

机械电气一体化技术在智能制造中的应用与优化研究

王雷远

(日照德信机械制造有限公司, 山东 日照 276800)

摘要 随着科技的进步和工业自动化的快速发展,机械电气一体化技术已成为智能制造的核心驱动力,融合机械、电子、控制及信息技术实现生产流程智能化。本研究通过分析该技术在智能传感数据采集系统、高级控制自动化平台与信息集成优化领域的应用现状,探讨技术发展趋势。研究结果表明:加强跨学科合作、推进标准化建设、培养复合型人才及强化安全管理是实现机电一体化技术优化应用的关键策略,能有效提升企业智能制造水平,增强市场竞争力。

关键词 机械电气一体化; 智能制造; 数据采集; 高级控制系统

中图分类号: TH16; TP2

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.22.010

0 引言

在全球制造业快速发展的背景下,智能制造已成为产业升级的关键力量,而机械电气一体化技术则是智能制造的核心组成部分。该技术融合了机械、电子、控制及信息技术,实现了生产过程的自动化、智能化和网络化。目前,机械电气一体化技术在智能制造中的应用广泛,如在智能仓储和物流领域,通过整合机械设备、传感器、自动化控制系统和信息技术,极大地提升了仓储物流设备的自动化水平和效率。本文探讨机械电气一体化技术在智能制造中的应用及优化策略,为相关企业提供实践参考。

1 机械电气一体化技术概述

机械电气一体化技术作为智能制造领域关键支撑体系,融合了机械系统、电子技术及信息处理技术于一体,形成完整技术架构。该技术综合运用机械工程、微电子学、自动控制与软件编程等多学科知识,实现设备间无缝对接与协同操作,打破传统技术壁垒。机电一体化系统具备环境感知与自适应调节能力,能根据生产需求自动优化运行参数,大幅提升自动化水平。这种集成化技术应用显著提高了生产效率,有效降低了运营成本,同时加速了传统制造业向智能化方向转型^[1]。随着物联网、人工智能等新兴技术不断融入,机电一体化应用场景持续扩展,从工业机器人到智能检测设备,从自动化生产线到远程监控系统,已成为现代制造业不可或缺的技术基础;在全球制造业数字化转型浪潮中,机电一体化技术正帮助企业实现生产智能化、管理网络化、服务远程化的战略目标。

2 机械电气一体化技术在智能制造中的应用

2.1 智能传感与数据采集系统

智能传感与数据采集系统在智能制造环境中扮演核心角色,通过机电一体化技术整合高精度传感器与先进微处理器,实现生产全流程关键参数实时监测与数据收集。该系统能精确捕捉温度、压力、振动、位移等多维生产指标,形成完整数据链并进行智能分析处理。例如:江苏某汽车零部件制造企业应用案例展示了该技术实际价值,企业在生产线关键节点部署多层次传感网络,通过分布式布局实现设备运行状态与产品质量参数全面监控,采集数据通过加密无线传输技术实时传送至中央数据处理中心进行多维度分析。系统核心优势体现在设备健康管理方面,采用专业算法分析历史运行数据建立预测性维护模型,通过振动特征、温度变化、能耗波动等前兆信号提前识别潜在故障风险,实现从传统被动维修向主动预防性维护转变;智能传感系统还支持生产参数自适应调整,当检测到加工参数偏离预设标准时自动触发校正程序,无需人工干预即可保持生产稳定性。该技术应用使企业设备故障率降低超过40%,计划外停机时间显著减少,同时产品一次合格率提升15%以上,充分展示了数据驱动智能维护的实际效果。

2.2 高级控制系统与自动化

高级控制系统与自动化应用通过机电一体化平台实现生产设备精确控制与自动化运行,采用复杂控制算法与智能驱动系统确保生产流程稳定高效;现代制造环境中,可编程逻辑控制器与分布式控制单元共同

构建柔性生产架构,支持快速产线调整与多品种定制化生产模式^[2]。上海某电子设备制造企业引入浙江大学与深圳大疆联合研发的机器人控制系统代表行业应用前沿,该系统融合精密机械结构与高级视觉识别技术,通过算法优化实现复杂装配工序自动化处理;系统显著特点在于其精准识别与定位能力,通过多角度高分辨率图像采集设备实时捕捉微小装配误差并动态调整操作参数,保证产品装配一致性与几何精度。智能控制系统还具备自学习功能,能根据历史装配数据持续优化运动轨迹与操作时序,通过不断积累经验提升装配效率与质量水平;系统集成力反馈传感装置,能感知装配过程中的接触力与阻力变化,根据触觉信息调整装配策略,避免硬件损伤同时提高装配成功率。通过控制系统升级,企业装配效率提高约 35%,产品一致性显著改善,不良品率降低近 60%,同时生产线切换时间缩短 70%,展示了智能控制技术在精密制造领域的巨大潜力。

