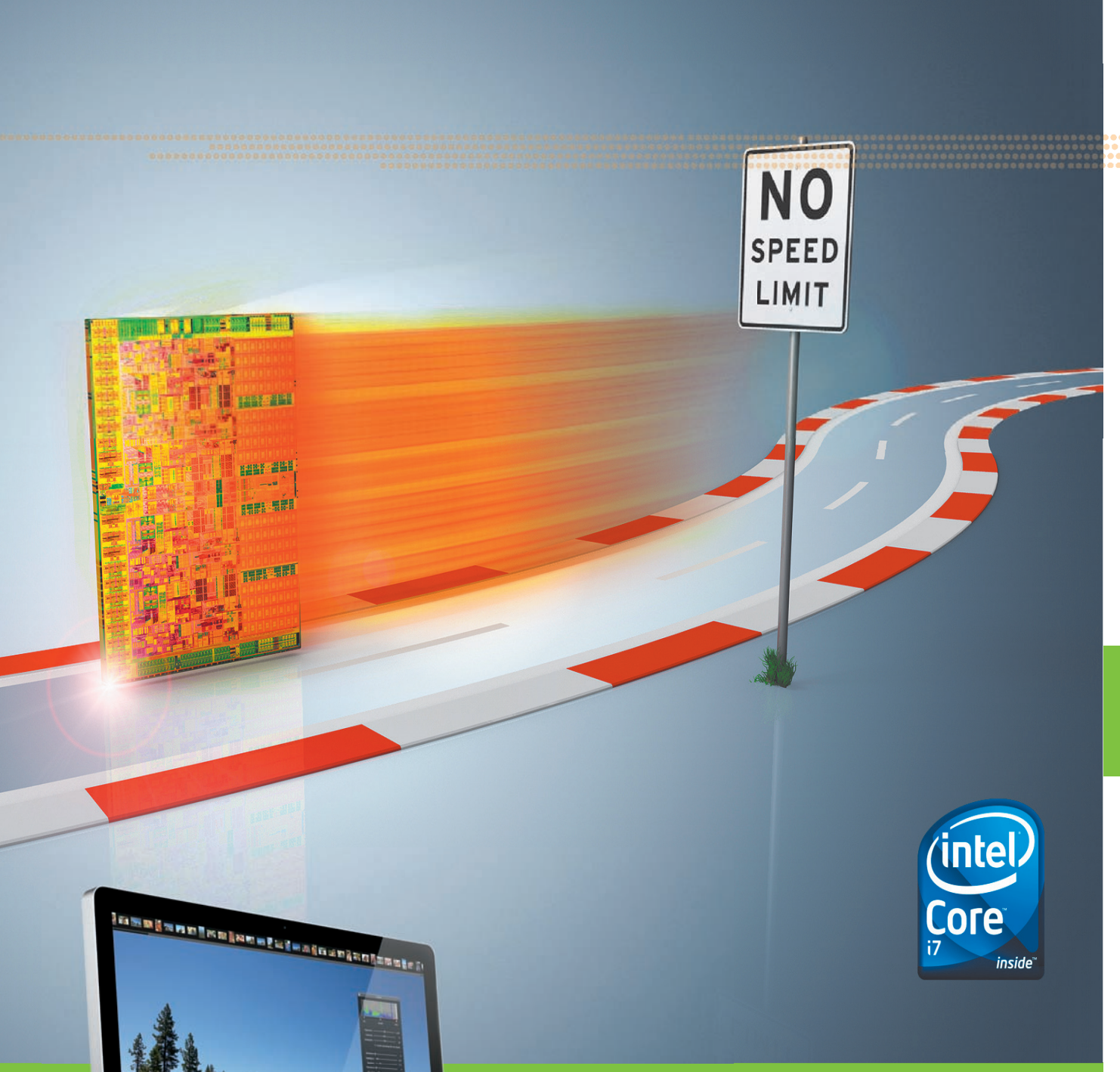


學習重點

2-1　電腦硬體概論

2-2　電腦硬體基本單元

2

電腦硬體

網頁

Intel 創辦人之一的戈登摩爾 (Gordon Moore)，在 1965 年提出了一個定律：「同樣大小的積體電路可容納的電晶體數目，約每隔十八個月就增加一倍，性能也提一倍，價格則下降一半」，這就是半導體產業為人熟知的摩爾定律 (Moore's law)。

摩爾定律象徵著資訊設備令人驚嘆的革新效率，在過去電腦是個體積龐大、又耗電的硬體裝置，但隨著資訊技術的不斷更新，不過幾十年的光陰，電腦設備不斷的以大躍進的速度進步，不僅運算速度變快、儲存容量變大，而且體積變得輕薄短小，甚至可以隨身攜帶。未來的電腦究竟會變成什麼模樣，任何人都無法提前預測！

本單元介紹電腦硬體基本的組成元件，認識電腦的周邊設備與工作原理。

2-1 電腦硬體概論

2-1.1 電腦基本組成

圖 2-1.1 是一組典型的個人電腦外觀，除了主機以外，另外還有鍵盤、滑鼠、顯示器、喇叭等常見的周邊設備。

1. 主機　2. 液晶顯示器　3. 鍵盤　4. 滑鼠　5. 喇叭

圖 2-1.1　典型的桌電腦外觀。

延伸學習

個人電腦的特殊形式

因應不同的使用需求，個人電腦也發展出許多不同的形態，例如方便隨身攜帶的筆記型電腦或配備精簡的準系統等形式，以下簡單介紹幾種個人電腦的特殊形式。

準系統

準系統(barebone computer)指的是已組裝一半的個人電腦（如圖2-a），通常準系統的主機較一般桌上型電腦的主機來的小，本身已具備機殼、電源供應器、主機板、散熱系統等基本配備，至於其他的配備則需要另外組裝（例如CPU、記憶體、硬碟、顯示器、光碟機等），不過也有廠商為了主打低價電腦，推出已組裝完成的準系統，以吸引消費者購買。雖然準系統的硬體效能和可使用的擴充槽數目，比不上一般的桌上型電腦，但因為價格便宜、體積輕巧、不佔空間的特點，仍吸引不少使用者採用。

圖 2-a 準系統。

All-in-One PC

All-in-One PC是一種一體成型的電腦（圖2-b），將電腦主機與螢幕整合在一起，可以減少佔用桌面的空間，有的All-in-One PC還提供觸控式螢幕，讓使用者可以不連接滑鼠、鍵盤，透過觸控式螢幕就能操作電腦。

圖 2-b
All-in-One PC。

Keyboard PC

Keyboard PC是一種外觀就像一般的鍵盤（圖2-c），但整合了電腦主機、鍵盤與觸控式螢幕，不僅可以無線上線，還可以連接各種周邊裝置（例如外接式光碟機、讀卡機等），方便使用者隨身攜帶。

圖 2-c Keyboard PC。

2-1.2 電腦設備使用

電腦使用不當，不僅會造成機器的使用壽命減短；如果操作電腦的姿勢不正確，長期下來甚至會對身體造成傷害。只要注意一些使用電腦的小細節，養成良好的使用習慣，不僅可以讓電腦維持正常運作，減少對硬體裝置造成的損害，還能降低使用電腦不當對身體造成的危害。

使用電腦的注意事項

就算功能再強大的電腦，也禁不起不良操作習慣的摧殘，想要讓電腦能維持正常運作，養成良好的操作習慣是重要的基礎，以下幾點是操作電腦必須注意的事項：

用正常程序關閉電腦

新一代作業系統都有特定的關機程序（如圖 2-1.2），若直接按下主機上的電源開關來關閉電腦，可能會造成檔案毀損以及資料流失。

圖 2-1.2
作業系統必須透過一定程序關機，不可直接關閉電源。

電腦運作時避免碰撞、敲打主機

由於硬碟經常會維持在高速旋轉的狀態下，若敲打、碰撞電腦主機，可能會使磁碟刮傷受損，造成資料毀損或遺失。

不要隨意拆卸維修

多數品牌電腦不允許使用者自行拆開維修，否則保固效力就立即消失，如果使用者不熟悉電腦硬體的拆卸，最好還是請專業的維修人員幫忙處理。

更換電腦零組件前，務必關閉電源

在通電的狀態下安裝任何電腦零組件（例如擴充卡、硬碟、記憶體）都有可能會造成該零組件燒毀，甚至使其它的零組件受損，所以在更換零組件之前記得一定要先關閉電源。

以正常程序移除外接裝置

如果要移除外接式裝置（例如外接式硬碟、隨身碟），可以先透過【安全地移除硬體】將要移除的裝置先停止（如圖 2-1.3）再移除外接式裝置，以免外接式裝置在寫入資料時，因突然被移除而造成檔案毀損。

圖 2-1.3　透過「安全地移除硬體」移除外接裝置。

不要在電腦旁邊進食

食物碎片或是打翻飲料都會造成鍵盤短路或損壞其它電腦設備，因此盡量避免在電腦旁邊進食或喝飲料。

簡易電腦保養

隨著科技的進步，現在電腦比起過去的電腦使用壽命更長，但電腦設備的保養仍不可輕忽。平時重視電腦設備的保養，可以讓你的電腦設備在重要時刻仍然能正常運作，降低出現故障的情況，以下介紹一些電腦周邊設備的保養方式：

鍵盤的保養

食物碎片與灰塵等細小物件很容易進入鍵盤的縫隙中，可能會造成鍵盤故障或失靈，因此可利用吸塵器清理鍵盤（如圖 2-1.4），或是將鍵盤反過來輕輕地拍打，將雜物清出來。另外也可以用微濕的布來擦拭鍵盤外表，保持鍵盤的清潔。

圖 2-1.4　使用小型吸塵器清理鍵盤。

螢幕保養

平時螢幕會因產生靜電而吸附灰塵，因此我們應該定期利用拭鏡紙或眼鏡布輕輕擦拭螢幕表面，而且在不使用電腦時可以防塵套覆蓋螢幕，這些都是保持螢幕清潔的基本工作。

保持主機通風

電腦容易因高溫而當機，當電腦的執行速度愈快，就愈容易產生高溫，所以應注意主機是否通風，若有需要可在機殼上加裝風扇加強散熱。

電腦的廢棄處理

環保署的「廢特定物品回收清除處理辦法」早已將廢棄電腦設備（例如主機、螢幕、電源供應器等）列入回收項目，如果要丟棄不要的電腦設備，必須交由資源回收車或民間的資源回收單位代為處理。

如果想淘汰仍可正常運作的舊電腦，也可以透過民間單位將可用的舊電腦轉贈給國內偏遠地區的學童以及弱勢團體使用，選擇這樣的做法不僅能達到惜物的目的，又能讓愛心照顧到社會弱勢，也為地球環保盡一份心力。

圖 2-1.5
推動電腦回收的民間網站。

立即演練 2-1

選擇題：

解 （　）1. 下列何者「不是」操作電腦的正確習慣？ (A) 不要在電腦旁邊進食 (B) 電腦運作時，任意移動主機的位置 (C) 以正常程序移除外接裝置 (D) 仔細閱讀電腦操作手冊。

解 （　）2. 如果電腦顯示器的表面累積灰塵，該如何清理比較好？ (A) 用拭鏡紙或眼鏡布輕輕擦拭 (B) 用溼抹布擦拭 (C) 用洗碗精清洗 (D) 用菜瓜布擦掉灰塵。

解 （　）3. 關於廢棄電腦設備的處理，下列何者正確？ (A) 丟到路邊 (B) 丟到舊衣回收箱 (C) 交由民間的資源回收單位處理 (D) 丟到垃圾桶。

解 （　）4. 下列哪一種電腦使用行為，容易造成電腦的零組件受損？ (A) 使用小型吸塵器清理鍵盤 (B) 不在電腦旁邊進食 (C) 在電腦未關閉電源的狀態，安裝主記憶體 (D) 以正常程序關閉電腦。

解 （　）5. 要避免造成儲存在電腦裡的資料發生毀損，要防止下列哪一種行為？ (A) 保持主機通風 (B) 筆記型電腦在運作時，不慎摔到地上 (C) 以正常程序移除外接裝置 (D) 不在電腦旁邊進食。

2-2 電腦硬體基本單元

電腦科技發展快速，硬體規格也不斷創新與改變，雖然基本上仍由五大單元的架構發展而來，但各種設備都變得更加複雜甚至具備多樣化的整合功能，其中桌上型個人電腦是目前使用最普遍的電腦類型，因此以下將簡單介紹其基本組成（圖 2-2.1）。

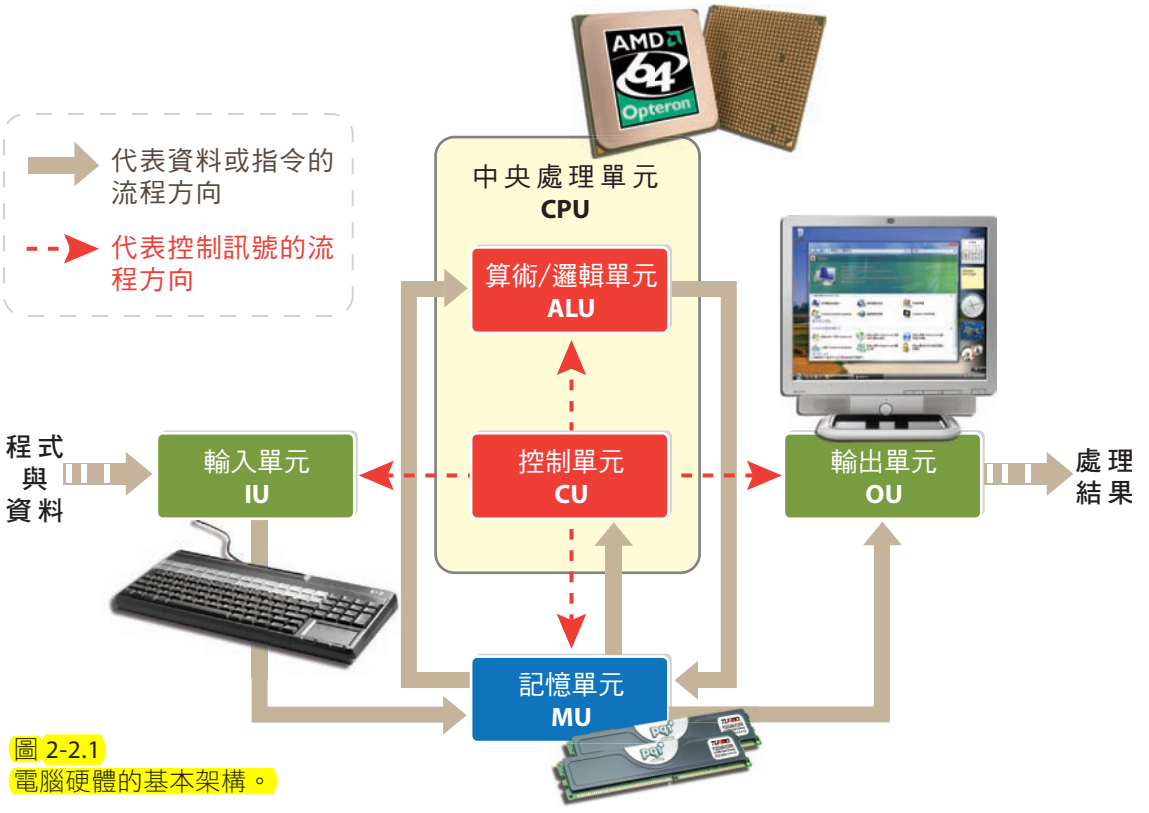


圖 2-2.1
電腦硬體的基本架構。

2-2.1 硬體五大單元

電腦硬體的基本架構可分為五大單元，它們分別是：

輸入單元

輸入單元 (input unit，IU) 透過使用者操作，可將資料或程式經數位化後傳送至記憶單元，以提供其他單元進行處理或儲存的動作，例如鍵盤、滑鼠、繪圖板、麥克風等都是常見的輸入設備。

