

第三章

钳工常用量具与使用要求

知识要点：了解钳工的常用量具以及使用要求。

技能目标：熟悉钳工常用量具的使用操作要领以及对量具进行保养。

学习建议：谨记量具使用方法，以免错误检测，甚至损坏量具。

第一节 测量基础知识

一、量具的定义

为了确保零件和产品的质量，就必须用量具进行测量。用来测量、检验零件及产品尺寸和形状的工具叫做量具。

量具的种类很多，根据其用途和特点，可分为三种类型。

1. 万能量具

万能量具一般都有刻度，在测量范围内可以测量零件和产品形状及尺寸的具体数值，如游标卡尺、千分尺、百分表和万能量角器。

2. 专用量具

专用量具不能测量出零件和产品的实际尺寸，只能测定零件和产品的形状及尺寸是否合格，如卡规、R 规、塞规、塞尺。

3. 标准量具

标准量具只能制成某一固定尺寸，通常用来校对和调整其他量具，也可以作为标准与被测量件进行比较，如量块。

二、长度单位基准

测量的实质是被测量的参数与一标准量进行比较的过程，如长度尺寸的测量，因此，必须有一个精密准确的基准，即长度单位基准。

现在国际上把光在真空中 $1/299792458$ 秒所经过的行程，作为量度长度的标准，称为米。

根据 GB 3100~3102—1982 规定,我国的法定计量单位包括:国际单位制的基本单位,国际单位制的辅助单位,国际单位制中具有专门名称的导出单位,国家选定的非国际单位制单位,由以上单位构成的组合形式的单位,由词头和以上单位所构成的十进制数和分数单位。

常用的长度单位名称和代号如表 3-1 所示。

表 3-1 常用的长度计量单位

单位名称	符 号	与基准单位的比
千米(公里)	km(kilometers)	$10^3 \text{ m}(1000\text{m})$
米	m(meter)	基准单位
分米	dm(decimeter)	$10^{-1} \text{ m}(0.1\text{m})$
厘米	cm(centimeter)	$10^{-2} \text{ m}(0.01\text{m})$
毫米	mm(millimeter)	$10^{-3} \text{ m}(0.001\text{m})$
(丝米) ^①	dmm	$10^{-4} \text{ m}(0.0001\text{m})$
(忽米) ^①	cmm	$10^{-5} \text{ m}(0.00001\text{m})$
微米	$\mu\text{m}(\text{micrometers})$	$10^{-6} \text{ m}(0.000001\text{m})$
纳米 ^②	nm(nanometer)	$10^{-9} \text{ m}(0.000000001\text{m})$

注: ① 丝米、忽米不是法定计量单位,工厂里有时采用;在教学实习(生产)过程中,由于常出现 60.1mm、60.02mm 等尺寸标注,为了方便称呼,有些地方把 0.1mm 称作 10 丝米,把 0.02mm 称作 20 丝米。

② 纳米是长度单位,原称毫微米,就是 10^{-9} m (十亿分之一米)。纳米科学与技术,有时简称为纳米技术,是指在 0.1~100nm 的尺度里,研究电子、原子和分子内的运动规律和特性的一项崭新技术。

在实际工作中,有时还会遇到英制尺寸,常用的有 ft(英尺)、in(英寸)等,其换算关系为 $1\text{ft} = 12\text{in}$, $1\text{in} = 25.39999918\text{mm}$,一般取 25.4mm,其他单位换算依此类推。

第二节 钢尺与游标卡尺

钢尺与我们中小学使用的直尺差不多,只是直尺一般用塑料制造,钢尺用钢铁制造而已,其使用方法与直尺一样,由于钢尺精度较低,一般只能达到 $1/2\text{mm}(0.5\text{mm})$,所以在钳工操作上,钢尺一般用于开料以及粗略的测量。

