

ZUANJING HE  
XIUJING JINGJIA DIZUO  
SHEJI ZHINAN

# 钻井和修井井架、底座 设计指南

侯依甫 编著

923.02

石油工业出版社

TE 923.02

1

# 钻井和修井井架、底座 设计指南

侯依甫 编著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书从实际应用出发,系统地总结了钻井和修井井架、底座设计的有关资料及选用方法。主要目的是为结构设计、施工图设计提供指导或参考,同时,也简要地介绍了设计过程中涉及的一些计算。

本书可供钻井和修井井架、底座的设计人员参考,也可作为石油矿场机械专业大专学生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

钻井和修井井架、底座设计指南/侯依甫编著.

北京:石油工业出版社,2005.9

ISBN 7-5021-5216-4

I. 钻…

II. 侯…

III. ① 油气钻井-井架-设计-指南

② 修井-井架-设计-指南

③ 油气钻井-底座-设计-指南

④ 修井-底座-设计-指南

IV. TE923.02-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 105671 号

钻井和修井井架、底座设计指南

侯依甫编著

---

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www.petropub.cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:北京华正印刷厂

---

2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

850 × 1168 毫米 开本:1/32 印张:4.125

字数:81 千字 印数:1—1000 册

---

定价:15.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

# 前 言

本书给出了钻井和修井井架、底座的设计方法、思路和有关规定。本书共分五章:第一章将设计工作中用到的大量相关资料按照设计的思路进行优选、总结,以供读者应用和参考,这部分内容也适用于钻井和修井其他结构件的设计。第二章、第三章分别叙述了井架、底座及其零部件的具体设计方法,包括结构设计、有关尺寸及额定载等,可供读者参考。第四章考虑到 API Spec 4F 及焊缝对井架、底座设计的指导性及重要作用。对 API Spec 4F 有关规定及焊缝有关要求等在设计中的标注作了专门叙述,对于在设计制图中一般要求可按相应的国标(如 GB 4457~4460)要求进行。第五章的内容是用于设计过程中对一些具体结构的局部计算,不作井架、底座全面计算的方法,因为后者是另一范畴的内容,本书不作讲述。

本书在编写过程中,以 API Spec 4F 有关规定为依据,结合实际设计,增强实用性,以较小的篇幅解决尽量多的问题,使读者收到事半功倍的效果。由于作者水平有限,书中难免有不足之处,希望广大读者批评指正。

本书承蒙大庆石油学院秦皇岛分院周国强教授审核,提出了不少宝贵意见,在此深表谢意。

侯依甫

2005年8月

# 目 录

<b>1 有关规定及常用资料</b> .....	(1)
1.1 遵守标准 .....	(1)
1.2 常用金属材料 .....	(1)
1.2.1 井架、底座材料选用原则 .....	(1)
1.2.2 常用金属材料的主要机械性能 .....	(2)
1.2.3 硬度与强度换算经验公式 .....	(4)
1.2.4 计算材料质量的通用公式 .....	(4)
1.2.5 常用型材的标记 .....	(5)
1.3 标准件 .....	(6)
1.3.1 标准选用 .....	(6)
1.3.2 标准件常用数据 .....	(8)
1.4 起升设备 .....	(12)
1.5 连接件 .....	(15)
1.5.1 销轴 .....	(16)
1.5.2 别针 .....	(21)
1.5.3 单(双)耳板 .....	(22)
1.6 起(提)升件 .....	(22)
1.6.1 钢丝绳 .....	(22)
1.6.2 绳具 .....	(29)
1.6.3 滑轮组 .....	(38)

1.7	与钻机相关的常用数据	(52)
1.8	配套设备	(52)
<b>2</b>	<b>井架设计</b>	<b>(66)</b>
2.1	井架主体	(66)
2.1.1	井架技术参数	(66)
2.1.2	井架体常用数据	(67)
2.1.3	井架主要连接销轴的选用	(68)
2.1.4	K形井架主体连接耳板尺寸	(69)
2.2	井架部件	(71)
2.2.1	天车台	(71)
2.2.2	天车起重架	(71)
2.2.3	登梯助力器	(72)
2.2.4	辅助滑轮	(73)
2.2.5	液压大钳滑轮	(73)
2.2.6	吊钳滑轮	(73)
2.2.7	大钳平衡重	(73)
2.2.8	旋转扒杆	(73)
2.2.9	梯子	(73)
2.2.10	平台	(74)
2.2.11	栏杆	(74)
2.2.12	二层台	(74)
2.2.13	立管台	(78)
2.2.14	立管夹	(78)
2.2.15	中间台	(79)
2.2.16	套管扶正台	(79)

