

# 矿井带式输送机能耗优化控制系统设计

刘向东\*

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

**摘要:** 针对某煤炭企业带式输送机控制系统能耗偏高现状,开展了带式输送机能耗优化控制系统设计工作。结果表明,系统运行稳定可靠,实现了带式输送机的实时监测与远程控制功能,减少了带式输送机能源消耗,节约了电能消耗和材料配件费,减轻了机械磨损,降低了煤炭掘进成本。

**关键词:** 矿井; 带式输送机; 能耗优化; 控制系统; 设计

**DOI:** <https://doi.org/10.37155/2717-5189-0311-30>

## 引言

在煤炭开采过程中运用到了各类的机械设备,其中带式输送机是保障煤炭物料连续开采运输的关键设备。带式输送机所面临的开采环境越发的恶劣,导致其故障率居高不下,容易在开采过程中发生停机,甚至是皮带断裂的情况,严重影响了煤炭企业的经济性,因此有必要提升其本质安全化的管理水平<sup>[1]</sup>,并对带式输送及安装保护装置,减小人工干预,并且有必要对带式输送机的安全保护装置的安装方法进行研究,从而提高带式输送机的高效、经济运行水平。

## 1 带式输送机的总体结构

带式输送机的主要运动部件包括驱动滚筒、从动滚筒和皮带等部件,通过皮带的闭环旋转,实现物料的输送功能。如图 1 所示为矿用皮带输送机结构简图,包括机架、驱动装置、输送带、张紧装置等,其中机架用于支撑皮带输送机结构,保持固定的位置;驱动装置主要包括驱动电机、联轴器、减速器、制动器等,固定于机架为皮带的连续运转提供动力;输送带主要负责煤炭的传输与承载;张紧装置用于滚筒与皮带之间的张紧,保持足够的摩擦力;其余组成部件主要配合煤炭输送功能的实现<sup>[2]</sup>。

总体方案设计基于带式输送机能耗优化设计需求,完成了控制系统总体方案,如图2所示。其中 PLC 控制系统对监测数据进行分析与处理,根据实际采集得到的数据发出控制信号;变频驱动系统的作用是对带式输送机进行过载保护、欠压保护、隔离变压器等,确保控制系统的安全可靠运行<sup>[3]</sup>;上位机监控系统主要实时显示监控系统的各个参数采集数值,供监控人员及时掌握皮带输送机运行情况;信号监控装置主要完成皮带输送机电压、电流、温度等信号的监测采集。

