

露天矿山开采边坡处施工控制性爆破技术探讨

郭欢涛

中国葛洲坝集团易普力股份有限公司 重庆 401121

摘要：近年来，随着中国矿业的兴起，露天矿山开采边坡的稳定逐渐成为业界关注的主要问题。露天矿山开采的风险相对较高，因此在开采过程中受到各种因素的影响，边坡稳定性往往降低。一般来说，边坡施工过程中多采用爆破技术，因此爆破方案设计的科学性直接决定边坡的稳定性。在此基础上，分析了控制爆破技术在露天矿山开采边坡的应用，以维持露天矿山开采边坡的稳定和安全，减少开采过程中的安全事故。

关键词：露天矿山；开采；边坡处施工；控制性爆破；技术

Discussion on controlled blasting technique in slope mining of open pit mine

Huantao Guo

China Gezhouba Group Yipu Co., LTD., Chongqing 401121

Abstract: In recent years, with the rise of China's mining industry, the stability of open-pit mining slope has gradually become the main concern of the industry. The risk of open-pit mining is relatively high, so it is affected by various factors in the mining process, and the slope stability is often reduced. Generally speaking, blasting technology is used in the process of slope construction, so the scientific design of blasting scheme directly determines the stability of slope. On this basis, the application of controlled blasting technology in open-pit mining slope is analyzed, in order to maintain the stability and safety of open-pit mining slope and reduce the safety accidents in the mining process.

Keywords: open-pit mine; Mining; Slope construction; Controlled blasting; technology

露天矿山开采是一项高风险活动，由于缺乏安全意识，国内中小型露天矿山安全事故增多，引起社会关注。因此，与矿山有关的企业必须注意矿山开采的安全，避免安全问题和隐患。边坡稳定是矿山开采过程的重中之重，只有对边坡稳定性的控制才能保证矿山开采的安全。为了确保边坡稳定，必须考虑到若干因素。近年来，露天采矿项目的爆破控制技术已被确定为主要的研究方向。因此，本研究审查了露天矿边坡控制爆破技术，以便为优化边坡爆破技术提供参考。

一、露天矿山开采边坡处合理应用爆破技术的重要意义

许多矿产资源被深埋，为了获得地表深处的矿产资源，采用普通的施工设备效率较低，不利于开采工作的顺利进行。因此很多单位会采用特制的炸药进行爆破，爆破的面积较大，有效的保证了开采效率。在施工过程中，边坡经常会产生各种大小的碎石，从而妨碍作业的顺利进行，并危及施工人员的生命。因此行业内不断研发新的技术旨在能够减少爆破对整个采矿工程的危害。为更好地解决这一问题，克服传统技术的局限性，并有效地确保采矿质量。此外，在许多地区，除普通岩石外，爆炸后还形成大量松散矿岩，这非常有利于施工中的装

载。在爆破作业之前，作业人员必须确定最低限度的抵抗效果，以减少整个爆破作业对其他区域的影响以及爆破作业对环境的影响。采用深孔爆破技术大大提高了采矿效率，增加了企业获得矿物资源的机会，消耗的炸药同时也取得了高效的产量，效果十分优良。

二、露天矿山开采边坡控制性爆破施工中存在的问题

1. 露天矿山地理位置选择存在安全隐患

首先，如果矿山的地理位置选择不当，就存在安全风险。除非对环境进行具体的事先调查，否则矿山地址选择可能不令人满意。许多矿山在开始采矿之前对其环境知之甚少。例如，有些矿山位于村庄或采石场附近。在这些地区，矿山爆破后，很容易产生较大的石块，从而直接威胁到周边环境。如果是在矿山中爆破，则必须根据具体地点的选择制定具体的爆破计划。例如，如果矿山的位置在地形位置相对较高的地方或周围的土地相对较松散的地方，爆破震动会引发山体滑坡等损害，因此需要安全的环境监测和调查，并采取爆破防护措施。目前，许多项目没有通过分析具体情况来降低成本，而且根据经验，不能保证爆破安全。在露天矿山爆破中，必须研究地质和环境条件，特别是砾石的分布情况，以确保其不影响周围村庄和居民的生命或财产^[1]。

