

序

雖然電子計算機的使用歷史已經超過三十年，但似乎在最近三、五年才受到國內工商業界的普遍重視。目前國內的裝設台數，大大小小已超過一千台，帶給社會很大的影響與進步。由於其用途極廣，難以定限，因此無論那一科系背景者都能熟習使用。

編者認為學習電子計算機，首重觀念的正確與完整，然後再依照自己的需要研修設計方法和技巧，最後即能獲致成效。本書之編寫目的是希望讓初學者了解：

- 電子計算機系統的基本組織與作業功能
- 電子計算機軟體應用系統的意義與角色
- 電子計算機的基本作業方法
- 電子計算機的應用概況

相信看（教）完此書之後，必能對電子計算機有一通盤的認識。

由於國內對Computer一字的稱呼未能統一，有使用電子計算機者，有簡稱為電腦者，本書亦是依照說明習慣，不作嚴格的統一，錯誤或不適之處必將難免，尚祈先進不吝賜正，以便日後改正。

編 者 謹識

中華民國六十九年十月十日

目 錄

第一章 緒 論

1.1 電子計算機的發展趨勢.....	1
1.2 電子計算機的主要用途與使用概況.....	2
1.3 研修的途徑與方法.....	6

第二章 數字系統

2.1 數字系統簡介.....	9
2.1.1 十進位系統 (Decimal System).....	10
2.1.2 二進位系統 (Binary System).....	10
2.1.3 八進位系統 (Octal System)	
2.1.4 十六進位系統 (Hexadecimal System).....	19
2.2 數字系統的互換.....	21
2.2.1 十進位換二進位 (Decimal to Binary)	21
2.2.2 十進位換八進位 (Decimal to Octal).....	22
2.2.3 十進位換十六進位 (Decimal to Hexadecimal)	22
2.2.4 八進位換二進位 (Octal to Binary).....	22
2.2.5 二進位換八進位 (Binary to Octal).....	23
2.2.6 十六進位換二進位 (Hexadecimal to Binary).....	23
2.2.7 二進位換十六進位 (Binary to Hexadecimal).....	24
2.2.8 二進位換十進位 (Binary to Decimal)	25
2.2.9 八進位換十進位 (Octal to Decimal) 及十六進位換十進位 (Hexadecimal to Decimal)	26
2.3 小數之處理.....	26
2.3.1 二進位換十進位.....	27
2.3.2 十進位換二進位.....	27

第三章 資料的表示方法

3.1 資料在 IBM 卡片上的表示	29
3.1.1 IBM 卡片的來源	29
3.1.2 IBM 卡片之型式	29
3.1.3 資料在 IBM 卡片上之表示	30
3.1.4 有關名詞釋義	32
3.2 資料在 96 行 (96 Colnmn) 卡片上的表示	34
3.2.1 96 行卡片的來源及其型式	34
3.2.2 資料在 96 行卡片上之表示	35
3.3 資料在電腦內部的表示	36
3.3.1 有關名詞釋義	36
3.3.2 資料在電腦內部之表示	40
3.4 資料在磁帶上的表示	48
3.4.1 七波道磁帶	48
3.4.2 九波道磁帶	49

第四章 電腦基本結構

4.1 主要儲存體	54
4.1.1 位元及位元組	54
4.1.2 文數字碼	55
4.1.3 字語	56
4.1.4 儲存體的構造	58
4.2 中央處理機	58
4.2.1 機器週期 (Machine Cycle)	59
4.2.2 指令週期及執行週期	60
4.3 輸入裝置	61
4.3.1 讀卡機 (Card Reader)	61
4.3.2 讀紙帶機 (Paper Tape Peadar)	63
4.3.3 磁性字元閱讀機 (Magnetic Characters Readers)	64
4.3.4 光學字元閱讀機 (Optical Character Readers)	66

4.4 輸出裝置.....	67
4.4.1 列表機 (Printer)	67
4.4.2 打卡機 (Card Punches)	70
4.5 可輸入及輸出的裝置.....	72
4.5.1 磁帶機 (Magnetic Tape Units)	72
4.5.2 磁碟機 (Magnetic Disk Units)	74
4.5.3 圖形顯示機 (Graphic Display Units)	77
4.5.4 端末機 (Terminal)	79
4.5.5 控制台.....	81
4.6 資料登錄裝置.....	82
4.6.1 系統組織失.....	82
4.6.2 鍵台機的功能.....	83