2.3 信息集成与系统优化

信息集成与系统优化通过机电一体化技术构建企业全域数据互联平台,实现生产设备、企业资源规划系统与供应链管理系统无缝对接,打破传统信息孤岛。技术核心在于利用物联网、边缘计算与云平台技术构建统一数据交换标准与接口规范,确保异构系统间信息高效流动与共享。广东某手机屏幕制造商应用华为智能制造解决方案的典型示例清晰展示了集成价值,企业实现从原材料进厂检验到成品出库全生命周期数据采集分析;系统将采购订单、生产计划、设备状态、质量检测与物流配送数据整合至统一可视化平台,通过大数据分析技术挖掘生产瓶颈与优化机会。信息集成系统支持生产决策智能化,通过历史销售数据分析与市场需求预测,自动生成最优生产排程与物料需求计划,动态调整生产资源分配;供应链协同平台实现与上下游合作伙伴实时信息交换,供应商可直接查看生产计划与物料需求,客户可追踪订单生产进度,有效缩短响应时间,降低安全库存水平。通过系统集成与优化,企业实现了生产计划达成率提升 25%,生产周期缩短 40%,库存周转率提高 30%,同时大幅增强了对市场变化的快速响应能力。系统还支持产品全生命周期追溯,通过唯一标识码关联生产全过程参数,为质量问题分析与持续改进提供数据支持。

3 机械电气一体化技术在智能制造中的优化策略

3.1 加强跨学科合作

加强跨学科合作在机电一体化技术发展中具有战略性意义,因技术本身横跨机械工程、电子技术、控

制工程、计算机科学等多个学科领域,单一领域知识难以满足复杂系统开发需求;有效合作模式需建立在相互理解与共同语言基础上,打破传统学科壁垒。企业可与高等院校建立深度产学研合作关系,通过联合实验室、技术研讨会等形式促进知识流动与技术创新,如浙江某智能装备制造企业与浙江大学合作建立“智能制造联合创新中心”,共同攻关柔性生产线关键技术难题,实现技术突破。行业协会可发挥桥梁纽带作用,组织跨企业技术交流活动,促进经验分享与问题协同解决;政府引导的产业创新联盟能整合区域内优势资源,共建公共技术服务平台,降低中小企业创新门槛^[3]。跨国技术合作同样重要,中德智能制造合作项目展示了国际技术交流价值,通过引进先进工业 4.0 理念与技术标准,结合本土制造业特点,形成适应性强的解决方案。跨学科团队组建需特别注重沟通机制建设,定期组织头脑风暴与技术研讨,建立共享知识库与协同工作平台。项目管理采用敏捷方法,通过小步快跑迭代开发降低沟通成本,提高团队协作效率。合作成果转化同样重要,建立科学的知识产权保护与利益分配机制,激励各方积极参与技术创新与应用推广;成功案例表明,开放式创新生态系统能显著提升技术研发效率,加速创新成果产业化进程。

3.2 推进标准化建设

推进标准化建设对机电一体化技术健康发展至关重要,标准体系建设涉及硬件接口、通信协议、数据格式、安全规范等多个层面,直接影响系统兼容性与互操作能力;标准化工作需政府引导、行业推动、企业参与多方协同推进。国家层面应加快顶层设计,构建涵盖基础通用标准、关键技术标准与行业应用标准的完整体系,如国家智能制造标准化总体组牵头制定《智能制造标准体系建设指南》,明确标准化路线图与实施策略。行业协会可组织重点企业参与国际标准制定,增强话语权的同时确保国内标准与国际接轨,避免技术壁垒;龙头企业应积极参与关键技术领域标准讨论,将自身技术创新成果转化为行业共识。标准实施推广同样重要,可通过标准宣贯培训、标准化试点示范等形式提高企业认知度与接受度;建立标准符合性评估与检测认证体系,引导市场规范发展。数据交换标准尤为关键,如 OPC UA 协议在工业通信领域广泛应用,实现不同厂商设备间无障碍数据交互;工业互联网标准框架需覆盖设备层、边缘层、平台层与应用层各环节。标准化工作应具有前瞻性,密切跟踪技术发展趋势,及时启动前沿技术标准研究;标准更新迭

