

量具量仪

的使用和保养

79.82
506

量具量仪的使用和保养

梁 国 明

210220/03



量具量仪的使用和保养

梁 国 明

*

北 京 出 版 社 出 版

(北京崇文门外东兴隆街 51 号)

新华书店北京发行所发行

北 京 印 刷 一 厂 印 刷

*

787×1092 毫米 32 开本 7.25 印张 151,000 字

1982 年 6 月第 1 版 1982 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—20,300

书号: 15071·46 定价: 0.60 元

前 言

量具和量仪在机械制造中是广泛应用的工具。如何选择、使用和保养量具和量仪，对于保持它们的精度，延长其使用寿命，提高测量精度，保证产品质量，减少测量时间，提高劳动生产率，都具有很重要的意义。

本书对游标卡尺、千分尺、量规以及指示表等三十余种量具、量仪的结构原理，使用和保养方法进行了介绍。

由于水平所限，书中难免有很多缺点错误，欢迎读者批评指正。

梁国明

一九八一年十二月

36761

目 录

第一章 测量方法及测量工具的选择.....	1
第一节 长度计量器具.....	1
第二节 测量方法.....	4
第三节 测量方法及测量工具的选择原则.....	8
第四节 使用和保养量具注意事项.....	14
第二章 量块和角度块.....	17
第一节 量块.....	17
第二节 角度块.....	27
第三章 简易量具.....	31
第一节 塞尺.....	31
第二节 钢直尺.....	33
第三节 卷尺.....	35
第四节 卡钳.....	36
第四章 游标量具.....	38
第一节 游标读数原理.....	38
第二节 游标卡尺.....	43
第三节 高度游标卡尺.....	53
第四节 齿厚游标卡尺.....	55
第五节 深度游标卡尺.....	59
第五章 千分量具.....	60
第一节 千分量具及其读数方法.....	60

第二节	外径千分尺	63
第三节	杠杆千分尺	69
第四节	公法线千分尺	74
第五节	内径千分尺	79
第六节	深度千分尺	86
第七节	V形砧千分尺	91
第八节	三爪千分尺	96
第九节	螺纹千分尺	100
第六章	指示表	104
第一节	钟表式百分表	104
第二节	钟表式千分表	113
第三节	内径百分表	115
第四节	杠杆百分表	122
第五节	电感表	129
第七章	样板	137
第一节	样板平尺	138
第二节	样板直尺	144
第三节	特种样板	149
第八章	平直度测量工具	157
第一节	水平仪	157
第二节	自准直仪	174
第九章	角度量具	179
第一节	直角尺	179
第二节	角度尺	185
第三节	正弦尺	191
第十章	光滑极限量规	199

第一节 圆柱光滑极限量规	199
第二节 圆锥量规	206
附表 1 光滑圆柱体的允许测量极限误差之半 S_M ($D \leq 500\text{mm}$)	215
附表 2 光滑圆柱体的允许测量极限误差之半 S_M ($500 < D \leq 3150\text{ mm}$)	216
附表 3 常用量具、量仪的测量极限误差 Δ_M	217
附表 4 «公差与配合»新旧国家标准对照表	220
附表 5 非变位直齿轮固定弦齿高和齿厚	222

第一章 测量方法及测量工具的选择

第一节 长度计量器具

为保证产品质量和零件互换性，在机械零件制造的过程中，必须严格地按照图样和有关技术文件规定的零件形状、尺寸等要求进行加工。为要知道加工的零件是否符合规定的要求，则必须随时对零件进行测量或检验。这些测量或检验的工具，称为计量器具。其中比较简单的，称为量具；具有传动放大或细分机构装置的，称为量仪。

长度计量是人们认识机械产品，特别是认识机械零件的形状、位置以及尺寸精度的基本手段，是机械制造中不可缺少的环节。计量是生产中的“眼睛”，通过计量才能正确断定零件是否合格，以及分析产生误差的原因，从而采取措施，改进加工工艺，以保证和不断提高产品质量，达到高产优质低消耗地制造机械产品的目的。

在一般机械和仪器仪表制造中，涉及到长度尺寸、平面角度或它们二者的结合形式的测量或检验，占测量或检验项目的90%左右。用于测量或检验长度尺寸、平面角度或它们二者的结合形式的参数的工具，称为长度计量器具。

