

直線七眼掏槽爆破的規律 与砲眼合理深度的試驗总结

川鄂分局 探矿科

602 队所勘探的矿区，大多是白云石化矽化灰岩或白云化方解石夹矽的矽化灰岩，层、节理发达，在矿体部份角矽岩化也比较发育，在某些层位中尚有蜂窝状的細小晶孔、小裂隙及断层，地質变化复杂，尤以杉木洞一号坑为甚。因此在坑探岩爆破工作中，常发生空槍、瞎砲及效果不好等现象。采用了直線七眼掏槽爆破方法之后，虽然工效較前有所提高，但在佈眼爆破技术上还存在着一定的問題，仍有空槍、瞎砲、台班效率及爆破率低且不稳定的情况。究其原因，主要是在推广过程中，沒有根据各坑岩石变化的特点，系統地总结出七眼掏槽佈眼和爆破操作技术上的不同規律，并加以灵活具体运用所致。为此，四月份以杉木洞一号坑为重点反复进行了試驗总结，初步摸出了在不同岩层中，应用直線七眼掏槽爆破的規律及砲眼的合理深度的經驗，并获得了良好的效果。

一、直線七眼掏槽的爆破規律

(一) 岩岩爆破說明:

1. 砲眼的排列，如图 1

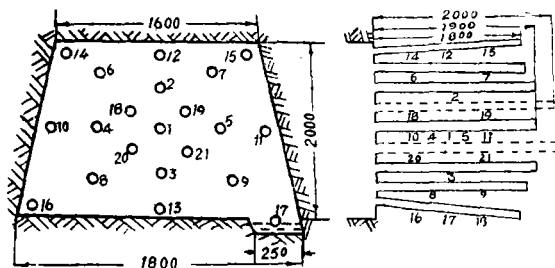


图 1

2. 爆破說明:

- ① 坑名与工作面 一号坑七号穿脈（平坑）；
- ② 掘进断面 3.4 平方公尺；
- ③ 岩石硬度与风压 按普氏分类为 5~6 级、风压 4~5 公斤；
- ④ 打眼机械 螺旋支架 OM-506 风鑽，手推推进，十字形钎头（炭），直径 42 公厘；
- ⑤ 打眼方式 湿式打眼；

- ⑥ 循环次数 单机单孔一次循环；
- ⑦ 一次掘进的打眼数 21 个（装藥砲眼 17 个）
如图 1；
- ⑧ 空心眼数 4 个，如图 1 中之 18、19、20、21；
- ⑨ 总打眼深度 38.9 公尺；
- ⑩ 掘进砲眼平均深度 1.8 公尺；
- ⑪ 台班进尺 1.62 公尺；
- ⑫ 爆破率 90%；
- ⑬ 爆破方法 柱状装藥明火点炮起爆；
- ⑭ 爆破材料名称 二号岩石炸藥，直径 32 公厘，8 号雷管，白色綫燃导火綫 1 公尺/120 秒；
- ⑮ 总装藥量 13.5 公斤；
- ⑯ 总装雷管数 23 个（有 6 个眼是双的）；
- ⑰ 总用导火綫 46 公尺；
- ⑱ 每公尺炸藥消耗量 8.5 公斤；
- ⑲ “ 雷管 ” 15 个；
- ⑳ “ 导火綫 ” 28.4 公尺；
- ㉑ 每立方岩石炸藥、雷管、导火綫消耗量
炸藥 2.6 公斤，雷管 4.2 个，导火綫 8.4 公尺；
- ㉒ 运搬方法 人工装車推車与打眼平行作业（坑长 550 公尺）；
- ㉓ 坑道月总进度 140.8 公尺。

(二) 掏槽形式:

直線七眼掏槽形式是屬角柱状掏槽結構之一，就是在工作面的中心，根据岩石的不同爆性，合理的佈置七个水平垂直砲眼，如图 2，其中有四个（图 2 中 4、5、6、7）或三个是空心眼，不装炸藥，它的掏槽爆破作用比角錐形与直線龟裂掏槽优越得多。主要是空心眼形成了人为爆破自由面圈，划定了图 2 中 1 号砲眼最有效的爆破范围，保证了它在爆炸时能完全破坏并打通与空心眼的間隔，不讓破碎了的岩石堵塞或挤死，而向外抛出 50~70% 的碎石，造成完整的破坏介質的破坏圈而形成一個空間，并为图 2 中 2、3 号砲眼爆破时起自由面的作用，达到良好的掏槽

效果。

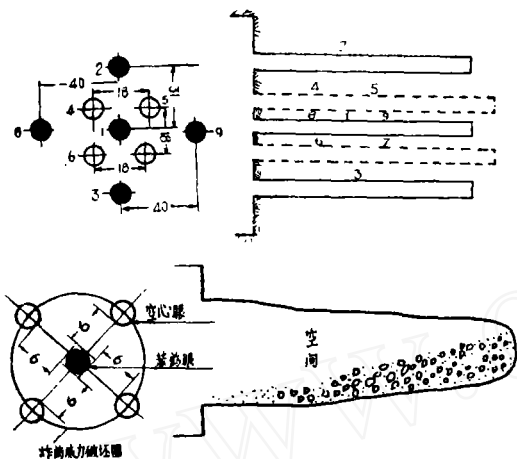


图2

1. 合理佈置空心眼，正确的选择炮眼的间隔距离。

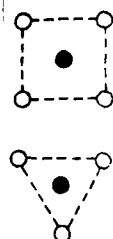
直線七眼掏槽，除炮眼方向必須呈水平垂直于工作面外，对其炮眼距离间隔的选择适当与否也是个至关重要的問題。过远则发生爆不穿与空炮，稍远会产生挤死，过近则会影响整个掏槽效果。据有关资料介绍，直線掏槽眼间隔与钎头磨损后直径关系为 $\leq 3d$ (d = 钎头磨损后直径)，这个論点經我們实际工作

中观察証明其爆破的效率能达80%左右。同时我們还观察研究了岩石硬度及首爆破眼与空心眼的关系，即空心眼的容积 = 眼距间隔体积 (各种岩石有不同的爆破澎压系数，这里指爆破后澎压的)，又可为 $\leq d \times$ 岩石爆漲压缩系数。这个論点我們在实际工作中經証明，其在1.6~2M的深眼作业中爆破效率能达90%以上。对四个空心眼的排列形式及面积，应根据各种岩石的变化及爆破性的不同加以慎重的决定。过去其排法与图2中1号炮眼远近不等呈矩形，以致在爆破时产生了空炮或使间隔破坏的不完整，影响了掏槽的效果。經過此次試驗空心眼排成正方形，結果其间隔全部炸穿，使图2中1号炮眼的爆破向週圍介質破坏压缩龟裂，造成完整的破坏圈，因而取得了良好的掏槽效果。另外在某些岩层中，將三个空心眼排成近似正三角形，其掏槽的效果也同样很好，但炮眼不宜过深。因此，从此次試驗中我們認為直線七眼掏槽的效果良好与否，主要是在于合理的排列空心眼，增加中心眼 (图2中之1号) 的爆破自由面，并給2、3号炮眼起大空心眼的作用。

