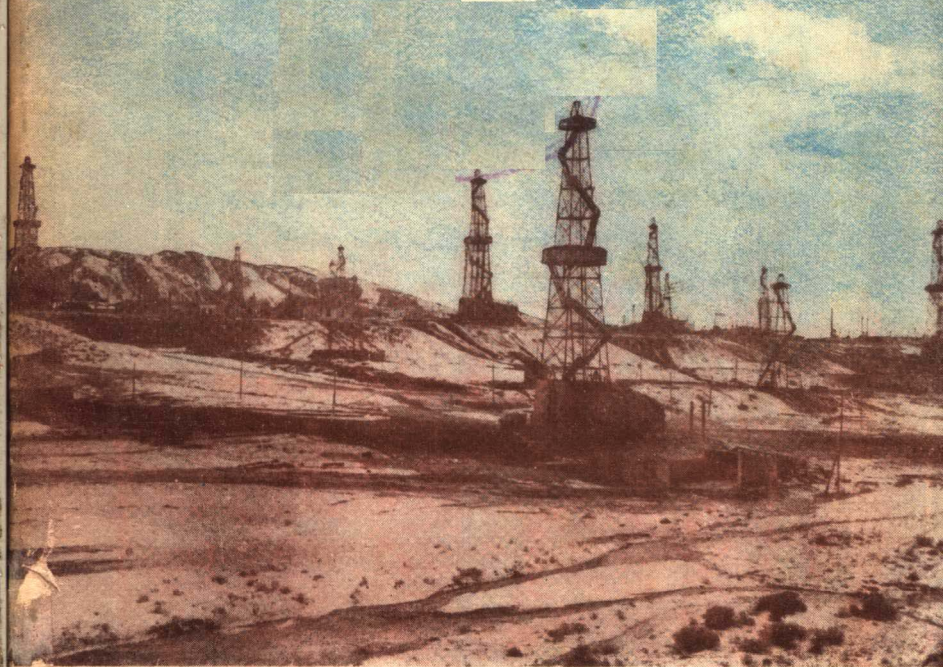


石油工人學習叢書

取 心 鑽 井

盧 克 君編著



石油工業出版社

內 容 提 要

本書簡明的敘述了取心鑽井在石油工業中的作用，并着重地講述取心鑽具的構造及其應用、取心鑽井的技術措施、取心鑽井的操作技術以及取出岩心後的處理工作。最後指出取心鑽井工作的發展方向。

本書內容通俗，適合鑽井工人和新參加工作的初級鑽井技術人員閱讀，並可供其他部門的鑽探工作者參考。

統一書號：15037·261

石油工人學習叢書

取 心 鑽 井

盧 克 君編著

*

石油工業出版社出版(廠址：北京六鋪炕石油工業部十号楼)

北京市書刊出版登記證出字第083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 23 $\frac{1}{2}$ * 47 千字 * 印1—1,700册

1957年5月北京第1版第1次印刷

定價(11) 0.50 元

引 言

为了进一步发展我国社会主义经济建设，中国共产党第八次全国代表大会通过了“关于发展国民经济的第二个五年计划的建议”。这个建议中指出：要“加强工业中的落后部门——石油工业……的建设。”这就要求我们全体石油工作者百倍地努力，积极地发展石油工业，赶上国家经济建设的需要。

要大力发展石油工业，首先就得努力寻找石油资源，加强石油勘探工作。对于钻井工作人员来说，就是要求钻更多的探井，以求更多、更快地查明地下的含油构造。

取心钻井工作对于石油勘探工作是有着重要意义的。钻井中取出的岩心，是研究地质构造、岩性以及其它地质情况的一项最可靠的资料。在取心钻井工作中，钻取的岩心愈多，就愈能提供地质和工程人员以可靠的资料，而在钻取岩心的进尺中取得的岩心愈多，也就标志着取心钻井的成本愈低，效果愈好。因此，在取心钻井工作中，提高岩心收获率就成为我们全体钻井工作者不断努力的方向。

几年来，由于我们学习了苏联的先进技术，并且在工作中不断努力钻研，各地钻井工作者在工作中都发挥了很大的积极性和创造性，改善了取心设备，改进了技术措施，制订了合理的操作规程，这一切都有助于岩心收获率的提高。但是不可否认，我们的取心钻井工作还存在着一些缺点，岩心收获率还不算是很高，有些钻井队还提高得比较慢，甚至在

