

# Analysis of the Development Path of Electrical Automation Control Technology in the Context of Intelligent Manufacturing

Yadong Mu Shou Yuan

Goertek Co., Ltd., Weifang, Shandong, 261000, China

## Abstract

Intelligent manufacturing has brought profound transformations to electrical automation control technology, with its core being the establishment of a technical system integrating intelligent control, high efficiency and energy conservation, and system synergy. By adopting intelligent and integrated approaches, this technology significantly enhances production efficiency, product quality, and energy utilization efficiency while effectively reducing production costs. However, current development still faces prominent challenges, including reliance on foreign core technologies, difficulties in SME transformation, poor system compatibility, and insufficient talent reserves. Future efforts should focus on key pathways—including strengthening independent R&D, promoting widespread adoption among SMEs, facilitating system interoperability, deepening talent cultivation, and unlocking data value—to fully empower the transformation and upgrading of the manufacturing sector.

## Keywords

Intelligent Manufacturing; Electrical Automation; Intelligent Control; System Integration

## 智能制造背景下电气自动化控制技术的发展路径探析

穆亚东 苑收

歌尔股份有限公司, 中国·山东 潍坊 261000

## 摘要

智能制造为电气自动化控制技术带来了深刻变革,其核心是构建一个集智能控制、高效节能与系统协同于一体的技术体系。该技术通过引入智能化与集成化手段,显著提升了生产效率、产品质量与能源利用效率,并有效降低了生产成本。然而,当前发展仍面临核心技术受制于人、中小企业转型困难、系统兼容性差、人才储备不足等突出问题。未来发展需聚焦于加强自主研发、推动中小企业普及应用、促进系统互联、深化人才培养与释放数据价值等关键路径,以实现其在制造业转型升级中的全面赋能。

## 关键词

智能制造; 电气自动化; 智能控制; 系统集成

## 1 引言

随着新一代信息技术的飞速发展与制造业的深刻变革,智能制造已成为全球产业升级的核心方向。在这一宏大背景下,电气自动化控制技术作为连接物理设备与信息世界的枢纽,其内涵与价值正被重新定义。传统的电气自动化模式已难以满足现代制造对柔性、效率和智能化的高要求,向智能化、网络化和集成化方向演进成为必然趋势。探讨电气自动化技术在智能制造背景下的发展路径,不仅关乎技术本身的前进方向,更对推动制造业整体向高质量、高效率和高附加值转型具有紧迫的现实意义。

## 2 智能制造背景下电气自动化控制技术的核心内涵与时代价值

### 2.1 核心内涵

智能制造背景下的电气自动化控制技术,打破了传统“重硬件、轻智能、重使用、轻节能”的发展模式,核心在于构建“智能控制、高效节能、安全稳定、集成协同”的综合性电气自动化控制技术体系。其核心内涵主要体现在三个方面:一是智能化升级,依托人工智能、大数据、物联网等技术,实现电气设备的智能感知、智能调控与智能运维,减少人工干预,提升电气系统的运行稳定性与管控效率;二是高效化发展,优化电气设计及供电配电流程,推广高效节能电气设备,降低电气系统的能耗损耗,提升能源利用效率;三是集成化融合,推动电气自动化控制技术与智能制造、新能源、信息技术的深度融合,构建协同联动的电气系统,以

【作者简介】穆亚东(1991-),男,中国山东菏泽人,本科,工程师,从事非标自动化电气控制研究。

适配多样化的应用场景需求。

## 2.2 时代价值

电气自动化控制技术的时代价值体现在产业升级、能源保障、民生改善与国家发展的各个方面。其一，支撑智能制造发展，通过智能电气控制技术与智能制造技术的深度融合，推动生产设备自动化、生产流程智能化，提升制造业生产效率与产品品质，助力制造业向高端化转型。其二，推动能源绿色低碳发展，优化供电配电系统，推广节能电气自动化控制技术与新能源配套电气设备，促进传统能源与新能源协同利用，降低能源消费碳排放，助力“双碳”目标实现。

## 3 智能制造背景下电气自动化控制技术的效能分析

### 3.1 效能评价指标体系构建

结合电气自动化控制技术的应用场景，构建涵盖“效率、质量、能耗、成本”四大维度的效能评价指标体系，确保评价科学、量化且具备可操作性：其一为效率指标，包含生产效率提升率、设备响应时间与任务完成率；其二为质量指标，涵盖产品合格率、检测精度及质量缺陷率；其三为能耗指标，涉及单位产品能耗降低率与设备待机功耗占比；其四为成本指标，包括人工成本降低率与设备维护成本降低率。

