

工程技術的 微積分

為工程科系的教學需要而編寫之「微積分」課本，在通過數學方法，而應用于工程方面。

本書作者具有數學與工程之長，而為國防科學界之著名應用數學家。且于大專教授本課程多年，極具心得，并深獲同學愛戴。無怪本書在由工專教師多人協助精校時，即盛讚其講解有致、取材精當，確可培養工程實力。

↑ 中山紅雲院 計算機組主持人
戴印星 精編

公式圖解法

製圖並不限用于工程方面，對工商、營、稅值之推算，實亦具有精確、快速的神效！

本書以深入淺出，圖文並茂的方式，于國內率先介紹公式圖解圖之數學原理，悠導其製作方法及經驗公式的推求與應用。實用例55題，均附精圖註釋，簡單明瞭，必能獲得意想不到的體悟，實為各階層工作從業員，求知上進，改進工作方式、經營技術及拓展業務、增加效率的新穎而實用之基本工具書。

林伯信 著

新學識文教出版中心

第三國貿易博士·政經學博士

工程數學

工程數學與電機、電子、機械化工、土木工程、科目之數學重要基礎，有此方可談設計、發展、深造。

本書由具有機械與電機等工程專業基礎之權系數學博士（複分）與清大數研所所長及教授）親自增補、編校并參照最新教材與註釋，實國內最新、最切實用之權威著作。

• 資訊工程與數學的結合。

黃胤年博士 突破性力作

電波工程

本書是依工專課程標準編撰的，有必要的理論、更有極具實用價值的最新技術資料。

作者為美國電波研究博士，現任交通部電信研究所研究策劃室主任及國立大學研究教授；平日研究認真、成果豐碩，近年發表論文平均年達四篇之多！

本書自撰寫、繪圖至核校皆係親自工作。作者對本書的期望是：使讀者通過簡易的閱讀，了解電磁波、傳輸線、濾波器、天線及有關電波在傳播上的特性、種類和應用。

讀者讀此，當可知作者的上列期望並不虛幻，而是現實的。



黃 胤 年：

電波工程

本書是依工專課程標準編撰的，有必要的理論、更有極具實用價值的最新技術資料。

作者為美國電波研究博士，現任交通部電信研究所研究策劃室主任及國立大學研究教授，平日研究認真、成果豐碩，近年發表論文平均年達四篇之多！

本書自撰寫、繪圖至核校皆係親自工作，作者對本書的期望是：使讀者通過簡易的閱讀，了解電磁波、傳輸線、濾波器、天線及有線電波在傳播上的特性、種類和應用。

試念讀此，當可知作者的上列期望並不虛幻，而是現實的。

宋志雲、林漢寬、宋志敏

數位系統設計

數位電子系統在電子以至整個工業界的比重，都正與日俱增中。

現今工專、大學的電子科系，雖漸多列入此種課程，但並無切合實用的課本。

本書合大專及國家研究單位之實作經驗，依新頒課程標準而撰撰，既非空泛說理之作，亦非某一產品的廣告，而強調數學模式與實際線路之配合，所以它是一本實際而實用的書。

李 明：

計算機導論

(電子計算機概論)

「數位電子」為今日工業的前鋒，「電子計算機」則為其綜合成就的象徵與元帥。

本書為計算機有關知識的基本引介，其編撰特色有三：

①全書分「本編」、「附編」及「附錄」三部分，分別編列「基礎知識」、「引伸說明」及「補充資料」；極便彈性教學。

②譯名以通用、切實為原則，并附中英文名詞對照索引，便於比較、審義。

③舉例比較詳介BASIC與FORTRAN程式極便理解、實用。

戴 印 生

微積分

為工程科系的教學需要而編寫之「微積分」課本，在通過教學方法，而應用於工程方面。

本書作者具有數學與工程之長，而為國防科學界之著名應用數學家。且于大專教授本課程多年，極具心得，并深獲同學愛戴。無怪本書在由工專教師多人協助精校時，即盛讚其講解有致、取材精當，確可培養工程實力。