工作中有时还会由于錯誤而造成相当大的損失。而有些鑽井工作者，由于对取心鑽井的某些基本技术掌握得不够熟練，技术水平不高，因而在提高岩心收获率上也受到了一些限制。

因此，我們必須努力學習，加强对于取心鑽井技术操作方面的研究，赶上世界先进水平，提高取心鑽井工作的进度和质量。

这本小册子“取心鑽井——怎样提高石油鑽井的岩心收获率”，就是准备针对上面講的一些問題作一个系統的論述；

在本書編写过程中，曾参考了“旋轉鑽井用的取心鑽具”“鑽头”“鑽井工程”(以上均是苏联原版)“鑽井科学原理”“油井鑽鑿讀本”等書及“石油鑽探通訊”上的有关材料，特一併致謝。

希望讀者們提出批評和意見。

作者 1956年9月于北京

目 录

引 言

第一章 緒論	1
第一节 取心鑽井的应用範圍	1
第二节 岩心收获率和影响它的因素	2
第三节 提高岩心收获率的途徑	5
第二章 取心鑽具的構造和使用	6
第一节 取心鑽具的分类	6
第二节 取心鑽具的構造	8
第三节 取心鑽具結構上的特点	19
第四节 成套取心鑽具使用介紹	23
第五节 取心鑽具的选擇要点	34
第三章 取心鑽井的技术措施	39
第一节 取心鑽井技术的一般概念	39
第二节 取心鑽井技术措施的理论基础	40
第三节 取心鑽井技术措施上的經驗介紹	46
第四章 取心鑽井的操作技术	53
第一节 取心鑽井的准备工作	54
第二节 起下鑽和鑽井工作	58
第三节 停止鑽井和起出岩心	61
第五章 岩心取出后的处理和編录工作	64
第一节 岩心处理	64
第二节 取心工作的分析	66
第三节 取心鑽井的記錄	69
結 束 語	71

第一章 緒 論

第一节 取心鑽井的应用範圍

取心鑽井广泛应用在矿藏鑽探、水力工程及建筑工程中。在石油工業中，取心鑽井的目的是为了將岩心取出地面，通过对岩心的分析、化驗及綜合研究对比工作，确定有关油藏地質構造的各种情况，例如地質年代、沉积历史、地層構造、岩性变化、微古生物的存在等，从而帮助地質工作人員更清楚地了解地質情况。

根据鑽井的目的，石油勘探的取心鑽井可以分为以下三方面：

1. 構造井 目的在于探明構造，一般是全部取心。
2. 探井 探井有几种，其中基准井或标准井原則上要求全部取心；預探及詳探井要求部分取心，取心率約佔10%；边探井一般取心較少。
3. 开发井或生产井 通常只在生产層取心，取心多少根据生产層厚度确定。

在油、气層的取心，意义特別重大。地質师与采油工程師們利用这些岩心确定儲油情况；找出油气層的厚度、孔隙度、饱和度与滲透率，了解儲油構造的类型和驱动类型等。在絕大多数的条件下，对于整个油田的評價，是根据岩心的分析研究而作出来的。

在鑽井工作上，又常利用岩心来确定不同性質的岩層交界面、某一地層的深度及其性質等，从而提出泥漿設計、固

井設計、完井方法和某些特殊作業等。

正是因为岩心的作用如此之大，所以要求取心鑽井工作必須十分正确可靠，只有这样，才能根据鑽取的岩心作出圓滿而正确的結論。

第二节 岩心收获率和影响它的因素

岩心收获率是取心鑽井工作的主要指标。它是指每一次鑽取岩心进尺的長度和取出来的岩心長度的比。用計算的方法可以由下式得到一个百分率：

$$\text{岩心收获率(\%)} = \frac{\text{一次取出来的岩心長度(公尺)}}{\text{一次鑽取岩心进尺的長度(公尺)}} \times 100\%$$

在取心鑽井工作中，应当保証較高的岩心收获率。最合乎理想的，是岩心收获率达到 100%。但获得最高的岩心收获率却不是一件非常容易的事情。因为取心鑽井受到許多自然的、設備的和人为的影响。我們全国范围内的平均岩心收获率，据不完全的統計，一直到 1955 年还不能达到 40%；1956 年地質部所屬各鑽探队也只有三分之一的鑽机岩心收获率达到 80%。

