

機 械 科

科別：機械科

組別：高職組

作品名稱：單晶片應用於外徑量測之另類思考設計與研究

關鍵詞：阿貝定理、流程、累積誤差

編號：090905

學校名稱：

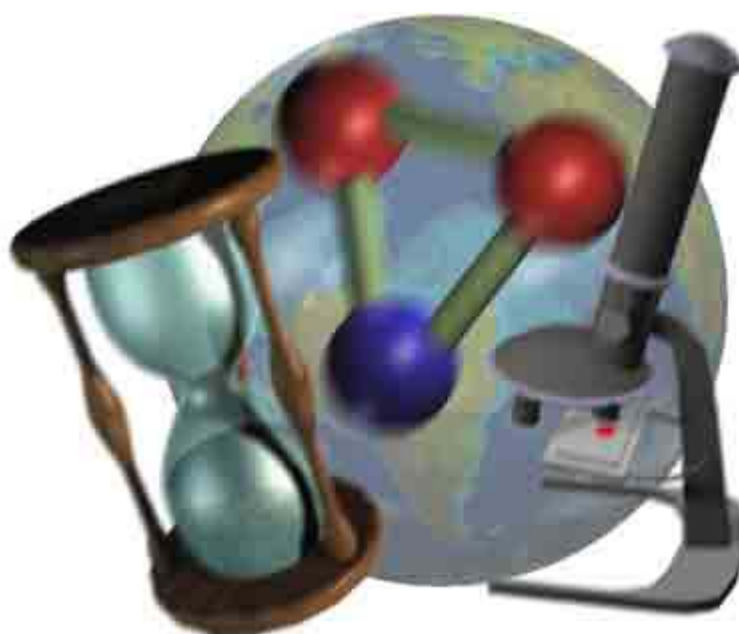
國立霧峰高級農工職業學校

作者姓名：

賴星文、李宗祐、何宇翔

指導老師：

廖繼意、張格乙



摘要：

量測是決定產品品質良否之重要因素，由於它不斷的進步，促使今日之產品更為精密、可靠。尤其現代工業係採大量生產的型態下，選用快速、簡便、低成本的量具是必然的趨勢。

本研究係採用數學理論計算出外徑和 V 型座之關係，再結合物理槓桿原理，得到適合之縮放比，使量測範圍得以擴大，最後由電子式量錶顯示值傳輸至單晶片計算器，計算處理為實際量測尺寸。

由於設計考慮簡單化、合理化，雖然在加工、檢測、組裝碰到許多困難，但皆能克服解決，除了一些在學校受限設備無法做到的，如 V 型座兩面銅鍍碳化鎢片並研磨，以增加接觸點硬度，降低磨耗等。但是設計上已針對目前普遍採用之量具缺點改進，如旋轉心軸螺桿速度慢，支承定位不準確，造成累積誤差等，尤其本作品要發展為自動化量測之可行性高，值得繼續深入探討。

壹 研究動機

在量測實習檢驗外徑中，我們發現下列幾個問題：

- (一) 游標卡尺雖然操作簡便，但構造不合乎阿貝原理，故只適合粗級加工之檢測。
- (二) 分厘卡雖然精度高，又合乎阿貝原理，但每支分厘卡測量範圍有限，只有 25 mm，如大小直徑差距大時須轉套筒很多圈，操作不便，速度慢和初學者容易造成沒有對正中心線，及測量壓力大小不同之人為誤差。

由以上之問題，使我們對外徑量測之研究產生興趣。

貳 研究目的

- (一) 使初學者便能快速正確的操作檢驗，沒有量測軸無對正中心及量測壓力大小誤差旋轉套筒速度慢之困擾。
- (二) 使單支量測範圍約 75 mm，相當於分厘卡要三支才能完成，使投資成本降低，且為量產之最佳量具。
- (三) 除外徑量測外，亦可簡單的作真圓度量測。
- (三) 擴充簡單，如結合單晶片及 L.V.D 可發展成數字直接顯示及電腦連線，作多點自動化檢測。

參 研究設備、材料：

(一) 設備：車床、銑床、磨床、CNC 機械、鑽床 . . . 等。

(二) 量具.儀器：

1. 游標卡尺、槓桿式量錶、塊規。

2. 精密高度規、光學投影比較儀、真圓度測試儀、表面粗度儀、圓筒直角規等。

(三) 材料：以機械科實習現有材料來設計。

(四) 標準零件：彈簧、直銷、固定螺釘、六角沉頭螺絲、電子式指示量錶。

(五) 其他附屬設備：單晶片數據處理器、印表機、轉換器。

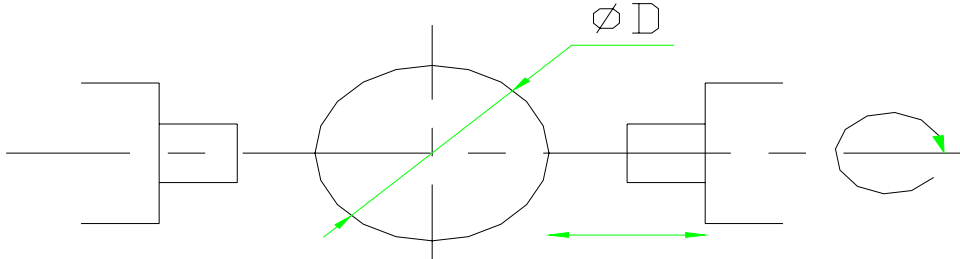
肆 研究過程：

- (一) 尋找問題：由各分組學生各提出一個問題來研究。
- (二) 評估確定要研究之問題：由各組提出之問題篩選出最有價值性者作深入研究。
- (三) 收集資料：1.相關之外徑量測方式及量具優缺點。
2.機械原理、機械加工、精密量測、機械材料等。
- (四) 草圖設計、檢討：1.根據三角幾何原理，槓桿原理找出直徑三點量測與顯示值之關係。
2.以簡單化、合理化為最高設計原則。
- (五) 分工製造、組裝、檢驗：以學校現有設備為主，務必嚴加管制每一流程。
- (六) 實例應用與功能測試：如外徑量測，真圓度檢測，找出缺點原因與探討。

伍 研究方法

(一) 外徑量測各種量具量測方法之優缺點：(三次元量測因造價高，保養費用高，且只適合在控溫室使用，故不列入探討範圍)

