

## 深挖路堑石方边坡控制爆破施工技术解析

张佳佳

中交第一航务工程局有限公司, 天津 300461

[摘要] 内马铁路一标施工中的爆破安全要求较高, 文章结合肯尼亚内马铁路一期工程深挖路堑爆破施工案例, 介绍了深挖路堑石方边坡控制爆破施工的方案设计, 并阐述了爆破试验、爆破振动及飞石控制、早爆与拒爆的预防这些控制爆破施工的安全保障策略。

[关键词] 深挖路堑; 控制爆破施工技术; 爆破安全

DOI: 10.33142/aem.v1i4.1036

中图分类号: U416.113

文献标识码: A

### Analysis of Controlled Blasting Construction Technology for Deep Cutting Stone Slope

ZHANG Jiajia

CCCC - First Harbour Engineering Co., Ltd., Tianjin, 300461, China

**Abstract:** The blasting safety requirement in construction of Neima Railway is high. Combining with the case of deep excavation cutting blasting in the first stage of Neima Railway Project in Kenya, this paper introduces the scheme design of controlled blasting construction of deep excavation cutting stone slope and expounds the safety guarantee strategies of blasting test, blasting vibration and flying stone control, early blasting and anti-blasting prevention.

**Keywords:** deep cutting; controlled blasting construction technology; blasting safety

#### 引言

在铁路工程的施工中, 对于爆破施工技术的落实有着严格的要求。对于深挖路堑石方边坡开挖来说, 要求着爆破控制的高精准性, 包括起爆时间、装药量、孔位布置都等等, 所以, 必须要重视控制爆破施工及其技术质量的保证。

#### 1 工程简述

肯尼亚内马铁路一期工程起讫里程为 DK0+000-DK120+100 全长 120.1 公里, 全线深开挖路堑地段较多, 路堑边坡设计有一级和二级两级边坡, 边坡设计坡比分别为 1:1(对应边坡角  $45^\circ$ ) 和 1:1.5(对应边坡角  $35^\circ$ ), 分级处所设台阶平台宽 2.0m, 平台设向外有 4%的排水横坡。岩石路堑边坡设计台阶高度主要有 3m、4m、5m、6m、7m、8m、9m 和 10m。最大台阶高度为 10.0m。为搞好深开挖路堑施工质量控制, 选取 DK14+100~DK15+700 深开挖路堑段作为试验段, 引入了控制爆破施工技术进行控制, 该段路堑总长度为 1.6km, 开挖高度为 10~15m 之间。

#### 2 深挖路堑石方边坡控制爆破施工的方案设计

##### 2.1 方案总体设计

在展开控制爆破施工方案的总体设计中, 相关人员必须要重点考量实际的施工量、工程要求、施工现场情况等等, 以此提升控制爆破施工方案的科学性与可行性。在本次工程中, 控制爆破施工方案具体如下: 针对主爆区, 主要引入了深/浅孔台爆破的方式; 针对路堑边坡, 主要利用了预裂爆破、光面爆破的方式; 大块孤石、坡面局部修整以及排水沟使用了浅孔爆破; 针对环境复杂的区域, 主要引入了飞石控制、减震的策略; 针对无法展开爆破施工的区域, 主要使用了机械破碎开挖、静态破碎的方法。

需要注意的是, 在路堑边坡爆破施工中, 应当使用自上而下分台阶逐层的爆破方式。此时, 对于爆破高度在 5 米以上的区域, 需要利用深孔台爆破的方法完成爆破施工; 而对于爆破高度未达到 5 米的区域, 则需要使用浅孔台爆破的方式。

##### 2.2 路堑边坡深孔台阶爆破设计

在本工程中, 路堑边坡设计台阶最大高度 10m, 由于台阶高度大于 5m 的台阶主体爆破均适合使用深孔台阶爆破, 因此在本工程的路堑边坡深孔台阶爆破施工中重点使用到了深孔台阶爆破的方法。

