

江苏省地方计量技术规范

JJF（苏） ×××××—×××××

转矩标定器校准规范

Calibration Specification for Torque calibrators

（报批稿）

×××××—×××—×××发布

×××××—×××—×××实施

江苏省市场监督管理局 发布

转矩标定器校准规范

Calibration Specification for

Torque calibrators

JJF(苏) xxxx—xxxx

归口单位：江苏省市场监督管理局

主要起草单位：无锡市检验检测认证研究院

上海市计量测试技术研究院有限公司

参加起草单位：无锡市蠡园电子化工设备有限公司

本规范由江苏省力值硬度计量专业技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

赵晓兵 （无锡市检验检测认证研究院）
成 勇 （上海市计量测试技术研究院有限公司）
黄天杰 （无锡市检验检测认证研究院）

参加起草人：

谢 民 （无锡市检验检测认证研究院）
邵 寅 （无锡市检验检测认证研究院）
黄承胜 （无锡市蠡园电子化工设备有限公司）

目 录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语	1
3.1 转矩标定器	1
3.2 扭转角度	1
3.3 工作温度	1
4 概述	1
5 计量特性	2
5.1 转矩标定值	2
5.2 转矩重复性	2
5.3 转矩稳定性	2
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 测量标准及其他设备	2
7 校准项目和校准方法	3
7.1 校准项目	3
7.2 校准方法	3
8 校准结果表达	4
9 复校时间间隔	4
附录 A 校准记录格式	5
附录 B 校准证书内页格式	6
附录 C 转矩标定器转矩标定值测量不确定度评定示例	7

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成制定本规范的基础性系列规范。

HG/T 2382《橡胶测试仪器设备通用技术条件》、HG/T 3709《无转子硫化仪》构成支撑本校准规范制定工作的技术性系列标准。

本规范为首次发布。

转矩标定器校准规范

1 范围

本规范适用于对无转子硫化仪转矩测量系统进行标定的转矩标定器的校准。

2 引用文件

HG/T 2382 橡胶测试仪器设备通用技术条件

HG/T 3709 无转子硫化仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

3.1 转矩标定器 torque calibrators

用于对无转子硫化仪转矩测量系统进行标定的器具。

3.2 扭转角度 torsion angle

标定器在标准转矩载荷作用下，沿转矩施加方向产生的可恢复弹性角位移量。扭转角度通常设定为 0.5° 、 1° 或 3° 。

3.3 工作温度 operating temperature

在整个橡胶硫化特性测试过程中，硫化仪对胶料试样进行动态剪切并监测其硫化行为的可控恒定环境温度。

4 概述

转矩标定器用于无转子硫化仪转矩测量系统的标定，主要由转矩芯轴和辅件工装组成，转矩芯轴由弹性材料（如弹簧钢等）制成，在弹性变形范围内，其转矩与扭转角度呈线性关系。转矩标定器结构示意图如图 1 所示。

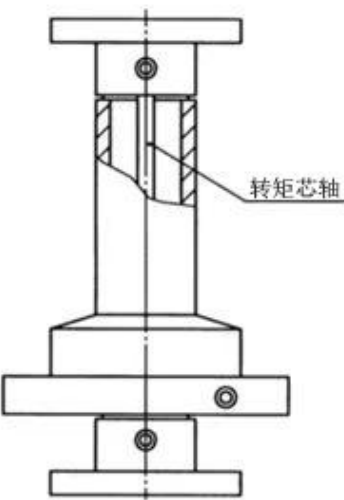


图 1 扭矩标定器结构示意图

5 计量特性

5.1 扭矩标定值

在扭转角度为 0.50°、1.00° 和 3.00° 条件下，分别标定出扭矩标定器对应的扭矩值。

5.2 扭矩重复性

不大于0.3%。

5.3 扭矩稳定性

不大于0.3%。

注：以上指标不是用于合格判据，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：23℃±5℃，校准过程中温度变化不超过±2℃。

6.1.2 环境相对湿度：不大于85%。

6.1.3 校准应在周围的振动、冲击、电磁干扰对校准结果无影响的环境下进行。

6.2 测量标准及其他设备

扭矩标定器校准装置技术要求见表 1。

表 1 校准设备

项目	主要技术指标
----	--------

转矩	测量范围：不超过 20Nm；最大允许误差：±0.1%
扭转角度	±0.50°、±1.00°、±3.00°，分辨率为 0.01°
工作温度（如需要）	温度范围（0~200）℃，最大允许误差：±0.5℃

