

郑家坡铁矿深孔爆破参数优化

周志伟, 张大刚

(五矿矿业 昌邑郑家坡铁矿有限公司, 山东 潍坊 261300)

摘要:为了更好的运用深孔爆破,对其参数进行优化尤为重要.根据郑家坡铁矿的实际情况,通过正交试验法,采用扇形垂直深孔逐排起爆技术,对比分析了优化前后深孔爆破几个主要技术参数,并确定了合理的深孔凿岩爆破参数.该技术对类似矿山具有一定参考价值.

关键词:深孔爆破;参数优化;正交试验

中图分类号:TD135.33 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9102(2014)03-0048-04

Research on the optimization of deep - hole blasting parameters in Zhengjiapo Iron Mine

ZHOU Zhiwei, ZHANG Dagang

(Changyi Zhengjiapo Iron Mine Co., Ltd., China Minmetals Group, Weifang 261313, China)

Abstract: In order to better use the deep - hole blasting, to optimize the parameters is especially important. According to the actual situation of the Zhengjiapo Iron Mine, this paper, through the orthogonal experiment method, adopts the fan vertical deep hole by row blasting technology, and analyzes several main parameters of the deep hole blasting before and after optimization. The relative blast parameters for deep - hole blasting are confirmed. This technology is of referential values for other similar iron mines.

Key words: deep - hole blasting; parameter optimization; orthogonal experimental

为后退式开采,由矿体两端向中间推进.

1 矿山概况

郑家坡铁矿位于山东省昌邑市东南,矿区面积为1.48 km²,共由5个矿体组成,以磁铁矿为主,平均地质品位29.61%,设计能力70×10⁴ t/a,为采选联合矿山企业.矿床属沉积变质成因矿床,缓倾斜多层中厚矿体,矿体顶板岩性为含石榴黑云透辉变粒岩,底板岩性为黑云透辉变粒岩、花岗岩,矿体和围岩稳定性为较差到中等稳($f=2\sim 11$).

矿山进入深部开拓以后,公司对深部开拓的采矿方法进行了研究,并以+8线以南的-240 m中段矿体作为首采地段.设计开采顺序为水平方向上

2 采场结构参数

试验采场矿体分支复合现象频繁,共2个矿体4层矿,矿体倾角缓,属缓倾斜矿体,局部水平、倾斜,总体倾角在10°~36°;矿体厚度变化大,从2~20 m.矿体厚度大于15 m部分,采用分段空场嗣后充填采矿法,矿体厚度6~15 m部分,采用分段菱形矿房嗣后充填采矿法.中段高度为40 m,沿矿体走向方向100~150 m划分为盘区,盘区之间留设12 m的盘区隔离矿柱,盘区隔离矿柱中布置穿脉巷道等探采工程.在盘区内沿矿体走向方向布置连续采场,采场长度为30~50 m.在采场内根据矿体

倾角将采场岩走向按 12 m 宽,30 ~ 50 m 长划分为回采单元,将每个回采单元按 10 m 布置凿岩分段,一次采全高。

优化前切割槽与凿岩巷的爆破存在爆破器材单耗过高、大块产生率过高、采矿成本费用过高以及凿岩效率较低等问题,严重制约着采场生产能力的提高,直接影响矿山经济效益。

3 深孔爆破设计与优化

3.1 爆破参数理论分析

根据爆破参数优化试验相关理论基础^[1],在扇形深孔爆破条件下,爆破参数存在以下相似规律:

$$\frac{L_x}{L_b} = \left(\frac{q_x}{q_b}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中, L_x, L_b :相对应的炮孔线性参数,如抵抗线或孔底距等; $m; q_x, q_b$:柱状药包爆破原型与爆破模型的单位炮孔装药量,kg/m。

