

智能制造环境下电气自动化技术的发展趋势

陈震

江西福拉格实业有限公司, 江西九江, 332000;

摘要: 在智能制造加速推进的背景下, 电气自动化技术作为工业生产核心支撑, 发展方向与应用模式正深刻变革。传统技术在柔性生产、数据协同、智能决策等方面短板凸显, 难满足智能制造需求。本文聚焦该技术发展, 梳理应用现状与局限, 分析支撑技术融合基础, 探索发展趋势, 剖析关键挑战, 提出推进策略, 为技术适配智能制造、推动工业高质量发展提供参考。

关键词: 智能制造; 电气自动化技术; 发展趋势; 技术融合

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 12. 087

引言

当前, 全球工业向智能化、数字化转型, 智能制造成为提升工业竞争力的核心路径。电气自动化技术是连接工业设备与智能管控系统的关键纽带, 其性能与应用水平直接影响智能制造推进成效。传统电气自动化技术以单一设备控制、局部流程自动化为主, 缺乏与大数据、人工智能、物联网等新技术的深度融合, 在多设备协同、动态生产调整、故障预测等方面能力不足。随着智能制造对生产柔性化、管理精细化、决策智能化要求提升, 电气自动化技术需突破传统框架。在此背景下, 研究其发展趋势, 对推动技术创新、优化工业生产模式意义重大。

1 智能制造环境下电气自动化技术的应用现状与局限

1.1 当前应用场景

电气自动化技术在智能制造中的应用场景已覆盖多个工业领域。在汽车制造行业, 电气自动化技术用于生产线的机械臂控制、焊接自动化操作, 实现汽车零部件的精准组装, 提升生产效率。在电子制造领域, 该技术应用于电路板的自动化检测与封装, 通过传感器与控制系统的配合, 快速识别产品缺陷。在化工生产中, 电气自动化技术用于反应釜温度、压力的实时监控与调节, 保障生产过程稳定。此外, 在物流仓储环节, 电气自动化技术驱动的智能分拣设备、自动搬运机器人, 也成为智能制造场景的重要组成部分, 推动物流流程自动化升级。

1.2 传统技术适配短板

传统电气自动化技术在智能制造中存在明显适配短板。在控制范围上, 传统技术多局限于单一设备或局

部流程, 难以实现多设备、全流程的协同控制, 当生产流程需要跨设备联动时, 易出现响应延迟、协调不畅的问题。在数据处理方面, 传统系统缺乏对大量生产数据的整合与分析能力, 无法从数据中挖掘潜在价值, 难以支撑生产优化与智能决策。在柔性生产适配性上, 传统电气自动化系统调整难度大, 当产品型号、生产工艺变更时, 需花费大量时间重新调试设备参数, 无法快速响应市场需求变化, 与智能制造的柔性化要求存在差距。

1.3 智能制造新要求

智能制造对电气自动化技术提出多方面新要求。在协同能力上, 要求电气自动化技术能实现跨设备、跨车间甚至跨企业的数据共享与协同控制, 打破信息孤岛, 保障生产全链条高效衔接。在动态调整能力上, 需具备快速响应生产变化的能力, 当订单需求、原材料供应出现波动时, 能自动调整设备运行参数与生产流程, 满足柔性生产需求。在智能决策支持上, 要求电气自动化技术不仅能实现设备控制, 还能通过数据分析为生产计划制定、设备维护、质量管控提供决策依据, 助力企业提升管理精细化水平, 推动生产从“自动化”向“智能化”升级。

2 支撑电气自动化技术发展的核心技术基础

2.1 物联网技术的连接与数据交互

物联网技术为电气自动化设备的连接与数据交互提供关键支撑。通过在电气自动化设备上部署传感器、RFID 等感知设备, 可实时采集设备运行状态、生产参数等数据。借助无线通信技术(如 LoRa、5G)与有线通信技术, 将分散的电气自动化设备接入物联网平台, 实现设备间的互联互通。在数据交互层面, 物联网平台制定统一的数据传输协议与格式标准, 确保不同品牌、不同类型的电气自动化设备数据能顺畅交互, 为多设备协

