

# 公路工程松动爆破施工方案设计与研究

张新水 刘自成

中铁北京工程局集团第五工程有限公司 浙江杭州 310000

**摘要:** 针对某项目爆破工程的地质和周边情况等具体条件, 综合考虑多种因素, 最终采用了松动爆破施工方案。对装药量、起爆顺序等进行了具体设计, 并且制定了详尽的施工流程。对爆破安全距离进行相关计算, 计算结果表明: 爆破的相关参数和安全距离满足要求。这可为类似路基爆破的设计和施工提供参考。

**关键词:** 松动爆破; 方案设计

## 一、工程概况

某项目爆破路段长约50米, 位于转型大道西段。爆破区东、南侧均为空旷场地, 西侧200米是兴达路, 西北侧120米有建筑用沙石堆放库, 西南60米处有两户民房, 北侧山体上有两座110KV输电线路基础, 其中最近的一座距离爆340米, 输电线路横跨炮区高度45米。

## 二、爆破施工方案的选择

根据现场勘察, 首先对爆破区域内表层覆盖进行清表, 给钻孔爆破工作创造有利的作业条件。根据甲方提供的资料, 本工程岩石开挖深度约2m ~ 7m, 采用露天中深孔、浅孔相结合的松动爆破。潜孔钻机钻孔, 深孔孔径90mm, 浅孔孔径36mm, 拟采用Φ32mm膏乳药卷和膨化粉乳炸药装药。同时为降低爆破振动及飞石对周边和电力设施的影响, 采取以下措施: 逐孔延期起爆, 控制一次爆破药量小于0.90吨, 提高填塞质量、降低单耗、轻微松动, 并采用炮被(用绳索固定于地面)或沙袋加强覆盖保护措施。正式爆破前选择最安全处进行试爆, 以测振实测数据为依据指导爆破施工, 以确保被保护物的安全<sup>[1]</sup>。

### 1. 爆炸物品的选择

根据选定的施工方案和现有的爆炸物品种类, 本工程采用数码电子雷管和2#岩石乳化炸药(Φ32mm)、膨化粉乳炸药。

### 2. 工程分级

露天深孔爆破一次爆破药量Q为900kg, 大于0.5吨, 根据《爆破安全规程》GB6722-2014为确保安全本工程应提高一个工程级别, 即本工程为岩土爆破B级。

### 3. 爆破开挖工艺流程

深度 m	布孔参数	超深 m	炮孔长度 m	装药长度 m	单孔药量 kg	炸药单耗 kg/m <sup>3</sup>	填塞长度	孔距m	排距m	炮孔类型
2	1.2×1.0	0.2	2.2	1	1	0.37	1.2	1.2	1	浅孔
3	1.5×1.2	0.3	3.3	2	2	0.34	1.3	1.2	1	
4	1.5×1.2	0.4	4.4	3	3	0.37	1.4	1.2	1	
5	2.8×2.5	0.5	5.5	2.5	13.75	0.36	3	2.8	2.5	深孔
6	2.8×2.8	0.6	6.6	3.6	19.8	0.38	3	2.8	2.8	
7	3.0×2.8	0.7	7.7	4.4	24.2	0.37	3.3	3	2.8	

浅孔松动爆破工艺流程: 测量—布孔—钻孔、验孔—加工起爆体—装药—填塞—网络连接与检查—警戒—起爆—检查(排除盲炮)—解除警戒

## 4. 爆破技术参数设置

### (1) 爆破参数设置

序号	爆破参数	符号	单位	计算公式	备注
1	深度	H	m		
2	炮孔直径	d	mm	90	
3	炮孔倾角	α	度	90°	
4	最小抵抗线	W	m	$W = (0.4 \sim 1.0) H$	取 $W = 1.2 \sim 2.8$
5	孔距	a	m	$a = m \cdot w = 1.1 \sim 2.0$	取 $a = 1.8 \sim 2.8$
6	排距	b	m	$b = 0.7 \sim 0.9 a$	
7	超深	h	m	$(0.1 \sim 0.15) H$	
8	孔深	L	m	$L = (H + h)$	
9	单位炸药消耗量	q	Kg/m <sup>3</sup>	0.35 ~ 0.4	
10	单孔装药量	Q	kg	$Q = q \cdot a \cdot b \cdot H$	
11	堵塞长度	L <sub>2</sub>	m	$L_2 = (16 \sim 32) d$	松动爆破可根据试炮结果提高堵塞长度
12	装药长度	L <sub>1</sub>	m	$L_1 = L - L_2$	
13	装药形式			连续装药	

### (2) 爆破技术参数汇总(见下表)

### (3) 布孔、装药、起爆网

①布孔孔距和排距参照爆破技术参数设置表的相关数值确定。

②装药结构: 为减少飞石, 采用正向起爆方式, 将起爆雷管放置在炸药药柱的上端。装药方式为连续装药。

③起爆网路:本工程采用数码电子雷管毫秒延时起爆网络,网路联结采用导线,用专用起爆器起爆。起爆方向为东部空旷地带。

④爆破器材计划用量及一次最大起爆量。

⑤本工程拟使用2号岩石乳化炸药和膨化粉乳炸药,数码电子雷管作为爆破器材,需爆石方约为6000立方,考虑施工进度及一次最大一段起爆药量24.2kg,综合施工情况和周边环境,一次爆破总药量在900kg。

