

科學圖書大庫

IBM 360 電腦概論

譯者 杜信純 校閱 孫賡年

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十六年八月二十日三版

IBM 360 電腦概論

基本定價 ~~2.60~~

譯者 杜信純 中國石油公司高雄煉油廠程式設計師
校閱 孫賡年 中國石油公司資料處理中心主任

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686號
發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話9719739

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，允爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尙有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧銓氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，擔任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

前 言

本書中將提供讀者有關 360 系統的觀念、定義及實例。閱讀本書前希讀者已完成計算制度基本 (Computing Systems Fundamentals) 及程式設計基本 (Fundamentals of Programming) 的課程。

HJS16/01

引 言

閱讀本書要點

在計算制度基本及程式設計基本課程中讀者已學到有關電腦系統及程式設計一般的學識，本書將論及 360 系統特殊的知識——如何做計算，如何做程式，及該電腦系統的組成。

本書共分十二章，每章論及一個主題，在每章的後面均有有關該章的問題及其答案，以便讀者閱讀下一章前做複習用，當讀者核對答案時，在其右邊有一數，該數為當讀者答錯時所應複習的小段數。

自習的課程均分成小段，有的小段提供知識，有的小段需讀者做解答，做計算，做選擇，所得結果，再與三個黑點 (●●●) 下面的答案核對。

1. 大多數的小段，係要讀者做解答，希讀者熟思後再核對其答案，如有需做計算題或解答的問題繁而長時，希讀者不要在書上做記號，多使用草稿紙。

2. 希讀者在核對答案前先用一不透明的卡片或紙張將答案遮起，因在未核對前已看到答案，就不容易測出讀者到底吸收了多少知識。

3. 如讀者做的答案與書上的答案不符，則請再複習前面所學的，必須要弄清楚錯在何處。

目 錄

前 言 引 言

第一章	概論.....	1
第二章	中央處理機.....	17
第三章	程式執行.....	51
第四章	各種輸出輸入通道.....	85
第五章	卡片和憑證之處理及系統控制的各種輸出輸入機件.....	118
第六章	資料管理.....	166
第七章	磁帶.....	184
第八章	直接取存的儲存體機件.....	201
第九章	各種程式設計制度.....	230
第十章	電傳資料處理.....	312
第十一章	多元程式設計及多元資料處理.....	319
第十二章	轉移.....	330

第一章 概 論

360 系統所用的有關機件	
低 速 度	控制台打字機
	聲波反應機
	視顯像機
	遙控處理站
	磁性墨水字體閱讀機
	感光讀記號機
	感光讀字機
	紙帶閱讀機
	卡片打孔機
	卡片閱讀機
	卡片閱讀打孔機
	列表機
高 速 度	磁帶機 *
	資料小室 *
	磁盤機 *
	磁鼓機 *

* 也可用來儲存大量資料

圖 1

1 360 系統的設計是基於時代的進步與資料處理方式的不同而與以前設計的電腦迥然不同，最顯著的不同點是 360 系統為一真正全目標的電腦，並設計成在一種操作制度下即可發揮功能。

基於以上二特點，該系統有許多的系統特色及其門類。

本章之主旨係討論其廣泛應用的範圍及其發展的潛力。

在資料處理業務中常會由於需求的改變超過原先的處理規則。例如一商業性裝置 (Commercial Installation)，由於銷售及用戶的增加，欲處理的資料容量逐漸擴大，資料檔必須擴展，因之處理時間即告延長，故該裝置系統就需一較快的輸出輸入機件。

同理，有的工作為的要保留處理中的資料需自分批處理 (Batch Processing) (註 1) 改為線上處理 (In-line Processing) (註 2)

