

05 第五章

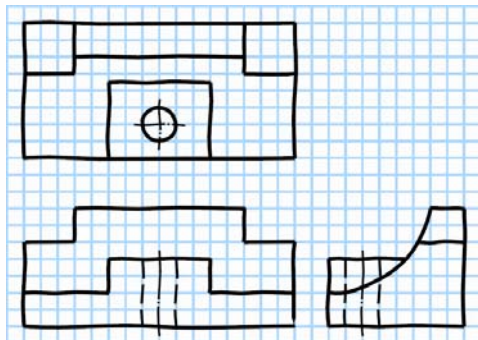
徒手畫

- 5-1 概說
- 5-2 線條之徒手畫法
- 5-3 立體圖的種類
- 5-4 徒手畫立體圖
- 5-5 徒手畫平面圖

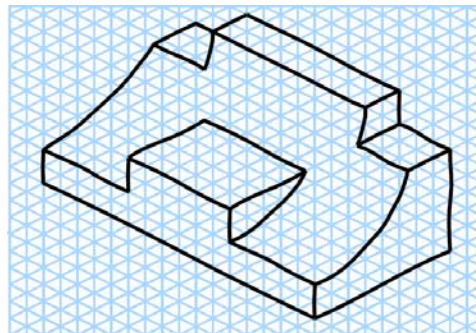


5-1 概說

凡工程圖不論直線或曲線，僅用手、筆、紙及橡皮擦，而不用尺、圓規、模板、繪圖儀等工具協助所從事繪製而成的圖，稱為徒手畫（freehand sketch）。



(a) 多視平面圖

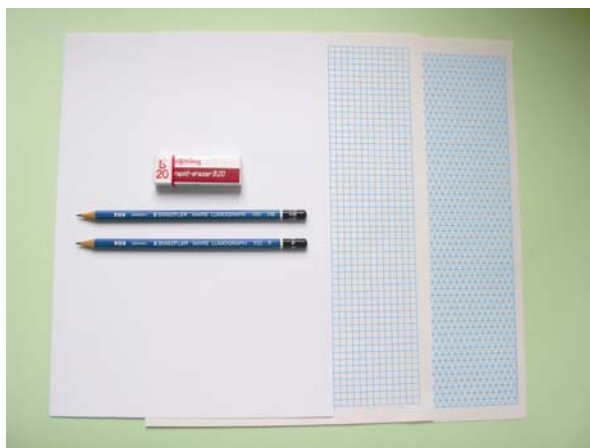


(b) 立體圖

徒手畫是許多新產品或新設計原始構想的記錄與表達。若設計人員開始用器畫或以電腦製圖之前，沒有徒手畫的協助，初步適當的加以研究，常會浪費掉很多時間。例如在有關設計的變更，損壞零件之更換，以及詳圖等資料之遺失，常會經由徒手畫的圖而得知。徒手畫亦是工程師們要把設計好的產品用語言文字不足以表達的情況下，最常用且最有效的表達方法。

徒手畫常會被認為是隨便粗糙的繪圖，其實這是錯誤的想法。徒手畫是必須要用心畫，而且也要注意線條的粗細與種類的式樣，以符合製圖標準。

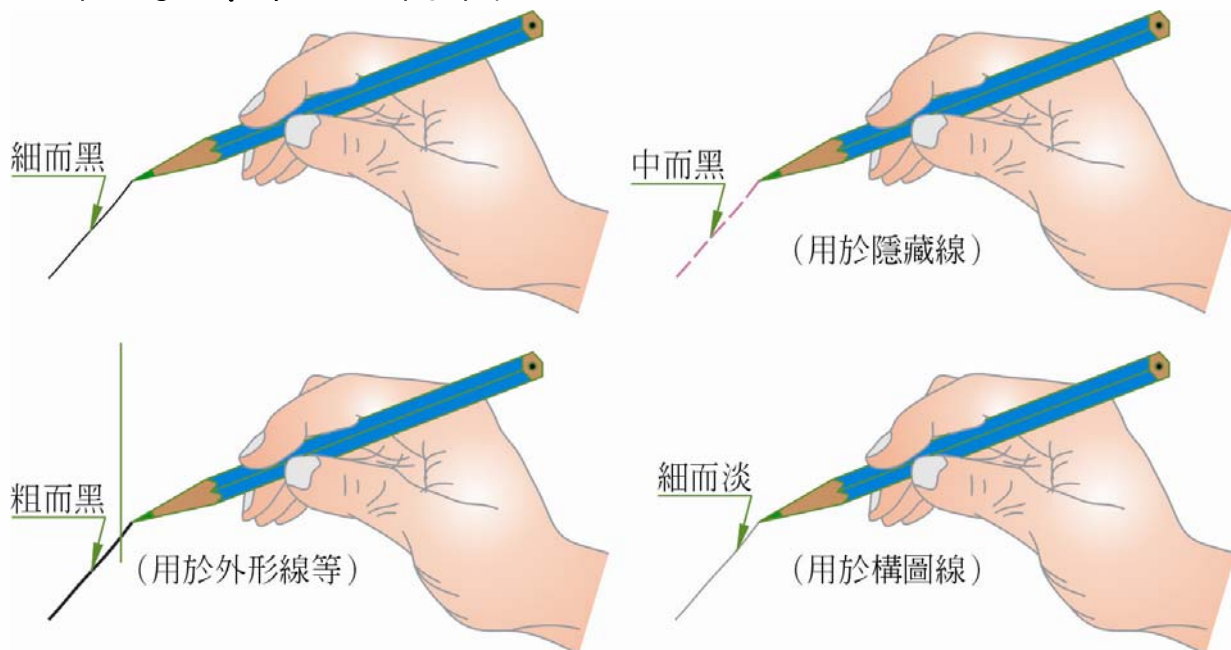
徒手畫所用的用具不外乎筆、紙、橡皮擦三種。筆一般都採用硬度為HB或F的鉛筆；紙張採用80g/m²~115g/m²的模造紙（或道林紙）或印有5mm淺色的格紙；橡皮擦採用軟性者。



5-2 線條之徒手畫法

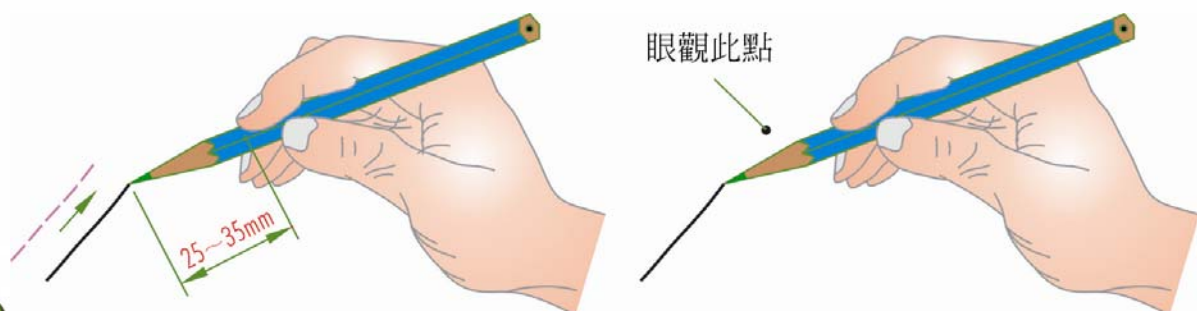
學習徒手繪製草圖（sketch drawing）（用徒手畫所得的圖稱為草圖），在圖紙上的畫線工作十分重要，圖中線條粗細、種類與式樣若不能與圖意相配合，則很難產生所要表達的效果。

一、徒手草繪之線條



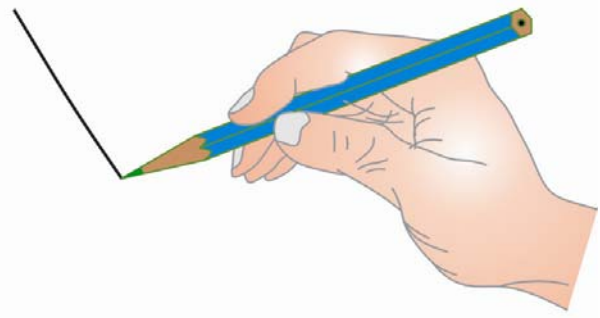
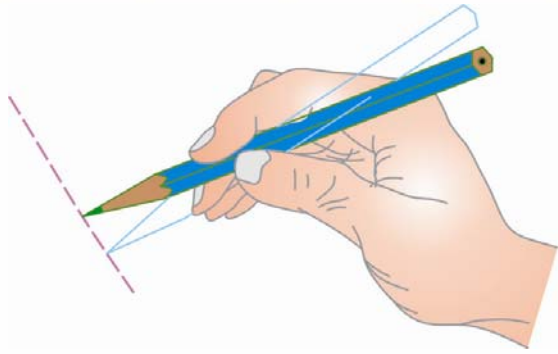
二、徒手繪製直線

徒手繪直線的方法，以手輕執鉛筆，手指距筆尖約25~35mm。畫水平線時，短線用手腕為力矩點（轉動中心）畫出。長線將手掌輕放紙面，小指稍微移出於掌外，以控制穩定性，手掌移動由左向右畫出，且目光須注視該所要到之終點，太長的線則分成數小段來畫再連接之。



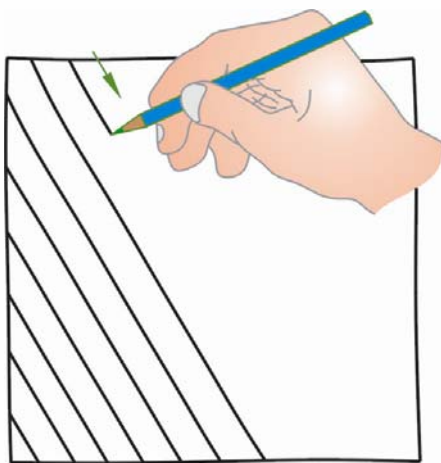
水平線之徒手畫法



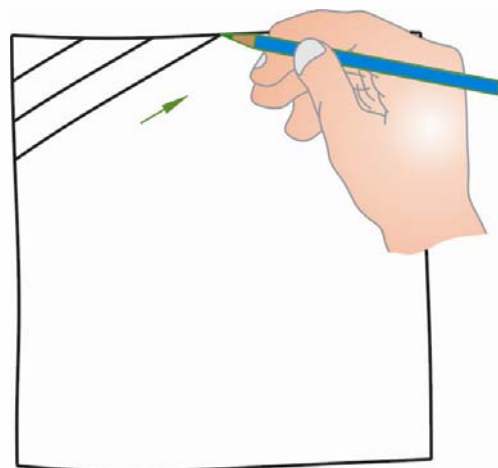


垂直線之徒手畫法

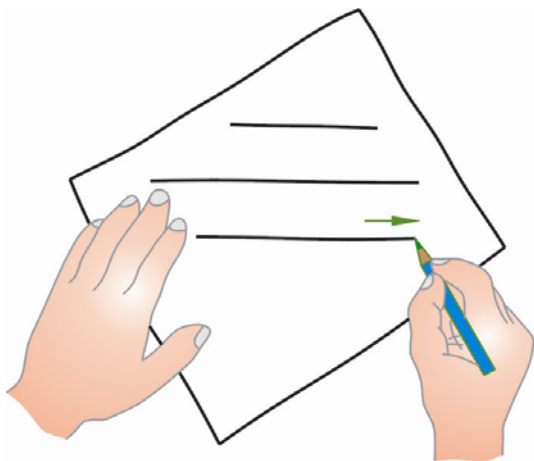
畫斜線時，若傾斜角度大，可由上方傾至下方畫線，畫線要領如畫垂直線。若傾斜角度小，可由左方上傾至右方畫線，畫線要領如畫水平線。亦可將紙旋轉，使傾斜線變成垂直線或水平線來畫。



