

地下矿山凿岩设备的应用与改进探讨

徐清华 胡延森

鞍钢矿业爆破有限公司 辽宁 鞍山 114046

摘要：在地下矿山开采作业里，凿岩工序堪称基石，直接决定着开采效率与矿石产出质量，而凿岩设备则是这一关键环节的核心支撑。本文围绕地下矿山凿岩设备展开探讨。先概述了该设备，接着深入剖析其应用中存在的问题，涵盖设备性能方面的凿岩效率低、可靠性不足，安全与环保领域的安全隐患、环保挑战，以及智能化与自动化程度低等问题。然后针对性地提出改进方向与策略，包括技术创新、安全与环保改进、设备管理与维护，旨在为地下矿山凿岩设备的发展提供参考。

关键词：地下矿山；凿岩设备；应用与改进；探讨

引言：地下矿山开采在资源获取中占据重要地位，凿岩设备作为其中关键装备，其性能与应用水平直接影响开采效率与安全。随着矿业的发展，对凿岩设备的要求不断提高。然而，当前地下矿山凿岩设备在实际应用中存在诸多问题，如设备性能有待提升、安全环保压力较大、智能化自动化程度不足等。为推动地下矿山开采行业的可持续发展，深入探讨凿岩设备的应用与改进十分必要，这不仅有助于提高生产效率，还能增强作业安全性与环保性。

1 地下矿山凿岩设备概述

地下矿山凿岩设备是地下矿山开采作业中用于在岩石上钻孔的专业机械设备，是整个开采流程中的关键环节。它通过冲击、回转或两者结合的方式，利用凿岩工具对岩石进行破碎，形成满足开采需求的炮孔，为后续的爆破、出矿等作业奠定基础。常见的地下矿山凿岩设备类型丰富多样。手持式凿岩机操作灵活，适用于小型矿山或复杂地形的局部作业，但劳动强度大、效率相对较低。气腿式凿岩机借助气腿支撑并提供推进力，提升了钻孔效率，在中等规模矿山应用广泛。而液压凿岩机凭借其高效节能、动力强劲、工作稳定等优势，逐渐成为大型地下矿山的主流选择，能够满足高强度、大规模的凿岩作业需求。凿岩设备在地下矿山开采中扮演着不可或缺的角色。精准高效的凿岩作业直接关系到爆破效果，进而影响矿石的开采量与质量。优质的凿岩设备能提高开采效率，降低开采成本，同时保障作业的安全性与稳定性，对地下矿山的可持续发展具有重要意义^[1]。

2 地下矿山凿岩设备应用中存在的问题

2.1 设备性能问题

2.1.1 凿岩效率低下

在地下矿山作业中，凿岩效率低下是较为突出的问

题。部分老旧凿岩设备技术落后，冲击频率与扭矩不足，面对硬度较高的岩石，钻孔速度极为缓慢。同时，设备的排渣系统设计不合理，钻屑无法及时排出，会堆积在孔内，不仅阻碍钻头钻进，还会增加设备磨损，进一步降低凿岩效率。此外，由于地下矿山工作环境复杂，通风、湿度等条件变化大，设备在这种环境下难以保持最佳工作状态，也导致凿岩效率大打折扣。

2.1.2 设备可靠性不足

许多地下矿山的凿岩设备可靠性堪忧。一方面，设备长期在恶劣环境下运行，受到岩石冲击、粉尘侵蚀、潮湿空气腐蚀等多重影响，关键零部件容易损坏，如活塞、钎杆等频繁出现断裂、磨损过度等状况，导致设备故障频发。另一方面，一些矿山为节约成本，选用质量参差不齐的设备，其制造工艺与材质不过关，在高强度作业下，难以保证稳定运行，极大地影响了矿山开采的连续性，增加了维修成本与停产损失。

2.2 安全与环保问题

2.2.1 安全隐患分析

地下矿山凿岩作业存在诸多安全隐患。设备运行时，若防护装置缺失或失效，高速运转的部件可能会对操作人员造成机械伤害，如卷入衣物、撞击身体等。同时，凿岩过程中产生的震动，可能引发周边岩石松动，有引发坍塌的风险。此外，若电气系统绝缘性能不佳，在潮湿的地下环境中易发生漏电事故，危及人员生命安全。而且，部分凿岩设备的操作流程复杂，若操作人员未经严格培训，违规操作，也极易引发各类安全事故。

2.2.2 环保要求与挑战

随着环保标准日益严格，地下矿山凿岩作业面临巨大挑战。凿岩设备运行时排放大量废气，其中含有一氧化碳、氮氧化物等污染物，在井下开采作业中，通风

不畅易导致瓦斯等有害气体积聚,若未经妥善处理,会严重威胁井下作业人员生命安全,同时对矿井空气质量造成极大破坏。凿岩、爆破等工序产生的大量粉尘,弥漫在狭窄空间,不仅降低能见度,还极易被工人吸入,引发严重的肺部疾病。此外,井下涌水若直接排放,其中含有的重金属等污染物会通过地层渗透,污染周边土壤和地下水。部分矿山因资金匮乏、技术落后,难以构建完善的井下环保系统,在通风降尘、废水处理等方面困难重重。

