



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 201—2008

指示类量具检定仪

Tester for Dial Indicator Gauges

2008—05—23 发布

2008—11—23 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

指示类量具检定仪检定制程

Verification Regulation of
Tester for Dial Indicator Gauges

JJG 201—2008
代替 JJG 201—1999
JJG 271—1996

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2008 年 5 月 23 日批准，并自 2008 年 11 月 23 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：河南省计量科学研究院

中国计量测试研究院

洛阳市质量技术监督检验检测中心

本规程委托全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

张卫东（河南省计量科学研究院）

陈永康（中国计量测试研究院）

崔喜才（洛阳市质量技术监督检验测试中心）

参加起草人：

贾晓杰（河南省计量科学研究院）

目 录

1	范围	(1)
2	引用文献	(1)
3	概述	(1)
4	计量性能要求	(2)
4.1	微分筒端面与固定套管的相对位置	(2)
4.2	固定套管刻线面与微分筒棱边上边缘的距离	(2)
4.3	测杆测量面的表面粗糙度	(2)
4.4	测杆测量面的平面度	(2)
4.5	测杆测量面与测杆旋转轴线的垂直度	(2)
4.6	圆柱轴线与测杆轴线的垂直度和位置度	(2)
4.7	重复性	(2)
4.8	示值误差	(2)
4.9	回程误差	(3)
5	通用技术要求	(3)
5.1	外观	(3)
5.2	各部分相互作用	(4)
6	计量器具控制	(4)
6.1	检定条件	(4)
6.2	检定项目和主要检定器具	(4)
6.3	检定方法	(5)
6.4	检定结果处理	(7)
6.5	检定周期	(7)
附录 A	指示类量具检定制示值误差测量结果不确定度评定	(8)
附录 B	机械式百分表检定制示值误差及回程误差的数据处理示例	(13)
附录 C	机械式千分表检定制示值误差及回程误差的数据处理示例	(15)
附录 D	数控式指示表检定制示值误差及回程误差的数据处理示例	(17)
附录 E	光栅式指示表检定制示值误差的数据处理示例	(19)
附录 F	检定指示类量具检定制时所需工具的技术图表及要求	(21)
附录 G	检定证书和检定结果通知书内页格式	(22)

指示类量具检定仪检定规程

1 范围

本规程适用于分辨力不大于 $0.5\ \mu\text{m}$ ，量程不大于 $50\ \text{mm}$ 的数显式指示类量具检定仪和分度值不大于 $10\ \mu\text{m}$ ，量程不大于 $25\ \text{mm}$ 的机械式指示类量具检定仪的首次检定、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

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

指示类量具检定仪（以下简称检定仪）是通过目力瞄准，以光栅传感器或精密丝杠为计量标准，主要用于检定指示表（指针、数显）、杠杆表和内径表以及大量程百分表的示值误差和回程误差的计量仪器。

检定仪按结构型式分为立式和卧式；按读数方式分为数字式（含数控式和光栅式）（见图 1、图 2）和机械鼓轮式（见图 3）；按操作方式可分为手动、半自动和全自动三种，按仪器功能又可分为千分表检定仪和百分表检定仪以及指示表检定仪。

