

VAX 11

結構化
組合語言
程式設計

彭榮生 編譯

VAX 11

贈內

1981年11月

結構化
組合語言
程式設計



389557

彭榮生 編譯

五洲圖書出版公司 印行

VAXII 結構化組合語言程式設計

中華民國74年8月初版

編譯者 彭 榮 生
發行人 楊 榮 川
發行所 五南圖書出版公司

局版臺業字第0598號
臺北市銅山街1號
電話：3916542
郵政劃撥：0106895-3
茂榮印刷事業有限公司
臺北縣三重市重新路五段632號
電話：9711628・9713227

印刷所

售價 300 元

(本書如有缺頁或倒裝，本公司負責換新)

51097
163

新時代電腦文庫

總 主 編

范 光 陵 博士

美國斯頓蒙大學企管碩士
美國猶他州立大學哲學博士
美國哥倫比亞大學超博士研究
美國加州大學學院士

曾 任

美國IBM電腦公司系統分析師
美國猶他州立大學電腦研究計劃主任
美國加州大學教學教授
美國立中興大學企管系系主任
達甲大學電腦系系主任
文化大學電腦研究所所長
國立成功大學商學院院長

榮 膺

美國傑出學者獎
美國國際傑出人物獎
泰國電腦成就獎

現 任

國立中興大學教授

新時代電腦文庫

總主編序

十年前我在美國哥倫比亞大學作超博士研究，主攻人機模控學——也就是研究人類和機器間，如何彼此模仿及有效控制的一門新科學時，接到德國國際會議中心的電話，要我擔任該會舉辦之國際研討會講座。會議是在西德的柏林市舉行。參加者有世界各國電腦專家多位。擔任講座的有美國、日本、奧國、加拿大、意大利、蘇聯、德國、英國、法國等電腦界人士。

開幕的前一天晚上，大會執行長華特博士在高聳雲霄的自由之針上的旋轉廳，請全體講座吃德國南部名菜豬蹄，並用巨杯喝慕尼黑啤酒。酒過三巡，歌唱十遍之後，華博士說：「全世界都希望聽聽各位的高見，究竟十年後電腦會如何？廿年後會如何？」各國講座即席紛紛發言，又要我作了一個報告如下：

- 一、十年後快速成長的電腦會又小、又快、又好、又便宜，人人買得起。
- 二、十年後電腦將進入辦公室、進入社會、進入家庭，連兒童也要學電腦——電腦文庫將成必備讀物。
- 三、廿年後電腦將從無思考力變成有思考力。
- 四、廿年後電腦將使不懂電腦的人變成功能性文盲。

今天看起來，第一及第二個預測都已應驗了。而日本、英國、美國更自前年起，紛紛從事第五代電腦的設計及製造。我國有識之士，已於今年起一再研究第五代電腦之問題及發展。而即將來臨之新電腦將是一個具有智慧及思考力的機器。他可以讀書，可以與人類以語言交談；如果配在相關機器上，便近乎一位又聰明又能幹的人類。這種電腦系統預計於十年左右完成，一定更會形成新時代的科技及人文大革命。

第三項預測將在各國的大膽革新下實現，而形成對吾人生活及文化之重大衝擊。就第四項而言在那個時候認得「電」字，也認得「腦」字，而不知「電腦」二字加起來是什麼意思的人，便不再是被「新書香社會」尊敬的人士。

我國的知識水準一向不錯，一般說來大專程度以上者約有百分之五，中學程度百分之四十，初中以下百分之五十五。而臺北市之大專程度更高達百分之十四，「文盲」實在很少。在這樣漂亮的統計數字下，我們的「電腦文盲」是多是少呢？

做電腦文盲並不可怕，只要你有「三念」原則就不怕了——那就是要有「念」頭來學習電腦；學後必須要能改變舊觀「念」成為新觀「念」。

這個時代更是「電腦兒童」時代，他們生在電腦時代，所以愛電腦，不怕電腦，電腦可成為他們生活的一部份，他們與電腦在一起覺得很自然；正如許多生在農村社會的人，愛鸛子、愛什馬一樣的自然。這個時代的兒童不會成電腦文盲，也不應該成為電腦文盲；尤其是我們中國的兒童們，他們出生在電腦時代，他們將在國

