

文章编号: 1006-7051(2006)02-0040-03

控制振动速度条件下高边坡爆破的 施工方法与验收标准

刘世永¹, 郇东东², 朱振江³, 刘仕兵⁴

(1. 上海源深工程建设监理有限公司, 上海 200120; 2. 宁波大榭招商国际码头有限公司, 宁波 315812;
3. 深圳市蛇口招商港湾工程有限公司, 深圳 518001; 4. 宁波港工程建设监理有限公司, 宁波 315812)

摘 要: 在对爆破振动速度控制有一定要求的条件下, 利用预裂爆破的减震效果, 进行高边坡爆破的设计和施工。本文结合一码头土石方工程, 介绍了预裂孔、缓冲孔及主爆孔的爆破参数、装药结构、起爆网路的选择与确定, 并论述了边坡爆破施工的要求和注意要点, 以及露天边坡验收标准。

关键词: 高边坡; 预裂爆破; 振动速度控制; 验收标准

中图分类号: TD235.371; TD235.4

CONSTRUCTION METHOD AND ACCEPTANCE STANDARD OF HIGH-SLOPES BLASTING UNDER CONTROLLED VIBRATING SPEED

LIU Shi-yong¹, LI Dong-dong², ZHU Zhen-jiang³, LIU Shi-bing⁴

(1. Shanghai Yuanshen Engineering Construction Consultants Co. Ltd, Shanghai 200120, China;
2. Ningbo Daxie China Merchants International Terminals Co. Ltd, Ningbo 315812, China;
3. Shenzhen Shekou Zhaoshang Gangwan Engineering Co. Ltd, Shenzhen 518001, China;
4. Ningbo Port Engineering Construction Consultants Co. Ltd, Ningbo 315812, China)

ABSTRACT: In the design and construction of high slope, the presplitting blasting is employed to reach the effect of vibration relieving in the case when the blasting speed should be controlled to some extent. The present paper, regarding a quarrying engineering operated at a certain dock, discussed the parameters of presplitting holes, the buffer holes together with determination and selection of the charging structure, ignition networks. These were followed by the discussion of the requirements, the attending points in the construction, and the acceptance standard of open slope.

KEY WORDS: High slope; Presplitting blasting; Control of vibrating speed; Acceptance standard

1 引 言

大榭 D 港区 2 万吨级多用途码头土石方工程采用爆破法施工, 开采总方量约 570 万 m³, 开山后形成的高边坡长度约 3.0km, 最大高度在 B 标段近 80m。拟开挖山体覆盖层较薄, 约为 1.0~2.0m, 强风化基岩层约 2.0m, 其余为中等风化基岩和微风化基岩。基岩主要为凝灰岩, 岩石质地坚硬, 但岩层构

造、裂隙发育。最高边坡开挖共有六级平台、七级边坡, 每级平台高度为 12m。三级平台以上的边坡坡比为 1:0.75, 三级平台以下坡比为 1:0.5; 部分剖面要求二级平台以上坡比为 1:0.75、二级平台以下坡比为 1:0.5, 平台宽度为 4m。

本工程分三个标段进行施工, 边坡爆破均采用预裂爆破。由于爆破振动速度必须控制在 0.5cm/s 以下^[4], 预裂孔不能全部同时起爆。本文主要论述 A、B 标段边坡的爆破施工方法, 以及本工程边坡验收标准。

收稿日期: 2006-01-23

作者简介: 刘世永, 爆破监理工程师。

2 边坡爆破设计与施工

由于本工程要严格控制振速,而预裂爆破是超前主爆孔先行起爆,在主爆孔爆破时已形成与被保护岩体之间的裂缝,可起到降低爆破振速的作用,并且在露天边坡采用预裂爆破对岩体的保护程度也要好一些。通过对前期边坡采用光面爆破和预裂爆破效果的比较,预裂爆破能明显降低爆破振动速度,且爆破效果较好,故本工程边坡爆破均采用预裂爆破进行施工。根据设计要求,平台高度为 12m,场区爆破后留下的岩体距边坡坡脚不小于 5m。

