


# 智能综放面全煤流双集控云台监控系统设计

梁月伟

(晋能控股煤业集团,山西大同 037000)

**摘要:**针对某矿综采工作面运输系统缺乏有效监测手段,依靠人工目视无法集中控制运输设备,影响生产效率的情况设计了一种智能全煤流双集控云台监控系统,并详细分析了系统的功能。在硬件方面,对系统分站控制器及上位机进行选型设计,设计了一种皮带输送机煤料检测方法;在软件方面,设计了系统主程序工作流程图。监控系统的应用,提高了煤流系统的自动化与智能化,节约了劳动力成本与皮带输送机消耗成本,为企业带来了可观的经济效益与社会效益。

**关键词:**煤流检测;自动调速;故障诊断;视频监控

**中图分类号:**TD63<sup>+</sup>4 **文献标识码:**A **开放科学(资源服务)标识码(OSID):** 

## Intelligent PTZ Monitoring System Design of Full-Coal Flow Dual-Centralized Control on Fully Mechanized Mining Face

LIANG Yuewei

(Jinneng Holding Group, Datong 037000, China)

**Abstract:** In the transportation system of fully mechanized mining face, lacking effective monitoring methods and relying on manual visual inspection, centralized control of the transportation equipment cannot be realized, which affects production efficiency. An intelligent full-coal flow dual-centralized PTZ monitoring system was designed in a mine and its functions were analyzed in detail. In terms of hardware, the system sub-station controller and host computer were selected, and the coal detection method for belt conveyor was designed; in terms of software, the main program workflow was designed. The application of the monitoring system improved the automation and intelligence of the coal flow system, saved the labor cost and the consumption cost of the belt conveyor, and brought considerable economic and social benefits to the enterprise.

**Key words:** coal flow detection; automatic speed regulation; fault diagnosis; video monitoring

综采放顶煤工作面的煤流运输系统包括后刮板输送机与前刮板输送机。二者共同作用将工作面煤矸运输至转载机,通过破碎机粉碎加工后转载至皮带输送机,进而通过工作面皮带将煤矸运输至盘区皮带,最后输送至洗煤厂洗选<sup>[1-2]</sup>。这些看似简单的流程,其实每个环节都容易产生各种各样的机电事故,影响煤流系统正常工作和矿井安全生产<sup>[3]</sup>。目前部分煤矿运输系统均为满速运行,无法根据实际负载调节电机速度,缺少有效的检测手段,需要人工

目视判断,无法形成集中自动化控制,不利于矿井生产输送能力的调度<sup>[4-5]</sup>。本文将针对某矿综放面煤流运输系统,设计一种双集控云台监控系统,实现对皮带输送机与刮板输送机的统一监控。

## 1 监控系统总体方案研究与设计

### 1.1 工作面煤流系统工况分析

以同忻矿为例,在采煤过程中,煤流系统的前刮板机与后刮板机输送出的大块煤矸易对自身的链

\* 收稿日期:2020-11-11

作者简介:梁月伟(1988-),男,山西山阴人,本科,工程师,从事煤矿一线采掘研究工作,E-mail:chaiweijun001@163.com

条、刮板、链轮、链轮舌板等造成影响,且大块煤矸通过破碎机时极易破坏破碎机锤头及机架,此外大块煤矸由转载机落下时会对皮带表面造成损伤,同时会堵塞各皮带落煤筒仓,酿成更大的事故<sup>[6-7]</sup>。当各综采队及机掘队共用盘区皮带时,如果控制不好煤流量,则当流量过大时,会出现皮带过载保护启动,压住盘区皮带,无法正常运输;而当流量较小时,设备达不到额定运转,导致设备无功消耗<sup>[8-10]</sup>。

## 1.2 监控系统功能分析

针对上述问题,综放面全煤流双集控云台监控系统需要实现的功能包括:

1)故障监测功能。根据速度、电流等传感器,实时监测刮板输送机与皮带运输机的工况参数,保障煤流运输系统安全运行。

2)煤量检测功能。利用传感器技术,采集皮带运输机上的煤量参数,通过计算得到皮带上的总煤量。

3)设备调速功能。根据传感器检测到的速度信号与煤流参数,实时调节皮带运输机输出功率,避免无功消耗。

4)视频监控功能。构筑皮带巷沿线摄像头监控、带式输送机沿线重要部位摄像头监控、皮带头筒仓内摄像头监控,同时可以监控其他队组以及各盘区出煤流量的变化,及时和工作面协调情况。

