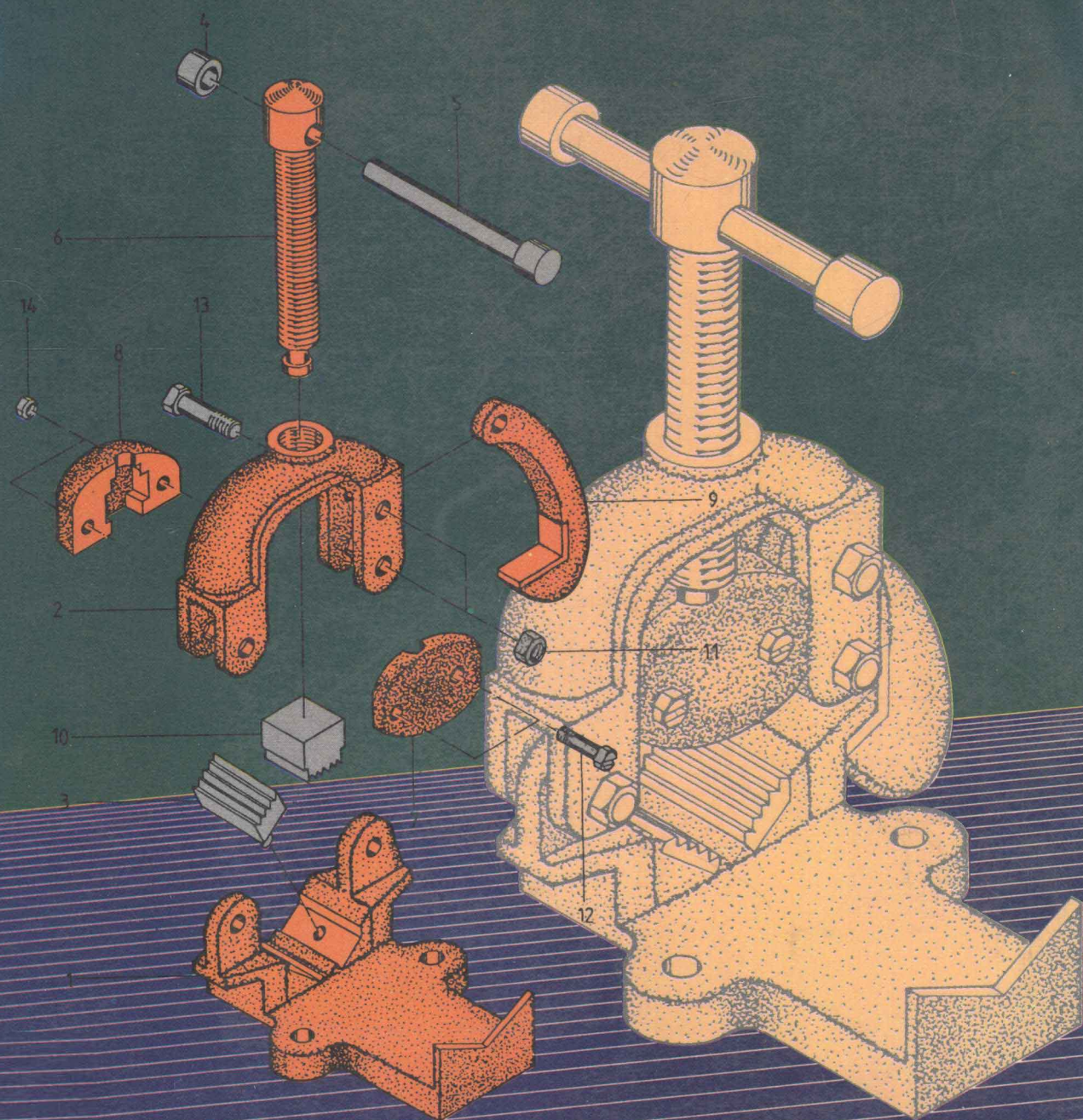


機械製圖實務

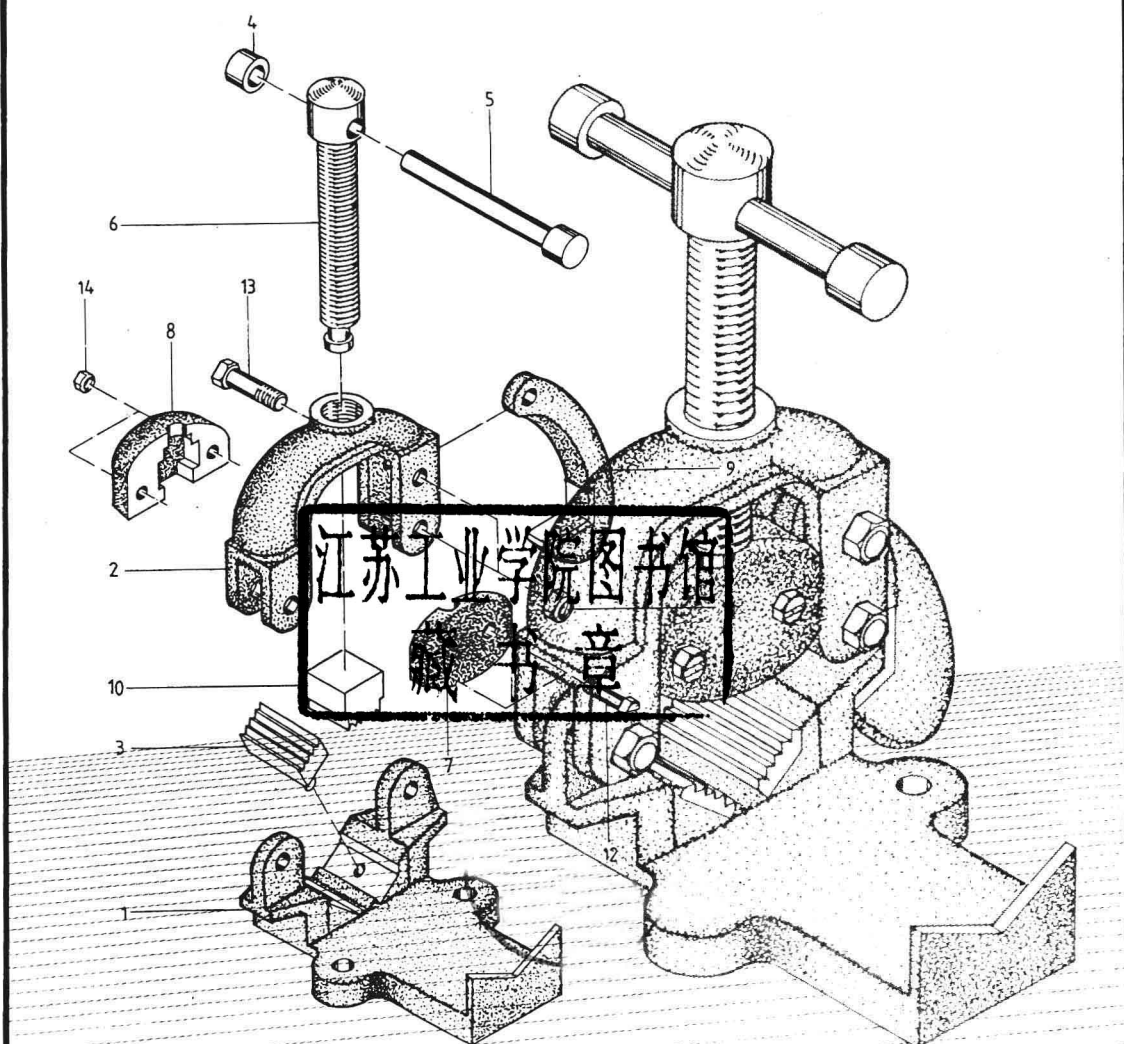
李清安 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

機械製圖實務

李清安 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

機械製圖實務

李清安 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5811300 (總機)

