

葛泉矿东井皮带集控系统研究与应用

周永明

(冀中能源股份有限公司葛泉矿 河北 邢台 054100)

摘要: 葛泉矿东井皮带主要运输系统长度约4000m,分为东一及东二采区,战线较长,搭接点多,所需岗位作业人员较多,劳动强度大,运行效率低。基于此,本文首先对矿井皮带集中控制的需求进行分析,在此基础上,对皮带集控系统的原理和内容进行阐述,通过皮带集中通讯、机械设计和传感器控制一体化,实现地面对井下皮带的远程集中控制。该项目应用后能够省去皮带机头机尾的固定岗位人员,达到减人提效的目的,还可以提升皮带运输系统的管理水平和运行效率,对智慧矿山建设及企业高质量发展具有重大意义。

关键词: 煤矿; 输送机; 集中控制; 减人增效

0 引言

当前矿井皮带运输系统主要是安排专人在机头、机尾或者转载点位置看守皮带,负责皮带的关停和维护,及时解决皮带跑偏、堵塞、打滑等随机问题。这种方式表现出效率低、可靠性差、操作繁杂、工人劳动强度大的特点,也不符合当前煤矿自动化、智能化的要求,因此,对皮带集控系统进行研究并应用,是一项必要且紧迫的工作^[1,2]。

1 应用皮带集控系统的必要性

煤矿井下采掘头面较多,运输皮带纵横交错,各条皮带独立性较强,但真正需要运转时,需要全线皮带统一协调运转,在系统设计安装之前存在许多问题,主要表现在:

(1) 人力资源投入较多,各条皮带机头机尾均需要安排一名八小时工作制岗位工人,三个岗位工人必须现场交接班,否则,存在严重的运转隐患。

(2) 皮带全线开启时间较长,从采掘头面到煤仓,所有皮带全线运转,从信号传输到岗位工人反应操作时间,正常情况下需要5~10分钟,这既耽误了正常生产时间,又耗费了大量的设备空转电能。

(3) 皮带巷整体环境相对恶劣,煤尘较大,对职工的身体呼吸系统造成很大的伤害。尽量减少皮带巷的岗位,保障职工身体健康。

鉴于上述各种原因,经充分市场调研和技术论证,结合葛泉矿东井自身的生产条件,研究并应用皮带集控系统。下面就该系统的主要内容及应用效

益进行探讨分析。

2 皮带集控系统的主要内容

葛泉矿东井的皮带基本情况如表1所示,搭接情况如图1所示。

表1 主要皮带基本参数

名称	型号	长度/m	转载点数量
上仓皮带	DTII10080	450	2
东翼强力皮带	DTL100/45/2×200	1250	4
7号煤上山皮带	SDJ-150	150	2
煤仓下口皮带	SDJ-150	170	2
东二左翼皮带	DTL100/63/2×160	450	2
东二右翼皮带	SDJ-150	350	1

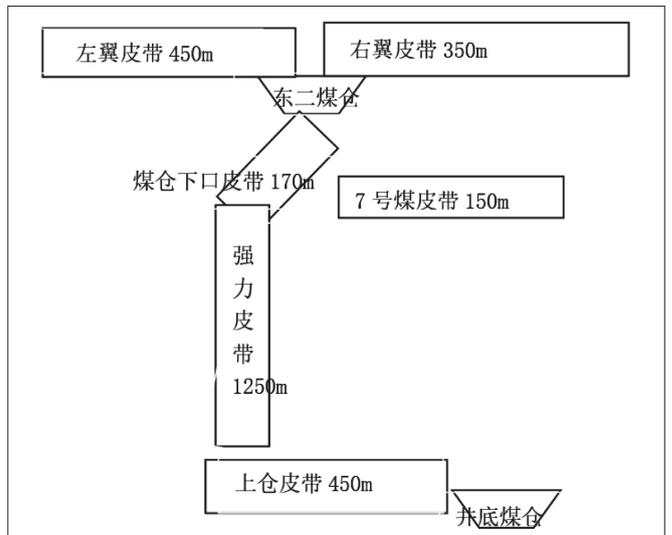


图1 皮带布置图

2.1 集控整体布局设计

矿井采用天津华宁的 KTC150 皮带集控系统，该装置突出的关键技术是内置高性能工业控制计算机，利用计算机技术、自动控制技术，实现井下运输线各部皮带或者给煤机的集中控制；同时具备手动、自动、检修等多种模式，通过本安键盘和鼠标触摸区，根据现场情况即时监测、检测、调整；可现场编程、组网，配有以太网接口、USB 接口和 RS485 接口，可以与综合自动化系统及信息系统实时对接，扩展空间广。

