

JJG

广西壮族自治区地方计量检定规程

JJG (桂) 04-2004

电子数显指示表

Dial Indicator with Electronic Digital Display

2004-10-10 发布

2005-01-01 实施

广西壮族自治区质量技术监督局

发布

本规程主要起草人:

徐凯辉 全贻智 (广西计量检测研究院)

赵伟荣 (桂林量具刃具厂)

李海平 (桂林广陆数字测控股份有限公司)

杨爱群 (桂林市计量测试研究所)

赵志强 (桂林晶瑞传感技术有限责任公司)

目 录

电子数显指示表检定规程

1 范围	1
2 引用文献	(1)
3 概述	Verification Regulation of Dial Indicator with Electronic Digital Display (1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 装夹套筒和支撑杆直径	(2)
4.2 测量范围	(2)
4.3 测量力	(2)
4.4 响应速度	(2)
4.5 示值误差	(3)
4.6 副杆径向受力对示值影响	(3)
4.7 示值误差	(3)
4.8 回程误差	(4)
4.9 数值漂移	(4)
5 通用技术要求	(4)
5.1 外观	桂林量具刃具厂 (4)
5.2 各部分相互作用	桂林广陆数字测控股份有限公司 (4)
6 计量器具控制	(5)
6.1 检定环境条件	桂林市计量测试研究所 (5)
6.2 检定项目和检定器具	桂林晶瑞传感技术有限责任公司 (5)
6.3 检定方法	(5)
7 检定结果处理	(7)
8 检定周期	(7)
附录 A 电子数显指示表示值误差测量不确定度评定	(8)
附录 B 检定证书和检定结果通知书内页格式	(11)

本规程委托广西计量检测研究院负责解释

电子数显指示表检定规程

1 范围

本规程适用于分辨力为 0.01 mm 和 0.005 mm, 测量范围上限至 100 mm, 以及分辨力为 0.001 mm, 测量范围上限至 30 mm 电子数显指示表的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献

