

Research on the Trace Analysis and Repair Method of Geometric Universal Caliper Calibration

Jingyun Dai

Han Zheng Testing Technology Co., Ltd., Guanghan, Sichuan, 618300, China

Abstract

As a widely used caliper in industrial applications, the universal geometric caliper is commonly employed in precision manufacturing and quality inspection. However, prolonged use may lead to calibration inaccuracies, compromising measurement accuracy and stability. This paper analyzes the working principles and common calibration issues of universal geometric calipers, identifies root causes of calibration errors, and proposes effective methods for correction and precision restoration. The study identifies three primary factors contributing to calibration inaccuracies: wear of the measuring body, misalignment of the vernier, and contamination of the measuring surface. Environmental factors, improper handling, and design flaws also significantly impact calibration performance. By implementing corrective measures—including body and surface adjustments, vernier calibration, and regular maintenance—calibration inaccuracies can be effectively resolved.

Keywords

general caliper; calibration error; repair method

几何量通用卡尺校准失准现象的溯源分析与修理方法研究

戴静芸

汉正检测技术有限公司，中国·四川广汉 618300

摘要

作为工业中普遍使用的卡尺之一，通用几何量卡尺常用于精密生产、质量检测等行业，但在长久使用后可能会产生校准失准的问题，将影响测量结果的准确性和稳定性。在本文对几何量通用卡尺工作原理及其常见失准分析下，考虑校准失准原因，给出校准失准的修复及精度恢复的方法。文中认为造成校准失准的常见原因有尺身的磨损、游标位置的偏移和测量面的污染，而环境因素、使用操作不当、设计原因等也对校准失准有很大影响，在针对以上因素提出校准失准的修整尺身和测量面，校准和游标调整，定期清洁保养，可使校准失准得到良好的修复。

关键词

几何量通用卡尺；校准失准；修理方法

1 引言

常见的几何量通用卡尺多用于机械加工领域、质量检测领域、实验室研究领域等多个领域中，通过游标与尺身的相对移动来测量物体长度、内径、外径等几何量，因其测量精度高、构造简单、易于操作，因而被广泛应用于测量工作中。卡尺作为常见的通用量具，在实际工作使用中难免会受到各种原因影响，出现校准失准的情况。出现失准现象会使得卡尺的测量值产生误差，从而影响被测物的加工质量，造成严重的安全隐患。因此，对于校准失准的几何量通用卡尺如何实现失准检定以及如何进行修理等相关工作的研究，对于提高几何量通用卡尺的测量精度、维护生产安全具有十分重要的意义。

【作者简介】戴静芸（1989-）女，中国四川自贡人，本科，工程师，从事计量检测方面研究。

2 几何量通用卡尺的工作原理与常见失准现象

2.1 尺身磨损

卡尺的尺身是几何量通用卡尺的基本原件，直接接触待测量物体。长久使用后，卡尺尺身的表面会受其接触与摩擦等因素影响而产生磨损，卡尺的尺身往往都是采用金属材料制造，随着时间的推移，金属表面往往会因使用而产生磨损，继而导致卡尺上面的刻度线不清晰或出现变形的现象。尺身的磨损不仅会导致卡尺本身形状变化，还会使得其测量的结果出现一定的偏差，对于一些精度要求较高的测量过程，微小的磨损导致较大的测量误差。

2.2 游标错位

游标错位。游标卡尺的游标相对于尺身出现位置偏差而引起测量误差。游标和尺身是游标卡尺中的两部分重要构件，游标的滑动对准尺身的刻线便可进行测量，但是游标与尺身的结合关系会受多因素影响。长期使用磨损会改变游标

与尺身的接触面平整滑动情况,从而影响测量结果。另外,使用者的习惯问题也易造成游标错位,如游标没有归零与测量时受力不均造成游标相对于尺身出现错位。

2.3 测量面污染

卡尺测量是直接与被测对象接触的部位,测面上的污染会对被测对象接触造成影响,从而使卡尺测量与被测对象接触不能满足完全接触情况,造成测量误差。测量污染主要由灰尘、油污或其他小粒物质所造成的污染。污染物会使被测量对象卡尺测量与被测件接触面之间的完全接触产生影响,因此会影响测量的准确性。灰尘、油污会减少卡尺测量面对被测对象工件测面的接触面积而引发卡尺测量误差,增加接触面污染物带来的误差,从而增加被测量对象卡尺测量误差^[1]。

3 几何量通用卡尺校准失准溯源分析

3.1 机械磨损与老化

游标卡尺随着长时间的使用,由于不断接触被测零件,内部零件以及外部接触面都在逐步发生磨损。如游标、尺身、滑块等各个使用频繁的地方,极易发生物理上的磨损。随着使用时间的逐渐加长,这种磨损会逐渐增加,进而引起卡尺各部分尺寸发生微量变形,使其不能满足测量的精度要求。卡尺本身的测量精度不仅与其初始设计和加工水平有关,其本身的精度还会受到长时间使用造成的磨损的影响,比如尺身表层微小的划伤或微小的不平度都可能会导致游标无法对接,进而导致不能满足测量要求。卡尺缺少周期性的维护和检查时,这种磨损效用更加突出,精度将随着磨损越来越差,一直到无法满足要求。