控制單元

控制單元 (control unit，CU) 負責指令解碼以及指揮協調電腦內部各單元的運作順序與資料傳遞。

算術／邏輯單元

算術／邏輯單元 (arithmetic/logic unit，ALU) 主要負責加、減、乘、除等算術運算，以及判斷真假、大小等邏輯運算的工作。

圖 2-2.2 中央處理器。

由於「算術／邏輯單元」與「控制單元」是電腦運作的重要中樞，因此又合稱為「中央處理單元」(central processing unit，CPU)。1971 年，Intel 成功地將「算術／邏輯單元」與「控制單元」製作在一片積體電路上，並命名為微處理器 (microprocessor)，一般人習慣以「中央處理器」或「處理單元」稱呼，指的就是 CPU（圖 2-2.2）。(註 A)

記憶單元

記憶單元 (memory unit，MU) 是用來存放指令和資料的地方，依其性質與功用又可分為主記憶體與輔助記憶體兩類：

主記憶體

主記憶體（如暫存器、隨機存取記憶體等）的容量較小但傳送速度較快，多用來存放正在處理中的指令和資料。

輔助記憶體

輔助記憶體（如硬碟、隨身碟等）的容量較大但速度較慢，可用於儲存大量的程式或資料。

輸出單元

電腦中的資料經處理後必須透過輸出單元 (output unit，OU) 顯示或輸出，例如顯示器（螢幕）與印表機就是常見的輸出設備。(註 B)

註 A：中央處理器（控制單元及算術／邏輯單元）和記憶單元等重要硬體會裝置在電腦主機的內部。

註 B：在硬體的五大單元中，輸入單元與輸出單元通常稱為「I/O 設備」或「週邊設備」。

2-2.2 處理單元

在電腦的基本架構中，中央處理單元是整體運作的核心，記憶單元則是用來儲存程式與資料的位置。而在實際應用上，中央處理單元被製成中央處理器，記憶單元則成了各種不同形式的記憶體模組或儲存設備，分別簡介如後。

認識中央處理器

影片

網頁

中央處理器的主要原料是由石英砂（矽沙）中所提煉出來的二氧化矽，經過一連串繁複的處理程序後被製成一片片的晶圓（wafer，如圖 2-2.3）。晶圓是用來製作晶片的主要結構，製造商透過特殊氣體、化學物質以及紫外光等在晶圓上蝕刻出各種電路結構，並利用銅、金等金屬作為連接電路，最後再切割為一塊塊獨立的晶片，這些晶片會依其用途與功能封裝為不同形式的積體電路。目前生產中央處理器的廠商有 Intel、AMD 等。

圖 2-2.3
切割完成的晶圓。一般所謂 8 吋或 12 吋晶圓指的是晶圓的直徑。

處理單元功能及結構

動畫

網頁

中央處理器是電腦系統的核心，主要負責加、減、乘、除等算術運算，以及判斷真假、大小等邏輯運算的工作，還要解釋每個指令所代表的意義、並指揮控制其他元件進行指定的工作。簡單來說，中央處理器包含有「算術／邏輯單元」及「控制單元」的工作。

中央處理器必須藉由主記憶體中讀取指令與資料，而中央處理器中有一小部份的記憶單元被用來暫時存放目前指令的記憶體位址，或是作為計算中資料的暫存區，而這個記憶區塊便稱為暫存器 (register)。

認識內頻、外頻與倍頻

主機板上各零件的運作速度分成好幾組（例如中央處理器運作速度最快，是其它元件運作速度的好幾倍），為此主機板提供了一個標準的時脈頻率來供各零件作為參考基準，這個時脈頻率稱為外頻 (external frequency)，主機板上各零件可按照這個頻率以倍數來調高或調降本身的工作頻率。

內頻 (internal frequency) 又稱為主頻，是中央處理器內部的實際工作頻率，內頻是由主機的外頻乘以某個數值倍數所得來的。數值倍數稱作倍頻 (multiplier)，電腦玩家常常調整倍頻來達到加快中央處理器執行速度（超頻）。

中央處理器的工作頻率（內頻）＝外頻 × 倍頻

在個人電腦中，中央處理器與周邊裝置之間要傳輸資料，會透過一些聯絡通道來傳輸資料，而這樣的傳輸線路稱為匯流排 (bus)。其中的前側匯流排（Front Side Bus，簡稱 FSB，或稱為前端匯流排）是指中央處理器和高速周邊裝置的聯絡通道，前側匯流排的工作頻率（時脈）愈快電腦的效率也愈快。中央處理器廠商通常會標示中央處理器的內頻和 FSB 的工作頻率，例如以下某中央處理器的標示：

處理器編號	Q9550
速度	2.83 GHz
L2 快取記憶體	12 MB
前端匯流排	1333 MHz

其中的速度 2.83 GHz 指的是中央處理器內頻，也就是中央處理器的工作頻率，12MB 指的是中央處理器內建的快取記憶體容量大小，而 1333 MHz 指的是 FSB 的工作頻率。由於 FSB 在每一個週期可同時傳送多筆資料，某些處理器廠商會用傳輸量來標示單位，例如百萬傳輸／秒 (MT/s)。

影響中央處理器的效能因素

會影響中央處理器效能的因素很多，例如時脈頻率、字組長度、採用的指令集、暫存器與快取記憶體等。

時脈頻率與中央處理器效能

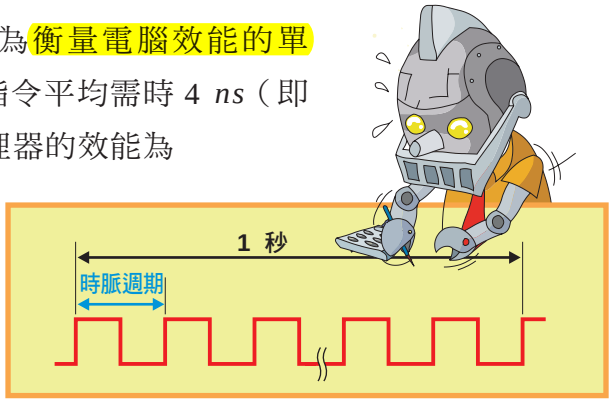
時脈週期 (clock period) 是時脈頻率的倒數，如圖 2-2.4。舉例來說，若某中央處理器時脈頻率為 500 MHz，則時脈週期為

$$1／(500\times10^{6}) \text{ 秒} = 2\times10^{-9} \text{ 秒} = 2\ ns(\text{奈秒})$$

另外，也可以使用 MIPS 作為衡量電腦效能的單位。假設某中央處理器完成一個指令平均需時 4 *ns*（即 2 個 clock ），則可計算該中央處理器的效能為

$$500／2 = 250 \text{ (MIPS)}$$

時脈週期就像高速公路的速限，愈高代表車子可以開的愈快。同樣的，中央處理器時脈頻率愈高通常便代表具有較高的處理效能。



$$\text{時脈週期 (clock period)} = \frac{1}{\text{時脈頻率 (clock rate)}}$$

圖 2-2.4　時脈週期是時脈頻率的倒數。

字組長度與中央處理器位元數

中央處理器在每一次機器週期（可參閱之後的「指令運作週期」）中能夠處理的資料量稱為字組 (word)，而一般所說中央處理器的位元數也就是指字組長度，中央處理器可分為 32 位元和 64 位元處理器。不過要完全得到字組長度的效益，除了硬體還需配合專屬作業系統（如 Windows Vista 64）及軟體的支援。

快取記憶體

中央處理器要存取所需要的資料，必須要透過主記憶體存取，但相對於中央處理器的運算速度來說，存取主記憶體的動作實在太過緩慢而耗時，為了增進處理效能，中央處理器會將一種速度比主記憶體快的記憶體直接設計

在中央處理器中，稱為快取記憶體 (cache memory)，可減少中央處理器等待資料從主記憶體載入的時間，當快取記憶體愈大則其效能也就愈高。

中央處理器所使用的快取記憶體可分為 L1、L2 與 L3 快取記憶體 (Level 1/Level 2/Level 3 cache)，會這樣設計，是因為全部使用高速、大容量的快取記憶體，會造成中央處理器的價格過高，為了在價格與存取效能取得一個平衡點，因此安排速度最快的為 L1 快取記憶體，但容量最小；L2 快取記憶體較 L1 快取記憶體慢，但儲存容量比 L1 快取記憶體大；L3 快取記憶體是快取記憶體中最慢的，但速度仍比一般的主記憶體快，它的儲存容量是快取記憶體中最大的。

要存取資料時，中央處理器會先從 L1 快取記憶體尋找，若找不到再從 L2 快取記憶體尋找，再找不到去 L3 快取記憶體尋找，當快取記憶體都找不到才到主記憶體尋找，使中央處理器的價格不會過高，又能兼顧存取效能的提升。早期 L3 快取記憶體是建置在主機板上，但現在已將 L1、L2 與 L3 快取記憶體整合到中央處理器內。不過，有些中央處理器會採取不一樣的做法，例如將 L3 快取記憶體取消，加大 L2 快取記憶體，中央處理器只有內建 L1 和 L2 快取記憶體。

特殊指令集

中央處理器製造商為了特別加強中央處理器在某些方面的處理效能，通常會設計專屬的指令集，例如 MMX、3D Now!、SSE 等都是用來增強處理圖形、影像以及 3D 動畫速度的一種多媒體指令集。

網頁

多核心與平行處理

為了避免高時脈產生的電磁波干擾及提昇處理器的效能，處理器廠商現今多採用多核心設計架構，將多個獨立的處理器封裝在一起（如圖 2-2.5 或圖 2-2.6）。

網頁

每個獨立的處理器可平行處理程式中的執行緒 (threads)[註C]，多核心處理器比單核心處理器更適合多工環境，兩者的比較可參考圖2-2.7。使用多核

補充

註 C：執行緒是指中央處理器在執行軟體時所分配的最小執行流程單位。在一般狀況下，每個軟體會被分成許多個執行緒來交由中央處理器處理。

心處理器的使用者即使同時撰寫電子郵件、播放影片、以及進行程式掃毒，電腦還是可以執行的很順暢。但是在單獨執行一個程式的時候，多核心處理器的效率並不一定比同時脈的單核心處理器來的高。必須所使用的應用程式，能支援執行緒多工的運作，多核心處理器的效率才會比較高。

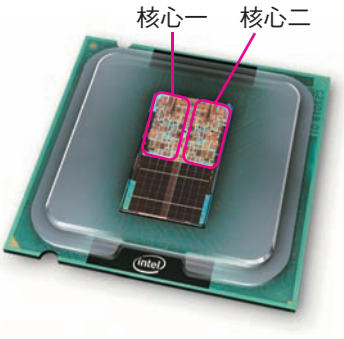


圖 2-2.5
雙核心處理器。

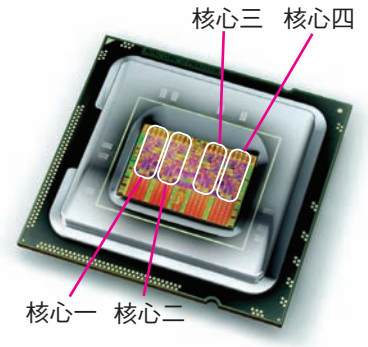


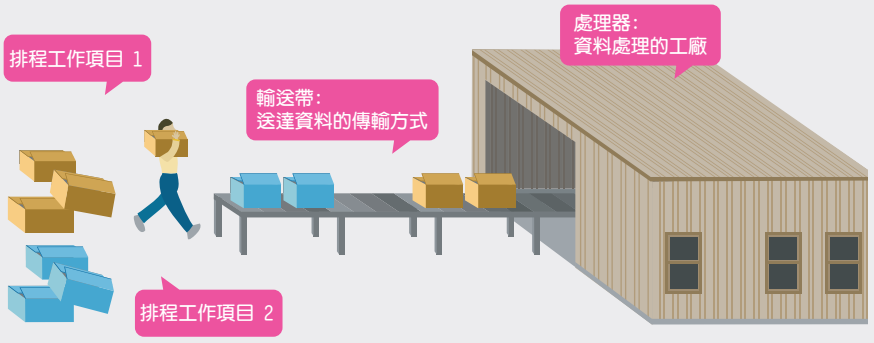
圖 2-2.6
四核心處理器。

超執行緒

超執行緒 (Hyper-Threading) 是 Intel 公司為強化中央處理器執行效能所發展的技術。可將單一處理器當做兩個邏輯或虛擬處理器來使用（圖 2-2.7），能同時執行兩個執行緒，提升中央處理器的整體效能，但整體的效率並不一定會比多核心處理器來的高。

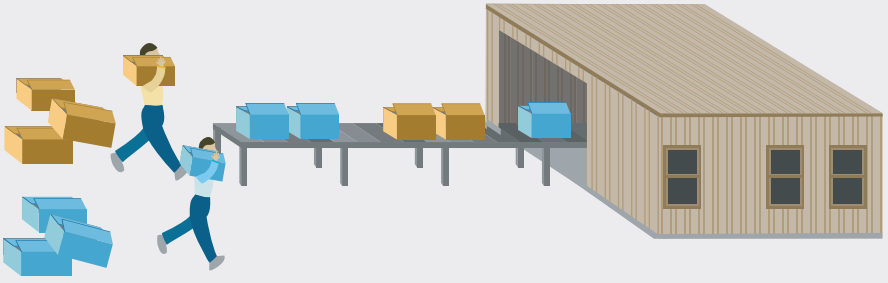
單核心的時代＝資料需要分批上輸送帶載到工廠處理

以往的單核心處理器，在執行多工作業時，必須先執行其中的一項，再執行另外一項。即使加快工作的速度（將時脈提升），亦無法大幅提高工作效率。



超執行緒的時代＝資料可被同時放上輸送帶載到工廠處理

超執行緒技術出現後，可將兩項工作交互執行，感覺上像是有兩顆處理器，來達到提升效率、減少等待時間的目的。



雙核心的時代＝不同資料同時放上兩條輸送帶載到兩個工廠處理

雙核心處理器就像擁有兩顆處理器，以更省電、更有效率的方式來處理資料。

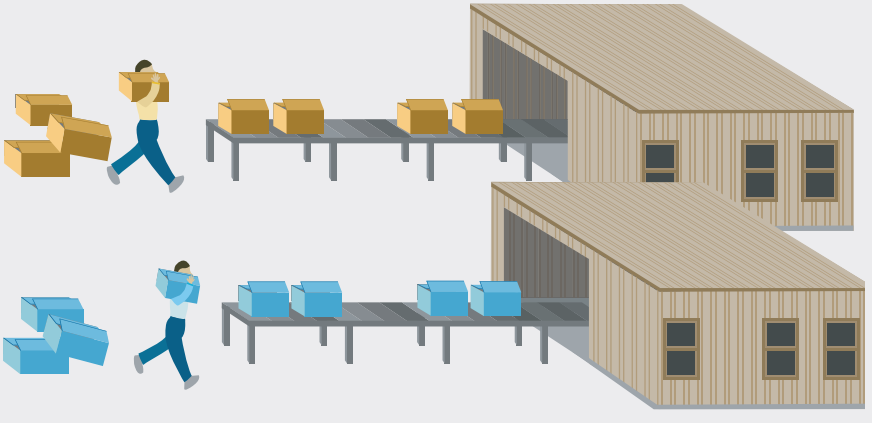


圖 2-2.7 單核心、超執行緒、雙核心運作示意圖。

中央處理器的指令架構

中央處理器的指令基本上由運算碼(operation code，OP Code)與運算元(operand)組成，如圖 2-2.8。其中運算碼為該指令欲執行的動作，運算元則為執行對象（以其位址表示）或資料，例如「ADD A,B」便代表將位址 A,B 中的值相加後存入位址 A 中。依據指令不同，運算碼通常只有一個，但運算元則可以有 0 個、1 個或多個。

