

李迪勳 著

炮眼的排列 和 装药量的计算



煤炭工业出版社

內 容 提 要

本書包括三章和一個附錄，中心內容是論述掘進巷道中炮眼的排列和裝藥量的計算，同時論及掏槽方法、炮眼深度和個數的確定方法。在附錄中，還詳細地介紹了岩石統一分類法。全書完全立論於先進的爆破理論，在理論中並附有不少現場優越實例。

本書適於采礦工程技術人員和礦業學校師生參考。

418

炮眼的排列和裝藥量的計算

李迪勳 著

*

煤炭工業出版社出版(社址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可証出字第044號

煤炭工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

開本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印張 $5\frac{1}{8}$ 字數99,000

1956年10月北京第1版 1958年7月北京第2次印刷

統一書號：15035·254 印數：5,101—10,100 份 定價：(10)0.30元

几年来，在党和政府正确领导、苏联专家热誠帮助和全体采矿工作者积极努力下，我国采矿技术有了显著进步，使我国煤炭工业起了根本变化。其中鑽眼爆破技术当然也有显著进步，但就目前我国煤炭工业日益发展的客观需要来说，还是很不够的。这主要是由于我们对于鑽眼爆破理論的試驗研究，作得不够。

周总理在全国人民代表大会第一次会议“政府工作报告”中说：“没有现代的技术，就没有现代化的工业……许多企业虽然注意了一般技工的培养，但是还很少注意技术人才和高级技工的培养，对于技术試驗和研究工作也注意不够。这就使许多可以解决的技术问题，也变得不能解决或不能正确地解决了。这些混乱状况必须迅速克服。”这明确地指出了我们当前的情况以及我们今后努力的方向。

鑽眼爆破技术，在井巷快速掘进中，起着决定性的作用；而炮眼排列和装药量的计算又是改进鑽眼爆破技术的主要关键。我在学习和运用苏联先进鑽眼爆破技术中，作过一些試驗和研究，得出一些结论。相信这些结论将有助于现场工作，也将有助于进一步的研究工作；因此，整理成册，公开出版。希望现场工作者在实际工作中给以訂正，希望研究工作者在理論上给以补充。

