

# 集束药卷在露天采场最终边坡光面爆破中的应用

袁新华

广东十六冶建设有限公司,广东 广州 510515

**摘 要:**光面爆破是露天采场最终边坡爆破的常用方法,在实际的项目实施过程中可采用不同的技术和工艺,本文介绍了采用集束小药卷间隔悬吊装药,通过控制爆破能量的释放和爆轰波的传递方向,使光面爆破的质量满足露天采场最终边坡台阶的要求.采用集束小药卷间隔悬吊装药的光面爆破技术指标为:孔残痕率80%,坡面坡率1°,符合光面爆破的质量要求,效果良好.

**关键词:**集束药卷;间隔悬吊;光面爆破

**中图分类号:**TD263

**文献标识码:**A

露天采场是一个大型边坡工程,边坡的稳定在露天矿的安全生产中占有重要地位,光面爆破是边坡控制爆破的常用方法,通过控制爆破能量的释放,有效地控制破裂方向和破坏范围<sup>[1]</sup>,使边坡平整和稳定.在我公司承建的广东省大宝山矿业有限公司330万吨/年铜硫采场的基建剥离工程中,将Φ32 mm小药卷绑扎成集束药卷替代Φ110 mm药卷实施光面爆破,在+973~+961台阶及其它台阶的中深孔爆破施工中取得了良好的效果.

## 1 被爆体概况

+973~+961台阶为广东省大宝山矿业有限公司330万吨/年铜硫采场基建剥离工程的扩帮工程,位于铜硫矿床下盘,是我公司承建该工程的一个剥离台阶,围岩为中分化花岗岩, $f$ 系数6~8.台阶的西半坡为陡峭悬崖,悬崖下方为装矿站和索道运输线,必须控制爆破的振动以防巨石滚落及减少对边坡岩石的破坏和恶化作用.

## 2 技术参数

炮孔采用潜孔钻钻孔,钻孔直径 $D=140$  mm,爆破台阶的高度 $H$ 与露天采场的台阶高度相同, $H=12$  m,炮孔超深 $h=1$  m.

最小抵抗线 $W_{\text{光}}$ 、孔距 $a_{\text{光}}$ 、线装药密度 $q_{\text{光}}$ 及单孔装药量 $Q_{\text{光}}$ 由式(1)~(4)计算<sup>[2]</sup>,不耦合系数由式(5)计算<sup>[3]</sup>.

$$W_{\text{光}} = KD = 15 \times 0.14 = 2.1 \text{ m.} \quad (1)$$

式(1)中, $K$ —计算系数,一般为15~25,这里取 $K=15$ , $D$ —钻孔直径, $D=140$  mm.

$$a_{\text{光}} = mW_{\text{光}} = 0.7 \times 2.1 = 1.47 \approx 1.5 \text{ m.} \quad (2)$$

式(2)中, $m$ —炮孔密集系数,一般为0.6~0.8,这里取 $m=0.7$ .

$$\begin{aligned} q_{\text{光}} &= K_{\text{光}} a_{\text{光}} W_{\text{光}} \\ &= 360 \times 1.5 \times 2.1 = 1134 \text{ g/m.} \end{aligned} \quad (3)$$

式(3)中, $K_{\text{光}}$ —计算系数,中风化花岗岩的 $K_{\text{光}}$ 一般为180~360,这里取 $K_{\text{光}}=360$ .

$$Q_{\text{光}} = q_{\text{光}} L = q_{\text{光}} \frac{H+h}{\sin \alpha}$$

收稿日期:2012-12-05

作者简介:袁新华(1967-),男,湖南桂阳人,工程师,本科.

$$=1134\times\frac{12+1}{\sin63^{\circ}}=16.5\text{ kg.}$$

(4)

式(4)中, $L$ —炮孔长度, $\alpha$ 为台阶坡面角,设计的台阶坡面角为 $63^{\circ}$ .

$$\text{不耦合系数}=\frac{D}{d_{\text{药}}}$$

(5)

式(5)中, $D$ —钻孔直径, $d_{\text{药}}$ —药卷直径,光面爆破均采用不耦合装药,且不耦合系数以 $2\sim5$ 为宜.

