

露天煤矿爆破安全与技术分析

王 亮

内蒙古神东天隆集团股份有限公司武家塔露天煤矿 内蒙古 鄂尔多斯 017209

摘 要：露天煤矿爆破作业是煤炭生产的重要环节，但由于高温、潮湿等环境因素，以及操作不当等人为因素，存在一定的安全风险。本文分析了露天煤矿爆破作业中的安全问题和技術挑战，包括深孔爆破技术、光面爆破技术、预裂爆破技术、微差爆破技术等。探讨了在提高爆破安全性和效率方面的应用。提出了加强应急准备、强化人员防护措施等安全管理建议，以确保露天煤矿爆破作业的安全和高效进行。

关键词：露天煤矿；爆破安全；技术

引言：露天煤矿作为煤炭资源的重要开采方式，其开采效率与安全性一直备受关注。爆破技术作为露天煤矿开采中的关键环节，不仅关乎生产效率，更直接影响到作业人员的生命安全和周边环境。随着科技的进步，露天煤矿爆破技术得到了显著提升，但安全风险仍然存在。本文旨在深入探讨露天煤矿爆破技术的安全与效率，分析当前爆破作业中的风险因素，并提出有效的安全管理措施和技术优化建议，为露天煤矿的安全生产提供理论支撑和实践指导。

1 露天煤矿爆破技术概述

1.1 爆破技术在露天煤矿开采中的应用背景

露天煤矿开采作为当前煤炭资源开发利用的重要方式之一，具有高效、低成本的显著优势。在露天煤矿的开采过程中，爆破技术扮演着至关重要的角色。随着煤炭需求的不断增长和开采技术的不断进步，爆破技术已经成为露天煤矿开采中不可或缺的一部分。通过合理的爆破设计，可以有效地破碎煤层及其覆盖的岩石，为后续的采装、运输等工序提供便利，从而提高开采效率和经济效益。

1.2 露天煤矿爆破技术的发展历程和现状

露天煤矿爆破技术的发展经历了从简单到复杂、从低效到高效的过程。早期的爆破技术主要采用手工操作，缺乏精确的测量和控制手段，导致爆破效果不稳定且安全性较差。随着科技的进步，露天煤矿爆破技术得到了极大的提升。如今，现代化的爆破技术已经实现了机械化、自动化和智能化，能够更精确地控制爆破范围和效果，同时提高了作业的安全性和效率。

1.3 露天煤矿爆破技术的核心原理和工艺流程

露天煤矿爆破技术的核心原理是利用炸药的爆炸能量，在煤层及其覆盖岩石中产生强烈的冲击波和应力波，从而实现岩石的破碎。具体工艺流程包括爆破设

计、钻孔、装药、连线、起爆和清方等环节。在爆破设计阶段，需要根据煤层厚度、岩石性质、开采条件等因素，确定合理的爆破参数，如孔径、孔深、孔距、炸药量等。然后，采用钻机进行钻孔，将炸药按照设计要求装入孔内，并进行连线工作。最后，通过电或非电等方式起爆，使炸药在孔内爆炸，产生强烈的冲击波和应力波，将岩石破碎成适当大小的块度。爆破结束后，还需要对破碎的岩石进行清理和运输，以便进行后续的开采工作^[1]。

2 露天煤矿爆破技术分类与特点

2.1 深孔爆破技术

深孔爆破技术是指在预先修好的台阶（梯段）上进行钻孔作业，并在钻好的深孔中装入炸药进行爆破。深孔通常指孔径大于50mm、深度在5m以上的炮孔。该技术具有一次爆破量大、破碎效果好、作业安全、管理简单等优点。深孔爆破破碎质量好，破碎块度符合工程要求，基本上无不合格规格的大块，无根底，爆堆集中且具有一定的松散度，满足铲装设备装载的要求。深孔爆破技术广泛应用于大型露天煤矿的开沟、剥离、采矿等生产环节。它能够大幅度提高开采效率，降低开采成本，同时减少了对环境的破坏。

2.2 光面爆破技术

光面爆破技术是一种通过正确选择爆破参数和合理的施工方法，实现爆破后壁面平整规则的控制爆破技术。它是沿开挖边界布置密集炮孔，采用不耦合装药或装填低威力炸药，在主爆区之后起爆，以形成平整轮廓面的爆破作业。光面爆破技术具有爆破后成型规整、岩体保持稳定、新岩壁平整等优点，特别适用于需要保持开挖面平整度的工程。

2.3 预裂爆破技术

预裂爆破是沿开挖边界布置密集炮孔，采用不耦合

装药或装填低威力炸药,在主爆区爆破之前起爆,在爆破和保留区之间形成一道有一定宽度的贯穿裂缝,以减弱主体爆破对保留岩体的破坏,并形成平整的轮廓面的爆破作业。该技术的成缝机理有三种解释:应力波干涉理论、以高压气体为主要作用的理论、爆炸应力波和高压气体联合作用理论。第三种解释为多数人所接受。联合作用理论可以用以下粗略的模式来描述:爆炸应力波由炮孔向四周传播,在孔壁及炮孔连线方向出现裂缝,随后在爆炸气体作用下,使原裂缝延伸扩大,最后形成平整的开裂面。预裂爆破技术能够有效地控制爆破范围,减少震动和冲击波对周边环境和建筑物的影响,特别适用于需要保护周边环境的露天煤矿开采工程。

