

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2016.01.14

直角尺检查仪示值误差的校准方法

常青, 付文强

(陕西省计量科学研究院, 陕西 西安 710069)

摘要: JJF 1140-2006《直角尺检查仪校准规范》以保证其量值准确为出发点, 简化了校准项目和校准方法, 保证了直角尺检查仪的量值溯源, 但由于校准规范中对示值误差项的要求和校准方法有一定的变化, 使直角尺检查仪按照规范校准后, 示值误差没有得到控制, 造成该类仪器在验收时出现争议。

关键词: 校准规范; 直角尺检查仪; 垂直度; 示值误差; 测量力

中图分类号: TB921

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2016)01-0054-03

Calibration Method of Indication Errors for Square Testers

CHANG Qing, FU Wenqiang

(Shaanxi Institute of Metrology Science, Xi'an 710069, China)

Abstract: The Calibration Specification for Square Testers simplifies the calibration items and methods and guarantees the traceability of length measuring instruments in order to guarantee the accuracy of quantitative values. However, due to some changes in the calibration specification to the indication error term requirements and calibration methods, the indication errors are not under control after a rectangular device tester is calibrated according to the specification. This will result in disputes during the acceptance check of such instruments.

Key words: calibration specification; square testers; verticality; indication error; measuring force

1 问题的提出

JJF 1140-2006《直角尺检查仪校准规范》于2006年9月施行, 替代了JJG 243-1993《直角尺检定仪检定规程》。JJF 1140-2006简化了原检定规程中的一些不合理的项目和要求, 从量值溯源的特点上合理制定了相应的校准项目和方法^[1], 为规范该仪器的量值传递(溯源)提供了保障, 也提高了校准工作的效率。

在对购买的一台CC-500B型直角尺检查仪(以下简称检查仪)进行验收时, 采用了JJF 1140-2006中给出的项目和校准方法, 校准后所有校准结果均符合校准规范中的要求, 并且计量机构也颁发了检查仪的校准证书。

在后续使用中, 用该检查仪检定一件250 mm的2级宽座直角尺(其直角误差在14 μm 左右), 测得的直角误差只有3 μm , 与实际值相差约11 μm , 由于不清楚为什么会产生这么大的差异, 笔者就用标准方形直角尺进行验证, 以查询和发现出现问题的原因。

首先将经检定合格的0级方形直角尺(400 mm $\times$ 400 mm)放置在检查仪工作台上, 并按照校准规范要求进行调整, 使其与检查仪滑座上的指示表测头接触并对“零”, 当检查仪滑座沿立柱导轨上下移动时, 指示表示值变化在2 μm 左右, 与标准器实际的5 μm 直角偏差存在一定的差异, 但差异不大, 此实验称为验证实验1。

接着在不改变标准直角尺放置位置的前提下, 在方形直角尺水平面与检查仪工作台之间, 垫放了一片0.04 mm的塞尺, 见图1, 使方形直角尺的垂直工作面高约400 mm位置处与检查仪工作台之间形成近似0.04 mm的垂直度误差^[2], 当检查仪滑座沿立柱导轨上下移动时, 指示表示值变化在10 μm 左右, 与人为制造的40 μm

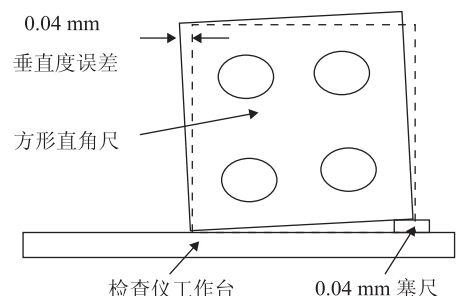


图1 验证实验2的图示

收稿日期: 2015-12-31

作者简介: 常青(1963-), 男, 陕西西安人, 高级工程师, 从事几何量计量与测试工作, 在技术规范制定、测量方法研究方面经验丰富。

的垂直度误差相去甚远，此实验称为验证实验2。

验证实验2清楚地表明，该直角尺检查仪测量垂直度误差时，指示值明显比实际值缩小了近3/4，相比前述对宽座直角尺的检定，得到3 μm的直角误差，也基本是缩小了3/4左右。由此可见这台检查仪虽然校准满足要求，但实际使用是有问题的，有可能给出错误的结果。

