

光面爆破技术在矿山基建工程中的技术应用探讨

吴立鳌

浙江矾都矿业开发有限公司 浙江 温州 325800

摘要: 光面爆破技术凭借精准控制爆破轮廓、减少围岩损伤等优势,在矿山基建工程中应用广泛。本文围绕光面爆破技术核心参数设计展开,涵盖炮孔布置、间距排距、装药量与结构、起爆顺序与时差等关键环节。深入探讨矿山基建中光面爆破施工工艺,分析其在井筒、巷道、采场边坡、硐室等环节的应用特点。同时提出施工质量控制措施,通过钻孔精度、装药质量、起爆过程把控及偏差调整,保障施工质量,为矿山基建工程提供可靠技术支持。

关键词: 光面爆破技术; 矿山基建工程; 核心参数设计; 施工工艺; 质量控制

引言: 矿山基建工程是矿山开采的基础,其施工质量直接影响矿山整体运营安全与效率。传统爆破技术易引发超欠挖、围岩过度损伤等问题,增加后续支护成本与施工难度。光面爆破技术通过精准控制爆破参数,使周边岩体沿设计轮廓线破碎,有效减少对围岩的扰动,提升开挖断面规整度。该技术在矿山基建的井筒、巷道、采场边坡、硐室等环节均有重要应用,合理设计核心参数、规范施工工艺、强化质量控制,对保障矿山基建工程质量、降低工程成本、提高施工安全性具有重要意义。

1 光面爆破技术核心参数设计

1.1 炮孔布置参数确定

炮孔布置参数确定需以岩体地质条件为核心依据,结合开挖断面尺寸与形状优化设计。炮孔类型分为掏槽眼、辅助眼与周边光爆孔,各类炮孔的布置需贴合开挖轮廓需求。周边光爆孔需沿设计轮廓线均匀布置,孔位偏差控制在规范允许范围内,避免因孔位偏移导致轮廓线不规整或围岩过度损伤。掏槽眼布置在开挖断面中心区域,采用直孔或斜孔掏槽形式,具体布置方式根据岩体硬度与开挖断面大小合理选择^[1]。辅助眼布置在掏槽眼与周边眼之间,均匀分布以传递爆破能量,弥补掏槽爆破后的能量衰减,确保岩体均匀破碎。

1.2 炮孔间距与排距设计

炮孔间距与排距设计需结合炸药性能、岩体强度及炮孔直径综合计算,间距与排距的合理匹配可有效控制爆破块度,减少超欠挖现象。周边光爆孔间距需根据岩体单轴抗压强度调整,岩体强度越高,间距取值越小,一般控制在炮孔直径的8-12倍。辅助眼间距需略大于周边眼,结合爆破能量传递效率合理设定,确保相邻炮孔爆破能量相互叠加,实现岩体充分破碎。炮孔排距与间距保持合理比例,通常排距取间距的0.7-0.9倍,避免排距过大导致爆破能量不足,或排距过小引发过度爆破损伤

围岩。

1.3 装药量与装药结构设计

装药量设计需基于岩体性质、炮孔参数及炸药威力精准计算,避免装药量不合理引发的爆破缺陷。单位体积装药量根据岩体密度、裂隙发育程度调整,裂隙发育的岩体需适当降低装药量,致密坚硬岩体可适度增加装药量。装药结构采用不耦合装药形式,周边光爆孔不耦合系数控制在1.5-2.5之间,通过空气间隙缓冲爆破应力,减少对围岩的冲击损伤。装药过程中控制药卷间隔距离,确保炸药均匀分布,避免出现装药集中导致的局部过度爆破,同时保证装药连续性,防止出现断药现象影响爆破效果。

