

機械工人活葉學習材料

239

137023

金嗣颿、胡 廉編著

角 度 的 測 量



機械工業出版社

出版者的話

祖國正在進行着大規模的經濟建設，大量的新工人將要不斷地參加到工業建設中來，同時現有的技術工人，由於在舊社會沒有學習的機會，經驗雖豐富，但理論水平較低。爲了使新工人能夠很快地掌握技術的基本知識，並使現有工人也能把實際經驗提高到理論上來，因此，我們出版了〔機械工人活葉學習材料〕。

這套活葉學習材料是以機器工廠裏的鑄、鍛、車、鉗、銑、鉋、熱處理、鉚、焊等工種的工人爲對象的。每一小冊只講一個具體的題目，根據八級工資制各工種各級工人所應知應會的技術知識範圍，分成程度不同的〔活葉〕出版。

這本小冊子主要的是介紹測量角度的各種不同方法，並分析在某種情況和精度要求的條件下，採用哪一種測量工具和測量方法。另外對角的基本概念也作了簡單的介紹。

本書內容適合三、四級機械工人學習。

目 次

一 比較測量法	4
1 使用直角尺檢驗直角——2 使用角規檢驗角度角規——3 使用 角度樣板檢驗角度——4 使用量角卡檢驗角度	
二 間接測量法	16
1 使用正弦棒測量角度——2 使用鋼珠和端規(圓柱狀的塊規)測 量圓錐孔的圓錐角——3 使用鋼珠測量圓錐孔的圓錐角——4 使 用外卡鉗和鋼皮尺測量圓錐體的圓錐角——5 使用鋼柱測量圓錐 體的圓錐角——6 使用鋼柱和塊規測量斜槽的角度	
三 直接測量法	26
1 使用量角器測量角度——2 使用游標量角器測量角度——3 使 用光學量角器測量角度——4 使用光學分度頭測量角度——5 使 用水平測角儀測量角度	
附錄	37

在任何兩條相交的直線，或者兩條直線的延長線相交於一點的時候，這兩條直線之間所包含的空隙都叫做角。兩條直線是角的兩個邊，它們的交點是角的頂點。角的符號是用($\angle$)來代表。

角度的大小，一般是用度、分、秒或弧度來表示的，其中用度、分、秒的表示最普遍。

把任何一個圓的圓周分成 360 個等分，如果從圓心向圓周的每一等分點引一直線（這條直線是這個圓的半徑），靠近圓心的地方就形成了 360 個角。每一個角的大小叫做 1 度，度的符號用($^{\circ}$)代表。就是說，圓周長度的 $1/360$ 所對的圓心角叫做 1 度，整個圓周的圓心角等於 360 度。1 度的 $1/60$ 叫做 1 分，分的符號用($'$)表示。1 分的 $1/60$ 叫做 1 秒，用符號($''$)來表示。

即： $1^{\circ} = 60' = 3600''$

弧度[●]，就是在任何一個圓周上取一段長度等於這個圓半徑的圓弧，這段圓弧所對的圓心角叫做一個弧度（圖 1）。

上面兩種角度單位之間有它一定的關係。

我們從平面幾何學知道，任何一個圓的圓周長度等於 $2\pi R$ （ π 等於 $22/7$ ，一般是採用近似值 3.1416； R 是該圓的半徑），因此整個圓周的圓心角等於 $2\pi R/R = 2\pi$ 弧度。按照度、分、秒的單位，整個圓周的圓心角是 360° ，由此可以求出度數和弧度之間的關係。

即： $1 \text{ 弧度} = 360/2\pi = 57^{\circ}17'44.8''$ ；

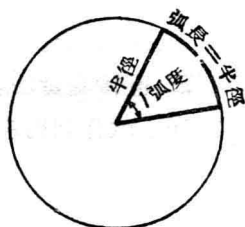


圖 1 弧度。

● 弧度也叫做徑。——編者

$$1^{\circ} = 2\pi/360 = 0.017453 \text{ 弧度。}$$

角有直角、平角、餘角、補角、銳角、鈍角和對頂角等等。一個圓周長度的 $1/4$ 所對的圓心角叫做直角，就是等於 $90^{\circ}(\pi/2 \text{ 弧度})$ 的角。直角的兩個邊通常叫做互相垂直，表示互相垂直的符號是 $(\perp)$ 。半個圓周長度所對的圓心角叫做平角，就是等於 $180^{\circ}(\pi \text{ 弧度})$ 的角。兩個角相加等於一個直角時，這兩個角叫做互為餘角，例如 30° 角是 60° 角的餘角， 60° 角也是 30° 角的餘角。兩個角相加等於一個平角時，這兩個角叫做互為補角，例如 150° 角是 30° 角的補角， 30° 角也是 150° 角的補角。小於 90° 的角叫做銳角，大於 90° 而小於 180° 的角則叫做鈍角。