網頁

網頁

中央處理器能使用的所有指令稱為指令集，早期主要可分為「精簡指令集」(reduced instruction set computer，RISC)以及「複雜指令集」(complex instruction set computer，CISC)二大類。精簡指令集採用將指令集精簡化，單一指令只能執行一項工作，以提升中央處理器的效能；而複雜指令集則是提供比精簡指令集更多的指令，單一指令可執行多項工作；目前個人電腦所使用的中央處理器，通常混雜「精簡指令集」和「複雜指令集」的特色，已不易區分是屬於哪一種指令集。

圖 2-2.8 中央處理器的指令結構。

指令運作週期

其實不論使用電腦進行何種工作，對中央處理器來說都只是不斷地重複「擷取、解碼、執行」等三個主要步驟，如圖 2-2.9，其中「擷取」和「解碼」的動作合稱「擷取週期」(fetch cycle)，「執行」的動作稱為「執行週期」(execution cycle)，二者則合稱「機器週期」(machine cycle)。中央處理器可在一秒之內完成數千萬甚至數億次步驟循環。

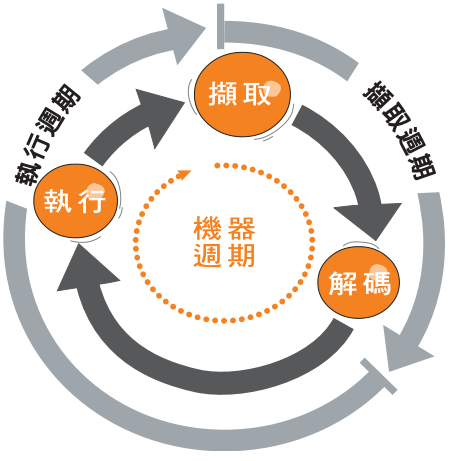


圖 2-2.9 中央處理器的指令運作週期。

擷取(fetch)

由記憶體中擷取指令以及所需的運算資料。

解碼(decode)

對指令進行翻譯，以便瞭解指令所代表的意義。

執行(excute)

根據指令要求執行相關的處理動作(註D)。

2-2.3 記憶單元

記憶單元是用來存放資料與程式的地方，主要可分為主記憶體與輔助記憶體二大類，如圖 2-2.10。

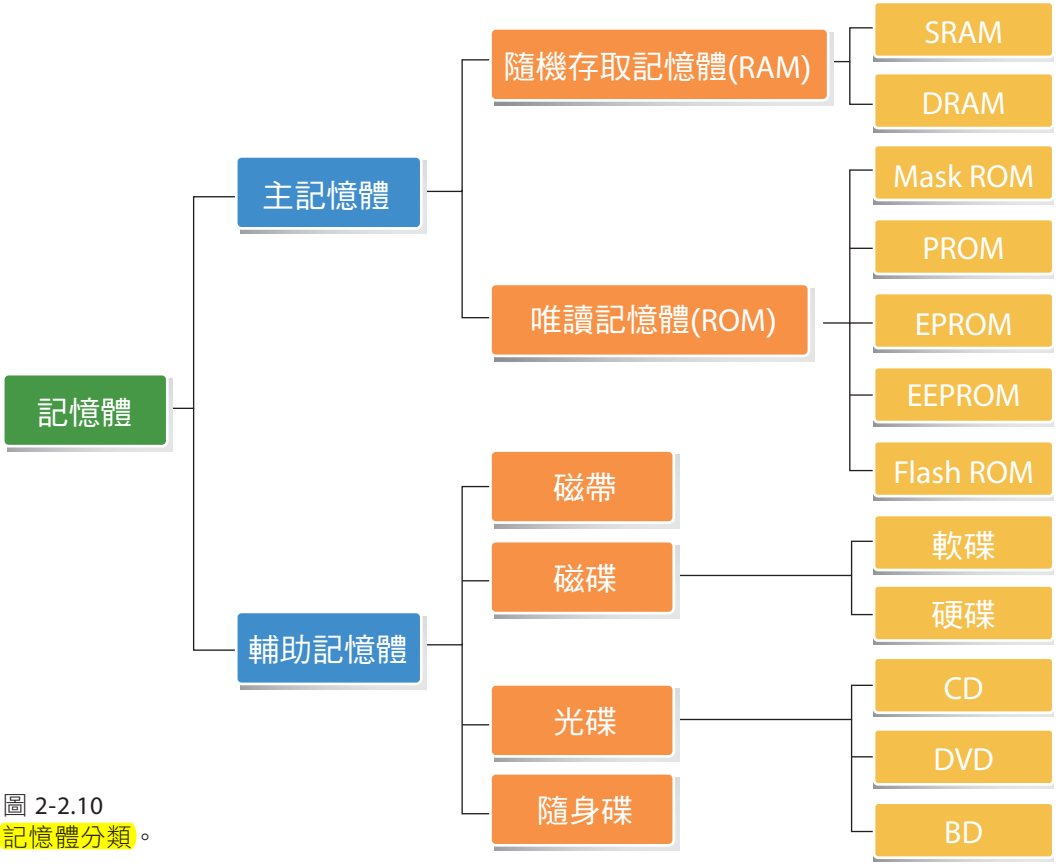


圖 2-2.10
記憶體分類。

註 D：「執行」的動作有時可再細分為「執行指令」→「儲存運算結果」等，但並非所有指令皆可如此細分，例如終止指令 HLT 便沒有「儲存運算結果」的動作。

記憶體的類型

一般常見的記憶體的類型，可以分為以下幾種：

隨機存取記憶體RAM

隨機存取記憶體(random access memory，RAM)屬於揮發性記憶體，當電源消失時儲存的資料便會消失，也由於使用者可從中任意讀取某一位址的資料，亦可由任一位址寫入資料，因此稱為「隨機存取」記憶體。表 2-2.1 則列出二種常見的 RAM 形式。

表 2-2.1　不同型式的 RAM

類　型	說　明
Static RAM (SRAM)	「靜態隨機存取記憶體」不需週期性的充電即可保持資料，存取速度較 DRAM 快，但價格較 DRAM 昂貴，早期主機板上的快取記憶體就是採用 SRAM，現今的快取記憶體已整合到 CPU 內，主機板上不再使用 SRAM 做為快取記憶體。
Dynamic RAM (DRAM)	「動態隨機存取記憶體」必須靠不斷輸入的電流脈衝來保持資料，存取速度較 SRAM 慢，是目前常用的記憶體，而現今電腦所使用 DRAM 的主要細類別為 SDRAM(synchronous DRAM)，運作時和電腦時脈週期同步。

唯讀記憶體ROM

唯讀記憶體(read-only memory，ROM)屬於非揮發性記憶體，不會因電源關閉而使其中的資料消失。早期的 ROM 只能讀取而不能寫入資料，不然就是要透過特殊處理，例如 EPROM(erasable programmable ROM) 必須透過紫外線來清除原本的資料，如圖 2-2.11。

圖 2-2.11
EPROM 必須透過紫外線來清除原本的資料。

而目前最常使用的一種 ROM 形式則是 Flash ROM(快閃記憶體)，單位價格便宜且儲存密度較高，使用者只要透過特殊程式便能覆寫內

部資料，除普遍用於目前主機板中 BIOS 的儲存外，也經常作為 IC 卡上的儲存晶片、隨身碟（圖 2-2.12）、或是數位相機、MP3 隨身聽等的儲存媒體。

圖 2-2.12 隨身碟。

輔助記憶體

由於電腦中要儲存的資料愈來愈多，除主記憶體外，電腦周邊設備廠商又發展出各種輔助記憶體設備，例如磁碟、光碟、磁帶等相關儲存設備，這些在稍後的章節會有更詳細的介紹。

記憶單元的功能與關係

由於磁碟等設備（例如硬碟機、隨身碟）的存取速度與中央處理器相差太大，如果從慢速的設備載入資料，CPU 必須浪費時間等候；相反的，如果使用 RAM 做為記憶單元，當電源消失時儲存在 RAM 的資料便會消失（RAM 是一種揮發性記憶體），且 RAM 的儲存容量也不及磁碟，所以電腦必須由 RAM 和磁碟相輔相成，各自發揮其記憶單元的特性所長，兼顧處理速度和資料儲存的需求，如圖 2-2.13 所示。

由於磁碟等設備的存取速度與中央處理器相差太遠，因此速度較快的 RAM 便擔負起中央處理器與磁碟間的中介橋樑，當程式要被執行前，作業系統會將程式及部份資料先由磁碟載入 RAM 中，中央處理器再由 RAM 中讀取程式與資料，藉此加快系統的處理速度，一旦要儲存資料時只要將資料寫入到磁碟中，就可以讓資料永久儲存。

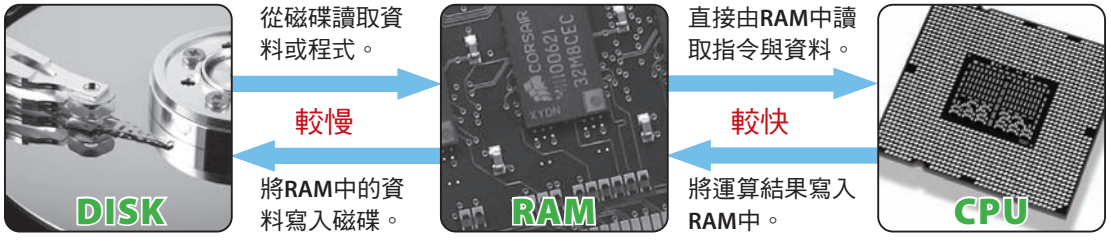


圖 2-2.13 RAM 是磁碟與中央處理器間的主要中介者。

理論上要執行的程式會被整個載入 RAM 中再執行，不過由於許多程式都大於 RAM 的實際容量，因此有些作業系統便會以部份磁碟空間來模擬 RAM 的功能並稱之為虛擬記憶體 (virtual memory)。

若將之前敘述的各種記憶體類型依其存取速度排列，可得圖 2-2.14 的關係。

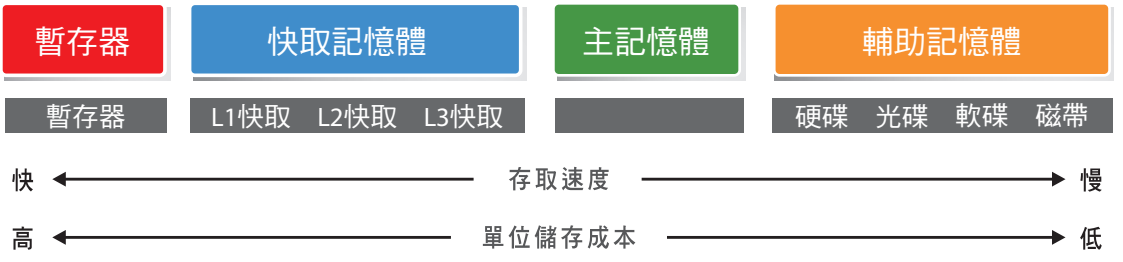


圖 2-2.14 記憶體間的階層關係。

記憶體的模組

當我們討論個人電腦中的主記憶體時，通常指的其實是將數個記憶體 IC 整合銲燒在統一規格電路板上的 DRAM 模組（圖 2-2.15）。常見的記憶體模組類型可分為 DIMM(Dual In-line Memory Module) 和 SODIMM(Small Outline Dual In-line Memory Module)，DIMM 主要用於一般桌上型電腦，而 SODIMM 則適用於主機空間有限的電腦（例如筆記型電腦），不同規格的 DRAM 模組會採用不同的接腳 (pin) 數目，如表 2-2.2。

表 2-2.2 不同型式的記憶體模組

模組名稱	接腳數 (pin)	備　　註
DIMM 雙面記憶體模組	184	用於桌上型電腦上的 DDR SDRAM
	240	用於桌上型電腦上的 DDR2 及 DDR3 SDRAM
SODIMM 小型雙面記憶體模組	200	用於筆記型電腦上的 DDR 及 DDR2 SDRAM

圖 2-2.15
DIMM 記憶體模組： 240 pin 的 DDR2 SDRAM 模組。

除了封裝方式不同，DRAM的型態與存取方式也隨著硬體技術進步而不斷在改變，現在的電腦所使用的DRAM以SDRAM為架構(註E)，並發展出DDR(Double Data Rate)技術，使DRAM的傳輸速率大幅倍增，記憶體廠商會在DRAM上標示所支援的DDR技術，讓消費者了解所購買的DRAM是哪一種類型(註F)，表2-2.3為目前常見的DRAM類型。

表 2-2.3 常見的 DRAM 類型

名　稱	說　明
DDR SDRAM	第一代的 DDR SDRAM 和早期的 SDRAM 比較，具有雙倍速的資料傳輸速率。
DDR2 SDRAM	第二代的 DDR SDRAM 是常見的記憶體產品，除了比第一代使用更低的電壓（可有效減少發熱量），傳輸速率比 DDR SDRAM 更快。
DDR3 SDRAM	第三代的 DDR SDRAM，採用比 DDR2 SDRAM 更低的電壓和更快的傳輸速度，也是常見的記憶體產品。

常見儲存裝置

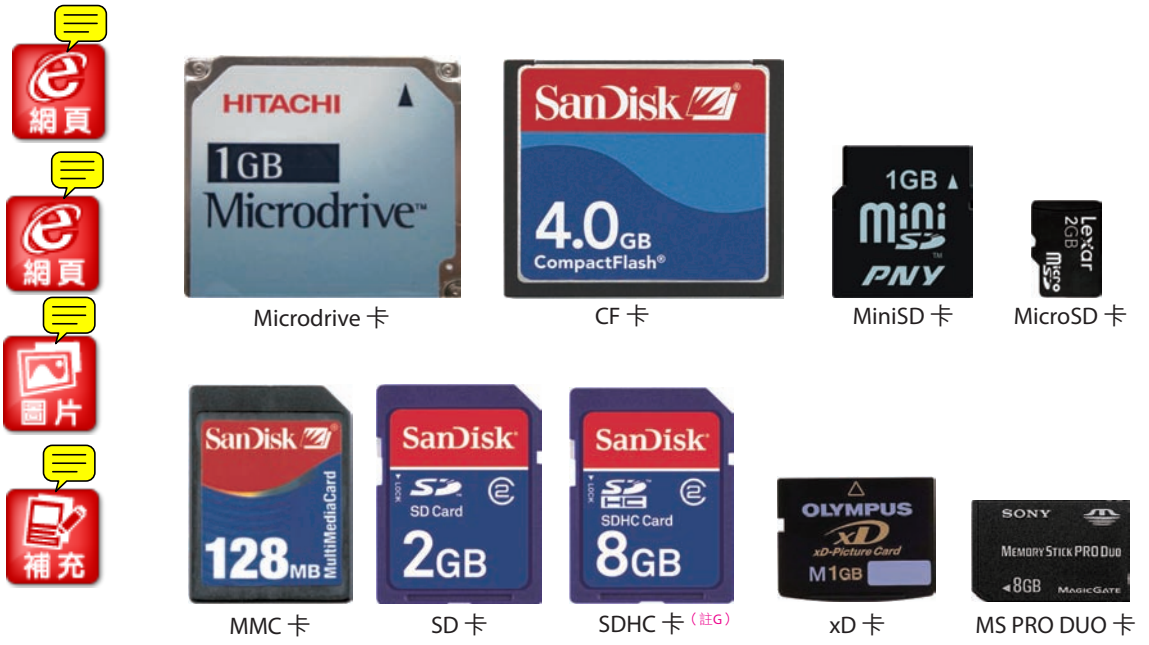
電腦中的輔助記憶體設備及其媒體包括了軟碟機、軟碟片、硬碟機、光碟機、光碟片、磁帶機、磁帶與各種記憶卡等。不過隨著科技的進步，輔助記憶體容量倍增，許多傳統的設備及儲存媒體（如軟式磁碟機及磁碟片）已經被淘汰了，茲介紹一些常見的設備與媒體。

