



中华人民共和国国家标准

GB/T 24956—2010

石油天然气工业 钻柱设计和操作限度的推荐作法

Recommended practice for petroleum and natural gas industries—
Drill stem design and operating limits

2010-08-09 发布

2010-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	V
1 范围	1
2 参考文献	1
3 术语和定义	1
4 钻杆和钻杆接头的性能	5
5 钻铤的性能	37
6 方钻杆的性能	37
7 设计计算	56
8 与井斜有关的限度	62
9 与浮式钻井船有关的限度	69
10 钻柱腐蚀与硫化物应力开裂	72
11 钻杆的压缩使用限度(见附录 A. 14 和 A. 15)	77
12 特殊使用问题	119
13 钻柱的鉴定、检查和分级	124
14 特殊处理	147
15 钻杆的动载荷	147
16 牙轮钻头尺寸和上紧扭矩的分类	147
附录 A (规范性附录) 强度和设计公式	153
附录 B (资料性附录) 参考资料	175
附录 NA (资料性附录) 标准第 2 章引用标准国内采标情况	177
附录 NB (资料性附录) 英制单位与我国法定计量单位的换算关系	178
图 1 NC26 接头的抗扭强度和上紧扭矩	25
图 2 2 $\frac{3}{8}$ OH 接头的抗扭强度和上紧扭矩	25
图 3 2 $\frac{3}{8}$ WD 接头的抗扭强度和上紧扭矩	26
图 4 2 $\frac{3}{8}$ SLH90 接头的抗扭强度和上紧扭矩	26
图 5 2 $\frac{3}{8}$ PAC 接头的抗扭强度和上紧扭矩	27
图 6 NC31 接头的抗扭强度和上紧扭矩	27
图 7 2 $\frac{7}{8}$ SLH90 接头的抗扭强度和上紧扭矩	28
图 8 2 $\frac{7}{8}$ WO 接头的抗扭强度和上紧扭矩	28
图 9 2 $\frac{7}{8}$ OH 接头的抗扭强度和上紧扭矩	29
图 10 2 $\frac{7}{8}$ PAC 接头的抗扭强度和上紧扭矩	29
图 11 NC38 接头的抗扭强度和上紧扭矩	30
图 12 3 $\frac{1}{2}$ SLH90 接头的抗扭强度和上紧扭矩	30
图 13 3 $\frac{1}{2}$ FH 接头的抗扭强度和上紧扭矩	31
图 14 3 $\frac{1}{2}$ OH 接头的抗扭强度和上紧扭矩	31
图 15 3 $\frac{1}{2}$ PAC 接头的抗扭强度和上紧扭矩	32
图 16 3 $\frac{1}{2}$ XH 接头的抗扭强度和上紧扭矩	32
图 17 NC40 接头的抗扭强度和上紧扭矩	33
图 18 4inH90 接头的抗扭强度和上紧扭矩	33

图 19	4inOH 接头的抗扭强度和上紧扭矩	34
图 20	NC46 接头的抗扭强度和上紧扭矩	34
图 21	4½FH 接头的抗扭强度和上紧扭矩	35
图 22	4½H90 接头的抗扭强度和上紧扭矩	35
图 23	4½OH 接头(标准重量)的抗扭强度和上紧扭矩	36
图 24	NC50 接头的抗扭强度和上紧扭矩	36
图 25	5½FH 接头的抗扭强度和上紧扭矩	37
图 26	内径为 1½in 和 1¾in 的钻铤抗弯强度比	46
图 27	内径为 2in 和 2¼in 的钻铤抗弯强度比	47
图 28	内径为 2½in 的钻铤抗弯强度比	48
图 29	内径为 2⅜in 的钻铤抗弯强度比	49
图 30	内径为 3in 的钻铤抗弯强度比	50
图 31	内径为 3¼in 的钻铤抗弯强度比	51
图 32	内径为 3½in 的钻铤抗弯强度比	52
图 33	新方钻杆——新方补心组合	55
图 34	新方钻杆——新方补心组合	55
图 35	为防止上、卸丝扣时钻杆发生弯曲,钻杆接头高于卡瓦的最大高度	61
图 36	E75 钢级钻杆产生疲劳破坏时的狗腿严重度极限	65
图 37	S135 钢级钻杆产生疲劳破坏时的狗腿严重度极限	66
图 38	作用在钻杆接头上的侧向力	67
图 39	渐变狗腿中的疲劳破坏(无腐蚀环境)	68
图 40	渐变狗腿中的疲劳破坏(高腐蚀环境)	68
图 41	作用在 4¾in 钻杆接头和 3½in、13.3lb/ft ² 类钻杆本体的侧向力	70
图 42	作用在 6¼in 钻杆接头和 4½in、16.6lb/ft ² 类钻杆本体的侧向力	71
图 43	作用在 6⅝in 钻杆接头和 5in、19.5lb/ft ² 类钻杆本体的侧向力	71
图 44	作用在 6⅝in 钻杆接头和 5in、19.5lb/ft ³ 类钻杆本体的侧向力	72
图 45	在标准状态下用氢进行阴极放电时,SAE4340 钢的延迟破坏特性	77
图 46	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	78
图 47	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	79
图 48	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	79
图 49	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	80
图 50	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	80
图 51	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	81
图 52	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	81
图 53	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	82
图 54	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	82
图 55	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	83
图 56	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	83
图 57	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	84
图 58	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	84
图 59	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	85
图 60	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	85
图 61	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	86
图 62	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	86

