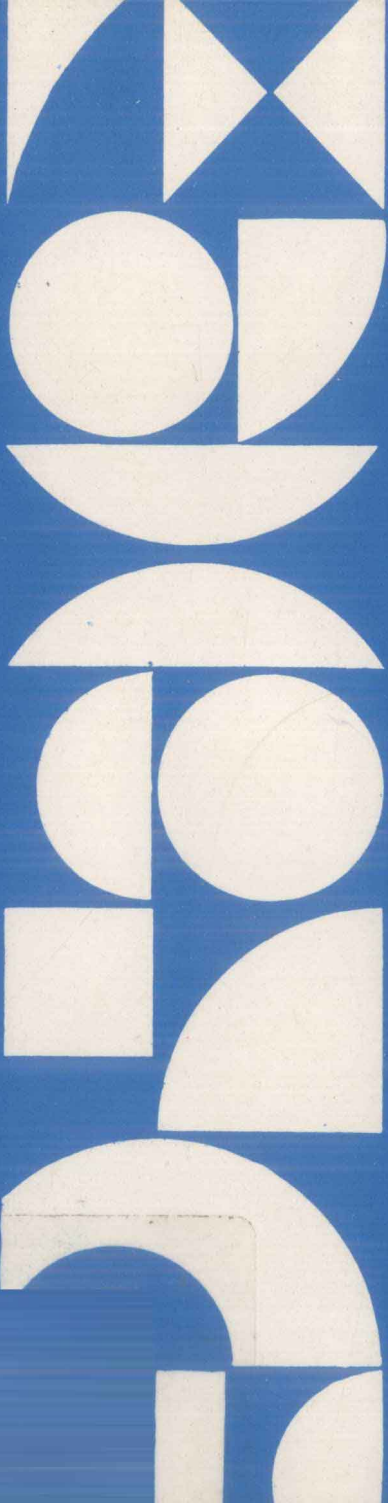




第三角法

板金展開圖法

原 正敏著

省立南工板金科主任

葉朝蒼編譯

大衆書局印行

第三角法

板金展開圖法

章朝蒼譯

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

大眾書局印行

第三角法板金展開圖法

編譯者：葉朝蒼・C特價三十五元

出版者：大 衆 書 局
發行者：大 衆 書 局

高雄市五福四路146號

本局業經行政院新聞局核准登記字號局版台業第0545號

發行人：王 餘 德
印刷者：美光美術印刷廠
臺南市鹽埕7號

中華民國六十四年九月再版

序

工程是一種應用科學，而其物體之實質描述則必須完整而且正確，數量關係應以數學方式表示，文字則用以完成各種說明，但不論機器及結構如何，設計、圖形的說明總是必要也是必須的。

近年來我國的機械製圖工、板金工、焊接工等之技藝比賽、技能檢定，甚至於預備軍官的考試中都有工程圖學這一科，而其中尤以展開圖及相貫體這一部份的成績最差，主要的原因乃是一般人輕視基礎的投影法之結果，殊不知作為一切設計及製造的基石之工程圖畫，在技術學院乃屬最重要的一門研究課程。

由於科學的進步，國內的工廠機械製圖採用第三角畫法者幾乎佔了絕大部份，相反的國內「鉸金展開圖法」的教科書或參考書都用第一角畫法，致使一般人感到非常不便。

編者為使一般學習方便起見在本書中完全採用第三角畫法說明，同時提出很多技藝比賽或檢定考試之題目解答，以便參加比賽、檢定考試或預官考選的同學們應考。

本書如有疏漏之處，尚祈高明不吝指教。

目次

第一章 正投影圖之基礎

1-1	立體的表示法	1
1-2	第三角法與第一角法	1
1.2.1	主投影圖	1
1.2.2	主投影圖之配置	2
1.2.3	第三角法與第一角法	2
1-3	面之展開	3
1-4	回轉法	3
1.4.1	投影圖之基本性質	4
1.4.2	直線之實長與傾斜角	4
1.4.3	平面之實形	6
1-5	副投影法	7
1.5.1	副平面圖	8
1.5.2	副立面圖	9
1.5.3	平面之實形	10
1.5.4	直線之實長與傾斜角	12
1.5.5	直線之點視圖	13