機械零件的幾何形狀(角度)，是根據需要而定出一定的角度，確定零件上的角度是不是符合圖紙上所要求的，那末就非得經過測量角度後才能確定。因此，無論在機器的製造、裝配、檢驗過程中，角度的測量角度不論在機器製造、裝配和檢驗時都是經常遇到的。

測量角度的方法，一般可以分為三大類：

- 一、比較測量法；
- 二、間接測量法；
- 三、直接測量法。

底下就詳細地來介紹這三個測量的不同方法。

一 比較測量法

比較測量法是用剛體定形量具來檢驗角度的一種方法。它的特點是用被測量的工件同量具的標準角度相比較，它們之間的偏差；另外也可以根據光隙的大小，然後用計算的方法求出它的偏差和實際大小。

比較測量法所用的量具有直角尺、角塊規、角度橡板、量角卡（活絡角尺）。下面我們就介紹利用這些量尺進行比較測量角度的方法。

1 使用直角尺檢驗直角

上面已經說過直角尺是一種檢驗直角，以及在裝配機件和劃線工作中最常用的量具之一。它由兩塊相交成為 90° 的鋼板組成，其中有一塊較長。直角尺通常是用鋼板造成。如果它的長邊大於 500 公厘，也可用布氏 (H_B) 硬度為 183 度以上的鑄坯製造。

根據蘇聯國家標準 (ГОСТ) 3749-47 的規定，直角尺的精度分為 0、1、2、3 四級。0、1、2 級直角尺的表面硬度不應該低於洛氏 (H_{RC}) 硬度 54 度，3 級不得低於洛氏硬度 45 度。

直角尺內外角的工作面都要經過研究加工，使 0、1 級的光度不低於 10 級 ($\nabla\nabla\nabla\nabla_{10}$)，2、3 級的不低於 9 級 ($\nabla\nabla\nabla_9$)，各級精度可以按表 1 的範圍選擇。工作面以外的各平面也要經過磨削加工，使它更光潔更平坦。

表1 各級精度直角尺的尺寸範圍 (ГОСТ 3749-47)

精度 \ 尺寸	長邊 H (公厘)	短邊 B (公厘)
0 級	50~315	32~200
1 級	50~1000	32~630
2 級	50~2000	32~1250
3 級	50~2000	32~1250

根據蘇聯國家標準 (ГОСТ) 3749-47 的規定，直角尺的構造在型式上可分為六種 (圖 2)。其中有平板式直角尺 (甲)、寬座平板式直角尺 (乙)、圓柱式直角尺 (丙) 和平板直角尺 (丁) 的精度有 0、1 級的兩種，平面式直角尺 (戊) 的精度有 1、2、3 級的三種，寬座平面

式直角尺(己)的精度有0、1、2、3級的四種。

各級精度的直角尺，它的使用範圍是不相同的。0級精度的直角尺常用在機器製造業中特別精密的工作上，1級精度的多用在儀器製造業的一般工作上，2級的用在機器製造業的一般工作，3級的常用在機器製造業的粗糙工作和裝配工作上。

