

基于复杂环境铁路高边坡光面爆破技术的应用

付其顿 简东星 李静 朱国应

中铁三局集团华东建设有限公司

DOI:10.12238/ems.v4i5.5784

[摘要] 在扩堑取土开挖施工过程中,边坡通常采用光面控制爆破技术,其爆破效果的好坏主要取决于光爆孔的装药结构。以沪苏湖铁路深路堑光面爆破边坡为例,引用32mm药卷进行光面孔不耦合装药,并详细分析了其参数设计和施工工艺,为在类似复杂环境深路堑边坡施工提供了参考。

[关键词] 边坡; 光面爆破; 装药结构

中图分类号: TJ51 文献标识码: A

Application of Smooth Blasting Technology on High Slope of Railway Based on Complex Environment

Qidun Fu Dongxing Jian Jing Li Guoying Zhu

China Railway No.3 Group Co., Ltd. East China Construction Co., Ltd

[Abstract] During the excavation process of expanding cutting and taking soil, the slope usually adopts smooth controlled blasting technology, and the blasting effect mainly depends on the charging structure of the smooth blasting hole. Taking the smooth blasting slope of deep cutting in Shanghai-Suzhou-Huzhou High-speed Railway as an example, 32mm cartridge is used for uncoupled charging of smooth holes, and its parameter design and construction technology are analyzed in detail, which provides a reference for the construction of deep cutting slope in similar complex environment.

[Key words] slope; smooth blasting; charging structure

引言

扩堑取土边坡施工最有效的控制爆破方法就是光面控制爆破。光爆孔孔径、孔距、孔深、最小抵抗线、不耦合装药结构、孔堵塞长度及起爆网络图等是光面爆破孔参数设计的依据。如果光面爆破参数合理且满足光爆孔的施工技术要求,那么可以达到预期光面爆破的效果^[1],就新建上海经苏州至湖州铁路(简称沪苏湖铁路)段深路堑边坡采用乳化炸药进行详细分析了光面控制爆破的效果,供类似工程参考。

1 工程概况

新建上海经苏州至湖州铁路路堑工程,位于湖州站至湖州东站区间,最高处开挖高度达80m,路堑岩体主要为全风化、强风化花岗斑岩,周边环境相当复杂,线路左侧及出口附近因采石,原始地貌破坏较大,多形成陡坎,十分不利于路堑边坡的稳定,必须进行光面控制爆破,以确保高边坡的稳定性、岩石的完整性和坡度的平整。

本段扩堑取土开挖共设有六级高边坡,边比为,分级处设3m宽平台且其排水坡度为4%,最大边坡高差可达10m。典型设计断面(DK152+760)为例。边坡均采用光面控制爆破开挖其中第六级边坡因为周边环境复杂不具备放炮条件,采用机械开挖。

2 光面爆破参数设计

现场钻孔设备(实际炮孔直径90mm)和民爆火工品器材种类($\varnothing 32\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ 乳化炸药、导爆索和毫秒延时电雷管)的基础上进行光面控制爆破设计。现就沪苏湖铁路段扩堑取土边坡开挖总结相关光面控制爆破方法和施工过程中取得的经验^[2]。

(1) 光爆孔直径 d 。采用 QZ-100B 型支架式钻机造孔;其炮孔直径。

(2) 光爆钻孔超深 h 。光爆孔处多属于强风化花岗斑岩且边坡台阶高度8m,综合考虑取钻孔超深 $h=0.3\text{ m}$ 。

(3) 炮孔长度 L 。光爆孔的长度由边坡高度和超深决定,公式如下: $L = (H+h) / \sin \alpha$, 式中: α 为边坡坡角(以1:1.25边坡为例,按38.66°计算);边坡高度 $H=8\text{ m}$; 钻孔超深 $h=0.3\text{ m}$ 。经计算本光爆孔深度 $L=13.3\text{ m}$ 。

(4) 最小抵抗线($W_{\text{光}}$): $W_{\text{光}} = kd = (15 \sim 25) d = 1.35 \sim 2.95\text{ m}$, 结合本工程特点,经分析与计算取 $w W_{\text{光}} = 2.0\text{ m}$ 。

