

巷道工程

聚能管定向断裂爆破技术在岩巷掘进中的应用

王义和, 高占学, 苏 起, 左江波, 陈 彪, 官 亮

(宁夏煤业集团公司, 宁夏 石嘴山 753200)

[摘 要] 介绍了聚能管爆破技术原理, 给出了爆破参数和数值, 制定了爆破图表, 根据爆破效果进行了技术经济比较。

[关键词] 聚能管; 爆破技术; 岩巷掘进; 应用

[中图分类号] TD235.4 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225 (2009) 01-0054-03

Application of Directional Rupture Blasting Technology with Energetic Pipe in Rock Roadway Driving

光面爆破技术在煤矿岩巷掘进中得到了广泛地采用, 但由于受其本身原理的制约, 加上爆破设计参数的合理性, 专用炸药的使用, 以及钻爆施工操作等因素的影响, 存在着周边眼控制质量差、超欠挖过大、眼痕率过低、爆破效果差等问题。

聚能管爆破技术是最近几年发展起来的一项掘进爆破新技术, 不仅可以提高巷道成型质量, 减轻爆破对围岩的破坏, 使周边眼痕率达到 85% 以上, 而且还可以提高循环进尺, 减少辅助工序时间, 降低单位成本。

为此, 在二矿三水平暗副斜井下部车场施工中进行了岩巷聚能管爆破技术的试验, 经过 172m 车场大巷的试验研究, 达到了预期的目的, 取得了较好的技术经济效果。

1 聚能管爆破技术原理

聚能管爆破技术原理, 就是利用聚能管改变巷道周边眼的装药方式和方法, 以获得较好的爆破效果。

即在周边眼装药时, 将炸药放在利用 ABS 塑料制成的聚能管内, 对炮孔实行不偶合装药, 使聚能管本身对爆轰力产生瞬间抑制和导向作用, 并通过切缝提供瞬态卸压空间, 使爆轰压力在切缝处形成高能流, 集中在巷道轮廓线方向上传导, 使其沿轮廓线方向优先产生裂隙并定向扩展。

ABS 聚能管是一种抗静电、阻燃的特种塑料管, 规格为外径 $\phi 32\text{mm}$ 、内径为 $\phi 28\text{mm}$ 、壁厚 2mm, 两侧各有 1 条宽 4mm 的狭长切缝, 其长度可按照周边眼的装药长度而定。

2 试验条件

2.1 工程地质概况

三水平暗副斜井下部车场大巷试验段 172m, 断面直墙拱形, 高 3.58m、宽 5.0m, 掘进断面 16.83m^2 。

该巷道位于九层煤底板岩层, 由砂岩、页岩及煤线组成, 分别厚 5.7m, 1.61m, 0.41m, 岩层形状较为完整, 岩性属 II 类, $f=5\sim 8$ 。

2.2 施工作业情况

掘进爆破使用 $\phi 27\text{mm}$ 和 35mm 乳化炸药, 巷道支护采用锚喷、砌碛两次支护, 锚杆直径 $\phi 16\text{mm}$ 、长 1.8m、间排距 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$, 喷浆厚度 30mm, 周边眼装药采用 ABS 聚能管。

2.3 工程质量要求

车场试验段大巷为永久服务巷道, 要求巷道的支护质量高、稳定性好、承载能力强。爆破质量和效果必须达到规定要求, 即巷道周边轮廓的平整度要好, 围岩凹凸度小于 90mm, 周边眼痕率达到 90%, 爆破工程质量一级品率达到 90%, 围岩喷层的回弹率小于 30%。

3 周边眼参数的选择

3.1 周边眼距的确定

根据聚能管爆破技术岩石裂缝形成的机理, 可求得周边眼炮眼间距为:

$$a = K(2b_p/S_t)^{1/a} \cdot d_b \quad (1)$$

式中, K 为爆炸应力波系数, 实验室测定 $K=1.85\sim 4.5$, 按不同种类炸药取值, 乳化炸药取大值 K

[收稿日期] 2008-05-18

[作者简介] 王义和 (1964-), 男, 河北唐山人, 高级工程师, 宁夏煤业 (集团) 公司金能煤业公司科研所副总工程师。

=4.5; b 为切向应力与径向应力比值, $b=r/(1-r)=0.33$, r 为炮泥材料的泊松比, 取 0.25; α 为应力波衰减系数, $\alpha=2-b=1.67$; p 为炮眼壁上产生的冲击压力, $P_{max}=S_c=95.2\text{MPa}$ S_c 岩石单向抗压强度, 实验室测得砂岩为 95.2MPa; S_t 为岩石单向抗拉强度, 取砂岩、页岩、煤线中最大值, 依据实验室测定, S_t 为 6.8MPa; d_b 为炮眼直径, $d_b=36\text{mm}$ 。