用直角尺測量工件的時候，先把直角尺和被測

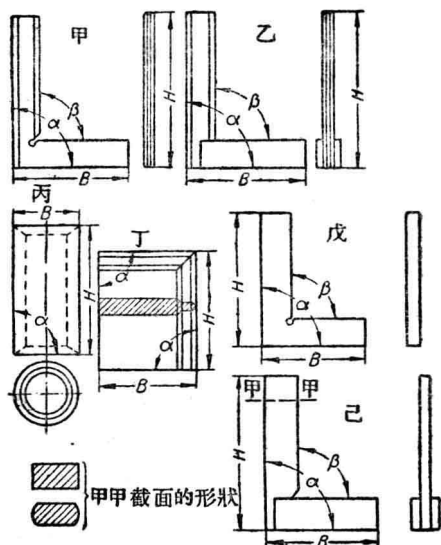


圖2 直角尺的種類。

量的工件擦乾淨。邊緣有壓傷的直角尺不能使用，不然所測量出來的角度就很難是正確的。在使用的時候，還必須把直角尺垂直地緊靠在被測量工件上(如圖3)，但是要避免直尺角的尖邊同工件表面相碰，以免碰傷工件表面和直角尺的尖邊或造成測量的誤差。看看角度是不是正確的方法，就要看直角尺和量件表面接觸的地方是否有透光？如果不透光，說明了被量的角度就是正確的。假如有透光，就必須修正被測量工件的角度。如果要知道這角度和 90° 相差多少，可以用塞尺來檢驗或者用計算的方法求出差數。圖4是說明在所示量件上檢驗直角 BAD 的時候，把直角尺緊緊地靠着量件，並垂直地放立在平板上，要是量件的直角做得不夠準確，那末直角尺長邊和量件表面之間就產生間隙，我們可用塞尺測出它的最大間隙是多少。但是稍微有經驗的技工都不用塞尺來測，只要根

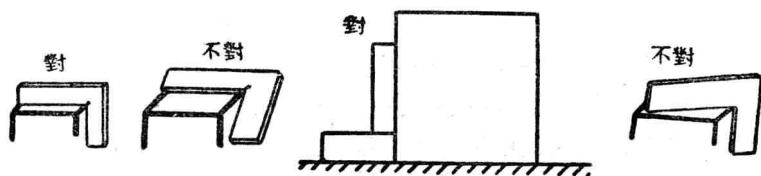


圖3 用直角尺檢驗工件角度的方法(一)。

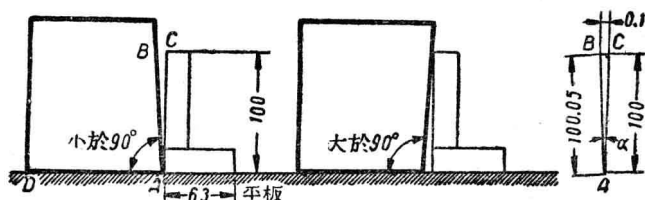


圖4 用直角尺檢驗工件角度的方法(二)。

據透光的多少就可以估計出間隙的大小，一般可以估計到1公忽(1/1000公厘)●。如果0.1公厘的塞尺剛要塞到最大間隙的地方，可以用計算的方法計算出來，圖中三角形 ABC ，便得到量件上直角的偏差數。

$$\tan \alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{0.1}{100} = 0.001$$

即：

$$\angle \alpha = 3.6''。$$

又 BAD 角究竟是小于 90° 還是大於 90° ，只要看最大間隙發生在直角尺長邊的頂端還是底端。如果最大間隙發生在直角尺長邊的頂端，那末 BAD 角就比 90° 小 $3.6''$ 。相反地，最大間隙發生在直角尺長邊的底端，那末 BAD 角就比 90° 大 $3.6''$ 。

一般直角的偏差在圖紙上是使用不垂直度來表示的。假設像圖那樣的一個工件，它的直角 FEG 的不垂直度為01:100，這就是

● 公忽是千分之一公厘的單位，通常用希臘字母 μ 來表示，以前曾經用公微做千分之一公厘的單位是錯誤的。——編者

說工件的 EF 邊上每長 100 公厘的地方，和真正垂直在 EG 邊的 EI 線之間的距離不得超過 0.1 公厘。按照圖 4 所表示的情況，工件的實際不垂直度為 $0.1:100.05$ ，它和我們所規定的不垂直度 $0.1:100$ 來得小，因此可以認為這量件上的直角是合格的，不必重加修正。

直角尺是用來檢驗直角的，要是直角尺的內外角不够準確，那末檢驗所得的結果也就不正確，因此就要檢驗直角尺的內外角。

檢驗直角尺外角最簡單的方法，是用三塊一付的直角尺併合法來檢驗的。併合的方法是這樣，把直角尺要垂直地放在平板上相互併合，併合的時候，任何兩把直角尺垂直接觸邊都沒有透光（如圖 6），這就表明這三隻直角尺的外角都是正確的。

