

電 腦 淺 談



• 平 希 徐 •

走進一塵不染的電腦房，看到幾座美觀勻雅的機器。它們是輸入資料的讀卡機，記錄資料的磁帶和磁盤，主司運算的中央處理機，以及一座印刷機。就是這些東西，它們以高度的運算速度，大量的記憶容量，大大提高了人類的工作率。並且完成了三十年前人類不可能做到的事情。

假如在電腦房裏的一捲磁帶上，記有全校學生各科的成績。我們希望算出每個學生的總平均，並且印出成績單。應該如何利用電腦？

程式：首先，我們要寫一個程式 (Program)。所謂程式，是用來告訴電腦，應該做些什麼運算，才能完成預定的工作。在我們的這個例子中，就必須把計算總平均的方法，成績單的型式，以及在磁帶中學生成績記錄的型式，都對電腦交待清楚。電腦所會做的一兩百個「基本動作」是一定的。如果我們在程式中把要做的工作分解成這些基本動作的組合，電腦照着做下去，就可以把工作完成。這種程式寫出來是呈這種樣子的：

```
1 A 3 5
5 8 F 0 C 0 0 4
D 2 0 6 B 1 8 0 B 1 7 8
0 7 F 1
```

原始的程式，就是用這些機械語言堆積起來的。大家可以看得出，這是多麼的麻煩和難讀。

改進以後的程式，非常接近一般英文或數學算式。例如：

```
READ FILE-A.
ADD MATH TO TOTAL.
DIVIDE TOTAL BY 23 GIVING AVERAGE.
WRITE LIST-B.
或 C = A * (SIN(B)+1) 等
```

現在一般所用的 COBOL, FORTRAN 等，都是這種改進過的語言。

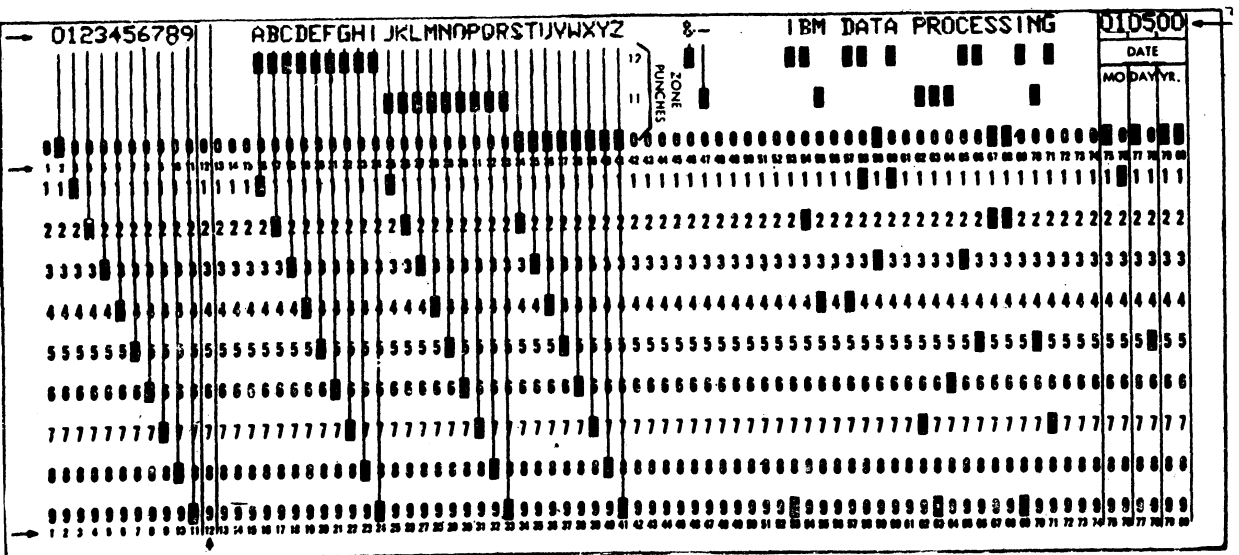
輸入：寫好的程式，要打在卡片上面。一般的卡片，每張有八十行，每行代表一個字母，如圖一所示。卡片從讀卡機上，以每分鐘一千張的速度，將其內容讀進中央處理機 (Central Processing Unit)。在 CPU 裏，電腦先要把 COBOL 或 FORTRAN 所寫的程式，翻譯成機械語言。這個翻譯的工作，是由預先貯存在 CPU 裏的另一個程式完成的，我們稱它為 **COMPILER**。在翻譯的過程中，如果遇到我們程式中的錯誤，而無法翻成機械語言時，印刷機上會把我們的錯誤印出來，以便修改。例如：

```
LINE 156
STATEMENT HAS TOO MANY OPERANDS.
...
LINE 173
PROCEDURE-NAME M8D NOT DEFINED.
...
或是
NO DIAGNOSTICS IN THIS COMPIATION等。
```