李迪勳

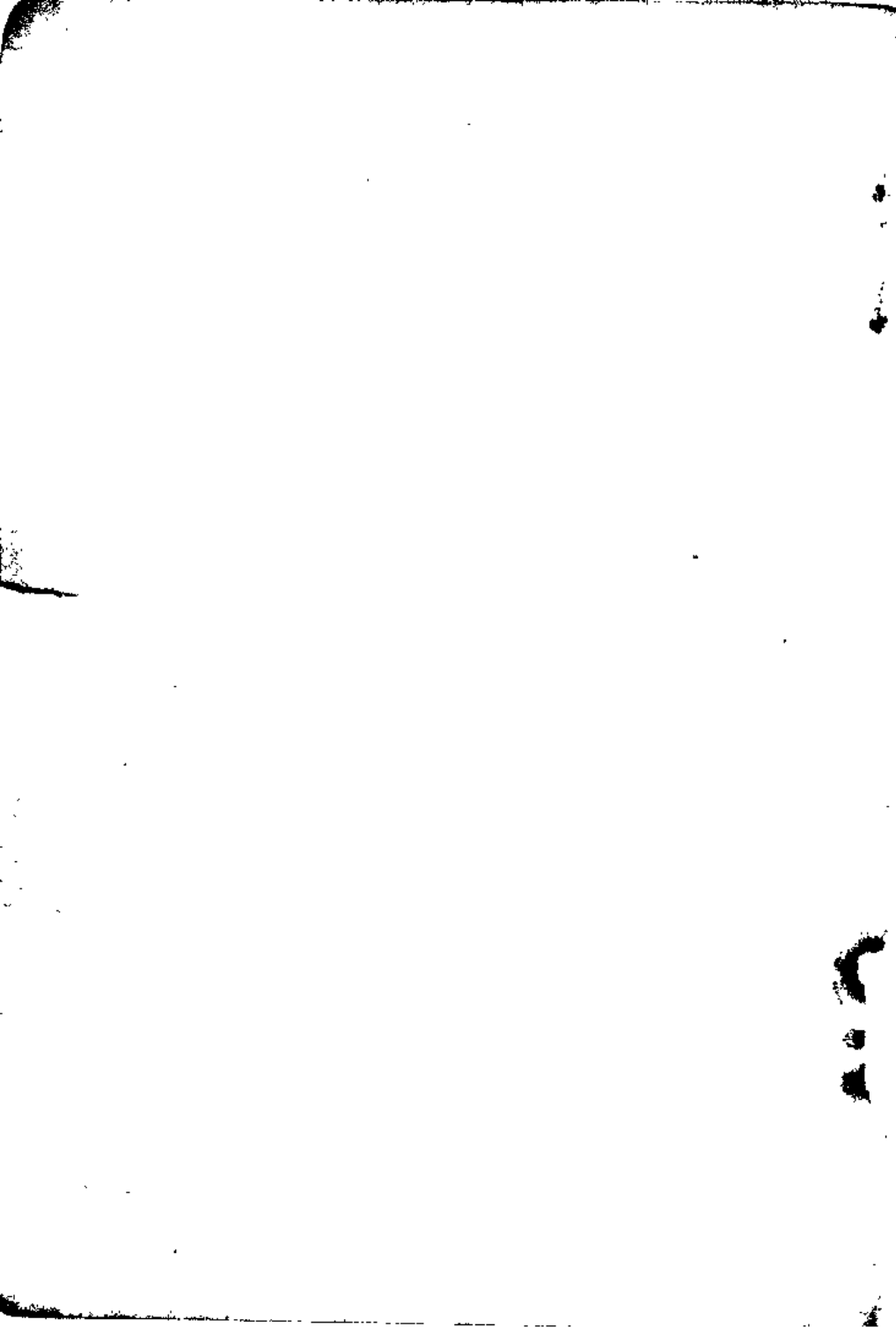
1955年12月於北京矿业学院

目 錄

序 言

第一章 掘进巷道中炮眼的排列	5
第 1 节 炮眼排列的基本原理	5
第 2 节 水平掘进巷道中炮眼的排列	14
第 3 节 傾斜掘进巷道中炮眼的排列	44
第 4 节 垂直掘进巷道中炮眼的排列	61
第 5 节 炮眼排列法的比較和选择	72
第二章 掘进巷道中装药量的計算	80
第 1 节 装药量計算的意义	80
第 2 节 炮眼深度的确定	82
第 3 节 炮眼个数的确定	94
第 4 节 装药量計算的理論根据	100
第 5 节 装药量的計算法	103
第三章 炮眼排列和装药量計算的示例与爆 破指南的編制	110
第 1 节 炮眼排列和装药量計算的示例	110
第 2 节 爆破指南的編制	117
第 3 节 結語	124
附录 岩石統一分类法概論	126
一、岩石統一分类法对采矿工业的重要性	126
二、岩石統一分类法的理論基础	128
三、在标准条件下岩石的鑽眼性和爆破性指标的 求法	129

四、在非标准条件下岩石的鑽眼性和爆破性	
指标的求法	134
五、岩石依据其鑽眼性和爆破性的分类法	147
六、普教授岩石分类法与岩石統一分类法的比較	156
参考文献	164



第一章 掘进巷道中炮眼的排列

第 1 节 炮眼排列的基本原理

一、掘进巷道中炮眼排列的基本原则

掘进巷道中炮眼排列的第一个基本原则，是要保证高度鑽眼效率。因此，炮眼的排列，尤其是掏槽方法的选择，必须保证鑽眼便利、容易而且节省时间。

炮眼的排列是否能保证鑽眼便利、容易而且节省时间，首先决定於鑽眼工具(鑽机等)的类型和巷道的方向。譬如：使用手持式鑽机在水平巷道中向各个方向鑽倾斜的錐形掏槽眼时，則鑽眼工作是比较困难的；这时，如果採用垂直楔形、V形、扇形和龟裂法等掏槽法，則鑽进方向是水平的，鑽眼工作自然就比較便利、容易而且节省时间；假定这时採用鑽架式鑽机，而巷道的断面又够大，則这些問題就都不存在；可是，手持式鑽机用於立井井筒中，却十分便利。此外，在水平巷道中用手持式鑽机鑽垂直眼时，鑽眼工作又不大容易(因为眼的方向和距离不容易保持准确)；如改用鑽架式鑽机，則鑽眼工作虽比較准确而容易，但較費时间(因为每鑽一个眼要移动鑽机一次)；可是，使用鑽車时，則鑽眼工作就容易而且又节省时间了。