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

JJF 1094-2002 测量仪器特性评定

GB/T 18761-2002 电子数显指示表

使用本规程时, 应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

电子数显指示表是利用容栅技术, 将测杆直线位移以数字显示的计量器具。主要用于测量制件的尺寸、形状和位置误差等。其外形结构见图 1~图 3。

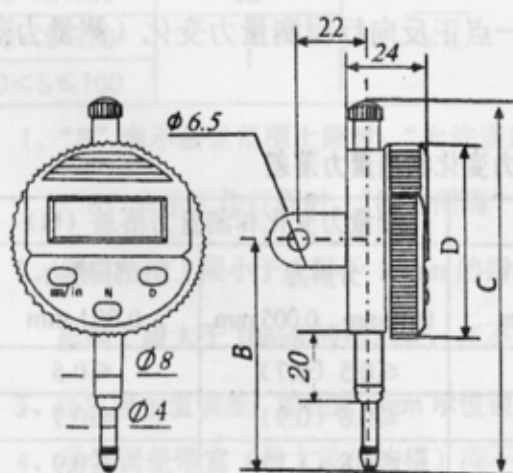


图1 A型

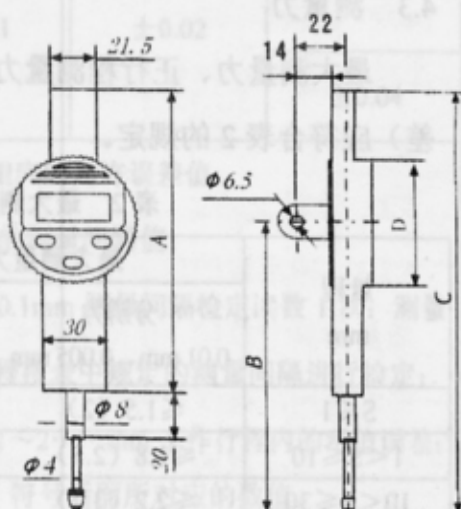


图2 B型

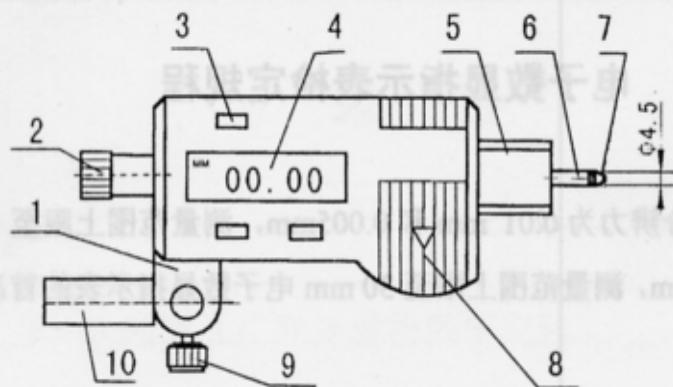


图3 C型

1. 表体; 2. 提帽; 3. 功能键; 4. 显示器; 5. 表杆;
6. 测量杆; 7. 测量头; 8. 电池盖; 9. 紧固螺钉; 10. 夹持杆

4 计量性能要求

4.1 装夹套筒和夹持杆直径

直径应为 $\Phi 8_{-0.015}^{0} \text{ mm}$ 或 $\Phi 9.5_{-0.015}^{0} \text{ mm}$ 。

4.2 测量头的表面粗糙度

应不大于表 1 的规定。

表 1 测量头表面粗糙度

 $\mu \text{ m}$

测量头材料	钢	硬质合金	宝石
表面粗糙度	Ra 0.1	Ra 0.2	Ra 0.05

4.3 测量力

最大测量力、正行程测量力变化和同一点正反向行程测量力变化（测量力落差）应符合表 2 的规定。

表 2 最大测量力、测量力变化和测量力落差

量程 mm	最大测量力 (N)		测量力变化和测量力落差 (N)	
	分辨力 0.01 mm、0.005 mm	分辨力 0.001 mm	分辨力 0.01 mm、0.005 mm	分辨力 0.001 mm
$S \leq 1$	≤ 1.5 (2)	≤ 1.6	≤ 0.5 (0.7)	≤ 0.5
$1 < S \leq 10$	≤ 1.8 (2.5)	≤ 2	≤ 0.6 (0.9)	≤ 0.7
$10 < S \leq 30$	≤ 2.2 (3.2)	≤ 2.5	≤ 0.8 (1.1)	≤ 0.9
$30 < S \leq 50$	≤ 2.8 (3.8)	—	≤ 1.2 (1.5)	—
$50 < S \leq 100$	≤ 3.5 (4.5)	—	≤ 1.5 (1.8)	—

* 括号内的数值为 C 型指示表的允许值。

4.4 响应速度

分辨力为 0.01 mm、0.005mm 指示表的响应速度应不小于 0.5 m/s; 分辨力为 0.001 mm 的指示表响应速度应不小于 0.3 m/s。

4.5 示值变动性

应不大于表 3 的规定。

4.6 测杆径向受力对示值影响

应不大于表 3 的规定。

表 3 示值变动性和回程误差

mm

分辨力	示值变动性	测杆径向受力对示值影响	回程误差*
0.01	0.01	0.01	0.01 (0.02)
0.005	0.005	0.01	0.01 (0.015)
0.001	0.001	0.003	0.003 (0.004)

*回程误差栏内括号中的数值为测量范围上限大于 10mm 指示表的允许值。

4.7 示值误差

应不超过表 4、表 5 和表 6 的规定。

表 4 分辨力 0.01mm 指示表的示值误差

mm

测量范围上限 或工作行程	测量间隔	允许误差			
		任意 0.1	任意 0.2	任意 1	全量程
S≤10	(0.1)	±0.01	±0.01	±0.02	±0.03
	0.2	—			
10<S≤30	0.5				±0.04
30<S≤50	1				
50<S≤100					

注：1、“S”表示测量范围上限时，“允许误差”栏列有相应的允许误差值。

“S”表示工作行程时，“测量间隔”栏列有相应的测量间隔值；

2、测量范围上限小于或等于 10mm 的指示表，每隔 0.1mm 测量间隔检定读数 1 次；测量

范围上限大于 10mm 的指示表，在不同的工作行程按表中规定的测量间隔进行检定；

3、任意段示值误差：如任意 1mm 示值误差指 0~1, 1~2……mm 工作行程内的示值误差；

4、示值误差带宽（最大差值的模）应不大于“±”符号后面所对应的数值。

* 表 5 与表 6 中也有与表 4 相同内容的“注”

表5 分辨力 0.005mm 指示表的示值误差

mm

测量范围上限 或工作行程	测量间隔	允许误差			
		任意 0.1	任意 0.2	任意 1	全量程
S≤10	(0.1)	±0.01	±0.01	±0.015	±0.02
	0.2	—			±0.025
10<S≤30	0.5				±0.030
30<S≤50	1				
50<S≤100					

