

文章编号: 1005-0523(2007)05-0024-04

既有线旁高路堑扩挖工程控制爆破技术

钟栋才, 邹 华

(中铁二十四局新余工程公司, 江西 新余 338000)

摘要:在紧邻既有线旁进行爆破施工,既要保证既有线的设施和运行安全,又要控制好岩石爆破碎裂程度,同时保证坡度和坡面平整度满足设计要求.结合达成铁路扩能改造工程施工实践,介绍既有线旁路堑施工的控制爆破设计、施工方法及钢管排架防护等技术措施.

关键词:铁路;路堑;控制爆破;技术

中图分类号:U 416.3+13

文献标识码:B

0 引言

近年来,工程爆破技术发展非常迅速,各种新型、高效、安全的工业炸药与起爆器材不断涌现,较好地适应和促进了爆破技术的变化和发展;爆破基础理论、岩石可爆性分级方法、爆破优化设计与数学模型、安全与量测技术等方面的研究工作取得了丰硕成果,现场爆破技术成功应用和不断实践也为爆破技术打下了坚实的基础.

铁路既有线旁施工,必须绝对保证行车安全,严格执行限界规定,正确使用有关信号,因而使得施工非常困难,尤其是既有线旁高路堑扩挖工程,周围环境复杂,要求施工时既要做到保障周围环境安全,又要实现快速施工.本文结合达成铁路扩能改造工程施工实践,介绍既有线旁路堑施工的控制爆破设计、施工方法及钢管排架防护等技术措施.

1 工程概况

达成线扩能改造工程既有线高路堑扩挖工程 DK13+290~DK13+470 及 DK15+900~DK16+010 位于四川省渠县岩峰镇境内,其中 DK13+290~470 段路堑在既有线右侧,最大开挖高度 15.2 m,全段控爆挖方量 32 000 m³,DK15+900~DK16+010 临近既有线左侧,最高开挖高度为 16.25 m,最大开挖宽度为 42 m,全段控爆挖方量共计 25 562 m³.两段除表面有部分土方外其余均为弱风化泥岩和强风化泥岩.

2 施工难点

该项工程存在如下三方面的难点:

(1) 爆破量大.两段高路堑长度仅 290 m,但控爆总量达 58 000 余方;

(2) 离既有铁路近.最近间距不到 3 m,最大处也只有 12 m,必须确保既有线行车安全;

(3) 爆破区环境复杂.因为临近既有铁路,要求爆破震动和飞石不能损坏高压接触网、高压线、通讯电缆、信号机和其他铁路沿线的既有设施,不得有滚石掩埋铁道,威胁行车和人员安全.

3 施工方案

由于工程难度较大,施工方案的研究尤其重要.根据现场条件决定采用控制爆破与安全防护“双保险”的方法进行施工.

3.1 石方爆破

先沿线路方向纵向超短台阶分层拉槽采用浅孔松动控制爆破,再横向台阶控制爆破开挖作业,即先沿设计边坡拉通路堑纵向主槽,然后横向爆破开挖隔墙,临近既有线时预留 1 m~2 m 宽的岩体作为中部主爆体的隔墙,以避免飞石危及既有线行车安全.

边坡岩体根据主爆体的爆破情况和岩石级别准确地选择爆破参数,采用浅孔光面爆破方法,提高边坡的光爆效果;

收稿日期:2007-02-16

(作者简介:钟栋才(1971-)男,江西新余人,工程师,研究方向:铁路工程施工技术. <http://www.cnki.net>)

根据边坡的光面爆破情况和岩石级别更准确地选择爆破参数,采用浅孔减弱松动控制爆破或采取机械凿除。

爆破时封锁既有线路,一次爆破3~4个台阶,每天施爆三次,每次封锁40分钟(其中起爆前准备5分钟,清渣10分钟,处理瞎炮20分钟,场地清理5分钟)。

3.2 安全防护

防护原则:考虑爆破地处既有铁路旁边,一旦岩石滚下,或出现山体滑坡,势必危及铁路运营安全,因此应按下列原则进行防护:(1)采用分层爆破,自上而下进行钻爆施工;(2)岩体边坡采用预裂控制爆破,其余采用深孔松动爆破;(3)控制爆破对保护岩体边坡的破坏,确保新形成边坡的稳定;(4)控制爆破作用方向,防止爆破飞石和滚石等。