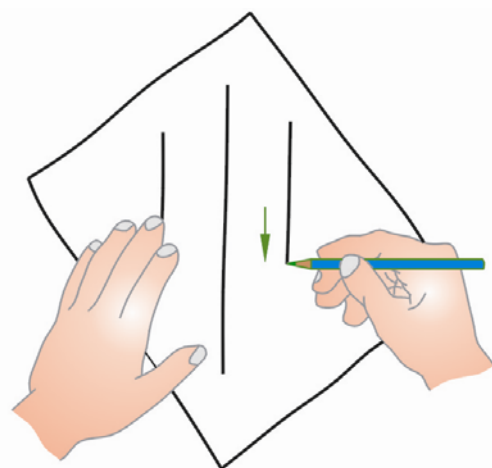
(a) 傾斜角度大的畫法



(b) 傾斜角度小的畫法



(c) 旋轉紙使傾斜線變成水平或垂直線



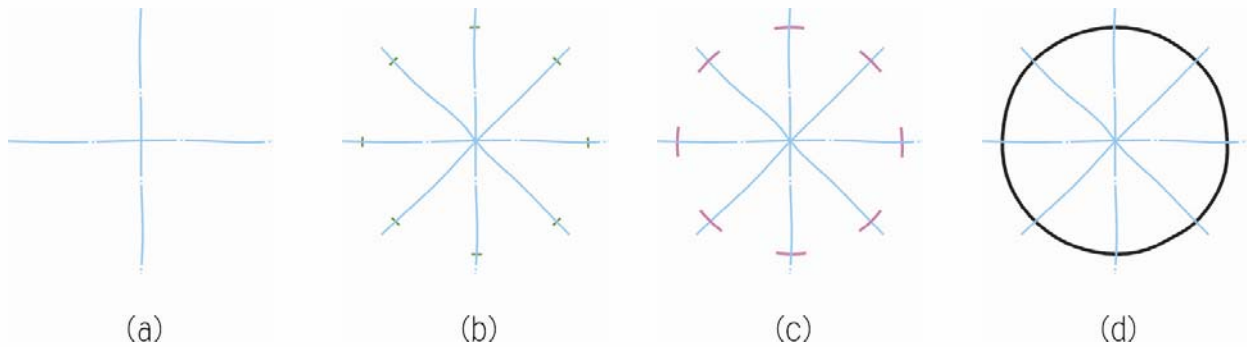
斜線之徒手畫法



三、徒手繪製圓及圓弧

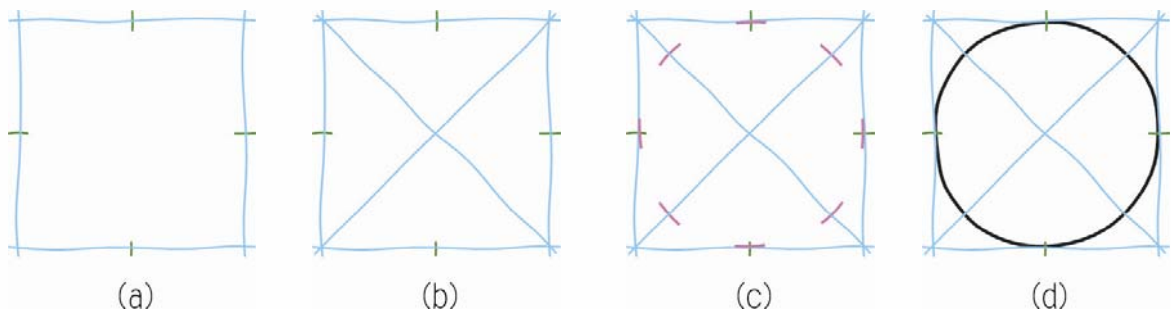
1. 小圓畫法

於中心線另添兩條 45° 斜線，然後定出半徑位置，再作垂直於諸半徑之短圓弧，而後連線完成該圓。



小圓徒手畫法（一）

或取圓之直徑圍畫成一正方形，然後取各邊之中點，再畫正方形對角線，其交點即為圓心，並於對角線上取半徑畫短圓弧及正方形中點畫短切弧，最後連線完成該圓。

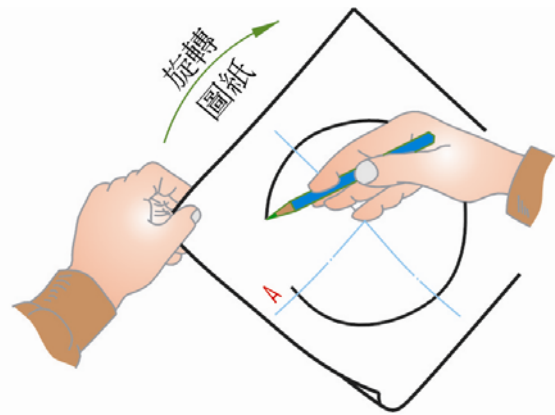
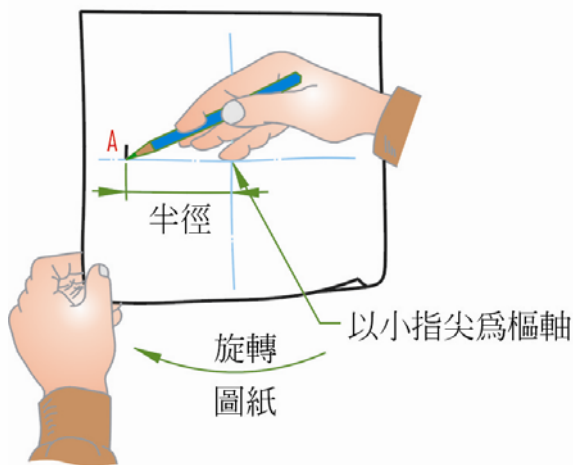
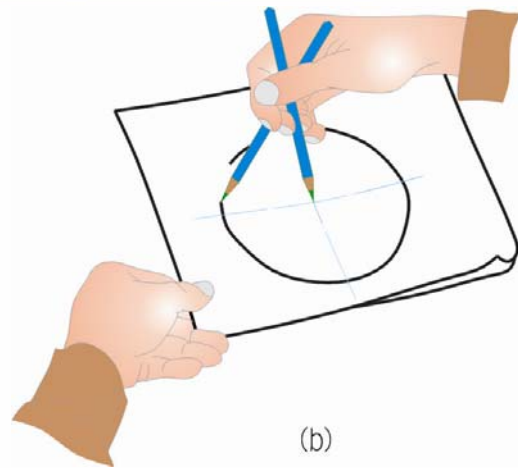
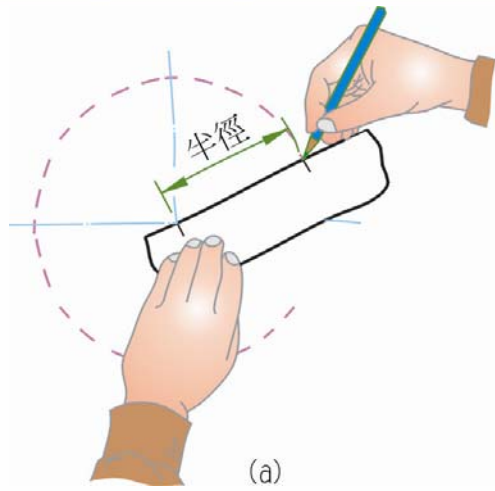


小圓徒手畫法（二）

2. 大圓畫法

- (1) 用紙條取適當長度為半徑，作上記號，再以此紙先作為量規旋轉，沿圓周方向畫許多點（或短線），再過所作之點（或短線）完成大圓。
- (2) 用兩支鉛筆，一支為圓心，另一支取適當距離為半徑慢慢旋轉圖紙而畫出大圓。
- (3) 以小指尖或無名指為圓心，和鉛筆取適當距離為半徑，握緊鉛筆，使手稍具剛性，然後用另一手旋轉圖紙而畫出大圓。



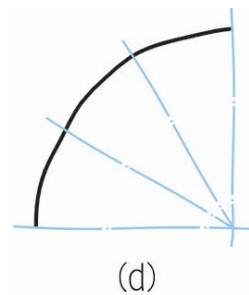
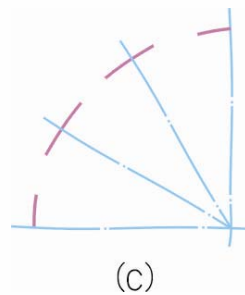
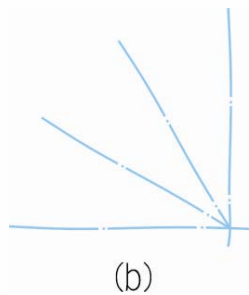
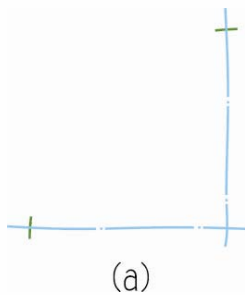


(c)

大圓徒手畫法

3. 圓弧畫法

畫1/4圓弧時，先畫出兩條相互垂直相交的中心線，交點即為圓心，再由圓心加畫二條傾斜線，由圓心起，在這四條線上定出半徑位置，再作垂直於諸半徑之短圓弧，而後連線完成該圓。



(a)

(b)

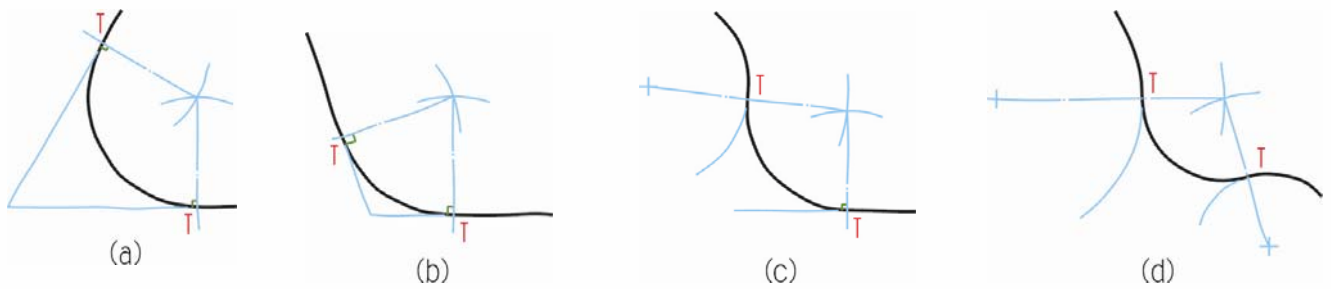
(c)

(d)

