的健康，可以帮助其掌握良好的人工智能技术，并熟悉国防领域需求，从而为学生提供更为专业的教学与指导。第三，积极建立教师合作机制，鼓励学校与学校，学校与企业之间开展教师交流。^[10]开展良好的交流合作，教师之间可以相互学习，不断积累教学经验，有效拓展自身教学思路，提升教学水平。另外，

高职可以组织教师深入基层部队开展人才需求调查，系统掌握军事岗位核心能力要求。通过军地联合修订人才培养方案，将“军事素养培育”融入专业课程体系，开发“军事+专业”复合型课程模块。同时搭建军地科研协作平台，引导教师参与军事技术攻关项目，提升科研成果的军事应用价值。

三、结束语

综上所述，人工智能赋能高职国防人才培养是时代发展的必

然趋势，具有重要的意义和价值。通过优化课程体系、搭建实践平台、促进多方协同、加强师资建设等实践路径，可以充分发挥人工智能在国防人才培养中的作用，提高人才培养质量，为国防现代化建设输送更多高素质的技术技能型人才。然而，人工智能在国防人才培养中的应用还处于探索阶段，面临着诸多挑战，如技术应用不成熟、师资力量薄弱、协同机制不完善等。在未来的发展中，需要不断加强研究和实践，积极探索解决问题的方法和途径，推动人工智能与高职国防人才培养的深度融合，为国防事业的发展做出更大的贡献。

参考文献

[1] 吴爱萍. 计算机教学设计中的创新思维能力培养研究[J]. 上海包装, 2024, (12): 213-215. DOI: 10.19446/j.cnki.1005-9423.2024.12.071.

[2] 李科. "三环三链" 高校国防教育教学体系探赜[J]. 航海教育研究, 2024, 41(04): 75-78.

[3] 董秋鹏. "VR+ 国防教育" 教学初探[J]. 中国现代教育装备, 2024, (21): 27-28+35. DOI: 10.13492/j.cnki.cmee.2024.21.005.

[4] 沙业青. 体育教学与国防教育融合的探索与实践[J]. 清远职业技术学院学报, 2024, 17(06): 61-65.

[5] 康婧. 新时代国防教育军事课程教学转型及发展——评《新时代国防教育与学生军训改革创新》[J]. 人民长江, 2024, 55(03): 264.

[6] 孙玮. 新媒体视域下国防教育实践教学碎片化传播策略[J]. 中国军转民, 2023, (11): 45-46.

[7] 黄卓晔. 高校国防教育课程对话教学应用探究[J]. 广东轻工职业技术学院学报, 2022, 21(05): 69-73. DOI: 10.13285/j.cnki.gdqgxb.2022.0071.

[8] 冯晓娟. 分析军民融合背景下地方高职院校国防人才培养模式——以嵩山少林武术职业学院为例[J]. 中国军转民, 2021, (03): 57-59.

[9] 李江, 李新, 刘崇俊. 高校复合型国防人才教育管理模式探究[J]. 广西质量监督导报, 2020, (11): 18-20.

[10] 李江, 李新. 管理视域下高校国防人才多元化培育路径探究[J]. 广西质量监督导报, 2020, (10): 77-78+65.

AI 赋能高职 C 语言程序设计课程教学创新

王艳梅

无锡机电高等职业技术学校，江苏 无锡 214125

DOI: 10.61369/TACS.2025050033

摘 要： 随着人工智能技术的迅猛发展，其在教育领域的应用愈发广泛。高职 C 语言程序设计课程作为计算机相关专业的基础核心课程，对学生编程思维和实践能力的培养至关重要。本文探讨了 AI 赋能高职 C 语言程序设计课程教学的优势，分析了在此过程中面临的挑战，提出了具体的应用路径以及需要注意的事项，旨在为高职 C 语言程序设计课程教学创新提供参考，以提升教学质量和学生的综合素养。

关 键 词： AI；高职教育；C 语言程序设计；教学创新；教学改革

AI-Enabled Teaching Innovation in Vocational College C Language Programming Courses

Wang Yanmei

Wuxi Higher Vocational and Technical School of Mechanics and Electronics, Wuxi, Jiangsu 214125

Abstract： With the rapid development of artificial intelligence technology, its application in the field of education has become increasingly widespread. As a fundamental core course for computer-related majors in vocational colleges, the C language programming course plays a crucial role in cultivating students' programming thinking and practical abilities. This paper explores the advantages of AI-enabled teaching in vocational college C language programming courses, analyzes the challenges encountered in this process, and proposes specific application paths and matters needing attention. It aims to provide references for teaching innovation in vocational college C language programming courses, so as to improve teaching quality and students' comprehensive literacy.

Keywords： AI; vocational education; C language programming; teaching innovation; teaching reform

高职 C 语言程序设计是一门非常重要的基础性专业课程，既是该专业后续课程的基础课程，也是学生逻辑思维和解决实际问题能力培养的重要课程^[1]。高职 C 语言程序设计教学方法相对单一、学生主动性和实践环节少等原因导致教学兴趣不高、教学效果不理想，利用人工智能技术实现个性化教学、智能化辅导、精准化评价等新模式则可以对原有的问题进行优化革新。人工智能技术的出现带来了新的机遇，AI 赋能教育为高职 C 语言程序设计课程教学模式提供了新思路、新方法。开展高职 C 语言程序设计课程教学模式创新研究具有重要的实践应用价值。

一、AI 赋能高职 C 语言程序设计课程教学的优势

（一）实现个性化教学，满足学生差异需求

高职生的知识水平、学习能力、学习兴趣存在较大差距。传统“一刀切”的教学方式不能满足学生个体学习的需求，易导致部分学生“吃不饱”、部分学生“跟不上”。AI 能通过分析学生的多种学习数据，精准掌握每位学生的学习情况（包含知识掌握程度、学习进度、学习难点等），基于此，AI 可对每位学生推送个性化的学习资源和学习路径。如基础薄弱的学生可推送概念解释简单、例题难度小、思考要求低等资源；对于学有余力的学生可推送难度大、有一定难度的编程练习、拓展性知识等。这种个性化教学方式让每个学生都能处在适合自己的学习节奏和难度下学习，提高学习效率和学习积极性。

（二）提供智能化辅导，及时解决学习难题

C 语言是编程入门阶段比较常见语言，学生在学习 C 语言过程中，经常会出现一些程序语法或逻辑错误，当遇到此类错误时，学生通过老师或查阅文献资料解答，但老师精力有限，不一定能实时解决所有编程问题。AI 智能辅导系统可以充当“智能助教”的角色，可为学生提供在线编程学习帮助。例如，学生在编程过程中经常会出现语法错误或者逻辑错误，如果遇到这些问题，AI 系统可根据学生的代码进行分析后，快速判断错误的类型，同时会提示出错误的具体原因，并能给出正确的修改意见。此外，AI 系统还可回答学生一些知识点问题，通过 AI 系统的文本或语音方式与学生对话的方式与学生交流，解答学生对知识点不懂的问题。

（三）优化教学评估，提升教学反馈效率

教学评估是对教学过程的检验，反映了学生的学习效果和老

基金项目：无锡机电高等职业技术学校校级研究课题，课题名称：基于人工智能的项目化教学模式重构研究——以五年制高职 C 语言程序设计为例（课题编号：锡机电研 2025-QNZX08）。

师的教学质量。传统的 C 语言教学评估工作主要是老师批阅作业和考试试卷,工作量较大,且评估结果反馈较慢,不利于及时发现教学中存在的问题。AI 技术可以完成教学评估的自动化、智能化。AI 系统可以实现学生的编程作业和考试试卷的自动批改,尤其是针对客观题和编程题的语法正确性、逻辑完整性等自动化评价非常便捷且准确性较高,AI 系统还可以针对学生的作答情况作出具体的分析结果,形成具体的评估报告,指出学生对各个知识点的掌握情况,以及共性和个性的错题等情况,教师可以针对这些评估信息及时调整教学策略、优化教学内容,提高教学的针对性、有效性^[9]。

二、AI 赋能高职 C 语言程序设计课程教学面临的挑战

(一) AI 教学资源质量参差不齐

市场上现有的 C 语言程序设计 AI 教学资源品种杂,质量参差不齐,有的 AI 教学资源内容陈旧,知识点错误,有的 AI 教学资源内容虽然较为新颖,但是教学资源并未完全按照高职教学大纲的要求。低质量的 AI 教学资源不仅会误导学生、影响教学,更给教师选教学资源带来较大困难,使教师浪费较大的时间和精力去筛选鉴别教学资源。

(二) 教师 AI 应用能力有待提升

AI 驱动的教学要求教师具备相应的能力,既要懂 C 语言的专业知识基础扎实,又要对 AI 技术及相关应用有一定了解,能利用 AI 教学工具进行教学。许多高职教师对 AI 技术知之甚少,在 AI 技术应用的培训及学习方面投入不够,一些教师甚至对 AI 存在抵触情绪,认为 AI 会替代教师。上述这些都成为 AI 在高职 C 语言程序设计课程教学应用和推广的关键问题。

(三) 学生过度依赖 AI, 影响自主学习能力培养

AI 智能辅助辅导模式虽然可以在第一时间给学生进行答案提示,但是如果学生对 AI 产生依赖,不懂或不思考就问答案,就会慢慢失去自己思考问题、解决自己的问题的勇气和能力,而自主思考和尝试是 C 语言教学中提高学生编程思维、创新能力的重要途径。如果学生习惯用 AI 帮忙解决问题,后期难以弥补。另外, AI 系统的答案或者做法,往往是多个版本的一种,并非一定是最好的,过于依赖 AI,使得学生的视野有所局限。

三、AI 赋能高职 C 语言程序设计课程教学的具体路径

(一) 构建 AI 辅助教学平台, 整合优质教学资源

高等院校能够与企业以及科研单位合作,共同构建适合高职院校教学特征的 AI 辅助教学系统。一方面能够将各自教学资源动态化,消除传统教学资源静态化的缺点,转变成能够动态更新的资源系统。教学资源除了涉及所授的课程资源、电子教材,还应考虑能够帮助学生理解的例题解析资源、学生能够实践训练的编程题资源、适应应用的项目案例资源等教学资源形成资源的系统

