代替 JJG（石油）52-2000代替 JJG（石油）5

国家市场监督管理总局 发 布

XXXX - XX – XX实施

XXXX - XX - XX发布

抽油机井综合测试仪校准规范

Calibration Specification for Instrument of Testing Pumping Unit

（征求意见稿）

JJF XXXX—XXXX

中华人民共和国国家计量技术规范

**JJF××××—××××**

抽油机井综合测试仪校准规范

**Calibration Specification for Instrument of Testing Pumping Unit**

calibrator

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： 中国石油大庆油田测试技术服务分公司

参加起草单位： 中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司

中国石油大庆油田技术监督中心

东北石油大学

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：

王东红（大庆油田测试技术服务分公司）

史小东（中国石化胜利油田分公司技术检测中心）

李浩然（大庆油田测试技术服务分公司）

宋延彰（大庆油田测试技术服务分公司）

参加起草人：

袁海滨（中国石油大庆油田技术监督中心）

李 明（东北石油大学）

陈 剑（中国石油大庆油田技术监督中心）

2. 目录

[引言](#_Toc1976) Ⅱ

[1 范围 1](#_Toc25623)

[2 引用文件 1](#_Toc17188)

[3 概述 1](#_Toc28062)

[4 计量特性 1](#_Toc26745)

[5 校准条件 1](#_Toc21888)

[6 校准项目和校准方法 2](#_Toc20567)

6.1 校准项目 [2](#_Toc20567)

[6.2 校准方法 2](#_Toc20567)

[7 校准结果表达 4](#_Toc18944)

[8 复校时间间隔 4](#_Toc20139)

[附录 A抽油机井综合测试仪校准原始数据格式 5](#_Toc11584)

[附录 B抽油机井综合测试仪校准证书的内页格式 8](#_Toc22076)

[附录 C抽油机井综合测试仪校准结果不确度评定示例 9](#_Toc28735)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、 JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列文件。

本规范为首次发布。

抽油机井综合测试仪校准规范

1. 1 范围

本规范适用于抽油机井综合测试仪（简称综合测试仪）的校准。

1. 2 引用文件

本文件没有规范性引用文件。

1. 3 概述

综合测试仪用于测量抽油机井载荷、位移、液面、压力等参数，由主机、载荷-位移传感器、井口连接器等组成。按载荷的测量方式不同，可分为压载式和卡光杆式；按照位移的测量方式不同，可分为拉线式、加速度式和光电式。

1. 4 计量特性

综合测试仪计量特性见表1。

表1 仪器各测量参数计量特性表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计量特性 | 要求 | | | | | |
| 准确度等级 | 0.25级 | 0.5级 | 1.0级 | 1.5级 | 2.0级 | 3.0级 |
| 载荷最大允许误差 | ±0.25% | ±0.5% | ±1.0% | ±1.5% | ±2.0% | ±3.0% |
| 位移最大允许误差 | ±0.25% | ±0.5% | ±1.0% | ±1.5% | ±2.0% | ±3.0% |
| 压力最大允许误差 | ±0.25% | ±0.5% | ±1.0% | — | — | — |
| 液面深度最大允许误差 | 2000m±10m | | | | | |

1. 5 校准条件

5.1 环境

5.1.1 环境温度：15℃～25℃。

5.1.2 相对湿度：RH<80%。

5.1.3 环境无强磁干扰。

5.1.4 被校准综合测试仪应置于校准环境2h以上，确保仪器温度与校准环境温度相同。

5.2 校准装置条件

校准装置及配套设备详见表2。

表2 校准装置及配套设备技术指标表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准装置名称 | 技术指标及相关要求 | 主要校准参数 |
| 载荷-位移  校准装置 | 载荷及位移的量程至少应与被校准仪器量程相同；  载荷及位移的最大允许误差应优于被校准仪器的2倍。 | 用于载荷位移校准 |
| 标准井 | 液面深度大于1000m，井口设备完整；  800m以上油管长度已知（建议使用同规格油管）；  音标在液面以上，位置确定，音标深度最大允许误差±0.2m。 | 用于标准井法的液面深度校准 |
| 模拟井装置 | 深度大于500m；  至少3个连续的油管，油管长度已知，或1个已知深度的模拟音标；至少3个可变液面，深度最大允许误差±0.1m；  管路中能够模拟油套环空的压力，范围（0～2.0）MPa。 | 用于模拟井法的液面深度校准 |
| 标准信号装置 | 标准信号频率5Hz，不低于0.02级；输出幅度（20±1）mV。 | 用于标准信号法液面深度校准 |
| 压力校准装置 | 准确度等级0.05级及以上，压力上限60MPa | 用于压力校准 |
| 加压装置 | 测量上限应大于井口连接器额定工作压力，准确度等级不低于0.1级。 | 用于检查井口密封性和微音器灵敏度 |

