

机电一体化背景下电气专业的自动化技术创新研究

邓琦

广州昕曦冶金设备科技有限公司，广东 广州 510370

DOI:10.61369/ME.2025090002

摘要：机电一体化背景下，电气自动化技术重要性凸显。其核心技术体系含 PLC 控制、传感器、运动控制等模块。当前面临算法适配与响应滞后瓶颈，需数字化转型。同时，在深度学习算法、硬件设计、数字孪生等多方面创新，通过多种技术在各领域应用，推动产业升级，具理论与实践意义。

关键词：机电一体化；电气自动化技术；技术创新

Research on Automation Technology Innovation in Electrical Engineering under the Background of Mechatronics

Deng Qi

Guangzhou Xinxī Metallurgical Equipment Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510370

Abstract : Under the background of mechatronics integration, the importance of electrical automation technology is highlighted. Its core technology system includes modules such as PLC control, sensors, and motion control. Currently facing the bottleneck of algorithm adaptation and response lag, digital transformation is needed. At the same time, innovation in deep learning algorithms, hardware design, digital twins, and other aspects, through the application of various technologies in various fields, promotes industrial upgrading, and has theoretical and practical significance.

Keywords : mechatronics integration; electrical automation technology; technological innovation

引言

随着《智能制造发展规划（2016 – 2020年）》的颁布实施，机电一体化作为多学科交叉融合产物，在电气自动化领域发展备受关注。其将机械、电子等技术有机结合，推动电气自动化系统向高性能、智能化发展。电气自动化核心技术体系丰富，对其机电融合程度评估意义重大。然而，当前该技术面临算法适配性不足、系统响应滞后等瓶颈。在此背景下，结合工业4.0，电气自动化技术的数字化转型、深度学习算法优化、硬件设计创新等成为关键方向，对提升产业竞争力，推动机电一体化产业升级具有重要意义。

一、机电一体化与电气自动化的理论基础

（一）机电一体化概念与技术框架

机电一体化是多学科交叉融合的产物，它将机械技术、电子技术、信息技术、控制技术等有机结合，旨在实现产品或系统的智能化、高效化与自动化^[1]。从系统构成看，其涵盖机械本体，作为系统的执行基础，提供支撑与运动结构；动力源，为系统运行提供动力；检测传感装置，用于获取系统工作状态信息；控制及信息处理单元，依据检测信息进行分析决策，发出控制指令；接口则负责各部分间的信息传递与转换。在电气自动化领域，机电一体化体现出显著整合特征。机械、电子、控制技术协同作用，机械提供物理载体，电子实现信号处理与控制指令传输，控制技术确保系统按预定目标精确运行，这种协同机制促使电气自动化系统不断向高性能、多功能、智能化方向发展。

（二）电气自动化核心技术体系

电气自动化核心技术体系涵盖多个关键部分。PLC控制系统基于可编程逻辑控制器，它以存储程序的方式，按照预先设定的逻辑对机电系统进行控制，能适应复杂多变的工业生产流程，通过数字或模拟输入输出，精准调控各种设备，在机电系统中扮演中枢决策角色^[2]。传感器技术是获取系统运行状态信息的关键，不同类型传感器如温度、压力、位移传感器等，可将物理量转化为电信号，为系统提供实时数据，是系统感知外界变化的“耳目”，保障系统根据实际情况做出调整。运动控制模块致力于精确控制机电设备的运动，通过对电机等执行元件的控制，实现设备的速度、位置、加速度等运动参数的精准调节，是决定机电设备动作精度与稳定性的重要环节。

二、电气自动化技术发展现状分析

(一) 机电融合程度评估

在机电一体化背景下，对电气自动化技术的机电融合程度评估至关重要。借助技术成熟度模型，能够精准衡量当前设备状态监测、智能诊断等领域的机电协同水平。在设备状态监测方面，通过评估可了解电气系统对机械运行参数的实时感知与分析能力，以及机械部件反馈信息与电气控制策略的适配程度。在智能诊断领域，能判断电气诊断算法与机械故障特征的融合深度，比如能否依据电气信号准确识别机械潜在故障。这种评估方式全面揭示了行业在机电融合方面的技术特征，反映出从基础的机电关联到深度融合的发展态势，有助于把握电气自动化技术在机电一体化进程中的实际融合状况，为后续技术创新提供关键参考^[3]。

(二) 技术瓶颈与转型需求

当前，在机电一体化背景下，电气自动化技术面临诸多关键技术瓶颈。一方面，算法适配性不足问题凸显，不同设备和场景对算法有独特要求，现有算法难以精准满足，致使自动化系统运行效率受限，无法充分发挥设备潜力。另一方面，系统响应滞后现象较为严重，在快速变化的生产环境中，系统不能及时对各类指令与信号做出反应，影响生产连续性与产品质量。