游标卡尺是一种中等精度的量具,在钳工操作中常常用到,它可以直接量出工件的外径、孔径、长度、宽度、深度和孔距等尺寸。钳工常用的游标卡尺测量范围有 0~125mm、0~200mm、0~300mm 等多种,测量精度有 $1/20\text{mm}(0.05\text{mm})$ 和 $1/50\text{mm}(0.02\text{mm})$ 两种。

一、游标卡尺的结构

图 3-1 所示是两种常用游标卡尺的结构形式。图 3-1(a)为可微量调节的游标卡尺,主要由尺身和游标组成。

如图 3-1(b)所示为带深度尺的游标卡尺,其结构比较简单轻巧,上端两量爪可测量孔径、孔距及槽宽,下端两量爪可测量外圆和长度等,还可利用尺后的测深杆测量内孔和沟槽深度。

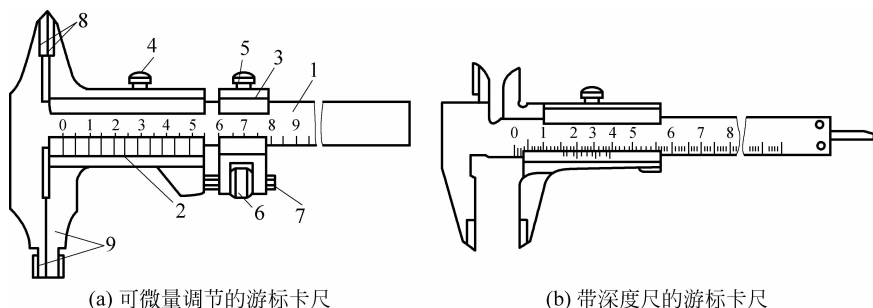


图 3-1 游标卡尺

1—尺身; 2—游标; 3—辅助游标; 4、5—螺钉; 6—微动螺母; 7—小螺杆; 8、9—量爪

游标卡尺测量如图 3-2 所示。

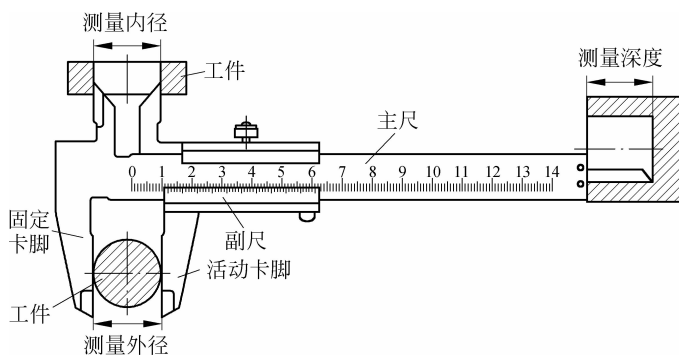


图 3-2 游标卡尺测量

二、游标卡尺的刻线原理和读法

(一) 1/20mm(0.05mm)游标卡尺

尺身上每小格是 1mm,当两量爪合并时,游标上的 20 格刚好与尺身上的 19mm 对正(图 3-3)。因此,尺身与游标每格之差为: $1 - 19/20 = 0.05(\text{mm})$,此差值即为 1/20mm 游标卡尺的测量精度。

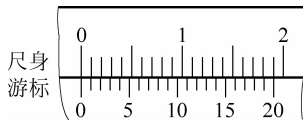


图 3-3 读数为 0.05mm 游标卡尺刻线原理

用游标卡尺测量工件时,读数方法分为三个步骤。

(1) 0 读出游标上零线左面尺身的毫米整数(读游标卡尺尺身上面的数字时要注意,“1”对应的刻度读数为 10mm,“2”对应的刻度读数为 20mm;以游标“0”刻度对正读数,切勿以游标最右边沿对正读数)。

