

# JJG30-2012《通用卡尺》检定规程解读

□ 常青

JJG30-2002《通用卡尺》检定规程(以下简称“旧规程”)实施近10年来,在规范通用卡尺使用要求,确保其量值传递的准确可靠方面起到了重要作用。但随着通用卡尺制造技术、应用领域、技术标准等方面的更新与发展,旧规程在使用中出现了一些滞后和需要改进的内容。为此,规程起草人对旧规程中一些不适宜技术发展的部分进行了相应的修改和补充。修订后的JJG30-2012《通用卡尺》检定规程(以下简称“新规程”)于2012年3月2日经国家质检总局批准发布,并自2012年9月2日起实施。

新规程在部分检定项目和检定方法上作了必要的变更,以适应技术发展和通用卡尺的使用要求,保证量值传递的准确可靠。由于该检定规程的适用对象量大面广,使用频次很高,为确保使用人员对新规程有一个共同的认识,并使其得到正确使用,作为规程的主要起草人,在此对新规程使用中可能遇到的问题进行讲解和评述。

## 一、修订内容

依据JJF1002-2010《国家计量检定规程编写规则》的规定,新规程在修订中增加了引言部分,主要对制(修)定的规程技术依据、技术变化以及规程的历次版本发布进行说明,使规程使用者在概念上有个清晰的认识,很好地表述了新的技术法规对原有内容的改进与差异,为正确使用检定规程起到保证作用。

本次修订中,重点在通用卡尺的量值准确性上进行了改进,修订后的内容和要求更加符合国际惯例和量具的实际使用要求。具体内容如下:

## 作者简介

常青,1985年7月毕业于河北工业大学精密计量仪器专业。此后一直从事长度计量仪器和万能量具的检定、校准和修理工作。工作期间曾参与制定、修订JJG31-1999《高度卡尺》检定规程、JJG429-2000《圆度、圆柱度测量仪》检定规程、JJG30-2012《通用卡尺》检定规程等。自2002年至今,一直担任全国几何量工程参量计量技术委员会特邀委员和委员。



1. 依据JJG146-2003《量块》检定规程中对量块等级的划分,取消了六等量块的技术要求(详见新规程6.2条)。由于JJG146-2011《量块》检定规程颁布于2011年11月14日,所以在新规程修订时仍引用JJG146-2003的要求,但比较JJG146-2011的技术要求,无本质差别。

2. 依据JJG63-2007《刀口形直尺》检定规程中对刀口形直尺的技术要求,取消了0级和1级的划分,计量性能统一用MPEV控制(详见新规程6.2条)。

3. 考虑到GB/T21388-2008《游标、带表和数显深度卡尺》标准中将深度卡尺的型式分为I、II、III种结构型式,其不同的结构型式在实际使用中由于测量

端的形状特点,具有不同的测量功能,随之而来的就是相关形状尺寸应该获得控制,而I型深度卡尺是最为常用的一种,从检定规程的简化及量值准确上考虑,新规程对深度卡尺的适用范围限制为I型深度卡尺,其他型式可参照执行,最大限度地简化了检定项目。

4.考虑到GB/T21389-2008《游标、带表和数显卡尺》标准中的具体规定和通用卡尺的实际使用情况,对示值最大允许误差进行了部分修改,取消了(0-150)mm分挡要求,均归为(0-200)mm的统一范围,在此范围内增加(0-70)mm分挡的要求(详见新规程4.9条)。

5.取消“刀口内量爪的基本尺寸”的要求,改用对刀口内量爪的示值误差进行控制(计量性能要求详见新规程4.9,检定方法详见新规程6.3.12条)。

6.增加对数显类卡尺细分误差的要求(计量性能要求详见新规程4.9条,检定方法详见新规程6.3.12条)。

7.增加对尺身长度的要求,即要求“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不至于伸出尺身之外”(详见新规程5.2.3条)。

