

# 钻井工艺技术

(续 编)

[美] P. L. 穆尔 等著

石油工业出版社

北京)

070387

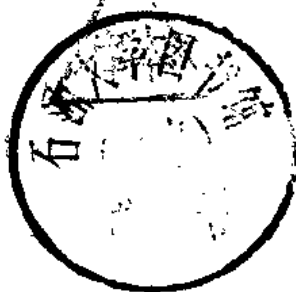
TE24/011

# 钻井工艺技术

(续 编)

〔美〕P.L.穆尔 等著

段云舫 译



53/44/22



石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书主要摘译自美国 PennWell 出版公司 1986 年出版的《Drilling Practices Manual》一书 1974 年版续编中的新内容。原书的主要撰写者 P.L. 穆尔博士是世界著名的钻井工艺和技术方面的专家。

书中介绍了钻机的选择、旋转钻井钻头、定向钻井、套管设计和防喷器的选用、打捞工具及技术等内容,并附有部分习题和解答。

本书可作为石油院校教学参考书。也可供钻井工程技术人员使用。

校订者:第一章,刘希圣;第二章,罗肇丰;第三、四、五章,郝俊芳。

Preston L. Moore  
Drilling Practices Manual  
Penn Well Publishing Co.  
Tulsa, 1986

\*

钻井工艺技术  
(续 编)

(美) P.L. 穆尔 等著  
段云舫 译

\*

石油工业出版社出版  
(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京计量印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行

\*

787×1062 毫米 16 开本 7<sup>1</sup>/<sub>4</sub> 印张 1 插页 172 千字 印 1—3 000

1989 年 9 月北京第 1 版 1989 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-0537-6/TE·327

定价: 2.10 元

# 目 录

|                        |        |
|------------------------|--------|
| <b>第一章 钻机的选择</b>       | ( 1 )  |
| 一、井眼的技术要求              | ( 1 )  |
| 二、深度的限制                | ( 1 )  |
| 三、投标的要求                | ( 10 ) |
| 四、承包                   | ( 10 ) |
| 五、钻机效率                 | ( 11 ) |
| 六、小结                   | ( 11 ) |
| <b>第二章 旋转钻井钻头</b>      | ( 13 ) |
| 一、旋转钻井钻头的分类            | ( 14 ) |
| 二、牙轮钻头的结构及术语           | ( 16 ) |
| 三、金刚石钻头和聚晶金刚石钻头        | ( 23 ) |
| 四、旋转钻头的切削作用            | ( 28 ) |
| 五、钻头的磨损分析              | ( 31 ) |
| 六、选择钻头关系到钻井成本          | ( 35 ) |
| <b>第三章 定向钻井</b>        | ( 39 ) |
| 一、控制井眼方向               | ( 39 ) |
| 二、定向井类型                | ( 39 ) |
| 三、定向井术语                | ( 40 ) |
| 四、测斜仪器                 | ( 41 ) |
| 五、造斜的方法                | ( 42 ) |
| 六、控制井斜和方位的方法           | ( 44 ) |
| 七、确定井底位置的方法            | ( 45 ) |
| 八、与定向井有关的问题            | ( 48 ) |
| 九、钻进操作                 | ( 49 ) |
| 十、井斜对井眼净化影响            | ( 50 ) |
| 十一、狗腿严重度               | ( 50 ) |
| <b>第四章 套管设计和防喷器的选用</b> | ( 55 ) |
| 一、结构套管或打入的套管           | ( 55 ) |
| 二、导管                   | ( 55 ) |
| 三、表层套管                 | ( 55 ) |
| 四、中间套管或技术套管            | ( 55 ) |
| 五、生产套管                 | ( 55 ) |
| 六、尾管                   | ( 56 ) |
| 七、套管设计                 | ( 60 ) |

|                                                       |        |
|-------------------------------------------------------|--------|
| 八、防喷器的选用 .....                                        | ( 67 ) |
| <b>第五章 打捞工具及技术</b> .....                              | ( 70 ) |
| 一、卡钻 .....                                            | ( 70 ) |
| 二、打捞钻杆 .....                                          | ( 77 ) |
| 三、落物打捞 .....                                          | ( 78 ) |
| 四、打捞钢丝绳 .....                                         | ( 83 ) |
| <b>附录</b> .....                                       | ( 86 ) |
| 一、API 套管最低特性表 (第 19 版, 5 C <sub>2</sub> , 1984) ..... | ( 86 ) |
| 二、习题及解答 .....                                         | ( 98 ) |
| 三、常用许用单位和非许用单位换算表 .....                               | (110)  |

# 第一章 钻机的选择

当制订一口井的钻井计划时，首要的任务是选择钻机，其次是选择其它钻井设备和人员，要视可能利用的条件限制而定。当选择钻机时，设计人员应注意两点：(1) 确保钻机有足够的安全性；(2) 确保成本最低。这两个因素可综合成一个因素，即经济效益。本章介绍了如何选用钻机来达到最大的经济效益。

## 一、井眼的技术要求

选择钻机之前，必须确定井眼的各种技术要求。首先想到的应该是总井深，而预计的井眼尺寸、需要的水马力、钻杆、套管程序和可能发生的井眼复杂问题都应考虑。

当选定泥浆泵时，必须知道井眼尺寸和需要的水马力。例如，在钻头上需要的水马力一般是  $3 \sim 5$  水马力/英寸<sup>2</sup>（钻头直径）。假定当钻头水马力达到最大值时，钻头水马力为地面功率的65%。

