

# 智能化轮式挖掘机变速箱的控制系统设计

王荣亮,张道秋,孙华北

(山东帝盟重工机械有限公司,山东省德州市,251200)

**摘要** 随着工程机械行业的快速发展,智能化技术已成为提升设备性能和操作效率的关键。轮式挖掘机作为重要的工程机械之一,其变速箱的控制系统对于提高作业效率、降低能耗和增强操作安全性具有重要意义。设计一套智能化控制系统,以优化轮式挖掘机变速箱的性能,实现自动换挡、故障诊断、自适应控制和远程监控等功能。基于此,本文对智能化轮式挖掘机变速箱的控制系统设计进行研究,以供参考。

**关键词** 智能化;轮式挖掘机;变速箱控制系统设计

中图分类号:TP273 文献标识码:B  
文章编号:1008-0899(2025)10-0001-02

智能化轮式挖掘机变速箱控制系统的需求,包括性能、安全与可靠性、操作便捷性和环境适应性。硬件设计中的控制器选择、传感器与执行器配置、电气线路设计以及硬件接口设计。在软件设计部分,探讨了控制算法、软件架构、用户界面以及软件测试与调试的重要性。智能化功能的实现,如自动换挡逻辑、故障诊断与处理、自适应控制策略以及远程监控与数据分析。同时,通过这一系列的设计和测试,旨在提升轮式挖掘机的作业性能和操作智能化水平。

## 1 智能化轮式挖掘机的概念

随着全球经济的快速发展和基础设施建设的不断推进,工程机械行业迎来了前所未有的发展机遇。轮式挖掘机作为工程机械中的重要成员,因其灵活机动、适应性强等特点,在城市建设、道路维护、园林绿化等领域得到了广泛应用。智能化轮式挖掘机通过集成先进的传感器、控制器和执行器,实现了自动化控制、远程监控、故障诊断等功能,大幅提升了作业效率和精度,降低了操作人员的劳动强度,同时也更加节能环保。此外,随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断进步,智能化轮式挖

掘机的发展前景广阔,有望成为未来工程机械行业的主流趋势。

## 2 变速箱的工作原理

变速箱是轮式挖掘机等工程机械中的关键部件,其主要功能是改变发动机与驱动轮之间的传动比,以适应不同的工作条件和负载需求。变速箱的工作原理基于齿轮传动的机械原理,通过不同大小和形状的齿轮组合,实现不同的传动比。变速箱通常包括输入轴、输出轴和一系列齿轮组。当发动机的动力通过输入轴传递到变速箱时,通过操纵杆或电子控制系统的指令,选择不同的齿轮组合,使得动力以不同的速度和扭矩输出到输出轴,进而驱动车轮或工作装置。变速箱可以提供多个前进挡和至少一个倒挡,通过换挡操作,可以实现挖掘机在不同速度和负载下的高效运行。随着技术的发展,现代变速箱越来越多地采用自动或半自动控制系统,通过电子传感器和控制单元实时监测车辆状态,自动选择最佳的传动比,以提高操作的便捷性和效率。

## 3 智能化轮式挖掘机变速箱的控制系统设计

### 3.1 控制系统设计需求分析

在设计智能化轮式挖掘机变速箱控制系统时,需求分析至关重要。系统要保证变速箱在各种工况下实现最佳传动效率与动力输出,涵盖精确换挡时机、平顺换挡过程及不同负载和速度下的传动比优化,还需有快速响应操作指令的能力以提高工作效率。安全是首要考量,系统应具备故障检测与诊断功能,异常时能及时报警并保护。可靠性方面,

项目名称:全自动轮式行走机械无级变速箱研制及应用,项目编号:2023CXPT025。

作者简介:王荣亮(1982~),男,山东德州人,大专,工程师,研究方向:工业设计。

要在长时间运行和恶劣环境中保持稳定,降低故障率和维修时间。操作界面直观易懂,减少培训成本,支持自动、手动和半自动模式以适应多样需求,同时提供实时反馈和状态显示,便于操作人员掌握运行状态。挖掘机工作环境多变,控制系统在硬件选择和设计上要考虑耐候性和防护等级,确保在高温、低温、潮湿、尘土等条件下稳定耐用,从而满足实际应用的要求,推动智能化挖掘机的发展与应用。