第二章 曲面之種類與展開方法

2-1	曲面之種類	15
2-2	展開的方法	17
2.2.1	平行展開法	17
2.2.2	放射展開圖	19
2.2.3	三角形展開法	20
2-3	曲面之種類與展開法	22

第三章 平行展開法

3-1	直圓柱	23
3.1.1	用半圓截斷之圓柱	23
3.1.2	有貫通孔之圓柱	23
3-2	斜角柱與斜圓柱	24
3.2.1	斜六角柱	24
3.2.2	四角管之連結部	25
3.2.3	用斜面切斷的直圓柱	25

3.2.4	斜連結管	26
3-3	圓肘管	27
3.3.1	二片肘管	27
3.3.2	三片肘管	27
3.3.3	四片肘管	28
3.3.3	附有補助鈑之肘管	29
3-4	分歧管	30
3.4.1	丁字管	30
3.4.2	Y字分歧管	30
3.4.3	Y字管 (I)	31
3.4.4	Y字管 (II)	32
3.4.5	由圓管斜方分歧之四角管	32
3-5	波形	33
3.5.1	波形	33
3.5.2	波形立體箱	34
3.5.3	波形六角箱	34
3.5.4	八角形立體	35
3-6	回轉面	36
3.6.1	球面	36
3.6.2	圓環	36
3-7	特種連結管	37
3.7.1	互相垂直之長方形連結管 (I)	37
3.7.2	互相垂直之長方形連結管 (II)	38

第四章 放射展開法

4-1	直角錐與直圓錐	40
4.1.1	截頭正六角錐	40
4.1.2	截頭正四角錐	40
4.1.3	截頭直圓錐	41
4.1.4	上端平截，下端斜截之直圓錐	42
4.1.5	上端平截，下端截圓形之直圓錐	42
4.1.6	上端平截，下端截方形之直圓錐	43
4.1.7	橢圓形容器 (I)	44
4.1.8	橢圓形容器 (II)	44
4-2	圓錐肘管	45
4.2.1	圓錐二片直角肘管	45
4.2.2	圓錐二片鈍角肘管	46
4.2.3	圓錐之片肘管	47
4-3	圓錐分歧管	47

4.3.1	圓錐Y字分歧管	47
4.3.2	二圓錐與圓管之分歧	48
4-4	直圓錐之應用題	48
4.4.1	平端用平面與圓柱面切斷之圓錐	48
4.4.2	圓錐與圓肘管之組合	50
4-5	斜角錐與斜圓錐	50
4.5.1	斜角錐	50
4.5.2	斜圓錐	50
4.5.3	用圓柱面挖開之斜圓錐	51
4-6	斜圓錐分歧管	52
4.6.1	三叉管	52
4.6.2	非對稱二叉管	53
4.6.3	四叉管	54
4-7	角形連結管	55
4.7.1	下端正方形，頂端圓管之相貫體	55
4.7.2	沿傾斜面，下端長方形之相貫體	55
4.7.3	直立四角管與水平圓管間之角形相貫體	57
4-8	回轉面	58
4.8.1	球面	58
4.8.2	圓環	60

第五章 三角形展開法

5-1	圓錐台	61
5.1.1	斜圓錐台	61
5.1.2	斜圓錐二叉管	61
5.1.3	非對稱二叉管	63
5-2	扭面	64
5.2.1	二叉管	64
5.2.2	四叉管	64
5.2.3	扭面與接平面旋繞	65
5.2.4	角部有圓弧之角形連結部	66
5.2.5	複合立體	67
5.2.6	有彎曲之四角管	69
5.2.7	螺旋狀版	69