集控系统采用囊括内部总线与外部总线的双总线模型。KTC150 的 CPU 模块（上位机）通过内部总线和各中位机（CS1、CS2）相连。两个中位机 CS1 和 CS2 又通过外部总线和智能输入、输出（下位机）相连。通过上位机与中位机的通信，一方面将皮带运行数据上传到地面集控室，另一方面将地面监控系统下发的启 / 停指令传递给井下设备，完成信息采集和控制指令的发出。中位机 CS1、CS2 起到中转站的作用，将上位机的指令传给下位机，再将下位机的应答传给上位机。

2.2 上位机组态设计

在地面集控室及井下操控硐室布置上位机，两个核心模块是 KTC150 矿用隔爆兼本质安全型控制器和工控机。根据葛泉矿东井具体情况，主控制器布置在东翼强力皮带机头控制室内，主要控制上仓皮带、强力皮带、东翼下山皮带和煤仓下口皮带。从控制器布置在东二煤仓上口，主要控制东二左翼皮带、右翼皮带及给煤机。工控机布置在地面集控室内，完成现场各传感器信息的采集与处理。主控制器和地面工控机通过软件开发的人机界面均可控制皮带的启 / 停，实现一键启 / 停功能（图 2）。软件设计和组态开发过程中，结合目前葛泉矿东井井下皮带运行维护状态，设计出满足生产需要的软件程序。该组态软件可提供可视化程序的开发环境，真彩显示图像，并提供丰富的绘图工具、先进的图像处理技术以及实现更生动效果的动画连接，最大程度满足用户对现场的管理

需求。

2.3 网络通讯传输系统

KTC150 矿用隔爆兼本质安全型控制器与地面工控机及计算机通过 MGTSV-16-B1 阻燃光缆连接，光缆通过主井到达地面集控室内，从而实现井下控制器与地面集控室上位机的信息共享。井下集控硐室内通过 LXYVB-7-1-50 七芯电缆进行数据的采集及传输。

2.4 视频监控系統

皮带机头、机尾及转载点位置安设自动变焦、200 万像素、海康机芯的防爆摄像头，其具有强光抑制、自带补光、背光补偿、宽动态、数字降噪等特点，能够实时采集皮带机头、机尾运转状态，如图 3 所示。

井下监控画面通过光纤网络传输到井下控制器及地面上位机显示屏，以图像、动画和文字的形式显示设备启 / 停和各种保护传感器的动作状态以及设备电压电流等控制信号，同时接入地面硬盘录像机，定期保存视频影像资料^[3,4]。

2.5 语音扩播系统

语音扩播系统是在井下各控制器端安装信号转换器，采用 VOIP 协议将沿线模拟音频信号转换成以太网数字信号，实现地面集控室与各皮带沿线扩音电话的通话通讯和实时语音报警功能。对井下扩播装置进行沿线闭锁和语音报警一体化设计，抛弃了传统的微动开关，大幅度降低了故障率，延长了设备使用寿命。其中闭锁机构既可实现两端拉力闭锁，也可实现自身压入式闭锁，可较好满足生产安全需要和执法部门检查要求。

