



中华人民共和国国家标准

GB/T 17745—2011/ISO 10405:2000
代替 GB/T 17745—1999

石油天然气工业 套管和油管的维护与使用

Petroleum and natural gas industries—Care and use of casing and tubing

(ISO 10405:2000, IDT)

2011-07-20 发布

2011-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 套管的起下作业	1
5 油管的起下作业	19
6 运输、装卸和储存	28
7 旧套管和油管的检验与分类	30
8 修复	32
9 套管附件的现场焊接	32
附录 A (资料性附录) 国际单位换算	35

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 17745—1999《石油天然气工业 套管和油管的维护与使用》。

本标准与 GB/T 17745—1999 相比,主要技术变化如下:

- 修订了部分数据;
- 增加了针对套管和油管的失效问题而给出的失效报告;
- 增加了易发生粘扣的双相不锈钢、镍基不锈钢套管和油管材料类型;
- 明确了对装卸过程的要求;
- 修订了部分术语。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 10405:2000《石油天然气工业 套管和油管的维护与使用》。

该国际标准的引用标准,已经全部转化为我国标准,为了方便对外交流,同时也标注了对应的国际标准或 API 标准。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由全国石油天然气标准化技术委员会(SAC/TC 355)归口。

本标准起草单位:中国石油天然气集团公司管材研究所。

本标准主要起草人:林凯、王建军、申昭熙、刘文红、刘永刚、王建东、李磊。

石油天然气工业 套管和油管的维护与使用

1 范围

本标准给出了石油天然气工业用套管和油管的维护与使用指南。详细说明了套管、油管起下作业，包括通径、对扣、现场上扣、下入和联顶作业，同时也包含了套管和油管的故障原因以及运输、装卸、储存、检测和附件的现场焊接。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 5117 碳钢焊条

GB/T 9253.2 石油天然气工业 套管、油管和管线管螺纹的加工、测量和检验

GB/T 19830 石油天然气工业 油气井套管或油管用钢管(GB/T 19830—2005, ISO 11960:2001, IDT)

GB/T 20657 石油天然气工业 套管、油管、钻杆和管线管性能计算(GB/T 20657—2006, ISO 10400:1993, MOD)

GB/T 23512 石油天然气工业 套管、油管和管线管用螺纹脂的评价与试验(GB/T 23512—2009, ISO 13678:2000, IDT)

SY/T 6427 钻柱设计和操作限度的推荐做法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

应 shall

用于表示规定是要求性的。

3.2

宜 should

用于表示规定不是要求性的，而是推荐作为最佳作法。

3.3

可 may

用于表示规定是可选用的。

4 套管的起下作业

4.1 套管下井前的准备和检验

4.1.1 新套管应按 GB/T 19830 所规定的方法检验，且无有害缺陷。有些用户发现，这些检验方法并

不能检出套管的所有缺陷,以致不能满足少数条件苛刻的井的要求。因此,为保证高质量套管下入井内,建议在用户采用各种无损检验方法时考虑:

- a) 熟悉本标准中规定的和各工厂所使用的检验方法,同时正确理解 GB/T 19830 中“缺陷”的定义。
- b) 全面评价用户自己对套管所要采用的任一种无损检验方法,以保证检验能够正确指示缺陷位置,并能将缺陷与其他非缺陷信号区别开来。出现不真实“缺陷”的原因可能是、也往往是这些非缺陷信号。

4.1.2 所有的套管,不论是新的、旧的或修复的,其螺纹部位宜始终戴上螺纹保护器。任何时间,套管都宜放在无石块、砂子或污泥的台架上、木板上或金属板上。如不慎把套管拖入泥土中,应重新清洗螺纹,并按 4.1.7 要求处理后方能再用。

4.1.3 对长套管柱,推荐使用卡瓦式吊卡或超长卡瓦。卡盘和吊卡卡瓦宜保持洁净,并配合适当。卡盘应保持水平。

注:卡瓦和大钳的卡痕是有害的,宜使用各种措施,尽可能使这种损伤减少到最低限度。

4.1.4 如果使用接箍吊卡,仔细检查支承面:

- a) 是否有不均匀磨损,因为这种磨损可导致接箍单侧提升,有接箍滑脱的危险。
- b) 当载荷作用于接箍支承面时,负荷是否均匀分布。

4.1.5 检查卡盘和吊卡上的卡瓦,并注意使它们一起下放。否则,有可能使套管凹陷或严重的卡瓦咬伤。

4.1.6 特别是下长套管柱时,应维护卡瓦补心或卡瓦座,使之处于良好状态。选用的大钳可产生套管滑脱强度 1.5% 的夹持力(滑脱强度计算见 GB/T 20657,若要采用 N·m 单位,按表 1 推荐扭矩的 150%)。检查大钳铰链销和铰链表面有无损伤。为避免大钳与套管咬合面上产生不均匀的载荷,尾绳要正确系在尾绳桩上,宜使之与大钳高度相同。尾绳的长度要适当,以保证施加在套管上的弯曲应力最低,并能使大钳进行全行程移动。

表 1 8 牙圆螺纹套管的推荐上扣扭矩

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
114.3	4.500	9.50	H-40	STC	1 040	770
114.3	4.500	9.50	J-55	STC	1 380	1 010
114.3	4.500	10.50	J-55	STC	1 790	1 320
114.3	4.500	11.60	J-55	STC	2 090	1 540
114.3	4.500	9.50	K-55	STC	1 520	1 120
114.3	4.500	10.50	K-55	STC	1 980	1 460
114.3	4.500	11.60	K-55	STC	2 310	1 700
114.3	4.500	11.60	J-55	LC	2 200	1 620
114.3	4.500	11.60	K-55	LC	2 430	1 800
114.3	4.500	11.60	C-75	LC	2 910	2 150
114.3	4.500	13.50	C-75	LC	3 530	2 600

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接管) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
114.3	4.500	11.60	L-80	LC	3 030	2 230
114.3	4.500	13.50	L-80	LC	3 670	2 710
114.3	4.500	11.60	N-80	LC	3 090	2 280
114.3	4.500	13.50	N-80	LC	3 740	2 760
114.3	4.500	11.60	C-90	LC	3 320	2 450
114.3	4.500	13.50	C-90	LC	4 030	2 970
114.3	4.500	11.60	C-95	LC	3 500	2 580
114.3	4.500	13.50	C-95	LC	4 240	3 130
114.3	4.500	11.60	P-110	LC	4 100	3 020
114.3	4.500	13.50	P-110	LC	4 960	3 660
114.3	4.500	15.10	P-110	LC	5 960	4 400
114.3	4.500	15.10	Q-125	LC	6 650	4 910
127.0	5.000	11.50	J-55	STC	1 810	1 330
127.0	5.000	13.00	J-55	STC	2 290	1 690
127.0	5.000	15.00	J-55	STC	2 800	2 070
127.0	5.000	11.50	K-55	STC	1 990	1 470
127.0	5.000	13.00	K-55	STC	2 520	1 860
127.0	5.000	15.00	K-55	STC	3 090	2 280
127.0	5.000	13.00	J-55	LC	2 470	1 820
127.0	5.000	15.00	J-55	LC	3 020	2 230
127.0	5.000	13.00	K-55	LC	2 730	2 010
127.0	5.000	15.00	K-55	LC	3 340	2 460
127.0	5.000	15.00	C-75	LC	4 010	2 960
127.0	5.000	18.00	C-75	LC	5 110	3 770
127.0	5.000	21.40	C-75	LC	6 320	4 660
127.0	5.000	24.10	C-75	LC	7 310	5 390
127.0	5.000	15.00	L-80	LC	4 170	3 080
127.0	5.000	18.00	L-80	LC	5 320	3 930
127.0	5.000	21.40	L-80	LC	6 590	4 860
127.0	5.000	24.10	L-80	LC	7 610	5 610
127.0	5.000	15.00	N-80	LC	4 250	3 140
127.0	5.000	18.00	N-80	LC	5 420	4 000

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
127.0	5.000	21.40	N-80	LC	6 710	4 950
127.0	5.000	24.10	N-80	LC	7 760	5 720
127.0	5.000	15.00	C-90	LC	4 590	3 380
127.0	5.000	18.00	C-90	LC	5 850	4 310
127.0	5.000	21.40	C-90	LC	7 240	5 340
127.0	5.000	23.20	C-90	LC	7 980	5 880
127.0	5.000	24.10	C-90	LC	8 370	6 170
127.0	5.000	15.00	C-95	LC	4 830	3 560
127.0	5.000	18.00	C-95	LC	6 160	4 550
127.0	5.000	21.40	C-95	LC	7 630	5 620
127.0	5.000	24.10	C-95	LC	8 810	6 500
127.0	5.000	15.00	P-110	LC	5 650	4 170
127.0	5.000	18.00	P-110	LC	7 200	5 310
127.0	5.000	21.40	P-110	LC	8 920	6 580
127.0	5.000	24.10	P-110	LC	10 300	7 600
127.0	5.000	18.00	Q-125	LC	8 040	5 930
127.0	5.000	21.40	Q-125	LC	9 950	7 340
127.0	5.000	23.20	Q-125	LC	10 970	8 090
127.0	5.000	24.10	Q-125	LC	11 510	8 490
139.7	5.500	14.00	H-40	STC	1 760	1 300
139.7	5.500	14.00	J-55	STC	2 330	1 720
139.7	5.500	15.50	J-55	STC	2 730	2 020
139.7	5.500	17.00	J-55	STC	3 110	2 290
139.7	5.500	14.00	K-55	STC	2 560	1 890
139.7	5.500	15.50	K-55	STC	3 000	2 220
139.7	5.500	17.00	K-55	STC	3 410	2 520
139.7	5.500	15.50	J-55	LC	2 940	2 170
139.7	5.500	17.00	J-55	LC	3 340	2 470
139.7	5.500	15.50	K-55	LC	3 240	2 390
139.7	5.500	17.00	K-55	LC	3 680	2 720
139.7	5.500	17.00	C-75	LC	4 440	3 270
139.7	5.500	20.00	C-75	LC	5 460	4 030
139.7	5.500	23.00	C-75	LC	6 410	4 730

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
139.7	5.500	17.00	L-80	LC	4 630	3 410
139.7	5.500	20.00	L-80	LC	5 700	4 200
139.7	5.500	23.00	L-80	LC	6 690	4 930
139.7	5.500	17.00	N-80	LC	4 710	3 480
139.7	5.500	20.00	N-80	LC	5 800	4 280
139.7	5.500	23.00	N-80	LC	6 810	5 020
139.7	5.500	17.00	C-90	LC	5 090	3 750
139.7	5.500	20.00	C-90	LC	6 270	4 620
139.7	5.500	23.00	C-90	LC	7 360	5 430
139.7	5.500	17.00	C-95	LC	5 360	3 960
139.7	5.500	20.00	C-95	LC	6 600	4 870
139.7	5.500	23.00	C-95	LC	7 750	5 720
139.7	5.500	17.00	P-110	LC	6 270	4 620
139.7	5.500	20.00	P-110	LC	7 720	5 690
139.7	5.500	23.00	P-110	LC	9 060	6 680
139.7	5.500	23.00	Q-125	LC	10 120	7 470
168.3	6.625	20.00	H-40	STC	2 490	1 840
168.3	6.625	20.00	J-55	STC	3 320	2 450
168.3	6.625	24.00	J-55	STC	4 250	3 140
168.3	6.625	20.00	K-55	STC	3 620	2 670
168.3	6.625	24.00	K-55	STC	4 640	3 420
168.3	6.625	20.00	J-55	LC	3 600	2 660
168.3	6.625	24.00	J-55	LC	4 620	3 400
168.3	6.625	20.00	K-55	LC	3 940	2 900
168.3	6.625	24.00	K-55	LC	5 050	3 720
168.3	6.625	24.00	C-75	LC	6 140	4 530
168.3	6.625	28.00	C-75	LC	7 480	5 520
168.3	6.625	32.00	C-75	LC	8 650	6 380
168.3	6.625	24.00	L-80	LC	6 410	4 730
168.3	6.625	28.00	L-80	LC	7 810	5 760
168.3	6.625	32.00	L-80	LC	9 030	6 660

