

机电一体化在工程机械设备中的运用分析

张福奎

中国电建集团山东电力建设第一工程有限公司 山东 济南 250101

摘 要: 机电一体化技术融合多学科知识, 实现机械与电子系统有机结合, 提升工程机械设备性能与功能。其技术体系涵盖机械本体、动力系统等多个部分, 关键技术涉及机械、电子、自动控制等多方面。在工程机械设备中, 机电一体化广泛应用于挖掘机、起重机械等各类设备, 显著提升效率、增强安全性、降低运维成本并带来环保效益。未来, 工程机械设备将朝着智能化、绿色化、数字化、模块化等方向发展。

关键词: 机电一体化; 工程机械; 设备性能; 自动化; 智能化

1 机电一体化技术概述

1.1 技术体系架构

机电一体化技术体系架构由机械本体、动力系统、传感检测系统、执行机构、驱动系统、控制与信息处理系统及接口构成。机械本体是物质基础, 为其他部件提供安装与支撑, 设计时需综合考量结构强度、刚度与重量, 以适配不同工作场景。动力系统为设备运行供能, 常见动力源有电动机、内燃机等, 需依据设备功率需求与工作环境来合理选择。传感检测系统犹如设备的“感官”, 能实时感知设备运行中的位置、速度、压力、温度等参数, 并将其转化为电信号传递给控制与信息处理系统^[1]。执行机构依据控制系统指令完成具体动作, 如电机转动、液压缸伸缩等。驱动系统负责将动力源能量传递给执行机构, 保障其按要求动作。控制与信息处理系统是设备的“大脑”, 对传感检测系统采集的信息分析处理, 依据预设程序和算法发出控制指令, 实现精确控制。接口则负责各部分间的信息传递与能量交换, 确保系统协同运作。

1.2 关键技术分析

机电一体化关键技术涉及多方面。机械技术涵盖机械设计、制造工艺、材料科学。先进机械设计可优化设备结构, 提升性能与可靠性; 高精度制造工艺能保证零部件加工精度, 降低误差; 新型材料应用有助于减轻设备重量、增强强度与耐磨性。电子技术是核心支撑, 涉及电子电路设计、微处理器应用、电力电子技术。微处理器发展使设备控制更智能、精确, 电力电子技术为设备驱动与控制提供高效方案。自动控制技术是实现设备自动化运行的关键, 采用PID控制、模糊控制、神经网络控制等算法, 可让设备在不同工况下保持稳定运行。传感测试技术赋予设备感知外界环境的能力, 高精度、高可靠性传感器能实时准确获取设备运行参数, 为控制决

策提供依据。接口技术确保各子系统高效、稳定地进行信息交互, 实现系统集成与协同工作。

2 机电一体化在工程机械设备中的应用场景

2.1 挖掘机与装载机

在挖掘机和装载机中, 机电一体化技术的应用十分广泛。通过安装各种传感器, 如角度传感器、压力传感器、位移传感器等, 能够实时监测挖掘机和装载机的工作臂角度、液压系统压力、铲斗位移等参数。控制与信息处理系统根据这些参数, 结合预设的工作模式, 自动调整发动机转速、液压泵排量等, 实现动力的合理分配, 提高作业效率。例如, 在挖掘作业中, 系统可以根据挖掘深度和土质情况, 自动调整挖掘臂的挖掘力度和速度, 避免过度用力造成设备损坏, 同时提高挖掘效率。一些先进的挖掘机和装载机还配备了自动导航和定位系统, 能够按照预设的路线进行作业, 减少人工操作的误差, 提高作业精度。

2.2 起重机械

起重机械的机电一体化应用主要体现在安全监控和自动化操作方面。传感器实时监测起重机的起重量、起升高度、幅度、风速等参数, 并将数据传输给控制系统。当参数超出安全范围时, 控制系统会立即发出警报并采取相应的保护措施, 如限制起升速度、停止作业等, 确保起重作业的安全。同时通过采用自动化控制技术, 起重机可以实现远程操作和自动定位。操作人员可以在控制室内通过操作终端远程控制起重机的运行, 实现货物的精准吊运, 提高了作业的安全性和效率, 减少了人工在高空作业的风险。

2.3 混凝土机械

在混凝土机械中, 如混凝土搅拌车、混凝土泵车等, 机电一体化技术用于实现搅拌过程的精确控制和泵送的高效稳定。搅拌车上安装的传感器可以实时监测混

凝土的搅拌质量、搅拌速度、温度等参数,控制系统根据这些参数自动调整搅拌电机的转速和搅拌时间,确保混凝土的质量均匀一致^[2]。混凝土泵车则通过机电一体化技术实现泵送压力和流量的自动调节,根据施工需求和输送距离,精确控制混凝土的泵送速度和压力,提高施工效率,减少混凝土堵管等故障的发生。

