

非炸药安全破碎器在二次破碎中的应用*

王洛锋^① 王春毅^① 谢九敬^① 赵 鑫^② 张金柱^①

①洛阳栾川钼业集团股份有限公司矿山公司(河南洛阳,471500)

②北京咏归科技有限公司(北京,100085)

[摘 要] 文章简要介绍了非炸药安全破碎器的构成、工作原理和操作步骤,归纳了非炸药安全破碎器处理大块岩石破碎效果的主要影响因素,钻孔位于岩块中心位置,孔深与岩块高度之比为 $2/3 \sim 3/4$,岩块裂隙不发育,利于大块岩石破碎;分析了岩块体积大小与冲击波管使用数量、布置方式的匹配关系;证明了破碎器能够达到破碎大块岩石的目的,破碎过程几乎不产生飞石,最小安全距离为 7 m,安全性高,破碎大块岩石基本不受空间限制。

[关键词] 露天矿 二次破碎 安全破碎器

[分类号] TD235.4 TJ51

引言

露天矿复杂地层区域台阶中深孔爆破和空区处理爆破效果较差、大块岩石产出率较高,大大降低铲装、运输及破碎作业效率,如何有效破碎大块岩石,成为某些矿山安全生产的制约因素^[1-3]。常用的破碎大块岩石的方法有裸露药包法、浅眼法、聚能药包法、水压法等爆破法,液压破碎锤和液压劈裂机等机械法^[4-7]。爆破法处理大块岩石安全性差,国内某些地区已下发文件明确规定禁止矿山使用爆破方式进行二次破碎,机械法主要破碎小块度岩石。非炸药安全破碎器在国外矿山、岩土工程应用多年,我国近期才引进该项技术,本文结合矿山应用实例,重点介绍该项技术的操作步骤和应用效果^[8]。

1 非炸药安全破碎器的构成、工作原理和操作步骤

1.1 非炸药安全破碎器的构成

非炸药安全破碎器主要由触发装置、底座、防护垫、传压管和冲击波管组成。冲击波管分为普通冲击波管和增效冲击波管。普通冲击波管内含 10 g 膨胀剂,增效冲击波管含 15 g 膨胀剂。冲击波管允许航空运输。

1.2 工作原理

与炸药爆破处理大块岩石的工作原理不同,非炸药安全破碎器利用触发装置激发冲击波管,快速产生巨大的压力波,通过水或其他液体介质将压力波传播并作用于钻孔壁,从而将岩石压裂形成裂缝或将其破碎。

1.3 操作步骤

1)在岩石上钻垂直孔,孔布置于岩体中心附近

区域,孔深约为岩块高度的 $2/3 \sim 3/4$ 。孔径为 38 ~ 42 mm,配合 34 mm 直径的冲击波管使用;孔径为 28 ~ 32 mm,配合 26 mm 直径的冲击波管使用。

2)往孔内注满水,根据实际破碎岩块尺寸,可在孔内放置增效冲击波管。

3)将触发装置的底座放到钻孔中,为保证底座与孔口密封性较好,用软塑料纸缠绕底座根部。

4)将防护垫覆盖在底座上,将冲击波管放入底座中。该设备对触发装置的密封性要求极高,因此,冲击波管放好后,应将触发装置底座清理干净。

5)将触发装置和底座拧在一起,保证达到密封要求。

6)将引绳连接好,将备好的沙袋或土袋放于触发装置上部,退后至安全距离外(大约 7 m),保持引绳水平放置,准备好后使劲拉引绳,触发冲击波管,大块岩石破裂。

2 非炸药安全破碎器处理大块岩石现场试验

2011 年 1 月 5 日和 6 日,洛钼集团矿山公司技术人员与北京咏归科技有限公司技术人员在三道庄露天矿 1402 水平中部进行非炸药碎石器破碎大块岩石试验,该区域岩性为透辉石矽卡岩,岩石坚固性系数 $f=10 \sim 15$ 。本次试验共穿 42 mm 孔 9 个,破碎大块岩石 6 块,岩石编号为 1[#]~6[#]。

