

中國
工程師手冊

機械類

上

中國
工程師手冊
機械類
中

中國
工程師手冊
機械類
下

第十二篇

機 械 元 件

目 錄

頁

第一章 機械製圖

1.1 一般規範.....	12- 1
1.2 標準數.....	12- 9
1.3 公差與配合.....	12- 11
1.4 幾何公差.....	12- 18
1.5 加工符號.....	12- 35

第二章 容許應力與安全因數

2.1 單軸向拉伸試驗.....	12- 38
2.2 受靜力負荷之安全因數與容許應力.....	12- 42
2.3 延性材料之破壞理論.....	12- 43
2.4 應力集中因數.....	12- 45
2.5 疲 勞.....	12- 49
2.6 凹槽敏感度.....	12- 52
2.7 Soderberg 圓.....	12- 53 _g
2.8 脆性材料.....	12- 54
2.9 容許應力值.....	12- 55

第三章 螺旋與螺釘接合

3.1 螺 紋.....	12- 57
3.2 螺釘接合.....	12- 67

第四章 彈簧設計

4.1 一般概念	12-79
4.2 板狀彈簧	12-79
4.3 螺旋彈簧	12-80
4.4 盤狀彈簧	12-88
4.5 圓狀彈簧	12-95

第五章 正齒輪

5.1 齒輪分類	12-97
5.2 基本概念	12-99
5.3 漸開線齒輪傳動	12-101
5.4 標準齒制	12-102
5.5 漸開線齒輪之製造	12-104
5.6 過切與齒數之最少限度	12-108
5.7 齒廓移位	12-108
5.8 正齒輪工作圖上之尺度資料	12-112
5.9 齒之強度設計	12-118
5.10 螺旋齒輪傳動	12-126

第六章 滾動軸承

6.1 滾動軸承之性質	12-131
6.2 滾動軸承之代號	12-131
6.3 各型軸承之用途	12-140
6.4 軸承之彈性	12-141
6.5 軸承之預力	12-144
6.6 軸承的疲勞壽命與基本動額定負荷 C	12-145
6.7 基本靜額定負荷 C_0	12-149
6.8 確定軸承位置之裝置	12-150
6.9 軸承的公差與間隙	12-151
6.10 軸承之配合	12-152
6.11 軸承之潤滑與封閉	12-154

第十二篇

機 械 元 件

蔣 君 宏

第一章 機械製圖

1.1 一般規範

本節所述，儘量與國際標準組織（International Organization for Standardization，簡作 ISO）標準建議案 ISO/R 128 相符合。

a 製圖用紙 國際標準組織 ISO 之前身為國際標準協會（International Federation of the National Standardizing Associations，簡作 ISA）在 1934 年 8 月之建議案所規定之製圖用紙尺度，為一般採用公制國家作為各國製圖用紙尺度標準。紙張尺度悉採 A 組（台灣標準 CNS 5 稱為甲組），如表 1-1 所列。此類紙張尺度之分段法係令某號紙為其次一號紙大小之兩倍。例如將 A 3 對折裁開即為兩個 A 4，而所有紙張之形狀皆相似。換言之，依照圖 1-1，有

$$x : y = \frac{y}{2} : x$$

因此 $x : y = 1 : \sqrt{2}$ 。即所有紙之形狀，不論大小，其長邊恆為短邊之 $\sqrt{2}$ 倍。在表 1-1 中，係令 A 0 之面積為 1m^2 。遂得其長邊為 1189 mm，短邊為 841 mm。通常以 A 4 為最小製圖紙之大小。平時所有圖皆摺疊成 A 4 大小，以便於貯檔或裝釘，亦便於查閱。

b 製圖用線 無論用鉛筆或上墨，一般製圖用線只需兩種粗度即足。粗線為 0.7 mm，細線為 0.3 mm。表 1.2 所列為各線用途。圖 1.2 則為其示例。

c 字體 圖上中文字體須用楷書。字體高度不得小於 2.5 mm。一律由左向右橫書，拉丁字母及阿拉伯數字可寫成直體或斜體，如圖 1.3 所示。

字體之註在尺度線上者最好採橫式，即讀的方向（即由左向右的方向）與尺

表 1-1
A 組標準紙張尺寸

符號	mm
4A0	1682×2378
2A0	1189×1682
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297
A5	148×210

