

Design of new mechatronics equipment and its application in intelligent manufacturing

Chunzhong Xu¹ Jianwei Li² Shenglin Ye³ Qianqian Zhan⁴ Taishan Chen⁵

1. Zhejiang Quzhou Shengyuan Creative Printing Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China
2. Zhejiang Ice Innovation Cold Equipment Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China
3. Changshan Xingjia Hydraulic Equipment Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China
4. Zhejiang Baowei Electric Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China
5. Zhejiang Hengda Aluminum Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China

Abstract

This paper focuses on the design of new mechatronics equipment and its application in intelligent manufacturing. The flexibility, accuracy, and reliability of the system are improved by adopting a modular architecture design. This paper emphasizes the importance of hardware and software integration, discusses the core content of intelligent manufacturing, and analyzes the development trend of intelligent manufacturing, including highly integrated, data-driven, human-machine collaboration and green manufacturing. Specific application scenarios show how intelligent manufacturing can improve the production efficiency and product quality of the automotive manufacturing, electronics manufacturing and aerospace industries. These innovations have brought new development opportunities and technological progress to various industries.

Keywords

mechatronics; intelligent manufacturing; modular design

新型机电一体化设备的设计及其在智能制造中的应用

徐春忠¹ 李建尾² 叶盛林³ 占倩倩⁴ 陈泰山⁵

1. 浙江衢州盛元文创印业有限公司, 中国·浙江衢州 324000
2. 浙江冰创制冷设备有限公司, 中国·浙江衢州 324000
3. 常山兴佳液压设备有限公司, 中国·浙江衢州 324000
4. 浙江宝威电气有限公司, 中国·浙江衢州 324000
5. 浙江亨达铝业有限公司, 中国·浙江衢州 324000

摘要

本文聚焦于新型机电一体化设备的设计及其在智能制造中的应用问题。通过采用模块化架构设计,提高了系统的灵活性、精确度和可靠性。文中强调了软硬件集成的重要性,还探讨了智能制造的核心内容,并分析了智能制造的发展趋势,包括高度集成化、数据驱动、人机协作和绿色制造。具体应用场景展示了智能制造如何提升汽车制造、电子制造和航空航天等行业的生产效率与产品质量。这些创新为各行业带来了新的发展机遇和技术进步。

关键词

机电一体化; 智能制造; 模块化设计

1 引言

机电一体化作为连接机械工程与电子技术的重要桥梁,在现代制造业中扮演着至关重要的角色。然而,现有的机电一体化设备在面对复杂多变的生产环境时,仍存在诸多挑战,如响应速度慢、适应性差、维护成本高等问题。

2 新型机电一体化设备的总体方案设计

2.1 总体设计思路

新型机电一体化设备的设计基于模块化架构,旨在提高系统的灵活性、可扩展性和维护性。模块化设计的核心思想是将整个系统划分为多个独立但相互关联的功能模块,每个模块负责特定的任务,并通过标准化接口与其他模块进行通信和数据交换^[1]。这种设计不仅简化了系统的开发和调试过程,还使得系统的升级和维护更加便捷。总体架构包括传感模块、执行机构模块、控制模块、通信模块和用户交互模块。

【作者简介】徐春忠(1976-),男,中国浙江衢州人,从事机电一体化研究。

传感模块负责采集环境信息，如温度、压力、位置等参数，并将其转化为数字信号供控制系统处理。执行机构模块则根据控制系统的指令，驱动机械部件完成预定动作。控制模块作为整个系统的大脑，接收来自传感模块的数据并进行实时处理，生成相应的控制信号发送给执行机构。通信模块确保各个模块之间以及与外部系统之间的高效通信，支持多种工业通信协议，以适应不同的应用场景。用户交互模块则提供了友好的界面，使操作人员能够方便地监控系统状态、调整参数和获取运行数据。各模块之间通过标准化接口进行连接，形成一个有机的整体。

2.2 软件与硬件集成

软硬件协同设计是新型机电一体化设备成功的关键之一。软件与硬件的有效集成不仅能够充分发挥各自的优势，还能显著提升系统的整体性能和可靠性^[2]。在设计过程中，需遵循以下几项原则：模块化设计原则，无论是软件还是硬件，都应尽可能采用模块化的方式进行开发。每个功能模块应具备清晰的输入输出接口，以便于调试和维护。标准化接口原则，所有硬件模块之间以及硬件与软件之间的通信必须通过标准化接口进行，这不仅有助于提高系统的兼容性和互换性，还能降低开发难度。实时性保障原则，通过采用实时操作系统（RTOS），确保控制逻辑能够在规定的时间内完成计算和决策。同时，利用硬件定时器和中断机制，实现对关键事件的精确响应。还需采用高速缓存和DMA（直接存储器访问）技术，减少CPU负担，提高数据传输效率。

