



JJF XXXX-XXXX

指重表在线校准规范

Specification for using calibration of weight meters

（征求意见稿）

XXXX - XX - XX发布 XXXX - XX - XX实施

国 家 市 场 管 理 总 局 发 布

指重表在线校准规范

Specification for JJF XXXX-XXXX

using calibration of weight meters

归 口 单 位： 全国石油专用计量测试技术委员会

主要起草单位：山东胜工检测技术有限公司、湖北江汉石油仪器仪表股份有限公司

参加起草单位：中石化胜利石油工程公司井下作业公司、大庆石油管理局有限公司技术监督中心、中石化胜利石油工程公司黄河钻井总公司

本规范委托全国石油专用计量测试技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

王智锋（山东胜工检测技术有限公司）

李兵 （中石化胜利石油工程公司井下作业公司）

袁海滨（大庆石油管理局有限公司技术监督中心）

参加起草人：

鲁金峰（山东胜工检测技术有限公司）

皮运松（湖北江汉石油仪器仪表有限公司）

陈剑 （大庆石油管理局有限公司技术监督中心）

陈思伟（山东胜工检测技术有限公司）

目 录

引言……………………………………………………………………………………… Ⅱ

1 范围 …………………………………………………………………………………（1）

2 引用文件 ……………………………………………………………………………（1）

3 术语和计量单位 ……………………………………………………………………（1）

4 概述 …………………………………………………………………………………（2）

5 计量特性 ……………………………………………………………………………（3）

6 校准条件 ……………………………………………………………………………（4）

7 校准项目和校准方法 ………………………………………………………………（4）

8 校准结果表达………………………………………………………………………（11）

9 复校时间间隔………………………………………………………………………（12）

附录A 校准参考记录格式 …………………………………………………………（13）

附录B 校准证书正文参考格式 ……………………………………………………（16）

附录C 指重表常用规格和参数表 …………………………………………………（18）

附录D 重量指示仪示值误差测量结果不确定度评定示例 ………………………（23）

附录E 死绳固定器误差测量结果不确定度评定示例 ……………………………（27）

附录F 指重表系统误差测量结果不确定度评定示例 ……………………………（31）

引  言

本规范依据JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范涵盖了以C型弹簧管感压元件，利用指针在标度盘上指示其值的石油钻修井指重表在作业现场进行使用量程范围内的校准。

指重表在线校准规范

1. 范围

本文件规定了使用中以C型弹簧管为感压元件，利用指针在标度盘上指示其值的在役石油钻（修）井指重表（以下简称指重表）的现场在线校准条件、校准项目和校准方法。

本文件适用于在作业现场进行使用量程范围内的在线校准。

1. 引用文件

下列文件中的内容通过文中的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 24263 《石油钻井指重表》

SY/T 7075 《石油钻修井指重表校准方法》

JJG 455 《工作测力仪》

1. 术语

下列术语适用于本文件。

* 1. 在线校准 using calibration

对安装在钻（修）井机上，正在使用的指重表进行校准。

* 1. 使用量程 used range of measurement

指重表现场实际应用的量程。

* 1. 死绳 wire-line

在游车系统中，由天车到死绳固定器的一段钢丝绳。

* 1. 死绳固定器 wire-line anchor

固定死绳的装置。

* 1. 重量指示仪 weight indicator

显示钻具和钻杆载荷的指示装置。

* 1. 回程误差 hysteresis error

在同一校准点，正、反行程轻敲后的示值之差的绝对值。

* 1. 轻敲位移 friction error

在载荷范围内的任意位置上，用轻敲（使指针能自由摆动）重量指示仪外壳时，重量指示仪示值的变动量。

* 1. 灵敏限 sensitivity

引起重量指示仪显示示值变化的最小激励负荷。

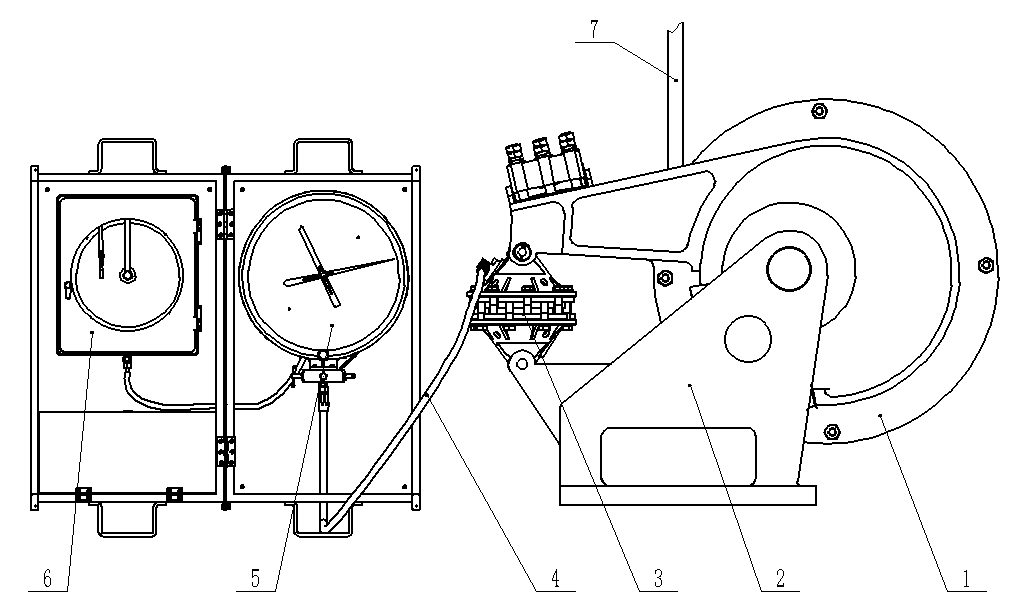
* 1. 初始载荷 initial load

指重表系统校准过程中，未与钻具连接前的悬重值。

1. 概述

指重表是在钻（修）井过程中指示和记录钻具悬重和钻压的仪表，主要由死绳固定器、重量指示仪和记录仪组成。死绳固定器由绳轮、轴、底座、传感器组成，见图1指重表结构图所示。

死绳拉力经绳轮按固定比例传递给传感器并转化成液体压力，该压力作用于重量指示仪中C型弹簧管感压元件，经放大机构带动指针和记录笔偏转，从而以力值的方式指示和记录在仪表表盘上。



