

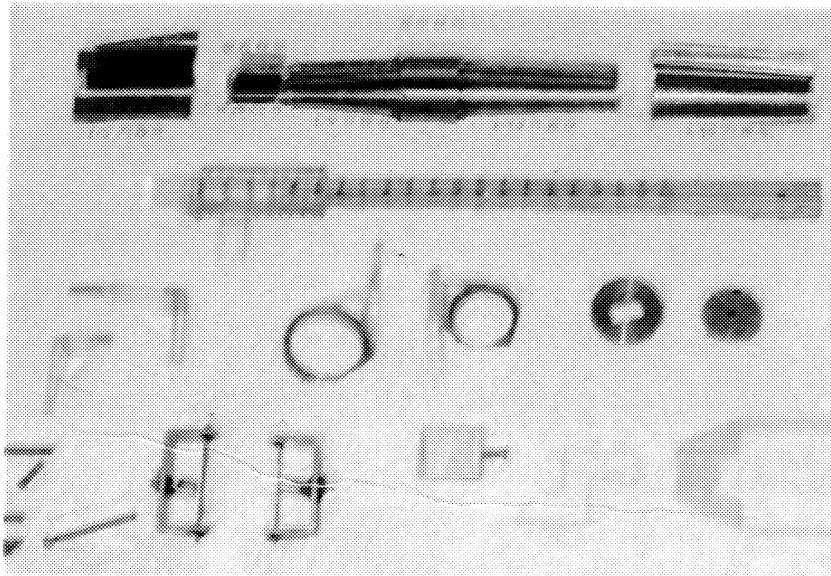
多功能游標卡尺

高中組應用科學科第二名

台南高級工業職業學校

作者：林志隆

指導教師：黃生志



一、研究動機

上機工實驗課，在錐度檢驗與測量時，感到現有量具不能滿足工作上之需求。

(一)錐度乃機械加工中常見之機件，而其測量方式却頗為繁複，測量時無法即時明確表示誤差，平板上測量之精度並不高（如圖一），且費時不經濟。

(二)螺紋亦為工業上常用之機件，但對其節徑的測量頗為不便且有誤差，使用三線法測量時，需相當經驗或有人協助才得完成測量，若使用三線組合規（如圖二）因價格昂貴，而顯得不經濟。

鑒於目前各種測量方法之不便，促使作者對錐度等測量方法作深入的研究，期能發展出迅速、簡便的測量工具，俾利於機械工業的發展與提升檢驗品質之水準。

二、研究目的

- (一)發展測量迅速、高精密度、操作方便等要件之測量工具，俾有助於機械零件之檢驗，達到迅速、確實測量之目的。
- (二)「工欲善其器，必先利其器」品質管制是優良產品的保證，而精密量具定品質管制的利器，發展新型精密測量工具，誠為機械工業當務之急。

三、研究器材

- 1.車床、銑床、磨床、鑽床。
- 2.精密塊規、游標卡尺、分厘卡。
- 3.製圖器材。

四、研究過程

本創作之初步構想、構想發展歷程為：

垂直式測量⇒外錐度測量⇒內錐度測量⇒螺紋節徑測量⇒其他測定功能。

而後經無數次研究改良，並且為避免已有類似之「設計」，進而展開資料調查，範圍包括中、日、美、英、德等國，經整理分析後，並無相同之設計結構，再經整理資料及結構繪圖完成後，提出專利申請（現正專利審查中），因研究、製造環境限制，製造模型中曾數次發生困難，再經修改設計，在製作出模型後，二度製作模型完成參展作品。

五、實驗結果

- (一)「外錐度測量」：以往錐度測量皆以測量 D_1 D_2 二直徑直（如圖一）與定值 I 共同代入公式： $D_1 - D_2 / I = T$ 得錐度值，所得之精度並不高。

圓棒直徑：4 mm

精密塊規：10、20、30 mm

游標卡尺精度：0.02 mm

單位：mm

T	D ₁ (測值)	D ₂ (測值)	l (定值)	$T = \frac{D_1 - D_2}{l}$	精 度 0.02/l	公 差 級 數
1/5	33.60	31.58	10	0.202	0.002	12 T
1/10	35.36	33.34	20	0.101	0.001	10 T