1/4圓弧徒手畫法



畫圓弧與直線或圓弧相切時，要先定出切點及半徑大小，再畫圓弧。

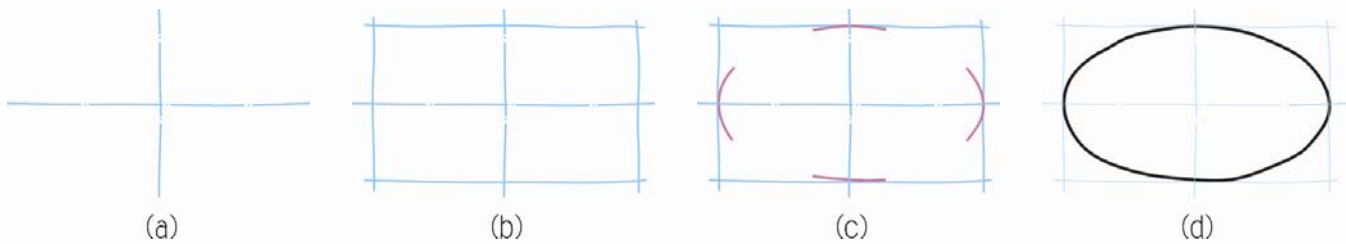


圓弧與直線或圓弧相切徒手畫法

四、徒手繪製橢圓

1. 內切於矩形之橢圓畫法

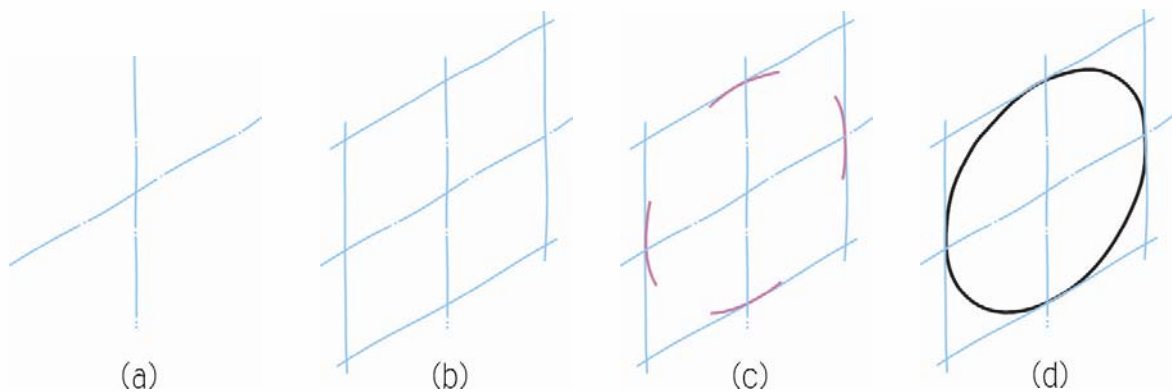
於中心線上定出長短軸，而後圍成矩形，過兩軸端點畫短圓弧，而後連成完整之橢圓。



內切於矩形之橢圓徒手畫法

2. 內切於菱形之橢圓畫法

於中心線上定出半徑，而後圍成一菱形，過半徑端點畫短圓弧，最後連成完整之橢圓。

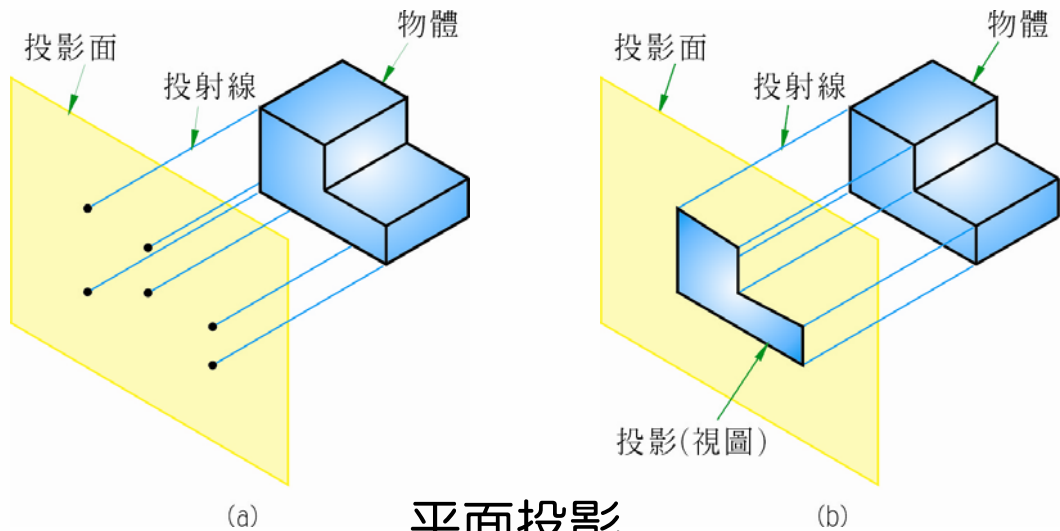


內切於菱形之橢圓徒手畫法

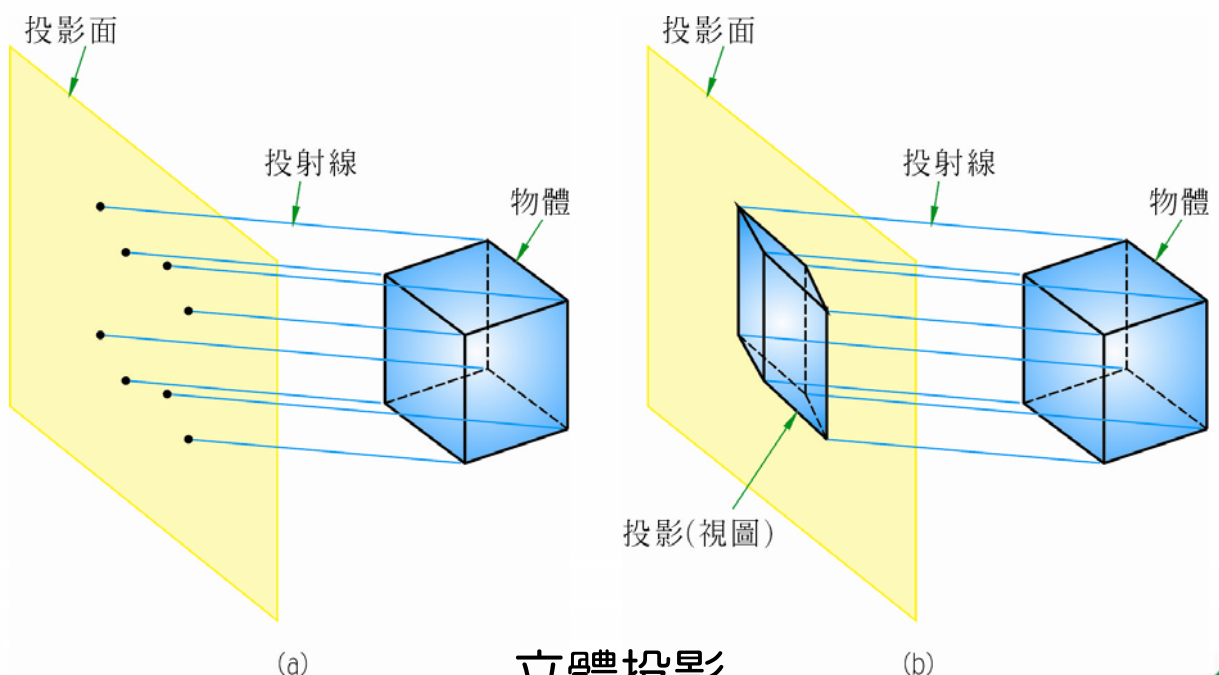


5-3 立體圖的種類

物體表面上之各點，經由各該點上反射出來的光線投射到一平面上所構成之形像，稱為此物體之**投影**（**projection**）。此時之光線稱為**投射線**（**projecting line**），平面稱為**投影面**。若將投影面視為紙面，則投影即為**視圖**（**view**）。如果經由物體表面上的各點投射到投影面上是一平面形像，是為**平面投影**，所得視圖亦稱為**平面圖**。如果經由物體表面上的各點投射到投影面上是一立體形像，是為**立體投影**，所得視圖稱為**立體圖**。



平面投影

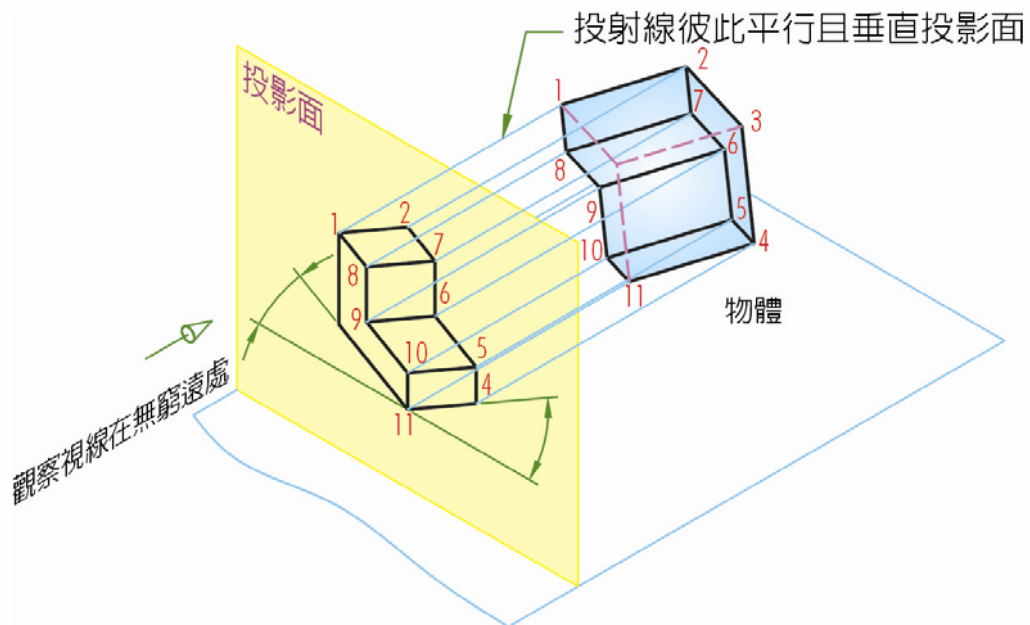


立體投影



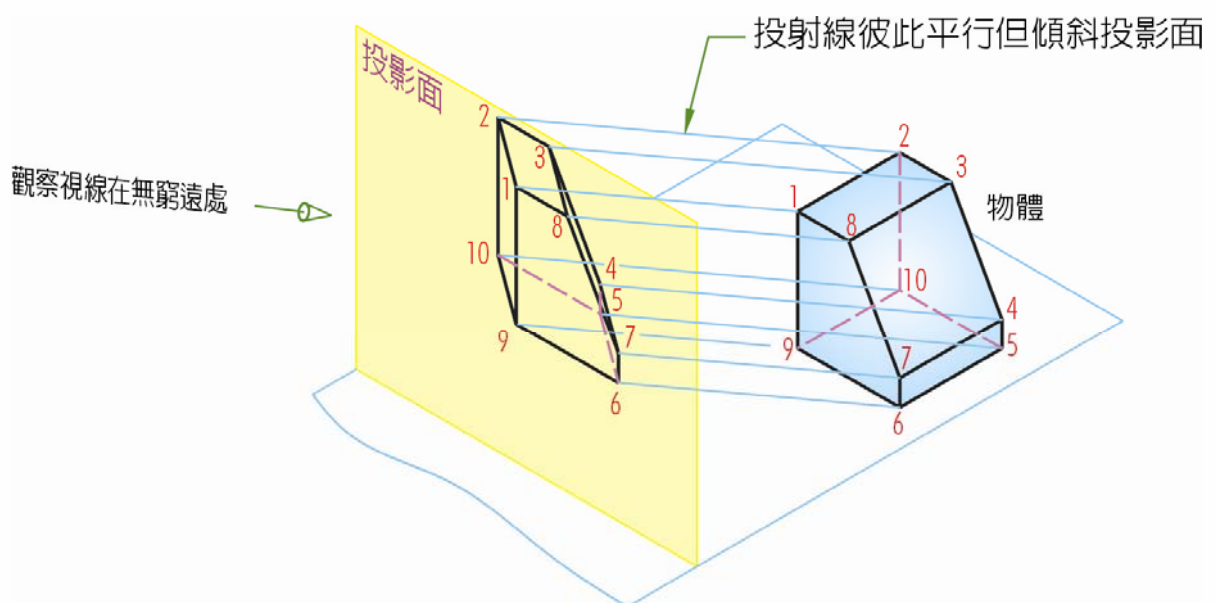
投影根據投射線與投影面間之關係可以分爲正投影、斜投影和透視投影三種。所以繪製立體圖之各種方法，根據投影原理之不同分爲：

