

JJG

中华人民共和国国家计量检定系统

JJG 2047—90

扭 矩 计 量 器 具

1990年2月26日批准

1991年1月1日实施

国家技术监督局

扭矩计量器具检定系统

Verification Scheme of Measuring Instruments

for Torque

JJG 2047—90

本国家计量检定系统经国家技术监督局于1990年2月26日批准，并自1991年1月1日起施行。

起草单位： 中国计量科学研究院

本检定系统技术条文由起草单位负责解释。

本检定系统主要起草人：

李庆忠 （中国计量科学研究院）

唐 煜 （中国计量科学研究院）

目 录

一	计量基准器具.....	(1)
二	计量标准器具.....	(2)
三	工作计量器具.....	(4)
四	扭矩计量器具检定系统框图.....	(4)

扭矩计量器具检定系统

本检定系统适用于扭矩（或转矩）计量器具的检定和量值传递。它规定了扭矩值的单位牛〔顿〕米（N·m）国家基准的用途，基准所包括的全套基本计量器具，基准的计量学参数和借助于计量标准向工作计量器具传递扭矩单位量值的程序，并指明其不确定度和基本检定方法等。

在整个扭矩检定系统中，扭矩标准器可分为两类。第一类为产生（或复现）扭矩值的固定式标准器。第二类为传递扭矩值的各种便携式标准器。后者按其测量原理可分为百分表式、应变式、光学式、磁电式、电容式、钢弦式、机械式、磁弹式、光弹式扭矩仪等。

一 计量基准器具

1 扭矩值国家基准。根据我国目前情况，它们由 1 kN·m 和 5 kN·m 两台静重式扭矩基准机组成，其主要技术数据见表 1。

静重式扭矩基准机是以砝码产生的重力作为标准负荷，通过准确测量其力臂的杠杆机构将力矩按预定顺序自动地加到被检扭矩仪上。这种扭矩机的计量学性能主要取决于力值的不确定度，力臂的不确定

表 1 扭矩值国家基准技术数据

基准机	扭矩总不确定度 (%)	扭矩值范围 (N·m)	最小扭矩 (N·m)	力臂名义值 (m)	小砝码		大砝码	
					左侧	右侧	左侧	右侧
1 kN·m	0.01	10~1 080	10	0.4	左侧	2.5 kg × 9	左侧	25 kg × 10
					右侧	2.5 kg × 9	右侧	25 kg × 10
5 kN·m	0.01	50~5 450	50	1.0	左侧	5 kg × 9	左侧	50 kg × 10
					右侧	5 kg × 9	右侧	50 kg × 10
备注	①总不确定度的置信系数为 3； ②左、右两侧砝码分别产生正、反两个方向扭矩。							

度等。前者又取决于砝码质量的不确定度，安装地点的重力加速度的测量不确定度，砝码和空气密度的测量不确定度以及砝码的加卸方式、机械结构和质量稳定度等。后者与力臂杠杆的构造、刀刃和刀承的构造以及加工安装质量等密切相关。此外，还与力臂杠杆的水平控制程度有关。

二 计量标准器具

2 标准扭矩仪。作为传递基（标）准扭矩值的扭矩仪有两个主要技术指标，其一是重复性 R ，其二是稳定度 S_b 。根据目前标准扭矩值的准确度水平，作为基准扭矩值与标准扭矩值之间的传递和比对工具的标准扭矩仪被分为三级：0.03级，0.05级和0.1级。根据 R 和 S_b 一般均应不大于被检扭矩标准机的扭矩值不确定度的三分之一的要求，应尽可能用0.03级标准扭矩仪检定0.1级的扭矩标准机。在该条件达不到时，也允许用0.05级标准扭矩仪对其进行比对，这时应考虑上级标准有关技术指标对下级标准相应技术指标的影响。借助并联法，0.05级和0.1级标准扭矩仪可用于0.3级大型扭矩标准机的检定。

作为标准扭矩值与工作计量器具的扭矩值的传递工具的标准扭矩仪也分为三级：0.3级，0.5级和1级。0.3级标准扭矩仪用于检定扭矩值总不确定度不超过1%的扭转试验机或其它转矩测量装置。各级标准扭矩仪均可用于平衡扭矩测量装置和能量转换转矩测量装置的扭矩值比对和检定中。