1. 6 校准项目和校准方法

6.1校准项目

载荷、位移、液面深度，压力。

6.2校准方法

6.2.1外观检查

6.2.1.1 综合测试仪各个部分应齐全完整、清洁、供电和通讯接口无变形。

6.1.2.2 综合测试仪标识清晰，应有制造厂名、型号、出厂编号等内容。

6.1.3.3 综合测试仪紧固螺钉无松动，开关、按键应灵活。

6.1.4.4 综合测试仪井口连接器阀门转动灵活，通道畅通。

6.1.5.4 综合测试仪应该具有防爆要求，并表明防爆标识或具有防爆等级证书。

6.2.2 通讯检查

将综合测试仪载荷-位移传感器、井口连接器与主机连接起来，启动仪器进入测试状态，井口连接器和传感器对主机的指令应有响应。

6.2.3 井口连接器密封性检查

将综合测试仪井口连接器与加压装置连接，缓慢加压至额定工作压力稳压5min，稳压过程中，任意连续60s内，压力下降不能超过0.02MPa。

6.2.4 井口连接器发声性能检查

击发井口连接器的发声装置，井口连接器的发声器应能发出爆破声，成功击发。

6.2.5 微音器灵敏性检查

给井口连接器加载额定工作压力稳压过程中，击发发声器，微音器输出曲线应为正弦波。

6.2.6 载荷示值校准

6.2.6.1 将载荷-位移传感器安装在载荷-位移校准装置上，压载式综合测试仪需确保其处在校准装置压头的中心位置；卡光杆式综合测试仪需选择相应直径的光杆安装在校准装置上，应夹持在光杆中点位置，且光杆受力应为零。

6.2.6.2 在载荷测量范围内合理选取5个校准点。按校准点逐点加载，达到设置最大值后，再逐点卸载，每个校准点保持30s，记录综合测试仪载荷输出示值。

6.2.6.3 连续记录3个循环的校准数据，按照公式（1）计算综合测试仪载荷引用误差，符合表1最大允许误差的要求。

 （1）

式中：

——被校准综合测试仪载荷引用误差，单位为百分数，%；

——被校准综合测试仪第校准点的载荷示值，单位为千牛，kN；

——第校准点标准载荷示值，单位为千牛，kN；

——被校准载荷传感器测量范围的上限值，单位为千牛，kN。

6.2.7 位移示值校准

6.2.7.1 将载荷-位移传感器安装在校准装置上。拉线式综合测试仪应将载荷-位移传感器安装在校准装置的步进电机上，线绳逆时针绕在绕线轮上，在位移测量范围内合理选取5个校准点，以升序逐点拉伸牵引线，达到设置最大值后，再以降序逐点释放牵引线，每个校准点保持30s，重复做3次，记录综合测试仪位移输出示值；卡光杆式综合测试仪应将载荷-位移传感器安装在校准装置的移动平台上，在位移测量范围内合理设置5个冲程，每个冲程设置3个冲次，分别记录综合测试仪位移输出示值。

