

矿井安全监测监控系统的设计与实践

刘晓强 (山西汾西中兴煤业有限责任公司, 山西 运城 030500)

摘要: 基于 CAN 总线以及工业以太网对矿井安全生产监控系统进行研究, 并对系统结构框架、通信方式以及人员定位、视频监控、生产监控等子系统进行详细设计。现场应用后, 井下各主要位置设备、人员以及环境参数等监测结果均可传输给地面监控中心, 不仅调度人员实时掌握井下情况而且可提升安全生产预警能力。研究成果可在一定程度上提升矿井安全生产保障能力。

关键词: 安全监控; CAN 总线; 传感器; 监控分站

山西某矿为高瓦斯矿井, 现阶段主采的 3#、5# 煤层煤尘无爆炸危险性, 煤层有自然发火倾向。随着矿井安全生产要求的不断增加以及现代化新型技术的快速发展, 根据矿井实际条件针对性的设计安全监控系统可在一定程度上提升矿井安全生产保障能力^[1]。为此, 文中根据矿井安全监控、智能化以及生产需要, 提出将 CAN 总线以及工业以太网相结合, 构建矿井安全生产监控系统, 信息传输为工业以太网, 现场设备控制由 CAN 总线、工业以太网构成, 充分发挥 CAN 总线、工业以太网在通信、控制方面优势, 提升安全监控系统可靠性。

1 安全监控系统结构框架

井下铺设的通信线路通过以太网交换机传输给地面监控中心。在以太网关键节点位置布置交换机, 可将附近 PLC 等设备接入到以太网网络中。通过布置多台交换机在井下、地面构成环状通信网络 (网络故障修复耗时控制在 200ms 以内), 传输速度可达到 1000Mb/s 以上, 显著提升通信网络可靠性^[2-3]。井下以太网与地面光纤采用交换机联通, 通过交换机将井下各类传感器控制信息、监测信息等传输到地面监控中心, 在地面布置有独立的控制网络。具体系统网络结构见图 1 所示。

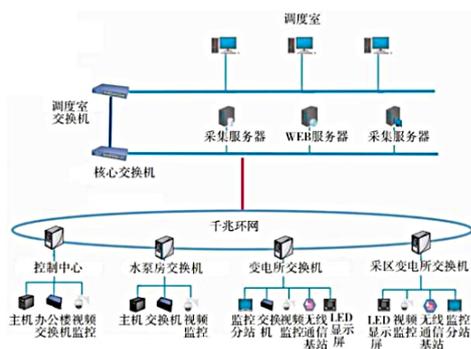


图 1 系统网络结构

传输网络有井下环网、地面环网, 安全监控网络由地面监控中心、井下各类型传感器、监控分站等构成。井下各类传感器获取到的安全监控系统接入环网系统后通过传输接口将信息接入到地面监控网络; 矿井已有的自动化控制系统在地面、井下使用交换机接入。通过获取井下监控系统、自动化控制系统信息, 实现对井下环境参数、生产控制等参数监测、显示。安全监控系统通信光缆均为单模 12 芯的铠装光缆, 通过主/副井铺设至井下^[4]。

2 安全监控方案

2.1 监控设备

安全监控系统对监控设备配置要求较高, 监控系统主

要设备为高性能服务器、核心交换机、地面及井下以太网交换机、UPS 等。

监控系统主干线与井下监控分站间连接均采用工业以太网, 传感器与监控分站间信息传输采用 CAN 总线。安全监控系统采用分部式控制方式, 具有较强的电磁兼容性、故障诊断能力以及安全保障能力。

现阶段矿井井下有 1 个综采工作面、1 个备采工作面、2 个掘进工作面、1 个避难硐室、10 个临时避难硐室、中央变电所、水泵房等位置均需要布置安全监控设备。在监控位置需要布置对应的监控分站、传输电缆以及安全传感器等。井下布置的各类传感器设备型号为: 甲烷传感器 JWC-1、局部通风风筒风量开关传感器 GFD6、一氧化碳传感器 KGA3、温度传感器 KGW5、负压传感器 KGY4、烟雾传感器 GQQ0.1、机电设备开停传感器 GKT18、水位传感器 KGU9。选用的传感器均具有较强的可靠性、灵敏度, 可满足井下复杂、恶劣环境使用需要。

