

煤矿井下矸石充填系统的研究与应用

刘超 黄彦涛

山东能源枣庄矿业(集团)有限责任公司滨湖煤矿

DOI:10.12238/gmsm.v6i3.1518

[摘要] 煤矸石的排放问题,已经受到社会各界的广泛关注,大家都在积极寻求一种有效的处理方法,如何从根本上减少排放量,这存在一个矸石井下处理技术与系统问题,关键是成本如何。为实现矿产资源的绿色开采,践行“绿水青山就是金山银山”的理念,山东能源枣矿集团滨湖煤矿结合自身实际,不断创新摸索,打造了“井下采、选、充一体化”绿色智能开采方式,实现了对传统工艺的管理变革,在井下形成“采煤→分选→充填采空区”的循环闭合开采体系。在井下建立煤矸分选系统,将分选出及井下产生的矸石破碎后利用矸石膏体充填技术将矸石充填采空区或闲置巷道,取得了很好的经济和社会效益,根本上缓解了煤矸石排放对企业带来的压力。

[关键词] 煤矿; 煤矸石; 矸石充填

中图分类号: X752 **文献标识码:** A

Research and Application of Underground Gangue Filling System in Coal Mines

Chao Liu Yantao Huang

Binhu Coal Mine of Shandong Energy Zaozhuang Mining Group Co., Ltd

[Abstract] The discharge of coal gangue has been widely concerned by all sectors of society, and everyone is actively looking for an effective way to deal with it. To fundamentally reduce discharges, there is a problem with the technology and system of underground gangue treatment, and the key is the cost. In order to achieve green mining of mineral resources and practice the concept of "lucid waters and lush mountains are invaluable assets", Binhu Coal Mine of Shandong Energy Zaozhuang Mining Group Co., Ltd. has continuously innovated and explored based on its own reality, creating the green intelligent mining method of "integration of underground mining, sorting, and filling", achieving a management transformation of traditional processes, and forming a circular closed mining system of "coal mining→sorting→filling the goaf" in the underground. The coal gangue sorting system is established underground, and the sorted gangue and the gangue generated underground are crushed, and then using the gangue gypsum filling technology to fill the goaf or idle roadway, which has achieved good economic and social benefits, fundamentally alleviating the pressure of coal gangue discharge on enterprises.

[Key words] coal mine; coal gangue; gangue filling

引言

煤矸石作为煤矿开采废弃物,既占用土地资源,又污染环境,对煤矸石的综合治理成为矿山企业急需解决的问题。枣矿集团滨湖煤矿积极探索煤矸石充填技术,将采煤过程中产生的矸石在井下直接充填至闲置巷道或采空区,一方面减少了煤矿产矸量,提升企业经济效益;另一方面,闲置巷道或采空区内通过充填矸石,减少岩层变形空间,在一定程度上防止了顶板垮落或变形,从而控制了煤炭开采后地表原岩的位移和沉降,消除对地质地貌的影响,保护了矿山地质环境,全面实现“节能减排、绿色开采”。^[1]

1 国内外发展现状

目前充填开采法在金属矿应用较多,技术相对成熟,可以为煤矿的充填开采提供相应的借鉴。煤矿采空区充填开采技术在波兰、德国应用较多,充填材料通常是河砂、煤矸石和电厂粉煤灰。^[2]近些年,充填技术在不断改造与创新的过程中得到发展与进步,胶结充填、膏体充填、高水速凝材料固结充填相继试验成功并开始在煤矿使用,但是都存在着某些缺点:胶结充填采用水泥作为胶凝材料,其固结细粒的能力差,充填体初凝时需要少量脱水,造成料浆中水泥颗粒析出流失,污染井下作业环境,降低充填体的强度;膏体泵送充填输送技术难度大,一次性投资较

