

机电系统中自动化控制技术的优化与创新研究

周洪

511522*****4074

摘要: 机电系统是工业生产、民生服务的核心载体, 自动化控制技术作为其高效运行的关键支撑, 直接影响系统的稳定性、精准性与能效水平。当前, 机电系统自动化控制技术面临多方面问题, 控制精度不足难以满足高精度生产需求, 能耗偏高增加运行成本, 适应性较弱易受复杂工况影响, 这些问题制约系统综合性能提升。

关键词: 机电系统; 自动化控制技术; 技术优化; 创新方向; 实践路径

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 11. 047

引言

机电系统广泛应用于制造业、能源、交通、建筑等领域, 小到工业生产线的电机控制, 大到城市轨道交通的供电系统, 其运行效率与稳定性直接关系到产业生产效能与民生服务质量。自动化控制技术通过对机电系统的实时参数监测、精准指令调控, 实现系统自主、高效运行, 是提升机电系统性能的核心技术。

1 机电系统自动化控制技术应用现存问题分析

1.1 自动化控制技术在高精度调控场景中的精度不足问题

在精密制造、半导体加工等高精度调控场景中, 自动化控制技术的精度不足问题较为突出。传统控制技术多采用固定 PID 参数调控, 当系统受到外界干扰(如电压波动、负载微小变化)时, 参数无法实时调整, 导致控制偏差超出允许范围。例如, 在精密机床的主轴转速控制中, 传统技术难以将转速波动控制在极低范围内, 影响加工零件的尺寸精度与表面质量。

1.2 传统控制策略导致机电系统运行能耗偏高的问题

传统控制策略多以“满足运行需求”为核心目标, 缺乏对能耗的精细化管控, 导致机电系统运行能耗偏高。传统策略常采用恒定输出模式, 即使系统处于轻负载状态, 仍维持较高的能量输入, 造成能源浪费。例如, 在中央空调机电系统中, 传统控制策略多根据预设温度启停设备, 不会根据室内人数、室外温湿度动态调整运行功率, 导致设备频繁满负荷运行, 能耗显著增加。

1.3 控制技术对复杂工况与动态负载的适应性较弱问题

控制技术对复杂工况与动态负载的适应性较弱, 是制约机电系统稳定运行的重要因素。在实际应用中, 机电系统常面临复杂工况, 如工业生产中的多设备联动、交通领域的车流波动、能源领域的负荷峰谷变化等, 传统控制技术的预设控制逻辑难以覆盖这些复杂场景。当工况发生突变或负载动态变化时, 传统技术的响应速度较慢, 无法及时调整控制参数, 易出现系统运行不稳定、故障报警等情况。

2 机电系统自动化控制技术的核心优化维度

2.1 基于参数校准与算法改进的控制精度优化维度

基于参数校准与算法改进的控制精度优化, 需从数据采集与控制逻辑两方面入手。在参数校准方面, 定期对传感器、执行器等关键部件进行精度校准, 消除设备老化、环境干扰导致的参数偏差, 确保采集的系统数据准确可靠, 为控制指令提供精准依据。在算法改进方面, 突破传统固定参数算法的局限, 引入自适应 PID 算法、模糊控制算法等, 让算法能根据系统实时参数变化动态调整控制参数。

2.2 结合能耗监测与动态调控的系统能效优化维度

结合能耗监测与动态调控的系统能效优化, 需构建“监测 — 分析 — 调控”的闭环体系。首先, 搭建全系统能耗监测网络, 通过部署能耗传感器, 实时采集各设备、各子系统的能耗数据, 明确能耗分布与高耗能环节。其次, 对能耗数据进行深度分析, 识别能耗浪费的关键节点与原因, 如设备空载运行、参数设置不合理等。最后, 基于分析结果实施动态调控, 根据系统负载、运行需求调整设备运行参数与启停策略, 实现“按需供能”。

2.3 针对工况变化的控制策略自适应调整优化维

度

针对工况变化的控制策略自适应调整优化,核心是让控制技术具备“感知工况、自主调整”的能力。首先,构建工况识别机制,通过多传感器融合技术,实时采集系统运行参数、外部环境数据,精准识别当前工况类型与变化趋势,如负载增减、环境温湿度变化、设备联动状态改变等。其次,建立多工况控制策略库,针对不同工况预设对应的优化控制策略,形成系统化的策略储备。最后,开发策略自适应切换模块,当识别到工况变化时,模块自动从策略库中调用适配策略,调整控制参数与逻辑,确保机电系统在不同工况下均能稳定、高效运行,提升控制技术对复杂场景的适应性。

