

互联网+补连塔煤矿现代化矿山建设

张立辉 刘孝军 陈 君 范文胜

(神华神东煤炭集团有限责任公司 补连塔煤矿,内蒙古 鄂尔多斯 017209)

摘要: 针对当前煤炭产量供大于求的严峻形势,为实现智能化、低成本、低能耗、安全可靠、高效率的生产,在传统矿井生产模式的基础上,以补连塔煤矿为例,介绍了PSI技术在煤矿智能化生产中的实践应用情况,并对PSI系统进行二次开发,扩展了带式输送机界面快速启动以及多条带式输送机、主排水泵集成界面“一键复位”等功能。PSI技术在补连塔煤矿实践应用结果表明:将PSI技术与煤矿生产、管理结合起来,实现了煤矿采、掘、机、运、通各生产环节集成在一个平台上,及时处置生产过程中的各类问题,提高了系统运行效率和可靠性,减少了设备空转时间,最大限度降低了能耗;依托智能化技术和信息系统,实时监测井下人员活动及分布情况、设备运行情况,提高了人员作业及设备运行的安全性。

关键词: 互联网+; 煤矿安全; PSI技术; 生产管理; 运行效率

中图分类号: TD67 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2336(2016)07-0116-07

Construction on internet plus modernized mine in Bulianta Mine

Zhang Lihui, Liu Xiaojun, Chen Jun, Fan Wensheng

(Bulianta Mine, Shenhua Shendong Coal Group Co., Ltd., Ordos, 017209, China)

Abstract: According to the present serious situation of the coal production higher than the demands, in order to realize a low cost, low energy consumption, good safety and high efficient production, based on the conventional mine production mode and the Bulianta Mine as a case, the paper introduced the practical application plan of PSI technology in the mine production. A secondary development was conducted on the PSI system. The quick start-up of the belt conveyor interface and "one-touch reset" and other function of the integrated interface for the multi belt conveyors and major water drainage pump were expanded. The practical application results of the PSI technology in Bulianta Mine showed that the PSI technology combined with the mine production and management could realize the mining, excavation, machinery, transportation and ventilation and other each production link to be integrated to a platform, which could timely handle each problem occurred in the production process, could improve the operation efficiency and reliability of the system, could reduce the idle running time of the equipment and could maximally reduce the energy consumption. To depend on the intelligent technology and information system, the personnel activities and distribution condition as well as the equipment operation conditions in the underground mine could be timely monitored and the safety of the personnel operation and the equipment operation could be improved.

Key words: internet plus; mine safety; PSI technology; production management; operation efficiency

0 引 言

在目前煤炭产能过剩、处于买方市场的形势下,产品的市场竞争会更加凸显其极致性和差异性。为了保证产品具有市场竞争力,煤矿必须低成本、安全

高效的生产。在当今互联网席卷而来的时代,煤炭企业需改变传统的生产、管理方式,将“互联网”技术应用到煤矿生产、管理中^[1]。“互联网+煤矿”就是将煤矿的生产运行过程数字化,提供给管理者和执行者,使煤矿企业资源合理配置,适应市场经济竞争

收稿日期:2016-03-22;责任编辑:赵 瑞 DOI: 10.13199/j.cnki.cst.2016.07.020

作者简介:张立辉(1982—),男,河北承德人,高级工程师,现任神华神东煤炭集团有限责任公司补连塔煤矿总工程师。Tel: 15149488166, E-mail: knight9919@126.com

引用格式:张立辉,刘孝军,陈 君,等.互联网+补连塔煤矿现代化矿山建设[J].煤炭科学技术,2016,44(7):116-122.

Zhang Lihui, Liu Xiaojun, Chen Jun et al. Construction on internet plus modernized mine in Bulianta Mine [J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(7): 116-122.

环境,提高经济效益。国外的先进实践经验表明,煤矿信息化建设可提高管理水平和生产效率^[2]。英国 Robhswal 教授提出利用信息技术建立煤矿信息系统,给企业经理提供了有关煤矿采掘工作面性能的即时、准确的信息,提高了生产效率^[3]。德国的 PSImining 区域自动化调度控制系统(以下简称 PSI 系统)是目前国内外市场上较为成熟的矿业解决方案,其通过先进的管理理念和软件平台,将现有与生产相关的监测、控制和管理系统集成成为整体的生产指挥管理系统,将生产数据和信息进行整合共享,将所有的生产、监测和控制信息以矿井采掘平面地图为载体,在平面地图上分层集中显示,可实现集中显示和集中控制、数据管理分析、为生产决策提供数据依据,实现自动化控制、系统自动报警和人力物料的管理^[4]。

