

# 第 1 部分 铁道机车车辆常用量具

这部分主要介绍铁道机车车辆常用量具的使用方法 & 读数原理，为正确、规范地使用铁道机车车辆专用量具打下基础。

## 【学习目标】

- (1) 掌握游标卡尺的使用方法；
- (2) 掌握千分尺的使用方法；
- (3) 熟悉并掌握百分表（千分表）及表座的结构及使用方法；
- (4) 熟悉并掌握游标万能角度尺的结构及使用方法；
- (5) 掌握塞尺的使用要领及注意事项；
- (6) 熟悉量具的日常维护及保养方法。

## 【基础知识】

常用量具的分类：根据量具的种类和特点，量具可分为 3 种类型。

(1) 万能量具。这类量具一般都有刻度，在测量范围内可以测量零件的形状和尺寸的具体数值，如游标卡尺、千分尺、百分表和万能角度尺等。

(2) 专用量具。这类量具不能测量出零件的实际尺寸，只能测定零件形状和尺寸是否合格，如卡规、塞规及塞尺等。

(3) 标准量具。这类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零件进行比较，如量块。

# 1 游标卡尺

## 1.1 游标卡尺的结构原理和用途

### 1.1.1 结构原理

游标卡尺 (Vernier Caliper) 是一种测量长度、内外径及深度的量具, 如图 1-1-1 所示。其读数机构是由主尺和附在主尺上能滑动的副尺 (或称游标) 两部分构成。游标卡尺的主尺和副尺上有两副活动量爪, 分别是内测量爪和外测量爪, 内测量爪通常用来测量内径, 外测量爪通常用来测量长度和外径。高度游标卡尺用于测量工件的高度尺寸及划线。深度游标卡尺用于测量工件上沟槽和孔的深度。

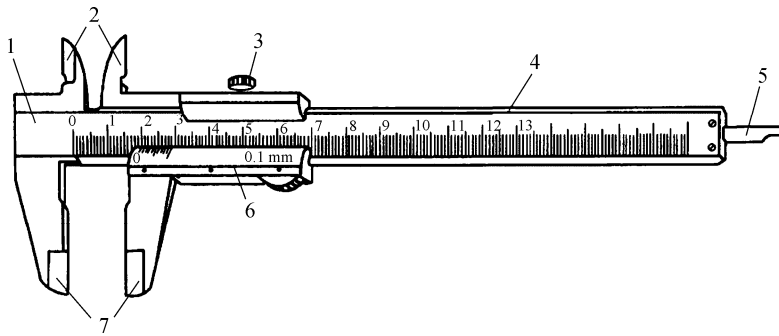


图 1-1-1 游标卡尺

1—尺身; 2—内测量爪; 3—紧固螺钉; 4—主尺;  
5—深度尺; 6—游标尺; 7—外测量爪

主尺一般以毫米 (mm) 为单位, 游标上有 10、20 或 50 个分格, 根据分格的不同, 游标卡尺可分为十分度游标卡尺、二十分度游标卡尺、五十分度游标卡尺等。游标为 10 分度的有 9 mm, 20 分度的有 19 mm, 50 分度的有 49 mm, 如图 1-1-2 所示。

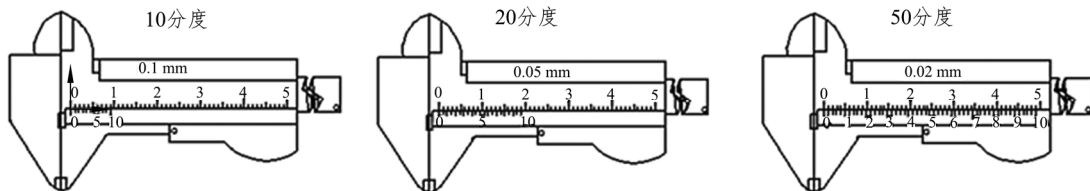


图 1-1-2 不同分度的游标卡尺

对于不同分度的游标卡尺, 其测量精度也不同。理论上副尺上的刻度分度越多, 其测量精度也就越高, 但由于受到卡尺本身结构精度和人眼对两条刻度线对准程度分辨力的限制, 其测量精度也存在限制。目前, 游标卡尺有 3 种精度, 分别为 0.1 mm、0.05 mm 和 0.02 mm。

