

淺井的渦輪鑽進

苏联 Г.Е. 卡拉希克著

蕭 有 為譯

石油工業出版社

內 容 提 要

这本小册子通俗地介绍了基洛夫鑽井处使用新型渦輪鑽具打垂直淺井和定向淺井的經驗，并介绍了渦輪鑽具的構造以及实际应用的方法。

本書可供鑽井队的工程师、技术員以及鑽井工閱讀。

Г. Е. КАРАСИК

БУРЕНИЕ МЕЛКИХ СКВАЖИН

ТУРБИНЫМ СПОСОБОМ

根据苏联国立石油燃料科技書籍出版社阿塞拜疆分社

(АЗНЕФТЕИЗДАТ) 1954年巴庫出版

統一書号: 15037·1672

淺井的渦輪鑽法

蕭 有 为譯

石油工業出版社出版(地址: 北京六部口石油工業部十号楼)

北京市書刊出版登記證出字第033号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本·印張 $\frac{1}{2}$ ·14千字·印1—4,600册

1956年10月北京第1版第1次印刷

定价(10)0.14元

目 录

序言	2
T12 M1-6 ⁵ / ₈ '' 型渦輪鑽具	3
第一口油井的建立、安裝和鑽进	11
为爭取高速鑽进而奋斗	14
技术經濟指标	22
在巴庫油矿使用 T12M1-6 ⁵ / ₈ '' 型渦輪鑽具的远景	23

序 言

为了完成苏联共产党第十九次代表大会向石油工作者所提出的宏伟计划，阿塞拜疆的钻井工作者正在为争取达到更高的计划指标，提高劳动生产率与降低每公尺钻进成本而努力工作着。

目前，石油工作者正在为广泛地采用先进的涡轮钻井方法而进行着一系列的工作。

在过去以涡轮钻具打井还不如转盘打井的钻井区，而现在使用涡轮钻具打井也是很有成效了。例如，一直保持着转盘打井最高指标的布佐夫尼石油矿务局钻井处的钻井工作者，已经创立了用涡轮钻具打垂直井的全苏纪录。

涡轮钻井法已用于打超深井。现在涡轮钻具已试用加重泥浆。

除了超深井和中深井外，阿塞拜疆的各油矿还正在打大量深度为350—850公尺的油井。这些井都是利用活动钻机打的，因为其建井期限不长，所以使用较为方便。

有一部分浅井是采用定向钻井法打的。这时，井底的位置与通过井口的垂线相距有一定的距离。

油田的表面上往往会有山谷、小丘和水池。有时还可能有铁路、高压电线、住宅和工业建筑物，因此，必须要打定向井。

阿塞拜疆都是利用涡轮钻具打定向钻井的。为了要保证涡轮钻具能正常的工作，均装配有两部以上容量较大的泥浆

泵。因此，当打深度为 350—850 公尺的定向井时，则必须设立一些巨大的固定装置。建立和安装所需的过程，往往比鑽井的过程还要长。

一直到阿塞拜疆苏维埃社会主义共和国石油工业部渦輪鑽具厂增产了一种 T12M1-6⁵/₈'' 型新的小型渦輪鑽具时，才只要安装一部泥漿泵就足以保证其正常操作了，并且这样还可以使用活动鑽机来打定向井。

制造 T12M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具是为了利用 N0.8 鑽头和 4'' 鑽杆打超深井用的。

但是，新的或尚未经过操作試驗的渦輪鑽具，在下入超深井以前，必须要进行浅井鑽进的試驗。

利用活动鑽机打浅井的基洛夫石油矿务局鑽井处的全体人員，曾对新型渦輪鑽具作了試驗。他們並把一部分已获得的渦輪鑽具轉讓給了在棧桥上打“石油石”油田的海上石油工人。

鑽井工作者在短短的几个月内就很熟练地掌握了新型渦輪鑽具的操作方法，大大地提高了技术经济指标，並降低了每公尺鑽进的成本。

新型渦輪鑽具的出現，使得先进的渦輪鑽井方法获得了更广泛的运用。

T12M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具

T12M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具(圖 1)是一种帶有水力發动机(渦輪)的裝置。渦輪能把水力能变换为机械能，这样就使帶