積漢卿、鄭國揚

工程數學

本書依工專課程標準而精編。其內容可由教育部對之審查之評語要點中見之：

- 參考書內容豐富亦新。
- 內容正確、分量適宜、實用。
- 組織有系統各章節分量恰當。
- 文字通順，詞可達意。
- 深淺合適，編排尚佳，尤其每章編排二至三次複習討論習題，對教學效果甚有助益。
- 完全符合課程標準。

積漢卿 鄭國揚

工程數學教學指引

微計算機系統程式

本書為國內微計算機系統程式的第一完整著作。其不僅為此行業的優先出版物，另由我國高等教育當局對其審查後的以下評語，也可窺其為：

難得的優良科技讀物：

- 符合標準
- 內容正確
- 深淺有序、標題明確
- 更畫適當，且有適當之圖表
- 文字通暢

由此可見，對了解與應用微計算機有興趣的人，必當從本書中獲得滿意的收穫。

適用科別	編號	書名	作者	頁數	適用科別	編號	書名	作者	頁數	
機械(I)	1-1	機械材料(上)	王偉舒	3	機械加工法(上)	29	徐仁勝	4.5		
	1-2	機械材料(下)	"	4.5		29-1	機械加工法(下)	"	4.5	
電機	2	熱學(修訂版)	李冠北	6	機械製圖(1~4冊)	30-1,2,3,4	"	"	"	
		(熱工學)	"	"		31	馬德忠	王炳符	"	"
各科	3-1	加 學(上)	林裕發	3.5	電機	32	電機機械(上)	呂炳炎等	4	
	3-2	"(中)	"	5		32-1	"(下)	"	"	"
	3-3	"(下)	"	4.5		33	電機實習	"	"	
	3-4	"(完)	"	"		34	通訊系統	郭世雄	"	"
化學	4-1	有機化學(上)	劉夢章等	4.5	電力工程	35	電力工程	邢繼文	3	
	4-2	"(下)	"	5		36	電機工程	黃萬年	6.5	
各科	5-1	化 學(上)	邵仁昭等	5	電子					
	5-2	"(下)	"	5.5		39	電工續表	顏世雄	"	"
	6	化學實驗	胡炳賢等	3.6	電機	40	電工材料	楊水枝	"	"
	7-1	電工原理(上)(修訂)	呂炳炎等	3		41	物理：力 學	方錦綸等	4	"
電機(II)	7-2	"(下)	"	3	各科	42	物理：電磁學	"	4	"
	8	電工實習(基本)	"	2.5		43	物理實驗	"	4.5	"
化工、機械	9-1	性質分析	楊寶仕	4	化、紡	44	物理化學	陳致輝等	4.5	"
	9-2	計算機導論	李 期	5		45	物理化學實驗	"	3	"
電子	10	電子計算機概論	"	"	電 子	46	電子零件接線	徐天佑	"	"
		(電子計算機概論)	"	"		48	工業化學(上)	趙思康等	4	"
電機		(電子計算機應用)	"	"			"(下)	"	4	"
		(電子計算機程式)	"	"		48-1				
土、木	11	工程數學	姚漢卿等	4.5	化工、紡織	49	化工設計概論	陳順彰	4.5	"
	12-1	輸配電學(上)	鄭瑞康	4.5		50	單元操作	陳成慶等	"	"
各科	12-2	"(下)	"	4		51	單元操作實驗	葉玉明	"	"
	12-3	輸配電學實習	黃人欽	"		52	環境衛生	楊萬發	"	"
電機	14	電路學(上)	邢繼文	4	土、木、電工	53	聚合物化學	葉明國等	5	"
	15	數位系統原理	陳秋發	"		53-1	聚合物化學實驗	張怡齡	"	"
電子(訊)		(組合邏輯)	"	4	化 工	54	纖維理化	劉啟章	"	"
		(序向邏輯)	"	"		55	染整概論	"	"	"
	16	電氣應用概要	鄭瑞康	2	紡、染	56	高分子科學	葉明國等	"	"
	17-1	電工實習(家用電器)	張得章	2.5		57	單元程序	陳清波等	5	"
電機(工)	17-2	"(配線作業)	"	4	化、紡					
	18	磨損與夾具	方春樹	3.5		58	生產實習(生產實習)	彭敏求	4	"
機械(II)	19	電機工程	謝鴻治等	"	電、機、子	59	生產實習(品質管制)	林松林	2.5	"
	20	呂重工程	殷之同等	"		60	工廠管理	彭敏求等	"	"
電子	21	溝通分析	毛光興	5	各科	61	數位系統設計	宋志雲等	4	"
	22	公式解解法	林伯信	3.5		62	計算機結構	鄭朝陽	"	"
各科及工管	23	微積分	戴印生	5	電子	63	系統程式	連深和	"	"
	24	靜力學	王獻驥	"		64	工程力學	楊萬發	4.5	"
土木、化工	25	應用力學	"	4	土、化	65	電子計算機概論	林顯修	"	"
	26	材料力學	楊 萬	4.5		66	原動力廠	容繼光	"	"
機械、土木	27	機動學	陳春浩等	4	機械	81	電子製圖	李 期	"	"
	28	流體機械	郭瑞南等	"		82	選修元件	"	"	"

