

陕西省地方计量技术规范

JJF (陕) XXX-2020

中心距卡尺校准规范

Calibration Specification for Center Distance Calipers

(报批稿)

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

陕西省市场监督管理局 发布

中心距卡尺校准规范

Calibration Specification for
Center Distance Calipers

JJF(陕)XXX-2020

归口单位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：陕西省建筑科学研究院有限公司计量中心
西安计量技术研究院

参加起草单位：桂林广陆数字测控有限公司
镇安县质量技术监督检测检验所

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人：

胡 畅（西安计量技术研究院）

吴娟娟（陕西省建筑科学研究院有限公司计量中心）

吴亚男（西安计量技术研究院）

参加起草人：

王 青（陕西省建筑科学研究院有限公司计量中心）

张 诚（陕西省建筑科学研究院有限公司计量中心）

闫列雪（桂林广陆数字测控有限公司）

王艳粉（镇安县质量技术监督检测检验所）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
4.1 测量面及基准面（线）的表面粗糙度.....	(2)
4.2 标尺标记的宽度及宽度差.....	(2)
4.3 基准面平面度.....	(3)
4.4 测头测量面的素线直线度.....	(3)
4.5 基值误差.....	(3)
4.6 示值变动性.....	(3)
4.7 示值误差.....	(3)
4.8 细分误差.....	(3)
5 校准条件.....	(4)
5.1 环境条件.....	(4)
5.2 测量标准及其他测量设备.....	(4)
6 校准项目和校准方法.....	(4)
6.1 校准前检查.....	(4)
6.2 测量面及基准面（线）的表面粗糙度.....	(5)
6.3 标尺标记的宽度及宽度差.....	(5)
6.4 基准面（线）的合并间隙及平面度.....	(5)
6.5 测头测量面的素线直线度.....	(6)
6.6 基值误差.....	(6)
6.7 示值变动性.....	(8)
6.8 示值误差.....	(8)
6.9 细分误差.....	(11)
7 校准结果表达.....	(11)
8 复校时间间隔.....	(11)
附录 A 中心距标准样块及台阶样块的技术要求.....	(12)
附录 B 中心距卡尺校准原始记录推荐格式(供参考).....	(13)
附录 C 校准证书内容及内页格式.....	(15)
附录 D 中心距卡尺示值误差校准结果的测量不确定度评定示例.....	(17)

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范参考 GB/T 21389-2008《游标、带表和数显卡尺》及 JB/T 11506-2013《游标、带表和数显中心距卡尺》并结合我国目前中心距卡尺实际生产和使用情况，对其具体技术指标和校准方法进行了规定和解释。

本规范为首次发布。

中心距卡尺校准规范

1 范围

本规范适用于分度值或分辨力为 0.01mm, 0.02mm, 0.05mm 和 0.10mm, 测量范围 (5~1000) mm 的游标、带表和数显中心距卡尺的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 21389-2008 游标、带表和数显卡尺

JB/T 11506-2013 游标、带表和数显中心距卡尺

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 概述

中心距卡尺是测量两孔中心距的计量器具。中心距卡尺按结构形式可分为 I 型（见图 1）和 II 型（见图 2）。按指示装置可分为游标中心距卡尺、带表中心距卡尺和数显中心距卡尺（见图 3）。

