

## 鸟哥的 Linux 私房菜

为取得较佳浏览结果，请爱用 [firefox](#) 浏览本网页



### 第零章、计算器概论

切换分辨率为 800x600

最近更新日期：2008/07/22

这几年鸟哥开始在大学任教了，在教学的经验中发现到，由于对 **Linux** 有兴趣的朋友很多可能并非信息相关科系出身，因此对于计算机硬件及计算器方面的概念不熟。然而操作系统这种咚咚跟硬件有相当程度的关连性，所以，如果不了解一下计算器概论，要很快的了解 **Linux** 的概念是有点难度的。因此，鸟哥就自作聪明的新增一个小章节来谈谈计概啰！因为鸟哥也不是信息相关学门出身，所以，写的不好的地方请大家多多指教啊！^\_^

#### 1. 计算机：辅助人脑的好工具

- 1.1 计算机硬件的五大单元
- 1.2 CPU 的种类
- 1.3 接口设备
- 1.4 运作流程
- 1.5 计算机分类
- 1.6 常用的计算机单位

#### 2. 个人计算机架构与接口设备

- 2.1 CPU： CPU 的外频与倍频，32 位与 64 位，CPU 等级
- 2.2 内存
- 2.3 显示适配器
- 2.4 硬盘与储存设备
- 2.5 PCI 适配卡
- 2.6 主板
- 2.7 电源供应器

- 2.8 选购须知
  - 3. 数据表示方式
    - 3.1 数字系统
    - 3.2 文字编码系统
  - 4. 软件程序运作
    - 4.1 机器程序与编译程序
    - 4.2 操作系统
    - 4.3 应用程序
  - 5. 重点回顾
  - 6. 本章习题
  - 7. 参考数据与延伸阅读
  - 8. 针对本文的建议: <http://phorum.vbird.org/viewtopic.php?t=31574>
- 



## 计算机：辅助人脑的好工具

进入二十一世纪的现在，没有用过计算机的朋友应该算很少了吧？但是，你了解计算机是什么吗？计算机的机壳里面含有什么组件？不同的计算机可以作什么事情？你生活周遭有哪些电器用品内部是含有计算机相关组件的？底下我们就来谈一谈这些东西呢！

所谓的计算机就是一种计算器，而计算器其实是：『接受用户输入指令与数据，经由中央处理器的数学与逻辑单元运算处理后，以产生或储存成有用的信息』。因此，只要有输入设备(不管是键盘还是触摸屏)及输出设备(屏幕或直接打印出来)，让你可以输入数据使该机器产生信息的，那就是一部计算器了。

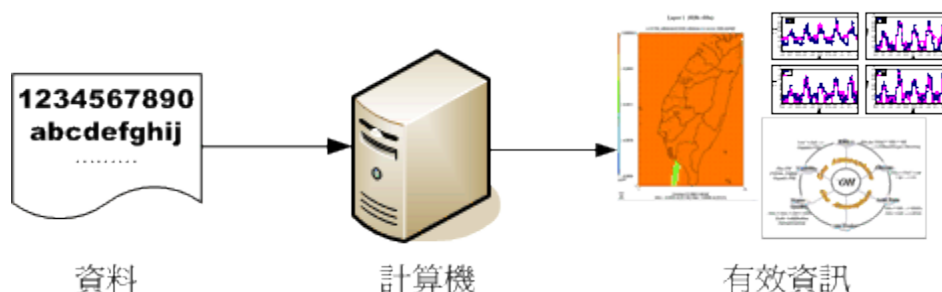


图 1.1.1、计算器的功能

根据这个定义你知道哪些东西是计算器了吗？包括一般商店用的简易型加减乘除计算器、打电话用的手机、

开车用的卫星定位系统(GPS)、提款用的提款机(ATM)、你常使用的桌上型个人计算机、可携带的笔记本电脑还有今年(2008)很火红的 Eee PC(真想要一部来玩玩)等等，这些都是计算器！

那么计算器主要的组成组件是什么呢？底下我们以常见的个人计算机来作为说明。



## 计算机硬件的五大单元

关于计算机的组成部分，其实你可以观察你的桌面计算机分析一下，依外观来说这家伙主要分为三部分：

- 输入单元：包括键盘、鼠标、卡片阅读机、扫描仪、手写板、触控屏幕等等一堆；
- 主机部分：这个就是系统单元，被主机机壳保护住了，里面含有 CPU 与主存储器等；
- 输出单元：例如屏幕、打印机等等

我们主要透过输入设备如鼠标与键盘来将一些数据输入到主机里面，然后再由主机的功能处理成为图表或文章等信息后，将结果传输到输出设备，如屏幕或打印机上面。重点在于主机里面含有什么组件呢？如果你曾经拆开过计算机主机机壳，会发现其实主机里面最重要的就是一片主板，上面安插了中央处理器(CPU)以及主存储器还有一些适配卡装置而已。

整部主机的重点在于中央处理器(Central Processing Unit, CPU)，CPU 为一个具有特定功能的芯片，里头含有微指令集，如果你想要让主机进行什么特异的功能，就得要参考这颗 CPU 是否有相关内建的微指令集才可以。由于 CPU 的工作主要在于管理与运算，因此在 CPU 内又可分为两个主要的单元，分别是：算数逻辑单元与控制单元。[\(注 1\)](#) 其中算数逻辑单元主要负责程序运算与逻辑判断，控制单元则主要在协调各周边组件与各单元间的工作。

既然 CPU 的重点是在进行运算与判断，那么要被运算与判断的数据是从哪里来的？CPU 读取的数据都是从主存储器来的！主存储器内的数据则是从输入单元所传输进来！而 CPU 处理完毕的数据也必须要先写回主存储器中，最后数据才从主存储器传输到输出单元。

综合上面所说的，我们会知道其实计算机是由几个单元所组成的，包括输入单元、输出单元、CPU 内部的控制单元、算数逻辑单元与主存储器五大部分。相关性如下所示：

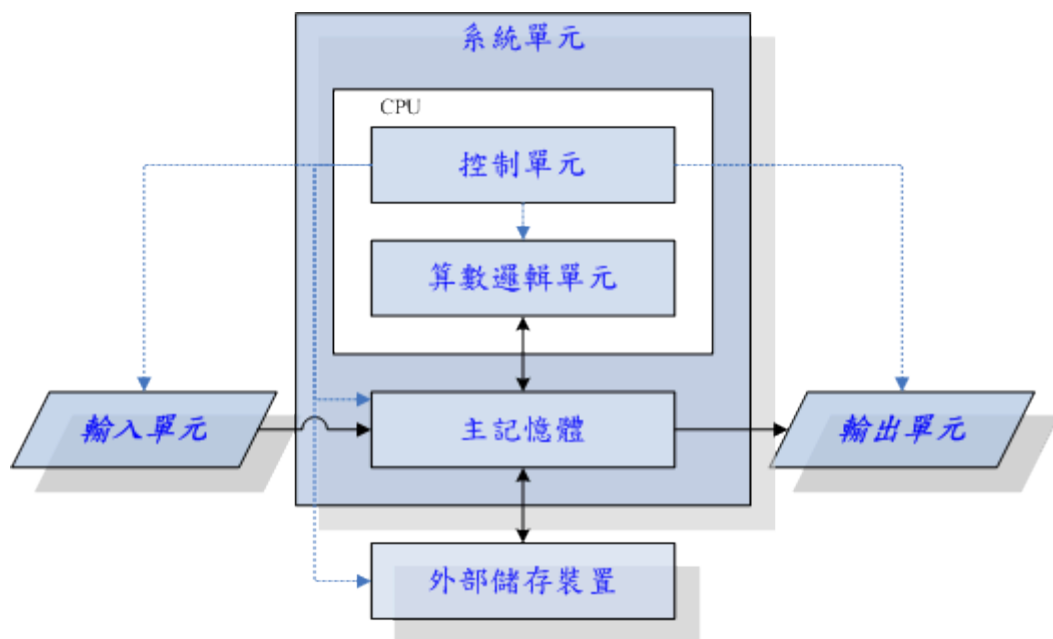


图 1.1.2、计算机的五大单元(注 2)

上面图标中的『系统单元』其实指的就是计算机机壳内的主要组件，而重点在于 CPU 与主存储器。特别要看的是实线部分的传输方向，基本上数据都是流经过主存储器再转出去的！至于数据会流进/流出内存则是 CPU 所发布的控制命令！而 CPU 实际要处理的数据则完全来自于主存储器！这是个很重要的概念喔！

而由上面的图示我们也能知道，所有的单元都是由 CPU 内部的控制单元来负责协调的，因此 CPU 是整个计算机系统的最重要部分！那么目前世界上有哪些主流的 CPU 呢？是否刚刚我们谈到的硬件内全部都是相同的 CPU 种类呢？底下我们就来谈一谈。

---

## 💡CPU 的种类

如前面说过的，CPU 其实内部已经含有一些小指令集，我们所使用的软件都要经过 CPU 内部的微指令集来达成才行。那这些指令集的设计主要又被分为两种设计理念，这就是目前世界上常见到的两种主要 CPU 种类：分别是精简指令集(RISC)与复杂指令集(CISC)系统。底下我们就来谈谈这两种不同 CPU 种类的差异啰！

- 精简指令集(Reducd Instruction Set Computing, RISC)：(注 3)

这种 CPU 的设计中，微指令集较为精简，每个指令的运行时间都很短，完成的动作也很单纯，指令的执行效能较佳；但是若要做复杂的事情，就要由多个指令来完成。常见的 RISC 微指令集 CPU 主要例如升阳(Sun)公司

的 SPARC 系列、 IBM 公司的 Power Architecture(包括 PowerPC)系列、与 ARM 系列等。

在应用方面，SPARC 架构的计算机常用于学术领域的大型工作站中，包括银行金融体系的主服务器也都有这类的计算机架构；至于 PowerPC 架构的应用上，例如新力(Sony)公司出产的 Play Station 3(PS3)就是使用 PowerPC 架构的 Cell 处理器；那 ARM 呢？你常使用的各厂牌手机、PDA、导航系统、网络设备(交换器、路由器等)等，几乎都是使用 ARM 架构的 CPU 喔！老实说，目前世界上使用范围最广的 CPU 可能就是 ARM 呢！（[注 4](#)）

- 复杂指令集(Complex Instruction Set Computer, CISC)：[\(注 5\)](#)

与 RISC 不同的，CISC 在微指令集的每个小指令可以执行一些较低阶的硬件操作，指令数目多而且复杂，每条指令的长度并不相同。因为指令执行较为复杂所以每条指令花费的时间较长，但每条个别指令可以处理的工作较为丰富。常见的 CISC 微指令集 CPU 主要有 AMD、Intel、VIA 等的 X86 架构的 CPU。

由于 AMD、Intel、VIA 所开发出来的 X86 架构 CPU 被大量使用于个人计算机(Personal computer)用途上面，因此，个人计算机常被称为 X86 架构的计算机！那为何称为 X86 架构([注 6](#))呢？这是因为最早的那颗 Intel 发展出来的 CPU 代称为 8086，后来依此架构又开发出 80286，80386...，因此这种架构的 CPU 就被称为 X86 架构了。

在 2003 年以前由 Intel 所开发的 x86 架构 CPU 由 8 位升级到 16、32 位，后来 AMD 依此架构修改新一代的 CPU 为 64 位，为了区别两者的差异，因此 64 位的个人计算机 CPU 又被统称为 X86-64 的架构喔！

那么不同的 x86 架构的 CPU 有什么差异呢？除了 CPU 的整体结构(如第二层快取、每次运作可执行的指令数等)之外，主要是在于微指令集的不同。新的 x86 的 CPU 大多含有很先进的微指令集，这些微指令集可以加速多媒体程序的运作，也能够加强虚拟化的效能，而且某些微指令集更能够增加能源效率，让 CPU 耗电量降低呢！由于电费越来越高，购买计算机时，除了整体的效能之外，节能省电的 CPU 特色也可以考虑喔！

例题：

最新的 Intel/AMD 的 x86 架构中，请查询出多媒体、虚拟化、省电功能各有哪些重要的微指令集？

答：

- 多媒体微指令集：MMX, SSE, SSE2, SSE3, SSE4, AMD-3DNow!
- 虚拟化微指令集：Intel-VT, AMD-SVM
- 省电功能：Intel-SpeedStep, AMD-PowerNow!
- 64/32 位兼容技术：AMD-AMD64, Intel-EM64T

