

煤矿带式输送机智能控制系统设计与应用研究

易创科

中平能化集团机械制造有限公司 河南 平顶山 467000

摘要:针对某煤矿企业带式输送机运行效率低、安全性能差、电能损耗严重的问题,开展矿用带式输送机上智能控制系统设计与应用研究,对系统进行了实际应用验证。结果表明,系统控制系统运行稳定可靠,实现了井下带式输送机集中控制与远程控制功能。应用该控制系统后实现了节能降耗,节约了带式输送机运维人员,降低了煤炭掘进的成本,对带式输送机控制系统设计具有重要的指导意义,也对智能化矿山建设起到了重要的推动作用。

关键词:煤矿带式输送机;智能调速控制系统;应用;研究

引言

带式输送机作为煤炭物料装载运输的关键设备,经过几十年的发展,在煤炭物料运输方面起到了重要的作用。在智能化发展时代,有必要在带式输送机智能控制方面取得进步。通过智能化技术的作用,降低带式输送机的运行能耗,同时使得带式输送机的皮带运行速度能够在经济运输的合理区间内,使速度与煤炭装载量达到平衡状态。

1 带式输送机特点分析

常规的矿井带式输送机主要由机架、皮带、驱动装置、托辊等部件组成。在工程应用中能够很好地适应矿井内恶劣的工作环境,并且可拓展性和移动性较好,能够根据工作面的转移展现出高性能的机动性。带式输送机有着广泛的使用范围,输送带有着抗磨、阻燃、耐油、耐高温、耐酸碱的特征,能够输送广泛的物料范围,并满足远距离输送,其单机长度可以超过10 km,中间不需要转载。在德国,有一条带式输送机,其长度超过了60 km。带式输送机的输送量大,其运量可以达到每小时几千吨,是火车、汽车无法比拟的;其寿命长、可靠性高,只要输送带是完好的,寿命可以长达十余年;其部件采用的是金属结构,只要定期维护、更换,可以有效延长其使用寿命。带式输送机的运行成本低廉、维修量小,其磨损件主要集中在滚筒和托辊上,输送带的自动化程度较高,对维修的要求较少,在运行过程中,消耗的机油和电力也不大,因此,其运行成本较低。

2 带式输送机运行阻力分析

带式输送机在运行的过程中,电机的输出动力和运行所受到的阻力形成了一对相互作用体系。由于带式输送机的零部件较多,各个零部件之间都有可能产生相反作用力的特殊阻力。DTL180/4-2240型带式输送机主要阻力包括物料加速产生的阻力、滚筒阻力、清扫器阻力、皮带压陷阻力、物料弯曲阻力等主要的阻力类型。在不同的运行状态下,所产生的阻力类型各不相同。同时,产生阻力的摩擦系数会根据设备的运行状态而发生变化。通常带式输送机处于良好工况状态时,摩擦系数最小。随着开采过程的深入,摩擦系数将逐渐增大,影响到了电机的输出功率。因此可通过减小阻力的方式来实现降低能耗的作用,在设计智能调速

控制系统时也将该优势考虑在内。

3 带式输送机智能调速系统控制流程

带式输送机智能调速系统主要硬件包括PLC智能控制装置、运输量监测装置、电机功率监测装置、变频调速装置以及各类保护传感器。其中,PLC控制器是智能调速系统中各类数据采集与处理的核心控制装置,可以保证智能调速系统在实际应用中的稳定性,PLC控制器选择S7-1214PLC型可编程逻辑控制器做主控制器。带式输送机硬件控制方式为:上位机向PLC控制器传达控制命令后,PLC控制器控制变频器进行输出控制,由变频器控制电动机启动和运行。速度传感器负责向PLC控制器传送带式输送机的运行速度监测数据,皮带秤负责向PLC控制器传送运输量监测数据,功率采集模块负责向PLC控制器传送带式输送机的电机功率以及变频器运行状态监测数据,各类保护传感器负责向PLC控制器传送堆煤、撕裂、温度等各项保护的监测数据^[1]。PLC控制器作为核心处理控制器,将收集到的各项监测数据进行处理后传达到上位机,上位机工作人员即可通过上位机可视化操控界面面对带式输送机进行实时监控和远程操控。

4 煤矿带式输送机智能控制系统设计与应用

4.1 主框架设置

基于PLC下的煤矿带式输送机智能调速控制系统主框架的设计包括PLC、电流变送器、变频器、带速传感器、电流互感器、电机转速传感器,具体包括几个单元组成:(1)检测单元:检测单元负责电动机电流信号获取,通过 f/v 将带速信号转化为电压信号,并传送到A/D模块中。(2)控制单元:在接收到检测信号后,PLC可以对信号进行决策,并且还可以完成功率平衡、软启动、节能调速等。(3)执行单元:在接收到控制信号、频率之后,即可按照预先给定的信号将其加载至电动机,满足变频调速要求,即可满足带式输送机功能要求。