### 3.2 控制系统硬件设计

在智能化轮式挖掘机变速箱控制系统的硬件设计中,要选择适合的微控制器或可编程逻辑控制器(PLC),确保其处理能力、内存容量和输入/输出(I/O)接口满足系统需求。配置时需考虑实时操作系统、通信协议和外部存储扩展。选用高精度、高可靠性的传感器(如速度传感器、压力传感器)监测变速箱状态。执行器(如电磁阀、电机)应能精确控制换挡动作。设计清晰、可靠的电气线路,确保信号传输的准确性和稳定性。采用屏蔽和防护措施,减少电磁干扰和环境因素的影响。设计标准化接口,便于与其他系统组件(如发动机控制单元、人机界面)通信和集成。接口应具备良好的兼容性和可扩展性,以适应未来技术升级。

### 3.3 控制系统软件设计

在智能化轮式挖掘机变速箱控制系统的软件设计中,开发高效的控制算法,如模糊逻辑、PID控制或自适应控制,以实现变速箱的精确换挡和优化性能。构建模块化、可扩展的软件架构,确保代码的可读性和可维护性。采用分层设计,隔离应用逻辑、控制逻辑和硬件驱动。设计直观、易用的用户界面,提供实时监控、参数设置和故障诊断功能。界面应适应不同操作习惯,提高用户体验。进行全面的软件测试,包括单元测试、集成测试和系统测试,确保软件的稳定性和可靠性。调试过程中需优化算法参数,确保系统性能达到设计要求。软件设计应注重系统的实时性、可靠性和用户友好性,以支持高效、安全的操作。

### 3.4 智能化功能实现

智能化轮式挖掘机变速箱控制系统的功能实现,从设计智能算法,根据工况和负载自动选择最佳挡位,提高作业效率和燃油经济性。集成故障检

测和诊断模块,实时监控系统状态,一旦检测到异常,立即采取保护措施并通知操作人员。采用自适应算法,根据实时数据调整控制参数,以适应不断变化的作业环境和负载条件。通过网络连接实现远程监控,收集运行数据并进行分析,优化维护计划和预测潜在故障,提升系统的可靠性和维护效率。这些智能化功能的实现,将大幅提升挖掘机的自动化水平和作业性能。

### 3.5 系统集成与测试

智能化轮式挖掘机变速箱控制系统的集成与测试是确保系统稳定运行的关键。要制定详细的集成计划,确保硬件、软件和网络组件无缝连接,实现数据流畅通和功能协同。对每个功能模块进行全面测试,验证其是否满足设计要求,确保系统的各项功能正常运作。在模拟和实际工况下进行性能测试,评估系统的响应时间、准确性和稳定性,并根据测试结果进行优化。在实际作业环境中进行测试,检查系统在真实条件下的表现,确保其适应性和可靠性,为最终部署做好准备。因此,通过系统集成与测试,可以确保智能化变速箱控制系统在实际应用中达到预期的性能和效果。

## 4 结语

综上所述,通过对智能化轮式挖掘机变速箱控制系统的设计研究,提出了一套完整的解决方案,涵盖了需求分析、硬件设计、软件设计、智能化功能实现以及系统集成与测试等多个方面。通过实施这些设计策略,可以显著提升轮式挖掘机的自动化水平和作业效率,同时增强系统的可靠性和操作便捷性。未来,随着智能化技术的不断进步,控制系统将更加智能化、网络化,为工程机械行业带来更大的发展潜力和市场竞争能力。

### 参考文献

- [1] 崔广伟.电动轮式挖掘机下车驱动方式研究[J].建筑机械,2024,(04):87-90.
- [2] 任佳信.液电混合驱动轮式挖掘机行走系统特性研究[D].太原理工大学,2023.000745.
- [3] 任佳信,黄伟男,权龙,等.液电混合驱动轮式挖掘机行走系统特性分析[J].液压与气动,2023,47(02):92-99.
- [4] 王慧宾.轮式挖掘机行走系统稳定性改进措施[J].南方农机,2018,49(21):29+31.
- [5] 吕志忠.轮式挖掘机自动挡变速箱的原理及电液控制自动挡系统介绍[J].机电信息,2018,(12):58-59.