补连塔煤矿是神华神东煤炭集团有限责任公司开发建设的目前世界第一大单井井工矿井,位于内蒙古自治区鄂尔多斯市境内,井田面积为 106.43 km²,可采储量 12.24 亿 t。主采 1-2、2-2、3-1 煤层。煤质为特低灰、特低硫、特低磷、中高发热量的优质动力煤、化工和冶金煤,被誉为“绿色环保煤炭”。矿井采用平硐、斜井开拓方式,生产布局为“三综三掘”,已实现了主运输系统输送带化、辅助运输胶轮化、生产系统远程自动化控制和安全监测监控系统自动化。笔者通过分析 PSI 系统在补连塔煤矿的应用情况,并进行二次应用开发研究,以期使“互联网+”技术成为保障煤矿安全生产的重要手段。

1 PSI 技术在补连塔煤矿的应用

1.1 区域自动化应用

区域自动化是基于 PSI 平台开发的区域智能控制系统,该系统通过对与生产相关的现有各子系统的集成,对数据进行分析、归纳、整理,消除壁垒,提供全面、准确、实时的数据,建立统一平台、全景视图及结构化图形展示方式。使生产指挥人员可快速、准确地掌握生产和安全的全面信息,为生产指挥工作提供决策支持,并使生产指挥人员对生产现场实时事件具有更高响应能力,提高了生产流程协同性和生产作业效率^[5],PSI 系统集成功能如图 1 所示。

1.1.1 PSI 主运系统

补连塔煤矿运输系统共有 15 条主运输巷带式输送机,和 4 条巷道带式输送机,现已全部实现远程

控制和电流、油压、功率、张力、八大保护(速度、堆煤、跑偏、撕裂、断带、急停、温度、烟雾)等参数的监测。由带式输送机参数明细图(图 2),可以实时查看设备运行参数(轴承温度、带速、电流、电压)和运行状态,其中保护系统可查看带式输送机八大保护状态,并可以判断带式输送机八大保护是否投入使用。此界面也可实现带式输送机控制功能(复位、启动、停止、带速设定)等。

