

辽宁首钢硼铁矿大块防治技术研究与应

李建华

(首钢矿业公司,河北 唐山 064404)

摘 要:以首钢硼铁矿中深孔爆破为例,论述了大块产生的部位和原因,并提出了一些防治措施,对露天矿山中深孔爆破控制大块的产生具有一定的借鉴意义。

关键词:露天深孔台阶爆破;大块率;爆破质量

中图分类号:TD854+.2 文献标志码:A 文章编号:1671-4172(2016)06-0055-03

Research and Application on prevention and control techniques to big block in paigeite mine of Liaoning Shougang Iron Co., Ltd.

LI Jianhua

(Shougang Mining Corporation, Tangshan Hebei 064404, China)

Abstract: Taking the medium-length hole blasting in paigeite mine of Shougang Mining Corporation for example, this paper discusses the locations and reasons for producing the large blocks, and put forward some controlling measures, for the open-pit mines have a certain reference significance.

Key words: deep hole bench blasting in open pit; large block rate; blasting quality

作为露天矿山五大生产工艺之一,爆破工艺是将整体矿岩进行破碎及松动,形成一定形状的爆堆,为后续采装作业提供条件。爆破效果的好坏决定着露天采矿后续工艺成本的高低。在爆破效果的衡量上不外乎三个方面:安全、质量和经济性,其中大块率是衡量露天中深孔爆破质量的一个重要参数^[1]。本研究结合辽宁首钢硼铁有限责任公司硼铁矿(以下简称硼铁矿)工程实例,在露天矿山爆破大块防治上提出了一些可行的措施,为矿山企业降低大块率提供了一定参考。

1 露天深孔台阶爆破简介

通常将孔径大于 50 mm 和深度在 5 m 以上的钻孔称为深孔,矿山露天深孔台阶爆破一般是在台阶上或事先平整的场地上进行钻孔作业,并在深孔中装入延长药包的一种爆破作业方式^[2]。由于露天深孔台阶爆破有着安全系数高、劳动生产率大、一次爆落的土石方量大、施工进度快等优点,随着采矿工艺和装备技术的进步,大中型矿山设备越来越多地应用到露天矿山中,露天深孔台阶爆破已成为矿山

剥离和采矿的主要施工方法。

露天深孔台阶爆破采用毫秒延期爆破技术,以降低爆破振动和提高爆破质量,通常露天深孔台阶爆破分孔径、孔深、底盘抵抗线、孔网参数、填塞长度、每孔装药量等参数。以辽宁首钢硼铁有限责任公司硼铁矿为例,该矿年设计生产能力 860 万 t,选用孔径为 250 mm 的 KY-250 型钻机,矿岩普遍可爆性差,岩石松散系数 1.4,矿石松散系数 1.5,岩石物理力学性质如表 1 所示。

表 1 岩石物理力学性质指标

Table 1 Physical and mechanical properties of rock

矿岩分类	体重/ (kg·m ⁻³)	普氏硬度系数
岩石	2 740	10~14
矿石	3 350	12~14

2 爆破大块产生的部位与原因

大块率指一次爆破后所产生的不合格大块在总爆堆矿岩总量中所占的比率,单位为%。采装设备不能直接装走的岩石称为大块,矿石的大块取决于选矿厂粗破机尺寸,不能直接进入选矿厂粗破的矿石也被称为大块。以硼铁矿为例,不能装入 4 立方米电铲铲

作者简介:李建华(1982-),男,矿山工程师、爆破工程师,硕士,矿业工程专业,主要研究方向为爆破设计与施工及矿山开采设计。

斗的为超标岩石大块,两对角线长度大于 1.1 m 的矿石也称为大块,均需要实施二次破碎处理。

2.1 爆破大块产生的部位

爆破大块的产生主要由爆破对象的可爆性、炸药与爆破对象的匹配程度及选用爆破技术所决定,其中爆破对象的可爆性对于爆破大块的产出率起着决定性的作用。以露天矿山为例,岩石普氏系数、密度、节理裂隙发育程度以及地质状况如断层、水文地质条件等均对爆破质量及大块产出率起着重要作用。

以硼铁矿爆破施工为例,根据爆破理论和现场实际调查发现,除地质状况发育(如破碎带、断层等情况)除外,产生的大块主要分为两部分,一部分集中在地表层矿岩的爆破中,主要是这部分矿岩风化严重和解理裂隙发育所致。另一部分爆破大块主要来源于前排和顶部,在台阶上部的临空面及孔口部位;孔网参数偏大的中心部位以及抵抗线过大的台阶根部;通常爆区内部一般很少有大块,前排孔在爆破时周围岩体直接被推出易形成大块,顶部充填过大也容易形成大块^[3]。