3 选择药卷规格及悬吊装药结构

常用的 $\Phi 110\text{ mm}/4000\text{ g}/40\text{ cm}$ 药卷,每米药卷的装药量达 $10000\text{ g}$ ,远大于光面爆破对线装药密度( $1134\text{ g/m}$ )的要求,且不耦合系数为 $140/d_{\text{药}}=140/110=1.27$ ,不能满足光面爆破对不耦合系数的要求.

若采用 $\Phi 90\text{ mm}/3000\text{ g}/40\text{ cm}$ 的药卷,不耦合系数为 $140/d_{\text{药}}=140/90=1.56$ ,且线装药密度也达不到光面爆破的要求.这种药卷在炮孔中的形态如图 1 所示.由图 1 可见,由于药卷的径向与炮孔的径向不同,爆破时爆轰波会反复冲击孔壁,对炮孔和边坡造成破坏,不能形成平整、稳定的边坡.

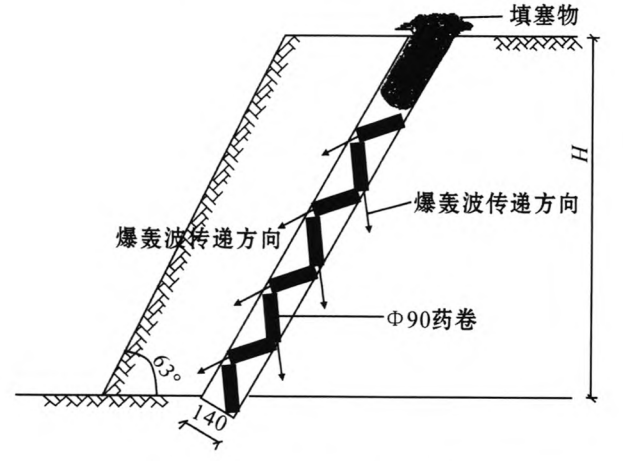


图 1 Φ90 药卷装药示意图  
Fig. 1 Schematic diagram of cartridge charging Φ90

采用集束药卷可克服药卷的径向与炮孔的径向不同所带来的弊端.集束药卷的制作方法是,将小药卷用扎带绑扎,再用绳索将集束药卷间隔悬吊,并以导爆索传爆(图 2),集束药卷在炮孔内的装药示意图,如图 3 所示.由图 3 可见,采用这种方式装药,炮孔与药卷的径向在同一轴线上,爆轰波不会对炮孔

和边坡造成破坏,有可能形成平整、稳定的边坡.

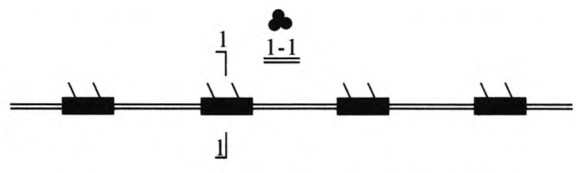


图 2 Φ32mm×3 集束药卷绑扎示意图  
Fig. 2 Schematic diagram of cluster cartridge bundle Φ32 mm×3

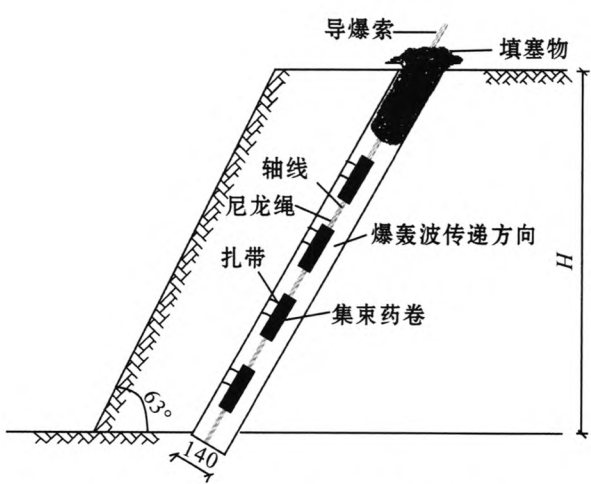


图 3 Φ32mm×3 集束药卷装药示意图  
Fig. 3 Schematic diagram of cluster cartridge charging Φ32mm×3

