

Q/HS

中国海洋石油总公司企业标准

Q / HS 2037.1—2007

海上石油平台钻机 第 1 部分：选型方法

For Drilling Rig on Offshore Petroleum Platform

Part 1: Selection Method

2007-03-08 发布

2007-06-01 实施

中国海洋石油总公司 发布

目 次

前言..... II

1 范围.....1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义.....1

4 平台钻机型式和型号的表示方法2

5 平台钻机的基本参数.....2

6 平台钻机选型4

7 配套范围10

参考文献.....11

前 言

Q/HS 2037 《海上石油平台钻机》共分十一部分

- 第 1 部分： 选型方法；
- 第 2 部分： 井架、移动底座；
- 第 3 部分： 提升系统；
- 第 4 部分： 旋转系统；
- 第 5 部分： 循环及固控系统；
- 第 6 部分： 动力系统；
- 第 7 部分： 井控系统；
- 第 8 部分： 固井系统；
- 第 9 部分： 电气、仪表系统；
- 第 10 部分： 安全系统；
- 第 11 部分： 辅助系统。

本标准 of Q/HS 2037 的第 1 部分。

本标准由中国海洋石油总公司开发专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中海石油（中国）有限公司北京研究中心。

本标准主要起草人：耿亚楠、朱江、刘健。

本标准主审人：王平双。

海上石油平台钻机

第 1 部分：选型方法

For Drilling Rig on Offshore Petroleum Platform

Part 1: Selection Method

1 范围

Q/HS 2037 的本部分规定了海上石油平台钻机的结构型式、型号表示方法、基本参数和选型方法。本部分适用于海上石油固定平台钻机（以下简称平台钻机）。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 Q/HS 2037 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GBJ 116 火灾自动报警系统设计规范

