

中企海外智慧化矿山建设面临的问题及应对措施

杨思敏, 高立强, 王亮, 刘威

(北方矿业有限责任公司, 北京 100053)

[摘要] 随着计算机技术、微电子技术、信息技术和网络技术的迅速发展,中企海外智慧化矿山建设势在必行,同时智慧化矿山的建设也将成为海外矿山企业提高核心竞争力的重要途径。针对中资企业海外矿山的基本特征以及智慧化建设的现状,阐述了海外智慧化矿山建设存在的问题,并由此提出相关的应对措施。

[关键词] 海外智慧化矿山; 信息化; 智能化; 一带一路

[中图分类号] TD22 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2021)05-0083-06

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.05.018

0 引言

目前全球进入了一个智能化发展的新时代,在这样的大背景下,智能化建设成为全球行业,尤其是制造业的一大热点。我国在十九大报告中也明确指出“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”为制造业的智能化发展指明了方向。在2020年4月工信部相继发布了《有色金属行业智能冶炼工厂建设指南(试行)》。在今后相当长的一段时间内,中国矿业要实现绿色、可持续发展,必须走智能化矿山的道路,以改变传统的管理模式和运营方式,只有借助智慧化矿山建设,利用高新技术,才能真正优化配置资源,整体提高矿山运营经济效益。

随着科技不断发展,我国各大矿山企业都在积极推进智慧化矿山建设,争取占领智慧化矿山建设高地,以达到示范效应,提高自身竞争优势。在全球经济一体化发展趋势的影响下,我国矿企积极响应国家“一带一路”政策^[1-2],实施“走出去”战略,充分利用国外和国内两种资源、两个市场,加速在海外拓展矿产业务,不断扩大企业的发展规模,进一步加大我国战略资源储备力量。然而,目前中资企业在

海外智慧化矿山建设方面存在诸多问题与障碍,一方面是部分海外矿山企业在智慧化、智能化建设带来的优势认识不够深刻,另一方面由于自身技术的落后,在现阶段推行智慧化矿山成本较高,时机还不够成熟。如何能在海外矿企竞争中获得优势,抓好海外矿山智慧化建设是重中之重。本文主要针对国内大型矿山企业海外投资建设智慧化矿山遇到的共性问题,针对性地提出相对应解决方法。

1 智慧化矿山建设简介

“智慧化矿山”是随着计算机技术、微电子技术、信息技术和网络技术的迅速发展近几年在国内提出来的新概念^[3]。智慧化矿山是将信息化技术、互联网技术、自动控制技术结合在一起应用于矿山开采过程中,实现整个矿山的三维可视化和矿体模型可视化^[4]。智慧化矿山的核心思想内容是通过计算机技术建立一体化矿山时空框架,整合矿山地质数据资源,将矿山所固有的真实信息进行三维化数字显示,建立智慧化的矿山空间数据仓库和集成化的矿山三维空间模型,并对整个矿山进行详细、准确的描述。在建好的三维平台上,关联矿山各类软件系统与数据流程,为矿山生产作业提供实时监测数据,实现矿山信息的实时动态性以及管理生产一体化,并对矿山安全、应急救援等提供基础平台和决策支持。智慧化矿山建设最重要的意义是促进矿山信息化改造,实现采选冶自动化与智能化、保障矿山安全、高效、绿色及可持续开采,实现科学生产^[5-6]。智慧化矿山顺应了时代发展的潮流,深度融合了当

[收稿日期] 2021-06-02

[作者简介] 杨思敏(1993-),男,山西阳泉人,工程师,硕士,主要从事选矿咨询与设计工作。

[引用格式] 杨思敏,高立强,王亮,等.中企海外智慧化矿山建设面临的问题及应对措施[J].有色设备,2021,35(5):83-88.

前涌现的新型科学技术。智慧化矿山建设是提高安全生产效率,降低生产成本,提升竞争力和管理水平的有效途径^[7]。

智慧化矿山建设是一项系统性工程。图 1 为国内某大型露天矿山智慧化建设所包含的内容。该系

统主要由 5G/4G 通信网络系统、矿山数据中心、数字采矿软件平台、矿山生产执行系统平台、三维可视化管控平台、卡车智能调度系统、安全生产监测监控系统、无人驾驶系统、质量控制系统的集成系统,形成一个高效、绿色、安全的智慧化矿山系统。

