

探索爆破工程爆破质量安全控制的有效措施

李明元

宁夏天宏爆破有限公司 宁夏 银川 750004

摘要：爆破工程具有高风险性，质量安全控制至关重要。人员素质与管理水平、设备与材料质量和性能、环境因素均影响爆破工程质量安全。为此，需采取多项有效措施：构建多层次培训体系，加强人员管理；建立全生命周期设备档案，严格材料管控；进行多手段环境勘察，制定针对性防护措施；优化技术方案，推广新技术应用；建立全方位安全监测体系，制定应急预案。通过这些措施，可有效保障爆破工程质量安全，实现爆破工程可持续发展。

关键词：爆破工程；质量安全控制；有效措施

引言

在工程建设蓬勃发展的当下，爆破工程在矿山开采、交通建设等众多领域发挥着不可或缺的作用，应用日益广泛。但不可忽视的是，爆破工程潜藏着高风险性，一旦发生意外，人员伤亡、财产损失以及生态环境破坏等严重后果将接踵而至。目前，爆破工程质量安全控制面临人员能力短板、设备材料质量不一、环境状况复杂等难题，严重威胁工程安全。故而，探寻有效的质量安全控制措施迫在眉睫。

1 爆破工程质量安全控制的重要性

爆破工程具有高风险性，质量安全控制对工程顺利推进、人员生命财产安全及生态环境保护有着不可替代的作用。从工程质量角度看，若爆破质量不达标，会直接导致工程进度延误和成本增加。在矿山开采中，若爆破后矿石块度过大，超出运输设备和选矿工艺的适用范围，就需要进行二次破碎，这不仅增加了破碎设备的运行成本，还会因设备处理能力限制，延长矿石开采周期，影响矿山整体生产进度和经济效益^[1]。在交通建设中，如隧道爆破，若爆破效果不佳，导致隧道轮廓不符合设计要求，后续的修整工作会耗费大量人力、物力和时间。在安全层面，爆破事故的后果极其严重。爆破飞石是常见的安全隐患，高速飞射的石块可能击中周边的建筑物、车辆和人员，造成严重的财产损失和人员伤亡。在城市建筑拆除爆破中，若对飞石控制不当，飞石可能击穿周边居民楼的窗户、损坏公共设施。爆破振动也是不容忽视的问题，过大的振动可能会导致周边建筑物的结构受损，尤其是对于一些历史建筑和危房，轻微的振动都可能引发结构坍塌。爆破产生的有害气体，如一氧化碳、氮氧化物等，若在封闭或通风不良的环境中积聚，会对作业人员和周边居民的身体健康造成严重危害，甚至可能引发中毒窒息事故。从环境保护角度来

看，质量安全控制同样关键。爆破产生的噪音会对周边居民的生活和野生动物的生存环境造成干扰；爆破粉尘若不加以控制，会污染大气环境，影响周边空气质量，对人体呼吸系统产生危害；在水域附近进行爆破作业时，若对爆破振动和冲击波控制不当，可能会对水生生物的生存环境造成破坏，影响生态平衡。

2 爆破工程质量安全控制的影响因素

2.1 人员因素

人员作为爆破工程实施的主体，其素质与管理水平直接决定质量安全控制成效。爆破作业人员的专业能力是基础，若缺乏系统的爆破理论知识，在面对复杂地质条件时，可能错误估算炸药用量，导致爆破效果不理想或引发安全事故。部分作业人员对电子雷管的性能与使用方法掌握不熟练，在电子雷管的参数设置、连接等操作环节出现失误，进而引发早爆、拒爆等危险状况。某露天矿山曾因作业人员对电子雷管操作不当，未正确设置延期时间，导致起爆顺序错乱，产生大量飞石，险些造成人员伤亡。安全意识淡薄也是人员层面的突出问题。一些作业人员为追求施工进度，忽视安全操作规程，在未设置足够安全警戒范围的情况下冒险起爆；或者在爆破后未按规定等待足够时间，过早进入爆破区域检查，遭遇残药爆炸或危石滚落等风险。管理人员的决策与管理能力至关重要。若管理人员在制定爆破方案时，未充分考虑露天矿山现场实际情况，盲目套用以往经验，可能使方案缺乏针对性和安全性。若管理过程中监督缺位，无法及时发现并纠正作业人员的违规行为，也会为质量安全埋下隐患。