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 2。

表2 校准项目

校准项目	转矩标定器
转矩标定值	+
转矩重复性	+
转矩稳定性	+
注：需和客户确认扭转角度后进行校准；如需要按客户指定工作温度进行校准。	

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

7.2.1.1 转矩标定器应明确转矩值和对应的扭转角度。

7.2.1.2 转矩标定器及其附件的表面应无影响技术性能的缺陷；附件齐全，不准任意更换。

7.2.2 转矩标定值

将转矩标定器装于校准装置上，在环境温度下等温≥30min，先选择一个方向（顺时针或逆时针）将标定器预加载至最大工作角度 3 次，对转矩标定器按选定角度（0.50°、1.00° 或 3.00°）分别施加扭转，读取转矩标定器校准装置显示的转矩值，重复测量 3 次，通过公式（1）计算各扭转角度对应的转矩标定值。按以上方法进行另一方向转矩值标定。

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i}{3} \quad (1)$$

式中：

M ——转矩标定器转矩标定值，Nm；

M_i ——第*i*次标定器转矩实测值，Nm。

7.2.3 转矩重复性

各扭转角度的转矩重复性按公式（2）计算。

$$R = \frac{M_{\max} - M_{\min}}{M} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

R ——转矩重复性，%；

M_{\max} ——校准实测值中的最大值，Nm；

M_{\min} ——校准实测值中的最小值，Nm。

7.2.4 转矩稳定性

各扭转角度的转矩稳定性按公式（3）计算。

$$S_b = \frac{M_1 - M}{M} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

S_b ——转矩稳定性，%；

M_1 ——上一次转矩标定值，Nm。

7.2.6 需要时按照 7.2.2～7.2.4 的方法进行指定工作温度下的转矩标定值、转矩重复性和转矩稳定性校准。

8 校准结果表达

经校准后的转矩标定器应出具校准证书，校准证书应符合 JJF1071-2010 中 5.12 的要求，并给出各校准项目名称和测量结果。校准原始记录格式（推荐性表格）见附录 A，校准证书内页格式见（推荐性表格）见附录 B。校准结果的测量不确定度按 JJF1059.1-2012 的要求评定，校准结果测量不确定度评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。新制造的、经过调修的转矩标定器需进行两次标定，两次标定的时间间隔一般为半年。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况 自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准记录格式（推荐性格式）
 扭矩标定器校准记录参考格式

委托单位						样品号		
委托方地址						检定员		
型号规格/扭矩 标称值				器具编号			核验员	
制造厂商				准确度			校准日期	
校准地点				温 度	℃		相对湿度	%
校准依据								
校准前检查： <input type="checkbox"/> 符合		工作温度（如需要按客户指定温度标定）：						℃
扭转方向	顺时针							
扭转角度	测量结果 (Nm)			平均值 (Nm)	扭矩标定 值扩展不 确定度 (Nm)	扭矩重复 性 (%)	扭矩稳定 性 (%)	上年度转 矩标定值 (Nm)
	1	2	3					
0.50°								
1.00°								
3.00°								
扭转方向	逆时针							
扭转角度	测量结果 (Nm)			平均值 (Nm)	扭矩标定 值扩展不 确定度 (Nm)	扭矩重复 性 (%)	扭矩稳定 性 (%)	上年度转 矩标定值 (Nm)
	1	2	3					
0.50°								
1.00°								
3.00°								
测量标准								
选用	主要计量标准器名称	型号规格	测量范围	准确度	器具编号	检定/校准机构*	溯源证书号	有效期至

注：本校准记录允许根据校准单位技术管理要求，作适当修改。

附录 B

校准证书内页格式
(推荐性格式)

温度: °C		工作温度 (如需要按客户指定温度标定): °C		
扭转方向	顺时针			
扭转角度	扭矩标定值 (Nm)	扭矩标定值扩展 不确定度 (Nm)	扭矩重复性 (%)	扭矩稳定性 (%)
0.50°				
1.00°				
3.00°				
扭转方向	逆时针			
扭转角度	扭矩标定值 (Nm)	扭矩标定值扩展 不确定度 (Nm)	扭矩重复性 (%)	扭矩稳定性 (%)
0.50°				
1.00°				
3.00°				

附录 C

转矩标定器转矩标定值测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被测对象：转矩标定器，标称转矩值：1.1050 Nm (0.50°)。

