

泥 浆
设 备
手 册

6

泥浆清洁器

「美」L·H·鲁宾逊 著

石油工业出版社

79.362

8705564

泥浆设备手册 6

泥 浆 清 洁 器

〔美〕 L.H. 鲁宾逊

段云舫 译 吴廷栋 校



石油工业出版社

内 容 提 要

本书原为国际钻井承包商协会泥浆循环分会组织编写的《泥浆设备手册》中的第七分册。书中介绍了泥浆清洁器的用途、构造、工作原理、使用范围、安装位置、正常操作以及主要故障的原因分析和排除方法。

本书可供钻井、矿场机械工程技术人员和工人阅读，也可作为院、校钻井和矿场机械专业师生的参考书。

MUD EQUIPMENT MANUAL

Handbook 7:

Mud Cleaners and Combination Separators

L.H. Robinson

Gulf Publishing Company, 1982.

泥浆设备手册 6

泥 浆 清 洁 器

〔美〕L.H. 鲁宾逊

殷云舫 译 吴廷栋 校

石油工业出版社出版

(北京安定门外外馆东后街甲36号)

妙峰山印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168毫米 大32开本 1/8印张 19千字 印1—2,000

1987年4月北京第1版 1987年4月北京第1次印刷

书号:15037·2813 定价:0.25元

目 录

6.1	引言.....	(1)
6.2	使用泥浆清洁器的目的.....	(1)
6.3	泥浆清洁器的工作原理.....	(2)
6.4	泥浆清洁器的应用.....	(10)
6.5	泥浆清洁器的位置.....	(10)
6.6	操作泥浆清洁器的提示.....	(12)
6.7	泥浆清洁器的其他用途.....	(15)
6.8	组合分离器.....	(16)
附录6A	泥浆中低密度固体颗粒浓度的计算.....	(18)
附录6B	计算从泥浆清洁器筛网上排掉的岩屑和重晶石的损失.....	(19)
附录6C	泥浆清洁器主要故障表.....	(20)
附录6D	常用许用单位和非许用单位换算表.....	(21)

6.1 引言

泥浆清洁器是一组水力旋流器装置与一台细目振动筛的组合，如图6-1。其溢流从除泥器返回泥浆系统，其底流从除泥器锥体落到振动筛上，通过筛网的泥浆返回到泥浆系统，而筛余的粗料要排掉。一般筛网的目数是从100目到325目不等，通常使用150目。

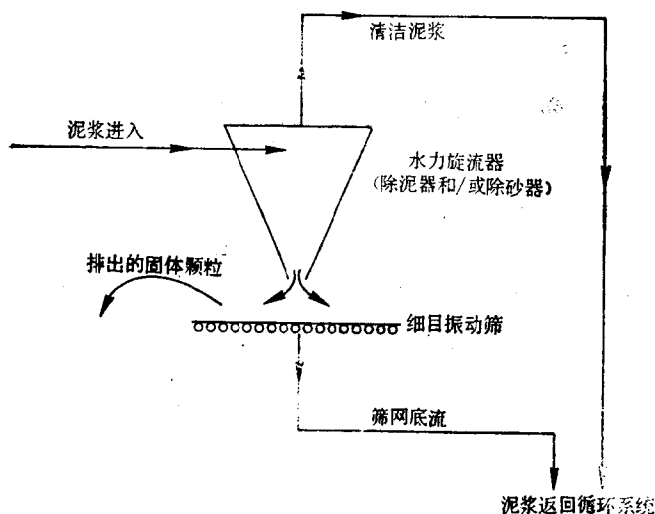


图 6-1 泥浆清洁器

6.2 使用泥浆清洁器的目的

泥浆清洁器最初设计用来从加重泥浆中除去较大的岩屑。

泥浆振动筛清除最大的岩屑，泥浆清洁剂应清除大于重晶石粒度的剩余的岩屑。在使用非加重泥浆时，除泥器除去以上所述粒度范围的岩屑。当泥浆中加入重晶石时，除泥器的底流过筛，这样可回收大部分的重晶石（同时也使一些岩屑返回泥浆系统），而且能连续不断地除掉比筛孔尺寸大的所有的岩屑。