1. 外徑分厘卡量測：



(1)優點：↵.合乎阿貝定理，精度高。

↵.手持輕便，利於工作現場使用。

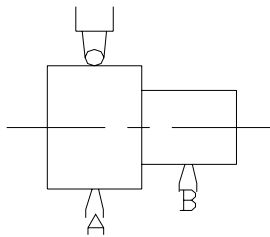
(2)缺點：↵.容易造成量測軸不通過工作物中心，形成量測誤差。

↵.易造成量測壓力大小不同之誤差。

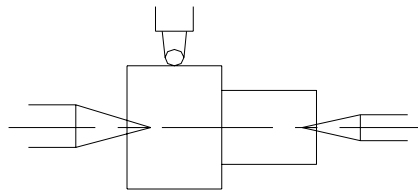
□.單支量測範圍只有 25 mm，採購成本高。

□.大小直徑差異大時，須旋轉手動套筒很多圈，造成量測不便，及量測速度慢。

1. 比較式外徑量測：(分一般量錶或電子式測頭)



圖(1)外周面支持方式



圖(2)兩頂心支持

(1)優點：↵. 操作簡單，適合生手測量。

↵. 適合量產量測。

□. 量測速度快

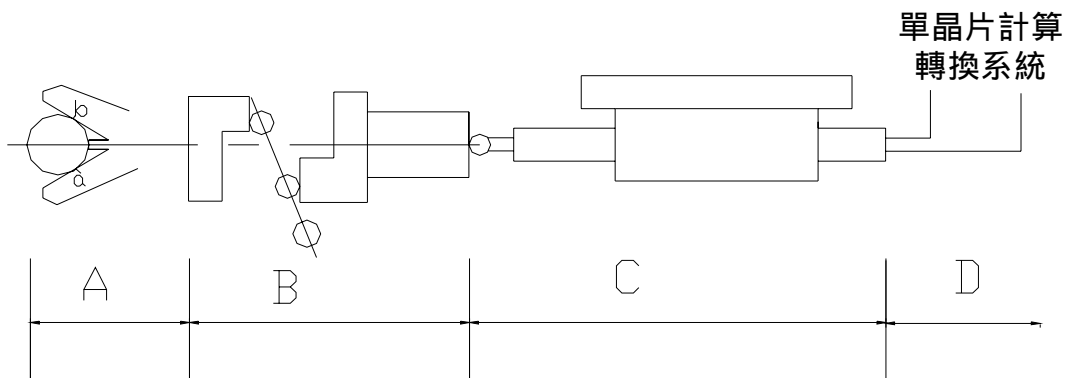
(2)缺點：↵. 每次量測前，須用標準件或塊規作歸零校正。

↵. 每次只能作單一尺寸量測。

□. 支持部分須精確，否則易造成累積誤差。

(二) 本作品構造原理示意圖說明：

1. 當欲量測之工件置放於測頭 a.b 位置時，中間量測桿便會因為工件直徑大小不同，作一定比例的伸縮。(A 部—測頭)
2. 為了使量測範圍加大，(因量錶感應有一定範圍)所以需將測量桿感應量縮小，即利用 B 部份之槓桿機構。



3. 經過 A.B 兩部份之尺寸感應量、縮小，再由 C 部份之電子式量錶接收顯示。
4. 電子式量錶接收顯示之尺寸，並非工件實際尺寸，需再經過單晶片計算轉換系統處理後，顯示出工件實際尺寸。(D 部份)

(三) 本作品零件總表

編號：L01

件號	名稱	規格	數量	備註
01	本體	ψ80×280	1	S30C 自製
02	直銷測頭(下)	ψ5×105	1	標準零件
03	銅襯套	ψ6×25	1	自製
04	彈簧座	ψ20×15	1	S30C 自製
05	彈簧(下)	壓縮彈簧	1	標準零件
06	銅襯套	ψ6×15	1	BC3 自製
07	外端滑塊	12t×24×42	1	S30C 自製
08	槓桿	10t×12×30	1	自製
09	內端滑塊	12t×24×40	1	S30C 自製
10	直銷	ψ8×50	1	標準零件
11	微調螺桿	M10 ×1.5	1	自製
12	微調螺帽	M10 ×1.5	1	自製
13	指示量錶	0.01~10mm	1	電子式標準零件
14	固定螺釘	M8 ×1.25	1	標準零件
15	銅襯套	ψ10 ×18	1	BC3 自製
16	六角沈頭螺絲	M4 ×0.7	4	標準零件
17	彈簧	壓縮彈簧	1	標準零件
18	固定螺釘	M6 ×1	1	標準零件
19	直銷	ψ4 ×10	2	標準零件
20	固定螺釘	M6 ×1	1	標準零件
21	封蓋	6t×32×158	1	S30C 自製
22	固定螺釘	M6X1	1	標準零件

(四) 量測頭原理：利用 V 型座三角幾何原理，得知 $\overline{AB}$ 和工件直徑大小成一定比例關係。

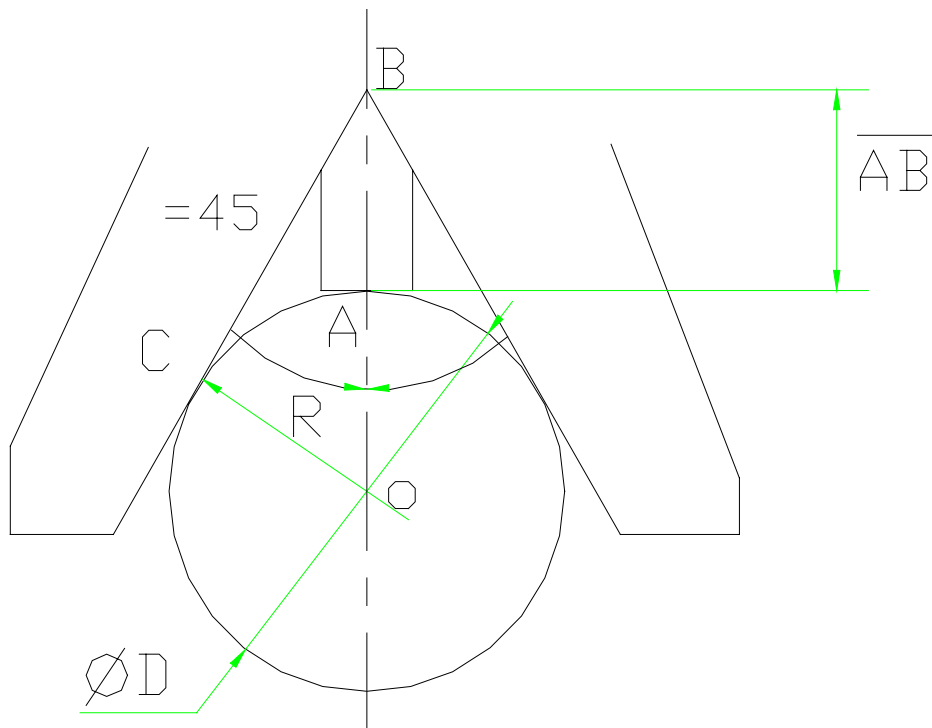
OBC 中

$$\frac{R}{OB} = \sin \alpha \Rightarrow OB = \frac{R}{\sin \alpha} = \sqrt{2}R \quad (\alpha = 45^\circ)$$

$$\overline{AB} = \overline{OB} - R = R(\sqrt{2} - 1) = 0.4142R = 0.2071 \phi D$$

