

平面圖素，全部以線所構成，因此線為圖學之第一要素。製圖用的線，稱為線的規格，因用途及性質的不同，分為下列四類：

## 1. 實線 (Full line)

在平面圖形中，用來表示可以看見的部份，也就是圖畫顯露在外的輪廓線，實現有粗、中、細三種，平常中線用作已知的線，粗線用作求得的線，細線則為作圖時之方法線或輔助線。

## 2. 破線 (Broken line)

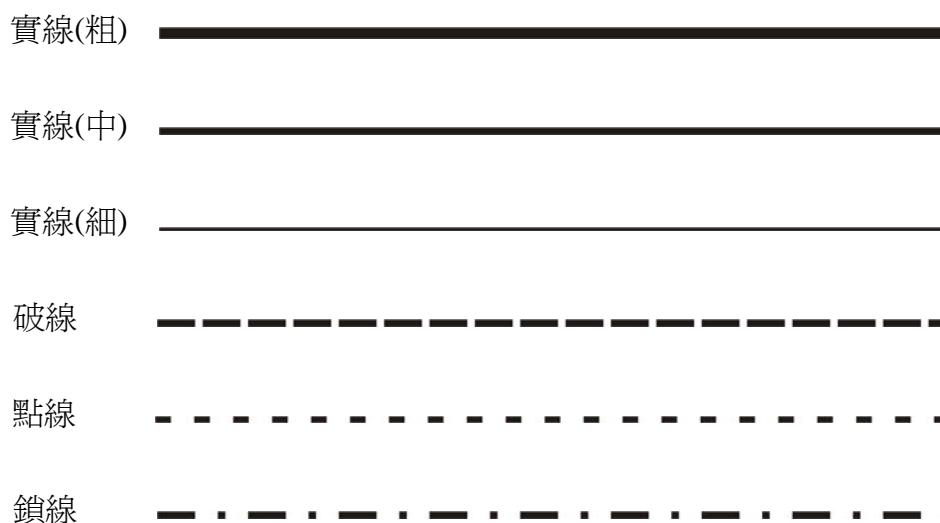
實線之間有短暫的分隔稱為破線，也就是一羣相等的短線所組成的線，破線表示在物體背後、看不到以及想像中的線。

## 3. 點線 (Dotted line)

由一連串的点所組成的線，稱為點線，又叫虛線，用作表示畫法及吋法的線。

## 4. 鎖線 (Chain line)

鎖線有兩種，其一為一點鎖線，由短線及點交互重複所組成，其二為二點鎖線，由一個短線及二個點交互重複所組成，鎖線表示物體的中心、軸、及剖面的線，在我國、日本及美國均採用以上四種線之規格。但以萬國規格為標準的國家，如德國、瑞士、英法等國只採用一點鎖線而無二點鎖線。

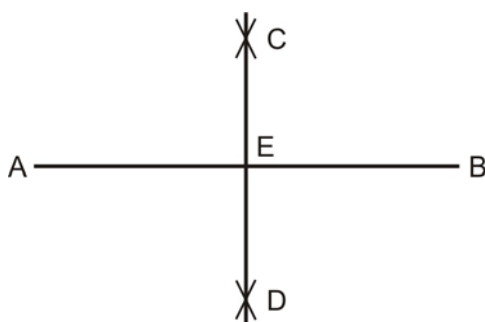


## 直線圖法

### 直線的分割

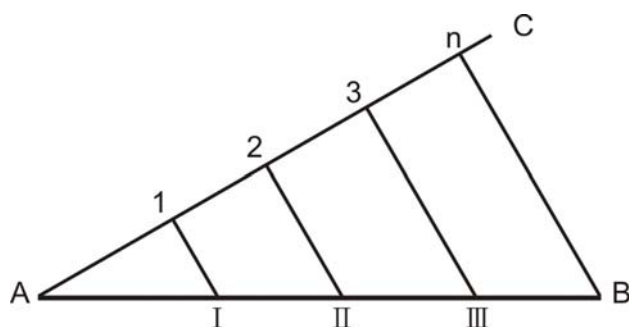
(1) 定直線二等分法。

AB 為定直線，以 A 為中心，任意半的半徑（約大於 AB 的一半畫弧）又以 B 為中心，同半徑畫弧，得交點 C 及 D，連接 CD，和 AB 交於 E 點，E 點即定直線 AB 的二等分點。



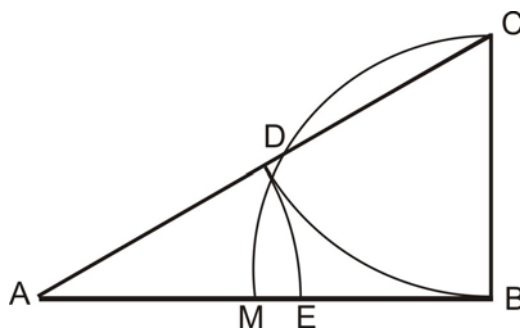
(2) 定直線等分法。

從定直線 AB 任意畫一直線 AC，在 AC 線上分割等距離的 1、2、3………n 等分，然後使 n 與 B 連接，做 3 III 平行於 nB，做 2 II，1 I 平行於 nB，I、II、III………B 即為定直線之 n 等分。