图 1-1-2 中各游标卡尺的规格参数可查询表 1-1-1。

表 1-1-1 游标卡尺规格参数

规格	主尺分度值	副尺分度值	测量精度	备注
10 分度游标卡尺	1 mm	1.9 mm	0.1 mm	主尺零线与游标副尺零线对齐,副尺第 10 格(最后一条)刻度线正好指向主尺上第 19 格刻度线
20 分度游标卡尺	1 mm	1.95 mm	0.05 mm	主尺零线与游标副尺零线对齐,副尺第 20 格(最后一条)刻度线正好指向主尺上第 39 格刻度线
50 分度游标卡尺	1 mm	0.98 mm	0.02 mm	主尺零线与游标副尺零线对齐,副尺第 50 格(最后一条)刻度线正好指向主尺上第 49 格刻度线

### 1.1.2 结构形式

游标卡尺有 3 种结构形式。

(1) 测量范围为 0~125 mm 的游标卡尺,制成带有刀口形的上下量爪和带有深度尺的形式,如图 1-1-3 所示。

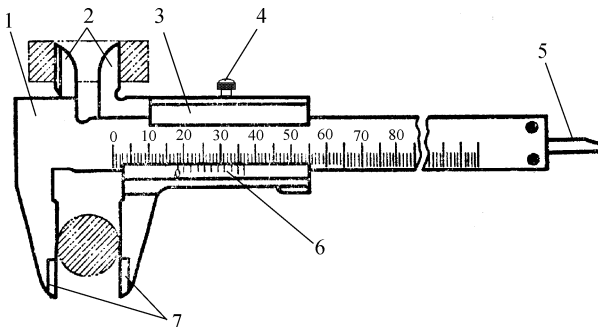


图 1-1-3 游标卡尺的结构形式之一

1—尺身; 2—上量爪; 3—尺框; 4—紧固螺钉;  
5—深度尺; 6—游标; 7—下量爪

(2) 测量范围为 0~200 mm 和 0~300 mm 的游标卡尺,可制成带有内外测量面的下量爪和带有刀口形的上量爪的形式,如图 1-1-4 所示。

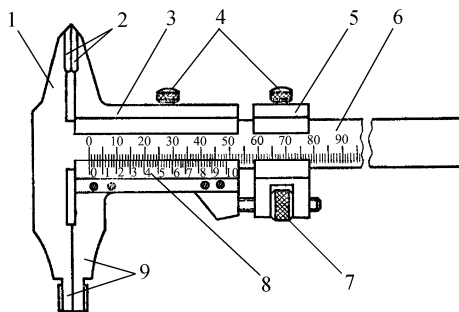


图 1-1-4 游标卡尺的结构形式之二

1—尺身；2—上量爪；3—尺框；4—紧固螺钉；5—微动装置；6—主尺；  
7—微动螺母；8—游标；9—下量爪

(3) 测量范围为 0~200 mm 和 0~300 mm 的游标卡尺，也可制成只带有内外测量面的下量爪的形式，如图 1-1-5 所示。而测量范围大于 300 mm 的游标卡尺，只能制成这种仅带有下量爪的形式。

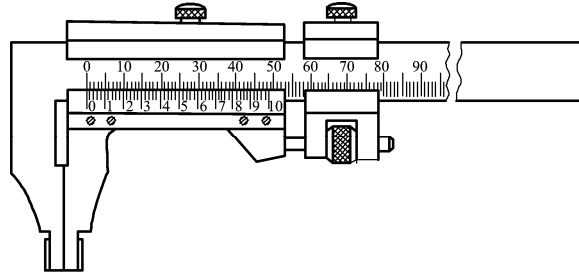


图 1-1-5 游标卡尺的结构形式之三

### 1.1.3 主要用途

游标卡尺是一种常用量具，具有结构简单、使用方便、精度中等和测量的尺寸范围大等特点，可以用它来测量零件的外径、内径、长度、宽度、厚度、深度和孔距等，应用范围很广。

## 1.2 游标卡尺的分类及规格

### 1.2.1 游标卡尺的分类

游标卡尺分为 3 类：普通游标卡尺、带表游标卡尺、电子数显游标卡尺，如图 1-1-6 所示。



图 1-1-6 游标尺种类

### 1.2.2 常用规格

游标卡尺规格：0~150 mm、0~200 mm、0~400 mm、0~500 mm、0~600 mm、0~700 mm、0~800 mm、0~900 mm、0~1 000 mm、0~1 500 mm、0~2 000 mm。选用游标卡尺时，被测对象尺寸应在游标卡尺满量程 20%~80% 的范围内。