本作品以二環現代替原游標卡尺外徑測卡（如圖 A），測外錐度卡 D₁ 與 D₂ 為定值，I 為測量值，精度以游標卡尺為依據

T	D ₁ - D ₂ (定值)	l (測值)	$T = \frac{D_1 - D_2}{l}$	精 度 $\frac{D_1 - D_2}{0.02}$	公 差 級 數
1/5	5	25.02	0.199840127	0.000159616756	6 T
		25.04	0.199680611		
1/10	5	50.02	0.09996	0.00004	3 T
		50.04	0.09992		
1/20	5	100.02	0.049990001	0.000009994	1 T
		100.04	0.049980007		

以往檢測錐度必須從車床卸下工件後，在平板檢驗。而本作品在錐度加工中即可檢驗，若有誤差可即時修正且精度提高，以 T = 1/10 為例提高達二萬五千分之一，以內政部車床技術士檢定甲級錐度公差 T = 1/10 ± 0.0005 為例： 上限：0.1005
 下限：0.0995

	錐 度 值	公差內允許範圍	差 距
平板測	5.02 / 50 = 0.1004	4.98 ~ 5.02	0.04
	4.98 / 50 = 0.0996		
本作品	5 / 49.76 = 0.100482315	49.76 ~ 50.24	0.48
	5 / 50.24 = 0.099522292		

- (二)「內錐度測量」：一般除以錐度樣規檢驗外，其他方法複雜且不便本作品於原游標卡尺末端測深部份，增加測內錐度功能，其結構為二環規結合測深條而成（如圖 B）在深孔錐度尤能發揮其特長，測量方式（如照片二）。
- (三)「外螺紋節徑測量」：適用於市場上之各游標卡尺，而且使用非常方便，結構（如圖 C）測法：測量出值 M ，螺距 P 、測棒 W 為已知代入公式 $d = M + 0.866 p - 3 W$ ，而得出節徑 d ，檢測 d 是否合於標準，測法與一般三線測量相同，測量方式（如照片三），測棒距離可依螺距不同而調整，並可調整測卡角度以配合螺旋角及方便測量。
- (四)「垂直式測量」：（結構如圖 D）方便於車床之測量（如照片四）並適合於特殊測量面之測量。
- (五)尺體結構由二尺面與一雙凹體組合而成，二尺面共同四種讀數方向，可作高度規（照片五）、車床測量（照片四）、一般測量以及英制讀數，又游尺與本尺讀數在同一平面，而沒有因階級差（如圖三）而產生誤差。
- (六)可隨時改變測卡結構成為各種功能測量，除上述新發展出之功能外，其他如現有之量具，可將其測卡換裝在本創作上，達多功能之效果。

六、討論

- (一)測量內、外錐度，測量環必須有三度空間三同心軸，尤其外錐度環固定的位置，最後逐一計算相關位置，先將測環固定於錐度樣規上，再以強力接着劑固定，除此之外，遭遇許多的困難，都以克難的方式解決。（製造時）
- (二)本作品為多功能組合尺，實際上為數件新型量具結合體，在實施時可依市場情況分別實施或組合實施，為變化良多實施彈性相當大，經濟利益相當優異。

七、結論

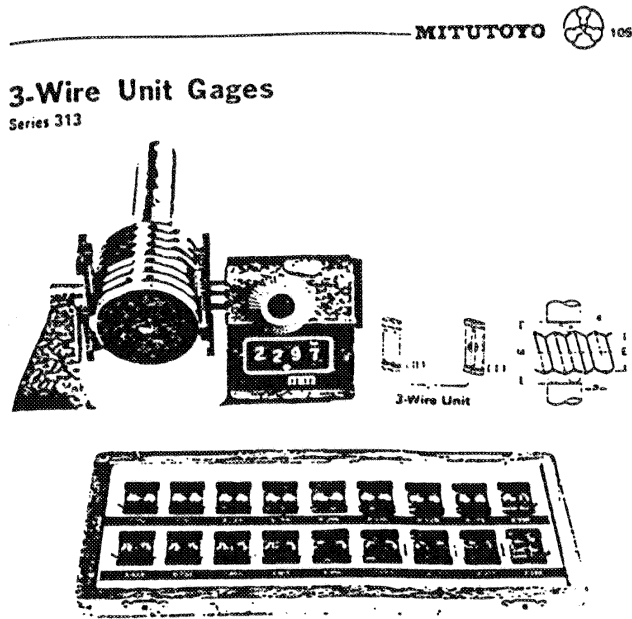
本作品爲間接度量，測量出後，需經計算方能得其所需度量值，若經由電腦代替人工計算可達迅速的目的，本作品若能由國科會精密儀器中心繼續協助發展並與微電腦結合，經濟價值必更加提高。