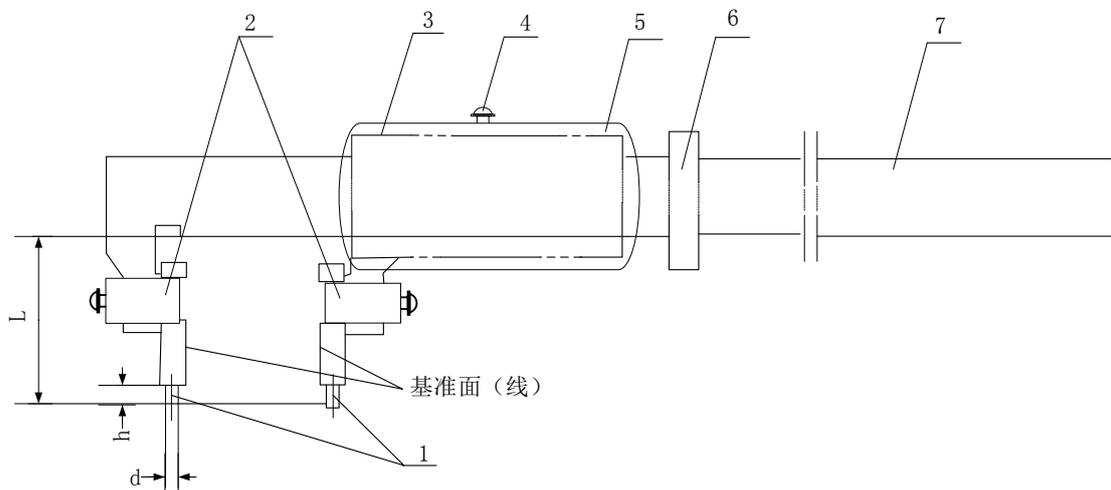


图 1 I 型中心距卡尺（圆柱测头）

1—圆柱测头；2—紧固压块；3—尺框；4—制动螺钉；5—指示装置；6—微动装置；7—尺身；

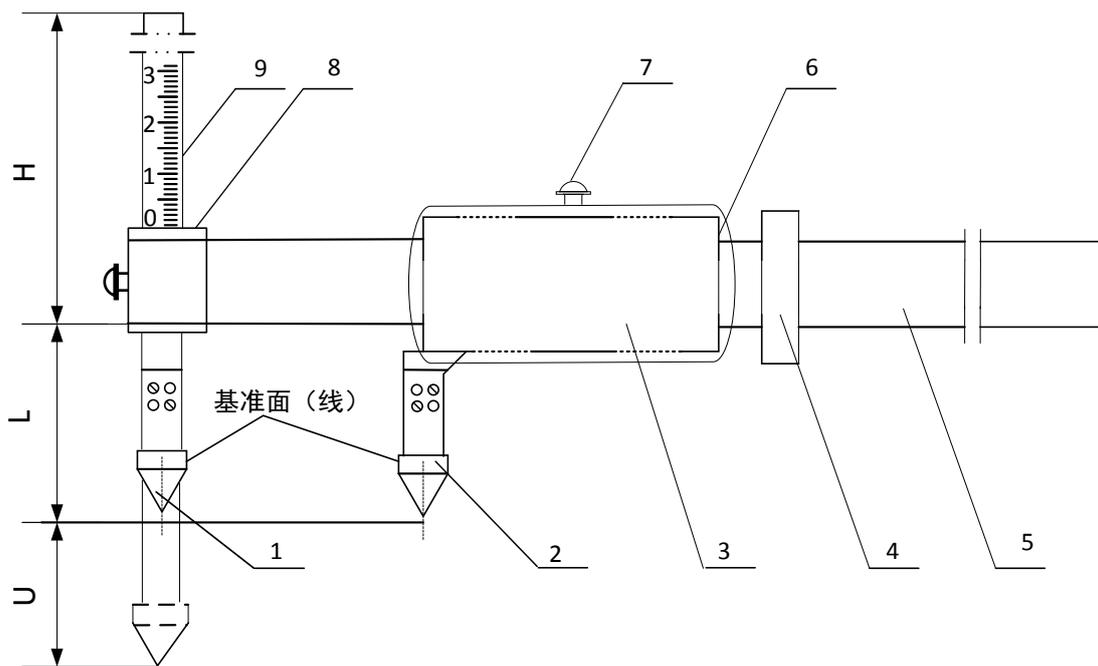


图2 II型中心距卡尺(圆锥测头)

1—伸缩圆锥测头；2—圆锥测头；3—尺框；4—微动装置；5—尺身；6—指示装置；7—制动螺钉；8—读数装置；9—伸缩标尺；

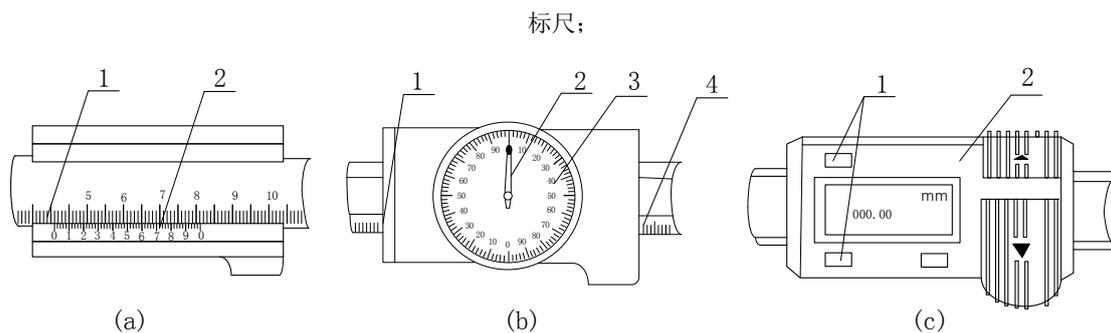


图3 中心距卡尺指示装置示意图

(a)—游标指示装置 (b)—带表指示装置 (c)—数显指示装置

a1-主标尺； a2-游标尺； b1-毫米读数部分； b2—指针； b3 一圆标尺； b4-主标尺；

c1 一功能按键； c2-电子数显器

4 计量特性

4.1 测量面及基准面(线)的表面粗糙度

测量面及基准面(线)的表面粗糙度应不超过 $Ra 0.4\mu m$ 。

4.2 标尺标记的宽度及宽度差

游标中心距卡尺的主标尺和游标尺的标记宽度及其标记宽度差应符合表1的规定。

表 1 标尺标记的宽度及宽度差 mm

分度值	标尺标记宽度	标尺标记宽度差
0.02	0.08~0.18	0.02
0.05		0.03
0.10		0.05

带表中心距卡尺主标尺标记和圆标尺标记宽度及指针末端宽度应为(0.10~0.20) mm, 宽度差应不超过 0.05mm。

4.3 基准面平面度

基准面平面度应不大于 0.005mm。

4.4 测头测量面的素线直线度

中心距卡尺圆锥测头、圆柱测头测量面的素线直线度应不大于表 2 要求。

表 2 素线直线度 mm

分度值/分辨力	圆锥测头	圆柱测头
0.01, 0.02	0.005	0.002
0.05, 0.10	0.010	0.005

4.5 基值误差

中心距卡尺基值误差不超过 ± 0.01 mm。

4.6 示值变动性

带表中心距卡尺不超过分度值的 1/2; 游标中心距卡尺、数显中心距卡尺不超过一个分度值。

4.7 示值误差

4.7.1 用中心距标准样块校准

用中心距标准样块校准时的最大允许误差应符合表 3 的规定。

4.7.2 用量块校准

用量块校准时的最大允许误差应符合表 3 的规定。

4.8 细分误差

数显中心距卡尺校准细分误差应符合表 3 的相应规定。

表 3 示值误差和细分误差 mm

测量范围上限 L	示值最大允许误差					
	用中心距标准样块校准			用量块校准		
	分度值/分辨力			分度值/分辨力		
	0.01, 0.02	0.05	0.10	0.01, 0.02	0.05	0.10
$L \leq 200$	± 0.05	± 0.09	± 0.15	± 0.03	± 0.05	
$200 < L \leq 300$	± 0.07	± 0.10		± 0.04	± 0.06	± 0.10
$300 < L \leq 500$	± 0.09	± 0.13		± 0.05	± 0.07	
$500 < L \leq 1000$	± 0.14	± 0.20	± 0.25	± 0.07	± 0.10	± 0.15

注：校准不判断合格与否，上述计量特性仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度：(20±5)℃；