C.1.2 测量标准：转矩标定器校准装置（以下简称校准装置），最大允许误差：±0.1%。

C.1.3 环境条件：温度 20.3 °C，相对湿度 65 %。

C.1.4 测量方法：在规定的条件下，将转矩标定器安置于校准装置上，先选择一个方向（顺时针或逆时针）将标定器预加载至最大工作角度 3 次，对转矩标定器按选定角度进行扭转，读取转矩标定器校准装置显示的转矩值，重复测量 3 次，以 3 次测得值的算术平均值作为测量结果。

C.2 数学模型

C.2.1 测量模型

则测量模型为

$$M_{\text{被}} = M_{\text{标}} + \sigma \quad (\text{C.1})$$

式中： $M_{\text{被}}$ — 被校转矩标定器转矩值，Nm；

$M_{\text{标}}$ — 转矩标定器校准装置转矩值，Nm；

σ — 各种随机因素影响，Nm；

其中， $M_{\text{标}}$ 是校准装置在标准环境条件及标准工作位置状况下，指示出的标准转矩值； $M_{\text{被}}$ 是被校转矩标定器转矩值，包含了各种随机因素影响。

C.2.2 传播系数

由 (C.1) 式得

$$u^2(\delta) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2$$

灵敏系数分别为

$$c_1 = \frac{\partial M_{\text{被}}}{\partial M_{\text{标}}} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial M_{\text{被}}}{\partial \sigma} = 1$$

C.3 不确定度主要来源

C.3.1 测量结果重复性引入的标准不确定度分量 u_1

测量结果重复性可以通过连续测量得到的测量列，采用 A 类方法进行评定。

在校准装置和被校转矩标定器（标称转矩 1.105 Nm）正常工况条件下，校准装置对转矩标定器施加 $\pm 0.5^\circ$ 的摆动，读取校准装置示值，重复测量 10 次，测量数据如下：

表 C.1 重复性测量结果一览表

测量序号	测量示值 Nm	平均值 Nm
1	1.104	1.1060
2	1.106	
3	1.109	
4	1.107	
5	1.106	
6	1.107	
7	1.103	
8	1.104	
9	1.105	
10	1.109	

单次实验标准差

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (n_i - \bar{n})^2}{10-1}} = 0.0021 \text{ Nm} \quad (\text{C. 2})$$

实际测量时，在重复条件下连续测量 3 次，以 3 次测量的算术平均值作为测量结果，则可得标准不确定度为

$$u_2 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.0012 \text{ Nm} \quad (\text{C. 3})$$

C.3.2 校准装置引入的标准不确定度分量 u_2

C.3.2.1 校准装置转矩准确度等级引入的测量不确定度分量 u_{21}

采用 B 类评定方法，校准装置的准确度等级为 0.1 级，均匀分布， $k = \sqrt{3}$

$$u_{21} = \frac{0.1\%}{k} \times 1.105 = 0.0006 \text{ Nm} \quad (\text{C. 4})$$

C.3.2.2 校准装置扭转角度等引入的测量不确定度分量 u_{22}

采用 B 类评定方法, 估计其带来得影响量为 0.05%, 均匀分布, $k = \sqrt{3}$

$$u_{22} = \frac{0.05\%}{k} \times 1.105 = 0.0003 \text{ Nm} \quad (\text{C. 5})$$

C.4 输出量的标准不确定度分量一览表

输出量的标准不确定度分量见表 C. 2

表 C. 2 输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量估计值的标准不确定度评定			输出量估计值的标准不确定度分量		
	来源	符号	数值	符号	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x)$
1	测量结果重复性	u_1	0.0012 Nm	u_1	1	0.0012 Nm
2	校准装置	u_2		u_2	1	0.0007 Nm
3	转矩	u_{21}	0.0006 Nm			
4	扭转角度	u_{22}	0.0003 Nm			

C.5 合成标准不确定度的计算

由于各标准不确定度分量相互无关, 故合成标准不确定度为

$$u_c(\delta) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.0014 \text{ Nm} \quad (\text{C. 6})$$

C.6 扩展不确定度的计算

取包含因子 $k = 2$

$$U = k \times u_c(\delta) = 2 \times 0.0014 = 0.0028 \text{ Nm} \quad (\text{C. 7})$$

C.7 测量不确定度的报告

由上述分析得到转矩标定器转矩标定值的扩展不确定度为:

$$U = 0.0028 \text{ Nm} \quad (k = 2) \quad (\text{C. 8})$$