

露天矿高效开采新技术与设备分析

苏宝力 冯崇璇

国家能源集团雁宝能源有限公司露天煤矿 内蒙古呼伦贝尔 021000

摘要:在全球资源需求持续攀升的大背景下,露天矿作为资源供应的重要来源,其开采效率至关重要。然而,传统开采方式面临资源损耗大、生产效率低等问题,促使行业急需引入新技术与设备以实现高效开采,本文聚焦露天矿高效开采,深入分析相关新技术与设备。阐述了当前露天矿开采面临的挑战,详细探讨新技术与设备的原理、优势及应用情况。旨在为露天矿实现高效、安全、环保的开采提供参考,推动露天矿开采行业的技术进步与可持续发展。

关键词:露天矿;高效开采;新技术;设备

在经济飞速发展的今天,人们对于矿产资源的要求也越来越高,露天矿作为一种重要的矿产资源获取途径,它的高效性也越来越引起人们的重视。传统露天矿采矿技术与装备在效率和环保上都有一定的局限性,很难适应现代矿山的要求。所以,高效开采新技术及装备的研究开发及应用就成了露天矿行业发展的重点工作。文章将系统分析露天矿高效开采新技术及装备。

一、露天矿高效开采现状及面临的挑战

在现有矿业发展模式下,露天矿的高效开采已经成为业界所追逐的重点目标,并取得一系列显著进步,但是也遇到了许多急需解决的难题,就目前的情况而言,技术革新给露天矿的高效开采带来了巨大的动力[1]。先进采矿设备层出不穷,大型电铲和巨型卡车的使用,使采矿规模和效率大大提高,矿石单位时间采出程度大大增加。智能化技术融入其中更带来变革性的效果,利用传感器、物联网和大数据实现开采过程实时监控和精准调控,使开采方案得到优化,资源浪费降低。与此同时,开采技术不断得到优化,开采顺序和剥采比等设计合理,资源回收率得到提升,开采成本得到降低。另外,人们环保意识不断提高,促使露天矿的开采越来越重视绿色发展,并在开采的过程中实施一系列生态保护和恢复措施,力求资源开发和环境保护和谐共进,但是露天矿的高效开采却在向更高层次发展的过程中遇到了来自各方面的困难。地质条件复杂为首要困难,各矿区地质构造、岩石性质等千差万别,部分矿区出现断层、软弱夹层等恶劣地质现象,这样在加大开采难度的同时,也给开采设备和人员的安全带来威胁,必须投入更多的资源用于地质勘探和风

险评估。资源品质下降亦不可忽视,在易开采和高品质矿石资源逐步减少的情况下,其余资源常表现为品位偏低和杂质含量较高,这就需要开采企业在选矿过程中使用更加精细的选矿技术来提升资源的综合利用率,这无疑会加大生产成本和技术难度,再者环保要求越来越严格,对露天矿的高效开采造成了很大的压力。采出的粉尘、废水、废渣和其他污染物如果处理不好将给周围生态环境带来严重的破坏。企业为了达到环保标准就必须加大对环保设施的投资力度,并使用先进的污染治理技术进行污染治理,这样就会从某种程度上提高企业运营成本。与此同时,社会对于矿业开发也越来越重视,对于露天矿在开采时的生态修复和社区协调也有了更多的要求,这就需要企业在谋求经济效益的前提下更好的履行其社会责任以达到可持续发展的目的,露天矿高效开采虽然已经取得了一定的成就,但是想要获得更加优质和可持续发展还需要攻克地质、资源和环保方面的众多难题,并不断进行技术和管理模式创新。

二、露天矿有效采矿新技术

(一) 智能化穿孔爆破技术

在露天矿的有效开采中,智能化穿孔爆破技术逐渐成为推动作业效率和质量提高的重点动力,传统的穿孔爆破作业普遍存在着精度不够高、效率不高、严重依赖人力等诸多问题,智能化技术的提出有效地解决了上述困境,智能化穿孔技术以先进传感器和自动控制技术为支撑,可实现穿孔设备各参数实时监控和精准调控[2]。穿孔时,传感器能准确地测量出钻孔深度、角度及位置信息并反馈至控制系统。控制系统根据预设参数及算法自动调节装置工作状态以保证

钻孔精度及质量最优。这样既降低人工操作所造成的错误，又能提高穿孔作业效率和缩短作业时间，爆破环节中，智能化技术可以根据矿石特点、地质条件等准确地计算出炸药用量及爆破参数。通过构建准确的爆破模型对爆破过程进行仿真，并对爆破效果进行预测，实现了爆破方案的优选[3]。同时该智能化爆破系统也能实现远程控制与自动化操作，增加爆破作业安全性。在爆破完成之后，该系统也可以实时评价爆破效果，并为之后开采作业提供精确参考依据。智能化穿孔爆破技术结合先进信息技术及传统穿孔爆破技术，使露天矿穿孔爆破作业智能化、精准化以及高效化进行，从而为露天矿高效采矿打下坚实基础。

