

科學圖書大庫

精密量具及分釐卡

譯者 宋鐵巖 校閱 黃章良

徐氏基金會出版

7681
5.262
科學圖書大庫

Z M 4 J 2
精密量具及分釐卡

譯者 宋鐵巖 校閱 黃章良

徐氏基金會出版

譯者序

近年來，在我大有爲政府全力推行經濟建設之大前題下，國外廠商紛紛來台投資設廠，國內精密工業因而日趨蓬勃，然與歐美先進諸國相較，則目前我國此一方面僅在起步階段，有待吾人努力之處尚多。其中最基本而最重要者，莫過於此一方面人才之培育與儲備。徐氏基金會有鑒於此，乃秉其推介科學知識之宏旨，囑將發展精密工業之利器“精密量具”譯成中文，俾供國內青年學子研究與參考，期對推動我國精密工業有所貢獻。該會此一崇高理想，實令人感佩。

本書按量具之結構，使用及保養方法逐步編寫而成，內容廣泛而精簡。舉凡圖說及精確度與量具之正確使用方法，皆有詳盡之闡述及例證。每章章末另有思考性習題提供練習之學者用。本書不僅可供高工及大專學生相關科系之教本與職前訓練之用，亦可供專業人員——工程師及技術員在職訓練之參考範本。

俗語說“失之毫釐，差之千里”，品質保證是產品的命脈，精密量具是品質至上獨一無二的準則，譯者深受徐氏基金會之託，乃根據教育部所頒機械工程名詞等，以通俗文句保持原意譯成本書，期有助於學者之瞭解與研究，惟時間匆促，疏漏謬誤生澀之處，在所難免，敬祈專家學者不吝斧正，則幸甚矣。

本書譯稿承黃章良、汪惠珠夫婦協助謄正校對，併此中致謝意。

中華民國六十七年元旦

於木柵棲霞山莊 宋鐵岩 謹識

目 錄

精密量具

譯者序		分厘卡的各種用途	25
第一章 量具介紹	1	鋼角尺的使用法	26
鋼尺的用法	2	萬能測角規	27
測深規及組合角尺的用法	4	萬能測角規的使用法	28
分規的用法	6	課外練習	30
卡鉗的用法	7	第四章 平 板	31
異腳卡的用法	8	平板	32
課外練習	9	平板的使用	33
第二章 精密量規及游標卡尺	10	平板與角的關係	34
標準塞規與環規	12	平板與度量	35
推拔塞規的用途	13	課外練習	36
推拔環規	14	第五章 規矩塊	37
螺紋塞規	15	規矩塊	40
卡規用法	16	組合與實用	41
游標卡尺之特點	17	規矩塊板與卡鉗類夾	42
游標卡尺的使用	18	規矩塊附件之使用	43
各種游標量規	19	課外練習	44
課外練習	20	第六章 針盤指示表及正弦規	45
第三章 分厘卡及萬能測角規	21	複式正弦枱之使用	48
分厘卡尺的特點	23	針盤指示錶的特點	49
分厘卡尺的讀數	24	測試指示器與針盤指示錶的使用	50

針盤指示錶之用於直接與轉換測量	52	氣動量具	59
針盤指示錶的特別用法	53	工具製造用顯微鏡	60
課外練習	54	投影比測儀	61
		電子測量的用途	62
		課外練習	64
第七章 氣動、光學及電子測量設備	55	第八章 量具校準	65
		課外練習	69

分釐卡

第一章 簡單卡鉗與記錄卡鉗	70	分厘卡與游標的配合使用	90
彈簧卡鉗	70	細密調整	91
分規	72	第五章 分厘卡的構造	92
脚尖之調定	73	量套的刻度	92
新近改良事項	74	快速鎖緊裝置	94
第二章 滑 規	77	快速調整的原理	94
哥倫布規	79	彌補磨損	95
第三章 游尺及其判讀	80	第六章 分厘卡之讀法	97
游尺的用途	80	特別精密的讀數	100
微分方法的運用	81	第七章 新式分厘卡之實例	102
1/1000 吋之游尺	81	第八章 量具的用法	106
哥倫布滑規的用途	83	卡鉗	106
第四章 分厘滑規	86	滑規	109
螺絲頭	87	分厘卡的選擇	109
分厘滑動卡尺	88	分厘卡之維護	110

