



Chapter

7

量測與品管

前言

產品的製造需根據所設計的工程圖之形狀、尺寸和表面特性來加工，並且經加工後的機件要能組裝及互換。這些均需依靠一定的公差、量具量測及檢驗程序，方能確保產品的品質。本章的重點在敘述公差與配合、工件量測及品管實施等。

學習內容

- 7-1 公差與配合
- 7-2 工件量測
- 7-3 品質管制與實施

7-1 公差與配合

機械加工機件時，尺度及表面粗糙度受到人為技術、工件材料、機器優劣及量測影響，故為使機件能互換及具有高精密度，機件必須考慮其尺度公差、配合公差與表面粗糙度，分述如後。

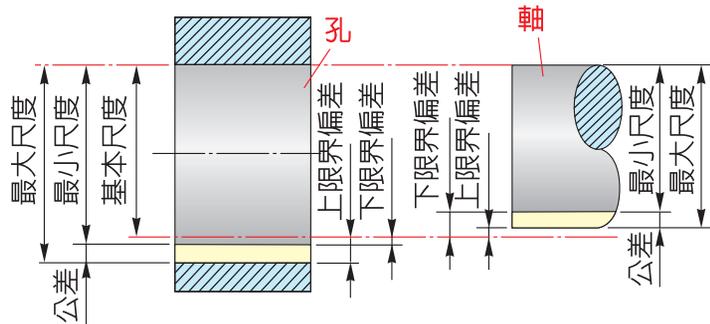
一、公差 (Tolerance)

相關之術語說明如下：

1. 尺度、偏差與公差：如圖

7-1。

(1) **尺度**：為物件空間的大小，基本上係以長度表示其距離，以長度單位表示數值的數字。



▲ 圖 7-1 尺度與偏差

- (2) **軸**：習慣上用以標示機件所有外周特徵的一個名詞，並包括非圓柱零件在內。
- (3) **孔**：習慣上用以標示機件所有內部特徵的一個名詞，並包括非圓孔零件在內。
- (4) **標稱尺度 (Nominal size)**：又稱**公稱尺度**，由工程製圖技術規範所定義理想形態的尺度，乃在圖上所示之長度數值，為一般稱呼之尺度。
- (5) **基本尺度 (Elemental size)**：係決定尺度極限 (限界) 之基準或參考尺度，為一理論尺度。
- (6) **實際尺度 (Actual size)**：機件製造後經量測而得之尺度。
- (7) **限界尺度 (Limit size)**：尺度形態之可允許之極限尺度，即指機件製造所允許之兩個最大與最小的極端尺度，零件經量測所得之實際尺度必須介於兩極限尺度之間方屬**合格機件**，若是量測之尺度超出該二極限尺度者為**不良品**。
- ① **上限界尺度**：即最大極限尺度，乃尺度形態可允許之最大尺度，係二極限尺度中之最大尺度，簡稱**最大尺度**。
- ② **下限界尺度**：即最小極限尺度，尺度形態可允許之最小尺度；係二極限尺度中之最小尺度，簡稱**最小尺度**。
- (8) **偏差 (Deviation)**：係指極限尺度 (或實際尺度) 與基本尺度之差，分為：
- ① **上偏差**：上限界尺度與基本尺度之差稱之，代號 ES(孔)、es(軸)。
- ② **下偏差**：下限界尺度與基本尺度之差稱之，代號 EI(孔)、ei(軸)。
- (9) **公差 (Tolerance)**：機件製造時所允許的尺度差異，即上限界尺度與下限界尺度之差稱之。

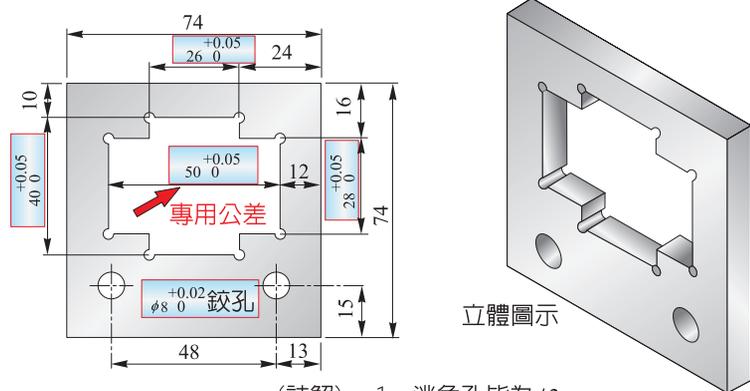
例題 7-1

一尺度 $\phi 25^{+0.02}_{-0.03}$ ，則 (1) 標稱尺度、(2) 基本尺度、(3) 最大尺度、(4) 最小尺度、(5) 上偏差、(6) 下偏差、(7) 公差各為何？

- 解：**
- (1) 標稱尺度：25
 - (2) 基本尺度：25.00
 - (3) 最大尺度：25.02
 - (4) 最小尺度：24.97
 - (5) 上偏差：0.02
 - (6) 下偏差：-0.03
 - (7) 公差：25.02 - 24.97 = 0.05
或 0.02 - (-0.03) = 0.05

2. 公差種類

- (1) **單向公差**：公差僅允許在標稱尺度的一方存在者，如 $\phi 20^{+0.02}_0$ 、 $\phi 20^{-0.02}_0$ 、 $\phi 20^{+0.04}_0$ 。
- (2) **雙向公差**：公差允許在標稱尺度的上下兩方存在者，如 $\phi 20^{+0.03}_{-0.02}$ 、 $\phi 20 \pm 0.02$ 。
- (3) **一般公差**：係指圖面上僅註入標稱尺度，但並非沒有公差，而是在標題欄內或近處有說明公差之數值者，如圖 7-2 所示之註解。
- (4) **專用公差**：係指專為製造某一尺度而允許之尺度變化量，其公差標註在該標稱尺度之後，通常使用在精密度需要較高時，如圖 7-2 所示之尺寸 $50^{+0.05}_0$ 與 $\phi 8^{+0.02}_0$ 。



- (註解)
1. 逃角孔皆為 $\phi 3$
 2. 未註明尺寸為 ± 0.3

▲ 圖 7-2 專用公差與一般公差

3. 標準公差等級：中華民國國家標準 (CNS) 所規範的公差等級，乃參考國際標準規格 (ISO) 之公差制度，以字母 IT 連接等級數字標示，故 CNS 公差大小等級由 IT01、IT0、IT1 ~ IT18 共計 20 級，稱為標準公差等級，如表 7-1 所示。在同一標稱尺度中，公差等級號數愈大，則公差值愈大，表示機件加工時愈容易符合所要求的尺度與精度。反之公差等級號數愈小，則公差值愈小，如 $\phi 20H8$ 比 $\phi 20H7$ 之公差大。在同一公差等級中，標稱尺度愈大，則公差值愈大，如 $\phi 80H8$ 比 $\phi 20H8$ 之公差大。而公差等級之選用，依配合機件所需之公差大小而定，分為三大類。

- (1) 規具公差 (IT01 ~ IT4)：用於塊規量具或高精度範圍者。
- (2) 配合公差 (IT5 ~ IT10)：用於一般機件之配合公差。
- (3) 非配合公差 (IT11 ~ IT18)：用於次級製品或不配合機件之一般公差。

▼ 表 7-1 標準公差數值表

單位：1 μm

尺寸分段 (mm)	級別																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
≤3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1400
>3至6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200	1800
>6至10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500	2200
>10至18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100	1800	2700
>18至30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100	3300
>30至50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500	3900
>50至80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900	3000	4600
>80至120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500	5400
>120至180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000	6300
>180至250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600	7200
>250至315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200	8100
>315至400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700	8900
>400至500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300	9700

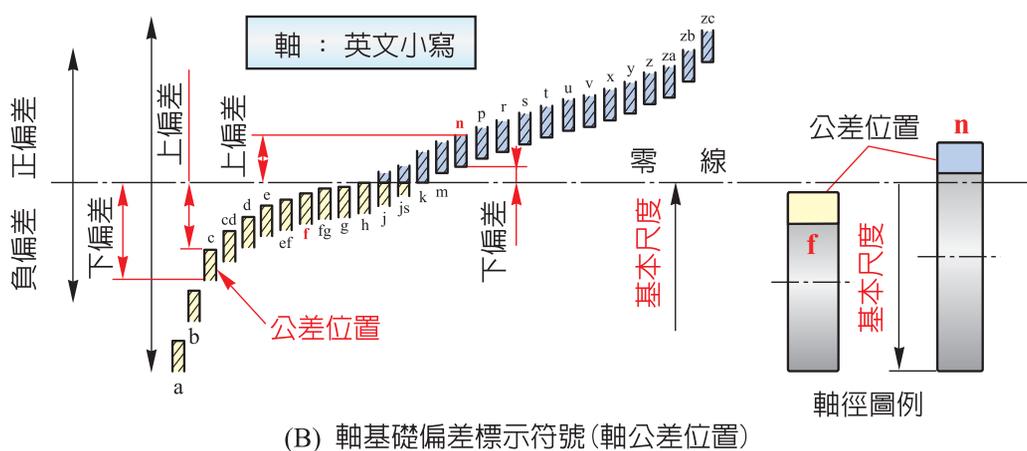
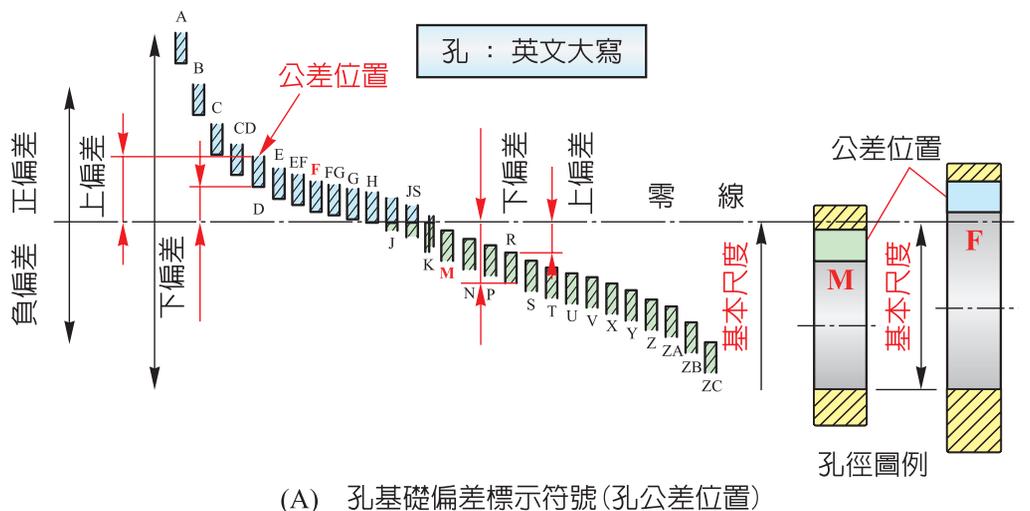
註：不包括尺寸 1 mm 以下的 IT14 至 IT16 的標準公差數值

備考：(1) 1 μm = 0.001 mm

(2) 標稱尺度在 3150 mm 以下之標準公差等級之值。

(3) 取自 CNS 標準。

4. 公差類別：又稱公差符號，公差類別之決定來自於配合的要求，如間隙或干涉。字母代表公差域(帶)與零線間之位置關係，即一般所稱之**偏差位置**，係上下偏差兩條線間之區域，如圖 7-3(A)(B) 所示。公差類別標示時，由代表其基礎偏差之**孔用大寫字母**，或**軸用小寫字母**，與標準公差等級之數字所組成。孔(或軸)分別依 A ~ ZC(或 a ~ zc) **偏差位置**，分有 28 個等級，其中缺少 I、L、O、Q、W(i、l、o、q、w) 等字母，而增加 CD、EF、FG、JS、ZA、ZB、ZC(cd、ef、fg、js、za、zb、zc) 等字母。各英文字母符號說明如下：



▲ 圖 7-3 偏差位置

- (1) **孔基礎偏差標示符號(孔偏差位置)**：孔之偏差位置自 A ~ G 者，基礎偏差為下偏差，屬於正偏差，但 M ~ ZC 以上偏差為基礎偏差(為負偏差)，說明如下：

① A ~ G：在零線以上，以下偏差為基礎偏差，即基本尺度 $\begin{matrix} +ES \\ +EI \end{matrix}$ 。

② H：由零線往上偏，以下偏差為基礎偏差，即基本尺度 $\begin{matrix} +ES \\ 0 \end{matrix}$ 。

③ J、JS、K：跨在零線兩側，為雙向公差，即基本尺度 $\begin{matrix} +ES \\ -EI \end{matrix}$ 。

④ M ~ ZC：以上偏差為基礎偏差，即基本尺度 $\begin{matrix} -ES \\ -EI \end{matrix}$ 。

(2) 軸基礎偏差標示符號 (軸偏差位置)：軸之偏差位置自 a ~ g 者，基礎偏差為上偏差，屬於負偏差，但 k ~ zc 以下偏差為基礎偏差 (為正偏差)，說明如下：

① a ~ g：在零線以下，以上偏差為基礎偏差，即基本尺度 $\begin{matrix} -es \\ -ei \end{matrix}$ 。

② h：由零線往下偏，以上偏差為基礎偏差，即基本尺度 $\begin{matrix} 0 \\ -ei \end{matrix}$ 。

③ j、js：跨在零線兩側，為雙向公差，即基本尺度 $\begin{matrix} +es \\ -ei \end{matrix}$ 。

④ k ~ zc：以下偏差為基礎偏差，即基本尺度 $\begin{matrix} +es \\ +ei \end{matrix}$ 。

(3) 一般規則

① 基礎偏差為公差跟零線的相對距離，是最接近標稱尺度之限界偏差，孔之基礎偏差為 EI 或 ES，軸之基礎偏差為 ei 或 es。

② 對零線的關係而言，孔基礎偏差的限界與相同字母符號的軸基礎偏差的限界為**完全對稱**。即在 A ~ H 中， $|EI| = |es|$ ，在 J ~ ZC 中， $|ES| = |ei|$ ，且需加註英文。

例題 7-2

若尺度 $\phi 25$ 之 7 級公差為 0.021 mm，字母 G 的基礎偏差為 0.007 mm，則 $\phi 25h7$ 、 $\phi 25H7$ 、 $\phi 25G7$ 與 $\phi 25g7$ 的尺度標註大小為何？

