

苗岩文集

长沙矿山研究院技术情报室 编

中国工业出版社

凿 岩 文 集

长沙矿山研究院技术情报室 編

268968

中 国 工 业 出 版 社

本书以文集形式，根据国外的有关技术文献通过全译或編譯的方式介紹了国外凿岩的新技术成就和科学研究动向。

本书共介紹 13 篇文章，內容包括各种凿岩方法的功耗比較，改进露天穿孔设备的趋向，滾輪凿岩，联合鉋具以及其它深孔凿岩新设备的試驗研究論文。对于利用电物理原理破碎岩石的新技术也作了一般介紹。

本书可供采矿科学研究工作者、現場工程技术人员以及大专学校学生参考。

凿岩文集
长沙矿山研究院技术情报室 編

冶金工业部科学技术情报产品标准研究所书刊編輯室編輯（北京灯市口71号）

中国工业出版社出版（北京东黄城根西10号）

北京市书刊出版业营业登记证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

830838

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 5·揮頁 1·字数 129,000

1965年7月北京第一版·1965年7月北京第一次印刷

印数 0001—1,590·定价（科五）0.75元

★

统一书号：15165·3308（冶金-543）

編 者 的 話

近几年来，我国采矿工业生产和科学研究工作，在党的领导下和三面紅旗的光輝照耀下取得了很大成就，积累了不少經驗。在凿岩技术方面也取得了很大进步。井下深孔凿岩技术已得到广泛推广，井下潜孔凿岩方法也已經在部分矿山获得应用。深孔接杆凿岩技术正在不断改进中。对露天滾輪钻机、潜孔钻机及火力钻机的穿孔方法都进行过初步試驗与研究，并取得了一定的成果。目前，国内許多单位业已开始或即将开始滾輪和潜孔高效率钻机的設計、試制与研究工作。

近几年来，在国外采矿生产实践中，凿岩技术得到了巨大的发展，旋轉式滾輪凿岩、冲击旋轉式潜孔凿岩以及火力穿孔已得到广泛应用，并在使用过程中得到不断的改进与完善。国外在钻具的研究方面，也出現了許多新趋向，如联合钻具、銷柱式滾輪、无閘风动冲击器、組合风动冲击器和各种形式钻头的研究，以及接杆凿岩中鉸杆的连接形式和合金鉸鋼的研究等都已取得很大成效。另外，在电物理岩石破碎方法方面，如电磁波、高频接触法等方面，虽然尚未得到工业上的应用，但其研究成果具有很大学术意义。

編輯本文集的目的在於向我国广大的采矿科学研究工作者及現場工程技術人員介紹国外凿岩技术的发展状况和动向，并結合我国情况介紹了国外的一些經驗。

因力量所限，加之編輯水平不高，錯誤和不当之处在所难免。敬希讀者提出寶貴意見。

长沙矿山研究院技术情报室

目 录

編者的話

一、各种凿岩方法的功耗比較.....	1
二、露天穿孔設備及其改进趋向.....	14
三、滾輪凿岩在美国和加拿大露天矿的应用.....	31
四、联合钻具的試驗台試驗和工业試驗.....	42
五、苏联提高鋼繩冲击式钻机穿孔效率的經驗.....	53
六、深孔凿岩新設備.....	66
七、提高深孔風动冲击凿岩效率的途徑.....	75
八、捷克斯洛伐克地下中深孔凿岩技术.....	84
九、苏联地下深孔凿岩技术經濟指标的分析.....	95
十、国外深孔接杆凿岩中杆杆連接形式的改进.....	103
十一、合金钎鋼的研究.....	112
十二、井巷掘进用凿岩机械.....	132
十三、破碎岩石的电物理方法.....	143