在過去，某一型或不同型的電腦要換一個較快的輸出輸入機件時，必須更換整個資料處理系統，360 系統

就不需如此，在電腦工業中該系統可包含各型速度的機件的最大範圍。

圖 1 中所示為目前可用的各型機件，以其傳送資料的速度分類，所謂的低速度類，實際上其速度也有很大的差距，例如 1052 型控制台打字機 (當與操作員互通訊息時) 每秒鐘可打五個字體 (Character)。相反的，1403 型的列表機最快時每分鐘可印一千四百行，每行可寫一百卅二字體，每個字體需一個位組 (Byte)。意即每秒可輸出三千零捌拾個位組。

如用高速機件，資料傳送的速度更為驚人，例如 2301 型的磁鼓機，每秒可傳送一百貳拾萬個位組。

現對 360 系統能處理商業性裝置所需的高速輸出輸入的能力應作何種結論？



360 系統事實上能處理所有商業性的輸出輸入的所需。

2 自圖 1 中所列的各種不同的輸出輸入機件可證明其速度的可變性的重要，大多數情形，每種機件均有各種不同的型式，例如，遙控處理站其中就包括有遠程資料集收站 (Remote data collection terminal) (如標記閱讀機 (Badge Readers)，卡片閱讀機)，資料電傳站 (data communication Terminals)，處理控制站 (Process control terminal)