3 机电系统自动化控制技术的创新发展方向

3.1 融合人工智能与机器学习的智能化控制创新方向

融合人工智能与机器学习的智能化控制,是机电系统自动化控制技术的重要创新方向。人工智能技术能赋予控制技术更强的自主决策能力,通过构建智能控制模型,让系统能自主分析复杂工况、预测运行风险。机器学习技术则可实现控制策略的自我优化,系统通过持续学习历史运行数据、故障处理案例,不断优化控制参数与逻辑,提升控制的精准性与稳定性。例如,在智能工厂的机电系统中,融合人工智能与机器学习的控制技术,能自主协调多设备联动运行,预测设备潜在故障并提前调整控制策略,实现机电系统的智能化、自主化运行。

3.2 面向多子系统协同的集成化控制创新方向

面向多子系统协同的集成化控制创新,旨在打破传统机电系统各子系统“独立控制、信息孤岛”的局限。集成化控制通过搭建统一的控制平台,整合各子系统的运行数据、控制权限,实现子系统间的信息实时共享与协同调控。例如,在大型建筑的机电系统中,将空调、照明、电梯、给排水等子系统纳入统一集成控制平台,平台根据建筑内的人员分布、使用需求,协同调整各子系统的运行状态,如人员密集区域自动提升空调功率、无人区域自动关闭部分照明,实现各子系统的高效协同,提升机电系统整体运行效率与能源利用率,避免子系统独立运行导致的资源浪费与协同失衡。

3.3 适配低碳目标的绿色化控制技术创新方向

适配低碳目标的绿色化控制技术创新,是响应“双碳”战略、推动机电系统低碳转型的关键方向。绿色化

控制技术以“降低能耗、减少碳排放”为核心目标,从控制策略、能源利用、废物处理等多方面融入绿色理念。在控制策略上,优先采用低能耗控制逻辑,避免不必要的能量消耗;在能源利用上,优化可再生能源(如太阳能、风能)与传统能源的协同控制,提升可再生能源在机电系统中的应用比例;在废物处理上,通过精准控制减少机电系统运行过程中废弃物的产生,如优化工业机电系统的物料输送控制,降低物料损耗。通过绿色化控制技术创新,推动机电系统向低碳、环保方向发展,助力实现“双碳”目标。

4 机电系统自动化控制技术优化与创新的实践路径

4.1 基于传感器升级与数据融合的控制精度提升实践路径

基于传感器升级与数据融合的控制精度提升实践,需从硬件升级与数据处理两方面推进。在传感器升级方面,替换传统低精度传感器,采用高精度、高稳定性的新型传感器,如激光位移传感器、高精度电流传感器等,提升系统参数检测的精准度,为控制精度提升奠定硬件基础。在数据融合方面,引入多传感器数据融合技术,整合不同类型、不同位置传感器采集的数据,通过数据互补消除单一传感器的检测误差,获得更全面、更准确的系统运行状态信息。例如,在精密机电加工设备中,通过升级高精度位置传感器与扭矩传感器,结合数据融合技术整合检测数据,为设备控制提供精准参数依据,显著提升加工控制精度,保障产品质量。

4.2 结合智能算法与能效模型的低能耗控制实践路径

结合智能算法与能效模型的低能耗控制实践,需构建“模型指导、算法执行”的能耗管控体系。首先,建立机电系统能效模型,根据系统的设备参数、运行特性、负载需求,模拟不同控制策略下的能耗情况,识别最优能耗运行区间与控制参数组合。其次,将智能算法(如遗传算法、粒子群优化算法)融入控制过程,算法基于能效模型的分析结果,实时优化控制参数与设备运行策略,确保系统始终运行在低能耗区间。例如,在工业电机控制系统中,通过构建电机能效模型,明确不同转速、负载下的最优能耗参数,再利用智能算法动态调整电机控制指令,实现电机在满足生产需求的同时,保持最低能耗运行,降低整体能源消耗。