将上述参数代入 (1) 式中得 $a=615\text{mm}$, 取周边眼炮眼间距为 600mm。

3.2 周边眼装药量的确定

周边眼的装药量必须保证装药爆炸后, 周边炮孔留有半边残孔。据此原则, 可得出每米炮眼的装药长度:

$$L_4 \leq 8K_b S_c / nQ d_1^2 \cdot (d_b / d_c)^6 \tag{2}$$

式中, K_b 为体积应力状态下岩石抗压强度增大系数, 一般为 7~15, 根据试验, K 取 14; Q 为炸药密度, 乳化炸药为 1.05~1.25g/cm³, 取 $Q=1.25\text{g/cm}^3$; d_1 为爆速, $d_1 \geq 3000\text{m/s}$ 取 $d_1=3000\text{m/s}$ d_c 为药卷直径, 27mm; n 为试验确定的

系数, 一般为 $5 \times 10^{-2} \sim 8 \times 10^{-2}$, 根据实测 n 为 7.4×10^{-2} 。

将上述参数代入 (2) 式得 $L_4=0.232$ 则每米装药量为 $q=\pi d_c^2 / 4 \cdot L_4 \cdot Q=165.95\text{g}$ 周边眼 1.8m 深炮眼装药量为 $1.8 \times 165.95\text{g} \leq 298.71\text{g}$ 取周边眼装药量为 300g

4 爆破图表的制定

根据地质条件、生产条件及周边眼参数的选择, 设计出炮眼布置 (如图 1), 爆破参数 (如表 1), 并得出了试验前后爆破效果对比表 (表 2)。

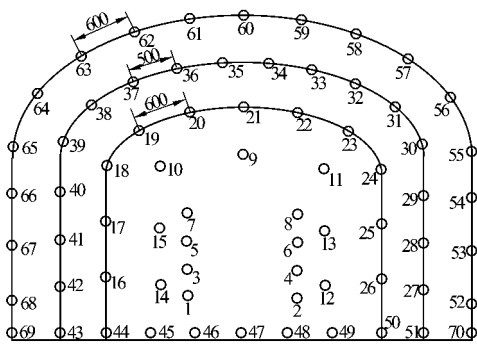


图 1 试验设计炮眼布置

表 1 三水平暗斜井下部车场大巷爆破参数

眼序	炮眼名称	眼距 /mm	眼深 /mm	眼数 /个	炮眼角度 / (°)		装药量			起爆顺序	取线方式	装药结构	封口炮泥长度 /mm
					水平	垂直	卷·眼 ⁻¹	卷	/kg				
1~8	掏槽眼	300 (1200)	2	8	76	90	6	48	9.6	I			
9~15	辅助眼	500 (800)	1.8	7	90	90	4	28	5.6	II			
16~26	辅助眼	600	1.8	11	90	90	4	44	8.8	III			
27~42	辅助眼	500	1.8	16	90	90	4	64	12.8	IV			
43~51	底眼	500	1.8	9	90	85	5	45	9	IV	串联方式	连续反向	不小于 500
52~54	周边眼	600	1.8	3	88	90	3	9	0.9	V			
55~65	周边眼	600	1.8	11	90	90	3	33	3.3	V			
66~68	周边眼	600	1.8	3	88	90	3	9	0.9	V			
69~70	周边眼	600	1.8	2	88	85	5	10	0.2	V			
合计				70				290	52.9				

表 2 试验前后爆破效果对比

项目	试验前	试验后	效果对比 /%
循环炮眼数 /个	82	70	-17.07
炮眼深度 /m	1.2	1.8	+50
炮眼利用率	85	94	+10.6
炸药单耗 /kg·m ⁻³	2.24	1.85	-0.17
雷管单耗 /个·m ⁻³	4.78	2.45	-0.48
周边眼痕率 /%	50	90	+80
周边不平整度 /mm	≤250	≤80	-68
周边眼距 /mm	300	600	+100
周边炸药单耗 /kg·m ⁻¹	0.55	0.17	-0.69
周边眼装药量 /kg·眼 ⁻¹	0.6	0.3	-0.5
初喷用料 /m ³ ·m ⁻¹	1.82	1.67	-8.2
循环进尺 /m	1.1	1.7	+54.5

5 技术经济效果分析

5.1 技术效果

(1) 巷道成型好。由于使用了 ABS 聚能管, 减少了爆破对围岩的震动影响, 能有效地控制爆破质量, 减少了巷道周边超欠挖量, 减轻了爆破对巷道围岩的破坏, 使巷道成型明显改善。

(2) 减少巷道工程量, 节约工程材料。少打眼、少出矸, 节约了炸药、雷管和钎头, 降低了工程材料费用。

(3) 节约了钻眼时间, 车场大巷原钻爆施工

钻眼 1.2m, 需用时 170min, 采用聚能管后钻眼深度增大到 1.8m的情况下钻眼时间 200min, 每钻眼 1m节约 0.14min, 每循环节约 17.64min.

(4) 提高单进速度. 原车场大巷循环进尺 1.1m, 每月进尺仅 66m, 应用 ABS聚能管爆破技术后, 循环进尺 1.7m, 月进尺可达 102m, 从而使单进提高 55%.