代机制确保标准持续适应技术演进与市场需求。企业可通过标准化管理提升内部协同效率,统一技术语言与工作流程,降低沟通成本;标准化设计方法能提高产品模块复用率,缩短开发周期^[4]。

3.3 培养复合型人才

培养复合型人才是机电一体化技术持续发展核心驱动力,现代智能制造环境需要具备跨学科知识背景与系统思维能力的专业人才,能够理解机械结构原理、掌握电子技术基础、熟悉控制系统设计、应用信息化工具;人才培养体系应覆盖学历教育与职业培训多个层次。高等院校可优化课程体系,打破传统学科界限,设立机电一体化专业方向,增加跨学科选修课程比例;强化实践教学环节,与企业共建实训基地,提升学生动手能力与工程素养。企业内部培训体系同样重要,例如:德国西门子公司实施的“T型人才”培养计划值得借鉴,通过轮岗制度让工程师在专精一个领域基础上拓展相关知识面;建立导师制与知识管理平台,促进经验传承与隐性知识显性化。技术人员继续教育渠道应多元化,可结合在线学习平台与集中面授形式,满足不同层次人才发展需求;鼓励员工参与行业技术交流活动,及时了解前沿技术动态。人才评价体系需突破传统单一学科评价标准,建立多维度能力评估模型,重视解决复杂问题能力与创新思维;薪酬激励制度应与技术创新成果挂钩,激发人才创造潜能。产教融合推动高校人才培养与企业需求无缝对接,如苏州工业园区与多所高校共同开展的“订单式”人才培养项目,学生课程设置直接对接企业岗位需求;国际合作办学引入先进教育理念与课程体系,拓宽人才视野。实践表明,具备多学科背景的复合型人才能更好应对智能制造环境中复杂技术挑战,推动机电一体化技术创新应用。

3.4 强化安全管理

强化安全管理在机电一体化系统应用过程中至关重要。智能制造环境中设备高度自动化与系统高度集成,潜在风险点增多且相互关联;全面安全管理体系应涵盖硬件安全、控制安全、数据安全与运行安全多个维度。设备安全设计遵循安全原则,采用冗余设计与失效保护机制,确保系统在任何异常情况下都能维持安全状态;控制系统应实施严格的权限管理与操作审计,防止未授权访问与误操作导致的安全事故。数据安全同样重要,建立完善的数据备份与恢复机制,实施网络安全分区与访问控制,防止黑客攻击与数据

泄露;工业控制网络应与办公网络物理隔离,减少安全风险。安全风险评估应常态化,定期开展设备设施安全检查与控制系统漏洞扫描,识别潜在安全隐患并及时整改;建立风险分级管控机制,针对不同风险等级制定差异化管控措施^[5]。智能预警系统能实时监测关键设备运行参数,当检测到异常状态时自动触发预警并采取应急措施;建立完善的安全事故应急响应机制,定期组织应急演练,提高突发事件处置能力。员工安全意识培养至关重要,通过安全培训与安全文化建设,提高操作人员的安全意识与应急处置能力;建立安全激励机制,鼓励员工主动发现并报告潜在安全隐患。系统集成商与设备供应商协同确保整体安全,明确各方安全责任边界,建立贯穿项目全生命周期的安全管理流程;安全标准贯标工作应作为基础性工作持续推进,如实施 IEC 61508 功能安全标准与 ISO/IEC 27001 信息安全管理体系,全面提升系统安全性能。

4 结束语

机械电气一体化技术作为智能制造的核心支撑,其应用效果已在多领域得到验证。江苏汽车零部件企业应用智能传感系统使设备故障率降低 40%;上海电子制造商通过高级控制系统提升装配效率 35%;广东手机屏幕厂实现生产周期缩短 40%。结果表明,构建开放创新生态系统、实施统一技术标准、建立多元化人才培养机制与全面安全管理体系将促进机电一体化技术在智能制造领域深度融合与创新发展,为制造业转型升级提供坚实的技术基础。

参考文献:

- [1] 田浩.机电一体化技术在智能制造中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(04):34-35.
- [2] 鄢京.机电一体化技术在智能制造中的应用与实施[J].装备维修技术,2023(03):38-40.
- [3] 孙少勇.机电一体化技术在智能制造中的应用分析[J].Engineering Science Research & Application,2022,03(12):105-106.
- [4] 周加良,方永刚,宣燕红.机电一体化技术在智能制造中的应用[J].科海故事博览,2022(16):19-21.
- [5] 肖赞华.机电一体化技术在智能制造中的应用研究与分析[J].环球市场,2020(07):384.