



江苏省地方计量技术规范

JJF（苏）XX—20XX

液压扭矩扳子校准规范

Calibration Specification for Hydraulic Torque Wrenches

（报批稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

江苏省市场监督管理局 发布

液压扭矩扳子校准规范

Calibration Specification for
Hydraulic Torque Wrenches

JJF(苏)XXX — 20XX

本规范经江苏省市场监督管理局 20XX 年 XX 月 XX 日批准,自 20XX 年 XX 月 XX 日起施行。

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

江苏省计量科学研究院

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）

刘 伟 （江苏省计量科学研究院）

谢 民 （无锡市检验检测认证研究院）

参加起草人：

王勇鑫 （无锡市检验检测认证研究院）

李 鹰 （无锡市检验检测认证研究院）

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 内泄漏	1
3.2 校准方程	1
3.3 内插误差	1
3.4 额定压力	1
4 概述	1
5 计量特性	2
5.1 启动油压	2
5.2 内泄漏	2
5.3 准确度级别及技术指标	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 校准前检查	3
7.2 启动油压	3
7.3 内泄漏	3
7.4 相对分辨力	3
7.5 重复性、内插误差和示值误差校准	3
8 校准结果的表达	5
9 复校时间间隔	6
附录 A 液压扭矩扳子校准原始记录	7
附录 B 校准结果内页格式	8
附录 C 液压扭矩扳子内插误差测量结果不确定度评定	9

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。

本规范为首次发布。

液压扭矩扳子校准规范

1 范围

本规范适用于以液压为动力，具有指示功能的液压扭矩扳子（以下简称液压扳子）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 52 弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表

JJG 621 液压千斤顶

JB/T 5557-2007 液压转矩扳手

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 术语和定义

3.1 内泄漏 internal leak

液压扳子在压力保持时，因内部密封不良产生的漏油现象。

3.2 校准方程 calibration equation

为了使液压扳子能在给定扭矩值范围内连续使用，根据有限次数的定度数据建立的 液压扳子压力表示值与施加的标准扭矩值之间的关系式，不得外推使用。

注：一般为一次或二次曲线。

3.3 内插误差 interpolation error

用校准方程计算得到各校准点的测量平均值的与拟合值相对偏差。

3.4 额定压力 rated pressure

液压扳子额定扭矩值对应的压力值。

4 概述

液压扳子主要由扳头、液压系统和指示器（模拟式指示器或数字式指示器）组成。液压扳子的工作原理是液压系统对扳头供油，扳头对施力体施加扭矩，通过指

示器直接或间接指示所施加的扭矩值。液压扳子按结构可分为中空式和驱动式，按指示方式可分为模拟指示式和数字指示式。如图 1 所示。

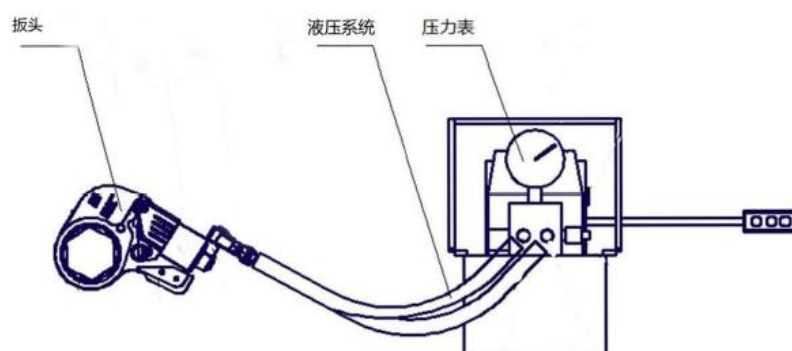


图 1 液压扭矩扳子结构示意图

5 计量特性

5.1 启动油压

液压扳子指示方式为模拟指示式，启动油压应小于额定油压的 4%。

5.2 内泄漏

液压扳子在额定油压下保压 30s，压力下降应小于额定油压的 5%。

5.3 准确度级别及技术指标

其测量范围内的重复性、内插误差、示值误差、相对分辨力应满足表 1 的要求。

表1 技术指标

准确度级别	重复性 R %	内插误差 I^* %	示值误差 δ^{**} %	相对分辨力 α %
5	≤ 5.0	± 5.0	± 5.0	≤ 2.5
10	≤ 10.0	± 10.0	± 10.0	≤ 5.0

注：（1）*表示当液压扳子显示压力值单位时需校准项目；
（2）**表示当液压扳子显示扭矩值单位时需校准项目；

注：以上计量特性要求不用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（5~35）℃，校准过程中，温度变化应不大于 2℃。

