工　程　製　圖

Engineering Drawing

原作者　K. Morling

編譯者　黃　立　仁

複校者　戴　爾　競

發行者　科技圖書股份有限公司

本書特點：(1)全部採用公制

(2)使用第三象限法，符合國際製圖標準

(3)本書內容與國中製圖教科書啣接，故適用作職訓、高工、五專等校作教科書

前　　言

吾們鑒於科學技術對國家建設的重要，乃發起組織一個小規模的出版公司。計劃出版些基本而實用，淺顯而易學的科學和技術書，薄薄的，小小的，但內容却是充實而有效的。吾們不好高騖遠，願意脚踏實地的去做。刋印的對象是㈠國中國小的學生們，㈡中小學生的家長們和老師們，㈢高中和高職的學生們，㈣技術專科的學生們，㈤從事技術，科學的實際工作者們。在目前，這些廣大羣衆，正渴望着有好書來求取新的科學智識和研讀前進而簇新的技術。吾們針對這社會上所迫切的需要，竭盡棉力挑起這一付重擔。明知吾們的能力有限，但有感於如要奠定一個科學立國，技術建國的基礎，非從這着棋下手不可。玆將吾們的願望和做法寫給讀者，印在本公司印行書刋的前頁。請讀者多多給與鼓勵和贊助，不勝幸甚。

科技圖書公司同人謹啓

序　　　　言

坊間已有不少工程畫的教科書出版，但何以還要另出一本新書？吾們有下列的各種理由。

(1)九年國民義務教育的最後第二年（即國中二年級）已有製圖課程，第三年又有製圖選修課程。將來進入工業五專，高工職校，或職業技術訓練所，因已有相當訓練作基礎，用本書接下去，非常方便。（書中已全部採用公制）。

(2)由於坊間各種教科書所採用的尺度仍沿用英制，製圖規約有採用第一象限法，也有既不說明第一或第三象限而任意互用，以致混淆不清，使學生在校學習及出外應用，發生困擾。

本書的編譯，是針對上項的理由，用有限的時間講解主題的全部範圍，挿入大量圖片，但無不相干的資料，用大量例題來說明必需的標準。本書內容確已達成此項任務。吾國政府規定採用公制之命令已四十年，在一本最基本的製圖書中尙無從辦到，深引爲恥。本書內容，完全採用公制，製圖規約亦澈底採用第三象限，這是本書的特點。

本書雖分章獨立編排，但在教研時仍要依次漸進，切勿前後倒置。凡前一章的資料，常被引用在下一章內，但決不前後倒置而失却聯絡。

本書由黃立仁君擔任初譯，復經戴爾競教授嚴密複校，雖經十分細心推敲，但不免有意外的錯誤與遺漏，如有發現尙希多多指出，以便訂正而求完善。

本書內容與坊間所出的同類教課書不同。希望有志於工程的同學們細心學習，由此書打下一穩固而切合實際的製圖基礎，則不勝幸甚矣。

科技圖書公司編輯部謹誌六〇、三

目　　錄

序　　言

第一篇　幾何畫

第二篇 工程畫

第一篇　幾何畫

第一章　比例尺

1·1 概　說

我們若能按物體的自然尺寸繪畫其圖形，使圖面不致太密集或太分散；當然，自然尺寸纔是畫物體之最佳尺寸。但這不是經常可能的事；有時物體太大而紙小不能容納，有時物體太小而無法畫得清晰。類此情形，物體就必須按"比例"來繪畫了。而所採的比例，又必須依物體的大小纔能決定出來。一個微小的電子部件圖，畫起來，可能要比原物放大 100 倍，而有些地圖則又須把原物縮小成幾百萬分之一。

有一種畫圖的工具稱爲"比例尺"，它的設計是用來幫助繪圖者畫圖的。它們看起來很像普通的尺，但仔細觀察，會發覺比例尺上的刻度，並非通常的公分或英吋，而是可以代表那些單位的刻度。這些比例尺是非常有用的，但有時當你要畫一種尺寸，這些比例尺上並沒有那種刻度。當然，你也能自己把圖中所有的度量，一一繪製成你所要的比例尺寸。然而，除非你能製成自己的比例尺，那又是多麼費時而乏味的工作。本章將告訴你如何製作你所需要的任何比例尺。

1·2 象徵分數（簡稱 R. F.）

象徵分數可立即顯示你圖上一條線所繪的長度與其自然尺寸間的比率。象徵分數中的分子與分母的比率就是所繪尺寸與其自然尺寸間的比率。所以，$\frac{1}{4}$ 這個象徵分數，就表示物體實際的大小是圖上所示大小的 4 倍。

若有一比例尺定爲 1 公厘＝1 公分，則 R.F. 爲 $\frac{1\text{ 公厘}}{1\text{ 公分}}=\frac{1\text{ 公厘}}{10\text{公厘}}=\frac{1}{10}$