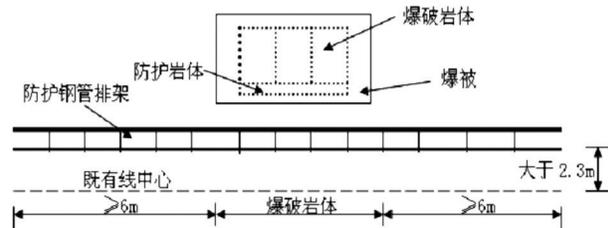


图1 钢管排架防护示意

防护方法:扩堑地段沿既有线路边坡搭设钢管排架,排架离既有中心线距离不小3m。在岩石上打不浅于0.5m的孔,底排立杆插入孔中,用水泥砂浆锚固。排架采用锚杆锚固在边坡岩体中固定,锚固深度不小于1.0m。排架与岩面平行,用短钢管支撑。排架顶加设钢丝绳斜拉固定,排架上满铺竹夹板隔离封闭爆破山体,形成全封闭防护体系(图1)。同时与供电段、工务段、电务、车站等单位签定安全协议。开挖土质边坡后对成型的边坡及时打梅花桩临时防护,桩长2.0m,间距3.0m。或及时施工永久性边坡防护,以防止下雨对土质边坡进行冲刷产生塌方现象。

4 爆破设计

爆破按沿设计边坡拉通路堑纵向主槽→横向爆破开挖→爆破或人力凿除岩体隔墙的顺序进行。使用硝铵炸药,毫秒火雷管、塑料导爆管进行爆破。

4.1 浅孔主爆破要求

由于露天爆破的孔径主要取决于钻机类型和岩石级别,根据本工程面窄的施工特点,钻孔机具采用7655型移动式凿岩机钻孔,炮眼直径42mm,炮眼深度据现场岩体考虑2~4m;根据开挖深度分几个台阶进行爆破,台阶高度考虑到钻机型号、并为钻孔、爆破和铲装石碴创造施工条件,台阶高度设置为3m,台阶长度(沿既有线路方向)5~7m,分层多作业面同时开挖。

炮孔方向:中间主炮孔沿线路纵向水平布置,边坡光面孔与边坡坡面水平平行布置。

4.2 主炮孔松动控制爆破参数设计

以坚石为例设计,炮孔深度 $L=3\text{m}$ 。

抵抗线 $W=(0.35\sim 0.6)L=(0.35\sim 0.6)\times 3\text{m}=1.05\sim 1.8\text{m}$,为保证施工安全,考虑本工程的施工特点,防止爆破时抛掷飞石,药量计算取 $W=1\text{m}$,实际操作中暂取 $W=1.2\text{m}$ 。

炮孔间距 $a=1.0\sim 1.5\text{m}$,取 $a=1.0\text{m}$,炮孔排距 $b=(0.9\sim 1.0)a=(0.9\sim 1.0)\times 1=0.9\sim 1.0\text{m}$,取 $b=1.0\text{m}$ 。

单位体积耗药量 q :根据本工程岩石地质结构情况,岩石节理裂隙发育、岩性,以爆破的岩石松动破碎而不飞散为标准,取 $q=0.35\text{kg}/\text{m}^3\sim 0.4\text{kg}/\text{m}^3$,结合正式爆破前进行的“试炮”,再调整 q 值。采用2[#]岩石硝铵炸药,部分有水地段采用乳化炸药。

单孔用药量

$$Q=qW aL=(0.35\text{kg}/\text{m}^3\sim 0.4\text{kg}/\text{m}^3)\times 1.0\times 1.0\times 3.0=1.05\sim 1.2\text{kg},\text{取}Q=1.2\text{kg}$$

装药结构:装药长度 $L_1=1.2/0.15\times 0.2=1.6\text{m}$,堵塞长度 $L-L_1=3-1.6=1.4\text{m}$,不小于 $W=1.0\text{m}$ 或 $20d=20\times 0.042=0.84$,满足炮孔堵塞质量要求。

4.3 边坡浅孔光面爆破参数初步设计

炮孔眼深,取 $L=3\text{m}$ 。

最小抵抗线 W :即为光爆孔与主爆孔间距,根据边坡预留岩体的情况 $W=0.6\sim 1\text{m}$,取 $W=0.7\text{m}$ 。边坡顶预留层不宜过大,否则正常的药量无法克服岩石阻力,容易造成欠挖。

炮眼直径 d :炮眼直径取 $d=42\text{mm}$ 。

光爆炮眼间距 a :根据工程特点、岩石特征、炮眼直径,光面爆破炮孔间距选用炮眼直径的10~16倍,并满足 $a=W/m$ (m 为炮孔密集系数, $m>1$),即炮孔间距取 $a=0.6\text{m}$ 。根据台阶高度和孔间距的要求,孔排距 b 取0.5m。