第六章 相貫體之展開

6-1	相貫線之畫法	71
6.1.1	直貫線交點法 (I)	71

圓柱與角柱 圓柱與圓柱 圓柱與圓錐

6.1.2	直線交線法 (II)	74
6.1.3	共通切斷法	75
	圓錐與球 圓柱與圓柱 圓錐與圓柱 回轉面與因轉面 圓錐與圓錐	
6-2	相貫體之展開例 (I)	78
6.2.1	直交之異徑二圓管	78
6.2.2	直交之異徑偏心二圓管	78
6.2.3	斜交異徑二圓管	79
6.2.4	斜交異徑偏心二圓管	80
6.2.5	由 4 節肘管分歧之異徑管 (I)	80
6.2.6	由 4 節肘管分歧之異徑管 (II)	80
6.2.7	由圓筒分歧之四節肘管	81
6.2.8	互直交之圓管與四角管	81
6.2.9	直立於圓錐中心之四角管	82
6.2.10	直立於四角錐中心之圓管	82
6.2.11	直交之圓管與圓錐管	83
6.2.12	斜交於六角管之圓錐管	83
6.2.13	斜交於六圓管之圓錐管	84
6.2.14	四角管直交之正四角錐	85
6.2.15	四角管直交之正圓錐	85
6.2.16	直交於圓管之正四角錐	86
6.2.17	直交於圓管之正圓錐	87
6.2.18	圓管偏心交於圓錐	87
6.2.19	直交於圓管之裝配部角形先端圓形之管 (I)	88
6.2.20	直交於圓管之裝配部角形先端圓形之管 (II)	88
6.2.21	直交於直圓錐裝配部角形之管	89
6.2.22	與球相交之直圓錐	90
6.2.23	與球相交之斜圓錐	90
6.2.24	與圓環相交之圓管	91
6.2.25	斜交於直圓錐之直圓錐	91
6.2.26	斜交於直圓錐之斜圓錐	92
6.2.27	有水平分歧管之先端圓形底部角形之連結管	93
6.2.28	有關錐分歧管之先端圓形底部魚形之連結管	93
6-3	相貫體之展開例 (II)	94
6.3.1	直圓錐與圓管	94
6.3.2	多面體與圓管	95
6.3.3	多面體與圓柱面	97
6.3.4	上部圓形，底部方形管與圓管	98
6.3.5	直圓錐四角管	100

第一章 正投影圖之基礎

1-1 立體的代表法

三次元的立體，用二次元的平面來正確表示是由古代以來的難題。要表直方體之正面圖長或寬為實物長時深度即無法表示，畫直方體之很多面可看到的時，稜長或角大小沒法表示出來。

即由多方向來表示之方法是正投影圖 (multiview drawing)，由立體之多面所表示者曰透視圖 (perspective drawing) 或軸測圖 (axonometric drawing)，透視圖或軸測圖，其圖本身有立體感，對圖面不熟習的人也容易瞭解，但無法表示正確尺寸。

正投影圖是對內行人也難馬上想出一立體，但可正確表示立體，所以工業製圖 (engineering drawing) 主用正投影圖，一般說圖面即由正投影法所表示之圖。

1-2 第三角法與第一角法

1.2.1 主投影圖

由遠方處看立體的正面時，所得的圖是正面圖。得正面圖的視線曰正面視線。基於正面視線，互相垂直之視線而得的一群圖為主投影圖 (principal view) (如圖 1-1) 正面圖、平面圖、右側面圖、下面圖、左側面圖、背面