2. 边坡爆破方案设计不合理

对于露天矿边坡, 稳定性受到各种因素的影响, 例如矿岩完整性、强度、断裂方向和共同发育等。露天矿的岩石特征各不相同, 影响了边坡控制性爆破施工的顺利进行。在许多露天采矿中, 由于缺乏事先的地质研究, 一些边坡岩体的特征没有得到研究, 边坡岩体的地形与随后的开采过程略有不同。在这种情况下, 边坡爆破设计与露天矿山的开采设计不一致, 爆破的设计也不合理, 对作业期间的安全构成严重威胁。

3. 钻孔质量差

露天采矿边坡控制性爆破施工质量会直接受到台阶高度、边坡角度、炮孔长度的影响。一般来说, 过高的台阶高度, 过小的边坡角度, 炮孔太长, 直接影响露天矿山钻孔和装药质量。若边坡岩石中同时存在节理、裂缝和分层等现象, 对爆破质量的影响更为严重, 矿山边坡钻孔漂移现象、根底或大块问题往往因此出现。

4. 爆破技术水平差异

一些露天矿山采用多种方法控制爆破方法, 减少爆炸对自身坡面的不利影响, 有效提高爆破形成的边坡质量。然而, 由于小型边坡控制工程造成的成本投入失控和生产不平衡, 控制爆破的成本效益不高。此外, 由于缺乏技术和机械设备, 一些矿山是利用现有的边坡防护措施和防爆方案建造的, 但收效甚微。由于不合理地选择了控制爆破方案, 边坡爆破技术水平存在差异。

三、露天采矿边坡控制性爆破施工技术

1. 施工前准备工作

施工准备是执行爆破施工的先决条件, 准备不足, 对爆破效果影响很大。因此, 应当在爆破前对露天矿山的地理位置进行彻底的研究, 应当记录周围地形的特征, 为后续爆破方案的制定提供依据。有时在露天的煤田附近有村庄, 由于露天矿山爆破会导致山石飞向四周或岩石倒塌、岩层下沉设备损毁或人员伤亡, 因此必须在施工前采取措施。因为露天矿山开采岩体具有很大的不确定性, 因此很容易受到自然灾害的影响。如果在勘察的过程中实际检测到爆炸危险, 安全事故是可以避免的。与此同时, 在爆破前, 必须指派专业技术人员检查爆破设备是否存在问题, 及时修理或立即更换损坏的设备, 能够避免因设备问题而影响爆破的整体进度。特别是, 一个部位和一个邻近的部位爆炸容易发生各种事故。因此, 应当为开采前的露天矿山开采制定应急计划, 并为开采过程中可能出现的安全问题提出切实可行的解决办法。在发生不受控制的安全事故时, 有关人员可以迅速采取行动, 尽量减少安全事故造成的损失^[2]。

2. 制定爆破方案

在实施爆破计划之前, 有必要制定一个科学合理的计划, 以确保施工顺利进行。爆破方案在制定时应该严格将安全放在第一位, 爆破方案的制定需要更多的勘测

数据来支撑和优化, 这样更能保证方案的合理性和安全性。主爆炸区的炸药比其他爆炸区多, 可能造成更大的震动。一般而言, 一般情况下将主爆破区选择在地质较硬的位置, 可以降低爆破过程中发生自然灾害的风险。爆破技术必须明确规定爆破区域, 并要求工人按照爆破技术操作。露天矿山具有特殊的爆破特性, 可用于进一步控制大规模爆破。这种爆破方法有许多好处, 但代价很高。此方法仅适用于特殊地质区。