GB 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

SY/T 6616-2005 含硫油气井钻井井控装置配套安装规范

SY/T 4811 陆上及海上固定与移动式平台钻井采油设施电气安装区域分类推荐作法

SY/T 310-1996 滩海石油工程仪表与自动控制技术规范

SY/T 4031-1993 石油建设工程质量检验评定标准 自动化仪表安装工程

SY/T 10034-2000 敞开式海上生产平台防火与消防的推荐作法

海洋石油安全生产规定（国家安全生产监督管理局令 第 4 号）

海上固定平台安全规则

海洋钻井手册

API RP 9B 1986 油田作业用钢丝绳的应用、维护和使用方法推荐

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

机械传动钻机 mechanical drilling rig

由一台或几台内燃机提供动力，通过机械传动系统（如链条、链轮、V 带、齿轮、离合器和轴等）将动力传递给各工作机的钻机。

3.2

电动钻机 electrical drilling rig

用交流或直流电动机驱动各工作机的钻机。

3.3

液压钻机 hydraulic drilling rig

采用液压动力和传动，用液缸和液马达作为起升和旋转系统的执行机构，通过液-电控制或液-液控制的钻机。

3.4

名义钻深范围 nominal depth drilling

钻机在规定的钻井绳数下，使用规定的钻柱时钻机的经济钻井深度范围。

3.5

钻机最大钩载 maximum hook load

钻机在规定的最多绳数下起下套管、处理事故或进行其他特殊作业时，大钩所能达到，但不允许超过的载荷。

3.6

钻机最大钻柱重力 maximum drilling string load

在规定的钻井绳数下，正常钻井和进行起下钻作业时，大钩允许承受的钻柱在空气中最大的指示重力。

3.7

钻井绳数 drilling wire rope number

用于正常钻井作业时的有效绳数。

3.8

游动系统最多绳数 amount of strings of travelling system

钻机配备的轮系所能提供的最大有效绳数。

4 平台钻机型式和型号的表示方法

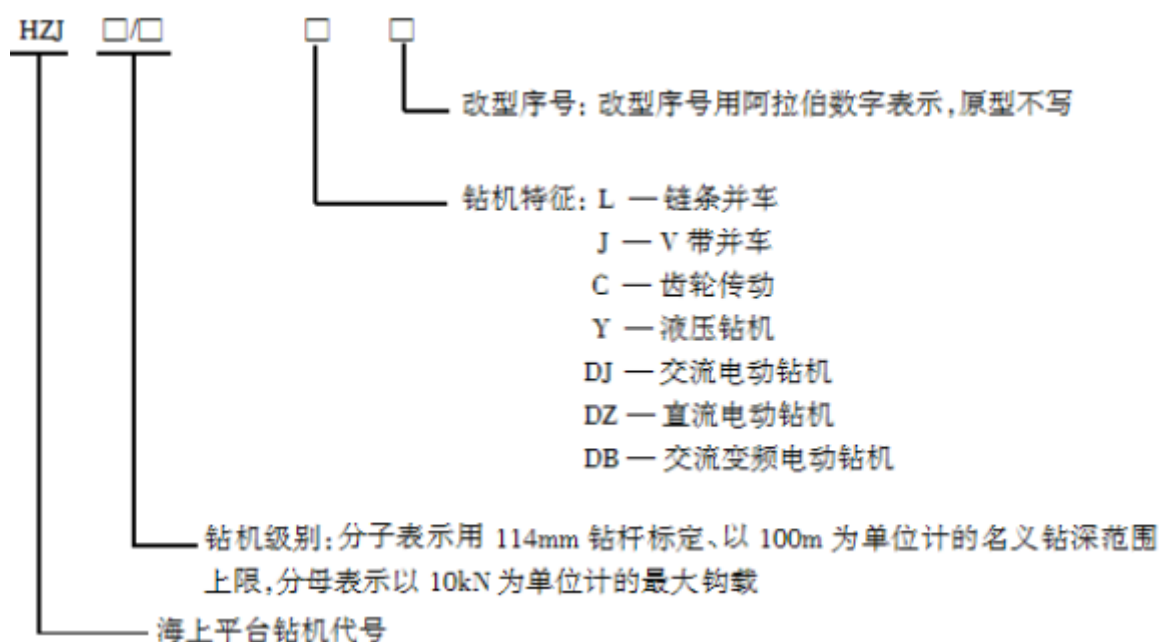
4.1 平台钻机型式可分为：驱动型式和传动型式

4.1.1 驱动型式分为：柴油机驱动、电驱动、液压驱动。

4.1.2 传动型式分为：链条传动、V带传动、齿轮传动。

4.2 型号表示方法

平台钻机型号的表示方法规定如下：



示例：5000m 海上石油平台直流驱动第二次改型表示为：HZJ50/315DZ-2。

5 平台钻机的基本参数

平台钻机按名义钻深范围上限和最大钩载共分为七个级别，各级别钻机的各项基本参数应符合表 1 的规定。

表 1 平台钻机基本参数

钻 机 级 别		20/1350	30/1700	40/2250	50/3150	70/4500	$\frac{90/6750}{90/5850}^c$	120/9000
名义钻探范围 ^a m	127mm 钻杆	1100-1800	1500-2500	2000-3200	2800-4500	4000-6000	5000-8000	7000-10000
	114mm 钻杆	1200-2000	1600-3000	2500-4000	3500-5000	4500-7000	6000-9000	7500-12000
最大钩载 kN(tf)		1350(135)	1700(170)	2250(225)	3150(315)	4500(450)	6750(675) 5850(585) ^c	9000(900)
绞车额定 功 率	kW	330-400	400-550	735	1100	1470	2210	2940
	(hp)	(450-550)	(550-750)	(1000)	(1500)	(2000)	(3000)	(4000)
游动系统 绳 数	钻井绳数	8	8	8	10	10	12 10 ^c	12
	最多绳数	8	10	10	12	12	16 14 ^c	16
钻井钢丝绳 ^b 直 径	mm	29	32	32	35	38	42	52
	(in)	(1-1/8)	(1-1/4)	(1-1/4)	(1-3/8)	(1-1/2)	(1-5/8)	(2)
钻井泵单台 功率不小于	kW	590	735	960	960	1180	1180	1470
	(hp)	(800)	(1000)	(1300)	(1300)	(1600)	(1600)	(2000)
钻台高度 m		4, 5	5, 6, 7. 5			7. 5, 9, 10. 5, 12		
井 架	各级钻机均采用可提升 28m 立柱的井架；对 20/1350 级别的钻机也可采用提升 19m 立柱的井架，对 120/9000 一级钻机也可采用提升 37m 立柱的井架							
	a 114mm 钻杆组成的钻柱的名义平均质量为 30kg/m, 127mm 钻杆组成的钻柱的名义平均质量为 36kg/m。以 114mm 钻杆标定的名义钻探范围上限作为钻机型号 的表示依据。 b 所选用钢丝绳应保证在游动系统最多绳数和最大钩载的情况下的安全系数不小于 2，在钻井绳数和最大钻柱载荷情况下的安全系数不小于 3。 c 为非优先采用参数。							

