



移动扫码阅读

DOI:10.13235/j.cnki.ltem.2021.06.001

理论与研究

王忠鑫,徐汉宝,王金金,等.我国露天煤矿智能化建设相关标准及研究现状[J].露天采矿技术,2021,36(6):1-4.

WANG Zhongxin,XU Hanbao,WANG Jinjin,et al. Summary of Current Construction Standards, Specification and Research for Intelligent surface coal mine in China[J]. Opencast Mining Technology, 2021, 36(6): 1-4.

## 我国露天煤矿智能化建设相关标准及研究现状

王忠鑫<sup>1,2</sup>,徐汉宝<sup>1,2</sup>,王金金<sup>1,2</sup>,曾祥玉<sup>1,2</sup>,赵明<sup>1,2</sup>

(1.中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司,辽宁 沈阳 110015;2.煤炭科学研究总院沈阳露天采矿技术研究分院,辽宁 沈阳 110015)

**摘要:**为了系统性地了解我国露天煤矿智能化建设标准,从国家级和地方级2个层面对陆续发布的煤矿智能化建设相关标准与规范进行了综述,并通过CNKI等工具,分析了我国露天煤矿智能化建设研究的关键点。结果表明:我国露天矿智能化研究占比逐年上升,关键点分布较广但数量不多。

**关键词:**露天煤矿;智能化;管控平台;智能设计;系统装备;无人驾驶

中图分类号:TD67

文献标志码:B

文章编号:1671-9816(2021)06-0001-04

### Relevant standards and research status of intelligent construction in open-pit coal mine of China

WANG Zhongxin<sup>1,2</sup>, XU Hanbao<sup>1,2</sup>, WANG Jinjin<sup>1,2</sup>, ZENG Xiangyu<sup>1,2</sup>, ZHAO Ming<sup>1,2</sup>

(1.China Coal Technology and Engineering Group Shenyang Engineering Company, Shenyang 110015, China;2.Open-pit Mining Technology Research Branch, China Coal Research Institute, Shenyang 110015, China)

**Abstract:** In order to systematically understand open-pit coal mine intelligent construction standards, the article reviews relevant standards and specifications of intelligent coal mine construction from the national and local levels, and analyzes the key points of intelligent research through CNKI. The results show that the proportion of open-pit intelligent research is increasing year by year, and the key points are distributed widely but insufficient quantity.

**Key words:** open-pit coal mine; intelligent; control platform; intelligent design; system equipment; unmanned driving

露天煤矿智能化是将人工智能、物联网、云计算、大数据等先进技术和智能装备与煤炭资源开发利用的深度融合<sup>[1]</sup>,通过建设数据采集与传输通道、综合管控平台和智能化装备等,将露天矿生产系统、安全系统和综合管理系统等进行集成、挖掘、推广、共享和应用,实现露天煤矿全生命周期、全流程的少人化(固定岗位无人)生产,提升露天煤矿绿色、安全、高效和智能化水平,确保碳达峰、碳中和目标下煤炭的稳定供应<sup>[2]</sup>。目前,煤矿智能化相关研究论文和报告层出不穷,但其中涉及露天煤矿智能化建设的内容较为分散、系统性不强。为此,以内蒙古自治

区、新疆维吾尔自治区、山西省等主要露天煤矿分布地区发布的有关智能化露天矿山建设的标准、指导意见、建设指南等为基础,对其中涉及智能化露天煤矿的相关内容进行了归纳、整理,厘清脉络,为露天煤矿智能化建设和研究等工作提供参考。

### 1 我国现行露天煤矿智能化建设相关标准

#### 1.1 现行国家级标准

2016年4月7日,为推动实施能源“4个革命,1个合作”的战略思想,国家发展改革委员会、国家能源局联合组织编制了《能源技术革命创新行动计划

收稿日期:2021-07-04

基金项目:中国煤炭科工集团有限公司科技创新创业资金专项重点资助项目(2018-2-ZD004)

