

采矿文集

深孔凿岩

6

冶金工业出版社

采 矿 文 集

第 6 輯

深 孔 凿 岩

长沙矿山設計研究院技术情报室 編譯

冶 金 工 业 出 版 社

采矿文集 第 6 輯

深孔凿岩

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲 45 号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

—— * ——

1960 年 2 月第 一 版

1960 年 2 月北京第一次印刷

印数 2,812 册

开本 850×1168 • 1/32 • 86,000 字 • 印张 3 $\frac{28}{32}$ •

—— * ——

统一书号 15962 • 2077 定价 0.52 元

出版者的話

几年来，我国的采矿工业，在生产建设和科学研究等各个方面，有了飞跃发展，取得了很大成就，各矿在不断吸收国内和国外技术经验（主要是苏联的经验）和不断创造经验的过程中，一日千里地前进着。为了及时介绍国内外的先进技术，广泛交流经验，以满足采矿工业飞速发展广大职工学习技术的需要，我们决定按专题选编国内外有关采矿工业生产建设和科学研究的文章，以“采矿文集”的形式分辑出版。

在这本“采矿文集”中，选编了十四篇有关深孔凿岩方面的文章，供各地矿山、设计研究单位的工作人员和大专学校采矿专业的学生参考。

目 录

✓ 論冲击凿岩时岩石的破碎規律.....	5
✓ 論冲击迴轉式凿岩时岩石的破碎.....	9
✓ 坚硬和极硬岩石中应用旋轉冲击式凿岩方法的研究总结.....	20
✓ 潛孔凿岩优越于普通凿岩机凿岩的理論根据.....	32
紹里亚山区各矿山 5A-100 型鉋机的使用經驗.....	38
古布金矿 5A-100 型鉋机的向下深孔凿岩.....	42
潛孔风动冲击器地下深孔凿岩的发展远景.....	50
冲击旋轉式凿岩的合理制度.....	56
潛孔凿岩中工作時間利用的分析.....	58
滾輪鉋头与潛孔凿岩机的比較評价.....	65
✓ 露出新型鉋机参数的研究.....	75
✓ 露天深孔风动冲击旋轉式凿岩.....	87
露天滾輪凿岩.....	102
設計滾輪鉋头的主要方向.....	109

論冲击凿岩时岩石的破碎規律

副教授 E. Ф. 拉特尼科夫

(斯維尔德洛夫斯克矿业学院)

近 10~15 年以来，在岩石破碎方面完成了一系列有价值的研究工作。但是，至今实际上尚未得出符合要求的岩石破碎理論。

我們認為，这种情况在很大程度上是由于缺乏固体，特别是岩石的严格确定的破碎規律所造成的。在研究岩石破碎理論时，一般多以个别的原理，而不是以普遍的規律为基础，这就大大縮小了研究的可能性。

然而和其他任何理論一样，岩石破碎理論应当以普遍規律为根据，因为它既是建立岩石破碎理論本身的基础，也是解决凿岩技术中个别問題的基础。

这些規律应当是由凿岩时岩石破碎过程的物理实質推断出来，并且应当得出說明整个过程特征的数值。

例如，用任何一种岩石破碎方法时，消耗的能量和得到的变形之比值都起重要作用。在凿岩技术中，这两个数值之間的数量关系实际上决定着主要經濟指标。可以認為，功和变形是說明岩石破碎过程的「代表值」。因此，在研究凿岩时岩石破碎的規律当中，应首先来研究功和变形的相互关系。

在岩石破碎技术中，有两种将能量消耗同破碎效果联系起来的定律，即利特金戈尔定律 (Закон Риттенгера) 和基尔皮切夫—基科定律 (Закон Кирпичева-Кика)。针对岩体中岩石的破碎对这两个定律所作的研究 [1] 表明，利特金戈尔