表 1 预裂孔爆破参数

Table 1 Blasting parameters for presplitting holes

坡比	倾角	钻孔间距/cm		上部	中部	底部	钻孔深/m	堵塞长度/m
1:0.75	53° ± 1°	90~120	线装药密度/(kg·m ⁻¹):	0.30	0.40	1.64	15.0	1.5~2.0
			装药长度/m:	1.50	11.07	0.93		
			装药量/kg:	0.45	4.43	1.53		
			线装药密度/(kg·m ⁻¹)	0.30	0.40	1.64		
1:0.50	63° ± 1°	90~120	装药长度/m:	1.00	10.18	0.72	13.4	1.5~2.0
			装药量/kg:	0.30	4.07	1.18		
			线装药密度/(kg·m ⁻¹)	0.30	0.40	1.64		
			装药长度/m:	1.00	10.18	0.72		
			装药量/kg:	0.30	4.07	1.18		

药卷直径均为 32mm,不耦合系数均为 2.38。

2.2 缓冲孔和主爆孔孔网参数

缓冲孔孔距取 2.4m,倾角和孔深与预裂孔相同,缓冲孔和预裂孔排距取 1.5m,缓冲孔孔口和最近一排主爆孔孔口距离取 2.0m。

主爆孔孔网参数与场区深孔爆破孔网相同,根据实践经验,孔距取 3m、排距取 2.5m、炸药单耗取 0.4kg/m³,缓冲孔和主爆孔孔径均为 115mm。

预裂孔、缓冲孔和主爆孔的爆破参数如表 2 所示。炮孔布置平面与剖面图见图 1。

表 2 各炮孔主要爆破参数

Table 2 Main blasting parameters of bore-holes

炮孔名称	孔倾角/(°)	孔间距/m	排距/m
预裂孔	53(或 63) ± 1	0.9~1.2	1.5
缓冲孔	53(或 63) ± 1	2.4	2.0
主爆孔	90	3.0	2.5

炮孔名称	孔深/m	平均线装药密度/(kg·m ⁻¹)	炸药单耗/(kg·m ⁻³)
预裂孔	13.4(或 15)	0.3	
缓冲孔	13.4(或 15)		0.25
主爆孔	(见图 1)		0.40