解：
$$\phi 25h7 = \phi 25 \begin{matrix} 0 \\ -0.021 \end{matrix}, \quad \phi 25H7 = \phi 25 \begin{matrix} +0.021 \\ 0 \end{matrix}$$

$$\phi 25G7 = \phi 25 \begin{matrix} +0.028 \\ +0.007 \end{matrix}, \quad \phi 25g7 = \phi 25 \begin{matrix} -0.007 \\ -0.028 \end{matrix}$$

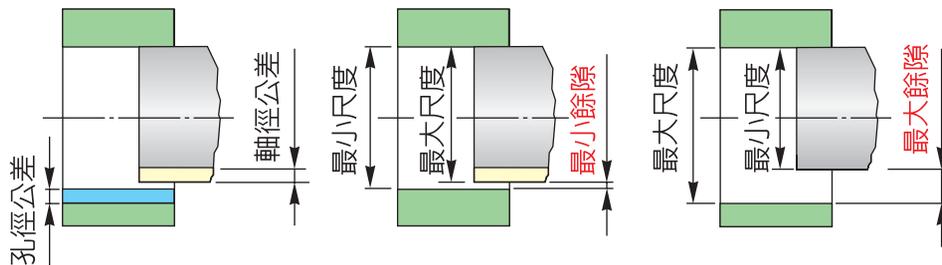
二、配合 (Fit)

1. 定義：配合係軸、孔件裝配在一起，轉動或固定所需之鬆緊程度稱之，乃在裝配前所產生的尺度差異關係，即為相配零件之公差總和。

2. 配合種類及計算：

(1) 餘隙配合 (Clearance fit)：又稱**鬆配合**或**間隙配合**，係孔之尺度大於軸時，孔與軸之尺度差異為正值，如圖 7-4 所示，有：

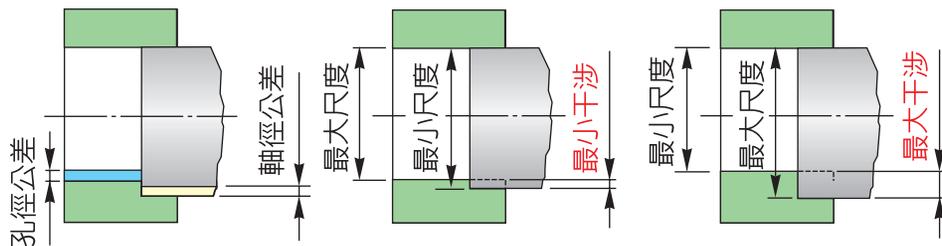
- ① 最大餘隙：孔之上限界尺度與軸之下限界尺度之差為正值。
- ② 最小餘隙：孔之下限界尺度與軸之上限界尺度之差為正值。



▲ 圖 7-4 餘隙配合

(2) 干涉配合 (Interference fit)：又稱**過盈配合**或**緊配合**，係軸之尺度大於孔時，孔與軸之尺度差異為負值，如圖 7-5 所示，有：

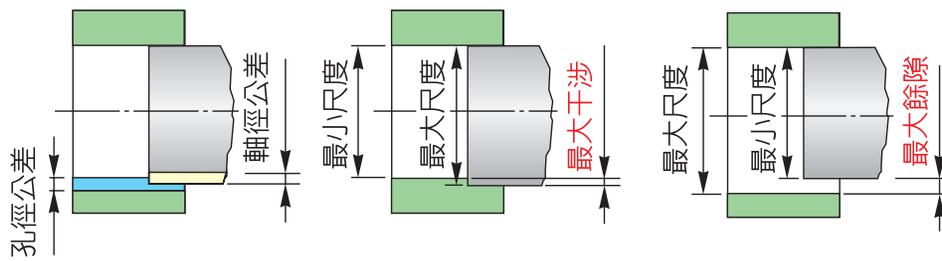
- ① 最大干涉：孔之下限界尺度與軸之上限界尺度之差為負值。
- ② 最小干涉：孔之上限界尺度與軸之下限界尺度之差為負值。



▲ 圖 7-5 干涉配合

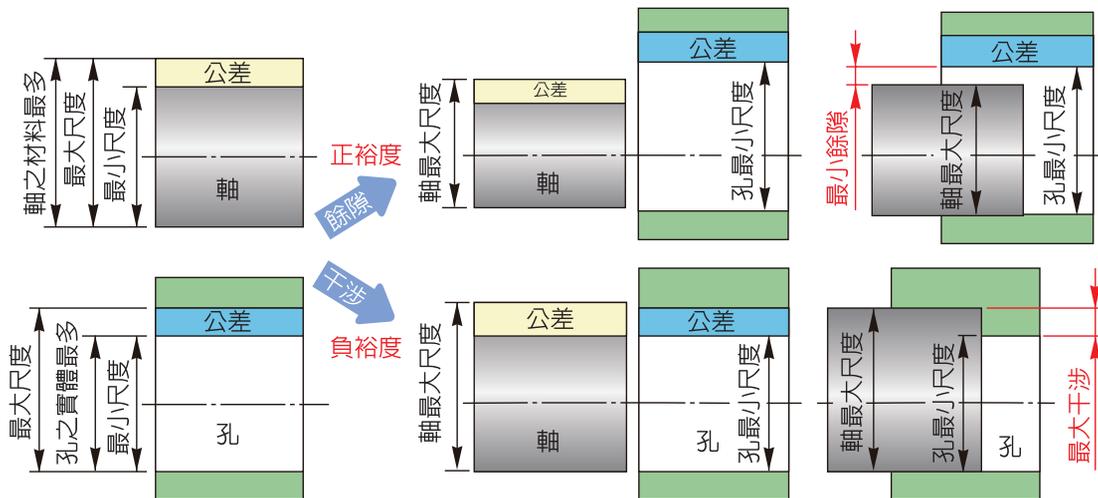
(3) 過渡配合 (Transition fit)：係孔、軸組裝配合時，孔與軸之間可能產生間隙或干涉者，如圖 7-6 所示，有：

- ① 最大餘隙：孔之上限界尺度與軸之下限界尺度之差為正值。
- ② 最大干涉：孔之下限界尺度與軸之上限界尺度之差為負值。



▲ 圖 7-6 過渡配合

- (4) **裕度 (Allowance)**：係兩配合件在最大材料狀況下所期望之差異，為加工所預留之尺度，又稱容許誤差 (容差)。即孔之最小尺度與軸之最大尺度之差。若為正值表正裕度，即最小餘隙。若為負值表負裕度，即最大干涉，如圖 7-7。



▲ 圖 7-7 裕度示意圖

例題 7-3

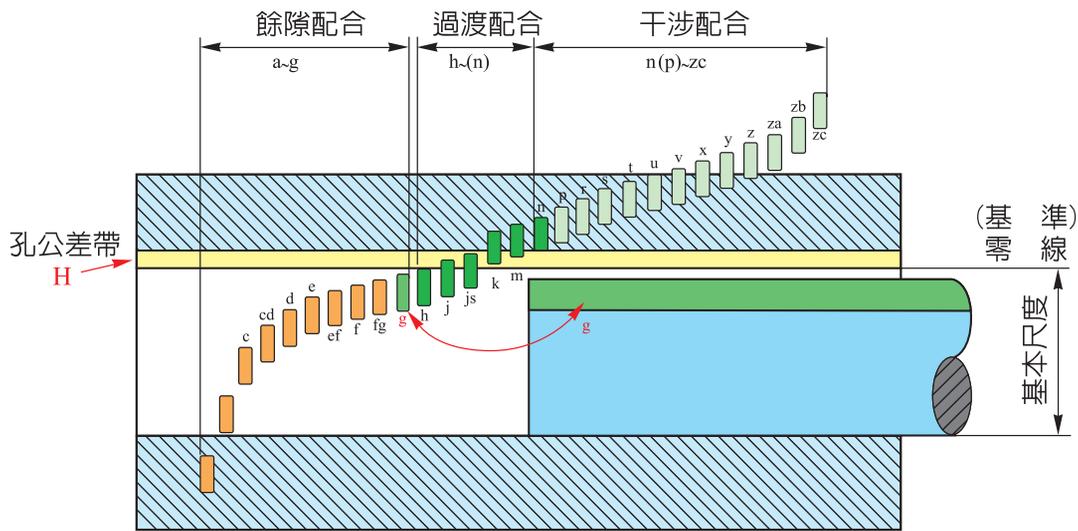
一孔 $\phi 40^{+0.04}_{-0.02}$ 與一軸 $\phi 40^{-0.03}_{-0.05}$ 配合，則求 (1) 最大餘隙、(2) 最小餘隙、(3) 裕度？

- 解**：(1) 最大餘隙 = 孔最大尺度 - 軸最小尺度 = $40.04 - 39.95 = 0.09$ mm
 (2) 最小餘隙 = 孔最小尺度 - 軸最大尺度 = $39.98 - 39.97 = 0.01$ mm
 (3) 裕度 = 孔最小尺度 - 軸最大尺度 = $39.98 - 39.97 = 0.01$ mm

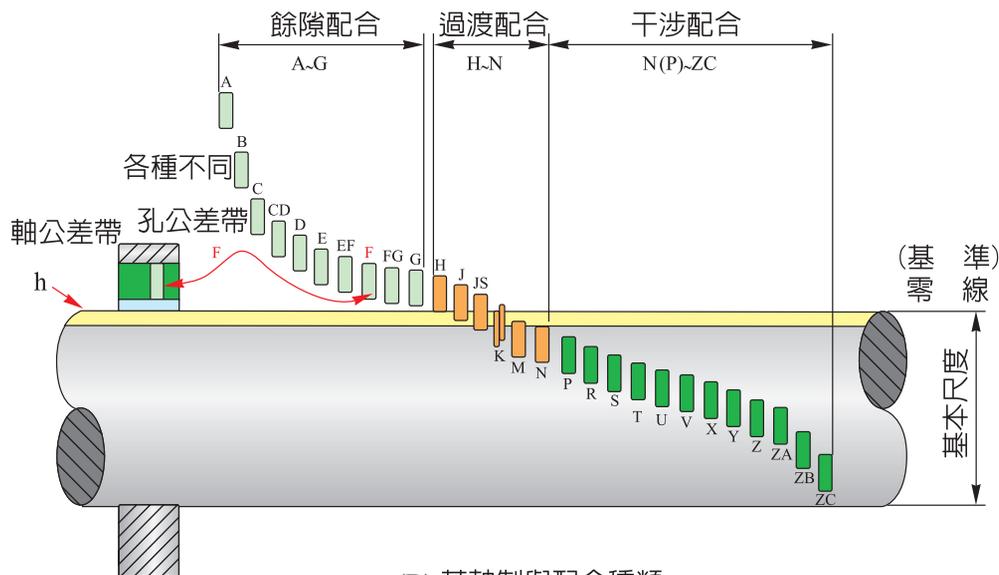
註：正裕度表示最小餘隙。

3. 配合制度：配合分有基孔制與基軸制，即：

- (1) **基孔制 (Basic hole system)**：基孔制之配合乃以 **H 公差位置** 為基準，其下限偏差為零，如圖 7-8(A) 所示，亦即以**孔之基本尺度**為基準以作為孔之**最小尺度**。簡言之是孔徑 (H) 統一，進行軸徑變化的配合。
- (2) **基軸制 (Basic shaft system)**：基軸制之配合乃以 **h 公差位置** 為基準，其上限偏差為零，如圖 7-8(B) 所示，亦即以**軸之基本尺度**為基準以作為軸之**最大尺度**。簡言之是軸徑 (h) 統一，進行孔徑變化的配合。



(A) 基孔制與配合種類



(B) 基軸制與配合種類

▲ 圖 7-8 基孔制與基軸制

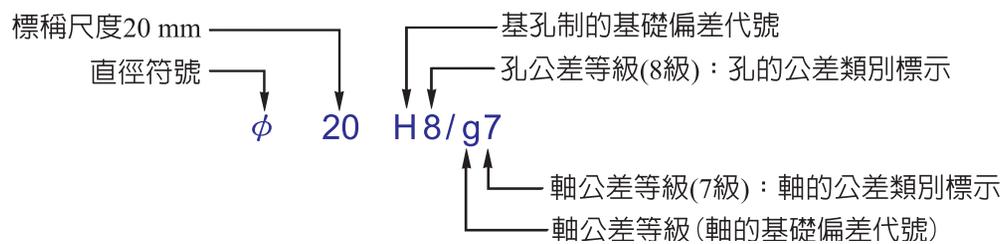
由於軸徑較容易加工，故孔的公差等級通常較軸之公差等級大一級或同級。若是以公差位置及公差等級標註機件時，則軸、孔之配合依照配合種類之區分，可參見表 7-2 所示。

▼ 表 7-2 配合之公差範圍選用

	餘隙配合	過渡配合	干涉配合
基孔制	H/a ~ g	H/h ~ (n)	H/(n) ~ zc
基軸制	A ~ G/h	H ~ (N)/h	(N) ~ ZC/h

註：N 或 n 之公差等級不同，可能產生過渡配合或干涉配合。

4. 配合符號標註：機件孔與軸配合時，若需同時並排表示，除標註圓形直徑符號及標稱直徑外，孔之公差位置與公差等級標註在前（分子），而軸標註在後（分母），如圖 7-9 所示。