一、各种凿岩方法的功耗比較

[苏联] 弗·依·杜謝杜

开采有用矿物的钻孔工作量逐年增长，今后，根据采矿工业发展的要求，将不断地提高。例如苏联在1965年，仅黑色和有色露天开采的凿岩工作量将达到1200万米。

目前，在露天开采中，主要是用鋼绳冲击式钻机钻凿坚硬岩石和矿石，这种钻机的特点是效率低和钻具的强度不高。

近几年来，許多科学研究所和生产企业部門創制了若干种效率較高的风动冲击，振动冲击和滾輪钻进的試驗钻机。但是，这些钻机的技术参数和工作制度并未得到充分的論証。

为了客观地评价各种凿岩方法，选择高效率的凿岩方法和論証钻机的技术参数，本文从岩石破碎功耗和孔底功率实施制度的观点出发，对各种凿岩方法提出如下分析。

对在硬岩中钻凿深孔获得实际使用的下列凿岩方法进行了分析：1) 鋼绳冲击凿岩；2) 风动冲击凿岩；3) 振动冲击凿岩；4) 滾輪旋轉凿岩。

上述凿岩方法的分析适用于硬度系数 $f=12\sim14$ 的岩石。每种凿岩方法均采用合理的凿岩工作制度。这种合理凿岩工作制度或由钻机的实际操作，或由專門試驗研究确定的。

驟然看来，鋼绳冲击、风动冲击、振动冲击和滾輪旋轉凿岩的研究数据是不可比較的。这是因为，首先钻孔直径不同、钻具类型不同，其次仅按硬度列为同一等級岩石的矿物和岩相組成成分不同。

但是，为闡明凿岩方法与岩石破碎功耗的关系，钻孔直径不

同是难以避免的，而同一硬度等級的岩石矿物和岩相組成成分不同又是不关重要的。事实上，如果在实际生产中，尽管在完全不可比的条件下发现凿岩方法和岩石破碎功耗之間的鮮明关系，那么就有充分根据认为，对各种凿岩方法进行严格的、科学的試驗比較时，这种关系将是更为明显的。

鋼繩冲击凿岩

采用諾里尔斯克采矿冶金公司試驗站为确定 BC-1 型鋼繩冲击式钻机最适工作制度所进行的实验研究工作做为分析鋼繩冲击凿岩的依据。在研究过程中，用直径 $d=240$ 毫米和切削刃长度 $l=840$ 毫米的馬蹄形钻头钻凿普氏硬度系数为 $f=12\sim14$ 的岩石。钻头基刃刃角为 110° 。钻具重量 $G=2000$ 公斤，钻具提升高度 $h=0.95$ 米，冲击次数 $U=52$ 次/分。在上述条件下，多次观测結果得出，平均机械凿岩速度 $V=22.5$ 毫米/分。

现在我們确定这种情况下的一次冲击功 W ，切削刃单位长度上的单位冲击功 W_y ，单位時間內导至孔底上的功率 N ，孔底单位面积上的单位孔底功率 N_y ，和凿岩单位功耗，即岩石单位破碎功 A 值。

鋼繩冲击凿岩的一次冲击功按下式計算

$$W=0.102G \cdot i \cdot h,$$

式中： i ——钻具下落的加速度，建議取为 6 米/秒²。則一次冲击功将等于

$$W=0.102 \times 2000 \times 6 \times 0.95=1162 \text{ 公斤} \cdot \text{米}。$$

而单位冲击功为

$$W_y = \frac{W}{L} = \frac{1162}{84} = 13.8 \text{ 公斤} \cdot \text{米/厘米}。$$

导至孔底的功率可按下式計算

$$N = \frac{W \cdot U}{60} = \frac{1162 \times 52}{60} = 1008 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒}。$$

单位孔底功率可按下式計算

$$N_y = \frac{N}{K \cdot 0.785 \cdot d^2},$$

式中, $K = 1.1$ —— 钻孔钻凿系数。

此时

$$N_y = \frac{1008}{1.1 \times 0.785 \times 24^2} = 2.0 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{秒厘米}^2。$$

由此, 在上述条件下的凿岩单位功耗将为

$$A = \frac{N_y \cdot 60}{V} = \frac{2.0 \times 60}{2.25} = 53.5 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{厘米}^3。$$

求得的凿岩功耗数值和按凿岩单位功耗的岩石分级数值极为符合。根据该岩石分级, VIII级岩石(相当于普氏硬度系数 $f = 11 \sim 15$ 的岩石)的平均凿岩单位功耗为 50 公斤·米/厘米³。

风动冲击凿岩

采用全苏凿岩技术科学研究所的卡列里斯克花岗岩($f = 12 \sim 14$)中, 用 BA-100-II-1 型机组试验钻孔的结果来分析风动冲击凿岩。

钻孔是在 5 计示大气压和轴向压力为 250 公斤时钻凿的。采用 M-1900II2 型风动冲击器做为冲击机构。在 5 计示大气压下, 它能产生的冲击功为 7.0 公斤·米。每分钟冲击次数为 1900 次。

