

方若愚編著

量具常識

机械工业出版社

出版者的話

在机械工業部門中，不論是各司、局，或是各工厂，都有不少不懂技术的同志，他們日常所接触的却有很多有关技术方面的問題。他們需要学习一些基本的技术常識。但是，目前已出版的技术書籍，一般是太深、太專、太厚，不容易看懂。本社为了帮助他們了解机械工業中的各項基本技术常識，特出版《机械工業技术常識》叢書。

本叢書包括：机械圖紙常識、金屬材料、木模、鑄造、鍛压、热处理、裝配……等工艺方面的常識和車床、磨床、鑽床……等產品方面的常識。

本叢書可作为具有初中文化水平而又不懂技术的干部自学，或業務学习的教学資料。

出版本叢書，編者和作者的經驗都很不足，希望讀者們多多批評与指正。



北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号

NO. 1691

1958年2月第一版 1958年12月第一版第三次印刷 10,201-30,400册

850×1168 1/32 字数 55 千字 印張 2 机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社(北京阜成門外百万庄)出版 新华书店發行

統一書号T15033·871 定价(9)0.30元

一 量具在机械制造中的重要性

1 什么叫做量具 在生产过程中，用来测量各种工件的尺寸、角度和形状等的工具，叫做量具。象木工用的木尺，縫紉工用的裁尺等都是量具。但是这些量具非常簡陋，精度不高。一般所說的量具，是指在机械制造工厂中用来测量机器零件的量具。在現代化的机械制造工業中，由于机器的精度大大提高，对量具精密度的要求就非常高。尤其是最近几十年来，机器的产量愈来愈大。大量和成批生产的机器零件，一定要具有〔互换〕的特性。为了保証零件的互换，就必须提高零件本身的精密度，因而也需要有更精密的量具来測量它。由此可知，沒有足够精密的和精确可靠的量具，就不可能制造出精密的机器，所以量具是现代机器制造工厂中不可缺少的工具。

2 零件的互换性 机器是由很多零件組成的。装配机器时，先由各种零件裝成組件，再由几个組件裝成部件或整台机器。根据机器的作用和要求，零件之間的互相配合，必須达到規定的要求。譬如裝在孔內的軸，其松紧程度由于机器不同，要求也就不同；有的軸要能很松的轉动，有的要裝得很紧，沒有一点松动。这就需要把軸和孔中間的孔隙做成适当的大小，符合各种松紧配合。

圖 1 是表示軸在孔中的情形，为了看得清楚起見，圖中的孔切去半面，其中甲是松配合，軸比孔小，中間有一定的孔隙，乙是紧配合，軸比孔大一些，中間沒有孔隙。

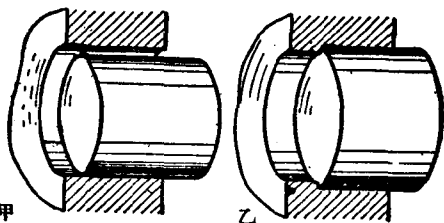


圖 1

甲—轉动配合，軸比孔小，可以轉动；
乙—紧配合，軸比孔大，不能轉动。

機器制造工業还不十分發達的時候，機器零件必須經過修括，才能裝得上。譬如要

！軸車好，然后按照軸的

大小車孔；这样做还不一定合适，~~装配~~装配时还得把孔用工具修括一番，才能达到要求。用这种方式把零件一个一个装配起来，必然要花费很多时间，还要有技术水平較高的工人来做，因此成本就比較高。另外，这种生产方式还有一个很大的缺点，就是这台机器上的零件，換到另一台机器就安不上，增加檢修的麻煩。由于以上各种原因，这种制造方法就妨碍了机器的大量生产。

为了克服上面缺点，近年来凡是成批生产或大量生产的机器，它的零件的配合部分，除了給以一定的尺寸外，还規定了制造誤差。凡是尺寸达到規定的誤差范围的軸和孔，可不必要經過修括，把零件装配好，就能达到所需要的目的。由于零件的尺寸規定得很严格，这台机器上的零件可以換到另一台机器上。这种零件就是具有[互換性]了。