▲ 圖 7-9 配合符號標註

例題 7-4

依機件配合為 $\phi 30G7/h6$ ，試問 (1) 何種配合制度、(2) 何種配合？

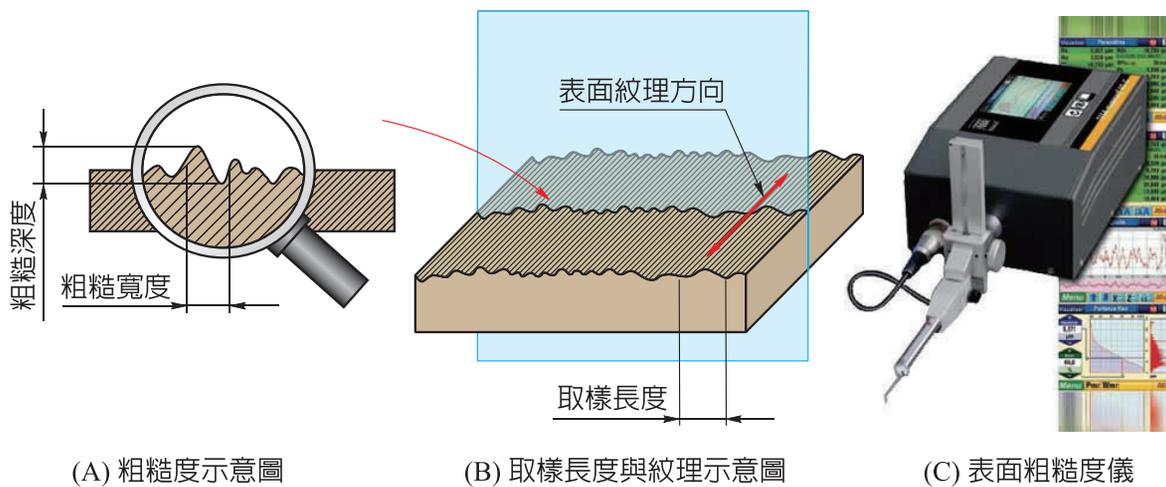
解：(1) 屬於基軸制，因出現 h (小寫)，代表軸。

(2) 屬於餘隙配合，請查表 7-2 所表示。

三、表面粗糙度

機件的工作圖除了標註公差與考慮配合問題外，表面粗糙度亦是需加以考量，說明如下：

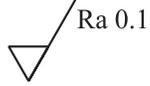
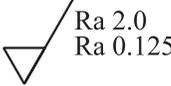
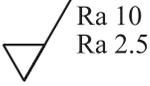
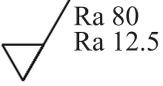
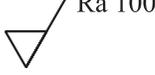
1. **表面粗糙度 (Surface roughness)**：是指工件表面高低起伏的程度，亦是工件表面輪廓紋理粗細程度，如圖 7-10 所示，俗稱**光度 (Smoothness)**，以表面粗糙度量測儀測其數值或標準試片比對之。**影響工件表面粗糙度最重要的兩大因素是進刀量大小 (f) 及刀具的刀鼻半徑 (R) 大小**，公式為 $f^2/8R$ 。當表面粗糙度值愈大時，表示工件之表面愈粗糙，於大氣中比光滑者容易生鏽，但加工較容易，製造成本較便宜。



▲ 圖 7-10 表面粗糙度 (來源：福宮通商公司)

表面粗糙度依照其值大小，分表面情況等級為光胚面、粗切面、細切面、精切面與超光面五等級，如表 7-3 所示，單位以表示。

▼ 表 7-3 表面粗糙度與加工表面情況之比較

表面情況	說明	表面粗糙度	
		算術平均差	最大輪廓高度
超光面 (▽▽▽▽)  Ra 0.1	以超光製法加工所得表面，其表面光滑如鏡。 	Ra0.01	Rz0.04
		Ra0.02	Rz0.08
		Ra0.02	Rz0.08
		Ra0.03	Rz0.13
		Ra0.06	Rz0.25
精切面 (▽▽▽)  Ra 2.0 Ra 0.125	經一次或多次精密車、銑、磨、搪或刮、鉸等有屑加工法加工所得表面，其表面幾乎無法以觸覺或視覺分辨出加工刀痕者。 	Ra0.13	Rz0.50
		Ra0.20	Rz0.80
		Ra0.25	Rz1.00
		Ra0.32	Rz1.25
		Ra0.63	Rz2.50
		Ra1.00	Rz4.00
		Ra1.60	Rz6.30
Ra2.00	Rz8.00		
細切面 (▽▽)  Ra 10 Ra 2.5	經一次或多次精密車、銑、磨、搪或刮、鉸等有屑加工法加工所得表面，其表面以觸覺試之光滑，視覺仍可分辨出模糊刀痕者。 	Ra2.50	Rz10.0
		Ra3.20	Rz12.5
		Ra4.00	Rz16
		Ra5.00	Rz20
		Ra6.30	Rz25
		Ra10.0	Rz40
粗切面 (▽)  Ra 80 Ra 12.5	經一次或多次精密車、銑、磨、搪或刮、鉸等有屑加工法加工所得表面，其表面仍可以觸覺及視覺分辨出殘留明顯刀痕者。 	Ra12.5	Rz50
		Ra16	Rz63
		Ra20	Rz80
		Ra25	Rz100
		Ra50	Rz200
		Ra80	Rz320
光胚面 (~)  Ra 100	一般鑄造、鍛造、壓鑄、滾軋、火焰切割等所得表面，尚留有毛邊、黑皮表面者。	Ra100	Rz400
		Ra125	Rz500

註：(1) 單位為 μm 。

(2) Ra 表示中心平均粗糙度 (算術平均差)、Rz 表示最大輪廓高度粗糙度。

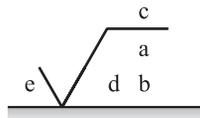
(3) $4\text{Ra} \doteq \text{Rz}$ 。

2. 表面織構：工作圖當要補充說明表面織構特徵時，必須以表面織構符號表示之。

- (1) 如圖 7-11(A) 基本符號，為包含兩條不等長且與指定表面成 60 度之兩直線，基本符號因缺補充資料而不能單獨使用。
- (2) 符號的使用應該有整體的標示，如圖 7-11(B)(C)(D) 所示為延伸符號，分別代表必須去除材料、不得去除材料與允許任何加工方法。
- (3) 對表面織構之補充要求及其標示位置在完整符號中，可以加註表面織構要求事項的指定位置，如圖 7-11(E) 所示為表面織構完整符號，藉此來標示技術產品文件上對表面織構的要求，且每一圖形皆有其特別的意義。



(A) 表面織構基本符號 (B) 必須去除材料 (C) 不得去除材料 (D) 允許任何加工方法



- 位置 a：單一項表面織構要求。
 位置 b：對兩個或更多表面織構之要求事項。
 位置 c：加工方法，如標註研磨、銑等。
 位置 d：表面紋理及方向，如標註符號與說明。
 位置 e：加工裕度，單位為 mm。

註：位置 d 表示表面紋理及方向，如：

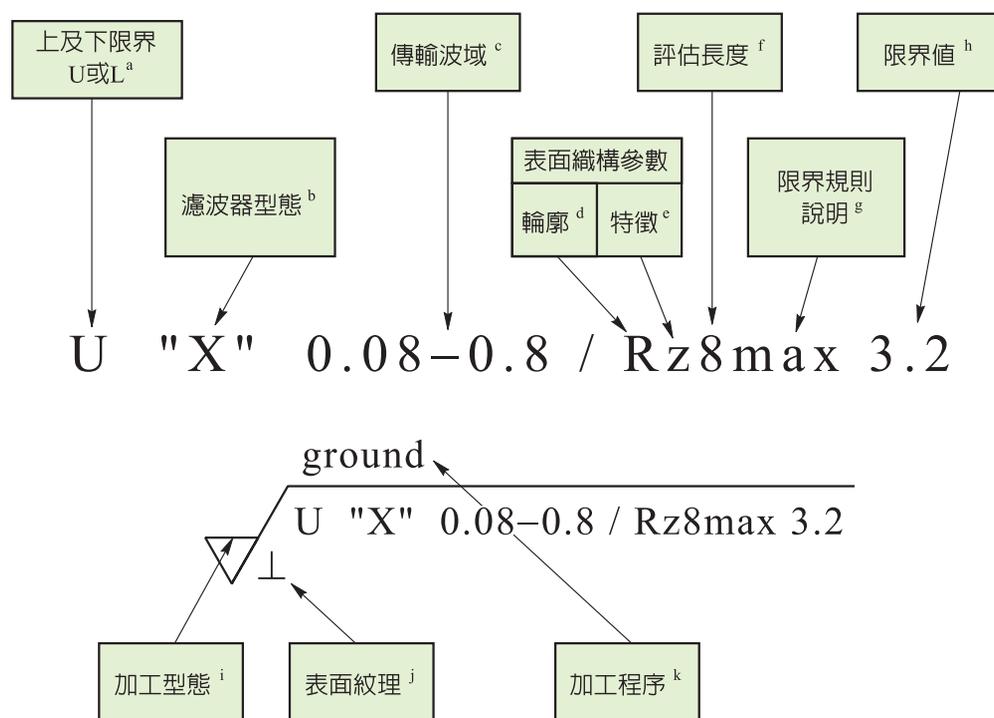
- ① = 表紋理方向與其所指加工面之邊緣平行、
- ② ⊥ 表紋理方向與其所指加工面之邊緣垂直、
- ③ × 表紋理方向與其所指加工面之邊緣成兩方向傾斜交叉、
- ④ M 表紋理呈多方向、
- ⑤ C 表紋理呈同心圓狀、
- ⑥ R 表紋理呈放射狀、
- ⑦ P 表表面紋理呈凸起之細粒狀。

(E) 表面織構符號

▲ 圖 7-11 表面織構完整符號 - 表面織構之補充要求及其標示位置

3. 表面織構符號之標註

(1) 表面織構要求基本事項：如圖 7-12 所示。



說明：a. 上 (U)、下 (L) 限界之標註。

b. 濾波器型態可以標註成「Gaussia」或「2RC」。

c. 傳輸波域可以標註成短波濾波器或長波濾波器。

d. 表面輪廓 (R、W 或 P 中擇一項)。

e. 特徵 / 參數 (如 Ra、Wz、Pv……等)。

f. 評估長度為多少倍取樣長度，R 輪廓之預設值 5 倍時可省略不標。

g. 限界規則說明 (「16% - 規則」或「最大 - 規則」)。

h. 限界值單位為 μm ($1\mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{m} = 1 \times 10^{-3} \text{mm}$)。

i. 加工型態：必須去除、不得去除、允許任何加工等三種。

j. 表面紋理：以符號表示，如 =、 \perp 、X、C、R 等。

k. 加工方法：以文字表示，如鑽、鉸、車、搪、鑄、鍛等。

▲ 圖 7-12 工程圖中表面織構符號的控制元素

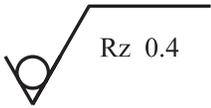
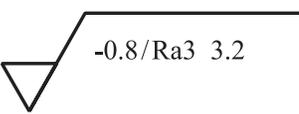
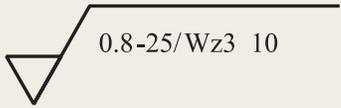
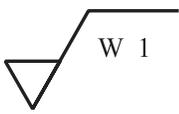
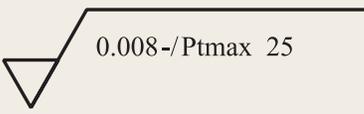
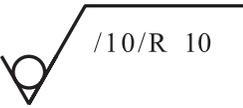
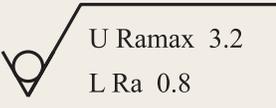
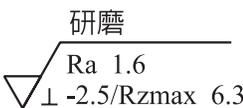
(2) 表面輪廓參數與表面織構特徵

- ① 表面輪廓參數有三：即 R 代表粗糙度 (Roughness)、W 代表波紋 (Wavy)、P 代表結構 (Profile)。
- ② 表面織構特徵：常見代號如 Ra 表示表面粗糙度輪廓**算術平均偏差**；Rz 表示表面粗糙度**最大輪廓高度**；Rq 表視表面粗糙度輪廓**均方根偏差**；Wz 表示波紋**最大輪廓高度**；Pt 表示結構輪廓**總高度**。

4. 表面織構符號標注意義範例

標註表面織構符號時，其代號與意義舉例如表 7-4 所示。

▼ 表 7-4 表面織構代號與意義

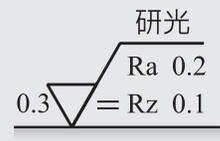
表面織構代號	意義
	不得去除材料，單邊上限界規格，預設傳輸波域，R 輪廓，表面粗糙度最大高度 $0.4 \mu\text{m}$ ，未註明評估長度則為預設值取 5 倍取樣長度，限界規格未註明表示採用預設值「16%-規則」。
	必須去除材料，單邊上限界規格，預設傳輸波域，R 輪廓，表面粗糙度最大高度 $0.2 \mu\text{m}$ ，未註明評估長度則為預設值取 5 倍取樣長度，限界規格註明 max 表示採用「最大 - 規則」。
	必須去除材料，單邊上限界規格，傳輸波域取樣長度 0.8 mm (λ_s 預設值 0.0025 mm)，R 輪廓，表面粗糙度之算術平均偏差 $3.2 \mu\text{m}$ ，評估長度為 3 倍取樣長度，限界規格未註明表示採用預設值「16%-規則」。
	必須去除材料，單邊上限界規格，傳輸波域 $\lambda_s = 0.8 \sim 25 \text{ mm}$ ，W 輪廓，波紋最大高度 $10 \mu\text{m}$ ，評估長度為 3 倍取樣長度，限界規格未註明表示採用預設值「16%-規則」。
	必須去除材料，單邊上限界規格，傳輸波域 $A = 0.5 \text{ mm}$ (預設值)， $B = 2.5 \text{ mm}$ (預設值)，評估長度等於 16 mm (預設值)，波紋圖形參數 W，波紋圖形平均深度 1 mm ，限界規格未註明表示採用預設值「16%-規則」。
	必須去除材料，單邊上限界規格，傳輸波域 $\lambda_s = 0.008 \text{ mm}$ ，無長波濾波器，P 輪廓，輪廓總高度 $25 \mu\text{m}$ ，評估長度等於工件長度 (預設值)，限界規格註明 max 表示採用「最大 - 規則」。
	不得去除材料，單邊上限界規格，傳輸波域 $\lambda_s = 0.008 \text{ mm}$ (預設值)； $A = 0.5 \text{ mm}$ (預設值)，評估長度等於 10 mm ，粗糙度圖形參數，粗糙度圖形平均深度 $10 \mu\text{m}$ ，「16%-規則」(預設值)。
	不得去除材料，雙邊上下限界規格，兩限界傳輸波域均為預設值，R 輪廓；U 表示上限界：表面粗糙度算術平均偏差 $3.2 \mu\text{m}$ ，評估長度為 5 倍取樣長度 (預設值)，「最大 - 規則」。L 表示下限界：算術平均偏差 $0.8 \mu\text{m}$ ，評估長度為 5 倍取樣長度 (預設值)，「16%-規則」(預設值)。
	必須去除材料，表面粗糙度：兩個，單邊上限界 1. $Ra = 1.6 \mu\text{m}$ ；16%-規則預設值、預設傳輸波域、5 倍預設評估長度。 2. $Rz_{\text{max}} = 6.3 \mu\text{m}$ ；最大 - 規則、傳輸波域 2.5 mm 、評估長度 ($5 \times 2.5 \text{ mm}$)。 3. 表面紋理方向與其所指加工面之邊緣垂直；加工方法為研磨。

▼ 表 7-4 表面織構代號與意義 (續)

