

中部间隔装药技术在孟家沟采场应用探索

李建华 赵同云 张金刚 汪幸潭 黄建新
(首钢矿业公司)

摘 要:简要论述了中部间隔装药技术在首钢大石河铁矿孟家沟采场的应用实践,证明气体间隔装药技术可以从一定程度上提高炸药能量利用率,避免过度破碎,以及降低大块率和爆破成本,同时针对中部间隔装药技术在应用过程中的实际问题进行了简单阐述。

关键词:露天中深孔爆破;中部间隔装药;孟家沟采场

中图分类号:TD235.4⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1674-6082(2009)06-0103-02

首钢大石河铁矿孟家沟采场位于河北省迁安市马兰庄镇,采剥总量2 400万t/a,年产铁矿石400万t,为首钢大石河铁矿主要原料基地。

在露天开采中穿爆工艺占有举足轻重的地位,爆破质量的优劣直接影响后续铲装效率、备品备件消耗、二次破碎成本的高低。单就爆破成本而言,与岩性、穿孔设备参数、孔网参数、单孔装药量等多种因素有关,其中在确保爆破安全和质量的前提下,适当降低单孔装药量可以在一定程度上降低爆破单耗和爆破成本。为降低药量,采用降低单孔装药量的方法,势必造成药柱高度下降,填塞高度过大,导致爆破后爆区上部大块率升高,影响铲装效率及后续作业。采用中部间隔装药技术可以有效避免这一情况的发生,可以从一定程度上提高炸药能量利用率,避免爆区药柱中段部位岩石的过度破碎,同时可以有效降低炮孔爆破作用区域内填塞板块的大块率。

1 间隔装药爆破机理

在露天中深孔爆破中,分为单一装药、组合装药、间隔装药和不偶合装药。间隔装药又分为岩渣间隔装药和气体间隔装药两种。

1.1 岩渣间隔装药爆破

用岩渣将药柱分成上下两段,分别填加起爆体,组成该孔起爆网路。岩渣间隔爆破可使上下两组药柱在爆破时将中段岩渣部分岩体破碎,易于操作,且间隔高度容易控制,单孔节省一发气体间隔器。

1.2 气体间隔装药爆破

气体间隔装药技术在炮孔分段装药中部放置一个气体间隔器,待气体间隔器膨胀后形成一段空气柱,空气柱在外壁塑料的包裹下可以承受一定的重

量,从而将上下两段药柱分隔开。在空气柱的缓冲作用下可使爆破冲击波降到最低,同时密封炮孔以便产生一个密闭腔,有利于爆炸冲击波和爆生气体的作用,药柱起爆时,高压气体向空气柱内膨胀,使相临孔间岩石受压,炸药能量得到了有效发挥,避免了由于连续装药带来的药柱中部岩石的过度破碎^[1]。

采用气体间隔装药爆破,炮孔内间隔的空气柱起到了聚能器的作用,降低了爆炸产物的峰值压力,延长了破碎能对岩石的作用时间,同时气体间隔部位相当于提供了一个新的爆破自由面,使炸药分布更趋合理,减少了炮孔上部超标大块的产生和下部因炸药集中而造成的矿岩过度粉碎,扩大了岩石的破碎范围,使矿岩破碎块度更加均匀,提高了爆破能量的利用率,提高矿岩破碎质量,降低了炸药单耗。

2 施工方案选择

在进行施工方案选择时,充分结合采场生产实际,选用250mm型钻机作为穿孔设备,导爆管逐孔起爆技术进行设计施工。

2.1 爆破对象选择

选择节理裂隙不发育部位的矿石爆区作为研究对象,要求该部位矿体具有很好的连续性,没有或仅有少量岩石夹层,避免由于药量降低带来的爆破弱面影响而产生岩墙和根底。同时选择三个处于同一水平的爆区进行试验。鉴于中部间隔装药技术遇水孔时难以保证中部填塞及上部药柱装药质量,因此三个爆区需满足无水使用铵油炸药等特征。

2.2 间隔装药方案设计依据

间隔装药技术要在以下4个方面进行对比及论证:①间隔装药技术的必要性及可行性论证;②从爆区外观及爆破效果上比较岩渣间隔与空气间隔两种

李建华,河北辛集人,技术员,064404 河北省迁安市。

情况下,爆破后冲边帮破坏情况及后排孔矿石破碎情况;③三个爆区大块率验证;④设计过程中采用逐步增大孔网,减少单孔药量,力求达到最佳爆破效果,将大块率控制在比较理想的范围内。

3 间隔装药爆破设计

3.1 爆破设计要点

选择三个同水平、同岩性、同孔数(32 孔磁铁矿)爆区进行对比,要求三个爆区布孔方式和起爆方式相同,仅从装药结构及药量上有所区别,Ⅰ"爆区采用连续装药,Ⅱ"采用岩渣间隔装药,Ⅲ"采用空气柱间隔装药技术。