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接管) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
168.3	6.625	24.00	N-80	LC	6 520	4 810
168.3	6.625	28.00	N-80	LC	7 940	5 860
168.3	6.625	32.00	N-80	LC	9 190	6 780
168.3	6.625	24.00	C-90	LC	7 060	5 210
168.3	6.625	28.00	C-90	LC	8 610	6 350
168.3	6.625	32.00	C-90	LC	9 950	7 340
168.3	6.625	24.00	C-95	LC	7 440	5 490
168.3	6.625	28.00	C-95	LC	9 070	6 690
168.3	6.625	32.00	C-95	LC	10 490	7 740
168.3	6.625	24.00	P-110	LC	8 690	6 410
168.3	6.625	28.00	P-110	LC	10 590	7 810
168.3	6.625	32.00	P-110	LC	12 250	9 040
168.3	6.625	32.00	Q-125	LC	13 710	10 110
177.8	7.000	17.00	H-40	STC	1 650	1 220
177.8	7.000	20.00	H-40	STC	2 380	1 760
177.8	7.000	20.00	J-55	STC	3 170	2 340
177.8	7.000	23.00	J-55	STC	3 850	2 840
177.8	7.000	26.00	J-55	STC	4 530	3 340
177.8	7.000	20.00	K-55	STC	3 450	2 540
177.8	7.000	23.00	K-55	STC	4 190	3 090
177.8	7.000	26.00	K-55	STC	4 930	3 640
177.8	7.000	23.00	J-55	LC	4 240	3 130
177.8	7.000	26.00	J-55	LC	4 980	3 670
177.8	7.000	23.00	K-55	LC	4 630	3 410
177.8	7.000	26.00	K-55	LC	5 440	4 010
177.8	7.000	23.00	C-75	LC	5 640	4 160
177.8	7.000	26.00	C-75	LC	6 630	4 890
177.8	7.000	29.00	C-75	LC	7 620	5 620
177.8	7.000	32.00	C-75	LC	8 580	6 330
177.8	7.000	35.00	C-75	LC	9 530	7 030
177.8	7.000	38.00	C-75	LC	10 400	7 670
177.8	7.000	23.00	L-80	LC	5 890	4 350

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
177.8	7.000	26.00	L-80	LC	6 930	5 110
177.8	7.000	29.00	L-80	LC	7 960	5 870
177.8	7.000	32.00	L-80	LC	8 970	6 610
177.8	7.000	35.00	L-80	LC	9 950	7 340
177.8	7.000	38.00	L-80	LC	10 860	8 010
177.8	7.000	23.00	N-80	LC	5 990	4 420
177.8	7.000	26.00	N-80	LC	7 040	5 190
177.8	7.000	29.00	N-80	LC	8 100	5 970
177.8	7.000	32.00	N-80	LC	9 110	6 720
177.8	7.000	35.00	N-80	LC	10 120	7 460
177.8	7.000	38.00	N-80	LC	11 040	8 140
177.8	7.000	23.00	C-90	LC	6 500	4 790
177.8	7.000	26.00	C-90	LC	7 630	5 630
177.8	7.000	29.00	C-90	LC	8 780	6 480
177.8	7.000	32.00	C-90	LC	9 880	7 290
177.8	7.000	35.00	C-90	LC	10 970	8 090
177.8	7.000	38.00	C-90	LC	11 970	8 830
177.8	7.000	23.00	C-95	LC	6 850	5 050
177.8	7.000	26.00	C-95	LC	8 050	5 930
177.8	7.000	29.00	C-95	LC	9 250	6 830
177.8	7.000	32.00	C-95	LC	10 420	7 680
177.8	7.000	35.00	C-95	LC	11 560	8 530
177.8	7.000	38.00	C-95	LC	12 620	9 310
177.8	7.000	26.00	P-110	LC	9 390	6 930
177.8	7.000	29.00	P-110	LC	10 800	7 970
177.8	7.000	32.00	P-110	LC	12 160	8 970
177.8	7.000	35.00	P-110	LC	13 500	9 960
177.8	7.000	38.00	P-110	LC	14 730	10 870
177.8	7.000	35.00	Q-125	LC	15 110	11 150
177.8	7.000	38.00	Q-125	LC	16 490	12 160
193.7	7.625	24.00	H-40	STC	2 870	2 120
193.7	7.625	26.40	J-55	STC	4 270	3 150
193.7	7.625	26.40	K-55	STC	4 640	3 420
193.7	7.625	26.40	J-55	LC	4 690	3 460

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接管) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
193.7	7.625	26.40	K-55	LC	5 110	3 770
193.7	7.625	26.40	C-75	LC	6 250	4 610
193.7	7.625	29.70	C-75	LC	7 340	5 420
193.7	7.625	33.70	C-75	LC	8 610	6 350
193.7	7.625	39.00	C-75	LC	10 190	7 510
193.7	7.625	42.80	C-75	LC	11 560	8 520
193.7	7.625	47.10	C-75	LC	12 920	9 530
193.7	7.625	26.40	L-80	LC	6 530	4 820
193.7	7.625	29.70	L-80	LC	7 680	5 670
193.7	7.625	33.70	L-80	LC	9 000	6 640
193.7	7.625	39.00	L-80	LC	10 650	7 860
193.7	7.625	42.80	L-80	LC	12 090	8 910
193.7	7.625	47.10	L-80	LC	13 520	9 970
193.7	7.625	26.40	N-80	LC	6 640	4 900
193.7	7.625	29.70	N-80	LC	7 800	5 750
193.7	7.625	33.70	N-80	LC	9 140	6 740
193.7	7.625	39.00	N-80	LC	10 820	7 980
193.7	7.625	42.80	N-80	LC	12 280	9 060
193.7	7.625	47.10	N-80	LC	13 730	10 130
193.7	7.625	26.40	C-90	LC	7 210	5 320
193.7	7.625	29.70	C-90	LC	8 470	6 250
193.7	7.625	33.70	C-90	LC	9 930	7 330
193.7	7.625	39.00	C-90	LC	11 750	8 670
193.7	7.625	42.80	C-90	LC	13 330	9 840
193.7	7.625	45.30	C-90	LC	14 160	10 450
193.7	7.625	47.10	C-90	LC	14 910	11 000
193.7	7.625	26.40	C-95	LC	7 600	5 600
193.7	7.625	29.70	C-95	LC	8 930	6 590
193.7	7.625	33.70	C-95	LC	10 470	7 720
193.7	7.625	39.00	C-95	LC	12 390	9 140
193.7	7.625	42.80	C-95	LC	14 050	10 370
193.7	7.625	47.10	C-95	LC	15 720	11 590
193.7	7.625	29.70	P-110	LC	10 420	7 690
193.7	7.625	33.70	P-110	LC	12 220	9 010
193.7	7.625	39.00	P-110	LC	14 460	10 660
193.7	7.625	42.80	P-110	LC	16 400	12 100
193.7	7.625	47.10	P-110	LC	18 340	13 530

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接管) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
193.7	7.625	39.00	Q-125	LC	16 190	11 940
193.7	7.625	42.80	Q-125	LC	18 370	13 550
193.7	7.625	45.30	Q-125	LC	19 520	14 390
193.7	7.625	47.10	Q-125	LC	20 540	15 150
219.1	8.625	28.00	H-40	STC	3 150	2 330
219.1	8.625	32.00	H-40	STC	3 780	2 790
219.1	8.625	24.00	J-55	STC	3 310	2 440
219.1	8.625	32.00	J-55	STC	5 050	3 720
219.1	8.625	36.00	J-55	STC	5 880	4 340
219.1	8.625	24.00	K-55	STC	3 570	2 630
219.1	8.625	32.00	K-55	STC	5 460	4 020
219.1	8.625	36.00	K-55	STC	6 350	4 680
219.1	8.625	32.00	J-55	LC	5 660	4 170
219.1	8.625	36.00	J-55	LC	6 590	4 860
219.1	8.625	32.00	K-55	LC	6 130	4 520
219.1	8.625	36.00	K-55	LC	7 140	5 260
219.1	8.625	36.00	C-75	LC	8 780	6 480
219.1	8.625	40.00	C-75	LC	10 060	7 420
219.1	8.625	44.00	C-75	LC	11 310	8 340
219.1	8.625	49.00	C-75	LC	12 730	9 390
219.1	8.625	36.00	L-80	LC	9 190	6 780
219.1	8.625	40.00	L-80	LC	10 530	7 760
219.1	8.625	44.00	L-80	LC	11 840	8 740
219.1	8.625	49.00	L-80	LC	13 320	9 830
219.1	8.625	36.00	N-80	LC	9 330	6 880
219.1	8.625	40.00	N-80	LC	10 680	7 880
219.1	8.625	44.00	N-80	LC	12 020	8 870
219.1	8.625	49.00	N-80	LC	13 520	9 970
219.1	8.625	36.00	C-90	LC	10 150	7 490
219.1	8.625	40.00	C-90	LC	11 630	8 580
219.1	8.625	44.00	C-90	LC	13 080	9 650
219.1	8.625	49.00	C-90	LC	14 710	10 850
219.1	8.625	36.00	C-95	LC	10 700	7 890

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
219.1	8.625	40.00	C-95	LC	12 260	9 040
219.1	8.625	44.00	C-95	LC	13 790	10 170
219.1	8.625	49.00	C-95	LC	15 510	11 440
219.1	8.625	40.00	P-110	LC	14 300	10 550
219.1	8.625	44.00	P-110	LC	16 090	11 860
219.1	8.625	49.00	P-110	LC	18 100	13 350
219.1	8.625	49.00	Q-125	LC	20 280	14 960
244.5	9.625	32.30	H-40	STC	3 440	2 540
244.5	9.625	36.00	H-40	STC	3 990	2 940
244.5	9.625	36.00	J-55	STC	5 340	3 940
244.5	9.625	40.00	J-55	STC	6 120	4 520
244.5	9.625	36.00	K-55	STC	5 740	4 230
244.5	9.625	40.00	K-55	STC	6 590	4 860
244.5	9.625	36.00	J-55	LC	6 140	4 530
244.5	9.625	40.00	J-55	LC	7 050	5 200
244.5	9.625	36.00	K-55	LC	6 630	4 890
244.5	9.625	40.00	K-55	LC	7 610	5 610
244.5	9.625	40.00	C-75	LC	9 410	6 940
244.5	9.625	43.50	C-75	LC	10 530	7 760
244.5	9.625	47.00	C-75	LC	11 550	8 520
244.5	9.625	53.50	C-75	LC	13 540	9 990
244.5	9.625	40.00	L-80	LC	9 860	7 270
244.5	9.625	43.50	L-80	LC	11 030	8 130
244.5	9.625	47.00	L-80	LC	12 100	8 930
244.5	9.625	53.50	L-80	LC	14 190	10 470
244.5	9.625	40.00	N-80	LC	10 000	7 370
244.5	9.625	53.50	N-80	LC	11 190	8 250
244.5	9.625	47.00	N-80	LC	12 270	9 050
244.5	9.625	53.50	N-80	LC	14 390	10 620
244.5	9.625	40.00	C-90	LC	10 900	8 040
244.5	9.625	43.50	C-90	LC	12 190	8 990
244.5	9.625	47.00	C-90	LC	13 380	9 870

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
244.5	9.625	53.50	C-90	LC	15 690	11 570
244.5	9.625	40.00	C-95	LC	11 490	8 470
244.5	9.625	43.50	C-95	LC	12 850	9 480
244.5	9.625	47.00	C-95	LC	14 100	10 400
244.5	9.625	53.50	C-95	LC	16 540	12 200
244.5	9.625	43.50	P-110	LC	14 980	11 050
244.5	9.625	47.00	P-110	LC	16 440	12 130
244.5	9.625	53.50	P-110	LC	19 280	14 220
244.5	9.625	47.00	Q-125	LC	18 440	13 600
244.5	9.625	53.50	Q-125	LC	21 620	15 950
273.1	10.750	32.75	H-40	STC	2 790	2 050
273.1	10.750	40.50	H-40	STC	4 250	3 140
273.1	10.750	40.50	J-55	STC	5 700	4 200
273.1	10.750	45.55	J-55	STC	6 680	4 930
273.1	10.750	51.00	J-55	STC	7 660	5 650
273.1	10.750	40.50	K-55	STC	6 100	4 500
273.1	10.750	45.55	K-55	STC	7 160	5 280
273.1	10.750	51.00	K-55	STC	8 210	6 060
273.1	10.750	51.00	C-75	STC	10 250	7 560
273.1	10.750	55.50	C-75	STC	11 420	8 420
273.1	10.750	51.00	L-75	STC	10 760	7 940
273.1	10.750	55.50	L-75	STC	11 990	8 840
273.1	10.750	51.00	N-80	STC	10 900	8 040
273.1	10.750	55.50	N-80	STC	12 140	8 950
273.1	10.750	51.00	C-90	STC	11 920	8 790
273.1	10.750	55.50	C-90	STC	13 270	9 790
273.1	10.750	51.00	C-95	STC	12 560	9 270
273.1	10.750	55.50	C-95	STC	13 990	10 320
273.1	10.750	51.00	P-110	STC	14 630	10 790
273.1	0.750	55.50	P-110	STC	16 300	12 020
273.1	10.750	60.70	P-110	STC	18 130	13 370

