

实践应用

DOI:10.16643/j.cnki.14-1360/td.2025.04.022

带式输送机张紧力自动控制系统构建及应用分析

白 妮

(山西汾西矿业集团水峪煤业有限责任公司, 山西 吕梁 032300)

摘 要: 为满足长距离运输带式输送机张紧力调控需要, 以 81102 运输巷 DTL 140/180/3×400 型带式输送机为研究对象, 结合现场需要构建张紧力自动控制系统并进行工程应用分析。对张紧力自动控制系统整体架构、张紧力精准调控方式及关键硬件设备进行了设计及选型分析。现场应用后, 构建的张紧力自动控制系统运行平稳, 可满足带式输送机不同运行状态下张紧力精准控制需要, 不仅有助于提升带式输送机运行可靠性而且可降低带式输送机运行故障发生率及输送带磨损程度。

关键词: 带式输送机; 输送带; 张紧力; 自动化控制

中图分类号: TD528

文献标志码: A

文章编号: 2095-0802-(2025)04-0332-03

Construction and Application of Automatic Tension Control System for Belt Conveyor

BAI Ni

(Shuiyu Coal Industry Co., Ltd., Shanxi Fenxi Mining Group, Lvliang 032300, Shanxi, China)

Abstract: In order to meet the tension control needs of long-distance transportation belt conveyors, taking DTL 140/180/3×400 belt conveyor in the 81102 transportation roadway as the research object, an automatic tension control system was constructed based on on-site needs and analyzed for engineering applications. The overall architecture of the tension automatic control system, the precise control method of tension, and the key hardware equipment were designed and analyzed for selection. After on-site application, the tension automatic control system constructed runs smoothly and can meet the precise control needs of tension under different operating states of the belt conveyor. It not only helps to improve the reliability of the belt conveyor operation but also reduces the occurrence rate of belt conveyor operation failures and the degree of belt wear.

Key words: belt conveyor; conveyor belt; tension force; automated control

在井下煤炭开采时, 带式输送机用于将井下采掘作业面开采的煤炭、矸石等运输至地面, 运行效率及稳定性会直接影响矿井生产效率^[1-2]。为避免输送带下垂度过大或滚筒打滑等问题, 需给输送带施加一定的张紧力, 若张紧力过大, 虽然可避免摩擦力不足引起的打滑问题, 但是输送带始终处于高度紧绷状态, 容易导致输送带损失或撕裂等故障; 若张紧力过小, 会导致输送带打滑、跑偏等^[3-5]。带式输送机张紧力由张紧装置提供, 张紧装置性能、运行效果会直接影响张紧力控制效果, 进而对带式输送机运行造成影响^[6-7]。本文以山西一煤矿 81102 运输巷内 DTL 140/180/3×400 型带式输送机为研究对象, 结合现场张紧力调控需要构建张紧力控制系统, 以期进一步提高带式输送机张紧力控制效果及运行效率, 从而为煤炭安全高效运输创造良好条件。

1 矿井带式输送机及张紧装置概述

山西一煤矿为设计产能 3.85×10^6 t/a 的现代化矿井, 采用平硐+斜井开拓方式, 批准开采 2[#]、5[#]、9[#]、10[#] 及 11[#] 等煤层, 现阶段生产集中在 11[#] 煤层。11[#] 煤层为矿井主采煤层, 煤层厚度均值 5.8 m, 倾角 $3^\circ \sim 11^\circ$, 煤层赋存稳定, 为全区可采煤层, 顶底板岩性以粉砂岩、碳质泥岩以及砂质泥岩为主。11[#] 煤层 81102 综放工作面设计走向、倾向长分别为 890、225 m, 设计推进速度为 4.8 m/d, 煤炭日产量达到 1.22×10^4 t。采面煤炭由运输巷内 DTL 140/180/3×400 型带式输送机运输, 输送带宽度为 1 400 mm, 额定运行速度 3.5 m/s, 额定运量为 2 580 t/h。DTL 140/180/3×400 型带式输送机主要设备有滚筒、输送带、张紧装置等, 驱动滚筒带动输送带往返运动, 实现输送带上煤炭长距离高效运输。在采