大;高水速凝材料固结充填存在着高水速凝材料来源少、成本高等问题。总之,受充填材料来源及技术经济条件的制约,在我国经济效益较差的煤炭行业的“三下”开采中还无法应用。因此,拓宽充填材料来源的范围、降低充填的成本成为推广充填开采技术的关键因素。^[3]

2 煤矿井下矸石充填系统的研究与应用

2.1 研究背景

2.1.1 国家政策导向,行业发展趋势

2016年11月,国土资源部发布了《全国矿产资源规划(2016—2020年)》,明确提出未来5年要大力推进矿业领域科技创新,加快建设数字化、智能化、信息化、自动化矿山。按照绿色发展、节约集约、智能发展的思路,推动形成矿产资源精细高效勘查、智慧矿山技术装备、生态矿山与资源节约、矿山绿色开采提取关键技术。国家能源局在《能源发展战略行动计划(2014—2020年)》中,明确了“节约、清洁、安全”三大能源战略方针和“节能优先、绿色低碳、立足国内、创新驱动”四大能源发展战略,部署了增强能源自主保障能力、推进能源消费革命、优化能源结构、拓展能源国际合作、推进能源科技创新等能源发展改革的重点任务。国家能源局、财政部、国土资源部和环境保护部制定印发了《煤矿充填开采工作指导意见》(国能煤炭〔2013〕19号),对煤矿企业实施充填开采提出了支持政策。从国家政策,到行业发展,未来煤矿企业走智慧化矿山建设,走绿色开采建设势必成为一种趋势。^[4]

2.1.2 集团公司政策支持,战略发展目标

山东能源枣庄矿业(集团)有限责任公司作为国有企业,近年来,坚持以人为本,强势推进煤矿智能化建设,在智能安全管理系统、井下智能透明开采、劳动组织优化、充填开采等技术、装备、管理上实现突破和应用,实现了“无人则安、少人则安、少时则安”,推动了企业安全高效高质量发展。近几年始终致力于打造绿色生态矿山,把资金向智能化矿山、绿色生态矿山建设倾斜,把持续深入推进“三减三提”、“一提双优”建设作为战略发展目标,依托全层级自主管理等举措,依靠科技进步,确保煤矿智能化建设成效在煤炭行业走在前列。

2.1.3 企业转型需要,破解发展瓶颈

山东能源枣矿集团滨湖煤矿主采煤层16煤,煤层厚度1.3米,属于薄煤层矿井,在薄煤层开采过程中矸石产量较大,每年矸石产量可达35万吨,矸石处理问题已成为制约滨湖煤矿绿色矿山、智慧矿山建设的重要因素。传统的综合机械化采煤方法,需将原煤运至地面,一是产生了较多矸石,堆积成矸石山,带来了环保压力;二是主井有效提升量低,制约矿井生产能力;三是采煤后顶板的垮落、地表沉降加剧了环境治理难度;四是不利于压覆煤炭资源利用。为实现矿产资源的绿色开采,践行“绿水青山就是金山银山”的理念,滨湖煤矿结合自身实际,不断创新摸索,在井下研究应用了矸石充填系统,形成“采煤→分选→充填采空区”的循环闭合开采体系。在井下建立煤矸分选系统,将分选出及井下产生的矸石破碎后利用矸石膏体充填技术将矸石充填采

空区,实现矸石不上井,减少了矸石地面外排,提高主井有效提升量,真正实现绿色开采。

2.2 研究内容

针对目前矸石充填系统中存在的不足之处,有针对性的分析充填工艺的过程和关键控制点,本文主要针对以下内容进行了研究:

(1)矸石破碎系统:由双转子反击式破碎机、除铁器等组成,将TDS智能选矸系统分选出的矸石和南翼半煤巷掘进过程中产生的矸石破碎成能够泵送的级配粒径,储存于矸石仓内。