這個 **COMPILER** 考慮非常周詳，給我們很大的方便。

翻寫成的機械語言，全部記錄在 CPU 裏，電腦的電路設計，就是依照這些指令做各種的運算，它會依照我們程式上所寫的，從磁帶上讀進一位同學的資料，加以計算，印出成績單，再讀進第二位同學的資料，再做處理，如此循環做下去，到資料讀完為止。這些都是我們在程式上所要控制的。現在讓我們看看，程式是怎麼樣記錄在 CPU 裏的？

磁環：電腦的指令記錄在 CPU 裏是用二進位



圖一

計數法記錄的。我們一般所看到的機械語言，比如：1A35 用的是16進位法，這種進位法除10~9以外，加上A~F代表10~15，所以1A35實際上記錄在電腦裏的型式是0001 1010 0011 0101。每個0或1稱為一個 Bit，每個 Bit 是一個磁環。這些磁環中有兩根電線穿過，如圖2及圖3所示。磁環外徑約20mil (千分之一英吋)，內徑約12mil，厚5mil。當兩根電線同時有電流通過時，則磁環磁化，電流停止後，磁性保留住。順時針或反時針的磁化，分別代表0或1。但是如果只有一根電線有電流通過，則磁環不起磁化。電腦就是利用這個方法，把指令或數據記錄下來。

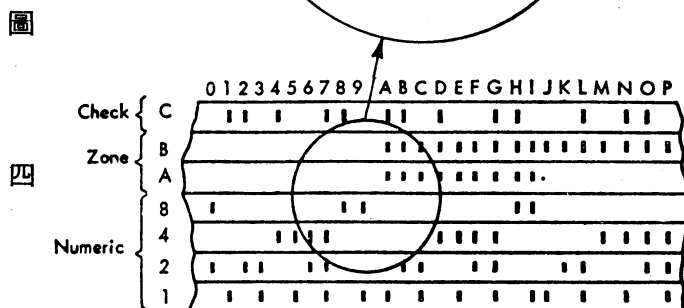
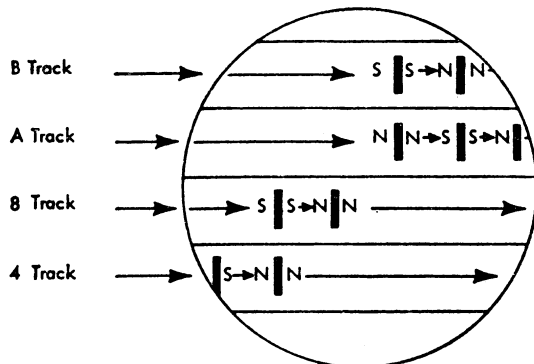
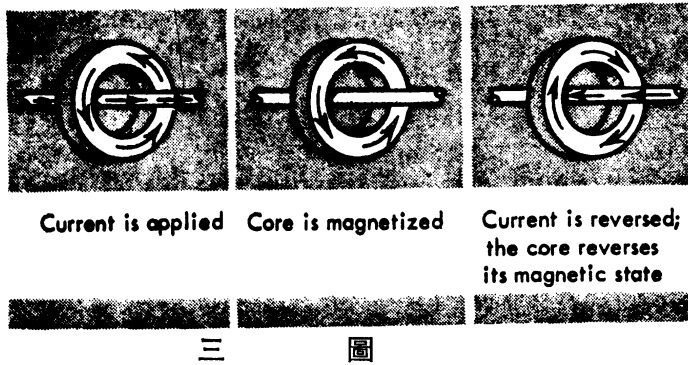
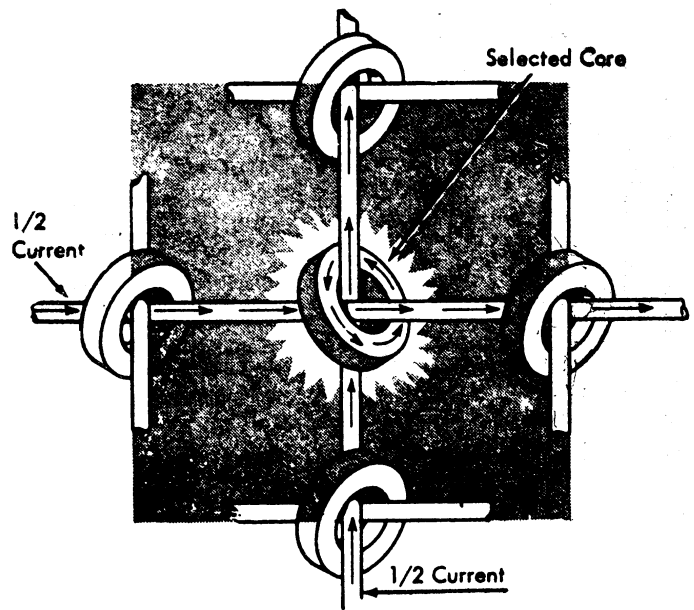
在 CPU 裏，經常是8個 Bit 合在一起，稱為一個 Byte。每個 Byte 代表一個英文字母或數字。比方1110100代表4，1100001代表A，等等。8個 Bit 所構成的 Byte 可以代表28個字母。除了阿拉伯數字和英文字母外，還可以代表各種標點或符號，足足有餘。只是無法容納所有的中國字，是美中不足之處。磁帶上讀進來的資料，就這樣記錄在 CPU 裏。