4.2 硬件选型设计

采用西门子S7-400型PLC为核心组件的输送机系统。S7-400系列PLC的电源模板通过背板总线向机架上其他模块提供工作电压,但是不给信号模块提供负载电压。CPU417-4上集成了MPI和PROFIBUS DP接口。其中,

PROFIBUS DP接口可连接分布式I/O,最多可连接32个DP从站。同时根据井上、井下、检修、复位等工序分配I/O地址,采用计数器模块、温度控制器模块、位置解码器模块、凸轮控制器模块等实现变频控制。将测试皮带速度的传感器设置为4个挡位,每个挡位测量的限度值分别为1.7 m/s、2.0 m/s、2.5 m/s、3.5 m/s,工作电压为DC12~24 V.工作电流为5 mA。最后将传感器布置到带式输送机合理的检测位置上,实现PLC控制器的集中处理,达到数据采集的功能效果。

4.3 井下控制分站设计

为了适应煤矿井下带式输送机连续生产作业的要求,实现地面集中控制井下带式输送机的目的,需要对主站和分站进行功能划分。控制系统中的主站用于接收、处理和协调来自井下各个分站的数据,经过数据分析处理之后传输至地面集控中心的上位机进行实时显示,供监控人员及时掌握井下带式输送机的运行状态参数。井下各个带式输送机的控制分站均具备各自独立控制功能,经控制分站发出控制指令即可实现带式输送机数据的采集与控制等功能^[2]。

4.4 系统主程序

带式输送机控制系统运行主程序采用的是PLC编程语言完成,是控制系统软件设计的基础,控制系统运行时PLC的主要功能包括系统的初始化、故障的自我诊断、主控制程序的运行等,以便实现整个控制系统的安全可靠运行,实现井下带式输送机的实时监测与远程控制。控制系统主控制程序包含多个子程序,如输入信号处理子程序、控制模式选择子程序、启动控制子程序、速度控制子程序、故障保护控制子程序等。主程序主要负责调用各个子程序顺序运行,保证控制系统能够及时完成数据的采集并传输至井上集控中心进行实时显示;与此同时,监控人员也可以根据带式输送机的运行参数实测值发出参数调整与控制指令,实现井下带式输送机的远程控制功能。

4.5 启动程序设计

为避免常规带式输送机恒功率启动带来的过大载荷及高电压对设备的损坏,确保带式输送机缓慢平稳启动,启动程序设计采用软启动方式进行,主要利用变频器对带式输送机的驱动电机输出功率在启动期间按照从低到高的变频输出方式,使驱动电机在启动初始阶段为低功率输出,延时3 s(可根据平均负载量等参数自行设定)后增大驱动电机的输出功率使运转进入加速阶段,直至达到正常运行速度,并由速度传感器将运行速度数据传送至PLC控制器^[3]。

4.6 软件设计

通过IFIX组态软件编译,完成带式输送机智能调速监控系统的软件界面设计。其中,通过I/O模块设计实现井下实时数据采集的功能,并通过生产过程界面可视化、实时监控、预警等模块实现数据管理的功能。系统管理包括权限管理和人员管理。监控界面操作是将各带式输送机的运行状态显示在界面上,方便工作人员进行简单的操作以及对突发情况采

取及时的应对措施。同时皮带的运转速度也将根据皮带单位质量内的煤炭运输质量而发生同步的调节,各项关键数据在监控系统界面实现了清晰明了地呈现。

5 结束语

智能调速控制系统,实现了带式输送机皮带速度与煤炭运输质量相匹配的调节平衡功能,最大化地发挥出了带式输送机电机驱动的功率,提高了运输效率并且实现了带式输送机的绿色节能减排。同时,将带式输送机的关键运行参数实现了统一的监测反馈,提升了矿井智能化安全化的管理水平。

参考文献:

- [1]王飞.煤矿井下带式输送机智能控制系统研究[J].煤矿现代化,2021,30(4):46-48.
- [2]白田红.矿井带式输送机节能优化与智能控制系统的设计与应用[J].煤矿现代化,2019(05):157-159.
- [3]王进成,高岳林.基于改进的鸟群算法求解农产品冷链物流配送路径优化问题[J].安徽农业科学,2018,(25):56