(2)搅拌配比系统:由矿用矸石搅拌机、称重螺旋给料机、螺旋输送机、动态称重给料机、变频水泵等设备组成,将破碎后的成品矸石、水按比例定量输入搅拌机内,搅拌成易于泵送的似膏体。

(3)泵送充填系统:由矿用充填泵、充填管路等构成,利用充填泵将搅拌好的似膏体通过充填管路输送至采空区内。

(4)自动化控制系统:在充填系统关键点设煤矿用防爆摄像头及传感器,在井下充填主站设矿用防爆集控计算机,实现了充填系统井下集中监视控制功能。自动化集中控制系统能够借助矿井通讯系统将井下充填系统运行状况及时反馈到地面生产调度室。

2.3 研究意义

泵送矸石充填与传统的原矸充填支架相比,节省了大量的投资费用,不需购置专用充填支架,不需补打专用矸石运输巷,泵送充填管路布置在矿井原有巷道中即可,占用空间较小。

根据矿井需要将采掘及分选出的矸石泵送充填采空区、废旧巷道,泵送“矸石+水”的混合物,不需添加任何添加剂,泵送成本相对较低。如果开采“三下”压煤或井下大巷煤柱,可泵送“矸石+水泥+水”的混合物,在充填地点接顶密实且有一定的支护强度,可以将地面构筑物或井下大巷的变形控制在损坏等级范围内。泵送矸石充填可在消化矸石的同时实现井下所有采煤工作面的沿空留巷,泵送矸石充填在冲击地压防治、瓦斯、自燃发火等灾害防治效果方面更有利于安全生产。

3 泵送矸石充填系统实施方案

3.1 矿井概况

滨湖煤矿是枣矿集团自主设计、自主施工、自主安装,采取新井新机制建设的一座现代化矿井。2003年11月26日动工兴建,2005年5月26日实现联合试运转,仅用18个月就全部完成了矿、土、安三类工程施工,创出了全国同类型矿井建设周期最短的新纪录。矿井先后荣获“太阳杯”、“鲁班奖”、国家一级安全生产标准化矿井、全国特级安全高效生产矿井、“中国最美矿山”等荣誉称号。并于2019年5月8—9日以滨湖矿为主会场迎接了全国薄煤层智能化开采现场会,矿井建有年入洗能力120万吨的智能重介洗煤厂;矿井井田面积44.018平方公里,地质储量7574万吨,可采储量3899万吨,主采煤层为12、16层煤,煤厚1.2—1.3米,为高热量的气肥煤。矿井为立井开拓方式,建有两个井筒,一个主井兼回风井,一个副井。核定生产能力150万吨/年,低瓦

斯矿井,目前,矿井一个水平(-465水平),2个智能化采煤工作面,3个掘进迎头。

3.2 充填实施方案

3.2.1 基本组成

滨湖煤矿井下矸石充填系统分为矿建工程和安装工程两部分,矿建工程由矿井自行设计。其中矿建工程于2019年4月开工,建设周期6个月,总投资90万元;安装工程于2019年10月开工,建设周期5个月,总投资1228.4万元,其中设备购置费用1071万,安装费用157.4万。

3.2.2 井下矸石充填系统工艺流程

滨湖煤矿泵送矸石充填系统分为西翼充填系统和南翼充填系统,主要由以下四部分组成:(1)一级充填泵站(2)二级充填泵站(3)一级充填管路系统(4)二级充填管路系统(5)自动控制系统。

滨湖煤矿泵送矸石充填系统主要工艺流程为:

①西翼采煤工作面产生的煤矸混合物→TDS煤矸智能分选系统分离矸石→破碎机破碎至粒径25mm以下矸石粉→-465矸石仓储存→一级充填泵站制成矸石似膏体状充填材料→二级充填泵站或西翼充填区域。