(3) 定直線之黃金分割法。

先畫出定直線 AB 之二等分點 M，使 BM 等於 BC 且垂直於 AB，連接 AC，在 AC 線上截 CD 等於 BC，在 AB 線上截 AE 等於 AD，如此則成爲 AE 比 EB 等於 AB 比 AE ( $AE : EB = AB : AE$ )。

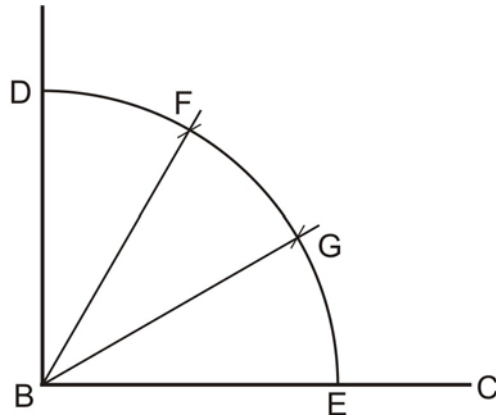


## 角之圖法

### 角的等分

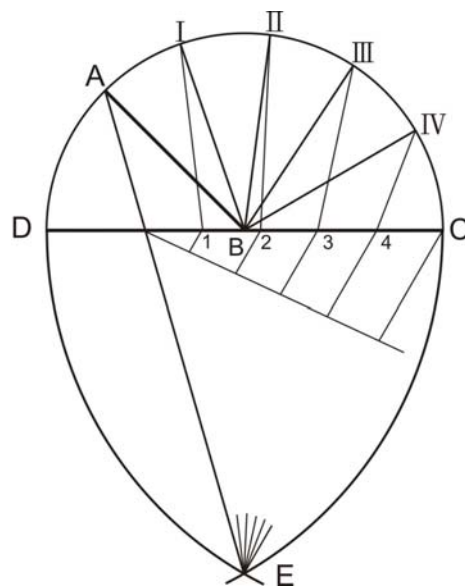
#### (1) 直角的三等分法。

以頂點  $B$  為中心，任意半徑做圓弧，與兩邊相接交於  $D$ 、 $E$ ，再以  $BD$  同長度為半徑， $D$ 、 $E$  為中心畫兩弧相交原圓湖上之  $F$ 、 $G$ ，再連接  $FB$ 、 $GB$ ，以兩線即為所求三等分之線。



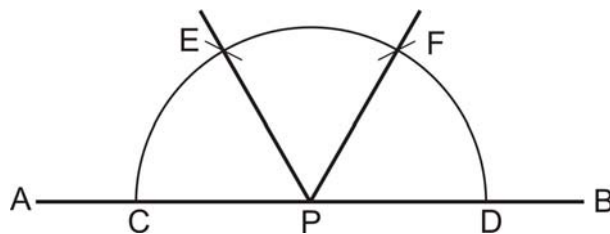
#### (2) 定角的 $n$ 等分法。

定角  $ABC$ ，延長  $BC$  邊，再以頂點  $B$  為中心， $BC$  為半徑做半圓，與  $BC$  的延長線相交於  $D$  點，再以  $CD$  的長為半徑，以  $C$  為中心做弧相交於  $E$ ，連接  $AE$  求得  $F$  點，再將  $CF$  分為  $n$  等分，連接  $1$ 、 $2$ 、 $3$ ……之  $n$  等分點與  $E$ ，延長與半圓相交求得  $I$ 、 $II$ 、 $III$ ……諸點，再連接  $B$  與諸點，即為所求該角之  $n$  等分線。



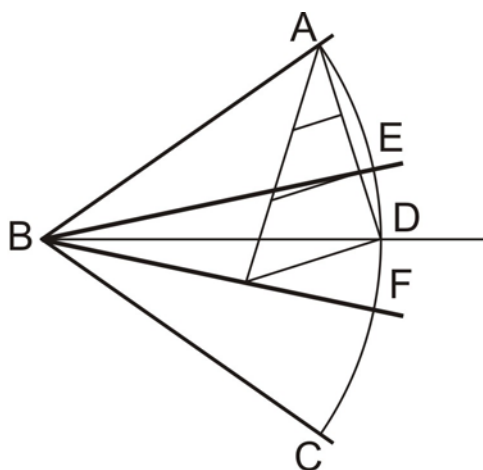
(3) 在直線上的定點，求角的三等分。

在直線  $AB$  上，以定點  $P$  為中心，任意半徑畫半圓，與直線交於  $C$ 、 $D$ 。再以同樣半徑，以  $C$ 、 $D$  為中心做兩弧與半圓相交於  $E$ 、 $F$ 。連接  $EP$ 、 $FP$  即為所求之三等分線。



(4) 任意角三等分近似畫法之一。

再任意角  $ABC$  上做弧  $AC$ ，求得角  $ABC$  之二等分線  $BD$ ，連接  $AD$ ，利用定直線等分法將  $AD$  或  $CD$  三等分，得  $E$ 、 $F$  點。連接  $BE$ 、 $BF$  即為所求角  $ABC$  之近似三等分線。

