

进钻心岩无

В. И. 莫罗佐夫 著

赵 恩 锦 译

地质出版社

PDG

目 录

緒言.....	1
无岩心鑽进用的鑽头.....	1
无岩心鑽进的經济技术指标.....	9
結語.....	23
参考文献	

緒 言

現代科學技術的新成就從根本上改變了了解地質剖面和鑽孔技術情況的方法。最近幾年來，詳細勘探時廣泛地應用無岩心鑽進方法（整個孔底鑽進法）或取部分岩心。這種方法大大地提高了鑽進速度和縮短了升降工序的時間，提高了純鑽進時間，並大大地降低了勘探工作的成本。

本書簡單地敘述了無岩心鑽進的方法、破碎岩石工具的技術規格及其合理的应用範圍，並列出了基本技術經濟指標在編纂過程中採用了石油工業、煤炭工業、全蘇礦物原料科學研究所的建議和材料，以及地質工作革新者的工作經驗。

無岩心鑽進用的鑽頭

所謂無岩心鑽進就是用鑽頭全面破碎孔底岩石，所產生的岩粉用沖洗液帶到地面上來。

進行無岩心鑽進的鑽具必須裝配鑽鉞。如果沒有鑽鉞可使用有導向器的岩心管或鑽管。無岩心鑽進時使用哪種鑽頭要根據新鑽岩石的物理-機械性質而定。

無岩石鑽進所用的各種構造的鑽頭，在各種不同等級的岩石中都可得到很高的鑽進的速度。在不久前，無岩心鑽進只用魚尾鑽頭或三牙輪鑽頭。近幾年來在蘇聯地質保礦部系統，大量應用無岩心鑽進，除使用魚尾鑽頭、三牙輪鑽頭、階梯狀和其他各種結構的鑽頭之外，又出現了一種新型的鑽頭——矛式鑽頭。

层；

6. 鑽进开采的鑽孔；

Б. 鑽进装药孔、通风孔、排水孔以及爆破孔等；

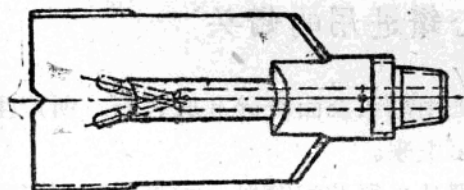
Г. 扩孔和其他一些不用采取岩心的情况下。

在沉积岩层上层中应用无岩心鑽进效果最好。

用于无岩心鑽进的鑽头，分为平型的、齿型的和矛式的。

“魚尾”鑽头（图1）呈小錐狀。翼片下部磨銳，分成兩半，向不同方向扭开，鑽头的上部有圓筒狀的头，上有螺紋。用来和鑽桿联接。鑽头的冲洗孔位于下部，这样能更好的冲洗孔底。鑽头的切削部分鑲硬質合金。

三牙輪鑽头有一个不高的胎座，在胎座下面滾珠軸承上裝三个錐型牙輪。由于牙輪鑽头的联接特点，鑽进时便在鑽孔



中央留下了小块柱岩心，这个块柱岩心并导正鑽头，起着保持鑽头垂直的作用（图2）。



图 1. 魚尾鑽头

諾維科夫矛式鑽头。地質勘探队的工作人員在普查中为适合无岩心鑽进的鑽头

类型提供了很多宝贵建議。

例如Б.П. 諾維科夫(卡拉于达地質局)所設計的矛式鑽头，适于鑽进不取岩心的粘土和亞砂土（图3）。矛式鑽头由下列部件組成：在直徑50公厘，長为600—750公厘的鑽管上焊有九個用CT-5号鋼制的梯型稜条；鑲BK-8型硬合金的

片狀切削具。

把稜條分三組，每排三個；主要的大稜條安在上部，稜條互為 120° 角。矛式鑽頭上部稜條的最大直徑應適于新鑽孔的直徑，矛式鑽頭有三段錐型銳利的鑽頭，這三個鑽頭連接在鑽管的底端。