3. 斜孔爆破

斜孔爆破目前广泛使用, 在露天采矿边坡控制性爆破施工过程中, 由于沿深孔全长的阻力线相同, 在这种情况下, 爆破后, 矿体主要是大小均匀的岩石, 且根底少, 基本可以符合台阶坡面角的要求, 台阶坡顶线与钻机之间保持了较大的距离。因此, 从斜孔爆破的应用效果来看, 其安全性高于垂直孔爆破。现在, 这种钻机设备本身的钻爆破效果、穿孔效率更高, 在垂直向下钻取时通常会产生良好的结果, 但DTH钻具效率较低, 但是其可以在斜孔中得到良好的应用。因此, 如果条件允许, 可以实现斜孔与垂直孔的结合, 并可可将这种模式应用于第一排重要的阻力位置, 提升爆破的整体效率和质量^[3]。

4. 改善具体装药结构

在露天矿山开采边坡控制性爆破施工时, 可根据具体的爆破计划科学地确定爆破过程所需的炸药数量。计算过程很复杂, 因此爆破施工人员必须认真负责。过多的爆炸物不仅会给公司造成巨大的爆破成本, 降低经济效益, 而且还会带来安全风险。如果炸药太少, 在爆破过程中再次采买会增加爆破施工工时。在爆破施工之前, 应遵循药量平衡原理, 根据负载平衡原则计算爆破岩石所需的剂量。在炮孔填充过程中, 爆炸物一般集中在炮孔底部, 原因是与炸药填充和深孔爆破装置有关的因素, 炸药与炮孔之间存在很大间隙。因此, 为了确保爆炸物在炮孔的均匀分布和提高爆破质量, 必须选择分段装药的方法, 以确保爆炸物分布不均。炸药因威力不同而有所差异, 通常成本稍高。因此, 使用混合装药结构可以在一定程度上降低企业的爆破成本。因为炮孔底部受夹制作用较大, 所以可以在炮孔底部铺设高威力的炸药, 在上部铺设普通炸药。

5. 爆破中的降振技术

控制爆破技术在露天矿山边坡工程中的应用, 为了避免爆破过程中振动波对倾斜岩石的不利影响, 爆破过程中应采用相应的减震技术。这一技术适用于深孔爆破矿山。这种技术使有关人员能够直接获得爆破的参数。一旦在爆破过程中使用的爆破药卷数量较大, 同样会减少边坡位置的药卷数量。因此, 在这种情况下, 可以有效地保证边坡的稳定性, 以获得最佳的爆破效果。在露天矿开采过程中, 通常需要多次测试降振技术的应用。在试验过程中, 不断发现问题, 解决问题, 确保爆炸的实际效果。

6. 减少边坡爆破震动

由于露天矿山炸药威力大, 爆炸过程中边坡稳定性低, 边坡台阶容易造成破坏, 例如在爆破的过程中容易导致边坡台阶无法保留、边坡开裂易滑落等失败结果。因此, 采矿公司应采用科学合理的计算方法来计算, 以便适当减少边坡炮孔中炸药数量和边坡振动的频率, 从而有助于进一步稳定边坡。此外, 在恶劣的地质条件下检测对爆破震动的实际反应, 还可以通过改良深孔爆破作业施工参数, 并为有效的减震措施提供可靠的基础。在深孔爆破参数难以确定的情况下, 可以通过一系列试验来测量露天采矿产生的爆破振动的影响, 以估计边坡所能承受的爆破振动, 有利于保证炸药数量的合理性。

四、加强露天采矿边坡爆破施工的控制措施

1. 强化穿孔作业管理

为了确保爆破作业中露天边坡的稳定性和安全性, 有关施工企业应加强爆破管理。在实际的爆破施工过程中, 必须在爆破过程中科学地设计孔网参数。爆破效果受到许多因素的影响, 其中爆破效果的质量是重要因素之一。加强穿孔作业管理可以为今后的爆破提供重要的先决条件和基础。通常, 在穿爆施工过程中, 相关技术人员负责执行此任务。在爆破过程中选择采矿设备和设计孔网参数时, 必须考虑到区域的地质技术特征。在施工过程中, 必须进行适当的检查, 以确保钻孔方向、位置和深度符合工程施工规范, 从而确保钻孔操作的整体质量。