6 平台钻机选型

6.1 选型的一般原则

- 6.1.1 海上平台钻机必须符合政府法律、法规的有关规定和要求；必须符合政府保护海洋环境政策及法规的规定。
- 6.1.2 海洋石油钻井设备的安全系统一般应配备压力安全保护系统、流动安全保护系统、温度安全保护系统、液位安全保护系统、火灾、可燃气体和有毒气体探测报警系统、应急关断系统，以及防污染设计。
- 6.1.3 重要系统和部件应配备应急设备。
- 6.1.4 平台钻机及零部件的选择应遵循技术先进、体积小、质量轻、效率高、能耗低的原则。
- 6.1.5 平台钻机底座应能在平台上纵、横移动，以实现丛式钻井。
- 6.1.6 平台钻机应优选模块化钻机，以利于安装和空间使用。

6.2 各部件及主要系统选型原则

6.2.1 井架、移动底座

- 6.2.1.1 平台钻机一般选用塔式井架，井架不用绷绳固定，底面积宽，井架需要加装导轨。
- 6.2.1.2 井架设计的环境条件和设计寿命应与平台一致。

6.2.2 绞车

海上钻井绞车应选用可实现多级调速的绞车。

6.2.3 旋转系统

海上平台钻机应配置顶驱。

6.2.4 泥浆泵

平台钻机宜使用三缸单作用泵，并优先选用泵压高、排量大的泥浆泵。

6.2.5 泥浆净化系统

平台钻机宜采取五级泥浆净化设备。

6.2.6 井控系统

在新标准出来之前，井控系统应参照《海洋钻井手册》、SY/T6616-2005 等标准规范执行。

6.2.7 电气、仪表、安全系统

在新标准出来之前，电气系统应参照 SY/T 4811、GB50058 执行；仪表系统应参照 SY/T 310-1996、SY/T 4031-1993；安全系统应参照《海上固定平台安全规则》、SY/T 10034-2000、（国家安全生产监督管理局令 第 4 号）、GBJ116 等标准规范执行。

6.2.8 动力系统

动力系统的选择应考虑低能耗、性能可靠、满足环保的要求等因素。

6.2.9 辅助系统

平台钻机应选配散装灰罐系统、油、气、水系统。

6.2.10 办公、生活设施

平台钻机应配置办公室二间，其中一间不小于 20m²；配置 80 人的钻完井作业人员（不包括后勤人员）房间，至少应配置带卫生间的单人房间二间，带卫生间的双人间二间，其余为四至六人间。

6.3 选型依据

6.3.1 起升设备的选用

- 6.3.1.1 选用钻机起升设备的起升能力应不低于以下条件：

1.2 x 最大管柱重力 ≤ 钻机最大钩载。

其中：

- a) 最大管柱重力为最大钻柱重力与最大套管柱重力中的较大值；
- b) 最大管柱重力的计算公式如下：

$$F_{管柱} = (L_1 \times G_{空} + L_2 \times G_{空} f) \times (1 - \gamma_{泥} / \gamma_{铁} \times 2/3) + 400 \dots \dots \dots (1)$$

其中：

- $F_{\text{管柱}}$ —— 最大管柱重力，单位为千牛（kN）；
- L_1 —— 定向井中管柱垂直投影长度，单位为米（m）；
- L_2 —— 定向井中管柱水平投影长度，单位为米（m）；
- $G_{\text{空}}$ —— 管柱在空气中的单位长度的重量，单位为千牛每米（kN/m）；
- F —— 摩擦系数，套管内取 0.25，裸眼取 0.3；
- $\gamma_{\text{泥}}$ —— 泥浆密度，单位为克每立方厘米（g/cm³）；
- $\gamma_{\text{铁}}$ —— 钢铁密度，单位为克每立方厘米（g/cm³），取 7.8 g/cm³。

6.3.1.2 快绳拉力的计算

按 API RP 9B 规范（油田作业用钢丝绳的应用、维护和使用方法推荐）

$$t_a = Q_{\text{max}} / (N \times \eta_m) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- t_a —— 快绳拉力，单位为千牛（kN）；
- Q_{max} —— 大钩载荷，单位为千牛（kN）；
- N —— 穿绳数；
- η_m —— 穿绳效率，见表 2。

