

智能矿山建设实践及关键技术

田昌进 张修香 王清亚

东华理工大学 江西 南昌 330008

摘要：目前我国传统的矿山企业内部信息没有形成有效的内通和共享，且行业内部对于数字化的接受程度很低。建设智能矿山的主要目的就是为了解决矿山企业内部的排斥问题。通过建立互联网和物联网，采用云计算、人工智能等多种先进技术可提高矿山企业的信息化建设，促进智能矿山建设的进一步发展。

关键词：智能矿山；矿山智能化；关键技术

1 智能矿山概述

智能矿山以信息化建设为基础，以自动化建设为手段，融合 5G 通信、物联网、云计算、大数据、智能传感、人工智能等先进技术，最大程度地减少井下作业人数，改善矿井员工作业环境，提高工作效率，并打造跨系统多维度的数据分析平台，为管理层制定矿井发展方向与决策提供可靠数据支持。

智能矿山建设技术架构，其包括感知层、传输层、数据层、平台支撑层和应用层。感知层将前端感知的视频监控数据、安全监测数据、生产自动化数据等通过串口、网关、PLC、综合分站、移动设备等进行集中采集。传输层利用井上下工业环网、视频专网、4G/5G 无线网络等对感知数据进行传输。数据层按照统一标准对感知层数据进行分类存储。平台支撑层基于实时数据和业务需求进行数据抽取、数据可视化、大数据分析等，提供基础技术支撑服务、数据管理支撑服务、数据共享与交换服务、应用与分析支撑服务。应用层提供面向业务应用的服务，主要包括基于时空 GIS “一张图”的安全监测系统、基于时空 GIS “一张图”的生产监控系统、生产执行系统、经营管理系统及综合决策大数据分析系统，并通过调度大屏、PC 应用端、门户网站、移动 APP 等方式进行展示，PC 应用端、门户网站和移动 APP 均可基于权限控制实现煤矿不同用户需求^[1]。

2 智能化建设规划基本思路

智能矿山规划是一个复杂的过程，要全面根据自身的实际情况，进行合理地优化与建设，以此有效提升传统生产力，保证生产的连续性与安全性。智能化建设是当前最为热门的课题，可以说，多数配套服务厂商把智能化当成升级的总方向，进行设计时也加入了信息化集成元素，进行科学的统筹规划，这种是当前最为重要的方向。不同的角度对智能化的建设方向不同，各煤机应用及制造企业重点放在发展单机装备智能化上，通过单机设计的智能化改进为突破口，全面提高全链条生产效率，使复杂环节变得更加安全简便。但是，这种方式虽然对设备进行了环节优化，而衔接并不合理、能效匹配缺乏，在实际生产过程中，就容易出现子系统间、工艺衔接间、上下游设备间的不协调，运行起来就会出现各

自为营的不利局面，使生产安全质量得不到保障。企业进行优化规划时，往往是缺少全盘考虑，没有统筹好设备、工艺规划方案，就会导致重复性投入，造成资金的浪费，同时也很容易出现产业链条的断裂。要全面突破子系统之间的“视野局限”，使不同的系统形成协调的运行，就要纳入整体规划方案中。所以说，智能化建设必须要针对智能化升级改造进行创新，以提高设备运行效率为重点，实现以子系统或单机装备为代表的独立生产单元智能化，以此提高生产速度，保证质量；或者是将各关联工艺子系统间、上下游设备间进行科学的衔接，使多机装备形成智能化运行，保证多机的协同联动，通过对环节链条地改进，最后实现整个系统的智能改进，保证智能化决策的正确方向。

3 主要建设内容

3.1 加强顶层设计

当前，我国大部分能源型企业都历经了 1 次自动化、数字化升级改造，但是我国能源企业多数还较为传统，各个岗位用人量相对较大，要想全面提高智能化建设水平，则需要一个过程，通过智能化、无人化或少人化生产转变，全面推动企业进行一次真正的新工业技术革命。为了更加有效保证智能化建设的实现，企业就要根据自身的发展水平，从日常的、基础性的工作着手，立足长远、统筹谋划，关注前沿技术，抓好细节、打牢基础。

一是投入与产出同步。要有整体性的战略规划，从强化目标入手，做好整体规划引领，优化智慧矿山建设投资结构比例，全面转变建设理念、系统架构、综合管理、智能技术与装备研发各项工作，以自身的条件，先建立示范煤矿，凝练出可复制的智能化技术改进方式，总结好智能装备、生产模式、管理方法等经验，然后再不断进行推广。二是坚持宏观与微观并重。不断强化科技含量，推动技术改进，通过技术创新实现效率变革。煤炭企业要全面把握好市场导向，着力补短板、强弱项，制定煤矿智能化发展行动方向、实施路径和政策措施，有效促进技术成果转化，提高煤矿智能化水平。三是供给和需求并举。引进物联网、AI 技术、5G 技术等，全面发挥现代技术优势，在煤炭工业领域推广应用，

不断创新发展智能煤矿^[2]。

3.2 生产自动化及在线监测平台建设

平台选型。生产自动化及在线监测平台采用可靠的 SCADA 系统及自动化组态软件 iFix, SCADA 采集采用冗余设计, 主机出现问题时, 备机可自动运行。

综合自动化生产主要功能。首先, 实时监测控制。综合自动化系统可与井下智能仪表、智能模块、PLC、控制器、分站等硬件设备进行实时通信, 对相关参数进行实时采集, 并根据相关控制逻辑进行实时控制。其次, 进行趋势分析。采用趋势分析控件, 利用大数据和云计算技术, 对采集的各类数据进行加工、整理, 利用多维分析、关联分析、趋势分析等分析方式对矿井安全状况进行分析评估, 直观显示区域、煤矿的安全状况。最后, 融合联动。融合应用各类信息技术, 联动的具体要求包括人员定位、安全监控、生产等系统间联动与“一张图”应用服务。