一、长度计量器具的分类

1. 标准计量器具

这类计量器具是保存和传递某一单位量值的基准。它们

是校对、调整其它量具的标准，或作为测量标准与被测件进行比较，例如量块、角度块等。

2. 专用计量器具

这类计量器具只能检验某种零件的一个或数个参数（尺寸、角度、形状、位置），一般不能检验出被检验参数的具体值，只能判断被检验参数是否合格。例如各种量规、样板等。

3. 万能计量器具

这类计量器具又称为通用计量器具。这类器具一般都有刻度尺或显示读数装置。在其测量范围内，可以用来测量所测参数的任何数值，且能在其刻度尺或显示装置上读出测量结果。例如游标卡尺、千分尺、数字光栅式测量仪等。

根据结构特点，万能计量器具又可分为下列几种：

- (1) 简易量具：卡钳、钢直尺等。
- (2) 游标量具：游标卡尺、高度游标卡尺等。
- (3) 千分量具：各种千分尺。
- (4) 机械式量仪：各种百分表、千分表。
- (5) 光学式量仪：自准直仪、测长机等。
- (6) 电动式量仪：电子水平仪、电感测微仪等。
- (7) 光电式量仪：光栅分度头、光栅式测长机等。
- (8) 气动式量仪：浮标式气动量仪等。

量仪具有灵敏度高、精度高、测量力小等优点，但结构复杂，价格昂贵，使用时对环境条件要求高。量具结构简单、操作容易、维护保养方便、价格低廉、精度能满足一般测量的要求。因此，在机械制造中获得广泛应用。

二、测量的含意

测量是比较,测量过程是两个同类量的比较过程。量具、量仪是比较的标准,是标准量。标准量是用单位量值表示的。所以,测量的实质是被测量值通过计量器具与单位量值进行比较,确定被测量值是测量时所采用单位量值的几倍或几分之几,用公式表示:

$$X = \frac{L}{A} \quad \text{或} \quad L = XA$$

式中: L ——被测量值;

A ——测量时采用的单位量值;

X ——被测量值为单位量值的倍数。

我国采用国际单位制的“米”作为长度的基本单位,米制是十进位制,用字母 m 代表米。

除米外,在长度计量中还常用厘米(cm)、毫米(mm)和微米(μm)。它们和米的关系: $1\text{ m} = 10^2\text{ cm} = 10^3\text{ mm} = 10^6\mu\text{m}$

平面角用“度”或“弧度”表示,度和弧度是辅助单位。一圆周所对圆心角的 $1/360$ 等于 1 度,用“ 1° ”表示。

在一个圆内,当两条半径在圆周上截取的弧长与半径的长度相等时,此两条半径间所夹的圆心角,称为 1 弧度,用“ 1 rad ”表示。度数 D 与弧度数 θ 的关系如下:

$$\frac{\theta}{\pi} = \frac{D}{180^\circ}$$

$$180^\circ = \pi\text{ rad} = 3.1415926535\cdots\cdots\text{rad}$$

$$1^\circ = 0.01745329\text{ rad}$$

$$1\text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi} \approx 57^\circ 17' 44.8'' \approx 2 \times 10^5''$$

表 1 是常用小角度值与弧度值的对照表。

表 1 小角度与弧度对照

角 度	弧 度	角 度	弧 度
1"	0.0000048	17"	0.000082
2"	0.0000097	18"	0.000087
3"	0.0000150	19"	0.000092
4"	0.0000190	20"	0.000097
5"	0.0000240	25"	0.000121
6"	0.0000290	30"	0.000145
7"	0.0000340	35"	0.000169
8"	0.0000390	40"	0.000194
9"	0.0000440	45"	0.000218
10"	0.0000480	50"	0.000242
11"	0.0000540	55"	0.000266
12"	0.0000580	1'	0.000291
13"	0.0000630	2'	0.000582
14"	0.0000680	3'	0.000873
15"	0.0000730	4'	0.001164
16"	0.0000780	5'	0.001454

