

**中华人民共和国国家计量技术规范**

**JJF XXXX—20XX**

**转角扭矩仪校准规范**

Calibration Specification for Angle-torque Meters

20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

**国家市场监督管理总局** 发布

|  |  |
| --- | --- |
| 转角扭矩仪校准规范  Calibration Specification for Angle-torque Meters | JJFXXXX—20XX |

归 口 单 位： 全国力值硬度重力计量技术委员会

主要起草单位： 上海市计量测试技术研究院

中国计量科学研究院

参加起草单位： 昆山市创新科技检测仪器有限公司

上海优拜机械股份有限公司

上海德柯思计量检测有限公司

国营芜湖机械厂

本规范委托全国力值硬度重力计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

李 业（上海市计量测试技术研究院）

吴 实（中国计量科学研究院）

郑熙云（上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

陶泽成（昆山市创新科技检测仪器有限公司）

杨 琦（上海优拜机械股份有限公司）

曹哲达（上海德柯思计量检测有限公司）

王 韬（国营芜湖机械厂）

# 目 录

引言 (II)

1 范围 (1)

2 引用文件 (1)

3 概述 (1)

4 计量特性 (1)

4.1 扭矩示值相对误差或长期稳定性 (1)

4.2 扭矩示值重复性 (1)

4.3 扭矩指示装置的分辨力 (1)

4.4 扭矩回零差 (1)

4.5 扭矩进回程差 (1)

4.6 扭矩内插误差 (1)

4.7 同轴度 (1)

4.8 转角示值误差 (1)

4.9 转角示值重复性 (1)

4.10 转角指示装置的分辨力 (2)

5 校准条件 (2)

5.1 环境条件 (2)

5.2 校准用标准器 (2)

6 校准方法 (3)

6.1 扭矩示值相对误差或长期稳定性 (3)

6.2 扭矩示值重复性 (3)

6.3 扭矩指示装置的分辨力 (3)

6.4 扭矩回零差 (4)

6.5 扭矩进回程差 (4)

6.6 扭矩内插误差 (4)

6.7 同轴度 (4)

6.8 转角示值误差 (4)

6.9 转角示值重复性 (5)

6.10 转角指示装置的分辨力 (5)

7 校准结果表达 (5)

8 复校时间间隔 (6)

附录A 转角扭矩仪校准记录格式 (7)

附录B 校准证书内页格式 (8)

附录C 转角扭矩仪测量结果的不确定度示例 (9)

# 引 言

本规范按照JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》要求编制。

本规范参考JJG 1146-2017《工作扭矩仪检定规程》、JJG 269-2006《扭转试验机检定规程》、JJG34-2008《指示表（指针式、数显式）检定规程》、JJF1115-2004《光电轴角编码器校准规范》等编制而成。

本规范为首次发布。

**转角扭矩仪校准规范**

# 范围

本规范适用于带有转角和扭矩测量功能的扭矩仪的校准。

# 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG1146-2017工作扭矩仪检定规程

JJG 269-2006 扭转试验机检定规程

JJG34-2008指示表（指针式、数显式）检定规程

JJF 1115-2004 光电轴角编码器校准规范

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；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。