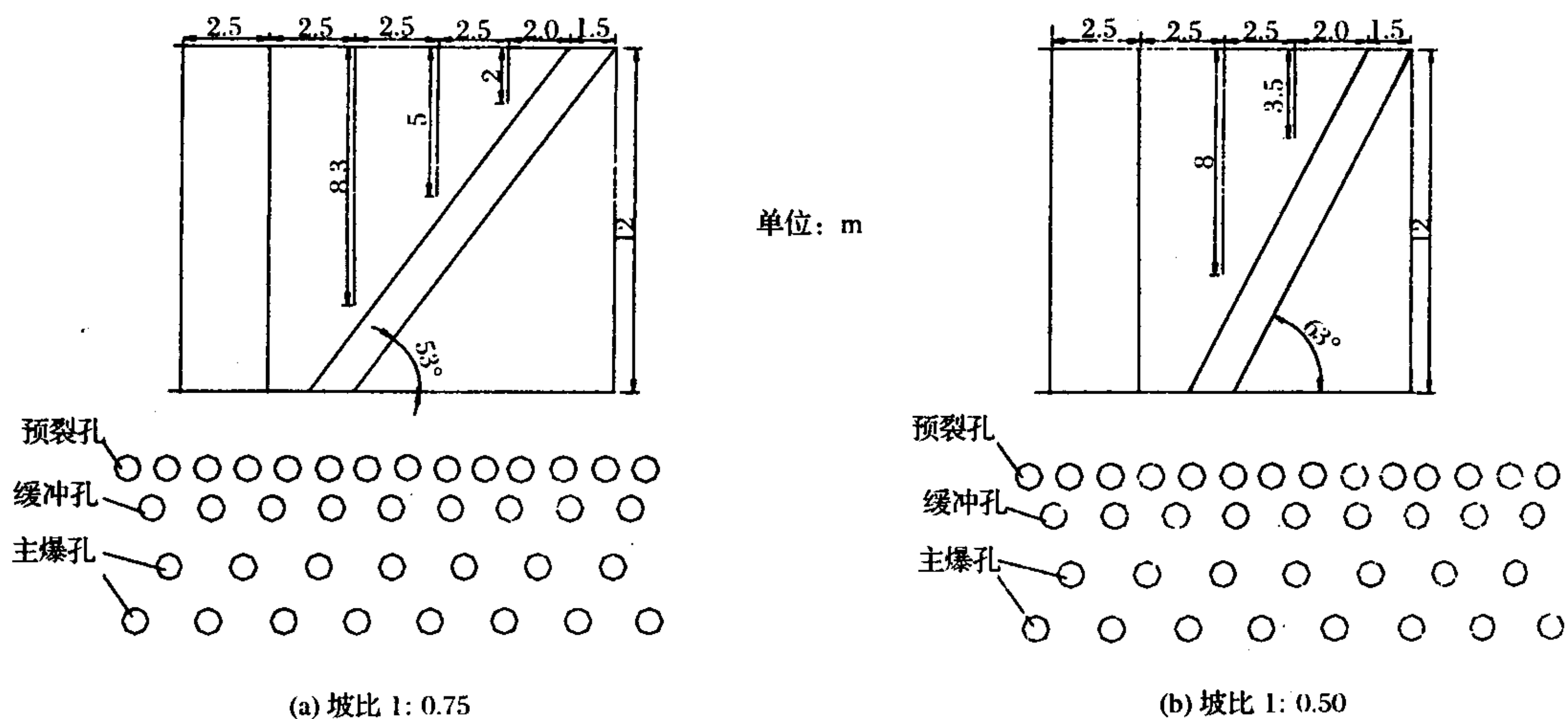


图 1 炮孔布置平面与剖面示意图

Fig.1 Sketch map of boreholes layout

2.3 装药结构

预裂孔装药结构分为底部加强装药段、中间正常装药段和上部装药段,顶部 1.5~2.0m 为填塞段。采用不耦合间隔装药结构。将 $\Phi 32\text{mm}$ 乳化炸药卷按设计的线装药密度($q = 0.3\text{kg/m}$ 、药卷间隔 30cm),连同导爆索一起捆绑在毛竹片上,捆绑完成后缓缓放入预裂孔中,毛竹片靠在保护岩体一侧。将两发非电毫秒雷管插入一个 $\Phi 32\text{mm}$ 乳化炸药卷内作为起爆药柱,一并绑在导爆索上,位于孔内中上部。起爆时通过起爆药柱引爆导爆索,再通过导爆索传爆,引爆孔内全部乳化炸药卷。

缓冲孔采用 $\Phi 32\text{mm}$ 乳化炸药卷双排连续装药结构。孔深为 15m 的孔装药长度为 12.5m,填塞长度为 2.5m;孔深为 13.4m 的孔装药长度为 11m,填塞长度为 2.4m。采用 2 个起爆药柱,孔底部和上部各 1 个。

主爆孔装药采用 $\Phi 60\text{mm}$ 乳化炸药与散装铵松蜡炸药混装的装药结构。 $\Phi 60\text{mm}$ 乳化炸药为起爆药柱,其余用散装铵松蜡炸药填充,孔深不足 5m 的用 1 个起爆药柱,孔深在 5~12m 炮孔采用 2 个起爆药柱,底部和上部各 1 个。

2.4 起爆网路

起爆顺序依次为预裂孔→主爆孔→缓冲孔。预裂孔先于主爆孔 100ms 起爆(5 段孔外延期);主爆孔和缓冲孔排间 15 段孔外延期;根据计算出的最大一段齐爆药量,预裂孔用 2 段延期,主爆孔和缓冲孔同排用 15 段延期。

该爆破网路采用四通管连接,用非电导爆管延期雷管起爆、电雷管引爆。

2.5 最大一段齐爆药量 $Q_{\text{齐}}$ 的确定

为确保龙山村和晶达玻璃厂的人员和建筑物在爆破作业中的安全,确定最大一段齐爆药量至关重要。根据计算公式:

$$v = K \cdot (\sqrt[3]{Q/R})^\alpha$$

经过爆破监测单位对多次爆破数据的回归,得出场区深孔爆破: $K = 18.9, \alpha = 0.931$;边坡预裂爆破: $K = 0.33, \alpha = 0.1723$ 。在不同距离和同段齐爆药量情况下设计振动速度如表 3 所示。

表 3 设计的质点振速值

Table 3 Designed vibration speeds

R/m	$Q_{\text{齐}}/\text{kg}$	振速/($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)	
		$v_{\text{边坡}}$	$v_{\text{场平}}$
350	100	0.157	0.34
380	100	0.155	0.31
420	100	0.152	0.29
500	100	0.147	0.242

表 3 中: R 为爆区至爆破震动观测点的距离, m; $Q_{\text{齐}}$ 为最大一段齐爆药量, kg; $v_{\text{边坡}}$ 和 $v_{\text{场平}}$ 分别为设计的边坡和场平爆破振动速度, cm/s 。

据此可看出预裂爆破能有效减振,但由于爆破的复杂性和偶然性,受测点和爆点之间的传播介质、地形地貌、地质等条件影响较大,根据现场施工经验按 $v \leq 0.3\text{cm/s}$ 计算出的 $Q_{\text{齐}}$ 较为保险,且爆破传播方向应尽量反向或偏离测点。