---

## 接口设备

单有 CPU 也无法运作计算机的，所以计算机还需要其他的接口设备才能够实际运作。除了前面稍微提到的输入/输出设备，以及 CPU 与主存储器之外，还有什么接口设备呢？其实最重要的接口设备是主板！因为主板负责将所有的设备通通连接在一起，让所有的设备能够进行协调与沟通。而主板上最重要的组件就是主板芯片组！这个芯片组可以将所有的设备汇集在一起！

其他重要的设备还有：

- 储存装置：储存装置包括硬盘、软盘、光盘、磁带等等；
- 显示设备：显示适配器对于玩 3D 游戏来说是非常重要的一环，他与显示的精致度、色彩与分辨率都有关系；
- 网络装置：没有网络活不下去啊！所以网络卡对于计算机来说也是相当重要的！

更详细的各项周边装置我们将在下个小节进行介绍！在这里我们先来了解一下各组件的相关系啰！那就是，计算机是如何运作的呢？

---

## 运作流程

如果不是很了解计算机的运作流程，鸟哥拿个简单的想法来思考好了～假设计算机是一个人体，那么每个组件对应到那个地方呢？可以这样思考：

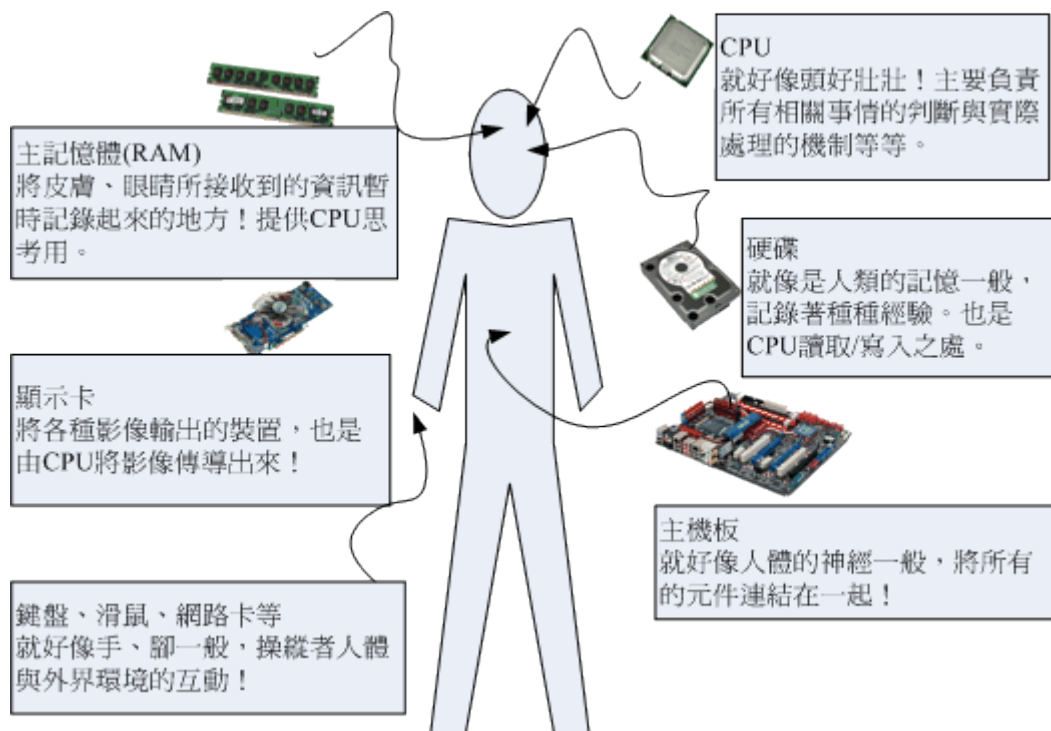


图 1.4.1、各组件运作

- CPU=脑袋瓜子：每个人会做的事情都不一样(微指令集的差异)，但主要都是透过脑袋瓜子来进行判断与控制身体各部分的活动；
- 主存储器=脑袋中的记录区块：在实际活动过程中，我们的脑袋瓜子能够将外界的互动暂时记录起来，提供CPU来进行判断；
- 硬盘=脑袋中的记忆区块：将重要的数据记录起来，以便未来将这些重要的经验再次的使用；
- 主板=神经系统：好像人类的神经一样，将所有重要的组件连接起来，包括手脚的活动都是脑袋瓜子发布命令后，透过神经(主板)传导给手脚来进行活动啊！
- 各项接口设备=人体与外界沟通的手、脚、皮肤、眼睛等：就好像手脚一般，是人体与外界互动的重要关键！
- 显示适配器=脑袋中的影像：将来自眼睛的刺激转成影响后在脑袋中呈现，所以显示适配器所产生的数据源也是CPU控制的。

由这样的关系图当中，我们知道整个活动中最重要的就是脑袋瓜子！而脑袋瓜子当中与现在正在进行的工作有关的就是CPU与主存储器！任何外界的接触都必须由脑袋瓜子中的主存储器记录下来，然后给脑袋中的



CPU 依据这些数据进行判断后，再发布命令给各个接口设备！如果需要用到过去的经验，就得由过去的经验(硬盘)当中读取啰！

也就是说，整个人体最重要的地方就是脑袋瓜子，同样的，整部主机当中最重要的就是 CPU 与主存储器，而 CPU 的数据源通通来自于主存储器，如果要由过去的经验来判断事情时，也要将经验(硬盘)挪到目前的记忆(主存储器)当中，再交由 CPU 来判断喔！这点得要再次的强调啊！下个章节当中，我们就对目前常见的个人计算机各个组件来进行说明啰！

---



## 计算机分类

知道了计算机的基本组成与周边装置，也知道其实计算机的 CPU 种类非常的多，再来我们想要了解的是，计算机如何分类？计算机的分类非常多种，如果以计算机的复杂度与运算能力进行分类的话，主要可以分为这几类：

- 超级计算机(Supercomputer)

超级计算机是运作速度最快的计算机，但是他的维护、操作费用也最高！主要是用于需要有高速计算的计划中。例如：国防军事、气象预测、太空科技，用在模拟的领域较多。详情也可以参考：国家高速网络与计算中心 <http://www.nchc.org.tw> 的介绍！至于全世界最快速的前 500 大超级计算机，则请参考：<http://www.top500.org>。

- 大型计算机(Mainframe Computer)

大型计算机通常也具有数个高速的 CPU，功能上虽不及超级计算机，但也可用来处理大量资料与复杂的运算。例如大型企业的主机、全国性的证券交易所等每天需要处理数百万笔数据的企业机构，或者是大型企业的数据库服务器等等。

- 迷你计算机(Minicomputer)

迷你计算机仍保有大型计算机同时支持多用户的特性，但是主机可以放在一般作业场所，不必像前两个大型计算机需要特殊的空调场所。通常用来作为科学研究、工程分析与工厂的流程管理等。

- 工作站(Workstation)

工作站的价格又比迷你计算机便宜许多，是针对特殊用途而设计的计算机。在个人计算机的效能还没有



提升到目前的状况之前， 工作站计算机的性能/价格比是所有计算机当中较佳的，因此在学术研究与工程分析方面相当常见。

- 微电脑(Microcomputer)  
又可以称为个人计算机，也是我们这里主要探讨的目标！体积最小，价格最低，但功能还是五脏俱全的！大致又可分为桌上型、笔记型等等。

---

## 💡常用的计算机单位

计算机的运算能力是由速度来决定的，而存放在计算机储存设备当中的数据容量也是有单位的。

- 容量单位

计算机依有没有通电来记录信息，所以理论上它只认识 0 与 1 而已。0/1 的单位我们称为 bit。但 bit 实在太小了， 并且在储存数据时每份简单的数据都会使用到 8 个 bits 的大小来记录，因此定义出 byte 这个单位，他们的关系为：

- 1 Byte = 8 bits

不过同样的,Byte 还是太小了,在较大的容量情况下,使用 byte 相当不容易判断数据的大小,举例来说,1000000 bytes 这样的显示方式你能够看得出有几个零吗？所以后来就有一些常见的简化单位表示法，例如 K 代表 1024，M 代表 1024K 等。 而这些单位在不同的进位制下有不同的数值表示，底下就列出常见的单位与进位制对应：

进位制	K	M	G	T	P
二进制	1024	1024K	1024M	1024G	1024T
十进制	1000	1000K	1000M	1000G	1000T

一般来说，档案容量使用的是二进制的方式，所以 1GBytes 的档案大小实际上为：1024x1024x1024Bytes 这么大！ 速度单位则常使用十进制，例如 1GHz 就是 1000x1000x1000Hz 的意思。

- 速度单位

CPU 的指令周期常使用 MHz 或者是 GHz 之类的单位，这个 Hz 其实就是秒分之一。而在网络传输方面，由于网络使用的是 bit 为单位，因此网络常使用的单位为 Mbps 是 Mbits per second，亦即是每秒多少 Mbit。举例来说，大家常听到的 8M/1M ADSL 传输速度，如果转成档案容量的 byte 时，其实理论最大传输值为：每秒 1Mbyte/每秒 125Kbyte 的上传/下载容量喔！

例题：

假设你今天购买了 500GB 的硬盘一颗，但是格式化完毕后却只剩下 460GB 左右的容量，这是什么原因？

答：

因为一般硬盘制造商会使用十进制的单位，所以 500GByte 代表为  $500 \times 1000 \times 1000 \times 1000$  Byte 之意。转成档案的容量单位时使用二进制(1024 为底)，所以就成为 466GB 左右的容量了。

硬盘厂商并非要骗人，只是因为硬盘的最小物理量为 512Bytes，最小的组成单位为扇区(sector)，通常硬盘容量的计算采用『多少个 sector』，所以才会使用十进制来处理的。相关的硬盘信息在这一章后面会提到的！



## 个人计算机架构与接口设备

一般消费者常说的计算机通常指的就是 x86 的个人计算机架构，因此我们有必要来了解一下这个架构的各个组件。事实上，Linux 最早在发展的时候，就是依据个人计算机的架构来发展的，所以，真的得要了解一下呢！另外，因为两大主流 x86 开发商(Intel, AMD)的 CPU 架构并不兼容，而且设计理念也有所差异，所以两大主流 CPU 所需要的主板芯片组设计也就不太相同。目前(2008)最新的主板架构主要是这样的：

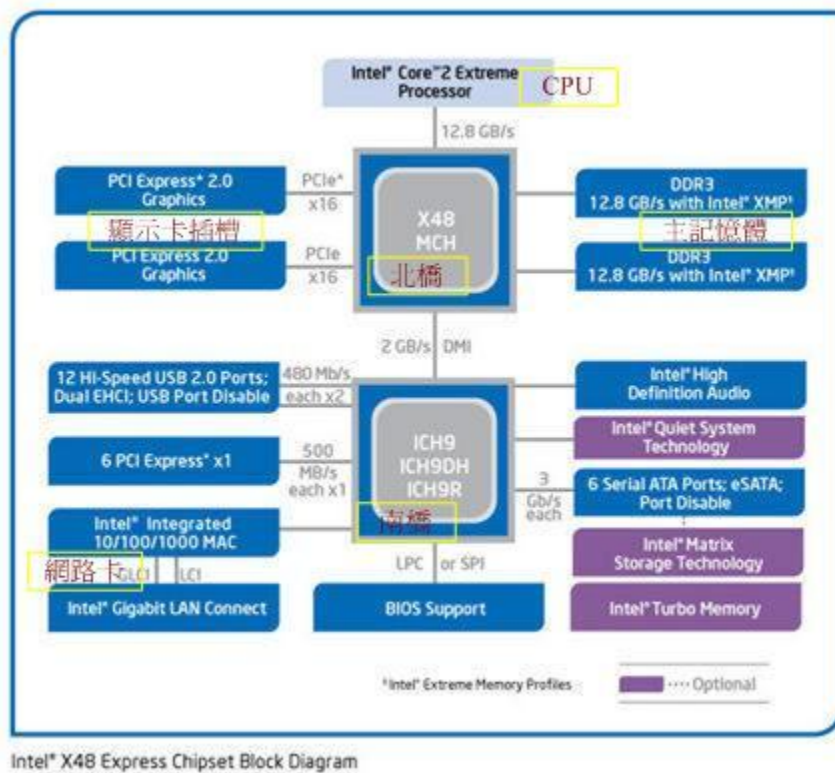


图 2.1.1、Intel 芯片架构

就如同前一小节提到的，整个主板上最重要的就是芯片组了！而芯片组通常又分为两个网桥来控制各组件的沟通， 分别是：(1)北桥：负责链接速度较快的CPU、主存储器与显示适配器等组件；(2)南桥：负责连接速度较慢的周边接口， 包括硬盘、USB、网络卡等等。（芯片组的南北桥与三国的大小乔没有关系 @\_@）至于 AMD 的芯片组架构如下所示：