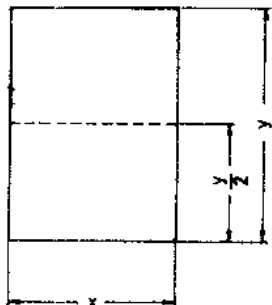


圖 1-1

表 1-2 製圖用線型式

例 (看圖 1.2 中拉丁字母)	線之型式	線寬 (mm)	用 途
A	連續 (粗)	0.7	實物邊緣
B	連續 (細)	0.3	尺寸線, 引線, 斷面線
C	連續不規則 (細)	0.3	部分截斷之邊緣
D	虛線 (細)	0.3	被遮擋之邊緣
E	鏈線 (細)	0.3	中心線, 節圓節線, 機件之虛位置, 鄰近機件加工前之表面
F	鏈線兩端及轉角處為粗線 其他為細線	0.7 0.3	切斷面

度線的方向平行, 如圖 1.4 (a) 所示。必要時垂直方向尺度也可採直式寫法, 即讀的方向與尺度線方向垂直, 如圖 1.4 (b) 中的 15。惟不論採橫式或直式寫法, 同一張圖上的書法必須一致。即不可以橫式與直式混合使用。如取橫式則應如圖 1.4 (a), 即垂直方向尺度須以能自右手側讀為準。切不可寫成自左手側讀。

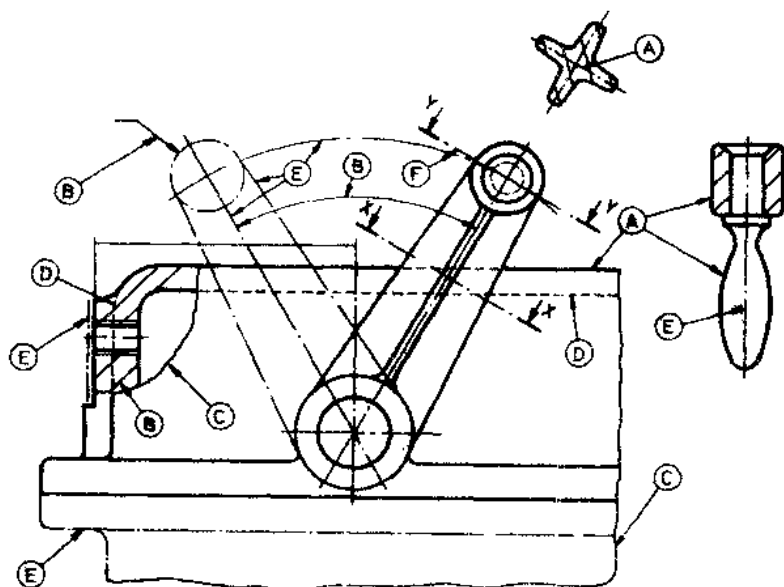


圖 1.2 製圖用線示例

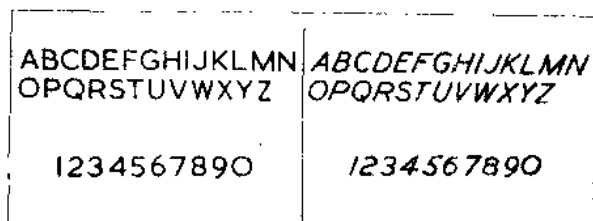


圖 1.3 製圖用字體

如圖 1.4 (c) 中之 15 即屬錯誤，為任何國家標準所不許，如遇有傾斜方向的尺度線而採用橫式寫法時，應儘量避免將尺度註在如圖 1.5 (a) 中之 30° 範圍內。其原因是在此範圍內之尺度註法如圖 1.5 (b) 中的 8 與 12 有像似圖 1.4 (c) 的錯誤之嫌。此處既屬不可避免，則惟有照註而已。

