

电气工程及其自动化在机电系统升级中的实践研究

张子娟 13042919880220038X

摘要

传统机电系统普遍存在控制精度不足、运行能耗偏高、故障响应滞后等问题，已经无法适配现代制造业规模化、智能化的生产需求。本文以电气工程及其自动化技术为核心，探讨其在机电系统升级中的应用逻辑与实践路径，结合典型升级案例分析技术应用效果，总结当前实践中存在的问题并提出优化方向。研究表明，将电气工程及其自动化技术融入机电系统升级，能够有效提升系统运行效率与稳定性，降低生产运营成本，为传统制造企业的智能化转型提供可行支撑。

关键词：电气工程及其自动化；机电系统；系统升级；智能制造

一、引言

机电系统是现代制造业生产活动的核心载体，其运行性能直接决定了产品的生产质量与企业的经济效益。我国制造业经历了数十年的高速发展，大量存量机电设备仍然沿用传统继电器控制模式，存在自动化程度低、人工干预成本高、数据采集能力缺失等短板，难以满足当下柔性生产、质量溯源、能耗管控的发展要求。随着工业 4.0 与智能制造战略的推进，传统机电系统的升级改造已经成为制造企业降本增效、提升核心竞争力的必然选择。

二、电气工程及其自动化应用于机电系统升级的核心价值

（一）提升机电系统运行精度与稳定性。传统机电系统多采用机械联动加人工调整的控制模式，控制误差普遍在 $\pm 5\%$ 以上，且长时间运行后容易出现部件磨损导致的精度偏移，需要频繁停机校准。电气工程及其自动化技术通过引入可编程逻辑控制器（PLC）、伺服电机、传感器等装置，能够对机电系统的各个运行节点进行闭环控制，实时调整运行参数，将控制误差压缩到 $\pm 0.5\%$ 以内，同时能够自动补偿部件磨损带来的精度偏差，大幅提升系统运行的稳定性，减少非计划停机的概率。

（二）降低系统运行与维护成本。传统机电系统的运行需要大量人工值守操作，能源利用率偏低，故障发生后需要逐一排查部件，排查与维修时间长，对生产进度影响较大。电气工程及其自动化技术能够实现机电系统的自动运行与智能

调度，根据生产负荷自动调整设备输出功率，降低不必要的能源消耗，一般可降低运行能耗 15%~30%。同时，自动化系统内置的故障诊断模块能够通过传感器采集的运行数据快速定位故障点，将故障排查时间缩短 80%以上，大幅降低运维成本与停机损失。

（三）支撑机电系统的智能化拓展。传统机电系统不具备数据采集与传输能力，无法与企业的生产管理系统（MES）、企业资源计划系统（ERP）对接，形成了信息孤岛，不利于企业实现全流程的生产管控。电气工程及其自动化技术在升级改造过程中，会搭建标准化的工业通信网络，能够实时采集机电系统的运行数据、生产数据，并上传至上层管理平台，实现生产过程的全溯源、全监控，为企业实现智能化生产管理提供数据基础，也为后续进一步引入机器学习、人工智能等技术预留拓展空间。

三、电气工程及其自动化在机电系统升级中的实践路径

（一）需求评估与方案设计阶段。机电系统升级的核心目标是适配企业当前的生产需求，避免过度升级造成的成本浪费，也防止升级不足无法满足生产要求。在实践中，首先需要对原有机电系统的设备运行状态、生产能力、存在的核心痛点进行全面摸排，结合企业的产能规划、质量要求、成本预算确定升级目标。在此基础上，基于电气工程及其自动化的技术框架设计升级方案，核心内容包括控制模块改造、传感网络部署、通信系统搭建、动力系统优化四个部分，同时需要兼顾升级改造对现有生产进度的影响，制定分阶段施工的方案，尽可能减少停产损失。