相对湿度：≤80%；

校准前被校准样品在室内平衡温度的时间不少于 2 h。

5.2 校准项目和校准用标准器及其他设备

校准项目和校准用标准器及其他设备见表 4。

表 4 中心卡尺校准项目和校准用标准器及其他设备

序号	校准项目	校准用标准器及其他设备
1	测头测量面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE:+12%~-17%
2	标尺标记的宽度及宽度差	读数显微镜 MPEV:10μm 或工具显微镜 MPEV:3μm
3	基准面(线)的合并间隙及平面度	刀口形直角尺工作棱边直线度 MPEs:1.0μm
4	测头测量面的素线直线度	4 等量块
5	基值误差	工具显微镜 MPEV:3μm 中心距标准样块 $U=5\mu\text{m}+5\times 10^{-6}L$ $k=2$ (详见附件 A) 或(3级或5等)量块
6	示值变动性	1 级平板
7	示值误差	中心距标准样块及中心距标准台阶样块 $U=5\mu\text{m}+5\times 10^{-6}L$ $k=2$ (详见附件 A)； 或(3级或5等)量块；1 级平板
8	细分误差	(3级或5等)量块；1 级平板

注：也可采用使用准确度满足测量不确定度要求的其它测量器具设备进行校准。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前检查

6.1.1 外观

中心距卡尺表面应镀层均匀、标尺标记应清晰，表蒙透明清洁。不应有锈蚀、碰伤、毛刺、镀层脱落及明显划痕，无目力可见的断线或粗细不匀等，以及影响外观质量的其他缺陷。中心距卡尺上有制造厂名（或商标）、测量范围、分度值/分辨力和出厂编号。数显中心距卡尺数字显示应清晰，完整，无黑斑和闪跳现象。各按钮功能稳定、工作可靠。

6.1.2 各部分的相互作用

尺框沿尺身移动应手感平稳，无阻滞或松动现象。各紧固螺钉和微动装置的作用应可靠。主尺尺身应有足够的长度裕量，以保证在测量范围上限时尺框及微动装置在尺身之内。

在确定无影响计量特性的因素后，再进行校准。

6.2 测量面及基准面（线）的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块比较测量。

6.3 标尺标记的宽度及宽度差

用读数显微镜或工具显微镜测量。对于游标中心距卡尺应分别在主标尺和游标尺上至少抽测 3 条标记，测量其宽度。标记宽度差以被测所有标记中最大和最小宽度之差确定。对于带表中心距卡尺应分别在主标尺和圆标尺上至少各抽测 3 条标记测量其宽度，同时测量指针末端宽度，其宽度差以被测所有标记和指针末端中最大和最小宽度之差确定。

6.4 基准面（线）的合并间隙及平面度

6.4.1 基准面（线）的合并间隙

中心距卡尺两基准面（线）手感接触时的合并间隙，若为面接触不应透光，若为线接触不应透白光。

6.4.2 基准面的平面度

I 型中心距卡尺基准面平面度用刀口形直尺以光隙法测量，测量时，分别在基准面公共边的长边、短边和对角线位置上进行（见图 4）。其平面度根据各方位的间隙情况确定。当所校准方位上出现的间隙均在中间部位或两端部位时，取其中间隙最大的最为平面度。当其中有的方位中间部位有间隙，而有的方位两端有间隙，则平面度以中间和两端最大间隙量之和确定。

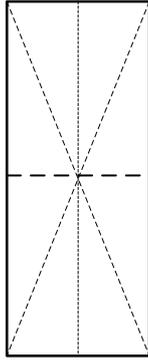


图4 平面度校准位置

注：虚线为测量位置

6.5 测头测量面的素线直线度

测头测量面的素线直线度可用量块以光隙法进行校准。使测头测量面素线与量块工作面贴合，并与标准光隙进行比较检查。检查应至少在测头测量面圆周上不同位置的三条素线上进行。

6.6 基值误差

6.6.1 用工具显微镜校准

使两测头基准面（线）接触，用工具显微镜对两测头中心轴线间距离进行测量，测量应在测头的上、下两个位置进行，基值的实际值取上、下两个位置测量值的平均值，标称初始值与基值的实际值之差为基值误差，见公式（1）。

$$e_m = m_0 - (m_u + m_d) / 2 \quad (1)$$

式中：

e_m —基值误差；

m_0 —标称初始值

m_u —测头的上部测量值；

m_d —测头的下部测量值。

6.6.2 用中心距标准样块校准

使Ⅱ型中心距卡尺（圆锥测头）两测头基准面（线）接触，采用孔距尺寸为标称初始值的中心距标准样块按 6.81 b 进行校准。按公式（2）计算基值误差。

$$e'_m = m_i - l_s \quad (2)$$

式中：

e'_m —基值误差；

m_i —中心距卡尺测得值；

l_s —中心距标准样块两测量点的实际值。

6.6.3 用量块校准

使两测头基准面(线)接触,采用量块组成的槽中心距等于标称初始值的量块组合按 6.8.1 进行测量,见图 5、图 6,按公式(3)计算基值误差。

$$e''_m = m_i - m''_s \quad (3)$$

式中:

e''_m —基值误差;

m_i —中心距卡尺测得值;

m''_s —量块标称值;

