

苏联地質保礦部

全苏礦物原料科学研究所編

鋼粒鑽進参考書

地質出版社

苏联地質保礦部
全苏礦物原料科学研究所編

鋼粒鑽進参考書

黃憲英 譯 楊學涵 校

地質出版社

1957·北京

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ (ВИМС)

Министерства Геологии и Охраны Недр СССР

ПОСОБИЕ ПО БУРЕНИЮ
РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН
СТАЛЬНОЙ ДРОБЬЮ-СЕЧКОЙ

Госгеолтехиздат

Москва 1954

这本小册子主要讲述用鋼粒鑽進的优点，鋼粒的使用条件及范围，用实例比較說明，并以表列出在不同鑽進条件下的粒砂量及冲洗液量，并且还說明了使用鋼粒鑽進的規程。最后談到鋼粒鑽進时預防事故的措施。

鋼粒鑽進参考書

編者	苏联地質保礦部 全苏礦物原料科学研究所編
譯者	黃憲英
出版者	地質出版社 北京宣武門外永光寺西街3号 北京市書刊出版業營業許可証出字第050号
發行者	新華書店
印刷者	地質印刷厂 北京廣安門内教子胡同甲32号

印数(京)1—1,000册

开本31"×43¹¹/₃₂

字数30,000

定价(10)0.22元

1957年10月北京第1版

1957年10月第1次印刷

印張1¹⁶/₃₂

目 錄

序言	4
一、鋼粒的使用範圍及其較其他各種磨料的優點	6
二、影響鋼粒鑽進指標的各種因素	9
三、緩傾斜鑽孔鋼粒鑽進的特點	29
四、鋼粒鑽進規範的原則	31
五、有關鋼粒鑽進技術的基本建議	37
六、使用鋼粒鑽進時預防事故的若干措施	42
七、附錄	45

序 言

为了滿足國民經濟对礦物原料的日益增長的需要，必需進一步增加查明的礦產儲量。這就在地質工作者面前提出一項提高礦床勘探速度及降低地質勘探工程成本的任务。应当特別注意擴大有色金屬和稀有金屬的原料基地。這些礦產多半埋藏在各種最堅硬的岩石中，因此，對於勘探时所採用的各種磨料的強度、硬度及耐磨度就值得特別注意。鑽進堅硬岩石所最常用的一種磨料就是鑽粒。

決定鑽粒鑽進性能的主要因素是它的機械抗碎強度。鑽粒的強度越高，它的質量就越好。最近兩年來在提高鐵砂的質量方面曾做過許多工作。但就機械強度來說，鐵砂仍遠不及鋼粒好。目前已進行鐵砂和鋼粒的比較試驗，證明後者在技術上有更多的優點。

鑽進硬度及機械強度高的岩石時，鋼粒的優點尤其顯著。

用鋼粒打勘探鑽孔能大大提高勞動生產率並能降低鑽探工程的成本。鋼粒的機械強度、硬度和耐磨度很高，因此用少量鋼粒在圓周速度很高和孔底單位壓力很大時也能鑽進。此外使用鋼粒鑽進時所產生的金屬屑比用鐵砂鑽進時少得多，因而減少岩心鑽具和鑽杆的磨損，並且幾乎完全可以消除因鑽孔被金屬屑卡塞而引起的事故。

每一顆直徑為3公厘、抗碎強度約為1300公斤的鋼粒就

具有上述的优点^①。本规范就是为这一种鋼粒而制訂的。

鋼粒的抗碎强度取决于許多原因，其中也包括鋼絲（用以切制鋼粒的材料）的質量和鋼粒的热处理方法。工厂里为了鑽探时大量使用而制造的鋼粒会具有另一种机械强度，因而会得出另一些鑽進指标是可能的^②。此外，最近試制了几批鑄制鋼砂，虽然这种鋼砂的鑽進性能几乎完全未研究过，但也可供試驗及今后鑽探时候用。因此应作为一种臨时的参考材料列入本書內，这种臨時参考材料須根据鋼砂在鑽探中的应用性能來确定它是否适合目前所需的要求。