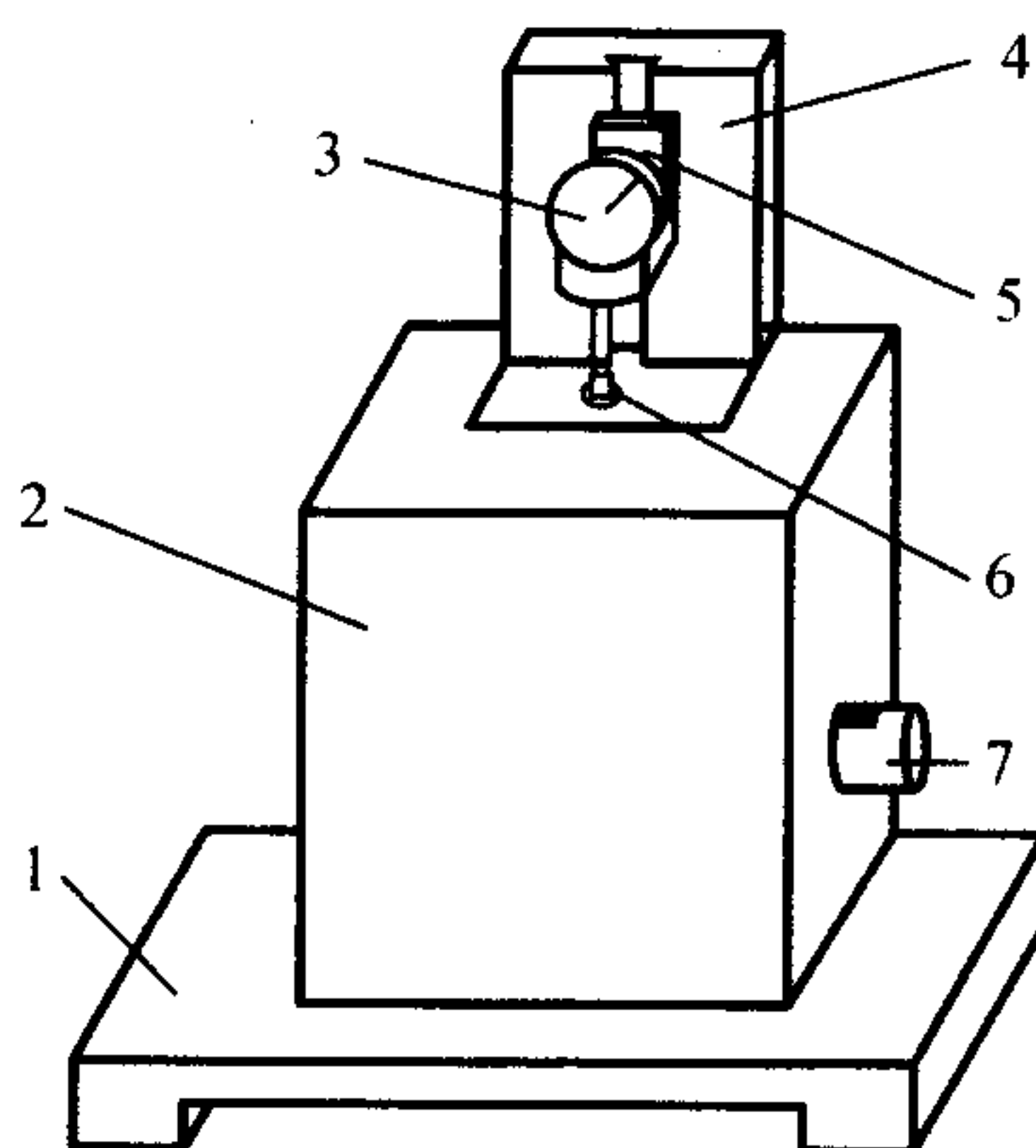


图 1 立式光栅式指示表检定仪示意图

1—底座；2—测微头座；3—被检表；4—立柱；5—表座；6—测杆；7—手轮

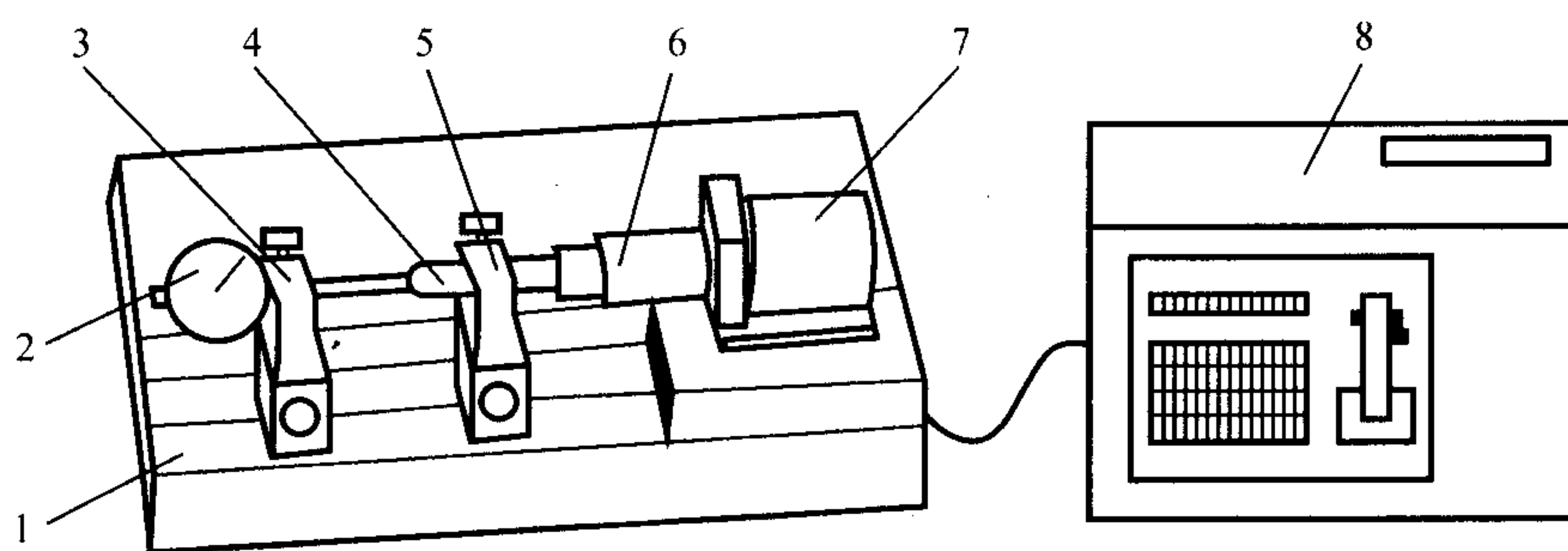


图2 数控式指示表检测仪示意图

1—底座；2—被检表；3—表座；4—测杆；5—测微头座；
6—连杆；7—步进电机；8—显示和打印控制器

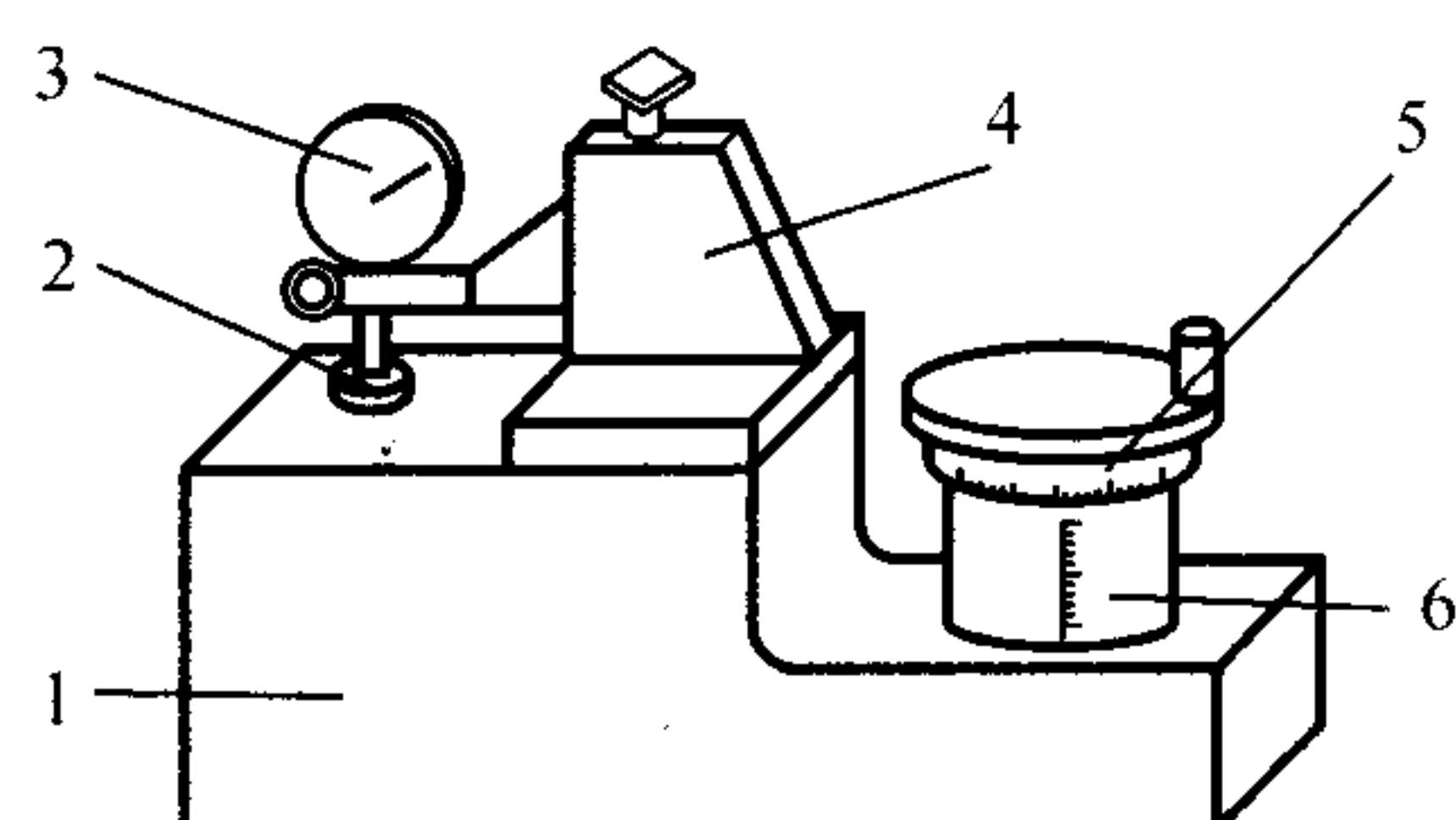


图3 机械式千分表检测仪示意图

1—底座；2—测杆；3—被检表；4—表架；5—微分筒；6—套筒

4 计量性能要求

4.1 微分筒端面与固定套管的相对位置

机械式指示类量具检测仪的微分筒上零刻线与固定套管纵刻线对准时，微分筒端面与固定套管毫米刻线的距离，压线不大于5个分度值，离线不大于10个分度值。

4.2 固定套管刻线面与微分筒棱边上边缘的距离

机械式指示类量具检测仪固定套管刻线面与微分筒棱边上边缘的距离不大于0.4mm。

4.3 测杆测量面的表面粗糙度

测杆测量面的表面粗糙度不大于 $Ra0.1\mu m$ 。

4.4 测杆测量面的平面度

测杆测量面的平面度不大于 $1\mu m$ ，只允许中间凸，边缘0.2mm内允许塌边。

4.5 测杆测量面与测杆旋转轴线的垂直度

百分表检测仪测杆测量面与测杆旋转轴线的垂直度不大于 $1'3''$ 。

4.6 圆柱轴线与测杆轴线的垂直度和位置度

立柱V形夹座夹持不同直径圆柱时，圆柱轴线与测杆轴线的垂直度和位置度在夹持长度50mm范围内，垂直度和位置度均不大于0.1mm。

4.7 重复性

光栅式指示类量具检测仪和数控式百分表检测仪重复性不大于 $0.1\mu m$ 。

4.8 示值误差

示值误差要求见表1。

表 1 示值误差要求

仪器名称	测量范围/mm	最大允许误差/ μm	
千分表检定仪	0~2	任意 1 mm 范围内	1
		2mm 范围内	1.5
	0~5	任意 1 mm 范围内	1
		任意 2 mm 范围内	1.5
		5 mm 范围内	2
百分表检定仪（机械式、数控式）	0~25	任意 1 mm 范围内	2
		任意 10 mm 范围内	3
		25 mm 范围内	4
	0~50	任意 1 mm 范围内	2
		任意 10 mm 范围内	3
		任意 30 mm 范围内	4
		50 mm 范围内	6
光栅式指示表检定仪	0~10	任意 1 mm 范围内	1
		任意 2 mm 范围内	1.5
		10 mm 范围内	2
	0~50	任意 1 mm 范围内	1
		任意 2 mm 范围内	1.5
		任意 10 mm 范围内	2
		任意 30 mm 范围内	3
		50 mm 范围内	6

4.9 回程误差

4.9.1 光栅式指示表检定仪回程误差不大于 0.5 μm ；

4.9.2 千分表检定仪回程误差不大于 0.5 μm ；

4.9.3 百分表检定仪回程误差不大于 1 μm 。

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 仪器各部分的涂层和镀层要平整、均匀、色调一致，无斑点、脱皮等现象。仪器和附件的工作面无锈蚀、碰伤、毛刺等缺陷。

5.1.2 机械式指示类量具检定仪的刻线应清晰、完整；数显式指示类量具检定仪的数字显示完整清晰；按键、旋钮表面的字母、符号完整清晰；图像识别系统的照明应亮度均匀，光学成像清晰，图像完整。

