

102080
計算機科學叢書

RT-11

VAX-VMS

程式技巧及系統操作

謝英雄 梅寶田 編著



080808

計算機科學叢書

FORTRAN 程式技巧及線上系統操作

版權
所有



翻
印
必
究

每本定價 250 元整

編著者：梅 賢 田

發行人：吳 守 信

發行所：道明出版社

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

總經銷：松崗電腦圖書資料有限公司

台北市仁愛路二段一一〇號三樓

電話：3930255 · 3930249

郵政劃撥：109030

印刷者：建發彩色印刷廠

台北市大理街一一六巷二號

電話：3080411

中華民國七十年六月 初版

本出版社經行政院新聞局核准登記，

登記證號為局版台業字第一七二九號

73.37221

111



目 錄

第一章 電腦簡介.....	1
第一節 硬體系統 (HARDWARE)	1
第二節 軟體系統 (SOFTWARE)	3
第三節 VAX-11/780 硬體介紹.....	7
第二章 磁碟檔的命名及建立.....	23
第三章 VAX-11 TEXT-EDITOR (SOS)	37
第一節 INTRODUCTION TO SOS	38
第二節 LINE NUMBERS, PAGE NUMBER, RANGES	44
第三節 EDIT MODE COMMAND.....	47
第四節 SOS COMMAND SUMMARY.....	105
第四章 VAX 11/VMS ON-LINE 操作.....	118
第一節 ON-LINE 實例操作	118
第二節 ON-LINE DEBUG 操作.....	127
第三節 MACRO ON-LINE 操作.....	135
第四節 BASIC 語言 ON-LINE 操作.....	143
第五節 COBOL 語言 ON-LINE 操作.....	157
第五章 DCL (DIGITAL COMMAND LANGUAGE)	164
第六章 FORTRAN 程式操作與系統間之輸入輸出的方法	207
第一節 資料檔及報表檔之建立.....	207
第二節 資料檔之控制.....	215
第七章 KEY BOARD & SET UP OPERATION	223
第八章 PASCAL 線上操作.....	242
第一節 PASCAL ON-LINE 操作.....	242
第二節 PASCAL ON-LINE INPUT & OUTPUT 操作.....	249
第九章 檔案擷取方法 (FILE ACCESS METHOD)	252
第一節 COBOL FILE ACCESS METHOD	252

第二節	FORTRAN FILE ACCESS METHOD	267
第十章	特殊程式運用技巧	274
第一節	FORTRAN VALUE EDITING SUBROUTINE	274
第二節	COBOL VALUE 與 FORTRAN VALUE 互換	279
第三節	FORTRAN 程式 CALL COBOL 副程式	286
第四節	COBOL 程式 CALL FORTRAN 副程式	290
第五節	ASCII, BCD 與 EBCDIC CODE 相互轉換	292
第十一章	福傳庫存函數 (LIBRARY FUNCTIONS) 之應用實例	299
第一節	福傳庫存函數	299
第二節	庫存函數之實例	300
第三節	IBM1130 系統庫存函數表	320
第四節	PDP-11 系統庫存函數表	323
第十二章	PDP-11 福傳庫存副程式 (LIBRARY SUBROUTINES)	329
第十三章	EDT EDITOR MANUAL	344
附錄一	VAX 11/780 導論	365
附錄二	VAX/VMS FORTRAN-IV-PLUS ERROR MESSAGES	400
附錄三	PDP-11 BATCH CONTROL CARD	427

第一章 電腦簡介

第一節 硬體系統(HARDWARE)

本節就 VAX-11/780 電腦的中央處理機(CPU)及週邊機(PERIPHERAL)加以介紹：

(一)中央處理機(CPU)之特性：

VAX-11/780 之中央處理機採用高速之 TTL 邏輯線路以及多層印刷板(MULTI-LAYER BOARD)之新技術，平均執行時間最短為 290NS(10^{-9} 秒)，十分快速，且具多種特性，茲分述於后：