大量的供給沖洗液是更好的使用矛式鑽頭的最主要條件，每分鐘不能小于 200 公升，鑽孔直徑不大



圖 2. 三牙輪鑽頭

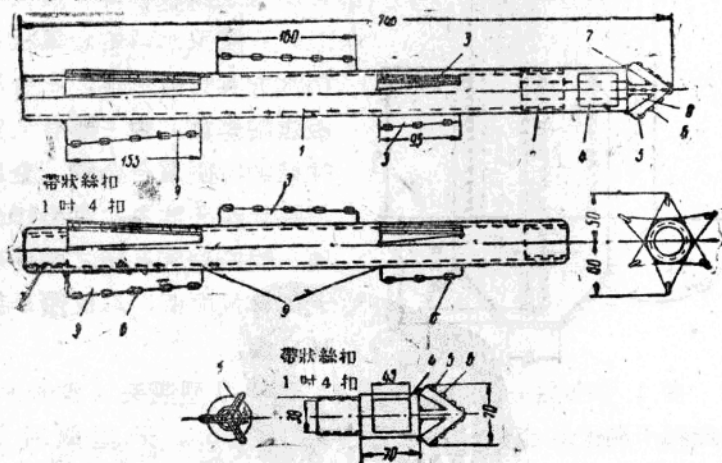
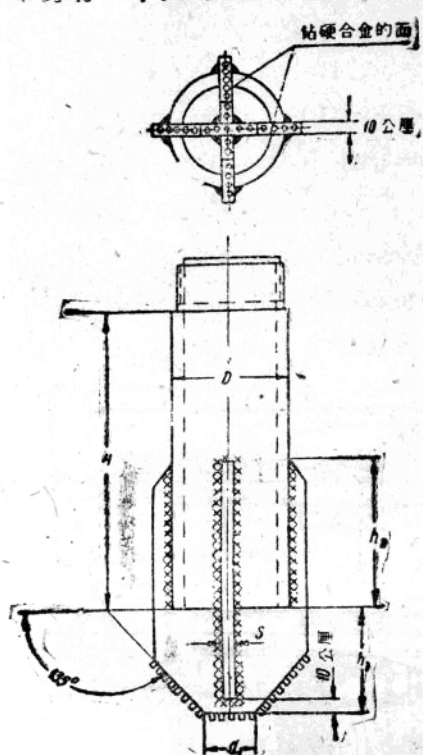


圖 3. 諾維科夫式矛式鑽頭

1—鑽桿；2—鑽桿和導管；以及鑽桿和鑽頭連接的螺紋；3—梯型稜條；4—鑽頭體；5—錐型翼片；6—切削具；7—鑄錐型翼片的地方；8—鑽進用的沖洗液孔；9—鑄稜條的地方

时，每分鐘也不能小于 100 公升。为了避免鑽孔歪曲，在矛式鑽头上端要裝異徑接头，而在異徑接头上安接导向管。

沃罗諾夫矛式鑽头。里戈斯克勘探队沃罗諾夫机長所設計的矛式鑽头，鑽进軟岩层很有成效（图 4）。矛式鑽头体本身有一个長为 250 公厘的鑽头体，在鑽头体上面有接岩



心管螺紋，在鑽头体下端有四个長 100 公厘，寬 10 公厘的槽。把兩個長 160 公厘的金属板，分別鑲在兩個对应的槽中。把同样長度的另外的金属板切成兩半，把每一半都鑲在相应的槽中，使其与第一个金属板垂直。以后把所有金属板都焊在鑽头体上。在鑽头水口的金属板突出地方具有錐形体，在金属板边端焊齿，齿上鑲有八角柱狀的特硬質合金鋼。金属板要比鑽头体各边突出 10 公厘，岩心管和孔壁之間要有大的环狀間距，以使鑽具旋轉自由。

图 4. 沃罗諾夫矛式鑽头

III-IV 型鑽头（沙米尔-

达弗利卡莫夫）也是一种矛式鑽头（图 5），矛型鋼片便是鑽头的切削部分，在鋼片上鑲有八角柱狀的特硬質合金鋼和兩個肋条。把切削具部分鑲在直徑为 105 公厘的鑽头体上，在鑽头体中央有一个水孔，和接 108 公厘鑽鉸的螺紋。