2.4 微差爆破技术

微差爆破技术是一种通过精确控制炸药起爆时间的方法,以达到控制爆破效果的目的。它使用专门的毫秒延期雷管,使得炸药在不同的炮孔中按预定的时间顺序起爆。微差爆破技术的实施步骤包括爆破设计、选择雷管和延迟时间、装药、连接雷管和起爆器、测试、安全措施、起爆、监测和调整以及后续处理等。微差爆破技术能够减少震动、控制飞石、提高破碎效率,适用于各种复杂的爆破场合。

3 露天煤矿爆破技术安全性分析

3.1 爆破过程中的危险因素

(1) 爆炸威力控制不当。爆炸威力控制不当是露天煤矿爆破过程中的一个主要危险因素。如果炸药量过大或起爆方式不当,可能导致爆炸威力超出预期,从而引发飞石、冲击波等危害。这不仅会对爆破现场的人员和设备造成直接威胁,还可能对周边环境产生严重影响。因此,在爆破设计中,必须根据地质条件、爆破目的和周边环境等因素,精确计算炸药量和起爆方式,确保爆炸威力在安全范围内。(2) 爆破器材和设备的缺陷。爆破器材和设备的质量直接关系到爆破作业的安全。如果爆破器材存在质量问题,如炸药性能不稳定、雷管失效等,或者设备出现故障,如钻机故障、起爆器故障等,都可能引发安全事故。因此,在使用爆破器材和设备前,必须进行严格的检查和测试,确保其性能可靠、质量合格。同时,在使用过程中,也要加强对器材和设备的维护和保养,及时发现并排除潜在的安全隐患^[2]。(3) 人为操作失误。人为操作失误也是导致爆破安全事故的重要原因。爆破作业需要严格遵循操作规程和安全规范,如果操作人员缺乏必要的培训或安全意识不强,就可能发生操作失误。例如,误操作起爆器、未按规定设置警戒线等,都可能引发安全事故。因此,必须加强

爆破作业人员的培训和教育,提高其安全意识和操作技能,确保爆破作业的安全进行。

3.2 爆破对周边环境的影响

(1) 噪音、震动和粉尘污染。爆破作业会产生强烈的噪音、震动和粉尘污染。噪音和震动不仅会对周边居民的生活和工作造成干扰,还可能对周边建筑物和设施造成损害。粉尘污染则会对空气质量和环境造成严重影响,威胁人们的健康。为了减少这些影响,必须采取有效的降噪、减震和防尘措施。例如,在爆破现场设置隔音屏障、采用减震器、加强洒水降尘等。(2) 对周边建筑物和生态环境的影响。爆破作业还可能对周边建筑物和生态环境造成严重影响。如果爆破威力过大或控制不当,可能引发山体滑坡、泥石流等自然灾害,对周边建筑物和设施造成毁灭性打击。同时,爆破作业还会破坏植被、改变地形地貌,对生态环境造成不可逆转的损害。因此,在爆破设计中,必须充分考虑对周边建筑物和生态环境的影响,采取合理的措施进行保护。例如,通过调整爆破参数、设置减震沟、恢复植被等方式,减少对周边环境的破坏。

3.3 安全防护措施

(1) 警戒线的设置和人员疏散。为了确保爆破作业的安全进行,必须在爆破现场设置警戒线,并安排专人负责警戒和疏散工作。警戒线的设置应根据爆破作业影响范围进行合理布局,确保在爆破过程中人员和设备的安全。同时,在爆破前应及时通知周边居民和单位,做好人员疏散工作,避免人员伤亡和财产损失。(2) 专用防护设施的使用。在爆破作业中,应使用专用的防护设施来保护人员和设备的安全。例如,操作人员应佩戴防护头盔、防护服等个人防护装备;爆破现场应设置防爆墙、隔音屏障等防护措施来减少噪音和震动的影响;同时,还应加强设备的防护措施,如采用减震器、防爆电器等来提高设备的安全性^[3]。(3) 定期检查和维护爆破器材和设备。爆破器材和设备的质量直接关系到爆破作业的安全。因此,必须定期对爆破器材和设备进行检查和维护工作。检查内容包括器材和设备的性能、质量、安全装置等是否正常工作;维护工作则包括清洗、润滑、更换损坏部件等。通过定期的检查和维护工作,可以及时发现并排除潜在的安全隐患,确保爆破器材和设备的正常使用和安全性能。