标引序号说明：

1—绳轮

2—死绳固定器

3—传感器

4—传压管线

5—重量指示仪

6—记录仪

7—死绳

图1 指重表结构图

1. 计量特性
   1. 外观

1）应有铭牌，铭牌上应有：名称、型号、规格、器具编号、制造日期、制造厂家。

2）标度盘刻度和标识应清晰、正确和完整。

3）重量指示仪指针应平直，安装牢固，不得有卡阻现象。

* 1. 基本误差

指重表基本误差，以相对误差来表示，其值应满足表1 指重表基本误差要求。

表1 指重表基本误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 最大允许误差 | | |
| 1级 | 1.5级 | 2.0级 |
| 死绳固定器 | ±0.5% | ±1.0% | ±1.0% |
| 重量指示仪 | ±1.5% | ±2.0% | ±2.0% |
| 指重表 | ±1.5% | ±2.0% | ±2.5% |
| 重量记录仪 | ±2.5% | | |
| 重量记录系统 | ±3.0% | | |

* 1. 回程误差

重量指示仪回程误差应不大于基本误差的绝对值。

* 1. 轻敲位移

在载荷范围内的任意位置上，用轻敲（使指针能自由摆动）重量指示仪外壳时，示值的变动量应不大于最大允许误差绝对值的1/2。

* 1. 灵敏限

灵敏限值应不大于指重表最大载荷的0.5%，单位为千牛（kN）。

* 1. 指针偏转平稳性

在测量过程中，重量指示仪的指针不应有跳动和停滞现象。

* 1. 密封性能

在测量上限时，使用中的指重表稳压5min，各部位不得有渗漏。

* 1. 记录仪时钟

记录仪时钟走时均匀，满弦运行时间大于24h，误差小于5min/d。

1. 校准条件
   1. 校准环境
      1. 环境温度5℃～40℃。
      2. 检测时周围应无影响检测结果的震动、电磁场或其他干扰。
      3. 场地及操作者满足相关安全规程要求。
      4. 设备运行正常，游车系统无卡滞现象。
   2. 校准设备

校准用主要设备参照表2 指重表在线校准设备。

表2 指重表在线校准设备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 测量范围 | 不确定度或准确度等级或最大允许误差 |
| 1 | 悬重测量仪 | 满足实际测量范围要求kN | 0.5级 |
| 2 | 旁压式张力计 | （0～50）kN | 0.5级 |
| 3 | 压力校验仪 | （0～10）MPa | 0.25级 |
| 4 | 数字式压力表 | （0～10）MPa | 0.05级 |
| 5 | 计时器 | (0～24）h | ±30s/d |
| 6 | 温度计 | （0～50）℃ | ±0.5% |

* 1. 校准用传压介质

校准中所用传压介质应与指重表所用介质一致，为无腐蚀性不可压缩液体。

1. 校准项目和校准方法

校准项目内容包括：

1. 外观；
2. 基本误差；
3. 回程误差（重量指示仪单独校准）；
4. 轻敲位移；
5. 灵敏限（重量指示仪单独校准）；
6. 指针偏转平稳性；
7. 密封性能；
8. 记录仪时钟误差。
   1. 外观检查

目测检查被校准指重表外观，应符合5.1要求。

* 1. 基本误差校准

7.2.1重量指示仪校准

7.2.1.1校准试验点选择

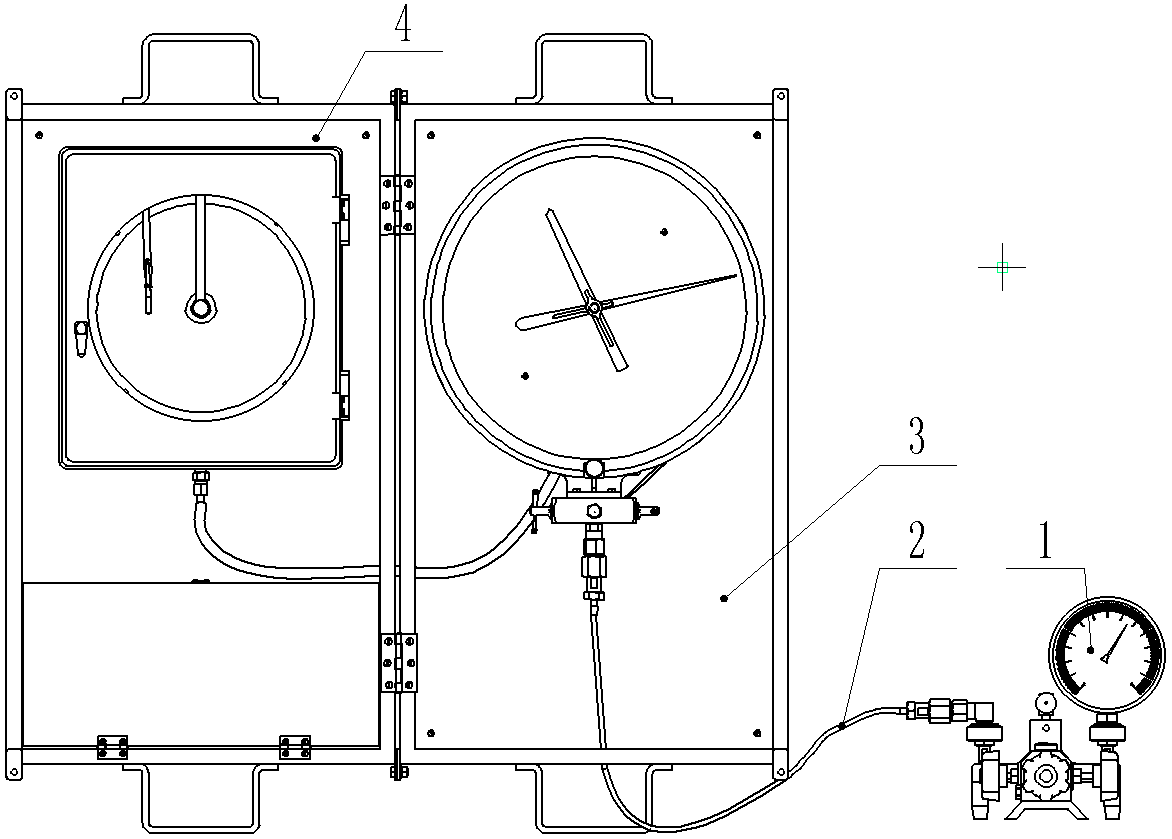
校准试验点根据死绳固定器额定输出压力范围按整数不少于5点均匀选取，包括上限和下限，见表4校准试验点选择。