2.2 人员定位

人员定位是安全监控系统重要组成单元之一, 人员定位系统布置按照下述原则进行: ①监控基站: 基站布置井下主要巷道位置的进出口、交叉道口等, 基站间的距离控制在 300m 左右; ②无线收发机: 井下人员每人携带有 1 台无线收发机; ③监控主机: 监控主机布置在地面调度中心。具体人员定位系统主要设备参数见表 1。

表 1 人员定位系统主要设备参数

设备名称	数量	型号
监控主机	1 台	P4/2.4G/80G/17 寸
定位分站	8 台	KJ237-F
读卡器	50 台	KJ273-F-S
人员标识卡	1500 个	KJ273-K
井口检卡设备	1 台	-
定位分站电源	8 台	KWD16A-18Y
通信电缆	2km	MHYVPI×4×7/0.43mm

由于井下已布置有人员定位系统, 本次仅仅是增加人员定位系统覆盖位置以及监控范围。具体在新掘进的采掘作业面进出口、新增避难硐室进出口等位置布置定位分站, 从而对井下作业人员进行定位。

2.3 视频监控系统

在矿井构建功能完备的视频监控体系后, 可实现对井下重点安全生产环节进行全方位监控, 从而提升矿井安全生产保障能力。在地面监控中心位置布置显示屏井下监控画面进行显示。具体井下关键位置布置的视频监控系统中本安型摄像机配备情况为: 临时避难硐室 (下转第 201 页)

设计的高压开关柜在线监测装置结构为分层分布式,共有三层结构,具体分为:传感器及设备层、监测设备层以及分析诊断层。将传感器及设备层布置在被监测设备上,实时对高压开关柜内的局部脉冲信号进行监测,并将监测结果传输给监测设备层中的监测设备,以便进行后续的分析诊断。具体在线监测装置结构见图2所示。

2.3 监测装置功能实现

局部放电监测装置通过 IPDS (耦合电容传感器) 实现,具体将 IPDS 传感器布置在每相母线与地间,从而实时监测局部放电情况,具体实时监测位置包括有 PT/CT、套管、母线以及断路器等。

部分高压开关柜有电缆馈线,因此在电缆出线端布置射频电流互感器,实现 300m 范围的局部放电监测。

监测传感器使用同轴电缆将监测信号传输给监测设备层,对监测数据进行存储、分析、处理,后通过专业通过网络传输给监控 PC 使用专业软件进行处理分析。

3 总结

①对导致高压开关柜局部放电原因进行分析,发现开关柜使用环境恶劣、本身制造及装配质量不佳等均会导致开关柜内部分绝缘失效,从而引起局部放电;②局部放电时会伴随产生局放脉冲,通过监测局放脉冲次数(n)、脉冲能量(PDI)、脉冲幅值(U_i)等参数即可掌握局放位置以及绝缘损坏程度。通过采用传感器对高压开关柜局放脉

冲特征参数进行采集,并通过监测设备、专业软件对监测结果进行分析;③现场应用后,该在线监测装置可实现对高压开关柜局部放电实时监测,从而在一定程度上提升了高压开关柜运行保障能力,为后续开关柜保养、故障精准维修提供指导。

参考文献:

- [1] 王江伟. 高压开关柜运行环境及其局部放电综合在线监测系统的研制 [D]. 北京: 华北电力大学, 2019.
- [2] 张金波, 王恒, 段明浩, 赵浩然. 基于脉冲电流法的高压开关柜局部放电在线监测装置的设计 [J]. 自动化技术与应用, 2018, 37(04): 100-105.
- [3] 程卫林. 井下局部通风机供电可靠性分析 [J]. 中国矿山工程, 2021, 50(01): 56-58.
- [4] 王秉智. 煤矿供电系统可靠性的措施与对策 [J]. 中国矿山工程, 2020, 49(02): 42-43.
- [5] 叶广耀. 基于地电波检测的高压开关柜局部放电监测系统 [D]. 北京: 华北电力大学, 2013.
- [6] 宋登峰. 高压开关柜局部放电监测系统的超高频传感器设计 [D]. 焦作: 河南理工大学, 2011.