光面爆破单位体积耗药量 q :光爆孔装药量取主爆孔药量的70%,即 $q=0.2\text{kg}/\text{m}^3\sim 0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 。

每个炮孔装药量 $Q=q\times a\times W\times L=(0.2\sim 0.3)\times 0.6\times 0.7\times 3=0.25\sim 0.4\text{kg}$,最大每孔装药量为0.4kg,为防止药量过大而损伤边坡,线装药密度应该进行严格控制,一般不大于 $0.15\sim 0.25\text{kg}/\text{m}$ 。

装药结构:装药结构采用不耦合间隔装药法,炮孔堵塞长度为 $1/3L=1.0\text{m}$,具体方法是将炸药绑扎于2m的有一定强度的竹签中间和两端,每条炸药各插入一个毫秒雷管线,将绑扎有炸药的竹签缓慢的放入孔底,在竹签的顶端塞入20cm的水泥纸,再在水泥纸上面填入粘土,并夯实。

光爆炮孔采用同段毫秒雷管传爆,保证各药包同时起爆,以减少飞石和爆破震动。

4.4 既有线预留岩体防护墙(宽度为2m)的拆除

采用浅孔减弱松动控制爆破,爆破参数设计:以坚石为例设计,炮孔深度 $L=1.0\text{m}$ 。抵抗线 $W=(0.35\sim 0.6)L=(0.35\sim 0.6)\times 1=0.5\sim 0.6\text{m}$,考虑本工程的施工特点,为保证施工安全,防止爆破时抛掷飞石,药量计算取 $W=0.6\text{m}$,实际操作中暂取 $W=0.8\text{m}$;超钻深度 $h=0.1W\sim 0.3W=$

0.06~0.18 m, 取 $h=0.1$ m, 则炮孔深度 $L=1.1$ m. 预留岩体厚 $h_1=2-1.1=0.9$ m $> W=0.6$ m, 可以保证既有安全.

炮孔间距 $a=(1.0\sim 1.5)W=(1.0\sim 1.5)\times 0.6=0.6\sim 0.9$ m, 取 $a=0.6$ m; 炮孔排距 $b=(0.9\sim 1.0)a=(0.9\sim 1.0)\times 0.6=0.5\sim 0.6$ m, 取 $b=0.6$ m.

单位体积耗药量 q : 根据本工程的施工安全特点和施工经验, 取 $q=0.35\sim 0.4$ kg/m³, 炸药采用 2 号岩石硝铵炸药.

单眼炮孔用药量:

$$Q=qaWL=(0.35\sim 0.4)\times 0.6\times 0.6\times 1.0=0.13\sim 0.15$$

kg, 取 $Q=0.15$ kg.

装药结构: 采用间隔不藕合装药, 装药长度 $L_1=0.15/0.15\times 0.2=0.2$ m, 堵塞长度 $L-L_1=1.1-0.2=0.9$ m, 不小于 $W=0.6$ m 或 $20d=20\times 0.042=0.84$ m, 满足炮孔堵塞质量要求.

5 既有线防护设计

为确保既有运营安全, 根据爆破山体的地形特征, 采取三种排架防护:

5.1 高路堑双排钢管架防护

扩堑开挖高度大于 12 m, 坡脚距既有中心线小于 3 m 的高路堑采用双排钢管架防护(图 2).

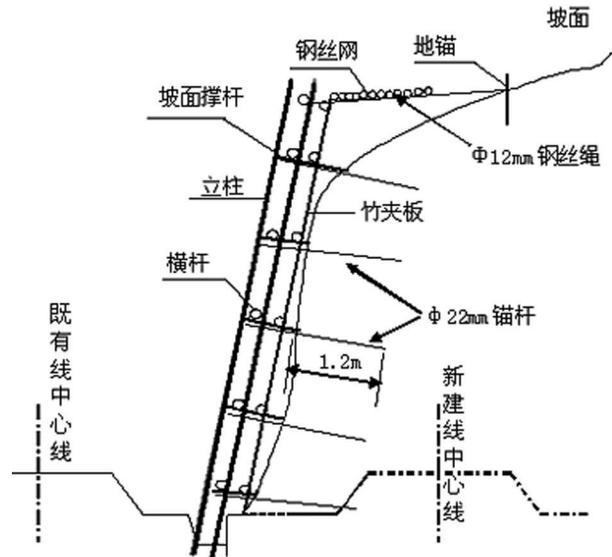


图 2 高路堑双排钢管架防护

(1) 钢管采用 $\Phi 48$ mm, 壁厚 3.5 mm, 立柱高度结合开挖面的高度来定, 钢管排架顶部用 $\Phi 12$ mm 的钢丝绳拉于地锚固定, 并用钢丝网封闭.