# 概述

转角扭矩仪（以下简称扭矩仪）通常由扭矩和转角测量元件、指示装置及其他配套器件组成，主要用于非量值传递用器具或装置的扭矩值和转角值测量。

# 计量特性

4.1扭矩示值相对误差或长期稳定性

各级扭矩仪的扭矩示值相对误差或长期稳定性要求见表1。

4.2扭矩示值重复性

各级扭矩仪的扭矩示值重复性要求见表1。

4.3扭矩指示装置的分辨力

各级扭矩仪的扭矩指示装置的分辨力（*r*）要求需满足扭矩测量下限对应的下限变形示值（或输出），具体要求见表1

4.4扭矩回零差

各级扭矩仪的扭矩回零差要求见表1

4.5 扭矩进回程差

各级扭矩仪的扭矩进回程差要求见表1

4.6 扭矩内插误差

各级扭矩仪的扭矩内插误差要求见表1

4.7同轴度

转角施加系统两夹头的同轴度：0.5mm

4.8转角示值误差

各级扭矩仪的转角示值误差要求见表1

4.9转角示值重复性

各级扭矩仪的转角示值重复性要求见表1

4.10转角指示装置的分辨力

各级扭矩仪的转角指示装置的分辨力应满足：0.5°

注：以上指标不是用于合格判据，仅供参考。

**表1 扭矩仪的准确度级别划分及技术指标**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 级别 | 扭矩示值相对误差/% | 扭矩长期稳定性/% | 扭矩示值重复性/% | 下限变形示值 | 扭矩回零差/(%FS) | 扭矩进回程差/% | 扭矩内插误差/% | 转角示值误差/° | 转角示值重复性/° |
| 1 | ±1.0 | ±1.0 | 1.0 | 200*r* | ±0.5 | ±2.0 | ±1.0 | ±1.0 | 1.0 |
| 2 | ±2.0 | ±2.0 | 2.0 | 100*r* | ±1.0 | ±4.0 | ±2.0 | ±2.0 | 2.0 |
| 3 | ±3.0 | ±3.0 | 3.0 | 70*r* | ±1.5 | ±6.0 | ±3.0 | ±3.0 | 3.0 |
| 5 | ±5.0 | ±5.0 | 5.0 | 40*r* | ±2.5 | ±10.0 | ±5.0 | ±5.0 | 5.0 |
| 10 | ±10.0 | ±10.0 | 10.0 | 20*r* | ±5.0 | ±20.0 | ±10.0 | ±10.0 | 10.0 |

# 校准条件

5.1环境条件

5.1.1校准时应满足说明书的温度要求。说明书未规定时，校准时室内温度应为（20±10）℃，校准过程室温变化不超过2℃，相对湿度不大于80%。

5.1.2校准前，扭矩仪应在校准条件下放置不少于4h。

5.1.3校准时，周围应保证没有影响校准结果的振动、冲击、电磁场及其他干扰。

5.2校准用标准器

校准用标准器见表2。

**表2 校准用标准器**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 标准器 | 技术指标 |
| 1 | 扭矩标准装置 | 扭矩标准装置的准确度等级或扩展不确定度或最大允许误差应小于被校扭矩仪的示值相对误差或长期稳定性指标的1/3 |
| 2 | 百分表 | 符合 JJG34-2008指示表（指针式、数显式）检定规程的技术要求 |
| 3 | 检验棒 | 工作长度：150mm  圆柱度：≤0.009mm |
| 4 | 角度编码器 | 分度误差不大于或最大允许误差不大于 |

# 校准方法

6.1扭矩示值相对误差或长期稳定性

扭矩测量范围一般从额定扭矩的20%开始至额定扭矩值，可根据客户要求适当降低测量范围，但通常不得低于10%。校准点应不少于5点，各点应均匀分布。选择一个方向施加扭矩（顺时针或逆时针），并按扭矩仪的额定扭矩值预扭3次。检查并调整指示装置的零点，按选定的校准点以递增顺序逐级平稳地施加相应扭矩，直至额定扭矩值，读取并记录指示装置的示值。此过程重复3次，根据需要在每次开始前重新调整指示装置的零点。根据需要，完成一个方向的校准后，按照相同步骤进行另一个方向的校准。

扭矩仪扭矩示值相对误差按公式（1）进行计算：

（1）

式中：——扭矩示值相对误差；

——3次测量扭矩进程示值的平均值；

——施加的标准扭矩值。

扭矩仪使用非扭矩单位时，不需要计算扭矩示值相对误差，使用长期稳定性指标进行考察，按公式（2）进行计算：

（2）

式中：——扭矩长期稳定性

——上次校准扭矩进程示值的平均值

——本次校准扭矩进程示值的平均值

6.2扭矩示值重复性

扭矩仪的扭矩示值重复性按公式（3）计算：

（3）

式中：——扭矩示值重复性

——3次测量扭矩进程示值的最大值

——3次测量扭矩进程示值的最小值

6.3扭矩指示装置的分辨力

模拟式指示装置的分辨力（*r*）应根据指针宽度与两相邻刻线中心间距的比值来确定，一般为分度值的1/2、1/5或1/10。当刻线间距不小于1.25mm时，方可估读1/10的分度值。数字式指示装置在无负荷时，若数字示值的变化不大于一个增量，则分辨力为显示的最末位有效数字的一个增量；否则分辨力应为数字示值变动范围的1/2。