郵撥帳號 / 0100836-1號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3612532 • 3612534

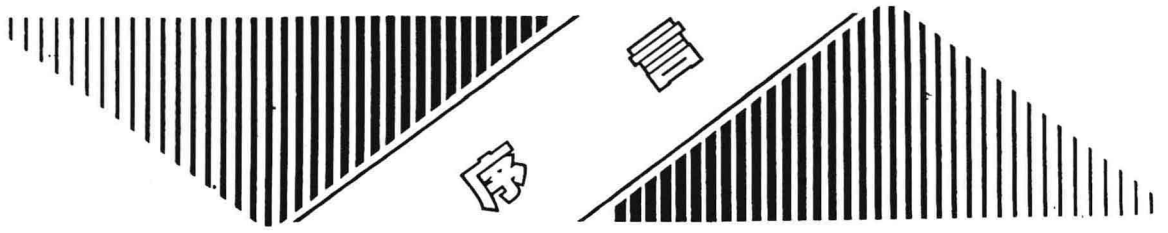
定 價 新臺幣 420 元

初版 / 76年10月

行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 0211285



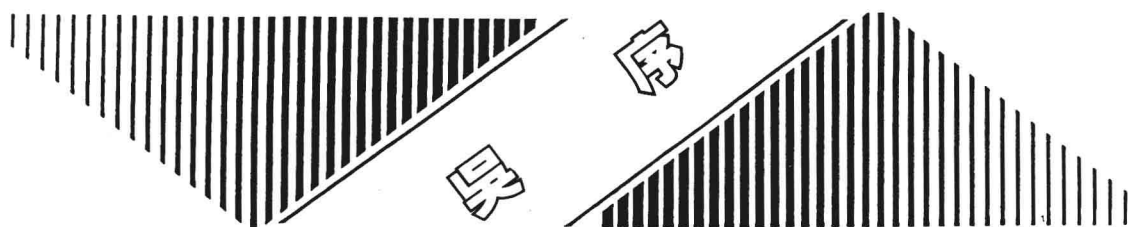
本書編寫之目的在以最簡潔之說明以及繪製方法之引導，以訓練學者建立起製圖基礎，並藉著作者本身曾於工廠服務之實際體驗及理論加以編寫，使理論與實際能相配合外，更能增進讀者識圖與製圖之能力，以期收到最佳學習效果。