1. 中央處理機提供一完整 32-BIT 處理能力，32-BIT 位址(ADDRESSING)和 32-BIT 資料傳送，能使程式利用虛擬記憶(VIRTUAL MEMORY)方式延伸至 4,000,000,000 BYTES，因此對程式的應用有無限的便利。即使不使用虛記憶體特性，程式亦超過 64K BYTE 限制。
2. VAX-11/780 中央處理機提供兩套强有力的指令組(INSTRUCTION SET)，能同時處理一般 PDP-11 系統之指令(PDP-11 INSTRUCTION SET)及 VAX-11/780 獨特的指令(NATIVE INSTRUCTION SET)，能處理浮點(FLOATING-POINT)運算，文字(CHARACTER AND STRINGS)，十進位數字(PACKED DECIMAL)等的處理，使一般資料的處理易用而易學。
3. VAX-11/780 中央處理機包括一組 8K BYTE 高速隱藏記憶體(CACHE MEMORY)，利用一個極為有效的程序(ALGORITHM)法，使得 CACHE 能自動地，且時時地保證 CPU 所有使用的資料約有百分之九十至九十五可以由高速隱藏記憶體中直接提取，只有百分之五至十的資料需要至速度較慢的主記憶體(MAIN MEMORY)去提取，使平均存取時間最短為 290NS，此種設計只有在一般大型的電腦系統中存在。

FORTRAN 程式技巧及線上系統操作

4. VAX-11/780 有一套傑出的記憶體管理系統 (PAGING MEMORY MANAGEMENT)，能有效的分割主記憶體中各不同使用者的程式，予以有效的控制利用，分配及保護主記憶體及其中的資料。
 5. VAX-11/780 有十六組 32-BIT 通用記錄器，能在系統執行多元程式中一個工作跳至另一工作時，可以直接使用多餘的記錄器，不必將記錄器內資料儲存後又加以復原，以減少系統的虛耗 (SYSTEM OVERHEAD)。
 6. VAX-11/780 系統提供 32 層含斷系統 (32 INTERRUPT PRIORITY LEVEL SYSTEM)，其含斷系統不僅精巧，且性能優異，其含斷分為硬品含斷與軟品含斷，各有 16 層，能有效及靈活的處理含斷，因此可增快系統之反應，適合於多元程式即時系統方面應用。
 7. 兩套標準計時器 (CLOCK)，一套為程式控制計時器，可供操作系統 (OPERATING SYSTEM)，或系統診斷 (DIAGNOSTICS) 之用，另一套為年計時器 (TIME-OF-CLOCK)，可供系統正常的操作，並附一備用電池，以備電源中斷時繼續運轉。
 8. VAX-11/780 系統中有一套 12K BYTES 程式控制診斷系統 (WRITABLE DIAGNOSTIC CONTROL STORE - WDCS)，由 DEC 公司使用可由增進系統的穩定性 (RELIABILITY)，並能用來增強指令組的功能。
- (二) 主控制系統 (CONSOLE SUBSYSTEM)
- 此一主控制系統由一台智慧微電腦 (INTELLIGENT MICROCOMPUTER LSI-11) 含 24KB 記憶體，一座軟性磁碟 (FLOPPY DISK) 及一主控制台 (CONSOLE TERMINAL) 組成，可控制整個電腦系統，並可做遠程診斷 (REMOTE DIAGNOSTIC)，另可經由此系統對整個軟體操作系統 (SOFTWARE SYSTEM) 修正及更新。
- (三) 主記憶體系統 (MAIN MEMORY SUBSYSTEM)
- 主記憶體能自最基本之 128K BYTE 擴充至 8,000K BYTE，因此對將來有極大的擴充能力，並有對等查驗 (PARITY CHECK) 的功能至每一 BIT，以保證系統之可靠性，此外備用電池系統，可在電源中斷時，保存主記憶體中的資料不使損毀。
- (四) 輸入輸出系統 (INPUT/OUTPUT SUBSYSTEM)
- VAX-11/780 系統中有兩種輸入輸出孔道，一為兩個單一孔道 (UNIBUS)，可接一

般低速周邊裝置，每一單一孔道其傳送速度為每秒 1,500,000 BYTES，另有四條高速孔道 (MASSBUS)，可提供一般高速周邊裝置連接，每條高速孔道其每秒傳送速度 2,000,000 BYTES。