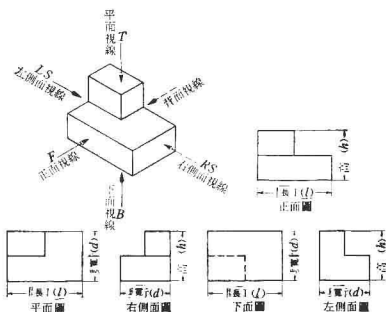


圖 1-1

圖，計 6 圖為主投影圖但有時只表示正面圖、平面圖、及側面圖之三視圖。

1.2.2 主投影圖之配置

主投影圖不可如圖 1-1，亂配置是不可以的，要如圖 1-2，圖 1-3 來配置，其配置原則如下：

- (1) 配置隣近之圖之視線要互相成直角。
- (2) 表示立體同點之隣近圖之點要配置平行。

1.2.3 第三角法與第一角法

主投影圖如圖 1-2 配置者稱為第三角法，如圖 1-3 配置者稱為第一角

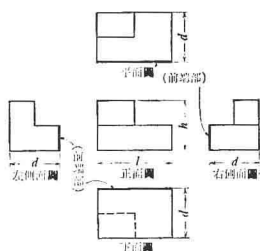


圖 1-2

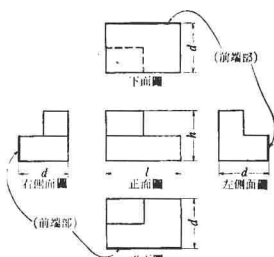


圖 1-3

法，第三角法是由正面正視時之立體的最前端部，在隣近時都向正面圖配置，第一角法是相反的把遠離於正面圖之方向。

有時把第一角法與第三角法之相異點是看正面圖與平面圖之相對位置之差，而錯在不注意正面圖與側面圖也有差，要留心。

第三角法是在美國、加拿大，第一角法是用在法國、德國、瑞士、蘇俄等，日本與英國是兩項都有用。

日本是建築或造船業關係之圖面用第一角法，機械製圖主要用第三角法（東京都機械教育研究會對 125 公司為對象調查之結果大約有 13% 工廠用第一角法）

從前在日本，展開圖法的基礎圖學（descriptive geometry）是教第一角法，板金展開圖也用第一角法來作圖，但機械製圖用第三角法而板金展開圖用第一角法是不合理的。所以本書用第三角法。

但如圖 1-2，及圖 1-3 都有 5 個主投影圖，但不需要這麼多投影圖，

依正面圖可得長度 (l) 及高度 (h) 之二次元尺寸，所以要表示深度 (d) 有側面圖或平面圖即夠 (在機械製圖用 ϕ , $\square$, t 之符號，來省略平面圖或側面圖)。

1-3 面之展開

把立體之表面沒有龜裂或皺紋展開稱為面之展開 (development)，其圖面為展開圖。在展開圖其稜或面素都表示實長 (圖 1-4)

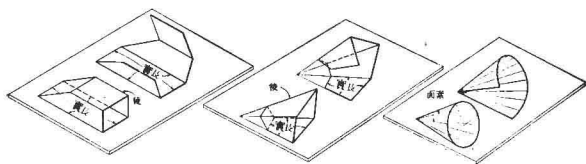


圖 1.4

即可求得立體之稜或面素之實長，即可畫展開圖。

(對於多面體之展開或截斷面立體之展開有時先求面之實形來畫圖比較好) 求直線之實長或面之實形有二種方法。

即求所要之直線或平面時，把某一直線為中心，回轉可看到實長或實形之位置之方法，或固定直線或平面，而改變視點之位置 (改視線之方向) 即可看到實長或實面的位置所看到之方法。

前者稱為回轉法，後者為副投影法，以下學習展開圖法的基礎是回轉法與副投影法。

1-4 回轉法

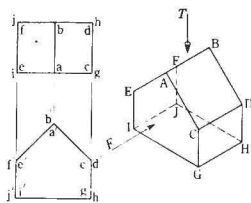


圖 1.5

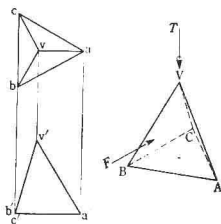


圖 1.6

普通的工作圖面不要加符號在立體之各點，或平面圖與正面圖之間畫細線。但作展開圖的時候爲了不使各點間之對應關係錯誤如：

圖 1—5 及圖 1—6 用符號或畫對應線比較好。

加符號之方法很多，但由我國一般習慣平面圖用英文小字 (a, b, c, ……) 正面圖付 (') 如 (a', b', c', ……) 來表示。

1.4.1 投影圖之基本性質

如圖 1—5 我們知道以下之情形。

(1) 平行於正面視線之稜 AB, CD, EF, 在正面圖爲點，其隣近之平面圖表實長。

(2) 正面視線所平行之平面 ABDC, ABFE, CDHG, EFJI, 在正面圖爲直線。

(3) 在正面視圖，垂直之稜 AC, AE, CG, EI 在正面圖上表實長 (垂直於平面視線之稜 AB, CD, EF, 在平面圖上表實長)

