

基于采用爆破漏斗试验选择爆破参数控制石料粒径的方法

谢 登

中国电建集团城市规划设计研究院有限公司 广东 广州 510000

摘要: 通过爆破漏斗试验,画出爆破漏斗截面图来比较各种情况下的漏斗形状,选取在不同介质条件下的合理爆破参数,以获得预期的爆破效果。

关键词: 基于爆破漏斗实验;选择爆破参数;控制石料粒径

1 研究目的

卡里巴南岸扩机项目合同提供的采石场距离施工区域约40公里,位于国家公园自然保护区内。

料场剥离覆盖层后发现岩体裂隙发育,断层中夹有大量泥土,为满足大方量开采需求,施工采用了炸药爆破工艺开采石材。但初期爆破施工后发现,按照一般的深孔爆破孔网参数布置,爆破后石材粉矿率高,骨料含泥量大,破碎生产时,弃料率达到30%,不论是从设备材料消耗、成本控制还是从生产需求、MB值控制等方面来说,都不能达到要求。承包商需要重新选择爆破孔网参数。合适的爆破孔网参数需满足以下要求:

- (1) 爆碴易被机械设备挖运;
- (2) 爆堆集中,块度满足要求;
- (3) 不得过度扰动岩体中夹土,减少土和石料的混合程度,减少土对纯净石料的污染;
- (4) 成本控制相关要求。

为满足石料使用要求,结合工程地质情况,在分析已完成爆破作业效果的基础上,承包商认为,只需使爆后爆堆适当隆起而不抛掷分散,即可满足上述要求。鉴于此,承包商选择采用爆破漏斗试验的方法选择最佳爆堆隆起高度时的爆破孔网参数^[1]。

2 爆破漏斗试验

2.1 试验路线和方法

试验采用生产性试验的方法进行,分为单孔模式和多孔模式。单孔模式试验目的是为确定单孔最优装药结构,为多孔试验模式提供装药依据。多孔模式试验目的是为生产活动提供最佳爆破孔网参数^[2]。

2.1.1 单孔模式试验流程

单孔模式试验采用3个不相干扰的爆破孔,采用相同的孔深和孔径,按照设计的装药结构、装药量和堵塞长度进行装药施工,爆破完成后,收集地表信息和断面资料,汇总分析各自的优缺点,确定最佳装药结构。

单孔模式试验流程如下图1所示。

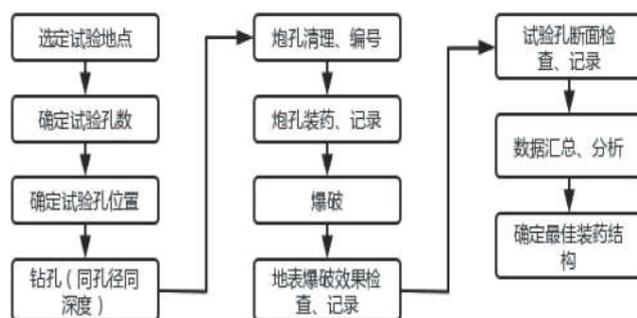


图1 单孔模式试验流程示意图

2.1.2 多孔模式试验流程

多孔模式试验采用3组不同的孔距设置多组试验段,每组试验段3个爆破孔组成。在试验爆破孔相同直径、相同深度、相同装药结构和装药量的情况下,汇总分析各组试验结果,确定最佳孔距。

多孔模式试验流程如下图2所示。

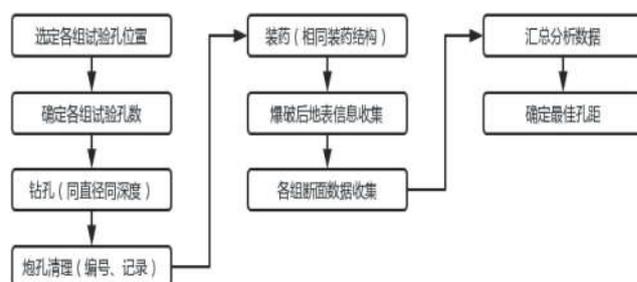


图2 多孔模式试验流程示意图

2.2 爆破试验参数设计

2.2.1 孔深和孔径

通过已完成爆破的造孔结果分析,在岩体裂隙发育条件下,使用液压钻造孔,选择孔深5.8m、孔径90mm较为合适,该参数钻孔效率高,不宜塌孔、堵孔,易于检查和装药。

钻孔后检查发现,实际孔径约为110mm左右,判断为岩体完整性差导致。

2.2.2 孔距

多孔模式时,设计3组不同孔距的爆破孔用于试验,

孔距分别为2m、2.5m和3m。

2.2.3 炸药种类和装药量

选用南非AEL公司生产的ANFO铵油炸药作为生产和试验用药，根据包装规格和使用习惯，选用3种装药量用于试验，通过计算拟产生为减弱松动爆破漏斗、加强松动爆破漏斗，标准抛掷漏斗。