(5) 光爆炮孔间距 a 。综合考虑火工品种类、钻孔设备及岩性,取 $a_{\text{光}} = m W_{\text{光}} = (0.6 \sim 0.8) W_{\text{光}} = 1.2 \sim 1.6\text{ m}$

(6)距前排孔距离(b): $b=W_{光}=2m$

(7)光爆不耦合系数 η 。光爆不耦合系数=炮孔直径d/药包直径 d_0 , 即 $\eta = d/d_0$, 结合若干工程经验, η 取2~5。现场采用 $\phi 32\text{ mm} \times 200\text{ mm}$, 150g 的药卷, 故取光爆不耦合系数 $\eta = 2.81$

(8)光爆线装药密度 $\rho = 0.4 \sim 0.5\text{ kg/m}$, 取 0.5 kg/m 。

(9)光面孔均使用间隔不耦合装药, 由于光面孔较深底部夹制严重, 其底部线装药密度加大为正常段的3~5倍, 综合考虑分析本路堑边坡开挖周边环境特点, 设计光爆孔底部 1.0m 作为本路堑高边坡光爆的加强段。

3 光爆施工过程控制

现场测绘技术人员必须根据设计坡度准确确定孔口的边线, 每个光面爆破孔应考虑现场不同地形并进行定位、编号, 记录孔顶高程, 根据边坡坡度确定钻孔深度。作业期间钻孔作业人员应随时检查炮孔深度和角度是否符合设计要求。

3.1 光爆孔施工工艺

根据光爆孔存在施工缺陷误差的主要三种成因: 开孔定位误差、孔心对中误差和轨迹误差。为了减少造孔的施工误差并确保光爆孔的准确性, 可以采取以下措施: 严格按照三个关键点工艺和钻孔定向设备来安装钻机, 安装电子罗盘确保钻孔位置及角度准确; 根据岩石特征性质及钻机性能, 有经验的钻孔操作手要随时调整保证钻孔轨迹不偏移; 测量技术人员负责光爆孔位置的放样, 并指派一名专职人员实时监控整个工作过程。QZ-100B型设备钻机造孔时, 保证光爆孔符合设计要求措施如下:

(1)制作若干个大小相等的角钢直角三角形, 用细线将固定在地面上一个三角形的角点连接起来, 用水平尺控制水平度, 形成笼状。

(2)钻孔开始时, 直角三角形斜边靠在钻杆上, 水平尺靠在直角长边上。

(3)严格根据交底位置钻孔, 不得移动钻杆, 每钻进一段距离边用坡度尺或罗盘校准复核钻杆角度及垂直距离。同时, 从而确保钻杆的角度与每个横纵断面的边坡角度相同, 方可进行钻孔作业。

(4)当达到一定深度时, 时刻检查钻杆的角度偏移是否再次符合设计交底要求, 然后在确定是否提高钻进速度。

(5)在钻探过程中, 时刻观察钻孔岩粉变化状态, 确保钻孔角度不在可控范围内不变化。当硬岩和软岩存在差异时, 应立即将钻杆抬高, 然后将此孔充填后重新开钻。如果钻杆偏差太大, 则应放弃造孔, 并在再次造孔之前向轮廓方向移动一小段距离。

(6)如果岩石破裂, 应降低钻孔速度, 重复清洗光爆孔, 避免干扰和明显的卡钻、不圆滑现象。

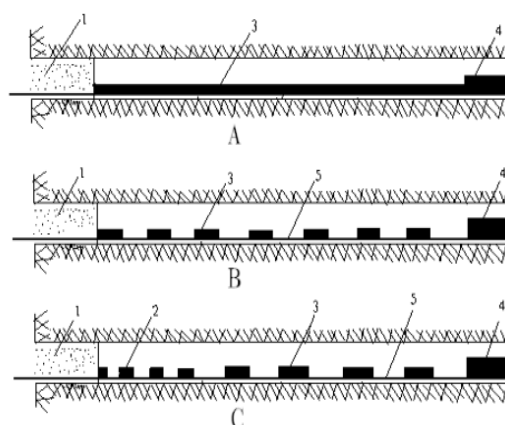
(7)实测光爆孔深度和孔距, 作好记录并填写钻孔记录表, 作为装药量计算及修正的依据。