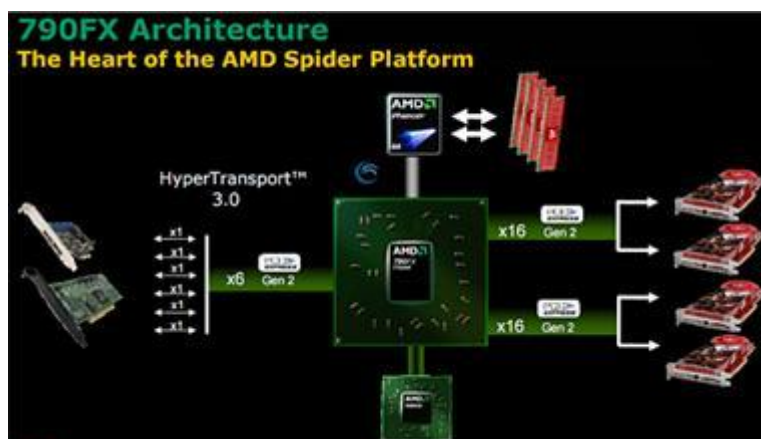


图 2.1.2、AMD 芯片架构

与 Intel 不同的地方在于主存储器是直接与 CPU 沟通而不透过北桥！从前面的说明我们可以知道 CPU 的资料主

要都是来自于主存储器提供， 因此 AMD 为了加速这两者的沟通，所以将内存控制组件整合到 CPU 当中， 理论上这样可以加速 CPU 与主存储器的传输速度！这是两种 CPU 在架构上面主要的差异点。

毕竟目前世界上 x86 的 CPU 主要供货商为 Intel，所以底下鸟哥将以 Intel 的主板架构说明各组件啰！ 我们以技嘉公司出的主板，型号：Gigabyte GA-X48-DQ6 作为一个说明的范例，主板各组件如下所示：

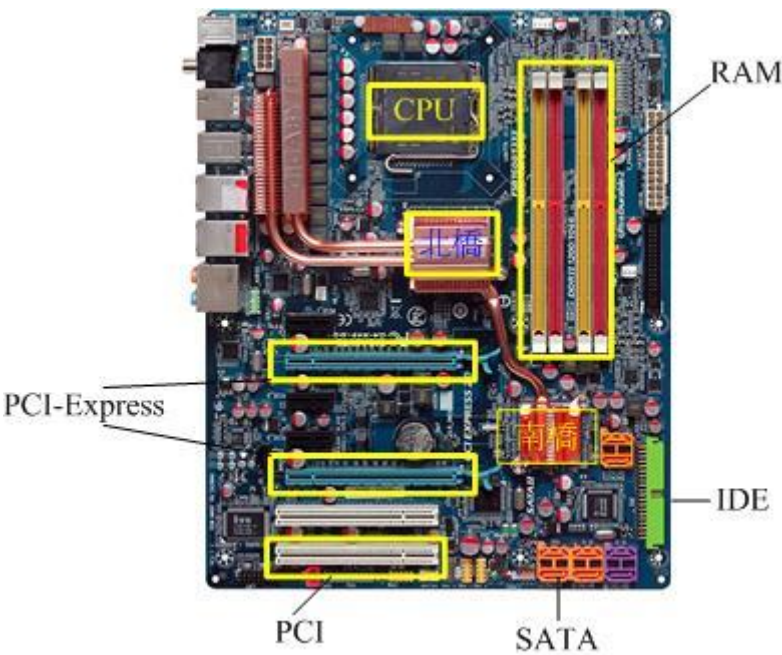


图 2.1.3、技嘉主板各组件(图片为各公司所有)

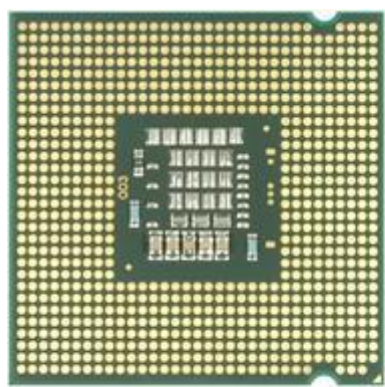
主要的组件为：CPU、主存储器、磁盘装置 (IDE/SATA)、总线芯片组 (南桥/北桥)、显示适配器接口 (PCI-Express) 与其他适配卡 (PCI)。 底下的各项组件在讲解时，请参考 Intel 芯片组架构与技嘉主板各组件来印证喔！

### CPU

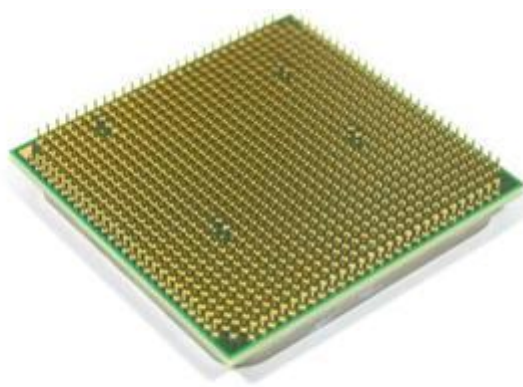
如同[技嘉主板示意图](#)上最上方的中央部分，那就是 CPU 插槽。 由于 CPU 负责大量运算，因此 CPU 通常是具有相当高热量的组件。所以如果你曾经拆开过主板， 应该就会看到 CPU 上头通常会安插一颗风扇来主动散热的。

x86 个人计算机的 CPU 主要供货商为 Intel 与 AMD，目前(2008)主流的 CPU 都是双核以上的架构了！ 原本的单核心 CPU 仅有一个运算单元，所谓的多核心则是在一颗 CPU 封装当中嵌入了两个以上的运算核心， 简单的说，就是一个实体的 CPU 外壳中，含有两个以上的 CPU 单元就是了。

不同的 CPU 型号大多具有不同的脚位 (CPU 上面的插脚)，能够搭配的主板芯片组也不同， 所以当你想要将你的主机升级时，不能只考虑 CPU，你还得要留意你的主板上所支援的 CPU 型号喔！不然买了最新的 CPU 也不能够安插在你的旧主板上头的！目前主流的 CPU 有 Intel 的 Core 2 Duo 与 AMD 的 Athlon64 X2 双核 CPU，高阶产品则有 Intel 的 Core 2 Quad 与 AMD 的 Phenom 四核心 CPU 喔！



Intel最新CPU的脚位



AMD最新CPU的脚位

图 2.1.4、不同的 CPU 脚位

我们前面谈到 CPU 内部含有微指令集，不同的微指令集会导致 CPU 工作效率的优劣。除了这点之外，CPU 效能的比较还有什么呢？那就是 CPU 的频率了！什么是频率呢？简单的说，频率就是 CPU 每秒钟可以进行的工作次数。所以频率越高表示这颗 CPU 单位时间内可以作更多的事情。举例来说，Intel 的 Core 2 Duo 型号 E8400 的 CPU 频率为 3.0GHz，表示这颗 CPU 在一秒内可以进行  $3.0 \times 10^9$  次工作，每次工作都可以进行少数的指令运作之意。

#### Tips:

注意，不同的 CPU 之间不能单纯的以频率来判断运算效能喔！这是因为每颗 CPU 的微指令集不相同，架构也不见得一样，每次频率能够进行的工作指令数也不同之故！所以，频率目前仅能用来比较同款 CPU 的速度！



#### • CPU 的『外频』与『倍频』

我们可以看到[芯片架构图](#)当中各个组件都是透过北桥与南桥所连接在一起。但就像一群人共同在处理一个连续作业一般，如果这一群人里面有个人的动作特别快或特别慢，将导致前面或者是后面的人事情一堆处理不完！也就是说，这一群人最好能够速度一致较佳！所以，CPU 与外部各组件的速度理论上应该要一致才好。但是因为 CPU 需要较强大的运算能力，因为很多判断与数学都是在 CPU 内处理的，因此 CPU 开发商就在 CPU



内再加上一个加速功能， 所以 CPU 有所谓的外频与倍频！

所谓的外频指的是 CPU 与外部组件进行数据传输时的速度， 倍频则是 CPU 内部用来加速工作效能的一个倍数， 两者相乘才是 CPU 的频率速度。我们以刚刚 Intel Core 2 Duo E8400 CPU 来说， 他的频率是 3.0GHz， 而外频是 333MHz， 因此倍频就是 9 倍啰！(3.0G=333Mx9， 其中 1G=1000M)

#### Tips:

很多计算机硬件玩家很喜欢玩『超频』， 所谓的超频指的是： 将 CPU 的倍频或者是外频透过主板的设定功能更改成较高频率的一种方式。但因为 CPU 的倍频通常在出厂时已经被锁定而无法修改， 因此较常被超频的为外频。

举例来说， 像上述 3.0GHz 的 CPU 如果想要超频， 可以将他的外频 333MHz 调整成为 400MHz， 但如此一来整个主板的各个组件的运作频率可能都会被增加成原本的 1.333 倍(4/3)， 虽然 CPU 可能可以到达 3.6GHz， 但却因为频率并非正常速度， 故可能会造成当机等问题。



#### • 32 位与 64 位

前面谈到 CPU 运算的数据都是由主存储器提供的， 主存储器与 CPU 的沟通速度靠的是外部频率， 那么每次工作可以传送的资料量有多大呢？ 那就是总线的功能了。一般主板芯片组有分北桥与南桥， 北桥的总线称为系统总线， 因为是内存传输的主要信道， 所以速度较快。 南桥就是所谓的输入输出(I/O)总线， 主要在联系硬盘、USB、网络卡等接口设备。

目前北桥所支持的频率可高达 333/400/533/800/1066/1333/1600MHz 等不同频率， 支持情况依芯片组功能而有不同。 北桥所支持的频率我们称为前端总线速度(Front Side Bus, FSB)， 而每次传送的位数则是总线宽度。那所谓的总线带宽则是：『FSBx 总线宽度』亦即每秒钟可传送的最大数据量。 目前常见的总线宽度有 32/64 位(bits)。

而如 Intel 芯片架构图中的图标， 在该架构中前端总线最高速度可达 1600MHz。 我们看到内存与北桥的带宽为 12.8GB/s， 亦即是  $1600\text{MHz} \times 64\text{bits} = 1600\text{MHz} \times 8\text{Bytes} = 12800\text{MBytes/s} = 12.8\text{GB/s}$

与总线宽度相似的， CPU 每次能够处理的数据量称为字组大小(word size)， 字组大小依据 CPU 的设计而有 32 位与 64 位。我们现在所称的计算机是 32 或 64 位主要是依据这个 CPU 解析的字组大小而来的！ 早期的 32 位

CPU 中，因为 CPU 每次能够解析的数据量有限，因此由主存储器传来的数据量就有所限制了。这也导致 32 位的 CPU 最多只能支持最大到 4GBytes 的内存。

### Tips:

字组大小与总线宽度是可以不同的！举例来说，在 Pentium Pro 时代，该 CPU 是 32 位的处理器，但当时的芯片组可以设计出 64 位的总线宽度。在这样的架构下我们通常还是以 CPU 的字组大小来称呼该架构。个人计算机的 64 位 CPU 是到 2003 年由 AMD Athlon64 后才出现的。



- CPU 等级

由于 x86 架构的 CPU 在 Intel 的 Pentium 系列(1993 年)后就有不统一的脚位与设计，为了将不同种类的 CPU 规范等级，所以就有 i386, i586, i686 等名词出现了。基本上，在 Intel Pentium MMX 与 AMD K6 年代的 CPU 称为 i586 等级，而 Intel Celeron 与 AMD Athlon(K7)年代之后的 32 位 CPU 就称为 i686 等级。至于目前的 64 位 CPU 则统称为 x86\_64 等级。

目前很多的程序都有对 CPU 做优化的设计，万一哪天你发现一些程序是注明给 686 的 CPU 使用时，就不要将他安装在 586 以下等级的计算机中，否则可是会无法执行该软件的！不过，在 686 倒是可以安装 386 的软件喔！也就是说，这些东西具有向下兼容的能力啦！



