

露天矿山爆破振动的控制措施

侯兴明

北京奥信化工科技发展有限公司 北京 100000

摘要: 露天矿山爆破振动对周边环境及设施存在潜在影响。本文分析了影响爆破振动的不可控（如地质条件）与可控因素（如起爆间隔），并提出了有效控制措施，包括科学设计装药与起爆间隔、合理控制爆破药量、严格筛选技术人员、选择科学爆破方法、加强监测与反馈调整以及建立安全管理制度。这些措施旨在降低爆破振动影响，确保矿山作业安全。

关键词: 露天矿山；爆破振动；控制措施

引言

露天矿山爆破作业乃矿山开采的关键步骤，然而爆破过程中释放的振动对周边环境与安全构成不容忽视的潜在风险。所以探索露天矿山爆破振动的有效控制措施显得尤为重要。本文聚焦于爆破振动的影响根源及防控策略，从影响原因与控制措施两大维度展开深入剖析，旨在为露天矿山爆破作业的安全实施与效率提升提供科学指导与实践借鉴，确保矿山开采的安全性及可持续性。

1 露天矿山爆破振动的影响原因分析

1.1 不可控制影响原因分析

(1) 地质原因方面。露天矿山爆破位置的岩石细缝性节理结构以及岩石风化等情况会对爆破产生重大影响，岩石的节理结构决定了其在爆破时的破碎方式和程度，如果岩石节理发育良好，炸药爆炸产生的能量可能会沿着节理面传播，导致岩石破碎不均匀，进而影响爆破振动的传播和强度^[1]。岩石风化程度也会影响爆破效果。风化严重的岩石通常强度较低，在爆破时容易破碎成较小的颗粒，释放的能量相对较小，可能会使爆破振动减弱。风化后的岩石结构可能更加松散，也可能导致振动波在传播过程中发生不规则的反射和折射，增加了爆破振动的复杂性。(2) 地形原因也不可忽视。露天爆破区域地面的平整性以及起伏特点对爆破振动有显著影响。如果爆破区域地面较为平整，振动波的传播相对较为均匀，振幅和频率范围也较为稳定。但在实际情况中，露天矿山的地形往往较为复杂，地面起伏不定。这种地形条件会使振动波在传播过程中发生反射、折射和衍射等现象，改变振动波的传播方向和强度。在山谷等地形中，振动波可能会受到两侧山体的约束和反射，从而增强振动强度。而在山坡等地形中，振动波的传播方向可能会发生倾斜，导致不同位置的振动强度差异较大。

1.2 可控制影响原因分析

(1) 炸药单耗和间隔时间在可控制因素中占据重要地位。炸药单耗的合理性直接关联着露天矿山开采的成效。若炸药单耗不科学，过高的单耗可能导致爆破能量过度集中释放，引发强烈的爆破振动，不仅对周边环境造成严重破坏，还可能浪费炸药资源。相反，过低的炸药单耗则可能无法使岩石充分破碎，影响开采进度和效率。间隔时间的把控同样关键，合适的起爆间隔时间能够使爆破能量有序释放，避免能量瞬间叠加而产生过强的振动。通过精心调整不同炮孔之间的起爆间隔，可以有效分散爆破振动的强度，降低其对周围环境的不良影响。(2) 炮孔直径和孔网参数也是影响爆破振动的重要因素。炮孔直径的大小直接决定了炸药的装填量和分布情况。如果炮孔直径不合理，可能导致炸药分布不均，使得爆破效果不佳且振动增强。孔网参数则决定了炮孔的排列方式和间距，合理的孔网参数能够使爆破能量均匀分布在岩石中，减少局部应力集中，从而降低爆破振动。此外，台阶高度也会对炮孔产生影响。较高的台阶可能使爆破能量更加集中，增加振动强度，而较低的台阶则可能需要调整爆破参数以达到理想的破碎效果。(3) 钻孔机的性能和岩石破碎程度同样不可忽视。优质的钻孔机能够钻出符合要求的炮孔，保证炮孔的质量和稳定性，从而为合理的爆破参数设置提供基础。而岩石破碎程度则反映了岩石的物理特性，不同的破碎程度需要不同的爆破参数来实现最佳的爆破效果。

2 有效控制露天矿山爆破振动的措施分析

2.1 科学设计装药方法和起爆间隔时间

在露天矿山爆破作业中，振动问题常常影响爆破效率，甚至可能引发安全事故，威胁工作人员的生命和财产安全。研究表明，装药时分段时间不合理是导致爆破振动的重要因素之一。在露天矿山爆破作业过程中，工作人员需科学设计分阶段间隔时间和间隔方法。第一，