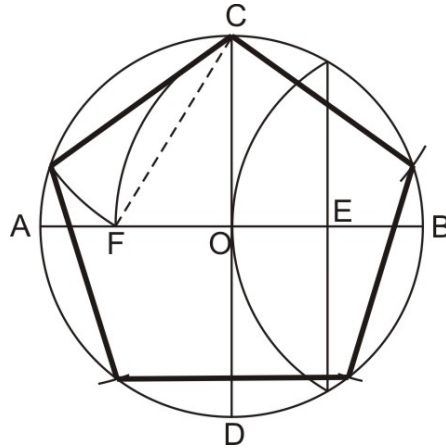


## 多角型圖法

### 正多角型

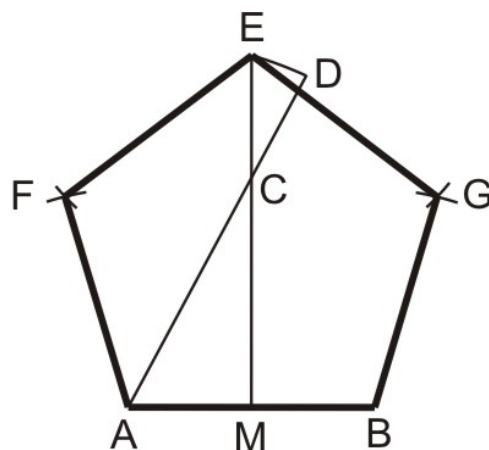
(1) 定圓內求內接正五角形。

定圓內做二直徑  $AB$ ， $CD$  以直角相交於  $O$ 。再作  $OB$  的中心點  $E$ ，再以  $EC$  之長定  $EF$ 。  $CF$  之長即為正五角形之一邊，以  $CF$  之長切圓周，各點順次連接，即得所求之內接正五角形。



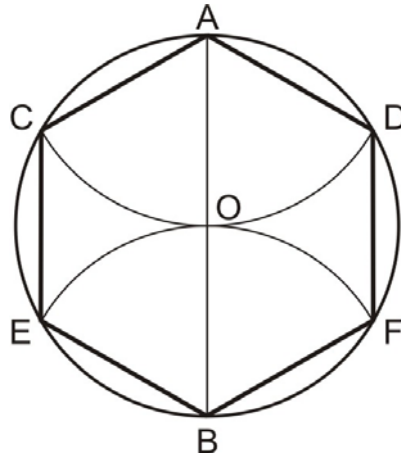
(2) 以定直線之一邊做正五角形。

在定直線  $AB$  之垂直平分線上，求得  $MC$  等於  $AB$ ，再自  $AC$  之延長線上，求得  $CD$  等於  $AM$ 。連接  $AD$ ，以  $A$  為中心  $AD$  為半徑做弧，與垂線相交於  $E$ ， $E$  點即為正五角形之頂點。以  $AB$  為中心，以定邊之長為半徑畫弧，再以頂點  $E$  為中心定邊之長為半徑畫弧，相交於  $F$ 、 $G$ 。連接  $AF$ 、 $FE$ 、 $EG$ 、 $GB$  即為所求之正五角形。



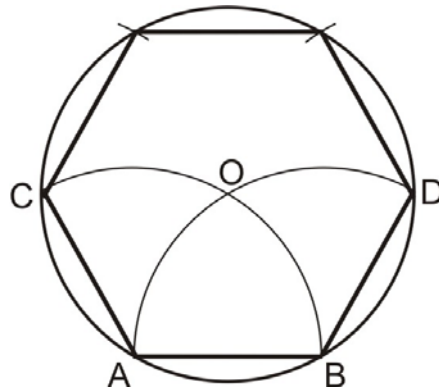
(3) 定圓內求內接正六角形。

畫通過圓心之垂直直徑 AB。再以 A 與 B 為中心，以 AO 之長為半徑做弧，與圓周相交於 C、D、E、F，連接諸點即為所求之正六角形。



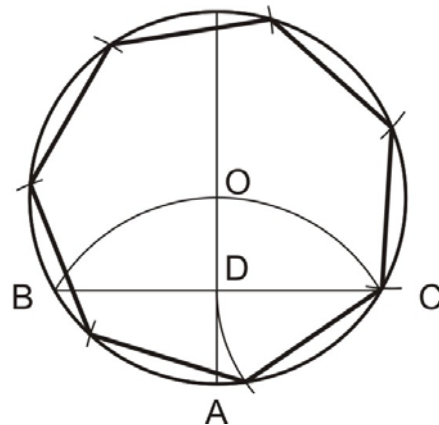
(4) 以定直線之一邊求正六邊形。

以定直線 AB 之長為半徑，以 A、B 為中心做弧，得交點 O，以 OA 為半徑畫圓，即為正六邊形之外接圓，據此即可求得正六角形。



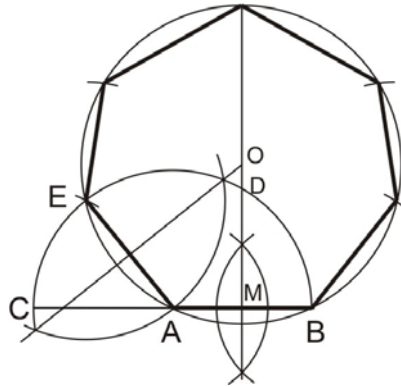
(5) 定圓內求內接正七角形。

圓周上任伊點 A 作為中心，以半徑之長作弧與圓週相交於 B、C。連接 BC，再等分 BC 得 CD，CD 即為所求正七角形之一邊。以 CD 之長切圓週即為所求之正七角形。