①装药量12.5kg，起爆体药量0.4kg，装药长度1.5米，堵塞长度4.3米；

②装药量18.75kg，起爆体药量0.4kg，装药长度2.25米，堵塞长度3.55米；

③装药量25kg，起爆体药量0.4kg，装药长度3米，堵

塞长度2.8米。

2.3 爆破数据收集方式

爆破后，采用测量仪器测量爆破爆堆的隆起高度和范围，确定爆破不良效应的有关信息。

爆破漏斗孔断面数据在爆破后机械开挖一个截面，用于观察单孔和多孔的爆破漏斗断面情况。

3 试验数据分析

3.1 单孔模式试验数据分析

3.1.1 单孔模式试验数据

单孔模式下，三种装药量的试验结果汇总于表1中，不同装药设计的爆破漏斗截面图如图3所示。

表1 单孔模式不同装药试验结果

孔号	孔深	孔径	装药量	堵塞长度	爆堆隆起高度	爆堆隆起直径	有无飞石	挖运难度	单孔有效挖掘截面积
1	5.8M	90MM	12.9KG	4.3M	0.5M	1M	无	难	9.28M ³
2	5.8M	90MM	19.15KG	3.55M	1.5M	2.5M	无	易	17.98M ³
3	5.8M	90MM	25.4KG	2.8M	1M	2.5M	有	易	16.82M ³

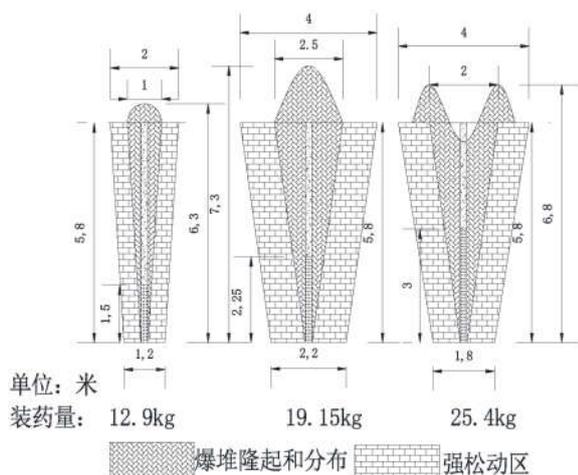


图3 3种装药单孔模式的爆破漏斗示意图

3.1.2 单孔模式试验结果分析

表1显示，采用减弱松动爆破漏斗1号孔装药量过小，有效开挖截面积也小，且挖运困难。采用标准抛掷漏斗3号孔装药量过大，有效开挖截面积并没有最大，反而出现减小，并且出现飞石。相较于1号和3号孔，采用加强松动爆破漏斗2号孔有效开挖截面积最大，挖运容易，无飞散岩体，较符合试验目的。

图3表明了单孔模式3种装药量的爆堆隆起情况。图3.1.1中，爆堆隆起区域和强松动区域都很容易被挖运。事实上，强松动区以外，由于岩体构造的原因，也可以被挖除一部分。从图3.1.1还可以看出，采用减弱松动爆破漏斗1号孔12.9kg的装药对于5.8米的孔深来说比较少，能量和爆生气体不足以很好的扰动隆起岩体，可挖掘区域很小，爆破作用指数 $n = 0.1$ ；而采用标准抛掷漏斗3号

孔25.4kg的装药因为堵塞距离短，已经出现抛掷，爆堆成凹型，石料不集中，爆破作用指数 $n = 0.23$ ，可挖掘区域也因为爆生气体的过早溢出，没有2号孔19.15kg装药下（爆破作用指数 $n = 0.27$ ）大，综合3种装药量考虑，采用加强松动爆破漏斗2号孔19.15kg装药量达到试验目的。

汇总表和截面图的分析结果同时选定采用加强松动爆破漏斗2号试验孔的装药设计作为多孔模式试验参数。

3.2 多孔模式试验数据分析

3.2.1 多孔模式试验数据

多孔模式试验每组3个爆破孔，共3组试验孔试验结果如下表所示。

表2 不同孔距三孔爆破漏斗试验结果汇总表

组号	孔距	爆堆高度	爆堆直径	有无飞石	可挖截面积
1	2M	2.51米	8米	有	44.08M ²
2	2.5M	3米	9米	无	46.98M ²
3	3.0M	3米	10米	无	52.78M ²

各组爆破漏斗的截面如图4示。

3.2.2 多孔模式试验结果分析

表3.2.1数据表明，孔距2米时，爆堆高度和直径都相对较小，且有飞石出现，可开挖截面积最小。孔距2.5米时，爆堆高度和直径都有所增加，无飞石出现，但可开挖截面积增加不大。孔距3.0米时，爆堆高度不再增加，直径继续增加，无飞石，可开挖截面积增加较多。显而易见，第3组孔距3.0米时，试验结果最佳。