定律比較严密。同时表明，新自由面的大小是破碎条件的函数。

因之，在一定的凿岩技术条件下，利特金戈尔定律可以認為是有物理学根据的岩石破碎規律。

但实际上不能把它作为岩石破碎的基本規律。为使岩石破碎的基本規律具有实际意义，它应当用可以由简单方法求出的数值来表示。

在这方面消耗的功和凿岩体积（炮眼，深孔）之間的关系是有作用的。

在上面提到的功中〔1〕表明，在钎头磨钝之前，也就是在正常的凿岩技术条件限度內，功与炮眼钻凿量成比例地变化。

因之可以列出

$$A = a_0 \cdot V, \quad (1)$$

式中 A —— 破碎功，公斤米；

a_0 —— 比例系数或单位岩石体积的破碎功，公斤·米/厘米³；

V —— 破碎体积，厘米³。

研究証实，体积破碎功（ a_0 ）既能最充份地說明凿岩过程的特点，也能說明岩石的钻凿性質。

在一定的凿岩条件下（推进力，钎子直径，单位冲击能量），可能取得符合于能量消耗最小的最佳体积破碎功。

研究体积功和推进力的关系說明〔2〕，风压不同时，每种岩石都有一最小的体积破碎功。

在研究某些岩石的体积破碎功和冲击功的关系时确定，体积破碎功在 1.5~11 公斤米之間有規律地变化，而对于每种岩石和每种钎子直径來說，均有一个最小的冲击功。图 1 所示为花崗岩的体积破碎功与一次冲击功的关系曲綫。此外，研究証

