

新时代背景下智慧交通在高速中的应用研究

顾明

河南中天高新智能科技股份有限公司, 河南 郑州 450000

DOI:10.61369/IED.2025070025

摘 要 : 新时代背景下, 智慧交通成为高速公路高质量发展的核心引擎。本文以河南交投数据全要素应用与研究项目为实践基础, 探讨智慧高速数据资源的获取、处理及标准化专业手段, 构建数据缺失识别体系以明确补充采集方向, 深入研究数据目录与人工智能大模型的融合路径, 通过逻辑架构展现数据全流程应用机制。研究表明, 标准化数据管理与 AI 融合应用可有效打破数据孤岛, 提升数据利用价值, 为智慧高速运营决策及软件开发数据需求匹配提供科学支撑。

关 键 词 : 智慧交通; 高速公路; 数据标准化; 数据缺失识别; 人工智能大模型; 数据目录

Research on the Application of Intelligent Transportation in Expressways under the Background of the New Era

Gu Ming

Henan Zhongtian High-Tech Intelligent Technology Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450000

Abstract : Under the background of the new era, intelligent transportation has become the core engine for the high-quality development of expressways. Based on the practical foundation of Henan Communications Investment Group's data full-element application and research project, this paper explores the professional methods for the acquisition, processing and standardization of intelligent expressway data resources. It constructs a data missing identification system to clarify the direction of supplementary collection, and conducts in-depth research on the integration path between data catalogs and large artificial intelligence models, showing the full-process data application mechanism through a logical framework. Research shows that standardized data management and integrated AI application can effectively break data silos, enhance the value of data utilization, and provide scientific support for intelligent expressway operation decisions and data demand matching in software development.

Keywords : intelligent transportation; expressways; data standardization; data missing identification; large artificial intelligence models; data catalogs

一、新时代智慧交通发展背景与河南交投数据全要素项目基础

(一) 新时代智慧交通对高速公路数据管理的新要求

随着“十四五”现代综合交通运输体系发展规划推进, 智慧交通成为破解高速公路运营效率、安全管控、服务质量瓶颈的关键。新时代智慧高速建设不再局限于单一业务系统的数字化, 更强调全要素数据的协同应用——需整合收费、机电、养护、稽核等业务数据与集团文件、财务、岗位职责等非业务数据, 通过数据驱动实现运营决策精准化、业务流程智能化^[1]。这一背景下, 传统“部门数据割裂、采集标准不一、利用深度不足”的管理模式已无法满足需求, 亟需建立覆盖数据获取、处理、存储、应用的全流程管理体系, 以数据标准化打破孤岛, 以技术融合释放数据价值, 为智慧高速应用场景落地提供基础支撑。

(二) 河南交投数据全要素项目的核心目标与业务范围

河南交投数据全要素应用与研究项目以“摸清数据家底、规范数据管理、支撑智能应用”为核心目标, 聚焦河南交通投资集

团内部数据资源的系统性梳理与价值挖掘。项目业务范围涵盖两大数据类型: 一是业务数据, 包括收费管理部门的车辆通行记录、交易金额、ETC门架分段计费数据, 机电信息部门的设备运行参数、维修保养记录, 养护管理部门的路段病害数据、施工进度信息, 稽核部门的通行费追缴数据等^[2]; 二是非业务数据, 包括集团下发的政策文件、财务部门的预算与成本数据、人力资源部门的岗位职责说明等。通过对两类数据的全面调研与整合, 项目旨在解决“数据在哪、数据质量如何、数据如何用”的核心问题, 为后续软件开发、运营决策提供数据支撑。

二、河南交投数据全要素处理、标准化及缺失识别体系构建

(一) 多源数据的专业化处理流程

项目建立“清洗-转换-整合”三级数据处理流程, 解决多源数据格式异构、质量参差的问题。数据清洗阶段, 针对结构化数据中的错误值与缺失值, 采用规则校验与算法修复结合的方

式：收费数据中车牌号码错误通过历史车牌库比对修正，设备运行数据中的异常值通过 3σ 原则识别并替换为合理均值；非结构化数据如养护照片，通过图像质量检测工具筛选清晰文件，剔除模糊或重复图像。数据转换阶段，统一数据格式标准：日期时间型数据统一为“YYYY-MM-DD HH:MM:SS”格式，数值型数据按业务需求定义精度，如通行费金额保留两位小数，设备电压保留一位小数；非结构化数据转换为统一存储格式，视频文件转为MP4格式，文档转为PDF格式^[3]。数据整合阶段，通过主键关联实现跨部门数据联动：以“设备编号”为关联键，整合机电部门的设备基础信息与维修记录；以“路段编号”为关联键，关联养护部门的病害数据与路产部门的巡查记录，形成完整的业务数据链条^[4]。