图 63	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	87
图 64	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	87
图 65	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	88
图 66	产生正弦屈曲时的临界轴向压缩载荷(近似)	88
图 67a	弯曲应力和疲劳极限	92
图 67b	侧向接触力和接触长度	93
图 68a	弯曲应力和疲劳极限	94
图 68b	侧向接触力和接触长度	95
图 69a	弯曲应力和疲劳极限	96
图 69b	侧向接触力和接触长度	97
图 70a	弯曲应力和疲劳极限	98
图 70b	侧向接触力和接触长度	99
图 71a	弯曲应力和疲劳极限	100
图 71b	侧向接触力和接触长度	101
图 72a	弯曲应力和疲劳极限	102
图 72b	侧向接触力和接触长度	103
图 73a	弯曲应力和疲劳极限	104
图 73b	侧向接触力和接触长度	105
图 74a	弯曲应力和疲劳极限	106
图 74b	侧向接触力和接触长度	107
图 75	考虑钻杆接头外径差的井眼曲率调整系数	108
图 76	无腐蚀条件下 API 钻杆的中等疲劳极限	111
图 77	无腐蚀条件下 API 钻杆的最小疲劳极限	112
图 78a	高曲率下的弯曲应力	113
图 78b	侧向接触力和长度	114
图 79a	高曲率下的弯曲应力	115
图 79b	侧向接触力和长度	116
图 80a	高曲率下的弯曲应力	117
图 80b	侧向接触力和接触长度	118
图 81	双轴屈服应力椭圆或最大剪切应变能量图	124
图 82	钻杆接头上的钻杆标识	125
图 83	用于进行钻杆标识的铣槽推荐作法	127
图 84	检查标准中所包括长度的说明	129
图 85	钻杆和钻杆接头颜色代码识别	141
图 86	钳位和基准标记位置	142
图 87	钻铤吊卡	143
图 88	钻铤的吊卡槽和解卡槽	143
图 89	钻铤的磨损	145
图 90	改进的外螺纹接头应力释放槽	146
图 A.1	钻杆的偏心孔截面	153
图 A.2	旋转台肩连接	158
图 A.3a	施加上紧扭矩后拉伸	159
图 A.3b	拉伸后施加扭矩	159
图 A.3c	施加上紧扭矩后拉伸	161

图 A.3d 拉伸后施加上紧扭矩	161
图 A.4 用于抗弯强度比计算的各尺寸在旋转台肩连接中的位置	163
图 A.5 屈曲载荷与井眼曲率的关系	167
图 A.6 屈曲载荷与井眼曲率的关系	168
图 A.7 屈曲载荷与井眼曲率的关系	169
表 1 新钻杆尺寸数据	7
表 2 新钻杆的抗扭强度和抗拉强度数据	7
表 3 新钻杆的抗挤强度和抗内压强度数据	8
表 4 API 一级钻杆的抗扭强度和抗拉强度数据	9
表 5 API 一级钻杆的抗挤强度和抗内压强度数据	10
表 6 API 二级钻杆的抗扭强度和抗拉强度数据	10
表 7 API 二级钻杆的抗挤强度和抗内压强度数据	11
表 8 新钻杆接头和新钢级 E75 钻杆的机械性能	12
表 9 新钻杆接头和新高强度钻杆的机械性能	14
表 10 基于内螺纹抗扭强度的焊接型钻杆接头和钻杆的推荐最小外径和上紧扭矩	17
表 11 浮力系数	23
表 12 旋转台肩连接互换表	23
表 13 钻铤重量(钢)	38
表 14 钻铤旋肩式接头推荐上紧扭矩	39
表 15 方钻杆强度	53
表 16 产生最大磨损宽度时方钻杆和方补心之间的接触角	54
表 17 重新加工方钻杆的长度	56
表 18 典型钻柱设计算例最终钻柱组成	60
表 19 截面模数值	62
表 20 钻井液类型对摩擦系数的影响	78
表 21 不同钻井液密度的修正	89
表 22 防止钻杆发生屈曲的井眼曲率	89
表 23 Youngstown 钢材测试结果	109
表 24 受压钻杆的疲劳极限	109
表 25 图 77 中所用到的数据	110
表 26 钻杆钢级代号及钻杆接头生产厂家代号	126
表 27 钻杆重量代码	127
表 28 旧钻杆的分级标准	128
表 29 油管柱的分级标准	130
表 30 新、一级(旧)、二级(旧)钻杆在最小屈服张强度下的钩载	131
表 31 新、一级(旧)、二级(旧)油管柱在最小屈服强度下的钩载	136
表 32 钻铤槽和吊卡孔的尺寸	144
表 33 NC50 轴对称螺纹最后啮合齿根处的最大应力	146
表 34 IADC 牙轮钻头分类表	148
表 35 IADC 钻头分类代码的第 4 位代码	150
表 36 牙轮钻头上紧扣扭矩范围推荐值	150
表 37 金刚石钻头上最小上紧扭矩推荐值	151
表 38 常规牙轮钻头尺寸	152
表 39 常规固定切削齿钻头尺寸	152