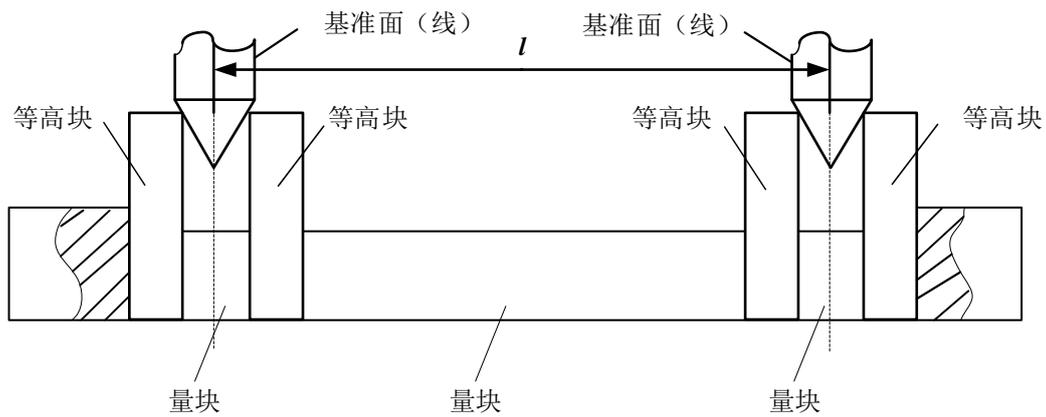


图5 圆锥测头中心距卡尺测量基值误差示意图

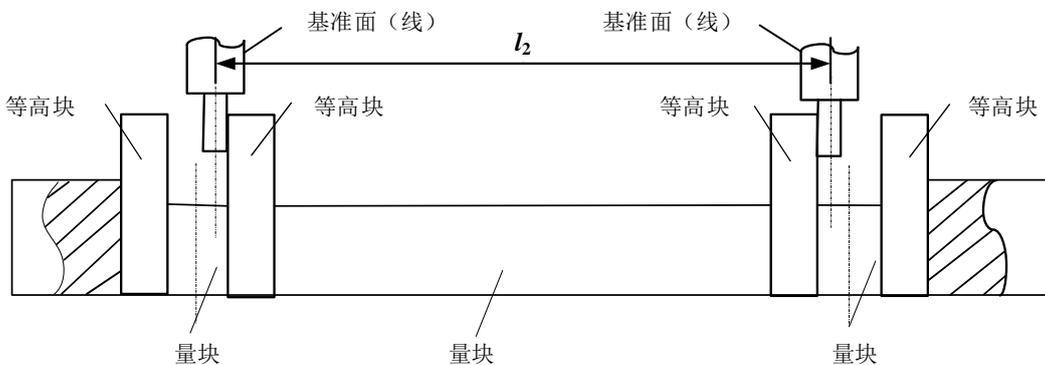
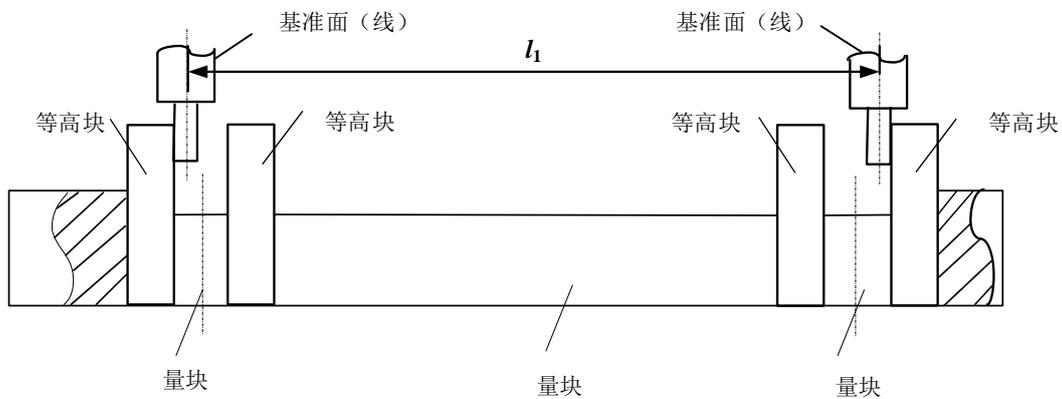


图6 圆柱测头中心距卡尺测量基值误差示意图

基值误差也可使用满足准确度要求的其他方法进行校准。

6.7 示值变动性

在相同条件下，移动尺框，使数显中心距卡尺或带表中心距卡尺测量任意一尺寸，重复测量 5 次并读数，示值变动性以最大与最小读数的差值确定。

6.8 示值误差

6.8.1 用中心距标准样块校准

6.8.1.1 用中心距标准样块校准，校准点的分布：对于测量范围在 300mm 内的中心距卡尺，不少于均匀分布 3 点。对于测量范围大于 300mm 的中心距卡尺，宜不少于均匀分布 6 点。根据实际使用情况可以适当增加测量点。

校准时，使中心距卡尺的两测头面与中心距标准样块上的两孔壁相接触，无论尺框紧固与否，根据测头形式不同，按 a)和 b)所述方法在各测量点上进行读数。经数据处理得到各测量点中心距示值误差。

a) 圆柱测头的示值读取，见图 7。使中心距卡尺两圆柱测头测量面的最外侧分别与中心距标准样块上两孔的最远侧接触，记录此时的读数为 l_1 ，再使两圆柱测头测量面的最内侧与中心距标准样块上两孔的最近侧接触，记下此时的读数为 l_2 ，根据中心距卡尺设定的初始值不同，按公式（4）或公式（5）进行数据处理。