矛式部分85公厘的地方鑲有硬合金切削具，切削具應鑲焊得完全蓋住孔底。

ГУЛР型三梯狀鑽頭有一三階梯的鋼片鑽頭體，其鑽頭為矛式，鑽頭上鑲有菱形的硬質合金切削具，端部和側面也同樣要鑲。在鑽頭里有專供沖洗孔底的沖洗槽，沿槽把沖洗液送到孔底去。

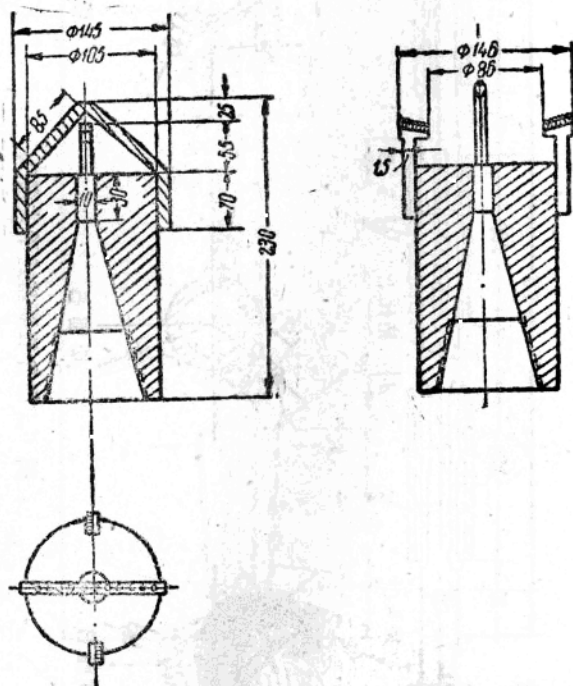


圖 5. III-Л 型鑽頭

圖魯蓋矛式鑽頭是由一段長900公厘、直徑為42公厘的鑽管構成的，管上焊有肋骨，肋骨上鉗有115個八角柱狀硬質合金切削具。矛式頭的下端鑲接鑲切削具的錐形頭，頭上有沖洗孔（圖6）。

