

Derby 三次元中文操作手冊

1. 何謂 CMM(Coordinate Measuring Machine)三次元量床及基本概念:

我們用座標系統的變化，來描述三次元量測機台的位移量。座標系統是由一位法國的哲學家兼數學家，笛卡爾 René Descartes 在西元 1600 年代早期所發明。讓我們知道一個工件上，三 D 幾何的元素跟元素之間的位置相關性。

簡單地說，三次元座標系統就像是一個立體的地圖，地圖的上緣由左到又標示著 A、B、C、D.....等區分，地圖的左緣由上到下標示著 1、2、3、4.....等區分再加上海拔高度的標示，這字母/數字/高度的結合就稱作為三座標，相對於此立體地圖來說，此三座標的結合就能清楚地在此圖上顯示出所代表的位置點。

再舉例說明，在一個有大樓及街道的立體地圖，從火車站 train station (你的起點)要徒步走到飯店 Ritz Hotel(終點位置)，你先沿著 ELM 街走，經過兩個街口走到 Maple 路右轉，在直走經過四個路口走到 Oak 路交叉口，走進大樓上三樓飯店位置。再下圖中我們也可以用座標 4-E-3 來表示位置，這就是相當於三次元量床上用 X、Y、Z 三軸座標來表示位置。在地圖上，此座標位置是獨一無二且非常清楚的。

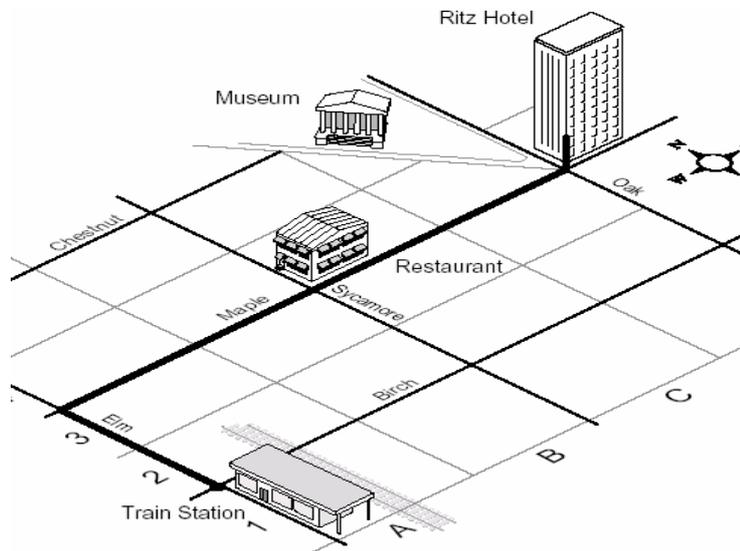


Figure 1

鑫禾興業有限公司
GOLDEN-HOPE ENTERPRISE CO., LTD.



台中市 401 自由路四段 323 號 4F
4F #323, Sec. 4, Tsu-Yu Road, Taichung City 401, Taiwan
TEL: 886-4-22132796 FAX: 886-4-22130958
E-mail: covina.g1234@msa.hinet.net

三次元量床(CMM)的作動原理，跟用手指搜尋地圖座標的原理很神似，三個軸向形成量床的座標系統。用手指來追蹤地圖位置就像是量床用測頭來量測工件位置點一樣，每一個量測點在工件的座標上都是獨一無二的位置，所以三次元量床就是結合這些量測的點來形成工件的幾何元素，且每一元素都代表著在工件上的每一個相關位置。

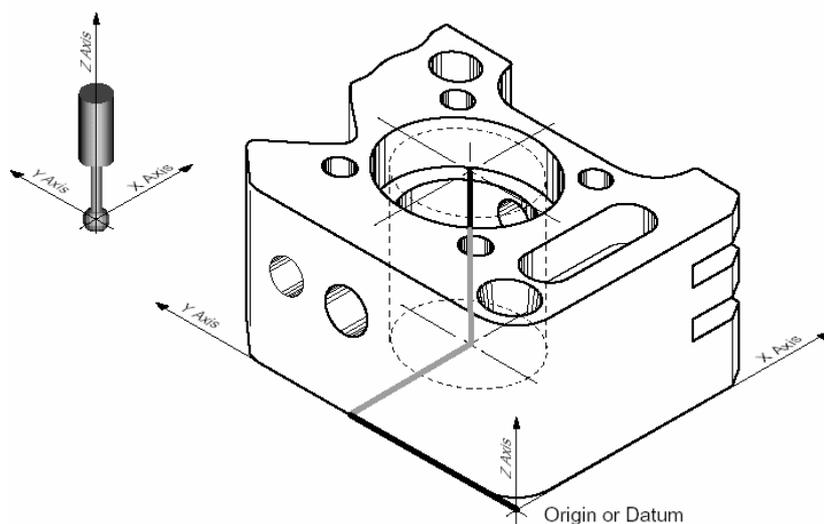


Figure 2

A. 機台座標系統:

在量床的量測領域裡有兩種座標系統，第一種稱作為機台原始座標系統，如下圖所示：X、Y及Z軸機台三軸移動的方向。當我們從量床的正面來看，X軸就是從機台的左邊到右邊這個軸向、Y軸就是從機台的前後這個軸向、Z軸就是上下這個軸向，每一個軸向都和另外兩個軸向呈垂直的方向。

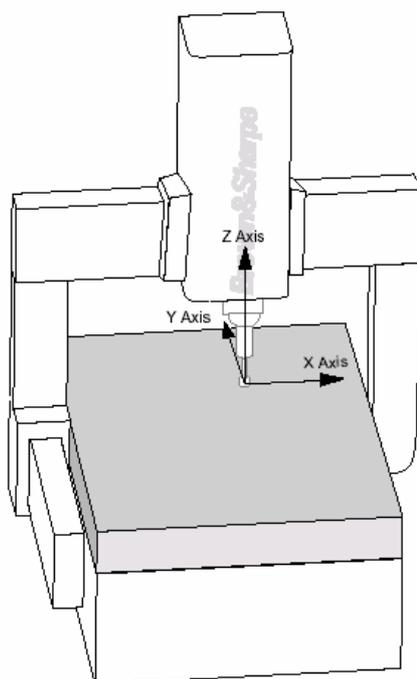


Figure 3

B. 工件座標系統:

第二個座標系統稱為**工件座標系統**，三軸軸向是根據工件的基準面或是幾何元素而定的。如果我們不用軟體來定義**工件座標系統**，並且給予補正軸向，那麼我們就要用手將工件的基準軸調整的完全的平行跟垂直，才有辦法量測，而且量測出來的數值也不一定準確。如果工件的形狀是奇形怪狀的，要將工件微調至跟機台完全平行可能會浪費很長的時間，甚至是沒有辦法調整的。

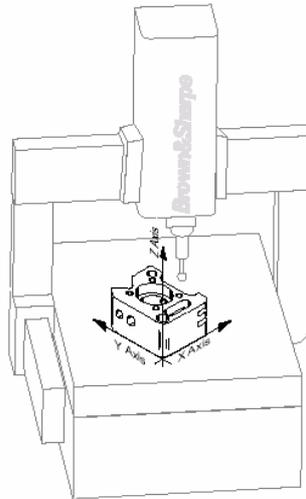


Figure 4

C. 軸補正 Alignments

現今的三次元量床的量測軟體，可依據工件的**基準面**來建立**工件座標系統**，利用軟體的運算從**機台原始座標系統**來作相關位置修正，此相關位置軸向修正的處理過程就稱之為**軸補正**。如同立體街道圖一樣，當我們在看圖找地方時，會將地圖的方向轉成實際路所指的方向，這個旋轉地圖方向的動作，就跟我們量測工件時的軸補正意思是一樣的。

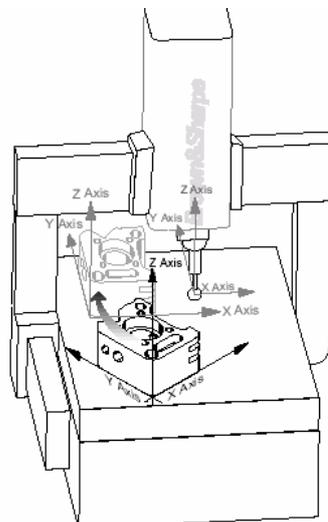


Figure 5

D. 基準面 Datums

基準面簡單說就是一個位置。我們使用基準面原理就好像要告訴別人說我們在哪裡、在哪個方向還有怎麼到達這個位置。

以下圖為例，Ritz Hotel 就是一個位置(Datums)，所以說街道、火車站、博物館及餐廳都是位置點(Datums)。如此一來我們就可以利用起點、位置、方向及距離等訊息，就可從一個位置到達另外一個位置去。

舉例說明:假設某人要從起點火車站到餐廳去，那你會告訴他說..請你沿著 Elm 街向北走，走到第二個街口右轉向東走，再走到第二個街口就是 Maple 餐廳的位置了。