其次，炮眼的排列，要照顧到鑽架和伸縮式鑽机的安設問題，也就是說，要把鑽架和伸縮式鑽机安設在一个位

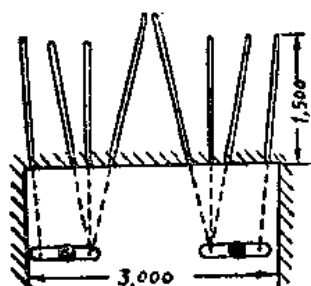


圖 1 鑽架與炮眼排列的關係

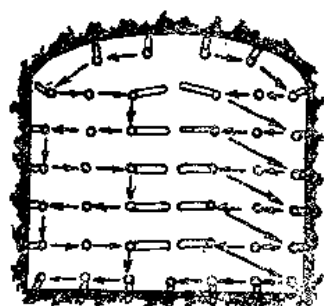


圖 2 鑽車與炮眼排列的關係

置上，要使它們能鑽較多的炮眼，即使它們在一個工作面上鑽眼時，移動的次數愈少愈好——最好不多於兩次（圖 1，并請參閱圖 55 和圖 102）。這樣才能節省鑽眼時間。使用鑽車時，雖然不必移動它，可是排列炮眼時，也要使它便於鑽眼（圖 2）。採用水平鑽架時，鑽眼和裝岩工作可以平行作業——這對快速掘進起着很大的作用，值得我們注意。

炮眼的排列與巷道斷面的大小有關。斷面大於 4 平方公尺的巷道，採用各種掏槽方法，都便於鑽眼；但斷面小於 4 平方公尺時，在採用掏槽方法上就要受到限制，非採用平行龜裂法等垂直眼掏槽法不可。

炮眼的排列，還要受岩石的裂縫和層理的影響。為了避免挾釵子和提高鑽眼速度，炮眼要永遠垂直或斜交於層理，切不可順沿着它。當然，對爆破效率來說，這也是必要的；因為在這種情況下，由於層理面上的抗力最小，裝藥爆炸後所產生和擠進裂縫或層理的气体，不但不逸散，而且更有效地把岩石爆破下來。事實告訴我們：炮眼與層

理的交角愈大，爆破效果愈佳。說得具体些，爆破性校正系数当交角为 45° 时，等於1；当交角为 90° 时，等於0.9；而当交角为 0° 时，則等於1.1。因此，在圖3所示的条件下，我們应爭取採用第I种类型的炮眼，而避免採用第II种类型的炮眼。

裝药方式也影响炮眼的排列。例如採用药壺掏槽法时，鑽眼就簡單得多了。

炮眼的排列不僅应照顧到鑽眼效率，还要保証高度的爆破效率。目前很多矿山，对炮眼的排列，很不講究，只顧鑽眼方便，随便排列，結果爆破效率很低。这是急待改正的。

所謂高度爆破效率，就是炮眼的利用率高（殘眼淺）、进度大，同时炸药、雷管等爆破器材的消耗量又小。还有，每次爆破

后，都能够保証巷道断面形狀和規格的正确性，能够尽量消灭修帮、挑頂、拉底等額外工作。此外，炮眼对自由面的角度、距离以及各眼之間的距离，都能大大地影响爆破效率。

拿掏槽眼对自由面的角度(圖4)來說，炮眼 A_1O 垂直於自由面，即眼的方向与其最小抵抗綫 (h) 的方向完全一

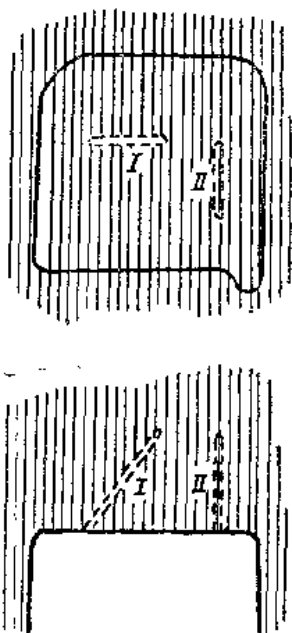


圖3 岩理与炮眼排列的关系

致。炸藥爆炸后，所有力量可能僅僅將填塞物冲出(打筒)，或把炮眼周圍的岩石略為壓碎或壓緊，絲毫不能把岩石爆破下來。萬一情況好些，最多也不過炸出一個淺而小的漏斗(圖5 $\Delta E O$ 交叉綫陰影部分)而已。可是，斜交於自由面的炮眼 $A_2 O$ ，就可能炸下較大而深的漏斗(圖5 $I A_2 O$ 單綫陰影部分)。至於平行自由面的炮眼 $A_3 O$ 的效率為最好，就不言而喻了(參看圖8和圖9)。