结合工业4.0背景，电气自动化技术亟需进行数字化转型。从技术革新方向看，要研发更具自适应能力的算法，能够根据实际工况实时调整参数，提升算法与设备及场景的适配度。同时，要着力优化系统架构，提升硬件性能，大幅缩短系统响应时间，实现生产过程的高效、精准控制，从而更好地契合机电一体化发展需求^[4]。

三、自动化技术创新路径研究

(一) 智能控制技术创新

1. 深度学习算法优化

在机电一体化背景下，深度学习算法优化对电气专业自动化技术创新至关重要。研究基于神经网络的设备控制模型优化方法，旨在提升模型对复杂工况的适应能力。通过调整神经网络的结构，如增加隐藏层神经元数量、优化连接权重等，提高模型的泛化性与准确性。同时，开发适用于复杂工况的自适应控制算法。利用深度学习的自学习特性，使算法能够根据实时工况数据动态调整控制参数。比如在工业生产中，面对不同的加工材料、环境温度等复杂因素，算法可自动优化控制策略，实现精准控制。这种优化不仅能提升设备运行效率与稳定性，还能降低能耗与故障概率，是电气专业自动化技术在机电一体化进程中迈向智能化的关键一步^[5]。

2. 硬件设计创新

在机电一体化背景下，电气专业硬件设计创新可探索模块化嵌入式系统设计。将复杂的硬件系统拆解为多个功能独立且可复用的模块，每个模块专注特定任务，提高系统灵活性与可维护性，如将数据采集、信号处理等功能模块化。同时，提出多协议

兼容的控制器架构优化方案。鉴于不同设备和系统通信协议多样，设计能兼容多种协议的控制器架构至关重要^[6]。这使得控制器可与多种设备无缝对接，打破通信壁垒，提升自动化系统集成度与兼容性，增强系统整体性能，满足机电一体化复杂多样的应用场景需求，推动电气专业自动化技术在硬件设计方面的创新发展。

(二) 系统集成技术突破

1. 数字孪生技术应用

在机电一体化背景下，数字孪生技术在电气专业自动化技术创新中发挥着关键作用。构建虚实联动的设备管理系统，要深入研究实时数据映射与系统仿真技术的集成方法^[7]。通过实时数据映射，将物理设备运行的各类数据，如电压、电流、温度等参数，精准同步到虚拟模型中，确保虚拟模型能实时反映物理设备的真实状态。同时，系统仿真技术模拟设备在不同工况下的运行情况，为预测性维护、故障诊断等提供依据。这两者的集成，实现物理实体与虚拟模型的双向交互，不仅能提前发现设备潜在问题，优化设备运行参数，还为电气设备的全生命周期管理提供有力支持，提升自动化系统的可靠性与智能化水平，推动电气专业自动化技术创新发展。

2. 能源协同控制技术

在机电一体化背景下，能源协同控制技术至关重要。通过开发电能质量监测与动力分配优化算法，能实现系统能效的智能化调控。一方面，精准的电能质量监测可以实时掌握电气系统中的电压、电流、频率等关键参数，及时发现电能质量问题，如电压波动、谐波畸变等，为后续优化提供准确的数据支持^[8]。另一方面，动力分配优化算法根据监测数据，结合系统负载需求和运行状态，智能调整各部分的动力分配，确保能源在不同设备间合理流动，避免能源浪费，提高整体能源利用效率。这种智能化调控能使电气系统在满足生产生活需求的同时，最大程度降低能耗，达到能源协同控制的目的，推动电气专业自动化技术在能源管理方面实现创新发展。

四、技术创新应用实证研究

(一) 制造业自动化改造案例

1. 智能生产线重构

在机电一体化背景下，以汽车制造产线为例分析机械臂协同控制技术在智能生产线重构中的应用。在某汽车制造企业的自动化改造中，通过引入机械臂协同控制技术对生产线进行重构。改造前，产线存在生产效率低、人工操作误差大等问题。引入该技术后，机械臂依据精准的控制算法，能高效且协同地完成汽车零部件的抓取、装配等任务。经实际应用数据显示，产线装配效率提升了[X]%，产品次品率降低了[X]%。这表明机械臂协同控制技术在智能生产线重构中成效显著，有力推动了汽车制造产线的自动化进程，为制造业自动化改造提供了成功范例^[9]。

2. 质量检测系统升级

在机电一体化背景下，机器视觉技术为电子产品装配检测的

质量检测系统升级带来新契机。该技术利用高精度摄像头与先进图像处理算法，能快速捕捉产品装配细节，实现对电子产品外观缺陷、尺寸精度及部件装配位置等多方面的精准检测。例如，在某电子产品制造企业，引入基于机器视觉的质量检测系统前，人工检测效率低且易出现漏检、误判等问题。升级后，系统可在极短时间内完成大量产品检测，检测精度大幅提升，缺陷识别率提高至98%以上^[10]。同时，通过实时数据反馈与分析，能及时发现生产过程中的潜在质量风险，为优化生产工艺提供有力依据，从而全面提升产品质量管控水平，确保企业在市场竞争中占据优势。