钻杆尺寸也要考虑。钻杆直径越大，泥浆流经钻杆所产生的循环压力损失就越小，因此就可以以较小的功率和较少的燃料达到所期望的效果。然而，使用直径较大的钻杆必定会增加成本和钻柱重量，因此必须权衡其利弊。

了解该地区发生的井眼复杂问题，也有利于选择钻机。例如，如果预料有严重垮塌的页岩层，那么可增加地面功率，以便更好地净化井底。如果有井漏或井眼偏斜问题，增加了卡钻的可能性，那么井架载荷的安全系数必须增大。

## 二、深度的限制

上述的要求确定以后，就可制定钻机最小的深度规范（通常称为“额定深度”）。遗憾的是，对于额定深度没有现成的规范，需要通过设计人员根据现有情况进行分析，来制定额定深度标准。表 1-1 示出了确定深度极限的依据。

表 1-1 确定深度极限的依据

|     |      |
|-----|------|
| (1) | 井架   |
| (2) | 绞车   |
| (3) | 泥浆泵  |
| (4) | 钻柱   |
| (5) | 泥浆系统 |
| (6) | 防喷器  |
| (7) | 动力装置 |

### 1. 井架

井架的额定值是根据大钩的最大承载能力来确定的。当比较井架的额定值时，要知道它们是根据什么条件确定的。例如，某一额定值只是对于某一种类型的天车与游动滑车钢丝绳组合才有效。此外，对于不是名牌的井架，则要加倍校核其额定值的可靠性。假如有某些怀疑，持有美国石油学会证书的检验员应对所有的额定值验证。确定井架额定值还需要考虑其他一些因素，如井架大腿的载荷、井架底座的额定值以及当钻杆排放在钻台上时井架所承受的最大风载。

在选择钻机的过程中，需要知道井架的额定值，以确定钻机是否能满足所预计的最大载

荷条件下钻进的要求。最大载荷一般出现在下入最重的套管柱的时候，因此在分析井架载荷时，第一步是计算最大钻柱的重量。

为了说明井架负载是如何产生的，首先研究最简单的情况，如图 1-1。在这个例子中，一个滑轮正起升一个 100 磅的重物。因为作用在两根钢丝绳的力方向向下且每根钢丝绳上的力是 100 磅，因此井架上的总载荷为 200 磅。图 1-2 示出了起升同样的 100 磅重物，但使用的是普通的动、定滑轮装置。这个载荷是均匀地分配在天车和游动滑车之间的四根钢丝绳上，

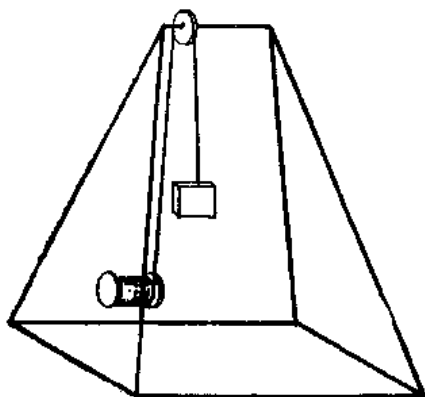


图 1-1 简单的滑轮装置

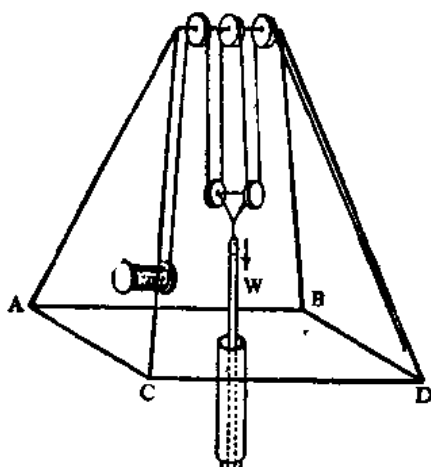


图 1-2 动、定滑轮组装置

所以每一根钢丝绳上有 25 磅的拉力，在快绳和死绳上也是 25 磅的拉力。按照下面的定义，这个系统的机械效益为 4，

$$\begin{aligned} \text{机械效益} &= \text{起升的重量} \div \text{施加的力} \\ &= 100 \div 25 = 4 \end{aligned} \quad (1-1)$$

所以井架的总载荷（见图 1-2）是钢丝绳的总数乘以每根钢丝绳的拉力： $6 \times 25 = 150$  磅。从图 1-1 到图 1-2，井架载荷大大减少。

〔例 1〕在一口深井中，下入 9 $\frac{5}{8}$  英寸的套管 9000 英尺，总重求出为 400 000 磅。由于这是下入最重的套管柱，必须计算最大的井架载荷。假设采用 10 根钻井钢丝绳，而且略去浮力的影响，计算最大载荷。

解：拉力  $T$  将均匀地分配在 10 根钢丝绳上，所以

$$T = \frac{400\,000}{10} = 40\,000 \text{ 磅}$$

在快绳和死绳上的拉力也是 40 000 磅，因而总载荷是

$$40\,000 \times 12 = 480\,000 \text{ 磅}$$

本例说明了下面两个问题：（1）井架载荷的减少幅度随钢丝绳数目的增多而降低；（2）总的井架载荷总是大于正在起升的载荷。图 1-3 为一个 12 根钢丝绳的天车。

在上述分析中，井架大腿载荷也必须加以考虑，因为井架强度最薄的地方是大腿。典

型的起升装置如图 1-2 所示。注意：快绳是在大腿 A 和 B 之间，而死绳是固定大腿 D 上。如果死绳固定于快绳的对面，在大腿 C 和 D 之间，将会得到较好的载荷平衡效果。而钻杆

