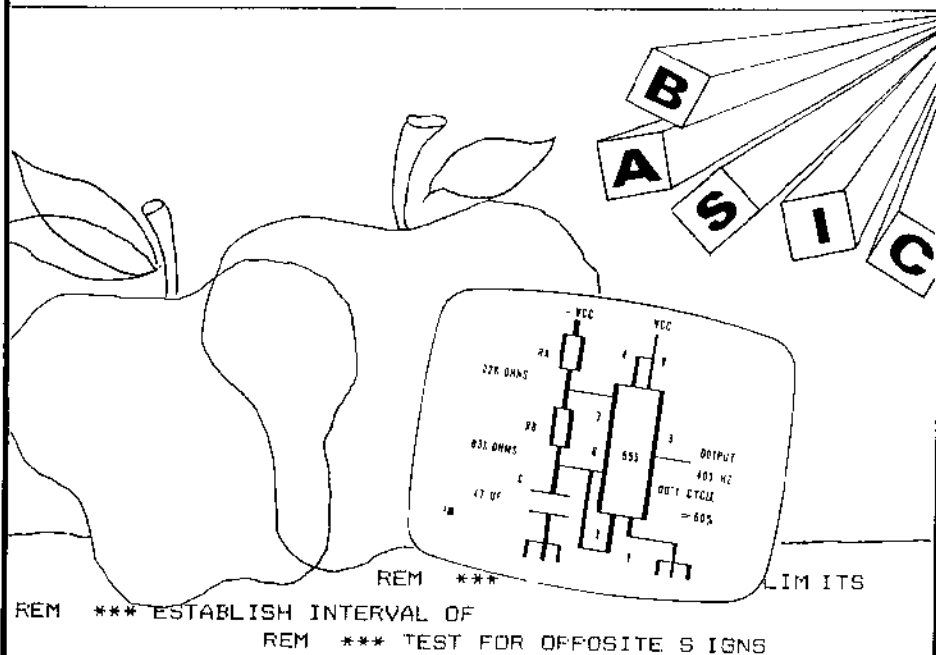


高級 Apple II BASIC 程式應用

陳武田校訂 黃文科 楊志成 林子程編著



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書 版權所有 翻印必究
局版台業字第0223號 法律顧問：陳培豪律師

高級Apple II BASIC 程式應用

陳武田 校訂

黃文科 楊志成 林子程 編著

出版者 全華科技圖書股份有限公司
北市廬江路76巷20-2號
電話 581-1300・541-5342
581-1362・581-1347
郵撥帳號 1 0 0 8 3 6

發行人 陳 本 源
印刷者 華一彩色印刷廠
定價 新臺幣 170 元
再版 中華民國73年6月

感謝您

感謝您選購全華圖書！

希望本書能滿足您求知的慾望！

圖書之可貴 在其量也在其質

量指圖書內容充實、質指資料新穎够水準，我們就是本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的全華圖書。

前言

市面上個人（或家用）電腦有許多種品牌，依所使用的不同 CPU，可以分為好幾個系列：如 8085 系列有「小歡樂」；而 6502 系列則以「蘋果牌二號」（APPLE II）最受時下人們的歡迎，乃是因這種機器具有很優秀的能力。能執行數種高階語言或低階語言，可以繪出精細的圖形。其中最容易學習，普遍應用的電腦語言是 BASIC 程式語言。

本書特別將 Apple II 的 BASIC 語言深入探討，採取由淺而深，逐步研究其原理、應用結構及操作，因此，必要時偶而涉及組合語言程式，但是對於追根究底的愛好者，相信有很大幫助，這也正是本書編成的主要目的。

本書共分為四大部分、六章。第一部分討論圖形的顯示原理、結構及應用，分三章，第一章探討 Apple II 彩色圖形產生的原理及結構、特殊的繪圖能力；第二章討論文數字的顯示原理、及在圖形模式中同時顯示文數字的結構；第三章探討在工程繪圖的基本要素及技巧。