(二) 精准剥离及配矿技术

精准剥离及配矿技术对露天矿的有效开采及资源的合理开发利用具有十分重要意义，露天矿采矿时，剥离作业就是把覆盖于矿体之上的岩石及其他无用层清除掉，配矿就是要根据矿石质量及使用情况对各种品位矿石加以合理配比。传统剥离及配矿方式通常会出现剥离量过大、配矿不准等现象，造成资源浪费及生产成本提高，利用尖端的测量工具和设备，例如全球定位系统（GPS）和激光扫描技术，精准剥离技术可以准确地确定剥离区域的边缘和厚度[4]。通过构建三维地质模型详细分析了矿体及覆盖层分布规律，并制定了科学合理剥离方案。剥离时，采用自动化挖掘设备并按预设路径及参数操作，使剥离操作准确高效。这样既可以减少不必要的剥离量和降低生产成本，又可以提高资源回收率。配矿技术主要是通过对矿石品位和质量的实时监控，并运用智能控制系统来对各种品位的矿石进行精确组合。根据市场需求及生产计划制定合理配矿比例保证矿石产品质量稳定。同时配矿过程也能与矿石运输及储存环节相结合，使整个生产流程达到最佳状态。精准剥离及配矿技术以提高剥离及配矿精度及效率为手段，使露天矿资源得到合理使用及有效开采，从而提高矿山经济效益及市场竞争力。

(三) 数字化矿山建模和仿真技术

数字化矿山建模仿真技术是露天矿规划、设计、生产管理的有力工具。在信息技术飞速发展的今天，数字化矿山已经成为露天矿行业的一种必然发展趋势，数字化矿山建模利用了地理信息系统（GIS）和三维建模软件等先进技术，对矿山的地质、地形和开采技术等关键信息进行了数字化处理，从而构建了一个高精度的三维矿山模型[5]。模型中含

有矿山多种信息，例如矿体分布情况、岩石性质、巷道布置情况等等，从而为矿山规划设计提供直观、精确地依据。通过对该模型进行分析与仿真，可对开采方案进行优选，并确定最优开采顺序与方式，从而提高了资源回收率与开采效率，仿真技术建立在数字化矿山模型之上，旨在模拟和分析矿山的生产流程。通过构建仿真模型对矿石开采、运输及加工过程进行仿真，并对生产中可能存在的问题及风险进行了预测。同时也可比较评价不同生产方案并选出最佳方案。生产管理中，数字化矿山建模及仿真技术能够实现矿山生产过程实时监控及动态管理。通过对实际生产数据和模型的比较和分析，发现了生产中存在的一些问题并采取了相应的调整措施。数字化矿山建模及仿真技术以虚拟世界和现实世界相融合的方式为露天矿有效开采提供科学、精确的决策支持并提升矿山管理水平及生产效率。

(四) 绿色生态修复同步技术

露天矿采矿时必然会给周围生态环境带来一定程度的损害。为使露天矿可持续发展而产生绿色生态修复同步技术。这一技术强调边采矿边生态修复，最大限度地减少采矿活动所造成的环境影响，绿色生态修复同步技术，比如重视采动区生态环境综合评价，采前对地形、土壤、植被及水文进行调查与分析，并制定了科学合理的生态恢复方案[6]。开采时采用了先进的开采技术及装备，降低了土地破坏及占用。如采取分层开采、边采边垦的办法，将采出的土地及时整平覆土，创造植被恢复条件，在植被恢复中，筛选出适宜本地生态环境生长的植物品种。采用科学种植技术及养护管理等措施提高植被成活率及覆盖率。同时也可与生态景观设计相结合，创造一个优美、生态矿区环境。另外绿色生态修复同步技术也关注水资源保护与利用问题。本实用新型通过设置污水处理系统将采出的污水进行治理回用，降低水资源浪费与污染。绿色生态修复同步技术使生态修复和露天矿采矿同步完成，达到经济效益和生态效益共赢，从而为露天矿可持续发展提供强有力的保障。

三、露天矿高效开采新设备

(一) 大尺寸电铲的自动化提升设备

大型电铲自动化升级设备对露天矿的高效开采过程起到了关键作用，传统的大型电铲主要靠人工作业，具有劳动强度高、效率受到操作人员的技能及状态的影响的特点。并且自动化升级装备通过系列先进技术使得电铲在性能上有

