

文章编号:1673-0062(2009)03-0018-05

深孔分段爆破成井技术在南方某硬岩型铀矿山 充填井掘进中的应用

冯海生^{1,2}, 曾令国², 丁德馨^{1*}

(1. 南华大学核资源与安全工程学院, 湖南衡阳 421001; 2. 中核韶关锦原铀业有限公司, 广东韶关 512329)

摘要:南方某硬岩型铀矿山棉花坑矿井200 m中段43线的充填井, 由于靠近构造带, 其围岩较破碎, 再加上含水量大, 因而贯通地表的安全条件差, 普通天井掘进法难以应用。为此, 采用深孔分段爆破成井技术掘进该充填井。本文介绍了采用深孔分段爆破成井技术掘进该充填井的方案设计和施工技术。

关键词:深孔分段爆破; 天井掘进; 硬岩型铀矿

中图分类号:TD23 **文献标识码:**B

Application of Deep Hole Blasting to Shaft Sinking in a Hard Rock - type Uranium Mine in South China

FENG Hai-sheng^{1,2}, ZENG Ling-guo², DING De-xin^{1*}

(1. School of Nuclear Resources and Safety Engineering, University of South China, Hengyang, Hunan 421001, China; 2. Jinyuan Uranium Mine, CNNC, Shaoguan, Guangdong 512329, China)

Abstract: The shaft for backfilling in the 43 exploratory line on the 200 m level in the Mi-anhuakang mining area in a hard rock uranium mine in South China could not be excavated by using conventional shaft sinking methods since it was near the fault zone and the rock around it was broken and water-bearing. Therefore, the shaft was excavated by using deep hole blasting. This paper presented the design for the blasting and the construction.

Key words: deep hole blasting; shaft sinking; hard rock - type uranium mine

深孔分段爆破成井技术^[1-5]是一种先进的天井掘进法。该项技术最早由中南矿冶学院(现中南大学)在桃林铅锌矿试验成功。随后, 衡阳工学院(现南华大学)又在粤北某铀矿山开展了深孔分段爆破法开切割槽的试验, 并取得了成功^[2]。

南方某硬岩型铀矿山棉花坑矿井200 m中段43线的充填井, 由于靠近棉花坑构造带, 因而岩石较破碎, 再加上含水量大, 贯通地表的安全条件差, 高度大, 因此, 普通天井掘进法难以应用。在这样的条件下, 开展了应用深孔分段爆破成井技术

收稿日期:2009-06-18

作者简介:冯海生(1963-), 男, 湖南郴州人, 中核韶关锦原铀业有限公司工程师, 工程硕士研究生。主要研究方向: 铀矿开采。* 通讯作者。

掘进天井的试验. 本文旨在介绍深孔分段爆破成井技术的设计、施工, 并就存在的问题进行探讨.

1 概况

粤北某铀矿山棉花坑矿井 200 m 中段 43 线充填井的底部设计标高为 200, 顶部设计标高为 273 m, 贯通地表, 总高度为 73 m, 断面规格为 2 m × 2 m. 岩石主要是燕山期花岗岩, 因靠近棉花坑构造带, 有渗水, 岩石破碎, 岩石硬度中等, 普氏系数 $f=8 \sim 10$. 充填井设计分三段施工: 一是在 200 m 中段上向掘进 6 m, 形成爆破自由面; 二是

273 m 标高地表下向挖掘 6.5 m, 清除地表浮土, 并用混凝土锁口; 三是标高 206 ~ 266.5 m 段采用深孔分段爆破成井技术成井.

2 深孔分段爆破成井的设计与施工

2.1 深孔设计与施工

2.1.1 深孔设计

在天井断面内共布置 5 个深孔, 孔径 $d = 90 \text{ mm}$, 孔深 60.5 m, 全部为贯穿孔. 其中: 掏槽孔为 0 号孔, 周边孔为 1、2、3、4 号孔. 布置方案见图 1.

