

# 电气工程及其自动化在机械工程中的应用

蓝海唐<sup>1</sup>，张西彬<sup>1</sup>，张永辉<sup>2</sup>

(1. 中特科技(青岛)股份有限公司, 山东 青岛 266000;

2. 友创智融数字科技(青岛)有限公司, 山东 青岛 266000)

**摘要** 在现代工业体系向智能化、自动化、高效化转型的背景下, 电气工程及其自动化与机械工程的深度融合已成为装备制造业发展的核心趋势。机械工程作为工业生产的基础载体, 其运行效率、控制精度、运行稳定性与智能化水平, 高度依赖电气控制、自动检测、动力驱动与信息化系统的支撑。本文围绕电气工程及其自动化在机械工程领域的应用价值, 系统阐述应用原理与技术特征, 分析二者融合的重要作用, 并展望未来融合发展方向, 旨在为推动机械工程领域技术升级、提升工业装备现代化水平提供理论参考。

**关键词** 电气工程; 自动化技术; 机械工程; 机电融合

**中图分类号**: TH-39

**文献标志码**: A

**DOI**: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.008

## 0 引言

机械工程是支撑工业生产、装备制造与工程建设的基础性学科, 主要涉及机械结构设计、制造工艺、动力传动、设备运行等内容, 是实现物质生产与装备运行的物理载体。电气工程及其自动化则以电能控制、电气驱动、自动检测、智能调控为核心, 通过电气系统与控制逻辑实现对机械装备的精准驱动、动态监测与智能管理。二者的有机融合, 构成了现代机电一体化技术体系, 使机械装备向高精度、高速度、高可靠性、低能耗、智能化方向快速发展。

## 1 电气工程及其自动化与机械工程的内在关联性

机械工程与电气工程及其自动化具有高度互补、相互依存的内在联系, 是现代装备不可或缺的两大组成部分。机械系统为装备提供结构支撑、传动路径与执行机构, 决定装备的机械性能与物理形态; 电气系统为机械装备提供动力来源、控制指令与监测手段, 决定装备的运行效率、控制精度与智能化水平。

在传统机械系统中, 动力传递与动作执行主要依靠机械结构完成, 控制方式单一、调节能力有限、运行灵活性不足。引入电气工程及其自动化技术后, 机械装备可通过电机驱动、电气调速、信号反馈与程序控制实现动态调节, 使机械运动更加精准、平稳、高效。二者的融合, 使机械装备从“纯机械结构”转变为“机电耦合系统”, 从被动运行转变为主动调控, 从固定模式运行转变为柔性化、可编程运行。这种内在关联性,

决定了电气工程及其自动化在机械工程中具备广泛且不可替代的应用空间<sup>[1]</sup>。

## 2 电气工程及其自动化在机械工程中的核心应用领域

### 2.1 电气驱动技术在机械动力系统中的应用

动力驱动是机械装备运行的基础, 电气驱动技术凭借调速范围宽、控制精度高、响应速度快、能耗可控等优势, 全面替代传统机械驱动方式, 成为机械工程动力系统的核心支撑。电气驱动以电动机为核心执行部件, 通过变频器、软启动器、伺服控制器等电气装置, 实现对机械转速、转矩、转向与启停状态的精准调控, 可满足低速大扭矩、高速高精度、频繁启停等复杂工况需求。

在机械传动系统中, 电气驱动可与齿轮、丝杠、带传动等机械结构协同工作, 实现动力平稳传递与运动精准控制。与传统动力方式相比, 电气驱动具备能耗低、噪声小、维护简便、易于自动化控制等特点, 能够根据机械负载变化自动调节输出功率, 实现节能运行。同时, 电气驱动系统可通过电气保护装置实现过流、过载、过压、欠压等故障保护, 有效提升机械动力系统运行安全性与使用寿命。

### 2.2 自动控制技术在机械运行调控中的应用

自动控制技术是电气工程及其自动化的核心内容, 在机械工程中主要用于实现机械运动、生产流程与工艺参数的自动调控, 使机械装备摆脱人工干预, 实现

**作者简介**: 蓝海唐(1989-), 男, 专科, 助理工程师, 研究方向 电气工程及其自动化。

连续化、标准化、稳定化运行。基于 PLC、工控机、嵌入式系统等控制平台,自动控制系统可按照预设逻辑对机械动作进行程序化控制,包括位置控制、速度控制、压力控制、温度控制、力矩控制等多种形式。

在机械装备运行过程中,自动控制系统通过接收指令信号、处理反馈信息、输出控制命令,形成闭环控制机制,使机械运动精度与稳定性大幅提升。对于复杂机械系统,可通过分布式控制、集散式控制实现多轴联动、多设备协同,满足高精度加工、连续化生产等高端需求。自动控制技术还可实现机械装备的远程操控、集中管理与模式切换,增强机械系统的柔性生产能力与环境适应性。

