

GB

中国

国家

标准

汇编

453

GB 24956~24980

(2010年制定)



中国质检出版社
中国标准出版社

中国国家标准汇编

453

GB 24956~24980

(2010 年制定)

中国标准出版社 编

中国质检出版社

中国标准出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

中国国家标准汇编: 2010 年制定. 453: GB 24956~24980/
中国标准出版社编. —北京: 中国标准出版社, 2011
ISBN 978-7-5066-6483-7

I. ①中… II. ①中… III. ①国家标准-汇编-中国-2010
IV. ①T-652.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 187737 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010)64275323 发行中心: (010)51780235

读者服务部: (010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 36.75 字数 952 千字
2011 年 12 月第一版 2011 年 12 月第一次印刷

*

定价 220.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010)68510107

出版说明

1.《中国国家标准汇编》是一部大型综合性国家标准全集。自 1983 年起,按国家标准顺序号以精装本、平装本两种装帧形式陆续分册汇编出版。它在一定程度上反映了我国建国以来标准化事业发展的基本情况和主要成就,是各级标准化管理机构,工矿企事业单位,农林牧副渔系统,科研、设计、教学等部门必不可少的工具书。

2.《中国国家标准汇编》收入我国每年正式发布的全部国家标准,分为“制定”卷和“修订”卷两种编辑版本。

“制定”卷收入上一年度我国发布的、新制定的国家标准,顺延前年度标准编号分成若干分册,封面和书脊上注明“20××年制定”字样及分册号,分册号一直连续。各分册中的标准是按照标准编号顺序连续排列的,如有标准顺序号缺号的,除特殊情况注明外,暂为空号。

“修订”卷收入上一年度我国发布的、修订的国家标准,视篇幅分设若干分册,但与“制定”卷分册号无关联,仅在封面和书脊上注明“20××年修订-1,-2,-3,……”字样。“修订”卷各分册中的标准,仍按标准编号顺序排列(但不连续);如有遗漏的,均在当年最后一分册中补齐。需提请读者注意的是,个别非顺延前年度标准编号的新制定的国家标准没有收入在“制定”卷中,而是收入在“修订”卷中。

读者配套购买《中国国家标准汇编》“制定”卷和“修订”卷则可收齐上一年度我国制定和修订的全部国家标准。

3. 由于读者需求的变化,自 1996 年起,《中国国家标准汇编》仅出版精装本。

4. 2010 年我国制修订国家标准共 2846 项。本分册为“2010 年制定”卷第 453 分册,收入国家标准 GB 24956~24980 的最新版本。

中国标准出版社

2011 年 8 月

目 录

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	1
GB/T 24957—2010	冷冻轻烃流体 船上膜式储罐和独立棱柱形储罐的校准 物理测量法	183
GB/T 24958.1—2010	冷冻轻烃流体 船上球形储罐的校准 第1部分:立体照相测量法	204
GB/T 24959—2010	冷冻轻烃流体 液化气储罐内温度的测量 电阻温度计和热电偶	225
GB/T 24960—2010	冷冻轻烃流体 液化气储罐内液位的测量 电容液位计	235
GB/T 24961—2010	冷冻轻烃流体 液化气储罐内液位的测量 浮子式液位计	247
GB/T 24962—2010	冷冻烃类流体 静态测量 计算方法	255
GB/T 24963—2010	液化天然气设备与安装 船岸界面	279
GB/T 24964—2010	冷冻轻烃流体 液化天然气 船上贸易交接程序	309
GB/T 24965.1—2010	交通警示灯 第1部分:通则	323
GB 24965.2—2010	交通警示灯 第2部分:黄色闪烁警示灯	333
GB/T 24965.3—2010	交通警示灯 第3部分:雾灯	341
GB/T 24965.4—2010	交通警示灯 第4部分:临时安全警示灯	349
GB/T 24966—2010	车辆分离光栅	357
GB/T 24967—2010	钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪	367
GB/T 24968—2010	公路收费车道控制机	377
GB/T 24969—2010	公路照明技术条件	387
GB/T 24970—2010	轮廓标	395
GB/T 24971—2010	轮胎识别器	411
GB/T 24972—2010	弹性交通柱	421
GB/T 24973—2010	收费用电动栏杆	429
GB/T 24974—2010	收费用手动栏杆	441
GB/T 24975.1—2010	低压电器环境设计导则 第1部分:总则	447
GB/T 24975.2—2010	低压电器环境设计导则 第2部分:隔离器	461
GB/T 24975.3—2010	低压电器环境设计导则 第3部分:断路器	465
GB/T 24975.4—2010	低压电器环境设计导则 第4部分:接触器	469
GB/T 24975.5—2010	低压电器环境设计导则 第5部分:熔断器	473
GB/T 24975.6—2010	低压电器环境设计导则 第6部分:按钮信号灯	477
GB/T 24975.7—2010	低压电器环境设计导则 第7部分:接线端子	481
GB/T 24976.1—2010	电器附件环境设计导则 第1部分:总则	485
GB/T 24976.2—2010	电器附件环境设计导则 第2部分:电缆管理用导管系统和槽管系统	501
GB/T 24976.3—2010	电器附件环境设计导则 第3部分:家用和类似用途电缆卷盘	505
GB/T 24976.4—2010	电器附件环境设计导则 第4部分:工业用插头插座和耦合器	509
GB/T 24976.5—2010	电器附件环境设计导则 第5部分:家用和类似用途插头插座	513
GB/T 24976.6—2010	电器附件环境设计导则 第6部分:家用和类似用途器具耦合器	519
GB/T 24976.7—2010	电器附件环境设计导则 第7部分:家用和类似用途低压电器用连接 器件	523