(五) 周邊裝置 (PERIPHERAL)：

1. RP06 磁碟機：本系統所使用磁碟機其容量為 17,600 萬字，可做為虛擬記憶之儲存體，並存程式檔及資料檔，其傳送速度為每秒 0.8 MEGABYTE，平均存取時間為 36.3 MSEC。
2. TU77 磁帶機：為 9 字軌 (TRACK)，每秒速度為 125 INCH，磁帶容量密度為每英吋 800 或 1600 BIT，可由程式選擇，使用 2400 英尺磁帶。
3. 讀卡機：可讀一般打孔或是用鉛筆塗記之普通卡片，讀卡速度為每分鐘 600 張卡片。
4. 高速列表機：可以每分鐘列印 1,000 行或 600 行一般連續報表紙，132 欄位寬度，64 組字模。
5. 多元控制機：可控制 8 個或 16 個不同步 (ASYNCHRONOUS) 通信線路或本地 (LOCAL) 及遠程 (REMOTE) 終端機，每一線路可以不同的速度 (最高可達 9600 BAUD)，資料結構 (FORMAT)，由程式控制，本系統此種線路最多可擴充至 96 線。
6. 主控台 (印字式終端機)：每秒可印 180 字，最大可至 132 欄位，96 組字模。
7. 銀幕式終端機：附輸入鍵盤 1920 字銀幕 (80 欄 × 24 行或 132 欄 × 14 行)，字組 (共三種字體，印標準字體，寬字，長字)。傳送速度可自 75 至 19,200 BAUD，並可預先設好輸入之格式。

第二節 軟體系統 (SOFTWARE)

本節就 VAX/VMS 軟體系統，介紹其性能如下：

1. 虛擬記憶操作系統 (VIRTUAL MEMORY OPERATING SYSTEM)

- VAX/VMS 系統是一種利用虛擬記憶技巧透過多種程式語言 (MULTIPLE LANGUAGE)，能讓許多人 (MULTI-USER)，及多種不同的作業功能 (MULTI-FUNCTION)，而且很容易以應付或是整批作業方式處理及發展程式的高性能作業系

FORTRAN 程式技巧及線上系統操作

統。

- VAX/VMS 系統是設計來在科學 (SCIENTIFIC)，時間緊迫 (TIME-CRITICAL)，計算 (COMPUTATIONAL)，資料處理 (DATA PROCESSING)，交易處理 (TRANSACTION PROCESSING)，批次作業 (BATCH) 以及多目標分時作業 (GENERAL-PURPOSE TIMESHARING) 等不同範圍的應用。
- 由於有虛擬記憶的特性，使用者在纂寫應用程式時可不受任何限制，可超過實體記憶體 (PHYSICAL MEMORY)，在處理時由操作系統自動分割成許多記憶頁 (PAGING)，各記憶頁 (512 BYTES) 完全獨立，不因其他作業而影響其效能 (PERFORMANCE)。
- 記憶體管理系統可很簡易的由使用者控制，尤其是有特權使用者 (PRIVILEGED USER)，可使其記憶頁，固定在主記憶體中，不被移出，以保證其時間緊迫 (TIME-CRITICAL) 工作不至影響其效能。
- 程式的分享 (SHARING) 及保護 (PROTECTION) 至每一記憶頁 (PAGING)。
- 四種階層處理方式 (ACCESS MODE)，即核心式 (KERNEL)，執行式 (EXECUTIVE)，監督式 (SUPERVISER)，用戶式 (USER)，以保護各不同等級的軟體程式。
- 可利用不同的方式，如資料檔分享 (SHARE FILE)，分享位址空間 (SHARE ADDRESS SPACE)，樹立事件標幟 (SET EVENT FLAGS) 等來將訊息傳送至不同的工作程式 (PROGRAM TASK) 中。
- 工作先後順序安排 (SCHEDULING) 可依下列三種方式處理，即優先順序 (PRIORITY-ORDER)，平均分配時間 (ROUND-ROBIN/TIME-SLICING) 以及事件標幟 (EVENT FLAGS)。
- VAX/VMS 系統提供一完整系統管理能力，使系統管理員或操作員能利用此能力管制系統而發揮其最大效能。
- DEC 公司提一套完整易學的指令語言 (COMMAND LANGUAGE)，使用者能很輕易的與操作系統互相溝通。

2. 資料管理 (DATA MANAGEMENT)

