

基本量具的使用

1. 钢尺

在实验室中进行一般的长度测量，使用的是温度系数较小、受环境条件（湿度、压力等）影响小、由不锈钢或铁镍铬合金等材料制成的直尺，即钢尺。它的量程有 15cm、30cm、100cm 等多种规格，其最小分度值一般为 1mm。测量长度时常估读 1/10 分度（0.1mm）或 1/5 分度（0.2mm）。

由于钢尺有一定的厚度，为避免测量者从不同角度观测时造成读数的错误，应将钢尺的刻度线紧贴在待测物体上（如图 1 所示），方可读数。在测量时，一般不用钢尺的端边作为测量的起点，而选择某一刻度线（如 10cm 刻线等）作为起点，以免由于边缘磨损而引入误差。

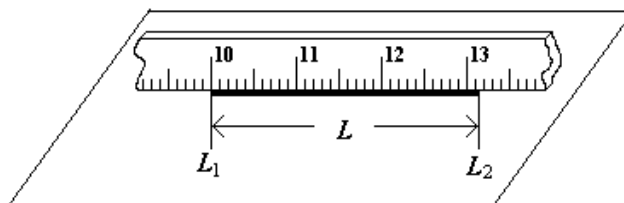


图 1 用钢尺进行测量的示意图

在测量垂直的或水平悬空的长度时，由于钢尺自重而造成的钢尺弯曲变形会影响测量，因此要注意保持钢尺尽量不变形，同时可适当将测量不确定度估计得大一些（如取 1/2 分度，即 0.5mm）。

2. 游标卡尺

游标卡尺是一种利用游标提高测量精度的长度测量仪器，其构造如图 2 所示。

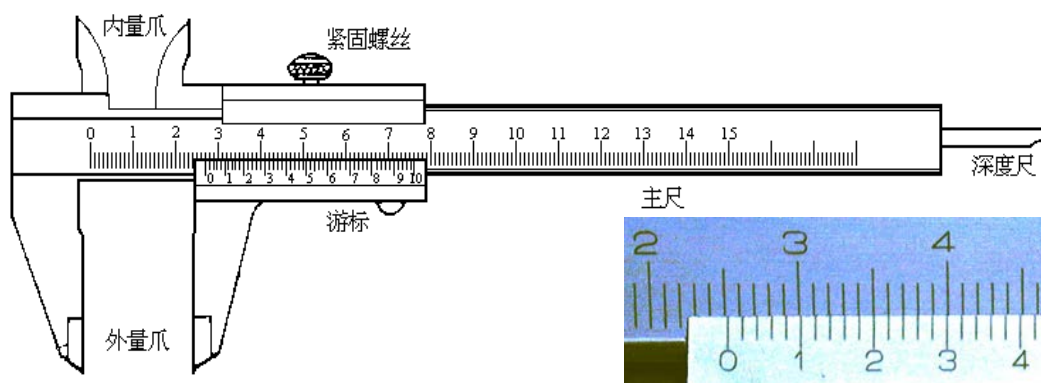


图 2 游标卡尺

在标准米尺（主尺，最小分度为 1mm）上附带有可以沿主尺尺身移动的标尺，称为游标。游标上的刻度间距 x 比主尺上的刻度间距 y 略小一点。一般游标上的 n 个刻度间距等于主尺上 $(n-1)$ 个刻度间距，即 $nx=(n-1)y$ 。由此可知，游标上的刻度间距与主尺的刻度间距相差 $1/n$ mm，这就是游标的精度。图 2 所示的游标卡尺的精度为 1/50，即 0.02mm。