游标卡尺分度值有 0.02 mm、0.05 mm、0.10 mm 三种。使用时，根据工艺技术要求读出的最小值来对应选择游标卡尺。

### 1.3 游标卡尺的读数原理

游标卡尺的读数机构，是由主尺和副尺两部分组成。当活动量爪与固定量爪贴合时，副尺上的“0”刻度线(简称“游标零线”)对准主尺上的“0”刻度线,此时量爪间的距离为“0 mm”。当副尺向右移动到某一位置时，固定量爪与活动量爪之间的距离就是被测零件的测量尺寸。此时，零件的整数部分(大于 1 mm 的部分)可在游标零线左边的主尺刻度线上读出来，而小数部分(小于 1 mm 的部分)，可借助游标读数机构来读出。

游标卡尺的刻线原理(以 10 分度为例)如图 1-1-7 所示。

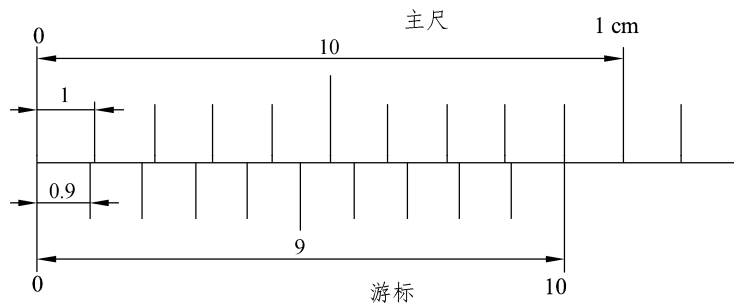


图 1-1-7 游标卡尺的刻线原理

主尺的最小分度是 1 mm，游标卡尺上有 10 个小的等分刻度，它们的总长等于 9 mm，因此游标卡尺的每一分度与主尺的最小分度相差 0.1 mm，当左右测脚合在一起，游标的零刻度线与主尺的零刻度线重合时，其余刻度线都不重合。

游标的第一条刻度线在主尺的 1 mm 刻度左边 0.1 mm 处，游标的第二条刻度线在主尺的 2 mm 左边 0.2 mm 处，等等。

游标每格间距 =  $9 \text{ mm} \div 10 = 0.9 \text{ mm}$ ；主尺每格间距与游标每格间距相差 =  $1 \text{ mm} - 0.9 \text{ mm} = 0.1 \text{ mm}$ 。0.1 mm 即为此游标卡尺上游标所读出的最小数值。

当游标向右移动 0.1 mm 时，游标零线后的第 1 根刻线与主尺刻线对准。当游标向右移动 0.2 mm 时，游标零线后的第 2 根刻线与主尺刻线对准，依次类推。若游标向右移动 0.5 mm，如图 1-1-8 所示，则游标上的第 5 根刻线与主尺刻线对准。由此可知，游标向右移动不足 1 mm 的距离，虽不能直接从主尺读出，但可以由游标的某一根刻线与主尺刻线对准时，该游标刻线的次序数乘其读数值得出其小数值。例如，图 1-1-8 的尺寸即为  $5 \times$

$$0.1 = 0.5 \text{ ( mm )}$$

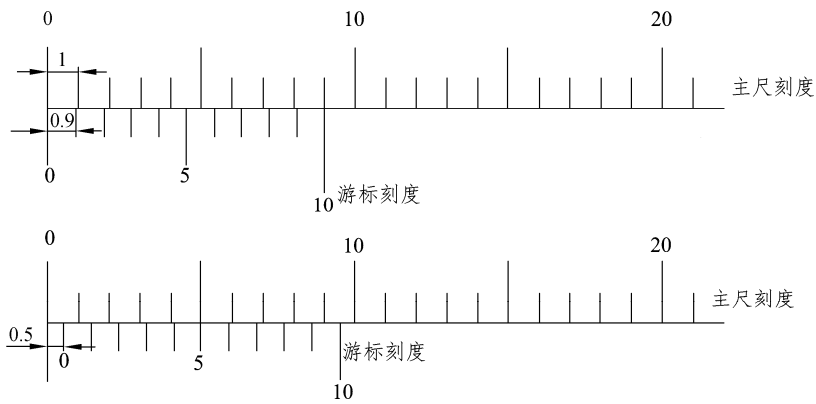


图 1-1-8 游标读数原理

## 1.4 游标卡尺的读数方法

(1) 读整数 (主尺) 读数: 看游标尺零位的左侧数值, 读出主尺毫米刻度值 (取整毫米为整数  $X$ )。

(2) 读小数 (游标) 读数: 先观察游标尺第几根 ( $n$ ) 刻度线与主尺上的刻线重合, 再乘精度  $0.1 (n \times \text{精度})$ 。

