

# VCR 法在紫金山金铜矿 2 号溜井贯通中的应用

黄逢春<sup>1</sup>, 刘云峰<sup>2</sup>

(1.安徽省地质矿产勘查局三一三地质队,安徽六安 237010; 2.黑龙江省齐齐哈尔矿产勘查开发总院,黑龙江齐齐哈尔 161006)

**摘要:**针对紫金山金铜矿露天采矿场 2 号溜井贯通施工的情况,详细阐述了溜井 VCR 法贯通爆破的施工方法。考虑因爆破时间限制的影响,提出了可行的解决方案。通过溜井顺利贯通的施工经验及施工分析,总结出了 VCR 法在溜井贯通爆破中的注意事项。

**关键词:** VCR 法;护孔;装药爆破;炸药单耗

**中图分类号:** TD521<sup>+</sup>.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2018)02-0081-03

**Application of VRC Method in Transfixion Construction of 2nd Chute in Open Pit Mining Field of Zijinshan Gold-Copper Deposit/HUANG Feng-chun<sup>1</sup>, LIU Yun-feng<sup>2</sup>**(1.No.313 Unit of Bureau of Geology and Exploration of Anhui Province, Lu'an Anhui 237010, China; 2.Heilongjiang Province Qiqihar Mineral Exploration and Development Institute, Qiqihar Heilongjiang 161006, China)

**Abstract:** According to the transfixion construction of 2nd chute in open pit mining field of Zijinshan gold-copper deposit, the paper elaborates in detail the transfixion blasting construction of chute VRC method. Considering the influence of blasting time limit, a feasible solution was proposed. By the smooth chute transfixion experience and the analysis on the construction, the attentions for VRC method in chute transfixion blasting operation are summarized.

**Key words:** VRC method; hole protection; charge blasting; unit explosive consumption

## 1 工程概况

紫金山金铜矿地处福建省龙岩市上杭县,有中国第一大金矿的美称,黄金储量约 300 t,铜矿保有储量约 500 万 t,属“上金下铜”特大型金铜共生矿床<sup>[1]</sup>。目前正处于由金转铜的开采过程,铜矿出露逐渐增多,铜矿石处理量日趋增长。为降低运输成本,增加铜矿石处理量,考虑开通新的垂直运输溜井。鉴于原 2 号溜井(前期主要为矿山内排水用)周围矿石岩性主要为铜矿石,设计将原 2 号溜井改造成垂直运输下矿溜井。

紫金山金铜矿 2 号溜井周围矿石岩性主要为花岗型硫化铜矿石,其次为隐爆碎屑岩型硫化铜矿石。

现设计改造成用于铜矿石垂直下矿运输的溜井,为直径 4 m 的圆柱形溜井,位于 11~15 号勘探线间。前期矿井建设时已施工至标高 676 m 处,现 2 号溜井顶面平台标高为 688 m,存在 12 m 的贯通高度。

## 2 施工方案的选择

该矿山实际生产情况为,既有铜矿石溜井生产下矿能力无法满足现铜矿选矿厂生产需求,需及时启用 2 号溜井下矿,以保证铜矿选矿厂的正常生产。而由于 2 号溜井井口位置距平台推进直线距离尚有 60 m 左右,如按照正常的平台推进速度至少要花费 2 个月时间才能将 2 号溜井爆破揭露出来,施工中耽误时间较长,无法完成铜矿全年生产计划,且按照常规露天中深孔爆破会对溜井井壁造成损坏。鉴于紫金山金铜矿地采建井过程中有过 VCR 法爆破的先例与经验,综合分析,针对 2 号溜井的特殊情况,决定采用 VCR 法进行贯通爆破,以保证完成生产任务。

## 3 爆破施工

### 3.1 钻孔机具的选择

紫金山金铜矿露天采场现有的潜孔钻机类型有宣化 KQG-150 型和宣化 CM351 型钻机,穿孔直径分别为 150 和 120 mm。考虑 KQG-150 型钻机移动、水平、垂直度较难控制,而 CM351 型钻机则相

对简单,决定采用CM351型钻机进行穿孔。

### 3.2 布孔及穿孔

穿孔分为束状孔和周边孔两部分。束状孔布置在以井筒中心为圆心、直径为1 m的圆周上,穿孔数量共计6个,其中装药孔3个,非装药孔3个,装药孔与非装药孔间隔布置;周边孔布置在以井筒中心为圆心、直径为3.8 m的圆周上,穿孔数量共计6个,保证所穿孔能穿透到2号溜井井筒内,具体穿孔布置如图1所示。