- 5.1.3 仪器上应标有制造厂名（或厂标）、型号出厂编号。
- 5.1.4 后续检定和使用中检验的仪器，允许有不影响计量性能的上述缺陷。
- 5.2 各部分相互作用
 - 5.2.1 仪器各活动部件运动平稳、灵活和无阻滞，止动部件作用可靠。
 - 5.2.2 数显式指示类量具检定仪的显示、打印系统功能正常。

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 检定条件
 - 6.1.1 环境条件
 - 6.1.1.1 检定机械式和数控式检定仪时，实验室的温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，温度变化 $\leq 1^\circ\text{C/h}$ 。检定光栅式检定仪时，实验室的温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，温度变化 $\leq 1^\circ\text{C/h}$ 。
 - 6.1.1.2 检定室内的相对湿度 $\leq 70\%$ 。
 - 6.1.1.3 受检仪器和检定器具在检定室内平衡温度时间不少于 8h。
 - 6.2 检定项目和主要检定器具

检定仪的检定项目和主要检定器具见表 2。

表 2 检定仪的检定项目和主要检定器具

序号	检定项目	主要检定器具	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	微分筒端面与固定套管的相对位置		+	+	+
4	固定套管刻线面与微分筒棱边上边缘的距离	塞尺 MPE: $\pm 12\ \mu\text{m}$	+	+	+
5	测杆测量面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: $-17\%\sim+12\%$	+	—	—
6	测杆测量面的平面度	2 级平面平晶	+	+	—
7	测杆测量面与测杆旋转轴线的垂直度	1"自准直仪	+	—	—
8	立柱 V 形夹座夹持不同直径圆柱时, 圆柱 轴线与测杆轴线的垂直度和位置度	1 级公法线千分尺; 2 级直角尺以及专用心轴	+	—	—
9	重复性	分辨力为 $0.1\ \mu\text{m}$ 电感 测微仪	+	+	—
10	示值误差	3 等或 4 等量块; 分辨 力为 $0.01\ \mu\text{m}$ 的电感 测微仪; 分度值为 $1\ \mu\text{m}$ 的扭簧比较仪	+	+	—
11	回程误差		+	+	—
注: 表中“+”表示应检定, “—”表示可不检定。					

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

目力观察与手动试验。

6.3.3 微分筒端面与固定套管的相对位置

目力观察与手动试验。

6.3.4 固定套管刻线面与微分筒棱边上边缘的距离

用塞尺比较测量。

6.3.5 测杆测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块以比较法进行测量。

6.3.6 测杆测量面的平面度

用平面平晶以技术光波干涉法测量。

6.3.7 测杆测量面与测杆旋转轴线的垂直度

将自准直仪与测杆测量面调整好，使测量面反射影像在自准直仪的视场中，在整个测量范围内转动测杆，从视场中找出反射影像最小和最大位置，在自准直仪上读数，两读数之差的一半为检定结果。

6.3.8 立柱 V 形夹座夹持不同直径圆柱时，圆柱轴线与测杆轴线的垂直度和位置度

测杆直径为 6.5 mm 的检定仪，用附录 F 表 F.1 中 1 号、2 号心轴分别进行测量；测杆直径为 8 mm 的检定仪，用附录 F 表 F.1 中 3 号、4 号心轴分别进行测量。

测量垂直度时，专用心轴夹在立柱 V 形夹座上，在立柱上、下两个位置上分别用直角尺和塞尺进行测量（见图 4）。

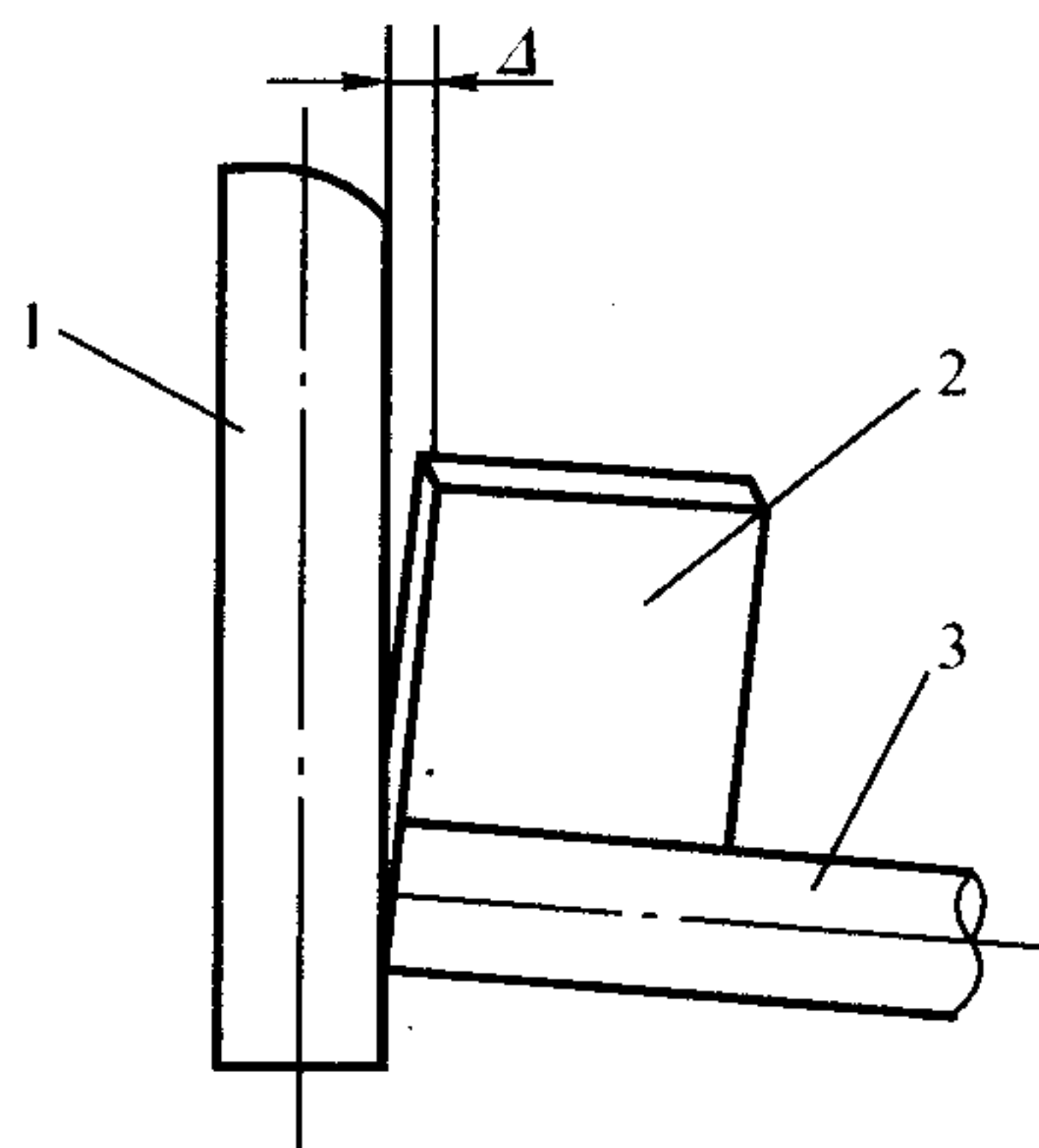


图 4 圆柱轴线与测杆轴线的垂直度测试位置图

1—圆柱；2—直角尺；3—检定仪测杆

测量位置度时，用公法线千分尺在如图 5 所示的测量位置进行测量，测量值与圆柱直径之差为检定结果。

6.3.9 重复性

将电感测微仪安装在被检光栅式指示表检定仪或数控式百分表检定仪的表座（或支架）孔内，调整其测头与检定仪测杆测量面相接触，从同一方向重复移动检定仪测杆 10 次，使电感测微仪显示同一值，记录检定仪 10 次显示值的最大变化量，取最大变化