註 1 分批處理——在規定的時間中收集各發生事件的資料記錄 (Record)，而後作一次的處理。

註 2 線上處理——發生事件的資料記錄在發生時即刻處理，需用線上處理時是不同的輸出輸入機件 (如直接取存儲存體機件)。

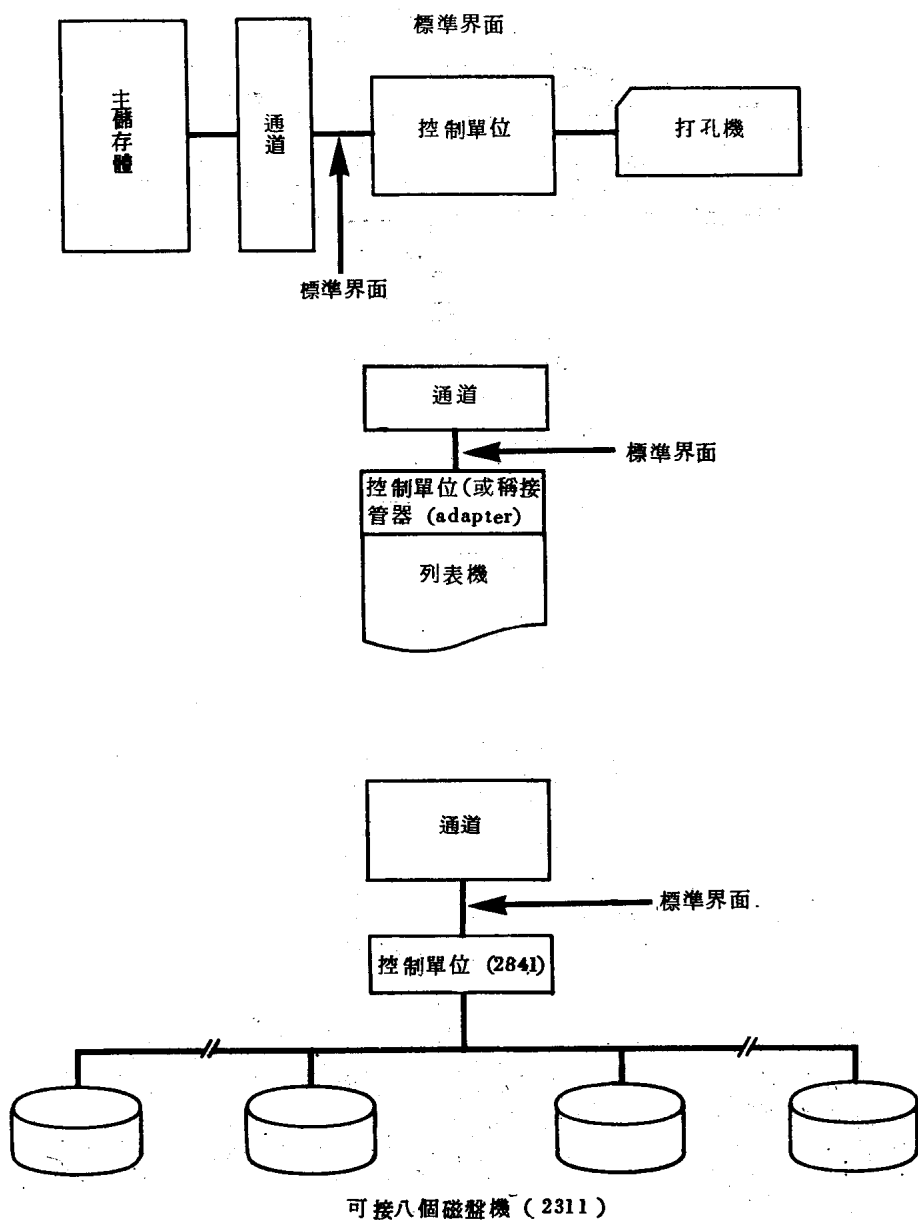


圖 2

) (一般處理的監驗及控制) 等等。

遠在公元一九六三年，各種電腦系統在所用的輸出輸入機件的限制上有顯著的區別。例如，某種為卡片系統，另一種又為磁帶系統等等，360系統能使用各種不同的輸出輸入機件是由於具有“標準界面 (Standard interface)”的觀念。

由資料處理的述語來說，界面為系統或系統的一部份與系統之間的界限 (Boundary)，一輸出輸入的界面為一通道 (Channel) 與輸出輸入機件之間的界限，越過此界限後必須用代表資料的信號 (signal) 來控制輸出輸入機件。以往的各種限制是由於每問題：

1. 為什麼 360 系統的輸出輸入的界面稱之為標準界面？控制單位對它作什麼反應？
2. 360 系統所使用的輸出輸入機件是否有各種不同型式及數量的限制？



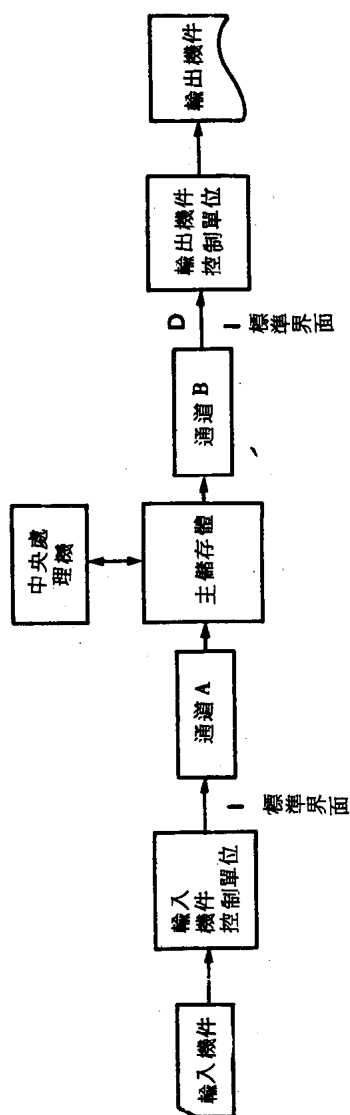
1. 輸出輸入的界面是由控制單位與傳送標準輸出輸入指令的通道所形成，控制單位對該標準指令立即傳送輸出輸入機件所需之特殊控制信號。
2. 目前就我們所知，360 系統是一真正的“無限制 (open-ended)”的電腦系統，任何合規格的輸出輸入機件均可在該系統中使用。

3 現再討論商業性的裝置，可發現單是有快速並多效用的輸出輸入機件並不能適合所有的需要。商業性的資料處理顯然的大部份的工作是輸出輸入，而中央處理機的工作佔極小部份，如中央處理機需每次等待讀入卡片的指令執行完了，再開始處