（二）全要素数据的标准化管理规范

为确保数据的一致性与可用性，项目制定覆盖数据格式、编码、命名的全维度标准化规范。数据格式规范明确各类型数据的存储要求：字符型数据中，“设备名称”长度限制为50个字符，“车牌号码”长度限制为10个字符；数值型数据中，“收费金额”精度设为10、小数位数为2，“设备功率”精度设为8、小数位数为1；日期时间型数据严格遵循统一格式，避免跨系统交互时的兼容性问题。数据编码规范统一各业务领域的分类编码：养护类型编码为“01-日常养护、02-专项养护、03-应急养护”，支付方式编码为“01-现金、02-ETC、03-微信支付、04-支付宝支付”，解决此前不同部门编码不统一导致的统计误差^[5]。数据命名规范针对非结构化数据制定规则，养护照片命名为“日期+路段编号+养护类型+描述”，如“20251020-G30-001-日常养护-路面裂缝修补”，政策文件命名为“发文日期+文件编号+文件名称”，确保数据检索的便捷性。同时，建立元数据管理规范，每条数据需记录来源部门、存储平台、更新频率、责任人等元信息，为数据追溯提供依据^[5]。

（三）数据缺失识别体系的建立与补充采集方向

项目构建“指标评估-自动检测-人工核验-方向明确”的数据缺失识别体系，精准定位缺失数据并制定补充采集方案。首先，建立数据质量评估指标体系，设定结构化数据缺失率 $\leq 1\%$ 、错误率 $\leq 0.5\%$ ，非结构化数据命名规范率 $\geq 95\%$ 、说明完整率 $\geq 95\%$ 的标准。其次，通过系统自动检测工具扫描数据质量问题：在养护管理系统中，自动识别“检测报告编号”字段的缺失记录，在路产巡查系统中，检测“现场照片关联标识”的空白条目；对非业务数据，通过文档检索工具排查政策文件中的关键信息缺失，如发文单位、生效日期等。再者，组织跨部门人工核验小组，每月抽取200-300条数据进行实地核查，确认自动检测结果的准确性，例如比对养护施工记录与现场实际情况，验证材料用量、施工时长等数据的完整性。基于识别结果，明确补充采集方向：针对气象数据不足的问题，计划在沿线增设气象站，采集风速、降水等数据^[6]；针对车辆行驶轨迹细节缺失，优化ETC门架系统数据采集字段，增加车辆行驶速度、车道占用情况等信息；针对非业务数据中的财务明细缺失，推动财务系统与数据平台对接，实现明细数据自动同步，为后续数据应用奠定完整

基础。

三、河南交投数据目录构建与人工智能大模型融合应用实践

（一）基于全要素数据的数据目录体系搭建

在数据获取与处理的基础上，项目构建层级清晰、分类合理的全要素数据目录体系，实现数据资源的“可视化管理”。数据目录采用“一级分类-二级子分类-数据项”的三级架构：一级分类分为“业务数据”与“非业务数据”两大类；业务数据二级子分类涵盖“收费数据”“机电数据”“养护数据”“稽核数据”“路产数据”，非业务数据二级子分类涵盖“集团文件”“财务数据”“岗位职责数据”；每个二级子分类下细分具体数据项，如“收费数据”包含“入口数据”“出口数据”“交易流水数据”，“入口数据”下的数据项包括“入口站代码”“入口时间”“车牌号码”“OBU卡号”等。每个数据项均关联完整元数据信息，明确数据来源部门（如“入口数据”来源为收费管理部门）、存储平台（如收费管理系统）、数据库类型（MySQL）、更新频率（实时）、字段说明（如“入口站代码”为字符型，长度8位，代表收费站唯一标识）^[7]。同时，为数据目录配备多维度检索功能，支持按“部门”“数据类型”“更新时间”“关键词”检索，例如养护部门工作人员输入“G30-001路段病害”，可直接查询该路段的病害类型、发生时间、处理进度等相关数据，大幅提升数据查询效率。

（二）数据目录在河南交投业务场景中的应用机制

数据目录不仅实现数据资源的梳理，更深度融入河南交投日常业务与管理场景，成为数据应用的“核心枢纽”。在运营监控场景中，监测与调度中心通过数据目录快速调取各路段的交通流量数据、设备运行数据，实时掌握路网运行状态，当某路段车流量超出阈值时，可通过目录关联至收费数据，分析车流来源，辅助制定交通疏导方案；在养护管理场景中，养护部门基于数据目录查询历史病害数据与施工记录，对比不同路段的病害发生率，制定针对性养护计划，同时通过目录关联设备数据，确认养护所需设备的库存情况，避免施工延误；在稽核场景中，稽核部门通过数据目录整合收费交易数据与车辆通行数据，筛选异常交易记录，如“车牌不符”“欠费通行”等，精准定位稽核对象，提升追缴效率^[8]。此外，数据目录还支撑数据管理工作，建立数据更新同步机制，各部门新增或修改数据后，目录自动更新元信息，确保数据时效性；同时按“部门+岗位”分配目录访问权限，如收费部门仅可查看收费相关数据，避免数据泄露，实现数据安全与便捷应用的平衡。

（三）人工智能大模型与数据目录融合的智能推荐系统开发

为解决软件开发中“数据需求不明确、部门调研效率低”的问题，项目将人工智能大模型与数据目录融合，开发软件开发数据需求智能推荐系统（以下简称“智能推荐系统”），实现数据需求的“自动匹配、精准推荐”。系统采用“需求输入-解析-匹配-输出”的核心逻辑，其流程如图1所示：