以安全监测监控系统数据为核心, 并通过基于物联网的广泛连接, 实现其余系统之间的联动。当工作面、掘进面、运输道等环境监测数据超限时, 依据设定的阈值系统, 利用大数据技术进行数据分析, 对相应区域的反馈开关进行远程分闸或合闸, 同时系统自动弹出相关超限地点视频画面。

3.3 掘进智能化建设

掘进智能化建设包括掘进工作面运输、供电、供风系统集成, 工作面连采机自动化生产, 破碎机与梭车自动化联动, 锚杆机自动化支护等方面的建设。实现 8 个工作面运输、供电、供风系统了集控, 取消掘进工作面运输系统固定岗位 26 个, 减员 50 余人, 同时制定了设备开机率报表, 为生产管理人员提供指导性数据。掘进工作面智能化实现了连采机基于 5G 传输网络、惯导和负载敏感等技术的远程控制 and 自主割煤功能及破碎机与梭车联动启停功能, 并通过引进两臂自动锚杆机实现了锚杆自动定位、自动打钻、自动锚固功能, 支护单根锚杆时间由 5 min 缩短至 3 min, 支护效率提升 40%。

3.4 加强空间信息技术在智能采煤中的应用。

智能矿山在建设过程中使用的空间信息技术以定位技术、地理信息系统、遥感技术为核心内容。在矿山发展过程中, 通过空间信息技术能够对各项指标和数据进行有效分析, 以保证自动化系统的应用效果, 确保矿山在生产过程中各项指标顺利获取, 实现对矿山信息数据的快速整理和分析, 从而建立完善的信息管理制度, 并以三维形式展示。空间信息技术在智能化采煤中的应用主要体现在远程控制、工作面监控、地理信息系统、记忆割煤、煤层生产跟踪等方面^[3]。

3.5 主运输系统智能化控制及巡检机器人的应用

目前, 煤矿主运输系统大多通过变频控制技术实现了软启动、远程集中和人工调速功能。部分矿井采用视频监控胶带运输机带面煤流, 实现了自动调速的节能降耗技术。2017 年, 国家能源集团榆神能能源公司采用超声波煤流检测技术, 通过控制逻辑研究和建模, 实现了主运输系统顺煤

流启动, 系统具备“煤多快跑、煤少慢跑、无煤不跑”的智能化控制功能, 系统综合节电率到达 25.6%, 系统设备降损率达到 25.4%, 在推进节能降耗的同时, 以减员增效为目标的主运输系统巡检机器人也在研发过程中, 按照预期目标, 煤矿主运输系统可实现无人值守, 机器人可替代巡检工, 完成主运输系统巡检, 自主识别电机、减速器、滚筒、托辊等设备、部件故障, 识别带面损伤、巷道环境和设施异常, 自主分析、判断、定位, 并发出警报、生成报告, 提高巡检质量, 降低设备故障率, 减少非计划停机。

3.5 供电智能化建设

煤矿变电所已实现无人值守。五盘区变电所引进轨道式智能巡检机器人, 按预设时间定时巡检变电所各高压柜运行状态及周围环境, 解决固定视频监控死角问题; 可与自动化系统联动, 当某台高压柜发生故障时, 机器人自行移动至柜前进行巡查; 可对高压柜合闸操作人员进行人脸识别确认, 代替传统的操作票制度; 可对高压柜操作情况进行视频录像, 在员工因操作失误造成事故后, 可查看监控视频进行追查; 监测到环境气体超限时, 可自动切断供电电源^[4]。

3.6 提高安全生产保障能力

人员安全。通过精准人员定位系统, 实时采集井下人员位置, 提供应急救援方案。各子系统融合联动, 保障井下工作环境的安全, 提高井下工作人员的安全保障能力, 改善职业安全健康环境, 降低矿山职业病发病率。

设备安全。大数据分析功能通过长期采集生产设备的各类参数, 分析预判设备检修需求及故障状态, 提高生产设备安全保障能力。

结束语

综上所述, 智能矿山是一项多专业、多学科, 应用前沿科技, 针对煤矿特定环境开发的复杂系统, 应顺应时代快速发展的需求, 引进自动化和智能化技术, 建设智能矿山。

参考文献

- [1] 吕鹏飞, 何敏, 陈晓晶, 等. 智慧矿山发展与展望[J]. 工矿自动化, 2018,44(9):84-88.
- [2] 刘勇. 综合调度指挥系统在智慧矿山中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2018(13):15.
- [3] 申雪, 刘驰, 孔宁, 等. 智慧矿山物联网技术发展现状研究[J]. 中国矿业, 2018,27(7):120-125.
- [4] 丁永禄, 吕兆海, 杨洋, 等. 智慧矿山综合监控系统构建及数据处理[J]. 神华科技, 2018,16(6):3-7.

个人简介: 田昌进, 1982 年 10 月, 男, 汉族, 籍贯: 贵州, 东华理工大学, 讲师, 硕士

个人简介: 张修香, 1989 年 8 月, 女, 汉族, 籍贯: 黑龙江, 东华理工大学, 讲师, 博士

个人简介: 王清亚, 1990 年 6 月, 男, 汉族, 籍贯: 河北, 东华理工大学, 讲师, 博士