

提高探矿坑道掘进速度问题

· A. O. 魏尔恰巴 ·

在苏联的矿山企业及外国的实践中，利用现有类型的掘进设备使探矿巷道的掘进也能够达到像在采准坑道掘进中那样高的速度。本文的目的是简略阐明先进工作队的成果以及坑道快速掘进方法的专门研究，是从探矿工作实践中运用这些成果的角度出发的。

炮眼的深度、直径和数目对坑道掘进速度的影响苏联与外国快速掘进坑道的实践证明，在其他相同条件下，坑道掘进的速度，在很大程度上依赖于如何正确地选择（对该探矿地质及技术条件来说）炮眼的深度，直径和眼数，以及如何合理地排列炮眼。

炮眼深度

众所周知，炮眼深度决定着—个循环内所有掘进工序的繁重性。炮眼深度的变化就使得为完成主要和辅助掘进工序所进行的时间分配也随之变化，然而—个循环时间的合理分配是按循环表作业的最主要的条件之一。这样，在组织坑道快速掘进时必须针对具体探矿地质，技术和组织条件确定最合理的炮眼深度。

现代组织坑道快速掘进时，必须把—个循环内所有工序按如下的原则进行分配，它要保证矿山掘进设备最大限度的利用，首先是保证为完成生产循环最繁重的工序——清除岩石和装岩机械最大限度的利用。由此炮眼深度应当取决于装岩机械效率的大小和清除岩石时间的多少。凿眼，装药和爆破时间以及爆破后的通风时间可以用增加在工作面同时工作的凿岩机数目，爆破工人数和用效率高的通风机的办法来减少到最低限度。最近在苏联由于广泛的运用装岩机，因而常常用 2.2；2.5；3.5 公尺的深眼爆破。外国经验同样指出，用从 2.7 到 3.5 的深孔炮眼是很合算的。

炮眼直径

坑道快速掘进革新者的经验有力地说明用大直径炮眼和药包可以保证提高坑道掘进的速度。还在1952年在凿岩爆破工程会议上（全苏科学技术协会）就曾指出过运用大直径炮眼和药包的优越性，并指示制造在

硬岩石中凿大直径炮眼的高效率凿岩机的必要性。

目前在 A. Ф. 苏汉诺夫教授所确定的凿眼速度与炮眼直径的平方关系的基础上，都认为增加炮眼直径能使凿眼速度剧减。由凿眼速度与炮眼直径关系的观点出发，认为 38—42 公厘的直径是最合理的炮眼直径。

用大直径炮眼和药包进行坑道掘进的革新者的工作经验及专门的试验证明：增加炮眼和药包的直径有可能减少总的炮眼数目，因此也就减少了凿岩时间。如 A. A. 科洛斯柯夫工作队将炮眼直径由 42 公厘增加到 60—64 公厘时使—个工作面的炮眼总数从 33—42 个减到 19—15 个，即减少一半多。H. И. 布采罗夫斯基工作队把炮眼直径由 42 公厘增到 64 公厘而使炮眼数由 27 减至 16 个。

全苏煤矿科学研究所基泽尔分所工作组在格列米亚季斯克煤矿托拉斯 №71/72 矿井中所作的试验工作同样证实了炮眼直径与炮眼数的关系，并且确定了炮眼直径由 42 增到 64 公厘时按总眼深计算共约节省 45—60%，每掘进—米坑道凿眼时间的消耗相应地减少 20—30%。

大直径药包的应用可以提高炸药的起爆速度。马格尼特哥尔斯克科学研究所证明：80 公厘直径药包的炸药起爆速度比 30 公厘直径药包的炸药起爆速度增加到 1.4 倍。同时随着起爆速度的提高也提高了炸药的破碎力和爆炸力。直径为 80 公厘炸药的爆破力比直径为 30 公厘的要大 1.5 倍。

