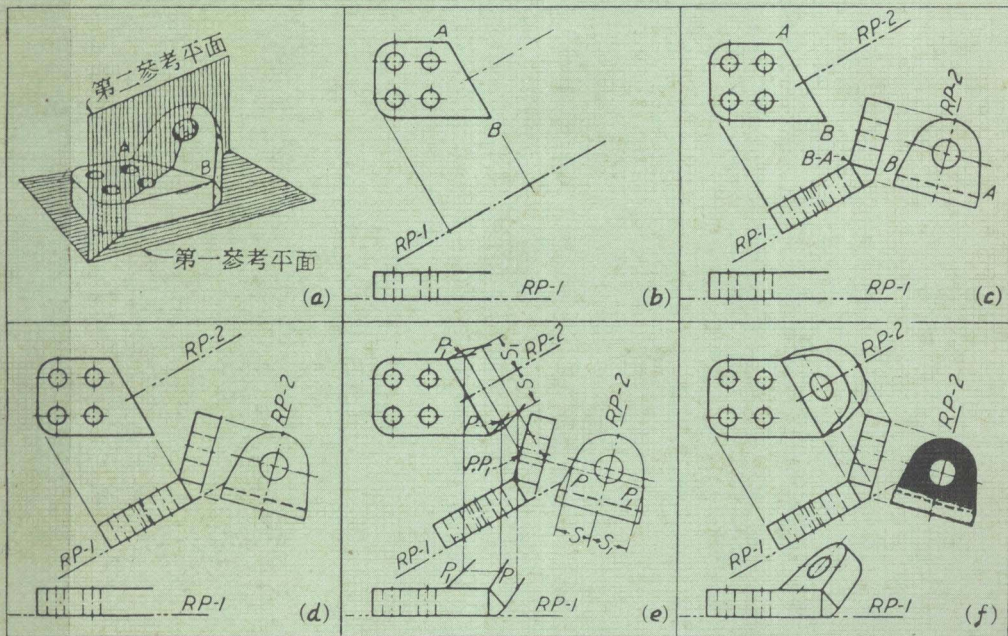


內容摘要 · 習題精解

工程畫與圖學導讀 (下) Engineering Drawing And Graphic Technology

潘 金 龍 編著



欣禾圖書公司 印行



欣禾圖書公司 局版台業字第 2567 號

工程畫與圖學導讀 (下)

編 著：潘 金 龍

出 版 者：欣 禾 圖 書 有 限 公 司 郵撥：437167

高雄市苓雅區金門街9之2 電話：2510253

發 行 者：蔡 順 貞

打字承印：天一打字印刷社 (062) 259435

出版日期：73 年 2 月初版

定 價：新台幣 170 元

版權所有・翻印必究

目 錄

第 5 章	寫生畫與草圖（原書第 8 章）.....	1
	習題研究.....	19
第 6 章	面之交接（原書第 12 章）.....	75
	習題研究.....	87
第 7 章	展開視圖（原書第 13 章）.....	107
	習題研究.....	118
第 8 章	螺紋、扣件、鍵及彈簧（原書第 15 章）.....	163
	習題研究.....	200

第5章 寫生圖及草圖

寫生圖法是
用於基本形狀之描寫
或者
正射視圖描寫

本章提供

- ※寫生法分類
- ※等角、二等角、三角投影及透視圖及繪製
- ※圓、圓弧、曲線之佈置
- ※物體之定向
- ※起畫面及圖面
- ※從正投影視圖投影
- ※分格法
- ※寫生草圖
- ※草圖之程序
- ※明 暗
- ※拘 繪
- ※習題研究

§ 5-1 描述一物體之方法，通常使用投影法為之，常用的投影方法有：(1)正射視圖投影法，(2)透視投影法，(3)寫生法。

寫生法乃是使物體旋轉以處理其第三向度，俾使三向度皆屬可見，或應用斜投影以使三向尺度呈現出來。

利用寫生法表示之寫生視圖，廣泛用於技術說明圖，專利局圖樣，佈置圖，管路設計圖，以及其它等。

§ 5-2 寫生畫有三個主要類別：(1)軸測，可分為三測，二測及等測；(2)斜投影畫，亦有幾種變化（參看圖 5.28）及(3)透視畫。

三者之繪製效果為：

(1)三測形式畫，觀察較之其它軸測及斜投影畫更為悅目，其位置方向也可任意改變，但繪製時較為困難。二測形式畫主要用於長方形物體，尤其是木工製品設計，此種投影中，畫圓極為困難，故二測畫甚少使用。等測畫之美觀效果較差，但繪製容易，且具有容易加註尺寸之顯著優點。