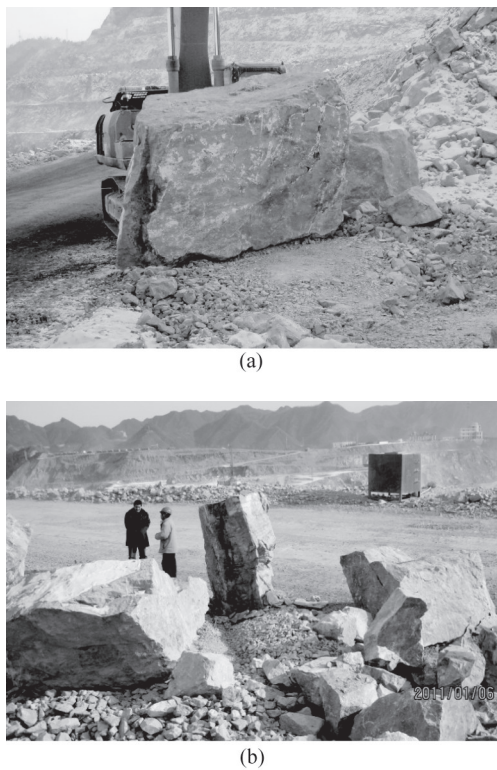
2.1 2[#]岩块破碎试验

2[#]岩块上穿凿钻孔 2 个,分别为孔 2—1 和孔 2—2。岩块高度 1.9 m,体积 13.3 m³,致密,无明显节理裂隙,如图 1(a)所示。孔 2—1 孔深 1.27 m,距岩块边缘距离分别为 1.0 m、1.1 m、0.8 m 和 0.8 m。

* 收稿日期:2011-09-24

作者简介:王洛锋(1983~),男,硕士,主要从事矿山开采、工程爆破研究。E-mail:wangluofeng1@126.com

冲击波管布置方式为:2 个增效冲击波管(15g 膨胀剂)分别置于底部和用细铁丝悬置于中部,普通冲击波管(10 g 膨胀剂)置于触发装置内部,即采用“1 普+1 增+1 增”的冲击波管布置结构。爆破后整个岩块碎成 3 大块和 4 小块,效果较好,碎后形成的 3 个大块需用锤击破碎处理,但大块中间存在明显裂隙,易于锤碎,达到破碎目的,试验成功,如图 1 (b)所示。2#岩块穿凿钻孔 2 个,仅利用 2—1 钻孔注水、装冲击波管进行试验即达到破碎效果。



(a) 试验前;(b) 试验后

图 1 破碎试验前后 2#岩块破碎效果图

2.2 4#岩块破碎试验

4#岩块上穿凿钻孔 1 个。岩块高度 1.85 m,体

积 5 m³,致密,无明显节理裂隙。孔深 1.07 m,孔距岩块边缘的距离分别为 0.25 m、0.55 m、0.60 m 和 0.55 m。冲击波管布置方式为:1 个增效冲击波管(15 g 膨胀剂)置于底部,普通冲击波管(10 g 膨胀剂)置于触发装置内部,即采用“1 普+0 增+1 增”的冲击波管布置结构。爆破后 4#岩块完全碎开,共碎成 11 小块,破碎效果很好。

2.3 试验汇总与分析

本次试验共处理 6 块岩石,穿 42 mm(孔径)孔 9 个,其中孔 2—2 和孔 5—2 未利用。破碎岩块体积 3 ~14 m³ 不等,孔深与岩块高度比 52% ~75%。1#岩块内放置 4 发冲击波管,冲击波威力很大,破碎效果非常好,从经济角度考虑,破碎小体积岩块可减少冲击波管使用数量,降低二次破碎成本;与 1#岩块相比,2#破碎岩块体积明显增大,但冲击波管数量减少为 3 发,且达到很好破碎效果,说明非炸药安全破碎器能够破碎体积较大的岩块,采用“1 普+1 增+1 增”的冲击波管布置结构处理 10 ~14 m³ 的大块岩石是可行的;3#岩块分别在孔 3—1 和孔 3—2 内进行破碎试验,孔 3—1 破碎效果较好,孔 3—2 孔深较浅,破碎效果一般;4#岩块破碎效果很好,说明使用“1 普+0 增+1 增”的冲击波管布置方式处理 5 ~9 m³ 中等体积的大块岩石是合理的;由于 5#岩块体积较大,且孔 5—1 不在中心位置,破碎效果一般,但已形成较大裂缝,机械破碎即可铲运;孔 6—1 穿孔质量较差及岩块内裂隙较发育,导致 6#岩块破碎效果较差。

根据表 1 非炸药安全破碎器二次破碎大块岩石试验汇总结果和上述分析,影响非炸药安全破碎器处理大块岩石效果的主要因素有:岩性、岩块体积、孔高比(孔深与岩块高度之比)、孔位、节理裂隙发育程度、冲击波管使用量及布置方式。若岩石硬度、

表 1 非炸药安全破碎器二次破碎大块岩石试验

岩块编号	1#	2#	3#		4#	5#	6#
试验孔号	1—1	2—1	3—1	3—2	4—1	5—1	6—1
岩块高度/m	1.70	1.90	1.70	1.70	1.85	2.50	1.85
岩块体积/m ³	4.2	13.3	9.0	9.0	5.0	14.0	3.0
孔深/m	1.12	1.12	1.27	0.90	1.07	1.85	1.07
孔高比/%	65.9	58.9	74.7	52.9	57.8	74.0	57.8
普通冲击波管/发	1	1	1	1	1	1	1
中部增效冲击波管/发	1	1	0	1	0	1	0
底部增效冲击波管/发	2	1	1	1	1	1	0
破碎情况	碎成 8 小块	3 大块 4 小块	1 大块 3 小块 3 条裂缝	4 大块 3 小块	11 小块	3 条宽裂缝	1 大块 2 小块
爆后效果	非常好	较好	较好	一般	很好	可以	差