## 内存

如同[技嘉主板示意图](#)中的右上方部分的那四根插槽，那就是主存储器的插槽了。主存储器插槽中间通常有个突起物将整个插槽稍微切分成为两个不等长的距离，这样的设计可以让用户在安装主存储器时，不至于前后脚位安插错误，是一种防呆的设计喔。

前面提到 CPU 所使用的数据都是来自于主存储器(main memory)，不论是软件程序还是数据，都必须读入主存储器后 CPU 才能利用。个人计算机的主存储器主要组件为动态随机存取内存(Dynamic Random Access Memory, DRAM)，随机存取内存只有在通电时才能记录与使用，断电后数据就消失了。因此我们也称这种 RAM 为挥发性内存。



DRAM 根据技术的更新又分好几代，而使用上较广泛的有所谓的 SDRAM 与 DDR SDRAM 两种。这两种内存的差别除了在于脚位与工作电压上的不同之外，DDR 是所谓的双倍数据传送速度(Double Data Rate)，他可以在一次工作周期中进行两次数据的传送，感觉上就好像是 CPU 的倍频啦！所以传输频率方面比 SDRAM 还要好。新一代的 PC 大多使用 DDR 内存了。下表列出 SDRAM 与 DDR SDRAM 的型号与频率及带宽之间的关系。

SDRAM/DDR	型号	数据宽度	外频(MHz)	频率速度	带宽(频率 x 宽度)
SDRAM	PC100	64	100	100	800MBytes/sec
SDRAM	PC133	64	133	133	1064MBytes/sec
DDR	DDR266	64	133	266	2.1GBytes/sec
DDR	DDR400	64	200	400	3.2GBytes/sec
DDR	DDRII800	64	400	800	6.4GBytes/sec

DDR SDRAM 又依据技术的发展，有 DDR，DDR II，DDR III 等等。

#### Tips:

主存储器型号的挑选与 CPU 及芯片组有关，所以主板、CPU 与内存购买的时候必须要考虑其相关性喔。并不是任何主板都可以安插 DDR III 的内存呢！



主存储器除了频率/带宽与型号需要考虑之外，内存的容量也是很重要的喔！因为所有的数据都得要加载内存当中才能够被 CPU 判读，如果内存容量不够大的话将会导致某些大容量数据无法被完整的加载，此时已存在内存当中但暂时没有被使用到的数据必须要先被释放，使得可用内存容量大于该数据，那份新数据才能够被加载呢！所以，通常越大的内存代表越快速的系统，这是因为系统不用常常释放一些内存内部的数据。以服务器来说，主存储器的容量有时比 CPU 的速度还要来的重要的！

- 双通道设计

由于所有的数据都必须存放在主存储器，所以主存储器的数据宽度当然是越大越好。但传统的总线宽度一般大约仅达 64 位，为了要加大这个宽度，因此芯片组厂商就将两个主存储器汇整在一起，如果一支内存可达 64 位，两支内存就可以达到 128 位了，这就是双通道的设计理念。

如上所述，要启用双信道的功能你必须安插两支(或四支)主存储器，这两支内存最好连型号都一模一样比较好，这是因为启动双信道内存功能时，数据是同步写入/读出这一对主存储器中，如此才能够提升整体的带宽啊！所以当然除了容量大小要一致之外，型号也最好相同啦！

你有没有发现[技嘉主板示意图](#)上那四根内存插槽的颜色呢？是否分为两种颜色，且两两成对？为什么要这样设计？答出来了么？是啦！这种颜色的设计就是为了双通道来的！要启动双信道的功能时，你必须要将两根容量相同的主存储器插在相同颜色的插槽当中喔！

- CPU 频率与主存储器的关系

理论上，CPU 与主存储器的外频应该要相同才好。不过，因为技术方面的提升，因此这两者的频率速度不会相同，但外频则应该是一致的较佳。举例来说，上面提到的 Intel E8400 CPU 外频为 333MHz，则应该选用 DDR II 667 这个型号，因为该内存型号的外频为 333MHz 之故喔！

- DRAM 与 SRAM

除了主存储器之外，事实上整部个人计算机当中还有许许多多的内存存在喔！最为我们所知的就是 CPU 内的第二层高速缓存。我们现在知道 CPU 的数据都是由主存储器提供，但主存储器的数据毕竟得经由北桥送到 CPU 内。如果某些很常用的程序或数据可以放置到 CPU 内部的话，那么 CPU 资料的读取就不需要透过北桥了！对于效能来说不就可以大大的提升了？这就是第二层快取的设计概念。第二层快取与主存储器及 CPU 的关系如下图所示：

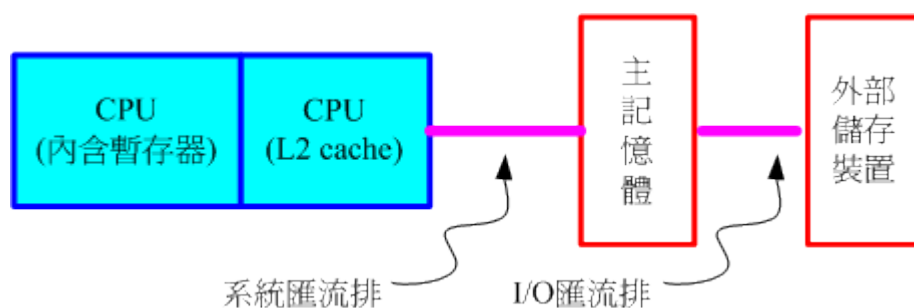


图 2.2.1、内存相关性

因为第二层快取(L2 cache)整合到 CPU 内部，因此这个 L2 内存的速度必须要 CPU 频率相同。使用 DRAM 是无

法达到这个频率速度的，此时就需要静态随机存取内存 (Static Random Access Memory, SRAM) 的帮忙了。SRAM 在设计上使用的晶体管数量较多，价格较高，且不易做成大容量，不过由于其速度快，因此整合到 CPU 内成为高速缓存以加快数据的存取是个不错的方式喔！新一代的 CPU 都有内建容量不等的 L2 快取在 CPU 内部，以加快 CPU 的运作效能。

- 只读存储器 (ROM)

主板上面的组件是非常多的，而每个组件的参数又具有可调整性。举例来说，CPU 与内存的频率是可调整的；而主板上如果有内建的网络卡或者是显示适配器时，该功能是否要启动与该功能的各项参数，是被记录到主板上头的一个称为 CMOS 的芯片上，这个芯片需要借着额外的电源来发挥记录功能，这也是为什么你的主板上会有一颗电池的缘故。

那 CMOS 内的数据如何读取与更新呢？还记得你的计算机在开机的时候可以按下[Del]按键来进入一个名为 BIOS 的画面吧？BIOS (Basic Input Output System) 是一套程序，这套程序是写死到主板上面的一个内存芯片中，这个内存芯片在没有通电时也能够将数据记录下来，那就是只读存储器 (Read Only Memory, ROM)。ROM 是一种非挥发性的内存。另外，BIOS 对于个人计算机来说是非常重要的，因为他是系统在开机的时候首先会去读取的一个小程序喔！

另外，韧体 (firmware) ([注 7](#)) 很多也是使用 ROM 来进行软件的写入的。韧体像软件一样也是一个被计算机所执行的程序，然而他是对于硬件内部而言更加重要的部分。例如 BIOS 就是一个韧体，BIOS 虽然对于我们日常操作计算机系统没有什么太大的关系，但是他却控制着开机时各项硬件参数的取得！所以我们会知道很多的硬件上头都会有 ROM 来写入韧体这个软件。



## 显示适配器

显示适配器插槽如同[技嘉主板示意图](#)所示，是在中央较长的插槽！这张主板中提供了两个显示适配器插槽喔！

显示适配器又称为 VGA (Video Graphics Array)，他对于图形影像的显示扮演相当关键的角色。一般对于图形影像的显示重点在于分辨率与颜色深度，因为每个图像显示的颜色会占用掉内存，因此显示适配器上面会有一个内存的容量，这个显示适配器内存容量将会影响到最终你的屏幕分辨率与颜色深度的喔！

除了显示适配器内存之外，现在由于三度空间游戏(3D game)与一些 3D 动画的流行，因此显示适配器的『运算能力』越来越重要。 一些 3D 的运算早期是交给 CPU 去运作的，但是 CPU 并非完全针对这些 3D 来进行设计的，而且 CPU 平时已经非常忙碌了呢！ 所以后来显示适配器厂商直接在显示适配器上面嵌入一个 3D 加速的芯片，这就是所谓的 GPU 称谓的由来。

显示适配器主要也是透过北桥芯片与 CPU、主存储器等沟通。如前面提到的，对于图形影像(尤其是 3D 游戏)来说， 显示适配器也是需要高速运算的一个组件，所以数据的传输也是越快越好！因此显示适配器的规格由早期的 PCI 导向 AGP， 近期 AGP 又被 PCI-Express 规格所取代了。如前面[技嘉主板](#)图示当中看到的就是 PCI-Express 的插槽。 这些插槽最大的差异就是在数据传输的带宽了！如下所示：

规格	宽度	速度	带宽
PCI	32 bits	33 MHz	133 MBytes/s
PCI 2.2	64 bits	66 MHz	533 MBytes/s
PCI-X	64 bits	133 MHz	1064 MBytes/s
AGP 4x	32 bits	66x4 MHz	1066 MBytes/s
AGP 8x	32 bits	66x8 MHz	2133 MBytes/s
PCIe x1	无	无	250 MBytes/s
PCIe x8	无	无	2 GBytes/s
PCIe x16	无	无	4 GBytes/s

比较特殊的是，PCIe(PCI-Express)使用的是类似管线的概念来处理，每条管线可以具有 250MBytes/s 的带宽效能， 管线越大(最大可达 x32)则总带宽越高！目前显示适配器大多使用 x16 的 PCIe 规格，这个规格至少可以达到 4GBytes/s 的带宽！ 比起 AGP 是快很多的！此外，新的 PCIe 2.0 规格也已经推出了，这个规格又可将每个管线的效能提升一倍呢！ 好可怕的传输量....

如果你的主机是用来打 3D 游戏的，那么显示适配器的选购是非常重要喔！如果你的主机是用来做为网络服务器的，那么简单的入门级显示适配器对你的主机来说就非常够用了！因为服务器很少用到 3D 与图形影像功能。

例题：

假设你的桌面使用 1024x768 分辨率，且使用全彩(每个像素占用 3bytes 的容量)，请问你的显示适配器至少需要多少内存才能使用这样的彩度？

答：

因为 1024x768 分辨率中会有 786432 个像素，每个像素占用 3bytes，所以总共需要 2.25MBytes 以上才行！但如果考虑屏幕的更新率(每秒钟屏幕的更新次数)，显示适配器的内存还是越大越好！

## 💡 硬盘与储存设备

计算机总是需要记录与读取数据的，而这些数据当然不可能每次都由用户经过键盘来打字！所以就需要有储存设备咯。 计算机系统上面的储存设备包括有：硬盘、软盘、MO、CD、DVD、磁带机、随身碟(闪存)、还有新一代的蓝光光驱等， 乃至大型机器的局域网络储存设备(SAN, NAS)等等，都是可以用来储存数据的。而其中最常见的应该就是硬盘了吧！

- 硬盘的物理组成

大家应该都看过硬盘吧！硬盘依据桌上型与笔记本电脑而有分为 3.5 吋及 2.5 吋的大小。我们以 3.5 吋的桌面计算机使用硬盘来说明。 在硬盘盒里面其实是由许许多多的圆形磁盘盘、机械手臂、 磁盘读取头与主轴马达所组成的，整个内部如同下图所示：



图 2.4.1、硬盘物理构造(图片取自维基百科)

实际的数据都是写在具有磁性物质的磁盘盘上头，而读写主要是透过在机械手臂上的读取头(head)来达成。实际运作时， 主轴马达让磁盘盘转动，然后机械手臂可伸展让读取头在磁盘盘上头进行读写的动作。 另外，由于单一磁盘盘的容量有限，因此有的硬盘内部会有两个以上的磁盘盘喔！