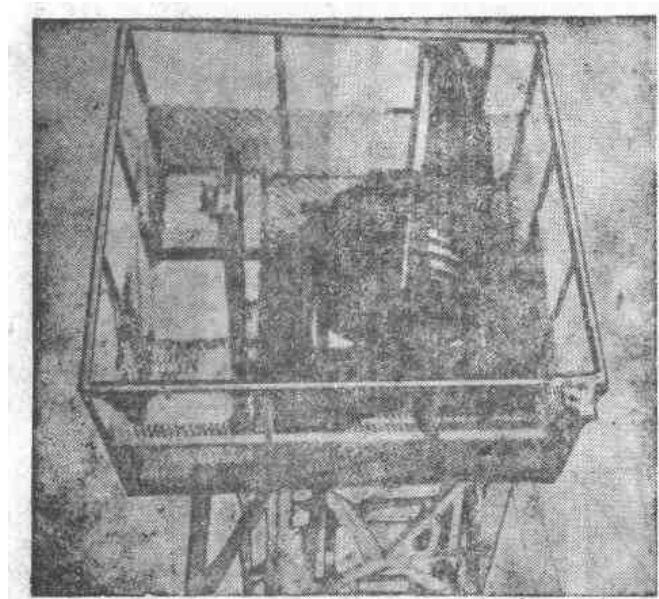


图 1-3 天车的俯视图

坡板（钻杆离开管架拖曳到钻台的道路），总是安放在绞车对面，因此绞车对面的某一个大腿的强度一定较高。关于这些部件的位置见图 1-4。例 2 示出了井架大腿载荷对井架总载荷的影响。

〔例 2〕与例 1 的条件相同，使用载荷分析，根据大腿载荷计算当量井架载荷。

解：表 1-2 提出了分析方法的要点。

表 1-2 载 荷 分 析

|     | 中心载荷               | 快绳载荷    | 死绳载荷 | 总 载 荷   |
|-----|--------------------|---------|------|---------|
| A 腿 | $2.5 T^{\text{①}}$ | $0.5 T$ | 0    | $3.0 T$ |
| B 腿 | $2.5 T$            | $0.5 T$ | 0    | $3.0 T$ |
| C 腿 | $2.5 T$            | 0       | 0    | $2.5 T$ |
| D 腿 | $2.5 T$            | 0       | $T$  | $3.5 T$ |

①  $T$  是作用在一根钢丝绳上的拉力。

再参考图 1-2、表 1-2 表明了 A、B、C、D 每个腿的载荷分配。第一栏中心载荷为大钩上的重量在每个腿上产生的最小载荷。快绳载荷一栏，示出了快绳上的拉力均匀地分配在 A 腿和 B 腿上，这是因为绞车位于这两条腿之间。正如表中所表明的那样，死绳的拉力完