2 原因分析

为了确认出现这种情况的原因，首先从校准方法上进行分析。通过对比，发现JJF 1140-2006中6.9项示值误差的校准方法与原JJG 243-1993中第15项的示值误差检定方法存在明显差异。因检查仪所用指示表的测量范围均为±50 μm，当使用JJF 1140-2006的校准方法校准检查仪的示值误差时，由于所用标准直角尺的直角误差一般都在6 μm以内，就是在不同的高度进行测量，其变化量还不到指示表测量范围的10%，不能真实体现检查仪的示值误差^[3]，而JJG 243-1993的示值误差检定方法是通过量块的尺寸差作为变化量，可达到指示表测量范围的80%以上，其测量结果基本可以真实体现检查仪的示值误差，具体差异对比见表1。表1公式中，Δ为标准尺直角偏差。

表1 JJF 1140-2006与JJG 243-1993示值误差校准/检定方法的比较

序号	相关项目	JJF 1140-2006	JJG 243-1993
1	所用标准器	400 mm 方形直角尺	400 mm 标准直角尺和3等量块
2	校准/检定方法(简述)	将标准直角尺(或方形直角尺)放置在直角尺检查仪工作台上，使直角尺的侧面与靠板定位面贴附，将检查仪测量头与标准直角尺的直角边接触，在全行程范围内每隔100 mm测量一点，上述测量在直角尺检查仪的左侧和右侧工作台分别进行，指示表读数分别是 a_i 和 b_i 。	在标准直角尺(或方形直角尺)直角边上、下并排研合具有尺寸差的两块量块，如1.1 mm和1.07 mm(尺寸间隔30 μm)，然后将标准直角尺放置在直角尺检查仪工作台上，测头对准1.1 mm量块，并记下指示表的读数 a_1 ，上下移动测头位置对准1.07 mm量块对数为 a_2 ，然后将标准直角尺调转180°，同样测量读数为 b_1 和 b_2 。
3	示值误差(μm)计算公式	$\delta = \frac{H}{h} \times \frac{a_i - b_i}{2} - \Delta$	$\delta = \frac{(a_1 - a_2) + (b_1 - b_2)}{2} - \Delta - (1.07 - 1.1) \times 1000$

由此可见，校准规范给出的示值误差校准方法，主要还是针对检查仪立柱导轨运动方向与工作台面的垂直度，并未涉及检查仪的示值误差，并且与该规范的6.7项(立柱导轨面与工作台面的垂直度)中对纵向垂直度的校准方法类似(6.7项只是移动范围为200 mm)，而原检定规程在第13项检定了立柱导轨面与工作台面的垂直度后，又在第15项对检查仪指示表整个测量范围内的示值误差进行检定，两者相比，校准规范在这方面还是有欠缺的。

到此也就能解释按照JJF 1140-2006校准规范校准的检查仪，虽然校准结果满意，但并未真实反映仪器的示值误差^[4]，造成了检查仪不能客观准确地反映被测量的变化，这是出现上述问题的一个基本原因，同时，CC-500B型直角尺检查仪特殊的结构特点，是造成该问题的直接原因。

图2是CC-500B型直角尺检查仪的结构图，其中转向装置是为了将检查仪测头的水平测量方向转换为指示表的垂直测量方向。图2中左上侧图示为转换装置的基本结构，测量时将测头感知的位移量通过直角的杠杆1:1地传递给指示表测杆，由指示表读出变化量。从理论上讲该转换机构是合理的，但由于缺乏测量力^[5]，只是靠指示表施加的测量力来保证，使检查仪测头与被测件不能够保持有效接触，因此，该转换装置在测量可靠性上有待商榷，由于其杠杆支点处是通过钢珠与转换装置连接并用螺钉固定，使指示表的测量力在该装置上已经基本消耗，无法提供检查仪测头与被测件有效接触的测量力，实际上前述的测量问题基本就是在这种情况下出现的。