作者简介:王忠鑫(1984—),内蒙古赤峰人,高级工程师,硕士,2009年毕业于东北大学,中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司副总经理,从事煤矿工程设计研究及管理工作。

(2016–2030年)》指出了要通过能源技术创新<sup>[3]</sup>,推进能源技术与信息技术的深度融合,构建一体化、智能化的能源技术体系。

2020年2月25日,国家发展改革委、国家能源局和应急部等8部委联合发布了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》(以下简称“指导意见”)。确定了分别以2021、2025和2035年为近期、中期和远期时间节点的发展目标,系统性地明确了顶层设计、标准建设、科技创新、智能改造、示范建设、绿色矿山、新一代信息技术、服务模式、人才培养和国际合作等10个主要任务领域。“指导意见”的发布对智能化露天煤矿建设是一针强心剂。

2021年6月5日,《智能化煤矿建设指南(2021年版)》正式发布,明确了从顶层设计出发,规范了露天煤矿智能化建设的目标,分别突出了生产煤矿和新建露天煤矿的建设重点,明确了要实现开采环境数字化、采掘装备智能化、生产过程遥控化、信息传输网络化和经营管理信息化目标,要实现基于大数据分析、云计算、数字孪生为基础的智能开采目标<sup>[4]</sup>。

通过国家行业标准信息服务平台查询,涉及露天矿山智能化、智慧等字眼的标准较少,主要为:现行的GB/T 34679—2017智慧矿山信息系统通用技术规范国家标准和2021-04-09公示的智能矿山建设规范行业标准。

## 1.2 现行地方性标准

地方性智能化露天煤矿的标准是根据地方性特点制定并发布的,体现了地方政府对国家政策的理解和地方煤矿特点的总体把控,我国露天煤矿大多集中于内蒙、新疆和山西等地区,各地方政府响应国家政策相继出台了一系列的标准和相关规范。

1)内蒙古自治区实施意见办法及相关实施方案。2020年6月2日,内蒙古自治区能源局、发展和改革委员会等9部门联合发布了《关于加快全区煤矿智能化建设的实施意见》(以下简称“实施意见”),明确了分别以2021年、2025年和2035年为近期、中期和远期时间节点的发展目标<sup>[5]</sup>。2021年4月14日,内蒙古自治区能源局发布了关于《内蒙古自治区煤矿智能化建设验收办法(试行)》和《内蒙古自治区煤矿智能化建设基本要求及评分方法(试行)》征求意见的公告,指出坚持示范引领、分步建设、统筹推进,加快提升煤矿各生产系统智能化作业能力<sup>[6]</sup>。内蒙古自治区露天煤矿多、特点突出,对露天煤矿智能化制定的相关标准、办法等具有鲜明的延续性和先进性。

2)新疆维吾尔自治区实施意见办法及相关实施方案。2021年2月18日,新疆维吾尔自治区发展改革委、自治区应急管理厅、煤矿安全监察局等8个部门制定了《自治区煤矿智能化建设实施方案》,推动了本自治区智能化技术与煤炭产业融合发展,明确了分4个阶段实施<sup>[7]</sup>,到2022年底,露天煤矿固定岗位实现无人值守、远程控制,到2025年底,全区煤矿基本完成智能化建设,到2030年,基本建成智能感知、智能决策、自动执行的智能化煤矿体系,到2035年,全面建成以智能煤矿为支撑的煤炭工业体系,各类煤矿实现智能化。新疆发布的实施方案紧紧围绕国家八部委联合发布的“指导意见”,因地制宜、科学布局自治区露天煤矿智能化的发展。

3)山西省实施意见办法及相关实施方案。2020年5月18日,山西省能源局、发展和改革委员会和教育厅等8部门联合发布了《山西省煤矿智能化建设实施意见》,结合本省情况制定了以2022年、2025年和2030年为时间节点的近期、远期目标,全省建成智能感知、智能决策、自动执行的煤矿智能化体系<sup>[8]</sup>。2020年12月9日,山西省科学技术厅发布了关于印发《煤矿智能化技术创新研发中心建设实施意见》的通知,建设“1个中心”、“2个基地”和“3个平台”,组织开展重大前沿引领技术、共性关键技术、现代工程技术、颠覆性技术等战略研究和技术开发,提升技术创新原始能力,露天煤矿方面集中研究无人化连续作业<sup>[9]</sup>。

