

82300

基本館藏

蘇聯 B·C·費多洛夫 M·M·尼卡諾洛夫著

鑽具提昇理論基礎



石油工業出版社

內 容 提 要

本書敘述鑽具提昇理論的基本原理，說明在鑽進中各種不同因素對提昇鑽具時間的影響，並提出如何合理地選擇提昇裝置和合理地使用現代化設備。

本書專供鑽井工程師，技術員，設計工程師，科學研究工作人員和高等學校師生參考。

В. С. ФЕДОРОВ И М. М. НИКАНОРОВ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДЪЕМА
БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСНЕФТЕХИЗДАТ)

1952年列寧格勒版翻譯

統一書號：15037·2A

鑽具提昇理論基礎

黃 俊譯

*

石油工業出版社出版(地址：北京六環路石油上環路十號)

北京市書刊出版總署登記證出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{16}$ 開本 * 印張6 $\frac{1}{4}$ * 126千字 * 印1—4,100冊

1956年7月北京第1版第1次印刷

定價(10)1元

序 言

如同大家所知道的，任何鑽井裝置的提昇部分都是由井架、發動機、絞車、滑車系統以及為了加速工作和減輕工人勞動所必需的很多工具和設備組成的。

鑽井裝置提昇部分的各种機件，在某種程度上已經在一些參考書籍中敘述過，而自動化和繁重工作機械化的設備則在很多書中敘述得更為詳細。

本書中講述鑽具提昇理論的基本原理，各种因素對提昇時間的影響，並將提昇裝置看作為統一的複雜的系統，其中各种機件是互相牽制着的；從而指出提昇裝置設計的方法。

我們認為：從基本理論觀點來闡明提昇裝置是唯一正確的方法。

由於本書篇幅限制，我們不能以很多的計算例題來說明，使理論應用於實踐。

我們盡量減少了關於起下鑽工作中“小型機械化”的敘述，但是這並不是過低地估計了“小型機械化”的作用。因為鑽井“小型機械化”方面的著作几乎每年都出版，所以我們認為有關這方面的問題已經有了詳盡的介紹。

我們知道，關於提昇鑽具的綜合性的著作還是第一次出版，所以不免有些錯誤。我們希望讀者提出批評，借以能完善地充實這個問題的內容。

著者

目 錄

第一章 起下鑽操作的時間	5
起下鑽具所消耗的機動時間	5
起下鑽具所消耗的手動和機手並動時間	10
接單根所消耗的時間	12
換鑽頭所消耗的時間	13
第二章 最廣泛使用的鑽井提昇裝置原則性方案	14
電力傳動的提昇裝置	14
內燃機傳動的提昇裝置	18
用蒸汽機帶動的鑽井裝置	24
第三章 提昇運動學	24
提昇運動學的一般資料	24
選擇速度圖表	31
滑車機構的運動學	36
第四章 提昇動力學	40
提昇裝置基本的動力學公式	40
確定綜合的傳動慣性力矩和迴轉力矩	47
第五章 提昇裝置各部件負荷的確定	54
絞車滾筒軸上的負荷	54
複式滑車鋼絲繩兩端的負荷	55
天車的負荷	58
井架的負荷	59
第六章 影響機動時間的因素	59
立根長度對機動時間的影響	60
鑽井提昇裝置的速度數對機動時間的影響	62

提昇裝置各速度之間的关系对机动時間的影响·····	71
第七章 影响手动和机手並动時間的因素·····	76
立根長度和重量对手动和机手並动時間的影响·····	77
手动和机手並动操作的組織和机械化对其時間的影响·····	79
第八章 先進鑽井隊完成起下鑽操作定額的經驗·····	88
第九章 鑽井提昇裝置基本参数的選擇·····	92
井架高度的選擇·····	92
絞車速度的選擇·····	100
選擇滑車系統裝置型式·····	110
提昇裝置發動机功率·····	121
提昇發動机負荷比·····	127
自动化和机械化是提昇裝置不可缺少的部分·····	135
第十章 解決鑽井提昇某些問題的理論·····	138
起下鑽操作中实际所耗机动時間計算方法·····	138
用計算方法确定鑽井提昇裝置主要参数的实例·····	158
現代的固定式鑽井絞車的分析·····	176
参考文献·····	197