表6 分辨力为 0.001mm 指示表的示值误差

mm

测量范围上限 或工作行程	测量间隔	允许误差				
		任意 0.01	任意 0.02	任意 1	全量程	
					0 级	1 级
S≤1	(0.01)	±0.002	±0.002	—	±0.003	±0.004
	0.02	—			±0.004	±0.005
1<S≤3	0.05			±0.004	±0.005	±0.007
3<S≤10	1				±0.008	±0.010
10<S≤30						

4.8 回程误差

应不大于表 3 的规定。

4.9 数值漂移

测量杆在任意位置时, 1 小时内的数值漂移应不大于其分辨力值。

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 指示表的表面不应有锈蚀、碰伤、毛刺、镀层脱落和明显划痕及影响外观质量的其它缺陷; 使用中和修理后的表, 其测量头不应有明显的磨损, 允许有不影响使用准确度的外观缺陷。

5.1.2 显示屏数字显示应清晰, 不应有掉字、缺笔划等影响读数的现象。

5.1.3 指示表上必须有制造厂名或商标、制造许可证 CMC 标志和编号、分辨力和出厂编号。

5.2 各部分相互作用

5.2.1 测量杆的移动应平稳、灵活、无卡滞和无松动现象。功能键应灵活、可靠, 标注符号或图文应清晰且含义准确。

5.2.2 指示表行程应超过测量范围上限不少于 0.5mm。

6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

6.1 检定环境条件

检定指示表的室内温度、湿度,以及检定前被检指示表与检定用器具在检定室内平衡温度的时间按照表 7 规定。

表 7 检定环境条件

指示表分辨力 i (mm) 测量范围上限 S (mm)	室温 ($^{\circ}\text{C}$)	平衡温度时间 不少于 (h)	湿 度 不大于 (RH)
($i:0.01, 0.005$) $S \leq 30$ ($i:0.001$) $S \leq 10$	20 ± 5	2	70%
($i:0.01, 0.005$) $30 \leq S \leq 100$ ($i:0.001$) $10 \leq S \leq 30$		3	70%

6.2 检定项目和检定器具

电子数显指示表的检定项目和主要检定器具列于表 8。

表 8 检定项目和主要检定器具一览表

序号	检定项目	主要检定器具	检定类别		
			首次 检定	后续 检定	使用中 检验
1	外观	—	+	+	+
2	各部分相互作用	—	+	+	+
3	装夹套筒和夹持杆直径	1 级外径千分尺	+	—	—
4	测量头表粗糙度	表面粗糙度比较样块	+	±	—
5	测量力	测力仪	+	±	—
6	响应速度	—	+	—	—
7	示值变动性	刚性表架、平面工作台	+	+	—
8	测杆径向受力对示值影响	半圆柱侧块、刚性表架和带筋工作台	+	+	—
9	示值误差	光栅式指示表检定仪 或百分表检定仪、千分表检定仪	+	+	+
10	回程误差		+	+	+
11	数值漂移		+	—	—

注:表中“+”表示应检定,“—”表示可不检定,“±”该项目未经修理的可不检定。

6.3 检定方法

6.3.1 外观

目力观察。

6.3.2 各部分相互作用

目力观察和操作试验。

6.3.3 装夹套筒和夹持杆直径

用 1 级外径千分尺检定两端和中部 3 个位置的直径, 均应符合 4.1 条的规定。

6.3.4 测量头表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行检定。

6.3.5 测量力和测量力落差

用分度值不大于 0.1N 的测力仪在指示表工作行程的始、中、末 3 个位置上进行检定, 正行程检定完后继续使指示表测杆正行程移动 5~10 个分辨力值, 再进行反行程检定。

正行程中的最大测量力应不大于表 2 的规定, 各点位置的正向测量力与反向测量力之差, 即为同一点正反向测量力的落差, 均不应大于表 2 的规定。

6.3.6 响应速度

用手动速度模拟, 推动测量杆观察显示数值是否正常。

6.3.7 示值变动性

将指示表装夹在指示表检定仪上, 在指示表工作行程的始、中、末 3 个位置, 分别提升测量杆 5 次, 5 次中最大读数与最小读数之差即为该位置上的示值变动性。上述 3 个位置的示值变动性均应不大于表 3 的规定。