即爆破参数的线性参数与线装药密度的平方根成正比,因此可根据深孔爆破试验情况,通过上式计算获得最佳炮孔排距 a 和孔底距 W 。

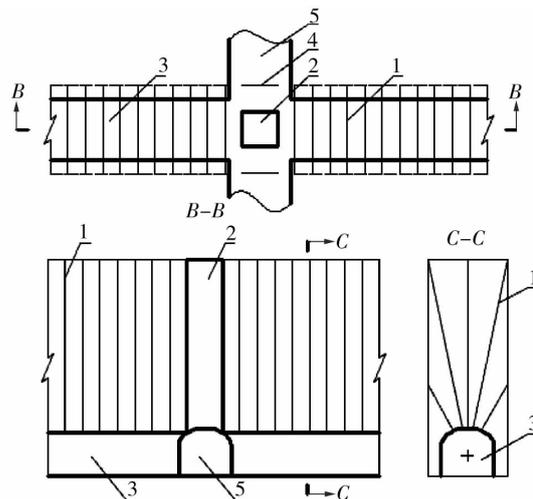
试验采场采用 YGZ - 90 钻机凿岩(孔径 60 mm),散状改性铵油炸药爆破,BQ - 100 型风动装药器装药。起爆时采用孔底复式起爆方式。试验后,选择最优的一种爆破参数进行推广。

3.2 采场拉槽

3.2.1 优化前采场拉槽设计

试验采场采用切割天井及垂直扇形深孔拉槽法^[2-4],利用切割天井作为爆破补偿空间,补偿空间形成后再进行正常排的落矿爆破。切割井规格 2.0 m × 2.0 m,井深根据回采高度确定。爆破前,在切割井两侧布置扩井孔,扩井孔间距与拉槽宽度一致,拉槽排距 0.8 ~ 1.0 m,孔底距 1.0 m,拉槽控制宽度为 3.5 m。拉槽设计如图 1 所示。

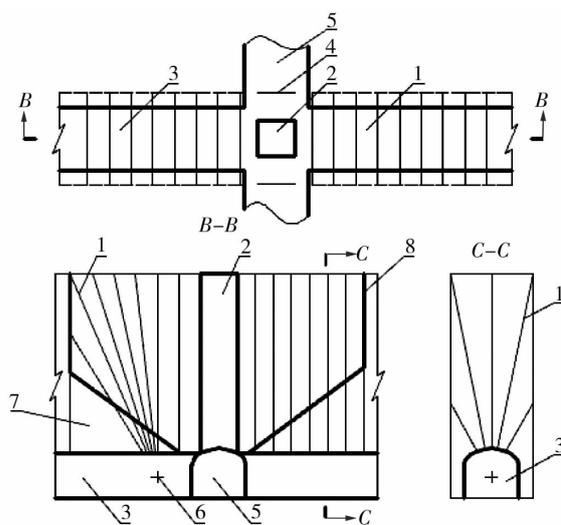
切割槽爆破采用一次切割爆破技术,爆破采用孔底排间微差爆破方式。起爆顺序为由中间向两端起爆。孔内单发雷管,各炮孔引出的导爆管与孔外的传爆主导爆索连接。孔底起爆药包为 150 g 起爆具,起爆具内装 1 发导爆管雷管,并在起爆弹外用胶布捆扎 1 根导爆索,每个炮孔敷设导爆索长度与孔内装药长度相等。优化前 1[#] 凿岩巷切割槽主要技术经济指标有:大块率 5%,炸药单耗 1.09 kg/t,雷管单耗 0.21 发/m³,导爆索单耗 0.36 m/t,起爆弹单耗 0.21 个/m³。



1. 拉槽炮孔 2. 切割天井 3. 出矿进路 4. 扩井炮孔 5. 凿岩巷
图 1 深孔拉槽炮孔布置

3.2.2 采场拉槽优化

切割槽岩石节理发育,可爆性好,爆破后岩石较为破碎,大块率较低,但炸药单耗较高,矿石贫化较大。试验过程中发现,在其他参数不变情况下,将排距调整到 1.2 m 时,大块率为 5%;将排距调整到 1.3 m 时,可达到 10%;预测当排距大于 1.3 m 时,大块率将显著提高。通过对设计进行优化,并减少了出矿进路侧岩石混入量,同时调整孔底距和排距根据采场多次试验后,根据大块率统计确定排距为 1.2 m,孔底距 1.2 ~ 1.5 m。优化后设计如图 2 所示。