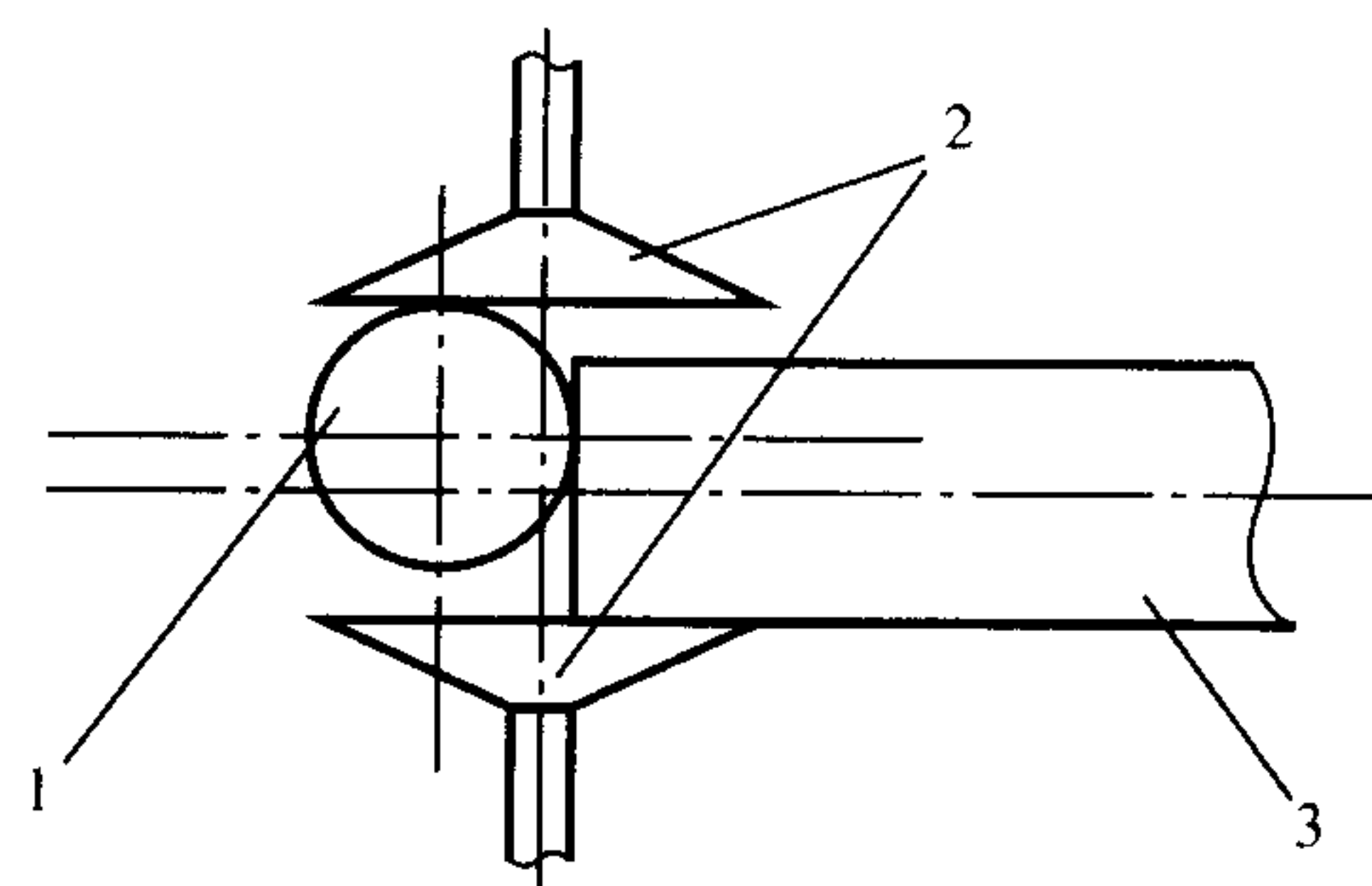


图 5 圆柱轴线与测杆轴线的位置度测试位置图

1—圆柱；2—公法线千分尺测头；3—检定仪测杆

量的 1/3.08 为检定结果。

6.3.10 示值误差

6.3.10.1 千分表检定仪、光栅式指示表检定仪用 3 等量块、示值误差的误差限不超过 $\pm 0.1\text{ }\mu\text{m}$ 的指示仪（如分辨力为 $0.01\text{ }\mu\text{m}$ 的电感测微仪）检定。

百分表检定仪（含机械式和数控式）用 4 等量块和示值误差不超过 $\pm 1\text{ }\mu\text{m}$ 的指示仪（如分度值为 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的扭簧表）检定。

各种指示类量具检定仪的测量段和测量间隔见表 3。

表 3 各种指示类量具检定仪的测量段和测量间隔

类型	测量范围/mm	受检测量段	测量间隔或测量点
机械式千分表检定仪	0~2	0 mm~2 mm	测量间隔为 0.2 mm
	0~5	0 mm~5 mm	测量间隔为 1 mm
		选取一个 2 mm 段	测量间隔为 0.2 mm
机械式百分表检定仪	0~25	0 mm~25 mm	测量点为 4.12 mm、9.24 mm、14.36 mm、20.5 mm、24 mm
		选取一个 10 mm 段	测量间隔为 2 mm
		选取一个 1 mm 段	测量间隔为 0.2 mm
光栅式指示类量具检定仪	0~10 或 0~13	0 mm~10 mm	测量间隔为 1 mm
		选取一个 1 mm 段	测量间隔为 0.2 mm
	0~50	0 mm~50 mm	测量间隔为 10 mm
		选取一个 10 mm 段	测量间隔为 1 mm
		选取一个 1 mm 段	测量间隔为 0.2 mm
数控式百分表检定仪	0~10	0 mm~10 mm	测量间隔为 2 mm
		选取一个 1 mm 段	测量间隔为 0.2 mm
	0~50	0 mm~50 mm	测量点为 4.12 mm、9.24 mm、14.36 mm、20.5 mm、24 mm、29 mm、39 mm、49 mm
		选取一个 10 mm 段	测量间隔为 2 mm
		选取一个 1 mm 段	测量间隔为 0.2 mm

6.3.10.2 光栅式指示表检定仪和千分表检定仪示值误差检定方法

测量前,将三珠工作台(见附录F图F.2)安装在测杆上,指示仪测头安装在支架孔中,调整支架,使测头对准三珠工作台中心。将受检的检定仪对好所选择测量段的起始位置,然后按测量段由大至小的顺序进行检定,对细分测量段的检定应选择前一测量段中误差较大的一段进行。

测量时,先把尺寸为1 mm的量块放在三珠工作台上,调整指示仪测头与量块接触并使其示值为零。然后按所选的测量间隔(见表3)置换量块,旋转检定仪的手轮或微分筒至受检点,在指示仪上读出各点的误差值。这种测量应在所选测量段的正、反行程上进行。每一测量段正行程测量后,需再向正行程移动10个分度,然后反向测量。在测量过程中,应不作任何调整和改变测杆的移动方向。如果所用量块尺寸不能一次依次测量完所选择的测量范围时,应分段测量,并将其误差值累计。

6.3.10.3 百分表检定仪(机械式和数控式)示值误差检定方法

测量前,把指示仪测头安装在表座孔中,将测头调到选择的测量段的起始位置,然后按测量段由大至小的顺序进行检定,对细分测量段的检定应选择前一测量段中误差较大的一段进行。

测量时,在指示仪测头与检定仪测杆测量面之间夹持尺寸为1 mm的量块,调整指示仪对准“零位”。按测量间隔(见表3)依次置换量块,旋转检定仪的手轮或微分筒至受检点,在指示仪上读出各点的误差值。测量应在所选测量段的正、反行程上进行。每一测量段正行程测量后,需再向正行程移动10个分度,然后反向测量。在测量过程中,应不作任何调整和改变测杆的移动方向。

6.3.10.4 数据处理

仪器的示值误差是以各测量段正、反行程内受检点示值误差中最大值与最小值之差来确定。

其中,各受检点的示值误差用下式计算:

$$e_i = a_i - (\Delta L_i - \Delta L_0) \quad (1)$$

式中: e_i ——第*i*受检点在该行程检定中的示值误差, μm ;

a_i ——检第*i*受检点时指示仪的读数, μm ;

ΔL_0 ——对零位时所用量块的中心长度偏差, μm ;

ΔL_i ——对第*i*受检点时所用量块的中心长度偏差, μm 。

数据处理详见附录B、C、D和E。

也可用测量不确定度 U_{95} 不大于检定仪示值最大允许误差 1/3 的其他方法检定。

6.3.11 回程误差

取 6.3.10 数据中各测量段的受检点在正、反行程上的两读数之差的绝对值为受检点的回程误差,取各受检点回程误差的最大值为检定结果。

6.4 检定结果处理

经检定符合本规程要求的检定仪,应出具检定证书,不符合本规程要求的应出具检定结果通知书,并注明不合格项目。

6.5 检定周期

检定仪的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

指示类量具检定义示值误差测量结果不确定度评定

A.1 测量方法

根据本规程规定，光栅式指示类量具检定义（如分辨力 $0.1\ \mu\text{m}$ ）的示值误差是用指示仪（如分辨力为 $0.01\ \mu\text{m}$ 的电感测微仪）和三等量块以比较方法进行检定的。它是以仪器整个量程中的示值误差的最大值和示值误差的最小值之差表示。

