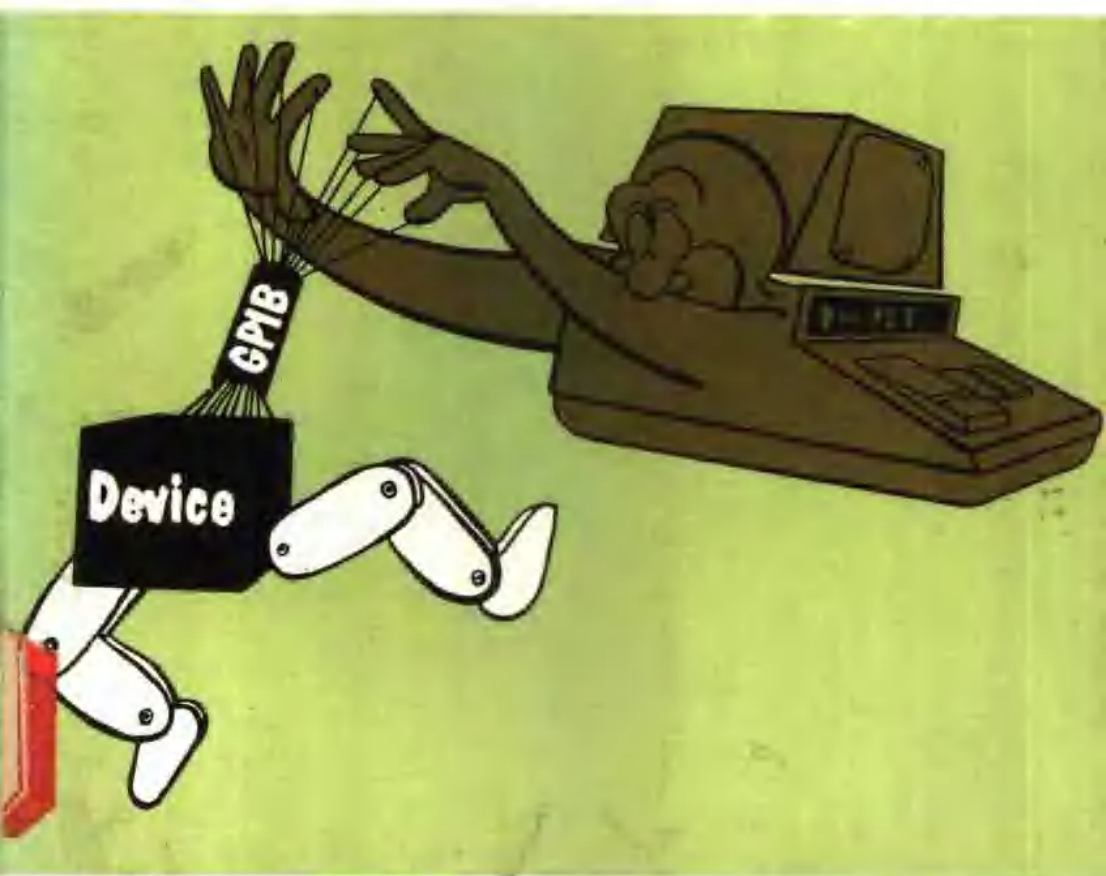


# PET與IEEE-488 匯流排

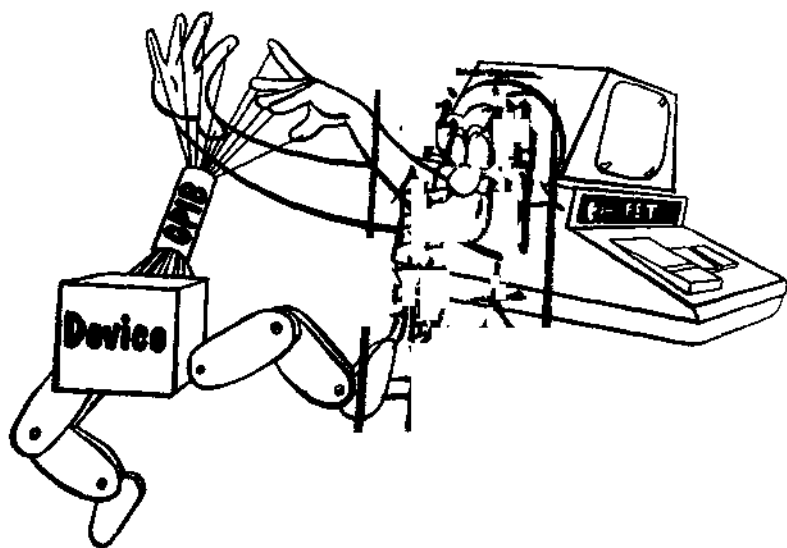
賴茂富校閱・德鵬微電腦教育研習中心編譯



全華科技圖書公司印行

# PET與IEEE-488 匯流排

賴茂富校閱・德鵬微電腦教育研習中心編譯



全華科技圖書公司印行



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

## PET與IEEE-488匯流排

賴茂富校閱

德麟微電腦教育研習中心編譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司

北市龍江路76巷20-2號

電話：581-1300・564-1819

581-1362・581-1347

郵撥帳號：100836

發行者 陳 本 源

印刷者 欣瑜彩色印刷廠

定價 新臺幣 160 元

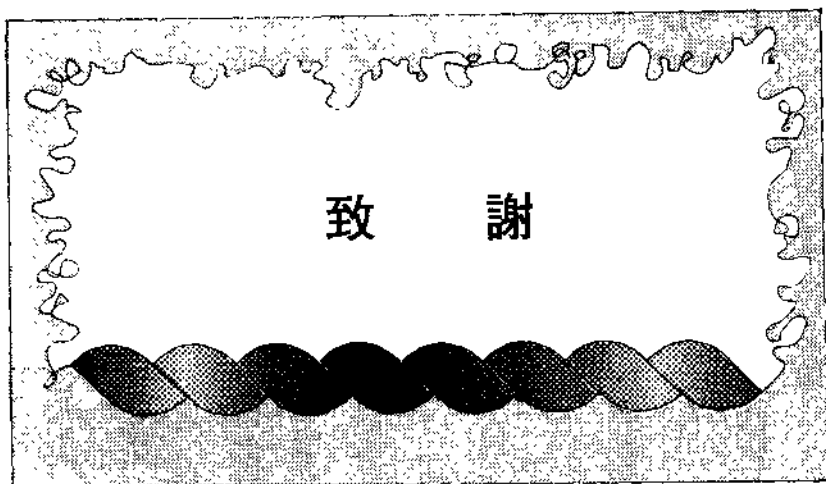
再版 中華民國72年3月

39

# **PET and the IEEE 488 Bus (GPIB)**

**Eugene Fisher - C.W. Jensen**

**OSBORNE/McGraw-Hill  
Berkeley, California**



PET這個名稱是電腦產品註冊商標，持有者是Commodore International 公司的Commodore Business Machines部門。十分感激Commodore Business Machines 准許我們使用PET這個商標名稱，尤其特別謝謝此部門的Lawrence Pervy先生給予我們不少的幫助和支持。

另外，要特別感謝的是Hewlett-Packard的Donald C. Longhry先生，他在“IEEE 標準488 匯流排的發展”和“機械特性”兩節裏，貢獻了許多意見和幫忙。

我們也要格外感謝下列人士，他們慷慨地借予了用來測試PET以及 GPIB的儀器，其中的多位還提供了技術性的資料：

Sterling B. Hager, Public Relations Specialist, Centronics  
Data Computer Corporation.

