

机电一体化技术在智能制造装备中的集成应用与实施路径研究

尚永茂

宁夏虞衡科技有限公司 宁夏 银川 750000

摘要: 机电一体化技术融合机械、电子、控制、传感与信息技术,是智能制造装备升级的核心支撑。通过多技术协同集成,在装备控制、精密加工、状态监测等环节发挥关键作用,可显著提升装备运行效率与加工精度。结合装备差异化需求,构建技术适配与系统集成的融合路径,明确完整实施流程,解决集成适配难题,为两者深度融合提供实践支撑,助力制造业数字化转型。

关键词: 机电一体化技术; 现代制造业; 技术融合; 应用路径

引言: 在智能制造浪潮下,智能制造装备成为制造业转型升级的关键支撑。机电一体化技术融合多学科优势,是提升智能制造装备性能的核心手段。通过集成机械、电子、控制等技术,赋予装备智能化、自动化特性。深入研究机电一体化技术在智能制造装备中的集成应用与实施路径,有助于突破传统制造局限,提高生产效率与产品质量,推动制造业向高端化、智能化迈进,对提升我国制造业竞争力具有重要意义。

1 机电一体化技术核心构成与集成特性

1.1 机械技术

机械技术是机电一体化集成应用的基础支撑,直接决定智能制造装备的结构稳定性与运行可靠性,也是实现各类集成功能的核心硬件载体^[1]。技术核心集中在精密机械结构设计,注重结构布局的合理性与运行的稳定性,通过优化结构设计减少运行过程中的摩擦损耗,提升装备整体运行效率。机械传动优化是技术关键,通过改进传动方式、优化传动部件的配合精度,实现动力的高效传递,减少能量损耗与传动误差,保障装备动作的精准同步。零部件精度提升是核心抓手,依托精密加工技术优化零部件的尺寸公差与表面质量,保障零部件间的适配性,为机电一体化系统的集成应用提供稳定可靠的结构支撑,奠定装备精准运行的基础,契合智能制造装备对结构精度的严苛要求。

1.2 电子技术

电子技术是机电一体化集成系统的核心衔接载体,贯穿智能制造装备运行全过程,承担电信号采集、传输与转换的核心功能,是连接机械结构与控制系统的关键纽带。技术内容涵盖电子电路设计,结合智能制造装备的运行参数与功能需求,设计适配的电路架构,确保电

路运行稳定、信号传输高效,规避信号干扰导致的装备运行异常。信号处理技术可实现对各类电信号的筛选、放大与转换,消除干扰信号影响,保障信号传输的准确性,为装备的精准调控提供可靠支撑^[2]。电子元件选型与集成注重元件性能与装备需求的精准适配,通过合理集成电子元件,构建功能完善的电子控制系统,实现机械结构与控制系统的高效联动,为机电一体化技术在装备中的集成应用提供电子层面的核心支撑,符合工业电子技术的行业应用标准。

1.3 控制技术

控制技术是机电一体化集成系统的核心管控核心,主导智能制造装备的运行节奏与操作精度,直接影响装备的运行质量与管控效能,是实现装备自动化、精准化运行的核心支撑。技术体系涵盖可编程控制、单片机控制、嵌入式控制等多种控制方式,可根据智能制造装备的类型、运行场景与功能需求灵活适配。可编程控制依托可编程控制器实现对装备运行流程的精准管控,优化操作流程与响应速度,适配复杂生产场景下的装备管控需求,常用西门子S7-200、S7-1200等系列PLC实现控制功能;单片机控制具备体积小、功耗低、成本低的优势,适配小型智能制造装备的精准调控需求,简化系统结构的同时保障管控精度;嵌入式控制深度融入装备核心系统,实现对各类运行参数的实时调控,优化装备运行节奏,提升操作精度,确保装备按照预设逻辑稳定运行,精准响应各类控制指令,契合智能制造装备的精准管控需求。

1.4 传感技术与信息技术

传感技术与信息技术作为机电一体化集成系统的辅助支撑,为智能制造装备的精准控制与持续优化提供可

靠的数据支撑,推动装备实现智能化调控,是机电一体化技术与智能制造装备深度集成的重要保障。传感技术依托各类传感器捕捉装备运行过程中的温度、压力、速度等核心参数,实现参数实时采集,确保及时掌握装备运行状态,为后续调控与运维提供数据依据,常用位移传感器、速度传感器、温度传感器等实现参数采集^[3]。信息技术承担数据处理、传输与反馈的功能,对传感器采集的原始数据进行系统化梳理与分析,剔除无效数据、提炼核心信息,通过工业通信协议构建的数据传输通道,将处理后的数据反馈至控制系统,为控制策略优化、运行参数调整提供可靠依据,实现装备运行的动态调控与持续优化,契合智能制造装备智能化、数字化的发展趋势。