同控制提供数据基础。同时,物联网技术还能实现设备数据与云端管理系统的实时同步,便于远程监控与管理,提升电气自动化系统的运维效率。

2.2 人工智能技术的应用基础

人工智能技术为电气自动化控制与决策奠定应用基础。在控制层面,机器学习算法可通过分析历史运行数据,优化电气自动化设备的控制参数,实现设备运行状态的自适应调整,例如根据生产负载变化自动调节电机转速,提升设备运行效率。在故障诊断方面,深度学习模型能学习设备正常运行与故障状态的特征差异,实时识别设备潜在故障,提前发出预警,减少突发停机时间。在决策支持上,人工智能技术可整合生产数据、市场需求数据,通过预测模型制定最优生产计划,为电气自动化系统的生产调度提供决策参考,推动电气自动化从“被动控制”向“主动决策”转变。

2.3 大数据技术的处理与价值挖掘

大数据技术为电气自动化生产数据的处理与价值挖掘提供有效手段。电气自动化系统在运行过程中会产生海量生产数据,包括设备运行日志、传感器实时数据、产品质量检测数据等。大数据技术通过分布式存储架构,可高效存储这些海量数据,解决传统存储方式容量不足、存取缓慢的问题。在数据处理上,借助数据清洗、数据集成技术,去除冗余数据、修正异常数据,提升数据质量。在价值挖掘层面,通过数据挖掘算法(如关联分析、聚类分析),可发现生产数据背后的规律,例如设备运行参数与产品质量的关联关系、生产流程中的瓶颈环节,为电气自动化系统优化、生产工艺改进提供数据支撑,实现数据驱动的生产升级。

3 智能制造环境下电气自动化技术的主要发展趋势

3.1 系统向智能化、模块化发展

电气自动化系统正朝着智能化、模块化方向发展。在智能化方面,系统将更深度融合人工智能技术,具备自主学习、自主决策能力。例如,系统可通过持续学习生产数据,不断优化控制策略,无需人工干预即可应对复杂生产场景;在设备故障诊断上,能实现故障原因自动分析与维修方案智能推荐,提升运维智能化水平。在模块化方面,电气自动化系统将采用模块化设计理念,将控制单元、数据采集单元、通信单元等拆分为独立模块。企业可根据生产需求灵活选择模块组合,降低系统搭建成本;当生产规模扩大或工艺升级时,只需更换或

增加相应模块,无需重构整个系统,提升系统扩展性与灵活性。

3.2 与跨领域技术深度融合

电气自动化技术正与跨领域技术实现深度融合。在与数字孪生技术融合上,通过构建电气自动化系统的数字孪生模型,可实时映射物理系统的运行状态,在虚拟环境中模拟设备运行、生产流程,提前发现潜在问题并优化,减少物理系统调试成本与风险。在与云计算技术融合方面,将电气自动化系统的部分计算任务、数据存储任务迁移至云端,借助云端强大的计算能力与存储资源,实现大规模数据处理与复杂模型运算,同时支持多终端访问,方便企业实现远程管理与协同。此外,电气自动化技术还在与区块链技术融合探索,利用区块链的不可篡改特性,保障生产数据的真实性与安全性,为产品溯源、质量管控提供可靠数据支撑。

3.3 设备向绿色化、节能化演进

电气自动化设备正朝着绿色化、节能化方向演进。在设备设计阶段,企业更多采用环保材料,减少有害物质使用,降低设备生产与报废过程对环境的影响。在能耗控制上,新型电气自动化设备集成高效节能技术,例如采用变频电机替代传统电机,根据负载变化自动调节转速,减少电能消耗;在照明、散热等辅助系统中,应用LED节能灯具、高效散热材料,进一步降低设备整体能耗。此外,部分电气自动化设备还具备能量回收功能,可将设备运行过程中产生的多余能量(如制动能量)转化为电能回收利用,提升能源利用效率。这些绿色化、节能化改进,不仅符合国家环保政策要求,也能帮助企业降低能源成本,实现可持续发展。

4 电气自动化技术适配智能制造发展的关键挑战

4.1 系统兼容性与稳定性问题

多技术融合下,电气自动化系统面临兼容性与稳定性问题。不同技术来自不同领域,技术标准、协议格式存在差异,例如物联网技术的通信协议与人工智能算法的数据接口不兼容,导致数据传输中断、系统联动失效。同时,多技术融合增加了系统复杂度,各技术模块间的耦合关系紧密,一个模块出现故障可能引发连锁反应,影响整个系统稳定运行。例如,大数据处理模块故障可能导致生产数据无法及时分析,进而影响电气自动化设备的控制决策,造成设备运行异常。此外,外部环境干扰(如电磁干扰、网络攻击)也会加剧系统不稳定性,