2.6 边坡爆破施工要求和注意要点

(1)每次边坡爆破均做单体爆破设计报监理工程师批准,并按批复意见进行组织施工。

(2)钻凿预裂孔前,须根据边坡设计准确测量定点、定位,并绘制平面、剖面图,便于设计和施工。

(3)钻凿预裂孔时,必须选派有经验的钻孔工人进行操作,并有相应的对钻孔质量进行奖惩的措施。

(4)预裂孔的倾角沿总体设计要求的坡面钻凿,须用角度尺进行控制,钻孔要求做到准确、孔底整齐,钻孔角度误差控制范围为左右、前后 $\pm 1^\circ$ 。孔深必须按设计进行控制,不许超钻,以免爆破对平台坡体造成破坏。

(5)严格控制开口位置的偏差,必须经过反复校核准确无误后,方可开孔,孔口位置偏差不大于 3cm。

(6)钻孔过程中,必须经常检查钻孔角度等情况,发现有偏差及时纠正。钻孔完毕后,必须对预裂孔进行验收,对于验收不合格的孔,必须重新钻孔。

(7)预裂孔堵塞方法是先用编织袋塞入孔口以下 1.5~2.0m 处,再将石粉轻轻倒入,不用压实。

(8)每次预裂爆破设计时,必须校核各测点的爆破振动速度不能超过 0.5cm/s 。

(9)每次预裂爆破后必须进行总结,分析预裂爆破效果,及时调整爆破参数,加强钻孔管理,确保边坡爆破质量。

3 验收标准

由于 B 标段边坡最高达 80m,局部岩石较为破碎,有一断层从坡顶至坡底斜穿而过,故要求在坡顶每隔 40m 布设一个简易观测点,爆破期间每 5 天观测 1 次,不爆破时 10 天观测 1 次,并根据监测结果修改边坡支护方式。

本工程边坡质量验收标准,根据设计要求和有关规范具体如下:

(1)爆后若岩石较为破碎、裂隙发育和有渗水情况,应请设计单位确定支护方式。(下转第 39 页)