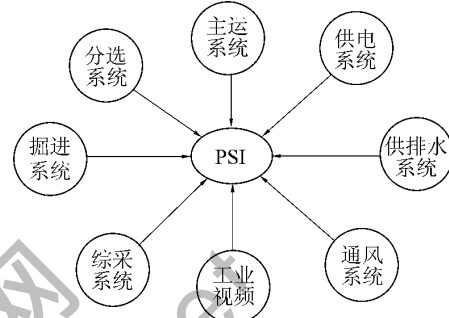


图 1 PSI 系统集成功能

Fig. 4 PSI system integration function

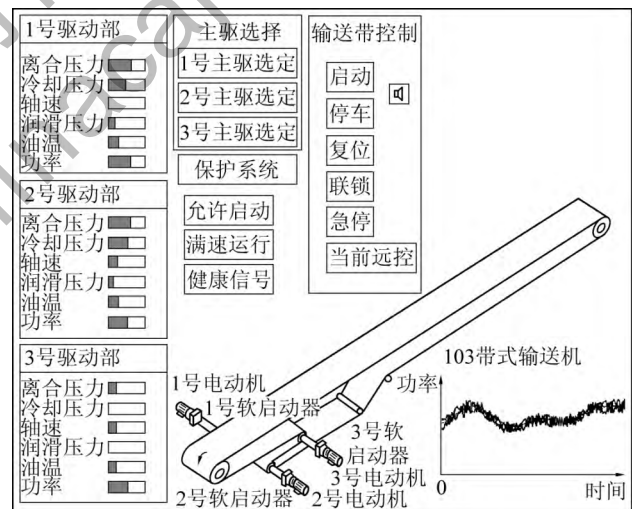


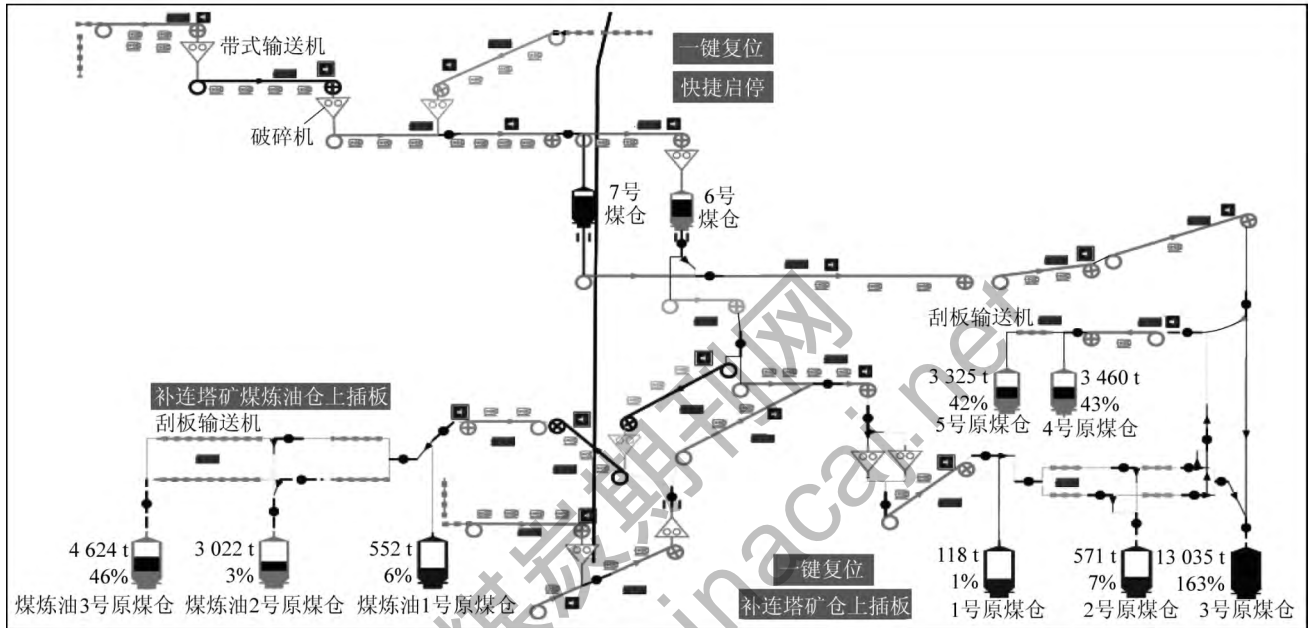
图 2 PSI 带式输送机参数明细

Fig. 2 Detail drawing of PSI belt conveyor parameters

从图 2 右下角曲线可查看 3 台电动机功率等。在此基础上,又开发了主运系统一键复位功能和快捷启停功能,不但将所有输送带的启动、停止、复位等控制功能都集中在一个界面内,而且同时显示输送带速度、带速设定、联锁关系、一键复位、预警信息、输送带运行信号等数据,不用切换至每条输送带的细节图中,就可实现对输送带的启动和停止,方便生产指挥人员快捷操作,节省启停输送带的时间。通过带式输送机的带速和多台电动机的电流曲线可以查看其开机和停机时间,电流变化、带速变化判断

运行状态、对比相同电动机功率出力情况,帮助决策层查找设备隐患、及早消除设备故障^[6]。目前所有数据可存储7天,方便进一步分析总结。

通过监测装置,实现带式输送机自动闭环调速,提高了系统运行效率和可靠性,减少了设备空转时间,最大限度降低了能耗^[7]。PSI运输系统远程控制如图3所示。



注:图中线条采用标示不同颜色来分别表示正常停机、运行、故障停车、急停、通信故障、检修模式、警告、过载、就地控制。

图3 PSI运输系统远程控制界面

Fig. 3 Remote control interface of PSI transportation system

1.1.3 PSI供排水系统

补连塔煤矿供排水系统共有6个主排水泵房、3个加压泵房,全部实现了无人值守和远程控制功能。在PSI供排水系统参数明细(图4)中可查看离心泵、电动阀、水仓水位、管路走向、出水压力、水泵电流、电动机温度等现场情况,可实现水泵的控制功能,具有单机控制阀、泵功能,实现水泵手动多步骤操作,同时具有一键启停泵功能^[9]。可查看当前水泵房存在的故障情况,以此协助判定故障及时解决。

1.1.4 矿井PSI视频系统

矿井PSI视频系统地面显示是由16块电子显示大屏系统组成(图5),为生产指挥中心提供了综采工作面、连采运输输送带、主井运输输送带、变电所、水泵房、工业厂区等重要岗位现场的真实运行情况,方便及时对安全生产做出部署和调整。

1.1.2 PSI供电系统

补连塔煤矿供电系统包含地面35 kV至井下6 kV共30个高压变电所。供电系统可进行井下变电所的远程停送电操作,实现无人值守^[8]。PSI供电系统远程控制界面可实时显示配电柜上的断路器、隔离、手车、远近控状态,实时显示电流、电压、功率、电量等参数。

现井下安装摄像头35部,地面工业厂区安装摄像头11部。矿井视频系统可同时对多路的视频进行监控,并任意选择区域内的视频通道进行查看;采用硬盘实时记录多路监控信号并具备查询回放功能^[10-11]。通过安装的各个摄像头监控各个重点部位设备的运行状态,了解各岗位作业人员工作状态。通过视频回放功能可以实现井下及地面防盗工作^[12]。

1.1.5 PSI通风系统

补连塔煤矿共有主通风机4台,压风机5台。PSI通风系统远程控制如图6所示,通过PSI通风系统远程控制可监测通风机运行状况,并显示系统电压、电动机电流、功率、风量、负压、电动机定子温度与轴承温度等重要参数;实现控制通风机一键启停操作;可实现通风机、风门、蝶阀等设备的单机启停操作;可实现通风机停止运行后铃音报警功能。

