

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—202X

绳索取心钻杆作业规程

Code of practice for wire-line coring drill rod operation

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（报批稿）

（本稿完成日期：）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部

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 钻杆选择 ..... 2

    4.1 钻杆类型和规格选择 ..... 2

    4.2 管材钢级和机械性能 ..... 2

    4.3 钻杆许用长度 ..... 2

5 钻杆使用技术要求 ..... 2

    5.1 钻前准备工作 ..... 3

    5.2 钻柱组合与起下钻工具选配 ..... 3

    5.3 操作要求 ..... 3

    5.4 冲洗液使用要求 ..... 5

    5.5 事故处理 ..... 5

6 钻杆检测、标识与分级 ..... 7

    6.1 钻杆检测 ..... 7

    6.2 钻杆标识 ..... 7

    6.3 钻杆分级 ..... 8

7 钻杆的分级管理与维护 ..... 9

    7.1 新钻杆的验收 ..... 9

    7.2 钻杆的分级管理 ..... 9

    7.3 钻杆的维护与保养 ..... 9

    7.4 钻杆的入库贮存 ..... 10

附录 A （资料性） 绳索取心钻杆使用参数计算方法 ..... 11

附录 B （资料性） 钻杆柱内外循环压降计算方法 ..... 18

附录 C （资料性） 单孔钻杆跟踪卡 ..... 20

参考文献 ..... 21

## 前 言

本文件依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本文件起草单位：中国地质科学院勘探技术研究所、中地装（无锡）钻探工具有限公司、金石钻探（唐山）股份有限公司、中国地质调查局自然资源综合调查指挥中心、贵州省地质矿产勘查开发局 103 地质大队、山东省地质矿产勘查开发局钻探工程技术研究中心、福建省第八地质大队。

本文件主要起草人：梁健、尹浩、刘秀美、蔡纪雄、彭莉、田波、王志刚、王久全、孙建华、高德程、张遂、刘建奎、邹道全。

# 绳索取心钻杆作业规程

## 1 范围

本文件规定了绳索取心钻杆的选择、使用、检查、标记与分类、管理与维护等方面的技术要求。  
本文件适用于地质岩心钻探，其他钻探工程可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。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 16950-2014 地质岩心钻探钻具

DZ/T 0227-2010 地质岩心钻探规程

DZ/T 0389 地质钻探孔内事故预防与处理技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**上扣扭矩** make-up torque

螺纹连接达到上紧时的扭矩值。

### 3.2

**钻杆许用长度** drill rod rated length

在钻杆柱浮重、孔内阻力等静拉载荷作用下，钻杆仍满足安全系数、卡瓦挤压、拉力余量等要求而处于安全状态所对应的钻杆柱最大长度。

### 3.3

**单根** single

一根定尺长度的钻杆。

### 3.4

**钻杆分级** drill rod grading

依据钻杆磨损和腐蚀等损伤的程度，对钻杆服役能力进行的等级划分。

3.5

事故头 downhole accident top  
落在孔内的事故钻具的顶部。

4 钻杆选择

4.1 钻杆类型和规格选择

- 4.1.1 绳索取心钻杆类型和规格选择，应符合 GB/T 16950-2014 中 4.2 和 6.1 章节的相关规定。
- 4.1.2 依据钻孔结构、安全系数、作业深度等综合选择钻杆类型、规格。
- 4.1.3 复杂地层和深孔作业等情况，优先使用加强型钻杆，并在设备允许的前提下推荐使用 4.5m、6m 或更长长度的单根。

4.2 管材钢级和机械性能

- 4.2.1 钻杆管材的钢级一般不低于 ZT 590，推荐通用型钻杆不低于 ZT 750 钢级、加强型钻杆不低于 ZT 850 钢级、薄壁型钻杆不低于 ZT 640 钢级。
- 4.2.2 钻杆管材的机械性能、尺寸偏差、几何公差等应符合 GB/T 16950-2014 中 5.1、5.2 和 5.4 章节的相关规定。

4.3 钻杆许用长度

- 4.3.1 新钻杆应用深度应不大于许用长度，一级钻杆应用深度应不大于许用长度的 70 %，二级钻杆应用深度应不大于许用长度的 40 %，钻杆分级见 6.2.2。
- 4.3.2 中深孔按安全系数为 1.5 确定钻杆应用深度，深孔按安全系数为 2.0 确定钻杆应用深度。钻孔深度分级应符合 DZ/T 0227-2010 中 3.2 章节的相关规定。
- 4.3.3 斜孔施工时，根据具体情况或选取钻杆类型的不同，可在上述推荐值的基础上，适当调整安全系数。
- 4.3.4 钻杆许用长度应通过计算确定，计算公式见附录A，ZT 590钢级的绳索取心钻杆许用长度见表1，ZT 640、ZT 750、ZT 850钢级的绳索取心钻杆许用长度分别为表1数值乘以1.085、1.271及1.441。

表1 绳索取心钻杆许用长度

单位为米

安全 系数	通用型			加强型				薄壁型		
	R-NCS	R-HCS	R-PCS	R-NCP I	R-HCP I	R-NCP II	R-HCP II	R-NCM	R-HCM	R-PCM
1.0	3120	3210	3240	3730	4020	5340	5180	3960	4350	4680
1.5	2080	2140	2160	2480	2680	3560	3450	2640	2900	3120
2.0	1560	1600	1620	1860	2010	2670	2590	1980	2170	2340
注：计算选用的管材钢级为 ZT 590，冲洗液密度为 1.05 g/cm <sup>3</sup> 。										