際商場上為國家作一名鬥士。我們都希望子女成龍成鳳，為什麼不早讓他們學這一個最重要的工具及文化呢？我們都知道練武功要從小開始，學芭蕾舞，學鋼琴要從小開始，而且越早越好；為什麼學電腦不能從小開始？為什麼不准他們玩他們自己新時代的電腦，偏要他們玩「舊時代」的毬子和竹馬？

如果我是一位「電腦文盲」，我會自己先從事「新識字運動」；而不把「上古史」硬拿來束縛住「電腦兒童」及「電腦文盲」們的手腦。須知新時代已迅速而堅決地來了——現在是「駝鳥」飛上枝頭變「鳳凰」的最後機會。

我國電腦資訊的急速發展有目共睹；在發展及成長過程中，陣痛是免不了的，但如不能懷有「臨事而懼，好謀而成」的心理，則美國奧斯邦電腦公司、德州儀器公司及阿他雷公司、富蘭克林公司等，在電腦發展上的失敗，便是殷鑒不遠。所以我們有必要提出檢討，提出改進方法，因為自「1984」年起不過十年左右，「有思考力」的電腦便將誕生了。

要有效促進我國電腦成長，吾人必須積極從事十個新方向：

- 一、輸出要重點突破，不可兼容並包——吾人有較廉價之技術人才、聰明苦幹之知識份子，但限於國力資源及學識，還是抓住幾個重點發展為佳。
- 二、要注意「顧客為主」原則在開拓市場上之意義及價值，不可把生金蛋的鵝趕走。
- 三、造成容許發展之電腦環境及市場，不可朝令夕改；不可因噎廢食；不可過份干涉；應多獎勵學習。

- 四、電腦成長要以「行銷導向」不可以「生產導向」。
- 五、全國修訂不合時宜之法令解釋，行政管轄權及書刊，並引進新知識，以配合新時代之新需要。
- 六、由政府及民間合作成立全國性公正而客觀之電腦資訊委員會，以求統一意見，教育及導引各界，事先準備，迎接新時代。
- 七、用新人行新政——須知在電腦時代，善意的無知為害之烈勝於惡人——因惡人易為人知而加以防範。
- 八、要學習以新管理方法來管理電腦資訊之成長——要學習如何來管理電腦資訊之成長，要重視電腦成長戰略，而不可用「農業波」或「工業波」時代之舊觀念，來管理「電腦資訊波」時代之新成長。
- 九、要把握市場、原料及知識來源——不可俯仰由人，靠天吃飯，要研讀先機，未雨綢繆。
- 十、發動全民力量加入發展電腦之通盤策劃及推廣——須知以全國之力，公私合作，仍不見得能容易應付的挑戰，怎可以有限的人力挑上太重的擔子？！

所以，五南圖書出版公司發行人楊榮川先生開拓「新時代電腦文庫」的魄力與努力，是配合全民發展電腦資訊運動中，堅定而有力的一步。新時代電腦文庫將敦請最好的人才來著述及翻譯最新的學問及出版物。凡是與電腦有關，且有重要性或實用性的新知，均在網羅之列，希望「新時代電腦文庫」，將成為中國電腦發展史上，又一個新的里程碑。而個人才疏學淺，得以參與此一新時代新工作；其惶恐，其愉快，又豈這一篇序文所能表達。

發行者言

范光陵博士被稱為中國電腦之父。他首先在國內揭開了電腦啓蒙運動；他舉辦了中國第一屆人造智慧會議；寫了整個中國第一本電腦書「電腦和你」——是海內外千千萬萬中國人看過的第一本電腦書，他創造了「中文電腦化」，「電腦中文化」的新觀念；舉辦了中國第一屆中文電腦會議；他和有志之士共同創辦了中國第一個全國性電腦團體，也擔任過十次國際電腦資訊會議主席；中國第一任電腦研究所所長，第一任電腦科主任及第一任電子計算機系主任，又主持過中國第一次電視電腦節目。在中國電腦史上他創造了許多第一，也使得新時代的其他新人物，更進一步創造了許多第一。

新時代電腦文庫能由范光陵博士擔任總主編，實在是一件很榮幸的事，相信在他的策劃主編之下，配合碩士級以上的電腦編譯人才，必定能夠達到「不是好書不出版，出版的都是好書」的嚴格要求，共同為中國電腦化，盡一份心力。

楊榮川

譯 序.....

