

瓦斯抽采泵站无人值守系统改造设计及应用

崔永乐, 刘籽琦

(国能神东煤炭集团有限责任公司, 陕西榆林 719315)

摘要: 根据国家对煤炭行业安全生产要求,结合煤炭行业治理瓦斯智能化建设需求,本文以保德煤矿为研究区,以推进建设“5G+工业互联网”无人化矿井关键技术研发与工程为背景,介绍了保德煤矿瓦斯抽采泵站无人值守系统改造设计,通过现场对原有泵站监控系统以及硬件设施的改造,实践证明,无人值守系统的应用实现矿井固定岗位无人值守,以自动化控制减少人为操作,可有效提高企业安全生产科技保障能力,达到少人则安、无人则安的目的。

关键词: 抽采泵站; 无人值守; 集中控制; 自动化

中图分类号: TD712 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2022)S1-0280-04

Reform design and application of unattended system of gas pumping station

CUI Yongle, LIU Ziqi

(China Energy Shendong Coal Group Co., Ltd., Yulin 719315, China)

Abstract: According to the national requirements for coal industry safety production, combined with the coal industry gas control intelligent construction needs, this paper takes Baode Coal Mine to promote the construction of “5G + industrial Internet” unmanned mine key technology research and development and engineering as the background. Prudential coal mine gas extraction pumping station introduced unattended system design, through the field monitoring and control system of the original pumping station and the renovation of the hardware facilities, the practice proves that application of unattended system realizes unattended mine fixed position to reduce the artificial operation of automatic control, improve the enterprise production safety science and technology support capability, to achieve the purpose of others, no one is less.

Keywords: pumping station; unattended; centralized control; automation

瓦斯抽采是煤矿治理瓦斯的根本措施,国家为提高煤矿企业的安全生产水平,出台了一系列政策和法规,在《煤矿安全规程》和《煤矿瓦斯抽采达标暂行规定》中,要求在高瓦斯及突出矿井必须建立地面永久抽采瓦斯系统或井下临时抽采瓦斯系统,并配备瓦斯抽采监控系统。在《煤炭工业智能化矿井设计标准》(GB/T 51272—2018)中,要求瓦斯抽采系统应集中控制,应在线监测井上下管路及抽采泵的运行参数,抽采泵启停、轮换等可实现一键式操作。2020年2月25日,国家发展改革委员会等部门联

合研究制定了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》,到2025年大型煤矿和灾害严重煤矿基本实现智能化,对具备条件的生产煤矿加快智能化改造,推进固定岗位的无人值守和危险岗位的机器人作业,实现传统煤矿的智能化转型升级。《智能化煤矿建设指南》中表示,井工煤矿智能化建设目标要求固定岗位全部实现无人值守作业,形成基于综合管控平台的智能一体化管控。《国家能源集团煤矿智能化建设指南》中指出,固定岗位无人值守初级阶段要求实现远程集中控制,做到无人值守,有人巡视。

收稿日期: 2022-05-17 责任编辑: 边晶莹

第一作者简介: 崔永乐(1988—),男,汉族,陕西神木人,工程师,主要从事矿井智能化建设、安全生产技术工作, E-mail: 874150651@qq.com。

引用格式: 崔永乐,刘籽琦. 瓦斯抽采泵站无人值守系统改造设计及应用[J]. 中国矿业, 2022, 31(S1): 280-283. doi:10.12075/j.issn.1004-4051.2022.S1.078

CUI Yongle, LIU Ziqi. Reform design and application of unattended system of gas pumping station[J]. China Mining Magazine, 2022, 31(S1): 280-283. doi:10.12075/j.issn.1004-4051.2022.S1.078

瓦斯抽采泵站是保德煤矿智能化矿山重要组成部分,是重要的边缘节点,因此需要进行无人值守系统改造,实现以自动化控制减少人为操作,大力提高企业安全生产科技保障能力,达到少人则安、无人则安的目的。

