

统一书号：7009·196

定价二角四分

前 言

本書中的四篇文章，除「鑽井技師倪基信所創造的『100號井』的鑽速」一篇是根據中央人民政府燃料工業部的蘇聯石油專家提出的資料翻譯而成的以外，其他三篇均摘譯自蘇聯中央石油研究所技術經濟通訊局（Бюро технико-экономической информации цимтнефти）編輯的『第二巴庫鑽井經驗論文集』（Из практики бурения в районах Второго Баку, [сборник статей]）一書。

蘇聯「第二巴庫」是在斯大林同志號召之下建立的新的石油基地，他們所採用的工作方法和既得的工作經驗，不僅在蘇聯，就是在全世界來說，也是最先進的。蘇聯在石油工業上的偉大成就和進步技術，已經是世界所公認的了。

在我國，現在正在進行石油工業的恢復與發展工作。因此，如何利用最先進的工作方法來提高勞動生產率，以加速我國石油工業的建設，已成為當前的迫切任務。本書中的四篇文章，對於鑽井工作中的鑽速、防止泥漿漏失和固井工作，都提出了切實而有效的措施。希望各地石油工作者根據現場的具體情況吸取蘇聯的經驗，來改進自己的工作。

中央人民政府燃料工業部石油管理總局

一九五二年七月

目 錄

前 言.....	(1)
在杜馬扎地區打泥盆紀地層油井的工作分析 蘇聯 沙車夫作 張 焱譯	(3)
鑽井技師倪基信所創造的「100號井」的鑽速..... 張 焱譯	(24)
防止泥漿漏失的經驗..... 蘇聯 葛巴爾比羅作 姚祖誥譯	(31)
固井用的沙質水泥 ——古比雪夫石油管理局的經驗 蘇聯 波梯里亨作 劉永山譯	(37)

在杜馬扎地區打泥盆紀

地層油井的工作分析

蘇聯 沙車夫 作

一、引 言

爲了加速鑽井工作、減低鑽井成本而採取的措施，簡略說來，應該符合下面幾項要求：

1. 應不受季節的影響，充分利用全部鑽井與供電設備，並改用新式的具有高度生產能力的設備，從而縮短其非生產時間。

2. 應該合理地利用全套設備，發揮其規定的最高能量；應該正確地安置設備與發動機，使它們與絞車、轉盤和泥漿泵配合，而不受動力種類的影響（也就是說，不論是使用蒸汽機、柴油機或電動機）。

3. 應該合理地利用生產時間，爲此必須特別注意鑽井過程中的基本環節，即鑽頭在井底的操作情況。

全部設備與工具的充分利用、起下鑽的加速及渦輪鑽井法的廣泛採用，有賴於所裝置的發動機的能量與操作能力，有賴於各種設備的質量，也有賴於零件的有無。這一連串的問題，大部不是礦上鑽井工程師的能力所能解決的。他們的

任務是：在一定的場合，正確地使用這些裝置在井場的設備。

提高鑽井效率的主要與決定因素，是合理地利用下於井底的鑽頭。

這一問題，是在鑽井工程師直接解決的能力之內的。

鑽頭的井底操作，既不需要特別的投資，也不需要依靠旁人，祇要用嚴肅和審慎的態度去對待就是了。

可以確立這樣一個信念：「沒有壞的鑽頭，可是有壞的手。」

這意思不是說，所有運到礦上的鑽頭，質量都是很高的。在今天，機廠還要繼續改進它的工作。但這句話強調這樣一個思想，就是鑽井工程師首先要研究鑽頭，並且應當使它發揮最高的效率，以便提高鑽井速度。可是這絕對不是說，要把鑽頭用到完全磨損為止。

本文就要探討這樣一個問題：鑽頭可能利用和應該利用的效率是多少，以及怎樣來實現它。

二、各種鑽頭的效率說明

我們這裏的分析對象，是杜馬扎石油礦務局於 1945—1947 年間打泥盆紀地層各井時所採用的各種不同類型和尺寸的鑽頭的操作資料。

在杜馬扎完成的各井，都備有基本報表 (67 種)，表中對

每口井的地層，都有個別的說明；每一工作班把進尺的主要因數及與其相適應的鑽井方式（即鑽頭選擇，下同——譯者）的實際因數，都依次記載在這些報表中。根據這些資料，再分別作出各井的機械測井圖和鑽井操作圖。表中也搜集地層資料。由此取得每個鑽頭的較佳因數，這個因數，由於選擇鑽井方式適當，故足以代表某一鑽頭在每種典型地層中的鑽進效率。