收稿日期: 2024-06-10。

作者简介: 白 妮 (1989—), 女, 山西运城人, 本科, 助理工程师, 主要从事煤炭运输方面的工作。

面回采初期 81102 运输巷内 DTL 140/180/3×400 型带式输送机采用重锤张紧方式。具体重锤张紧装置结构如图 1 所示。

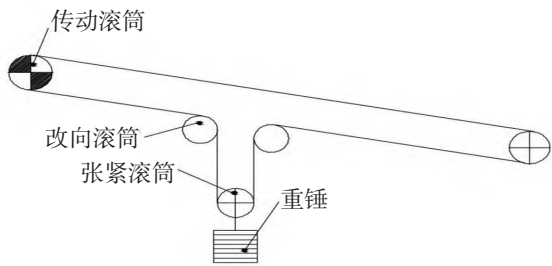


图 1 运输巷带式输送机重锤张紧示意图

重锤张紧方式依靠重锤自身重力给输送带提供较大的张紧力，但是也面临张紧力调节不变、张紧行程受限以及不容易观测到换向滚筒、输送带运行状态等问题，同时现场应用时若张紧滚筒、改向滚筒与输送带间落入煤粉、石子等异物时，容易导致滚筒、输送带损伤，严重时甚至会造成输送带撕裂。同时随着 81102 综放工作面推进距离不断增大，带式输送机铺设距离会不断减小，需要的张紧力也会有所降低，而重锤张紧方式在调整张紧力方面操作较为烦琐。为此，

本文提出构建一种张紧力自动控制系统，通过 PLC (Programmable Logic Controller, 可编程逻辑控制器)、变频器、电机及传感器等配合使用，实现张紧力自动调节，以期更好地适应 81102 运输巷带式输送机张紧力控制需要。

2 张紧力自动控制系统构建

2.1 整体架构

构建的带式输送机张紧力自动控制系统整体架构如图 2 所示，关键组成单元包括张紧装置、传感器组、PLC、变频器以及传输模块等。具体张紧力自动控制系统运行方式为：依靠传感器组设备采集带式输送机、张紧装置运输参数，并通过 PLC 综合分析采集参数，通过变频器输出电流频率调节实现张紧力自动控制。当张紧传感器检测发现张紧力偏高或偏低时，通过 PLC、变频器配合控制张紧装置运行，自动调控张紧力。传感器组持续获取带式输送机及张紧装置运行参数并反馈张紧力控制效果，通过 PLC 控制器与变频器控制张紧装置运行，从而实现整个张紧力自动化控制系统闭环。