用这种方式制造的零件，精密度虽高；但由于装配工时减少，对工人的技术要求降低，这样就能降低制造成本和保証产品的质量，为大量生产創造了有利条件。同时机器上容易損坏的零件，可以預先做好备件，随时更換。

3 公差 为了可以使零件互換，它的互相配合部分，必須做得相当准确。但是我們知道，要把零件上的一个尺寸做得絕對准确，是不可能的。譬如要在車床上車一根軸，把直徑車成恰好 50 公厘，一点不大也不小，那是办不到的事；不但如此，即使在同一台机床上由同一个工人先后接連着車同样二根軸，要車成絕對一样的尺寸，也是不可能的。这是因为零件在加工的时候，是受到下面一些条件的限制，所以不能加工出同一的尺寸：（1）机床的精密度有一定的限度；（2）工夾具受力后發生彈性变形；（3）零件受到溫度的变化發生漲縮現象；（4）量具本身的誤差等。要使零件的誤差愈小，也就是要把尺寸做得愈精确，那末所費的人工愈大，成本也就愈高。因此我們对零件配合部分的尺寸的誤差，既不可以不加限制，同时也不能要求过高，以免增加成本。在目前，成批生产的零件的配合部分尺寸，都規定出允許誤差。在这个范围内，尺寸可以变动；超出这个允許的范围，零件要加以修正或者甚至報廢。这种允許誤差的尺寸范围叫做[公差]，要在

零件圖紙的有关尺寸上加以注明。譬如：有一根 50 公厘直徑的軸，使能在軸孔內自由地旋轉，但是不能太松。我們就得先把軸的直徑尺寸定出一個公差。根據一般情況，中等精度 50 公厘直徑的軸，在製造時可以允許小 0.05 公厘，就是說軸的最大尺寸是 50.00 公厘，最小尺寸可以是 $50.00 - 0.05 = 49.95$ 公厘。孔的最小尺寸要比軸的最大尺寸還大一些，這樣可以保證軸和孔之間有一定的空隙，可以轉得動，所以規定它為 $50 + 0.032 = 50.032$ 公厘。孔的最大尺寸也不能太大，以免和軸的最小尺寸配合時太松；因此規定為 $50 + 0.10 = 50.10$ 公厘。這樣，孔的最大尺寸和最小尺寸的相差是 $50.10 - 50.032 = 0.068$ 公厘，這就是孔的公差。

在圖紙上公差是用小數字注在主要尺寸（或叫做公稱尺寸）的後面，象上面所說的軸的尺寸就寫成 $\varnothing 50_{-0.05}$ ；孔的尺寸寫成 $50_{+0.032}^{+0.10}$ 。小數是代表公差的數字。圖 2 表示軸和孔之間的相互關係。

4 精度 公差大小是表示零件精度的高低。公差愈小，精度愈高；公差愈大，精度愈低。公差的大小，不能由設計者或製造者隨意規定，應當根據機器所要求的精密度、尺寸的大小和配合的松緊來確定。精度低的機器，或是零件不重要的配合部分，公差可以定得大一些，精密的機器和重要零件的公差定得小一些。此外，公差的大小還應當和配合的松緊和尺寸的大小有

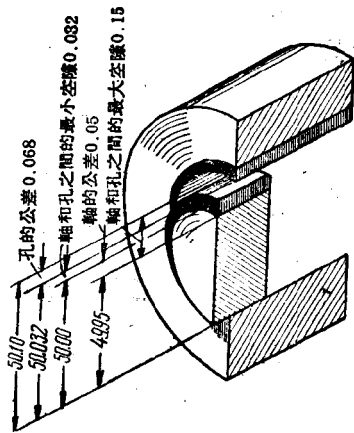


圖 2 軸和孔都有一定的公差，軸和孔之間一定要保證有適當的空隙，以便轉動時松緊適度。

關；松的配合公差稍大，緊的配合公差稍小；大的尺寸公差較大，小的尺寸公差較小。為了使公差有一定的標準，很多工業發達的國家都

● 0.05公厘就是 $\frac{5}{100}$ 公厘。在北方工廠里叫做5道，在上海一帶工廠里叫做5米錢。

制訂了自己的公差制度和國際間的國際公差制度。我國通用的是蘇聯公差制度。

蘇聯的公差制度中把機器零件的精度分成10級：1、2、2a、3、3a、4、5、7、8、9。1級精度最高，9級最低。公差制度中又把配合分成12種座別，如壓合座、迫合座、轉合座等。根據零件的尺寸、配合座別和精度，就可以在公差表上分別查出軸和孔應有的公差。