由此，我們可以得出結論：炮眼與自由面的交角愈小，其爆破效果愈佳。換句話說，如果要得到較好的爆破效果，無論在任何情況下，炮眼的方向必須不與其最小抵抗綫一致，而應與它成一定的角度，而且最小抵抗綫的長度必須較炮眼的長度為小。

炮眼互相間的距離，對爆破的影響也很大。炮眼的距離太小時，不但甲眼發爆會引起乙眼殉爆的現象，而且岩石勢將破碎過度，因而造成炮眼的浪費。炮眼的距離太大時，不但預定的岩石爆破不下來，而且工作面上勢將凸凹不平，殘眼極深。合理地排列炮眼，既可消滅上述毛病，又可把岩石爆破成一定的塊度，提高裝岩效率。

總之，巷道的類型(垂直、水平和傾斜的)、巷道斷面的形狀和大小、岩石的強度和層理(包括裂縫、節理等)、自由面的數目和位置、鑽眼設備的種類(手持式、鑽架式或伸縮式風鑽和電鑽，鑽架以及鑽車等)、裝藥的型式(長條連續或分節裝藥、集中裝藥等)、爆破的要求(塊度的大小和拋高爆破等)……等主要因素，對炮眼的排列都有影響，所以我們必須詳盡地分析研究它們，根據保證高度鑽

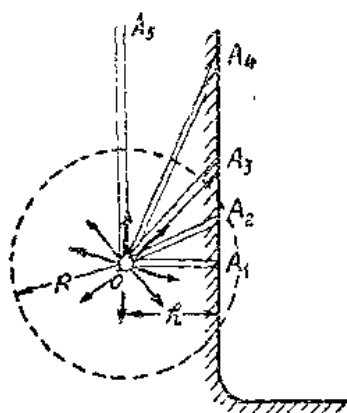


圖 4 炮眼的斜度

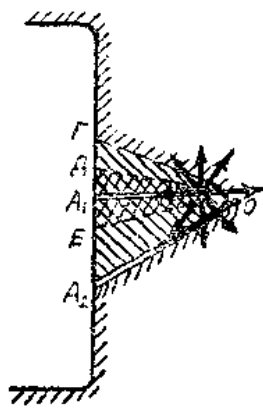


圖 5 炮眼的斜度与爆破效果的关系

眼效率和保證高度爆破效率這兩個原則，來排列炮眼。反過來說，炮眼的排列又能影響鑽眼的便利與否、炮眼利用率的高低、岩塊的塊度和均勻性、巷道的規格、支架和掘進設備的安全性（如崩毀支架和吊盤等）……等方面，所以我們排列炮眼時，除了保證高度鑽眼效率和保證高度爆破效率外，還要考慮到非巷掘進的各種條件。

二、炮眼的種類和作用

掘進巷道的工作面，通常只有一個自由面。一個自由面的工作面，爆破最困難而且效率最低。在同一條件下，兩個自由面的爆破與一個自由面的爆破相較，前者崩落的岩石通常為後者的 2.3 倍，而炸藥消耗量卻較後者減少一半。因此，在一個自由面的掘進工作面上進行爆破時，首

先必須进行掏槽，以增加自由面，然后才进行較有效的主要爆破工作。这么一來，我們就很自然地把一个自由面的工作面上的炮眼区分为掏槽眼和崩落眼两大类。掏槽眼的作用在于增加自由面，而崩落眼的目的則在于崩落岩石。当然，掏槽眼也可以崩落一定体积的岩石，崩落眼也可以增加自由面，但这都不是它們的最主要的目的。有人还把崩落眼分为輔助眼和周边眼：輔助眼在掏槽眼的外围，除崩落岩石外，还能扩大所掏的槽，提高周边眼的爆破效率；周边眼靠近巷道的周边，其作用在于崩落巷道周边的岩石，使巷道获得一定的規格。有时由于掏槽眼力量不足，也可添加輔助眼。

掏槽眼爆破时，由于只有一个自由面，其爆破最困难。当采用一个掏槽眼时，其情况如图6所示，爆破的漏斗很小，残眼很深；这时如果鑽一对相向的掏槽眼（俗称对槽），同时发爆，增强并集中爆破力，残眼便可以减小甚至消灭，掏槽深度便可增加（图7）。通常多采用多向眼掏槽法，其道理就在此。