(2)斜投影畫，主要使用於物體只有一面或平行面上有圓形或顯著特徵者，因該型物體，使用斜投影畫出不但容易，且易於加註尺寸。但繪製時亦必須把握原則，否則即會失真。

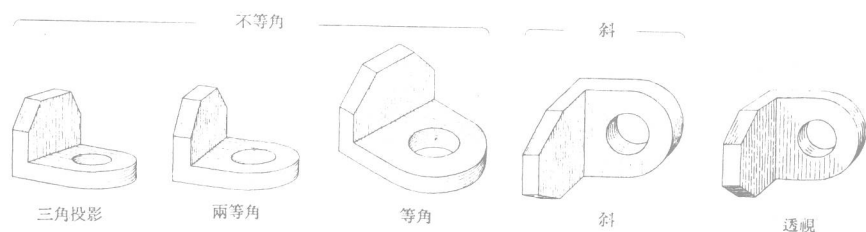


圖 5.1 寫生方法。

(3)透視畫，有最漂亮之效果，但其各線係依不等長短收縮，故繪製不易，加註尺寸亦不易，因此用途有限。

等測及斜投影乃是最常用之寫生法。

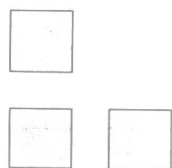


圖 5.2 目的物之面平行於畫面。於正視圖內僅見到一面。

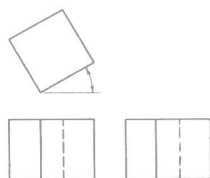


圖 5.3 物體繞一垂直軸旋轉，可見兩面。

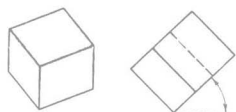


圖 5.4 物體繞垂直及側軸等兩軸，三面均可見。

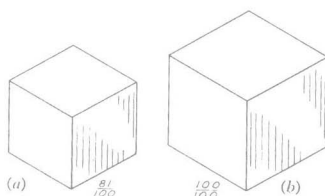


圖 5.6 (A)等角投影。(B)等角圖。

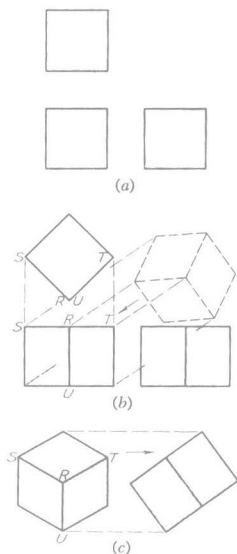


圖 5.5 等角立方體。從位置(a)轉至(b)然後至(c)。三相互垂直直邊之縮小相等。

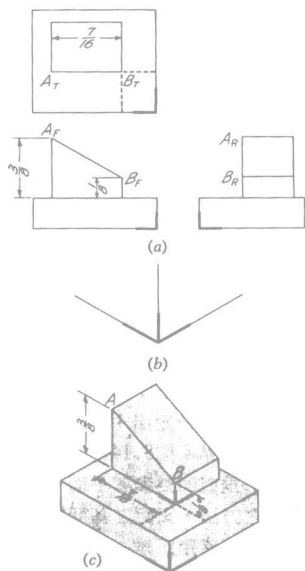


圖 5.9 等角軸（第二位置）。起點在下前角。

§ 5-3 等角投影與等角畫之意義不同，在圖 5 中(c)左邊之視圖，乃是將一物體旋轉及前傾所得縮小之正射前視圖，是一等角投影圖，其縮小比例為 $81/100$ 。是即圖 6 雖為相似之兩圖形，但所代表意義却不相同，(A)是一等角投影圖，故其尺寸較原物體之尺寸為小 (B)是一等角寫生圖，各部位尺寸之大小與原物體相同。如欲求等角投影圖之對應邊長，可如圖 7 作一等角比例尺求之。

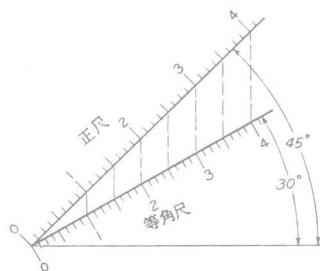


圖 5.7 作一等角之比例尺。

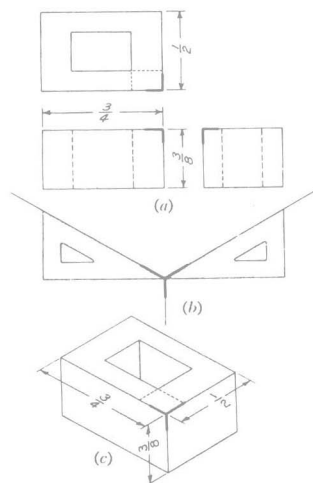


圖 5.8 等角軸（第一位置）。起點在上前角。

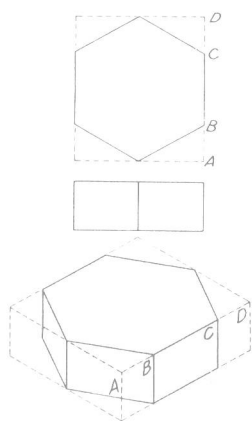


圖5.10 盒之構造。正射盒之各點移繪於寫生盒上(必需用同一尺寸)。

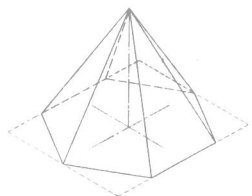


圖5.11 半盒之構造。底上各點以盒方法移繪。高度則用底中心之垂直線定位。(必需用同一尺寸。)

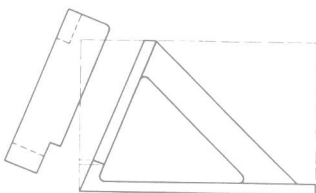


圖5.12 盒之構造。移繪在正射盒上支距之各點於寫生盒上(必需用同一尺寸)。

§ 5-4 等角畫之畫法，先畫一垂直軸，再相距 120° 畫兩等角軸，如圖 8 之(b)，而其起畫點有兩種選擇，第一位置是在上前角，如圖 8 之(c);第二位置是在下前角，如圖 9 之(c)。畫等角圖有一重要法則，即等角線可直接量度，非等角線不能直接量度，是故遇到有非等角線之視圖，其寫生畫之方法常以“裝盒法”及“支距法”來繪製。圖 10, 11, 12, 13, 14 即是非等角線之寫生畫法，請詳細研究其繪製過程，則對非等角線之等角畫將大有助益。

