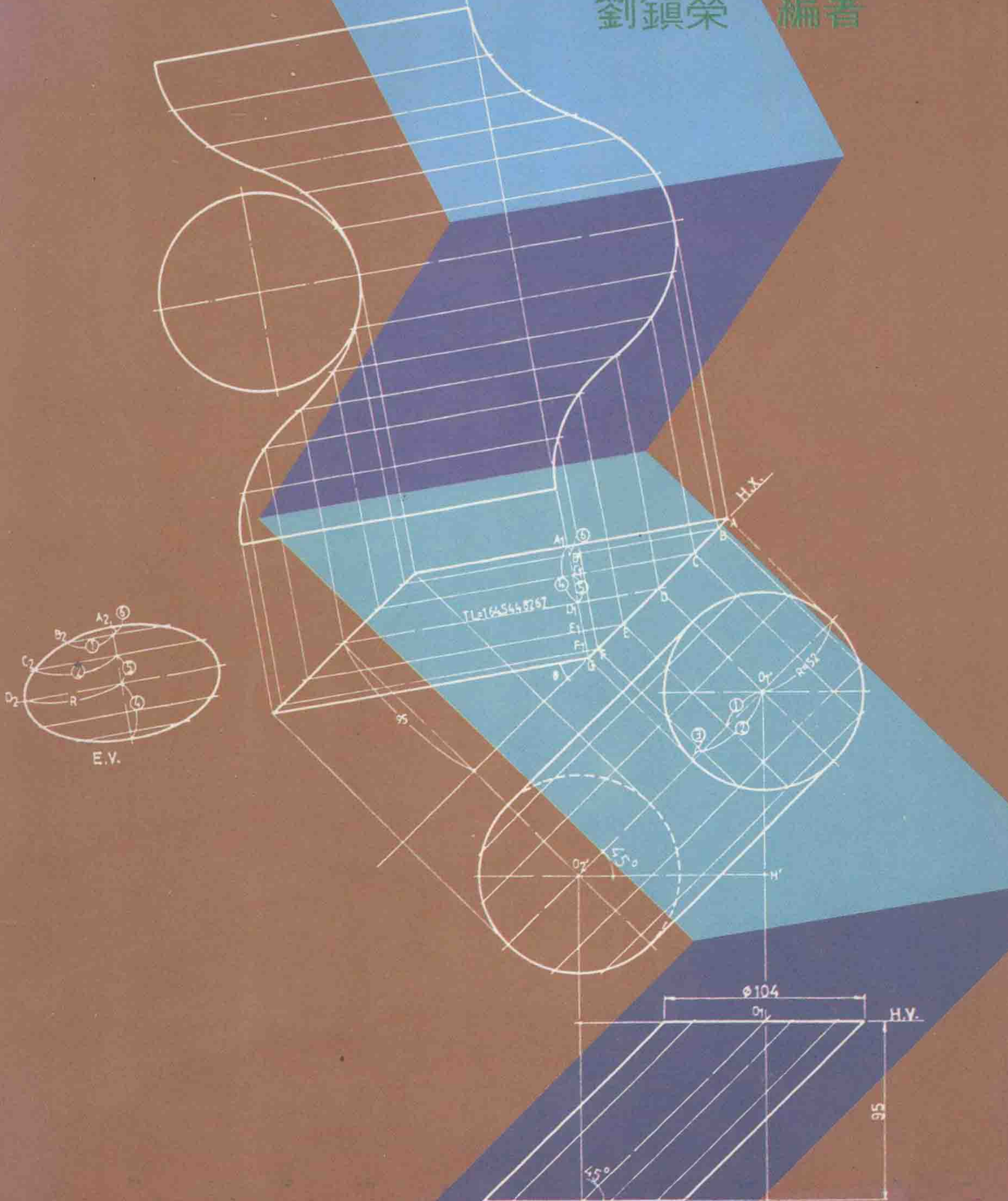
展開圖與素線實長量測

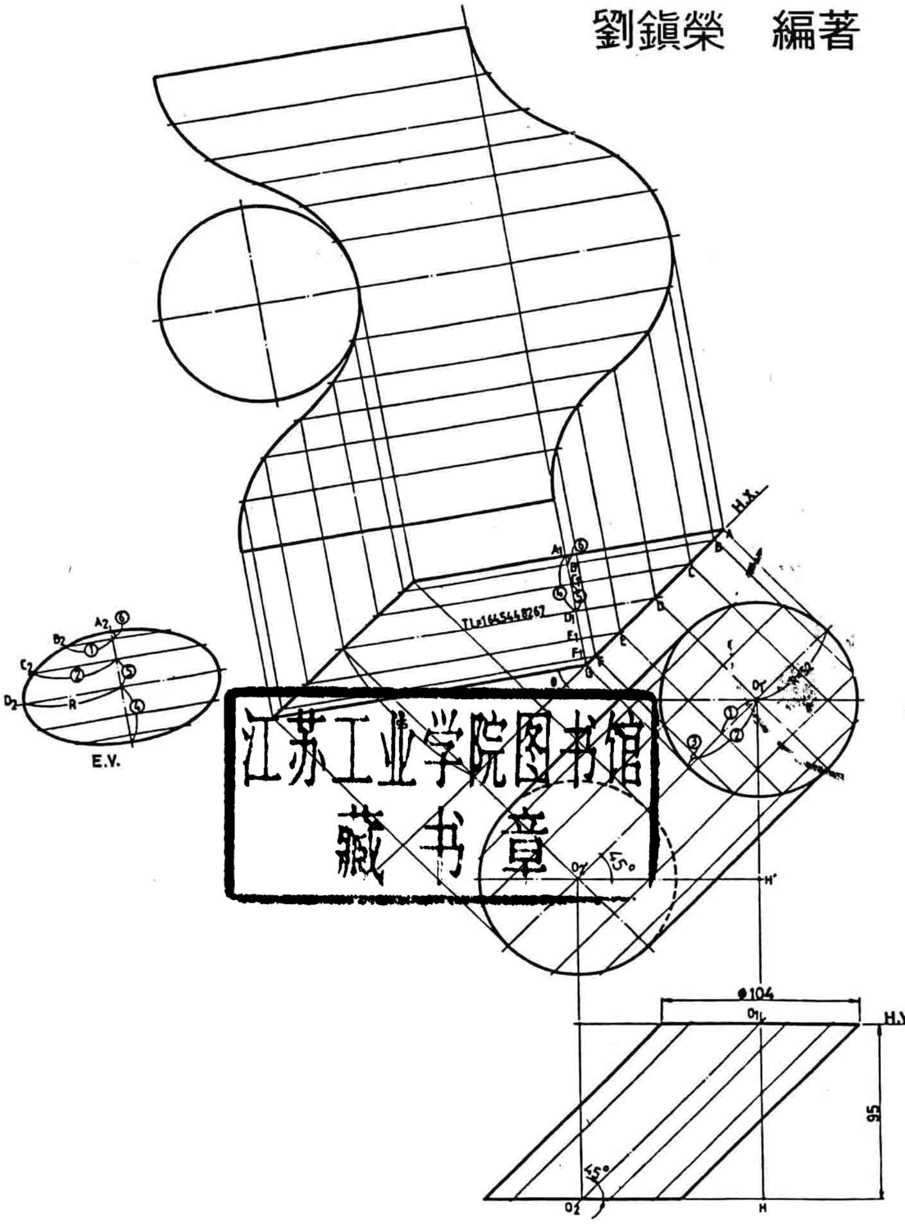
劉鎮榮 編著



全華科技圖書股份有限公司 印行

展開圖與素線實長量測

劉鎮榮　編著



江苏工业学院图书馆
藏　书　章

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

展開圖與素線實長量測

劉鎮榮　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／5071300（總機）
郵撥帳號／01008.36－1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 260 元
初版／77年1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 0211536

我們的宗旨：

推展科技新知
帶動工業升級

爲學校教科書
推陳出新

感謝您選購全華圖書
希望本書能滿足您求知的慾望