为了实现软硬件的无缝对接，需采取了一些具体措施：在硬件设计阶段，预留足够的调试接口和测试点，便于后期调试和验证；在软件开发阶段，编写详细的单元测试用例，确保每个功能模块都能正常工作；在系统集成阶段，进行全面的联调测试，检查软硬件之间的配合是否顺畅，是否存在潜在的问题。这样可以实现软硬件的高度集成，确保新型机电一体化设备在实际应用中的稳定性和可靠性。

2.3 关键技术创新

在新型机电一体化设备中，传感系统、执行机构和控制系统是三个关键技术领域，其创新设计直接决定了设备的性能和应用效果。创新设计中引入了多传感器融合技术，将多种类型（如光学、声学、电磁）的传感器集成在一起，实现对环境的全方位监测。采用了伺服电机和步进电机相结合的设计方案。伺服电机具有高精度和快速响应的特点，适用于需要精确控制的应用场景；步进电机则以其低成本和简单结构，在一些低速、高扭矩场合表现出色。通过智能切换机制，系统可以根据实际需求自动选择合适的电机类型，从而达到最佳的执行效果。控制系统的创新主要体现在智能化和实时性方面。引入了深度学习算法，通过对历史数据的学习和分析，建立预测模型，提前识别潜在问题并采取相应措施。采用分布式控制系统架构，将计算任务分配到多个节点上进

行并行处理，显著提高了系统的运算速度和响应能力。结合边缘计算技术，使控制系统能够在本地进行数据处理，减少与云端服务器的通信延迟，确保实时性要求较高的应用场景能够得到及时响应。

3 新型机电一体化设备的实现与优化

3.1 设备制造工艺与流程优化

新型机电一体化设备的制造工艺与流程优化是确保其性能和可靠性的重要环节。材料的选择对于设备的整体性能至关重要，工程师们会根据设备的具体应用需求，选择最适合的金属、塑料或其他复合材料。例如，在高精度传感器的应用中，可能会选择具有优良导电性和耐腐蚀性的特种合金。加工技术也是影响设备质量的重要因素，现代数控机床（CNC）和增材制造技术（3D打印）的应用使得复杂形状零件的生产更加精确和高效。这些技术不仅提高了生产效率，还减少了废料产生，降低了成本。装配过程中，模块化设计允许不同组件独立生产和测试后再进行最终组装，这样可以大幅缩短产品上市时间。精益生产的理念也被广泛应用于整个制造过程，通过持续改进减少浪费、提高质量和客户满意度。为了确保每一步骤的准确性和一致性，制造商通常会采用先进的质量控制体系，如六西格玛方法，以最小化缺陷率。

3.2 系统可靠性分析与测试

系统可靠性分析与测试是保证新型机电一体化设备在实际使用环境中稳定运行的基础。这一过程包括对设备各关键组件的寿命测试、环境适应性测试以及故障模式与影响分析（FMEA）。寿命测试旨在评估设备主要部件在预期使用寿命内的表现，通过模拟长时间工作条件下的操作状态，检测可能出现的磨损或失效点。环境适应性测试则关注设备在不同外部条件下（如温度、湿度、震动等）的功能稳定性。FMEA作为一种预防性维护工具，能够帮助识别潜在的设计缺陷或薄弱环节，并提出相应的改进措施。通过对设备进行全面的可靠性分析和测试，不仅可以提前发现并解决潜在问题，还能为后续的产品迭代提供宝贵的数据支持。

3.3 维护与升级策略

制定有效的维护与升级策略有助于延长新型机电一体化设备的使用寿命。预防性维护计划是确保设备长期可靠运行的核心，包括定期检查设备的各项参数、更换易损件以及进行必要的清洁和润滑。通过实施这样的计划，可以在早期发现潜在问题，避免突发故障导致的停机损失。除了日常维护，考虑到技术进步带来的更新换代需求，预留足够的接口和模块化设计空间也非常必要。例如，可以通过标准化接口实现硬件组件的快速替换或升级，而软件方面则可以通过远程更新的方式添加新功能或修复漏洞。还需建立一个完善的用户反馈机制，收集用户在使用过程中的意见和建议，有助于及时调整维护策略和技术路线图。

4 机电一体化设备在智能制造中的应用

4.1 智能制造的内容

智能制造是指利用先进的信息技术、自动化技术和人工智能技术,实现生产过程的智能化、网络化和柔性化。其核心内容包括智能感知、智能决策、智能执行和智能服务四大方面。智能感知通过部署大量的传感器和物联网设备,实时采集生产设备、环境以及产品的各种数据,并将这些数据传输到中央控制系统进行处理和分析。智能决策依赖于大数据分析和人工智能算法,通过对海量数据进行挖掘和建模,生成最优的生产计划和控制策略,以提高生产效率和产品质量^[1]。智能执行则通过高精度的执行机构和自动化设备,按照预定的计划和指令完成各项生产任务。智能服务则是指通过云平台和互联网技术,提供远程监控、故障诊断和维护服务,确保生产设备的高效运行。在实际应用中,智能制造涵盖了从原材料采购、生产加工、质量检测 to 产品配送的整个产业链。例如,在汽车制造领域,智能制造系统可以实现从零部件的自动装配、车身焊接、涂装到整车下线的全流程自动化管理。每个环节都配备了先进的传感器和控制器,能够实时监测生产状态并进行动态调整。