表4 校准试验点选择

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 死绳固定器额定输出压力（MPa） | 校准点（MPa） |
| 1 | 9 | 0，1，2，3，4，5，6，7，8，9 |
| 2 | 7.49 | 0，1，2，3，4，5，6，7，7.49 |
| 3 | 6.83 | 0，1，2，3，4，5，6，6.83 |
| 4 | 6 | 0，1，2，3，4，5，6 |
| 5 | 5.2 | 0，1，2，3，4，5.2 |
| 6 | 4.2 | 0，1，2，3，4，4.2 |

7.2.1.2校准过程

1. 压力校验仪与被校重量指示仪连接，见图2校准示意图所示；



标引序号说明：

1—压力校验仪

2—传压管线

3—重量指示仪

4—记录仪

图2 校准示意图

1. 记录实时温度；
2. 通过加压、卸压方式排除液路中空气，并使压力校验仪上的标准表和重量指示仪

指针回零；

1. 加压至表4校准试验点选择对应型号的死绳固定器额定输出压力，进行密封试

验，稳压5min，无泄漏后卸压回零；

1. 按选定的校准点校准，从零点均匀缓慢地加压至第一个校准点（即标准器的示值），需轻敲后保持1min，分别记录重量指示仪和记录仪的示值；依次逐点校准直至测量上限（正行程），然后依次均匀缓慢地降压至各校准点进行校准记录直到零点（反行程）。

7.2.1.3压力与对应标准拉力计算

各校准点的压力所对应的理论力值按公式（1）计算：

·······························（1）

Fi—第i校准点拉力（kN）；

Pi—第i校准点标准压力(MPa)；

Fmax—指重表的最大载荷（kN）；

1. 死绳固定器额定输出压力(MPa)。

7.2.1.4重量指示仪示值基本误差

重量指示仪示值基本误差应符合表1指重表基本误差要求。

重量指示仪示值基本误差按公式（2）计算：

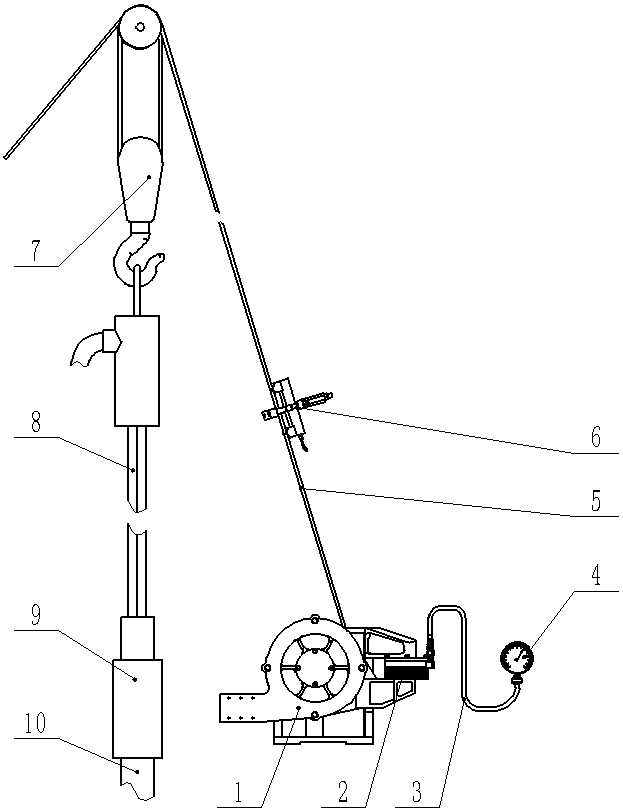
······························（2）

—第i校准点基本误差；

—第i校准点重量指示仪示值均值；

—第i校准点的约定真值。

7.2.2死绳固定器校准



标引序号说明：

1—死绳固定器

2—传感器

3—传压管线

4—标准压力表

5—死绳

6—旁压式张力计

7—游车系统

8—方钻杆(或顶驱)

9—悬重测量仪

10—钻杆

图3 死绳固定器校准示意图

7.2.2.1校准试验点选择

校准试验点根据使用过程中最大载荷范围内按上、下单行程不少于5点均匀选取，包括上限和下限，其中，第1点应大于或等于初始载荷，校准过程中不得移动钻杆。

7.2.2.2校准过程

1. 校准标准器与被测死绳固定器连接，如图3死绳固定器校准示意图所示。将悬重测量仪连接至方钻杆(或顶驱)下端；旁压式张力计通电稳定后清零，安装在死绳上，并调整压紧螺钉至限定的位置；标准压力表与传感器通过排空后的传压管线连接，标准压力表与传感器应处于等高位置。
2. 记录实时温度；
3. 读取旁压式张力计示值，计算初始载荷，读取标准压力表示值，此值为初始载荷输出压力；悬重测量仪通电，显示值稳定后清零。记录各示值；
4. 关闭旁压式张力计电源并拆下；
5. 将悬重测量仪下端连接到钻杆上；
6. 密封性试验：加载至最大校准点并稳定5min，系统应无泄漏现象；
7. 由初始载荷点均匀缓慢地增加载荷至测量上限（正行程），然后均匀缓慢地减压至初始载荷点（反行程），每个校准点分别记录标准压力表和悬重测量仪各点的示值；
8. 拆下与传感器连接的传压管线；
9. 拆下悬重测量仪。