附註

- 一 以上各書統採 18 開、重印印書紙穿線裝訂，並加獎金卡面及塑膠封套，極大方美觀。
 二 各書皆為 66 年 9 月以後新編新書。
 三 各書皆由專科及大研教授會同編審者，歡迎採用師生並有疑問者，提出研討。
 四 各書零售每本 35 元計算；學校團體採用，依 30 折優待。

總經銷：(105) 台北市新生路 10 巷 1 號

電話：7656502 • 7656992

郵政總局：109262

第5章

二次指定

5-0 緒 論

在前章裡，我們設計一般異步序向系統電路的步驟，係自原始流程圖開始，求出輸出矩陣和激發矩陣，然後將電路圖設計出來。這過程中，我們發現一連串的化簡過程，都是針對二次變數（或稱狀態變數）的指定而推演。在所舉出的例題中，均以遷移圖來完成二次指定（Secondary Assignment）的工作。

一般而言，二次指定的基本要求是當合併流程圖中，列間發生狀態遷移時，二次變數在同一瞬間僅有一個變數可以改變。而當兩個二次變數要同時改變，我們也假設其改變有時間上的先後順序，但以不發生危險競走為原則。前章所討論的例題，均為簡單的系統設計，且其二次指定雖以猜測的方式也不致於發生危險競走的情況。但在實際的系統設計裡，二次指定非常複雜。必須用有系統的方法來分析，以獲得適當的二次變數。本章將介紹幾種有效的二次指定方法。

5-1 最少列之矩陣

假設合併流程表之列數為 N ，而二次指定的變數數目為 S ，則

$$S \geq \lceil \log_2 N \rceil$$

$$(5-1)$$

滿足式 5-1 之最小的 S ，設為 S_0 ，是滿足二次指定的最少變數。若流程表中列數作二次指定時，能以 S_0 個二次變數完成之，而不需增加流程表中的列數以避免危險競走則此流程矩陣稱為最少列之矩陣 (Minimum-row matrix)。例如合併流程表只有兩列，則用一個二次指定變數即可，而且不會發生危險競走的現象。在式 5-1 中的 $\lceil \quad \rceil$ 符號，表示若 $\log_2 N$ 所求得之數不為整數時，取較該值大的整數代表此值。如 $\lceil \log_2 3 \rceil = \lceil 1.585 \rceil = 2$ 。如流程表有三列或四列，則至少需兩個二次變數。兩個二次變數指定的方法在前章已經討論過。為方便計，再利用圖 5-1 將其表示出來。在圖 5-1 (a) 中，相鄰的兩點 (注意其指定變數只有一個變數不同)，用直線相連。圖 5-1 (b) 是用 K-圖表示的二次變數相鄰方式。在 K-圖中可發現二個二次指定變數有兩個相鄰的指定。