第一章 量具介紹

就實際用途而言，量具乃確定能量、數量、範圍、程度或限制因素的一種觀念。在工業方面，某零件是否符合製造規格，概由測量的檢查程序決定。

量具在工業及其他方面的用途不勝枚舉。在過往的時光中，時時刻刻無不在影響着我們的生活，而時間本身也就是以測量所得之單位來表示。在工業上，測量係用在產品製造中管制他人之產品，確保大量生產之各零件的互換性、限制其不良產品的加工，以及預防不良產品的輸出。

與測量有關的因素和條件甚多。任何測量必需有標準（儀器的標度），參考點（尺之末端或點），被測點（所要測量之綫或邊）、及測量綫（參考點至被測點間的假想綫）。擔任測量的人，應能分辨刻度、標度及尺等術語之區別，簡言之，尺乃某長度單位內，由一連串間隔相等之綫條或刻度所構成的一種量具。量具的辨別（Discrimination），乃指判讀可靠之標度或刻度而言。

準確度、精密度和可靠性為測量中所引用最廣的三種術語，往往多被濫用。準確度是指某工作物符合標準的程度。精密度與準確度的區別，在於精密度不容有輕微的差異，力求精密、但毋須準確。測量之可靠性乃指測量所得的實際結果，與所預期者完全一致之謂。公差雖是一種用得爛熟的術語、却單純地指某一工作物尺寸的最大和最小極限或可予容許之程度而言。

按實際應用而言，鋼尺為機工場所用最基本的量具。這類鋼尺係以某一長度單位——英寸按比例分劃製成，其辨別力（discrimination）為 $1/64"$ 。尺必需在刻度範圍以內判讀，除尺上所標示之刻度外，不可能再讀出更為精密的刻度。

用尺時，需根據用途，選擇適當的型式、標度及最佳之握持方法，單是此類的要求，即可消除量具，因觀察、操作及偏置等一類之誤差。品質低劣、視差、握持方法不當、或觸覺的誤差等，無不影響精密度。

除了前述各種使用上的規定外，為了確保測量可靠，另有某些其他程序

2 精密量具及分釐卡

必需提示，如工作物和尺於測量前之擦拭，以及工作物去除毛口或銳邊，並需防止對準或參考上之錯誤。吾人必需牢記：量具係為測量而設計的，絕不容隨意當手工工具濫用；鋼尺並非螺絲起或刀片。凡刻有標度的工具必須定期檢查有否損壞。潤滑和妥善的保存，為預防銹蝕與濫用的必要條件。

製作上的精巧，如測深規與組合角尺之類，更加增大了尺的用途。這類量具的附件本身備有測量所需之平面，對這類平面的使用必需正確妥當。凡標度運用方面的規定、這類工具之對準、磨損、參考平面及操作等均應特別注意。

由於卡尺（Caliper instruments）之辨別力（discrimination）限於 $1/64"$ ，乃將這類量具列入本講討論。這一編組中有分規（dividers），內卡（inside calipers），外卡（outside calipers）及異脚卡（hermaphrodite）。這類量具依作用分別為：分規——綫條測量；內卡及外卡——端末或內徑測量；異脚卡——綫條至端末測量。這類量具一般皆分類為轉換量具（transfer instruments），因為這類量具未刻有標度，無法直接求出讀數之故。因此，轉換測量，為工作物與標度之互比。觸覺對卡尺的運用至為重要，觸覺逾輕，測量的可靠性逾大，對所行之測量綫的信心也就逾高。