表面織構代號	意義
 銑削 0.008-4/Ra 50 0.008-4/Ra 6.3	必須去除材料、表面粗糙度、雙邊限界： 1. 上限界 Ra = 50 μm；下限界 Ra = 6.3 μm； 2. 兩者「16%-規則」，預設值； 3. 兩者傳輸波域 0.008 ~ 4 mm； 4. 預設評估長度 (4 mm × 5 倍 = 20 mm)； 5. 表面紋理呈同心圓狀；加工方法為銑削。 備考：因為不會產生混淆，U 及 L 不用標注。

立即評量

- () 1. 一尺寸為 $\phi 30_{-0.02}^{+0.03}$ ，下列敘述何者有誤？ (A) 為一標稱尺度為 30 之圓形工件 (B) 公差為 0.05 (C) 下偏差為 0.02 (D) 最大尺寸為 30.03。
- () 2. 有一尺寸為 $\phi 20f8$ ，下列敘述何者有誤？ (A) 為一圓柱 (B) 公差等級為 8 級 (C) 公差位置為 f (D) 最大尺寸必為正偏差。
- () 3. 一孔 $\phi 20_0^{+0.04}$ 與軸 $\phi 20_{-0.05}^{-0.02}$ 配合，則下列敘述何者有誤？ (A) 為一餘隙配合 (B) 裕度為 0.09 mm (C) 最大餘隙為 0.09 mm (D) 最小餘隙為 0.02 mm。
- () 4. 機件配合尺度為 $\phi 40G8 / h7$ ，下列敘述何者有誤？ (A) 為一基孔制 (B) 為一餘隙配合 (C) 孔尺度必大於軸尺度 (D) 孔尺度必大於 40 mm。
- () 5. 下列有關表面織構代號與意義的敘述何者有誤？
 (A) 上下限界規格為預設 16%-規則 (B) 為算術平均偏差 R 輪廓 (C) 表面粗糙度最大高度 0.2 μm (D) 加工裕度為 0.3 mm。



7-2 工件量測

機件加工後，尺寸的精度是否合乎標準，必須藉量具來檢查，一般精密量測溫度為 20°C、相對濕度 50%。而量具的種類繁多，本節僅就機械工廠中較常見者，以直線量測、角度量測、量規與常見之特殊量具量測加以說明如後。

一、量測的分類

1. **量具量測**：又稱**計量**，凡利用量具來量度，可以直接度量出尺寸大小。**常見之量具有游標卡尺、分厘卡及塊規等。**
2. **規具量測**：又稱**規量**，凡利用量規來比較度量者，無法直接讀出實際尺寸數值。常見之量規如柱塞規、環規、卡規等。

二、量測長度單位

長度基本單位為公尺 (m)，機械行業慣用公厘 (mm)，半導體的製程使用奈米 (nm)，單位換算如表 7-5 所示。

▼ 表 7-5 長度單位換算

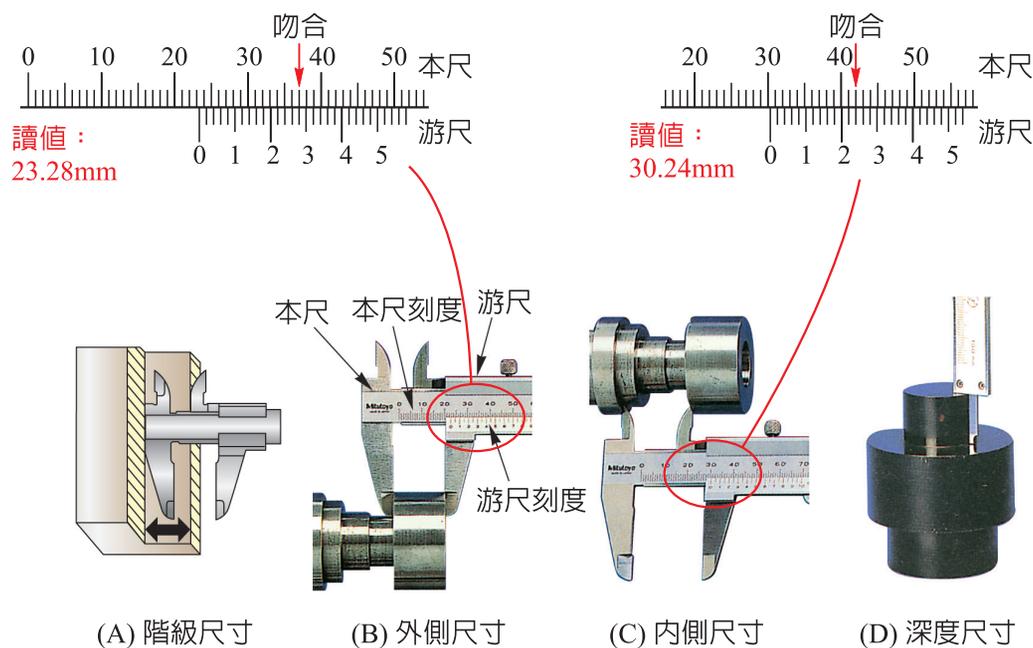
單位	代號	10 的因數	常用換算 (以公尺為基本單位)
公尺 (米)	m	1	1 m = 1000 mm
公分 (厘米)	cm	10^{-2}	1 cm = 10 mm = 10^{-2} m
公厘 (毫米)	mm	10^{-3}	1 mm = 1000 μm = 10^{-3} m
微米	μm	10^{-6}	1 μm = 0.001 mm = 10^{-6} m
奈米	nm	10^{-9}	1 nm = 10^{-6} mm = 10^{-9} m



三、量具的分類

(一) 直線量測

1. 游標卡尺 (Slide caliper)：由一本尺與游尺組成，利用游標微分原理，例如本尺 1 格 1 mm，游尺取本尺 19 格分成 20 等分，則其最小讀值為 $1 - \frac{19}{20} = \frac{1}{20}$ ，其他各種刻度分法如表 7-6 所示。游標卡尺可用以量度內徑、外徑、長度、深度、階級尺寸及劃線工作，如圖 7-13 所示。



▲ 圖 7-13 游標卡尺用途 (來源：建大貿易)

▼ 表 7-6 公制游標卡尺微分原理

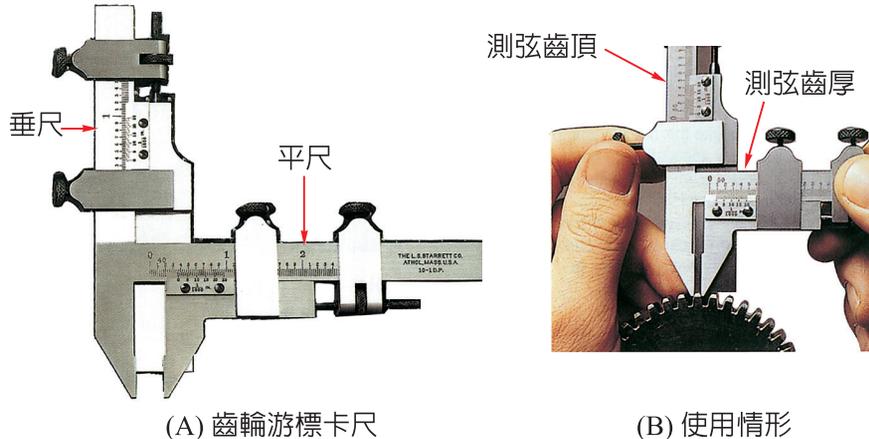
本尺刻度	取本尺格數	在游尺上等分之格數	精度
1 mm	49 格	50 等分	$\frac{1}{50}$
0.5 mm	24 格 (12 mm)	25 等分	$\frac{1}{50}$
	49 格 (24.5 mm)		(0.02 mm)
1 mm	19 格	20 等分	$\frac{1}{20}$
	39 格		(0.05 mm)

除了游標卡尺外，另有如圖 7-14 所示精確度達 0.01 mm 之帶錶式卡尺與液晶顯示式卡尺，後者現今最小解析力可達 $1\ \mu\text{m}$ ，並可搭配藍芽技術將測量值直接輸入電腦。



▲ 圖 7-14 帶錶式卡尺與液晶顯示式卡尺 (來源：喬鉅企業 -SYLVAC 提供)

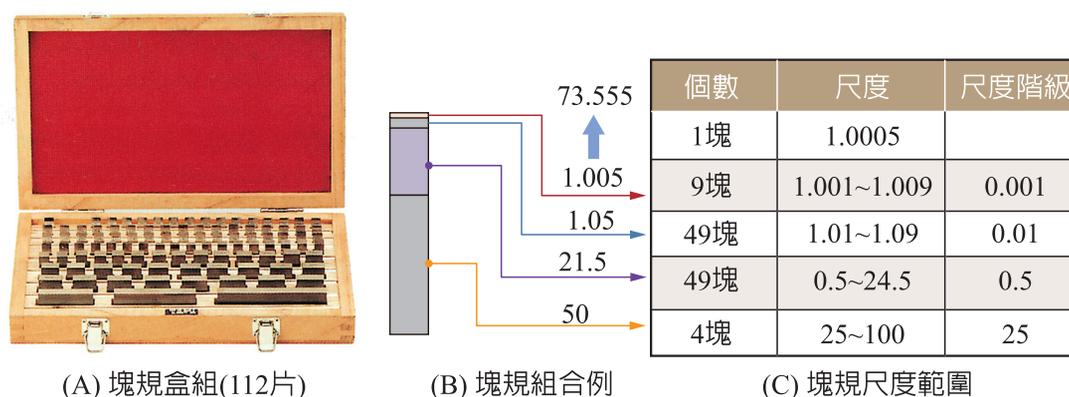
2. 齒輪游標卡尺 (Gear slide caliper)：係由垂尺與平尺組成，垂尺用於測量齒輪之弦齒頂 (Chordal tooth top)，平尺用於測量齒輪之弦齒厚 (Chordal tooth thickness)，如圖 7-15 所示。



▲ 圖 7-15 齒輪游標卡尺 (來源：喬鉅企業)

3. 塊規 (Blocks gage)：為線性量測中精密度最高者，故使用時，應在 20°C 常溫下使用。塊規等級分為 AA、A、B、C 或 00、0、1、2 等四級，如圖 7-16 及表 7-7 所示。

塊規使用時，為確保精度，以採用最少塊數及由大至小之組合為原則。故塊規之組合通常以最右方數字為基數取最大之塊規，以期得到最少塊數組合，如利用 112 塊組塊規，組成 73.555 mm 尺寸時，參考圖 7-16(B) 所示，可依序選 1.005、1.05、21.5、50 共四塊。

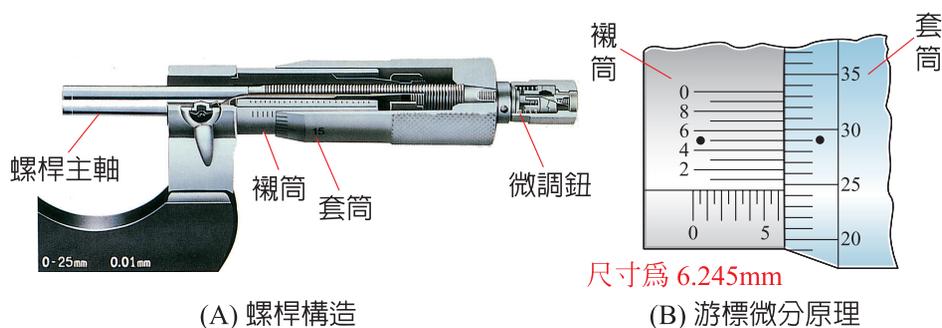


▲ 圖 7-16 塊規盒 (112 片) (來源：基準科技公司)

▼ 表 7-7 塊規精度及用途

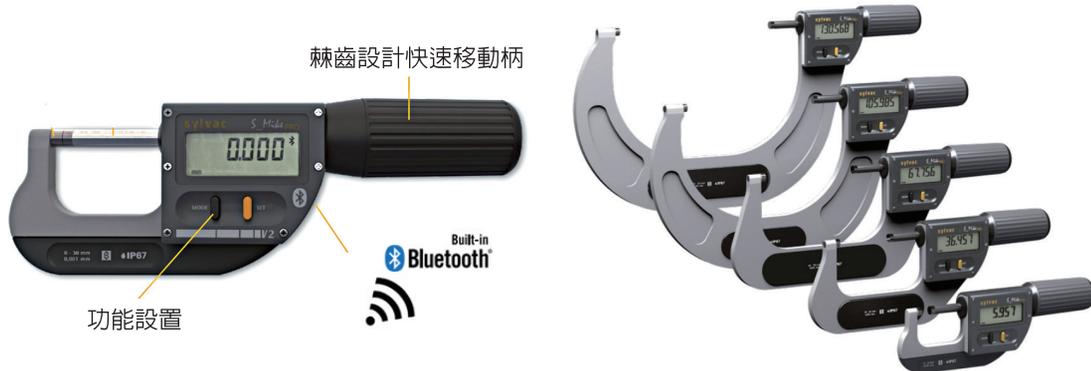
區分	等級	精度 (25 mm 以下)	用途
參照用	AA(00)	$\pm 0.05 \mu\text{m}$	學術用或光學測量
標準用	A(0)	$\pm 0.1 \mu\text{m}$	檢驗 B、C 級塊規
檢驗用	B(1)	$\pm 0.2 \mu\text{m}$	檢驗量規、量具
工作用	C(2)	$\pm 0.4 \mu\text{m}$	現場工作之檢驗

4. 分厘卡 (Micrometer)：係利用螺紋運動時螺距微分原理，由一螺距 0.5 mm 之單線螺桿主軸與圓周上分成 50 格之套筒組成，當外套筒旋轉一圈，螺桿主軸會前進 / 後退 0.5 mm，如圖 7-17(A) 所示，其最小讀值可達 0.01 mm；若加採游標微分原理，則分厘卡之最小讀值可達 0.001 mm，如圖 7-17(B) 所示。操作游標卡尺及分厘卡量測時，重複測量兩次以上，並在內徑取最大值，外徑及長度取最小值，以得最佳實際尺寸。常見之分厘卡有：

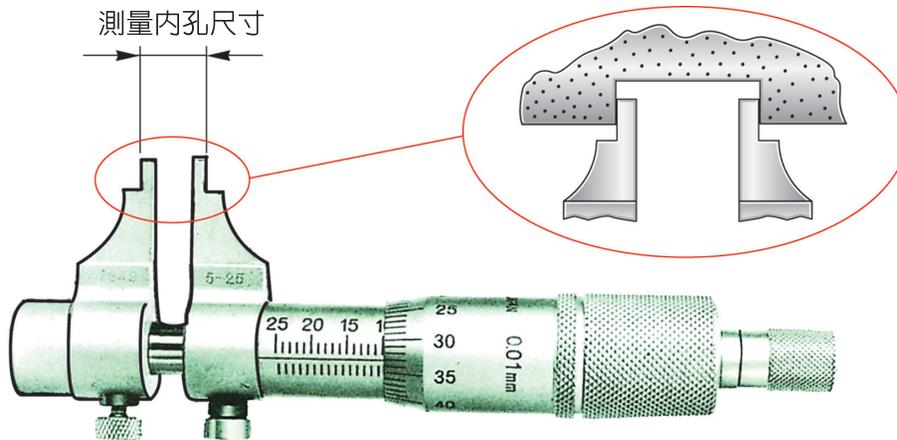


▲ 圖 7-17 分厘卡與微分原理 (來源：建大貿易)