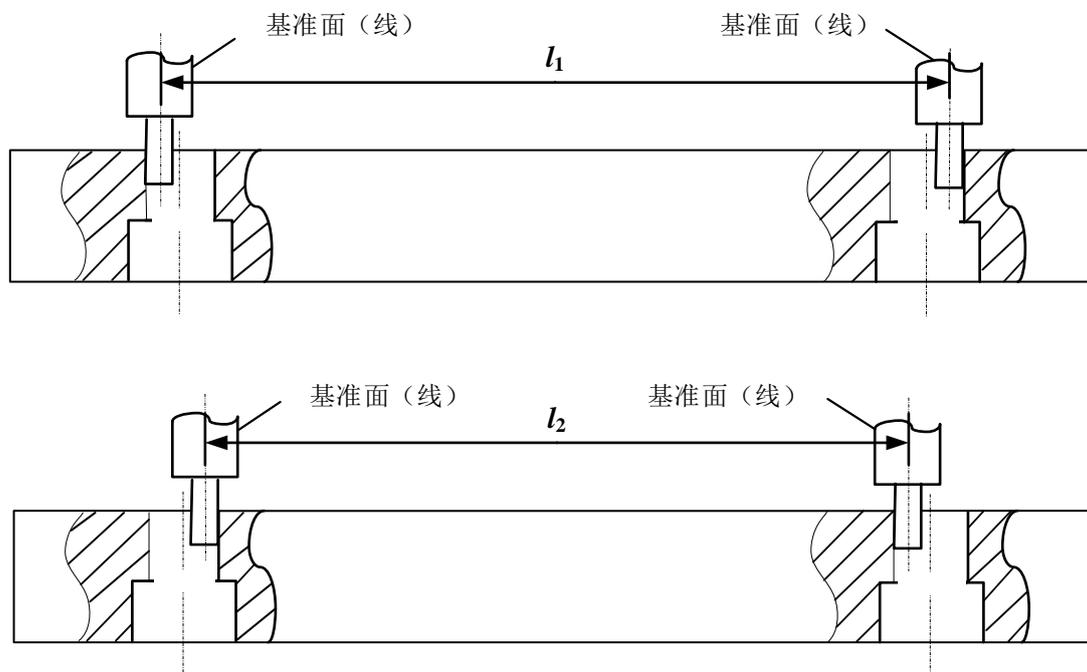


图7 圆柱测头中心距卡尺测量示意图

当指示装置初始值为（或可设为）中心距卡尺测量范围标定的初始值时，其示值误差为：

$$e = \frac{(l_1 + l_2)}{2} - l_s \quad (4)$$

式中：

e —中心距卡尺示值误差

l_1 —中心距卡尺的第一次读数；

l_2 —中心距卡尺的第二次读数；

l_s —中心距标准样块两测量点的实际值。

当指示装置为（或可设为）零时，其示值误差为：

$$e = \frac{(l_1 + l_2)}{2} + m - l_s \quad (5)$$

式中：

e —中心距卡尺示值误差；

l_1 —中心距卡尺的第一次读数；

l_2 —中心距卡尺的第二次读数；

m —中心距卡尺基值的实际值；

l_s —中心距标准样块两测量点的实际值。

b) 圆锥测头的示值读取，见图8。使中心距卡尺两圆锥测头与中心距标准样块上两孔边缘均匀接触，并使尺身下边与标准样块上平面处于平行状态（对于可伸缩圆锥测头，应先将可伸缩圆锥测头调整至与固定圆锥测头伸出长度相等），记录此时的读数为 l 。根据中心距卡尺设定的初始值不同，分别按公式（6）或公式（7）进行数据处理。



图8 圆锥测头中心距卡尺测量示意图

当指示装置初始值为（或可设为）中心距卡尺测量范围标定的初始值时，按公式（6）计算示值误差。

$$e = l - l_s \quad (6)$$

式中：

e —中心距卡尺示值误差；

l —中心距卡尺读数；

l_s —中心距标准样块两测量点的实际值。

当指示装置为（或可设为）零时，按公式（7）计算示值误差。

$$e = l + m - l_s \quad (7)$$

式中：

e —中心距卡尺示值误差;

l —中心距卡尺读数;

m —中心距卡尺基值的实际值;

l_s —中心距标准样块两测量点的实际值。

6.8.1.2 对于可伸缩测头的中心距卡尺,除了校准示值误差外,还应将可伸缩测头伸至最大延伸长度处,使用台阶样块按 6.8.1.1 所述方法。对其任一测量点进行校准。

6.8.2 用量块校准

对于满足基准面(线)的合并间隙及平面度要求的中心距卡尺,在无法配齐满足均匀分布点的中心距标准样块时,也可用量块与中心距标准样块配合使用进行校准。

采用 3 级或 5 等量块进行校准,将量块置于两基准面(线)之间,移动两基准面(线),无论尺框紧固与否,使其与量块工作面接触(以 2mm~5mm 为宜)并能正常滑动,记录读数值。按公式(8)计算中心距卡尺基准面(线)外尺寸在该点的示值误差。校准点的分布:对于测量范围上限在 300mm 内的中心距卡尺,不少于均匀分布 3 点。如测量上限为 300mm 的中心距卡尺,其测量点可为 101.30mm, 201.60mm, 291.90mm, 或 101.20, 201.50mm, 291.80mm; 对于测量范围上限大于 300mm 的中心距卡尺,不少于均匀分布 6 点。如测量上限为 500mm 的中心距卡尺,其测量点可为 80mm, 161.30mm, 240mm, 321.60mm, 400mm, 491.90mm 或 80mm, 161.20mm, 240mm, 321.50mm, 400mm, 491.80mm; 根据实际使用情况可以适当增加测量点。此外,还应加用一至三块中心距标准样块进行校准(校准方法及结果的处理应按 6.8.1 中要求)。

测量范围上限较大的中心距卡尺,校准时应消除因自重引起的尺身弯曲。为此,可用等高垫块或专用平台在适当的位置将尺身垫起,见图 9。

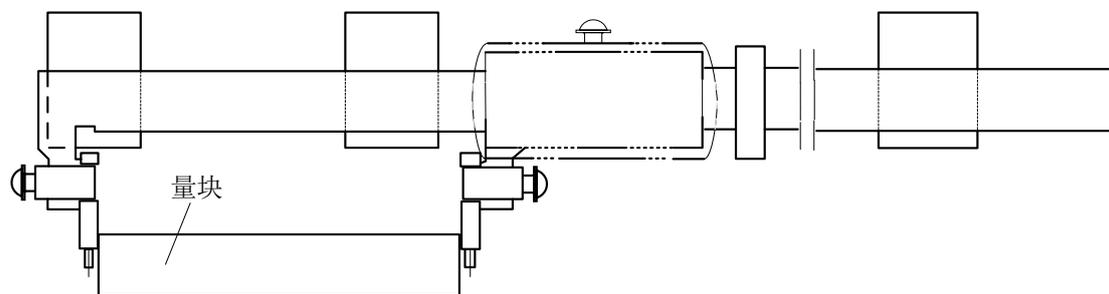


图9 测量范围上限较大的中心距卡尺校准示意图

当指示装置初始值为(或可设为)中心距卡尺测量范围标定的初始值时,按公式(8)计算示值误差。

$$e' = l - l'_s \quad (8)$$

式中:

e' —中心距卡尺基准面（线）外尺寸在该点的示值误差；

l —中心距卡尺读数；

l'_s —量块标称值。

当指示装置为（或可设为）零时，按公式（9）计算示值误差。

$$e'=l+m-l'_s \quad (9)$$

式中：

e' —中心距卡尺基准面（线）外尺寸在该点的示值误差；

l —中心距卡尺读数；

m —中心距卡尺基值的实际值；

l'_s —量块标称值。

对于可伸缩测头的中心距卡尺，除了校准示值误差外，还应将可伸缩测头伸至最大延伸长度处，使用台阶样块按 6.8.2 所述方法。对其任一测量点进行校准。

6.9 细分误差

对于数显类中心距卡尺除了相应测量点的示值误差外，还应在测量范围内至少选取包含传感器主栅一个节距内近似均匀分布的 5 点细分误差测量，也可选择测量范围内包含细分误差测量点近似均匀分布的 5 个测量点。如对于栅距为 5.08mm，0~300mm 的中心距卡尺，除选择示值误差测量点外，可选择 1mm，2mm，3mm，4mm，5mm 或 61mm，122mm，183mm，244mm，295mm 作为细分误差的测量点。也可根据实际情况适当增加测量点。

细分误差的校准方法与 6.8.2 相同。

7 校准结果表达

经校准的中心距卡尺出具校准证书，校准证书的内页格式参见附录 C。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

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，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

中心距标准样块及台阶样块的技术要求

A.1 中心距标准样块的技术要求

A.1.1 中心距标准样块应能准确传递两孔中心距的标准尺寸，对其中心距尺寸的测量，应满足下式不确定度要求：

$$U=5\mu\text{m}+5\times 10^{-6}L \quad k=2$$

式中：

L 一孔距的标称尺寸。

A.1.2 中心距标准样块上孔的边缘应保持锐角，无倒钝，其几何形位公差要求为：

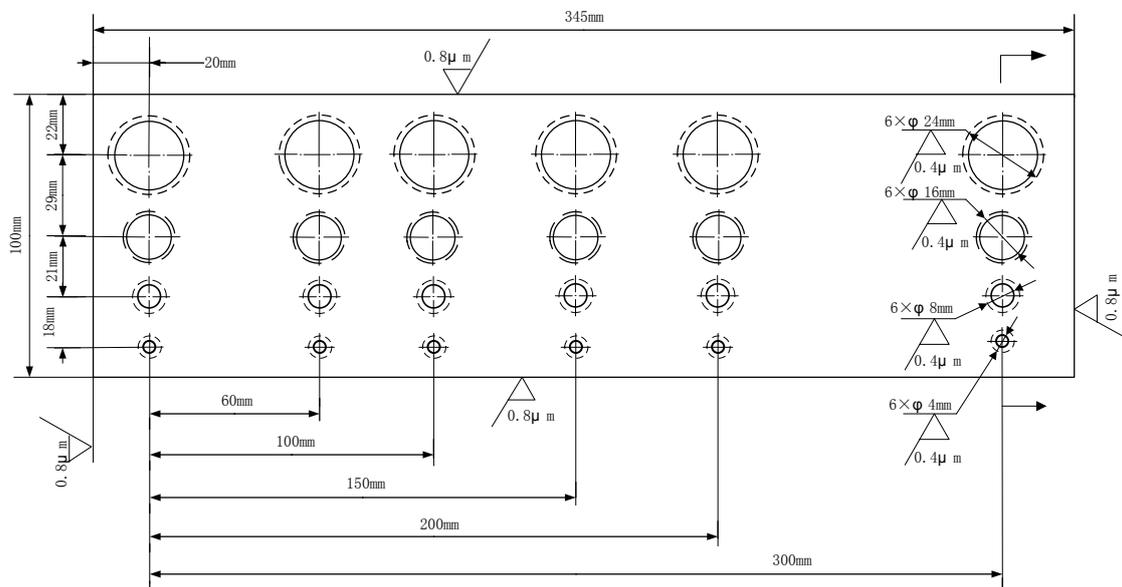
- a) 孔的圆柱度 $\leq 0.002\text{mm}$ ；
- b) 孔边缘的共面性 $\leq 0.01\text{mm}$ ；

A.1.3 中心距标准样块推荐孔距尺寸见表 A.1，示意图见图 A.1。

表 A.1 中心距标准样块孔距尺寸（推荐值）

mm

测量范围上限	中心距标准样块孔距尺寸（推荐值）
≤ 300	60、100、150、200、300
$> 300 \sim 1000$	60、100、150、200、300、400、500、600、800、1000



图A.1 300mm中心距标准样块示意图

A.2 中心距标准台阶样块的技术要求

中心距标准台阶样块的技术要求同 A.1。

附录 B

中心距卡尺校准原始记录推荐格式(供参考)

委托单位: _____ 记录编号: _____
 器具名称: _____ 规格型号: _____
 制造厂商: _____ 出厂编号: _____
 测量范围: _____ mm 分辨力: _____ mm

测头形式: 圆柱测头 圆锥测头 可伸缩测头

校准依据: _____ JJF(陕)XX-2020 《中心距卡尺校准规范》

校准地点: _____ 环境温度: _____ °C 相对湿度: _____ %

校准用主要测量设备:

校准用设备	测量范围	准确度等级\最大允许误差\测量不确定度	溯源机构及证书编号	有效期至

校准数据

1、校准前检查: 符合要求 不符合要求

2、测量面及基准面(线)的表面粗糙度 R_a : _____ μm

3、标尺标记的宽度及宽度差: _____ mm

4、基准面(线)的合并间隙及平面度: _____ mm

5、测头测量面的素线直线度: _____ mm

6、基值误差: _____ mm

7、示值变动性 _____ mm

1	2	3	4	5	示值变动性

8、示值误差：

8.1、采用中心距标准样块进行校准

mm

示值误差							可伸缩测头最大延伸长度处示值误差
l_1							
l_2							
l							
m							
l_s							
e							
U $k=2$							

8.2、采用量块配合中心距标准样块进行校准

mm

示值误差							可伸缩测头最大延伸长度处示值误差
l							
m							
l'_s							
e'							
U $k=2$							

9、细分误差：_____mm

行程	细分误差 mm			
l				
m				
l'_s				
e''				