6.3.8 测杆径向受力对示值影响

将指示表装夹在刚性表架上, 使表的测杆轴线垂直于带筋工作台, 在测头与工作台之间放置一个半径为 10mm 的半圆柱侧块 (量块附件), 调整指示表于工作行程起始位置与侧块圆柱面最高位置附近接触, 沿侧块母线垂直方向, 分别在指示表的前、后、左、右 4 个位置移动侧块各两次, 每次侧块的最高点与表的测头接触出现最大值 (转折点) 时, 记下读数, 在 8 个读数中, 最大与最小值之差应不超过表 3 的要求, 这一检定还应在工作行程的中、末两个位置上进行。

6.3.9 示值误差

用光栅式指示表检定仪或百分表检定仪检定分辨力为 0.01mm 和 0.005mm 的电子数显指示表, 用光栅式指示表检定仪或千分表检定仪检定分辨为 0.002mm 和

0.001mm 的电子数显指示表,也可用其它不低于上述准确度的方法检定。

检定时,将电子数显指示表可靠地紧固在检定仪上,使测量杆处于水平或垂直向下的自由位置姿态,压缩测量杆约 0.1mm 至 0.2mm,将指示表和检定仪都置零,在测量杆正行程的方向上每隔规定的测量间隔进行检定(测量间隔见表 4、表 5、表 6)直至全量程。然后检定仪反向运动,检定指示表的反行程。在整个检定过程中,中途不得改变测量杆的移动方向,也不应对指示表和检定仪作任何调整。

指示表的示值误差由正行程内各受检点的误差值确定。

6.3.10 回程误差

指示表相应各受检点上正行程示值误差与反行程示值误差之差的模为该受检点的回程误差,其中的最大值即为该指示表的回程误差。

6.3.11 数值漂移

检定完指示表的示值误差后,暂不从检定仪上卸下指示表,将指示表测量杆停留在任何位置上,观察指示表示值在 1h 内的变化;也可将指示表装夹在磁性表座或万能表座上,压缩测杆到任意位置,观察指示表示值在 1h 内的变化。

7 检定结果处理

经检定符合本规程要求的电子数显指示表发给检定证书;不符合本规程要求的发给检定结果通知书,并注明不合格项目。

8 检定周期

电子数显指示表的检定周期可根据实际使用情况确定,一般不超过一年。

表 2 标准不确定度一览表 (检定指示表量程 30 mm 量程时)

不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$ μm	包含因子 k_i	标准不确定度值 $u(x_i)$ μm
指示表示值变动性	$\sqrt{2} \times 1 \times 0.5 / \sqrt{5} = 0.4$	1	0.4
检定仪示值误差	$1.4 \times 0.5 / \sqrt{5} = 0.4$	1	0.4
指示表测杆轴系误差	$(0.002 / \sqrt{3}) + (0.001 / \sqrt{3}) = 0.001$	1	0.001

附录 A

电子数显指示表示值误差测量不确定度评定

1 概述

1.1 测量方法: 依据 JJG (桂) 04—2004 《电子数显指示表检定规程》

1.2 测量标准: 光栅式指示表检定仪

分辨力 $0.5\mu\text{m}$ $0.2\mu\text{m}$ $0.1\mu\text{m}$

测量范围 0~50mm

任意 2mm $\text{MPE} \leq 1.0\mu\text{m}$

任意 30mm $\text{MPE} \leq 1.4\mu\text{m}$

全程 50mm $\text{MPE} \leq 2.0\mu\text{m}$

1.3 被检对象: 分辨力 0.001mm 测量范围 0~30mm

任意 0.02mm 允许示值误差 $\pm 0.002\text{mm}$

全量程 30mm 允许示值误差 $\pm 0.010\text{mm}$

2 数学模型

$$e = L_d - L_s + L(1 - \cos \theta)$$

式中: e —指示表示值误差;

L_d —指示表示值;

L_s —检定仪示值;

θ —指示表测杆主轴与指示表检定仪测杆主轴夹角;

L —受检点名义量程值。

3 方差和传播系数

$$u_c^2 = u^2(e) = c^2(L_d) \cdot u^2(L_d) + c^2(L_s) \cdot u^2(L_s) + c^2(\theta) \cdot u^2(\theta)$$

式中: $c(L_d) = \partial e / \partial L_d = 1$

$$c(L_s) = \partial e / \partial L_s = -1$$

$$c(\theta) = \partial e / \partial \theta = -L \cdot \sin \theta$$

$$\text{得: } u_c^2 = u^2(e) = u^2(L_d) + u^2(L_s) + (L \cdot \sin \theta)^2 \cdot u^2(\theta)$$