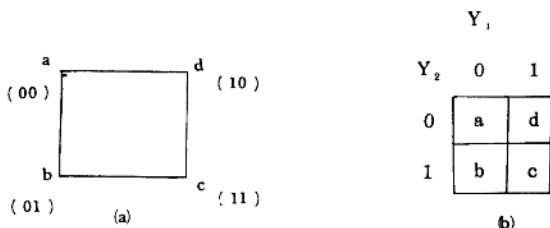


圖 5-1 三列或四列流程表之二次指定

在三列之流程表中，無論何種情況，兩個二次指定變數不會產生危險競走。例如 a, b, c 三列之流程表在二次指定狀態下，如果三列皆需相鄰，可由圖 5-2 說明之。在圖 5-2 (a) 中，b 與 c 的二次指定變數不能相鄰，因為當 b 狀態轉成 c 狀態時，二個二次變數要同時改變，為了避免這種情況，我們利用另一個未使用的二次指定變數 d，使 b 與 d 相鄰，且 d 與 c 相鄰，而達到了 b 與 c 相鄰的目的。若在三列流程表中，其中一列必須與其他三列相鄰。在這種情況下，由式 5-1 所求出之 S ，就不能適用於此二次指定的最少變數了。此種情況，將在下節中討論之。

在八列以內的合併流程表可用三個變數完成之，在十六列以內的合併流程表

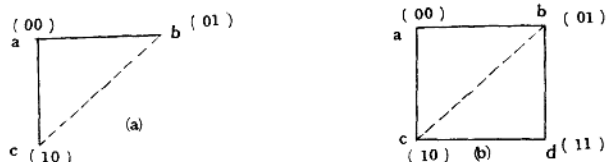


圖 5-2 (a) a, b, c, 三個三次指定變數必須相鄰

(b) 利用未使用之二次指定 d (11) 作橋樑，以達成 b 與 c 相鄰之目的。

$Y_1 Y_2$		00	01	11	10
Y_3	0	a	e	h	d
	1	b	f	g	c

(a)

$Y_1 Y_2$		00	01	11	10
$Y_3 Y_4$	00	a	b	c	d
	01	h	g	f	e
	11	i	j	k	l
	10	q	p	n	m

(b)

圖 5-3 (a) 三個二次指定變數相鄰情形
(b) 四個二次指定變數相鄰情形

可用四個變數完成之，其他情況，可依此類推。圖 5-3(a) 所示 K-圖之三二次變數，每個變數相鄰三個指定。圖 5-3(b) 中顯示 K-圖之四二次變數，每個變

數相鄰四個指定。同理可推得 n 個二次指定變數中，每個指定變數有 n 個相鄰指定。

下面將用例題來說明最少列流程矩陣之指定方法。

【例 5-1】一序向電路，有兩個輸入 x_1 及 x_2 ，一個輸出 Z 。當輸入有所改變時，輸出亦隨之改變。試設計出此序向電路之最少列流程矩陣和激發矩陣。

【解】由題意可知只要輸入有所改變，輸出必定改變。故對任意一個輸入狀態，必存在兩種穩定狀態。其原始流程表如表 5-1 所示。在此表中，每一輸入行裡都有兩個穩定狀態。如 x_1x_2 由 00 變為 01 時，自穩定狀態①經不穩狀態 4 至穩定狀態④，輸出由 0 變為 1。同理，亦可能自穩定狀態②經不穩狀態 3 至穩定狀態③，輸出由 1 變為 0。其他各種狀態亦可由此類推。

x_1x_2					
	00	01	11	10	Z
1	①	4	6	8	0
2	②	3	5	7	1
3	2	③	6	8	0
4	1	④	5	7	1
5	2	4	⑤	8	0
6	1	3	⑥	7	1
7	2	4	6	⑦	0
8	1	3	5	⑧	1