(1) 正投影（投射線彼此平行且垂直於投影面）原理投影之立體圖。



(a) 正投影原理投影之立體圖

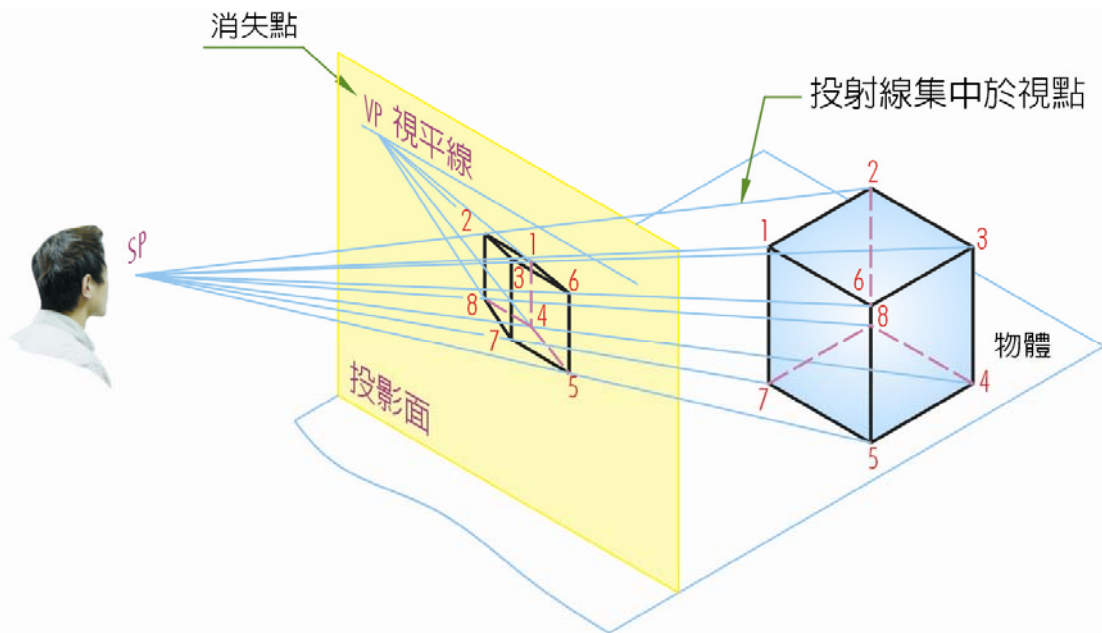
(2) 斜投影（投射線彼此平行但傾斜於投影面）原理投影之立體圖。



(b) 斜投影原理投影之立體圖

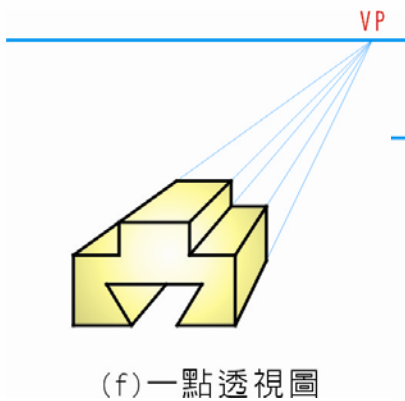
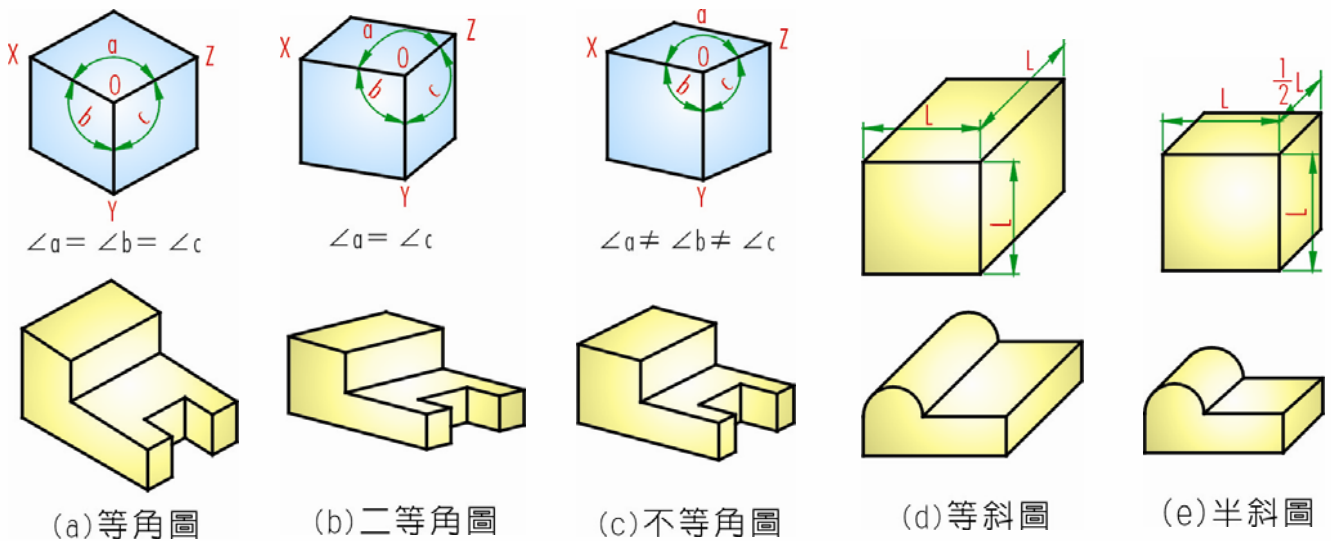


(3) 透視投影（投射線集中於視點）原理投影之立體圖。

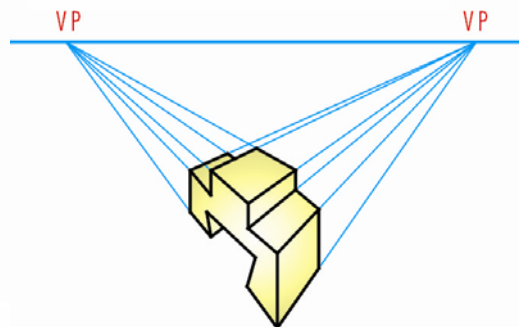


(c) 透視投影原理投影之立體圖

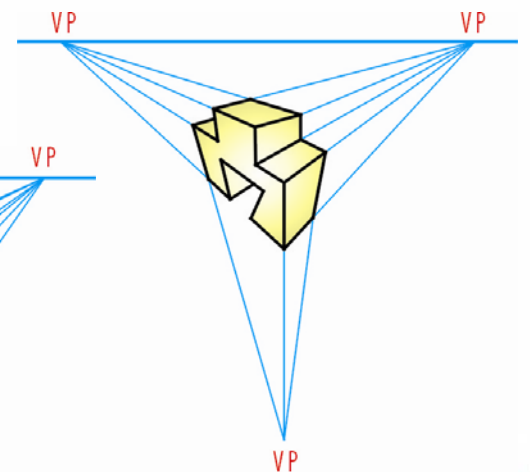
由以上三種不同投影原理而得的立體圖種類有：



(f) 一點透視圖



(g) 兩點透視圖

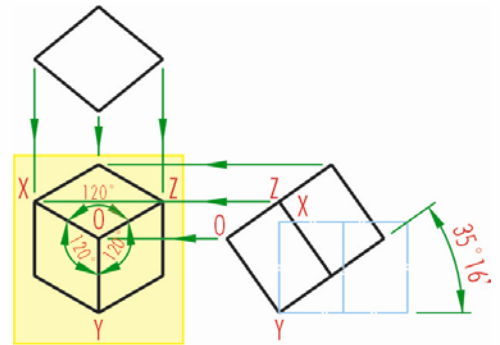
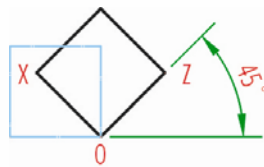
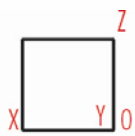
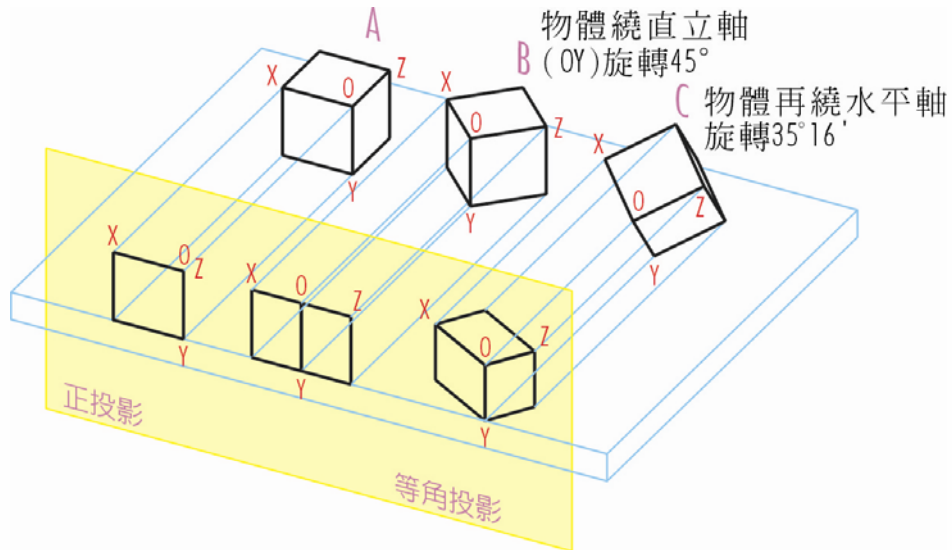