1 保德煤矿瓦斯抽采泵站现状

保德煤矿现有枣林和刘家堰两个地面瓦斯抽采泵站,枣林地面瓦斯抽采泵站现有抽采泵 4 台,高、低抽采管路 2 条,循环水泵 6 台,冷却塔 2 个,循环水池 2 个,采用循环水泵直接向抽采泵供水。高负压抽采系统布置 2 台 2BEC87 型水循环真空泵(一用一备),主抽采管路为 DN800 mm,主要用于二盘区、三盘区本煤层预抽;抽采泵采用西门子变频器控制,高压柜采用 Schneider 综合保护器,每台抽采泵进气阀、出气阀、调节阀、配风阀均为 DN800 mm 等径电动阀,除出气阀完好外,其余闸门均损坏;抽采泵 DN100 mm 进水阀 DN200 mm,出水阀为手动蝶阀;减速机冷却水进水、出水阀为 DN25 mm 手动球阀。低负压抽采系统布置 2 台 2BEC120 型水循环真空泵(一用一备),主抽采管路为 DN1 000 mm,主要用于二盘区、三盘区回采工作面采空区抽采;抽采泵采用西门子变频器控制,高压柜采用 Schneider 综合保护器,每台抽采泵进气阀、出气阀、调节阀、配风阀均为 DN1 000 mm 等径电动阀,除出气阀完好外,其余闸门均损坏;抽采泵 DN150 mm 进水阀和 DN250 mm,出水阀为手动蝶阀;减速机冷却水进水、出水阀为 DN32 mm 手动球阀。循环水泵为离心泵,控制阀门为 DN100 mm 手动。水封式阻火泄爆装置进水、出水阀为 DN32 mm 电磁阀。

刘家堰地面瓦斯抽采泵站现有抽采泵 4 台,高、低抽采管路 2 条,循环水泵 4 台,冷却塔 2 个,循环水池 3 个,采用循环水泵直接向抽采泵供水。高负压抽采系统布置 2 台 2BEC72 型水循环真空泵(暂时停用),主抽采管路为 DN800 mm;抽采泵采用西门子变频器控制,高压柜采用 SNP-2611J 综合保护器,每台抽采泵进气阀、出气阀为 DN800 mm 等径电动阀,无调节阀,配风阀为 DN800 mm 手动蝶阀,除出气阀完好外,其余闸门均损坏;抽采泵 DN100 mm 进水阀和 DN150 mm 出水阀为手动闸阀;减速机冷却水进水、出水阀为 DN25 mm 手动球阀。低负压抽采系统布置 2 台 2BEC87 型水循环真空泵(一用一备),主抽采管路为 DN1 000 mm,主要用于五盘区回采工作面采空区抽采;抽采泵采用西门子变频器控制,高压柜采用 SNP-2611J 综合保护器,每台抽采泵进气阀、出气阀、调节阀均为 DN1 000 mm 等

径电动阀,配风阀为 DN500 mm 手动蝶阀,除出气阀完好外,其余闸门均损坏;抽采泵 DN100 mm 进水阀和 DN200 mm 出水阀为手动闸阀;减速机冷却水进水、出水阀为 DN25 mm 手动球阀。循环水泵为离心泵,控制阀门为 DN100 mm 手动。水封式阻火泄爆装置进水、出水阀为 DN25 mm 电磁阀。

两个抽采泵站的高负压、低负压抽采系统管道负压端安装有多参数流量计、甲烷传感器、一氧化碳传感器各一套,真空泵房安装有 1 台环境甲烷传感器,采用重庆院 KJ90X 安全监控系统监控,真空泵房安装有 2 台摄像头;其余参数监测传感器部分已停用或监测数据不能上传,需要按无人值守系统建设要求安装数字化传感器及分站。

2 泵站无人值守系统改造设计

1) 新增数字化传感器及配套分站,实现参数全面监测。现有抽采管路及环境传感器可以利用,同时新增抽采泵开停、温度、振动、压力、流量、液位等传感器,新增水池温度、液位传感器等传感器。

