

微差爆破在巷道掘进中的应用試驗

挿花廟鉄矿

微差爆破在国外露天矿山应用很广泛，我国也有很多露天矿山正在試驗和推广。但是这爆破方法在矿井的巷道掘进和探矿工作中应用，只有少数国家进行过成功的試驗，而在我国巷道掘进中还是很少应用。

1958年五月份我矿原材料的供应赶不上生产飞速发展的需要，尤其是在爆破材料方面发生严重的紧张情况，威胁着生产任务的完成。当时我們採用火雷管爆破。但是很快就会将庫存量用完，而且向外採購不到，使爆破工作陷于极端困难的境地。

由于經过了偉大的整风运动和党中央提出的15年赶上英国的口号的鼓舞，解放了思想，大胆的提出了在巷道掘进作业中採用微差爆破的建議。此后馬上得到党和上級的重視和支持，並且決定立即进行試驗。

經過多次的試驗，基本上已得到成功。現在將我們进行試驗的过程和所得到的試驗介紹出来。以供今后繼續进行試驗和正在进行試驗的同志們参考。

1. 微差爆破理論的初步探討

我們認為是由于第一次爆破之后产生了較大的自由面，有利于第二次爆破，並且藉助第一次爆破的威力尚未完全消失时，第二次爆破时馬上起爆加强了第二次爆破威力，因为分两次齐爆也加强了爆破威力，这样就能节省炸藥，並且能保持巷道断面之規格。由于两次爆炸相隔時間很短，形成两种相反的作用力，能够互相抵消一部份，因此，可减小震动力量。

微差爆破在控制時間差的方法上，主要还只有两种：一种是用千分秒雷管，再者是利用机械动作来产生微小的時間差别的仪器——即微差爆破器。

我們沒有千分秒雷管，只能想办法試制微差爆破器，由于缺乏必要的原材料，加上任务紧急，因此改变試驗进行步驟，初步決定採取控制电流的办法（附加电阻和串並联）使电雷管的爆炸产生微差時間，因为控制电流的大小是比較容易的，只是将电流控制在什么程度才能产生适合要求的微差時間我們心中无数，但这就是我們須要試驗掌握的問題。

瞬发电雷管爆炸的微差時間是随着通过电流而变

化。

我們知道电雷管是由于它本身的电阻絲发热而爆炸。电雷管电阻絲的发热量 $Q=0.24IVt$

因为雷管本身的电阻絲的电阻是不变的，其发热量的大小与通过之电流和电压成正比，与通过电流之時間成正比。

$$\text{又因 } t = \frac{Q}{0.24IV}$$

雷管爆炸時間长短与发热量成正比，与通过之电流和电压成反比。当电流和电压不变时，单位時間发热量是一常数，由此可知，雷管爆炸時間与电流和电压成反比。

因为 $Q=0.24I^2Rt$

$$\text{則 } t = \frac{Q}{0.24I^2R}$$

当电压不变时，爆破時間与通过电流的平方和电阻成反比，电阻 R 是雷管本身的电阻，乃是一常数。

所以 $\frac{Q}{0.24R} = A$ 也是常数。

$$\text{則 } t = A \frac{1}{I^2}$$

因此雷管爆炸時間与通过的电流的平方成反比。

由此方程式可以作出曲綫图形如下；

在曲綫中 AB 每相对

应的电流 I' 与 I'' 及時間 t' 与 t'' 。在此綫段以內电流与爆炸時間之間的变化不大，是最容易掌握和控制的一段，在爆炸時間上能满足微差爆破的要求。

根据我們多次試驗的結果分析，估計曲綫 AB

段 $I'=1.5$ 安培， $I''=2$ 安培， $t'=50-66\%$ 秒， $t''=20-30\%$ 秒。在此區間外，电流稍微增加时，爆炸時間縮短很多，很容易引起齐爆，当电流稍微减少时，爆炸時間延長很多，甚至引起拒爆或因延時过长被一阶段爆破拋擲出来的介質打斷綫路，造成第二阶段拒爆。

