



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 995—2005

---

## 静态扭矩测量仪

Static Torque Measuring Devices

2005 - 04 - 28 发布

2005 - 07 - 28 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

# 静态扭矩测量仪检定规程

Verification Regulation for  
Static Torque Measuring Devices

JJG 995—2005

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2005 年 4 月 28 日批准，并自 2005 年 7 月 28 日起施行。

**归口单位：** 全国力值硬度计量技术委员会  
**主要起草单位：** 航天科技集团公司一院 102 所  
中国计量科学研究院  
航天科技集团公司第 701 所  
航天科工集团公司三院三〇三所  
**参加起草单位：** 航空一集团三〇四所  
吉林省计量科学研究院

本规程委托全国力值硬度计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

- 李廷元 (航天科技集团公司一院 102 所)  
李庆忠 (中国计量科学研究院)  
古占平 (航天科技集团公司第 701 所)  
陈希禄 (航天科工集团公司三院三〇三所)  
郭 斌 (中国计量科学研究院)

**参加起草人：**

- 秦海峰 (航空一集团三〇四所)  
曲 卓 (吉林省计量科学研究院)  
刘 慧 (航天科技集团公司一院 102 所)  
宋 喆 (航天科技集团公司一院 102 所)

# 目 录

1 范围 .....	(1)
2 引用文献 .....	(1)
3 概述 .....	(1)
4 计量性能 .....	(1)
5 通用技术要求 .....	(2)
5.1 外观 .....	(2)
5.2 扭矩仪的其他有关技术性能 .....	(2)
5.3 超负荷试验 .....	(2)
5.4 显示仪表的使用和调整 .....	(2)
5.5 显示仪表的分辨力 .....	(2)
6 计量器具控制 .....	(2)
6.1 检定条件 .....	(2)
6.2 检定项目和检定方法 .....	(3)
6.3 检定结果的处理 .....	(6)
6.4 检定周期 .....	(6)
附录 A 检定证书及检定结果通知书内页格式 .....	(7)
附录 B 扭矩仪检定记录 .....	(8)
附录 C 对不同级别扭矩仪检定过程的要求 .....	(9)

## 静态扭矩测量仪检定规程

### 1 范围

本规程适用于静态扭矩测量仪（以下简称扭矩仪，含扭矩传感器）的首次检定、后续检定和使用中检验。

### 2 引用文献

EA-10/14 EA Guidelines on the Calibration of Static Torque Measuring Devices 静态扭矩测量仪校准规范。

### 3 概述

扭矩仪由扭矩传感器及相配的仪表组成，当扭矩传感器受到施加的扭矩时，扭矩的大小由仪表进行指示。扭矩仪主要用于在实验室或工程现场对扭矩的测量。

### 4 计量性能

扭矩仪的级别划分及主要技术指标如表 1 所示。

表 1 扭矩仪的等级划分及主要技术指标

级别 CL	最大允许误差						测量下限 $M_A$
	$R$ (%)	$R_{90}$ (%)	$H$ (%)	$Z_r$ (%FS)	$I_p, \delta$ (%)	$S_b$ (%)	
0.05	0.025	0.05	0.063	0.0125	$\pm 0.025$	$\pm 0.05$	4000r
0.1	0.05	0.1	0.125	0.025	$\pm 0.05$	$\pm 0.1$	2000r
0.2	0.1	0.2	0.250	0.050	$\pm 0.10$	$\pm 0.2$	1000r
(0.3)	0.15	0.3	0.375	0.075	$\pm 0.15$	$\pm 0.3$	667r
0.5	0.25	0.5	0.63	0.125	$\pm 0.25$	$\pm 0.5$	400r
1	0.5	1	1.25	0.25	$\pm 0.5$	$\pm 1$	200r
2	1	2	2.50	0.50	$\pm 1.0$	$\pm 2$	100r
5	2.5	5	6.25	1.25	$\pm 2.5$	$\pm 5$	40r
备注	CL/2	CL	1.25CL	CL/4	CL/2	CL	2/CL

$R$ —重复性； $R_{90}$ —方位误差； $H$ —滞后； $Z_r$ —回零差； $I_p$ —内插误差； $\delta$ —示值误差； $S_b$ —长期稳定度； $r$ —显示仪表的分辨力。

注：1 对使用点和检定点相同的扭矩仪，可不检内插误差  $I_p$ ；

2 0.3 级为推荐级别，其他级别为优选级别。

## 5 通用技术要求

### 5.1 外观

5.1.1 扭矩仪应有铭牌，铭牌上须标明产品名称、型号规格、编号、等级、制造厂等。

5.1.2 首次检定的扭矩仪还应有制造计量器具许可证编号。

5.1.3 扭矩仪及其附件应稳固地安放在坚固的箱中，其表面不应有影响技术性能的疵病，附件应齐全，不得随意更换。

### 5.2 扭矩仪的其他有关技术性能

扭矩仪的其他有关技术性能（如电气特性、温度特性、固有频率、循环寿命、外磁场影响、抗振动性能等）应满足相应技术条件（如有关的国家标准、行业标准、企业标准或说明书等）的要求。