这样，增加炮眼直径可以更有效地利用爆破能，同样也是提高坑道掘进速度的条件之一。

炮眼数目

经验证明在同一地质条件下增加炮眼深度同时必须相应地增加它的数目。—个掌子面的炮眼数目与炮眼深度的数学关系可用下式表示（根据 И. А. 雷欣）。

$$N = n + a \left(\frac{1}{J_1} - 1 \right);$$

式中：a——比例系数（a 可到 4.4）；

N——深度为 l_x 公尺的炮眼数目；
 n——深度为 $l_1=1$ 公尺的炮眼数目；
 炮眼的深度和它的数目图解关系如图 1 所示。

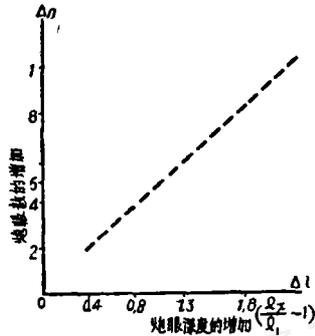


图 1. 炮眼数目和炮眼深度的关系
 (根据 П. А. 雷欣)

1954 年莫斯科地质勘探学院山地工程教研室在塔什克地质局治日克罗特地质勘探队所进行的凿岩爆破合理化过程中同样证明了相类似的炮眼数与炮眼深度的关系。所确定的炮眼数与炮眼深度的关系同现有的关于能量消耗与爆破岩石数量关系的假设相适应，按照这些假设在相同的破碎程度下同一岩石体积的增大与能量消耗的增大成比例。

随着炮眼深度的增加就必须增加炮眼数目，有这个假设是很明显的，因为当炮眼深度增加时爆破下来岩石的体积也会增加。

此外，增加炮眼深度就会减小掏槽眼的角度，同时坑道岩石的夹制性对爆破率的影响也加大了。这样，增加眼深就使破碎的岩石体积增大并增长了夹制性对爆破效率的影响，爆破能量同样应该按爆破岩石的体积增大而成比例的增加。

增加同时爆破的炸药的数量或用爆炸力较大的炸药都可使爆破能量加大。当运用硝酸炸药时要均匀的增加炸药数量就必须多鑽炮眼。所以，在快速坑道掘进时为了保证大的爆破效率就必须确定最理想的与最适合的炮眼深度与炮眼数目。

鑽眼效率与压缩空气压力的关系

凿岩机活塞动能数值如下式：

$$A = 0.755(d^2 - d_1^2)PnS,$$

- 式中：P——压缩空气的压力；
 S——凿岩机活塞的行程；
 d——活塞的直径；
 d_1 ——来复杆的直径；
 n——活塞的行程数。

凿岩机活塞的动能与压力成正比，随着压缩空气压力的增大就增加了活塞对钎子的冲击力，因此能很猛烈地凿碎岩石，这样就增加鑽眼效率。近几年来苏联对于凿岩效率与压缩空气压力之间关系进行了很多精密的试验。这些试验结果的一部分如表 1 所示：

表 1

凿岩机	普罗托吉雅 柯諾夫硬度 系数	压缩空气 的压力 (大气压)	鑽孔速度 公厘/分鐘	速度的相对增加系数			
				P_6	P_8	P_7	P_6
				P_4	P_4	P_5	P_5

根据 Я. Г. 卡普倫教授

HP-2	f=15	4	50	1.56	1.92	—	—
		6	78				
		8	96				
HP-2	f=8	4	68	1.47	1.76		
		6	100				
		8	120				
HP-2	f=7	4	110	1.55	1.85		
		6	170				
		8	203				

根据克里沃罗格金矿科学研究所

OM-506	f=15	5	79.5			1.82	
		7	144.5				
		5	77.0				
HA-23	f=7	5	104.0			1.36	
		7					

根据全苏机械制造科学研究所

OM-506	f=15	5 6	86.2 103.5				1.2
根据 Г. Д. 丘普魯諾夫							
OM-506	f=20	4 5 6	62.2 94.0 144.0	220			

Е. И. 卡梅柯夫引用如下材料证明鑽眼效率与压缩空气压力的关系 (表 2)。

P 压力 (大气压)	2	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
相对生产力的系数 %	7.5	1.50	30.0	45.0	70.0	85.0	100	115.0	135	156

在 Г. Д. 丘普魯諾夫的實驗材料基础上將凿岩速度与压缩空气压力的关系表示如下 (图 2)。

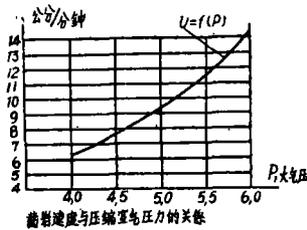


图 2.

