

2025 年度扭矩扳子扭矩全省 计量比对总结报告



组织机构：吉林省市场监督管理厅

联系人：王玉平

联系电话：17625999557

联系地址：长春市东南湖大路 1088 号

邮政编码：130021

实施机构：吉林省计量科学研究院

报告签发人：孙俊峰

报告审核人：闫有余

报告编写人：陈奎一、王玉昊

联系电话：0431-85375249

联系地址：长春市高新区宜居路 2699 号

邮政编码：130103

目 录

1、	比对概述	1
1.1	任务来源及意义	1
1.2	主导实验室	1
1.3	参比实验室	1
1.4	比对过程	1
1.5	比对路线	2
2、	比对依据	2
3、	传递标准	2
3.1	传递标准的基本信息	2
3.2	传递标准的筛选试验	2
3.3	传递标准的稳定性	3
4、	参考值的确定	4
5、	比对数据的汇总	4
6、	比对结果的评价	5
7、	比对中存在问题及结果分析	6
8、	比对结论及建议	6
附件 1、	扭矩扳子扭矩值的测量结果不确定度评定	8
附件 2、	扭矩扳子扭矩值的比对数据及测量不确定度汇总	11

2025 年度扭矩扳子扭矩值全省计量比对 总结报告

1、比对概述

1.1 任务来源及意义

为加强扭矩扳子检定工作的管理，全面掌握省内计量技术机构的扭矩扳子检定项目的技术状况和考核检定人员的技术能力，了解各参比实验室对 JJG 707-2014《扭矩扳子》检定规程执行情况，确保各机构扭矩扳子检定项目综合能力保持良好的水平，从而更好地开展量值传递，实现全省扭矩扳子扭矩值的准确可靠和统一，吉林省市场监督管理厅定于 2025 年度组织一次“全省扭矩扳子扭矩值比对”工作，由吉林省市场监督管理厅组织实施，主导实验室为吉林省计量科学研究院，参比实验室为开展扭矩扳子检定项目的全省各市（州）法定计量检定机构及计量授权部门。

1.2 主导实验室

由吉林省市场监督管理厅组织实施，主导实验室为吉林省计量科学研究院。

项目负责人：陈奎一、王玉昊

邮箱：314383384@qq.com

手机：18186863869

电话：0431-85375249

传真：0431-85375171

通讯地址：长春市宜居路 2699 号

邮政编码：130103

参加人员：沙磊(13604304003)

1.3 参比实验室

参比实验室为开展扭矩扳子检定项目的全省各市（州）法定计量检定机构及计量授权部门共计 5 家。

1.4 比对过程

2025 年 4 月主导实验室开始制定比对方案，比对方案初稿基本形成，

确定了传递标准为上海东日的扭矩扳子。6 月召开比对首次会议，所有参比实验室都派人员参加了会议，讨论通过了比对实施方案。比对试验工作从 5 月开始，9 月结束，主导实验室在接收到所有测量结果后，进行数据处理，10 月完成比对总结报告。

1.5 比对路线

本次参加比对的单位为全省各市（州）、省直管中依法设置的及由省厅依法授权的法定计量检定机构共计 4 家。本次比对采用的是各比对实验室到主导实验室进行比对试验的方式，试验结束后将试验数据传回主导实验室。详见表 1。

表 1 比对顺序和时间安排

编号	顺序	比对时间	备注
*	吉林省计量科学研究院	06.01-07.25	稳定性试验
1	长春市计量检定测试技术研究院	08.04-08.08	
2	中车长春轨道客车股份有限公司	08.11-08.15	
3	白城市计量检定测试所	08.18-08.22	
4	吉林市计量测试技术研究院	08.25-08.29	
*	吉林省计量科学研究院	09.01-09.05	比对后试验