### 5.3 超负荷试验

首次检定的扭矩仪包括机械联轴器一起，推荐施加标称扭矩值的 108% ~ 120% 进行超负荷试验，共进行 2 次，每次保持 (1 ~ 1.5) min，卸载后各部件不得产生永久变形或损坏。

### 5.4 显示仪表的使用和调整

5.4.1 显示仪表应按出厂说明书和用户要求使用和调整。

5.4.2 当扭矩仪的显示仪表被替换时，须更换同等准确度级别的仪表，且显示范围不小于原来的显示仪表。

### 5.5 显示仪表的分辨力

5.5.1 对模拟式仪表，指针宽度应与标尺标记的宽度近似相等，分度标识的宽度必须相等。显示仪表的分辨力  $r$  定义为一个标识分格所能估读的最小部分，可由指针的宽度与相邻标识的分格间距之比得出，推荐比值为 1/2, 1/5 或 1/10，当间距不小于 1.25 mm 时，可估读 1/10 的分度值。

5.5.2 对数字式仪表，如果在无载荷时，仪表的最末位不跳动，则分辨率  $r$  为显示的最末位有效数字的一个增量。

5.5.3 当无载荷时，若指示波动大于如前面分辨力讨论中所确定的值，分辨力调整为波动值的一半。

5.5.4 分辨力  $r$  应通过灵敏度  $S$  转换为扭矩单位。

5.5.5 测量范围的最小值应不小于测量范围最大值的 2%。

## 6 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检验。

### 6.1 检定条件

#### 6.1.1 环境条件

a) 温度：(20 ± 5) °C

b) 相对湿度 ≤ 70%

在检定扭矩仪过程中，环境温度的变化不得超过 1 °C/h。当使用条件与检定规程条

件不一致时，应考虑由此引起的有关技术特性的偏差，需要时应对检定结果进行修正。

6.1.2 检定时，周围应无影响检定结果的振动、冲击、电磁场或其他干扰源。

6.1.3 放置时间

扭矩仪应在检定条件下放置足够长的时间，保证其温度与标准检定条件的温度相同并稳定。推荐扭矩仪的放置时间不少于 8 h。

6.1.4 预热

检定前必须对扭矩传感器及其相连的指示仪器、激励电源等通电预热，预热时间应符合制造厂的规定。在各个部分稳定后，方可进行检定。

注：制造厂未规定预热时间的，一般预热半小时至 1 小时。

6.1.5 加荷条件

扭矩仪的安装：扭矩仪的主轴线与扭矩标准装置的主轴线相重合，以便尽量减小弯矩和侧向力等寄生分量的影响，建议使用挠性联轴器。

6.1.6 检定用设备

a) 根据扭矩仪的规格选用相应量程的扭矩标准装置，其准确度级别，原则上应优于被检扭矩仪准确度级别的 3 倍。

b) 扭矩仪检定中使用的指示仪器的准确度级别至少应优于被检扭矩仪相应准确度级别的 3 倍。

c) 扭矩仪检定中使用的激励电源的准确度级别一般应优于被检扭矩仪准确度级别的 5 倍。

6.2 检定项目和检定方法

6.2.1 扭矩仪的首次检定、后续检定及使用中检验项目见表 2。

表 2 扭矩仪检定项目表

序号	检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观	+	+	+
2	重复性	+	+	+
3	方位误差	+	+	+
4	滞后	+	+	-
5	回零差	+	+	+
6	内插误差或示值误差	+	+	+
7	长期稳定度	-	+	-

注：上表中“+”表示应检项目，“-”表示可不检项目。

6.2.2 依本规程第 5.1 条进行外观检查。符合要求后，再进行其余各条检查。

6.2.3 在扭矩仪安装前，测量并记录其在铅垂位置及无外加扭矩时的零点输出信号。

6.2.4 按 5.5 条的要求，检查并记录显示仪表的分辨力。

6.2.5 对首次检定的扭矩仪，按第 5.3 条的要求进行超负荷试验。

## 6.2.6 计量性能检定

6.2.6.1 扭矩的检定范围一般应在满量程扭矩值的 20% ~ 100%，检定点应不少于 5 点，各点应尽量均匀分布。当检定值在满量程扭矩值的 20% 以下时，则选用满量程扭矩值 10%，5%，2% 这 3 个检定点。

