

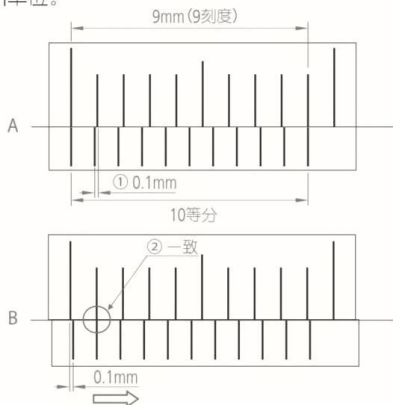
■游标刻度

卡尺没有齿轮和螺钉等机械放大机构，能读取小于1mm单位的游标刻度。

游标刻度和主标尺刻度组合使用，相对于主标尺的 $(n-1)$ 刻度，尺框 n 等分为相同宽度。

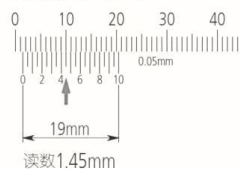
例如： $n=10$ 时，主标尺 $(n-1)=9$ 个刻度(9mm)，尺框 n 等分，也就是10等分的游标刻度如下所示。

此时，如A图，1刻度间隔的差为0.1mm...①，如B图，尺框向右移动0.1mm时，与主标尺第2个刻度一致...②，能读取0.1mm单位。



初期的卡尺是将主标尺的19个刻度全部20等分，读取单位为0.05mm，但是，在狭窄的范围内寻找重合的线非常烦琐，因此，自20世纪70年代起通常使用的是将主标尺的39个刻度全部20等分的长游标刻度。

普通游标刻度
(19mm 20等分)



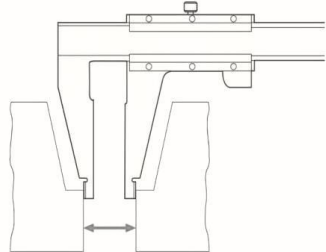
长游标刻度
(39mm 20等分)



为了读取比0.05mm更小的单位，也曾出现过将主标尺的49个刻度50等分、每一个分度为0.02mm类型的游标卡尺，不过，因数字显示为0.01mm的数显卡尺的出现，现在这种类型的游标卡尺很少了。

■关于长量爪型游标卡尺

在对很大的被测物进行测量时，通常用直尺 (Rules) 等进行测量。但是，在精度要求更高一些，但又没到需要使用千分尺的程度时，可以使用长量爪型游标卡尺。尽管用起来简单方便，但是需要注意以下事项。首先，分度值与器差无关，详情请参考敝公司的综合目录值。其次，使用长量爪型游标卡尺时，关键在于测量方法。就是说，主标尺的翘曲是导致的误差的主要原因，测量值会由于卡尺的持法而发生很大的变化。另外，内侧测量面距离基准端面最远，需要注意测力。外侧测量面在使用长量爪型游标卡尺时，也会出现同样的情况。



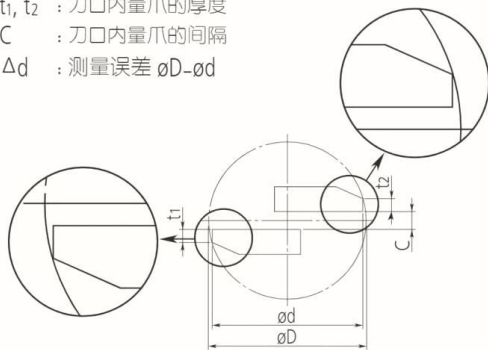
■用M形卡尺对小孔的测量

当测量一个小孔的内部直径，会出现一个结构性的误差 Δd 。

● $\phi D=5\text{mm}$ 时的误差量

ϕD : 真实的内径
 ϕd : 测量值
 t_1, t_2 : 刀口内量爪的厚度
 C : 刀口内量爪的间隔
 Δd : 测量误差 $\phi D - \phi d$

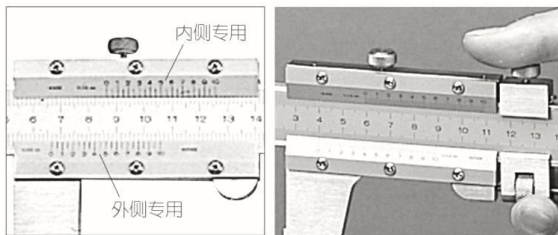
单位:mm	0.3	0.5	0.7
t_1+t_2+C	0.009	0.026	0.047