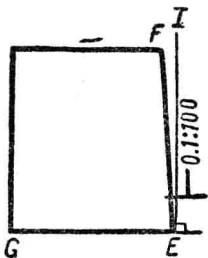


圖 5 用直角尺檢驗工件角度的方法(三)。

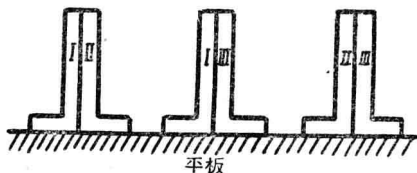


圖 6 使用三塊直角尺併合使用法。

另外一種檢驗直角尺外角的方法是使用標準直角尺（如圖 7）。檢驗的時候標準直角尺立着放在平板上，緊靠着「靠山」。用千分表觸直角尺長邊的頂端，讀出讀數，假定讀數是 10 斯（ $\frac{1}{100}$ 公厘）。然後拿去標準直角尺，但不可移動千分表，再在同一位置上放立被檢驗的直角尺，此時如果千分表上的讀數還是 10 斯，那末被檢驗的直角尺外角就是正確的。如果讀數不

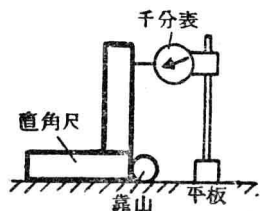


圖 7 用標準直角尺檢驗角度。

等於10斯，那末根據兩次讀數的差數，和千分表的觸頭同平板之間的距離，就可以計算出直角尺外角的偏差數。

求出直角尺外角的偏差以後，同樣也可以求出內角的偏差。求它偏差度的時候，只要用比較直角尺長邊和短邊向外工作面的平行度的方法就可以求出。

直角尺內外的極限偏差可以從表2中查出。

表2 直角尺內外角的極限偏差(根據ГОСТ 3749-47)

直角尺尺寸(公厘)		內外工作角(α 和 β)在長度 H 上的極限偏差(公忽)			
H	B	0級	1級	2級	3級
50	32	3	6	13	25
63	40	3	6	13	25
80	50	3	7	14	25
100	63	3	7	15	30
125	80	3	8	17	30
160	100	4	8	18	35
200	125	4	9	20	40
250	160	5	10	20	40
315	200	5	11	25	50
400	250		13	30	60
500	315		15	35	70
630	400		18	40	80
800	500		20	50	100
1000	630		25	60	120
1250	800			70	140
1600	1000			90	180
2000	1250			100	220

除了用直角尺檢驗角度外，還可用 45° 、 60° 和 120° 的角尺來檢驗，但是在使用範圍上來說，比不過直角尺廣泛。使用角尺檢驗角度的方法同直角尺一樣。

2 使用角規檢驗角度角規

是用鉻鋼或鉻錳鋼製成的，角規的形狀造成稜狀體似的。角規表面是經過淬火和光整加工。這種角規有一個工作角的及四個工作角的兩種（圖 8）。每個工作角都做成一定的角度。可以用它來檢驗和調整萬能式的角度量具、角度樣板和工件的角度。

根據蘇聯國家標準（ГОСТ）2875-45 的規定，角規的精度可以分為 1 和 2 兩級。1 級精度工作角，它的極限偏差是 $\pm 10''$ ，2 級精度工作角的極限偏差是 $\pm 30''$ 。

角規是成套的，每套的件數有 94、36 和 19 的三種。但是不管是 94 件、36 件和 19 件一套的角規，都有一個工作角 的和四個工作角的角規。另外有一套角規，包括五件角規，它的角度是 15° 、 30° 、 45° 、 55° 和 60° 。