6.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

6.1.3 周围无影响校准结果的振动、冲击、电磁场及其他干扰源。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 液压扳子检定仪：准确度不低于被校液压扳子最大允许误差绝对值的三分之一，且检定仪的测量上限应不低于被校液压扳子额定值的 120%。

6.2.2 秒表： $\pm 0.5\text{s/d}$ 。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前检查

7.1.1 液压扳子的附件与性能检查

- a) 各运动部件应转动灵活，无卡滞现象，且应有良好的互换性；
- b) 模拟式指示器表盘刻度及其标识应清晰，指针无松动和弯曲，指针偏转无停滞和跳动现象：未加力时，指针应紧靠止销或在零位标记内。数字式指示器的指示值应正常稳定，数字显示清晰准确，并能及时跟踪显示所施加的压力值或扭矩值；
- c) 如配有液压源压力显示仪表，其最大允许误差应为液压扳子准确度等级的 1/5。
- d) 指示器相对分辨力应符合表 1 要求，模拟式指示器测量上限为液压扳子额定油压的 120%~150%；
- e) 液压扳子油泵加、卸力应平稳，无妨碍读数的压力波动，无冲击和颤动现象：液压系统应工作正常，反应灵敏，油路无渗漏，液压油应清洁纯净。

7.2 启动油压

空载时启动油泵，观察模拟式指示器的示值变化，重复三次。

7.3 内泄漏

将液压扳子安装在检定仪上，加载至额定油压时，关闭截止阀，记录 30s 内压力下降值，并按公式 (1) 或 (2) 计算内泄漏。

指示器以压力为单位时

$$L_k = \frac{\Delta p}{p_{\max}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

L_k — 液压扳子内泄漏, %;

Δp — 内泄漏油压下降的最大值, MPa;

p_{\max} — 液压扳子额定油压值, MPa。

指示器以扭矩为单位时

$$L_k = \frac{\Delta M}{M_{\max}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

L_k — 液压扳子内泄漏, %;

ΔM — 内泄漏扭矩下降的最大值, Nm;

M_{\max} — 液压扳子额定扭矩值, Nm。

7.4 相对分辨力

模拟式指示器的分辨力 r 为最小分度的 1/5 或 1/10; 数字式指示器的分辨力取显示的末位数字的一个增量, 按公式 (3) 或 (4) 计算相对分辨力 a 。

指示器以压力为单位时

$$a = \frac{r}{p_n} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

a — 液压扳子相对分辨力, %;

r — 液压扳子指示器的分辨力, MPa;

p_n — 液压扳子额定油压 20% 处的示值, MPa。

指示器以扭矩为单位时

$$a = \frac{r}{M_n} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

a — 液压扳子相对分辨力, %;

r — 液压扳子指示器的分辨力, Nm;

M_n —液压扳子额定扭矩 20%处的示值, Nm。

7.5 重复性、内插误差和示值误差校准

7.5.1 校准前, 启动油泵将液压扳子加载到额定扭矩值, 预加载三次。

7.5.2 校准点从液压扳子量程上限的 (20~100)% 范围内选取, 应包含 20% 点和量程上限, 不得少于五个校准点, 且尽量均匀分布。

7.5.3 从零负荷开始, 油泵驱动液压扳子主动加压, 按递增顺序施加负荷, 直到量程上限后返回到零负荷。校准时施加油压应平稳, 临近校准点前应缓慢施加, 便于准确读数。重复进行上述过程 3 次。

7.5.4 以液压扳子检定仪标准值为依据, 在液压扳子指示器上读数。液压扳子指示器以压力为单位时, 按照公式 (5) 和 (6) 计算重复性 R 和内插误差 I_i ; 液压扳子指示器以扭矩为单位时, 按照公式 (5) 和 (7) 计算重复性 R 和示值误差 δ 。

$$R = \frac{P_{i\max} - P_{i\min}}{P_i} \times 100\% \quad (5)$$

$$I_i = \frac{P_{ci} - \overline{P_i}}{P_i} \times 100\% \quad (6)$$

$$\delta = \frac{\overline{M_i} - M}{M} \times 100\% \quad (7)$$

式中:

$P_{i\max}$, $P_{i\min}$, $\overline{P_i}$ —第 i 次测量时, 液压扳子指示器 3 次测量中的最大值、最小值与平均值, MPa;

R —液压扳子重复性, %;