(2) 读出游标上哪一条刻线与尺身刻线对齐(第一条零线不算,第二条起每格算 0.05mm)。

(3) 把尺身和游标上的尺寸加起来即为测得尺寸。

图 3-4 所示是读数值为 $1/20\text{mm}(0.05\text{mm})$ 游标卡尺所表示的尺寸。

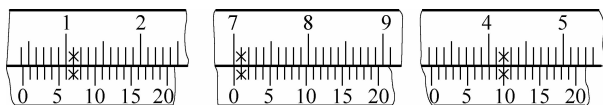


图 3-4 $1/20\text{mm}(0.05\text{mm})$ 游标卡尺读数方法

$$4 + 7 \times 0.05 = 4.35(\text{mm}); 70 + 1 \times 0.05 = 70.05(\text{mm}); 32 + 10 \times 0.05 = 32.50(\text{mm})$$

(二) $1/50\text{mm}(0.02\text{mm})$ 游标卡尺

尺身上每小格 1mm ,当两量爪合并时,游标上的 50 格刚好与尺身上的 49mm 对正(图 3-5)。尺身与游标每格之差为: $1 - 49/50 = 0.02(\text{mm})$,此差值即为 $1/50\text{mm}$ 游标卡尺的测量精度。

$1/50\text{mm}(0.02\text{mm})$ 游标卡尺测量时的读数方法与 $1/20\text{mm}(0.05\text{mm})$ 游标卡尺相同。

图 3-6 所示是读数值为 $1/50\text{mm}(0.02\text{mm})$ 游标卡尺所表示的尺寸。

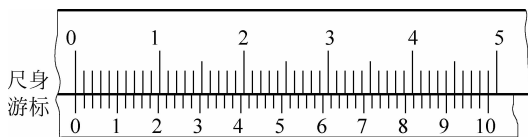


图 3-5 $1/50\text{mm}(0.02\text{mm})$ 游标卡尺刻线原理

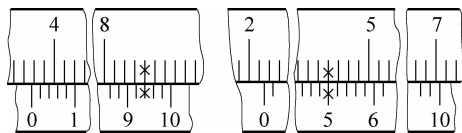


图 3-6 $1/50\text{mm}(0.02\text{mm})$ 游标卡尺读数方法

$$37 + 0.94 = 37.94(\text{mm}); 21 + 0.50 = 21.50(\text{mm})$$

游标卡尺的使用注意事项如下:

(1) 按工件的尺寸大小和尺寸精度要求,选用合适的游标卡尺。游标卡尺只适用于中等公差等级(IT10~IT16)尺寸的测量和检验,不能用游标卡尺去测量铸锻件等毛坯尺寸,否则量具会很快磨损而失去精度;也不能用游标卡尺去测量精度要求过高的工件,因为读数值为 0.02mm 的游标卡尺可产生 $\pm 0.02\text{mm}$ 的示值误差。

(2) 使用前对游标卡尺要进行检查,应先把量爪和被测工件表面的灰尘和油污等擦干净,以免碰伤游标卡尺量爪而影响测量精度。同时,检查各部件的相互作用,如尺框和微动装置移动是否灵活,坚固螺钉是否能起作用等。检查量爪测量面和测量刃口是否平直无损;使游标卡尺两量爪紧密贴合,用眼睛观察应无明显的光隙。尺身和游标的零线要对齐。

(3) 检查游标卡尺零位,使游标卡尺两量爪紧密贴合,用眼睛观察应无明显的光隙,同时观察游标零刻线与尺身零刻线是否对准,游标的尾刻线与尺身的相应刻线是否对准。最好把游标卡尺量爪闭合三次,观察各次读数是否一致。如果三次读数虽然不是零,但读数三次完全一样,可把这个数值记下来,在测量时,加以修正。

(4) 使用时,要掌握好量爪面同工作表面接触时的压力,既不能太大,也不能太小,刚好使测量面与工件接触,同时量爪还能沿着工件表面自由滑动。有微动装置的游标卡尺,应使用微动装置。