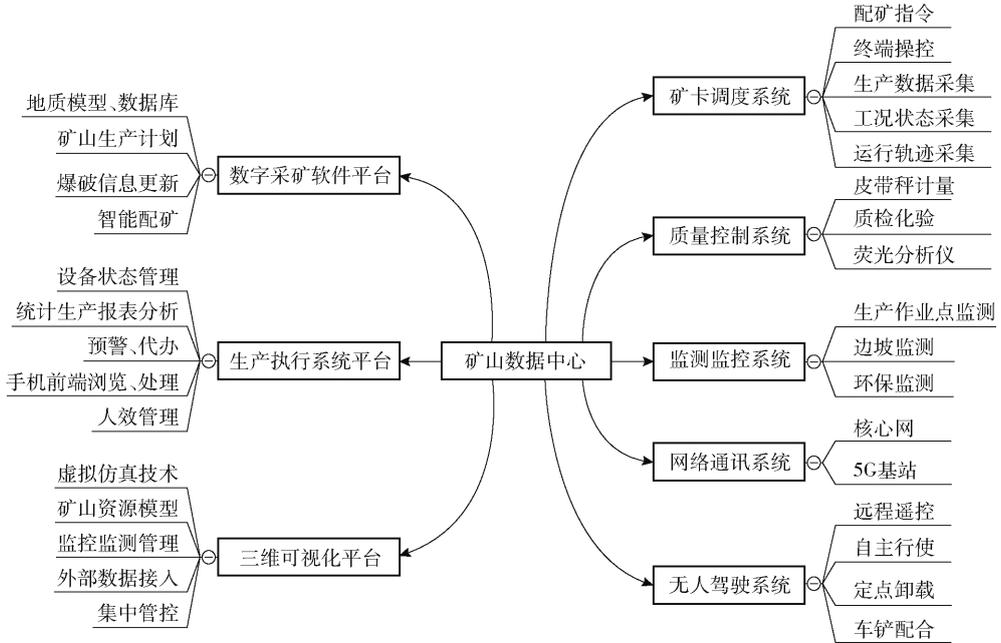


图 1 国内某露天矿智慧化矿山系统建设内容

2 中企海外矿山的基本特征及智慧化矿山建设现状

2.1 典型中企海外投资基本情况

近年来,随着国家“走出去”及“一带一路”战略的实施,国内很多大型矿山企业如紫金矿业、中国有色、五矿集团、洛钼集团、北方矿业等在立足于国内发展的同时,将更大的目光放在参与更多国际重要项目上,都积极通过收购或参股的方式,获取海外优质资源。典型中资企业海外投资矿山主要项目如表 1 所示。另外还有中国黄金、华友钴业、天齐锂业、中铁资源、江铜集团等大型行业巨头,也都在积极布局海外矿山项目。

从表 1 可以看出,目前亚洲、非洲以及大洋洲是我国中资企业境外投资的重点区域,中资企业海外投资局面已打开。截至 2018 年 11 月,我国投资境外非油气矿山项目总计 353 个,70% 的项目集中在亚太和非洲地区,其中亚太地区 179 个非洲地区 70 个。按照投资国家来看,我国矿业投资项目主要集中在澳大利亚(127 个)、加拿大(35 个)、蒙古国(15

个)、赞比亚(15 个)、南非(15 个)、刚果(金)(11 个)、吉尔吉斯斯坦(11 个)等^[8]。很多大型的中资矿山企业,尽管在走出去之初,经受到不少困难,但在国家的政策以及海外东道国政治、经济稳定环境支持下,通过自身积极努力,使得一些大型矿山项目得以在海外生根发芽,取得了丰硕的成果。

2.2 中企海外矿山基本特征

要探讨中企海外智慧化矿山建设,必须了解中资企业海外投资矿山的基本特征。只有在此基础上才能更好并具有针对性地在海外建设好智慧化矿山。总的来说,中企海外矿山具有以下几个特点。

(1) 资源禀赋相对国内较好

中企在海外投资的矿山大多数来自于原西方国家管控的矿山,由于各种原因出售资产,这些矿山相对国内的矿山总体来说资源储量较大、矿山寿命长、品位较高。比如紫金矿业投资的卡莫阿-卡库拉铜矿资源量 4 300 万 t,为全球第二大未开发铜矿;俄罗斯图瓦塔什特克铅锌多金属矿是西伯利亚地区高品位特大型多金属矿床;五矿集团收购的拉斯邦巴斯铜矿拥有 1 200 万 t 品位为 0.73 的铜矿石储量;

