

# 煤矿胶带运输机的机电一体化改造

夏文军 焦卫军

国家能源集团宁夏煤业公司枣泉煤矿 宁夏 银川 750411

**摘要:** 本文针对煤矿胶带运输机进行机电一体化改造研究。首先概述了煤矿胶带运输机的工作原理、主要组成和技术特点。接着分析了机电一体化基础及改造需求。在改造方案设计中,明确了设计原则,包括安全性、先进性、实用性和经济性。系统架构设计涵盖中央控制室和现场控制单元。关键设备选型包括传感器和PLC控制器等。

**关键词:** 煤矿; 胶带运输机; 机电一体化; 改造

引言: 随着科技的不断进步, 煤矿生产对设备的自动化、智能化要求越来越高。煤矿胶带运输机作为煤炭运输的关键设备, 其性能直接影响着煤矿的生产效率和安全性。传统的煤矿胶带运输机在运行过程中存在一些问题, 如能耗高、可靠性低、维护成本高等。为了解决这些问题, 有必要对煤矿胶带运输机进行机电一体化改造, 引入先进的技术和设备, 提高其性能和自动化水平, 以适应现代煤矿生产的需求。

## 1 煤矿胶带运输机概述

### 1.1 煤矿胶带运输机的工作原理

煤矿胶带运输机是一种用于在煤矿中连续输送煤炭等物料的机械设备。其工作原理基于皮带的循环运动。在胶带运输机的两端分别安装有驱动滚筒和改向滚筒, 驱动滚筒由电机通过传动装置提供动力旋转。环绕在驱动滚筒和改向滚筒上的输送带, 在驱动滚筒的摩擦力作用下随之运动。当物料被装载到输送带上的起始点时, 输送带带着物料沿着预设的输送路线向前移动。在运输过程中, 输送带依靠托辊的支撑保持平稳运行, 防止下垂和跑偏。最终, 物料在输送带的末端被卸载, 完成整个输送过程。

### 1.2 煤矿胶带运输机的主要组成

煤矿胶带运输机通常由以下几个主要部分组成:

(1) 输送带: 这是运输物料的主要部件, 一般由橡胶、帆布或钢丝绳等材料制成, 具有足够的强度和耐磨性, 以承受物料的重量和运输过程中的摩擦力。(2) 驱动装置: 包括电机、减速机、联轴器等, 为输送带的运行提供动力。电机将电能转化为机械能, 通过减速机降低转速、增大扭矩, 再通过联轴器传递给驱动滚筒, 使输送带运转。(3) 滚筒: 分为驱动滚筒和改向滚筒。驱动滚筒通过与输送带之间的摩擦力驱动输送带运动, 改向滚筒则用于改变输送带的运行方向。(4) 托辊: 用于支撑输送带, 减少输送带的下垂度, 保证输送带平稳运行。

托辊分为槽型托辊、平行托辊、调心托辊等不同类型, 分别安装在不同的位置。(5) 拉紧装置: 用于保持输送带具有一定的张力, 防止输送带在运行过程中打滑或松弛。常见的拉紧装置有螺旋拉紧装置、重锤拉紧装置和液压拉紧装置等。(6) 机架: 是胶带运输机的支撑结构, 用于安装和固定其他部件, 保证整个设备的稳定性和可靠性。(7) 清扫装置: 用于清除输送带表面粘附的物料, 防止物料在回程中洒落和污染环境, 同时减少输送带的磨损。(8) 保护装置: 包括跑偏保护、打滑保护、撕裂保护、烟雾报警等, 用于保障胶带运输机的安全运行, 一旦出现异常情况能够及时停机并发出警报。

### 1.3 煤矿胶带运输机的技术特点

(1) 大运量: 煤矿胶带运输机能够在单位时间内输送大量的煤炭等物料, 满足煤矿高产高效的生产需求。其输送能力可以根据煤矿的生产规模和工艺要求进行设计和调整。(2) 长距离: 通过采用高强度的输送带和合理的布置方式, 胶带运输机可以实现数千米甚至更长距离的物料输送, 减少了中间转载环节, 提高了运输效率。(3) 连续运行: 一旦启动, 胶带运输机可以连续不间断地运行, 减少了设备的启停次数, 降低了能耗和设备损耗, 提高了生产效率。(4) 运行平稳: 输送带在托辊的支撑下平稳运行, 物料在输送过程中受到的冲击和振动较小, 有利于保护物料的质量和设备的寿命。(5) 自动化程度高: 现代煤矿胶带运输机配备了先进的控制系统和监测装置, 能够实现自动化控制和远程监控, 减少了人工操作, 提高了运行的可靠性和安全性<sup>[1]</sup>。(6) 适应性强: 可以适应不同的煤矿地质条件和生产环境, 能够在倾斜、水平甚至弯曲的输送路线上运行, 具有较强的灵活性和适应性。