最初的意图是当开始钻井时，泥浆清洁剂当作除泥器使用，在筛网的上方安装一块盲板，从而将除泥器的底流固相全部排掉。在重晶石加入泥浆时，则卸掉盲板上筛网。

因此按照经验，一般来说：

泥浆中加入重晶石→装上筛网

6.3 泥浆清洁剂的工作原理

用非加重泥浆钻井时，泥浆理想地通过一个振动筛、一个除砂器组和一个除泥器装置。如果泥浆通过这三套设备处理，清除颗粒的尺寸将依次减小。由于有一些岩屑比水力旋流器能够清除的颗粒还要小，所以仍然会遗留在泥浆中。

泥浆清洁剂设计用来从加重泥浆中除去较大的岩屑。泥浆中较大的固体颗粒，一般是通过水力旋流器清除。从加重泥浆中清除的废物含有相当多的重晶石。位于除泥器下面的细网筛，设计成在清除岩屑时，将重晶石回收到泥浆系统中去，这就是泥浆清洁剂的基本原理。根据经验，其他用途也显而易见。

泥浆的分离曲线和粒度分布示意图，见图6-2和图6-3。

在通过所有的固相控制设备以后，泥浆中可能含水、分散良好的膨润土、重晶石、各种化学药品和很细的岩屑。当膨润土完全地分散时，其颗粒的直径一般小于1微米，且通过除泥器返回至泥浆系统。

虽然在加重泥浆中形成的钻屑，在某种程度上可能稍不同于

离心机

- 清除低密度的固体颗粒和重晶石，小于3~5微米。
- 将较大的固体颗粒返回到泥浆循环系统。
- 处理整个泥浆系统液流的小部分。

泥浆清洁剂

- 在岩屑变为极细的固体颗粒导致粘度增加之前，将大于74~105微米的岩屑清除，少量过大的重晶石和一些胶质重晶石可同岩屑一起被排除掉。
- 回收较小的固体颗粒到泥浆系统，包括重晶石。
- 处理整个泥浆系统的液流。