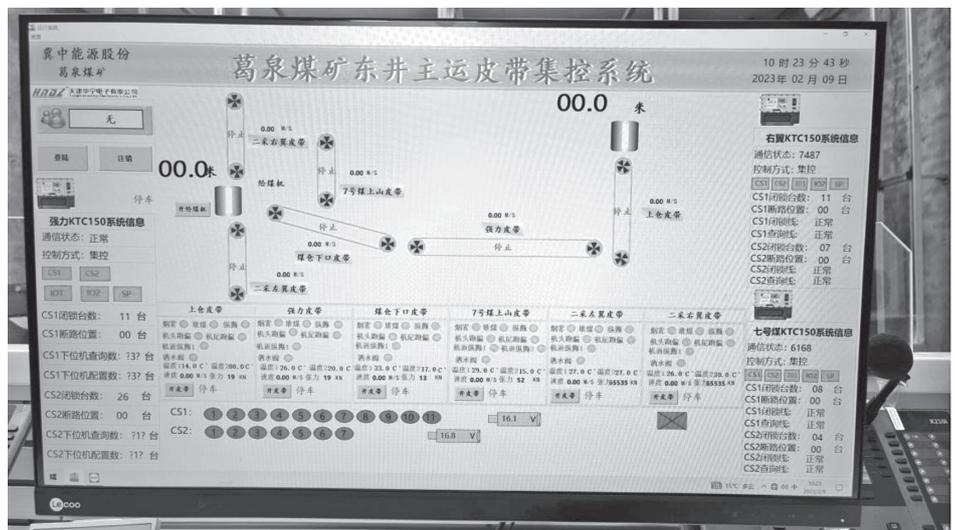


图 2 皮带远程集控人机交互主界面



图3 视频实时监控系統

2.6 故障分析系統

矿用隔爆兼本质安全型电源模块采用外置结构，输入输出采用快插式，模块易于更换。每个本安电源模块都有指示灯，便于故障处理和分析。

2.7 皮带保护系統

按照《煤矿安全规程》要求，对皮带保护系统进行升级，装设防打滑、跑偏、堆煤、撕裂等保护装置，同时装设温度、烟雾监测装置和自动洒水装置，具备沿线急停闭锁功能。在上仓皮带及强力皮带等主要带式输送机上，装设输送带张紧力下降保护装置。

2.7.1 防打滑保护装置

防打滑装置型号为GSX6-SC，安装在机头卸载、导向或驱动滚筒的回程胶带上表面，偏离皮带中心线不超过100mm。作用是当驱动滚筒与输送带打滑时，保护装置报警，同时实现带式输送机自动停机。

2.7.2 跑偏保护

跑偏保护装置型号为GEJ-15-P，安装在机头卸载滚筒和机尾改向滚筒10~15m处，导杆外表面距托辊端部边缘不超过20mm。跑偏保护装置的作用是在输送带跑偏时，保护装置报警；输送带超出托辊端部边缘20mm时，中止带式输送机运行。

2.7.3 堆煤保护

堆煤保护装置型号为GUD-330-D1，安装在转载点机头卸载滚筒下沿200mm处；水平位置应在卸载滚筒前方，落煤点的上方。作用是当带式输送机机头卸载处发生堆煤情况时，保护装置报警，同时带式输送机自动停机。

2.7.4 撕裂保护

撕裂保护装置型号为GVY10，安装在受料点等输送带易撕裂处，即受料点向机头方向（即煤流运行方向）10~15m位置，位于上、下皮带之间，保持与皮带平行。作用是当皮带撕裂时，有物料（煤）落入传感器，阻挡了光电开关的红外线传输，或者通过按压式传感器输出阻抗发生变化检测胶带撕裂故障，撕裂保护装置动作实现保护，输送机断电停车。

2.7.5 温度保护

温度保护装置型号为GQM-40-W1，安装在输送机所有主驱动滚筒位置处。传感器用专用支架固定，固定牢靠，方向正对主驱动滚筒，位置在滚筒中心±300mm。温度保护装置的作用是当皮带在驱动滚筒上打滑时，输送带与驱动滚筒摩擦生热，当测温点处温度超过规定值时，温度保护装置应报警，同时能启动洒水装置，喷水降温。