用直径为 105 毫米, 切削刃总长度为 130 毫米的三翼形台阶式 K-100B 型钻头凿岩。刃角为 110° 。在这样条件下的平均机械凿岩速度为 80 毫米/分。在生产中通常采用类似的工作制度, 并认为是合理的。

显然, 这种条件下的单位冲击功将等于

$$W_y = \frac{7.0}{13.0} = 0.54 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{厘米}。$$

进行风动冲击凿岩时, 孔底上的功率是由冲击机构和旋转机构传递的。

冲击机构的功率

$$N' = \frac{W \cdot H_s}{60} = \frac{7.0 \times 1900}{60} = 222 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒}$$

由冲击机构传递的单位孔底功率为

$$N'_y = \frac{N'}{K \cdot 0.785d^2} = \frac{222}{1.1 \times 0.785 \times 1.05^2} \\ = 2.56 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒} \cdot \text{厘米}^2,$$

旋转机构的功率

$$N'' = \frac{M \cdot H_0}{975} \cdot 102,$$

式中: M ——旋转机构造成的扭矩。

对于BA100-II-4钻机, $M=22$ 公斤·米; $H_0=75$ 转/分;

$$\text{此时 } N'' = \frac{22 \times 75}{975} \cdot 102 = 173 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒},$$

而由旋转机构传递的单位孔底功率为

$$N''_y = \frac{173}{1.1 \times 0.785 \times 10.5^2} = 2.0 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒} \cdot \text{厘米}^2。$$

风动冲击凿岩时, 孔底总功率为

$$N = N' + N'' = 222 + 173 = 395 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒};$$

传至孔底的单位总功率为

$$N_y = N'_y + N''_y = 2.56 + 2.0 = 4.56 \text{ 公斤} \cdot \text{米/秒厘米}^2。$$

风动冲击凿岩的单位功耗

$$A = \frac{N_y \cdot 60}{V} = \frac{4.56 \times 60}{8.0} = 34.2 \text{ 公斤} \cdot \text{米/厘米}^3。$$

振动冲击凿岩

振动冲击式钻机钻凿坚硬岩石时, 和风动冲击凿岩一样, 岩石是由钻头刃破碎的。振动器对旋转着的钻杆上端做周期性的冲击, 将冲击力传递给钻头。这种凿岩方法和风动凿岩方法最大的原则差别在于, 由钻具传递到孔底岩石上的轴向压力很大 (2~5吨), 轴向压力的大小决定冲击机构工作的稳定性。

在 1957~1958 年間，全苏凿岩技术科学研究所进行了确定振动冲击凿岩最适工作制度的研究。现采用这个研究结果来分析振动冲击凿岩功耗。

在卡列里斯克花岗岩 ($r=12\sim14$) 岩块中，用三翼形台阶式 K-100B 型钻头凿钻；在研究过程中一次冲击功的变化范围是 7.5~15.0 公斤·米。在所述情况下，振动器的冲击次数等于 1425 次/分。

以一次冲击功为 7.5 公斤·米来计算振动冲击凿岩的功耗。

K-100 型钻头切削刃的总长度为 130 毫米，而单位冲击功为

$$W_y = \frac{W}{L} = \frac{7.5}{13.0} = 0.577 \text{ 公斤·米/厘米}$$

在所述情况下，由冲击机构传递到孔底的功率将等于

$$N' = \frac{W \cdot H_0}{60} = \frac{7.5 \times 1425}{60} = 178.5 \text{ 公斤·米/秒}$$

由此，冲击机构的单位孔底功率将为

$$N'_y = \frac{N'}{K \cdot 0.785d^2} = \frac{178.5}{1.1 \times 0.785 \times 10.5^2} = 2.06 \text{ 公斤·米/秒厘米}^2。$$

