

爆破工程爆破质量安全控制的有效措施

雒昶明

中国能建葛洲坝易普力股份有限公司 重庆 401121

摘要: 爆破工程作为岩土工程、矿山开采等领域的关键施工环节,其质量安全直接关系到工程整体效益与周边环境安全。本文围绕爆破工程质量安全控制展开,阐述前期准备阶段爆破设计优化、人员资质培训、设备材料管理;施工过程中钻孔、装药、起爆网络、现场防护等控制措施;爆破后效果检查、隐患排查、数据记录分析;以及应急预案制定、质量安全文化培育、持续改进机制等内容,为提升爆破工程质量安全水平提供全面指导。

关键词: 爆破工程;质量安全控制;前期准备;施工过程;持续改进

引言:爆破工程质量安全直接关乎工程推进效率与周边环境安全,需全流程管控。前期准备阶段的设计优化、人员培育、设备材料管理是基础;施工过程中钻孔、装药、起爆网络、现场防护的规范操作是核心;爆破后效果检查、隐患排查、数据梳理是关键收尾;应急管理 with 持续改进机制则提供长期安全支撑。深入梳理各环节控制措施,可全面提升工程质量安全水平。

1 前期准备阶段的质量安全控制

1.1 爆破设计优化

爆破工程的质量安全始于科学合理的设计。在爆破设计环节,需对地质条件进行精细化分析,全面掌握岩层结构特征^[1]。一般需分析至少5种以上岩层走向、倾向、倾角数据,详细标注至少3处断层位置、断距在1米至5米不等、破碎带宽度在0.5米至3米的信息,同时记录节理裂隙发育程度分为3个等级、间距在0.1米至1米、充填情况分为2种类型等关键信息。这些地质信息是确定爆破参数的基础。爆破参数的科学计算是设计优化的核心。孔网参数需根据岩体特性、开挖规模和破碎要求综合确定,孔径大小影响装药量与破碎效果,孔距和排距的合理设置能确保爆破能量均匀分布。装药量计算要精准,既要保证足够的爆破能量达到预期破碎程度,又要避免过量装药引发安全风险。起爆顺序的设计同样关键,合理的顺序能控制爆破振动传播方向,减少对周边环境的影响,同时提高爆破效率。爆破危害的预测与防控设计是保障安全的重要环节。通过理论计算和数值模拟,预测爆破振动对周边建筑物、地下管线等设施的影响程度,制定相应的减振措施,如采用预裂爆破、缓冲爆破等技术。对飞石和冲击波的传播范围进行预估,设置合理的警戒距离,并采取覆盖防护、设置挡墙等措施降低危害。

1.2 人员资质与培训

爆破作业人员的专业素质直接影响工程质量与安全。爆破员、安全员、保管员等关键岗位人员必须持证上岗,证书是具备相应专业知识和技能的证明。为提升作业水平,需开展专项技术培训,内容涵盖爆破理论、操作技能、设备使用等方面。培训时长不少于40学时,培训结束后进行严格考核,考核成绩达到80分以上视为合格,确保作业人员熟悉安全操作规程,掌握关键技术要点。强化应急处置能力训练同样不可或缺。针对火灾、坍塌、设备故障等可能出现的突发场景,组织模拟演练,每年至少组织3次不同类型的模拟演练,使作业人员在面对紧急情况时能迅速反应,采取正确的应对措施,最大限度减少损失。

1.3 设备与材料管理

爆破器材选型与质量检验是保障爆破效果与安全的前提。根据工程需求和地质条件,选择合适的炸药类型,确保能量释放特性与爆破要求相匹配。雷管、导爆索等起爆器材的质量直接影响起爆的可靠性和准确性,需严格检验性能指标。钻孔设备的精度对爆破孔的质量至关重要。定期对钻孔设备进行精度校准,确保钻孔位置、角度、深度等参数符合设计要求。同时做好设备的维护保养工作,及时更换磨损部件,保证设备始终处于良好运行状态。监测仪器的灵敏度与可靠性是获取准确监测数据的关键。振动监测仪、测速仪等设备需定期进行性能验证,确保能真实反映爆破振动和飞石速度等参数,为爆破安全评估提供可靠依据。

2 爆破施工过程的质量安全控制

2.1 钻孔作业规范

钻孔作业是爆破施工的基础环节,对位置、角度、深度的偏差控制极为严格。钻孔位置需严格依据设计图纸确定,偏差范围应控制在极小限度内,确保后续装药位置精准,避免因位置偏差影响爆破效果或引发安全隐