在深孔台阶爆破的落实中, 需要提前确定的参数主要包括: 孔径、孔深、底盘抵抗线、炸药单耗、堵塞长度等。

其中, 爆破的炮孔直径一般为 75-170 毫米, 结合实际情况, 在本次施工中炮孔直径稳定在 100 毫米; 炮孔深度  $L$  由台阶高度  $H$  和超深确定, 即炮孔深度  $L=H+\Delta h$ ; 在深孔台阶爆破中, 单位炸药消耗量  $q$  主要根据岩石的坚固性、炸药的品种、施工技术和自由面数量等因素综合确定, 一般为  $q=0.40-0.70\text{Kg}/\text{m}^3$ ; 堵塞长度一般为  $h=(20\sim40)d$ , 式中的  $d$  代表炮孔直径<sup>[1]</sup>。

### 2.3 路堑边坡零星孤石爆破设计

在设计路堑边坡零星孤石爆破施工方案中, 需要完成孔径、孔距、排距、最小抵抗线、炮孔深度、单个炮孔的装药量、堵塞长度、炸药与装药结构以及起爆网络的确定, 具体如下: 通常情况下, 孤石和大块石爆破炮孔直径在 36-45mm 的范围内, 本设计中取 40mm; 孤石和大块石爆破炮孔间距一般稳定在 0.5-1.5m, 具体取值依石块的长宽来确定; 孤石和大块石爆破炮最小抵抗线不高于 0.5m; 炮孔深度  $L$  可依据岩石的厚度确定, 即有  $L=(0.5\sim0.7)H$ , 其中,  $H$  代表石块厚度; 单个炮孔的装药量可以使用公式  $Q=V P_n K'$  完成计算, 其中,  $V$  代表孤石的体积、 $P_n$  代表临空面个数的药量修正系数、 $K'$  代表正常松动药包单位炸药消耗量; 孤石和大块石爆破炮孔堵塞长度不超过炮孔深度的二分之一; 孤石和大块石爆破采用直径 32mm(或 25mm)的 2 号岩石乳化炸药, 连续装药结构。

### 2.4 路堑边坡光面爆破

在展开路堑边坡光面爆破施工中, 除了要关注相关参数设计之外, 还要重点完成爆破过程中的施工控制。其中, 路堑边坡光面爆破施工的具体参数如下: 通常来说, 钻孔直径为 80-150mm、对于质量要求较高的工程, 钻孔直径需要稳定在 32-100mm; 当炮孔密集系数  $m$  稳定在 0.8-1.0 时, 爆破效果最好; 一般情况下, 不耦合系数  $k$  需要稳定在 1.1-3, 常采用 1.5-2.5; 光面爆破必须要迟于主爆孔起爆, 时间间隔普遍稳定在 50-100 ms 的范围内。

一般情况下, 需要光爆孔的底部加强药量, 以此完成对孔底部爆破效果的保证, 此时有: 若是深度大于 10 米, 需要保证孔底部 1-2 米范围的线装药密度稳增加倍数稳定在 2-4 倍。同时, 若是使用不耦合间隔装药法, 则需要将间隔药卷之间的距离稳定在 30-50cm。另外, 必需要完成炮孔的封堵, 此时, 应当使用细砂与粘土的混合物完成封堵, 并保证封堵物的含水量在 15%-20% 的范围内, 且严禁用石块堵塞。

为了进一步保证爆破施工的质量与效果, 相关人员必须要提前完成开口边线(边坡位置)的设计, 并对所有钻孔展开编号, 测量其高程, 并依托钻孔倾角完成对钻孔深度的确定。在此过程中, 相关人员需要重点保证钻孔深度、角度的准确性, 并落实不定期抽查的方式, 确保实际施工与边坡坡度设计匹。需要注意的是, 在深度为 10 米的炮孔的钻孔施工中, 若是角度相差 10 米, 则炮孔底部位移 20cm 左右。基于此, 要重点落实钻孔角度误差的控制, 以此保证爆破施工的效果。另外, 受到降雨等因素的影响, 炮孔内会产生积水。此时, 需要第一时间启用抽水排水机, 将爆区内的积水排出。

