

文章编号:1671-251X(2022)S2-0046-05

雁宝能源第三煤矿智能矿山建设实践与探索

高金良

(国家能源集团雁宝能源 第三煤矿, 内蒙古 呼伦贝尔 021122)

摘要:介绍了国家能源集团雁宝能源第三煤矿智能化矿山建设的总体目标、完成情况和下一步实施计划。第三煤矿按照“一矿一策”原则,结合自身实际和智能化定位,依托“一张网”、基于“一张图”、构建三大平台、打造一个中心,建设行业特色的智能矿山,提出了“1131 智能矿山建设方案”。“一张网”建设:以煤矿4G+5G网络、万兆工业环网为基础,融合多种通信网络,全面支撑智能生产。“一张图”建设:建设煤矿GIS地理信息系统平台和GIS时空数据库,实现生产设计、地测、采掘、通防、机电、运输、安全监察等多专业的“一张图”在线协同作业和各类矿图的同步更新、集中管理。三大平台建设:灾害精准预警平台,可实现瓦斯、冲击地压、火灾的智能监控预警等;生产执行管理平台,可实现煤矿生产的危险源管理、风险预控管理、人员不安全行为管理、隐患管理、事故事件管理和监督检查管理等;生产集中控制平台,可实现煤矿生产系统的集中监测、一键启停、分级预警、联动控制等智能化应用,为现场无人值守提供一体化的技术支撑平台保障。一个中心建设:边缘侧智能云计算数据中心建设内容包括数据采集平台、数据资源池和数据管理平台、数据服务平台和人工智能服务平台等,可全面采集、存储煤矿生产实时和业务数据,通过与集团云计算数据中心的云边协同,为矿端应用系统提供稳定可靠的智能化数据服务。

关键词:智能矿山; 智能化建设; 一张网; 一张图; 一矿一策; 云计算; 生产管理平台

中图分类号:TD67 文献标志码:A

Practice and exploration of intelligent mine construction in No.3 Coal Mine of Yanbao Energy

GAO Jinliang

(No.3 Coal Mine, CHN Energy Yanbao Energy, Hulunbuir 021122, China)

0 引言

2020年3月,国家发展和改革委员会、国家能源局、应急管理部、国家煤矿安全监察局等8部委联合印发了《关于加强煤矿智能化发展的指导意见》,明确了煤矿智能化发展的10项主要任务。在此背景下,国家能源集团雁宝能源第三煤矿(以下简称第三煤矿)成立了以矿长为组长的智能化建设领导小组,设计规划了《第三煤矿智能化建设方案》,以《内蒙古自治区煤矿智能化验收基本要求及评分方法》建设要求和《国家能源集团煤矿智能化建设指南》为主线,以安全、高效、绿色、敏捷、智慧、少人、无人为目标,围绕以煤矿4G+5G网络及万兆工业环网为基础,融合多种通信网络,全面支撑智能生产,利用地理信息系统(GIS),实现地测、采矿设计、通

风、机电等多专业在线协同作业和矿图集中管理。以业务深度融合、系统高效集成为目标,建设灾害精准预警平台、生产集中控制平台和生产执行管理平台,实现煤矿安全生产管理的全面数字化和智能化,打造集生产调度、应急指挥、集中监控为一体的矿区智能化中心,推动生产模式变革,最终建成具有行业特色的智能矿山。

1 煤矿概况

第三煤矿位于大兴安岭西麓的海拉尔河中游,隶属内蒙古自治区呼伦贝尔市鄂温克旗境内。大雁矿区东与牙克石市接壤,西连海拉尔区,南邻巴彦嵯岗苏木,北邻海拉尔河。国防公路301线在矿区北部通过,滨洲线铁路在矿区中部穿过。设计生产能力为3.0 Mt/a,于1994年12月开工建设,2005年

收稿日期:2022-08-25;责任编辑:张强。

作者简介:高金良(1969—),男,河北沧州人,高级工程师,主要从事煤矿安全生产、质量标准化、机电等技术管理工作,E-mail:125532709@qq.com。