3.2 环境因素的影响

卡尺的准确性在特殊的工作环境下也会受到很多外部因素的影响,特别是环境温度的变化,影响了卡尺的尺寸精度。卡尺材料的膨胀或者收缩使其尺身与游标间的尺寸关系发生变化,严重影响其测量结果的准确率。极端情况下,测量用的卡尺的材质在温度非常高或者是极低的情况下,会发生明显的变形,直接增加了卡尺的误差程度。同时环境的湿度过大,空气过于潮湿,也会影响卡尺的正常使用,导致其表面的金属成分发生化学腐蚀现象,进而改变了卡尺的几何外形,影响卡尺的准确测量。除此之外,在空气中也会存在很多尘土颗粒,化学物质和其他污染粉尘等,其会在卡尺上附着,进而影响其正常使用。

3.3 操作不当

不当操作是导致卡尺发生测量误差的最常见因素之一,测量误差主要是在进行精密测量时发生的,使用者在使用卡尺时还要从细微的角度进行控制和使用。例如没有清理卡尺的测量面就进行测量,卡尺测量面上粘附的污物或杂质导致测量出现误差。另外,测量的过程中没有将游标进行归零,导致游标与卡尺尺身之间存在位置差距而导致测量出现问题。

除此之外,在操作的过程中力道使用不当也会导致卡尺发生测量误差,卡尺受到外力过大或者力道过小,会导致其相应的部件形变或卡住,测量的精准度出现误差。

3.4 卡尺设计与制造缺陷

卡尺的设计和制造工艺对卡尺的精度和性能起着关键的影响作用。卡尺的设计缺陷可能导致使用过程中出现误差的积累,如游标和尺身间的滑动机构设计缺陷,游标滑动不平稳将会影响游标卡尺的使用精度;卡尺的制造过程如存在材料缺陷和工艺问题也会影响卡尺的整体性能,如卡尺尺身材料存在内部缺陷会导致使用过程中长期使用变形影响其精度。

4 几何量通用卡尺校准失准后的修复与精度恢复方法

4.1 尺身与测量面修整

卡尺尺身和测量面为几何量通用卡尺的核心,几何量通用卡尺的几何精度取决于尺身和测量面的精度。尺身或测量面的磨损、损伤等情况会造成通用卡尺失准,而引起测量值的较大偏差,此时必须修整卡尺使其恢复精度。一般尺身的磨损表现为卡尺尺身不光滑,且刻线无法清晰观察,游标无法与尺身对准导致测量失准的情况。故而在修整尺身的过程中,首要的目标即是尺身的平整度以及刻线的清晰度恢复到最佳状态。对于尺身的修整常用的方式是抛光与磨削处理。抛光是借助一定研磨率将尺身表面更加平滑的一种修复方式,将表面较小范围内的划痕以及尺身不平整等问题去除,恢复几何形状。在抛光的过程中应根据实际情况选择磨料,避免过大的力使得尺身失去更多的材料。对于部分损伤较严重的尺身,一般需要利用磨削的方式去除一定程度的尺身材料。在进行磨削的过程中,应选择合适的磨削工具,使得磨削后的尺身的平整度能够恢复。并且磨削后的尺身不应有形变或误差的出现。

除尺身的修整,测量面的修整也很重要。测量面是测量工具与被测对象直接接触的面,其表面的质量状况直接影响了接触是否充分或是否产生误差。首先就是必须清除测量面上的油污、尘土或其他污物,以确保测量面的精度,也可采用专用清洁剂和软刷等来擦洗。注意擦洗时不能使用硬物或金属工具,以防划伤测量面。当测量面有较大的损伤时,往往需要采用精密研磨方式对测量面的平面度和平滑度进行修整,即需利用超精密研磨工具精研以达到测量面与被测面的接触精度,使修整后的测量面符合制造公差的要求。

4.2 校准与调整游标

游标发生错位是造成几何量通用卡尺出现误差较为常见的一种现象,由于通用卡尺在使用时间过长,也有可能使得游标相对于通用卡尺尺身发生一定偏移,这样在读取通用卡尺游标数值时会存在较大的误差,不能保证测量工作的正确性,因此,做好游标校准与调整工作是恢复通用卡尺准确

度的一个重要工作内容。在进行校准工作前,首先需要将游标是否相对于尺身发生偏移进行了解确认,通常情况下,通用卡尺的校准,需要将卡尺与标准量具进行对比,以便于游标与尺身刻线进行相对对齐对比,标准量具尺寸与卡尺精度要比通用卡尺测量精度要高,将标准量具与通用卡尺进行对比后,可以通过校对标准量具能够将游标对于尺身的具体偏差进行确认,然后针对偏差制定出合理的调节方案与调节量。