### 2.3 传感检测技术在机械状态监测中的应用

传感检测技术是机械装备实现自动化运行的基础前提,通过各类传感器对机械运行参数进行实时采集,为电气控制系统提供数据支撑。在机械工程中,传感检测系统可对位移、速度、加速度、压力、温度、振动、电流、电压等物理量进行连续监测,全面反映机械结构、传动系统、动力部件与执行机构的运行状态。

通过信号转换、数据传输与处理,传感系统可将机械状态转化为电信号或数字信号,为故障诊断、精度补偿与安全预警提供依据。在闭环控制系统中,检测信号作为反馈环节,可实时修正机械运行偏差,保证机械动作精准可靠。传感检测技术的应用,使机械装备从“事后维修”转变为“在线监测”,从“经验判断”转变为“数据判断”,显著提升机械系统运行可靠性与维护效率。

### 2.4 电气保护与安全控制系统在机械安全保障中的应用

机械装备在高速、重载、连续运行过程中,面临过载、碰撞、失稳、漏电、短路等多重安全风险,电气保护与安全控制技术可从电气层面实现对机械系统的全方位安全防护。通过设置过载保护、短路保护、漏电保护、限位保护、急停控制、安全连锁等功能,电气系统可在机械装备出现异常状态时快速切断动力、强制停机或自动调整运行状态,避免设备损坏与安全事故。

安全控制系统可结合机械结构特点,构建多级防护机制,对危险运动、高压部件、高温区域、旋转部件进行安全隔离与状态监控。在自动化生产线中,安全控制系统可实现多设备联动保护、区域防护与故障定位,提升整体生产系统的安全性 with 稳定性。电气安全技术的应用,使机械装备在提升效率的同时,运行安全性得到系统性保障<sup>[2]</sup>。

### 2.5 信息化与智能化技术在机械装备升级中的应用

随着工业信息化与智能化技术快速发展,电气工程及其自动化与信息技术深度融合,推动机械工程向智能机械、数字装备方向升级。基于总线通信、工业以太网、物联网等技术,机械装备可实现数据互联互通、远程监控与集中调度,形成网络化、数字化管控体系。

智能化技术通过算法模型、逻辑判断与自主学习,使机械装备具备自动识别、自动调节、故障自诊断与自适应运行能力。在高端机械装备中,智能化控制系统可根据工况变化自动优化运行参数、补偿运动偏差、预测潜在故障,实现无人干预下的稳定高效运行。信息化与智能化的融入,使传统机械工程突破结构与传动限制,迈向高精度、高效率、高自主化的全新发展阶段。

## 3 电气工程及其自动化对机械工程发展的推动作用

### 3.1 提升机械装备运行精度与稳定性

电气控制与反馈系统可对机械运动进行实时校正,消除机械间隙、负载变化与环境因素带来的运行偏差,显著提升加工精度、定位精度与动作重复性。闭环控制与高精度传感技术的应用,使机械装备运行更加平稳,振动与冲击大幅降低,为高质量生产提供可靠保障。

### 3.2 提高机械系统运行效率与生产能力

电气驱动与自动控制技术可实现机械装备高速化、连续化运行,减少启停时间与人工干预,提升生产效率与设备利用率。自动化控制系统可优化机械运行节拍,实现多机构协同动作,降低能耗与物料损耗,使机械系统在同等条件下实现更高的产能与效益<sup>[3]</sup>。

### 3.3 推动机械装备向柔性化与多功能化发展

通过可编程控制与模式切换,电气自动化系统使机械装备能够快速适应不同工艺需求与生产任务,实现一机多用、柔性生产。机械结构无需大幅改动,仅通过调整控制程序即可完成不同动作与工艺流程,增强装备适应性与扩展能力,降低设备投入与改造成本。

### 3.4 实现机械系统节能降耗与绿色运行

电气驱动与智能调控技术可根据机械负载需求动态调节功率输出,避免空转、轻载与过载造成的能源浪费。变频调速、智能软启动、能耗监测等功能,可有效降低电力消耗与机械磨损,实现节能、降噪、减排的绿色运行目标,契合现代工业可持续发展要求。

## 4 电气工程及其自动化在机械工程中的应用发展趋势

### 4.1 高度集成化与一体化

未来机械装备将进一步实现机械结构、电气驱动、控制系统、传感检测的高度集成,结构更加紧凑、体

积更小、效率更高,机电接口更加简化,系统耦合更加紧密,整体性能持续提升。这种集成化并非简单的部件拼接,而是通过模块化设计与系统集成技术,将电气驱动模块、控制模块、传感模块与机械执行机构深度融合,实现硬件共用、数据共享、功能协同,大幅减少设备占用空间与制造成本。同时,集成化发展将推动机电系统的标准化与通用化,不同厂家的电气部件与机械结构可实现无缝对接,降低装备研发、生产与维护的难度。