鋼尺的用法

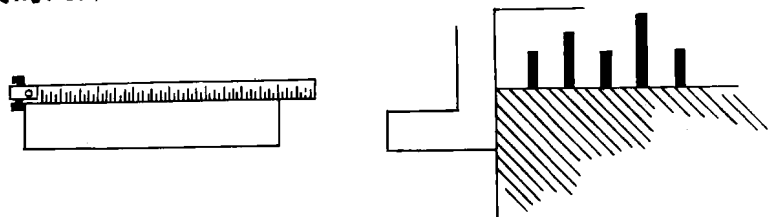


圖 1

要想將尺的末端與工作物的邊緣對準必有困難。尺或工作物末端如有磨耗，對準工作更加困難，精密度與可靠性必然因而更低。

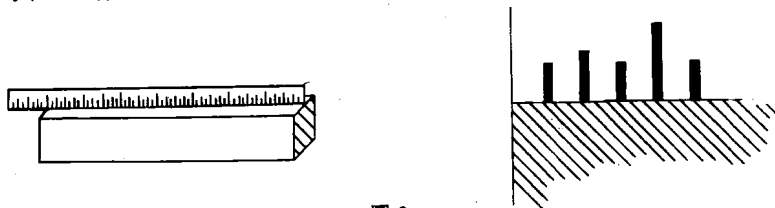


圖 2

鈎尺在結構上有一參考點。這種鋼尺具有較大精密度和可靠性。使用時，務須注意鈎與尺間是否磨損、工作物有無毛口，始不致影響精密度及可靠性。

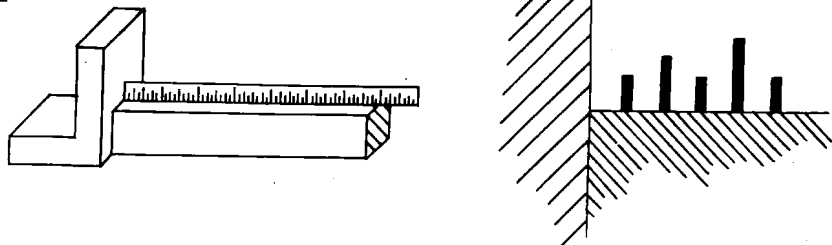


圖 3

如本圖所示，工作物確實置於角板之參考面上，則精密度與可靠性就不難獲得。角板有如工作物的參考點，可以消除操作上之誤差。重要的是工作物與平板之間，應有良好之承置面（bearing），無毛口，而尺的末端亦無磨損始不致影響其可靠性。

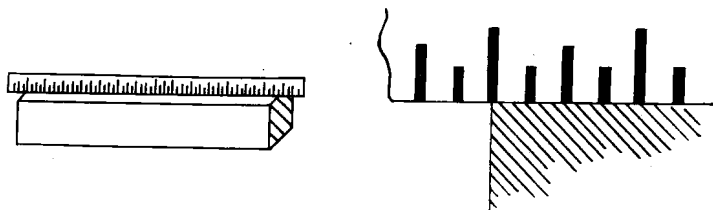


圖 4

以尺上之英寸刻度作參考點，利用該尺行精密可靠之測量，必與所求精確度相去不遠。將刻度直接置於工作物的邊緣，不但可避免視差，且因所用者非尺子的末端，因而將可避免末端磨損。

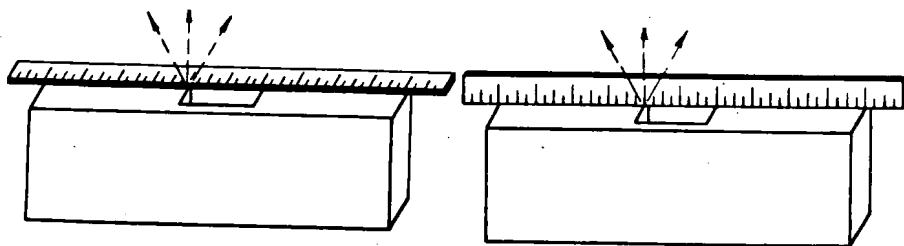


圖 5

視差或觀察上的錯誤，乃自不同位置觀察某物體時一種顯著動距。圖 1 左邊所示，視差正好影響了測量。但右邊所示，視差却不致影響測量，因為尺子的刻度係直接位於參考點上的緣故。因此，物體即使從不同位置去觀察，所得的讀數始終一樣。克服視差之方法在於測量者調整自己頭部的位位置，使視線直接對正所要測量之點即可。

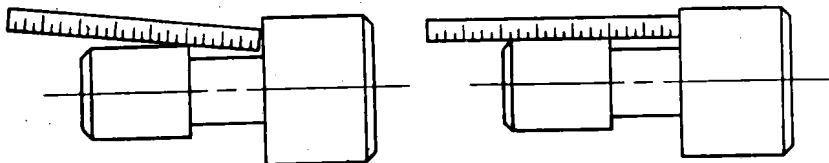


圖 6

實施測量時，測量者必須是在適當的參考面和沿着正確的測量綫進行工作。圖 6 左方所示，尺子上的標度很明顯的沒有沿着測量綫放置，所得的讀數必然不正確。同圖右方所示，係以肩部作適當的參考面而對該物體實行測量。