2.3 智能化与自动化程度低

2.3.1 技术应用现状

目前,多数地下矿山凿岩设备智能化与自动化技术应用有限。在钻孔定位环节,仍依赖人工经验操作,精准度难以保障。设备运行过程中,参数调节也多为手动控制,无法依据岩石特性实时智能调整。虽部分矿山引入简单自动化系统,如自动推进功能,但整体功能单一,难以实现全流程自动化作业。传感器应用不广泛,对设备运行状态监测不够全面,无法及时察觉潜在故障隐患。同时,数据采集与分析能力薄弱,难以利用大数据、人工智能技术提升作业效率与质量。

2.3.2 与先进水平的差距

相较于国际先进矿山,国内地下矿山凿岩设备智能化与自动化程度差距明显。先进矿山已实现凿岩设备远程操控,操作人员可在地面安全区域控制井下设备作业,极大保障人员安全。其自动化系统具备高度自适应能力,能依据岩石硬度、结构等实时优化钻孔参数,大幅提升凿岩效率与质量。在设备健康管理方面,通过全面的传感器网络与智能算法,实现故障早期预警与精准诊断。而国内矿山在远程控制技术成熟度、系统自适应能力、设备健康管理精细化程度等方面,均有待大幅提升^[2]。

3 地下矿山凿岩设备的改进方向与策略

3.1 技术创新与改进

3.1.1 动力系统优化

动力系统作为凿岩设备的核心,优化空间广阔。一方面,可引入新型动力源,如采用更高效的锂电池技术替代传统燃油或液压动力,减少设备运行过程中的能源消耗与废气排放,实现绿色节能。另一方面,对现有动力系统进行结构优化,提升能量转换效率。例如,优化液压系统的油路设计,降低压力损失,使动力输出更稳定、强劲,从而提高凿岩设备的冲击频率与扭矩,显著增强凿岩效率。

3.1.2 凿岩机构创新

凿岩机构的创新是提升设备性能的关键。研发新型

凿岩工具,采用高强度、高耐磨的复合材料制造钎头,提高其对不同硬度岩石的适应性与破岩能力,减少更换频率,提升作业连续性。改进凿岩机构的运动方式,摒弃传统单一的冲击或回转模式,设计冲击与回转协同作用的复合运动机构,使凿岩过程更高效。此外,优化排渣结构,采用新型排渣方式,如利用高压气流或特殊的螺旋排渣装置,确保钻屑能快速、顺畅排出孔外,避免孔内堵塞,进一步提升凿岩效率与钻孔质量,降低设备故障率。

3.1.3 智能控制技术应用

智能控制技术将为凿岩设备带来革命性变革。在设备操作层面,引入先进的自动化控制算法,实现钻孔定位、推进速度、冲击频率等参数的自动调节。借助高精度传感器感知岩石特性,系统实时调整凿岩参数,确保作业始终处于最佳状态。利用远程控制技术,操作人员可在远离危险区域的地面控制中心,通过无线通信网络对井下凿岩设备进行精准操控,保障人员安全。同时,搭建设备智能监测与诊断平台,收集设备运行数据,运用大数据分析 with 人工智能算法,提前预测设备故障,实现预防性维护,提高设备可靠性与运行稳定性,全面提升地下矿山凿岩作业的智能化水平。

3.2 安全与环保改进措施

3.2.1 安全防护技术升级

安全防护技术升级是地下矿山凿岩作业的重要保障。在设备硬件方面,为凿岩设备配备全方位的防护栏,将操作人员与运转部件隔离,降低机械伤害风险;同时在关键部位安装智能感应装置,一旦有人靠近危险区域,设备自动减速或停机。对设备的电气线路进行全优化,采用防火、防水、防爆的电缆,并增设漏电保护、过压保护等多重电路保护模块,防止因电气故障引发火灾或触电事故。操作流程优化也不容忽视。制定详细且标准化的操作手册,利用3D动画、视频教程等形式,为操作人员提供直观的培训资料,确保其熟练掌握设备启停、参数调节等关键操作步骤。引入安全连锁机制,只有当所有安全条件满足时,设备才能启动运行,从源头上杜绝违规操作。

3.2.2 环保技术创新

在环保要求日益严苛的当下,地下矿山凿岩设备的环保技术创新刻不容缓。废气处理上,安装先进的三元催化装置,对凿岩设备燃烧产生的废气进行净化,将有害的一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物转化为二氧化碳、水和氮气等无害物质后排放。同时,优化设备的燃烧系统,使燃料充分燃烧,减少废气产生量。在粉尘治