[例]

ϕD	$\overline{AB}$
10	2.071
20	4.142
:	:
:	:
65	13.462
75	15.525
78	16.154



(五) 量測頭 V 型角度(90°)精密量測檢驗：

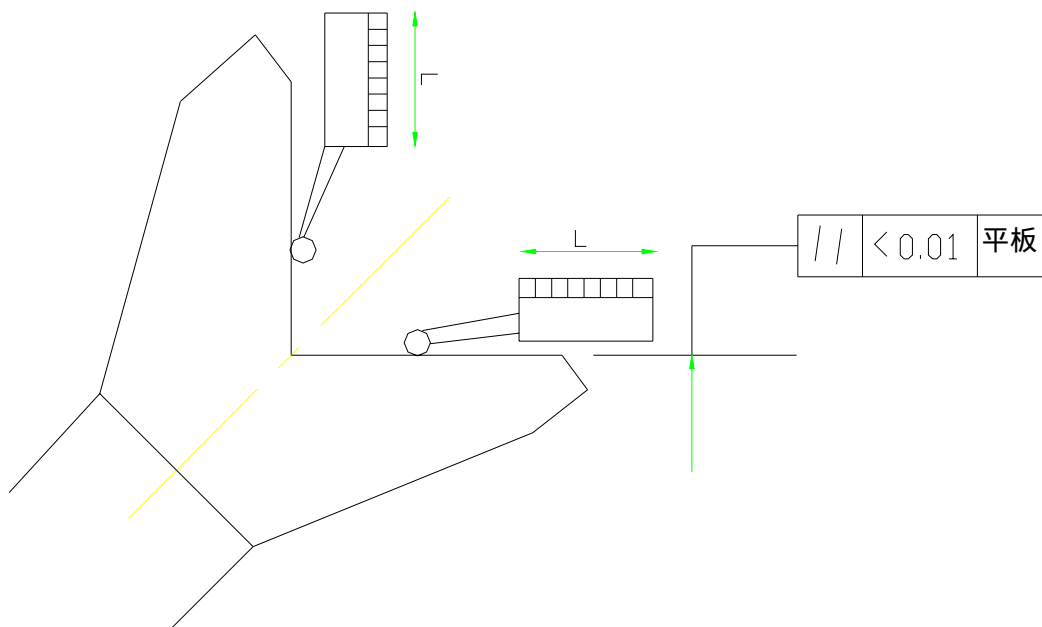
1.條件：

- (1)因本作品較長，且外部又無和 V 型角度有關之基準面，故無法採用傳統標準 V 型塊來檢驗 V 型角度。
- (2)本科較先進之量測角度設備有兩種，一為傳統式光學投影比較儀，但最小讀數單位為 $5'$ ，且明暗不明顯，易造成視覺誤差。二為電子式直讀光學投影比較儀，但在同樣條件下，量測三次得三種不同數據，足見其可靠性不是很好。
- (3)基於以上二種原因，我們採用以下之傳統量測方法

2.量測：

- 1.量測量具：(1)圓筒直角規(校正歸零用) (2)花崗岩平板
- (3)小虎鉗(工件固定用) (4)槓桿式量表 (5)精密高度規

2.圖解說明：

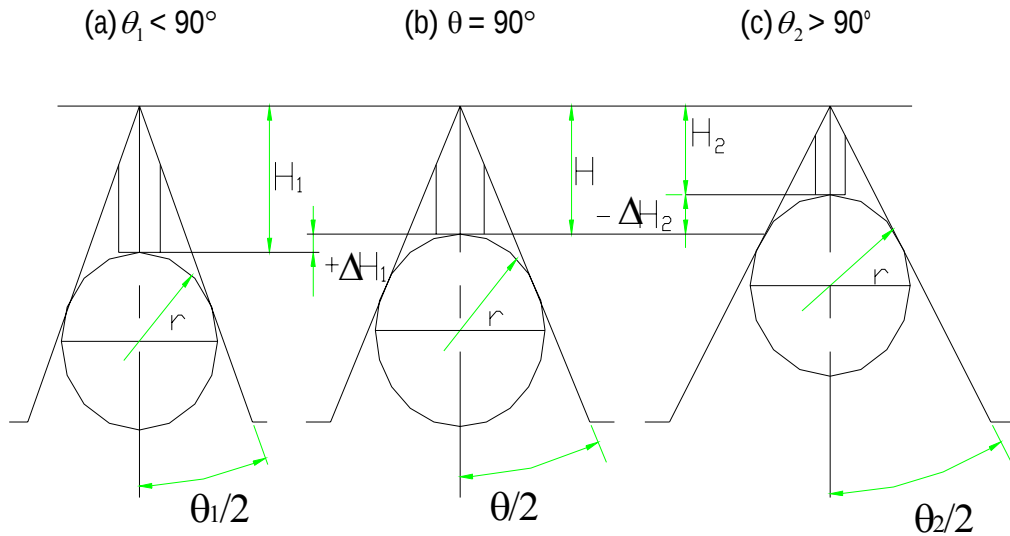


L—表示量表移動距離

X—表示量表垂直方向移動之變動量

(六) 量測頭 V 型角度偏差和感測點位移偏差(H)之關係：

下圖為 $\theta_1 < 90^\circ, \theta_2 > 90^\circ$ 與標準值 $\theta = 90^\circ$ 之 H 關係圖示：