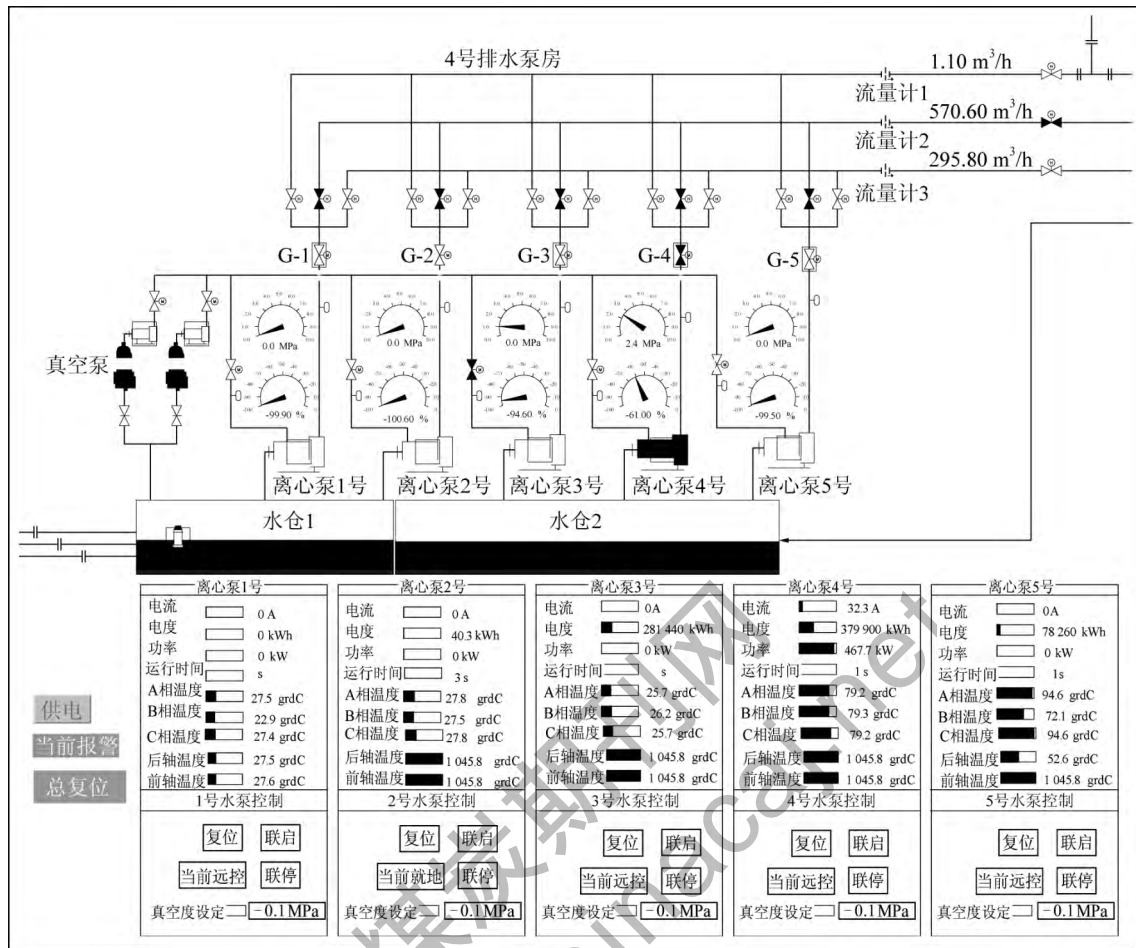


图4 PSI 供排水系统参数明细

Fig. 4 PSI detail drawing of water supply and drainage system parameters



图5 PSI 工业视频

Fig. 5 PSI Industrial Video

1.1.6 PSI 综采系统

PSI 综采系统的功能是将支架、采煤机、开关等数据在服务器上进行数据处理、存储,并直观显示,如图7所示。支架数据显示工作面压力、支架立柱压力、推移千斤顶的行程、采煤机当前位置、操作功能等,通过对这些数据的分析,能够掌握矿压规律和工作面生产情况;采煤机数据显示综采工作面实时情况,包括采煤机速度,截割、牵引等电动机的电流,液压支架初撑力,可以随

时获取历史记录,方便查看任何时段井下设备信息;开关数据包括接触器的电流、电压、功率,能够显示故障、通断等情况^[13]。

1.1.7 PSI 掘进系统

PSI 掘进系统将连采机、梭车、锚杆机、给料机、带式输送机、局部通风机开关中的重要数据进行收集、整理、存储,并直观地在PSI系统中显现出来,再通过对电流、功率等数据进行分析,给决策层提供重要、真实的数据依据,如图8所示。

