



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1253—2010

带表卡规校准规范

Calibration Specification for Dial Snap Gauges

2010—05—11 发布

2010—08—11 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

带表卡规校准规范

Calibration Specification for Dial Snap Gauges

JJF 1253—2010

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2010 年 5 月 11 日批准，并自 2010 年 8 月 11 日起施行。

归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

主要起草单位：广西壮族自治区计量检测研究院

黑龙江省计量检定测试院

参加起草单位：桂林量具刃具有限责任公司

桂林广陆数字测控股份有限公司

本规范由全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

陆 蕊（广西壮族自治区计量检测研究院）

梁玉红（黑龙江省计量检定测试院）

全贻智（广西壮族自治区计量检测研究院）

参加起草人：

赵伟荣（桂林量具刃具有限责任公司）

李海平（桂林广陆数字测控股份有限公司）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 工作行程	(2)
4.2 量爪测头测量面的表面粗糙度	(2)
4.3 测量力和测量力变化	(2)
4.4 示值变动性	(3)
4.5 示值误差	(3)
5 校准条件	(3)
5.1 环境条件	(3)
5.2 测量标准器	(3)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 量爪测头测量面的表面粗糙度	(3)
6.2 测量力和测量力变化	(3)
6.3 工作行程	(4)
6.4 示值变动性	(4)
6.5 示值误差	(4)
7 校准结果表达	(4)
8 复校时间间隔	(4)
附录 A 带表外卡规示值误差测量结果不确定度评定	(5)
附录 B 校准证书内容	(8)

带表卡规校准规范

1 范围

本规范适用于分度值/分辨力为 0.005 mm, 0.01 mm, 0.02 mm, 0.05 mm, 0.1 mm, 量程为 (5~100) mm 带表卡规的校准。