细目振动筛

- 清除大于177~250微米的岩屑，少量的胶质重晶石同岩屑一起排除。
- 较小的固体颗粒返回到泥浆循环系统。
- 处理整个泥浆系统的液流

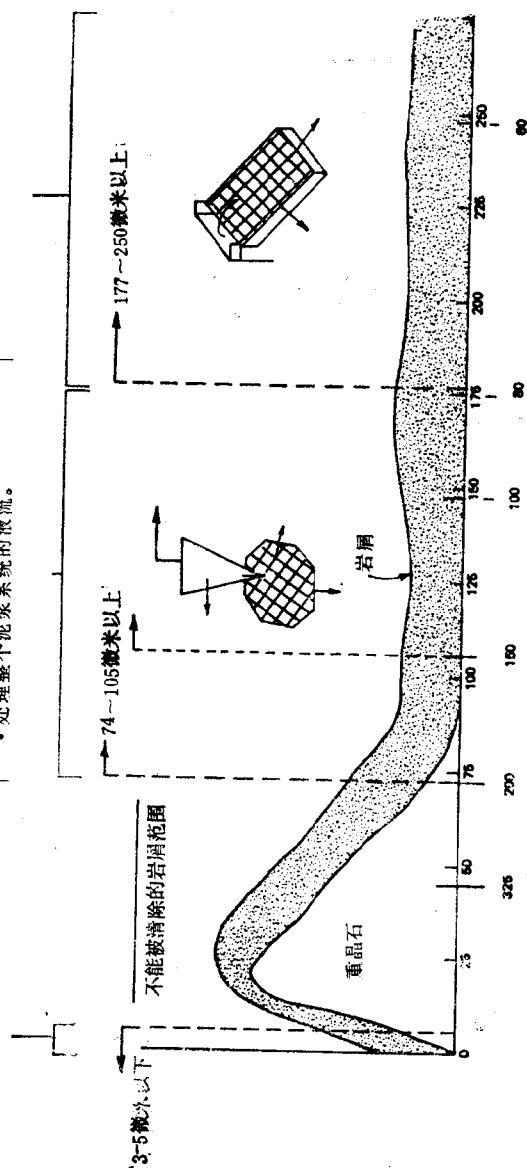
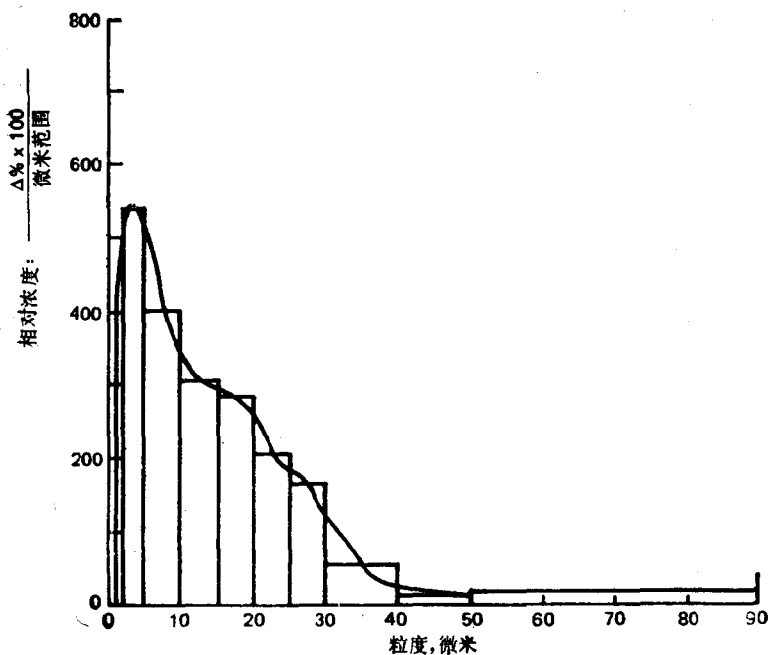
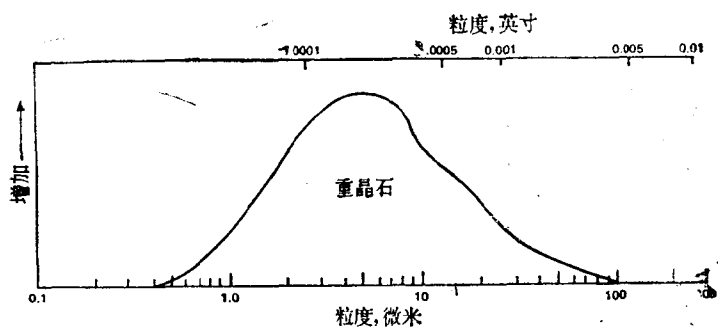


图 6-2 加重泥浆的机械固相控制



(据 Miller 1976)

图 6-3 市场供应的重晶石粒度分布

非加重泥浆中产生的钻屑（由于使用了球齿钻头或金刚石钻头，或由于大的压差），但是在两种类型的泥浆中，时常有很多相同

粒度范围的钻屑。

在泥浆清洁器系统出现之前，加重泥浆通过振动筛之后，离心机是使用的唯一机械净化系统（除砂器和除泥器通常不用于清除加重泥浆中的岩屑，因为在其底流中有重晶石的损失，使得利用它们不经济，可以用它们从很“脏”的加重泥浆中清除岩屑）。离心机除去大部分比重晶石小的颗粒。这意味着通过离心机排出的液流部分中，化学药品和膨润土与岩屑同时被清除。当钻至自动造浆页岩时，离心机的重要性在于将很小的岩屑浓度保持在易于处理的水平上。最后，岩屑通常磨得很小，足可以使用离心机排除。