### 3.2 具体效能量化分析

结合行业实践数据，对电气自动化控制技术的应用效能展开量化分析：在效率维度，应用该技术后，生产效率平均提升30%-50%，设备控制响应时间 $\leq 100\text{ms}$ ，任务完成率 $\geq 98\%$ ，有效压缩生产等待时长与无效作业环节；在质量维度，产品合格率从传统模式的90%左右提升至98%以上，检测精度可达0.01mm，质量缺陷率降低60%以上，显著增强产品质量稳定性；在能耗维度，单位产品能耗平均降低15%-30%，设备待机功耗控制在5%以内，顺利达成节能降耗目标；在成本维度，人工成本降低40%-60%，设备维护成本降低20%-30%，通过减少人工干预与故障停机频次，进一步降低了生产成本。

## 4 智能制造背景下电气自动化控制技术存在的突出问题

### 4.1 核心电气设备自主创新能力不足，对外依存度较高

核心电气设备自主创新能力不足是制约电气自动化控制技术高质量发展的首要瓶颈。当前，我国电气自动化控制技术创新多集中于应用层面，在高端智能控制器、精密电气元器件、高端变频器等核心电气设备领域，仍高度依赖进口。国内企业对基础层与技术层核心技术的研发深度不足，难以实现核心设备的自主可控。部分企业研发投入欠缺，缺乏长期研发规划，研发团队实力薄弱，导致研发成果转化率低，难以推出具备核心竞争力的高端电气产品，只能在中低端领域开展同质化竞争。

### 4.2 智能化融合深度不足，系统协同性有待提升

我国电气领域智能化发展呈现“两极分化”态势：大型企业与重点项目的智能化融合成效显著，但中小企业仍以传统电气系统为主，智能化融合深度不足。多数中小企业缺乏资金与技术支持，难以承担智能化技术改造的投入成本，电气系统仍以常规控制为主，缺乏智能感知与智能调控功能；部分电气系统的兼容性与协同性欠佳，不同品牌、不同类型的电气设备与控制系统集成难度较大，易引发运行故障，影响电气系统的整体运行效率；智能制造技术与电气自动化控制技术的融合深度不足，未能充分发挥智能化技术的赋能作用，制约了电气系统的智能化水平与运行效能。

### 4.3 专业技术人才结构失衡

在智能制造快速发展的背景下，电气自动化控制技术领域面临显著的人才供需矛盾。当前，从业人员的专业知识结构多集中于传统电气控制，对人工智能、大数据分析和工业互联网等新兴技术的理解和应用能力普遍不足。许多企业的技术团队在知识更新上存在滞后，难以有效操作和维护日益复杂的智能电气系统。同时，既精通电气工程又掌握信息技术、具备系统思维和跨界整合能力的复合型高端人才尤为短缺。这导致企业在引入先进自动化控制方案时，常面临实施困难、运维低效的困境，严重制约了智能化升级的深度与广度，形成了“有智能设备，缺智能应用”的尴尬局面。

## 5 智能制造背景下电气自动化控制技术的发展实践路径

### 5.1 加大自主研发，掌握核心技术

当前我国电气自动化领域的核心挑战是关键技术受制于人，许多高端控制器、精密元器件仍需进口。要改变这一局面，必须建立从基础研究到产业应用的全链条创新体系。企业应当拿出更多资金用于长期技术研发，尤其要针对那些容易被国外限制的关键零部件进行攻关。国家层面可以牵头，联合重点企业、大学和科研机构组建创新联盟，集中力量突破最核心的技术难题。在政策上，要加强对技术创新的保护和支持，让研发人员能够安心投入长期研究。特别要鼓励企业和研究单位勇于尝试那些可能带来重大突破的新技术、新思路，即使短期看不到效益也要给予支持。

### 5.2 支持中小企业进行技术改造

中小企业是制造业的主体，但它们往往缺乏足够的资金和技术能力进行智能化升级。要实现电气自动化技术的全面推广，必须为中小企业设计切实可行的改造方案。可以发展模块化、即插即用的改造套件，让中小企业能够根据自身需求和经济能力分步实施。在资金方面，可以设立专项补贴和技术改造贷款，降低企业前期投入压力。同时要建立技术服务平台，组织专家团队为中小企业提供技术支持和服务，帮助它们解决改造过程中的实际问题。通过建设示范工厂，让中小企业能够直观看到技术改造带来的实际效益，了解具