2 引用文献

本规范引用下列文献：

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

JB/T 10017—1999 带表卡规

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

带表卡规是利用杠杆传动机构将量爪测头的相对位移转变为指示表（指针式和数显式）示值的一种计量器具，可以测量内径、外径、内沟槽、外沟槽、板厚、壁厚和管厚尺寸。

按其结构及用途分为带表外卡规和带表内卡规两种，其外形结构示意图见图 1～图 4。

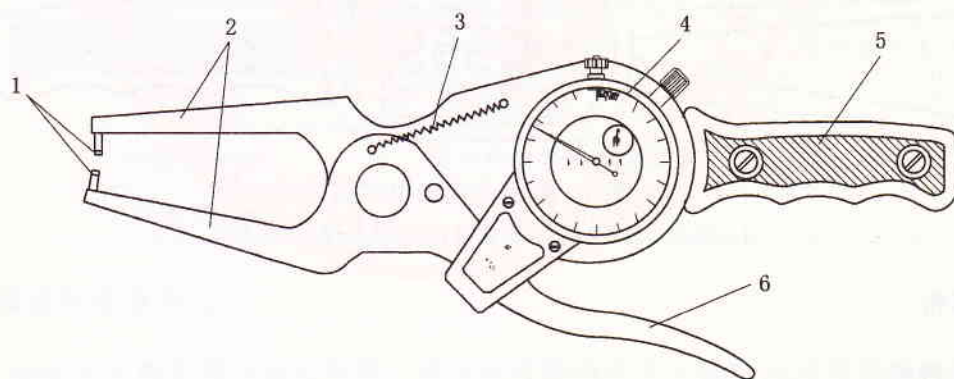


图 1 指针式带表外卡规

1—测头；2—量爪；3—拉簧；4—指示表；5—手柄；6—拨杆

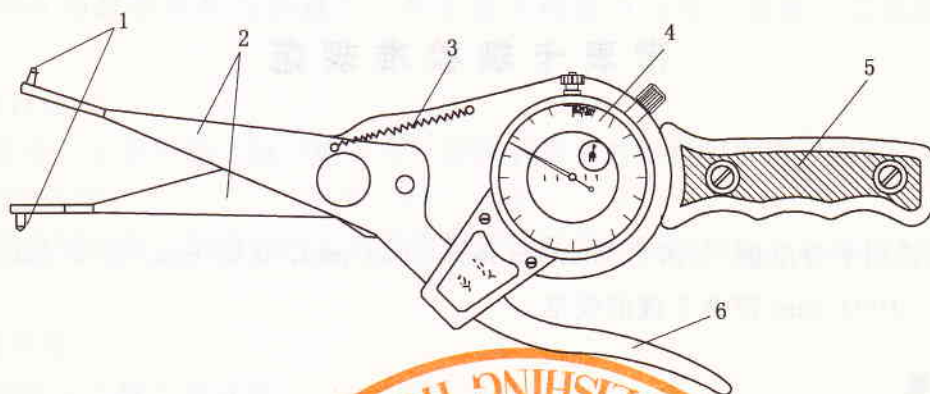


图2 指针式带表内卡规

1—测头；2—量爪；3—拉簧；4—指示表；5—手柄；6—拨杆

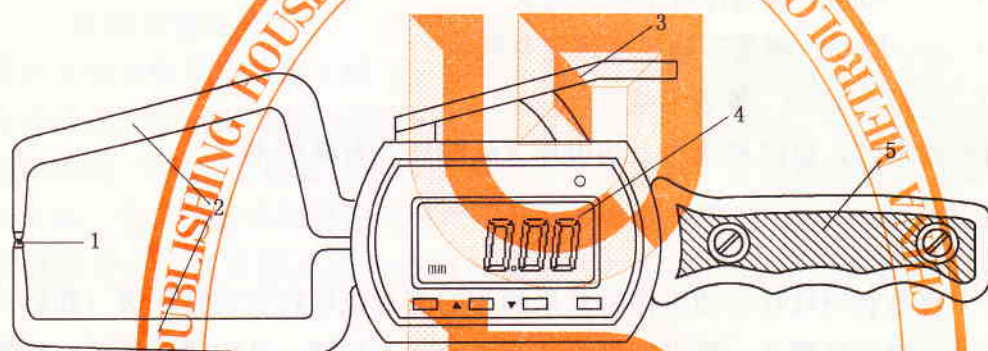


图3 数显式带表外卡规

1—测头；2—量爪；3—拨杆；4—显示屏；5—手柄

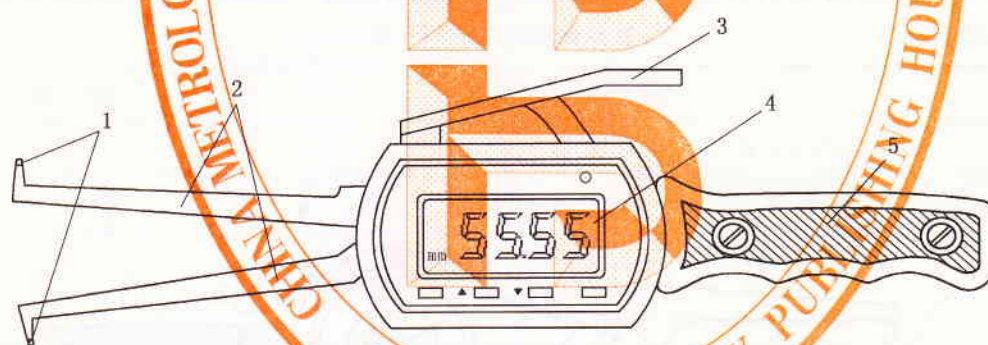


图4 数显式带表内卡规

1—测头；2—量爪；3—拨杆；4—显示屏；5—手柄

4 计量特性

4.1 工作行程

工作行程大于其量程 0.3 mm。

4.2 量爪测头测量面的表面粗糙度

量爪测头测量面的表面粗糙度不大于 R_a 0.1 μm 。

4.3 测量力和测量力变化

测量力和测量力变化应符合表 1 的规定。

4.4 示值变动性

按产品技术标准的要求。

4.5 示值误差

按产品技术标准的要求。

表 1 测量力和测量力变化

分度值/分辨力 (mm)	测量力 (N)	测量力变化 (N)
0.005	0.8~2.0	≤ 0.8
0.01	0.8~4.0	≤ 1.0
0.02		≤ 1.2
0.05	1.5~6.0	≤ 1.5
0.10		

注：校准工作不判断带表卡规合格与否，上述要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

室内温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不超过 80%，被校带表卡规和校准器具在室内平衡温度的时间不少于 2 h。

5.2 测量标准器

测量标准器见表 2。

表 2 校准项目和标准器

序号	校准项目	主要校准器具	
		名称	计量性能
1	量爪测头测量面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块	MPE: $-17\% \sim +12\%$
2	测量力和测量力变化	测力计	分度值不大于 0.1 N
3	工作行程	量块和量块内测量附件	3 级 (或 5 等)
4	示值变动性		
5	示值误差		