前 言

本标准等同采用 API RP 7G:1998 第 16 版 Recommended Practice for Drill Stem Design and Operating Limits(1998 年 12 月 1 日生效,2000 年 5 月勘误)《钻柱设计和操作限度的推荐作法》,包括其修正案 1:2003。

本标准等同翻译 API RP 7G:1998 第 16 版。

为便于实际使用,本标准做了下列编辑性修改:

——“本推荐作法”一词改为“本标准”;

——删除特别通告、API 前言和 16.8 等资料性概述要素;

——图、表依据 GB/T 1.1—2000 的规定排列;

——将国际标准中公式所要解释的符号“=”按国标 GB/T 1.1 的要求改为“——”;

——对纳入正文的国际标准的技术勘误和修正案内容在正文的页边空白处用垂直双线(∥)进行了标识;

——按 GB/T 20000.2 的要求,在附录 B 后增加了附录 NA 参考标准的采标情况;增加了附录 NB 英制单位与我国法定计量单位的换算。

本标准的附录 A 为规范性的附录,附录 B、NA、NB 为资料性的附录。

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归口。

本标准起草单位:新疆石油管理局钻井工艺研究院。

本标准主要起草人:陈若铭、刘灵、王芳、谭国琼、宋彬、费维新。

API 环境、健康、安全责任和指导方针

美国石油协会会员致力于不断努力改善作业与环境的适应性,同时经济地开发能源,为消费者提供高质量的产品和服务。我们认识到我们有责任与公众、政府和其他团体一起共同努力,以环保手段来开发和使用自然资源,保护雇员和公众的健康和安全。为了担负起这个责任,API 成员承诺遵循下列方针管理我们的业务,这些方针采取风险优先的科学态度和经济有效的管理办法。

- 认识并对公众关于原材料、产品和作业的关注作出反应。
- 经营工厂和操作设备时,加工原材料和产品要保护环境、雇员和公众的安全和健康的。
- 在设计和开发新产品和新工艺时要优先考虑安全、健康和环保问题。
- 与行业有关的重要危害安全、健康和环境的信息应及时通知相关的官员、雇员、顾客和公众,并推荐保护措施。
- 劝告顾客、运输人员和其他人要安全使用、运输和处理原材料、产品和废料。
- 要经济地开发和生产自然资源,通过有效地使用能源来保护这些资源。
- 通过开展和扶持有关原材料、产品、加工和废料对安全、健康和环境影响的研究来拓展相关知识。
- 确保减少产生辐射和废物的总量。
- 和其他人或相关部门一起来解决因作业中处理和排放有害物质而产生的问题。
- 参与政府和其他部门制定保护社区、工作场所和环境的法律、法规和标准。
- 与生产、处理、使用、运输或排放类似原材料、石油产品和废料的其他人或部门分享经验和提供援助,以此宣传这些原则和做法。

石油天然气工业

钻柱设计和操作限度的推荐作法

1 范围

1.1 覆盖范围

本标准不仅包括钻柱组件的选择,而且还考虑了井斜控制、钻井液、钻压和转速,以及其他操作程序。

1.2 章节覆盖范围

第 4、5、6、7 章提供了选择钻柱组件的步骤,第 8、9、10、11、12 和 15 章是有关可能造成钻柱正常能力降低的操作限度,第 13 章包含了旧钻杆和旧油管的分类方法以及其他钻柱组件的识别和检查步骤,第 14 章包含了关于井下工具焊接的说明,第 16 章包含了牙轮钻头的分类方法。

2 参考文献

(其他参考资料详见附录 B)。

API RP 5C1 套管、油管的维护和使用推荐作法

API Bull 5C3 套管、油管、钻杆和管线管性能的公式和计算

API Spec 7 旋转钻井钻柱组件的规格

API RP 7A1 旋转台肩连接螺纹脂检验推荐作法

API RP 13B-1 水基钻井液现场测试标准程序推荐作法

API RP 13B-2 油基钻井液现场测试标准程序推荐作法

ASTM¹⁾ D3370 取水样的标准作法

NACE²⁾ MR0175 油田设备用抗硫化应力裂纹的金属材料

以上标准国内采标情况见附录 NA。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

抗弯强度比 bending strength ratio

旋肩式内、外螺纹旋紧配合时,外螺纹接头最后丝扣啮合处的抗弯截面模数与外螺纹接头顶端外的内螺纹接头的抗弯截面模数的比值。

3.2

倒角直径 bevel diameter

旋转台肩连接接触面的外径。

3.3

钻头短节 bit sub

通常两端为内螺纹、用于连接钻头和钻柱的接头。

1) 美国测试材料协会(地址:100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvania 19428)

2) 美国国家防腐工程师协会(P. O. Box 218340, Houston, Texas 77218-8340)