- VAX/VMS 系統利用資料管理系統 (RECORD MANAGEMENT SYSTEM) 能使使用者對資料 (RECORD) 及檔案 (FILE) 之建立 (CREATE)，存取 (ACCESS)，維

護 (MAINTAIN) 提供很方便的服務，並達到保護的效果。

- VAX-VMS 系統中資料管理系統 (RMS) 能以順序 (SEQUENTIAL) 或隨意 (RANDOM) 方式存取資料，資料 (RECORD) 長度為固定或不定長皆可處理。
- 另有一種索引存取法 (INDEX SEQUENTIAL ACCESS METHOD-ISAM) 在 VAX-VMS 系統中提供，可利用資料檔中任何一個字碼 (KEY) 存取資料，在使用上更為方便且省磁碟空間。
- VAX-VMS 系統提供 FILES-11 資料結構來建立，擴充及剔除等功能來維護資料檔，並能與 PDP-11 資料檔相通。

3. 批次作業 (BATCH)

- VAX-VMS 系統除了具有即時，多元性的作業能力外，使用者程式也可在批次型 (BATCH MODE) 下進行，批次作業之資料 (DATA) 及指令 (COMMAND)，可由讀卡機或終端機或兩者合併送入系統中，在批次管理程式的控制下，建立一個或多個批次流 (BATCH STREAM)，安排其作業執行順序。

4. 使用的語言 (LANGUAGE) 及公用程式 (UTILITIES)

- MACRO：係 VAX-11/780 系統的組合語言 (ASSEMBLER LANGUAGE)，包含許多處理資料的 I/O MACRO，以便作業。
- FORTRAN-IV-PLUS：是由標準 ANSI FORTRAN 擴增而得，可用最少的記憶單位，最快的速度，將原始程式 (SOURCE PROGRAM) 編譯轉換成目的程式 (OBJECT PROGRAM)，並執行。
- COBOL：係 ANSI COBOL-74 用於商業資料處理之程式語言，並包括 SORT，REPORT GENERATOR (COBRG)，COBOL CONVERSION (REFORMAT) 等公用程式 (UTILITY PROGRAMS)。
- RPG：係一種專為製做商業報表填充式的程式語言，VAX RPG 並有一輔助程式可將 IBM 8/3 RPG II 改為 VAX RPG。
- BASIC-PLUS-2：是一種應對方式，綜合 FORTRAN 及 COBOL 兩種長處的程式語言，無論在商業上或一般科學上皆適用。
- ON-LINE EDITOR：一種線上編輯程式，可用來在終端機上修改整理輸入之資料及原始程式。
- ON-LINE DEBUG：線上偵錯程式。

FORTRAN程式技巧及線上系統操作

- SORT/MERGE：用此公用程式可將檔案依一定的順序編排或合併，以維護資料的完整。

5.網路通訊能力(NETWORK CAPABILITIES)：

透過 DEC 公司設計的 DECNET 軟體系統可與其他 DEC 公司電腦系統連接成一網路(NETWORK)，互相交換，分享程式、資料。

第三節 VAX-11/780硬體介紹

VAX-11/780 計算機系統可分成四個次系統 (SUB-SYSTEM) 可分成：

- 1-3-1 中央處理單位 (CENTRAL PROCESSING UNIT)
- 1-3-2 主記憶器 (MAIN MEMORY SUBSYSTEM)
- 1-3-3 輸出輸入次系統 (INPUT/OUTPUT SUBSYSTEM)
- 1-3-4 控制次系統 (CONSOLE SUBSYSTEM)