概 論

鑽井提昇裝置的完善程度可以用下列二個數值表示：

1. 鑽具和空吊卡提昇的平均速度

$$v_{cp} = \frac{v_1 T_{м.п(1)} + v_2 T_{м.п(2)} + \dots + v_{k_x} (T_{м.п(k_x)} + T_{м.с})}{T_{м.п(1)} + T_{м.п(2)} + \dots + T_{м.п(k_x)} + T_{м.с}}; (1,0)$$

2. 起下鑽具時發動機負荷係數

$$\varphi = \frac{T_{о.м.п.с}}{T_{м.п.с}}, \quad (2,0)$$

式中 $T_{м.п(1)}, T_{м.п(2)}, \dots, T_{м.п(k_x)}$ —— 與速度 $v_1, v_2, \dots, v_{k_x}$ 相適應的提昇鑽具的機動時間；

$T_{м.с}$ —— 下鑽時提昇空吊卡的機動時間；

$T_{о.м.п.с}$ —— 當理想的利用提昇發動機馬力 P_H 時，提昇鑽具和空吊卡的機動時間；

$T_{м.п.с}$ —— 當部分的利用提昇發動機馬力 $P < P_H$ 時，起下鑽具的實際機動時間。

隨着 v_{cp} 和 φ 的增加，時間 $T_{п.с}$ 減少。對於同一負荷量的各鑽井提昇裝置，可以用所謂綜合參數

$$\Phi_s = \varphi \frac{v_1}{v_{cp}}. \quad (3,0)$$

來表示其完善程度的特性。

時間 $T_{п.с}$ 的長短不僅取決於鑽井的技術，而且還取決於鑽井隊的成員的技術熟練程度、工作組織以及他們的積極的創造性。

为了順利地完成起下鑽工作，必須合理地利用技術，實行自動化，使繁重工作機械化；為此目的，就要使用新式的更完善的機械。

因此，在本書中要分析对起下鑽工作時間影响最大的所有因素，這些因素不但取決於機器和機構的完善程度，而且也取決於合理的工作組織和工人的技術熟練程度。

第一章 起下鑽操作的時間

建井过程中，起下鑽操作的時間可用下列通式表示：

$$T'_{\text{п.с}} = T_{\text{м.п.с}} + T'_{\text{р.п.с}} + T_{\text{н}} + T_{\text{д}}, \quad (1, I)$$

式中 $T_{\text{м.п.с}}$ ——起下鑽具的机动時間；

$T'_{\text{р.п.с}}$ ——起下鑽具的手动和机手並動時間；

$T_{\text{н}}$ ——接單根時間；

$T_{\text{д}}$ ——換鑽頭時間。

上述各項包括了全部起下鑽工作。

現在我們進一步說明下列問題：（1）那些因素影响上述起下鑽操作時間中的每一時間；（2）上述起下鑽操作中的每一時間对影响总時間 $T'_{\text{п.с}}$ 上所佔的比重。

起下鑽具所消耗的机动時間

由井內提昇鑽柱和把鑽柱下到井內的过程是由各个單獨的要素組成的，这些要素在起下每一立根时都以一定的順序嚴格地重复進行。

在这些要素中有兩個操作——即起鑽时提昇立根和下鑽时提昇空吊卡——時間可以單獨地計算，我們称作計件机动時間。

應該指出，机动時間还消耗在完成起下立根工作的其他一些要素上，因此要把它們分为独立的各个計算的操作則是不可能的。

所以这些要素的机动時間通常与手动工作時間合併成
为一組，称之謂手动和机手並动操作。

現在用下列公式表示時間 $T'_{\text{M.П.С.}}$ ：

$$T'_{\text{M.П.С.}} = \frac{L_1}{l} \cdot t_1 + \frac{L_2}{l} \cdot t_2 + \dots + \frac{L_m}{l} \cdot t_m, \quad (\text{a})$$

式中 $L_1, L_2, \dots, L_m$ ——每下鑽一次鑽進后的井深；

l ——立根長度；

$t_1, t_2, \dots, t_m$ ——自井的相应深度 $L_1, L_2, \dots, L_m$ 起
下一立根所需的平均机动時間。

为了使問題更具体，在說明影响 $T'_{\text{M.П.С.}}$ 值的各种因素
时，先來研究在鑽井中可能遇到的几种情况。

建井时岩石抗碎強度保持不变，

多速鑽井提昇裝置

这种情况完全適合於第二巴庫的某些地区，那里油田
的整个剖面的鑽头進尺可看作常数。即： $H_i = \text{常数}$ 。

如所週知，起鑽时根据井深增加的程度，逐渐使用慢
速；即从井淺的时候，鑽具提昇速度为 k 速，而后为 $k-1$
和 k 速，再后为 $k-2$ ， $k-1$ 和 k 速，依此类推。