1. 拉槽炮孔 2. 切割天井 3. 出矿进路 4. 扩井炮孔
5. 凿岩巷 6. 凿岩中心 7. 减少混岩部分 8. 崩落边界
图 2 深孔拉槽炮孔布置优化设计

在爆破试验过程中,取消了孔内导爆索,未发现有拒爆炮孔。进路侧用倾斜炮孔取代垂直炮孔布置,由于倾斜排炮孔孔口较为密集,孔口处可采取排间间隔装药方式。此法不但节省了药量,还能减

少切割槽岩石量混入,提高出矿品位,且不影响正常排的爆破,同时还能方便铲车出矿时的安全性.经过优化后,1#凿岩巷切割槽指标为大块率 5%,炸药单耗 0.85 kg/t,雷管单耗 0.18 发/m³,起爆弹单耗 0.18 个/m³.

3.3 采场凿岩巷

3.3.1 优化前爆破参数设计

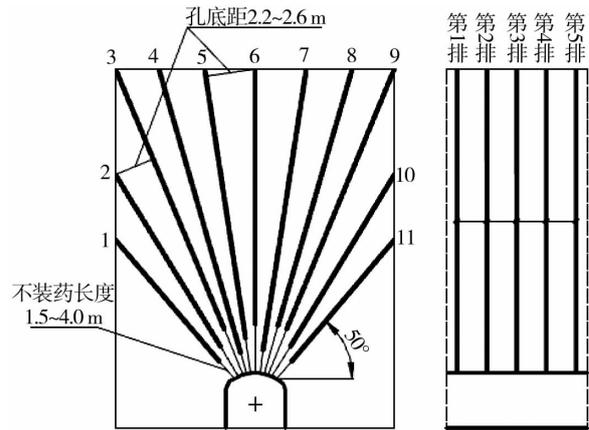
1) 炮孔直径与深度. 在试验采场矿房崩矿中钻孔使用 YGZ-90 钻机凿岩,钻孔直径 60 mm. 试验采场矿体厚在 8~15 m,可只按 1 个分层回采,孔深 5~20 m.

2) 炮孔密集系数与最小抵抗线. 炮孔密集系数(孔底距 a 与最小抵抗线 W 的比值,即 $m = a/W$),根据同类矿山的经验,扇形炮孔 $m = 1.0 \sim 2.0$,取 1.6,取 $W = 1.5$ m.

3) 排距与孔底距. 排距 $b = W = 1.5$ m,孔底距 $a = mW, a = 1.6 \times 1.5 = 2.4$ m, a 取 2.2~2.4 m.

4) 炸药单耗与填塞长度. 炸药单耗不仅影响爆破效果,还直接关系到矿石的生产成本和作业安全.合理的单耗可减少凿岩工作量和降低大块率,提高经济效益.参照类似矿山,取 $q = 0.42$ kg/t. 扇形中深孔填塞长度一般按 $(0.4 \sim 0.8)W$ 范围内取,边孔填充长度为 1.0 m,相邻孔采用交错不同的填塞长度,试验过程中按 1,2,3 m 选取,装药采用 BQF-100 型风动装药器.炮孔布置如图 3 所示.

优化前 1#凿岩巷试验采场主要技术经济指标:大块率 5%,炸药单耗 0.60 kg/t,雷管单耗 0.30 发/m³,起爆弹单耗 0.30 个/m³.