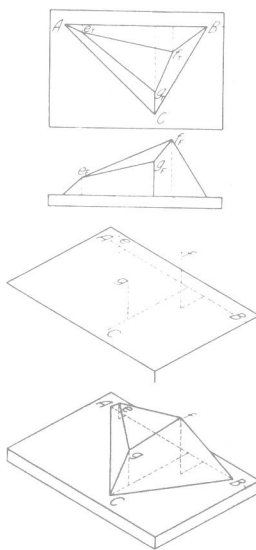


圖5.13 支距構造。各點均就所設之底(AB)以定位。

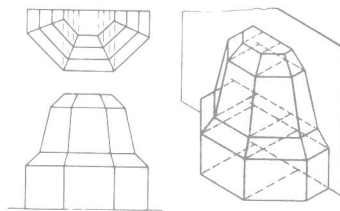


圖5.14 支距構造。所有各點均定於一平面上，或自此平面以支距法定出之(必需使用同一尺寸)。

§ 5-5 正射視圖中之任一角度，在等角畫中並不能表示出其真實大小，是故一視圖中有以度數示出之角，或以角度示出之邊，必須先畫出一個與等角畫相同比例之視圖，再從這一視圖，使用分規或比例尺，將有關之橫坐標尺寸及縱坐標尺寸移畫至等角圖上，即可得寫生圖中正確之角度及邊。如圖15即是其繪製方法。

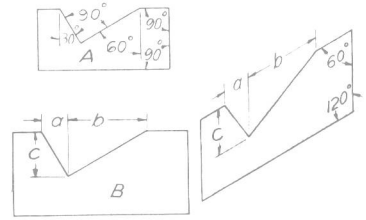


圖5.15 等角圖中之角度。必須由正視圖用支距法繪出。

§ 5-6 正射視圖中之曲線，同樣地亦不能在等角畫中表現出其真實形狀，必須利用支距法將正射視圖邊中之坐標尺寸各假定點移畫至等角圖中，然後連結之，才能得到等角圖之真實曲線形狀。如圖16，是為等角圖中曲線之畫法。

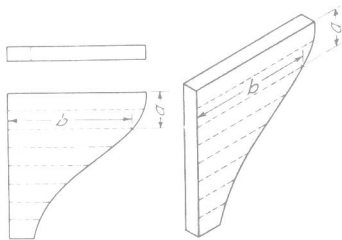


圖5.16 等角圖中之曲線。從正視圖以支距法將點移繪於寫生圖上（必需使用同一尺寸）。

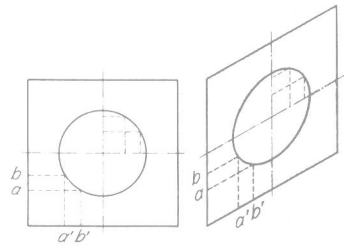


圖5.17 等角圖（用點繪成）。各點自正視圖用支距法移繪於寫生圖上（必需用同一尺寸）。

至於等角圓亦可用支距法連結各點繪成，此法雖正確但較麻煩。亦可用四心法畫出近似橢圓，以表示圓之等角圖。支距法畫等角圓，如圖17。四心法畫等角圓如圖18，圖中E, F, G, H是 $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, $\overline{CD}$, $\overline{DA}$ 之中點， $\overline{AF}$, $\overline{AG}$, $\overline{CE}$, $\overline{CH}$ 是過該點之垂直線，各以A, C為圓心，R為半徑，以 O_1 , O_2 為圓心，R為半徑畫圓弧，如此所得之近似橢圓即為等角畫中之圓。如果一物體很薄，或孔之背面將有一部分為可見，欲畫背面之可見圓弧，可如圖19所示之方法繪之，其中T為孔處之厚度。

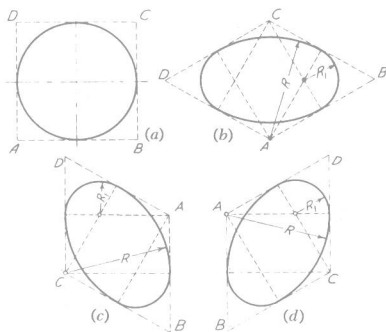


圖5.18 等角圓，四中心法。以圓弧近似繪成橢圓。

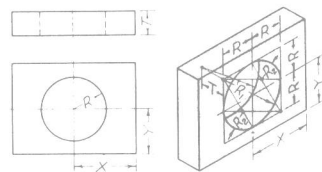


圖5.19 繪出一孔在等角圖上之位置。先將中心定位，畫封閉之等角正方形。然後利用圖8.18之方法畫出圓。

一物體之角落有四分之一圓弧亦是即常見的例子，故必須熟練其畫法。圖20是各種情況之四分之一圓弧，(a)是正射視圖，(b)至(f)是寫生圖，(b)及(c)是依據圖18之方法繪製，較為複雜麻煩。(d)、(e)及(f)，由已知圓弧之半徑決定寫生圖中等角圖之切點，並決定該圓弧之圓心，即可繪出該等角圖之四分之一圓，此法較簡單清晰。