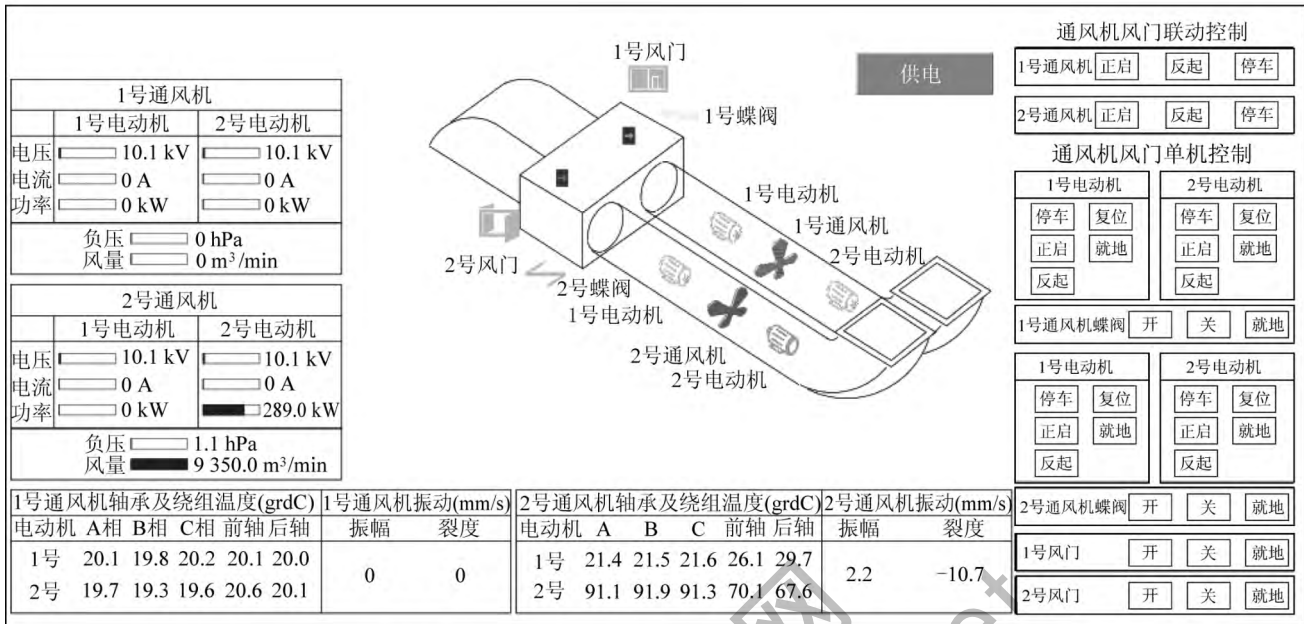


图6 PSI通风系统远程控制界面
Fig. 6 Remote control interface of PSI ventilation system

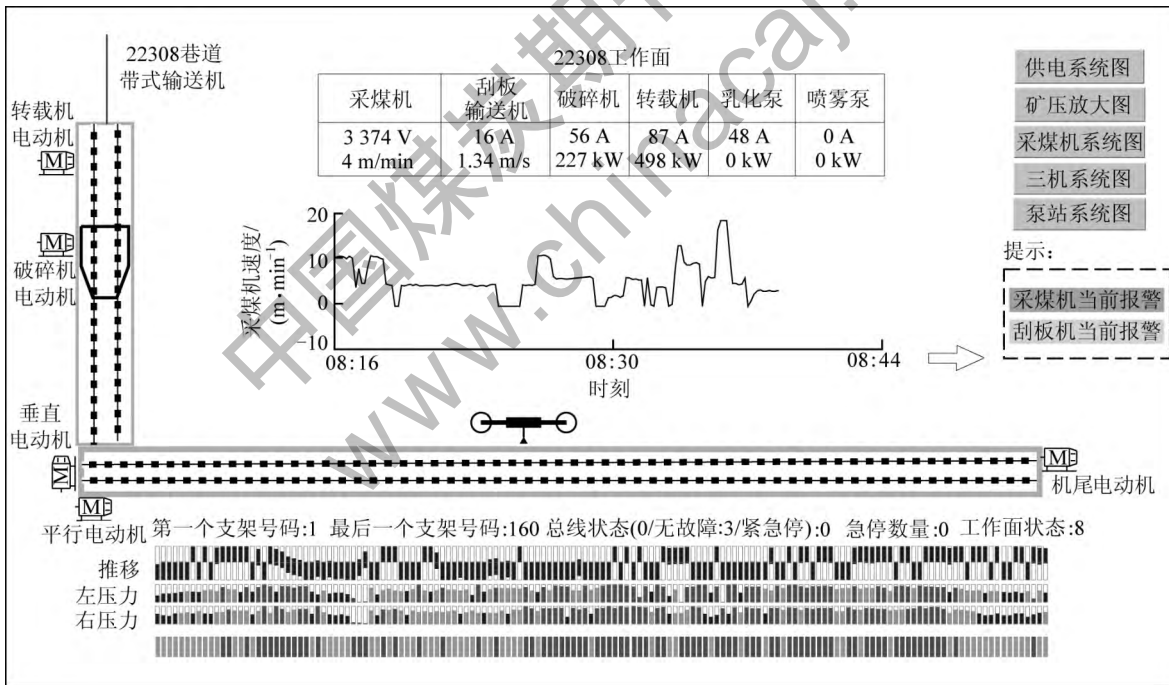


图7 PSI综采系统控制界面
Fig. 7 PSI remote control interface of fully mechanized coal mining system