若比例尺定爲 1 公分＝1 公尺，則 R.F 爲 $\frac{1\text{ 公分}}{1\text{ 公尺}}=\frac{1}{100}$

繪地圖者會遇到一些很大的比例尺。例如，他可能必須去訂定比例尺爲 1 公分＝5 公里的 R.F.，在這種情形，其 R.F. 將是$\frac{1\text{ 公分}}{5\text{ 公里}}=\frac{1}{5\times1{,}000\times100}$ $=\frac{1}{500{,}000}$。

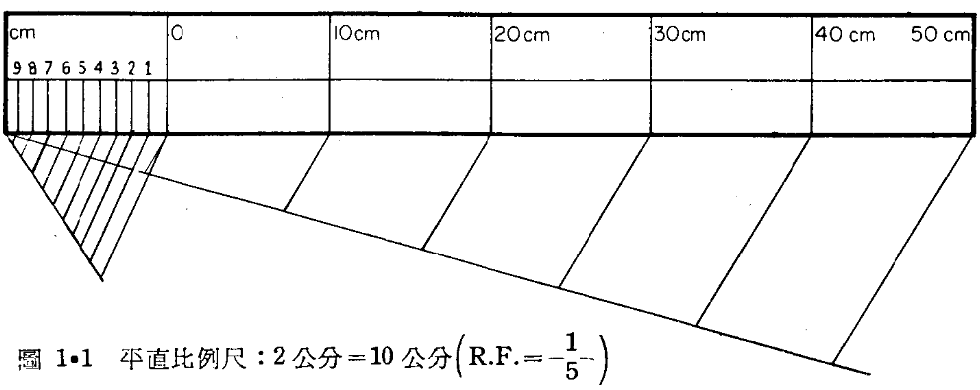


圖 1·1　平直比例尺：2 公分＝10 公分$\left(\text{R.F.}=\frac{1}{5}\right)$

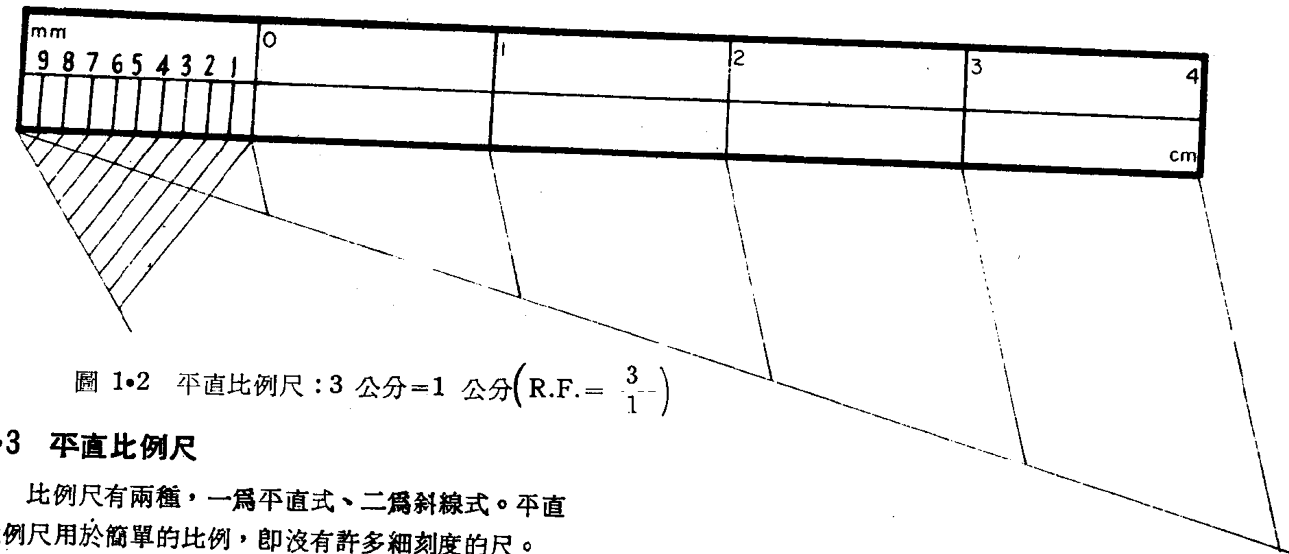


圖 1•2 平直比例尺：3 公分=1 公分$\left(\text{R.F.}=\frac{3}{1}\right)$

1•3 平直比例尺

比例尺有兩種，一爲平直式、二爲斜線式。平直比例尺用於簡單的比例，即沒有許多細刻度的尺。

製比例尺時，首先要決定比例尺的全長。尺之長度，要比圖中最大之尺寸稍長。

圖 1/1 爲一極簡單之比例尺：2 公分=10 公分。因最大之實長爲 60 公分，故比例尺之長定爲 12 公分。此 12 公分被分爲 6 等分，每一等分代表 10 公分。第一個 10 公分又分爲 10 等分，每一等分代表 1 公分。於是各刻度上又明顯地標記每一等分所代表的尺寸。