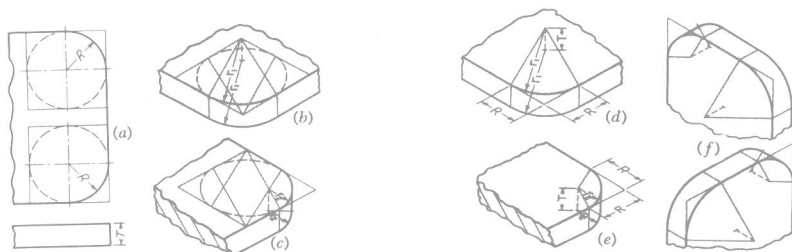


圖5.20 等角四分之一圓。其半徑之中心在切點之垂線上，均為自角而得之半徑距離。

§ 5-7 等角圖之三軸位置並非一成不變，有時為清晰顯示物體之底面，或使物體看來更自然，常將等角圖之軸倒置，如圖 21 及 22；或將主軸擺在水平位置，如圖 23。

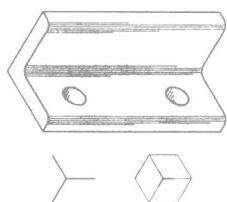


圖5.23 水平主軸之等角圖。物體在此位置時，觀察起來更為自然。

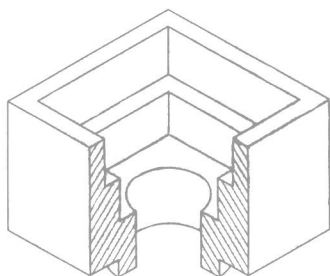


圖5.24 半剖面等角圖。去除物體之四分之一，用以顯示內部之構造情形。

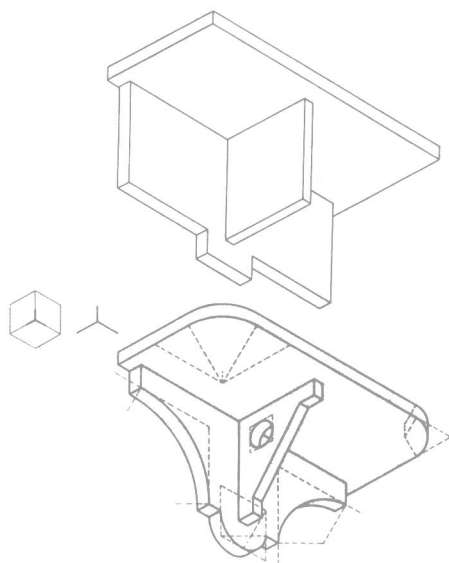


圖5.21 倒軸等角圖。底及二側均可表示出。其構造方法一如規則位置者。

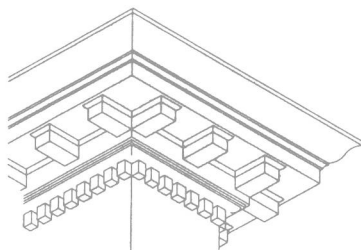


圖5.22 建築細節係用倒軸表示者。

§ 5-8 一般的寫生圖，都是為顯示其外觀特性，如欲觀察其內部構造，則必須畫成等測剖面視圖，通常以半剖面等測圖及全剖面等測圖，如圖 24 及 25 所示者。

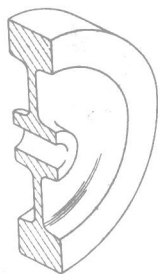


圖 5.25 全剖面等角圖。去除物體之半，用以顯示物體之形狀。

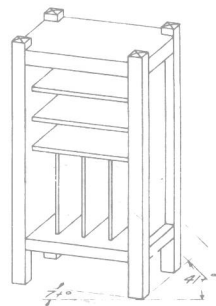


圖 5.26 兩等角圖。主要用於矩形之物體。

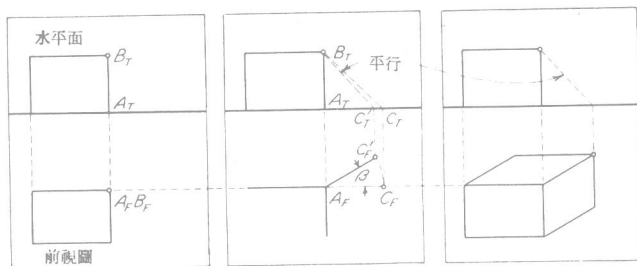


圖 5.27 斜投影。投影線位於平面圖之一斜角上。

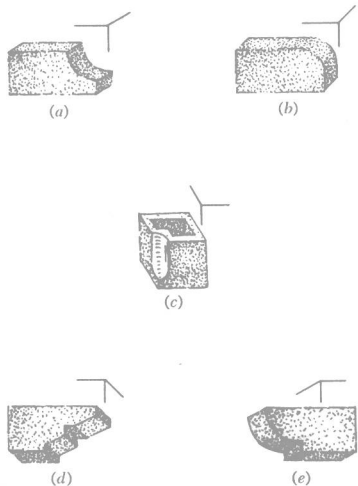


圖 5.28 各傾斜位置。(a)上，至右 30° ；(b)上，至右 45° ；(c)上，至左 45° ；(d)下，至右 30° ；(e)下，至左 30° 。

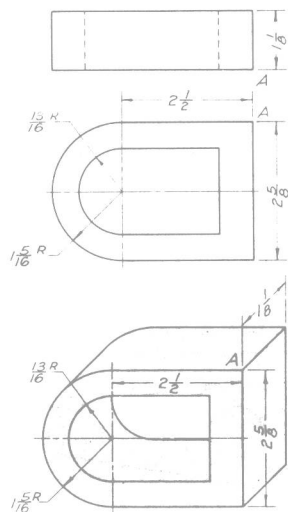


圖 5.29 斜傾圖。正面平行於畫面，與正視圖相同

§ 5-9 斜投影畫與等測畫相似，亦具有代表三互相垂直邊之軸，其中二軸永遠互相垂直，且其平面平行於畫平面，第三軸或深度軸則與水平面成任一角度，通常為 30° 或 45° 。如圖 28 所示，為各種斜投影之位置。斜投影畫之優點，是平行於畫平面之投影面其形狀將不會失真，故對圓形或不規則之物體，更具特殊價值之表示法。如圖 29，此物體之立體圖以斜投影畫來繪製，當較等測畫方便而且容易。

