doi:10.3969/j.issn.2095-1744.2020.09.017

基于智能化技术的金属非金属矿山事故隐患治理对策研究

张 丹,安 晶
(华北科技学院,河北 三河 065201)

摘 要:近年来,我国非煤矿山安全生产形式逐渐好转,但总体的安全生产形式依然严峻,常规的事故预防、隐患消除方式已经陷入瓶颈。金属非金属矿山作为非煤矿山监管中的重要对象,隐患种类众多、排除难度大一直是制约行业发展的主要因素之一。随着科学技术的进步,依托智能化手段建设集中化程度高的智能矿山,治理消除事故隐患的概念一直受到众多学者的推崇,但传统的智能化矿山建设侧重点仍在开采生产经营阶段。因此,提出了基于智能化技术实现矿山全生命周期的隐患治理方案,针对矿山的勘察设计阶段、建设施工阶段、开采生产阶段、闭坑阶段提出了建设体系、路径和建设目标,以化解金属非金属矿山事故隐患,保障行业安全发展。

关键词:金属非金属矿山;智能化;事故隐患治理
中图分类号:TD77;TD79 **文献标志码**:A **文章编号**:2095-1744(2020)09-0113-04

The Research of Countermeasure for Intelligent Technology in Metal and Nonmetal Mine Accident Hidden Danger Treatment

ZHANG Dan, AN Jing
(North China Institute of Science and Technology, Sanhe 065201, China)

Abstract: In recent years, non-coal mines safety production situation has gradually improved in China, but the overall safety production situation is still severe. The conventional ways of accident prevention and hidden danger elimination have fallen into the bottleneck. Metal and non-metal mines are important objects of mine supervision, there are many kinds of hidden dangers and it is difficult to eliminate them, which has been one of the main factors restricting the development of the industry. With the progress of science and technology, relying on intelligent means to build a highly centralized intelligent mine, the concept of eliminating the hidden danger of accidents has been highly praised by numerous scholars. But the traditional intelligent mine construction focus is still in the mining production and operation stage. Therefore, this paper puts forward the hidden danger control scheme based on intelligent technology to realize the whole life cycle of mine. According to the stage of survey and design, construction, mining production and pit closing of the mine, the construction system, path and construction objectives are put forward, so as to resolve the potential accidents of metal and non-metallic mines and ensure the safe development of the industry.

Key words: metal and nonmetal mines; intellectualization; potential accident

收稿日期:2020-07-31
基金项目:中央高校基本科研业务费资助项目(3142020034);廊坊市科学技术局资助项目(2020013030)
Fund: Supported by Central University Basic Scientific Research Operation Fee Funding Project(3142020034); Langfang Bureau of Science and Technology(2020013030)
作者简介:张 丹(1984—),女,硕士,讲师,主要研究方向为应急信息化、信息管理等。
引用格式:张 丹,安 晶.基于智能化技术的金属非金属矿山事故隐患治理对策研究[J].有色金属工程,2020,10(9):113-116.
ZHANG Dan, AN Jing. The Research of Countermeasure for Intelligent Technology in Metal and Nonmetal Mine Accident Hidden Danger Treatment[J]. Nonferrous Metals Engineering, 2020, 10(9): 113-116.

随着科学技术的不断进步、监管能力的逐渐提升、从业人员水平的整体提高，我国非煤矿山生产及安全形势明显好转，但发展方式总体依然比较粗放，生产及安全形势依然严峻。2019 年我国非煤矿山共发生事故 367 起，较 2018 年的 380 起下降了 3%，但死亡人数从 406 人增加至 419 人，常规的事故预防、隐患消除方式已经陷入瓶颈。

金属非金属矿山作为非煤矿山的重要监管对象之一，其事故隐患众多、排除难度大等问题一直是制约行业整体发展的主要原因之一。随着科学技术的进步，较多的先进技术在矿山行业逐渐实践应用。“十三五”期间，依托“机械化换人、自动化减人”的金属非金属矿山已经率先开展了智能化改造，提升了整体的安全生产水平。因此依靠智能化手段，实现装备设备机械化、自动化、智能化，安全管理信息化、数据化，事故灾害数字化、定量化、无害化，贯穿矿山全生命周期，推进“人少则安，无人则安”的智能化建设是治理金属非金属矿山隐患的重要方式之一，也是整个矿山行业安全发展的必由之路。

1 矿山智能化建设现状

目前国内对智能矿山的建设及顶层设计的相关研究已经取得较大进展，但金属非金属矿山具有建设周期长、生产工艺复杂、工况环境苛刻等特点，使得我国金属非金属矿山智能化建设整体水平比较落后，难以满足高质量发展的需要[1]。

1.1 地下矿山智能化建设现状

由于我国金属非金属地下矿山作业空间较小、作业环境复杂，大部分智能化建设只专注于生产阶段的运输系统自动运行，采掘系统的远程作业，各辅助系统的无人值守、远程监控。基本实现了提升、运输、调度的自动化处理，凿岩、装药、铲装的远程遥控作业，通风、排水、供气、配电等环节的信息化远程协同。