②南翼半煤巷掘进工作面产生的矸石→破碎机破碎至粒径25mm以下矸石粉→二级充填泵站制成矸石似膏体状充填材料→南翼充填区域。

矸石破碎站内,矸石通过破碎机破碎至粒径25mm以下,为防止随着破碎机锤头的磨损或者停电等故障导致大颗粒物排出破碎机,因此矸石破碎站需配置筛分机,保证矸石破碎粒度全部满足要求。粒径25mm以下矸石由矸石皮带运至矸石仓存储。矸石破碎、运输过程中,应持续洒水,可有效降低矸石破碎站内的大量粉尘。充填泵站内,由自动控制系统控制,粒径25mm以下矸石通过动态称重给料机称重后输送至称重式螺旋给料机,最后输送至煤矿用混凝土搅拌机添加水制成矸石似膏体状充填材料,由煤矸石输送泵经高强充填管路输送至充填区域或后续充填泵站。

3.2.3 待充废弃巷道充填参数

滨湖煤矿拟采用泵送矸石充填工艺充填滨湖煤矿122东采区的废旧巷道,待充填巷道长度长1340m,充填空间可达13700m³以上,充填完成后预计可消化矸石3万t。

3.2.4 采空区充填参数

另一种充填途径为采空区充填,充填管路进入工作面后,工作面充填管布置在悬移顶梁支架的前后排柱之间,每隔40-50m

设置一根布料管。在设置布料管的地方接一个手动三通阀,利用手动三通阀切换控制充填浆液按照由低向高顺序依次进行充填。为减少充填体泌水对回采工作面和巷道的不良影响,工作面两巷均布置排水管,其可以与工作面充填管快速连接,充填体泌水大部分通过两巷排水管外排到巷道排水沟。

工作面正常充填程序按照“检查准备→细浆推水→粗浆推细浆→正常充填→细浆推粗浆→结束充填”的程序进行。

4 结论与展望

滨湖煤矿面临智慧矿山建设、劳动力缺乏、井下矸石合理处理三个主要问题,在充分调研国内外研究状况的基础上,研究应用了井下矸石充填系统,该应用可以将井下矸石直接处理变害为利,这不但可消除地面矸石山、减少侵占农田、减少对大气和环境污染、消除矸石山坍塌造成的事故隐患,而且可以将矸石井下充填作为地下结构支撑体,在解决或降低地面沉降和塌陷问题的基础上,实现回收部分建筑物下煤炭资源。因此,在滨湖煤矿实施井下矸石充填系统的研究,不但对滨湖煤矿具有极大的现实意义,而且为煤矿矸石处理方式开创了一条新的技术途径,其科学与工程研究意义十分重大。

目前该矸石充填系统的缺点为运行成本较高,下一步还需进一步从原料、运输、人工、维护等多方面探索研究降低成本的途径。随着国家、社会对工业所排固体废物对环境污染的重视及处罚力度的加大,以及煤矿企业环保意识的提高,此技术的成功应用,也为我国煤炭企业治理矸石提供了一个切实可行的办法,为进一步促进环境保护、节省土地、增加煤炭资源利用率起到了积极推动作用,具有广阔的推广应用前景。^[5]

参考文献

- [1]卞正富,金丹,董霁红,等.煤矿矸石处理与利用的合理途径探讨[J].采矿与安全工程学报,2007,24(2):132-136.
- [2]刘金虎.矸石巷道充填技术的探索与应用[C].//2008年中国矿业循环经济论坛论文集,2008:263-267.
- [3]刘智炜.我国煤矿充填开采技术及其发展趋势[J].城市建设理论研究(电子版),2015,(23):3963.
- [4]安江江.浅谈智慧矿山建设及煤矿的智能化开采[J].科学与信息化,2020,(22):103,105.
- [5]徐法奎.我国煤矿充填开采现状及发展前景[J].煤矿开采,2022,(017):004.

作者简介:

刘超(1986—),男,汉族,山东省德州市齐河县人,本科,工程师,研究方向:通风、防尘、防灭火、瓦斯防治等关键技术管理。