(8)做好钻好孔口的防护, 用口袋皮等材料覆盖炮孔, 以防炮孔内被碎石渣等异物堵塞, 流入积水, 影响光爆效果。

3.2 光爆装药工艺

将加强装药段、连续装药段、间隔装药段等不耦合间隔装药结构应用于光爆孔中, 与常规爆破相比, 其装药结构及施工工艺更加复杂, 药串制作及安放技术标准要求更高。

(1)首先, 技术人员逐个检查和记录每个光爆孔, 给出孔位图测量结果参数, 根据孔深测量给光爆孔编号计算装药量并发送炸药, 然后根据加强装药段、连续装药段、间隔装药段的位置不同依次设计其装药长度及药卷的间距, 使用胶布将药卷捆绑在毛竹片上, 确保捆绑质量符合要求。当有大量光爆孔一次引爆时, 为保证药卷在引爆前符合设计位置, 需提前1d进行预装药。光面爆破装药结构见图1。



A. 连续装药; B. C. 间隔装药

1. 堵塞段; 2. 顶部减弱装药段; 3. 正常装药段; 4. 底部增强装药段; 5. 导爆索和毛竹片

图1 光面爆破装药结构示意图

(2)在对检查光爆孔进行装药之前, 使用毛竹竿检查是否有碎石等异物存在光爆孔内, 检查光爆孔是否有变形和坍塌。在光爆孔中堆积物或孔壁未清洗干净之前, 无法进行装药作业。

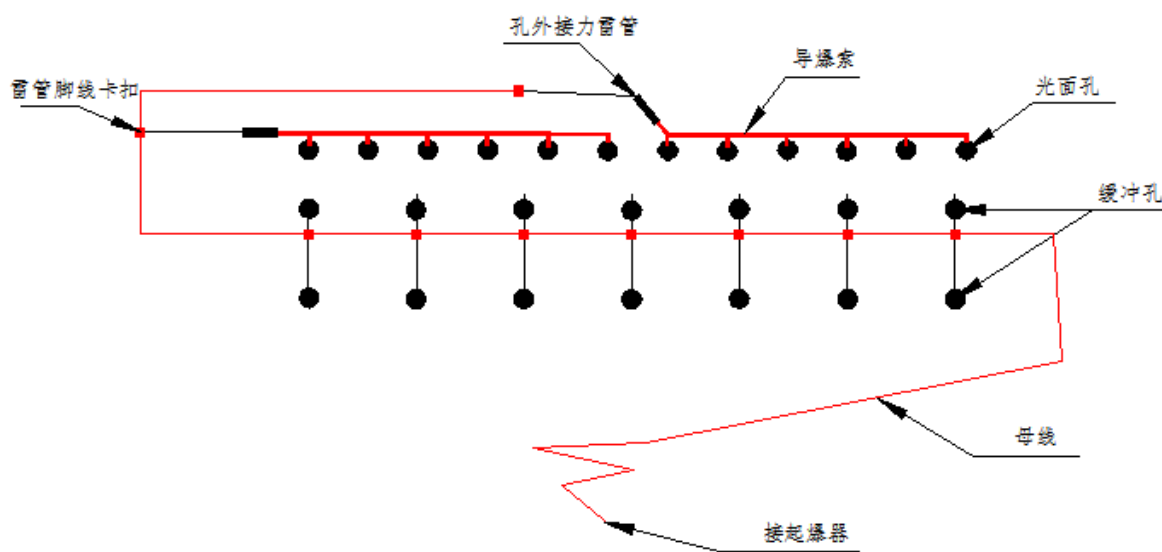
(3)捆绑在毛竹片上的药卷由多名装药工人慢慢抬起将药串送入光爆孔中, 如果药串在送药过程中不能继续向下时, 先提升药串10~30cm, 重复2~3次, 在进行尝试送药, 如果仍然无法正常送药, 将整个药串拿出孔外, 待孔壁处理好后在重新进行装送药串, 直到达到设计位置为止。请勿直接使用木棍或竹杆等推压药串。捆绑药卷的毛竹片放置在边坡内侧, 并将导爆索固定在卡扣上, 以防止导爆索落入炮孔中。