H. W. Mette, Marketing Manager, Systron-Donner Corporation.

Peter Macalka, Vice President, Testing and Measurements,

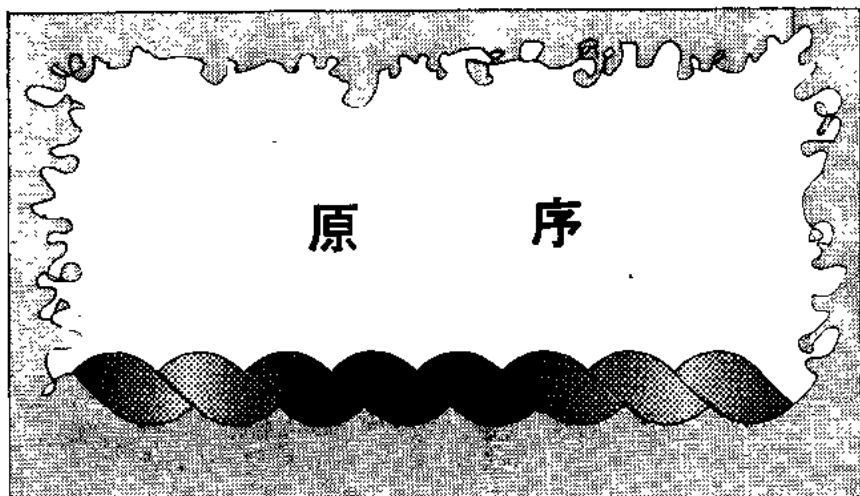
Marketing and International Group, Systron-Donner Corporation,  
Gerald K. Mercola, ICS Electronics Corporation.  
Richard Pawson, Commodore Systems Division, London,  
England.  
James Hardin, Hewlett-Packard.  
Earl Eason, Account Specialist, Test and Measurement  
Products, Tektronix Inc.  
H. St. Onge, Manager, Corporate and Marketing Communications,  
Belden Corporation.  
Ralph Gadsby and Thorson West, Representatives for  
Centronics Data Computer Corporation.  
John A. Cooke, University of Edinburgh, England.

同時特別感激 Janice Enger 和 Adam Osborne 兩位的寶貴建議，  
和熱心地核對本書的內容。

最後感謝 Mary Belle Jeuser 小姐爲我們打字和校正原稿，由於他  
的慧眼爲本書找出了一些錯誤，其餘的不要之處，乃屬於我們的責任。

懇請各位爲本書提出改進的意見和批評，這是最令我們歡迎的事。

Engene R, Fisher  
C, William Jeneen



本書的目的是以足夠的技術深度來描述 PET 微電腦和 IEEE-488 匯流排之間的關係，以使得 PET 使用者作電子儀器和 PET 之間的介面（interfacing）處理時，對可能發生的時序（timing）和位址（address）等問題，均可尋得適切的答案。

本書內容的對象至少為三個層次的 PET 使用者。

第一層次的使用者包括想把數位電壓表（digital voltmeter）資料讀入 PET 的一般愛好人士、科學家或程式設計師，他們參考手冊上的指令（instructions），將必要的指述（statements）輸入 PET，在正常工作的情況下，資料會傳送到 GPIB（General Purpose Interface Bus）上，而在 PET 的螢幕顯示出來。但是在遇到一切步驟似乎正確，而資料却不出現的情況下，應該怎麼辦呢？這些人突然地成了第二層次的使用者。

第二層次的使用者在資料不出現的時候，會發出疑問，然後著手檢查設備內部的工作狀況，藉著比較手冊上的時序圖和示波器上顯示之脈波的

類似方法來找尋答案。這些人可能會判定一個已接收主指令 (primary command) 的特定儀器，卻沒有把資料傳送至 PET 的原因是因為這個裝置在等待次指令 (secondary command) 的輸入。類似的問題常常發生，但到今天 PET 的使用者仍然很少發現到有關匯流排問題的指導和參考方面的資料。

最後層次的使用者為具有數位邏輯基礎和電路設計經驗的讀者，本書為他們提供一些詳細的時序資料、程序設計流程圖和測試程式等，使得他們能夠設計出適用於 GPIB 和 PET 電腦的儀器。