2. 在602矿区各类岩石变化中，直線七眼掏槽爆破操作技术改进后的一般規律，可列如表1：

表1

岩石种类	白云石化砂化灰岩，有时含矿点，层节理不明显，呈深灰色，有石英条状砂化强度较大，結構緻密。	竹叶状白云石化砂化灰岩其节理明显，部份有矿充填，大部呈蜂窝状小孔与晶孔，砂化强弱不均，軟硬不一，如 cm_2^4	条带状白云石化灰岩，层节理发达，性脆有水浸风化现象，稍有韧性的岩石穿孔快，易爆破。	砂化白云石化灰岩，节理特别发达，又經水浸风化，呈鉄锈紅色，容易爆破	备 考
岩石級別(普氏)	6		5		
空心眼间隔岩体爆破澎压系数	1.1	1.1~1.25	1.3~1.5	1.5~1.65	6 爆破时岩体受压缩粉碎作用較重 5 爆破时岩体受压缩粉碎龟裂作用較重
空心眼与图2中1#炮眼的间隔距离(公分)	4	5	6	7	愈近愈好 (限于一定长度内)
图2中1#炮眼与2、3号炮眼的距离	22	23	26	28	拉槽不宜过长否则会挤死。
拉槽长度(公分)	45~49	49~54	55~58	58~62	
图2中4、5号炮眼与1#号炮眼的距离(公分)	眼口 35 眼底 25	35 27	40 28	40 30	
四个空心眼佔的面积	$(13 \times 13)^2$	$(14 \times 14)^2$	$(16 \times 16)^2$	$(18 \times 18)^2$	
三个空心眼佔的面积			$(\frac{16 \times 16}{2})^2$	$(\frac{18 \times 18}{2})^2$	
穿孔速度 公分/分鐘	10~13	15~18	18~23	23~26	



间距40公分

3. 合理裝填炸藥，保證炮眼裝藥的長度

在爆破工作中除選用優質炸藥外，對保證不同炮眼的裝藥長度是個異常重要的問題，以往由於裝藥長度不夠，發生掏槽關門爆不開，及空炮等現象。經試驗證明，圖2中一號炮眼的裝藥長度的合理與否，是整個工作面爆破的關鍵。根據試驗結果其裝藥長度應90%以上，只能留20公分以下的空間堵填泥球。2、3號炮眼的裝藥長度，只留空間30公分以下堵緊泥球，4、5號炮眼裝藥的長度應達70~75%，其餘堵填泥球。其次崩落眼及規格眼的裝藥長度應為50~55%，其餘堵緊泥球。點火起爆的順序，應按上述炮眼佈置圖的炮眼編號次序進行。其掏槽炮眼裝藥長度如圖3。

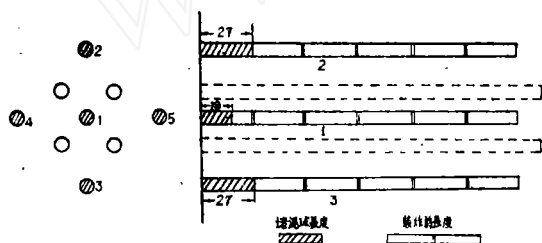


圖3

4. 採用間隔空隙裝填的方法，保證炸藥爆破長度。

在推行了直線七眼掏槽深眼爆破時，保證不同炮眼的裝藥爆破長度，也是一項重要的問題。為了達到合理的裝藥長度，其裝藥量勢必增加，這就使炸藥的消耗量大大超過規定指標。為此，我們針對602礦區岩石層節理較發達的特點，試驗了竹節及鉄筒的間隔爆破和乾泥球空隙爆破方法。過去2公尺深的崩落眼及規格眼須裝藥5~6節（每節19公分長），才能保證炮眼的裝藥爆破的長度。採用竹節及鉄筒間隔裝填和乾泥球空隙裝填爆破法後，每個炮眼只裝3~4~5節炸藥即可達到同樣爆破效果。其裝填技術操作方法如下：

① 竹節間隔裝填方法：首先將炮眼內沖洗乾淨，然後，裝一節炸藥跟裝一個竹節（竹節每個長6公分），再一節炸藥又裝一節竹節，這樣在掘進炮眼裝5節炸藥時可間裝竹節4~3個（每個長度都在炸藥殉爆度以內）。這種裝填爆破方法，從爆破理論上說是會降低爆破威力初壓及裝藥密度的，但根據我們的試驗，對某些破碎易爆的岩石，由於不需過大的炸藥爆破威力，只需保證炮眼裝藥爆破長度，因此採用此種裝填爆破方法是很適應的。如圖4。