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N · m	ft · lb
273.1	10.750	65.70	P-110	STC	19 950	14 710
273.1	10.750	60.70	Q-125	STC	20 360	15 020
273.1	10.750	65.70	Q-125	STC	22 400	16 520
298.5	11.750	42.00	H-40	STC	4 170	3 070
298.5	11.750	47.00	J-55	STC	6 460	4 770
298.5	11.750	54.00	J-55	STC	7 700	5 680
298.5	11.750	60.00	J-55	STC	8 800	6 490
298.5	11.750	47.00	K-55	STC	6 900	5 090
298.5	11.750	54.00	K-55	STC	8 220	6 060
298.5	11.750	60.00	K-55	STC	9 400	6 930
298.5	11.750	60.00	C-75	STC	11 780	8 690
298.5	11.750	60.00	L-80	STC	12 370	9 130
298.5	11.750	60.00	N-80	STC	12 520	9 240
298.5	11.750	60.00	C-90	STC	13 710	10 110
298.5	11.750	60.00	C-95	STC	14 460	10 660
298.5	11.750	60.00	P-110	STC	16 830	12 420
298.5	11.750	60.00	Q-125	STC	18 920	13 950
339.7	13.375	48.00	H-40	STC	4 370	3 220
339.7	13.375	54.50	J-55	STC	6 970	5 140
339.7	13.375	61.00	J-55	STC	8 070	5 950
339.7	13.375	68.00	J-55	STC	9 160	6 750
339.7	13.375	54.50	K-55	STC	7 410	5 470
339.7	13.375	61.00	K-55	STC	8 580	6 330
339.7	13.375	68.00	K-55	STC	9 740	7 180
339.7	13.375	68.00	C-75	STC	12 280	9 060
339.7	13.375	72.00	C-75	STC	13 260	9 780
339.7	13.375	68.00	L-80	STC	12 910	9 520
339.7	13.375	72.00	L-80	STC	13 950	10 290

表 1 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
339.7	13.375	68.00	N-80	STC	13 060	9 630
339.7	13.375	72.00	N-80	STC	14 110	10 400
339.7	13.375	68.00	C-90	STC	14 330	10 570
339.7	13.375	72.00	C-90	STC	15 480	11 420
339.7	13.375	68.00	C-95	STC	15 110	11 140
339.7	13.375	72.00	C-95	STC	16 320	12 040
339.7	13.375	68.00	P-110	STC	17 580	12 970
339.7	13.375	72.00	P-110	STC	18 990	14 010
339.7	13.375	72.00	Q-125	STC	21 370	15 770
406.4	16.00	65.00	H-40	STC	5 950	4 390
406.4	16.00	75.00	J-55	STC	9 630	7 100
406.4	16.00	84.00	J-55	STC	11 080	8 170
406.4	16.00	75.00	K-55	STC	10 190	7 520
406.4	16.00	84.00	K-55	STC	11 730	8 650
473.0	18.625	87.50	H-40	STC	7 580	5 590
473.0	18.625	87.50	J-55	STC	10 220	7 540
473.0	18.625	87.50	K-55	STC	10 770	7 940
508.0	20.000	94.00	H-40	STC	7 870	5 810
508.0	20.000	94.00	J-55	STC	10 620	7 830
508.0	20.000	106.50	J-55	STC	12 370	9 130
508.0	20.000	133.00	J-55	STC	16 160	11 920
508.0	20.000	94.00	K-55	STC	11 160	8 230
508.0	20.000	106.50	K-55	STC	13 000	9 590
508.0	20.000	133.00	K-55	STC	16 980	12 520
508.0	20.000	94.00	J-55	LC	12 290	9 070
508.0	20.000	106.50	J-55	LC	14 320	10 560
508.0	20.000	133.00	J-55	LC	18 700	13 790
508.0	20.000	94.00	K-55	LC	12 950	9 550
508.0	20.000	106.50	K-55	LC	15 090	11 130
508.0	20.000	133.00	K-55	LC	19 700	14 530

注 1: 推荐根据位置,而不是扭矩进行上扣(见 4.4.1 和 4.4.2)。

注 2: 正常环境下,对于不大于 339.7 mm(13 3/8 in)的套管,表中扭矩值的±25%变化量可以接受。

4.1.7 套管螺纹准备上扣前,应采取下列措施:

- a) 套管即将使用前,卸下套管两端的螺纹保护器,彻底清洗螺纹。
- b) 仔细检查螺纹。若发现螺纹有损坏,即便是轻微损伤,也应挑出,除非有很好的措施修复螺纹。
- c) 套管使用前,应测量每根套管的长度。测量时使用精度为 3.0 mm(0.01 ft)以内的钢卷尺。从接箍(或内螺纹接头)最外端面测量到外螺纹接头端指定位置。该位置是当机紧接头时,接箍(或内螺纹接头)终止的地方。在圆螺纹套管接头上,该位置是套管螺纹消失的平面;在偏梯形螺纹套管上,该位置是三角标记的底线;在直连型套管上,该位置是外螺纹端的台肩面。这样,测量的各根套管的长度总和代表套管柱的自然长度(无载荷时的长度)。对在井眼中处于拉伸状态下套管的实际长度,可从相关手册中查到。
- d) 上扣前检查每个接箍,如果外露螺纹异常,则检查接箍是否装紧。在彻底清洗螺纹以后,套管提升到钻台上之前,上紧所有松动的接箍,并在整个螺纹表面涂上新螺纹脂。
- e) 在套管螺纹对扣前,内、外螺纹整个表面都涂上螺纹脂。推荐使用符合 GB/T 23512 规定的螺纹脂,但遇到条件苛刻的特殊情况时,推荐使用 GB/T 23512 规定的高压硅酮螺纹脂。
- f) 在套管端部戴上干净的螺纹保护器,以免套管在管架上滚动和提升到钻台上时螺纹受损伤。可以准备几个干净的螺纹保护器,以便反复使用。
- g) 如果要下入混合管柱,需确认所有的套管是否容易进入管架。
- h) 对作为受拉和提升构件使用的连接管,应认真检查螺纹性能,以保证连接管安全地承受载荷。
- i) 对短节和连接管上扣时,应仔细检查,以保证配对螺纹的尺寸和类型相互一致。

4.2 套管通径检查

4.2.1 每根套管下井前,用符合 GB/T 19830 的通径规进行全长通径检验。通径检验不合格的套管不应使用。

4.2.2 摆放或滚动每根套管时,防止落下管架。要避免套管碰撞钻台或其他设备的任何部位。在钻台入口处备有缓冲绳。对于混合的或无标记的管柱,当沿滑道搬运套管提上钻台前,应用通径规或“通径检查器”穿过每根管子进行检查,以免下入长度过长或内径小于要求的套管柱。

4.3 螺纹对扣、上扣和下放

4.3.1 在准备螺纹对扣以前,套管端部的螺纹保护器不得卸下。

4.3.2 在螺纹对扣之前,对螺纹整个表面涂抹螺纹脂。用于涂抹螺纹脂的刷子或用具不宜有异物。同时,螺纹脂不应稀释。

4.3.3 螺纹对扣时,小心下放套管,以免损伤螺纹。要垂直对扣,应有人站在旁边协助。螺纹对扣后,如套管柱向一侧倾斜,则提起来,清洗、检查,如有损伤则用三角锉刀修复损伤的螺纹,然后仔细清除任何锉屑,并在螺纹表面重新涂上螺纹脂。螺纹对好扣后,首先很缓慢地转动套管,以保证螺纹正常啮合,不发生错位。如果使用猫头绳,宜紧靠接箍缠绕。

注: 4.3.4、4.4.1 中套管上扣的推荐做法为使用动力大钳。使用猫头绳和普通大钳进行套管上扣的推荐作法见 4.4.2。

4.3.4 使用动力大钳对套管上扣时,需要对每种规格、重量和钢级的套管规定出推荐的扭矩值。早期的研究和试验结果表明,扭矩值受许多参数的影响,如锥度、螺距、齿高、齿型、螺纹表面粗糙度、螺纹脂种类、螺纹长度、套管重量和钢级等等。这些参数,不论单独作用或复合作用,都将影响扭矩值和上扣位置的关系,因此必须考虑所采用的扭矩和上扣位置。由于 GB/T 20657 中关于接头滑脱强度公式包括了几种影响扭矩的参数,因此,研究了一种修正过的公式来确定扭矩值。试验发现,按计算滑脱强度值的 1%得出的扭矩值,与使用 GB/T 23512 改进型螺纹脂在井场进行试验得出的扭矩值相差不大。使用不同于 GB/T 23512 改进型螺纹脂的其他螺纹脂,扭矩会不同。因此,这种方法被用来确定表 1 和表 2

所列的上扣扭矩值。全部数值圆整到 $10 \text{ N} \cdot \text{m}$ ($10 \text{ ft} \cdot \text{lb}$)。由于某些连接在扭矩要求方面还存在更多的变化因素,这些值应认为只是一种推荐值。正因为这一点,有必要将 4.4 中提出的套管现场上扣位置与扭矩联系起来。表 1 所列的扭矩值适用于带镀锌或磷化处理的接箍的套管。当用镀锌接箍连接上扣时,表中所列值的 80% 可以作为推荐值,但表中所列扭矩值不适用于带聚四氟乙烯 (PTFE) 密封环的接箍上扣。当带聚四氟乙烯密封环的圆螺纹管子接头上扣时,表中所列值的 70% 作为上扣扭矩值的推荐值。带聚四氟乙烯密封环的偏梯形管子接头,可以采用不同于标准偏梯形螺纹的扭矩值上扣。

注:对于有些材料(如马氏体不锈钢、9Cr 和 13Cr、双相不锈钢和镍基不锈钢),在移动、对扣、上卸扣时易发生粘扣。

预防螺纹粘扣主要有两个方面:一是在制造时,对螺纹表面进行处理和精加工;二是在起下时,小心操作。

螺纹和螺纹脂必须洁净。应避免在水平位置组装。在缓慢地进行机紧以前,宜用手工上紧到手紧位置。卸开时,其程序相反。

表 2 直连型套管的扭矩值

外径 in	扭矩/(ft·lb)			
	J55、K55	C75、L80、N80、C90	C95、P110	Q125
5.000	2 700	3 200	3 700	4 200
5.500	2 700	3 200	3 700	4 200
6.625	3 200	3 700	4 200	4 700
7.000	3 200	3 700	4 200	4 700
7.625	3 700	4 200	4 700	5 200
8.625	4 200	4 700	5 200	5 700
9.625	4 700	5 200	6 200	6 700
外径 mm	扭矩/(N·m)			
	J55、K55	C75、L80、N80、C90	C95、P110	Q125
127.0	3 660	4 340	5 020	5 690
139.7	3 660	4 340	5 020	5 690
168.3	4 340	5 020	5 690	6 370
177.8	4 340	5 020	5 690	6 370
193.7	5 020	5 690	6 370	7 050
219.1	5 690	6 370	7 050	7 730
244.5	6 780	7 050	8 410	9 080