(5) 提高工人的劳动积极性. 采用该项爆破技术后, 减少单位进尺的工时消耗, 劳动效果明显提高, 从而提高工人的劳动收入, 调动工人的劳动积极性.

5.2 经济效果

(1) 节约爆破材料费用 传统装药爆破循环进尺 1.1m, 每米用雷管 75个、炸药 34.9kg 而应用 ABS聚能管爆破新技术后, 循环进尺提高到 1.7m, 共需雷管 70个、炸药 52.9kg 即每米进尺耗用雷管 41个、炸药 31.12kg 从而每米进尺节约雷管 34个、炸药 3.78kg 按雷管 0.9元 /个, 乳化炸药 5.5元 /kg计算, 每米进尺可节约爆破材料费用 51.39元.

(2) 降低支护费用 由于巷道成型好, 喷射砂浆由原来的 50mm降低到 30mm, 每米巷道节约喷浆 0.69m³, 按每立方米砂浆 85元计算, 每米巷道节约喷射支护材料费 58.65元.

(3) 减少工时费 由于循环进尺的提高, 工时费用减少, 每班用工 12人, 按每人工时费 18元不变计算, 则每米进尺节约工时费 39.24元.

(4) 减少排矸费用 每米巷道少挖矸 0.69m³, 按每车矸石 1m³, 排矸费 10元 /车, 每米巷道减少排矸费用 6.9元.

(5) 聚能管消耗增加费用 应用 ABS聚能管爆破技术后, 每循环消耗聚能管 19个, 每米进尺平均消耗聚能管 11.18个, 每个聚能管 5元, 则每

米进尺消耗聚能管的费用为 55.88元.

综上所述, 应用 ABS聚能管爆破技术, 扣除增加的聚能管费用后, 车场大巷试验段每米巷道爆破掘进和喷射支护施工共节约费用 100.3元, 整个试验段 172m共节约费用 17251.6元.

6 结束语

(1) 聚能管爆破技术对凿岩爆破技术没有特殊要求, 无需改变常规的凿岩爆破工艺, 只需在周边眼内装入预先加工好的聚能药包, 周边眼个数减少、装药工艺简单, 断裂效果比普通光面爆破效果明显提高, 适于各种断面岩巷应用, 特别适用于大断面岩巷掘进.

(2) 利用聚能管实现周边眼定向断裂爆破, 能精确地控制巷道成型, 提高了巷道自身的承载力, 增强了围岩的稳定性, 有利于安全生产.

(3) 在现有的机械化水平基础上, 无需增加设备投资便可实现周边断裂控制爆破, 提高岩巷掘进速度, 降低成本, 聚能管爆破技术有着良好的技术经济效益.

(4) 采用聚能管爆破技术, 适于进行中深孔爆破, 可推行深孔大循环作业方式, 是在目前技术条件下实现大断面岩巷深孔快速掘进行之有效的关键性措施.

[参考文献]

[1] 李世平 . 岩石力学简明教程 [M] . 徐州: 中国矿业学院出版社, 1999.

[2] 张 奇 . 爆破理论与优化 [M] . 北京: 煤炭工业出版社, 2005.

[3] 王廷武, 刘清泉, 杨永琦, 等 . 地面与地下工程控制爆破 [M] . 北京: 煤炭工业出版社, 2004.

[4] 中国煤炭工业协会煤矿支护专业委员会 . “煤矿支护与安全学术” 研讨会论文集 [R] . 南京: 煤炭科学研究总院南京研究所, 2005. 12.

[责任编辑: 王兴库]

(上接 53页)

内, 此时亦能进行建筑物下采煤.

(2) 通过开采沉陷预计, 分析建筑物将受采动影响的损害程度, 对地面建筑物采取适当保护加固措施, 可以保证建筑物的安全使用; 通过开采措施的选择, 在开采后地表不积水的前提下, 减少地表变形对建筑物的影响; 对已产生损坏的建筑物, 采取适当的维修技术, 可以保证建筑物的安全使用. 从而实现不迁村安全采煤.

(3) 不迁村采煤具有成本低、见效快, 经济效益显著的特点, 可减少村庄搬迁或重建费, 开采

沉陷治理费, 水资源破坏或经济补偿费等, 具有广泛的社会效益和环境效益.

[参考文献]

[1] 国家煤炭工业局 . 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程 [M] . 北京: 煤炭工业出版社, 2000.

[2] 煤炭科学研究院北京开采研究所 . 煤矿地表移动与覆岩破坏规律及其应用 [M] . 北京: 煤炭工业出版社, 1981.

[3] 周国铨, 崔继宪, 刘广容, 等 . 建筑物下采煤 [M] . 北京: 煤炭工业出版社, 1983.

[4] 徐乃忠, 张玉卓 . 采动离层充填减沉理论与实践 [M] . 北京: 煤炭工业出版社, 2001.

[责任编辑: 徐乃忠]