

# 松动与定向结合 开挖干扰石方

郑大榕\*

(隧道局科研所)

**提 要** 本文介绍了在宝成复线竹园坝至斑竹园段开挖干扰石方的一些实例,着重探讨了一些现场工艺技术难点和相关措施。

**主题词** 松动爆破 定向爆破 干扰石方

我局承建的宝成复线竹园坝至斑竹园段,共有十四处干扰石方(约  $10\text{m}^3$ )需进行控爆开挖。为确保安全,在全面开挖干扰石方之前,我们选择了一有代表性的工程进行控爆试验,从中总结经验,然后在全管段范围内推广,以下就试验情况作一些介绍。

## 1 试验工点工程概况

该工点位于马鞍塘车站北端,最大开挖宽度为  $25\text{m}$ ,最大开挖高度约  $10\text{m}$ ,共分为三处,总开挖方量近 2 万方。开挖体距离两万五千伏高压输电线(为接触网补偿供电)最近点约  $1.5\text{m}$ 。顺线路每隔  $20\sim 25\text{m}$  埋设有接触网钢筋混凝土立柱,每根立柱上有 6 至 9 组磁瓶,根据以往经验,如飞石打坏一个磁瓶,造成停车事故,直接经济失约一万元。

开挖体以灰岩为主,部分岩石间充填有泥土。其中两处可爆向河里,总方量约为  $3\,000\text{m}^3$ ,另一处为路堑扩大开挖。

## 2 爆破施工

采用纵向台阶和横向台阶预留隔墙方法进行开挖,隔墙厚度为  $2\text{m}$ ,一般  $2\sim 3\text{m}$  高时即进行处理,风钻凿岩,孔径为  $\phi 38$ ,孔方向为垂直。

### 2.1 纵向台阶和横向台阶的开挖爆破

纵向台阶是在有隔墙保护下进行开挖的,为了减少出碴的工作量,一般采用定向爆破,使爆碴翻到河里,其爆破参数为:

孔 深:  $l=1.0\sim 1.8\text{m}$ ;

抵 抗 线:  $W=0.8\sim 1.2\text{m}$ ;

孔 距:  $E=1.5W$ ;

\* 本文收稿日期:1995—05—13 郑大榕 高级工程师 铁道部隧道工程局科研所 洛阳 邮编 471009

单孔药量:  $Q=KEWl$ ;

$$k=0.30\sim0.40\text{kg/m}^3;$$

堵塞长度:除装药外全部和炮泥堵满;

装药结构:单层装药。

防护措施:每个炮孔孔口采用 1~2 袋砂包覆盖,每袋砂包重为 10kg。

横向台除一般与线路有  $60^\circ\sim70^\circ$  的夹角,以使最小抵抗线方向背离既有线方向,有条件时采用定向爆破,其爆破参数同上。

由于开挖山体的不规则,开始大规模爆破时先修筑台阶,这时一般采用松动爆破,其参数为:

孔 深:  $l=0.8\sim1.0\text{m}$ ;

抵抗线:  $W=0.6\sim0.7\text{m}$ ;

孔 距:  $E=1.5W$ ;

单孔药量:  $Q=KEWl$ ;

$$k=0.20\sim0.30\text{kg/m}^3;$$

堵塞长度:除装药外全部和炮泥堵满。

装药结构:单层装药。

每个炮孔孔口采用 1~2 袋砂包覆盖,每袋砂包重为 10kg。

## 2.2 隔墙处理:

2.2.1 隔墙的处理应视岩体产状而定,对于倾向线路的岩体,为防止岩层滑向既有线,先用人工凿除已松动的岩石,然后采用薄层剥离方法进行开挖,具体开挖参数如下:

抵抗线:  $W=0.5\text{m}$ ;

孔 深:  $l=0.5\sim0.6\text{m}$

孔 距:  $E=1.2W$ ;

药 量:  $Q=50\text{g/孔}$ ;

堵塞长度: 全长。

2.2.2 采用上述参数爆破,岩体基本上只产生开裂,无飞石,或飞石很近,可控制在要求范围内,用人工可以撬除。

对于产状有利的岩体,采用定向倾倒方法拆除,一般把隔墙切成每段长 3~5m,高 2~3m,在其下部打 2~3 排水平孔,将下部炸开一个缺口,利用岩体自重使其倾倒,具体参数为:

孔 深:  $l=0.7B$ ,  $B$  为隔墙厚度。

孔 距:  $E=0.4\sim0.5\text{m}$ ;

排 距:  $b=0.4\sim0.5\text{m}$ ;

药 量: 孔中为 180g,孔底为 90g;

装药结构: 双雷管起爆,孔中早于孔底。

## 2.2.3 边坡上部悬石的处理:

边坡上部的悬石由于其倾倒方向不能确定,受爆破振动、列车振动或暴雨影响,有可能滑

向既有线。因此在爆破之前必须处理。处理方法是:在悬石上打 1~2 根药包锚杆,用钢丝绳拉向既有线外侧加以固定,然后在其下方钻孔爆破,掏空其下方支撑点,使其滚落。施工时注意炮孔要有一定的数量及深度,防止一次爆不下来时还需在悬石下面钻孔,这样不安全。

### 3 安全防护措施

本工点岩石离高压线太近,如架立排架需封锁线路,并移开钢筋混凝土立柱,经估算,造价太高,因此将防护重点放在覆盖上。对有可能因爆破造成岩石滚向既有线的隔墙开挖,采用弱松动爆破结合人工开挖,用小药量将岩石震松,再人工撬除。由于当地劳动力廉价,这样做还是合算的,当然也能确保安全。

炮孔覆盖一般采用砂包,只覆盖炮孔周围,其它部位不覆盖。大多数情况下每个炮孔只用一个砂包。

### 4 引爆方法

#### 4.1 利用行车封锁时间放炮

一般、每天封锁时间大约在 45 分钟左右,这段对控爆施工十分有利。施工时孔内装非电雷管,孔外用火雷管起爆,既确保了施工安全,又满足了施工需要。

#### 4.2 利用行车间隔放炮

施工段内最大行车密度大约为每 7min 通过一趟火车,也就是说放炮时间只有 7min,这样放炮就不能采用火雷管引爆了。

我们在施工中采用了击发笔——非电起爆系统,与采用层爆管激发枪相比,可节省大量导爆管。但由于在电气化既有线路附近施工,应十分注意操作安全。一般应做到:

(1)装药联网结束后,先不把击发笔插入导爆管内,等到列车通过后,指挥者发出起爆信号,由起爆器操作者(起爆钥匙应随身带)自己把击发笔插入导管内,然后跑到起爆站引爆导管。

(2)为避免因爆破冲击波扬起起爆引线而导致线反搭到高压输电线上引起触电事故,导线应尽量远离接触网布设,并且每 3~5m 用一个砂包压住。收入引线时严禁扯拉。

另外,起爆前应做好抢险准备,防护员、安全员、爆破员应按有关规定操作,以便当出现险情时方能及时阻拦行车,避免造成更大损失。

### 5 爆破效果

采用松动爆破与定向爆破相结合来开挖干拢石方,有利于加快开挖进度。当最小抵抗线方向无重要建筑物时,或指向河侧时,适当加大药量,进行有控制的定向爆破,可减少爆破以后工人清碴和出碴工作量。同时,在炮孔背离最小抵抗线方向一侧也造成岩石的松动,一般范围为 0.2~0.3m,可以用人工撬除。因此,采用定向爆破,每延米钻孔大约可爆下 1.5m<sup>3</sup> 岩石,而且较小出现大块,有利于人工装运。松动爆破则多用于环境条件较为复杂的隔墙的处理。本工点

由于电力补偿线未移走,故未能按要求设立防护排架,爆破施工是在无防护排保护下进行的。隔墙处理采用松动爆破方法开挖。由于没有防护排架,因此必须确保爆后大块石碴不滚向既有线。这时正确选取装药量至关重林,一般经松动后可用人工撬除。从爆破效果来看,定向爆破的装药量允许有较大误差,只要控制好最小抵抗线方向即可。而松动爆破则不然,药量过大则容易形成抛掷,药量过小则达不到松动目的,有时甚至造成从炮孔冲击的“打枪”现象,这对既有线的供电设备是相当危险的。

另外,本工点采用黄泥巴堵满炮孔,孔口上覆盖砂包的防护方法,大大地降低了爆破噪声。

## 6 其它一些问题的探讨

### 6.1 建立快速抢险机构

在行车密集的既有线进行控爆施工,必须做到万无一失,一旦造成事故,其损失将是无法弥补的。因此,当施工出现险情时,应能及时处理以确保行车安全。本工点7月27日隔墙处爆破理后,出现了一块约 $1\text{m}^3$ 的危石,用工人无法撬除,又有可能在列车振动作用下掉落,由于指挥机构运转不灵,花了近两小时才处理完毕。这给我们一个教训,应成立快速抢险机构。此后施工队决定,以后遇到该情况时,可以无条件调用工员和机械设备。