4 露天煤矿爆破技术的优化与创新

4.1 爆破参数的优化

爆破参数的优化是提升爆破效果、降低开采成本的关键环节。孔径、孔深、炸药量等参数的选择与调整直

接影响爆破效果和后续开采作业。(1) 孔径与孔深的优化。孔径和孔深的确定需要综合考虑岩石的物理力学性质、炸药性能以及开采工艺的需求。在选择孔径时,一般来说,较大的孔径可以提高钻孔和爆破效率,但同时也会增加钻孔成本和炸药消耗。因此,应根据具体条件合理选择孔径。对于露天煤矿,常用的孔径范围为200mm至310mm,不同孔径的组合使用,如在堵塞处增加小药包、主爆孔间增加辅助孔,可以提供更均匀的孔间能量分布,减少大块和根底的产生。孔深的确定需要考虑到挖掘机和破碎机的作业要求,以确保爆破后的矿石块度适中,便于后续采装和运输。在实际操作中,通过精细布孔和钻孔,确保炮孔孔底在同一水平面上,爆破后可以得到平整的台阶底板,便于挖掘机的连续作业。(2) 炸药量的优化。炸药量的选择同样至关重要。过少的炸药量会导致爆破不完全,大块和根底多,影响后续作业效率;过多的炸药量则会增加成本,并可能对周围环境造成不必要的破坏。通过爆破专业软件分析装药炮孔周围的能量分布,结合炸药性能、岩石条件等因素,合理确定炸药量和装药结构,以提高炸药能量的利用率和爆破效果^[4]。

4.2 爆破器材与设备的创新

(1) 新型炸药和起爆器材的应用。随着科技的进步,新型炸药和起爆器材不断涌现,为露天煤矿爆破技术的创新提供了可能。新型炸药如乳化炸药、粉状炸药等,具有更高的能量密度和更好的稳定性,能够提高爆破效果,减少炸药消耗。起爆器材方面,高精度导爆管雷管、数码电子雷管等先进器材的应用,可以实现精确的起爆控制,提高爆破作业的可靠性和安全性。(2) 自动化和智能化设备的应用。自动化和智能化设备在爆破作业中的应用,提高了作业精度和效率,降低了人为操作带来的风险。例如,激光测绘仪、炮孔测偏仪、爆速仪等先进测量工具的使用,可以精确测量炮孔抵抗线、炮孔偏差等关键参数,确保装药设计和爆破效果的可控性。同时,采用自动化钻机进行钻孔作业,可以实时显示钻孔角度、深度和进度等信息,提高钻孔质量和效率。

4.3 环保型爆破技术的发展

(1) 降低噪音、震动和粉尘污染的措施。环保型爆破技术的发展是露天煤矿可持续开采的重要方向。降低

噪音、震动和粉尘污染是环保型爆破技术的核心任务。通过采用微差爆破技术,可以减少爆破产生的震动和噪音,保护周围环境。同时,通过优化装药结构和起爆顺序,控制爆破能量分布,可以降低爆破对边坡和周围建(构)筑物的破坏。在粉尘控制方面,可以采取多种措施,如爆破前对爆破面进行预湿处理,使用活性水形成水雾吸附微尘;在爆破后及时清理残渣积尘,减少粉尘飞扬。此外,还可以搭建除尘排栅,封闭尘土,进一步降低粉尘污染。(2) 对周边环境的保护和恢复。露天煤矿爆破作业对周边环境的影响不容忽视。除了采取上述措施降低污染外,还需要加强对周边环境的保护和恢复工作。例如,在爆破作业前进行地质结构调查,了解周围地质条件和建(构)筑物分布情况,以便合理设计爆破方案,减少对周边环境的影响。在爆破作业完成后,及时清理爆破现场,恢复植被,减少水土流失和生态破坏。此外,还可以采用更加环保的爆破技术,如气体爆破技术。气体爆破技术利用二氧化碳相变技术破碎岩体,过程中无破坏性振动和短波,扬尘比例降低,对周围环境影响较小。通过不断优化和创新气体爆破技术,可以进一步提高其环保性能和爆破效果。

结束语

综上所述,露天煤矿爆破技术的安全与应用是一个复杂而关键的系统工程。通过对爆破原理、技术分类、安全风险因素及防护措施、技术创新与环保发展的全面探讨,我们不难发现,确保爆破作业的安全高效进行,不仅需要精细的技术操作和严格的管理制度,更需紧跟时代步伐,不断推进技术创新与绿色转型。未来,露天煤矿爆破技术的发展将更加注重安全与环保的双重目标,为实现煤炭资源的可持续开发与利用贡献力量。

参考文献

- [1]张鹏姣.哈尔乌素露天煤矿爆破工作提质降本实践[J].露天采矿技术,2021,(13):111-112.
- [2]王君霞,郝亚飞,保天才,等.露天煤矿火区爆破安全作业技术[J].工程爆破,2021,(11):116-117.
- [3]刘露,李杰,李金山.贵州晴隆露天煤矿基建孔桩爆破参数优化研究[J].采矿技术,2020,(13):137-138.
- [4]曹贺.当议露天采矿中深孔爆破技术的应用[J].世界有色金属,2021,(05):46-47.