2) 管路上部分手动阀门更换电动阀,实现远程集中控制。根据一键启动、一键停止、一键切换和故障自动切换等“一键操控”的要求,需更换抽采泵上损坏额电动阀,并将供水管路的部分手动阀改为电动阀,以满足控制工艺需求。

3) 新增视频摄像仪,实现可视可控和视频联动。在关键位置新增视频摄像仪进行安防监测,并将摄像仪数据接入矿井现有视频监控平台,保障瓦斯抽采泵站的正常运行。

4) 新增 PLC 控制柜,采用西门子的 S7-1500 系列 PLC 作为控制核心,对电动阀、水泵进行自动控制调节;PLC 设计有数字量 I/O 和模拟量 I/O,可以采集抽采泵开关柜的状态及电动阀开度等;PLC 设计有以太网、RS485 等通讯接口,可以与监控分站、温度巡检仪、振动分析仪、电机综合保护器等智能设备进行通讯,实现多元异构数据的现场融合。

5) 建设 KJ30(A)瓦斯抽采监控系统。该系统能实时监测煤矿瓦斯抽采及利用系统中的管道参数、环境参数、供水状态、供电参数、供气参数、设备状态等,进行相应的数据统计、分析及设备控制,具有根据监测数据和分析结果对抽放泵、加压泵、水泵、冷却塔、排风扇、变频器和管道阀门等相关设备进行自动控制功能。系统采用全数字化传输,能够独立运行,也可以接入煤矿综合管控平台。

3 泵站无人值守系统设计应用

泵站监控系统全面感知泵站环境参数、设备状态参数、抽采参数、供电参数、其他配套设施参数;通

过数据分析发现系统异常,对设备进行故障诊断,及时发出报警、预警并自动启动相应闭锁、联动控制流程;根据需求实现一键启停、一键轮换、故障轮换、设备检修等预设自动控制流程;具有数据统

计、数据展示、视频监控、人员出入管理、APP 服务等功能;可远程操控泵站所有被控设备,实现抽采泵站远程全掌控。瓦斯抽采泵站无人值守系统结构如图 1 所示。

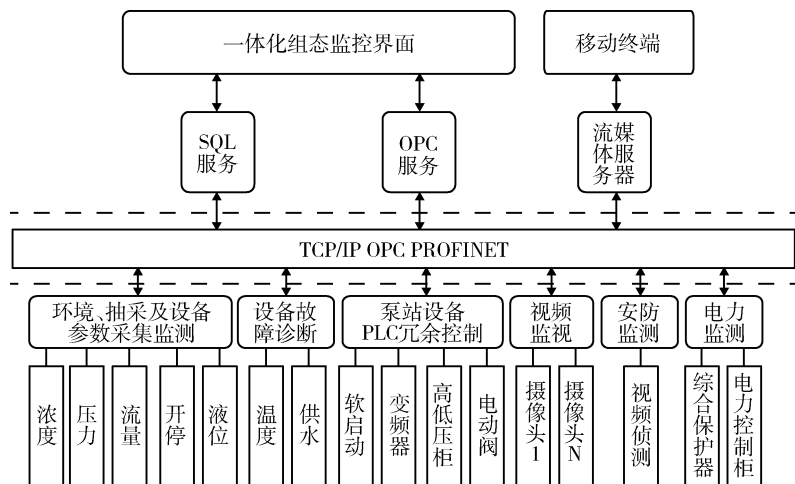


图 1 系统结构图

Fig. 1 System structure diagram

1) 参数采集。泵站无人值守系统采用数字化分站和数字化传感器对现场的环境瓦斯、温度、液位、供水、振动等参数进行采集,对抽采管路的压力、浓度、流量、一氧化碳等参数进行采集,实现抽采泵站的工况参数、环境参数、供水参数、供电参数、供气参数的实时监测、计量和统计,在满足煤矿安全监控系统升级改造的同时提高系统的稳定性和抗干扰性。