4 测量不确定度来源, 标准不确定度计算

4.1 指示表示值变动性: $1\text{ }\mu\text{m}$, 为均匀分布, 影响 2 次。

$$\text{故 } u(L_d) = \sqrt{2} \times 1 \times 0.5 / \sqrt{3} = 0.4\text{ }\mu\text{m}$$

4.2 指示表检定仪示值误差:

任意 2mm 时, 允许示值误差 $\leq 1.0\text{ }\mu\text{m}$, 为均匀分布

$$u(L_s) = 1 \times 0.5 / \sqrt{3} = 0.3\text{ }\mu\text{m}$$

任意 30mm 时, 允许示值误差 $\leq 1.4\text{ }\mu\text{m}$, 为均匀分布

$$u(L_s) = 1.4 \times 0.5 / \sqrt{3} = 0.6\text{ }\mu\text{m}$$

4.3 百分表测杆装夹歪斜 θ : 依 JJG 201—1999 要求为 $\pm 0.002\text{ rad}$, 为均匀分布

$$u(\theta) = 0.002 / \sqrt{3} = 0.001\text{ rad}$$

5 标准不确定度一览表

5.1 检定指示表任意 0.02 mm 时, 如表 1 所示。

5.2 检定指示表任意 30 mm 量程时, 如表 2 所示。

表 1 标准不确定度一览表 (检定指示表任意 0.02 mm 时)

不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$ μm	c_i	$ c_i \times u(x_i)$ μm
指示表示值变动性	$\sqrt{2} \times 1 \times 0.5 / \sqrt{3} = 0.4$	1	0.4
检定仪示值误差	$1 \times 0.5 / \sqrt{3} = 0.3$	-1	0.3
指示表测杆装夹歪斜	可略而不计		

表 2 标准不确定度一览表 (检定指示表任意 30 mm 量程时)

不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$ μm	c_i	$ c_i \times u(x_i)$ μm
指示表示值变动性	$\sqrt{2} \times 1 \times 0.5 / \sqrt{3} = 0.4$	1	0.4
检定仪示值误差	$1.4 \times 0.5 / \sqrt{3} = 0.4$	-1	0.4
指示表测杆装夹歪斜	$0.002 / \sqrt{3} = 0.001\text{ rad}$	$-L \cdot \sin \theta$	$30 \times 1000 \times 0.002 \times 0.001 = 0.1$

6. 合成标准不确定度计算

6.1 检定任意 0.02mm 时

$$u_c = \sqrt{u^2(L_d) + u^2(L_s)}$$

$$= \sqrt{0.4^2 + 0.3^2} = 0.5 \mu\text{m}$$

6.2 检定 30mm 量程时

$$u_c = \sqrt{u^2(L_d) + u^2(L_s) + (L \cdot \sin\theta)^2 \cdot u^2(\theta)}$$

$$= \sqrt{0.4^2 + 0.4^2 + 0.1^2} = 0.6 \mu\text{m}$$

7 扩展不确定度

7.1 检定任意 0.02mm 时

$$U = k \cdot u_c$$

$$= 2 \times 0.5 = 1 \mu\text{m}$$

7.2 检定 30mm 量程时

$$U = k \cdot u_c$$

$$= 2 \times 0.6 = 1.2 \mu\text{m}$$

2	数学模型	式中: L_d —指示表测量范围	式中: L_s —指示表量程
0.0			
0.1			
0.2			

3	数学模型	式中: $c(L_d)$ —指示表测量范围	式中: $c(L_s)$ —指示表量程
0.0			
0.1			
0.2			

4 测量不确定度来源, 标准不确定度计算

附录 B

检定证书和检定结果通知书内页格式

检定结果

序号	主要检定项目	检定结果
1	最大测量力	(N)
	测量力变化	(N)
	测量力落差	(N)
2	示值变动性	(μm)
3	测杆径向受力对示值影响	(μm)
4	回程误差	(μm)
5	全量程示值误差	(μm)
6	任意 mm 示值误差	(μm)
7	任意 mm 示值误差	(μm)
检定依据: JJG (桂) 04—2004 《电子数显指示表检定规程》 检定温度: (°C); 相对湿度: (RH)		

注: “检定结果”栏内应填写测得的量化值, 不要简单给“合格”或“不合格”; 若超过允许误差, 应在量化值后注明“不合格”。