畫比例尺時，「精緻」是很重要的。你決不喜歡用刻度不準或標記不當的比例尺；因此，你必須使你的比例尺符合同一標準。你得注意，比例尺上各重要的刻度，務須予以清晰的標記。

以下是平直比例尺的一些舉例。

製一平直比例尺，3 公分=1 公分，5 公分長。讀至 1 公厘。（圖 1/2）

尺長=5×3 公分=15 公分

第一刻度：	5	1 公分刻度
第二刻度：	10	1 公厘刻度

1•4 斜線比例尺

平直比例尺上所能刻的刻度數目是有極限的。譬如將 1 公厘分成 50 等分，你會發覺是幾乎不可能。建築師，繪地圖員和測量員都有遇到必須將一刻度再分成平直比例尺無法細分爲更小單位的難題。可是斜線比例尺則能用來劃分較小的刻度。

在觀察任何特殊的斜線比例尺之前，先讓我們看一看基本定理。

圖 1/3 是一個三角形 ABC 。假定 AB 爲 1 公分長，BC 被分爲 10 等分。由此 10 個刻度畫出平行於 AB 的直線並標記從 1 到 10 的編號。

很明顯地，線段 5-5 的長度是 AB 之一半。同樣，線 1-1 是 AB 的 $\frac{1}{10}$，線 7-7 是 AB的$\frac{7}{10}$。（如你要用數學證明，用相似三角形即可）。

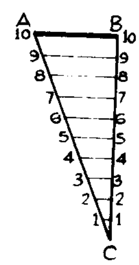


圖 1•3

你可看出，線 1-1 至 10-10 之長是每升一線即增加 1/10 公分。若 AB 之長原爲 1 公厘，則每次增加 1/10 公厘（1/100 公分）。用這種方法，小的長度被分爲更小，且很易被量取。

下面圖 1/4 是常見的斜線比例尺，根本不是比例尺。你將發現它可使你準確地量至 $\frac{1}{100}$ 公分。它不是眞正的比例尺，因爲它用的是實長，R.F 爲 1。

圖 1/5 是眞正的斜線比例尺。當要量度較小比例的長度時，你將發現它勝過平直比例尺的優點。

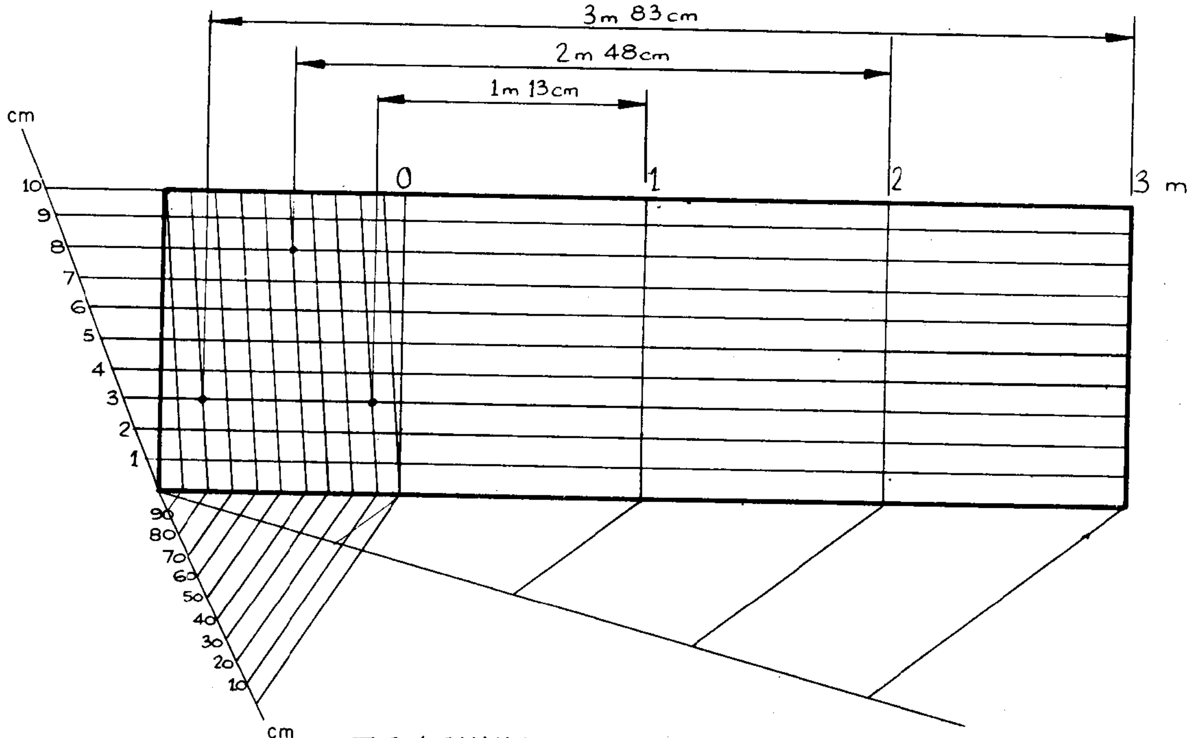


圖 1•4 斜線比例尺： 3 公分＝1 公尺，讀至公尺及公分

1•5 倍數比例尺

我們可直接由一平直比例尺做出另一平直比例尺。使新比例尺與原比例尺成一定的比例。舉例如圖1/6所示，新比例尺是摹彷原比例尺而成的，但增大了 $\frac{7}{4}$ 倍。此項倍數，可藉改變 AB 與 BC 的比率而變化。