(4) 垂直於正面視線之面 ACGIE 在正面圖，與垂直於平面視線之面 GHJI 在平面圖上表實形。

又由圖 1—5，圖 1—6 也可瞭解如下：

(5) 對視線成傾斜之直線 (圖 1—6 之稜 VB, VC) 在平面圖或平面圖上不能表其實長。

(6) 對視線成傾斜之面 (如圖 1—5 之面 ABDC, ABFE, 圖 1—6 之 $\triangle VAB$, $\triangle VBC$, $\triangle VCA$) 不能表示實形。

1.4.2 直線之實長與傾斜角

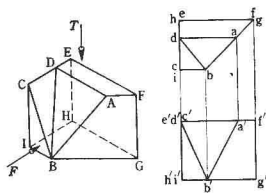


圖 1.7

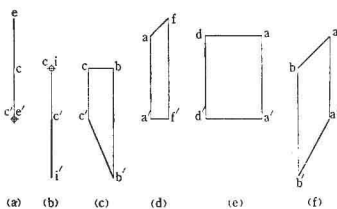


圖 1.8

如圖 1-7 之立體之稜為例，來想想看，

- (a) 稜 CE 平行於正面視線 (垂直於平面視線)
- (b) 稜 CI 平行於平面視線 (垂直於正面視線)
- (c) 稜 CB 垂直於正面視線
- (d) 稜 FA 垂直於平面視線
- (e) 稜 AD 垂直於正面視線又垂直於平面視線
- (f) 稜 AB 都傾斜於正面視線及平面視線

把各直線各別描出如圖 1-8

除了(f)，由(a)到(e)在正面圖或平面圖有實長之現象即：

「對於垂直於視線之直線，其投影有實長之出現」

由上事實可知以下兩項

- (1) 一方之圖中直線看為點時，(點視圖 point view)

在其隣近圖，其直線在平行於對應線上為實長直線如(a)(b)圖。

- (2) 在一方之圖中，直線垂直於對應線時在隣接圖出現實長如(c)(d)(e)圖。

故要求在正面圖及平面圖不能表出實長之直線求其實長時，如圖 1-9 把與此線相交之鉛直軸為中心回轉此直線，移到直線與正面視線成垂直之位置。如圖 1-9

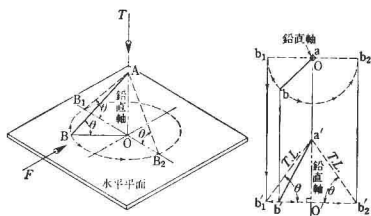


圖 1-9

即選直線 AB 之一端 A 點，及通過 A 點之鉛直軸 AO，把他端 B 點由 AO 軸為中心回轉。在平面圖中鉛直軸 AO 為點，b 是沿着 $\overline{ab}$ 為半徑之圓移動。即 ab 回轉到與其對應線直角之位置 b_1 (b_2) 時，即 AB 與正面視線成垂直。點 B 在垂直於鉛直軸 AO 之平面 (在正面圖，通過 b'_1 ，垂直於 $a'o'$ 之直線) 上作圓運動，在平面圖 a 點為中心把 b 移到 b_1 (b_2)，由 b_1 (b_2) 向下畫對應線，其交點 b'_1 。即 $a'b'_1$ ($a'b'_2$) 為實長 (圖中之 T. L. 記號是實長 (true length) 之省略) 此時 $\angle a'b'_1o'$ ($\angle a'b'_2o'$) 是與直線 AB 與水平平面所成