本書其他的對象還包括有大學電子科系的老師和學生們，以及工業界的工程師們。

今日電子工業界所面臨的一個重大問題是缺乏優秀的工程師和技術人員，面對著日益萌芽的 IEEE-488 匯流排適用之電子儀器的市場，以及逐漸增加的製造廠家，十分明白的顯示出工業訓練項目和大學電子科系裏，應該開設 IEEE-488 標準介面匯流排技術為課程的一部份。

當本書使用在 PET 微電腦和 IEEE-488 匯流排適用儀器的訓練課程中時，將使學生們對於這個新技術的原理有徹底的了解。

本書全文分為八章，內容的範圍從第一章數位儀器介面系統的發展和 IEEE-488 匯流排的由來，到第八章的 GPIB 偵錯程式。

你可以從本書中找到為了傳送指述 (statement) 至 IEEE 匯流排與自 IEEE 送出指述時 PET 之資料輸入與輸出的要求。也可研究典型的匯流排上之訊息處理，以及看到實際資料在雙向匯流排上傳送的方式，匯流排上之事務處理簡略以二進制符號表示，並說明其 16 進制值。

我們也描述了 PET 所使用的 8 個輸入/輸出指述 (statement) 之控制及管理線上的詳細時序，因為它們關係到資料之傳送與主位址與次位址之應用。

如果你想在 GPIB 上，把你的非標準 IEEE 裝置和 PET 互相連接，那麼在第六章“GPIB 與非標準匯流排裝置之介面”中，你可以學到一種方法。

在第七章中，我們說明了 PET 如何與美國著名儀器廠商製造的五種 IEEE 標準儀器連接，PET 可輸出其資料至一價廉的線上印字機 (on-line printer)；或自數位電壓表中讀取並顯示其讀數；也可將民用發射機 (CB transmitter) 十三個頻道發射之頻率，藉頻率計數器來量取並顯示其頻率。另外介紹了兩種重要儀器，即用來偵錯的邏輯分析儀及為連接非標準 IEEE-488 儀器的滙流排介面耦合器 (Bus Interface Coupler)，從以上之資料，使用者當可幾無困難地將 PET 連接至這些或相似的儀器上，而且如果 GPIB 系統無法正常工作，你還能發現其原因所在。

附錄裏有 IEEE-488-1978 標準之助憶碼 (Mnemonics) 定義，另外也可發現有關 IEEE-488 滙流排的詳細參考文獻，最後還附有 IEEE-488 滙流排適用儀器的製造廠商及其產品一覽表。

在研讀本書前，讀者必須先瞭解 PET 的 BASIC 語言。

在本書各章中，我們多次提到 IEEE-488 滙流排名詞，此一名詞指實際的電纜、連接器以及 IEEE-488-1978 所定義之規則，由於用到此一連接滙流排之次數很多，下列的名詞都視為同義：

IEEE-488 滙流排 (IEEE-488 bus)

滙流排 (Bus)

泛用介面滙流排 (GPIB)

標準滙流排 (The standard bus)

如果讀者對本書有任何建設性的批評與指教，我們將無任歡迎與感激。

Eugene R. Fisher

C. William Jensen

**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，我們就是本着這個原則，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。

## 譯 序

電子儀器與測量技術之進步日新月異，早期的電子儀器，大部份均單獨使用，且只用來測量某一特定參數。然近年來電子儀器之趨勢是往系統性方面發展，單獨的一台儀器已經無法滿足多種參數的複雜測量，而必須將不同的儀器組成測試系統，以發揮更大的功能；尤其在自動測試之應用，儀器必需與電腦連接，由電腦來控制整個系統的測量步驟，並將測量結果自動記錄下來。IEEE-488 標準介面就是不同儀器間之連接或電腦與儀器間之連接所需之介面邏輯與電路。