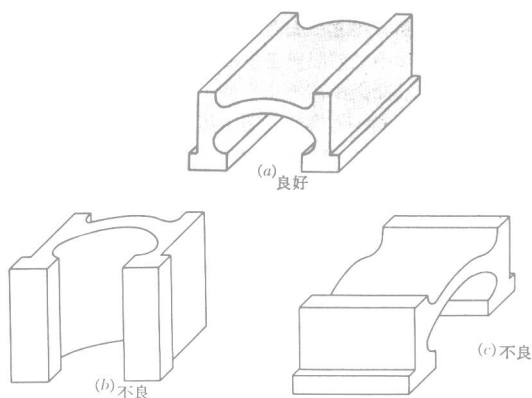


圖 5.30 第一規則說明圖。注意(b)及(c)圖為失真。

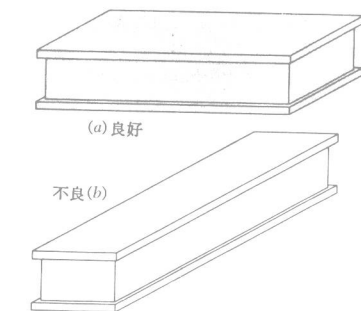


圖 5.31 第二規則說明圖。注意(b)圖之誇大深度。

畫製斜投影圖時，必須切記兩個規則，第一規則是：要將物體之不規則外形或輪廓面，置於畫平面平行之位置上。如圖 30 所示，其中以(a)圖為正確，因(b)及(c)圖有更大之失真。第二規則是：最好將最長尺寸置於與畫平面平行之平面上。如圖 31 所示，其中以(a)圖為正確，因(b)圖之深度過於誇張。

如果以上二規則有衝突時，第一規則應優先於第二規則，因為不使不規則面失真所得之效應較為有利。如圖 32 所示，(a)，(b)圖雖均依第一及第二規則繪出，但(a)圖效果良好，(b)圖則有失真現象，在圖 33 中，如依以上二規則比較的話，似乎(b)圖較優於(a)圖。

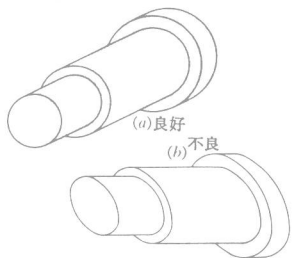


圖 5.32 第一規則之優先性。(a)依照第一規則繪圖時，不但易於描繪，且較(b)失真較少。

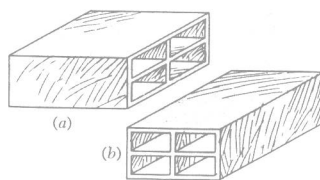


圖 5.33 選擇位置(b)時，優於位置(a)。

§ 5-10 繪製斜投影圖時，圓弧或不規則之外形應置於與畫平面平行之平面上，但起始平面之決定應特別注意，因為要保持各平面間之正確關係。圖 34 之物體具有凸面，此

時在上視圖中以A—A為起始面，而於斜投影圖中畫出正視圖之外形，如虛線所示，再自此中心C及D，畫出深度軸，並量出其前後面之距離，如此即可得該斜投影圖。

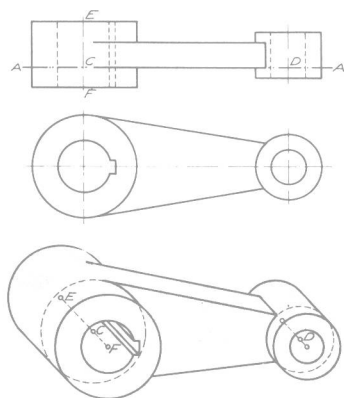


圖5.34 從參考面量支距。自正平面以度量前後距離。

如一物體無任何一面垂直於底面時，亦可利用正剖面作為起始面來繪製寫生圖，如圖35所示，於右側視圖中，定出弧線上之各點，然後利用斜投影畫以支距法畫出寫生圖。

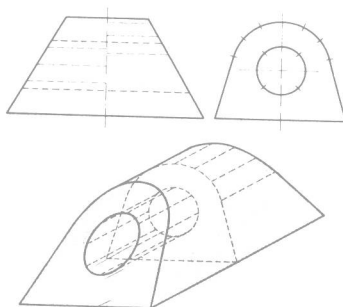


圖5.35 從正剖面量支距。自正平面以度量前後各量。

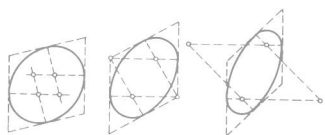


圖5.36 斜圖作法。注意弧之切點應在封閉之方斜形之中點上。

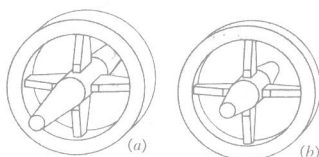


圖5.37 斜傾圖(A)及半斜圖(B)。注意(B)中之深度未予誇大。

§ 5—11 斜投影中之圓，其畫法與等測圓之畫法原理相同，均以四心法畫近似橢圓表示之。圖36是三種不同位置之斜投影圖之畫法，必須注意之一點，乃是圓弧應切於斜正方形各邊之中點處，因此必須作各邊之中垂線，令其兩兩之交點為圓心，再以至切點之長為半徑，即可畫出斜投影圖中之近似圓。