5 钻杆使用技术要求

## 5.1 钻前准备工作

### 5.1.1 钻杆外观质量检验要求如下：

- a) 钻杆外观质量检验包括：接头螺纹损伤以及杆体硬伤、挤扁、腐蚀、刺漏、断裂、弯曲、偏磨等；
- b) 经检验合格并印有标记的钻杆方可送往机台，并随带检验报告；
- c) 钻杆到钻场后，使用方应对钻杆的规格、螺纹与合格证书的一致性、数量及外观进行检查验收，不符合检验质量要求的不能下孔使用；
- d) 使用方应配备简易螺纹规，对入场钻杆进行抽验，剔除螺纹开裂、脱扣、胀扣、规格不符及严重磨损的钻杆。

### 5.1.2 钻杆装卸与摆放要求如下：

- a) 在装卸、搬运和运输钻杆过程时，钻杆螺纹应戴好护丝；根据钻杆规格配套使用宽度不窄于 50 mm 的尼龙吊带吊装，每次吊装钻杆重量不应超过吊带安全承载范围，吊带与水平夹角一般保持在  $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$  范围内，吊点尽量保持对称和适当距离；
- b) 钻杆应摆放在距地面 0.5 m 以上的管架上，叠放层数不应超过 5 层，层间垫杠支撑，并采取防滚落措施；管架基础应牢固、平整，垫杠上下对齐；
- c) 钻杆距支撑点每端伸出长度不超过  $0.5\text{ m} \pm 0.1\text{ m}$ ，按内螺纹端朝向钻台方向整齐排列；
- d) 不应在钻杆上放置重物及酸、碱性等腐蚀性化学物品；
- e) 不应在钻杆上进行电气焊作业。

### 5.1.3 钻杆清洁要求如下：

- a) 下孔前，应清理钻杆管体及接头内外表面粘附的油污、冲洗液泥皮等附着物；
- b) 最后一次使用钻杆时，在提钻前应循环冲洗液两个周期以上；提钻过程中应使用软质刮泥器（或者清洗器）清除钻杆外表面的冲洗液等粘附物。

## 5.2 钻柱组合与起下钻工具选配

### 5.2.1 钻柱组合应符合以下要求：

- a) 钻柱组合设计时应考虑自身重量产生的拉伸载荷，并通过一定安全系数考虑动载荷及其他力的作用；
- b) 在特深钻孔或超径钻孔中，钻柱下部可使用专用加重钻杆。

### 5.2.2 起下钻工具选配要求如下：

- a) 可选择绞车输送钻杆上下钻台；
- b) 可选用吊卡或提引器起下钻杆柱；
- c) 选用液压或气动卡瓦起下钻时，应配置微牙痕卡瓦；
- d) 按卡瓦额定载荷的 70 % 确定夹持器卡瓦使用孔深；
- e) 拧卸钻杆时，应使用多点专用钻杆钳，不应使用普通管钳拧卸，也可选用专用液压吊钳。

## 5.3 操作要求

5.3.1 钻进规程参数

5.3.1.1 现场作业时，机台应严格按照钻探工程设计的作业参数执行，钻压、转速的选取符合 DZ/T 0227-2010 中 8.3 章节的相关规定。

5.3.1.2 泵量计算参考值见表 2，冲洗液循环每百米压耗计算参考值见表 3 和图 B.1。

表2 泵量计算参考值

单位为升每分

位置	通用型			加强型				薄壁型		
	R-NCS	R-HCS	R-PCS	R-NCP I	R-HCP I	R-NCP II	R-HCP II	R-NCM	R-HCM	R-PCM
裸眼段	27.3	40.2	55.7	22.5	28.6	27.3	39.7	26.8	39.7	57.8
套管段	46.4	58.1	86.1	41.6	46.6	46.4	57.6	45.9	57.6	88.2
注：上返流速 0.65 m/s；裸眼段根据钻杆外径与钻头口径的环空面积计算所需泵量，套管段根据钻杆外径与套管内径的环空面积计算所需泵量。										

表3 冲洗液循环压耗计算参考值

单位为兆帕每百米

位置	通用型			加强型				薄壁型		
	R-NCS	R-HCS	R-PCS	R-NCP I	R-HCP I	R-NCP II	R-HCP II	R-NCM	R-HCM	R-PCM
裸眼段	0.28	0.21	0.17	0.4	0.39	0.4	0.21	0.29	0.21	0.16
套管段	0.13	0.13	0.13	0.15	0.18	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13
注：冲洗液密度 1.05 g/cm <sup>3</sup> ，塑性粘度 0.003Pa·s，上返流速 0.65 m/s。										

5.3.1.3 正常钻进作业时，应控制钻进扭矩不超过上扣扭矩推荐值的 70 %。

5.3.1.4 卸扣扭矩达到上扣扭矩的 120 %时，应逐根卸扣释放应力。

5.3.1.5 使用 P 规格以下钻杆钻进时，钻机送钻精度控制在±5 kN 以内。

5.3.1.6 钻进过程中发现泵压突然下降，在检查地面管路无泄漏、上返冲洗液流量正常后，应立即提钻，检查钻杆和钻具的完整性。

5.3.1.7 钻进过程中，地层变化不大，机械钻速明显下降或不进尺时，泵压正常，在检查地面管路无泄漏、上返冲洗液流量正常后，应立即提钻，检查钻杆和钻具的完整性。

5.3.2 起下钻工具操作

起下钻工具操作包括输送钻杆、移摆钻杆、拧卸钻杆等过程中的操作要求：

- a) 采用绞车吊运钻杆上/下钻台时，钻杆应戴好护丝，不应硬拖或硬碰；
- b) 摘、挂吊卡或提引器及移摆钻杆和立根时，不应手抓吊卡、提引器和钻杆底部；
- c) 拧卸钻杆后，仔细检查钻杆表面卡瓦牙痕，深度不应大于 0.3 mm；
- d) 夹持器卡瓦卡紧位置宜在钻杆母接头内螺纹下方不小于 10 mm 处；
- e) 拧卸钻杆时，不应用铁锤猛烈敲击钻杆接头螺纹部位。