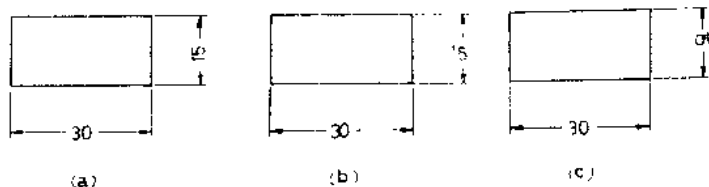


圖 1.4 尺度標註法

d 投影 投影制分第一象限制（歐洲制）與第三象限制（美國制）兩種。若干國家依照 ISO 標準採兩制並存為其國家標準。台灣亦將同時採用兩制並存為台灣標準。惟以何者為優先迄無定論。兩種制度原難以分別其優劣。惟由於各界習慣之不同，有人喜用第一象限畫法，有人喜用第三象限畫法。不論用第一象限或第三象限畫法，重要的是，須在圖上以簡單文字或符號表明，方不致使讀者產生混淆錯誤。圖 1.6 (a) 之符號表示某圖係用第一象限制度，即每個視圖皆係由其相鄰視圖之「遠」側所見。圖 1.6 (b) 之符號為表示某圖係用第三象限制度，即每個視圖皆係由其相鄰視圖之「近」側所見。此種符號簡單明瞭，省去文字，故可以全世界通用。可以預先印在製圖紙上，或製成小印章臨時加蓋在圖之一角。

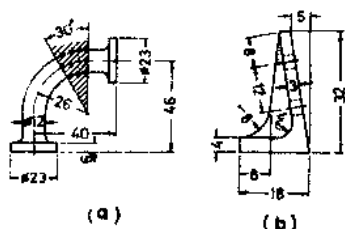


圖 1.5

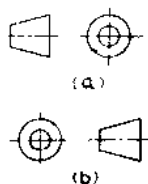


圖 1.6 第一角及第三角符號

e 視圖 原則上一張機械圖以簡單明瞭而完備為主。不必要之視圖能省略則省略之。大凡既無尺度又無註釋之視圖多可省略。例如圖 1.7 係一圓柱體，既已用符號「 ϕ 」表示直徑，則除此一個視圖外不再需要其他視圖。如為表明某一局部所見的視圖，可以作一個輔助視圖如圖 1.8。在用縮小比例尺繪製機件時往往不能清楚表示某一局部詳圖，此時須另作一個較大比例尺的附圖以顯示之如圖 1.9。

f 尺度之標註 標註尺度，以清晰整潔為主。尺度下可以重複，即在某一視圖上出現過之尺度，不可以又在另一個視圖上出現。尺度又不可以過剩，

如圖 1.10 中四個尺度 32, 3, 26, 3 中有一個為過剩的。其中最不重要者即是多餘的，應該除去。若必欲保留，可以在該尺度外加括弧。例如設 32 為最不重要的尺度，但為表示此機件之全長起見，寫作 (32) 以供參考之用。如為某種原因，圖上所畫長度與所標註之尺度不符，須在尺度數字下加一橫線，如圖 1.10 中之 12。

平行的尺度線以保持等距離為原則。最好將所有內部長度尺度註在一側，而將所有外部長度尺度註在另一個，如圖 1.11 所示。圓之直徑凡標註在該圖之側視圖上者均須在數字前加一個「 ϕ 」符號，如圖 1.7, 1.9, 1.11 所示皆是。

g 斷面 在某一視圖上表示截斷面之線用鍊線，已如表 1.2 及圖 1.2 的 F 所示。其兩端及轉角處用粗線，中間用細線，如圖 1.12 所示。截斷面即是箭頭尖端所指之面。此種標示法較舊的標示法為明確。因而不致令讀圖者混淆不清。斷面線用傾斜 45° 而等距離之細線，不宜太疏，亦不宜太密。在特殊情形下，例如為區分許多不同機件而又相鄰的截面時，方可使用成其他傾斜角度的斷面線。若截斷面係兩個平行的平面，則將兩部分的斷面線錯開以表示之，如圖 1.13 所示。

h 舊用表示法 表 1.3 所示是一般機械元件之舊用表示法。其目的在節省製圖者的時間與精力。這些舊用表示法已為國際間所通用，故宜一致遵守。

i 常用比例尺 下列之比例尺為一般所常用。製圖時應儘量選用之。例如 2:1 之比例尺即 $2/1$ ，表示圖形為實物之兩倍大。1:2 之比例尺即 $1/2$ ，表示圖形為實物之半大。若需用更大或更小之比例尺，則取乘數或除數為 2, 5 或 10 之整倍數。