在参考書中，綜合了實驗室和实际生產工作中使用鋼粒的各种研究成果，目的是为了在生產中应用这种鋼粒的鑽探技师和鑽探工作指導人員獲得技術上的帮助。本書以較大的篇幅論証各种鑽探規程并敘述影响鋼粒使用效率的各种因素。除了使用鋼粒的最适宜条件，即鋼粒的高度鑽進性能可獲得最充分利用的条件之外，本書內还列举了一些合理的鑽探規程，这种鑽探規程都是考慮在技術上有实施的可能而制訂出來的。

本参考書是H.И. 柏比莫夫編寫的，編寫本書时所应用的材料，包括有全苏礦物原料科学研究所鑽探實驗室和在实际生產中(Ю.Л. 格里戈里耶夫 A.M. 耶尔馬科夫, И.Х. 澤列宁, H.И. 柳比莫夫 B.И. 莫罗佐夫, Б.В. 穆尔查科夫, B.И. 奥尔洛夫, H.В. 皮恰赫契, Э.М. 圖卡利斯卡雅等人的經驗)以及根据与全苏礦物原料科学研究所訂立的合同在北高加索采

①每一顆直徑相同的鉄砂的極限抗碎强度为350—400公斤。

②为了滿足苏联地質部礦部的需要，鋼粒將由希格罗夫斯克机械工厂制造。

礦冶金研究所所進行的(И. А. 奧斯特羅烏什科)鋼粒鑽進技術試驗的材料。參與編寫本書的有H. B. 皮恰赫契 B. И. 莫羅佐夫和B. B. 穆爾查科夫。

一、鋼粒的使用範圍及其較其他

各種磨料的優點

一、鑽粒鑽進主要是用來在硬度及機械強度(Ⅷ—Ⅻ級)高的岩石中鑽孔。屬於這一類岩石的有：各種酸性火成岩(花崗岩、花崗閃長岩、石英斑岩、角斑岩、鈉長斑岩)，各種變質岩(石英岩、碧玉鐵質岩、角岩、輝石、綠簾石、石榴子石成分的各种緻密砂岩等類型的變質岩)，各種石英化及矽化的基性火成岩，矽質灰石，白云石等。

二、上列各種岩石用磨損法確定的硬度為400—500至1500—2500公斤/平方公分及500公斤/平方公分以上。

三、全蘇礦物原料科學研究所進行的各種研究工作証明，各種岩石的硬度和機械強度對鑽進指標都有影響。

四、實際觀察証明，岩石的硬度和機械強度對岩石的可鑽性總合影響。岩石的可鑽性和岩石的硬度及機械強度之間的關係可用公式和用鋼粒、鐵砂及各種硬質合金鑽頭的鑽進速度和岩石的研磨硬度乘以岩石機械抗剪強度係數之積的關係曲線圖表示出來。