在实际校准中,可通过标准量块、光学量仪、数显比较仪等方式测量游标的准确度,当游标与尺身无法对准时,可通过修正游标的位置使游标与尺身刻线复归。在卡尺的测量过程中,应注意防止所有使卡尺游标位置发生偏差的因素,如卡尺本身的变形、测量外力过大等;在对卡尺进行首次测量完成后应定期对卡尺的游标进行测量、修正,防止长时间使用中,卡尺发生游标位置误差累积的现象。游标错位一般发生在卡尺使用过长或者没经正常维护的时期,所以在及时校准的基础上对游标进行调整修正就能防止精度的变化,能使卡尺每次测量过程中游标与尺身准确对接,使得卡尺在整体测量性能方面有所提高^[2]。

4.3 定期清洁与保养

几何量通用卡尺的精度不仅与它的机械结构有关,还与使用环境、操作方法有关。卡尺在使用过程中会被灰尘、油渍、铁屑等物质沾污,当沾污了卡尺的测量面、游标或尺身时,会使表面接触不良、摩擦增大而影响测量精度。故对卡尺的定期清洁、维护保养是卡尺保证测量精度、延长使用寿命的关键。

使用前应经常对卡尺的清洁度进行擦拭,每次使用后应该擦拭卡尺的测量面、游标以及卡尺的尺身,将其表面附着的灰尘、油污或者杂物擦拭干净。如果使用尤其是进行高精度测量时应该避免油污或者污垢沾染卡尺的测量面以及游标部分。当卡尺的测量面出现污染物时,可以用专门的清洁剂并用软毛刷清洁卡尺的测量面和游标,使得清洁之后卡尺的测量面以及游标部分的表面上没有影响卡尺测量结果的污染物。为了防止使用过程中卡尺因与污染物发生摩擦而产生误差,所以卡尺的滑动部分也需要经常擦拭以除去卡尺滑动部分中落入的灰尘和杂质,这样可以让卡尺滑动过程更加顺畅。

卡尺除了需要定期对其进行清洁外,卡尺本身的保养也是必不可少的。由于卡尺在工作时,尺身与滑动部分、游标与尺身之间都有着直接的接触,在长久使用过程中会产生磨损,增加了卡尺在测量时所产生的误差,为了能够减少这

种磨损,在卡尺的滑动部分定期涂抹上适合润滑的润滑油,让卡尺在测量过程中产生的摩擦力减小,在操作中更加平稳。在保养时还应对卡尺的各个构成部分做一次整体的检查,保证没有松动现象、无变形、没有老化,一旦发生需及时调整、更换,以防影响到测量结果。

4.4 温度补偿与环境控制

第一,为了降低温度对卡尺测量精度造成的误差,关键措施就是保持卡尺的测量环境温度稳定,可以利用温控装置使测量环境处于相对稳定的温度环境中。例如在要求精密的工程测量或科学实验室环境中,可以采取恒温测量间或专门的测温仪器,以消除外界环境温度的变化对卡尺测量精度造成的误差。温度变化既改变了卡尺本身的物质状况,也对被测对象的尺寸产生影响,因而卡尺的测量环境温度要尽可能处于恒定的状态,否则其测量结果容易因为温度差异而引起误差。第二,为了消除温度对卡尺测量精度造成的误差,可以采取卡尺自身的温度补偿装置。温度补偿装置可以通过传感温度变化,而实时动态调整卡尺的测量数据,以消除温度变化引起的测量误差。例如,一些高端卡尺内部安装有温度传感器,能够实时跟踪和探测卡尺所处环境的温度,并对此误差自动进行修正,以便精确计量。另外,为了降低卡尺受环境温度的影响,必须保持测量环境的清洁、干燥、适当的湿度。因为空气尘埃和潮湿会容易导致卡尺的腐蚀或污染,因此,在精密测量中必须对测量环境加以控制和保持,进而保证卡尺自身的测量精度^[3]。

5 结语

精密测量仪器——几何量通用卡尺,校准失准会引发测量结果误差,危害产品品质与生产安全。对卡尺常见的失准进行溯源分析,提出修复精度恢复的方法,包括修整尺身及测量面、校准调整游标、定期维护与保养、温度补偿与环境控制等。维护保养和合理操作是保持卡尺长期高效稳定工作的重要手段。应用中的合理使用环境与流程,配合理论上有效的修复措施,可以最大限度地提高卡尺的检测精度,稳定产品品质。

参考文献

- [1] 水清波.通用卡尺内量爪检定装置的分析与设计[J].电子产品可靠性与环境试验,2022,40(1):42-46.
- [2] 李珊红,何小江,田伟丰,晁亚飞,张春霞,李艳利.高度卡尺示值误差校准的一种新方法[J].计量与测试技术,2019,46(10):65-68.
- [3] 于佃清.倒角卡尺校准方法的研究[J].新型工业化,2021,11(4):142-143.