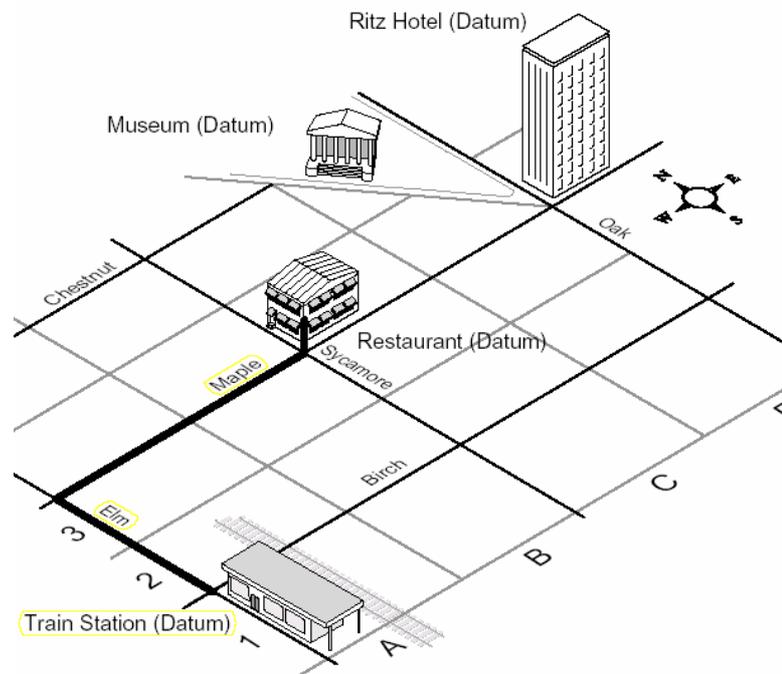


Figure 6

就三次元量床來說，**基準面(Datum)**就是工件上的幾何元素，像是圓孔、平面或是溝槽等等，我們在量測工件時，距離的計算是取決於工件上的任意兩個元素之間的關係。

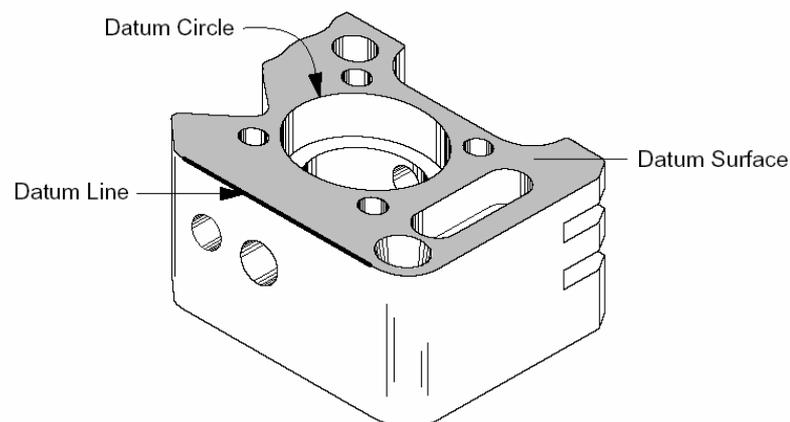


Figure 7

E. 座標移轉 Translations

假設你要知道一個工件的元素跟另外一個元素之間實際的距離是多少?以下圖八為例：你想知道此工件的中間大圓孔的中心點跟周圍另外四個圓孔的中心點距離多少的話，那你在三次元量床量測的步驟是先將中間的大圓孔量測出來，在將座標原點移轉到此大圓孔的中心點位置，然後再逐一量測周圍的四個小圓孔。將工件的起始原點位置移至工件上的另外一個元素的位置，此動作就稱之為**座標移轉**。在三次元量床的軟體中，每當你執行軸補正程序的同時，此座標移轉同時執行。

就上圖六來說，當你抵達飯店 Hotel 休息過後要去特定餐廳吃飯去，那你需要先找到地圖，此時你的位置(新的起點)就是飯店了。看完地圖之後那你便可知道，只要沿著 Maple 路往西走，第二個路口轉角就是你要去吃飯的餐廳了。

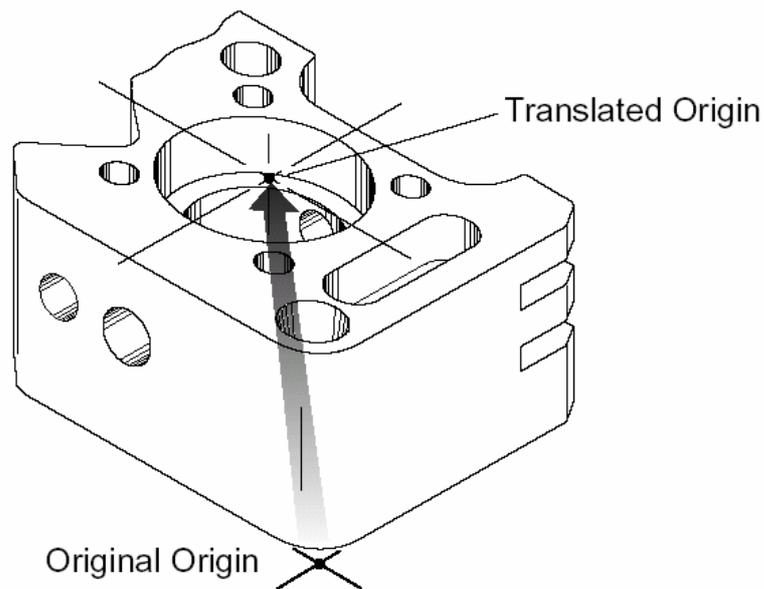


Figure 8

F. 座標旋轉 Rotations

並不是所有的基準面(位置)都跟另外的一個基準面呈直角的。舉例說明:例如下圖九，博物館位置的街道跟飯店Hotel、餐廳、及火車站的街道，既不垂直也不平行。如你要知道飯店到博物館多遠的話，首先你要將你的起點(Origin)移轉到飯店，以飯店為中心點然後在**座標旋轉**，將比例尺旋轉角度一直到與博物館所在的街道平行為止。那你就很容易

易地:

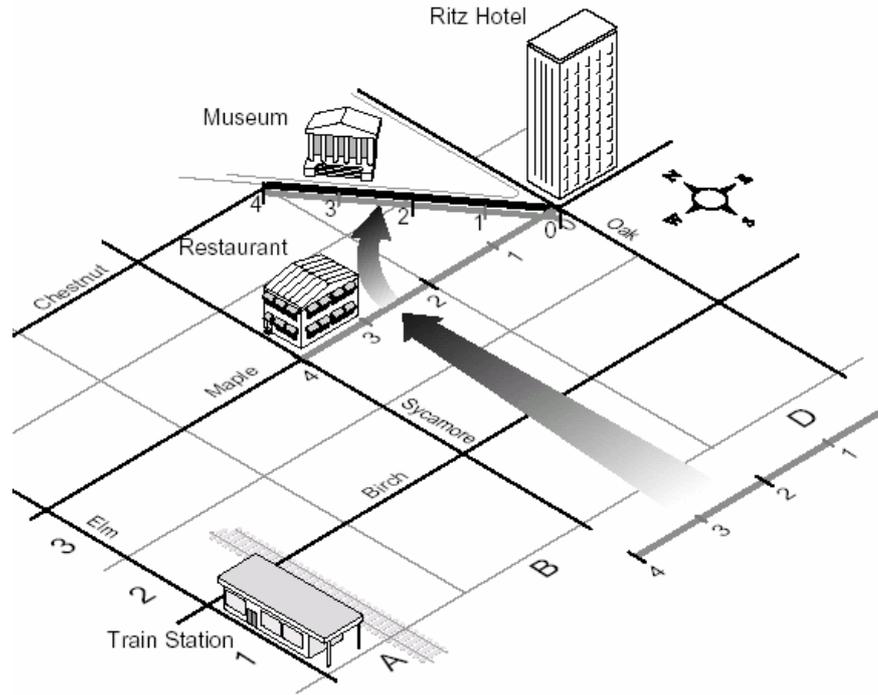


Figure 9

完全一樣的程序，以圖 10 的工件為例：在工件上的兩圓孔中心距離也可以被量測出來，就是將新的原點設定為大圓孔的中心點在將工件的座標旋轉 45° ，讓 Y 軸通過小圓孔的中心而成為一新的 Y 軸，此時兩圓孔中心的距離就可自動算出來了