表 1 典型中资企业海外投资矿山主要项目

中资企业名称	项目所在国家	海外投资项目	投资时间/年
五矿集团	秘鲁	拉斯邦巴斯铜矿	2014
	澳大利亚	杜加尔河铅锌矿	2009
	巴布亚新几内亚	中冶瑞木镍钴矿	2004
	刚果(金)	Kinsevere 铜矿	2012
中国有色集团	赞比亚	谦比希铜矿	1998
	赞比亚	卢安夏铜矿	2009
	缅甸	达贡山红土镍矿	2004
	蒙古国	图木尔延敖包锌矿	2003
紫金矿业	巴布亚新几内亚	波格拉金矿	2015
	刚果(金)	科卢韦齐铜钴矿	2016
	塞尔维亚	波尔铜矿	2018
	塞尔维亚	Timok 铜矿	2018
	哥伦比亚	武里蒂卡金矿	2020
	刚果(金)	卡莫阿铜矿	2015
	吉尔吉斯斯坦	左岸金矿	2011
北方矿业	俄罗斯	图瓦塔什特克铅锌多金属矿	2006
	刚果(金)	科米卡铜钴矿	2004
	刚果(金)	拉米卡铜钴矿	2017
	津巴布韦	霍普韦尔铂钨矿	2004
洛钼集团	刚果(金)	腾科丰谷鲁镁矿(TFM)	2016
	澳大利亚	北帕克斯矿	2016
	巴西	铌磷矿	2016
中钢集团	澳大利亚	恰那铁矿	1988
	津巴布韦	Zimasco 铬矿	2007
	澳大利亚	中西铁矿	2008

中国有色集团与缅甸合作开发的达贡山红土镍矿，镍平均品位在 1.9% 左右，拥有镍资源量 70 万 t。

(2) 智慧化程度低，技术力量薄弱，运行效率慢

很多中资企业海外收购的矿山由于当地社会发展水平以及基建落后的限制，仍然有很大一部分依靠传统的采选冶技术。大多数中资海外矿山无论在管理方式还是在生产运营方面，相对西方发达国家矿业公司以及国内矿业公司，都比较落后，智慧化程度也普遍较低，生产运营数据利用率低。

(3) 合资开发建设

中资企业在海外投资的矿山大多集中在东南亚以及非洲等地，这些地方基础设施落后、建设成本高、开发周期长、加剧了投资风险。为了降低投资风险，进行合理的投资，大多数中资企业都会选择以参股或并购的方式在海外经营矿山，比如中国有色集团的达贡山红土镍矿、紫金矿业的波尔铜矿等。有些矿山虽然中方参股较高，但管理层西方国家仍占多数，比如五矿集团的拉斯邦巴斯铜矿、中钢集团的恰那铁矿等。

2.3 中企海外矿山智慧化建设现状

智慧化矿山的发展与计算机技术和信息技术的发展密切相关,国际上智慧化矿山的发展非常迅速,基本实现了机械化代替人工的矿山智慧化模式。20世纪90年代初,加拿大国际镍公司是发展智慧化矿山建设的先驱。目前,加拿大镍公司建成了集先进的地下移动计算机网络、地下定位和导航系统、采矿过程监控和控制软件系统、适合远程遥控采矿于一体的智慧化矿山系统^[9]。

近年来,随着我国智慧化矿山建设步伐的推进以及国家“一带一路”战略高标准要求,中企海外矿业公司也在逐步推进智慧化矿山建设。由于很多东道国计算机技术以及信息通信较为落后,信息传递和网络共享及时性和全面性不够完善,生产理念观念的固化,智慧化矿山推进速度较慢。特别在一些发展水平落后的国家,如刚果(金)、赞比亚、巴布亚新几内亚以及东南亚国家,由于当地人口素质低、技术力量薄弱,推动智慧化矿山建设就更加困难了。总体来说,除了一些与国外先进矿山企业合资的矿山外,大多数中资企业海外矿山智慧化建设落后,信息化建设程度较低。目前,在非洲谦比希铜矿是中国企业在海外开发的第一座有色金属矿山,已实现了对东南矿体安全、高效、低成本的开发目标,这是非洲第一座智慧化矿山,也是我国在海外矿山建设中智慧化、自动化程度较高的一座矿山。

3 中企海外矿山智能化建设面临的问题及应对措施

3.1 面临的问题

(1) 受当地发展水平限制

中企在海外投资的矿山大多位于一些不发达地区,当地基础设施落后、信息不顺畅、发展水平低,国家政策对于智慧化矿山的建设没有要求;在一些国家和地区需要解决当地人口就业,智慧化矿山将大大减少员工数量,从大的环境下决定了中企海外智慧化矿山推进缓慢。对于这些发展水平落后的国家,人工成本本身就比较低,因此从人工成本考虑,也进一步阻碍了智慧化矿山的发展。