第五章 檔案與輔助儲存體

5.1 卡片.....	87
5.2 磁帶 (Magnetic Tape).....	90
5.2.1 磁帶的讀寫作業.....	91
5.2.2 磁帶的記錄.....	93
5.2.3 磁帶的檔案組織.....	94
5.2.4 磁帶的標誌 (Labels)	97
5.3 磁碟.....	98
5.3.1 磁碟的特性.....	100
5.3.2 磁碟上的記錄格式	101
5.3.3 磁碟記錄的編組.....	104
5.3.4 磁碟的檔案組織.....	105
5.3.5 磁碟組的目錄表.....	108

第六章 流程圖

6.1 流程圖的來由.....	109
6.2 流程圖的符號.....	109
6.2.1 流程圖符號圖型.....	110

6.2.2 流程圖符號說明	112
6.3 流程圖的種類	113
6.3.1 系統流程圖	114
6.3.2 程式流程圖	122

第七章 電腦軟體系統

7.1 電腦的程式設計	135
7.1.1 機器語言 (Machine Language)	136
7.1.2 程式組合語言 (Assembler Language)	138
7.1.3 高階語言 (High-Level Language)	142
7.1.4 如何選擇一種程式語言	147
7.2 語言翻譯 (Language Translation)	148
7.3 作業系統 (Operating System)	150
7.3.1 監督程式 (Supervisor Program 或 Supervisor)	150
7.3.2 處理及服務程式 (Processing and Service Programs)	153
7.4 磁碟作業系統 (Disk Operating System, 簡稱 DOS)	154
7.5 多元程式設計 (Multiprogramming)	155
7.6 資料庫管理系統 (Data Base Management System)	157

第八章 高階語言的概述

8.1 式譯語言 — FORTRAN	161
8.1.1 語言的要素	161
8.1.2 範例	164
8.2 商用語言 — COBOL	166
8.2.1 語言的要素	167
8.2.2 範例	171
8.3 培基語言 — BASIC	173
8.3.1 語言的要素	173
8.3.2 範例	176
8.4 程式語言/ I — PL/I	176
8.4.1 語言的要素	178

■

8.4.2 範例	182
8.5 巴斯卡語言 PASCAL	182
8.5.1 語言的要素	183
8.5.2 範例	185

第九章 電腦作業的程序

9.1 電腦作業制度之導入	190
9.2 電腦作業系統之開發	192
9.3 電腦程式之處理	197

第十章 電子資料處理的基本作業程式

10.1 基本的作業程式	199
10.1.1 轉換與編輯 (Conversion & Editine)	199
10.1.2 分類 (Sort)	200
10.1.3 計算印表 (Compute & Listing)	201
10.1.4 合併 (Merge)	203
10.1.5 分派 (Distribute)	204
10.1.6 產生 (Generate, Create)	205
10.1.7 更新 (Update)	206
10.1.8 查尋 (Search) 查詢 (Inquiry)	207
10.2 程式作業應用事例	208

第十一章 電腦作業系統的基本型態

11.1 整批作業系統 (Batch Processing System)	212
11.2 線上即時作業系統 (On-Line Real Time System)	213
11.3 遙控整批作業系統 (Remote Batch Processing System)	214
11.4 分時作業系統 (Time Sharing System)	215
11.5 多元程式系統 (Multi-Programming System)	216
11.6 多重處理系統 (Multi-Programming System) 與多計算機處理系統	217
11.7 電腦網路系統之形式 (Mode of Network)	218

11.8 通訊設備 (Equipment of Data Communication System)	220
11.9 MODEM與 Interface Equipment (介面設備)	221
11.10 通訊形式 (Mode of Communication)	222

第十二章 微電腦

12.1 基本概念與問題	223
12.2 微電腦的基本構造	225
12.3 微電腦系統在硬體方面的層次區分	227
12.4 微電腦的應用	237

第十三章 中文資料處理系統的概念

13.1 輸入方法	241
13.1.1 大鍵盤直接輸入法	241
13.1.2 字根拼合輸入法	244
13.1.3 注音符號輸入法	245
13.1.4 電報明碼輸入法	245
13.1.5 三角編號輸入法	249
13.1.6 四角號碼法	259
13.1.7 中文字母輸入方法	259
13.2 輸出方法	268