### 5. 爆破安全距离计算

#### (1) 地震波安全距离

对于爆破地震波对安全的影响,一般通过建筑物所能承受的安全震速来计算。在爆破安全规程(GB6722-2014)中,对几种主要类型的建筑物地面质点的安全震动速度进行选取,为保证爆破作业周边区域建筑的安全,必须根据被保护对象所能承受的最大安全震速,确定一次齐爆允许的装药量<sup>[2]</sup>。根据爆破安全规程(GB6722-2014)推荐的公式为 $R = \left(\frac{K}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}} Q^{\frac{1}{3}}$ ,根据地勘材料及前期探挖,该工程岩石风化较严重,岩石强度较低。故根据爆破安全规程选取 $K=200$ ,  $\alpha=1.8$ 。

#### (2) 地震波对道路的影响

本工程兴达路行车道距爆区200m,根据GB6722-2014版《爆破安全规程》规定参照“交通隧道”安全允许质点振动速度为12~15cm/s,为增加安全系数,取下限再打对折,即6.0cm/s。设计方案台阶高度7m时单孔装药量为24.2kg,代入公式计算后 $V=0.097$ cm/s,远远小于6.0cm/s的允许值,所以,该项爆破施工产生的地震波不会对周围建筑物产生危害。

#### (3) 地震波对电力设施的影响

根据GB6722-2014版《爆破安全规程》GB6722-2014中“运行中的水电站及发电厂中心控制室设备”安全允许标准0.6~0.7cm/s,为增加安全系数,取下限,即0.6cm/s。

爆区距离110KV高压输电线路最近距离为40m,炮孔深度3m时单孔装药量为2.4kg,经过计算得 $V=0.44$ cm/s,小于要求的0.6cm/s标准,符合安全控制要求<sup>[3]</sup>。

因此本工程完全可以通过控制单孔起爆药量并在电力设施就近位置采取逐孔起爆方式,来保证爆破产生的振动不会对周边既有的重点保护设施和电力设施造成破坏性的影响。

#### (4) 爆破空气冲击波安全计算

根据公式 $R_R = K_N Q^{1/2}$ ,式中: $K_N$ 取为1; $Q$ 取24.2Kg;经计算得, $R_R=4.92$ m,因此空气冲击波影响范围很小。

爆破中因对每个炮孔都进行了填塞,空气冲击波减弱的非常明显,警戒人员在200米以外因此不会对人员造成伤害。

#### (5) 爆破飞石距离

在城镇控制爆破中,爆破飞石造成的损失多、危害重,它产生的原因是炸药爆炸能量消耗在介质的破坏后,多余的能量作用在碎块上,使碎块获得动能,并以一定的初速度向外飞散。根据Lundborg的统计规律,结合工程实践经验,在无覆盖条件下,以合理的爆破技术参数实施的爆破作业炮孔爆破飞石距离可由以下公式计算: $R_f = K_f q D$ ,式中: $K_f$ 取为1,根据设计方案, $q=0.39$ kg/m<sup>3</sup>, $D=90$ mm时(深孔), $R_f=35.1$ m;

本松动爆破区域距110KV输电线路铁塔基础距离为40m,距爆区上方线路距离45米,距兴达路行车道200米,都大于爆破飞石最远距离35.1的计算值,故飞石不会对输电线路造成影响,为加大安全,采用炮被覆盖防止飞石危害,以确保飞石控制达到安全要求,即控制在工区范围内。

#### (6) 控制方法具体为:

①要严格控制炮孔的装药量,确保填塞质量和填塞长度可有效控制飞石。②同时也要防止岩石结构变化(孔洞、泥巷、裂隙等)改变预先设计的抵抗线尺寸。③减小每段的爆破药量也能控制个别飞石的产生。其中施工区域东侧为空旷地,故选定该方向为爆破方向。

#### (7) 飞石防护措施

①本工程爆破时严格控制爆破方向向北方向,爆破警戒距离120-200m;②分区块设计,选用低延米药量的药卷形式,降低单孔装药量;③增加堵塞长度,提高填塞质量;④选取合理的爆破参数,钻孔应避开软夹层、裂缝处布眼;⑤装药前必须认真校核各药包的最小抵抗线,严禁超装药量;⑥采用正向起爆方式控制飞石。经大量工程实践表明,爆破产生的飞石可以通过相关技术措施满足安全要求。

### 三、结束语

针对本项目路基爆破施工,通过分析工程实际情况,经过方案比选,确定了深孔、浅孔相结合的松动爆破的施工方法,并且对爆破施工进行了专项设计,制定了详细的施工工法。对爆破的各项参数选择和计算,结果表明:爆破施工的各项指标均满足要求。目前该段爆破施工已经施工完成,说明该爆破方案设计合理,对类似工程有一定的借鉴作用。

#### 参考文献:

- [1]宋彧.水工隧洞爆破进洞施工中爆破飞石的防护[J].黑龙江水利科技.2019(08).89-91
- [2]赵春生.新建隧道上跨既有隧道的爆破振动分析[J].工程爆破.2017(03).138-143
- [3]隗建波,刘浩,莫阳春.上跨公路隧道爆破施工对既有铁路隧道的的影响分析[J].科技经济导刊.2017(13).158-160