第二部分即第四章，對商業上的應用，以資料結構及檔案管理的學術理論，深入研究，並且討論商業資訊管理。

第三部分即第五章，以數值分析的學術理論，來研究科學數據及實驗結果的研判。在實驗的世界裡，由於電腦的分析，使精確度日益提高，時間也大大地縮短。

第四部分即第六章，以許多實際的程式解說，對上過的章節加以印證，這些程式都已經實際執行過，並由報表印出，讀者只要依照說明輸入電腦即可執行。

本書編排力求完美，但由於時間匆促，故若有疏誤之處，尚請讀者先進不吝指教。

編輯部序

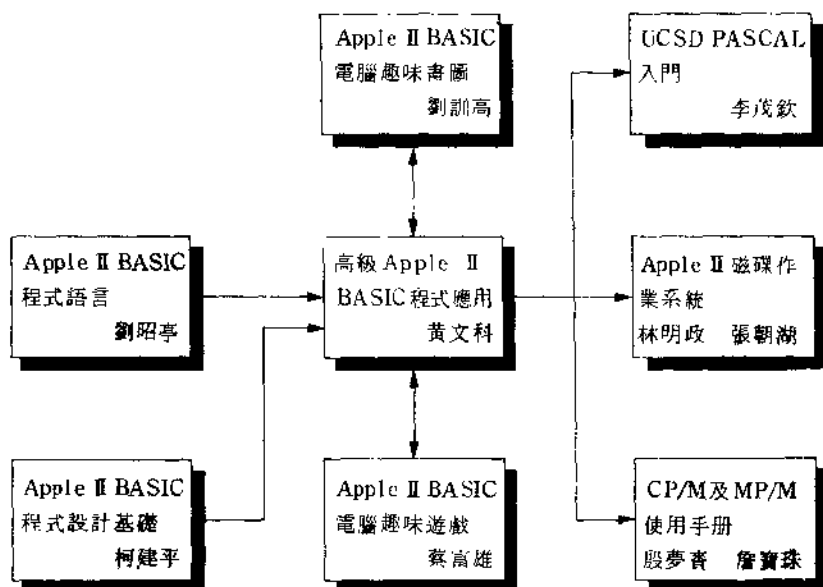
「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

現在，我們將這本「高級Apple II BASIC程式應用」呈獻給您，使您在Apple II的工程、商業、科學及遊戲應用上更能得心應手。

本書共分四大應用部分。第一部分著重於繪圖及彩色的基本原理及控制程式與Apple II特殊的繪圖能力的研究。第二部分對商業上的資訊管理與檔案管理做一深入且詳細的探討。第三部分則以數值分析的學術理論來研究科學數據及實驗結果的研判。第四部分則對日常生活應用程式及遊戲加以分析，這是對以上三部分所舉之範例與解析，並且都經由實驗印證，只要稍具簡單的Apple II BASIC程式語言，本書將使您在應用上更具信心。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習Apple II BASIC程式方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流 程 圖



目 錄

1

APPLE II 的繪圖能力

1-1 色彩的世界.....	1
1-2 低解像度圖形顯示模式.....	8
1. 低解像度圖形顯示的產生與結構.....	8
2. 指令介紹與應用.....	12
1-3 高解像度圖形顯示模式.....	15
1. 概論.....	15
2. 顯示的控制程序.....	16
3. 造形表的建立.....	23
4. 指令介紹與應用.....	33

2

圖形上的文數字顯示

3

APPLE II 電腦繪圖在工程上的應用

3-1 圖形顯示的基本要素.....	55
3-2 解析幾何的圖形.....	62
3-3 三度空間的繪圖.....	78

4

商業上的應用

4-1 簡介、概述.....	81
4-2 順序檔.....	82
4-3 直接存取檔.....	111
4-4 報表的印製.....	117

5

科學上的應用

5-1 $Y \leftrightarrow \Delta$ 轉換.....	124
5-2 555計時器電路設計.....	132
5-3 多項式的解.....	140
5-4 高斯消去法.....	147
5-5 矩陣的乘法.....	151