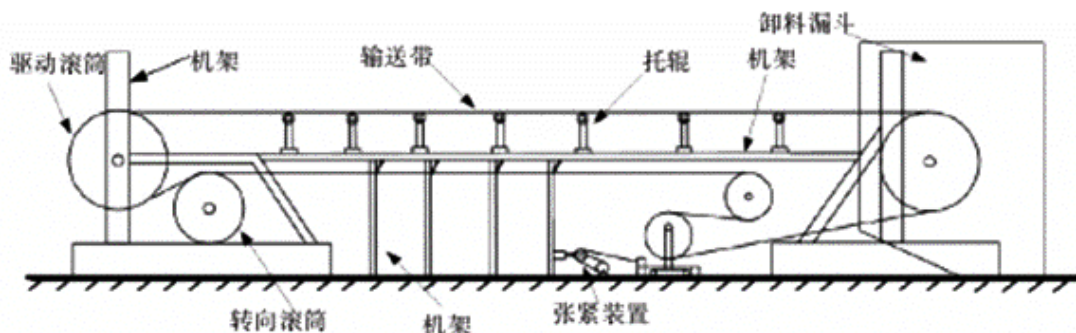


图1 带式输送机结构简图

\*通讯作者: 刘向东, 男, 蒙古族, 1988.10.14, 内蒙古鄂尔多斯市, 本科, 中级工程师, 研究方向: 机械设计制造及其自动化。

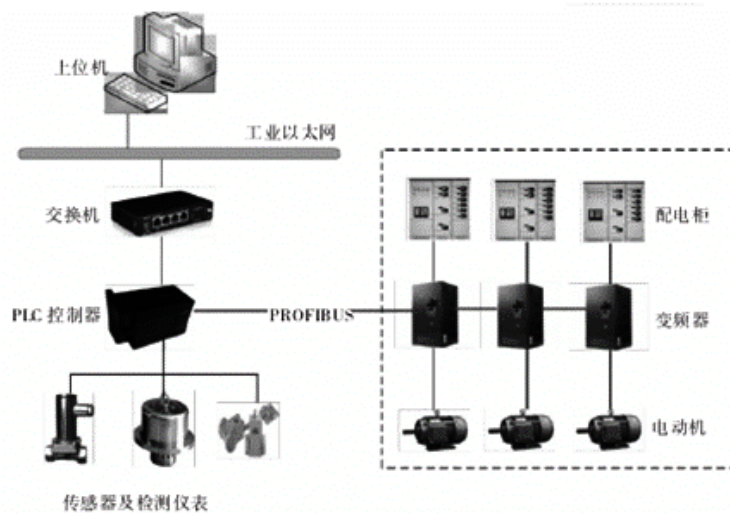


图2 控制系统总体方案

## 2 带式输送机安全保护措施

安装质量直接影响输送带寿命和运行阻力。带式输送机维修和更换成本也是运行费用的重要组成部分。输送机的运行阻力、功耗、滚子、皮带寿命、维护工作量、运输成本等辊子运行质量影响显著。因此，正确安装保护装置是保证带式输送机稳定运行的重要内容，对工程具有现实意义。

### 2.1 防打滑保护装置依据

《GB 51145》15.3.4 与《GB 51145》16.5.7 的国家标准，防打滑保护装置的安装保护要点为：（1）电磁式防滑保护装置的磁铁应安装在从动滚筒侧面，速度传感器应安装在与磁铁相对应支架上。（2）防滑保护装置一般要贴近带式输送机的皮带表面安装，才能达到防滑效果。对防滑保护装置进行安装时，要制作外部支架。（3）传感器的外部支架应采用标准件，不符合使用随意设计的支架造型，通过支架安装传感器时，不得再使用其他非安全件进行绑扎固定<sup>[4]</sup>。

### 2.2 防跑偏保护装置依据

《GB 51145》15.3.2 和《GB 51145》16.5.1 的国家标准，防跑偏保护装置的安装保护要点为：（1）应用支架安装在皮带易出现跑偏的地段，不得用铁丝捆绑，皮带跑偏且胶带推动传感器的导杆偏离中心线  $150\text{ mm} \pm 50\text{ mm}$  时，跑偏开关应动作，并应发出跑偏语音报警；当延时  $10\text{ s} \pm 5\text{ s}$  后仍处于跑偏状态时，保护装置主机应自动切断电源。

（2）自动纠偏装置安装在带式输送机上的间隔应为上胶带  $50\text{ m}$  一组、下胶带  $100\text{ m}$  一组。（3）跑偏保护装置应成对使用，且距离机头、机尾  $10\sim 15\text{ m}$  处应各安装 1 组，当带式输送机有坡度变化时，应在变坡位置安装 1 组，简易胶带跑偏保护可在机头安装 1 组。（4）跑偏保护应用专用托架固定在带式输送机大架或纵梁上。

### 2.3 防堆煤保护装置依据

《GB 51145》15.3.8 和《GB 51145》16.5.2 的国家标准，防堆煤保护装置的安装保护要点为：（1）煤仓处堆煤保护传感器应安装在机头下胶带  $200\text{ mm}$  水平以下，其平面位置应在煤仓口范围内。（2）胶带与煤仓直接搭接时，应分别在煤仓满仓位置及溜煤槽落煤点上方  $500\text{ mm}$  各安装一个堆煤传感器，传感器应灵敏可靠。（3）两部带式输送机转载搭接时，堆煤传感器应在卸载滚筒前方吊挂，传感器触头水平位置应在落煤点的正上方，并应在带面中间，距下部胶带上带面最高点距离不大于  $500\text{ mm}$ ，且吊挂高度不应高于卸载滚筒下沿；安装时应满足洒水装置的要求<sup>[5]</sup>。（4）皮带与溜煤槽搭接时，堆煤保护传感器触头可安装在卸载滚筒一侧，吊挂高度不应高于卸载滚筒下沿，水平位置距卸载滚筒外沿不应大于  $200\text{ mm}$ 。（5）堆煤保护控制线应在巷道顶板垂直引下，传感器触头应垂直吊挂，并应可靠固定<sup>[6]</sup>。（6）两部带式输送机倾斜或垂直搭接时，煤位传感器可安装在卸载滚筒一侧，传感器触头位置不得高于卸载滚筒下沿，水平位置距卸载滚筒外沿不应大于  $200\text{ mm}$ 。