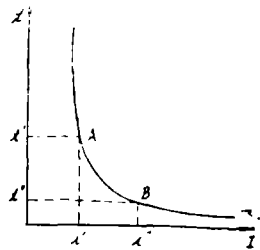


图 1

按一般經驗，AB 區間內爆炸時間可以控制在20—60%之間，或15%秒。這只需控制電流大小的變化。

很显然，要掌握AB 綫段之外的微差時間是很困難的，必須在具備精密而準確的儀器才存在這種可能性，這是今后的方向。

2. 所用儀器和設備

行燈變壓器220/36—24—12 容量1000W

鎢鉻電阻絲（原化驗室盤形電爐上用）

萬能表和其它普通電氣器材如刀型開關、插屑等。

3. 試驗經過

我們在第一次試驗時是毫無經驗的，可供參考的資料也很少，我們充分的估計了試驗過程中失敗的可能性很大，也許是多次的失敗。因此我們很愉快的迎接了第一次的失敗。

第一次試驗是在1958年7月2日8時30分，於大茶元工區（以後的試驗都在大茶元工區進行）235 西平巷進行的。

地質條件：上下盤均為淡灰綠色頁岩， $f=3\sim5$ 。

中間礦層厚為 1.5 公尺的鱗狀赤鐵礦，節理發達， $f=8\sim10$ 。

巷道設計斷面積為 6.13 平方公尺，利用礦岩接觸綫作楔形掏槽，砲孔布置如圖 2。

爆破動力採用 36V 交流電，

眼孔 (1) (4) 並聯。

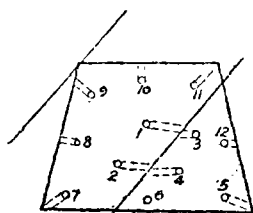


圖 2

並聯電阻： $R=0.3$ 歐姆，

電流 $I=120$ 安培，

其它各眼孔全部串聯。

串聯電阻 $R=9.6$ 歐姆，

電流 $I=3.8$ 安培（沒有附加電阻）

使用硝酸炸藥，裝藥和堵塞情況照常。

接綫如圖 3 所示。

電雷管本身電阻為 1.2 歐姆。

試驗結果：並聯電路與串聯電路齊爆。

經過分析和檢查，並未發現綫路聯結上的錯誤，其方面並無缺點影響串聯綫路的爆炸。分析結果認

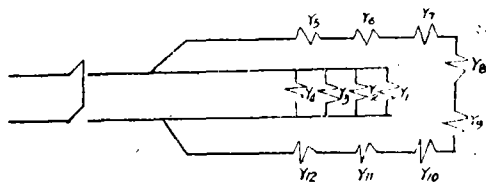


圖 3

為是串聯電路中電阻過小，以致引起電流過大（3.8 安培）沒有產生必要的微差時間，所以發生齊爆現象。

第二次試驗於 58 年 7 月 28 日 22 時 30 分於 235 西一順槽進行。

地質條件與前次相同，亦是礦石和岩石較軟，爆破性良好。

砲孔布置如圖 4 所示。

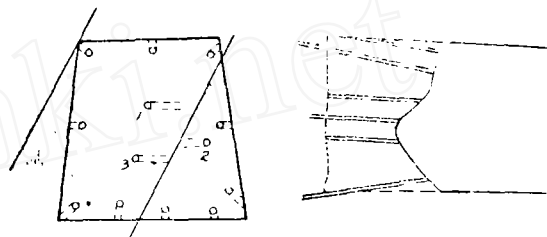


圖 4

其它情況與第一次相同。

並聯電流 $I_1=120$ 安培（因在孔 (2) 裝入兩個起爆藥包）

串聯電阻 $R_2=12$ 歐姆

附加電阻 $R'=7.5\sim8$ 歐姆

串聯電路電阻 $R'_2=20$ 歐姆

串聯電流 $I_1=1.8$ 安培

接綫圖如圖 5。

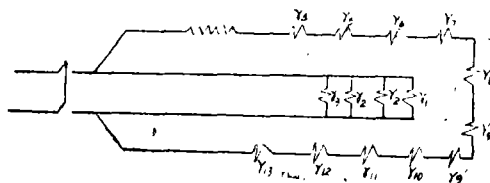


圖 5

試驗結果：效果良好，介質破碎均勻，沒有大塊，均在 300 公厘以下，拋擲距離較大，約 10—15 公尺，掌子面堆積減少，但砲眼利用率不高只達 75—80 %，靠近掌子面的支柱安然無恙，爆破間震動亦不大。