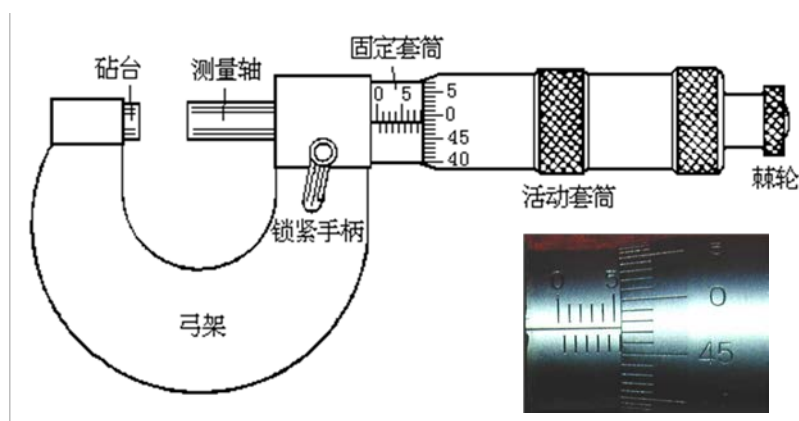
在读数时，先从主尺上读得游标的零刻线所在的整数分度值（25mm）；再到游标上找与主尺刻线准确对齐的游标刻线（2.2 刻线，即第 $2.2 \times 5 = 11$ 根刻线）；求得游标的分度值 $11 \times 1/50 = 0.22\text{mm}$ ；最后得到测量值 $25 + 0.22 = 25.22\text{mm}$ 。由于使用游标卡尺测量长度时没有进行估读，只是判断刻线的对齐与否，因此其测量不确定度（B1 类）即为游标的精度值。上例中 $u_{B1} = 0.02\text{mm}$ 。

使用游标卡尺时，一手拿物体，一手持游标卡尺，将物体轻轻卡住，即可读数。注意保护量爪不被磨损，决不允许被卡住的物体在量爪间挪动。游标卡尺的外量爪用来测量厚度或外径，内量爪用来测量内径，深度尺用来测量槽或筒的深度，紧固螺丝用来固定读数。

3. 千分尺（螺旋测微器）

千分尺是一种利用测微螺杆的角位移转变为直线位移来测量微小长度的长度测量仪器，其构造如图 3 所示。在一个固定套筒上套有一个活动套筒，两者由高精度螺纹紧密咬合。活动套筒与测量轴相联，转动活动套筒可带动测量轴伸出与缩进。活动套筒转动 1 周(360°)，测量轴伸出或缩进 1 个螺距。因此，可根据活动套筒转动的角度求得测量轴移动的距离。这就是所谓“机械放大”。在活动套筒的尾端装有一个棘轮，它转动时可带动活动套筒旋转，但阻力过大时，棘轮会空转，即不带动套筒旋转。这保证了待测物体在砧台与测量轴间不会被夹得太紧而变形，从而影响测量结果。固定套筒与砧台以一个弓形的支架相连，称为“弓架”，测量时一般左手持弓架，右手转棘轮。在弓架上还装有一个锁紧手柄，把它向右扳动，可锁住测量轴。

如图 3 所示的千分尺螺距为 0.5mm，活动套筒的周界被等分为 50 格，故活动套筒转动 1 格，测量轴相应地移动 $0.5/50=0.01\text{mm}$ ，再加上估读，其测量精度可达到 0.001mm。读数时，先读固定套筒上标尺的数值，再加上活动套筒上标尺的数值。读数时应特别注意活动套筒上的读数是否过 0，过 0 则加 0.5，不过 0 则不能加 0.5。如图 3 所示，虽然 5.5mm 的刻线已经可以看到，但活动套筒上的读数尚未过 0，因此读数应为 $5.0+0.474=5.474\text{mm}$ ，而非 $5.5+0.474=5.974\text{mm}$ 。



使用千分尺应注意：(1) 要使测量轴向砧台靠近以夹住待测物，必须使用棘轮而不可直接转活动套筒，听到“咯咯”声即表示已夹住待测物体，棘轮在空转了，这时应停止转动棘轮，进行读数；不应将被夹住的待测物拉出，以免磨损砧台和测量轴。(2) 当砧台和测量轴间无任何物体时，转动棘轮至听到“咯咯”声，此时的读数为“零读数”。以后的测量读数要减去此“零读数”，才是真正的长度测量值。(3) 不使用千分尺时，要在砧台与测量轴之间留出少量空隙，以防砧台与测量轴受热膨胀而引起形变。