图3.2.1爆破漏斗截面示意图中，孔距2.0米时，重复松动区叠加在底部，底部岩体震动过度，和试验目的不符，且顶部有大量抛渣，爆堆不集中。孔距2.5米时，重

重复松动区向地面方向移动,意味着底部掩体的反复震动降低,地面抛掷作用减弱,爆堆集中。孔距3.0米时,重复松动区进一步向顶部移动,且重复松动范围进一步降低,地面抛掷作用进一步减小,爆堆集中且直径扩大。

由于本工程岩体整体性较差,孔距2.5米和3.0米,在底部出现弱扰动区,可以直接使用机械挖运^[3]。

因此,孔距为3.0米时,爆破效果符合试验目的和满足现场使用需要。

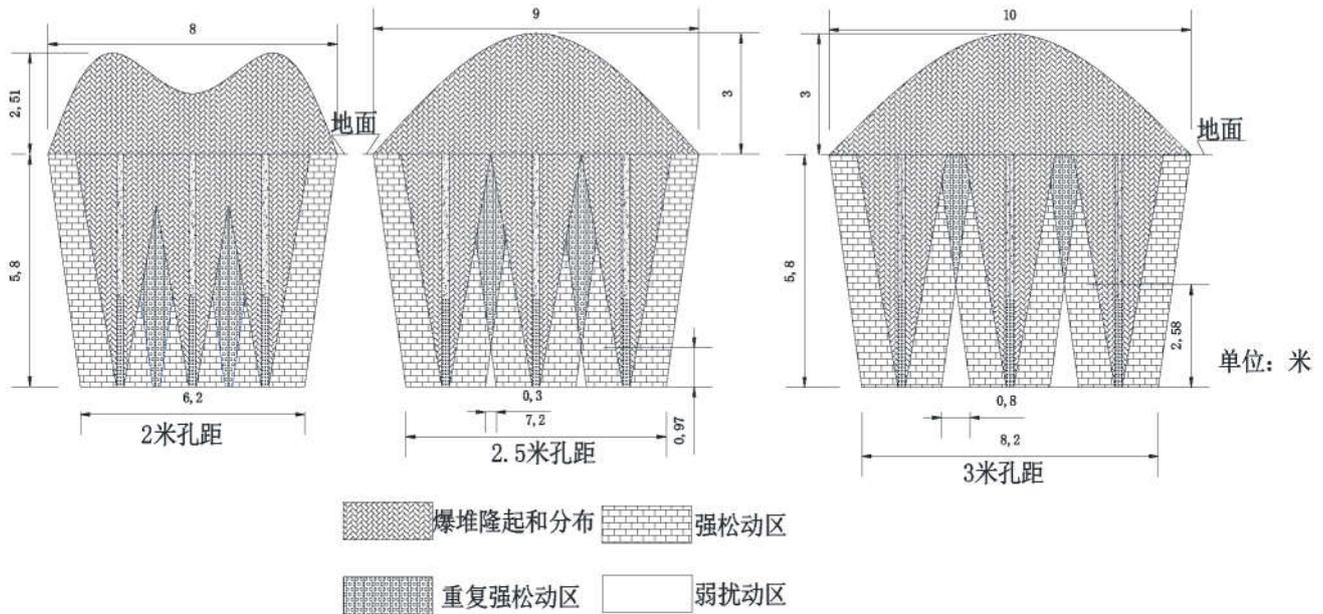


图4 不同孔距3孔同时起爆爆破漏斗截面示意图

4 试验参数的应用效果

采石场大面积爆破时,按照爆破漏斗试验的推荐参数,孔深5.8米,孔径90mm孔距确定为3.0米,排距2.5米,非电接力式网路,孔间微差25毫秒,排间微差75毫秒,每孔装药量为19.15kg。爆破结果显示,爆堆最高达4米,无飞石,机械设备挖运容易,底部岩坎几乎没有,岩体夹泥也没有污染石料。因为岩体整体较为破碎,受爆破震动影响,挖深达到5.8米,局部超过5.8米,炸药单耗控制在 $0.4\text{kg}/\text{m}^3$ 以下。

5 结束语

在岩体介质整体性较差,裂隙发育,具有土质夹层的地质条件下,为了避免开挖爆破过程中过度扰动岩石造成岩石过度破碎和混合岩层夹土,采用爆破漏斗试验法,选择爆破参数,具有如下成果。

(1) 采用爆破漏斗法选取料场爆破参数直观,易于

爆破参数的选择与调整;

(2) 爆破作用指数 $n=0.27$,达到减弱松动爆破漏斗最大限度降低了爆破有害效应,减小了爆破振动,控制了爆破飞石;

(3) 爆后爆堆集中,石料挖运容易,单孔可挖运方量大;

(4) 有用石料和无用石料边界分明,有效的控制了MB值。

参考文献

[1]金旭浩,卢文波.爆破漏斗理论探讨[J].岩土力学,2002,23(z1):205-208,219.

[2]张智宇,陈春超,黄永辉,等.爆破漏斗鼓包运动模型的构建及验证[J].北京理工大学学报,2020,40(8):810-817.

[3]杜钺.柱状药包爆破漏斗影响因素研究[J].工程爆破,2022,28(3):32-38,46.