「圖書之可貴，在其量也在其質」，量指圖書內容充實，質指資料新穎夠水準，我們本著這個原則，竭心盡力地爲國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的“全華圖書”

爲保護您的眼睛，本公司特別採用不反光的米色印書紙!!

序　言

圖學之應用，在於表達工件的各種立體特性，使之爲設計表現、判定、放樣、組立、校正之依據，當社會結構臻至一高層次水平時，圖學之表現益趨於精微，例如以力霸鋼架廠房之設計與導持火箭升空之網結構設計相較，其所需計算與涵蓋之數值標註，則差異不知凡幾。

年前偕妻至日、韓蒐集圖學方面的資料，感觸良多，姑不論民族意識如何，我們落後的部份就是落後，實無庸饒辯；因此"迎頭超越"這份重責必須擔在你、我肩上。

本書係輔助交、展圖學已具有實際基礎與進階電腦圖學應用者而作，適合大專理工科系之工場實習、圖學實習課程用。

本書係依據民國76年2月公佈之最新CNS工程製圖標準繪圖，又爲使內容臻於無缺點，書中各圖例與計算均爲作者親自編繪，當您於習作時，若發現漏、謬之處，期能不吝指正，謝謝您！

謹識

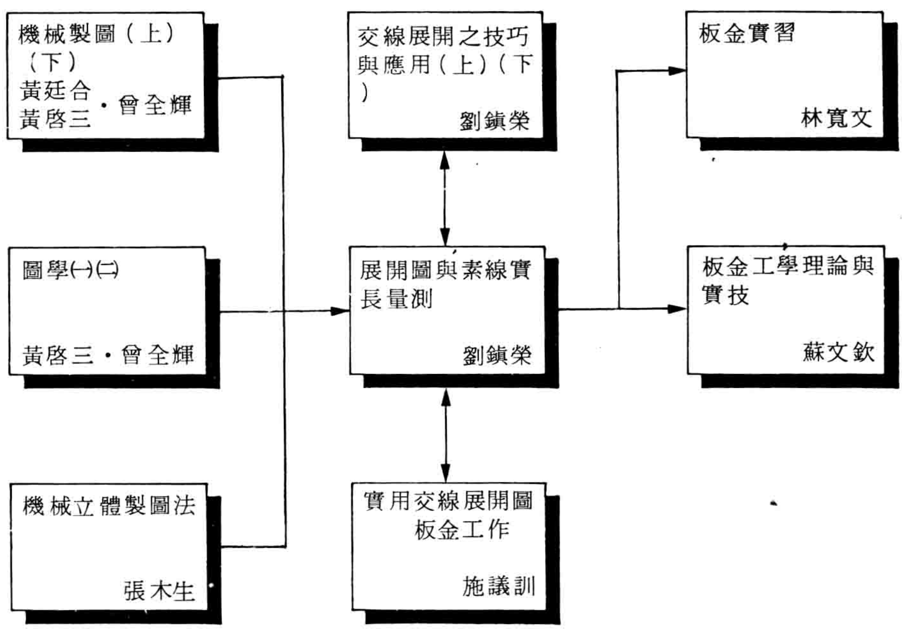
试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