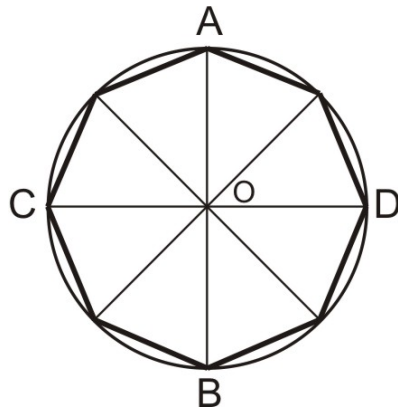
(6) 以定直線之一邊求正七角形。

以定直線 AB 之長，再以 A 為中心畫圓，與 AB 之延長線相交於 C，又與 AB 之垂直平分線相交於 D，使 MD 等於 CE。AE 即為所求七角形之一邊。作 AE 之垂直平分線交於 MD 之延長線上之 O。O 點即為正七角形外接圓之圓心。據此即可求得正七角形。



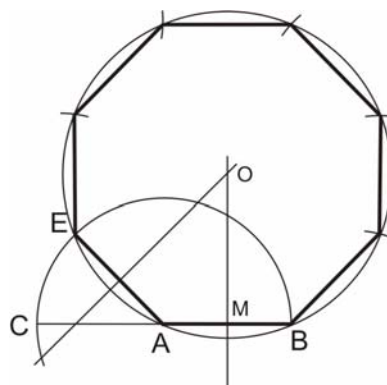
(7) 畫定圓內接正八角形。

畫通過圓心而互相垂直之直徑，得 A、B、C、D 四點，再二等分四直角，與圓周相交之諸點連接即為所求之正八角形。



(8) 以定直線之一邊求正八角形。

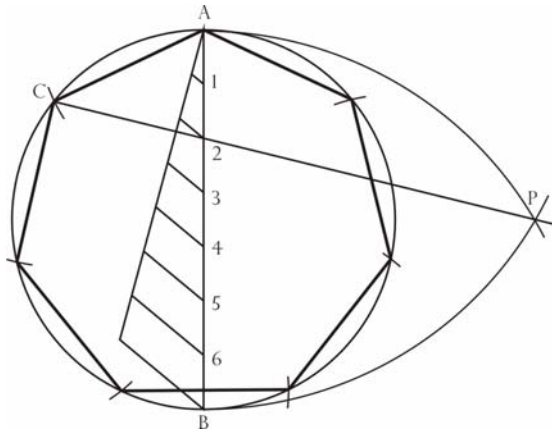
以定直線之長為半徑，A 為中心畫半圓，與 AB 的延長線相交於 C，再將半圓四等分得 D，做 AB 與 AD 之垂直平分線，相交於 O，以 O 為中心，OA 為半徑畫圓，此圓即為正八角形之外接圓，據此即可求得正八角形。



## 任意正多角形

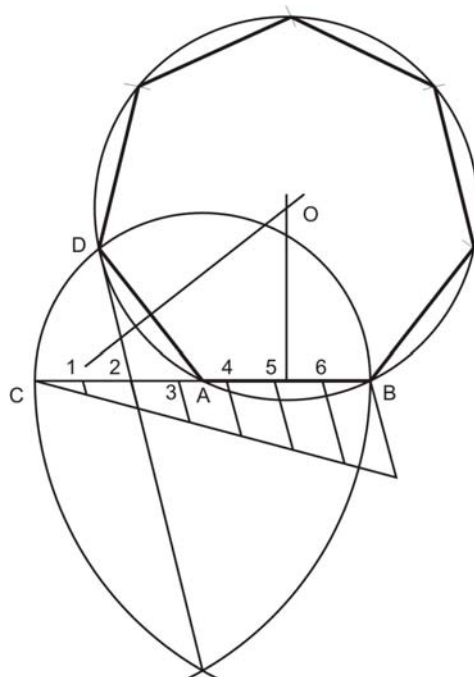
- (1) 定圓內求內接任意正多角形。

將定圓之直徑等分與所要求之邊數相等，再以 A、B 為中心，AB 之長為半徑作弧，相交於 P，使 P 與直徑等分的第二點連接，延長之與圓周相交於 C。AC 即為所求任意正多角形之一邊。以 AC 之長切圓周，即可求得該多角形。