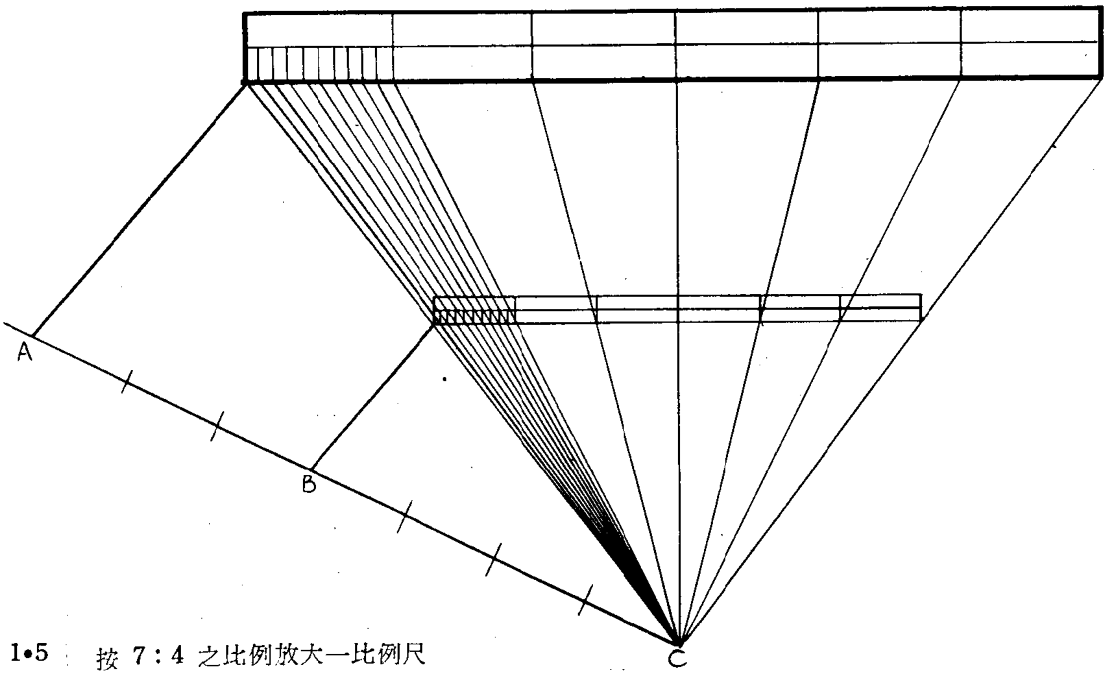


圖 1•5 按 7：4 之比例放大一比例尺

練 習 題 1

1. (a) 以眞實尺寸畫圖1所示之簡單鑰匙

   (b) 試做一條徵分數爲 5/4 的平直比例尺，使適於畫此鑰匙放大圖之用，不必再畫鑰匙。

2. 做 5 公分=30 公分的平直比例尺，讀至 1 公分至 120 公分。用此尺按比例畫一周長 120 公分，三邊比例爲 3：4：6 之三角形。沿每邊標記其長度至最接近的公分値。

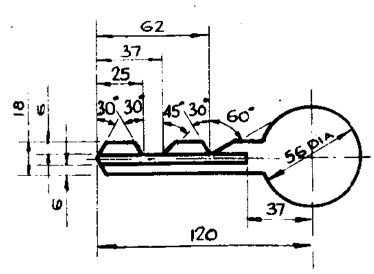


圖 1 單位：公厘（mm）

3. 做圖 2 所示之平直比例尺，然後再藉一倍數比例尺，在底 AG 上畫一相同圖形。各角都必須以幾何法畫於第一圖形中。

量度並標記對應於 CD 的邊長。

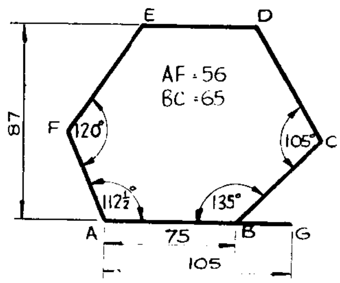


圖 2　單位：公厘 (mm)

