

# 深部煤矿井下智能化分选及就地充填技术研究进展

杨东方

平顶山天安煤业股份有限公司二矿 河南平顶山 467000

**摘要:** 随着社会的发展和进步, 对于能源的需求也逐渐提升, 目前我国东部地区的煤矿开采已经逐渐过度到深部开采阶段中, 在这样的过程中因为煤炭的运输以及地面的排放严重的问题, 对于环境的协调发展以及矿区生产效率有着直接的影响, 因此针对这些问题就制定了协同开采的框架, 对于整体煤炭的运输方式进行不断的优化, 并且使用了智能化分选与模块的控制系统, 并且研发了新型的填充材料。采用智能化的分选技术以及就地充填技术为矿区的环境保护提供了可靠的技术途径。

**关键词:** 深部煤矿; 智能化分选; 就地充填技术

目前在深部煤矿的开采中使用智能化分选技术能够促进环境的保护, 并且现在国内的智能化分选方面的问题也有众多的学者对其进行研究, 尤其是智能分选机器的识别方式, 因为其引入了新型技术能够更好的对煤炭进行识别, 并且可以进行轻量化处理, 在智能化分选技术中也有多重高新技术参与其中, 为整个煤炭的分选做出了重要的贡献<sup>[1]</sup>。通过对矿区中卫的岩石变形的特征进行研究, 找到适合的充填方式, 使用智能化机械推算出相关参数, 建立与空间匹配关系, 有助于这一工作的顺利开展。

## 一、深部井下分选及就地充填空间布置方法与选择性回采技术

### (一) 深部采选充一体化矿井协同开采技术

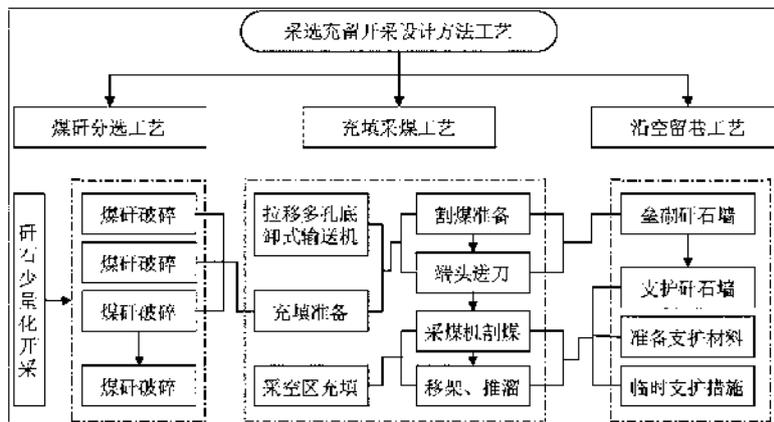
深部采选充一体化矿井协同开采技术的主要内容是指在深部开采时, 以减少井下矸石产出为基础, 并且与不同的充填目标进行有效的结合, 采取必要的手段和方法, 从多个角度和多层面进行协调创新, 能够实现对矿井的绿色开采, 如图一所示技术框架<sup>[2]</sup>。矿井不同或者在进行开采是所处的阶段不同, 对于具体工程的需求也会有很大的差异, 通过对采选充一体化矿井开采系统进行深入的研究和分析, 针对其中的问题提出了与环境治理的相关要求和理念, 这样能够从开采的源头上减少矸石产量, 并且采用充填技术, 能够对地表起到保护的作用, 同时采用围岩应力控制等多种技术手段还能够实现矸石的零排放, 通过对紧密充填与岩层的关系进行研究, 采取了新型的充填技术, 能够形成对地表的保护, 同时避免因冲击地压大出现高危险区域, 对整体布局进行合理的优化和布置。



