



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1121—2004

手持式齿距比较仪校准规范

Calibration Specification for Hand - hold Pitch Comparator

2004 - 06 - 04 发布

2004 - 12 - 01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

**手持式齿距比较仪
校准规范**

**Calibration Specification for
Hand - hold Pitch Comparator**

**JJF 1121—2004
代替 JJG 79—1982**

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2004 年 06 月 04 日批准，并自 2004 年 12 月 01 日起施行。

归口单位： 全国几何量长度计量技术委员会

起草单位： 东风汽车公司计量所

本规范由归口单位负责解释

本规范起草人：

郑旭（东风汽车公司计量所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 指示表	(2)
4.2 示值重复性	(2)
4.3 示值误差	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 校准项目和标准器	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 指示表	(2)
6.2 示值重复性	(2)
6.3 示值误差	(3)
7 校准结果的表达	(3)
8 复校时间间隔	(3)
附录 A 校准证书内容	(4)
附录 B 手持式齿距比较仪示值误差的测量不确定度评定	(5)

手持式齿距比较仪校准规范

1 范围

本规范适用于分度值为 $1\mu\text{m}$ ，模数为 $2\text{mm} \sim 15\text{mm}$ 和 $10\text{mm} \sim 16\text{mm}$ 的手持式齿距比较仪的校准。

2 引用文献

下列文献所包含的条文，通过在本规范中的引用而构成本规范的条文。本规范出版时，所示版本均为有效。所有标准、规范或规程都会被修订，使用本规范的各方应探讨使用下列文献最新版本的可能性。

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

GB/T 10095.1—2001 渐开线圆柱齿轮 精度 第1部分：轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值

GB/Z 18620.1—2002 圆柱齿轮 检验实施规范 第1部分：轮齿同侧齿面的检验

3 概述

手持式齿距比较仪是采用相对法测量原理，测量外啮合直齿轮和斜齿轮的相邻齿距误差和齿距累积误差的仪器。

典型的手持式齿距比较仪的外形如图1、图2所示。

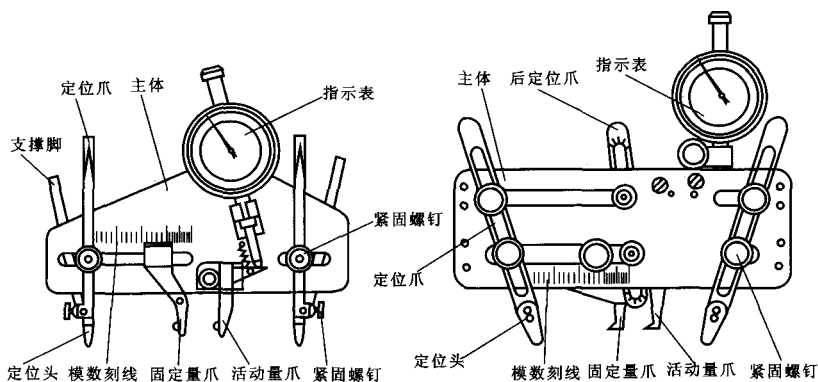


图1

图2

4 计量特性

4.1 指示表

符合相应检定规程（或校准规范）的要求。

4.2 示值重复性

示值重复性不大于 $1\mu\text{m}$ 。

4.3 示值误差

示值误差不应超过表 1 的规定。

表 1 示值误差

测量模数/mm	最大允许示值误差	
	任意 0.1mm 间隔内	1mm 范围内
2 ~ 15	$\pm 4\mu\text{m}$	$\pm 10\mu\text{m}$
10 ~ 16	$\pm 4\mu\text{m}$	$\pm 15\mu\text{m}$

注：作为校准，不判断出合格与否，上述计量特性的指标仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度： $(20 \pm 6)^\circ\text{C}$

5.1.2 被校准仪器在室内平衡温度的时间不少于 4h。

5.2 校准项目和标准器

手持式齿距比较仪的校准项目及相应标准器见表 2。

表 2 手持式齿距比较仪的校准项目及相应标准器

序号	校准项目	标准器
1	指示表	按相应检定规程（或校准规范）
2	示值重复性	5 级及 5 级以上（2~16）mm 的标准齿轮
3	示值误差	万能工具显微镜

6 校准项目和校准方法

校准前应确认无影响校准正确实施和校准结果的外观缺陷和机械故障。

6.1 指示表

按照相应检定规程（或校准规范）进行检定（或校准）。

6.2 示值重复性

用 5 级及 5 级以上模数为（2~16）mm 的标准齿轮进行测量。

校准时，手持式齿距比较仪和齿轮放置在检验平板上，手持式齿距比较仪的定位头接触在齿顶面上，两测头调整在分度圆附近，对同一周节重复测量五次，其示值重复

性：

$$s = \frac{l_{\max} - l_{\min}}{2.33}$$

式中： l_{\max} ——重复测量五次读数中最大读数， μm ；

l_{\min} ——重复测量五次读数中最小读数， μm 。

6.3 示值误差

手持式齿距比较仪的示值误差在万能工具显微镜（以下简称万工显）上进行校准。

校准前，在万工显上安装一固定平面，该平面垂直于导轨移动方向，使平切面垂直纵滑板移动方向。把手持式齿距比较仪安装在万工显上，使活动测头垂直接触此平面。移动滑板使指示表压缩在 10~15 个分度，调零。

