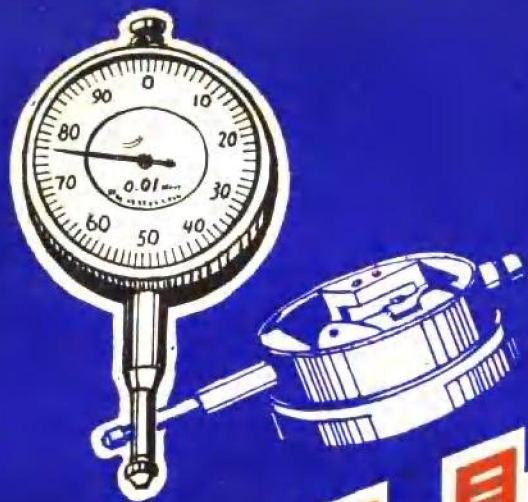




万能量具的 修理

郑州市计量管理所 郑州市机床厂 郑州市仪表厂编著

机械工业出版社

本书主要介绍游标卡尺、外径千分尺和百分表三种量具的检定和修理方法。书中吸取了国内比较先进的检修技术和修理工具,有大量插图;有必要的基本知识和误差分析。文字力求通俗易懂,内容密切结合实际,可供量具检修工人、计量工作人员和工厂检验人员参考使用。

万能量具的修理

郑州市计量管理所

郑州市机床厂 编著

郑州市仪表厂

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

上海商务印刷厂印刷

新华书店上海发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32·印张 13·字数 290 千字

1976 年 4 月上海第一版·1976 年 4 月上海第一次印刷

印数 00,001—80,000·定价 0.89 元

*

统一书号: 15033·4318

前 言

在伟大的无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下,我国的机械制造业发展很快。量具检修工作,在机械制造业的发展中起了一定的作用。为了保证量具的准确性,延长其使用寿命,更好地发挥量具在生产中的作用,我们根据自己工作中的体会,并收集了兄弟单位的丰富经验,针对工厂中用得最多的游标卡尺、外径千分尺和百分表三种通用量具,编写了这本以实际操作方法为主的《万能量具的修理》。我们希望,通过此书对提高广大量具检修工人的业务能力有所帮助,为我国社会主义建设事业增砖添瓦。

此书的编写工作,是在郑州机床厂、郑州仪表厂和郑州市计量所党组织的领导下进行的。编写小组由上述单位的有一定理论基础和实际工作经验的工人和技术人员组成。为了充实本书内容,编写组的同志曾到不少单位进行了调查和收集资料,得到各兄弟单位的大力支持和热情协助,在此我们深表谢意。

由于我们水平有限,书中难免有错误和不足之处,望广大读者批评指正。

郑州市计量管理所

一九七四年九月

目 次

前言

第一章 概述	1
第一节 量具检修在生产中的作用	1
第二节 量具失准的原因和检修要点	1
第三节 确定量具检修顺序的原则	3
第二章 量具检修的基本知识	4
第一节 长度单位	4
第二节 长度尺寸的量值传递	5
第三节 误差、精度和准确度	6
第四节 温度对长度尺寸的影响	15
第五节 量具检修中常用的名词术语	19
第六节 量块	21
第七节 平晶和光波干涉量法	30
第八节 刀口尺和光隙量法	38
第九节 平板	42
第十节 研磨	47
第十一节 量具检修用的设备和材料	58
第三章 游标卡尺的修理	62
第一节 概述	62
第二节 游标卡尺的读数原理和构造	63
第三节 游标卡尺的检定	69
第四节 游标卡尺的修理顺序	79
第五节 游标卡尺外观修整和明显损坏部分的修理	80
第六节 游标卡尺各部分相互作用的修理	84
第七节 死游标改制活游标	97
第八节 获得游标卡尺测量面修磨余量的方法	108