一共研究了 5463 個鑽頭（有 47 種不同的型式和尺寸），其尺寸可類別如下：直徑 $11\frac{3}{4}$ 吋 者——2507個， $9\frac{3}{4}$ 吋 者——2488個， $7\frac{3}{4}$ 吋 者——468個。

由於分析了各種類型和尺寸的鑽頭的較佳操作指標，我們對各典型地層定出了如下的最有利的鑽頭型式（表一）。

鑽頭在各地層的操作情況由下列資料決定之：

1. 每下一個鑽頭的進尺數 h ，公尺；
2. 鑽頭在井底的操作時間 t ，小時；
3. 機械進尺速度 S_m ，公尺/小時；
4. 鑽頭壓力 P ，噸；
5. 每分鐘轉盤旋轉數 n ，轉/分鐘；
6. 泥漿量 Q ，公升/秒。

可資採用的鑽頭型式和尺寸

表一

地 層	鑽 頭
斯比利弗爾層	3C—15 ³ / ₄ 吋 和 3C—13 ³ / ₄ 吋
烏邊層	3YC—15 ³ / ₄ 吋 和 3C—13 ³ / ₄ 吋
孔吉爾層	3HC—7—11 ³ / ₄ 吋(大型牙齒)
阿爾金斯克層	3HC—7—11 ³ / ₄ 吋; 3C—11 ³ / ₄ 吋和 3YC—9 ³ / ₄ 吋(都是大型牙齒)
上石炭紀層	3HC—7—11 ³ / ₄ 吋
石灰岩層	3YT—9 ³ / ₄ 吋(中型牙齒)
密區哥夫層	3Y2KT—11 ³ / ₄ 吋(中型牙齒)
帕多利層	3T—9 ³ / ₄ 吋(中型牙齒)
卡式爾層	3C—9 ³ / ₄ 吋
丸命層(克拉斯諾卡姆斯克層)	3C—9 ³ / ₄ 吋, 3Y2KT—11 ³ / ₄ 吋
納謬爾層(過渡地層)	3C—9 ³ / ₄ 吋
晶狀白雲岩層	3C—9 ³ / ₄ 吋
石灰—白雲岩層	3Y2KT—11 ³ / ₄ 吋
白雲—石灰岩層	3HC—7—11 ³ / ₄ 吋
礪錫鐵礦層	3T—11 ³ / ₄ 吋
煤 層	3T—9 ³ / ₄ 吋
杜爾納層	3C—9 ³ / ₄ 吋
石灰岩層	3C—9 ³ / ₄ 吋
白雲岩層	3C—11 ³ / ₄ 吋 和 3C—9 ³ / ₄ 吋
上多馬尼克層	3C—9 ³ / ₄ 吋
多馬尼克層	3HC—7—11 ³ / ₄ 吋
下多馬尼克層	3C—9 ³ / ₄ 吋
產油層	3HC—8—11 ³ / ₄ 吋

.020

三、根據鑽頭尺寸分析打泥盆紀地層各井的效率

爲了要正確回答何種鑽頭直徑最適用這一問題，我們曾經分別根據鑽頭直徑（ $11\frac{3}{4}$ 吋和 $9\frac{3}{4}$ 吋）和年份（1945, 1946 和 1947年）研究了各井的資料。

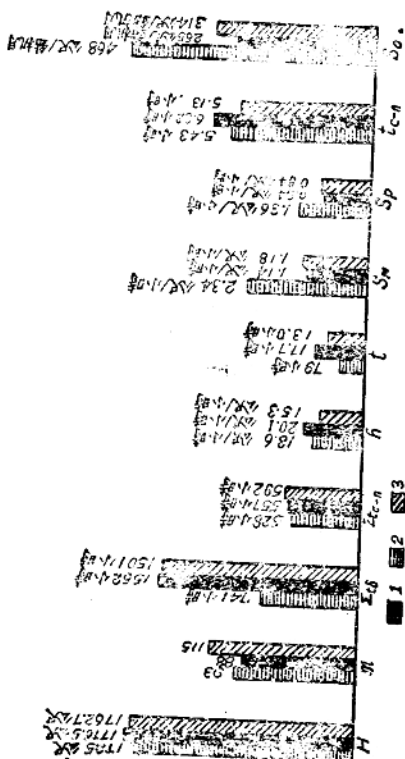
對1947年全年的工作結果進行分析，並將 1945, 1946 和 1947各年工作加以比較，是一項很有意思的工作。