体操作流程。还可以鼓励大企业向供应链上的中小企业输出成熟的改造方案,带动整个产业链的技术升级。只有让广大中小企业都能顺利实现电气自动化升级,整个制造业的智能化水平才能真正提高。

### 5.3 推动系统互联互通

现在很多工厂的电气设备来自不同厂家,使用不同的控制系统,导致设备之间难以有效协同工作。要解决这个问题,需要制定统一的技术标准,让不同厂家的设备能够用同一种“语言”进行交流。行业组织和龙头企业应该牵头制定简单实用的接口规范,逐步推广成为行业通用标准。在具体实施中,可以开发通用的连接模块,帮助旧设备和新系统实现数据交换。工厂在进行电气自动化改造时,要有整体规划意识,提前考虑各个系统之间的配合问题。通过建立统一的数据管理平台,将不同设备的运行信息集中处理,实现整个生产过程的协调控制(如图1)。这样才能真正发挥智能系统的整体优势,避免因设备兼容性问题影响生产效率。



图1 数据管理平台监测图

### 5.4 加强人才培养

推进电气自动化技术应用,关键在于人才。当前既懂传统电气技术,又掌握智能控制、数据分析等新技术的人才非常缺乏。学校要调整课程设置,增加智能制造相关的内容教学,让学生在校期间就能接触实际应用场景。企业要加强在职培训,通过师傅带徒弟、技能竞赛等方式,帮助现有技术人员更新技能。可以建立校企合作培养机制,让学生到企业实习,企业技术人员到学校培训,实现理论与实践相结合(如图2)。还要完善技术人员的职业发展通道,提高技能人才的社会地位和待遇,让更多年轻人愿意从事这个行业。要特别重视培养能够解决实际问题的应用型人才,他们既要有扎实的理论基础,又要有丰富的实践经验,能够针对不同企业的具体情况设计合适的自动化解决方案。

### 5.5 用好数据创造价值

现在很多工厂的电气设备能够产生大量运行数据,但

这些数据的价值还没有充分发挥出来。要建立完善的数据收集系统,确保重要设备的运行信息都能被准确记录。然后要对这些数据进行深入分析,找出设备运行规律,提前发现潜在问题。比如通过分析设备耗电情况,可以优化生产安排节约能源;通过分析设备运行参数,可以预测何时需要维护保养。还可以利用数据分析优化生产工艺,提高产品质量稳定性。建立数据共享机制,让不同部门都能基于准确数据做出决策,避免凭经验办事。要让每个员工都养成用数据说话、用数据管理的习惯,真正发挥数据在提升生产效率、降低成本、保证安全等方面的重要作用。



图2 人才培养实践图

## 6 结语

智能制造浪潮为电气自动化控制技术的发展开辟了广阔空间,同时也带来了从突破技术瓶颈到实现广泛落地的系列挑战。从单纯追求自动运行,转向实现智能感知、优化决策和协同控制,是技术演进的核心逻辑。未来的成功不仅依赖于关键技术的自主创新与突破,更在于如何构建一个融通技术、产业、人才与数据的良性生态。通过聚焦实际问题,协同推进技术攻关、应用普及与价值挖掘,电气自动化技术必将更深度地融入智能制造体系,为制造业的核心竞争力提升提供坚实而持久的动力。

### 参考文献

- [1] 吴霜. 电气自动化控制在工厂的应用与发展研究[J]. 现代工业经济和信化, 2025, 15(11): 135-137.
- [2] 吴海洋, 罗忠省. 机械电气自动化控制技术研究[J]. 造纸装备及材料, 2025, 54(11): 94-96.
- [3] 王振蒙, 陈祥, 李城城. 新时期背景下电气自动化控制系统的应用与发展研究[J]. 中国设备工程, 2025(1): 141-143.
- [4] 陈会伟. 电子技术在电气自动化控制领域的应用探析[J]. 信息产业报道, 2025(10): 0236-0238.
- [5] 丁元才. 电气工程中自动化控制技术的前沿发展与应用[J]. 行车指南, 2025(4): 0096-0098.