斜投影圖中，如果深度之軸過長，將使立體圖形看來有誇張的感覺，為消除此一感覺，可減少深度軸之距離，其比例可依斜投影圖樣之大小來決定，用2：3，3：4，或1：2均可得良好之效果，如深度軸以1：2畫出之斜投影圖，即稱為半斜圖。試比較圖37中(a)及(b)之兩斜投影圖之效果。

§ 5—12 從正射視圖畫軸測投影圖，是較繁雜的一種寫生畫方法，因其三軸間的度數，不像等測圖皆為 120° ，亦不像二測畫中之二軸與水平線成 7° 及 41° 之固定角度，它三軸相互間的角度可因旋轉角，傾斜角之不同而隨時變換。軸測投影圖雖方法上較

為繁雜，但其優點是悅目自然且可隨時變換位置。

軸測投影畫的方法如圖38所示，(g)先定一適當直徑（此圖中以 $2\overline{OA}$ 表直徑）畫一圓；(h)將上視圖旋轉一角度尺，並自圓心畫如圖所示之二條平行線；決定另一角度傾斜角 T ，如圖所示，並畫出小圓，由此二條件決定出此物體深度軸，及寬度軸所在的方向（同心圓畫橢圓的方法決定之），如圖所示之 $\overline{Oa'}$ ， $\overline{Ob'}$ 。

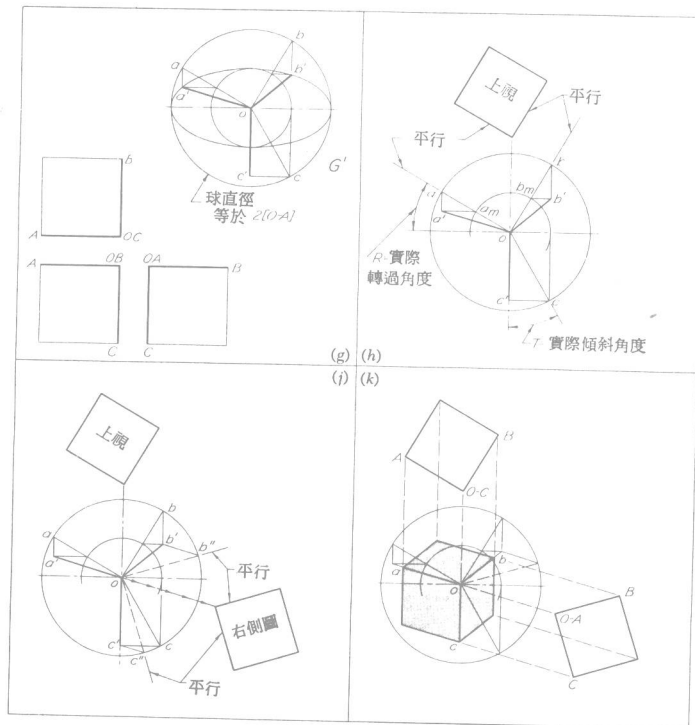


圖5.38 從正視圖作不等角投影。(g)定軸；(h)上視圖定位；(i)投影圖；(j)側圖定位。

(j)過 b' 點及 c' 點作 $\overline{oa'} \parallel \overline{b'b''} \parallel \overline{c'c''}$ ，令其交大圓於 b'' 及 c'' 點，連接 $\overline{Ob''}$ ， $\overline{Oc''}$ ，此兩線方向即為右側視圖傾斜後所在的方向，如圖所示在平行位置上畫出右側視圖。(k)自上視圖畫垂直投影線，自右側視圖對應點畫 $\overline{Oa'}$ 之平行線，連接相關連之點，即得此物體之軸測投影圖。