5.3.3 钻杆的信息登记

- 5.3.3.1 钻杆入孔前应逐根检查接头有无超标磨损等异常，并记录钻杆编号、有效长度、螺纹规格及接头外径等。
- 5.3.3.2 每次提钻应测量记录接头及管体外径，发现磨损超标钻杆及时更换。
- 5.3.4 加接单根操作要求
- 5.3.4.1 钻杆在上扣之前，螺纹和台肩面应均匀涂敷丝扣油。
- 5.3.4.2 钻杆轻提慢放，紧扣前检查密封台肩面及螺纹部位是否完好，对扣时应将钻杆外螺纹接头平稳地对正放入内螺纹接头内，防止碰伤螺纹和密封台阶面。
- 5.3.4.3 待内、外螺纹对正后开始手动上满扣，钻探用钳紧扣时不得夹持在螺纹区域。
- 5.3.4.4 钻杆螺纹紧扣时，按推荐值进行紧扣扭矩控制，推荐扭矩见表 4。

表4 钻杆上扣扭矩推荐值

单位为牛米

通用型			加强型				薄壁型		
R-NCS	R-HCS	R-PCS	R-NCP I	R-HCP I	R-NCP II	R-HCP II	R-NCM	R-HCM	R-PCM
1560	2844	5518	1746	3490	2788	4340	1613	2775	5031
注：以 ZT590 钢级为测算依据。									

- 5.3.4.5 钻杆卸扣时，不应损坏螺纹和密封台肩面。
- 5.3.5 倒换立根操作要求
- 5.3.5.1 深孔作业应定期对多联立根错单根提钻，并对立根进行重新编号。
- 5.3.5.2 应定期对钻杆柱上部和下部的立根倒换连接顺序。
- 5.3.5.3 在孔内强力起拔作业时应把立根放倒或对立根顶端固定。
- 5.3.6 其他操作要求
- 5.3.6.1 提钻过程中应检查钻杆内外螺纹及管体有无损伤、刺漏、弯曲、偏磨等。
- 5.3.6.2 钻杆盒内应平铺厚木板或橡胶板，作业过程中应保持钻杆盒清洁。
- 5.3.6.3 使用中发现钻杆有缺陷时，应做出明显标识，并单独存放。
- 5.3.6.4 钻杆下钻台时应拧卸成单根，卸掉转换接头，并立即进行清洗，螺纹涂抹丝扣油。

5.4 冲洗液使用要求

- 5.4.1 应控制冲洗液的 pH 值在 9~10 之间，并根据钻孔实际情况，适量加入满足环保要求的缓蚀剂。常用缓蚀剂包括：各种石灰、亚硫酸钠、碳酸锌以及各种有机胺类（伯胺、仲胺、叔胺）、有机胺盐、季铵盐、咪唑啉等。
- 5.4.2 根据钻孔实际情况，在冲洗液中加入适量的润滑剂，降低钻杆柱摩阻及磨损，润滑剂包括由矿物油类衍生物、合成化合物和表面活性剂调配而成的液体润滑剂以及石墨等固体润滑剂。
- 5.4.3 应采用固控设备控制冲洗液固相含量，减少钻杆内壁结垢。

5.5 事故处理

5.5.1 钻杆安全性评估

- 5.5.1.1 钻杆采用单根分级评估（见 6.2），三级以下的钻杆应报废（见 6.3）。
- 5.5.1.2 钻杆发生早期失效，应送至具备检测条件的相关单位进行失效分析。
- 5.5.1.3 可修复使用的钻杆，应按 7.3 要求进行修复，并做好修复情况记录；不可修复使用的钻杆，应按报废程序处理。

5.5.2 钻杆事故处理

- 5.5.2.1 绳索取心钻杆不应进行钻探设计范围之外的作业。
- 5.5.2.2 处理遇阻、卡钻等事故时，应先确定卡钻类型和卡点位置，并按照所使用的钻杆等级制定合理的技术方案。
- 5.5.2.3 可通过泡解卡剂、爆炸松扣、水力切割、震击、套铣等方法处理卡钻。
- 5.5.2.4 在处理孔内事故时，钻杆提拉、扭转载荷不应超过表 5、表 6 和图 A.2、图 A.3 中相应级别钻杆的抗拉、抗扭强度，不应同时进行提拉和扭转。扭转时，钻杆允许的扭转圈数见表 7 和图 A.4。

表5 钻杆抗拉屈服强度

单位为千牛

通用型			加强型				薄壁型		
R-NCS	R-HCS	R-PCS	R-NCP I	R-HCP I	R-NCP II	R-HCP II	R-NCM	R-HCM	R-PCM
227	337	517	287	403	410	507	244	345	479
注：以 ZT590 管材为测算依据。									

表6 钻杆抗扭屈服强度

单位为牛米

通用型			加强型				薄壁型		
R-NCS	R-HCS	R-PCS	R-NCP I	R-HCP I	R-NCP II	R-HCP II	R-NCM	R-HCM	R-PCM
2967	5533	10748	3794	6766	5491	8476	3186	5652	9960
注：以 ZT590 管材为测算依据。									

表7 钻杆可扭转圈数

单位为圈

通用型			加强型				薄壁型		
R-NCS	R-HCS	R-PCS	R-NCP I	R-HCP I	R-NCP II	R-HCP II	R-NCM	R-HCM	R-PCM
8.4	6.6	5.1	8.2	6.4	8.4	6.6	8.4	6.6	5.1
注：以 ZT590 管材为测算依据，钻柱长度为 1000m，安全系数取 2。									