图一 深部采选充一体化矿井协同开采技术框架

### (二) 深部煤矿井下采选充空间布局优化方法

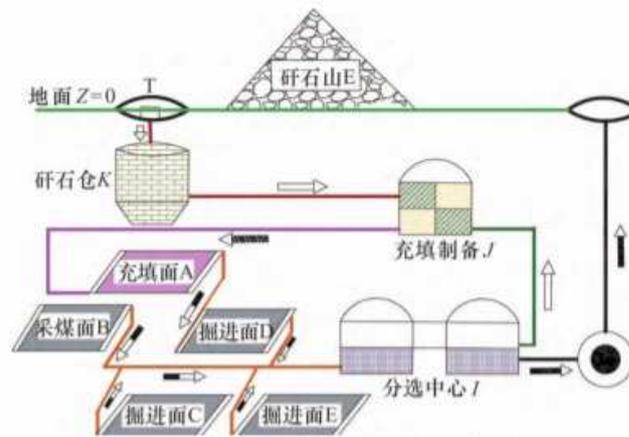
在深部煤矿开采时, 必须要注重位置的合理布置, 同时选用适当的充填方式, 尽量减少对地表的影响, 降低煤矸产量, 这样能有利于原煤的入选和精煤回流, 同时还能有效的减少与其他矿井之间产生的相互影响, 但是充填空间布置具有一定的难点, 主要是采用哪种手段能够实现采充协调, 并且在合理的状况下进行采煤和充填, 其技术难度也逐渐增加, 对于采煤地点的具体选取, 还需要对围岩变形破坏特征进行研究, 以此为基础选择合理的布置方式, 这样才能形成一个科学的点, 通过对影响因素进行充分的研究, 并且选取围岩稳定性的评价方式, 确定合理布置方式以及其具体的影响因素, 采取针对性手段, 避免在进行开采时出现较大的问题, 对地表形成破坏, 同时也提出了紧凑型布局方法, 并且对目前采煤充填工作所面临的问题进行研究, 建立采充空间, 优化布局的决策模型, 能有助于煤矿的顺利开采, 促使煤矿开采与地表的环境的协调统一<sup>[3]</sup>。如图二所示优化流程:



图二 深部煤矿井下采选充空间布局优化流程

(三) 深部采选充一体化煤研物流高效协调运输优化  
对这一部分进行优化时，必须以效率最高，成本最低的原则进行，并且从经济性的角度对选址模型进行建立，在这一环节中必须建立的模型要对物流系数进行深入的研究，并且与粒子群算法进行对比，结合多种方法

对其计算能够找到以全局出发的点强化运输能力，同时通过使用多种算法进行比对，也能有效地降低计算的难度和复杂性，能够保证这些算法具有全局收敛性，这样才能从经济性的角度建立节点选址模型（如图三所示）进而能够选出物流节点相对稳定的空间位置。



图三 煤研物流节点智能选址模型

## 二、智能分选技术以及装备

### (一) 井下煤研分选装备研发

在井下煤研分选装备中，常见的是常规跳汰机，其主要的工作原理是通过锥形下基体材料，并且挤料装置的高度也会随跳汰的面积变化，这样就会导致其高度不能与实际要求适应，可能无法实际的应用于矿井之下，因此选用了井下紧凑型跳汰机主要是为了能够在进行大规模的开采时，满足排研需求，同时提高这一机器的处理能力，并且对该机器进行改进，采用先进的技术使其性能得以优化，能够增加稳定性，增加其处理能力，同时，这样的方式在对排料进行运输时也会降低一定的高度<sup>[4]</sup>。

因为在旋流器开始运行中，在其离心力场的作用下，会让不同性质的颗粒，按照一定的方向进行移动，因为

这些颗粒的密度不同，所以在旋流器的作用下，也会使其内旋流的体积浓度相对来说较高，并且不同密度组分的固体颗粒也会形成悬浮层，并且其密度大于水的密度，在这样的情况下，如果出现某种颗粒的密度与矿浆密度相同或者相近时，就会出现层流现象，这是就能得到颗粒径向速度为零的轨迹线，在这一工作中，有专家学者创新性地提出了力度不同的颗粒，如在高浓度区有相同的景象，速度为零的回转位置<sup>[6]</sup>。通过研究现象表明<sup>[7]</sup>，精煤产率与旋流器有直接的关系，并且因为旋流器有关的多个参数的影响也会直接影响到精煤的产出率，因此，就需要选用合理的旋流器进行这样的优化设计，才能达到设备结构紧凑的目的，同时还能符合空间节省的设计要求。