- 磁盘盘上的数据

既然数据都是写入磁盘盘上头，那么磁盘盘上头的数据又是如何写入的呢？ 其实磁盘盘上头的数据有点像下面的图标所示：

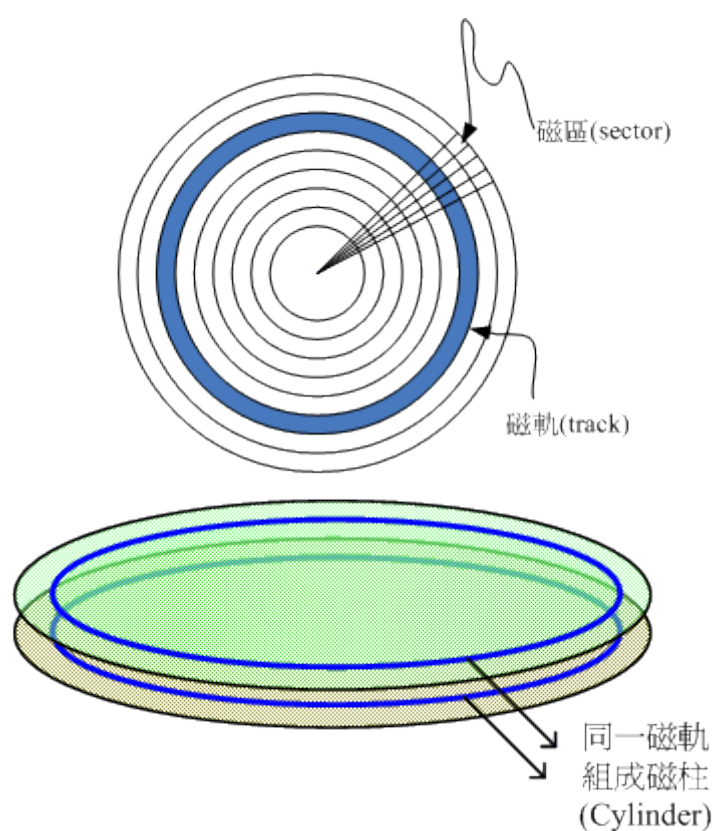


图 2.4.2、磁盘盘上的数据格式

整个磁盘盘上头好像有多个同心圆绘制出的饼图，而由圆心以放射状的方式分割出磁盘的最小储存单位，那就是扇区(Sector)， 在物理组成方面，每个扇区大小为 512Bytes，这个值是不会改变的。而扇区组成一个圆就成为磁道(track)， 如果是在多碟的硬盘上面，在所有磁盘盘上面的同一个磁道可以组成一个磁柱(Cylinder)，磁柱也是一般我们分割硬盘时的最小单位了！



在计算整个硬盘的储存量时，简单的计算公式就是：『header 数量 \* 每个 header 负责的磁柱数量 \* 每个磁柱所含有的扇区数量 \* 扇区的容量』，单位换算为『header \* cylinder/header \* sector/cylinder \* 512bytes/sector』，简单的写法如下： Head x Cylinder x Sector x 512 Bytes。不过要注意的是，一般硬盘制造商在显示硬盘的容量时，大多是以十进制来编号，因此市售的 500GB 硬盘，理论上仅会有 460GBytes 左右的容量喔！

- 传输接口

由于传输速度的需求提升，目前硬盘与主机系统的联系主要有几种传输接口规格：



图 2.4.3、两款硬盘接口(左边为 IDE 接口，右边为 SATA 接口)

- IDE 界面：

如同[技嘉主板图示右侧的较宽的插槽](#)所示，那就是 IDE 的接口插槽。IDE 接口插槽所使用的扁平电缆较宽，每条扁平电缆上面可以接两个 IDE 装置，由于可以接两个装置，那为了判别两个装置的主/从架构，因此这种磁盘驱动器上面需要调整跳针(Jump)成为 Master 或 slave 才行喔！这种接口的最高传输速度为 Ultra 133 规格，亦即每秒理论传输速度可达 133MBytes。

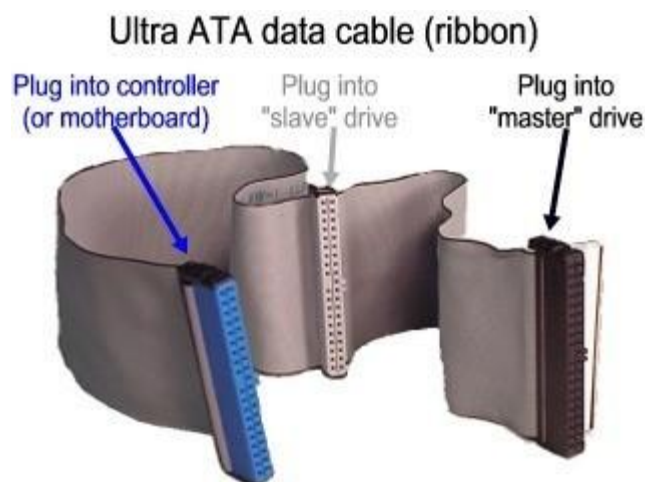
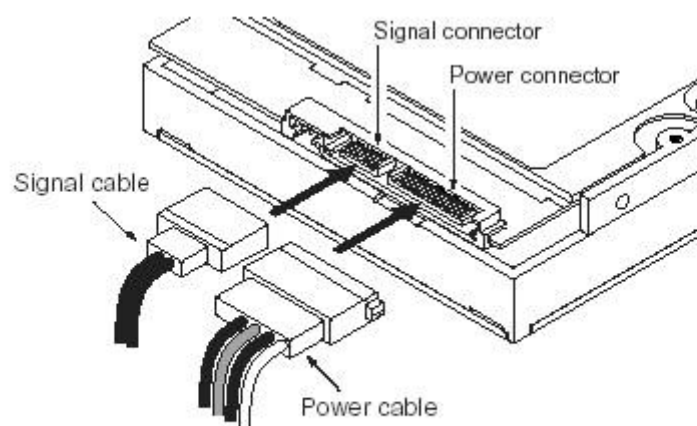


图 2.4.4、IDE 接口的扁平电缆（图标取自 Seagate 网站）



- SATA 界面：

如同[技嘉主板图示](#)右下方所示为 SATA 硬盘的连接接口插槽。我们可以看到该插槽要比 IDE 接口的小很多，每条 SATA 连接线仅能接一个 SATA 装置。SATA 接口除了速度较快之外，由于其扁平电缆较细小所以有利于主机机壳内部的散热与安装！目前 SATA 已经发展到了第二代，其速度由 SATA-1 的每秒 150MBytes 提升到 SATA-2 每秒 300MBytes 的传输速度喔，也因此目前主流的个人计算机硬盘已经被 SATA 取代了。SATA 的插槽示意图如下所示：



**SATA cabling with separate power and signal attachments**

图 2.4.5、SATA 接口的扁平电缆（图标取自 Seagate 网站）

由于 SATA 一条扁平电缆仅接一颗硬盘，所以妳不需要调整跳针。不过一张主板上 SATA 插槽的数量并不是固定的，且每个插槽都有编号，在连接 SATA 硬盘与主板的时候，还是需要留意一下。

- SCSI 界面：

另一种常见于工作站等级以上的硬盘传输接口为 SCSI 接口，这种接口的硬盘在控制器上含有一颗处理器，所以除了运转速度快之外，也比较不会耗费 CPU 资源喔！在个人计算机上面这种接口的硬盘不常见啦！

- 选购与运转须知

如果你想要增加一颗硬盘在你的主机里头时，除了需要考虑你的主板可接受的插槽接口 (IDE/SATA) 之外，还

有什么要注意的呢？

- 容量

通常首先要考虑的就是容量的问题！目前(2008)主流市场硬盘容量已经到达 320GB 以上，甚至有的厂商已经生产高达 1.5TB 的产品呢！硬盘可能可以算是一种消耗品，要注意重要资料还是得常常备份出来喔！

- 缓冲存储器

硬盘上头含有一个缓冲存储器，这个内存主要可以将硬盘内常使用的数据快取起来，以加速系统的读取效能。通常这个缓冲存储器越大越好，因为缓冲存储器的速度要比数据从硬盘盘中被找出来要快的多了！目前主流的产品可达 16MB 左右的内存大小喔。

- 转速

因为硬盘主要是利用主轴马达转动磁盘盘来存取，因此转速的快慢会影响到效能。主流的桌面计算机硬盘为每分钟 7200 转，笔记本电脑则是 5400 转。有的厂商也有推出高达 10000 转的硬盘，若有高效能的资料存取需求，可以考虑购买高转速硬盘。

- 运转须知

由于硬盘内部机械手臂上的磁头与硬盘盘的接触是很细微的空间，如果有抖动或者是脏污在磁头与硬盘盘之间就会造成数据的损毁或者是实体硬盘整个损毁～因此，正确的使用计算机的方式，应该是在计算机通电之后，就绝对不要移动主机，并免抖动到硬盘，而导致整个硬盘数据发生问题啊！另外，也不要随便将插头拔掉就以为是顺利关机！因为机械手臂必须要归回原位，所以使用操作系统的正常关机方式，才能够有比较好的硬盘保养啊！因为他会让硬盘的机械手臂归回原位啊！

**Tips:**

可能因为环境的关系，计算机内部的风扇常常会卡灰尘而造成一些声响。很多朋友只要听到这种声响都是二话不说的『用力拍几下机壳』就没有声音了～现在你知道了，这么做的后果常常就是你的硬盘容易坏掉！下次千万不要再这样做啰！



---

## PCI 适配卡

PCI 适配卡的插槽就如同[技嘉主板示意图](#)所示的左下方那个白色的插槽，这种 PCI 插槽通常会提供多个给使

用者，如果用户有额外需要的功能卡，就能够安插在这种 PCI 界面插槽上。

我们在前面[显示适配器](#)的部分稍微谈过 PCI 接口，事实上有相当多的组件是使用 PCI 接口作为传输的，例如网络卡、声卡、特殊功能卡等等。但由于 PCI Express 规格的发展，很多制造商都往 PCIe 接口开发硬件了。不过还是有很多硬件使用 PCI 接口啦，例如大卖场上面常见的网络卡就是一个。

目前在个人计算机上面常见到的网络卡是一种称为以太网(Ethernet)的规格，目前以太网网络卡速度轻轻松松的就能到达 10/100/1000 Mbits/second 的速度，但同样速度的以太网网络卡所支持的标准可能不太一样，因此造成的价差是非常大的。如果想要在服务器主机上面安装新的网络卡时，得要特别注意标准的差异呢！

由于各组件的价格直直落，现在主板上通常已经整合了相当多的设备组件了！常见整合到主板的组件包括声卡、网络卡、USB 控制卡、显示适配器、磁盘阵列卡等等。你可以在主板上发现很多方形的芯片，那通常是一些个别的设备芯片喔。由于主板已经整合了很多常用的功能芯片，所以现在的主板上所安插的 PCI 适配卡就少很多了！



## 主板

主板可以说是整部主机相当重要的一个部分，因为上面我们所谈到的所有组件都是安插在主板上面的呢！而主板上负责沟通各个组件的就是芯片组，如同[Intel 芯片组图示](#)所示，图中我们也可以发现芯片组一般分为北桥与南桥喔！北桥负责 CPU/RAM/VGA 等的连接，南桥则负责 PCI 接口与速度较慢的 I/O 装置。

由于芯片组负责所有设备的沟通，所以事实上芯片组(尤其是北桥)也是一个可能会散发出高热量的组件。因此在主板上常会发现一些外接的小风扇或者是散热片在这组芯片上面。在本章所附的主板图示中，技嘉使用较高散热能力的热导管技术，因此你可以发现图中的南桥与北桥上面覆盖着黄铜色的散热片，且连接着数根圆形导管，主要就是为了要散热的。

- 芯片组功能

所有的芯片组几乎都是参考 CPU 的能力去规划的，而 CPU 能够接受的主存储器规格也不相同，因此在新购买或升级主机时，CPU、主板、主存储器与相关的接口设备都需要同时考虑才行！此外，每一种芯片组的功能可能都不太相同，有的芯片组强调的是全功能，因此连显示适配器、音效、网络等都整合了，在这样的整合型芯

片中，你几乎只要购买 CPU、主板、主存储器再加上硬盘，就能够组装成一部主机了。不过整合型芯片的效能通常比较弱，对于爱玩 3D 游戏的玩家以及强调高效能运算的主机来说，就不是这么适合了。