7.2.2.3死绳固定器输出压力计算

各校准点的压力所对应的理论力值按公式（1）计算。

7.2.2.4死绳固定器基本误差

死绳固定器基本误差应符合表1要求。

死绳固定器基本误差按公式（3）计算。

······························（3）

—第i校准点基本误差（%）；

—第i校准点的约定压力真值（MPa）；

—第i校准点标准压力表示值（MPa）。

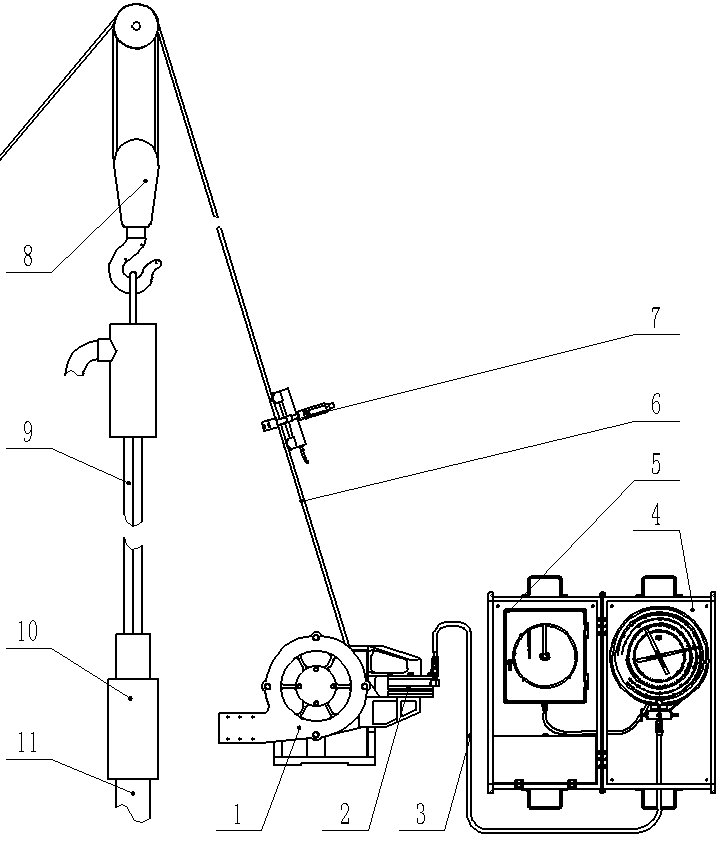
7.2.3指重表校准

7.2.3.1校准试验点选择

校准试验点根据现场最大载荷范围内上、下行程分别不少于5点均匀选取，包括上限和下限，其中，校准第1点应大于或等于初始载荷。

7.2.3.2校准过程

1. 校准标准器与被测指重表连接，见图4指重表校准示意图所示。将悬重测量仪连接至方钻杆（或顶驱）下端；旁压式张力计通电稳定后清零，安装在死绳上，并调整压紧螺钉使死绳至限定的位置；
2. 记录实时温度；
3. 读取旁压式张力计示值，计算初始载荷，再读取重量指示仪及记录仪示值；悬重测量仪通电，显示值稳定后清零。记录各示值；
4. 关闭旁压式张力计电源并拆下；
5. 将悬重测量仪下端连接到钻杆上；
6. 密封性试验：加载至最大校准点并稳定5min，系统应无泄漏现象；
7. 使重量指示仪指针在选定的校准点稳定进行校准，初始载荷点均匀缓慢地增加载荷至测量上限（正行程），然后均匀缓慢地减压到零点（反行程），每个校准点分别记录重量指示仪和记录仪及悬重测量仪各点的示值；
8. 卸下悬重测量仪。



标引序号说明：

1—死绳固定器

2—传感器

3—传压管线

4—重量指示仪

5—记录仪

6—死绳

7—旁压式张力计

8—游车系统

9—方钻杆（或顶驱）

10—悬重测量仪

11—钻杆

图4 指重表校准示意图

7.2.3.3指重表基本误差

指重表基本误差应符合表1要求。

指重表基本误差按公式（4）计算：

······························（4）

—第n校准点基本误差；

—第n校准点悬重测量仪示值与初始载荷之和（kN）；

—第n校准点的重量指示仪示值（kN）。

* 1. 轻敲位移

在同一校准点校准过程中，轻敲前、后的示值之差应符合5.4的规定。

* 1. 重量指示仪灵敏限

按照7.2.1.2的校准过程，在压力校验仪上安装标准压力表，分别在满量程的20%、50%、80%的位置上，通过压力校验仪施加压力载荷，使重量指示仪指针开始有明显移动。记录指针变动前后的压力变化量，重量指示仪灵敏限按公式（5）计算，结果应满足5.5的规定。

·······························（5）

—重量指示仪灵敏限（kN）；

—使重量指示仪指针开始有明显移动的前后压力变化量（MPa）。

* 1. 指针偏转平稳性

在校准过程中，目测检查指针偏转的平稳性，指针不应有跳动和停滞现象，应符合5.6的规定。

* 1. 密封性能

密封性能在校准过程中进行试验，结果应符合5.7规定。

* 1. 记录仪时钟

用计时器比对，记录仪的时钟走时误差应符合5.8的规定。

1. 校准结果表达

8.1校准记录

原始校准数据应填入校准记录中（格式参照附录A中）。

8.2校准结果的处理

* + 1. 对已校准的指重表出具校准证书。
    2. 系统校准的，校准证书封面中的器具名称为“指重表”；只校准重量指示仪或死绳

固定器的校准证书封面中的器具名称为“重量指示仪”或“死绳固定器”；校准数据结果根据相应校准项目变动。

* + 1. 校准证书正文中给出所有校准项目的校准结果。正文格式及内容参考附录B。

9复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，建议复校时间间隔不超过6个月。

1. 校准参考记录格式

重量指示仪校准记录格式，见表A.1。

表A.1重量指示仪校准记录

记录编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 委托方： 地址：  器具名称： 型号、规格： 器具编号：  出厂日期： 制造厂家：  本次校准所依据/参照的技术文件：  本次校准所使用的计量标准器具：  名称： 型号/编号： 测量范围：  不确定度/准确度/最大允许误差： 证书编号： 有效期：  溯源性：本次检测所使用的计量标准均可溯源到国家计量基准  本次检测环境条件：  温度: ℃ 其它:  本次检测地点： | | | | | | | | | | | |
|
|
|
|
|
|
|
|
|
|
| 最大死绳拉力: kN  配套表盘股绳: 测量范围： kN | | | | | | | | | | | |
|
|
| 标准压力值（MPa） | 对应  标准载荷值  （kN） | 被检仪表轻敲后示值（kN） | | | | | | 平均值（kN） | | 回程误差（kN） | 示值  误差  （%） |
| 1次 | | 2次 | | 3次 | |
| 上行 | 下行 | 上行 | 下行 | 上行 | 下行 | 上行 | 下行 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 密封性： 灵敏限： kN 指针偏转平稳性： 记录走时误差： min  最大轻敲变动量：悬重 kN 钻压 kN 记录仪： kN  最大回程误差：悬重 kN 钻压 kN 记录仪： kN  重量指示相对扩展不确定度：*U*rel= %；k=2 | | | | | | | | | | | |