之角（水平傾角）。

圖 1—9 中其回轉中心用通過 A 點之鉛直線，也可用正面垂直軸，圖 1—10 是用通過 A 點之正面垂直軸為回轉軸之例。

1.4.3 平面之實形

在 1—4—1 所述的垂直於視線之面之投影圖是實形。圖 1—5 中之平面 ACGIE 是垂直於正面視線，在正面圖中表實形。又平面 GHJI 垂直於平面視圖，平面圖有實形。平面 GHJI 垂直於平面視圖之事即平行於平面視線。一般平行於視線之平面，在圖上表直線。此稱為平面之緣視圖（edge view）。

在 1—5 中平面 GHJI，GHDC，ACDB 都平行於正面視線，在正面圖為緣視圖。圖 1—11 是把圖 1—5 之平面各別提出來所畫的。

其中在平面有實形者如平面 GHJI，其緣視圖 $g'i'$ 垂直於對應線。

一般有平面之實形之投影圖，在其隣近圖，表示對應線直角方向之線（緣視圖）。

平面為緣視圖時，在緣視圖上被點視之直線為中心，回轉這平面，可求出面的實形。

圖 1—12 與圖 1—7 是同一立體，求這立體之面 BCD 之實形，用回轉法試求之。

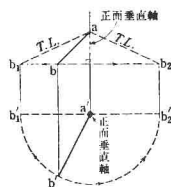


圖 1-10

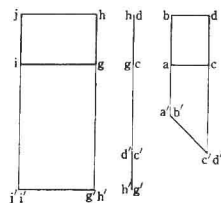


圖 1-11

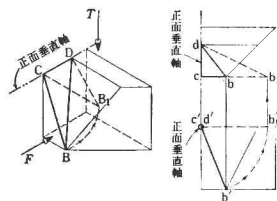


圖 1-12

因 $\triangle BCD$ 是平行於正面視線之平面，在正面圖是一緣視圖。把 $\triangle BCD$ 以此平面上之“點視直線” CD （正面垂直軸）為中心回轉，使垂直於平面視線即平面圖上出現實形（ $\triangle cd b_1$ ）。

〔作圖〕①在正面圖， c' 為中心把 b' 回轉到，與對底線成直角之位置 b_1' 。
 ②在平面圖，把 b 移動到正面垂直軸 cd 之垂直方向。③由 b_1' 畫其對應線得交點 b_1 。④ $\triangle b_1cd$ 是實形。

求同立體之面 $ABGF$ 之實形。

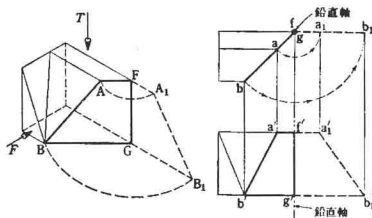


圖 1.13

面 $ABGF$ 是平行於平面視線之平面，在平面圖上是線視圖。把面 $ABGF$ ，以平面上之點視直線 FG （鉛直軸）為中心回轉使與正面視線成垂直，即在正面圖可得實形（ $f'a_1'b_1'g'$ ）。

〔作圖〕①在平面圖， f 為中心回轉 a, b 使一垂直於其對應線，求出 a_1, b_1 。
 ②把正面圖上之 a', b' 移動與鉛直軸 $f'g'$ 之垂直方向，③由 a_1, b_1 畫下垂線，④得此兩線之交點 a_1', b_1' ，⑤ $a_1'b_1'g'f'$ 是實形。

1-5 副投影法

在前節所述，固定視線之方向，把所要求之直線與面，由適當之回轉軸（普通用鉛直軸，或正面垂直軸）為中心回轉而求出其實長或實形。

與這法相反的，把直線或面固定，而變更其視線，由這直線或面垂直之方向看時，可求出其實長或實形。此法稱為副投影法。

副投影圖（Auxiliary）（Jls 機械製圖稱為補助投影圖）是由主投影圖以外之視線所得之投影圖。副投影圖有，對正面視線垂直之視線（圖 1-14 之 1, 2, 3, 4）及對平面視線垂直之視線（圖 1-16 之 1, 2, 3, 4）及對正面，平面視線都成斜之視線而成的。

第一的稱為副平面圖（auxiliary plan view）第二的稱為副立面圖（auxiliary elevation view）最後的稱為斜副面圖（inclined auxiliary view）（也稱二次副投影圖，副平面圖或副正面圖為一次副投影圖）