化,构建一个学习的系统资源。使用 AI 系统智能推荐等功能,帮助学生建立系统的教学资源库。针对学习不同阶段以及学生对知识的掌握情况能够推荐适合的学习系统。学生学习语法点,推荐适合的学习的例题资源、适应应用资源。其次能够通过学科与专业的实际问题,构建学科专业教学的典型案例与资源包。平台运作的关键就是审核,能够在资源构建过程中,制定教师和专业的外部专家对资源内容把关的制度,才能够构建适合学生教学资源库。教学团队教师可以通过平台来进行日常的教学工作,能够构建教学课程骨架、设置作业和考题等,学生则能够通过平台进行自主安排学习节奏、自主安排提交作业等自主学习或讨论交流等进行^[9]。

(二) 开发智能编程练习系统, 强化实践教学环节

C 语言程序设计的实践部分是整门课程的重中之重,智能编程练习系统能够起到辅助学生实践的作用。首先该系统应该有自动检查程序代码、错误提示和反馈信息等基本功能,能够为学生的编程练习进行辅助。当学生登录系统练习编程时,能实现对学生提交的代码实时检查,检查结果的提交,判定编程提交代码是否满足规定要求。如果不满足要求,应给出错误位置并提示修改步骤,找出错误,使得学生能及时解决。其次系统对每个学生每次的编程练习进行统计,分析该学生的编程存在的薄弱知识与部分,对于不同学生分别设计不同难度的练习题,一步一步提高学生的编程能力;再次,系统能建立编程练习竞赛、项目开发模块,通过编程竞赛能激发学生学习的积极性,通过项目开发能让学生学会合作,培养学生的创新与团队精神,实现实践教学环节的落地^[10]。

(三) 运用 AI 技术进行学情分析, 优化教学策略

基于 AI 技术对学生学习数据的全面挖掘和深度剖析的报告是制定科学、合理教学方案的有力工具。学生的平台登录时间、在位时间、作业答题情况、测试结果以及上课问答回答情况等全面、详实的数据能够更充分地反映出学生的学习历程。教师通过对这些学习信息进行合理筛选能够清楚地了解每一个学生的具体学习状态:哪些章节的内容学生学得不够好,学生上课的哪些问题反复提问^[11]。例如,在某一个教学班学生出现普遍反映在指针知识的学习上有一定的难度,那教师可以在教学班内加大指针部分的知识教授时间以及练习难度;某学生的整体学习进度和其他的学生比有所慢下来,那么针对他的情况可以单独地给他额外的辅导、个别辅导。基于 AI 技术的学情分析,能够帮助教师的教学更加的科学、合理、高效,即实现精准化教学及个性化引导^[10]。

(四) 开展 AI 驱动的协作学习, 培养学生团队精神

利用人工智能,使协作学习有平台能够支持。利用人工智能平台可以在线组建学习小组,共同完成编程项目和学习任务^[7]。人工智能在协作学习过程中,对学习小组合理分派任务、协调学习进度、提供学习的资源支持、监视整个协作过程及评价协同学习过程进行有效支持。学生在协作过程中可以交换思想、互相启发思路、共同解决学习难题。这种学习方式,一方面可以提高学习效率,另一方面让学生在学中合作,学习协调,培养学生团队协作能力。例如对于一个小型应用程序开发项目,人工智

能会结合每位同学所具有的特长及能力，有针对性地把任务开发的模块分配给每一位成员，在整个程序开发过程中，实时把握各部分进展，不断督促每个部分的设计人员相互加强沟通，协调协作，以便使开发过程按时保质完成，让学生深刻体会到团队协作的重要性^[8]。

四、AI 赋能高职 C 语言程序设计课程教学的注意事项

（一）平衡 AI 技术与教师主导作用的关系

AI 教学虽然有不少优点，但不能代替教师。教学活动的主体仍是教师，完成教学目标、教学内容选择、教学方式的设计还是由教师来完成。人工智能技术仅是教师教学的工具，可以减轻教师的教学负担、提高教师教学效率，然而却不能代替教师与学生的“人情往来”、学生思想的引领和价值观的塑造。因此，AI 赋能高职 C 语言程序设计课程教学要正确处理人工智能技术与教师主导的关系，充分发挥二者的优点，实现 AI 与教师共教、协同合作教学^[9]。

（二）注重保护学生隐私和数据安全

在 AI 助力教学的过程中将产生较多学生学习数据信息，包

含有学生个人信息、学习行为等敏感性信息，故应重视数据安全和隐私的保护工作。高职院校要建立完善的数据安全管理制度，加强 AI 教学平台、系统安全防护，防止学生数据出现被泄露、篡改、滥用等问题。同时要确定数据的运用范围和权限，授权人员在授权范围之内使用学生数据，需告知学生数据的收集目的、方式和用途，获得学生许可^[10]。

五、结语

AI 支持高职 C 语言程序设计教学是教育信息化发展的必由之路，其给课程教学带来的发展机遇与挑战在于改变教学的个性化发展需求、智能化的学习辅助、教学评价改进与完善等方面，能够从根本上推进教学质量与学生学习质量的提升；但也需要正视 AI 技术应用于教学中存在的教学质量参差不齐与质量难保障、教师 AI 应用能力薄弱、学生依赖 AI 等不足，从 AI 辅助教学平台建设、AI 支持智能编程练习平台开发、采用 AI 进行教学大数据学情分析、AI 赋能的教学中的合作学习等具体路径与方法，结合合理权衡 AI 技术作用与教师的主导地位、保护学生隐私、尊重学生数据安全等注意事项，创新发展高职 C 语言程序设计课程教学。

参考文献

- [1] 杨沙沙, 刘涛. 项目教学的 C 语言程序设计课程思政探究 [J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(36): 168-170.
- [2] 彭响华, 崔晗, 彭玲, 等. "C 语言程序设计" 课程教学改革及研究 [J]. 通讯世界, 2024, 31(11): 52-54.
- [3] 姜锋. 新工科背景下 "C 语言程序设计" 课程教学改革探索 [J]. 中国新通信, 2024, 26(19): 118-120.
- [4] 陈瑞, 章礼华, 王陈宁, 等. AIGC 赋能 C 语言程序设计课程教学改革研究 [J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(28): 143-145+159.
- [5] 陈亭志. 融合思维培养的 C 语言程序设计课程思政教学设计与实践 [J]. 武汉职业技术学院学报, 2024, 23(04): 84-91.
- [6] 彭琼, 辛继湘. 数字技术赋能 PBL 教学模式创新研究——以 C 语言程序设计课程为例 [J]. 信息与电脑 (理论版), 2024, 36(14): 19-23.
- [7] 张茜, 秦静, 王烨, 等. C 语言程序设计与信息安全数学基础课程协同建设初探 [C]// 中国计算机学会, 全国高等学校计算机教育研究会, 教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会. 2024 年中国高校计算机教育大会论文集. 河北师范大学计算机与网络空间安全学院; 河北师范大学计算机实验教学示范中心; 河北师范大学计算机虚拟仿真实验教学中心; 山东大学数学学院; 2024: 61-67.
- [8] 梁倩倩, 邵雪梅, 董再秀. 混合式教学模式下 C 语言程序设计课程思政教学改革与探索 [J]. 电脑与电信, 2024, (07): 93-97.
- [9] 林宁, 左悦, 陆涛. 智能化技术驱动下 C 语言程序设计课程教学改革研究 [J]. 科教导刊, 2024, (19): 104-106.
- [10] 柯毅明, 汤宏誉, 刘敏. 基于 OBE 和 CDIO 的 C 语言程序设计课程教学改革 [J]. 计算机教育, 2024, (02): 26-30.

师生共情、评价先行、融合共通：基于知识图谱升级的人工智能基础课程思政虚拟教研室建设与实践研究

付晨¹，张广渊¹，王敏²

1. 山东交通学院 信息科学与电气工程学院，山东 济南 250357

2. 山东交通学院 基础教学部，山东 威海 264209

DOI: 10.61369/TACS.2025050034

摘 要： 针对地方应用型本科高校人工智能基础课程思政建设中存在的评价体系不完善、思政元素与知识节点映射不足、混合式教学效果有限等问题，提出“师生共情、评价先行、融合共通”的课程思政教育理念。通过构建跨学科的课程思政虚拟教研室、全过程课程思政评价体系、基于知识图谱的智慧课程平台，形成了特色鲜明的课程思政教育体系。实践表明，该体系有效提升了课程思政教学质量，显著增强了学生的情感认同与社会责任感，项目成果获评多项省级教学奖项，课程覆盖全国195所高校，选课学生超12.6万人，师生互动量达181.7万次，具有较高的推广应用价值。

关 键 词： 课程思政；人工智能基础；虚拟教研室；评价体系；知识图谱

Teachers-Students Empathy, Evaluation First, Integration and Commonality: Construction and Practice Research of Ideological and Political Virtual Teaching Research Office for Artificial Intelligence Basic Course Based on Knowledge Graph Upgrade

Fu Chen¹, Zhang Guangyuan¹, Wang Min²

1.School of Information Science and Electrical Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan, Shandong 250357

2.Department of Basic Education, Shandong Jiaotong University, Weihai, Shandong 264209

Abstract： Aiming at the problems existing in the ideological and political construction of the "Introduction to Artificial Intelligence" course in local application-oriented universities, such as imperfect evaluation system, insufficient mapping between ideological and political elements and knowledge nodes, and limited effect of blended teaching, this paper puts forward the ideological and political education concept of "teacher-student empathy, evaluation first, integration and commonality". By constructing an interdisciplinary virtual teaching and research office for ideological and political courses, a whole-process ideological and political evaluation system, and an intelligent course platform based on knowledge graph, a distinctive ideological and political education system has been formed. Practice shows that this system has effectively improved the teaching quality of ideological and political courses and significantly enhanced students' emotional identity and social responsibility. The project results have won many provincial teaching awards, covering 195 universities nationwide with over 126,000 students enrolled and 1.817 million teacher-student interactions, thus having high promotion and application value.