1.4 起爆顺序与起爆时差设计

起爆顺序与时差设计是实现光面爆破轮廓控制的关键,需遵循“先掏槽、后辅助、最后周边”的基本原则,通过合理的时差控制实现爆破能量的有序释放。掏槽眼优先起爆,为后续爆破创造自由面,减少爆破阻力。辅助眼在掏槽眼起爆后依次起爆,逐步扩大爆破范围,破碎主体岩体。周边光爆孔在辅助眼爆破完成后延时起爆,利用辅助眼爆破形成的自由面,使周边岩体在均匀应力作用下沿轮廓线破碎。起爆时差根据炮孔类型合理设定,掏槽眼与辅助眼时差控制在25-50ms,辅助眼与周边眼时差控制在50-100ms,确保各阶段爆破衔接顺畅,避免时差过大或过小影响爆破效果。

2 矿山基建中光面爆破施工工艺

2.1 施工前期准备流程

施工前期准备是光面爆破顺利实施的基础,需围绕工程实际情况开展全面筹备工作。首先完成爆区工程地质与水文状况勘查,明确岩体强度、岩层裂隙分布等参数,为爆破参数设计提供依据^[2]。随后结合勘查结果编制施工作业规程及爆破图表,明确炮孔布置、装药量等

核心参数，并根据岩性变化预留参数调整空间。同时完成施工场地规划，划分生产与生活区域，合理布置爆破器材临时存放场所、起爆药包制作场地及安全警戒设施，敷设施工用风、水、电及通讯供给系统，确保施工条件满足规范要求。此外需对施工人员进行专业培训，使其熟练掌握施工规范及操作要点，对钻孔、装药等设备进行调试检修，保障设备运行稳定性。

2.2 炮孔钻孔施工操作

炮孔钻孔施工的精度直接影响光面爆破效果，需严格按照爆破设计要求开展操作。钻孔前清除工作面余渣，采用专业量具确定炮眼圈径及各炮眼位置，确保孔位布置符合设计标准。根据井径大小选择合适的钻孔设备，井径大于5m时宜采用伞型钻架，井径小于5m时可采用手持气动凿岩机。钻孔过程中避开残眼及岩层裂隙，控制钻孔偏斜率，确保每圈炮孔钻至同一水平位置，掏槽眼需按设计要求增加深度。每个炮孔钻完后及时封住眼口，防止岩粉及污水进入，为后续装药作业奠定基础。

2.3 装药与堵塞施工规范

装药与堵塞施工需严格遵循爆破安全规程，兼顾爆破效果与施工安全。装药前采用压气清除炮孔内的岩粉和污水，根据岩体强度选择合适的炸药类型，优先选用高威力、防水性能好的煤矿许用水胶炸药或乳化炸药，周边眼宜采用小药卷实施不耦合装药。按照设计的单位长度装药量精准装药，根据岩石单轴饱和抗压强度调整装药密度，避免装药过量或不足影响爆破效果。堵塞材料选用黏土或黏土与砂子的混合物，严禁使用煤粉等可燃性材料，周边光爆孔堵塞长度不小于0.3m，炮孔深度不同需对应不同的堵塞长度标准，确保堵塞密实，防止爆破能量泄露。

2.4 起爆作业操作流程

起爆作业需严格执行安全警戒及操作规范，保障施工安全。起爆前监测井筒内杂散电流，若电流超过30mA，及时检查电气设备接地质量，更换有破损、裸露接头的爆破导线，采用抗杂散电流的雷管。按照设计的起爆时序连接起爆网络，采用毫秒延时起爆方式，先起爆主爆孔，再延时起爆周边光爆孔，控制孔间延时差以形成平整轮廓面。起爆前清理爆区危险范围内的人员及设备，设置明显的安全警戒标识并派出岗哨，确认警戒到位后启动起爆程序。起爆后等待规定时间，经检查确认爆破安全后，方可进入作业面开展后续清理工作。