2.2 设备与材料因素

爆破设备与材料的质量和性能，是保障爆破工程顺利开展的物质基础。在设备方面，钻孔设备的精度和稳定性影响深远。老旧的钻机可能存在钻头磨损严重、

钻杆晃动等问题,导致钻孔孔径偏差、孔深不足或孔位偏移,使得炸药无法均匀分布,影响爆破破碎效果。在露天矿山台阶爆破中,钻孔精度不达标会造成超挖或欠挖,超挖不仅浪费建筑材料,还可能破坏边坡稳定性;欠挖则需进行二次爆破,增加成本和安全风险。起爆设备的可靠性同样关键,电子雷管的起爆系统若出现故障,如信号传输不稳定、电子元件损坏等,都可能致使起爆失败或出现意外起爆^[2]。运输和装载设备若存在故障,如铲车制动失灵、运输车辆车厢封闭不严,在炸药和电子雷管运输过程中,可能引发碰撞、摩擦,增加爆炸风险。爆破材料质量更是直接关系到爆破安全与效果。炸药的爆轰性能不稳定,可能出现爆轰不完全,产生大量有毒有害气体,同时残留炸药未充分反应,增加后续处理的危险性。电子雷管的延期时间误差过大,会打乱起爆顺序,无法实现预期的爆破效果。部分不良商家为追求利润,生产销售劣质爆破材料,如炸药质量不达标、电子雷管性能不稳定等,这些材料一旦投入使用,极易引发严重事故。在煤矿爆破中,若使用质量不合格的炸药,可能导致瓦斯爆炸等严重后果。

2.3 环境因素

环境因素对爆破工程质量安全的影响具有复杂性和不确定性。地质条件是首要考虑的环境因素,岩石的硬度、完整性、节理裂隙发育程度等,直接影响爆破能量的传播和介质破碎。在坚硬完整的岩石中进行爆破,炸药能量难以有效扩散,需加大药量才能达到破碎目的,但过量用药又会增加振动危害;而在节理裂隙发育的岩石中,爆破能量会沿裂隙散失,导致爆破块度不均匀,甚至可能引发岩石滑动、坍塌等地质灾害。地下水的存在也会对爆破产生影响,潮湿的环境会使炸药受潮失效,降低爆破威力,地下水可能会改变岩石的力学性质,影响爆破效果和边坡稳定性。周边环境对爆破安全控制提出了严格要求。在城市或人口密集区域进行爆破作业时,周边的建筑物、交通设施、地下管线等都需要重点保护。距离爆破点较近的建筑物,可能因爆破振动产生墙体开裂、地基下沉等损坏;交通设施若受到飞石冲击,会影响正常通行;地下管线一旦受损,可能引发停水、停电、燃气泄漏等严重后果。此外,自然环境条件如大风、暴雨、雷电等,也会对爆破作业构成威胁。大风天气可能使爆破粉尘扩散范围扩大,影响周边空气质量和能见度;暴雨可能导致边坡失稳,增加滑坡风险;雷电天气若处理不当,可能引发炸药和雷管意外爆炸。

3 爆破工程质量安全控制的有效措施

3.1 人员管理措施

人员管理是爆破工程质量安全控制的核心环节,需从培训教育、制度建设等方面全面提升人员素质与管理效能。首先,构建多层次、系统化的培训体系,针对爆破作业人员开展分阶段培训。新员工入职时,进行为期不少于30天的基础理论与实操培训,内容涵盖爆破原理、器材使用、安全法规等,通过理论考试与实操考核双达标后方可进入跟岗实习阶段。在岗人员每季度开展专项培训,聚焦新技术、新设备应用及典型事故案例分析,强化其应对复杂工况的能力。其次,建立严格的人员资质与考核制度。实行爆破作业人员分级持证上岗,根据作业复杂程度划分初级、中级、高级资质,定期对证件进行复审。引入绩效考核机制,将安全操作规范执行情况、爆破质量指标完成度等纳入考核,考核结果与薪酬、晋升直接挂钩。对于违规操作的人员,采取阶梯式处罚,首次违规进行停岗培训,再次违规则取消作业资格。此外,加强管理人员的专业能力培养,定期组织参加行业研讨会与管理培训课程,提升其方案编制、现场统筹与风险预判能力。

3.2 设备与材料管理措施

设备与材料管理需贯穿采购、使用、存储全流程,确保其安全性与可靠性。在设备管理方面,建立全生命周期管理档案,详细记录设备采购时间、型号参数、维修保养记录等信息。制定设备定期维护计划,例如钻孔设备每月进行一次全面检修,重点检查钻头磨损、钻杆垂直度等关键指标;起爆设备每季度进行性能检测,包括输出电压稳定性、起爆能力测试等。对达到使用年限或存在严重安全隐患的设备,强制报废更新,避免带病作业。爆破材料管理则需严格把控采购、检验与存储环节^[3]。选择具备生产资质、信誉良好的供应商,建立合格供应商名录,定期对供应商进行质量评估。材料进场时,严格执行双人验收制度,对照国家标准对炸药的爆速、猛度,雷管的延期精度等指标进行抽检,留存样品备查。存储仓库采用智能化管理系统,实时监测温湿度、烟雾浓度等环境参数,设置防火防爆、防静电设施,严格执行双人双锁、台账登记制度,确保材料流向可追溯。定期对库存材料进行性能检测,对临近保质期或性能下降的材料,及时进行报废处理。