4.3 依托数字孪生技术的复杂工况自适应控制实践路径

依托数字孪生技术的复杂工况自适应控制实践,需充分发挥数字孪生“虚实映射、实时交互”的优势。首先,构建机电系统数字孪生模型,将系统的物理实体、运行参数、控制逻辑完整映射到虚拟空间,形成与物理系统同步运行的虚拟副本。其次,在虚拟空间中模拟复杂工况与动态负载变化,测试不同控制策略的适配性,提前筛选出最优控制方案。最后,建立虚实交互机制,当物理系统面临复杂工况时,数字孪生模型实时反馈最优控制策略,指导物理系统调整控制参数,实现复杂工况下的自适应控制。例如,在大型化工机电系统中,通过数字孪生模型模拟原料成分波动、设备负荷变化等复杂工况,提前优化控制策略,确保物理系统在实际复杂工况下稳定运行,减少故障发生。

5 机电系统自动化控制技术优化创新的保障机制

5.1 自动化控制技术研发与成果转化的技术支撑机制

自动化控制技术研发与成果转化的技术支撑机制,需为技术创新提供全链条支持。在研发环节,建立“企业+高校+科研院所”的协同研发平台,整合各方技术资源与人才优势,聚焦控制精度提升、能耗优化、适应性增强等核心技术难题开展攻关,突破关键技术瓶颈。在成果转化环节,搭建技术中试基地与成果推广平台,为实验室技术提供实际应用场景测试,解决技术从实验室到生产线的适配问题;同时,通过技术推介会、行业合作等方式,推动成熟技术在不同领域的机电系统中落地应用,加速技术成果的产业化转化,确保研发成果能切实服务于机电系统性能提升。

5.2 机电系统与控制技术适配的标准化建设机制

机电系统与控制技术适配的标准化建设机制,需通过统一标准消除适配障碍。首先,制定控制技术接口标准,明确传感器、控制器、执行器等设备的接口规格、数据传输协议,确保不同品牌、不同类型的控制设备能与机电系统无缝对接,避免因接口不统一导致的适配难题。其次,建立控制技术应用规范,针对不同类型的机电系统(如工业生产类、民生服务类、能源供应类),制定控制技术的选型标准、应用流程、性能评估指标,为企业应用控制技术提供明确指引。最后,定期更新标

准体系,结合技术创新与行业发展需求,及时纳入新型控制技术、新应用场景的相关标准,确保标准体系的时效性与适用性,推动机电系统与控制技术的高效适配。

5.3 控制技术应用人员专业能力与操作规范保障机制

控制技术应用人员专业能力与操作规范保障机制,需从人员培养与操作管理两方面构建。在专业能力提升方面,建立分层分类的培训体系,针对技术研发人员开展前沿控制技术(如人工智能控制、数字孪生控制)培训,针对一线操作人员开展设备操作、故障排查、日常维护培训;同时,通过技能竞赛、技术比武等活动,激发人员学习积极性,提升专业技能水平。在操作规范方面,制定详细的控制技术操作手册,明确设备启停、参数调整、故障处理等操作流程与安全要求;建立操作监督机制,通过视频监控、操作记录核查等方式,确保操作人员严格按照规范执行操作,避免因操作不当导致控制技术无法发挥应有效果,甚至引发系统故障。

6 结论

机电系统中自动化控制技术的优化与创新,是提升机电系统综合性能、推动产业升级与低碳发展的核心举措。本文通过分析控制精度不足、能耗偏高、适应性较弱等现存问题,明确了参数校准与算法改进、能耗监测与动态调控、工况自适应调整三大优化维度;梳理了智能化、集成化、绿色化三大创新方向;设计了基于传感器与数据融合、智能算法与能效模型、数字孪生技术的实践路径;并从技术研发、标准化建设、人员能力三方面构建保障机制,形成了系统化的技术优化创新体系。这些研究内容为机电系统自动化控制技术升级提供了清晰思路,有助于解决当前技术应用痛点。

参考文献

- [1]周凯,付洪海.自动化控制在煤矿采煤机电气系统中的应用[J].冶金管理,2025,(05):64-66+70.
- [2]宋欣隆,刘启宸.机电自动化控制系统的一体化设计研究[J].中国设备工程,2024,(14):145-147.
- [3]赵得学,王洪生.基于人工智能的机电设备自动化控制系统设计与实现[J].现代制造技术与装备,2024,60(06):207-209.
- [4]陈捷.基于节能减排的煤矿机电设备自动化控制系统分析[J].中国机械,2024,(10):87-91.
- [5]杨飞,李娟.基于物联网数控的机械机电自动化控制系统设计[J].造纸装备及材料,2024,53(02):64-66.