表 5-1 例題 5-1 之原始流程表

其次考慮此原始流程表的合併。我們可以從表 5-1 中很容易的看出此表不能合併。且沒有等效狀態的存在。此表共有八列，故最少需要三個二次指定變數。

在表內， $x_1x_2 = 00$ 行中可發現 1，4，6 及 8 列必須相鄰，2，3

，5及7列亦必須相鄰。同理，亦可推得其他相鄰的各列。其所得之遷移如圖5-4所示。由此圖可看出每個指定均需有其他三個指定相鄰。由圖5-3(a)知，三個二次指定變數最多有三個指定相鄰。

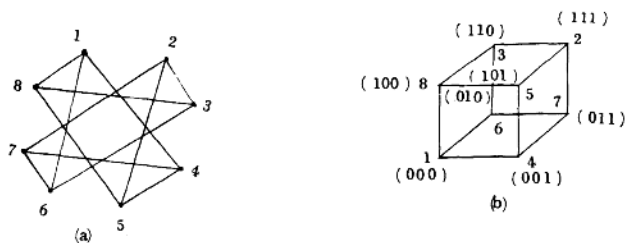


圖 5-4 (a)表 5-1 之遷移圖

(b)二次指定變數以立方體之型態表示相鄰狀況

圖5-5是用K-圖來表示其二次指定的相鄰方式。在圖5-5(a)中，左上角之1對應於圖5-4(a)中之1點。因1與8，4，6相鄰，故在圖

		$y_1 y_2$			
y_3		00	01	11	10
	0	1	6	3	8
	1	4	7	2	5

(a)

		$y_1 y_2$			
y_3		00	01	11	10
	0	4	7	6	1
	1	5	2	3	8

(b)

圖 5-5 兩種不同排列的二次指定之相鄰方式

5-5(a)中，右邊爲6，左邊（即上列之最右端）爲8，下面爲4。同理可完成其他的二次指定。所需注意的是此種二次指定不是唯一。因此不同的二次指定可產生不同的激發和輸出矩陣。所得的電路亦不同。

由圖 5-5 (a)中之二次指定方式，可得表 5-2 (a)之最少列流程矩陣。再由此流程矩陣，得表 5-2(b)之激發矩陣。此激發矩陣的求法，與第四章所述完全相同。

$y_1 y_2 y_3$	$x_1 x_2$			
	00	01	11	10
000	①	4	6	8
001	1	④	5	7
011	2	4	6	⑦
010	1	3	⑥	7
110	2	③	6	8
111	②	3	5	7
101	2	4	⑤	8
100	1	3	5	⑧

(a)

$y_1 y_2 y_3$

$y_1 y_2 y_3$	$x_1 x_2$			
	00	01	11	10
000	000	001	010	100
001	000	001	101	011
011	111	001	010	011
010	000	110	010	011
110	111	110	010	100
111	111	110	101	011
101	111	001	101	100
100	000	110	101	100

(b)

表 5-2 (a)最少列之流程矩陣
(b)最少列之激發矩陣

5-2 增大矩陣之二次指定

在圖 5-2 中，我們可發現二次指定相鄰時，指定變數中含“1”的數目，一個為偶數（奇數）時，相鄰者必為奇數（偶數）。這種規律，叫奇偶數規則。例如 101 與 001 相鄰，一個含偶數(2)個 1，另一含奇數(1)個 1，且其二次指定僅有一個變數不同。圖 5-6 所示之三角形不滿足奇偶數規則的情況。由於違反奇偶數規則，因此其二次指定會產生危險競走的現象。欲解決這種現象，可在相鄰的偶數連線間，插入一個或一個以上的其他中間二次指定，以達到相鄰的目的。圖 5-6(a) 中所示的小圓圈為打開閘。實際上，這種解決之道可運用在任何奇數與奇數，偶數與偶數間之連結的遷移圖上，如圖 5-6 (b) 所示。