Keywords： curriculum ideology and politics; fundamentals of artificial intelligence; virtual teaching and research office; evaluation system; knowledge graph

引言

2016年全国高校思想政治工作会议以来，课程思政成为高等教育改革的重要方向。习近平总书记强调：“各类课程要与思想政治理论课同向同行，形成协同效应”^[1]。《高等学校课程思政建设指导纲要》进一步明确要求将思政元素融入专业课程，实现价值引领与知识传授的统一^[2]。根据2020年《高等学校课程思政建设指导纲要》文件精神^[2]，高校要重视思想政治教育，使其与专业教育深度融合，同向同行，协同促进，因此，利用专业课程教育资源推进思政教育的教学改革日益受到关注。与此同时，人工智能（AI，Artificial Intelligence）作为第四次工业革命的核心驱动力，其人才培养已成为国家战略需求。然而，地方应用型本科高校在人工智能基础课程思政建设中面临诸多挑战：评价体系不健全、思政元素与知识点“两张皮”、混合式教学效果不佳、跨校教研协作不足等。

基金项目：基于首批国家级一流本科课程《人工智能基础》的新型“融合式”教学探索与实践（2022ZD02），山东交通学院2022年度校级本科教学改革研究重大项目。
第一作者简介：付晨，男，副教授，研究方向为人工智能基础教育、宽禁带半导体材料与器件，fuchen@sdjtu.edu.cn。

在此背景下，山东交通学院信息科学与电气工程学院（人工智能学院）人工智能基础教学团队迎合山东省新旧动能转换试点和十强产业发展带来的对“人工智能+专业”人才需求^[3]，以“师生共情、评价先行、融合共通”为理念，创新地提出“一隐二显三融合”的课程思政建设模式。依托山东省高等学校课程思政教学改革研究项目（项目编号：SZ2023084），探索构建新型课程思政虚拟教研室，形成了可复制、可推广的课程思政教育体系。

本文系统阐述该体系的构建思路、实践路径及应用成效，立足本校，辐射全国，为同类高校课程思政建设提供參考，为我国“智能+”复合型高端人才培养建立强大的资源储备和人才储备。

一、课程思政教育体系的构建理念与框架

（一）面临的核心问题

1. 思政评价体系不完善：人工智能基础课程现有评价多侧重知识考核，缺乏对学生情感认同、价值塑造的量化评估，且不同专业、层次学生的评价标准不统一。

2. 思政元素与知识节点映射不足：人工智能课程知识点与思政元素的结合缺乏系统性，案例库碎片化，导致“课程思政与专业知识”脱节。

3. 混合式教学效果有限：传统线上线下混合模式未能实现深度融合，学生参与度低，思政教育的沉浸感不足^[4]。

跨校教研协作缺失：高校间课程思政资源共享机制不健全，教研团队分散，难以形成协同创新合力^[5]。

（二）理念的提出

针对上述问题，紧密围绕“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”这一根本性问题，结合我国创新驱动发展战略，思考和探索“智能+”教育的基本理念^[6]，提出“师生共情、评价先行、融合共通”的课程思政理念：

1. 师生共情：以马克思主义教育理论为指导，通过情感认同激发学生内生动力，实现价值引领的隐性渗透，需在理论层面（马克思主义教育理论）与实践层面（指标量化、动态调整）实现统一，确保评价既能反映思政教育成效，又便于教师实际操作。

2. 评价先行：构建显性评价指标体系，将思政目标量化，形成“目标-过程-结果”的闭环反馈机制，精准挖掘人工智能基础课程中隐含的思政元素（如科学伦理、创新精神）^[7]，并与算法、机器学习等知识点形成自然映射，案例库的系统性与实用性需长期验证与迭代，成为课程思政教学改革面临的亟待解决的问题。

3. 融合共通：依托知识图谱与虚拟教研室，实现跨校资源整合与协同教学，推动课程思政的开放共享^[8]。建立高效的跨校协作制度，确保虚拟教研室的持续性与资源共享的公平性。

（三）整体框架设计

基于“师生共情、评价先行、融合共通”理念，构建“一隐二显三融合”课程思政教育体系：

1. 以师生共情为隐

在教学过程中以“师生共情”的方式激发学生的情感认同，以此作为课程思政元素确立的依据。

2. 以评价先行为显

探索《人工智能基础》课程全过程思政教育评价体系的实现

路径，完成以思政评价为指导的教学内容重构，融合隐性情感认同与显性指标量化，建立动态调整的评价模型，以思政评价反馈实际教学。

3. 以课堂教学为融合

课程思政体系建设的落脚点在于课堂教学，为学生量身打造适用于智能化工业4.0时代的新型学习方式；建设联通各高校间的课程思政虚拟教研室，将课程思政建设有机融入于人工智能基础课程的推广应用、校际共享，为我国“智能+”复合型高端人才培养建立强大的资源储备和人才储备^[9]。

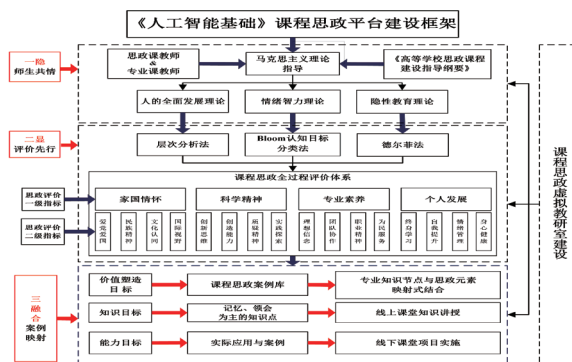


图1 《人工智能基础》课程思政课程思政教育体系建设

二、课程思政教育体系的实践路径

（一）思政教研团队创新建设

跨学科协作机制：邀请马克思主义学院教师参与课程思政设计，开展“思政理论+专业知识”专题培训，提升教师思政融入能力。例如，在“机器学习伦理”章节中，思政教师与专业教师共同设计案例，引导学生探讨算法偏见的社会影响；分工协作模式：线上教师负责知识讲授与思政节点嵌入，线下教师组织PBL项目与实践活动，形成“双线融合”的教学分工。2023年，团队获批“山东交通学院人工智能学院课程思政教学研究中心”，为教研活动提供实体支撑。

（二）全过程课程思政评价体系构建

隐性情感认同培育：通过社会热点话题引入（如AI技术在疫情防控中的应用），增强学生的家国情怀与科学责任感。问卷调查显示，85%的学生认为课程内容“激发了学习兴趣与社会责任”；显性评价指标设计：基于社会主义核心价值观与课程目标，构建二级评价指标体系，例如，将“科学精神”细化为“质疑能力”“创新意识”等可观测指标，权重占比30%；映射式案例库建设：梳理人工智能基础课程165个知识点，挖掘“算法公

平性”“数据隐私保护”等思政元素，形成120个典型案例。例如，在“神经网络”章节中，结合“钱学森归国”案例，培养学生的爱国奉献精神。将思政元素与具体知识点精准对应，形成可动态更新的案例库，推动价值引领、知识传递与能力培养的深度融合，深入挖掘具体知识点背后的思政元素，形成知识点与思政要点的多点网络映射。

（三）智慧课程与虚拟教研室建设

构建包含614个知识节点的动态知识图谱，实现知识点与思政案例的智能匹配。搭载AI助教系统，提供个性化学习路径推荐与实时答疑，累计互动181.7万次，学生满意度达92%。开发探究式任务模块，通过“游戏闯关”模式提升学习兴趣，知识点掌握率提高27%。联合山东师范大学、青岛城市学院等高校，共建标准化教学资源库，开发人工智能引论等15门课程。

三、创新点与特色

（一）评价体系创新：从“单一考核”到“动态闭环”

突破传统评价模式，构建“情感认同－指标量化－案例映射”三维评价模型，实现过程性评价与结果性评价的统一。该模型在2024年山东交通学院教学成果奖评审中获特等奖。

（二）教学模式创新：从“混合式”到“融合式”

升级传统混合式教学为基于知识图谱的智慧课程模式，通过虚拟教室与AI助教实现“线上精准互动＋线下深度研讨”，解决多校区同步教学难题，惠及长清、威海两校区学生。

（三）教研机制创新：从“校内封闭”到“跨校开放”

依托虚拟教研室打破校际壁垒，形成“资源共建、师资共育、成果共享”的协同机制，牵头建设山东省“111”计划课程，推动优质资源辐射全省。

四、应用效果与推广价值

（一）教学成效显著

项目成果先后获山东交通学院2023年度校级教学成果奖特等奖（位次2/11）、2019年度校级教学成果奖特等奖（位次4/10），2025年《基于多专业“智能＋”分类规划教学创新与实践》获山东省人工智能通识教育优秀教学案例特等奖。配套教材

《人工智能概论》获评第二批山东省普通高等教育一流教材，课程团队获批山东省普通本科高等学校示范性基层教学组织（《信息技术主干课程教学团队》）。

线上课程《人工智能基础》累计覆盖全国195所高校、150余个专业，选课学生12.6万余人，互动量达181.7万次；智慧课程知识图谱包含165个知识点、614个知识节点、91项教学资源，实现“智能＋交通”“智能＋管理”等多专业定制化教学。2024年春季学期引入AI助教后，跨长清、威海两校区授课，学生“智能＋”思维能力测评达标率提升29%。依托项目牵头建设山东省“111”计划课程《人工智能引论》（2023-2024年），获批2025年省级教改项目“面向专业群的‘人工智能’通识课程建设探索与实践”。

（二）推广应用情况

联合山东师范大学、青岛城市学院等高校共建虚拟教研室，开发标准化教学资源库15套。2024年8月，由山东交通学院成功承办的“第二届山东省人工智能高等教育大会”，在山东济南隆重举行。会议邀请了来自清华大学、四川大学、西北工业大学、山东大学等省内外80余所高校的专家学者及学校教师代表近200人参加。

五、结论与展望

本研究构建的“师生共情、评价先行、融合共通”课程思政教育体系，有效解决了地方应用型本科高校人工智能基础课程思政建设的关键问题。通过教研团队创新、评价体系优化、智慧课程与虚拟教研室建设，实现了课程思政从“形式融入”到“实质融合”的突破。该体系实现了三大突破：一是建立“情感认同－指标量化－案例映射”三维评价模型，解决了思政教育成效难以量化的问题；二是依托知识图谱与AI助教，将混合式教学升级为“线上精准互动＋线下深度研讨”的融合模式^[10]；三是通过虚拟教研室打破校际壁垒，形成跨区域资源共享机制^[5]。

未来需进一步扩大虚拟教研室辐射范围，深化AI技术在思政评价中的应用（如引入学习行为动态监测算法）^[7]，探索“智能＋”课程思政与职业素养培育的深度融合，并为国家人工智能战略人才培养提供持续支撑^[6]。

参考文献

- [1] 习近平. 在全国高校思想政治工作会议上的讲话 [J]. 求是, 2017(2).
- [2] 教育部. 高等学校课程思政建设指导纲要 [Z]. 2020.
- [3] 山东省教育厅. 服务新旧动能转换重大工程建设工作的通知 [Z]. 2018.
- [4] 钟志贤. 混合式学习的理论基础与实践路径 [J]. 中国电化教育, 2022(5).
- [5] 教育部高等教育司. 虚拟教研室试点建设工作通知 [Z]. 2021.
- [6] 黄进. 人工智能时代高等教育的变革与创新 [J]. 中国高教研究, 2020(1).
- [7] 李一军. 人工智能与教育融合的伦理思考 [J]. 教育研究, 2021(3).
- [8] 吴岩. 新时代全国高等学校本科教育工作会议报告 [R]. 2018.
- [9] 邱伟光. 课程思政的价值意蕴与实践路径 [J]. 思想理论教育, 2017(7).
- [10] 王焰新. 高校课程思政建设的关键问题与解决路径 [J]. 中国大学教学, 2022(9).