1. 條件：(a) $\theta_1 < 90^\circ$ (b) $\theta = 90^\circ$ (標準值) (C) $H_1 = H + \Delta H$

$$(1) \sin \frac{\theta}{2} = \frac{r}{r+H} = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \sin \frac{\theta_1}{2} = \frac{r}{r+H+\Delta H_1}$$

$$(2) \cos \frac{\theta}{2} = \frac{\sqrt{(r+H)^2 - r^2}}{r+H} = \frac{\sqrt{2rH + H^2}}{r+H} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos \frac{\theta_1}{2} = \frac{\sqrt{(r+H+\Delta H_1)^2 - r^2}}{r+H+\Delta H_1} = \frac{\sqrt{H^2 + \Delta H_1^2 + 2rH + 2r\Delta H_1 + 2H\Delta H_1}}{r+H+\Delta H_1}$$

$$\sin \frac{\Delta \theta}{2} = \sin \left(\frac{\theta}{2} - \frac{\theta_1}{2} \right) = \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta_1}{2} - \cos \frac{\theta}{2} \sin \frac{\theta_1}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{\sqrt{H^2 + \Delta H_1^2 + 2rH + 2r\Delta H_1 + 2H\Delta H_1}}{r+H+\Delta H_1} - \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{r}{r+H+\Delta H}$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{r+H+\Delta H_1} \left(\sqrt{H^2 + \Delta H_1^2 + 2rH + 2r\Delta H_1 + 2H\Delta H_1} - r \right) \dots$$

(6-1)

θ 非常小，故 $\sqrt{\quad}$ 內之 ΔH_1^2 不予考慮 $\theta_2 > 90^\circ$ 同理可導出計算公式

2. 條件： (1) $\theta_2 > 90^\circ$ (2) $\theta=90^\circ$ (3) $H_2=H - \Delta H_2$

$$(1) \sin \frac{\theta}{2} = \frac{r}{r+H} = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \sin \frac{\theta_2}{2} = \frac{r}{r+H-\Delta H_2}$$

$$(2) \cos \frac{\theta}{2} = \frac{\sqrt{(r+H)^2 - r^2}}{r+H} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos \frac{\theta_2}{2} = \frac{\sqrt{(r+H-\Delta H_2)^2 - r^2}}{r+H-\Delta H_2} = \frac{\sqrt{H^2 + \Delta H_2^2 + 2rH - 2r\Delta H_2 - 2H\Delta H_2}}{r+H-\Delta H_2}$$

$$\begin{aligned} \sin \frac{\Delta \theta}{2} &= \sin \left(\frac{\theta_2}{2} - \frac{\theta}{2} \right) \\ &= \sin \frac{\theta_2}{2} \cos \frac{\theta}{2} - \cos \frac{\theta_2}{2} \sin \frac{\theta}{2} \quad (\theta/2=45^\circ) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{r}{r+H-\Delta H_2} - \frac{\sqrt{H^2 + \Delta H_2^2 + 2rH - 2r\Delta H_2 - 2H\Delta H_2}}{r+H-\Delta H_2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \\ &= \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{r+H-\Delta H_2} \left(r - \sqrt{H^2 + \Delta H_2^2 + 2rH - 2r\Delta H_2 - 2H\Delta H_2} \right) \end{aligned}$$

$$2 \times \sin \frac{\Delta \theta}{2} \times (r+H-\Delta H_2) = \sqrt{2} (r - \sqrt{H^2 + 2rH - 2r\Delta H_2 - 2H\Delta H_2})$$

$$2 \sin \frac{\Delta \theta}{2} \times \Delta H_2 = 2 \sin \frac{\Delta \theta}{2} (r+H) - \sqrt{2} (r - \sqrt{H^2 + 2rH - 2r\Delta H_2 - 2H\Delta H_2})$$

$$\Delta H_2 = r+H - \frac{\sqrt{2} (r - \sqrt{H^2 + 2rH - 2\Delta H_2 (r+H)})}{2 \sin \frac{\Delta \theta}{2}} \dots\dots\dots [6-2]$$

θ 可由量測得知

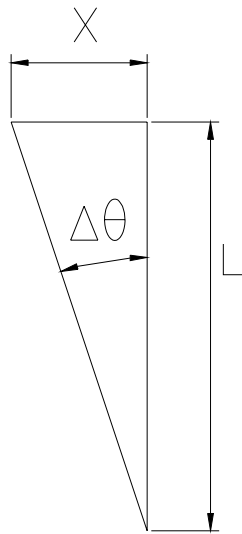
r 可由欲量測直徑大小決定

H 則由 r 值計算得出

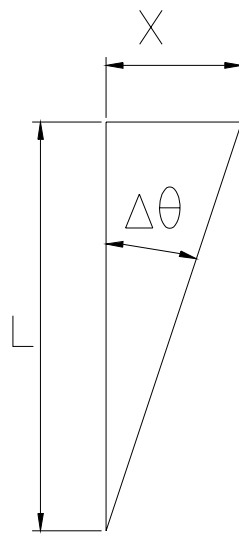
θ 及 H 代入以上公式，即可求出 H_2 之誤差值。

3.角度誤差計算(θ) :

(1)角度過小($< 90^\circ$)



(2)角度過大($> 90^\circ$)



$$\tan \theta = X/L$$

$$\theta = \tan^{-1} X/L$$

$$\tan \theta = X/L$$

$$\theta = \tan^{-1} X/L$$

(1)本作品 V 型角度實際誤差 :

由實際測量本作品屬於以上第 2 種情形($>90^\circ$)

$$X=0.015 \quad L=40$$

$$\tan \theta = 0.015/40$$

$$\theta = \tan^{-1} 0.015/40 = 0.02418^\circ$$

(2) θ 對整體誤差之影響 :