在 IEEE-488 標準尚未建立以前，儀器廠家以自己制定的標準來設計儀器間之介面，但各個廠家所採用的介面不同，因此不同廠家的儀器還是無法連接使用，對使用者甚為不便，於是自 1970 年開始，透過國際間各電機協會與儀器廠家間之合作着手研究制定標準介面的可能性，到了 1975 年美國首先出版了 IEEE-488 介面匯流排之標準，而 IEEE-488 標準介面遂成為目前國際間公認與統一的標準儀器介面。

IEEE-488 標準介面之制定到今天不過六、七年，至今世界上已有

一百多個廠家生產一千種以上的 IEEE-488 適用儀器，近年來所有著名儀器廠家所推出的新型儀器幾乎都附有 IEEE-488 標準介面，其發展與普及的速度相當驚人，因此一個電子工程人員日後使用到 IEEE-488 儀器的機會很多。

筆者從事 IEEE-488 之研究與教學多年，深感有關 IEEE-488 方面之書籍幾付之闕如，因而使 IEEE-488 之推廣相當困難，以往唯一可參考的資料只是美國 IEEE 協會所出版的“IEEE-std-488-1978”標準文獻，但其文詞描述相當生澀難懂，常使初學者望書興嘆，無法瞭解。

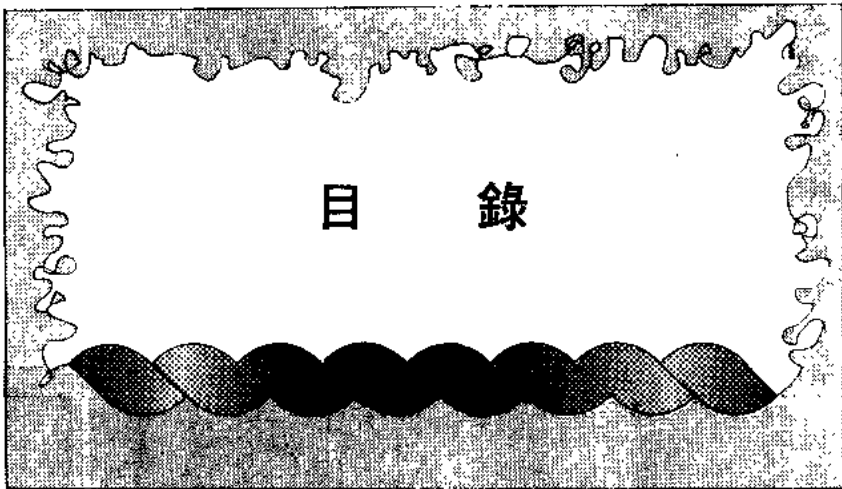
“PET and the IEEE-488 Bus”一書出版於 1980 年，它到目前最普遍的 IEEE-488 電腦（PET/CBM）為藍本，將 IEEE-488 標準介面之原理與應用做深入淺出的介紹，內容豐富實例多，即使完全不懂 IEEE-488 的電子技術人員亦能很容易的吸收瞭解。本書的出版使得 IEEE-488 的初學者終於有了一本寶貴的參考書籍。

IEEE-488 標準介面已是自動測試中所不可缺少的標準介面，在國內電子工業自動化日益迫切的今天，一個電子技術人員必須能及早對 IEEE-488 標準介面能有進一步的瞭解。為了普及國內 IEEE-488 標準介面之應用，我們不惜投資了一年的時間，將本書譯為中文，以使一般的電子技術人員都能因為有了此書，而能進入 IEEE-488 自動化測試系統的領域。

欲將一本技術書籍譯為中文，又要做到「信、達、雅」，誠非易事，我們雖以此一目標來翻譯此書，然限於時間與能力，恐未能達此理想，譯書中有待改進之處，還希望讀者能多給我們批評與指教。