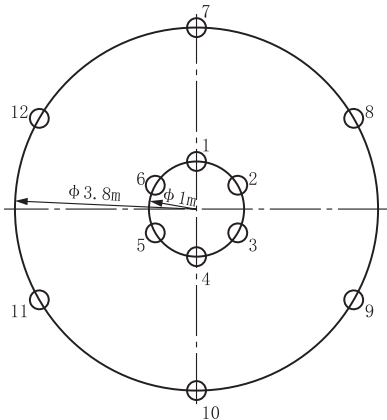


图1 穿孔平面布置图

穿孔前先用测量人员准确放样出2号溜井井筒中心位于688平台位置,将井筒位置及周边场地整平,以井筒中心为中心点,按照直径1 m在平台上画圆,将该圆等分成6份并做好标记,然后用CM351型钻机穿孔。穿孔时配备好水平尺、量角器和垂球,水平尺用于调整钻机机身的水平度,量角器和垂球用于控制钻杆的垂直度。待直径为1 m的圆上6个孔均穿完时,再以井筒中心为中心点,按照直径3.8 m在平台上画圆,然后将该圆等分成6份并做好标记,再按上述方法穿孔。

### 3.3 护孔

待孔穿完后将空压机的风管伸入孔内进行吹孔,目的是为了将孔壁上附着的炮灰碎渣吹落,再用 $\text{O}110\text{ mm}$ 的PVC管套入孔内,原则上将PVC管套至孔壁完好处,由于施工困难,此处PVC管套入深度以能套入孔内最大深度来施工,以保护爆破后剩余部分炮孔的完整性。

### 3.4 堵塞长度

对于VCR法爆破来说,上、下堵塞长度是一个极为重要的参数,若下堵塞长度过小,易使爆声气体侧向逸出导致爆破失效,若下堵塞长度过大,使球状

药包仅在炮孔内炸出一个药壶而不能爆出向下的爆破漏斗,而导致爆破失败。本工程取下堵塞长度 $L_{\text{下}}$ 为0.7~0.9 m,上堵塞 $L_{\text{上}}$ 为0.8~1.0 m<sup>[2-3]</sup>。

### 3.5 装药爆破

由于溜井贯通深度为12 m,溜井直径为4 m,借鉴理论数据,在岩性稳定、岩石系数 $f=6\sim 8$ 的情况下,最佳埋深 $h$ 为0.75 m,在此埋深下爆破作业指数 $n=0.65$ ,再结合单次周边眼柱状药包爆炸高度为: $H_{\text{周}}=(1+n^2)W$ ,即 $H_{\text{周}}=4.26\text{ m}$ ,所以2号溜井贯通需要进行爆破的次数为: $12/4.26=2.8$ 次,取整数为3次,考虑露采爆破的时间限制因素,综合考虑后分3次装药,两次爆破的方法进行施工,先将下层4 m位置爆破完,然后再将上层4 m和中间4 m进行分层装药,联网时中间用一发65 ms雷管延期进行爆破。

#### 3.5.1 底层装药爆破

对于中间束状孔采用间隔孔装药法,中间1、3、5号孔装药,2、4、6号孔不装药,周边7~12号孔均装药;炸药采用多孔粒状铵油炸药,雷管采用澳瑞凯高精度导爆管雷管,孔内400 ms延期雷管,孔外65 ms延期雷管,采用3节 $\text{O}32\text{ mm}$ 乳化炸药作起爆药包;装药时先将1、3、5、7~12号孔用间隔器吊入孔底,再装入约20 cm炮泥,然后在1、3、5号孔内各装入1 m高多孔粒状铵油炸药、起爆药包及雷管,1、3、5号孔内共装入铵油炸药25 kg, $\text{O}32\text{ mm}$ 乳化炸药1.8 kg,再在7~12号孔内装入2 m高的铵油炸药、起爆药包及雷管,7~12号孔内共装入铵油炸药100 kg, $\text{O}32\text{ mm}$ 乳化炸药3.6 kg。具体装药结构如图2所示。

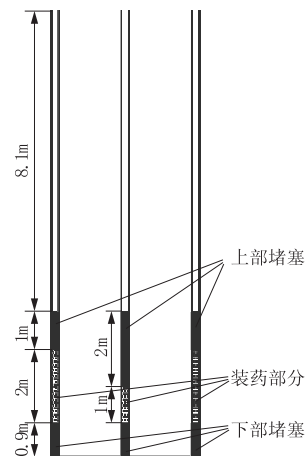


图2 底层装药结构示意图

### 3.5.2 网络连接

底层装药完成后进行网络连接,周边 7~12 号孔采用对角逐孔连接起爆,束状孔 1、3、5 号孔连在一起同时起爆;爆破顺序为:1、3、5—7—10—8—11—9—12,各孔之间延期 65 ms。