4. 做一以 4 公分代表 1 公尺的斜線比例尺。此尺可讀至 1 公分且包含 5 公尺之範圍。標出 4 公尺 78 公分之距離。

5. 做一以 2.5 公分代表 1 公尺的斜線比例尺，它可用來在 8 公尺之範圍內量度公尺與公分。用此尺作一四邊形 ABCD，底 AB 長爲 4 公尺 72 公分由底邊 AB 作，BC=3 公尺 53 公分，AD=4 公尺 17 公分，<ABC=120°，且 <ADC=90°。量度並標記兩條對角線及垂直高度之長度，均準確至最接近的公分。角度必須以幾何法畫出。

第二章　由已知數據作幾何圖形

2•1 概　說

本章談的是平面幾何圖形之作圖法，平面幾何是兩度空間圖形之幾何，即僅有長與寬的圖形。立體幾何則是三度空間圖形的幾何。

平面圖形多得不可勝計，但我們只談一些較爲普通的三角形，四邊形及較熟悉的多邊形。

在觀看那麼特殊圖形之前，先讓我們溫習一些作圖法。

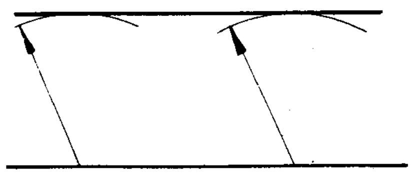


圖 2•1　作一平行線

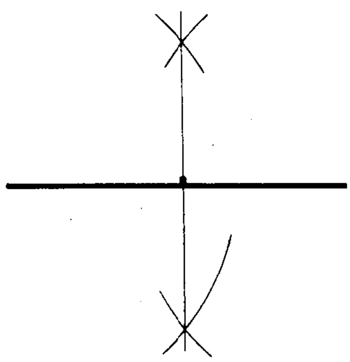


圖 2•2　平分一線段

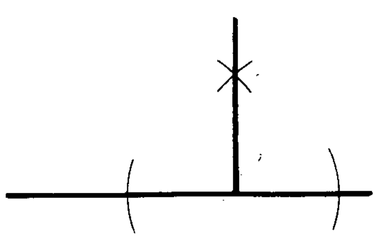


圖 2•3　由線上一點作垂直線

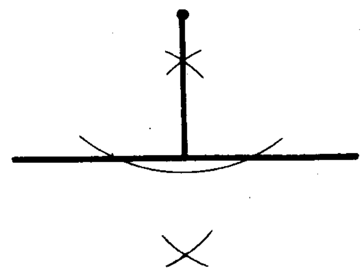


Fig. 2/4 圖 2•4　曲線外一點作垂直線

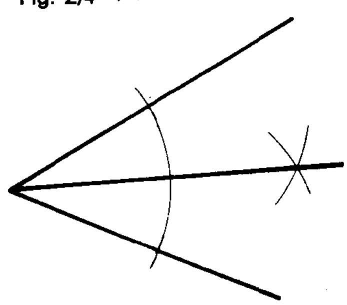


圖 2•5　平分一角

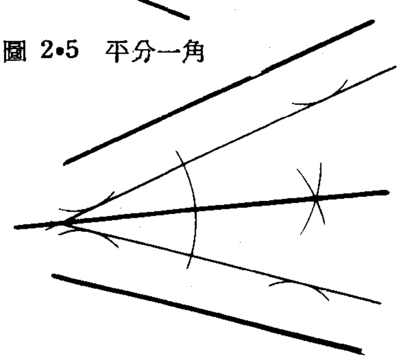


圖 2•6　平分由兩輻聚線所成的一角

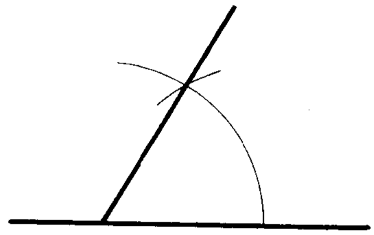


圖 2•7　作 60° 角

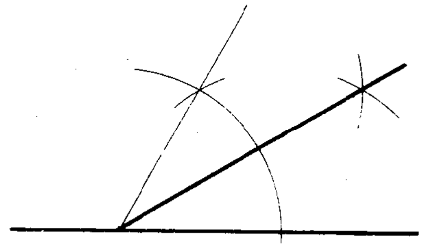


圖 2•8　作 30° 角

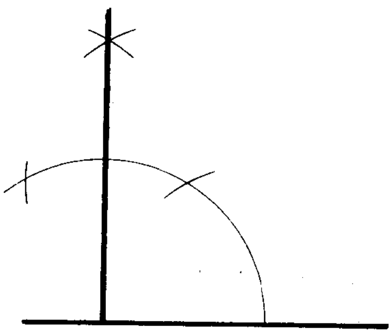