2.2.17	死绳稳定器	(80)
2.2.18	排绳器支架	(80)
2.2.19	快绳挡辊	(80)
2.2.20	人字架	(81)
2.2.21	缓冲缸	(81)
2.2.22	绷绳	(82)
2.2.23	防碰装置支架	(83)
2.2.24	司钻伞	(83)
2.2.25	排立根机械手	(83)
2.2.26	逃生器	(84)
2.2.27	防坠落装置	(85)
2.2.28	角度仪	(85)
2.2.29	导轨	(85)
<b>3</b>	<b>底座设计</b>	<b>(87)</b>
3.1	底座技术参数	(87)
3.2	钻台面主要尺寸的确定	(87)
3.2.1	立根盒的尺寸及位置	(87)
3.2.2	鼠洞的尺寸及位置	(88)
3.2.3	尾绳桩的位置及结构	(89)
3.2.4	铺台间隙的确定	(89)
3.3	底座中几种通用材料的选取	(89)
3.3.1	栏杆尺寸及材料	(89)
3.3.2	铺台边框材料的选取	(90)
3.3.3	梯子、坡道边梁的选取	(90)
3.3.4	梯子踏板	(91)

3.4	转盘梁、立根梁 .....	(91)
3.4.1	转盘梁、立根梁连接销轴直径 .....	(91)
3.4.2	转盘顶丝调节量的确定 .....	(92)
3.5	底座通用件 .....	(92)
3.5.1	调节支座 .....	(92)
3.5.2	安全滑道 .....	(94)
3.5.3	井口起吊装置 .....	(95)
3.5.4	公母锥 .....	(95)
3.5.5	专用连接件 .....	(96)
3.5.6	前门防护桩 .....	(98)
3.5.7	起吊设施 .....	(98)
4	井架、底座设计中的焊缝及特殊标记 .....	(101)
4.1	焊缝 .....	(101)
4.1.1	焊缝最大尺寸和最小尺寸的规定 .....	(101)
4.1.2	焊缝的标注原则 .....	(102)
4.1.3	常用焊缝的标注方法 .....	(102)
4.1.4	关键焊缝的标注方法 .....	(104)
4.2	API 有关规定的标识 .....	(104)
4.2.1	图样标识 .....	(104)
4.2.2	技术文件的标识 .....	(105)
4.2.3	铭牌的标识 .....	(105)
4.3	产品有关标识 .....	(106)
4.3.1	产品零部件的标识 .....	(106)
4.3.2	安装标记 .....	(107)



<b>5 井架、底座设计常用计算</b> .....	(108)
5.1 井架的钩载与风载、立根的关系 .....	(108)
5.1.1 组合载荷 .....	(108)
5.1.2 大钩载荷 .....	(109)
5.1.3 风载荷 .....	(109)
5.2 常用载荷计算 .....	(110)
5.2.1 风载荷计算 .....	(110)
5.2.2 立根水平靠力 .....	(112)
5.2.3 动力载荷 .....	(113)
5.2.4 地震载荷 .....	(114)
5.3 常用强度验算公式 .....	(114)
5.3.1 轴心受压杆强度验算 .....	(114)
5.3.2 轴心受压和受弯杆强度验算 .....	(116)
5.4 常用土壤安全承载能力 .....	(117)
5.5 常用截面几何性质计算公式 .....	(117)

# 1 有关规定及常用资料

## 1.1 遵守标准

- (1) API Spec 4F《钻井和修井结构件规范》(美)；
- (2) API Spec 8<sup>A</sup>《钻井和修井提升设备规范》(美)；
- (3) AISC《建筑用结构钢设计、制造与安装规范》(美)；
- (4) SY/T 5025《钻井和修井井架底座规范》；
- (5) SY/T 6408《钻井和修井井架底座的维护和使用》(可参考)；
- (6) SY/T 6326《石油钻机用井架承载能力检测评定方法》(可参考)。

## 1.2 常用金属材料

### 1.2.1 井架、底座材料选用原则

(1) 井架与底座主要承载结构件材料的屈服强度不得低于  $235\text{N/mm}^2$ , 对轴类不得低于  $414\text{N/mm}^2$ , 但不得使用沸腾钢。

(2) 在  $-20^\circ\text{C}$  以下工作的井架与底座的材料的特殊要求按合同规定。

## 1.2.2 常用金属材料的主要机械性能

(1) 碳素结构钢 Q235 的主要机械性能见表 1.1。

表 1.1 Q235 主要机械性能

钢材厚度或直径 mm	≤16	>16~40	>40~60	>60~100	>100~150
屈服点 $\sigma_s$ , MPa	235	225	215	205	195
抗拉强度 $\sigma_b$ , MPa	375~500				