將求出之 θ 代入($>90^\circ$)之公式

需兩種以上之不同尺寸代入公式求出 H_2 再作比較。

(七) 槓桿機構之誤差探討：

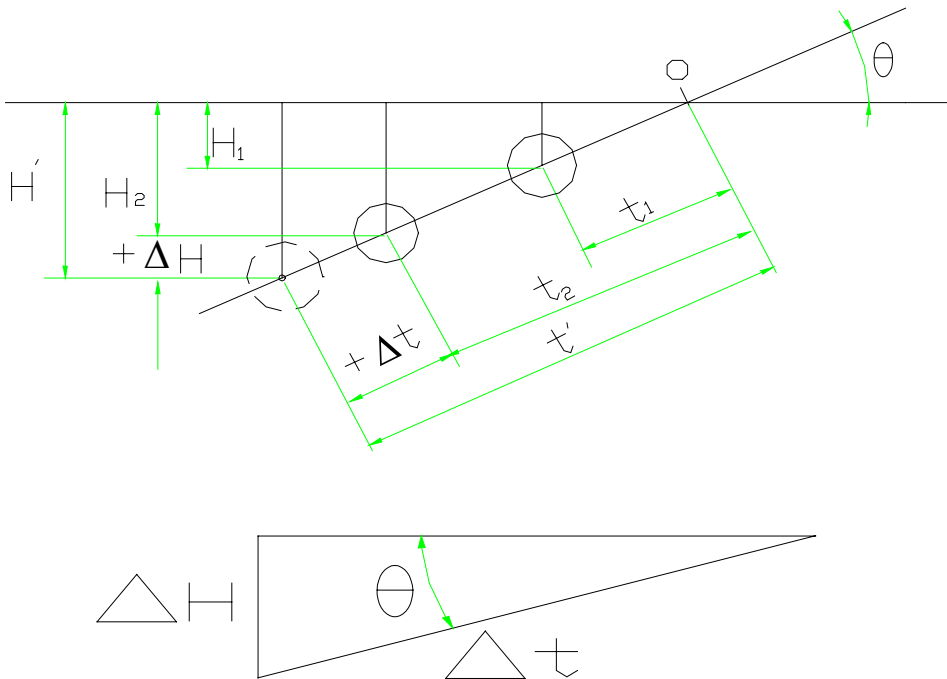
1. 槓桿機構孔中心位置之誤差量與整體系統量測值誤差量之關係。

(1) 孔中心位置偏差 T 與位移之誤差 H 關係

$$\text{由 } \frac{H_1}{t_1} = \frac{H_2}{t_2} = \frac{H'}{t'} \quad \text{及 } \theta t_2 = 2.071 t_1, \quad H_2 = 2.071 H_1$$

若孔有偏差，則 $t' = t_2 \pm \Delta t$ $H' = H_2 \pm \Delta H$

$$\text{則 } \frac{H_1}{t_1} = \frac{H_2 \pm \Delta H}{t_2 \pm \Delta t}$$



$$\Delta H = \Delta t \sin \theta = (t' - t_2) \sin \theta \quad (7-1)$$

θ 越大則 H 越大 (即量測直徑越大 H 越大)

$$(2) \text{ 本機構實際量測值 } t_1 = 7.99 \text{ mm} \Rightarrow t_2 = 16.547 (\text{標準值})$$

$$t_2' = 16.56 (\text{量測值}) \Rightarrow \Delta t = t_2' - t_2$$

$$\text{則 } t = 16.56 - 16.547 = +0.013 (\text{mm})$$

由 7-1 知 θ 越大則 H 越大

即量測直徑越大則 H 越大 $\Rightarrow \phi D = 78 \quad H_2 = 8.077$ (固定值)

$$\frac{H_1}{7.99} = \frac{8.077}{16.547} \Rightarrow H_1 (\text{標準值}) = 3.90 (\text{mm})$$

$$\frac{H_1}{7.99} = \frac{8.077}{16.56} \Rightarrow H_1' (\text{實際值}) = 3.897 \text{ (mm)}$$

本機構最大誤差值為 $H = 3.897 - 3.90 = -0.003 \text{ (mm)}$

- (3) 以上求出之誤差值是針對第一次構想設計才有影響，對現今完成之作品已無影響，因為現有之設計採用實際量測之比例值傳輸至單晶片處理器計算。

2. 本作品 V 型座 θ 誤差值與 H_2 誤差值計算：

- (1) 條件： $\tan^{-1} 0.015/40 = 0.02148^\circ = 1.28905'$

$$\theta/2 = 0.01074 \quad \sin \frac{\Delta\theta}{2} = 1.8744 \times 10^{-4} \quad H = 4.96593$$

$$2rH = 119.13266 \quad D = 23.99 \text{ mm} \quad r = 11.995 \text{ mm}$$

$$H+r = 16.96093 \quad H^2 = 24.66048$$

- (2) 計算：

$$\text{代入公式(6-2)} \quad H_2 = r + H - \frac{\sqrt{2} \left[r - \sqrt{H^2 + 2rH - 2\Delta H_2(r + H)} \right]}{2 \sin \frac{\Delta\theta}{2}}$$

$$H_2 = 16.96093 - 45250.45348 + \frac{\sqrt{287.58624 - 67.8437 \times \Delta H_2}}{2 \times 1.8744 \times 10^{-4}}$$

$$45233.49 + H_2 = \frac{\sqrt{287.58624 - 67.8437 \times \Delta H_2}}{2 \times 1.8744 \times 10^{-4}}$$

$$2046068733 + 90466.98 H_2 + \Delta H_2^2 = \frac{287.586 - 67.844 \times \Delta H_2}{14.0535 \times 10^{-8}}$$

$\ominus \Delta H_2$ 很小 $\therefore \Delta H_2^2$ 可不必計算

$$2046068733 + 90466.98 H_2 = 2046365674 - 482755185.5 H_2$$

$$482845652.5 H_2 = 296941, \quad H_2 = 6.15 \times 10^{-4} \text{ mm} \\ = 0.000615 \text{ mm} = 0.615 \mu (\text{為負值})$$

- (3) 結果：

$$(\text{ㄅ}) \quad H_2 \text{ 之值經過縮放(槓桿機構)} = \frac{1}{2.0726} \text{ 在經過計算器放大}$$