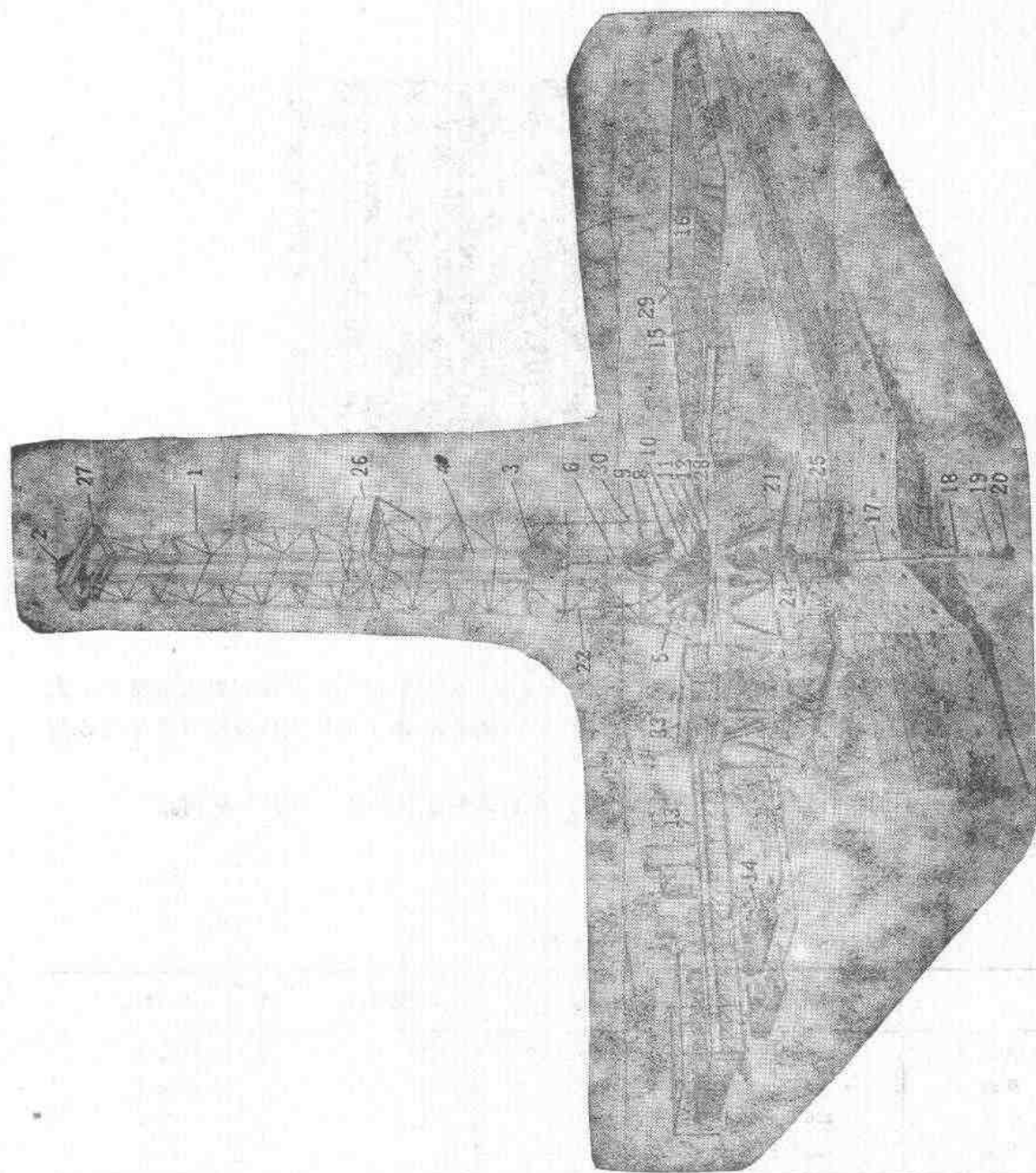


图 1-4 钻机部件

1—井架, 2—天车, 3—游动滑车, 4—钻井钢丝绳, 5—绞车, 6—大钩, 7—动力机, 8—吊卡, 9—水龙头, 10—方钻杆, 11—方钻杆补心, 12—转盘, 转盘方瓦, 13—泥浆泵, 14—泥浆泵, 15—泥浆泵, 16—泥浆泵, 17—套管, 18—钻杆, 19—钻杆, 20—钻杆, 21—钻杆, 22—水龙带, 23—井场值班房, 24—防喷器, 25—方井, 26—二层台, 27—天车台, 28—小鼠洞, 29—泥浆-气体分离器, 30—大钳

全由 D 腿承担, 因为这根钢丝绳是固定在这儿的。总载荷一栏 给出了每条腿的载荷分布状况。D 腿的总载荷最高, 为  $3.5 T$ , 因为不均衡的载荷是由于死绳所致。由于井架的强度以最薄弱腿的强度为准, 所以当量井架载荷是

$$4 \times 3.5 T = 14 T$$

于是当量载荷为

$$\frac{14}{12} \times 480\,000 = 560\,000 \text{ 磅}$$

400 000 磅的套管所产生的总载荷实际高出 40%, 为 560 000 磅, 然而这不包括超载。如果假设一超载为钻柱重量的 25%, 即 100 000 磅, 通过例 1 和例 2 的计算, 我们可求得

$$100\,000 \times \frac{12}{10} \times \frac{14}{12} = 140\,000 \text{ 磅}$$

这时总载荷是

$$560\,000 + 140\,000 = 700\,000 \text{ 磅}$$

此外, 如果在这种情况下, 我们引入一个 0.2 的安全系数, 那么所要求的井架承载能力为 840 000 磅, 超过两倍钻柱重量。很清楚, 这种计算在选择钻机的过程中是必不可少的。

## 2. 绞车

绞车功率额定值的实用性, 主要决定于提升载荷所需的时间, 而不是提升该载荷的能力。这种关系见下式:

$$\text{时间} = (\text{力} \times \text{距离}) \div (\text{功率} \times 550) \quad (1-2)$$

〔例 3〕如例 1 中叙述的 9 $\frac{1}{2}$  英寸的套管情况, 用 500 马力和 800 马力的绞车, 在井眼中提升所有的套管 40 英尺各需多长时间?

解: 例 1 中, 井架总载荷是 480 000 磅, 那么 500 马力绞车提升载荷所需的时间为:

$$\frac{480\,000 \times 40}{500 \times 550} = 69.8 \text{ 秒}$$

对于 800 马力绞车, 需要

$$\frac{480\,000 \times 40}{800 \times 550} = 43.6 \text{ 秒}$$

在这个例题中, 用 800 马力的绞车可能比较好。

图 1-5 示出了 400 马力和 800 马力绞车在井眼中提升每一立根的时间与立根数目的关系曲线。图中假设每一立根为 90 英尺, 重量为 1935 磅。

关于绞车另一点值得提及的是: 制动自由下落载荷所需要的功率比绞车的额定功率要大得多。因此由于钻柱的下落而引起的载荷突然增加 (即使下落距离很短) 要尽量避免。

图 1-6 示出了绞车的正视和后视图。

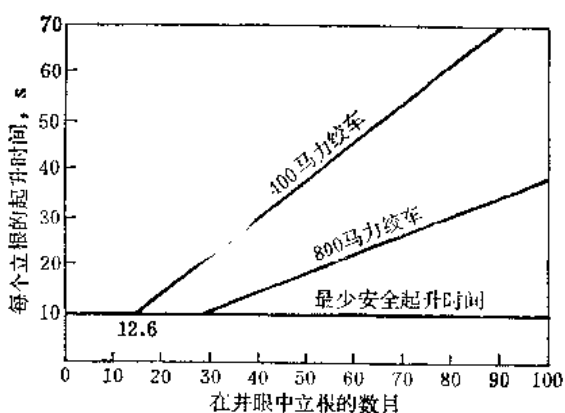


图 1-5 起升时间与井中立根数的关系



图 1-6 新式的绞车 (National 公司)