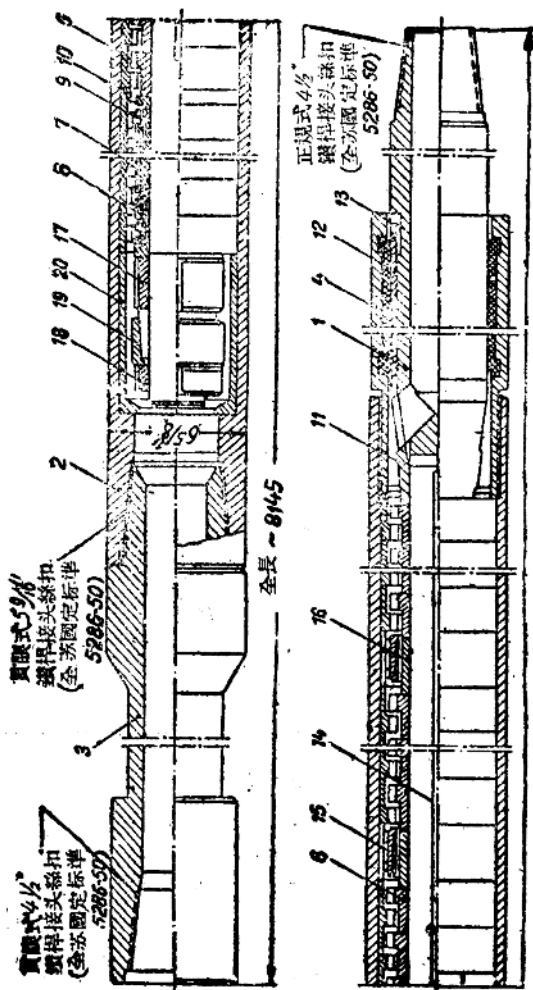


圖 1 T12M1-6 5/8" 型調輪器具

1—軸; 2—外殼; 3—大小頭; 4—下軸承; 5—定子盤; 6—調子盤; 7—止推軸承; 8—支承盤; 9—中軸承; 10—調子環; 11—撐套; 12—下軸承套; 13—下軸承套套; 14—調子盤; 15—中軸承; 16—中軸承套; 17—軸頭螺帽; 18—防松螺帽; 19—錐套; 20—隔筒筒。

有鑽頭的渦輪鑽具軸旋轉。T12M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具的渦輪按其类型來說為反作用軸流式，帶有許多定形的輪葉，共有 100 級。渦輪每級是由固定部件(定子)和轉動部件(轉子)所構成的。定子都安裝在渦輪鑽具的外殼上，以輪緣的端部相連接。在外殼內部的定子並用旋接在外殼下部的下軸承壓緊。

轉子坐在渦輪鑽具軸的鍵上，以輪緣端部相接，並用軸頭螺帽壓緊。

定子盤是以 4 級精度的輕轉動配合嵌入外殼。採用這種自由配合的原因，是為了能將渦輪自外殼內取出。這也就說明了把轉子盤裝到軸上時為什麼一定要用 4 級精度的轉動配合的理由。

T12M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具渦輪的轉子與定子都製造成無外緣的形狀(圖 2)。