1.1.8 PSI分选系统

PSI分选系统将补连塔煤矿选煤厂各类设备和原煤仓在PSI系统中显现出来,生产指挥人员可通过PSI分选系统远程控制界面图中提示的各定量仓仓位、缓冲仓仓位、当前装车节数、当日装煤流量、当月装煤流量、当年装煤流量以及设备的运行、停车

状态等,决定给哪套系统分煤,为下一步装车外运提供决策。

2 PSI技术在补连塔煤矿二次开发应用

PSI系统在补连塔煤矿应用比较成功,但也出现一些不符合矿井实际的问题,为此矿井技术人员

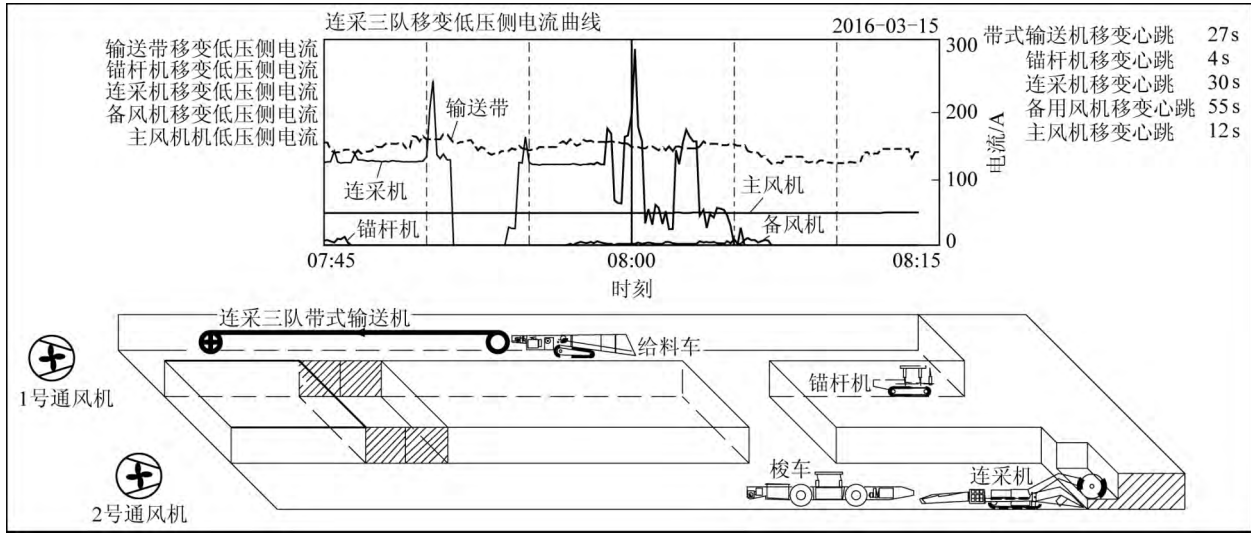


图 8 PSI 掘进系统控制界面

Fig. 8 PSI remote control interface of tunneling system

结合补连塔煤矿实际情况进行了二次开发应用,使 PSI 系统应用更加便捷且符合矿井实际。

1) 开发了带式输送机快速启动界面(图 9)。PSI 系统启动带式输送机时需要逐条进入带式输送机界面进行启动,程序比较复杂且对操作人员技术要求较高。经过技术人员二次开发,将各条带式输送机集成到一个界面,启动时只需按顺序逐条点击启动即可,减少了操作人员的操作程序。

2) 开发了一键复位功能。原 PSI 系统中多条带式输送机、主排水泵启动时需要逐个进行复位,由于补连塔煤矿带式输送机、主排水泵数量较多,操作程

序繁琐。经过二次开发,在带式输送机和水泵房集成界面上增加了“一键复位”按钮(图 10),通过该按钮可以实现所有带式输送机、主排水泵启动时一键复位,减少了带式输送机、主排水泵启动时间及操作人员的工作流程。

3) 开发了报警提示功能。当井下各设备运行参数超限时,必须提醒操作人员或远程监控人员注意该设备的运行情况。但是原有 PSI 系统没有报警功能。经过技术人员二次开发后,在原 PSI 系统基础上实现了设备运行参数超限时自动报警功能,提醒操作人员注意设备运行情况,确保设备综采运行(图 10)。