- (1) 內、外徑分厘卡 (Inside & outside micrometer)：規格是每 25 mm (日本三豐) 或 30 mm (美國 SYLVAC) 各有一支，其中，外徑分厘卡主要功用是測量外徑或外部尺寸，形狀除如圖 7-17 所示應用螺桿原理外，目前亦常見如圖 7-18 所示液晶顯示式，最大誤差可達 $1\mu\text{m}$ ，並可應用藍芽技術傳輸至電腦。而如圖 7-19 所示為傳統卡儀型內徑分厘卡，主要功用是測量孔徑或寬度，最小規格可測尺寸為 5 mm。



▲ 圖 7-18 液晶顯示式結合藍芽技術 (來源：喬鉅企業 -SYLVAC 提供)



▲ 圖 7-19 卡儀型內徑分厘卡 (來源：建大貿易)

- (2) 螺紋分厘卡 (Screw micrometer)：用於測量螺紋節徑，如圖 7-20 所示，但在測量時，先決條件是須先有正確牙角。



▲ 圖 7-20 螺紋分厘卡 (來源：智允貿易)

- (3) 三點式內徑分厘卡 (Tri-spindle inside micrometer)：具三支測軸，具有高精度、測量簡便且使用技術較少等優點之量具，測量尺寸範圍為 3 mm ~ 300 mm，如圖 7-21 所示。



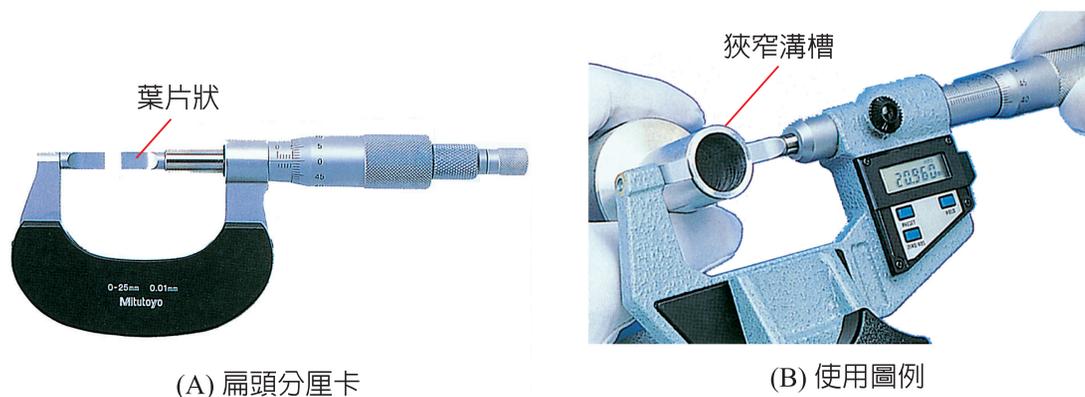
(A) 單支規格

(B) 盒組

(C) 使用圖例

▲ 圖 7-21 三點式內徑分厘卡 (來源：建大貿易)

- (4) 扁頭分厘卡 (Non-rotating spindle micrometer)：特點是砧座與主軸前端之外形成葉片狀，如圖 7-22 所示，用於測量工件狹窄溝槽、鍵槽韌厚、鍵座軸高。

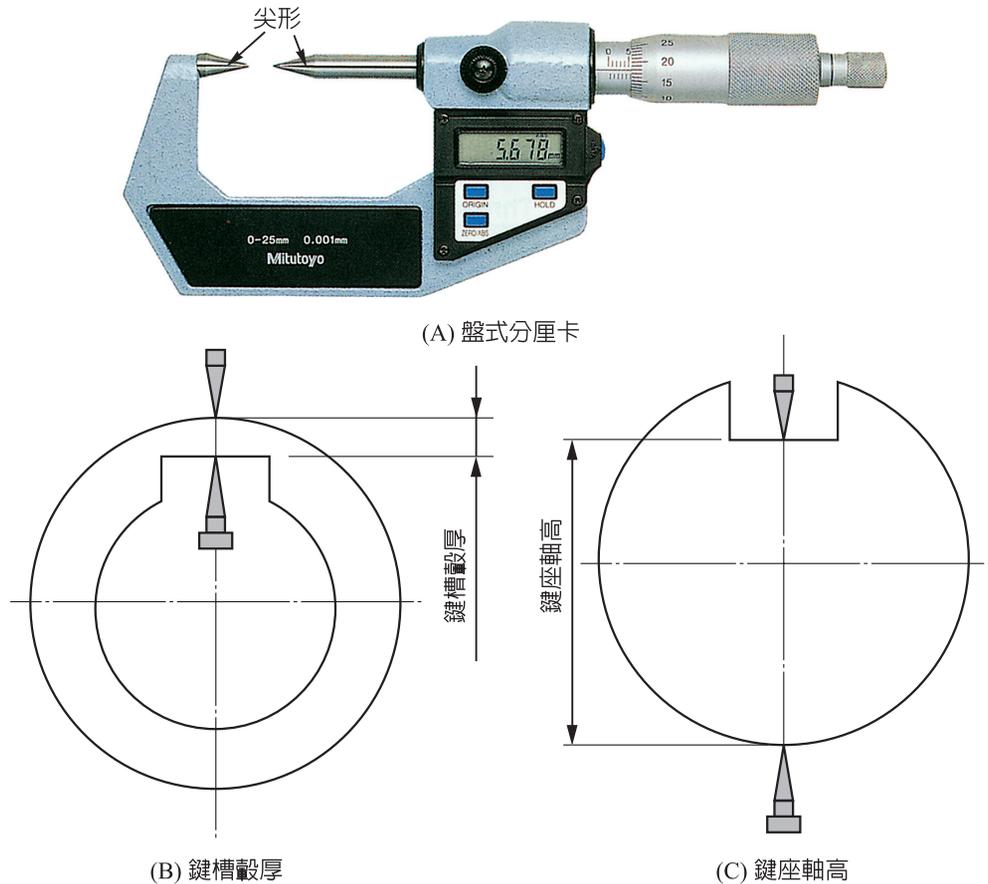


(A) 扁頭分厘卡

(B) 使用圖例

▲ 圖 7-22 扁頭分厘卡 (來源：建大貿易)

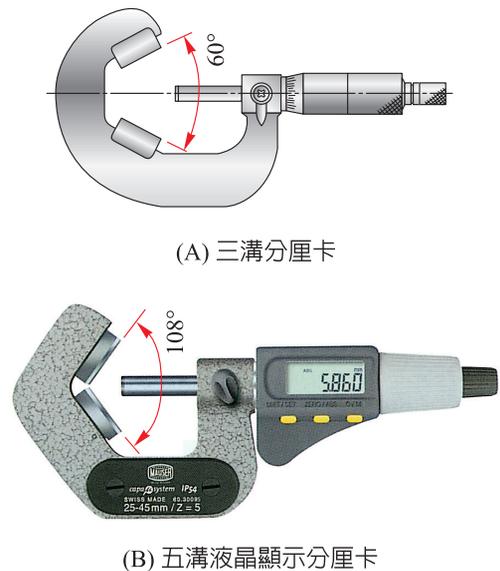
- (5) 尖頭分厘卡 (Screw thread comparator micrometer)：特點是砧座與測軸前端外型成尖形，如圖 7-23 所示，用於測量螺紋底徑、細溝槽、鑽頭鑽腹厚度及鍵槽韌厚、鍵座軸高。



▲ 圖 7-23 尖頭分厘卡 (來源：建大貿易)

- (6) V 溝分厘卡 (V-Anvil micrometer)：利用三測面的接觸，用於測量奇數刃鉸刀、螺絲攻、端銑刀、齒輪及栓槽軸徑。如圖 7-24 所示。

- ① 三溝分厘卡：此分厘卡之 V 形砧座夾角為 60° ，主軸之螺紋節距為 0.75 mm 。
- ② 五溝分厘卡：此分厘卡之 V 形砧座夾角為 108° ，主軸之螺紋節距為 0.559 mm 。



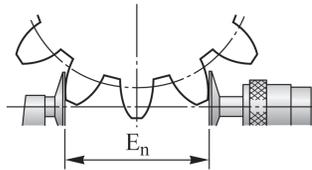
▲ 圖 7-24 V 溝分厘卡 (來源：智允貿易)



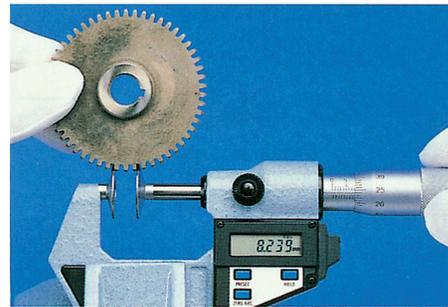
- (7) 盤式外測分厘卡 (Disc type micrometer)：特點是砧座與測軸前端外型成盤形，如圖 7-25 所示，可測齒輪跨距齒厚及配合三線測量法測螺紋節徑。



(A) 盤式分厘卡



(B) 測量跨距齒厚



(C) 使用圖例

▲ 圖 7-25 盤式分厘卡 (來源：建大貿易)



充電小站

量測無線與數位化設計

傳統單一功能型的量測儀器似乎已無法滿足時下的量測需求，目前使用量具作量測朝無線通訊領域與數位化設計趨勢，如圖 7-26 所示為透過藍牙無線傳輸結合量具為一體的技术，使測量數據直接輸出是目前發展方向之一，可方便數據記錄、長期保存和進行有效分析。

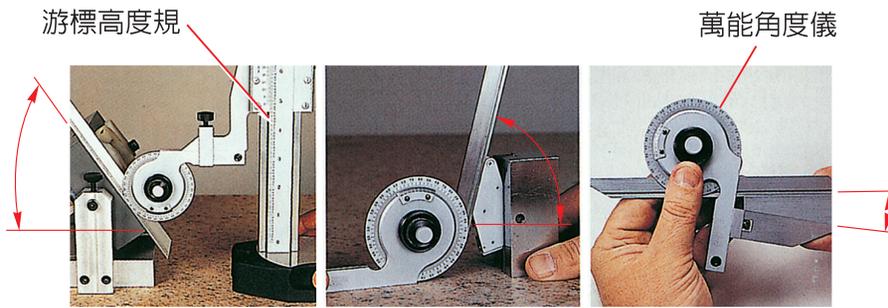


▲ 圖 7-26 藍芽連線示意圖 (來源：喬鉅企業 -SYLVAC 提供)

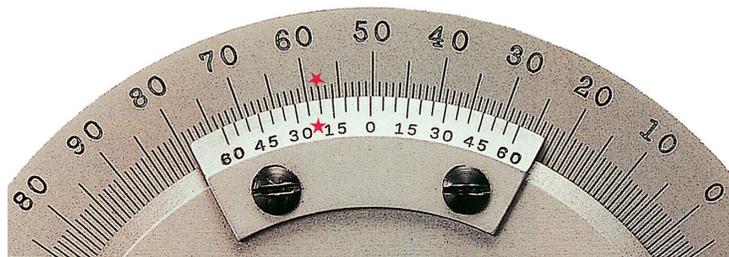


(二) 角度量測

1. 萬能角度儀 (Universal bevel vernier protractor)：係利用游標微分原理，將主尺 11 格 (或 23 格) 分成游尺 12 等分，其最小讀值為 $\frac{1}{12}$ 度 (即 5 分)，主要功用是可測量 180° 範圍內之工件角度，亦可結合游標高度規使用，如圖 7-27 所示。



(A) 萬能角度儀及使用例



(B) 游標微分原理及判讀 ($50^\circ 20'$)

▲ 圖 7-27 萬能游標角度儀 (來源：喬鉅企業)

2. 正弦桿 (Sine bar)：係藉塊規組合而置於平板上，利用三角函數之正弦原理，可精密地測出機件之角度或錐度。如圖 7-28 所示，正弦桿之規格係以兩滾子中心距離表示，有 100 mm、200 mm 及 300 mm 三種，常用於 45° 斜面以下之角度測量，計算公式為：

$$H = L \cdot \sin \theta \approx L \cdot T$$

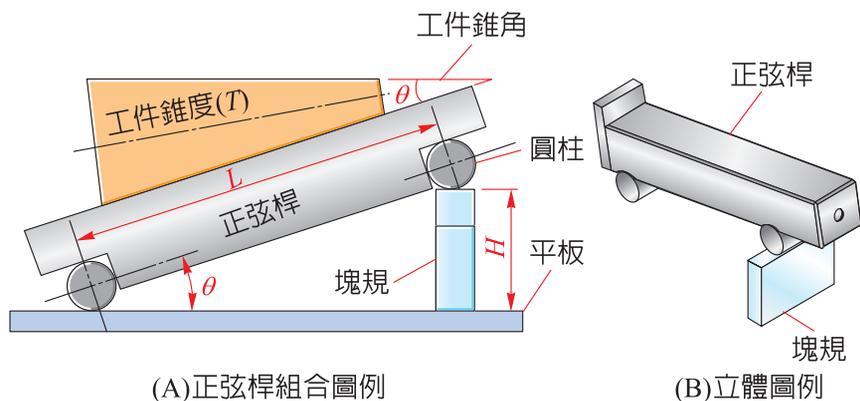
式中：

H ：塊規高度 (mm)

L ：正弦桿長 (mm)

T ：錐度

θ ：角度 (度)