綜合一下影响岩心收获率的因素，有下列各种：

1. 地質岩層的因素；
2. 井眼的大小和深淺；
3. 鑽井方法；
4. 取心鑽具的适应性与鑽柱配合的合理性；
5. 取心鑽井的技术設計和操作技术水平；
6. 一次取心进尺的長度；

7. 在地面上抽取岩心的方針。

以上这些因素中的大部分將在下列章节內作更詳細的敘述。本节內只打算就 1、3 兩点來談一談。

一、影响岩心收获率的地質因素

地質因素在很大程度上影响着岩心收获率。例如取心时所鑽穿的岩石的机械物理性質——硬度、韌性、岩層構造、地層的复杂情况等，都是很重要的因素。

苏联地質部技术委员会根据輕便鑽井取心的困难程度，將岩石分为 7 类。^① 石油地質比較簡單，可以根据岩層性質对取心的影响，划分作下列四种类型：

第一类是坚硬和硬脆性大的岩層，如硬砂岩、石灰岩、白云岩等。这类岩石对鑽头的磨損很大，但是泥漿对岩心的作用却很小。在这类岩層中取心，容易得到較高的岩心收获率。

第二类是中硬和較軟而塑性大的岩層。这些岩層的膠粘性大，鑽井时容易产生泥包現象，或者水泡發脹；泥漿对岩心有較大的冲毀作用。这类岩層主要是粘土層或泥灰岩層。在这类岩層中取心，岩心收获率也还比較高。

第三类是中硬岩層，介于塑性和脆性之間。如泥質砂岩，砂質灰岩等。在这类岩層中取心，岩心收获率的变化較大。

第四类是复杂的地層，絕大多类这样的地層都严重地影响着用一般方法取心的岩心收获率。这类地層又可分为下列

^① 苏联地質部 1950 年制定：岩心鑽探提取岩心暫行規程——1955 年地質出版社譯本。

5 种:

1. 松散的油砂層;
2. 破碎的不整合層或煤層, 会引起跳鑽或泥漿漏失;
3. 裂縫和孔穴多的地層, 也容易产生跳鑽和泥漿漏失;
4. 軟硬悬殊的礫岩層, 鑽进不均匀, 井底容易凹凸不平, 有輕微的跳鑽;

5. 岩層傾斜角很大, 軟硬交互成層的地層, 在鑽进时鑽头不是沿着斜面滑下去, 就是像圖 1 那样, 垂直于岩層面沿着井眼箭头所示的方向斜进。

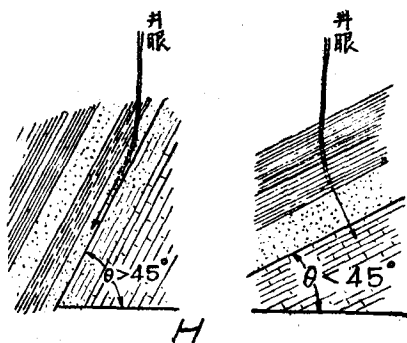


圖 1 取心鑽井的傾斜示意圖

苏联根据在1950年用三种鑽头取心的情况, 制成一幅曲綫圖, 即圖 2, 用来表示岩層与岩心收获率的关系, 可以作为参考。但这并不是說岩心收获率就不能进一步提高了。例如使用金鋼石取心鑽头在坚