明，对这种岩石来说，最小体积功随钎子直径的改变而与所消耗的功能比例地变化（图2）。

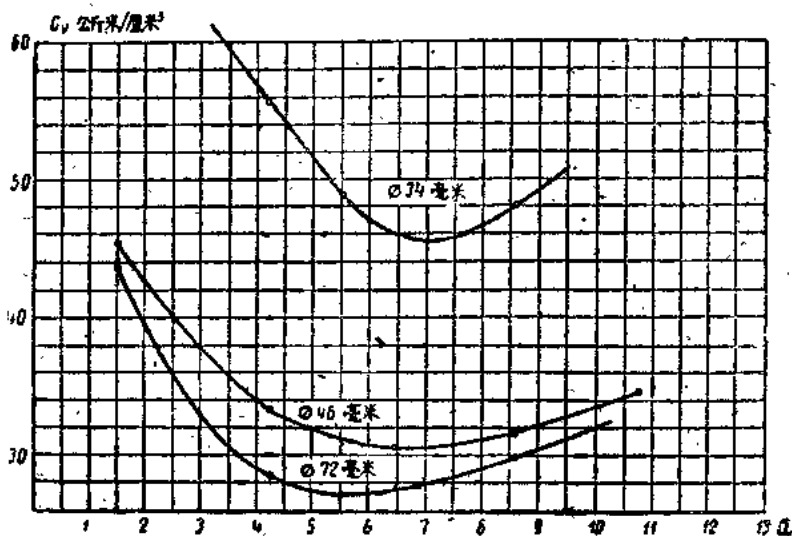


图 1 体积破碎功与一次冲击功的关系曲线（花岗岩）每一点都是在冲击能量（a）一定时冲击 750 次所得出的

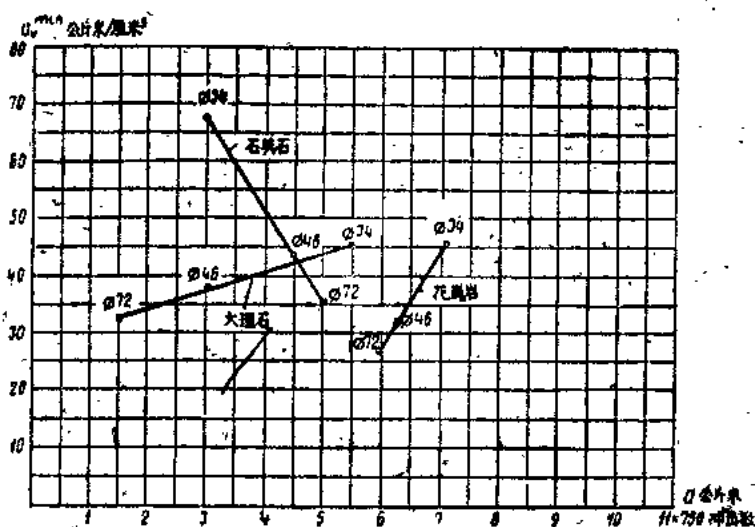


图 2 最小体积破碎功与钎子直径的变化关系

因为只有最小破碎功 ($a_{v_{min}}$) 能够说明岩石的钻凿性质, 所以冲击凿岩时岩石破碎的基本规律方程式写成下式较为正确:

$$A = a_{v_{min}} \cdot V \text{ 公斤米} \quad (2)$$

即这个规律可作出如下定义: 冲击凿岩时岩石破碎功与所破碎的体积成正比, 并按最小体积破碎功来确定。

譯自 ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

1958 年第 7 輯

論冲击迴轉式凿岩时岩石的破碎

副教授、科学技术碩士 K.B. 帕夫洛夫

科学技术碩士 B.H. 杜謝夫

本文作者在莫斯科加里宁有色金屬与黄金学院完成了凿岩机凿岩时岩石破碎的研究。本文将闡述岩石破碎过程的实质、对各种钎头凿岩效果的研究和对設計鉗具的建議。

· 現有岩石破碎理論的几个主要論点可归納于下：

1) 凿岩时在近于单位体积压缩条件下岩石受冲击和剪切的作用而破碎；2) 钎刃推入岩体时岩石开始被破碎；3) 钎刃推入岩体是破碎的最終作用；4) 在破碎过程中钎刃起两个作用：a) 将压力传给被破碎的岩体，在岩体中造成超过岩石强度极限的特殊受力状态；6) 将破碎的岩石挤向自由面。

遵循这些論点并考虑到鉗刃实际上总是有某种寬为 $2B$ 的正面磨鈍面，我們作出的結論是：岩石被凿岩破碎时，受力状态的性質类似于破碎面压入半空間。凿岩时岩石破碎过程的順序如下。在鉗刃直接作用下的岩体中，受冲击力的作用形成一半径为 B 的半圓柱体实心（图1）。实心岩石被压实和破碎成粉末，磨碎和压实的程度使实心能与刚性体相比。实心体发生变形时，其四周的岩石变形和应力增大。实心的膨脹力在周围岩体中沿自由面的傾斜面产生剪切应力。当剪切应力达到相当于此种受力状态的岩石抗剪强度极限时，实心周围的一部分岩体受到剪切。已破碎的岩石一部分被鉗刃挤向自由面，而另一部分被挤在鉗刃和未破碎的岩体之間。岩石被鉗刃破碎的循环就此完成。如此时冲击能量尚有余量未消耗，則开始另一破碎