■CM形卡尺的内侧测量

CM形卡尺的内侧测量面在量爪的前端，因此需要注意测力。同时，测量面的平行度、量爪的错位等会成为影响测量精度的因素。

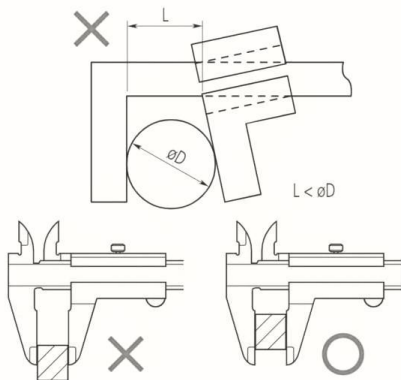
另外，测量面的圆弧半径必须在内侧测量部组合尺寸的1/2以下。与M形卡尺不同，CM形卡尺无法测量低于组合尺寸的小孔。但是，由于极少用长量爪型游标卡尺测量小孔，所以不会感觉不方便。三丰公司卡尺的内侧测量的读取由于是2段式，上段刻度为内侧专用，因此可以直接读取。无需计算，因此也会减少错误。



■使用卡尺的一般注意事项

1. 误差的潜在原因

使用卡尺测量，存在多种因素可能会导致误差产生。主要因素包括视差、卡尺不符合阿贝原理引起的误差、卡尺和工件之间的温度差异引起的不同热膨胀，以及在测量小孔直径时，内侧测量面的厚度和内侧测量面之间的间隙引起的误差等。其他误差因素，如刻度的精度、基准端面的直线度、主标尺刻度面的平面度、量爪的垂直度等，但这些都包含在器差中，满足器差的卡尺是没有问题的。为了使用户在充分了解 JIS 中关于卡尺构造产生的误差因素，本文中追加了使用时的注意事项。关于测力，指出：“卡尺无恒定测力装置，必须使用均匀测力进行测量。尤其是使用量爪根部和尖端进行测量时，误差变大且有危险，需要十分注意”。



2. 内侧测量

测量前，量爪尽可能深的插入工件内部，使量爪尽量多的接触被测量面。

在内侧测量期间，读取最大的指示值。

在沟槽宽度测量期间，读取最小的指示值。

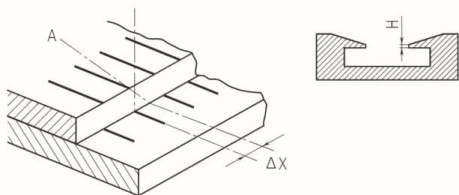
3. 深度测量

深度基准面紧密贴合被测物，进行测量。

4. 读取刻度时的视差

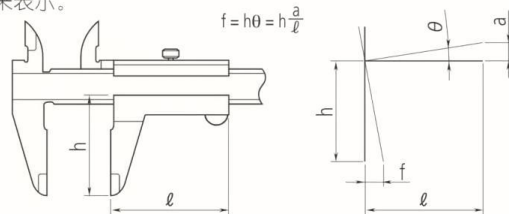
当看游标尺刻度和主标尺刻度对齐的位置时，必须从直视游标尺刻度线的方向看。

如果从斜方向看游标刻度线，游标刻度的前端和主标尺阶差的一致位置，由于视差，会如下图 ΔX 所示发生偏移，此位置读取的测量值是错误读数的误差。因此，JIS 规定：游标尺前端和主标尺刻度面的阶差为 0.3mm。



5. 基准端面的弯曲

引导游标尺滑动的尺面如果有弯曲，会导致如下图所示的误差，这一误差可以用与不符合阿贝原理的误差相同的计算公式来表示。



例) 假设引导尺面弯曲引起的变形为 0.01mm/50mm，外量爪尖端为 40mm 来计算
 $f = 40\text{mm} \times 0.01 \div 50 = 0.008\text{mm}$
尺面因磨损或使用不慎出现弯曲的话，其影响不可忽视。

6. 测量和温度之间的关系

卡尺的本身采用不锈钢材质，和铁系金属有着相同的热膨胀系数 $(10.2 \pm 1) \times 10^{-6}/\text{K}$ ，测量时需要考虑被测物的材质、室温，以及工件温度等对测量的影响。

7. 操作

卡尺的外侧测量部位和内侧测量部位很尖锐，请注意使用时不要造成人身伤害。

避免损坏数显卡尺的刻度，不要用电笔写上记号。

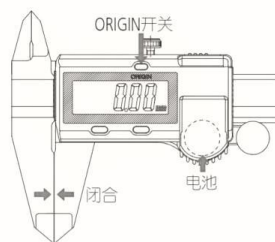
注意使用时，不要掉落及碰撞卡尺。

8. 滑动表面和测量面的维护

使用卡尺前，用柔软的干布擦去滑动面和测量面的灰尘和污垢。

9. 使用前原点确认

使用卡尺前，闭合外量爪，确认原点后再使用。使用数显卡尺时，装入电池后，在更换电池时，必须闭合外量爪，按 ORIGIN 开关，设置原点。



10. 使用后的操作

使用完卡尺后，彻底擦去水和油。然后，用防锈油轻轻地涂抹，晾干后再存储。

防水型卡尺，为了防止使用后生锈的情况发生，也需要擦去卡尺的水分。

11. 储存注意事项

避免阳光直射、高温、低温和储存在高湿度环境里。

如果数显卡尺超过三个月不用，存放前卸下电池。

在储存期间，不要让卡尺的外量爪完全闭合。