(A) 正弦桿組合圖例

(B) 立體圖例

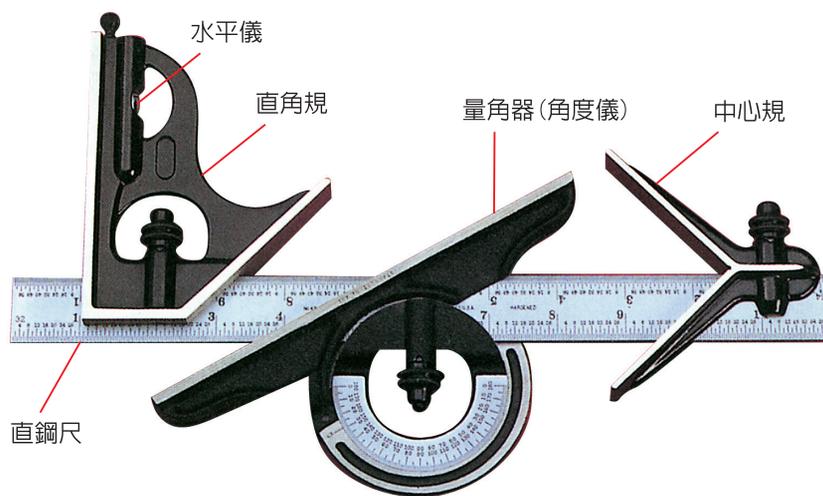
▲ 圖 7-28 正弦桿 (來源：建大貿易)

例題 7-5

利用長 100 mm 正弦桿，配合塊規、平板、量錶測量工件錐度 $\frac{1}{10}$ ，則檢驗時塊規應墊高多少？

解： $H = L \cdot T = 100 \times \frac{1}{10} = 10(\text{mm})$

3. 組合角尺 (Combination square)：係由直鋼尺、直角規、中心規與量角器等四件組成。直鋼尺與直角規組合，可作劃垂直線、平行線、45°斜線、量高度、深度及水平儀校正用。直鋼尺與中心規組合可迅速求得圓柱中心；直鋼尺與量角器組合，可 180 度內之劃線及量測角度，亦可作深度、水平儀校正角度等工作，如圖 7-29 所示。

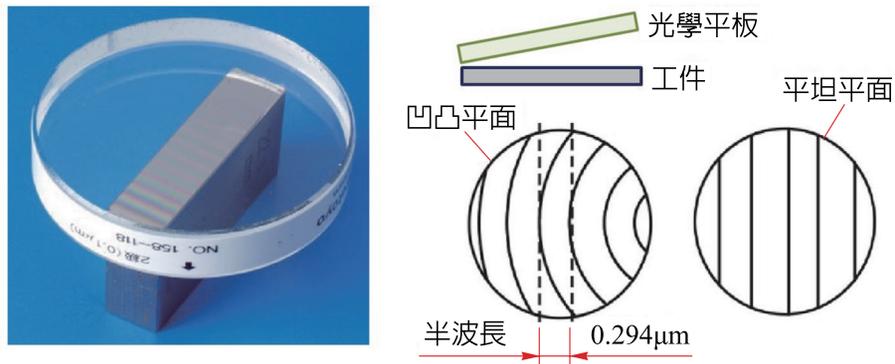


▲ 圖 7-29 組合角尺 (來源：喬鉅企業)

4. 錐度量規：錐度柱塞規檢驗時，於工件錐孔塗薄層紅丹油，經柱塞規置入旋轉 $\frac{1}{3}$ 圈後檢視，若小徑端接觸紅丹，表示錐孔之錐度太大。而錐度環規之使用，依前述原則判定之。

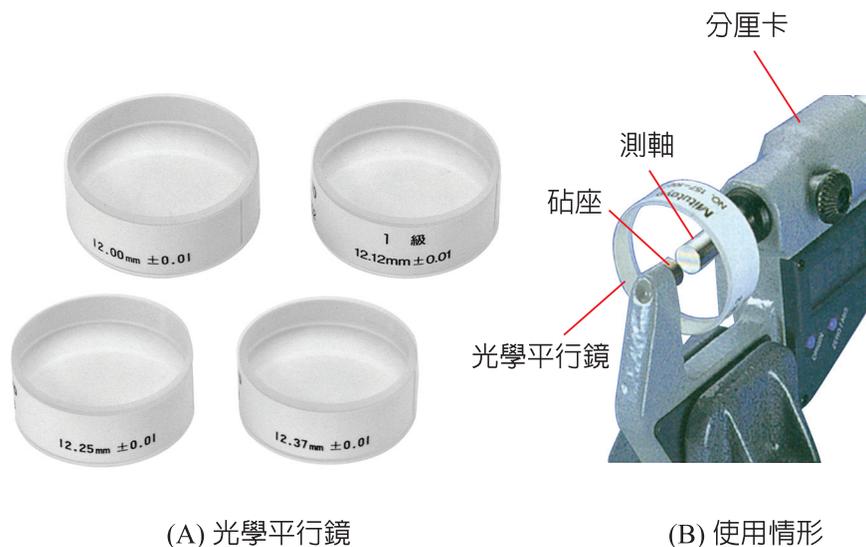
(三) 平面量測

1. 光學平板 (Optical flat)：係利用氦光之光波干涉原理，用以測量微小尺寸之差異及表面之真平度的量具。為一極度光滑而平的玻璃或石英製成之圓板，藉單色光之光波，每半波長即產生一次干涉所形成之色帶，以半波長 $0.294\ \mu\text{m}$ 為計算單位，可計算、檢驗出平面之平面度。如圖 7-30 所示為光學平板，若色帶為等距平行直線，表示該平面為平坦；若色帶為彎曲，表示受驗面不平坦。



▲ 圖 7-30 光學平板 (來源：Mitutoyo 公司、Edmund Optics Inc)

2. 光學平行鏡組 (Optical parallel set)：常以石英做成一盒 4 塊，厚度差為 $\frac{P}{4}$ (P 為分厘卡螺距) 之光學平行鏡，故厚度分別為 12.00、12.12、12.25 及 12.37 mm，如圖 7-31 所示，夾於分厘卡砧座與測軸間時，每塊光學平行鏡厚度恰為分厘卡套筒轉 $\frac{1}{4}$ 圈，常用於檢驗外徑分厘卡砧座與測軸是否磨損或平行。



(A) 光學平行鏡

(B) 使用情形

▲ 圖 7-31 光學平行鏡 (來源：Mitutoyo 公司)

(四) 量規量測

量規係檢驗規具，大都用於品管圈及大量生產時檢驗場合，依用途不同分為：(1) 軸用量規；(2) 孔用量規。如圖 7-32 所示。



▲ 圖 7-32 量規 (來源：喬鉅企業)

1. 軸用量規：用以軸徑及外部尺寸之大量生產時檢驗，如環規、卡規。

(1) 環規 (Ring gage)：用以大量檢驗外徑，具有通過端 (GO) 與不通過端 (NO GO)，在外形上通過端只在外圓周上壓花，不通過端壓花並有一凹環槽。環規在尺寸上通過端取機件軸之最大尺寸 (上限界尺寸)，不通過端取軸之最小尺寸 (下限界尺寸)，如圖 7-33(A) 所示。

(2) 卡規 (Snap gage)：用以大量檢驗外徑或外部尺寸者，具有通過和不通過端之鉗口形狀的量規。在外形上不通過端係於塗紅色卡口與斜邊緣作標註；卡規在尺寸上通過端與不通過端之設計與環規相同，如圖 7-33(B) 所示。



(A) 環規



(B) 卡規

▲ 圖 7-33 軸用量規

2. 孔用量規：用以孔徑大量生產時用於檢驗孔徑，如柱塞規。

柱塞規 (Plug gage)：用於大量檢驗孔徑，有單端式及雙端式兩種，通過端設計成較長，尺寸是取機件孔徑之最小尺寸。不通過端設計成較短，尺寸是取機件孔徑之最大尺寸，如圖 7-34 所示。



▲ 圖 7-34 柱塞規

(五) 投影比較儀 (Optical measuring projector)

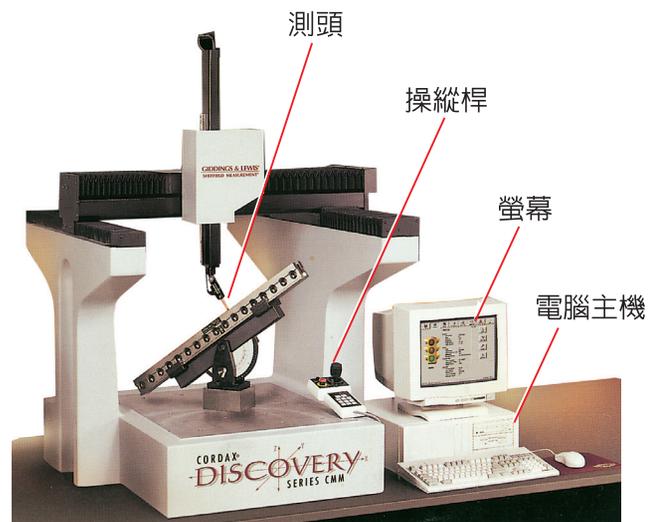
又稱為**光學投影機**，利用光學放大原理，將工件形狀放大而測出表面和外形正確性，為一種非接觸性測量方法。能有效精確測量齒輪外形及尺寸、螺紋牙角及尺寸，工件尺寸、垂直度及傾斜度等，**但無法測出工件之深度、厚度、盲孔的孔深及螺紋的螺旋角**，如圖 7-35 所示。



▲ 圖 7-35 投影比較儀 (來源：喬鉅企業)

(六) 三次元量床 (Coordinate measuring machine)

可測 X、Y、Z 三軸向尺寸，又稱**座標測量儀**，英文簡稱**CMM**。利用不同形狀的測頭或測針可作多用途的立體形狀測量，如圖 7-36 所示。可測三軸向尺度、平面的真平度、二面之夾角或孔徑及其中心位置。



▲ 圖 7-36 三次元量床 (來源：明江貿易)

(七) 工具顯微鏡 (Toolmaker microscope)

利用目鏡與物鏡之放大倍率，將工件形狀放大而測出表面和外形正確性的儀器，用途與投影比較儀雷同，如圖 7-37 所示。



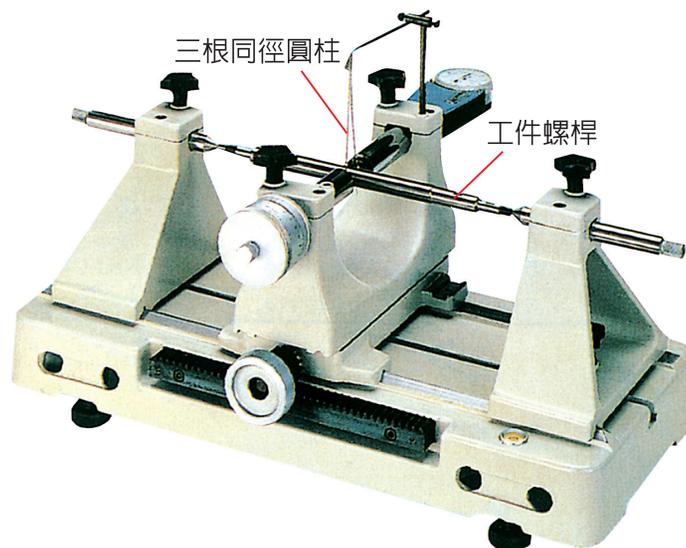
(A) 雙眼工具顯微鏡

(B) 單眼工具顯微鏡

▲ 圖 7-37 工具顯微鏡 (來源：精實盟科技)

(八) 螺紋三線規 (Screw thread measuring machine)

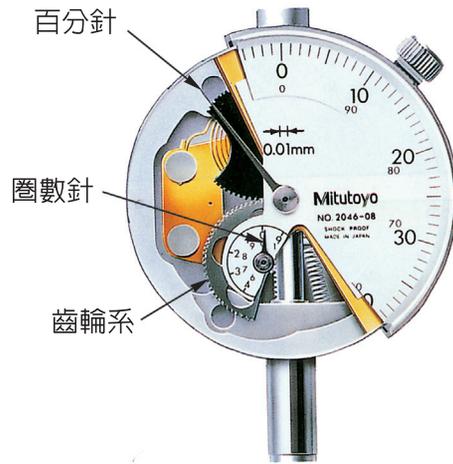
利用三根線徑相同圓柱跨於牙角內，可量測螺紋的節徑，如圖 7-38 所示。最佳線徑為 0.577 倍之工件螺距乘積，其節徑公式等於：量測值 + 0.866 倍工件螺距 - 3 倍最佳線徑。



▲ 圖 7-38 螺紋三線規 (來源：建大貿易)

(九) 特殊量具量測

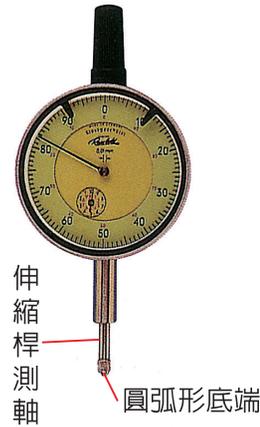
1. 量錶 (Dial indicator)：又稱針盤指示器，如圖 7-39 所示係配置齒輪系，利用放大作用，使錶針能精密的指示其數值，其最小讀值可達 0.001 mm，目前電子式已可結合無線傳輸技術 (如藍芽)，最小讀值甚至達奈米級 0.1 μm 。量表可配合塊規進行工件高度比較量測，可配合工具機 進行虎鉗之固定鉗口平行度調整，亦可配合正弦桿做工件錐度檢測。



▲ 圖 7-39 量錶原理 (來源：建大貿易)

量錶大致上分為兩類，如圖 7-40 所示：

(1) 伸縮式量錶：用於檢查真圓度、平面度、同心度、垂直度、錐度、偏心率及在車床校準圓形工件中心，**測量時應注意測軸與工件表面需成垂直，否則測軸底端為圓弧形時會造成餘弦誤差。**



(A) 伸縮式



(B) 伸縮式組合座

(2) 槓桿式量錶：用於測量狹窄內外部位，凹槽內壁、孔錐度、孔壁真直度、同心度、平行度及工件高度、垂直度及孔徑測量。測桿可作 240° 角調節，**測量時應注意測軸與工件表面需成平行，否則會造成餘弦誤差。**