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。

鑒於板金放樣工作，目前大多仍停留在徒手與儀器繪製階段，本書作者乃遠赴日、韓蒐集圖學方面之資料，精心編寫而成，書中提供由紙上作業（計算）後直接以實長放樣或以電腦設定實長放樣之方法，使展開物體達到更精確之程度，尤其適合大型物體之展開、放樣工作，適合工專機械科三、四年級機械製圖及工職板金科作爲輔修教材。

同時，爲了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，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，我們將竭誠爲您服務。



目　錄

單元 *1*	圓周率：π	1
單元 *2*	以四圓心近似橢圓幾何劃法求周長	4
單元 *3*	求16等分圓管斜截斷面之橢圓周長	6
單元 *4*	直圓錐	8
單元 *5*	斜截直圓管	11
單元 *6*	斜截直圓管（加蓋）	13
單元 *7*	正圓弧截直圓管	15
單元 *8*	偏心圓弧截直圓管(一)	18
單元 *9*	偏心圓弧截直圓管(二)	21
單元 *10*	偏心圓弧截直圓管(三)	24
單元 *11*	直圓管挖孔	27
單元 *12*	五節90°圓形肘管	30
單元 *13*	四節75°圓形肘管	32
單元 *14*	斜圓管	36
單元 *15*	求斜圓管上點之正確位置(一)	39
單元 *16*	求斜圓管上點之正確位置(二)	41
單元 *17*	斜圓管挖孔	44
單元 *18*	斜截斜圓管挖孔	47
單元 *19*	複斜圓管	57
單元 *20*	求複斜圓管上點之正確位置(一)	60
單元 *21*	求複斜圓管上點之正確位置(二)	62
單元 *22*	直線貫穿複斜圓管(一)	65
單元 *23*	直線貫穿複斜圓管(二)	67
單元 *24*	求不等邊三角形之邊長及面積	71
單元 *25*	求複斜平面之實邊與面積(一)	74
單元 *26*	求複斜平面之實邊與面積(二)	75
單元 *27*	二有限平面相交(一)	78
單元 *28*	二有限平面相交(二)	83

單元 **29** 斜圓錐 91
單元 **30** 復斜圓錐(一) 95
單元 **31** 復斜圓錐(二) 98
單元 **32** 斜截直圓錐 102
單元 **33** 斜截斜圓錐 105
單元 **34** 斜截複斜圓錐 109
單元 **35** 斜截斜錐 115
單元 **36** 斜截複斜錐 121
單元 **37** 斜截複斜角錐(一) 127
單元 **38** 斜截複斜角錐(二) 131
單元 **39** 斜圓錐Y型接合 136
單元 **40** 複斜圓錐Y型接合 139
單元 **41** 變形管Y型接合(一) 144
單元 **42** 變形管Y型接合(二) 146
單元 **43** 變形管Y型接合(三) 149
單元 **44** 圓底方頂轉換管(一) 154
單元 **45** 圓底方頂轉換管(二) 156
單元 **46** 圓底方頂轉換管(三) 158
單元 **47** 圓形縮口轉向管 160
單元 **48** 截斜圓底方頂轉換管 166
單元 **49** 截複斜圓底方頂轉換管 169
單元 **50** 不等徑圓管60°T型接合 173
單元 **51** 不等徑圓管45°T型偏心接合 176
單元 **52** 不等徑圓管90°T型接合附加强板(一) 180
單元 **53** 不等徑圓管90°T型接合附加强板(二) 183
單元 **54** 圓環與水平圓管接合 185
單元 **55** 圓管與四節90°圓形肘管接合 187
單元 **56** 圓管與五節90°圓形肘管偏心接合 192
單元 **57** 正肘管靴 197
單元 **58** 偏心肘管靴(一) 199
單元 **59** 偏心肘管靴(二) 201
單元 **60** 圓形三路分支管接頭 204
單元 **61** 水平圓管貫穿直圓錐 207
單元 **62** 平截直圓錐與水平圓管偏心接合 209

單元 63 直圓錐與垂直圓管接合 213
單元 64 圓管與斜圓錐偏心接合 215
單元 65 圓管與二直圓錐T型接合 222
單元 66 圓方轉換管與水平圓管接合 234
單元 67 圓管與圓方轉換管T型接合(一) 242
單元 68 圓管與圓方轉換管T型接合(二) 244
單元 69 圓管與圓方轉換管T型接合(三) 247
單元 70 圓管與直圓錐T接附加强板 255
單元 71 圓形縮口Y型接頭 259
單元 72 變形兩路Y型接頭 263
單元 73 變形轉向接頭 268
單元 74 圓形三分支管接頭 272
單元 75 球與垂直圓管接合(一) 284
單元 76 球與垂直圓管接合(二) 288
單元 77 波形管 291
單元 78 四節同心圓形漸縮肘管 303
單元 79 五節同外根方轉圓漸縮肘管 307
單元 80 橢圓船舶換氣管口 315