注 1: 使用上面所列的扭矩时,同时近距离目测检查台肩的接近程度,以避免内螺纹过度膨胀。

注 2: 外台肩不是密封面,仅作为制动之用。

注 3: 若内螺纹接头不发生膨胀,在某些情况下可采用比本表所列更大的扭矩值。

注 4: 当扭矩较高而引起的轴向拉伸应力增加时,可能超过硫化物服役环境的要求。

注 5: 当采用最大扭矩时,台肩面仍未接触,则按 4.4.3 处理。

注 6: 因缺乏数据,未提供 273.1 mm (10 3/4 in) 管子的推荐上扣扭矩值。

4.4 现场上扣

4.4.1 下面是套管现场上扣的推荐作法。

- a) 外径为 (114~340) mm ($4\frac{1}{2}$ in~ $13\frac{3}{8}$ in) 的圆螺纹套管

- 1) 从每个工厂运来的套管进入井场前,建议对足够数量的接头进行上扣试验,以确定正常上扣所需扭矩。超过手紧位置的旋转圈数见 4.4.2。这些值可能与表 1 中推荐的扭矩值有出入。如果选择其他扭矩值,最小扭矩不宜低于所选扭矩值的 75%,最大扭矩也不宜大于所选扭矩值的 125%。
- 2) 动力大钳上宜装配一个已知精度的可靠扭矩表。在上扣的初始阶段,注意任何不正常的上扣情况或上扣速度,因为这些情况可以反映出错扣、污物、损伤或其他不利情况。为防止粘扣,在现场接头上扣速度不宜超过 25 r/min。
- 3) 持续上扣,并观察扭矩和接箍端面相对于套管螺纹消失点的大体位置。
- 4) 表 1 所列的扭矩值是正常条件下的推荐上扣扭矩。如果上扣后,接箍端面与螺纹消失点齐平,或者正负两扣,此扭矩值是合理的。
- 5) 上扣时,如果螺纹消失点的覆盖量已超过两圈螺纹,而扭矩还未到表 1 所列扭矩值的 75%,则该接头宜作为有问题的接头按照 4.4.3 处理。
- 6) 如果扭矩值已经达到所列扭矩值,而数圈螺纹还露在外面,则可加大扭矩继续上扣,达到表 1 所列的最大扭矩值的 125% 为止。如果已经达到此附加的扭矩,而紧密距(接箍端面距螺纹消失点的距离)仍大于 3 扣,则该接头宜作为有问题的接头按照 4.4.3 处理。

b) 外径为(114.3~508)mm($4\frac{1}{2}$ in~20 in)的偏梯形螺纹套管

外径为(114.3~508)mm($4\frac{1}{2}$ in~20 in)的偏梯形螺纹套管,仔细观察几根套管上扣到三角形标记底边的扭矩来确定所需的上扣扭矩,然后用此扭矩值权衡管柱中不同重量和钢级套管的扭矩值。

c) 外径为 406 mm(16 in)、473 mm($18\frac{5}{8}$ in)和 508 mm(20 in)的圆螺纹套管

- 1) 外径为 406 mm(16 in)、473 mm($18\frac{5}{8}$ in)和 508 mm(20 in),应上扣到每个接头的螺纹消失点,或以表 1 推荐扭矩值的 75% 确定的三角标记底边。

在 8 牙圆螺纹套管上距端部 $L_4 + 1.6$ mm 处,打印一个 9.5 mm 的等边三角形标记(L_4 , 见 GB/T 9253.2 的图 3)。在基本机紧时,该三角形标记底边有助于螺纹消失点的定位。但是接箍相对于三角形标记底边的位置不能作为产品验收或拒收的依据。应当小心操作,避免在这些大接头开始上扣时发生错扣。选择的大钳应能达到整个下井过程中的较高扭矩 67 800 N·m(50 000 ft·lb)。最大的扭矩值余量是上扣到推荐位置所需最小扭矩的 5 倍。

- 2) 如 a)5)或 b)所述有问题的接头,宜卸下,放置一边,并查找上扣不当的原因。管螺纹和匹配的接箍螺纹宜都检查。已经损坏的螺纹或不符合规范要求的螺纹要修复后使用。如果上扣不当的原因不是螺纹损坏或超差,那么宜调节上扣扭矩,以便正常上扣(见 a) 1))。要注意,采用与规定摩擦系数不同的螺纹脂也可能是上扣不当的原因。

4.4.2 当使用普通大钳对套管上扣时,对于外径为(114.3~177.8)mm($4\frac{1}{2}$ in~7 in)的套管,接头的上扣位置宜至少超过手紧位置 3 圈;对于 193.7 mm($7\frac{7}{8}$ in)和更大的套管,至少宜超过 3.5 圈。但钢级为 P110 的 244.5 mm($9\frac{5}{8}$ in)、273.1 mm($10\frac{3}{4}$ in)和钢级为 J55、K55 的 508 mm(20 in)的套管,其接头的上扣位置宜超过手紧位置的 4 圈。当使用猫头绳时,有必要比较手工上紧程度与旋绳上紧程度。为了做到这一点,将开始的几个接头上扣到手紧位置,然后卸开,再用旋绳上扣到旋绳上紧位置。比较这两种上扣的相对位置,并利用该数据确定接头上扣时超过手紧位置的推荐圈数。

4.4.3 对上扣有问题的套管,宜卸下接箍,放倒进行检查和修复。然后,仔细检查匹配的螺纹有无损伤。卸下的接箍不经检修或重新测量,不应重新使用,即使损伤很小也不例外。

4.4.4 如果套管在上扣时,上部过分摆动,可能使螺纹与套管不同轴,宜降低上扣速度,以免粘扣。如果降低上扣速度后,套管仍摆动,宜将该套管卸下检查。如果该套管是位于管柱中承受较大拉伸载荷的部位,宜慎重考虑。

4.4.5 在对现场端上扣时,工厂端可能轻微上扣。这并不表明工厂端太松,而只说明接箍的现场端已达到工厂端的上紧程度。

4.4.6 应小心提升和下放套管柱、放置卡瓦,以避免冲击载荷。管柱坠落,即使是很短的距离,也可能使管柱底部的接箍松动。应小心下放套管柱,避免套管柱接触井底或受压,否则套管柱有屈曲的风险,特别是在井眼扩大部位。

4.4.7 设计套管柱时,宜有明确地说明,包括各种钢级、重量和螺纹类型的套管在管柱中的正确位置。在下套管时,宜按设计程序正确而仔细地操作。若某根管子标记不清楚,应搁置一边,直到钢级、重量或螺纹类型能够确定为止。

4.4.8 为便于下套管和保证有足够的静水压控制油层压力,在下套管过程中,应定期灌注泥浆。泥浆的灌注次数与许多因素有关,如井眼中管柱重量、泥浆密度、油层压力等等。绝大多数情况下,每(6~10)根管子灌注一次即可。不能因为灌注次数太少而影响油层压力的静压平衡。为加快泥浆的灌注,宜选用适当密度的泥浆,并使用合适尺寸的水龙带,这种水龙带放置在操作方便的地方。泥浆水龙带上的快速开关塞阀,有利于操作和防止溢流。如果选用橡胶水龙带,建议在水龙带和泥浆管线连接处安装快闭阀,而不能安装在软管的出口处。同时还建议至少让泥浆系统上的一个放喷接头处于开放位置,以防止当快闭阀关闭而泥浆泵仍在运转时,压力上升过多。在泥浆水龙带的一端可以使用一个铜嘴,以避免在灌注泥浆时损坏接箍螺纹。

注:如果使用自动灌注式套管鞋和浮箍,上述泥浆灌注作法可以不采用。

4.5 套管联顶方法

要注明水泥凝固后的套管柱受力状态和恰当的联顶方法。其目的是防止在油井开采期间出现临界应力,即过大和不安全拉应力。在决定适当的拉应力和正确的联顶方法时,宜考虑所有的因素,如井筒温度、压力、水泥的水化作用而产生的温度、泥浆温度和采油作业期间的温度变化等。所设计管柱的原拉伸应力的安全系数选用是否影响联顶方法,宜予以考虑。若认为不需要提出特殊联顶方法(该方法可能适用于绝大多数已钻成的油井),那么,当水泥塞到达最低点即注好水泥时,宜将套管联顶到套管头的准确位置。

4.6 井内套管的保护

钻杆在套管内旋转时,宜装有合适的钻杆护箍。

4.7 套管的回收

4.7.1 卸扣大钳宜位于靠近接箍但不接触接箍的地方,因为若套管连接较紧或套管壁厚较薄或两者都存在时,在大钳牙板接触套管表面处不可避免地出现轻微压扁现象。接箍和大钳之间若保持相当于套管直径的 $1/3 \sim 1/4$ 的距离,通常可避免不必要的螺纹磨损。锤击接箍使其松开的作法是有害的。如果需要轻敲,用榔头的平端,不应使用尖端。在任何情况下都不应使用大铁锤。轻敲接箍中间及其四周,不应仅在端部或仅在相对的两侧敲击。

4.7.2 在套管从接箍中提出以前,宜格外小心地松开全部螺纹。不能让套管从接箍中突然跳出。

4.7.3 宜清洗全部螺纹,并涂上润滑油或防腐脂,使其尽可能减少腐蚀。套管放下钻台前,宜戴上干净的螺纹保护器。

4.7.4 套管在存放或重新使用前,宜检查管体和螺纹,对有缺陷的接头作出标记,以便交付检修并重新测量。

4.7.5 当套管因失效而回收时,须进行深入的失效分析,以免再次发生类似事故。宜尝试各种方法再现失效条件下的失效形式。如果通过失效分析发现,由于套管某些质量问题引起失效,那么宜出具失效报告。

4.7.6 钻台上的套管宜排放在坚固的木架上,且不必戴螺纹保护器。因为绝大多数螺纹保护器在设计时,并没有要求具有支承螺纹或立起来时不损伤现场端螺纹的能力。

4.8 套管故障原因

4.8.1 套管发生故障的常见原因如 4.8.2~4.8.7。

4.8.2 对于一定井深和压力,选管不当。

4.8.3 对每根套管或现场修复的螺纹检查不严。

4.8.4 在工厂、运输途中和现场装卸套管时操作不当。

4.8.5 起下套管时没有遵守正确的操作规程。

4.8.6 现场修复螺纹时修磨不当。

4.8.7 更换和增配的接箍质量低劣。

4.8.8 存放时维护不当。

4.8.9 为使套管柱通过井筒缩径段而施加过大的旋转扭矩。

4.8.10 提拉管柱太猛(为使管柱松动)。这可以使管柱顶部的接箍松动,在最后下管柱以前,宜用大钳重新上紧。

4.8.11 在套管内钻进时套管转动。注水泥后,调整套管所用拉力不适当是造成这种失效的最主要原因之一。

4.8.12 在有套管的定向井眼中继续钻进时,钻杆对套管的磨损尤为明显。斜井中大的狗腿度,直井纠斜时偶然出现过大大狗腿度会导致套管集中弯曲,而这种弯曲导致套管内壁过度地磨损。当井内狗腿度较大时,这种磨损更为严重。

4.8.13 抽吸原油或顿钻钻进时,钢丝绳对套管的磨削。

4.8.14 如果联顶时大量释放拉力,经钻井液冲刷的未注水泥的井眼扩大段的套管发生弯曲。

4.8.15 管柱突然下落,即使是很短的距离。

4.8.16 在外压或内压作用下,接头泄漏是常见的故障,其原因可能是:

- a) 螺纹脂选用不当;
- b) 螺纹未上紧;
- c) 螺纹上有污物;
- d) 由于污物、对扣不小心、螺纹碰伤、旋转过快、用旋绳或大钳上扣时过扭矩或套管摆动等原因造成粘扣;
- e) 现场修复螺纹时修磨不当;
- f) 提拉管柱太猛;
- g) 管柱突然下落;
- h) 上卸螺纹次数过多;
- i) 大钳位置太高,尤其是卸开时(引起的弯曲产生粘扣);
- j) 接头在工厂上扣不当;
- k) 套管椭圆或不圆;
- l) 联顶操作不当,使螺纹连接处的应力超过屈服点。

4.8.17 腐蚀。腐蚀能损坏套管的内壁和外壁,套管上存在的麻点或小孔就是腐蚀引起的。套管的外壁腐蚀是由于接触腐蚀性液或地层,或者离散电流通过套管流入周围液体或地层所致。硫酸盐还原菌也能产生严重的腐蚀。井筒中的腐蚀产出液通常导致套管内壁的腐蚀损坏,抽油设备对套管的磨损以及有些气举井中高速流体的冲刷作用能加速套管腐蚀损坏。内壁腐蚀也可能是由于离散电流(电解作用)或紧密接触的不同金属(双金属电位腐蚀)作用引起。

由于腐蚀是许多因素共同作用的结果,因此,没有一个简单的或通用的补救措施可加以控制,每种腐蚀问题应作为独立案例,并按照已知腐蚀因素和操作条件来考虑解决。套管的状态可以用目视检验或光学仪器检验来确定。若没有这些检验手段,可用井径仪测量套管内径,以确定内表面腐蚀状况。对

于井内套管外表面腐蚀状况,迄今还没有设计出合适的工具来确定。套管内径的测量能说明腐蚀的范围、位置和严重程度。根据目前的生产经验,下列作法和措施可用来控制套管的腐蚀:

- a) 若已知发生套管外表面腐蚀,或经离散电流测量表明井内有比较高的电流时,可采用下面作法:
- 1) 保证固井质量,包括使用扶正器、刮泥器和适量的水泥,以防止套管外壁与腐蚀液接触。
 - 2) 装配绝缘法兰,使油管 and 油井绝缘,以降低或防止电流连通到井内。
 - 3) 使用高碱性钻井液或经杀菌剂处理过的钻井液(即完井液),可减轻因硫酸盐还原菌所造成的腐蚀。
 - 4) 采用与输送管上相似的阴极保护系统,以减轻套管外表面腐蚀。套管保护准则与输送管的不同。