第九节 游标卡尺测量面平面性和平行性的修理	130
第十节 游标卡尺示值误差的分析和修理	142
第十一节 游标卡尺内测量爪的修理	148
第十二节 游标卡尺测深部分的修理	155
第四章 千分尺的修理	159
第一节 概述	159
第二节 千分尺的构造和读数	160
第三节 千分尺的检定	168
第四节 千分尺的修理顺序	196
第五节 千分尺外观修整和明显损坏部分的修理	197
第六节 千分尺测力的修理	203
第七节 千分尺压线和离线的修理	208
第八节 千分尺套筒摩擦的修理	216
第九节 千分尺止动器的修理	219
第十节 千分尺轴向窜动的修理	225
第十一节 千分尺径向摆动的修理	230
第十二节 千分尺平面平行性的修理	240
第十三节 千分尺示值误差的分析和修理	276
第十四节 千分尺校对棒的修理	297
第五章 百分表的修理	305
第一节 概述	305
第二节 百分表的工作原理和构造	306
第三节 百分表的检定	324
第四节 百分表的拆装和修理顺序	334
第五节 百分表的外观修理	336
第六节 百分表各部分相互作用的修理	343
第七节 百分表测力的修理	360
第八节 百分表灵敏度的修理	362
第九节 百分表示值稳定性的修理	365
第十节 百分表示值误差的分析和调整	380
附录 量具量仪商标集	400

第一章 概 述

在机械制造中,量具的种类和形式很多,习惯上把构造简单的称为量具,如直尺、卡尺、千分尺、百分表等;把构造复杂的称为量仪,如千分比较仪等。

游标卡尺、千分尺和百分表三种量具,在工厂中用得最多、最普遍,俗称“三大件”。本书着重介绍上述三种量具的检定和修理方面的问题。

第一节 量具检修在生产中的作用

量具失准,会使机器零件达不到互换性的要求,影响装配工作的顺利进行,降低生产效率;还可能给生产带来更大的危害,例如把合格的零件当作不合格,或把不合格品当成合格品,以致造成浪费,降低产品质量。同时,由于量具是精密产品,经济价值较高,如果失准后就弃旧换新,必定增加生产成本。因此,对量具应经常进行检修,及时恢复其精度,充分发挥使用效能,以保证生产的顺利进行。

量具的检定和修理,是计量工作的两个重要环节,是保证全国量值统一的重要手段,是提高产品质量的重要因素,是贯彻伟大领袖毛主席勤俭建国方针的具体行动,是我国机械制造工业发展的需要。这一工作对我国社会主义建设正在发挥愈来愈大的作用。

第二节 量具失准的原因和检修要点

量具失准的原因有两种,一种是使用过程中的正常磨损;

另一种是由于使用和保管不当造成的损坏,如卡尺量爪折断,千分尺尺架变形和锈蚀等。

量具最容易磨损的地方,主要是测量面和经常活动的部位。造成磨损的因素大致有以下几种:

1) 工件材料和表面质量。当工件为铸铁时量具磨损较大;工件为铜、铝等软金属时磨损较小。表面光洁度高的工件对量具的磨损较小。

2) 量具测力大小和重量。量具测力和本身重量愈大,磨损愈大。

3) 量具测量面的硬度。硬度高的测量面不易划伤,使用周期较长。

4) 工作场所的状况。在灰尘多的地方使用量具时,极易磨损。

5) 不正确地使用量具。如用量具测量正在旋转的工件,测量面会很快磨损等。

量具检修的主要任务,就是准确地找出失准的原因,然后用先进的修理方法恢复其原有的准确度。在检修过程中,应遵循以调为主、修为辅、先粗后精、由表及里的原则,并合理安排检修顺序,以便多快好省地完成检修任务。

在量具结构中,通常设有调整部分,检修时往往只要稍加调整即可,而不要大拆大卸和随便更换零件。只有在调整后仍不能解决问题时才去修理。修理时先修外观和粗糙部分,为精细部分的调修打下基础和提供必要的条件。

为了修好量具,必需对量具及其磨损情况有深入细致的了解,研究和分析量具的磨损规律和产生误差的原因,通过实践、认识、再实践、再认识,在科学的基础上,不断改进和创新检修方法。工作量和劳动强度较大的工序,尽可能采用机械

加工。有条件时可利用先进的电子技术,从而把检修工作不断地提高到新的高度。

第三节 确定量具检修顺序的原则

量具合理的检修顺序,对提高检修质量和工作效率有很大作用。它根据量具的结构特点以及各修理项目之间的关系确定。例如修卡尺时,应先修好主尺基面,再修磨测量面;修理千分尺时,先修测杆径向摆动才能修平行性;修理百分表时,先修示值稳定性才能修示值误差。如果不考虑先后次序,就会造成返工现象,降低工作效率和修理质量。

合理安排修理顺序的原则如下:

- 1) 尽量使已修好的部位为下一步修理创造必要而有利的条件;
- 2) 受某一部分影响的项目应后修,使后修的部分不影响已修好部分的质量;
- 3) 与其它修理项目关系不大的部分,修理顺序不受限制,可根据具体情况而定。