圖 2•9　作 90° 角

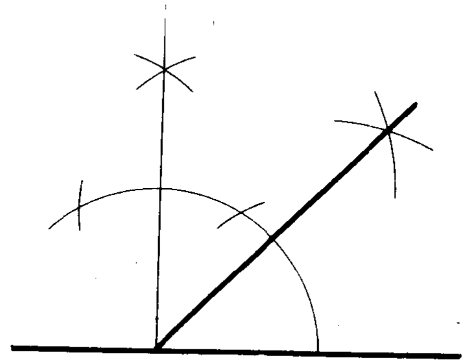


圖 2•10　作 45° 角

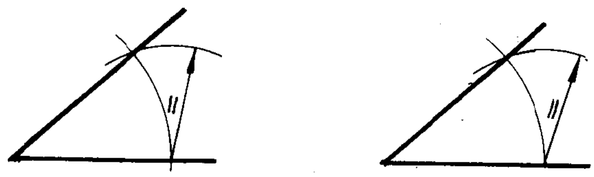
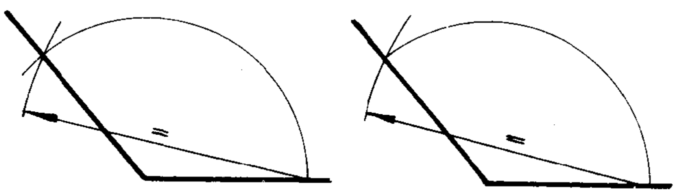


圖 2•11　作另一相似角



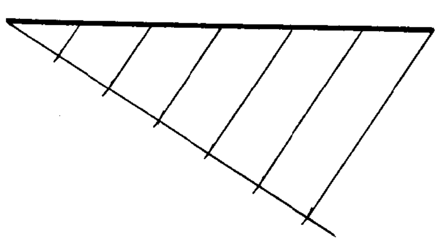


圖 2•12　將一線段分爲若干等分
（假設 6 等分）

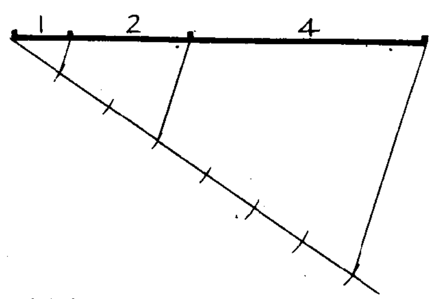


圖 2•13　按比例分割一線段
（假設 1：2：4）

2•2 三 角 形

定　義

三角形是由三直邊圍成的平面圖形。

不等邊三角形是三邊和三角均不等的三角形。

等腰三角形是二邊和二角相等的三角形。

等邊三角形是三邊和三角均相等的三角形。

直角三角形是有一角爲直角的三角形。直角的對邊叫做弦。

作　圖

(1)作等邊三角形，已知一邊（圖 2/14）

1. 畫一線 AB ，等於已知邊的長度。
2. 以 A 爲圓心，AB 爲半徑，用圓規畫弧。

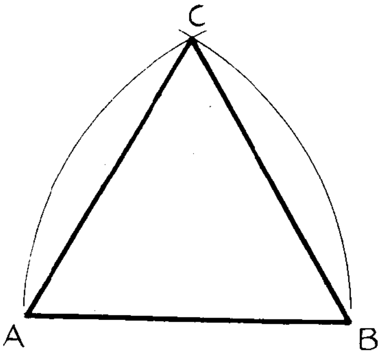


圖 2•14

3. 以 B 爲圓心，用同一半徑畫另一弧，交第一弧於 C。

所得三角形 ABC 即爲等邊三角形。

(2)作等腰三角形，已知周長及高（圖 2/15）

1. 畫一線 AB 等於周長之半。
2. 由 B 作垂直線並取 BC 等於高。
3. 連 AC 並平分之，平分線交 AB 於 D。

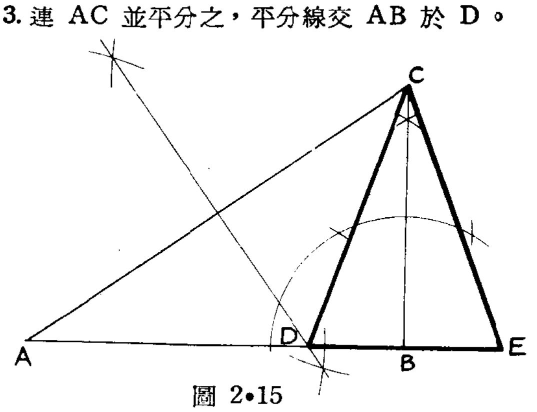


圖 2•15

4. 延長 DB 使 BE=BD。

△CDE 即爲所求三角形。

(3)作一三角形，已知兩底角及高（圖 2/16）

1. 畫一線 AB。
2. 畫一線 CD 平行於 AB 使其間距離等於高。
3. 由 CD 上任一點 E，畫 ∠CEF 和 ∠DEG，分別交 AB 於 F 和 G。