2 机电一体化技术在智能制造装备中的集成应用要点

2.1 装备控制模块的集成应用

装备控制模块的集成应用是机电一体化技术在智能制造装备中的核心体现,核心是整合控制技术、电子技术与传感技术,构建智能化控制体系,实现装备运行的自主调控与精准操作。通过将可编程控制器与各类传感器集成,实现装备运行参数的实时采集与精准调控,优化装备运行节奏,减少人工操作带来的误差,提升装备运行效率与稳定性。集成PLC与智能传感器可实现装备运行速度的精准调控,有效保障装备运行的精准度与稳定性。将嵌入式控制技术融入装备核心控制模块,可实现对装备动作的精准定位与联动控制,适配规模化、标准化生产需求,通过优化控制算法,缩短装备响应时间,提升装备的生产节拍,满足高端制造的高效生产诉求。

2.2 精密加工模块的集成应用

精密加工模块的集成应用聚焦装备的加工精度提升,整合机械精密设计技术、控制技术与传感技术,优化加工工艺路径,突破传统加工技术的局限,满足高端制造业对产品精度的核心需求^[4]。通过优化机械传动结构,提升传动精度,结合控制技术实现加工参数的实时调整,减少加工过程中的误差,确保加工精度符合生产标准。集成精密传动部件与闭环控制系统,可将装备加工精度提升至 $\pm 0.005\text{mm}$,满足精密零部件的加工需求。融入传感检测技术,可实现加工过程中的实时检测,及时捕捉加工偏差,通过控制系统自动调整加工参数,规范加工流程,保障加工质量的稳定性,降低不合格产品产生概率,提升产品竞争力。

2.3 状态监测模块的集成应用

状态监测模块的集成应用聚焦智能制造装备的全生命周期运维,整合传感技术、信息技术与电子技术,构建装

备运行状态实时监测体系,实现故障预警与精准运维,保障装备稳定运行。通过各类传感器实时捕捉装备运行过程中的核心参数,全面掌握装备运行状况,及时发现装备运行过程中的异常信号与潜在隐患,为后续运维工作提供精准数据支撑^[5]。结合信息技术构建智能故障预警机制,通过数据分析预判装备潜在故障,发出预警信号,便于运维人员及时介入处理,规避故障扩大造成的生产中断与经济损失。该模块的应用能够有效降低运维成本,延长装备使用寿命,为持续生产提供可靠支撑。

3 机电一体化技术与智能制造装备的融合路径

3.1 技术适配与优化路径

技术适配与优化是二者深度融合的基础,需立足智能制造装备差异化运行需求,优化机电一体化技术参数与系统配置,使其贴合实际运行场景,释放技术效能。技术选型应遵循适配性、可靠性、经济性、前瞻性四大原则。适配性要求技术参数与装备运行需求、生产工况精准匹配;可靠性需选用成熟稳定的技术与元件,降低故障风险;经济性要兼顾性能与成本,避免过度投入;前瞻性则要选择有升级潜力的技术,以适应未来装备升级需求。建立完善的技术评估指标体系至关重要,可从技术性能、运行效率、成本控制、适配能力四个维度构建。技术性能包含调控精度、响应速度、稳定性等子指标;运行效率涵盖生产节拍、能耗控制等;成本控制涉及前期投入、运维成本等;适配能力包括场景适配、升级适配等^[6]。通过量化评估,能实现技术选型的科学决策。在此基础上,通过调整机电一体化系统控制参数、优化机械结构设计、完善电子元件集成方案,实现技术与装备精准适配。同时,依据装备运行工况的动态变化,持续优化技术应用细节,解决适配难题,提升技术应用的灵活性与适用性。

3.2 系统集成与协同应用路径

系统集成与协同应用是推动二者深度融合的关键,核心在于打破技术模块与装备系统的壁垒,实现深度集成与数据互通、功能协同,构建一体化管控体系。立足智能制造装备全流程运行需求,整合机电一体化技术的控制、传感、信息处理等核心功能,打通各模块数据传输通道,实现装备运行、加工、运维数据高效互通,消除数据孤岛,为装备管控提供全面数据支撑。强化各模块功能协同,推动自动化控制、传感检测功能与装备管控系统的调度、运维功能深度联动,优化运行管控流程,实现全流程协同调控。构建一体化管控平台,可实现技术模块与装备生产系统无缝集成,提升数据传输效率与管控效能,推动智能制造装备向智能化、一体化方

