

电气工程及其自动化在智能机电系统中的应用研究

聂欢 130127199801110038

摘要：随着工业智能化转型进程的不断推进，智能机电系统已成为现代制造业、高端装备领域的核心构成单元，电气工程及其自动化技术作为支撑机电系统运行的核心技术框架，其应用深度直接决定了智能机电系统的运行效率、稳定性与智能化水平。本文首先梳理了电气工程及其自动化与智能机电系统的核心概念与技术关联，随后分析了电气工程及其自动化技术在智能机电系统中的核心应用方向，包括信息感知与数据采集、智能控制与协同调度、故障诊断与运维管理三个核心模块，最后探讨了当前技术应用存在的问题与未来发展方向。研究表明，电气工程及其自动化技术与人工智能、物联网等新兴技术的融合，能够进一步释放智能机电系统的性能潜力，为工业智能化发展提供核心支撑。

关键词：电气工程及其自动化；智能机电系统；工业智能化；应用研究

一、电气工程及其自动化与智能机电系统的概念关联

电气工程是现代工业领域的基础性学科，核心研究内容涵盖电能的生产、传输、转换、控制以及相关电子信息系统设计开发，而电气工程及其自动化则是在传统电气工程基础上，融合了自动控制理论、计算机技术、信息处理技术形成的综合性技术体系，其核心目标是通过自动化控制手段替代人工操作，提升工业生产与装备运行的效率与精度。随着信息技术的不断迭代，当前电气工程及其自动化已经从单一的自动化控制向智能化、网联化方向转型，能够实现对复杂系统的全流程管控。

从技术关联来看，电气工程及其自动化是智能机电系统的核心技术底座：一方面，智能机电系统的动力供应、电气控制回路、信号传输网络都需要依托电气工程技术搭建，没有完善的电气工程基础框架，智能机电系统的所有智能化功能都无法落地；另一方面，自动化技术为智能机电系统的自主运行提供了核心控制逻辑，是智能机电系统实现少人化、无人化运行的核心支撑。而智能机电系统的发展也反过来推动了电气工程及其自动化技术的升级，对电气系统的感知精度、控制响应速度、网络传输稳定性提出了更高要求，倒逼电气工程领域不断进行技术创新。

二、电气工程及其自动化在智能机电系统中的核心应用

2.1 信息感知与数据采集环节的应用

信息感知与数据采集是智能机电系统实现智能化决策的基础，只有获取准确、实时的运行数据，才能支撑后续的控制与优化操作，而电气工程及其自动化技术正是实现感知与采集功能的核心载体。在当前智能机电系统中，基于电气工程技术开发的各类传感器、变送器能够完成对温度、压力、转速、电流、电压等多类运行参数的采集，通过模数转换模块将模拟信号转换为可被计算机处理的数字信号，再依托嵌入式电气控制系统完成数据的初步清洗与预处理，最终传输到上层决策单元。

和传统感知技术相比，依托电气工程及其自动化搭建的感知网络具备更高的集成度与抗干扰能力，能够适应工业现场复杂的电磁环境，保障数据采集的准确性。例如在智能工业机器人机电系统中，通过电气工程技术集成的力传感器、位置传感器能够实时采集机器人末端执行器的位置信息与受力信息，采样频率可达数千赫兹，能够满足高速运动场景下的实时控制需求；在智能风力发电机组机电系统中，电气传感器能够实时采集风轮转速、发电机输出功率、塔筒振动等多类参数，为后续的功率优化控制提供数据支撑。

2.2 智能控制与协同调度环节的应用

智能控制与协同调度是智能机电系统发挥功能的核心环节，电气工程及其自动化技术在该环节的应用主要体现在两个方面：一是底层执行单元的驱动控制，二是多机电单元的协同调度。在底层驱动控制层面，基于电力电子技术开发变频驱动装置、伺服控制系统，能够根据上层控制指令精准调整机电执行单元的转速、位置与输出力矩，实现高精度的运动控制。例如在数控加工机床智能机电系统中，伺服驱动系统能够控制机床主轴转速与进给位置，定位精度可达微米级，满足高精度零件加工的要求。

在多机电单元协同调度层面，依托电气工程及其自动化技术搭建的工业控制网络，能够实现不同机电单元之间的实时数据交互，配合自动控制算法完成多设备的协同作业。当前主流的工业以太网、PROFINET 等工业通信协议，都属于电气工程及其自动化领域的技术成果，能够实现毫秒级的数据传输延迟，保障多机电单元动作的同步性。例如在汽车智能制造的焊接生产线中，数十台焊接机器人与输送机械组成的智能机电系统，需要通过工业控制网络实现动作同步，配合完成汽车车身的焊接作业，任何一个单元的控制延迟都会导致焊接精度下降，甚至引发设备碰撞事故，而电气工程及其自动化技术为这种高同步性的协同控制提供

了保障。

三、当前应用存在的问题与未来发展方向

当前电气工程及其自动化技术在智能机电系统中的应用已经取得了显著进展，但依然存在一些需要解决的问题：一是智能化融合深度不足，部分传统电气自动化系统仅实现了参数的自动采集与控制，未能充分挖掘数据的价值，智能化决策能力有待提升；二是系统兼容性有待提升，不同厂商生产的电气控制设备通常采用不同的通信协议，部分老旧系统与新一代智能机电系统难以实现无缝对接，增加了系统改造的成本；三是网络安全问题日益突出，随着智能机电系统的网联化程度不断提升，电气控制系统面临的网络攻击风险也不断增加，一旦控制系统被攻击，可能会导致严重的生产安全事故。

针对上述问题，未来电气工程及其自动化在智能机电系统中的应用会朝着三个方向发展：第一是深度融合人工智能技术，将机器学习、深度学习算法嵌入到电气控制系统中，提升系统的自主决策与自适应调整能力，让智能机电系统能够更好地适应复杂多变的运行场景；第二是推进标准化与开放化建设，统一电气控制系统的通信协议与接口标准，提升不同设备之间的兼容性，降低智能机电系统的集成与改造成本；第三是强化网络安全防护，在电气工程控制系统中嵌入安全防护模块，构建从底层感知到上层决策的全链条安全防护体系，保障智能机电系统的运行安全。

四、结语

电气工程及其自动化技术作为现代工业领域的核心基础性技术，是智能机电系统实现智能化运行的重要支撑，在信息感知、智能控制、故障运维等多个核心环节都发挥着不可替代的作用。随着工业智能化转型的不断推进，电气工程及其自动化技术与人工智能、物联网等新兴技术的融合会不断加深，其在智能机电系统中的应用深度也会持续拓展，不仅能够进一步提升智能机电系统的运行性能，也会推动整个工业领域向更高的智能化水平发展，为我国制造业转型升级提供核心技术动力。

参考文献

- [1] 王兆义. 可编程控制器教程[M]. 机械工业出版社, 2018.
- [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] 李培根, 高亮. 智能制造与机电工程学科的发展[J]. 中国机械工程, 2016, 27(01): 1-8.

[4] 张毅, 李建勇. 电气工程自动化技术在智能机电系统中的应用[J]. 电工技术, 2021, (12): 145-147.