泥浆清洁器系统设计成能清除比重晶石大的岩屑。泥浆首先经过振动筛（筛网应尽可能的细，而且仍能适应全部的泥浆液流的通过），然后经过一组除泥器处理。从除泥器出来的溢流，返回泥浆系统，让底流落到一个细目（一般为150~200目）的振动筛上。筛网滤去比大部分重晶石大的固体颗粒；大部分的重晶石和液体以及比筛孔尺寸小的岩屑都返回泥浆系统。

图6-2的解释能阐明其意义。重晶石一般磨至粒度范围在2~60微米之间。API关于重晶石粒度的技术规范(API Spec 13A)规定，大于200目（或74微米）的颗粒最大只允许占重量的3%，而大于325目（或44微米）的颗粒的重量百分比，必须超过5%。API RP13B中的规范表明，留在200目筛网之上（大于74微米）的任何物质都称为“砂”。因此根据API定义，每100磅的重晶石，可能有3磅是“砂”。

任何加重泥浆的问题是净化钻井泥浆，而不损失过多的重晶石。显然大部分的重晶石将通过振动筛上的细筛网。例如，一块80×80目的筛网有177微米的筛孔。当钻井泥浆自井内返出时，大的岩屑（不仅是钻屑，而且有井壁坍塌的落石）通过振动筛清除，其他的岩屑将通过筛孔。

一口井中的岩屑的粒度范围取决于很多因素，其中钻头的作用是主要的因素。即使使用金刚石钻头，有些钻屑也可能是很大

的。采用优选的水力参数、适当的钻压和转数，也可能产生较大的钻屑。很多的岩屑来自井壁，在一些有长裸眼井段的井中，从井壁上落入泥浆流的岩屑体积，就像被钻头钻下来的钻屑体积那样大，或者比那还大。然而一些地层含有高分散性的粘土，该粘土看来几乎都分散在泥浆中，通常称为“造浆页岩”，所形成的岩屑必须通过离心机清除。

泥浆通过振动筛后，泥浆清洁器的除泥器清除余下的大部分较大的颗粒。这些较大的颗粒、重晶石和岩屑，落在底部的细目振动筛上，大部分的重晶石和一些岩屑通过细目筛网返回泥浆系统，振动筛在清除岩屑的同时而且也夹带一些重晶石，有时，夹带重晶石的数量可能是相当大的。

泥浆清洁器最初设计成能从加重泥浆中清除岩屑，离心机也是用于从加重泥浆中清除岩屑，两种设备的区别在于清除颗粒的粒度范围不同。泥浆清洁器的除泥器清除的岩屑比重晶石大，而离心机清除的岩屑比重晶石小，它们的作用相互补充，但不能相互替代。

1976年7月，在怀俄明州卡斯珀（Casper）召开的国际钻井承包商协会离心机讨论会上，J.F. Miller的报告中提到了重晶石的粒度，其粒度分布曲线之一，如图6-3所示。他的数据也绘成曲线，其曲线的横坐标为对数坐标。两条曲线是根据同一数据，所以它们全都“正确”，因为使用同样的数据和资料。对于粒度使用对数横坐标时，图中着重显示了小的粒度。粒度范围从0.1~10微米，在对数横坐标上占了大部分的水平距离，而在一般横坐标上只占一小部分。为了对照，在对数横坐标上将粒度标度换算为英寸，其换算系数如下：