## 2 机电一体化基础及改造需求分析

机电一体化的基础包括机械本体、动力驱动、传感检测、执行机构、信息处理和控制等关键要素。机械本

体是系统的基础框架,需要具备足够的强度和精度;动力驱动为系统提供能量,如电机、液压系统等;传感检测负责采集系统运行中的各种参数,如位置、速度、压力等;执行机构则根据控制指令完成相应动作;信息处理和控制在核心部分,对采集到的信息进行分析处理,并发出控制指令。

对于煤矿胶带输送机而言,进行机电一体化改造的需求主要源于以下几个方面。(1)提高生产效率是关键需求。传统的胶带输送机在运行速度、输送量等方面可能存在限制,通过机电一体化改造,采用更先进的驱动系统和控制系统,能够实现更精准的调速和优化的运行模式,从而大幅提高运输效率。(2)降低能耗是重要目标。随着能源成本的不断上升,优化胶带输送机的能耗表现至关重要。通过引入智能控制算法,根据负载情况自动调整运行参数,实现节能运行。(3)提升设备的可靠性和稳定性也是迫切需求。煤矿生产环境恶劣,设备容易出现故障。机电一体化改造可以利用先进的传感器和故障诊断技术,实时监测设备的运行状态,提前发现潜在问题,及时进行维护和修理,减少停机时间和维修成本。(4)增强安全性是煤矿行业的首要任务。改造中增加安全保护装置,如跑偏检测、过载保护、紧急制动等,能够有效避免事故的发生,保障人员和设备的安全。(5)适应智能化发展的趋势也是必然要求。实现胶带输送机与整个煤矿生产系统的智能化集成,实现远程监控、自动化调度和数据分析,有助于提高煤矿的整体管理水平和生产效益。

### 3 煤矿胶带输送机的机电一体化改造方案设计

#### 3.1 改造方案设计原则

(1)安全性原则:安全是煤矿生产的首要原则,在胶带输送机的机电一体化改造中更是重中之重。首先,结构设计必须确保稳固可靠,对关键部件进行强度校核,防止在重载和长时间运行下出现变形或断裂。安装多重安全防护装置,如跑偏保护、打滑保护、堆煤保护和撕裂保护等,实时监测设备运行状态,一旦出现异常情况能立即停机,避免事故扩大。电气系统要符合煤矿防爆要求,选用防爆电机、传感器和控制器等设备,设置完善的接地保护和漏电保护措施,确保人员和设备的安全。(2)先进性原则:采用行业内先进的技术和设备,提升胶带输送机的性能和自动化水平。选用高性能的电机和变频器,实现精确的调速控制,提高运行效率,降低能耗。应用先进的传感器技术,如高精度的温度传感器、速度传感器和振动传感器等,实时准确地监测设备的运行参数,为故障诊断和预防性维护提供数据

支持。(3)实用性原则:改造方案必须紧密结合煤矿现场实际需求,具有良好的可操作性和实用性。在设备选型上,要考虑煤矿的工作环境和运输任务,选择适合的规格和型号<sup>[2]</sup>。控制系统的设计要简洁明了,操作界面友好,便于操作人员掌握和使用。(4)经济性原则:在确保改造效果的前提下,合理控制成本,实现经济效益最大化。对改造方案进行成本效益分析,选择性价比高的设备和技术。在施工过程中,优化施工方案,提高施工效率,降低安装费用。

#### 3.2 系统架构设计

##### 3.2.1 中央控制室

中央控制室是整个系统的核心部分,负责对胶带输送机进行集中监控和管理。中央控制室内设置有服务器、工作站、大屏幕显示器、通信设备等,通过通信网络与现场控制单元进行数据交换和控制指令下达。(1)服务器:服务器是中央控制室的核心设备,负责存储和处理系统的各种数据和信息。服务器采用高性能的工业级服务器,具有高可靠性、高稳定性和高扩展性。服务器上安装有数据库管理系统、监控软件和通信软件等,实现对胶带输送机的实时监控、数据存储、报表生成和远程控制等功能。(2)工作站:工作站是操作人员进行监控和操作的终端设备,通过网络与服务器进行连接。工作站采用高性能的工业级计算机,具有高可靠性、高稳定性和高安全性。工作站上安装有监控软件和操作软件等,实现对胶带输送机的实时监控、参数设置、报警处理和手动控制等功能。(3)大屏幕显示器:大屏幕显示器是中央控制室的重要设备之一,用于显示胶带输送机的实时运行状态和参数信息。大屏幕显示器采用高分辨率的液晶显示器或LED显示器,具有高亮度、高对比度和高清晰度。大屏幕显示器可以通过拼接技术实现大屏幕显示,方便操作人员进行监控和管理。(4)通信设备:通信设备是中央控制室与现场控制单元进行数据交换和控制指令下达的关键设备。通信设备采用工业级的通信设备,具有高可靠性、高稳定性和高安全性。通信设备可以采用有线通信或无线通信方式,根据现场实际情况进行选择。