5 測量和檢驗 由此可知，在大量和成批生產中，機器零件配合部分的尺寸，一定要做在規定的公差範圍以內。為了保證各種尺寸在製造時不致超出公差範圍，造成廢品，工人們必須隨時進行測量。檢驗人員也要隨時抽查。這些用來測量和檢驗零件的工具，就是量具。在單件和小批生產的工廠中，雖然有些零件不是互換的，但是在製造中還是要測量尺寸，因此用量具的地方很多。不過在單件和小批生產中所用的都是萬能量具，而在大量和大批生產中用的，很多是專用量具。

量具本身的精密度一定要比測量的尺寸高得多，否則不可能量出正確的尺寸。零件愈精密，所用的量具精密度也要愈高。總之，在現代化的工廠中，一定要有足夠數量的和精密可靠的量具，才有可能生產出又多、又好、又便宜的機器。

二 量具的種類和選用

機器上有各種各樣的零件，它們的形狀、大小和精度都不同，因此需要不同的量具來測量。同時各種工夾具和量具也要用很精密的量具來檢驗，所以量具的種類很多，並且有不同的分類方法。一般有下面幾種分類的方法：

1. 根據所測量的形狀，量具可分為：

一、測量長度和直徑的量具，如鋼皮尺、直尺、游標卡尺、分厘卡、塊規、界限量規等；

二、測量角度的量具，如直角尺、萬能角尺、角度塊規和正弦棒等；

三、測量錐度的量具；

四、檢驗平直度的量具，如各種檢驗直尺、三角直尺和檢驗平板等；

五、測量螺紋的量具，如螺絲分厘卡、螺紋樣板和螺絲卡規等；

六、測量齒輪的量具，如齒厚卡尺、正切齒厚卡尺、量公法綫長度分厘卡和各種齒節儀等。

2. 根據量具本身結構的不同，量具可分為：

一、簡單量具，如直尺、鋼皮尺和卡鉗等；

二、帶游標尺的量具，如游標卡尺、游標萬能角尺和游標高度尺等；

三、帶螺旋的量具，如分厘卡、螺紋分厘卡等；

四、平面端面量具，如塊規和角度塊規等；

五、比較量具，如千分表、卡鉗比較儀等；

六、杠杆式光學儀，如立式和臥式的光學比較儀；

七、光學測量儀器，如長度儀、干涉儀和投影儀等；

八、空氣量儀；

九、電氣量儀。

3. 根據量具的用途，可分為：

一、萬能量具；

二、專用量具，如專用的量規、卡規和塞規等。

4. 根據量具的精密度，可分為：

一、普通量具； 二、精密量具。

量具的種類既然很多，選用時也要注意。選用得正確，測量起來就準確、方便和經濟，否則就不能達到預期的效果。

選擇量具時首先要考慮到工件的形狀和部位。如果要測量零件上的一個長度、厚度或直徑，那末毫無疑問，應當用鋼皮尺、卡尺或分厘卡等測長的量具。其次要考慮到的是精度，所用的量具的精度，一定要和零件的精度相適應。表 1 中所列出的是適用於測量各種精度的量具，可供選擇時的參考。