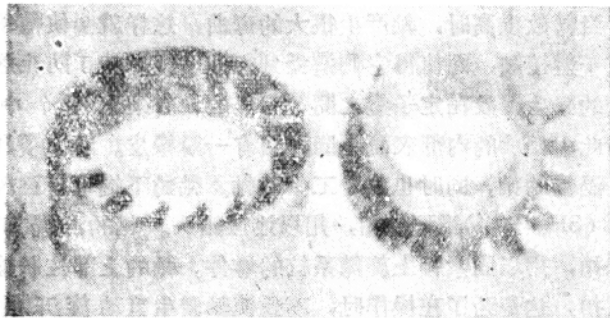


圖 2 T12M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具的定子與轉子

泥漿流沿着定子的固定溝槽，以一定的角度流入轉子盤。由於泥漿流運動方向改變的結果，故在轉子盤上產生旋轉力矩。泥漿流改變運動方向以後，就進入到下一個定子

盤，以此循環。

在渦輪鑽具軸上裝有兩種軸承，一種是徑向軸承，它承受橫向負荷；另一種為軸向軸承，它承受作用於渦輪鑽具軸上的軸向負荷。軸向應力是由 8 級組成的橡膠止推軸承承擔。每一級就是一個固定的止推軸承。支承盤和支承環隨著中軸一同旋轉。止推軸承上有橡膠襯。為了利用循環的泥漿來進行潤滑和冷卻橡膠，故在橡膠襯上制有徑向溝槽和軸向溝槽。

在橡膠襯旁邊的圓周上有 5 個供泥漿通過的孔眼。裝在渦輪鑽具外殼內部的止推軸承和定子盤是利用下軸承压緊。

下軸承就是渦輪鑽具的下部徑向軸承，它的作用除前面所說以外，還用來壓緊定子盤和止推軸承。在下軸承的內部表面上同樣鑲有一層橡皮，在橡皮表面上制有供泥漿潤滑的溝槽。

當轉數很高時，軸產生很大的彎曲，這樣就會使轉子盤與定子盤接觸，而使得它們遭受到徑向磨損。為了防止這種現象的發生，故在定子盤之間等間隔的地方裝上兩個中軸承。此中軸承的內部表面上同樣鑲有一層橡皮。渦輪鑽具軸就是渦輪的軸，同時也就是工作主軸。軸的下端車有正規式 $4\frac{1}{2}''$ ($3H-4\frac{1}{2}''$) 錐形絲扣，用以連接鑽頭。軸的上端有柱狀絲扣，用以固緊軸上旋轉系統的零件。軸的上部柱狀絲扣為反扣，這是為了在操作時，不致使軸發生自動旋開的現象。在軸的下部有一個內擄孔和兩個泥漿出口。

外殼是渦輪鑽具的主要零件之一。外殼內部裝有渦輪的固定部件——定子和止推軸承，因此它們也就確定了渦輪鑽具其餘一切零件的位置。在外殼的上部旋接有大小頭，它把

渦輪鑽具連接到鑽桿柱上，而外殼的下部則旋接下軸承。

T12 M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具與其他所有的渦輪鑽具不同之處，是其他渦輪鑽具的大小頭絲扣都有缺點，而 T12 M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具的大小頭從構造上就完全消除了這種缺點。大小頭是用貫眼式 -5⁹/₁₆'' (3Ⅲ-5⁹/₁₆'') 接头絲扣與外殼相連。定子系統借間隔筒頂在外殼特制的突緣上。

渦輪鑽具的裝配程序如下：把渦輪的軸固定在兩個木制的支架上。把鍵配合好並把它裝上去。然後依次把下軸承套和撐套裝在軸上，並預先要塗上機油。把定子盤和轉子盤各 33 個套在軸上。在安裝之前，要將它們塗上機油，其端部則應仔細地加以擦淨。

在裝配渦輪之前，必須對圓盤的高度進行校驗。把 10 個盤停放在檢查板或銑床或是其他機床的工作台上，同時進行校驗。10 個轉子盤和 10 個定子盤之間的高度差不得超過 0.2 公厘，否則，必須重新裝配。

裝完第 33 級渦輪之後，就要安裝中軸承和中軸承套。在軸承的橡膠襯上應塗上工業用蓖麻油。然後裝上以後的 33 級渦輪和一個中軸承，最後再把剩餘的 34 級渦輪裝上。

隨後，再在軸上安上 9 個支承盤，8 個支承環和 8 個止推軸承。

把軸的開縫轉子錐形螺帽絲扣及其相應的絲扣均應仔細加以清洗，並塗上刷的潤滑油。然後以力達 900 公斤的力用銼鉗把軸頭螺帽上緊。以後在軸頭螺帽上套上錐套，並以 600 公斤的力用防松螺帽把它固緊。把外殼和大小頭仔細擦乾淨，檢查其上的絲扣，並塗上潤滑油。

