

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。

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.