12 月一期工程(1.8 Mt/a)建成投入联合试运行,2013 年核定生产能力为 3.0 Mt/a。2017 年通过产能置换,生产能力核定为 210 万 t。矿井采用一矿一井一面生产格局,开拓方式为立井多水平分区式开拓,开采方式为走向长壁后退式采煤法,回采工艺为综采放顶煤,顶板管理方法为全部垮落法,矿井通风方式为中央分列式。煤层属大磨拐河组,煤种为褐煤,主采煤层为 27 号、28 号、30 号、33 号煤层,目前生产的采区为北二采区,开采煤层为 3 号煤层。

2 智能化建设总体目标

以安全生产优先为原则,优先开展 5 个 100% 项目建设,同步开展基础类项目建设,穿插开展生产辅助类系统升级改造,最终实现系统集成,落实国家、集团煤矿智能化建设目标和要求。第三煤矿按照“一矿一策”原则,结合自身实际和智能化定位,依托“一张网”、基于“一张图”、构建三大平台、打造一个中心,建设行业特色的智能矿山,提出了“1131 智能矿山建设方案”。

2.1 “一张网”建设

以煤矿 4G+5G 网络、万兆工业环网为基础,融合多种通信网络,全面支撑智能生产。第三煤矿井上下布置 4G+5G 网络及万兆环网,覆盖井下胶运大巷、轨道大巷、工作面、变电所、水泵房,实现数据交换、定位、IP 广播、视频采集、无线 WiFi 等多源异构数据的采集与交互,综合分站内可接入以太网、RS485 等,实现数据采集上传;主干网络采用 6 台交换机组建万兆以太环网,地面网络与井下环网单独敷设,生产系统与监控系统分别敷设光纤独立组网,满足网络传输要求。同时,第三煤矿将在 2022 年实现井下 4G、5G 信号的全覆盖,即在井下平硐、斜井、主要巷道等区域部署矿用 4G 基站,为井下人员提供语音、视频通话、多媒体调度通信;在采掘工作面及胶带运输巷等区域增加部署 5G 基站,借助 5G 高带宽和低时延、高可靠特性,实现大量高清视频传输、井下设备智能机器人巡检,逐步实现采煤机等设备远程控制,支撑实现智能化工作面。环网拓扑如图 1 所示。



图 1 环网拓扑

2.2 “一张图”建设

遵循集团公司智能矿山“统一标准、自主建设”原则,建设煤矿 GIS 地理信息系统平台和 GIS 时空数据库,实现生产设计、地测、采掘、通防、机电、运输、安全监察等多专业的“一张图”在线协同作业和各类矿图的同步更新、集中管理。

(1) GIS 地理信息系统平台:建设煤矿地理信息系统平台,为煤矿地质建模、采矿设计、“一张图”应用等提供基础支撑。

(2) 地质建模通过矿井地形和地质测量数据,构建煤矿 GIS 时空数据库,实现煤矿井下空间信息和生产系统信息的集成和快速、高效管理。

(3) 煤矿“一张图”可实现煤矿采掘、通风等各类图纸的集中管理和业务数据融合,为煤矿生产提供多元信息“一张图”展示和分析应用服务。

2.3 三大平台建设

2.3.1 灾害精准预警平台

在完善优化第三煤矿瓦斯、水、火、粉尘、矿压和冲击地压等灾害监测系统基础上,采集分析各类监测信息,建设灾害精准分析、预警报警智能应用,实现分级报警,提高预警精准度。利用煤矿 GIS 地理信息系统平台和地测采“一张图”系统数据,形成地质与瓦斯、硫化氢、冲击地压灾害分布“一张图”,包括地质模型图、工作面生产情况、瓦斯基本参数、采掘活动、冲击地压灾害分布、火区分布等。从安全监控监测、人员定位、水、火、矿尘、矿压和冲击地压等灾害监测系统中实时采集监测数据。集中展示煤矿瓦斯、水、火、矿尘、矿压和冲击地压等灾害监测数据,实现瓦斯、冲击地压、火灾的智能监控预警。