至于独立型芯片组虽然可能具有较高的效能，不过你可能必须要额外负担接口设备的 CoCo 呢！例如显示适配器、网络卡、声卡等等。但独立型芯片组也有一定程度的好处，那就是你可以随时抽换接口设备。

- 设备 I/O 地址与 IRQ 中断信道

主板是负责各个计算机组件之间的沟通，但是计算机组件实在太多了，有输出/输入/不同的储存装置等等，主板芯片组怎么知道如何负责沟通呐？这个时候就需要用到所谓的 I/O 地址与 IRQ 啰！

I/O 地址有点类似每个装置的门牌号码，每个装置都有他自己的地址，一般来说，不能有两个装置使用同一个 I/O 地址，否则系统就会不晓得该如何运作这两个装置了。而除了 I/O 地址之外，还有个 IRQ 中断 (Interrupt) 这个咚咚。

如果 I/O 地址想成是各装置的门牌号码的话，那么 IRQ 就可以想成是各个门牌连接到邮件中心 (CPU) 的专门路径啰！各装置可以透过 IRQ 中断信道来告知 CPU 该装置的工作情况，以方便 CPU 进行工作分配的任务。老式的主板芯片组 IRQ 只有 15 个，如果你的周边接口太多时可能会不够用，这个时候你可以选择将一些没有用到的周边接口关掉，以空出一些 IRQ 来给真正需要使用的接口喔！当然，也有所谓的 sharing IRQ 的技术就是了！

- CMOS 与 BIOS

前面内存的地方我们有提过 CMOS 与 BIOS 的功能，在这里我们再来强调一下：CMOS 主要的功能为记录主板上面的重要参数，包括系统时间、CPU 电压与频率、各项设备的 I/O 地址与 IRQ 等，由于这些数据的记录要花费电力，因此主板上才有电池。BIOS 为写入到主板上某一块只读存储器中的程序，他可以在开机的时候执行，以加载 CMOS 当中的参数，并尝试呼叫储存装置中的开机程序，进一步进入操作系统当中。BIOS 程序也可以修改 CMOS 中的数据，每种主板呼叫 BIOS 设定程序的按键都不同，一般桌面计算机常见的是使用 [del] 按键进入 BIOS 设定画面。

- 连接接口设备的接口

主板与各项输出/输入设备的链接主要都是在主机机壳的后方，主要有：

- PS/2 界面：这是常见的键盘与鼠标的接口，不过渐渐有被 USB 接口取代的趋势；
- USB 界面：目前相当流行的一个接口，支持即插即用。主流的 USB 版本为 USB 2.0，这个规格的速度可达 480Mbps，相对之下的 USB 1.1 仅达 12Mbps 差异很大，购买接口设备要注意啊！不然 copy 一些数据到 USB 硬盘时，会吐血....
- 声音输出、输入与麦克风：这个是一些圆形的插孔，而必须你的主板上面有内建音效芯片时，才会有这三个东西；
- RJ-45 网络头：如果有内建网络芯片的话，那么就会有这种接头出现。这种接头有点类似电话接头，不过内部有八蕊线喔！接上网络线后在这个接头上会有灯号亮起才对！
- 其他过时接口：包括早期的用来链接鼠标的九针串行端口 (com1)，以及链接打印机的 25 针并行端口 (LPT1) 等等。

我们以技嘉主板的链接接口来看的话，主要有这些：

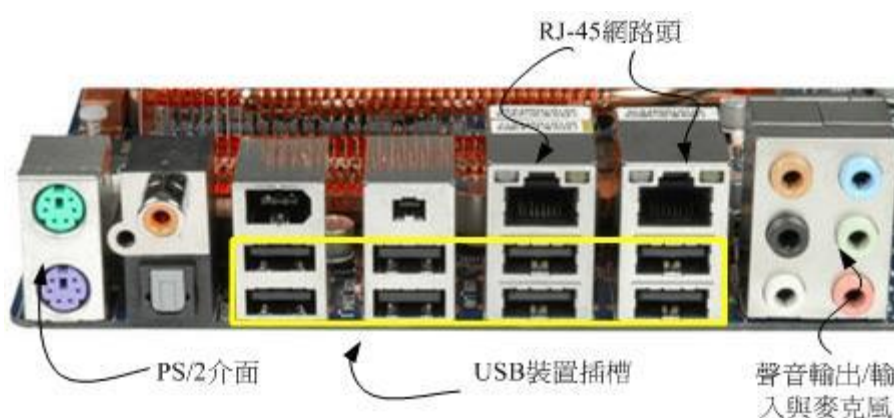


图 2.6.1、连接周边接口

## 💡 电源供应器

除了上面这些组件之外，其实还有一个很重要的组件也要来谈一谈，那就是电源供应器 (Power)。在你的机壳内，有个大大的铁盒子，上头有很多电源线会跑出来，那就是电源供应器了。我们的 CPU/RAM/主板/硬盘等等都需要用电，而近来的计算机组件耗电量越来越高，以前很古早的 230W 电源已经不够用了，有的系统甚至得要有 500W 以上的电源才能够运作～真可怕～

电源供应器的价差非常大！贵一点的 300W 可以到 4000 NT，便宜一点的 300W 只要 500 NT 不到！怎么差这么

多？没错～因为 Power 的用料不同，电源供应的稳定度也会差很多，稳定度差的电源供应器甚至是造成计算机不稳定的元凶呢！所以，尽量不要使用太差的电源供应器喔！

- 能源转换率

电源供应器本身也会吃掉一部份的电力的！如果你的主机系统需要 300W 的电力时，因为电源供应器本身也会消耗掉一部份的电力，因此你最好要挑选 400W 以上的电源供应器。电源供应器出厂前会有一些测试数据，最好挑选高转换率的电源供应器。所谓的高转换率指的是『输出的功率/输入的功率』。意思是说，假如你的主板用电量为 250W，但是电源供应器其实已经使用掉 320W 的电力，则转换率为： $250/320=0.78$  的意思。这个数值越高表示被电源供应器『玩掉』的电力越少，那就符合能源效益了！^\_^

- 连接接口

目前主板与电源供应器的连接接口主要有 20pin 与 24pin 两种规格，购买时也需要考虑你的主板所需要的规格喔！



#### 选购须知

在购买主机时应该需要进行整体的考虑，很难依照某一项标准来选购的。老实说，如果你的公司需要一部服务器的话，建议不要自行组装，买品牌计算机的服务器比较好！这是因为自行组装的计算机虽然比较便宜，但是每项设备之间的适合性是否完美则有待自行检测。

另外，在效能方面并非仅考虑 CPU 的能力而已，速度的快慢与『整体系统的最慢的那个设备有关！』，如果你是使用最快速的 Intel Core 2 Duo，使用最快的 DDR II 内存，但是配上一个慢慢的过时显示适配器，那么整体的 3D 速度效能将会卡在那个显示适配器上面喔！所以，在购买整套系统时，请特别留意需要全部的接口都考虑进去喔！尤其是当您想要升级时，要特别注意这个问题，并非所有的旧的设备都适合继续使用的。

- 系统不稳定的可能原因

除此之外，到底那个组件特别容易造成系统的不稳定呢？有几个常见的系统不稳定的状态是：

- 系统超频：这个行为很不好！不要这么做！



- 电源供应器不稳：这也是个很严重的问题，当您测试完所有的组件都没有啥大问题时，记得测试一下电源供应器的稳定度！
- 内存无法负荷：现在的内存质量差很多，差一点的内存，可能会造成您的主机在忙碌的工作时，产生不稳定或当机的现象喔！
- 系统过热：『热』是造成电子零件运作不良的主因之一，如果您的主机在夏天容易当机，冬天却还好，那么考虑一下加几个风扇吧！有助于机壳内的散热，系统会比较稳定喔！『这个问题也是很常见的系统当机的元凶！』（鸟哥之前的一台服务器老是容易当机，后来拆开机壳研究后才发现原来是北桥上面的小风扇坏掉了，导致北桥温度太高。后来换掉风扇就稳定多了。）

### Tips:

事实上，要了解每个硬件的详细架构与构造是很难的！这里鸟哥仅是列出一些比较基本的概念而已。另外，要知道某个硬件的制造商是哪间公司时，可以看该硬件上面的信息。举例来说，主板上面都会列出这个主板的开发商与主板的型号，知道这两个信息就可以找到驱动程序了。另外，显示适配器上面有个小小的芯片，上面也会列出显示适配器厂商与芯片信息喔。



## 数据表示方式

事实上我们的计算机只认识 0 与 1，记录的数据也是只能记录 0 与 1 而已，所以计算机常用的数据是二进制的。但是我们人类常用的数值运算是十进制，文字方面则有非常多的语言，台湾常用的语言就有英文、中文(又分正体与简体中文)、日文等。那么计算机如何记录与显示这些数值/文字呢？就得要透过一系列的转换才可以啦！底下我们就来谈谈数值与文字的编码系统啰！



## 数字系统

早期的计算机使用的是利用通电与否的特性的真空管，如果通电就是 1，没有通电就是 0，后来沿用至今，我们称这种只有 0/1 的环境为二进制制，英文称为 binary 的哩。所谓的十进制指的是逢十进一位，因此在个位数归为零而十位数写成 1。所以所谓的二进制，就是逢二就前进一位的意思。



那二进制怎么用呢？我们先以十进制来解释好了。如果以十进制来说，3456 的意义为：

$$3456 = 3 \times 10^3 + 4 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 6 \times 10^0$$

特别注意：『任何数值的零次方为 1』所以  $10^0$  的结果就是 1 啰。 同样的，将这个原理带入二进制的环境中，我们来解释一下 1101010 的数值转为十进制的话，结果如下：

$$\begin{aligned} 1101010 &= 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\ &= 64 + 32 + 0 \times 16 + 8 + 0 \times 4 + 2 + 0 \times 1 = 106 \end{aligned}$$

这样你了解二进制的意义了吗？二进制是计算机基础中的基础喔！了解了二进制后，八进制、十六进制就依此类推啦！ 那么知道二进制转成十进制后，那如果有十进制数值转为二进制的环境时，该如何计算？ 刚刚是乘法，现在则是除法就对了！我们同样的使用十进制的 106 转成二进制来测试一下好了：

2	<div>106</div>	0	106/2的餘數
2	<div>53</div>	1	53/2的餘數
2	<div>26</div>	0	26/2的餘數
2	<div>13</div>	1	13/2的餘數
2	<div>6</div>	0	6/2的餘數
2	<div>3</div>	1	3/2的餘數
	1		

图 3. 1. 1、十进制转二进制的方法

最后的写法就如同上面的红色箭头，由最后的数字向上写，因此可得到 1101010 的数字啰！ 这些数字的转换系统是非常重要的，因为计算机的加减乘除都是使用这些机制来处理的！ 有兴趣的朋友可以再参考一下其他计算概论的书籍中，关于 1 的补码/2 的补码等运算方式喔！

### 💡文字编码系统

既然计算机都只有记录 0/1 而已，甚至记录的数据都是使用 byte/bit 等单位来记录的，那么文字该如何记录啊？ 事实上文本文件也是被记录为 0 与 1 而已，而这个档案的内容要被取出来查阅时，必须要经过一个编码系统的处理才行。 所谓的『编码系统』可以想成是一个『字码对照表』，他的概念有点像底下的图示：

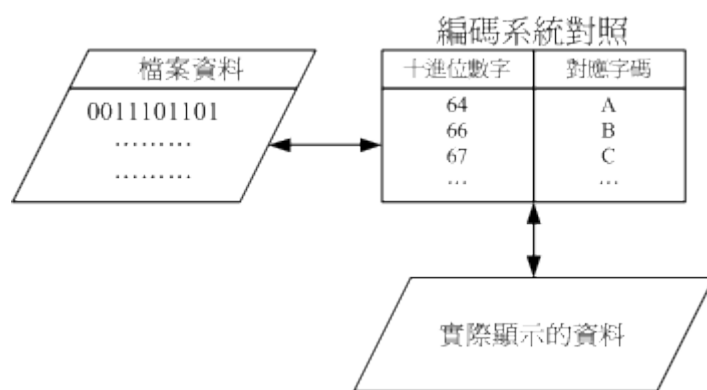


图 3.2.1、数据参考编码表的示意图

当我们要写入档案的文字数据时，该文字数据会由编码对照表将该文字转成数字后，再存入档案当中。同样的，当我们要将档案内容的数据读出时，也会经过编码对照表将该数字转成对应的文字后，再显示到屏幕上。现在你知道为何浏览器上面如果编码写错时，会出现乱码了吗？这是因为编码对照表写错，导致对照的文字产生误差之故啦！