至于崩落眼，通常不但都有两个以上的自由面，而且平行于长条装藥方面的自由面，对爆破十分有利。这时岩石依箭头所示的两个方向（图8）崩落：一个方向是向工作面上的自由面崩落，另一个方向是向掏槽眼所增加的自由面崩落。后者所崩落的岩石体积最大（图9），約等于：

$$V = W^2 J + W^3,$$

式中 V ——崩落岩石的体积，立方公尺；

W ——最小抵抗綫的長度公尺；

l ——裝藥的長度。公尺，

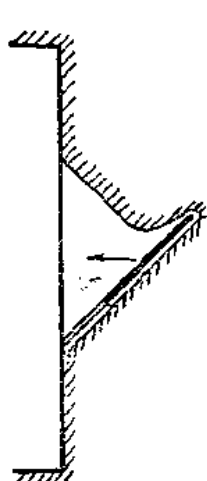


圖 6 單向掏槽眼的掏槽效果(爆破作用)

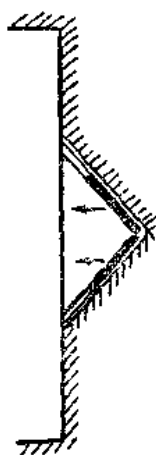


圖 7 多向掏槽

眼的掏槽效果
(爆破作用)

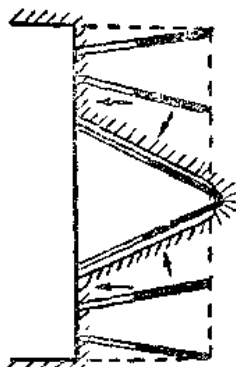


圖 8 崩落眼的爆破作用

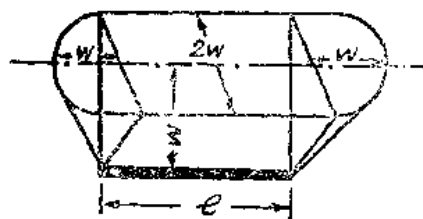


圖 9 崩落眼的爆破漏斗

由此可知，掏槽是十分重要的。掏槽的成敗（所增加自由面的深淺），對爆破效率的高低，從而對巷道掘進的快慢、對炮眼和炸藥的浪費和節省等，都起着決定性作用。例如在斯大林煤礦的煤岩巷道掘進（參閱圖37）中，由於掏

槽的成功，对于面积極大的岩石(5.5 平方公尺)，只鑽 4 个眼和裝 3.2 公斤炸藥，就把它爆破下来了；但在面积極小的煤層上(3.5 平方公尺)，因为要掏槽，就鑽了 12 个眼，裝了 9.6 公斤炸藥。目前很多矿山，对掏槽的重要性的認識还不足，掏槽馬虎，或者根本無所謂掏槽。这就是爆破效率低落的主要原因。

三、掏槽方法的分类

掏槽方法由於各种条件的不同，变化很多；但就基本类型而論，可分以下三类：單向眼掏槽法、多向眼掏槽法和垂直眼掏槽法(表 1)。此外，还有混合式掏槽法。它是兩種以上基本掏槽法的混合应用，是根据具体情况和習慣等而採用的。它的配合方式很多，不胜枚举；圖 46 所示的胜利掏槽法，是一个典型实例。

基本掏槽法中，有时增加一些輔助掏槽眼，这就是所謂强化或复式掏槽法。

掏槽法通常因槽的形狀及其在工作面上的位置而得名，例如圖 47 所示的掏槽法，可称为强化(复式)中央垂直楔形掏槽法，因为它的兩列垂直掏槽眼排列在工作面的中央，同时还增加了兩对輔助掏槽眼，結果就能够掏出两个垂直的楔形槽来。