4)其他省份实施意见办法及相关实施方案。其他主要产煤省份,如河南、安徽、山东等也都各自结合自身特点分别制定了智能化矿山建设的实施方案、实施意见和行动方案。河南省2019年9月提出了《河南省煤矿智能化建设实施方案》,安徽省2020年6月发布了《关于加快煤矿智能化发展的实施意见》,但所发布的实施方案、实施意见等为煤矿通用规范,依托于井工矿的标准,涉及露天煤矿的内容较少。

## 1.3 地方性规范

由于各自省份露天煤矿占比不同,智能化标准、规范和相关办法数量也不尽相同,露天煤矿智能化建设现行地方规范如下:①DB37/T 2322—2013智慧矿山建设规范(山东);②DB41/T 1383—2017智能煤矿建设规范(河南);③DB14/T 2271—2015智能化露天矿建设规范(山西)。山东及河南地方标准涵盖了露天煤矿智能化建设,但大都是局限于框架的搭建和术语的解释,涉及露天煤矿具体条款较少。山西省

针对露天矿专门制定了智能化建设规范<sup>[10]</sup>,为山西省露天煤矿智能化建设提供了框架和规范,也为全国露天煤矿智能化建设提供了借鉴。

## 2 智能化露天煤矿

国家从多个方面推动搭建智能化煤矿研发平台建设,促进产学研用深度合作。大型煤矿企业联合高等院校、科研院所成立了煤矿智能化发展国家重点实验室、机器人研究院、试验中心、机器人协同创新中心,共同开展智能开采关键技术与装备研发,致力于解决煤矿智能化共性关键技术问题<sup>[11]</sup>。自国家相关政策制定以来,产出了一批关于智能化煤矿的相关论文研究和报告等,为我国智能化矿山建设提供了技术支撑。

### 2.1 智能化露天煤矿建设研究趋势

露天煤矿智能化逐年研究论文情况如图1。以智能/智慧+矿山/煤矿/露天矿等组合通过CNKI工具搜索,以2015年1月为时间起点,截止2021年6月末,各年关于露天煤矿智能化研究呈上升趋势,特别

是2020年国家发展改革委、国家能源局、应急部、国家煤矿安监局等8部委联合发布“指导意见”前后,相关研究数量呈激增状态,且露天煤矿研究占比整个煤炭行业智能化研究呈逐年上升趋势。

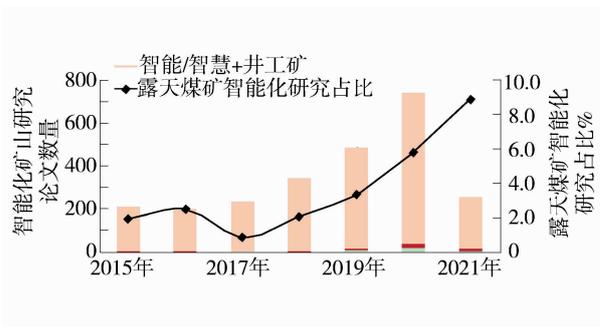


图1 露天煤矿智能化逐年研究论文情况

### 2.2 智能化露天煤矿建设研究关键点及内容

对露天煤矿智能化建设方面关键字大致集中于GPS、无人驾驶、智能矿山、卡车调度、智能设计、数字矿山、管控平台、钻孔、自动化、5G、网络安全、大数据、自动驾驶等,分布较广但数量不多。露天煤矿智能化研究关键字统计如图2。