1 圓周率：π

「歷史上，一個國家所算得之圓周率的準確程度，可以作為衡量這個國家當時數學發展水平之指標。」這是德國數學史家康托（Moritz Cantor）所說的一段話，在古代數學史中，圓周率的發展無疑地提供了一份良好的視野，使我們得以審察其數學史之部份面貌。

希臘字母 π 相當於英文字母 P，係代表周界（periphery），是圓周長與圓直徑之比值，表 π ＝圓周長÷圓直徑。

人類文明之演進過程中，常常需要計算圓周長與圓面積，想必一開始時，人們並不知道 π 是個常數，只是使用一趨近法去估量每一個圓的 π 值，最先嘗試嚴格之證明「π 值為一常數」這個概念的是希臘數學家歐幾里得（Euclid, 450？～380 B.C.），但很顯然地是沒有成功，因為精密地證明必涉及極限過程之處理。

π 值可展開成無限不循環小數，所以它是無理數，而且又不能滿足整係數方程式，也是一超越數，其本性極不易了解與掌握，故 π 的早期歷史也就是 π 值近似值的估計史。

依據數學史的記載，古埃及人和巴比倫人已分別求出 π 值為 3.1604 及 3.125，但古代諸文明國家之間，仍普遍地使用 $\pi=3$（在我國的周髀算經、九章算術與周禮攷工記中可以發現）。西方數學史上，於十五世紀前除了阿基米德（Archimedes, 287？～212 B.C.）的 π 估計值為 $3\frac{10}{71}<\pi<3\frac{10}{70}$，以及托勒密（Ptolemy, A.D. 90～168）所取的 3.141666……以外，餘皆乏善可陳；而中國古代數學家中，如三國時代的劉徽（發展十進位法則，創十進小數之應用，中國古代最先使用極限觀念來解決數學問題的數學家）和南北朝時代的祖冲之（429～500，字文遠，祖籍河北，其生平跨越南朝最初的兩個朝代——宋朝與齊朝，領先西方數學界近 1000 年者），此二人在 π 值的歷史上大放異彩。

漢代經學家，西漢大儒劉向之子劉歆（？～A.D. 23，字子駿，後改名秀，字穎叔，劉向歿，歆繼其業，集六藝群書總別為：七略。）為王莽製作嘉量斛（標準量器，臺北故宮博物院現珍藏一具），史家們推算他使用了 $\pi=3.154$ 之值；漢朝的張衡〔78～139，字子平，後漢南陽西鄂人，文學家、科學家，作渾天儀，用以推算七曜（日、月、金、木、水、火、土）等行星之運行，造候風地動儀，以測量地震之所在〕在西元 130 年取 $\pi=\sqrt{10}$；三國時代的王蕃（219～257，餘不詳）求得 $\pi=142/45=3.1555$……等等，都沒有建立科學方法論去求取 π 的近似值。

中國π發展的基礎是劉徽一手奠定的，他創立「割圓術」，繪出了求取π值的科學方法；割圓術記載於「九章算術」第一卷第32問，關於圓面積計算，其主要方法是利用圓內接正多邊形去趨近圓周，再使圓面積（半徑取一單位，圓面積爲π平方單位）與正多邊形面積比較，即可求出π之近似值，當正多邊形之邊數愈多，則π之近似值愈趨精密。劉徽於「割圓術」中，以圓內作正六邊形開始，逐次增加至正192邊形，求得$\pi=3.14$，他又更進一步說明：割之彌細，所失彌少；割之又割，以至於不能割，則與圓周合體而無所失矣。充分地發揮了極限值的應用與體認了割圓術之效果。

劉徽所創之割圓術方法論，不同於阿基米德所採用之方法，阿氏是同時使圓內接正多邊形、圓外切正多邊形去趨近π值，阿氏使正96邊形內接與外切一正圓，求出$3\frac{10}{71}<\pi<3\frac{10}{70}$。

到了祖冲之的計算，則更爲突出，「隋書」卷十六律曆志十一（唐長孫無忌編撰）之記載『……宋末南徐州從事史祖冲之更開密法，以圓徑一億爲一丈（以一丈爲直徑，分成一億等分之意），圓周盈數三丈一尺四寸一分五釐九毫二秒七忽；朒數三丈一尺四寸一分五釐九毫二秒六忽，正數在盈朒二數之間（即$3.1415927>\pi>3.1415926$）。密率：圓徑一百一十三，圓周三百五十五；約率：圓徑七，圓周二十二。又設開差冪、開差立，兼以正圓參之，指要精密，算氏之最者也。所著之書，名爲「綴術」，時學官莫能深究其深奧，是故廢而不理。』由此可見祖冲之的π估計值$3.1415927>\pi>3.1415926$，恰好準確到小數第六位；而且，他又求出了兩個π值，約率$=\frac{22}{7}$（與阿基米德所求之π值同），密率$=\frac{355}{113}$；密率在日本數學史備受推崇，其數學史家三上義夫曾建議稱之爲「祖率」，是一個很特出的分數，其分母是不大於113的所有分數中，最趨近π值之數，即任意分數$\frac{b}{a}$（既約形式）。