GB/T 24976.8—2010 电器附件环境设计导则 第8部分:家用和类似用途固定式电气装置的
开关 527

GB 24977—2010 卫浴家具 533

GB/Z 24978—2010 火灾自动报警系统性能评价 549

GB/Z 24979—2010 点型感烟/感温火灾探测器性能评价 565

GB/T 24980—2010 稀土长余辉荧光粉 577



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

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、产品和作业的关心作出反应。
- 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。
- 和其他人或其他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)

3.4

内螺纹连接 box connection

石油管材具有内(阴)螺纹的螺纹连接。

3.5

校准系统 calibration system

量规校准和控制的相关文件。

3.6

二级 Class 2

对旧钻杆和油管的一种 API 使用分级。

3.7

冷加工 cold working

金属在足够低的温度下引起或确保永久应变的塑性变形。

3.8

腐蚀 corrosion

由所处环境引起的材料改变或性能下降。

3.9

临界转速 critical rotary speed

出现共振时的旋转速度。这些振动可能造成疲劳失效、过度磨损或弯曲。

3.10

脱碳 decarburization

加热时介质表面与碳发生反应,从而造成铁合金表面的碳损失的现象。

3.11

牙底高 dedendum

螺纹节线与牙底的距离。

3.12

狗腿 dogleg

用于描述井眼或沟槽方向急剧变化的术语,也适用于钢丝绳或管柱的永久性弯曲。

3.13

狗腿严重度 dogleg severity

井眼的井斜和(或)方位变化量的度量单位,通常用 $^{\circ}/100\text{ ft}$ (井段长度)来表示。

3.14

通径规 drift

检查钻铤、钻杆、套管、油管、接头、水管和管线最小内径的量规。

3.15

钻铤 drill collar

设计用来提供刚度和钻压的厚壁管子或管状物。

3.16

钻杆 drill pipe

两端有特殊螺纹连接(即工具接头)的一段钢管。

3.17

钻柱组件 drill string element

用钻杆接头连接的每根钻杆。

3.18

失效 failure

装置或设备的性能已不适合甚至妨碍完成其设计功能。

3.19

疲劳 fatigue

材料局部受交变应力作用并在交变应力足够大之后累积产生裂纹或发展成裂缝,从而导致材料局部永久性结构发生改变的渐进过程。

3.20

疲劳失效 fatigue failure

一种受最大值低于材料抗拉强度的交变应力作用而产生的失效。

3.21

疲劳裂纹 fatigue crack

材料因疲劳而产生的裂纹。

3.22

锻造(锻件) forging

1) 一般是热锻,用或不用冲模在外力作用下将金属塑性加工成型。

2) 用锻造方法制成成型的金属部件。

3.23

方钻杆 kelly

用于连接水龙头和钻柱外形为四方形或六边形的钢管。方钻杆穿过转盘转动并向钻柱传递扭矩。

3.24

方钻杆保护接头 kelly saver sub

连接在方钻杆底部的短节,用于保护方钻杆的外螺纹端在上扣、卸扣作业期间不受磨损。