### 3. 泥浆泵

现今，钻井所用的往复式泥浆泵分为两种类型，即双缸和三缸泥浆泵（图 1-7 和图 1-8）

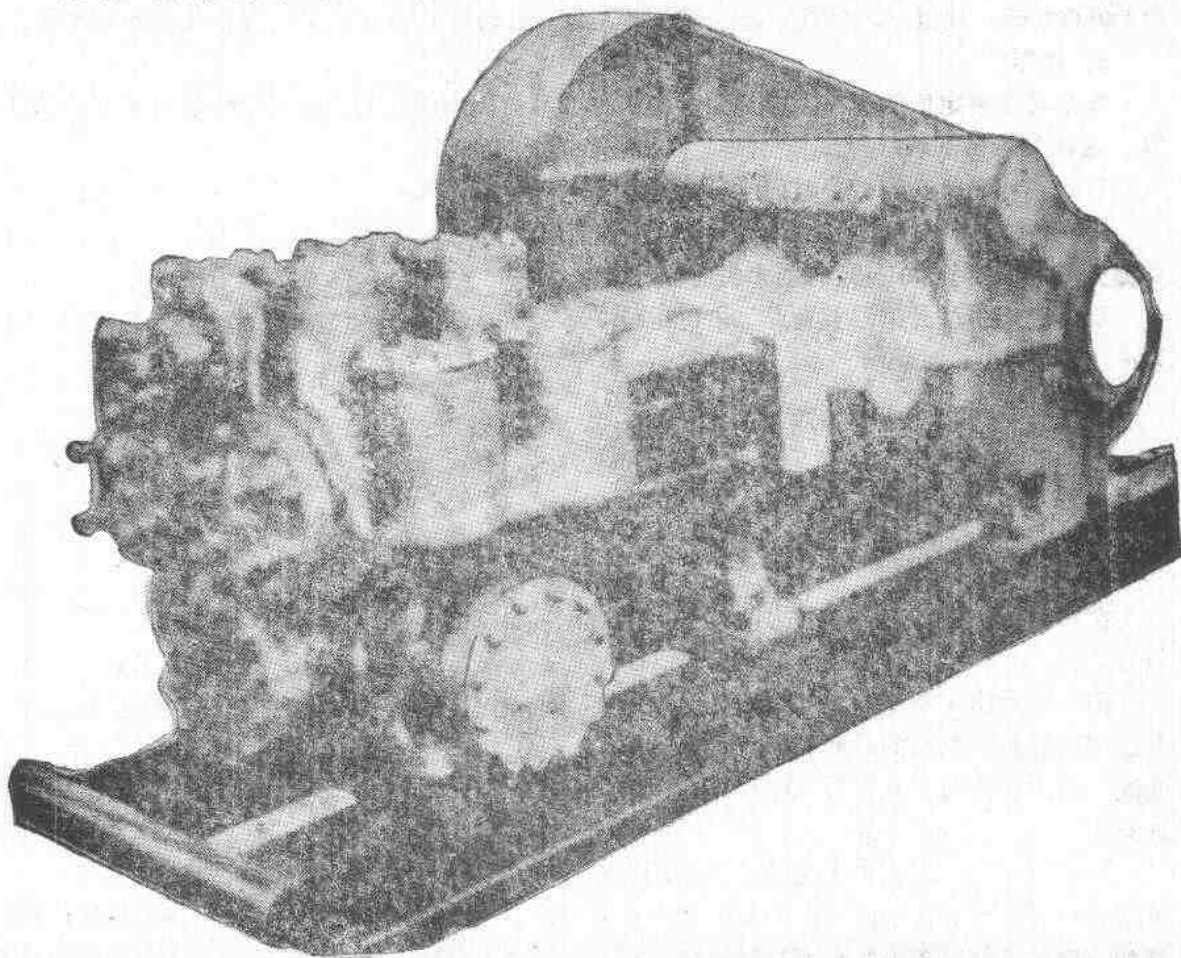


图 1-7 双缸泥浆泵 (Gasco 公司)

8)。三缸泵已大部分取代了双缸泵，由于在相同的功率额定值下，三缸泵的重量明显地减轻。例如6英寸缸套的1000马力的双缸泵重394磅，而相同缸套尺寸的二缸泵，只有67磅。三缸泵也比较适用于深井，由于它能得到较高的压力，而且比双缸泵的压力波动小。尽管如此，双缸双作用泵仍然在应用。