A.2 数学模型

$$y = e_{\max} - e_{\min} \quad (\text{A.1})$$

式中： y ——被检仪器的示值误差， μm ；

$e_{\max}$ ， $e_{\min}$ ——分别为受检点的示值误差最大值和示值误差最小值， μm 。

其中：

$$e_i = a_i - (\Delta L_i - \Delta L_0) \quad (\text{A.2})$$

式中： e_i ——第 i 受检点在该行程检定中的示值误差， μm ；

a_i ——检第 i 受检点时指示仪的读数， μm ；

ΔL_0 ——对零位时所用量块的中心长度偏差， μm ；

ΔL_i ——对第 i 受检点时所用量块的中心长度偏差， μm 。

考虑实验室温度的影响，式 A.2 可改写为

$$e = L_m - (a + L_b - L_0) + L_m \cdot \alpha_m \Delta t_m + (L_b - L_0) \cdot \alpha_b \Delta t_b \quad (\text{A.3})$$

式中： L_m ——被检仪器在受检点的示值， mm ；

a ——电感测微仪在受检点的读数， μm ；

L_b ， L_0 ——分别为检定和对零用量块的实际尺寸， mm ；

α_m ， α_b ——分别为被检仪器和量块的热膨胀系数， $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；

Δt_b ， Δt_m ——分别为量块和被检仪器偏离 20°C 的温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

设： $\delta_a = \alpha_m - \alpha_b$ ， $\delta_t = \Delta t_m - \Delta t_b$ ， $L = L_m \approx L_b - L_0$ ， $\Delta t = \Delta t_m \approx \Delta t_b$ ，

则： $e = L_m - (a + L_b - L_0) + L \cdot \delta_a \Delta t + L \cdot \alpha_b \delta_t \quad (\text{A.4})$

A.3 方差和灵敏系数

$$u_c^2 = u^2(y) = c_1^2 u^2(L_m) + c_2^2 u^2(a) + c_3^2 u^2(L_b) + c_4^2 u^2(L_0) + c_5^2 u^2(\delta_a) + c_6^2 u^2(\delta_t)$$

式中： $c_1 = \frac{\partial y}{\partial L_m} = \sqrt{2}$ ， $c_2 = \frac{\partial y}{\partial a} = -\sqrt{2}$ ， $c_3 = \frac{\partial y}{\partial L_b} = -\sqrt{2}$ ， $c_4 = \frac{\partial y}{\partial L_0} = \sqrt{2}$ ，

$$c_5 = \frac{\partial y}{\partial \delta_a} = \sqrt{2}L \cdot \Delta t， \quad c_6 = \frac{\partial y}{\partial \delta_t} = \sqrt{2}L \cdot \alpha_b$$

A.4 标准不确定度计算

A.4.1 被检仪器量化误差引入的不确定度分量 $u(L_m)$

鉴于被检仪器分辨力大于测量重复性，故取被检仪器的量化误差为引入的不确定度分量。被检仪器的分辨力为 $0.2\ \mu\text{m}$ ，其量化误差为 $0.1\ \mu\text{m}$ ，设其在“ $-0.1\ \mu\text{m} \sim +0.1\ \mu\text{m}$ ”区间内为均匀分布，则：

$$u(L_m) = \frac{0.1}{3} \approx 0.06 \mu\text{m}$$

估计其相对标准不确定度为 25%，则

$$\nu_1 = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} = 8$$

A.4.2 电感测微仪示值变动性和示值误差引入的不确定度分量 $u(a)$

A.4.2.1 电感测微仪示值变动性引入的不确定度分量 $u_1(a)$

根据 JJG 396—2002《电感测微仪检定规程》规定，示值变动性为 $0.03 \mu\text{m}$ ，设其在“ $-0.03 \mu\text{m} \sim +0.03 \mu\text{m}$ ”区间内为均匀分布，则：

$$u_1(a) = \frac{0.03}{\sqrt{3}} \approx 0.02 \mu\text{m}$$

估计其相对标准不确定度为 25%，则

$$\nu_{21} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} = 8$$

A.4.2.2 电感测微仪示值误差引入的不确定度分量 $u_2(a)$

根据 JJG 396—2002《电感测微仪检定规程》规定，示值误差在 $10 \mu\text{m}$ 测量范围内为 $0.08 \mu\text{m}$ ，设其在“ $-0.08 \mu\text{m} \sim +0.08 \mu\text{m}$ ”区间内为均匀分布，则：

$$u_2(a) = \frac{0.08}{\sqrt{3}} \approx 0.05 \mu\text{m}$$

估计其相对标准不确定度为 10%，则

$$\nu_{22} = \frac{1}{2} \times (10\%)^{-2} = 50$$

$$\text{故 } u(a) = \sqrt{u_1^2(a) + u_2^2(a)} = \sqrt{0.02^2 + 0.05^2} \approx 0.05 \mu\text{m}$$

$$\nu_2 = \frac{u^4(a)}{\frac{u_1^4(a)}{\nu_{21}} + \frac{u_2^4(a)}{\nu_{22}}} = \frac{0.05^4}{\frac{0.02^4}{8} + \frac{0.05^4}{50}} = 43$$

A.4.3 检定用量块的中心长度引入的不确定度分量 $u(L_b)$

根据 JJG 146—2003《量块检定规程》的规定，三等量块中心长度的测量不确定度不大于 $(0.1 + 1L) \mu\text{m}$ ，设其置信概率为 99.7%， $k=3$ ， $\nu_3 = \infty$ ，则：

$$\text{当 } L=50 \text{ mm 时, } u(L_b) = \frac{0.15}{3} = 0.05 \mu\text{m}$$

$$\text{当 } L=10 \text{ mm 时, } u(L_b) = \frac{0.11}{3} = 0.04 \mu\text{m}$$

A.4.4 对零用量块的中心长度引入的不确定度分量 $u(L_0)$

根据 JJG 146—2003《量块检定规程》的规定，三等量块中心长度的测量不确定度不大于 $(0.1 + 1L) \mu\text{m}$ ，设其置信概率为 99.7%， $k=3$ ， $\nu_4 = \infty$ ，则：

$$\text{当 } L=1 \text{ mm 时, } u(L_0) = \frac{0.1}{3} = 0.03 \mu\text{m}$$

A.4.5 被检仪器和量块间热膨胀系数引入的不确定度分量 $u(\delta_a)$

因量块的热膨胀系数 $\alpha_b = (11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 与被检仪器所用光栅尺的玻璃热膨

胀系数相差 $\delta_a = 6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，设其在 “ $-6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \sim +6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ” 区间内为均匀分布，则：

$$u(\delta_a) = \frac{6}{\sqrt{3}} \times 10^{-6} = 3.46 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

估计其相对标准不确定度为 10%，则

$$\nu_5 = \frac{1}{2} \times (10\%)^{-2} = 50$$

A.4.6 被检仪器和量块间的温度差引入的不确定度分量 $u(\delta_t)$

被检仪器和量块间的温度差一般以等概率落在 $-0.3 \text{ } ^\circ\text{C} \sim +0.3 \text{ } ^\circ\text{C}$ 内，则：

$$u(\delta_t) = \frac{0.3}{\sqrt{3}} = 0.17 \text{ } ^\circ\text{C}$$

估计其相对标准不确定度为 25%

$$\nu_6 = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} = 8$$

A.5 标准不确定度分量一览表

A.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量 $u(X_i)$	标准不确定度分量来源	标准不确定度值	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(X_i)$	自由度
$u(L_m)$	被检仪器量化误差	$0.08 \text{ } \mu\text{m}$		$0.08 \text{ } \mu\text{m}$	8
$u(a)$	电感测微仪示值稳定性和示值误差	$0.07 \text{ } \mu\text{m}$			50
$u_1(a)$	电感测微仪示值稳定性	$0.07 \text{ } \mu\text{m}$	$\sqrt{2}$	$0.07 \text{ } \mu\text{m}$	8
$u_2(a)$	电感测微仪示值误差	$0.07 \text{ } \mu\text{m}$			50
$u(L_b)$	检定用量块的中心长度	$L=50 \text{ mm},$ $0.05 \text{ } \mu\text{m}$		$0.07 \text{ } \mu\text{m}$	∞
		$L=10 \text{ mm},$ $0.04 \text{ } \mu\text{m}$		$0.06 \text{ } \mu\text{m}$	
$u(L_0)$	对零用量块的中心长度	$0.03 \text{ } \mu\text{m}$	$\sqrt{2}$	$0.04 \text{ } \mu\text{m}$	∞
$u(\delta_a)$	被检仪器和量块间热膨胀系数	$3.46 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$\sqrt{2}L \cdot \Delta t$ ($L=50 \text{ mm}$ 时, 为 141×10^3 ; $L=10 \text{ mm}$ 时, 为 28.3×10^3) $\mu\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$	$L=50 \text{ mm},$ $0.5 \text{ } \mu\text{m};$ $L=10 \text{ mm},$ $0.1 \text{ } \mu\text{m}$	50

