

# 矿山主井皮带输送机在线监测系统研究

吴昆仑 (山西华阳集团新能股份有限公司一矿选煤厂, 山西 阳泉 045000)

**摘要:** 随着经济和各行各业的快速发展, 在大型煤矿运输过程中, 皮带输送机属于重要的运输设备, 其具有结构简单、运输安全、便于维护、自动控制等特点。特别对于井下工况环境特殊, 如运输线路比较长、空间相对狭小等, 皮带输送机是井下采煤运输的最佳选择。皮带输送机在运输过程中, 需要消耗大量的电能, 属于高耗能装置。对于传统的皮带输送机而言, 其控制形式比较单一, 同时选用恒转速开环控制形式。假如采煤量比较小时, 这时输送机依旧以高速度运行, 加剧了电能的消耗, 造成不必要的经济成本浪费。经过统计发现, 当前我国煤矿皮带输送机工作效率低于 60%, 与科技发达国家相比还存在一定的差距。当前, 采矿公司为了降低能耗, 在皮带输送机上都设置了变频控制驱动电机, 但并未对皮带输送机的动态监测与多驱动电机的功率进行合理分配, 同时还存在变频控制精确度不高等问题。

**关键词:** 皮带输送机; 运行状态; 监测与保护

## 0 引言

煤矿井下辅助运输自动化管理系统的现场使用, 大幅提高煤矿辅助运输系统的管理及运行效率, 有效减少运输过程中的材料、设备丢失现象, 并且能够实现辅助运输人员及运输任务数字化管控的目的, 对于提高煤矿企业的精益化管理水平具有十分重要的促进作用。

### 1 主运输系统结构

研究区运输设备装备齐全, 机械化程度高, 存在 21、22、23、31 四个采区, 其中每个采区拥有 2~3 个工作面, 但长期受主运输系统不达标的困扰。系统结构包括各种工作面设备 (装载机、破碎机、皮带等)、大巷运输皮带、煤仓。首先对每个设备可靠性进行分析, 统计其故障率、修复率, 运用马尔科夫一般方法求取系统中并联或串联设备组成的局部小系统; 按照仓储系统的可靠性计算连接煤仓部分的可靠度计算。

### 2 皮带输送机故障类型

①煤矿皮带运输系统改造前, 每部皮带均需一名皮带司机, 另因皮带维护、清理洒煤等问题需另派 1~3 人负责沿途维护, 皮带运输投入大量人力, 效率低下; ②系统改造前期对局部皮带采用 PLC 系统进行集中控制, 例如, 掘进工作面和主斜井两部皮带, 其他皮带仍采用传统人工操作的运行方式, 无法形成全面集中智能控制, 对前后皮带运输开启的衔接和控制不能形成自动化, 影响高效生产; ③皮带撕裂。主要是由于皮带机的受力不均匀造成皮带的受力不均匀而产生撕裂; 皮带撕裂的诱因是皮带使用时间过久出现了老化问题。

### 3 皮带输送机监测与保护系统总体结构设计

#### 3.1 主要故障改善方案

①加装温度保护探头, 出现机械故障, 常伴随着温度升高, 通过实时测量温度, 设置温度报警门槛值, 但温度超过门槛值, 机器会自动报警, 从而提前预知故障发生; ②加载预防空转保护装置, 皮带输送机平均每天

10% 的时间为空转, 不仅会造成资源浪费, 增加成本, 还会导致热量堆积, 损坏皮带输送机, 加载防空转保护装置, 当出现无运输货物时, 自动停机; ③加强设备维护, 首先针对每种故障原因及频率, 针对性改善设备维护次数, 指定减少故障的基本对策, 其中 A 类故障 (皮带输送机、装载机、破碎机) 故障率占比高达 85.6%, 其主要诱因: 电器老化、散热不及时、润滑不良; ④加强设备日常保养, 通过日常检查、专业点检、状态检测手段提早发现隐患, 对于出现故障的要及时调整、修复、更换, 加强清理清洁、润滑、调整紧固、更换等维护保养措施, 避免出现停机、材料消耗、人工消耗等后果。

#### 3.2 软件方案设计

当 CPU 得电之后, 能够调用系统的主程序, 假如遇到中断, 那么将会执行中断程序之后, 反过来执行主程序。通常系统的主程序包括输送机启动控制程序、输送机停比控制程序、故障保护程序等。当变频系统启动之后, 对启动条件进行判断, 假如外部电路满足启动条件, 诸如电机滚筒、变频器不存在任何故障, 那么即可启动程序。启动时主电路首先闭合, 经过 5s 的延时之后, 进入变频模式。假如电机达到设定的速度时, 还应保证电机保持正常的电流, 这时系统启动结束。当按下停止按钮之后, PLC 将会输出停止按钮, 从而使得主电路器断开, 经过短暂延时之后将会停止变频。系统在工作时, 可以把 PLC 设定的速度参数传输给变频器, 接着变频器可以接收到调速信号, 进而实现调节。假如出现过流现象, 那么系统将会立即发出停止指令, 反之输送机达到设定的速度之后可以趋于稳定地运行。

#### 3.3 预防措施

在皮带输送机运行中, 极易出现各种故障而引发运输事故, 因此必须要做好相应的预防措施。本文提出两种预防措施。加装温度保护探头; 将温度保护探头假装到各主传动滚筒上, 并把探头串接到控制回路中。因滚