### 3.5.3 中、上层装药爆破

待底层爆破完成后,爆破后孔深检查约为 8 m 左右,孔壁均完好,进行中、上层装药爆破。

同样中间束状孔采用间隔孔装药法,中间 1、3、5 号孔装药,2、4、6 号孔不装药,周边 7~12 号孔均装药;炸药采用多孔粒状铵油炸药,雷管采用澳瑞凯高精度导爆管雷管,孔内 400 ms 延期雷管,孔外 65 ms 延期雷管,采用 3 节  $\text{O}32$  mm 乳化炸药作起爆药包;中层装药时先将 1、3、5、7~12 号孔用间隔器吊入孔底,再装入约 20 cm 炮泥,然后在 1、3、5 号孔内各装入 1 m 高多孔粒状铵油炸药、起爆药包及雷管,每层 1、3、5 孔内共装入铵油炸药 25 kg,  $\text{O}32$  mm 乳化炸药 1.8 kg,再在 7~12 号孔内装入 2 m 高的铵油炸药、起爆药包及雷管,每层 7~12 号孔内共装入铵油炸药 100 kg,  $\text{O}32$  mm 乳化炸药 3.6 kg;其中中层周边孔装药 2 m 高,堵塞 1.5 m,上层装药约 2.5 m 高(装药量同中层,由于上部存在护筒改变孔径导致装药高度不一样),上部堵塞约 1.1 m;中层束状孔装药 1 m 高,堵塞 2.5 m,上层装药约 1.5 m 高(装药量同中层,由于上部存在护筒改变孔径导致装药高度不一样),上部堵塞约 2.1 m,具体装药结构如图 3 所示。

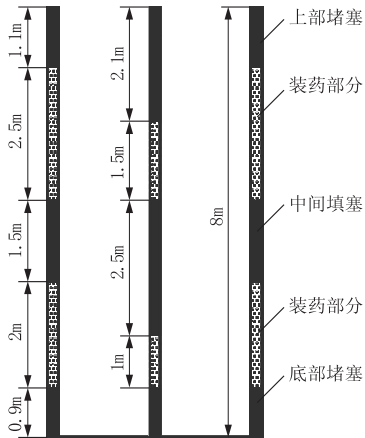


图 3 中层及上层装药结构示意图

### 3.5.4 中、上层网络连接

装药完成后进行网络连接,先对中层周边 7~12 号孔采用对角逐孔连接起爆,束状孔 1、3、5 号孔

连在一起同时起爆;连接好中层网络再进行上层网络连接,连接方式同中层,中层与上层之间采用 65 ms 孔外延期雷管延期,中层束状孔最先起爆,爆破顺序为:1、3、5<sub>中</sub>—7<sub>中</sub>—10<sub>中</sub>—8<sub>中</sub>—11<sub>中</sub>—9<sub>中</sub>—12<sub>中</sub>—1、3、5<sub>上</sub>—7<sub>上</sub>—10<sub>上</sub>—8<sub>上</sub>—11<sub>上</sub>—9<sub>上</sub>—12<sub>上</sub>,各孔之间延期 65 ms。

## 4 爆破后效果

底层爆破后经检查,底层部分全部爆落至溜井底部,爆落高度约 4 m,中层和上层一次性爆破后井筒内剩余部分矿石未爆落至溜井底,平台上方有少量矿石,但是岩石有明显松散迹象,原因分析可能是由于中层与上层间隔时间太短,导致岩石挤压在井筒内,之后采用长臂挖机进行清理,部分矿石清理出溜井,部分矿石落至溜井底,井壁较平顺,无大的碎裂现象。

## 5 总结

### 5.1 炸药单耗

由沃奥班的爆破体积法则<sup>[4-5]</sup>,在一定炸药和矿石条件下,爆破的矿石体积同所用的炸药量成正比,即:

$$Q = KV$$

式中:  $Q$ ——装药量, kg;  $K$ ——炸药单耗,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $V$ ——爆破体积,  $\text{m}^3$ 。

本文中爆破体积为:

$$V = 3.14 \times 2^2 \times 12 = 150.72 \text{ m}^3$$

$$Q = (100 + 25 + 1.8 + 3.6) \times 3 = 391.2 \text{ kg}$$

溜井贯通爆破时炸药单耗为:

$$K = Q/V = 391.2/150.72 = 2.6 \text{ kg}/\text{m}^3$$

### 5.2 注意事项

(1)穿孔过程中要严格控制钻机的水平,钻杆的垂直度。

(2)穿孔完成后要对孔壁进行护孔,否则岩性不好的孔壁位置可能会由于底层爆破而破裂。

(3)周边孔须采用对角起爆,否则可能会出现爆死现象。

(4)中层与上层一次起爆时须对中层与上层的雷管做好区分标志,防止网络连接错误导致爆破失败,同时中层与上层的爆破延期可适当加大,防止出现岩石挤压在井壁内而不爆落的现象。

(下转第 92 页)