$$10.02 \text{ 倍則其對尺寸之實際最大誤差值為 } 0.000615 \times \frac{1}{2.0726} \times$$

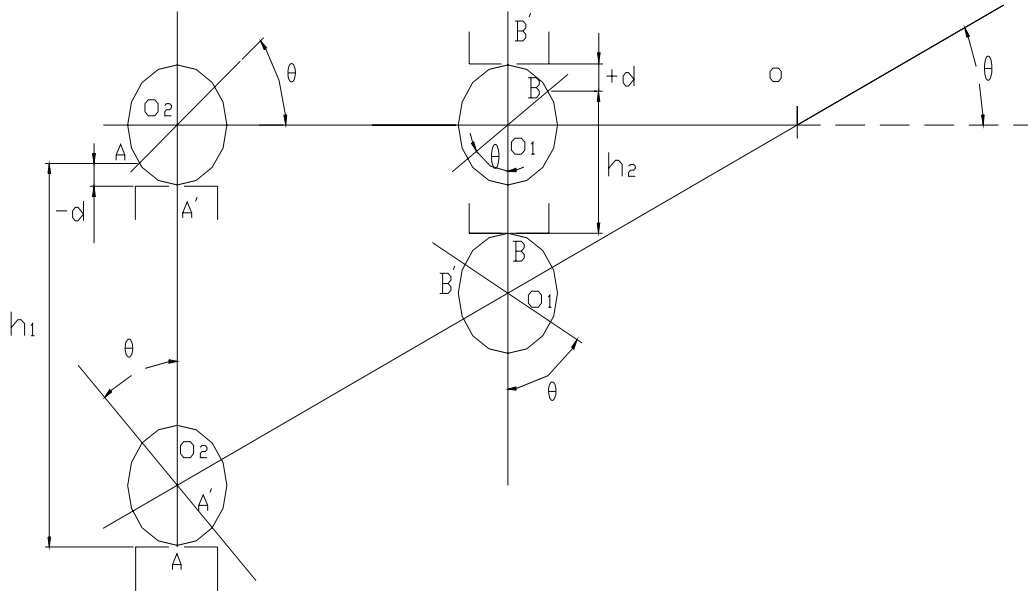
$$10.02 = 2.937 \times 10^{-3} \text{ mm } 0.003 \text{ mm 或 } 3 \mu$$

- (ㄆ) 本作品由 H_2 影響之誤差最大僅為 3μ ，故本作品之精度受 V 形座誤差影響不大，反而受限於量錶顯示至百分位影響最大。如小數第 3 位為 3 則其影響尺寸為 $0.003 \times 10.02 = 0.03006 \text{ mm}$

3. 槓桿機構迴轉角度後，接觸點變化之誤差分析：

h_1 - O_2 迴轉 θ 角後，下感測桿實際應感應之位移量。

h_2 - O_1 旋轉 θ 角度，上感測桿實際應感應之位移量。



實際感測位移誤差：

O_2 感測誤差： $-d$

O_1 感測誤差： $+d$

整體之誤差量 = $(+d) + (-d) = 0$

即感應點變化造成之誤差，由於上下感測之誤差正負關係，互相抵消，故本作品無此誤差之顧慮。

(八) 單晶片數據處理系統

1. TMUX-10 轉換器功能簡介

TMUX-10 轉換器主要功能是接收數位量具輸出的信號,轉換後並經由 RS-232C 介面傳送至外部電腦,並由電腦將結果計算出來,而本次我們則將轉換結果連接至單晶片處理,主要考量是因為我們進行量測時旁邊不可能隨時隨地都有電腦可以連線,再者由於單晶片控制電路體積很小容易攜帶。

(1) RS-232 傳輸之速率設定

TMUX-10 轉換器內 RS-232 傳輸之速率有 300、600、1200、2400、4800、9600 等幾種規格的 BPS,在此我們配合單晶片採用 9600 BPS。

(2) TMUX-10 轉換器傳至電腦的資料格式

A. 接收量具資料正確時則輸出至電腦之資料格式：

D1、D2、D3、D4、D5、D6、D7、D8、D9、D10、D11、D12、D13(共 13 位元組)

D1: 資料格式碼 "O" D2: 通道號碼 "1 ~ 3"

D3: 測量項碼 "A" D5 ~ D12: 浮點數值

D13: 結束碼 [CR] 或稱 [RETURN]

例如: CH3 上量具顯示 <1.2345>, 則輸出至電腦之資料串為:

<03A+001.2345[CR]>

B. 接收量具資料錯誤時輸出至電腦之資料格式:

D1,D2,D3,D4(共 4 位元組)

D1: 錯誤資料格式碼 "9" D2: 通道號碼 "1 ~ 3"

D3: 資料錯誤種類碼 "1 或 2"

1:表示量具資料未輸入至 TMUX-10

2:表示量具資料格式不正確

2. 電腦通訊的基本概念

(1). 電腦與週邊裝置或另一個 CPU 之間進行資料傳輸有兩種方式,分別是並列式傳輸及串列式傳輸。何謂並列式傳輸,所謂並列式傳輸,就是在同一時間內兩個裝置之間進行 2Bits 以上的資料傳輸,此種傳輸必須每一個 Bit 必須使用一條傳輸線,例如 8 位元就必須要有 8 條傳輸線,而串列式傳輸則緊僅須要發射及接收等兩條線。表 (8-1) 就是並列式及串列式傳輸間的比較。

(2). 一個 CPU 與週邊裝置或另一個 CPU 之間進行資料傳輸有兩種方式:並列式傳輸:同一時間內兩裝置之間進行 2bits 以上資料傳輸。串列式傳輸:利用分時的方式,再次傳輸一個 bit 資料。串列式、

並列式，優缺點比較：

傳 輸 方 式	優 點	缺 點
並 列 式	資料傳送速度快， 資料流量大	必須有很多條傳輸線， 易受到干擾，造成傳輸 資料不正確
串 列 式	傳送資料速度慢	適合遠距離傳輸,容易防止 雜訊干擾，在 PC 上 RS-232 串列傳輸是一個標準配備

表 (8-1)

(3). 傳送端(Transmitter)與接收端之間通訊協定的問題

本研究我們採用非同步式串列界面(Universal Asynchronous Receiver Transmitter，簡稱 UART) 的傳輸方式，這種通訊方式就是例如傳送 8 個資料位元則必須在之前加上一個起始位元(Start Bit)，並在之後加上一個停止位元(Stop Bit)，圖 8-2 是 UART 式的串列傳輸的示意圖。

UART 串列傳輸表示圖：



圖 8-2

(4). UART 串列傳輸速率的探討

串列傳輸的速度通常是以每秒傳輸幾個 Bit 的方式來衡量，一般稱為鮑率(BaudRate)，目前在市面上 UART 常使用的鮑率有 1200、2400、4800、9600 及 19200 等。兩個裝置在進行串列傳輸時，必須自行決定使用那一種鮑率進行資料傳輸，只要兩個裝置的鮑率一致即可，UART 並沒有規定一定要使用多少的鮑率。

MCS_51 的串列埠是一組全雙工的 UART，使用 P3.0 腳作為串列傳輸的接收端(RXD)，P3.1 腳作為串列傳輸的輸出端(TXD)。MCS-51 利用 SFR 中的串列埠緩衝器(Serial Buffer，簡稱 SBUF)執行串列傳輸的工作。當一切的設定工作完成之後，存入一筆資料到 SBUF 就會引發資料傳送的動作；而從串列埠接收到一筆資料後，也會存放在 SBUF 內以供後續的處理。雖然資料的傳輸與接收都使用 SBUF，但是在 MCS_51 內部的結構中，接收資料與傳送資料實際使用的暫存器並不是同一個。