6.2.7.2 综合测试仪位移引用误差按照公式（2）计算，符合表1最大允许误差的要求。

 （2）

式中：

——被校准综合测试仪位移引用误差，单位为百分数，%；

——被校准综合测试仪第校准点的位移示值，单位为米，m；

——第校准点标准位移示值，单位为米，m；

——被校准综合测试仪位移测量范围的上限值，单位为米，m。

6.2.8 动液面深度示值校准

6.2.8.1标准井法

6.2.8.1.1井口连接器安装在标准井的套管接头处，综合测试仪主机和井口连接器相连。

6.2.8.1.2打开套管闸门和主机电源，进入液面测试状态，记录测试曲线读取液面深度值。

6.2.8.1.3读取液面深度值，按公式（3）计算液面深度示值误差。

 （3）

式中：

——液面深度的示值误差，单位为米，m；

——标准井中测得液面深度值，单位为米，m；

——标准井音标的深度值（已知），单位为米，m。

6.2.8.1.4重复测量3次，绝对值最大的作为液面深度的示值误差，符合表1最大允许误差的要求。

6.2.8.2模拟井法

6.2.8.2.1井口连接器安装在模拟井的套管接头处，主机和井口连接器相连。

6.2.8.2.2给模拟井管路加压，尽可能模拟回声仪的工作环境压力。

6.2.8.2.3打开套管闸门和主机电源，进入液面测试状态，记录测试曲线，读取液面深度值。

6.2.8.2.4按公式（3）计算液面深度示值误差。调整3个不同的液面深度进行测试，绝对值最大的作为液面深度的示值误差，符合表1最大允许误差的要求。

6.2.8.3标准信号法

6.2.8.3.1井口连接器安装在标准信号装置上，主机和井口连接器相连。开启标准信号装置，使其产生标准信号。

6.2.8.3.2主机记录液面测试曲线，选取3段周期清晰可辨、无干扰的液面测试波，分别读取每段测试波起始和终止点的波峰对应的液面深度，液面深度差作为该段测试波的长度。

6.2.8.3.3 根据选取波的周期数，用相同的声速计算标准液面深度。按公式（4）计算液面深度示值误差。

（i=1,2,3） （4）

式中：

——液面深度的示值误差，单位为米，m；

——第段测试波的测量长度，单位为米，m；

——第段测试波的标准长度，单位为米，m。

6.2.8.3.4 绝对值最大的作为液面深度的测量误差，符合表1最大允许误差的要求。

6.2.8.3.5 液面深度校准，可以采取6.2.8.1、6.2.8.2、6.2.8.3三种方法中的一种即可。

6.2.9 压力示值校准

6.2.9.1 将井口连接器的压力部分与压力校准装置连接。

6.2.9.2 在压力测量范围内平均选择5个压力校准点，从测量下限开始，逐点平稳升压至测量上限值，再按倒序平稳减压。

6.2.9.3 记录三个循环的压力示值，按照公式（5）计算引用误差，符合表1最大允许误差的要求。

 （5）

式中：

——被校准综合测试仪第校准点的压力引用误差，单位为百分数，%；

——被校准综合测试仪第校准点的测试压力示值，单位为兆帕，MPa；

——第校准点标准压力示值，单位为兆帕，MPa；

——被校准综合测试仪压力测试上限，单位为兆帕，MPa。

1. 7 校准结果表达

将校准原始数据填入校准记录中，最大测量误差符合准确度等级的综合测试仪签发校准证书。校准记录参考格式见附录A，校准证书内页参考格式见附录B。

1. 8 复校时间间隔

送校单位可根据实际使用情况决定综合测试仪的复校时间间隔；复校周期建议一般不超过6个月。

a)