3.25

最后啮合齿 last engaged thread

与内螺纹啮合的外螺纹或与外螺纹啮合的内螺纹的最后一道螺纹。

3.26

方钻杆下旋塞 lower kelly valve

紧接在方钻杆以下的基本可完全打开的阀,外径和钻杆接头外径相等。在带压状态下可关闭该阀以卸下方钻杆,可在强行起下钻作业中下钻。

3.27

旋接台肩 make-up shoulder

旋转台肩连接上的密封台肩。

3.28

最小上紧扭矩 minimum make-up torque

在外螺纹上产生拉应力或在内螺纹产生压应力所需的最小扭矩。这个任意得出的应力可理解为在多数钻井条件下都足以防止井下卸开和因弯曲载荷使台肩分离的力。

3.29

最小外径 minimum OD

对于旋肩式钻杆接头,其最小外径是旋转时确保丝扣连接强度为钻杆本体强度一定比例的最小内螺纹外径。

3.30

油基钻井液 oil muds

是指油为连续相、水为分散相的特殊类型钻井液。这类钻井液含有氧化沥青和通常以 1:5 的比例乳化进含有氢氧化钠或氧化钙和有机酸体系的水,也可含有硅酸盐、盐和磷酸盐。油基钻井液与反相乳化钻井液(两者都是油包水乳化钻井液)的区别在于水的加量、控制黏度和触变性的方法、造壁材料以及滤失性的不同。

3.31

外螺纹端 pin end

石油管材具有外(阳)螺纹的螺纹连接。

3.32

平端 plain end

钻杆、油管或套管没有丝扣的端部。管柱两端可加厚也可不加厚。

3.33

一级 premium class

对旧钻杆和油管的一种 API 使用分级。

3.34

淬火和回火 quenched and tempered

淬火——通过奥氏体化使铁合金硬化,然后迅速冷却以使部分或全部奥氏体转变成马氏体。

回火——将淬火硬化或正火的铁合金重新加热到低于转变区的温度,然后按所要求的速率冷却。

3.35

类 range

API 石油管材的一种按长度分级的方法。

3.36

旋转台肩连接 rotary shouldered connection

钻柱组件所应用的一种具有粗牙、锥形螺纹和密封台肩的连接。

3.37

抗剪强度 shear strength

当施加力和阻力反向平行并偏移一定距离,在横截面上产生裂缝时所需的力。其值为:最大载荷除以被剪切分开的原始横截面面积。

3.38

卡卡瓦区 slip area

从钻杆接头和吊卡台肩的接合处沿管体 48 in 距离内所包含的区域。

3.39

应力释放特征 stress-relief feature

在旋转台肩连接上进行处理,去除外螺纹或内螺纹未啮合的螺纹。经过这种处理钻柱柔性更强,减少了高应力集中区产生疲劳裂纹的机率。

3.40

水龙头 swivel

安装在钻柱顶部可以同时实现循环和旋转的装置。

3.41

抗拉强度 tensile strength

材料能够承受的最大拉伸应力。抗拉强度根据在拉伸测试期间断裂时的最大载荷和试件的原横截面积计算。

3.42

测试压力 test pressure

用于证明压力容器结构完整性的大于其工作压力的压力。

3.43

螺纹形式 thread form

一个螺距长度内轴向上螺纹剖面的形状。

3.44

公差 tolerance

允许的偏差量。

3.45

钻杆接头 tool joint

钻杆上一种具有粗牙、锥形螺纹和密封台肩的加重连接元件,其可承受钻柱重量,在钻井过程中经受重复上、卸扣的应变,抗疲劳和额外上紧力,并起防泄漏密封作用。钻杆两端分别为外螺纹端和内螺纹端。钻杆接头可以以焊接、螺纹连接,或以焊接和螺纹连接相结合的方式连接在钻杆上。