1947年全年採用 $11\frac{3}{4}$ 吋和 $9\frac{3}{4}$ 吋的鑽頭進行轉盤鑽，其效率的比較結果如下（表二和第一圖）：

1. 在泥盆紀地層上打一口井的鑽頭消耗數：用 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井——88.1 個，用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井——115.3個；
2. 機械（純粹）鑽井時間爲1562 和 1501小時（註1）；
3. 起下鑽時間——557 和 591.6小時；
4. 經濟進尺速度——263.1 和 314 公尺/鑽機月（註2）；
5. 機械進尺速度——1.14 和 1.18 公尺/小時；
6. 總平均進尺速度——0.84 和 0.84 公尺/小時；
7. 每一個鑽頭所消耗的起下鑽時間——6.32 和 5.13 小時；
8. 每鑽進 1 公尺的起下鑽時間 —— 0.313 和 0.336 小

（註1）前一數字指 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭，後一數字指 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭。

（註2）151號井除外，因爲該井有四個多月是在進行防止泥漿循環失靈的工作，



1 輕盤鑽，用 $11\frac{1}{2}$ 吋鑽頭所打各井（根據 12 口井的資料）
 2 馬輪鑽，用 $11\frac{1}{2}$ 吋鑽頭所打各井（根據 4 口井的資料）
 3 輕盤鑽，用 9 $\frac{3}{4}$ 吋鑽頭所打各井（根據 11 口井的資料）
 H—平均井深 m—每口井平均消耗鑽頭數
 Σt_0 —純粹鑽井（鑽成鑽井）時間，小時
 Σt_{c-n} —一起下鑽時間，小時
 b—每一鑽頭進尺數，公尺/小時
 t—鑽頭在井底的操作時間
 S_m—鑽成進尺速度，公尺/小時
 S_p—純進尺速度，公尺/小時
 t_{c-n}—每一個鑽頭的起下鑽時間，小時
 S₀—經濟進尺速度，公尺/鑽機月

第一圖 社馬扎石油礦務局第一鑽井局的比較資料

時/公尺；

2. 各井平均深度——1776.5 和 1762.7 公尺。

根據上述的比較資料，可以得出如下的結論：

1. 用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭鑽井，其經濟進尺速度和機械進尺速度較使用 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭為高；

2. 用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井和用 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井的總平均進尺速度是一致的，雖然同樣打一口井， $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭消耗得多些（多25%）；

3. 用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井所費的機械鑽井時間和起下鑽時間較使用 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭略少：甲、用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井時：

$t_6 + t(c-n) = 1501 + 591.6 = 2093$ 小時；乙、用 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井時： $t_6 + t(c-n) = 1562 + 557 = 2119$ 小時；

4. 用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井，其成本較使用 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭低 12.8%。

僅就上述兩項因素（即由於鑽頭成本的降低和鑽井及起下鑽時間的減少）而言，總共可以節約資金 14.2%。

假如再估計到：用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井，比用 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭的經濟速度為高，金屬、水泥和泥漿的消耗較少，因此運輸費用也較低等等，那麼，用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭打井所節約的資金數字，還要高些。

這一切說明，在杜馬扎打井使用 $9\frac{3}{4}$ 吋鑽頭（表層套管以下）的成績，較優於使用 $11\frac{3}{4}$ 吋鑽頭。

在分析1945—1947三年間泥盆紀地層打井工作效率時，應利用表三的資料，其中載有杜馬扎石油礦務局第一鑽井局根據鑽頭尺寸作出的在泥盆紀地層上打井的效率比較數字。在此表中，凡加深井和在表層套管以下用二種尺寸的鑽頭所打的各井，都不列入。

從後面可以觀察到：(甲)機械進尺速度；(乙)每下一個鑽頭的進尺數；(丙)經濟進尺速度；(丁)起下鑽速度和(戊)鑽井成本。

以下數字足以說明歷年機械進尺速度（單位：公尺/小時）增長的變動情況：

	1945年	1946年	1947年
11 ³ / ₄ 吋鑽頭……	0.84	1.07	1.14
9 ³ / ₄ 吋鑽頭……	1.00	0.97	1.18

機械進尺速度的增長可以用三個因素來說明：(甲)鑽頭壓力逐年增加；(乙)轉盤轉速從1945年的60—70轉增加到1946年的80—90轉，到1947年增至100—120轉，最高竟達到170轉；(丙)採用生產力較大的泥漿設備，並使用兩個水泵，增加了泥漿的排出速度。