旋转机构的功率由下式确定

$$N'' = \frac{M \cdot H_0}{975} \cdot 102,$$

式中：M——旋转机构产生的扭矩。

在上述条件下， $M=158$ 公斤·米，而转速 $H_0=52$ 转/分。将 M 和 H_0 值代入上式得出

$$N'' = \frac{158 \times 52}{975} \times 102 = 860 \text{ 公斤·米/秒}。$$

旋转机构传递的单位孔底功率等于

$$N''_y = \frac{N''}{F_{\text{с.к.}}} = \frac{860}{86.6} \approx 10 \text{ 公斤·米/秒厘米}^2，$$

(式中 $F_{\text{с.к.}}=86.6$ 厘米²——钻头直径为 105 毫米时的钻孔面

积)。

孔底总功率将等于

$$N = N' + N'' = 178.5 + 860 = 1038.5 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{秒}。$$

孔底单位总功率由下式确定

$$N_y = N'_y + N''_y = 2.06 + 10.0 = 12.1 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{秒} \cdot \text{厘米}^2。$$

在上述条件下，机械凿岩速度平均值 $V = 117$ 毫米/分。将机械凿岩速度值代入计算单位功耗的下式中， $A = \frac{N_y \cdot 60}{V}$ ，则在一次冲击功为 $W = 7.5$ 公斤·米时，得出振动冲击凿岩的单位功耗值

$$A = \frac{12.1 \times 60}{11.7} = 62.04 \text{ 公斤} \cdot \text{米} / \text{厘米}^3。$$

在一次冲击功为 10.2 和 15.0 公斤·米时，进行了同样计算。

振动冲击凿岩方法在花岗岩 ($f = 12 \sim 14$) 中钻凿试验钻孔的结果计算数据列于表 1 中。

表 1

钻头直径, 毫米	105	105	105
与工作面接触的切削刃长度, 厘米	13.0	13.0	13.0
钻孔断面积 F , 厘米 ²	86.6	86.6	86.6
一次冲击功 W , 公斤·米	7.5	10.2	15.0
单位冲击功 W_y , 公斤·米/厘米	0.577	0.785	1.150
每分钟冲击次数 11_y , 次/分	1125	1125	1125
作用于孔底的轴向压力 P_0 , 公斤	3000	3000	3000
单位轴向压力 P_y , 公斤/厘米	230	230	230
钻具旋转速度 11_0 , 转/分	52	52	52
每旋转一次的冲击次数	27	27	27
孔底功率 N , 公斤·米/秒	1038.5	1100	1216
单位孔底功率 N_y , 公斤·米/秒·厘米 ²	12.1	12.7	14.0
机械凿岩速度 V , 毫米/分	117	147	217
凿岩单位功耗 A , 公斤·米/厘米 ³	62.04	49.6	38.7

滚轮旋转凿岩

利用直径 190 毫米销柱式三滚轮钻头钻凿卡列里斯克花岗岩

($f=12\sim14$) 的試驗結果來分析滾輪磨岩時岩石破碎功耗。

多次觀測結果表明，在以軸向壓力 $P_0=18000$ 公斤和轉數 $n_0=600$ 轉/分磨岩時，機械磨岩速度 $V=730$ 毫米/分。

假定，滾輪钻头钻齒是按每個滾輪母綫全長度與孔底接觸，那麼，與孔底接觸綫的總長度可由下式求出

$$L=3\cdot\frac{d}{2}=3\times\frac{190}{2}=285\text{ 毫米。}$$

此時，接觸綫假定單位長度上的單位軸向壓力將為

$$P_y=\frac{P_0}{L}=\frac{18000}{285}=630\text{ 公斤/厘米。}$$

滾輪磨岩時，傳至孔底上的功率可由下式確定

$$N=\frac{M\cdot n_0}{975}\cdot 102=\frac{m_y\cdot P_0\cdot L_0}{975}\cdot 102,$$

式中： M ——孔底扭矩； m_y ——單位扭矩。

根據全蘇磨岩科學技術研究所的試驗數據和實際磨岩總結，堅硬岩石的單位扭矩平均值可取為 $m_y=6$ 公斤/噸。

將此數值代入下式中可得

$$N=\frac{6\times 18\times 600}{975}\cdot 102=7350\text{ 公斤}\cdot\text{米/秒。}$$

單位孔底功率

$$N_y=\frac{N}{F}=\frac{7350}{283.5}=26.0\text{ 公斤}\cdot\text{米/秒}\cdot\text{厘米}^2。$$