表1 測量軸和孔所用的量具選擇表

精度等級與配合		尺寸範圍 (公厘)							
孔	軸	1~18	10~50	50~80	80~120	120~180	180~260	260~360	360~500
—	1級	指示誤差在±2公厘以下的杠桿式儀器	指示誤差在±3公厘以下的杠桿式儀器	刻度值為0.002公厘的千分表	—	—	—	—	—
1級	2級 (熱壓合座除外)	杠桿式千分尺	0級精度千分尺						
2級 (鬆轉合座、輕壓合座除外)	2級 (熱壓合座、鬆轉合座、輕壓合座除外)	0級精度的千分尺	1級精度千分尺		0級精度千分表		0級精度千分表	1級精度的千分表	2級精度的千分表
2級 (鬆轉合座、輕壓合座除外)	2級 (鬆轉合座、輕壓合座除外)	1級精度的千分尺	2級精度的千分尺		0級精度的千分表		1級精度的千分表		
2級 (鬆轉合座、輕壓合座除外)	2級 (鬆轉合座、輕壓合座除外)	2級精度的千分尺	1級精度的千分尺		2級精度的千分尺		2級精度的千分表		
3級 (鬆轉合座)	3級 (鬆轉合座)	1級精度的千分尺	2級精度的千分尺		1級精度的千分尺		2級精度的千分尺		

		2 級 精 度 內 徑 千 分 尺			
3a 級	2 級 精 度 千 分 尺	1 級 精 度 深 度 千 分 尺		—	—
	1 級 精 度 千 分 尺	2 級 精 度 千 分 表	—		
4 級	2 級 精 度 千 分 尺	2 級 精 度 深 度 千 分 尺	—	—	—
	2 級 精 度 千 分 表				
5 級	1 級 精 度 深 度 千 分 尺	—	—	—	—
	2 級 精 度 深 度 千 分 尺				
7 級	1 級 精 度 深 度 千 分 尺	—	—	—	—
	2 級 精 度 深 度 千 分 尺				
8 級	—	游 標 讀 數 精 度 為 0.02 公 厘 的 游 標 卡 尺	—	游 標 讀 數 精 度 為 0.05 公 厘 的 游 標 卡 尺	—
9 級	—	游 標 讀 數 精 度 為 0.02 公 厘 的 游 標 卡 尺	—	游 標 讀 數 精 度 為 0.05 公 厘 的 游 標 卡 尺	—

最后要考虑的是零件尺寸的大小。很显然，测量大的尺寸要用大量具，测量小的尺寸要用小量具。因此，许多量具都备有各种不同的测量范围；象游标卡尺有0~100公厘、0~150公厘、0~200公厘、0~300公厘和0~500公厘等不同长度；分厘卡有0~25公厘、25~50公厘、50~75公厘和最大到1000公厘的不同测量范围，以供挑选。

此外，在选用量具的时候，还要考虑到测量相同零件件数的多少。如果在单件生产中，每种零件每年只做几件或几十件，那末只要采用象游标卡尺或分厘卡那样的万能量具就可以了。如果零件是成批或大量生产，那末使用万能量具就显得不方便和不经济，非得选用象卡规和塞规那样的专用量具不可。

本书的内容是分别介绍各种常用万能量具和专用量具的构造和用途。

三 测量长度和直径用的量具

机器零件的形状有各式各样，其中最多的是平面和圆柱体。因此，测量长度、厚度、深度、槽子和圆柱体直径（包括内径和外径）的量具也最多。常用的有下面几种：

1 简单量具

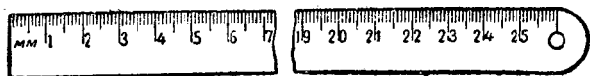
一、刻线量尺 刻线的量尺是最常用的一种量具。它可以直接测量零件的长度、厚度、深度和槽宽等尺寸。量取的尺寸误差很大，因此只能用在测量精密度不高的零件。

刻线量尺有钢皮尺、直钢尺和钢卷尺几种：

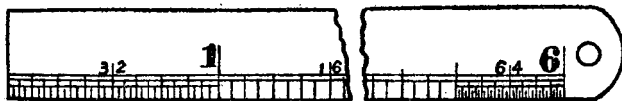
1. 钢皮尺——在工厂中用得最多，是用不锈钢皮制成。它的测量长度有150、200、300公厘几种。尺面上的刻度有公制的和英制的两种（图3）。有的尺把两种刻度分别刻在尺的正反面，也有刻在一面的上下边的。现在我国已采用公制制度，英制的尺度趋向淘汰。

公制的刻度是每格1公厘，也有在开头的50公厘处刻成每格0.5公厘的。

英制的刻度是每一大格一英寸。再把每一大格等分8小格（每小



甲



乙

圖 3

甲—公制刻度的鋼皮尺；乙—英制刻度的鋼皮尺。

格 $\frac{1}{8}$ "、16 小格（每小格 $\frac{1}{16}$ "）、32 小格（每小格 $\frac{1}{32}$ "）、64 小格（每小格 $\frac{1}{64}$ "）等几种。