以上所举的材料有力地证明随着压缩空气压力的增加凿岩机效率显著地提高。在地質勘探工作中当坑道长度不大时保证使工作面提高压缩空气压力到 6.5—7 个大气压是比较容易的。它可将凿岩效率增加 04—50% 并相应地縮减在一个循环内鑽眼的時間。

鑿岩效率与炮眼冲洗方法的关系

在鑽眼过程中,每鑽平均直径在 42 毫米的一延米炮眼时就产生 3 公斤的岩尘(岩粉)。当然,如不速迅由炮眼中排除这些岩粉就会被钎头再次重复磨碎,从而降低凿岩效率。工作面的空气含尘量高时能使凿岩工的工作条件恶化。因此会降低劳动效率。所以,为了提高凿岩效率与改善劳动条件就必须保证从炮眼内將岩粉迅速的完全排除,將在工作面附近散佈的(飞起的)岩尘降低到最低限度。

我們知道,直到目前还是用压缩空气进行炮眼的除尘。許多研究工作者在实际与生产中进行了一系列的研究試驗以及掘进革新者的观察都指明用水冲洗炮眼即水打眼能显著地改善劳动条件与提高鑽眼速度。具有 2—3 大气压以上的水进入炮眼后有足够的力量

將凿碎的岩石尘粒迅速完全清除掉,炮眼底永远保持清洁。这样就会使钎子的冲击功主要消耗在破坏岩石上。此外,水进入炮眼后渗透到被破坏岩石表面的一层微小裂缝中就像楔子作用一样,使岩石剧烈地破坏。另外,岩尘被水浸潤使工作面附近的空气含尘量速減,改善了凿岩工的劳动条件。

这样,在湿式鑽眼时由于即时而完全的从炮眼里排除岩尘,进入炮眼底裂缝的水,減低了岩石强度及速減矿井空气中的岩尘量,达到提高凿岩速度与改善劳动条件的目的。据矽肺病防治委员会所批准的湿式鑽眼时水的消耗量为 3 公升/分鐘。

近几年的实践证明,在确定水量消耗时不仅要估計到鑽孔速度,而且还要估計到炮眼直径与水的压力。目前掘进革新者达到每分鐘消耗 10 公升的水量,而压力达到 5—6 个大气压以上时,这样可将凿岩速度提高 30—40%。

清除岩石的效率对坑道掘进速度的影响

进行坑道快速掘进时清除岩石是最繁重的工序之一,佔掘进循环時間 40% 以上。以增加工作面同时作业的凿岩机数的方法,使鑽眼時間減少到合理的最低限度,这是较为容易做到的,但是在現有的矿山技术水平上,对清除岩石時間的縮減暂时只能有较小限度的調整。

現在众所週知的例子,ИМЖ-5 型裝岩机清除岩石时,坑道的月掘进速度在 800 公尺以上。現代的掘进設備及作业方式还能进一步增加坑道的掘进速度。生产革新者曾以应用重型凿岩机及增加同时作业的凿岩机数的方法大大减少了在鑽眼上所耗費的时间。縮減清除岩石的时间主要应当走合理使用裝岩机的途徑。

利用裝岩機的經驗證明，機械工作時間系數的變動是很大的（從 0.1 到 0.8）。我們知道，按照 11MJ-5 型裝岩機本身的技术性能一小時內可裝 20 立方公尺的岩石。但是由於空車與重車的調配組織的不夠完善，因此裝岩機停歇的時間比工作時間長 1~2 倍。

在坑道掘進實踐中廣泛採用裝岩機就要求更完善的勞動組織及較高的操作技術。提高裝岩機效率的基本途徑如下：

1. 提高裝岩機司機的操作熟練程度是提高機械裝岩效率的主要條件之一。因此，快速掘進隊成員的系統技術學習是提高坑道掘進速度不可缺少的條件。我們知道，綜合快速掘進隊的成員通常是選擇熟練的三人，提拔通曉鑽眼工、支柱工、爆破手基本技術最熟練的礦工當裝岩機司機。