基于深度学习的鼻咽癌图像病灶识别

张小妮, 沈文举, 耿爽爽, 耿小利
河南水利与环境职业学院, 河南 郑州 450008
DOI: 10.61369/TACS.2025050042

摘 要 : 鼻咽癌是一种具有显著地域聚集性的恶性肿瘤, 它的早期诊断是提升患者生存率、改善预后的关键, 在传统诊断方式下, 主要依赖医生经验, 这就使其很容易受主观因素与图像复杂性影响, 存在一定的误诊、漏诊风险。深度学习技术凭借自动特征提取与复杂模式学习能力, 为鼻咽癌图像病灶识别提供了新路径。鉴于此, 本文将针对基于深度学习的鼻咽癌图像病灶识别展开分析, 并提出一些策略, 仅供各位同仁参考。

关 键 词 : 深度学习; 鼻咽癌; 医学图像; 病灶识别

Nasopharyngeal Carcinoma Image Lesion Recognition Based on Deep Learning

Zhang Xiaoni, Shen Wenju, Geng Shuangshuang, Geng Xiaoli
Henan Vocational College of Water Conservancy and Environment, Zhengzhou, Henan 450008

Abstract : Nasopharyngeal carcinoma is a malignant tumor with significant regional aggregation. Its early diagnosis is the key to improving patients' survival rate and prognosis. Under traditional diagnostic methods, it mainly relies on doctors' experience, which makes it easily affected by subjective factors and the complexity of images, with certain risks of misdiagnosis and missed diagnosis. Deep learning technology, with its ability of automatic feature extraction and complex pattern learning, provides a new path for the recognition of nasopharyngeal carcinoma image lesions. In view of this, this paper will analyze the nasopharyngeal carcinoma image lesion recognition based on deep learning and put forward some strategies, which are only for reference by colleagues.

Keywords : deep learning; nasopharyngeal carcinoma; medical images; lesion recognition

一、基于深度学习的鼻咽癌图像病灶识别研究的意义

(一) 有利于推动医学诊断模式智能化转型

鼻咽部的解剖结构非常隐蔽且复杂, 在内镜、CT、MRI 等影像中, 鼻咽癌早期病灶与良性增生、炎症的纹理、密度差异细微, 即使经验丰富的医师也需长时间观察比对, 这样很容易因视觉疲劳或认知偏差导致误诊、漏诊。^[1] 深度学习技术可以利用构建多层神经网络, 可自动从海量图像中学习病灶的深层特征, 这样可以更高效的捕捉到人类视觉难以察觉的灰度变化、等信息, 这种识别模式能够将医生从繁琐的图像分析中部分解放出来, 进而形成一个“AI 辅助 + 医生决策”的新型诊断流程, 有利于鼻咽癌诊断从“经验依赖型”向“数据与智能驱动型”, 从而大幅提升诊断的客观性与稳定性。

(二) 有利于提升鼻咽癌早期诊断效率与准确率

一般来说, 鼻咽癌早期症状较为隐匿, 患者确诊时多处于中晚期, 这样会导致其5年生存率大幅降低, 此外, 在传统诊断鼻咽癌流程中, 图像解读会消耗较长的时间, 部分医生对于一些微小病灶的识别能力有限。^[2] 通过引入深度学习模型, 能够在几秒内完成单例或多例图像的病灶检测和判断, 这样可以大幅缩短诊断

周期, 从而在很大程度上为患者争取早期治疗时间。^[3] 同时, 通过对多中心、多模态的鼻咽癌影像数据的学习, 深度学习模型能够整合内镜图像的黏膜表面特征等元素, 形成更全面的病灶特征图谱, 从而大幅提升对早期微小病灶、不典型病灶的识别准确率, 减少因单一影像信息不足导致的漏诊, 提升诊断的准确率。

(三) 促进医疗资源的均衡分配与下沉

鼻咽癌高发区域集中于中国南方及东南亚地区, 这些地区的基层医疗机构普遍存在专业诊断人才匮乏以及设备资源有限等问题, 通过引入深度学习技术, 能够有效缩小不同地区、不同等级医疗机构在鼻咽癌诊断能力上的差距, 从而逐渐让一些高发区的基层患者也能获得接近三甲医院水平的诊断服务, 这样可以有效缓解优质医疗资源的压力, 推动医疗资源的均衡分配。^[4]

二、基于深度学习的鼻咽癌图像病灶识别研究的问题

(一) 缺乏高质量、多样化训练数据

深度学习模型对于大规模、高质量的数据有很强的依赖性, 但是, 鼻咽癌图像数据的获取与处理面临诸多障碍。^[5] 比如, 一些鼻咽癌图像数据标注质量难以保障, 通常来说, 鼻咽癌病灶标注

需要一些经验丰富的专科医师完成，医生需要明确病灶位置以及病理性质等信息，但是鼻咽癌的图像数据复杂，不同医师对病灶边界的判断可能存在差异，这样会在无形中导致一些鼻咽癌数据信息标注不一致。同时，一些早期病灶表现为轻微黏膜增厚或灰度变化，这样会导致医生的标注难度大，从而出现漏标或误标。不仅如此，当前鼻咽癌数据采集通常是来自单一的中心，采集数据的信息回受到设备型号、扫描参数等因素的影响，从而导致鼻咽癌图像风格差异大，深度学习模型在经过单一中心数据训练后，会导致其很难适配其他中心的影像。^[6] 鼻咽癌不同病理亚型、不同分期的病灶图像分布不均衡，早期以及一些罕见的亚型病灶样本极少，这样会导致一些模型对这类病灶的识别能力薄弱。

（二）特征提取能力与临床适配性不足

现阶段，深度学习模型在识别鼻咽癌图像病灶时仍存在一些特征提取不精准、模型可解释性差以及适配临床需求不合理等问题。部分鼻咽癌病灶具有显著异质性，不同病灶、不同患者的鼻咽癌数据信息差异较大，一些鼻咽癌病灶常与周围正常组织存在边界模糊的情况，现有的卷积神经网络很容易将其判为病灶，还可能出现对于一些微小病灶遗漏的情况。^[7] 多模态影像各有优势，但现有深度学习模型多采用简单拼接或单模态独立分析的方式，未能有效融合不同模态的互补信息，这样可能会导致鼻咽癌特征利用不充分。^[8] 一般来说，深度学习模型经常被称为“黑箱”，它通常只是能输出病灶识别结果，难以分析为什么判断该区域为病灶，这种不可解释性与医学诊断的严谨性矛盾，此外，医师在进行治疗时，也需要了解模型的判断依据，从而对之后的治疗辅助决策，若模型出现误判，也难以追溯原因。

（三）与诊断流程、医师需求脱节

深度学习模型的研究常聚焦于技术性能，比如识别信息的准确率以及灵敏度等，但可能会忽视临床诊断流程、医师实际需求。现有的模型通常是输出“病灶概率值”以及“分割掩码图”，等信息，但是这些信息难以支撑医生做出相应的治疗判断，这就需要一些人工转化，从而在无形中增加工作的复杂性。^[9] 此外，深度学习模型缺乏一个容错机制，在一些诊断中，医生会结合活检结果、病史等进行判断，现有的深度学习模型只是依赖图像，若是判断出现问题，可能会导致医生误判，从而影响之后的治疗工作开展。

三、基于深度学习的鼻咽癌图像病灶识别研究策略

（一）构建高质量、可共享的数据集

为进一步提升基于深度学习的鼻咽癌图像病灶识别效果，我们可以针对数据匮乏与质量问题等研究，并尝试从数据标注、多中心协作、数据增强三方面入手，以此构建一个适配模型，训练更多高质量数据集。^[10] 为此，我们可以尝试建立一个标准化标注体系，积极联合耳鼻喉科、影像科专家制定《鼻咽癌图像病灶标注指南》，明确不同模态图像的标注规范。同时，我们可以尝试采用“双盲标注+交叉验证”机制，由两名医师独立标注，对分歧标注由第三方专家仲裁，以此确保标注一致性。不仅如此，我们

可以尝试开发一些辅助标注工具，以此集成“病灶区域推荐”“边界自动修正”功能，进而减少医师标注工作量，大幅提升标注效率与准确性。在符合隐私保护法规的前提下，我们可以尝试构建一个“联邦学习”框架，各中心无需上传原始数据，仅将模型训练过程中的梯度信息共享至中心服务器，通过分布式训练实现多中心数据的“虚拟融合”，既保护患者隐私，又能提升数据多样性。^[11] 同时，我们可以尝试统一多中心图像采集标准，制定一个《鼻咽癌影像数据采集规范》，进一步明确设备参数，这样可以大幅减少设备差异导致的图像风格偏移，提升数据一致性。不仅如此，我们可以创新数据增强技术，针对早期、罕见亚型病灶样本不足的问题，积极采用“生成式数据增强”。^[12] 针对多模态数据，我们可以尝试设计一个“跨模态数据增强”方法，比如基于 CT 图像生成对应的“虚拟内镜图像”，或利用 MRI 的软组织信息修正 CT 图像的病灶边界标注，以此实现不同模态数据的互补增强，进而大幅提升模型对多模态影像的适应能力。