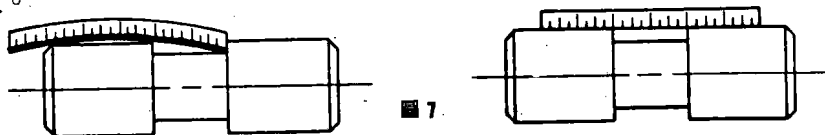


圖 7

如圖 7 左邊所示，不可爲了求得有利的參考面而使尺子彎曲或變形。尺子在這樣彎曲狀態下，絕不可能獲得正確的結果。測量這種物體的正确方法應如右圖所示。用英寸刻度作參考點，而以尺的邊緣直接置於測量綫上。用這一方法可以避免視差，而獲致可靠的尺寸。

測深規及組合角尺的用法

圖 1 - A 係說明測深規 (depth gage) 的正確使用方法。量規頭部各參考面上有良好的承置面 (bearing)，且頭部參考平面係與孔的軸綫成垂直。圖 1 - B 及 1 - C 在用以說明可能發生的操作錯誤，且頭部表面或尺子末端的磨損對可靠性的影響，在圖中表現得非常明顯。粗心大意和表面不清潔就會發生圖 B 和圖 C 兩種情況。

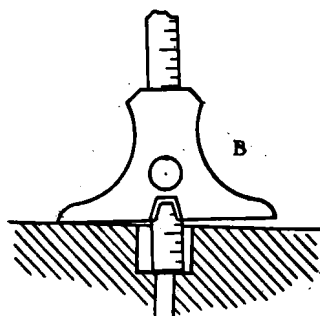
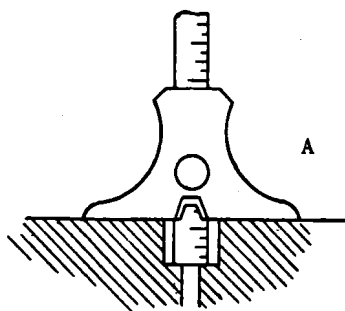
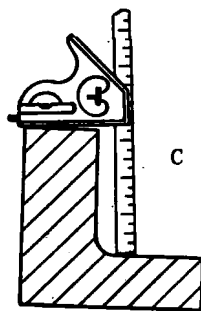
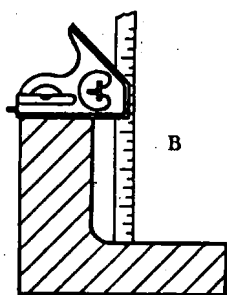
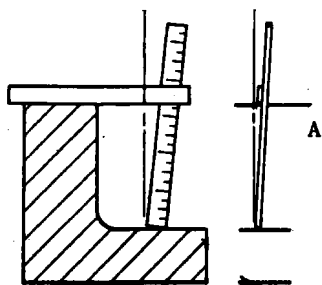
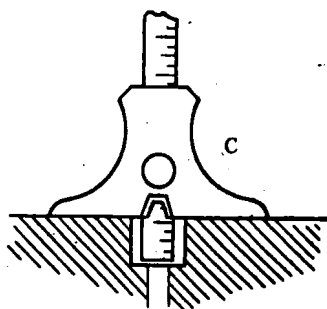


圖 2 中之 A，係說明以馬馬虎虎的方式獲取讀數所遭到的困難。光是尺子與工作物的對準就不容易。圖 2 - C，在說明雜物與毛口的存在及使用不當所產生操作上的錯誤。故對量具的信心在於考慮有無磨損為主。



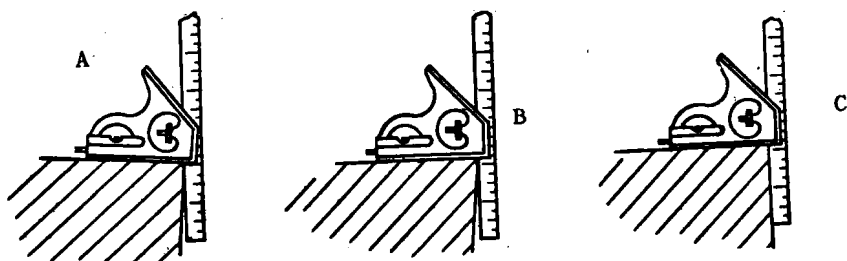


圖 3

量具頭部與尺子間的磨損將產生圖 3 - A 所示的情況，即工作物為方形、而量具則否。圖 3 - B 在說明組合角尺 (combination square) 之正確使用方法；圖 3 - C 亦然。但圖 3 - B 中，工作物如不成方形，使參考面不良，則將產生與 A 及 B 相類似之情況。