下面程式代表將資料發射亦即資料透過 UART 的 TXD 傳出去

```
MOV    SBUF,A
```

下面程式代表透過 UART 的 RXD 將外部資料接收進來

```
MOV    A,SBUF
```

(5).UART 的驅動程式

在使用 8051 的 UART 之前必須完成下列的設定：

(ㄅ).設定 UART 的工作模式。

(ㄆ).傳送 設定 UART 的傳送速率亦即鮑率。

下面程式是在使用 8051 的 UART 之前必須完成的設定

```
MOV    SCON,#01010000B ;設定 UART 為 MODE 1
```

```
MOV    TMOD,#00100000B ;設定 計時器 1 為 MODE 2
```

```
MOV    TH1,#FDH          ;因為我門使用 11.0592M Hz  
                          ;的震盪晶體，鮑率 為 9600 BPS
```

```
SETB   TR1               ;啟動計時器 1 以便串列傳輸
```

記憶體的使用

(6).AT89S8252 記憶體簡介

AT89S8252 單晶片是 ATMEL 公司所製造的，其程式的書寫和一般 MCS51 一樣，只是其記憶體為 8K 的程式記憶體，256Bytes 的資料記憶體(RAM)，和 2K 的 EEPROM。因此，本研究記憶體的運用如下：

8K 程式記憶體 ----- 書寫運算及儲存資料的程式。

256 Bytes 的資料記憶體(RAM) ---- 程式運算時的暫存器。

2K Bytes EEPROM ----- 儲存運算結果資料。

(7).有效規劃使用的暫存器(RAM)

本研究係將外徑量測值透過 TMUX-10 轉換器將量測值輸出的信號傳送至單晶片進行運算並且將運算值紀錄下來，因此我們必須運用單晶片的 RAM 進行資料運算，因此，暫存器是否有效的規劃便影響整個運算過程，進而影響到程式的書寫，以及運算的結果，以下是本研究

程式中部分重要的暫存器規劃情形儲存本研究所使用的倍率值,在此為 10.02 使用的四個暫存器分別為 23H 22H 21H 20H Mitutoyo 量錶的值為整數兩位,小數兩位,因此使用的四個暫存器分別為 27H 26H 25H 24H 運算結果為 兩個整數兩位,小數兩位的資料相乘,因此造成的結果整數四位,小數四位,因此使用的八個暫存器分別為 37H 36H 35H 34H 33H 32H 31H 30H

(8).EEPROM 的規劃與使用

AT89S8252 共有 2K Bytes 的 EEPROM,我們將利用這些 EEPROM 來儲存這些量測的結果,以本研究而言每一次量四個外徑,每一個外徑計算結果值若為整數四位,小數四位而言,我們使用四個 Bytes 便能將結果儲存,因此我們將可規劃儲存四百多個量測值。

(9).AT89S8252 EEPROM 的讀寫作用必須透過 WMCON 的暫存器下面是有關 EEPROM 進行讀取動作時的程式設定

```
ORL    WMCON,#00001000B
MOV    DPH,EEPROM_Hi_addr
MOV    DPL,EEPROM_Lo_addr
MOVX   A,@DPTR
XRL    WMCON,#00001000B
```

下面是有關 EEPROM 進行寫入動作時的程式設定

```
ORL    WMCON,#00001000B
ORL    WMCON,#00010000B
MOV    DPH,EEPROM_Hi_addr
MOV    DPL,EEPROM_Lo_addr
MOVX   @DPTR,A
ACALL  DELAY
XRL    WMCON,#00010000B
XRL    WMCON,#00001000B
```

陸 結果：

1. 實際量測比較與分析

A. 本作品

本作品與分厘卡量測操作速度比較表： B. 分厘卡 MA01

尺寸 次量 數具		ψ 77.95		ψ 51.99		ψ 43.99		ψ 23.75		時間 合計	量 測 者
		尺寸	時間	尺寸	時間	尺寸	時間	尺寸	時間		
1	A	77.955	5	52.003	5	43.988	6	23.747	7	23	作 者 OP01
	B	77.95	24	51.99	20	43.99	18	23.75	12	74	
2	A	77.955	4	52.003	5	43.988	5	23.747	6	21	作 者
	B	77.95	21	51.995	25	44	17	23.755	10	72	
3	A	77.955	4	52.003	4	43.988	4	23.747	6	18	作 者
	B	77.95	26	51.99	20	43.99	13	23.75	10	69	
說明 與 分析	(一) 說明					(二) 分析					
	1.本作品 (1)以上尺寸只要一支即可量測 (2)量測時找最小尺寸 (3)由標準圓棒作歸零校正 2.分厘卡 (1)以上尺寸，需準備 0~25、 25~50、50~75、75~100 共四支分厘卡 (2)量測時須注意砧面是否通 過中心線、量測壓力，眼 睛視線需垂直刻度線之面 (3)由塊規作歸零校正					1.尺寸量測值在同一個人量測 時都算穩定 2.時間=A(本作品)=20.7 秒 (平均值) B(分厘卡)=71.7 秒 A < B B/A=71.7/20.7=3.46 (本作品速度快 3.46 倍) 3.如隨機取分厘卡量測，如砧面 距離遠大於要量之尺寸，則旋 轉套筒所花時間更長，本作品 無此顧慮。					
備 註	1.時間單位：秒 2.分厘卡量測是以該尺寸加 1mm 開始量測計算										

柒 結果：

2. 實際量測比較與分析

A. 本作品

本作品與分厘卡量測操作速度比較表： B. 分厘卡 MA02

尺寸 次量 數具		ψ 77.95		ψ 51.99		ψ 43.99		ψ 23.75		時間 合計	量 測 者
		尺寸	時間	尺寸	時間	尺寸	時間	尺寸	時間		
1	A	77.955	4	52.003	4	43.988	4	23.747	6	18	作 者 OP01
	B	77.95	18	51.99	14	43.995	11	23.75	12	55	
2	A	77.955	3	52.003	4	43.988	3	23.747	6	16	作 者
	B	77.95	17	51.99	16	43.99	13	23.745	10	56	
3	A	77.955	3	52.003	3	43.988	2	23.747	5	13	作 者
	B	77.95	13	51.995	12	43.99	13	23.745	10	48	
說明 與 分析	(一) 說明										
	(二) 分析										
備 註	1.時間單位：秒										