表 3 和表 4 是 94 件和 36 件角規的全套組成，根據這個表可以選擇合用的角規。

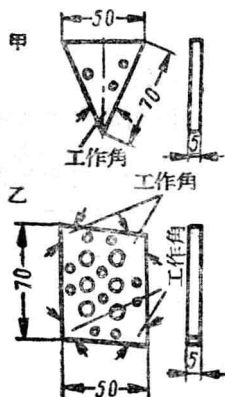


圖 8 角規：

甲——一個工作角的角塊規；
乙——四個工作角的角塊規。

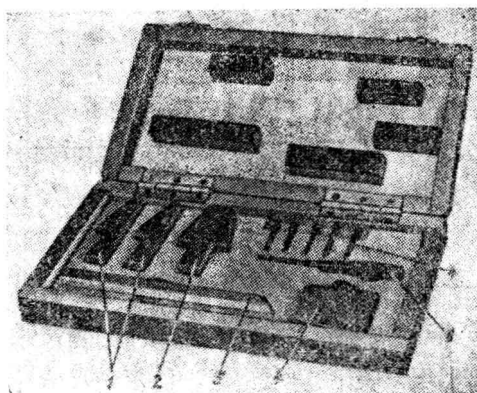


圖 9 角規的附件。

為了使用方便起見，每套角規都備有一組附件（圖 9）。全組附件包括：兩個單面支架 1，一個雙面支架 2，一個尺支架 3，五個“退拔”銷 4，一個直尺 5 和一個螺絲起子 6。

使用角規檢驗角度

表3 成套角規的角度(根據ГОСТ 2875-45)

角塊規的 形狀	工作角大 小的等級	工作角的名義尺寸	每種形狀及 等級的角塊 規數量
一個工 作角的	1°	10°~79°	70
	10′	15°1′0~15°50′	5
	1′	15°01′~15°09′	9
	—	10°00′30″	1
四個工 作角的	—	80°~81°~100°~99°	1
	—	82°~83°~98°~97°	1
	—	84°~85°~96°~95°	1
	—	86°~87°~94°~93°	1
	—	88°~89°~92°~91°	1
	—	89°10′~89°20′~90°50′~90°40′	1
	—	89°30′~89°40′~90°30′~90°20′	1
	—	89°50′~89°59′30″~90°10′~90°00′30″	1
	—	90°~90°~90°~90°	1

表4 成套角規的角度(根據ГОСТ 2875-45)

角塊規的 形狀	工作角大 小的等級	工作角的名義尺寸	每種形狀及 等級的角塊 規數量
一個工 作角的	1。	10°~19°	10
	10′	15°10′~15°50′	5
	1′	15°01′~15°09′	9
	10°	20°~70°	6
	—	10°00′30″	1
	—	45°	1
四個工 作角的	—	89°10′~89°20′~90°50′~90°40′	1
	—	89°30′~89°40′~90°30′~90°20′	1
	—	89°50′~89°59′30″~90°10′~90°00′30″	1
	—	90°~90°~90°~90°	1

的時候，爲了獲得所需要的角度，通常把幾件角規搭合（摩合）在一起併同。但是搭合的要保證它的，所以在 36 件的角規不得超過五塊，94 件的角規不得超過三塊。

角規的使用方法同使用塊規的方法基本上是相同的。下面讓我們用例子來說明它的使用方法。

例如要檢驗量件上一個 $53^{\circ}30'$ 的內角，可在 94 件的一套中選取 $15^{\circ}30'$ 的、 17° 的和 21° 的具有一個工作角的角塊規，這些角塊規角度的總和是 $53^{\circ}30'$ 。在搭合前首先要將量件、角規和工作者的手都得擦乾淨，搭合的時候只要把角規的工作面稍微加些壓力把推向另外一個角規的工作面，這樣就可以搭牢不致落下。三個角規搭合在一起後，再把“退拔”銷插入雙面支架的孔內，並旋上幾顆螺絲，這樣，三個角規就完全搭合成爲一個整體（圖10甲）。握住支架的柄，把它放在工件上，察看角塊規和量件表面接觸處是否透光？如果不透光，那末被量的角度就是 $53^{\circ}30'$ 。假如透光，那末工件上的角度就必須修正。

如要檢驗 $25^{\circ}30'30''$ 的內角，可在 94 件的一套中選取 $10^{\circ}30'$ 的和 $15^{\circ}30'$ 的具有一個工作角的角規，搭合後用單面支架、“退拔”銷和螺絲把它們接合起來（圖 10 乙），即可以檢驗出 $25^{\circ}30'30''$ 的內角是否正確。

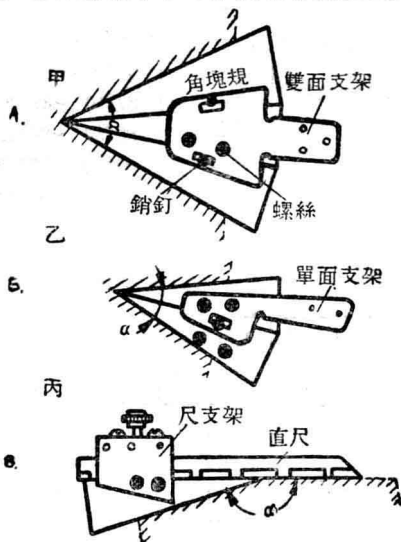


圖10 角規的搭合使用：

甲— $\angle\alpha=53^{\circ}30'$ ；乙— $\angle\alpha=25^{\circ}30'30''$ ；丙— $\angle\alpha=160^{\circ}$ 。