2、比对依据

JJF1117-2010 《计量比对》国家计量技术规范

JJG 707-2014 《扭矩扳子》检定规程

JJF1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》国家计量技术规范

3、传递标准

3.1 传递标准的基本信息

本次比对的传递标准由主导实验室提供。主导实验室选取了上海东日生产的扭矩扳子，从 2025 年 6 月开始进行稳定性试验。比对样品的详细参

数见表 2。

表 2 比对样品参数

名称	扭矩扳子	出厂编号	715190Q
生产厂商	上海东日		
准确度等级	MPE:±0.3%	规格型号	CEM100N3X15D-G

3.2 传递标准的筛选试验

主导实验室选取了 2 把扭矩扳子作为本次计量比对的样品，对比对样品 (20Nm、60Nm、100Nm) 测量点进行性能测试，并考核期稳定性，选择其中最稳定的扭矩扳子 (产品编号为 715190Q) 作为本次比对的传递样品，余一台为备用样品，保证本次计量比对顺利进行，

3.3 传递标准的稳定性

表 3 比对样品稳定性实验数据

实验时间	2025 年 6 月 1 日	2025 年 6 月 15 日	2025 年 7 月 1 日	2025 年 7 月 15 日
标准器	名称：扭矩扳子检定仪型号：DOTE 100N4-G 编号：702546N 准确度等级：0.3 级			
测量条件	温度 20.0℃ 湿度 48.9%	温度 20.3℃ 湿度 48.4%	温度 20.2℃ 湿度 48.5%	温度 20.4℃ 湿度 48.1%
测量次数	测得值 (Nm)	测得值 (Nm)	测得值 (Nm)	测得值 (Nm)
1	10.025	10.025	10.025	10.025
2	10.029	10.026	10.029	10.029
3	10.031	10.028	10.031	10.025
4	10.028	10.028	10.028	10.028
5	10.026	10.026	10.026	10.026
6	10.027	10.027	10.027	10.027
7	10.030	10.030	10.030	10.030
8	10.029	10.029	10.029	10.025

9	10.028	10.028	10.028	10.028
10	10.027	10.027	10.027	10.027
$\bar{y}_i$	10.028	10.027	10.028	10.027
变化量 $ \bar{y}_i - \bar{y}_{i-1} $	/	0.001	0.001	0.001
允许变化量	MPE: $\pm 0.3\%$	MPE: $\pm 0.3\%$	MPE: $\pm 0.3\%$	MPE: $\pm 0.3\%$
结 论	/	符合要求	符合要求	符合要求

4、参考值的确定

主导实验室在比对开始前及所有参比实验室比对结束后分别对传递标准进行扭矩示值误差的测量，得到试验数据；以主导实验室比对开始前数据、比对结束后数据的平均值为传递标准的参考值，参考值的测量不确定度评定见附表。

表 4 比对样品参考值

项目	20Nm		60 Nm		100 Nm	
	平均值 /Nm	扩展不确 定度 (U /Nm , $k=2$)	平均值 /Nm	扩展不确 定度 (U /Nm , $k=2$)	平均值 /Nm	扩展不确 定度 (U /Nm , $k=2$)
比对开始前	20.19	0.26	60.31	0.74	100.15	1.2
比对结束后	20.19	0.26	60.31	0.74	100.15	1.2
参考值	20.19	0.26	60.31	0.74	100.15	1.2

5、比对数据的汇总

主导实验室对上报的资料进行了整理，对各参比实验室的标准器信息和比对数据汇总如下：

表 5 标准器信息

参比实验室	长春市计量检定测试技术研究所	中车长春轨道客车股份有限公司	白城市计量检定测试所	吉林市计量测试技术研究院
标准器	扭矩测量仪	扭矩测试系统	扭矩扳子检定仪	高精度扭矩测量仪

编号	96183	171014	1511119	080852
厂家	Norbar	陕西东方航空仪表有限责任公司	长春孝修计量科技有限公司	北京长城计量测试技术研究所
准确度等级	0.3 级	0.3 级	0.3 级	0.3 级
检定单位	北京长城计量测试技术研究所	吉林省计量院	吉林省计量院	吉林省计量院
检定日期	2024. 12. 30	2024. 09. 21	2025. 06. 21	2024. 11. 30
证书编号	GFJGJL1001241211008	126622499	825009272	616772499