- 5.5.2.5 断钻杆事故处理时应确定事故头位置，分析事故头是否完整，再根据孔内情况制定打捞方案并选择合适的打捞工具。
- 5.5.2.6 螺纹完整的事故头，采用原钻具或与原钻具扣型相同的钻具对扣打捞。

- 5.5.2.7 螺纹破坏或杆体断口的事故头，应使用专用工具打捞，主要包括打捞矛、公锥、母锥等。
- 5.5.2.8 其他钻杆孔内事故处理按 DZ/T 0389 执行。

6 钻杆检测、标识与分级

6.1 钻杆检测










- 6.1.1 钻杆检测方式分为人工检测和物理检测，其中物理检测可采用磁粉检测、超声波检测、渗透检测、涡流检测、射线检测、漏磁检测等方法。
- 6.1.2 现场人工检测对钻杆本体及接头外观进行检测，检测内容见 5.1。
- 6.1.3 对钻杆进行外观检测、尺寸测量和无损检测，检测内容主要包含螺纹、直线度、壁厚、腐蚀坑深度及裂纹等。
- 6.1.4 建立单根钻杆档案，在检测、维修、输送机台、回收等相关流程中产生的数据应录入钻具管理数据库，形成钻杆寿命期内的整套使用档案，并根据钻杆累计使用寿命上限值及时进行报废处置。

6.2 钻杆标识

6.2.1 钻杆缺陷标记方法

钻杆检查完毕后，应使用红油漆在钻杆上进行缺陷标记，标记代号见表 8。


表8 钻杆缺陷标记代号

名称	代号	标绘位置	标记说明
管体有硬伤或挤扁		硬伤或者挤扁处	
杆体弯曲		管体中间	
接头损坏		管体上，箭头指向需要 更换接头的位置	
螺纹损坏		内螺纹接头或 外螺纹接头台肩面	
探伤有伤		管体上，箭头指向缺陷部位	罗马数字代表 缺陷级别
水眼不通		管体中间	
报废		管体中间	尺寸为 200 mm×60 mm
外螺纹拉长		距离外螺纹接头台肩面 20mm 处	
内螺纹接头端部胀大		距离内螺纹台肩面 20mm 处	

6.2.2 钻杆分级标记方法

钻杆的分级标记方法，见表 9。

表9 钻杆分级标记方法

钻杆级别	油漆条数
新钻杆	无
一级钻杆	白色一条
二级钻杆	黄色一条
三级钻杆	蓝色一条
报废钻杆	 (红)

6.3 钻杆分级

6.3.1 可用钻杆分级

钻杆管体分级标准见表 10。

表10 钻杆管体分级标准

钻杆状况		钻杆级别			
		新钻杆	一级钻杆	二级钻杆	三级钻杆
钻杆 外部	外壁磨损、壁厚、凹伤与压痕	满足 GB/T  16950-2014 质量要求的 新出厂钻杆	剩余壁厚不小于公称壁厚的 80%；直径减小不超过公称外径的 3%	剩余壁厚不小于公称壁厚的 70%；直径减小不超过公称外径的 4%	任何超过二级的 缺陷和损伤；无 裂纹
	卡瓦部位机械损伤：压痕、缩径、刻痕、铲凿		直径减小不超过公称外径的 3%；深度不超过平均临近壁厚的 10%	直径减小不超过公称直径的 4%；深度不超过平均临近壁厚的 20%	
	轴向力引起的直径变化：变细、变粗		直径减小不超过公称外径的 3%；直径增大不超过公称外径的 3%	直径减小不超过公称外径的 4%；直径增大不超过公称外径的 4%	
	腐蚀、切割与凿孔：轴向、径向、疲劳裂纹		剩余壁厚不小于公称壁厚的 80%；剩余壁厚不小于公称壁厚的 80%；无裂纹	剩余壁厚不小于公称壁厚的 70%；剩余壁厚不小于公称壁厚的 70%；无裂纹	
钻杆 内部	腐蚀凹痕、壁厚	满足 GB/T  16950-2014 质量要求的 新出厂钻杆	从最深凹陷底部量出的壁厚不小于公称壁厚的 80%	从最深凹陷底部量出的壁厚不小于公称壁厚的 70%	任何超过二级的 缺陷和损伤；无 裂纹
	侵蚀与磨损、壁厚、疲劳裂纹		剩余壁厚不小于公称壁厚的 80%；无裂纹	剩余壁厚不小于公称壁厚的 70%；无裂纹	
注：旧钻杆重复使用，根据检查结果，取较低级别定名钻杆的可用级别。					

6.3.2 钻杆报废

钻杆有下列一种情况时，应该予以报废：

- a) 螺纹损坏或杆体硬伤、挤扁、腐蚀、刺漏、断裂、弯曲、偏磨等而无法正常使用;
- b) 杆体扭曲或者严重弯曲,校直后仍无法达到 GB/T 16950 中允许的直线度;
- c) 钻杆无法满足内管总成投放和打捞;
- d) 钻杆严重磨损;
- e) 探伤发现有疲劳裂纹;
- f) 累计钻进(或下孔使用)超过 8000 m 的钻杆;
- g) 钻杆体磨伤报废条件见表 11。

表11 钻杆体磨伤报废条件

钻杆体磨伤情况	报废条件
局部壁厚磨损	剩余壁厚小于壁厚的 62.5 %
局部横向硬伤	深度大于 2.0 mm, 长度大于 20 mm
局部纵向硬伤	深度大于 2.5 mm, 长度大于 25 mm
腐蚀	剩余壁厚小于公称壁厚的 70 %
塑性变形	有