全書計分十二章，第一至四章介紹基本製圖觀念，第五至十二章介紹製圖實際方法，以配合工廠實務之需要，期能使讀者有效的學以致用，且適合作為製圖技術人員及設計員等參考用書。

本書之撰寫，蒙吳校長華封先生鼓勵，於此謹致由衷之謝意。

本書編著態度審慎，但仍恐有疏漏瑕疵之處，尚祈諸先進不吝賜教指正是幸！

編者 謹識



本校機械製圖科李清安老師，在校任教熟諳機械製圖理論與實務，是一位優秀教師，曾於七十年間著有「教學式識圖與製圖講義」及「轉位正齒輪之設計與應用」兩本書外，參加臺灣區高級職業學校教師專題研究論文競賽，七十二學年度提出「比較轉位正齒輪與標準正齒輪之研究」論文，七十四學年度提出「利用程式以簡化齒輪計算之研究」論文，均得優良成績入選，並獲數萬元獎金。七十五學年繼續提出「簡化齒輪計算數據表設計與製作之研究」論文，分為四篇鉅作；「正齒輪數據表」、「螺旋齒輪數據表」、「傘形齒輪數據表」、「蝸桿、蝸輪數據表」，篇篇有系統，數理明確，很難得一見且甚具價值的論文。

在今日尖端科學進入電腦資訊的時代，科技日以千里的進步，教育因應社會型態急劇的變動，生計知識須很敏捷的更新，教學課程順其激進演變的需要，創新職業類科的課程內容，對學生的施教方法也需要培養學生的自我探索、加工、處理各種學習資料的能力，才可獲取生計上必備的智識與技能。機械工程製圖方面也不例外，從機器之組織與構造，予以探索、加工、處理望其所成之圖不致有謬誤。對幾何學的基礎要義、器具的使用法、測量計算之法、測量畫圖法、比例尺的選擇及應用，甚至達到機械圖案之設計與自作，分類設色法、設色線畫法、……、等，都須要符合機械工程的理論教學暨實用教學的原理，以工作訓練為學習之要因。

不久前清安老師來晤，出示「機械製圖實務」刊印的目錄校樣一本並索寫一序，餘暇綜覽十二個單元講義之餘，令我體會到初學機械製圖之全貌，此講義亦為清安老師幾年來，從日常的指導實習經驗中，掃納整理出來，敘述具體，條理分明的一本完整教材頗有獨到之處。

茲欣見清安老師「機械製圖實務」一書付印聊贅幾言以誌出刊。

台灣省立南投高級中學 校長

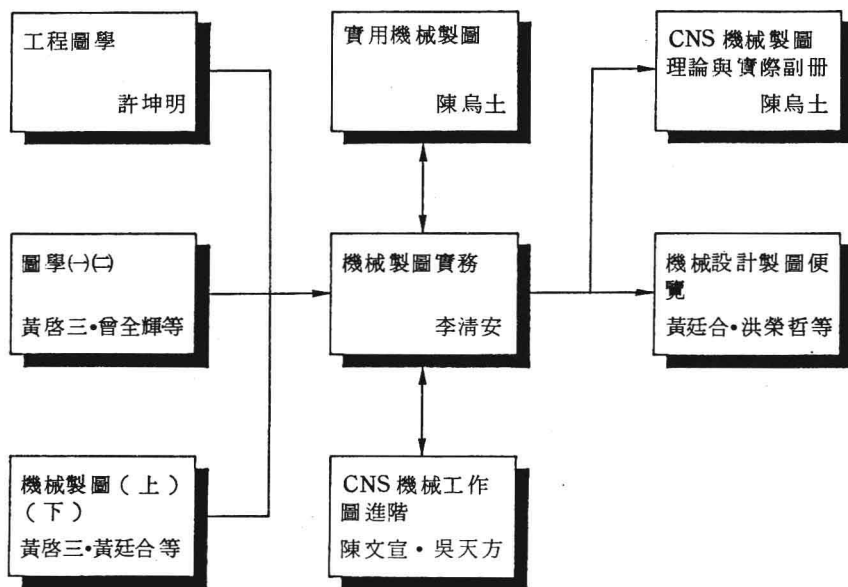
吳 華 封

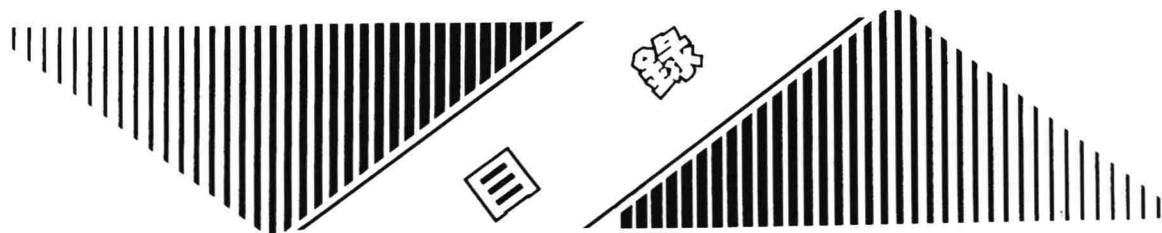
編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

