

# 展開與交線

—板金製圖與樣板展開

Sheet Metal Drawing And Pattern Development

BY A. DICKASON

張明寮 譯

高雄師範學院工業教育系主編

工業教育叢書之一

高雄復文圖書出版社印行

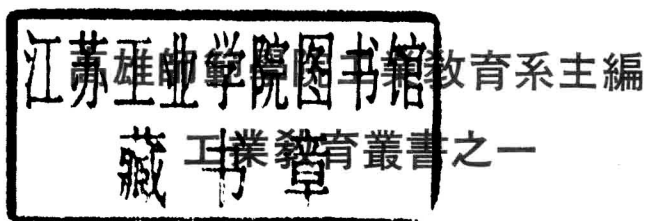
# 展開與交線

—板金製圖與樣板展開

Sheet Metal Drawing And Pattern Development

BY A. DICKASON

張明寮 譯



高雄復文圖書出版社印行

## 願望和態度

六十七年全國工職會議時，曾對過去三十年的工業教育作坦誠的檢討，認為工藝教育是工業教育的基礎，工業教育是國防建設的基礎。明定工藝即是工業的初階，主張自國小五年級起到國民中學三年級以工藝科為核心課程 Core Curriculum 以試探學生之未來職業性向志趣，務使學生在工商企業社會中能獲得技能、知識和應有的態度等認識，作為他們在高中一、二年級時對選擇職業的準備，解除他們以升學為唯一出路的桎梏。

惟今日工業科技的演進十分急增，其實用的技藝在製造系統方面的進步情形，國人已感難以追及。因此正確的、有系統的工業教育亟待展開，以便國人能迎頭趕上工業發達國家的生產水準。捨此方式：以工業科技為現代智識的機樞，工業教育為今後教育的模式，則國防建設將成幻象，精密工業必操之於人，生產外銷永居於加工階段。

如何展開工藝及工業教育？有效培育人才，促進工業科技的研究，引進生產的新知，乃工業教育系教學主旨。本系同仁鑒於此時代需要之重大使命，乃有此共同的願望：即將以何種方式，對國家工業科技之發展，對工業教育之推廣，對學生學習工業理論與技術之方便利益，作系統的貢獻。多年以來，同仁著述頗多，乃有編印工業叢書之構思，但限於人力、財力與經驗，未能概全，編成系統，不無缺憾。爰經同仁共同集思，分年編印，出版叢書課程 Cluster Curriculum 之參考書籍，提供工藝及工業界人士之選用。尚請各工職、工專、技術學院暨公私工廠之才俊多方補充，並賜予鼓勵，俾達成本系同仁之推廣工教及服務社會之初衷。本人謹為本系工業教育叢書及工藝輔導叢書之發行伊始，特誠摯真摯的願望和態度，餘懇愛護。

# 目 錄

前 言	1
1 多邊形與曲線	2
規則多邊形	2
橢圓	4
拋物線	8
雙曲線	11
圓錐剖面	12
2 投 影	17
正投影	17
輔助視圖	19
等角投影	21
斜角投影	23
3 輻射線展開法	25
正圓錐蓋	25
正圓錐連接角面	26
正圓錐出口	27
矩形罐之壺嘴	28
撤水器	30
等錐度托盤	31
斜 錐	33
非對稱噴嘴	35
斜錐蓋	38
斜錐漏斗	40
三路圓錐支管	42
斜錐四路支管	43
輸送機壳上之圓錐漏斗	45
樣板中之點或曲綫	47
4 平行線展開法	50

方角柱	50
方型斜柱	50
正六角柱	50
斜六角柱	51
正圓筒	52
斜圓柱	52
正圓筒與斜圓筒 y 接	53
正圓筒滑槽	54
箱底出口 連接器	66
同徑之交叉管	56
簡單邊飾	57
飾緣邊飾	58
弓形蓋	59
六角花瓶	59
簡單之尖頂飾	62
裝飾花瓶	64
伸長裝飾碗	65
圓筒體上斜矩形支管	68
圓筒體上伸長斜支管	69
圓管直交稜錐	70
<b>5 通過圓心球</b>	<b>73</b>
兩相交圓錐	74
兩路正圓錐噴嘴	75
自圓筒導管上之正圓錐出口	77
斜管上之正圓錐漏斗	79
<b>6 三角形展開法</b>	<b>81</b>
分成三角形之實長	82
扭方形傳送件	83
方圓傳送件	84
帶垂直邊方對圓傳送件	86
圓對矩形之噴嘴	87
矩形—半橢圓—圓形傳送件	88