6

遊 戲

6-1 西班牙的公牛，母牛.....	155
6-2 繞樑三日的 Apple 音樂.....	159
6-3 教育性的算術運算.....	165
6-4 頭腦體操的智慧盤.....	179
6-5 橫衝直撞大賽車.....	192
6-6 HANOI 塔的模擬.....	206
附錄A：部份錯誤訊息說明.....	219
附錄B：分類（SORTING）程式.....	221



APPLE II 的繪圖能力

美國蘋果電腦公司 (Apple computer Inc.) 出品的蘋果二號 (Apple II) 家用電腦，在世界上掀起了一股“微電腦旋風”。造成這麼大震撼的主要原因是：她具備了高度的繪圖能力；只要配合一些 BASIC 程式（或組合語言程式），就能依照你的意思，將各種圖形繪在螢幕上；以點矩陣 (dot matrix) 印字機 (printer) 印在報表紙上；亦可將之用繪圖機 (Plotter) 繪出；甚至這些圖形可以依你的視點 (view Point) 角度，視點距離之不同，加以旋轉，頗具立體感，對工程上之設計很有助益。

在這一章中，我們將討論三個問題：第一節中介紹 Apple II 彩色產生的原理與結構；第二節中探討低解像度圖形 (low-resolution graphics) 的指令及應用；第三節中研究高解像度圖形 (high-resolution graphics) 的指令及應用。這裡的研究與探討都比較深入，由淺而入，於深淵中領悟更多的智慧，真正探討到了 Apple II 繪圖的核心，因此有時候偶而也涉及組合語言程式（或機械語言程式），這正是本書與現行市面上有關書籍的最大不同。

1-1 色彩的世界

色彩是我們日常生活最接觸的一種物質，也是人人所喜愛的。在探討

色彩之前，我們首先由光談起。

人類的肉眼在波長 $380\text{m}\mu$ 至 $780\text{m}\mu$ ($1\text{m}\mu$ 等於百萬分之一 mm) 間的電磁波才有感覺，此範圍之波即稱為「光」，如圖 1 所示。我們利用三稜鏡將太陽光分解，可以得到如圖 2 所示之紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫之七彩顏色光，各種色光佔有各種應有的能帶，特有的波長。若取三種顏色光為基本顏色光，可以用不同的能量比例混合，而成另一種顏色光。在彩色電視中，以紅、藍、綠三種色光為基本顏色光（通稱為三原色），再調和成各種顏色，如圖 3 所示為 CIE (Commission International d'Eclairage) 圖，顯示各種色光與三原色之關係。

在電視訊號中各種色光與色副載波 3.58MHz 之間有不同之相位差。彩色電視訊號必須再送出此 3.58MHz 之色參考信號，讓接收機能忠實地解調出原來之顏色；圖 4 為 3.58MHz 與各種色光之間的相位圖。