(C) 槓桿式

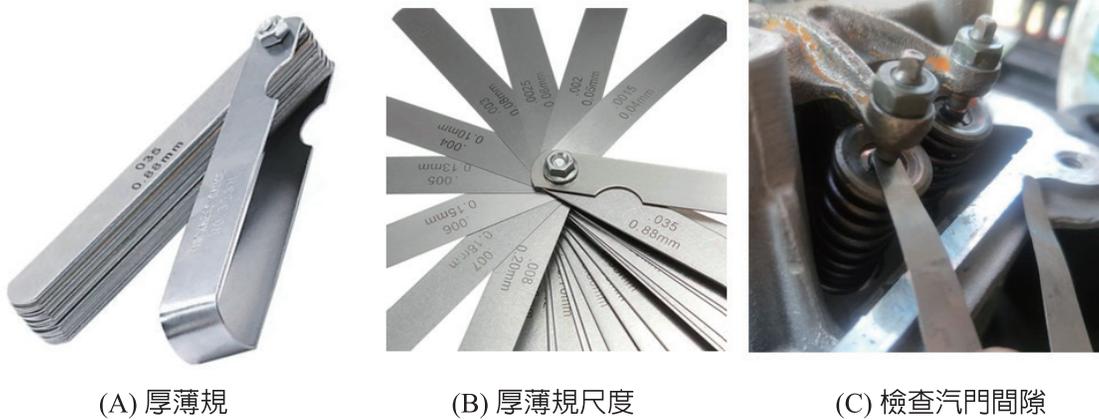


(D) 槓桿式組合座

▲ 圖 7-40 量錶 (來源：智允貿易)



2. 厚薄規 (Thickness gage)：如圖 7-41 所示，用於間隙之檢驗，如汽車汽門、火星塞之間隙檢查。



(A) 厚薄規

(B) 厚薄規尺度

(C) 檢查汽門間隙

▲ 圖 7-41 厚薄規與使用 (來源：奇摩拍賣、今川車業)

3. 牙規 (Screw pitch gage)：又稱螺紋節距規，用於檢驗螺紋之螺距 (公制) 或每吋牙數 (英制)，如圖 7-42 所示。



(A) 螺紋牙規

(B) 測螺距

▲ 圖 7-42 螺紋牙規與使用 (來源：錫特工業)



充電小站

厚薄規規格與材質

訂購厚薄規時，必須載明規格與材質。規格為：長度 × 組數 (片 / 組) - 測量範圍。材質有不鏽鋼 (SUS301)、高碳鋼 (SK)、彈簧鋼 (SUP) 等，精磨加工製成具有精密度高、拉力度強、光潔度好、有韌性、不易折斷的特點。甚至坊間亦有塑膠 (PVC) 材質強調無生鏽擔憂。

7-3 品質管制與實施

一、品質管制意義

品質管制 (Quality control, QC) 一詞，近年來稱為品質管理 (Quality management, QM)，指「為了以最經濟的方式製造出產品或服務，以便能符合買方要求的品質，在生產產品的過程中所使用的手段體系」。故最大目的在於確保產品或服務的品質能符合買方要求的水準，此活動亦稱為品質保證 (Quality assurance, QA)。

二、品質管制功效與項目

工廠實施品質管制，可達下列功效：

1. 減少不良品，間接增加產量及節省人工。
2. 減低檢驗費用，減少材料浪費。
3. 使產品標準化，增加產品可靠性及品質得以提高。
4. 防患不良品於未然，並可增進製程之改進。

故品質管制應包括兩項目：

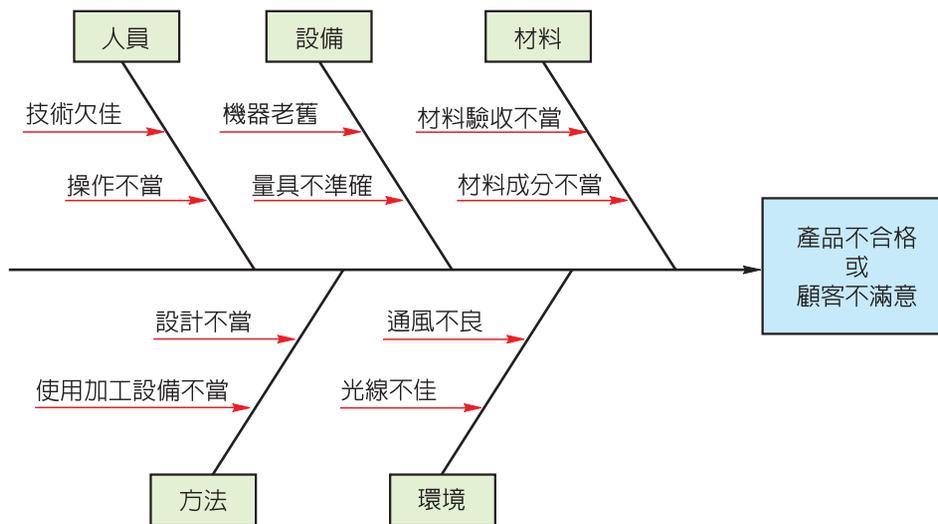
1. **確立標準**：根據市場狀況、生產技術、經濟原則及統計原則來確定工程標準，及材料半成品及成品之規格。
2. **保持品質**：根據檢驗結果，檢討缺失因素，矯正工作程序中的錯誤，使成品品質維持一定之標準，同時發現新方法及製程，得以提高品質目標。

為了達到品質管制，實施方法有七大手法：



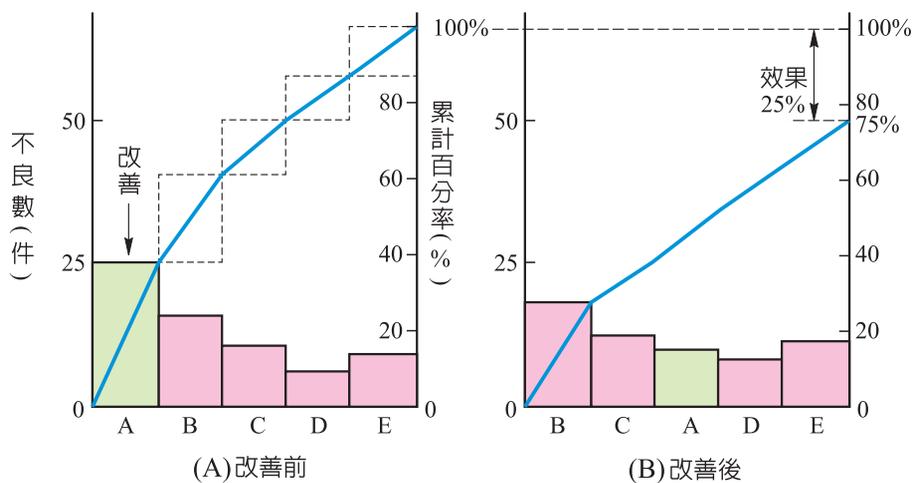
三、品管實施方法

1. 特性要因圖 (Cause and effect diagrams)：乃分析、整理原因與結果之關係，用於表達產品品質特性、以及影響品質變異的主要與次要因素，即用於表示品質問題與形成原因之關係圖。此法乃將原因與結果之關係明確整理成如魚骨狀之體系圖，又稱為魚骨圖，如圖 7-43 所示，著重於資料採取前思考方法之整理，為推展製程管理或改善活動上不可或缺之工具。



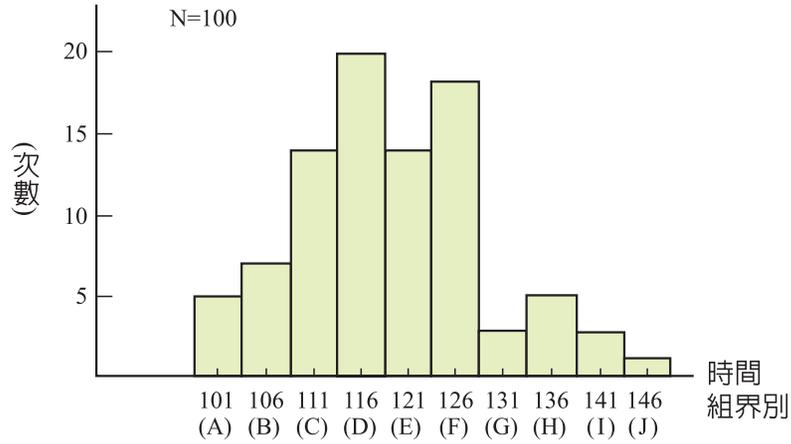
▲ 圖 7-43 特性要因圖 (魚骨圖)

2. 柏拉圖 (Pareto diagrams)：為探求問題原因的方法，係將有關製品之不良數或缺點、數量、成本、安全等品質不佳之資料，依其內容或發生原因分類，再按出現次數之大小順序排列，同時表示累積圖之和繪製而成之線圖形，如圖 7-44 所示，利用此特性可找出問題最大因素，最為優先重點管理之目的。



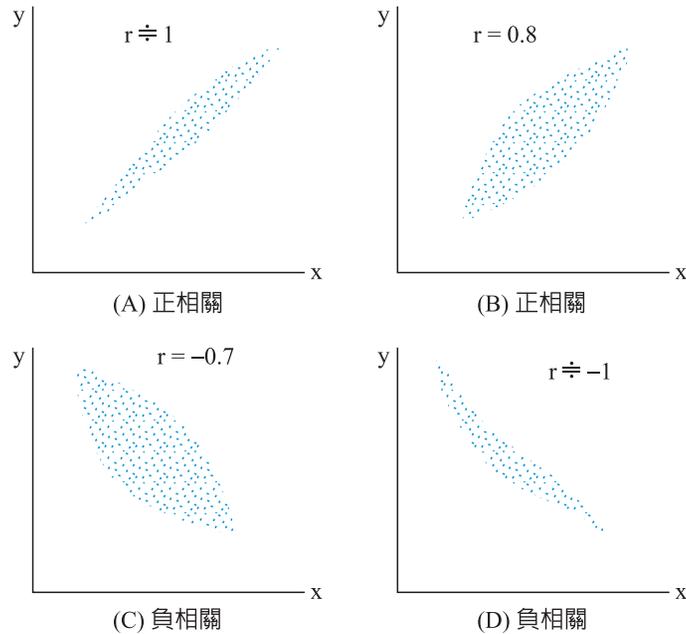
▲ 圖 7-44 改善前後柏拉圖之改善效果比較

3. **直方圖 (Histograms)**：功能是用來表示測定值所在範圍內各區間所發生之頻率、分布，並把握資料數值之分布中心及分布範圍 (離散程度)。方法是將測定值之全距分為若干組，以各組為底邊並以各該組測定值發生之次數面積構成矩形條狀之圖形，如圖 7-45 所示。



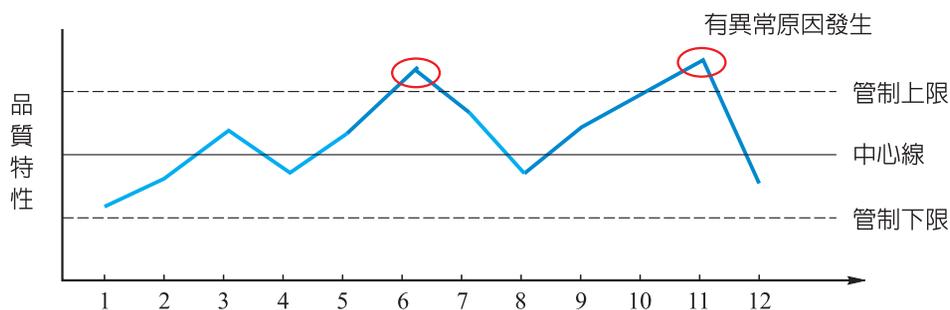
▲ 圖 7-45 直方圖

4. **散布圖 (Scatter diagrams)**：可瞭解一對資料之相對應關係，方法是取兩變數 (x、y) 在水平及垂直軸上畫出其各測定值之圖，探討兩組成對數據之關係性及其強弱關聯，再正確判斷其影響相關性，如圖 7-46 所示。



▲ 圖 7-46 散布圖

5. 管制圖 (Control charts)：管制圖一般是由三條平行線所構成，即表示品質中心傾向之中心線 (Central Line, CL) 及表示品質容許變異之上下範圍的管制界線 (Upper Control Limit, UCL、Lower Control Limit, LCL)。此法可用來監視品質特性之量測值，隨時間變化的情形及趨勢，亦即利用結果之變異性，掌握管制狀況之推論；因此，若資料數據之打點在管制界限線內，表示品質呈穩定狀態，若點超出管制界限線外，則表示異常原因出現，如圖 7-47 所示。管制圖基本上是根據常態分布之性質而繪製，其平均值 ± 3 倍標準偏差範圍內之面積佔總面積之 99.7%。



▲ 圖 7-47 管制圖

6. 查核表 (Check sheets)：可瞭解資料之分布情形，功能是作為不良項目的查核及改善依據。方法是就兩個或兩個以上的項目，將其次數分類排列之表格，簡潔的將數據記載在所設計的表格之中，如表 7-8 所示。

▼ 表 7-8 查核表

種類	查核紀錄	小計
裂痕	正正正正一	21
表面粗糙度不佳	正正正正正正正正一	41
精確度不佳	正T	7
表面傷痕	正正正正正正正T	37
其他	正正下	13
合計		119

7. 圖形 (Graphs & charts)：品質改善所使用的圖形，若以表現形式來分類，有條形圖、折線圖、圓形圖、帶狀圖、Z形圖、雷達圖與層別圖七種，這些都可將問題發生的原因以數據透過圖形的方式加以表達，顯現問題的真正原因，藉以協助解決問題。



充電小站

品質管制七大手法

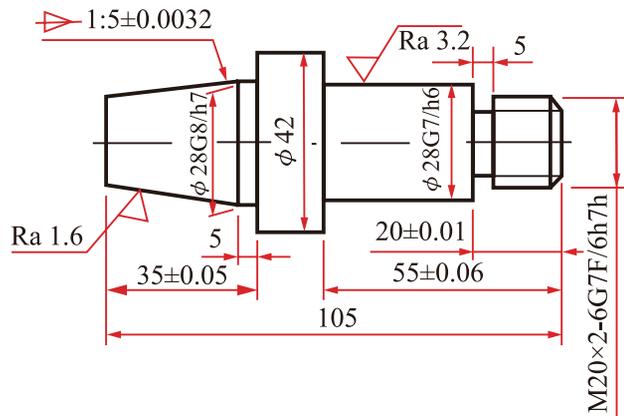
特性要因圖 (魚骨圖、因果圖)、柏拉圖、直方圖、散布圖、管制圖、查檢表 (理貨單) 與圖形 (統計圖) 等。