請參考 FIG1-3-1 FIG 1-3-2

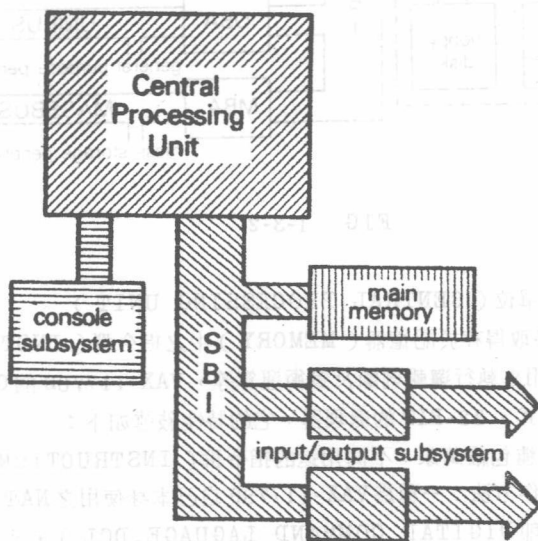


FIGURE 1-3-1 VAX-11/780 SUBSYSTEM

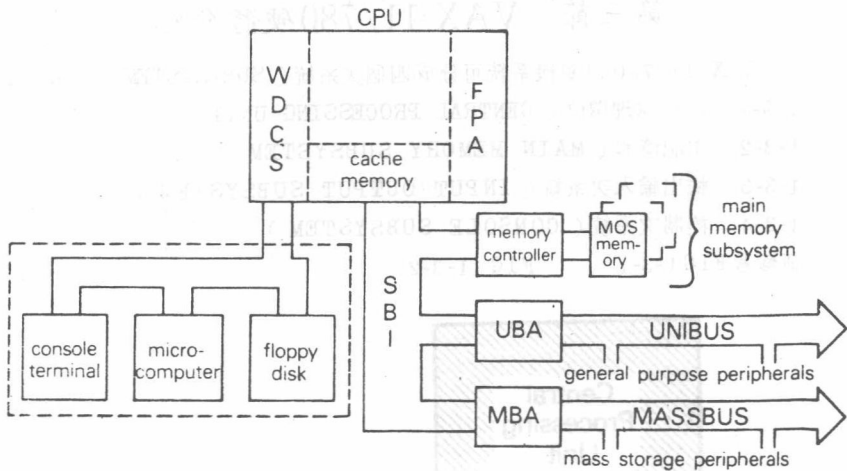


FIG 1-3-2

1-3-1 中央處理單位 (CENTRAL PROCESSING UNIT)

CPU 可以直接取得存於記憶器 (MEMORY) 中之指令群 (INSTRUCTIONS)，然後用來執行邏輯判斷及算術運算等，VAX-11/780 的 CPU 是一種高速度，微程式，32-BIT 的處理器，它的特性敘述如下：

- 一、它有 244 種包羅萬象，不同用途的指令群 (INSTRUCTIONS)
- 二、有兩種操作方法：一種為 VAX-11/780 自己本身使用之 NATIVE MODE (即 DIGITAL COMMAND LANGUAGE, DCL)，另一種為 DDP-11 COMPATIBILITY MODE, 即 PDP-11 上所使用之語法，(MONITOR CONSOLE ROUTINE, MCR)，兩者可同時使用。

三、VAX-11/780 CPU 中有 16 個多功能記錄器 (REGISTOR)

四、一種可選擇加上的浮點加速器 (FLOATING POINT ACCELERATOR, EPA) 可加速執行浮點指令。

五、VAX-11/780 CPU 中有一種高速度的 CACHE MEMORY 可減少指令在 MAIN MEMORY 中讀寫的時間。

今就 VAX-11/780 CPU 的組成及其特性，敘述於下：

1-3-1-A OPERATING MODES

在設計 VAX-11/780 時，與 16-bit 的 PDP-11 電腦系統之共存性，乃一重要之目標，為達成此一目標，VAX-11/780 有兩種運算方式：其特有之方式及 PDP-11 之通用方式 (Native made and PDP-11 Compatibility made)

Native made：在特有方式中運算時，中央處理機運用了本課程中所討論的所有特點——VAX-11/780 所獨有的特點，這些特點包括 32-bit 的設計及 244 個指令的完整設置。

PDP-11 Compatibility made：先前提過 VAX-11/780 的主要特色之一是它和 16-bit 的 PDP-11 電腦系統的共存性，在 PDP-11 共存方式中運算時，VAX-11/780 執行 PDP-11 指令組的一個副組 (subset) 此一副組並不包括 PDP-11 運算系統中所特有的指令，也不包括某些其他的指令，如浮點 (floating point) 指令。

當一個 PDP-11 的使用程式在 VAX-11/780 中處理時，它會自動使用運算系統中叫做 Applications Migration Executive (AME) 的特殊部分，事實上，AME 為 PDP-11 創造了一個特殊環境，允許它在 VAX-11/780 中，和其它使用者程式同時運行，包括 PDP-11 程式和特有程式 (Native made programs)，本課程之另一單元 (Compatibility Mode) 將提供有關 AME 和 PDP-11 通用方式的更詳細之資訊。