每一鑽頭的進尺數和鑽頭在井底的操作時間逐年都有減縮，這是因為勤於將鑽頭在它完全磨損以前從井中取出之故。這在另一方面，可以使機械進尺速度增高。

每一鑽機月的經濟進尺速度（以公尺計）變動如下：

	1945年	1946年	1947年
11 ³ / ₄ 吋鑽頭.....	258	382	265
9 ³ / ₄ 吋鑽頭.....	300	272	314

我們可以看到：這一指標比較地沒有變動；儘管在個別的先進鑽井工作隊中，鑽井速度有顯著的增長。

至於起下鑽的速度，視鑽頭直徑的不同而變動很大。

每起下一個鑽頭時間消耗（以小時計）的變動如下：

	1945年	1946年	1947年
11 ³ / ₄ 吋鑽頭.....	5.13	5.38	6.32
9 ³ / ₄ 吋鑽頭.....	5.47	5.38	5.13

因此，用 11³/₄ 吋鑽頭打井，消耗在每個鑽頭上的起下鑽時間，是在逐年增加；用 9³/₄ 吋鑽頭，則在減少。

這原因是：（甲）1945 年以 11³/₄ 吋鑽頭打井，一般應用 5⁹/₁₆ 吋鑽桿，1946 年，用 5⁹/₁₆ 吋的，也常用 6⁵/₈ 吋的鑽桿，1947 年，用 6⁵/₈ 吋而很少用 5⁹/₁₆ 吋的鑽桿；（乙）1945 年以 9³/₄ 吋鑽頭打井，應用 6⁵/₈ 吋和 4¹/₂ 吋鑽桿，1946 年用 5⁹/₁₆ 吋和 4¹/₂ 吋的鑽桿，表層套管以下則用 6⁵/₈ 吋的，到 1947 年，用 5⁹/₁₆ 吋和 4¹/₂ 吋的鑽桿，6⁵/₈ 吋的管子差不多已不用了（只用過一次）。

從上面的資料可以看出：用 11³/₄ 吋鑽頭打井，鑽桿的選擇是退步的，而用 9³/₄ 吋鑽頭打井，則是進步的。

每鑽進 1 公尺的成本（按百分率計）如下：

	1945年	1946年	1947年
用 11 ³ / ₄ 吋鑽頭打井時	100	94.5	115
用 9 ³ / ₄ 吋鑽頭打井時	78.5	83	108.5

因此，可以得出一個總的結論：必須簡化全部井身裝置，在轉盤鑽時，不應大批採用11³/₄吋的三輪牙狀鑽頭，而應代以9³/₄吋的三輪牙狀鑽頭。

此外應考慮到製造6³/₄吋、8³/₄吋、10³/₄吋和12³/₄吋直徑鑽頭的必要性。

我們也曾根據用11³/₄吋和9³/₄吋鑽頭所打各井，就地層來分析鑽頭的操作狀況。下表祇是根據1947年效率較佳各鑽頭的操作資料而編製的，其中，就不同地層定出了可能的鑽頭最低實際消耗數（表四）：

採用 11³/₄吋 鑽頭.....35.2 個

採用 9³/₄吋 鑽頭.....58.6 個

這些關於打一口井的鑽頭消耗數的綜合資料，暫時仍應視作理論數字。但它們至少說明，如果把各井較好的鑽頭操作結果，集中到一口井上去，鑽頭的消耗可以減少到如何程度。

實際上，在泥盆紀地層打一口井的鑽頭消耗數最低祇達到：

用 11³/₄吋 鑽頭打井 79 個

用 9³/₄吋 鑽頭打井 88 個

因此，在鑽頭的操作上，顯然還有着很大的潛力未被充

分利用。爲了加速起下鑽，鑽井局的工程技術人員應該重視鑽頭的正確使用(鑽井方式和送鑽方式)，並充分利用現有設備的能量。

就地層規定的鑽頭的最低實際消耗數 表四
(根據杜馬扎石油礦務局第一鑽井局 1947 年的鑽井資料編製)

地 層	11 ³ / ₄ 吋 鑽頭	9 ³ / ₄ 吋 鑽頭
斯比利弗爾層	}	1
烏發層		
孔古爾層		
阿爾金斯克層	1	1
上石炭層	2	1.4
石灰岩層	1	1.3
密區哥夫層	3	5.2
帕多利層	4	6
卡式爾層	2	4
丸倫層(克拉斯諾卡姆斯克層)	}	1.7
納謬爾層(過渡地層)		
晶狀白雲岩層	1	6
石灰—白雲岩層	3	6
白雲—石灰岩層	2	2
礫錫鐵礦層	2	2
煤層	1	0.5
杜爾納層	1	2
石灰岩層	1	5.5
白雲岩層	3	3
上多馬尼克層	3	4
多馬尼克層	1	2
下多馬尼克層	1	1
產油層	2	3
合 計	35.2	58.6