2.3.2 生产执行管理平台

根据第三煤矿生产管理应用需求,以标准化、精益化、智能化为目标,全面优化煤矿生产业务流程,统一部署集团智能一体化生产执行系统,促进煤矿安全高效生产和信息智能共享,提升煤矿统一调度指挥和协同创效能力,提高系统智能化分析和可视化展示能力,不断深化自动优化、成本精益分析、风险实时预警等智能化分析和自助化服务应用,加快推动第三煤矿生产运营的智慧化转型,包括煤矿日常生产的上传下达、计划编制、生产调度、应急值守和统计分析等。结合集团一体化管控系统(ERP/PM),实现煤矿机电设备的台账管理、运行管理、故障管理、巡检管理、维修管理和能耗管理,合理安排部署维修计划,优化配置维修资源,有效监控维修过程,降低维修配件库存成本,实现机电设备的全生命周期管理。覆盖矿井通风、瓦斯防治、防灭火、防尘及通风监测监控等核心业务,对井下风量、瓦斯、火灾、粉尘及其他有害气体等指标的实时监测,实现

“一通三防”各项业务计划、作业、设备安装与使用的动态管理。根据集团公司安全生产应急管理相关规定和要求,实现应急预案、应急演练、应急资源和应急处置的全过程集中管理。实现煤炭生产、装车发运等各环节的采样、制样、化验的规范化、透明化管理。实现各类技术资料、图纸和文档的收集、鉴别、整理、存储、保管等全过程管理,方便各级管理和技术人员安全、便捷、规范地查询与使用。以班组安全生产、班组成本核算和绩效考核为核心,实现班组的

任务安排自动化、安全生产标准化、成本核算精细化和绩效管理透明化。以集团本质安全管理体系为指导,实现煤矿生产的危险源管理、风险预控管理、人员不安全行为管理、隐患管理、事故事件管理和监督检查管理等。根据集团环保监测和国家环保监察要求,实现对煤矿生产废气、废水监测的在线监测和治污管理。基于煤矿云计算数据中心开展生产运营监测、生产计划优化、智能预测预警等大数据应用。智能一体化生产执行系统界面如图 2 所示。



图 2 智能一体化生产执行系统界面

2.3.3 生产集中控制平台

遵循集团公司统建项目建设要求,由第三煤矿自主建设煤矿统一生产集中控制系统,全面接入煤矿智能生产控制、智能监测与感知各子系统,规范系统信息测点定义,构建煤矿统一信息测点库,优化生产控制工艺流程,结合视频图像识别、人工智能分析

等技术,实现煤矿生产系统的集中监测、一键启停、分级预警、联动控制等智能化应用,全面提升生产智能化监控能力和安全生产管理水平,为现场无人值守提供一体化的技术支撑平台保障。生产集中控制平台如图 3 所示。



图 3 生产集中控制平台

生产集中控制平台具备硬件和软件接口方式,兼容多种通信协议,通信集成现场监控、监测系统,实现信息交换与数据共享;利用 HMI 统一展现煤矿各监控系统的运行信息、感知信息和报警信息,实现对煤矿生产过程的监视与控制;可实现各系统的分类分级报警、日志记录、人工确认和查询分析等功能;采用统一的图形用户界面,对系统和各子系统总貌图、流程图、趋势图等进行组态设计管理。通过定义联动机制、触发条件和联动系统等,实现跨系统间的协同联动;深化智能视频技术应用,建立视频联动机制,双向交叉验证生产现场异常和报警信息,实现智能视频联动。

2.4 一个中心建设

遵循集团公司统一智能矿山数据标准,建设第三煤矿边缘侧智能云计算数据中心,全面采集、存储煤矿生产实时和业务数据,通过与集团云计算数据中心的云边协同,为矿端应用系统提供稳定可靠的智能化数据服务。智能云计算数据中心建设内容包括数据采集平台、数据资源池和数据管理平台、数据服务平台和人工智能服务平台等。