5)语音通话功能。前刮板输送机看护人员,使用 4G 防爆电话及时与生产班组放煤工以及采煤机司机沟通,告知其煤流量情况,保证运输设备正常工作。

6)信息传输功能。通过串口通信及以太网传输的方式,将煤流系统所有数据汇总在地面值班显示器以及井下集中操作台,同时监控,为工作面设备运转,提供双重保障,将整个生产工作集中呈现出来。

## 1.3 系统总体方案设计

监控系统集数据分析、视频通话、管理监控为一体,如图 1 所示,系统可分为井上部分与井下部分。井上由地面调度室与声光报警器等设备组成,采用大型数据库为核心,以交互式软件为基础,通过以太网与远程监控端和井下监控机进行信号传输与通讯。井下部分包括监控分站、通讯广播系统、视频监控监控系统、无线通讯系统、皮带运输机系统和刮板输送机系统。皮带运输机系统中的温度与电流传感器用来采集电机的温度和电流信号;超声波传感器采集目标区域内煤料的高度;速度传感器检测皮带的运行速度;张力传感器采集皮带的张力信号,用于故障

诊断。刮板输送机系统中的电流与温度传感器采集电机的温度和电流信号;速度传感器检测刮板机的运输速度,用于运输系统的协调控制。

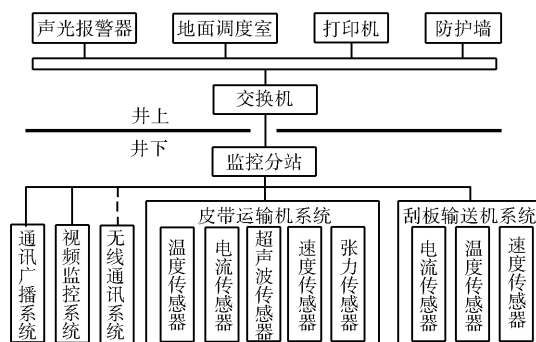


图 1 监控系统总体方案

Fig. 1 Monitoring system overall plan

监控分站控制器选用 PLC 控制器,实现对皮带运输机与刮板输送机故障信息的处理功能与自动调速功能。皮带运输机系统安装有超声波传感器,通过单片机处理后可得到皮带运输煤量。

## 2 监控系统硬件分析设计

### 2.1 分站控制器及上位机选型

根据系统功能要求及工作环境,系统分站控制器选用 S7-400CPU 处理器,实现煤料运输的自动控制与监视管理功能。上位机采用 DELL 工作站,利用 WinCC 组态人机交互软件,运行监控系统界面,实现上位机与控制器的数据交换、历史数据存储与查询、数据处理及图表显示等功能。该控制器与上位机系统具有良好的稳定性,可适应井下恶劣环境,长时间可靠运行。

### 2.2 煤流检测装置硬件选型

煤流检测装置包括处理器单元、超声波传感器、速度传感器及电源。其中超声波传感器用于采集目标区域内煤料的高度;速度传感器用于检测皮带的运行速度,通过信号转换模块将数据传输给分站控制器。

超声波传感器采用 GUC2 探头,结构简单,便于焊装。速度传感器基于霍尔原理,由 32 只磁钢和霍尔探头组成,均匀安装于皮带运输机滚筒。当滚筒转动时,计算霍尔探头检测到磁钢产生的脉冲次数,即可得到皮带运输速度。

### 2.3 煤流检测装置算法实现

系统采用超声波煤流检测法,在皮带上方定点布置超声波传感器,设定传感器采样频率,计算每一采样点的煤量,再根据皮带长度与运输速度计算出

皮带总煤量。

超声波传感器测量原理如图 2 所示。采样点内煤面的最高点高度为  $h$ , 根据皮带宽度  $b_1$ , 底部托辊长度  $b_2$ , 托辊夹角  $\alpha$ , 可推算出采样点截面积  $S$  计算公式(1).