附錄一 觀光飯店前檯客帳管理系統	271
------------------	-----

附錄二 電腦的分類及我國現行電腦概況	287
--------------------	-----

第一章 緒 論

1.1 電子計算機之發展趨勢

從電子計算機（簡稱為電腦）的正式問世到現在約三十年，它的進步與發展實在快速和驚人，帶給人類社會的影響和衝擊也是無以倫比。在電腦的製造技術上其發展過程可歸約為下面四個階段：

- (一) 真空管的時代：最早期的電腦，其電子元件是以真空管為主，不但速度慢，體積大，故障率也高。一般所謂第一代的電腦就是指這一時期的電腦。
- (二) 電晶體的時代：這個時候，電腦中的電子元件由電晶體（Transistor）取代了真空管，因為這種改變，速度加快了，體積變小了，故障率也下降了，所謂第二代的電腦便指這一時期的電腦。
- (三) 積體電路（IC）的時代：積體電路（Integrated Circuit）的出現是電腦製造技術的一大突破，無論是在運算速度方面、記憶功能方面、體積方面、穩定性方面都遠超過前述時期的千百倍，而所需的製造成本却反而降低，從過去十幾年來，市面上所看到的電腦都屬於此一類型，也是第三代電腦的代表。
- (四) 超積體電路（LSI）的時代：最近幾年已有更高密度的積體電路在使用，一般簡稱為LSI（Large Scale Integrated），當然由於這種技術的進步，電腦硬體系統的作業功能又大大的向前邁進了一步，電腦界的人士稱其為第四代的電腦。

前面所提者是電腦硬體方面的進步情形，事實上電腦科學的發展事項並非僅限製造方面的硬體技術，如何有效利用電腦方面的軟體技術亦是電腦科學的重要一環，此一部份的發展比起硬體技術雖然進步尚嫌緩慢，但亦是不斷的在求新，反而是我們一般的大眾在觀念上跟不上電腦發展的局面，這種情勢如不加以改進，將防礙電腦的正常發展，因為電腦必竟是一種工具，如何使用才有價值，則應屬於使用人的責任。

從上述電腦的發展情形可以知道，電腦事業是朝着下列特性在勵進。

8610141

- (1)・運算速度不斷的在加快，而且是以十、百倍為單位。
- (2)・體積愈來愈小，作業功能却愈來愈強。
- (3)・製造成本大為降低，銷售價格亦有下降的趨勢。
- (4)・小型系統的成長最為快速。
- (5)・硬體的進步超過軟體的發展。

根據這些特性應可預測電腦在未來人類社會的角色。

1.2 電子計算機的主要用途與使用概況

適於電腦處理的作業對象不勝枚舉，只要該項作業在處理計算時有一方法可循即可，當然如果該項作業的資料量愈多，亦愈能顯示其效果，因為對同一種作業來說，不管資料量的多寡情形如何，所化的設計工夫都是一樣。下面所列舉者是一些最常見的應用事例。

- ・數理計算、統計分析、結構計算、綫性規畫、需要預測、模擬計算等，這些都是理工科系與管理方面的人士所經常使用的技巧。
- ・生產管理、庫存管理、銷售管理、人事管理、財務會計、應收帳款與應付帳款等是一般工商業界所最常見的作業對象。
- ・圖書管理、醫院管理、銀行作業、地政管理、農畜管理、交通管理等亦是普遍使用電腦的業種。

事實上現在已經無法定限電腦的使用範圍或對象，不管你是屬於那一科系，電腦都能成為你的利器。

在自由世界，使用電腦最為普遍的國家首推美國，然後是日本，再來就是歐洲的先進國家，事實上絕大部份的電腦都是這些國家所製造。在他們的社會裡電腦已經成為不能缺少的東西，任何學校都有這一方面的教學和設備。

在國內，電腦雖然早在十幾年前便被工商業界啓用，但普遍受到重視則是最近幾年之事。下面的資料是來自行政院主計處電子處理資料中心，時間是七十年度，從這些統計資料中可以看出國內使用電腦的概略情形。