理上,贴合地下矿山实际,研发适配凿岩台车的小型高效吸尘装备。利用可灵活调节角度的吸尘罩,紧密贴合凿岩作业面,精准捕捉刚产生的粉尘。同时,采用先进的旋风分离与滤芯组合技术,在有限空间内实现粉尘的快速分离与收集,大幅降低空气中的粉尘浓度。针对凿岩废水,开发便携、模块化的污水处理装置。运用化学沉淀法初步去除重金属,再借助微生物处理单元降解有机物,最后通过超滤膜深度净化,让处理后的废水能在井下循环使用,以实用创新手段为地下矿山凿岩作业的环保升级提供有力支撑。

3.3 设备管理与维护策略

3.3.1 建立完善的设备管理制度

完善的设备管理制度是保障地下矿山凿岩设备稳定运行的基石。首先,要明确设备全生命周期管理流程,从采购选型阶段,依据矿山实际需求与作业环境,精准挑选适配的凿岩设备,确保设备性能卓越、质量可靠。设备投入使用后,建立详细的设备档案,记录设备的运行数据、维护记录、故障维修情况等信息,为后续的维护与升级提供数据支撑。在日常管理中,制定严格的设备巡检制度,安排专业人员定时对设备进行全方位检查,包括设备外观、关键部件磨损情况、运行参数等,及时发现潜在问题并记录上报。同时,设立科学的维护计划,根据设备使用频率、运行状况,合理规划设备的一级保养、二级保养以及大修理周期,确保设备得到及时、有效的维护。此外,构建设备管理监督机制,对设备管理制度的执行情况进行定期审查,对违规操作、维护不力等行为进行严肃处理,保障制度的权威性与执行力,让设备始终处于良好运行状态。

3.3.2 加强操作人员培训

操作人员的专业素养直接影响凿岩设备的使用效果与寿命,加强培训势在必行。培训内容上,不仅要涵盖设备的基本构造、工作原理,让操作人员深入了解设备,更要重点教授设备的正确操作方法,包括设备启动前的检查要点、运行中的参数调节技巧、停机后的维护步骤等。同时,强化安全操作规范培训,提升操作人员的安全意识,使其熟悉各类安全风险与应急处理措施。培训方式需多样化,除传统的课堂讲授,可组织现场实操演练,让操作人员在实际操作中加深对设备的理解与掌握。利用线上学习平台,提供设备操作视频教程、故障案例分析等学习资料,方便操作人员随时学习。定期开展技能考核与竞赛活动,对表现优秀的操作人员给予奖励,激发其学习积极性。通过持续、系统的培训,让操作人员熟练掌握设备操作技能,减少因操作不当引发

的设备故障,提高设备运行效率,为地下矿山凿岩作业的高效开展提供人力保障。

3.4 加强行业交流合作策略

3.4.1 推动技术交流与创新共享

积极组织并参与各类地下矿山凿岩设备技术研讨会与行业论坛。鼓励矿山企业、设备制造商、科研机构等各方主体分享在凿岩设备研发、应用及改进过程中的最新技术成果与实践经验。例如,定期举办线上线下相结合的技术交流会,设置专题讨论环节,针对动力系统优化中的新能源应用难题、凿岩机构创新的新材料使用案例等展开深入探讨。通过这种方式,促进不同企业与机构间的思维碰撞,加速新技术在行业内的传播与应用,避免重复性研发工作,整体提升地下矿山凿岩设备的技术水平。

3.4.2 开展人才培养与合作项目

建立行业人才联合培养机制。矿山企业与高校、职业院校合作,根据行业实际需求制定凿岩设备相关专业课程,为学生提供实习与实践机会,使其毕业后能迅速适应工作岗位。同时,企业间开展人才交流项目,选派优秀的技术人员与操作人员到行业内先进企业进行学习与交流,借鉴对方在设备管理、操作技巧等方面的先进经验。此外,鼓励企业与科研机构联合开展研发项目,针对凿岩设备智能化、环保化等关键改进方向,整合各方资源,共同攻克技术难题,开发出更符合行业发展需求的新型凿岩设备与技术,推动整个地下矿山行业的可持续发展^[3]。

结束语

综上所述,地下矿山凿岩设备的应用现状虽面临诸多挑战,如设备性能短板、安全环保压力以及智能化不足等,但通过一系列改进策略,包括技术创新、安全环保升级、优化设备管理维护,以及加强行业交流合作,有望实现显著突破。改进后的凿岩设备将大幅提升开采效率,降低安全风险,减少环境污染,推动地下矿山行业朝着高效、安全、绿色的方向发展。未来,随着技术的持续进步与行业协作的深化,地下矿山凿岩设备必将迎来更具创新性与可持续性的发展阶段。

参考文献

- [1]李宏.智能控制技术在地下矿山凿岩设备中的应用研究[J].世界有色金属,2024(10):131-133.
- [2]张辉,王强.新型高效地下矿山凿岩台车的设计与应用实践[J].矿业装备,2024,14(2):102-104.
- [3]赵宇,等.地下矿山凿岩设备的节能技术改进与效果评估[J].能源与环保,2023,45(12):185-189.