对电气自动化系统的安全可靠运行构成威胁。

4.2 成本与技术壁垒

电气自动化技术升级过程中存在成本与技术壁垒。在成本方面,技术升级需投入大量资金用于新设备采购、系统改造、软件升级,对于中小型企业而言,高额前期投入难以承受。同时,技术升级后还需持续投入资金用于人员培训、系统维护,进一步增加企业负担。在技术壁垒上,新型电气自动化技术融合多领域知识,对技术研发能力要求高,国内部分核心技术(如高端传感器、专用芯片)仍依赖进口,自主研发难度大。此外,技术升级过程中,旧设备与新系统的衔接、数据迁移等技术问题复杂,需要专业技术团队解决,而多数企业缺乏此类技术储备,导致技术升级进展缓慢。

4.3 专业人才能力缺口

智能制造需求下,电气自动化专业人才存在能力缺口。传统电气自动化人才擅长设备调试、维护,但缺乏大数据分析、人工智能、物联网等跨领域知识,难以胜任多技术融合的电气自动化系统运维工作。在技术研发层面,既懂电气自动化技术,又掌握人工智能算法、数字孪生建模的复合型研发人才稀缺,制约了电气自动化技术的创新发展。此外,随着技术快速迭代,现有人才知识体系更新滞后,难以跟上技术发展步伐,需要持续培训提升能力,但部分企业培训体系不完善,进一步加剧了人才能力缺口。人才短缺问题,已成为制约电气自动化技术适配智能制造发展的重要因素。

5 推动电气自动化技术适配智能制造发展的策略

5.1 协同创新路径

推动电气自动化技术与智能制造技术协同创新,需构建多方合作机制。高校与科研机构可聚焦核心技术难题,开展联合攻关,例如研发适配多技术融合的电气自动化系统协议标准、高效节能的设备核心部件,突破技术瓶颈。企业间可建立产业联盟,共享技术资源、共建试验平台,例如汽车制造企业与电气自动化设备企业合作,开发针对汽车智能制造场景的专用电气自动化系统,实现技术与应用场景的精准对接。此外,还可推动跨行业合作,鼓励互联网企业、人工智能企业与电气自动化企业合作,将互联网技术、人工智能技术融入电气自动化系统,丰富技术功能,提升系统智能化水平。

5.2 政策与市场机制

降低电气自动化技术升级成本,需完善政策与市场机制。在政策层面,政府可出台补贴政策,对企业采购节能型电气自动化设备、开展技术升级项目给予资金补贴或税收减免,减轻企业成本压力。同时,设立专项扶持资金,支持中小型企业开展电气自动化技术升级,推动行业整体发展。在市场机制方面,可培育第三方服务机构,提供电气自动化系统租赁、技术托管等服务,企业无需一次性投入大量资金采购设备,通过租赁方式降低前期成本。

5.3 人才培养体系优化

优化电气自动化专业人才培养体系,需从教育模式、培训机制两方面入手。在教育模式上,高校可调整专业课程设置,增加大数据分析、人工智能、物联网等跨领域课程,开设电气自动化与智能制造交叉学科专业,培养复合型人才。同时,加强校企合作,建立实践教学基地,让学生参与企业实际项目,提升实践能力。在培训机制上,企业可与培训机构合作,针对现有员工开展定制化培训,根据技术升级需求,开设多技术融合的电气自动化系统运维、数据分析等培训课程,更新员工知识体系。

6 结论

本文围绕智能制造环境下电气自动化技术的发展展开研究,梳理了技术应用现状与局限,分析了支撑技术基础,探索了主要发展趋势,剖析了适配智能制造的关键挑战,并提出了协同创新、成本降低、人才培养等推进策略。研究发现,电气自动化技术在智能制造中应用广泛,但传统技术存在适配短板,需向智能化、模块化、绿色化方向发展,同时面临兼容性、成本、人才等挑战。通过多方协同创新、完善政策市场机制、优化人才培养体系,可有效推动电气自动化技术适配智能制造发展。

参考文献

- [1] 刘宝峰. 电气自动化技术在智能制造中的应用研究[J]. 长江信息通信, 2025, 38(02): 211-213.
- [2] 居玮, 张雨桐, 刘大海. 电气自动化在智能制造中的应用与发展趋势研究[J]. 仪器仪表用户, 2024, 31(12): 129-131.
- [3] 居玮, 张雨桐, 刘大海. 电气自动化在智能制造中的应用与发展趋势研究[J]. 仪器仪表用户, 2024, 31(12): 129-131.