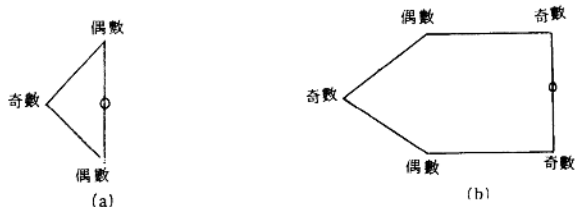


圖 5-6 違反奇偶數規則的遷移圖，必須加一小圓圈以示打開閘

首先，我們看三列流程表之二次指定，利用增大矩陣（Augmented Matrix）所設計的狀態表，以避免危險競走的發生。

如表 5-3 所示之三列流程表，其遷移圖如圖 5-7 所示。在表 5-3 中，由 $x_1 x_2 = 00$ 行中，知 a 與 b 相鄰，由 $x_1 x_2 = 01$ 行中，知 a 與 c，b 與 c 相鄰，故三列必相鄰。但如前所述，若其二次指定如圖 5-7 所示，則必發生危險競走，故克服此困難的方法就是利用多餘的二次指定。因原先的最簡流程表僅有三列，而為避免危險競走，增加了一個二次指定而使矩陣增加一列，故稱為增大矩陣之二次指定。

	x_1x_2			
	00	01	11	10
a	①	3	④	⑥
b	1	3	⑤	⑦
c	②	③	5	6

表 5-3 合併流程表

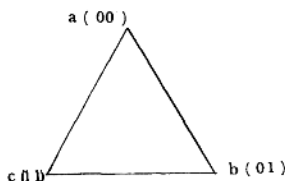


圖 5-7 表 5-3 之遷移圖

因三列流程表需兩個二次指定變數。故我們利用多餘的一個二次指定做相鄰狀態的遷移作用。在表 5-3 中，我們考慮兩種方法：(1) 假設 c 有兩個二次指定。(2) 運用一個二次指定作不穩狀態，以達相鄰的目的。注意，每次遷移的發生，二次指定只有一個變數改變，以免發生危險競走。這兩種方法，如表 5-4 所示。在

	x_1x_2			
	00	01	11	10
y_1y_2				
a (00)	①①	10	①①	①①
b (01)	00	11	①①	①①
c (11)	①①	①①	01	10
c (10)	①①	①①	11	00

(a)

$Y_1 Y_2$		$x_1 x_2$			
		00	01	11	10
a (00)		00	01	00	00
b (01)		00	11	01	01
c (11)		11	11	01	10
d (10)		x	x	x	00

表 5-4 (a) c 有兩個二次指定 (b)

(b) 利用未使用的二次指定作一不穩定狀態，以達相鄰目的

表 5-3 裡， $x_1 x_2 = 01$ 行中，雖然 a 及 b 兩列均為不穩狀態 3，但由圖 5-7 遷移圖所示的二次指定，可由表 5-4 (a) 中之 $x_1 x_2 = 01$ 行裡的箭頭指向，看出不會產生危險競走。在 $x_1 x_2 = 11$ 行及 10 行裡，因不同的二次指定，由輸入的變化，可依箭頭方向達到穩定狀態。表 5-4 (b) 中，在 $x_1 x_2 = 00$ 行及 01 行裡，c 列中的 11 二次變數不能同時改變，到達 a 列中， $x_1 x_2 = 10$ 行的 00 二次指定，故需經二次遷移，而利用未使用的二次變數 d。

上面的例子說明三列流程表之增大矩陣。其二次指定的變數並沒有增加。四列流程表雖然僅需兩個二次指定，但因避免競走問題，所需的二次變數比式(5-1)所求得之 S。為大。

考慮圖 5-8 (a) 中之合併流程圖，其遷移表如圖 5-8(b) 所示。圖中，a，b 及

		$x_1 x_2$			
		00	01	11	10
a		①	2	4	3
b		1	②	⑤	⑦
c		1	⑧	⑥	③
d		1	8	④	7

(a)