這個方法的優點是繪圖者可決定旋轉角及傾斜角，俾使物體能在最好的位置上表示出來。圖 39 是從正射視圖（三視圖）投影畫出軸測畫的實例。

繪圖要點

1. 以合宜之半徑繪圓。
2. 將P-1定位 (R 為轉動角)。
3. 將P-2定位 (T 為傾斜角)。
4. 完成結構，如圖所示，並將線P-3及P-4定位。

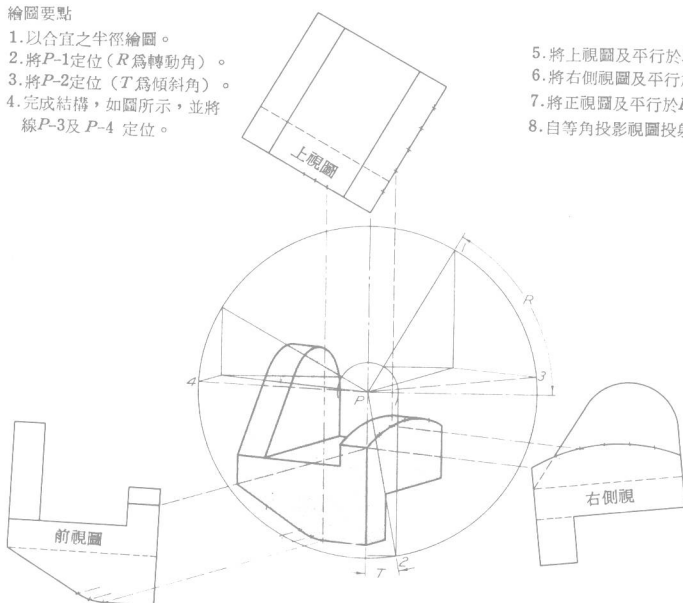


圖5.39 從正視圖投影而得之不等角。注意繪圖順序，細節參考圖8.38。

按照軸測畫的方法，我們亦可借投影正射視圖的方法來繪製等測圖，其方法如圖40所示，將上視圖旋轉 45° ，側視圖旋轉 15° ，並作垂直及 30° 的投影線即可。

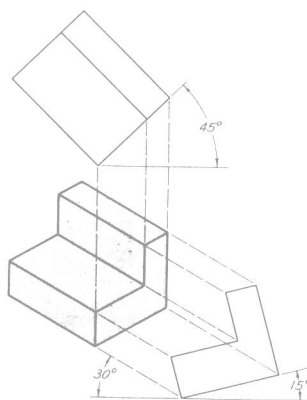


圖5.40 用投影法而得之等角圖。為便於投影於等角圖上，將上視圖轉 45° ，側視圖轉 15° 。

§ 5-13 利用正射視圖的方法亦可畫斜投影圖，其方法是利用上視圖作一假定之投影線（任何角度均可，但一般多為 30° 或 45° 。）再將各投影線畫至畫面上，然後再利用前視圖畫另一假定之投影線，將兩相關之投影線之交點或線相連接，即可畫出斜投影圖。如圖41所示。

斜投影位置因傾斜角度不同而互異，見圖28所示，如利用正射視圖的方法來繪製，從前視圖向下畫投影線可得出逆軸之斜投影圖，變更上視圖中投影線的方向可定出向左之軸的斜投影圖，因此，任一位置不同之軸的斜投影圖，均可變更上視圖及前視圖之投影線角度而得之。

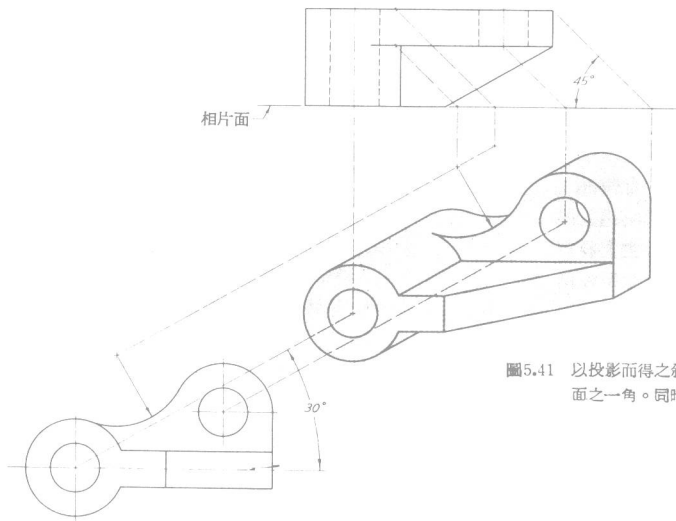


圖5.41 以投影而得之斜視圖。投影於上視圖對畫面之一角。同時直接從側視圖得斜視圖。

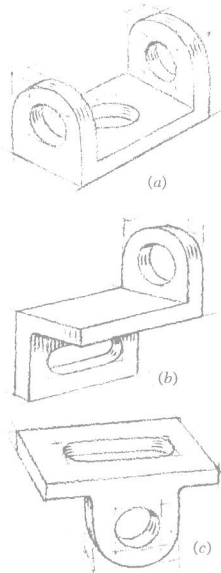


圖5.42 物體與軸之位置之選擇。

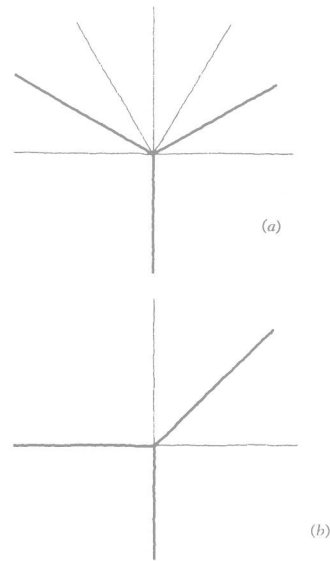


圖5.43 軸之定位。(a)圖為等角軸。(b)圖為斜傾45°之軸。

§ 5-14 寫生草圖是設計人員初步的繪圖工作，有迅速而且可反覆修改的優點，但一如儀器畫，仍要求正確及清晰，是身為工程師不可或缺的一項技術。

寫生草圖應用的方法，可依物體之特徵而採用等測圖，斜投影圖或透視圖。在繪畫之先，應細心選擇觀看物體之方向，俾能顯示出物體之一切特徵，方為最上乘之草圖。圖 42 所示即在說明物體與軸位置之選擇，(a)為等測畫表示，(b)及(c)為軸測法畫出。

定出軸之位置，乃是畫草圖之第一步驟。以等測畫表示時，三軸盡可能畫成 120° ，其畫法如圖 43 (a)所示，其中一軸為垂直線，另二軸與水平線成 30° 。如為斜投影圖時

，理論上雖然任何角度都可以，但常用 30° 及 45° 之軸，絕不可以使深度軸大於 45° ，以免使寫生圖過於失真。至於二測畫，其標準角度是 7° 及 41° ，可參考圖 43(a)，以 30° 平分之得 15° ，再以 15° 平分之得 $7\frac{1}{2}^\circ$ ，以此代替 7° 即可。 41° 角則以略低於 45° 角之線畫出即可得近似值。