各類機構應用電子計算機於各作業項目的單位數

機 構 應用項目		合計	民營企業	資訊業者	政府機關	公營事業	教育研究
獲得資料機構數		500	295	50	49	49	57
作 業 項 目	人事薪工	263	170	29	21	26	17
	庫存物料	241	176	31	10	17	7
	會計業務	209	133	30	12	30	4
	財務管理	163	108	25	9	17	4
	統計分析	216	114	23	26	33	20
	帳單處理	169	115	26	8	17	3
	教學訓練	116	22	27	6	7	54
	工程應用	85	32	16	5	11	21
	科學應用	69	19	9	11	4	26
	客戶服務	123	79	26	8	3	7
	生產管理	137	99	22	5	9	2
	貨運管理	39	27	8	2	2	0
	稅務管理	62	40	12	8	1	1
	其 它	176	95	12	25	23	21

資料來源：行政院主計處

4 電腦原理與運用

近年來，中文資料處理發展迅速，根據七十年行政院主計處統計，各機構在各種應用上，大都已使用中文處理，在所獲得的五百家機構資料中，所得的結果如下表：

中文資料處理應用項目統計

機 構 應用項目		合計	民營企業	資訊業者	政府機構	公營事業	教育研究
獲得資料機構數		500	295	50	49	49	57
作 業 項 目	人 事 薪 工	80	49	13	6	2	10
	庫 存 物 料	46	30	10	1	1	4
	會 計 業 務	42	27	10	1	3	1
	財 務 管 理	29	19	7	0	1	2
	統 計 分 析	28	16	4	5	3	0
	帳 單 處 理	49	27	11	2	6	3
	教 學 訓 練	21	6	5	1	1	8
	工 程 應 用	5	1	3	0	1	0
	科 學 應 用	4	2	2	0	0	0
	客 戶 服 務	34	20	9	1	0	4
	生 產 管 理	18	13	5	0	0	0
	貨 運 管 理	8	5	3	0	0	0
	稅 務 管 理	20	6	6	8	0	0
	其 它	47	23	5	10	2	7

資料來源：行政院主計處

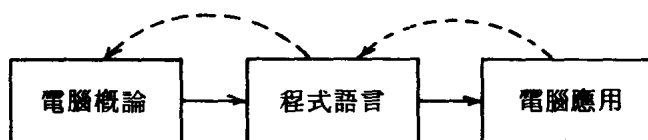
各種行業應用電子計算機的投資費用（新台幣）

業 別	年度內投資費用
農 業	27,151,805
牧 業	8,634,825
林業及製材合板業	2,860,000
礦 業	3,900,000
建築、土木業	44,283,936
食品加工業	7,023,000
紡織業	53,287,250
紙業及印刷、出版業	2,166,000
石油、化學工業	58,334,479
水泥、玻璃製造業	3,108,000
鋼鐵工業	30,142,632
機械、造船工業	30,975,004
非鐵金屬工業	4,110,000
電機、電子工業	137,932,132
其他製造業	150,847,200
批發、零售業	3,869,600
財稅機關	171,208,269
運輸、通信、交通	137,244,007
電力、瓦斯、自來水	13,550,240
電子計算機服務業	135,463,774
其他服務業	10,673,000
醫 院	660,000
教 育	191,718,904
政府機關	257,697,326
研究機構	21,842,250
儲金、合作社、保險、銀行業	186,649,378
其 他	6,317,000
合 計	1,701,650,011

- (1) 本表依上二表相同之統計母體，就各行業分類統計而得。
- (2) 上列資料不以機構為單位，而採用各單位所屬之業別性質為統計基礎。
- (3) 業別分類偏重於工、商業及服務業。
- (4) 參照上列資料的透視，在財稅、金融、交通、水電及學校、科技研究等方面使用較為廣泛，關於工、商業以電機、電子方面投資較多。

1.3 研修的途徑與方法

電子計算機科學的範疇非常廣汎，我們不可能樣樣都能在短時間內學得精通，必須依照自己的需要和可能，劃定一個學習的對象和範圍。最平常最基本的學習途徑應該是類似下圖的步驟程序。



(說明)