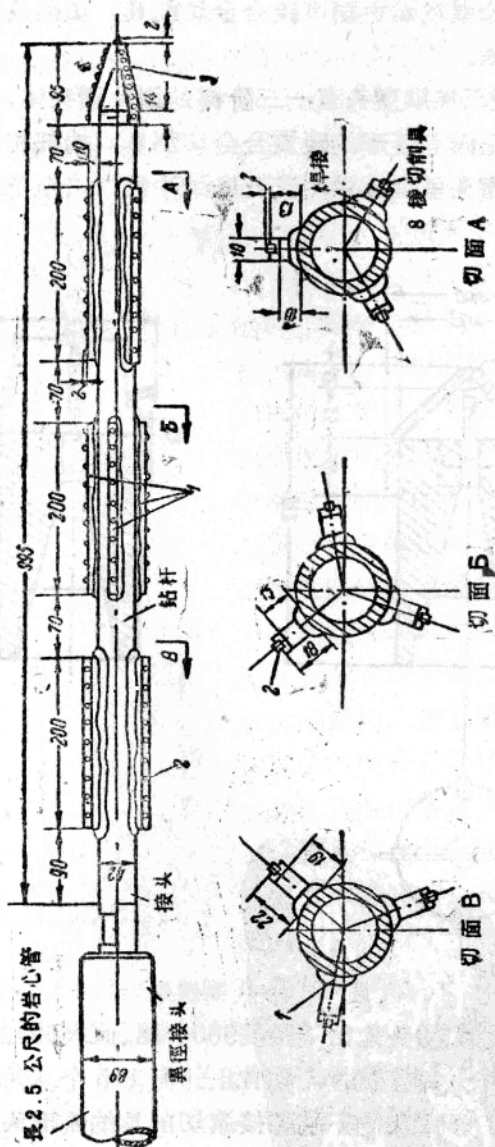


图 6. 图鲁盖斯基式矛式鑽头

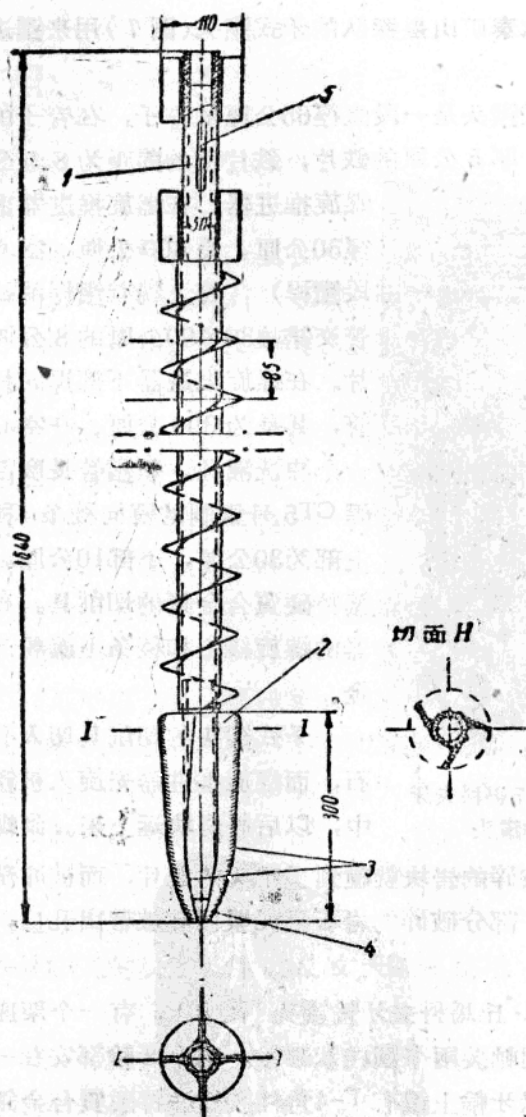


图 7. 阿尔泰矿山勘探队矛式鑽头

1—鑽管；2—稜条；3—合金；4—硬質合金（特硬質合金鋼）
切削具；5—翼片

阿尔泰矿山勘探队的矛式鑽头(图7)用来鑽进上层砂質粘土层。

矛式鑽头是一段直徑65公厘的管子，在管子的螺旋綫表面上鑲一厚5公厘的鉄片，鉄片稜的間距为8.5公厘，形成螺旋推进器。在螺旋推进器上端裝一直徑50公厘、長300公厘的空心鑽管（一段鑽桿），管上端有鑽桿的絲扣。沿鑽管交錯鑲 30×90 公厘的8公厘鉄制的翼片。在螺旋推进器下部焊同样的空心鑽管，其長为300公厘，在空心鑽管中有一个冲洗液孔。順鑽管長度沿管壁切綫焊CT5号鋼制的縱向稜条。稜条的長度上部为30公厘，下部10公厘。稜条边端鑲特硬質合金鋼的切削具。在螺旋推进器的螺旋綫上和稜条上鑲粉末硬質合金。



图8. 丘馬科夫牙輪鑽头

矛式鑽头的切削具切入孔底破碎岩石，而螺旋推进器先旋入被鑽松的岩石中，以后將岩块运上来。到螺旋頂端之后，被破碎的岩块就碰到了鑽头的翼片，而被冲洗液帶到了地面，一部分破碎的岩石借泥漿循环被帶出孔口，送到了孔口。

И.Д. 丘馬科夫牙輪鑽头(图8)，有一个架座，在架座的槽中用軸裝两个圓柱狀牙輪。两个牙輪都安在一个軸上。在圓柱狀牙輪上鑲有Г-4角柱狀标准特硬質合金鋼的切削具（BK-8牌适于鑽硬岩石，BK-15牌适于鑽极硬岩石）。

上述的牙輪头适于鑽爆破鑽孔。

无岩心鑽进的经济技术指标

在一定条件下利用无岩心鑽进某一鑽进也是提高鑽进效率的最重要的因素。

采用无岩心鑽进的方法，使石油工业的鑽探速度有着显著的提高。石油工业部在进行構造鑽孔的鑽进时，使用魚尾鑽头和三牙輪鑽头。魚尾鑽头一般在当地就能制造，用它来鑽1—2級岩石。