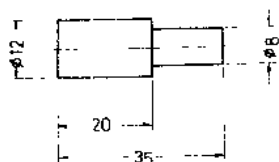


圖 1.7

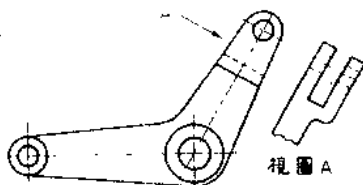


圖 1.8

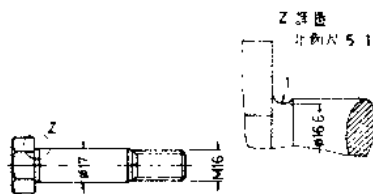


圖 1.9 局部詳圖

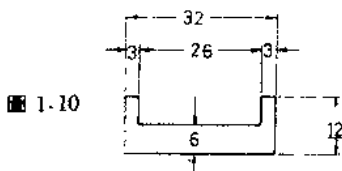


圖 1.10

表 1.3 部份機械元件習用表示法

表 1.3.1

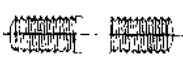
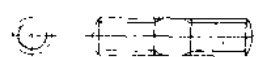
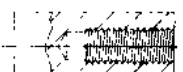
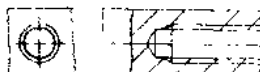
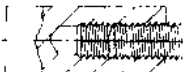
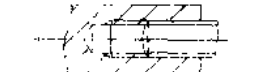
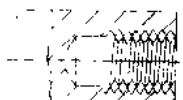
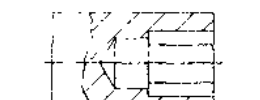
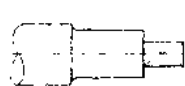
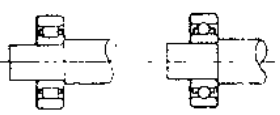
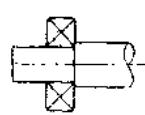
名 稱	機 械 元 件	習 用 表 示 法
螺 桿		
螺 母		
螺 桿 螺 母 組		
螺 紋 內 嵌		
方 形 軸 端		
軸 承		

表 1.3.2

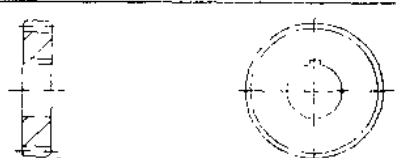
名 稱	習 用 表 示 法
正 齒 輪	

表 1.3.2 (續)

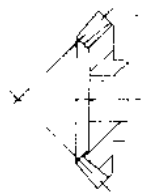
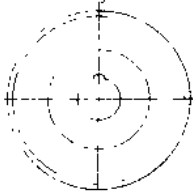
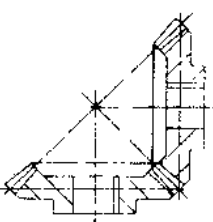
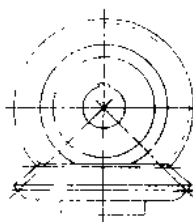
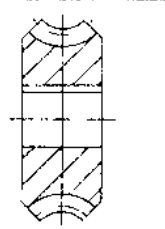
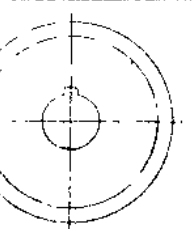
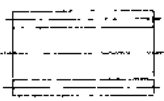
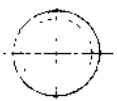
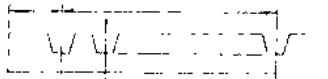
名 稱	圖 用 表 示 法	
斜 齒 輪		
斜齒輪組合		
蝸 輪		
蝸 桿		
齒 條 之 齒		
表 示 齒 之 方 向		

表 1.3.3

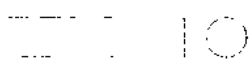
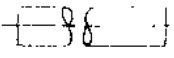
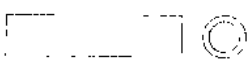
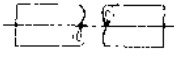
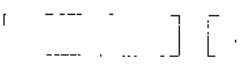
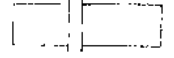
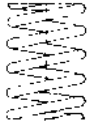
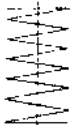
名 稱	機 械 元 件	舊 用 表 示 法
截 短		
		
		