一種的機件的操作需不同的控制信號，使中央處理機 (CPU) 指揮不同的輸出輸入機件工作時的指令 (Instruction) 繁多。

360 系統的設計之不同點，是每一種輸出輸入機件均具有自己的控制單位 (control unit)，而後將各控制單位與通道相連接 (在圖 2 中列出三個實例)。然後，自通道中發出任何標準的輸出輸入的指令時，控制單位即將該指令轉變為該輸出輸入機件所需之特殊的控制信號。任何類的輸出輸入機件，其控制單位的設計能適應輸出輸入界面處所發生的標準信號時，即能用於 360 系統中。

理資料，然後等待輸出的命令的執行。將花費太多等待的時間，有人曾對某一種的商業性的業務作研究，顯示中央處理機的等待的時間佔全部處理的時間百分之四十。360 系統解決了此等待的問題，其中一種的方法是使用各種通道。



通道可視為一小電腦。通道所用之程式儲存在中央處理機中，只需自中央處理機接受開始的指令時即選擇所需之程式並演算之，而將結果再送至控制單位去。意即，通道分擔中央處理機控制輸出輸入的工作。

當中央處理機發出給通道的開始指令後，即可再繼續作資料的處理。或可再開始另一讀入的操作，接着可處理該工作的資料，或可處理其他的資料。因此，一個通道可接一個以上的輸入及輸出機件，由於資料處理與輸出輸入的操作同時進行，故電腦即可同時進行各種不同的工作。

由於使中央處理機保持繁忙，故360系統的处理容量隨即增加。處理容量即為一計算系統所能做的工作的比率。同時可做輸入、輸出，處理的工作能力，稱之為“重疊處理 (Process overlap)”。

前面曾論及360系統做商業作業的三種重要的特性為：

1.輸出輸入機件。
2. 使用.....觀念，使用的輸出輸入機件可無限制。
3. 處理容量的增大，因使用通道可使.....。

● ● ●

1. 高速度
2. 標準界面
3. 重疊處理，處理與輸出輸入操作同時進行。

4 在計算系統基本課程中曾提起通道有二種，選擇器通道 (selector channel) 及多元調節器通道 (multiplexor channels)。其不同點為其作業的方式，選擇器通道一次的作業可自輸入機件傳送一個資料錄中包含的所存的位組所組成的訊息，或自輸出機件送出一部份儲存體 (storage) 中所含的訊息。稱之為“群形 (Burst mode)”。

多元調節器通道每次送入或取出儲存體中訊息為一個位組，稱之為“位組形 (Byte mode)”。

選擇器通道常以群形作業，多元調節器通道可以群形或位組形作業。

有些控制單位 (例如遙控站) 可接一個以上的輸出輸入機件，同時，不論選擇器通道或多元調節器通道也可接一個以上的控制單位。自重疊處理的觀念來看，下列二種情形那個是對的？

- a. 每個通道與一個控制器相接，一個控制器連接一個輸出輸入機件。
- b. 每個通道可接一個以上的控制器，而每個控制器可接一個以上的輸出輸入機件。

● ● ●

b

5 一多元調節器通道雖以位組形作業，但也可接許多輸出輸入機件，其傳送的位組可自各機件分別

傳送，稱之為“位組插入作用 (Byte interleaving)”。

自圖 1 中所示的傳送速度範圍，那一類的機件適用於多元調節器通道所作的位組插入作用？

● ● ●

低速度的機件。

6 相反的，一多元調節器通道如以群形作業，或用一選擇器通道，要用……輸出輸入機件。

● ● ●

高速度。

7 圖 3 為一簡化的系統結構，設其輸入機件為卡片閱讀機及輸出機件為磁帶機則通道 A，通道 B 各為那一型的通道？

● ● ●

通道 A 為多元調節器通道，通道 B 為選擇器通道。

8 一多元調節器通道可與多達 256 個輸出輸入機件的控制單位相連接 (但要那是那一型的機件)。因此，在同時要操作很多的輸出輸入機件。只需在系統中接一個多元調節器通道即可。