工作人员要深入分析露天矿山爆破的实际情况,全面掌握爆破位置的地形和地质状况,只有充分了解这些因素,才能为后续的装药设计和起爆间隔安排提供准确的依据^[2]。不同的地形地貌可能会影响振动波的传播方向和强度,而地质条件则会决定岩石的破碎特性和对爆破振动的响应程度。第二,工作人员需结合前期考察了解到的实际情况,对药柱高度和装药结构进行科学规划。实践证明,这两个方面的合理性直接影响爆破振动的大小。如果设计不合理,将会产生较大的爆破振动,严重影响矿山爆破效果。过高的药柱可能会导致爆破能量集中释放,引发强烈的振动;而不合理的装药结构可能会使爆破能量分布不均,增加局部振动的风险。第三,工作人员要充分发挥装药方法与分阶段间隔时间的作用。科学合理的装药方法和分阶段间隔时间能够在一定程度上缩短药柱高度,这在降低爆破振动效果方面非常明显。还可以减少爆炸后出现大块的几率,有力提升露天矿山爆破的效率。通过采用分段装药、逐孔起爆等方法,可以使爆破能量更加均匀地释放,降低振动强度;合理调整起爆间隔时间,可以避免爆破振动的叠加,进一步减小振动影响。

2.2 科学控制一次爆破总药量

当爆破企业所使用的一次爆破总药量过大时,振动波传播的距离会明显增加,进而对周边区域的人员和设施设备造成极大的破坏力。一次爆破总药量的大小直接关系到爆破振动的强度和范围。如果药量过大,爆炸瞬间释放的能量将非常巨大,产生的振动波也会更加强烈。这种强烈的振动波在传播过程中,会使周围的建筑物、道路等基础设施受到不同程度的损坏,还可能对附近居民的生命安全构成威胁。可能导致房屋墙体开裂、地基下沉,甚至引发更严重的安全事故。为了尽量降低爆破振动,工作人员必须科学把控一次爆破的总药量。通过合理控制总药量,可以有效地防止由于振动波的叠加而产生的严重损坏。在确定一次爆破总药量时,工作人员需要综合考虑多个因素。(1)要对爆破区域的地质条件进行详细勘察。不同的地质结构对爆破振动的传播和衰减有着不同的影响。在岩石坚硬、整体性好的地区,振动波传播得相对较远,需要更加严格地控制总药量;而在土质松软、松散的地区,振动波衰减较快,可以适当增加一些药量,但也不能过量。(2)要考虑周边环境的敏感程度。如果爆破区域附近有重要的建筑物、文物古迹、学校、医院等敏感设施,就需要更加谨慎地控制总药量,以确保这些设施的安全。还要考虑周边居民的生活情况,尽量减少对居民生活的干扰和影响。

(3)工作人员还可以采用分段爆破、逐孔起爆等技术手段,将一次大的爆破分解为若干个小的爆破,从而降低每次爆破的药量,减小振动强度。

2.3 严谨选择爆破工作技术人员

露天矿山爆破工作具有较高的危险性且对技术能力要求颇高。在施工前期,施工单位应严格检查进场的各类工作人员。只有符合我国相关标准的技术人员,才被允许从事该项工作。如此这般,方能确保爆破工作取得良好效果。务必避免因从业人员技术与经验的缺乏而导致爆破作业操作不当的情况发生。操作不当极有可能造成降振效果不佳,进而给工作人员的生命健康带来极大影响。第一,选择合格的爆破技术人员至关重要。他们具备专业的知识和技能,能够准确评估爆破现场的情况,包括地形、地质条件以及周边环境等。基于这些评估,他们可以制定出更为科学合理的爆破方案,有效地控制爆破振动。而缺乏经验和技术的技术人员,可能会忽视一些关键因素,导致爆破参数设置不合理,从而增加爆破振动的强度。第二,合格的技术人员还能够熟练操作各种爆破设备,确保爆破过程的安全可靠。他们了解不同设备的性能和特点,能够根据实际情况选择最合适的设备,并正确使用和维护这些设备。他们还能够及时发现并采用有效的应对措施,避免事故的发生。为了降低露天矿山爆破工作中的振动影响,保障工作人员的生命健康安全,施工单位必须严谨选择爆破工作技术人员,确保只有具备相应资质和能力的人员参与到爆破作业中。

2.4 爆破方法的选择要科学合理

在露天矿山爆破作业中,科学合理地选择爆破方法需要综合考虑多方面因素,包括爆破位置的地形以及具体的爆破任务等。不同地形和不同规模的爆破所适用的方法各不相同,一般来说,较大规模的爆破产生的振动影响会明显大于较小规模的爆破。深孔大直径炮孔爆破方法是较为常用的一种爆破方法,这种方法在一定程度上能够降低矿山爆破作业的成本,尤其适用于一些规模较大的矿山爆破工作,且能取得较好的效果,该方法也存在较大的不良振动影响,如果在一些振动比较活跃的地方采用这种方法,虽然可以降低爆破成本,但会严重影响矿山的生产作业,大大降低矿山的生产效率,并且发生安全事故的几率也会增大^[3]。在选择爆破方法时,必须全面了解各种爆破方法的优缺点,不能只关注其优点而忽略缺点。要提前认真分析爆破位置的实际情况,充分考虑地形、地质条件、周边环境以及振动影响等因素。在地形复杂、周边有敏感设施或居民点的地方,应