此外,高度集成化还能减少系统冗余,降低故障发生概率,提升装备运行的稳定性与可靠性,适配小型化、轻量化的现代机械装备发展需求,尤其在精密仪器、便携式机械装备领域具有显著优势。

#### 4.2 智能化与自主化水平不断提升

以人工智能、数字孪生、机器学习为代表的智能技术将深度融入机械控制系统,使装备具备自主感知、自主决策、自主修复与自主优化能力,向无人操控、自主运行方向发展。人工智能算法将实现对机械运行数据的深度挖掘与分析,能精准识别工况变化、预测潜在故障,自动调整运行参数,优化运行模式,摆脱对人工经验的依赖。数字孪生技术将构建机械装备的虚拟镜像,实现虚拟仿真与实物运行的实时联动,可在虚拟环境中完成装备调试、故障模拟与工艺优化,大幅降低实体试验成本与风险。机器学习技术将使机械装备具备自主学习能力,能够根据长期运行数据积累经验,持续优化控制策略,提升适应复杂工况的能力。未来,智能化与自主化技术将推动机械装备从“自动化运行”向“智能化决策”转型,实现无人车间、智能生产线的全面普及,大幅提升生产效率与产品质量<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 网络化与远程化管控普及

基于工业互联网与云平台的远程监控、远程调试、远程运维将成为主流模式,机械装备可实现跨区域、跨设备协同运行,数据共享与智能调度能力显著增强,运维成本持续降低。随着5G技术的普及与工业以太网的升级,机械装备将实现高速、稳定的数据传输,打破时空限制,实现多地点、多设备的集中管控。云平台将整合所有机械装备的运行数据,构建大数据管控中心,管理人员可通过电脑、手机等终端实时查看装备运行状态、参数数据,远程下达控制指令,完成装备调试与参数调整。远程运维技术将实现故障的远程诊断与远程修复,技术人员无需到达现场,即可通过远程连接排查故障、更新程序、指导维护,大幅缩短故障处理时间,降低运维人力成本与差旅成本。此外,网络化管控还能实现多装备协同联动,优化生产资源

配置,提升整个生产系统的运行效率与协同能力,推动机械工程向网络化、集约化方向发展。

#### 4.4 高精度与高可靠性持续突破

随着高精度传感器、高性能伺服驱动与先进控制算法的发展,机械装备运动精度、响应速度与稳定性将达到更高水平,可靠性与使用寿命进一步提升,满足高端制造与精密工程需求。高精度传感器的精度将持续提升,能够实现纳米级的位移、速度、压力等参数检测,为精准控制提供更可靠的数据支撑;高性能伺服驱动系统将具备更快的响应速度与更高的控制精度,可实现对机械运动的毫秒级调控,消除运动偏差,提升装备的加工精度与动作重复性。先进控制算法的优化将进一步提升系统的抗干扰能力,有效抑制环境温度、负载变化、机械磨损等因素对运行精度的影响,确保装备在复杂工况下稳定运行。同时,材料技术与制造工艺的升级将提升电气部件与机械结构的耐用性,减少磨损与故障发生,延长装备使用寿命,降低维护成本,适配航空航天、精密加工、高端装备制造等对精度与可靠性要求极高的领域<sup>[5]</sup>。

### 5 结束语

电气工程及其自动化技术在机械工程中的广泛应用,是现代工业技术发展的必然结果,也是机械装备实现现代化、智能化、高效化的核心支撑。二者的深度融合,不仅显著提升了机械装备的精度、效率、稳定性与安全性,更推动机械工程从传统结构驱动向智能控制驱动转型,为工业生产高质量发展提供了强大技术动力。随着技术不断创新,电气工程及其自动化与机械工程的融合将更加紧密,装备智能化水平将持续提升,在智能制造、高端装备、绿色工业等领域发挥更加重要的作用,为现代工业体系升级与技术进步奠定坚实的基础。

#### 参考文献:

- [1] 粟保锐.浅谈电气工程及其自动化在电气工程中的应用[C]//中国电力设备管理协会.全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(六).国网湖南省电力有限公司常德市鼎城区供电分公司,2024.
- [2] 刘少航.电气工程及其自动化技术在机械工程中的应用[N].企业家日报,2025-04-27(003).
- [3] 伊大宝.电气工程及其自动化在机械工程中的应用分析[J].化纤与纺织技术,2023,52(03):119-121.
- [4] 孙英赫.电气工程及其自动化在电气工程中的应用[J].科学咨询(科技·管理),2021(14):65-66.
- [5] 董晓澄.电气工程及其自动化在电气工程中的应用[J].大众标准化,2021(04):32-34.