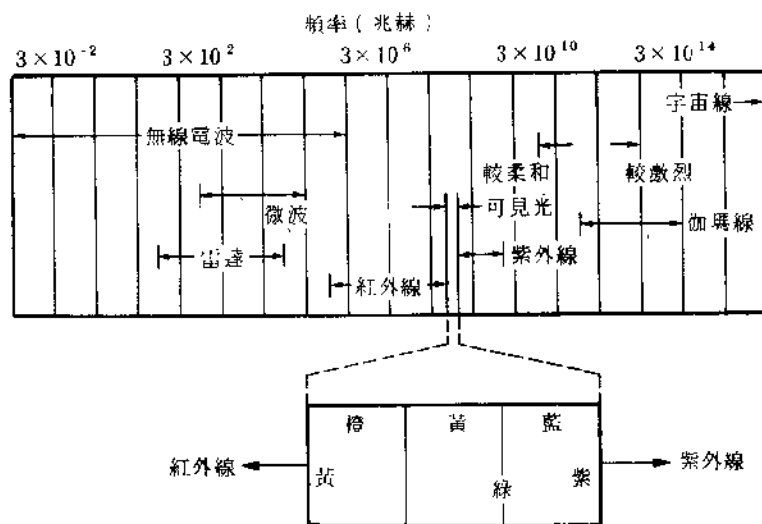


圖 1 光波長度與色之關係

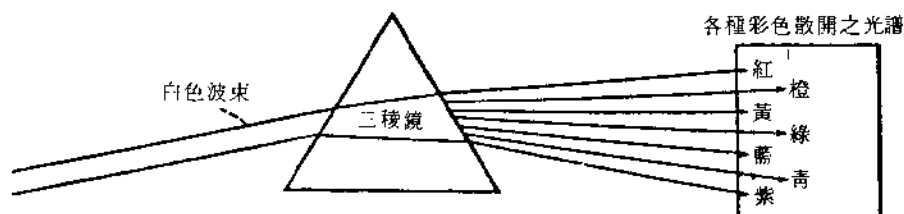
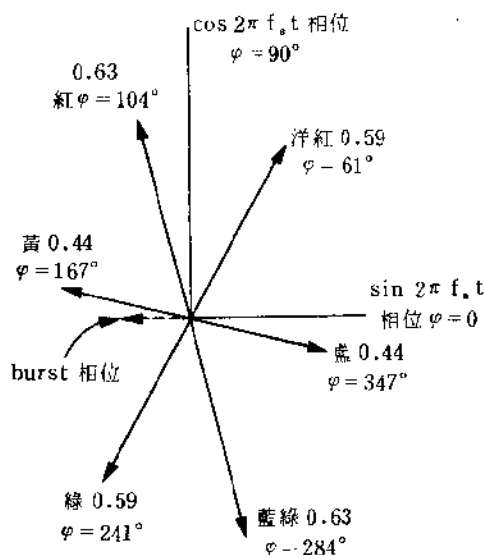
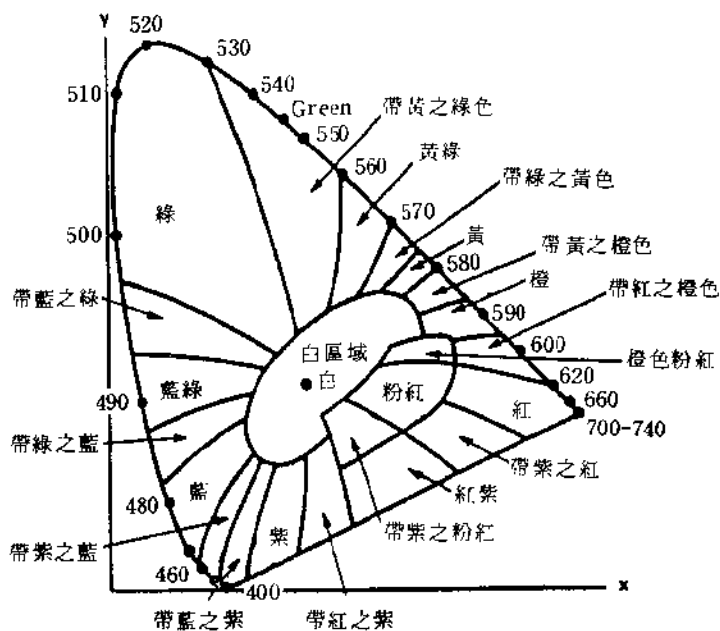
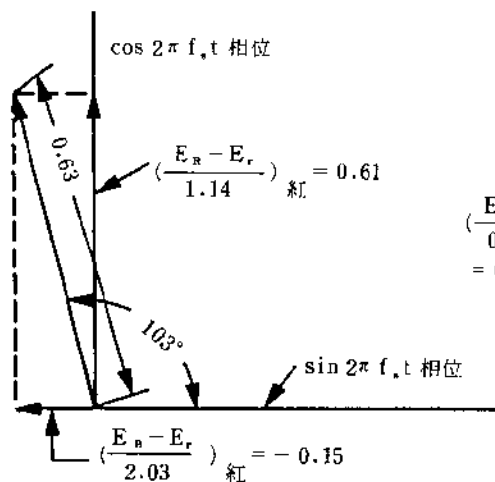
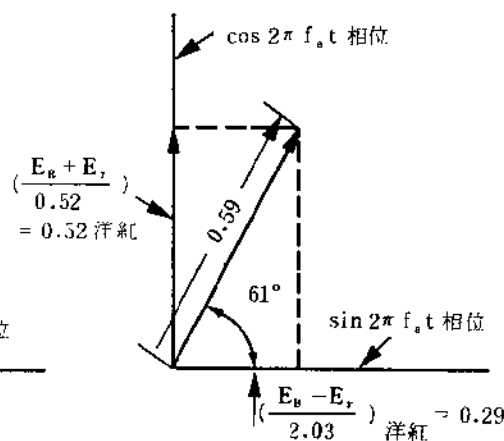