在修理工作中,量具的检定和修理是分不开的。一般的顺序是检定——修理——检定。修理过程中,必要时还要进行检定。最初的检定,目的是全面了解量具的失准情况,分析失准的原因,找出其主要方面和次要方面,合理安排修理顺序,做到心中有数。中间检定或检查,是为了确定修理中某个项目是否达到要求。最后检定,是按照检定规程全面地确定量具是否合格,以及评定量具的精度级别。

第二章 量具检修的基本知识

第一节 长 度 单 位

我国的计量制度采用国际公制(简称公制)。它的特点是十进位,计量单位的命名很有系统,使用和计算非常方便。

在公制中,长度的基本单位是“米”。除米之外,还有许多十进十退的辅助单位。我国国务院 1959 年颁布的统一公制长度单位的名称及代号列于表 2-1。

表 2-1 我国长度单位的名称及代号

单 位 名 称	代 号	对主单位“米”的比
微 米	μ	1/1000000
忽 米	cmm	1/100000
丝 米	dmm	1/10000
毫 米	mm	1/1000
厘 米	cm	1/100
分 米	dm	1/10
米	m	主 单 位
十 米	dam	10
百 米	hm	100
公里(千米)	km	1000

在长度计量中,使用最多的是毫米和微米两种。1 毫米等于千分之一米,1 微米等于千分之一毫米。

在国务院正式公布上述规定之前,我国各地对公制长度单位有一些习惯叫法,例如把米叫做公尺,分米叫做公寸,厘米叫做公分,毫米叫做公厘,忽米叫做丝、公丝、道,微米叫做

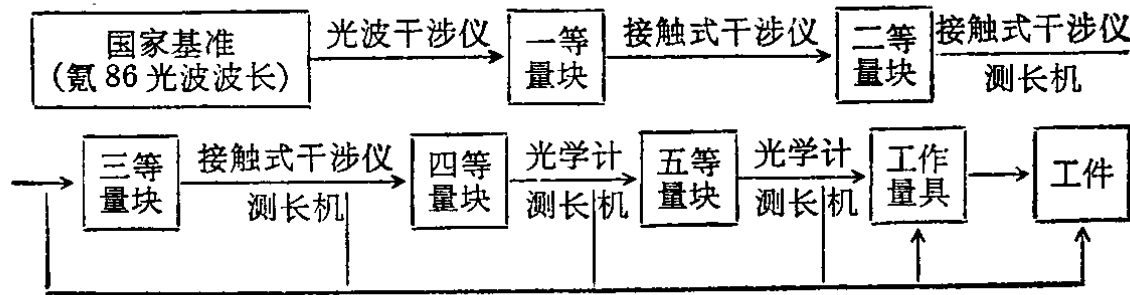
忽、公忽、公微等等。这些习惯叫法,容易造成混乱和差错。

有了长度单位以后,还要有长度的基准。目前我国是采用氪 86 原子的波长(0.60578021 微米)作为长度基准。

第二节 长度尺寸的量值传递

把国家的长度基准,利用标准仪器和各级标准器(一至五等量块)逐级传递到工作量具和工件的过程,就是长度尺寸的量值传递。

量值传递,是由国家计量局、省市计量机构、工厂计量室以及广大的量具使用者集体执行的。如国家计量局用国家基准,通过光波干涉仪检定一等量块;省计量局用一等量块,通过接触式干涉仪等检定二等量块;工厂根据产品的精度用二或三等量块,通过其它量仪检定四、五等量块,再用四、五等量块检定工作量具。下面就是长度尺寸的量值传递系统图。



由上图可以看出, 工件的尺寸是由国家长度基准逐级传递下来的, 这就保证了全国范围内长度尺寸的一致性。

量值传递是工业生产和国家建设的需要, 也是群众性的技术工作, 它既有严密的科学性, 又有广泛的群众性。

由上述可知, 长度的量值传递是通过低级量具与较高级量具的比较来实现的。这个比较的过程, 就叫做检定。从某种意义上讲, 检定就是测量, 只不过对象不同而已。被测量的对象是工件时, 叫测量; 是量具时, 叫检定。

为了保证量值的统一和量具的准确一致,必须使每一种量具的检定方法统一起来,并且要求这种检定方法能正确评价被检量具的技术特性(尤其对准确度)。为此,对各种量具的检定都由国家统一制定了一套规程,即检定规程。它详细规定了检定的设备、标准量具和仪器、所用的方法以及一切技术条件等。

