

机械工人活叶学习材料

JIXIE GONGREN HUOYE XUEXI CAILIAO



技术测量

9

游标卡尺的构造和使用

楊 启 道 編 著



机械工业出版社

它

內容提要 游标卡尺是一种常用的精密量具。本书比較通俗地讲解了游标尺的工作原理、游标卡尺的构造、刻綫原理和讀数、使用方法和維護等基本知識。此外，对游标卡尺的檢定、修理也作了扼要的介紹。

本书可供三四級机械工人和檢驗工作为学习資料。

游标卡尺的构造和使用

(修訂第二版)

楊 启 道 編 著

*

机械工业出版社出版 (北京苏州胡同 141 号)

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印張 $1 \frac{1}{4}$ · 字数 29 千字

1953年 8 月北京第一版

1965年 6 月北京第二版·1965年 6 月北京第八次印刷

印数 62,901—107,900 · 定价(科二)0.13元

*

統一书号: T15033 · 17(279)

目 次

一	什么是游标卡尺	1
二	游标尺的工作原理	2
三	游标卡尺的构造	4
四	各种游标卡尺的刻线原理和读法	8
	1 游标读数为0.1毫米的游标卡尺(8)——2 游标读数为0.05毫米的游标卡尺(11)——3 游标读数为0.02毫米的游标卡尺(13)	
五	游标卡尺的使用方法	16
六	游标卡尺的维护	23
七	怎样检定游标卡尺	24
	1 游标卡尺的外观质量和活动部分的相互作用(25)——2 外测用量爪测量面的平面性(26)——3 两内测用量爪的总厚度(27)——4 内测用量爪的倒圆半径(27)——5 内测用量爪圆柱形测量面母线的平行性(27)——6 内测用量爪的两测量面间的距离(27)——7 示值误差(28)	
八	游标卡尺的简易修理	31
	1 主尺的修理(32)——2 活动部分相互作用的修理(33)——3 修理量爪测量面的平面性和平行性(34)——4 保证量爪测量面修磨余量的方法(35)——5 示值误差的检定与修理(37)——6 修理内量爪(37)——7 修理测深尺(38)	
九	高度游标卡尺和深度游标卡尺	38
	1 高度游标卡尺(38)——2 深度游标卡尺(40)	

一 什么是游标卡尺

游标卡尺是一种常用的量具（简称为卡尺），它是由主尺（尺身）1 和游标尺 2 组成的，如图 1 所示。主尺类似于一般的钢尺。主尺上刻有若干刻度，每格为 1 毫米。游标尺是一个辅助的测量装置，它的作用，一方面便于准确地观察刻度，另一方面也提高了游标量具的精度。游标卡尺是一种精度较高的万能量具，由于它应用了游标工作原理，所以它的测量精度比一般钢尺要高得多。

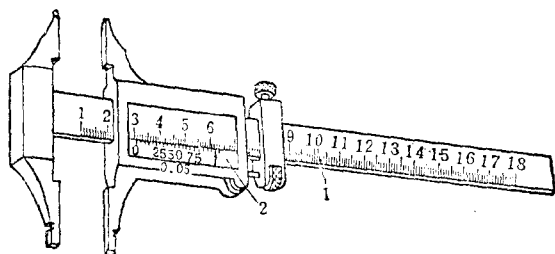


图 1 游标卡尺的外观图：

1—主尺；2—游标尺。

带有游标尺的万能量具，种类很多。最常用的有：游标卡尺、高度游标卡尺、深度游标卡尺、齿厚游标卡尺和游标量角器等。在这本小册子里，只介绍有关游标卡尺的构造和使用等方面的知识，而对其余的各种游标量具，虽然它们构造和用途各不相同，但它们的读数原理基本上是一样的，所以不再作详细介绍。

游标卡尺的应用范围很广，不但生产车间和检验部门需要它，就是设计绘图工作也随时要用到它。游标卡尺具有下列一些

优点:

- 1) 构造简单, 精度较高, 使用方便。
- 2) 测量的尺寸范围大, 常用的游标卡尺可以测量 0~125 一直到 2000 毫米以内的各种尺寸。
- 3) 可以测量机器零件的外径、内径、长度、宽度、深度、凸缘壁厚和孔距等工作。

二 游标尺的工作原理

任何一种钢尺, 无论它的刻线如何准确、细致, 但它总不能够直接用来精密地进行测量。因为刻度值愈小, 刻线就愈密, 刻线本身的宽度就更细。这不但在制造上有困难, 就是制造出来也不容易看得清楚。如果钢尺上的最小刻度值是 0.25 毫米, 即使这样粗糙的刻度值, 在观察读数时就非常困难了。但是, 如果我们把两支刻度值较粗的直尺, 边对边地并在一起, 即使它们的刻线间有了细微的误差, 立刻也就可以看出来。游标卡尺就是根据这个原理制造出来的。

为什么这个原理可以用来提高量具的测量精度呢? 举一个简单的例子来说: 假定我们要在一根直线上准确地截取 26 厘米的长度。用来测量的工具只有两根没有刻线的圆棒, 一根长 5 厘米, 另一根长 6 厘米。显然, 若仅仅单独用任何一根圆棒测量时, 都不可能准确地量出所需要的长度。如果利用 5 厘米的圆棒来测量时, 就要估计最后的 1 厘米, 要是用 6 厘米的圆棒测量时, 就要估计最后的 2 厘米。但是, 如果把两个工具合并起来运用, 不用估计便能确定这个长度了。如图 2 所示, 最后 1 厘米不是估计而是可以相当精确地量出来的。由此可见, 只要用两支刻度值相差极

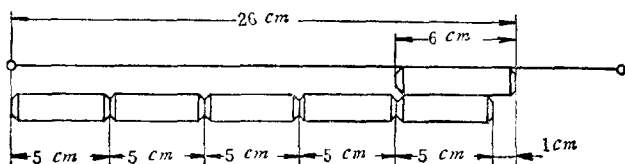


图 2 精密度量可能性原理。

小的比例尺并列起来，就可以提高测量的精度。

那末这种可能性又是怎样来应用到实际工作中去，并根据它来制成游标卡尺呢？要说明这种过程并不困难，为了使读者容易明白起见，再举一个例子来说明。

在图 3 中，假设我们有两组木块，一组木块的每边边长是 3.5 厘米，另一组木块的每边边长是 3 厘米，把这两组木块

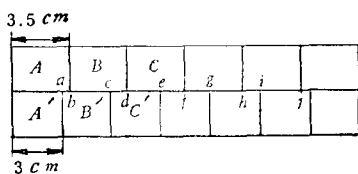


图 3 游标尺原理。

按图中的方法排列，两组木块首先在左边对齐，现在我们可以看出：图 3 中 ab 间的距离就是木块 A 的长度减去木块 A' 的长度，所以

$$ab = 3.5 - 3 = 0.5 \text{ 厘米。}$$

再看 cd 的距离是等于木块 $A + B$ 的长度，减去 $A' + B'$ 的长度，也就是：

$$cd = 3.5 + 3.5 - (3 + 3) = 7 - 6 = 1 \text{ 厘米。}$$

同样的道理：

$$ef = 3 \times 3.5 - 3 \times 3 = 10.5 - 9 = 1.5 \text{ 厘米；}$$

$$gh = 2 \text{ 厘米；}$$

$$ij = 2.5 \text{ 厘米。}$$

在这样地排列中，有两点是值得注意的：第一， $cd, ef, gh, \dots$ 的距离，依次地增加 0.5 厘米，因此不管木块是多长，只要这个差数很小，那末每次所增加的长度也就很小。第二，假如两组木块的总长度相等，必然会出现一个机会，两组木块的某一对边缘互相对齐，同时较短木块的数目一定比长的木块多出一个，这是很自然的道理。比如在图 4 中，六块长木块等于七块短木块。即 $6 \times 3.5 = 7 \times 3 = 21$ 厘米。