2. 直尺——是一种有刚性而不能卷曲的鋼尺。它的刻度和鋼皮尺一样。测量长度計有 100、750 和 1000 公厘等几种。

根据苏联国家标准的規定，以上二种尺的刻度誤差每公厘不得超过 ± 0.05 公厘，就是說每公厘的刻度的实际尺寸不得大于 1.05 和小于 0.95 公厘，每支尺的累积总誤差不得超过表 2 所列数字。

表 2 刻綫直尺累积总誤差限度表（公厘）

尺的测量范围	100	150	200	300	500	1000
最大誤差限度	± 0.1	0.1	0.12	0.12	0.15	0.20

3. 鋼卷尺——是一种用薄鋼皮制成的卷尺（圖 4），它的长度为 1 公尺或 2 公尺，一般用来测量長零件的长度。由于这种尺比較長，不用的时候可以卷曲在一个用鋼皮或塑膠制成的圓壳內。用时把尺从

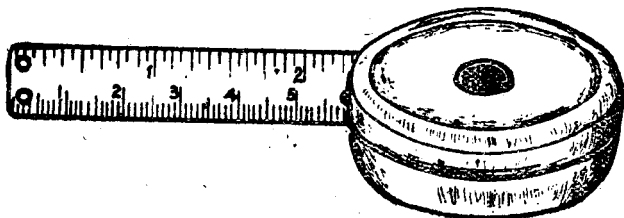


圖 4 鋼卷尺。

壳中抽出，需要多長就抽多長。用畢后將外壳中心的撇鈕按下，卷尺借彈簧的作用就自動縮入壳內。這種尺的刻度也是和鋼皮尺一樣。有公制和英制的二種。

二、卡鉗 用直尺測量時，一定要放在零件的測量部分上。有的零件形狀比較複雜，象邊緣有圓角，或者圓柱體直徑，象圖5中的零件上A和D的尺寸，不能用鋼皮尺直接量出，就可以用卡鉗作間接測量。