2.4 路面机械

路面机械如压路机、摊铺机等,机电一体化技术的应用有助于提高路面施工的质量和效率。压路机上安装的振动传感器和压力传感器能够实时监测压路机的振动频率、振幅以及压实度等参数,控制系统根据这些数据自动调整压路机的行驶速度和振动参数,确保路面压实均匀,达到规定的压实度标准。摊铺机则通过自动找平系统和厚度控制系统,实现路面的平整度和厚度精确控制,提高路面施工质量。

2.5 矿山机械

矿山机械工作环境恶劣,对设备的可靠性和性能要求极高。机电一体化技术在矿山机械中的应用,如矿用挖掘机、装载机、输送机等,能够实现设备的智能化控制和远程监控。通过安装大量的传感器,实时监测设备的运行状态、故障信息等,并将数据传输到地面监控中心。监控人员可以根据这些数据及时了解设备的运行情况,提前发现潜在故障,进行预防性维护,减少设备停机时间,提高矿山生产效率。自动化控制技术的应用使得矿山机械能够实现无人化或少人化操作,降低人员劳动强度,提高作业安全性。

3 机电一体化在工程机械设备中的应用成效分析

3.1 效率提升

机电一体化技术在工程机械设备中的广泛应用,为设备作业效率带来了质的飞跃。该技术使得工程机械设备能够实现高度自动化与智能化作业。以挖掘机和装载机为例,在传统的作业模式下,操作人员需要凭借经验和手动操作来调整设备的工作参数,不仅耗时费力,而且容易出现误差。而如今,借助机电一体化技术中的自动控制系统,设备能够根据不同的作业工况,如挖掘深度、土质硬度、装载物料重量等,实时自动调整发动机转速、液压泵排量等关键工作参数。这使得设备能够以最优的状态运行,大大减少了人工操作的时间和可能出现的误差,从而显著提高了作业速度。在混凝土机械领域,精确的搅拌和泵送控制成为提高效率的关键。通过机电一体化系统对搅拌速度、时间以及泵送压力、流量等参数的精准控制,确保了混凝土的生产质量和输送效率,有效缩短了施工周期。自动导航和定位系统的应用,让

设备能够按照预设的路线和位置精准作业,避免了因人工操作失误导致的重复作业和频繁调整,进一步提升了整体作业效率,为工程建设节省了大量时间和成本。

3.2 安全性增强

在工程机械设备运行中,安全始终是重中之重,而机电一体化技术为设备安全提供了坚实保障。该技术通过在设备上安装种类繁多的传感器和先进的安全监控系统,实现对设备运行状态和周围环境的全方位、实时监测。传感器能够精确感知设备的各项参数,如温度、压力、振动频率等,以及周围环境的风速、障碍物等信息,并将这些数据及时传输给控制系统。一旦设备出现异常情况,如温度过高、压力异常、超载运行或遭遇恶劣天气等,控制系统会立即发出警报,并迅速采取相应的保护措施,如自动停车、限制功率输出等,从而有效避免了事故的发生。在起重机械中,超载限制装置和防风装置是机电一体化技术在安全保障方面的典型应用^[3]。超载限制装置能够实时监测起重机的起重量,一旦超过安全范围,立即限制起升动作,防止设备因超载而倾覆;防风装置则根据风速传感器反馈的信息,在风力过大时采取相应的防护措施,确保起重机在安全环境下作业。在矿山机械领域,远程监控和故障诊断系统的应用,使操作人员无需进入危险的作业现场,就能在安全的环境下对设备进行实时监控和维护,大大降低人员进入危险区域的风险,保障人员的生命安全。

3.3 运维成本降低

机电一体化技术在工程机械设备中的应用,为设备的运维管理带来全新的模式,有效降低了运维成本。借助大数据分析和智能算法,系统可以对这些数据进行深入挖掘和分析,提前预测设备可能出现的故障,并及时安排维护人员进行维修。这种预防性维护模式避免设备因突发故障而导致的长时间停机,减少因紧急维修而产生的高昂费用,同时也降低设备因故障损坏而更换零部件的成本。机电一体化技术通过精确控制和优化设备的运行参数,如发动机的燃油喷射、点火时机,液压系统的压力和流量等,能够减少设备的磨损和能源消耗,延长设备的使用寿命,进一步降低了设备的更换成本。在发动机控制系统中,优化燃油喷射和点火时机可以提高燃油利用率,使每一滴燃油都能得到更充分的燃烧,从而降低燃油消耗成本。智能化管理系统能够对设备的维护记录、备件库存等进行实时管理,根据设备的实际运行情况和维护需求,合理安排备件的采购和库存,避免备件的积压和浪费,提高维护效率,降低库存成本。