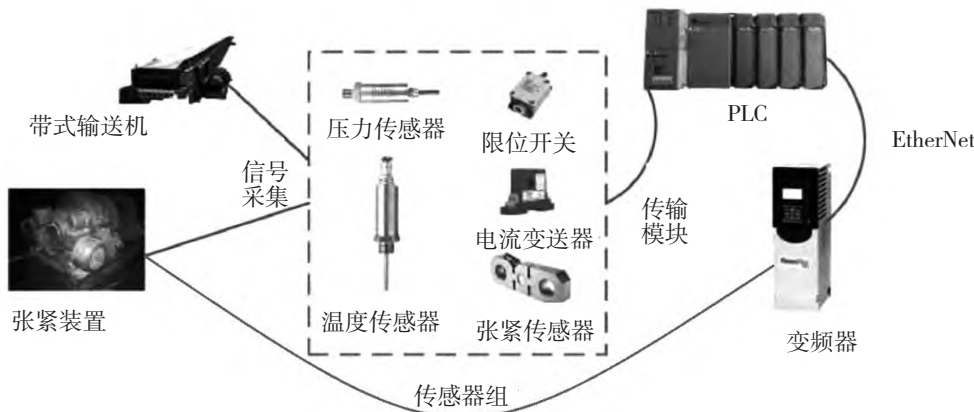


图 2 张紧力自动控制系统整体架构

2.2 张紧装置结构及张紧力精准控制方式

2.2.1 张紧装置结构

构建的张紧装置结构如图 3 所示。

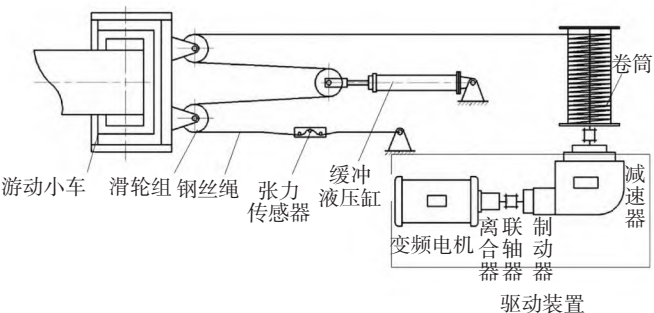


图 3 张紧装置结构组成示意图

张紧装置运行受 PLC、变频器控制，通过调节变频器输出电流频率实现变频电机及卷筒运行控制，从而实现张紧力调整。

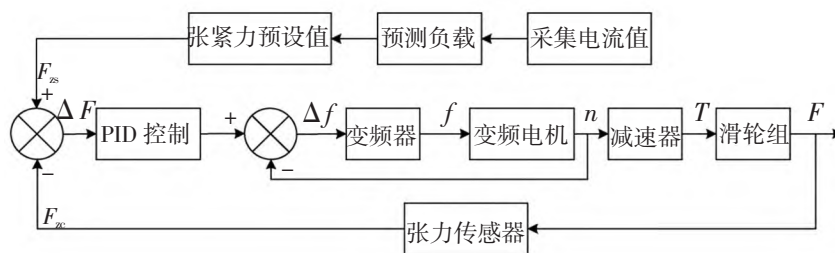
2.2.2 张紧力精准控制方式

带式输送机张紧力采用 PID 控制方式进行调节，具体张紧力调节控制过程如图 4 所示，依靠电流变送器获取驱动电机电流变化预测带式输送机负载，并确定张紧力预设值 (F_{set})；采用张力传感器获取实际张紧力 (F_{act})；PID 控制器依据 ΔF (F_{set} 与 F_{act} 间差值) 确定变频器输出电流频率差 Δf ，进而调节变频器、变频电机运行，精准控制张紧力。

2.3 控制系统硬件选型

2.3.1 PLC 及变频器选型

根据矿井 PLC 控制器现场应用情况，决定选用性能可靠、井下控制应用较为普遍的 Compactlogix 1769-L3X 系列 PLC，该 PLC 有完善的 I/O 接口模块、实时控制功能。选用 AB PF753 变频器，该变频器与选用的 PLC 配套效果较好，两者间通过 EtherNet 网络通信。



注: f 为变频器输出电流频率; n 为电机转速; T 为减速机输出扭矩; F 为滑轮组输出张紧力。

图 4 张紧力调控过程

2.3.2 传感器选型

传感器是张紧力自动控制系统基础的硬件设备,通过传感器获取张紧装置、带式输送机等设备运行参数,传感器检测精度及传输效果会直接影响系统运行效果。张紧力自动控制系统布置的传感器用于实现张力、温度、压力、电流等监测,根据检测参数需要,具体选用 TJL-7C 型张力传感器、HSTL-103F 型温度传感器、HSTL-800 型压力传感器、LX19-001 型号限位开关、MIK-DJI-V1-B1 型电流变送器等。传感器检测参数为张紧力控制的基础数据,选用的传感器防爆能力、安全性、可靠性及检测精度均较好。

3 工程应用分析

81102 运输巷 DTL 140/180/3×400 型带式输送机输送带宽度为 1 400 mm,带速为 3.5 m/s,运量为 2 580 t/h,布置倾角最大为 3.8°。根据有关资料得知输送带与驱动滚筒分离点张紧力、运行阻力分别为 69.3、583.0 kN;带式输送机在制动、启动、正常运行阶段需要的张紧力分别为 55、80、70 kN,在对张紧力进行调节时张紧力控制误差需控制在 3 kN 以内。

将构建的张紧力自动控制系统应用到 81102 运输巷 DTL 140/180/3×400 型带式输送机上后,对张紧力自动控制系统运行情况 & 性能进行分析,发现该张紧力控制系统可依据需要调节张紧力,同时各阶段张紧力控制值与设定值误差非常小,表明张紧力自动控制系统可根据带式输送机运行需要自动控制张紧力,确保带式输送机始终处于高效运行状态,避免出现打滑情况。具体张紧力自动控制系统应用效果如下。

参考文献:

- [1] 田培灿.带式输送机张紧力自动调节系统研究[J].机械管理开发,2024,39(3):194-196.
- [2] 李梅香.长距离运输带式输送机张紧力控制装置设计应用[J].机械研究与应用,2024,37(1):170-172.
- [3] 陈召霞.带式输送机尾部驱动张紧力自动调节研究[J].机械管理开发,2023,38(7):105-107.
- [4] 王新成.矿用带式输送机张紧力自动调控系统研究[J].山西焦煤科技,2022,46(5):24-26.
- [5] 崔志鹏.矿用带式输送机自动张紧控制系统研究[J].煤,2021,30(12):52-53.
- [6] 杜佳.基于 DMC-PID 的皮带张紧技术研究[J].煤矿现代化,2021,30(4):123-125.
- [7] 刘晋宇.矿用带式输送机张紧调节装置的设计与应用[J].机械制造,2020,58(3):39-40.

(编辑:董宇洁)