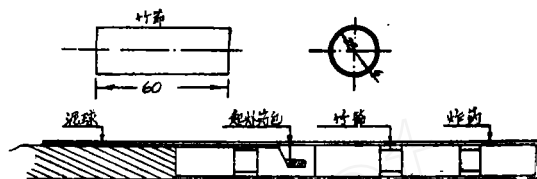


圖4 竹節或鉄筒（乾電池筒）間隔裝填示意图

② 乾泥球空隙裝填爆破方法：此裝填炸藥的方法其操作與往常一樣，只是根據不同炮眼的具體情況，酌量減少炸藥量，然後將小乾泥球裝進炮眼抵靠最後藥包，再以一般泥球把炮眼剩餘的空間堵緊密閉，這樣在乾泥球部份因乾泥球較細（ $\phi 32 \times \pi \times 20$ ）與炮眼壁留有空隙，待炮眼中炸藥瞬時起爆後，威力充入空隙部份破壞岩石，達到了空隙爆破。過去每個深1.8~2公尺的炮眼裝炸藥5~6節，採用乾泥球空隙爆破後，減少到3~4條，也達到了同樣爆破效果，但此一方法不適應直線掏槽眼。每個炮眼裝乾泥球2個，空隙長度為25~40公分，與炮眼壁間隙為3~4公厘，裝填方法如圖5。

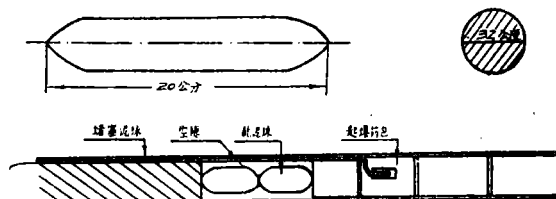


圖5 乾泥球空隙裝填爆破示意图

由於採用了上述的裝填爆破方法，單位（公尺）炸藥消耗量由10.36公斤降低為9公斤以下，降低了15.5%。

5. 起爆藥包裝填的位置與爆破的關係

起爆藥包的裝填位置在直線深眼作業中，對爆破效果的作用是個不可忽視的因素。在1.3公尺以下起爆藥包應放於炮眼上部裝藥的%處，或裝在上端。為了裝填操作安全起見，其上最好加裝一蓋，然後堵緊泥球，這樣能正確迅速傳爆，威力集中，促成良好的爆

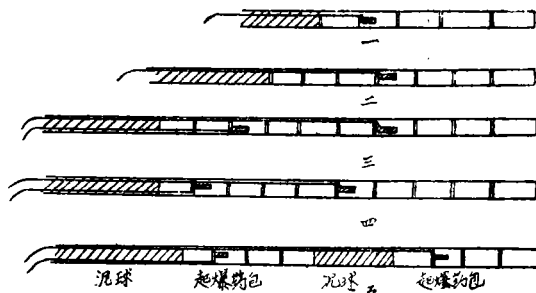


圖6 分段裝填爆破示意图

破效率。对1.5~2公尺以上的炮眼，除分段装填爆破外，掏槽及底眼应采用双起爆药包(有水时)，其位置如图6。一般掘进炮眼的起爆药包位置，依装药长度的多少决定，在装5节炸药以下长度时，其位置就于上部的第二个药包；七个炸药包时就于中间第四个药包；达九个以上药包时应采用双起爆药包如图6之五所示，以避免或减少留底等现象。

6. 遇岩层有外硬内软时，应在辅助炮眼与掏槽1号炮眼间加打1~2浅眼(60公分以下)，装药爆破。如打眼时遇裂隙或断层时，应量出裂隙或断层深度，据此改变下一个炮眼的深度，使下一个炮眼的眼底距裂隙及断层面20公分，绝不能再次打穿断层面，否则将发生空炮，影响爆破效果。