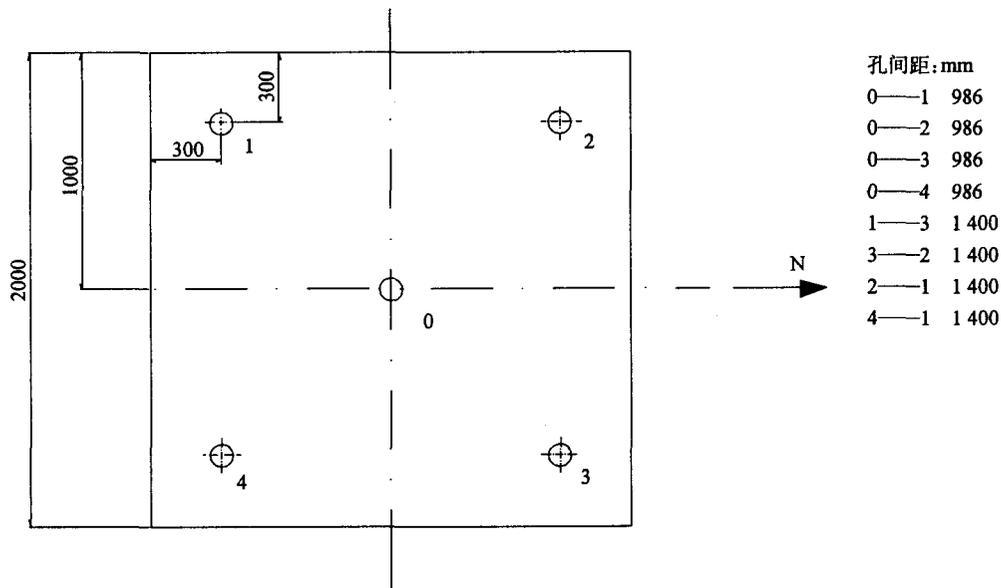


图 1 炮孔布置及其间距示意图

Fig. 1 Sketch showing layout of deep holes

2.1.2 钻孔

选用二三三厂的 XUL - 300 型钻机, 最大钻孔深度为 300 m. 钻孔完成后实测结果如下: 0 号孔深 60.8 m, 1 号孔深 63 m, 2 号孔深 63.3 m, 3 号孔深 63.7 m, 4 号孔深 63.1 m. 其中 0、1、3、4 号孔已和天井的工作面贯通, 2 号孔打到了围岩中未贯通.

2.2 爆破参数选定

2.2.1 炮孔直径

根据以往的经验 and 装药的要求, 选择孔径 $d = 90 \text{ mm}$.

2.2.2 最小抵抗线

最小抵抗线由如下经验公式确定:

$$W = (23 \sim 30)d$$

式中: W —最小抵抗线, m;

d —孔径, m.

据此求得 $W = (2 \sim 2.7) \text{ m}$, 取下限 2 m 作为最小抵抗线.

2.2.3 炸药单耗及选型

根据类似矿山的经验, 炸药单耗量 q 确定为 4.6 kg/m^3 . 选用的炸药为 RJ - 2 型乳化炸药, 药卷直径 75 mm, 长 385 mm, 每卷药卷重 2 kg. 经验算炮孔装药量为 $5.1 \text{ kg/m}^3 > 4.6 \text{ kg/m}^3$, 可以满足装药要求.

2.2.4 钻孔个数

用下式计算;

$$N = kqs/r$$

式中: N —钻孔个数, 个;

k —断面系数, $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 的 k 取 1;

q —炸药单耗量, kg/m^3 ;

s —天井断面面积, m^2 ;

r —每米炮孔装药量, kg/m .

采用上式计算得 $N=4.3$. 由此将钻孔个数确定为 5 个.

2.2.5 掏槽方式

以标高 206 m 处的井筒工作面为自由面,采用中心掏槽方式掏槽.

2.2.6 爆破方法

采用柱状装药,分段爆破.

2.2.7 起爆网络

采用非电导爆网络,正向起爆,火雷管引爆网络,0~5号共分成6段,时差为50ms.

2.2.8 分段爆破高度的确定

采用分段爆破法爆破. 第一分段根据下部已形成的补偿空间确定分段高度;其它分段根据一个作业班次所能完成的装药量确定分段高度,铀矿冶每个工班作业时间以6h计,装药量一般控制在150~200kg,相应的分段高度为6~8m. 根据这些原则,成井爆破分9段进行,第一段为4.5m,第二至第八段均为8m.

2.3 深孔成井爆破

2.3.1 测孔

装药前用测绳测量孔深和检查孔内情况.

若出现炮孔堵塞,要及时进行处理.

2.3.2 堵孔

先用14#铁丝悬吊一个略小于深孔直径的小木塞由上往下放到孔底,让小木塞卡在深孔的孔底孔口,并拉紧铁丝固定. 然后用岩粉堵塞,用绳吊重锤压实,孔底堵塞长度为600~700mm.

2.3.3 火工材料加工

起爆药卷加工:用木质锥子在药卷中部钻一个孔,同时正向插入导爆索和非电导爆毫秒雷管,并用胶布缠紧封口,留出挂取装置.

药卷加工:在每个药卷的一端加工挂取装置.

挂取装置用废旧导爆管的塑料管制成,用胶布固定在药卷上.