A.1 (续)

标准不确定度分量 $u(X_i)$	标准不确定度分量来源	标准不确定度分量值	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x_i)$	自由度
$u(\delta_t)$	被检仪器和量块间的温度差	0.17°C	$\sqrt{2}L \cdot \alpha_b$ ($L=50\text{ mm}$, 为 813×10^{-3} ; $L=10\text{ mm}$, 为 163×10^{-3}) $\mu\text{m} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	$L=50\text{ mm}$, $0.1\text{ }\mu\text{m}$; $L=10\text{ mm}$, $0.02\text{ }\mu\text{m}$	8
注: Δt 取 2°C ; α_b 取 $11.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$					

A.6 合成标准不确定度

当 $L=50\text{ mm}$ 时, $u_c = \sqrt{0.08^2 + 0.07^2 + 0.07^2 + 0.04^2 + 0.5^2 + 0.1^2} \approx 0.54\text{ }\mu\text{m}$

当 $L=10\text{ mm}$ 时, $u_c = \sqrt{0.08^2 + 0.07^2 + 0.07^2 + 0.04^2 + 0.1^2 + 0.02^2} \approx 0.16\text{ }\mu\text{m}$

A.7 有效自由度

依据 Welch-Satterthwaite 公式,

$$\text{当 } L=50\text{ mm 时, } \nu_{\text{eff}} = \frac{0.54^4}{\frac{0.08^4}{8} + \frac{0.07^4}{4} + \frac{0.07^4}{4} + \frac{0.04^4}{\infty} + \frac{0.5^4}{50} + \frac{0.1^4}{8}} \approx 67$$

$$\text{当 } L=10\text{ mm 时, } \nu_{\text{eff}} = \frac{0.16^4}{\frac{0.08^4}{8} + \frac{0.07^4}{4} + \frac{0.07^4}{4} + \frac{0.04^4}{\infty} + \frac{0.1^4}{50} + \frac{0.02^4}{8}} \approx 85$$

A.8 扩展不确定度

当 $L=50\text{ mm}$ 时,

取 $p=0.95$ 时, $k=t_{95}(67)=2.02$, 则:

$$U_{95}=t_{95}(67) \times u_c=2.02 \times 0.54 \approx 1.1\text{ }\mu\text{m}$$

当 $L=10\text{ mm}$ 时,

取 $p=0.95$ 时, $k=t_{95}(85)=2.01$, 则:

$$U_{95}=t_{95}(85) \times u_c=2.01 \times 0.16 \approx 0.3\text{ }\mu\text{m}$$

为节省篇幅, 对于 $L=30\text{ mm}$ 的示值误差测量结果不确定度评定过程省略,

当 $L=30\text{ mm}$ 时, $U_{95}=t_{95}(70) \times u_c=2.02 \times 0.33 \approx 0.7\text{ }\mu\text{m}$

A.9 不确定度概算讨论

任意 1 mm 范围内, 光栅指示类量具检定仪示值误差测量时,

$$U=0.3\text{ }\mu\text{m} < \frac{1}{3} \cdot \text{MPEV}=0.33\text{ }\mu\text{m}$$

任意 2 mm 范围内, 光栅指示类量具检定仪示值误差测量时,

$$U=0.3\text{ }\mu\text{m} < \frac{1}{3} \cdot \text{MPEV}=0.5\text{ }\mu\text{m}$$

任意 10 mm 范围内, 光栅指示类量具检定仪示值误差测量时,

$$U=0.3\text{ }\mu\text{m}<\frac{1}{3}\cdot\text{MPEV}=0.67\text{ }\mu\text{m}$$

任意 30 mm 范围内，光栅指示类量具检定义示值误差测量时，

$$U=0.7\text{ }\mu\text{m}<\frac{1}{3}\cdot\text{MPEV}=1\text{ }\mu\text{m}$$

任意 50 mm 范围内，光栅指示类量具检定义示值误差测量时，

$$U=1.1\text{ }\mu\text{m}<\frac{1}{3}\cdot\text{MPEV}=2\text{ }\mu\text{m}$$

JJG 201—2008《指示类（指针、数显）量具检定义检定规程》制定的示值误差检定方法符合 JJF 1094—2002《测量仪器特性评定》的要求，方法科学合理、可行。

附录 B

机械式百分表检测仪示值误差及回程误差的数据处理示例

B.1 (0~25)mm 检定记录数据 (见表 B.1) 处理

表 B.1 (0~25)mm 检定记录数据

受检点/mm	0	4.12	9.24	14.36	20.5	24
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	-0.25	-0.12	-0.30	-0.16	-0.26
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.10	+0.23	+0.05	+0.19	+0.09
正向读数/ μm	0	+1.0	+2.0	+2.5	+3.0	+3.5
示值误差/ μm	0	+0.9	+1.8	+2.4	+2.8	+3.4
反向读数/ μm	-0.2	+0.8	+1.0	+2.8	+3.0	+3.4
示值误差/ μm	-0.2	+0.7	+0.8	+2.8	+2.8	+3.3
全程示值误差： $3.4 - (-0.2) = 3.6 (\mu\text{m})$ 任意 10 mm 范围内示值误差： $2.8 - (+0.8) = 2.0 (\mu\text{m})$ 回程误差： $2.0 - 1.0 = 1.0 (\mu\text{m})$						

B.2 10 mm 检定记录数据 (见表 B.2) 处理

表 B.2 任意 10 mm 检定记录数据

受检点/mm	0	2	4	6	8	10
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	-0.09	-0.04	-0.03	-0.20	-0.61
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.26	+0.31	+0.32	+0.15	-0.26
正向读数/ μm	0	+0.2	+0.4	+0.8	+1.0	+1.2
示值误差/ μm	0	-0.1	+0.1	+0.5	+0.8	+1.5
反向读数/ μm	+0.2	+0.5	+0.5	+1.0	+1.2	+1.4
示值误差/ μm	+0.2	+0.2	+0.2	+0.7	+1.0	+1.7
任意 2 mm 范围内示值误差： $1.7 - 0.8 = 0.9 (\mu\text{m})$ 回程误差： $0.5 - 0.2 = 0.3 (\mu\text{m})$						

B.3 1 mm 检定记录数据（见表 B.3）处理

表 B.3 任意 1 mm 检定记录数据

受检点/mm	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	+0.04	+0.03	-0.01	+0.05	-0.13
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.39	+0.38	+0.34	+0.40	+0.22
正向读数/ μm	0	-0.1	+0.2	+0.4	+0.5	+0.7
示值误差/ μm	0	-0.5	-0.2	+0.1	+0.1	+0.5
反向读数/ μm	0.1	+0.3	+0.6	+0.7	+0.7	+0.8
示值误差/ μm	+0.1	-0.1	+0.2	+0.4	-0.3	+0.6
1 mm 范围内示值误差： $0.6 - (-0.5) = 1.1 (\mu\text{m})$ 回程误差： $0.3 - (-0.1) = 0.4 (\mu\text{m})$						

附录 C

机械式千分表检定仪示值误差及回程误差的数据处理示例

C.1 (0~5)mm 检定记录数据 (见表 C.1) 处理

表 C.1 (0~5)mm 检定记录数据

受检点/mm	0	1	2	3	4	5
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	-0.13	-0.09	-0.09	-0.04	+0.06
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.22	+0.26	+0.26	+0.31	+0.41
正向读数/ μm	0	+0.5	+0.8	+1.0	+1.4	+1.7
示值误差/ μm	0	+0.3	+0.5	+0.7	+1.1	+1.3
反向读数/ μm	+0.2	+0.7	+1.0	+1.3	+1.6	+1.9
示值误差/ μm	+0.2	+0.5	+0.7	+1.0	+1.3	+1.5
任意 1 mm 范围内示值误差： $1.3-0.7=0.6$ (μm) 任意 2 mm 范围内示值误差： $1.3-0.5=0.8$ (μm) 全程示值误差： $1.5-0=1.5$ (μm) 回程误差： $1.3-1.0=0.3$ (μm)						