##### 3.2.2 现场控制单元

现场控制单元是分布在胶带输送机各个部位的控制设备,负责对胶带输送机进行现场控制和数据采集。现场控制单元采用PLC控制器或分布式控制系统(DCS)控制器,具有高可靠性、高稳定性和高实时性。现场控制单元通过通信网络与中央控制室进行数据交换和控制指令下达。(1)PLC控制器:PLC控制器是现场控制单元

的核心设备之一，负责对胶带输送机进行现场控制和数据采集。PLC控制器采用高性能的工业级PLC控制器，具有高可靠性、高稳定性和高实时性。PLC控制器上安装有输入输出模块、通信模块和控制程序等，实现对胶带输送机的启动、停止、调速、跑偏保护、打滑保护、堆煤保护和撕裂保护等功能。（2）传感器：传感器是现场控制单元的重要设备之一，负责对胶带输送机的各种参数进行实时监测和数据采集。传感器采用高可靠性的工业级传感器，具有高精度、高稳定性和高可靠性。传感器可以包括温度传感器、速度传感器、振动传感器、跑偏传感器、打滑传感器、堆煤传感器和撕裂传感器等，实现对胶带输送机的温度、速度、振动、跑偏、打滑、堆煤和撕裂等参数的实时监测和数据采集。（3）执行机构：执行机构是现场控制单元的关键设备之一，负责对胶带输送机进行现场控制和执行控制指令。执行机构采用高可靠性的工业级执行机构，具有高可靠性、高稳定性和高实时性。执行机构可以包括电机、减速器、制动器、张紧装置和清扫装置等，实现对胶带输送机的启动、停止、调速、跑偏调整、打滑调整、堆煤清理和撕裂修复等功能。

### 3.3 关键设备选型

#### 3.3.1 传感器

（1）温度传感器：选用高精度的热电偶或热电阻温度传感器，用于实时监测胶带输送机的电机、减速器、滚筒等部位的温度。温度传感器的测量范围应覆盖设备的工作温度范围，精度应不低于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。（2）速度传感器：选用非接触式的光电编码器或霍尔传感器，用于实时监测胶带输送机的运行速度。速度传感器的测量范围应覆盖设备的运行速度范围，精度应不低于 $\pm 0.1\text{m/s}$ 。

（3）振动传感器：选用加速度传感器或位移传感器，用于实时监测胶带输送机的电机、减速器、滚筒等部位的振动情况。振动传感器的测量范围应覆盖设备的振动频率范围，精度应不低于 $\pm 0.1\text{mm/s}^2$ 。（4）跑偏传感器：选用光电式或电容式跑偏传感器，用于实时监测胶带输送机的胶带跑偏情况。跑偏传感器的测量范围应覆盖设备的胶带宽度范围，精度应不低于 $\pm 1\text{mm}$ 。（5）打滑传感

器：选用接触式或非接触式打滑传感器，用于实时监测胶带输送机的胶带打滑情况。打滑传感器的测量范围应覆盖设备的运行速度范围，精度应不低于 $\pm 0.1\text{m/s}$ 。（6）堆煤传感器：选用超声波或电容式堆煤传感器，用于实时监测胶带输送机的落煤情况<sup>[3]</sup>。堆煤传感器的测量范围应覆盖设备的落煤高度范围，精度应不低于 $\pm 1\text{cm}$ 。（7）撕裂传感器：选用电磁式或光电式撕裂传感器，用于实时监测胶带输送机的胶带撕裂情况。撕裂传感器的测量范围应覆盖设备的胶带宽度范围，精度应不低于 $\pm 1\text{mm}$ 。

#### 3.3.2 PLC控制器

（1）品牌选择：选用国际知名品牌的PLC控制器，如西门子、施耐德、罗克韦尔等。这些品牌的PLC控制器具有高可靠性、高稳定性和高实时性，能够满足煤矿胶带输送机的控制要求。（2）性能参数：根据胶带输送机的控制要求，选择合适的PLC控制器性能参数。例如，选择具有足够的输入输出点数、高速计数器、模拟量输入输出模块、通信接口等功能的PLC控制器；选择具有高处理速度、大容量存储器、高可靠性的PLC控制器。（3）编程软件：选择易于使用、功能强大的编程软件，如西门子的STEP7、施耐德的UnityPro、罗克韦尔的RSLogix5000等。这些编程软件具有友好的用户界面、丰富的编程指令和强大的调试功能，能够提高编程效率和质量。

结语：煤矿胶带输送机的机电一体化改造是提高煤矿生产效率和安全性的重要举措。通过合理的设计原则、完善的系统架构和科学的关键设备选型，能够实现胶带输送机的高效运行、精准控制和安全可靠。这不仅有助于降低煤矿生产成本，提高企业经济效益，还能为煤矿行业的可持续发展提供有力保障。

#### 参考文献

- [1]张晋莉.煤矿胶带输送机监测监控与故障诊断系统设计应用[J].矿业装备,2023(8):182-184.
- [2]刘鹏.煤矿胶带输送机机电一体化改造分析[J].内蒙古石油化工,2020(12):61-63.
- [3]唐印伟.煤矿胶带输送机机电一体化改造探究[J].中国科技纵横,2022(15):110-112.