- (2) 以定直線之一邊求任意正多角形。

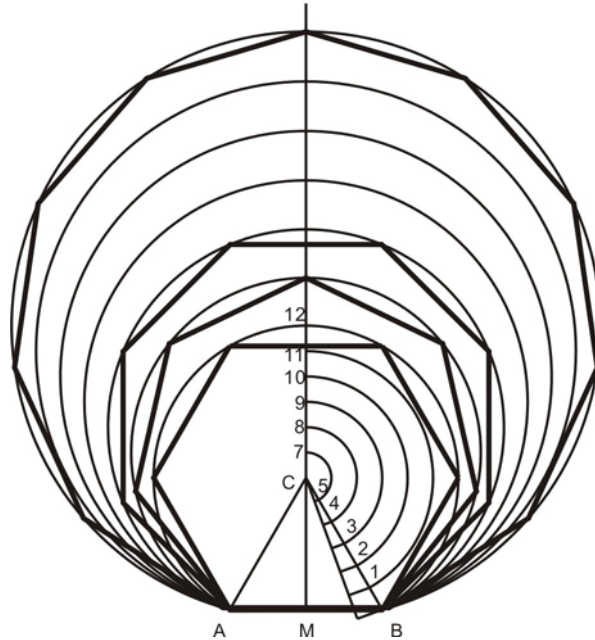
定直線 AB 延長，以 A 為中心，AB 為半徑，畫半圓與 AB 的延長線相交於 C，再等分 BC 為所要求之任意邊數。以 B、C 為中心，BC 為半徑作弧，交於 P 點，連接 P 與 BC 之第二分點，並延長之於圓周相交於 D，做 AB 與 AD 之垂直平分線相交於 O。O 點即為所求任意正多角形外接圓之中心。據此即可求得任意之正多角形。





(3) 以定直線之一邊求任意正多角形另一法。

以定直線 AB 為一邊，可以化正最簡單之正三角形。再將 BC 分為六等分。自 AB 的垂直平分線上之 C 開始，移 BC 等分之段數於其上，得 7、8、9……諸點。此諸點即為正多角形外接圓之圓心。據此即可求得任意之正多角形。

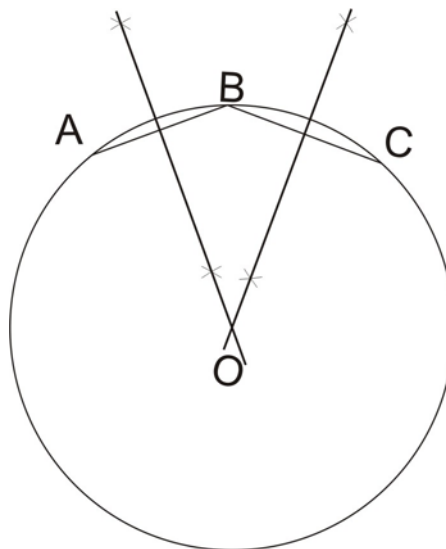


## 圓與圓弧圖法

### 1. 圓

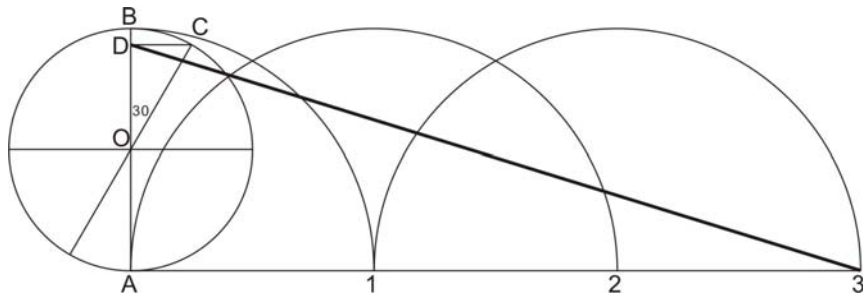
(1) 求定圓之圓心。

連接圓周上任意三定點，得 AB、BC 線。作 AB 與 BC 之垂直平分線相交於 O 點。O 點即為所求之圓心。



(2) 求與已知圓週等長之直線。

已知圓  $O$  之直徑  $AB$ ，做一直線  $A3$  與  $AB$  成直角，自  $C$  點畫一直線  $CD$  與  $A3$  平行，連接  $D3$  即為所求與圓周等長之直線。

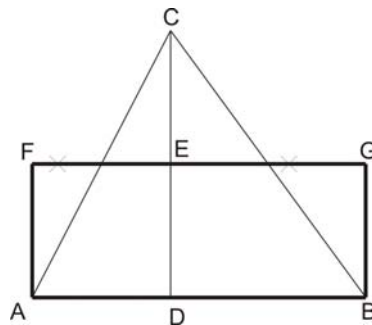


## 面積圖法

### 1. 相同的面積

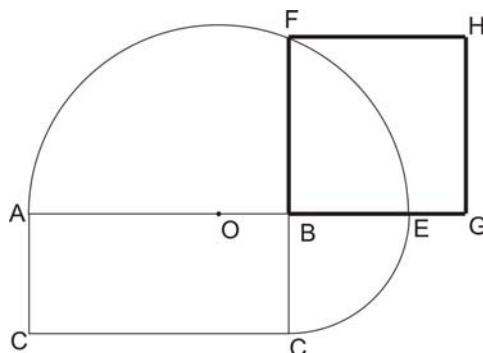
(1) 畫與定三角形面積相同的長方形。

通過三角形頂點  $C$  作與底邊  $AB$  垂直線  $CD$ ，求得  $CD$  的中心點  $E$ ，通過  $E$  畫出與  $AB$  平行線，再自  $A$  與  $B$  向上作垂直線與平行線相交於  $F$ 、 $G$ 。如此長方形  $ABGF$  的面積與三角形  $ABC$  的面積完全相同。