$$S = \frac{(b_1 + b_2) \times h}{2} = \frac{[b_2 + (b_2 + 2h \tan \alpha)] \times h}{2} \quad (1)$$

煤流量  $Q$  的计算公式如下:

$$Q = S \times v \times \rho \quad (2)$$

式中:  $v$  为皮带运行速度,  $\text{m/s}$ ;  $\rho$  为煤料密度,  $\text{t/m}^3$ 。

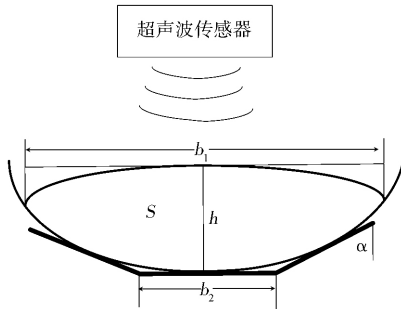


图 2 超声波传感器测量原理  
Fig. 2 Ultrasonic sensor measurement principle

### 3 监控系统软件实现

监控系统软件主程序流程图, 如图 3 所示。系统初始化后, 通过人机交互界面可对系统参数进行设置, 同时开始数据传输与通讯服务。系统检测煤流状态, 根据不同状态顺序启动运输设备, 如皮带空载时, 依次启动盘区皮带、工作面皮带、破碎机、前刮板输送机、后刮板输送机。运输机自动调速程序, 在运行前设置好调速范围与参数限值, 运行过程中根据传感器采集数据, 计算得到煤流状态, 得出当前时刻合适的功率与速度, 与当前功率和速度比较, 通过变频器进行缓慢调节。系统利用各工况参数传感器监测各设备运行状况, 同时工作人员可通过视频监控系统进行直观判断。在系统准备停机时, 可分为正常停机与紧急停机。紧急停机时, 系统向所有设备发出停车指令, 设备立即停止; 正常停机时, 各设备按照运输顺序延时停车, 保证在停车后, 将设备上的煤料全部运输入煤仓。

### 4 应用效果分析

监控系统应用于同忻矿 8305 工作面以来, 受到广大员工的一致认可, 为企业带来了较好的经济效益与社会效益。表 1 为监控系统的煤流传感器计算数据与实际数据对比, 由表中数据可知系统计算结

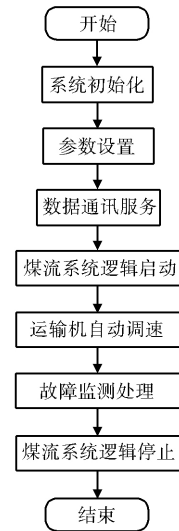


图 3 监控系统软件工作流程图

Fig. 3 Workflow diagram of monitoring system software

果与实际数据误差较小。

表 1 监控系统煤流传感器计算数据与实际数据汇总表

Table 1 Calculation data and actual data from coal flow sensor in monitoring system

时间	带速/ ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )	煤厚/ cm	实际瞬时流量/ ( $\text{t} \cdot \text{s}^{-1}$ )	传感器计算流量/ ( $\text{t} \cdot \text{s}^{-1}$ )
20200804	3	10	0.138 284	0.138 134
20200805	3	12	0.138 489	0.138 385
20200806	3	20	0.310 959	0.309 785
20200807	3	17	0.255 653	0.253 984
20200808	3	11	0.154 207	0.154 955

从经济效益方面来看, 该装置应用后, 生产班每班节省工种 3 名, 按 300 元/人, 1 天 2 班计算, 一天节省 1 800 元, 全矿每年约节资 200 万元。根据 8305 工作面运输系统的实际状况, 运输设备整机额定功率为 1 500 kW, 按每工作日 16 h 的生产时间, 一年 300 个工作日计, 当系统不进行自动调速控制时, 按照额定功率计算, 8305 工作面耗电量约为 720 万  $\text{kW} \cdot \text{h}$ , 按照市场商用电价每度 0.8 元计算, 全年电费 57.6 万元。当系统进行自动调速控制时, 2019 年实际 8305 工作面用电量为 430 万  $\text{kW} \cdot \text{h}$ , 理论节电率  $n = 430/720 \approx 60\%$ , 节约电费约 23 万元, 具有较好的节能性。综上所述, 系统应用后一年为全矿带来的总经济效益为 223 万元左右。