1-3-1-B GEREAL PURPOSE REGISTORS (GPRS)

VAX-11/780 CPU 中有 16 組 32-BIT 多功能記錄器 (GRPS) 如圖 FIG 1-3-3，等級由 R0 到 R15。它的功能有：

- 一、可作暫時的儲存位置 (TEMPORARY STORAGE COCATION)
- 二、可用作資料 (DATA) 存在 MEMORY 之指標。
- 三、可用作資料存於 TABLE 中之指標記錄器。
- 四、可用累加器 (ACCUMULATOR)

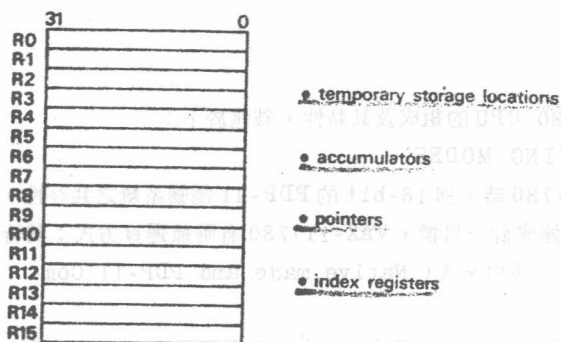


FIG 1-3-3

其R12是ARGUMENT POINTER(AP)

R13是FRAME POINTER(FP)

R14是STACK POINTER(SP)

R15是PROGRAM COUNTER(PC)

見FIG 1-3-4

R12	Argument Pointer
R13	Frame Pointer
R14	Stack Pointer
R15	Program Counter

FIG 1-3-4

1-3-1-C Processor Status Longword

另一處理暫存器，稱為Processon Status Longword(PSL)，在任何時間皆可限定處理機之地位，如圖4所示，Processor Status Word (PSW)中16個低階bits(bits 0-16) PSW所擁有的資訊是可被使用者所修改的，反之，16個高階bits(bit 16-31)所有的特殊資訊是不能被使用者程式所自由出入的。

PSL

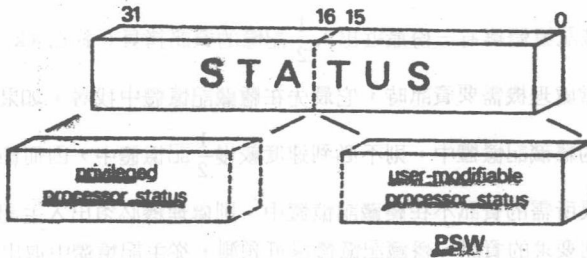


FIG 1-3-5

PSW(bits 0-15)擁有的資訊可被使用者程式所檢核，例如：當一個指令產生的結果為0，則PSW的一個bit便被設為1，一個條件分支指令（conditional branch instruction）便被用來測此一結果為0的bit，同時，如果結果是0，則重新指向CPU的另外一點（point）。

PSL(bits 16-31)的另一半包含特有資訊，這些bits是被運算系統和處理機所設置，使用；它們不是使用者所能修改的。例如：這些bits之一指示電腦是在PDP-11通用方式或特有方式中運行，另外的bits則指示CPU中正在運行的程式之優先次序等等，關於PSL的各種bits，包括PSW，將在後面單元詳細討論。

Cache Memory實際上是中央處理機中的一個小（8K bytes）而快速的儲存單位，如圖5所示，隱藏記憶體是位於記憶體及中央處理機之間。

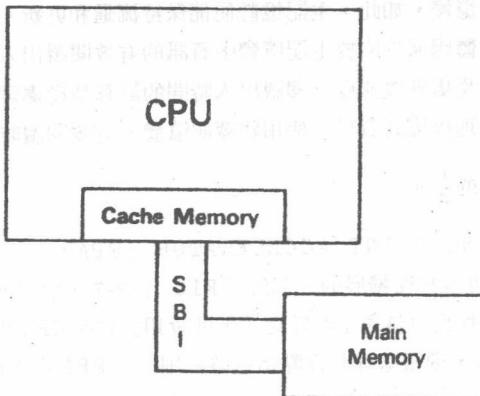


FIG 1-3-6

隱藏記憶體擁有一份最近出入 $\frac{1}{2}$ 記憶的資訊拷貝 (約為 8k bytes 的資訊)，當處理機需要資訊時，它最先在隱藏記憶體中找尋，如果資訊位於直接出入的隱藏記憶體中，則不必到速度較慢 $\frac{1}{2}$ 記憶體中，因而節省時間。