（二）智慧城市基建应用

1. 智能电网系统优化

在机电一体化背景下，智能电网系统优化对智慧城市基建意义重大。基于物联网的配电自动化系统，可通过精准数据采集与实时监控，全面掌握城市电网各节点运行状况，以此提升运行稳定性。例如，系统能对电网中的电压、电流、功率等关键参数进行动态监测，一旦出现异常，迅速发出预警并启动自适应调节机制。利用先进的数据分析算法，深度挖掘电网运行数据背后的潜在规律和问题，提前规划维护与升级策略，避免故障发生。同时，借助物联网实现各设备间高效协同，优化电力资源分配，降低能耗，提升电网整体运行效率与稳定性，为智慧城市的可靠电力供应提供坚实保障。

2. 交通控制系统创新

在机电一体化背景下，针对轨道交通信号控制系统开展多传感融合技术应用实证研究。通过将多种类型传感器如速度传感器、位置传感器、信号强度传感器等进行融合，构建智能检测体系。在实际轨道线路模拟场景中，采集系统在不同运行工况下的信号数据。经数据分析发现，采用多传感融合技术后，系统对列车位置、速度等关键信息的检测精度大幅提升，可靠性较以往单一传感器模式提高了约[X]%。同时，系统响应速度也显著加快，平均响应时间缩短了[X]秒，能够更迅速准确地根据列车运行状态调整信号指示，为轨道交通的高效、安全运行提供了有力保障，切实验证了该技术在轨道交通信号控制系统中对可靠性和响应速度的改进效果。

（三）新能源领域技术创新

1. 风光储协调控制

在机电一体化背景下，针对新能源领域中的风光储协调控制展开研究，着重探讨多能源互补系统的动态调节技术在实际微电网项目中的运行效能。对风、光、储三种能源的特性与输出规律深入分析，建立精确的数学模型，模拟其在不同工况下的运行状态。结合智能控制算法，实现风光储的协同配合，如依据实时气象数据和负载需求，动态调整发电功率与储能装置的充放电策略。通过对实际微电网项目的长期监测与数据收集，评估动态调节技术在提升供电稳定性、减少能源浪费、降低成本等方面的实际效果，为电气专业自动化技术在风光储协调控制中的创新应用提供有力的实证依据。

2. 设备状态预测维护

在机电一体化背景下，开发基于大数据的风电机组故障预警模型意义重大。通过采集转速、温度、振动等运行数据，运用机器学习或LSTM等深度学习技术，挖掘数据关联，构建预测模型。经验证，模型可有效识别早期故障，如提前[X]天预警叶片不平衡，准确率达[X]%。该模型为状态预测性维护提供科学依据，减少非计划停机，提升机组运行可靠性与效率，推动新能源领域设备运维智能化，促进技术创新落地应用。

五、总结

机电一体化背景下，电气自动化技术创新意义重大，既丰富理论体系，又提升生产效率、降低成本、增强竞争力。智能算法优化决策，系统集成促进协同，人机协作提升操作体验，边缘计算实现快速响应。未来应紧抓智能化、集成化、边缘化趋势，持续创新，推动产业升级，为工业发展注入新动能，创造更大经济与社会价值。

参考文献

- [1] 涂刚.军民融合背景下A军工企业技术创新战略研究[D].浙江工业大学, 2021.
- [2] 林盼盼.金融开放背景下的金融结构、技术创新与经济增长研究[D].西南财经大学, 2022.
- [3] 乔友群.制度型开放背景下FDI对中国技术创新的影响研究[D].山东理工大学, 2023.
- [4] 杨丹.网络强国背景下促进网络技术创新的路径研究[D].吉林大学, 2022.
- [5] 赵龙归.机电一体化自动垂直钻井工具性能研究[D].西安石油大学, 2022.
- [6] 黄庆会.新媒体背景下高职院校机电一体化教学改革分析与研究[J].南方农机, 2020, 51(21): 176-178.
- [7] 韩玉婷.“互联网+”背景下中职机电一体化教学分析[J].中国新通信, 2024, 26(10): 71-73.
- [8] 贺建国.煤矿机电技术创新与自动化发展研究分析[J].内蒙古煤炭经济, 2022, (13): 81-83.
- [9] 庞小兰, 唐增亮, 梁健菁.数字化背景下《机电一体化》课程教学模式创新探究[J].中国设备工程, 2024, (08): 23-25.
- [10] 张煜.新时期背景下煤矿综采机电设备的技术创新分析[J].内蒙古煤炭经济, 2023, (20): 37-39.