在实际操作中,选用广东宏大增化民爆有限责任公司生产的 $\Phi 32\text{ mm}/300\text{ g}/35\text{ cm}$ 乳化药卷,其性能指标列于表 1.将三卷乳化药卷连同导爆索用扎带绑在一起,形成一个集束药卷,用绳索每隔 $30\text{ cm}$ 串联一个集束药卷,这种集束药卷的不耦合系数为 $140/d_{\text{药}}=140/(32\times3)=1.46$ .实际的线装药密度为 $1048\text{ g/m}$ ,比计算值 $1134\text{ g/m}$ 略小,实际单孔装药量 $15.3\text{ kg}$ ,实际光爆层厚度 $2\text{ m}$ .爆破结果表明,采用这种集束药卷,能保证中深孔爆破所需的足够爆力,是在不耦合系数小于 $2$ 的情况下进行光面爆破的大胆尝试.

| 表 1 Φ32mm/300g 乳化药卷的性能指标                                         |                             |       |             |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------------|
| Table 1 Performance index of emulsification cartridge Φ32mm/300g |                             |       |             |
| 药卷密度<br>/(g·cm <sup>-3</sup> )                                   | 爆速<br>/(m·s <sup>-1</sup> ) | 猛度/mm | 殉爆距离<br>/mm |
| 0.95~1.30                                                        | ≥3.2×10 <sup>3</sup>        | ≥12   | ≥3          |

采用集束药卷间隔悬吊装药爆破的孔网参数列于表 2.

表 2 实际光面爆破的孔网参数

Table 2 Parameters of hole network in actual smooth blasting

| 钻孔直径/mm | 台阶高度/m | 最小抵抗线/m | 孔距/m | 线装药密度/(g·m <sup>-1</sup> ) | 岩石种类 |
|---------|--------|---------|------|----------------------------|------|
| 140     | 12     | 2       | 1.5  | 1048                       | 花岗岩  |

集束药卷间隔悬吊装药的爆破质量及评价标准列于表 3,由表 3 可见,集束药卷间隔悬吊装药爆破的各项指标,符合光面爆破的质量标准.

表 3 光面爆破的质量指标及评价标准

Table 3 Quality indexes and evaluation standards of smooth blasting

|          | 合格标准 | 实际指标 | 评价 |
|----------|------|------|----|
| 孔残痕率/%   | ≥60  | 80   | 合格 |
| 坡面坡率/(°) | ±2   | 1    | 合格 |

4 结 论

将井下爆破常用的 Φ32 mm/300 g/35cm 药卷集束使用,采用间隔悬吊装药结构,应用于广东省大宝山矿业有限公司 330 万吨/年铜硫采场的基建剥离工程最终边坡光面爆破中,孔残痕率为 80%,坡面坡率 1°,符合光面爆破的质量标准,达到了对露天采场最终边坡台阶平整、稳定的要求,是对光面爆破在露天采场最终边坡施工中的一次有益的尝试.

参考文献:

[1] 汪旭光. 爆破设计与施工[M]. 北京:冶金工业出版社,2011.  
[2] 中国工程爆破协会. 中国典型爆破工程与技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2006.  
[3] 于亚伦. 工程爆破理论与技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2004.

The application of cluster cartridge in final slope smooth blasting in open pit

YUAN Xinhua

Guangdong Shiliuye Construction Co. Ltd,Guangzhou 510515, China

**Abstract:** Smooth blasting is common method of final slope blasting used in open pit. Different techniques can be used during implementation process in actual project. This article introduces a small cluster cartridge with interval suspension charging is used to make smooth blasting quality to meet final slope steps requirements in the open pit by controlling blasting energy release and detonation wave propagation direction. The technical index of smooth blasting technique by using small cluster cartridge with interval suspension charge as follow, hole scars rate of 80%, slope rate of 1°, which accord with the quality requirements of smooth blasting and make good effect.

**Key words:** cluster cartridge;interval suspension;smooth blasting