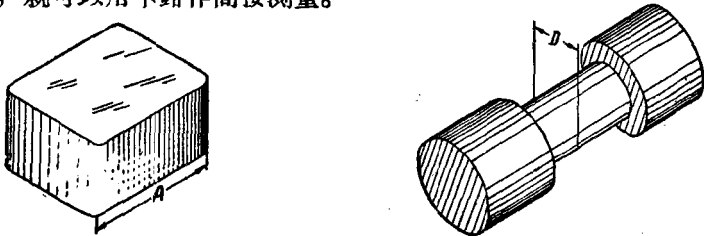


圖5 不能直接用鋼皮尺量出的零件上的尺寸。

卡鉗有外卡和內卡二種。外卡用來測量零件的外尺寸，象外徑、長度和厚度等。內卡是測量零件的內尺寸，象孔的內徑和槽的寬度等。

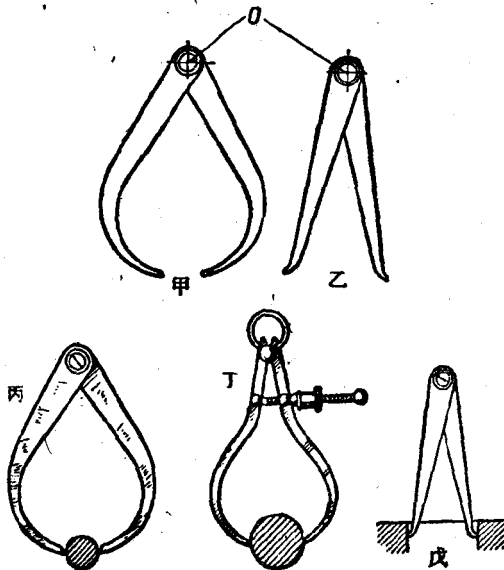


圖6 外卡和內卡。

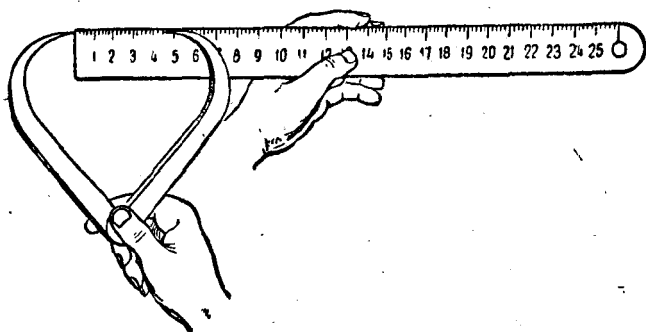


圖 7

圖 6 中甲、乙分別表示外卡和內卡的形狀。這二種卡鉗都有二隻可以繞着軸心 O 轉動的鉗腳，用來調整跨度大小。測量外尺寸時，先將外卡腳張大得比要量的尺寸大一些，然後用手指捏住軸心 O 部分，輕敲卡腳直到象圖 6 中丙那樣兩卡腳恰好觸及工件并能自由通過為止。這時兩個卡腳的距離，就等于要測量的直徑或厚度的大小，再把卡鉗腳的跨度大小對在鋼皮尺的刻度上，讀出尺寸（圖 7）。這種測量方法的精確可以達到 0.25 公厘左右。用內卡測量的方法基本上和外卡一樣，但是卡腳的方向相反（圖 6 中戊）。還有一種彈簧卡鉗（圖 6 中丁），它的鉗腿上部有一個鋼皮彈簧，使卡腳張開，另有一個螺母，可調整卡腳的距離。這種卡鉗的卡腳距離，調整起來比較方便，而且不容易走樣，但是對熟練的技工來說，還是用前面那種卡鉗來得簡便。

2 帶游標的量具 用鋼皮尺測量零件，讀數不很精確，因此只能量普通零件。如果要測量較精密（誤差不超過 0.1 公厘）的零件，可以用游標量具。游標量具是屬於中等精度的量具，計有：游標卡尺、深度游標尺和高度游標尺三種。

一、**游標刻度的原理** 圖 8 是游標刻度的放大圖。圖中橫綫上面的是主尺，它的刻度是和普通鋼皮尺一樣，每格 1 公厘。橫綫下面的刻度是游標尺的刻度。游標尺套在主尺上可以自由移動。它的刻度是每格 0.9 公厘，也就是說：游標上的 10 格等于主尺上 9 格。游標上每格要比主尺上每格小 0.1 公厘（圖 8 中甲）。因此當游標上的 0 線對準

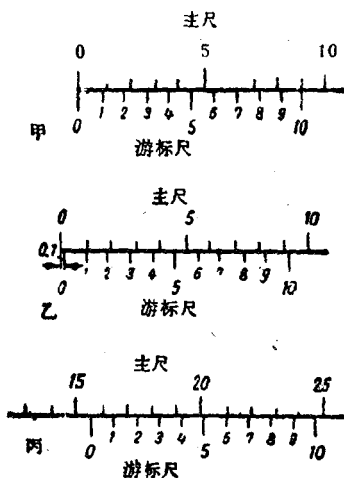


圖8 讀數0.1公厘的游標刻度的放大圖。

主尺上的0綫時，游標上的第一條綫和主尺上的第一條綫相差0.1公厘；第二條綫相差0.2公厘；第三條綫相差0.3公厘；其餘以此类推。當游標向右移動0.1公厘時（圖8中乙），游標0綫距離主尺0綫0.1公厘，而游標的第一條綫恰對正主尺上的第一條綫。游標向右移動0.2公厘時，第2條綫恰好對正。游標向右移動1公厘時，游標上0綫就對正主尺上的1公厘刻綫，而游標上第10條綫對正主尺上的第10條綫。如果游標再向右移0.1公厘，一共移動了1.1公厘，這時游標上的0綫對正主尺上的1公厘多一些，游標上的第1條綫對正主尺上的第2條綫。由此可知，游標上的0綫對正主尺上的刻度是表示游標移動尺寸的整數。例如游標0綫指在主尺第2和第3條綫之間，就表示游標移動了2公厘多一些。至於整數以下的小數尺寸，就要看游標上的第幾條刻綫和主尺上的刻綫對正。象圖8中丙上所指的尺寸，游標0綫對正主尺上的刻度15和16之間，就表示游標向右移動15公厘多一些；游標的第6條綫和主尺上的刻綫對正（不必注意所對正的是主尺上的那一條綫），就表示移動尺寸的小數是0.6公厘。因此移動的尺寸總數是 $15 + 0.6 = 15.6$ 公厘。