2.2 爆破大块产生的原因

露天深孔台阶爆破大块产生的原因主要有以下几种:

1)岩性及地质变化导致爆破大块产生:爆区中有岩性的变化时,往往在岩性变化的分界部位,由于可爆性不同形成爆破弱面从而在交汇处产生大块,当爆破面与变化岩层斜交或垂直时,爆破能量随裂隙散失,造成大块产生;例如当炮孔穿过不同岩层而上部岩层较坚硬时,更易出现大块或伞檐现象^[4]。

2)孔网参数布置不合理:孔网参数的布置要综合考虑矿岩可爆性、爆区压渣情况、周边环境、电铲作业需要等因素,如果孔网设置不合理,过大或过小都会造成一定的问题,过小造成爆区单耗过高,过大爆区爆破过程中不能很好前移和隆起,内部矿岩不能得到有效破碎,在孔网参数偏大的中间部位由于受炸药作用能量不够而致产生大块,同时易造成底板抬高。

3)单个爆区炮孔深度均匀程度不一:炮孔深度比正常的台阶高度有 1.5~2.5 m 的超深,如果单孔超深过大,很容易造成局部爆破底板的破坏,超深不足使爆区局部爆破底板抬高,从而影响爆区整体的爆破质量,造成爆区在松动前移过程中对底板的岩石破碎程度不一,下水平部分岩石提前破碎,致使在下水平爆破过程中生成大块。

4)台阶前部最小抵抗线过大:临近台阶坡面的范围内,由于受前部爆区爆破影响,台阶坡面产生变

化,甚至前部爆破后冲将岩体切割成块体;加之牙轮钻机安全作业的限制,穿孔不能很好地达到预想爆破效果的目的,从而导致大块的产生。

5)炮孔填塞过大:炮孔填塞过大导致炮孔上部临空面和孔口填塞部位受炸药能量破坏作用小而导致矿岩不能有效破碎产生大块。

6)后冲控制不当:爆破后冲过大,易造成后续爆区前排孔部位裂隙大量生成,大块提前产生,后续爆区爆破过程中炸药能量亦随裂隙散失,从而使该爆区前部炸药能量不能使大块得到有效破碎,产生的大块在爆区爆破前移过程中埋压。爆破后冲过小,由于炸药爆破作用能量不足,则会造成爆区最后一排炮孔处顶部产生大块。

3 爆破大块防治措施

3.1 更换炸药品种

由爆破理论可知,在炸药的选型上,当炸药波阻抗与岩石波阻抗相一致时,往往可取得较好的爆破效果,如式(1)所示:

$$\rho_n D = \rho C_p \quad (1)$$

式中: ρ_n 为炸药密度, g/cm^3 ; D 为爆速, m/s ; ρ 为岩石密度, g/cm^3 ; C_p 为爆速, m/s 。

对于坚硬程度相对较高的硼铁矿岩石实施的爆破,炸药选型上采用装药密度相对较高的炸药,以此为依据,除水孔采用乳化炸药外,硼铁矿干孔选用相对密度和爆速更高的粉状铵油炸药,以满足炸药与岩石波阻抗相匹配的要求。

3.2 高精度导爆管雷管的引进

为改善和提高爆破质量,硼铁矿 2010 年引进了高精度导爆管以实施逐孔起爆技术。该技术可将爆区内处于同一排的炮孔按照设计好的延期时间从起爆点依此起爆,同时,爆区排间炮孔按另一延期时间依次向后排传爆,从而使爆区内相邻炮孔的起爆时间错开。相较于传统爆破逐孔起爆技术,先爆炮孔为后爆炮孔多创造了一个自由面,爆炸应力波靠自由面充分反射,使岩石破碎效果得到加强,同时相邻爆破炮孔相互碰撞,挤压,增强了爆破过程中岩石的二次破碎,从而可有效降低大块率^[5]。实施高精度逐孔起爆技术使深孔台阶爆破孔间、排间微差时间控制更加精确,炸药能量得到了更有效的释放,相较于国产普通导爆管雷管可更有效避免由于延期时间误差造成的爆区早爆、迟爆现象的发生,具有同段起爆药量小、有利于降低爆破振动的优点。逐孔起爆技术可灵活采用 V 型、斜线等多种起爆方式相结合

的爆破网络设计方式,同时根据矿岩性质及爆区设计需要,灵活采用 17、25、42、65、100 等多段地表管相配合,实施毫秒延期爆破,爆破质量明显提高。以硼铁矿矿石爆区为例,炮孔内使用双发 400 ms 导爆管雷管,地表管配以 25 ms、65 ms 实施逐孔起爆技术,爆破设计连线图如图 1 所示。