單位磨岩功耗

$$A=\frac{N_y\cdot 60}{V}=\frac{26\times 60}{73}=13.25\text{ 公斤}\cdot\text{米/厘米}^3。$$

現將上述磨岩方法的功耗和孔底功率實施制度的綜合數據列於表 2 中。分析這些數據可以看出，功耗最大和效率最低的磨岩方法是鋼繩沖擊磨岩。此種磨岩方法的功耗比滾輪旋轉磨岩要多 3 倍，而機械磨岩速度則低 97%。

風動沖擊磨岩也同樣是耗功大和效率低的岩石破碎方法。此

种凿岩方法的功耗比滚輪旋轉凿岩大1.6倍，而机械凿岩速度低85%。

表 2

指 标 名 称	鋼繩冲击凿岩	风动冲击凿岩	振动冲击凿岩	振动冲击凿岩	振动冲击凿岩	滚輪旋轉凿岩
钻头直径d, 厘米	24	10.5	10.5	10.5	10.5	19.0
与孔底接触的切削刃长度L, 厘米	84	13	13	13	13	28.5
钻孔断面积, 厘米 ²	500	86.6	86.6	86.6	86.6	283.5
一次冲击功W, 公斤·米	1162	7.0	7.5	10.2	15.0	—
单位冲击功W _v , 公斤·米/厘米	13.85	0.54	0.58	0.78	1.15	—
每分钟冲击次数11 _v , 次/分	52	1900	1425	1425	1425	—
作用于孔底的轴向压力P, 公斤	—	250	3000	3000	3000	18000
单位轴向压力P _v , 公斤/厘米	—	19.25	230	230	230	630
钻具旋轉速度11 _z , 轉/分	—	75	52	52	52	600
每旋轉一次的冲击次数	—	25	27	27	27	—
孔底功率N, 公斤·米/秒	1008	394	1028	1100	1216	7350
单位孔底功率N _v , 公斤·米/秒·厘米 ²	2.0	4.6	12.1	12.7	14.0	26.0
机械凿岩速度V, 毫米/分	2.25	8.0	11.7	14.7	21.7	73.0
凿岩单位功耗A, 公斤·米/厘米 ³	53.5	34.3	62.0	49.6	38.7	13.2

振动冲击凿岩虽然功耗大，但当显著加大其一次冲击功时，机械凿岩速度几乎可比风动冲击凿岩高2倍。

最合理的岩石破碎方法是滚輪旋轉凿岩，可保证最大的机械凿岩速度和最低的功耗。

重要的是机械凿岩速度几乎与单位孔底功率成正比；这种规律对所有的机械破碎岩石方法都是共同的。

因此，为保证达到高凿岩效率，要求尽可能地加大孔底功率。这个条件虽然是必需的，但是还不够，因为岩石破碎最终效果和凿岩功耗在很大程度上决定于孔底功率的实施制度。

我們應該注意施于切削刃单位长度上的单位冲击功。鋼繩冲击凿岩的单位冲击功約比风动冲击凿岩大2.5倍，而孔底单位功耗却比它小56%；冲击次数也少，每次冲击后钻具迴轉实际上未予調整。因此，冲击力不能保证沿孔底均匀分布，一次冲击能量利用的不合理，每次冲击的絕大部分能量白白地消耗于周围岩

石的彈性變形上。

根據科學技術碩士弗·依·叶果羅夫在硬度系數 $f \sim 13 \sim 20$ 的岩石中潛岩資料，消耗于岩石彈性變形的能量約占 70%。

結果，鋼繩沖擊潛岩效率比風動沖擊潛岩約低 71%。

因此，為提高鋼繩沖擊潛岩的效率，必須增大單位孔底功率，使鑽具的旋轉可以調整，不斷清除鑽孔中的岩渣。可借助于加大鑽具重量，也可借助于顯著地提高沖擊次數來增大單位孔底功率，但是，進一步加大鑽具重量將更加增大一次沖擊功，這樣將使更多的能量消耗于周圍岩石的彈性變形上。

在這方面，將鋼繩沖擊潛岩和振動沖擊潛岩進行對比，是最有代表性的。這兩種潛岩方法傳至孔底的功率幾乎相同，而振動沖擊潛岩的機械潛岩速度約大 9 倍。振動沖擊潛岩的機械潛岩速度顯著增大的原因是，單位孔底功率較高，並能很好地利用每次沖擊能量來破碎岩石。