6 校准项目和校准方法

首先检查外观和各部分相互作用，确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。
校准项目见表 2。

6.1 量爪测头测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行比较测量。

6.2 测量力和测量力变化

用分度值不超过 0.1 N 的测力计在测量范围下限和上限位置进行测量，在下限和上

限位置的两次测量结果均为测量力，其中最大测量力与最小测量力之差即为测量力变化。

6.3 工作行程

手动试验，必要时用 3 级（或 5 等）量块和量块内测量附件进行测量。

6.4 示值变动性

在量程范围内任一位置进行 5 次重复测量，其最大示值与最小示值之差即为示值变动性。

6.5 示值误差

示值误差 e 可按下式计算：

$$e = l_k - l_s \quad (1)$$

式中： l_k ——带表卡规示值；

l_s ——校准点量块尺寸。

带表内卡规示值误差是用 3 级（或 5 等）量块与量块内测量附件组成的内尺寸进行测量，至少应在测量范围内均匀分布的 5 个位置上进行。校准时，先以测量范围下限值调整好指示表的“零位”，然后依次校准其余 4 个校准点，各量程校准尺寸见表 3。操作带表内卡规，使其两量爪测量面与量块和量块内测量附件组成的内尺寸测量面接触，寻找到示值转折点，该点指示表示值与相应量块尺寸之差，即为带表内卡规的示值误差。

带表外卡规示值误差是用 3 级（或 5 等）量块进行测量，其被校准尺寸的选择和校准操作方法与前述带表内卡规的校准相同。

当对校准结果有异议时，可适当增加校准点位。

表 3 各量程校准尺寸

单位：mm

量 程	校 准 尺 寸
5	$A, A+1.25, A+2.5, A+3.75, A+5$
10	$A, A+2.5, A+5, A+7.5, A+10$
20	$A, A+5, A+10, A+15, A+20$
40	$A, A+10, A+20, A+30, A+40$
50	$A, A+12.5, A+25, A+37.5, A+50$
100	$A, A+25, A+50, A+75, A+100$
注：A 为测量范围下限值。	

7 校准结果表达

经校准的带表卡规，出具校准证书。

8 复校时间间隔

带表卡规的校准时间间隔，根据使用情况由用户自行确定，建议不超过 1 年。

附录 A

带表外卡规示值误差测量结果不确定度评定

A.1 测量方法

依据本校准规范,采用3级(或5等)量块校准带表外卡规的示值误差,本例是采用3级量块分别对分度值/分辨力0.005 mm、测量范围(10~15) mm的带表外卡规;分度值/分辨力0.01 mm,测量范围(160~170) mm的带表外卡规;分度值0.02 mm、测量范围(160~200) mm的带表外卡规进行校准,其中量块尺寸均选用各测量范围的上限值进行分析评定。

A.2 数学模型

由式(1): $e = l_k - l_s$, 考虑校准时测量不确定度因素影响,则式(1)变换为如下:

$$e = l_k - l_s + L \cdot \Delta t \cdot \delta_a + L \cdot \bar{\alpha} \cdot \delta_t \quad (\text{A.1})$$

式中: e ——带表外卡规示值误差;

l_k ——带表外卡规示值(20℃条件下);

l_s ——3级量块尺寸(标称值)(20℃条件下);

L ——校准点名义尺寸;

Δt ——卡规和量块平均温度对20℃的差;

δ_a ——卡规和量块的线膨胀系数差;

$\bar{\alpha}$ ——卡规和量块的平均线膨胀系数;

δ_t ——卡规和量块的温度差。

A.3 方差和灵敏系数

$$\text{方差: } u_c^2 = u^2(e) = c_1^2 \cdot u^2(l_k) + c_2^2 \cdot u^2(l_s) + c_3^2 \cdot u^2(\delta_a) + c_4^2 \cdot u^2(\delta_t) \quad (\text{A.2})$$

$$\text{灵敏系数: } c_1 = 1; \quad c_2 = -1;$$

$$c_3 = L \cdot \Delta t; \quad c_4 = L \cdot \bar{\alpha}.$$

A.4 各项标准不确定度

A.4.1 带表卡规示值变动性(Δl_k)引入的不确定度

示值变动性(Δl_k)为均匀分布,对校准过程影响两次,引入的标准不确定度:

$$u(\Delta l_k) = \frac{\sqrt{2} \times (0.5 \times \Delta l_k)}{\sqrt{3}} = 0.41 \times \Delta l_k$$

A.4.2 3级量块尺寸偏差(Δl_s)引入的不确定度

Δl_s 为两点分布,包含因子 $k=1$,于是:

$$u(\Delta l_s) = \frac{\Delta l_s}{1} = \Delta l_s$$

由于用3级量块校准带表外卡规的测量范围下限值(起始“零位”)时引入的不确定度会影响带表外卡规各校准点的不确定度,所以计算 $u(\Delta l_s)$ 时,3级量块尺寸偏差对各校准点的不确定度是两次影响。

A.4.3 卡规和量块的线膨胀系数差 (δ_a) 引入的不确定度

卡规和量块的线膨胀系数为 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 故两者的膨胀系数差 δ_a 应在 $\pm 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 范围内, 服从三角形分布, 于是:

$$u(\delta_a) = \frac{2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}} = 0.82 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