7 钻杆的分级管理与维护

7.1 新钻杆的验收

- 7.1.1 新钻杆到货后,依据订货技术协议进行验收。验收内容包含质量保证书及性能检测报告,核对生产日期、批号、数量、规格、尺寸、长度、钢级、壁厚、管体内涂层等信息,并填表记录备案。若为新开钻井,还应随带单孔钻杆跟踪卡(参见附录 C)。
- 7.1.2 按不低于订货总量的 10 %进行抽检,可对螺纹和钻杆体进行无损探伤,钻杆直线度、内外径、壁厚、螺纹等应符合 GB/T 16950 要求。
- 7.1.3 每批钻杆可抽取 1 根~2 根送到相关检验机构进行全面检测和评价。
- 7.1.4 如发现不合格钻杆,应提高抽检比例,或进行逐根检验。
- 7.1.5 通过验收的钻杆,对进货日期、生产厂家、钢级、规格、壁厚等信息进行登记造册。
- 7.1.6 验收报告一式两份进行存档。

7.2 钻杆的分级管理

- 7.2.1 按照钻杆分级标准对钻杆进行检验分级,根据钻孔设计配备相应级别的钻杆供机台使用,并根据表 9 规定,执行降级使用原则。
- 7.2.2 建立钻杆分级档案,可采用电子档案或纸质档案,每批钻杆设一张卡片,卡片一式两份,一份由单位物资管理部门保管,另一份随钻杆送到机台。

7.3 钻杆的维护与保养

- 7.3.1 钻杆的直线度低于 GB/T 16950 要求时,应先进进行校直,达到要求后方可使用。
- 7.3.2 钻杆接头螺纹及外径磨损严重时,及时进行更换。

7.3.3 钻杆外表面出现机械损伤时，可采取修磨措施，修磨后的钻杆外径和壁厚尺寸应符合 GB/T 16950 标准的要求，否则降级使用或报废。

7.3.4 钻杆体及接头螺纹应保持清洁干净，在螺纹处均匀涂抹丝扣油，拧好螺纹护丝。

7.3.5 钻杆较长时间存放时，宜进行除锈和防腐漆喷涂。

#### 7.4 钻杆的入库贮存

7.4.1 钻杆应按类别、规格、钢级、制造厂家、批次、级别进行分类保管，并根据待检验、待修、完好、报废等进行分区摆放。

7.4.2 第一层钻杆应距离地面 50 cm 以上，防止锈蚀。

7.4.3 钻杆应存放在管架上，管架有足够的架墩，以防钻杆弯曲和螺纹损坏。架墩应在同一平面上且水平，墩脚坚实，防止下沉。

7.4.4 每层钻杆间应至少放置三处隔离垫木。

7.4.5 隔离垫木应与钻杆成直角，且位于下层垫木正上方，以防钻杆发生弯曲。

7.4.6 放在同一层的钻杆长度应基本一致，差值不应超过接头或接箍的长度。

7.4.7 每层钻杆垫木的两侧应放置 2.5 cm×5.0 cm 或 5.0 cm×5.0 cm 的塞块。

7.4.8 贮存期间应去掉钻杆上的胶皮护箍，以防钻杆体发生环状腐蚀。

7.4.9 贮存期间应定期对钻杆进行观察，并对钻杆进行防腐处理。

7.4.10 钻杆上面不应放置其他物品及进行任何作业。

附 录 A  
(资料性)  
绳索取心钻杆使用参数计算方法

### A.1 钻杆许用长度

钻杆的最大许用静拉载荷是由钻杆截面以下钻柱浮重产生的允许钻杆承受的最大载荷。同时,考虑到起下钻时的动载及摩阻、卡瓦挤压、解卡拉力余量等因素,钻柱管体任意截面上的最大许用静拉载荷应同时满足公式 A.1、A.2 和 A.3:

$$F_{\text{许}} \leq \frac{F_{\text{最大许用拉伸载荷}}}{N} \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

$$F_{\text{许}} \leq \frac{F_{\text{屈服极限抗拉载荷}}}{\sigma_s / \sigma_G} \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

$$F_{\text{许}} \leq F_{\text{屈服极限抗拉载荷}} - F_{\text{拉力余量}} \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中:

$F_{\text{许}}$  ——钻杆的最大许用静拉载荷,单位为千牛(kN);

$F_{\text{最大许用拉伸载荷}}$  ——钻杆的最大许用拉伸力,单位为千牛(kN);

$N$  ——钻柱设计的安全系数;

$F_{\text{屈服极限抗拉载荷}}$  ——钻杆达到屈服极限的拉伸力,单位为千牛(kN);

$\sigma_s$  ——钻杆材料的屈服强度,单位为兆帕(MPa);

$\sigma_G$  ——钻杆自重作用下产生的拉伸应力,单位为兆帕(MPa);

$F_{\text{拉力余量}}$  ——处理卡钻等孔内事故预留的拉力余量,一般取 200 kN~800 kN。

满足公式 A.4:

$$\sigma_s / \sigma_G = \sqrt{1 + \frac{D \cdot K}{2L_s} + \left( \frac{D \cdot K}{2L_s} \right)^2} \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

式中:

$D$  ——钻杆外径,单位为毫米(mm);

$K$  ——卡瓦横向负荷系数,取 3.69;

$L_s$  ——卡瓦长度，取 400mm。

考虑钻杆拉伸载荷达到屈服极限时材料将产生轻微永久变形，按公式 A. 5 取屈服极限的 90%作为钻杆最大许用拉伸力，即：

$$F_{\text{最大许用拉伸载荷}} = 0.9 F_{\text{屈服极限抗拉载荷}} = 9 \times 10^{-4} \sigma_s \cdot A \quad \text{..... (A. 5)}$$