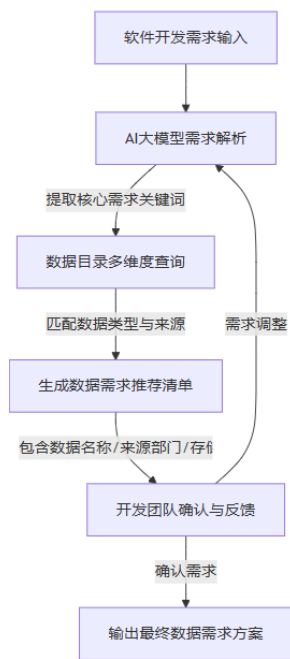


图1 软件开发数据需求智能推荐流程

系统首先通过自然语言处理技术，由 AI大模型对软件开发需求进行解析：例如输入“开发高速公路养护管理软件，需实现病害记录、施工调度、效果评估功能”，大模型提取“病害记录”“施工调度”“效果评估”等核心需求关键词，转化为数据需求维度，如“病害数据”“施工数据”“设备数据”“效果检测数据”。随后，系统基于解析后的需求维度，查询数据目录，通过语义匹配算法关联相关数据项：“病害数据”匹配目录中“养护数据-病害记录数据”，来源为养护管理部门养护管理平台，存储于 MySQL 数据库，包含“病害类型”“发生位置”“发现时间”等字段^[9]；“施工数据”匹配“养护数据-施工记录数据”，来源同为养护管理部门，包含“施工时长”“材料用量”“施工人员”等字段；“设备数据”匹配“机电数据-设备库存数据”，来源为机电信息部门设备管理系统；“效果检测数据”匹配“养护数据-检测报告

数据”，来源为养护管理部门，包含“检测指标”“修复效果”等字段。

系统生成的数据需求推荐清单不仅包含数据类型与来源，还附带数据调用方式，如 API接口地址、数据库访问权限申请流程，开发团队可直接基于清单获取数据，无需逐一调研各部门。同时，系统支持需求反馈调整，若开发团队认为推荐数据不足，可补充需求描述，如“需增加气象对病害影响的分析功能”，大模型重新解析后，会在目录中匹配“气象数据”，补充推荐该数据的来源（监测与调度中心气象监测系统）与字段（温度、降水、风速）^[10]。此外，系统还建立数据需求案例库，积累不同类型软件开发的推荐经验，通过强化学习优化大模型匹配精度，目前系统推荐准确率达90%以上，可将软件开发前期数据调研时间从平均3天缩短至2小时，大幅提升开发效率。同时，为展现数据从采集到智能应用的全流程机制，项目构建数据全流程应用逻辑架构，如图2所示：

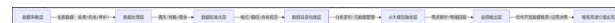


图2 河南交投数据全流程应用逻辑架构

四、结语

新时代智慧交通背景下，高速公路的高质量发展离不开数据资源的系统化管理与技术融合应用。河南交投数据全要素应用与研究项目通过专业化的数据采集手段、标准化的处理规范、精准化的缺失识别，解决了数据“获取难、管理乱、质量差”的问题；通过构建数据目录与 AI大模型融合的智能推荐系统，打破了数据应用的“最后一公里”障碍，实现数据价值的深度释放。研究表明，全要素数据的标准化管理是智慧高速建设的基础，而人工智能技术与数据资源的融合则是提升运营效率、支撑智能决策的关键。未来，可进一步拓展数据来源，如融合车路协同数据、用户出行数据，同时优化 AI大模型算法，提升推荐精度，为智慧高速的持续发展提供更坚实的数据与。

参考文献

- [1] 范一芳. 智慧交通在缓解高速公路拥堵中的应用与挑战 [J]. 运输经理世界, 2025, (11): 53-55.
- [2] 杨涛, 黄必辉. 高速公路改扩建施工期智慧交通策略 [J]. 交通企业管理, 2024, 39(03): 105-107.
- [3] 王拓. 智慧交通平台在高速公路中的应用 [J]. 汽车画刊, 2024, (01): 143-145.
- [4] 曹志伟. 基于智慧交通的高速公路拥堵缓解技术研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, (11): 168-170.
- [5] 吴才斌. 面向智慧交通的车辆结构化信息辨识方法研究 [D]. 深圳大学, 2023.
- [6] 张嘉旎. 浙江 H 高速公路智慧化提升改造项目后评价研究 [D]. 浙江大学, 2023.
- [7] 陈一. CY 高速公路智慧化改造优化升级项目进度控制研究 [D]. 西南交通大学, 2022.
- [8] 王优. 云南高速公路智慧交通系统研究 [J]. 工程技术研究, 2022, 7(16): 215-219.
- [9] 谢路峰, 周通. 高速公路改扩建智慧交通组织设计研究 [J]. 运输经理世界, 2022, (23): 44-46.
- [10] 王伟杰. 5G 技术在智慧高速公路中的应用场景初探 [J]. 海峡科学, 2021, (11): 93-95.