表 2 穿绳效率

<div>摩擦系数</div> <div>N</div>	2	4	6	8	10	12	14
K=1.09 滑动轴承	0.880	0.810	0.748	0.692	0.642	0.597	0.556
K=1.04 滚动轴承	0.943	0.907	0.874	0.842	0.811	0.782	0.755

6.3.1.3 钢丝绳直径

按 API RP 9B 规范（油田作业用钢丝绳的应用、维护和使用方法推荐）

$$f = T / t_a \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- f —— 安全系数。游动系统最多绳数和最大钩载情况下安全系数取 2；钻井绳数和最大钻柱载荷下安全系数应取 3；
- T —— 钢丝绳破断载荷，单位为千牛（kN）；
- t_a —— 快绳拉力，单位为千牛（kN）。

6.3.1.4 起升速度

- a) 最低起升速度 V_k 不小于 0.2m/s；
- b) 最高起升速度 $V_k = b l^{1/2} / N$ 。

式中：

- l —— 立根长度，单位为米（m）；
- N —— 有效绳数，无因次；
- b —— 系数，取 4。

初选 $V_k = 1.4\text{m/s} \sim 1.8\text{m/s}$ ， V_k 低者用于轻、中型钻机， V_k 高者用于重型钻机，当装置使用全套机械化设备及滚筒排绳器时， $V_k = 2\text{m/s} \sim 2.4\text{m/s}$ 。

其中：

最低起升速度为：钻机在最大钻柱重量时必须满足的游动系统最小提升速度。

最高起升速度为：钻机在空载荷时游动系统的最大提升速度。

6.3.1.5 大钩功率

$$P = V_1 \times Q \cdots \cdots (4)$$

式中：

P —— 大钩功率，单位为千瓦（kW）；

V_1 —— 大钩最低提升速度，单位为米每秒（m/s）；

Q —— 大钩最低提升速度时的游动系统重量 $G_{游}$ 和大钩载荷 $Q_{额}$ 之和，单位为千牛（kN）。

根据计算值确定大钩功率时，靠上选取。

6.3.1.6 绞车功率

绞车功率即绞车输入功率：

$$P_{绞} = V_1 \times Q / (\eta_{传} \eta_{滚} \eta_{游}) \cdots \cdots (5)$$

式中：

$P_{绞}$ —— 绞车输入功率，单位为千瓦（kW）；

V_1 —— 大钩最低提升速度，单位为米每秒（m/s）；

Q —— 游动系统重量，单位为千牛（kN）；

$\eta_{传}$ —— 绞车输入轴至滚筒轴的传动效率（见表3）；

$\eta_{滚}$ —— 滚筒缠绳及滚筒轴效率，取值0.97；

$\eta_{游}$ —— 游动系统效率，可采用6.3.1.2表2中API推荐值。

表3 发动机和机械传动效率

发动机或传动副名称	效率 η	发动机或传动副名称	效率 η
柴油机（非增压-增压）	0.8	万向轴（滑动轴承）	0.97
直流发电机-直流电动机	0.85	万向轴（滚动轴承）	0.99
交流电动机	0.88	涡轮传动	0.75
液力耦合器	0.95	三角皮带传动	0.94
液力变矩器	0.8	滚动轴承	0.995
柴油机并车（二台）	0.95	两个滚动轴承支承的轴	0.99
柴油机并车（三台）	0.92	滚筒缠绳、滑轮绕绳	0.98
柴油机液力传动并车（二台）	0.98	滚筒轴部件	0.97
柴油机液力传动并车（三台）	0.95	转盘部件	0.93
链传动开式	0.95	钻井泵机械传动部分 （不包括水力部分）	0.85
链传动闭式	0.98		
齿轮传动（圆柱齿轮）	0.98		
齿轮传动（圆锥齿轮）	0.97		
齿轮传动（圆弧齿轮）	0.99		

6.3.1.7 起升机组功率

a) 起升系统发动机应配备的功率

$$P_{发} = K V_1 \times Q / \eta_{发均} \cdots \cdots (6)$$

式中：

$P_{发}$ —— 起升系统发动机应配备的功率，kW；

K —— 功率储备系数；

$\eta_{发均}$ —— 发动机至大钩的传动效率。

b) 发动机至大钩的传动效率

$$\eta_{发均} = \eta_{发} \eta_{并} \eta_{传} \eta_{滚} \eta_{游} \cdots \cdots \cdots (7)$$