圖 2 三稜鏡之光分解





(a) 飽和紅色



(b) 飽和洋紅色

APPLE II 能夠在電視上顯示色彩，也必須將其視頻信號摻入色載波參考信號，用不同的 3.58 MHz 之相位來控制不同的顏色。APPLE II 利用 4 個 bits 來控制顏色，如圖 5 所示，以紅色（色碼為 0001）、深藍色（色碼為 0010）、深綠色（色碼為 0100）、及黃色（色碼為 1000）為原色，調配成十六種顏色，每個 bit 各佔四分之一個彩色圓；將紅色與深藍色相加，則成為紫色，其色碼為 0011；紅色與深綠色相加就變成灰色，其色碼為 0101；依此類推，可以配成十六種顏色，其中色碼為 0000 者是黑色。這種色碼的數位關係，可以用圖 6 中的色彩立體空間圖表示，一目了然。

上述的色碼稱為色彩 nibbles，共佔用了一個彩色 3.58 MHz 週期，因此當兩個 1 的 bit 連結在一起時，會成為一個亮的波帶；兩個 0 的 bit 連結在一起時，會形成一個暗的波帶。這正是 Apple II 上的色彩亮度隨不同顏色不同的原因。如圖 6 所示，每一個水平面形成一個不同明亮度的彩色圓。