从后冲塌落、飞石效应、爆破震动、爆区形状、爆区隆起、爆区采掘断面、爆破费用节省程度等几个方面进行对比。

3.2 炸药选择

炸药类型选用首钢矿业公司自产多孔粒状铵油炸药,线装药密度为 0.82t/m³。多孔粒状铵油炸药的基本组成如下:硝酸铵 94.5%,柴油 5.5%。爆炸性能参数:装药密度 0.80~1.00g/cm³,爆速≥2 500 m/s,爆热 3726~5233kJ/kg,爆温 2179~2676℃,猛度≥8mm,作功能力 300~330mL,爆压 10GPa^[2]。

3.3 孔网参数及起爆网路设计

采用三角形布孔,可以避免由于单孔药量的减少产生的爆区前移不明显,导致爆后电铲不能采掘到设计标高的问题发生。孔网参数见表 1。

表 1 孔网参数

段高/m	孔径/mm	孔深/m	超深/m	孔网/m×m
12	250	14.5	2.5	6.6×6.5

起爆网路采用 Orica 导爆管逐孔起爆技术,在爆区规模上选用标准 32 孔爆区进行对比。起爆网路设计连线见图 1。

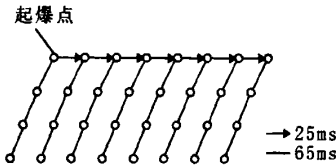


图 1 起爆网路设计连线图

3.4 装药量及爆破参数设计

由于钻孔下部爆炸作用相对于上段需要更多的岩体重力,所以爆破阻力自上而下逐渐增大。前排孔由于台阶自然坡面的原因,炮孔下部将比上段有更大的抵抗线,因此自上而下逐渐增大装药量是理想的装药结构。爆破参数设计见表 2。

4 爆破效果对比分析

爆破后对比,连续装药爆区采掘断面上部填塞

板块个别部位有大块产生;两间隔装药爆区由于将药柱分为两部分,使炸药能量得到有效释放,同时降低的上部填塞高度对爆区填塞板块的大块产生起到了很好的抑制作用,两爆区通过精心施工未出现超限大块,两中部间隔爆区隆起明显,但个别孔有小爆坑出现,且个别孔出现飞石;气体间隔装药爆区后排孔部位后冲较其它两爆区不明显,个别孔有少量后翻现象。

表 2 爆破参数设计*

爆区号	装药方式	间隔类型	单孔药量/kg	间隔长度/m	下段药量/kg	上段药量/kg
Ⅰ	连续装药		400			
Ⅱ	中部间隔装药	岩渣中部间隔	350	1.5	225	125
Ⅲ	中部间隔装药	气体中部间隔	350	1.5	225	125

* 对于连续装药的炮孔,填塞高度为 6.5m,中部间隔装药炮孔上部填塞高度控制在 5~5.5m。

4.1 爆区采掘断面对比

通过电铲采掘作业,连续装药爆区药柱中段部分有过度破碎现象,且填塞部分有个别大块产生,大块率高;间隔装药爆区由于将药柱分为两部分,过度破碎区域明显减小,大块率得到有效控制。铲装效率比采用连续装药爆区提高 90t/h(车型为 55t)。采掘爆破断面对比见图 2、图 3。



图 2 连续装药爆区采掘断面图

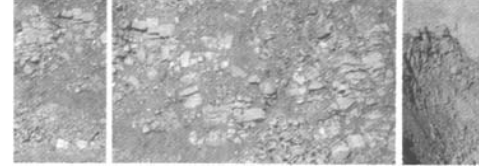


图 3 中部间隔装药爆区采掘断面图

4.2 经济指标对比

对爆破经济性进行分析,其相关指标见表 3。

表 3 经济指标对比*

爆区号	爆破量/t	单耗/(kg/t)	单位成本/(元/t)	单孔爆破成本/元	总成本/元
Ⅰ	70042	0.183	0.541	1184	37883
Ⅱ	70042	0.160	0.483	1057	33814
Ⅲ	70042	0.160	0.510	1117	35734

* 气体间隔器以 60 元/支计成本。

从表 3 中不难看出,采用间隔装药技术可降低爆破单耗及成本。以 260mm 钻机为例,单耗降低 0.023kg/t,单孔可节约爆破成本 65~124 元。同时,采用间隔装药技术可使岩石破(下转第 120 页)