3.46

方钻杆上旋塞 upper kelly cock

一种紧接在方钻杆上端关闭后可封闭钻杆内压力的阀。

3.47

加厚端 upset

钻杆管体壁厚增加的一端。其可以是外径增大或内径减小,或两种情况兼有。加厚端通常通过热锻管体端而制成。

3.48

工作规 working gauges

用来测量产品螺纹的量规。

3.49

工作压力 working pressure

在正常操作中设备的部件能够承受的压力。

3.50

工作温度 working temperature

在正常操作中设备的部件能够承受的温度。

4 钻杆和钻杆接头的性能

4.1 本章包括了一系列表格(表1~表11),给出了新旧钻杆的尺寸、机械性能和使用性能,表格还包括新旧钻杆所用钻杆接头的这些特性。

4.2 本章包括了所有钻杆和钻杆接头特性表。

4.3 钻杆表中所列数据都是以公认行业标准为基础、通过附录A中的公式计算而得到的。

4.4 新钻柱的推荐通径见表8和表9的第8列。通径规长度至少有4 in,而且必须通过加厚部分,但无需超过吊卡台肩面以下12 in。

4.5 钻杆接头的抗扭强度是一个多变量的函数。这些变量包括钢材强度、连接尺寸、螺纹类型、螺距、锥度和螺纹配合面或台肩配合面的摩擦系数。为使用本标准,摩擦系数假定为一个常数,但是已经得到证实的是,新钻杆接头和使用温度通常会影响钻杆接头的摩擦系数。当新钻杆一般表现出低摩擦系数

时,使用温度大于 300 ℉则可以使摩擦系数显著增加或降低,这主要取决于螺纹润滑脂。使旋转台肩连接屈服所需要的扭矩可从 A.9 中的公式获得。

4.6 外螺纹钻杆接头或内螺纹钻杆接头的横截面积,无论哪个起作用都是最大的影响因素,并且变化也最大。钻杆接头的抗扭强度主要由其外径和内径决定,外径影响内螺纹钻杆接头的横截面积,内径影响外螺纹钻杆接头的横截面积。假定其他因素都是定值,则外径和内径的选择决定了外螺纹钻杆接头或内螺纹钻杆接头的横截面积,并确定其理论抗扭强度值。

4.7 钻杆接头使用寿命期间其理论抗扭强度随外径磨损而显著降低。钻杆接头的内螺纹横截面积成为较小的一个或者说成为控制面积时,外径减小多少都会直接降低抗扭强度。如果钻杆接头是新的且内螺纹横截面积起控制作用时,则初始外径磨损会降低抗扭强度;如果钻杆接头是新的且外螺纹横截面积起控制作用时,则外径磨损到某个程度才可能使抗扭强度受到影响。反过来说,可以通过制造比普通尺寸大的外径和比普通尺寸小的内径的钻杆接头来增大抗扭强度。

4.8 表 10 所列的最小外径、内螺纹钻杆接头台肩厚和上紧扭矩值的确定依据。

4.8.1 推荐钻杆接头上紧扭矩是基于所有螺纹和台肩都涂抹了螺纹脂计算的。螺纹脂含有 40%~60%(质量比)金属锌细粉,其中活化硫总含量不超过 0.3%(参考 Spec 7 附录 G 中使用有害材料的注意事项)。计算中拉伸应力为钻杆接头(最小拉伸屈服强度)的 60%。

4.8.2 计算钻杆接头抗扭强度时,新的和磨损后的钻杆接头都未考虑台肩倒角。

4.8.3 一级钻杆其壁厚最小为公称壁厚的 80%。

4.8.4 二级钻杆其壁厚最小为公称壁厚的 70%。

4.8.5 本标准中钻杆接头和管体的抗扭比(≥ 0.80)仅是推荐值,应该认识到可以采用其他的尺寸组合。适合某种使用场合的特定组合,在某些地方可能不适用而在另一地方可能过于安全。

4.9 许多种尺寸和类型的连接可与某些其他尺寸和类型互换。在这些情况下只是名称不同,而在某些情况下是螺纹形式不同。如果螺纹形式可互换,则连接就可互换。

这些可互换的连接见表 12。

4.10 图 1~图 25 的曲线给出了大量大范围不同内、外径的常用钻杆接头连接的理论抗扭屈服强度。配合面、螺纹和台肩的摩擦系数假定为 0.08(见 API RP 7A1《旋转台肩连接螺纹脂检验的推荐作法》)。上紧扭矩以钻杆接头最小拉伸屈服强度的 60%为基础来计算。