3 扭矩标准机。目前国内已有的扭矩标准机同扭矩基准机一样皆属静重式。它们的最大扭矩值范围为20 N·m~120 kN·m。最大扭矩值不超过5 kN·m的机器的扭矩值总不确定度 δ 不超过 1×10^{-8} ，最大扭矩值超过5 kN·m的机器的扭矩值的总不确定度 δ 不超过 3×10^{-8} 。这类机器的不确定度的影响因素与静重式扭矩基准机相同。一般用相应等级的标准扭矩仪对其进行检定，确定它的扭矩总不确定度（或示值误差）。对于要求较高的扭矩标准机，可以借助部件检定，由测量和计算确定扭矩值的总不确定度，同时用重复性和稳定度尽可

能小的标准扭矩仪，将其与扭矩国家基准进行量值比对，以保证扭矩值的准确一致。

4 标准扭矩扳子检定装置。

4.1 静重式标准扭矩扳子检定装置。这种装置实际上是专门用于扭矩扳子检定的静重式扭矩标准机，其原理、基本结构和精度分析等均与一般的静重式扭矩标准机相同。

4.2 机械式标准扭矩扳子检定装置。这种装置在扳子的尾部，用手动直接或间接施加扭矩，其头部与一个承扭弹性体同轴串接，弹性体受扭产生的扭转角经过一定的传递放大后，根据弹性体的扭转角与承受的扭矩成正比的关系，由表盘直接读出扭矩值。该装置用随机所带的杠杆和砝码进行检定，通过测量与计算确定其扭矩值的总不确定度。该值主要取决于弹性体、传递与测量装置的重复性、直线度、长期稳定度以及检定装置的精度指标等。目前国内已有的这种装置的扭矩值范围为4~400 N·m，扭矩值的总不确定度 δ 不超过2%。

4.3 液压式扭矩扳子检定装置。这种装置利用液压油缸活塞系统，通过一定长度的杠杆将扭矩值施加到被检扳子上，标准扭矩值的总不确定度主要取决于油缸内油压的测量准确度，油缸的有效面积和力臂杠杆长度等测量准确度。目前国内已有250 N·m的液压式扭矩扳子检定装置，其扭矩值总不确定度 δ 不超过1%。

4.4 串接式标准扭矩扳子检定装置。在这种装置上，被检扭矩扳子与标准扭矩仪（通常用应变式扭矩传感器）同轴串接。在同步施加扭矩后，通过比对方法，根据标准扭矩仪的技术数据确定被检扭矩扳子的相应技术指标。目前国内已有3 kN·m和2 kN·m两种串接式扭矩扳子检定装置，其扭矩值总不确定度 δ 优于0.5%。该总不确定度主要取决于标准传感器和其测试仪表的重复性、直线度和长期稳定度等技术指标，以及标准扭矩传感器和被检扭矩扳子的连接方式、连接质量等。

此外还有由压力试验机和有关专用附件组成的扭矩扳子检定装置等。

三 工作计量器具

5 扭转试验机。该机主要用于金属等原材料的扭转性能的试验。其扭矩值的总不确定度不超过 1%（通常以示值误差形式给出）。该机既可用 0.3 级以上的标准扭矩仪检定，也可用随机所带校验杠杆和砝码进行检定。

6 扭矩扳子。扭矩扳子按其示值误差分三个等级：2 级、3 级和 5 级，三者均由标准扭矩扳子检定装置进行检定。这里应指明，本节所述的扭矩扳子也包括扭矩改锥。同样，4 条中所述标准扭矩扳子检定装置也包括标准扭矩改锥检定装置。