假若我们把较长的木块代表主尺的刻度值（1 毫米），较短的木块代表游标尺的刻度值（一般小于 1 毫米），于是就可以知道：游标卡尺的游标读数就等于这两组刻度值的 [长度差]。差值愈小，游标卡尺就愈能量得精确。还有一点，就是游标尺上的刻度总长一定是相当于主尺上的某一定长度，而且在这个规定的长度内，游标尺的刻线数一定要比主尺多一格才对。这就是游标卡尺的基本工作原理。

三 游标卡尺的构造

根据我国工具专业标准 GL 12-62 [游标卡尺] 的规定，游标卡尺的测量范围和游标读数如表 1 所示：

表 1 游标卡尺的测量范围和游标读数

（单位：毫米）

测量范围	游标读数	测量范围	游标读数
0~125	0.05; 0.1	250~800	0.1
0~200	0.02; 0.05; 0.1	400~1000	0.1
0~300	0.02; 0.05; 0.1	600~1500	0.1
0~500	0.05; 0.1	800~2000	0.1

常用的游标卡尺有下列三种型式：

1. 测量范围为0~125毫米的游标卡尺，制成为带有内外量爪和测量深度用的深度尺（图4）。

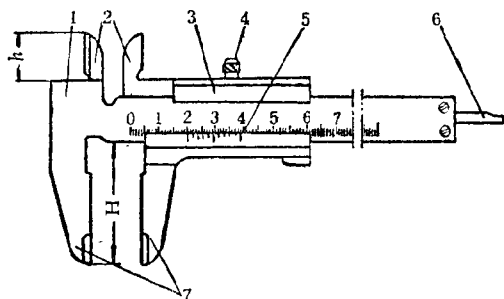


图4 测量范围为0~125毫米的游标卡尺：

1—主尺；2—内量爪；3—游框；4—游框紧固螺钉；5—游标；6—深度尺；7—外量爪。

2. 测量范围为0~200和0~300毫米的游标卡尺，可制成为的一面有内外量爪和另一面有划线量爪的游标卡尺（图5）。

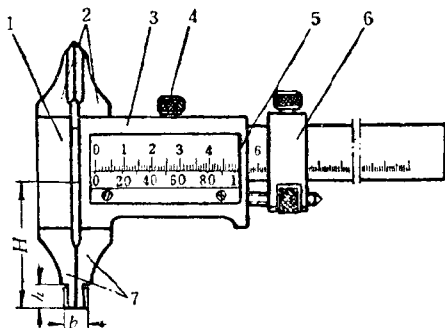


图5 测量范围为0~200和0~300毫米的游标卡尺的型式之一：

1—主尺；2—划线量爪；3—游框；4—游框紧固螺钉；5—游标；6—微动装置；7—内外量爪。

3. 测量范围为 0~200 和 0~300 毫米的游标卡尺,也可以做成只在一面有内外量爪的游标卡尺 (图 6), 而测量上限大于 300 毫米的游标卡尺只制成这种一面有内外量爪的型式。

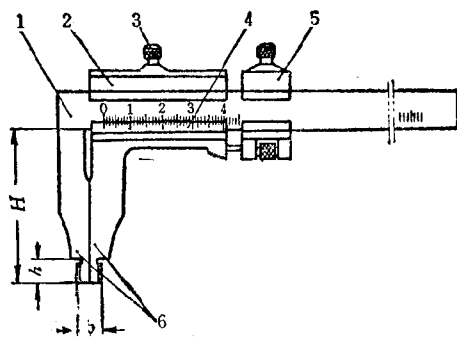


图 6 测量范围为 0~200 和 0~300 毫米的游标卡尺型式之二:

1—主尺; 2—游框; 3—游框紧固螺钉; 4—游标; 5—微动装置;
6—内外量爪。

游标卡尺的主要构成部件是: 具有一个 (或两个) 固定量爪的主尺和具有一个或两个量爪的游框及游标尺。图 4 是带有双面量爪 (内外量爪) 和测深尺的游标卡尺; 它的外量爪用来测量外径、长度和宽度, 内量爪用来测量内径, 它的尖端也可以用来划綫。这种卡尺还带有测量深度的直尺, 它固定在游框的背面, 能随着游框在主尺的导向凹槽中移动。测量深度时, 应该把主尺尾部的端面压在工件的作为测量基准的平面上。所以这种游标卡尺的用途很广, 可以测量工件的深度、内径、外径及细颈工件的颈部尺寸等。

按游标读数数值来分, 游标卡尺一般可制成为 0.1、0.05 和 0.02 毫米三种。所谓游标读数数值为 0.1 毫米的游标卡尺, 就是指

在使用这种游标卡尺进行测量时，卡尺的最小的讀数值可达 0.1 毫米。

按尺寸的測量範圍來說，常用的游标卡尺制成由 0 到 125、200、300……以至 2000 毫米等数种，具体的測量範圍詳見表 1。

主尺的断面是长方形的，长与寬的比应保証卡尺在使用时有足够的剛性，以免弯曲。

根据工具专业标准 GL 12-62 的規定，測量上限大于 125 毫米的游标卡尺，必須有能使游框作「微动」調整的部件(見圖 7)，它是由游框 4，游框的緊固螺絲 5，微动游框 8，微动游框上的緊固螺絲 7 和移动游框用的微动螺母 9，微动螺絲 10 所組成。由圖 7 可見，固定量爪同主尺連成一体，活动量爪同游框連成一体，

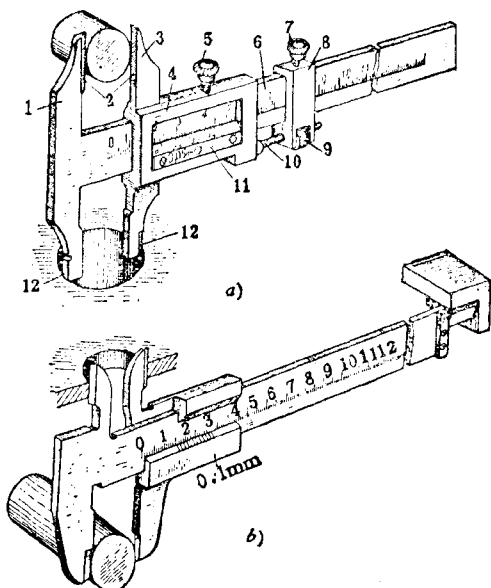


圖 7 測量上限大于125毫米的游标卡尺。

活动量爪随着游框可以在主尺上自由滑动。如果微动游框用紧固螺絲 7 固紧在主尺上时，轉动微动螺母 9，那么活动量爪随同游框可以作細微的前进或后退。这种装置的目的，是防止在測量工件时用力不均，而引起游标卡尺量爪的变形和讀数不正确的毛病。

图 5 和图 6 两种卡尺的内测量爪的測量面是一个圆柱面，而不是小平面。根据 GL 12-62 的规定：測量上限大于 125 毫米的游标卡尺，内量爪的測量面应具有半径不大于内量爪总厚度一半的圆柱形測量面。例如，这两种游标卡尺的内測量爪合攏时，总厚度一般为 10 毫米，所以倒圆半径 r 应小于 5 毫米，内量爪的总厚度 b 应刻在量爪的側面上。同时，这个厚度也决定了游标卡尺所能測量出的最小内徑尺寸。在測量工件内徑时，游标卡尺的讀数必須加上量爪的总厚度，才能得到真正的内徑尺寸。