I_i —第 i 个校准点, 液压扳子的内插误差, %

P_{ci} —由校准方程求出的与负荷相对应的示值拟合值, MPa;

$\overline{M_i}$ —第 i 次测量时, 重复测量三次, 液压扳子指示器示值的平均值, Nm;

M —液压扳子检定仪指示的扭矩值, Nm。

7.5.5 以液压扳子指示器为依据，在液压扳子检定仪上读数。液压扳子指示器以压力为单位时，按照公式（8）和（9）计算重复性 R 和内插误差 I_i ；液压扳子指示器以扭矩为单位时，按照公式（8）和（10）计算重复性 R 和示值误差 δ 。

$$R = \frac{M_{i\max} - M_{i\min}}{\overline{M}_i} \times 100\% \quad (8)$$

$$I_i = \frac{p_i - p_{ci}}{p_i} \times 100\% \quad (9)$$

$$\delta = \frac{M_i - \overline{M}}{\overline{M}} \times 100\% \quad (10)$$

式中：

$M_{i\max}$, $M_{i\min}$, \overline{M}_i — 第 i 次测量时，对应于校准点 3 次重复测量液压扳子检定仪上读数的最大值、最小值与平均值，Nm；

R — 液压扳子重复性，%；

I_i — 第 i 个校准点，液压扳子的内插误差，%；

p_i — 校准点对应的液压扳子指示器压力示值，MPa；

p_{ci} — 由校准方程求出的与负荷相对应的示值拟合值，MPa；

\overline{M} — 第 i 次测量时，重复测量三次，液压扳子检定仪上读数的平均值，Nm；

M_i — 第 i 次测量时，液压扳子指示器的扭矩值，Nm。

7.5.6 当液压扳子指示器显示压力值时，根据需要给出由其最小二乘法的 1 次或 2 次曲线方程，该方程是以扭矩为自变量的扭矩—压力校准方程。

7.5.7 液压扳子、油泵和压力表应配套使用，更换后需重新校准。

8 校准结果的表达

经校准后的搅拌器应出具校准证书，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，如“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) 被校准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, 应说明校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 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。

校准结果内页格式 (推荐) 见附录 B

9 复校时间间隔

建议为 6 个月。

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

液压扭矩扳子校准原始记录 (推荐)

委托单位:					型号规格/量程			
校准地点:					准确度:			
温度: ; 相对湿度:					校准依据:			
类别 名称	型号规格			出厂编号		制造厂		
液压扳子								
压力指示器								
油 泵								
检 查 项 目	外观检查:							
	额定油压 (MPa):			启动压力值 (MPa): 1、 2、 3、				
	保压 30s 油压下降 (MPa):			指示器准确度等级:		指示器分辨力:		
	启动油压: %FS			内泄漏: %FS		相对分辨力: %		
校准点: 以液压扳子指示器为依据 <input type="checkbox"/> 以液压扳子检定仪标准值为依据 <input type="checkbox"/>								
校准点 ()	实测值 ()				重复性 (%)	示值误差 (%)	内插误差	
	1	2	3	平均值			理论值 ()	I (%)
校准方程		$Y = \text{ } x + \text{ }。$ (x — 扭矩, Nm; Y — 液压扳子指示器示值, MPa)						
测量结果相对扩展不确定度: $U_{rel} = \text{ } , k = \text{ }$								
测量标准								
设备名称	测量范围			准确度等级		设备编号		有效期

附录 B

校准结果内页格式 (推荐)

核 准 结 果

Results of calibration

一、主要部件型号/型号:		
压力表:	油泵:	
二、液压扭矩扳子校准结果		
以液压扳子指示器为依据 <input type="checkbox"/> 以液压扳子检定仪标准值为依据 <input type="checkbox"/> 校准点 ()	进程示值 ()	测量结果扩展不确定度 $U_{rel}(k=2)$
项目名称	技术指标	
相对分辨力 a		
重复性 R		
内插误差 I		
示值误差 δ		
三、校准方程: $Y = \text{ } x + \text{ }。$ (x —扭矩, Nm; Y —液压扳子指示器示值, MPa)		
(以下空白)		

附录 C

液压扭矩扳子示值误差测量结果不确定度评定 (示例)

C.1 概述

C.1.1 被测对象：液压扭矩扳子（以下简称液压扳子），量程：（0～10000）Nm，准确度级别：10 级。

C.1.2 测量标准：液压扭矩扳子检定仪，测量范围（1000～30000）Nm，准确度级别：0.5 级。

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，将与油泵等连接好后，将液压扳子安置于标准装置上，驱动液压扳子对标准装置施加扭矩，从量程的 20%开始直到满量程。每级负荷加到后，以液压扳子压力值为准，读取标准装置的扭矩值。以上过程重复进行 3 次，以 3 次测得值的算术平均值作为测量结果。