分規的用法

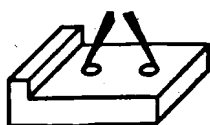


圖 1

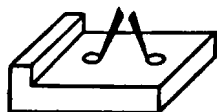


圖 2

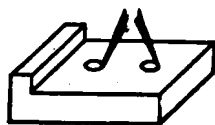


圖 3

分規和其他卡儀一樣，以用於轉換測量 (transfer measurement) 為主。圖 1 中所示，由於分規的尖端無法沿兩孔之圓弧的端點定位，必使尺寸的獲得遭遇困難。

在圖 2 中，由於工作物兩孔有毛口，銳邊或邊緣稍微凹入，都能使參考點與被測量點 (measured point) 之決定非常困難，而致發生與圖 1 中所示之同樣情況。

圖 3 則為前述各案所有問題的綜合。此類情況下的轉換測量，絕難達到精確可靠。此類的運用法多少與猜測無異。辨別力逾大的量具或儀器應為最合實用才對。

圖 4 所示之轉換測量，要比前述各例精確。吾人必須牢記，分規為線條對線條的參考工具，而與邊對邊者的參考不同，所應注意者，在圖 4 中之半徑或其他障礙，都足以影響可靠性。

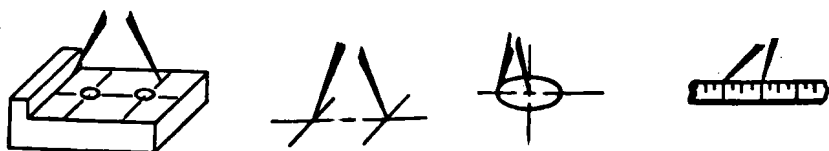


圖 5 與圖 7 所示之情況，適用於分規之轉換測量。尤其在圖 7 中，誤差業已減少。由於分規的尖端置於尺的刻度內，因而視差和操作上的誤差不大。圖 5 中的綫條，也就是良好的參考點，且對複式轉換測量大有幫助。

分規的最大用途是繪弧形或圓（如圖 6 所示）。這仍然是一種轉換測量。這一測量方法中，分規的兩腳係按圓之半徑或其弧的大小實施調整。

卡鉗的用法

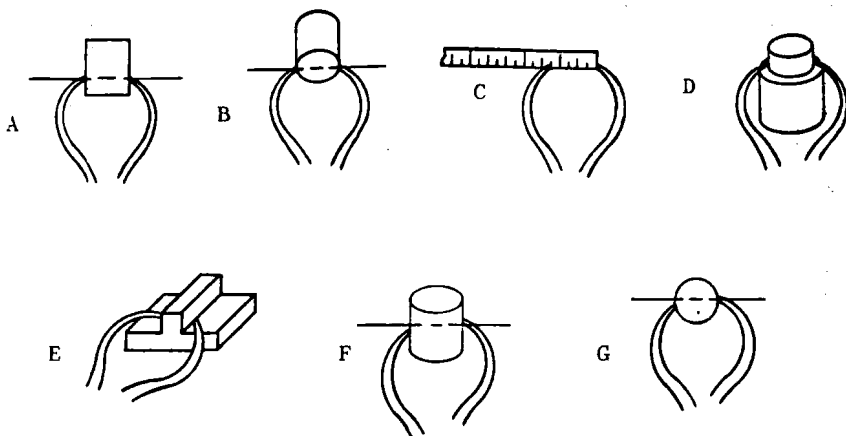


圖 1

圖 1 - A 及 1 - B 表示外卡的正確用法。卡鉗的兩腳開度雖然最小，但仍能通過直徑。通過兩接觸點間的軸綫或綫條，與工作物的軸綫是垂直的，且如 B 所示係沿着實際直徑測量。如圖 1 - F 和 1 - G 所示，對卡鉗來說，對準工作物較難。在圖 F 中，卡鉗的設定可能過大或過小（如圖 G 所示）。這類量具依賴觸覺的程度很大，因此，測量如圖 1 - C 中所示的距離不太可靠。對同樣工作物表面的轉換測量最為可靠，且測量工作有參考面可資協助，如圖 1 - D 及 1 - E 所示。有了這類平面，對準工作祇須沿着一根軸綫就