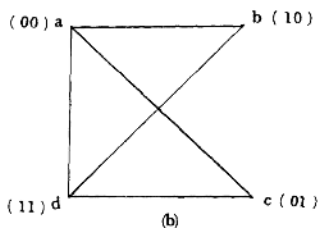


圖 5-8 (a)合併流程圖

d 必須相鄰，而 a，c，d 亦必須相鄰。由圖 5-8(b)中，a 與 d 違反奇偶數規則，故可在 a 與 d 之連線間，加一個打開開，則可同時滿足 a c d 及 a b d 之三角形奇偶數規則。如圖 5-9 (a)所示。圖 5-9 (b)表示其真正的二次指定。

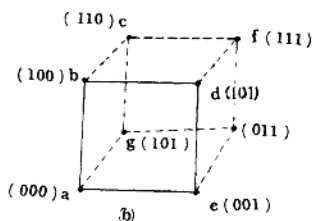
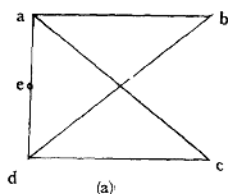


圖 5-9 (a)在遷移圖上加打開開 e。
(b)實際上須另加 f 與 g 兩點。

首先在圖 5-9(b)中，將 e 點與 a 及 d 相鄰，以符合圖 5-9(a)。但我們發現 b 與 c 點均與 a 和 d 相鄰，可是無論如何排列，僅能一點 (b 或 c) 滿足這種條件。因此必須再增加 f 與 g 兩點作為間接相鄰的二次指定。其增大矩陣如表 5-5 所示。

$y_1 y_2 y_3$	$x_1 x_2$				
	00	01	11	10	
000	①	2	4	3	a
001			4		e
011					
010				3	g
110	1	8	6	3	c
111		8			f
101	1	8	4	7	d
100	1	②	5	⑦	b

表 5-5 增大流程矩陣顯示二次指定經多次改變而不產生危險競走

很顯然的，這種方法不是唯一的。即亦可在其他連線上運用打開開以滿足奇偶數規則。如圖 5-10 (a) 中，將 a 與 b 的連線，c 與 d 的連線，分別加入 e 及 f 兩個打開開，如 5-10 (b) 中所示，僅增加 e 及 f 兩點即可，比圖 5-9 (b) 中，減少一個點。其增大流程矩陣如表 5-6。

由上面顯示，在不同的連線上增加打開開，就有不同的增大流程矩陣。因此我們需注意下列兩點：(1) 如果必須增加一個二次指定變數，則不論增加幾個打開開，是否在任何情況下均能滿足奇偶規則，而完成相鄰列的遷移圖。(2) 若能

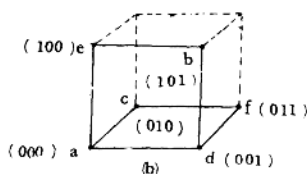
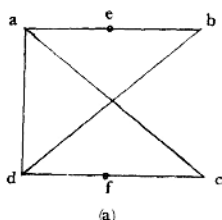


圖 5-10 (a) 在遷移圖上加打開開 e 及 f。

(b) 實際上亦僅多此兩點 e 及 f

$y_1 y_2 y_3$	$x_1 x_2$				
	00	01	11	10	
000	①	2	4	3	a
001	1	8	④	7	d
011		8			f
010	1	⑧	⑥	③	c
110					
111					
101	1	②	⑤	⑦	b
100		2			e

表 5-6 圖 5-10 之增大流程矩陣

滿足上列條件，我們如何找到最簡單的增大矩陣。一般而言，所謂簡單的增大矩陣是指在增大矩陣中，未使用的指定愈多，則化簡後之激發及輸出矩陣愈簡單，因而所設計出的電路系統亦愈單純。另一方面，變化速度與所經過的中間節點成反比，即所經的不穩狀態愈多，則反應的速度愈慢。