附录A

抽油机井综合测试仪校准原始数据格式

抽油机井综合测试仪校准的数据记录格式见表A.1、A.2和表A.3。

表A.1 综合测试仪（拉线式）校准记录

送检单位： 校准温度：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | | 型号 | | 出厂编号 | | 测量范围 | | | | | | 准确度等级 | | | | 制造厂家 | | |
| 被校仪器 | |  | |  | |  | | | | | |  | | | |  | | |
| 标 准 器 | |  | |  | |  | | | | | |  | | | |  | | |
| 载荷示值校准 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | 标准值  kN | | 输出示值/kN | | | | | | | | | | | | 示值  误差  kN | | 引用  误差  % | |
| 第一次 | | | | 第二次 | | | | 第三次 | | | |
| 上行 | | 下行 | | 上行 | 下行 | | 上行 | | | 下行 | |
| 1 |  | |  | |  | |  |  | |  | | |  | |  | |  | |
| 2 |  | |  | |  | |  |  | |  | | |  | |  | |  | |
| 3 |  | |  | |  | |  |  | |  | | |  | |  | |  | |
| 4 |  | |  | |  | |  |  | |  | | |  | |  | |  | |
| 5 |  | |  | |  | |  |  | |  | | |  | |  | |  | |
| 最大示值误差: | | | | | 最大引用误差: | | | | | | | | 结论： | | | | | |
| 位移示值校准 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | 标准值  m | | 输出示值/m | | | | | | | | | | | | 示值  误差  m | | 引用  误差  % | |
| 第一次 | | | | 第二次 | | 第三次 | | | | | |
| 上行 | | 下行 | | 上行 | 下行 | 上行 | | | | | 下行 |
| 1 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | |  | |
| 2 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | |  | |
| 3 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | |  | |
| 4 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | |  | |
| 5 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | |  | |
| 最大示值误差: | | | | | | | 最大引用误差: | | | | | | | | 结论： | | | |
| 压力示值校准 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | 标准值  MPa | | 输出示值/MPa | | | | | | | | | | | | 示值  误差  MPa | | | 引用  误差  % |
| 第一次 | | | | 第二次 | | 第三次 | | | | | |
| 上行 | | 下行 | | 上行 | 下行 | 上行 | | | | | 上行 |
| 1 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | | |  |
| 2 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | | |  |
| 3 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | | |  |
| 4 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | | |  |
| 5 |  | |  | |  | |  |  |  | | | | |  |  | | |  |
| 最大示值误差: | | | | | | | 最大引用误差: | | | | | | | | 结论： | | | |

校准人： 复核人： 校准日期： 证书编号： 表A.2 综合测试仪（卡光杆式）校准记录

送检单位： 校准温度：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | | | 型号 | | | 出厂编号 | | 测量范围 | | | | 准确度等级 | | | 光杆  直径 | | 制造厂家 | | |
| 被校仪器 | | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | |  | | |
| 标 准 器 | | |  | | |  | |  | | | |  | | |  | |  | | |
| 载荷示值校准 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | | 标准值kN | | 输出示值/kN | | | | | | | | | | | | 示值  误差  kN | | 引用  误差  % | |
| 第一次 | | | | | 第二次 | | | | 第三次 | | |
| 上行 | | | 下行 | | 上行 | | 下行 | | 上行 | | 下行 |  | |  | |
| 1 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | |  | |
| 2 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | |  | |
| 3 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | |  | |
| 4 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | |  | |
| 5 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | |  | |
| 最大示值误差: | | | | | | | 最大引用误差: | | | | | | | | 结论： | | | | |
| 位移示值校准 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | 冲程  (标准值)  m | | | | 输出示值/m | | | | | | | | | | | 示值  误差  m | | 引用  误差  % | |
| 冲次( ) | | | | 冲次( ) | | | | | 冲次( ) | |
| 1 |  | | | |  | | | |  | | | | |  | |  | |  | |
| 2 |  | | | |  | | | |  | | | | |  | |  | |  | |
| 3 |  | | | |  | | | |  | | | | |  | |  | |  | |
| 4 |  | | | |  | | | |  | | | | |  | |  | |  | |
| 5 |  | | | |  | | | |  | | | | |  | |  | |  | |
| 最大示值误差: | | | | | | | | | 最大引用误差: | | | | | | | 结论： | | | |
| 压力示值校准 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 序号 | | 标准值MPa | | 输出示值/MPa | | | | | | | | | | | | 示值  误差  MPa | | | 引用  误差  % |
| 第一次 | | | | | 第二次 | | | | | 第三次 | |
| 上行 | | | 下行 | | 上行 | 下行 | | | | 上行 | 上行 |  | | |  |
| 1 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | | |  |
| 2 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | | |  |
| 3 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | | |  |
| 4 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | | |  |
| 5 | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  |  |  | | |  |
| 最大示值误差: | | | | | | | | | 最大引用误差: | | | | | | | 结论： | | | |