检定规程是计量工作的基本技术文件,它们是计量工作者必须遵行的法规。

第三节 误差、精度和准确度

一、误差和偏差

在实际工作中,凡提到误差,都有一定的对象。如零件的制造误差、量具的误差、测量误差、读数误差和温度误差等等。概括地说,误差就是实际数值与真实值的差。所谓真实值,严格地讲,是无法测得的,这是因为测量仪器、测量方法、环境、人的观察力等都不能做到完美无缺的缘故,在实用中,只能用尽可能接近它的值来代替。误差的对象不同,真实值的代用值也不同,如在制造零件时,取零件的公称值;检定量具时,取标准量具(如量块)所确定的值;测量时,取多次测量结果的算术平均值作为真实值。

误差按其性质分为三大类:

1) 系统误差 是大小与方向不变,或按一定规律变化的误差。它是由于量具的误差、标准件误差、读数误差、测力误差以及温度误差等引起的误差。量具的误差主要包括量具零件的制造偏差、量具装配误差和设计上不合理或采用了某些假定引起的误差。系统误差一般可通过一定的方法加以修正或消除。

2) 偶然误差 是一种大小和方向都不定的误差。量具本身引起的偶然误差是由于量具零件的磨损、量具机构有间隙和摩擦、测力的变化,以及油层带来的停滞现象等原因引起的。偶然误差是不可避免的,不可能一一掌握,但是在进行多次测量时,用统计的方法,也可找出它的变化规律和变动范围。其变化规律是:正负偶然误差出现的次数相等;绝对值相等,符号相反的偶然误差出现的次数相等;绝对值小的偶然误差比绝对值大的偶然误差出现的可能性大,并且偶然误差的绝对值不会超过一定的极限。

3) 过失误差 是由于测量和计算时的疏忽和错误造成的粗大误差。如读数读错、记错、听错、算错、量块组合错、偶然的碰撞、振动、温度的改变、工件安装错等原因造成的误差。

量具检定中,常常碰到偏差这一概念。偏差又有极限偏差和实际偏差之分。极限偏差是规定的;实际偏差是实际测得的。例如尺寸为 25 毫米的 1 级千分尺校对棒,其尺寸极限偏差规定为 ± 2 微米。如果校对棒尺寸超差,可按实际测得的尺寸使用。这个实际尺寸与公称尺寸 25 毫米之差,就是实际偏差。

偏差和误差有时没有明显的区别,在数值上也往往是相同的。

允差是允许误差或允许偏差的简称。“允许”有时写作“容许”,表示规定一个范围。

公差这一词常见于机器制造中,是指零件最大与最小极限尺寸之差。它是根据设计要求人为规定的。

误差和偏差均有正负之分;允差和公差有数值范围,不分正负。

二、精度和准确度的区别及表示方法

精度和准确度^①是两个含义根本不同的基本概念。为了说明这两个概念和它们之间的关系,我们举一个打靶的例子。有三位民兵在同样的外界条件下,并排向三个靶子各射击若干发子弹。射击结果如图 2-1 所示。由图可看出,第一位民兵发射的子弹射击点最集中(图 2-1a),散布范围最小,第二位散布范围较大(图 2-1b)。我们就可以说,第一位的射击精度比第二位高。第三位的射击点也很集中(图 2-1c),但是离靶心很远。我们说,第三位与第一位的射击精度相近,但第三位比第一位的射击准确度低。