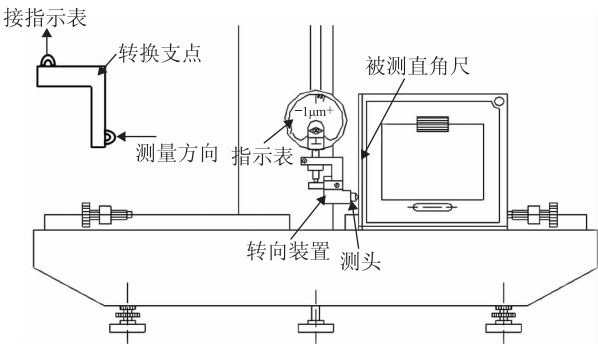


图2 CC-500B型直角尺检查仪结构

为了验证这一判断，又进行了验证实验3，此时将该转换装置拆下，直接将扭簧表固定在检查仪的滑座上，使指示表测量线处于水平方向，按照验证实验1的方法对方形直角尺进行测量，移动检查仪滑座，指示表指针运行稳定，运动方向从0开始，先到-2 μm

然后又转向 +2 μm ，变化量 4 μm ；接着重复验证实验 2，在方形直角尺与检查仪工作台面垫放一片 0.04 mm 的塞尺，移动检查仪滑座，指示表指针的变化范围达到 44 μm ，而不是使用转换装置时测得的 10 μm ，3 个验证实验情况汇总见表 2。

由此可见转换装置所提供的测力未能有效地保证检查仪测头与方形直角尺的可靠接触，这是造成前述问题的根本原因，同时 JJF1140-2006 校准规范对仪器示值误差校准方法的要求不全面，也间接地催生了该问题的出现。

表 2 验证实验情况汇总

实验种类	验证实验 1	验证实验 2	验证实验 3
实验对象	方形标准直角尺	方形标准直角尺和塞尺	方形标准直角尺和塞尺
实验条件	垂直度误差 5 μm	垂直度误差 40 μm	垂直度误差 5 μm 和 40 μm
实验方法	用检查仪直接测量	用检查仪直接测量	将检查仪的转换装置拆卸后，指示表直接接触直角尺进行测量
实验结果	测量值 2 μm	测量值 10 μm	测量值分别为 4 μm 和 44 μm

3 建议

由于 CC-500B 型直角尺检查仪的特殊结构形式，

以及 JJF1140-2006 校准规范对于示值误差校准方法的修改，造成校准时不能发现该直角尺检查仪的指示装置缺陷，这一方面是该型直角尺自身结构特点的影响，另一方面也由于校准规范的示值误差校准方法存在不足，使得检查仪指示表的真实显示能力没有得到验证和确认，也造成了按照校准规范校准且满足计量特性要求的检查仪，在实际使用中可将一个低等级的被检直角尺经检定后，确认成高等级的直角尺（即实际垂直度误差为 14 μm 时测量值仅为 3 μm ，将实际的 2 级判定为 0 级）。

基于以上的分析，笔者建议在使用 JJF1140-2006 直角尺检查仪校准规范时，除了按照校准规范中说明的方法进行校准，还应该考虑检查仪指示表的全范围示值误差，以避免后续使用中出现不必要的结果误判。

参 考 文 献

[1] 国家质量监督检验检疫总局. JJF1140-2006 直角尺检查仪校准规范[S]. 北京：中国计量出版社，2006.

[2] 国家质量监督检验检疫总局，国家标准化委员会. GB/T 1958-2004 产品几何量技术规范(GPS)形状和位置公差检测规定[S]. 北京：中国标准出版社，2004.

[3] 国家质量监督检验检疫总局. JJF1094-2002 测量仪器特性评定[S]. 北京：中国计量出版社，2002.

[4] 费业泰. 误差理论与数据处理[M]. 7 版. 沈阳：东北大学出版社有限公司，1999.

[5] 张玉，刘平. 几何量公差与测量技术[M]. 3 版. 北京：机械工业出版社，2015.

开年好运，福禄克摘得
第十四届自动化年度评选大奖

2015 年 2 月 26 日，第十四届中国自动化年度评选揭晓，这是自动化行业内的权威评选，已有 14 年的历史，无论是从技术、还是应用，每年都为用户推荐优秀的产品，以方便用户在线选型。而作为电子测试工具行业的佼佼者，福禄克众望所归摘得两项大奖：福禄克 TiX1000 红外热像仪产品获“创新产品”奖；“心系化工安全，福禄克捐赠天津滨海安全生产建设”报道获“热点新闻”奖。福禄克公司的人士表示，此次获奖表明，福禄克的产品得到了行业用户和专家充分的肯定

和认可，同时也会激励公司为中国的专业用户创造更多精准、安全的产品。

(刘倩倩 报道)