常用的英文编码表为 ASCII 系统，这个编码系统中，每个符号(英文、数字或符号等)都会占用 1bytes 的记录，因此总共会有  $2^8=256$  种变化。至于中文字当中的编码系统目前最常用的就是 big5 这个编码表了。每个中文字会占用 2bytes，理论上最多可以有  $2^{16}=65536$ ，亦即最多可达 6 万多个中文字。但是因为 big5 编码系统并非将所有的位都拿来运用成为对照，所以并非可达这么多的中文字码的。目前 big5 仅定义了一万三千多个中文字，很多中文利用 big5 是无法成功显示的～所以才会有造字程序说。

big5 码的中文字编码对于某些数据库系统来说是很有问题的，某些字码例如『许、盖、功』等字，由于这几个字的内部编码会被误判为单/双引号，在写入还不成问题，在读出数据的对照表时，常常就会变成乱码。不只中文字，其他非英语系国家也常常会有这样的问题出现啊！

为了解决这个问题，由国际组织 ISO/IEC 跳出来制订了所谓的 Unicode 编码系统，我们常常称呼的 UTF8 或万国码的编码就是这个咚咚。因为这个编码系统打破了所有国家的不同编码，因此目前因特网社会大多朝向这个编码系统在走，所以各位亲爱的朋友啊，记得将你的编码系统修订一下喔！



软件程序运作

鸟哥在上课时常常会开玩笑的问：『我们知道没有插电的计算机是一堆废铁，那么插了电的计算机是什么？』

答案是：『一堆会电人的废铁』！这是因为没有软件的运作，计算机的功能就无从发挥之故。就好像没有了灵魂的躯体也不过就是行尸走肉，重点在于软件/灵魂啰！所以底下咱们就得要了解一下『软件』是什么。

一般来说，目前的计算机系统将软件分为两大类，一个是系统软件，一个是应用程序。但鸟哥认为我们还是得要了解一下什么是程序，尤其是机器程序，了解了之后再来探讨一下为什么现今的计算机系统需要『操作系统』这玩意儿呢！



## 机器程序与编译程序

我们前面谈到计算机只认识 0 与 1 而已，而且计算机最重要的运算与逻辑判断是在 CPU 内部，而 CPU 其实是具有微指令集的。因此，我们需要 CPU 帮忙工作时，就得要参考微指令集的内容，然后撰写让 CPU 读的懂得脚本给 CPU 执行，这样就能够让 CPU 运作了。

不过这样的流程有几个很麻烦的地方，包括：

- 需要了解机器语言：机器只认识 0 与 1，因此你必须要学习直接写给机器看的语言！这个地方相当的难呢！
- 需要了解所有硬件的相关功能函数：因为你的程序必须要写给机器看，当然你就得要参考机器本身的功能，然后针对该功能去撰写程序代码。例如，你要让 DVD 影片能够放映，那就得要参考 DVD 光驱的硬件信息才行。万一你的系统有比较冷门的硬件，光是参考技术手册可能会昏倒～
- 程序不具有可移植性：每个 CPU 都有独特的微指令集，同样的，每个硬件都有其功能函数。因此，你为 A 计算机写的程序，理论上是没有办法在 B 计算机上面运作的！而且程序代码的修改非常困难！因为是机器码，并不是人类看的懂得程序语言啊！
- 程序具有专一性：因为这样的程序必须要针对硬件功能函数来撰写，如果已经开发了一支浏览器程序，想要再开发档案管理程序时，还是得从头再参考硬件的功能函数来继续撰写，每天都在和『硬件』挑战！可能需要天天喝蛮牛了！@\_@

那怎么解决啊？为了解决这个问题，计算机科学家设计出一种让人类看的懂得程序语言，然后创造一种『编译程序』来将这些人类能够写的程序语言转译成为机器能看得懂得机器码，如此一来我们修改与撰写程序就变

的容易多了！目前常见的编译程序有 C, C++, Java, Fortran 等等。 机器语言与高阶程序语言的差别如下所示：

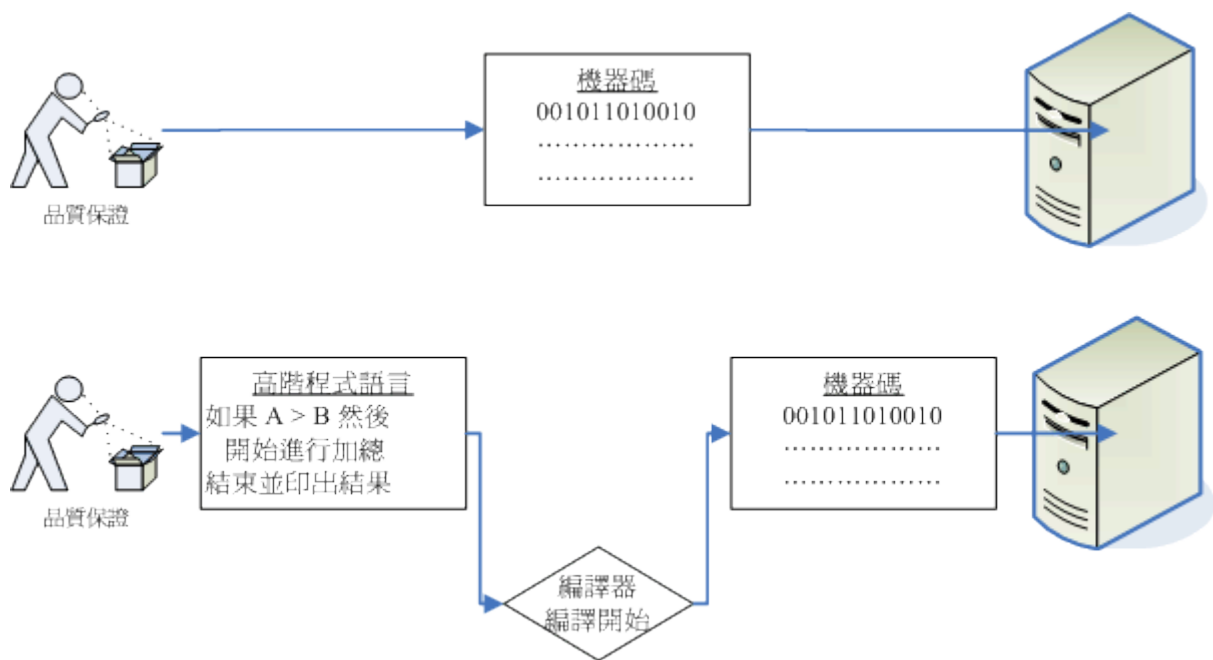


图 4.1.1、编译程序的角色

从上面的图示我们可以看到高阶程序语言的程序代码是很容易察看的！鸟哥已将经程序代码(英文)写成中文说～ 这样比较好理解啦！所以这样已经将程序的修改问题处理完毕了。 问题是，在这样的环境底下我们还是得要考虑整体的硬件系统来设计程序喔！

举例来说，当你需要将运作的数据写入内存中，你就得要自行分配一个内存区块出来让自己的数据能够填上去，所以你还得要了解到内存的地址是如何定位的，啊！眼泪还是不知不觉的流了下来... 怎么写程序这么麻烦啊！

为了要克服硬件方面老是需要重复撰写句柄的问题，所以就有操作系统 (Operating System, OS) 的出现了！ 什么是操作系统呢？底下就来谈一谈先！

---

💡 操作系统

如同前面提到的，在早期想要让计算机执行程序就得要参考一堆硬件功能函数，并且学习机器语言才能够撰写程序。 同时每次写程序时都必须要重新改写，因为硬件与软件功能不见得都一致之故。那如果我能够将所有的硬件都驱动， 并且提供一个发展软件的参考接口来给工程师开发软件的话，那发展软件不就变的非常的简

单了？那就是操作系统啦！

- 操作系统核心(Kernel)

操作系统(Operating System, OS)其实也是一组程序，这组程序的重点在于管理计算机的所有活动以及驱动系统中的所有硬件。我们刚刚谈到计算机没有软件只是一堆废铁，那么操作系统的功能就是让 CPU 可以开始判断逻辑与运算数值、让主存储器可以开始加载/读出数据与程序代码、让硬盘可以开始被存取、让网络卡可以开始传输数据、让所有周边可以开始运转等等。总之，硬件的所有动作都必须透过这个操作系统来达成就是了。

上述的功能就是操作系统的核心(Kernel)了！你的计算机能不能做到某些事情，都与核心有关！只有核心有提供的功能，你的计算机系统才能帮你完成！举例来说，你的核心并不支持 TCP/IP 的网络协议，那么无论你购买了什么样的网卡，这个核心都无法提供网络能力的！

但是单有核心我们使用者也不知道能作啥事的～因为核心主要在管控硬件与提供相关的能力(例如网络功能)，这些管理的动作是非常重要的，如果使用者能够直接使用到核心的话，万一用户不小心将核心程序停止或破坏，将会导致整个系统的崩溃！因此核心程序所放置到内存当中的区块是受保护的！并且开机后就一直常驻在内存当中。

#### Tips:

所以整部系统只有核心的话，我们就只能看着已经准备好运作(Ready)的计算机系统，但无法操作他！好像有点望梅止渴的那种感觉啦！这个时候就需要软件的帮忙了！



- 系统呼叫(System Call)

既然我的硬件都是由核心管理，那么如果我想要开发软件的话，自然就得要去参考这个核心的相关功能！唔！如此一来不是从原本的参考硬件函数变成参考核心功能，还是很麻烦啊！有没有更简单的方法啊！

为了解决这个问题，操作系统通常会提供一整组的开发接口给工程师来开发软件！工程师只要遵守该开发接口那就很容易开发软件了！举例来说，我们学习 C 程序语言只要参考 C 程序语言的函式即可，不需要再去考虑其他核心的相关功能，因为核心的系统呼叫接口会主动的将 C 程序语言的相关语法转成核心可以了解的任务

函数， 那核心自然就能够顺利运作该程序了！

如果我们将整个计算机系统的相关软/硬件绘制成图的话，他的关系有点像这样：

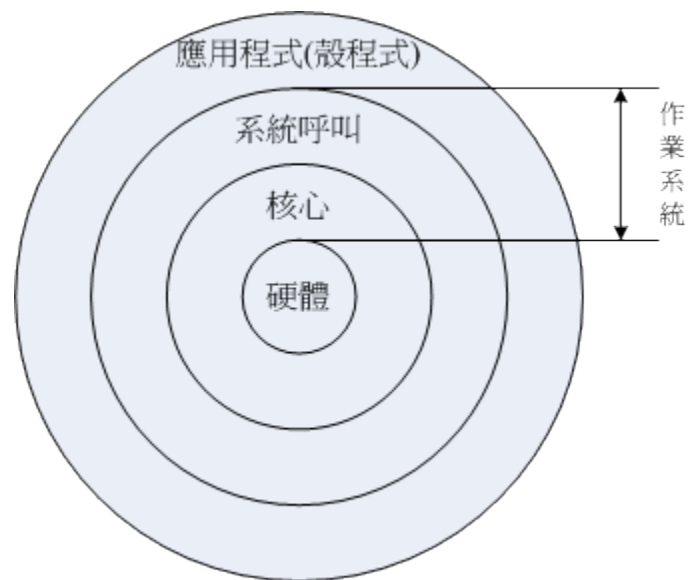


图 4.2.1、操作系统的角色

计算机系统主要由硬件构成，然后核心程序主要在管理硬件，提供合理的计算机系统资源分配(包括 CPU 资源、内存使用资源等等)， 因此只要硬件不同(如 x86 架构与 RISC 架构的 CPU)，核心就得要进行修改才行。 而由于核心只会进行计算机系统的资源分配，所以在上头还需要有应用程序的提供，用户才能够操作系统的。

为了保护核心，并且让程序设计师比较容易开发软件，因此操作系统除了核心程序之外，通常还会提供一整组开发接口， 那就是系统呼叫层。软件开发工程师只要遵循公认的系统呼叫参数来开发软件，该软件就能够在该核心上头运作。 所以你可以发现，软件与核心有比较大的关系，与硬件关系则不大！硬件也与核心有比较大的关系！ 至于与用户有关的，那就是应用程序啦！