讀卡機與記憶卡

記憶卡是一種體積小、方便攜帶、容量大的儲存媒體，廣泛應用在數位相機、手機、MP3 播放器、電視遊樂器等裝置上。由於某些廠商為了支援自家產品（例如數位相機），會聯合其他廠商制定一套記憶卡標準，使得市面上出現各種類型的記憶卡（如圖 2-2.16）。現今大多數的電腦都備有讀卡機，可用來讀寫各種類型的記憶卡，假若電腦未附有讀卡機，使用者也可透過 USB 外接式讀卡機讀取記憶卡中的資料（如圖 2-2.17）。

註 E：SDRAM(Synchronous DRAM) 指的是與 CPU、主機板使用相同的工作時脈的 DRAM，如此可減少因不同時脈所造成的延遲，提高記憶體存取的效率。

註 F：主記憶體除了會以支援的 DDR 技術是幾代來標示，DDR 記憶體廠商還會以「傳輸頻寬」和「傳輸速率」命名，例如 DDR2-400 每秒傳輸速率為 400 MB/s，而在雙通道的傳輸狀況下每次可傳送 8 個 Bytes，因此傳輸頻寬為 3200 MB/s，故 DDR2-400 又可以 PC2-3200 來標示。



Microdrive 卡　CF 卡　MiniSD 卡　MicroSD 卡

MMC 卡　SD 卡　SDHC 卡（註G）　xD 卡　MS PRO DUO 卡

圖2-2.16　幾種常見的記憶卡類型。

圖 2-2.17　電腦內建的讀卡機與USB外接式讀卡機。

硬式磁碟機

硬式磁碟機(hard disk drive)通常又稱硬碟，是一種密封式的磁碟機，如圖 2-2.18，是目前電腦的主力儲存裝置之一。硬式磁碟機內部包含有馬達、

註 G：SDHC(Secure Digital High Capacity) 是 SD 卡的高容量版本，一般的 SD 記憶卡最高儲存容量只能到達 4GB，而 SDHC 的記憶卡最高容量可達 32GB。

讀寫頭、讀寫臂、硬式磁碟片等各種組件，構造十分精密且感應度高，即使是灰塵微粒也可能造成損壞，因此一般多採取完全密封的方式隔絕灰塵，而硬碟機在運作時應避免任意搬移或震動，否則都可能損壞其中的組件。

圖 2-2.18 硬式磁碟機。

隨著科技的進步，現在的硬式磁碟機的儲存容量不斷向上提升，目前桌上型電腦使用的 3.5 吋硬式磁碟機，最高儲存容量可達數 TB (1 TB ＝ 1024 GB)；甚至小體積的硬式磁碟機，如筆記型電腦用的 2.5 吋硬式磁碟機，目前最高儲存容量也可達 500 GB 以上。

固態磁碟

近幾年來快閃記憶體的容量不斷增加，價格卻不斷地下降，於是出現使用快閃記憶體儲存資料的磁碟機，這種硬碟稱為固態磁碟 (Solid Static Disk，SSD)，如圖 2-2.19。由於固態磁碟利用快閃記憶體加上 SATA 介面，因此傳輸速度比一般的隨身碟、記憶卡速度更快，並具有耐震、低耗電等優點。

圖 2-2.19
固態磁碟。

光碟機與光碟片

現今大部分的光碟機可讀寫多種規格的光碟片，且新一代光碟機通常可向下相容舊的規格，而各家廠牌的 CD 或 DVD 光碟機在外觀上皆大同小異（圖 2-2.20）。

圖 2-2.20 光碟機。

由於雷射讀取頭讀取資料的速度極快，因此光碟機的讀取速度主要取決於光碟片的旋轉速度，其轉速愈快，則同一時間所能傳輸的資料量也愈多。而不同類型的光碟機在標示方法上有些差異，如表 2-2.4。

表 2-2.4 光碟機的讀寫速度

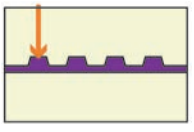
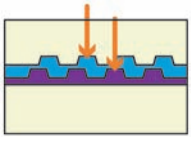
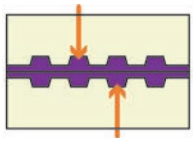
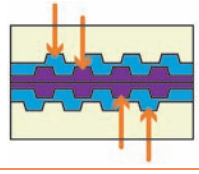
名　詞	說　　明
CD-ROM 光碟機	以每秒 150 KB 的傳輸速度為基準，稱為單倍速光碟機（一般以 1X 表示），而更快的機種則以其倍數來表示，例如 50 倍速的光碟機（一般標示為 50X）便擁有每秒 150×50 ＝ 7500 KB 的傳輸速度。
DVD-ROM 光碟機	一般以每秒 1.32 MB 作為 1X 的基準，雖然理論上相當於 9X 的 CD-ROM 光碟機，不過由於受限於其他物理特性，因此實際上的速度會較標示值慢。
燒錄機	CD-R或CD-RW光碟機通常會依國際統一規格「寫X抹寫X讀」標示速度，例如「40X12X48」代表「40寫12抹寫48讀」，至於DVD燒錄機，由於規格更加複雜，還牽扯到「+R」或「-R」碟片的支援、單面單層、單面雙層等規格，因此在外殼標示上多半只特別強調其特色，如「16X DVD+R DL」。

光碟片至今已經發展到第三代，雖然在外觀上都很相似，但各世代的光碟片在規格和容量上卻有很大的差異，表 2-2.5 列出各世代光碟片的規格和名稱，而表 2-2.6 則是常見的 DVD 光碟片規格。

表 2-2.5 不同光碟片的類型

世代	圖　示	名　稱	常見的容量	基準速度 (1X)	最高讀取速度
一	COMPACT disc DIGITAL AUDIO	光碟，CD (compact disk)	650~800 MB	1.17 Mbps(150 KB/s)	52X
二	DVD VIDEO	數位多功能光碟，DVD (digital versatile disk)	4.7/8.5 GB（單層 / 雙層）	10.55 Mbps(1.32 MB/s)	20X
三	Blu-ray Disc	藍光光碟，BD (blu-ray disk)	25/50 GB（單層 / 雙層）	36 Mbps(4.5 MB/s)	12X

表 2-2.6 常見的 DVD 光碟片規格

DVD 光碟片規格	DVD-5	DVD-9	DVD-10	DVD-18
構　　造	單面單層	單面雙層	雙面單層	雙面雙層
最大容量	4.7 GB	8.5 GB	9.4 GB	17 GB
示 意 圖				

延伸學習

光碟片和光碟機常用名詞整理

名　詞	說　明	範　例
R(recordable)	可寫入一次的光碟片。	CD-R、DVD±R、BD-R
＋/－	兩種不同的DVD寫入格式。	DVD+R、DVD-R、DVD+RW、DVD-RW
ROM(read only memory)	唯讀記憶體，代表只能用來讀取資料的光碟片。	CD-ROM、DVD-ROM、BD-ROM
RAM(random access memory)	隨機存取記憶體，一種可重覆錄寫的DVD光碟片規格。	DVD-RAM
RW(rewritable)	可重覆錄寫的光碟片，有DVD和CD兩種規格。	CD-RW、DVD-RW、DVD+RW
RE(re-recorded)	一種可重覆錄寫的BD光碟片規格。	BD-RE
Multi	指能相容DVD-R、DVD-RW與DVD-RAM等規格。	DVD Multi
Dual	指燒錄機能相容DVD-R、DVD-RW、DVD+R 與 DVD+RW 等規格。	DVD Dual
Super Multi	指燒錄機能相容DVD-R（單/雙層）、DVD-RW、DVD-RAM、DVD+R/RW、CD-R/RW等規格。	DVD Super Multi
DL (double layer)	雙層光碟片。	DVD +R DL、DVD-R DL
Combo	複合式機種的光碟機，常指可讀DVD片和讀寫CD片的光碟機。	DVD Combo 機
LightScribe	又稱「光速寫」、「光雕」，利用雷射光改變光碟上特殊塗料的化學變化，使該光碟片上可以產生圖案。	DVD LightScribe

記憶單元的儲存原理

硬碟和光碟是一般儲存資料常用的儲存媒體，以下舉硬碟和光碟片例子，說明記憶單元如何儲存資料。

硬碟的工作原理

硬碟是由硬式磁碟片、讀寫臂、讀寫頭和馬達所組成，如圖 2-2.21 所示，使用者所儲存的資料會存在硬式磁碟片上，每一硬式磁碟片的正反面都各搭配有一個讀寫頭 (R/W head)，一旦要存取資料時，磁碟會透過移動讀寫臂，讓讀寫頭移到要儲存資料的區域；當旋轉中的硬式磁碟片經過讀寫頭的下方進行資料讀取，讀寫頭可以感應儲存區域的磁場變化，轉換為 0 或 1 的數位信號使電腦能夠處理；若是要進行資料寫入的動作，只要將讀寫臂移到要儲存資料的區域，透過讀寫頭的磁力改變儲存區域的磁場變化，便能使資料記錄在硬式磁碟片上。

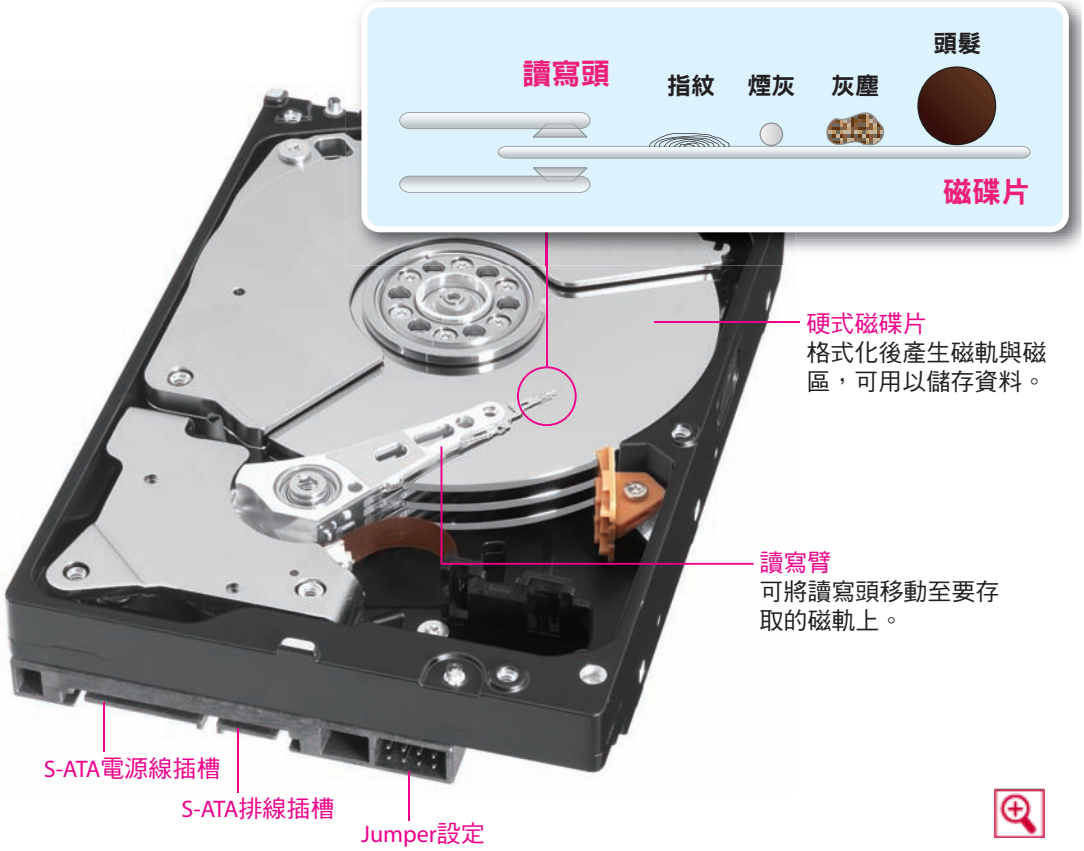


圖 2-2.21　硬碟的內部構造。

延伸學習

硬碟的傳輸介面

早期驅動硬碟的技術規格稱為IDE，硬碟連接介面的正式名稱為ATA(Advanced Technology Attachment)。由於ATA採並列傳輸在高速下雜訊干擾嚴重的問題，為了改進這個問題，推出新的SATA(Serial ATA)介面，它的排線寬度較傳統排線細（圖2-d），而且最快傳輸速度可達每秒300 MB以上圖，是目前主流硬碟傳輸介面的規格。

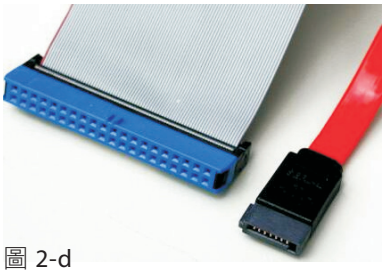
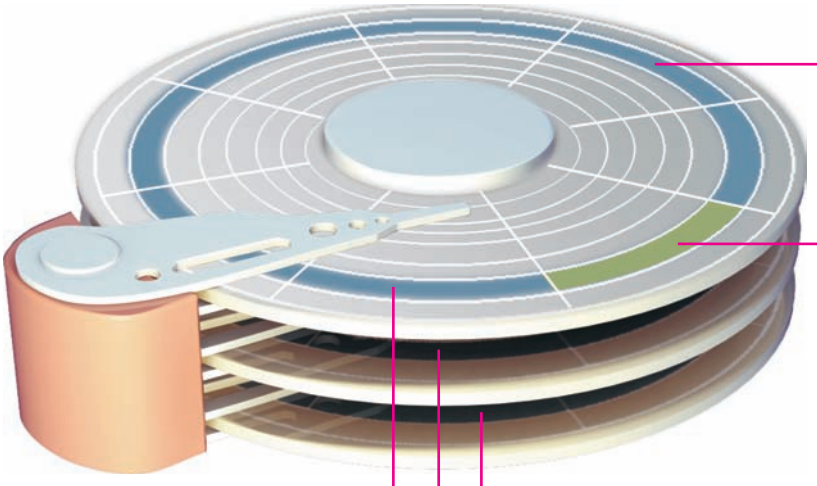


圖 2-d
傳統 ATA 排線（左）與 SATA（右）排線。

硬碟將資料儲存到硬式磁碟片上，必須先經過格式化(format)的動作才能使用，所謂的「格式化」是指在磁片上規畫出磁軌(track)與磁區(sector)的動作，如圖 2-2.22，在硬式磁碟片上劃出儲存區域，資料才能夠進行儲存。



磁軌(track)
由外至內依序為第0軌、第1軌、第2軌…。

磁區(sector)
磁軌的一小部份，雖然不同軌道上的磁區面積大小並不一樣，但每個磁區都儲存同樣容量的資料。

磁柱(cylinder)
為了減少移動讀寫頭的時間，通常一筆資料會以上下垂直方向儲存在不同磁碟片的同一磁軌上，而這些不同磁碟片上的同一磁軌便稱為磁柱。

圖 2-2.22　磁軌、磁區與磁柱。

計算磁碟容量

Q：某硬碟上標示「C/H/S： 19328/16/64」，若已知格式化後每個磁區有 512 Bytes，請問此硬碟機的總容量為多少？

A：C/H/S 分別代表磁柱 / 磁頭 / 每軌磁區的數目，因此可計算得容量約為 16 面 ×19328 軌 / 面 ×64 磁區 / 軌 ×512 Bytes/ 磁區 ÷2^{30} ≒ 9.4 GB。