硬的石灰岩地層內鑽进, 在 400 公尺进尺中就获得高达92%的平均岩心收获率。

二、鑽井方法对岩心收获率的影响

影响岩心收获率的鑽井方法因素, 可以从轉盤鑽井和渦輪鑽井的方法来看。根据苏联的經驗, 在适合于渦輪鑽井的地層內, 机械鑽速和岩心收获率一般是較高于轉盤鑽井的,

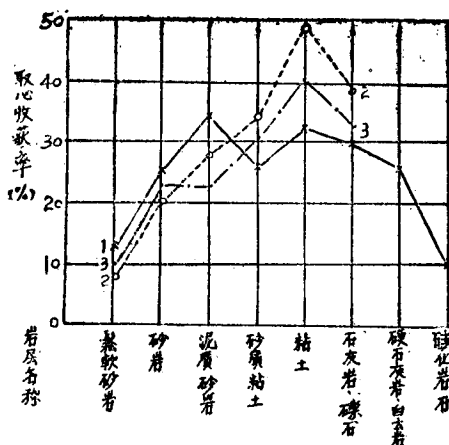


圖 2 岩心收獲率與岩層性質曲線圖

如表 1 所示。但是應該指出，在某些地層內，轉盤鑽井的岩心收獲率還是比較好的。

表 1

鑽井方法	岩心收獲率	平均機械鑽速
轉盤鑽井	29.8%	0.81公尺/小時
渦輪鑽井	31.0%	1.23公尺/小時

第三節 提高岩心收獲率的途徑

應該肯定地說，岩心收獲率是能够在現有的成績上繼續提高的。針對着目前的實際情況，概括地提出下列幾點努力的方向：

1. 鑽井工作人員要從思想上重視取心鑽井工作，認識到

它对發展石油工業，赶上国家需要的密切关系，从而开动腦筋，找窍门，想办法提高岩心收获率。

不能否認，今天大多数鑽井工作者已認識到这一点，但还有少数人只追求进尺，不顧取心，或者完成了取心率而没有完成岩心收获率。这种錯誤的想法和作法应当糾正。

2. 針对不同地区、不同油田構造和不同岩層性能，制訂出取心鑽井的技术措施設計和必須遵守的操作規程，并进行进一步的研究工作。

3. 正确地选择取心鑽头和岩心鑽具，并且严格地执行鑽具下井前的檢查制度。

4. 加强取心鑽井的組織工作，必須由各井队的地質人員进行取心的監督工作；同时应正确地、完整地进行取心鑽井的記錄工作和岩心的編号記錄工作。

5. 加强專責制度，实行对提高岩心收获率的獎勵制度，并且成立專門技术研究机构，加强对取心鑽井的研究工作。

第二章 取心鑽具的構造和使用

第一节 取心鑽具的分类

取心鑽具的構造是比較复杂的。为了滿足在不同地層內取得最高的岩心收获率，各制造厂生产了各种不同型式的取心鑽具。尽管它們的型式不同，但主要構件还是相同的。整套取心鑽具是由下列4种構件組成的：

1. 环形切削的取心鑽头，用以形成岩心；
2. 容納并保护岩心的岩心筒；

5. 岩心抓，用以卡住或承托已进入岩心筒的岩心，不使岩心掉落；

4. 连接或保护以上各构件的接头。

这些构件如何组合在一起和它们组合起来的互相关系，可参考图 3。

图中所示，是一般的双岩心筒型式。取心钻头 1 位于钻具的最下端，由接头 2、3 与岩心筒相接；内岩心筒 4 装在外岩心筒 5 的里面，用丝扣或轴承接在下面或吊在上端接头 6；7 是找中器；岩心抓 8 放在钻头的里面，内岩心筒的端部，活动地托在岩心抓座上；止流球式的凡尔 9 装在内岩心筒的顶端。整个结构大体是这样。它们的特征和要求，将在下一节详述。

取心钻具除了按钻头分为刮刀型和牙轮型而外，钻具的分类，可依内岩心筒使用的原则和有没有内岩心筒，有下列几种分法：

1. 从内岩心筒使用上来分有两种：

(1) 固定式取心钻具：内岩心筒在下入井以前，即固定于外岩心筒内，只能在起钻后提取岩心时，才能卸开。最常见的有苏制的 KMK 型、DKP 型、CK-6 型等。这种取心钻具是取心钻井中最常用的，所以又叫作普通双岩心筒取心

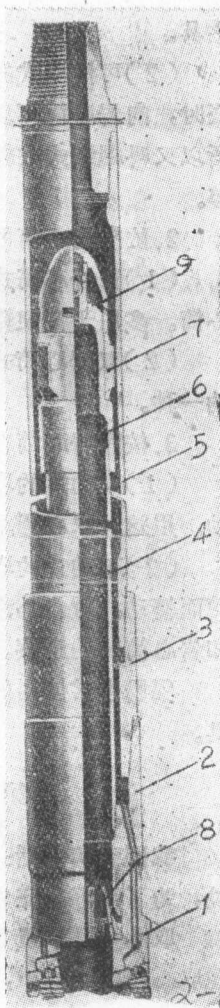


圖 3 取心鑽具組
成剖視圖

鑽具。

(2)可抽取式的取心鑽具：這一種取心鑽具的鑽頭在井底時，內岩心筒可以用細鋼絲繩和打撈工具把它抽取出來。所以又叫繩索式或繩式取心鑽具。如蘇聯最常用的ДБК-2型等。