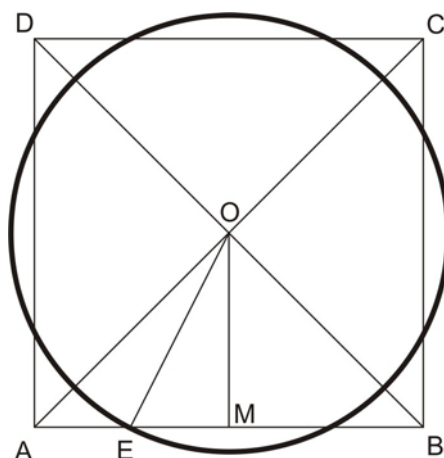
(2) 畫與長方形相同面積的正方形。

長方形的邊長  $AB$  延長，短邊  $BC$  之長切延長線於  $E$ ，再以  $AE$  的二等分點  $O$  為中心，以  $AO$  為半徑畫半圓與  $CB$  的延長線相交於  $F$ ， $BF$  即為所求正方形之一邊，再作  $BF$  等於  $BG$ ，做  $FH$  平行於  $BG$ ，連接  $HG$ 。則正方形  $BGFH$  之面積與長方形  $ABCD$  完全相同矣。



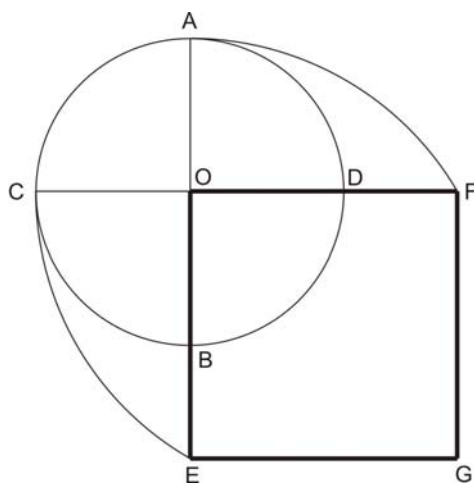
(3) 畫與正方形面積相同的圓，即化方為圓。

求出正方形底邊四分之一點 E，再作正方形對角線 AC 與 BD 得其交點 O，以 O 為中心，OE 為半徑畫圓，此圓之面積與正方形 ABCD 之面積完全相同。



(4) 畫與定圓面積相同的正方形，即化圓為方。

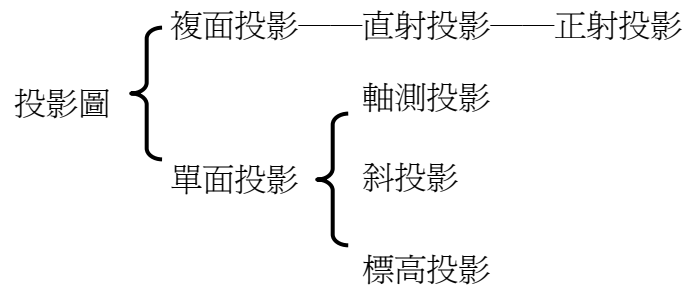
畫直徑 AB 與 CD 在定圓內直角相交，再以 B、D 為中心，AB 之長為半徑，畫兩個圓弧，使圓弧與 AB 與 CD 之延長線相交於 E、F，如此 OE 與 OF 即為所求正方形之兩邊，通過 E 即 F 各畫平行線 EG、FG，則正方形 OEGF 之面積相同矣。



# 投影圖學

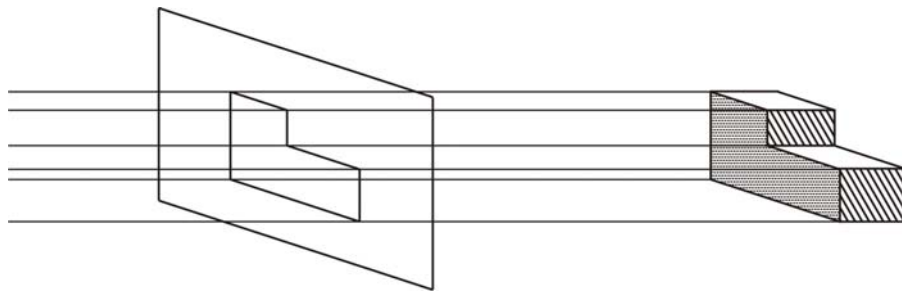
## 一、投影之種類

投影圖可按投影方法之不同，有各種類別之投影圖，試以系統表示，較易識別其關係也。



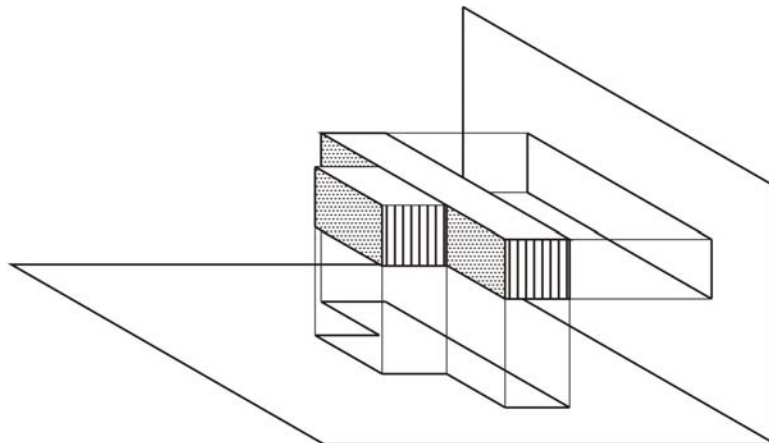
### 1. 直射投影圖 (Right Projection)