患。角度偏差同样不容忽视，合适的钻孔角度能保证爆破能量有效释放，使岩体按预定方向破碎。深度偏差也需严格把控，过深或过浅都可能改变爆破参数，影响整体爆破质量。孔内积水与杂物清理工作至关重要。积水会降低炸药性能，影响爆破效果，杂物则可能阻碍装药或改变炸药分布。清理时，应采用合适工具将孔内积水抽干，杂物彻底清除，保证孔内干净、干燥，为后续装药创造良好条件。钻孔完成后，需进行严格验收流程^[2]。验收人员依据偏差控制标准，对每个钻孔的位置、角度、深度进行细致检查，记录相关数据。只有验收合格的钻孔才能进入下一道工序，记录管理要规范、完整，便于追溯与查询。

2.2 装药与填塞管理

装药结构设计需科学合理，装药量要精准控制。根据岩体性质、爆破规模等因素，设计合适的装药结构，确保炸药能量充分利用。装药量过多可能造成资源浪费，甚至引发安全事故；过少则无法达到预期爆破效果。填塞材料选择与填塞长度要求明确。填塞材料应具有好的密实性和稳定性，能有效阻止炸药爆炸气体过早逸出，提高爆破效率。填塞长度需根据钻孔深度、装药量等因素确定，保证填塞密实度，防止出现填塞不实导致的冲炮现象。装药过程要采取防静电、防杂散电流措施。静电与杂散电流可能引发炸药早爆，造成严重后果。作业人员应穿着防静电服装，使用防静电工具，在装药区域设置防静电设施，同时避免在装药区域使用电器设备，防止杂散电流产生。

2.3 起爆网络设计

起爆网络连接方式多样，导爆管、电雷管、数码电子雷管等各有特点。需根据工程实际情况选择合适连接方式，确保起爆信号准确传递。起爆顺序与延时时间优化能提高爆破效果。合理规划起爆顺序，使岩体按预定方向依次破碎，减少飞石与振动。延时时间设置精度需达到0.1毫秒，过长或过短都会影响爆破质量。网络可靠性检查与冗余设计必不可少。在起爆前，对起爆网络进行全面检查，确保连接牢固、无破损，同时需配套设计冗余线路，冗余线路数量不少于主线数量的0.2倍，当部分线路出现故障时，仍能保证起爆顺利进行，提高爆破作业安全性与可靠性。

2.4 现场安全防护

现场安全防护是规避爆破风险、保障人员与环境安全的关键环节，需从警戒疏散、飞石防控、振动监测三方面落实管控措施。警戒范围划定与人员疏散方案应科学合理，依据爆破规模、周边环境确定警戒范围，设置

明显警示标志，其中小型爆破警戒半径200米、中型300米、大型500米；同时制定详细疏散方案，明确路线与集合点，确保爆破前人员安全撤离。飞石防护可采用覆盖物、挡墙、隔离带等组合措施，要求覆盖物厚度不小于0.5米、挡墙高度不低于2米、隔离带宽度不小于5米。振动监测点需结合周边建筑物分布与地质条件布置，实时反馈数据至控制中心，便于动态调整爆破参数，保障周边环境安全。

3 爆破后质量安全控制

3.1 爆破效果检查

爆破作业完成后，对爆破效果的全面检查是评估工程成效与安全状况的关键步骤。对于岩体破碎程度的评估，需细致观察块度分布情况。理想的块度分布应符合设计要求，过大块石过多会增加后续破碎作业难度与成本，过细则可能造成能源浪费。同时检查根底残留量，根底残留会影响后续施工进度与质量，若残留量超出允许范围，需分析原因并采取相应措施。边坡稳定性监测不容忽视。爆破可能对边坡造成不同程度影响，需密切关注裂缝、滑移、隆起等现象。采用专业监测设备，定期对边坡进行巡查与测量，记录相关数据变化。每3天进行一次巡查，一旦发现异常，及时分析原因，判断是否会对整体边坡稳定构成威胁，为后续处理提供依据。周边建筑物振动影响复核是保障周边环境安全的重要环节。依据预先设定的振动监测点，收集爆破过程中建筑物的振动数据。将实测数据与安全标准进行对比，评估振动对建筑物结构安全的影响程度。若振动超标，需进一步分析原因，制定针对性解决方案，确保周边建筑物安全。

3.2 隐患排查与处理

盲炮是爆破后潜在的安全隐患，准确识别与安全处置至关重要。通过专业检测设备与人工检查相结合的方式，仔细排查是否存在盲炮。一旦发现盲炮，立即设置警戒区域，禁止无关人员进入。按照既定的安全处置流程，由专业人员在确保安全的前提下进行处理，避免盲炮意外爆炸造成人员伤亡与财产损失^[3]。危石、浮石清理工作需及时开展。爆破后，岩体表面可能存在松动危石与浮石，这些石块随时可能滚落，对下方人员与设备构成威胁。清理时，遵循由上至下、由外向内的顺序，使用合适工具将危石、浮石清除至安全区域，确保作业现场安全。积水与有害气体排放措施也不可或缺。爆破可能导致地下水水位变化或有害气体聚集，若不及时处理，会影响后续施工安全与人员健康。根据现场实际情况，采用排水设备将积水排出，对于有害气体，通过通风设