6.2.6.2 将扭矩仪与扭矩标准装置准确地联接好。

6.2.6.3 先测量一个方向（如顺时针），施加预载荷 3 次，每次加载到满量程扭矩值后退回到零负荷。预载荷应保持 30 s，每次预载荷卸掉后，约过 30 s 记录显示仪表的读数。

6.2.6.4 在无载荷的情况下，记录零点输出值，对以 N·m 为单位显示的仪表，在每组检定前，则必须调零。对于无法进行零位调整的数据，必须提供零位信号的附加信息。

6.2.6.5 按选定的检定点逐级平稳地施加载荷，并保证两相邻检定点上加载间隔时间尽可能相等，直至满量程扭矩，然后逐级卸除扭矩，退回到零负荷，30 s 后读取零点输出值。需要时重新调整指示仪器的零点。上述过程进程、回程的次数取决于被检扭矩仪的准确度等级，读数应在达到预定载荷后，指示器稳定后立即进行，用相同的方法进行逆时针的测量。

6.2.6.6 在完成 6.2.6.5 条的检定后，改变扭矩仪的安装位置，一般应在另外两个不同的角度再进行检定，即使扭矩仪及其机械联接部件围绕测量轴每转 120° 进行检定；对配置矩形接头的扭矩仪应每转 90° 各进行检定。当改变安装位置时，应使扭矩仪及联接部件在检定装置中松绑状态下进行。对不同级别扭矩仪的检定过程要求见附录 C。

## 6.2.7 扭矩仪有关技术指标的计算方法

### a) 灵敏度 $S$

$$S = \frac{\bar{X}_E}{M_E} \quad (1)$$

式中： $\bar{X}_E$ ——在满量程扭矩时，指示器读数的算术平均值；

$M_E$ ——施加的满量程扭矩值，单位为 N·m。

### b) 平均值 $\bar{X}$

每一检定点的平均值应按下式计算，即作为在进程序列中所获得的测量结果的平均值。

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (I_j - I_{j,0}) \quad (2)$$

式中： $j$ ——被选系列的序号；

$n$ ——不同安装位置的进程系列数目；

$I_j$ ——进程中，在安装序号  $j$  处每一检定点上指示器的读数；

$I_{j,0}$ ——在安装序号  $j$  上，加载前指示器的零点读数。

注意：在 0° 位置的第二次进程读数没有包含在  $\bar{X}$  的计算中。

### c) 重复性 $R$

在未改变安装位置时，进程中每点的重复性按下式计算

$$R = |X_1 - X_2| / \bar{X} \times 100\% \quad (3)$$



式中： $X_1$  与  $X_2$  是在  $0^\circ$  位置时的测量值。

d) 方位误差  $R_{ot}$

在改变安装方位时，每一检定点的方位误差按下式计算：

$$R_{ot} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1}} / \bar{X} \times 100\% \quad (4)$$

式中： $X_j$  是在序号  $j$  处，进程每一检定点上指示器的读数。

注意：在  $0^\circ$  位置的第二次进程读数没有包含在  $R_{ot}$  的计算中。

$R_{ot}$  也可按极差的方法进行计算，即按下式计算：

$$R_{ot} = |X_{j\phi\max} - X_{j\phi\min}| / \bar{X} \times 100\% \quad (5)$$

式中： $X_{j\phi\max}$ ， $X_{j\phi\min}$  分别为同一负荷不同方位下的极大值和极小值。

注：计算  $R_{ot}$  时，应以公式 (4) 为主。

e) 回零差  $Z_r$

零点输出是在每个测量序列开始之前和之后记录下来的，零点读数在完全卸除载荷后约 30 s 进行，回零差  $Z_r$  按下式计算：

$$Z_r = \max |I_f - I_0| / \bar{X}_e \times 100\% \quad (6)$$

式中： $I_f$ ——载荷卸除后指示器的读数；

$I_0$ ——加载前指示器的读数。

f) 滞后  $H$

在每一个检定点上，进程和回程指示器读数的差值的绝对值作为滞后  $H$ ，可按下式计算：

$$H = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k |I_j - I'_j| / \bar{X} \times 100\% \quad (7)$$

式中： $k$ ——进行测量的序列数目，一个系列定义为一个进程和回程；

$I'_j$ ——回程指示读数。

g) 内插误差  $I_p$

根据需要，检定单位应给出合适的拟合方程，该方程可以是一次、二次或三次多项式方程，内插误差  $I_p$  按下式计算：

$$I_p = (\bar{X} - X_a) / \bar{X} \times 100\% \quad (8)$$

式中： $X_a$  是由校准方程计算的结果。

h) 示值误差  $\delta$

对于测量值是直接用扭矩单位显示，且指示值不适用于内插校准曲线的扭矩仪， $\delta$  由不同安装位置时进程系列的平均值来决定，按下式计算：

$$\delta = \frac{\bar{X} - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (9)$$