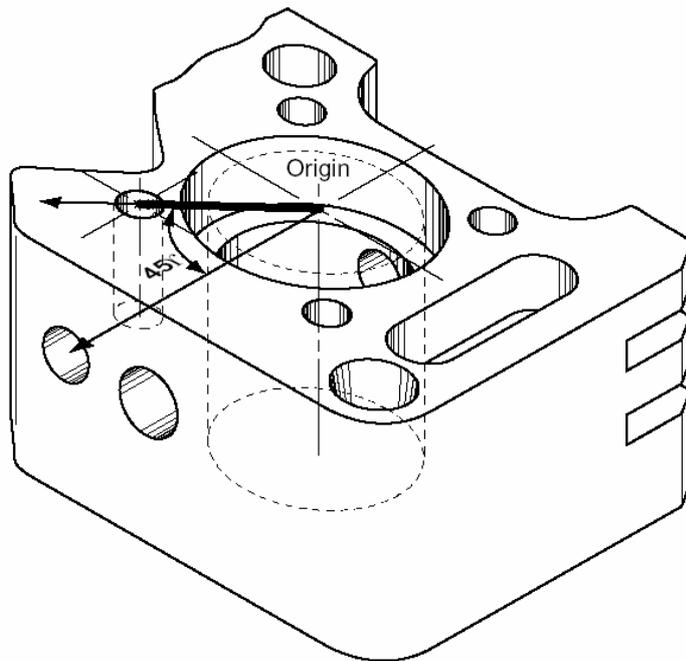
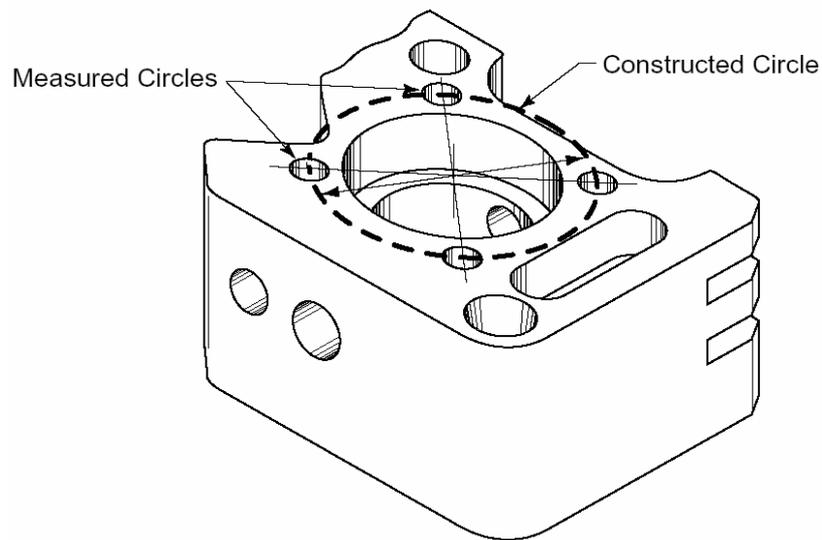


Figure 10

G. 量測和建立元素:

量測跟建立元素兩者間有什麼不同呢?

大部分的工件都是加工後，由幾個簡單的幾何元素所組成的。主要的元素(點、線、圓孔、平面、圓柱、圓錐、球等等)都被稱為幾何元素。當三次元量床可以用測頭直接碰觸到這些幾何元素的表面的，這些元素就稱作為可量測的幾何元素。相反的，像是距離、對稱線(點)、交點、角度、投影面等這些幾何元素就稱之為需建立的幾何元素。在下圖 11 中，就是以四個小圓孔的中心點來虛擬建立一個的圓孔。



H. 需用建立功能的幾何元素

在製程當中，幾何元素之間的相對關係是很重要的。例如:在引擎活塞汽缸的工件製程中，要量測兩個圓柱的交點來確定工件是否組配起來沒有問題，這時就要運用到**建立**的功能，才有辦法量測出兩圓柱的交點。

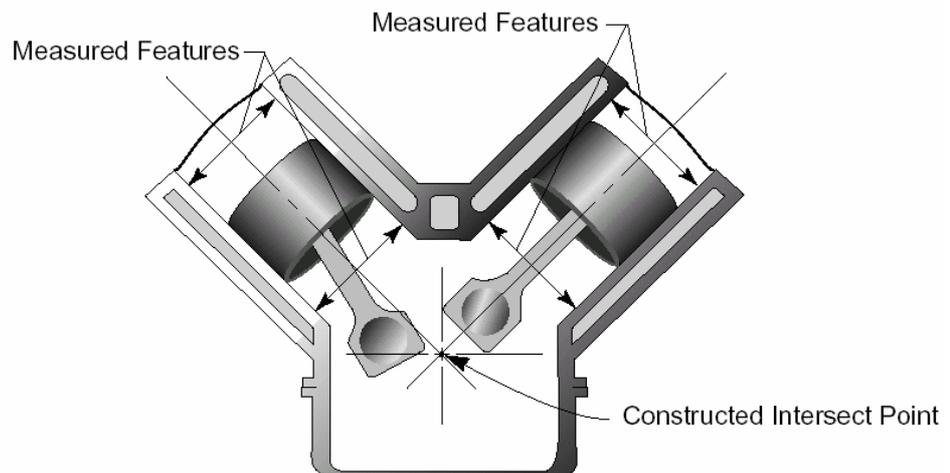


Figure 12

I. 空間的補正

<http://ace136.auto.fcu.edu.tw/eleme/premea/lesson9-8-0.htm>

雖然目前有先進的三次元製作科技技術，但是空間精度仍然會有可允許公差值，即便機台的所有組成工件都製造地很精密，仍有一些不完美之處。事實上那些公差值都很小，但是還是有誤差值。三次元量床即使你製造時非常地嚴謹且精密但結構上仍有一些精度誤差值產生像是**左右搖擺度、前後搖晃度、偏離度、真直度、三軸垂直度及光學尺誤差值**等六項(roll, pitch, yaw, straightness, squareness and scale errors)，對三次元量床而言，結構越嚴謹精度就會越高。一般而言對於誤差值，**三次元的控制器**都有辦法補正回來的。針對校正三次元所量測出來的數值統計表(誤差統計圖)，透過超強軟體演算補正後可以讓誤差**達到最小甚至有擺脫掉誤差產生的可能性**，此軟體科技就叫做**三D空間精度補償**。

以數理計算方式來補正精度，除了可以減少製造成本外，也可以幫客戶省下不少的量床購買成本。關於 Reflex 軟體系統空間精度補償檔案，請參考手冊第 11 章節部分說明。

J. 空間精度補正原理

空間精度補正(Volcomp)的原理可以用**地圖跟指南針**兩者之間的關係來說明。假如你要航行到一個特定位置時，當你在起點要出發之前，你必須要利用地圖及指南針先了解確切的航行方向及方位。然而就我們所知道，地圖的正北方跟指南針的磁北方是有誤差的，所以真正目的地的方向若根據指南針所指的方向可能要加或減來修正方位才行。

如下圖 13 所示，正北方跟磁北方可能有誤差，如果你要航行到確定的目的地，那得適時修正方向才能到達。**三次元量床補正原理**也是如此，當你量測工件時，控制器內建的補正參數會自動幫你補正誤差值，讓操作者所量測出來的數值都是正確的。

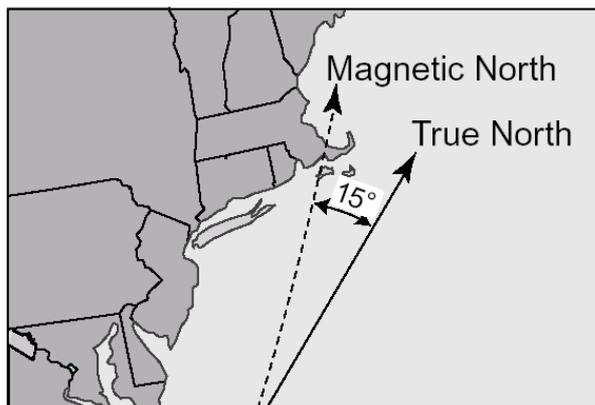


Figure 13

K. 投影面(Projections)

投影面是將工件原本 2D 或 3D 的幾何元素，以投影機的投射方式投影成 2D 的另一個幾何元素，像是將一個圓或一條線投影在 2D 平面上，或是將一個點投影到一條線上等等。

將工件的幾何元素投影成另外的一個元素來比對，著名的有麥卡托式投影圖法(Mercator projection)他將 3D 球型的地球投影成 2D 平面的地球全圖。

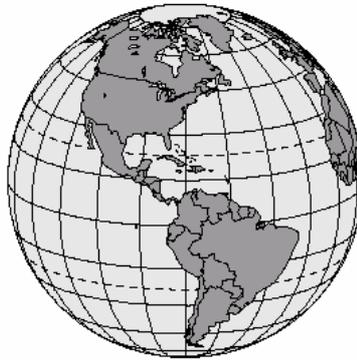


Figure 14



Figure 15

L. 三次元投影原理

以三次元量床而言，投影面的使用可以讓操作者在檢測工件時，能更精確地判斷工件實際搭配組合時是否恰當。我們拿汽車工業來說明，當三次元檢測者在量測引擎活塞汽缸時，通常要做圓柱的量測，圓柱投影到平面時就成為一個圓孔同時可以判斷此孔跟活塞搭配組合起來是否恰當。量測圓孔通常最少要三點以上，如果你量測圓孔的點高底不同時，就會變成橢圓形孔(如下圖所示)，如果沒有辦法有效將此橢圓形孔