上述的關係可用下式表示：

$$v = f(H_{ucm} K) = f(W).$$

式中：v—鑽進速度；

H_{ucm} —岩石的研磨硬度；

K —机械强度系数—— $0.01 c_{ck}$ (c_{ck} —岩石破碎时极限抗剪强度)；

$W = H_{ucm} K$ —表示岩石的硬度和强度对可鑽性总合影响的系数^①。

圖 1 是用圖表法表示的規律性。編制圖表用的原始資料是对岩石物理机械性質及其可鑽性作了不少試驗的結果。

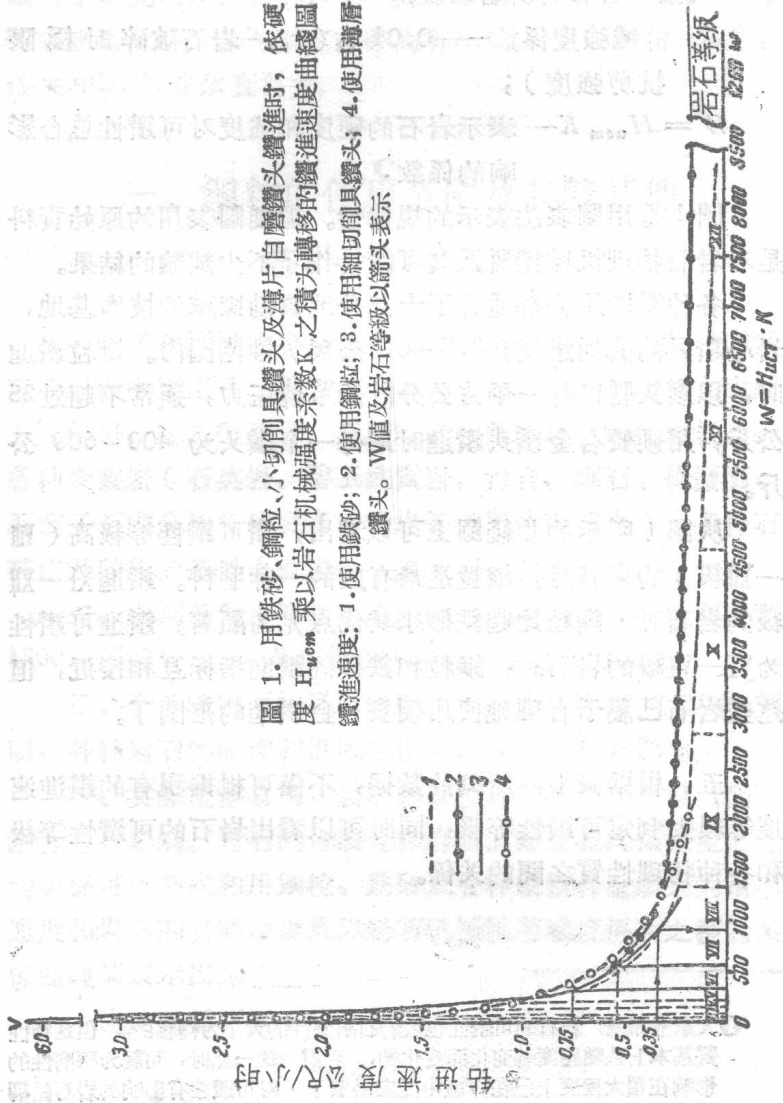
各种鑽探規程都适合于大部分地質勘探隊的技術基地，岩心鑽具的圓周速度在 0.5—0.7 公尺 / 秒範圍內。鑽粒鑽進時，以鑽頭唇口每一平方公分計的單位壓力，通常不超过 25 公斤，用硬質合金鑽頭鑽進時則每一個鑽頭為 400—600 公斤。

从圖 1 所示的曲綫圖上可以看出，鑽可鑽性等級高（Ⅷ—Ⅻ級）的岩石時，鋼粒是最有效的一種磨料。鑽進Ⅺ—Ⅻ級的岩石時，鋼粒比起鉄砂來其優點尤為顯著。鑽進可鑽性為Ⅵ—Ⅶ級的岩石時，鋼粒和鉄砂的鑽進指標互相接近，但這些岩石已屬於合理地使用硬質合金鑽進的範圍了。

五、根据表 1 內所列的數據，不僅可根据現有的鑽進速度等級去判定可鑽性等級，同時可以看出岩石的可鑽性等級和各种物理性質之間的關係。

①大家都知道，岩石的可鑽性也依岩石研磨性的大小為轉移的。但這種性質基本上是隨硬度的變化而變化的，考慮到這一點時，可認為研磨性的影響在頗大程度上已在 W 值中反應出來了。對可鑽性有影響的岩石結構也在岩石機械抗剪強度係數中反映出來。

圖 1. 用鉄砂、鋼粒、小切削具鑽頭及薄片自磨鑽頭鑽進時，依硬
度 H_{uom} 乘以岩石機械強度系数 K 之積為轉移的鑽進速度曲綫圖
鑽進速度：1. 使用鉄砂；2. 使用鋼粒；3. 使用細切削具鑽頭；4. 使用薄片
鑽頭。W 值及岩石等級以箭頭表示