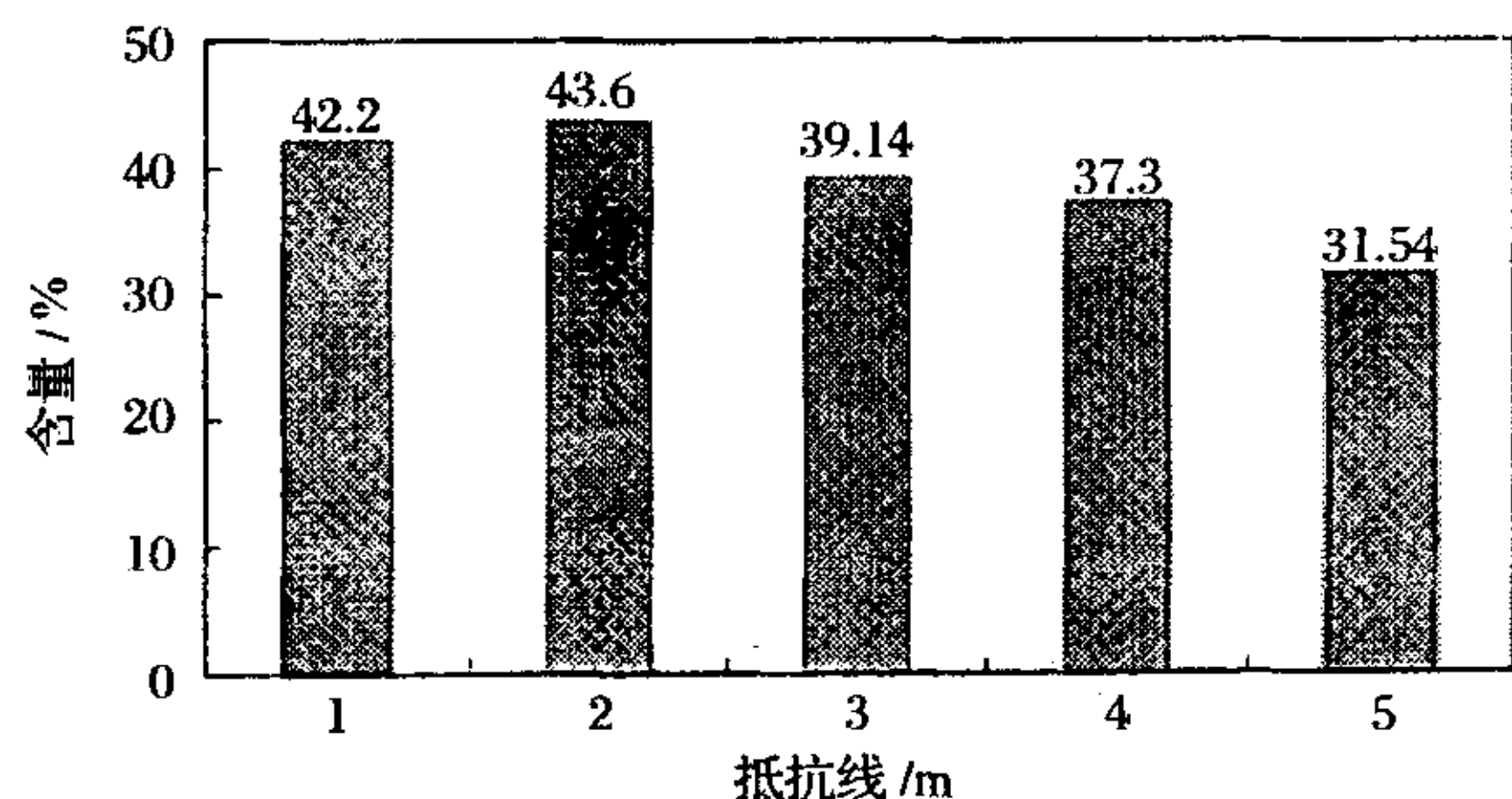


图4 不同抵抗线堤心石(10~100kg)含量图

Fig.4 Bank inner stones(10~100kg)content of different burdens

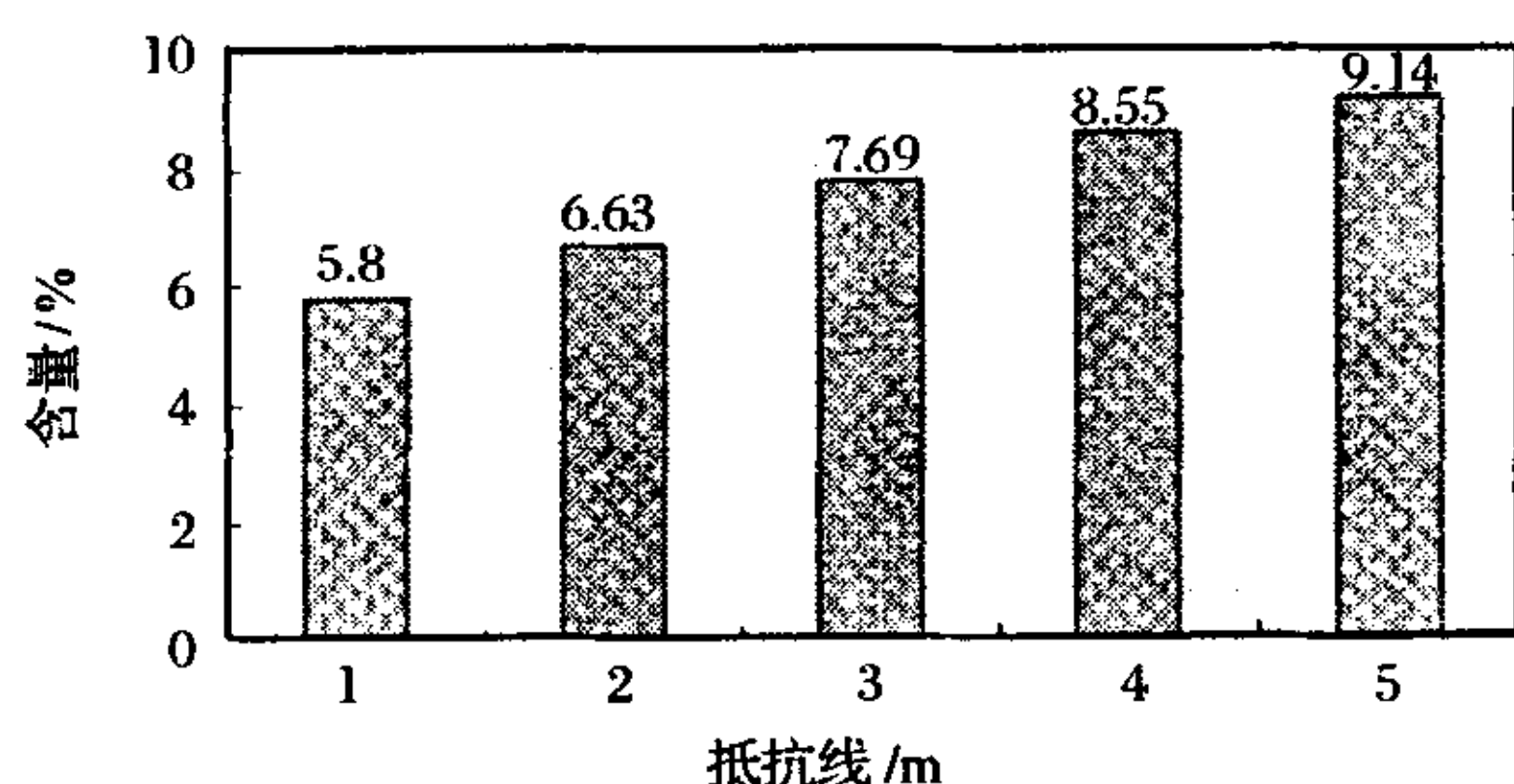


图5 不同抵抗线棱体石(400~600kg)含量图

Fig.5 Prism stones(400~600kg)content of different burdens

可以看出,抵抗线为3.5m时,10~100kg石料含量最高,即供应堤心石时的最佳抵抗线为3.5m;而棱体石(400~600kg)含量在抵抗线4.5m和5m下相当接近,需综合考虑,抵抗线5m时400~600kg含量高,但其超过800kg的大块含量也高(抵抗线4.5m、5m大块率分别为9.6%和15.4%),影响装

运和加大了二次破碎的工作,因此可以确定供应棱体石时爆破施工的最佳抵抗线为4.5m。

5 结 论

采用线段法分析爆堆数码照片,能够快速准确测定爆堆块度的组成,深孔台阶单孔、单排孔爆破试验块度分布符合R-R(Rosin-Rammler)分布。随着抵抗线的增加,爆堆特征块度 x_0 和均匀指数 n 增加,即在一定范围内,抵抗线越大,爆破破碎的岩石块度越大,而且越不均匀。通过简单的单孔试验及单排孔爆破试验能够掌握特征块度 x_0 和均匀指数 n 两个参数的具体变化范围,从而实现爆破块度的预报,同样能够根据生产所需的块度级配反演施工采用的孔网参数,更有效地指导施工^[5]。

参考文献:

- [1]刘军,赫建明,孙占书.单孔台阶爆破参数与破碎块度关系的统计分析[J].工程爆破,2001,7(1):28-33.