若$a\leq 113$，則$\left|\frac{b}{a}-\pi\right|\geq\left|\frac{355}{113}-\pi\right|$。

「隋書」之記述太簡，且綴術又已失傳，無法得知祖冲之如何推算此一結果，依史家研究，除「割圓術」以外祖冲之大概也沒有發現其他的新方法；依理論而言，按劉徽的方法繼續計算到正24576（即6×2^{12}）邊形時，便可得此一結果。元朝趙友欽（1300年左右，餘不詳）以圓內作正方形算起，計算至正16384（即4×2^{12}）邊形時，終於驗證了祖冲之所計算π值估計的正確性。

趙友欽此一貢獻，是在「割圓術」與「密率」之間，找到了一條可信之銜接線索，肯定了祖冲之估計的π值，也另外指出了一項事實，那就是在十六、七世紀使用解析法表現π值以前，割圓術必然是估計π值的主要方法；因此，劉徽的「割圓術」可算是中算史上非常珍貴的遺產之一。

十五世紀以後，西方國家對π值的計算開始大放光芒，依斯蘭國人阿爾卡西（Al-

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com

Kashi ，約 1427 年），算至小數第十六位準確；法國人維塔（Viéta，1540 ～ 1603），算至小數第十位準確；德國人魯道夫（Rudoff，1540 ～ 1610），算至小數第三十五位準確；西元 1853 年尚克司（Shanks，？）計算到小數第 707 位準確。

以 π 本質的探討方面，法國數學家蘭柏（Lambert，1728 ～ 1777）證明 π 是無理數，樂強何（Legendre，1752 ～ 1833）於 1794 年證明 π 不能成爲有理係數二次方程式的根，德國數學家林德曼（Lindemann，1852 ～ 1939）於 1882 年終於成功地證明了 π 是個超越數，因此也解決了幾何學的三大難題中的「化圓爲方」爲不可能；也就是幾何作圖的：求一正方形使其面積等於一已知圓面積。