八、參考資料及其他

書名	原著者	編譯者	出版日期	出版公司
尺寸度量學	Francis T. Farago	徐萬椿	69.11.4.	徐氏基金會
檢討與規量 (上) (下)	Clifford W. Kennedy	徐萬椿	67.11.5.	徐氏基金會
計量技術		吳家駒	71.3.17.	徐氏基金會
精密計量學	Anton Grat	吳家駒	66.12.30.	徐氏基金會
量具與組合	英國工程工業訓練局	張充鑫	68.8.31.	徐氏基金會
測定技術		吳芳博	68.3.	南台圖書公司
精密測定機器的選用、使用法	櫻井好正	賴耿陽	72.7.1.	復漢出版社
機工學		張甘棠	69.3.	三文出版社
機械工場工作便覽		張甘棠	71.	三文出版社
機工精密測量學		謝文隆		三文出版社
精密量具之檢驗		周惠亮	72.8.	双日出版社
精密量具及分釐卡		宋鉄岩	68.8.3.	徐氏基金會
機械與精密儀器工程 之度量及校正		顏正雄	67.4.20.	徐氏基金會
公差與配合	德國 GERHARD SCHROTER	周芳世 周惠文	70.5.22.	徐氏基金會
精密儀器工程 (第二部下冊)	Dipl.-Ing. Heiz Eill	盧競優	64.2.20.	徐氏基金會
中、日專利公報				
全日本機械工具標準型錄		全日本機械工具商連合會		
みりとよ技報	みりとよ技報編委會		No.18 - 23	三豐製作所
日本MITUTOYO產品型錄			No. CO 36	
RARTS. LIST. Mitutoyo. Tools and Instruments			No. 9000	MITUTOYO MFG.CO.,LTD
MITUTOYO PRECISION MEASURING INSTRUMENTS			No. E 20	MITUTOYO MFG.CO.,LTD

由於參考資料獵取範圍廣泛，只列出部份有名目資料，亦因資料過於衆多，無法附上參考資料影印本，敬請見諒。

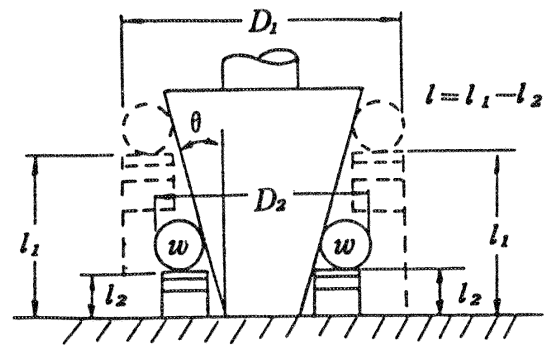
本作品假設在理想狀況下製造，排除各種製造精度問題，（製造精度可由精密量具廠解決，故不在考慮範圍），作品重點在於解決各種測量之不便。



The 3-wire unit gage is ideal for accurate measurement of the pitch diameter of screw threads incorporated with outside micrometer.

- Tolerance on diameter: $\pm 2.5\mu\text{m}$
- Dia. of supporter: 6.35mm or 8mm
- 3 wire unit gage for supporter of 6mm or 6.5mm is also available.

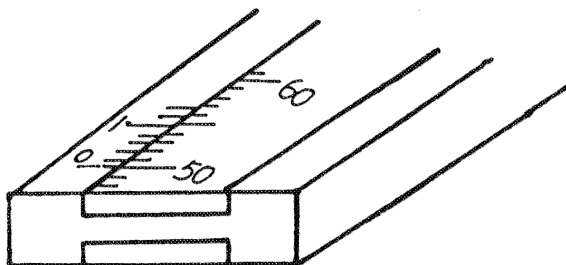
- Formula (Metric & Unified)
 $E = M - 3dm + 0.866025P$
 where: P: pitch of screw
 d: diameter of wire
 dm: average nominal diameter of wires
 E: pitch diameter
 M: outside dimension including wires (micrometer reading).