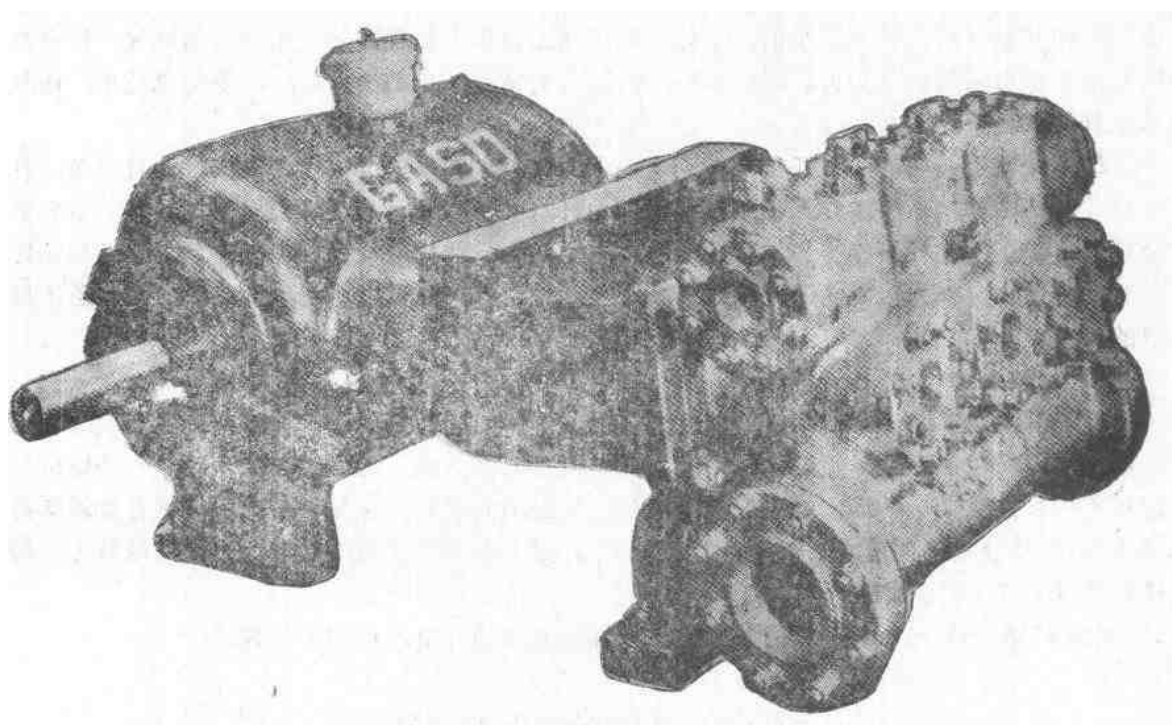


图1-8 三缸泥浆泵 (Gasco公司)

这些泵的功率额定值，是根据输入的功率来确定的。然而，与选择过程有关的是输出功率。根据公式(1—3)可求出泵的输出功率：

$$\text{水马力} = pQ + 1\,714 \quad (1-3)$$

式中  $p$ ——压力，磅/英寸<sup>2</sup>，

$Q$ ——流量，加仑/分。

所以，求最大的输出功率需要决定压力和流量的最大值。最大压力受缸套额定值的限制，而缸套额定值又随动力端的最大允许力而变化。例如，当缸套尺寸从7英寸减至5英寸时，缸套的额定值基本上是成倍增加。这一点从关系式  $F = pA$  和面积  $A = \pi D^2/4$  也可以看出。流量是与缸套尺寸、冲程长度和泵速有关。

比理论最大压力和流量更为相关的是，泵在运转时所能承受的最大压力值。这种资料只能从承包人那里得到，它对确定适合的泵和设计水力参数是很重要的。例如，有一台额定功率为1500马力的三缸泥浆泵。为了延长泵的使用寿命，操作者将泵的最大压力控制在3000磅/英寸<sup>2</sup>，而且将泵速限制在每分钟110冲程，得到的流量为每分钟365加仑。那么最后所得的水马力为

$$3000 \times \frac{365}{1714} = 639 \text{ 马力}$$

显然，选择钻机之前，应知道这些参数。

#### 4. 钻柱

在选择钻杆时，主要考虑的是钻杆的尺寸和从检验以后钻进的旋转时数。如果钻杆内径转大，则钻杆内的摩擦压力损耗将减小，而使泥浆泵能够在较低压力下运行，从而使泵停机维修的时间和燃料消耗减至最小值。此外，较低的循环压力损耗改善了水马力的分配，使井底能获得更多可利用的水马力。经验证实，内径大的钻杆，在钻小井眼时，不是都适用，而且该钻杆还相应地比较重。

很多钻机合同规定，钻杆在使用了一些小时以后，必须进行检验。如实行计日承包，在一口井开钻之前，一些操作人员经常地检验钻杆（关于计日承包的详细资料见本章的承包部分）。由于有些钻杆保养不当，在操作过程中操作人员往往会被钻杆上的毛刺划伤。虽然定期对钻杆进行检查的必要性还值得怀疑，但通过讨论有一点可以肯定，即最后的检验还是可取的。

#### 5. 泥浆系统

钻机的泥浆系统（不包括主要的泵）由泥浆罐、固相控制设备、搅拌器、混合系统和辅助设备组成。在实际的泥浆系统中，泥浆罐一般包括排出罐、沉砂罐和吸入罐，一些钻机配置可能增加或减少一个罐。对于泥浆系统最为常见的问题是“在循环系统中，罐容量到底需要多大？”罐容量的确定方法包括计算总设计井深下全部管柱的排代量，而且将最后所得的体积乘以 2.5（经验数字）。

〔例 4〕钻一口 15 000 英尺的井，需要计算泥浆罐的容量，已知下列数据：

$$4\frac{1}{2} \text{ 英寸钻杆的排代量} = 0.0068 \text{ 桶/英尺}$$

$$6\frac{1}{2} \text{ 英寸钻铤的排代量} = 0.0336 \text{ 桶/英尺}$$

$$\text{钻铤长度} = 720 \text{ 英尺}$$

$$\text{钻杆接头的排代量} = 10 \text{ 桶}$$

解：

$$14\,280 \times 0.0068 = 97 \text{ 桶}$$

$$720 \times 0.0336 = 24 \text{ 桶}$$

$$(97 + 24 + 10) \times 2.5 = 328 \text{ 桶}$$

所以，相应的罐容量要求尽可能地接近于 328 桶。罐容量大大超过这个数值，将增加处理成本和处理时间。为了确保均匀地混合和搅拌泥浆，利用离心泵供浆的泥浆枪是最有效的方法。需要何种的固相控制设备，也应作明确的规定。如果选择的钻机没有固控设备，那么必须租用这种设备。