校准人： 复核人： 校准日期： 证书编号：

表A.3 综合测试仪（液面、井口连接器部分）记录格式

送检单位： 校准温度：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 型号 | 出厂编号 | | | 测量范围 | | 准确度等级 | | | 制造厂家 |
| 被校仪器 |  |  | | |  | |  | | |  |
| 标 准 器 |  |  | | |  | |  | | |  |
| 液面深度示值误差校准 | | | | | | | | | | |
| 标准  液面深度  m | 第1次测试  液面深度m | | | 第2次测试  液面深度m | | | | | 第3次测试  液面深度m | |
|  |  | | |  | | | | |  | |
| 液面深度示值误差： | | | | | | 结论： | | | | |
| 井口密封性检查 | | | | | | | | | | |
| 起始压力值： | | | 终止压力值： | | | | | 结论： | | |
| 标准波测试曲线 | | | | | | | | | | |

校准人： 复核人： 校准日期： 证书编号：



附录 B

抽油机井综合测试仪校准证书的内页格式

表B 校准证书内页格式

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准证书 | | | | | | | |  | | | | | | | 证书编号 | | |  | | | |
|  | | | |  | | | | | | | | | | |  | | |  | | | |
|  | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |  | | |
| 校准技术依据(代号) | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准使用的计量标准器具 | | | | |  | | | | | |  | | | | | | | | | | |
|  | | | | |  | | | | | |
| 设 备 名 称 | | | 型号／规格 | | | | | | | | | 不确定度  或准确度等级 | | | | | 证书号及有效期  或建议复校日期 | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | |  | | | | |  | | | | |
|  | | |  | | | | | | | | |  | | | | |  | | | | |
| 证书有效期至： | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | |
| 本计量标准的量值可溯源至国家基准 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准地点(本机构内此项可以忽略) | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
| 校准环境条件 | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
|  | 温度： |  | | | | | ℃ | | | | | | 相对湿度： | | |  | | | | ％ |  |
|  | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
|  | 其它： |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |
| 校准结果及不确定度：  外观检查：  通讯功能检查：  井口连接器密封性检查：  井口连接器发声性能检查：  微音器灵敏性检查：  载荷示值误差：  位移示值误差：  液面深度误差：  压力示值误差： | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 建议再校准日期： | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | |
| 本证书的校准结果仅对所校准的仪器设备有效，未经许可不得部分复印。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

附录 C

抽油机井综合测试仪校准结果不确度评定示例

抽油机井综合测试仪校准结果不确度评定主要包括载荷、位移、动液面深度和压力测量结果不确定度评定。

C.1载荷不确定度评定

这里使用准确度0.3级的示功仪校准装置校准准确度等级为1.0级的综合测试仪载荷的示值检测结果为例，对载荷测量结果的不确定度进行分析。

C.1.1测量概述

C.1.1.1 被校对象准确度1.0级、测量范围（0～150）kN的抽油机井综合测试仪示功仪载荷传感器。

C.1.1.2测量标准器准确度0.3级、测量范围（0～200）kN示功仪校准装置

C.1.1.3 校准环境条件: 温度（20±5）℃ 湿度≤80 %RH

C.1.1.4 校准方法:在规定环境条件下, 使用示功仪校准装置对被校示功仪载荷传感器施加标准载荷值，读取被校载荷传感器示值，被校载荷传感器载荷示值减去标准载荷示值为示值误差，记录数据后，逐点进行校准。

C.1.2 测量模型



式中：

——示功仪测量载荷示值误差，kN；

——1.0级的示功仪测量载荷示值，kN；

——示功仪校准装置测量标准载荷示值，kN。

C.1.3示功仪载荷重复性输入量的标准不确定度评定

示功仪测量载荷重复性通过连续测量得到，采用A类方法进行评定。

在相同条件下，用示功仪校准装置对被校示功仪载荷传感器施加100.00kN标准载荷示值，被校示功仪载荷传感器重复测量10次并记录载荷示值，计算10次载荷示值平均值，采用贝塞尔公式计算校准点的，测量数据及计算结果见表C.1。

表C.1 被校示功仪载荷重复性引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准载荷示值，kN | 示功仪载荷示值，kN | | | | | | | | | | | ，kN |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 |
| 100.00 | 100.01 | 100.03 | 100.05 | 100.04 | 100.03 | 100.01 | 100.02 | 100.07 | 100.08 | 100.03 | 100.03 | 0.0137 |

单次试验标准差:



实际测量时载荷校准循环3次，以3次测量的算术平均值作为测量结果，则标准不确定度为：



C.1.4 示功仪校准装置载荷引入的标准不确定度分量

示功仪校准装置载荷引入的不确定度，采用B类方法进行评定。

根据示功仪校准装置校准证书中提供的载荷准确度为0.3级，（），则标准不确定度分量：



C.1.5 载荷合成标准不确定度的评定

各输入量的标准不确定度分量见表C.2

表C.2输入量标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度（kN） |
|  | 重复测量引入的不确定度分量 | 0.0081 |
|  | 标准器引入的不确定副分量 | 0.0866 |

则：



C.1.6 载荷扩展不确定度的确定

取包含因子k=2,则扩展不确定度为：



C.2 位移不确定度评定

这里使用准确度0.3级的示功仪校准装置校准准确度等级为1.0级的综合测试仪位移的示值检测结果为例，对位移测量结果的不确定度进行分析。

C.2.1 概述

C.2.1.1 测量依据：《抽油机井综合测试仪校准规范》

C.2.1.2 环境条件：温度（20±5）℃ 相对湿度≤80 %RH

C.2.1.3 测量标准：准确度等级为0.3级示功仪校准装置

C.2.1.4 被测对象：载荷准确度等级为1.0级的综合测试仪

C.2.1.5 测量方法：被校准综合测试仪与示功仪校准装置在相同时间间隔内依次测量同一个位移信号，将被校准综合测试仪位移输出量值与示功仪校准装置位移量值进行比较，确定被校准综合测试仪的位移技术指标。

C.2.2 建立数学模型



式中：

——示功仪测量位移示值误差，m；

——1.0级的示功仪测量位移示值，m；

——示功仪校准装置测量标准位移示值，m。

C.2.3 示功仪位移重复性输入量的标准不确定度评定的评定

示功仪测量位移重复性通过连续测量得到，采用A类方法进行评定。

在相同条件下，用示功仪校准装置对被校示功仪位移传感器施加12.00m标准位移示值，被校示功仪位移传感器重复测量10次并记录位移示值，计算10次位移示值平均值，采用贝塞尔公式计算校准点的，测量数据及计算结果见表C.3。

表C.3 被校示功仪位移量重复性引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准位移示值，m | 示功仪位移示值，m | | | | | | | | | | | ，m |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 |
| 12.00 | 11.98 | 11.97 | 12.05 | 12.04 | 12.03 | 12.01 | 12.02 | 11.97 | 11.95 | 11.96 | 11.998 | 0.0209 |



日常位移校准循环3次，即测量3次，因此，示功仪位移校准结果重复性引入的不确定度：

（取3）

C.2.4 示功仪校准装置位移引入的标准不确定度分量

示功仪校准装置位移引入的不确定度，采用B类方法进行评定。

根据示功仪校准装置校准证书中提供位移的准确度等级0.3级，（），则标准不确定度分量：

 （取）

C.2.5 位移合成标准不确定度的确定

各输入量的标准不确定度分量见表C.3

表C.3输入量标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度（m） |
|  | 重复测量引入的不确定度分量 | 0.0209 |
|  | 标准器引入的不确定副分量 | 0.0104 |

则：



C.2.6 位移扩展不确定度的确定

（取2）

C.3动液面深度不确定度评定

这里使用标准信号法校准准确度等级为1.0级的综合测试仪动液面深度的示值检测结果为例，对动液面深度测量结果的不确定度进行分析。

C.3.1 概述

C.3.1.1 测量依据：《抽油机井综合测试仪校准规范》

C.3.1.2 环境条件：温度（20±5）℃ 相对湿度≤80 %RH

C.3.1.3 测量标准：准确度等级为0.02级，标准信号频率5 Hz的标准信号装置

C.3.1.4 被测对象：准确度等级为1.0级的综合测试仪

C.3.1.5 测量方法：将标准频率信号经功率放大器放大后驱动振动单元产生一个振动源，作用于液面测试仪的井口装置，通过读取一定周期的液面测试曲线的深度示值与标准深度计算误差。