(2) 低合金高强度结构钢 Q345 的主要机械性能见表 1.2。

表 1.2 Q345 主要机械性能

钢材厚度或直径 mm	≤16	>16~35	>35~50	>50~100
屈服点 $\sigma_s$ , MPa	345	325	295	275
抗拉强度 $\sigma_b$ , MPa	470~630			

(3) 20 号、45 号优质碳素结构钢主要机械性能见表 1.3。

表 1.3 20 号、45 号优质碳素结构钢主要机械性能

牌号	试样尺寸 mm	热处理	$\sigma_s$ , MPa	$\sigma_b$ , MPa	硬度	
					未热处理, ≤	退火钢, ≤
20 号	25	正火	245	410	HB156	
45 号	25	正火	355	600	HB241	HB207

(4) 锻件用合金结构钢 35CrMo 的主要机械性能见表 1.4。

表 1.4 35CrMo 主要机械性能

钢材厚度或直径 mm		≤100	>100 ~ 300	>300 ~ 500	备 注
纵向	$\sigma_s$ , MPa	540	490	440	调质 HB 207 ~ 269
	$\sigma_b$ , MPa	735	685	635	
切向	$\sigma_s$ , MPa		440	390	
	$\sigma_b$ , MPa		635	590	

(5) 铸钢件主要机械性能见表 1.5。

表 1.5 铸钢件主要机械性能

钢 号	$\sigma_s$ , MPa	$\sigma_b$ , MPa	备 注
ZG230 - 450H	230	450	焊接结构用碳素铸钢
ZGD345 - 570	345	570	结构用低合金铸钢试块厚度 28mm
ZG35CrMo	510	740 ~ 880	合金铸钢截面尺寸 ≤ 100mm(调质)

(6) 铸铝青铜 ZCuAl10Fe<sub>3</sub> 主要机械性能见表 1.6。

表 1.6 ZCuAl10Fe<sub>3</sub> 主要机械性能

	$\sigma_b$ , MPa	$\sigma_s$ , MPa	硬度	允 许 值		
				[p], kgf/cm <sup>2</sup>	[V], m/s	[pV], kgf · m/ (cm <sup>2</sup> · s)
砂模	490	180	HB110	300	8	120
金属模	540	200	HB120 ~ HB140			

### 1.2.3 硬度与强度换算经验公式

见表 1.7。

表 1.7 硬度与强度换算表

材料种类	经验公式	备注
未淬硬钢	$\sigma_b = 0.362HB$	< HB175
	$\sigma_b = 0.345HB$	> HB175
	$\sigma_b = 2.64 \times 10^3 / 130 - HRB$	< HB90
	$\sigma_b = 2.51 \times 10^3 / 130 - HRB$	190 < HRB < 100
淬硬钢	$\sigma_b = \frac{1}{3}HB = 2.1BS = 3.2HRC$ $\sigma = \frac{1}{2}\sigma_b$	
碳钢	$\sigma_b = 0.36HB$ (低碳钢) $\sigma_b = 0.34HB$ (高碳钢)	
铸钢	$\sigma_b = (0.3 \sim 0.4)HBS$ $\sigma_b = 8.61 \times 10^3 / 100 - HRC$ $\sigma_b = (0.354 \sim 0.798)HV$	> HRC40
调质合金钢	$\sigma_b = 0.325HBS$	

### 1.2.4 计算材料质量的通用公式

(1) 钢板:

$$P_{\text{板}} = 7.85A_1\delta$$

式中  $P_{\text{板}}$ ——钢板总质量, kg;

$\delta$ ——钢板厚度, mm;

$A_1$ ——钢板面积,  $m^2$ 。

(2) 型钢:

$$P_{\text{型}} = 0.785A_2L$$

式中  $P_{\text{型}}$ ——型钢总质量, kg;

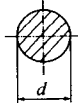
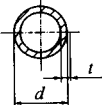
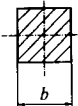
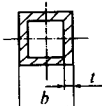
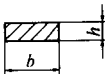
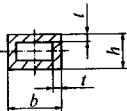
$L$ ——型钢长度, m;

$A_2$ ——型钢截面面积,  $\text{cm}^2$ 。

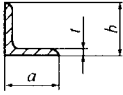
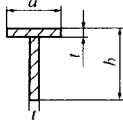
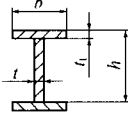
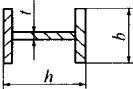
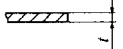
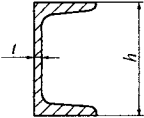
### 1.2.5 常用型材的标记