3.3 环境勘察与应对措施

环境勘察与应对需兼顾地质条件与周边环境,为爆破方案设计提供科学依据。在地质勘察方面,采用多手段综合勘察技术,通过地质雷达、钻探取芯、声波测试等方法,详细掌握岩石力学参数、地质构造分布、地下水赋存状态等信息。建立三维地质模型,运用数值模

拟软件分析爆破应力波传播规律,为炸药用量、炮孔布置优化提供数据支持。对于复杂地质区域,如断层破碎带、岩溶发育区,制定专项爆破方案,采用预裂爆破、缓冲爆破等技术,减少对地质结构的扰动。针对周边环境,开展全面的风险评估。在城市爆破作业前,对周边建筑物进行结构安全检测,采用振动监测设备对建筑物进行基线测量,确定其抗震能力阈值。建立周边环境信息数据库,标注重要设施、管线位置及防护等级。根据风险评估结果,采取针对性防护措施,如设置钢丝网、排架等物理防护屏障,对重要建筑物采用隔震沟、减震垫等技术降低振动影响;在大风、雷电等恶劣天气,停止爆破作业,对现场器材进行妥善防护。

3.4 技术方案优化措施

技术方案优化需从设计、施工工艺等环节入手,确保爆破工程科学、高效实施。在爆破方案设计阶段,运用专业设计软件进行模拟分析,结合地质条件与工程需求,优化炸药单耗、炮孔间距、起爆顺序等参数。对于复杂爆破工程,组织专家进行多轮方案论证,引入BIM技术进行可视化设计与施工模拟,提前预判潜在风险。建立方案动态调整机制,根据现场实际情况及时优化方案,如在岩石硬度变化较大区域,实时调整炸药用量。施工工艺控制方面,制定标准化作业流程,明确钻孔、装药、堵塞、起爆各环节的操作规范与质量标准。采用高精度钻孔设备与定位系统,确保钻孔偏差控制在 $\pm 2\text{cm}$ 以内;装药过程实行双人复核制度,严格控制装药量与装药结构;堵塞材料选用粘性土、砂等优质材料,保证堵塞长度与密实度符合设计要求。推广应用新技术、新工艺,如数码电子雷管精准起爆技术、空气间隔装药技术,提高爆破质量与安全性。

3.5 安全监测与应急管理措施

安全监测与应急管理是保障爆破工程安全的最后防线。建立全方位安全监测体系,在爆破区域及周边设置

振动、飞石、噪声、有害气体监测点,采用物联网技术实现数据实时采集与传输。振动监测采用智能传感器,实时监测质点振动速度,当数据超过安全阈值时,系统自动发出预警。飞石监测利用高清摄像头与图像识别技术,实时捕捉飞石轨迹与落点^[4]。应急管理方面,制定完善的应急预案,明确应急组织机构、响应程序与处置措施。定期组织应急演练,每季度开展一次综合演练,模拟早爆、拒爆、飞石伤人等场景,检验预案可行性与应急队伍处置能力。储备充足的应急物资,包括急救药品、消防器材、抢险设备等,并定期对应急物资进行检查与更新。与周边医疗机构、消防部门建立联动机制,确保在事故发生时能够快速响应、高效处置,将损失降到最低。

结语

爆破工程质量安全控制是爆破工程得以平稳推进的核心要素,与人员生命财产安全、生态环境质量紧密相连。通过强化人员管理以提升其专业素养与安全认知,严控设备材料质量以保障性能稳定,精准开展环境勘察并制定有效应对策略,优化技术方案并引入新技术,构建全面监测体系与应急预案,可有力削减爆破风险。展望未来,伴随技术与理念革新,质量安全控制将愈发完善,为工程建设筑牢根基,促进行业稳健发展。

参考文献

- [1]亢向锋,尹作良,孙钰杰.探索爆破工程爆破质量安全控制的有效措施[J].现代工程项目管理,2023,2(13):45-49.
- [2]刘陶.探索爆破工程爆破质量安全控制的有效措施[J].建筑工程技术与设计,2020(25):2032.
- [3]刘少帅.关于城市控制爆破安全工作的探究[J].百科论坛电子杂志,2020(17):769-770.
- [4]刘旭.采矿工程爆破新技术研究[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集.2024:1-4.