宜查阅有关套管外表面腐蚀的文献,或请教这方面的专家,以确定可靠的保护措施。

- b) 若已知套管内表面存在腐蚀,可采用下面作法:
- 1) 在自喷井中,用清水或低盐碱度泥浆填充环形空间。(在有些自喷井中,依靠缓蚀剂保护套管和油管内壁可能效果更好一些)。
 - 2) 在抽油井中,避免使用套管泵。通常,抽油泵宜安装在靠近油井的最底部,使腐蚀液对套管的损坏减少到最低程度。
 - 3) 使用缓蚀剂防止套管内壁腐蚀。
- c) 为了确定上述作法和措施的价值与效果,可对采用控制措施以前和以后的费用及设备损耗记录进行比较。对于缓蚀剂的效果,可采用测径仪测量,或对容易接近的几个设备进行外观检查,或分析水中铁含量来确定。挂片也许有助于测量缓蚀剂是否充分发挥作用。当使用上述任一种方法而又缺乏经验时,宜慎重使用,限制在一定范围内,直到对各个具体操作条件有充分的估计为止。
- d) 通常认为,新区块都存在腐蚀的可能性,在油井开采初期,宜开始进行调查研究,并定期反复进行,以便在发生侵蚀性损坏以前发现并确定腐蚀位置。这些调查研究工作宜包括:
- 1) 对流出的水进行全面化学分析,包括 pH 值、铁、硫化氢、有机酸以及影响或表明腐蚀程度的任何其他物质。另外,分析井内气体中的二氧化碳和硫化氢含量也是必要的。
 - 2) 使用与井内材料相同的挂片进行腐蚀速率试验。
 - 3) 使用测径仪或光学检测仪器进行检查。

在易发生腐蚀的区块,宜请教有资质的防腐蚀工程师。尤其是在那些地下设备的预期寿命短于油井开采寿命的地方,宜特别注意减缓腐蚀速度。

- e) 当产出液中含有硫化氢时,高屈服强度的套管易引起硫化物腐蚀开裂。引起不同强度材料开裂的硫化氢浓度还没有明确规定,宜查阅有关硫化物腐蚀的文献或请教这方面的专家。

5 油管的起下作业

5.1 油管下井前的准备和检验

5.1.1 新油管应按 GB/T 19830 所规定的方法检验,且无有害缺陷。有些用户发现,这些检验方法并不能检出油管的所有缺陷,以致不能满足少数条件苛刻的井的要求。因此,为保证高质量套管下入井内,建议在用户采用各种无损检验方法时考虑:

- a) 熟悉本标准中规定的和各工厂所使用的检验方法,同时正确理解 GB/T 19830 中“缺陷”的定义。

- b) 全面评价用户自己对油管所要采用的任一种无损检验方法,以保证检验能够正确指示缺陷位置,并能将缺陷与其他非缺陷信号区别开来。出现不真实“缺陷”的原因可能是、也往往是这些非缺陷信号。

注:用户注意,由于外径允许公差适用于油管非加厚部位,所以,环绕密封式悬挂器安装在按正公差制造的油管上时,可能会出现一些困难。因此,建议用户对装在油管柱顶部的油管接头加以选择。

5.1.2 所有的油管,不论是新的、旧的或修复的,其螺纹部位宜始终戴上螺纹保护器。任何时间,油管都宜放在无石块、砂子或污泥的台架上、木板上或金属板上。如不慎把油管拖入泥土中,应重新清洗螺纹,并按 5.1.9 要求处理后方能再用。

5.1.3 在油管第一次下井之前,应使用通径规进行通径检验,以保证油管内畅通无阻,使抽油泵、抽油活塞和封隔器通过。

5.1.4 维护吊卡,两个吊环长度宜相等。

5.1.5 当下放特殊间隙接箍,尤其是那些坡口开在下端的接箍,推荐使用卡瓦式吊卡。

5.1.6 检查吊卡,注意吻合件是否完好。

5.1.7 宜使用不挤坏油管的卡盘卡瓦。在使用前检查这些卡瓦是否匹配。

注:卡瓦和大钳的卡痕是有害的。宜使用各种措施,尽可能使这种损伤减少到最低限度。

5.1.8 为避免不必要的管壁刮削,宜使用不挤坏油管的油管钳,并使其配合适当。油管钳板牙宜装配合适,与油管曲率一致。不推荐使用管钳。

5.1.9 对油管螺纹应采用下列措施:

- a) 油管即将使用前,卸下油管两端螺纹保护器,彻底清洗螺纹。
- b) 仔细检查螺纹,若发现螺纹有损坏,即使是轻微损伤,也应挑出,除非有很好的措施修复螺纹。
- c) 在下油管前,应测量每根管的长度。测量时宜采用精度为 3.0 mm(0.01 ft)以内的钢卷尺,从接箍(或内螺纹接头)最外端面测量到外螺纹接头端指定位置。该位置是当机紧接头时,接箍(或内螺纹接头)终止的地方。这样,测量的各根油管的长度总和代表了油管柱的自然长度(无载荷的长度)。对在井眼中处于拉伸状态下油管的实际长度,可从有关手册中查到。
- d) 在油管端部戴上干净的螺纹保护器,以免油管在管架上滚动和提升到钻台上时螺纹受损伤。可以准备几个干净的螺纹保护器,以便反复使用。
- e) 检查每个接箍上扣情况。如果外露螺纹异常,则检查接箍是否上紧。在彻底清洗螺纹以后,油管提升到钻台上之前,上紧所有松动的接箍,并在整个螺纹表面涂上新螺纹脂。
- f) 在油管螺纹对扣前,内、外螺纹整个表面都涂上螺纹脂。推荐使用符合 GB/T 23512 规定的螺纹脂,但遇到条件苛刻的特殊情况时,推荐使用 GB/T 23512 规定的高压硅酮螺纹脂。
- g) 对作为受拉和提升构件使用的连接管,应认真检查螺纹性能,以保证连接管安全地承受载荷。
- h) 对短节和连接管上扣时,应进行维护,以保证配对螺纹的尺寸和类型相互一致。

5.1.10 对高压井或凝析油井,为保证接头不泄漏,宜附加下列预防措施:

- a) 宜卸下接箍,彻底清洗并检查工厂端和接箍螺纹。为便于操作,可要求工厂将油管接箍上紧到超过手紧位置一圈的程度,或要求工厂将接箍与油管分装运输。
- b) 油管内、外螺纹宜涂上螺纹脂,接箍重新上紧。现场端的油管螺纹和匹配接箍螺纹宜在对扣前涂上螺纹脂。

5.1.11 油管提上钻台时,小心不要使油管弯曲,不要碰伤接箍或螺纹保护器。

5.2 螺纹对扣、上扣和下放

5.2.1 在准备螺纹对扣以前,油管端部的螺纹保护器不得卸下。

5.2.2 在螺纹对扣之前,对螺纹整个表面涂抹螺纹脂。用于涂抹螺纹脂的刷子或用具不应有异物。同时,螺纹脂不应稀释。

5.2.3 螺纹对扣时,小心下放油管,以免损伤螺纹。要垂直对扣,应有人站在旁边协助。对扣后,如油管柱向一侧倾斜,则提起来,清洗、检查,如有损伤则用三角锉刀修复损伤的螺纹,然后仔细清除任何锉屑,并在螺纹表面重新涂上螺纹脂。下双根或三根立柱时,小心操作,以避免在对扣的螺纹部分释放过多的重量而引起弯曲和对中误差。为了防止油管弯曲,可在钻台上安置中间支架。

5.2.4 对扣后,开始用手或普通油管钳或动力油管钳缓慢上扣。在井场上紧接头时,为防止粘扣,上扣速度不宜超过 25 r/min。对于高压井或凝析油井,建议使用动力油管钳,以保证均匀上紧。接头宜上紧到约超过手紧位置 2 圈,并小心不要粘扣。对高压井或凝析油井,若采用更多预备和检验措施时,采用浮动上扣方式或同时上扣方式使接箍两端超过手紧位置的正常圈数。在管架上用 68 N·m(50 ft·lb)的扭矩上紧几个接头,然后数一数外露螺纹的圈数,这样可以确定出手紧位置。

5.3 现场上扣

5.3.1 在现场反复上扣的情况下,油管接头的寿命与所采用的上扣扭矩成反比。因此,在那些对防漏要求不很严格的油井中,宜采用最小现场上扣扭矩值,以延长接头寿命。在油管上扣操作中采用动力大钳时,需要针对每种规格、重量和钢级的油管确定推荐扭矩值。表 3 列出不加厚、外加厚和整体接头油管的推荐扭矩值。它是根据 GB/T 20657 规定的 8 牙圆螺纹套管的接头滑脱强度公式确定的,即取接头计算滑脱强度的 1%为推荐扭矩值。全部数值圆整到 10 N·m。表 3 所列扭矩值适用于镀锌或磷化处理接头的油管。当对镀锡接头上扣时,表中所列数值的 80%可以作为依据。

表 3 圆螺纹油管的推荐上扣扭矩

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
26.7	1.050	1.14	H-40	NU	190	140
26.7	1.050	1.14	J-55	NU	240	180
26.7	1.050	1.14	C-75	NU	320	230
26.7	1.050	1.14	L80	NU	330	240
26.7	1.050	1.14	N-80	NU	340	250
26.7	1.050	1.14	C-90	NU	350	260
26.7	1.050	1.20	H-40	EUE	630	460
26.7	1.050	1.20	J-55	EUE	810	600
26.7	1.050	1.20	C-75	EUE	1 060	780
26.7	1.050	1.20	L80	EUE	1 090	810
26.7	1.050	1.20	N-80	EUE	1 130	830
26.7	1.050	1.20	C-90	EUE	1 190	880
33.4	1.315	1.70	H-40	NU	280	210
33.4	1.315	1.70	J-55	NU	370	270
33.4	1.315	1.70	C-75	NU	480	360
33.4	1.315	1.70	L80	NU	500	370
33.4	1.315	1.70	N-80	NU	510	380
33.4	1.315	1.70	C-90	NU	540	400
33.4	1.315	1.80	H-40	EUE	590	440
33.4	1.315	1.80	J-55	EUE	770	570

表 3 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
33.4	1.315	1.80	C-75	EUE	1 010	740
33.4	1.315	1.80	L80	EUE	1 040	760
33.4	1.315	1.80	N-80	EUE	1 070	790
33.4	1.315	1.80	C-90	EUE	1 130	830
33.4	1.315	1.72	H-40	IJ	410	310
33.4	1.315	1.72	J-55	IJ	540	400
33.4	1.315	1.72	C-75	IJ	700	520
33.4	1.315	1.72	L80	IJ	720	530
33.4	1.315	1.72	N-80	IJ	740	550
33.4	1.315	1.72	C-90	IJ	780	580
42.2	1.660	2.30	H-40	NU	370	270
42.2	1.660	2.30	J-55	NU	470	350
42.2	1.660	2.30	C-75	NU	620	460
42.2	1.660	2.30	L80	NU	640	470
42.2	1.660	2.30	N-80	NU	660	490
42.2	1.660	2.30	C-90	NU	700	510
42.2	1.660	2.40	H-40	EUE	720	530
42.2	1.660	2.40	J-55	EUE	940	690
42.2	1.660	2.40	C-75	EUE	1 230	910
42.2	1.660	2.40	L80	EUE	1 270	940
42.2	1.660	2.40	N-80	EUE	1 300	960
42.2	1.660	2.40	C-90	EUE	1 380	1 020
42.2	1.660	2.10	H-40	IJ	520	380
42.2	1.660	2.33	H-40	IJ	520	380
42.2	1.660	2.10	J-55	IJ	680	500
42.2	1.660	2.33	J-55	IJ	680	500
42.2	1.660	2.33	C-75	IJ	890	650
42.2	1.660	2.33	L-80	IJ	920	680
42.2	1.660	2.33	N-80	IJ	940	690
42.2	1.660	2.33	C-90	IJ	1 000	730
48.3	1.900	2.75	H-40	NU	430	320
48.3	1.900	2.75	J-55	NU	560	410
48.3	1.900	2.75	C-75	NU	730	540
48.3	1.900	2.75	L80	NU	760	560
48.3	1.900	2.75	N-80	NU	780	570
48.3	1.900	2.75	C-90	NU	830	610
48.3	1.900	2.90	H-40	EUE	910	670