(2) 立柱基础底部必须楔入岩体 50 cm 以上, 间距 1 m. 双排钢管架宽度为 0.5 m, 横杆垂直方向间距 1.2 m, 坡面撑杆设在立、横杆相交处, 长度据现场确定, 与立杆连接支撑在坡面上.

(3) 在每个钢管节点用 $\Phi 22$ mm 锚杆锚固在岩体中, 锚杆长 2~2.1 m, 锚固入岩体 1.2~1.3 m.

(4) 在钢管排架内侧绑扎一层竹夹板防护飞石, 竹夹板紧密相连, 用铁丝牢固的固定在钢管排架上. 竹夹板距悬崖边为 0.3 m, 以便清除个别碎石.

(5) 覆盖爆破体: 用炮被将爆破体覆盖. 将废旧轮胎外层橡胶剥离弃之不用, 剩下的外胎切成长 2 m、宽 5 cm、厚 1 cm 的长条, 再编制成 2 m \times 2.5 m (也可以编制成其它尺寸) 的方块.

(6) 控爆开挖方向: 沿线路纵向超短台阶拉槽开挖, 为了行车安全, 防护墙厚度定为 2.0 m 宽.

5.2 低路堑单排钢管架防护

低路堑采用单排钢管架防护(如图 3).

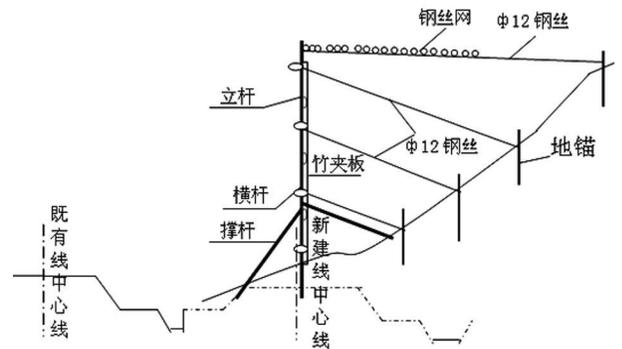


图 3 低路堑单排钢管架防护

(1) 钢管采用 $\Phi 48$ mm, 壁厚 3.5 mm, 立柱高度结合开挖面的高度来定, 钢管排架顶部用 $\Phi 12$ mm 的钢丝绳拉于地锚固定, 并用钢丝网封闭.

(2) 立柱间距取 1 m, 横杆间距取 1.2 m~1.5 m, 在钢管排架内外侧设撑杆固定, 撑杆间距 1.0 m, 支撑点高度 2.5 m. 在每个钢管节点用 $\Phi 12$ mm 钢丝绳固定在 $\Phi 48$ mm 钢管制作的地锚上, 地锚锚固入岩体 1.2~1.3 m.

(3) 覆盖爆破体: 用炮被将爆破体覆盖. 将废旧轮胎外层橡胶剥离弃之不用, 剩下的外胎切成长 2 m、宽 5 cm、厚 1 cm 的长条, 再编制成 2 m \times 2.5 m (也可以编制成其它尺寸) 的方块.

(4) 控爆开挖方向: 沿线路纵向超短台阶拉槽开挖, 为了行车安全, 锚杆段岩体待拉槽作业后再松动控爆或人力凿除.

5.3 阶梯式高路堑防护

(1) 对于阶梯式高路堑防护则根据地形, 采用分层分台阶段钢管排架防护, 方法与前类似.

(2) 钢管采用 $\Phi 48$ mm, 壁厚 3.5 mm, 立柱高度结合开挖面的高度来定, 钢管排架顶部用 $\Phi 12$ mm 的钢丝绳拉于地锚固定, 并用钢丝网封闭.

(3) 立柱基础底部必须楔入岩体 50 cm 以上, 间距 1 m. 双排钢管架宽度为 0.5 m, 横杆垂直方向间距 1.2 m, 坡面撑杆设在立、横杆相交处, 长度据现场确定, 与立杆连接支撑在坡面上.