3 光面爆破技术在矿山基建各环节的应用

3.1 矿山井筒施工中的应用

矿山井筒作为矿山生产的核心通道，其施工质量直

接影响矿山整体运营安全，光面爆破技术在此环节的应用重点在于控制井筒断面规整度与围岩完整性^[3]。井筒施工中，光面爆破需结合井筒深度、断面尺寸及岩体裂隙发育情况，优化炮孔布置与装药量设计，周边光爆孔沿井筒设计轮廓线均匀布设，严格控制孔位偏差与钻孔偏斜率。装药过程采用不耦合装药结构，合理调整单位长度装药量，避免爆破能量过度集中导致井筒井壁出现裂缝或坍塌。起爆作业采用毫秒延时起爆方式，按掏槽眼、辅助眼、周边眼的顺序依次起爆，确保井筒开挖断面符合设计要求，减少井壁修整工作量，同时保护井筒周边围岩稳定性，降低井筒后期支护成本，提升井筒施工的安全性与经济性。

3.2 矿山巷道施工中的应用

矿山巷道承担着矿石运输、通风、排水及人员通行等重要功能，其施工过程中对轮廓精度与围岩稳定性要求较高，光面爆破技术可有效解决巷道开挖过程中超欠挖严重、围岩损伤过大等问题。巷道施工前，结合巷道断面形状、岩体强度及支护设计要求，确定光面爆破核心参数，周边光爆孔间距根据岩体硬度合理调整，确保爆破后巷道轮廓平整，避免出现局部凸起或凹陷。针对不同岩性的巷道围岩，优化装药结构与起爆时差，裂隙发育岩体适当降低装药量，致密岩体合理增加装药量，通过精准控制爆破能量，减少围岩松动范围，降低巷道顶板冒落、侧壁片帮等安全隐患。光面爆破的应用可有效缩短巷道修整工期，减少支护材料消耗，提升巷道施工效率与工程质量，保障巷道长期稳定运行。

3.3 矿山采场边坡施工中的应用

矿山采场边坡施工的核心需求是保障边坡稳定性，防止边坡滑坡、坍塌等地质灾害，光面爆破技术通过控制爆破对边坡岩体的损伤，成为采场边坡施工中的关键技术。边坡施工中，光面爆破需结合边坡坡度、高度及岩体地质条件，优化炮孔布置方式，周边光爆孔平行于边坡设计坡面布设，严格控制炮孔间距与排距，避免爆破产生的应力波破坏边坡岩体结构。装药时采用小药卷不耦合装药，控制爆破能量释放强度，减少边坡岩体的裂隙扩展，确保边坡坡面平整，降低边坡后期修整与维护工作量。起爆过程中合理设定起爆时差，实现爆破能量的有序释放，避免因爆破震动过大导致边坡岩体失稳，同时减少爆破飞石对施工安全的影响，保障采场边坡施工安全与稳定性。

3.4 矿山硐室施工中的应用

矿山硐室多用于安装设备、存放器材或作为通风、排水枢纽，其断面尺寸较大、形状复杂，对施工精度与围

岩稳定性要求更为严格,光面爆破技术可有效满足硐室施工的核心需求。硐室施工前,结合硐室断面尺寸、形状及岩体特性,编制专项光面爆破施工方案,优化炮孔布置,将周边光爆孔沿硐室设计轮廓线精准布设,兼顾硐室各部位的受力特点,避免局部爆破能量过度集中。装药过程中根据硐室不同部位的岩体强度,调整装药量与装药结构,硐室拐角等应力集中部位适当降低装药量,防止出现爆破损伤。起爆作业采用分段延时起爆方式,合理控制各区域炮孔的起爆时差,确保硐室开挖轮廓符合设计要求,减少硐室侧壁与顶板的损伤,提升硐室围岩的承载能力,保障硐室后期使用安全,降低硐室支护与维护成本。