W值对岩石可鑽性的影响

表 1

岩石等級 (按可鑽性)	鑽進速度等級 (公尺/小时)	用鉄砂及小切削具鑽 頭鑽進时的W值
II	2.3 — 4.5	1—50
III	1.6 — 2.3	50—100
IV	1.1 — 1.6	100—180
V	0.75—1.1	180—310
VI	0.55—0.75	310—540
VII	0.35—0.55	540—900
VIII	0.23—0.35	900—1300
IX	0.15—0.23	1300—2800
X	0.10—0.15	2800—4600
XI	0.04—0.10	4600—7500
XII	0.00—0.04	7500—12000

六、圖 1 所示的曲綫圖表明，使用鋼粒，特別是使用快速鑽進規範时，提高鑽進生產率的可能性要比使用鉄砂时大。

二、影响鋼粒鑽進指标的各种因素

决定鋼粒使用效率的主要因素有：鋼粒的机械強度，鑽進規範，鋼粒的直徑和形狀，鋼砂鑽头的材料，厚度和直徑，鋼砂鑽头的水口的形狀和大小，孔底給砂的方法和鑽探設備的技術特性。

鋼粒的机械強度

一、鋼粒可用 60, 70, y6, y8, OBC (全苏标准 1546—42)

各号鋼的鋼絲及МПТУ2204—49号鋼繩的鋼絲制成。OBC号鋼絲最适合于制造鋼粒，其化学成分（百分比）为：碳0.65—0.75，錳0.30—0.60，矽0.17—0.37，鎳0.15，鉻0.10，硫和磷不少于0.03。

二、鑽粒（包括鋼粒）的鑽進性能和它的机械抗碎强度呈直綫关系。鑽粒的机械抗碎强度越高，鑽進的效果越好，鑽粒的消耗量也越小。用OBC号鋼制成的，直径为3.0公厘，抗碎强度^①約为1300公斤的鋼粒，可認為是优良的。

三、鑽進試驗証明，未經过淬火或淬火不足的鋼粒会被压扁，鑽可鑽性等級高的岩石时，鑽進效果不好，或者完全不能鑽進。淬火过度的鋼粒，由于性脆，鑽進效率也不大。鋼粒的热处理要用适当的規程進行。

鑽 進 規 程

一、鑽進規範的基本因素为：孔底压力，轉数和冲洗液量。

二、最适宜的鑽進規範，能在單位時間內达到最高的鑽進速度，这种鑽進規範决定于岩石的物理性質和磨料的耐磨性。

三、上面已經說过，鑽Ⅷ—Ⅻ級岩石时效果最好的磨料便是鋼粒。但是它虽然具有很高的机械强度，可是它的抗磨强度却决定于所鑽岩石的机械物理性質。鑽進Ⅷ—Ⅹ級的岩石时，鋼粒磨損得很少，同时还可以在轉数高，孔底單位压

^①是指在BK15号伯別基特硬質合金鋼鋼液間的抗碎强度而言。

力大的情況下進行鑽進。鑽進可鑽性為Ⅺ—Ⅻ級的岩石時，同等質量的鋼粒，它的磨損程度就顯著增大，這就妨礙了使用高單位壓力和高轉數。

四、如上面已闡明的那種關係是完全有規律的。因為鋼粒的相對強度是隨岩石強度的增高而減小的。在硬度不同的金屬板間進行鋼粒機械強度試驗的結果可作為例證。例如，在未經淬火的鋼（Ст6號鋼，布氏硬度為183）制成的鋼板間加壓鋼粒時，雖然加于每顆鋼粒的壓力已達3000公斤，鋼粒已壓入鋼板內，但並未壓碎。用已淬火的鋼（Ст.6號鋼，布氏硬度為526，羅氏硬度為53—54，標度為C）制成的鋼板時，對一顆鋼粒加壓力約2000公斤，鋼粒就被壓碎。同樣的鋼粒在伯別基特硬質合金板（羅氏硬度為88，標度C）之間加壓時，每顆鋼粒的抗壓力平均約為1500公斤。