行了。但不要忘记，這類量具雖然可以施行端末測量，但適當的端末測量之操作，却是一項困難工作。

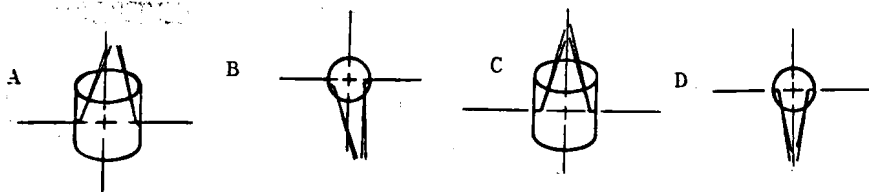


圖 2

圖 2—A 及 2—B 在表示沿工作物兩軸線不正確的對準方法。凡以內卡測量角度（如 A 所示）或不沿真的直徑，而沿直徑以外之線條實施度量（如 B 所示），都難獲得正確的尺寸。圖 2—C 及 D，表示內卡腳係沿測量之真綫放置。在這裡必要再度提及的是，凡度量內徑、缺口、槽縫等，決定卡鉗之最大開度以觸覺為主要因素。

觸覺乃精密度和可靠性不可或缺的因素，實質上是當卡鉗兩腳都沿着測量綫時的一種感觸能力。

異腳卡的用法

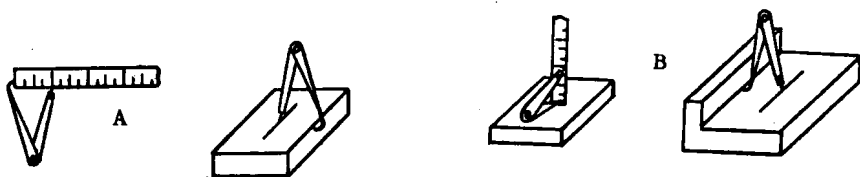


圖 1

圖 1 在說明異腳卡運用上的一般錯誤。這類情形最易產生操作誤差。卡鉗腳應沿工作物邊緣，并與之成等距離直綫移動，如圖 A 所示。若卡鉗腳與分規腳兩者間之綫不與所要度量之綫呈垂直，則兩實例中必然產生尺寸方面的錯誤。

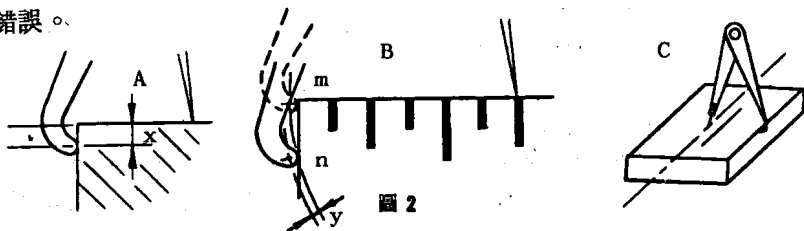


圖 2

圖 2 A 中的距離 x ，如欲保持可靠性，在測量中應該固定不變的。圖 2 - B 中的距離 y ，在表示卡鉗腳在 m 和 n 點時所產生的差異 (variation)。

圖 2 - C 在說明 B 情形下或卡鉗腳與分規腳間之線與所要測量的線不垂直時所產生的差異。圖 2 - D 係說明與工作物邊緣成平行，描繪線條最可靠辦法。圖 E 中的虛線在指出如卡鉗腳滑落至位置 p 時，可能發生的誤差。

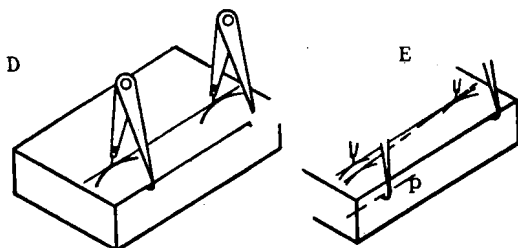


圖 3 係說明利用異腳卡對圓柱形物體中心點部署的順序。工作物的直徑上，有從各種不同的點所繪成的一連串圓弧。這些弧的中心點即工作物的中心點。這就是異腳卡的一般用途，如能小心運用，不難獲得可靠的尺寸。