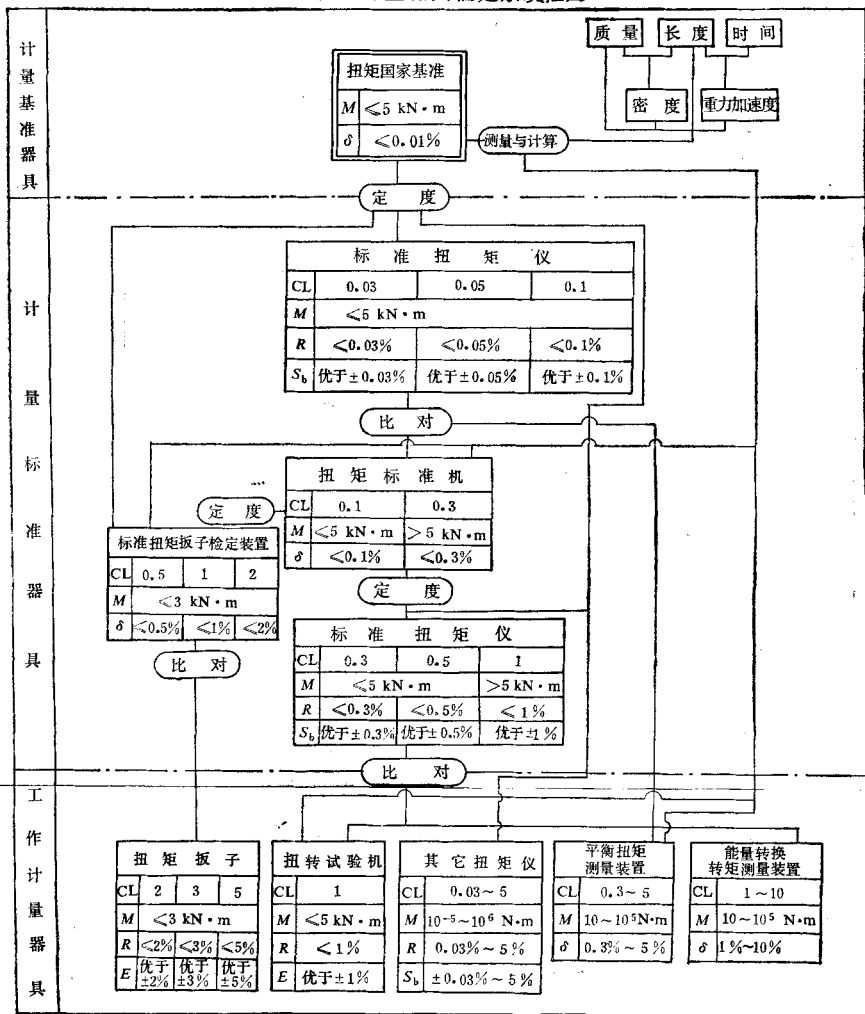
7 其它扭矩仪。这主要指在实际机械的转矩测量中所使用的一系列不同原理、不同结构、不同量程和不同准确度等级的转矩传感器和扭矩仪，根据其量程和准确度的需要，用相应的扭矩标准机或专用检定装置进行检定。

8 平衡类转矩测量装置。这类装置是根据驱动机械（即原动机）或制动机械（即制动器）机体上作用的平衡力矩的大小来测量转矩的装置。它通常由主机、平衡支承及平衡力测量机构三部分组成，并按三者的不同加以分类。平衡力矩的大小通过平衡力和力臂长度等的测量来确定。因此，二者的测量误差及平衡支承摩擦力矩等是决定这类机器的转矩测量不确定度的主要因素。这种装置的转矩值范围为 $10 \sim 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}$ ，总不确定度在 0.3%~5% 范围内。

9 能量转换转矩测量装置。这是根据其它能量参数（如电能参数）测量转矩的装置。通常是根椐所测出的功率、转速、效率等来确定其转矩。为了确定相同工作情况下效率，常常在使用前由标准扭矩仪来确定其效率。这种装置一般由直流电机组成。其转矩值范围为 $10 \sim 10^5 \text{ N}\cdot\text{m}$ ，总不确定度在 1%~10% 范围内。

四 扭矩计量器具检定系统框图

扭矩计量器具检定系统框图



符号说明: CL—级别; M—扭矩值范围; δ —扭矩值总不确定度(置信系数为3);

R—扭矩值重复性; S_b—扭矩值稳定度(考核时间一般不少于3个月); E—示值误差