1. 拉槽炮孔 2. 切割天井 3. 出矿进路 4. 扩井炮孔
5. 凿岩巷 6. 凿岩中心 7. 减少混岩部分 8. 崩落边界

图 3 扇形炮孔布置图

3.3.2 爆破参数优化

深孔爆破中的影响因素有许多^[5-7],在采矿方法、采场结构参数等条件不变,装药结构、网络联结、起爆顺序等爆破参数亦已确定的情况下,合理地确定最小抵抗线、排距、孔底距、堵塞长度等爆破参数是改善爆破效果简便可行的途径.现应用正交试验法,选择抵抗线、孔排距、堵塞长度这 3 个爆破效果主要影响参数进行优化试验研究,以确定最优组合^[8-10]. 试验采场爆破正交试验统计如表 1 所示.

表 1 试验采场爆破正交试验统计表

试验号	影响因素			大块率/%
	A(抵抗线)/m	B(孔底距)/m	C(装药系数)/%	
1	1.7	2.4	77.6	4
2	1.7	2.5	81.3	5
3	1.7	2.6	73.5	8
4	1.8	2.4	81.3	6
5	1.8	2.5	73.5	8
6	1.8	2.6	77.6	10
7	1.9	2.4	73.5	9
8	1.9	2.5	77.6	13
9	1.9	2.6	81.3	20
K_1	17.0	19.0	27.0	
K_2	24.0	26.0	31.0	
K_3	42.0	38.0	25.0	
k_1	5.7	6.3	9.0	
k_2	8.0	8.7	10.3	
k_3	14.0	12.7	8.3	
极差 R	9.0	6.3	2.0	
主次顺序	抵抗线 > 孔底距 > 装药系数			
优水平	A_3	B_3	C_2	
优组合	$A_3B_3C_2$			

结合试验采场实际,拟初步将试验采场大块率控制在5%~8%的范围内.通过对正交试验表分析,最终确定排距1.8 m,孔底距2.5 m,炮孔按1.5,2.5,3.5 m交错布置.每次爆破3~5排,切割槽两侧同时爆破7~10排.

经过优化后通过现场统计,整个试验采场经济指标如下:大块率5%,炸药单耗0.42 kg/t,雷管单耗0.18发/m³,起爆弹单耗0.18个/m³.

通过对切割槽与凿岩巷爆破参数优化前后主要技术经济指标对比,发现优化后炸药单耗、雷管单耗、起爆弹单耗都有明显减少,降低了采矿成本,使矿山获得了良好的经济效益.

4 结论

1)通过正交法对深孔爆破参数试验,最终确定排距1.8 m,孔底距2.5 m,炮孔按1.5,2.5,3.5 m交错布置.每次爆破3~5排,切割槽两侧同时爆破7~10排.

2)优化后炸药单耗、雷管单耗、起爆弹单耗都有明显减少,降低了采矿成本,使矿山获得了良好的经济效益.

参考文献:

- [1] 苏静,吴桂义,张义平,等.扇形垂直中深孔爆破参数选取的正交试验研究[J].矿业开发与研究,2012,32(4),100-101.
- [2] 秦绍兵.模型试验在井下中深孔爆破参数优化研究中的应用[J].金属矿山,2001(3):15-18.
- [3] 沈慧明,吴爱祥,余佑林,等.狮子山铜矿中深孔爆破参数优化设计研究[J].中国铝业,2003(1):15-17.
- [4] 陶颂霖.凿岩爆破[M].北京:冶金工业出版社,1986.
- [5] 王文才.露天矿深孔爆破合理炸药单耗的确定方法[J].包头钢铁学院学报,1996,15(2):43-49.
- [6] 崔正荣,梁开水,赵明生,等.中深孔爆破在金山采石场的应用[J].爆破,2007,24(2):39-41.
- [7] 王公忠,王玉杰,黄平路.中深孔爆破技术的实践[J].爆破,2005,22(2):47-49.
- [8] 于亚伦.工程爆破理论与技术[M].北京:冶金工业出版社,2004.
- [9] 吴贵生.试验设计与数据处理[M].北京:冶金工业出版社,1997.
- [10] 刘殿中.工程爆破实用手册[M].北京:冶金工业出版社,1999.