表 3 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
48.3	1.900	2.90	J-55	EUE	1 190	880
48.3	1.900	2.90	C-75	EUE	1 560	1 150
48.3	1.900	2.90	L80	EUE	1 610	1 190
48.3	1.900	2.90	N-80	EUE	1 650	1 220
48.3	1.900	2.90	C-90	EUE	1 760	1 300
48.3	1.900	2.40	H-40	IJ	600	450
48.3	1.900	2.76	H-40	IJ	600	450
48.3	1.900	2.40	J-55	IJ	790	580
48.3	1.900	2.76	J-55	IJ	790	580
48.3	1.900	2.76	C-75	IJ	1 030	760
48.3	1.900	2.76	L-80	IJ	1 070	790
48.3	1.900	2.76	N-80	IJ	1 100	810
48.3	1.900	2.76	C-90	IJ	1 160	860
52.4	2.063	3.25	H-40	IJ	770	570
52.4	2.063	3.25	J-55	IJ	1 010	740
52.4	2.063	3.25	C-75	IJ	1 320	970
52.4	2.063	3.25	L80	IJ	1 370	1 010
52.4	2.063	3.25	N-80	IJ	1 400	1 030
52.4	2.063	3.25	C-90	IJ	1 490	1 100
60.3	2.375	4.00	H-40	NU	630	470
60.3	2.375	4.60	H-40	NU	760	560
60.3	2.375	4.00	J-55	NU	830	610
60.3	2.375	4.60	J-55	NU	990	730
60.3	2.375	4.00	C-75	NU	1 090	800
60.3	2.375	4.60	C-75	NU	1 300	960
60.3	2.375	5.80	C-75	NU	1 860	1 380
60.3	2.375	4.00	L-80	NU	1 130	830
60.3	2.375	4.60	L-80	NU	1 350	990
60.3	2.375	5.80	L-80	NU	1 930	1 420
60.3	2.375	4.00	N-80	NU	1 160	850
60.3	2.375	4.60	N-80	NU	1 380	1 020
60.3	2.375	5.80	N-80	NU	1 980	1 460
60.3	2.375	4.00	C-90	NU	1 230	910
60.3	2.375	4.60	C-90	NU	1 470	1 080
60.3	2.375	5.80	C-90	NU	2 110	1 550
60.3	2.375	4.60	P-105	NU	1 740	1 280
60.3	2.375	5.80	P-105	NU	2 490	1 840
60.3	2.375	4.70	H-40	EUE	1 340	990
60.3	2.375	4.70	J-55	EUE	1 750	1 290

表 3 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
60.3	2.375	4.70	C-75	EUE	2 310	1 700
60.3	2.375	5.95	C-75	EUE	2 870	2 120
60.3	2.375	4.70	L-80	EUE	2 390	1 760
60.3	2.375	5.95	L-80	EUE	2 970	2 190
60.3	2.375	4.70	N-80	EUE	2 450	1 800
60.3	2.375	5.95	N-80	EUE	3 040	2 240
60.3	2.375	4.70	C-90	EUE	2 610	1 920
60.3	2.375	5.95	C-90	EUE	3 250	2 390
60.3	2.375	4.70	P-105	EUE	3 080	2 270
60.3	2.375	5.95	C-105	EUE	3 830	2 830
73.0	2.875	6.40	H-40	NU	1 080	800
73.0	2.875	6.40	J-55	NU	1 420	1 050
73.0	2.875	6.40	C-75	NU	1 880	1 380
73.0	2.875	7.80	C-75	NU	2 500	1 850
73.0	2.875	8.60	C-75	NU	2 830	2 090
73.0	2.875	6.40	L-80	NU	1 940	1 430
73.0	2.875	7.80	L-80	NU	2 590	1 910
73.0	2.875	8.60	L-80	NU	2 930	2 160
73.0	2.875	6.40	N-80	NU	1 990	1 470
73.0	2.875	7.80	N-80	NU	2 650	1 960
73.0	2.875	8.60	N-80	NU	3 000	2 210
73.0	2.875	6.40	C-90	NU	2 130	1 570
73.0	2.875	7.80	C-90	NU	2 840	2 090
73.0	2.875	8.60	C-90	NU	3 210	2 370
73.0	2.875	6.40	P-105	NU	2 510	1 850
73.0	2.875	7.80	P-105	NU	3 350	2 470
73.0	2.875	8.60	P-105	NU	3 790	2 790
73.0	2.875	6.50	H-40	EUE	1 700	1 250
73.0	2.875	6.50	J-55	EUE	2 230	1 650
73.0	2.875	6.50	C-75	EUE	2 940	2 170
73.0	2.875	7.90	C-75	EUE	3 540	2 610
73.0	2.875	8.70	C-75	EUE	3 860	2 850
73.0	2.875	6.50	L-80	EUE	3 050	2 250
73.0	2.875	7.90	L-80	EUE	3 680	2 710
73.0	2.875	8.70	L-80	EUE	4 000	2 950
73.0	2.875	8.50	N-80	EUE	3 120	2 300
73.0	2.875	7.90	N-80	EUE	3 760	2 770
73.0	2.875	8.70	N-80	EUE	4 090	3 020
73.0	2.875	6.50	C-90	EUE	3 340	2 460
73.0	2.875	7.90	C-90	EUE	4 020	2 970
73.0	2.875	8.70	C-90	EUE	4 380	3 230

表 3 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
73.0	2.875	6.50	P-105	EUE	3 940	2 910
73.0	2.875	7.90	P-105	EUE	4 750	3 500
73.0	2.875	8.70	P-105	EUE	5 170	3 810
88.9	3.500	7.70	H-40	NU	1 250	920
88.9	3.500	9.20	H-40	NU	1 520	1 120
88.9	3.500	10.20	H-40	NU	1 770	1 310
88.9	3.500	7.70	J-55	NU	1 640	1 210
88.9	3.500	9.20	J-55	NU	2 010	1 480
88.9	3.500	10.20	J-55	NU	2 330	1 720
88.9	3.500	7.70	C-75	NU	2 170	1 600
88.9	3.500	9.20	C-75	NU	2 650	1 950
88.9	3.500	10.20	C-75	NU	3 080	2 270
88.9	3.500	12.70	C-75	NU	4 100	3 030
88.9	3.500	7.70	L-80	NU	2 250	1 660
88.9	3.500	9.20	L-80	NU	2 750	2 030
88.9	3.500	10.20	L-80	NU	3 200	2 360
88.9	3.500	12.70	L-80	NU	4 260	3 140
88.9	3.500	7.70	N-80	NU	2 300	1 700
88.9	3.500	9.20	N-80	NU	2 810	2 070
88.9	3.500	10.20	N-80	NU	3 270	2 410
88.9	3.500	12.70	N-80	NU	4 350	3 210
88.9	3.500	7.70	C-90	NU	2 460	1 820
88.9	3.500	9.20	C-90	NU	3 010	2 220
88.9	3.500	10.20	C-90	NU	3 510	2 590
88.9	3.500	12.70	C-90	NU	4 670	3 440
88.9	3.500	9.20	P-105	NU	3 550	2 620
88.9	3.500	12.70	P-105	NU	5 510	4 060
88.9	3.500	9.30	H-40	EUE	2 340	1 730
88.9	3.500	9.30	J-55	EUE	3 090	2 280
88.9	3.500	9.30	C-75	EUE	4 080	3 010
88.9	3.500	12.95	C-75	EUE	5 480	4 040
88.9	3.500	9.30	L-80	EUE	4 240	3 130
88.9	3.500	12.95	L-80	EUE	5 700	4 200
88.9	3.500	9.30	N-80	EUE	4 330	3 200
88.9	3.500	12.95	N-80	EUE	5 820	4 290
88.9	3.500	9.30	C-90	EUE	4 650	3 430
88.9	3.500	12.95	C-90	EUE	6 250	4 610
88.9	3.500	9.30	P-105	EUE	5 490	4 050
88.9	3.500	12.95	P-105	EUE	7 370	5 430
101.6	4.000	9.50	H-40	NU	1 260	930

表 3 (续)

外径		重量 (带螺纹和接箍) lb/ft	钢级	螺纹	扭矩	
mm	in				N·m	ft·lb
101.6	4.000	9.50	J-55	NU	1 660	1 220
101.6	4.000	9.50	C-75	NU	2 200	1 620
101.6	4.000	9.50	L-80	NU	2 280	1 680
101.6	4.000	9.50	N-80	NU	2 330	1 720
101.6	4.000	9.50	C-90	NU	2 500	1 850
101.6	4.000	11.00	H-40	EUE	2 630	1 940
101.6	4.000	11.00	J-55	EUE	3 470	2 560
101.6	4.000	11.00	C-75	EUE	4 600	3 390
101.6	4.000	11.00	L-80	EUE	4 780	3 530
101.6	4.000	11.00	N-80	EUE	4 880	3 600
101.6	4.000	11.00	C-90	EUE	5 250	3 870
114.3	4.500	12.60	H-40	NU	1 780	1 320
114.3	4.500	12.60	J-55	NU	2 360	1 740
114.3	4.500	12.60	C-75	NU	3 120	2 300
114.3	4.500	12.60	L-80	NU	3 250	2 400
114.3	4.500	12.60	N-80	NU	3 310	2 440
114.3	4.500	12.60	C-90	NU	3 570	2 630
114.3	4.500	12.75	H-40	EUE	2 930	2 160
114.3	4.500	12.75	J-55	EUE	3 870	2 860
114.3	4.500	12.75	C-75	EUE	5 130	3 780
114.3	4.500	12.75	L-80	EUE	5 340	3 940
114.3	4.500	12.75	N-80	EUE	5 450	4 020
114.3	4.500	12.75	C-90	EUE	5 870	4 330

注 1: 推荐根据位置,而不是扭矩进行上扣(见 5.2.4 和 5.3.1)。
注 2: 正常环境下,表中扭矩值的±25%变化量可以接受。

5.3.2 当对带聚四氟乙烯(PTFE)密封环的圆螺纹接头上扣时,推荐采用表中所列扭矩值的 70%。与标准接头一样,上扣位置应控制。带聚四氟乙烯(PTFE)密封环的偏梯形螺纹接头,可以采用不同于偏梯形螺纹的扭矩值上扣。

注: 对于有些材料(如马氏体不锈钢、9Cr 和 13Cr、双相不锈钢和镍基不锈钢),在移动、对扣、上卸扣时易发生粘扣。预防螺纹粘扣主要有两个方面:一是在制造时,对螺纹表面进行处理和精加工;另一是在起下时,小心操作。螺纹和螺纹脂必须洁净。应避免在水平位置组装。在缓慢地进行机紧以前,宜用手工上紧到手紧位置。卸开时,其程序相反。

5.3.3 卡盘卡瓦和吊卡宜经常清洗,宜保持洁净。

5.3.4 宜特别关注井底情况,油管下放时不能太快。

5.4 油管的起出

5.4.1 在起出已磨损的油管柱之前,采用井径仪测量是快速检出磨损严重管段的方法。

- 5.4.2 卸扣钳宜位于靠近接箍的地方。锤击接箍使其松开的作法是有害的。如果需要轻敲,用榔头的平端,决不可使用尖端,轻敲接箍中间及其四周,决不能在端部或仅在相对的两侧敲击。
- 5.4.3 油管提出以前,宜格外小心地松开全部螺纹。不能让油管从接箍中突然跳出。
- 5.4.4 钻台上的油管宜排放在坚固的木板上,且不戴螺纹保护器。因为绝大多数螺纹保护器在设计时,并没有要求具有支承螺纹或立起来时不损伤现场端螺纹的能力。
- 5.4.5 当油管从井眼中取出时,要避免污染或损伤螺纹。
- 5.4.6 排放在钻台上的油管宜适当支撑,以避免过度的弯曲。外径为 60.3 mm (2 3/8 in) 和更大的油管,宜连接成长度约为 18.3 m (60 ft) 的立柱或相当于两根 2 级长度油管的立柱提升。外径为 48.3 mm (1.9 in) 或更小的油管立柱和长度大于 18.3 m (60 ft) 的油管立柱,宜有中间支撑。
- 5.4.7 在离开原位以前,油管要一直稳固在油管立柱盒内。
- 5.4.8 在重新下井以前,要确保螺纹干净、无损伤,并涂好螺纹脂。
- 5.4.9 为避免油管和接头不均匀磨损,每次起出油管后,都要将上部一根油管换到最下部。
- 5.4.10 为了防止泄漏,所有接头都宜重新上紧。
- 5.4.11 当油管被卡时,最好的作法是使用有刻度的指重表。不要将油管柱的伸长误认为是解卡。
- 5.4.12 通过强拉使油管柱解卡后,拉出的全部接头宜重新上紧。
- 5.4.13 全部螺纹宜清洗、涂润滑油或防腐脂,尽可能减少腐蚀。在储存前,油管宜戴上干净螺纹保护器。
- 5.4.14 油管存放或重新使用前,宜检查管体和螺纹,对有缺陷的接头作出标记,以便交付检修并重新测量。
- 5.4.15 当油管因失效而回收时,须进行深入的失效分析,以免再次发生类似事故。宜尝试各种方法再现失效条件下的失效形式。如果通过失效分析发现,由于油管某些质量问题引起失效,那么宜出具失效报告。