二、当前直綫七眼掏槽爆破与炮眼合理深度問題

一个班循环的打眼平均深度，关系着坑道的掘进速度。在循环作业中必须不断地研究并改进施工技术，求出炮眼的合理深度。而炮眼的合理深度又决定于岩石的硬度和爆破性，打眼设备，工人操作技术熟练程度，劳动组织，作业时间的利用等主要参数。602矿区的岩石爆破性较善，其硬度约5~6级，少部份达7级，且韧性大，采用锥形或直线龟裂掏槽的凿岩爆破方法，台班效率及爆破率很低。经过研究试验，推行了直线七眼角柱状掏槽爆破深眼作业，其爆破效果初步达到良好。采用的打眼设备为OM—506凿岩机，螺旋固定支架，手摇推进，炭素钢十字型钎头；人力装岩推车，机械局部通风，湿式凿岩，劳动组织采用多工种综合性的生产小组，但由于凿岩爆破工人的技术水平仅达4~5级，操作技术熟练程度还

不高，因此，在作业时间的利用上还必须进一步压缩辅助时间，增加纯凿岩时间。兹根据现场的观测记录将作业时间利用情况列如表2。

凿岩循环作业时间利用情况表 表2

项 目	单位	时 间	备 考
吹炮烟(通风)	分钟	50'	(掌子头)
掏掌子	"	57'	
支架子	"	25'	
移位换钎	"	67'	
纯打眼	"	223'	开眼门在内
上油及故障	"	9'	
吹炮眼结尾	"	15'	
装药放炮	"	34'	
合 计	"	480'	
装岩运搬	"	395'	装岩运搬为平行作业

由上表所列作业时间利用过程，加以研究分析可看出：

纯凿岩时间佔全作业时间的%

$$\text{为 } \frac{480-257}{480} + 100 = 46.5\%$$

凿岩辅助时间佔全作业时间的%

$$\text{为 } \frac{480-223}{480} + 100 = 53.5\%$$

凿岩与运输出渣时间佔全作业时间的%

$$\text{为 } \frac{480-(34+50)}{480} + 100 = 82.5\%$$

纯凿岩佔凿岩作业时间的%

$$\text{为 } \frac{395-173}{395} + 100 = 58.6\%$$

对不同深度炮眼的分析及评价(直线七眼掏槽)

表3

项 目	炮眼深度 (公尺)	1.41~1.60	1.61~1.90	1.91~2.10	备 考
	1.20~1.40				
循环次数	5	9	29	8	1.91~2.1 公尺欄内多为 2公尺以上的平均眼深爆 破的效果
空炮次数	1		2	3	
空炮次数佔全循 环次数的%	20%		6.7%	27.5%	
台班效率	1.29m	1.31	1.49	1.36	
爆破效率	89%	85%	89%	69.8%	
总装药长度	58%	58.4%	56.4%	59.8%	佔炮眼长度
每公尺炸药消耗量	8.9kg	9.35kg	8.87kg	11.92kg	
" 雷管 "	17.1个	16.8个	15.3个	16.4个	
" 导火线 "	30.8m	30.2m	27.5m	29.5m	

从上述时间利用情况分析, 凿岩辅助时间佔的比重较大, 因此进一步压缩辅助时间, 增加纯凿岩时间是完全可能的。

当前在推行直线七眼掏槽爆破深眼作业当中, 班的打眼深度已达到平均眼深 1.5~1.9~2.1 公尺以上, 但是从实际经验证明, 炮眼深度以 1.6~1.9 公尺为最适宜。见表 3。

由表 3 中可看出, 推广直线七眼掏槽爆破的炮眼平均深度以 1.6~1.9 公尺的效果为最好。不仅提高了台班效率和爆破率, 而且效果也比较稳定, 同时炸药消耗也有降低, 见图 7 所示。