以上所說的是能讀出0.1公厘精度的游標。如果把相當於主尺上19公厘的長度，在游標上刻上20等格的綫條，那末主尺上和游標上每格的大小相差就是 $1/20$ 或0.05公厘，就可測量出0.05公厘的精度。如果將相當於主尺上49公厘的長度，在游標上刻上50格，那末主尺上和游標上每格大小的相差就只有 $\frac{1}{50}$ ，即0.02公厘，就可測量出0.02公厘的精度。由於這兩種游標量具讀起來很不方便，容易發生誤

差，因此在工厂中用得最多的要算是0.1公厘讀数的游标量具了。

二、游标卡尺 游标卡尺一般就叫做卡尺，是一种常用的帶游标量具。它是用来測量中等精度零件的軸徑、厚度和長度，也可測量孔徑和槽寬。它主要由主尺1（圖9）和副尺4組成。主尺上刻有公制刻度，有的在主尺的兩边分別刻公制和英制刻度，还帶有外卡脚2和內卡脚7。副尺上刻出游标刻度，并有外卡脚3和內卡脚6。主尺和副尺上兩对卡脚是平行的。副尺的导框可以在主尺上移动。当副尺的外卡脚和主尺的外卡脚并合时，游标上的0綫就恰好对正主尺上的0綫，这时尺寸等于零。測量时先張开卡脚，將兩只卡脚踏在零件上，然后向左移动游标尺，使卡脚夾住零件，就可在主尺和游标尺上讀出

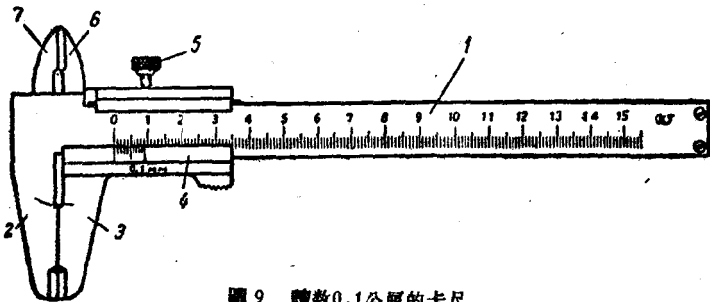


圖9 讀数0.1公厘的卡尺。

尺寸。圖10表示在車床上用卡尺測量零件直徑的情形。

圖11为可以測量0.05或0.02公厘誤差的游标卡尺外形。这种卡尺比上面所說的那种卡尺多了一个副导框，它是隨副尺一起移动，当卡脚的距离移到接近工件的測量尺寸时，用螺絲在主尺上把副导框固定好，然后轉

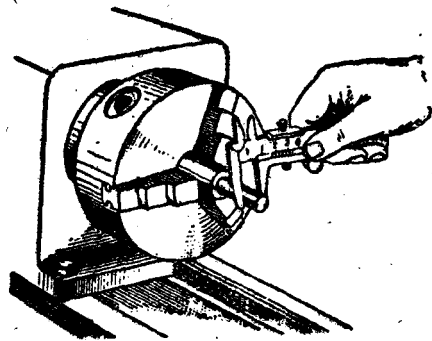


圖10 在車床上用卡尺測量工件的情形。

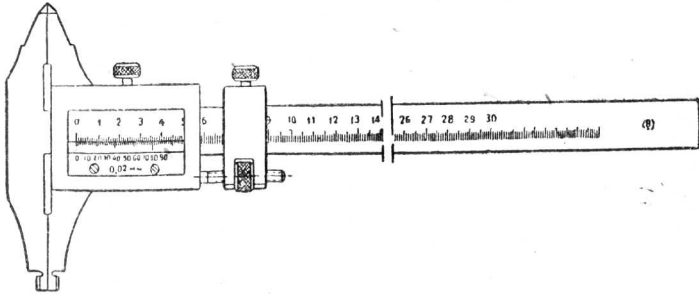


圖11 讀數0.02公厘的卡尺。

动滚花螺帽，使副尺在主尺上作微細移动，这样测量起来更方便一些。

有的游标卡尺只有一对卡脚（圖12），可用卡脚的内边测量零件的外徑或長度；卡脚的外边測量內徑。用这种游标卡測量內孔时，要在測得的数字上加上兩只卡脚的寬度，才等于实际的內孔尺寸。一般