2[#] 钻孔注浆采用水泥单液浆,前期采用普通硅酸盐水泥,后期选用 52.5[#] 硅酸盐水泥。

(2) 注浆方法。为保证挡水墙的强度和可靠性,将挡水墙设计为内、外墙挡水结构。内墙挡水,外墙为内墙的建造创造条件。外墙由 1[#] 钻孔承担,在无压条件下靠浆液结石体的自然堆积形成;内墙由 2[#] 钻孔完成,靠压力注浆而实现。因此,施工顺序为先外墙后内墙。外墙建造时采用水泥-水玻璃双液浆,为减少浆液扩散距离对井下设施造成破坏,尽量控制胶凝时间,并少量、多次注浆。内墙建造时,为使墙体密实,起到封堵过水通道的作用,要求浆液具有一定的扩散性能,以填充外墙缝隙,并向涌水通道扩散,增强堵水效果,故选择单液注浆(水泥浆),注浆工艺采用压力注浆。

1[#]、2[#] 钻孔注浆形成墙体后,均要钻进底板 1m,对底板进行注浆加固,以增强墙体与底板的结合力。

在此基础上,从 2[#] 钻孔孔深 410m 处向巷道前方打一分支孔,使分支孔在巷道附近穿过断层带,通过分支孔向断层带压力注浆。浆液选择:高标号单液水泥浆。采用高压、大泵量集中注浆法,以便浆液扩散,提高封水效果。

(3) 注浆参数(单液水泥浆)。①终压:2[#] 孔为 9.51MPa;2' 分枝孔为 11.89MPa;②终量:单液水泥浆不大于 100L/min;③终注标准:当达到终压、终量值并稳定 20min 以上时,可以结束注浆。

(4) 注浆结果。1[#] 钻孔采用水泥水玻璃双液无压注浆,共进行了 33 次,开始 3 次凝固时间 40 ~

56s,间隔时间 2h;此后凝固时间参数 30s,间隔时间 1.5h,共注水泥 153.15t,水玻璃 124t;最后进行 7 次单液压力注浆加固,注浆压力 7.5MPa,水泥用量 40t,采用双路送浆、孔底混合的注浆工艺。

2[#] 钻孔主孔进行单液压力注浆。注浆采用提拉式套管下部止浆的注浆工艺。共注浆 11 次,单次注浆量 5 ~ 15m³,注浆压力:初压 5 ~ 10MPa,终压:19.8MPa,注浆终量:70L/min,稳定时间:30min。

1[#]、2[#] 主孔注浆结束后,在巷道突水段前形成一道完整的挡水墙(厚度 > 9m)。最后通过 2' 孔的压力注浆,对 F₄ 断层及其附近裂隙进行封堵,为下阶段在 -470m 巷道掌子面的帷幕注浆创造条件。

注浆设计方案实施后进行了井筒排水,堵水效果非常明显,仅用两天就排干了井筒中水,-470m 巷道涌水量不到 10m³/h。巷道掘进成功通过 F₄ 断裂带。

5 效果及结论

(1) 采用了地表定向钻孔预注浆技术,在井下出水巷道构筑封水墙,并对涌水点注浆封堵。既经济又快速,为我国今后矿山淹井恢复治理提供了一条新途径。

(2) 矿床水文地质研究,井上、井下的测量技术,钻孔的纠偏和造斜技术,注浆设备结构、注浆材料配比参数的合理选取等,都是此次注浆方案成功的关键因素,为解决复杂富水矿床注浆堵水理论体系的建立,提供了一个成功范例,值得推广。

(收稿日期 2009-02-04)

(上接第 104 页) 碎均匀,大块率明显减少,不但降低了电耗,提高了电铲采装效率,延长了易损部件的寿命,同时降低了二次破碎的成本。

以大石河铁矿孟家沟为例,若每年 1 000 个炮孔使用中部间隔装药技术,可直接节约爆破成本 6.5 万 ~ 12.4 万元,节约二次爆破成本 4 万元,采装电耗等成本降低 5 万元,全年累计至少降低各项成本 16 万余元。

5 结论

试验结果显示,中部间隔装药优于连续装药,通过采用中部间隔装药,可使炸药能量得到充分利用,避免由于连续装药带来的药柱中部岩石过度破碎,同时提升药柱高度可较好地控制矿石爆区上部大块产生,可使后续采装等成本得到有效降低。

使用中部间隔装药技术需注意以下问题。

(1) 对地质结构、岩体性质、节理裂隙发育程度要有详细的了解。要求爆破技术员在钻机穿孔过程中详细调查每孔所穿岩石的软硬程度,并及时对孔网、孔深及时调整。

(2) 中部间隔装药的施工过程较烦琐,投放间隔器位置高度难以准确控制,倘间隔高度过大易产生飞石等不确定危害,即易造成安全系数降低。

参 考 文 献:

- [1] 程玉泉. 多孔粒状铵油炸药在边坡预裂爆破中的应用[J]. 爆破, 2003(1): 94 ~ 96.
- [2] 熊代余, 顾毅成. 岩石爆破理论与技术新进展[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2002: 68.

(收稿日期 2009-01-18)