2.依內岩心筒的有無可分為：

(1)單岩心筒式取心鑽具：即只有外岩心筒，沒有內岩心筒。多用於輕便鑽井的鑲刀鑽進或研鋼砂鑽進等方式。

(2)雙岩心筒式取心鑽具：就是通常使用的有內岩心筒的一種。

3.按內岩心筒在外岩心筒內是否轉動可分為：

(1)同動式的取心鑽具：即內岩心筒隨鑽頭的旋轉而轉動。用這種取心鑽具，岩心容易受到摩擦而損壞。

(2)不動式的取心鑽具：就是內岩心筒不能隨鑽頭的旋轉而轉動，對岩心沒有相對運動。這樣，就大大減少了岩心和岩心筒間的摩擦。這自然是取心鑽具中較好的一種。

現場中常使用的是普通雙岩心筒取心鑽具和繩式取心鑽具。

第二节 取心鑽具的構造

我國有句古話：“工欲善其事，必先利其器。”這就是說，為了更好地完成任務，必須有很好的工具才成。

取心鑽井不單是為了進尺，更重要的是為了取岩心。而在取心鑽井工作中，操作技術和井下情況的變化又是非常複雜。這就不能不更加重視對於取心鑽具的研究和選擇。下面我們就來談談取心鑽具的構造。

一、取心鑽头

取心鑽头是形成岩心的切削工具。根据鑽头在井底切削的形式和适用地層的条件，可以分为以下两大类：

第一类是刮刀型取心鑽头，多用于軟和中硬地層。常見的有三翼和四翼刮刀鑽头兩種，一般不使用魚尾式(兩翼)刮刀鑽头。为了适合于較軟的粘土或泥岩等地層，常有帶銼齿突出的領眼構造。刮刀型鑽头如圖 4 所示。

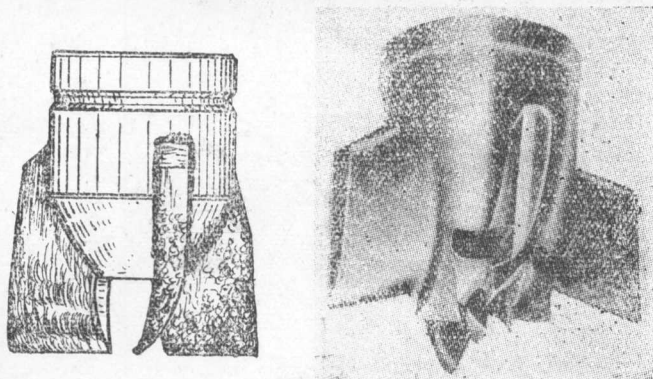


圖 4 刮刀型取心鑽头

第二类是牙輪型取心鑽头，多用于硬和坚硬地層，也可用于中硬地層。有四牙輪和六牙輪兩種。四牙輪鑽头有圓錐狀与圓柱狀兩種型式。六牙輪鑽头都是柱狀。如圖 5 所示。

另外，还有一种牙輪取心鑽头，即帶銼齿形的中心鑽头，广泛地用于繩式取心鑽具中。

不管什么类型的取心鑽头，为了取得更高的岩心收获率，应符合以下最基本的要求：

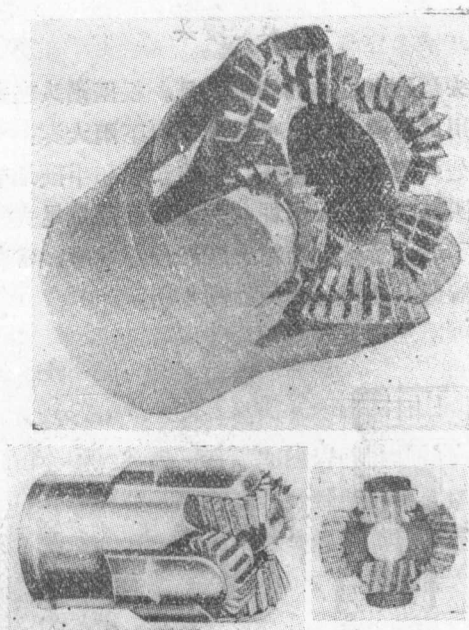
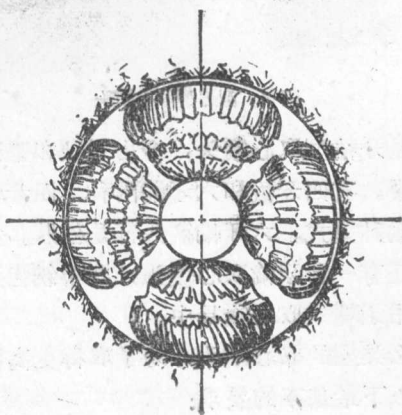