### 6.2 炮眼方向

我们在控爆施工中一般采用垂直眼为主,不采用水平眼。采用垂直眼进行爆破,其最小抵抗线方向容易控制,使其指向无重要建筑物的一侧,利用重力在孔口覆盖砂包,限制该方向的飞石。施工中收到较好的成效。而采用水平眼进行爆破,由于最小抵抗线方向朝天,飞石难以控制,孔口方向无法覆盖,因此对控爆施工不利。

### 7.3 多排同时起爆存在的问题

在一个台阶上进行多排同时起爆,从理论上讲是可行的。但当前排的某个炮孔出现瞎炮时,后排炮孔由于抵抗线过大,容易出现冲天炮,这时飞石难以控制。因此,我们在施工中一般不采用多排起爆,采用较多的是短台阶,每个台阶只布一排炮眼。这样能做到万无一失。

### 7.4 爆破隔墙

隔墙处理要注意岩层的产状,宜多打眼,装药要适当,既要使岩石炸碎,不出现大块,又要尽量不使岩石抛向既有线,当发现有倾向线路的大块岩石时,要一次布置完炮孔,一次爆完。当爆碴有可能落到轨枕或钢轨上时,应对线路进行覆盖防护,爆后对线路进行技术检查。

### 7.5 炮眼深度与台阶高度的关系

为了有较地控制爆破飞石的散距离,炮孔的深度不应大于台阶高度。当台阶高度小于孔深时,最小抵抗线方向与水平有一夹角,飞石成斜抛运动,这样飞散距离较长。当台阶高度大于孔深时,最小抵抗线方向与水平方向一致,飞石成平抛运动,这样飞散距离较短。

## COMBINED LOOSENING BLASTING WITH ORIENTED BLASTING TO EXCAVATE INTERFERENTIAL STONeworks

Zheng Darong

Science and Technology Research Institute, Tunnel Engineering Corporation of MOR

**Abstract** This paper introduces the practical examples of the controlled blastings for excavating the interferential stoneworks in the Zhuyuanba-Banchuyuan Section of the Bao-Cheng Double-track Railway Line. Several difficult technological problems in the construction site and the relative measures are emphatically described and discussed.

**Keywords** Loosening blasting; oriented blasting; interferential stoneworks.

## 九江长江大桥完成实桥动静载重试验

1995 年 5 月 21 日到 30 日九江长江大桥在正式交付运营前成功地进行了一次实桥动静载重试验。

这次试验由大桥局九江长江大桥指挥部主持,上海铁路局桥梁检定队、铁道部科学研究院铁道部建筑研究所、大桥局桥梁科学研究院共同完成。动用了 4 台前进型蒸汽机车,22 辆 C62A 重载铁路车辆,每辆装石碴 60 吨,22 辆(20 吨至 30 吨)汽车。应用了多台威特——蔡司等红外测距仪,941 型超低频拾震仪,TDY 智能数据采集与频谱分析仪等一系列国内外先进的结构检测与分析仪器。全桥共布置测点 800 个,应用导线电缆 10 万余米,对 180+216+180m 三孔柔性拱刚性连续桁梁、三孔 162m 连续桁梁、9 个江中桥墩等进行了竖向挠度、残余变形、横向刚度、偏载侧倾位移、钢梁横向竖向与扭转固有自振特性、桥墩支座位移、杆件主、次应力与应力分布特性等检测与分析。

动载试验时双机时速达 85.4km/h,列车 73km/h,汽车达 54.4km/h,试验证明九江长江大桥主体结构全部经受住了这次重载试验。特别是三大孔、竖向与横向刚度充分满足规定要求,钢梁残余变形极小,远优于容许量。主体结构的各项静动态指标均符合铁道部有关标准。试验证明①九江长江大桥特别是三大钢性梁柔性拱体系设计理论正确,梁拱一体共同工作,主体结构工程施工工艺精湛。②桥梁载重能力达到铁道部中载重和交通部汽—20 标准,能充分保证铁路各种大型机车牵引的列车和公路 30t 重车不间断安全运行。