具有斜管頂方對圓之傳送件 .....	90
烟蓋及烟管 .....	92
由方槽至圓件之傳送件 .....	94
帶有斜背矩對圓漏斗 .....	97
灣角傳送聯接器 .....	98
爐形肘管聯接器 .....	101
叉管 .....	103
同底上二叉管 .....	103
預定結合綫叉管 .....	105
橫臥橢圓形結合綫叉管 .....	107
不同支管之叉管 .....	108
方底上之叉管 .....	111
三路叉管 .....	113
接合件 .....	115
二叉接合件 .....	116
方對兩圓式接合件 .....	117

## 7 切割面法求交綫 .....

120

正圓錐連接圓錐蓋 .....	121
斜圓錐連接圓錐蓋 .....	123
斜圓錐連接球泡 .....	125
方管貫交正圓錐 .....	127
通風器頭 .....	127
圓頂容器上之圓錐壺嘴 .....	129
圓錐蓋顯屏固定器 .....	131

## 8 輔助視圖與複投影 .....

135

直綫投影 .....	135
方柱上投影 .....	136
正圓柱之投影 .....	138
螺旋運送器之滑槽 .....	139
兩方管之交叉綫 .....	140
方件上形肘管 .....	141
圓筒管上之方肘管 .....	143

圓筒件上之圓管肘節	145
圓筒件上之圓肘管另一側	147
異徑圓筒偏心斜交	149
主管上之兩支管	151
具規則角度之兩肘管	153
y型傾斜管	156
不規則之y形管	158
轉節機器之進料槽	163
矩形對圓之複合接合件	166
偏置管	167
偏置管另例	168
圓管環繞方柱	172
排出槽	274
圓筒連接斜錐	177

## 9 綜合樣板及蝸槽之展開 180

方變矩形之傳送件	180
滾動面傳送件另例	180
一同等傳送件	186
外張通風頭	186
外張通風頭另例	189
預定曲線	191
平側頰邊	191
蝸旋尖頂	193
蝸旋槽	194
無中心柱蝸旋槽	198
分界進料漏斗	200
偏心異徑管之加強板	201

## 10 管路及其展開 204

烟管及抽風管	204
烟蓋	204
支管	207
集塵及烟道抽風管	210

複合漏斗	210
延長側邊之漏斗	213
抽風管	215
支管之展開	215
正圓錐蓋	217
傳送連接件	220
三叉導管系	222
三叉連接件	222
圓筒連接件	224
蓋子	225
球圓頂之連接件	227
排氣管	230
圓頂之管連件	230
蓋子	231
排烟管	233
支管連接件	233
傳送連接件	235
斜圓錐連接件	236
複交角之管件及支管	238
烟道管件	241

## 11 板金工之製圖術 243

繪製大物件	244
蓋子之展開	245
樣板展開比例	248
方對圓傳送件	249
六支管連接件	252



## 展開與交線

### —板金製圖與樣板展開

# SHEET METAL DRAWING AND PATTERN DEVELOPMENT

## 前言

在樣板展開陳述工作之認識上，並非以本書要與板金工作幾何學(Geometry of sheet metal work)分庭抗禮；而是可作為其補充材料。在先進之課程上並未將目前之工作計劃在內，然而它却是由簡入繁在有系統的體系中求取進步所必需的。因此，首先之步驟為複習展開之三個方法，即輻射線法(Radial line)，平行線法(Parallel line)，三角形法(Triangulation)，使其能應用到相近之例子上。之後在第8章，在實際工作中經常出現的代表性之交線問題，在輔助視圖，或複投影上，我們提供了很多更深一層研究的機會。