校准人员：_____ 核验人员：_____ 校准时间：_____

附录 C

校准证书内容及内页格式

C.1 校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- 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) 送校单位的名称；
- f) 被校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，应说明被校对象的接收日期；
- 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) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- p) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

C.2 校准证书内页格式：

校准证书内页格式见附录C.2.1

附录 C.2.1

校准证书内页格式(供参考)

1、校准前检查: _____

2、测量面及基准面(线)的表面粗糙度 R_a : _____ μm

3、标尺标记的宽度及宽度差: _____mm

4、基准面(线)的合并间隙及平面度: _____mm

5、测头测量面的素线直线度: _____mm

6、基值误差: _____mm

7、示值变动性: _____mm

8、示值误差: _____mm

中心距卡尺读数值	示值误差	测量不确定度 $U \quad k=2$

9、细分误差: _____mm

附录 D

中心距卡尺示值误差校准结果的测量不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 校准依据：JJF（陕）XXXX-2020 《中心距卡尺校准规范》。

D.1.2 环境条件：温度（20±5）℃，相对湿度不大于 80%。

D.1.3 被测对象：测量上限为 300 mm，分辨力为 0.01 mm 的 I 型数显中心距卡尺在 300mm 的示值误差。

D.1.4 测量标准：中心距标准样块。

D.1.5 测量过程：在符合规定要求的环境条件下，按照本规范 7.8.1 进行校准。

D.2 测量模型

测量模型见公式（D.1）。

$$e = l - l_s + l \times \alpha_1 \times \Delta t_1 - l_s \times \alpha_2 \times \Delta t_2 \quad (\text{D.1})$$

式中：

e ——中心距卡尺的示值误差；mm；

l_1 ——中心距卡尺的示值；mm；

l_2 ——中心距标准样块的实际值；mm；

l_3 ——中心距卡尺基准；mm；

α_1, α_2 ——中心距卡尺与标准样板的线膨胀系数；

$\Delta t_1, \Delta t_2$ ——中心距卡尺与标准样板偏离参考温度 20℃ 的数值。

由于 $l \approx l_s, \alpha_1 \approx \alpha_2, \Delta t_1 \approx \Delta t_2$

设 $l \approx l_1 \approx l_2, \alpha \approx \alpha_1 \approx \alpha_2, \Delta t \approx \Delta t_1 \approx \Delta t_2, \delta_1 = \alpha_1 - \alpha_2, \delta_2 = \Delta t_1 - \Delta t_2$

式 D.1 变为：

$$e = l - l_s + l \times \Delta t \times \delta_1 - l \times \alpha \times \delta_2$$

D.3 方差和灵敏系数

$$u^2 = c_1^2 u^2(l) + c_2^2 u^2(l_s) + c_3^2 u^2(\delta_1) + c_4^2 u^2(\delta_2) \quad (\text{D.2})$$

式中：

$$C_1 - \frac{\partial e}{\partial L_1} = 1; C_2 - \frac{\partial e}{\partial L_2} = -1; C_3 = \frac{\partial e}{\partial \delta_1} = l \times \Delta t; C_4 = \frac{\partial e}{\partial \delta_2} = l \times \alpha$$

D.4 各输入量的标准不确定度评定

D.4.1 输入量*l*引入的不确定度分量*u*(*l*)D.4.1.1 分辨力引入的不确定度分量*u*₁₁

数显中心距卡尺的分辨力为 0.01mm，其区间半宽为 0.005mm，按均匀分布计算

$$u_{11}=0.005/\sqrt{3}=2.9\mu\text{m}$$

D.4.1.2 测量重复性引入的不确定度分量*u*₁₂

测量重复性引入的不确定度分量 *u*₁₂ 在重复性条件下，用中心距标准样块对测量范围上限 300 mm 数显中心距卡尺中的 300 mm 点进行连续 10 次测量，测量值见表 D.1。

表 D.1 测量重复性汇总表 mm

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值误差	0.00	0.01	0.01	0.01	-0.01	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.01

得到标准偏差 $s=8.0\mu\text{m}$ ，则 $u_{12}=8.0\mu\text{m}$

所以 u_1 取两分量的最大值，故 $u(l)=8.0\mu\text{m}$

D.4.2 输入量*l*_s引入的不确定度分量*u*(*l*_s)

当样板标准中心距， $l=300\text{mm}$ 时， $e=0.01\text{mm}$ 时，其测量不确定度 $U=5\mu\text{m}+5\times 10^{-6}=6.5\mu\text{m}$ ， $k=2$ ，

$$u(l_s)=6.5/2=3.2\mu\text{m}$$

D.4.3 中心距卡尺和标准样板间线膨胀系数差 δ_1 引入的不确定度分量*u*(δ_1)

标准样板材质与中心距卡尺材质基本相同，两者线膨胀系数均为 $\alpha=(11.5\pm 1)\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ ，两者线膨胀系数差在 $2\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ 范围内三角分布，取其半宽，则引入的不确定度分量：

$$u(\delta_1)=1\times 10^{-6}\text{C}^{-1}/\sqrt{6}=0.408\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$$

D.4.4 中心距卡尺和标准样板间温度差 δ_2 引入的不确定度分量*u*(δ_2)

中心距卡尺和标准样板经过一段时间的等温，假定两者温度差在 $\pm 1\text{C}$ 范围内均匀分布，则引入的不确定度分量：

$$u(\delta_2)=1/\sqrt{3}=0.577\text{C}$$

D.5 合成标准不确定度 *u*_c

示值误差校准结果的标准不确定度分量汇总见表 D.2。

表 D.2 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏度系数 c_i	$ c_i u(x_i)$
$u(l)$	分辨力 / 测量重复性引入的不确定度分量	8.0 μm	1	8.0 μm
$u(l_s)$	校准用标准样板引入的不确定度分量	3.2 μm	-1	3.2 μm
$u(\delta_1)$	中心距卡尺和标准样板间线膨胀系数差引入的不确定度分量	$0.408 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$l \times \Delta t = 300\text{mm} \times 1 \text{ } ^\circ\text{C}$	0.2 μm
$u(\delta_2)$	中心距卡尺和标准样板间温度差引入的不确定度分量	0.577 $^\circ\text{C}$	$l \times \alpha = 300\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	2.0 μm
$u_c(e) = 8.8\mu\text{m}$				