註：古典希臘數學有三個著明的幾何作圖題：

(1) 三等分一任意角。

(2) 化圓爲方。

(3) 倍立方問題：即作一立方體使其體積爲一已知立方體體積的兩倍。

2 以四圓心近似橢圓幾何劃法求周長

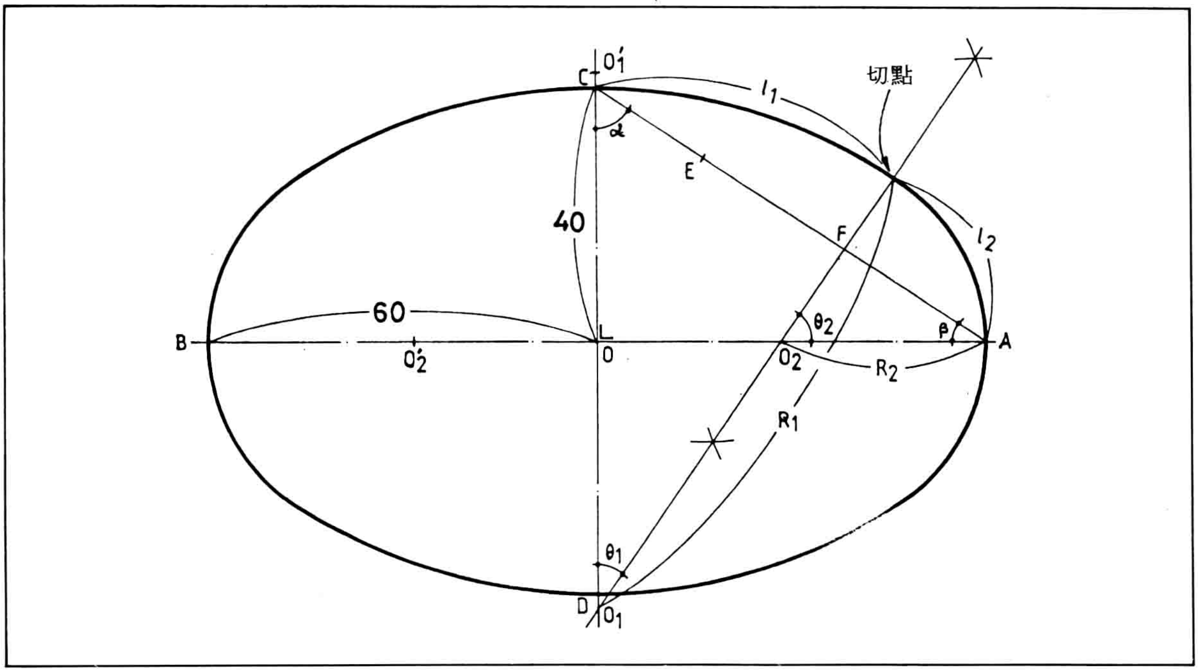


圖 2

求出 α、β、AC、EF、θ_1、θ_2、R_1、R_2、l_1、l_2。

1. 於 $\triangle AOC$ 中

已知 $CO=40$，$AO=BO=60$

$$AC=\sqrt{40^2+60^2}=72.11102551$$

$$\alpha=\tan^{-1}\frac{60}{40}$$

$$=56.30993247^\circ\ (\Rightarrow 56^\circ 18' 36'')$$

$$\beta=\tan^{-1}\frac{40}{60}$$

$$=33.69006753^\circ\ (\Rightarrow 33^\circ 41' 24'')$$

$$AE=AC-CE$$

$$=72.11102551-20$$

$$=52.11102551$$

$(CE=60-40=20)$

故 $EF=AF$

$$=\frac{AE}{2}$$

$$=26.055512755$$

2. 於 $\triangle O_1FC$ 中

$$CF=CE+EF$$

$$=46.055512755$$

$\because \triangle O_1FC \sim \triangle AOC$

$\therefore \theta_1=\beta=33^\circ 41' 24''$

設 $R_1=O_1C$

$$R_1=\frac{CF}{\cos\alpha}=83.027775637$$

3. 於$\triangle AFO_2$中

$\triangle AFO_2 \sim \triangle AOC$

故 $\theta_2 = \alpha = 56°18'36''$

設$R_2 = O_2A$

$$R_2 = \frac{AF}{\cos\beta}$$

$$= 31.31482907$$

4. 利用R_1、θ_1與R_2、θ_2，求其夾角所對應之弧長 l_1、l_2 。

$$\left[\ l = \pi \cdot R \cdot \frac{\theta}{180°}\ \right]$$

$$l_1 = \pi \cdot R_1 \cdot \frac{\theta_1}{180°}$$

$$= 48.82053691$$

$$l_2 = \pi \cdot R_2 \cdot \frac{\theta_2}{180°}$$

$$= 30.77601745$$

故橢圓周長爲

$$(l_1 + l_2) \times 4 = 318.3862174$$

註：

$$\begin{cases} 橢圓周長 = \pi\sqrt{2(a^2+b^2)} \\ 橢圓面積 = \pi \cdot a \cdot b \end{cases}$$

（ a 表長軸半徑，b 表短軸半徑 ）

設一橢圓長軸爲 120 ，短軸爲 80 ，試求其周長與面積 。

$$周長 = \pi\sqrt{2\left[\left(\frac{120}{2}\right)^2 + \left(\frac{80}{2}\right)^2\right]}$$