2) PLC 控制。无人值守系统采用西门子 S7-1500 PLC 最新控制技术,通过采集现场的温度、压力、流量、液位、浓度的参数,实现对抽放泵进行一键启动、一键停止、一键轮换等操作。

3) 故障分析。在瓦斯抽采系统中水环式真空泵是实现把井下瓦斯气体运输到地面的主要大型机械设备,如果抽采泵因出现故障而造成无计划停机,将影响抽采泵对井下瓦斯气体的抽采,无计划停机时间过长时,将导致井下瓦斯超限,存在安全隐患。因此需要对瓦斯抽采泵进行故障预警,提前对抽采泵进行维护和做好停机计划,减少无计划停机,提高瓦斯抽采系统的工作效率。通过在电机及抽采泵上安装温度传感器(前轴、后轴、三相定子绕组)、水流量传感器等传感器,对电机及抽采泵进行综合分析和预判,提前对设备进行维护。

4) 视频监控。在瓦斯抽采系统的瓦斯泵房、设备间、循环水泵房、高压控制室、低压控制室等关键部位安装网络视频探头,实时了解现场运行状态,通

过视频和控制系统相互配合,远程还原瓦斯抽采泵站现场情景,实现可视可控,视频联动等。可通过千兆交换机将现场视频数据实时传回调度室和监控平台。

5) 电力监测。通过与高压综合保护器进行通讯,实现对电压、电流、功率等电力综合参数进行数据采集,实现对配电系统的运行状态监视和控制管理,提高用户配电系统的自动化水平,实现可靠、安全用电。

6) 系统主要功能。①瓦斯抽采泵站无人值守系统能够实时采集及显示管道浓度、温度、压力、流量等管道参数;能够实时采集和显示抽采泵及电机的温度(前轴、后轴温度及电机定子温度)、振动(水平振动和垂直振动)、抽采泵负压、抽采泵正压、抽采泵供水、抽采泵开停等工况参数;能够采集抽采泵电机的电压、电流、功率等电力参数。②自动控制及调节抽采泵,系统能根据抽采工艺和操作员下发的一键控制命令,由 PLC 控制系统自动打开和关闭抽采管路中的进气阀、出气阀、进水阀、出水阀和抽采泵等设备,实现一键启动、一键停止、一键切换和故障自动切换等操作。根据抽采泵的工作液性能曲线,自动调节抽采泵的进水量,使抽采泵工作在最佳工作状态,提高抽采泵的瓦斯抽采效率。通过管控软件,实现抽采泵远程控制。③故障报警及联动控制,系统能够对采集的供水、温度、压力、振动、电流等数据进行综合分析,自动识别异常数据,当传感器数据

出现突变时,进行预警及报警提示,当出现抽采泵缺水等严重故障时自动停机。

4 结 语

本文介绍的地面瓦斯抽采泵站无人值守系统的设计方案结合了计算机控制技术、工业以太网网络技术以及 PLC 技术等智能化先进技术,实现了对保德煤矿地面瓦斯抽采泵站无人值守系统的实时监控和动态管理,保证了瓦斯抽采泵站运行的安全性和可靠性,提高了瓦斯治理的工作效率和管理水平。该系统已经在保德煤矿中得以应用,系统运行稳定,控制精度较高,达到了系统的设计效果。

参 考 文 献

[1] 张帅,王祖迅. 煤矿瓦斯抽采泵站无人值守技术研究[J]. 煤, 2020,29(12):1-3,9.
ZHANG Shuai,WANG Zuxun. Research on unattended technology of coal mine gas drainage pump station[J]. Coal,2020, 29(12):1-3,9.

[2] 秦博. 建北煤矿井下移动式瓦斯抽采泵站设计[J]. 内蒙古煤炭经济,2015(6):140,145.
QIN Bo. Design of underground mobile gas drainage pump station in Jianbei Coal Mine[J]. Inner Mongolia Coal Econo-

my,2015(6):140,145.