3.3 光爆起爆网络

所有的光面爆破孔, 通过孔外的一根导爆索将各孔的导爆索连接在一起, 再由工业电子雷管起爆, 确保光面爆破孔同时起爆, 起爆时差愈小愈好^[3]。缓冲孔采用逐孔起爆延期孔间延期时间34ms, 排间延期25ms, 光爆孔延后缓冲孔整体时间150ms, 光爆孔根据单响药量要求分段接力起爆, 延期时间每段34ms。光面爆破导爆索联接起爆网络见图2。

3.4 光爆炮孔堵塞

光爆孔的堵塞长度设计为。堵塞物材料选用黏土, 堵塞炮泥含水量控制在, 其直径小大于, 即手握紧炮泥能成型即可, 禁止



备注: 采用工业电子雷管与导爆索混合起爆网络, 缓冲孔采用逐孔起爆, 孔间延期为34ms, 排间延期为25ms, 光爆孔光面孔采用普通导爆索连接间隔的炸药串, 用胶布将其捆扎在毛竹片上, 所有的光面爆破孔, 在孔外用一根导爆索, 将各孔的导爆索联接在一起, 再由工业电子雷管起爆, 光爆孔延迟缓冲孔150ms。

图2 光面爆破导爆索联接起爆网络示意图

使用钻孔岩粉和矿渣堵塞。光爆孔送入药串后, 立即堵塞。首先, 将塑料编织袋或纸团塞入孔中至, 以控制堵塞长度, 防止碎石等异物进入装药段, 影响不耦合系数致使光爆效果不理想。堵塞的炮泥应分层用炮棍夯实, 每次堵塞回填左右, 同时注意孔内岩石避免因堵塞致使导爆索损伤。

3.5 光爆安全距离控制

场区北侧及西侧、南侧附近因地方采石, 原始地貌破坏较大, 多形成陡坎、断崖, 危石、孤石较多。开挖区域周边300m范围内存在寺庙、信号塔、104国道等保护对象, 500m范围内存在长深高速(收费站)、申嘉湖高速公路、加油站等重要工程设施, 根据《爆破安全规程》, 本路堑工程考虑周边特殊环境, 确定范围内为爆破飞石安全距离, 范围爆破震动控制区。

4 光面爆破效果分析

该路堑边坡光爆孔1451个, 路堑边坡面积约27508m²。图5为光面爆破实施效果示意图, 光面爆破结果表明, 强风化花岗岩段炮眼痕率, 弱风化花岗岩段炮眼痕率; 超欠挖误差控制在范围内; 边坡表面及炮痕壁无明显爆破裂缝且无浮石、危石; 路堑边坡稳定、平整光滑, 爆破对周围施工环境无影响, 爆破效果均符合设计要求。

5 结束语

岩石的地质特征、火工品特性、爆破设计参数和钻孔技术质量标准直接影响爆破效果, 通过对沪苏湖铁路段, 结合周边实际复杂环境中路堑边坡光面爆破开挖其设计参数和施工工艺下爆破后效果表明: 超欠挖得到有效控制; 路堑边坡稳定性、光滑度得到保障; 施工安全得到保障; 与常规爆破相比, 提高了爆破安全系数, 节约了爆破施工成本, 本工程的施工工期得到有效控制。

【参考文献】

- [1]杨晨, 张建华, 王涛. 基于未确知测度理论的矿山边坡光面爆破效果评价[J]. 化工矿物与加工, 2015, 44(01): 24-27+35.
- [2]向明生, 郭瑞, 谢全敏, 等. 大药卷光面爆破技术在路堑边坡开挖中的应用[J]. 中国铁路, 2016, (01): 73-77.
- [3]唐叶清, 郭峰. 舟山长白岛海洋工程装备与船舶制造项目光面爆破施工技术[J]. 珠江水运, 2013, (21): 58-59.

作者简介:

付其顿(1994--), 男, 汉族, 江苏省南京市人, 大学本科, 助理工程师, 中铁三局集团华东建设有限公司, 研究方向: 土木工程。