$$100\text{微米} = 0.00394\text{英寸}$$

或

$$0.001\text{英寸} = 25.4\text{微米}$$

岩屑出现在所有的粒度范围。在加重泥浆通过80×80目筛网后，大于177微米的颗粒被排除。这在图6-4中用对数和普通两种横坐标表示出来。

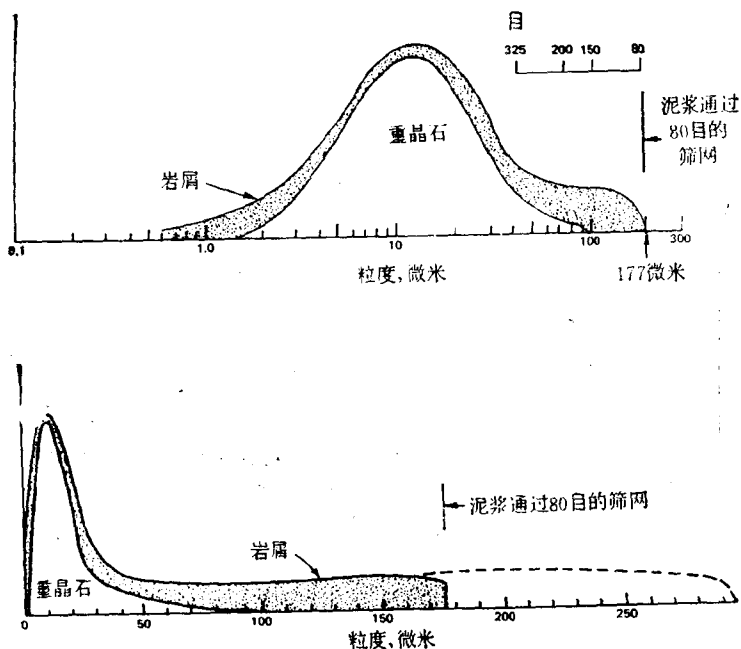


图 6-4 泥浆通过80目筛网后岩屑的粒度分布

所有的泥浆经过一个200目泥浆清洁器的筛网适当地处理后，大于74微米的颗粒将被清除，见图6-5。两曲线图表示了同样的数据。下面的曲线（即使用普通横坐标）着重表示泥浆清洁器控制的范围，阴影部分表示离心机控制的胶体颗粒的范围。

离心机清除的固体颗粒，小于2~3微米左右，一些重晶石是在这个粒度范围之内。通常，很多的岩屑被磨成较小的颗粒，而通过离心机排除。经离心机分离的泥浆固相颗粒分布状态，用上述曲线图的表示方法绘于图6-6中。2微米以下的重晶石将被离心机随同钻屑一起清除掉。

如果加到泥浆中的膨润土预先水化并有良好的分散状态，则

大部分的颗粒将小于1.0微米。API标准规定，通过湿筛分析，重量的4%可以保留在200目筛网之上。这意味着重量的4%比74微米大。为了适当起到控制滤失性和流变性的添加剂作用，膨