$$= 320.3808449\ (mm)$$

$$面積 = \pi \times \frac{120}{2} \times \frac{80}{2}$$

$$= 7539.822368\ (mm)$$

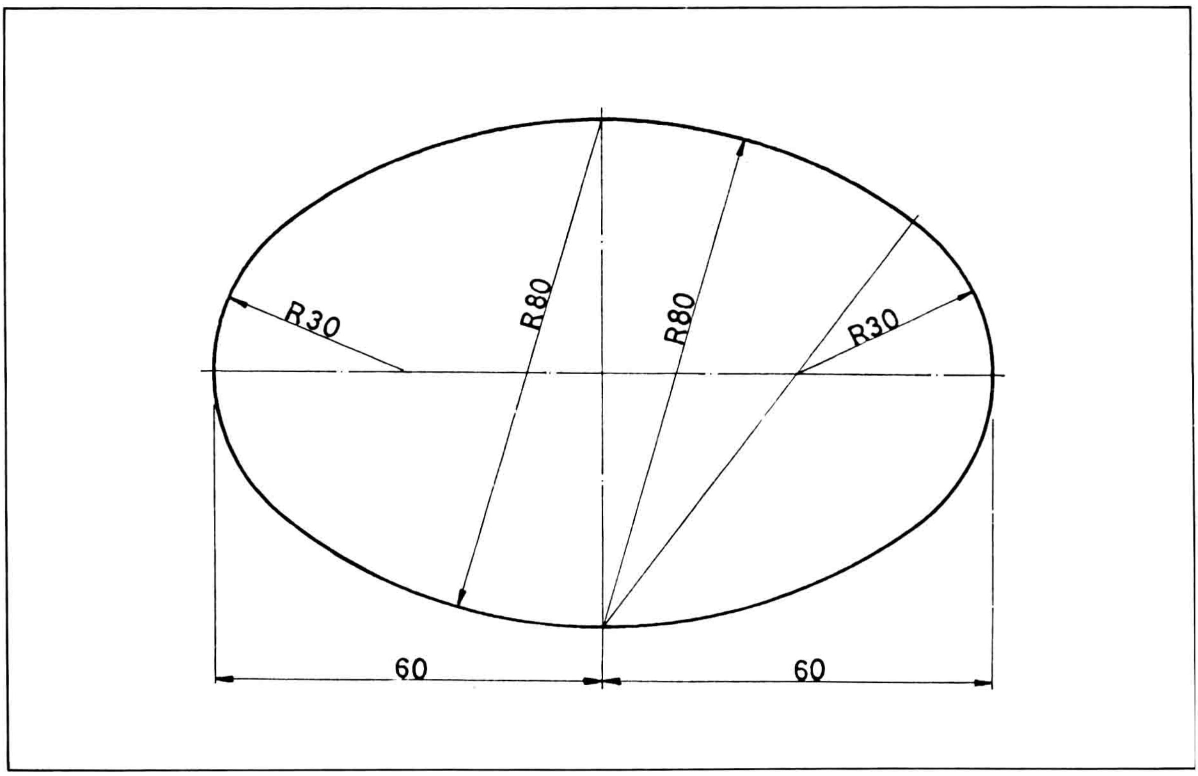


圖 2-1　練習題

3 求16等分圓管斜截斷面之橢圓周長

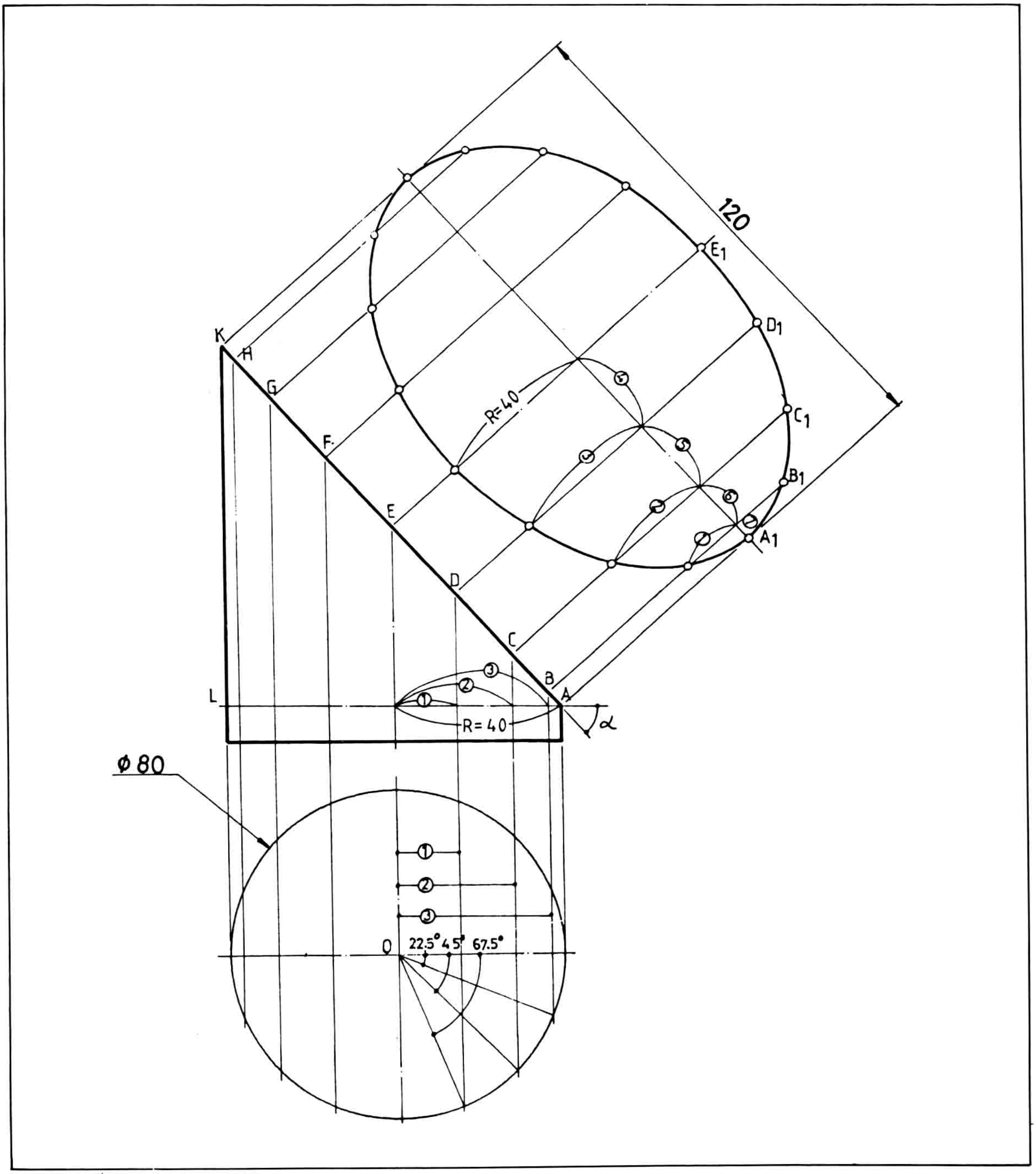


圖 3

1. 求 ϕ80 之相關尺度

$R=40$

$$①=R\times\cos\left(90^\circ\times\frac{3}{4}\right)$$
$$=R\times\cos 67.5^\circ$$
$$=15.30733728$$

$$②=R\times\cos\left(90^\circ\times\frac{2}{4}\right)$$
$$=R\times\cos 45^\circ$$
$$=28.28427124$$

$$③=R\times\cos\left(90^\circ\times\frac{1}{4}\right)$$
$$=R\times\cos 22.5^\circ$$
$$=36.9551813$$

2. 於 $\triangle ALK$ 中

已知 $AL=80$，$AK=120$

$$故\ \alpha=\cos^{-1}\frac{AL}{AK}$$
$$=48.18968511^\circ\ (\Rightarrow 48^\circ 11' 23'')$$

$$AE=\frac{120}{2}=60$$

$$AD=\frac{R-①}{\cos\alpha}=37.03899408$$

$$AC=\frac{R-②}{\cos\alpha}=17.57359314$$

$$AB=\frac{R-③}{\cos\alpha}=4.56722805$$

$$④=AE-AD=22.96100592$$
$$⑤=AD-AC=19.46540093$$
$$⑥=AC-AB=13.00636509$$
$$⑦=AB=4.56722805$$

3. 求橢圓周長

$$A_1B_1=\sqrt{⑦^2+①^2}=15.97417123$$
$$B_1C_1=\sqrt{⑥^2+(②-①)^2}$$
$$=18.37297874$$
$$C_1D_1=\sqrt{⑤^2+(③-②)^2}$$
$$=21.30930582$$
$$\overset{\frown}{D_1E_1}=\sqrt{④^2+(R-③)^2}$$
$$=23.16201014$$
$$\overset{\frown}{A_1E_1}=A_1B_1+B_1C_1+C_1D_1+D_1E_1$$
$$=78.81846593$$