- (1) 先了解一些電腦方面的基本常識，此乃講授電腦概論的意義和目的。
- (2) 爲了能夠實際利用機器處理問題，就必須學習一種以上的程式語言，如 FORTRAN、COBOL 或 BASIC。
- (3) 其實並非一定需要徹底了解電腦概論後才能學習程式語言，有些情形是在學習程式語言的階段，體會電腦概論方面的真意。
- (4) 程式語言是利用電腦的一個手段，學習程式語言之目的是在於有效的使用電腦，如何開發一個應用系統，如何設計一個應用系統，這便是電腦應用課程的主要研修事項，而在設計應用系統時亦將隨時遇到程式設計上的問題，因此必須不斷充實程式的設計能力。
- (5) 屬於理工科系者，在研修電腦概論時可以加重硬體方面的概念，屬於文法商科系者可以加重資料處理方面的問題。至於程式語言的學習種類，後面將有詳細的說明。

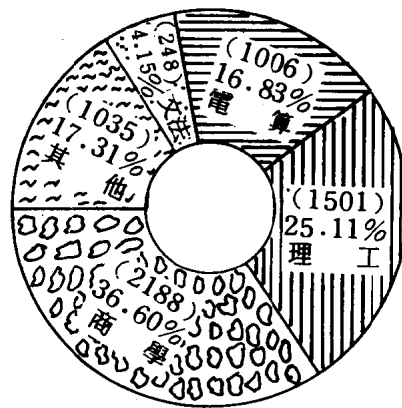
下面是行政院主計處電子處理資料中心所作的調查資料，目的在於了解電腦從業人員的來歷，相信亦能作爲你的參考。

各職務從業人員對其修習學門之人數分佈

職 務 \ 科 系	獲得資料 人 數	電 子 計 算 機	理 工	商	文 法	其 他
合 計	6458	1060	1677	2299	289	1133
主 管 人 員	793	154	285	273	29	52
制度分析與設計	746	238	260	193	19	36
應 用 程 式	824	265	277	211	18	53
系 統 程 式	225	78	93	34	3	17
硬體設計與維護	414	46	318	5	1	44
機 器 操 作	878	169	196	301	44	168
資 料 管 理	852	35	67	451	57	242
資 料 登 錄	1369	42	82	752	107	386
銷 售 人 員	153	28	74	44		7
其 他	204	5	25	35	11	128

參照上列資料顯示，商學系者佔 36.60%，理工院系畢業者佔 25.11%，其他科系者佔 17.31%，電子計算機科系者佔 16.83%，文法科系者佔 4.15%，而以理工商學系，畢業者為多，推其原因一則以電子計算機之運用與工商企業管理具有密切的關係，若干從業人員是從工商企管人員轉入電子計算機界，再則各大專院校電子計算機科系的設立歷史不久，早期設置的電子作業機構，只有從理、工、商與其他學系中培育從業人員。今後修習的人材雖陸續增加，但在國內電子計算機事業蓬勃發展的情形下，其前途極為樂觀。

計算機從業人員畢業科系百分比



第二章 數字系統

人類發展的早期，人們是用木棒、木棍或用石塊、小石頭來表示數目，雖然各人表達的方式不盡相同，但卻都是以各種實際的物件來表示數量。往後；由於文字的發明，人類逐漸運用符號代表數量，但也只限於一個符號代表一個數目，例如羅馬符號中的 V 是代表 5，L 是代表 50，C 是代表 100 等，這個時候的數目，並未考慮到數字的位值（Position Value）問題。當然，世界其他的文明古國，如中國、埃及、印度也都各自發展出屬於他們自己國家的數值表示方法，但全世界始終沒有發明出一種統一而標準的數量系統，這種數值表示方式的不統一，自然也限制了數學的發展。又經過了若干時代，由於阿拉伯數字所組成的十進位系統（Decimal System）獲得大多數人的首肯，方才逐漸演變成爲人工計算中最具效率的一種數字系統。

然而在過去的卅年內，人類已逐漸轉向強調人機聯繫（Man-to -Machine），電子計算機（Electronic Computer 簡稱電腦）的發展，簡化了數值（Numeric）及英文字母（Alphabetic）等資料的處理。爲了使得使用者不致感覺不便，輸入電腦的原始資料可用一般十進位數目字及英文字母表示，但當資料進入電腦之後，即被轉變爲另一種代碼型式，這種代碼的表示法，完全是基於二進位數字系統（Binary Number System）演變而來，在電腦內部處理完畢之後，這些二進位的代碼又重新被轉變爲一般十進位的數目字及英文字母而後輸出。