(h) 三點透視圖



一、等角投影圖與等角圖

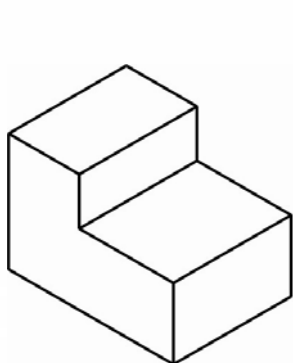
設一正方形六面體置於水平面上，使其一面與投影面平行時之正投影平面視圖，為一正方形。若將物體繞直立軸（ OY ）旋轉 45° 。再將此物體繞水平軸旋轉 $35^\circ 16'$ ，則此時之正投影視圖即具有立體感之投影圖，稱為等角投影圖。 OX 、 OY 、 OZ 在投影視圖上互成 120° 夾角，稱為等角軸（isometric axis）。各軸線上或與軸線平行之直線上，線長約為實長之 81.6% ，若忽略此縮短率，按照物體之實長在軸線上進行量度，其他不變，則所得之立體圖即為等角圖。等角投影圖與等角圖之形狀相同，惟大小不同。



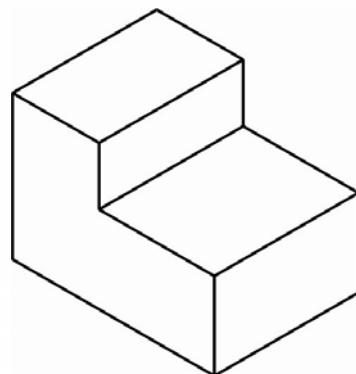
(a) 正投影平面視圖

(b) 正投影平面視圖

(c) 等角投影圖



(a) 等角投影圖

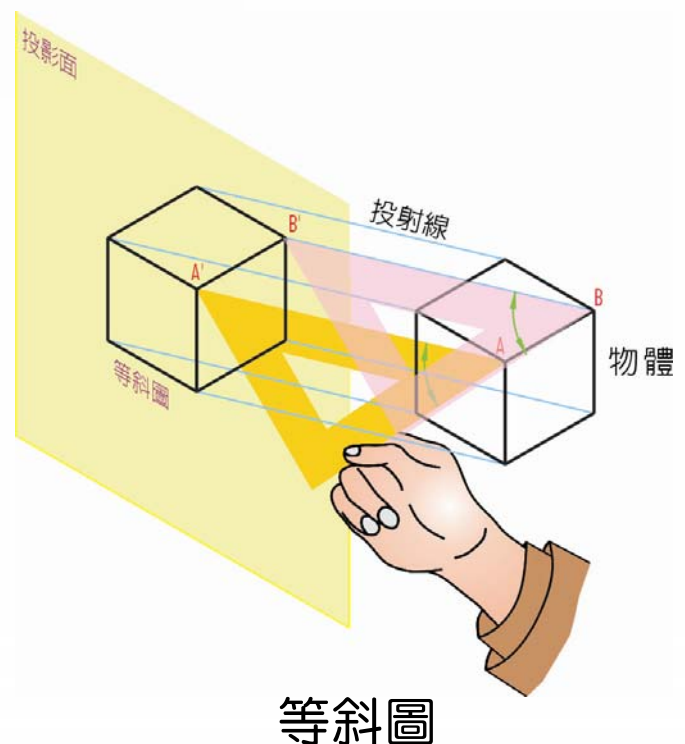
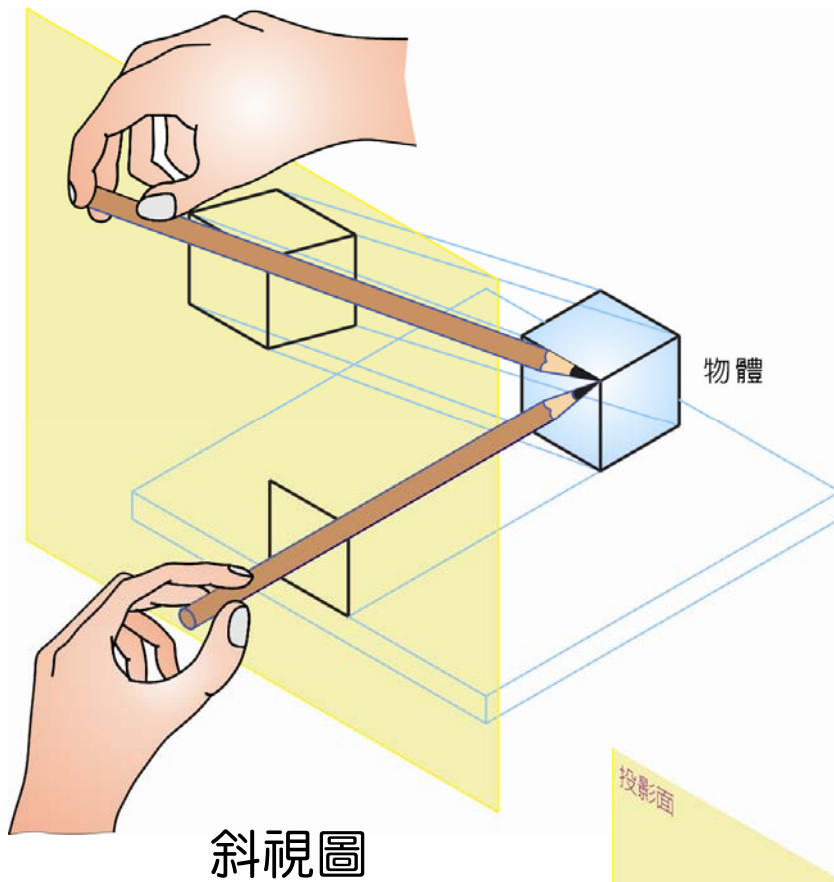


(b) 等角圖



二、斜視圖與等斜圖

置物體之一主要面平行於投影面，投射線彼此平行，但不垂直於投影面的投影，是為斜投影，所得的視圖稱為斜視圖。若斜投影之投影線與投影面成 45° 角時，所得斜視圖稱為等斜圖，如圖所示可知 $AB=A'B'$ ，即物體深度的斜投影其長度等於原有的深度，則在等斜圖中三軸線上或三軸線平行的直線上，其線長均為實長，可全尺度直接量度。

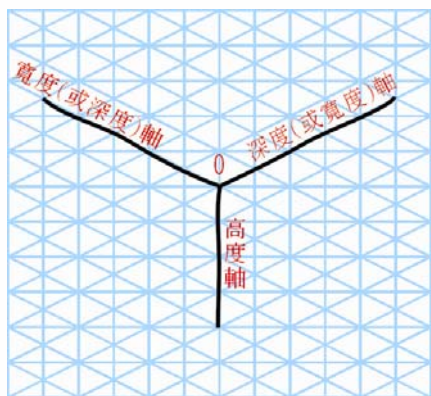


5-4 徒手畫立體圖

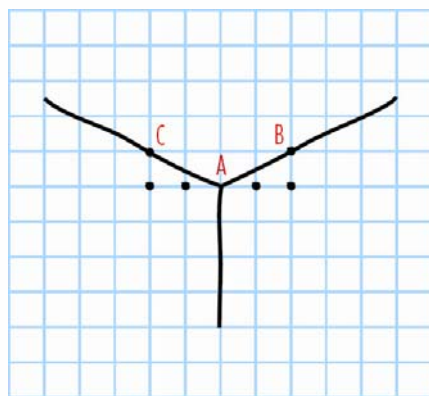
一、徒手畫等角圖

1. 徒手畫等角軸

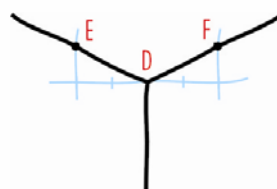
要畫等角圖，首先由等角軸開始，即要畫出一夾角皆為 120° 的「Y」字形，左右斜軸線與水平成 30° 角。因徒手畫是不用三角板或其他儀器，因此在畫等角軸時，如使用等角格紙則很方便。如使用平面方格紙，則先畫一垂直線，再由此垂直線之端點 A，在水平左右兩邊各數兩方格，然後向上垂直數一方格得 B、C 兩點，然後 AB、AC 連線延長，代表寬度與深度軸。如使用道林紙，則先畫垂直（高度）軸，再由垂直軸端點 D，在水平左右兩邊各數等長的兩單位長度，然後垂直向上數一等長的一單位長度，得 E、F 兩點，然後 DE、DF 連線延長代表寬度與深度軸。



(a)



(b)



(c)

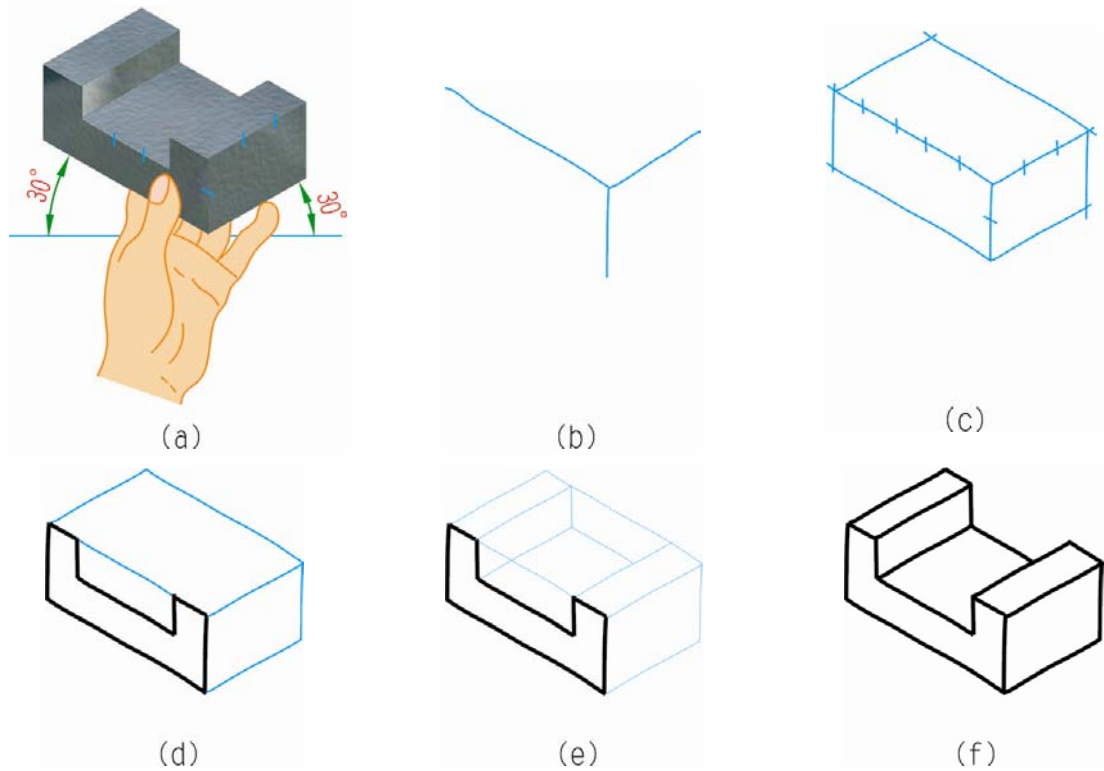
2. 徒手畫正平面組成物體的等角軸

正平面組成的物體，其每一面邊線，皆為等角線。所謂等角線，是凡與等角軸平行的直線稱為等角線。其與等角軸一樣可以直接在等角線上作物體實長之量度。



【作法】

- 1、於物體寬、高、深各邊，取適當單位長度的等份。（例如物體設寬度取5單位等份，高度取2單位等份，深度取3單位等份。）
- 2、繪等角軸。
- 3、按物體之全寬、全高、全深在等角軸上估計定點，草繪一完整之方箱形。
- 4、將正面凹處形狀繪出。
- 5、由凹面形狀分別繪出其餘平行於三軸之線條。
- 6、將不必要的構圖線擦淨，完成圖線再加重描黑。