（二）核心模块升级改造实践。第一是控制模块升级，将传统的继电器控制回路替换为 PLC 控制系统，针对不同的生产工序编写对应的控制程序，引入触摸屏人机交互（HMI）界面，方便操作人员调整参数、监控运行状态，这是电气工程及其自动化升级的核心基础。第二是传感监测网络布置，在机电系统的动力单元、执行单元、输出单元等关键节点部署温度、压力、位移、电流等各类传感器，实现运行参数的实时采集，为闭环控制与故障诊断提供数据支撑。第三是动力系统优化，将传统的异步电机替换为伺服电机或变频调速电机，配合自动化控制模块实现转速、转矩的精准调节，降低空载运行的能耗损失。第四是通信系统搭建，采用工业以太网或者 Profinet 总线协议，将机电控制系统接入企业工业网络，实现数据的双向传输，打通底层设备与上层管理平台的数据链路。

（三）调试与运维体系优化。升级改造完成后，需要进行空载调试、带载调试与连续试运行三个阶段的调试工作，核对各个节点的控制精度、数据采集准确性、故障响应速度是否符合设计要求，对控制程序参数进行逐步优化。试运行稳

定后，需要对企业的操作人员与运维人员进行技术培训，建立基于电气工程自动化系统的运维管理制度，定期对传感器、控制模块进行校准与维护，保障系统长期稳定运行。

四、实践案例分析

某汽车零部件制造企业原有一条机械加工生产线，采用传统继电器控制的机电系统，运行十年以上，存在加工精度不稳定、废品率偏高、每班需要 8 名操作人员、故障排查时间长等问题，企业决定对该生产线进行升级改造。本次升级采用电气工程及其自动化技术进行改造，具体实践内容如下：保留原有加工机械结构，将原有控制回路替换为西门子 S7-1200 系列 PLC 控制系统，在 12 台加工主轴上部署温度、振动传感器，在进给机构安装位移传感器，将原有异步进给电机替换为伺服电机，搭建 Profinet 工业总线将控制系统接入企业 MES 系统。

五、现存问题与优化方向

当前电气工程及其自动化在机电系统升级实践中仍然存在三个主要问题：一是部分中小企业受成本预算限制，难以承担全流程自动化升级的费用，技术落地存在门槛；二是不同品牌的自动化设备通信协议存在不兼容的问题，升级后容易出现数据传输不畅的问题；三是部分企业只重视硬件升级，忽视控制程序的优化与运维体系的建设，导致升级后的系统无法发挥出应有的性能。

针对上述问题，未来的优化方向主要包括三个方面：第一，推动模块化、标准化的电气工程自动化升级方案开发，针对不同规模、不同类型的机电系统推出分层升级方案，企业可以根据自身预算选择适配的升级模块，降低升级门槛；第二，推广统一的工业通信标准，推动不同品牌设备的互联互通，减少升级过程中的适配成本；第三，加强对企业操作人员与运维人员的技术培训，建立完善的升级后技术服务体系，保障升级后的系统能够长期稳定运行。

六、结论

电气工程及其自动化技术为传统机电系统的升级改造提供了成熟可靠的技术路径，能够从运行精度、能耗控制、智能化管理等多个维度提升机电系统的性能，帮助制造企业实现降本增效，推动传统制造业的智能化转型。从实践效果来看，基于电气工程及其自动化的机电系统升级能够在保留原有机机械结构的基础上实现性能提升，改造成本远低于更换全新设备，适合大量存量机电设备的改造升级。未来随着技术的不断标准化与成本的逐步降低，电气工程及其自动化技术将

在更多领域的机电系统升级中得到应用,为我国制造业的转型升级提供更强有力的支撑。

参考文献

- [1] 王兆义. 可编程控制器教程[M]. 机械工业出版社, 2017.
- [2] 陈伯时. 电力拖动自动控制系统:运动控制系统[M]. 机械工业出版社, 2013.
- [3] 张明勋. 电气工程自动化在机电工程中的应用分析[J]. 工程技术研究, 2021, 6(12): 145-146.