Q：小明購買的硬碟包裝盒上標示著 500 G，安裝到電腦後卻只看到 465.76 GB，難道這是黑心硬碟廠商嗎？

A：硬碟和記憶卡廠商習慣將 1 G 定義為 1,000,000,000 Bytes，而電腦作業系統對 1 G 的定義為 2^{30} = 1,073,741,824 Bytes，因此兩者之間約會有 7% 的誤差。

硬碟的轉速

硬碟的轉速指的是硬碟馬達轉動的速度，以 RPM(Revolutions Per Minute) 為單位表示每分鐘可以旋轉的次數，一般硬碟常見的轉速可分為 5400 RPM、7200 RPM、10000 RPM 和 15000 RPM。硬碟的轉速是衡量硬碟效能的指標之一，當硬碟的轉速愈高，代表硬碟的讀寫頭能夠愈快找到資料，在較短的時間內完成資料的寫入或讀取動作。

光碟片的工作原理

光碟片 (optical disk) 是在塑膠片間加入一層反射層物質的儲存媒體，利用光碟機上的雷射光束來讀取或寫入資料。當我們要將資料儲存到光碟片上，使用燒錄機燒錄空白光碟片，燒錄機的讀寫頭射出的高功率雷射光束，使空白光碟片上的染料層產生化學變化，在光碟片的資料軌上產生一連串的坑洞 (pit) 和平面 (land)，就可以將資料儲存在光碟片上。

在讀取光碟片上的資料時，光碟機的光學讀寫頭，發射出雷射光束並照射到光碟資料軌上的凹洞和平面而反射雷射光束信號，接著光碟機再將它轉換成 0 或 1 的數位資料，使電腦可以根據這些資料進行判讀，進行資料的讀取（圖 2-2.23 所示）。

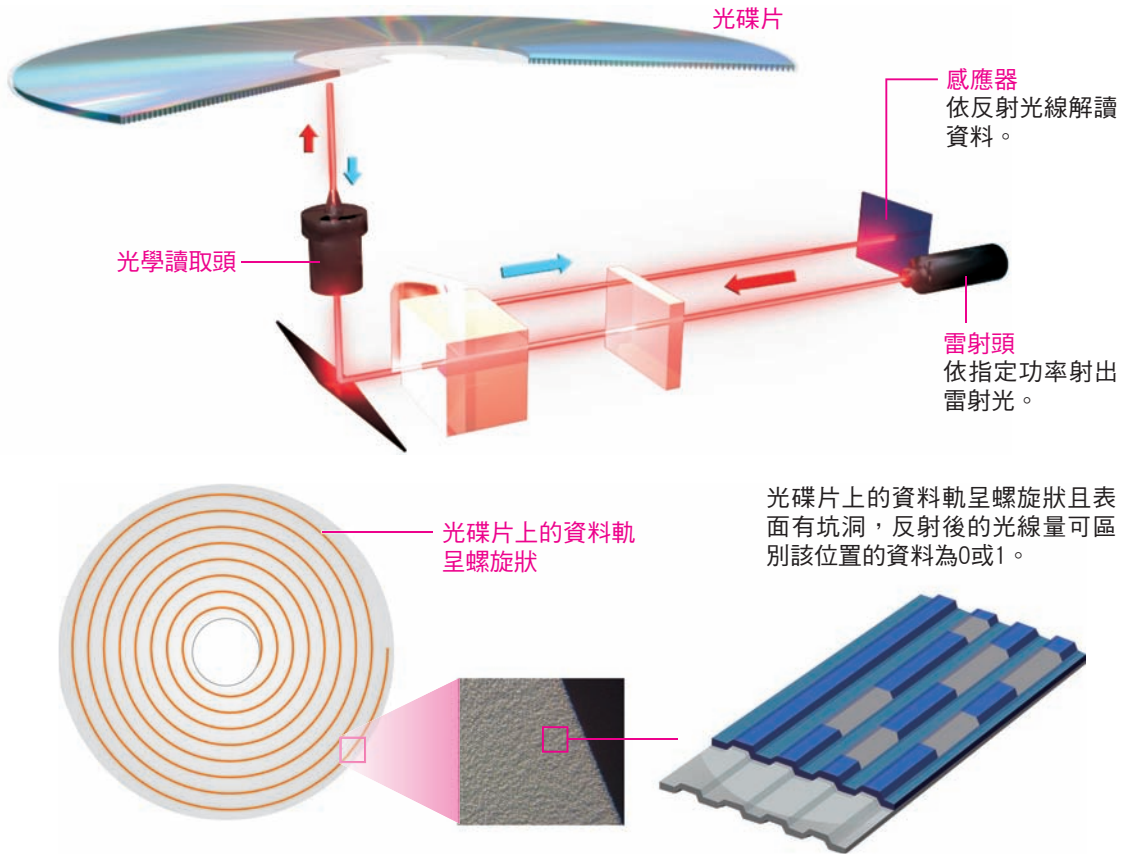


圖 2-2.23 讀取光碟片上的資料。

延伸學習

什麼是挑片？

有時候光碟機會發生「挑片」的狀況，所謂「挑片」是指某些光碟片在多數光碟機中都可以正常讀取，但在特定光碟機中卻無法讀取的情況。至於原因則有可能是光碟機的雷射功率不足或定位不準確，但也有可能是光碟片本身反射率不佳所造成的。

2-2.4 輸入與輸出單元

要如何讓電腦執行我們想要處理的工作，並將處理好的結果回報給使用者？透過輸入／輸出單元扮演電腦與使用者之間溝通的橋樑，讓使用者透過輸入裝置，對電腦下達指令，或是輸入資料給電腦處理，最後再透過輸出裝置表達電腦處理後的結果，讓電腦與使用者進行互動，協助我們完成各項工作。

常見輸入／輸出裝置

鍵盤與滑鼠

鍵盤 (keyboard) 與滑鼠 (mouse) 都是個人電腦中最基本的輸入設備，目前市面上的產品根據不同需求也發展出各種不同的樣式與功能，而鍵盤與滑鼠常用的連接埠有 USB、PS/2 等，以及無線規格如藍牙（圖 2-2.24）。

圖 2-2.24
鍵盤與滑鼠。

延伸學習

虛擬鍵盤 (virtual keyboard)

虛擬鍵盤是一種模擬實體鍵盤的輸入裝置（圖2-e），透過雷射光投影產生鍵盤影像，使用者點一下虛擬鍵盤影像的按鍵，虛擬鍵盤的光學偵測器就會偵測使用者所按下的按鍵，送出按鍵信號，不需要實體鍵盤，就可以進行鍵盤輸入，可應用在個人數位助理(PDA)、個人電腦等裝置。

圖 2-e　虛擬鍵盤。

多點式觸控電腦 (multi-touch computer)

多點式觸控電腦是一種新型桌上型電腦，採用多點式觸控技術，使用者不用透過任何鍵盤、滑鼠，只要用手指觸碰螢幕就可以進行操作，還能直接感測放在桌上的手機、相機等裝置，並能直接讀出照片和文件，並顯示在螢幕上。由於它的外型像一張桌子（圖2-f），因此有人稱它為「魔桌」。

圖 2-f　多點式觸控電腦的操作畫面。

搖桿

對於經常玩電腦遊戲的人來說，搖桿 (joystick) 或遊戲台 (gamepad) 往往是必備的輸入設備，藉此可以更容易控制遊戲的進行與操縱，提高遊戲的娛樂效果，如圖 2-2.25。

圖2-2.25
搖桿與遊戲台。

掃描器

掃描器 (scanner) 利用光學原理將圖片或相片轉換為電腦可處理的數位資料，是一種輸入設備，如圖 2-2.26。另外若再配合特殊的辨識軟體 (optical character recognition，OCR) 掃描文件上的文字圖形也能正確地轉換成文字及符號，不需要再用鍵盤逐字輸入。

圖 2-2.26　掃描器。

麥克風與喇叭

外界聲音經由麥克風 (microphone) 傳入音效卡後，即可轉換為數位訊號並交由電腦進行後續處理，同樣的，電腦中的聲音訊號經主機板音效處理模組的 DAC (digital-to-analog converter) 將數位信號轉換為類比信號，或是透過 ADC (analog-to-digital converter) 將類比信號轉為數位信號，聲音訊號經轉換後即可透過喇叭 (speaker) 輸出，如圖 2-2.27。

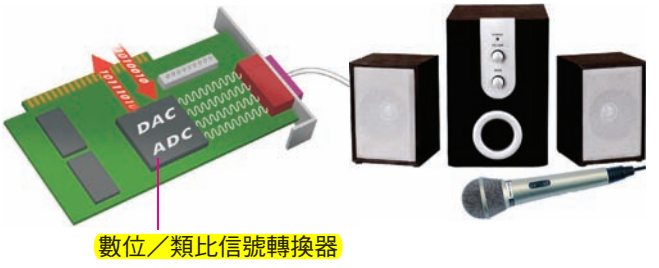


圖 2-2.27　麥克風與喇叭。

顯示器

顯示器又稱螢幕，是電腦最基本的輸出設備之一，可分為傳統的CRT（cathode ray tube，陰極射線管）顯示器、PDP(plasma display panel，電漿顯示器）與LCD（liquid crystal display，液晶顯示器）三大類，其中 LCD 由於具備低輻射與佔用空間少的特性，是目前市場的主流，圖 2-2.28 為各種顯示器。

LCD

PDP

CRT

圖 2-2.28　常見的顯示器類型。

印表機

印表機 (printer) 是電腦系統重要的輸出設備之一，它可將電腦中的各種文件、圖形或報表等檔案內容列印在紙上，目前市面上的印表機，根據使用的耗材，主要可以分為點矩陣印表機、噴墨印表機、雷射印表機等三種類型（圖 2-2.29）。

點矩陣印表機

噴墨印表機

雷射印表機

圖 2-2.29　各式印表機。

多功能事務機

隨著科技的進步，結合了「傳真」、「掃描」、「列印」、「影印」等功能的機器開始流行起來，在列印的功能上也有分雷射和噴墨列印等不同機種，這種機器通稱為多功能事務機（圖 2-2.30）。

圖 2-2.30　多功能事務機。

愈來愈多的使用者選擇多功能事務機為電腦的首要周邊配備，代替傳統的印表機。大多數的多功能事務機和印表機支援 PictBridge（圖 2-2.31）的列印標準，也就是使用者可以將數位相機直接接上印表機或事務機後列印，不需要透過電腦。

網頁

圖 2-2.31　PictBridge 圖示。

延伸學習

印表機的列印速度

類　型	產　品	說　明
撞擊式	點矩陣印表機	點矩陣印表機的列印速度以每秒列印字數 (characters per second，CPS) 表示，一般產品分為 9 針或 24 針，24 針的列印品質較 9 針好。
非撞擊式	噴墨印表機	噴墨與雷射印表機的列印速度都是以每分列印張數 (paper per minute，PPM) 來衡量，而列印品質則多以解析度為依據。解析度的常用單位是 DPI (dots per inch)，代表每吋中可列印的點數，當解析度愈高時，其列印成品也會愈細緻。
	雷射印表機	

數據機

數據機（modem，modulator 與 demodulation 的組合字）是電腦要透過電話線路或有線電視的同軸電纜來與外界（如網際網路）通訊時的裝置。由於電話線路或同軸電纜使用類比訊號來傳送資料，而電腦所能處理的則是由 0 與 1 組成的數位資料，因此若要用電話線路作為傳輸媒體，就必須靠數據機將數位訊號與類比訊號相互轉換。

數據機傳輸速度是以每秒能傳送的位元數 (bits per second，bps) 為單位，目前常用的寬頻網路數據機，可分為 ADSL 數據機 (ADSL modem)，圖 2-2.32，和纜線數據機 (cable modem)，圖 2-2.33。

圖 2-2.32　ADSL 數據機。

圖 2-2.33　纜線數據機。

網路攝影機

網際網路科技的進步，不僅提供廉價、方便的通訊管道，更能讓人與人進行溝通更具「臨場感」！以往溝過電話聯絡遠方的親朋好友，往往「只聞其聲不見其面」，但現在有了方便的網路攝影機 (webcam)，圖 2-2.34 所示，讓相隔兩地的人們也可以進行面對面的視訊溝通。

圖 2-2.34　網路攝影機。

網路攝影機由攝影鏡頭與麥克風所組成，可以進行影像拍攝和收錄聲音，只要在使用即時通訊軟體時如 MSN，雙方都接上網路攝影機，就可以將視訊畫面與聲音透過網際網路進行傳送，讓彼此都能看見對方，也聽得到對方的聲音，以便進行即時性的互動。

輸入、輸出單元工作原理

當我們在使用電腦周邊設備，你是否會好奇電腦設備是如何進行運作？以下簡介一些常見的輸入、輸出裝置的工作原理。

鍵盤的工作原理

鍵盤是使用者最常使用的輸入設備，如果把鍵盤拆解（如圖 2-2.35 所示），會發現鍵盤上的每一個按鍵都是一個小小的電子開關，一旦按下鍵盤上某個按鍵就會形成通路，透過鍵盤內建的中央處理器對鍵盤上所有的按鍵進行檢查，查看這些按鍵是處於通路或斷路的狀態。

機械式

機械式按鍵內含彈簧，敲打時會發出喀喀聲。

薄膜式

薄膜式按鍵利用塑膠薄膜取代彈簧，因此沒有機械式的噪音。

圖 2-2.35　鍵盤的按鍵類型與鍵盤的組成構造。

當我們按下或放開鍵盤上的任何鍵，鍵盤上的中央處理器會產生一個掃描碼 (scan code) 傳送給 CPU（每個按鍵都有自己的掃描碼），CPU 就可以根據我們按下的按鍵，在螢幕上顯示輸入的文字內容，或是控制視窗的操作。

滑鼠的工作原理

現在的滑鼠以光學式滑鼠為主流，採用光學感應的方式判斷滑鼠的移動，滑鼠的構造如圖 2-2.36 所示，透過滑鼠底部的發光二極體 (LED) 發出紅色的紅外線光束，碰到工作區的表面（例如桌面或滑鼠板）產生反射，再經由滑鼠內部的反射鏡 (lens) 聚集反射光源送到感應器，靠著每秒多次的掃描擷取影像，與感應器內的晶片對影像進行比對，就可以計算出滑鼠移動的座標位置，以控制滑鼠游標進行移動。

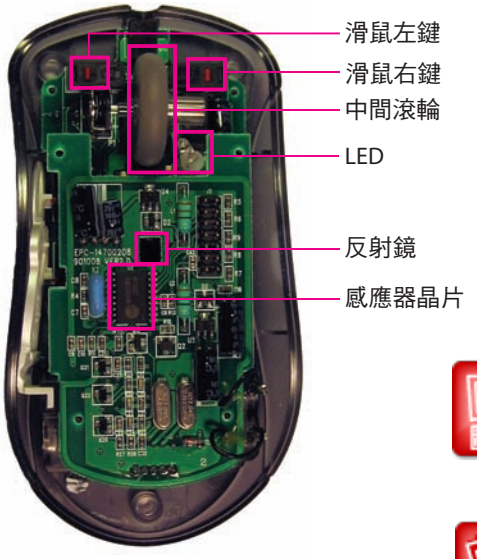


圖 2-2.36 光學滑鼠的構造。

掃描器的工作原理

掃描器的工作原理（如圖 2-2.37 所示）是利用掃描器內部的日光燈組將光線打在待掃描的文件上，之後被照射的文件會產生不同程度的光線反射，透過掃描器內的反射鏡聚焦反射後的光線，再由掃描器的感光元件將光波轉為電腦可以處理的數位信號，就可以變成數位影像。