1.2 露天矿山智能化建设现状

国内规模较大的露天矿山在智能化建设中已经取得了较多的成果，基本上实现了基于 GIS 技术、现代数字勘探技术的矿山整体开采环境三维可视化建模、开采作业自动化设计、开采放矿动态管理、生产计划动态调整；穿岩作业的远程遥控；装载运输的路线、调度优化，采掘设备和矿用卡车之间的循环作业。

2 智能化技术消除事故隐患的体系

现阶段我国智能矿山建设仍处于初步阶段[2]，所取得的智能化或自动化成果大部分为生产和运行阶段，对矿山整个生命周期无法兼顾。利用智能化手段消除事故隐患则应从矿山的勘察设计、建设施工、开采生产、闭坑等矿山全生命周期进行规划，考虑现阶段和未来科学技术的发展，从不同的生命阶段出发，逐步用科学技术实现矿山的智能化建设，全生命周期智能矿山体系如图 1 所示。

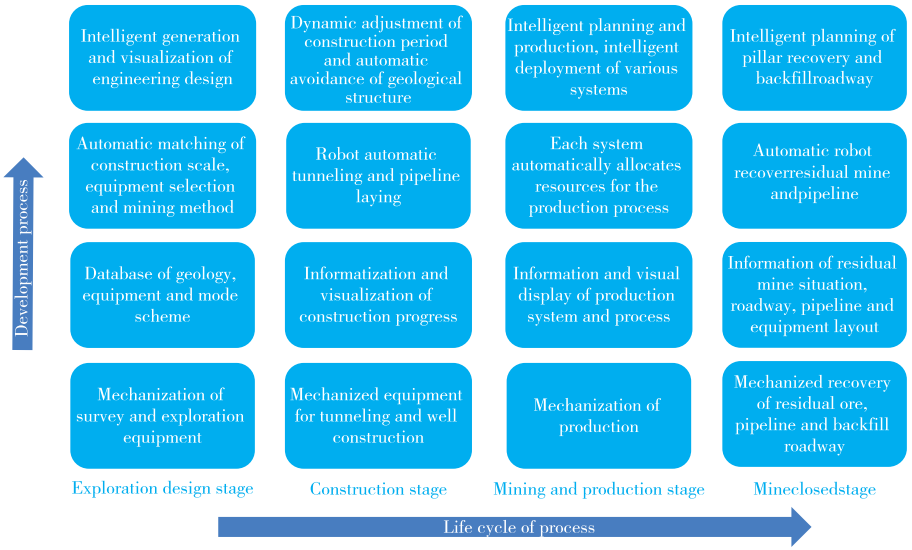

图 1 全生命周期智能矿山建设体系

Fig. 1 The life cycle of intelligent mine construction system

3　智能化技术消除事故隐患的路径

3.1　在建及在产矿山

1)依托现阶段的科学技术水平,对矿山实际业务特点、支撑配套条件、风险因素进行评估。对有能力推行智能化建设的矿山开展针对性的建设设计,依照建设过程逐步实现生产阶段的智能化建设。对没有能力推行智能化建设的矿山,要根据整体资源配比、区域内下游企业建设等采取合理措施进行资源整合或关闭。

2)开展信息标准化建设,实现制度流程化、流程表单化、表单信息化。对现有设备进行信息化、自动化改造,以实现由部分到整体的自动控制,并逐步推进智能化建设。

3)扶持开展信息化数据收集、分析、应用工作设备厂商,建设依托于上游企业的设备预报预警机制,合理分配智能化矿山建设压力,倒逼不合格、不先进设备退出市场。

3.2　新建矿山

1)勘察设计阶段,逐步建立完善金属非金属矿山工艺、装备、环境、事故等信息的数据库,开发适应于金属非金属矿山的大数据、信息挖掘的技术方案,实现从根本上提升设计水平,逐步实现该阶段的智能化建设。

2)建设施工阶段,逐步推进各类机械设备信息化、自动化试验建设,对标勘探设计阶段成果,逐步验证、完善环节、提前布局。

3)开采生产阶段,推进金属非金属矿山机械化采矿试验建设,逐步实现无人工作面布设、智能化排产、智能化充填等相关生产配套系统的建设。

4)闭坑阶段,综合利用前期智能化建设成果,实现矿石回收、巷道回填、闭坑监测等阶段的智能化建设。

4　智能化技术消除事故隐患的目标

4.1　勘察设计阶段

矿山的生命周期一般为勘察设计、建设施工、开采生产、闭坑四个阶段,根据 P-D-C-A 理论,即勘察设计阶段是最重要的一环,也是矿山后续各流程安全高效运营的根本保障。因此,基于全生命周期智能矿山建设体系,首先要经过机械化、信息化、自动化三个过程逐步实现勘察设计阶段的智能化,通过勘探勘察设备的机械化,地质条件、各类设备、管线布置、开采方案的信息化,建设规模、设备选型、开采方案匹配的自动化,最终实现工程设计方案智能生成、可视化展示。而勘察设计阶段的智能化建设对消除事故隐患更具有普适性:1)适用于大、中、小型各规模矿山;2)从源头消除了后期建设、生产的不合理因素;3)合理规避设计人员不合理的经验性判断。