四 各种游标卡尺的刻綫原理和讀法

上面談过，游标卡尺的最小游标讀数值，是由主尺和游标尺刻度值的〔长度差〕而决定的。現在我們来看看各种游标卡尺的刻綫原理和讀数的方法。

1 游标讀数为 0.1 毫米的游标卡尺 这种游标卡尺的刻綫方法同普通的米制鋼尺一样，主尺的最小刻度值为 1 毫米。游标尺共分 10 格，全长相当于主尺九小格的总长（也就是 9 毫米），这样游标尺每一小格的实际长度是 $\frac{9}{10} = 0.9$ 毫米。所以主尺和游标尺間的〔长度差〕为：

$$1 - 0.9 = 0.1 \text{ 毫米。}$$

因此，当主尺 0 綫同游标尺 0 綫相对齐时，主尺第一刻綫同

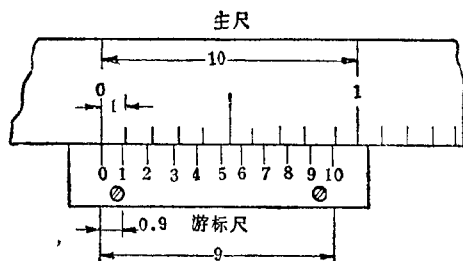


图8 0.1毫米的游标卡尺的读数方法。

游标尺第一刻线相差0.1毫米，主尺第二刻线同游标尺第二刻线相差0.2毫米，由此类推，主尺第九刻线同游标尺第九刻线相差0.9毫米。最后，主尺第九刻线同游标尺第十刻线刚好对齐。

根据这种关系，我们知道，当主尺第一刻线同游标尺第一刻线相对齐时，游标尺0线到主尺0线间的距离就是0.1毫米，两尺第二刻线对齐时，两0线间的距离就是0.2毫米。依此类推，当两尺的第九刻线对齐时，两0线间的距离便是0.9毫米。

因此，假如我们以游标尺上的0线为基准，游标卡尺的读数法可分为以下三个步骤（图9）：

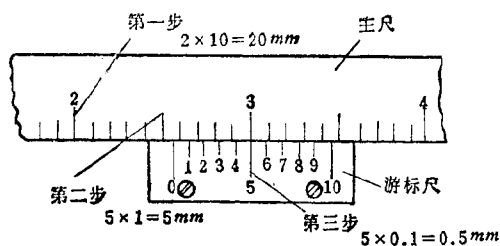


图9 0.1毫米游标卡尺的读数方法。

第一步 读出游标尺0线左边主尺上的厘米数，并把它化成毫米。由上图中读得为 $2 \times 10 = 20$ 毫米；

第二步 讀出游标尺 0 綫左边主尺上的毫米整数，由图中讀得为 5 毫米；

第三步 利用游标尺决定游标尺 0 綫和它左边最近的主尺刻綫間的距离（小于 1 毫米）；也就是要找出游标尺上第几条刻綫同主尺刻綫相对齐，然后再乘以游标讀数（即 0.1 毫米）。在图 6 中，游标尺的第五刻綫与主尺刻綫刚好对齐，所以讀数为 $5 \times 0.1 = 0.5$ 毫米。

将以上三个讀数相加，就是所求的尺寸：

$$20 + 5 + 0.5 = 25.5 \text{ 毫米。}$$

实际上，一、二两步的讀数都是主尺上的尺寸，是毫米的整数，第三步是利用游标尺讀出毫米的小数。所以我們在测量工件尺寸时，首先要看游标尺 0 綫的左边，讀出主尺上的尺寸整数是多少毫米，然后再找出与主尺刻綫刚好对齐的游标尺刻綫的序数，再乘以游标讀数，得到被测尺寸的小数，把它加到主尺的尺寸整数上去就可以了。因此，我們可以列出一个讀数的公式：