表 1.3.4

名 稱	機 械 元 件	舊 用 表 示 法	簡 略 表 示 法
柱 形 壓 縮 彈 簧			
柱 形 扭 轉 彈 簧			
			

10:1	2:1	1:2	1:10
5:1	1:1	1:5	1:20

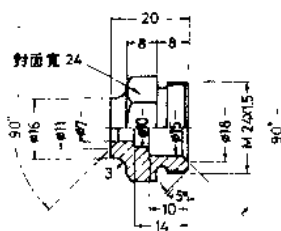


圖 1.11

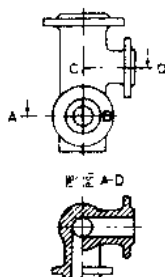


圖 1.12 截斷面表示法

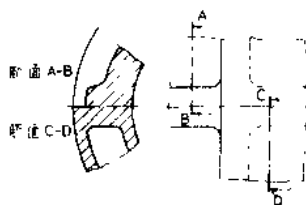


圖 1.13

1.2 標準數(standard numbers)

a 基本數列 各種機件之尺度，直徑，以及機器轉速與功率等之數值雖可以由設計者或製造者自由決定，但其數量將漫無限制。為謀求設計與生產上之經濟及工具及量具等之有效運用，以及標準件之易於採用與互換，應先將數字作成適宜之分段，而將各類數值儘可能納入此標準數的制度中。數字之分段，採取由1至10間的等比級數。若分作5級，公比即為 $\sqrt[5]{10}$ 。各級數字如表1.4中R 5行所示。分作10級，20級，40級者，公比各為 $\sqrt[10]{10}$ ， $\sqrt[20]{10}$ ， $\sqrt[40]{10}$ ，各如表1.4中R10, R20, R40各行數字。須注意者，表列數值係取至小數二位之近似值，不一定為四捨五入值。表1.4與國際標準組織(International Organization for Standardization) 1954年3月公佈之ISO- Recommendation R 3(簡寫作ISO/R 3—1954)相符合。

數字之大於10者，將表列數值乘以10，100或1000等。在機械工程應用上，使用公制時，應優先採用R 10與R 20。

b 標準尺度(直徑) 表1.5係從表1.4導引而來，適用於設計時選取mm長度之用。本表大部份與舊國際標準協會(International Federation of the National Standardizing Associations, 即ISO前身) ISA Committee 19在1939年1月所提建議相符合。惟若干特殊應用之尺度，例如公制螺紋標準尺度等，並不包括在本表之內。

表 1-4
標準數

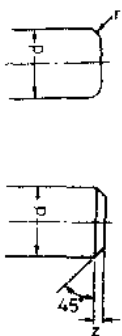
R 5	R 10	R 20	R 40
1.00	1.00	1.00	1.00
			1.06
		1.12	1.12
			1.18
		1.25	1.25
			1.32
1.60	1.60	1.40	1.40
			1.50
		1.60	1.60
			1.70
		1.80	1.80
			1.90
2.50	2.50	2.00	2.00
			2.12
		2.24	2.24
			2.36
		2.50	2.50
			2.65
4.00	4.00	2.80	2.80
			3.00
		3.15	3.15
			3.35
		3.55	3.55
			3.75
6.30	6.30	4.00	4.00
			4.25
		4.50	4.50
			4.75
		5.00	5.00
			5.30
8.00	8.00	5.60	5.60
			6.00
		6.30	6.30
			6.70
		7.10	7.10
			7.50
9.00	9.00	8.00	8.00
			8.50
		9.00	9.00
			9.50

表 1-5
標準尺度

1	10	100			370
		105			375
1.1	11	110		38	380
		115			390
1.2	12	120	4	40	400
		125			410
	13	130		42	420
		135			430
1.4	14	140	4.5	44	440
		145		45	450
1.5	15	150		46	460
		155			470
1.6	16	160		48	480
		165			490
	17	170	5	50	500
		175		52	520
1.8	18	180		53	530
		185	5.5	55	550
	19	190		56	560
		195		58	580
2	20	200	6	60	600
	21	210		62	
2.2	22	220		63	630
	23	230		65	650
	24	240		67	670
2.5	25	250		68	
	26	260	7	70	700
		270		71	710
2.8	28	280		72	
		290		75	750
3	30	300	8	80	800
		310		82	
		315		85	850
3.2	32	320		88	
		330		90	900
	34	340	9	92	
3.5	35	350		95	950
		355		98	
	36	360			