从社会效益方面来看, 该装置的应用不仅减少了压后溜、堵转载机、压皮带、煤流过载等事故发生的概率, 同时也保证了操作人员的安全, 保护了设备的安全高效运转, 社会效益良好。

### 5 结语

本文设计了一种智能综放面全煤流双集控云台

监控系统,通过煤流检测装置与视频监控等辅助手段,实现了工作面煤流运输状态与设备工况的实时监测,并通过 PLC 控制器自动调控皮带运输机的运行速度。监控系统的应用,不仅节省了人力成本,而且提高了生产运输效率,减少了频繁启停设备对设

备带来的冲击与破坏,对类似条件下的工作面提供了很好的借鉴。然而,目前的系统仍存在部分装置不够人性化的问题,如前溜头的风比较冷,不利于操作工身体健康等,这些问题将是下一阶段研究的重点。

#### 参考文献:

- [1] 免光润,张豪,时培源. 煤矿主煤流运输智能化控制技术研究[J]. 能源与环保,2019,41(10):140-142.  
HUAN G R,ZHANG H,SHI P Y. Research on intelligent control technology of main coal flow transportation[J]. China Energy and Environmental Protection,2019,41(10):140-142.
- [2] 蒋卫良,王兴茹,刘冰,等. 煤矿智能化连续运输系统关键技术研究[J]. 煤炭科学技术,2020,48(7):134-142.  
JIANG W L,WANG X R,LIU B,et al. Study on key technology of coal mine intelligent continuous transportation[J]. Coal Science and Technology,2020,48(7):134-142.
- [3] 黄友鹤,李雨涵. 基于预测控制的煤矿主煤流缓冲仓设计[J]. 煤炭技术,2018,37(2):272-273.  
HUANG Y H,LI Y H. Design of buffer storage for coal flow in coal mine based on predictive control[J]. Coal Technology,2018,37(2):272-273.
- [4] 王文清,田柏林,冯海明,等. 基于激光测距矿用带式输送机多参数检测方法研究[J]. 煤炭科学技术,2020,48(8):131-138.  
WANG W Q,TIAN B L,FENG H M,et al. Research on multi-parameters detection method of mine belt conveyor based on laser ranging[J]. Coal Science and Technology,2020,48(8):131-138.
- [5] 刘井旭,张向威. 煤矿主煤流运输系统综合信息化控制平台的研究与应用[J]. 商品与质量,2018(10):282-292.  
LIU J X,ZHANG X W. Research and application of integrated information control platform for coal mine main coal flow transportation system[J]. The Merchandise and Quality,2018(10):282-292.
- [6] 王勇,张迎春,张翔宇,等. 基于 CAN 总线的煤流控制装置系统[J]. 煤矿安全,2016,47(7):133-135.  
WANG Y,ZHANG Y C,ZHANG X Y,et al. Design of coal flow control system based on CAN bus[J]. Safety in Coal Mines,2016,47(7):133-135.
- [7] 张永福,杨坤,胡云涛. 煤矿主煤流远程安全高效自动控制系统设计[J]. 机电信息,2016(27):84-85.  
ZHANG Y F,YANG K,HU Y T. Design of remote safe and efficient automatic control system for main coal flow in coal mine [J]. Mechanical and Electrical Information,2016(27):84-85.
- [8] 王义志,李杨勇,孙明智,等. 煤矿主煤流输送智能化管控系统研究[J]. 百科论坛电子杂志,2019(14):518-519.  
WANG Y Z,LI Y Y,SUN M Z,et al. Research on intelligent management and control system of main coal flow transportation in coal mine[J]. Encyclopedia Form,2019(14):518-519.
- [9] 闫顺礼,宋玉斌,于忠厚. 井下主运带式输送机智能煤流系统的研究[J]. 煤矿机械,2019,40(9):180-183.  
YAN S L,SONG Y B,YU Z H. Research on intelligent coal flow system of underground main belt conveyor[J]. Coal Mine Machinery,2019,40(9):180-183.
- [10] 任小冉,田多宝. 煤矿主煤流胶带机运输系统的远程集中控制研究[J]. 科技与企业,2013(20):160.

(编辑:安娜)