垂直徑向投影到一平面上，可能就會造成量測估計產生偏差後得到不正確的量測值

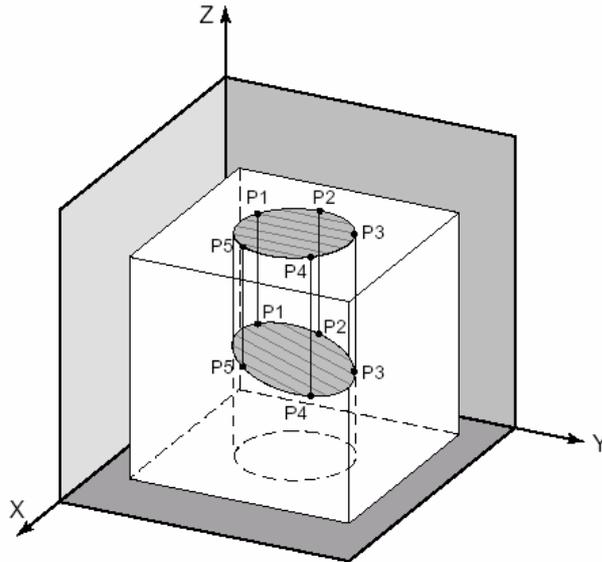


Figure 16

M. 測針補正

三次元量床經由測頭(硬質測頭或電子式觸發測頭)來碰觸工件以取得並蒐集量測資料，因為測針是利用測針球的圓周來碰觸工件，所以量測工件時測針球的球心點及測針的半徑必須事先量測計算出來，此測針校正動作就是先用測針去量測校正標準球。當測針校正過後(電腦已得知測針的球心位置跟半徑尺寸)，當你用測針去量測工件時，電腦就會將測針的半徑自動加減補償，計算出正確的數值出來。

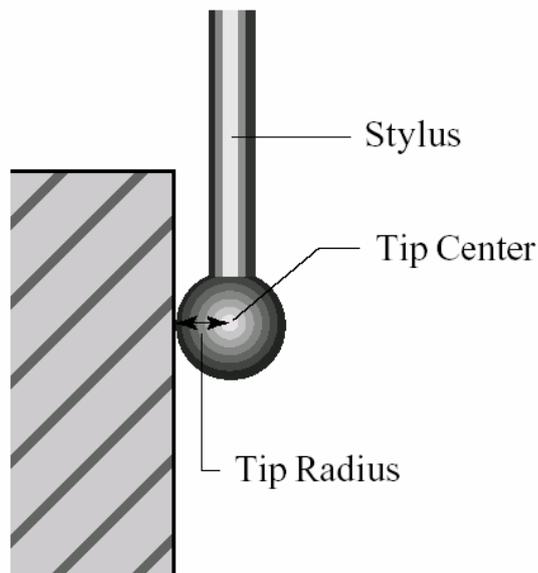
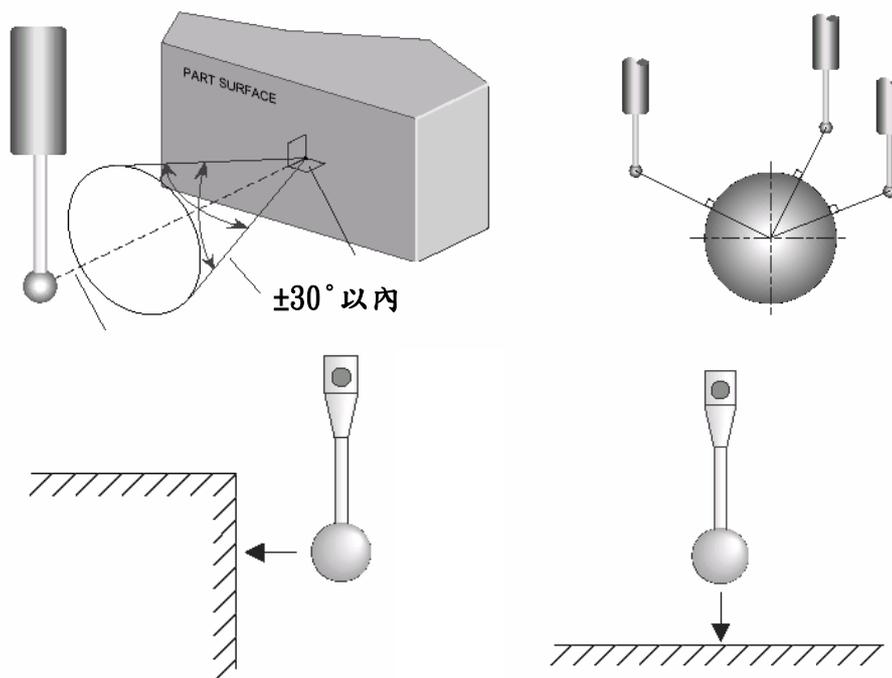


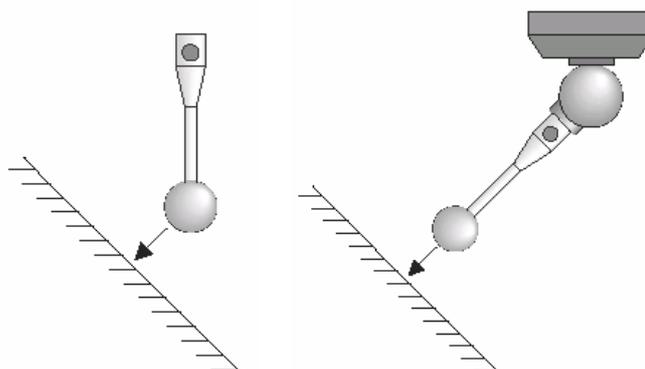
Figure 17

N. 測針有效碰點的方法

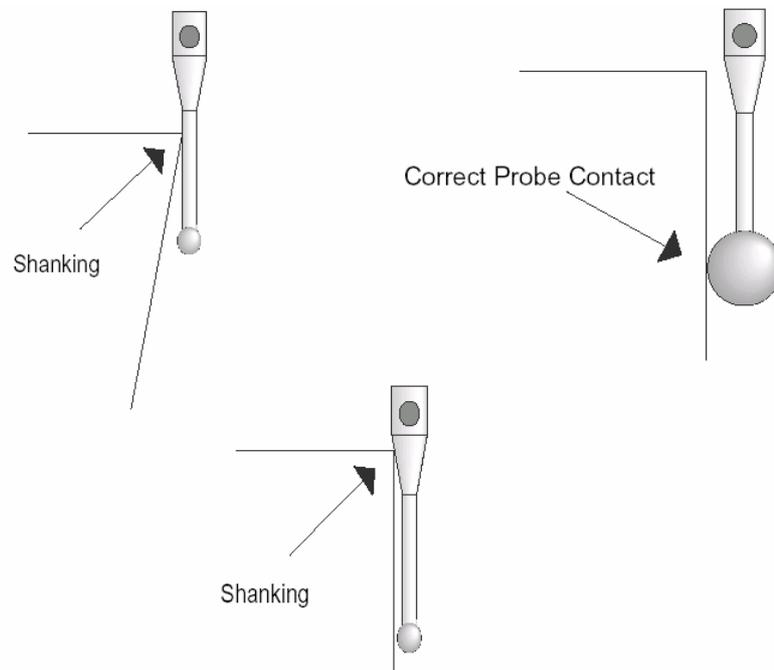
正確有效地使用測針來碰觸量測工件，可以避免掉許多量測上不必要的誤差產生。例如：以測針去碰觸工件時應盡可能與工件的被量測面保持垂直的方向。(圖 18)以三次元量床來說，觸發測頭最理想的使用方式就是測針要垂直地去碰觸量測工件，當然完全保持垂直是不可能的，但是在碰觸取點時至少須保持與工件垂直面角度在 $\pm 30^\circ$ 以內，以防止測針打滑而造成量測的重複精度不佳的情況產生。



如下圖示，如果你的測頭再碰觸工件時，既不垂直也不平的情況下，除了造成重複精度不佳外還會造成量測上很大的誤差產生。



如果量測時，如果沒有注意到測針的**測桿有效長度**的話，也有可能造成量測上極大的量測誤差值產生。如下圖所示。



如果要有效地避免以上的問題，解決方式是將測頭的**球徑加大**或是將測針的**有效測桿長度加長**。但是這兩種方式都有缺點，球徑太大對於小孔徑的工件就沒有辦法量測，若是將測針的有效量測長度加長，又會造成量測誤差變大，所以如何選擇適當的長度及球徑來量測工件也是很重要的一件事。