磁帶：資料記錄在磁帶上的道理是相同的。一條磁帶橫分為七道或九道，如圖4所示。每一道上磁化的方向可以決定這個 Bit 是0或是1。縱的看來，這七個 Bit 就可以代表一個字母。一般磁帶每英吋的長度裏，可以記下一六〇〇個字母，一捲唱片大小的磁帶約有二四〇〇呎。磁帶機將資料讀進 CPU 的速度約為每秒十萬個字母。但是磁帶有一個缺點：如果我們只要計算某幾個同學的成績，則磁帶必須從頭轉到尾去找這幾個人的資料，相當浪費時間，因此有磁盤的出現。

磁盤：磁盤看來像唱片。有個讀寫頭，像唱頭，只是沒有唱針。讀寫頭和磁盤非常靠近，但不接觸。讀寫資料都是用電磁感應的方法。如果我們要找某個人的資料，讀寫頭可以伸進伸出，直接找到，不必像磁帶那樣從頭跑到尾。每張磁盤可記兩百萬個字母，讀寫速度約與磁帶同。

中央處理機：學生的成績讀進 CPU 裏後，電腦依照記憶在磁環中的機械語言運算，每做一個機械指令的速度，以 10. 秒為計算單位。

印刷機：電腦的讀卡機，磁帶，磁盤，控制臺，印刷機都是互相連通的。CPU 算完一位同學的成績後，立刻依照我們在程式中的指示，把成績單印出來，同時讀進下一位同學的資料。印刷的最高速度為每分鐘 1100 行，每行 132 字母。這種速度



New data is written on magnetic tape by changing the direction of current flow and magnetic polarity from north (N) to south (S) in some of the write coils. This causes a change in the affected tracks. The coded pattern of 0 and 1 bits across the width of the tape represents data received from the computer.

A. Magnetic recording of seven-track BCD code on tape

比起 CPU 運算的速度是太慢了，因此 CPU 經常在休息狀態以等待印刷機。現代運用電腦的技巧，能使 CPU 同時進行兩個程式。在印刷機印出一行的時間裏，CPU 可以完成另一件工作的若干運算。

控制臺：控制臺上除了有各種指示燈外，還有一臺打字機。當我們的工作做完時，打字機會自動打出幾句話。例如：

JOB SPL-3 END. DURATION 00. 18567.

如果在工作，印刷機上的紙張不夠，或是我們用錯了磁帶，它會自動打出一句話提醒操作員。如果我們要取消一件正在進行的工作，也可以打個 CANCEL 進去，電腦就會停止。這座打字機，使得操作員和電腦

之間可以交談。

電傳：如果在溪頭實驗林的教授想利用校總區的電腦，他必須到臺北來。但是假如我們在溪頭裝上一座讀卡機和印刷機，則他可以在溪頭把資料由讀卡機讀入，臺北的 CPU 運算完立刻在溪頭的印刷機上印出來，這種過程稱為電傳。一般航空公司訂位，太空船導航，都是應用電傳技巧。

優點：電腦的優點在於它的高速運算能力和大量的記憶容量。只要我們的程式控制得好，它的運用非常靈活。因此一架電腦可以替代千萬人的工作，甚至做出千萬人也沒法做的事。前年八月，美國阿波羅十一號氧氣筒爆炸，電腦即時修正軌道，使太空人全師而還，就是很好的例子。