(4) 在每个钢管节点用 $\Phi 22$ mm 锚杆锚固在岩体中, 锚杆

长 2~2.1 m, 锚固入岩体 1.2~1.3 m.

(5) 根据地形情况, 钢管架靠悬崖边绑扎一层竹跳板防护飞石, 竹跳板距悬崖边定为 0.3 m, 以便清除个别碎石.

(6) 覆盖爆破体: 用炮被将爆破体覆盖, 将废旧轮胎外层橡胶剥离弃之不用, 剩下的外胎切成长 2 m、宽 5 cm、厚 1 cm 的长条, 再编制成 2 m×2.5 m (也可以编制成其它尺寸) 的方块.

(7) 控爆开挖方向: 沿线路纵向超短台阶拉槽开挖, 为了行车安全, 防护墙厚度定为 2.0 m 宽.

(8) 待高台阶开挖到标高后, 拆除钢管架排架, 移至到下层台阶再搭设钢管排架防护.

6 相关作业要点

(1) 排架搭设: 钢管先竖后横, 先下后上; 竖杆搭接长度不小于 1 m, 及时与坡面锚杆固定, 以策安全.

(2) 试爆调整: 在正常爆破前或遇到岩性变化时应试爆. 一般取 3~5 个炮孔, 按爆破设计选择的孔网参数和单位耗药量 (取设计的最小值) 进行, 然后分析爆破效果, 调整参数.

(3) 布孔打眼: 按设计的孔距和排距进行布孔, 炮孔位置应用红油漆标出.

(4) 装药堵塞: 装药前要对每个炮孔的孔距、排距和孔深测量核对, 把药放在炮孔口旁边. 炮孔回填堵塞长度不得小于 1 m, 堵塞材料不应使用打眼粉渣, 应选取一定湿度的含砂黏土. 边回填边捣实, 要注意不损坏导爆管.

(5) 连接网路: 各个炮孔置放的毫秒雷管段别必须“对号如座”, 孔外串联的雷管要有醒目的标志, 连线和覆盖时应当小心. 多台阶一齐起爆时, 从上往下逐个台阶连线; 梯段爆破时, 连线应从起爆的终点开始直向起爆的起点.

(6) 封锁警戒: 装药前通过驻车站联络员向车站“要点” (临时封锁), 在确定给点前 10 min, 人员及机具撤离到安全

区, 安全警戒人员到位警戒、封锁线路. 最后连接起爆雷管, “给点”指令下达后, 立即起爆.

(7) 安全检查: 起爆过后, 安全检察员首先检查线路, 然后检查排架, 确认线路符合开通要求后, 立即通知车站销点, 解除警戒, 开通线路.

(8) 清理土方: 当列车通过时应暂停挖装.

(9) 排架倒用: 扩堑一段后, 需拆除排架倒用. 应从上到下、先横杆后立杆逐根拆除, 拆下的钢管、扣件、锚杆、竹夹板等检查有不合格的, 不能继续使用.

(10) 记录表格: 为了记录爆破效果和不断改进提高, 每次爆破都应做详细记录.

7 结语

在紧邻既有线旁进行爆破施工, 由于环境条件复杂, 区别于一般的爆破作业, 而有其特殊性和复杂性. 爆破设计和施工时应在充分了解解岩体的地质结构特点和周边环境的条件下, 制定切实可行的爆破施工方案和有效的防护措施. 采用预裂和松动控制爆破方案, 同时对爆破飞石和滚石等采取有效的技术措施加以控制, 通过采用控制爆破的方法, 正确选择爆破参数, 严格操作程序, 采用切实可行的防护措施, 是确保本工程成功实施的基本保证.

参考文献:

- [1] 姜彦忠. 爆破技术基础[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1994.
- [2] 冯淑瑜, 马乃耀. 爆破工程[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1980.
- [3] 李明华. 路桥隧工程施工技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2004.

The Controlled Blasting Technology of Enlarging and Excavation High Cut Slope near Existing Railway Track

ZHONG Dong-cai, ZHOU Hua

(The Xinyu Engineering Company of the 24th Bureau Group of the Railway Building Corporation of China, Xinyu 338000, China)

Abstract: When blasting near the existing railway track, it is important to make sure the safety of existing railway track, controlling the degree of rock crushing, and guarantee the slope meeting the need of the project. Combining the construction practice of Dazhou—Chengdu railroad reconstruction project, this paper discusses the technical measures of controlled blasting design and construction method beside the existing railway and line steel—pipe bent frame protection.

Key words: railway; cut slope; controlled blasting; technique