选择振动较小的爆破方法,即使其成本可能相对较高。而在地形较为开阔、远离敏感区域的地方,可以根据实际情况选择更具经济效益的爆破方法。

2.5 加强爆破振动监测与反馈调整

在露天矿山爆破作业中,加强爆破振动监测是有效控制振动影响的重要措施之一。通过在爆破区域周边设置专业的振动监测设备,可以实时获取爆破振动的强度、频率等数据。这些数据能够直观地反映出爆破作业对周边环境的影响程度,为后续的调整和优化提供依据。(1)在爆破前,应根据爆破设计方案和周边环境情况,确定合理的振动监测点位。这些点位应涵盖可能受到爆破振动影响的关键区域,如附近的建筑物、道路、敏感设施等。在爆破过程中,监测设备会持续记录振动数据,并及时传输到监控中心。(2)一旦监测到的振动数据超出预设的安全范围,应立即采取相应的调整措施。如果振动强度过大,可以考虑调整爆破参数,如减少炸药量、延长起爆间隔时间、优化炮孔布置等。还可以根据监测数据对后续的爆破作业进行优化,不断改进爆破方案,以实现更好的振动控制效果。(3)建立完善的反馈调整机制也是至关重要的。每次爆破作业后,应对监测数据进行详细分析,总结经验教训,找出存在的问题和不足。根据分析结果,及时调整爆破设计和施工方案,不断提高爆破振动控制的水平。还可以将监测数据和调整经验反馈给设计部门,为今后的爆破工程提供参考,逐步形成一套科学、有效的爆破振动控制体系。

2.6 建立健全安全管理制度

为了更有效地控制露天矿山爆破振动,建立健全安全管理制度是不可或缺的措施。第一,制定严格的爆破作业审批流程。在进行爆破作业前,必须对爆破方案进行详细的审查和评估。审查内容应包括爆破地点的地形地貌、地质条件、周边环境、炸药用量、起爆方式等方面。只有经过专业人员审核通过的爆破方案才能获得批准实施。这样可以源头上确保爆破作业的安全性和合理性,减少因方案不合理而导致的振动问题。第二,明确各部门和人员的职责分工。在露天矿山爆破作业中,

涉及到多个部门和众多人员,如爆破设计部门、施工部门、安全监管等部门。应明确各部门的职责范围,确保每个环节都有专人负责。要加强部门之间的沟通与协作,形成工作合力。对于参与爆破作业的人员,要明确其具体的工作任务和安全生产责任,提高其安全意识和责任感。第三,加强对爆破器材的管理。爆破器材是爆破作业的关键要素,其质量和安全性直接关系到爆破效果和振动控制。要建立严格的爆破器材采购、储存、运输和使用管理制度。确保采购的爆破器材符合国家标准和质量要求,储存场所安全可靠,运输过程中严格遵守相关规定,使用时严格按照操作规程进行。要定期对爆破器材进行检查和维护,及时发现和处理潜在的安全隐患。第四,建立应急预案和演练机制。尽管采取了各种措施来控制爆破振动,但仍不能完全排除意外情况的发生。因此,制定完善的应急预案,明确在发生爆破事故或振动超标等紧急情况时的应对措施和责任分工,要定期组织应急预案演练,提高各部门和人员的应急响应能力和协同作战能力,确保在紧急情况下能够迅速、有效地进行处置,最大限度地减少损失。

结语

综上,有效控制露天矿山爆破振动是保障周边环境及人员安全的重要举措。通过科学设计装药方法与起爆间隔、合理控制爆破药量、选择具有丰富经验和专业技能的爆破技术人员、科学选择适合实际情况的爆破方法以及加强爆破振动的实时监测与反馈调整等措施,我们可以有效降低爆破振动对周边环境及人员的影响,建立健全的安全管理制度也是确保爆破作业安全、高效进行的重要保障。

参考文献

- [1]吕贵龙,张斌,李森.露天矿山爆破振动的控制措施[J].内蒙古煤炭经济,2020(11):120-122.
- [2]莫豹.露天矿山爆破振动影响因素及控制措施的研究[J].中国金属通报,2020(11):242-243.
- [3]曾玉莹,于世杰.露天矿山爆破振动的影响因素分析[J].山西冶金,2023,46(11):70-71.