D.6 扩展不确定度 U

取 $k=2$ ，则扩展不确定度 U 为：

当 $l=300\text{mm}$ 时， $e=0.01 \text{ mm}$ ， $U=2 \times u_c(e)=0.02\text{mm}$

D.7 结语

依据本校准方法，中心距卡尺在 300mm 的最大允许误差应不超过 $\pm 0.07\text{mm}$ ，而文中分析的测量不确定度结果小于等于最大允许误差的三分之一。由此可见，此方法科学可行。

陕西省地方计量技术规范

JJF（陕）XXX—2020《中心距卡尺校准规范》

编写说明

规范起草组

2020年4月

JJF (陕) XXX-2020 《中心距卡尺校准规范》

编写说明

一. 工作简况

1. 任务来源

根据陕西省市场监督管理局关于印发《2020 年度第一批陕西省地方计量校准规范制修订项目计划》的通知（陕市监函〔2020〕352 号）文件精神，由陕西省建筑科学研究院有限公司计量中心作为主要起草单位起草制定陕西省地方计量技术规范《中心距卡尺校准规范》。

2. 制定的必要性

中心距卡尺是利用游标、指示表和数显形式对两圆锥（或圆柱）测头中心线相对移动的距离进行读数的计量器具，中心距卡尺按结构形式可分为 I 型和 II 型。按指示装置可分为游标中心距卡尺、带表中心距卡尺和数显中心距卡尺。主要解决通用卡尺测量面上两圆孔（柱孔及锥孔）轴心线之间距离时，因尺爪尖端频繁使用，容易因磨损而出现缝隙，使测得的孔距尺寸偏小的问题。该卡尺广泛应用于机械加工、建筑工程等领域。近年来，随着中心距卡尺送检数量的增长，使用单位希望法定检定机构制定相关规程或规范，对计量器具进行有效管理。

据了解，目前陕西省内有将近近千台的中心距卡尺在使用。资质认定、建筑工作质检等多种认证、认可活动均要求对中心距卡尺必须进行有效溯源。因此，全省中心距卡尺校准需求极大。但由于生产中心距卡尺厂家比较多，型号规格又不统一，中心距卡尺检/校至今尚无国家的规程/规范，因此，作为西北首屈一指的建筑行业专业计量站-陕西省建筑科学研究院有限公司计量中心作为有义务有能力担任起草任务。为全省中心距卡尺计量校准工作提供统一、标准的技术法规依据，从而使全省中心距卡尺的校准得到有效控制。

3. 起草单位、协作单位

起草单位：陕西省建筑科学研究院有限公司计量中心
西安计量技术研究院

4. 主要起草人

姓名	职务/职称	工作单位	任务分工
胡 畅	质量管理部部长/高级工程师	西安计量技术研究院	验证、起草
吴娟娟	中心主任/高级工程师	陕西省建筑科学研究院 有限公司计量中心	验证、起草
吴亚男	工程师	西安计量技术研究院	验证、起草
王 青	高级工程师	陕西省建筑科学研究院 有限公司计量中心	实验论证
张 诚	工程师	陕西省建筑科学研究院有限公司 计量中心	验证、起草
闫列雪	高级工程师	桂林广陆数字测控有限公司	验证、起草
王艳粉	工程师	镇安县质量技术监督 检测检验所	实验论证

二. 调研情况

目前国家尚无统一的《中心距卡尺》校准规范。只有江苏省出台了 JJF(苏)217-2019《中心距卡尺校准规范》、广西壮族自治区出台了 JJF(桂)56-2018《游标、带表、数显中心距卡尺校准规范》。本规范中所涉及到的计量标准、校准项目和校准方法,主要是对测头测量面的表面粗糙度、标尺标记的宽度及宽度差、基准面(线)的合并间隙及平面度、测头测量面的素线直线度、基值误差、示值变动性、示值误差、细分误差进行校准,以确保其量值的准确可靠。在规范制定过程中,起草小组查阅了国家有关规程、规范,参照了国内兄弟省市相关的技术规范,并得到了省质量技术监督局的支持及相关部门的密切配合。

三. 编制说明

1. 规范名称

《中心距卡尺》校准规范

2. 适用范围

本规范适用于分度值或分辨力为 0.01mm, 0.02mm, 0.05mm 和 0.10mm, 测量范围(0~1000)mm 的游标、带表和数显中心距卡尺的校准。。其他范围的类似设备也可参照本规范。

3. 引用文献

在规范中所引用的国家、地方检定规程、校准规范、国家标准,均为现行有效版本。

具体有:

GB/T 21389-2008 游标、带表和数显卡尺

4. 计量性能

本规范按照 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则的要求》，对真空干燥箱的工作原理及用途作了相应说明，计量特性包括：测头测量面的表面粗糙度、标尺标记的宽度及宽度差、基准面（线）的合并间隙及平面度、测头测量面的素线直线度、基值误差、示值变动性、示值误差、细分误差等。

5. 标准器的选择

本规范对校准环境条件、校准用设备、校准项目和校准方法都进行了规定，开展校准所使用的计量标准器及主要配套设备为：表面粗糙度比较样块、读数显微镜、工具显微镜、4等量块、中心距标准样块、（3级或5等）量块、中心距标准台阶样块，其中计量标准器中心距标准样块的扩展不确定度 $U=5\mu\text{m}+5\times 10^{-6}L$ $k=2$ 。量块为3级或5等。

6. 校准方法

校准方法可采用中心距标准样块进行校准、采用两基准面（线）进行外尺寸示值误差校准。

7. 校准结果的处理

本规范第五部分计量特性给出了中心距卡尺的技术要求，同时也说明了校准不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。附录 A 给出了中心距标准样块及台阶样块的技术要求，附录 B 给出了中心距卡尺校准原始记录推荐格式(供参考)，附录 C 给出了校准证书内容及内页格式，附录 D 给出了校准不确定度评定示例。