本章是由最基本的十進位系統談起，而後再談到電腦所涉及的二進位系統（Binary System），八進位系統（Octal System），及十六進位系統（Hexadecimal System），經由對這些系統的了解與熟悉，進而就可明瞭資料在電腦內部如何表示。

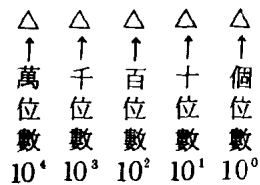
2.1 數字系統簡介：

數字系統涉及二項數值，其中的一項數值是基數（Base），另一項數值是位值（Positional or Place Value）。基數是代表該項系統中的最大數目，而位值是代表該位置的所當值，以基數和乘幂之配合表示。

2.1.1 十進位系統(Decimal system)

十進位系統是由 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 等十個數目字所組成，此系統內所有數目均可經由這十個數目混合搭配而組成，在此系統內的數目，當其超過 9 而達到 10 時，即需向左進位。

十進位系統的基數是 10，某數值之大小決定於該系列數字之大小，該系列數字最右邊的數字為個位數，為 10^0 ，次右的數字為十位數，為 10^1 ，再次右的位置為百位數，為 10^2 ，此即為十進位的位值概念，可如下圖所示：



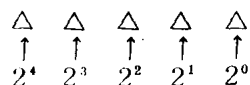
十進位系統內的各數值是由各個數目與其位值相乘，而後加總而得。例如十進位的 785，是由 $7 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 5 \times 10^0 = 7 \times 100 + 8 \times 10 + 5 \times 1 = 700 + 80 + 5$ 而得，這種數目字與位值相乘加總的概念，同樣可用於二進位、八進位及十六進位。

2.1.2 二進位系統(Binary system)

二進位系統是由二個數字 0 和 1 所組成，這種系統的觀念取自邏輯的二分法，即求某一假設的正、反二面，若其假設為真，則設定其值為 1，若其假設為偽，則設定其值為 0，此又如一盞燈泡，若有電源通過，則亮，令其值為 1，若無電源通過，燈泡不會自動明亮，則其值為 0。

(1) 二進位系統之位值概念：

二進位系統的基數是 2，在一串二進位的數字中，該串數字最右位置的設定值為 2^0 ，次右位置之設定值為 2^1 ，再次右位置之設定值為 2^2 ，若左邊尚有二進位之數目則其位值為 2^3 ，二進位系統之位值概念當可由此概念推演而得，若是將其繪成圖，則如下圖所示：



二進位系統內之各數值亦是由各個數目與其位值相乘，而後加總求得。例如二進位的 10101，此數值相當於十進位的 21，這是經由 $1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 4 + 1 = 21$ 求得。爲了將一系列的二進位數字與其他數字系統中的數字加以區分，故常於二進位數字外加一括弧，並在右括弧之右下方加上一個小“2”，如上述二進位的 10101，我們常將其寫爲 $(10101)_2$ 。

(2) 二進位系統之各種運算：

① 二進位系統之加法：

二進位系統之加法規則可由下列式子表示：

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0 \cdots \cdots \text{向左進位，進1，}$$

例一：求 $(11)_2 + (10)_2 = (?)_2$

$$\begin{array}{r} \text{即} \quad 11 \\ + 10 \\ \hline ? \end{array}$$

從最右位置加起 $1 + 0 = 1$ ，次求次右位置之答案 $1 + 1 = 0$ ，且向左邊進一，因此其最終答案爲 101

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 10 \\ \hline 101 \end{array}$$

例二：求 $(1101)_2 + (1011)_2 = (?)_2$

$$\begin{array}{r} \text{即} \quad 1101 \\ + 1011 \\ \hline 11000 \end{array}$$

二進位之 1101 相當於十進位的 13，二進位之 1011 相當於十進位的 11，而 $13 + 11 = 24$ ，二進位的 11000 恰爲 $1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 = 16 + 8 = 24$ 。

② 二進位的減法：

二進位的減法有二種方式，一種是直接相減，另一種則是利用被減數與減數之補