因 ∠CEF=∠EFG，又 ∠DEG=∠EGF，(內錯角)，故 △EFG 爲所求之三角形。

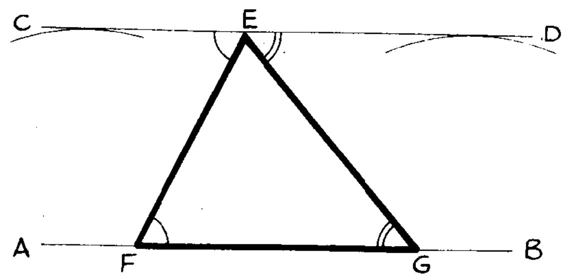


圖 2•16

(4)作一三角形，已知底，高及頂角（作 2/17）

1. 畫底線 AB。
2. 作 ∠BAC 等於頂角。
3. 畫 AD 垂直於 AC。
4. 平分 AB ，平分線交 AD 於 O。
5. 以 O 爲圓心，OA 爲半徑 (OA=OB)，畫圓。
6. 作 EF 平行於 AB，使其間距等於高。令 EF 交圓於 G。

△ABG 即爲所求之三角形。

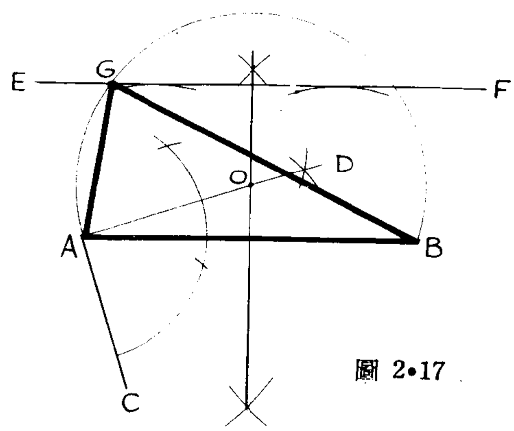


圖 2•17

(5)作一三角形，已知周長及三邊之比（圖2/18）

1. 畫線 AB 等於周長。
2. 分割 AB 爲所求的比率（假設 4：3：6）
3. 以 C 爲圓心，CA 爲半徑畫弧。
4. 以 D 爲圓心，DB 爲半徑畫弧交第一弧於 E。
△ECD 即爲所求之三角形。

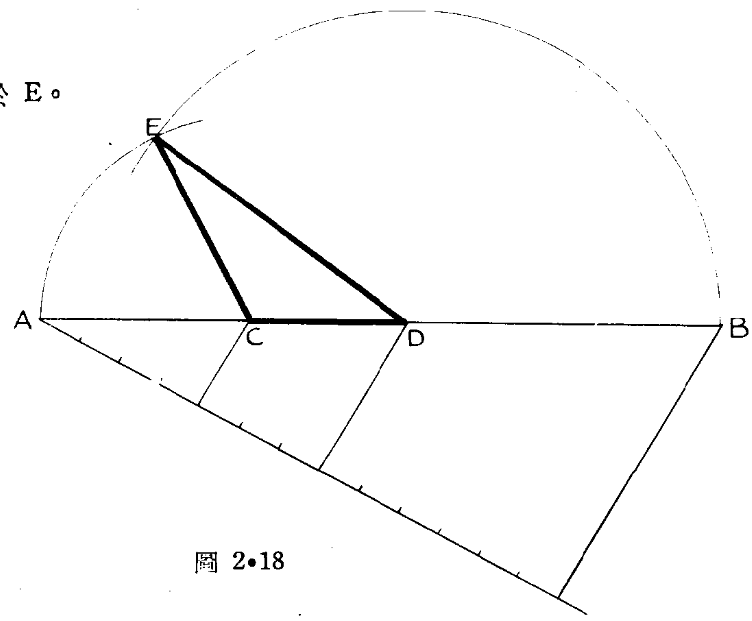
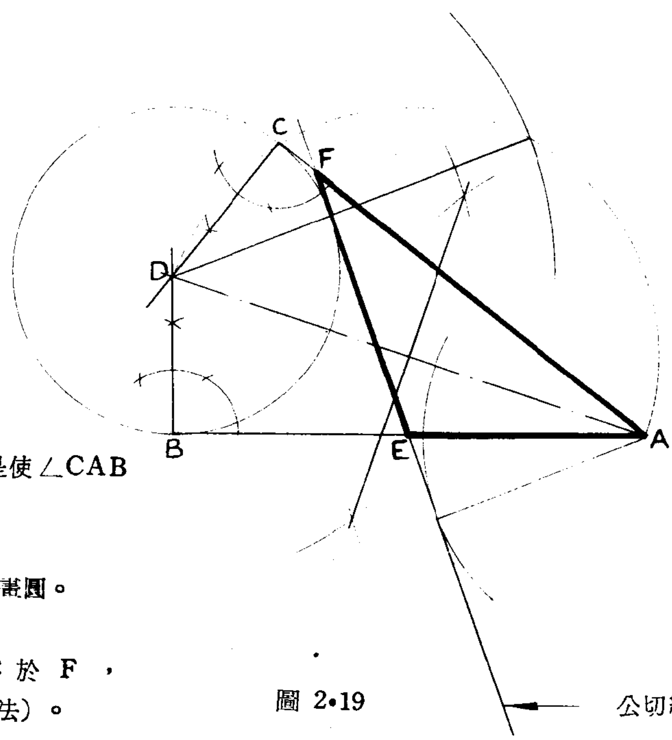