(2) 信息孤岛严重,数据利用率低

对于一些大型的海外矿山企业,在积极推动智慧化矿山建设,但部分数据未能很好利用起来,各个

工艺环节信息化方式和信息化水平不同,数据格式的兼容性差,不能很好衔接,信息化孤岛现象严重,影响矿山运行效率;另一方面矿山现场与总部信息更新不及时,存在信息滞后现象。另外,很多做智慧化平台的服务公司,只是简单地将数据进行集成,对于数据本身的作用没有充分挖掘,即只形成了大数据,而没有真正形成对于管理者以及决策者有价值的技术支持,最终还要利用现场员工经验判断,缺乏多系统数据共享和智能决策,从而使得智慧化矿山建设表面化,深度不够。目前,一些矿山企业仅在数据的录入、查询、统计上实现了比较高效的功能,而在充分利用现有数据以预测日后生产经营发展趋势上,还缺乏应有的深度。

(3) 初期投资大

智慧化矿山建设是一项长期性、系统性工程。很多中企海外矿山项目建设投资比较大,如果再进行智慧化矿山建设,会进一步增加项目投资,提高了项目投资风险,且智慧化矿山建成后获得的经济效益短时间不明显,这也大大阻碍了中企在海外矿山建设智慧化矿山的步伐。

(4) 技术储备不够

智慧化矿山的建设目前国内兴起比较晚,虽然孕育出很多专门做智慧化矿山的公司,比如丹东测控、迪迈科技、天河道云、3Dmine等等。但该公司专业领域各有所长,各个企业信息化系统间接口、传输协议和兼容性不完善。而一个大型的矿山智慧化建设往往需要多个企业互相配合,实现优势互补,这将进一步为矿山智慧化建设增加难度。海外矿山企业员工多为属地化员工,文化水平低,中方员工大多数为专业性,既懂专业又懂智慧化矿山人才较少。

(5) 不确定因素较大

当前以美国为首的逆全球化贸易主义重新抬头,地缘政治紧张、政策不确定性因素影响加剧。中企海外矿业投资本身就是一个高风险的行为,需要面对复杂多变的国际环境,涉及到资源、政治、汇率、工艺技术条件、民族矛盾、疾病、法律等风险。通常一个项目从矿山建设到达产,历时3~4年,涉及不同相关方,隐含各种风险。正因为这些风险的存在,使得很多中资企业在海外矿山建设时考虑尽快收回投资,不愿在智慧化矿山建设上下功夫。

3.2 应对措施

(1) 顺应客观条件, 坚持因企制宜, 注重实效

各中企海外矿山项目要根据企业自身发展战略以及实际生产经营情况, 并且充分考虑海外矿山资源禀赋条件、矿山所处生命周期阶段、工艺装备水平以及当地信息化建设基础, 明确自身矿山企业要不要建设智慧化矿山, 建设一个怎么样的智慧化矿山是非常重要的。对于一些资源禀赋较好, 矿山寿命较长, 地理位置又处于当地经济发展较好, 政治、经济风险较小的矿山项目, 可大力发展智慧化矿山, 逐步降低生产运营成本, 提高企业总部与项目现场的信息管控, 提高矿山企业竞争优势。在促进企业自身发展的同时, 还能起到标杆与示范作用, 在一定程度上通过良好的项目效应, 也加强了两国之间的战略信任关系, 特别是“一带一路”沿线国家, 更加促进了中企的海外形象。当然有些矿山项目本身资源禀赋不是很好, 分布较为分散, 地区也比较落后, 政局较为动荡, 货币风险大, 就不适宜搞智慧化矿山建设。总之, 发展智慧化矿山要适应当地经济发展, 顺应客观条件, 要从本身需求出发, 因企制宜, 注重实效。

(2) 坚持整体规划、分步实施

智慧化矿山建设是一项系统性工程, 不可一蹴而就。对于一些矿山生命周期长, 资源分布集中的中企海外矿山企业, 尤其是一带一路沿线国家项目, 要坚持整体规划智慧化矿山建设, 既要响应国家一带一路战略要求, 也要符合他国矿山建设规划, 从全局、整体层面进行顶层设计。同时, 要从矿山生产实际需求中, 分步实施、有序推进、合理规避风险、滚动发展, 逐步完善智慧化矿山建设。