如果所需的資訊不在隱藏記憶體中，則處理機必須出入主記憶體，除了取出特別要求的資訊，隱藏記憶體還可預測，從主記憶體中取出並儲存額外的資訊。

隱藏記憶體之運作是因為它能成功的預測一個程式下一個要求的資訊消息，如果記憶體中的有關消息皆是雜亂無章的，它就無法預測下一個要求的 words 是什麼，幸好，多數程式並不產生雜亂位，相反的，程式有一種將剛進入的東西放入鄰近位置的傾向，此種表現，稱為“program locality”程式位置，使得隱藏記憶體成為可能。

程式位置的優點，使得隱藏記憶體在每次進出主記憶體時自動地取出額外的消息，如此，當隱藏記憶體必須從主記憶體中取出消息時，它會取出要求的消息，並運用“預測”的技巧，取出額外的消息來填補 64-bit 的 quad word，在 VAX-11/780 中，每次主記憶體皆進出一個 quad word 到隱藏記憶體中。

VAX-11/780 隱藏記憶體的另一特色是：它是“寫經隱藏體”(write through cache)。換句話說，當資料寫入隱藏記憶體時，它同時經過隱藏記憶體並寫入主記憶體，如此，主記憶體便能保持流通和更新。

總之，隱藏記憶體因減少位於主記憶體中資訊的有效閱讀出入時間，而增加了記憶轉換速率及處理機速度，閱讀出入時間的計算是從處理機轉換記憶閱讀要求時間到處理機接到資料，使用隱藏記憶體，有效閱讀時間約是進出主記憶體所需時間的 $\frac{1}{6}$ 。

1-3-1-E FLOATING POINT ACCELERATOR (FPA)

FPA 是 CPU 中可選擇性擴展的一部份見 FIG 1-3-7，它可減少浮點指述處理的時間，當程式中包含了浮點指述，就會用去許多 CPU 處理的時間，假若機器裝了 FPA，則當處理到浮點指述時，則移至 FPA 中去處理，可節

省許多CPU處理的時間，游點描述包含

- 一、VERY LARGE NUMBERS
- 二、VERY SMALL NUMBERS
- 三、NUMBER HAVING FRACTIONAL PART
- 四、INTEGER MULTIPLY
- 五、POLYNOMIAL EVALUATION

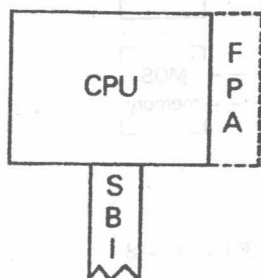


FIG 1-3-7

1-3-1-F CLOCKS

在標準VAX-11/780的CPU上有兩套計時器(CLOCKS)一為PROGRAMMABLE REAL-TIME CLOCK，另一個為TIME-OF-YEAR CLOCK。前者可因為系統的診錯及記錄CPU的執行時間，後者包括了一組電池，可用來做為更正CPU時間及日期。

1-3-1-G Instruction Buffer (指令緩衝器)

VAX-11/780 CPU同時有指令緩衝器的特色，它是指令的隱藏所，當現有指令完全執行時，指令緩衝器使CPU能取出並翻譯下一個指令，如此一來，指令緩衝器便減少了CPU的有效處理時間。

1-3-1-H Translation Buffer (翻譯緩衝器)

TB是中央處理機的另一個隱藏器，你將在Memory Management單元中學到，TB存有資訊，以用來翻譯輔助儲存器中的虛擬位址到主記憶中的實際位址。

1-3-2 主記憶器 (MAIN MEMORY SUBSYSTEM)

主記憶器，見FIG 1-3-8是由MOS(METAL-OXIDE-SEMICONDUCTOR)做材料所製造而成的RAM(RANDOM ACCESS MEMORY)及兩組記