隨後，把間隔筒嵌入外殼內。用 900 公斤的力把外殼與

大小頭旋緊，直到不能再旋緊為止。

接着把它們放置在本制的支架上，然後再把已經裝配好了的渦輪安裝在外殼內，使達到端部的支撐點。把下軸承絲扣用刷子刷干淨，並塗上稠的石墨潤滑油。下軸承旋接在外殼上，並以 900 公斤的力旋緊。

渦輪鑽具裝配好了之後，工人用一隻手的力量在長達 1 公尺的臂上加力，來檢驗渦輪鑽具的軸向間隙。軸向間隙的測量方法如下：把軸交換地移到最高和最低的位置，同時在下軸承下的軸面上畫兩條分度綫記下來，然後量出它們之間的距離。這樣就可確定渦輪的軸向間隙。

在理論上渦輪的軸向間隙為 2 公厘，但是在實際上則由於製造上的不精確，止推軸承橡膠襯的厚度不一致以及支承盤的變形，因此軸向間隙經常小於 2 公厘。所以，此時軸應輕微而均勻的轉動。

渦輪鑽具的拆卸與裝配的相反次序進行。

T12M1-6⁵/8" 型渦輪鑽具的工作特性

用渦輪鑽具打井時，由於井底負荷和所鑽岩層性質的不同，故鑽頭轉數時常都在改變着。鑽壓愈大，則軸的轉數就愈小，而鑽壓愈小，則軸的旋轉速度就愈大。

在泵入渦輪鑽具同等數量泥漿的條件下，讓我們研究一下它的特点。

如果渦輪鑽具的軸被卡住時，則所需的旋轉力矩就要最大。當逐漸地減小軸的負荷時，則旋轉力矩就隨着負荷而減小，而轉數却增加。隨着軸轉數的改變，不僅會使旋轉力矩發生變化，而且會使渦輪鑽具其他的操作指標也發生變化：有效系數和功率。當渦輪鑽具在停頓的狀態下，即轉數等於

零时，它的有效系数也就等於零。渦輪鑽具的有效系数随着轉数的增高而增加。当渦輪鑽具轉数繼續增加，而达到最高数值时，有效系数即开始下降，並且在空轉时有效系数也等於零。

渦輪鑽具所产生的功率，是随着有效系数的数值变化而定。

渦輪的压力差变化不大。

当泥漿排量为 20.1 公升/秒时，T12M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具的工作特性如圖 3 所示。

如果泥漿泵排量改变时，那么，渦輪的工作指标就改变如下：

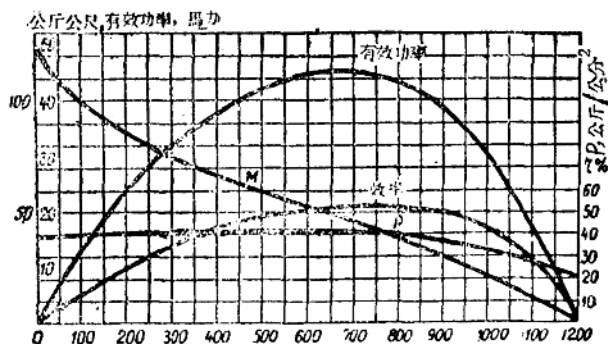


圖 3 当泥漿排量为 20.1 公升/秒时，
T12M1-6⁵/₈'' 型渦輪鑽具的工作特性曲綫

1. 軸的轉数与泥漿泵排量的变化数值成正比。

$$n = n_1 \frac{Q}{Q_1}, \quad (1)$$

式中 n ——新排量时的轉数；

n_1 ——最初排量时的轉数;

Q ——新的排量;

Q_1 ——最初的排量。

2. 旋轉力矩与排量变化数值的平方成正比。

$$M = M_1 \left(\frac{Q}{Q_1} \right)^2, \quad (2)$$

式中 M ——新排量时的旋轉力矩;

M_1 ——最初排量时的旋轉力矩。

3. 压力差与排量变化数值的平方成正比。

$$P = P_1 \left(\frac{Q}{Q_1} \right)^2, \quad (3)$$

式中 P ——新排量时的压力差;