名称	预警	健康信号	满速信号	输送带保护	带速设定	控制	带速/(m·s ⁻¹)
1号刮板机						启动/停车/就地	
2号刮板机						启动/停车/就地	
151号刮板机						启动/停车/就地/复位	
150号刮板机	☑	允许启动	满速运行			启动/停车/远控/复位	4.50
151上仓	☑	允许启动	满速运行			启动/停车/远控/复位	4.00
102上仓	☑	允许启动	满速运行	保护系统		启动/停车/远控/复位	4.50
103上仓	☑	允许启动	满速运行	保护系统		启动/停车/远控/复位	4.50
105上仓	☑	允许启动	满速运行	保护系统		启动/停车/就地/复位	4.52
106上仓	☑	允许启动	满速运行	保护系统		启动/停车/就地/复位	4.57
107上仓	☑			保护系统		启动/停车/远控/复位	4.50
12510巷道	☑					启动/停车/就地/复位	4.50
12413巷道	☑					启动/停车/就地/复位	4.50
1103刮板机						启动/停车/就地/复位	
1104刮板机						启动/停车/就地/复位	
301上仓	☑			保护系统	100%	启动/停车/远控/复位	4.50
302上仓	☑	未允许启动	未满速运行	保护系统	100%	启动/停车/远控/复位	4.48
303上仓	☑	未允许启动	未满速运行	保护系统	100%	启动/停车/就地/复位	0
201上仓	☑	未允许启动	未满速运行	保护系统		启动/停车/远控	0
202上仓	☑	未允许启动	未满速运行	保护系统		启动/停车/远控	0
203上仓	☑	未允许启动	未满速运行	保护系统	100%	启动/停车/就地/复位	0
204上仓	☑	允许启动		保护系统		启动/停车/远控/复位	1.72
22308一部	☑					启动/停车/就地/复位	4.50

202_1破碎机

202_2破碎机

303破碎机

412巷道破碎机

521巷道破碎机

308巷道破碎机

联锁

204输送带当前和302输送带联锁

1103刮板机解锁301输送带

1104刮板机解锁301输送带

151刮板机解锁150输送带

投撤

105过载闭锁106投入

带式输送机移变心跳 27s

锚杆机移变心跳 4s

连采机移变心跳 30s

备用风机移变心跳 55s

主风机移变心跳 12s

图 9 补连塔煤矿带式输送机快速启停界面

Fig. 9 Quick start and stop interface of belt conveyor in Bulianta Mine

4) 开发了“主供、排水泵房启停、参数预览”综合界面。矿井的主供、排水泵房是保证矿井安全生产的关键地点,如果主供、排水泵房出现故障可能导致整个矿井大面积停产,甚至出现矿井被水淹的危险。因此矿井的主供、排水泵房设备运行状况需要操作人员实时监控,防止意外发生。经过对 PSI 系

统的二次开发,将各个泵房的参数集中到一个界面(图10),使工作人员实时掌控设备的运行情况,并可以远程控制各供排水泵的启停。当设备运行参数超限时系统将自动报警,提示工作人员进行处理。保证了设备的正常运行,同时提高了矿井的安全生产能力。

离心泵1号	离心泵2号	离心泵3号	离心泵4号	离心泵5号
电流 <input type="text" value="0"/> A 电量 <input type="text" value="0"/> kWh 功率 <input type="text" value="0"/> kW 运行时间 <input type="text" value="0"/> s A相温度 <input type="text" value="27.5"/> grdC B相温度 <input type="text" value="22.9"/> grdC C相温度 <input type="text" value="27.4"/> grdC 后轴温度 <input type="text" value="27.5"/> grdC 前轴温度 <input type="text" value="27.6"/> grdC	电流 <input type="text" value="0"/> A 电量 <input type="text" value="40.3"/> kWh 功率 <input type="text" value="0"/> kW 运行时间 <input type="text" value="3"/> s A相温度 <input type="text" value="27.8"/> grdC B相温度 <input type="text" value="27.5"/> grdC C相温度 <input type="text" value="27.8"/> grdC 后轴温度 <input type="text" value="1 045.8"/> grdC 前轴温度 <input type="text" value="1 045.8"/> grdC	电流 <input type="text" value="0"/> A 电量 <input type="text" value="281 440"/> kWh 功率 <input type="text" value="0"/> kW 运行时间 <input type="text" value="0"/> s A相温度 <input type="text" value="25.7"/> grdC B相温度 <input type="text" value="26.2"/> grdC C相温度 <input type="text" value="25.7"/> grdC 后轴温度 <input type="text" value="1 045.8"/> grdC 前轴温度 <input type="text" value="1 045.8"/> grdC	电流 <input type="text" value="32.3"/> A 电量 <input type="text" value="379 900"/> kWh 功率 <input type="text" value="467.7"/> kW 运行时间 <input type="text" value="14"/> s A相温度 <input type="text" value="79.2"/> grdC B相温度 <input type="text" value="79.3"/> grdC C相温度 <input type="text" value="79.2"/> grdC 后轴温度 <input type="text" value="1 045.8"/> grdC 前轴温度 <input type="text" value="1 045.8"/> grdC	电流 <input type="text" value="0"/> A 电量 <input type="text" value="78 260"/> kWh 功率 <input type="text" value="0"/> kW 运行时间 <input type="text" value="10"/> s A相温度 <input type="text" value="94.6"/> grdC B相温度 <input type="text" value="72.1"/> grdC C相温度 <input type="text" value="94.6"/> grdC 后轴温度 <input type="text" value="52.6"/> grdC 前轴温度 <input type="text" value="1 045.8"/> grdC
1号水泵控制	2号水泵控制	3号水泵控制	4号水泵控制	5号水泵控制
<input type="button" value="复位"/> <input type="button" value="联启"/> <input type="button" value="当前远控"/> <input type="button" value="联停"/> 真空度 <input type="text" value="0.1"/> MPa 设定 <input type="text" value="0.1"/> MPa	<input type="button" value="复位"/> <input type="button" value="联启"/> <input type="button" value="当前就地"/> <input type="button" value="联停"/> 真空度 <input type="text" value="0.1"/> MPa 设定 <input type="text" value="0.1"/> MPa	<input type="button" value="复位"/> <input type="button" value="联启"/> <input type="button" value="当前就地"/> <input type="button" value="联停"/> 真空度 <input type="text" value="0.1"/> MPa 设定 <input type="text" value="0.1"/> MPa	<input type="button" value="复位"/> <input type="button" value="联启"/> <input type="button" value="当前远控"/> <input type="button" value="联停"/> 真空度 <input type="text" value="0.1"/> MPa 设定 <input type="text" value="0.1"/> MPa	<input type="button" value="复位"/> <input type="button" value="联启"/> <input type="button" value="当前远控"/> <input type="button" value="联停"/> 真空度 <input type="text" value="0.1"/> MPa 设定 <input type="text" value="0.1"/> MPa