4.2 智能制造的发展趋势

智能制造的发展呈现出几个显著的趋势:一是高度集成化,二是数据驱动,三是人机协作,四是绿色制造。高度集成化意味着将各个独立的生产环节通过信息物理系统(CPS)连接起来,形成一个无缝衔接的整体。这不仅包括生产设备之间的互联互通,还包括企业内部各部门以及供应链上下游的信息共享。比如通过工业互联网平台,企业可以实时获取供应商的库存情况和物流状态,优化采购计划;同时,客户也可以随时查询订单进度,增强了透明度和信任度。随着传感器和物联网技术的进步,越来越多的数据被采集和存储,如何有效利用这些数据成为关键。大数据分析和人工智能技术的应用使得企业能够从海量数据中提取有价值的信息,用于优化生产流程、预测设备故障和改进产品质量。人机协作是智能制造未来发展的另一个重要方向,通过引入协作机器人(cobots),可以在危险或重复性高的任务中代替人工操作,而复杂或需要创造性思维的任务则由人类完成。这种方式不仅提高了生产效率,还改善了工作环境,减少了工伤事故的发生。绿色制造是智能制造发展的必然要求。随着环保意识的增强和政策法规的严格,制造业必须朝着节能减排、资源循环利用的方向发展。智能制造通过优化生产工艺、降低能耗和减少废弃物排放,实现了可持续发展目标。

4.3 智能制造的应用

智能制造在多个行业得到了广泛应用,以汽车制造为例,智能制造系统通过集成多种先进技术,实现了从设计、

生产到销售的全流程智能化管理。在设计阶段,虚拟仿真技术可以模拟新车型的性能表现,帮助工程师优化设计方案,缩短研发周期。在生产过程中,自动化生产线和机器人技术的应用,大幅提升了生产效率和产品质量。例如,车身焊接和涂装工序中使用的智能机器人,能够精确控制焊接路径和喷涂厚度,确保每个焊点和涂层的质量一致。

在电子制造领域,智能制造同样发挥了重要作用。电子产品的更新换代速度非常快,对生产灵活性提出了更高要求。智能制造系统通过模块化设计和柔性生产线,能够快速响应市场需求变化,实现小批量、多品种的定制化生产。智能制造还支持产品质量追溯,通过RFID标签和二维码技术,可以追踪每一个零部件的来源和使用情况,确保产品质量可控。

在航空航天领域,智能制造的应用更为复杂和高端。由于航空航天产品的特殊性和高精度要求,传统的制造方式难以满足需求。智能制造系统通过引入增材制造(3D打印)、精密测量和智能检测技术,实现了复杂结构件的高效生产和质量保证。例如,航空发动机的关键部件通常采用高温合金材料,通过3D打印技术可以直接制造出复杂的几何形状,减少了加工难度和成本。同时,智能检测系统可以在生产过程中实时监测零件的尺寸和表面质量,确保每一个部件都符合严格的航空标准。智能制造通过融合先进技术和创新理念,正在推动各行业的转型升级,不仅提高了生产效率和产品质量,还为企业带来了新的发展机遇。

5 结语

本研究提出了新型机电一体化设备设计的总体架构,通过软硬件协同设计的方法,确保了系统的高精度、高可靠性和高效能。在智能制造的应用方面,介绍了智能制造的核心内容,包括智能感知、智能决策、智能执行和智能服务四大方面。智能制造的发展趋势则涵盖了高度集成化、数据驱动、人机协作和绿色制造等多个维度。具体应用场景包括汽车制造、电子制造和航空航天等领域,展示了智能制造如何提高生产效率、产品质量以及灵活性。通过持续的技术创新和优化,机电一体化设备必将在未来的智能制造中占有重要位置,助力企业实现可持续发展的目标,也期待更多的研究和实践能够进一步推动这一领域的进步和发展。

参考文献

- [1] 唐晓萍.新型材料在机电一体化产品设计中的应用分析[J].时代汽车,2024,(11):115-117.
- [2] 赵雅芸,马继晶.关于智能制造中机电一体化技术的应用[J].电子测试,2022,36(08):118-120.
- [3] 付盼,刘晓风,郭瑞娟,等.机电一体化在智能制造中的应用[J].内燃机与配件,2020,(13):214-215.