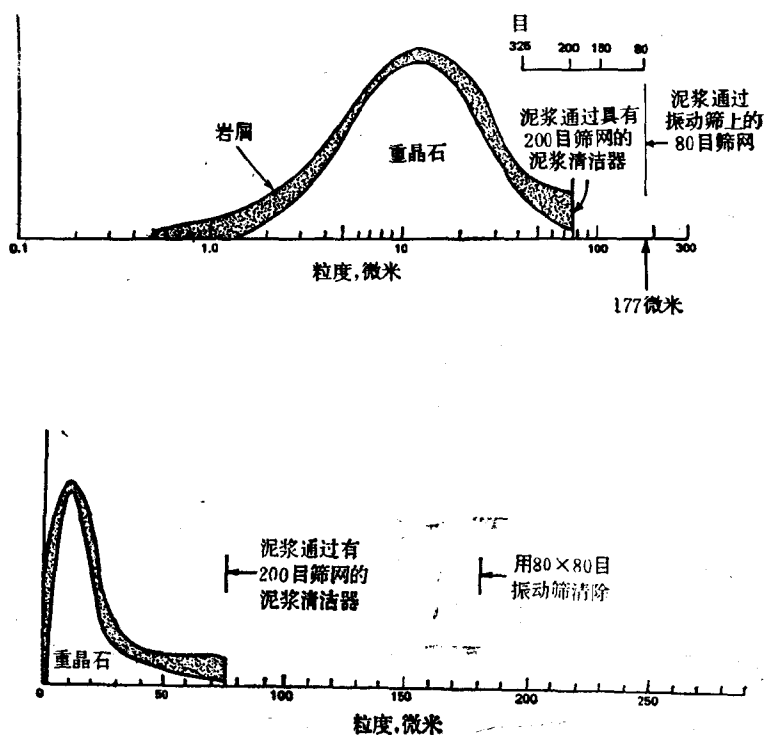


图 6-5 通过泥浆清洁器清除的固相粒度范围

润土将分散成小于1.0微米的颗粒。图6-7所示的膨润土粒度范围是叠加在图6-5中重晶石和岩屑分布曲线之上的。

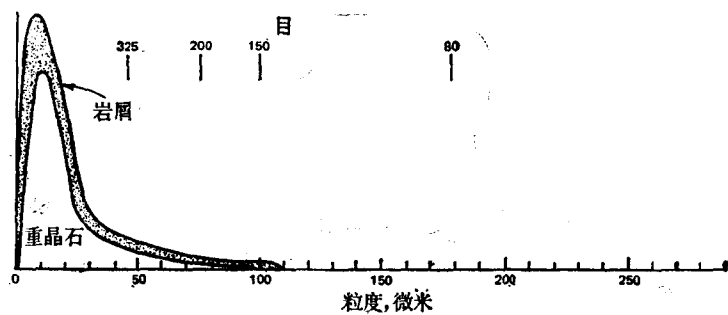
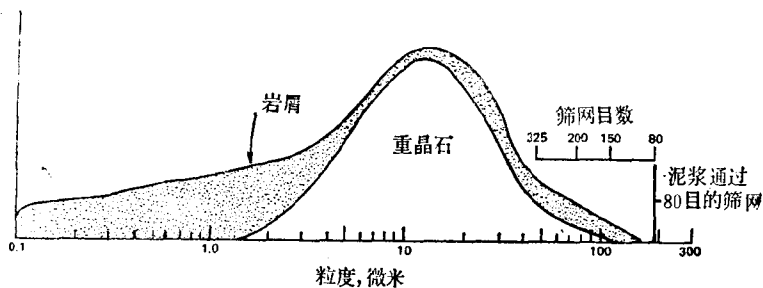


图 6-6 离心机分离的泥浆固相颗粒粒度分布

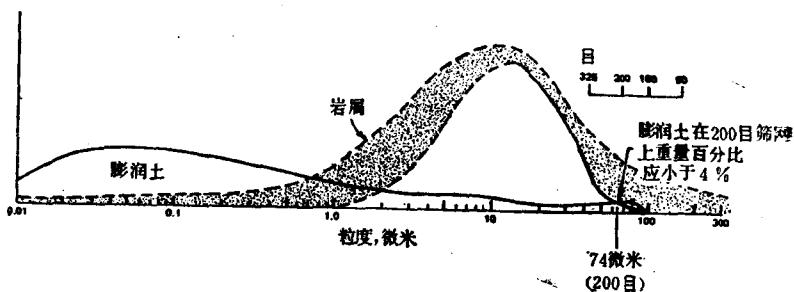


图 6-7 叠加于图6-5●上的膨润土粒度分布

●原著此处为图6-6，应为图6-5——译者。

6.4 泥浆清洁器的应用

显然，大多数钻机并无测定上述粒度的设备。如何确定是否需要泥浆清洁器？最好的方法是进行湿筛分析，以确定能用泥浆清洁器清除的固相。按照经验，一部分固相从振动筛排出端排掉，但还有一部分固相则通过振动筛筛网进入泥浆系统，使用泥浆清洁器能清除剩余固相中的一部分。当用加重泥浆钻至造浆页岩（可分散的）时，一般不需要泥浆清洁器而需要离心机。如果无岩屑通过正常工作的振动筛网（80%的湿筛面积），其原因可能是岩屑分散，也可能是井眼没有充分地清洗。对于大部分钻井作业，根据经验可以确定这个地方需要或者不需要泥浆清洁器。