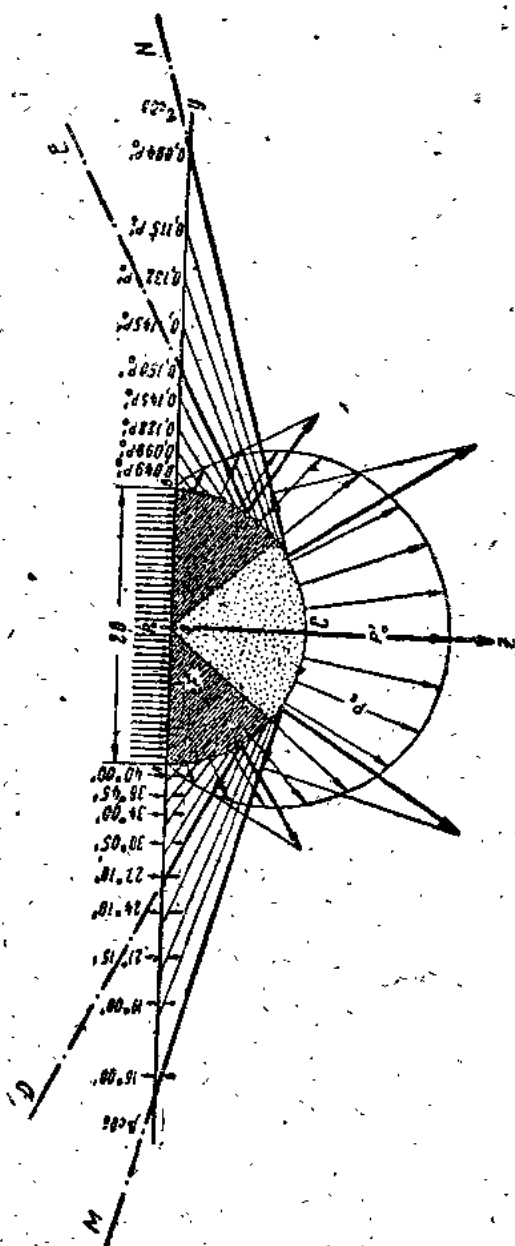


图 1 压入破碎时受力状态的特点

$$\begin{aligned} P_R &= P_0' \sin \alpha; \quad \Sigma T_R = I_0' \beta (1 - \cos \alpha); \quad F_{CRB} = \Sigma P_{RCB} (\beta_c + \alpha_c); \quad \cos 2\beta_c - \tan^2 \alpha_c + \sqrt{\tan^2 \alpha_c - 2 \tan^2 \alpha_c} \end{aligned}$$

循环。观察和計算說明，在这种破碎过程中，实心体被打碎和細磨碎而破碎的岩石約占70%，被剪切破碎的只占30%。

实心体岩石相当于脆性剪切的变形和破碎程度視冲击能負荷作用特点、变形速度、岩石物理机械性質、是否有輔助自由面、工作空間的尺寸、接触面的大小等因素而定。根据現有的資料〔1, 2〕可以確認，当靜力压入时实心体岩石的变形值将為最大。

冲击式加荷載使实心体物質的变形和破碎程度加大，此时被剪切力破碎的岩石体积也增大了。例如，当靜力压入时，圓穴破碎面将成为图1用字母DCE表示的形状。冲击式加荷載和冲击能很大时，圓穴破碎面将占据DCE和MCN之間的中間位置。不管冲击能量如何大，破碎圓穴敞開角也不能大于 148° 。

也証实了实心体物質的变形和破碎程度随岩石物理机械性質的改变而变化。构造均質性很大的脆性岩石的变形程度最小。如果靠近加荷載的地方有第二个自由面，实心体岩石的变形和破碎程度減小。此时被压碎和剪碎的岩石体积的比值也发生变化。例如，当存在一个离加荷載点为 l_{on} 和深为 h_{on_1} 的輔助自由面时（图2），岩石在KL面上岩石受到剪切，而当暴露深度为 h_{on_2} 时，岩石在KO面上可能受到剪切。

用一字形鉋头凿岩时，前面冲击形成的輔助自由面只能在炮眼或深孔的中心部得到利用，此处冲击間距不大，而在炮眼的周边，当存在一个自由面时，岩石在受孔壁挤压的条件下发生破碎。

工作空間的限定尺寸歪曲了我們所述的破碎过程。但是破碎过程的一般規律沒有改变。因此根据提出的有关岩石破碎假說，可以指出为保証高效率破碎，鉋头应当适合多种要求，其

中包括以下主要几点。

1) 钎头的结构应该使它在工作过程中造成辅助自由面。第二个自由面会改变凿岩时受力状态的性质，同时促进实体物质的破碎和压实程度的减小，减少凿岩过程的能容和降低工作时的空气含尘量。