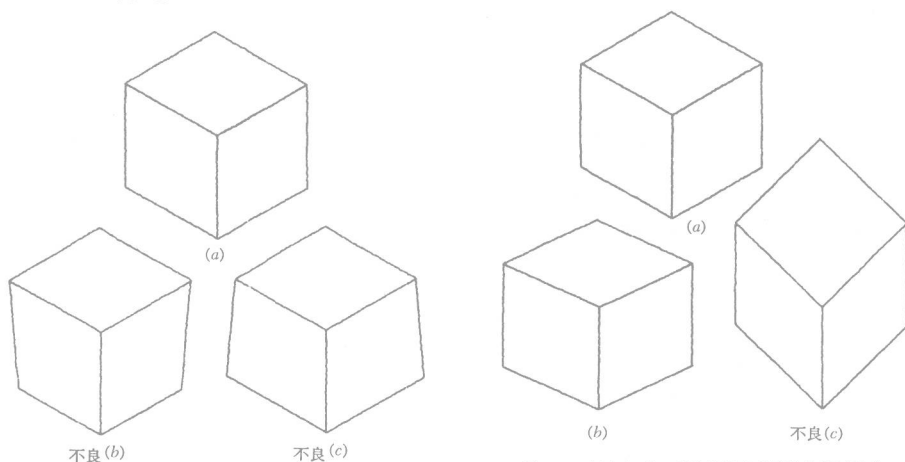


圖5.44 草繪垂直線。務求正確垂直，以定物體形狀。

圖5.45 軸之角度。扁平位置(b)或等角位置(a)均合於自然之外表。但軸如過份上挑像(c)圖即失真。

§ 5-15 以方盒法畫寫生圖，必須先畫各軸線所圍成之方格，俾進一步定出各部位之位置，因此，方格畫得不正或有誤差，都將影響物體之形狀，圖 44 中，(a)為正確之方格，(b)為垂直軸向下收斂之方格，(c)則相反，為垂直軸向上收斂之方格，如欲畫一正軸之物體，則(b)及(c)之方格顯然不當，終將影響物體之形狀。

如欲畫一準確之等測草圖，可如圖 45 (a)及(b)畫出，使其中二軸與水平線略大於 30° ，如(a)或略小於 30° ，如(b)均可，但絕不可以過分大於 30° ，以至於使其中二軸過於陡峭，致使外形失真。

綜上說明，斜投影圖、等測畫及軸測畫等，於草繪各軸使成一方格時應注意下列二點：(1)垂直線應平行於垂直軸，如圖44。(2)各軸必須保持扁平，以免失真，如圖 45。

§ 5-16 徒手寫生畫因不使用任何製圖儀器，故在距離之分段上，必須講求技巧，方能分段正確。等間隔分段，以目力判斷為之，如圖 46；如欲定中心位置，以連接對角線或中心線來定出，如圖 47。對角線之應用，除可決定幾何中心外，尚可用來增大或減小矩形形狀。如圖 48。

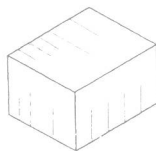


圖5.46 判定等間隔。可用眼睛決定之。

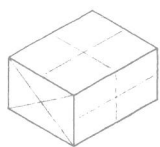


圖 5.47 中心之定位。用中心線或對角線決定位置。

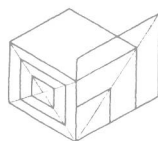


圖 5.48 用對角線增減矩形之用法。

§ 5-17 寫生圖中之圓形是一橢圓，因橢圓有長徑及短徑之分，故其形狀常因平面所在不同而互異，其原理是長徑恒垂直於旋轉軸，而短徑重合於旋轉軸，如圖 49。利用此一原理，水平面之所有圓形皆可如圖 50 畫出，長徑在水平位置上，短徑在垂直位置上。

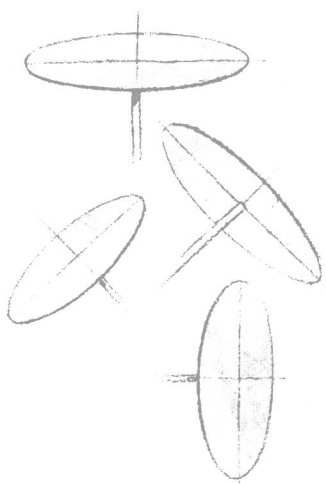


圖 5.49 寫生圖中之圓。橢圓之主要直徑垂直於旋轉軸。

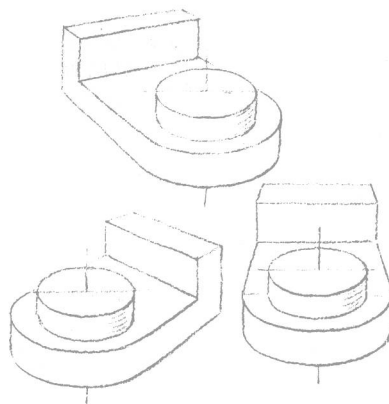


圖 5.50 水平面上之圓形特徵。水平線為橢圓之主要直徑。

徒手畫橢圓另一正確而迅速的方法，可依據圖 49 之原理，先草畫一組平行於長徑及一組平行於短徑所構成之平行四邊形，其各邊中點即是橢圓與直線之切點。等測畫中之圓即以此方法繪製，因以平行四邊形包圍橢圓，其橢圓形狀容易繪製而且正確。如圖 51 所示。

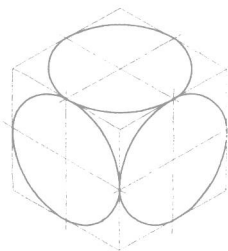


圖 5.51 等角圖中之圓。橢圓與封閉等角正方之諸邊中點相切。