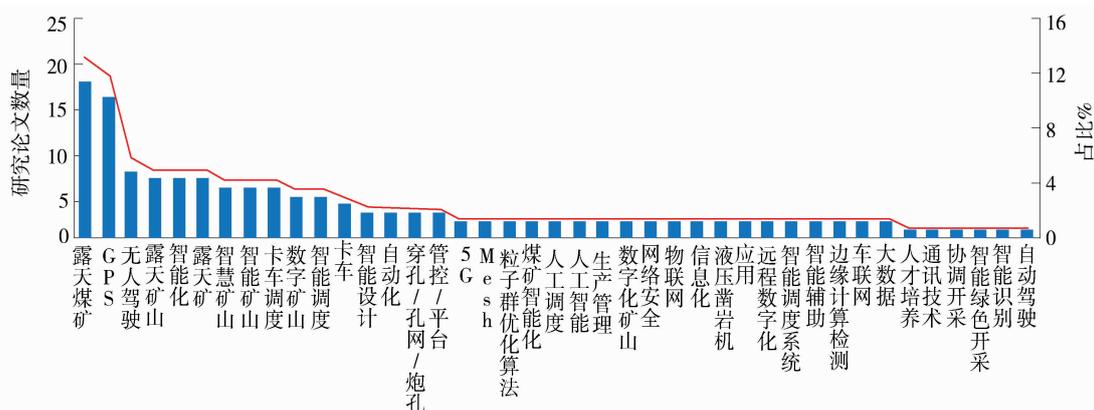


图2 露天煤矿智能化研究关键字统计

1)智能化管控平台。基于工业互联网平台的建设思路,建立感知执行层、接入层、边缘层、智能化煤矿工业互联网平台和综合管控平台,采用统一的标准体系实现集安监系统、生产系统、智能决策系统、智能经营系统等功能于一体,各系统协同开展工作<sup>[12]</sup>。

2)智能化设计。露天煤矿智能化设计主要体现在三维地质模型、三维采矿优化设计等方面,其中,三维地质建模依据地质报告、采用现行三维建模软件进行地质建模<sup>[13]</sup>,在三维建模过程中采用低空数字航摄(激光扫描、无人机航测等技术)用于地表建模,实现模型动态更新<sup>[14]</sup>;三维采矿优化设计依据现

有三维采矿软件(Vulcan、Surpac、Minex和3DMine等),优化开采参数、实现矿体模型与开采方案的交叉显示、实现开采方案仿真模拟与展示。

3)智能化系统与装备。①穿孔、爆破环节:采用智能钻机、智能装药车等,目前智能化钻机已在准能公司黑岱沟矿得到了应用,可以实现钻机的自动导航的功能,可精准定位各个钻孔位置,误差可以控制在 $\pm 20$  cm,钻孔深度可以控制在 $\pm 10$  cm,精度提高了80%;②采、运、排环节:单斗-卡车间断工艺、半连续工艺、轮斗连续工艺和吊斗铲倒堆等工艺均进行智能化升级改造,单斗-卡车工艺建立安全预警

平台、多机协同作业系统、智能调度、无人驾驶系统和电铲远程遥控等,其中无人驾驶系统在华能伊敏露天矿,准能公司黑岱沟、哈尔乌素露天矿,平朔集团东露天、安家岭、安太堡露天矿均得到了应用,半连续工艺建立破碎站、带式输送机和排土机等智能控制系统,与卡车调度系统实现联动,保证卡车卸载与破碎站、带式输送机等达到综合效率最大化,带式输送机同时还实现全线的机器人巡检、少人或无人值守等功能,轮斗连续工艺建立轮斗挖掘机智能控制系统,根据作业环境、物料参数、计划下达等内容,实现智能作业,吊斗铲倒堆工艺目前国内仅在准能公司得到应用,与抛掷爆破相关联,建立1套智能控制系统可实现穿爆、采排的各环节的智能作业。

### 3 结 语

自2015年以来,露天煤矿智能化研究呈上升趋势,特别是2020年“指导意见”前后,相关研究数量呈激增状态,露天煤矿研究占比整个煤炭行业智能化研究呈逐年上升趋势。目前,露天矿山智能化发展主要体现在初期智能化管控平台的建设、智能化设计、智能化工艺及设备等方面,尤其侧重于无人驾驶、卡调系统等研究。