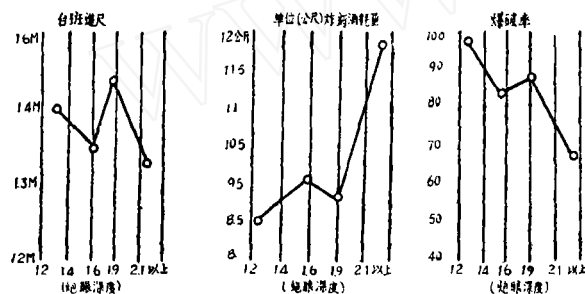


图 7

三、操作中几项具体技术要求

(一) 四个空心眼的排列, 应根据岩石的不同变化情况, 加以适当运用, 不能千篇一律。其方向应水平垂直于工作面, 不能减少空心眼。

(二) 掏槽眼及眼底应比掘进炮眼深 20 公分, 空心眼应比掏槽炮眼深 10~15 公分。其掘进炮眼的眼底, 应在一个平面上, 不能深浅不一。

(三) 应保证掏槽眼的装药长度及装药量, 遇天井上山, 层理发达, 倾斜小, 有孔隙岩层时, 其平均装药长度应比平巷增 10% 左右, 否则易产生关门爆破不好现象。

(四) 遇 Cm_2^4 层或含孔隙及晶洞的岩层时, 应增加落岩炮眼 2~4 个, 其装药长度及密度应增到 70% 以上, 否则可能发生空炮。

(五) 炮眼在装药前一定要吹洗干净, 并严禁使用变质的炸药、雷管或导火索, 否则将影响爆破效果。

四、目前存在的几个问题及改进意见

(一) 这一爆破方法所需的炮眼数有些过多, 操作技术要求也较高, 工人不易彻底掌握。因此今后应进一步适当研究使之减少到 18~20 个, 并加强技术教育和指导, 提高工人操作技术水平。

(二) 602 队的打眼机械设备过旧, 不能保证深眼作业炮眼的质量, 如托盘滑轴间隙过大, 固定位置不稳, 凿岩机打眼运转时, 摇摆不定, 促成钎子的前进轴向方向变化很大, 因此在眼深达 2 公尺以上时, 炮眼之间就产生分家或打穿相邻炮眼的现象。今后必须改进现有打眼设备, 保证炮眼的质量, 从而达到良好的爆破效果。

(三) 在执行直线七眼掏槽深眼爆破过程中, 其炮眼深度达 2 公尺以上时, 应研究采用分段装药爆破, 以克服戴眼镜及关门挤死现象, 并可节约炸药。

(四) 将四个空心眼的直径由 44 公厘加大到 65 公厘 (底部), 增强掏槽 1 号炮眼的爆破威力破坏圈, 扩大掏槽效果并彻底解决深眼爆破 (2~2.5 公尺)。

(五) 在有孔隙及晶洞的岩层中掘进时, 应研究防止炸药威力漏散措施, 或试用大眼大直径药包压缩硝酸炸药爆破, 以增加装药密度, 加大爆力, 解决其空炮现象。602 队现已试用胶质炸药, 效果良好, 避免了空炮。

(六) 加深空心眼 60~80 公厘, 于底部装药迟爆, 把掏槽炮眼未抛出残留岩石炸出, 以达到深眼作业良好的掏槽效果。

五、结 语

(一) 直线七眼掏槽爆破是当前采矿探矿坑道掘进最有效的凿岩爆破方法, 而且能做到深眼作业。它优于角锥形及直线龟裂掏槽爆破方法。如表 4。

试用掏槽型式的效果比较表 表 4

掏槽形式	台班效率	爆破率
角锥形掏槽	0.94	68%
直线龟裂掏槽	1.10	75%
直线七眼掏槽	1.47	84%

(二) 它的四个空心眼在爆破效果上能起大空心眼的作用, 不需增加打大眼的设备及工具。

(三) 推广七眼掏槽深眼爆破之后, 不仅生产效率不断提高, 而且原材料消耗也逐渐下降, 见表 5 (转第 19 页下)。这对增产节约有着十分重要的作用, 是一项值得推广的先进经验。

(四) 由于我们做的工作很少, 又不全面, 加之技术水平不高, 其中很多的环节还没有抓到, 因此, 本着相互交流经验的精神, 提出来给研究角柱状掏槽爆破提供一些参考意见, 请予批评指正。