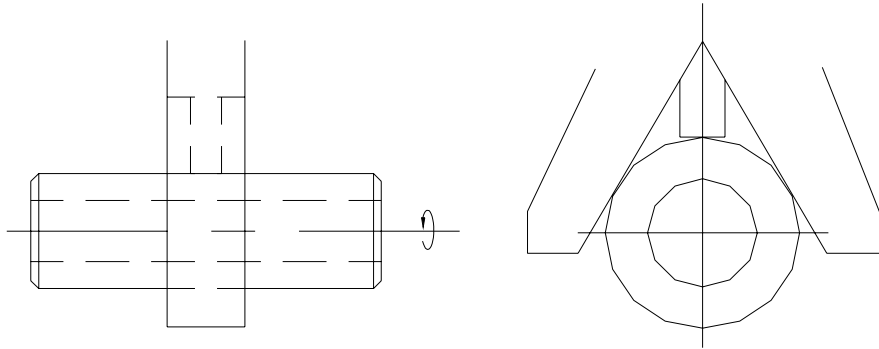
2. 功能比較：

(因為三次元之量測只適合在控溫溼度品管室內量測，電子比測儀只適合量產之特定單一尺寸之量測，故不作比較)

量具 次目	本研究	分厘卡
A.尺寸功能範圍	每隔 75mm 一支選購成本低。	每隔 25mm 一支選購成本較貴
B.量測最小讀數	0.01 mm	0.01mm
C.操作簡易度	1. 不用推或旋轉只要 V 型靠上工件即可量測、操作簡單。 2. 單手即可操作。	1. 操作速度慢，且麻煩遇到大小直徑之工件須旋轉好幾圈。 2. 對大工件，需兩手操作才能穩定。
D.誤差率	1. 合乎阿貝原理。 2. 量測點容易對正工件中心，故不容易造成量測誤差。	生手不容易對正工件中心量測，及旋轉壓力大小困擾，故容易造成人為誤差。
E.發展性	由於容易對正工件中心，及在工件之單測作量測，故容易發展為自動化量測。	無左項之條件，故不容易發展為自動化量測。

3.其他應用功能比較：

- (1) 真圓度量測：作品以工件在 V 形座內旋轉一圈，讀出量錶左右偏擺位移量，即半徑法真圓度。 如圖(3)



圖(3)真圓度量測

- (ㄅ)本作品適合工作現場作量測較為方便，而真圓度測試儀則只適合在控制溫度.溼度.防塵之品管室內作檢驗。
- (ㄆ)分厘卡量測時，因工作物無法旋轉，只能選擇性選幾點量測，故誤差會較大，選擇太多點很費時間。還有砧面太大，量測值可靠性差。

捌 討論：

- (1)本作品特別針對外徑分厘卡之缺點改進，雖然只限於外徑量測，但也有它特殊的價值性，就像有了內徑分離卡，但同時也有缸徑規存在的必要，尤其在現場作量產件量測。
- (2)量測頭工作接觸點，改用焊接碳化鎢片，可增加耐磨耗性，在學校因設備加工問題只好作罷。
- (3)學校非專業生產商，針對要求高精度量具之研製，確實有相當的困難，但我們所表達出的物理，數學原理觀念是正確的。
- (4)依目前完成的第一件成品，只要我們再用心投入，未來仍有很大的發展空間，如自動化量測。
- (5)本體改用輕質材料，如鋁鎂合金即可改善目前重量問題。
- (6)本作品用於量測外徑，確實比常用之外徑分厘卡簡便多了，尤其用再大量生產之零件或在車床、磨床上面作量測，更能發揮其簡便之性能。
- (7)通訊問題是本創作研究的主要問題，諸如單晶片的使用振盪頻率鮑率等參數設定不正確，則 PC 與 8051 將無法正常，甚至無法通訊。
- (8)在暫存器的規劃應考慮其一貫性，否則造成撰寫程式的困難性甚至造成暫存器重複使用而資料被覆蓋的錯誤。
- (9)有關 EEPROM 的讀取與寫入，應注意時序 (Timing) 的問題，否則會造成讀寫資料錯誤。

玖 結論：

- 1.量具是屬於高精密之儀器，但在學校現有之設備及有限之檢測儀器，製作量具確實是一種高難度工作，尤其本作研究品又有放大之裝置，難度更高，所以只能小心嚴謹的作好每一個步驟，把誤差值盡量降到最低。
- 2.本研究改變一般傳統量測的方式，並達到量測範圍大、快速、簡便之功用，且量測時，不需考慮工件之支持定位準確否？如能再將單晶片計算器縮小和本體連為一體更好。
- 3.因時間緊迫無法再作外徑自動化量測，更進一步了解量測壓力、震動與精度之影響及控制。
- 4.為方便研究之考慮，故以學校設備材料為主，如能在考慮材料選擇及熱處理加工，電子式量錶改能顯示至千分位等則效果一定更好。
- 5.最後感謝老師不辭辛勞的指導，才有今天的成果。

參考資料：

- | | | |
|------------------------------|-------------------|--------------|
| 1. 機工精密量測學 | 謝文隆編 | 三文出版社 |
| 2. 機械設計便覽 | 張兆豐編 | 臺隆書局 |
| 3. 精密加工百科 | 臺灣三豐儀器股份有限公司 | |
| 4. 機械與精密儀器工程之度量及校正 | 顏正雄 | 徐氏基金會 |
| 5. 公差與配合 | 周芳世
周惠文 | 徐氏基金會 |
| 6. 機件原理 | 李榮華 | 龍騰文化出版 |
| 7. 機械製造 | 廖文龍
黃芳謙
王猷彰 | 龍騰文化出版 |
| 8. 8051 單晶片設計實務 | 楊明豐 | 碁峰書局 |
| 9. Visual Basic 微電腦 I/O 控制實務 | 郭盈顯 | 知行 |
| 10. 廣義的雙線性轉換應用 | 張格乙 | 國立台灣工業技術學院 |
| 11. 於數位控制器的應用 | | 碩士學位論文(民 77) |

實物測試



評語：

1. 充分結合 V 型測頭之幾合性質，槓桿機構、電子式量表、及用以計算實際外徑尺寸之單晶片而得之快速外徑量測工具深具創新價值及實用效能。
2. 設計過程中充分發揮三角幾何學數學運算式之推導能力，有效建立本量測工具之正確理論基礎。
3. 有效發揮機電整合技術，設計並製作出電子與機械兼具之混合式量測工具，充分吻合機械科之教學發展方向。