（二）提升特征提取能力与临床适配性

针对模型性能与临床需求脱节的问题，我们需从模型结构优化等方面进行改进。针对鼻咽癌病灶异质性与边界模糊问题，我们可以尝试积极改进卷积神经网络结构，在传统 CNN 中引入“注意力机制”，以此让模型自动聚焦于病灶区域，抑制正常组织干扰。同时，我们可以设计一个多尺度特征融合模块，将浅层网络提取的细节特征与深层网络提取的语义特征融合，以此提升深度学习模型对微小、不典型病灶的识别能力。针对多模态数据，我们可以尝试开发一个端到端多模态融合模型。^[13] 这种模型不再采用简单拼接，而是设计专用融合层，以此让内镜、CT、MRI 数据在特征提取过程中相互交互。此外，我们可以尝试采用“可视化技术”，如通过 Grad-CAM、LIME 等方法，生成一个注意力热力图，以此更为直观的展示模型判断病灶时关注的图像区域，帮助医师理解模型决策逻辑。

（三）构建“技术-临床”深度融合的应用体系

针对模型与临床脱节的问题，我们需以临床需求为导向，逐渐打造一个从模型设计到落地应用的全流程协同体系。为此，我们可以尝试建立一个临床需求驱动下的模型设计机制，积极组建由计算机科学家、影像科医师等组成的跨学科团队，定期开展需求研讨会。在会议中，医师提出诊断中的核心痛点，计算机科学家可以将需求转化为模型目标，还可以邀请临床工程师负责协调设备接口与数据格式。^[14] 在模型训练过程中，我们可以尝试引入临床反馈迭代机制，将模型在小范围临床试用中出现的误判案例反馈给研发团队，分析误判原因，调整模型结构或补充训练数据，实现模型与临床需求的动态适配。我们还可以设计一个临床友好的输出与容错机制，进一步优化模型输出形式，将结果整合为临床诊断报告辅助模板。同时，我们可以尝试增加一个“干扰因素提示”功能，深度学习模型若检测到图像存在伪影或患者同时存在其他疾病，会在输出结果中标注“图像存在伪影，建议重新扫描”“存在鼻息肉，需结合病理活检确认病灶性质”，降低误判风险。

此外，针对“假阳性/假阴性”的临床影响，我们可以尝试

采用“加权损失函数”：在模型训练中，对“漏诊早期病灶”和“误诊良性病变为恶性”赋予更高的损失权重，平衡两类错误的风险，符合临床对“宁可过度检查，不可漏诊肿瘤”的需求。为进一步推进模型与临床系统的兼容性适配，我们可以尝试与医院信息系统供应商合作，开发标准化接口，将深度学习模型集成至现有 PACS 系统，医师在 PACS 中打开图像时，模型可自动加载并

实时输出分析结果，无需人工切换系统。^[15]同时，我们在设计“数据安全传输模块”时，需要确保模型与 PACS 之间的数据传输符合隐私保护要求（如采用加密传输、本地推理不上传原始图像），解决数据隐私与系统兼容的双重问题，推动模型从“实验室”走向“临床一线”。

参考文献

[1] 赵哲. 基于多层特征增强的鼻咽癌图像分割算法研究 [D]. 海南大学, 2024.

[2] 杨凯帆. 基于多任务模型的鼻咽癌原发肿瘤分割与分期方法研究 [D]. 南方医科大学, 2024.

[3] 李彩云, 蔡燕文, 周小冰, 等. 红外热像图检测在鼻咽癌诊断中的应用研究 [J]. 影像科学与光化学, 2024, 42(06): 646-653.

[4] 黄献明, 刘津. 人工智能在鼻咽癌诊疗中的应用研究进展 [J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2024, 8(21): 127-132.

[5] 孔宇皓. 基于深度学习的鼻咽癌图像病灶识别研究 [D]. 华北水利水电大学, 2024.

[6] 李军. 基于傅立叶与移位窗口机制的鼻咽癌图像分割 [D]. 海南大学, 2024.

[7] 梁伟. 基于小波注意力机制 WTA-Rb-Unet 鼻咽癌靶区自动勾画 [D]. 海南大学, 2024.

[8] 王藤. 鼻咽癌自适应放疗中的腮腺保护 [D]. 南京医科大学, 2024.

[9] 沈少东. 基于双分支交叉注意力融合的鼻咽癌图像分割 [D]. 海南大学, 2024.

[10] 陈美宁. 鼻咽癌调强放疗计划靶区与危及器官的勾画差异及其对临床疗效的影响 [D]. 南方医科大学, 2024.

[11] 蔡雯雯. 基于剂量与通量同步预测的鼻咽癌自动放疗计划设计研究 [D]. 南方医科大学, 2024.

[12] 董玮. 基于影像组学及深度学习预测放疗后鼻咽癌的局部复发风险 [D]. 右江民族医学院, 2024.

[13] 张希楚. 基于稀疏注意力和多尺度融合的医学图像分割方法研究 [D]. 南华大学, 2024.

[14] 彭俊毅. 基于图神经网络与纵向多序列 MR 的疾病预测模型构建 [D]. 南方医科大学, 2024.

[15] 韩绪. 基于鼻咽癌多模态数据的预测模型研究 [D]. 南方医科大学, 2024.

人工智能赋能下课程教学资源的智能化开发与应用的体系化研究

李思思, 杨波

广州华商学院, 广东 广州 511300

DOI: 10.61369/TACS.2025050054

摘 要 : 随着人工智能技术的快速发展, 本科教育迎来了新的教育形式和重置了新的教育目标, 在此基础上, 传统专业课程教学资源的开发形成的单一性和局限性逐渐凸显, 其固有的开发和应用形式难以应对人工智能技术的发展带来的知识更新和迭代速度, 从而无法从系统性和全面性上有效培养学生的专业知识和综合技能, 无法满足本科教育对高质量、高水平人才培养的需求, 基于此, 本文将主要探讨人工智能赋能下课程教学资源的智能化开发与应用策略, 以期为本科学院校智能化转型提供建设性思路。

关 键 词 : 人工智能; 课程教学资源; 智能化; 教育目标

Systematic Research on Intelligent Development and Application of Course Teaching Resources Enabled by Artificial Intelligence

Li Sisi, Yang Bo

Guangzhou Huashang College, Guangzhou, Guangdong 511300

Abstract : With the rapid development of artificial intelligence technology, undergraduate education has ushered in new educational forms and reset new educational goals. Under this background, the singleness and limitations formed by the development of traditional professional course teaching resources have gradually become prominent. Its inherent development and application forms are difficult to cope with the speed of knowledge update and iteration brought by the development of artificial intelligence technology, thus failing to effectively cultivate students' professional knowledge and comprehensive skills in a systematic and comprehensive way, and unable to meet the needs of undergraduate education for the cultivation of high-quality and high-level talents. Based on this, this paper will mainly discuss the strategies for the intelligent development and application of course teaching resources under the empowerment of artificial intelligence, in order to provide constructive ideas for the intelligent transformation of undergraduate colleges and universities.

Keywords : artificial intelligence; course teaching resources; intellectualization; educational goals

引言

随着科技的不断发展, 人工智能已经开始在各个行业得到广泛地应用, 其中包括教育行业。人工智能在教育领域的重要意义不言而喻, 它为教育提供了更多的可能性和机遇, 课程资源是确保课程顺利实施、实现教育目标的前提与保障, 以人工智能技术推动高等教育人才培养和教育改革是适应社会经济发展的必然要求。传统教学资源多以静态文本、标准化课件为主, 存在更新滞后、适配性不足等问题, 难以满足新时代个性化学习、场景化教学的需求, 对此, 本科院校需要积极应用人工智能技术, 开发智能化课程教学资源, 使其作用于课程教学的全过程, 以此强化教学实效, 提高人才培养质量。

一、人工智能技术的相关概述和对课程教学资源开发的需求分析

人工智能的核心是机器具备感知、学习、推理、决策等能

力, 实现对复杂问题的自主应对, 从技术本质来看, 人工智能并非单一技术, 而是由多学科交叉融合形成的技术集群, 涵盖机器学习、自然语言处理、计算机视觉、知识图谱等多个分支, 这些技术通过数据驱动与算法迭代, 不断拓展机器的智能边界, 人工

课题信息: 2023年广州华商学院新文科、新工科、新医科研究与改革实践项目: 新工科人才创新创业能力培养探索与实践 (HS2023SX11)

广州华商学院2024年省级质量工程项目: 广州桃花岛电商咨询有限公司大学生校外实践教学基地 (HS2023ZLGC16)。

智能通过技术工具、算法模型与数据处理能力，为课程教学资源开发的全流程注入效率与质量双重提升的动力，成为课程教学资源开发和应用的核心驱动力。

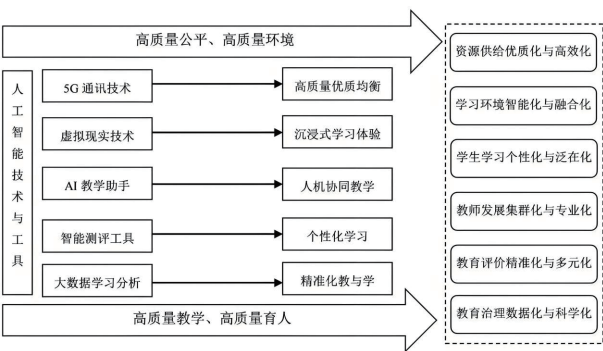
在人工智能赋能高等教育视域下，本科教育课程资源具有显著的特点。其中表现在：为了帮助学生适应快速发展的社会和行业，本科院校课程资源的开发应立足于培养学生的职业素养和技能，紧密结合行业需求和未来发展趋势，引入一些具有代表性和先进性的项目案例和先进技术、行业标准，促使课程内容与职业实践紧密衔接；另外，课程教学资源建设应注重培养学生解决实际职业问题的能力，通过真实案例和实践项目，提升学生的实践操作能力和职业能力，课程资源应当包含大量实训素材、创作工具包、实训流程视频等。

二、人工智能赋能下课程教学资源智能化开发与应用的特征分析

传统课程教学资源开发多以“标准化”“单一化”为核心，难以兼顾学生个体差异，而人工智能通过学习分析技术构建学习者画像，能精准捕捉学生的知识储备、学习节奏与认知偏好，例如，智能教学平台可根据学生答题数据判断其对知识和技能的掌握薄弱点，自动推送符合他们学习发展需求的学习资源，并动态调整课程教学资源的呈现形式，比如为视觉型学习者提供图解，为听觉型学习者配套音频讲解等，这种“一人一策”的开发逻辑，使课程从“批量供给”转向“定制服务”，实现教学供给与个体需求的精准匹配；系统可智能匹配资源类型与难度：如为基础薄弱的学生推送“知识点拆解+基础练习题”组合包，为进阶学习者推荐“行业案例分析+拓展阅读”资源集。例如，在智能学习平台中，AI根据学生的知识错误类型，定向推送学习技巧微课、训练音频，并动态调整训练强度，使资源应用真正契合个体学习节奏。