4 光面爆破施工质量控制措施

4.1 钻孔精度控制方法

钻孔精度是光面爆破质量的基础,需从孔位、孔深、钻孔角度三方面实施严格控制。钻孔前清理作业面浮渣,采用专业测量工具精准标定各炮孔位置,结合开挖轮廓线与爆破参数设计,确保孔位布设符合规范要求。根据炮孔类型调整钻孔深度,掏槽眼、辅助眼与周边眼深度需按设计标准精准控制,避免孔深偏差导致爆破能量分布不均^[4]。钻孔过程中实时监测钻孔角度,采用角度尺定期校验,控制钻孔偏斜率在允许范围之内,周边光爆孔需保持平行于设计轮廓面,防止因角度偏差引发超欠挖现象,钻孔完成后及时检查孔位、孔深及角度,不合格炮孔需重新钻孔。

4.2 装药质量控制要点

装药质量直接影响爆破能量释放效果,需从炸药选用、装药量控制及装药密实度三方面落实控制要点。根据爆区岩体强度、裂隙发育情况选用适配炸药,优先选用防水性好、威力适中的煤矿许用水胶炸药或乳化炸药,周边光爆孔选用小直径药卷。按照设计的单位长度装药量精准计量,结合岩体实际情况微调装药量,避免装药过量导致围岩过度损伤,或装药不足造成岩体破碎不充分。装药前清理炮孔内岩粉与积水,采用压气吹孔方式确保孔内洁净,装药过程中保持药卷连续摆放,采用不耦合装药结构时合理控制空气间隙,装药完成后检查装药密实度,杜绝断药、空孔等问题。

4.3 起爆过程质量把控

起爆过程质量把控核心是保障起爆网络可靠性与起爆时序合理性,规避安全隐患与爆破效果缺陷。起爆前

全面检查起爆器材性能,选用符合标准的雷管、导爆索及导线,排查器材破损、老化等问题,确保起爆器材合格。严格按照设计的起爆顺序连接起爆网络,梳理导线连接节点,避免出现错接、漏接现象,连接完成后进行网络导通检测,确保网络畅通。控制起爆时差,采用毫秒延时起爆方式,按掏槽眼、辅助眼、周边眼的顺序有序起爆,精准控制各阶段延时时间,避免时差不合理导致爆破轮廓不规整,起爆前完成安全警戒,确认爆区无人员、设备后启动起爆程序。

4.4 施工过程偏差调整方法

施工过程中需实时监测施工参数,及时发现并调整偏差,保障施工质量符合设计要求。定期检测炮孔布置、钻孔精度及装药质量,采用专业仪器测量孔位偏差、孔深误差及装药密度,对比设计参数排查偏差问题。针对钻孔偏差,轻微偏差可调整相邻炮孔装药量弥补,偏差较大时需重新钻孔;针对装药偏差,及时补充或减少装药量,调整装药结构,确保爆破能量分布合理。起爆后检查爆破效果,分析超欠挖、围岩损伤等问题产生的原因,调整后续炮孔布置、装药量及起爆时差等参数,形成闭环控制,持续优化施工质量。

结束语

光面爆破技术在矿山基建工程中发挥着关键作用,从核心参数设计到施工工艺实施,再到施工质量控制,每个环节紧密相连、相互影响。精准的参数设计是基础,规范的施工工艺是保障,严格的质量控制是关键。通过有效控制钻孔精度、装药质量、起爆过程,并及时调整施工偏差,可显著提升光面爆破施工质量,减少超欠挖现象,保护围岩完整性,降低后期支护与维护成本。在矿山基建工程实践中,应持续优化光面爆破技术,推动矿山基建工程高质量发展。

参考文献

- [1]裴浪静.光面爆破技术在矿山基建工程中的应用探讨[J].建筑工程技术与设计,2021(34):130-131.
- [2]郭凌云.光面爆破技术在矿山基建工程中的应用[J].建筑工程技术与设计,2021(4):102.
- [3]孙伟,何洪.光面爆破在矿山井巷基建中的应用[J].有色金属设计,2025,52(3):35-38.
- [4]刘活.光面爆破在矿山井巷基建中的应用探讨[J].中国锰业,2021,39(5):29-34.