在三角计算中，小角度的正切值近似等于弧度值，例：
 $\text{tg}15'' = 0.0000730$ 。

第二节 测 量 方 法

一、测量方法

测量方法要根据测量要求和具体条件来选择。例如，为了分析废品产生的原因，一般采用单项测量方法。为能及时地发现废品，以控制加工过程，应采用主动测量。常用的测

量方法如表 2。

表 2 常用的测量方法

分类依据	测量方法	定 义	用 途 举 例
按测量工具的 调整与读 数分	绝对量法	能直接从计量器具上读 出被测量的实际值	用游标卡尺、千 分尺测量尺寸
	相对量法	从计量器具上读出被测 量值与作为标准值的差 值	用光学计将被量 长度与量块进行 比较
按获得测量 结果过程 的不同分	直接量法	用计量器具直接测量被 测量的值	用角度尺测量角 度
	间接量法	先测与被测量有关的量 值，经计算后得被测量 的量值	通过测量弦长、 弓高求圆弧直径
按测量装置 与被测表面 接触与否分	接触量法	在测量中计量器具的测 量面与被测表面直接接 触	用千分尺测量零 件的尺寸
	不接触量法	在测量中计量器具的测 量面与被测表面不直接 接触	在工具显微镜 上，用投影法测 量零件的尺寸
按零件被测 参数的多少 分	单项量法	对被测件上所有被测量 的参数逐个进行测量	个别地测量螺纹 中径、螺距和半 角
	综合量法	对被测件上所有被测量 的参数同时进行测量	用螺纹极限量规 检验螺纹
按测量时间 分	主动测量	测量仪与机床、刀具、 工件组成闭环系统，测 得的工件尺寸信号反馈 于系统	在自动线上自动 测量
	被动测量	对加工完毕的零部件按 被测参数进行测量	加工后测量

以上各种测量方法各有不同特点，适用条件也各不相同，在测量时，要根据具体情况选用。

二、在长度计量中常见到一些名词术语

1) 尺寸：用特定单位表示长度值的数字。

2) 基本尺寸（公称尺寸、名义尺寸）：设计给定的尺寸。

3) 实际尺寸：通过测量所得的尺寸。由于存在测量误差，所以实际尺寸并非尺寸的真值。

4) 尺寸偏差（简称偏差）：某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

5) 尺寸公差（简称公差）：允许尺寸的变动量。

6) 测量精度：测量所得值的分散程度。

7) 测量准确度：测量所得值的准确程度。

8) 测量精确度：测量所得值与被测量真值的接近程度。用测量误差来表示，即测量所得值与被测量真值之差。它可能是正值，也可能是负值，用公式表示：

$$\Delta = L' - L$$

式中： Δ ——测量误差；

L' ——被测量的真值；

L ——测量所得值。

9) 刻度间距：刻度尺上两相邻刻线之间的直线距离。

10) 刻度值：刻度尺上每一刻度间距所代表被测量值的数值。刻度值又称分度值。

11) 示值范围：刻度尺上全部刻度所代表被测量值的数值。

12) 测量范围：计量器具所能测量的最大与最小值的范围。

13) 示值误差：计量器具示值的值与被测量实际值之差。

14) 读数精度：读数所得值的分散程度。

15) 示值变化：又称示值稳定性。在外界条件不变的情况下，对同一被测量物重复测量所得结果的最大差值。

16) 灵敏度：被测量值的最小变化，促使示值发生微小变化的能力，即计量器具对被测量值微小变化的反应程度。

17) 测量力：计量器具的测量面与被测表面接触所产生的力。

18) 温度误差：对标准温度（20℃）的差。

由于计量器具和被测件都具有热胀冷缩的特性，所以在精密测量中一定要规定温度条件。不指明温度条件，测量就无意义。一般以 20℃ 为长度计量的标准温度，若不特别指明温度，即指 20℃。工厂计量室的温度应经常保持 20℃（相当 68°F）。

机械零件图纸上标注的尺寸、各种标准所列的尺寸数值，均是指 20℃ 时的数值。在测量或检验时，如果计量器具与被测件有温度差，原则上应对测量结果进行修正。

19) 检验：确定被检验量的实际值是否在其两极限值之间（合格）或之外（不合格）。

20) 检定：将量具、量仪与标准量具进行比较，或将量具、量仪放在标准仪器上直接测量，以确定量具、量仪误差的一种作业。检定是基准传递系统中的重要环节。

第三节 测量方法及测量工具的选择原则

根据被测部位的大小、形状、位置以及精度要求等条件，进行正确、合理地选择测量方法和测量工具，是获得正确测量结果，保证产品质量的重要保证之一。在测量中，有时由于测量方法和测量工具选择不当，把合格品误认为是废品，或者把废品当作合格品，或者损坏了测量工具。所以，正确、合理地选择测量方法和测量工具是很重要的。