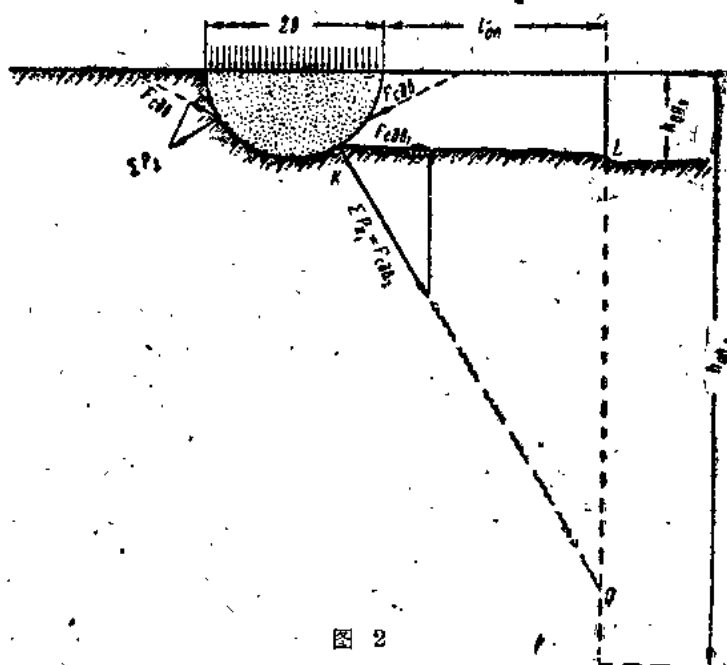


图 2

2) 既然破碎过程具有循环性质和第一个插入循环时岩石破碎量最大，则钎头的结构就要保证从插入的第一个瞬间开始，钎刃在其全长上与被破碎的岩体同时接触，也就是说钎头应该是自定中心的。

3) 钎刃的长度应与被破碎的岩石体积成比例。

4) 钎刃的配置应当保证在凿岩过程中各次冲击沟槽要相互交切。这能保证辅助自由面的有效利用和岩石在孔底全面积

上的均匀破碎。

依据这些要求设计了十字塔形钎头（带凸刃的），钎头直径为 62/32 毫米，在四个刀片中有两个刀片成一定角度配置（图 3）。凸刃示于图 4 中。钎头在生产条件下进行了试验，并与直径相同的其它形状和结构的钎头进行了比较。在试验这

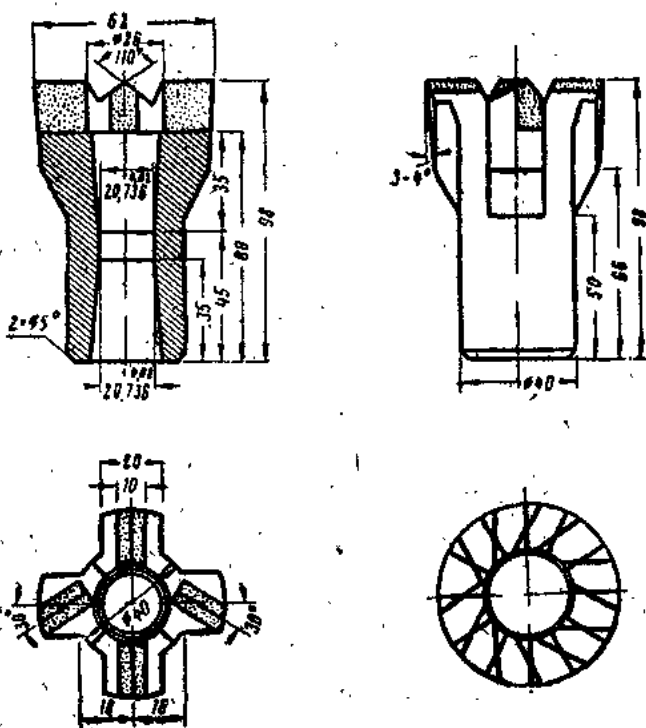


图 3

些钎头的同时，用直径为 44 毫米的标准一字形钎头和断续刃钎头进行了凿岩。在普氏硬度系数 $f=12\sim14$ 的砂化角砾岩和 $f=10\sim12$ 的致密石灰岩中，用向上式 ТП-4 型凿岩机钻凿炮眼。在试验过程中约钻凿 700 米炮眼。