作者简介:

康伟 (1987-), 山西兴县人, 2011 年 07 月毕业于山西煤炭职业技术学院, 电气自动化专业, 专科, 现为助理工程师。

(上接第 199 页) (10 个)、永久避难硐室 (2 个)、综采工作面 (2 个)、中央变电所 (2 个)、中央水泵房 (1 个)、主要回采巷道交叉口 (3 个)、带式输送机机头 (5 个)、主井及副井井底车场 (3 个)、主井及副井井口房 (2 个)。

2.4 生产监控系统

①通风监控。为了实现对主要通风机运行情况实时监测, 将通风机控制由以往的定频控制改为变频控制, 并增加配备有在线监控系统。通过在线监控系统可实现对主要通风机运行参数、状态的实时监控, 并具备工频/变频转换、运行速度调整等功能。在井下主要巷道内布置风速传感器对各位位置风量进行测定。局部通风机位置布置开关量传感器 GKT18、局部通风风筒风量开关传感器 GFD6, 对局部通风机运行情况进行测定, 测定结果通过井下环网传输给地面监控中心; ②运输监控。矿井在采区、主运巷、主斜井等位置布置有 5 台带式输送机, 通过输送机搭接实现煤炭外运。配备有 PLC 控制系统对运行参数、状态等进行控制。在各输送机位置布置的 PLC 采用井下环网连接, 正常情况下输送机采用联机控制方式, PLC 控制系统将各台输送机运行参数以及安全监控结果传输给地面监控中心, 监控中心会实时显示输送机运行画面; ③压风监控。压风监控主要是地面压风机上配备各类传感器对压风机开停情况、设备功率因数、轴温、储气罐压力等参数进行实时监控, 并将监控结果通过地面环网传输给监控中心; ④瓦斯抽采监控。矿井布置有高负、底负压瓦斯抽采系统。通过使用安全监控系统中通用的监控分站、监控传感器对瓦斯

抽采系统运行情况进行实时监控, 并将所有的监控数据接入到矿井安全监控系统中, 从而为后续的瓦斯治理提供指导; ⑤供电监控。在井下中央变电所内布置的各类传感器对变配电系统运行情况进行监控, 并接入到矿井安全生产监控系统中, 从而实时掌握井下供电情况; ⑥排水监控。在中央水泵房内布置传感器、视频监控设备等实现井下排水水泵无人值守运行。同时水泵房内设备运行情况, 水位等均可实时传输给地面监控中心。

3 总结

根据山西某矿实际情况, 对矿井安全生产监控系统进行设计, 并对系统中主要的人员定位、视频监控、生产监控等子系统进行详细阐述。矿井使用上述安全监控系统后可一定程度上提升安全生产保障能力。

参考文献:

- [1] 张德军, 王兴生, 刘维. 物联网技术在矿井供电监控的应用研究 [J]. 中国矿山工程, 2019, 48(05): 68-70.
- [2] 李宁. 煤矿监测监控系统的构建和管理 [J]. 中国矿山工程, 2018, 47(02): 68-70.
- [3] 李永超. 新田煤矿安全生产监控及自动化系统设计 [J]. 能源与环保, 2020, 42(04): 141-144.
- [4] 高彬. 煤矿井下安全监测监控系统应用研究 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2020(04): 123.

作者简介:

刘晓强 (1989-), 男, 山西介休人, 2019 年 12 月毕业于太原理工大学, 采矿工程专业, 本科, 现为工程师。