详见表 1.8。

表 1.8 常用型材标记

截面形状	标记方法	备注(钢型钢名称)
	$d$	圆钢
	$d \times t$	圆钢管
	$\square b$	方钢
	$\square b \times t$	方钢管
	$\text{—} b \times h$	扁钢
	$\text{—} b \times h \times t$	矩形钢管

续表

截面形状	标记方法	备注(钢型钢名称)
	$L a \times b \times t$	$a = b$ 等边角钢 $a \neq b$ 不等边角钢
	$T a \times b \times t$	T 型钢
	$I h \times b \times t$	工字钢
	$H h \times b \times t$	H 钢
	钢板 $t$	钢板
	$[ h \times b \times t$	槽钢

注:(1)花纹钢板可按照钢板标记方法进行标记;

(2)其他材质的型材均按表 1.8 中的标记方法进行标记。

## 1.3 标准件

### 1.3.1 标准选用

标准选用见表 1.9。

表 1.9 选用标准

标准号	名称	标记示例	备注
GB/T 5782—1986	六角头螺栓	螺栓 M24 × 80	M24 表示螺纹规格 80 表示公称长度
GB/T 5783—1986	六角头螺栓 (全螺纹)	螺栓 M24 × 80	
GB/T 31.1—1988	六角头螺杆 带孔螺栓	螺栓 M24 × 80	
GB/T 32.1—1988	六角头头部 带孔螺栓		
GB/T 71—1985	开槽紧定螺钉	螺栓 M24 × 80	
GB/T 6170—1986	I 型六角螺母	螺母 M24	
GB/T 6172—1986	六角薄螺母	螺母 M24	
GB/T 6178—1986	I 型六角开 槽螺母	螺母 M24	
GB/T 97.2—1985	平垫圈—倒角形	垫圈 20	
GB/T 1230—1991	钢结构用高 强度垫圈	垫圈 20	与高强度螺栓配套
GB/T 93—1987	标准型弹簧垫圈	垫圈 16	
GB/T 852—1988	工字钢用方 斜垫圈	垫圈 16	所有垫圈公称直 径均为所配螺栓 公称直径
GB/T 853—1988	槽钢用方斜垫圈	垫圈 16	
GB/T 91—1986	开口销	$\phi 3 \times 45$	3 为直径, 45 为短边长度
GB/T 5820—1986	短链环	$\phi 5$	5 为链环材料直径
GB/T 827—1986	铝铆钉	$\phi 4$	
GB/T 1152—1989	油杯	M10 × 1	



## 1.3.2 标准件常用数据

### 1.3.2.1 紧固件常用尺寸数据

见表 1.10。

表 1.10 紧固件常用尺寸 单位: mm

螺纹直径 $d$	螺距 $p$	螺母尺寸			平垫 厚 $h$	弹簧垫厚		余留 长 $a$	扳手空间		套筒扳 手空间 (直径) $D$
		$m$	$s$	$e$		$S_1$	$H$		$E_{//}$	$M_{\perp}$	
4	0.7	3.2	7	7.7	0.8	1.1	2.75	1~2			
5	0.8	4.7	8	8.8	1	1.3	3.25	1~2			
6	1	5.2	10	11	1.6	1.6	4	1.5~2.5	8	15	22
8	1.25	6.8	13	14.4	1.6	2.1	5.25	1.5~2.5	11	19	28
10	1.5	8.4	16	17.8	2	2.6	6.5	2~3	13	23	32
12	1.75	10.8	18	20	2.5	3.1	7.75	2~3	14	25	36
16	2	14.8	24	26.8	3	4.1	10.25	2.5~4	16	30	45
20	2.5	18	30	33	3	5	12.5	2.5~4	20	35	52
24	3	21.5	36	39.6	4	6	15	3~5	24	42	62
30	3.5	25.6	46	50.9	4	7.5	18.75	3~5	30	50	75
36	4	31	55	60.8	5	9	22.5	4~7	36	60	92
42	4.5	34	65	72		10.5	26.25	4~7	42	70	
48	5	38	75	82.6		12	30	6~10	48	80	
56	5.5	45	85	93.6				6~10	52	90	
64	6	51	95	104.9					58	100	

注: (1)  $m$  为螺母厚度,  $s$  为螺母六角头平行面距离,  $e$  为螺母六角头对角线长度。以上尺寸均按 GB/T 6170—1986、GB/T 6171—1986 标准选取。

(2)  $S_1$  为弹簧垫圈公称厚度,  $H$  为弹簧垫圈最大厚度。

(3) 扳手空间说明为图 1.1。