P_1 ——最初排量时的压力差。

4. 功率与排量变化数值的立方成正比。

$$N = N_1 \left(\frac{Q}{Q_1} \right)^3, \quad (4)$$

式中 N ——新排量时的功率;

N_1 ——最初排量时的功率。

表 1

排 量 (公升/秒)	功 率 (馬力)	軸 轉 数 (轉/分)	渦輪鑽具軸 的旋轉力矩 (公斤-公尺)	压 力 差 (大氣压)
18	24	490	34	21
20	32	545	42	26
22	43	600	51	31

表1中所列数字，說明渦輪鑽具在各个不同排量时的工作情况。

渦輪鑽具的輪廓尺寸是：長 8145 公厘，直徑 168 公厘，理論重量 1000 公斤。

由上述公式(2)和(4)可以很清楚地看出，当排量增加时，渦輪鑽具的功率指标也將增高。

第一口油井的建立、安裝和鑽进

用新渦輪鑽具打第一口井的工作，是由鑽井革新技師，斯大林獎金获得者 А. Г. 巴巴叶夫所領導的鑽井队自願担任的。

在打第 1738 号井时，曾裝置了下列各种設備：

1. ПБА1-800 型活动鑽机一架，其中包括有絞車、立管、游动滑車系統、水龙头及一些相应的井架附屬建筑；
2. Ш8-560 型轉盤；
3. У8-3 型泥漿泵，上面裝有直徑为 170 公厘的缸套。泵的傳动裝置是一个功率为 200 仟伏的电动机。在电动机的軸上裝有一个 22" 皮帶輪；
4. 高为 12 公尺的 10" 刹車調節器；
5. 長为 18 公尺的 4" 泥漿排出管；
6. 14 立方公尺泥漿的备用罐；
7. 帶有 ЯЖНУ 型鉄箱的开式变压器，其功率为 320 仟伏安；
8. 成套小型机械化設備；

9. BOTH 型鑽具指重計;

10. 帶有貫眼式接頭的 $4\frac{1}{2}$ " 鑽杆;

11. 總長為 61 公尺的 4" 鑽鏈;

12. T12M1-6 $\frac{5}{8}$ " 型渦輪鑽具 3 個。

處理泥漿用之化學加劑應貯存在集中罐內，並用槽式汽車運至井場。

上述設備與轉盤打井的設備沒有任何的差別。唯一的區別就是在井場進行安裝時，曾非常仔細地進行了銲接工作。

在井開鑽以前，曾進行了必要的準備工作。所有的歧管均進行了 100 大氣壓水壓試驗。

在鑽井以前的第一次開鑽會議上，A. Г. 巴巴葉夫技師所領導的鑽井隊詳細地了解了地質技術施工書和圖表，新渦輪鑽具的構造以及優越的操作方式。

該鑽井隊擔負了一項社會主義的生產任務：要提前 5 天完成鑽井工作。鑽井隊的班與班，以及各隊員之間都相互訂立了公約。

第 1738 號井的井身設計構造是一個 3 公尺長的木槽(導管)和長 855 公尺的 4" 油層套管。

90-332 公尺的井段是用第一套渦輪鑽具以兩個 10 號鑽頭打的。在以後的 16 次鑽進中，以 7.8 公尺/小時的平均機械鑽速打了 248 公尺。而剩餘的 165 公尺則是在 7 次的鑽進中以 3.1 公尺/小時的平均機械鑽速打完的。

表 2 所列的比較指標，為第 1738 號井和在類似地質條件下用轉盤打井法打的第 1549 號鄰井所獲得的指標。

轉盤法和渦輪法鑽井所得的比較指標表明，在用 T12M1-6 $\frac{5}{8}$ " 型渦輪鑽具打井時，起鑽次數大大的增加了。這一

表 2

井 号	鑽井方法	鑽 進， 公 尺	鑽 井 次 数	每个鑽 头進尺数， 公 尺	每个 7 1/2" 鑽 头進尺数 公 尺	机械鑽井時間， 小 时	机械鑽速 公 尺/时	商 業 鑽 速	鑽井方式	
									鑽压 吨	歧管 压力 大气压
1738	渦輪法	835	29	29	22	127	5.8	1462	4—6	32—45
1549	轉盤法	870	13	66.9	52	116	7.5	2023	3—5	20—25