校准人: 复核人: 校准日期： 年 月 日

死绳固定器校准记录格式，见表A.2。

表A.2死绳固定器校准记录

记录编号：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 委托方： 地址：  器具名称： 型号、规格： 器具编号：  出厂日期： 制造厂家：  本次校准所依据/参照的技术文件：  本次校准所使用的计量标准器具：  名称： 型号/编号： 测量范围：  不确定度/准确度/最大允许误差： 证书编号： 有效期：  溯源性：本次检测所使用的计量标准均可溯源到国家计量基准  本次检测环境条件：  温度: ℃ 其它:  本次检测地点： | | | |
| 初始载荷（kN）： 对应压力（MPa）： | | | |
| 标准器示值（kN） | 被检仪实测压力值（MPa） | 对应标准压力值（MPa） | 示值误差（MPa） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 死绳固定器扩展不确定度 | | *U*rel= %；k=2 | |

校准人: 复核人: 校准日期： 年 月 日

指重表校准记录格式，见表A.3。

表A.3指重表校准记录

记录编号：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 委托方： 地址：  器具名称： 型号、规格： 器具编号：  制造单位： 生产日期：  本次校准所依据/参照的技术文件：  本次校准所使用的计量标准器具：  名称： 型号/编号： 测量范围：  不确定度/准确度/最大允许误差： 证书编号： 有效期：  溯源性：本次检测所使用的计量标准均可溯源到国家计量基准  本次检测环境条件：  温度: ℃ 其它:  本次检测地点： | | | | |
|
|
|
|
|
|
|
|
|
|
| 配套重量指示仪：  型号、规格： 器具编号： 生产日期： 制造单位：  表盘股绳: 测量范围： kN  本次校准载荷范围: kN  本次校准初始载荷： kN | | | | |
|
|
| 标准器载荷示值  （kN） | 被检仪表轻敲后示值（kN） | | 示值误差（kN） | |
| 悬重 | 记录仪 | 悬重 | 记录仪 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 外观：  密封性：  指针偏转平稳性：  记录走时误差： min  最大轻敲变动量：悬重 kN 记录仪 kN  悬重示值相对扩展不确定度：*U*rel= %；k=2  记录仪示值相对扩展不确定度：*U*rel= %；k=2 | | | | |

校准人: 复核人: 校准日期： 年 月 日

1. 校准证书正文参考格式

**校 准 证 书**

**证书编号：**

**委托方**

**委托方地址**

**器具名称**

**型号/规格**

**器具编号**

**制造日期**

**制造单位**

**发证单位（专用章）**

**证书批准人**

**核验员**

**校准员**

**校准日期**  年 月 日

**建议再校日期** 年 月 日

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **本次校准所依据/参照的技术文件：**JJF XXXX-XXXX 《指重表在线校准规范》  **本次校准所使用的主要计量标准器具：**  名称： 型号/编号： 测量范围：  不确定度/准确度/最大允许误差： 证书编号： 有效期：  **溯源性：**本次检测所使用的计量标准均可溯源到国家计量基准  **本次校准环境条件：**  温度: ℃ 相对湿度: %RH 其它:  **本次检测地点：** | | | | | | | | | | |
|
|
|
|
|
|
|
|
|
|
| 配套重量指示仪表盘参数  最大死绳拉力: kN  配套表盘股绳:  校准数据/结果 | | | | | | | | | | |
|
|
| 标准压力值（MPa） | 对应  标准值  （kN） | 被检仪表轻敲后示值（kN） | | | | | | 示值误差（kN） | | |
| 悬重 | | 钻压 | | 记录仪 | | 悬重 | 钻压 | 记录仪 |
| 上行 | 下行 | 上行 | 下行 | 上行 | 下行 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 密封性： 灵敏限： kN 指针偏转平稳性： 记录走时误差： min  最大轻敲变动量：悬重 kN 钻压 kN 记录仪： kN  最大回程误差：悬重 kN 钻压 kN 记录仪： kN  悬重示值相对扩展不确定度：*U*rel= %；k=2  记录仪示值相对扩展不确定度：*U*rel= %；k=2 | | | | | | | | | | |