結構化程式設計方法是程式編寫的基本規則，根據這種規則，不僅可以獲得較佳“品質”的程式寫碼，更可增加寫碼的易讀性及維護性。然而，由於組合語言一般都缺乏結構化構成的指令，因而許多程式設計人員認為“結構化程式設計方法”只是針對於一些高階程式語言而已！

有鑑於此，本書以直接且有效的方式來介紹 VAX 系列 MACRO 組合語言程式設計上的結構化方法。從問題敘述開始，經過分析整理後，以 PASCAL-LIKE 虛擬碼有效地表達程式邏輯控制方法，最後再以 MACRO 組合語言寫出問題之解法。這種循序漸進的結構以及具體的解說，對於初學者或是實際從事設計人員，都非常適合。

本書是程式語言指令的教科書，也是一本專業的參考手冊。除了在各個章節內附有指令演練例題說明，習題以及部份習題解答外，另闢有單獨章節說明 VAX/VMS 作業系統的除錯器使用方法與 RMS 檔案管理子系統。讀者可藉著程式例題，直接在 VAX 計算機上實際演練，明白彼此間的關係。

最後，希望藉著本書能夠帶引您進入 VAX 組合語言程式設計的領域，進而對於 VAX/VMS 系統有更進一步的認識與瞭解。

彭榮生 謹序

74 年 2 月 24 日

原序 ::::::::::::::::::::::::::::::::::

爲何學習組合語言

VAX 系列的超級小型計算機特別適合組合語言學習之用。第一，VAX 架構代表許多其他的計算機。VAX 指令集包括早期計算機如 POP-11，IBM 360 指令集的許多特徵。對於 VAX 組合語言程式設計人員而言，上述機器的組合語言將能夠容易地去學習。

學習 VAX 組合語言的第二個優點在於 VAX 架構的複雜性。VAX 具有各種指令及定址模態，在組合語言程式設計遠比其他計算機更爲容易，而其代價是學習組合語言的困難性相對地增加。但是，由於 VAX 指令集的正交性，因此能以單純性來平衡增加的複雜性。例如，以程式設計概念來學習索引法，然後再應用於幾乎全部的指令之所有運算元上。

本書之特徵

VAX-11 結構化組合語言程式設計係以易於閱讀與可供實際演練方式而設計的一本教科書，同時也是一本最容易瞭解的專業參考手冊。

結構化程式設計

本書的重點在於強調結構化程式設計方法。依照建立虛擬碼解法在先，然後再翻譯虛擬碼成爲組合語調的程式設計方法，應用於所有的例題程式，並附詳細地描述。這種方法是由上而下的方式，以犧牲極少的效率而產生更具易讀性的程式。

完整的程式例題

幾乎全部的例題程式都是一個單獨的系統。3 種整數型式與字元串

2 VAX-11 結構化組合語言程式設計

的終端機輸入輸出巨集指令是本書大部分例題程式的輸入與輸出所採用的。附錄D是本書所有的輸入輸出封裝列表，它包括了傾印（DUMP）暫存器與記憶區的巨集在內。

學生的輔助資料

每一章都列有摘要部分、新指令、新運算子及習題。全部的習題都包括有程式設計演練及非程式設計演練兩部分。

教育用軟體

TOYCOM 模擬器與 VAX 輸入／輸出封裝磁帶能以最低的價格取得，有意的讀者請與原作者接洽。（UNIVERSITY OF COLORADO, COLLEGE OF ENGINEERING, 在 COLORADO SPRINGS）