在板金工之製圖術章節上，我提供了一個作者使用多年，給予技工很簡單的由紙上轉移至板金上展開樣板的方法。它在樣板之裁板上，可說是很有效地節省下材料。根本上，這個方法可以說是在板金工展開及初始設計上整個之製圖工作。

本書中，有幾個問題，是取自Journal之板金工業(Sheet metal Industries)，本人承蒙編輯Mr. Edward Lloyd 允許使用。我也感激內入及女兒在本書之籌劃上一直之鼓勵及協助。

A. DICKASON

## 1 多邊形與曲線

### 規則多邊形 (Regular Polygons)

在樣板展開基礎上，往往需要在圓內或圓外來繪製一多邊形。這些多邊形，多數很簡單，下面這些例子由三角形演變至八角形。

在一已知圓內，來繪製一等邊三角形 (equilateral triangle)，首先畫一圓，然後以圓之半徑長為半徑，任意直徑  $AB$  之端點  $A$  為圓心，畫圓弧，交圓周於  $C$  及  $D$ ，如圖 1 所示。連接  $CD$ ， $CB$  及  $BD$ 。

在一已知圓內來繪製正方形 (Square)，畫兩互垂直之直徑，如圖 2 中之  $AB$  及  $CD$ ，然後連接各直徑之端點，即為所求之。

在已知圓內繪製正五邊形 (Pentagon)，如圖 3 所示，將圓等分成四等分，將  $OA$  等分成二等分， $B$  為等分點，以  $B$  點為圓心， $CB$  之長為半徑畫圓弧交直徑於  $D$  點。再以  $C$  點為圓心， $CD$  之長為半徑畫弧交圓周於  $E$  點，則  $CE$  之長為正五邊形之一邊。以  $CE$  之長為半徑可得正五邊形，如圖所示。

在已知圓內繪製正六邊形 (hexagon)，畫一直徑，如圖 4 所示之  $AB$ ，將圓規張開如同圓之半徑，以  $A$  點為圓心，畫圓弧交圓於 1 及 2，同理，以  $B$  點為圓心，畫圓弧交圓於 3 及 4，沿圓周上相鄰兩點之弦，即構成正六邊形。

在已知圓內繪製正七邊形，畫兩互垂直之直徑，如圖 5 所示，將水平位置之直徑之半等分分成四等分，另在其末端加上一等分，如圖 5 所示由  $O$  到  $A$ 。連接  $A$  到  $B$ 。然後自圓心  $O$  繪  $OC$  平行  $AB$ 。交圓周於  $C$ ，則弦  $BC$  為正七邊形 (heptagon) 之一邊。然則，這個方法並非很正確，不過在實際工作中卻是簡便而有效。

在已知圓內繪製正八邊形 (Octagon)，畫四條互成  $45^\circ$  之直徑，將四直徑之端點連接之，則成正八邊形。如圖 6 所示。

另外，欲在一已知圓上作一外切正八邊形，則可利用上述圖 6 之四條互成  $45^\circ$  之直徑，在直徑之端點上，各作圓之切線，則亦可得外切正八邊形，如圖 7 所示。在此狀況下，正八邊形之每一邊均與圓相切。