6.4扭矩回零差

3次加载扭矩时，每次加载扭矩之前和卸载扭矩之后记录零点输出值，零点读数应在负荷完全卸除后约30s进行。扭矩回零差按公式（4）和公式（5）计算：

（4）

（5）

式中：——第次测量的扭矩回零差

——第次测量施加扭矩前的扭矩示值

——第次测量卸载扭矩后的扭矩示值

——第次测量额定扭矩下指示装置的扭矩示值

——扭矩回零差

6.5扭矩进回程差

扭矩进回程差按公式（6）计算：

（6）

式中：——扭矩进回程差

——3次测量回程示值的平均值

6.6 扭矩内插误差

根据用户需要，校准单位应给出合适的校准方程，该方程可以是一次、二次或三次多项式方程，扭矩内插误差按公式（7）计算：

（7）

式中：——扭矩内插误差

——用校准方程求出的扭矩示值的计算值

6.7同轴度

将同轴度检验棒安装在被动夹头中并伸出夹头110mm，百分表安装在主动夹头，转动主动夹头，使用百分表测量检验棒端头及距端头100mm 处的径向圆跳动，取最大值记为；再将检验棒装在主动夹头中并向外伸出夹头110mm，转动夹头，测量检验棒端头及距端头100mm 处的径向圆跳动，取最大值记为。

同轴度误差按公式（8）计算：

（8）

6.8转角示值误差

扭矩仪与角度编码器串接后，应能够保证扭矩仪主轴和角度编码器的主轴能够在无扭矩负荷的情况下自由旋转。转角校准范围一般为（0-360）°，应均匀选取不少于5个校准点。根据客户需要，可适当增加校准范围。选择一个方向（顺时针或逆时针）旋转扭矩仪主轴，以清除初始间隙。将扭矩仪和角度编码器清零，按选定的校准点以递增顺序逐级旋转主轴至360°，旋转到相应校准点时读取并记录指示装置的转角示值。此过程连续进行3次，校准过程中不允许反向旋转。根据需要按照相同步骤进行另一个方向的校准。

扭矩仪转角示值误差按公式（9）计算：

（9）

式中：*e*——转角示值误差

——3次测量转角示值的平均值

——角度编码器的转角示值

6.9转角示值重复性

扭矩仪的转角示值重复性按公式（10）计算：

（10）

式中：——转角示值重复性

——3次测量转角示值的最大值

——3次测量转角示值的最小值

6.10转角指示装置的分辨力

转角指示装置的分辨力确定方法同6.3。

# 校准结果表达

经校准后的试验机应出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）客户的名称和地址；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h）如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i）校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k）校准环境的描述；

l）校准结果及其测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对被校对象有效的声明；

p）未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

# 复校时间间隔

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。建议复校时间间隔为一年。

**附录A**

**转角扭矩仪校准记录格式**

送检单位 地址 证书编号

制造厂 型号规格 出厂编号

标准器  证书编号 有效期至

测量范围 不确定度/准确度等级/最大允差

校准地点 校准日期

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 扭  矩  部分 | 方向 | 校准点 | 进程 | | | | 回程 | | | | 示值相对误差 | 示值重复性 | 进回程差 | 内插误差 | 长期稳定性 |
| 1 | 2 | 3 | 平均值 | 1 | 2 | 3 | 平均值 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 分辨力： | | | | | | 回零差： %FS | | | | 校准方程： | | | | |
| 转角部分 | 方向 | 校准点 | 示值 | | | | 示值误差 | 示值重复性 | 校准点 | 示值 | | | | 示值误差 | 示值重复性 |
| 1 | 2 | 3 | 平均值 | 1 | 2 | 3 | 平均值 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 同轴度 | | | ： | | ： | | ： | | 分辨力： | | | | | |
| 扩展不确定度： | | | | | | | | | | | | | | | |