式中：

$\sigma_s$  ——钻杆屈服强度，单位为兆帕（MPa）；

$A$  ——钻杆横截面积，单位为平方毫米（mm<sup>2</sup>）。

综上所述，由公式 A. 1~A. 5 计算得到同时满足以上条件的最大许用静拉载荷  $F_{\text{许}}$ ，进而根据钻杆的尺寸规格、钢级确定许用长度。

单一尺寸规格和钢级的钻柱在满足设计要求的情况下， $F_{\text{许}}$  满足公式 A. 6 和 A. 7 的要求：

$$F_{\text{许}} = \frac{\pi (d_0^2 - d_i^2)}{4} \cdot L_a (\rho - \rho_{\text{冲洗液}}) g a \quad \text{..... (A. 6)}$$

所以， $L_a$  按公式 A. 7 计算为：

$$L_a = \frac{4 F_{\text{许}}}{\pi (d_0^2 - d_i^2) (\rho - \rho_{\text{冲洗液}}) g a} \quad \text{..... (A. 7)}$$

式中：

$L_a$  ——钻杆许用长度（见图 A. 1），单位为米（m）；

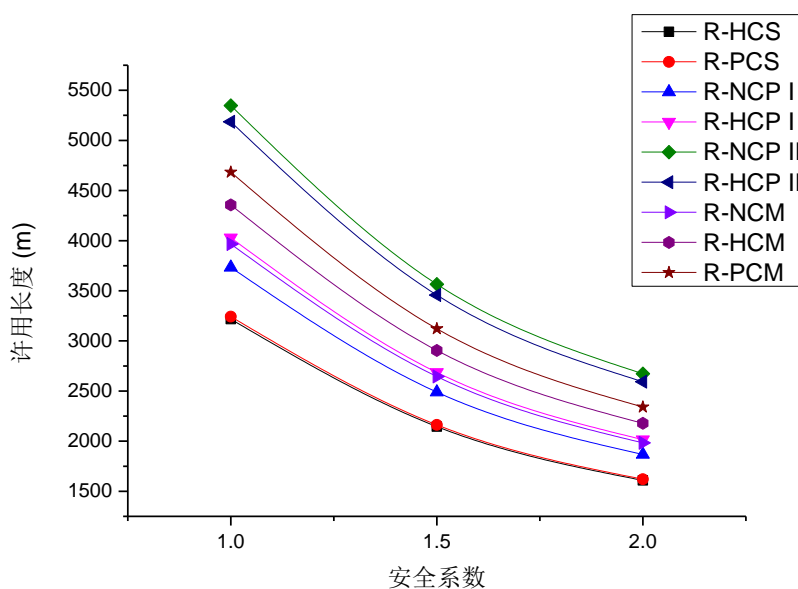
$\rho_{\text{冲洗液}}$  ——冲洗液密度，取 1.05，单位为克每立方厘米（g/cm<sup>3</sup>）；

$\rho$  ——合金钢密度，单位为克每立方厘米（g/cm<sup>3</sup>）；

$d_i$  ——钻杆杆体内径，单位为毫米（mm）；

$d_0$  ——钻杆杆体外径，单位为毫米（mm）；

$a$  ——接头增重系数。



图A.1 钻杆许用长度

当冲洗液密度为其他值  $\rho'_{\text{冲洗液}}$  时，钻杆许用长度按公式 A.8 计算：

$$L'_a = K \cdot L_a \dots\dots\dots (\text{A.8})$$

式中：

$$K \text{ —— 密度影响系数, } K = \frac{\rho - 1.05}{\rho - \rho'_{\text{冲洗液}}}。$$

## A.2 上扣预紧扭矩

由上扣预紧扭矩  $T_u$  产生的接头所受轴向力为  $F_u$ ，两者关系按公式 A.9 计算：

$$F_u = \frac{2T_u}{d_1 \tan(\rho' + \psi) + (D_0 + d + 2h) \mu} \dots\dots\dots (\text{A.9})$$

式中：

$F_u$  —— 上扣扭矩  $T_u$  产生的接头所受轴向力，单位为千牛 (kN)；

$T_u$  —— 上扣扭矩，单位为牛米 (N·m)；

$\psi$  —— 螺纹螺旋升角，单位为度 (°)；

$\rho'$  —— 当量摩擦角， $\rho' = \arctan \frac{\mu}{\cos \left[ \arctan (\tan \beta \tan \psi) \right]}$ ，单位为度 (°)；

$D_0$  ——钻杆接头外径，单位为毫米（mm）；

$d$  ——钻杆接头大端小径，单位为毫米（mm）；

$\mu$  ——有润滑脂作用下的螺纹动摩擦系数，取值 0.1；

$\beta$  ——牙型半角，单位为度（°）；

$d_1$  ——螺纹有效平均最小直径，单位为毫米（mm）。

预紧应力与破坏应力之比按公式 A.10 计算：

$$\frac{\sigma_u}{\sigma_s} = 0.35 \cdot \left(1 + \frac{1}{Q}\right) \dots\dots\dots (\text{A. 10})$$

式中：

$Q$ ——预紧系数，考虑到接头为冲击或动力拧紧， $Q$  取值为 2。

综上所述，推导得出由于预紧产生的公螺纹轴向拉力见公式 A.11：

$$F_u = \frac{21}{160} \pi \sigma_s (d^2 - D_i^2) \dots\dots\dots (\text{A. 11})$$

式中：

$F_u$ ——上扣扭矩  $T_u$  产生的接头所受轴向力，单位为千牛（kN）；

$\sigma_s$  ——上钻杆接头材料屈服强度，单位为吉帕（GPa）；

$D_i$  ——钻杆接头内径，单位为毫米（mm）。

上扣预紧扭矩按公式 A.12 计算为：

$$T_u = \frac{21}{320} \pi \sigma_s (d_1^2 - D_i^2) \zeta \dots\dots\dots (\text{A. 12})$$