故總周長爲

$$\overset{\frown}{A_1E_1}\times 4=315.27386372$$

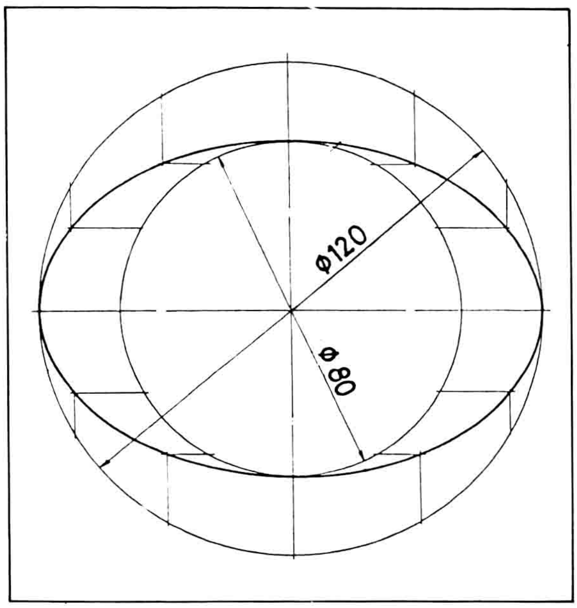


圖 3-1　練習題

4 直圓錐

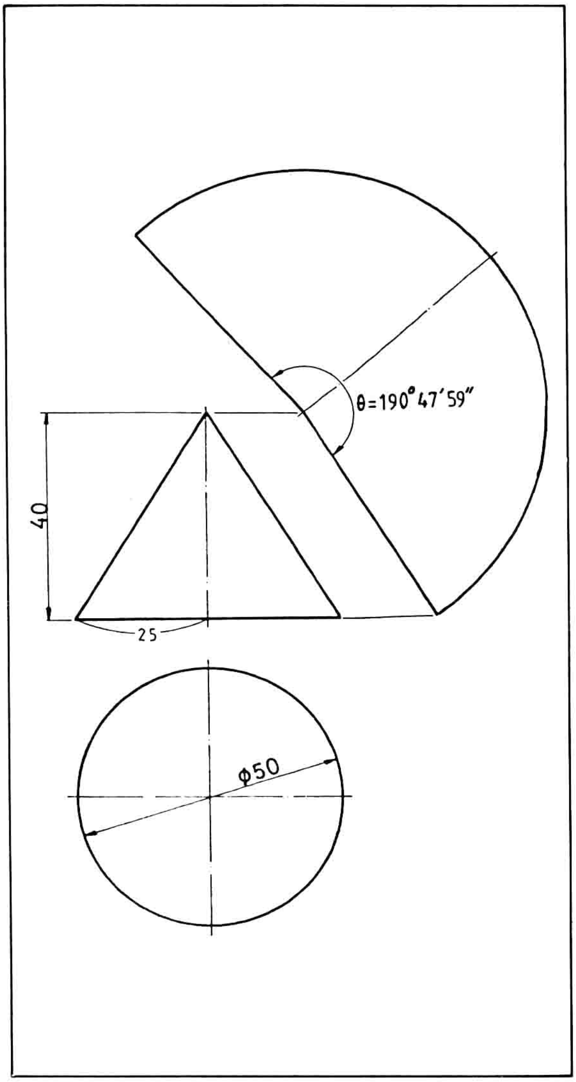


圖 4

1. 展開素線實長

$$TL. = \sqrt{25^2 + 40^2}$$
$$= 47.16990566$$

2. 展開角度 θ

$$\theta = \frac{25}{TL.} \times 360°$$
$$= 190.7996183° \ (\Rightarrow 190°47'59'')$$

3. 圓周長

$$\pi D = 3.141592653 \times 50$$
$$= 157.0796326$$

展開弧長

$$\pi \times TL. \times \frac{\theta}{180°}$$
$$= 157.0796326 \ (\text{即等於 } \pi D)$$

4. 展開面積

$$A = (TL.)^2 \times \pi \times \frac{\theta}{360°} + \pi \times 25^2$$
$$= 3704.715725 + 1963.495408$$
$$= 5668.211133 \ (\text{mm}^2)$$

表面積

$$S = \pi \times R \times TL. + \pi R^2$$
$$= 5668.211135 \ (\text{mm}^2)$$

5. 體積

$$V = \frac{\pi \cdot H \cdot D^2}{12} \quad \left(\text{或} \frac{1}{3} \pi \cdot H \cdot R^2\right)$$
$$= 26179.93877 \ (\text{mm}^3)$$
$$= 0.2617993877 \ (l)$$

$(\because 1l = 10^6 \text{ mm}^3)$

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertongbook.com