第 页 共 页 校准人员： 核验人员：

**附录B**

**校准证书内页格式**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点 | | | | 校准结果 | | | | | | | | |
| 进程平均值 | | 回程平均值 | 示值相对误差或长期稳定性 | | 示值重复性 | | 进回程差 | 内插误差 |
| 扭矩部分 | 方向 |  | |  | |  |  | |  | |  |  |
|  | |  | |  |  | |  | |  |  |
|  | |  | |  |  | |  | |  |  |
|  | |  | |  |  | |  | |  |  |
|  | |  | |  |  | |  | |  |  |
| 分辨力： | | | | 回零差： | | | | | 校准方程： | | |
| 校准点 | | | | 平均值 | | | 示值误差 | | | | 示值重复性 | |
| 转角部分 | 方向 | |  |  | | |  | | | |  | |
|  |  | | |  | | | |  | |
|  |  | | |  | | | |  | |
|  |  | | |  | | | |  | |
|  |  | | |  | | | |  | |
| 同轴度： | | | | | | | 分辨力： | | | | |
| 扩展不确定度： | | | | | | | | | | | | |

第 页 共 页

**附录C**

**转角扭矩仪测量结果的不确定度评定示例**

**C.1扭矩测量结果的不确定度**

C.1.1数学模型

Y = M

式中：

Y——被测扭矩仪在测量点的扭矩实际值

M——标准装置在被测测量点的扭矩读数值

C.1.2 扭矩标准装置本身的最大允许误差引入的标准不确定度分量

扭矩标准装置的最大允许误差为，满足均匀分布，包含因子为，则100Nm的为：

（C.1）

C.1.3 转角扭矩仪测量重复性或分辨力引入的不确定度分量

C.1.3.1 测量重复性引入的不确定度分量

按照本规范的方法测量扭矩仪，并使用贝塞尔公式计算实验标准偏差，测量数据如表 C.1所示

**表C.1 扭矩仪扭矩示值测量数据**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点 | 扭矩示值(Nm) | | | | | 实验标准偏差 |
| 100Nm | 100.2 | 100.5 | 100.3 | 100.5 | 100.1 | 0.1449Nm |
| 100.2 | 100.3 | 100.5 | 100.2 | 100.3 |

以3次测量平均值的实验标准偏差作为测量重复性引入的不确定度分量，即：

（C.2）

C.1.4.2 分辨力引入的不确定度分量

转角扭矩仪显示仪表的分辨力为0.1Nm，满足均匀分布，分辨力引入的不确定度分量为：

（C.3）

应取和中的较大值，即：

（C.4）

C.1.5 合成标准不确定度

各分项彼此独立不相关，则测量结果的合成标准不确定度为：

（C.5）

C.1.6 取扩展因子*k*=2，扩展不确定度为：

（C.6）

**C.2 转角测量结果的不确定度**

C.2.1 数学模型

式中：——转角示值误差

——3次测量转角示值的平均值

——角度编码器的转角示值

C.2.2 转角测量重复性或指示装置引入的标准不确定度

C.2.2.1 测量重复性引入的不确定度分量

按照本规范的方法测量扭矩仪，并使用贝塞尔公式计算实验标准偏差，测量数据如表 C.2所示

**表C.2 扭矩仪转角示值测量数据**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点 | 转角示值(°) | | | | | 实验标准偏差 |
| 90° | 90.3 | 90.2 | 90.5 | 90.2 | 90.5 | 0.1370° |
| 90.2 | 90.4 | 90.1 | 90.2 | 90.3 |

以3次测量平均值的实验标准偏差作为测量重复性引入的不确定度分量，即：

（C.7）

C.2.2.2 分辨力引入的不确定度分量

转角扭矩仪显示仪表的分辨力为，满足均匀分布，分辨力引入的不确定度分量为：

（C.8）

应取和中的较大值，即：

（C.9）

C.2.3 角度编码器分度误差引入的标准不确定度

角度编码器的分度误差为1’，满足均匀分布，则编码器引入的标准不确定度为：

（C.10）

C.2.4 合成标准不确定度

各分项彼此独立不相关，则测量结果的合成标准不确定度为：

（C.11）

C.2.5 扩展因子取*k*=2，扩展不确定度为：

（C.12）