体积大小与冲击波管安置数量、布置方式协调,孔位于岩块中心位置,孔高比为 $2/3 \sim 3/4$,岩块裂隙不发育,大块岩石处理能获得很好的破碎效果。

根据非炸药安全破碎器供应商提供的价格和生产实践中积累的经验数据,以破碎 8 m^3 的岩块为例,对非炸药破碎器和二次爆破处理大块岩石进行比较。非炸药安全破碎器处理大块岩石的单位成本 $27.3 \text{ 元}/\text{m}^3$,明显高于爆破法处理大块岩石单位成本 $8.8 \text{ 元}/\text{m}^3$ (孔径为 42 mm 炮孔)、 $17.1 \text{ 元}/\text{m}^3$ (孔径为 140 mm 炮孔),但前者安全性明显优于后者,且基本不受空间限制,可随时处理大块岩石,便于场地清理和距机械设备、构筑物近距离破碎作业。主要缺点为炮孔为垂直孔,且对成孔质量要求较高,一次只能处理一个岩块。冬天气温低,炮孔注水后易结冰,不利于破碎作业。

3 结论

1) 试验证明非炸药安全破碎器能够达到二次破碎大块岩石的目的,其突出优点是安全性高,破碎过程几乎不产生飞石,最小安全距离为 7 m 。破碎大块岩石基本不受空间限制,在采场内适当警戒,可随时处理,操作简单。

2) 非炸药安全破碎器处理大块岩石破碎时,钻孔位置位于岩块中心区域,孔深为岩块高度的 $2/3 \sim 3/4$,破碎效果好。穿孔质量和裂隙发育程度等因素对破碎效果影响大,若裂隙发育,孔内密闭不严,

出现漏水现象,不能采用该设备破碎裂隙发育岩块。

3) 对比分析试验结果可知, $1 \sim 3 \text{ m}^3$ 的小体积岩块使用 1 个普通冲击波管即可处理岩块; $5 \sim 9 \text{ m}^3$ 的中等体积岩块应采用“1 普 + 0 增 + 1 增”的冲击波管布置方式处理大块岩石; $10 \sim 14 \text{ m}^3$ 的岩块使用“1 普 + 1 增 + 1 增”的冲击波管布置方式破碎大块岩石是合理的。

参 考 文 献

- [1] 林卫星,程建勇,欧任泽. 地下多层复杂空区处理的工程实践[J]. 爆破,2009,26(2):31-34.
- [2] 田泽军,周会志. 对石人沟铁矿采空区处理方法的探讨[J]. 金属矿山,2008(12):157-159.
- [3] 黄龙华. 控制爆破技术在地质灾害治理中的应用[J]. 爆破,2010,27(2):41-44,56.
- [4] 于亚伦. 工程爆破理论与技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2004:202-206.
- [5] 郭学彬,张继春. 爆破工程师手册[M]. 北京:冶金工业出版社,2010:110-113.
- [6] 于润沧. 采矿工程师手册[M]. 上册. 北京:冶金工业出版社,2009:323-330.
- [7] 刘殿中,杨仕春. 工程爆破实用手册[M]. 北京:冶金工业出版社,1999:260-266.
- [8] Ngidi S, Boshoff P. Cave management and secondary breaking practices at Palabora Mining Company [J]. Journal of the South African Institute of Mining & Metallurgy, 2007, 107(12):783-789.

Application of Boulder Buster Cartridge in the Secondary Breaking

WANG Luofeng^①, WANG Chunyi^①, XIE Jiujing^①, ZHAO Xin^②, ZHANG Jinzhu^①

① Mining Company of China Molybdenum Co., Ltd. (Henan Luoyang, 471500)

② Beijing STS Instrument Co., Ltd. (Beijing, 100085)

[ABSTRACT] The article introduced the structure, principle of work, operating procedure of the boulder buster cartridge, and generalized the main factors to affect rock crushing effect by the boulder buster cartridge. When the hole laid in the rock center, the proportion of the hole depth and rock height was between $2/3$ to $3/4$, and the rock fracture was unobvious, the crushing effect would be very well. The matching relationship of rock volume, number and layout of cartridges were also analyzed. Results showed that the crushing device was able to break rock commendably, with almost no splashing rocks during the breaking, and it showed good security as the safe distance was 7 m , with no space limitation during the large rock crushing.

[KEY WORDS] open-pit mine, secondary breaking, boulder buster cartridge

文 摘

粉状尼特拉蒙(Nitramon)炸药用的复合蜡

中国发明专利申请公开说明书 CN1289745,
2001年4月4日,共6页(中文)

这种复合蜡由真空馏分油(vacuum fraction oil) $10\% \sim 30\%$ 、真空凡士林(vacuum petroleum ointment)和天然树脂或合成树脂 $0 \sim 5\%$ (质量分数)组成。

钟一鹏译自美国《化学文摘》

Vol. 135, No. 17 (2001)