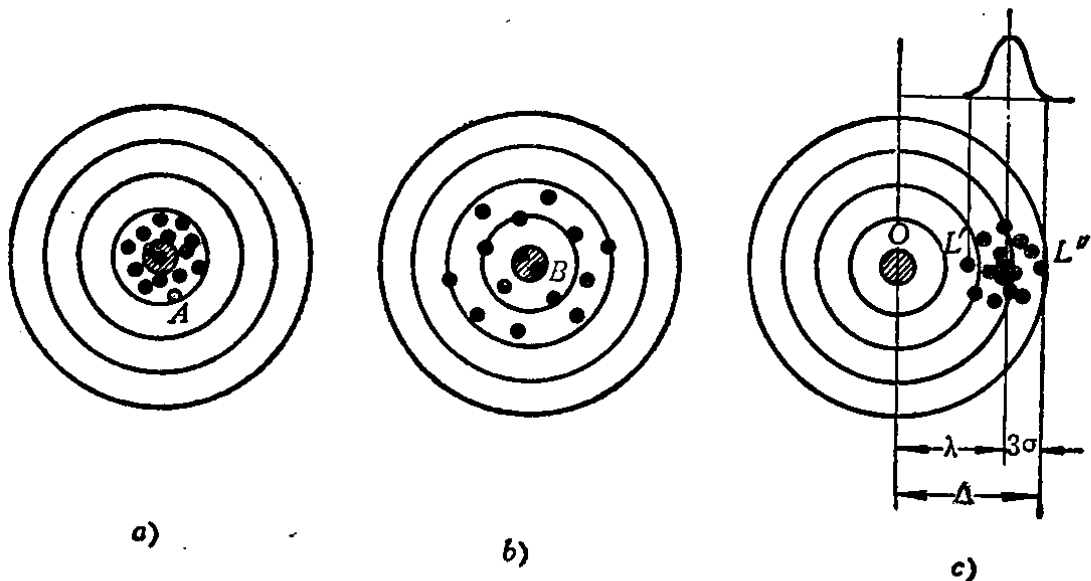


图 2-1 以打靶为例说明精度和准确度的概念

就打靶来说,精度就是各个子弹射击点相接近的程度;准确度就是射击点与靶心接近的程度。

由此可知,只有多次射击才谈得上精度,它是对一批数值说的。精度反映了误差的散布范围。因此,它不是用误差大小表示,而是用误差的散布范围大小来表示。下面用一个例

① 精度又称精密性;准确度又称精确度。

子来说明：有两个同类量具，精度分别为零级和1级（零级比1级精度高），用零级量具测得的值中，可能有些值比用1级量具测得的某些值误差更大。如果简单地用误差大小表示精度，那就会得出零级精度比1级精度低的矛盾结论来。若用每个量具的误差散布范围表示精度，就比较合理了。这就好比图2-1a中，有某些射击点（如A点）比图2-1b中某些点（如B点）距离靶心较远，但不能说前一种情况的射击精度比第二种低。

为了说明精度和准确度与误差的关系，以及怎样用数量来表示它们，就要用到偶然误差和系统误差这两个名词。我们仍然用打靶为例，精度的高低（射击点的散布范围大小）是由于偶然的因素决定的，如射击者呼吸不均匀、手发生颤动等。准确度的高低（射击点偏离靶心的距离）是由于固定的因素和偶然的因素共同决定的，如枪的准星校正不好、射击者的眼睛有问题，以及上述的偶然因素等。所以，精度与偶然误差有关，而准确度既与偶然误差有关，也与系统误差有关。它们在数量上的关系可用图2-2表示。

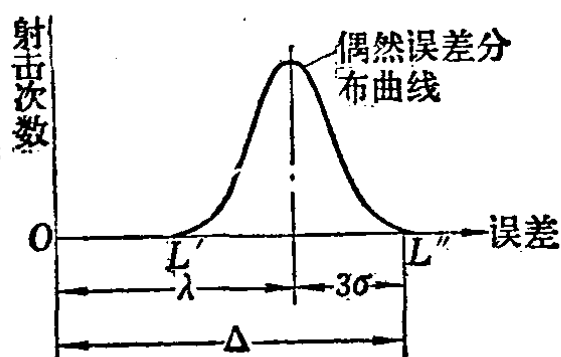


图2-2 精度和准确度数量上的关系

图中曲线为偶然误差的分布曲线，横轴表示射击点对靶心的误差，纵轴表示误差相同的射击次数；O相当于靶心（误差为零）； λ 为射击结果含有的系统误差； L' 、 L'' 表示射击点

离靶心最近和最远的误差; $L'L''$ 间的距离表示射击结果不确定的程度, 即精度, 也就是偶然误差的极限, 数值上等于 6σ ①; Δ 称为最大可能误差, 表示准确度, 数值上等于 $|\lambda| + 3\sigma$ 。如果将此图与图 2-1c 比较一下, 就更加清楚了。

由 $\Delta = |\lambda| + 3\sigma$ 可知, 一个精度很高的射击结果, 可能是不准确的 (系统误差 λ 可能很大), 正如图 2-1c 所示的情况; 也可能是准确的 (λ 可能很小, 甚至为零), 正如图 2-1a 所示的情况。反过来讲, 如果准确度高 (当 $\lambda=0$ 时, 3σ 即表示准确度), 则精度 ($\pm 3\sigma$) 也高。所以, 准确度才能全面地衡量射击成绩的好坏。