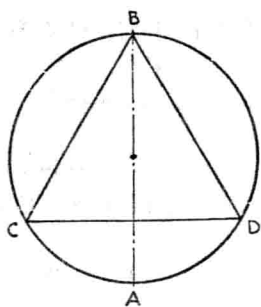


圖 1

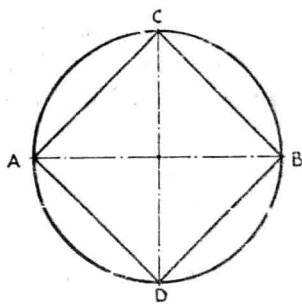


圖 2

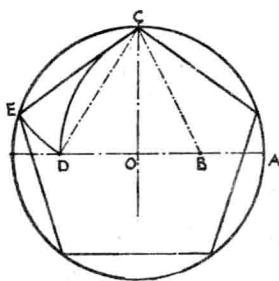


圖 3

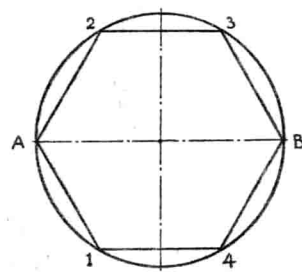


圖 4

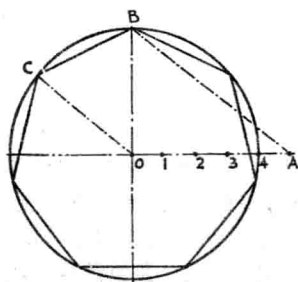


圖 5

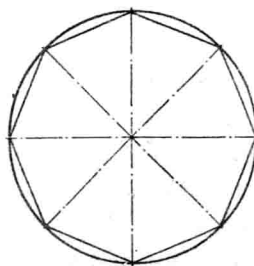


圖 6

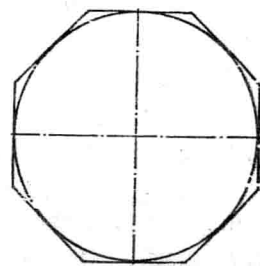


圖 7



圓決非可用圓規所能來繪製的。習慣上，橢圓可用徒手（Free hand）經過若干交點來繪製之。當然，也有不少人用曲線板（French Curves）來描繪橢圓，不過，除非交點足夠來引導繪製一正確形狀之橢圓，否則沒人敢擔保繪製出來之橢圓為正確之橢圓。

近似橢圓，或卵形，也可用圓規來繪製，既使說，用圓規所繪製之任何曲線或弧線必須為圓周之一部份。因此，此為其近似名稱的由來。雖說近似，但有些方法所繪製出來之橢圓非常接近，近似。在 *Geometry of sheet Metal Work* 一書中談論的不少。

很多實用之繪製橢圓的方法中，如圖9所示者，即為其中之一。兩圓之圓心為同一點，小圓之直徑與橢圓之短軸相等，而大圓之直徑等於橢圓之長軸。在圖上所給予的例子中，大圓周分成十二等分，雖說愈多等分，所繪製出來之橢圓愈

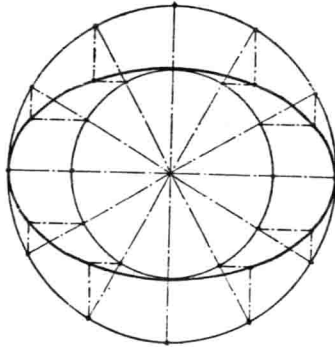


圖9

正確，而事實上，那些分段不一定需要相等。在大圓周上之等分點作直徑，交小圓周於相同之等分點。其次，自大圓周上之等分點作垂直線，與小圓周上之對應等分點作水平線相交。則垂直線與水平線相交之點即為橢圓上之點。

另一繪製實際橢圓之方法如圖10所示。利用長軸與短軸之長來繪製一矩形，則矩形中心線表示軸。將矩形分成四等分。現就圖10所示之右上方部分來說明之。將矩形之短邊等分成4等分，即  $01 = 12 = 23 = 34$ 。將矩形之長邊亦等分成4等分。連接  $A_1, A_2, A_3$  與  $B_1, B_2, B_3$  之延長線相交，則交點即為橢圓上曲線之點。 $A_4$  與  $B_4$  之交點即為點4，連接各交點，即為橢圓之四分之一。同理可得其他部分。

## 6 展開與交線——板金製圖與樣板展開

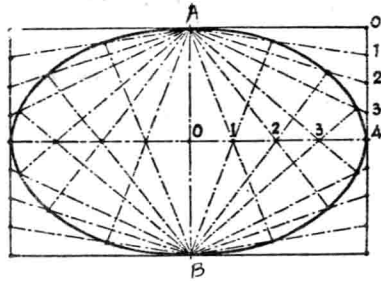


圖 10

圖 11 所示為實際橢圓之實用劃法。這個方法之原理基礎在於圖 8 所示，也就是由兩焦點至橢圓曲線上任何一點距離之和等於長軸之長，在本例中，如圖 8 中，先繪製長軸與短軸，然後依圖 8 之方法定出焦點之位置。在兩焦點上，裝上兩梢子，取一段棉質未具彈性之線套在兩梢子上，其長等於橢圓之長軸。棉線套在梢子上要靈活地震動，鉛筆尖要抵緊棉線，如圖 11 所示。當鉛筆移動時，筆