類似這樣的規律性，在鑽探時也已被証實了。在鋼砂鑽頭金屬的硬度不變的情況下，鋼粒的相對強度是隨岩石硬度和強度的增加而減小的，例如，鑽進W值不大（900—2800）的拉長石岩（Ⅷ級）及花崗閃長岩（Ⅸ級）時，可用很高的轉數（每分鐘達450轉和450轉以上）和很大的單位壓力（達90—100公斤/平方公分）；這時鋼粒仍然是整粒的，磨損很小（圖2及圖3）。鑽進石英岩、碧石及碧玉鉄質岩（Ⅺ—Ⅻ級， $W = 4600 - 12000$ ）時，即使單位壓力轉低（45—50公斤/平方公分）轉數也不高（每分鐘約為200轉）的情況下，同樣質量的鋼粒就會被壓碎而且磨損得很顯著。圖4內所示的是鑽進紹克申斯克石英石（Ⅺ級）後的殘余鋼粒，是一些滾圓而磨損得很厲害的，夾什有細末的鋼粒和壓碎的顆粒。

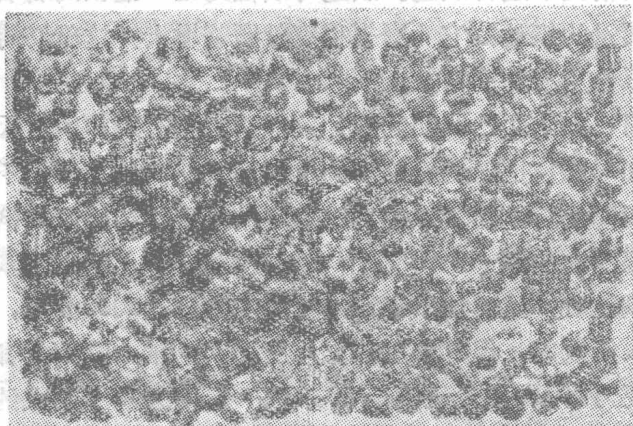


圖 2. 鑽進拉長石岩后的鋼粒。鑽進約0.2公尺，轉數每分鐘200轉，單位壓力為90公斤/平方公分

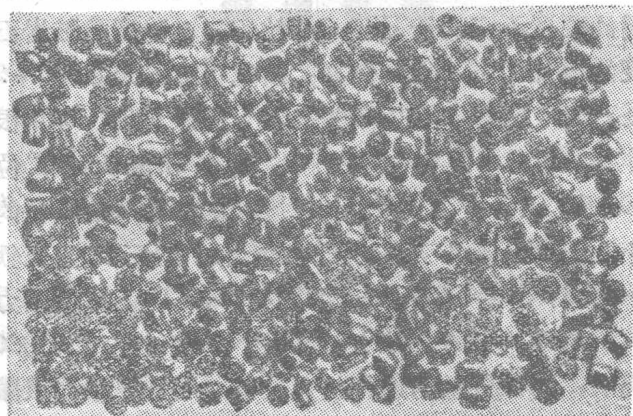


圖 3. 鑽進拉長石岩后的鋼粒。鑽進約0.2公尺，轉數每分鐘470轉，單位壓力為45公斤/平方公分

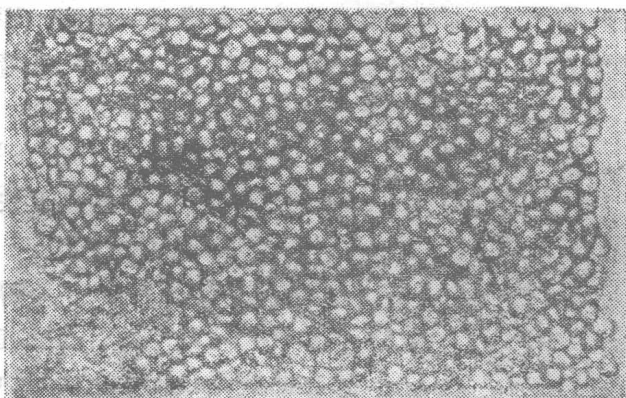


圖 4. 鑽進紹克申斯克石英岩后的鋼粒。鑽進約0.2公尺，轉數每分鐘200轉，單位壓力為4545公斤/平方公分

从上述材料可以看出，随着岩石硬度和強度增大負載和轉數就必須相应的减小。因此我們就需要進一步增加鋼粒的強度，以提高硬岩石（可鑽性等級高的）的鑽進效率。

下面引述一些最适宜的鑽進規範以便在采用直徑3公厘鋼粒的个别情况下使用。