8.各部分相对位置中增加“游标尺刻线与主标尺刻线应平行,无目力可见的倾斜”的要求(详见新规程5.3.1条)。

9.增加“卡尺两外量爪合并时,应无目力可见的间隙”的要求(详见新规程5.3.3条)。

10.在示值误差的计量性能要求中增加“游标、带表或数显卡尺外量爪示值误差在里外端两个位置测量时,其读数之差并不大于相应测量范围内最大允许误差的绝对值”的规定,以控制和保证实际使用的卡尺量爪平行度和里外端的尺寸(详见新规程6.3.12条)。

## 二、修订的必要性

### 1.测量标准的要求

在本次规程修订中,针对所用计量标准量块和刀口形直尺,由于相应检定规程的修订,变更了计量器具的计量性能要求,但本质上无明显变化,本次修订采用了对应规程的要求与描述,对于使用没有明显的差异。

### 2.刀口内量爪的要求

刀口内量爪尺寸准确度的考查,旧规程有“刀口内量爪的基本尺寸”要求,该项要求只是保证了在外量爪合并至零位时,刀口内量爪的相对位置是否在“零”位状态,以保证内尺寸测量时,不至于因为刀口内量爪的“零位误差”影响测量结果准确度。而在实际使用过程中,刀口内量爪的测量准确度不仅受“零位误差”的影响,还受尺身形状误差及主尺刻面误差(带表卡尺体现在齿条的齿距误差,数显卡尺体现在定栅间距误差)等因素的影响,所以简单地给出基本尺寸偏差,并不能对刀口内量爪测量准确度做到完全有效的控制。

此外在GB/T21389-2008中,也专门提出了其示值误差的要求,指出“带有刀口内量爪的卡尺,当用户要求保证刀口内量爪的示值误差时,刀口内量爪的尺寸不执行尺寸极限偏差的规定值,以保证示值误差为准……”在规程审定中生产企业特别提出,刀口内量爪示值误差的控制能够体现其量值的综合准确度,并且在产品外销时可以提高可靠性,如果检定规程不要求其示值误差,在企业与客户确认验收标准中无法采用检定规程。

基于以上说明,考虑到检定规程这种具有法律效力的技术性法规,为了对计量器具符合法定要求的判定更加准确、合理,在本次修订中将控制“刀口内量爪的基本尺寸”,改为控制“刀口内量爪的示值误差”,这样对计量器具是否符合法定要求的控制就更加可靠。

### 3.示值误差的要求

在示值最大允许误差的控制方面,根据GB/T21388-2008和GB/T21389-2008的技术要求,最大允许误差按照不同分度值(分辨率)以公式计算后圆整的方式给出。按此公式计算,对于(0-200)mm内的分段给出了(0-70)mm和(70-200)mm两段,示值最大允许误差分别为0.02mm和0.03mm,而旧规程中的分段是(0-150)mm和(150-200)mm,这样(70-150)mm部分的要求降低了。

考虑到在实际使用中,通用卡尺是没有测量力控制的计量器具,测量结果会由于操作人员的习惯(主要是测力变化)有(0.01-0.02)mm的变化,对(70-

150)mm部分的要求降低0.01mm,在实际使用中无明显影响。为此,规程在修订中,对示值最大允许误差参考了标准中的规定,使之与标准保持一致,避免了部分通用卡尺在按标准生产合格后,却出现检定不合格的情况,对量具制造行业的发展起到了保障作用。

#### 4. 细分误差的要求

对于游标卡尺和带表卡尺,其“细分误差”可以通过游标刻度和表盘刻度较为直观地体现,并且在示值误差的检定中,通过选择包含0.2mm、0.5mm和0.8mm(或0.3mm、0.6mm和0.9mm)的检定点,基本上就保证了该项“细分误差”的控制。