C.1.5 测量依据：JJF (苏) XXXX—20XX《液压扭矩扳子校准规范》。

C.2 建立测量模型

C.2.1 测量模型

由于校准液压扭矩扳子的扭矩值是赋值性的校准，液压扳子检定仪的扭矩值赋予理论液压压力下液压扳子扭矩示值与实际液压压力下液压扳子扭矩示值之差为示值误差。

则测量模型为：

$$\delta = \bar{P}_i - M_i \quad (\text{C.1})$$

式中：

\bar{P}_i —被校液压扳子的扭矩值，Nm；

M_i —液压扳子检定仪的扭矩值，Nm。

C.3 不确定度主要来源

C.3.1 由于各种随机因素影响导致的测量重复性引入的不确定度分量 u_R ；

根据实际测量的数据，使用贝塞尔公式计算出的试验标准偏差作为测量重复性引入的标准不确定度：

$$u_R = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2}{n-1}} \quad (\text{C.2})$$

C.3.2 液压扭矩扳子校准装置引入的标准不确定度 u_b 。

$$u_b = \frac{\delta}{\sqrt{3}} M_i \quad (\text{C.3})$$

C.4 合成不确定度评定

C.4.1 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial e}{\partial P} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial e}{\partial P} = -1$$

C.4.2 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{(c_1 \cdot u_R)^2 + (c_2 \cdot u_b)^2} \quad (C.4)$$

C.4.3 扩展不确定度

$$U = k u_c (k = 2) \quad (C.5)$$

C.5 液压扳子扭矩示值测量结果不确定度评定举例

C.5.1 由重复性引入的标准不确定度分量 u_R

在重复性测量条件下,选择 2000Nm 校准点对液压扳子进行 10 次测量,由重复性引入的不确定度分量,用 A 类方法评定,按公式 C.2 计算,其结果见表 C.1;

表C.1 单次测量值

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值/Nm	2052	2067	2071	2056	2051	2032	2046	2075	2052	2041
算术平均值/Nm	2054.3									
试验标准偏差/Nm	13.48									

$$u_R = s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{M})^2}{n-1}} = 13.48 \text{ Nm}$$

C.5.2 由液压扭矩扳子校准装置引入的标准不确定度 u_b , 校准时使用准确度为 0.5 级的液压扭矩扳子检定仪校准装置,其引入的不确定度用 B 类方法进行评定,均匀分布按公式 C.3 计算:

$$u_b = \frac{\delta}{\sqrt{3}} M_i = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} \times 2000 \text{ Nm} = 5.77 \text{ Nm}$$

C.5.3 合成不确定度计算

各标准不确定度汇总见于表C.2

表C.2 标准不确定度汇总表

分量标准不确定度 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i \times u(x_i)$
$u(\bar{P}_i)$	被检器具的重复性	6.69Nm	1	13.48Nm
$u(M_i)$	标准器不确定度	8.67Nm	-1	5.77Nm

输入量彼此独立不相关,按公式C.4计算,合成不确定度为:

$$u_c = \sqrt{(c_1 \cdot u_R)^2 + (c_2 \cdot u_b)^2} = \sqrt{13.48^2 \text{ Nm} + 5.77^2 \text{ Nm}} = 14.66 \text{ Nm}$$

C.5.4 扩展不确定度的评定

按公式 C.5 计算扩展不确定度

$$U = ku_c = 2 \times 14.66 Nm = 29.3 Nm (k = 2)$$

用相对量表示, 则

$$U_{rel} = 1.5\% (k = 2)$$

C. 5. 5 同理 10000Nm 时的扩展不确定度

$$u_c = \sqrt{(c_1 \cdot u_R)^2 + (c_2 \cdot u_b)^2} = \sqrt{63.29^2 Nm + 28.87^2 Nm} = 69.56 Nm$$

$$U = ku_c = 2 \times 69.56 Nm = 139.1 Nm (k = 2)$$

用相对量表示, 则

$$U_{rel} = 1.4\% (k = 2)$$

江苏省地方计量技术规范
液压扭矩扳子校准规范

JJF(苏)XXXX—20XX
江苏省市场监督管理局发布

*

江苏省计量协会印刷
版权所有不得翻印

*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本
2025 年 04 月 印刷