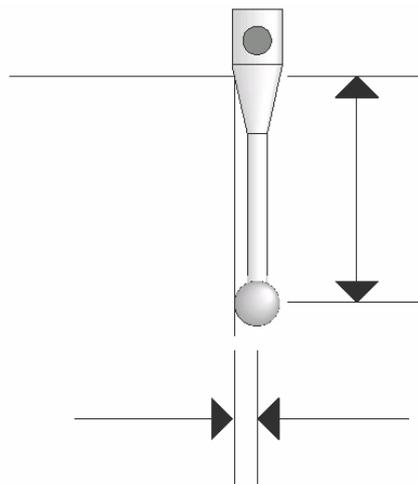
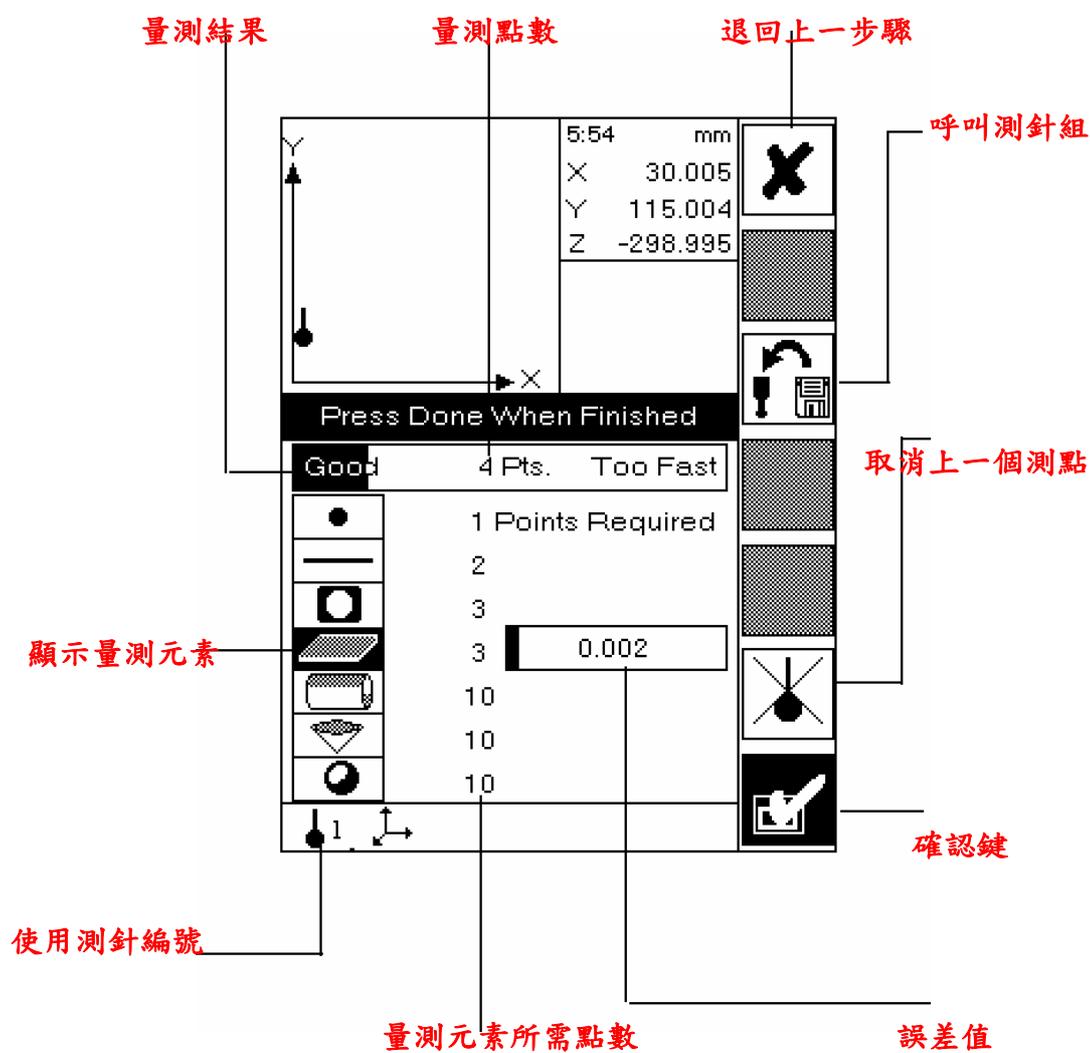


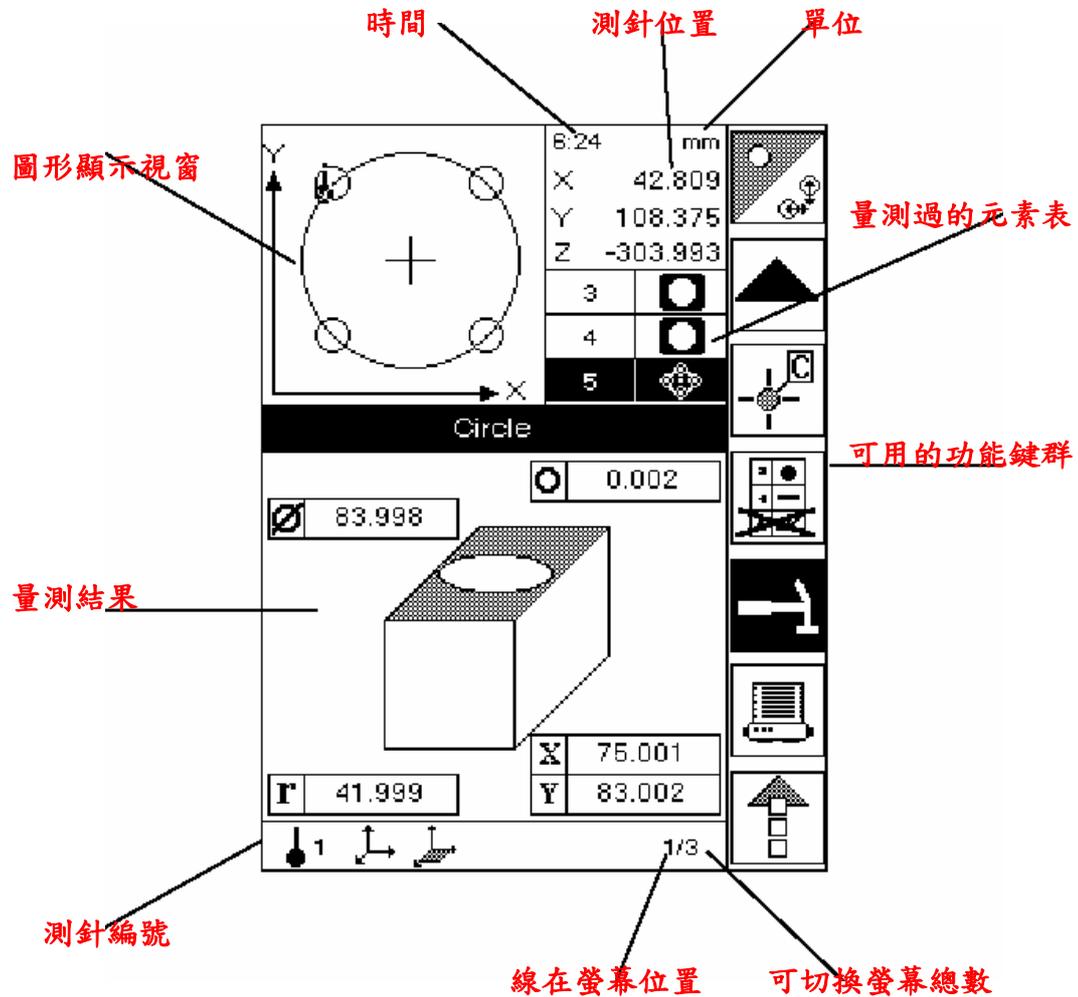
Figure 22

二、量測模式：

A. TTP 模式下螢幕面板說明：



B. 量測結果螢幕顯示說明：

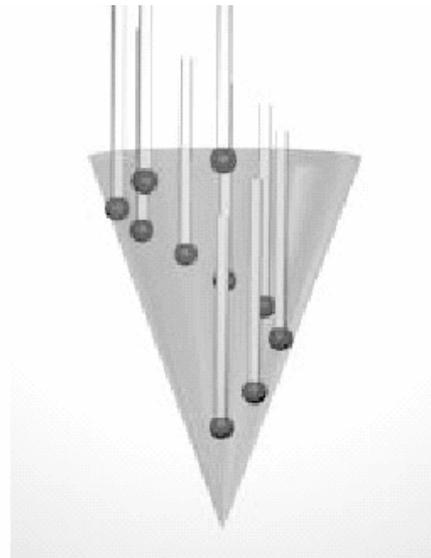
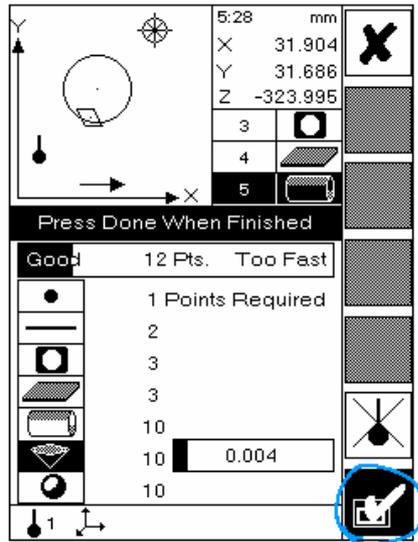