在这种情况下，其正确的相互关系如下：

$$t_i = t_0 + \alpha L_i, \quad (2, \text{I})$$

式中 t_i ——自井深 L_i 起下一立根的机动時間；

t_0 ——用快速起下一立根的机动時間；

α ——由於井深增加，提昇鑽具速度減慢的速度系
数。

現在用鑽頭進尺的相應數值 $H, 2H, \dots, mH$ (m ——磨損的鑽頭數) 代替公式(a)中的 $L_1, L_2, \dots, L_m$; 用 $(t_0 + aL_1), (t_0 + aL_2), \dots, (t_0 + aL_m)$ 代替 $t_1, t_2, \dots, t_m$, 經必要的演算後, 即得

$$T_{\text{н.п.с}}^I = -\frac{Ht_0}{l}(1+2+\dots+m) + \frac{aH^2}{l}(1^2+2^2+\dots+m^2)$$

或

$$T_{\text{н.п.с}}^I = -\frac{Ht_0}{l} \cdot \frac{m(m+1)}{2} + \frac{aH^2}{l} \cdot \frac{m(m+1)(2m+1)}{6}$$

代入 $H = \frac{L}{m}$, 則得

$$T_{\text{н.п.с}}^I = \frac{L}{l} \left(\frac{m+1}{2} \right) t_0 + \frac{aL^2}{6l} \cdot \frac{(m+1)(2m+1)}{m} \quad (3, I)$$

岩石抗碎強度隨井身加深而變化, 多速
鑽井提昇裝置

在這種場合下, 鑽頭進尺將發生變化——隨井身加深而鑽頭進尺減低, 這在高加索地區表現得特別顯著。

假設根據井身加深程度, 鑽頭進尺按下列規律變化

$$H_i = \frac{H_0}{1 + \gamma_0 L_i}, \quad (4, I)$$

式中, H_i ——在某一井深 L_i 的鑽頭進尺;

H_0 ——相当於接近地表岩層的鑽頭進尺；

γ_0 ——由岩層物理-機械性質決定的係數。

在多速的提昇裝置時，如同上述，取

$$t_i = t_0 + \alpha L_i.$$

在此情形下，起下鑽具的機動時間為：

$$T_{M.n.c}^{II} = -\frac{t_0}{l} \sum_{i=1}^m L_i + \frac{\alpha}{l} \sum_{i=1}^m L_i^2. \quad (6)$$

在上述條件下，利用下列方程式可求得建井所需的鑽頭數

$$m = \int_0^L \frac{1 + \gamma_0 L}{H_0} dL = \frac{L}{H_0} + \frac{\gamma_0 L^2}{2H_0},$$

即

$$L = \frac{1}{\gamma_0} \sqrt{1 + 2H_0\gamma_0 m} - \frac{1}{\gamma_0}.$$

$L=f(m)$ 的圖示關係如圖1所示。利用近似的計算方法可求得

$$\sum_{i=1}^m L_i = \int_0^m f(m) dm + \frac{1}{2} L_m;$$

及

$$\sum_{i=1}^m L_i^2 = \frac{2H_0}{\gamma_0} \cdot \frac{m(m+1)}{2} - \frac{2}{\gamma_0} \sum_{i=1}^m L_i$$

經過必要的數學演算後，用磨損鑽頭數 m 所表示的

$T_{\text{H.n.c}}^{\text{II}}$ 之值可寫为

$$T_{\text{H.n.c}}^{\text{II}} = \left(\frac{t_0}{l} - \frac{2a}{l\gamma_0} \right) \left[\left(\frac{1}{2} + \frac{2}{3}m + \frac{1}{3H\gamma_0} \right) \times \left(\frac{1}{\gamma_0} \sqrt{1 + 2H_0\gamma_0 m} - \frac{1}{\gamma_0} \right) - \frac{1}{3\gamma_0} m \right] + m(m+1) \frac{H_0 a}{l\gamma_0} \quad (5, I)$$