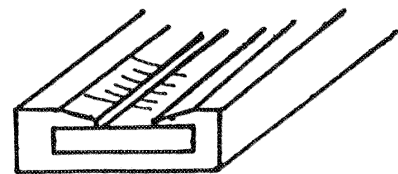
圖一：平板上錐度測量



圖二：三線組合規



讀數游尺與本尺
在同一平面無視差



圖三：讀數部份因階級
段差而產生誤差

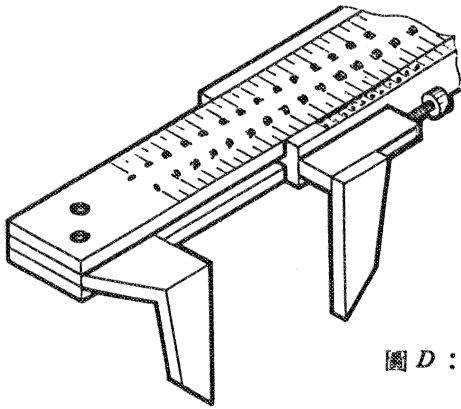


圖 D：垂直式測量

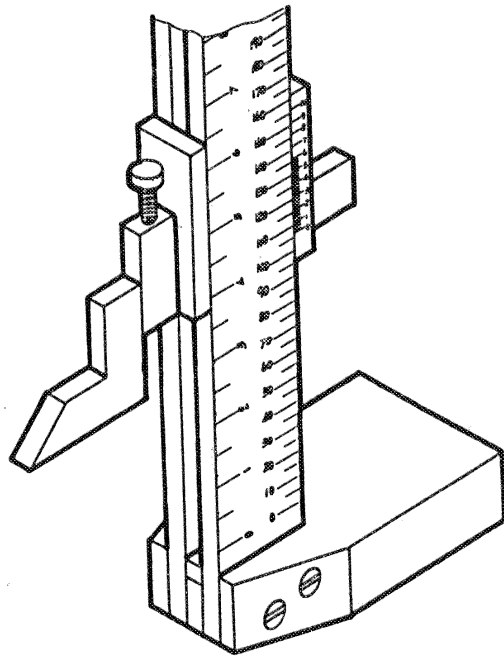
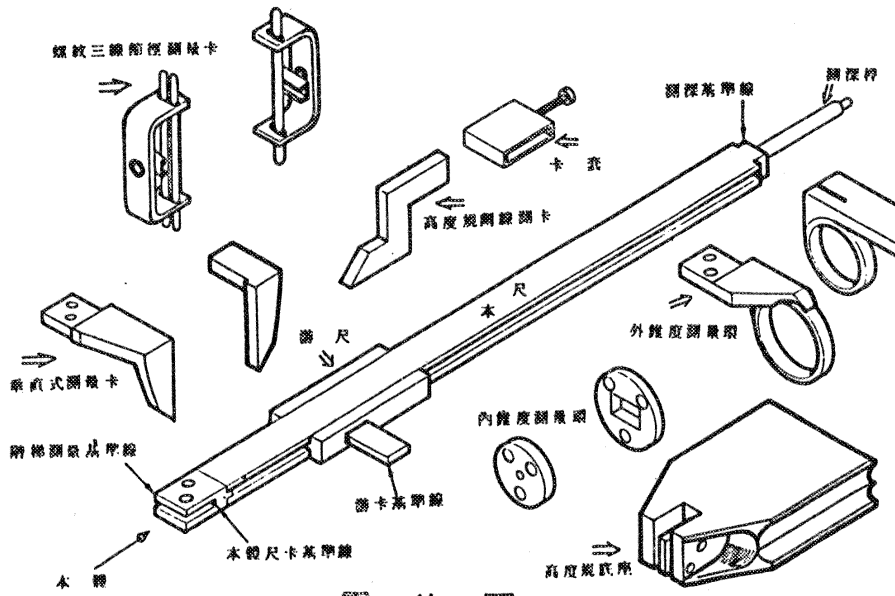