4.2　建设施工阶段

不同于勘察设计阶段,建设施工阶段实现智能化过程仍需要大量的工程实验基础,逐步实现掘进作业的机械化,建设进度、地质情况验证等信息化可视化展示,机器人自动掘进、机器人自动敷设线路,最终实现工期自动调整、地质构造自动规避的智能化建设。同时建设施工阶段也涉及较多的风险因素,实现建设施工阶段的智能化对于新建矿井、改扩建矿井在建设期、生产期最大程度的规避事故隐患有较大的意义:1)消除人直接暴露在危险环境中作业;2)避免操作机械设备对人的安全威胁;3)实现地质环境验证、管理,为后期开采生产过程中事故预防做支撑;4)智能化协调建设进度,消除管理漏洞。

4.3　开采生产阶段

国内对开采生产阶段的信息化实践经验较为丰富,已基本建设了安全监测监控系统、井下人员定位系统、通信联络系统等多种系统及覆盖矿山主要生产环节的通信与传输网络系统[3-4]。依托于现有信息化建设基础,逐步实现机械化开采是实现该阶段智能化的关键环节。对于整个矿山生命周期风险隐患因素最为集中的阶段,建设无人工作面、智能运输调度[5],最终实现生产开采阶段的智能化对金属非金属矿山行业消除事故隐患起着关键作用:1)直接减少违规作业事故造成的人员伤害;2)合理规划生产顺序,杜绝生产信息错误造成的重特大事故。

4.4　闭坑阶段

闭坑阶段是矿山生命周期的末段,部分资源仍需开发利用,部分巷道需要回填,部分管线、设备需要回收。随着巷道的回填、管线设备的回收,原有的各个系统运行将会受到影响,因此,闭坑阶段所存在的事故隐患仍需重视。依托前三阶段的智能化建设基础,基于地质条件建模、矿产资源可视化、遥控作业机器人[6]等手段实现闭坑阶段的智能化建设,对矿产资源的有效利用、合理利用有着重要意义。

5　结论

利用智能化技术消除隐患的方式符合技术发展、行业发展的普遍形式,但我国矿山智能化建设任

重道远。运用智能化手段消除矿山事故隐患不能仅围绕开采生产阶段，也应该兼顾矿山全生命周期的其他阶段，多角度出发、多头并举、齐力攻坚。同时，智能化建设更要脚踏实地、切勿好高骛远，国内矿山及相关企业应抓住新技术、新方法带来的机遇，安全监管机构更应紧密完善相关的技术环节管控，摘掉传统的矿山行业事故隐患高发的帽子，通过智能化建设逐步消除金属非金属矿山的事故隐患。

参考文献：

[1] 连民杰，周文略. 金属矿山智能化建设现状与管理创新研究[J]. 矿业研究与开发，2019，39(7)：136-141.
LIAN Minjie, ZHOU Wenlve. Study on current situation and enterprise management innovation in the construction of intelligent metal mine[J]. Mining Research and Development，2019，39(7)：136-141.

[2] 阙建立. 智能矿山平台建设与实现[J]. 工矿自动化，2018，44(4)：90-94.
QUE Jianli. Construction and implementation of platform for intelligent mine[J]. Industry and Mine Automation，2018，44(4)：90-94.

[3] 吴立新，古德生. 数字矿山技术[M]. 长沙：中南大学出版社，2009：48-49.
WU Lixin，GU Desheng. Digital mine technology[M]. Changsha：Central South University Press，2019：48-49.

[4] 吴立新，汪云甲，丁恩杰，等. 三论数字矿山——借力物联网保障矿山安全与智能采矿[J]. 煤炭学报，2012，37(3)：357-365.
WU Lixin，WANG Yunjia，DING Enjie，et al. Thirdly study on digital mine：serve for mine safety and intellimine with support from IoT[J]. Journal of China Coal Society，2012，37(3)：357-365.

[5] 崔亚仲，白明亮，李波. 智能矿山大数据关键技术与发展研究[J]. 煤炭科学技术，2019，47(3)：66-74.
CUI Yazhong，BAI Mingliang，LI Bo. Key technology and development research on big data of intelligent mine[J]. Journal of China Coal Society，2019，47(3)：66-74.

[6] 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.
LYU Pengfei，HE Min，CHEN Xiaojing，et al. Development and prospect of wisdom mine[J]. Industry and Mine Automation，2018，44(9)：84-88.