一、测量方法的选择原则

评定测量方法优良的标准是：准、快、省。准：测量结果的数值精确度高；快：测量效率高；省：所用测量工具价格低廉、操作方便，测量费用低。

测量方法包括测量工具和标准件的选择、测量的环境温度、被测件的安装、操作测量工具的人员等。由于测量工具本身的误差、标准件的误差、被测件的安装定位误差、测量力误差、温度误差、读数误差等，引起测量过程误差，即测量方法总误差。测量方法总误差的最大值，称为测量极限误差 Δ_M 。

由于测量误差不可避免，因此被测件在测量中，均允许存在一定的测量误差 $2S_m$ 。零件允许的最大测量误差，即 $2S_m$ 的最大值，称为零件的允许测量极限误差 $2S_M$ 。附表 1 和 2 分别列出了 $D \leq 500$ 毫米和 $500 < D \leq 3150$ 毫米光滑圆柱体的允许测量极限误差值之半 S_M ，供选择测量工具时参考。

选择测量方法的原则是：测量极限误差不得大于被测件的允许测量极限误差，即：

$$\Delta_M \leq 2 S_M$$

GB 1800-79 《公差与配合》标准中规定的标准公差值包括机械零件的加工公差和测量误差。

当选用标准公差值时，零件公差 δ 、测量误差 $2 S_m$ 及加工公差 R 的关系如图 1 所示。

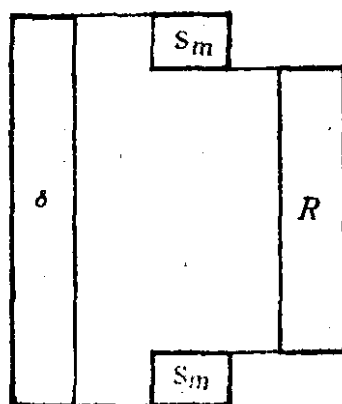


图 1

$$R = \delta - 2 S_m$$

令

$$K = \frac{2 S_m}{\delta}$$

故

$$2 S_m = K \delta$$

式中， K ——比例系数，用百分比表示，其值大小与零件的公差等级有关。表 3 是 $D \leq 500$ 毫米光滑圆柱体的公差等级与 K 值的关系。

表 3 光滑圆柱体的公差等级与 K 值的关系

零件公差等级	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$K(\%)$	50		40	39	29	27	25	22	20	18	16	14	13			10				

注：公差等级见 GB 1800-79《公差与配合》。新旧《公差与配合》国家标准等级及代号对照见附表 4。

二、测量工具的选择原则

1. 既要保证测量精度，又要考虑经济性。

为保证测量精度，在选择测量工具时，应根据被测件的公差大小考虑测量工具本身的各项技术指标，例如示值误差、

示值稳定性、灵敏度、测量力、对环境温度的要求等。测量工具的经济性指标包括测量工具的价格、使用寿命、修理检定所消耗的时间、对检定和操作人员技术熟练程度的要求等。

2. 应考虑被测量值的大小和被测表面的性质

选用的测量工具的测量范围要大于被测量值。

对于很粗糙的表面，不许用高精度的测量工具去测量；软材薄壁零件，不应该用测量力大的量具、量仪去测量。

3. 应考虑产品的产量

大批大量生产，或检验同类件的数量很大，应选用专用计量器具；单件小批生产，应该用万能计量器具。

三、测量工具的测量极限误差

测量工具本身的误差是测量方法总误差中的重要组成部分。在测量中，测量工具可能产生的最大误差，称为测量工具的测量极限误差。在一般测量中，如果操作计量器具的人富有经验、环境温度符合要求标准、被测件定位正确合理，那么，测量方法总误差中主要是测量工具的测量误差。所以，可把测量工具的测量极限误差近似地代替测量方法总误差 Δ_M 。

确定测量工具的测量极限误差可用算法或试验法。用算法求测量工具的测量极限误差，可根据下式进行计算：

$$\Delta_M = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \cdots + \Delta_n^2}$$

式中： Δ_1 、 Δ_2 、 $\cdots$ 、 Δ_n 分别为测量工具本身的误差、测量工具的温度与标准温度有偏差所引起的误差、由测量力的偏差所引起的误差等。

用试验法求测量工具的测量极限误差的方法是，用测量工具对一个与被测量值相同的标准量进行多次测量（由同一