卡规和量块平均温度对 $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ 的差 Δt 控制在 $\pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ 范围内。

A.4.4 卡规和量块的温度差 δ_t 引入的不确定度

由于两者在 $(20 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$ 条件下等温不少于 2 h, 故估计两者的温度差 δ_t 应在 $\pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ 范围内, 服从均匀分布, 于是:

$$u(\delta_t) = \frac{2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 1.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A.5 各项不确定度分量一览表

以分度值/分辨力 0.005 mm 、测量范围 $(10 \sim 15) \text{ mm}$ 为例, 将上述分析计算列入表 A.1。

表 A.1 分度值/分辨力 0.005 mm 、测量范围 $(10 \sim 15) \text{ mm}$ 的带表外卡规

不确定度来源	标准不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	不确定度分量 $ c_i \cdot u(x_i)$
带表外卡规 示值变动性 Δl_k	$u(\Delta l_k) = 0.41 \times \Delta l_k$ $= 0.41 \times 0.005 \text{ mm}$ $= 0.0021 \text{ mm}$	1	$0.0021 \text{ mm} = 2.1 \text{ } \mu\text{m}$
3 级量块 尺寸偏差 Δl_s 下限值量块 尺寸偏差 $\Delta l_s'$ 上限值量块 尺寸偏差 $\Delta l_s''$	$u(\Delta l_s) = \sqrt{u^2(\Delta l_s') + u^2(\Delta l_s'')}$ $= 0.0015 \text{ mm}$ $u(\Delta l_s') = \Delta l_s'$ $= 0.0010 \text{ mm}$ $u(\Delta l_s'') = \Delta l_s''$ $= 0.0012 \text{ mm}$	-1	$0.0015 \text{ mm} = 1.5 \text{ } \mu\text{m}$
卡规和量块的线 膨胀系数差 δ_a	$u(\delta_a) = 0.82 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$L \cdot \Delta t = 15 \text{ mm} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C}$ $= 75 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C}$	$75 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C} \times 0.82 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $= 0.000062 \text{ mm}$ $= 0.062 \text{ } \mu\text{m}$
卡规和量块的 温度差 δ_t	$u(\delta_t) = 1.2 \text{ } ^\circ\text{C}$	$L \cdot \bar{\alpha} = 15 \text{ mm} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ $= 0.00017 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	$1.2 \text{ } ^\circ\text{C} \times 0.00017 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ $= 0.0002 \text{ mm} = 0.2 \text{ } \mu\text{m}$

A.6 合成标准不确定度 u_c 和扩展不确定度 U

$$u_c = u(e) = \sqrt{u^2(\Delta l_k) + u^2(\Delta l_s) + (L \cdot \Delta t)^2 \cdot u^2(\delta_a) + L^2 \cdot \bar{\alpha}^2 \cdot u^2(\delta_t)}$$

分度值/分辨力 0.005 mm、测量范围 (10~15) mm 时:

$$\begin{aligned} u_c = u(e) &= \sqrt{2.1^2 + 1.5^2 + 0.062^2 + 0.2^2} \mu\text{m} \\ &= \sqrt{6.70} \mu\text{m} = 2.6 \mu\text{m} \end{aligned}$$

$$U = k \cdot u_c \quad \text{取包含因子 } k=2$$

$$U = 2 \times 2.6 \mu\text{m} = 5.2 \mu\text{m} = 0.005 2 \text{ mm}$$

依表 A.1 的类同分析计算, 得到分度值/分辨力为 0.01 mm、测量范围 (160~170) mm 和分度值为 0.02 mm、测量范围 (160~200) mm 的测量扩展不确定度均为: $U=0.015 \text{ mm}$, $k=2$ (评定计算过程省略)。

关于带表内卡规示值误差测量结果不确定度评定, 由于带表内卡规示值误差校准方法和校准计量器具类同于带表外卡规, 其示值误差测量结果不确定度的评定不再叙述, 仅列出分析计算结果如下:

分度值/分辨力 0.005 mm、测量范围 (10~15) mm:

$$U = 0.005 2 \text{ mm}, k = 2$$

分度值/分辨力为 0.01 mm、测量范围 (160~170) mm 和分度值为 0.02 mm、测量范围 (135~175) mm 带表内卡规的测量扩展不确定度均为:

$$U = 0.015 \text{ mm}, k = 2$$

附录 B

校准证书内容

- a) 标题“校准证书”；
 - b) 实验室名称和地址；
 - c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
 - d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
 - e) 送校单位的名称和地址；
 - f) 被校对象的描述和明确标识；
 - g) 进行校准日期，如果与校准结果的有效性的应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
 - h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
 - i) 对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) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
 - n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
 - o) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书。
-