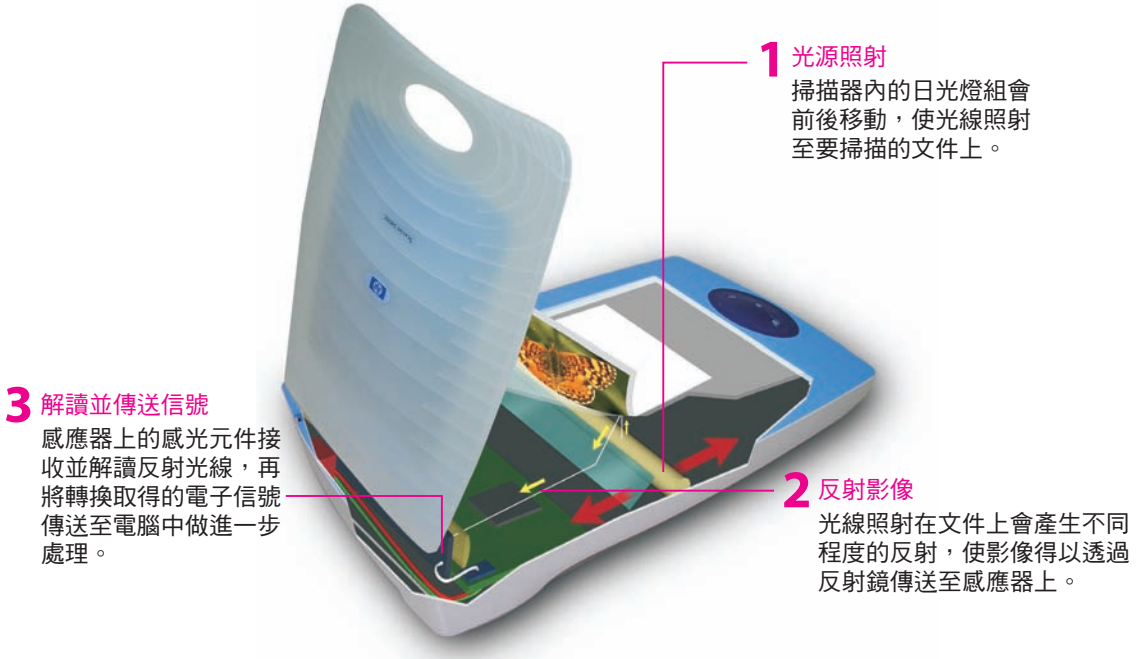


圖2-2.37 掃描器的工作原理（參考資料：How Computers Work, ZD Press）。

液晶顯示器的工作原理

液晶顯示器的運作方式如圖 2-2.38 所示，首先液晶顯示器會從背後的螢光板產生光源，這些光源在經過第一層光柵時會被過濾掉大部分非水平方向的光源，接著液晶層利用電壓控制液晶分子的排列方式，控制了投射光源的強弱，改變穿透液晶的光線角度，以決定顯示在螢幕上的顏色深淺。最後光線經過濾鏡後分出不同顏色的色光，並透過第二層的光柵讓紅 (Red)、綠 (Green)、藍 (Blue) 不同色光進行混色，就能形成各種顏色。

簡單來說，LCD 螢幕要產生一個完整的畫面，只要利用顯示卡的電壓信號，去改變液晶的轉動的角度控制光線強弱，再控制濾鏡進行濾光，產生紅、綠、藍三種顏色的色光進行混色，就可以在一個像素 (pixel) 的位置變化出有不同明暗深淺的顏色組合。

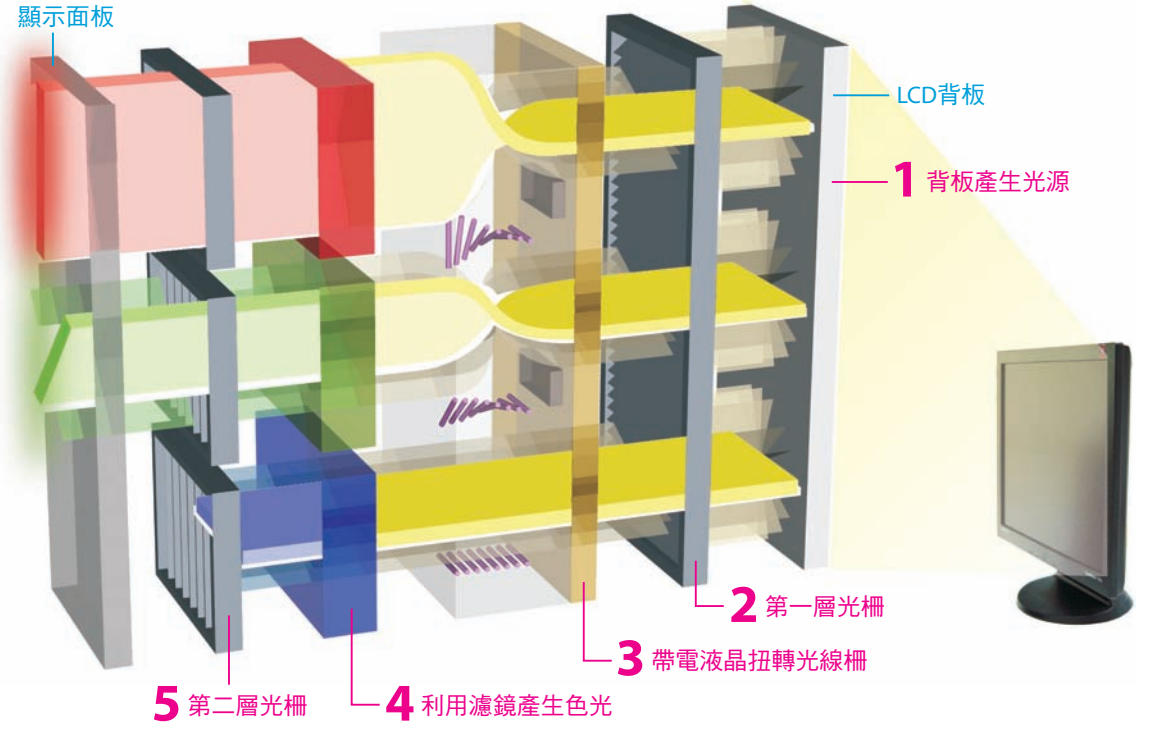


圖 2-2.38 液晶顯示器的工作原理。

補充

動畫

延伸學習

LCD 顯示器的尺寸與長寬比

顯示器的尺寸是根據顯示器畫面的對角線長度來計算，目前常見的LCD顯示器尺寸有19吋、20吋、22吋、24吋，有些甚至是26吋以上，同等級的顯示器尺寸愈大通常所需的價格也愈高。而螢幕的長寬比例，是以顯示器水平解析度除以垂直解析度所得比例，常見的有4：3、16：9和16：10等規格，4：3是傳統的螢幕的比例，16：9和16：10則是寬螢幕顯示器的比例。

LCD 顯示器的畫質

顯示器上二相鄰螢光點（液晶點）間的距離稱為「點距」，點距愈小能顯示的畫面便愈細緻，LCD的點距多在0.29～0.32 mm之間。

LCD 可視角度

可視角度是指使用者能看清楚顯示器畫面的角度（如圖2-g），LCD由於構造上的限制，一般水平可視角度約在160～170度間，垂直可視角度則約在130～160度之間。

圖 2-g　LCD 可視角度示意圖。

LCD 的亮度與對比

LCD的亮度(brightness)以cd/m^2（燭光/平方公尺）為單位，亮度高才能在明亮環境下依然保持影像清晰亮麗，一般最好在200 cd/m^2以上，而若要觀賞影片則最好在

300 cd/m^{2}以上會有比較好的顯示效果。對比(contrast)是指全白與全黑畫面時的亮度比，一般產品約在300：1到1500：1之間，對比值愈高，色階區別便愈鮮明，立體與層次感也愈好。

LCD 的接頭

傳統的CRT顯示器只能接受類比信號（D-SUB接頭），因此顯示卡必須將數位信號轉為類比信號再傳送至顯示器，轉換過程中難免會有些許失真。而新一代的LCD顯示器除了提供傳統的D-SUB接頭，也有提供支援能接收數位信號的DVI(digital visual interface)或HDMI(high definition multimedia interface)接頭，不過使用時顯示卡也必須具備對應的連接埠才可以，如圖2-h。

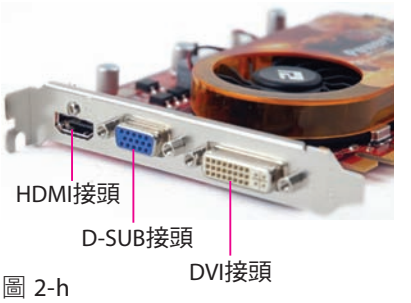


圖 2-h
支援 HDMI、D-SUB 與 DVI 接頭的顯示卡。

點矩陣印表機的工作原理

點矩陣印表機是利用撞針撞擊色帶，使色帶上的油墨轉印到紙上來達成列印目的，如圖 2-2.39。雖然點矩陣印表機的噪音大且列印品質不佳，但由於可列印連續報表與複寫式紙張，加上列印成本低廉，因此在學校、醫院或商店中仍經常看到點矩陣印表機的蹤影。

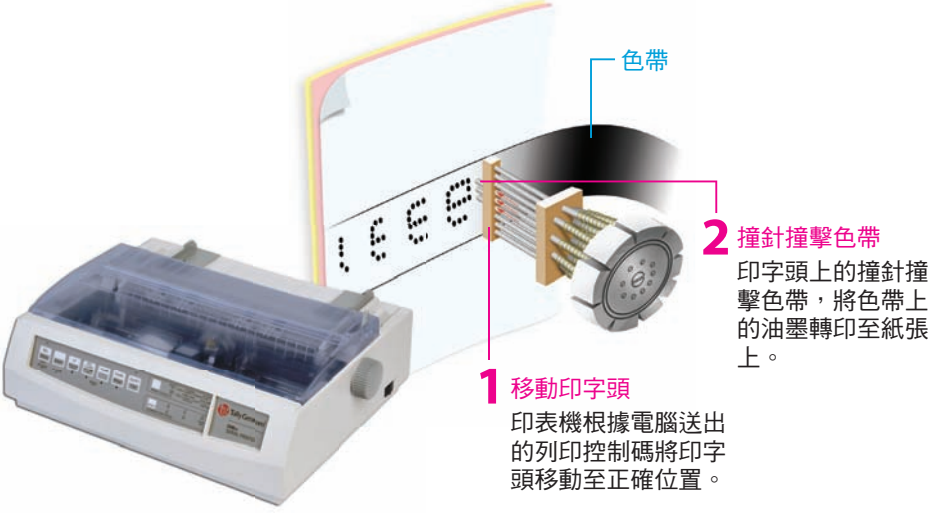


圖 2-2.39　點矩陣印表機的工作原理。

噴墨印表機的工作原理

噴墨印表機的列印原理和點矩陣印表機類似，只是由撞針和色帶改成噴頭與墨水匣，當噴墨印表機進行列時，會對墨水匣的墨水進行加熱，使墨水膨脹產生氣泡，透過極細的噴嘴將墨水匣中的墨水噴到紙張上而達成列印效果，如圖 2-2.40。目前由於噴墨印表機的價格低廉、列印品質高再加上支援彩色列印，因此成為目前使用最廣泛的機種。

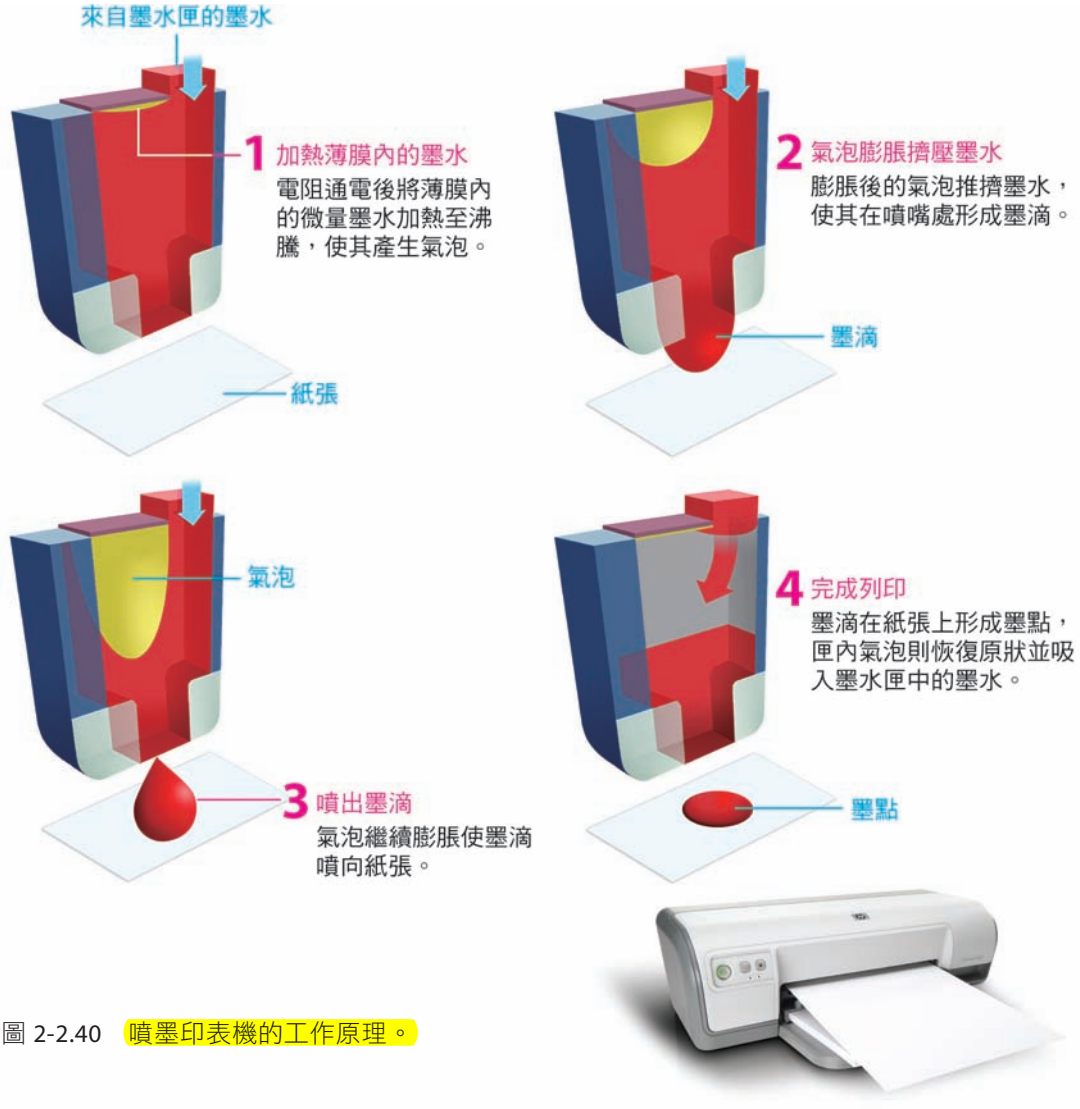


圖 2-2.40 噴墨印表機的工作原理。

雷射印表機的工作原理

雷射印表機利用雷射光束在感光鼓 (organic photo-conductor drum) 上記錄影像並產生正負極，當感光滾輪通過碳粉匣時便會吸附少許碳粉，隨後再透過壓力與加熱的方式使碳粉附著在紙張上，如圖 2-2.41。雷射印表機的列印品質佳，單頁成本低列印速度快，適合需要大量列印的辦公室等場所。

近幾年熱門的 LED 技術也開始被應用在列印技術上，取代了原本雷射的投射，再加上各家廠商紛紛改變了印表機的送紙路徑與碳粉匣的擺設方式，有效的縮小彩色雷射印表機的體積，變的更適合家庭使用。

影片

影片

圖 2-2.41 雷射印表機的工作原理。

數位相機的工作原理

傳統相機是使用底片的方式，將影像記錄在底片上，而數位相機與傳統相機不同之處在於，數位相機使用感光元件的方式記錄影像，將鏡頭折射過來的光線變成數位信號，再透過數位相機的數位信號處理晶片(digital signal processor，DSP)，將數位影像輸出成圖片檔格式（例如 JPEG、TIFF 或 RAW 等）儲存在記憶卡上，如圖 2-2.42 所示。

圖 2-2.42 數位相機的組成（資料來源：Canon）。

網頁

延伸學習

數位變焦與光學變焦

數位相機上會標示支援光學變焦、數位變焦多少倍，所謂的光學變焦是指藉由改變鏡頭焦距，而使影像產生「拉近」或「拉遠」效果的方式，由於光學變焦是改變光線路徑與取景範圍，因此不會產生失真情形；而數位變焦則是以軟體計算方式直接放大或縮小擷取的影像，因此會造成影像失真。目前許多數位相機都具備三倍以上的光學變焦的鏡頭，並搭配二倍以上的數位變焦，取景時液晶顯示幕上也會顯示目前的變焦情形，如圖2-i。

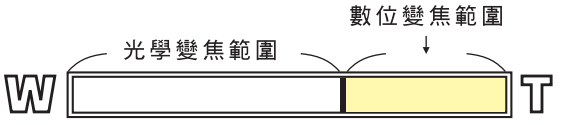


圖 2-i
調整焦距時，數位相機的 LCD 螢幕上會出現變焦指示符號。

2-2.5 基本單元間如何進行溝通

當我們使用繪圖軟體開啟硬碟中的某一張圖片檔，要讓它能在螢幕上顯示，到底要透過什麼方式，讓硬碟的圖片檔資料能夠傳輸到螢幕上顯示？

其實，我們可以把電腦與周邊裝置之間的溝通想像成開車去其他縣市，可以上高速公路、走雪山隧道…，透過特定的路網系統，使我們縮短開車時間，快速抵達目的地，而在電腦中這種專門提供周邊設備進行溝通的管道稱為「匯流排」，透過不同的匯流排傳遞資料，才能讓各個周邊裝置能夠進行資料交流。

內部連結方式

所謂的匯流排 (bus) 是指電腦元件間用來傳遞電子訊號的線路通道，主機板上的元件之間要進行溝通，要透過不同的匯流排進行溝通，例如要與 CPU、晶片組進行溝通，就要透過前側匯流排 (FSB)；要與主機板上的擴充卡溝通，則要透過 PCI bus、PCI-E bus 匯流排。基本上所有的匯流排可分為以下三種基本類型：

控制匯流排

控制匯流排 (control bus) 的主要作用為傳送系統時脈與 CPU 發出的控制訊號（如讀、寫、重置等），並藉此協調整個系統的運作。

位址匯流排

位址匯流排 (address bus) 用來與控制匯流排發出的控制信號配合，以便正確找出資料位於主記憶體中的位址進而讀寫所需資料，匯流排線數會影響能定址的最大主記憶體容量，例如某電腦的位址匯流排線為 32 條時，能定址的最大主記憶體容量便為 2^{32} 位元組（約等於 4 GB）。

資料匯流排

資料匯流排 (data bus) 主要負責各單元間的資料傳送工作。資料匯流排線的數目是影響電腦執行效能的關鍵之一，由於排線數愈多表示每次能夠傳送的資料量愈多，因此電腦處理資料時的效率也就相對較高。（註H）

外部連結方式

當我們使用一些外接裝置（例如隨身碟、數位相機、光碟燒錄機等），要如何讓外接裝置一連接到電腦上，就可以將資料傳輸到電腦上？目前的電腦都會提供外接式傳輸介面，只要使用者的外接裝置有支援這些傳輸介面，裝置連接到電腦就可以傳輸資料，目前常見的傳輸介面有幾下幾種：

註 H：控制匯流排與位址匯流排都是單向傳輸的排線，而資料匯流排則屬於雙向傳輸的排線。

USB

萬用序列匯流排（universal serial bus，USB）是目前最常見、使用最廣泛的外接式傳輸介面標準，舉凡從隨身碟、讀卡機、印表機、數位相機、MP3 播放器、電視遊樂器等設備，都可以看到使用 USB 介面的裝置，USB 傳輸線接頭如圖 2-2.43。

圖 2-2.43　USB 的傳輸線。

USB 可以支援熱插拔、隨插即用，傳輸速度最高可達 480 Mbps，最多可連接 127 個外接裝置（必須透過 USB 集線器），目前最新的規格是 USB 2.0，凡是有支援 USB 2.0 傳輸介面的裝置，則可在裝置上看到如圖 2-2.44 的圖示。

圖 2-2.44　USB 2.0 圖示。

IEEE 1394

IEEE 1394（又稱為 FireWire ）是蘋果電腦公司主導的開發聯盟開發的一種高速傳輸介面，使用的硬體裝置如有支援 IEEE 1394，則可看到裝置上出現如圖 2-2.45 的圖示。

圖 2-2.45　IEEE 1394 圖示。

IEEE 1394 的規格可分為 IEEE 1394a 和 IEEE 1394b，它的傳輸線接頭如圖 2-2.46，常見於蘋果電腦的資訊產品如 iPod、Mac、iPhone 或其他需要高速傳輸介面的外接裝置（例如數位攝影機），和 USB 一樣能夠支援熱插拔及隨插即用。

圖 2-2.46　IEEE 1394 的傳輸線。

eSATA

SATA 介面原本是應用連接硬碟機或光碟機裝置，後來也發展出可以連接外部裝置的標準，稱為 eSATA(external serial advanced technology attachment)，凡是使用的硬體裝置有支援 eSATA，可看到裝置上有 2-2.47 的圖示。

圖 2-2.47　eSATA 圖示。

eSATA 傳輸線的類型如圖 2-2.48 所示，和 USB、IEEE 1394 一樣，可以支援熱插拔和隨插即用，但本身不提供電力（USB 和 IEEE 1394 連接埠能提供電力），eSATA 僅提供資料傳輸。

圖 2-2.48 eSATA 傳輸線。

eSATA 適用於需要進行大量資料傳輸的外接裝置（例如外接式硬碟、數位相機、數位攝影機）。雖然不像 USB、IEEE 1394 可連接多個外接裝置，eSATA 可連接的外接裝置數只有一個，但 eSATA 能夠提供比 USB、IEEE 1394 更快的傳輸速度(註1)，表 2-2.7 是 USB、eSATA 和 IEEE 1394 這三種介面的傳輸速度比較。

表 2-2.8 外部連接方式的比較

外部連接方式	USB 2.0	eSATA	IEEE 1394a	IEEE 1394b
最多連接設備數	127	1	63	63
連接線最大長度 (m)	5	2	4.5	100
支援熱插拔及隨插即用	是	是	是	是
傳輸線能否供電	是	否	是	是
最高傳輸速度 (Mbps)	480	3000	400	3200

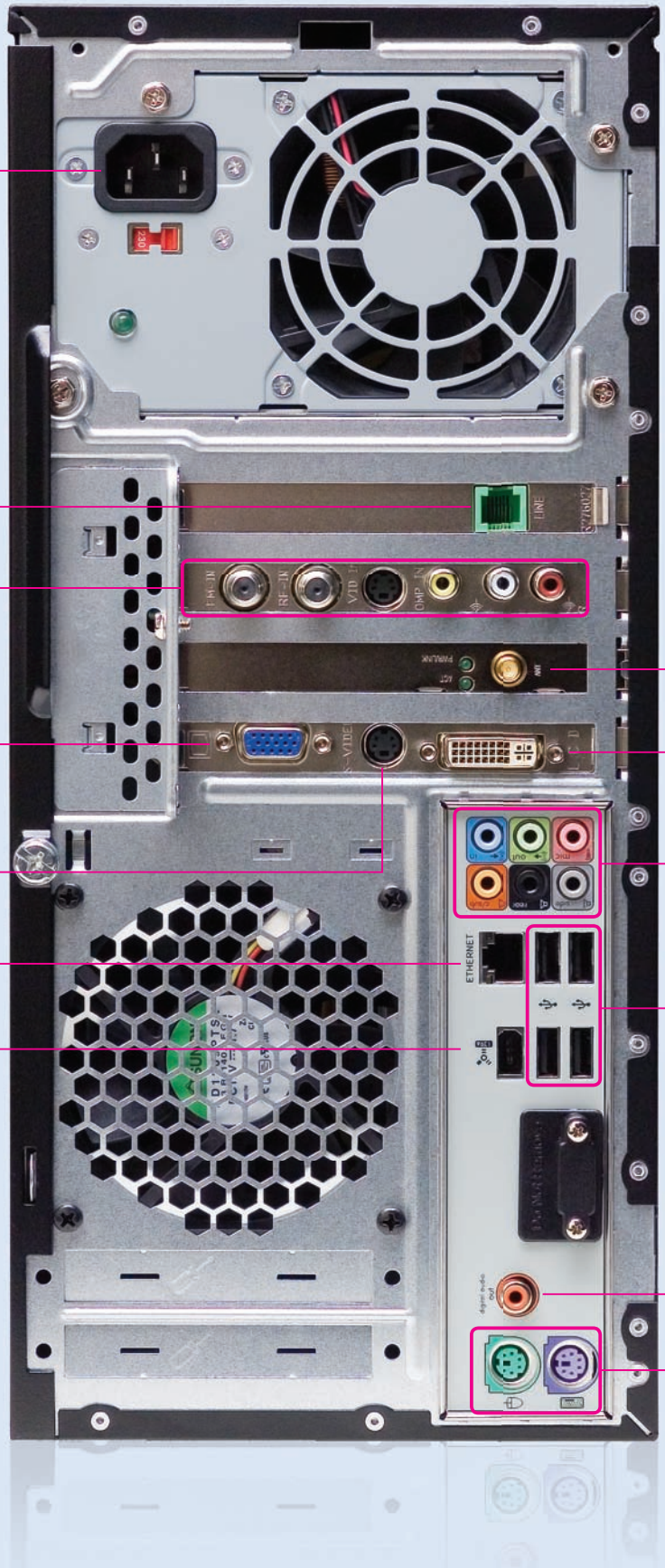
補

2-2.6 主機的外部與內部構造

主機背面的各種連接埠 (port) 可用來連接外部周邊設備，例如電源線插座、PS/2 埠、USB 埠、IEEE 1394 埠、eSATA 連接埠等各有不同作用，請參考圖 2-2.49 說明。

註 1：目前 eSATA 的傳輸速度仍比 USB、IEEE 1394 快，但下一代的 USB 標準— USB 3.0 推出後，支援 USB 3.0 標準的硬體裝置，傳輸速度最高可達 4,800 Mbps 以上，傳輸速度可超越支援 eSATA 介面的硬體裝置。

圖 2-2.49
主機背面的各種連接埠（型號：HP Pavilion A 6720F）。



電源線插座

連接電源線插入家用插座，提醒接電之前先檢查電壓位置是否在 110 V(台灣地區)。

RJ-11 數據機埠

電話線的接頭，可用於使用數據機功能。

電視卡

含 FM 天線輸入、有線電視輸入、Video 輸入、音效輸出、音效輸入等連接埠。

D-Sub 埠

使用類比訊號輸出，用於連接顯示器及投影機。

S-Video 埠

可用於連接電視輸出。

網路線插孔

連接 RJ-45 規格的網路線。

IEEE 1394 埠

又稱為 FireWire(火線)，常用於連接數位攝影機 (DV)、DVD 錄放影機、iPod、硬碟外接盒等設備。

平行埠 (LPT)

又稱並列埠，早期多用於連接印表機，不過今日大多數的印表機是透過網路或 USB 埠與電腦連線。

序列埠 (COM)

一般稱 COM1、COM2，是早期的滑鼠、數據機等低速設備使用的連接埠，目前已經很少見了。

eSATA 連接埠

可連接 SATA 介面的外接式硬碟或光碟機的連接埠。

HDMI 連接埠

最新的數位影像和聲音的傳輸介面，支援高於 1600×1200 的影像解晰度，主要應用在有支援數位著作權管理 (DRM) 的硬體上，如數位機上盒、藍光 DVD 播放機、高解析度電視 (HDTV) 等。

WiFi 天線插孔

用來連接無線區域網路的天線插孔。

DVI 埠

是一種數位視訊介面標準，可傳送數位資訊資料到顯示裝置如螢幕和投影機上。

音效插孔

包括音源輸入、音源輸出、麥克風插孔等，該機器支援 5.1 聲道規格。

USB 埠

萬用序列匯流排，是目前使用最廣泛的連接埠，最多可串接 127 個周邊。

S/PDIF 插孔

是一種音訊的數位傳輸介面，利用光纖或是同軸電纜線將訊號送至解碼器或擴大器等音響設備上。

PS/2 埠

用以連接 PS/2 規格的鍵盤與滑鼠。

RJ-45

IEEE 1394

eSATA

HDMI

DVI

USB

主機板的外觀

電腦系統中大部分的重要元件如 CPU、主記憶體模組、擴充卡等都必須安裝在主機板 (motherboard) 上（如圖 2-2.50），而軟碟、硬碟、光碟等安裝在機殼的內部設備，也必須透過排線連接到主機板上才能正常運作，此外，鍵盤、螢幕、印表機等外部周邊也必須連接在主機板提供的各種連接埠上。簡言之，主機板的作用在於匯集各種元件並透過印刷電路 (printed circuit) 提供資料傳輸通道，是電腦系統中不可或缺的重要組件。

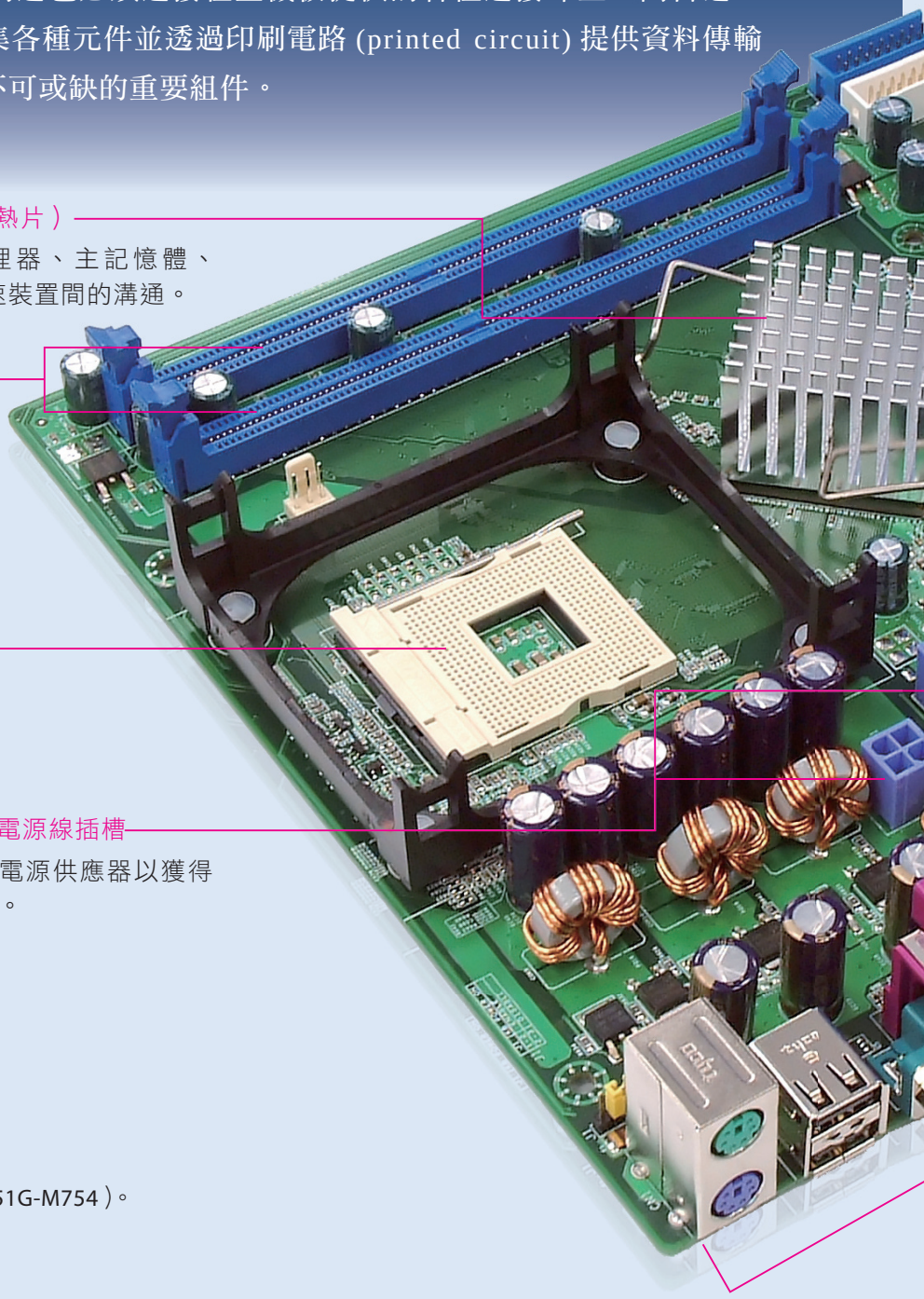
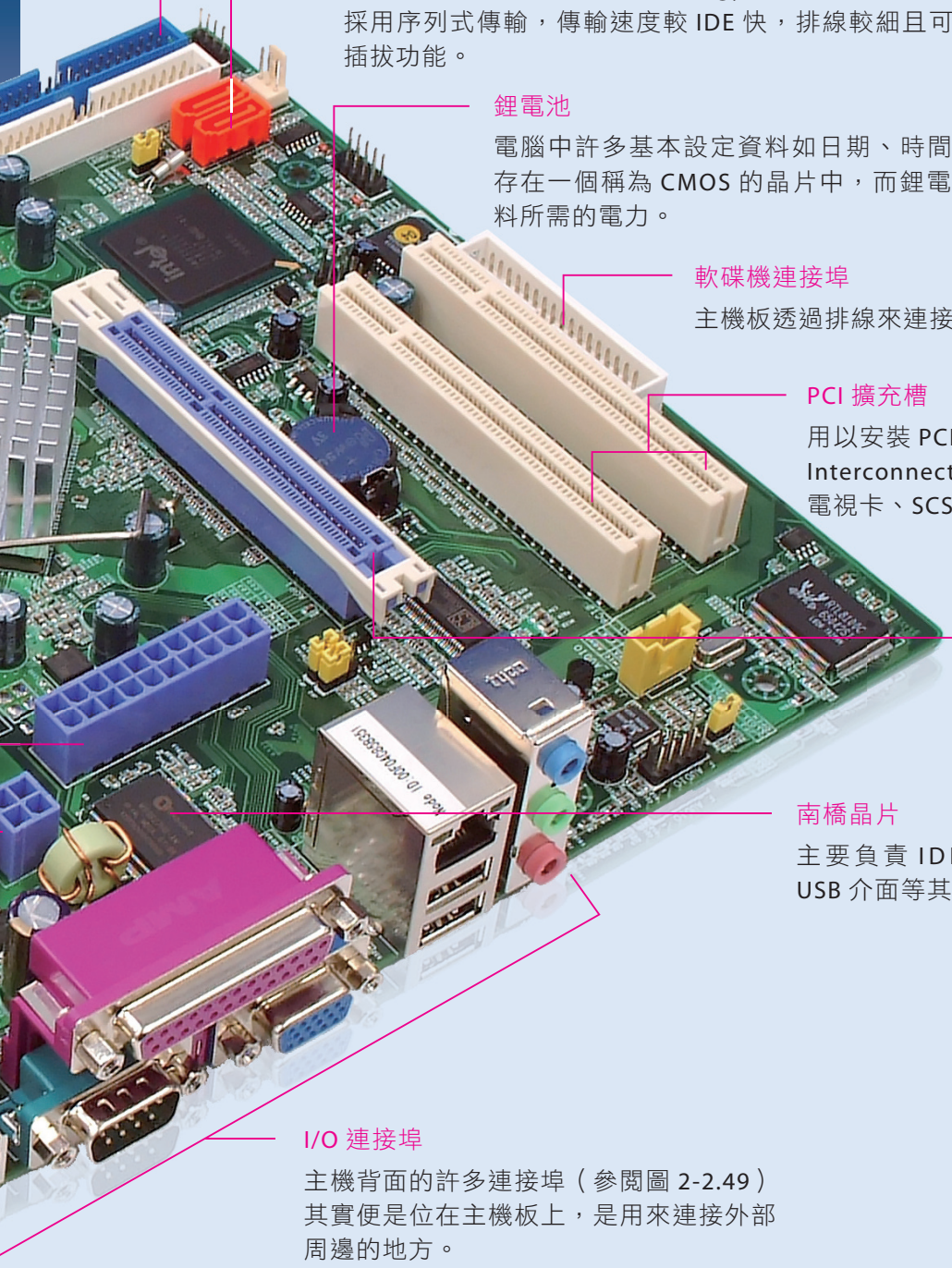


圖 2-2.50
主機板的組成（型號：ECS C51G-M754）。



IDE 連接埠

IDE(Integrated Drive Electronics) 連接埠是用來連接 IDE 裝置的位置，每個 IDE 裝置連接埠可連接二台 IDE 規格的硬碟或光碟機。

SATA 連接埠

SATA(Serial Advanced Technology Attachment) 是新一代的硬碟連接介面，採用序列式傳輸，傳輸速度較 IDE 快，排線較細且可長達 200 公分，支援熱插拔功能。

鋰電池

電腦中許多基本設定資料如日期、時間、磁碟機容量等都會儲存在一個稱為 CMOS 的晶片中，而鋰電池則提供 CMOS 保存資料所需的電力。

軟碟機連接埠

主機板透過排線來連接軟碟機的位置。

補充

PCI 擴充槽

用以安裝 PCI(Peripheral Component Interconnect) 擴充卡，例如音效卡、電視卡、SCSI 卡等。

網頁

PCI Express×16 擴充槽

用以安裝 PCI-E 規格的顯示卡。

網頁

補充

南橋晶片

主要負責 IDE 裝置、PCI 匯流排、USB 介面等其他裝置間的溝通。

I/O 連接埠

主機背面的許多連接埠（參閱圖 2-2.49）其實便是位在主機板上，是用來連接外部周邊的地方。

延伸學習

隨插即用與熱插拔

符合**隨插即用**（plug and play，簡稱PnP）規格的電腦周邊裝置，在電腦上加上一個新的外部裝置時，能自動偵測與配置系統的資源，而不需要重新組態或手動安裝驅動程式。而最新的「**熱插拔**」(hot swap)規格，除了支援原本的「隨插即用」功能以外，還允許使用者在電源開啟的狀態下插入或拔除硬體裝置，例如USB或IEEE 1394等連接埠所連接的周邊設備。

晶片組

以Intel 中央處理器為架構的主機板，其作用是由各種不同功能的晶片組(chipset)所提供的，而在主機板晶片組裡又以被稱為北橋與南橋的二個晶片組最為重要，其中位於上方（北側）的北橋晶片主要負責中央處理器、主記憶體、PCIe擴充槽等高速裝置間的溝通，下方（南側）的南橋晶片則負責IDE裝置、PCI擴充槽、USB介面等其他較低速裝置間的溝通，如圖2-j。

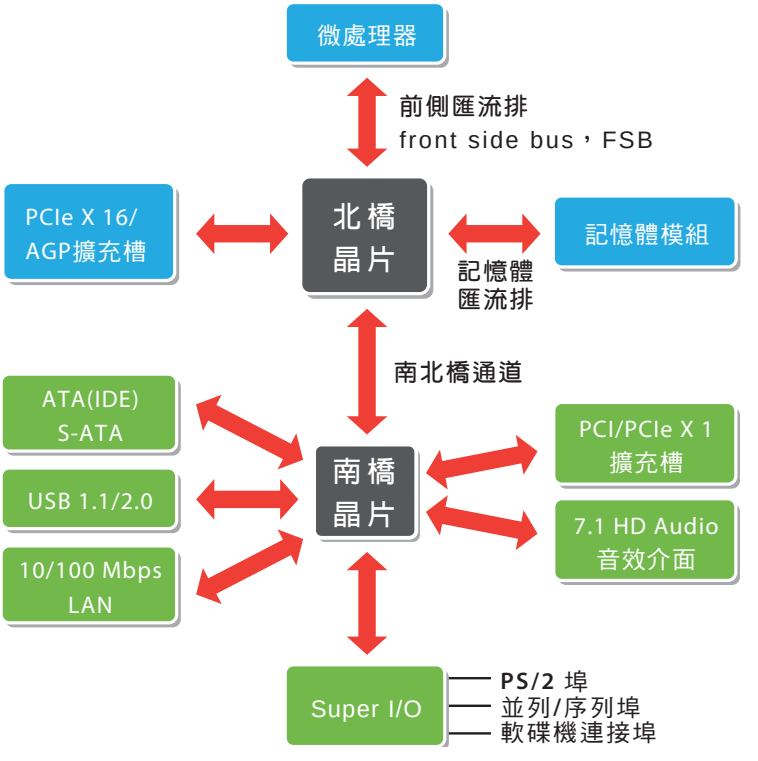


圖 2-j
南北橋晶片功能示意圖。

筆記型電腦的外觀

相較於桌上型電腦，筆記型電腦輕盈短小，方便隨身攜帶，在功能和執行速度上都不輸給桌上型電腦，而且近幾年的銷售量更是直追桌上型電腦，成為廣受歡迎的產品。筆記型電腦因體積的限制，大多數的功能都是以內建為主，擴充能力較差，圖 2-2.51 為一般筆記型電腦的外觀及常見的連接埠與配備。

1. 網路攝影機
2. 音源輸出／入孔
3. D-Sub埠
4. 擴充槽
5. RJ-45網路線插孔
6. HDMI埠
7. eSATA埠
8. IEEE 1394埠
9. 讀卡機
10. 光碟機
11. USB埠
12. 電視天線接頭
13. RJ-11數據機連接埠
14. 安全纜線鎖孔
15. 電源插孔

圖 2-2.51　筆記型電腦的外觀。

立即演練 2-2

選擇題：

解 (　) 1. 在硬體五大單元中，哪兩個單元合稱為「中央處理器」？ (A) 輸入單元、控制單元 (B) 算術／邏輯單元、控制單元 (C) 控制單元、輸出單元 (D) 輸入單元、算術／邏輯單元。

解 (　) 2. CPU 要減少等待資料從主記憶體載入的時間，可以透過什麼裝置來增進存取效能？ (A) 硬碟 (B) 快取記憶體 (C) 光碟機 (D) 隨身碟。

解 (　) 3. 中央處理器的指令運作週期，哪一個階段是負責對指令進行翻譯，以便瞭解指令所代表的意義？ (A) 解碼 (B) 擷取 (C) 執行 (D) 儲存。

解 (　) 4. 哪一種記憶體類型，是一般電腦常用的主記憶體，而且會因電源關閉而使儲存在上面的資料消失？ (A) 唯讀記憶體 (B) 隨機存取記憶體 (C) 輔助記憶體 (D) 以上皆非。

解 (　) 5. 下列的記憶體類型，何者的存取速度最快？ (A)DRAM (B)SRAM (C) 暫存器 (D)L1 快取記憶體。

解 (　) 6. 下列何者不是一般常用的記憶卡規格？ (A)SDHC 卡 (B) 電話卡 (C)CF 卡 (D)MicroSD 卡。

解 (　) 7. 哪一種儲存裝置是使用快閃記憶體製成，具有耐震、低耗電等優點？ (A)DVD 光碟 (B) 藍光光碟 (C) 傳統硬式磁碟機 (D) 固態磁碟。

解 (　) 8. 哪一種輸入裝置，利用光學原理可將圖片或相片轉換為電腦可處理的數位資料？ (A) 鍵盤 (B) 滑鼠 (C) 掃描器 (D) 搖桿。

解 (　) 9. 我們要連上網際網路，要透過下列哪一種周邊裝置連上網路？ (A) 數據機 (B) 印表機 (C) 掃描器 (D) 多功能事務機。

解 (　)10. 如果辦公室需要使用傳真、掃描、列印、影印等功能，可以購買下列哪一種周邊裝置？ (A) 點矩陣印表機 (B) 多功能事務機 (C) 噴墨印表機 (D) 雷射印表機。

解 (　)11. 可用於找出資料位於主記憶體中的位址，進而讀寫所需資料的匯流排，指的是下列何者？ (A) 控制匯流排 (B) 資料匯流排 (C) 位址匯流排 (D) 高速匯流排。

解 (　)12. 下列哪一種「不是」外接式傳輸介面的規格？ (A)eSATA (B)USB (C)SDHC (D) IEEE 1394。

解 (　)13. 下列哪一項硬體裝置，是屬於輸出單元的裝置？ (A) 滑鼠 (B) 鍵盤 (C) 記憶體 (D) 顯示器。

解 (　)14. 麥克風應插在主機上的哪一個插孔？ (A)LINE OUT (B)PS/2 (C)MIC (D)VGA。

解 (　)15. IEEE 1394 介面可以用來連接哪一種周邊設備？ (A) 顯示器 (B) 滑鼠 (C) 燒錄機 (D) 軟碟機。

解 (　)16. 電腦所使用的主記憶體，要安裝在主機板上的哪一個位置？ (A)DRAM 插槽 (B)CPU 插槽 (C)PCI 擴充槽 (D)SATA 連接埠。

解 (　)17. 假如要安裝一張電視卡到主機板上，要將電視卡安裝在主機板上的哪一個位置？ (A) 擴充槽 (B)CPU 插槽 (C)DRAM 插槽 (D)SATA 連接埠。

解 (　)18. 如果要將液晶顯示器與電腦主機連接，要將液晶顯示器的接頭插在哪一種連接埠？ (A)IDE 連接埠 (B)WiFi 天線插孔 (C)DVI 埠 (D)PS/2 埠。

解 (　)19. 下列哪一種擴充槽規格，可以用來安裝電腦顯示卡？ (A)IDE (B)SATA (C)PCI Express (D)ISA。

解 (　)20. 某電視購物廣告標榜某品牌電腦，所使用的中央處理器可達 2.66 GHz，其中的「2.66 GHz」指的是 (A)CPU 的編號 (B)CPU 的售價 (C)CPU 的電壓 (D)CPU 的工作頻率。