立即評量

- () 1. 下列有關量具的敘述，何者有誤？ (A) 游標卡尺為利用游標微分原理製成 (B) 分厘卡係用螺紋運動原理製成 (C) 光學平板係利用光波反射原理測機件真平度 (D) 量錶係利用齒輪系放大作用原理製成。
- () 2. 下列有關量具的敘述，何者有誤？ (A) B級塊規用於檢驗量規、量具 (B) 螺絲分厘卡用於測量螺絲外徑 (C) 光學平行鏡用於檢驗外徑分厘卡砧座與測軸之真平度 (D) 正弦桿可精密測機件角度或錐度。
- () 3. 下列有關量規的敘述，何者有誤？ (A) 用於大量檢驗孔徑或軸徑 (B) 環規之通過端乃取機件軸之最大尺寸作為尺寸 (C) 柱塞規不通過端取機件孔徑之最大尺寸作為尺寸 (D) 係一種可以直接度量機件尺寸大小之量具。
- () 4. 下列有關量具的敘述，何者有誤？ (A) 伸縮式量錶測量時測軸與工件表面需成平行 (B) 牙規用於檢驗螺紋之螺距 (C) 螺紋三線規可測螺紋的節徑 (D) 取本尺 49 格在游尺上等分為 50 格之游標卡尺，其最小讀值為 0.02 mm。

實例應用題組

如圖示 7-48 本軸件產品修改自丙級技術士檢定題目，加工方式採用車床切削，包刮加工階級外徑、錐度與螺紋，並須符合公差與表面織構符號。敬請回答下列有關問題。



▲ 圖 7-48 主軸件

量測與品管之應用題

例題 7-1

對於尺度 35 ± 0.05 ，下列敘述何者正確？ (A) 35.05 為最大尺度 (B) 下偏差為 0.05 (C) 公差為 0.05 (D) 實測尺度若是 34.95 為不良品機件。

解：A

解析說明：(B) 偏差包含正負號，故下偏差為 -0.05 ；
(C) 公差乃最大極限尺寸與最小極限尺寸之差，故為 0.1；
(D) 實測尺度若是 34.95 公差範圍內，為合格良品機件。

例題 7-2

對於尺度 $\phi 28G8/h7$ ，下列敘述何者錯誤？ (A) 此機件公差等級孔徑大於軸徑 (B) 此機件配合採用基孔制 (C) G8 為孔徑尺度及公差 (D) h7 為軸徑尺度及公差。

解：B

解析說明：(B) 此機件配合採用基軸制，圖示 h7、h6。

例題 7-3

對於尺度 $\phi 28G7/h6$ ，下列敘述何者正確？ (A) 此機件孔軸採用過渡配合
 (B) 外徑軸公差顯示以下偏差為基本偏差 (C) 孔徑尺度可能為 $\phi 28^{+0.09}_{-0.02}$
 (D) 外徑軸之公差位置為 h，公差等級為 6 級。

解：D

解析說明：(A) 此機件孔軸採用餘隙配合。

(B) 因外徑軸公差為 h6，故以上偏差為零作為基本偏差。

(C) 孔徑公差為置為 G，上下偏差皆屬於正偏差，故可能為

$$\phi 28^{+0.09}_{+0.02}$$

例題 7-4

依此工作圖有標註尺度公差者顯示，下列何者屬於軸徑的尺度？

(A) $\phi 28^{+0.09}_{+0.02}$ (B) $\phi 28^{-0.02}$ (C) $\phi 28^{\pm 0.05}$ (D) $\phi 28^{-0.05}$

解：D

解析說明：(D) 軸徑尺度 h7、h6 為負尺度，且 h 由零線往下偏，以上偏差為零作為為基本偏差。

例題 7-5

對於表面織構符號 $\sqrt{Ra\ 3.2}$ 之敘述，下列何者錯誤？ (A) 採用中心線平均粗糙度表示 (B) 粗糙度值為 3.2 mm (C) 表面情況為細切面範圍 (D) 符號代表必須切削加工。

解：B

解析說明：(B) 粗糙度值為 3.2 μm ，為 0.0032 mm。

例題 7-6

依此工作圖欲量測螺紋 M20，下列哪種量具最不恰當？ (A) 螺紋量規 (B) 螺紋牙規 (C) 螺紋分厘卡 (D) V 溝分厘卡。

解：D

解析說明：(D)V 溝分厘卡用於測量奇數刃鉸刀、螺絲攻、端銑刀、齒輪及槽軸徑。

例題 7-7

依此工作圖欲選用量具測量尺度，下列哪種量具最不恰當？ (A) 用量表測表面粗糙度 (B) 用螺紋牙規測節距 (C) 用分厘卡可測外徑 (D) 用塊規與正弦桿組合，經計算後可測錐度值。

解：A

解析說明：(A) 量表無法測表面粗糙度，宜選用表面粗糙度量測儀。

例題 7-8

若大量生產此工作圖機件，下列哪種品管法最不恰當？ (A) 用柏拉圖可找出問題最大因素作為優先重點管理的方法 (B) 用魚骨圖可從影響品質變異的主要與次要因素中，了解品質問題與形成原因之關係 (C) 用查核表可作為不良項目的查核與改善依據 (D) 用管制圖基本上若常態分布下，其平均值 ± 3 倍標準差之面積占總面積之 68.2%。

解：D

解析說明：(D) 用管制圖基本上若常態分布下，其平均值 ± 3 倍標準差之面積占總面積之 99.7%。平均值 ± 2 倍標準差之面積占總面積之 68.2%。

學後評量

一、選擇題 (每題 1 分，共 20 分)

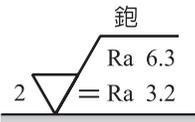
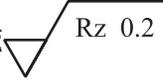
- 7-1 () 1. 依 CNS 之規定，何者為最高精密範圍？ (A) IT01 (B) IT0 (C) IT1 (D) IT20。
- () 2. 尺寸為 $\phi 30H10$ ，工作物的實測尺寸必須在哪一項公差才合格 (在公差範圍內)？ (A) $\begin{matrix} +0.08 \\ 30 \ 0 \end{matrix}$ (B) 30 ± 0.04 (C) $\begin{matrix} +0.12 \\ 30+0.088 \end{matrix}$ (D) $\begin{matrix} -0.01 \\ 30-0.08 \end{matrix}$ 。
- () 3. 若有一軸之直徑為 $\begin{matrix} -0.02 \\ 40-0.04 \end{matrix}$ mm 與一直徑為 $\begin{matrix} +0.04 \\ 40+0.02 \end{matrix}$ mm 之孔配合，則其裕度為 (A) 0.02 mm (B) 0.04 mm (C) 0.06 mm (D) 0.08 mm。
- () 4. 孔之尺寸 $\begin{matrix} +0.100 \\ \phi 30 \ 0 \end{matrix}$ ，軸之尺寸 $\begin{matrix} 0 \\ \phi 30-0.039 \end{matrix}$ ，則兩者配合之最大餘隙為 (A) 0.039 (B) 0.061 (C) 0.139 (D) 0.100。
- () 5. 何種尺寸小於 20 mm？ (A) 20G6 (B) 20n6 (C) 20P6 (D) 20f6。
- () 6. 請選出最大尺寸 (A) $\phi 30a8$ (B) $\phi 30h6$ (C) $\phi 30E5$ (D) $\phi 30H6$ 。
- () 7. 公差配合中，若為基孔制，則孔之公差符號必定會出現 (A) H (B) h (C) g (D) f。
- () 8. 元件 $\phi 20H7$ 與 $\phi 20f7$ 之配合為 (A) 過盈配合 (B) 過渡配合 (C) 干涉配合 (D) 餘隙配合。
- 7-2 () 9. 游標卡尺無法用來測量哪些範圍？ (A) 外徑尺寸 (B) 深度尺寸 (C) 階段 (段差) 尺寸 (D) 錐度。
- () 10. 游標卡尺之本尺刻度為 1 mm，若取本尺 49 刻度長等分為 50 刻度，則其精度為 (A) 0.05 mm (B) 0.02 mm (C) 0.01 mm (D) 0.001 mm。
- () 11. 精度 0.02 mm 之游標卡尺可以量出 (A) 12.06 (B) 12.09 (C) 12.001 (D) 12.05。
- () 12. 工件內徑尺寸為 $\phi 18.03$ mm 應選用內徑分厘卡之規格為 (A) 0 ~ 25 mm (B) 5 ~ 25 mm (C) 25 ~ 50 mm (D) 50 ~ 75 mm。

- () 13. 一般常用公制分厘卡皆採用螺旋導程原理製成，其螺旋節距為 (A) 0.25 mm (B) 0.5 mm (C) 1 mm (D) 1.25 mm。
- () 14. 利用長 100 mm 正弦桿，配合塊規、平板、游標高度規欲在工件上劃 30 度斜線，則塊規應墊高多少？ (A) 25 (B) 50 (C) 75 (D) 100 mm。
- () 15. A 級塊規在 20°C 標準室溫及 50% 標準濕度且無塵的情況下之精度為 (A) 不得有 0.1 μm 以上之誤差 (B) 不得有 2 μm 以上之誤差 (C) 不得有 0.2 μm 以上的誤差 (D) 不得有 1 μm 以上之誤差。
- () 16. 在現場作檢驗量具和劃線等工作的精測塊規之等級是 (A) AA (B) A (C) B (D) C。
- () 17. 可用哪種量具檢驗外分厘卡之兩個砧座是否磨損或平行？ (A) 精測塊規 (B) 光學平行鏡 (C) 工具顯微鏡 (D) 表面粗度儀。
- () 18. 孔的尺寸為 $\phi 28_{-0.04}^{+0.02}$ 則不通過端柱塞規的尺寸為 (A) 27.96 (B) 27.98 (C) 28.01 (D) 28.02。
- () 19. 專為在光亮的毛玻璃幕上檢查及測量小物體的表面和外形而設計的是 (A) 三次元量床 (B) 金屬顯微鏡 (C) 電子測微儀 (D) 投影比較儀。
- 7-3 () 20. 下列何者不是品質管制的目的？ (A) 減少不良品 (B) 減少材料浪費 (C) 預防不良品的發生 (D) 提前交貨。

二、本章綜合型選擇題 (每題 2 分，共 26 分)

- 7-1 () 1. $\phi 20\text{H}8$ 和 $\phi 20\text{h}7$ 之敘述，下列何者有誤？ (A) 前者的公差比後者小 (B) 前者的公差比後者大 (C) 前者的公差等級比後者大 (D) 兩者公差常用於配合公差。
- () 2. 尺寸 $45_{+0.02}^{+0.07}$ mm，下列敘述何者最不正確？ (A) 公差為 0.05 mm (B) 測量尺寸為 45.01 產品代表合格 (C) 上偏差為 0.07 (D) 尺寸公差可能為 $\phi 45\text{G}8$ 。

學後評量

- () 3. 工件上 $\phi 60H8/f7$ 之註記，下列何者為非？ (A) 基孔制且餘隙配合 (B) 軸之尺寸不可大於 60 (C) 孔之尺寸不可小於 60 (D) 孔之尺寸小於軸之尺寸。
- () 4. 一尺寸配合為 $\phi 20H7/g6$ ，則下列敘述何者有誤？ (A) 孔徑公差為 7 級，軸徑為 6 級 (B) 孔徑公差域為 H，軸徑為 g (C) 為一餘隙配合 (D) 採用基軸制。
- () 5. 圖面尺寸為 $\phi 30_{-0.02}^{+0.09}$ ，下列敘述何者有誤？ (A) 最大限界尺度為 30.09、最小限界尺度為 29.98 (B) 上偏差為 0.09、下偏差為 0.02 (C) 公差為 0.11 (D) 公稱尺度為 30。
- () 6. 已知孔的尺度為 $\phi 300 \pm 0.016$ ，軸的尺度為 $\phi 300 \pm 0.026$ ，關於兩者的配合情況，下列敘述何者正確？ (A) 最大餘隙量為 0.052 mm (B) 最大干涉量 (或過盈量) 為 0.042 mm (C) 最小餘隙量為 0.032 mm (D) 最小干涉量 (或過盈量) 為 0.020 mm。
- () 7. 同一基本尺度 (例如 $\phi 50$ mm) 的軸、孔，若選用下列配合等級，則何者屬於干涉配合？ (A) Js7/h6 (B) S7/h6 (C) H7/js6 (D) H7/f6。
- () 8.  表面織構符號如圖所示，下列敘述何者不正確？ (A) 刀痕之方向與其所指加工面之邊緣平行 (B) 基準長度為 2 mm (C) 粗糙度最大限界為 6.3 μm (D) 加工裕度為 2 mm。
- () 9. 下列有關表面織構符號  之敘述何者有誤？ (A) 單邊上限界規格 (B) R 輪廓表面粗糙度最大高度 0.2 μm (C) 不得去除材料 (D) 評估長度未標示，表示為 5 倍取樣長度之預設值。

- 7-2 () 10. 一公制外徑分厘卡其精密螺桿螺距為 0.5 mm，在襯筒上無游標刻度，若分厘卡外套筒上等分割 50 格，則下列敘述何者為不正確？ (A) 此分厘卡的精度為 0.01 mm (B) 在 0 到 100 mm 的量測尺寸內，存在量測範圍各為 25 mm 的 4 種不同形式之外徑分厘卡 (C) 此分厘卡係利用螺紋運動原理達成量測功能 (D) 當外套筒旋轉一圈，心軸伸或縮 1 mm。
- () 11. 下列有關量具的敘述，何者有誤？ (A) 螺絲分厘卡是測量螺紋的節徑 (B) 三點式內徑分厘卡是一種精度高、測量技術較少的內徑量具 (C) 正弦桿為用於測量角度 (D) 螺紋三線規可量測螺紋之節距。
- () 12. 下列有關量具的敘述，何者有誤？ (A) 柱塞規可用於大量生產時檢驗孔徑尺度 (B) 一般伸縮式量錶為消除測量誤差，其軸線與測量面應保持垂直 (C) 光學平板利用光波反射原理度量平面的儀器 (D) 五溝槽外測分厘卡其 V 形砧座夾角為 108° 。
- 7-3 () 13. 下列有關品質管制的敘述，何者正確？ (A) 管制圖敘述品質與其影響因子的關係，因其圖形如魚骨，故又稱魚骨圖 (B) 品質管制利用統計學方法，實施製程管制 (C) 火花試驗法屬於非破壞性產品檢驗法 (D) 客戶抱怨分析不屬於品質服務工作。

三、問答題 (每題 6 分，共 54 分)

- 7-1 1. 通用公差與專用公差有何不同？
2. CNS 之公差等級分為哪三大類？各有何用途？
3. 何謂基孔制？何謂基軸制？
- 7-2 4. 何謂量具與規具？各舉常見兩例儀具。
5. 塊規之等級如何分類？各精度及用途為何？
6. 舉例說明軸用量規與孔用量規，各有何用途？
7. 完整表面織構符號標註有五位置，請繪圖並說明各位置所代表的意義。
8. 請說明下列表面織構特徵的意義：Ra、Rz、Rq、Wz、Pt。
- 7-3 9. 試舉四例品質管制的實施方法，並簡述其意義。