校准时，在活动量爪 1mm 正向行程内，每隔 0.1mm 校准一点。示值误差由指示表读数与对应的万工显读数之间的最大差值确定。

手持式齿距比较仪示值误差也可以用满足测量不确定度要求的其它校准方法进行校准。

7 校准结果的表达

经校准的手持式齿距比较仪出具校准证书，校准结果内容见附录 A。

8 复校时间间隔

复校时间间隔可根据使用的具体情况确定，建议一般不超过 1 年。

附录 A

校准证书内容

校准证书的内容应排列有序、清晰，并包括以下内容：

1. 标题：校准证书；
2. 校准实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
4. 校准证书编号，页码及总页数；
5. 委托方的名称和地址；
6. 被校准测量设备名称；
7. 被校准测量设备的生产厂、型号规格和出厂编号/系列编号；
8. 校准日期；
9. 校准人员姓名：签名，核验人员姓名：签名，主管人员姓名：签名；
10. 校准所用校准器的溯源性及有效性说明；
11. 采用本校准规范的说明及对本规范的任何偏离、增加或减少的说明；
12. 校准时的环境温度情况；
13. 校准项目的校准结果；
14. 校准条件下的测量不确定度；
15. 复校时间间隔的建议；
16. 未经实验室许可，不得局部复印校准证书的声明。

附录 B

手持式齿距比较仪示值误差的测量不确定度评定

以校准分度值为 $1\mu\text{m}$ 的手持式齿距比较仪为例。

B.1 数学模型

$$\delta = l_d - l_s \quad (\text{B.1})$$

式中： δ ——手持式齿距比较仪示值误差；

l_d ——手持式齿距比较仪示值；

l_s ——万工显示值。

B.2 根据数学模型求方差和灵敏系数

依 $u_c^2(\delta) = \sum [\partial f / \partial x_i]^2 \cdot u^2(x_i)$ 得

$$\text{方差:} \quad u_c^2(\delta) = c^2(l_d)u^2(l_d) + c^2(l_s)u^2(l_s)$$

$$\text{灵敏系数:} \quad c(l_d) = \partial f / \partial l_d = 1;$$

$$c(l_s) = \partial f / \partial l_s = -1;$$

$$\text{于是:} \quad u_c^2(\delta) = u^2(l_d) + u^2(l_s)$$

B.3 计算标准不确定度

B.3.1 测量读数的标准不确定度分量

B.3.1.1 测量重复性的标准不确定度分量

标准偏差 s 是根据用万工显校准手持式齿距比较仪重复测量 10 次求出的，为 $0.26\mu\text{m}$ 。在实际测量中测量 1 次。故

$$u(l_{d1}) = s/\sqrt{1} = 0.26/\sqrt{1} = 0.26\mu\text{m}$$

其自由度为

$$\nu(l_{d1}) = 10 - 1 = 9$$

B.3.1.2 估读误差引入的标准不确定度分量

手持式齿距比较仪指示表（千分表）估读误差一般为 $\pm 0.3\mu\text{m}$ ，呈三角形分布，故

$$u(l_{d2}) = e_1/\sqrt{6} = 0.3/\sqrt{6} = 0.12\mu\text{m}$$

该值相对不确定度约为 20%，则其自由度为

$$\nu(l_{d2}) = \frac{1}{2}(0.20)^{-2} = 12.5$$

测量读数的不确定度为

$$u(l_d) = \sqrt{u^2(l_{d1}) + u^2(l_{d2})}$$

$$u(l_d) = \sqrt{(0.26)^2 + (0.12)^2} = 0.286\mu\text{m}$$

其自由度为

$$\nu_{\text{eff}} = u_c^4 / \sum [u^4(x_i) / \nu_i]$$

$$\nu(l_d) = \frac{(0.286)^4}{0.26^4/9 + 0.12^4/12.5} = 12.7$$

取 $\nu(l_d) = 12$

B.3.2 万工显示值误差引入的标准不确定度分量

$$\text{MPE} = (1 + L/100) \mu\text{m}$$

按正态分布处理, 覆盖因子 $k_1 = 2.58$, 当 $L = 1\text{mm}$ 时:

$$\text{MPE} = 1\mu\text{m}$$

$$u(l_s) = \text{MPE}/k_1 = 1/2.58 = 0.388\mu\text{m}$$

其值可靠性很高, 其自由度为

$$\nu(l_s) = \infty$$

B.4 标准不确定度一览表

见表 B.1。

表 B.1

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)/\mu\text{m}$	分布	自由度	评定方法
$u(l_d)$	测量读数的标准不确定度分量	0.286	正态 三角	12	A B
	测量重复性的标准不确定度分量	0.26		9	
	估读误差引入的标准不确定度分量	0.12		12.5	
$u(l_s)$	万工显示值误差引入的标准不确定度分量	0.388	正态	∞	B

B.5 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{\sum c^2(x_i) u^2(x_i)}$$

$$u_c = \sqrt{u^2(l_d) + u^2(l_s)}$$

$$= \sqrt{(0.286)^2 + (0.388)^2}$$

$$= 0.482\mu\text{m}$$

B.6 有效自由度

$$\nu_{\text{eff}} = u_c^4 / \sum [c^4(x_i) u^4(x_i) / \nu_i]$$

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{(0.482)^4}{0.286^4/12 + 0.388^4/\infty} = 96.8$$

取 $\nu_{\text{eff}} = 96$

B.7 被测量分布的估计

由于在各不确定度分量中没有任何一个分量为占优势的分量, 因此可以判定被测量 δ 接近于正态分布。

B.8 扩展不确定度

基于自由度 $\nu_{\text{eff}} = 96$ ，置信水准 $p = 95\%$ ，查 t 分布表得

$$k = t_p(\nu_{\text{eff}}) = t_{95}(96) = 1.98$$

$$U = ku_c = 1.98 \times 0.482 = 0.954\mu\text{m} \approx 1.0\mu\text{m}$$