每個選擇器通道也可與多達 256 個輸出輸入機件相連接，因每次只有

一個輸出輸入機件可使用該通道，故在系統中除了一個多元調節器通道外，尚可接上多達六個選擇器通道。

隨着中央處理機操作的同時，不管多元調節通道是否也在作用，各選擇器通道都可能在讀或寫的工作（或者是有的在讀，有的在寫，在此種情形下，即使（全部／一部份）……的輸出輸入機件及通道，都與整體系統相連接，該系統的重疊操作，仍然是可實行的。



全部。

● 前曾討論過系統中的輸出輸入機件，通道，現在再來討論，在傳統上我們認為作科學性資料處理（Scientific data processing）時主要應考慮的因素，那也就是中央處理機的速度，目前仍是如此。因為大部份的科學性的程式使用少量的輸出輸入操作，而大部份的操作乃用來作資料的演算（與傳統的商業性作業相反）。

以往適應於科學性作業的中央處理機均着重於其速度而商業性作業並不着重其速度，但由於商業性的作業的進步，速度的需要也日趨迫切。而逐漸消除科學性與商業性作業之間的區別。進步的情形有：

1. 高速輸出輸入資料及各通道的同時操作，可能使得 CPU 擠滿了

資料。

2. 所謂的科學管理業務，其中包含有各種應用，例如線型計劃，求生產的最大利潤，計劃之評核術及要徑法控制生產以及各種預測的業務，以預測將來生產的情形類似於科學性資料處理業務中的分析工作，如要作科學管理的業務就需更多的儲存體並需更快速的處理機以增效率。

基於此，360 系統的設計可使任何用戶以現有的儲存體的大小及處理機的速度轉換為較大容量的儲存體及較高速的處理機。

儲存體的大小範圍與速度〔在主儲存體（main storage）中取存資料的速度〕如圖 4 中所列。（其中的 K 代表 1024 個位組），每個資料的位組。不論其儲存體的大小或每次中央處理機操作時取存位組的個數為多少，均可由程式來定地址（address）。有些型的儲存體的大小範圍，可添加大量儲存體（Large capacity storage）（LCS）而加以擴大。添加的儲存體的範圍可自 1024K 到 8192K 位組，添加時可加一個或一個以上的單體（一個單體為 1024K 或 2048K 位組儲存體所組成）在 LCS 中的每一個位組也可為程式來定地址，LCS 的地址係緊接在主儲存體最後的地址依次排列。

目前 360 系統中最大的可直接定地址的儲存體容量為何？

360 系統各種中央處理機

型號		20	25	30	40	44	50	65	67-1	67-2	75	85	91
儲存體大小 K=1024 位組	4K	X											
	8K	X		X									
	12K	X											
	16K	X	X	X	X								
	24K		X	X									
	32K		X	X	X	X							
	48K		X										
	64K			X	X	X	X						
	128K				X	X	X	X					
	256K				X	X	X	X	X	X	X		
	512K						X	X	X	X	X	X	
	768K							X			X		
	1024K							X	X	X	X	X	X
	2048K									X		X	X
	4096K											X	X
	6144K												X
外加的大 量儲存體 1024-8192K							X	X				X	
每次取存 的位組數		1	2	1	2	4	4	8	8	8	8	8	8
取存速度 (access time) (百萬分之一秒)		3.6	1.8	1.5	2.5	1	2	.75	.75	.75	.75	1.04	.75

圖 4

9216 K (65或75型, 添加 8912 的 LCS)。

若用某一種方法, 可能使具有 4 k 的容量的儲存體可擴展為其二千倍以上, 仍在 360 系統最大範圍之內。

10 現在此區分 LCS 與高速輸出輸入機件所提供儲存量性質的不同點, 後者可保存大量的資料, 但並非為主儲存體的延續。其位組並不能被程式定地址, 但可輸送或記錄資料錄, 每個資料錄內可包含很多位組的訊息。像這樣的儲存體, 我們稱之為 "「補助儲存體」(auxiliary storage)" 當論及其儲存資料的功能時, 即可知其與 LCS 之間有所區別。"「補助儲存體」包括那幾種機件?