方面說明用渦輪法打井时，採用 BCC-8 型和 CKT-8 型鑽头是不适宜的，在另一方面也說明了用渦輪鑽具时所採用的鑽井方式不好。

T12M1-6⁵/₈" 型渦輪鑽具操作时發生的故障

把一套工作了 74 小时的，而另一套工作了 53 小时的兩套渦輪鑽具拆开之后，發現有一套渦輪鑽具的運轉質量很好。一个無輪緣渦輪完整無損，並且外壳与大小头的連接絲扣也是完好的。

同时由於泥漿泵排量小，故 T12M1-6⁵/₈" 型渦輪鑽具不能产生良好的效果。大家認為 T12M1-6⁵/₈" 型渦輪鑽具应在泥漿泵排量不小於 25—27 公升/秒的情況下使用。

此外，从外壳內把渦輪抽出时，曾發現有这样的情形，一个止推軸承(襯垫)的中間部分与輪緣脫离了，而某些止推軸承的輪緣則在与襯垫接触的地方被泥漿流完全侵蚀了。

如果脫离的輪緣是第 2，第 3 等止推軸承(从軸头螺帽算起)，則进行修理是没有什么困难的。但是，如果是止推

軸承的第1個輪緣和以後幾個輪緣脫離時，則把渦輪從外殼內取出來以後，它們仍然會留於外殼內。在此情況下就應把外殼送到了季米特羅夫機械工廠，將卡住的輪緣從外殼內取出來。

利用該廠的一個工作人員小組所設計的特製機床，可以把用頂壓辦法不能從渦輪鑽具內取出來的渦輪一部分一部分地取出來。這樣就可以使應當報廢的渦輪鑽具又可以使用了。

為了進行以上這種操作，在機床上裝有一個軸，軸的末端上裝有一個特製的固定器，此器可以從外殼內取出渦輪的零件。為了使零件能很容易地取出，所以應該使軸同時進行着旋轉的往復的運動。

在必要時，可以把固定器換為切削器（刮鑽器，銑刀）。利用切削器就可把不能夾住的零件取出來。卡在外殼內的止推軸承的輪緣，也可用這種方法取出來。

為爭取高速鑽進而奮鬥

基洛夫鑽井處從1950年起就開始採用了渦輪鑽井法。來自當時的渦輪鑽井礦務局的3個鑽井隊最先應用了渦輪鑽具。用渦輪鑽具打的井一個跟着一個地順利完成了。企業中所有的司鑽都想學會新的鑽井方法。各個鑽井隊中都廣泛地開始了對渦輪鑽井法的學習。因此渦輪鑽進的數量便有了提高。在1953年中用渦輪鑽具打井的數量幾乎超過了1950年的1倍。

下面所列数据标明在每年中用渦輪鑽具打井的进尺数量增長的情况(以总进尺的百分数計算):

1950 年—20.83 1952 年—33.70

1951 年—24.73 1953 年—38.66

为了提高鑽井速度曾探求了所有的可能: 根据所鑽岩層的不同选择了鑽压, 增加了泥漿泵的排量。

在表 3 中列举了机械鑽速和商业速度的增長情况。

表 3

年 份	商業鑽速, 公尺/鑽机月		平均机械速度, 公尺/小时	
	实际速度	比1950年增加的百分数(%)	实际速度	比1950年增加的百分数(%)
1950	828.6	100	3.94	100.0
1951	983.1	118.6	5.17	131.2
1952	1130.6	136.4	5.82	147.7
1953	1482.4	178.9	8.02	203.5

由於採用了渦輪鑽井法和減少了事故的結果, 所以生产時間也就有了增加。

年份	生产時間(佔時間总量的百分数)
1950	78.2
1951	81.8
1952	85.1
1953	88.8

基洛夫鑽井处的全体人員經常積極地运用着新的技术。随着新的渦輪鑽具的出現, 在 1954 年中該处的 渦輪鑽井計劃便順利地增加到了 64%。这样就使先进的渦輪鑽井法逐漸地代替了轉盤鑽井法。