2. 運用容量大的礦車能夠提高清除岩石的效率。蘇聯在坑道掘進中已應用 1-2-3 立方公尺容量的礦車，在國外甚至在 9-10 平方公尺斷面的坑道中礦車容量達到 5-6 立方米。隨著礦車容量增加相應地也就減少了停歇時間，增加裝岩機作業時間，在其他相同條件下應用這種礦車能使效率提高。

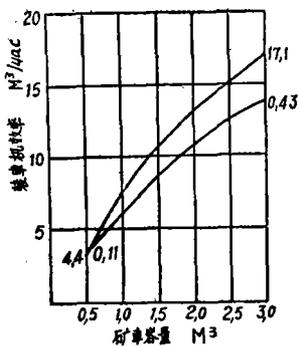


圖 3. 裝岩機效率與礦車容量的關係

A. X. 別露尼用如上形式（圖 3）表示裝岩機效率與礦車容量的關係。H. A. 阿烈克賽也夫斯基總結了在北烏拉爾鋁土礦山快掘進道的多年經驗得出了如下圖的掘進速度與炮眼深度及礦車容量曲線關係（圖 4）。

因此更進一步的提高坊道掘進速度與礦車容量是有直接關係的；掘進速度的提高要求運用容量大的礦車。

3. 空車與重車調配組織影響到清除岩石效率的提高，因此也就影響到坑道掘進速度的提高。空車與重車替換時間，即是裝岩機等待空車的時間，這段時間長短變動是很大的（從 1 到 10-15 分鐘）。這樣，

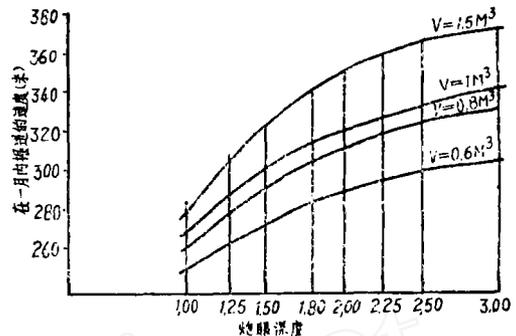


圖 4. 坑道掘進速度與炮眼深度及礦車容量的關係

減少調車時間是提高裝岩運輸效率及坑道掘進速度的主要措施之一。

生產中原則上採用下述幾種調車方法：

- (1) 在平鑿口或在井筒口替換礦車；
- (2) 在每經 50—60 公尺裝置的錯車道上替換礦車，或在專門為替換礦車而開掘的坑道里進行；
- (3) 應用專門氣動恰里——皮克爾型轉車器來移動礦車；
- (4) 在單線坑道內運用吊車器；
- (5) 在雙線坑道內運用滑輪台板；

所有這些調車操作方法的特點是定時替換礦車。第一種方法換車時間由於坑道的長度能達到最大值（10—15 分鐘或更多些）；第二、三種方法換車時間為 3—5 分鐘；第四種方法——時間為 1—2 分鐘；第五種方法——甚致為 20—10 秒。應當指出，第四、五兩種方案較為簡單方便。裝岩機的效率及機械工作時間系數與換車時間的關係如（圖 5）所示。

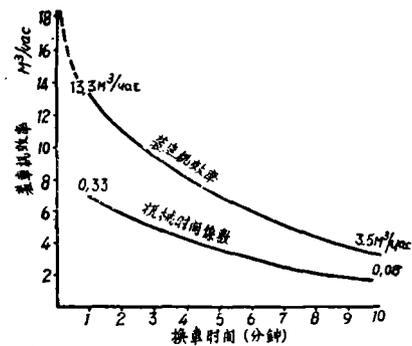


圖 5. 裝岩機的生力及機械時間系數與換車時間的關係

這樣，為了提高清除岩石效率就必須使機動操作時間消耗減少到最小限度。這樣就可以提高坑道掘進速度。

4. 岩石的块度对装岩机效率的影响的很大的。实践证明：随着大块岩石数量的增加就减低鏟斗的填充系数，也增加了鏟岩时间，因而装岩机效率就递减。所以掘进革新者在岩石的破碎程度上是給以很大注意的。