(1) 数据采集平台:具备采集任务管理、采集质量管理、数据采集管理等功能,实现对不同类型数据的采集、清洗、转换和验证。

(2) 数据资源池:提供多源异构数据存储能力,通过对原始数据进行数据标准化加工处理分析后,为上层应用提供数据支撑。

(3) 数据管理平台:结合数据管控要求,为煤矿生产数据提供统一的质量管理、安全管理、模型管理和规范管理等功能。

(4) 数据服务平台:制定统一数据服务目录,为用户和系统提供数据查询、访问和使用等服务。

(5) 人工智能服务平台:利用图像识别、空间定位、机器学习等智能模型算法,结合煤矿生产大数据实现环境感知、运行分析、预测预警等方面的智能化应用。

3 智能化建设情况

3.1 智能化立项情况

煤矿按照“总体规划、分步实施,全面提升、重点突破,立足当前、谋划长远”的原则,2016—2021 年,第三煤矿智能矿山专项费用共计完成 2 017.496 万元,2022 年计划新增 11 项预算 7 646.89 万元。

3.2 项目推进情况

(1) 2016—2017 年,完成生产指挥中心的改造。

(2) 2017—2018 年,第三煤矿先后完成了地面

压风机、井下中央变电所、中央水泵房、主井提升机、副井提升机、主要通风机、瓦斯抽放泵等地点的综合自动化改造。并且地面压风机、井下中央变电所、中央水泵房实现了无人值守。

(3) 2018—2019 年,第三煤矿完成了下煤组采区变电所、采区水泵房、排矸胶带、斜巷强力机、下煤组强力机等地点的综合自动化改造。并且下煤组采区变电所、采区水泵房实现了无人值守。

(4) 2019—2020 年,完成制氮机、西三水泵房、掘进工作面上、I0130⁴08 下顺槽带式输送机等地点的自动化改造。

(5) 2020 年完成压风机房低压柜自动化改造、排水系统自动化改造、地面排矸系统自动化控制改造、排矸配电厅自动化改造、运输工作面胶带自动化控制改造、束管监测系统改造。

(6) 2021 年完成矿用设备监测管理系统数据接入工程,完成调度室显示系统、人员精准定位系统、应急广播系统等的升级改造。

3.3 下一步实施计划

重点部署井下 4G/5G 通信网络建设,通过对工业网络的 VLAN 划分,实现视频网络、工业控制网络的划分,提高工业网络的整体性能。同时完善综合自动化集成系统建设项目,实现各机房硐室自动控制。按照自治区智能化建设文件要求,增加了“工业控制基础设备改造”项目和“灾害综合防治系统建设”项目 2 个智能化建设项目。

“第三煤矿智能通风控制系统研究与应用”项目列为集团科研项目,计划 2022 年完成建设,建设包括风门远程自动控制、调节风窗远程精准调控、局部通风机远程监测与智能调控、主要通风机协同控制融合等通风智能控制技术装备;开发一套集通风网络在线监测、通风隐患自动判识报警、有毒有害气体空间分布分析预警、通风网络二三维一体化展示、通风设施设备远程控制和灾变联动控制等为一体的通风智能决策及控制系统,实现矿井通风的精准监测、智能调节与灾变控制,全面提升矿井通风自动化、智能化水平,减少通风人员数量,提高通风系统的可靠性。

2022 年第三煤矿将进一步提升矿井远程控制与监护能力,建设井下智能化采掘工作面,研究视频 AI 智能控制等技术,建设智能通风项目,同时进一步挖掘数据潜能,优化综合监控系统,实现精准预警、精准检修、智能运维。

4 煤矿智能化发展思考

按照“无人则安”的建设思路及“1131 智能矿山

建设方案”建设目标,以创新为煤矿开启高质量发展新征程。

(1) 科学谋划建设,为煤矿高质量发展助力:全力推进煤矿智能化建设,通过加大科技创新力度,引入智能化、自动化设备,加强科技研发平台和人才队伍建设,使智能矿山建设迈出新的步伐;建设生产数据管理平台,为全面推进煤矿智能化以及智能矿山建设夯实基础;生产数据移动监测监控集成应用,集合工业视频、实时生产数据、生产数据分析、人员定位、综采矿压分析、设备开机率等多项功能。这些集成的信息数据在基层实践应用中发挥着指导作用,同样,对于顶层设计,信息数据也为决策支持提供强大参考依据和前提保障。