Apple II 上的彩色圖形顯示有二種形式：低解像度圖形顯示，及高解像度圖形顯示。這些將分別在以後各節中詳細討論。

正文（TEXT）顯示與二種圖形顯示之間有下列幾個選擇開關（Switches）可以作有效的操作：

1. 正文開關：

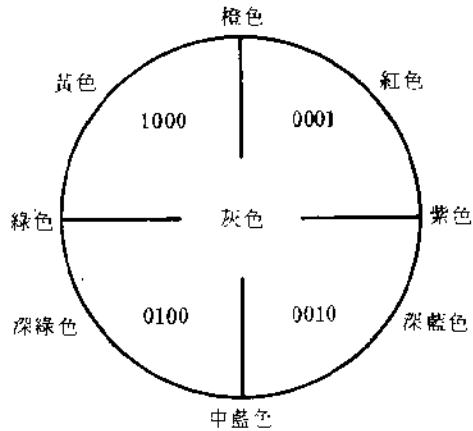


圖 5 色彩與色碼位置關係圖

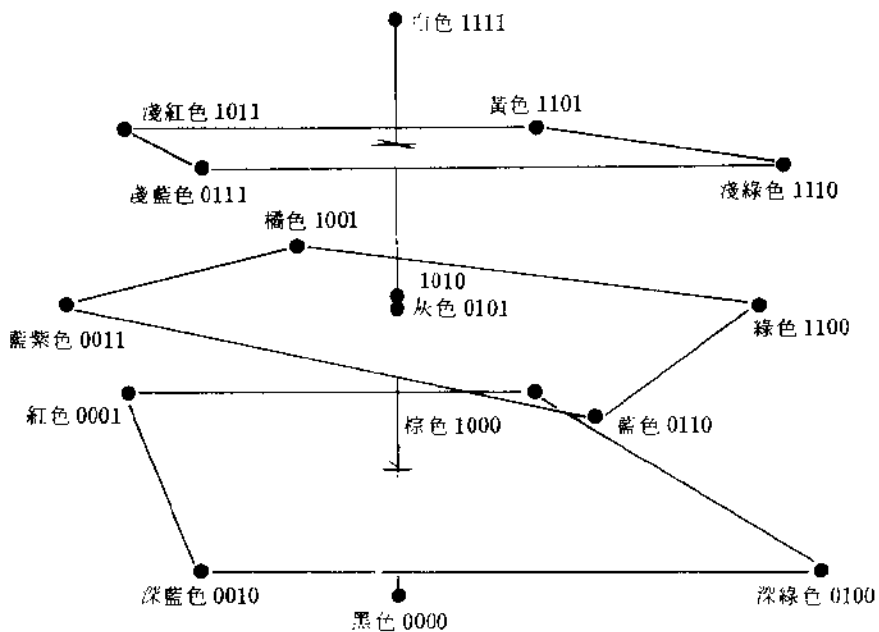


圖 6 APPLE II 彩色的空間位置圖

在 BASIC 語言程式中以 `Poke-16303, 0` 操作；在組合語言程式中，以 `LDA $C051` 操作。此時螢幕上顯示正文，不顯示任何圖形。

2. 圖形開關：

在 BASIC 語言程式中以 `Poke-16304, 0` 操作；在組合語言程式中，以

LDA \$C050 操作。此時螢幕上顯示圖形，若與其他開關一起使用，可以選擇低解像度圖形、高解像度圖形或者與正文同時顯示。

3. 全部顯示開關：

以 Poke-16302，0 或 LDA \$C052 操作。用以控制在某一顯示模式時，全部顯示，不與正文混合顯示。

表 1 顯示模式之操作

模 式	指 令
文字第一頁	POKE - 16303,0 : POKE - 16300,0
文字第二頁	POKE - 16303,0 : POKE - 16299,0
低解析度圖型頁， 第一頁，全顯示幕	POKE - 16298,0 : POKE - 16304,0 POKE - 16303,0 : POKE - 16302,0
低解析度圖型頁， 第一頁，混合顯示幕	POKE - 16298,0 : POKE - 16304,0 POKE - 16300,0 : POKE - 16301,0
低解析度圖型頁， 第二頁，全顯示幕	POKE - 16298,0 : POKE - 16304,0 POKE - 16299,0 : POKE - 16302,0
低解析度圖型頁， 第二頁，混合顯示幕	POKE - 16298,0 : POKE - 16304,0 POKE - 16299,0 : POKE - 16301,0
高解析度圖型頁， 第一頁，全顯示幕	POKE - 16297,0 : POKE - 16304,0 POKE - 16300,0 : POKE - 16302,0
高解析度圖型頁， 第一頁，混合顯示幕	POKE - 16297,0 : POKE - 16304,0 POKE - 16300,0 : POKE - 16301,0
高解析度圖型頁， 第二頁，全顯示幕	POKE - 16297,0 : POKE - 16304,0 POKE - 16299,0 : POKE - 16302,0
高解析度圖型頁， 第二頁，混合顯示幕	POKE - 16297,0 : POKE - 16304,0 POKE - 16299,0 : POKE - 16301,0