对于数显卡尺,由于其独特的构造,采用容栅位移传感器作为长度测量标准,为数显卡尺测量提供准确的长度量值,而前述的包含0.2mm、0.5mm和0.8mm的检定点,是不能考查其细分误差的,相应的考查方式要从容栅的结构特点说起。

容栅位移传感器实际上是一种电容位移传感器,是在材料间隙和介电常数确定的情况下,利用间隙与耦合面积的变化形成电容变化,通过电容变化量的测量,直接反映传感器的测量位置变化,最终达到长度测量的目的。

在实际设计上,容栅位移传感器由固定容栅(简称定栅)和可动容栅(简称动栅)组成。目前,通用的定栅公共极板和独立定栅片宽度均为2.54mm,其节距为5.08mm;动栅的设计间距是定栅间距的1/8,即对应1个定栅间距有8个动栅片,为了提高测量准确度和降低对传感器制造准确度的要求,每一动栅由6组并联的48片独立栅片组成,其材料均为铜质。

当动栅的位移走过一个定栅间距(5.08mm)时,输出的电容信号正好经历一个0~360°的函数变化周期,通过不间断的动栅移动和周期变化,传感器部件检测到相应的输出信号,并转换成位移信息显示。根据这一特点,需要对一个定栅间距内的误差(即细分误差)进行确认,按照5.08mm的栅距,采用近似均匀分布的5点(1mm、2mm、3mm、4mm、5mm)进行检查,即新规程作出明确规定,理论上认可多于5点的检查。

#### 5. 外量爪测量面平行度的考虑

在实际使用中,外量爪两测量面的平行度会影响测量结果的准确性。因此,在国家标准中有专门的要求,见GB/T21389-2008中的表10。在实际生产中,两个测量面的平行度是有保证的,同时,在考查两个外量爪的合并间隙时,也从使用角度确认了平行度的误差。在两外量爪合并间隙满足要求的前提下,真正存在平行度问题的情况主要由尺身的直线度和尺框与尺身的配合间隙造成。

基于以上考虑,检定规程简化了外量爪测量面的平行度要求,除了在示值误差的检定中要求在量爪的里端和外端两个位置检查之外,还对里、外端两个位置的检定结果有所要求,其差值应不超过相应点最大允许误差的绝对值,而最大允许误差的绝对值也基本与国家标准的平行度误差的要求一致。这样,一方面在外量爪的测量准确度上作了保证;另一方面也确认了通用卡尺的生产控制,其优点在于适当控制了平行度指标,但没有增加实际工作量(只是在原始记录的记载上出现两个数据,并进行判断),也避免了实际使用时在量爪的里、外端测量结果差异大的问题。

#### 三、规程执行中应注意的问题

##### 1. 测量标准的选择

依据新规程中表9的要求选择所使用的检定用标准设备。

##### 2. 刀口内量爪的检定

在取消了刀口内量爪的尺寸偏差后,改由示值误差对其测量准确度进行控制,从检定点的选择上,完全与外量爪的检定点一致,使用的标准除了量块以外,还需一套内测附件,以便提供准确的内尺寸标准。

具体操作时有几种情况:其一,当测量范围在300mm以内时,可以使用量块及其内测附件组合出标准的内尺寸进行检定;其二,当测量范围超过300mm时,购买专用的量块内测附件不很方便,此时,可以采用图1所示的方式组合相应的内尺寸使用,其材料组成是两个大量块固定夹具、需组合内尺寸的标准量块、两块大于100mm的辅助量块等。

##### 3. 最大允许误差的确定

新规程的表6给出了通用卡尺示值最大允许误差

的要求,表6中对于“测量范围上限”的理解,是近来许多计量同行询问最多的。总体的理解有两个,其一一是将“测量范围上限”理解为仪器的量程,那么不同型号规格的通用卡尺以最大测量尺寸来判定示值最大允许误差,例如150mm的数显卡尺,所有点的示值最大允许误差都是 $\pm 0.03\text{mm}$ 。