(5) 测量外尺寸时,两量爪应张开到略大于被测尺寸而自由进入工件,以固定量爪贴住工件。然后用轻微的压力把活动量爪推向工件,卡尺测量面的连线应垂直于被测表面,不能歪斜,要掌握好量爪面同工件表面接触时的压力,既不能太大,也不能太小,刚好使测量面与工件接触,同时量爪还能沿着工件表面自由滑动。读数后,切不可从被测工件上猛力抽下游标卡尺,否则会量爪的测量面磨损。

(6) 测量内尺寸时,两量爪应张开到略小于被测尺寸,使量爪自由进入孔内,再慢慢张开并轻轻地接触零件的内表面。两测量爪应在孔的直径上,不能偏歪。

(7) 读数时,应把游标卡尺水平地拿着朝向亮光的方向,使视线尽可能地和尺上所读的刻线垂直,以免由于视线的歪斜而引起读数误差。最好在工件的同一位置多次测量,取它的平均值。

(8) 不能用游标卡尺测量运动中的工件,不准以游标卡尺代替卡钳在工件上来回拖拉。

(9) 游标卡尺不要放在强磁场附近(如磨床的磁性工作台上),以免使游标卡尺受到磁化,影响使用。

(10) 使用后,应将游标卡尺擦拭干净,平放在专用盒内,尤其是大尺寸游标卡尺。注意防锈、主尺弯曲变形。

三、数显游标卡尺

随着科技发展,目前市面上也出现了非常方便读数的数显游标卡尺,虽然数显类卡尺维护、保养、维修比较麻烦,但是其读数非常方便,所以数显类测量工具的使用将会越来越多。数显游标卡尺结构与上面两种游标卡尺基本相同,只是增加了电子读数功能,增加了一个小小的液晶显示器,其外形如图 3-7 所示。



图 3-7 数显游标卡尺

普通数显卡尺测量精度为 0.01mm,高精度数显卡尺分辨率为 0.005mm、0.001mm。按国际标准(ISO/DIS 13385—1996)测量的极限误差如下。

测量范围	极限误差
0~100mm	$\pm 0.02\text{mm}$
>100~300mm	$\pm 0.03\text{mm}$

数显游标卡尺的读数比较方便,把数显游标卡尺两个量爪完全闭合,进行归零设置后,即可进行测量,尺寸读数直接在显示屏上显示出来。

数显游标卡尺有通用型、改进型和专用型三种。数显游标卡尺甚至可以进行数据输出,使用厂家提供的带接口专用连接线可以将测量数据送入计算机进行处理。

数显卡尺使用注意事项如下。

(1) 普通数显卡尺不宜在潮湿(相对湿度大于 80%)、接触水或导电粉尘等环境下使用。具有 IP65、IP67 级别防护功能的数显卡尺,可在该环境下使用。如果使用环境潮湿但很少接触水,可选购防护级别较低的 IP54 数显卡尺,其售价略高于普通数显卡尺。