表 6 比对数据汇总

扭矩扳子扭矩值比对数据						
参比实验室	20Nm		60 Nm		100 Nm	
	平均值/Nm	扩展不确定度 (U / Nm , k=2)	平均值/Nm	扩展不确定度 (U / Nm , k=2)	平均值/Nm	扩展不确定度 (U / Nm , k=2)
长春市院	19.96	0.27	59.92	0.73	100.19	1.20
白城市所	19.95	0.24	59.93	0.72	100.19	1.20
长春中车	19.95	0.24	59.88	0.72	99.86	1.20
吉林市院	19.95	0.24	59.93	0.72	100.19	1.20

6、比对结果的评价
比对结果用 E_n 值进行评价

$$E_n = \frac{Y_{ji} - Y_{ri}}{k \cdot u_i}$$

式中： Y_{ji} —第 j 个实验室在第 i 个测量点上的测量结果；

Y_{ri} —比对实验第 i 个测量点的参考值；

k —包含因子，取 $k = 2$ ；

u_i —第 i 个测量点上 $Y_{ji} - Y_{ri}$ 的标准不确定度；

当 u_{ri} 、 u_{ji} 相互无关时

$$u_i = \sqrt{u_{ji}^2 + u_{ei}^2 + u_{ri}^2}$$

式中： u_{ji} —第 j 个实验室在第 i 个测量点上测量结果的标准不确定度；

u_{ei} —传递标准第 i 个测量点在比对过程中引入的标准不确定度；

u_{ri} —第 i 个测量点上参考值的标准不确定度；

能力评价： $|E_n| \leq 1$ 比对结果为满意； $|E_n| > 1$ 为比对结果为不满意。

比对结束后，主导实验室对比对样品进行了再测量，比对样品在比对前、后示值的变化量最大值均为 0.01Nm，区间半宽为 0.005 Nm,由此引入的标准不确定度按照均匀分布处理，取 $k=\sqrt{3}$ ，则 $u_{ei}=0.0029$ Nm。

表 7 E_n 值 （比对样品器具编号：715190Q）

实验室	扭矩扳子扭矩值		
	E_n 20Nm	E_n 60 Nm	E_n 100 Nm
长春市院	0.04	0.20	0.03
白城市所	0.04	0.20	0.03
长春中车	0.04	0.22	0.25
吉林市院	0.04	0.20	0.03

7、比对中存在问题及结果分析

此次比对工作中发现的问题主要有以下两方面：

1) 试验数据不稳定或波动较大，具体分析如下：

- a) 没有确保在进行测量之前扭矩扳子预扭三次达到恒定的工作状态。没给扭矩扳子检定装置足够的时间进行预热和稳定，导致测量结果偏差过大；
- b) 没有注意操作的一致性和准确性，人为因素对测量结果的影响过大，导致测量结果偏差过大；

2) 对扭矩扳子扭矩值测量结果不确定度评定过程不熟练，影响结果评价。

8、比对结论及建议

从汇总数据来看，所有参比实验室的各测量点的 E_n 值结果均为满意。

针对本次比对中出现的问题，提出以下建议：

1) 各参比实验室应对本次比对工作进行全面总结，从以上情况，找到

本单位存在的问题，加以改进和提高。

2)加强计量检定人员的培训工作，对检定人员进行扭矩扳子检定规程、数据修约、测量结果不确定度评定等计量知识的培训和宣贯，提高技术人员对标准装置的操作水平和对仪器设备的使用维护水平。

附件 1：扭矩扳子扭矩值的测量结果不确定度评定

1 概述

扭矩扳子扭矩值误差校准是依据 JJG707-2014 扭矩扳子检定规程进行的。利用扭矩扳子检定仪采用比较法进行，在水平试验状态环境条件下，将扭矩扳子的扭矩轴与扭矩扳子检定仪的测量轴同轴串接在一起。

1.1 测量依据：依据 JJG707-2014 《扭矩扳子检定规程》

1.2 环境条件：环境温度：19.5℃，相对湿度：40.5%

1.3 测量标准：0.3 级扭矩扳子检定装置

1.4 被测对象：扭矩扳子 型号：CEM100N3X15D-G

2、数学模型

$$Y = \bar{X}$$

式中：Y——扭矩扳子示值, Nm

X——扭矩扳子检定仪示值平均值, Nm

3、灵敏度系数

$$u_c^2(Y) = c_1^2 u_1^2(\bar{X})$$

$$\text{其中：} c_1 = \frac{\partial Y}{\partial X} = 1$$

$$\text{则：} u_c^2(Y) = u_1^2(\bar{X})$$

4、标准不确定一览表

表 1 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 (Nm)	c_i
u_1	测量重复引入的不确定度分量	见表 2	1
u_2	扭矩扳子检定装置引入的不确定度分量	见表 3	1
u_3	扭矩扳子的安装和受力状态引入的不确定度分量	见表 4	1