图10 补连塔煤矿主排水泵房一键复位、启停、参数预览

Fig. 10 A key reset, start and stop, parameter preview of main drainage pumping station in Bulianta Mine

3 结 语

通过近几年互联网技术在补连塔煤矿的应用,特别是 PSI 系统的应用,实现了主运输、供电、供排水、分选、综连采、通风、视频监控等系统的远程控制、数据监测、数据信息存储和分析等功能,使补连塔煤矿在生产、安全、成本节约等方面都有了大幅提升。但与其他行业相比,煤炭行业对于新技术的跟进及应用稍显落后。随着大批高素质技术人才,加盟到煤矿行业中,煤矿从业人员的素质正越来越高,“互联网+”煤矿的发展模式终将成为未来煤炭企业的主流模式。

参考文献(References):

[1] 徐金星. 无线传感器网络研究与设计[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
 [2] 孙 凯. 基于 3G 技术的煤矿安全生产监控系统移动平台开发研究[J]. 煤, 2014(5): 23-26.
 Sun Kai. The development of coal mine safety production monitoring and control system based on 3G technology research and development of [J]. Coal, 2014(5): 23-26.
 [3] 胥常杰. 传感器网络设计的数学模型及其应用[D]. 青岛: 青岛大学, 2010.
 [4] 王海军, 武先利. “互联网+”时代煤矿大数据应用分析[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(2): 139-143.
 Wang Haijun, Wu Xianli. "Internet plus" era of big data application analysis of coal mine [J]. Coal Science and Technology, 2016,

44(2): 139-143.

[5] 周 捷. 基于无线网络的 LED 显示屏远程升级[D]. 南京: 南京大学, 2015.
 [6] 陈鹏举. 云南省煤矿数字化矿山建设现状分析及发展规划研究[D]. 湘潭: 湖南科技大学, 2014.
 [7] 李成坤. 煤矿安全监控系统数据集成方式研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2008.
 [8] 石 文. 煤矿监测监控网络系统的研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2011.
 [9] 赵安新. 数字化矿山及其关键技术应用与研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2006.
 [10] 陈运启, 许 金. 基于元数据与角色的煤矿综合信息管理系统权限控制模型设计与实现[J]. 工矿自动化, 2014(11): 76-78.
 Chen Yunqi, Xu Jin. Design and implementation of metadata and role based access control model of coal mine integrated information management system [J]. Mining Automation, 2014(11): 76-78.
 [11] 刘志寒, 姚 萌. 煤矿安全实时监测与控制信息系统的实现[J]. 工矿自动化, 2005(2): 43-45.
 Liu Zhihan, Yao Meng. Implementation of real-time monitoring and control information system for coal mine safety [J]. Industry and Mine Automation, 2005(2): 43-45.
 [12] 黄公平. 矿井综合自动化系统的设计与实施[D]. 北京: 北京邮电大学, 2007.
 [13] 朱帅虎, 亓佳利. 煤矿信息网络化现状及应用前景[J]. 煤炭工程, 2012(11): 56-58.
 Zhu Shuaihu, Qi Jiali. Present situation and application prospect of coal mine information network [J]. Coal Mine Engineering, 2012(11): 56-58.