泥浆清洁器从泥浆中清除大的有研磨作用的岩屑，这些岩屑可造成卡住钻铤的事故，且磨耗泵的易损部分。

6.5 泥浆清洁器的位置

泥浆清洁器装在泥浆罐的上方，与除泥器的位置相同。泥浆清洁器的除泥器应用于处理非加重泥浆。盲板（即无孔的底板）通常装在安装筛网的地方。照这样，从除泥器排出的所有固体颗粒被清除。当泥浆中加入重晶石时，盲板则用细目筛网代替。

供给泥浆清洁器的除泥器泥浆的离心泵，应在与除泥器排出口隔开的上游罐吸入泥浆。应小心对待经验所说的泵送给除泥器的泥浆，必须多于泵入井中流量的10%。在除泥器上游泥浆罐的所有泥浆，都必须经过除泥器处理，所以泥浆枪的流量也必须计入。

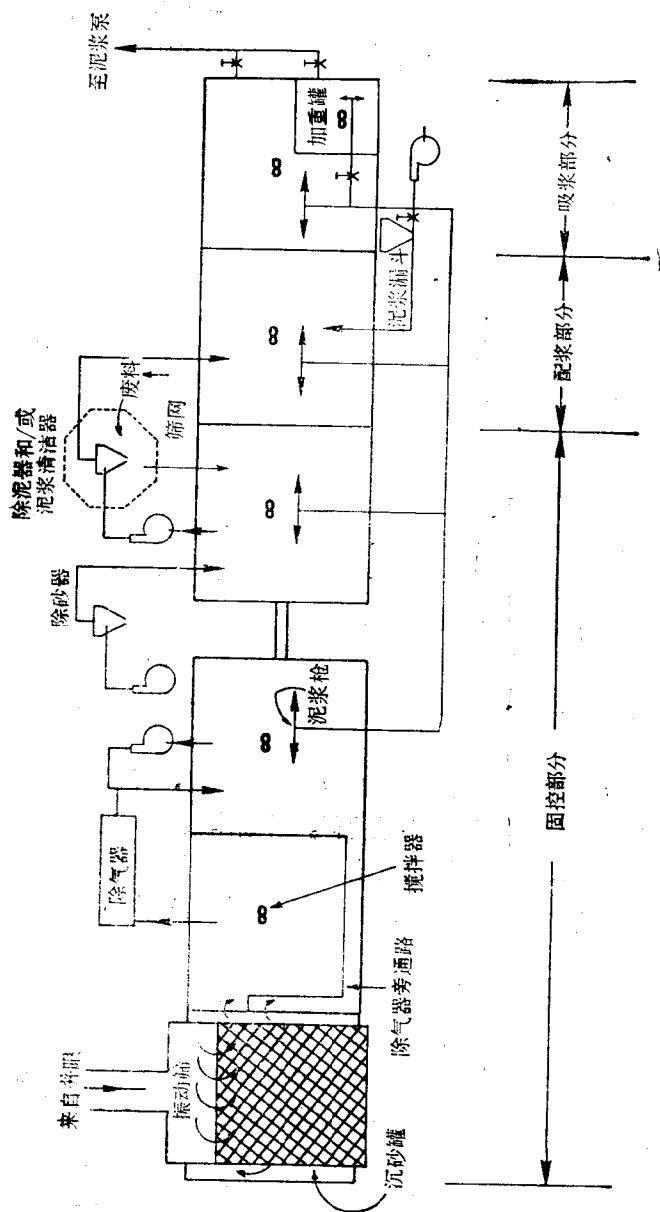


图 6-8 泥浆清污器的位置

设备的正确位置示于图6-8中，在第一分册《泥浆系统的布置》中已经讨论过。它们都遵循几个简单的定则：(1)处理泥浆要有顺序；(2)每台泵执行一个任务；(3)没有两台设备是并联的；(4)除了沉砂池以外，所有的罐都要很好地搅拌。