圖 E：本創作可改變測爪成爲各式量具

本例高度規



零件圖

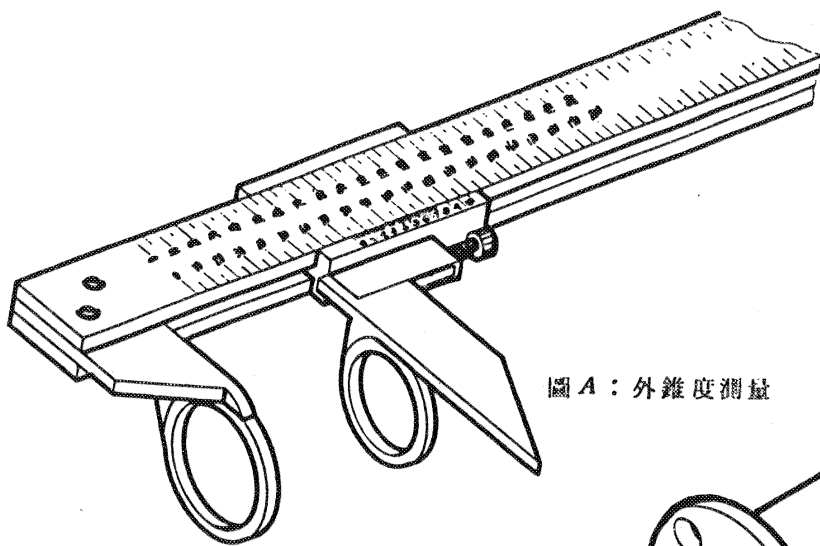


圖 A：外錐度測量

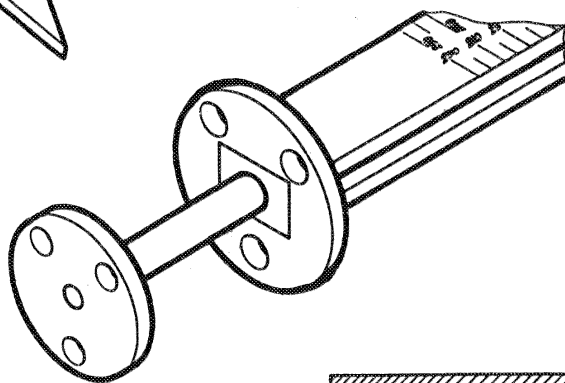


圖 B：內錐度測量

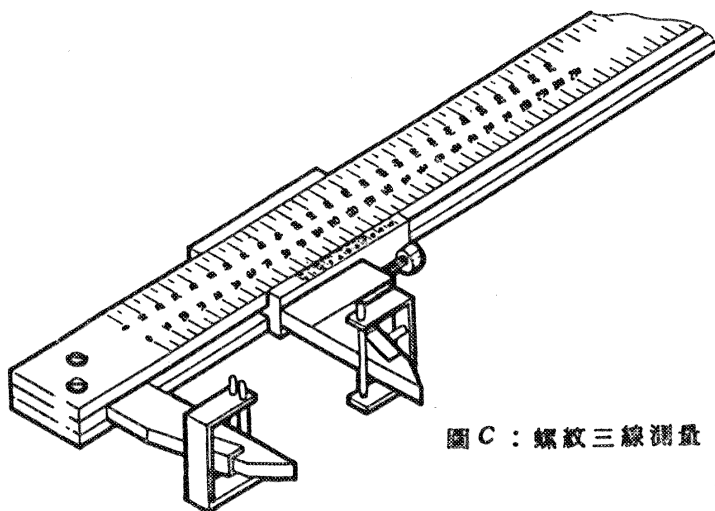
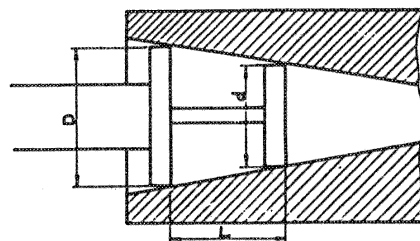


圖 C：螺紋三線測量

評語：應用游標卡尺加上幾個零件，3次測量更構密的測量。