掘槽方法的分类

表 1

类 型			共 同 特 征	主 要 应 用 条 件
單向眼掘槽法	半楔形掘槽法	頂 部 掘 槽 法	掘槽眼与工作面斜交，且向一个方向傾斜；掘出來的槽，一面約以掘槽眼为界，另一面以巷道边界为界，呈一半楔形	其应用受地質条件限制，即要有显著的管理、解理、断层等自然接触面、軟弱夾層等，才利於掘槽
		底 部 掘 槽 法		
		側 部 掘 槽 法		
		对 角 掘 槽 法		
	扇 形 掘 槽 法			
多向眼掘槽法	楔形掘槽法	垂直楔形掘槽法	掘槽眼与工作面斜交，且向两个以上的方向傾斜；掘出來的槽，約以各掘槽眼为界，呈楔形或錐形	除V形掘槽法外，其应用一般不受地質条件限制，但以塊狀均質的中等强度以上岩石为佳。巷道断面必須大於4平方公尺
		水平楔形掘槽法		
	錐形掘槽法	三角錐形掘槽法		
		正角錐形掘槽法		
		圓錐形(漏斗形)掘槽法		
	V 形 掘 槽 法			
垂直眼掘槽法	平行龟裂法	角龟形裂槽法	掘槽眼垂直於工作面，互相平行，而且間距很近	其应用一般不受地質条件限制，但以均質或管理平行於工作面的岩石为佳。巷道断面一般小於4平方公尺
		对称式角柱形龟裂法		
		螺旋式角柱形龟裂法		
		縫形龟裂法		
	垂直眼分段掘槽法			
葯室掘槽法				
混合式掘槽法			两种以上掘槽法混合应用	根据具体情况和習慣等

第 2 节 水平掘进巷道中炮眼的排列

一、掏槽方法

1. 半楔形（頂部、底部、幫部和对角）掏槽法

半楔形掏槽法的掏槽眼完全排成一行，都朝一个方向傾斜，相当於楔形掏槽眼的一半，而掏出的槽又相当一个半楔形，故有半楔形掏槽法之称。採用半楔形掏槽法的主要目的，是利用有利於爆破的地質条件，例如在巷道工作面上的显著層理、解理、断層面等自然接触面，或者特殊軟弱的岩層。根据这些有利的地質条件在巷道中位置

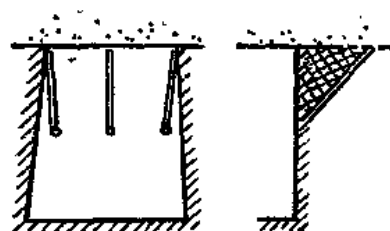


圖 10 頂部掏槽法 (有自然接触面时)

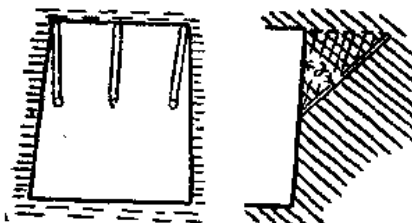


圖 11 頂部掏槽法 (層理面反工作面傾斜时)

不同——例如在頂部、底部、幫部和对角縫上，就分別採用頂部、底部、幫部和对角掏槽法。具有特殊層理的岩石，适於採用半楔形掏槽法(詳見后面)。由於半楔形掏槽法只有一个方向的掏槽眼，其力量較小，故以用於强度不高的岩石为宜。巷道的断面一般对它的影响不大(但还是有影响的)。

(1) 頂部掏槽法:

如圖 10 和圖 11 所示，当有利的地質条件位於巷道的頂

部时，便可采用顶部掏槽法。图10所示的两种岩层的接触面正位于巷道的顶部，如果采用顶部掏槽法，就能很容易就把阴影部分的岩石掏出来。图11所示的层理面为反工作面倾斜，掏槽眼几乎垂直于层理面，情况也颇有利。此外，当巷道顶部的岩石较软弱时，也可以采用顶部掏槽法。

进行顶部掏槽时，最好使用水平鑽架——它距离工作面0.8—1.0公尺，并进行鑽眼与装岩工作的平行作业。

对于顶部掏槽法，巷道的高度最好比宽度大，因为这样既容易鑽倾斜眼，同时掏槽眼数也需要得少，可以节省炮眼和炸藥。

掏槽眼口的位置与它的斜度有关，一般在腰綫以上的水平綫上，眼底向上傾斜，直达巷道顶部边界。

此外，苏联“肖古烈茨”矿采用一种特殊的顶部掏槽法。掏槽眼的个数视岩石的强度而定，或为3个，或为5个；其排列情况和各眼间的距离，如图12所示。掏槽眼都向上傾斜 10° 。各炮眼装藥特別多，除眼口150—200公厘处填塞外，全眼部装满炸藥。雷管装在眼口第二个藥包上，使用火力(成束的)发爆——但最好是使用迟发电雷管发爆。

采用这种掏槽方法，效果很好。一般說来，炮眼利用率高达1.0—1.15，月进75—112公尺。表2所列各项数据系某些生产革新者应用此法所收到的效果。

特殊顶部掏槽法有下列各种优点：

- 1) 炮眼深度不受断面的限制；
- 2) 顶眼傾斜度較大(10°)，炮眼位置較低，容易鑽