4.11 曲线图使用的步骤方法

4.11.1 根据所研究的钻杆接头连接的尺寸和类型选择相应标题的曲线。

4.11.2 从需查找的外径水平引至曲线并读出该内螺纹连接的抗扭强度。

4.11.3 从内径垂直引至曲线并读出该外螺纹连接的抗扭强度。

4.11.4 上述得到的两个抗扭强度中较小的值就是钻杆接头的理论抗扭强度。

4.11.5 需强调的是,从曲线得到的值是抗扭强度的理论值。现场钻杆接头的抗扭强度可能与此不同,这是因为绘制曲线上各点时有许多影响现场使用的因素没有考虑。

4.11.6 对于新的或磨损后的钻杆接头在外径和内径变化情况下的相对抗扭强度,这些曲线十分有用。在每种情况下,应该使用较小值。

4.12 旧钻杆接头的推荐上紧扭矩确定步骤

4.12.1 按所研究的钻杆接头连接的尺寸和类型选择相应标题的曲线。

4.12.2 从需查找的外径水平引至曲线并读出该内螺纹连接的推荐上紧扭矩。

4.12.3 从内径垂直引至曲线并读出该外螺纹连接的推荐上紧扭矩。

4.12.4 上述得到的两个上紧扭矩中比较小的值就是钻杆接头的推荐上紧扭矩。

4.12.5 极端使用条件下允许上紧扭矩高于推荐值。

表 1 新钻杆尺寸数据

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
外径	公称重量 (含接头)	平端管子 重量 ¹	壁厚	内径 d	管体截面积 ² A	极截面模数 ³ Z
in	lb/ft	lb/ft	in	in	in ²	in ³
2 $\frac{3}{8}$	4.85	4.43	0.190	1.995	1.304 2	1.321
	6.65	6.26	0.280	1.815	1.842 9	1.733
2 $\frac{7}{8}$	6.85	6.16	0.217	2.441	1.812 0	2.241
	10.40	9.72	0.362	2.151	2.857 9	3.204
3 $\frac{1}{2}$	9.50	8.81	0.254	2.992	2.590 2	3.923
	13.30	12.31	0.368	2.764	3.620 9	5.144
	15.50	14.63	0.449	2.602	4.303 7	5.847
4	11.85	10.46	0.262	3.476	3.076 7	5.400
	14.00	12.93	0.330	3.340	3.804 8	6.458
	15.70	14.69	0.380	3.240	4.321 6	7.157
4 $\frac{1}{2}$	13.75	12.24	0.271	3.958	3.600 4	7.184
	16.60	14.98	0.337	3.826	4.407 4	8.543
	20.00	18.69	0.430	3.640	5.498 1	10.232
	22.82	21.36	0.500	3.500	6.283 2	11.345
5	16.25	14.87	0.296	4.408	4.374 3	9.718
	19.50	17.93	0.362	4.276	5.274 6	11.415
	25.60	24.03	0.500	4.000	7.068 6	14.491
5 $\frac{1}{2}$	19.20	16.87	0.304	4.892	4.962 4	12.221
	21.90	19.81	0.361	4.778	5.828 2	14.062
	24.70	22.54	0.415	4.670	6.629 6	15.688
6 $\frac{5}{8}$	25.20	22.19	0.330	5.965	6.526 2	19.572
	27.70	24.22	0.362	5.901	7.122 7	21.156
¹ lb/ft=3.399 6×A(第 6 列) ² $A=0.785\ 4(D^2-d^2)$ ³ $Z=0.196\ 35\left(\frac{D^4-d^4}{D}\right)$						

表 2 新钻杆的抗扭强度和抗拉强度数据

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
外径	公称重量 (含接头)	抗扭强度数据 ¹ 抗扭强度/(ft·lb)				最小抗拉强度数据 ² 最小屈服强度时的载荷/lb			
in	lb/ft	E75	X95	G105	S135	E75	X95	G105	S135
2 $\frac{3}{8}$	4.85	4 763	6 033	6 668	8 574	97 817	123 902	136 944	176 071
	6.65	6 250	7 917	8 751	11 251	138 214	175 072	193 500	248 786
2 $\frac{7}{8}$	6.85	8 083	10 238	11 316	14 549	135 902	172 143	190 263	244 624
	10.40	11 554	14 635	16 176	20 798	214 344	271 503	300 082	385 820
3 $\frac{1}{2}$	9.50	14 146	17 918	19 805	25 463	194 264	246 068	271 970	349 676
	13.30	18 551	23 498	25 972	33 392	271 569	343 988	380 197	488 825
	15.50	21 086	26 708	29 520	37 954	322 775	408 848	451 885	580 995