泥浆系统的辅助设备包括除气器、混合罐、化学用桶、罐注泵和泥浆罐液面检测器。有些钻机可能配有一些、全部或多于上面列举的辅助泥浆设备。重要的是，要在钻机清单上记下这些设备并向问缺少哪些设备。

## 6. 防喷器

防喷器要求的额定压力值，决定于预测的最大井底压力。然而，检验钻机的压力控制设备，不应只停留在防喷器组的额定压力上。核对用的清单还应包括管线、接头和阀的额定压力，以及环形和旋转防喷器、阻流管汇、储能器、遥控和直接控制系统、阻流器和压井管线的可用性。绘出防喷器系统的草图，以保证系统的准确性，并可供参考。

图 1-9 示出了环形防喷器、储能器、管汇和遥控系统。

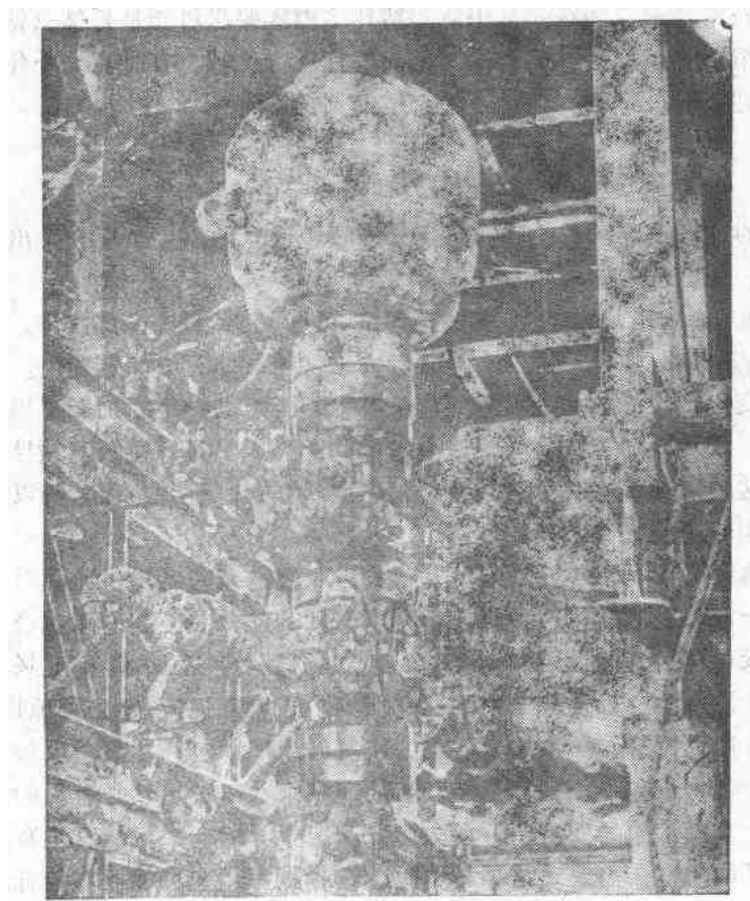


图 1-9 上部带有环形防喷器的防喷器组

## 7. 动力机组

钻机的动力系统，不管动力传输方式是机械的还是电力的，都与发动机的数目和规格有关。钻机的发动机必须驱动绞车、转盘、泥浆泵、辅助设备，而且在某些情况下给钻机的照明设备供电。发动机所需要的功率，很大程度上取决于已经计算的绞车和泥浆泵所消耗的功率。大部分较新钻机所配备的超过 1000 马力的发动机为柴油发电机，即柴油机驱动发电机，将机械能转换为电能。这个系统的主要优点是使更多的有效功率分配到钻机部件之间。此外还不需要附加发动机和发电机来驱动照明设备，而且运转比较平稳。

机械传动的钻机，依靠皮带、链条和链轮系统将动力传递到钻机的各部分。这种简单直

接传递动力的方法，在很多钻机上仍然使用。这种系统的主要缺点是对每一个钻机部件通常要求单独的发动机。由于使用了使发动机的输出能够合并和分配到钻机各部件的一种机械配合，从而大大消除了这种限制。

### 三、投标的要求

前面的分析不仅适用于确定钻机的额定深度，而且可确定适于某种作业的特殊钻机。这样当投标时，可列举具体的最低条件，比方说需要一台 10 000 英尺的钻机，而不是在投标中讨价。在钻机技术要求上和在投标中应包括什么内容要尽可能地详细（钻杆、燃料、流动性），以避免混淆不清，并使投标可以与别的投标进行比较。有时在一个作业的投标中，由于投标不能充分地比较，常常不能选择最合适的钻机。

### 四、承 包

选择了钻机的技术规范以后，就要决定采取哪种形式的承包。现今，出现了四种承包方式，即计日承包、整套承包、进尺承包和综合承包。

如果采用计日承包方式，承包者提供钻机和钻井队，并负责设备的维修。经营者应对钻进操作和一切有关钻井作业的活动负责。经营者应支付按日计算的额定费用。这种费用随钻机的规格和行情而变化。除了钻井日费用外，还有专门规定的一个附加额。当钻井操作不能继续进行而停机时，附加额即开始生效。如果现场的工作人员是等待公司领导的指令，在他们恢复钻进之前，这种情况可能发生。由于经营者对所钻的井负全部责任，所以在钻完这口井之前，他们始终承担着风险。