人工智能搭建起师生、企业与平台协同开发资源的生态网络，打破了传统资源开发的封闭性。教师可利用AI工具快速生成课件框架，学生通过智能平台上传学习笔记、错题集等生成UGC资源，企业则贡献真实项目案例与技术规范。例如，在工程类课程中，企业工程师上传实际项目图纸，AI自动解析并生成教学案例，学生基于案例完成设计任务，其成果又反哺资源库，形成“需求—开发—应用—优化”的循环生态。这种协同共创模式，既提升了资源的实用性，也推动教学资源向“共建共享”的开放形态演进。

人工智能推动教学资源从单一文本或视频形式，升级为融合语音、图像、虚拟仿真等多模态的交互式形态。在开发环节，AI生成技术可快速合成虚拟教学场景、三维模型；在应用环节，智能语音助手实时解答疑问、手势识别技术支持课堂互动，如学生通过手势操作虚拟实验设备，使学习过程更具沉浸感与参与性，这种多模态融合不仅提升了资源的吸引力，更助力抽象知识的具象化传递。



三、人工智能赋能下课程教学资源智能化开发的必要性

（一）有利于实现教学资源开发的智能化、个性化和实效性

通过智能化手段优化专业课程教学资源建设，能够打破传统教学资源建设模式的局限性，实现资源供给的智能化、个性化、高效化，真正做到因材施教，更好地完善教学体系，适应社会和产业的要求^[1]。基于人工智能等新兴技术构建智能化课程教学资源体系，可以最大限度地挖掘和利用各类教育资源，实现资源的优化配置，满足学生的多元化学习需求，从而推动本科教育教学模式和资源建设的现代化，为中国特色现代教育理念的贯彻落实贡献力量。

（二）有利于满足学生个性化需求

在教育数字化转型的大背景下，课程教学资源作为教学活动的核心载体，其质量与应用效率直接影响教育目标的实现。人工智能技术的迅猛发展为教学资源的革新提供了全新可能，其通过算法优化、数据驱动与智能交互等特性，能够突破传统资源开发的技术壁垒与思维局限^[2]。从教育本质来看，个性化学习是现代教育的核心追求，而智能化教学资源可基于学习者的行为数据实时调整内容呈现方式，实现“千人千面”的资源供给，这与因材施教的教育理念高度契合。同时，知识经济时代的知识迭代速度持续加快，传统依赖人工开发的教学资源难以跟上学科前沿动态，而人工智能支持的自动化生成、动态更新机制，能够快速整合最新研究成果与实践案例，保障资源的时效性与科学性^[3]。

（三）有利于建立新时代课程教学资源体系

人工智能驱动院校专业课程教学资源形态发生根本性变化，推动其从传统教学资源开发形式转向智能化升级，形成“数字化—多模态融合—智能交互”三位一体的新时代课程教学资源体系^[4]，一方面，传统的课程教学资源往往受限于教师的思维发展和教学设计，比如，教师的精力往往被资源制作、作业批改等重复性工作占据，智能化开发能将教师从机械劳动中解放出来，使其更专注于教学设计与思维引导，提升教学资源开发的深度与广度；另一方面，优质教学资源多集中于一线地区与院校，人工智能赋能的智能化资源可通过云端共享、智能适配等方式打破地域限制，让不同条件的学习者获得高质量资源支持^[5]；再有传统课程教学资源往往受限于物理形态与单向传递模式，难以满足学生复

杂技能习得需求，而人工智能技术的应用可以重构资源属性，帮助教师重构教学环境，引入智能化。数字化、虚拟化教学设备、模型等体感较大的资源，以此完善教学过程，提高教学质量^[6]。

四、当前课程教学资源开发与应用现状

（一）教学资源获取效率偏低

当前，在专业教学资源智能化建设过程中，本科院校通常会面临的一个突出问题就是，其教学资源获取效率偏低，存在资源分散与信息孤岛的现象，具体而言，课程教学资源需要包括教材、实验指导书、在线课程、教学软件等，这些资源往往分散于不同的平台与机构之中，缺乏有效的集中管理机制和统一的访问渠道，院校在建立资源体系或者在开发资源时，会采用自主开发的平台或第三方平台来存储和共享教学资源，这使得教师与学生在获取所需资源时，不得不在多个系统之间频繁切换，耗费了大量的时间与精力^[7]，再有，同地区、院校或学科的资源开发工作多为独立开展，缺乏统一的标准和协同机制，进而引发了资源格式不兼容、内容重复建设等一系列问题，同时，教学资源的更新和维护不及时，随着各个行业的快速发展，课程教学资源的时效性和实用性逐渐降低，无法满足教学的实际需求。这导致学生所学知识与行业实际需求存在差距，不利于培养符合市场需求的高素质人才。

（二）教师对人工智能技术缺乏深入认知

当前，教学资源的开发工作多依赖学科教师与技术人员的浅层协作，但教师普遍对人工智能技术缺乏深入认知，技术人员又对教学规律的理解较为有限，这使得资源开发陷入“技术主导却脱离教学实际”或“经验主导却缺乏技术支撑”的困境^[8]，除此之外，企业、科研机构等外部主体的参与程度较低，导致资源开发的技术更新速度落后于人工智能领域的发展进程，难以引入自然语言处理、计算机视觉等前沿技术来提升资源的智能化水平。

（三）课程教学资源较为分散

在资源应用层面，多数教师仍将智能资源视为传统教学的补充工具，而非重构教学模式的核心要素，例如，智能备课系统仅用于快速查找课件素材，未结合班级学情进行个性化调整；学习分析工具生成的报告多被用于事后总结，而非实时干预教学过程。这种浅层次应用导致人工智能技术的潜力未被充分释放，资源应用难以从“辅助教学”向“重塑教学”跨越。

五、人工智能赋能下课程教学资源的智能化开发与应用策略

（一）构建智能化数据抓取与分类系统，快速定位目标资源

在建设和开发智能化课程教学资源过程中，人工智能技术承担着一定的支撑作用，使得课程教学资源开发和应用成为教学中最关键的一个环节，并可通过构建智能化数据抓取与分类系统、应用先进的自然语言处理技术来达成^[9]，构建智能化数据抓取与分类系统，是借助人工智能技术对课程教学资源进行自动化获取和

高效整合的基础，教师在开发和应用教学资源时，需要借助机器学习与深度学习模型的数据抓取系统，从互联网、学术数据库、专业论坛及各类教育平台中获取最新教学资源，包括学术论文、教学视频、在线课程及相关软件工具等，另外，人工智能技术可以依据预设的关键词、作者、发布日期等参数定向搜索相关内容，从而有效拓展资源收集的范围、加深资源收集的程度^[10]；再有，院校需要搭建教学资源分类模型，运用人工智能技术对教学资源进行自动分类和标签标注，可将抓取到的资源按照汽车电子技术专业的具体课程、主题或技术领域进行系统整理归档，智能分类方式不仅提高了资源的可检索性，也方便教师和学生根据教学与学习需求快速定位目标资源^[11]。

（二）依托人工智能技术的优势，发挥课程教学资源的集群效应

教师凭借人工智能技术，发挥优质资源的“聚合作用”，提升学员培育的整体水准。面对课程教学资源格局的动态演进与多样变动，再加上数字化转型和信息化构建的推进，教师必定要对课程资源实施重新组合或融合，以提高“专业课程教学资源”的价值与成效，为此，教师需结合教学资源建设实情，以及传统资源与人工智能技术的长处、作用及特质，确定资源整合的走向与核心，智慧化资源整合着重强调“一致性”与“关联性”，弱化了资源之间的隔阂，化解了传统资源建设中存在的相互独立、重复建设及彼此脱节等难题，所以，教学资源整合并非是对资源的简单堆积、罗列或是融合，而是依照学生与教师的认知法则、教育授课规律搭建的资源体系，这就需要教师从内在逻辑、实践与理论、问题解读等层面，对各类教学资源展开整合。

教师需运用人工智能技术，探究智能化课程教学资源与传统教学资源开发的内在联系，分析知识点、案例及习题之间的逻辑关联，进而从教学资源的底层逻辑着手，确保各类资源实现有效整合。

（三）打造教学资源推荐系统，满足学生的个性化需求

基于人工智能技术开发和应用智能化课程教学资源智能化过程中，打造基于人工智能的个性化教学资源推荐系统，是提高教育资源使用效率与改善学习体验的关键环节^[12]，本科院校需搭建深度神经网络模型，对学生的学习行为、以往成绩、偏好设置及互动数据进行分析，以此精准把握学生的学习需求和兴趣所在，从而进一步有针对性地开发和挖掘一些教学资源，更好地为学生掌握知识和提升能力助力，人工智能技术可以帮助院校建立资源开发平台，并引入学生的相关数据，这些数据需要包括学生在在线平台的浏览记录、视频课程的观看时长、习题的完成效果以及论坛的互动信息等，凭借这些数据，深度学习模型能够训练出个性化的推荐算法，为学生推送其可能感兴趣的新教学资源，预估学生可能碰到的学习难点，并提前提供相应的学习资料和辅导内容^[13]，比如，若某名学生在电路分析相关课程中表现出浓厚兴趣且互动次数较多，系统就可能推荐更多该主题的深度资料或高级课程，从而促进学生的深度学习。

（四）将课程教学细化为模块，提高课程教学资源的服务性

基于人工智能时代背景下，教师开发和应用课程教学资源需

要坚持以“服务”为核心宗旨，提高课程教学资源的服务性，以此帮助教师增强课程教学资源开发和建设的针对性、实用性和时代性，为学生适应时代发展和行业需求奠定基础，一般来说，专业课程教学资源需要对教学的全过程提供更系统性、智能性和全面性的服务，并有效提高学生的学习效果和质量。