本書以實用見長，主要以多方的實例來替代繁雜的理論，使讀者學習時，不致有枯燥之感，全書計有尺度標記、表面加工符號、標準機件規格與繪圖、機械型體設計實務、工作圖集、實物測繪、立體圖、陰影及核圖等單元，圖例清晰易懂，讀者只要從所舉例題及製圖之過程來學習，定可提昇製圖能力，故是為機械設計人員及機械科系學生機械製圖的最佳參考。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習機械設計方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。





1	尺度標記	1
1.1	單位	1
1.2	比例	1
1.3	尺度界線、尺度線、箭頭與指線	2
1.4	尺度標註	5
1.5	長度標註	8
1.6	形狀符號	9
1.7	尺度標註原理	22
2	表面加工符號	27
2.1	表面符號組成	27
2.2	表面粗糙度	29
2.3	加工方法與表面粗糙度之關係，如表(3)	31
2.4	基準長度	31
2.5	加工方法之代號	33
2.6	刀痕方向符號	34
2.7	標註方向	35
2.8	表面符號之省略（合用或公用）	36
2.9	分段不同加工之表面符號標註方法	37
2.10	表面處理之表面符號標註方法	38
2.11	使用代號之標註方法	38
2.12	符號標註避免事項	39
2.13	常用機件之表面符號標註法	39
3	公差與配合	41
3.1	公差	41
3.1-1	公差之等級與選擇	41
3.1-2	配合之種類	48

3.1-3	尺寸公差	48
3.2	幾何公差	50
3.2-1	定 義	50
3.2-2	一般準則	50
3.2-3	幾何公差符號	50
3.2-4	幾何公差在圖上之標註法	51
3.2-5	形狀公差與位置公差之範例及說明	59
3.2-6	最大實體狀況原理	78
3.2-7	幾何公差標示舉例	85

4

標準機件規格與繪圖

4.1	各式螺紋規格	91
4.1-1	V型螺紋	91
4.1-2	各式螺紋規格	97
4.1-3	愛克母螺紋	101
4.1-4	方牙螺紋	105
4.1-5	非氣密結合之管接頭螺紋(平行螺紋)	108
4.1-6	氣密結合之管接頭螺紋(錐形螺紋)	109
4.1-7	六角螺帽(精製、半精製及粗製)	110
4.1-8	六角頭固定螺釘	111
4.1-9	六角頭螺釘頭、螺帽及螺紋長	112
4.1-10	六角螺栓	113
4.1-11	六角頭螺栓	114
4.1-12	方頭螺栓	115
4.1-13	承窩固定螺釘	116
4.1-14	六角頭螺栓(精製及半精製)	117
4.1-15	螺 樁	118
4.1-16	有槽機械螺釘	119
4.1-17	十字穴機械螺釘	120
4.1-18	方頭固定螺釘	121
4.1-19	有槽無頭固定螺釘	122
4.1-20	六角承窩無頭固定螺釘	123
4.2	軸、孔有關之標準零件	124
4.2-1	軸用C形扣環	124

4.2-2	孔用 C 形扣環	126
4.2-3	滾動軸承用螺帽	128
4.2-4	墊 圈	129
4.2-5	平行鍵與其鍵槽、鍵座	130
4.2-6	推拔鍵與其鍵槽、鍵座	131
4.2-7	滑鍵規格	132
4.2-8	半圓鍵與其鍵槽、鍵座	133
4.2-9	滑鍵槽與鍵座	134
4.2-10	栓槽及軸	135
4.2-11	圓柱定位銷	136
4.2-12	開口銷	136
4.2-13	彈簧銷	137
4.2-14	U 型環插銷	138
4.2-15	U 型環有頭插銷	138
4.2-16	推拔銷	139
4.2-17	開口推拔銷	139
4.2-18	平墊圈（精製、粗製）	140
4.2-19	開口彈簧墊圈	141
4.2-20	軸 承	142
4.3	皮帶輪	160
4.3-1	三角皮帶之斷面大小	160
4.3-2	輪槽尺度	161
4.3-3	三角皮帶之長度規格	162
4.3-4	三角皮帶與帶輪之 V 槽數	163
4.3-5	三角皮帶輪各部尺度標準	163
4.3-6	三角皮帶輪之輪幅尺度（B 系列）	166
4.3-7	V 型皮帶輪工作圖例	167
4.4	齒 輪	168
4.4-1	正齒輪	168
4.4-2	螺旋齒輪	178
4.4-3	斜齒輪	203
4.4-4	蝸桿、蝸輪	217
4.5	鏈 輪	230