如是，對於鋼繩沖擊潛岩來講，不應當加大鑽具重量，而應增加單位時間內的沖擊次數。使鑽具的轉數可以調整和不斷清除孔底岩渣也是提高鋼繩沖擊潛岩工作能力的現實途徑。

採取這些措施在技術上是可能的，而且是必須的。但是，實現這些措施就要根本上改變現有鑽機的結構。

比較表 2 中所列風動沖擊和振動沖擊潛岩數據可以發現，在沖擊功為 7.0~7.5 公斤範圍內這兩種潛岩方法的切削刃單位軸向壓力區別極大。對於風動沖擊潛岩 $P_y = 19.25$ 公斤/厘米，而振動沖擊潛岩 $P_y = 230$ 公斤/厘米。如上指出，單位軸向壓力的顯著區別是由于振動器的工作特點所造成的。在此種情況下，極有趣的是顯著增大振動沖擊潛岩的單位軸向壓力不能比風動沖擊更大地提高潛岩速度。這說明，在此兩種潛岩方式下，岩石破碎主要是由傳遞到孔底上的沖擊機構的功率來完成的，而旋轉機構僅僅是沿孔底分布沖擊力。風動沖擊潛岩時，鑽具旋轉消耗的能量為 2.8 千瓦，而振動沖擊潛岩時則為 6~11 千瓦。因此，為了強化風動沖擊潛岩，以及強化振動沖擊潛岩時的岩石破碎，必須

增大冲击机构的功率和降低耗于钻具旋转的功率。由表 2 中的数据可看出，在振动冲击凿岩时，随单位冲击功的增大，机械凿岩速度几乎增大 1 倍，而岩石破碎功耗则大大地降低了。

但是，对于每一具体情况来说，存在一定的加大孔底功率的极限。例如，风动冲击和振动冲击凿岩时，导至孔底上的功率受钻具的机械强度，主要是切削刃强度的限制。

全苏凿岩技术科学研究所的试验表明，镶焊 BK-15 硬质合金的钻具（K-100B 型钻头）在单位冲击功为 2~2.5 公斤·米/厘米时，能有效地工作。这个试验驳倒了某些专家的论点，即认为 K-100B 型钻头在风动冲击凿岩时，冲击功大于 7~8 公斤米是不合理的。因为冲击功较大时，常常引起硬质合金断片。显然，硬质合金经常断片不是单位冲击功，而是其他别的原因引起的。

在分析风动冲击和振动冲击凿岩的结尾时，必须指出下列各点：

1) 为了提高这两种方法的效率，必须或是借助于增大冲击功，或是借助于增加单位时间内的冲击次数来加大单位孔底功率。

2) 在正确的凿岩工作组织下，单位冲击功可以提高到 2~2.5 公斤/厘米，冲击频率可采取 3000~6000 次/分左右。

3) 钻凿坚硬和研磨性较大的岩石时，必须提高钻具的强度。

在分析表 2 中所列滚轮旋转凿岩数据时，应当指出，上面指出的滚轮凿岩工作参数能保证孔底功率的合理实施制度，从而能保证在岩石破碎功耗最低条件下，达到高的机械凿岩速度。

在试验室和生产条件下完成的多次理论和实验研究工作证实，在滚轮凿岩时，岩石是由于冲击和切削的联合作用被破碎的。哪一种破碎方式是主要的，则取决于钻头结构和凿岩工作制度。例如，高度准确地确定了滚轮凿岩具有下列基本规律。

1) 在钻头一定的转速下，机械凿岩速度随轴向压力加大而增长到一定限度，然后凿岩速度增长值平缓地降低。加大轴向压

力的限度取决于钻头结构、钻头轉数和岩石物理机械性质。

2) 在一定的軸向压力下, 机械凿岩速度随钻头轉数的增加而增大到一定限度, 然后降低。钻具轉数的极限值取决于軸向压力的大小, 钻头结构和岩石物理机械性质。

3) 軸向压力和钻头轉数是最重要的, 相互制約地决定着岩石破碎效果的凿岩参数。

4) 钻头上的軸向压力越大, 钻头轉数可能增大的极限值也就越大, 反之, 钻头轉数越大, 作用于钻头上的軸向压力也必须增加, 以便取得最高的凿岩速度。

上述基本規律的物理实质如下:

1) 在一定的轉数下, 随軸向压力加大, 滾輪齿插入岩石的接触应力增大, 每个齿的插入深度增大, 而机械凿岩速度提高。但是, 在軸向压力过大时, 机械凿岩速度增长变緩, 因为随着牙齿插入岩石深度的增大, 首先, 由于破碎区远离表面和此区的应力状态不是各方面的压缩, 所以恶化了破碎条件, 其次, 随着牙齿插入岩石深度的加大, 牙齿与岩石接触面显著加大。所有这些都能使机械凿岩速度降低。因此, 对于每种岩石和某种结构的钻具来说, 在一定的轉数条件下, 存在有一定的最优軸向压力值, 能保证最大的凿岩速度和最大的钻头进尺。軸向压力小于最优軸向压力时, 会导致机械凿岩速度的降低, 这是因为钻头牙齿下的接触应力不足以有效地破碎岩石。軸向压力大于最优軸向压力时, 机械凿岩速度比最优軸向压力时的凿岩速度略有提高, 但是, 由于钻头軸承过早磨损而大大减少钻头进尺。钻头的装备, 即滾輪齿将得不到充分利用。

2) 在一定的軸向压力下, 随轉数的增多, 每个滾輪齿插入岩石时的冲击能量增大, 每次冲击时被破碎的岩石体积增多和机械凿岩速度提高。此外, 增加钻头轉数时, 滾輪齿对孔底的冲击次数显著增多。因此, 岩石接触强度大大降低, 从而有助于机械凿岩速度的提高。但是, 随着轉数的增多, 机械凿岩速度增长到一定限度, 因为此时滾輪齿与岩石相互作用的时间减少, 从而滾

輪齒來不及將其蓄集的能量傳遞給孔底。因此，對於某種結構鑽頭的一定軸向壓力值和某種岩石，存在有保證最大齒岩速度的完全一定的轉數值。

有根據推測，在鑽鑿堅硬和極硬脆性岩石時，對提高機械齒岩速度影響最大的是鑽頭旋轉速度。因此，必須指出，新創制的 БАИИ-150, БСН-1, БАИИ-250 等類型鑽機的齒岩工作制度選擇的不合理，其鑽頭旋轉速度過低^①。

國立鋁鉛錫工業科學研究設計院考慮了蘇聯科學院礦業研究所的建議創制的 БАИИ-250 型滾輪鑽機和全蘇齒岩技術科學研究所設計的 И-20 型鑽機的工業性試驗結果比較是極有代表性的。

在普里奧澤爾斯克（湖濱城）市附近的花崗岩露天采場中試驗了 БАИИ-250 型滾輪鑽機。試驗過程中在中粒紅色花崗岩（ $f=14\sim16$ ）中鑽鑿了垂直鑽孔。為了比較起見，取用 6H9K 型鑽頭齒岩時的機械齒岩速度。

И-20 型鑽機在南方采選公司露天礦中做了試驗。試驗期間，用直徑 214 毫米的 6H9K 型銷柱式滾輪鑽頭在非氧化礦石和強烈石英化的非標準角岩（ $f=14\sim16$ ）中鑽鑿了深 17.5 米的垂直鑽孔。為進行比較，取用了 1960 年 6 月 27 日鑽鑿的全孔平均機械齒岩速度。比較結果列於表 3 中。

由表 3 中的數據得出，БАИИ-250 型鑽機的機械齒岩速度比 И-20 型鑽機幾乎小 75%，而破碎功耗大 0.5 倍。

齒岩制度的參數表明，БАИИ-250 型鑽機所採取的工作制度極近似於美國 50-R 和 58-BH 型鑽機的齒岩工作制度；試驗期間所取得的機械齒岩速度是比較高的。

И-20 型鑽機採用了強化的齒岩工作制度，保證了導至孔底很大的單位功率。雖然鑽頭上的單位壓力比較低（比採用的約低 50%），但由於轉數大而得到相當高的機械齒岩速度，這一事實

① Н.В. 迪利尼科夫等著“露天新型鑽機主要參數的依據及其選擇”，蘇聯煤炭工業出版社，1957年。