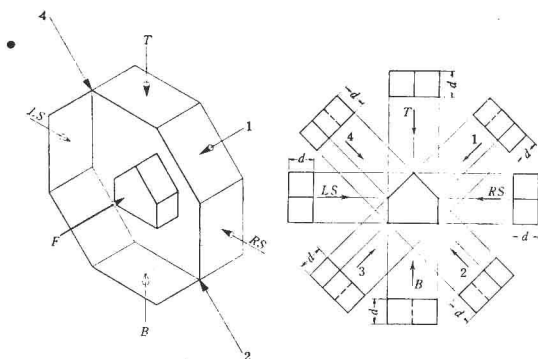


圖 1.14

1.5.1 副平面圖

正面圖可表出長度 (l) 及高度 (h)，但深度 (d) 是不能表出的，所以普通用平面圖或側面圖來表示深度 (d)。不用平面圖或側面圖，由垂直於正面視線之投影圖也可表出深度 (d)，如此垂直於正面視線之視線群所成之副投影圖稱為副平面視圖 (此時側面圖也可看為一種副平面圖)，簡單說，副平面圖是由上斜方或斜下方看立體的圖。

副平面圖也與平面圖或側面圖同樣，垂直於正面視線方向之正面圖之隣接圖，所以與主投影圖同一原則之配置，畫視線方向之對應線，配置於此對應線上。其位置可由紙面大小任意考慮正面圖之距離立體之深度 (d) 在副平面圖，不關視線方向都同長，不可忘記與平面圖之大小一樣。立體之深度 (d)，普通由立體之最前端部為基準量出。如下例題 (圖 1—15) 所示想定，接於立體最前端部之正面平行平面即基準面 (垂直於正面視線之平面)，由此基準面量出深度 (d) 即不會錯。

此平面在平面圖及副平面圖，常為緣視圖表示為直線。量深度 (d) 之基準線稱為基準線。

基準線一定垂直於對應線。

〔例題 1〕如圖 1—15 所示，用立體之視線 1，2 畫副平面圖。

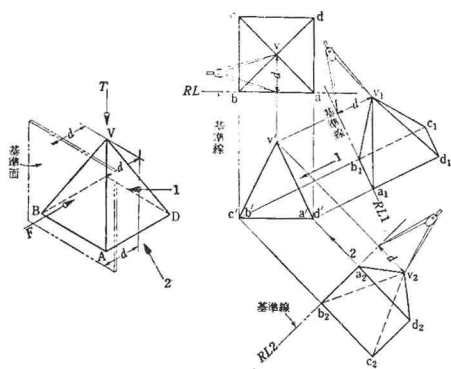


圖 1.15

〔作圖〕

- (1) 引基準線RL平面圖之前端部（近於正面圖之端部），與對應線垂直之方向。
- (2) 在適當之位置，畫基準線RLI，垂直於視線1之方向。
- (3) 由 v' , a' , b' , c' , d' 各點引對應線垂直於基準線RLI（視線1之方向）。
- (4) 在各對應線上，量出平面圖上 v , c , d 各點到基準線（RL）之距離定 v_1 , c_1 , d_1 各點。
- (5) 連此點時，注意可看到之稜及看不到之稜（實線點線），照順序連之（在正面圖，離基準線最遠之稜（例 $b'c'$ ）在這問題上之副平面圖是看不到的稜）。
- (6) 由視線2所畫之副投影圖，也如視線1之圖法作圖即可以。此時在正面圖上近於基準線之稜 $a'd'$ 在副平面圖中可看出，但遠稜 $v'b'$ ， $v'c'$ 是看不到的稜。

1.5.2 副立面圖

如畫副平面圖之方法相同，用平面視線為基本，由垂直於平面視線之視線群所成之副投影圖稱為副立面圖。側面圖也可看一種副立面圖。副立面圖是相當於由水平斜前方，或水平斜後方所看的圖。

副立面圖如圖1—16配置於平面圖之隣近。副平面圖可表出立體之鉛直