式中：

$\zeta$  ——螺纹尺寸系数，取  $d_1 \tan(\rho' + \psi) + (D_0 + d + 2h) \mu$ 。

### A.3 抗扭屈服极限

抗扭屈服极限按公式 A.13、A.14 和 A.15 计算：

$$T_s = \frac{\sigma_s A}{10^3} \left( \frac{P}{2\pi} + \frac{R_f \mu}{\cos \beta} + R_s \mu \right) \dots\dots\dots (\text{A. 13})$$

$$R_f = \frac{C + [C - (L - 2P) \text{Cone}]}{4} \dots\dots\dots (\text{A. 14})$$

$$R_s = \frac{D_0 + d + 2h}{4} \dots\dots\dots (A. 15)$$

式中:

$T_s$  ——达到屈服的扭矩或转矩, 单位为牛米 (N·m);

$\sigma_s$  ——材料的最小屈服强度, 单位为兆帕 (MPa);

$A$  ——危险断面横截面积, 单位为平方毫米 (mm<sup>2</sup>);

$P$  ——螺距, 单位为毫米 (mm);

$\mu$  ——螺纹、台肩配合面摩擦系数;

$\beta$  ——牙形半角, 单位为度 (°);

$R_f$  ——螺纹承载面等效半径, 单位为毫米 (mm);

$R_s$  ——台肩接触面等效半径, 单位为毫米 (mm);

$L$  ——外螺纹连接长度, 单位为毫米 (mm);

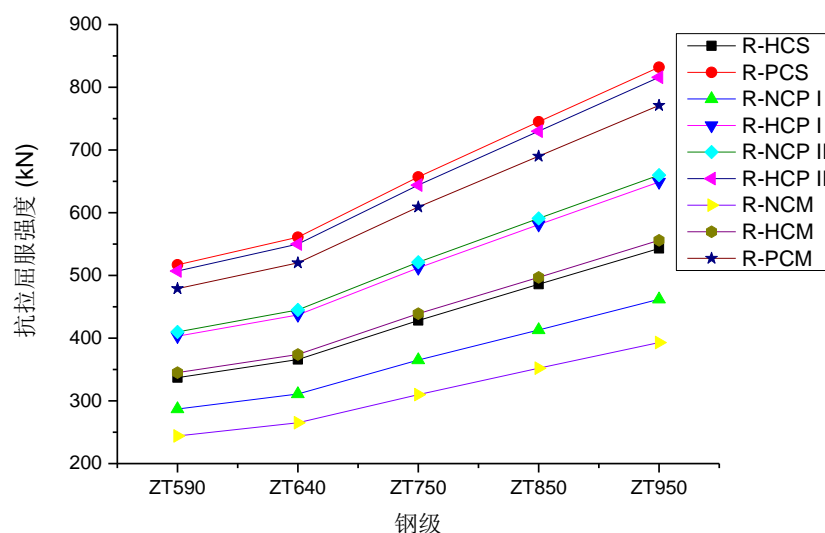
$C$  ——危险断面处螺纹中径, 单位为毫米 (mm);

$D_0$  ——接头外径, 单位为毫米 (mm);

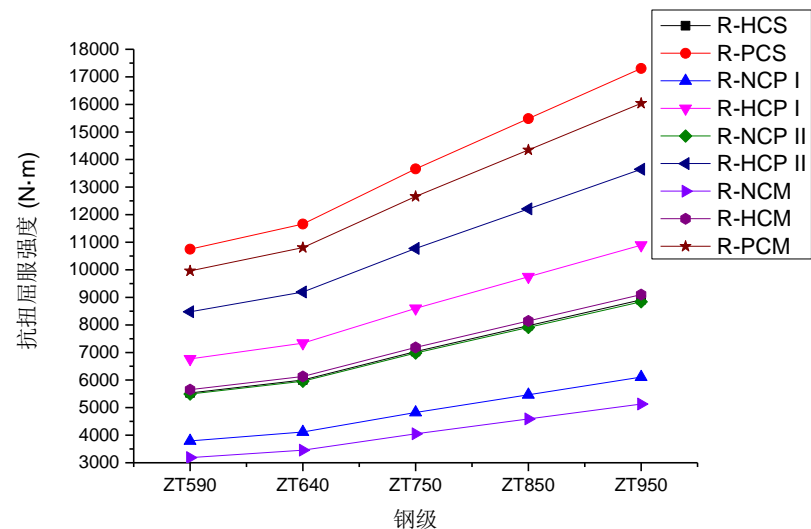
$d$  ——螺纹大端小径, 单位为毫米 (mm);

$Cone$  ——螺纹锥度;