各井場利用動力情況

表六

井 場 號	絞車發動 機(電動 機)數及 能量 (瓩)	轉盤 發動 機能 量 (瓩)	泥漿泵發 動機(電 動機)數 及能量 (瓩)	動力 總量 (馬 力)	可能的最高 同時利用量 (瓩)	可能的最 高利用率 %
轉盤鑽 132	2 × 130	140	3 × 290	1730	140 + 580 = 720 (975匹馬力)	56.5 (一部泥 漿泵時為34)
轉盤鑽 65	2 × 125	130	3 × 290	1700	130 + 580 = 710 (955匹馬力)	56.5 (一部泥 漿泵時為34)
渦輪鑽 520	2 × 125	—	3 × 290	1520	580 (790匹馬力)	52 (一部泥漿 泵時為26)
轉盤鑽	2 × 140	130	3 × 230	1500	130 + 460 = 590 (800匹馬力)	53 (一部泥漿 泵時為32.5)
轉盤鑽 521	2 × 130	180	2 × 290	1320	130 + 290 = 420 (575匹馬力)	43.5
轉盤鑽 64	2 × 130	130	2 × 290	1320	130 + 290 = 420 (575匹馬力)	43.5

四、岩石的可鑽性分類

在今天，杜馬扎的岩石硬度可以分類如下：

1. 屬於最硬地層者，有：密區哥夫和帕多利層，還有晶狀白雲岩層（帶硅石夾層）；
2. 屬於極硬地層者，有：上石炭紀層下部，石灰岩層，卡式爾層，石灰——白雲岩層，白雲——石灰岩層和多馬尼克層；
3. 屬於硬地層者，有：阿爾金斯克層，上石炭紀層，丸

命層（克拉斯諾卡姆斯克層），礪錫鐵礦層，石灰岩和白雲岩層，以及上多馬尼克層；

4. 屬於次硬地層者，有：孔古爾層和納謬爾層（過渡地層）；

5. 屬於軟地層者，有：斯比利弗爾層，烏發層，煤層，下多馬尼克層和產油層。

根據地層去確定最低機械進尺速度的問題（此時必須把舊鑽頭從井中取出而接新鑽頭），不僅應該從技術合理性的觀點去着眼，並且也應該從經濟節約的觀點去着眼。可是地層剖面的分析，一般並不與井下的岩石可鑽性分類相符合，故這一課題，祇有當每一油田的地層可鑽性確定以後，方可得到解決。

經過將大量實際材料分析以後，確定了下面兩點：

1. 礦上現有的岩石硬度分類對某些地層已經完全失去時效而與實際不符，當然，這裏所說的不是岩石硬度（它是用某種標準測量器測定的），而是指岩石的可鑽性（係根據機械進尺速度確定）。同一種地層，由於所選定的鑽井方式的因數結合對一定型式的鑽頭有的適合，有的不適合，而司鑽的經驗也有高下，故它的可鑽性是不一致的。表五所載的是採用不同直徑鑽頭所打成績較佳各井、關於岩石可鑽性的資料。

根據機械進尺速度 (S_m)，規定岩石的可鑽性分類如下：

- (1) 如 $S_M \leq 5$ 公尺/小時，則為軟地層；
- (2) 如 $S_M = 3—5$ 公尺/小時，則為次硬地層；
- (3) 如 $S_M = 2—3$ 公尺/小時，則為硬地層；
- (4) 如 $S_M = 1—2$ 公尺/小時，則為極硬地層；
- (5) 如 $S_M \geq 1$ 公尺/小時，則為最硬地層。

表五的資料分析說明：同一地層，對於同一型式、同一尺寸的鑽頭，其可鑽性是全然不同的。這說明司鑽個人的經驗和知識的重要性，因為他是鑽井方式各種因數結合的選定者。

司鑽可以很有效地去利用鑽頭壓力。他只要控制這一壓力：(甲)在數量上，使它保持在 5—25 噸之間；(乙)在質量上，採取不同的送鑽方式，遵守維持壓力不變的原則。

要把工作組織得合理，鑽井工程師一定要在鑽頭操作時，自始至終親自控制鑽井方式和送鑽方式。這樣就可能在所取得的實際材料的客觀分析基礎上，預先把地質技術指令書——機械測井圖上的鑽井方式因數和預期的機械進尺速度更精確地規定出來。

無可懷疑，假如鑽井局中工作的組織方式有所改變，使鑽井工程師能密切注意鑽井方式，並對它負起全部責任，那麼，鑽頭在井底的操作效率就會大大提高。同時，根據每個鑽頭進尺數的增加和機械進尺速度的增長情況，鑽井工程師和鑽井技師可以接受獎金。

2. 把地層分成 23 種，並不能完全符合岩石的硬度分類