了质的飞跃，还装备有先进定位系统与高精度地图数据相结合对电铲进行精确导航定位。该电铲可按预设线路及工作区域工作，以避免人工操作时可能产生的偏差及错误。同时自动化升级后设备具有智能故障诊断预警功能。该系统能够在电铲某一零件出现异常情况时快速探测出故障信息并及时报警，在给出详细故障诊断报告的同时，便于维修人员对问题进行快速定位与处理，缩短设备停机时间，此外，自动化提升设备还能实现多台电铲协同作业，合理分配任务，进一步提升开采效率，降低人力成本，推动露天矿高效开采。

(二) 智能无人运输车系统设备

露天矿的智能无人运输车系统被视为高效运输的核心设备，其引入彻底改变了传统露天矿运输完全依赖人工驾驶的方式，从而显著提高了运输的效率和安全性，所述智能无人运输车系统包括无人运输车辆、智能调度系统以及通信网络。这款无人驾驶车辆搭载了尖端的自动驾驶技术，并搭载了各种传感器，包括激光雷达、摄像机和毫米波雷达等。这些传感器可以实时地感知汽车周围环境信息，其中包括障碍物位置、距离以及速度信息。车辆基于传感器收集到的信息，利用内置式算法对其进行分析决策，实现行驶路线自动规划、躲避障碍物，保障了行车安全，在整个运输系统中，智能调度系统处于中心地位，依据矿山生产计划与运输任务实时调度管理无人运输车辆。该调度系统能够依据车辆位置、载货状态以及行驶速度信息对运输任务进行合理调度，对运输路线进行优化，从而提高了车辆利用率以及运输效率。同时调度系统可以对车辆运行状态进行实时监测，并在车辆发生异常时及时采取相关措施加以应对。

(三) 高效连续采掘一体化设备

高效连续采掘综合机组作为露天矿有效采掘的核心装备之一，融合各种先进技术使采掘作业连续化、高效化，这种综合机组一般包括采掘机构、运输机构、破碎机构及控制系统。采掘机构通过先进的切割技术与刀具设计可对矿石进行高效切割与掘进。它的刀具强度高、耐磨性好，能适应各种硬度及性能矿石。采掘时采掘机构能够根据矿石特点自动调节切割速度与强度，保证采掘效率与质量，运输机构有责

任把采掘出来的矿石按时送到指定位置。本实用新型通过连续运输来避免传统采掘设备经常搬运矿石造成时间上的浪费。运输机构运输能力大、运输速度快，能适应大规模开采需要。同时该运输机构具有自动调速及防跑偏功能，保证了运输过程平稳安全进行，破碎机构负责对挖掘出的大块矿石进行粉碎处理，以确保其达到适当的粒度大小。该破碎机构通过先进的破碎技术与技术可以对矿石进行高效破碎，减少能耗与磨损。控制系统作为整个综合机组大脑，通过传感器对其运行状态及工作参数进行实时监控，按照预设程序及算法自动控制与调节。该控制系统能够对机组进行远程操控以及智能化管理，增加机组操作便利性以及生产效率。

结束语

在露天矿中采用高效开采的新技术和装备是露天矿工业发展的必然趋势。新技术和新设备对提高开采效率、降低成本、减少环境污染有明显的优越性。尽管目前在推广应用过程中还存在一些问题，但随着技术的不断进步和实践经验的积累，这些问题将逐步得到解决。今后，露天矿行业要加大新技术新装备的开发应用，促进露天矿开采向着智能化、绿色化的方向迈进。

参考文献

- [1] 王荣, 张明生, 胡亚东, 张杨, 栗红玉. 露天矿开采智能爆破设计软件的开发与应用 [J]. 水泥技术, 2025(03):39-45.
- [2] 崔闯, 李凤萍. 水工环地质调查和评价在露天矿开采边坡中的应用 [J]. 有色金属设计, 2025,52(03):117-122.
- [3] 张蒙. 复杂地质条件下露天矿开采边坡防治技术集成与应用 [J]. 有色金属设计, 2025,52(03):27-31.
- [4] 孙世国, 于磊, 于云鹤. 露天矿延深开采诱发边坡地表变形研究 [J]. 矿业安全与环保, 2025,52(01):122-128.
- [5] 潘生健, 彭飞, 赵凤秋, 郭韦宏, 张一飞. 露天矿开采中新型钻机负载敏感液压系统设计 [J]. 机械设计与制造工程, 2025,54(05):16-20.
- [6] 张蒙. 复杂地质条件下露天矿开采边坡防治技术集成与应用 [J]. 有色金属设计, 2025,52(03):27-31.