如果檢驗外角就必須使用尺支架和直尺。先把直尺推入尺支架,再把角規拚上去,用“退拔”銷和螺絲固定着。例如量件上的外角是 160° ,就可以用一個 20° 的角規和直尺拚合,湊成 160° 的內角去檢驗它(圖 10 丙)。

從上面可以看出角規的使用比較麻煩,並且它很難製造得準確,價錢又比較高,因此,遠不及使用塊規那樣廣泛。

3 使用角度樣板檢驗角度

角度樣板是用鋼片製成的,在這塊鋼片上刻上準確的角度,用它來檢驗工件上的角度和劃線。角度樣板經常是用來檢驗各種刀具的角度以及在安裝刀具時作為校對角度。

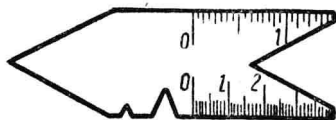


圖11 檢驗螺紋車刀的樣板。

圖 11 是一種用來檢驗螺紋車刀的樣板。它的一端具有相當於螺紋角的凸出角度,另外一端就做成凹入的。又在樣板的一個橫邊上做得有兩個角度缺口。

用樣板檢驗螺紋車刀刀尖角的方法,是把樣板的角度缺口嵌在刀尖上,看看有沒有間隙?如果沒有間隙,那末車刀刀尖角就是正確的——等於螺紋角。

這種樣板上大的一個角度缺口,也經常用來檢驗車床的頂針。

藉助於樣板可以正確地安裝螺紋車刀。在車削陽螺紋的時候,把樣板水平地靠在工件表面,使車刀刀尖恰好嵌在樣板橫邊的缺口內或者使切削刃同樣板凸出尖角的一邊相接觸,如圖 12 所示。

車削陰螺紋的時候,把樣板水平地靠在工件的端面上,並且按照圖 13 那樣的方法來安裝車刀。

圖 14 是檢驗車刀前角和後角用的複合樣板。它由安裝在這種樣板是由筒 2 裏的一套樣板 1 所組成,套筒可以在垂直安裝在底

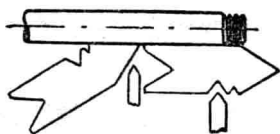


圖12 檢驗螺紋車刀的
樣板的使用(一)。

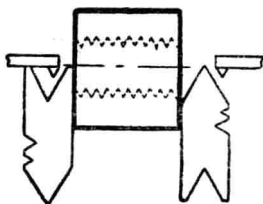


圖13 檢驗螺紋車刀的
樣板的使用(二)。

座 4 的圓桿 3 上自由的轉動和移動。彈簧 5 是用來把套筒支持在上面的位置。在檢驗的時候，把車刀放在某一個相當的樣板下，然後用手把套筒壓下，看看樣板同刀具接觸的地方是不是透光，然後再確定車刀的角度是否正確。