2.3.4 装药

自下而上采用连续柱状装药. 装药时用绳子和铁丝钩将加工好的药卷逐个放下,最后采用岩粉堵塞炮孔上部. 堵塞长度为800~1000mm,装药量控制在同一水平高度(见图2).

2.3.5 起爆网络

采用非电导爆网络,正向起爆,火雷管引爆网络. 网络采用非电导爆毫秒雷管主爆和导爆索辅爆的双保险起爆方式. 起爆药包分别装在药柱两端的第二节药卷位置,单孔内为同一段数非电导爆毫秒雷管,导爆索由孔底起爆药卷引到孔口. 主

爆破网路用火雷管引爆,其传爆顺序如下:

火雷管—主导爆索—导爆管—非电雷管—孔内导爆索—乳化炸药(见图3). 炮孔间采用毫秒微差爆破,首段为2段,其他为4、6、8、10段,微差延时间隔 Δt 为50ms,炮孔起爆按0、1、3、2、4号孔顺序进行(见表1).

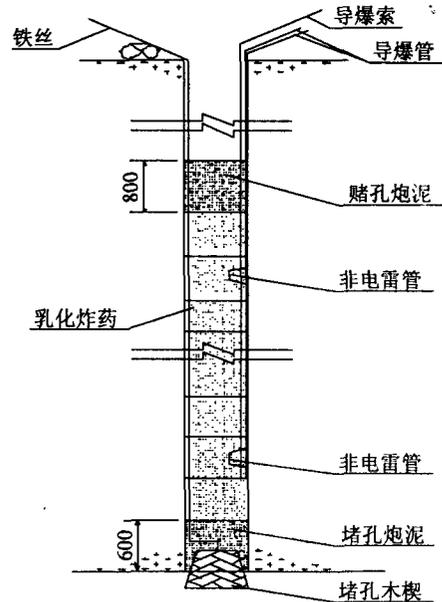


图2 装药结构示意图

Fig. 2 Sketh showing structure of the loaded hole

2.3.6 爆破量的计算

每一分段爆破后,岩石崩落在井筒内,爆破总体积 242 m^3 ,总爆破量620t. 爆破补偿空间不足时,由200m中段充填井底部漏斗放出部分岩碴. 爆破完成后,岩碴全部放出,检查整个井筒成井情况.

2.3.7 爆破安全工作

爆破时做好安全警戒工作,防止人员进入警戒区. 在200m中段充填运输巷道和地表均设警戒区. 爆破前要设置警戒标志,并派人把守.

2.4 主要工程量及材料消耗

主要工程量及材料消耗见表2.

2.5 爆破工期及效果

2.5.1 工期:每一分段爆破为一个班次,共8天.

2.5.2 爆破效果:成井规整.

3 问题的探讨

3.1 钻孔施工

钻孔施工中主要是要控制好钻孔偏斜,钻孔偏斜过大将影响深孔分段爆破成井的效果. 引起钻孔偏斜的原因主要有以下几方面:

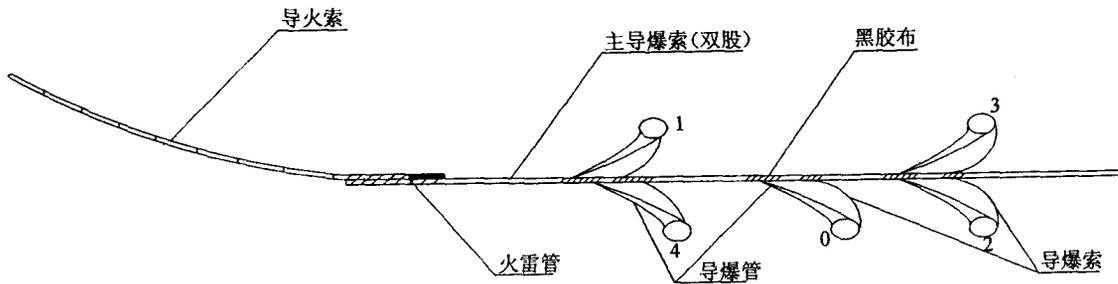


图 3 起爆网路连接示意图

Fig. 3 Sketch showing the network for initiation

表 1 炮孔爆破顺序

Table 1 Sequence for initiation

孔号	0 号	1 号	3 号	2 号	4 号
雷管段数	2 段	4 段	6 段	8 段	10 段

表 2 主要工程量及材料消耗

Table 2 Quantities of key projects and consumption of material

序号	名称	单位	单耗	数量	备注
1	2 m × 2 m 天井	m		60.5	
2	爆破岩石量	m ³		242	
3	炮孔	个		5	
4	炮孔总长	m		313.9	
5	装药量	kg	5.1 kg/m ³	1 238	
6	非电导爆毫秒雷管	发		80	每次每段 10 发
7	8 号火雷管	发		8	每次 1 发
8	导火索	m		10	每次 1 m
9	导爆索	m		800	
10	胶布	卷		80	
11	铁丝	m		500	
12	绳子	m		400	

3.1.1 凿岩设备

设备本身的精度往往造成一定的系统误差. 因此, 选用性能稳定的钻机对控制钻孔偏斜至关重要. 本次深孔分段爆破选用 XUL - 300 型钻机, 其钻孔偏斜率小于 1%, 能满足控制钻孔偏斜的要求.