露天煤矿智能化发展目前还处于初期阶段,还面临着基础设施建设目标不明确、各企业发展目标不统一、各交叉专业不融合等局面,处于各自摸索但厚积薄发的状态。露天煤矿智能化建设发展主要趋势应为“地、测、采”、“穿、爆、采、运、排”和“管控、调度”等多专业、多环节全数据链实时采集与处理、智能化设计的进一步深入、智能化设备的全覆盖、数字化交付常态化等,最终实现整个矿山的智能设计与智能化运营一体化管控。

### 参考文献:

- [1] 王国法,刘峰,庞义辉,等.煤矿智能化---煤炭工业高质量发展的核心技术支撑[J].煤炭学报,2019,44(2):349-357.
- [2] 国家发展改革委国家能源局.关于印发《能源技术革命创新行动计划(2016-2030年)》的通知[EB/OL]. [2016-4-7]. [http://www.nea.gov.cn/2016-06/01/c\\_135404377.htm](http://www.nea.gov.cn/2016-06/01/c_135404377.htm)
- [3] 内蒙古自治区能源局.关于《内蒙古自治区煤矿智能化建设验收办法(试行)》和《内蒙古自治区煤矿智能化建设基本要求及评分方法(试行)》征求意见的公告[EB/OL]. [2021-4-14]. <http://nyj.nmg.gov.cn/tzgg/gg>

/202104/20210414\_1386016.html.

- [4] 新疆维吾尔自治区发展和改革委员会新疆维吾尔自治区应急管理厅新疆煤矿安全监察局等.关于印发《新疆维吾尔自治区煤矿智能化建设实施方案》的通知[EB/OL]. [2021-2-22]. <http://xjdr.xinjiang.gov.cn/xjdr/nyzc/202102/80696b2b371445b6a6036afc06e716ab.shtml>
- [5] 山西省能源局山西省发展和改革委员会山西省教育厅等.关于印发《山西省煤矿智能化建设实施意见》的通知[EB/OL]. [2020-5-18]. <http://www.ccoalnews.com/20200518/c126251.html>
- [6] 山西省科学技术厅.关于印发《煤矿智能化技术创新研发中心建设实施意见》的通知[EB/OL]. [2020-12-9]. <http://kjt.shanxi.gov.cn/fzjhc/50366.jhtml>
- [7] 山西省市场监督管理局.关于发布《智能化露天煤矿建设规范》山西省地方标准的公告[EB/OL]. [2021-3-5]. <https://scjgj.shanxi.gov.cn/content/bzgg/6044437c39a1e0133e4d2f51.htm>
- [8] 胡青松,钱建生,李世银,等.智能煤矿技术研究与政策制定现状[J].工矿自动化,2021,47(3):1-8.
- [9] 王国法,杜毅博,任怀伟,等.智能化煤矿顶层设计研究与实践[J].煤炭学报,2020,45(6):1909-1924.
- [10] 李青元,张洛宜,曹代勇,等.三维地质建模的用途、现状、问题、趋势与建议[J].地质与勘探,2016,52(4):759-767.
- [11] 王忠鑫,赵明,赵丹丹,等.露天煤矿绿色矿山建设支撑保障体系[J].露天采矿技术,2021,36(3):1-7.
- [12] 王忠鑫,孙鑫,王金金,等.基于BIM的智慧露天矿协同工作平台架构与关键技术[J].煤炭科学技术,2019,47(10):36-42.
- [13] 李浩荡,余长超,周永利,等.我国露天煤矿开采技术综述及展望[J].煤炭科学技术,2019,47(10):24.
- [14] 孙健东,张瑞新,贾宏军,等.我国露天煤矿智能化发展现状及重点问题分析[J].煤炭工程,2020,52(11):16-22.

【责任编辑:张 夙】