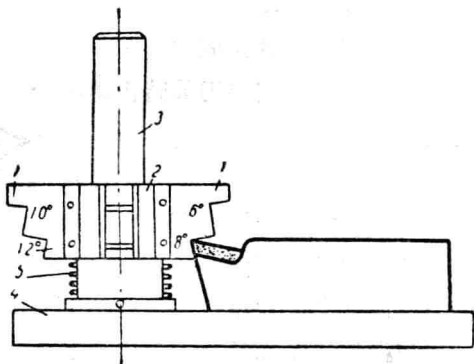


圖14 檢驗車刀前、後角的複合樣板。

4 使用量角卡檢驗角度

量角卡是一種比較粗糙的檢驗角度和劃線的量具。它由兩隻或三隻開有縱向長槽的尺所組成，如圖 15 所示。

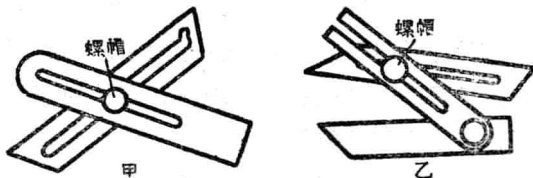


圖15 量角卡：

甲—簡單的量角卡；乙—複合的量角卡。

使用量角卡檢驗角度的時候，根據量角卡需要張開面的角度，按分度儀的度數（圖 16）或者角塊規的角度，使量角卡張開成為所需要檢驗的角度，旋緊螺帽，使量角卡固定

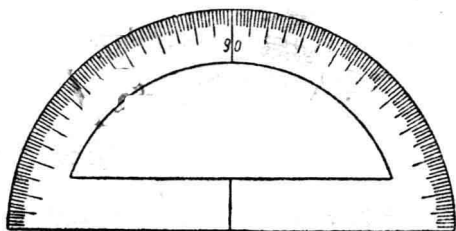


圖16 分度儀。

然後把量角卡輕輕地放在量件上，切不可用力過大，以免改變已固定好了的角度。然後看量角卡同量件表面接觸的地方是否透

光？如果不透光，就是量件上的角度和量角卡所張開的角度相等。

當按照已有的標準件（樣件）檢驗角度的時候，使用量角卡就不必先用分度儀或者角塊規來測量角度，只要把量角卡放在標準件上，根據標準件張開成為所需要的角度就行了。

圖 17 是使用量角卡檢驗角度的例子。

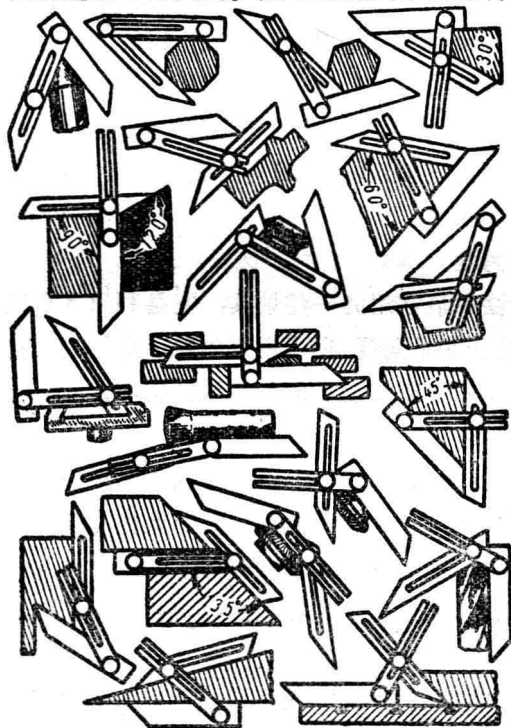


圖17 使用量角卡檢驗角度的例子。

量角卡也可以用

來測量角度。在測量的時候，先根據被量工件的角度把量角卡張開，然後取下量角卡，再用分度儀測量量角卡所張開的角度，就可以確定這角度的大小。

二 間接測量法

間接測量法是利用三角函數數值的關係，把測出的每一個直角三角形相當邊的長度，然後再根據這些邊的長度來計算被量角度的大小。利用這種方法測量角度叫做間接測量法。

間接測量法是根據長度，再由三角函數計算出角度，由於長度一般是最容易測量得準確的，因此，使用這個方法所得的測量結果非常準確。間接測量法所使用的量具除正弦棒以外，還要使用鋼珠、鋼柱和長度量具千分尺、高度游標尺、深度千分尺等。

使用間接測量法測量角度，必須了解三角函數是什麼？關於這一點，可參看本書的附錄。

1 使用正弦棒測量角度

正弦棒是間接測量法中最常用的一種量具，它是利用直角三角形的正弦關係，來檢驗和測量角度，也可用來劃線。由於它的精密度很高，所以一般只是用它來檢驗和測量比較精密零件、工具、夾具、圓錐量規等的角度。

正弦棒的主要構造，像圖 18 所表示那樣。台面 1 是一根很平的等寬度的直尺，利用固定地安裝在兩個精確的等直徑的圓徑 2 上。這兩個圓柱中心之間的距離不但做得非常準確，並且中心線也絕對保證和台面兩端平行。側面擋板 3 和端面擋板 4 是用在防止量件從台面上滑下去。

圖 19 是證明正弦棒的構造和它的形狀。正弦棒按照它的台面的寬度的不同，可以分為寬式和窄式兩種。寬式正弦棒的台面有許