### 2.5 路堑爆破缺陷处理

路堑爆破开挖后, 由于受力问题, 局部地区会出现爆破深度过大, 而导致路堑边坡曲折起伏, 整体观差的现象。因此, 落实路堑爆破缺陷处理极为必要。在进行超爆地段的缺陷处理中, 可以使用浆砌片石的方法完成修补。在砌筑的过程中, 相关人员要在两面完成立杆及挂线, 同时, 应当多次展开杆线的校验操作, 消除施工中的误差, 确保砌体结构的实际尺寸与设计要求的相吻合。在实际的修补过程中, 应当保证坑面干净、湿润, 并对座浆进行砌筑处理。

## 3 深挖路堑石方边坡控制爆破施工的安全保障

### 3.1 爆破试验

在正式落实大规模爆破施工之前, 相关人员必须选取典型地段、典型岩性展开爆破试验。对于爆破试验来说, 其主要目如下: 验证和确定不同岩性和不同爆破方式的参数; 在试验过程中落实爆破振动监测和飞石监测, 以此确定爆破振动波传播衰减规律, 为后续爆破安全药量的准确计算提供参考。

### 3.2 爆破振动控制

在本次爆破工程中, 主体爆破为深孔爆破, 频率 10-60Hz。主爆破区域周围主要建筑物为一般砖混结构房屋, 按一般砖混结构房屋考虑, 其安全允许振动振速为 2.0cm/s。根据保护对象以及频率的不同, 我国规定的爆破振动安全允许振速不尽相同, 具体如下: 对于一般砖房、非抗震的大型砖块建筑物, 安全允许振动振速在 2.0-3.0 的范围内; 对于

钢筋混凝土结构房屋,安全允许振动振速在 3.0-5.0 的范围内;对于一般古建筑与古迹,安全允许振动振速在 0.1-0.5 的范围内。

### 3.3 爆破飞石控制

为了实现对爆破过程中飞石的有效控制,需要结合实际情况完成爆破安全警戒范围的确定,在本工程中,该范围为不低于 300 米。在实际展开爆破飞石的控制工作中,可以使用以下几种手段:对于地形地貌不规整区域,应当使用手持式钻机浅孔爆破,并爆体上方应用铁丝网或传输带胶皮加沙袋覆盖;在构建起相对规则的作业面后,再展开深孔爆破操作。

### 3.4 早爆、拒爆的预防

#### 3.4.1 早爆

早爆主要指炸药或雷管在预测的起爆时间之前发生的意外提前爆炸的情况,产生原因为雷电直接击、明火、高温、错误操作等等<sup>[3]</sup>。为了避免早爆问题的发生,相关人员需要重点落实以下工作:在仔细勘察施爆现场的基础上完成施爆工程的方案设计,最大程度降低意外事故发生的概率;依照规程要求完成爆破器材的检验;开凿炮孔时,严禁出现打残眼与旧眼的操作等等。

#### 3.4.2 拒爆

拒爆主要指在正常情况下,点火而炸药或雷管未爆的现象,产生原因为炸药过期变质、电爆网路拒爆、导火索起爆的拒爆等等。为了避免拒爆问题的发生,相关人员需要重点完成以下工作:在处理盲炮时,必须要确定警戒范围同时设置警戒线,并严禁与无关人员随意进出;若是在电力起爆过程中出现盲炮,则需要立即切断电源,并第一时间安排具备丰富经验的技术人员展开处理,避免危害进一步扩大。

## 4 总结

综上所述,由于爆破操作具有极高的危险性,所以必须要重点保证控制爆破施工及其技术质量。在充分了解施工现场、实际需求的前提下,完成爆破方案总体设计,确定深孔台阶爆破参数、零星孤石爆破参数等,并落实爆破试验、爆破振动及飞石控制、早爆与拒爆的预防,保证了深挖路堑石方边坡控制爆破施工的质量与安全性。

### 【参考文献】

- [1] 汝新学. 既有线铁路高边坡路堑石方控制爆破施工技术[J]. 建材与装饰, 2019(11): 262-263.
- [2] 薛里. 路堑边坡精准控制爆破技术及应用[J]. 工程爆破, 2018, 24(02): 34-38.
- [3] 张华. 路基高边坡控制爆破施工关键技术研究[J]. 建材与装饰, 2016(45): 255-256.

作者简介: 张佳佳(1987.3-), 毕业于南京河海大学, 交通工程专业。