进一步提高坑道掘进速度的途径

进一步提高探矿坑道掘进速度应该不仅要完善凿岩爆破工作和装岩运搬工作，而且要改善掘进机械及劳动组织。

1. 首先用下述方法增加凿岩爆破作业的效率：

- (1) 用带有气动托架重型凿岩机；
- (2) 增加同时在工作面工作的凿岩机数目，使在每平方公尺面积的工作面上有一台机器工作；
- (3) 鑽眼时提高压缩空气的压力到 6.5—7 大气压；
- (4) 运用 65—75 公厘的大直径炮眼与藥包；
- (5) 猛烈的冲洗炮眼，使耗水量在一分鐘达到 6 公升以上，水的压力在 5—6 个大气压或更多些；
- (6) 用深 3—4 公尺的炮眼；
- (7) 用具有高爆力的炸藥；
- (8) 广泛采用迟发电雷管爆破炮眼；
- (9) 在不久的将来利用 10—12 大气压的高

压力进行鑽眼，为此必須設計适合于这种压力的压风机、凿岩机及它們的配件。

2. 今后將应用如下方法提高机器装岩运搬的效率：

- (1) 提高装岩机司机的操作熟練程度；
 - (2) 运用容量大的矿車；
 - (3) 增加岩石破碎程度；
 - (4) 完善机动操作时间的組織。
3. 完善劳动组织的方法应保証：
- (1) 仔細地准备合乎質量与足够数量的设备、工具及材料；
 - (2) 系統地提高工人操作技术；
 - (3) 选择最熟練的能够在任何时刻相互替换工作的矿工組織綜合掘进队；
 - (4) 采用具有深炮眼的多循环作业，以保証掘进设备最大的利用率；
 - (5) 完善装配工作与爆破后的坑道通风組織；
 - (6) 加强工程技术人員与快速掘进工的創造性的合作。

孔祥兴譯自“莫斯科 C. 奥尔忠尼啓則地質勘探学院文集”

1956年第 X X X 册，楊秀齡校

(上接第27頁)

后鑽速曲線緩慢的下降了，这是由于鑽头之唇面上之牙齒已被磨光，滾珠已被全部破碎成顆粒較小的碎块。这时猜測井內情况可能与第三个試驗中井內情况相同。

通过上述試驗与前三个試驗比較。我認为：苏联專家 H. H. 庫茲明，B. H. 沃茲德維斯和 И. H. 波波夫所論述的鑽粒鑽进的理論概念是正确的。即『鑽粒鑽进的基本功，是由碎鑽粒（在鑽头端部唇面时刻的破碎——笔者註）完成的。未被破碎之鑽粒，仅完成微小的功。但它可以改善鑽粒的分配，补偿破碎鑽粒之消耗』；『由于不平坦的井底和不同大小之鑽粒，以及一系列的其它因素在鑽粒上产生了頻繁的交变的冲击负荷，这种能量也作用在岩石上，因而岩石的破碎加速了』。

也只有以上的論点，能够用鑽粒鑽进理論去解釋鋼絲繩鑽粒能够产生較高的鑽进效率的原因。

大家知道，鋼粒的形狀是极不規則的，并不是圓的，所以也难以产生理想的滾动，但确有較高的鑽进效率，一但鋼粒被磨圓时（淬火不良）鑽进效率不仅不上升，而且还迅速的下降。

應該指出，試驗是在同体之花崗岩上进行的。由于各种岩石之組成矿物不同，膠結物質不同，所以滾动碾压岩石的作用和破碎刻取岩石的作用，以及冲击岩石的作用，在各种岩石上所显示出之威力，也各有差異，这是一个不可忽視之因素。

为了提高鑽进效率，除了迅速的制造出新的磨料外，用回火方法改变現有鑄鐵鑽粒的机械性質，提高現有鑽粒之韌性，而又不降低或很少降低其硬度也是一个有效的措施。另外还應該設法改变現有鑽粒鑽头的結構，使其能够与鑽粒发生較大的咬合，从而增加鑽粒在岩石表面的蠕動。