石油工业部先进工作組的經驗証明，无岩心鑽进不仅能破碎大量岩石，而且比环狀鑽进的速度要提高很多。

在軟岩层进行岩心鑽进时，很多時間都用于采取岩心上，同时采取岩心要遇到很大的困难，这將不同程度地影响鑽进速度。在进行軟岩石和不稳定岩石的鑽进时，采取岩心很困难，所以不能采用快速鑽进，因而鑽进效率很低。

无岩心鑽进可以充分發揮設備的利用率。

石油工作者的經驗証明，三牙輪鑽头破碎孔底的速度取决于鑽头破坏岩石的速度和軸向压力的大小。为了提高鑽进效率便应增加軸向压力和轉数。

由此可見，增大孔底压力就会提高鑽进效率，因而鑽进技术指标也随着改进。

实行快速鑽进的決定条件就是最大限度的增大孔底压力。

鑽孔加深、鑽硬岩层和增大孔底压力都能引起升降鑽具和在孔底工作時間的比例增大。

全苏工具科学研究所在此石油鑽进的資料中，一个鑽头（一个鑽程）的平均鑽进深度和平均鑽进速度是分別根据一

些石油勘探公司制定的（表1）。

表1

企 业 名 称	岩 石 等 级	鑽 进 速 度 公尺/小时	一个鑽头平均鑽 进速度 公尺
古比雪夫石油公司	1—5	0.77	40.0
莫洛托夫石油公司	1—4	1.68	35.0
塔特石油公司	1—3	2.68	125.0
斯大林格勒石油勘探公司	2	5.50	42.0
联盟石油煤气勘探公司	1—5	1.86	37.2
西巴什石油煤气勘探公司	1—6	1.93	29.6
东巴什石油煤气勘探公司	1—6	1.84	23.3
庫頁島石油公司	1—4	1.79	25.0
費尔干石油勘探公司	1—4	—	25.0

在孔底积存有岩粉时，会降低鑽进速度，以及过早地磨坏鑽头。为使更多的冲洗液流入鑽孔里，在个别地方可同时使用两个水泵。斯列达兹煤炭地质公司用 9-ГР 型高效率水泵做无岩心鑽进的試驗，試驗用直径73公厘的鑽桿。試驗証明效果良好。

别尔格罗德勘探队的試驗方法是用两个并連起来的 3ИФ—200/40型水泵来鑽进沉积层。

为此，在队的机械修配厂里，制造了两个水泵的三通管（图9）。試驗証明，如果鑽进粘土和砂岩，水泵的排水量为150公升/分时，其鑽进速度为0.46公尺/小时，冲洗液增到300公升/分时，鑽进速度則是0.9—1.0公尺/小时。

别尔格罗德勘探队根据所进行研究材料的分析証明，使

用3个—9个鑽头鑽复岩层时，平均可鑽480公尺^①。

地質保矿部在勘探特基布利煤矿时，用 $5\frac{3}{5}$ 直徑的三牙輪鑽头，鑽进厚度为300—400公尺的石灰岩层。这时每一鑽程进尺比用鑽头鑽进高一倍多，提升下降工序所佔時間（以每一公尺計）降低 $1/2$ 。