比較表 5-5 與表 5-6 的增大流程矩陣，不難發現表 5-6 較表 5-5 為佳。其理由如下：

- (1) 在表 5-5 之增大流程矩陣中，僅有一多餘二次指定 $y_1 y_2 y_3 = 011$ 。而在表 5-6 之增大流程矩陣中，存在兩個多餘二次指定， $y_1 y_2 y_3 = 110$ 和 $y_1 y_2 y_3 = 111$ 。實際上，它們對應於圖 5-9 (a) 和圖 5-10 (b)。因三個二次指定變數共有八個二次指定。在圖 5-9 (b) 中，使用了七個點以滿足相鄰的情況。故僅多餘一個未使用的點。同理，圖 5-10 (b) 中，僅用了六個點，故多餘了兩個未使用的點。因而可使其激發和輸出矩陣簡化。
- (2) 在表 5-5 中， $x_1 x_2 = 00$ ，11 及 01 行裡，由箭頭指向可知，欲達到穩定狀態⑧，④及③，必須多經過一個中間不穩定狀態，才能達到穩定狀態。在表 5-6 中，僅在 $x_1 x_2 = 01$ 行中，其到達穩定狀態⑧及②才需經過中間不穩定狀態，而在 $x_1 x_2 = 11$ 及 10 行中，則不必多經過中間不穩定狀態，因而從反應的速度觀點，表 5-6 較佳。

若以反應速度來考慮，圖 5-9(a)亦可用另一種二次指定方式來完成之。如圖 5-11 所示。在此圖中，b 與 c 均和 a，d 直接相鄰。而欲自 a 變為 d，則必須多經過三個不穩定狀態才能完成。圖中實線部份表示必經路徑，而虛線表示可能經過的路徑。如 $a = 000$ ， $d = 101$ ，則 a 至 d 的路徑為 $000 \rightarrow 010 \rightarrow 110 \rightarrow 111 \rightarrow 101$ 或 $000 \rightarrow 010 \rightarrow 011 \rightarrow 111 \rightarrow 101$ 。此增大流程矩陣如表 5-7 所示，在 $x_1x_2 = 11$ 行中，實線表示必經路徑，虛線表示可能經過路徑。所以，只有在到達穩定狀態④所需的反應時間最長。這是應用非危險競走的方法。

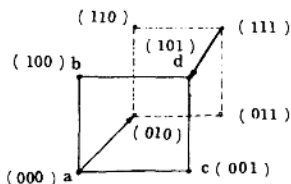


圖 5-11 利用非危險競走的相鄰二次指定

$y_1y_2y_3$	x_1x_2				
	00	01	11	10	
000	①	2	4	3	a
001	1	⑧	⑥	③	c
011			0		
010			4		
110			0		
111			4		
101	1	8	④	7	d
100	1	②	⑤	⑦	b

表 5-7 圖 5-11 之增大流程矩陣

在圖 5-11 中，亦可假設 a 及 d 各具有兩個二次指定，如圖 5-12 所示。則

可大大增加其反應速率。其增大流程矩陣如表 5-8 所示。

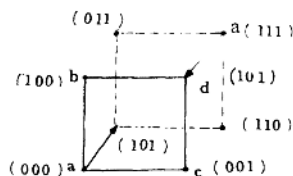


圖 5-12 另一種相鄰的二次指定

$y_1 y_2 y_3$	$x_1 x_2$				
	00	01	11	10	
000	000	100	010	001	a
001	000	001	001	001	c
011	000	011	010	110	d
010	000	011	010	110	d
110	000	011	010	110	d
111	111	110	101	011	a
101	111	001	101	100	d
100	000	100	100	100	b

表 5-8 圖 5-12 之增大流發矩陣

5-3 四列流程表之一般指定

在本節中，將詳細討論四列流程表之一般指定，以便將此節所得之觀念及方法，推廣至 n 列流發程之一般指定。為方便計，我們首先考慮一合併流程表如圖 5-13 (a) 所示，其遷移圖如圖 5-13 (b) 所示。在此合併流程表中，不考慮其輸出