在 $f=12\sim14$ 的角砾岩中的試驗結果示于图 5 中。一字形整刃钎头在各种风压下的凿岩速度都是最低的，随着风压的加

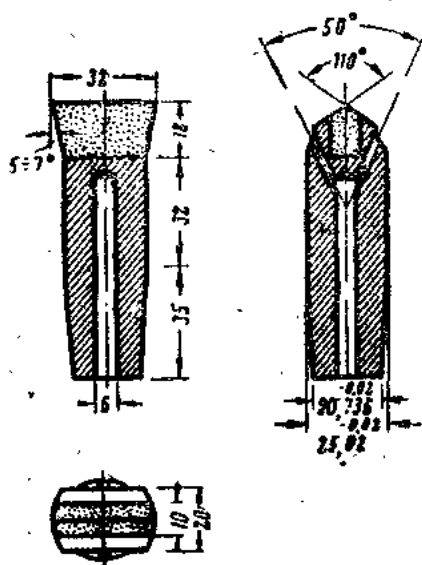


图 4.

大，其凿岩速度的递增值也最小。十字形整刃钎头的凿岩效果较好。效果最好是塔形钎头。很有意味的是，不管那一种钎头愈能充份地满足我們破碎假說中提到的要求，其效率就愈高。

当风压低于 5 計示大气压时，成放射状布刃的塔形钎头凿岩速度低于全孔底鑽进钎头的凿岩速度。风压加大，对塔形钎头有利。当塔形钎头的钎刃成放射状排列和风压很低时，輔助自由面的效用实际上沒有得到利用（图 6 a）。钎刃与輔助自由面成一定角度或等距配置时，破碎效果将大大提高（图 6, 6 和 B）。