- [2]谭臻,李广悦,李长山.爆破参数对爆破块度效果影响的灰色关联分析[J].矿业工程,2003,1(6):41-43.
- [3]江苏省工程地质勘察院.上海国际航运中心洋山深水港区一期工程爆破区工程地质勘测报告[R].2003.
- [4]郭进平,袁兴信.新编爆破工程使用技术大全[M].北京:光明日报出版社,2002.
- [5]王明寿,谭顺仕,杨培忠.坝料开采块度级配在线分析和反演分析[J].云南水力发电,2003,19(4):13-17.

(上接第42页)

(2)爆破开挖后,边坡不得有松动和不稳定岩石,对浮石和危石要及时清理。

(3)原则上每级平台每级边坡的两个拐点之间作为一个检验批。

(4)平整度为 $\pm 200\text{mm}$,每个检验批的坡面和平台各检查测量10个点。

(5)边坡坡度不应陡于设计要求,每个检验批检查测量3个点。

(6)微风化岩半孔率 $\geq 80\%$,弱风化中、下限岩体半孔率为 $50\% \sim 80\%$,弱风化上、中限岩体半孔率为 $10\% \sim 50\%$ 。

验收检验方法:(1)、(2)为观察检查,(3)、(4)为测量,(5)为点数。

本工程按此施工方法和验收标准组织施工,取得较为理想的边坡效果。露天边坡的验收标准和规范较少,本工程验收标准可供同类工程参考。

参考文献:

- [1]中华人民共和国国家标准.爆破安全规程(GB6722-2003)[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [2]刘殿中.工程爆破实用手册[M].北京:冶金工业出版社,1999.
- [3]水电部.水电水利工程爆破施工技术规范(DJ-T5135/2001).
- [4]刘世永,朱振江.深孔开挖爆破震动安全监理方法[J].工程爆破,2004,10(3):82-85.