五、当轉數为200轉/分用不同的孔底压力鑽進^①各种岩石时，最适宜的單位压力可确定如下：

(1) 对Ⅷ級 ($W=1110-1300$) 的拉長石岩、正長斑岩及粗晶花崗岩，單位压力为90公斤/平方公分及90公斤/平方公分以上；

(2) 对Ⅸ級 ($W=1600-2100$) 的花崗岩、輝長苏長岩、花崗閃長岩及石英角斑岩为75公斤/平方公分；

①鑽進时使用直徑75公厘的鑽头。

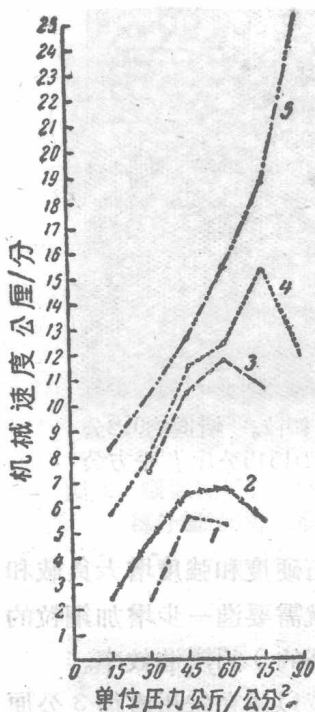


圖 5. 鑽進速度對單位壓力
及岩石物理機械性質的關係
曲綫圖

	Hucm	K	W
1. 碧石	1253	4.13	5175
2. 玉髓	1200	2.77	3324
3. 細粒花崗岩	698	3.13	2185
4. 花崗岩	637	2.63	1435
5. 拉長石岩	515	2.17	1117

(3) 對 X—XI 級 ($W = 3800—4600$) 的石英岩、玉髓及脈石英為 60 公斤/平方公分;

(4) 對 XI—XII 級 ($W = 6000$ 及 6000 以上) 的碧玉鉄質岩石 45—50 公斤/平方公分。

依單位壓力的大小為轉移的各種最具代表性岩石的鑽進速度變化曲綫圖 (圖 5) 在某種程度上可作為上述情況的說明。

六、當單位壓力為 45 公斤/平方公分而用不同的轉數鑽進某些岩石時，可確定下列幾點：

(1) 鑽進等級高 (XI—XII 級) 的岩石時，使用低轉數 (每分鐘約 120 轉，圓周速度約為 0.5 公尺/秒) 是不合理的，在這種情況下鋼粒磨損嚴重而且形成粉末，鑽進效率很底 (圖 6) ①。