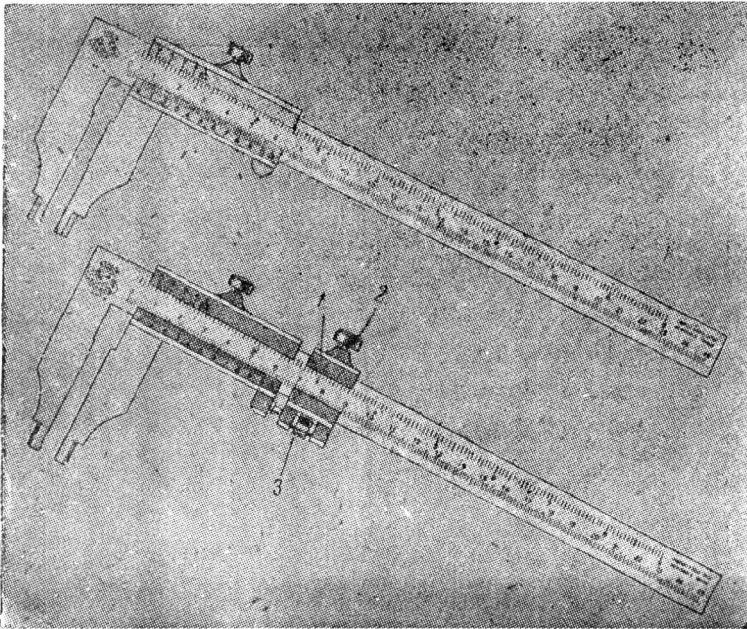


圖12 只有一对卡脚的卡尺。

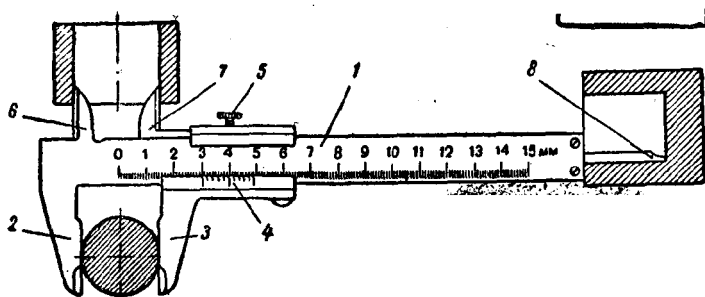


圖 13

一只卡脚寬 5 公厘，二只為 10 公厘。

有的游標卡尺還有測深杆，它的用法和下面談的深度游標尺一樣。圖 12 分別表示用卡尺的外卡腳測量直徑、用內卡腳測量孔徑和用測深杆測量深度的方法。

按照蘇聯標準的規定，游標卡尺的精密度如表 3。

表 3

游標量具種類	度量上限	游標讀數值		
		0.02	0.05	0.1
游標卡尺	300以下到300	±0.02	±0.05	±0.1
	300以上到500	±0.03	±0.05	±0.1
	500以上到1000	±0.04	±0.05	±0.1
深度游標尺	200以下到200	±0.02	±0.05	±0.1
	200以上到300	—	±0.05	±0.1
	300以上到500	—	—	±0.15
高度游標尺	200	±0.02	±0.05	—
	300	±0.03	±0.05	±0.1
	500	±0.04	—	±0.1
	800	—	—	±0.1
	1000	—	—	±0.1

卡尺的主尺和副尺導框之間的配合要準確，二只卡腳閉合時要密縫，否則影響精度。使用卡尺時必須注意下面各點：

1. 測量時卡腳不可把零件夾得太緊，以免影響測量的精確度和卡