5

機械型體設計實務

233

- 5.1 機件型體實務之意義 233
- 5.2 鑄件圓角實務 233
- 5.3 鑄件型體實務 235
- 5.4 鑄件加工設計 237
- 5.5 軸類加工型體設計 239
- 5.6 孔類加工型體設計 241
- 5.7 機件強度整體設計 242
- 5.8 螺紋加工型體設計 247
- 5.9 裝配型體設計 248
- 5.10 板金彎曲型體 253
- 5.11 省料與排列設計實務 254

6

機械工作圖集

257

7

機械製圖有關之計算

285

- 7.1 求圓柱最大直徑計算 285
- 7.2 求鑽 $M10$ 之螺絲孔直徑大小 285
- 7.3 求兩圓欲相切應偏心若干 286
- 7.4 求齒輪搭配迴轉數計算 286
- 7.5 求 V 型皮帶軸兩軸心中心距離計算 287
- 7.6 求三線測量螺紋 288
- 7.7 求孔距之測定計算 289
- 7.8 求彈簧自由長度之計算 292
- 7.9 求鳩尾座及錐度計算 294
 - 7.9-1 內鳩尾檢驗及計算 294
 - 7.9-2 外鳩尾檢驗及計算 296
 - 7.9-3 單外鳩尾之檢驗及計算 297
 - 7.9-4 單內鳩尾之檢驗及計算 298
 - 7.9-5 錐度之檢驗 300
 - 7.9-6 錐度檢驗與高度之計算 301
- 7.10 求 V 型槽高度之測量計算 302
- 7.11 求金屬材料零件之體積、重量及計算價格 303

7.12 求正齒輪與螺旋齒輪跨齒厚 (S_m) 之測定計算	305
7.12-1 正齒輪跨齒厚測定	305
7.12-2 螺旋齒輪跨齒厚測定	307

8

實物測繪 309

8.1 機械實物測繪之目的	309
8.2 拆卸機件工具	309
8.3 測繪草圖注意事項	311
8.4 標準機件之測繪	311
8.4-1 螺紋之測量	311
8.4-2 管螺紋之測量	313
8.4-3 鍵槽之測繪	317
8.4-4 軸承之測繪	318
8.4-5 彈簧之測繪	320
8.4-6 皮帶軸之測繪	322
8.4-7 齒輪之測量	325
8.5 機件表面性質之判斷	337
8.5-1 材料之判斷	337
8.5-2 公差與配合之判斷	351
8.6 硬度測量	356
8.7 機件加工面等級之判斷	357
8.8 機械實物測繪圖	357
8.8-1 水閥門實物測繪圖例	357
8.8-2 球閥實物測繪圖例	357

9

機械立體系統圖與立體組合圖 377

9.1 立體圖分類	377
9.2 立體圖畫法	377
9.2-1 標準零件畫法	377
9.2-2 立體系統圖畫法	406
9.2-3 立體組合圖之畫法	413
9.2-4 立體拆卸圖	415
9.3 立體系統圖及立體組合圖例	420
9.3-1 旋轉台座	420

9.3-2	手動冲床	422
9.3-3	固定夾具	424
9.3-4	皮帶輪支座	426
9.3-5	分厘卡夾具座	428
9.3-6	擺動支架	430
9.3-7	螺旋千斤頂	432
9.3-8	活動虎鉗	434
9.3-9	中心支持器	436
9.3-10	皮帶輪傳動支架	438
9.3-11	滑動支座	440
9.3-12	鑽模支座	442
9.3-13	離合器	444
9.3-14	萬向接頭	446
9.3-15	油壓氣缸	448
9.3-16	高速切割機	450

10

陰影潤飾

10.1	陰影投影原理	453
10.2	線影法與打點法比較	454
10.3	光線投射角度與陰影潤飾	455
10.4	型體陰影潤飾表現法	455
10.5	圓弧、圓角陰影潤飾	457
10.6	孔之陰影潤飾	457
10.7	陰影潤飾	459
10.7-1	鑄件圓角陰影潤飾	459
10.7-2	加工面陰影潤飾	460
10.8	機件之陰影潤飾、步驟	460
10.8-1	螺紋的陰影潤飾	460
10.8-2	油封、橡膠密合墊片之陰影潤飾	463
10.8-3	鑄件圓球之陰影潤飾	463
10.8-4	軸承之陰影潤飾	463
10.8-5	皮帶軸之陰影潤飾	464
10.8-6	平皮帶輪之陰影潤飾	464
10.8-7	一般機件本體之陰影潤飾步驟	465