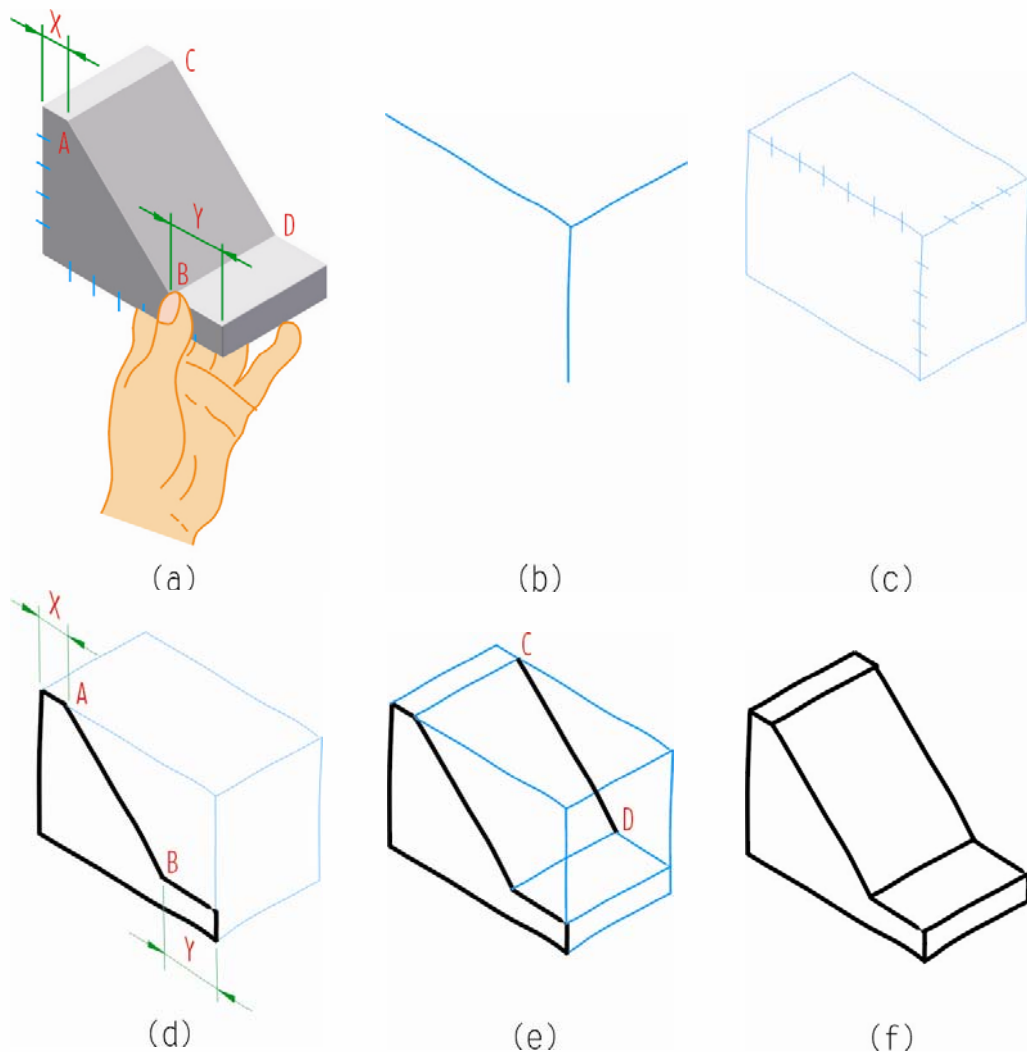
3. 徒手畫具有斜面物體的等角軸

物體具有傾斜面時，此傾斜面的邊線，必有為非等角線的。所謂**非等角線**，是凡與等角軸不平行的直線稱為**非等角線**，如圖所示的ABCD是為傾斜面，AB、CD二邊線即為非等角線。此二邊線在等角圖上出現的線長不是實長，所以不可按物體的實長直接量度，必須以X及Y此二等角線來量度，定出A、B兩點及C、D兩點，而後連接之。



【作法】

- 1、選取物體的正面，於物體寬度、高度、深度各邊取適當單位長度的等份。
- 2、繪等角軸。
- 3、按物體之全寬、全高、全深在等角軸上估計定點，草繪一完整之方箱形。
- 4、將正面形狀繪出。
- 5、由正面形狀分別繪出其餘平行於三軸線的線條，及連接CD線。
- 6、將不必要的構圖線擦淨，完成圖線再加重描黑。

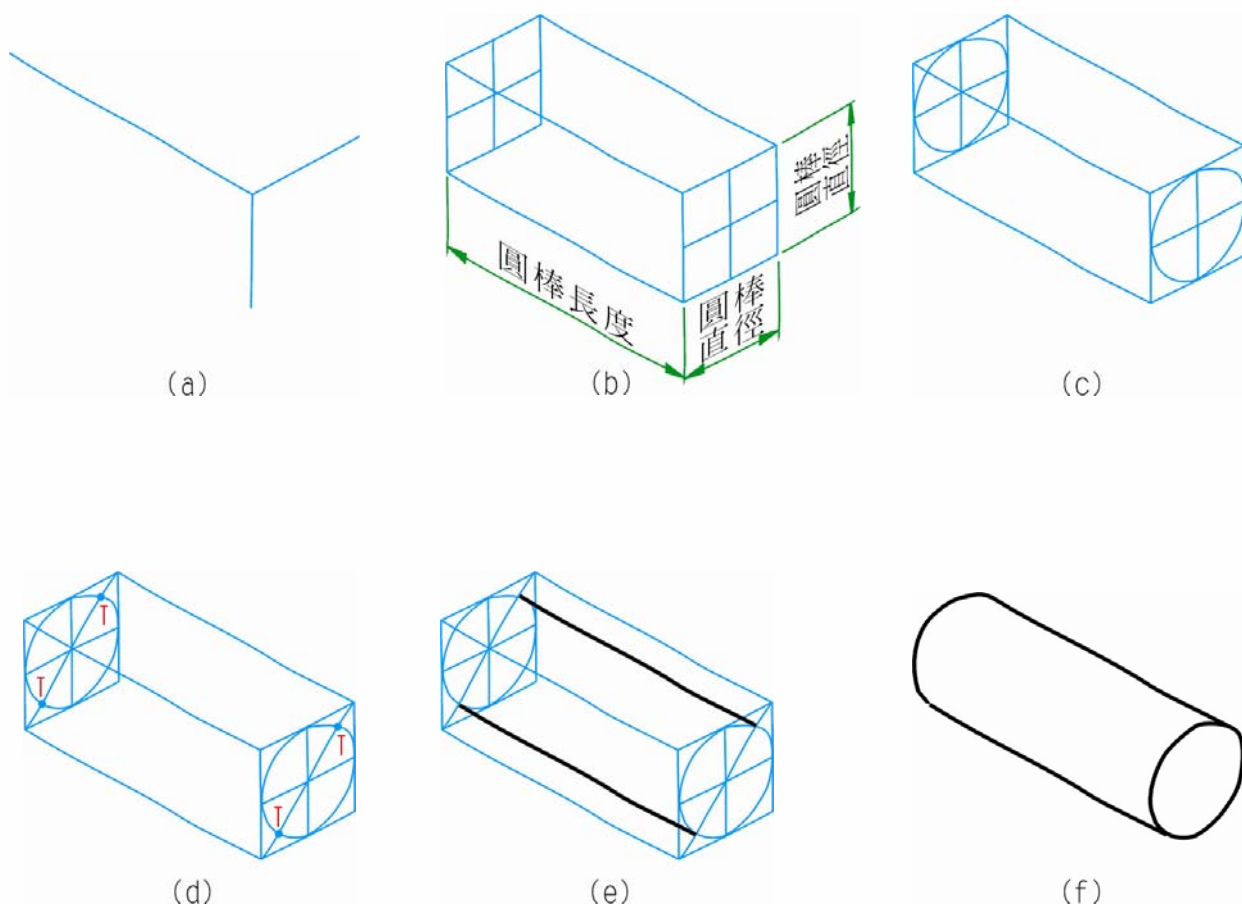


4. 徒手畫圓棒的等角圖

徒手畫圓棒時，先決定圓棒的長軸心是要在等角軸（Y）的左右斜軸線的那一邊。畫此草圖之步驟如下：

【作法】

- 1、繪等角軸（設圓棒長軸心在左斜軸線）。
- 2、依圓棒之直徑及長度畫出方箱，並取端面菱形上各邊的中點，以等角線畫出二相交的中心線。
- 3、圓形在等角圖中是畫成橢圓形，以徒手畫內切於菱形之橢圓方法繪出兩端面上的橢圓。
- 4、繪出菱形的長對角線與橢圓相交之T點，即為切點。
- 5、由兩端面的切點（T）相連接完成圓棒形狀。
- 6、將不必要的構圖線及遠端而不可以見到的半個橢圓擦淨，完成圖線再加重描黑。

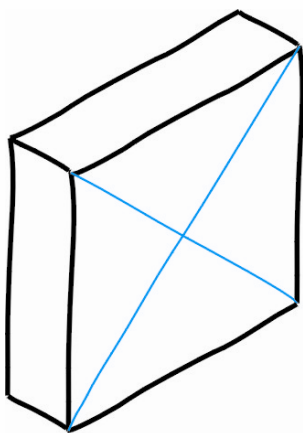


5. 徒手畫圓孔的等角圖

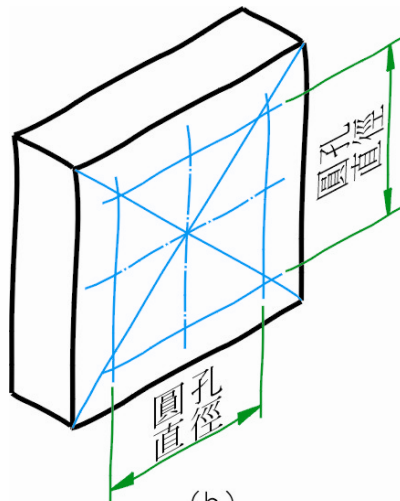
設已知長方形等角圖，要於此等角圖正面中鑽一圓孔。

【作法】

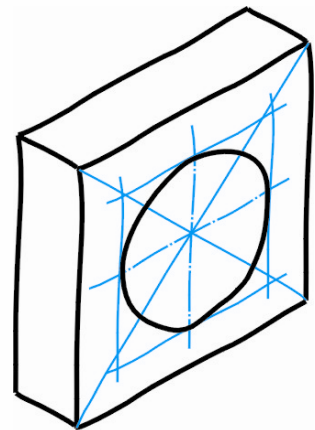
- 1、於等角圖中的正面平行四邊形，連接對角線而得圓孔中心。
- 2、依圓孔的直徑，畫出圓孔在等角圖中的外切菱形。
- 3、以徒手畫內切於菱形之橢圓方法圈繪橢圓。
- 4、於橢圓上取 a 、 b 、 c 三點，向孔深的方向畫線，並在這些線上取孔深定點。
- 5、經過所取孔深定點，圈出孔底在孔口露出的部分橢圓。
- 6、將不必要的構圖線擦淨，完成圖線再加重描黑。