2. 加强爆破施工机械的管理

爆炸物和爆破施工机械有强制性的国家标准和要求。在实施过程中, 需要参照作业面的实际地形地貌进行严格管理, 特别是机械设备的实施参数应符合相关要求。在完成相关部门的复检后才允许设备入场进行爆破施工作业。在客观条件允许的情况下, 还可以利用超声波系统记录爆炸前作业的原始图像数据, 总结爆炸经验, 并提供有效的样品分析数据, 以便进行边坡稳定性比较^[5]。

3. 优化选择起爆网络

露天采矿开采边坡爆破施工的过程中, 有关人员应加强起爆网络等的优化设计和选用。爆炸网络的设计、起爆顺序等(e)必须直接确定爆炸的影响。在实物爆破过程中, 每次爆破都必须根据实际情况选择最佳的爆炸方法。例如, 在松软的风化岩与泥岩上, 在起爆过程后通常不会产生大量的大块和根底等现象。在这一延迟过程中, 采装工作对于爆破没有严格的要求, 装药和质量相对简单, 也比较容易。对碳酸钙矿山而言, 由于其对于大块率等有着较高的要求, 岩石坚硬程度高, 因此,

应用增大孔距、缩小抵抗线的爆破技术, 可以在爆破场后成弧形的爆破界面, 有效提高反射反应波的作用, 进一步挤压岩石, 保证了爆破的整体质量。从该起爆网的应用角度来看, 其爆堆相对集中, 碎片相对均匀。爆炸发生后, 岩石破裂, 便于随后的开采和装药。而在露天边坡的爆破过程中, 往往在边坡界线位置, 应用小孔距、多钻孔、少装药的预裂爆破技术。首先进行预裂孔的起爆, 随后, 沿自由面方向逐排孔内微差起爆, 这种起爆方式在一定程度上维持了原有边坡的稳定性。

4. 加强爆破质量的管控

同一地点的爆破效果非常不稳定。由于载荷受炮孔的影响, 深炮孔在装药时容易出现药柱, 小炮孔则因无足够的炸药而导致底盘抬高。在爆破作业执行过程中, 除严格执行预设爆破方案外, 还应根据现场的实际要求进行优化。目前, 绝大多数露天矿采用预裂爆破施工方式, 预裂爆破施工原理是在边坡轮廓线爆破出一条裂缝, 并在深孔破裂后沿断裂面形成光滑的边坡。该方案的实施将在一定程度上减少爆炸引起的地震波对自然边坡和环境的影响。这样可以降低处于“S”形和“螺旋形”作业面受到的波及与影响, 使地震波最远波及范围内的作业区基本不受到太直接的干扰与影响, 按照预设生产进度完成采矿作业^[6]。

五、结语

对于露天边坡, 爆破剥离方案对施工人员的安全和采场的生产效率有直接影响, 设计过程中要有效清除其干扰因素。要控制爆破工作, 就必须利用科学的斜孔爆破与科学的装药结构, 制定实用的爆破方案, 合理控制露天边坡, 提高爆破质量和效率, 有效和稳定地进行开采, 提高露天采矿的生产率。

参考文献

- [1] 龙家安, 吴佳锐. 露天矿山开采边坡处施工控制性爆破技术探讨[J]. 中国金属通报, 2022(07):28-30.
- [2] 杨骏, 单金龙. 露天矿山的开采逐孔爆破技术运用思路[J]. 现代工业经济和信息化, 2021,11(06):140-141+144.
- [3] 田靖. 露天矿山开采逐孔爆破技术的探讨[J]. 冶金管理, 2020(23):9-10.
- [4] 聂新豹. 露天矿山开采边坡处施工控制性爆破技术探讨[J]. 工程技术研究, 2020,5(05):80-81.
- [5] 王泽军. 浅析露天矿山开采爆破与安全[J]. 世界有色金属, 2020(03):115-116.
- [6] 冯壮雄. 露天矿山开采边坡处施工控制性爆破技术探讨[J]. 工程建设与设计, 2019(15):208-210.