投射線互相平行，投射線與投影面成直角相交時所畫之投影稱為直射投影。



### 2. 正射投影 (Orthogonal Projection)

使物體投射在兩個直角相交的投影面上，據以繪製圖形，以兩個投影面上之圖形，即可稱為正投影圖，通常所稱之投影圖均係指此種正投影圖。



## 二、投影用語之縮寫

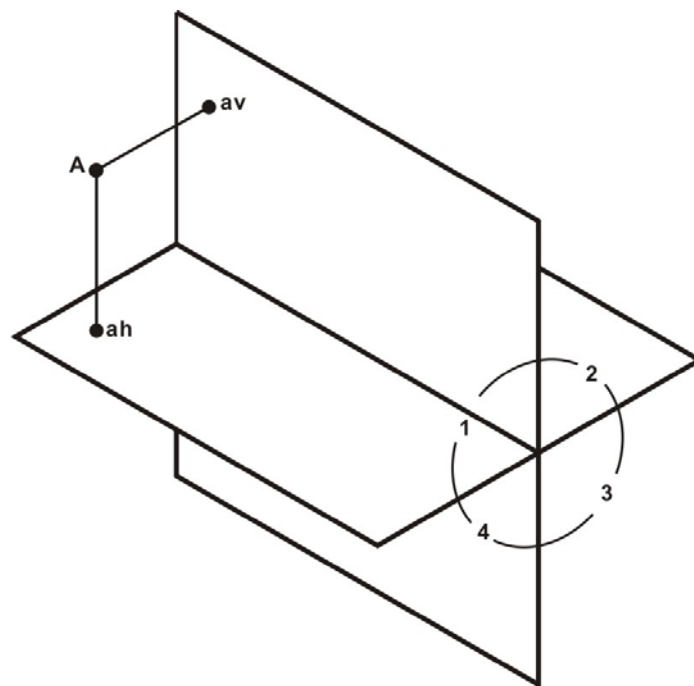
為便於作圖或說明時敘述之方便，吾人於研習投影圖時往往使用簡單縮寫代表其意義，例如僅寫 GL，即代表平面與立面之相交線，以下為常用語之縮寫符號，研習者必須牢牢熟記，以便隨時應用。

1. A.....物體
2. HP.....平面或水平面（Horizontal Plane），稱為第一投影面。
3. VP.....立面或垂直面（Vertical Plane），稱為第二投影面。
4. SP.....側面（Side Plane）平面垂直於立面的投影面，亦稱第三投影面。
5. GL.....基線（Ground Line）平面與立面的相交線。
6. GL' ....副基線（Auxiliary Ground Line）平面或立面與副投象面的相交線。

## 三、投影基本圖法

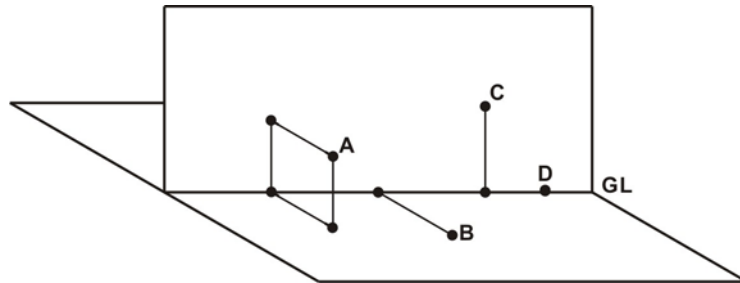
### 1. 象限

水平投影面與垂直投影面互相以直角相交，使空間分為四個部份，此種空間稱為象限（Quadrant），象限有第一象限（1st Quadrant）第二象限（2nd Quadrant）第三象限（3rd Quadrant）第四象限（4th Quadrant）

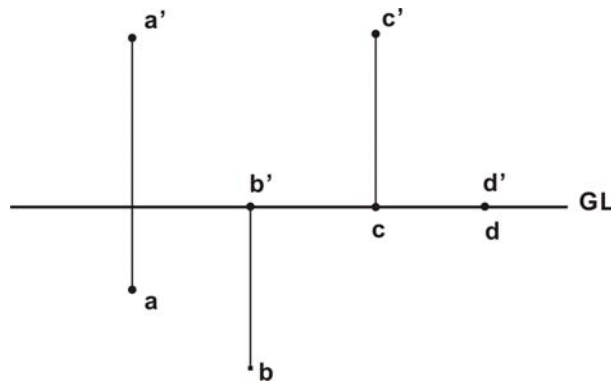


## 2. 點的投影

觀察左下圖，點對於立面與平面之投影。點 A 在空間可投影至立面與平面，點 B 原來在平面亦可投影至立面，點 C 原來在立面亦可投影至平面，點 B 及 C 均投影至基線上，而點 D 原本即在基線上。