## 2.4 温度监测装置

依据的国家标准,温度保护监测装置的安装保护要点为:(1)利用传感器对带式输送机滚筒的传动轴进行红外线方式的检测,同时感应轴承座上的传动速度,并且将红外线发射频率与传动轴的转速相匹配。在检测过程中容易发生传感器温度的升高,需要与滚筒保持安全的检测距离,该距离为300~500 mm。(2)传感器的红外线发射光速应正对传动滚筒的传动键,为了防止产生异常的温度,检测距离应保持300~500 mm。(3)传动滚筒的轴承盖,一般配置有多个驱动装置,在安装传感器时应进行设计优选,一般的安装原则为安装在离滚筒较远的轴承盖上。(4)热电偶感应式温度探头安设在主动滚筒和输送带接触面不超过10 mm的位置处。为防止碰坏热电偶,采用软固定方式固定热电偶。目前大多数煤矿是这样安装的。(5)双驱动滚筒都应安设温度监测装置。

## 2.5 能耗优化控制

程序设计带式输送机运行时煤炭流量时刻变化,如若反反复复调整带式输送机的运行状态必将增加控制的难度,而且会增加机械磨损和能源消耗。因此,为了降低煤流量波动对带式输送机控制系统的干扰,根据实际情况将煤炭流量划分成 $[Q_0, Q_1]$ 、 $[Q_1, Q_2]$ 、 $\dots$ 、 $[Q_{n-i}, Q_n]$ 等 $n$ 个区间,设定各个区间对应的合理速度。带式输送机运行过程中根据实时采集得到的煤流量区间执行规定的速度,实现能耗优化控制的目的。为了防止煤流量的扰动对控制系统造成误动作,在煤流量变化时需要对其进行判别,如下页图6所示的能耗优化控制程序。

## 2.6 监测器件选型

带式输送机能耗优化控制系统煤流量监测由电子皮带秤完成,结合系统需求选择了ICS-ST型矿用电子皮带秤。带式输送机功率的监测主要由E-DA9033A型三相功率采集模块测量,该功率监测模块的电压量程是10~500 V,电流的量程是1~1 000 A,系统中涉及3台变频器,需要配置3个EDA9033A型功率采集模块。皮带运行速度监测由速度传感器完成,结合实际应用环境条件,速度传感器选择的型号为GSC4,具备较好的监测精度和灵敏性。

## 3 总结

带式输送机工作环境普遍恶劣,保持设备良好运行,延长设备寿命,提高运行质量,降低运行成本是工程技术人员的研究目标。通过对输送带典型故障的分析以及对提出的有效保护措施进行研究,有利于提高现场维护人员水平。

### 参考文献:

- [1]徐江江.矿用电动滚筒带式输送机液压下滑制动机构的研究[J].机械管理开发,2020,35(08):120-122.DOI:10.16525/j.cnki.cn14-1134/th.2020.08.051.
- [2]宋战来.拱桥式机身在带式输送机中的应用[J].机械工程与自动化,2020(04):94-95.
- [3]王飞.带式输送机节能调速控制系统关键技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(15):133-134.
- [4]薛超.现代化矿井中矿山机械装备的应用分析[J].中国金属通报,2020(08):209-210.
- [5]高睿.煤矿井下带式输送机输送带纵向撕裂保护系统研究[J].内蒙古煤炭经济,2020(15):29-30.DOI:10.13487/j.cnki.imce.018025.
- [6]王慧宇.煤矿主斜井延伸带式输送机改造研究[J].煤炭工程,2019,51(S2):162-164.