賴茂富

於民國 71 年 8 月



# 目 錄

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 第一章 GPIB的簡介.....               | 1  |
| 1. IEEE-488 匯流排的發展.....        | 4  |
| 1.1 數位介面系統的發展.....             | 5  |
| 1.2 介面設計的基本概念.....             | 6  |
| 第二章 GPIB的接線及其信號.....           | 9  |
| 1. GPIB的匯流排結構.....             | 10 |
| 1.1 控制線.....                   | 12 |
| 1.2 資料匯流排.....                 | 16 |
| 1.3 資料轉移.....                  | 16 |
| 2. 交握程序.....                   | 19 |
| 2.1 交握程式如何進行——簡化的敘述.....       | 19 |
| 2.2 PET 作為控制者/發言者的交握步驟.....    | 22 |
| 2.3 PET 作為一控制者/收聽者的交握步驟.....   | 24 |
| 3. 由PET的 I/O記憶體讀取GPIB上的資料..... | 27 |

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| 3.1 資料線.....                                  | 27        |
| 3.2 控制線.....                                  | 30        |
| <b>第三章 硬體 .....</b>                           | <b>36</b> |
| 1. PET之 GPIB 介面.....                          | 36        |
| 1.1 資料匯流排介面電路.....                            | 36        |
| 1.2 控制線的介面電路.....                             | 39        |
| 2. 電氣特性.....                                  | 40        |
| 2.1 資料速率.....                                 | 40        |
| 2.2 裝置的數目與電纜長度.....                           | 40        |
| 2.3 匯流排接收器及驅動器.....                           | 40        |
| 2.4 典型的匯流排與裝置間之介面.....                        | 42        |
| 3. 機械特性.....                                  | 42        |
| 3.1 完整的電纜組合.....                              | 42        |
| 3.2 自己安裝電纜組合.....                             | 45        |
| 3.3 介面連接的方法——德茜鏈與星形連接.....                    | 48        |
| 3.4 PET電腦與 IEC 標準儀器間的連接.....                  | 51        |
| 3.5 匯流排之連接與測試.....                            | 53        |
| <b>第四章 匯流排之事務處理 (BUS TRANSACTIDS) 範例.....</b> | <b>57</b> |
| 1. 以程式規劃 PET 在 IEEE-488 匯流排之應用.....           | 57        |
| 1.1 參 數.....                                  | 58        |
| 2. 事務處理用數碼.....                               | 64        |
| 2.1 位址及指令碼.....                               | 66        |
| 3. 程式範例.....                                  | 69        |
| 3.1 GPIB 的 PRINT 指述——立即模式.....                | 69        |
| 3.2 GPIB 之 PRINT 指述——RUN 模式.....              | 70        |
| 3.3 GPIB 之 OPEN 事務處理——立即模式.....               | 71        |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 3.4 GPIB各種指述之組合事務處理.....       | 72        |
| 3.5 GPIB多重OPEN/PRINT事務處理.....  | 77        |
| <b>第五章 描述之執行與時序 .....</b>      | <b>79</b> |
| 1. OPEN 指述的時序信號.....           | 79        |
| 1.1 OPEN 定址時序主位址及次位址.....      | 80        |
| 1.2 OPEN 定址時序 —— 只包含主位址.....   | 84        |
| 2. PRINT 指述的時序信號.....          | 85        |
| 2.1 PRINT 定址時序 —— 主位址及次位址..... | 86        |
| 2.2 PRINT 定址時序 —— 只含主位址.....   | 88        |
| 2.3 PRINT 資料載訊.....            | 89        |
| 2.4 PRINT 之除址時序.....           | 92        |
| 3. CMD 指述的時序訊號.....            | 93        |
| 3.1 CMD 定址時序 —— 主位址及次位址.....   | 97        |
| 3.2 CMD 定址時序 —— 只有主位址.....     | 97        |
| 3.3 CMD 資料載訊 —— 資料轉移.....      | 98        |
| 3.4 CMD 除址時序.....              | 100       |
| 4. SAVE 指令的時序訊號.....           | 100       |
| 4.1 匯流排程式範例 —— 舊 ROM.....      | 101       |
| 4.2 匯流排事務處理範例 —— 新 ROM.....    | 103       |
| 4.3 SAVE 定址時序 —— 主位址和次位址.....  | 104       |
| 4.4 SAVE 資料載訊 —— 資料轉移.....     | 106       |
| 5. INPUT 指述的時序訊號.....          | 108       |
| 5.1 定址時序 —— 主位址及次位址.....       | 109       |
| 5.2 INPUT 定址時序 —— 只具主位址.....   | 111       |
| 5.3 INPUT 資料載訊 —— 轉移資料.....    | 111       |
| 5.4 INPUT 除址時序.....            | 115       |
| 6. LOAD 指令.....                | 117       |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 6.1 滙流排事務處理範例——舊的 ROM | 117 |
| 6.2 滙流排事務處理範例——新的 ROM | 119 |
| 7. GET 指述的時序信號        | 120 |
| 7.1 GET 定址時序——主位址及次位址 | 123 |
| 7.2 定址時序——只含主位址       | 125 |
| 7.3 GET 資料載訊          | 125 |
| 7.4 GET 除址時序          | 127 |
| 8. CLOSE 指述之時序信號      | 128 |
| 8.1 CLOSE 定址時序        | 129 |

## 第六章 GPIB與非標準滙流排裝置令介面 133

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 1. 非標準式裝置之介面連接            | 133 |
| 2. 快速的非標準裝置               | 137 |
| 3. 慢速的非標準裝置               | 139 |
| 4. PET 電腦不執行的 IEEE-488 功能 | 140 |
| 5. 關於速度方面之不考慮             | 141 |
| 6. 使用語言的 IEEE 滙流排交握常式     | 141 |

## 第七章 應用 143

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 1. 數位電壓表——HEWLETT-PACKARD MODEL 3455A | 143 |
| 1.1 資料輸出                              | 143 |
| 1.2 定址                                | 144 |
| 1.3 以程式來規劃 HP MODEL 3455A             | 145 |
| 1.4 開啓檔案                              | 146 |
| 1.5 指令的結構                             | 146 |
| 1.6 讀取資料                              | 148 |
| 1.7 關閉檔案                              | 150 |
| 1.8 程式範例                              | 150 |

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 2. 計頻器 — SYSTRON-DONNER MODEL 6043A .....                          | 153        |
| 2.1 面板與定址開關 .....                                                  | 153        |
| 2.2 程式控制 .....                                                     | 155        |
| 2.3 用程式來規劃計頻器 .....                                                | 156        |
| 2.4 計數器之輸出順序 .....                                                 | 157        |
| 2.5 系統組合 .....                                                     | 157        |
| 3. 行印字機 — CENTRONICS MODEL P1<br>MICROPRINTER .....                | 159        |
| 3.1 MODEL P1 簡介 .....                                              | 160        |
| 3.2 介面連接 .....                                                     | 161        |
| 3.3 實際執行 .....                                                     | 163        |
| 3.4 介面的製造 .....                                                    | 164        |
| 3.5 印字機之修改 .....                                                   | 164        |
| 4. 邏輯分析儀 — TEKTRONIX MODEL 7001及顯示規格儀<br>TEKTRONIX MODEL DF2 ..... | 164        |
| 4.1 把顯示規格儀接到 GPIB 上 .....                                          | 168        |
| 4.2 安裝 GPIB 轉接器 .....                                              | 170        |
| 4.3 資料分析顯示幕的組立 .....                                               | 171        |
| 5. IEEE-488 匯流排介面耦合器 — ICS MODEL 4880 .....                        | 178        |
| 5.1 PET 的服務要求 (SRQ) 程式 .....                                       | 180        |
| 5.2 其它指令執行之說明 .....                                                | 182        |
| <b>第八章 GPIB 的診錯測驗 .....</b>                                        | <b>185</b> |
| 8.1 系統不動作應怎麼辦? .....                                               | 185        |
| 8.2 診斷程式介紹 .....                                                   | 186        |
| 附錄 A 廠家和它們的 GPIB 產品 .....                                          | 189        |
| 附錄 B 參考文獻 .....                                                    | 199        |
| 附錄 C IEEE STD 之定義 .....                                            | 207        |