圖 2•18

(6)作一三角形，已知周長，高及頂角（圖2/19）



1. 畫 AB 及 AC，各等於周長之半，於是使∠CAB 等於頂角。
2. 由 B 及 C 各作垂直線交於 D。
3. 以 D 爲圓心，DB（=DC）爲半徑，畫圓。
4. 以 A 爲圓心，高爲半徑，畫弧。
5. 作圓及弧之共同切線，令此切線交 AC 於 F，交 AB 於 E，（參考第四章之切線作法）。
△FEA 即爲所求之三角形。

圖 2•19

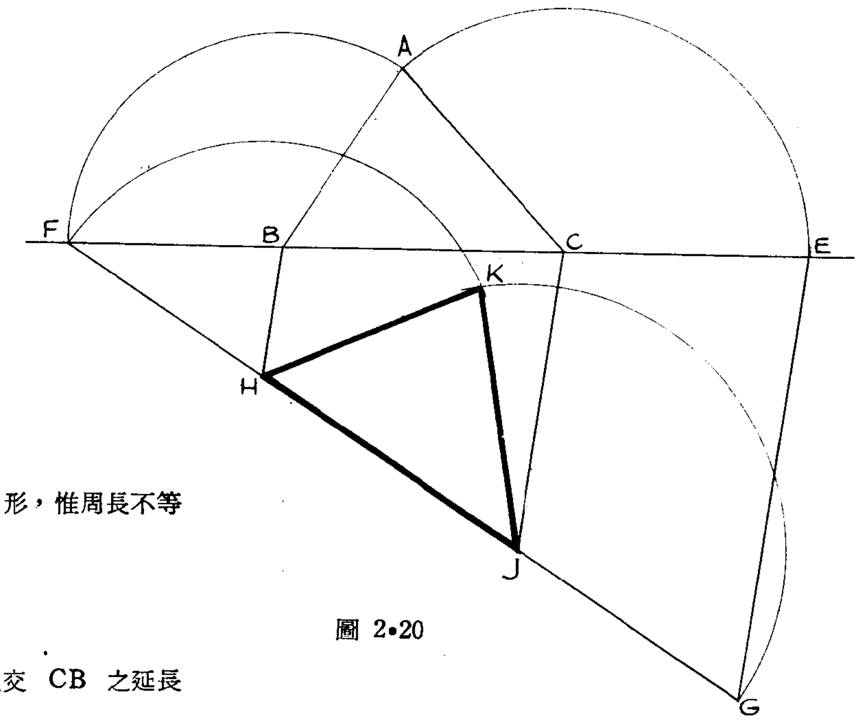


圖 2•20

(7)作一三角形，相似於另一三角形，惟周長不等（圖 2/20）。

1. 畫已知三角形 ABC。
2. 延長 BC 之兩端。
3. 以 B 爲圓心，BA 爲半徑，畫弧交 CB 之延長線於 F。
4. 以 C 爲圓心，CA 爲半徑，畫弧交 BC 之延長線於 E。
5. 畫一線 FG 等於已知周長。
6. 連 EG，並畫其平行線 CJ 及 BH。
7. 以 H 爲圓心，HF 爲半徑畫弧。
8. 以 J 爲圓心，JG 爲半徑，畫另一弧交第一弧於 K。

△HKJ 即爲所求之三角形。

2•3 四 邊 形

定　義

四邊形是由四直邊所圍成的平面圖形。

正方形是四邊相等且一角爲直角（其他三角亦必爲直角）之四邊形。

長方形是對邊相等且一角爲直角（其他三角亦必爲直角）之四邊形。

平行四邊形是各對邊相等而且平行之四邊形。

菱形是四邊相等之四邊形。

不等邊四邊形是四邊和四角皆不等的四邊形。

梯形是一雙的對邊成平行的四邊形。

作　圖

(1)作正方形，已知邊長（圖2/21）。

1. 畫一邊 AB。
2. 由B作一垂線。
3. 於垂線上取 BC 等於邊長。
4. 分別以 A 及 C 爲圓心，已知邊長爲半徑畫弧，交於 D。

ABCD 即爲所求之正方形，

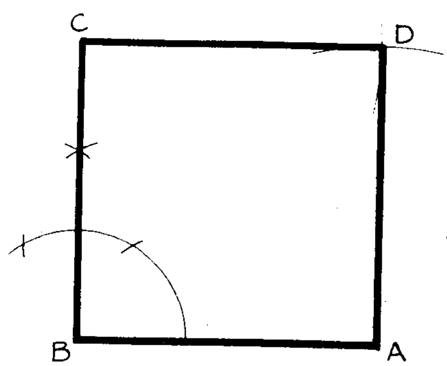


圖 2•21