所求尺寸 = 主尺尺寸整数 + (游标刻綫序数 $\times$ 游标讀数值)。

上例所求尺寸 = $25 + 5 \times 0.1 = 25.5$ 毫米。

讓我們再举两个例子：

例 1 如图 10 a 所示，游标尺的 0 綫在 2 毫米和 3 毫米之

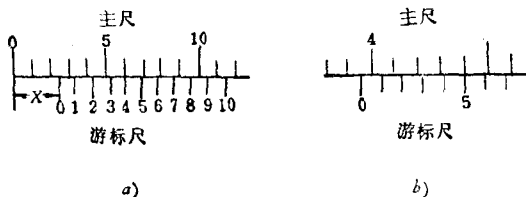


图10 0.1毫米游标卡尺讀数方法举例。

間，所以主尺上的尺寸整数是 2 毫米。再看游标尺的第四刻度剛好同主尺刻綫對齊，所以尺寸小数是 $4 \times 0.1 = 0.4$ 毫米。按上面的公式得：

$$2 + 4 \times 0.1 = 2.4 \text{ 毫米。}$$

例 2 求图 9 b 中所示的尺寸。

游标尺 0 綫在 39 毫米和 40 毫米之間，而游标尺第五刻綫同主尺刻綫相對齊，可知尺寸整数为 39 毫米，尺寸小数为 $5 \times 0.1 = 0.5$ 毫米。

所求尺寸 = $39 + 0.5 = 39.5$ 毫米。

2 游标讀数为 0.05 毫米的游标卡尺 这种游标卡尺的原理完全和 0.1 毫米的游标卡尺一样，不同的地方只不过是游标尺的刻綫数目和刻綫总长度不一样罢了。这种游标卡尺的刻綫原理有两种，先說最基本的一种，如图 11 所示。

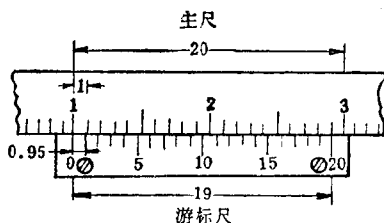


图 11 0.05 毫米游标卡尺的工作原理(一)。

主尺上的刻度值(即 1 小格)仍然是 1 毫米，游标尺上共有 20 小格，全长等于主尺上的 19 小格(即 19 毫米)，則游标尺的刻度值为 $\frac{1}{20} \times 19 = \frac{19}{20} = 0.95$ 毫米。所以「长度差」(即游标讀数值) = $1 - 0.95 = 0.05$ 毫米。因此，这种游标卡尺的最小讀数已不是 0.1 毫米，而是 0.05 毫米了。

它的讀数步骤，也要先看游标尺 0 綫的左边，讀出主尺上的尺寸整数，然后找出游标尺上与主尺刻綫剛好對齊的刻綫序数，再乘以游标讀数值(即 0.05 毫米)，得出尺寸小数，两个数值的

和即为所求尺寸。例如图 12 a，游标尺 0 线在 23 毫米和 24 毫米之间，游标尺上第七刻线与主尺刻线恰好对齐，那么主尺尺寸整数为 23 毫米，游标尺上读出的尺寸小数为 $7 \times 0.05 = 0.35$ 毫米。因此，

$$\text{所求尺寸} = 23 + 7 \times 0.05 = 23.35 \text{ 毫米。}$$

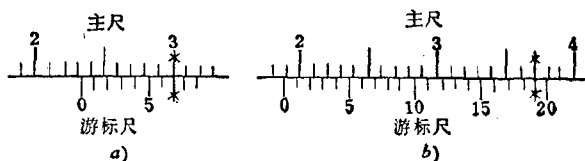


图12 0.05毫米游标卡尺的读法举例。

按同样方法，图 12 b 所示的尺寸是：

$$18 + 19 \times 0.05 = 18.95 \text{ 毫米。}$$

由上面游标卡尺的读法中，有一个问题需要解决。就是在利用游标尺读取尺寸的小数时，必须经过换算。譬如图 12 的两个例子中：图 a 尺寸的小数是 $7 \times 0.05 = 0.35$ 毫米；图 b 尺寸的小数是 $19 \times 0.05 = 0.95$ 毫米。这种换算虽然简单，可是仍然不方便，而且也容易出错。那么是否有可能直接从游标尺上读出尺寸小数，不再需要换算呢？我们说是可以的，这只要把游标卡尺的刻线方法改变一下就可以了。现在我们就来介绍一下 0.05 毫米游标卡尺的第二种刻线方法，如图 13 所示。