軸端或孔的邊緣皆須作成圓角或去角 (chamfer)，如表 1.6 所示。r 或 z 之值可以依表選用。其他各種加工圓角或鑄件圓角半徑 r 之值，如圖 1.14 所示者，也以採用表 1.6 之數字為宜。

表1-6 圓角及去角

	軸 徑 d	r 或 z
	20 以下至 20	0.2
	20 至 40	0.4
	40 至 60	0.6
	60 至 80	0.8
	80 至 100	1
	100 至 160	1.6
	160 至 250	2.5
	250 至 400	4
	400 至 600	6
	600 至 1000	10

1.3 公差與配合

(請參閱 台灣 標準 CNS 4 公差與配合)

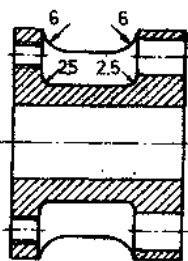


圖 1.14 圓角半徑

a 公差 製造一機件，不可能製成一絕對準確之尺度。例如製一直徑 30 mm 之軸，以現有技術製成之軸的直徑必較 30.0000 mm 為大或小。在應用上只要限定其實際尺度在一個最大與最小尺度範圍之內即可。此一範圍，亦即最大與最小尺度間之差，即稱之為公差 (tolerance)，如圖 1.15 所示。軸與孔均各有一個公差，為方便起見，各件均給予一個標稱尺度，如圖 1.15 中之零線所示。將軸或孔之最大與最小尺度用其距離此零線的偏差表示之。在零線以上的偏差為

正；在零線以下的偏差為負。在一般表示公差的圖表上，只將公差範圍及零線表出，而不再將軸或孔之全部繪出，如圖 1.16。

ISO/R 286—1962 制定長度由 1 mm 至 500 mm 標準尺度之基本公差之品級，以由 5 至 18 之數字表之。例如品級為 6 之公差，簡寫作 IT 6 (即國際公差第 6

級)。公差之單位以 i 表之。惟 i 並非一定數，而係隨直徑 D 之大小而變化。品級由 5 至 16 以及直徑由 3 mm 至 500 mm 之單位 i 依下式計算之：

$$i = 0.45 \sqrt[3]{D} + 0.001 D$$

..... (1.2)

(1.2) 式中 i 以 μm (即 $1\text{mm} / 1000$) 計。 D 為直徑，以 mm 計，在某一標準尺度範圍內，取該範圍內最大與最小值之比例中項。例如在表 1.8 中，在標準尺度範圍由 10 mm 至 18 mm 內， D 之值取為 $\sqrt[3]{180}$ ，即 13.42 mm。基本公差自 IT6 至

表 1-7 基本公差之品級

IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16
7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i

IT 16 係依標準數以公比 $\sqrt[10]{10} \approx 1.6$ 分級，如表 1.7 所示。

b 公差之標示法 公差本身之大小既如上述以品級數字表之，而此公差對於零線的位置則用一或二個拉丁字母表之。軸之公差採用小寫字母，孔之公差則採用大寫字母，參看圖 1.17。大體言之，軸之公差由 a 至 g 者，其拉丁字母決定上偏差在零線以下之位置，而由 j 至 zc 者，其拉丁字母決定下偏差在零線以下。其中 j 之下偏差在零線以下，k 之下偏差在零線或其以上，自 m 以後之下偏差則均在零線以上。此等位置亦稱為基本偏差。對於孔

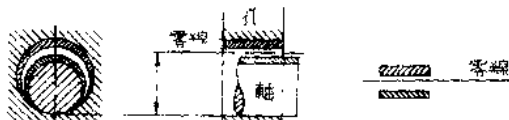


圖 1-15

圖 1-16

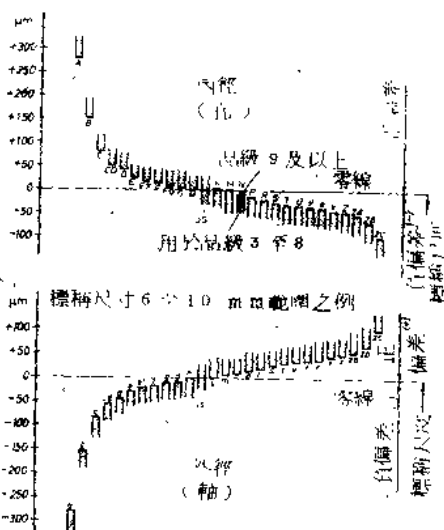


圖 1-17