对于难沉降煤泥水的处理需要适合的工艺和设备,因此,必须要对目前所使用的工艺和设备进行不断的创新,通过对悬浮物的特性进行了解,以此为基础,通过对煤泥水沉降的微观机理进行明确,并且借助分子动力学对其进行模拟,能够探明分子制度上的特性。并且对于溶液环境的改善,也可以从多个方面进行,通过对水化作用的变化规律进行研究,在盐溶液中进行颗粒间的相互作用力测试,对溶液环境和药剂改性与静电力的关系进行研究,找到水化力影响的相关规律,提出疏水改性煤泥水快速沉降的方法,并且使用必要的设备和科学的处理的方式,通过沉降实验发现,沉降速率与颗粒间的力学有直接的影响,并且实验的结果也与测试结果相符,钙盐和镁盐对于煤泥水中的粘土矿物可以起到有效的沉降作用,并且改性药剂对这些矿物沉降有着明显的促进作用,在此基础至上,设计出了适合用于井下煤泥水巷道浓缩机,并且结合适当的方式对底流进行收集,采用浓缩压滤的方法,能够实现对煤泥水的处理和回收。

#### (二) 井下煤矸分选智能化与系统模块化

跳汰机智能控制系统及调控机制,这主要是为了能够在深部开采中减少井下的操作人员,可以实现无人值守的目标,能够进行正常的排矸工作,因此研发了这一系统,通过自动化运行以及远程操控的智能化控制系统,能更好地实现无人值守,在其进行工作中,主要是通过核心参数的及时检测和反馈,将这些数值反馈到控制系统,并且在由控制系统将指令传递到各个工作环节中,能够实现实时控制的目的,通过新对这些数据的收集和获取,然后在进行分析处理,获得相应的数值,这些数值就是在进行自动化执行的重要参数<sup>[8]</sup>。

智能调控机制,主要是以实验的数据以及工作现场的实际操作经验为依据。对入料的性质以及相关工艺的参数进行智能参数调控,会根据这些相关的工作内容,对排料周期在内的所有参数进行设定,同时也会根据系统数据进行分析,得到的数据能对分选效果给予及时的反馈,这样就能够实现对分选工艺参数和指标的优化,也能更好地实现跳汰分选过程的智能化<sup>[9]</sup>。

井下分选模块化设计,这主要是为了能够与井下的复杂空间的安装需求相适应,并且还能在井下有限的空间内,根据变化及时调整,能够达到设计成本节省的目的,同时也能使项目地建设周期缩短,这些都是分选模

块化设计所要遵循的设计原则,在对这一过程进行设计时,主要包含了两部分,一种是工艺模块化,另一种是设备模块化工艺模块化,包含了多种技术,其中有跳汰分选等设备,模块化主要是采用紧凑型的跳汰机,能够使整个过程变得更加紧凑,这样也是为了后期能够安装运输的过程简化,模块化紧凑型跳汰排矸系统包含了众多部分,并且相关试验也表明这一技术的排矸率较高也较为稳定,因此在进行深部矿井开采时,采用这一机器能带来更多的方便。

### 三、深部充填开采覆岩运动及地表变形控制

#### (一) 破碎矸石充填材料细观结构破坏机制

通过对破碎矸石的试验系统进行研究不难发现,在破碎矸石的过程中,粒径级配与加载速率都对矸石的承载压缩变形规律,以及其具有独特的破碎性能有着重要的影响,通过对矸石颗粒的破碎以及充填材料变形特征的因素影响进行深入的研究,以此为基础建立了适合的矸石充填体,并且通过多种高科技技术进行模拟试验,对粒径不同的矸石破坏特征进行研究,发现矸石块体位移等多个方面的特征也从细观的角度对这一过程进行研究,并且找到适应的填充物,以深部散体充填材料压缩特性为基础进行自主研发,找到适合的测试系统,通过对不同的因素进行分析,能知晓在不同情况下,散体充填材料的承压变形规律,能够获取有关散体充填材料,在被压缩前后出现的变化特征,并且结合相应的研究方法,对这些不同影响因素与充填材料的关系进行研究,找到影响规律,找到其中的必要关联性,这为以后进行就地充填奠定了坚实的基础<sup>[10]</sup>。