磁帶機、磁盤機、磁鼓機及資料小室。

11 由於儲存體的容量可大量的增加, (意指在目前的各型範圍中, 由小型增加到大型), 故中央處理機的性能也需隨之而增加。就其一次所能取存的位組數而論, 較大型的中央處理機所能取存的位組數, 已八倍於較小型的中央處理機, 而其所需的時間, 則僅為原來的四分之一。但若已具有了容量很大的儲存體, 及能力很强的處理機, 而現有的程式, 却

需要重新改寫時, 則即使也可同時操作一個以上的程式或可使用新的更大的程式時, 仍會顯得沒有意義了。這對商業性的作業是非常重要的, 因大部份的程式均需長期使用的。

基於用戶們的擴充需求, 360 系統就有此最重要的特點: 某一型式可操作的程式在其他的型式上只要有相同的設備也可操作, 不必重寫程式。(程式的演算不靠內部的定時 (Internal timing) 或也不靠內部的定時與輸出輸入機件的速度之間之關係)。

何謂定時?

有些程式設計師由於想盡量利用中央處理機, 故設計時:

- 書寫指令時用某一特種順序, 使與輸出輸入開始與終了的操作吻合。
- 使用一內部的時鐘, 稱之為 "定時計 (timer)" 來中斷 (Interrupt) 一連串的指令的演算, 而分枝 (Branch) 至另一連串的指令處繼續。使用內部的定時只不過少寫幾個步驟的指令。

使用上述的技巧將失去其各型間的相互適應性, 相互適應的程式可在某一型的電腦上試驗, 而又可直接應用到系統中的別一型的電腦中去演算。

唯一的限制就是系統中的二種型的電腦均需有足夠的儲存體可容納其程式及數據。程式所需用的設備必須是相同的。

360 系統中各型間之適合性的限

制為何？

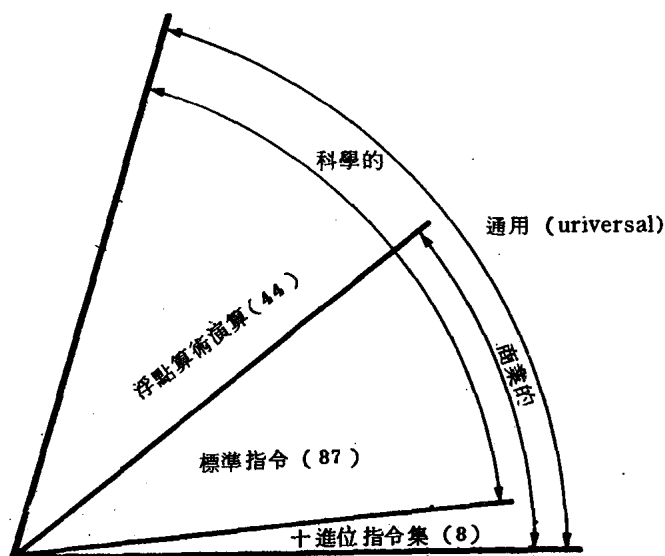


如一程式欲適應各型時，必須不算某一型的內部定時及輸出輸入的定時，並要有相同的設備。

■ 在本章的開始，曾定 360 系統為一真正的全目標的系統，最重要的特點是用戶可隨其意處理其資料。是由於中央處理機能依程式中的指令執行不同種類的操作。

對資料執行不同種類的操作的能力稱之為“邏輯能力 (Logic Power)”在 IBM 所生產的電腦中，360 系統之邏輯能力最強。

科學資料處理其中包括解科學，工程設計計算及其他技術性的問題，其資料在儲存體中以定長字 (fixed length word) (32 個位) 組成。操作時可以半個字 (half word)，全字 (Full word) 及二個字 (Double word) 來執行。固體電路可以高速使這些二進位的欄 (Binary field) 做



IBM 360 系統指令集