6.6 操作泥浆清洁器的提示

(1)当加重泥浆时，可以一次性地加入大量的重晶石。例如，要把2000桶泥浆密度从12.0磅/加仑增加到13.0磅/加仑，需要加入大约127000磅的重晶石。如果这些新的重晶石有3%大于200目，而又是经过泥浆清洁器，那么至少有3800磅重晶石会轻易地被泥浆清洁器丢掉。经过一、二次循环以后，这些重晶石的粒度将减小到能通过泥浆清洁器的筛网。有些司钻在加重泥浆时，停止使用泥浆清洁器，特别当他们不是在钻进的时候，有些重晶石易附在岩屑和（或）大颗粒的重晶石上损失掉，如果重晶石在清洁器的下游添加，而且在泥浆罐内不再重复循环，则重晶石将损失很少。

(2)从初次使用泥浆清洁器的人员那里，听到的最多的意见是：“白白浪费掉很多的重晶石”。当固体颗粒从泥浆中排除时，泥浆的密度减小——无论这些颗粒是重晶石还是岩屑。通过测量筛网的清除参数（流量、泥浆密度和固相百分比），可以计算出排掉的重晶石数量。

要想保持泥浆密度为常数，就要求添加一些重晶石，因为有些重晶石附于岩屑上，从泥浆清洁器中排掉了，这通常是使用正确设计的泥浆清洁器仍然存在过量损失重晶石的原因。可用水或泥浆喷射来减少这种损失，但注意这时候喷射的水是一种稀释剂，在此水中必须添加重晶石才能增大泥浆的密度。

(3)除泥器是设计在恒定水头下工作的。如果管线上装有压

力表，肯定压力会随泥浆密度的增大而升高。由于电动机以不变的速度运转，如果离心泵的尺寸合适，压力则会自动地随泥浆密度变化而改变，压力将按泥浆密度与水的密度（8.33磅/加仑）之比值而增高。例如，要保持用水工作的一组除泥器有75英尺水头，需要压力(P)：

$$P = 0.433 (\text{磅/平方英寸/英尺}) \times 75 (\text{英尺})$$

$$P = 32.5 \text{磅/平方英寸}$$

0.433磅/平方英寸/英尺是根据1英尺的水头将产生0.433磅/平方英寸的压力得到的。

假如泥浆密度增高到15磅/加仑，除泥器上的压力将增高到58或59磅/平方英寸。

$$P = \frac{15 (\text{磅/加仑})}{8.33 (\text{磅/加仑})} \times 32.5 (\text{磅/平方英寸})$$

$$= 58.5 \text{磅/平方英寸}$$

要产生75英尺的恒定水头，将需要这样大的压力。水头和压力进一步的论述，可参阅第三分册《离心泵》。

由此可以导出一个近似的经验公式，例如：

$$P = \frac{15 (\text{磅/加仑})}{8.33 (\text{磅/加仑})} \times 32.5 (\text{磅/平方英寸})$$

可写成

$$P = \frac{32.5 (\text{磅/平方英寸})}{8.33 (\text{磅/加仑})} \times 15 (\text{磅/加仑})$$

或近似

$$P = 4 \times 15 \text{磅/加仑}$$

或

$$P = 4 \rho_m$$

式中 ρ_m ——泥浆密度。

也就是说用大约四倍的泥浆密度，表示除泥器管线的水头稍微超过75英尺。

(4) 弄清楚泥浆清洁器的除泥器从上游的一个泥浆罐中打泥浆，然后排放到下游的泥浆罐。没有另外的设备——像除气器——并联于泥浆清洁器。也就是说，所有的泥浆必须通过泥浆清