三、量具的精度和准确度

上面所讲的是精度和准确度的一般概念。在实用上, 凡提到精度和准确度时, 都是对某一个具体对象来说的。例如量具的精度和准确度是对量具而言; 测量精度和准确度是对测量而言; 加工精度和准确度是对加工而言; 读数准确度是对读数而言。由于它们的对象不同, 使用中也有区别, 注意不可混淆。下面再着重谈谈与我们关系较密切的量具的精度和准确度的问题。

量具的精度, 就是在规定的工作条件下, 用此量具对同一真实值进行多次独立测量, 各次测量结果间的接近程度。在此, 所谓在规定的工作条件下和独立的测量, 意思就是不受外界条件影响, 并除去与量具质量无关的因素。

量具的准确度, 就是在规定的条件下, 测量值与真实值的接近程度。

① 在误差理论中, σ 称为标准误差或均方根误差, 它是一组测量中各个观测值的函数, 用来表示精度。其定义为 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n}}$, 其中 n 为观测次数; d_i 为观测值与平均值的偏差。

当我们用一量具测量某一尺寸，几次测量结果的差值极小，但每次的测得值与真实值的差别很大时，说明该量具的精度很高，但准确度很低，因为这里包含有较大的系统误差。例如零位不准的卡尺（零位不准是系统误差），用它对同一尺寸进行多次测量时，虽然测量结果的差值很小，但各次的测得值与真实值差别却很大。这就说明这把卡尺的精度较高，但准确度很低。所以说，一个量具可能具有很高的精度，而同时又可能由于某些因素的影响准确度很低。但是反过来讲，如果一个量具的准确度高，则其精度一定也高。

量具的准确度，是全面评定量具质量的唯一参数。它用量具刻度范围内的最大示值误差（即最大可能误差）来表示。

量具的示值误差，是量具的指示值与被测尺寸真实值之差。它是由于量具本身的缺陷引起的。一般有下列三种原因：1) 设计上的不完善，例如设计中进行了某些简化；2) 量具零件制造不精确；3) 量具零件在使用中的磨损。这里面包含了系统误差和偶然误差。

在量具的检定规程中，所说的精度和精度级别，是一批同类量具的加工精度，而不是上面所讲的一个量具的精度，这两个概念不能混淆。量具的示值允许误差，是表征一批量具加工精度的指标，它是制造厂对一批量具规定的误差极限值，即偶然误差散布范围大小。根据示值允许误差的大小，把量具分成不同的精度级别。例如测量上限小于 50 毫米的千分尺，用示值允许误差为 ± 2 微米和 ± 4 微米，把它分成零级和 1 级精度。

在量具的检定中，如果表示单个量具准确度的最大示值误差，不超过成批量具在生产中所规定的表征加工精度的示值允许误差，则认为该量具是合格的。所以，使用中单个量具

的准确度,是用成批量具的加工精度来衡量的。

从误差的性质来看,对于单个量具说,表示准确度的示值误差中包括了系统误差和偶然误差;但是对于生产中一批同类量具来讲,上述的系统误差就具有偶然误差的性质。例如千分尺丝杆的螺距误差,对单个千分尺说是系统误差,但对一批千分尺来讲,由于不同的丝杆螺距误差大小和符号也不相同,故它表现为偶然误差。

四、测量误差和测量方法极限误差

任何测量都不会绝对准确。在测量过程中,由于量具和测量者感觉器官的缺陷以及外界条件的影响,测得值与被测量的真实值之间存在一定的差值,这个差值就是测量误差。

测量误差包括下列一些因素: 1) 量具本身的误差(示值误差); 2) 标准量具的误差(如量块的误差); 3) 量具测力引起的误差; 4) 量具和零件安置和调整得不好引起的误差; 5) 量具使用方法不当引起的误差; 6) 零件被测表面加工质量不好引起的误差; 7) 温度误差; 8) 读数误差等等。

测量方法极限误差,是采用一定的量具和测量方法,对同一尺寸作多次独立测量后,通过计算所确定的极限误差,即最大误差。它用来评定某种测量方法(包括使用哪种量具)测量结果的精度。

表 2-2 列出了百分表、千分尺和卡尺的测量方法极限误差。当使用表中某种量具和测量方法,在某个尺寸范围内进行测量时,所产生的测量误差一般不会超过表中所列的极限误差的范围。

五、校正值

校正值又叫修正量,它是加到量具指示值上的一个数值,加上这个数值后,即得被测量的实际值。校正值大小等于误