3.4 环保效益

随着全球环保意识的不断提高和环保要求的日益严格,工程机械设备在运行过程中的环保性能成为关注的焦点,而机电一体化技术在节能减排方面发挥了至关重要的作用。该技术通过优化设备的动力系统和控制系统,实现了能源的高效利用,有效减少了能源浪费。在液压系统中,采用变量泵和比例控制技术是一项重要的节能举措。变量泵能够根据负载需求自动调整液压泵的排量,当负载较小时,降低排量以减少能量损耗;当负载增大时,自动增加排量以满足工作要求。比例控制技术则能够精确控制液压系统的压力和流量,使设备在不同工况下都能以最合适的能量运行。另外,一些先进的工程机械设备还配备了先进的尾气处理装置,如颗粒捕集器、选择性催化还原系统等。颗粒捕集器能够有效捕捉尾气中的颗粒物,减少颗粒物的排放;选择性催化还原系统则通过添加还原剂,将尾气中的氮氧化物转化为无害的氮气和水,有效降低尾气中有害物质的排放,减轻对环境的污染。智能化控制系统还能够根据设备的工作状态自动调整发动机的转速和功率,当设备处于轻载或空闲状态时,自动降低发动机的转速和功率,避免不必要的能源消耗,进一步提高设备的环保效益,为推动工程建设行业的绿色发展做出了积极贡献。

4 机电一体化在工程机械中的发展趋势

4.1 智能化与无人化

未来,工程机械设备将朝着更加智能化和无人化的方向发展。通过引入人工智能、机器学习等技术,设备将具备更强的自主学习和决策能力,能够根据不同的工作环境和任务需求自动调整作业策略,实现更加高效、精准的作业。无人化作业将成为趋势,在一些危险、恶劣的工作环境中,如矿山、隧道等,无人驾驶的工程机械设备将逐渐取代人工操作,提高作业安全性和效率。智能化设备还可以实现远程监控和操作,操作人员可以在安全的环境下对设备进行实时控制和管理。

4.2 绿色化与节能化

环保和节能是未来工程机械发展的重要方向。机电一体化技术将进一步推动工程机械设备向绿色化和节能化方向发展。一方面,通过采用新型节能动力系统,如混合动力、纯电动等,减少对传统燃油的依赖,降低尾气排放和能源消耗。另一方面,优化设备的结构和控制系统,提高能源利用效率,减少能量损耗。例如,采用轻量化材料减轻设备重量,降低运行阻力;通过智能控

制系统实现设备各部件的协同工作,避免不必要的能量浪费。

4.3 数字化与网络化

数字化和网络化技术将使工程机械设备实现更加高效的信息交互和管理。通过在设备上安装各种传感器和通信模块,实现设备运行数据的实时采集和传输。这些数据可以上传到云端服务器,进行大数据分析和处理,为设备的优化设计、故障诊断、运维管理等提供有力支持^[4]。网络化技术还可以实现设备之间的互联互通,实现设备的协同作业和远程调度。

4.4 模块化与标准化

模块化和标准化设计将有助于提高工程机械设备的设计、制造和维护效率。通过将设备划分为多个功能模块,每个模块具有独立的功能和接口,可以实现模块的快速组装和更换,缩短设备的研发和生产周期。标准化设计可以使不同厂家生产的零部件具有通用性和互换性,降低设备的采购和维护成本。例如,在液压系统中,采用标准化的液压元件和接口,方便设备的维修和升级。另外,模块化和标准化设计还有利于设备的升级和改造,当技术进步或需求变化时,只需更换相应的模块即可实现设备的性能提升。

结束语

机电一体化技术在工程机械设备中的应用,为工程建设带来了诸多积极变化,从效率提升到安全保障,从成本降低到环保改善,成效显著。随着科技的不断进步,智能化、绿色化等发展趋势将为工程机械设备带来更广阔的发展前景。未来,我们应持续关注并深入研究机电一体化技术,推动其在工程机械设备领域的创新应用,以更好地满足工程建设的需求,助力行业高质量发展。

参考文献

- [1]吕石磊,曹其新,李想,等.机电一体化机器人关节及其驱控系统硬件设计[J].重庆邮电大学学报(自然科学版),2021,33(01):111-117.
- [2]李宝修.机电一体化系统在机械工程中的应用研究[J].内燃机与配件,2020(20):190-191.
- [3]陆琦.机电一体化技术在工程机械设备中的应用[J].河北农机,2021(09):89-90.
- [4]刘玲.机电一体化技术在工程机械设备中的实践分析[J].信息记录材料,2021,22(09):116-117.