式中： $M_k$  为施加的标准扭矩值，单位为  $N \cdot m$ 。

i) 长期稳定度  $S_b$

在后续检定中，应计算扭矩仪的稳定度  $S_b$ ， $S_b$  按下式计算：

$$S_b = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\overline{X_2}} \times 100\% \quad (10)$$

式中： $\overline{X_1}$ ， $\overline{X_2}$ ——分别为上次和本次检定时测得的扭矩仪的进程输出值。

注： $S_b$  应注明检定的时间间隔（记作…%FS/×月或…%FS/×年）。

### 6.3 检定结果的处理

按本规程的规定和要求，检定合格的扭矩仪，发给检定证书；不合格的发给检定结果通知书。

### 6.4 检定周期

扭矩仪的检定周期一般为 1 年。用户可视扭矩仪的使用情况随时送检。

## 附录 A

## 检定证书及检定结果通知书内页格式

## A.1 检定证书内页格式

测量范围_____ 室温_____℃ 湿度_____ %RH	
<b>检 定 结 果</b>	
灵敏度 $S$	
重复性 $R$ (%)	
方位误差 $R_a$ (%)	
滞后 $H$ (%)	
回零差 (%FS)	
内插误差 $I_p$ (%)	
示值误差 $\delta$ (%)	
长期稳定度 $S_b$ (%/月)	
指示仪器_____ 标准装置_____	
激励电源_____ 激励电压_____	

## A.2 检定结果通知书内页格式

要求同上，指明不合格项目。

附录 B

扭矩仪检定记录

送检单位 \_\_\_\_\_ 制造厂 \_\_\_\_\_  
 型号规格 \_\_\_\_\_ 出厂编号 \_\_\_\_\_  
 外观检查：表面状况 \_\_\_\_\_ 激励电压 \_\_\_\_\_ V, DC, \_\_\_\_\_ Hz, AC,  
 变化 \_\_\_\_\_ V, 预热 \_\_\_\_\_ min, 预负荷 \_\_\_\_\_ 次, 到 \_\_\_\_\_ N·m  
 附件 \_\_\_\_\_ 电连接件 \_\_\_\_\_ 温度 \_\_\_\_\_ °C, 相对湿度 \_\_\_\_\_ %

扭矩 方向	扭矩 / (N·m)	指示器读数 ( )					
		预载 1 0°	预载 2 0°	预载 3 0°	进程 1 0°	回程 1 0°	进程 2 0°
	0						
扭矩 方向	扭矩/ (N·m)	指示器读数 ( )					
		预载 120°	进程 1 120°	回程 1 120°	预载 240°	进程 1 240°	回程 1 240°
	0						

灵敏度  $S$  ( ) \_\_\_\_\_ 重复性  $R$  (%) \_\_\_\_\_ 方位误差  $R_a$  (%) \_\_\_\_\_  
 滞后  $H$  (%) \_\_\_\_\_ 回零差 (%FS) \_\_\_\_\_ 内插误差  $I_p$  (%) \_\_\_\_\_  
 示值误差  $\delta$  (%) \_\_\_\_\_ 长期稳定度  $S_b$  (%/月) \_\_\_\_\_ 校准方程：  
 零点输出 \_\_\_\_\_ 仪表的分辨率 \_\_\_\_\_  
 指示仪器 \_\_\_\_\_ 标准装置 \_\_\_\_\_  
 激励电源 \_\_\_\_\_ 激励电压 \_\_\_\_\_  
 检定员： \_\_\_\_\_ 核验员： \_\_\_\_\_

检定日期： \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

## 附录 C

## 对不同级别扭矩仪检定过程的要求

检定过程（三个方位）

级别 CL	安装位置								
	0°			120°			240°		
	预载 次数	检定次数		预载 次数	检定次数		预载 次数	检定次数	
进程		回程	进程		回程	进程		回程	
0.05	3	2	1	≥1	1	1	≥1	1	1
0.1, 0.2, (0.3), 0.5	3	2	1	≥1	1	...	≥1	1	...
1, 2, 5	3	2	1	≥1	1	...	...	...	...

检定过程（四个方位）

级别 CL	安装位置											
	0°			90°			180°			270°		
	预载 次数	检定次数		预载 次数	检定次数		预载 次数	检定次数		预载 次数	检定次数	
进程		回程	进程		回程	进程		回程	进程		回程	
0.05	3	2	1	≥1	1	1	≥1	1	1	≥1	1	1
0.1, 0.2, (0.3), 0.5	3	2	1	≥1	1	...	≥1	1	...	≥1	1	...
1, 2, 5	3	2	1	≥1	1	...	...	...	...	...	...	...