C.2 2 mm 检定记录数据 (见表 C.2) 处理

表 C.2 2 mm 检定记录数据

(0~1) mm 段						
受检点/mm	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	+0.04	+0.03	-0.01	+0.05	-0.13
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.39	+0.38	+0.34	+0.40	+0.22
正向读数/ μm	0	+0.3	+0.3	+0.3	+0.4	+0.3
示值误差/ μm	0	-0.1	-0.1	0	0	+0.1
反向读数/ μm	+0.2	+0.4	+0.5	+0.4	+0.6	+0.5
示值误差/ μm	+0.2	0	+0.1	+0.1	+0.2	+0.3

表 C.2 (续)

(1~2) mm 段						
受检点/mm	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	-0.25	-0.12	-0.30	-0.16	-0.26
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.10	+0.23	+0.05	+0.19	+0.09
正向读数/ μm	0	-0.2	+0.3	+0.4	+0.5	+0.4
累计读数/ μm	+0.3	+0.1	+0.6	+0.7	+0.8	+0.7
示值误差/ μm	+0.3	0	+0.4	+0.6	+0.6	+0.6
反向读数/ μm	+0.2	0.0	+0.5	+0.5	+0.6	+0.5
累计读数/ μm	+0.7	+0.5	+1.0	+1.0	+1.1	+1.0
示值误差/ μm	+0.7	+0.4	+0.8	+1.0	+0.8	+0.9
任意 1 mm 范围内示值误差： $1.0-0=1.0$ (μm)						
回程误差： $0.2-0=0.2$ (μm)						

附录 D

数控式指示表检测仪示值误差及回程误差的数据处理示例

D.1 (0~50)mm 检定记录数据 (见表 D.1) 处理

表 D.1 (0~50)mm 检定记录数据

受检点/mm	0	4.12	9.24	14.36	20.5	24
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	-0.25	-0.12	-0.30	-0.16	-0.26
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.10	+0.23	+0.05	+0.19	+0.09
正向读数/ μm	0.0	+1.1	+1.5	+1.9	+2.2	+3.2
示值误差/ μm	0	+1.0	+1.3	+1.8	+2.0	+3.1
反向读数/ μm	+0.3	+1.4	+1.9	+2.3	+2.7	+3.0
示值误差/ μm	+0.3	+1.3	+1.7	+2.2	+2.5	+2.9
受检点/mm	29	39	49			
量块中心长度偏差/ μm	-0.12	-0.44	-0.16			
相对零位中心长度偏差/ μm	+0.23	-0.09	+0.19			
正向读数/ μm	+2.6	+2.1	+2.5			
示值误差/ μm	+2.4	+2.2	+2.3			
反向读数/ μm	+2.9	+2.5	+2.9			
示值误差/ μm	+2.7	+2.6	+2.7			
任意 10 mm 范围内示值误差： $2.2-0.0=2.2$ (μm) 任意 30 mm 范围内示值误差： $3.1-0.0=3.1$ (μm) 全程范围内示值误差： $3.1-0.0=3.1$ (μm) 回程误差： $2.3-1.9=0.4$ (μm)						

D.2 10 mm 检定记录数据（见表 D.2）处理

表 D.2 10 mm 检定记录数据

测量点/mm	0	2	4	6	8	10
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	-0.09	-0.04	-0.03	-0.20	-0.61
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.26	+0.31	+0.32	+0.15	-0.26
正向读数/ μm	0.0	-0.3	-0.7	-0.9	-1.3	-1.5
示值误差/ μm	0	-0.6	-1.0	-1.2	-1.5	-1.2
反向读数/ μm	-0.2	-0.5	-0.6	-0.5	-0.9	-1.3
示值误差/ μm	-0.2	-0.8	-0.9	-0.8	-1.1	-1.0
任意 2 mm 范围内示值误差： $0 - (-0.8) = 0.8 (\mu\text{m})$ 回程误差： $(-0.5) - (-0.9) = 0.4 (\mu\text{m})$						

D.3 1 mm 检定记录数据（见表 D.3）处理

表 D.3 1 mm 检定记录数据

测量点/mm	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
量块中心长度偏差/ μm	-0.35	+0.04	+0.03	-0.01	+0.05	-0.13
相对零位中心长度偏差/ μm	0	+0.39	+0.38	+0.34	+0.40	+0.22
正向读数/ μm	0.0	-0.3	-0.1	-0.2	-0.2	0.0
示值误差/ μm	0	-0.7	-0.5	-0.5	-0.6	-0.2
反向读数/ μm	-0.4	-0.5	-0.2	-0.3	-0.4	-0.1
示值误差/ μm	-0.4	-0.9	-0.6	-0.6	-0.8	-0.3
1 mm 范围内示值误差： $0.0 - (-0.9) = 0.9 (\mu\text{m})$ 回程误差： $0.0 - (-0.4) = 0.4 (\mu\text{m})$						

附录 E

光栅式指示表检定仪示值误差的数据处理示例

E.1 (0~50)mm 检定记录数据 (见表 E.1) 处理

表 E.1 (0~50)mm 检定记录数据

受检点/mm	0	10	20	30	40	50
量块中心长度偏差/ μm	-0.74	-0.25	-0.12	-0.44	-0.16	-0.26
相对零位中心长度偏差/ μm	0.0	+0.49	+0.62	+0.30	+0.58	+0.48
正向读数/ μm	0.0	+0.06	-0.20	-1.09	-0.79	-1.69
示值误差/ μm	0.0	-0.43	-0.82	-1.39	-1.37	-2.17
反向读数/ μm	-0.38	-0.36	-0.33	-1.06	-0.49	-1.80
示值误差/ μm	-0.38	-0.85	-0.95	-1.36	-1.07	-2.28
任意 10 mm 范围内示值误差： $-1.07 - (-2.28) \approx 1.2 (\mu\text{m})$ 任意 30 mm 范围内示值误差： $-0.82 - (-2.28) \approx 1.5 (\mu\text{m})$ 全程范围内示值误差： $0 - (-2.28) \approx 2.3 (\mu\text{m})$ 回程误差： $0.06 - (-0.36) \approx 0.4 (\mu\text{m})$						

E.2 10 mm 检定记录数据 (见表 E.2) 处理

表 E.2 10 mm 检定记录数据

测量用量块 /mm	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
量块中心长度偏差/ μm	-0.61	-0.26	-0.20	-0.21	-0.03	+0.06	-0.04	-0.09	-0.09	-0.13	-0.35
相对零位中心长度偏差/ μm	0.0	+0.35	+0.41	+0.40	+0.58	+0.55	+0.57	+0.52	+0.52	+0.47	+0.26
测微仪正向 读数/ μm	0.00	+0.16	-0.53	-0.05	-0.21	+0.10	-0.08	-0.53	-0.80	-0.92	-1.26
示值误差/ μm	0.00	-0.19	-0.94	-0.45	-0.79	-0.45	-0.65	-1.05	-1.32	-1.39	-1.52
测微仪反向 读数/ μm	-0.03	-0.25	-0.49	-0.48	-0.44	-0.21	-0.15	-0.43	-0.53	-0.73	-1.14
示值误差/ μm	-0.03	-0.60	-0.90	-0.88	-1.02	-0.76	-0.72	-0.95	-1.05	-1.20	-1.40
任意 2 mm 范围内示值误差： $-0.03 - (-0.94) \approx 0.9 (\mu\text{m})$ 回程误差： $(-0.05) - (-0.48) \approx 0.4 (\mu\text{m})$											

E.3 1 mm 检定记录数据（见表 E.3）处理

表 E.3 1 mm 检定记录数据

测量用量块尺寸/mm	2	1.8	1.6	1.4	1.2	1
量块中心长度偏差/ μm	-0.13	+0.05	-0.01	+0.03	+0.04	-0.35
相对零位中心长度偏差/ μm	0.0	+0.18	+0.12	+0.16	+0.17	-0.22
测微仪正向读数/ μm	0.00	+0.24	+0.07	+0.19	+0.12	-0.65
示值误差/ μm	0.00	+0.06	-0.05	+0.03	-0.05	-0.43
测微仪反向读数/ μm	-0.17	-0.19	-0.16	-0.26	-0.27	-0.53
示值误差/ μm	-0.17	-0.37	-0.28	-0.42	-0.44	-0.31
1 mm 范围内示值误差： $0.06 - (-0.44) \approx 0.5 (\mu\text{m})$						
回程误差： $0.19 - (-0.26) \approx 0.4 (\mu\text{m})$						