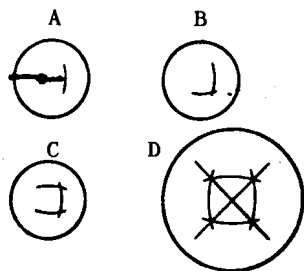


圖 3

課外練習

試用簡單句子回答下列各題：

1. 測量的需要係因何而產生。
2. 測量的用途甚多。試列舉數種本章所未包括的用途。
3. 測量所應包括的四種項目為何？
4. 公差在測量中何以重要？
5. 測量正確有必要嗎？試說明之。
6. 發生誤差導因於鋼尺的用法。試列舉三種誤差並加說明。
7. 測深規或組合角尺在使用上優於簡單尺子，其理由為何？
8. 磨損對尺子、分規或測深規等類量具有何影響？
9. 使用卡儀時會遭遇何種困難？這種困難何以會發生？
10. 試說明自己對“觸覺”一詞的了解程度、及“觸覺”在測量中何以重要性。

第二章 精密量規及游標卡尺

一英寸增量 (increment) 的千分之幾，就歷史的觀點說來，在工業上對產品的製造為一種最有用和最重要的尺寸。精密量規和游標卡尺，最為精巧。因而可用作一吋的千分之一乃至數千分之一的測量工作都屬意料中事。

精密量規實質上有數不清的用途。這種廣大範圍係因標準量規與特種量規大量運用的緣故。任何規儀的公差或極限，都隨工作物規範的差異 (variation) 而不同。兩極限間之差異，如 “go” 與 “no go”，用之於研磨方面，可能為一吋的千分之一；用之於鑽孔方面，可能為數千分之一。但吾人必須牢記，這種量規並不在於測量工作物的實際大小或尺寸，祇在確定該工作物是否在公差極限之內而已。

以塞規 (plug gage) 而言，一般係一經過精密加工而成之特殊尺寸的鋼質圓柱體，其應用限在該塞規尺寸範圍之內。“通過” (go) 件用在確定工作物內徑之最小極限，“不通過” (no go) 件則確定內徑之最大極限。環規 (ring gage) 與塞規相似，但用途相反，因其係用以確定工作物外徑公差極限。“go” 件確定內徑最大極限，“no go” 件則確定外徑最小極限。

推拔塞規 (taper plug) 及環規，係測量工作物的推拔量和外徑用的。推拔量的正確與否，決定於工作物與塞規兩者間是否配合。塞規與工作物間的不穩定，即表示推拔不正確。塞規或工作物接合前，可塗上一薄層深藍色 (普魯士藍) 的物質。若塞規或工作物發藍部份顯示均勻，即表示推拔正確。直徑公差的極限，決定於推拔塞規插入工作物或工作物插入推拔環規的深度。

為應付衆多用途，另有各種不同之卡規 (snap gage)。標準卡規 (standard snap gage)，係由一U形架與精密加工之鋼塊 (block) 所組成。是項鋼塊係裝於U形架之末端，並將其調定於特定的尺寸上。這類卡規也有在設計上使之可予調整者，以用於測量外表面或外徑為主。若干測量螺紋外徑用之螺紋規，多屬卡規的設計。螺紋規框架 (frame) 裝有兩套螺紋的

滾子 (threaded rollers)，俾使螺絲的長直徑 (major diameters)，節圓直徑 (pitch diameter) 與短直徑 (minor diameter) 得以一次量出。這種滾子均有特定的螺距，以適應各種特殊螺紋，且係調定在規定的尺寸上，以便測量外螺紋的各種不同直徑。滾子接合後即行滾動，使磨損沿着周圍均勻分佈，最初的一對表示 “go” 的情況，第二對則表示 “no go”。

螺紋塞規 (Thread plug gage) 一般係由塞規兩端製有螺紋的部份構成。“go” 端用以量驗最小螺孔的長直徑，“no go” 之一端則用以量驗節圓直徑，以確定各該特徵是否在公差之內，或該工作物是否達到了製造標準。使用螺紋塞規時，“go” 端應稍加壓力使之旋入孔內。至 “no go” 之一端，旋入孔內不得超兩轉。

凡用於某項工作或特種工作物的量規，在用途上有嚴格的限制。這種特殊用途之量規，有精密長度規 (sophisticated length gages)，軸承、對準或位置測量用之各種量規，以及用以測量特種缺口，槽溝的量規均屬之。