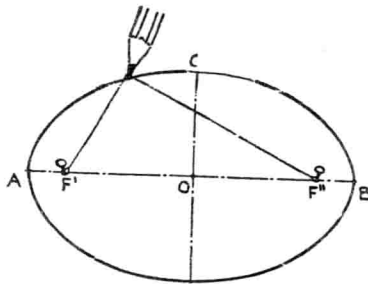


圖 11

尖不可脫出棉線外，如此才不致失真。

在板金樣板展開工作中，圖 12 所示繪製橢圓方法，毫無疑問地可說是最重要的，不只是展開中，甚至橫截剖面或交線之許多問題中均可應用到。圖中所示為一直徑  $CD$  之圓筒，在  $AB$  處水平截斷， $AB$  處之截面當然是一橢圓。這橢圓劃製在其長軸之下方， $A'B' = AB$ ，而其短軸即為圓筒之直徑  $AD$ 。在  $CD$  直徑上劃一半圓，將其六等分。在半圓上之等分點投影回  $CD$ ，延長並在  $AB$  處交於斷面上。由在  $AB$  上所獲得之點，垂直  $AB$  投影之。在其下方適當處劃  $A'B'$ ，

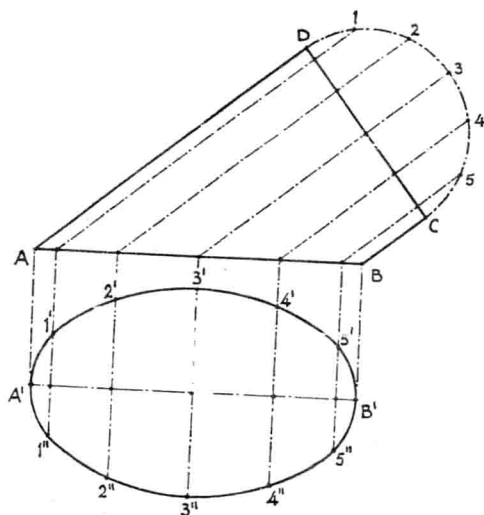


圖 12

使  $A'B' \perp AB$ ，並與垂直  $AB$  之各投影線正交。由  $\widehat{CD}$  半圓上之點 1, 2, 3, 4, 5 至  $CD$  之距離，移至對應線上，在長軸  $A'B'$  上，下取出對應之距離，得點  $1', 2', 3', 4', 5'$  及  $1'', 2'', 3'', 4'', 5''$ 。連接這些點，即得橢圓。

事實很明顯地，半圓  $\widehat{CD}$  上，若分成更多之等分，則可得更多相對應之點，因此，所繪製之橢圓也更為正確。然而，將半圓分成六等分之法可說是最通用且實際之方法，因為可用半圓之半徑來做為六等分點之工具，而不必另求等分量。不過有一點要注意的是若欲獲得一順暢，圓滑之橢圓，則不可“塗扁”或“凸出”線條，否則線條無法光潔。

某些方面，圓可視為橢圓之特殊形態。看圖 13 所示，想像在長軸  $AB$  上之橢圓  $ACDB$ ，緩慢地轉動繞着短軸  $CD$  為軸。各位可發現到短軸  $CD$  沒改變，但長軸  $AB$  縮短了。在迴轉過程中之  $A'CB'D$  位置上，水平軸與垂直軸變成相等，或  $A'B' = CD$ 。此時可發現到橢圓變成圓，焦點落至直徑  $A'B'$  上。若是橢圓繼續迴轉，則水平軸變得比垂直軸還要短，此時之橢圓位置為  $A''CB''D$ ， $CD$  此時即成長軸。若再繼續迴轉，則水平軸有成零之狀態當點  $A, B$  到達中心  $O$  時，此時之橢圓就變成一條線，即軸線  $CD$ 。