校准人: 复核人: 校准日期： 年 月 日

1. 指重表常用规格和参数表

表C1 JZ系列指重表常用器具规格和参数表

| 序号 | 指重表  型 号 | 死绳固定器  型 号 | 最大死绳拉力(kN) | 表盘  绳数 | 相应载荷（kN） | 输出压力（MPa） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | JZ900 | JZG72 | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 2 | JZG72B | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 3 | JZG72C | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 4 | JZG72D | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 5 | JZG72E | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 6 | JZG72J | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 7 | JZG72K | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 8 | JZ900A | JZG72A | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 9 | JZG72F | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 10 | JZG72G | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 11 | JZG72H | 720 | 14 | 10080 | 9 |
| 12 | 8640 |
| 12 | JZ700 | JZG60 | 600 | 14 | 8400 | 9 |
| 12 | 7200 |
| 13 | JZ700A | JZG56 | 560 | 12 | 6720 | 7.49 |
| 14 | 7840 |
| 14 | JZ600 | JZG46 | 460 | 12 | 5520 | 6.83 |
| 14 | 6440 |
| 15 | JZ600A | JZG46A | 460 | 12 | 5520 | 6.83 |
| 14 | 6440 |
| 16 | JZ600B | JZG46B | 460 | 12 | 5520 | 6.83 |
| 14 | 6440 |
| 17 | JZ600C | JZG46C | 460 | 12 | 5520 | 6.83 |
| 14 | 6440 |
| 18 | JZ600D | JZG46D | 460 | 12 | 5520 | 6.83 |
| 14 | 6440 |
| 19 | JZ600E | JZG46E | 460 | 12 | 5520 | 6.83 |
| 14 | 6440 |
| 20 | JZ500 | JZG42 | 420 | 12 | 5040 | 6 |
| 10 | 4200 |
| 21 | JZ500A | JZG41 | 410 | 12 | 4920 | 6.83 |
| 10 | 4100 |
| 22 | JZ500B | JZG41A | 410 | 12 | 4920 | 6 |
| 10 | 4100 |
| 23 | JZ500C | JZG41B | 410 | 12 | 4920 | 6.83 |
| 10 | 4100 |
| 24 | JZ500J | JZG41C | 410 | 12 | 4920 | 6.83 |
| 10 | 4100 |
| 25 | JZ500Q | JZG41E | 410 | 12 | 4920 | 6.83 |
| 10 | 4100 |
| 26 | JZ500K | JZG41D | 410 | 12 | 4920 | 6.83 |
| 10 | 4100 |
| 27 | JZ500M | JZG41F | 410 | 12 | 4920 | 6.83 |
| 10 | 4100 |
| 28 | JZ500P | JZG41G | 410 | 12 | 4920 | 6.83 |
| 10 | 4100 |
| 29 | JZ500D | JZG42A | 420 | 10 | 4200 | 6.83 |
| 12 | 5040 |
| 30 | JZ500E | JZG42B | 420 | 10 | 4200 | 6.83 |
| 12 | 5040 |
| 31 | JZ500F | JZG42C | 420 | 10 | 4200 | 6.83 |
| 12 | 5040 |
| 32 | JZ500G | JZG42D | 420 | 10 | 4200 | 6.83 |
| 12 | 5040 |
| 33 | JZ500H | JZG42E | 420 | 10 | 4200 | 6.83 |
| 12 | 5040 |
| 34 | JZ500L | JZG42F | 420 | 10 | 4200 | 6.83 |
| 12 | 5040 |
| 35 | JZ500N | JZG42G | 420 | 10 | 4200 | 6.83 |
| 12 | 5040 |
| 36 | JZ400 | JZG35 | 350 | 12 | 4200 | 6 |
| 10 | 3500 |
| 8\* | 2800 |
| 37 | JZ400B | JZG34A | 340 | 12 | 4080 | 6 |
| 10 | 3400 |
| 38 | JZ400C | JZG34B | 340 | 12 | 4080 | 6 |
| 10 | 3400 |
| 39 | JZ400D | JZG34C | 340 | 12 | 4080 | 6．83 |
| 10 | 3400 |
| 40 | JZ400E | JZG35A | 350 | 12 | 4200 | 6 |
| 10 | 3500 |
| 8 | 2800 |
| 41 | JZ400F | JZG34D | 340 | 12 | 4080 | 6 |
| 10 | 3400 |
| 42 | JZ400G | JZG34E | 340 | 12 | 4080 | 6 |
| 10 | 3400 |
| 43 | JZ400H | JZG34F | 340 | 12 | 4080 | 6 |
| 10 | 3400 |
| 44 | JZ400J | JZG35B | 350 | 12 | 4200 | 6 |
| 10 | 3500 |
| 8 | 2800 |
| 45 | JZ400K | JZG34G | 340 | 12 | 4080 | 6 |
| 10 | 3400 |
| 46 | JZ400M | JZG34H | 340 | 12 | 4080 | 6 |
| 10 | 3400 |
| 47 | JZ400P | JZG34J | 340 | 12 | 4080 | 6 |
| 10 | 3400 |
| 48 | JZ400N | JZG35C | 350 | 12 | 4200 | 6 |
| 10 | 3500 |
| 8\* | 2800 |
| 49 | JZ400Q | JZG35D | 350 | 12 | 4200 | 6.83 |
| 10 | 3500 |
| 8\* | 2800 |
| 50 | JZ400R | JZG35E | 350 | 12 | 4200 | 6 |
| 10 | 3500 |
| 8\* | 2800 |
| 51 | JZ300A | JZG30A | 300 | 12 | 3600 | 5.2 |
| 10 | 3000 |
| 52 | JZ250 | JZG24 | 240 | 12\* | 2880 | 6 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 53 | JZ250A | JZG24A | 240 | 12\* | 2880 | 5.2 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 54 | JZ250B | JZG24B | 240 | 12\* | 2880 | 6 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 55 | JZ250C | JZG24C | 240 | 12\* | 2880 | 6 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 56 | JZ250D | JZG24D | 240 | 12\* | 2880 | 5.2 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 57 | JZ250E | JZG24E | 240 | 12\* | 2880 | 5.2 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 58 | JZ250F | JZG24F | 240 | 12\* | 2880 | 6 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 59 | JZ250G | JZG24G | 240 | 12\* | 2880 | 5.2 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 60 | JZ250H | JZG24H | 240 | 12\* | 2880 | 5.2 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 61 | JZ250J | JZG24J | 240 | 12\* | 2880 | 6 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 62 | JZ250K | JZG24K | 240 | 12\* | 2880 | 5.2 |
| 10 | 2400 |
| 8 | 1920 |
| 63 | JZ200 | JZG20 | 200 | 10 | 2000 | 6 |
| 8 | 1600 |
| 6\* | 1200 |
| 64 | JZ200A | JZG20A | 200 | 10 | 2000 | 6 |
| 8 | 1600 |
| 65 | JZ200B | JZG20B | 200 | 10 | 2000 | 6 |
| 8 | 1600 |
| 66 | JZ200C | JZG20C | 200 | 10 | 2000 | 6 |
| 8 | 1600 |
| 67 | JZ200D | JZG20D | 200 | 10 | 2000 | 6 |
| 8 | 1600 |
| 68 | JZ150 | JZG18 | 180 | 10\* | 1800 | 6 |
| 8 | 1440 |
| 6 | 1080 |
| 69 | JZ150A | JZG18A | 180 | 10\* | 1800 | 6 |
| 8 | 1440 |
| 6 | 1080 |
| 70 | JZ150B | JZG18B | 180 | 10\* | 1800 | 6 |
| 8 | 1440 |
| 6 | 1080 |
| 71 | JZ150C | JZG18C | 180 | 10\* | 1800 | 6 |
| 8 | 1440 |
| 6 | 1080 |
| 72 | JZ150D | JZG18D | 180 | 10\* | 1800 | 6 |
| 8 | 1440 |
| 6 | 1080 |
| 73 | JZ100 | JZG15 | 150 | 10\* | 1500 | 6 |
| 8 | 1200 |
| 6 | 900 |
| 74 | JZ100A | JZG15A | 150 | 10\* | 1500 | 6 |
| 8 | 1200 |
| 6 | 900 |
| 75 | JZ100B | JZG15B | 150 | 10\* | 1500 | 6 |
| 8 | 1200 |
| 6 | 900 |
| 76 | JZ60 | JZG10 | 100 | 8 | 800 | 4.2 |
| 6 | 600 |
| 4\* | 400 |
| 77 | JZ82 | JZG13 | 136.7 | 6 | 820 | 6 |
| 8 | 1093 |
| 78 | JZ75 | JZG12 | 125 | 6 | 750 | 5.2 |
| 8 | 1000 |