VAX/VMS 除錯器

本書附有一章專用於 VAX/VMS 除錯器的討論。該章介紹了最有用的除錯器命令，以及包括完整的除錯過程說明。

完整的指令範圍

本書包含了所有使用者所能接達的 VAX 指令描述。（若講授者認為無法在課程內涵蓋全部的指令，可自行選擇適當的章節。）

RMS

本書內有一章專供 VAX 高階語言輸入輸出所用的 VAX 子系統—RMS 之討論。

以本書為教科書

本書係針對 ACM 一九七八課程推薦中所描述為 CS3 的組合語言程式設計課程的教科書。我們假設本書的讀者們至少都已修過一門高階語言程式設計之課程。

第一章描述一種稱為 TOYCOM 的模式計算機架構及其組合語言。TOYCOM 是個具有 12 個指令，100 個字組記憶區以及一個簡單累積暫存器的機器。在前面已提示過，交作模擬的 TOYCOM 已可供使用，因而學生們可用來編寫及除錯 TOYCOM 組合語言程式。第 1 章的目的在於提供計算機組織以及組合語言的介紹。對於高級班或程度較佳的班級，或對於希望能夠直接進入 VAX 領域的學生而言，可以跳越過本章，而不致影響對本書其他章節的瞭解。

第 2 章涵蓋了在二進與十六進數值上所需的一切題材；二進數與十六進數的加法與減法，數基轉換，與 2 補數記法。若已經有這方面基礎的班級，可以跳越過這一章。

第 3 章至第 11 章是本書實質內容，在這些章節裡詳細地討論 VAX 架構與指令，寫碼控制結構，VMS 除錯器，索引法，間接定址法，字元處理，次程式，與巨集，…。簡而言之，就是 VAX 組合語言程式設計之精華要旨。12 - 15 章則為完成 VAX 指令集與 RMS 輸入輸出之討論。

Robert Sebesta
Colorado Springs, Colorado

2	VAX-11 結構化組合語言程式設計	
2.4	數基之間的轉換	51
2.5	二補數記法	56
3	VAX架構與組合語言之簡介	61
3.1	VAX 架構簡介	62
3.2	LONGWORD 整數指令	66
3.3	執行 VAX 的 MACRO 程式	81
3.4	運作時間錯誤	92
3.5	組譯處理	93
4	迴路與選擇結構	103
4.1	條件與非條件分支指令	104
4.2	前測迴路	108
4.3	選擇結構	113
4.4	計數控制迴路	118
4.5	其它的迴路指令	126
4.6	其它的組譯器指令	127
5	使用 VAX/VMS 的除錯器	133
5.1	除錯器是什麼？	133
5.2	斷點，追蹤點與監視點	134
5.3	與除錯器一起來執行程式	139
5.4	EXAMINE 與 DEPOSIT 命令	141
5.5	進入與離開除錯器	145
5.6	除錯過程的例子	148

5.7	DUMP 指令	156
6	不同大小的整數	161
6.1	其它的整數資料型式	161
6.2	運算元表式	171
6.3	非十進基的常數	174
6.4	直接指派敘述	175
6.5	程式例子	176
6.6	溢流與進位指示器	179
7	陣列與索引法	189
7.1	陣列的需求	189
7.2	索引法的概念	191
7.3	在VAX 上的索引法	193
7.4	INDEX 指令	207
7.5	矩陣	208
8	間接定址法	215
8.1	間接定址法的概念	216
8.2	暫存器延後定址模態	216
8.3	自動遞增與自動遞減定址模態	220
8.4	位移模態	228
8.5	相對延後模態	231
8.6	雙層的間接方式	234
8.7	控制位移的大小	240

9	字分處理	247
9.1	字元編碼與字元資料	247
9.2	字元的輸入輸出	251
9.3	字元處理	252
10	次程式	283
10.1	堆疊運算	284
10.2	簡單的次程式	289
10.3	以通用引數串列傳遞參數	297
10.4	在堆疊內傳遞參數	306
10.5	遞迴程式	308
10.6	次程式程式庫	317
10.7	次程式與除錯器	318
11	巨集	325
11.1	巨集概念	325
11.2	無參數的巨集	326
11.3	傳遞參數至巨集	328
11.4	巨集的字串運算	335
11.5	組譯時間內的迴路與條件式組譯	337
11.6	其餘的指引	343
11.7	巨集列印控制	345
12	浮點與十進指令	351