這次試驗基本上是成功的。因為掏槽砲孔並聯電

路中电流很大,达120安培,能保证在极短时间内爆破,而串联电流保证在3安培以下(1.8安培)电雷管爆炸时间延迟可能30—40%秒左右,产生适合的微差时间,保证了试验的成功。

第三次试验于58年7月29日22时30分在196平窿进行。为穿脉石门双轨主要运输平巷。岩石为砂质板岩,韧性极大, $f=12-15$,凿岩爆破性均不佳,巷道设计断面为7.556平方公尺。

其它情况与前两次相同,但将串联线路附加电阻增加至13.5—14欧姆,使串联电流降至1.39安培,检查线路正常。

试验结果:掏槽眼孔全部爆炸(并联电路)但串联线路拒爆,而其中一孔爆炸,这证明串联线路正确,失败原因是串联电路中附加电阻过大,使串联电流降为1.3—1.4安培,延爆时间过长,超过60%秒,第二次爆破线路被第一次爆破抛掷出的介质所打断,造成拒爆。而串联线路中一孔爆炸是因为试验用的雷管未经电阻测定,可能是因为电阻较小而先爆炸。

经过这三次基本试验,我们找出了微差爆破的基本规律,以后又进行了多次成功的试验。

4. 试验效果

(1) 爆破效率:炮眼利用率如炮眼布置合适时可达90%以上。

(2) 节省爆破材料:这方面我们没有进行过具

体测定,但节省药量和导火索是肯定的。

(3) 爆破震动力量减小,直观结果电雷管一次起爆,较火雷管单个起爆的震动力量差不多。

(4) 介质破碎均匀,经爆破后观察矿石块度不超过700公厘。

(5) 巷道断面规格:由于矿石节理发达,看不出显著效果。

5. 结 论

微差爆破在我矿现有的条件下能够基本上试验成功,证明它并不是一种特别高深的技术,是值得推广和容易推广的。我们试验所用仪器和设备很简单,市场容易买到。

根据多次试验,可以得出以下结论:

(1) 通过串联电路的电流不能小于1.5安培,不能大于2安培,否则造成拒爆或齐爆。

(2) 雷管电阻必须经过测定,否则影响爆破效果。

(3) 起爆线路必须用绝缘皮线,端头可用铁丝,避免漏电,否则影响爆破微差时间的准确性,或造成爆破事故。

(4) 电压最好用低压(或安全电压)这样操作安全,而且电流容易控制。

(5) 接线的绝对正确,详细检查是完全必要的,否则拒爆后难于处理,而且危险。

黑火药代替雷管使用

硝酸炸药由于炸燃温度很高(与胶质炸药比较),用引线所生之火花难以使之燃爆爆炸。因此一般都用雷管激起炸药爆炸。而火药由于爆炸燃温低,用引线所生之火花可使之爆炸,火药爆炸产生强力的冲击波,即使硝酸炸药爆炸而代替了雷管的功能。根据这个原理,在炮眼底部装以硝酸炸药,上部装火药并插入引线,再以泥堵塞炮眼爆眼。装药长度视炮眼深度、岩石性质和爆眼的质量而定。其中火药部份的长度不得少于1公尺,否则,可能发生拒爆。火药爆破时带动

炸药同时爆炸。其爆炸效果较用纯硝酸炸药为低,此因所装硝酸炸药量少之故。但比起纯火药来则又为高。这种方法已在凤凰汞矿广泛使用。其装配如图。