备进行稀释与排放,确保作业环境符合安全标准。

3.3 数据记录与分析

对爆破参数与实际效果进行对比分析,能深入了解爆破作业的成效与不足。将设计参数与实际爆破中的孔网参数、装药量、起爆顺序等数据进行对比,找出差异原因,为后续爆破参数优化提供参考。振动、噪声等环境影响数据归档工作需认真落实。详细记录每次爆破产生的振动与噪声数据,建立完整数据库。这些数据不仅能为当前工程的质量安全评估提供依据,还可为类似工程提供经验借鉴。基于以上数据与分析结果,总结经验教训,提出后续优化建议。针对爆破效果不理想、安全隐患较多等问题,从设计、施工、管理等方面进行全面反思,制定改进措施,不断提升爆破工程的质量安全水平。

4 应急管理持续改进

4.1 应急预案制定

建立健全事故分级响应体系,针对火灾坍塌人员伤亡等不同类型突发事件划分响应等级,明确各等级启动条件处置流程及责任主体。科学规划应急物资储备,结合潜在风险特点合理确定物资种类数量及存放位置,定期开展物资检查维护与补充更新。精准配置救援队伍,依据救援需求配备专业人员与装备,强化队伍专业技能培训提升应急处置能力。定期组织应急演练,模拟各类突发事件场景检验预案可行性与队伍实战能力,演练后开展系统效果评估,梳理处置过程中的薄弱环节并针对性优化预案内容。

4.2 质量安全文化培育

开展全员安全意识提升活动,营造浓厚质量安全文化氛围。通过安全知识讲座、安全技能培训、安全主题宣传等多种形式,向全体人员普及质量安全知识,强化安全意识,使安全理念深入人心,让每个人都能自觉遵守安全规定,主动参与质量安全管理。建立隐患举报奖励制度,激发全员参与质量安全管理的积极性。鼓励员工对身边存在的质量安全隐患进行举报,对举报属实的给予物质奖励和精神表彰。这一制度能及时发现并消除潜在安全隐患,形成全员监督、共同维护质量安全的良好局面^[4]。组织典型事故案例警示教育,以真实事件为鉴,吸取教训。选取与爆破工程相关的典型事故案例,

深入剖析事故原因、经过和后果,让员工深刻认识到质量安全的重要性。通过警示教育,增强员工的风险防范意识,避免类似事故再次发生。

4.3 持续改进机制

质量安全目标需根据工程进展和实际情况动态调整。随着工程推进,新的质量安全要求不断出现,原有目标可能不再适用。定期对质量安全目标进行评估,结合工程实际和行业标准,适时调整目标,确保目标既具有挑战性又切实可行,每季度对质量安全目标评估1次。积极引进与应用新技术、新工艺,提升质量安全管理水平。关注行业前沿技术动态,将适合本工程的新技术、新工艺引入施工过程,如智能化监测技术、新型爆破器材等。新技术、新工艺的应用能提高施工效率,降低质量安全风险,每年至少引进2项新技术或新工艺。加强行业经验交流,及时更新标准规范。积极参与行业研讨会、交流会等活动,与同行分享经验、交流心得,学习借鉴先进的质量安全管理方法和理念。密切关注行业标准更新动态,及时将新标准纳入工程管理体系,确保工程始终符合行业最新要求,每年参加行业交流活动不少于3次。

结束语

爆破工程质量安全控制贯穿工程始终,从前期精心筹备,到施工严格把控,再到爆破后细致检查与持续改进,每个环节都紧密相连。通过制定科学应急预案、培育良好质量安全文化、建立持续改进机制,能不断提升工程应对风险能力。严格落实各项措施,可有效保障爆破工程质量,降低安全风险,为工程顺利推进和周边环境安全提供坚实保障。

参考文献

- [1]王强.露天矿山高陡边坡控制性爆破技术及安全防护措施研究[J].工程机械与维修,2024(12):82-84.
- [2]张涛,王雪林,庞小泞,等.复杂环境高陡边坡爆破安全防护技术[J].现代矿业,2025,41(04):238-242.
- [3]蔡振华,史焱楠.矿山爆破技术中安全管理措施分析[J].矿业装备,2022,(03):171-173.
- [4]王永宝.大断面隧洞下穿交通隧道爆破施工安全分析[J].石材,2025(1):1-3,112.