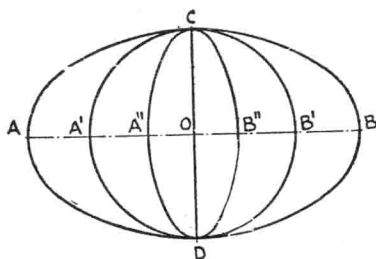


圖 13

### 拋物線 ( Parabola )

在板金樣板展開中，拋物線可視做圓錐之剖面。簡單而言，一拋物線的曲線，自頂點開始，曲線環繞直向着中心線，兩邊很接近，幾乎近到平行中心線之位置，但絕不平行，各位可由圖 14 中看得出，拋物線亦可定義為一點之運動，其距定點，即焦點之距離等於距一直線，一般稱為準線 ( directrix ) 之距離，其軌跡之集合，即為拋物線之曲線。

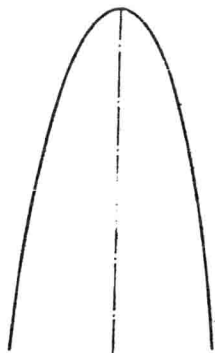


圖 14

參看圖 15，設直線  $AB$  代表準線， $F$  表焦點。然後，根據定義，任何在曲線上之點與焦點  $F$ ，準線  $AB$  之距離必為等距。例如， $a'F = a'A$ ， $b'F = b'b$ ，同樣， $c'F = c'C$ ， $d'F = d'd$ ， $VF = VD$ 。要注意的是點  $V$  是曲線之頂點，也就是焦點  $F$  及點  $D$  之中點，點  $D$  為自焦點  $F$  垂直準線之點。

圖 15 之右側部份，可以很清楚地看出，從準線  $AB$  上劃縱座標方向 ( 鏈條似



之線)之線，一直到拋物線之內部構成一系列之線，拋物線內部者用實線表示。這些平行線，當一光源置於 $F$ 時，則代表着拋物線反射器(投射燈或探照燈)之反射光線。由一光源置於焦點之拋物線反射器，其反射光線為平行光柱。

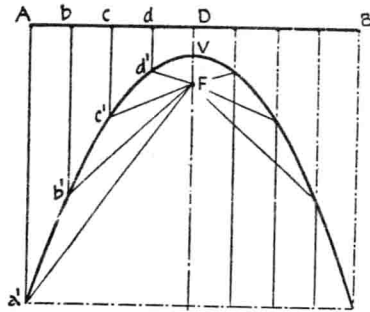


圖 15

有很多方法來繪製拋物線，圖 16 及圖 17 所示為其中之兩種。在圖 16 中，設  $AB$  表準線， $D$  表  $AB$  上之一點，使  $DV$  線垂直  $AB$ 。再設  $F$  表拋物線之焦點在  $DV$  線上。則頂點  $V$  為  $D$  及  $F$  之中點。在頂點  $V$  之下，任何長  $VF$  分成若干分，不一定需要相等。自分點各作  $VF$  線之垂直線。其次，自準線  $AB$  上之  $D$  點至各分點之距離，以  $F$  點為中心劃弧，即可交各對應點之水平線上，其交點連接之，即得拋物線，如 1 分點，自點 1 作  $VF$  之垂直線(以圖而言，即水平者)，以  $F$  點為中心， $D1$  之長為半徑畫弧交垂直線於  $V$  左，右兩點，此兩點即為拋物線曲線上之點，其餘各點可照此法求之，如圖 16 所示。

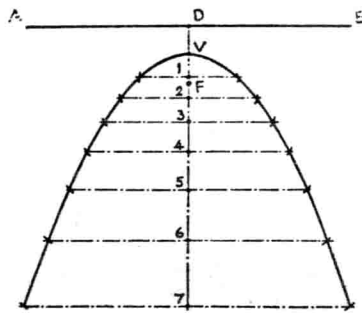


圖 16