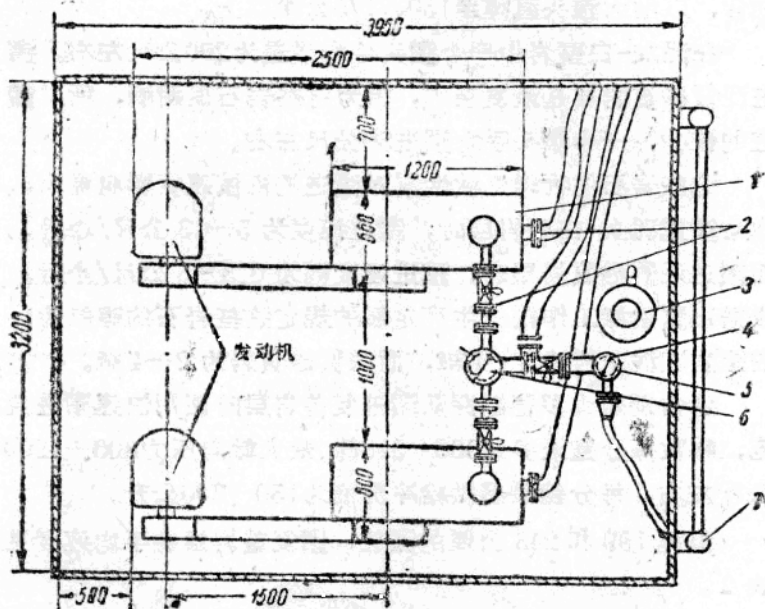


图 9. 两个水泵的三通管

- 1—水泵；2—法兰盘；3—炉子；4—龙头；5—給水管；
6—补偿器；7—滑撬

无岩心鑽进一般适于鑽进复盖軟岩层（400—500公尺），以及松散和破碎岩层。在使用軸向压力1500—2000公斤，并使用鑽鉋的情况下，无岩心鑽进可达到最大的效率。

实践証明，无岩心鑽进只有在增加鑽具的轉数的情况

① 研究工作由Д. И. 科于和Э. Н. 图卡斯基进行的。

下，才能提高鑽進效率。不過鑽頭最合適的轉數，要根據各種具體情況實驗決定，並要考慮到鑽機動力大小、孔深和鑽桿強度等。

鑽進所用的鑽頭中幾種主要的直徑是140、190和243公厘。在某些情況下，根據地質構造的特點在牙輪鑽頭上讓焊肋骨，以增大鑽頭直徑至150、175公厘以上。

在泥灰-白堊岩中一個鑽頭平均鑽進為200公尺左右。鑽進泥質砂質岩層是最複雜的，因為這些岩石很耐磨，所以鑽進的較少，一個鑽頭平均鑽進50公尺左右。

這些岩石的物理機械性質對鑽進的機械速度影響更大，如果鑽進泥灰-白堊岩層時，鑽進速度為5—13公尺/小時。而鑽進泥質砂質岩層時，鑽進速度則為0.3—5公尺/小時。根據地質勘探工作統一生產定額的規定這些岩石的等級為：白堊岩和泥灰岩為3—4級，而泥質砂質岩為2—4級。

通常別爾戈羅德勘探隊鑽進復蓋岩層時使用快速鑽進規範，轉數每分鐘最多是300—346轉，最大軸向壓力800—1200公斤左右，每分鐘最多供給沖洗液為150—300公升。

直徑190和243公厘的鑽頭，鑽復蓋岩層的平均速度見表2。

經驗證明，魚尾鑽頭鑽進泥質白堊岩效果最好（參看表3）。

用魚尾鑽頭鑽進泥質砂質岩每次鑽程進尺很低，因為這些岩石有摩擦性。魚尾鑽頭適於鑽復蓋層（亞砂土：亞粘土、粘土）和泥灰質白堊岩層。

用這種鑽頭鑽泥灰白堊岩，其鑽進速度比用三牙輪鑽頭高得多（6.5—22公尺/小時比10—13公尺/小時）。按照下列鑽進規範可以獲得很高的機械速度。

$n = 300$ 轉/分, $P_2 = 600 - 800$ 公斤, $Q = 150 - 180$ 公升/分。

表 2

岩石名称	三牙輪鑽頭 直径(公厘)	鑽 进 規 范			鑽 进 速 度 (公尺/小时)
		n	P	Q	
泥灰白堊岩	190	238—346	1000	150	12.72—13.67
	243	238	600—700	150	4.95
	243	346	600—700	150	3.1
泥質砂岩	190	238	800—1000	150	1.6—2.9
	243	238	600—1200	150—300	0.47—0.66
	243	346	900—1000	140	0.28—1.55
帶粘土夾層的砂岩	190	238	800—900	150	0.70—1.14
	243	238	600—900	200	0.34—0.43
	243	346	600—1200	140	0.32—0.39

表 3

岩 石	鑽进速度 公尺/小时	一个鑽程的鑽进深度 (公尺)
白 堊 岩	11—12	到 80
泥 灰 岩	5—6	" 50
頁 岩	0.76—1.1	" 20
沙 岩	1.1	" 5