3.1.2 岩性变化

岩性变化主要体现在软硬岩层的交界面上. 当钻头穿过软岩向硬岩钻进时, 由于硬岩的层面不一定与钻进方向垂直, 钻头容易沿层面钻进; 若穿过破碎带, 也容易沿层面发生偏斜. 因此, 施工人员应先了解地质情况, 施工时随时注意钻进情况, 及时调整钻进速度, 以减少偏斜.

3.1.3 深孔分段爆破的成井深度与选址

深孔分段爆破的成井深度控制在 100 m 以内. 选址是深孔分段爆破成井的重要环节, 选址时既要满足生产工艺的要求, 又要考虑岩石结构和地质条件, 尽量选择在岩石结构和地质条件较好的地段. 本次深孔分段爆破成井因选择在破碎带中, 爆破中常出现堵孔现象, 主要是岩石破碎, 爆破后孔内掉块引起的.

3.2 爆破参数

3.2.1 炸药单耗

通常只能凭实践经验得出. 国内矿山实践证明, 炸药单耗与岩石性质、天井断面大小、炮孔直径和数目、分段高度和装药结构、药卷的直径等有

密切关系. 在施工中要及时总结经验, 选择最佳炸药单耗, 条件允许时采用间隔装药的方法来降低炸药单耗.

3.2.2 装药结构和起爆方法

装药结构有两种, 即柱状连续装药和间隔装药. 实际上两种是混用的, 间隔装药需测定炸药殉爆距离或加装起爆药. 本次爆破均采用连续装药, 由于炸药单耗偏高, 致使岩石被过度粉碎. 对于深孔分段爆破成井, 非电导爆毫秒电雷管主爆和导爆索辅爆是较好的方式, 但在连接起爆网路时, 要注意导爆索、导爆管的传爆方向.

3.3 炮孔填塞

填塞炮孔是为了增加爆压, 延长爆破产物膨胀的高温高压过程, 目的是提高爆能的利用率. 经验表明, 下填长度不超过最小抵抗线, 以免影响岩碴抛掷. 本次成井下堵长度为 600 ~ 700 mm, 均小于最小抵抗线; 上堵长度一般为 800 ~ 1 000 mm; 最后一分段, 孔口留 2 000 ~ 2 500 mm 不装药, 用岩粉堵满, 以免爆破飞石造成安全事故. 孔内渗水时, 填堵物容易被水冲走, 要及时进行处理, 以免影响爆破效果.

3.4 爆破后造成的炮孔堵塞

每分段爆后, 经常出现炮孔被堵的情况, 而且处理困难. 造成堵孔的原因主要有: 炮孔下堵过高、孔内掉块、误炮或拒爆等. 防止堵孔须采如下

措施: 1) 控制装药高度, 并使所有炮孔的装药高度保持在同一水平; 2) 采用双雷管起爆和导爆索辅爆, 防止拒爆; 3) 准确测定水平层状破裂构造, 合理控制爆破分段, 防止破碎带水平贯穿. 堵孔主要采取用高压水冲洗、重物坠孔和钻机扫孔等三种方法进行处理.

4 结束语

实践证明, 深孔分段爆破成井掘进天井较普通法掘进安全性好、劳动强度低、工效高, 随着深孔凿岩设备、爆破理论、爆破器材、装药设备、爆破效应等方面的进展, 其应用将会越来越广.

参考文献:

- [1] Ding Dexin. A case study on long hole raising by shooting to relief holes[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 1997, 7(3): 159 - 162.
- [2] 杨仕教. 七四五矿就地破碎浸出深孔拉槽的研究[J]. 世界采矿快报, 1998, 14(10): 32 - 35.
- [3] 王青泉, 焦宏兴. 溜煤眼深孔爆破一次成井施工技术[J]. 矿业安全与环保, 2003, 30(S): 198 - 199.
- [4] 林从谋. 暗立井深孔爆破一次成型技术[J]. 煤矿爆破, 2004(1): 17 - 20.
- [5] 许清起. 深孔爆破一次成井技术在采区煤仓施工中的应用[J]. 煤矿开采, 2005, 10(3): 56 - 57.