(2) 用較高的轉數 (每分鐘約 200 轉，圓周速度約為 0.8 公尺/秒) 鑽進上述各等級的岩石是較為合理的。這時鋼粒的磨損

① 鑽進 0.2 公尺後所攝的鋼粒照片。鑽過該鑽進間距之後對已用過的鋼粒的另一些標本也攝了照片印在下面。進尺每 0.2 公尺的投砂額是固定的 (0.3 公斤)。

程度低，而鑽進效率高（圖7，圖8）；

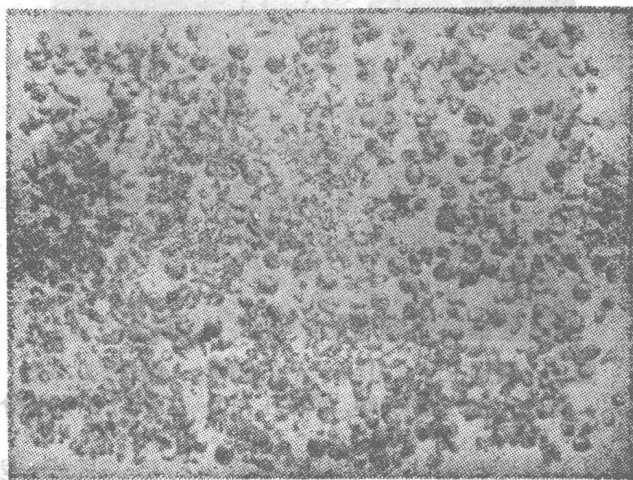


圖 6. 鑽進玉髓（Ⅺ級）后的鋼粒。轉數為每分鐘120轉，單位壓力為45公斤/平方公分

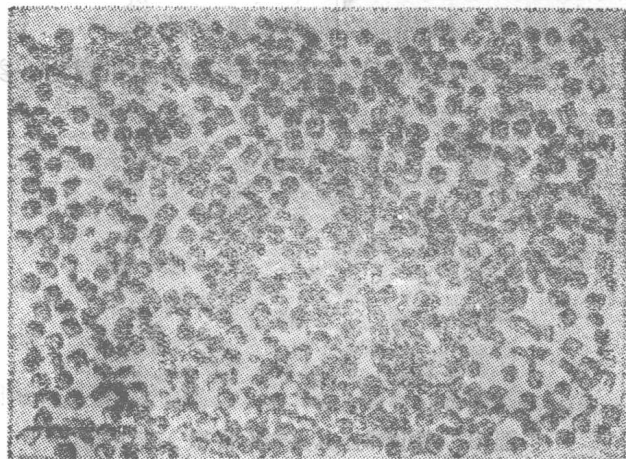


圖 7. 鑽進玉髓（Ⅺ級）后的鋼粒。鑽進約0.2公尺，轉數為每分鐘200轉，單位壓力為45公斤/平方公分

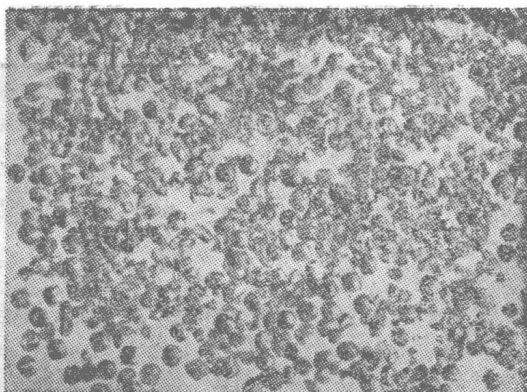


圖 8. 鑽進玉髓(Ⅱ級)后的鋼粒。鑽進約0.2公尺, 轉數為每分鐘300轉, 單位壓力為45公斤/平方公分

(3) 鑽進花崗岩, 花崗閃長岩、輝長蘇長岩一類硬度及強度較低(Ⅸ級)的岩石時, 必須使用較高的轉數(每分鐘300—450轉, 圓周速度為1.2—1.8公尺/秒), 這一點由鋼粒完整(圖9)和鑽進效率高就可以証實。

(4) 鑽進拉長石岩、正長斑岩及粗晶花崗岩一類硬度

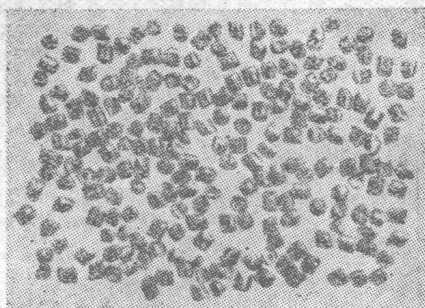


圖 9. 鑽進輝長蘇長岩(Ⅸ級)后的鋼粒。鑽進0.2公尺, 轉數每分鐘300轉, 單位壓力為45公斤/平方公分