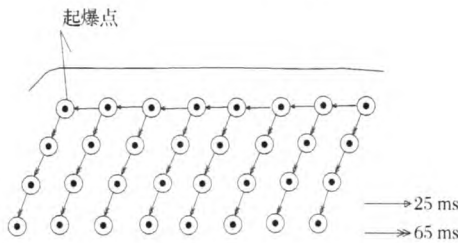


图 1 起爆网路设计连线图
Fig. 1 The detonating network designed connection diagram

3.3 矿岩分级爆破管理

根据岩石可爆性不同,设置不同的爆破参数,根据爆破工程实例将矿石和岩石爆区进行了分类管理,并针对不同的爆区类型设置了不同的孔网参数及填塞高度,以提高爆破质量,如表 2 所示。

表 2 岩石分级爆破参数设计表
Table 2 The design of blasting parameters of rock classification table

矿岩分类	普式硬度系数 f	孔网参数/($m \times m$)	填塞高度/m
矿石(可爆性好)	12~14	7×6.5	5~6
矿石(可爆性差)	14 以上	$(7 \sim 6.5) \times 6$	5~6
岩石(可爆性好)	10 以下	$(8 \sim 8.5) \times (7.5 \sim 8)$	7~7.5
岩石(可爆性差)	10 以上	$(7 \sim 7.5) \times 7$	6.5~7

3.4 小结

通过一系列的爆破大块防治措施的应用,硼铁矿的爆破质量有了显著提高,爆破单耗由 2011 年的

0.25 kg/t 降低到 2015 年的 0.21 kg/t,大块率由 2011 年的 1.0%降低到 2015 年的 0.4%,爆破块度均匀,更好地满足了电铲采装要求,电铲铲装效率提高 15%,这也为采矿后续工艺成本的降低创造了基础。以电铲电耗为例:年度采装电耗由 0.5 度/t 降低到 0.4 度/t,年可创经济效益 90 余万元,如表 3 所示。

表 3 爆破经济效益测算表
Table 3 Calculation table of blasting economic benefit

项目	前	后	差值
爆破单耗/($kg \cdot t^{-1}$)	0.25	0.21	0.04
大块率/%	1.0	0.6	0.4
采矿电耗/($度 \cdot t^{-1}$)	0.5	0.4	0.1

4 结论

露天矿山深孔台阶爆破都存在产生大块的问题,不仅影响铲装效率的发挥,更加速了采矿装备的磨损,同时也增加了二次破碎的工作量,提高了爆破成本。在当今国内矿山企业持续推进“降本增效”工作的背景下,作为采矿工艺环节之一,研究降低爆破大块率可有效降低二次破碎成本,对采矿后续工艺甚至选矿粗破成本控制都有一定的积极作用,符合矿山企业成本一体化管理要求和精细化的管理理念。通过硼铁矿专题组织对多个爆区大块产生原因的分析,所得出的降低爆破大块率的措施,期望对其它矿山爆破大块防治工作产生积极的指导作用。

参 考 文 献

[1] 李宝祥. 金属矿床露天开采[M]. 北京:冶金工业出版社,1992.
[2] 王德胜,龚 敏. 露天矿山台阶中深孔爆破开采技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2007.
[3] 杨 鹏,蔡嗣经. 高等硬岩采矿学[M]. 北京:冶金工业出版社,2010.
[4] 翁春林,叶加冕. 工程爆破[M]. 北京:冶金工业出版社,2014.
[5] 汪旭光. 爆破设计与施工[M]. 北京:冶金工业出版社,2013.

(上接第 47 页)

3 结论

通过对地下铲运机发动机调速特性模型及变矩器模型的建立,得出了发动机与变矩器的共同工作点,进而对不同油门开度、不同速度下的牵引力进行计算,可以使地下铲运机在自主行驶时对车速及加速度的控制更加精确,提高铲运机自主行走的精度。

参 考 文 献

[1] 张明柱,周志力,徐立友,等. 柴油发动机调速特性时连续性数学模型研究[J]. 农业工程学报,2004,20(3):74-77.
[2] 石 峰,冯孝华,江 宇,等. $4 m^3$ 地下铲运机传动系统匹配及牵引特性计算[J]. 有色金属(矿山部分),2010,62(3):72-77.
[3] 彭 莫,刁增祥. 汽车动力系统计算匹配及评价[M]. 北京:北京理工大学出版社,2009.
[4] 战 凯. $12 t$ 地下自卸汽车传动系统匹配及牵引特性分析[J]. 矿山机械,1999(2):21-22.
[5] 李恒通,顾洪枢,石 峰,等. 地下铲运机改进型节能换挡策略研究[J]. 有色金属(矿山部分),2014,66(1):39-42.
[6] 李恒通,顾洪枢,石 峰,等. 铲运机换挡策略研究[J]. 有色金属(矿山部分),2013,65(6):29-31.