式中:

- $\eta_{滚}$ —— 滚筒缠绳及滚筒轴效率;
- $\eta_{游}$ —— 游动系统效率;
- $\eta_{发}$ —— 发动机效率;
- $\eta_{并}$ —— 发动机机组并车效率;
- $\eta_{传}$ —— 全部传动效率, 将发动机输出轴到滚筒轴前所有传动的效率相乘可得此值。

- c) 在传动方案设计出来以前, 建议取 $\eta_{发均}=0.55$ 。
- d) 柴油机直接驱动的起升系统, 功率储备系数取 $K=1.35$, 柴油机液力传动的起升系统, 取 $K=1$, 电动机驱动的起升系统或其它部件, 按表 4 取 K 值。

表 4 交流电动机的储备系数

电动机型号	工作类型	K
JZR	轻级	0.75
JZRH	中级	0.85
	重级	1.0
	特重级	1.2
J ₂	各级	0.9
JO ₂ JO ₃	各级	1.0

6.3.2 旋转系统的选用

6.3.2.1 转盘开口直径

转盘开口直径应大于钻完井作业入井器具最大直径 20mm 以上, 向上靠转盘开口系列。

转盘的最大静载荷应不低于绞车最大提升载荷。

6.3.2.2 顶部驱动

- a) 顶部驱动的额定载荷应与绞车提升能力相匹配。
- b) 顶部驱动的最大扭矩及功率选用见表 5。

表 5 顶部驱动的最大扭矩及功率

井深 m	连续输出最大扭矩 kN. m	间歇输出最大扭矩 kN. m	最大连续输出功率 kW
3000 及以下	≥19	≥24	≥450
4500	≥29	≥32	≥500
6000	≥40	≥45	≥580
8000	≥57	≥65	≥800
10000	≥81	≥114	≥800

6.3.3 循环系统的选用

6.3.3.1 最大排量

$$Q_{max} \geq \pi (D^2 - d^2) V_{返} \times 10^{-3} / 4 \cdots \cdots \cdots (8)$$

- D —— 井眼直径, 单位为毫米 (mm);
- d —— 钻杆直径, 单位为毫米 (mm);

$V_{\text{返}}$ ——各井段环形空间中泥浆的最大返回速度, 单位为米每秒 (m/s);

Q_{max} ——最大排量, 单位为升每秒 (l/s)。

钻井泵的最大排量 Q_{max} 应大于上式计算中各井段所需排量的最大值。

6.3.3.2 最大泵压

$$P_{\text{泵}} = (N_1 + L_2 N_2 + L_3 N_3 + L_4 N_4 + L_5 N_5) B + P_d d \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$P_{\text{泵}}$ —— 正常循环的泵压, 单位为千帕 (kPa);

L_2, L_3, \dots, L_5 —— 不同段的长度, 单位为百米 (100m);

P_d —— $d=1\text{kg/l}$ 时的喷嘴压降, 单位为千帕 (kPa);

d —— 密度, 单位为千克每升 (kg/l);

B —— B 系数;

N_1 —— 地面设备的压耗系数, 单位为千帕 (kPa);

N_2 —— 钻杆压耗系数, 单位为千帕每百米 (kPa/100m);

N_3 —— 钻铤压耗系数, 单位为千帕每百米 (kPa/100m);

N_4 —— 井眼与钻铤间环空压耗系数, 单位为千帕每百米 (kPa/100m);

N_5 —— 井眼与钻杆间环空压耗系数, 单位为千帕每百米 (kPa/100m);

钻井泵的最大泵压 P_{max} 应大于上式计算中各井段所需钻井泵的最大值。

计算最大泵压的系数 B 、 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 、 N_5 取值参考《钻井数据手册》, P_d 计算公式如下:

$$P_d = \frac{d \times \dot{Q}}{2959.41 \times C^2 \times A^2} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

d —— 密度, 单位为千克每升 (kg/l), d 取 1kg/l ;

\dot{Q} —— 排量, 单位为升每分钟 (l/min);

C —— 孔嘴系数, 非喷射式钻头为 0.80, 喷射式钻头为 0.95;

A —— 喷嘴总面积, 单位为平方英寸 (in²)。

6.3.3.3 泵组功率

a) 三缸单作用钻井泵所需总功率按下式计算:

$$N_{\text{P3}} = \frac{Q \times P}{1.02 \times \eta_v \times \eta_j \times j} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