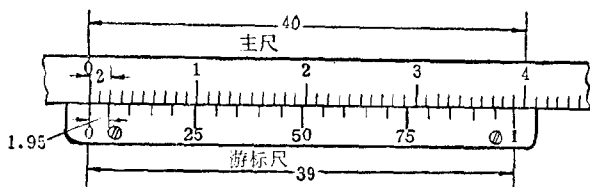


图13 0.05毫米游标卡尺的工作原理(二)。

这种刻线法，游标尺仍然分为 20 小格，但全长等于 39 毫米，所以游标尺的刻度值变成 $\frac{39}{20} = 1.95$ 毫米。在这里求取主尺与游标尺刻度值的 [长度差] 的方法，跟前面说的第一种刻线方法不同了。前一种方法是把主尺一小格（即 1 毫米）与游标尺的一小格作对比，在这里则是用主尺两小格（即 2 毫米）与游标尺的一小格作对比。因此，[长度差] = $2 - 1.95 = 0.05$ 毫米。这就说明游标卡尺的游标读数仍然未变。同时，在游标尺刻线上标出的数字已不是刻线的序数，而是直接标出尺寸的小数值了，也就是刻线序数与游标读数值之乘积，只不过把小数点取消了而已。我们只要记住，在游标尺上读出的是 1 毫米的百分之几就可以了。图 14 是这种刻线法读数的一个例子。图中主尺上的尺寸整数为 24 毫米，尺寸的小数直接从游标尺上读出为 0.35 毫米，所以全部尺寸是 24.35 毫米。

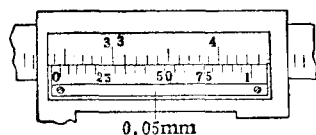


图14 0.05毫米卡尺读数方法举例。

3 游标读数为 0.02 毫米的游标卡尺 这是游标卡尺中最精密的一种。它的刻线原理也有两种，先谈最基本的一种，如图 15 所示。主尺的刻度值仍为 1 毫米，游标尺全长 49 毫米，共分为 50 小格，所以游标尺的刻度值是 $\frac{49}{50} = 0.98$ 毫米，而刻度值的

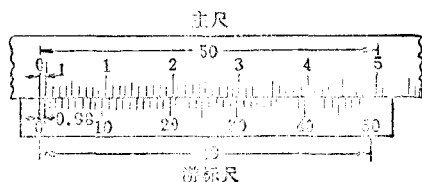


图15 0.02毫米游标卡尺的工作原理(一)。



图16 0.02毫米游标卡尺的讀法。

长度差 $=1 - 0.98 = 0.02$ 毫米，即游标讀数值是 0.02 毫米。图16是这种游标卡尺的讀数方法：游标尺的 0 綫在 9 毫米 和 10 毫米之間，游标尺上第十三条刻綫恰好跟主尺刻綫对齐，所以被测尺寸的整数是 9 毫米，尺寸小数是 $13 \times 0.02 = 0.26$ 毫米，即：

所求尺寸 $=9 + 13 \times 0.02 = 9.26$ 毫米。

我們希望直接从游标尺上讀出尺寸的小数，把游标尺的刻綫序数乘以 0.02，将所得数值全部看成是整数，再把它标注到游标尺上去，这样游标卡尺的刻綫就变成如图 17 所示的那樣，它的讀法就更加方便了。

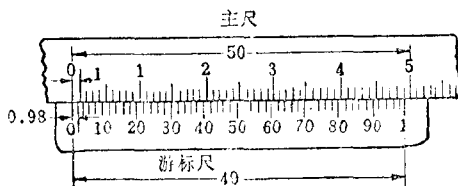


图17 0.02毫米游标卡尺的工作原理(二)。

另一种 0.02 毫米的游标卡尺，它的刻綫原理如图 18 所示。主尺上的最小刻度值为 0.5 毫米，就是把 1 毫米又分两小格。游标尺分成 25 格，全长等于 12 毫米，因此游标尺的刻度值是 $\frac{1}{25} \times 12 = 0.48$ 毫米，而主尺同游标尺每小格的长度差仍为 $0.5 - 0.48 = 0.02$ 毫米。也就是說，游标讀数值仍然未变。由此可見，它的