(2) 夯实安全根基,为煤矿高质量发展助力:如何开启“破冰之旅”,第三煤矿始终在积极探索,寻求“机械化换人、自动化减人、智能化少人”安全高效可持续发展之路,不断加大智能化创新探索,依托智能化大数据平台经验优势,结合矿井生产运行实际,真正实现“机械化换人,自动化减人”目的,也为“无人则安”奠定基础,有力夯实煤矿安全生产根基。

(3) 提升效率效益,为煤矿高质量发展助力:智能矿山建设除了提高安全保障水平外,还要解决效率效益问题。建设智能化工作面,标志着设备一键启停、全过程视频监控、井下有人巡视无人值守的全新工作模式。实现基于视频监控的智能化开采,工作面采煤过程无人操作、放煤过程有人介入操作的智能化生产,构建“以工作面自动控制为主,集控中心远程干预为辅、放煤程序有人干预”的智能化生产模式。

第三煤矿将坚定智能化绿色开采道路,持续助推企业实现高质量发展。全力建设智能示范矿井,逐步提升煤矿智能化开采水平和安全生产水平,实现少人、无人高效生产,持续推动煤炭产业高质量

发展。

5 结语

从智能矿山的顶层设计出发,实现“一矿一策”,根据国家及集团智能化的相关标准,如何建设适合第三煤矿井下环境的智能矿井,真正的实现“少人则安,无人则安”这一理念,第三煤矿在智能化建设中不断积累总结经验,在机房硐室无人值守、4G+5G 网络建设、人员精准定位的安装等方面取得了良好的效果,按照“1131 智能矿山建设方案”,即依托“一张网”、基于“一张图”、构建三大平台、打造一个中心,逐步打造了具有第三煤矿特色的智能化矿井。

参考文献:

[1] 孙继平,田子建. 矿井图像监视系统与关键技术[J]. 煤炭科学技术,2014,42(1):65-68.

[2] 贺海涛. 综采工作面自动化在神东矿区的实践[J]. 陕西煤炭,2009,28(2):51-52.

[3] 王峰. 基于透明工作面的智能化开采概念、实现路径及关键技术[J]. 工矿自动化,2020,46(5):39-42,53.

[4] 李梅,杨帅伟,孙振明,等. 智慧矿山框架与发展前景研究[J]. 煤炭科学技术,2017,45(1):121-128,134.

[5] 鞠建华. 构建中国绿色矿山建设的支撑体系[J]. 中国矿业,2020,29(1):13-15.

[7] 王琼杰. 让金山银山变成绿水青山——中国国土资源经济研究院绿色矿业发展指导中心副主任侯华丽谈砂石行业绿色矿山建设[J]. 国土资源,2018(9):28-31.

[8] 陈继文,魏文胜,李鑫,等. 基于数字孪生的工程机械产品健康检测方法研究[J]. 中国工程机械学报,2020,18(4):371-376.

[9] 刘慧莉. 数字孪生:工业智能发展新趋势[J]. 数字技术与应用,2020,38(10):216-218.

[10] 王槐,卢致明,李镇宏,等. DCS 集散控制系统在选矿厂应用的重要性[J]. 世界有色金属,2021(4):13-14.

(上接第 45 页)

[4] 张永新. 智慧矿山框架与发展前景研究[J]. 产业创新研究,2021(14):76-78.

[5] 王国法,庞义辉,任怀伟. 智慧矿山技术体系研究与发展路径[J]. 金属矿山,2022(5):1-9.

[6] 安鱼飞. 煤矿智慧矿山三维智能管控系统设计与实现[J]. 中国煤炭,2021,47(7):51-61.

[7] 王忠新,赵晨阳,刘中国. 露天矿山场景下 5G 专网及

应用赋能的探讨[J]. 邮电设计技术,2021(7):89-92.

[8] 唐凝,赵琛. 智慧矿山 GIS 模型的创建与应用[J]. 能源与环保,2021,43(6):192-196.

[9] 王雪妮,韩国锋. 智慧矿山安全生产管理系统设计[J]. 能源与环保,2021,43(6):173-178.

[10] 李艺,刘春平,武晓雪. 基于 5G 技术的智能矿山研究及应用[J]. 中国煤炭,2020,46(11):42-48.