在选择魚尾鑽頭时, 必須注意遵守下列規則:

a) 翼片的寬度应比套管的內徑小3—5公厘; 6) 鑽頭的寬度应小于切削刃直徑的12公厘; б) 切削刃应是一样的長度。

有下列的缺点时, 不可用魚尾鑽頭: 切削具不好, 冲洗孔堵塞和冲坏, 翼片偏心率(离旋轉中心)超过2公厘, 端稜長度差超过3公厘, 中央切断处的高度大于50公厘硬質合

金崩坏等。

为了提高魚尾鑽头的耐磨性，在切削具的刃部应当用硬質合金补强，补强可用沃卡尔硬質合金、BK型金属陶瓷合金和李卡尔合金。

在鑽进复土层时除用魚尾和三牙輪鑽头外，还用各种类型的矛式鑽头。

矛式鑽头和其他各种鑽头鑽进速度的比較見表4。

表4

岩石名称	八角切削具 鑽头4—8个	片状切削 具 鑽 头	牙輪鑽头	肋骨鑽头	魚尾鑽头	矛式鑽头
	鑽 进 速 度 公尺/小时					
受石膏化作用之 第三紀致密粘土	1.2	1.6	2.0	2.0	1.4	7.5
第三紀膨脹粘土	1.0	1.5	1.5	1.5	0.8	7.5
破碎岩石—泥岩	1.0	1.2	—	1.2	—	3.0
亚砂土	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	—

为了适合軟岩层鑽进的切削具，全苏矿物原料研究所在德聶伯罗彼得罗夫斯克勘探队应用了各种鑽头——本地产的肋骨鑽头、BB-5型鑲切削具的鑽头、諾維科夫无岩心鑽进的矛式鑽头——进行試驗。

本地产的肋骨鑽头的特点在于鑲在鑽头圈上的切削具数量少，冲洗液通孔大。

BB-5型鑽头主要是用来鑽1—4級岩石。这种鑽头鑲有切削具，切削具是支持器（45号鋼制的），支持器下槽鑲硬質合金片。按照硬質合金的排列制成三种切削具——內面的、表面的和中央的。

实验結果見表5。

表 5

岩 石	岩石 等級	鑽 进 規 范			鑽 头 类 型		
		每分鐘 轉 数	压 力 (公斤)	水泵排 水 量 公升/分	肋骨鑽头	BB-5鑽头	矛式鑽头
						鑽 进 速 度 公尺/小时	
海綠石	1	250	400	120—180	33.5	28.5	24.0
亮灰砂岩	1	250	400	180	12.9	19.0	—
黃灰頁岩	3	250	400	180	3.7	3.0	5.1
綠泥岩	3	250	400	180	4.9	2.5	3.4
泥灰岩	3	250	460	180	2.1	6.9	18.0
砂岩	3	250	460	180	4.3	0.5	5.7

从表 5 中可看出，BB-5 型鑽头与当地产的肋骨鑽头相比没有什么优点，BB-5 型鑽头鑽砂岩和泥灰岩效果最好。鑽进粘土效果較差，这可能是由于切削具突出 5 公厘，而妨碍了鑽具在膨胀粘土中旋轉。

在表 5 中列有矛式鑽头的鑽进速度。在个别情况下用矛式鑽头鑽某些岩石，鑽进机械速度比用岩心鑽头高。矛式鑽头鑽进时，可縮短升降工序的时间，提高純鑽进时间。

在諾沃莫斯科夫斯克勘探分队，用矛式鑽头和其他鑽头鑽进軟岩石（Ⅲ級綠泥石）的經驗証明，采用快速鑽进，鑽进速度提高了很多。

关于各种鑽头鑽进速度与轉数的关系見表 6。

从表 6 中可看出，快速鑽进时，矛式鑽头鑽进时获得的成績比較好。机長 П. М. 沃罗諾夫所設計的矛式鑽头用在里戈夫勘探队，其指标如下：一次鑽程最大鑽进为 150 公尺，在 1—2 級岩石中每小时的鑽进速度为 15—16 公尺，在 2—3 級岩石中鑽进为 10—11 公尺，在 4—5 級的侏罗紀粘土层中鑽进时