強調量規之使用應予慎重妥當并不過份。若能運用妥當，各種量規都可用以迅速確定尺寸的極限，利用尺寸不變的特點以求正確，以及消除操作上的誤差，即使由不熟練的工作人員使用之也能發生效果。觸覺在卡儀測量中也是一種重要因素。因此，凡手工具不得用之於度量，且在任何情形之下，對量具不可施以壓力。量具的濫用，在測量中往往是招致損壞或嚴重磨損的一種因素。工作物和量規上附帶有雜物或毛口，其接合祇有增大規儀的磨損。這種情形在每次使用中都會發生。磨損凡超過量規控制極限之 10 % (製造標準) 的程度時，就應考慮檢修或廢棄。吾人必須記住，某些物質因物理性之不同，致較其他物質更具磨擦性。因此，不可將量規強迫壓入鑄鋁或鑄鐵等物體內。因這類物體之磨擦力，一般都較鋼或銅者為大之故。熱對於量規之測量中乃一重要影響因素。凡工作物在以機器加工之際，必因熱而膨脹至某種程度，而往往超出了公差極限。要想精密可靠，則這種情形下之工作物，不可加以測量。妥善的儲藏和搬運，對精密量規的維護非常重要。凡屬量規都須塗以機油，并和其他精密儀器一樣，將其儲存於不致遭受磨損的安全處所。精密量規祇容許按規定之用途使用。

本講所要討論的另一範圍是游標卡尺。實質上游標就是沿某刻有分劃之儀器而滑動的一種短尺，用以表示刻劃的多少。這種儀器的結構，係藉機械工具配合使用者的能力，調整兩者之劃綫，使千分之一的增量 (increment) 成為事實。由於游標上的 25 個分劃與主尺上的 24 個分劃的長度相等，因此，祇要兩分劃能與所需的讀數對齊一致，則求出千分之一的增量并非難事。主

尺上最細的分劃為 $.025''$ ，游標刻度分成 25 格，故每格為 $.001''$ 之增量 (increment)。

工作物經測量後，要想從游標卡尺上求出讀數，第一步是記下游標零位左邊的吋數。隨後留意游標零位與前述所得英寸刻度間所露出之 $1/10''$ (或 $.100''$) 的刻度。再記下主尺 $.100''$ 刻度與游標零位間之 $.025''$ 刻度。最後一步驟乃決定游標之 $.001''$ 刻度與主尺直接相合之綫。工作物的尺寸，乃主尺讀數與游標讀數之和，即英寸 $.100''$ 刻度與 $.025''$ 刻度，加上游標與主尺相合綫上之千分數是也。

游標卡尺有幾項顯著的特點，致使其與其他量具各立門戶。游標卡尺可用於內外測量，其 $.001''$ 的辨別力與歸零之調整隨設計而定，理論上這種量具的範圍是沒有限制的。

由於這種量具多賴於使用者的技巧及能力，在使用中因而有若干限制因素。觸覺對決定卡尺的顎夾 (jaw) 是否位於測量綫非常重要。尤以需藉接觸和操作以決定最大距離和內徑之測量為然。在求取精確尺寸中，觸覺是一項不可或缺的因素。但用力不當將使卡尺招致磨損。操作與磨損因素對尺寸有直接影響，且所判讀者必須為適當的尺子——即指定某項測量所用之內尺或外尺。

值得一提的是另有幾種游標儀，即三用游標卡尺 (tri-cal universal vernier)，游標測深規 (vernier depth gage) 及游標測高規 (vernier height gage)。三用游標卡尺與標準游標卡尺極其相似，但是另外具有深度測量之特點。如果所要測量的精度不超出量具能力範圍，這種卡尺倒不失為一種用途廣泛，有效，良好而價值低廉的量具。其缺點為卡尺磨損後無法調整，這是因為所有尺寸，係靠一種標度獲得所致。

游標測深規比一般裝有游標之測深規略勝一籌。這種量具多用於度量孔、缺口、凹部等之深度，且係從參考面 (頭部承置面) 至某一點 (尺之末端) 實施量度。游標測高規尺寸的求取，原則上與游標測深規十分相似，也是從參考面 (測高規基座的底部) 至某點 (測高規之顎部) 間的測量。其主要用途在提供臨時高度之求取。由於基座小而高度大，故游標測高規常常發生操作誤差。因參考面之不良、毛口、雜物或磨損等因素，故和游標測深規一樣往往發生誤差。要想求得正確可靠的尺寸，這類因素必需控制。

標準塞規與環規

A. 標準 $1/8''$ 至 $.005''$ 極限塞規