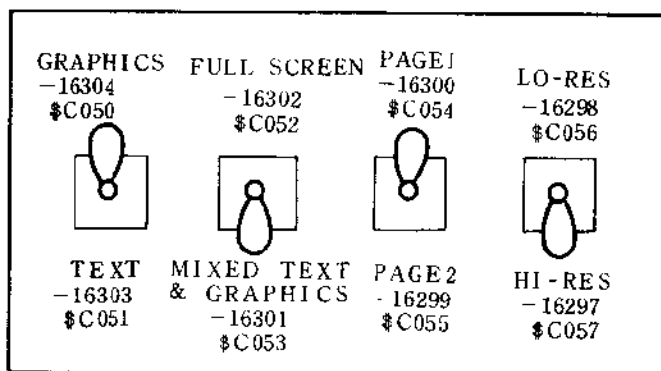


圖 7 軟體開關

4. 正文與圖形混合顯示：

以 Poke-16301, 0 或 LDA \$ C053 操作。此時螢幕下可以顯示四行正文，其餘部份作圖形顯示。

5. 第一頁選擇開關：

以 Poke-16300, 0 或 LDA \$ C054 操作。此時螢幕上顯示出第一頁顯示記憶緩衝區的資料。正文的記憶緩衝區在 \$ 400 ~ \$ 7FF；低解像度圖形的記憶緩衝區與正文相同位置。高解像度圖形的記憶緩衝區在 \$ 2000 至 \$ 3FFF。

6. 第二頁選擇開關：

以 Poke-16299, 0 或 LDA \$ C055 操作。此時螢幕上顯示出第二頁顯示記憶緩衝區的資料。正文或低解像度圖形的記憶緩衝區在 \$ 800 至 \$ 8FF；高解像度圖形的記憶緩衝區在 \$ 4000 至 \$ 5FFF。

7. 低解像度顯示開關：

以 Poke-16298, 0 或 LDA \$ C056 操作。此時螢幕上顯示出低解像度圖形。

8. 高解像度顯示開關：

以 Poke-16297, 0 或 LDA \$ C057 操作。此時螢幕上顯示出高解像度圖形。

我們將以上的文字敘述用圖 7 的開關圖形表示。圖 8 表示記憶位置的使用。

我們若將這些開關配合使用，則可以在螢幕上顯示出不同的式樣與模式，如表 1 所示。

MEMORY MAP

192	\$C000 - \$FFFF	HARDWARE & ROM
191 150	\$9600 - \$BFFF	DOS
149 96	\$6000 - \$95FF	FREE RAM

圖 8 記憶使用圖

95 64	\$4000-\$5FFF	HI-RES PAGE #2 OR FREE RAM
63 32	\$2000-\$3FFF	HI-RES PAGE #1 OR FREE RAM
31 12	\$C00-\$1FFF	FREE RAM
11 8	\$800-\$BFF	FREE MEMORY OR PAGE #2 TEXT & LO RES
7 4	\$400-\$7FF	PAGE #1 TEXT & LO RES
3	\$300-\$3FF	MONITOR VECTOR LOCATIONS
2	\$200-\$2FF	GETLN INPUT BUFFER
1	\$100-\$1FF	SYSTEM STACK
0	\$00-\$FF	ZERO PAGE-SYSTEM VARIABLES
PAGE HEX RANGE		USEAGE

圖 8 記憶使用圖

1-2 低解像度圖形顯示模式 (Low-Resolution Graphics Mode)

1. 低解像度圖形顯示的產生與結構

不管是 5×7 點矩陣的文數字顯示，或者是圖形顯示，都必需要有顯示緩衝區 (Display Buffer)。我們將欲顯示出的資料存放在這個區域裡；硬體結構就以約 14 MHz 的速度，一個 bit 接着一個 bit 送出，顯示在螢幕上。

Apple II 的低解像度顯示記憶緩衝區與正文顯示緩衝區位於同一位址，即是 \$400 至 \$7FF (或十進位的 1024 至 2047)；如圖 9 之詳細圖，其中