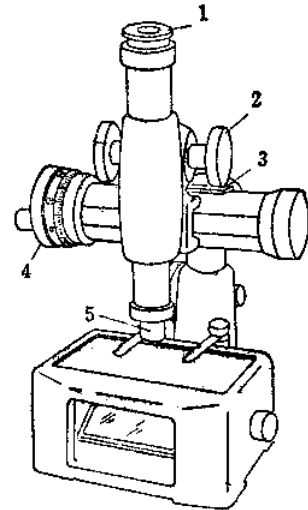
4. 读数显微镜

读数显微镜是可以测量微小长度的光学仪器，它的结构如图 4 所示，主要由显微镜和读数装置组成。

在使用读数显微镜前，应先仔细调节显微镜，消除视差。光学测量仪器的视差是由于被测物的象与进行度量的标尺（或标线、网格）不处于同一平面，因此当观察者的眼睛移动时，象与标尺之间会产生相对位移。读数显微镜由物镜和目镜组成，它的标线（通常称为十字准线）位于物镜与目镜之间。为消除视差，应先调节（旋转）目镜，使十字准线象清晰；再调节升降旋钮，使被测物的象也清晰。移动眼睛，如被测物的象与十字准线象没有相对位移，则表明它们已处于同一成象面。

读数显微镜的读数装置与千分尺类似，也应用了螺旋测微的原理。它的主尺量程是 50mm，最小分度是 1mm。鼓轮上有 100 个分度，鼓轮转动一周，整个显微镜水平移动 1mm，即鼓轮上的 1 个分度对应 0.01mm，其不确定度限值是 0.02 mm。由于任何螺旋测量装置的内螺纹与外螺纹之间必有间隙，故不同旋转方向所对应的读数必有差别，这种差别称为螺距误差。因此在使用读数显微镜进行长度测量时应使十字准线沿同一个方向前进，到达被测对象左右两端的位置时分别读数，两个读数相减即可获得测量值，测量中途不要倒退，避免产生螺距误差。

测量案例：牛顿环实验（详见课程讲义）中使用读数显微镜测量某级次干涉环的直径 D ，分别测得该环直径的左端位置读数=22.549mm、右端位置读数=33.146mm，则该环的直径 $D=(\text{右端位置读数}-\text{左端位置读数})=(33.146-22.549)\text{mm}=10.597\text{mm}$ 。



1. 目镜 2. 升降旋钮
3. 主尺 4. 鼓轮 5. 物镜

图 4 读数显微镜

5. 电子天平

在一根两端支撑、中间悬空的梁上施加一向下的作用力，梁会弯曲。在梁的下方安装有应变片，将梁的弯曲情况转换成电信号，经特定的集成电路后，用数字的形式将梁上所受的力的大小反映在液晶显示器上。这就是电子天平的基本工作原理。

实验室常用的电子天平如图 5 所示。在使用电子天平时，按下开关按钮，先进行半小时左右的预热。在测量前先要调节天平水平：调节天平立脚的高低，观察水平泡的位置；当水平泡位于中央时，天平即已调水平。称量前应先清零。关闭电子天平时，只要按下开关按钮即可。

在使用电子天平称量时，应注意：（1）电子天平应在无风、防震的环境中使用。（2）不能用电子天平直接称量具有腐蚀性的物品。（3）防止任何液体渗漏进电子天平的内部。

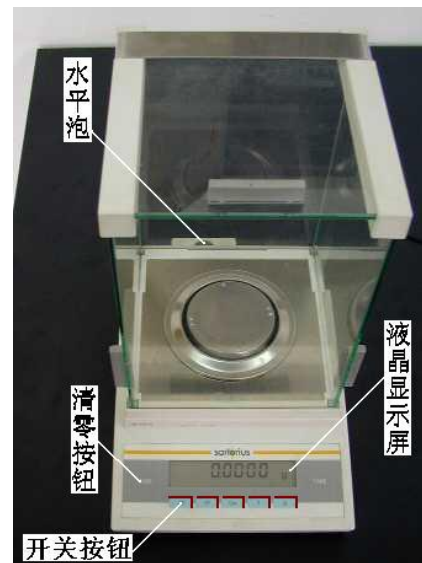


图 5 电子天平