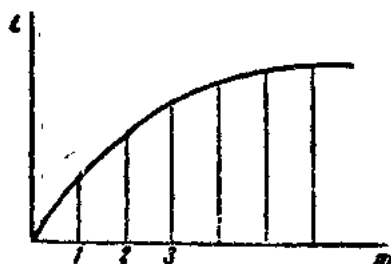


圖 1

这样，對於上述的鑽進情况，起下鑽機動時間的長短是取決於(1)井深；(2)起下鑽次數(磨損鑽頭數)；(3)提昇裝置的運動；和(4)立根長度。

起下鑽具所消耗的手動和機手並動時間

起下鑽一次，手動和機手並動時間的長短決定於鑽柱的立根數、卸開和上接每一立根操作時間的長短、放置立根到指樑時間的長短以及其他各種因素，換言之，即決定於所謂手動和機手並動計件時間 $t_{\text{p.n.c}}$ 的長短。

顯然，在整个鑽井工作中，手動和機手並動時間的長短將由起下鑽次數，亦可以說由磨損的鑽頭數所決定。

这样，為了說明影响手動和機手並動操作的時間，我們亦可以像確定機動時間時所研究過的鑽井條件一樣，來確定時間 $T_{\text{p.n.c}}$ 之值。

岩石抗碎強度隨井身加深保持不變

类似条件(a), 時間 $T'_{p.n.c}$ 的公式可寫成

$$T'_{p.n.c} = \frac{L_1}{l} t' + \frac{L_2}{l} t'' + \dots + \frac{L_m}{l} t^{(m)}. \quad (B)$$

因为在这种情形下, $H = \text{常数}$, 而 $t' = t'' = \dots = t^{(m)} = t_{p.n.c}$ —— 手动和机手並动操作的計件時間, 所以后者可表示为

$$t_{p.n.c} = t_c + bq_c, \quad (6, I)$$

式中 t_c —— 上卸每一立根和吊卡“放下”的操作時間;

q_c —— 每一立根的重量;

b —— 常数系数。

因此, 用鑽头進尺数值 $H, 2H, \dots, mH$ 代替方程式(B)中的 $L_1, L_2, \dots, L_m$, 經必要的演算后得

$$T'_{p.n.c} = \frac{H}{l} \cdot \frac{m(m+1)}{2} \cdot (t_c + bq_c)$$

或者代入 $H = \frac{L}{m}$, 則得

$$T'_{p.n.c} = \frac{L}{l} \cdot \frac{m+1}{2} \cdot (t_c + bq_c). \quad (7, I)$$

岩石抗碎強度隨井身加深而变化

如同上述, 設

$$H_i = \frac{H_0}{1 + \gamma_0 L_i}$$

为了求得手动和机手並动操作的 总時間, 利用 公式 (5, I), 並令公式中 $\alpha = 0$, 用 $t_{p.n.c} = t_c + bq_c$ 代替 t_0 。

則得

$$T_{\text{p.п.с}}^{\text{II}} = \frac{(t_c + bq_c)}{l} \left[\left(\frac{1}{2} + \frac{2}{3} m + \frac{1}{3H_0\gamma_0} \right) \times \left(\frac{1}{\gamma_0} \sqrt{1 + 2H_0\gamma_0 m} - \frac{1}{\gamma_0} \right) - \frac{m}{3\gamma_0} \right]. \quad (8, I)$$

由公式(7, I)和(8, I)中得知, 手动和机手並动操作時間的長短決定於: (1)井深; (2)起下鑽的次數; (3)立根重量; (4)立根長度。

接單根所消耗的時間

鑽井時接單根是一種經常重複的過程, 隨着井深不斷增加而到一定的井段時, 就必須接單根。

鑽井時, 接單根的時間為

$$T_H = \frac{L}{l_H} t_H, \quad (r)$$

式中 L ——井深;

l_H ——所接鑽桿的長度;

t_H ——接一單根的時間。

應該指出, 由於 $t_H = t_{\text{м.п.с}} + t_{\text{р.п.с}}$; 而 $t_{\text{м.п.с}} = t_0 + \alpha L_i$; $t_{\text{р.п.с}} = t_c + bq_c$, 代入即得