$h$  ——螺纹牙高, 单位为毫米 (mm)。



图A.2 钻杆抗拉屈服强度



图A.3 钻杆抗扭屈服强度

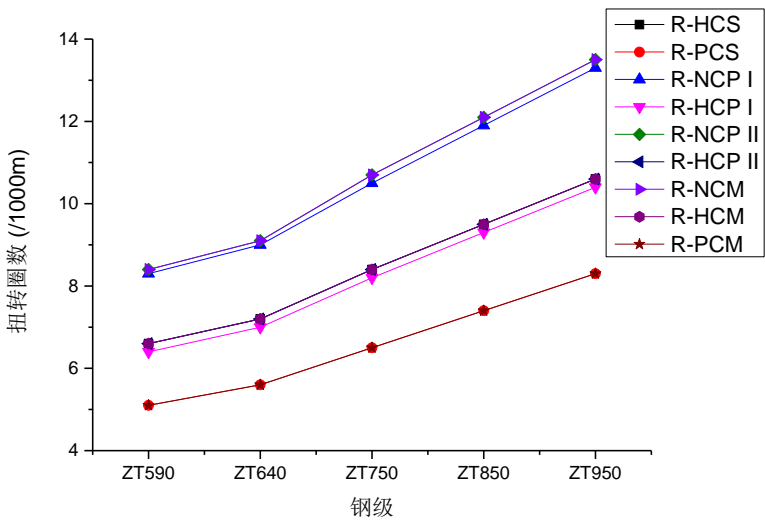
A.4 常用钻杆扭转圈数

钻杆扭转圈数按公式A.16计算：

$$n = l_k \cdot \frac{5\sigma_s}{\pi G N d_0} \dots\dots\dots (A.16)$$

式中：

- $n$  ——允许扭转圈数；
- $l_k$  ——卡点深度或扭转钻柱长度，单位为米（m）；
- $\sigma_s$  ——管材屈服强度，单位为兆帕（MPa）；
- $G$  ——管材剪切系数，取  $8 \times 10^3$ ；
- $N$  ——安全系数；
- $d_0$  ——钻杆外径，单位为厘米（cm）。



图A. 4 钻杆可扭转圈数

## 附录 B

(资料性)

## 钻杆柱内外循环压降计算方法

## B.1 钻杆柱内循环压降

对于层流，钻杆内压耗按公式 B.1 计算：

$$\Delta p_{in} = 4.07437 \frac{\eta L Q}{d^4} + \frac{\tau_0 L}{1875d} \dots\dots\dots (B.1)$$

对于紊流，钻杆内压耗按公式 B.2 计算：

$$\Delta p_{in} = B_2 \cdot \rho^{0.8} \cdot \eta^{0.2} \cdot Q^{1.8} \cdot \frac{L}{d^{4.8}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$\Delta p_{in}$  ——钻杆内压耗，单位为兆帕 (MPa)；

$B_2$  ——常数，内平钻杆取 0.51655，贯眼钻杆取 0.57503；

$\rho$  ——冲洗液密度，单位为克每立方厘米 (g/cm<sup>3</sup>)；

$\eta$  ——冲洗液塑性粘度，单位为帕秒 (Pa·s)；

$Q$  ——冲洗液流量 (排量)，单位为升每秒 (L/s)；

$L$  ——钻柱长度，单位为米 (m)；

$d$  ——钻柱内径，单位为厘米 (cm)；

$\tau_0$  ——宾汉流体动切力，单位为帕 (Pa)。

## B.2 环空压力损耗

对于层流，钻杆环空压耗按公式 B.3 计算：

$$\Delta p_{out} = \frac{6.11155 \cdot \eta \cdot L \cdot Q}{(D - D_p)^3 (D + D_p)} + \frac{6 \times 10^{-4} \cdot \tau_0 \cdot L}{D - D_p} \dots\dots\dots (B.3)$$

对于紊流，钻杆环空压耗按公式 B.4 计算：

$$\Delta p_{out} = B_3 \cdot \frac{\rho^{0.8} \cdot \eta^{0.2} \cdot Q^{1.8} \cdot L}{(D - D_p)^3 (D + D_p)^{1.8}} \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

$\Delta p_{out}$  ——钻杆环空压耗，单位为兆帕（MPa）；

$B_3$  ——常数，内平钻杆取 0.51655，贯眼钻杆取 0.57503；

$D$  ——环空大径，单位为厘米（cm）；

$D_p$  ——环空小径，单位为厘米（cm）；

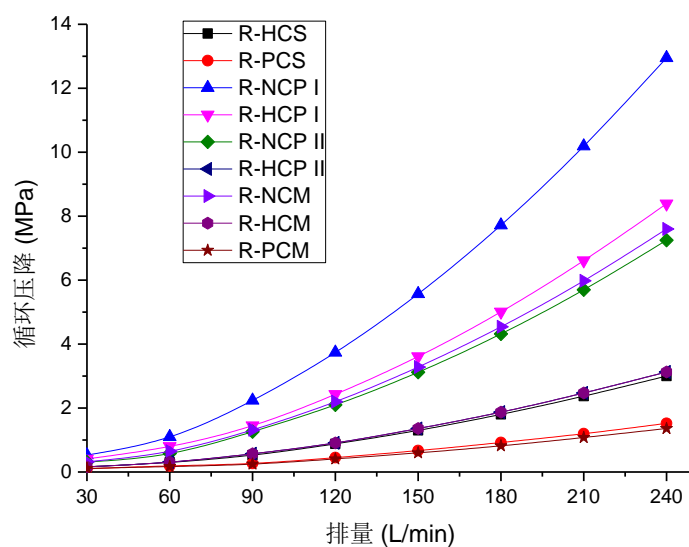
$\rho$  ——冲洗液密度，单位为克每立方厘米（g/cm<sup>3</sup>）；

$\eta$  ——冲洗液塑性粘度，单位为帕秒（Pa·s）；

$Q$  ——冲洗液流量（排量），单位为升每秒（L/s）；

$L$  ——钻柱长度，单位为米（m）；

$\tau_0$  ——宾汉流体动切力，单位为帕（Pa）。



图B.1 钻孔循环压耗

附 录 C  
(资料性)  
单孔钻杆跟踪卡

单孔钻杆跟踪卡参见表C. 1。

表C. 1 单孔钻杆跟踪卡

钻杆类型	规格 mm	机台数量 根	入孔数量 根	入孔 日期	停用 日期	使用 时间 天	纯钻 时间 h	完成 进尺 m	以往服 役情况	备注

## 参 考 文 献

- [1] SY/T 5369 石油钻具的管理与使用方钻杆、钻杆、钻铤
  - [2] SY/T 5824 钻杆分级检验方法
  - [3] 刘希圣. 钻井工艺原理-中册-钻进技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1988
  - [4] 王达. 地质钻探手册[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2014
-