(2) 使用前用无水干净的软布擦净尺身表面,不可使用丙酮、汽油等有机溶剂。

(3) 不准在数显卡尺上施加电压,不准用电笔刻字,不准带电带水对其进行再加工,否则会损坏电子组件。

四、深度游标卡尺

图 3-8 所示为深度游标卡尺的外形结构。深度游标卡尺是用来测量台阶长度和孔、槽的深度,其刻线原理和读法与普通游标卡尺相同。

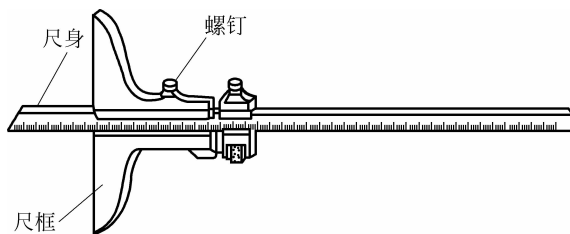


图 3-8 深度游标卡尺

使用方法:把尺框贴在工件孔或槽端面,再将尺身插到底部,并用螺钉紧固后看尺寸。随着科技发展,市面上出现了数显深度游标卡尺,大大方便了读数。

深度游标卡尺使用注意事项如下。

(1) 用螺钉拧紧的可换测量杆,由于拧紧程度不同,直接影响示值。因此,在使用前或更换测杆后,必须进行校正。

(2) 测量前,应清洁底板的测量面和工件的被测量面,并去除毛刺。被测量工件要具有一定的表面粗糙度。

(3) 测量时,应使底板与被测工件表面保持紧密接触。测量杆中心轴线与被测工件的测量面保持垂直。

(4) 测量杆的端部易磨损,应经常校对零位是否正确。零位的校对可用圆筒式校对量具或采用两块尺寸相同的量块组合体进行。

五、游标高度尺

如图 3-9 所示,游标高度尺用来测量零件的高度和进行精密划线,其刻线原理和读数方法与普通游标卡尺相同。用来进行精密划线的游标高度尺又叫高度划线尺、高度游标卡尺。目前,市面上出现了数显游标高度尺,大大方便了读数。

游标高度尺由钢尺和尺座组成。它与划针盘配合使用,以确定划针高度。划线时应在工件上选择一个或几个面或线作为划线的依据,以确定工件的几何形状和各部分的相对位置,这样的面或线称为划线基准。

游标高度尺使用注意事项如下。

(1) 使用前,应检查底座工作面是否有毛刺或擦伤,底座的工作面和检验用的平板是否清洁,量爪是否完好,是否紧固等。

(2) 搬动游标高度尺时,应握持底座,不允许抓住尺身,否则容易使游标高度尺跌落或尺身变形。

(3) 测量高度尺寸时,首先将高度尺的底座贴合在平板上,移动尺框的量爪,使其端部与平板接触,检查游标高度尺的零位是否正确;然后将尺框的量爪提高到略大于被测工件的尺寸,拧紧微动装置的紧固螺钉,旋动微动螺母,使量爪端部与被测工作表面接触,紧固尺框上的紧固螺钉,即可读得被测高度。

(4) 划线时,装上划线量爪,按所需划线的高度尺寸调节尺框,先固紧微动装置的紧固螺钉,然后旋动微动螺母使高度尺寸准确地对准所需划线的尺寸,再将尺框紧固后即可进行划线。划线时底座应贴合平台,平稳移动。

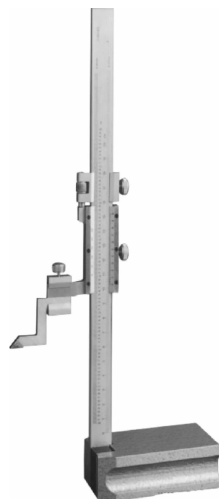


图 3-9 游标高度尺

第三节 千 分 尺

一、千分尺

千分尺是一种精密量具,它的测量精度比游标卡尺高,而且比较灵敏。因此,对于加工精度要求较高的工件尺寸,要用千分尺测量。

千分尺是利用螺旋读数原理制造的一种常用量具。通常可分为百分尺和千分尺。百分尺的最小读数值是 0.01mm ,千分尺的最小读数值是 0.001mm 。千分尺在工厂用得较少,工厂中习惯上把百分尺称为千分尺。沿用工厂的习惯,这里介绍的千分尺实际是百分尺,其最小读数为 0.01mm 。

(一) 千分尺的种类

千分尺的种类很多,如外径千分尺、内径千分尺、测深千分尺、螺纹千分尺、杠杆千分尺等。外径千分尺使用较为广泛。

外径千分尺主要用来测量工件的外径、长度、厚度等。使用比较方便且精度比一般游标卡尺高,测量精度可达 0.01mm ,并能准确地读出尺寸,因此在加工精度要求较高的工件测量时多用外径千分尺。