现阶段专业课程的教学实施通常涵盖课堂理论讲授、数字化自主学习、模拟实操训练、企业现场实践及个性化探究学习等模块。教师应依据各教学环节的运作特征与质量标准，系统优化教学素材的组织架构，构建具有明确指向性、高应用价值的教学资源矩阵。具体而言，针对“数字化自主学习模块”的资源开发，需兼顾知识传递的趣味性与实践操作的指导性；对于“企业现场实践模块”的配套资源，则应整合专业理论要点、安全操作规范及导师点评反馈等要素。为提升资源建设效能，教师需运用智能教育技术开展精准化开发：通过机器学习算法构建学生能力发展模型，深度解析学习者的认知特征、知识掌握规律及兴趣偏好，据此优化资源呈现形态，例如，针对碎片化学习场景开发微课程资源，面向直观学习需求设计动画演示素材，结合深度理解要求编制交互式案例库，形成多模态资源协同供给体系。

在此教学实施阶段，教师需基于科学化、结构化、体系化的理论体系，系统梳理各知识要素间的逻辑关联，深化教学素材间的有机衔接，从而构建便于学生检索与研习的数字化资源网络。同时，可采用问题驱动或项目引领的教学模式，在教学资源平台中嵌入情境化案例与任务模块，以此增强学生调用、分析及应用教学资源的整体效能。例如，以行业真实场景中的典型问题或实践任务为切入点，重构或优化教学资源架构，可使学生在问题解决与任务执行的过程中，实现理论知识体系的系统性建构、实践性应用与创新性探索的有机统一。

（五）搭建智能化共享平台，实现课程教学资源共享

课程教育资源的本质特征与功能属性决定了其天然具备“开放共享”的内在机理，这为高等本科教育机构获取优质教学要

素、优化人才培养效能提供了基础性保障^[14]。从功能维度分析，课程资源的开放共享机制能够为院校教学实施、科研创新、管理服务及社会服务等多维活动提供系统性支撑，促进教学数据流、科研信息流与管理服务流的有机融合。具体实践层面，教师可构建基于人工智能技术的课程资源共享生态系统，该体系涵盖资源架构设计、共享机制构建、质量保障体系完善、标准化管理流程制定及智能化平台功能开发等核心模块。此外，院校可在数字化教学平台中嵌入智能推荐模块。该功能基于教育大数据分析与人

工智能算法，通过整合教学行为数据、学习成效数据等多维度信息，构建学习者特征画像与知识掌握图谱，进而实现教学资源的个性化匹配与精准推送。具体而言，教师可运用机器学习技术对学生在线学习轨迹、实操训练记录、测试反馈数据等进行深度挖掘，通过关联规则分析、聚类分析等算法模型，识别学习者的知识薄弱点与能力发展需求，为其动态推荐适配的教学资源包^[15]。在平台功能优化层面，建议增设交互式反馈机制。该模块通过结构化问卷、实时评论、智能问答等形式，构建师生双向沟通渠道，系统收集用户对资源内容、呈现方式、使用体验等方面的改进建议

六、结语

人工智能赋能课程教学资源的智能化开发与应用，不仅是技术层面的革新，更是教育理念与教学模式的重构。通过构建智能化数据抓取与分类系统、打造教学资源推荐系统、搭建智能化共享平台等方式，能够打破传统资源的局限性，实现“资源供给精准化、教学互动个性化、教育服务公平化”。未来，随着生成式 AI、脑机接口等技术的发展，智能教学资源将向“自适应进化”“虚实融合”“泛在可用”方向演进，成为支撑终身学习体系与教育现代化的核心支柱。

参考文献

[1] 陈婧. 大数据背景下高职院校专业课程教学资源建设探索研究 [J]. 云南开放大学学报, 2024, 26 (02): 97-102.

[2] 赵嘉, 陆伟峰, 谭德坤, 等. 人工智能课程思政教学资源的挖掘、整合与融入 [J]. 南昌工程学院学报, 2024, 43 (02): 96-100.

[3] 傅心宇. 人工智能赋能高职艺术设计基础课程: 数字化资源开发与职业能力提升策略的探索 [J]. 人像摄影, 2024, (12): 235-236.

[4] 巢海远, 肖青云. 数字图像处理课程教学资源建设实践与思考 [J]. 教育信息化论坛, 2023, (02): 39-41.

[5] 何聪聆. 基于人工智能研究的初中信息科技校本课程开发与实践 [J]. 学周刊, 2023, (35): 82-84.

[6] 郑丽红, 许爱梅. 大数据背景下高校体育数字化课程资源开发及应用路径[C]// 国际班迪联合会 (FIB), 国际体能协会 (ISCA), 澳门体能协会 (MSCA), 中国班迪协会 (CBF), 中国无线电测向和定向运动协会 (CRSOA). 2023 年首届国际体育科学大会论文集. 广州软件学院基础部; 华南师范大学体育科学学院, 2023: 180-184.

[7] 龙金燕. 初中信息技术人工智能校本课程教学资源开发与实践 [D]. 天津师范大学, 2022.

[8] 陈琳. "双新"背景下上海市杨浦区"高中人工智能课程资源开发与利用"的调查研究 [J]. 上海课程教学研究, 2022, (01): 9-16.

[9] 念创. 基于 STEAM 教育理念的地方课程资源开发研究 [D]. 西南大学, 2021.

[10] 刘国强, 时自力, 赵涛. 在线开放课程教学资源开发与建设研究 [J]. 大学, 2021, (11): 17-19.

[11] 孙燕荣. 大学生职业发展与就业指导课程实践教学资源开发与应用策略研究 [J]. 湖南教育 (C 版), 2021, (02): 56-57.

[12] 姚海燕, 王爱华. 混合式教学视阈下中职专业课程教学资源开发策略 [J]. 黑龙江科学, 2021, 12 (01): 12-15.

[13] 李善福, 韩翠萍, 王瑞涵, 等. 基于 MOOC 的大学生创新创业精品课程教学资源开发研究 [J]. 计算机产品与流通, 2020, (08): 185.

[14] 张元立. 面向师范生的"机器人教育"课程设计与资源开发研究 [D]. 重庆师范大学, 2017.

[15] 农琴玉. 信息技术推进职业教育课程资源开发重要性浅析 [J]. 中学教学参考, 2014, (30): 127.

利用人工智能开展地质灾害大模型构建 与风险评估的策略研究

李新建¹, 刘乔风¹, 闫钢¹, 庞炜杰¹, 邓希^{2*}

1. 广西产研院时空信息技术研究所, 广西 南宁 530200

2. 广西产业技术研究院, 广西 南宁 530200

DOI: 10.61369/TACS.2025050058

摘 要 : 地质灾害严重威胁生态环境和人类生命财产安全, 且具有一定复杂性, 传统地质灾害风险评估方法难以满足实际需求。当前, 如何抓住人工智能发展带来的技术支持, 构建出地质灾害大模型, 提升地质灾害风险评估科学性与准确性, 是需要我们深入研究的问题。本文从人工智能技术在地质灾害风险评估中的优势出发, 探讨地质灾害大模型构建的关键环节、应用策略, 并结合具体案例进行具体说明, 旨在推动人工智能在地质灾害领域的深度应用, 提升风险评估的准确性与时效性, 为防灾减灾提供有力支撑。

关 键 词 : 人工智能; 地质灾害; 大模型构建; 风险评估

Research on Strategies for Constructing Geological Hazard Large Models and Risk Assessment Using Artificial Intelligence

Li Xinjian¹, Liu Qiaofeng¹, Yan Gang¹, Pang Weijie¹, Deng Xi^{2*}

1. Institute of Spatiotemporal Information Technology, Guangxi Academy of Industrial Technology,
Nanning, Guangxi 530200

2. Guangxi Academy of Industrial Technology, Nanning, Guangxi 530200

Abstract : Geological hazards pose a serious threat to the ecological environment and human life and property safety, and they are somewhat complex. Traditional methods for assessing geological hazard risks are difficult to meet actual needs. At present, how to seize the technical support brought by the development of artificial intelligence, construct large models of geological hazards, and improve the scientificity and accuracy of geological hazard risk assessment is a problem that requires in-depth research. Starting from the advantages of artificial intelligence technology in geological hazard risk assessment, this paper discusses the key links and application strategies of constructing large models of geological hazards, and makes specific explanations combined with specific cases, aiming to promote the in-depth application of artificial intelligence in the field of geological hazards, improve the accuracy and timeliness of risk assessment, and provide strong support for disaster prevention and mitigation.

Keywords : artificial intelligence; geological hazards; large model construction; risk assessment

引言

我国主要地质灾害类型包括地裂缝、沉降、地面塌陷、泥石流、滑坡、崩塌等, 具有危害严重、活动频繁、分布广泛等特点^[1]。地震、强降雨过程等, 都可能会诱发此类灾害, 给当地人的生命安全与财产安全带来威胁。而且, 近年来人类工程活动加剧、全球气候变化加快, 促使地质灾害发生频率与强度明显上升, 相关问题更加棘手。为了更好地保障人民生命财产安全, 以及社会经济可持续发展, 我们需要准确评估地质灾害风险, 结合评估结果提前做好防范措施^[2]。

一、人工智能技术在地质灾害风险评估中的优势

(一) 强大数据处理能力

地质灾害数据来源广泛, 比如地震台网数据、卫星遥感数据、地质勘探数据、气象监测数据等都是地质灾害风险评估中需

要采集和分析的数据。数据的这种多模态特性, 决定了地质灾害风险评估对数据处理能力要求较高^[3]。人工智能具有批量处理数据的能力, 比如卷积神经网络能够快速分析高分辨率卫星遥感影像、循环神经网络能够快速处理时间序列数据, 为我们识别滑坡、崩塌等地质灾害隐患区域, 发现地质活动规律和趋势提供了

基金项目: 广西产研计划项目《Space-Time 泛在地理环境监测时空大数据云平台关键技术研究及应用》(项目编号: CYY-HT2023-JSJJ-0025)。

技术支持^[4]。

（二）强大的模式识别与特征提取能力

人工智能可以通过分析原始数据提取出地质灾害的关键特征，帮助我们灾害发生的可能性与严重程度进行更准确预测，比如机器学习算法能够综合分析地质构造、地形地貌、岩土体性质、降水等多方面数据，构建灾害与各因素之间的映射关系。

（三）实时性与动态更新能力

人工智能可以实时接收、分析气象、地震监测数据，动态化分析、呈现地质灾害风险评估结果。基于人工智能模型的实时监测与预警系统快速分析数据，持续监测异常情况，并在发现异常之后自动发出预警信息，为我们进行应急响应争取到更多宝贵时间，相比于传统静态评估方法更具时效性^[5]。