5.5 油管故障原因

- 5.5.1 油管发生故障的常见原因如 5.5.2~5.5.16。
- 5.5.2 对强度和使用寿命选择不当,尤其是在需要加厚油管的地方使用了不加厚油管。
- 5.5.3 在工厂和使用现场对油管检验不足。
- 5.5.4 装、卸和运输过程中不小心。
- 5.5.5 因螺纹保护器松动或脱落而损坏螺纹。
- 5.5.6 储存时管理不善,维护不当。
- 5.5.7 过分锤击接箍。
- 5.5.8 使用已经磨损的和型号不配套的作业设备、卡盘、大钳、钳板牙和油管扳手。
- 5.5.9 起下油管时,没有遵守正确的操作规则。
- 5.5.10 接箍磨损及抽油杆对管内壁的磨损。
- 5.5.11 抽油杆损坏严重。
- 5.5.12 螺纹最后啮合部位的疲劳失效。这种失效尚无有效的补救措施,用外加厚油管代替不加厚油管的方法,可最大限度地延迟这种情况的发生。
- 5.5.13 用非标准接箍替换已经磨损的接箍。
- 5.5.14 管柱突然坠落,即使是很短的距离。这样可能使管柱底部的接箍松开。宜起出管柱,仔细检查所有接头,然后重新下入。
- 5.5.15 在内压和外压作用下,接头泄漏是常见的故障,其原因可能如下:
- a) 螺纹脂选用不当或使用不当,或两者情况都存在;
 - b) 螺纹上有污物,或因使用防腐脂而污损螺纹;

- c) 螺纹未上紧或上紧过度；
- d) 由于脏物、错扣、螺纹损伤、螺纹脂质量差或稀释过等原因造成粘扣；
- e) 现场修复螺纹时修磨不当；
- f) 接箍因锤击而凹陷；
- g) 提拉管柱太猛；
- h) 反复起下次数过多。

5.5.16 腐蚀。油管的内壁和外壁可能因腐蚀而损坏。损坏常以麻点、接头磨损、应力腐蚀开裂和硫化物应力开裂等形式出现，但侵蚀、环状磨损和井径仪划痕等局部侵蚀也可能发生。麻点和抽油杆接头引起的磨损情况可用井径仪检查确定。磁粉探伤可以帮助探测裂纹。腐蚀产物可能附于管壁，也可能不附于管壁。腐蚀通常是井内腐蚀液引起的。但抽油设备的磨损以及气举井中高速流体的冲刷作用能加快油管腐蚀。紧密接触的不同金属(双金属腐蚀)、不同金相组织结构、不同表面状况和沉积(浓差电池腐蚀)等因素都能影响腐蚀。由于腐蚀是许多因素共同作用的结果，并且具有不同的形式，所以还没有一种简单的、通用的补救措施加以控制。每种腐蚀问题必须作为独立案例，并按照已知腐蚀因素和操作条件来考虑解决。

若已知油管内、外表面存在腐蚀并产出有腐蚀性液体，可采取下列措施：

- a) 堵塞自喷井中的环形空间，将腐蚀液限制在油管内部。也可在油管内部使用特殊衬套、涂层或缓蚀剂加以保护。在情况严重时，可使用特种合金钢管或玻璃纤维管。合金钢管不能消除全部腐蚀。当井液中含有硫化氢时，高屈服强度的油管可能因硫化物腐蚀开裂。引起不同强度材料开裂的硫化氢浓度还没有明确规定。宜查阅有关硫化物腐蚀的文献或请教有关专家。
- b) 在抽油井和气举井中，用缓蚀剂填充套管和油管之间的环形空间，可有效地防止腐蚀。这种完井方式，尤其在抽油井中，较好的操作方法也能延长油管的寿命，如使用抽油杆保护器，油管转动器，采用较长的抽油冲程和较慢的抽油冲次等等。

为确保上述作法和措施的价值与效果，可对采用控制措施以前和以后的费用及设备损耗记录进行比较。对于缓蚀剂的效果，可采用挂片、用井径仪测量或对容易接近的几个设备进行外观检查来确定。分析比较采用缓蚀剂处理后的水中铁含量，也可以显示出腐蚀速度。当使用上述任一种方法而又缺乏经验时，宜慎重使用，限制在一定范围内，直到对各上具体的操作条件有充分的估计为止。

通常认为，新区块都存在腐蚀的可能性，在油井开采初期进行调查研究，并定期反复进行，以便在发生侵蚀性损坏以前发现并确定腐蚀位置。这些调查研究包括：

- a) 产出气体中的硫化氢、二氧化碳分析，废液的 pH 值、铁含量、有机酸、氯离子总量以及认为影响个别问题的其他物质分析。
- b) 使用与井内材料相同的挂片进行腐蚀速度试验。
- c) 使用井径仪或光学检测仪器进行检查。

在易发生腐蚀的区块，宜请教有资格的防腐蚀工程师，尤其是在那些地下设备的预期寿命短于油井开采寿命的地方，宜特别注意减缓腐蚀。

6 运输、装卸和储存

6.1 通则

管材尤其是螺纹是经过精密加工制造的。因此，要小心装卸，不论是新的、用过的或修复的，都宜戴好螺纹保护器才能装卸。

6.2 运输

6.2.1 水上运输

管子供应商或其代理人宜在水运装卸管子时进行适当的监督。避免因垫块不适当或支撑不充分而在船倾斜时引起管子移动；避免管子堆放处存在污水、有害化学物质或其他腐蚀材料；避免沿管堆拖拽管子；避免接箍与螺纹保护器钩在一起，避免管子撞击船舱、冲击船上栏杆等。

6.2.2 铁路运输

当用火车装运管子时，宜在火车箱的底部横放枕木，以支撑管子，为提升时提供间隙，也可避免污染管子。如果火车底部不平整，宜在枕木底部加垫片，使上部在同一平面上。管子的接箍或加厚部分不宜放在枕木上。货物宜捆扎并适当分隔，以免移动。

6.2.3 卡车运输

卡车运输时宜采用下列预防措施：

- a) 管子放在垫木上，并用打捆带捆扎。搬运长管子时，宜在中间另加一根打捆带。
- b) 所有管子的带接箍端装在卡车的同一端。
- c) 卡车装载量不能太大，以免发生危险，甚至运不到目的地就需要卸货。
- d) 卡车行驶一小段距离以后，重新捆紧因货物下沉而松弛的打捆带。

6.3 装卸

装卸管子时宜注意下列事项：

- a) 卸管子前，确认螺纹保护器拧到位，不准抛扔管子，避免可能造成螺纹损坏或管体凹痕的野蛮装卸。螺纹损坏可能造成泄漏或滑脱。凹痕或不圆度会降低管子抗挤压性能。

对于酸性环境使用的材料和 Cr 合金管，要特别小心装卸。在管体或其他部分的冲击，会导致管体局部硬度增高，这将易引起硫化物应力开裂。在移动或装卸前，给用户提供特别的装卸要求。

- b) 手工卸货时，用绳索控制管子。当沿滑架溜放时，管子平行于管堆滚动。当管子在管架上滚动时，不允许管子集中冲击，或撞击端部。因为即使有螺纹保护器保护，也可能造成螺纹损坏。
- c) 每根管子到达前一根管的位置以前，要停下，然后用手推到恰当的位置。

6.4 储存

管子储存时推荐采用下列作法：

- a) 不要将管子直接堆放在地面、铁轨、钢板或水泥地面上。为避免管子受潮或污染，第一层管子距地面的距离不宜小于 500 mm (18 in)。
- b) 为了防止管子弯曲或损坏螺纹，管子宜放在间隔适当的支架上。枕木宜放在同一平面上，并保持一定的水平度，同时足以承受全部管垛载荷而不下沉。
- c) 为避免接箍承受载荷，在管子各层间放置木条作为隔离物。要求至少每层有 3 处放置隔离木条。
- d) 为防止管子弯曲，隔离木条垂直于管子排放，并上下对正。
- e) 在每层中，管子交错排列时，相邻管子错开大约一个接箍的长度。
- f) 在隔离木条的两端分别设置 1 个或 2 个木块，防止拉动管子。

- g) 为了安全,并易于检验和装卸,管子堆放高度不宜超过 3 m,堆放的管子不宜超过 5 层。
h) 储存的管子宜定期检查。需要防腐时,涂上防护涂层。

7 旧套管和油管的检验与分类

7.1 通则

本标准已建立旧套管和油管的检验标准和分类方法,程序如本章所述。

7.2 检验和分类程序

7.2.1 检验方法

目前能采用的管体部位检验方法有:目视法、机械测量法、电磁法、涡流法、超声波法和 γ 射线法。这些检验技术只限于确定裂纹、麻点以及其他表面缺欠的位置。检测出的缺陷可以认为表征出由服役过程引起的如下缺陷:内、外表面腐蚀损伤,内表面钢丝绳(抽油杆柱)拉伤(纵向),外表面纵向、横向卡瓦和大钳划痕,内表面钻杆磨损(仅限套管),横向裂纹(仅限作业油管)和内表面抽油杆磨损(仅限油管)。

7.2.2 管子壁厚的测量(最小壁厚)

能用来测量管子壁厚的仪器有壁厚千分尺,超声波测厚仪和 γ 射线仪。这些仪器的误差应不大于 2%。使用的试块尺寸应接近管子壁厚。

7.2.3 程序

旧油管和套管宜根据表 4 所列公称壁厚的损失量分类。

管体实际壁厚与管体公称壁厚的百分率代表壁厚损失量。管体壁厚损失对管体沿内表面或外表面(或两者)计算的管体面积有影响。无论管端是带螺纹、外加厚或整体接头,螺纹部分或加厚部分(或这两部分)壁厚减小的管子,不能根据表 4 分类。在过厚部分的壁厚损失量允许再大些,但要取决于以后的服役条件。若损伤或壁厚减小(或两者)将影响管子端部的螺纹时,则需要根据用户提出的预期服役条件单独考虑。

除了表 4 所列的管体壁厚损失分类外,表 5 给出了通常用来表明各种状况的着色识别方法。在距管子内螺纹端约 300 mm(1 ft)处,环绕管子喷涂宽度约为 50 mm(2 in)的合适颜色的色带。

表 4 旧套管和油管的分类及着色规则

类 型	色 类	公称壁厚损失 %	最小剩余壁厚 %
2	黄色	0~15	85
3	蓝色	16~30	70
4	绿色	31~50	50
5	红色	>50	<50

表 5 着色识别

状况	颜 色
损坏区域或外螺纹端损伤	一条环绕管体的红色带,约 50 mm 宽,位于损伤螺纹的旁边。
接箍或内螺纹接头损伤	一条环绕损伤接箍或内螺纹端的红色带,约 50 mm 宽。
管体通径检验不合格	一条 50 mm 宽的绿色带,位于通径规受阻的位置,并与管体壁厚分类色相邻。

7.2.4 使用性能

新套管、油管和钻杆的使用性能通常是依据 GB/T 20657 中的公式得出的。但是,迄今还没有一个计算旧套管和油管使用性能的标准方法。SY/T 6427 提供了旧钻杆使用性能的推荐计算方法。钻杆的磨损通常发生在外表面。因此,用过的钻杆使用性能是以内径不变,外径和壁厚随不同磨损程度而变来计算的。

套管和油管的磨损(金属损耗)和腐蚀通常发生在内表面,使用性能宜以外径不变为依据。如果外表面有明显的腐蚀,则该因素也必须考虑。小的凹坑或其他局部金属损耗可根据管子应用情况不认为是损伤,但这类金属损耗宜由管子所有者考虑和评价。

如果在检验一根管子时发现了裂纹,并经验证具有足够的长度,能用肉眼、光学仪器或磁粉检验所查明,则这一根管子应予报废,不得再用。

7.3 管壁和螺纹接头条件

7.3.1 通则

下列条款是有关管子壁厚损失和螺纹状况的原则意见。

7.3.2 管壁

用过的套管和油管,其金属损耗通常发生在内表面,而其特性范围包括分散的凹坑、擦伤或切口,以及由于机械磨损或砂石切削造成的大量耗损。钻进时钻柱旋转和运动造成套管和衬管内壁磨损。即使钻杆采用橡胶保护圈也会使套管内壁出现磨损。磨损量随钻进时间的延长而增加。磨损往往发生在一侧,即在井眼内处于较低位置的套管侧。使用性能可用剩余壁厚计算。经验表明,就破裂率而言,钢丝绳磨损比钻杆磨损的影响更大。应指出,如果壁厚减小是由钢丝绳造成的,其破裂压力将减小。