另一个理解是“测量范围上限”是卡尺在测量中的相应示值限制范围,判定卡尺的示值误差是否合格时,以能否满足此限制范围内的示值最大允许误差为准,超出后示值误差按照相应限制范围要求控制。例如300mm的数显卡尺,测量值在70mm以内时,其示值最大允许误差要求为 $\pm 0.02\text{mm}$ ,测量值在(70~200)mm时,其示值最大允许误差要求为 $\pm 0.03\text{mm}$ ,测量值在(200~300)mm时,其示值最大允许误差要求为 $\pm 0.04\text{mm}$ 。

上述两种理解,后一种是符合规程要求的,与旧规程的要求没有区别,只是将“测量范围”改为“测量范围上限”。在规程审定中,审定专家认为旧规程的测量范围表示方式过于复杂,应该用简单直观的方式表示,基于这一考虑,规程修订时简化了测量范围的表述方式,使其简单直观。

由于示值最大允许误差表示方式的改变,给规程的使用者带来歧义,为此在本文中进行的必要的说明,示值最大允许误差的要求是分段的,并不是如压力表类的一些计量器具以量程的上限确定示值最大允许误差(引用误差形式),希望规程使用者注意。

#### 4. 细分误差的检定

新规程新增的细分误差检定,是对数显卡尺的性能参数的评价。基于普遍的数显卡尺定栅栅距为5.08mm的情况,按照至少5等分的原则确定测量点,通过检定相应点的示值误差,以发现和控制数显装置的小周期误差,在此基础上可以有两种操作方式。

其一,示值误差按照正常要求检定。按照目前的生产条件,主尺尺身的栅距是以5.08mm为周期的循环方式,其刻画误差是固定的。在此前提下,考察一个栅距的细分误差,基本就代表了整个数显卡尺的细分误差情况。因此,检定规程规定在数显卡尺的起始点

以1mm、2mm、3mm、4mm、5mm点进行测量,获得第一个栅距中的5点示值误差,取其中最大的作为数显卡尺的细分误差,结果是合理的。

其二,在示值误差的检定中同时包含细分误差的检定,获得一个综合结果。具体做法是在示值误差的检定中,针对已确定的示值误差测量点,将经过栅距5等分的相应测量值,加入已确定的示值误差测量点中,例如,对于(0~500)mm的数显卡尺,规定的示值误差检定点可以是80mm、161.2mm、240mm、321.5mm、400mm和491.8mm,如果定栅栅距为5.08mm,则按照5等分后的细分误差测量点重新确定误差检定点后为80mm、161.2mm、242mm、323.5mm、404mm和495.8mm,此时的示值误差测量结果包含了细分误差的影响。

上述两种方法各有利弊,第一种分别给出了示值误差和细分误差两项,但没有两者的综合影响,对于判定卡尺的性能参数有帮助,但无法确定细分误差对示值误差的影响程度;第二种给出的是示值误差和细分误差的综合影响,与实际使用状态保持一致,但在该结果不能满足性能要求时,无法确定单一性能的影响程度,不能直接判断是哪项因素的影响,还需作进一步的判定。

数显卡尺细分误差的检定只进行一次,即在外量爪测量时检定一次,内量爪就不再检定,不要理解成所有部件的示值误差检定都要跟着细分误差检定。

#### 5. 外量爪测量面平行度的要求

外量爪测量面的平行度没有单独说明,但在示值误差检定中进行控制,即示值误差检定时,按照相应测量点选择标准量块,在外量爪的里端和外端两个位置进行测量,将两个位置的测量结果进行比较,其差值应符合要求,这就是平行度的一种数据处理方式,虽然没有说明,但结果是控制了平行度的。

由于此项要求的增加,在原始记录上就需要有相应的体现,这也是新规程在执行中对原始记录完整性的要求,需要遵守。

作者单位[工业和信息化部电子五所赛宝计量检测中心] 田