10.9	立體組合圖之陰影潤飾步驟	469
10.10	立體系統圖及立體組合圖之陰影潤飾圖例	473
10.11	陰影潤飾參考圖	475

11

核 圖 477

11.1	核 圖	477
11.2	核圖目的	477
11.3	核圖順序	477
11.4	核圖內容	479
11.4-1	事務性之核圖	479
11.4-2	技術性之核圖	481
11.5	核圖實例	482
11.5-1	組合圖校對	482
11.5-2	零件圖核對	483
11.6	查核正齒輪電腦程式例	487

12

機械組合工作圖 489

附錄 A	正齒輪各部尺寸數據表	511
附錄 B	三角函數表	559
附錄 C	漸開線函數	571

1

尺度標註

尺度標註之目的，乃是希望製造者能依圖面加工，以表達設計者之構想。一張完整的工作圖不但要有正確與完整的視圖以表明該物體的形狀之外，繪圖員更要註明單位、比例、尺度大小、形狀符號、加工註解及材料規格等事項，如有特別規定外，也要詳加說明。

尺度標註在工作圖上是相當重要的，圖面尺寸是為機械製造加工而註明，如有尺寸錯誤、註解不當是很容易發生誤解，更不可遺漏尺寸。因此對於尺寸之註解如有不當應在未施工前能詳細校對審查，以降低至最少的錯誤，這也是一位繪圖員首要具備的知識與技能。

1.1 單位

1. 尺度單位

在機械製圖中尺度單位有公制與英制兩種，目前大都採用公制單位較多。

- (1) 公制單位：公制單位以公釐（mm）表示。
- (2) 英制單位：英制單位以吋（"）表示。

2. 角度單位

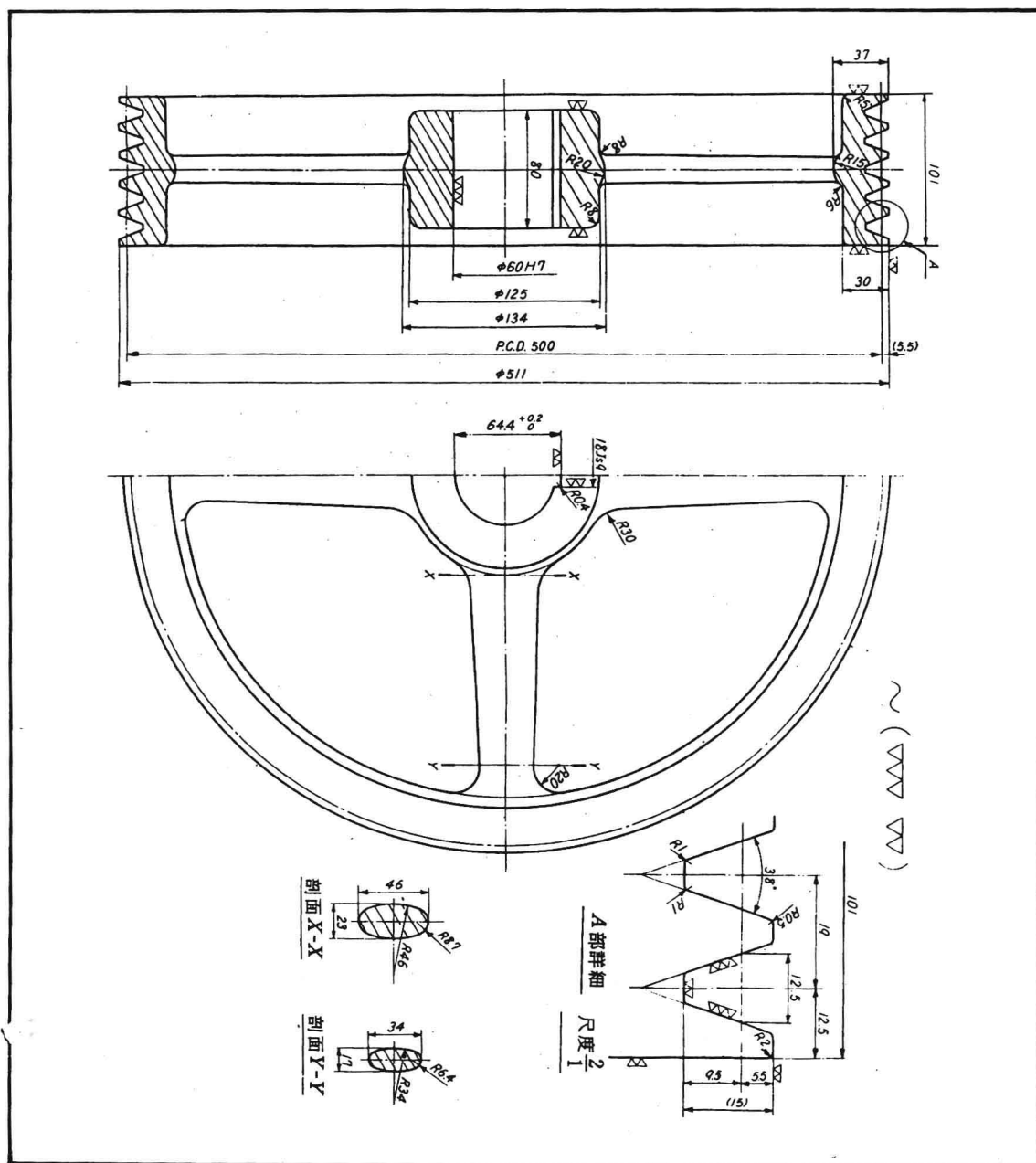
角度單位通常以度（°）表示，必要時可與分（'）、秒（"）併用。如 45° 、 21.5° 或 $21^\circ 7' 16''$ 、 $18^\circ 45'$ 。