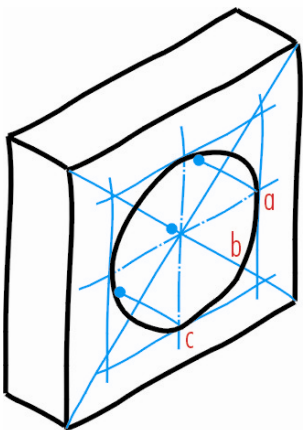
(a)



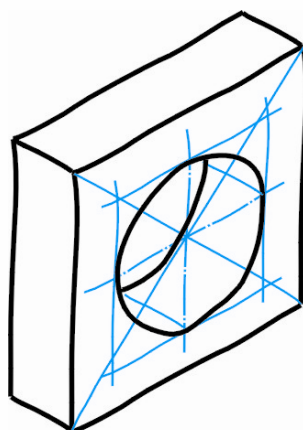
(b)



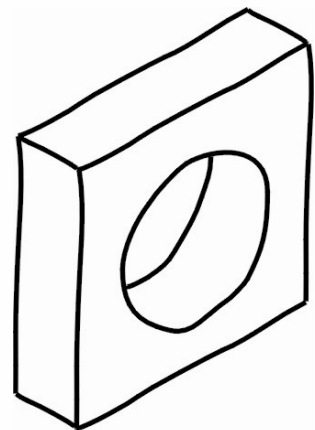
(c)



(d)



(e)



(f)

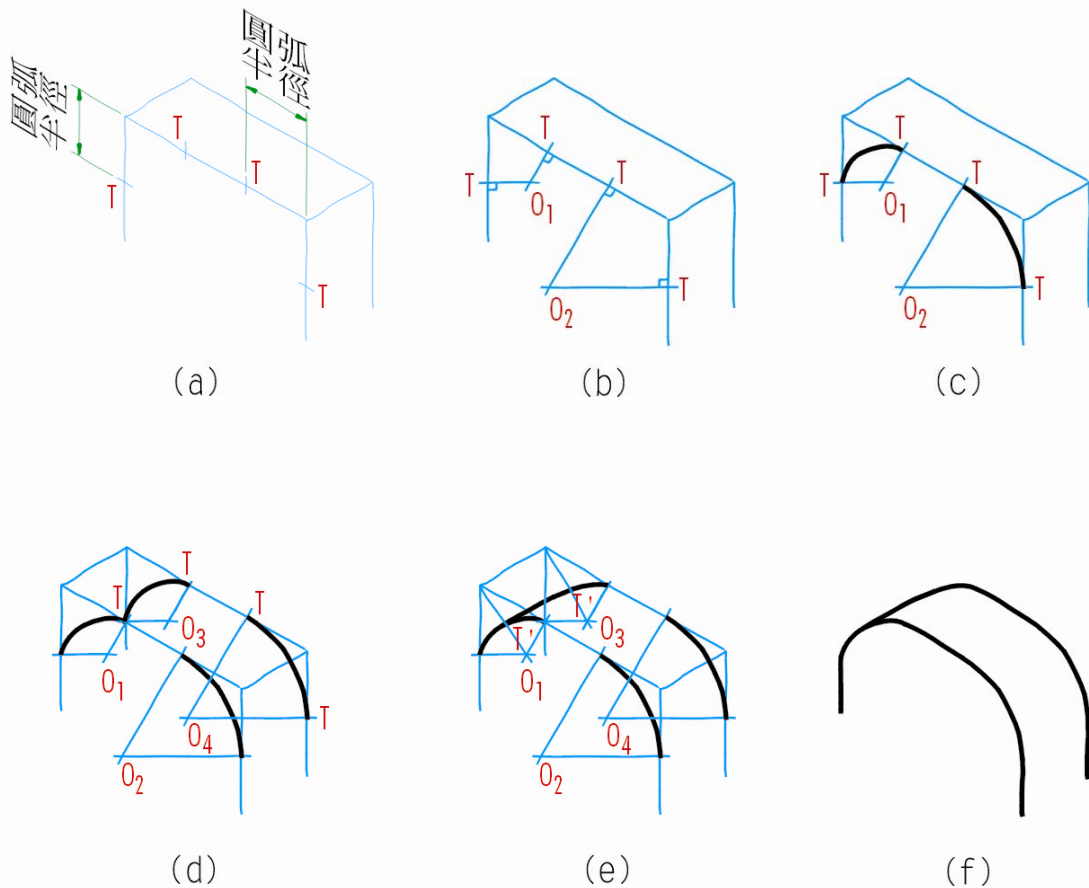


6. 徒手畫圓弧的等角圖

設已知一長方形等角圖，要於此等角圖左右兩角處畫圓弧。

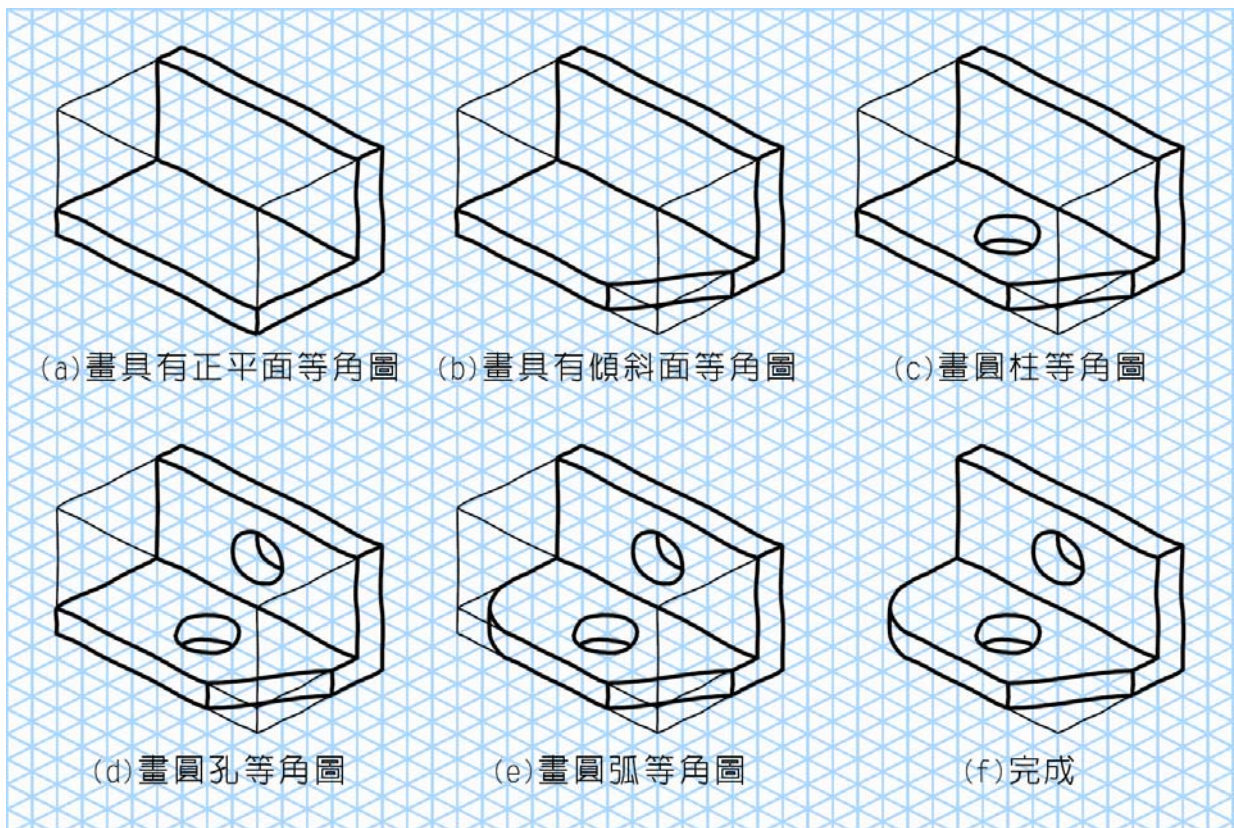
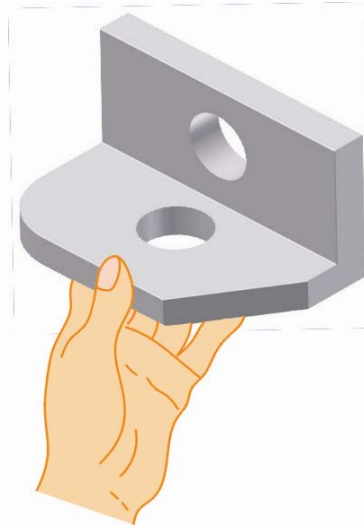
【作法】

- 1、根據圓弧半徑定出橢圓弧切點（T）。
- 2、由切點（T）作各邊的垂線而相交於O1及O2。
- 3、以O1及O2為圓心，O1T及O2T各為半徑畫弧。
- 4、遠端面以同前述作法畫弧。
- 5、由O1及O3作對角之連線，而與圓弧相交之T'點，為近端面及遠端面兩圓弧之相切點，連接T'T'切線。
- 6、將不必要的構圖線及遠端面不可以見到的部分擦淨，完成圖線再加重描黑。



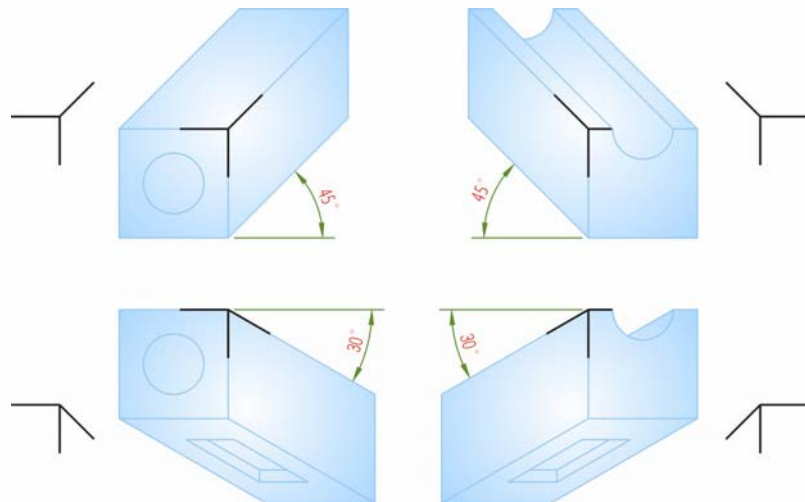
7. 利用等角格紙徒手畫等角圖

於初學徒手畫等角圖時，可以利用一種印有 5mm 的三角格紙來練習。於三角格紙隨意交點處沿著格線畫直線即為等角線或等角軸線，所以又稱為等角格紙（**isometric grid paper**）。利用此等角格紙來畫等角圖，最大的方便即可使等角線或等角軸線的方向不致偏移，同時物體的寬度、高度、深度方向的線長可以格數決定之，而不致使比例誤差太大，是一種效果非常理想的等角圖畫法。