**Tips:**

在定义上，只要能够让计算机硬件正确无误的运作，那就算是操作系统了。所以说， 操作系统其实就是核心与其提供的接口工具，不过就如同上面讲的，因为最阳春的核心缺乏了与用户沟通的亲接口， 所以在目前，一般我们提到的『操作系统』都会包含核心与相关的用户应用软件呢！



简单的说，上面的图示可以带给我们底下的概念：

- 操作系统的核心层直接参考硬件规格写成，所以同一个操作系统程序不能够在不一样的硬件架构下运作。举例来说，个人计算机版的 Windows XP 不能直接在 RISC 架构的计算机下运作。所以您知道为何 Windows XP 又分为 32 位及 64 位的版本了吧？因为 32/64 位的 CPU 指令集不太相同，所以当然要设计不同的操作系统版本了。
- 操作系统只是在管理整个硬件资源，包括 CPU、内存、输入输出装置及文件系统文件。如果没有其他的应用程序辅助，操作系统只能让计算机主机准备妥当(Ready)而已！并无法运作其他功能。所以你现在知道为何 Windows XP 上面要达成网页影像的运作还需要类似 PhotoImpact 或 Photoshop 之类的软件安装了吧？
- 应用程序的开发都是参考操作系统提供的开发接口，所以该应用程序只能在该操作系统上面运作而已，不可以在其他操作系统上面运作的。现在您知道为何去购买在线游戏的光盘时，光盘上面会明明白白的写着该软件适合用于哪一种操作系统上了吧？也该知道某些游戏为何不能够在 Linux 上面安装了吧？
- 核心功能

既然核心主要是在负责整个计算机系统相关的资源分配与管理，那我们知道其实整部计算机系统最重要的就是 CPU 与主存储器，因此，核心至少也要有这些功能的：

- 系统呼叫接口(System call interface)  
刚刚谈过了，这是为了方便程序开发者可以轻易的透过与核心的沟通，将硬件的资源进一步的利用，于是需要有这么个简易的接口来方便程序开发者。
- 行程管理(Process control)  
总有听过所谓的『多任务环境』吧？一部计算机可能同时间有很多的工作跑到 CPU 等待运算处理，核心这个时候必须要能够控制这些工作，让 CPU 的资源作有效的分配才行！另外，良好的 CPU 排程机制(就是 CPU 先运作那个工作的排列顺序)将会有效的加快整体系统效能呢！
- 内存管理(Memory management)  
控制整个系统的内存管理，这个内存控制是非常重要的，因为系统所有的程序代码与数据都必须要先存放在内存当中。通常核心会提供虚拟内存的功能，当内存不足时可以提供内存置换(swap)的功能哩。



- 文件系统管理(Filesystem management)

文件系统的管理，例如数据的输入输出(I/O)等等的工作啦！还有不同文件格式的支持啦等等，如果你的核心不认识某个文件系统，那么您将无法使用该文件格式的档案啰！例如：Windows 98 就不认识 NTFS 文件格式的硬盘；

- 装置的驱动(Device drivers)

就如同上面提到的，硬件的管理是核心的主要工作之一，当然啰，装置的驱动程序就是核心需要做的事情啦！好在目前都有所谓的『可加载模块』功能，可以将驱动程序编辑成模块，就不需要重新的编译核心啦！这个也会在后续的[核心编译](#)当中提到的！

### Tips:

事实上，驱动程序的提供应该是硬件厂商的事情！硬件厂商要推出硬件时，应该要自行参考操作系统的驱动程序开发接口，开发完后将该驱动程序连同硬件一同贩卖给用户才对！举例来说，当你购买显示适配器时，显示适配器包装盒都会附上一片光盘，让你可以在进入 Windows 之后进行驱动程序的安装啊！



- 操作系统与驱动程序

老实说，驱动程序可以说是操作系统里面相当重要的一环了！不过，硬件可是持续在进步当中的！包括主板、显示适配器、硬盘等等。那么比较晚推出的较新的硬件，例如显示适配器，我们的操作系统当然就不认识啰！那操作系统该如何驱动这块新的显示适配器？为了克服这个问题，操作系统通常会提供一个开发接口给硬件开发商，让他们可以根据这个接口设计可以驱动他们硬件的『驱动程序』，如此一来，只要使用者安装驱动程序后，自然就可以在他们的操作系统上面驱动这块显示适配器了。

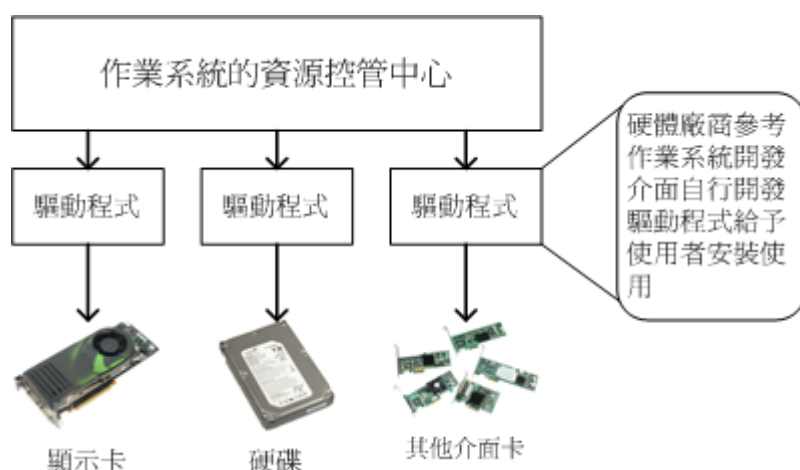


图 4.2.2、驱动程序与操作系统的关系

由上图我们可以得到几个小重点：

- 操作系统必须要能够驱动硬件，如此应用程序才能够使用该硬件功能；
- 一般来说，操作系统会提供开发接口，让开发商制作他们的驱动程序；
- 要使用新硬件功能，必须要安装厂商提供的驱动程序才行；
- 驱动程序是由厂商提供的，与操作系统开发者无关。

所以，如果你想要在某个操作系统上面安装一张新的显示适配器，那么请要求该硬件厂商提供适当的驱动程序吧！^\_^！为什么要强调『适当的驱动程序』呢？因为驱动程序仍然是依据操作系统而开发的，所以，给 Windows 用的驱动程序当然不能使用于 Linux 的环境下了。

---

## 应用程序

应用程序是参考操作系统提供的开发接口所开发出来软件，这些软件可以让用户操作，以达到某些计算机的功能利用。举例来说，办公室软件 (Office) 主要是用来让使用者办公用的；图像处理软件主要是让用户用来处理影音资料的；浏览器软件主要是让用户用来上网浏览用的等等。

需要注意的是，应用程序是与操作系统有关系的，如同上面的图示当中的说明喔。因此，如果你想要购买新软件，请务必参考软件上面的说明，看看该软件是否能够支持你的操作系统啊！举例来说，如果你想要购买在线游戏光盘，务必参考一下该光盘是否支持你的操作系统，例如是否支持 Windows XP/Windows Vista/MAC/Linux 等等。不要购买了才发现该软件无法安装在你的操作系统上喔！

我们拿常见的微软公司的产品来说明。你知道 Windows XP, Office 2007 之间的关系了吗？

- Windows XP 是一套操作系统，他必须先安装到个人计算机上面，否则计算机无法开机运作；
  - Windows 98 与 Windows XP 是两套不同的操作系统，所以能在 Win 98 上安装的软件不见得可在 WinXP 上安装；
  - Windows XP 安装好后，就只能拥有很少的功能，并没有办公室软件；
  - Office 2007 是一套应用程序，要安装前必须要了解他能在哪些操作系统上面运作。
-



## 重点回顾

- 计算器的定义为：『接受用户输入指令与数据，经由中央处理器的数学与逻辑单元运算处理后，以产生或储存成有用的信息』；
  - 计算机的五大单元包括：输入单元、输出单元、CPU 内部的控制单元、算数逻辑单元与主存储器五大部分；
  - 数据会流进/流出内存是 CPU 所发布的控制命令，而 CPU 实际要处理的数据则完全来自于主存储器；
  - CPU 依设计理念主要分为：精简指令集(RISC)与复杂指令集(CISC)系统；
  - 关于 CPU 的频率部分：外频指的是 CPU 与外部组件进行数据传输时的速度，倍频则是 CPU 内部用来加速工作效能的一个倍数，两者相乘才是 CPU 的频率速度；
  - 一般主板芯片组有分北桥与南桥，北桥的总线称为系统总线，因为是内存传输的主要信道，所以速度较快。南桥就是所谓的输入输出(I/O)总线，主要在联系硬盘、USB、网络卡等接口设备；
  - 北桥所支持的频率我们称为前端总线速度(Front Side Bus, FSB)，而每次传送的位数则是总线宽度。
  - CPU 每次能够处理的数据量称为字组大小(word size)，字组大小依据 CPU 的设计而有 32 位与 64 位。我们现在所称的计算机是 32 或 64 位主要是依据这个 CPU 解析的字组大小而来的！
  - 个人计算机的主存储器主要组件为动态随机存取内存(Dynamic Random Access Memory, DRAM)，至于 CPU 内部的第二层快取则使用静态随机存取内存(Static Random Access Memory, SRAM)；
  - BIOS(Basic Input Output System)是一套程序，这套程序是写死到主板上面的一个内存芯片中，这个内存芯片在没有通电时也能够将数据记录下来，那就是只读存储器(Read Only Memory, ROM)；
  - 显示适配器的规格有 PCI/AGP/PCIe，目前的主流为 PCIe 接口；
  - 硬盘的组成为：圆形磁盘盘、机械手臂、磁盘读取头与主轴马达所组成的，其中磁盘盘的组成为扇区、磁道与磁柱；
  - 操作系统(Operating System, OS)其实也是一组程序，这组程序的重点在于管理计算机的所有活动以及驱动系统中的所有硬件。
  - 计算机主要以二进制作为单位，常用的磁盘容量单位为 bytes，其单位换算为 1 Byte = 8bits。
  - 最阳春的操作系统仅在驱动与管理硬件，而要使用硬件时，就得需要透过应用软件或者是壳程序(shell)的功能，来呼叫操作系统操纵硬件工作。目前称为操作系统的，除了上述功能外，通常已经包含了日常工作所需要的应用软件在内了。
-



## 本章习题

- 假设你不知道你的主机内部的各项组件数据，请拆开你的主机内部所有的组件，并且依序列出 CPU、主存储器、显示适配器、主板等组件的型号，然后再将他组装回去。注意，拆装前务必先取得你主板的说明书才好；
- 假设你不想要拆开主机机壳，但想了解你的主机内部各组件的信息时，该如何是好？ 如果使用的是 Windows 操作系统，可使用 CPU-Z 这套软件，如果是 Linux 环境下，可以使用『cat /proc/cpuinfo』及使用『lspci』来查阅各项组件的型号；



## 参考数据与延伸阅读

- 注 1：对于 CPU 的原理有兴趣的读者，可以参考维基百科的说明：  
英文 CPU (<http://en.wikipedia.org/wiki/CPU>)  
中文 CPU (<http://zh.wikipedia.org/wiki/中央处理器>)。
- 注 2：图片参考：作者：陈锦辉，『计算机概论-探索未来 2008』，金禾信息，2007 出版
- 注 3：更详细的 RISC 架构可以参考维基百科：  
<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=精简指令集&variant=zh-tw>
- 注 4：关于 ARM 架构的说明，可以参考维基百科：  
<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=ARM架构&variant=zh-tw>
- 注 5：更详细的 CISC 架构可参考维基百科：  
<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=CISC&variant=zh-tw>
- 注 6：更详细的 x86 架构发展史可以参考维基百科：  
<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=X86&variant=zh-tw>
- 注 7：相关的韧体说明可参考维基百科：  
<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=韧体&variant=zh-hant>
- 感谢：本章当中出现很多图示，很多是从 Tom's Hardware (<http://www.tomshardware.tw/>) 网站取得的，在此特别感谢！

2008/07/22: 利用暑假期间足足写了快要两个星期这篇才写完! 好多图示都不知道如何呈现比较漂亮~@@

2008/07/29: 又加入了 SATA/IDE 的联机扁平电缆, 还有一些额外的图示。

---

2008/07/22 以来统计人数

09 1860



本网页主要以 [firefox](#) 配合分辨率 1024x768 作为设计依据

<http://linux.vbird.org> is designed by [VBird](#) during 2001-2009. [Aerosol Lab](#).