1.2 比例

常用比例以 2、5、10 倍數的比例為常用。

實大比例	1 : 1						
縮小比例	1 : 2	1 : 2.5	1 : 4	1 : 5	1 : 10		
	1 : 20	1 : 50	1 : 100	1 : 200	1 : 500	1 : 1000	
放大比例	2 : 1	5 : 1	10 : 1	20 : 1	50 : 1	100 : 1	

全張圖以一種比例繪製為原則，並在標題欄內註明該圖所用的比例。若有必要在一張圖中用到它種比例時，應在所屬視圖正下方另行註明，如圖(1)，並可將該比例用括弧填記於標題欄內。



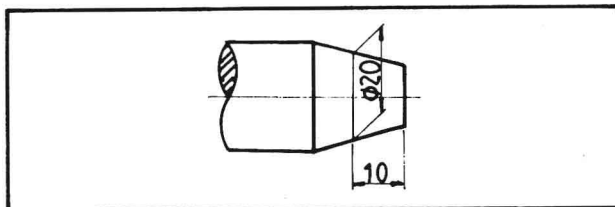
圖(1)

1.3 尺度界線、尺度線、箭頭與指線

1. 尺度界線

- (1) 尺度界線依 CNS 3-1 之規定，用細實線繪製。
- (2) 尺度界線沿所欲註尺度之兩端與輪廓線約留 1 mm 之空隙延伸。

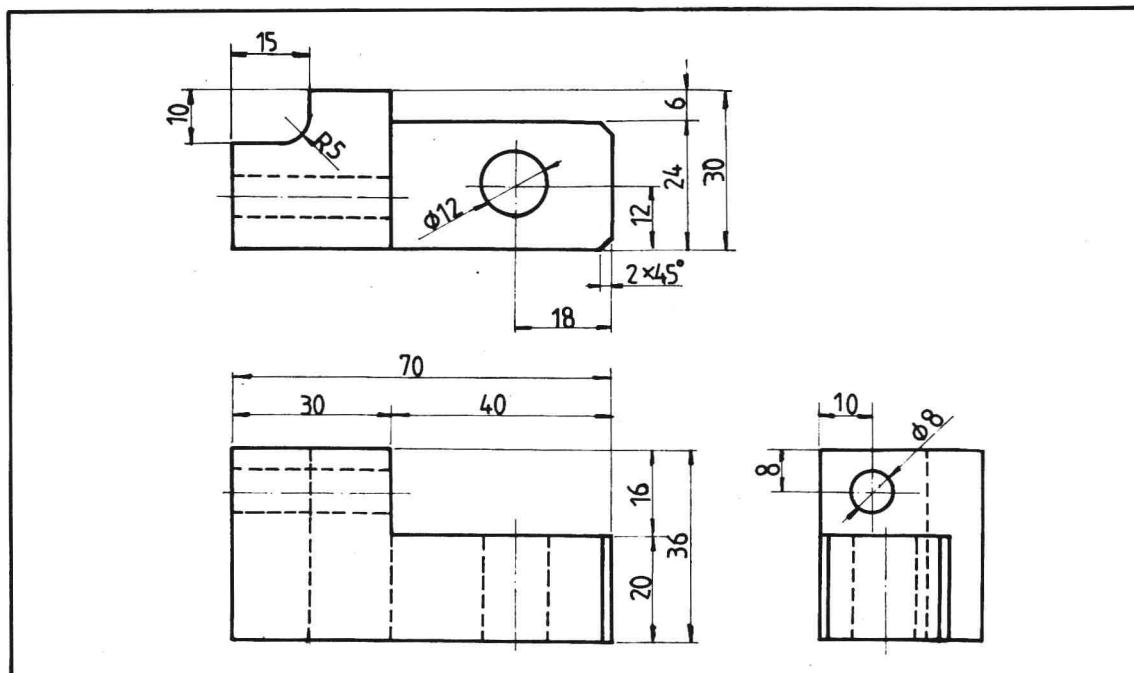
- (3) 中心線作尺度界線時，其延伸部份用細實線。
- (4) 尺度界線如與輪廓線近似平行時，可於該尺度之兩端引出與尺度線約成 60° 之傾斜平行線為尺度界線。如圖(2)。