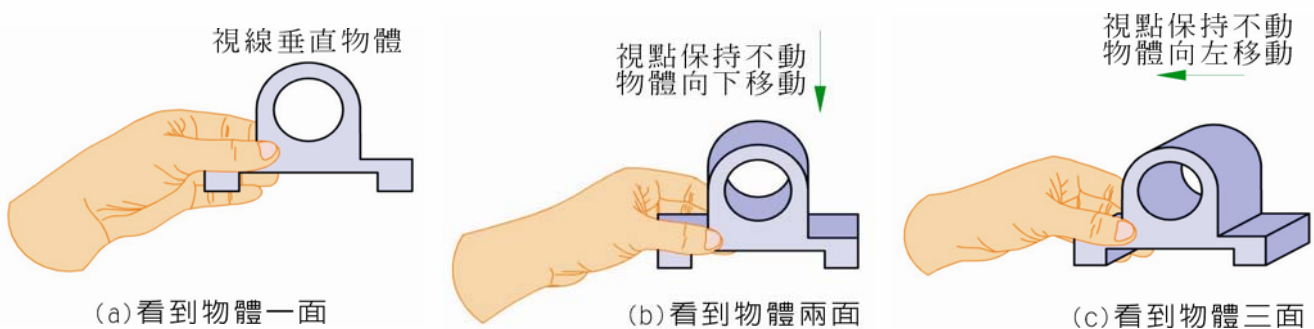


一、徒手畫等斜圖

等斜圖三軸線間所夾的夾角，其中一角恆為 90° ，另二角任意，但不等於 90° ，一般爲了繪製方便，深度軸常繪成與水平線夾 30° 或 45° 的角度，如圖所示。此夾 90° 二軸線所代表的面，是平行於投影面，所以眼睛所看到物體的正面，即爲物體實際形狀面。因此我們在畫等斜圖時，一定要把物體形狀特殊的一面選爲正面來畫。

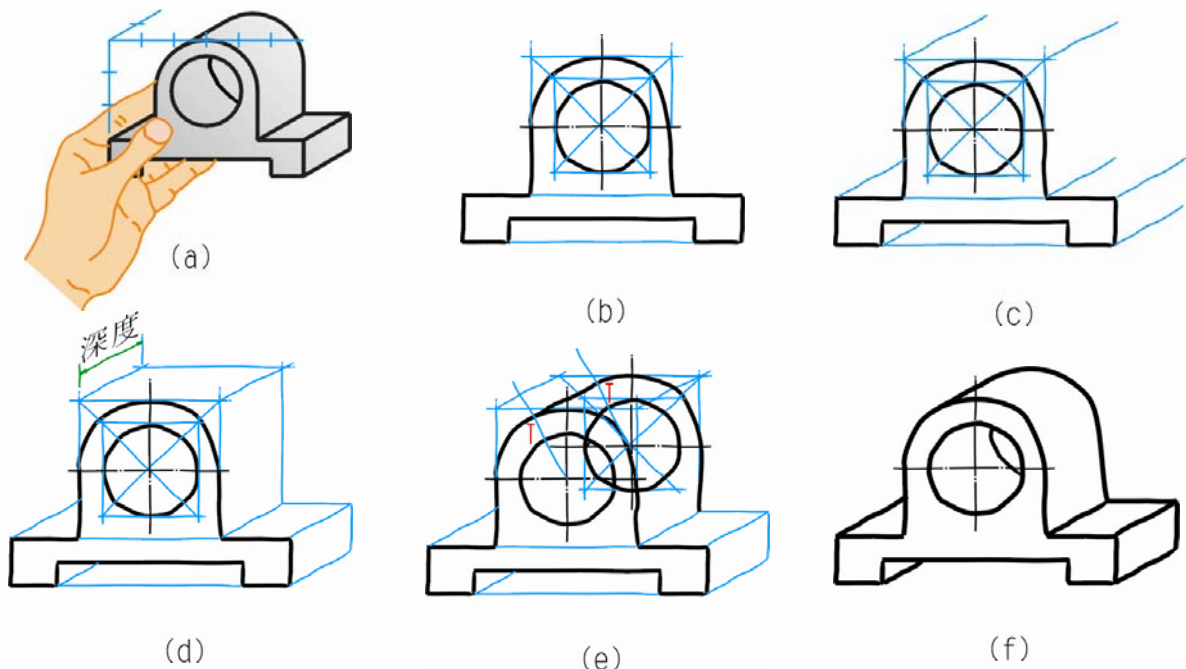


從實際物體畫等斜圖，在繪製前是先選定物體的正面，然後將物體握在你的手中，使物體底面呈水平，先放在你眼睛的正前方（亦即視線垂直物體），此時你只可看見物體的正面，如圖 (a) 所示，然後將物體向下移動在你眼睛的前下方，如圖 (b) 所示，此時你可看見物體正面及上面；然後再將物體向左（或向右）移動到使你的視線約成 45° 左右，即可看見物體的另一面（側面）而呈現立體，如圖 (c) 所示，此即爲等斜立體圖。



【作法】

- 1、於物體寬、高、深各邊取適當單位長度的等份。（例如物體設寬度取6單位等份，高度取4單位等份，深度取1.5單位等份）。
- 2、繪物體正面形狀。
- 3、由正面形狀繪彼此平行之深度線，且與水平成 30° 角。
- 4、於深度軸之等角線上取深度全長。
- 5、繪背面形狀半圓弧及圓弧，並作兩半圓弧之切線連接。
- 6、將不必要的構圖線及背面不可以見到的部分擦淨，完成圖線再加重描黑。

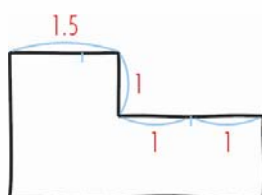
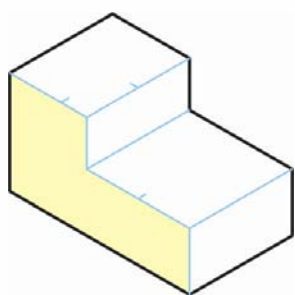


5-5 徒手畫平面圖

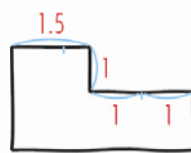
徒手畫平面草圖，因都以目測物體或已知圖形之尺度為主，從物體或已知圖形的寬、高、深三空間度之長度比例關係繪製。這點在**徒手畫草圖**，是**最重要的規則**，務使**草圖保持比例**。

我們剛開始學徒手畫平面圖，因物體或已知圖形都不會太大，可利用手中的鉛筆協助估量尺度大小，則所繪出來的圖形最接近1：1比例。





(a) 佳



(b) 佳

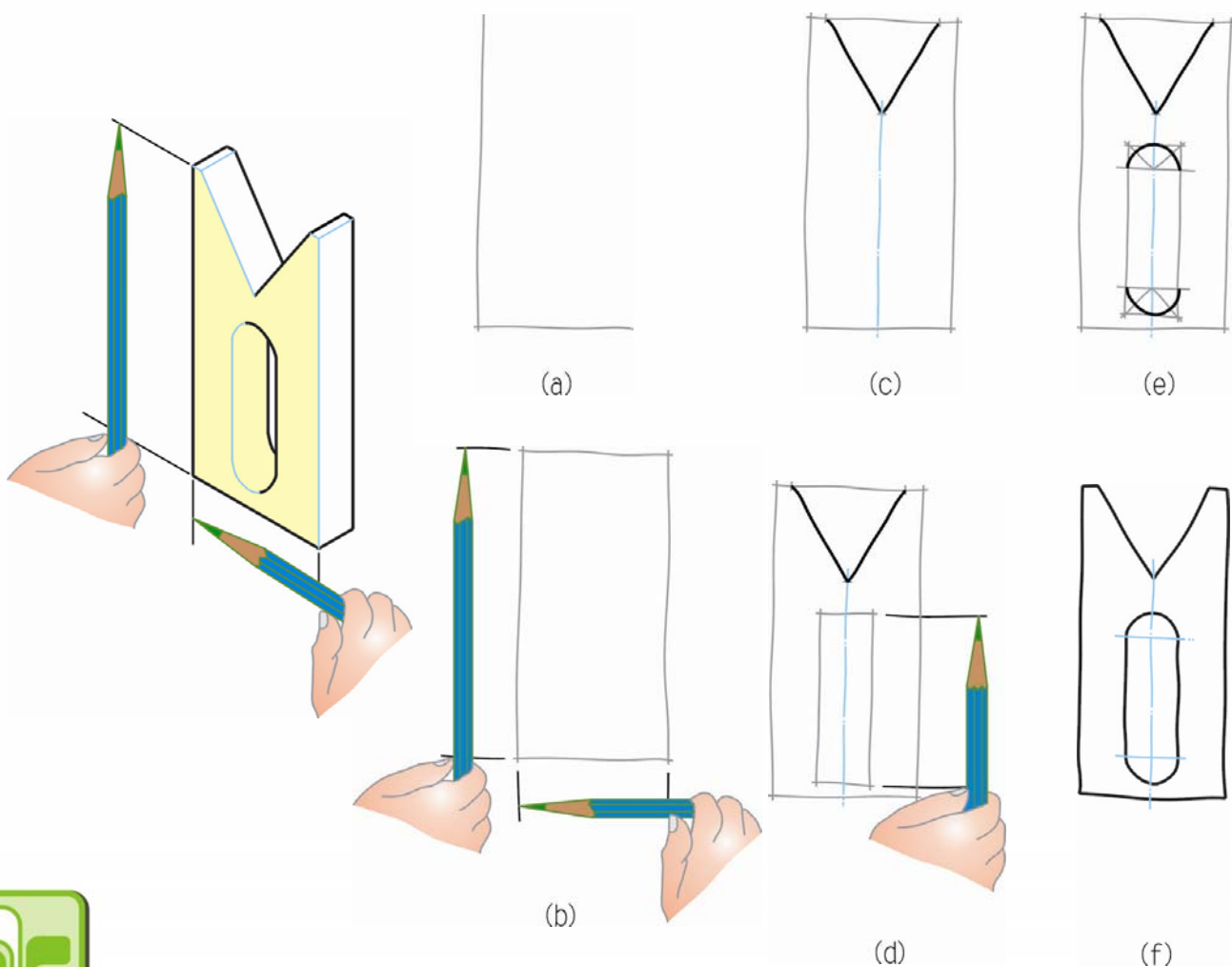


(c) 失真太大

一、由物體畫平面圖

【作法】

- 1、先畫水平及垂直兩條相交直線。
- 2、用鉛筆估量物體的寬、高長度移繪至如圖 (b)，圍繪出一長方形，並將中心線繪出。
- 3、估量V字形狀尺度移繪至如圖 (c)。
- 4、估量半圓槽形最大寬、高長度移繪至如圖 (d)。
- 5、草繪槽形兩邊的半圓形。
- 6、擦淨不必要的構圖線，完成圖線再加重描黑。



二、由已知圖形畫平面圖

【作法】

- 1、用鉛筆估量形狀草繪出正方形及長方形，並繪出水平中心線如圖(a)。
- 2、於正方形連接對角線找出圓心，再以小圓直徑圍繪出一正方形，如圖(b)。
- 3、以徒手繪圓方法畫出兩圓，如圖(c)。
- 4、估量兩半圓凸緣及兩半圓槽的最大寬、高長度移繪至如圖(d)。
- 5、以徒手繪圓弧方法，畫出四個半圓形如圖(e)。
- 6、擦淨不必要的構圖線，完成圖線再加重描黑如圖(f)。