$$T_H = \frac{L}{l_H} [(t_0 + \alpha L_i) + (t_c + bq_c)]. \quad (9, I)$$

由公式(9, I)中看出, T_H 數值決定於: (1)井深; (2)所接鑽桿的長度; (3)每接一次單根的機動時間; (4)每接一次單根的手動和機手並動時間。

換鑽頭所消耗的時間

鑽井時換鑽頭所需的時間用下式表示：

$$T_{\pi} = m \cdot t_{\pi}, \quad (10, I)$$

式中 t_{π} ——換一只鑽頭的計件時間。

如同上面所講的，鑽頭磨損的只數可按下列公式求得：

$$m = \frac{L}{H_0} + \frac{\gamma_0 I^2}{2 H_0}.$$

根據表 1 中所列三口井的測時數據，可以說明上述每一種時間因素對总的起下鑽時間的影響。

表 1

起下鑽總時間 %	手動和機手並動 操作的時間, %	機動操作時 間, %	接單根時間 %	換鑽頭時間 %
100	60	20	11	9
100	60	20	14	6
100	67	22	7.5	3.5

由上述數據中看出，所有時間因素中最主要的是時間 $T_{p.n.c}$ 和 $T_{M.O.C}$ 。

所以在以後的論述中，僅僅談到關於這些時間因素，而不涉及其他因素，因為其他因素在整個總時間中所佔的比重很小。

第二章 最廣泛使用的鑽井提昇 裝置原則性方案

現在，在蘇聯油礦場上所用的鑽井裝置可分為兩類：

(1)固定式的；(2)自行式的和活動式的。

第一類裝置是用來鑽鑿深探井和深生產井，而第二類是鑽鑿較淺的井。

鑽井裝置按照傳動類型則分為由電力傳動，內燃機傳動和蒸汽傳動。

在本書範圍內不敘述各種不同的鑽井裝置圖，因此，

欲對此問題進一步研究，請參考其他專門手冊和書籍。

本書僅僅是根據傳動裝置種類和傳動方案特點簡述鑽井裝置提昇部分的特性。

電力傳動的提昇裝置

從電力傳動裝置圖中(圖2)可以看到，這一種提昇裝置是用一部或二部電動機直接與減速器連接，而減速器通常只允許一種轉數的變化，其傳動比 $i_{\pi.0} = 1:3$ 。

減速器到絞車傳動軸的運動用鏈條傳動裝置實行。

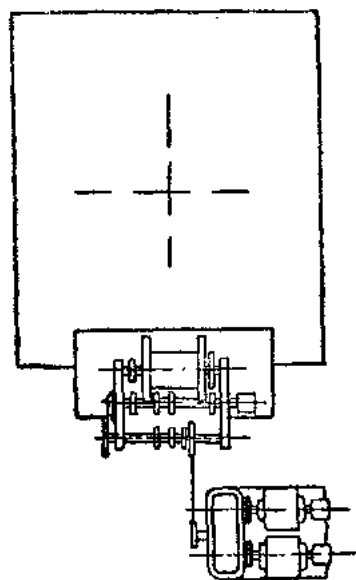


圖 2

表 2

減速器		減速器到絞		絞 車			鋼絲繩快		大鈎提昇的不均速度	
主動軸轉/分	被動軸轉/分	主動軸轉/分	被動軸轉/分	傳動比	絞車頭檔轉/分	絞車尾檔轉/分	端部速度公尺/秒	端部速度公尺/秒	滑車裝置為5×6吋	滑車裝置為4×5吋
JM2-2 型提昇裝置										
730	30:90	243	15:24	152.0	—	11:27 62.0	I 1.7	0.21	0.17	0.5
						18:15 183.0	II 5.0	0.62		
П1-4M 型提昇裝置										
730	30:90	243	17:19/17:27	216/153	11:30 118.0/84	10:36 33/23	I 1.36/0.95	0.17/0.118	0.136/0.095	
					15:16 203.0/144	14:10 56 56.0/40	II 2.32/1.62	0.29/0.20	0.232/0.162	
					11:20 113.0/84	16:17 112/79	III 4.55/5.24	0.57/0.405	0.46/0.32	
					15:16 203.0/144	16:17 191/136	IV 7.84/5.51	0.98/0.69	0.78/0.55	
Y2-4-3 型提昇裝置										
730	30:90	243	17:19/17:27	216/153	11:24 99/70	13:35 36/25	I 1.76/1.20	0.22/0.15	0.176/0.12	
					11:16 148.5/105	17:36 54/38	II 2.61/1.81	0.33/0.23	0.26/0.18	
					20:15 288/204	15:36 102/73.6	III 5.0/3.53	0.635/0.44	0.50/0.35	
					20:17 —	25:17 180	IV 12.5/8.64	1.57/1.08	1.26/0.864	