還要編寫測真校正及軸向補正說明

C、如何量測圓錐

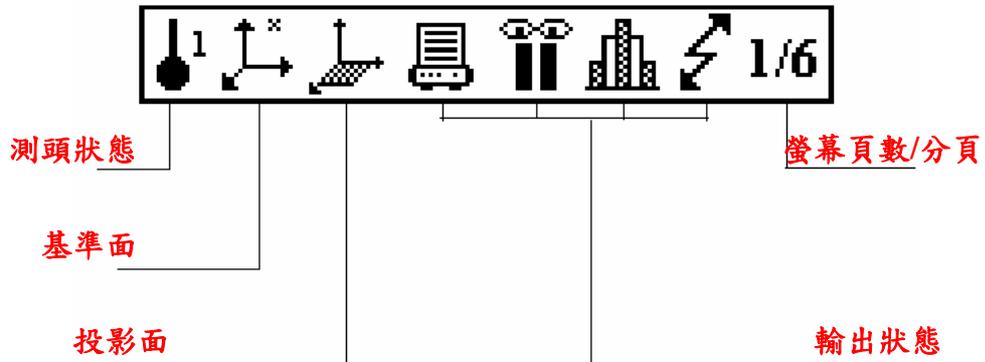
- 將三軸氣源鬆開。
- 測頭垂直地碰觸工件圓錐孔表面。
- 當測頭碰觸到工件時你會聽到Beep一聲，測頭燈號會亮閃一下。
- **至少碰觸取點10點**，當你取點10點後螢幕會出現你所量測好的一個圓錐數值。

- 按確認按鍵或是按Z軸上的右邊按鍵確定即可。
- 關閉三軸氣源。



D、量測狀態下的欄位說明：

量測狀態欄位可以說明系統目前使用的狀況。



1. 測頭狀態：

- A.  顯示目前使用硬測頭或是 TTP 測針或有幾支測針已校正
- B.  顯示目前使用圓柱測針
- C.  顯示目前使用錐形測頭

D.  顯示目前使用光學測頭

2. 基準面:

A.  目前沒有建立任何座標面，使用機台原始座標。

B.  基準面已經更改但是尚未儲存。

C.  可以建立 1~9 個基準面，也可以儲存並可呼叫出來使用。

3. 投影面:

A.  量測元素被投影到 XY 平面。

B.  量測元素被投影到 YZ 平面。

C.  量測元素被投影到 ZX 平面。

4. 輸出狀態說明:

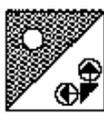
A.  印表機輸出。

B.  內部統計分析資料。

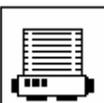
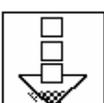
C.  連接埠輸出。

D.  程式執行中，暫停來查閱量測結果。

E、量測模式下功能按鍵說明:

1.  單一幾何元素顯示模式

2.  兩個幾何元素關係比較

3.  向上移動按鍵
4.  選擇下一頁數功能
5.  設定上下公差值
6.  輸出
7.  下一頁功能表
8.  上一頁功能表
9.  系統工具選項

F. GD&T符號說明(Geometric Dimensioning & Tolerancing)

- X X 軸的位置
- Y Y 軸的位置
- Z Z 軸的位置
- U 極座標—從原點的半徑距離
- V 極座標—跟參考面軸的角度
- Ø 直徑
- r 半徑
- L 溝槽長度
- W 溝槽寬度
- ΔX 兩幾何元素 X 軸的距離
- ΔY 兩幾何元素 Y 軸的距離
- ΔZ 兩幾何元素 Z 軸的距離
- ΔXY 兩幾何元素在 2D XY 平面投影的距離
- ΔYZ
- ΔZX
- ΔXYZ

兩幾何元素在 2D YZ 平面投影的距離
 兩幾何元素在 2D ZX 平面投影的距離
 兩幾何元素在 3D 直線的距離

- $\perp\Delta$ 兩個幾何元素垂直距離
- $\perp\Delta\oplus$ 幾何元素與原點的垂直距離
- \bigcirc 真圓度
- \square 平面度
- $-$ 真直度
- \bigcirc 圓柱度
- \bigcirc 圓錐度或是真球度
- $\angle X$ 與X軸的角度
- $\angle Y$ 與Y軸的角度
- $\angle Z$ 與Z軸的角度
- $\angle XY$ 與XY平面的角度
- $\angle YZ$ 與YZ平面的角度
- $\angle ZX$ 與ZX平面的角度
- \angle 兩幾何元素間的角度
- $\bigcirc\oplus(M)$ 正位度:MMC與直徑的公差區域
- $\bigcirc\oplus(S)$ 正位度:RSF與直徑的公差區域
- \perp 垂直度或是直角度
- \parallel 平行度
- \angle 角度
- $\bigcirc\bigcirc$ 直徑公差區域的同心度

三. 設定模式選擇:

		取消鍵
System Options (1)		向上移動
Languages English		向下移動
Machine Type Gage 2000		下一頁
Lang. Screen On		選項功能
Speaker Volume 1		
Units mm		
Trailing Places 3		
Delimiter Period		
Startup Probe Qualify		
Air Saver (min.) 5		
Contrast 10		
Press Done When Finished		

System Options (2)		
Points / Sec. 10		
Min. Distance 0.040		
Nom. Nearest 0.100		
Angles Decimal		
Ref. Length Computed		
Min. Cyl. Depth 7.000		
Qual Sphere Dia. 19.050		
Squareness Lim. 5.000		
Cone Angle Half		
Perp Angles Gauge		
Press Done When Finished		

確定輸入鍵

Button 6 & Playback Options (3)		
Send To Printer	Epson lx300	
Send Out Serial	Disabled	
Playback Pause	Disabled	
Print Company	Disabled	
Print Operator	Rich Smith	
Print Part Name	MyPart	
Print Date	Actual	
Print Time	Actual	
Print Note	Disabled	
Require Points	Enabled	
Press Done When Finished		

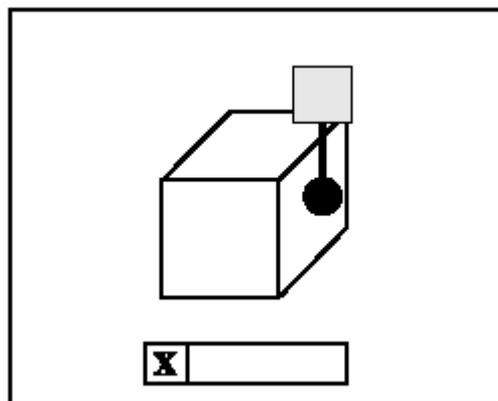
Printer & Serial Port Setup (4)		
Mouse	Z-Mouse	
Printer Format	Text	
Baud Rate	9600	
Word Length	8	
Parity	None	
Stop Bits	1	
TTP Probe Type	TP-ES	
Vorne Display	Disabled	
Press Done When Finished		

System Modes (5)		
Dial Indicator	Disabled	
Counter Mode	Disabled	
Height Gauge	Enabled	
Digitize Mode	Disabled	
Pass-Through	Disabled	
Measurements	Enabled	
Press Done When Finished		

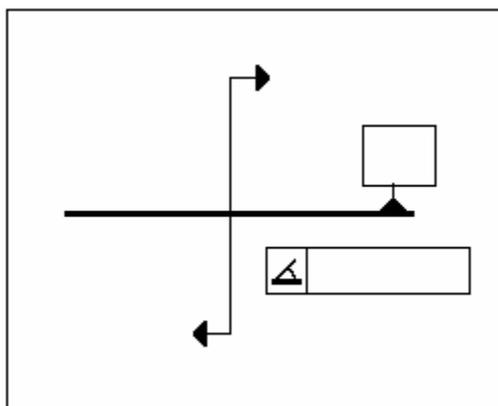
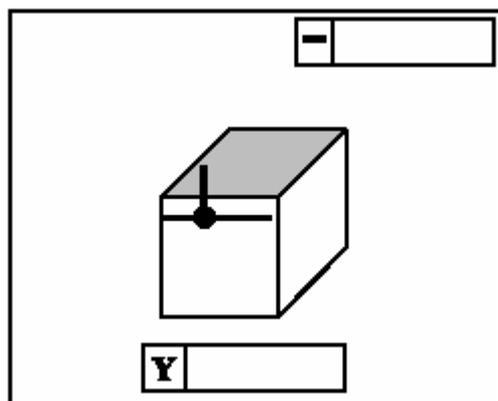
DCC Options (6)		
DCC Playback	Enabled	
Prehit Distance	5.000	
Posthit Distance	5.000	
Alignments	Manual	
Clearance Speed	80%	
Pre/Posthit speed	20%	
Max Acceleration	80%	
Press Done When Finished		