附录 F

检定指示类量具检定时所需工具的技术图表及要求

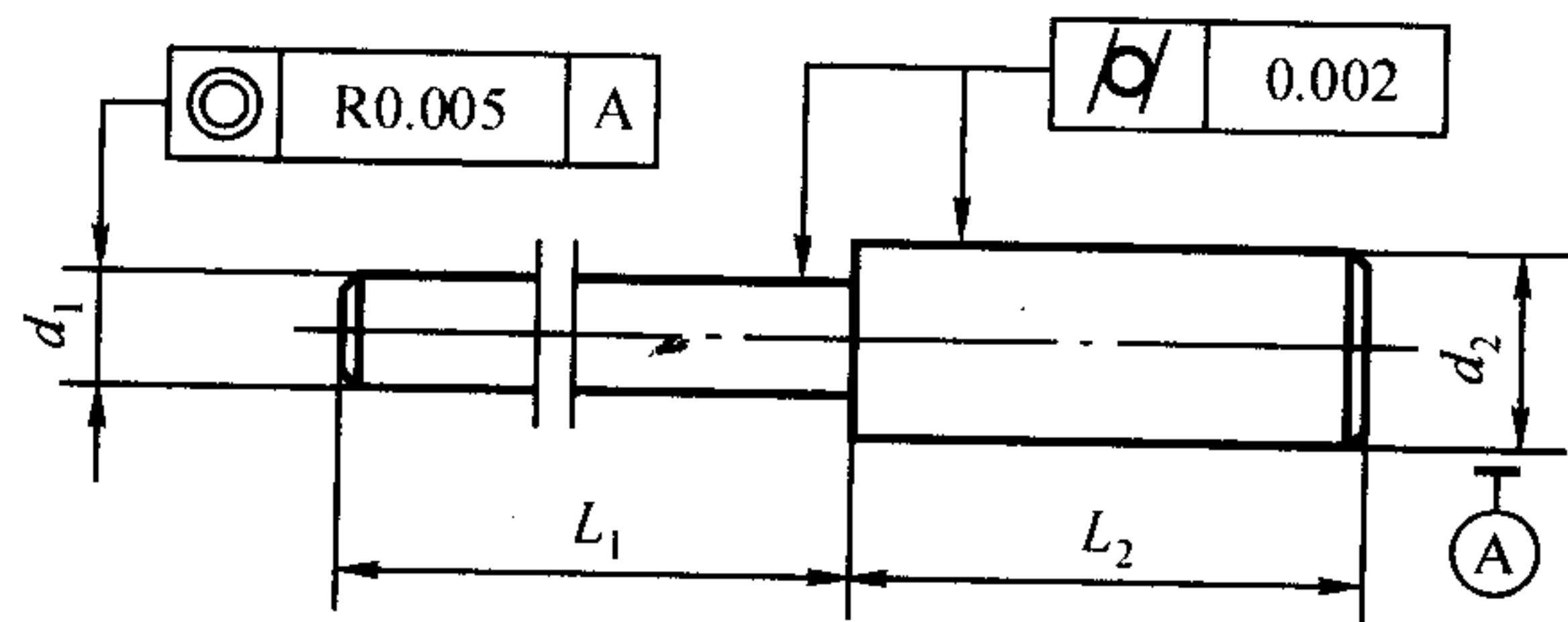


图 F.1 阶梯心轴技术图

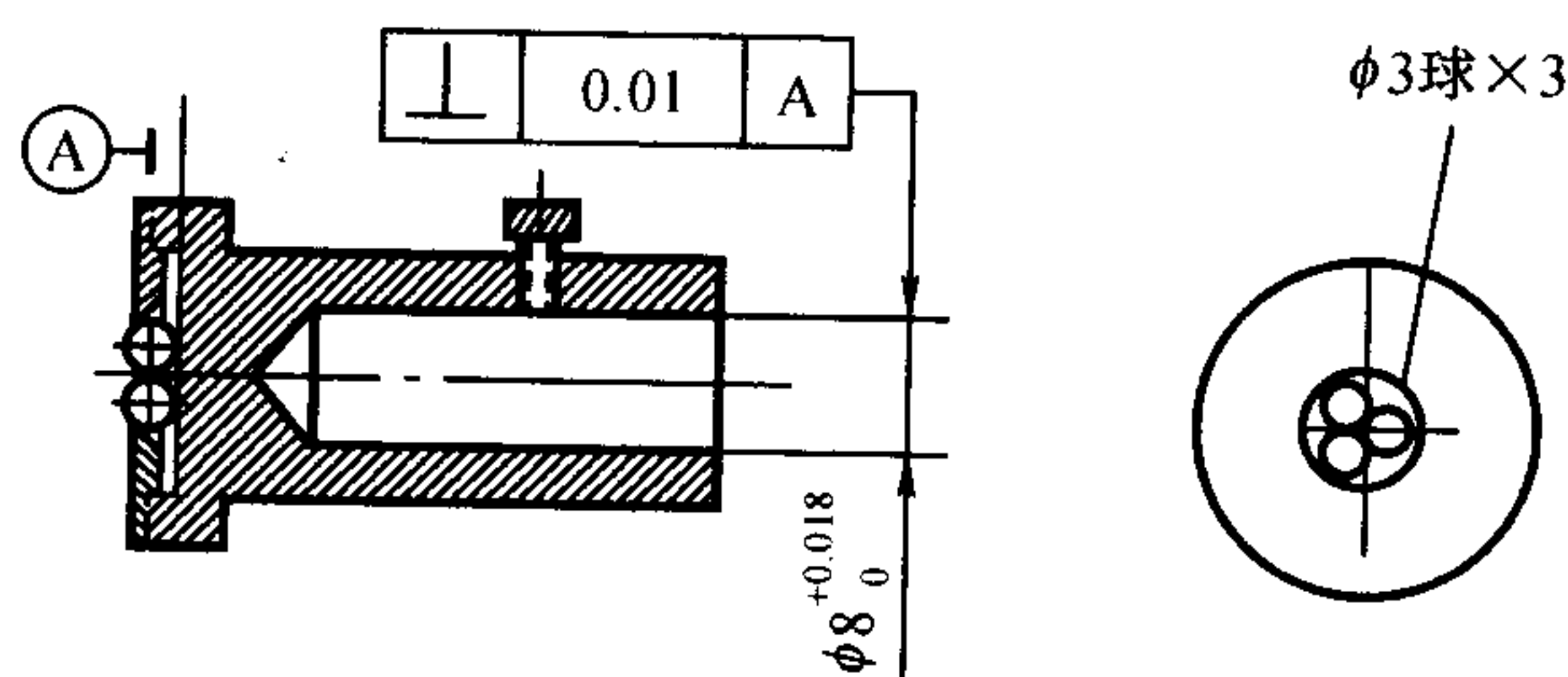


图 F.2 三珠工作台技术图

表 F.1 阶梯心轴技术参数

mm				
序号	d_1	d_2	L_1	L_2
1	$\phi 6.5_{-0.01}$	$\phi 24_{-0.01}$	60	30
2	$\phi 6.5_{-0.01}$	$\phi 12_{-0.01}$	60	30
3	$\phi 8 \pm 0.005$	$\phi 20 \pm 0.01$	70	130
4	$\phi 8 \pm 0.005$	$\phi 12 \pm 0.01$	70	130

附录 G

检定证书和检定结果通知书内页格式

G.1 检定证书的内页格式

检 定 结 果

温度：_____℃ 相对湿度：_____％

序号	检定项目	单位	检定结果	
			首次检定	后续检定
1	微分筒端面与固定套管的相对位置	格		
2	固定套管刻线面与微分筒棱边上边缘的距离	mm		
3	测杆测量面的表面粗糙度	μm		
4	测杆测量面的平面度	μm		
5	测杆测量面与测杆旋转轴线的垂直度	"		
6	立柱 V 型夹座夹持不同直径圆柱时，圆柱轴线与测杆轴线的垂直度和位置度	mm		
7	重复性	μm		
8	全自动检定仪检定指示表测量结果的一致性	μm		
9	全自动检定仪图像识别系统的正确性	μm		
10	示值误差	μm		
11	回程误差	μm		
检定依据：JJG 201—2008《指示类量具检定仪检定规程》				

注：检定结果，应给出量化的值（不要简单给“合格”二字）。

G.2 检定结果通知书的内页格式

具体要求同 G.1，并指出不合格项目。

中华人民共和国
国家计量检定规程

指示类量具检定仪

JJG 201—2008

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

880 mm×1230 mm 16开本 印张1.75 字数32千字

2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

印数1—3 000

统一书号155026—2365 定价:30.00元