1. 重量指示仪示值误差测量结果不确定度评定示例
2. 测量条件和方法
   1. 测量依据：JJFXXXX-XXXX 《指重表在线校准规范》。
   2. 环境条件：环境温度16℃。
   3. 测量标准器：精密压力表（0～10）MPa，准确度等级0.25级；
   4. 被测对象：指重表重量指示仪，测量范围（0～3400）kN，压力范围（0～6）MPa，使用中基本误

差等级1.5级（最大允许误差±2.0%）；

* 1. 压力值与指重表重量指示仪值对应关系：

各校准点的压力所对应的理论力值计算：

………………………………（D.1）

Fi—第i校准点理论力值（约定真值）；

Pi—第i校准点标准压力；

—指重表的最大载荷；

P—传感器额定压力。

* 1. 测量方法：

将重量指示仪与传感器连接管线拔出后与压力测试仪连接，在满量程内均分6点，加、减压三次，分别记录正、反行程指重表重量指示仪示值，取测量结果最大误差点的平均示值与标准理论值之差作为校准结果。

1. 数学模型

测量模型：

······························（D.2）

*—*重量指示仪示值误差；

—重量指示仪校准点示值的算术平均值；

灵敏系数：

根据函数误差理论由公式（D.2）可以导出重量指示仪示值基本误差的合成标准不确定度

………………………………（D.3）

由于彼此独立，且的灵敏系数的灵敏系数

故公式(D.3)可简化为

………………………………(D.4)

1. 不确定度来源

测量不确定度的来源为以下三方面：

1）指重表重量指示仪重复测量引入的标准不确定度分量；

2）指重表重量指示仪分辨力引入的标准不确定度分量；

3）标准器精密压力表准确度引入的标准不确定度分量。

1. 不确定度评定

D4.1标准测量不确定度分量评定

1）指重表重量指示仪重复测量引入的标准不确定度分量

指重表重量指示仪不确定度类型为A，概率分布为正态分布。

测试数据，见指重表重量指示仪在线校准记录。

表D.2重量指示仪在线校准记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 压力  （MPa） | 指重表对应刻度值  （kN） | 指重表指示值（kN） | | | | | | | | 最大示值误差（%） |
| 1次 | | 2次 | | 3次 | | 平均值 | |
| 上行 | 下行 | 上行 | 下行 | 上行 | 下行 | 上行 | 下行 |
| 0 | 0.00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 1 | 566.7 | 565 | 575 | 569 | 573 | 570 | 573 | 568.0 | 573.7 | 1.24 |
| 2 | 1133.3 | 1138 | 1140 | 1138 | 1140 | 1139 | 1142 | 1138.3 | 1140.7 | 0.65 |
| 3 | 1700.0 | 1700 | 1705 | 1700 | 1704 | 1701 | 1705 | 1700.3 | 1704.7 | 0.28 |
| 4 | 2266.7 | 2270 | 2274 | 2279 | 2275 | 2271 | 2274 | 2273.3 | 2274.3 | 0.34 |
| 5 | 2833.3 | 2840 | 2842 | 2839 | 2843 | 2840 | 2843 | 2839.7 | 2842.7 | 0.33 |
| 6 | 3400.0 | 3401 |  | 3401 |  | 3401 |  | 3401.0 | 3401.0 | 0.03 |

测量标准器重复三次测量指重表重量指示仪，示值相对误差最大处为566.7kN(1MPa)下行程。

则最大重复性差值：R=7.0kN

运用极差法估计单次试验标准差，极差系数C按三次取为1.69。

则：

===0.0042

2）指重表重量指示仪分辨力引入的标准不确定度分量

不确定度类型为B类，概率分布为均布

本次测量的的重量指示仪分度值为20kN则分辨力为分度值的1/2，r=10kN。

==0.0051

3）标准器精密压力表准确度引入的标准不确定度分量

不确定度类型为B类，概率分布为均布。精密压力表（0～10）MPa，准确度等级0.25级。

==0.00144

D4.2 标准测量不确定度来源（见表D.1）

表D.1重量指示仪标准测量不确定度来源

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 评定方法 | 分布 | 值 | 标准不确定度 |
|  | 指重表重量指示仪重复测量 | A | — | — | 0.0042 |
|  | 指重表重量指示仪分辨力 | B | 均匀 | — | 0.0051 |
|  | 标准器精密压力表准确度 | B | 均匀 | — | 0.00144 |

1. 合成标准不确定度

、、独立不相关，则合成标准不确定度为：

0.0068=0.68%

1. 扩展不确定度

取置信因子*k*=2，扩展不确定度为：1.4%

1. 死绳固定器误差测量结果不确定度评定示例
2. 测量条件和方法
   1. 测量依据：JJFXXXX-XXXX 《指重表在线校准规范》。
   2. 环境条件：环境温度16℃。
   3. 测量标准器：精密压力表（0～10）MPa，准确度等级0.25级；悬重测量仪（0～150）kN，不确定度等级0.5级。
   4. 被测对象：指重表死绳固定器，测量范围（0～3400）kN，压力范围（0～6）MPa，使用中基本误差等级1.5级（最大允许误差±1.0%）。
   5. 本次在线测量压力输出范围:（0～1）MPa。
   6. 压力值与悬重载荷值对应关系：

各校准点的压力所对应的理论力值计算:

*………………………………*（E.1）

—第n校准压力点对应的理论力值（约定真值）；

—第n校准点标准压力；

—指重表的最大载荷；

—传感器额定压力。

* 1. 测量方法：

1. 将悬重测量仪连接至方钻杆下端；
2. 标准压力表与传感器通过排空后的传压管线连接，标准压力表与传感器应处于等高

位置；

1. 旁压式张力计通电稳定后清零，安装在死绳上，读取旁压式张力计示值，此值为初

始载荷，然后取下；

1. 在使用程内按压力均分，上、下行程分别不少于5点，加、减载荷使压力表稳定在

各校准点，分别记录正、反行程悬重测量仪在测试点的示值、标准压力表示值，计算悬重测量仪在测试点的示值的相应标准理论压力值，取压力测量结果最大误差点的示值与标准理论力值之差作为校准结果。

1. 数学模型

数学模型：

······························（E.2）

—第n校准点基本误差；

—第n校准点标准压力表示值。；

—第n校准点的约定压力真值

灵敏系数：

由于彼此独立，且的灵敏系数的灵敏系数

故公式(E.3)可简化为

………………………………(E.3)

1. 不确定度来源

测量不确定度的来源为以下三方面：

1）死绳固定器重复测量引入的标准不确定度分量；

2）标准器悬重测量仪准确度引入的标准不确定度分量；

3）标准器精密压力表准确度引入的标准不确定度分量。

1. 不确定度评定

E4.1 标准测量不确定度分量评定

1）死绳固定器重复测量引入的标准不确定度分量

死绳固定器不确定度类型为A，概率分布为正态分布。测试数据，见死绳固定器在线校准记录。

表E.1死绳固定器在线校准记录

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准载荷值（初始载荷与标准器示值之和）（kN） | 对应标准压力值（MPa） | 被检仪实测压力值（MPa） | 示值误差（MPa） |
| 98 | 0.173 | 0.17 | 0.003 |
| 198 | 0.349 | 0.35 | 0.001 |
| 288 | 0.508 | 0.51 | 0.002 |
| 397 | 0.701 | 0.70 | 0.001 |
| 503 | 0.888 | 0.89 | 0.002 |
| 602 | 1.062 | 1.06 | 0.002 |
| 495 | 0.873 | 0.87 | 0.003 |
| 405 | 0.715 | 0.71 | 0.005 |
| 303 | 0.535 | 0.53 | 0.005 |
| 200 | 0.353 | 0.35 | 0.003 |

测量标准器1次测量死绳固定器，示值相对误差最大处为下行程303kN (0.535MPa)处。

则最大重复性差值：R=0.005MPa

运用极差法估计单次试验标准差，极差系数C按三次取为1.69。

则：

 0.0032

2）标准器悬重测量仪准确度引入的标准不确定度分量

悬重测量仪不确定度类型为B类，概率分布为均布

 0.0029

3）标准器精密压力表准确度引入的标准不确定度分量

精密压力表不确定度类型为B类，概率分布为均布

精密压力表（0～10）MPa，准确度等级0.25级。

0.0014

E4.2 标准测量不确定度来源（见表E.1）

表E.1 死绳固定器标准测量不确定度来源

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 评定方法 | 分布 | 值 | 标准不确定度 |
|  | 死绳固定器重复测量 | A | — | — | 0.0032 |
|  | 标准器悬重测量仪准确度 | B | 均匀 | — | 0.0029 |
|  | 标准器精密压力表准确度 | B | 均匀 | — | 0.0014 |

1. 合成标准不确定度

、、独立不相关，则合成标准不确定度为：

0.0045=0.45%

1. 扩展不确定度

取k=2，则扩展不确定度为：0.9%。

1. 指重表误差测量结果不确定度评定示例
2. 测量条件和方法
3. 测量依据：JJFXXXX-XXXX 《指重表在线校准方法》。
4. 环境条件：温度16℃。
5. 测量标准器：悬重测量仪（0～1500）kN,准确度等级0.5级；张力仪（0～100）kN,误差±0.5%。
6. 被测对象：钻机悬重系统（含游车、指重表重量指示仪，测量范围（0～3400）kN，分度值10kN，压力范围（0～6）MPa。
7. 本次在线测量载荷范围为（0～400kN）。
8. 测量方法：

1)将悬重测量仪连接至方钻杆下端；

2)标准压力表与传感器通过排空后的传压管线连接，标准压力表与传感器应处于等高位置;

3)旁压式张力计通电稳定后清零，安装在死绳上，读取旁压式张力计示值，此值为初始载荷，然后取下；

4）在使用过程中最大载荷范围内上、下行程分别不少于5点均匀选取，控制指重表重量指示仪指针使之稳定在校准点，加、减载荷三次，分别记录正、反行程，取标准器测量结果最大误差点的示值与之差作为校准结果。

1. 数学模型

测量模型：

······························（F.1）

—第m校准点基本误差；

—第m校准点示值（悬重测量仪示值与初始载荷之和）的算术平均值；

—第m校准点的重量指示仪示值。

灵敏系数：

由于彼此独立，且的灵敏系数的灵敏系数

故公式可简化为

………………………………(E.2)

1. 不确定度来源

测量不确定度的来源为以下二方面：

1）悬重测量仪准确度引入的不确定度分量；

2）重量指示仪分辨力引入的不确定度分量。

1. 不确定度评定
2. 标准测量不确定度分量评定

（1）悬重测量仪准确度引入的不确定度分量

不确定度类型为A类，概率分布为均布。悬重测量仪（0～1500）kN,准确度等级0.5级，则

0.0029

（2）重量指示仪分辨力引入的不确定度分量

不确定度类型为B类，概率分布为均布。

本次测量的的重量指示仪分度值为20kN则分辨力为分度值的1/2，r=10kN。

0.0096

1. 标准测量不确定度来源（见表F.1）

表F.1 指重表标准测量不确定度来源

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 评定方法 | 分布 | 值 | 标准不确定度 |
|  | 悬重测量仪准确度 | A | — | — | 0.0029 |
|  | 重量指示仪分辨力 | B | 均匀 | — | 0.0096 |

1. 合成标准不确定度

、独立不相关，则合成标准不确定度为：

****0.010=1.0%

1. 扩展不确定度

取置信因子*k*=2，扩展不确定度为：2.0%

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_