5、扭矩扳子示值不确定度的计算

5.1 重复性分量的标准不确定度分量 u_1

对扭矩扳子的各个测量点，在相同条件下进行 3 次重复测量，按公式（1）进行计算

$$u_1 = S(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \tag{1}$$

各测量点的重复性引入的标准不确定度如表 2 所示。

表 2 测量重复性引入的不确定度

测量方向	校准点 (Nm)	1	2	3	校准结果 均值 (Nm)	u_1 (Nm)
顺时针	20	20.09	20.21	20.27	20.19	0.053
	60	60.29	60.19	60.44	60.31	0.073
	100	100.29	100.32	100.15	100.25	0.052

5.2.、扭矩扳子检定装置准确度引入的标准不确定度分量 u_2

扭矩扳子检定装置的 MPE: $\pm 0.3\%$, 均匀分布考虑 $k=\sqrt{3}$, 按公式 (2) 计算

$$\text{则 } u_2 = \frac{x_2}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

则扭矩扳子检定装置准确度引入的标准不确定度见表 3

表 3 扭矩扳子检定装置准确度引入的标准不确定度

测量方向	校准点 (Nm)	扭矩扳子检定装置各校准点的 MPE (Nm)	*可能区间半宽 x_2 (Nm)	包含因子 k_2	u_2 (Nm)
顺时针	20	± 0.06	0.06	$\sqrt{3}$	0.035
	60	± 0.18	0.18	$\sqrt{3}$	0.104
	100	± 0.30	0.30	$\sqrt{3}$	0.173

5.3、扭矩扳子的复现性（安装和受力状态）引入的不确定度分量 u_5

在对各类扭矩扳子长期的校准过程中, 针对不同结构的扭矩扳子进行了大量的试验, 积累了一定的经验数据。对于 3 级扭矩扳子来讲通常其数值的分散性一般不超过 $\pm 1.0\%$, 以均匀分布考虑, $k=\sqrt{3}$, 按公式 4 计算。

$$u_5 = \frac{x_5}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

则扭矩扳子的复现性（安装和受力状态）引入的不确定度见表 4

表 4 扭矩扳子的复现性（安装和受力状态）引入的不确定度

测量方向	校准点 (Nm)	分散性 x_5 (Nm)	u_5 (Nm)
顺时针	20	0.20	0.115
	60	0.60	0.346
	100	1.00	0.577

6、合成标准不确定度

以上分量独立无关，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}$$

各点合成标准不确定度见表 5

表 5 合成标准不确定度汇总表

测量点/Nm	20	60	100
u_1	0.053	0.073	0.052
u_2	0.035	0.104	0.173
u_3	0.115	0.346	0.577
u_c	0	0	0
$u_c/\text{Nm} (k=2)$	0.132	0.369	0.605

7、扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 $U=ku_c$ ，从而得到测量结果扩展不确定度， 见表 6

表 6 扩展不确定度汇总表

测量点/Nm	20	60	100
$U / \text{Nm} (k=2)$	0.26	0.74	1.2

附件 2：扭矩扳子扭矩值比对数据及测量不确定度汇总

扭矩扳子扭矩值比对数据汇总						
参比实验室	20Nm		60 Nm		100 Nm	
	平均值/Nm	扩展不确定度 (U/Nm , $k=2$)	平均值/Nm	扩展不确定度 (U/Nm , $k=2$)	平均值/Nm	扩展不确定度 (U/Nm , $k=2$)
长春市院	19.96	0.27	59.92	0.73	100.19	1.2
白城市所	19.95	0.24	59.93	0.72	100.19	1.2
长春中车	19.95	0.24	59.88	0.72	99.86	1.2
吉林市院	19.95	0.24	59.93	0.72	100.19	1.2

编写人：陈友一 王玉昊 审核人：刘丽娟

批准人：刘作峰