二、地质灾害大模型构建关键环节

（一）多源数据采集与整合

1. 数据来源

基于人工智能模型的地质灾害风险评估，需要采集、分析空间数据、地质数据、气象数据、地震监测数据以及社会经济数据。

2. 数据整合与预处理

地质灾害大模型的数据来源较为丰富，而且不同来源的数据在格式、精度、时空尺度等方面存在明显差异，所以数据整合与预处理是十分重要的一环，其具体流程如图1所示。在该环节，需要通过地理信息系统（GIS）技术把各类空间数据统一到相同的地理坐标系下，进行数据融合；利用插值法、统计滤波等方法处理缺失值、异常值；对数值型数据进行标准化或归一化，使不同特征的数据具有可比性^[6]。

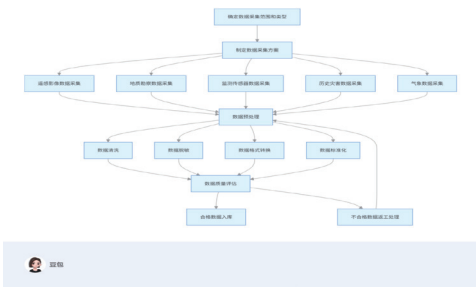


图1 地灾数据采集与预处理流程图

（二）特征工程与变量筛选

1. 特征提取

在特征提取环节，需要根据数据类型选择不同的特征提取方法，比如针对遥感影像数据，可以采用边缘检测、纹理分析、光谱特征提取等技术，针对地质数据，可以对岩土体的力学参数、地层结构特征进行提取。

2. 变量筛选

变量筛选主要包括相关性分析、重要性评估、主成分分析等三个方面的工作，其作用在于分析哪些因素对地质灾害的发生具有显著影响、哪些因素可能存在相关性，最终筛选出研究中涉及

的变量。

（三）模型选择与构建

1. 机器学习模型

在地质灾害风险评估中，逻辑回归模型、决策树模型、随机森林模型等都有广泛应用，需要我们根据实际需求进行选择。

2. 深度学习模型

深度学习模型主要应用于复杂地质灾害数据处理，比如卷积神经网络在处理图像和空间数据方面有显著优势，循环神经网络则能够更为快速地处理地震活动数据、降雨随时间变化数据等具有时间序列特征的数据。

3. 模型融合

为了进一步突破地质灾害大模型的局限性，提升其性能，需要通过投票法、平均法、Stacking 融合策略等不同方法对不同模型进行融合。

（四）模型训练与优化

1. 训练数据划分

采集到的数据经过整合处理之后，需要进行数据集划分。在地质灾害大模型中，主要包括训练集、验证集和测试集等3个子集，具体操作中要保证各子集的数据分布与总体数据分布相似，避免因数据偏向影响模型评估准确性。

2. 超参数调优

常用的超参数调优方法有网格搜索、随机搜索，以及基于贝叶斯优化的超参数调优方法，它们在实际应用中各有优势。

3. 模型优化策略

为提高模型训练效果，可以通过正则化方法，随机梯度下降（SGD）及其变种 Adagrad、Adadelata、Adam 等优化算法进行模型优化，使其满足复杂地质灾害评估需求。

三、基于人工智能大模型的地质灾害风险评估策略

（一）风险评估指标体系构建

基于地质灾害形成机理和影响因素分析结果，把自然因素、地质构造、风险评估指标体系、气象水文、人为因素等指标纳入风险评估指标体系，其组成与数据处理流程如图2所示。

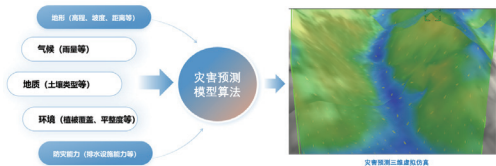


图2 风险评估指标体系

（二）风险评估流程设计

风险评估流程主要包括数据输入与处理、风险等级划分、风险评估报告生成、结果反馈等多个环节。数据输入与处理是指把多源数据输入经过训练优化的大模型中，进行特征提取、分析与处理，准确识别潜在的地质灾害隐患区域，并预测各区域的灾害发生概率及其可能造成的损失。风险等级划分环节需要对比数据分析结果与设定的风险阈值，根据其结果将评估区域划分为低风

险、中风险、高风险区域。风险评估报告内容包括风险评估结果可视化地图、各风险等级区域的详细分析、灾害防治建议等。大模型生成风险评估报告之后，要将其反馈给相关部门，指导其进行防灾减灾决策^[7]。

（三）不确定性分析与风险管理

数据误差、模型不确定性、地质条件复杂性等不确定性因素，都会影响地质灾害风险评估结果，所以为了得到更为可靠的地质灾害风险评估结果，我们需要进行不确定性分析与风险管理。在不确定性分析环节，可以通过蒙特卡洛模拟方法评估风险的不确定性范围。在风险管理环节，需要根据风险评估结果制定针对性地防灾减灾措施，建立风险动态管理机制。

四、案例分析

某山区开展地质灾害风险评估项目采用人工智能技术构建风险评估模型，通过该模型收集相应区域的卫星遥感影像、地质勘查数据、气象监测数据、历史灾害记录，保证数据多源性和覆盖范围；对收集到的数据进行整合与预处理；利用特征工程技术提取地形地貌、地质构造、气象水文等方面的关键特征；通过相关性分析和随机森林特征重要性评估，筛选出对地质灾害影响显著的变量。为了进一步提升大模型的性能，技术人员融合卷积神经网络和随机森林模型进行融合。融合之后的大模型，通过卷积神经网络提取遥感影像进行特征，通过随机森林对多因素进行综合分析并分类。接下来，技术人员通过对训练集的学习和验证集的超参数调优，构建出适用于该山区的地质灾害风险评估模型。技术人员将测试集数据输入模型进行评估，其结果显示构建的模型可以准确识别出该山区的高风险区域（如下图所示），而且识别结果与实际发生的地质灾害情况吻合度较高，表明模型识别高风险区域的结果可靠^[8]。该模型提供的评估结果，为当地政府制定针对性的防灾减灾措施提供了重要参考，提升了当地居民的生命财产安全系数。

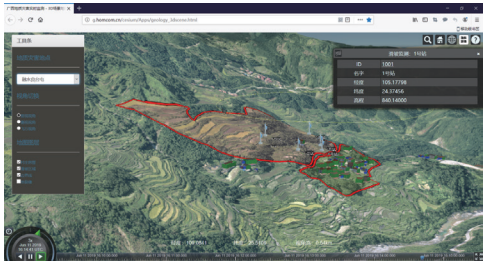


图3 某地地质灾害实时监测结果（1）



图4 某地地质灾害实时监测结果（2）

五、面临的挑战与应对策略

（一）数据质量问题

地质灾害的发生与多种因素有关，数据来源相对复杂，而且部分数据存在数据缺失、错误、不一致等质量问题。比如，因测量技术限制，一些早期的地质勘查数据精度相对较低，部分气象监测站点提供的数据可能存在异常值，这些数据质量问题会显著影响地质灾害风险评估结果。为了得到更为可靠的评估结果，我们需要重视这些数据质量问题，建立严格的数据质量控制体系^[9]。数据质量控制体系需要明确数据采集流程、测量设备和方法，以保证数据的准确性与一致性；选择科学的数据质量检查方法，比如通过数据清洗算法识别、纠正数据中的错误、缺失值、异常值；构建适用的数据审核机制，指导专业人员审核收集到的数据，保证其质量。

（二）数据获取困难

地质灾害数据具有多源性特点，其数据获取工作中天然面临较多困难，而且地质条件相对复杂的区域、偏远山区缺乏监测设备、交通不便，在采集数据面临的困难更多。另外，地质灾害数据采集涉及不同部门和机构，它们相对独立，相互之间的沟通与合作不够紧密，且当前还缺少完善的数据共享机制。数据获取中的这些困难，将直接影响地质灾害风险评估工作的开展及其结果的可靠性^[10]。针对上述问题，我们需要适当增加在地质灾害监测设备购置方面的资金投入，构建覆盖范围更大的监测网络，将那些偏远地区、地质条件较为复杂的地区纳入监测范围，以保证数据采集全面性；建立智能化数据管理平台，拟定数据共享标准与规范，加强不同部门之间的数据共享与相互合作。

参考文献

[1] 蒋明镜, 王华宁, 张璐璐, 等. 水合物开采及海洋环境诱发地质灾害机理和风险评估研究现状与展望 [J]. 工程地质学报, 2024, 32(04): 1424-1438.

[2] 卢小兵. 水工环地质技术在矿山地质灾害防治中的应用 [J]. 世界有色金属, 2024, (16): 121-123.

[3] 邓丽, 杨波, 何斌, 等. 关岭布依族苗族自治县暴雨灾害风险评估、区划及实例分析 [J]. 农业灾害研究, 2024, 14(08): 308-310.

[4] 潘建磊, 梁庆国, 刘海生, 等. 黄土地化作用及其次生灾害风险评估方法初探——以积石山 MS6.2 地震为例 [J]. 地震工程学报, 2024, 46(04): 836-845.

[5] 麻战洪, 文宁, 谈超, 等. 市县国土空间开发风险评估技术——以湖南省常德市为例 [J]. 国土与自然资源研究, 2024, (05): 7-13.

[6] 杨敏. 矿区地质灾害链网络模型构建及防治对策研究 [J]. 能源与环保, 2024, 46(05): 121-126+132.

[7] 周丽芸, 赵祈溶, 王莉, 等. 模型构建器在地质灾害易发性评价中的应用 [J]. 测绘与空间地理信息, 2023, 46(11): 174-176+179.

[8] 李荣章, 章达成, 王联友. 基于 ArcGIS 算法支持下的降雨型地质灾害易发性评价模型构建 [J]. 测绘标准化, 2023, 39(03): 99-103.

[9] 吴润泽, 朱敏毅, 付小林, 等. 三峡库区地质灾害趋势预测模型构建与预警系统开发 [J]. 华南地质, 2023, 39(03): 455-469.

[10] 常连远, 焦德智, 司栋栋, 等. 海岛地区地质灾害易发性评价模型构建研究——以岱山县衢山镇为例 [J]. 防灾科技学院学报, 2021, 23(01): 59-67.