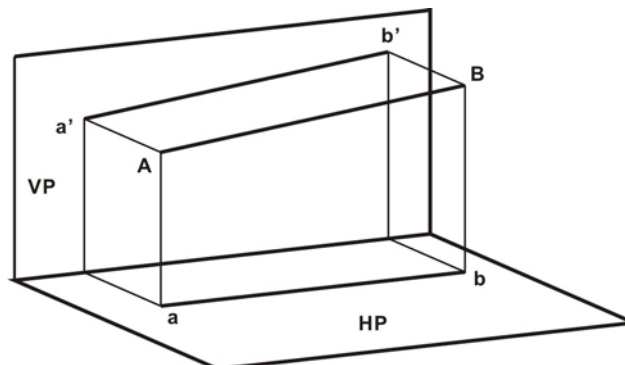


上述 A、B、C、D 諸點之投影，如以平面表示之，則如右下圖所示，連接平面與立面之導線垂直於基線 (GL)，而點離開立面而出現於 GL 之下方，如點在平面以上則出現於 GL 之上方。

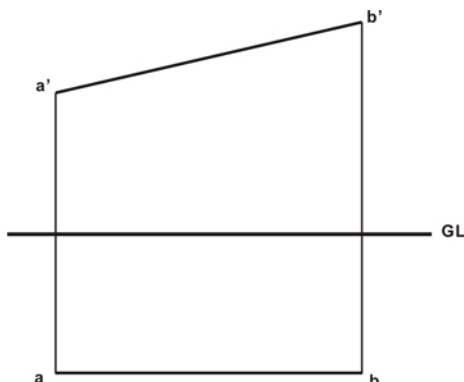


## 3. 直線的投影

某一長度直線之投影，以該直線之兩端點的投影而決定，如左下圖，直線 AB 平行於立面 VP，立面圖上之 a' b' 即為直線 AB 實際長度之投影。



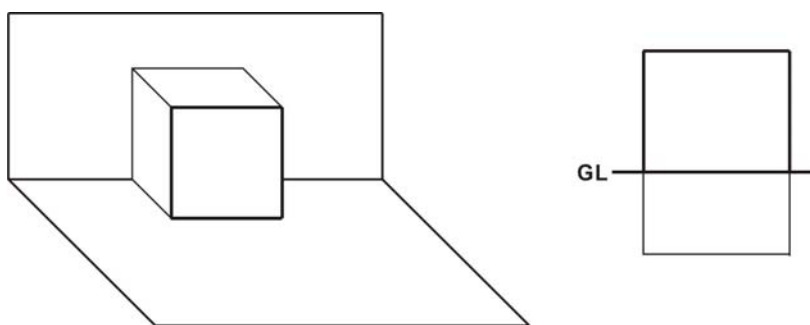
立面圖上  $a'$   $b'$  與基線 GL 成傾斜，為 AB 與平面 HP 之間之實際傾斜角，此傾角稱為水平傾角 (Horizontal Angel of Inclination)，此直線之平面圖  $ab$  與 GL 平行，因有傾角之故較實際長度略短也。



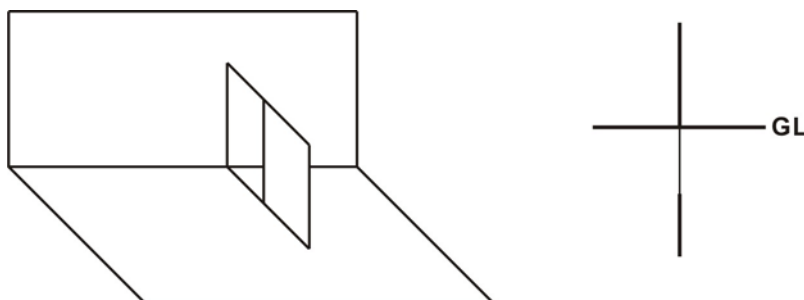
#### 4. 水平面的投影

平面形係由三條以上的線所圍成，亦即由線之界限表示其輪廓之形象，故平面的投影可以視為線的投影而解決，平面形之投影，依其對於直角相交之兩個畫面所處位置之關係，可以分為下列四種情形。

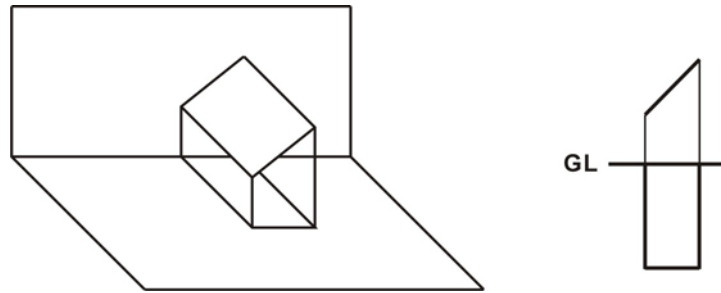
- (1) 平面形垂直於一個畫面，而平行於另一個畫面時，此時投影在一個畫面上為相同之平面形，而在另一畫面上則僅為一直線



- (2) 平面形與兩畫面垂直時，投影在兩畫面之均為單純之直線。



- (3) 平面垂直於一個畫面，且傾斜另一畫面時，投影在一個畫面僅為直線，而在另一畫面之投影較實際形象略小也。



- (4) 平面形與兩畫面均為傾斜時，平面形像在兩畫面之投影均較原形象略小也。