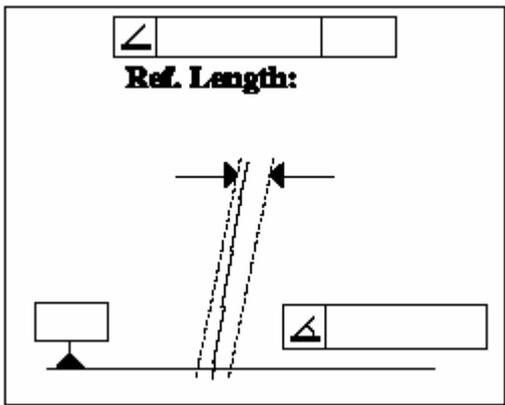
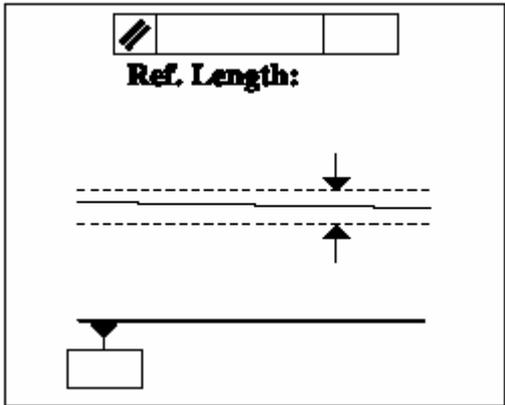
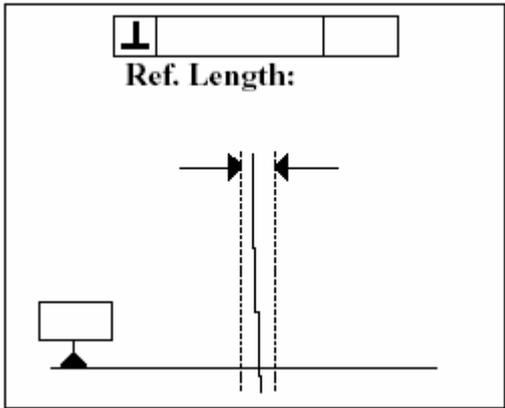
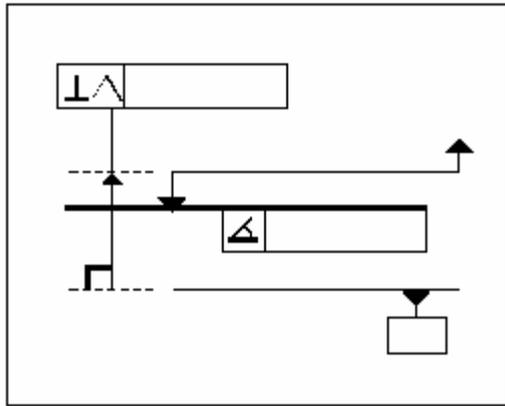
四. 量測結果顯示說明:

A. 量測點顯示結果

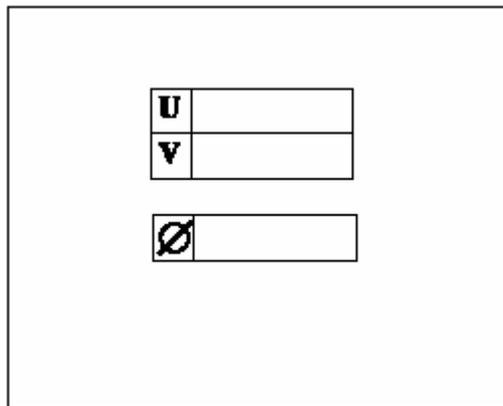
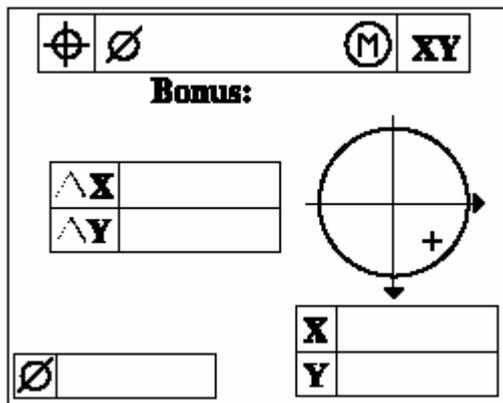
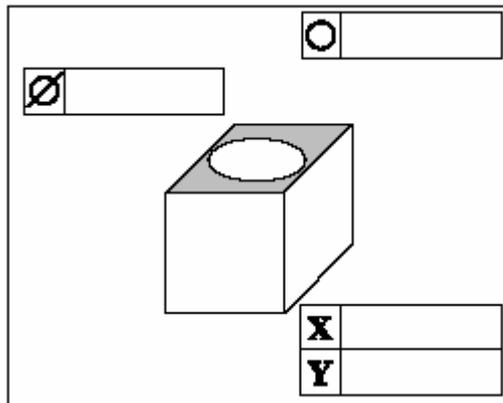


B. 量測線顯示結果有

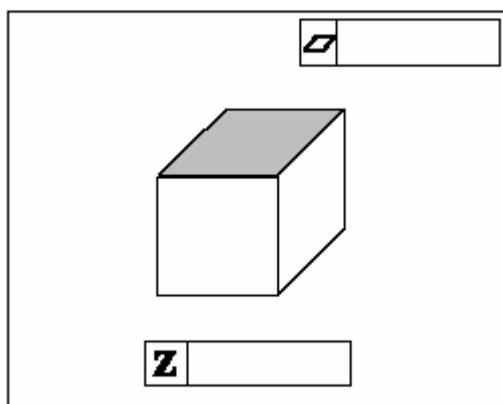


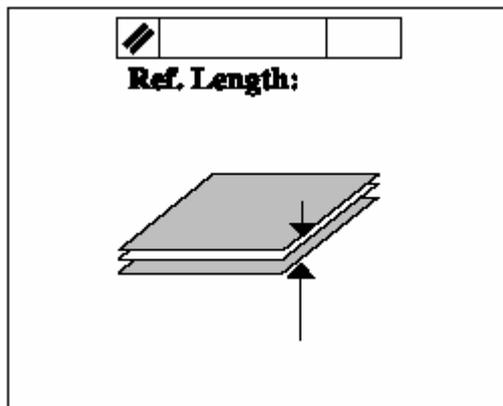
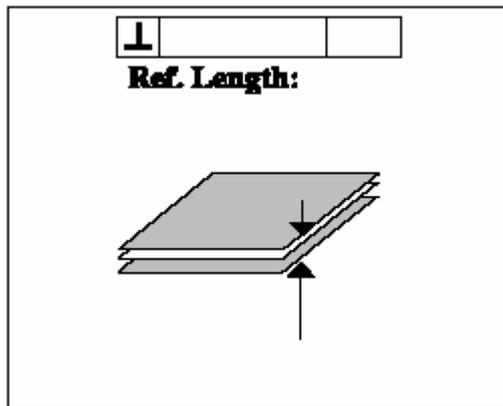
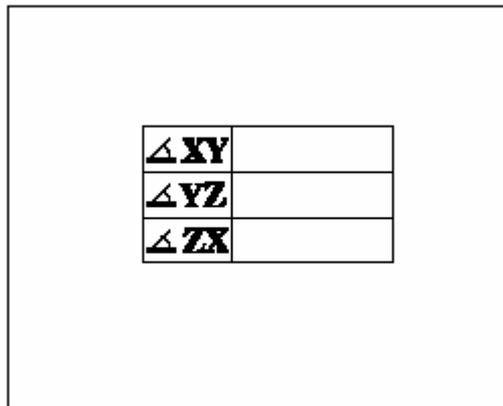
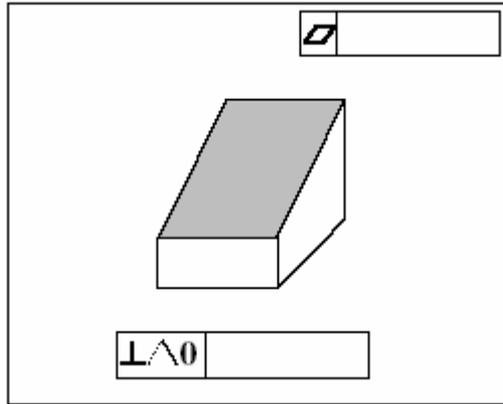


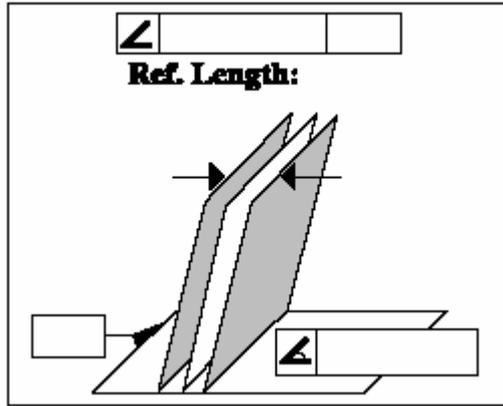
C. 圓孔的量測結果有:



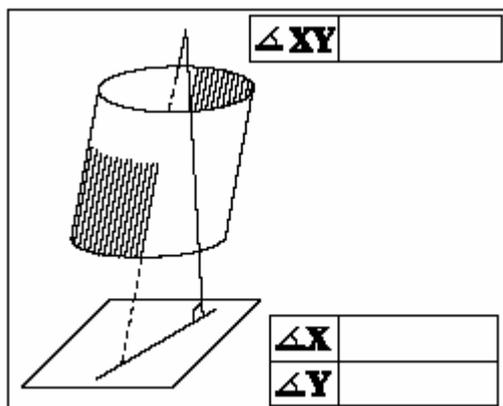
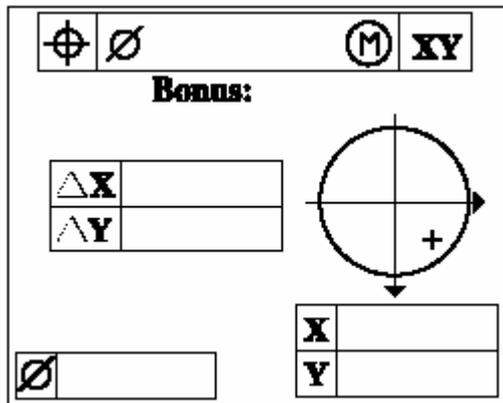
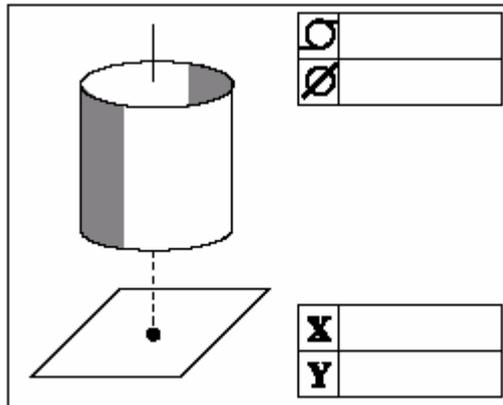
D. 平面元素量測結果顯示有:

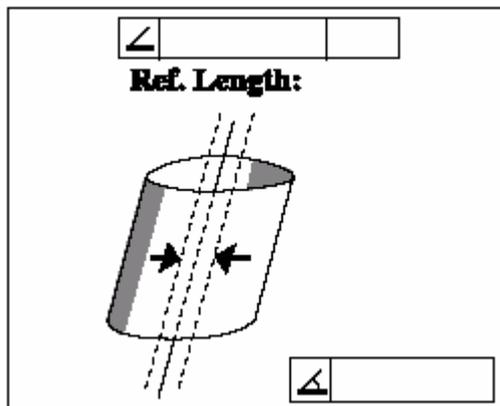
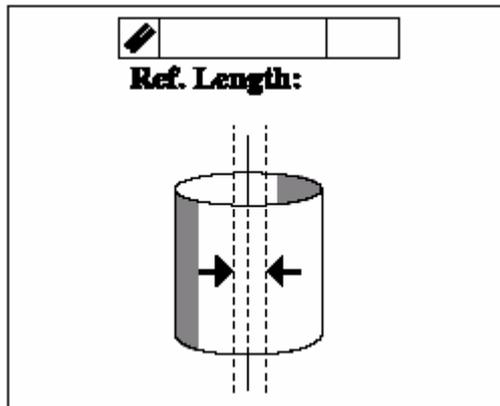
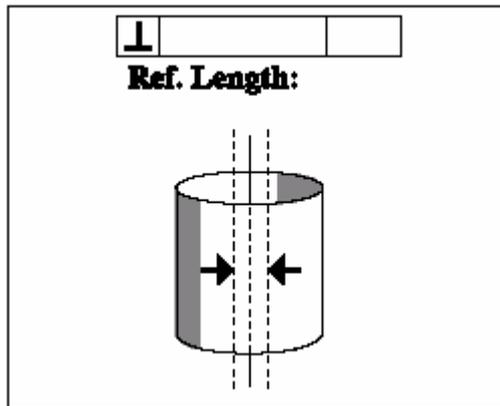
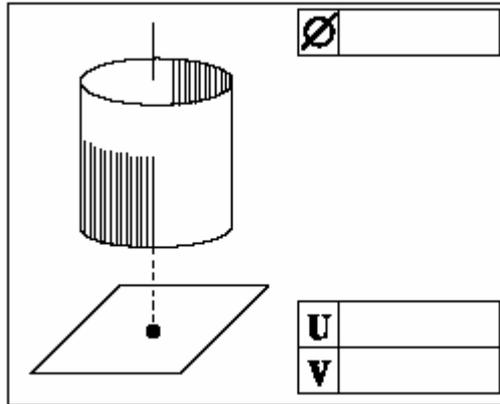




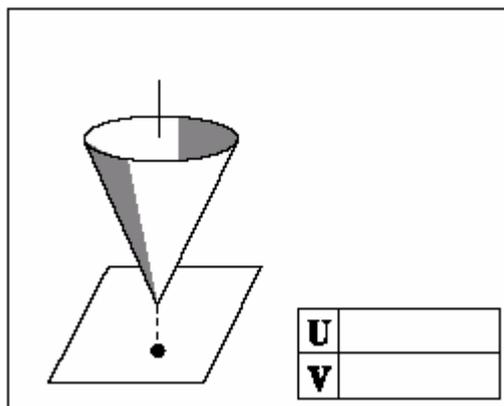
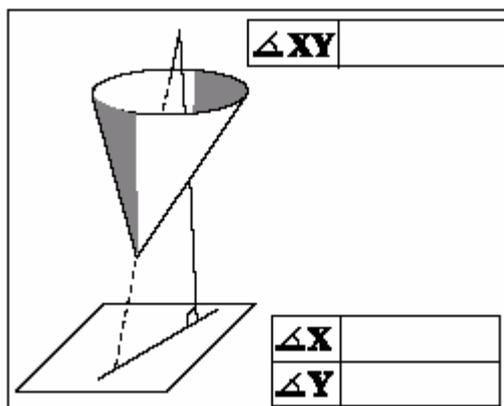
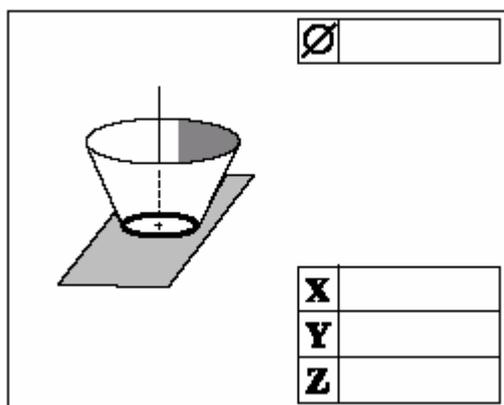
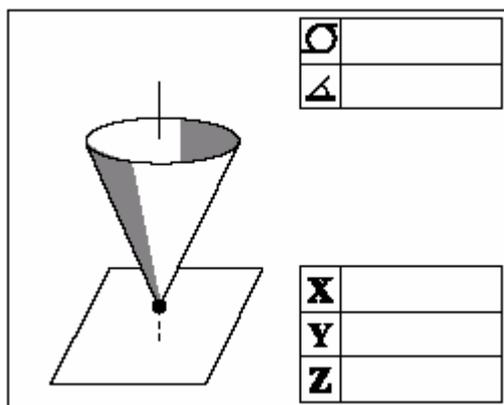


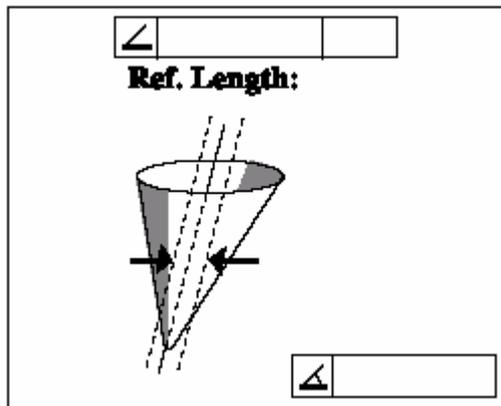
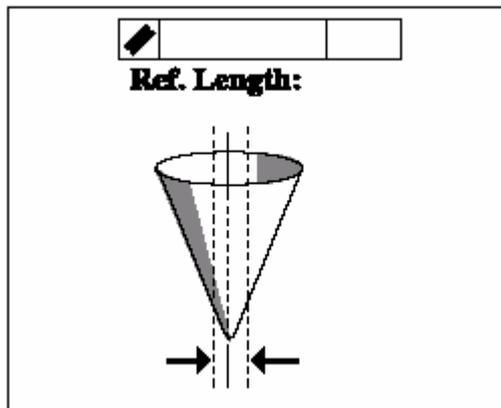
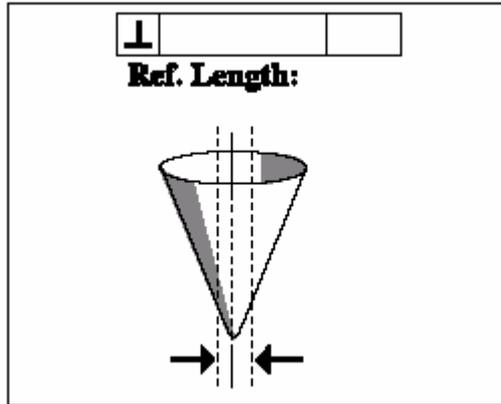
E. 圓柱元素量測結果顯示有:





F. 圓錐元素量測結果顯示有:





G. 球元素量測結果顯示有:

