

單元

貳

# 電腦硬體與軟體

第 2 章



## 電腦硬體架構及功能介紹

2-1 電腦的基本架構

2-3 CPU與主記憶體

2-2 個人電腦的主機

第 3 章



## 電腦週邊設備的介紹與使用

3-1 輔助儲存設備

3-2 輸入/輸出設備

第 4 章



## 各類軟體的介紹

4-1 軟體運作原理

4-3 常見的應用軟體－以自由軟體為例

4-2 認識電腦軟體



## 第 5 章



### 作業系統的介紹與操作

- 5-1 作業系統功能
- 5-3 常見的作業系統

- 5-2 作業系統的分類
- 5-4 Windows作業系統的基本操作

## 第 6 章



### 程式語言簡介及實例應用

- 6-1 認識程式語言
- 6-2 程式基本結構與實例應用

## 同場加映

- ▶ 將手機螢幕傳送到大螢幕 – HDMI、WiDi、AirPlay
- ▶ 認識台灣資訊產業的發展 – 代工與自有品牌
- ▶ 「四加一（4-plus-1）核心」CPU
- ▶ 多核心 vs. 多CPU
- ▶ 各類記憶體存取速度及容量比較
- ▶ 如何看懂電腦銷售傳單？ – 避免當冤大頭
- ▶ 先進格式化
- ▶ TB級的大容量光碟
- ▶ 沒有鍵盤也能打字
- ▶ 3D影像原理
- ▶ 特殊功能的印表機
- ▶ 從智慧型手機、平板看3C發展趨勢
- ▶ 多點觸控的原理與應用
- ▶ APP應用軟體
- ▶ 個人電腦的啓動程序
- ▶ 32與64位元的作業系統
- ▶ 省電小秘訣
- ▶ 常見的副檔名
- ▶ 磁碟分割



# 電腦硬體架構及功能介紹

**電**腦朝速度快、體積小、價格低之趨勢發展，使得個人電腦在學校、企業、政府機關等單位已相當普及，且一般家庭也多半擁有個人電腦設備（圖2-1）。本章將以個人電腦為例，介紹電腦的基本架構、主機的外觀與內部組件。



● 圖2-1 個人電腦設備

## 2-1 電腦的基本架構

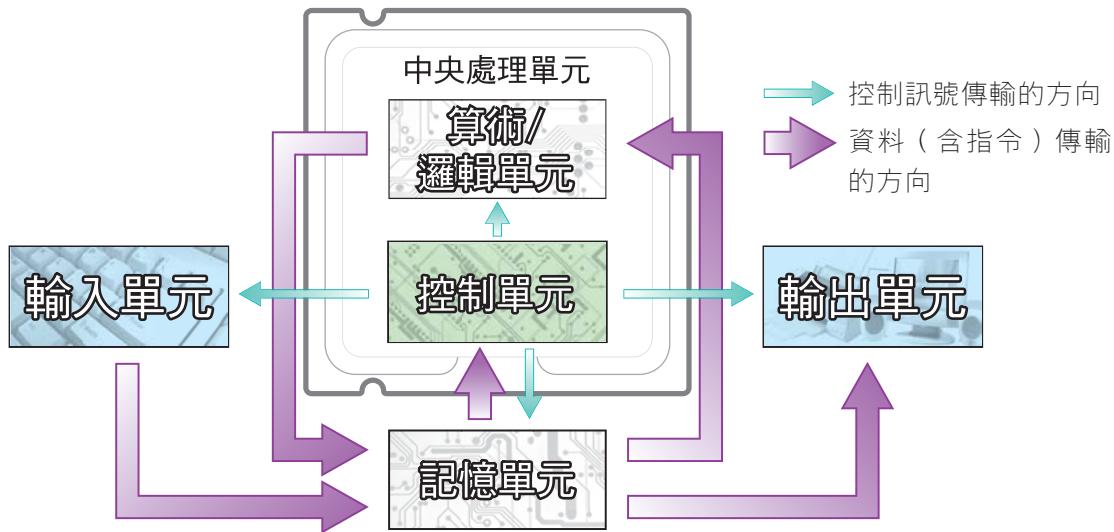
人們在玩數獨遊戲時，須先瀏覽（輸入）表格中已有的數字，再利用邏輯和推理，思考及推測（處理）其他數字，最後將數字填入（輸出）空格處。

使用電腦來處理資料，也需經過**輸入**、**處理**、**輸出**等過程，這些過程是透過組成電腦基本架構的五大單元來完成。本節將介紹電腦的五大單元，以及電腦運作過程中用來傳遞資料或訊號的匯流排。



## 2-1.1 電腦的五大單元

電腦的組成單元依照其功能可概分為**輸入**、**控制**、**算術/邏輯**、**記憶**及**輸出**等單元（圖2-2）。



◆ 圖2-2 電腦的五大單元

- ◆ **輸入單元** (Input Unit, IU)：是電腦接受指令及輸入資料的管道。鍵盤、讀卡機、滑鼠、光筆、掃描器、數位相機等均屬輸入單元的設備。
- ◆ **控制單元** (Control Unit, CU)：用來控制及協調電腦各單元間的運作。電腦指令的解碼、資料的傳遞、及與電腦各單元間的協調等工作，皆須在本單元的監督下進行。
- ◆ **算術/邏輯單元** (Arithmetic/Logic Unit, ALU)：負責資料的運算與邏輯判斷。本單元與控制單元合稱為**中央處理單元** (Central Processing Unit, CPU)。
- ◆ **記憶單元** (Memory Unit, MU)：是電腦存放程式與資料的地方。電腦的主要記憶體及硬碟機等設備均屬記憶單元的設備。
- ◆ **輸出單元** (Output Unit, OU)：是電腦輸出運算結果的管道。顯示器、印表機、喇叭等設備均屬輸出單元的設備。



## 關鍵知識

## 電腦的儲存單位

電腦中最小的儲存單位稱為位元（bit），1個位元只能存一個1或一個0的二進位數字，8個位元合稱為1個位元組（byte）。

為了方便描述、計量電腦所儲存或處理的資料量，我們常會使用以下幾種儲存單位來表示：

- 1 Byte位元組 = 8 bits
- 1 KiloByte (KB) 千位元組 = 1,024 Bytes =  $2^{10}$  Bytes ( $\div 10^3$  Bytes)
- 1 MegaByte (MB) 百萬位元組 = 1,024 KB =  $2^{20}$  Bytes ( $\div 10^6$  Bytes)
- 1 GigaByte (GB) 吉位元組 = 1,024 MB =  $2^{30}$  Bytes ( $\div 10^9$  Bytes)
- 1 TeraByte (TB) 兆位元組 = 1,024 GB =  $2^{40}$  Bytes ( $\div 10^{12}$  Bytes)
- 1 PetaByte (PB) 拍位元組 = 1,024 TB =  $2^{50}$  Bytes ( $\div 10^{15}$  Bytes)
- 1 ExaByte (EB) 艾位元組 = 1,024 PB =  $2^{60}$  Bytes ( $\div 10^{18}$  Bytes)

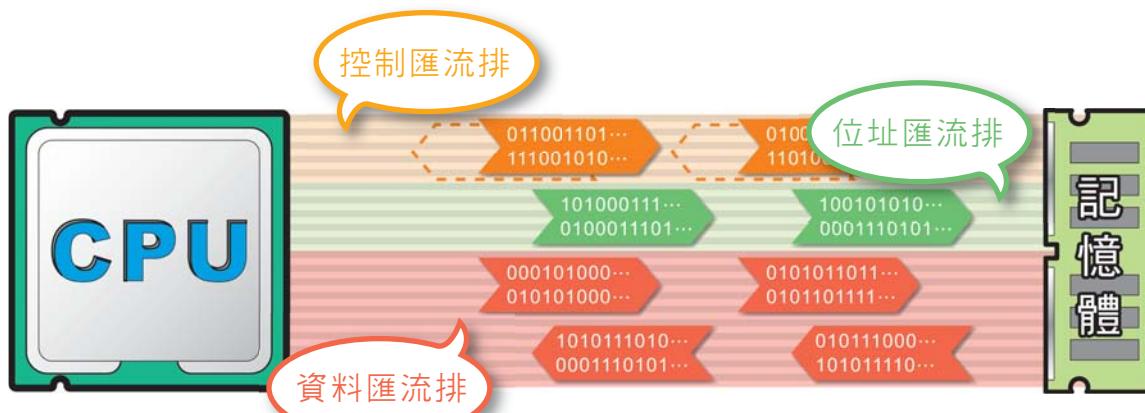


范逸臣演唱的「國境之南」歌曲，存成MP3格式約佔用5MB儲存空間，如果有一個MP3隨身聽的儲存容量為8GB，則該MP3隨身聽可儲存1,600首大小約為5MB的歌曲 ( $8 \times 1,024 \div 5 \approx 1,600$ )。

## 2-1.2 資料傳送的管道－匯流排

**匯流排**（bus）是電腦各單元間進行資料或訊號傳送的管道；在電腦的運作過程中，不論是要處理的指令、資料，或是運算後的結果，都必須透過匯流排來傳送。

匯流排上有很多的線路，為了傳輸不同類型的資料或訊號，通常會依線路所傳輸的訊號類型分為圖2-3所示的3類（以CPU與記憶體間為例），說明如下：



↑ 圖 2-3 瀹流排示意圖



- ◆ **控制匯流排 (control bus)**：是控制單元傳送控制訊號給其他單元，及其他單元傳送狀態訊號給控制單元的通道，在同一時間內其傳輸方向為單向。
- ◆ **位址匯流排 (address bus)**：在電腦主記憶體中，每個用來儲存資料的位置都有一個編號，稱之為**位址 (address)**；位址匯流排是中央處理單元傳送位址訊號給記憶單元的通道，其傳輸方向為單向。
- ◆ **資料匯流排 (data bus)**：是各單元間傳送資料或指令的通道，其傳輸方向為雙向。資料匯流排一次所能傳輸的資料量稱為**匯流排的寬度 (bus width)**，寬度越大表示電腦一次所能傳輸的資料越多，電腦的效能也越高。



## 關鍵知識

### 定址

當程式執行時，電腦系統會為該程式所需使用的指令及資料，指定存放在主記憶體中的某些位置，稱之為定址 (addressing)。

電腦所能定址的最大記憶體空間視位址匯流排的排線數而定；若N為電腦位址匯流排的排線數，則該電腦所能定址的最大記憶體空間為 $2^N$  Bytes。舉例說明如下：

**例 1** 若某部電腦的位址匯流排共有32條位址線，則該電腦可定址的最大記憶體空間為多少？

**解** 32條位址線表示電腦可定址的最大記憶體空間為：

$$2^{32} \text{ Bytes} = 2^2 \times 2^{30} \text{ Bytes} = 4 \text{ GB}$$

**例 2** 若某部電腦所能定址的最大記憶體空間為16MB，則該部電腦的位址匯流排應有幾條位址線呢？

**解**  $2^N \text{ Bytes} = 16 \text{ MB} = 2^4 \text{ MB} = 2^4 \times 2^{20} \text{ Bytes} = 2^{24} \text{ Bytes}$  ;  $N = 24$

所以該部電腦的位址匯流排應有24條位址線



## 馬上練習

- \_\_\_ 1. 中央處理單元負責協調電腦運作及資料運算等工作。請問中央處理單元是由下列哪兩個單元所組成？ (A)輸入單元及控制單元 (B)控制單元及算術/邏輯單元 (C)輸入單元及輸出單元 (D)算術/邏輯單元及記憶單元。
- \_\_\_ 2. 下列有關資料儲存單位的換算，何者不正確？  
(A)1Byte = 1,024Bits (B)1KB = 1,024Bytes  
(C)1MB = 1,024KB (D)1GB = 1,024MB。
- \_\_\_ 汇流排是用來傳送或接收資料、指令的通道。



## 2-2 個人電腦的主機

個人電腦的主機外觀，隨廠牌的不同而有所差異（圖2-4），它的外部通常配許多的按鈕、燈號及插孔；而其內部則包含有主機板、介面卡、儲存設備等。



圖2-4 知名廠牌的個人電腦主機



( courtesy of HP )

### 2-2.1 主機的外部

機殼是用來固定及保護主機內部元件的裝置，它的正面通常設有幾個重要的操作按鈕，而背面則提供連接外部週邊設備的插孔，分別介紹如下。

#### » 主機正面

主機正面的面板上設有各種燈號及按鈕（圖2-5）。燈號用來顯示目前電腦運作的狀態，可藉以判斷電腦目前的執行狀態；按鈕則可用來開、關或重新啓動電腦。

另外，主機正面通常也提供有USB連接埠、喇叭或耳機插孔、記憶卡插槽等，可用來連接數位相機、網路攝影機、麥克風、耳機、記憶卡……等電子產品。



電源開關按鈕（在上方）

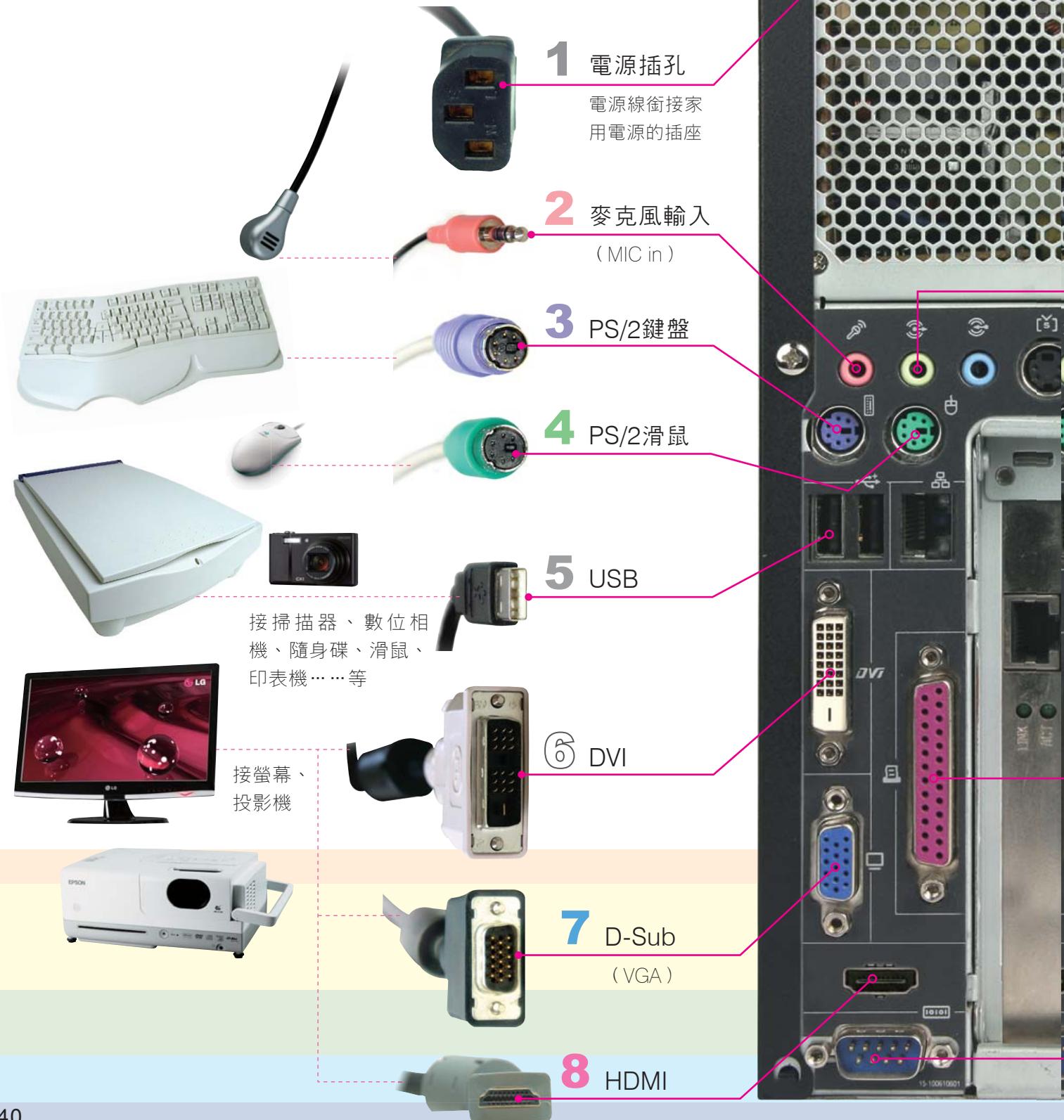


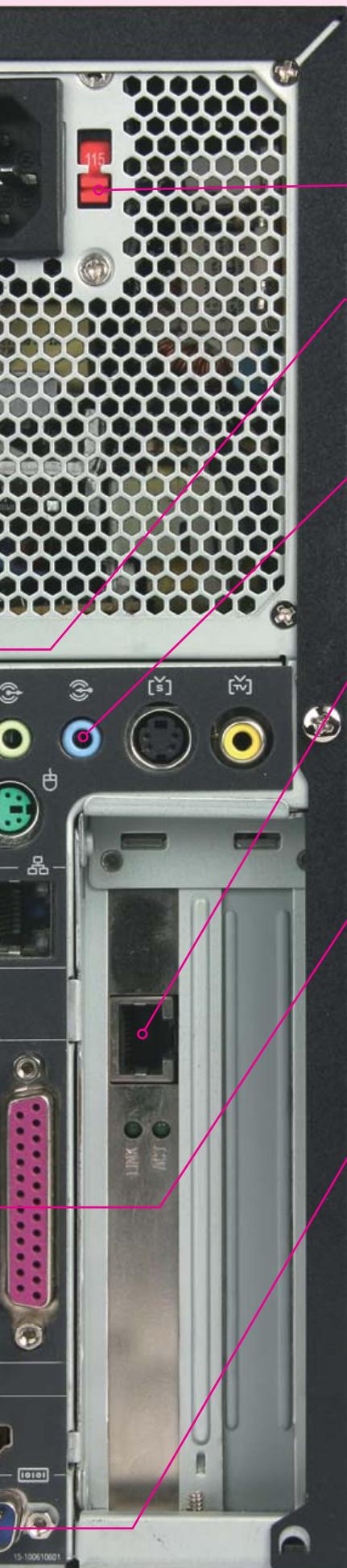
( courtesy of HP )

圖 2-5 個人電腦主機正面

# 主機背面

主機的背面（圖2-6）除了電源插孔、電壓調整鈕之外，還佈滿了連接輸入（Input）與輸出（Output）設備各式插孔，這些插孔稱為**I/O連接埠**。電腦就是透過I/O連接埠來與外部硬體裝置（如螢幕、印表機）溝通。





## 9 電壓調整鈕

切換110V或220V電源輸入

## 10 音源輸出 ( line out )



連接喇叭或耳機



## 11 音源輸入 ( line in )



接外部音源裝置，  
例如MP3隨身聽、  
錄音筆



## 12 網路埠 ( RJ-45 )



接網路設備，例如  
交換器、路由器



## 13 並列埠 ( LPT port )



接印表機



## 14 串列埠 ( COM port )



接符合RS-232C通  
訊標準的數據機



### 並列vs.串列

數位資料的傳輸有並列及串列兩種，前者一次可同時傳輸多個位元（如並列埠）；後者一次只能傳一個位元（如串列埠）。詳細說明請參照本書第12-1.4節。

圖2-6 個人電腦主機背面



以下介紹USB、D-Sub、DVI、HDMI以及部分新款主機常會提供的DisplayPort、eSATA、Thunderbolt等連接埠。

## USB

**USB** (Universal Serial Bus，通用串列匯流排) 是現今應用相當廣泛的連接埠，它具有**隨插即用** (Plug and Play, PnP) 、**熱插拔** (Hot swapping) 等功能，還可作為週邊設備充電的連接埠。常見的隨身碟、讀卡機、印表機、滑鼠、行動電源……等設備（圖2-7）都提供有USB介面。



圖 2-7 使用USB介面的設備

USB常見的版本為USB 2.0及3.0，USB 3.0的傳輸速度較快（約625MB/s），插頭顏色為**藍色**，且其連接埠（即插座）可向下相容2.0的插頭。USB除了標準的A型規格之外，為了適用於不同的產品，還有許多大小不一的規格，如表2-1所示。

表2-1 USB的連接埠與插頭規格

類型	USB 2.0 連接埠與插頭	USB 3.0 連接埠與插頭	使用的設備
A型			電腦、行動電源
B型			掃描器、印表機、RoCar
Mini-B		—	手機、數位相機、讀卡機、MP3隨身聽
Micro-B			手機、平板電腦、外接式硬碟、讀卡機
Micro-AB			



## D-Sub、DVI、HDMI、DisplayPort

D-Sub（VGA）、DVI、HDMI、DisplayPort（圖2-8）皆是傳輸視訊的連接埠，可用來連接電腦螢幕、電視、投影機等設備。其中D-Sub是早期開發的連接埠，傳輸速度較慢，是以**類比**形式來傳輸訊號，目前已逐漸被DVI、HDMI取代。

HDMI與DisplayPort是較新的連接埠規格，兩者皆可傳輸影像及聲音訊號，常用來連接數位電視及藍光播放機等，其中DisplayPort可同時串接多台螢幕（如將多台螢幕組成電視牆）。



圖 2-8 D-Sub、DVI、HDMI、DisplayPort連接埠的插頭

### 課外閱讀 將手機螢幕傳送到大螢幕－HDMI、WiDi、AirPlay

覺得手機、平板電腦等行動裝置的螢幕太小，看影片或分享照片不方便嗎？若這些裝置內建有HDMI連接埠（如Sony的智慧型手機），即可使用HDMI線與電視連接，將裝置的畫面輸出至電視（或電腦螢幕）觀賞。

也有廠商推出無線輸出的技術（如Intel的WiDi、蘋果公司的AirPlay等），只要在電視端安裝無線輸出的接收器，即可透過內建有此種技術的裝置，將畫面輸出至電視（圖2-9）。

圖 2-9 利用AirPlay輸出畫面的範例



(<http://www.apple.com/>)

## eSATA

eSATA（圖2-10）是SATA連接埠延伸出來的外接式規格，支援熱插拔功能，主要設置在硬碟外接盒、外接式硬碟、外接式燒錄機等設備。



圖 2-10 eSATA 的標誌



目前新款筆記型電腦所提供的eSATA連接埠，多屬於eSATA/USB combo（俗稱Power eSATA）連接埠（圖2-11），可兼容eSATA、USB 2.0插頭。



圖2-11 eSATA/USB combo連接埠

( <http://www.notebookcheck.net/> )

## Thunderbolt

Thunderbolt（圖2-12）是Intel與蘋果公司共同研發的連接埠，可用來連接螢幕、外接式硬碟、外接式顯示卡等。它具有熱插拔、隨插即用、串接多台設備，及提供週邊設備電力等功能，還能雙向同步傳輸資料和視訊，且速度高達1.25GB/s，因此有電腦廠商看好Thunderbolt未來可能取代DVI、USB等連接埠，成為電腦對外唯一的連接埠。



圖2-12 Thunderbolt  
連接埠

表2-2為各式連接埠的比較。

表2-2 各式連接埠的比較

連接埠名稱	傳輸速度	可接週邊設備	熱插拔	供電	可連接設備數
PS/2	1.5 MB/s	鍵盤、滑鼠			1
並列埠	1.5 MB/s	印表機、掃描器			1
USB 2.0	60 MB/s	鍵盤、滑鼠、印表機、掃描器、數位相機、隨身碟、外接式光碟機、外接式硬碟……等	✓	✓	127

接下頁...



連接埠名稱	傳輸速度	可接週邊設備	熱插拔	供電	可連接設備數
USB 3.0	625 MB/s	同USB 2.0	✓	✓	127
IEEE 1394b <sup>註</sup> ( FireWire 800 )	100 MB/s	外接式硬碟、外接式光碟機、數位攝影機	✓	✓	63
HDMI	1,275 MB/s	螢幕、電視、音響	✓		1
eSATA	300 MB/s	硬碟外接盒、外接式硬碟、外接式燒錄機	✓		15
DisplayPort	1,350 MB/s	螢幕	✓		1個以上 ( 依顯示卡效能而定 )
Thunderbolt	1.25 GB/s	螢幕、外接式硬碟、外接式顯示卡	✓	✓	6

## 2-2-2 主機的內部

主機的內部有**主機板**（motherboard）、**電源供應器**、**硬碟**、**光碟機**……等設備（圖2-13）。以下將介紹主機板以及安插在主機板上的重要元件。

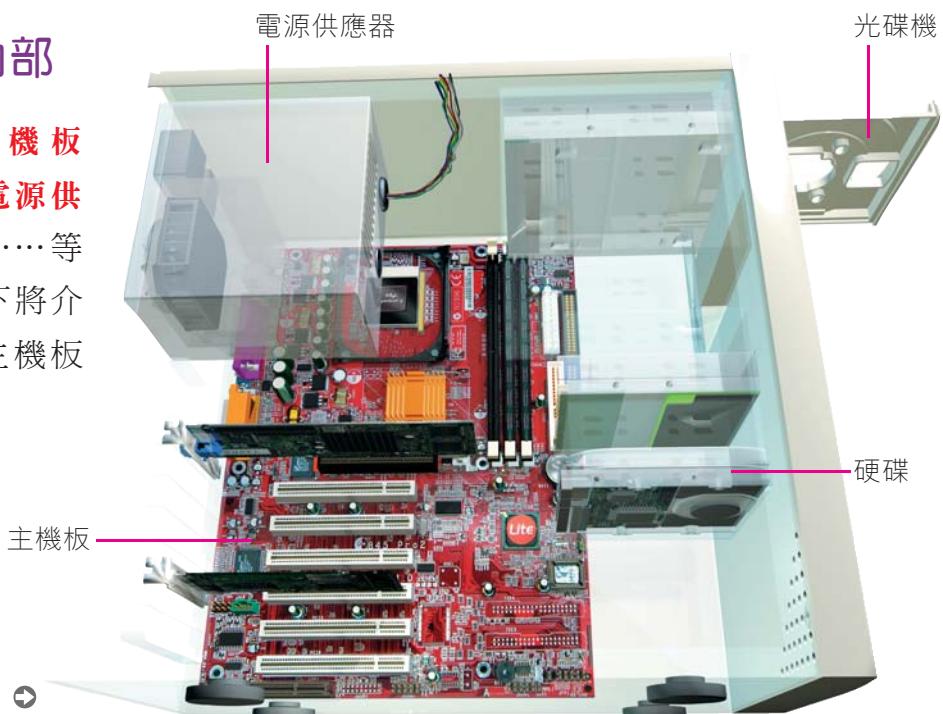


圖2-13 個人電腦主機的內部

註：IEEE 1394連接埠的規格可分IEEE 1394a、IEEE 1394b、IEEE 1394c，目前較常見的為IEEE 1394b。

# 主機板

主機板是一塊用來連接電腦相關元件的印刷電路板，主機板上除了佈滿電路之外，還有許多配置在其上的插槽，可用來安插介面卡和儲存設備等（圖2-14）。

## 1 PCI-E x1

可插PCI-E x1介面的擴充卡，如電視卡

## 2 電池

電池的電力可使CMOS晶片（記錄電腦的系統日期、硬碟型號等基本設定）內的資料，不會因電源關閉而消失

## 3 PCI

可插PCI介面的擴充卡，如網路卡、音效卡等

## 4 基本輸入/輸出系統 (Basic Input/Output System, BIOS)

儲存電腦的開機程式，並負責自我測試、載入作業系統或設定CMOS內容

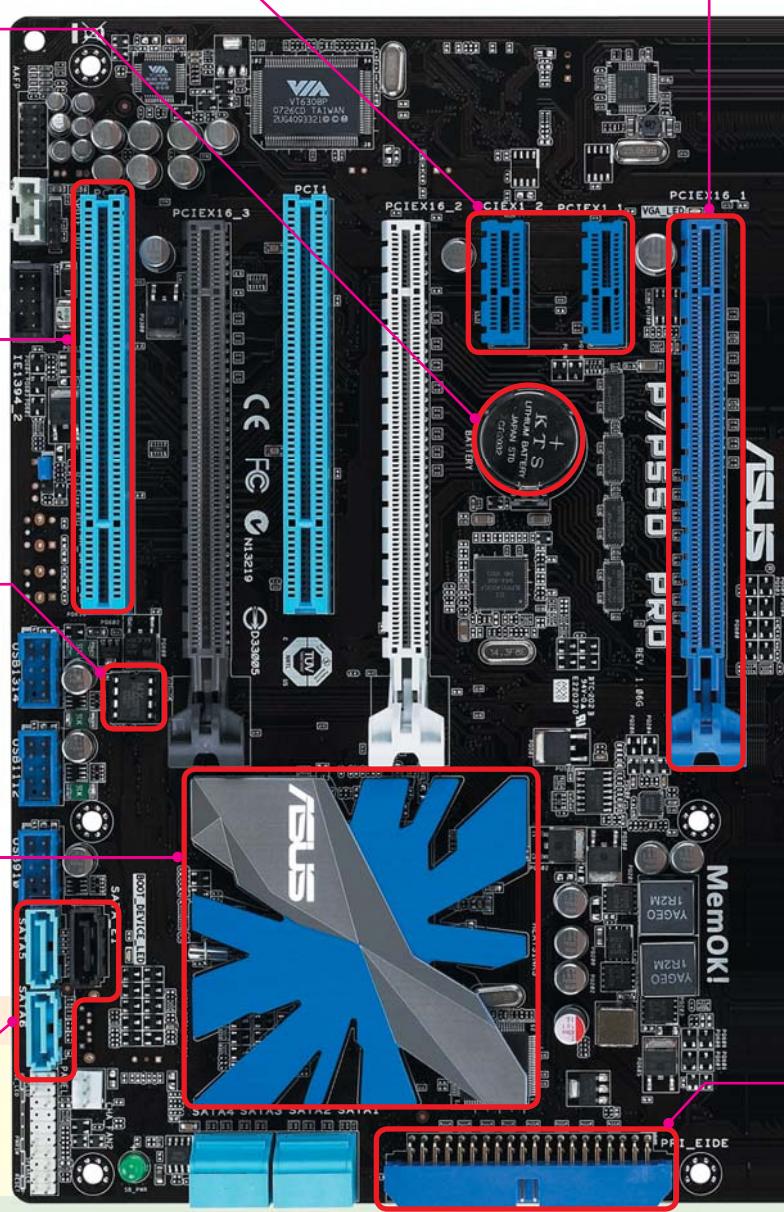
## 5 晶片組<sup>註</sup>

負責掌控主機板上的中低速裝置，如SATA、PCI-E x1、USB等設備



## 6 SATA插槽

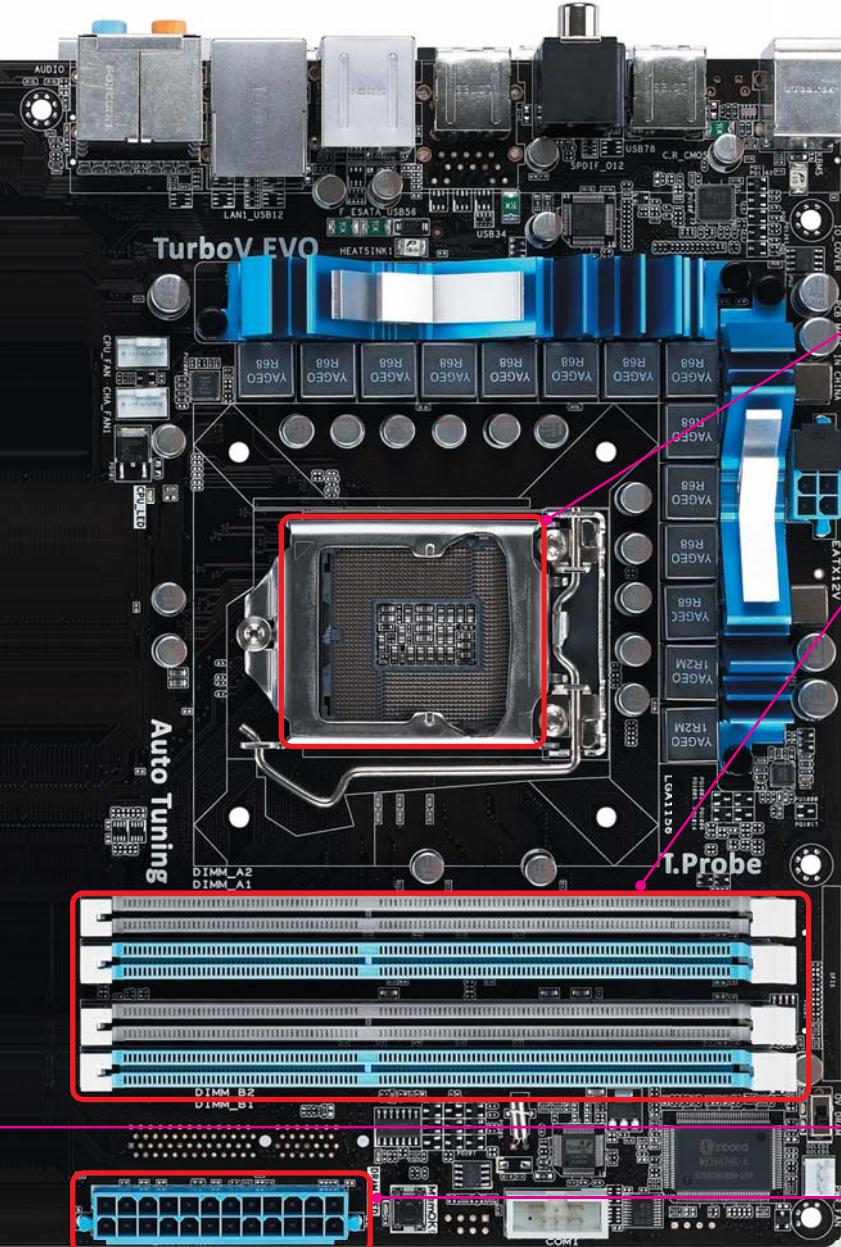
可接SATA規格的硬碟機、光碟機等



註：舊款主機板的晶片組分為南橋與北橋2種，北橋負責掌控高速裝置（如記憶體）；南橋負責掌控中低速裝置（如SATA）。新款主機板大都已改為單一晶片組設計，僅保留南橋的功能，北橋的功能則整合至CPU中。



- 不同規格的主機板可搭配的CPU、記憶體種類可能有所不同，一般在主機板的包裝盒上通常會標示支援的CPU型號及記憶體種類，在購買主機板時需多加注意。
- 市售新款主機板多已不提供軟碟機插槽 ，因此軟碟機已無法在新款主機板中使用。



### 7 PCI-E x16

可插PCI-E x16介面的擴充卡，如顯示卡

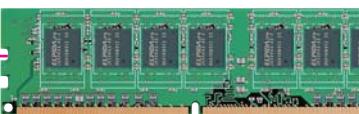


### 8 CPU插槽



### 9 記憶體插槽

可插隨機存取記憶體 (RAM)



### 10 IDE

可接IDE規格的硬碟機、光碟機等



### 11 電源插槽

連接電源接頭



↑ 圖 2-14 主機板上的插槽和元件



## ◆ 主機板上的插槽

主機板上的插槽依其用途不同，可概分為用來安插介面卡的插槽，及用來連接輔助儲存設備的插槽兩大類。

◆ **安插介面卡的插槽**：又稱**擴充槽**，可用來安插各種不同的介面卡，例如顯示卡、音效卡等，以擴充電腦的功能；常見的擴充槽有PCI（Peripheral Component Interconnect）及PCI-E（PCI Express）等2種介面規格（表2-3）。

表2-3 PCI及PCI-E介面規格

介面規格	用途	規格	速度 (MB/Sec)
PCI	連接介面卡 (如音效卡、網路卡等)	PCI 1.0	133
		PCI 2.x	533
PCI-E	連接介面卡 (如顯示卡、網路卡等)	PCI-E 2.0 ×N <sup>註</sup>	500 (1個傳輸通道的速度)
		PCI-E 3.0 ×N	1,000 (1個傳輸通道的速度)

◆ **連接輔助儲存設備的插槽**：常見的插槽有IDE、SATA及SCSI等介面規格（表2-4）。

表2-4 IDE、SATA、SCSI介面規格

介面規格	用途	規格	速度 (MB/Sec)
IDE ( Integrated Drive Electronics ) 	接硬碟及光碟機	Ultra ATA/133	133
SATA ( Serial Advanced Technology Attachment ) 	接硬碟及光碟機	SATA-1	150
		SATA-2	300
		SATA-3	600
SCSI ( Small Computer System Interface ) 	接硬碟 (通常伺服器的主機板上才有此種插槽)	SCSI-1	5
		SCSI-2	80
		SCSI-3	160
		Ultra 320 SCSI	320
		Ultra 640 SCSI	640

註：PCI-E 2.0 ×N及PCI-E 3.0 ×N中的「N」用來代表傳輸通道數，傳輸通道數有1、2、4、8、12、16、32等7種規格；通道數越多，傳輸速度越快，例如PCI-E 2.0 ×1的傳輸速度為500 MB/Sec、PCI-E 2.0 ×2的傳輸速度為1,000 MB/Sec……，以此類推。



## 常见的介面卡

安裝在主機板插槽上的電路板，統稱為**介面卡**，例如顯示卡、音效卡等。市售的主機板通常內建有顯示、音效、網路等介面卡的功能，這類主機板稱為「**整合式（All-in-One）主機板**」。

使用整合式主機板可省去安插介面卡的麻煩，但若有特殊需求時，可購買功能較強的介面卡來安裝；例如若想要提升電腦遊戲畫面的3D顯示效果，可考慮購買價格較高的高階顯示卡，圖2-15為4種常見的介面卡。



圖 2-15 常見的介面卡



### 馬上練習

1. 在個人電腦的主機板上，下列哪一個元件是用來存放系統開機及正常運轉時所需的初始值（如日期、時間、硬體型態及種類）？ (A)CMOS (B)RAM (C)CPU (D)IDE。
2. 主機板中的哪些介面插槽，需要使用排線才能連接其它元件（如硬碟、光碟）？ (A)PCI、PCI-E (B)IDE、SATA (C)PCI、SCSI (D)IDE、PCI。
3. \_\_\_\_\_ 卡可用來將數位訊號轉換成類比訊號並傳送至喇叭，以發出聲音。



## 課外閱讀 認識台灣資訊產業的發展－代工與自有品牌

我國資訊產業的發展始於1970年代；政府先後成立工研院、資策會及資訊科學園區（如新竹科學園區），大力推動資訊產業的發展。經過多年的努力，目前台灣已成為資訊產業的大國。

台灣的資訊產業原以代工為主，例如Apple的iPhone手機、Google的Nexus平板電腦，都是由台灣代工製造及組裝。根據資策會統計<sup>註1</sup>，台灣代工的筆電、主機板、電視盒、網路卡等產品，全球市佔率皆高達90%以上，每年創造上兆元<sup>註2</sup>的產值，因而贏得「代工王國」的美名。表2-5所列是國內知名的代工大廠及其代工產品。

**表2-5 國內知名代工大廠**

公司名稱	代工產品
台積電	晶圓（圖2-16）代工
聯電	
鴻海	iPhone、iPad、iTV、VIZIO大尺寸電視
仁寶	Chromebook筆電、MacBook筆電
廣達	HP筆電、Kindle Fire平板電腦



( <http://news.mydrivers.com/> )

↑ 圖2-16 晶圓外觀

近年來，我國資訊廠商也積極發展自有品牌，因此台灣品牌產品在國際的知名度大增。例如hTC手機（圖2-17）、acer與ASUS筆電，皆是國際知名的產品，可說是另類的「台灣之光」。表2-6所列是2012年經濟部公布國內品牌價值前3名的公司。

**表2-6 國內品牌價值前3名**

公司名稱	品牌標誌	品牌價值
宏達電		27.53億美元
宏碁		16.76億美元
華碩		16.62億美元



( courtesy of hTC )

↑ 圖2-17 hTC手機

<sup>註1</sup>：資料來源－資策會2010年3月「台灣資訊產業發展現況」報告。

<sup>註2</sup>：資料來源－資策會2011年新聞[http://mic.iii.org.tw/aisp/pressroom/press01\\_pop.asp?sno=280&type1=2](http://mic.iii.org.tw/aisp/pressroom/press01_pop.asp?sno=280&type1=2)。



## 2-3 CPU與主記憶體

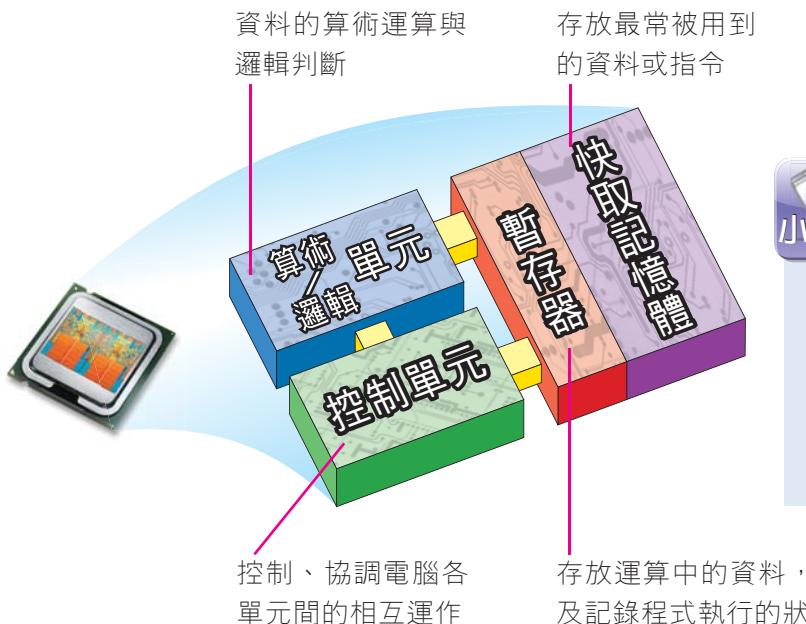
人類是「萬物之靈」，主因在於我們有顆能思考、計算、記憶……的“大腦”。電腦也有“大腦”－CPU，讓它也能榮登「萬機（機器）之王」寶座。

### 2-3.1 中央處理單元－CPU

CPU是電腦進行資料處理及運算的主要元件，也是整部電腦運作的核心。電腦處理速度的快慢，關鍵就在於CPU的效能。

#### » CPU的組成

CPU主要是由**控制單元**與**算術/邏輯單元**所組成（圖2-18），另外用來存放運算時所需使用的指令及資料之**暫存器**（register）、**快取記憶體**（cache memory）等，也是CPU內部的重要元件。



#### 小辭典 微處理器

1971年，Intel公司將電腦的控制單元與算術/邏輯單元整合在一塊稱為微處理器（microprocessor）的晶片。因此個人電腦的CPU常被稱為微處理器。

● 圖2-18 CPU的組成示意圖

- ◆ **控制單元、算術/邏輯單元**：控制單元的功能是控制與協調電腦各單元間的運作；算術/邏輯單元則負責資料的運算與邏輯判斷，此兩單元已在本章第1節作過說明。



◆ **暫存器**：用來暫存CPU運算過程中的資料、指令、位址、程式執行的狀態及運算的結果。現今的CPU中都設有許多個暫存器，每個暫存器各有不同的功能，表2-7所列為常見暫存器的用途說明。

表2-7 常見的暫存器

名稱	英文	用途說明
累加器	accumulator	存放運算的結果
位址暫存器	address register	存放指令或資料在主記憶體中的位址
一般用途暫存器	general-purpose register	暫存一般運算資料及位址資料
指令暫存器	instruction register	暫存正在執行中的指令
程式計數器	program counter	存放下一個要執行的指令位址
旗標暫存器	flag register	存放CPU執行指令後的各種狀態

◆ **快取記憶體**：存取速度比主記憶體快，可用來存放常被CPU使用到的資料或指令，以減少CPU到主記憶體讀取資料或指令的次數，提昇電腦的處理效能。但因其製作成本昂貴，故快取記憶體容量通常不大。

快取記憶體運作的原理是：CPU到主記憶體擷取資料時，會將一整個區塊的連續資料複製到快取記憶體中，當CPU需要再使用此一區塊中的資料時，即可直接到快取記憶體中讀取。

快取記憶體常分為L1、L2、L3等3種，其中L1、L2位於CPU內部；L3則位於主記憶體與CPU之間<sup>註</sup>。圖2-19為CPU至不同快取記憶體的存取速度比較。

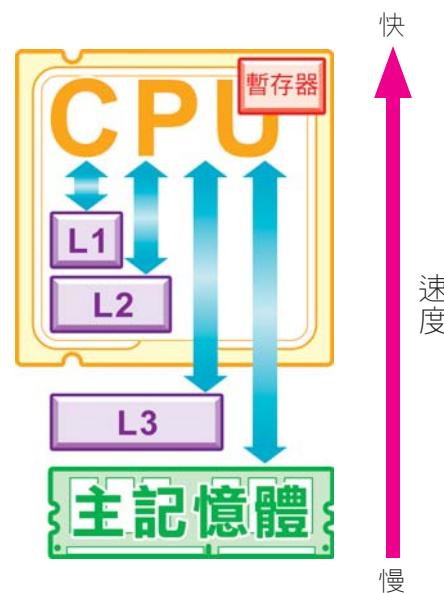
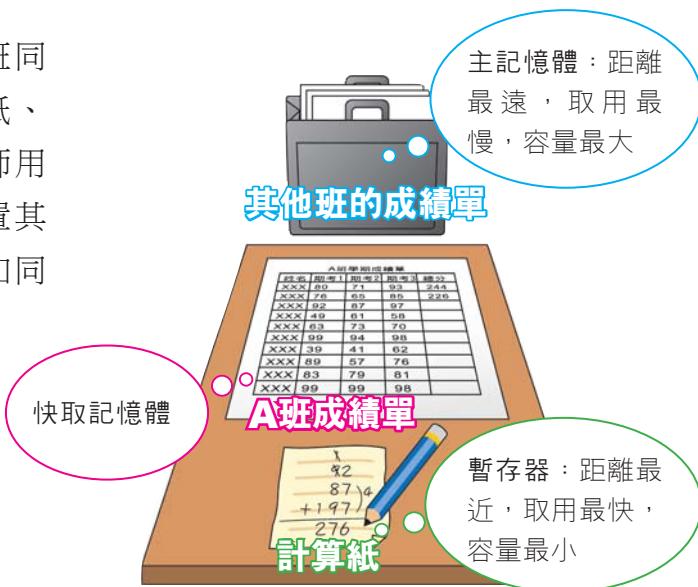


圖2-19 CPU到L1、L2、L3之間的存取速度比較

註：部分新款CPU，已將L3內建在CPU中。

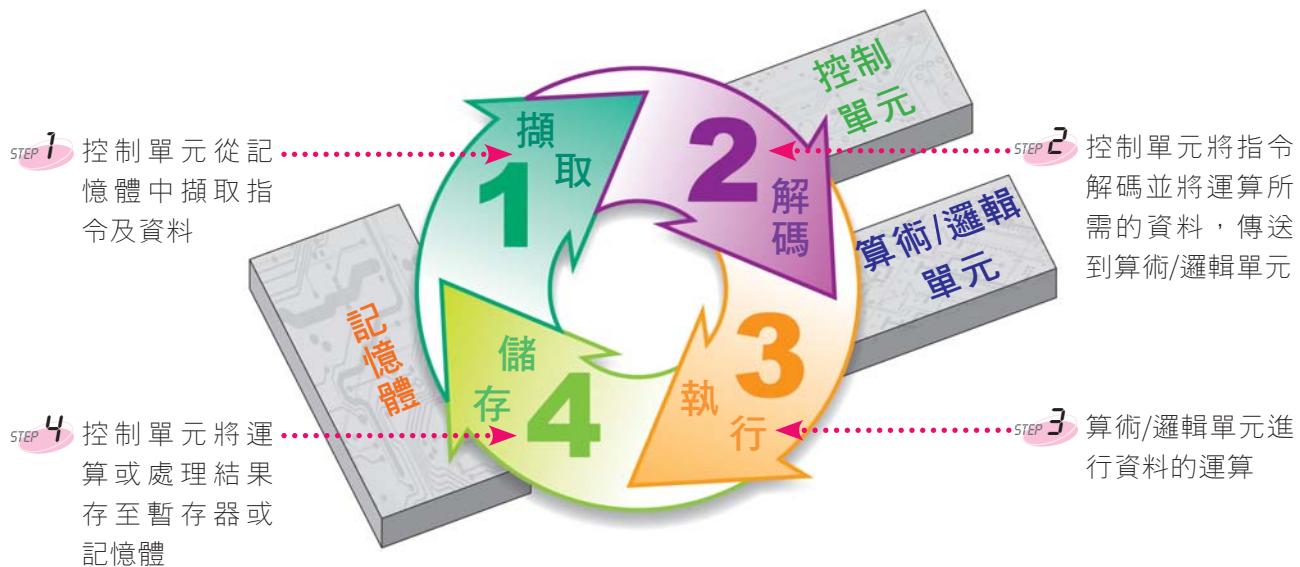


假設某位老師要計算好幾班同學的學期總成績，他只有紙、筆可用，如右圖所示。老師用的計算紙、成績單，及放置其他班成績單的公事包，就如同電腦中各類不同的記憶體。



## » CPU的運作

CPU執行一個指令的過程稱為一個**機器週期**（machine cycle），主要包含**擷取**、**解碼**、**執行**、**儲存**等4個步驟（圖2-20）。其中擷取及解碼的步驟合稱為**指令週期**（Instruction cycle），又稱**擷取週期**（fetch cycle）；執行及儲存的步驟則合稱為**執行週期**（Execution cycle）。



◆ 圖2-20 CPU執行指令的步驟示意圖

每一個機器週期的執行時間，通常只需幾百萬分之一秒（甚至更短），因此也有人使用MIPS（Million of Instructions Per Second，每秒百萬個指令）為單位，來表示CPU每秒可執行多少百萬個指令。MIPS值越高，表示CPU執行的速度越快。



## » 個人電腦常見的CPU

Intel與AMD是生產個人電腦CPU的主要廠商，生產有許多不同效能等級的CPU，例如適用於文書處理、網頁瀏覽等需求的一般CPU；適用於玩3D遊戲、進行影音處理的較高階CPU等。

隨著筆記型電腦（Notebook）、平板電腦（Tablet PC）等可攜式設備日趨普及，CPU廠商也針對可攜式設備設計專用的CPU，例如輕省筆電（Netbook）使用的Atom系列、Ultrabook使用的Ivy Bridge系列（圖2-21）、平板電腦使用的Tegra系列等CPU。



( <http://www.hardcore-hardware.com/> )

◆ 圖2-21 Ultrabook使用的CPU



### 內建GPU的CPU

GPU (Graphics Processing Unit，繪圖處理器) 是負責繪圖運算的處理器，常整合至顯示卡或主機板上，目前則多趨向整合至CPU (稱整合型CPU)，以提供更佳的繪圖運算效能。

## » 多核心CPU

**多核心CPU**是指含有多个运算核心的CPU，例如四核心CPU即含有四个运算核心，目前「十六核心」的CPU已问世。我们可以透过CPU的型号或规格表，来瞭解CPU的核心数。例如AMD生产的CPU可透过型号来判断其核心数，如型号为Phenom II X6其核心数为六核心、Phenom II X4其核心数为四核心；而Intel CPU的核心数则需连上Intel网站来查询，才能得知。



### 課外閱讀

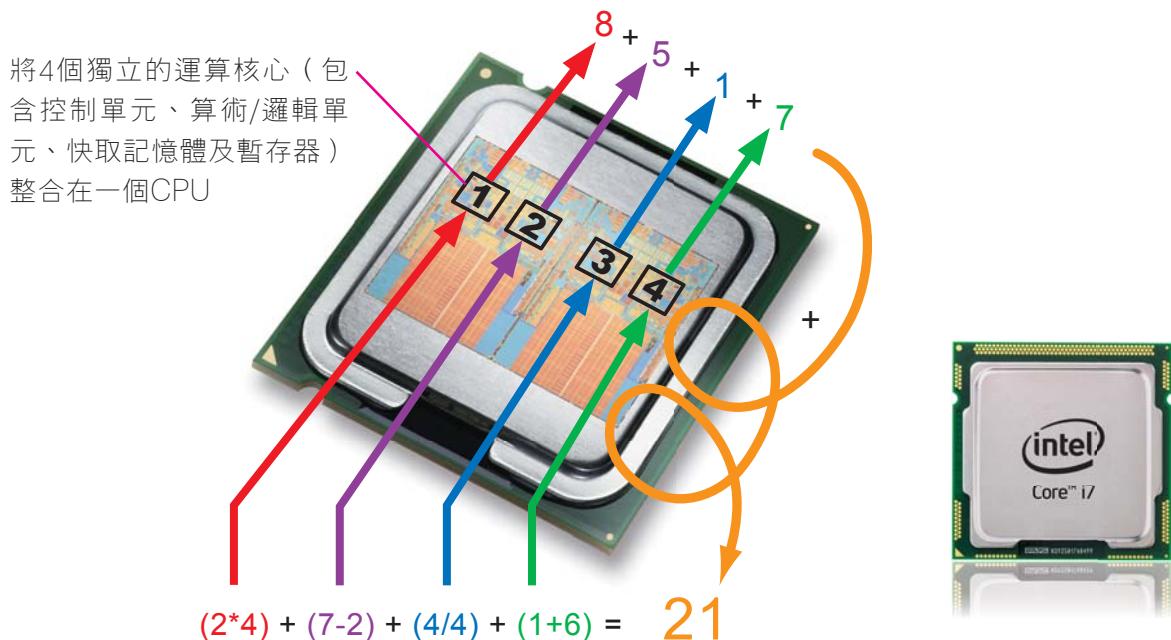
### 「四加一（4-plus-1）核心」CPU

部分平板电脑、手机等行动装置会採用「四加一（4-plus-1）核心」的CPU，这种CPU除了具有一般的四核心之外，还包含有第五个低功耗的省电核心，这个省电核心的设计是专门用来处理不需强大运算能力的工作（如待机、播放音乐），以节省电力耗用，延长电池的续航时间。



## 多核心CPU的運作原理

多核心CPU內的多個運算核心，可同時進行不同的運算工作，因此多核心CPU的效能較單核心CPU高。圖2-22是以四核心CPU為例，說明其運作原理。



假設每1個核心在一時間內（如機器週期）只能進行1個運算，四核心執行3次即可完成運算，單核心則需花用更多的時間才能完成（如右）。

時間	C1 <sup>註</sup>	C2	C3	C4	C5	...
單核	$2 * 4 = 8$	$7 - 2 = 5$	$4 / 4 = 1$	$1 + 6 = 7$	$8 + 5 = 13$	...
四核	$2 * 4 = 8$ $7 - 2 = 5$ $4 / 4 = 1$ $1 + 6 = 7$	$8 + 5 = 13$	$13 + 8 = 21$			還有好多要算

算完囉！

圖2-22 四核心CPU及運作示意圖



### 關鍵知識

### 多核心 vs. 多CPU

若以廚房來比喻CPU，多核心CPU就像是一個廚房裡有多位廚師，可同時烹煮多道菜，烹煮速度自然比一個廚房裡只有1位廚師（單核心）來得快。

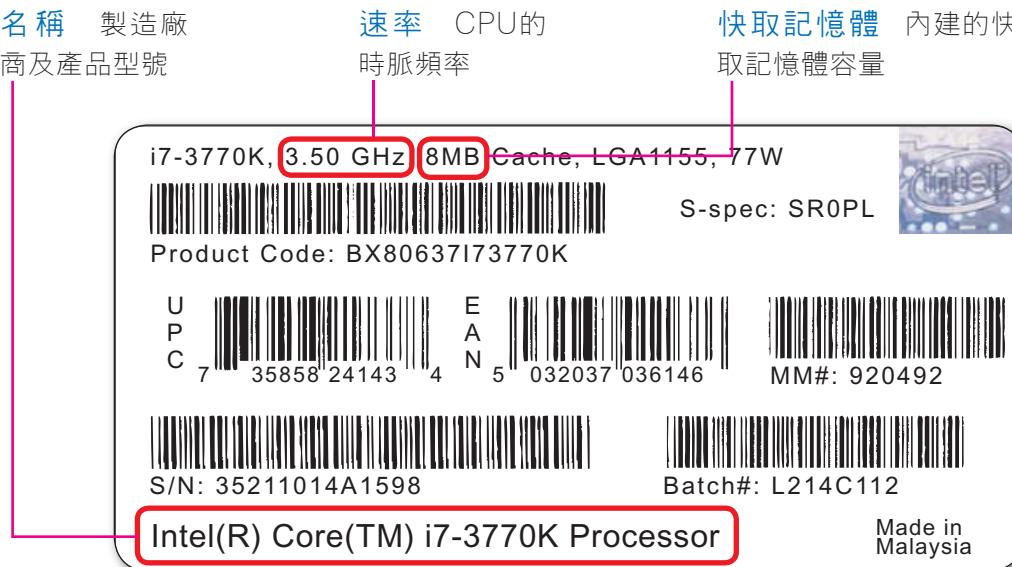
目前市售個人電腦多半以多核心為主；而伺服器專用機種則多半配有多個CPU。如果電腦安裝有多顆CPU，且每顆CPU皆為多核心，那麼運算效能就會更佳。

註：C1代表第1個clock（時脈），C2代表第2個clock……，以此類推。



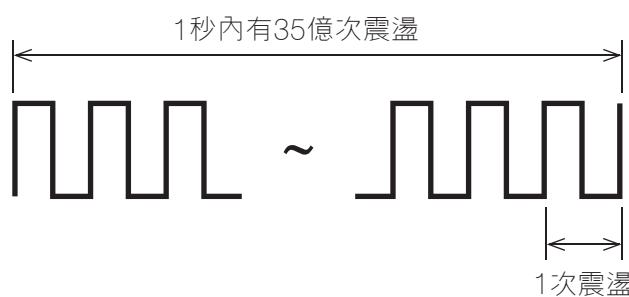
## CPU的規格

在購買CPU時，我們應注意標示在產品包裝盒上的名稱、速率及快取記憶體等主要規格的標示（圖2-23）：



○ 圖2-23 CPU包裝盒上的規格標示

- ◆ **名稱**：是CPU的製造廠商及產品型號，例如Intel(R) Core(TM) i7-3770K Processor；其中Intel代表廠商的名稱，其餘的字元代表產品的型號。
- ◆ **速率**：是CPU的時脈頻率，單位為GHz（Giga Hertz，十億赫茲），例如3.5GHz的CPU，表示其內部的石英震盪器每秒會產生35億次的震盪（圖2-24），每震盪一次所花用的時間約為 $0.29$ 奈秒 ( $\frac{1}{3.5 \times 10^9}$ 秒)。石英震盪器產生一次震盪所花用的時間稱為**時脈週期**（clock cycle），時脈週期越短，CPU的處理速度越快。



○ 圖2-24 3.5GHz的CPU時脈頻率示意圖



圖2-20中，CPU執行一個指令通常需花用1次或多次震盪的時間

- ◆ **快取記憶體**：目前市售的CPU通常都內建有1MB~12MB的快取記憶體。



## 關鍵知識

### 電腦領域常用的時間單位

由於電腦處理資料的速度非常快，若使用時、分、秒等時間單位來描述電腦運算的時間，將會很不方便；因此在電腦領域中，通常使用比秒更小的時間單位來表示或計算電腦運算的時間。

- 毫秒 (millisecond, ms) : 千分之一秒； $1\text{ ms} = 10^{-3}\text{ second}$ 。
- 微秒 (microsecond,  $\mu\text{s}$ ) : 百萬分之一秒； $1\text{ }\mu\text{s} = 10^{-6}\text{ second}$ 。
- 奈秒 (nanosecond, ns) : 十億分之一秒； $1\text{ ns} = 10^{-9}\text{ second}$ 。
- 披秒 (picosecond, ps) : 一兆分之一秒； $1\text{ ps} = 10^{-12}\text{ second}$ 。

## 影響CPU效能的因素

影響CPU效能的因素，除了核心數之外，還包含時脈頻率、字組的大小、快取記憶體的大小、採用的指令集等因素：

- ◆ **時脈頻率**：CPU的時脈頻率是衡量電腦執行速率的主要指標，通常CPU的時脈頻率越高，CPU在每一單位時間所能處理的指令數量就越多，電腦執行速度也就越快。
- ◆ **字組的大小**：**字組 (word)** 是CPU一次能處理的資料量，也就是一般用途暫存器的位元數<sup>註1</sup>，單位為位元 (bit)；一般來說，字組越大的CPU處理效能越好。市售的64位元電腦，即是指CPU的字組大小為64位元。
- ◆ **快取記憶體的大小**：快取記憶體是設計用來存放常被CPU使用的資料或指令，容量越大，CPU的執行效能通常越高。
- ◆ **採用的指令集**：**指令集**是指CPU所能執行的所有運算指令的組合，可概分為**複雜指令集 (Complex Instruction Set Computing, CISC)** 及**精簡指令集 (Reduced Instruction Set Computing, RISC)** 兩大類。表2-8所列是這兩大類指令集的比較。

表2-8 CISC vs. RISC

種類	型號代表	指令長度	指令集數目	執行速度
CISC	Intel Core i系列	較長 (長度不一)	較多	較慢
RISC	Apple A系列	較短 (長度固定)	較少	較快 <sup>註2</sup>

註1：字組的大小，早期常以資料匯流排寬度來決定，其實應該以一般用途暫存器的位元數來衡量才正確。

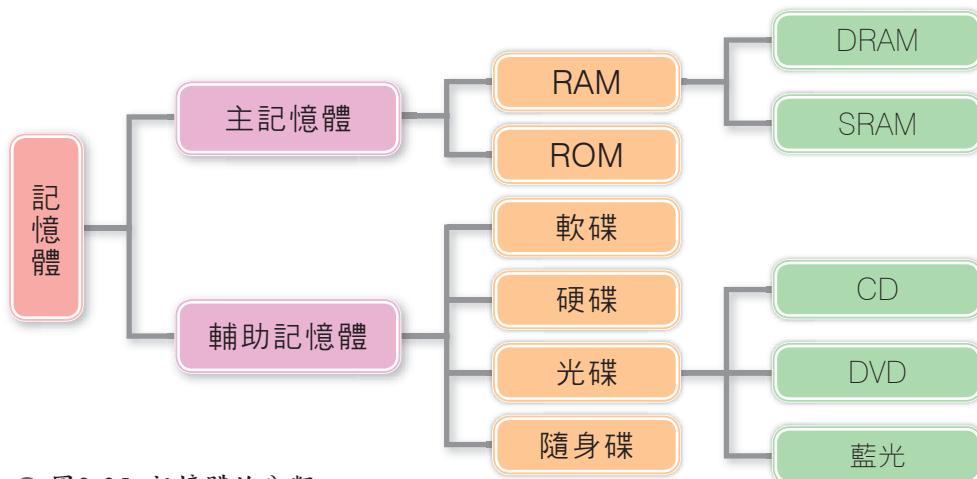
註2：RISC的CPU在執行內建指令的速度雖然較快，但若執行到非內建指令時，則需組合數個內建指令，執行速度可能反而較慢。



## 2-3.2 主記憶體

在日常生活中，對於需要短暫記憶的事物（如某個商品的價格）通常會默記在大腦中，對於需要長久記憶或大量的事物（如全班同學的聯絡電話），則通常會記錄在筆記本中。

記憶體是電腦存放程式和資料的地方，可分為用來儲存暫時性資料的**主記憶體**（main memory，又稱內部記憶體），與用來儲存長久性資料的**輔助記憶體**（secondary memory，又稱外部記憶體）兩大類（圖2-25）。

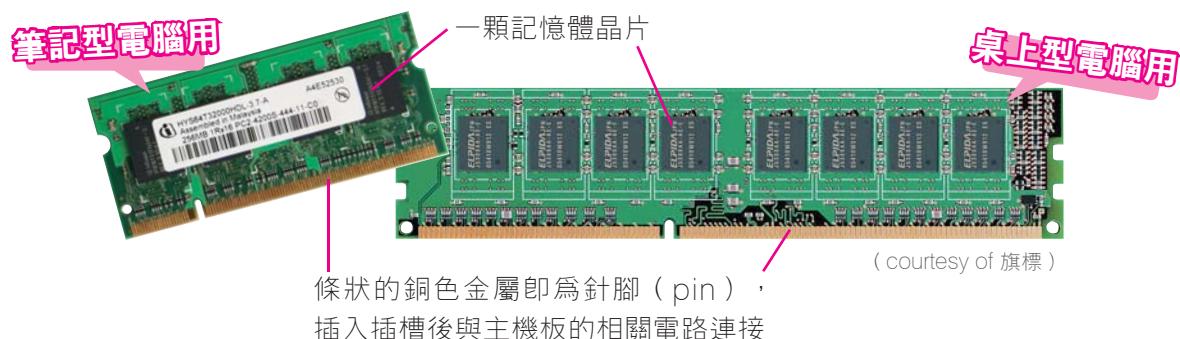


◆ 圖2-25 記憶體的分類

主記憶體分為**隨機存取記憶體**（Random Access Memory, RAM）及**唯讀記憶體**（Read Only Memory, ROM）兩大類，分別說明如下。有關輔助記憶體的部分，將在下一章介紹。

### » 隨機存取記憶體

隨機存取記憶體用來儲存電腦正在執行中的程式和資料，當電腦關機時，這些資料就會隨著電源一起消失，因此又稱為**揮發性記憶體**（volatile memory）。市售的隨機存取記憶體大多製作成**記憶體模組**（RAM module）的型式（圖2-26）。



◆ 圖2-26 記憶體模組



隨機存取記憶體依製作元件的電子特性，又可分為**動態隨機存取記憶體**（Dynamic RAM, DRAM）及**靜態隨機存取記憶體**（Static RAM, SRAM）兩種：

- ◆ **DRAM**：使用電容器<sup>註</sup>製成，必須持續充電更新，儲存於其內的資料才不會消失，所以被稱為「動態隨機存取記憶體」。當我們在購買個人電腦時，所看到的「記憶體」規格通常指的就是DRAM的規格。

DRAM從SDRAM、DDR、DDR2發展到現今的DDR3，容量越來越大，存取速度也越來越快。圖2-27是DDR2與DDR3的記憶體模組。

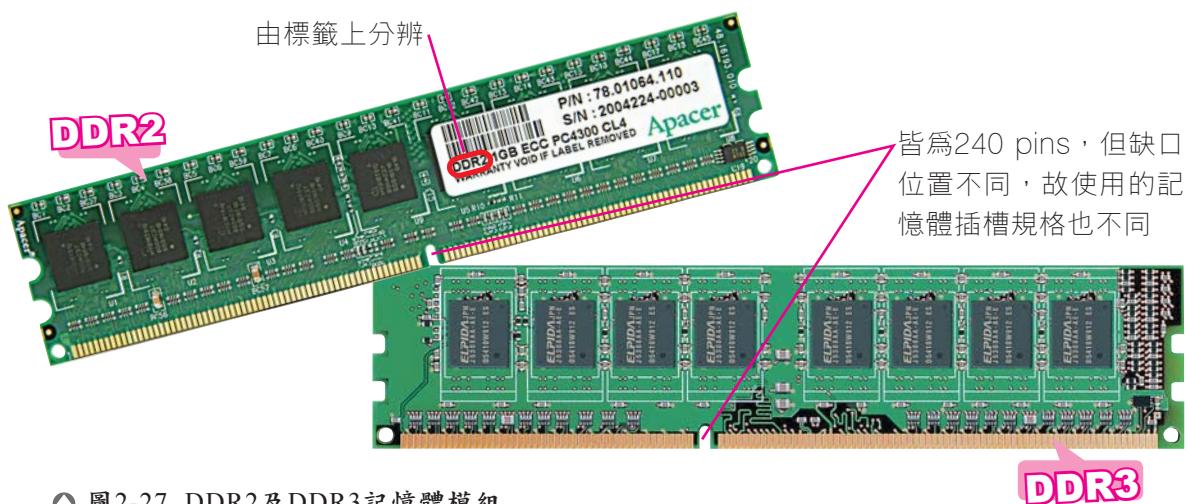


图 2-27 DDR2 及 DDR3 記憶體模組

- ◆ **SRAM**：使用正反器製成，不需持續充電更新，即可保存儲存於其內的資料，所以被稱為「靜態隨機存取記憶體」。此種記憶體的製作成本較高、存取速度較快，常被用來作為快取記憶體。

表2-9所列為DRAM與SRAM的比較。

表2-9 DRAM vs. SRAM

項目	DRAM	SRAM
電子元件	電容器	正反器
是否需持續充電	是	否
存取速度	慢	快
應用	主記憶體	快取記憶體
價格	便宜	貴

## » 唯讀記憶體

唯讀記憶體是一種只能讀取而不能寫入資料的記憶體，因儲存於其內的資料不會隨主機電源的關閉而消失，又被稱為**非揮發性記憶體**（nonvolatile memory）；此種記憶體通常用來存放永久性的程式或資料，例如個人電腦主機板上的ROM，常用來存放開機必備的啓動程式（BIOS）等。

註：電容器與正反器皆是電子元件的一種。



為了改善唯讀記憶體無法寫入資料的限制，電腦廠商研發出數種除了「讀」還可以「寫」的ROM，其中以**快閃記憶體**（flash memory）的使用最為廣泛，此種記憶體是利用電流訊號來刪除或寫入資料，常應用於智慧型手機、智慧卡、隨身碟、記憶卡等產品上（圖2-28）。



圖 2-28 內含 flash memory 記憶體的產品



### 關鍵知識

### 各類記憶體存取速度及容量比較

不同記憶體的存取速度及容量有所不同，如圖2-29所示。

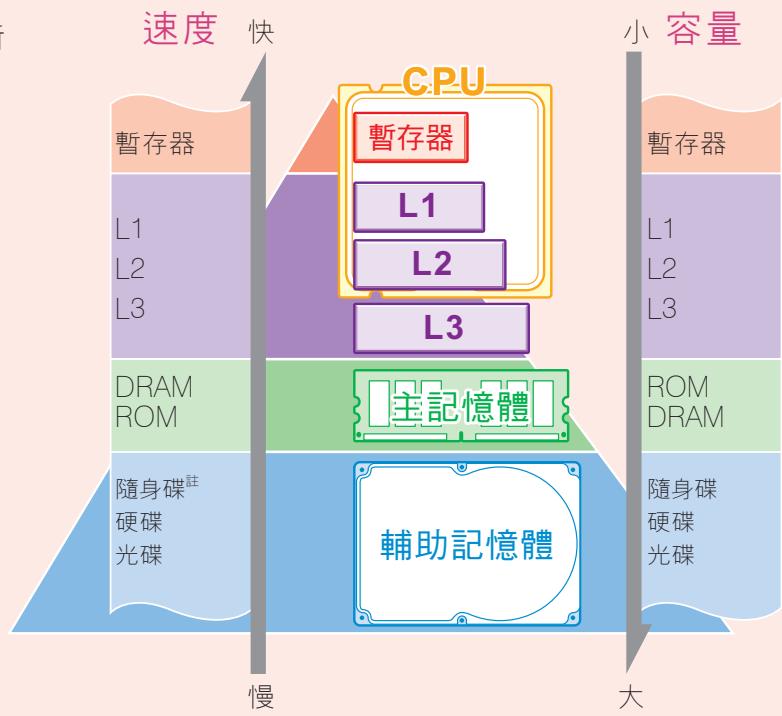


圖 2-29 各類記憶體存取速度及容量比較

**Tip** 為什麼使用flash memory製作而成的隨身碟比ROM的存取速度慢呢？這是因為隨身碟是透過USB連接埠來與電腦連接，因此其傳輸速度會受到USB連接埠的限制。

**註：** 隨身碟的存取速度會依其使用的USB介面不同而有差異，一般而言速度的快慢比較為：USB 3.0隨身碟 > 硬碟 > USB 2.0隨身碟。另隨身碟的容量規格有很多，容量較大者甚至可能大於光碟或硬碟。



## 電腦智慧王 如何看懂電腦銷售傳單？－避免當冤大頭



大多數的人在選購電腦時都希望效能越高越好，但效能越高通常價格也越高。想要買到一部符合自己需求，且經濟實惠的電腦，一定要學會看懂銷售傳單上的內容（圖2-30）。以下就以挑選遊戲用主機為例，說明幾項挑選重點（若是一般文書、上網用的機種，則不需購買這麼高階的設備）。

建議雙核心（以上）	處理器	AMD Phenom™ X4 810 2.6G四核心
記憶體容量越大，遊戲執行越順暢，建議至少2GB	記憶體	2GB DDR2-800 SDRAM/Max.4G
獨立顯示卡能提供較佳的顯示效果，其記憶體至少應有256MB以上	硬碟	640GB SATA2 3Gb/s 7200RPM
選購遊戲時需注意作業系統版本（如XP、Vista或Win 7）是否與遊戲相容	光碟機	SuperMulti 20X DVD光雕機
	顯示卡	nVIDIA GeForce GT130 768MB
	作業系統	Windows Vista Home Basic



圖2-30 電腦銷售傳單範例

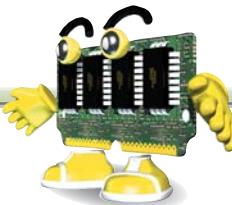


智慧型手機、平板電腦等行動裝置也需要有處理器、記憶體、作業系統……等軟硬體配備才能運作，比較特別的是，智慧型手機及部分平板電腦是使用快閃記憶體來代替硬碟；因此其規格表中，是標示ROM的容量大小，而不是硬碟的容量。



### 馬上練習

- \_\_\_ 1. CPU執行一個指令的過程稱之為 (A)擷取週期 (B)執行週期 (C)機器週期 (D)循環週期。
- \_\_\_ 2. 某電腦賣場的廣告單中，指出「記憶體容量為2G」，請問該記憶體最可能是指下列哪一種記憶設備的容量？ (A)RAM (B)cache memory (C)ROM (D)flash memory。
- \_\_\_ 3. 記憶體是電腦存放程式和資料的地方，可以概分為用來儲存暫時性資料的 \_\_\_\_\_ 與用來儲存長久性資料的 \_\_\_\_\_ 兩大類。





## 測驗站

### 一、選擇題

1. 計算機基本結構五個單元中，何者負責比較資料大小？ (A)算術邏輯單元 (B)控制單元 (C)記憶單元 (D)輸入/輸出單元。
2. 某位婚紗攝影師使用數位相機來拍攝新人的婚紗照，每張數位相片需使用4MB的儲存容量，若該位攝影師準備了數個容量為2GB的記憶卡，請問平均拍幾張照片，就必須更換記憶卡？ (A)512張 (B)1,024張 (C)1,536張 (D)2,048張。
3. 小靜的哥哥帶著新買的數位相機到日本旅遊。返國後，他想用電腦來播放旅遊拍攝的照片與家人分享，請問他應該將數位相機連接到電腦的哪一個連接埠呢？ (A)COM (B)USB (C)LPT (D)D-Sub。
4. 志翔是一位動畫設計師，他常需利用電腦來繪製3D圖形，但他覺得螢幕上所呈現的影像不夠細緻，請問更換下列哪一種介面卡可以改善這種情形？ (A)音效卡 (B)網路卡 (C)數據卡 (D)顯示卡。
5. 學校電腦教室將全面更換電腦設備，老師強調這些全新電腦設備，都具有雙核心的技術，請問雙核心是下列哪一種電腦元件所採用的技術？ (A)匯流排 (B)快取記憶體 (C)中央處理器 (D)暫存器。
6. 在近代微處理器出現後，電腦硬體架構的五大單元裡，下列哪一個單元包含於目前常見的中央處理器(CPU)中？ (A)輸出單元 (B)輸入單元 (C)控制單元 (D)記憶單元。
7. CPU運作的機器週期(Machine Cycle)中，不包含下列哪一個步驟？ (A)擷取(Fetch) (B)編碼(Encode) (C)解碼(Decode) (D)執行(Execute)。
8. 從日本紅回台灣的HTC Butterfly蝴蝶機使用1.5GHz CPU，請問其執行一個指令約需花多少時間？ (A)1.5ns (B)1.5ms (C)0.6ns (D)0.6ms。
9. 報導指出DDR3記憶體模組技術較先進，資料傳輸速度快，且較不消耗電力，因此許多電腦廠商將改採DDR3作為主記憶體。請問DDR3記憶體是以下列哪種元件製作而成？ (A)SRAM (B)DRAM (C)PROM (D)EPROM。
10. 下列有關記憶體的敘述，何者正確？ (A)DRAM可被讀取資料，但不能寫入資料 (B)DRAM的速度較硬碟慢 (C)當電腦關機後，DRAM中的資料不會消失 (D)DRAM的存取速度較SRAM慢。
11. 下列各項記憶體中，讀寫速度比ROM快的有幾項？ ①DRAM ②L2 cache ③硬碟 ④L3 cache ⑤DVD光碟機 (A)4 (B)3 (C)2 (D)1。
12. 如果需要購買能儲存大量資料的智慧型手機，應考慮手機的下列哪一項規格？ (A)RAM的容量 (B)ROM的容量 (C)螢幕解析度 (D)CPU的速率。

### 二、填充題

1. 請依據SRAM、DRAM、L1 Cache、L2 Cache、ROM等記憶體的存取速度快慢，由快至慢依序填入下列空格處。

① \_\_\_\_\_ → ② \_\_\_\_\_ → ③ \_\_\_\_\_ → ④ \_\_\_\_\_ → ⑤ \_\_\_\_\_ 。