C.3.2 建立数学模型



式中：

——液面仪测量动液面深度示值误差，m；

——1.0级液面仪测量动液面深度示值，m；

——标准信号装置测量标准动液面深度示值，m。

C.3.3 液面仪动液面深度重复性输入量的标准不确定度评定

液面仪动液面深度测量重复性通过连续测量得到的，采用A类方法进行评定。

使用0.02级标准信号频率5 Hz的标准信号装置标准示值为680.00m时，被测的1.0级的液面仪在此示值处重复测量10次，采用贝塞尔公式计算校准点的，测量数据及计算结果见表C.5。

表C.5 被校示功仪液面深度重复性引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准液面深度示值，m | 液面仪动液面深度示值，m | | | | | | | | | | | ，m |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 |
| 680.00 | 680.34 | 680.53 | 680.42 | 680.55 | 680.29 | 680.41 | 680.32 | 680.34 | 680.37 | 680.45 | 680.402 | 0.0506 |



日常工作中会选取3段液面测试波读取相应波段长度，即测量3次，因此，动液面深度校准结果重复性引入的不确定度：

（取3）

C.3.4 液面校准装置液面深度引入标准不确定度的

液面校准装置液面深度引入的不确定度，采用B类方法进行评定。

根据液面校准装置校准证书中提供的标准信号准确度为0.02级，（），则液面仪校准装置液面深度引入不确定度分量

（取）

式中：

——测试波数；

——一个测试波的周期，s；

——声波在空气中的传播速度，m/s。

C.3.5 液面深度合成标准不确定度的确定

各输入量的标准不确定度分量见表C.6

表C.6输入量标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度（m） |
|  | 重复测量引入的不确定度分量 | 0.0506 |
|  | 标准器引入的不确定副分量 | 0.0393 |

则：



C.3.6 液面深度扩展不确定度的确定

（取2）

C.4 压力不确定度评定

这里使用准确度0.5级的压力校准装置校准准确度等级为0.5级的综合测试仪压力的示值检测结果为例，对压力测量结果的不确定度进行分析。

C.4.1 概述

C.4.1.1 测量依据：《抽油机井综合测试仪校准规范》

C.4.1.2 环境条件：温度（20±5）℃ 相对湿度≤80 %RH

C.4.1.3 测量标准：准确度等级为0.5级压力校准装置

C.4.1.4 被测对象：压力准确度等级为1.0级的综合测试仪

C.4.1.5 测量方法：被校准综合测试仪与压力校准装置在相同时间间隔内依次测量同一个压力信号，将被校准综合测试仪压力输出量值与压力校准装置压力量值进行比较，确定被校准综合测试仪的压力技术指标。

C.4.2 建立数学模型



式中：

——压力测量示值误差，MPa；

——0.5级压力综合测试仪压力测量示值，MPa；

——压力校准装置压力标准示值，MPa。

C.4.3 压力重复性输入量的标准不确定度评定

压力测量重复性通过连续测量得到，采用A类方法进行评定。

在相同条件下，用压力校准装置对被校液面仪压力传感器施加8MPa标准压力值，被校液面仪压力重复测量10次并记录压力示值，计算10次压力示值平均值，采用贝塞尔公式计算校准点的，测量数据及计算结果见表C.7。

表C.7 被校液面仪压力重复性引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准压力示值，MPa | 液面仪压力示值，MPa | | | | | | | | | | | ，MPa |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 |
| 8.00 | 8.01 | 8.03 | 8.03 | 8.02 | 8.01 | 7.98 | 7.97 | 7.98 | 7.97 | 7.98 | 7.998 | 0.0244 |

单次试验标准差:



日常压力校准循环3次，即测量3次，则压力重复性输入量的标准不确定度：

（取3）

C.4.4 压力校准装置引入的标准不确定度分量

根据液面仪校准装置校准证书中提供的压力准确度为0.5级，（），则0.5级压力校准装置引入的标准不确定度分量：

（取）

C.4.5 压力合成标准不确定度的确定

各输入量的标准不确定度分量见表C.8

表C.8输入量标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度（MPa） |
|  | 重复测量引入的不确定度分量 | 0.0141 |
|  | 标准器引入的不确定副分量 | 0.0115 |



C.4.6 压力扩展不确定度的确定

（取2）

|  |
| --- |
|  |

JJF XXXX-XXXX