外径千分尺的测量范围从零开始,每增加 25mm 为一种规格。常用的有 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\sim 50\text{mm}$ 、 $50\sim 75\text{mm}$ 、 $75\sim 100\text{mm}$ 、 $100\sim 125\text{mm}$ 等规格。使用时按被测工件的尺寸选用。

(二) 千分尺的结构

常用千分尺的结构形状如图 3-10 所示,它的量程是 $0\sim 25\text{mm}$,分度值是 0.01mm 。外径千分尺的结构由固定的尺架、测砧、测微螺杆、固定套管、微分筒、测力装置、锁紧装置等组成。固定套管上有一条水平线,这条线上、下各有一列间距为 1mm 的刻度线,上面的刻度线恰好在下面二相邻刻度线的中间。微分筒上的刻度线是将圆周分为 50 等份的水平线,它是旋转运动的。

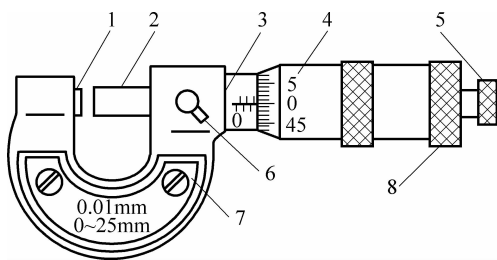


图 3-10 千分尺的结构

1—测砧；2—测微螺杆；3—固定套管；4—微分筒；
5—测力装置；6—锁紧装置；7—护板；8—后盖

(三) 千分尺的刻度原理

千分尺是利用螺旋副原理,对弧形尺架上两测量面间分隔的距离进行读数。测微螺杆每转一周,它所移动的距离正好等于固定套筒上的一格:顺时针转一周,就使测距缩短 0.5mm ;逆时针转一周,就使测距延长 0.5mm 。如果转 $1/2$ 周,就移动 0.25mm 。将微分筒副尺沿圆周等分成 50 个小格,转 $1/50$ 周(一小格),则移动距离为 $0.5\text{mm} \times 1/50 = 0.01\text{mm}$ 。微分筒转动 10 小格时,就移动 0.1mm 。因此从固定套筒上能读出 1mm 整数和 0.5mm ,从微分筒上可读出精确到 0.01mm 的小数。

(四) 千分尺的读数

千分尺读数方法可分以下两步。

(1) 读出微分筒边缘在固定套管主尺的毫米数和半毫米数。

(2) 看微分筒上哪一格与固定套管上基准线对齐,并读出不足半毫米的数。

图 3-11 所示是读数值为千分尺所表示的尺寸。

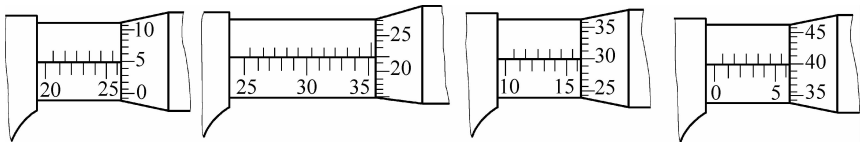


图 3-11 千分尺读数方法

$$26 + 0.05 = 26.05(\text{mm}); 35.5 + 0.22 = 35.72(\text{mm}); 16 + 0.30 = 16.30(\text{mm}); 6 + 0.40 = 6.40(\text{mm})$$

外径千分尺使用时的注意事项如下。

(1) 在测量前,必须校对其零位,也即通常所称的对零位。对于测量范围 0~25mm 的千分尺,校对零位时应使两测量面接触;对于测量范围大于 25mm 时,应在两测量面间安放尺寸为其测量下限的测量棒后进行测量。调整零位,必须使微分筒上的棱边与固定套管上的“0”线重合,同时要使微分筒上的零线对准固定套管上的纵刻线。