2.7.6 烟雾保护

烟雾保护装置型号为GQG5-Y-2, 安装在皮带机驱动滚筒下风侧10~15m处的巷道顶部, 悬挂高度以烟雾通过为原则。作用是当带式输送机的皮带因摩擦等原因引起火灾及周围有烟雾生成, 并达到一定浓度时, 保护装置自动发出声光报警, 并自动停机, 实现烟雾保护。

2.7.7 沿线急停保护

沿线急停保护通过扩播通讯装置实现, 从带式输送机机头到机尾每隔60m安装一台开关, 所有的双向急停开关宜用细钢丝绳进行连接, 拉绳要松紧适度, 垂度一致。沿线急停保护的作用是当运行中的带式输送机出现某种特殊的情况时, 能够就地使运行的带式输送机立即停止运行^[5,6]。

3 集控系统优点

通过对皮带运输系统的科技创新改造, 集控系统的具体优点如下:

(1) 地面集控室通过组态软件对井下皮带、给煤机等设备运行状态进行监控, 可实现计算机远程集中控制、人工就地控制、检修方式控制、点动方式控制、皮带保护监测、语音报警等多种控制形式, 各控制方式间存在可靠闭锁;

(2) 集控系统应用后, 可节约人力资源, 减少人员工资开销, 实现资源的合理分配, 将这部分费用转移到更值得完善和优化的工作环节里, 切实实现减人增效的目标;

(3) 集控系统应用后, 可实现多部皮带的协调联动, 避免了皮带空转的电能损耗, 可节约矿井耗电成本;

(4) 集控系统运行后, 机头或者机尾不用专门安排固定岗位人员, 改善了职工工作环境, 减少了粉尘及噪声对职工身体的危害, 进一步保障了职工的生命健康。

4 系统应用后效益研究分析

4.1 经济效益

皮带集控系统应用后, 节约了人力成本、耗电成本, 带来了较大的经济效益。各栏目的计算如下。

4.1.1 电能消耗部分

$D=H \times P_{总} \times \text{¥}=365 \times 305.2 \times 0.6 \times 1.5=100258.2$ (元) ≈ 10.03 (万元)

式中: D —皮带空转年节约电费 (万元);

H —全年节约运行小时数 (h), 预计改造后日节约 1.5h;

$P_{总}$ —电动机空载耗电量总和 (kW·h);

¥ —每度电金额, 取 $\text{¥}=0.6$ 元 /kW·h。

其中, $P_{总}$ 为各设备的空载耗电量之和, 各设备的空载耗电量按照下式计算:

$$P=1.732 \times U \times I \times \phi$$

式中: U —电压;

I —空载电流;

ϕ —功率因数, 一般取 0.85。

参考空载电流及设备电压, 计算结果如下: 上仓皮带空载耗电量 $P_{上仓}=38.8$ kW·h, 东翼强力皮带空载耗电量 $P_{强力}=134.2$ kW·h, 东二右翼皮带耗电量 $P_{右翼}=34$ kW·h, 东二左翼空载耗电量 $P_{左翼}=35$ kW·h, 煤仓下口皮带空载耗电量 $P_{煤仓}=34$ kW·h, 7号煤运输上山皮带耗电量 $P_{7号煤}=29.2$ kW·h, 合计 $P_{总}=305.2$ kW·h。

4.1.2 人工成本部分

$$R=A \times S=12 \times 70000=840000 \text{ (元)} =84 \text{ (万元)}$$

式中: R —人工成本 (万元);

A —固定岗位工人数 (个);

S —岗位司机人均年成本, 取 $S=7$ 万元。

节约固定岗位工人数具体如下: 上仓煤仓司机、东翼强力司机、7号煤皮带司机、东二皮带司机、煤仓下口司机、煤仓上口司机、东二左翼司机、东二右翼司机各 1 人, 加班组长 2 人, 每班需要 10 人, 改造后每班安排 4 人井下巡视检查, 2 人负责井上集控室监控, 保证运转, 每班节约固定岗位工人 4 人, 三个班组共计 12 人。

4.1.3 设备折旧方面

设备每年折旧为: $(75.3 + 79) \times 0.95 \div 10=14.66$ (万元)。

综合以上, 每年可创造经济效益约为: $84+10.03-14.66=79.37$ (万元)。

4.2 社会效益

葛泉矿东井皮带集控系统的应用, 在矿井皮带运输系统无人值守上取得良好效果, 有较大的社会效益。具体如下:

(1) 实现自动化、智能化皮带运输管理, 应用 KTC150 皮带通讯控制保护系统实现井下多条皮带的 (下转第 110 页)

量保证器械始终处于完好状态。本文仅对医疗实践中最为常见故障进行了分析,对于其他故障要做到举一反三,灵活应对,方能不断提高腹腔镜手术器械的设备完好率。

参考文献:

- [1] 孟蛟. 腹腔镜手术器械组成与系统设备故障维修初探 [J]. 现代制造技术与装备, 2019(03):177-178.
- [2] 杜昱铿. 腹腔镜手术器械设备组成及故障维修方法探析 [J]. 设备管理与维修, 2018(21):70-71.
- [3] 袁安昊. 腹腔镜手术器械组成与系统设备故障维修探讨

[J]. 医疗装备, 2017, 30(22):64.

[4] 雷坤. 腹腔镜手术器械组成与系统设备故障维修 [J]. 医疗装备, 2016, 29(04):35-36.

[5] 郑志远. 腹腔镜手术器械组成与系统设备的故障维修思路探究 [J]. 中国卫生标准管理, 2015, 6(13):30-31.

[6] 王焱. 腹腔镜手术器械组成与系统设备的故障维修探讨 [J]. 无线互联科技, 2013(07):193.

[7] 励秀武, 刘淑玲, 代中军, 等. 腹腔镜手术器械专用清洗灭菌室的流程设计与设备配置 [J]. 护士进修杂志, 2010, 25(17):1623-1624.

[8] 廖海涛. 分析腹腔镜手术器械的清洗、保养、灭菌与管理措施 [J]. 中国设备工程, 2022(08):86-87.

(上接第105页)

控制与保护,达到一键启/停的目的。

(2) 安全性高,可靠性强。该系统与矿用网络摄像系统连接,可流畅显示最高9路720P高清视频画面,实现远程清晰、直观的监控控制,设备运转安全可靠。

(3) 节约人力投入,应用集控系统后每班节约岗位工人4人,降低了人力成本。集控系统具有响应快的特点,一定程度上缩短了皮带空转时间。

(4) 满足了矿井自动化的要求,KTC150集控系统工作可靠,性能稳定,故障率低;同时参数设置灵活,操作简单,万一出现故障时,不需要厂家技术人员亲自维护。

(5) 集控系统应用后,部分职工工作环境由充满粉尘及噪声的皮带巷变为地面集控室,改善了职工工作环境,降低了劳动强度。

5 结语

葛泉矿东井皮带集控系统,运用自动控制技术和实时监测、智能管控技术,实现对井下皮带设备的智能控制、运行监测等,达到皮带设备高效运行的目的,符合矿井自动化的运行要求。通过研究应用该系统,

达到皮带岗位无人值守的效果,节约了人力资源,避免了设备空转磨损,节省了电力能源,符合现代化矿井减人提效、节支降耗的生产需要。

参考文献:

[1] 王伟. 带式输送机集控系统设计分析 [J]. 能源与节能, 2019(04):134-135+186.

[2] 王海栋. 带式输送机驱动方式的优化设计 [J]. 机械管理开发, 2019(10):221-222+259.

[3] 关晋渊. 矿井带式输送机集控系统设计与实践分析 [J]. 当代化工研究, 2019(07):133-134.

[4] 薛琳, 黄鹤松. 矿用胶带机集中控制系统的研制 [J]. 工矿自动化, 2006(05):83-85.

[5] 白亚林, 宋建成. 基于PLC的胶带输送机综合保护系统的研究 [J]. 工矿自动化, 2008(05):52-55.

[6] 赵杰. 煤矿主煤流运输系统集中控制的应用 [J]. 能源技术与管理, 2006(06):122-123.

作者简介: 周永明(1987.11-),男,汉族,河北邢台人,本科,工程师,研究方向:煤矿机电设备管理。