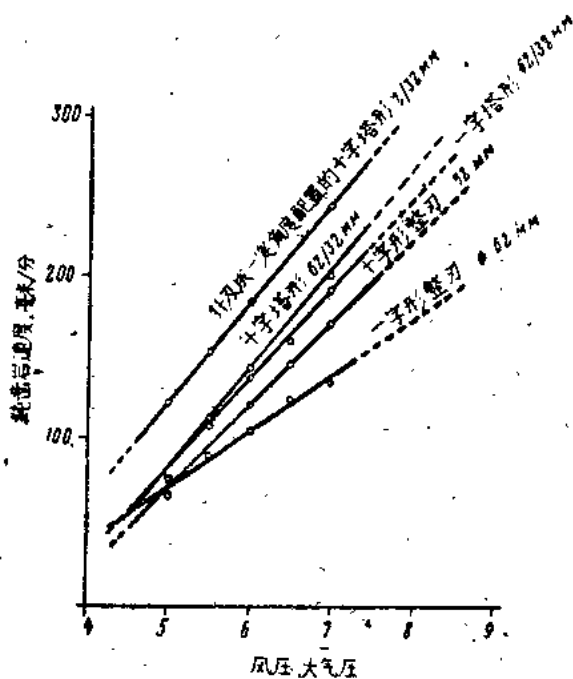


图 5

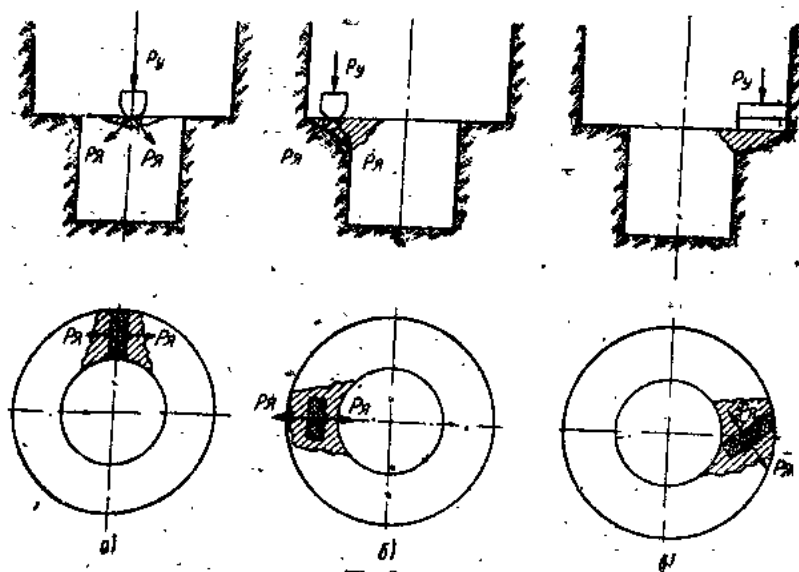


图 6

在致密的石灰岩中凿岩时，在凿岩速度方面得到了类似结果。图7中列举了凿岩速度与钎头结构、形状和直径的关系图表。从图表中可知，用钎刃成一定角度配置的十字塔形钎头在砂化角砾岩中凿岩且风压为7时示大气压时，其凿岩速度要比直径相同的一字形钎头的凿岩速度高79%，而在石灰岩中凿岩时高41%，同时一字塔形钎头的凿岩速度分别提高41%和17%。

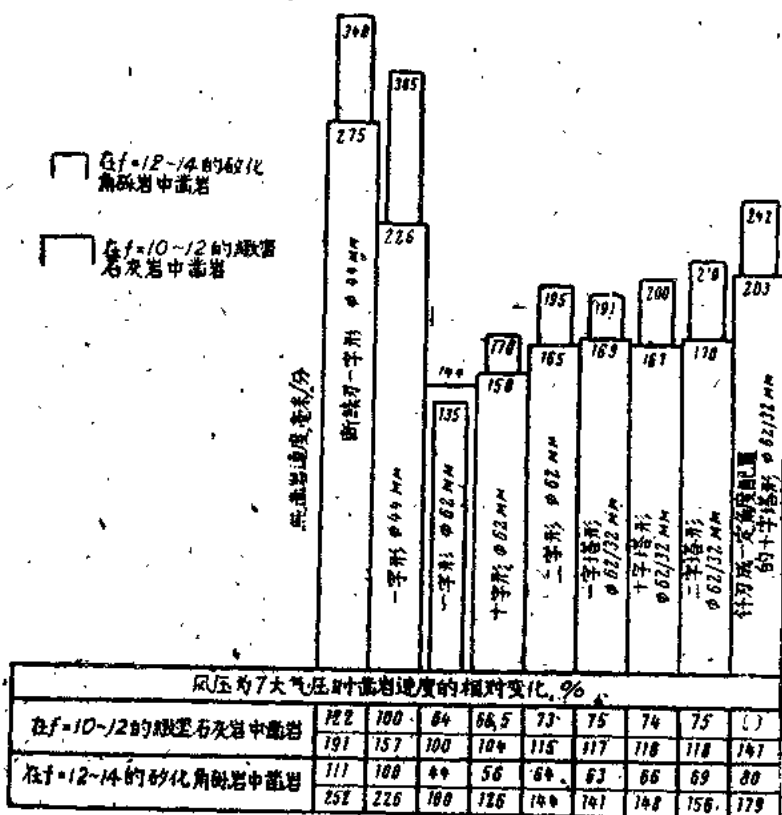


图 7

下表中列举了在砂化角砾岩中凿岩时的岩粉粒度分级。从表中可知，用直径为62毫米的一字形钎头凿岩时，粒度级别