在整套承包的情况下，承包者管理钻井作业。一般，承包者提供达到总井深所需要的一切物品，而得到一定的报酬。在这种协议中，唯一的变动是关于整套承包合同生效和中止的那个条款。整套承包包括井的勘测和定井位、建立场地、搬运钻机到现场、钻井、进行录井、下生产套管和注水泥、以及搬运钻机离开现场。一般来说，在建立场地以后，整套承包开始，一直延续到钻达总井深。解除整套承包，恢复到计日承包。在整套承包期间，钻这口井时所有内在的风险都由承包者承担。从经营者的观点来看，这显然是有利的。然而，承包者的风险一般反映在整套承包的费用中。在大多数情况下，对一个区域有丰富经验的经营者，用计日承包钻井可能便宜。当缺乏这种经验时，选择整套承包可能成本较低。

进尺承包是按照每英尺进尺的成本来进行承包。从这层意义上说，它与整套承包相似，因为除去了与钻井成本有关的大部分不定因素。在进尺承包期间，经营者通常是负责供应明确的和难以确定的钻井必需品的其余部分，例如泥浆、钻头、水泥、租用工具和套管。然而，进尺承包可协商的条款包括钻机搬运费用和额外的钻机设备。在某些情况下，进尺承包可恢复到计日承包。为了实行对钻井承包者的保护，在合同中有一个条款，如果出现像井漏或打捞作业那样的情况，有一个最大限度的等待时间。但超过了这个时间，承包者每天收取一种特别的费用。经营者将被给予一份合同保证（计日承包和整套承包也一样），井眼偏斜度将不超过预先规定的范围。此外，在接到承包者的通知后，经营者即可行使对钻井操作的管理权。在这种情况下，钻井恢复计日承包。由于这些转换的条款，经营者和承包者将共同分担钻井的风险。在一些地区，对于浅井或中深井，进尺承包是普遍受欢迎的。

综合承包一般是开始以整套承包的形式钻到某一深度，然后以计日承包的方式钻到总井

深。当承包者不愿意承担钻进某一井段的风险时，或经营者想整套承包但又不愿支付全部井眼整套承包的费用时，就可能出现这种综合承包方式。综合承包是一种妥善处理两者之间承担风险的方法。

市场中有很多钻井承包者。这些承包者财务上的稳定性对经营者有关系。为了避免承包者完不成任务和（或）以井抵付投资抵押权的可能性，应调查承包者财务上持久性的某些保证。如果对这个公司不太了解，这些保证就显得格外重要。例如，如果在整套承包钻进期间，承包者被迫破产，则钻井将无限期地推迟。如果有可能租约期满或邻井排水，显然，必须避免这类事情的发生。

## 五、钻机效率

钻机效率是随着钻机设备的适应性和钻井队的能力而变化。选择一台钻机之前，要检验钻机设备的机械坚固性（在手头要有一个清单）。用一天时间观察钻机的工作运转情况，从而可以对钻井队人员的能力作一评价。

Sheikholeslami、Miller 和 Strong 制定出一种定性评价钻机效率的方法<sup>(2)</sup>。这种方法把钻机的时间分为旋转时间、起下钻时间、钻机的加油润滑时间、钻机的检修时间、接单根时间、装防喷器时间、拆防喷器时间、倒钢丝绳和切割钢丝绳时间、安装钻机时间和拆卸钻机时间。选择几台将要用的钻机，比较它们在相似的总井深和相似的地质条件下运转的情况。把每台钻机上述的每种时间列入表内，并把每种最快的时间列为 100% 的效率。100% 的有效时间（或最快时间）与所比较的钻机时间之比等于该钻机的效率系数。换句话说，最快钻机时间的总和除以所讨论钻机的时间的总和等于该钻机的效率系数。这种计算方法从钻机选择的观点和承包商对评价他们的所有钻机来看，都是很有价值的。评价计日承包的投标时，可直接应用钻机的效率系数。计日费用除以这个系数得出一个有效的日费用。这样，综合包含钻机效率的系数，比较计日投标的底线（bottom line）是可行的。

## 六、小结

钻机选择的方法就是首先根据已知的井眼要求，使用规定的标准，选定最小钻井设备的规格。在规格选定以后，确定承包细节，以便能够比较各种承包。

选择一台钻机之前，要在现场鉴定钻机的工作性能，检查钻井机械和人员的状况。在这之后，如果评价计日承包，要非常详细地分析钻机的效率。

不管承包的类型如何，钻机选择过程中应按照提纲进行。在整套承包的情况下，经营者承担钻至总井深过程中的风险。谨慎的经营者一般都检查所用钻机性能，以便用于钻井作业。经营者的职责是在安全的情况下，降低钻井成本。如果选择的钻机对钻井作业来说不适当，那么按时完钻的可能性将大大减少。由于上述原因，钻机选择对于完成钻井计划是很关键的。

（刘希圣 校）

## 参考文献

- [1] L, Espoir, John, "How to Determine Your Rig's Depth Limit," *Petroleum Engineer*, April 1984.

- [2] Sheikholeslami, B.A., Miller, J.D., and Strong, R.E., "A Practical Method for Evaluating Rig Performance." IADC/SPE 11364, February 1983.
- [3] "Procedure for Selecting Rotary Equipment," American Petroleum Institute, API Bulletin D 10, August 1973.
- [4] Moore, Preston, and Cole, Frank, *Drilling Operations Manual*, chapter 5, The Petroleum Publishing Co., 1965.