金属损耗的类型可能影响旧套管和油管的再使用。有凹坑的管子不能用于腐蚀环境,但若腐蚀不是主要因素时,仍可以使用。因机械磨损使金属损耗较均匀的管子,不易受腐蚀介质的影响,但须按最小剩余壁厚降级使用。

7.3.3 螺纹

当检查旧套管和油管螺纹时,宜检查下列各项:圆螺纹拉伤、粘扣和最后螺纹啮合处的疲劳裂纹。当拉伸载荷超过了接头的屈服强度,最后螺纹啮合处的螺距增大表明螺纹已经伸长。它们可能在下次上扣时仍能配对,但将不能达到预期的连接强度,且密封性不好。螺纹粘结是接头卸开时常见的一种情况,尤其是接箍上装有支撑物时,在重复上扣时也可能发生。油管和钻柱承受交变拉应力,往往导致最后啮合螺纹的根部产生疲劳裂纹,使承载能力下降,或导致再次使用时发生失效。出现这种情况时,要对螺纹部分进行修复,直到能够再用。修复过的螺纹经机紧后不可能仍啮合的很好,因此其公差与规定值稍有差别也宜接受。

7.3.4 外螺纹锥度变小

油管在井中经过多次起下,如同作业管柱一样可能使外螺纹端直径减小。这是由于反复上扣而形成连续的塑性变形。这种状况将削弱接头承载能力和密封性能。严重时可导致外螺纹端在上扣时接近接箍中心位置。

7.4 服役等级

一根管子最终服役等级要考虑内径、管壁状况和剩余壁厚,以评价管体抗挤毁、抗爆破和抗拉伸能力;考虑螺纹状况,以评价密封抗力;考虑外螺纹端锥度变化情况,以评价上扣能力。

根据实际情况和紧急需要,螺纹测量可与壁厚常规检查一并考虑,以确定最终使用性能。旧套管和油管,宜根据以往对井况与环境因素的经验作出判断后,方能加以利用。

8 修复

因使用或使用不当而造成损伤的管材,往往通过修复后还可再用。修复必须按 GB/T 19830 进行。修复后螺纹的可用性宜按 GB/T 9253.2 进行测量和检验后确定。

9 套管附件的现场焊接

9.1 通则

9.1.1 套管用钢的选择受许多因素的制约,而这些因素又受套管服役状况的影响,最适合于现场焊接的钢不一定满足使用性能。因此,在选择套管用钢时,其可焊性不作为主要考虑因素。这样造成的后果是,除非采取了预防措施,否则焊接可能会对所有钢级套管产生负面影响,特别是 J55 及以上钢级。

9.1.2 焊接产生的热量可能影响高强度套管的机械性能。在热影响区,可能出现裂纹和脆性区,从而引起断裂,尤其是当套管受到钻杆接头磨损时更为突出。为此,尽量避免对高强度套管进行焊接。

9.1.3 推荐使用不需要焊接的设备和操作方法,如可用水泥或锁紧件代替焊接法固定接头底部,以防接头松动。同样,提倡使用机械方法连接扶正器和刮泥器。

9.1.4 对高强度套管虽然不推荐进行焊接,但不阻止在一定环境下用户可以采用焊接方法。施焊时,若采用必要的作法,可使焊接的有害程度减少到最低。这里的意图就在于概述这些方法,以指导现场工作人员。

9.1.5 套管柱的关键部位不推荐焊接作业,因为这些部位的抗拉伸、抗内压和抗挤毁性能不应改变。如果确需焊接,宜限制在管柱底部的注水泥区段的最低部位。当需要焊接套管接箍的引鞋接头时,宜慎重地使用本节所述的工艺。

9.1.6 焊接由用户负责,焊接质量与焊工技能相关。各种规格和钢级的套管,其可焊性变化很大,因此,焊工负有重大责任。经验证明,宁可派遣一名合格的焊工,也不就近使用一名技术不熟练的人。现场负责人要检查焊工的资格证,必要时,可由焊工本人说明或操作演练,以证实其确能胜任该项工作。

9.2 焊缝要求

9.2.1 焊缝宜有足够的机械强度,以防止接头松动或承载不同套管短节。在服役中,焊缝要能经受住震动、冲击、振动以及套管所经受的其他苛刻条件。抗弯能力往往也是很重要的,为了满足这一点,焊缝要有足够的韧性,而且无裂纹、脆性区或硬点等。

9.2.2 焊接的目的是连接附件,或防止接头松动。接头处焊接的目的是防止接头卸扣,而不是防止泄漏。防漏是靠接头本身保证的。

9.2.3 若焊接是为了套管悬挂器的密封时,则焊缝处的防漏性能必须保证。

9.3 工艺

焊接通常采用金属电弧焊或氧炔焊。钎焊合金熔点不超过 650 °C (1 200 °F),具有良好的机械性能,可用氧炔或氧丙烷焊炬加热。使用火焰钎可避免焊接合金钢套管时产生脆性区或裂纹,但其强度有可能下降。

9.4 电弧焊焊条

当使用金属电弧焊时,推荐使用低氢焊条。低氢焊条包括 GB/T 5117 中所列的 E××15、E××16 和 E××18 型号。低氢焊条在使用前不宜暴露于空气中。焊条开封后,必须立即保存在(65~150)°C ((150~300)°F)的保温箱中。焊条取出保温箱后,必须在 30 min 内使用。若在规定的时间内未用,则必须丢弃或置于(315~370)°C ((600~700)°F)环境中烘干不低于 1 h,再存放于保温箱中。

9.5 基体金属的处理

待焊接的区域宜是干燥的,并要刷净或擦净,没有任何多余的涂漆、油脂、水垢、铁锈或污物。

9.6 预热及冷却

9.6.1 焊接各钢级套管时,预热是很必要的。焊接两侧 75 mm (3 in) 内宜预热到(205~315)°C ((400~600)°F)。焊接时宜保持预热温度(用“测温棒”即温度敏感炭棒测量温度)。

9.6.2 宜避免焊缝迅速冷却,保证缓慢冷却。避免使焊缝受急剧变化的气候条件影响(如严寒、下雨、大风等)。经过焊接的套管下井前,宜将焊缝在空气中冷却至 120 °C (250 °F)(用测温棒测量)。冷却所需时间通常约为 5 min。

9.7 焊接技术

9.7.1 当预热到规定温度时,焊接宜立即开始。焊接作业时,宜避开大风、吹起的尘土和砂子,以及下雨等。

9.7.2 若使用金属电弧焊,宜使用直径不大于 4.18 mm ($\frac{3}{16}$ in) 的电焊条。首选双层焊,这样第二层焊缝容易控制,只需堆焊在焊缝金属上,而不需扩大到套管。第二层焊缝的作用是使下面的焊缝及其邻近金属得到回火或退火。如果第二层焊缝扩大到套管上,则该目的达不到。在清理好第一层焊缝后,宜迅速焊第二层焊缝,以免被第一层焊缝加热的金属迅速冷却而变脆。焊缝的横向摆动宜降低到最小,电流宜在焊条制造厂推荐的低值范围内。要尽量防止咬边。

9.7.3 在焊接下一层焊道以前,铲除或磨掉留在焊层上的任何焊渣或焊剂。

9.7.4 附件安装时,尽可能贴近套管表面。

9.7.5 电弧不应在套管上起弧,因为每处电弧灼伤都会产生硬点,损伤套管。裂纹往往是由于在套管上起弧造成的。电弧宜在附件上起弧,因附件所用的钢材不易损伤。如必须在套管上起弧时,宜在焊接部位进行。

9.7.6 焊接电缆宜谨慎地在套管上接地。接地线要牢固地夹紧在套管上,或固定在管子卡瓦之间适当位置,不宜焊在套管上。接触不良可能产生火花,进而产生硬点,硬点下面可能产生初始裂纹。焊接电缆不宜在钻台、转盘底座或套管架上接地。

9.7.7 焊接尽可能在套管架上进行,而不要在钻台上或套管悬挂在井内时进行。这样做有双重优点:

- a) 在比较便利的条件下施焊;
- b) 焊缝冷却速度可以减慢,易于控制。套管焊接时不应放于地面上,而应固定在管架上。

9.7.8 在焊接接箍、浮箍或引鞋时,为了防止螺纹松动,宜熔敷上足够的金属。如果套管在转盘内要对

浮箍和套管接箍进行焊接时,或者如果不进行全周长焊接时,则对 244.5 mm(9 $\frac{5}{8}$ in)的套管,宜每隔 120°焊一条 75 mm(3 in)长的焊缝,对大于 244.5 mm(9 $\frac{5}{8}$ in)的套管,宜焊三条 100 mm 长的纵向焊缝,对小于 244.5 mm(9 $\frac{5}{8}$ in)的套管,宜焊三条 50 mm 长的焊缝。

9.7.9 如果焊缝长度达(100~150)mm(4 in~6 in),则分段退焊是有利的。例如:一道焊缝已从左向右焊上了 150 mm(6 in)长,则操作者在已焊缝左侧约 150 mm(6 in)处开始,向已焊缝的开始点施焊。

9.7.10 整个角焊缝上的焊脚尺寸宜基本一致。注意避免咬边。优先选用双层焊接法,第二层焊接前宜清理底层焊道。

9.7.11 当焊片被焊在套管上时,焊缝宜围绕焊片端部向外延伸。在焊片端部附近起弧,焊接该端,并使焊缝回到焊片中心,这是一种较好的操作方法。电弧瞬间中断,会将焊片割断或烧掉一段,要把未焊接的一端从套管上用铁锤打下来。随后焊接围绕第二个端部继续进行,电弧中断前回到焊缝处。用这种方法,即可以不在端部起弧,又可以不在端部熄弧,还可把各端焊好。

9.7.12 在套管上焊接扶正器和刮泥器时,焊缝长度最短为 50 mm(2 in),焊缝间隔为 50 mm(2 in)。

9.7.13 在套管上焊接旋转刮泥器时,各端要全长焊接。在前边两个相同间隔焊 19 mm($\frac{3}{4}$ in),在后边中心焊 19 mm($\frac{3}{4}$ in)就满足要求了。

附录 A
(资料性附录)
国际单位换算

关于美国惯用单位制(USC)转换为国际单位值(SI),本标准采用如表 A.1 数值进行转换单位的换算。

表 A.1 单位换算

量纲	美国惯用单位制(USC)	国际单位制(SI)
面积	1 平方英寸(in ²)	645.16 平方毫米(mm ²)(精确)
流速	1 美桶每天(bbl/d)	0.158 987 立方米每天(m ³ /d)
	1 立方英尺每分钟(ft ³ /min)	0.028 316 85 立方米每分钟(m ³ /min) 或 40.776 192 立方米每天(m ³ /d)
力	1 磅力(lbf)	4.448 222 牛顿(N)
冲击功	1 英尺磅力(ft·lbf)	1.355 818 焦耳(J)
长度	1 英寸(in)	25.4 毫米(mm)(精确)
	1 英尺(ft)	304.8 毫米(mm)(精确)
质量	1 磅(lb)	0.453 592 37 千克(kg)(精确)
压力	1 磅力每平方英寸(lbf/in ²) 或 1 磅每平方英寸(psi) (注: 1bar=10 ⁵ Pa)	6 894.757 帕(Pa)
强度或应力	1 磅力每平方英寸(lbf/in ²)	6 894.757 帕(Pa)
温度	用公式将 USC 温度(°F)转换为 SI 温度(°C)	°C=(°F-32)×5/9
扭矩	1 英寸磅(in·lbf)	0.112 985 牛顿米(N·m)
	1 英尺磅(ft·lbf)	1.355 818 牛顿米(N·m)
速度	1 英尺每秒(ft/s)	0.304 8 米每秒(m/s)(精确)
体积	1 立方英寸(in ³)	16.387 064×10 ⁻³ 立方厘米(cm ³)(精确)
	1 立方英尺(ft ³)	0.028 316 8 立方米(m ³)或 28.316 8 立方分米(dm ³)
	1 加仑(U. S. Gallon)	0.003 785 4 立方米(m ³)或 3.785 4 立方分米(dm ³)
	1 桶(barrel)	0.158 987 立方米(m ³)或 158.987 立方分米(dm ³)