#### (二) 深部充填开采地表沉陷场模型

在进行煤矿的深部开采时,如果后期的充填工作不到位,会对地表产生巨大的影响,容易出现地表沉陷的现象,所以,在此基础之上必须要结合多种方法构建相似的模型,这样才能预计后期所使用的充填方法以及充填不当,会对地表产生的问题能够实现地表沉陷的有效预计。

#### (三) 深部充填开采地表变形监控方法与装备

在对深部充填开采岩层移动进行监测时,通过对光学水准仪等多种技术的适用性进行研究,提出了与深部充填有关的方案和监测方法,能够形成智能的综合监测技术体系,并且对整体工程的充填也能找到与实际工程更适合的技术和方案。

#### (四) 矽石聚合物充填材料研发

为了能优化深部煤矿井下充填技术,能够对地表形成保护,就必须要对矽石充填材料力学承载特性进行优化,研发多种填充物和新型聚合物复合粘结剂,并且采用多种现代分析方法,对这些粘结剂的组成成分以及类型进行研究<sup>[5]</sup>,找到适合填充的材料,并且还要对原材料的添加量以及与粘结剂固化的时间相关的影响因素进行研究,找到规律。对新型充填材料进行测试,明确其单轴抗压强度,通过测试结果也表明这种复合粘结剂与破碎矽石,如果按照适合的比例在混合之后会产生更好的粘结特性。

#### 四、结束语

为了能够在深部煤矿进行开采时,能够落实生态理念,保护地表,在进行开采时采取智能化的分选技术,并且对充填材料进行充分的研究,找到适合的方式进行就地填充,同时,智能化的分选技术的应用能够减少井下实际操作的人员数量,可以更好地实现无人值守的状态,这样自动化的设备不仅能够保证人员的安全,同时还能提高工作效率,在一定程度上能够起到节约成本的作用,通过对深部煤矿智能化分选技术以及就地充填技术进行研究,找到适合的方式进行开采,能够实现对环境的保护,还能获取更多的资源促进我国煤炭经济的可持续发展。

#### 参考文献:

- [1] 王国法,赵国瑞,任怀伟.智慧煤矿与智能化开采关键核心技术分析[J].煤炭学报,2019,44(1):34-41.
- [2] 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.
- [3] 靳德武,乔伟,李鹏,等.煤矿防治水智能化技术与装备研究现状及展望[J].煤炭科学技术,2019,47(3):10-17.
- [4] 于健浩,祝凌甫,徐刚.煤矿智能综采工作面安全高效开采适应性评价[J].煤炭科学技术,2019,47(3):60-65.
- [5] 李为民.自供电传感器在煤矿机械智能控制系统中的设计应用[J].科技创新与应用,2019(10):93-94.
- [6] 白铭波,姚亚虎,罗广,等.智能通风技术在韩家湾煤矿的研究与应用[J].矿业安全与环保,2021,48(5):87-91,95.
- [7] 张玮杰.浅谈煤矿轨道运输智能化监控和调度系统的构建[J].内蒙古煤炭经济,2021(9):46-47.
- [8] 庞海云.煤矿主通风机房智能化建设分析与无人值守改造研究[J].机械管理开发,2021,36(6):202-203.
- [9] 张宏伟.煤矿智能掘进技术及成套装备地面智能掘进监控系统[J].中国高新科技,2021(15):106-107.
- [10] 白凯军.煤矿综掘工作面机电智能化控制技术研究与应用[J].山西煤炭,2021,41(2):100-104.