(3) 创新引领, 数据驱动

智慧化矿山不是各种信息化、自动化的简单叠加, 而是根据矿山现有管理的要求以及作业流程, 创新性地设计出一套贴合自身矿山的信息处理模型与框架。各中企海外矿山要充分拥抱时代所发展的新型科技工具, 积极学习欧美先进矿山信息化方法, 应用大数据、人工智能、边缘计算等技术提升信息系统学习与认知能力, 培养矿山内部复合型人才。目前国内智慧化矿山建设在露天

矿区可视化分析、三维激光扫描、三维浏览、智能卡调、影像卷帘、安全环保、边坡监测、无人机技术、数据整理这几方面已逐步成熟, 海外矿山要大力引进先进的生产与运营方法, 切实提高矿山管理水平。

4 结论

我国大部分矿产资源需求还未到峰值。毋庸置疑, 随着国家工业化的进一步加快, 国家对于矿产资源的依赖程度依然很高。根据国家资源政策导向、矿业开发环保要求以及对外投资方针, 未来我国将持续会有一大批中资企业在海外积极布局矿山项目, 保证矿产资源和自身企业平稳发展, 未来的海外矿山智慧化建设之路必不可少。

各中资企业在海外矿山建设要立足企业本身需求与发展战略规划, 顺应他国客观条件, 利用新型创新技术, 循序渐进、滚动发展, 培养好复合型人才。充分发挥智慧化矿山建设的优势, 达到降本增效, 增进企业总部管理等作用。

[参考文献]

- [1] 曾涛, 刘冲昊, 柳群义. “一带一路”沿线锡资源供需格局分析[J]. 中国矿业, 2019, 28(8): 1-9.
- [2] 杜雪明, 张寿庭, 陈其慎. 从矿产资源方面浅谈中国与“一带一路”国家的战略合作[J]. 中国矿业, 2015, 24(S1): 174-177, 181.
- [3] 张亮. 荣华一矿数字化矿山综合自动化软件系统[J]. 煤矿安全, 2014, 45(4): 115-116, 119.
- [4] 吴立新, 殷作如, 钟亚平. 再论数字矿山: 特征、框架与关键技术[J]. 煤炭学报, 2003(1): 1-7.
- [5] 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.
- [6] 韩志磊, 张达. 物联网技术在金属矿山的应用思考[J]. 工矿自动化, 2018, 44(5): 1-6.
- [7] 王卓群, 姚剑锋, 赵光旭. 关于中国数字化矿山建设的思考[J]. 黄金, 2014, 35(11): 5-8.
- [8] 汤文豪, 陈丽萍, 吴初国, 等. 中国矿业对外直接投资趋势及机遇分析[J]. 中国矿业, 2019, 28(7): 19-25.
- [9] 伊志宣. 数字化矿山技术发展及展望[J]. 矿业工程, 2014, 12(2): 59-61.

Problems Faced by Chinese Enterprises in the Construction of Smart Mines Overseas and Countermeasures

YANG Si-min, GAO Li-qiang, WANG Liang, LIU Wei

Abstract: The rapid development of computer technology, microelectronics technology, information technology and network technology is impelling Chinese companies to build smart mines overseas. At the same time, the construction of smart mines is becoming a critical way to improve the core competitiveness for the mining companies overseas. In view of the basic characteristics of overseas mines of Chinese-funded enterprises and the status quo of smart construction, the problems in the construction of overseas smart mines are elaborated and relevant countermeasures are proposed accordingly.

Key words: smart mines overseas; informationization; intelligentization; Belt and road initiative ▲

(上接第 82 页)

Localization Progress of Chinese Efficient Solar Battery Technology and Its Core Equipment

ZHENG Da-min, ZHAO Zeng-chao, LIU Zhou, WEN Jian-feng

Abstract: The mass production efficiency of the mainstream solar battery (passivated emitter and rear contact, PERC solar battery) has reached 23%, approaching the upper limit of theoretical value. The efficient solar batteries, represented by tunnel oxide passivated contact (TOPCon) and hetero junction technology (HJT) batteries, will replace PERC batteries to become the mainstream of the market because of their high efficiency. However, most of the core equipment of efficient batteries are still imported currently and at high prices, the development of China's new generation photovoltaic technology is directly impeded. In order to solve this problem, Chinese equipment manufacturers have done a lot of work, and have proposed packaged equipment solutions for different processes. In this paper, the characteristics and technology of two kinds of efficient solar battery are analyzed. According to the requirements of the core process, the localization progress of the core equipment of the two kinds of solar battery is introduced, and the future development trend of the related equipment is pointed out.

Key words: Solar battery; high conversion efficiency; photovoltaic equipment ▲