圖 5 牙輪型取心鑽頭圖



首先要求鑽頭在旋轉工作中要平穩，刮刀或牙輪的排列要對稱。例如三刮刀鑽頭翼刀的中軸綫要各相距 120° ，各刀刃都應通過軸心，如圖6左所示。四刮刀及四牙輪鑽頭刮刀或牙輪的中軸綫要各相距 90° ，而六牙輪鑽頭牙輪的中軸綫要各相距 60° 。

為了旋轉時平穩，刀刃或牙輪底必須在同一个水平面上。並且它們所構成的水平面必須和鑽頭的軸心垂直。

其次，為了減少切削中刮刀或牙輪的受力，刀刃或牙輪的中軸綫均應通過鑽頭的中心，以減少滑動，保持完全滾動。如圖6右所示。

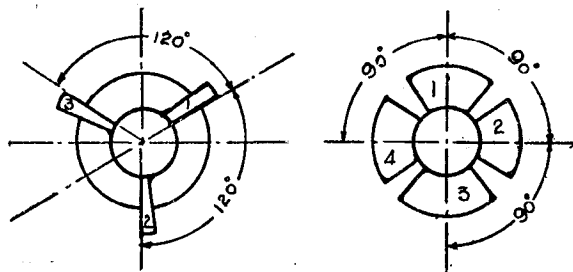


圖 6 鑽頭切削刃的排列

還有一件更重要的要求，就是鑽頭的中心軸綫必須和接頭的中心軸綫同心，沒有任何偏心。這一要求應該嚴格。因為偏心距大，會使井眼擴大，岩心直徑縮小。岩心直徑縮小的尺寸至少大於偏心距的兩倍。

為了說明這一問題的重要性，可參看圖7所示。假定 O 點是井眼或岩心筒中心， C 為鑽頭中心（為了說明問題，我們把它放大些）。旋轉的時候， C 點會環繞 O 點轉動，造成以 D_1 為井徑的井眼和以 d_1 為直徑的岩心直徑（實綫所示）。

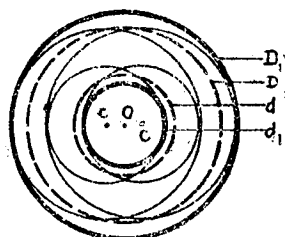


圖 7 鑽頭偏心的影响

它比应有的岩心直徑(虛綫所示)是
小了许多。

很显然, 当偏心距大到接近二
分之一的岩心直徑时, 全部岩心就
被它給破坏了, 不可能有任何收
获。所以在制造和檢查鑽头时, 一
定要注意这一点。

此外, 鑽头水眼的位置应尽可能避免使泥漿直接冲激到
岩心上。水眼的数量一般和刀刃数或牙輪数相同。

最后, 是不同种尺寸的取心鑽头, 岩心的直徑(d)和鑽
头的直徑(D)的比值(a)越大, 对取心 越有利。一般的 a 值
常介于0.5—0.2之間。

我国現場上曾用过的和苏联使用的取心鑽头的类型尺寸
规范, 列于表2。

二、岩心筒

岩心筒有單層和双層两种, 除了輕便鑽井取心的岩心筒
是單層外, 其它所有的岩心筒的結構都是由內、外兩層岩心
筒構成的。

外岩心筒用来保护內岩心筒, 联接鑽头和鑽柱, 并負担
一部分鑽压, 当然也傳遞旋轉和鑽压。它和內岩心筒形成一
道环形空間, 用以輸送泥漿到井底进行循环。对外岩心筒的
要求比較簡單, 只要是强度大、有足够的內徑、不弯曲的鋼
管就行。

一般情况下可用鑽铤代替外岩心筒。比較粗的鑽铤有足
够的强度和內徑, 使用長度可以隨意 增加。从 技术观点来