N_{P3} —— 三缸单作用钻井泵总功率, 单位为千瓦 (kW);

Q —— 各井段的排量, 单位为升每秒 (l/s);

P —— 各井段与排量相对应的压力, 单位为兆帕 (MPa);

η_v —— 三缸单作用钻井泵的容积效率, 计算时取 0.95;

η_j —— 三缸单作用钻井泵的机械效率, 通常取 0.90;

j —— 三缸单作用钻井泵稳定工作的经验系数, 通常取 0.80。

b) 钻井泵总功率应等于或大于各井段所需钻井泵功率的最大值。

c) 工作中通常选用两台相同功率等级的钻井泵。在选择超深井钻机时, 也可根据不同井段的要求, 选三台泵。

6.3.4 钻台高度的选用

6.3.4.1 按井口装置和井控装置的需要, 钻台高度按下式计算:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

H —— 钻台高度，单位为米（m）；
 H_1 —— 井口装置和井控装置的总高度。包括套管头和防喷器组的高度，单位为米（m）；
 H_2 —— 喇叭管高度，其中喇叭管顶部到钻井液槽返回口中线的高度不低于 0.8m，单位为米（m）；
 H_3 —— 转盘大梁高度，单位为米（m）。

6.3.4.2 按固控系统正常工作的需要，钻台高度应按式计算：

$$H=h+B+H_2/2+H_3 \dots\dots\dots (13)$$

式中：

h —— 钻井液罐与振动筛钻井液入口高度之和，单位为米（m）；
 B —— 钻井液槽或返回管坡度所要求的高度， $B=L\times tg\alpha$ ，单位为米（m）；
 L —— 钻井液槽或返回管的长度，单位为米（m），通常为 5m~8m；
 α —— 钻井液槽或回管的坡度，取 5°。

6.3.4.3 钻台高度应大于按 6.2.4.1 和 6.2.4.2 计算中的大者。

6.3.5 钻井液池的选用

6.3.5.1 钻井液池的体积

钻普通油井时，钻井液池体积按照以下两式计算结果的较大值选取：

$$Q_{液池}=1.2\times Q_{空,max}+Q_{沉}+Q_{备}+Q_{重} \dots\dots\dots (14)$$

$$Q_{液池}=20+Q_{空,max}+Q_{沉}+Q_{备}+Q_{重} \dots\dots\dots (15)$$

钻气井时，钻井液池体积按照以下公式计算：

$$Q_{液池}=1.5\times Q_{空,max}+Q_{沉}+Q_{备}+Q_{重} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

$Q_{液池}$ —— 钻井液池的总容积，单位为立方米（m³）；
 $Q_{空,max}$ —— 空井最大容积，单位为立方米（m³）；
 $Q_{沉}$ —— 沉砂池容积，单位为立方米（m³）；
 $Q_{备}$ —— 备用池容积，单位为立方米（m³）；
 $Q_{重}$ —— 加重泥浆池容积，单位为立方米（m³）；

备用池容积不小于 40 m³，沉砂池容积不小于 40 m³，加重泥浆池容积不小于 10 m³。

6.3.5.2 钻井液池应包括储存池、循环池、混合池、加重泥浆池、备用池、沉砂池六种功能池，其中储存池与循环池的总数不能少于三个。

6.3.6 灰罐的选用

6.3.6.1 灰罐的体积选用见表 6。

表 6 灰罐的有效容积

井深 m	水泥罐、土粉罐、重晶石罐总容积 m ³
3000 及以下	≥150
6000	≥200
9000	≥300

7 配套范围

井架、移动底座、提升系统、旋转系统、循环及固控系统、动力系统、井控系统、固井系统、电气、仪表系统、安全系统、辅助系统。

参 考 文 献

- [1] Q/HS 2007. 1-2000 海上石油平台修井机 第 1 部分 型式与基本参数
 - [2] 《海上采油工程手册》编写组编 《海上采油工程手册》 北京：石油工业出版社，2001 年 6 月出版
 - [3] 法国石油研究院编写组编 《钻井数据手册》（第六版） 北京：地质出版社，1995. 10 出版
 - [4] SY/T 5112-1999 钻井和采油提升设备规范
 - [5] SY/T 5609-1999 石油钻机型式与基本参数
-