圖(2) 尺度界線與輪廓線
近似平行標註圖例

2. 尺度線

- (1) 尺度線依 CNS 3-1 之規定，用細實線繪製，不得中斷。
- (2) 通常尺度線應與尺度界線垂直，距離尺度界線末端約 $2 \sim 3 \text{ mm}$ ，如圖(3)。
- (3) 各尺度線之間隔，除與輪廓線最近之尺度線約留 10 mm 外，其餘約為字高二倍約 8 mm ，且應力求均勻。
- (4) 輪廓線、中心線、尺度界線等不可用作尺度線。



圖(3) 尺度線標註圖例

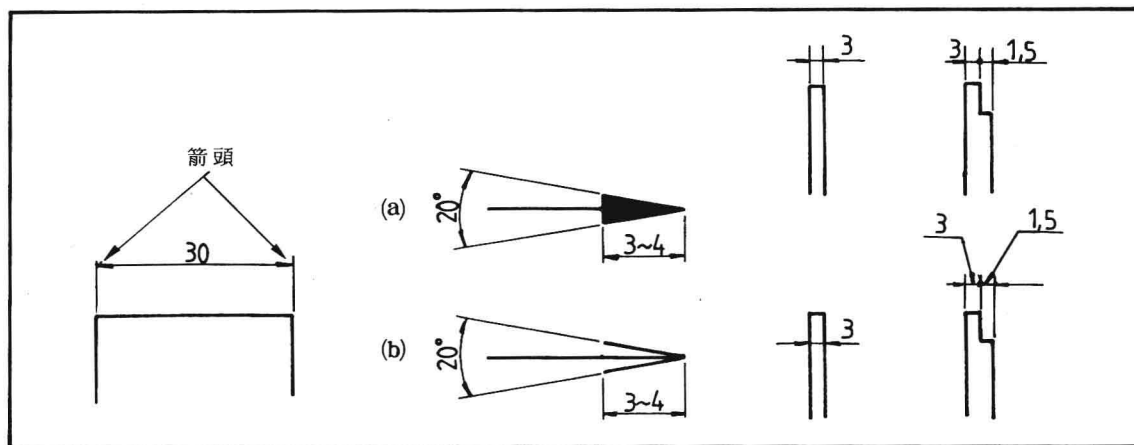
3. 箭頭

- (1) 箭頭須繪於尺度線之兩端，如圖(4)，如尺度間隔過小時，可將箭頭移至尺度界線外側

4 機械製圖實務

，如相鄰兩尺度皆狹擠時，可用清楚的小圓點代替相鄰之兩箭頭，如圖(6)。

(2) 箭頭畫法有兩種，如圖(5)。

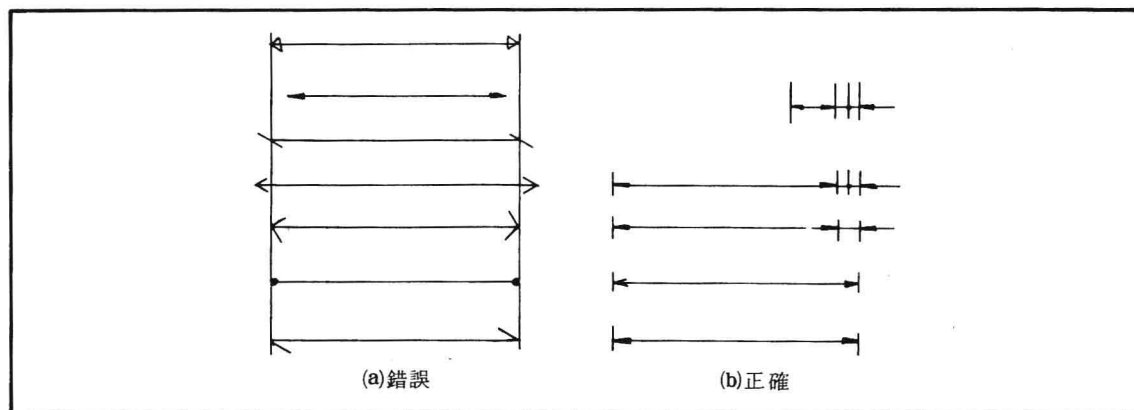


圖(4)

圖(5)

圖(6)

(3) 箭頭正確與錯誤比較，如圖(7)。



(a)錯誤

(b)正確

圖(7) 箭頭正確與錯誤比較

4. 指 線

(1) 指線僅能專用於註解，不得用以代替尺度線。

(2) 指線依 CNS 3-1 之規定如圖(8)，用細實線繪製，與水平線約成 45°或 60°，盡量避免與尺度線、尺度界線或剖面線平行，其指示端有箭頭，尾端為一水平線，註解應寫在水平線之上方，水平線應與註解等長。

(3) 指線可寫成多層，如圖(8) - (4)。