筒属于运输机的主要部件, 只要损坏维修非常麻烦, 而且时间长。如果出现机械故障, 滚筒随着运行温度就升高, 因此加装保护探头实时检测滚筒的温度, 当温度超过规定指标, 设备就会自动停机, 就能保护传动滚筒, 减轻古滚筒的损坏程度, 而且还可预防温度过高引发火灾事件发生。在正常使用中, 皮带运输机空转时间比较多, 每天至少有 1h 以上空转, 不仅增加成本、浪费电能, 还会让运输机堆积热能, 可能会引发火灾; 因此, 就加装保护装置。当无煤时, 皮带后部运输机自动停机; 有煤时, 保护装置探测到前部有煤, 就会开始运转。采用上面两种预防措施, 能够实时检测机器运行情况, 降低发生事故的风险, 其预防效果比较明显。本文只是对皮带运输机进行探讨, 事实上其他设备同样可采取加装软件和硬件措施, 实时监控设备的运行情况。对于机电运输相关设备, 采用现代化技术时刻监控, 降低热能, 降低发生机电运输事故发生的事故几率。

### 3.4 系统实现功能

①煤流平衡。通过煤量传感器回传数据运算判定前、后刮板输送机的煤量及总运量, 对输送系统进行智能调速, 实现稳定均衡的煤量输出, 降低非正常停机率, 杜绝压溜现象发生。煤量小时可以自动降速节能运行; ②判定刮板输送机刮板故障类型, 并实现一定距离内刮板、刮板链故障的精确定位; ③工作面 4G 局域网覆盖; ④传感器数据、监控视频无线上传。智能运输系统的 50 多个传感器数据、6 台摄像机的视频影像全部采用无线传输, 保障了系统信号采集的可靠性; ⑤智能运输系统可实现集中管控。系统通过在材料巷设备列车车厢安装的 2 台防爆计算机、防爆 PLC 控制箱等集控设备, 实现集中管控和人机交互; ⑥运输系统报警智能处置。系统将采集到的传感器数据结合当前组合开关和变频器数据, 综合运算。当出现数据异常的情况时, 自动判定危害程度, 并选择报警等待处置、跟踪异常数据趋势, 或是报警的同时紧急停机并联动关停上级设备。系统自动记录数据异常信息备查。

### 3.5 带式输送机运行速度的确定

带式输送机的运行速度与设备本身所应满足的运输能力与带式输送机的宽度相关。同时, 在实际运行速度确定时还需考虑如下因素: ①当运输物料的块度较小且不存在倾角运输情况时, 建议选择较高的运行速度; ②当运输物料块度较大且容易滚动, 工作面为倾斜工作面时建议采用较低的运行速度; ③当带式输送机输送带的强度不足时, 可采用较高的运输间接降低输送带所需的强度值; ④对于不同的卸料装置, 所对应的带速也不同。当卸料装置为卸料车时要求运行速度不得大于 2.5m/s; 当卸料装置为犁式卸料器时要求运速速度不得大于 2m/s。

### 3.6 安装安全监控系统

为满足对皮带的运行状态进行全面安全监控, 保障皮带运输的正常运行和异常情况的及时发现和处理, 一是对皮带的机头、机尾及沿途巷道交叉点等关键地点安装高清矿用隔爆监控摄像机, 摄像机接入光纤网络中的 PLC 控制系统 DP 专网, 或通过网络芯片连接至 4G 网络, 监控视频直接传输至地面平地集中控制中心大屏幕, 用于实时监控皮带运行状况和查看集中控制系统的远程操控情况, 便于及时发现异常运行或远程操控失控情况的及时处理。二是将皮带输送机的各类安全保护设施(跑偏保护、烟雾保护、速度保护、撕裂保护、洒水装置、煤仓煤位传感器等)接入一个电力监测分站, 电力监测分站同样接入 PLC 控制系统 DP 专网, 由电力监测分站采集各安全保护设施的监测数据, 并将数据直接传输至地面平地集中控制中心服务器, 地面平地集控中心可随时巡查和调取各皮带安全保护设施的各项数据, 当某个皮带输送机安全保护设施监测数据异常时, 地面平地集中控制中心能够立即收到报警信号, 便于及时安排处理, 减少设备故障影响生产情况。

### 4 结语

综采工作面智能运输系统的成功研发, 有效解决了综采工作面运输设备与采煤机协调性差、运煤效率不高、事故率高、设备烧损率高等问题, 改善了我国综采工作面运输系统普遍智能化、自动化水平低下的问题。在系统运行过程中, 当传感器感知到皮带打滑、过热、堆煤、断裂的故障情况发生时, 将感知到的故障信号传输到 PLC 系统中, 通过预先设置的 PLC 功能进行停机保护并在上位机处显示故障类型以满足保护系统, 降低风险的目的。开发的井下皮带输送机变频系统经过实践发现, 其具有平稳性, 不仅可以实现变频调节, 而且能够极大地降低能量消耗。经过检测发现, 电机启动电流之后, 其对供电系统产生的冲击比较小, 能够极大地提高系统的性能、控制精度与稳定性, 表现出良好的经济性。

### 参考文献:

- [1] 于勇. 皮带输送机变频调速控制系统的改造与应用 [J]. 机械管理开发, 2019(9):202-203.
- [2] 刘智. 皮带输送机节能控制系统的设计及应用 [J]. 能源与节能, 2020(6):68-69.
- [3] 杨飞. 煤矿机电设备存在的问题及变频控制技术中的应用 [J]. 建材与装饰, 2019(32):233-234.
- [4] 张杰. 一种新型变频调速装置在煤矿胶带输送机上的应用 [J]. 机电工程技术, 2019(8):220-221.
- [5] 夏东舰, 邵若根. 变频技术在矿用皮带输送机调速系统的应用 [J]. 技术与市场, 2018(9):159.
- [6] 史晋岳. 煤矿运输皮带系统中变频调速技术的应用探究 [J]. 机械研究与应用, 2018(4):181-182.