[3] 贾晓亮. 井下大型固定式瓦斯抽采泵站设计与应用[J]. 能源与环保,2017,39(7):148-151,156.
JIA Xiaoliang. Design and application of large underground fixed gas drainage pump station[J]. Energy and Environmental Protection,2017,39(7):148-151,156.

[4] 李忠奎. 无人值守瓦斯抽放泵站监控系统研究[J]. 煤矿机械, 2017,38(4):19-21.
LI Zhongkui. Research on monitoring system of unattended gas drainage pump station[J]. Coal Mining Machinery,2017, 38(4):19-21.

[5] 李涛. 瓦斯抽采泵站自动化系统设计[J]. 煤矿机械,2019,40 (4):11-13.
LI Tao. Design of automation system for gas extraction pump station[J]. Coal Mining Machinery,2019,40(4):11-13.

[6] 喻存俊. 煤矿瓦斯抽采设备的选型设计[J]. 内蒙古煤炭经济, 2014(5):109-110,115.
YU Cunjun. Selection and design of coal mine gas extraction equipment[J]. Inner Mongolia Coal Economy,2014(5):109- 110,115.

[7] 樊正兴,姜蓁. 三系统抽采在井下临时过渡瓦斯抽采泵站中的应用[J]. 煤炭技术,2014,33(7):46-48.
FAN Zhengxing,JIANG Qian. Three gas extraction system applied to underground temporary transition pumping station [J]. Coal Technology,2014,33(7):46-48.

(上接第 279 页)

[4] 王新民. 深井矿山充填理论与技术[M]. 长沙:中南大学出版社,2005:57-63.

[5] 杨超,郭利杰,侯国权,等. 细粒级尾矿膏体最佳排放浓度确定方法[J]. 金属矿山,2017(5):29-32.
YANG Chao,GUO Lijie,HOU Guoquan,et al. Determination method of the best discharge concentration for fine tailing paste[J]. Metal Mine,2017(5):29-32.

[6] 黄玉诚,董羽,段仲捷,等. 似膏体充填水体下采煤技术实践 [J]. 中国矿业,2013,22(7):80-82.
HUANG Yucheng,DONG Yu,DUAN Zhongjie,et al. Prac- tice of the technology of coal mining with paste-like filling un- der water[J]. China Mining Magazine,2013,22(7):80-82.

[7] 杨志强,王永前,高谦,等. 金川镍矿废弃物在充填采矿中利用 现状与展望[J]. 矿产综合利用,2017(3):22-28.
YANG Zhiqiang,WANG Yongqian,GAO Qian,et al. Present situation and Prospect of waste utilization in filling mining of Jinchuan nickel mine[J]. Comprehensive utilization of mineral resources,2017(3):22-28.

[8] 张海波,宋卫东. 评述国内外充填采矿技术发展现状[J]. 中国

矿业,2009,18(12):59-62.
ZHANG Haibo,SONG Weidong. Discussion on the current state of backfill mining from the domestic and foreign development[J]. China Mining Magazine,2009,18(6):59-62.

[9] 陈寅,郭利杰,邵亚平,等. 喀拉通克铜镍矿充填骨料优化试验 [J]. 有色金属:矿山部分,2018,70(6):38-41.
CHEN Yin,GUO Lijie,SHAO Yaping,et al. Experimental optimization of filling aggregates in Karatungk Copper-Nickel Mine[J]. Nonferrous Metals(Mine Section),2018,70(6):38-41.

[10] 王洪江,吴爱祥,肖卫国,等. 粗粒级膏体充填的技术进展及存 在的问题[J]. 金属矿山,2009(11):1-5.
WANG Hongjiang,WU Aixiang,XIAO Weiguo,et al. The progresses of coarse paste fill technology and its existing problem[J]. Metal Mine,2009(11):1-5.

[11] 伊继申,孙素坤. 三山岛金矿井下充填质量的分析[J]. 矿业研 究与开发,2002,22(1):26-27.
YI Jishen,SUN Sukun. Analysis of the quality of under- ground filling in Sanshandao Gold Mine[J]. Mining Research and Development,2002,22(1):26-27.