(3) 求和: 将 (1) (2) 两步所测得的数值相加, 总测量长度为  $L = X + n \times \text{精度}$ 。

例如, 测量  $27.7 \text{ mm}$  的读数方法 (以 10 分度为例) 如图 1-1-9 所示。

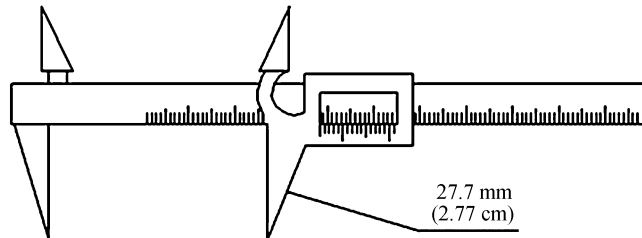


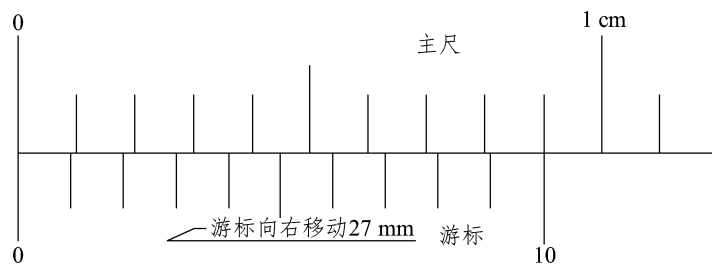
图 1-1-9 读数方法

读数步骤 (见图 1-1-10) 如下:

(1) 读整数: 游标向右移动  $27 \text{ mm}$ 。

(2) 读小数: 游标尺的第 7 根刻度线与主尺的刻度线重合。

(3) 求和: 读数 = 整数 (主尺) + 小数 (游标)。  $L = 27 + 0.7 = 27.7 \text{ ( mm )}$ 。



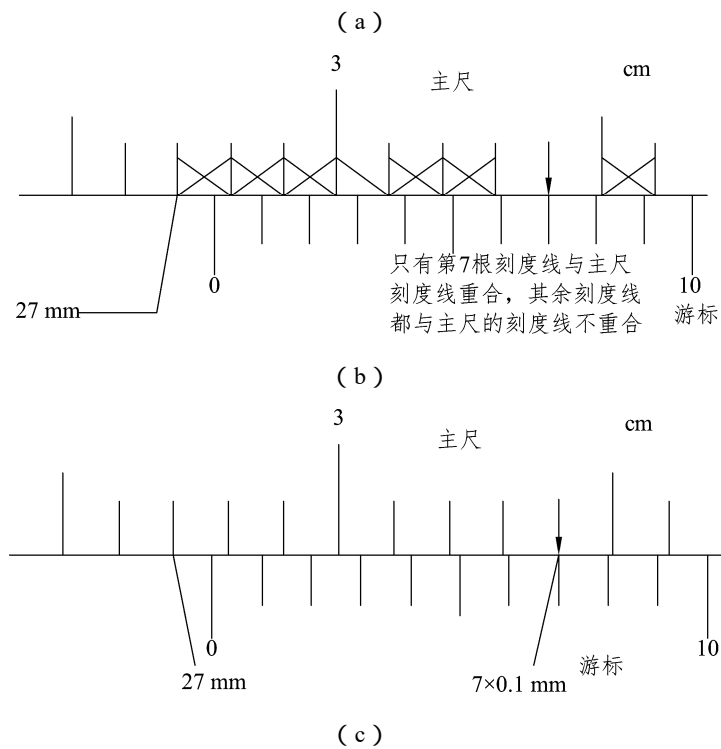


图 1-1-10 游标卡尺读数步骤

注意：20 分度、50 分度读数方法与 10 分度读数方法相同。

## 1.5 游标卡尺的使用方法

### 1.5.1 检查外观

游标尺的表面应无锈蚀、碰伤或其他缺陷。游标卡尺上应有分度值、工厂标签和出厂编号。检查两测量面的间隙，游标卡尺外量爪合拢对着光线，应看不见白光。

### 1.5.2 检查各部件的相互作用

轻拉或推移游标卡尺的尺框，尺框在尺身上移动应平稳，不应有阻滞现象；尺身和尺框的配合应无明显晃动。

### 1.5.3 检查“零”位

将卡尺的两外测量爪接触，此时卡尺游标“零”刻线与主尺“零”刻线对齐；游标尾刻线与主尺相应刻线对齐。如不对齐，及时送计量部门调修。

### 1.5.4 测量尺寸

检查合格的游标卡尺即可对工件进行测量。

## 1.6 游标卡尺使用时的注意事项

(1) 使用前，应先擦干净两卡脚测量面，合拢两卡脚，检查副尺零线与主尺零线是否对齐，若未对齐，应根据原始误差修正测量读数。

(2) 测量工件时，卡脚测量面必须与工件的表面平行或垂直，不得歪斜，且用力不能过大，以免卡脚变形或磨损，影响测量精度。

(3) 读数时，视线要垂直于尺面，否则测量值不准确。

(4) 测量内径尺寸时，应轻轻摆动，以便找出最大值。

(5) 游标卡尺用完后，应仔细擦净，抹上防护油，平放在盒内，以防生锈或弯曲。



## 2 千分尺

### 2.1 外径千分尺

#### 2.1.1 外径千分尺的结构原理和用途

##### 1. 结构原理

千分尺俗称分厘卡，又称螺旋测微器，是将回旋运动变为直线运动的一种精密测量量具。外径千分尺主要由测砧、测微螺杆、固定套管、尺架、旋钮、活动套筒、测力装置、隔热护板等组成，如图 1-2-1。尺架为一弓形零件。

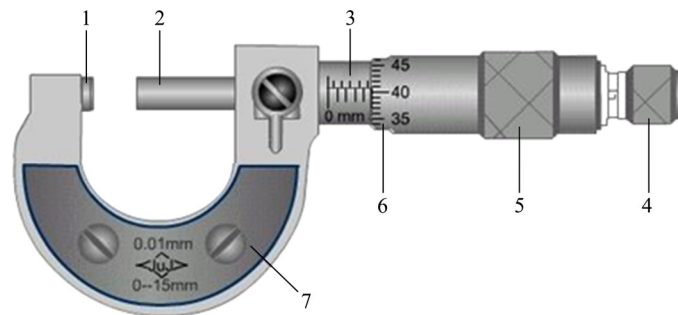


图 1-2-1 外径千分尺的结构

1—测砧；2—测微螺杆；3—固定套管；4—测力装置；  
5—旋钮；6—活动套筒；7—隔热护板

外径千分尺是依据螺旋放大的原理制成的，即螺杆在螺母中旋转一周，螺杆便沿着旋转轴线方向前进或后退一个螺距的距离。因此，沿轴线方向移动的微小距离，就能用圆周上的读数表示出来。外径千分尺的精密螺纹的螺距是 0.5 mm，活动套筒一周上刻有 50 条线，分成 50 等分，固定套筒上的刻度相当于主尺，活动套筒上的刻度相当于副尺。活动套筒刻度旋转一周，外径千分尺可前进或后退 0.5 mm，因此旋转每个小分度，相当于测微螺杆前进或后退  $0.5 \text{ mm}/50 = 0.01 \text{ mm}$ 。可见，活动套筒刻度每一小分度表示 0.01 mm，所以外径千分尺可准确到 0.01 mm。由于还能再估读一位，可读出毫米的千分位，故称之为千分尺。百分尺的读数为 0.01 mm，千分尺的读数为 0.001 mm，工厂习惯上把百分尺和千分尺统称为百分尺。

##### 2. 用途

千分尺测量零件长度可以精确到 0.01 mm，测量范围为几个厘米。外径千分尺主要用于测量工件的外尺寸，如外径、长度、厚度等。内径千分尺用于测量工件的内尺寸，如孔径、槽宽等。深度千分尺用于测量工件槽、孔的深度。

## 2.1.2 千分尺的分类及规格

### 1. 千分尺的分类

千分尺种类很多，常用的有外径千分尺、电子数显外径千分尺、杠杆千分尺、三爪内径千分尺、法线千分尺、壁厚千分尺、板厚千分尺、尖头千分尺、螺纹千分尺和深度千分尺等，如图 1-2-2 所示。



(a) 外径千分尺



(b) 电子数显外径千分尺



(c) 杠杆千分尺



(d) 带计数器千分尺

图 1-2-2 千分尺的种类

### 2. 千分尺的规格

千分尺常用规格参数包括测量范围和刻度值，各种常用千分尺的规格参数如表 1-2-1 所示。测量范围大于或等于 500 mm 的千分尺称为大型千分尺。测量上限大于 25 mm 的千分尺，量具盒内配有校准的量杆，如图 1-2-3 所示，用于校“零”使用。



图 1-2-3 校对量杆