(2) 使用时应该用手握住隔热装置,否则会增加测量误差。一般情况下,应注意外径千分尺和被测工作具有相同的温度。

(3) 千分尺两测量面将与工件接触时,要使用测力装置,不要直接转动微分筒。

(4) 千分尺测量轴的中心线要与工件被测长度方向相一致,不要歪斜;使用千分尺测同一长度时,应反复测量几次,取其平均值作为测量结果。

(5) 千分尺测量面与被测工件相接触时,要考虑工件表面的几何形状。

(6) 在测量被加工的工件时,工件要在静态下测量,不要在工件转动或加工时测量,否则易使测量面磨损,测杆扭弯,甚至折断。

(7) 按被测尺寸调节外径千分尺时,要慢慢地转动微分筒或测力装置,不要握住微分筒挥动或摇转尺架,以致使精密的测微螺杆变形。

内径千分尺使用时的注意事项如下:

(1) 校对零位时,应用经鉴定合格的标准环规或量块和量块附件组合体,不宜选用外径千分尺,否则不能保证其精度。

(2) 内测千分尺测量内尺寸时,仅能按量爪测量面长度进行测量。

(3) 测量时,测量位置必须安放正确。测量孔时,用测力装置转动微分筒,使量爪在径向的最大位置和在轴向的最小距离处与工件相接触。

(4) 不得把两量爪当作固定卡规使用,以免量爪的量面加快磨损。

二、数显千分尺

随着科技发展,目前市面上也出现了非常方便读数的数显千分尺,数显千分尺的结构与普通千分尺基本相同,只是增加了电子读数功能,增加了一个小液晶显示器,最小读数值是 0.001mm,其外形如图 3-12 所示。



图 3-12 数显千分尺

第四节 百分表

百分表是一种精度较高的比较量具,其测量准确度为 0.01mm ,应用较广,但是它只能测出相对值,不能测出绝对值。百分表主要用于检测工件的形状和位置误差(如圆度、平面度、垂直度、跳动),也可以检验机床精度和测量工件的尺寸、形状和位置误差,在机床上工件的安装找正等。

一、百分表的结构

百分表结构如图 3-13 所示,主要由测头、量杆、大小齿轮、长短指针、表盘、表圈、拉簧等组成。

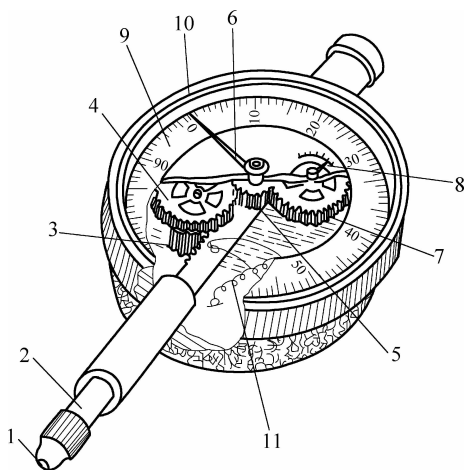


图 3-13 百分表的结构

1—测头；2—量杆；3—小齿轮($z_1=16$)；4—大齿轮($z_2=100$)；5—小齿轮($z_3=10$)；
6—长指针；7—大齿轮；8—短指针；9—表盘；10—表圈；11—拉簧

二、百分表的刻线原理

百分表内的齿杆和齿轮的周节是 0.625mm 。当齿杆上升 16 齿时[即上升 $0.625 \times 16 = 10(\text{mm})$]，16 齿小齿轮转一周，同时齿数为 100 齿的大齿轮也转一周，就带动齿数为 10 的小齿轮和长指针转 10 周，即齿杆移动 1mm 时，长指针转一周。由于表盘上共刻 100 格，所以长指针每转一格表示齿杆移动 0.01mm 。即大指针每转一格读数值为 0.01mm ，小指针每转一格读数为 1mm 。小指针处的刻度范围为百分表的测量范围。测量的大小指针读数之和即为测量尺寸的变动量。刻度盘可以转动，供测量时大指针对零用。