向升级。

4 机电一体化技术在智能制造装备中集成应用的实施路径

4.1 实施前期准备

前期准备需紧密结合前文选型原则与评估指标体系,精准筛选适配的机电一体化技术模块。深入梳理智能制造装备的实际运行需求与现有技术短板,明确技术应用核心目标,防止选型与实际需求脱节。同时,开展全面技术适配分析,综合装备生产工况、产能需求等因素,精准定位技术集成应用的重难点问题,制定针对性解决措施,细化集成实施方案。组织行业专家对方案进行可行性论证,排查潜在技术、安全与成本风险,确保方案科学、可行且衔接顺畅。为保障实施有序推进,成立专项实施小组,明确成员职责分工,设立技术负责人统筹整体工作,负责技术指导、难题破解与进度管控,强化组织保障^[7]。开展前期人员培训,针对机电一体化技术模块的操作规范、维护要点、故障处理等内容,对实施团队与运维人员进行系统性培训,提升专业能力与操作水平,为后续实施与运维筑牢人员基础。

4.2 分阶段实施流程

结合项目实际情况,制定“装备改造→系统集成→调试优化”的分阶段实施流程,明确各阶段工作重点、时间节点与责任人员,全程做好技术指导与问题解决,确保实施有序推进、落地见效。装备改造阶段,优化装备机械结构、升级电子元件,完善硬件基础。对改造后的硬件设备单独调试,确保性能符合后续集成需求,同时排查硬件改造安全隐患,保障装备运行安全。系统集成阶段,推动机械、电子、控制、传感等多技术模块与装备现有系统深度融合,打通数据通道,构建一体化管控系统。及时协调解决技术模块冲突、数据传输不畅等问题,保障集成工作顺畅。调试优化阶段,全面测试系统各项指标,对照前期建立的技术评估指标体系,排查系统运行问题,调整控制参数、优化集成方案,确保系统运行稳定,各项指标满足装备需求,充分释放机电一体化技术应用效能。

4.3 实施过程中的管理与优化

实施过程中,重点完善组织保障、人员培训、风险控制等工程管理要素,开展动态优化,保障机电一体化技术稳定应用,提升技术与装备适配性与运行效能。组织保障方面,建立健全实施管理制度,明确各环节工作

标准与考核要求,加强实施过程监督管控,确保工作按计划推进。建立定期沟通机制,每周组织工作例会,梳理进展、解决问题、统筹资源。人员培训方面,建立常态化培训机制,结合实际案例对团队成员针对性培训,重点提升技术操作、故障处理与协同配合能力,确保熟练操作系统、及时处理问题。鼓励成员主动学习先进技术,提升专业素养,为技术应用与后续优化提供人才支撑^[8]。风险控制方面,梳理技术、安全、成本三类核心风险,制定针对性防控措施。针对技术风险,建立技术交底制度,加强技术验证;针对安全风险,加强现场管理、开展培训、规范流程、排查隐患;针对成本风险,建立管控台账,实时监控投入与运维成本,优化方案避免超支。安排专人全程跟踪风险排查与防控,保障实施顺利推进。

结束语

机电一体化技术在智能制造装备中的集成应用是推动制造业发展的关键力量。通过明确核心构成与集成特性,把握集成应用要点,探索融合与实施路径,可实现技术与装备的深度适配与高效协同。未来,随着技术不断创新,机电一体化技术将在智能制造装备中发挥更大作用,助力制造业实现更高水平的智能化转型,提升产业整体效益与竞争力,推动我国从制造大国向制造强国稳步迈进。

参考文献

- [1]严太平.机电一体化技术在现代制造业中的应用[J].科海故事博览,2025(19):64-66.
- [2]杨建华,王洋,杨光辉,等.浅析机电一体化技术在现代机械制造业中的应用[J].魅力中国,2021(30):507-508.
- [3]马海彦.现代机械制造中机电一体化技术的应用及发展趋势[J].模具制造,2025,25(7):102-104.
- [4]张泽.生产工艺优化中机电一体化技术的应用研究[J].今日自动化,2025(1):107-108,122.
- [5]史超技.机电一体化数控技术在机械制造中的应用[J].中国金属通报,2024(23):237-239.
- [6]杨博文,曹彬.机械制造智能化技术与机电一体化的融合研究[J].自动化应用,2024,65(S1):116-118.
- [7]张珂.浅析机电一体化在智能装备领域中的应用[J].冶金设备,2023,(S1):112-113.
- [8]凌洪青.智能制造背景下机电一体化技术的发展探索[J].造纸装备及材料,2025,54(01):66-68.