

认识存储器

本项目主要介绍计算机内存、硬盘、光驱和光盘。首先介绍 SDRAM 内存、Rambus 内存以及内存芯片的封装技术,熟悉 DDR SDRAM 内存及其主要性能指标。然后,认识台式机硬盘、笔记本硬盘和移动硬盘,熟悉硬盘的主要性能指标,了解磁盘结构;最后,认识光驱、光盘以及刻录软件。

项目主要内容

- 了解计算机内存条的类型及相关参数。
- 了解内存的主要性能指标。
- 了解硬盘的类型及结构。
- 了解硬盘的主要性能指标。
- 了解光驱、光盘及刻录软件的应用。

能力目标

了解存储器的分类,熟悉各种存储器的结构和性能指标。

任务 3.1 认识计算机内存

学习要点

- 了解内存的分类。
- 掌握内存条的分类。
- 掌握内存颗粒编号识别。
- 掌握内存的主要性能指标。

学习目的

通过本任务的学习,能区分各种类型内存条,并掌握内存的主要性能指标。

学习情境 1 了解 SDRAM 内存

1. SDRAM 概述

SDRAM(Synchronous Dynamic RAM)即同步动态随机存储器。它将 CPU 与 RAM 通过一个相同的时钟锁在一起,使 RAM 和 CPU 共享一个时钟周期,以相同的速度同步工作。与 EDO 内存相比,其速度提高 50%。SDRAM 基于双存储体结构,内含两个交错的存储阵列,当 CPU 从一个存储体或阵列访问数据时,另一个为读写数据做好准备。通过这两个存储阵列的紧密切换,读取效率可成倍提高。当前,由于 DDR 内存的兴起,SDRAM 内存已经被市场淘汰。

2. SDRAM 内存的外观

SDRAM 内存条如图 3-1 所示,采用 168 线的接口方式,即金属引脚数(金手指)为 168 个。在金手指处有两个缺口,一般一个缺口位于金手指靠边处,另一个缺口位于金手指的中间。该内存条的位宽为 8Byte(64bit),工作电压为 3.3V。根据 SDRAM 内存的外部工作频率不同,分成 PC66、PC100、PC133 和 PC150 等规格。

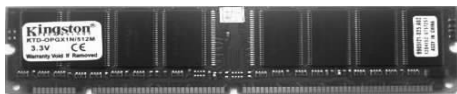


图 3-1 SDRAM 内存条

3. 内存条的物理结构

作为计算机的重要部件之一,内存条主要由以下几部分组成。

1) PCB 板

内存条的 PCB 板多数都是绿色的(如图 3-2 所示)。如今的电路板设计都很精密,都采用多层设计,例如 4 层或 6 层等,所以 PCB 板实际上是分层的,其内部也有金属布线。理论上 6 层 PCB 板比 4 层 PCB 板的电气性能要好,性能较稳定,所以名牌内存多采用 6 层 PCB 板制造。因为 PCB 板制造严密,所以从肉眼上较难分辨是 4 层或 6 层的,只能借助印在 PCB 板上的符号或标识来断定。

2) 金手指

黄色的接触点是内存与主板内存槽接触的部分,数据就是靠它们来传输,通常称为金手指(如图 3-3 所示)。金手指是铜质导线,使用时间长了可能有氧化的现象,影响内存的正常工作,易发生无法开机的故障,此时用橡皮擦清理其上的氧化物即可。

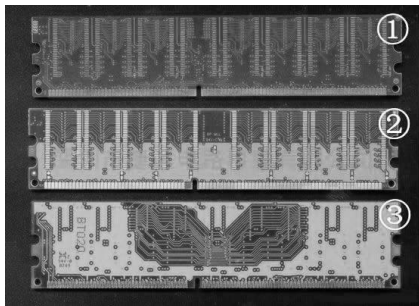


图 3-2 PCB 板

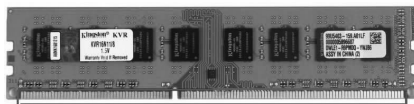


图 3-3 金手指

3) 内存芯片

内存芯片也叫内存颗粒,即内存条上的小黑块,一般为8~16块,是内存的灵魂所在,内存的性能、速度、容量都是由它决定的(如图3-4所示)。

4) 内存颗粒空位

在内存条上可能常看到一些空位,这是因为采用的封装模式预留了一片内存芯片,供其他采用这种封装模式的内存条使用。图3-1所示内存条就是使用9片装的PCB板,预留一个ECC校验模块的位置,中间位置即为空位。

5) 电容和电阻

PCB板上必不可少的电子元件就是电容和电阻,用于提高电气性能。电容采用贴片式,因为内存条的体积较小,不能使用直立式电容。这种贴片式电容的性能很好,为提高内存条的稳定性起了很大作用。电阻也采用贴片式设计,一般好的内存条,其电阻的分布规划也很整齐、合理(如图3-5所示)。

6) 内存固定卡缺口

内存插到主板上后,主板上的内存插槽有两个夹子牢固地扣住内存。图3-6所示的缺口便是用于固定内存的。

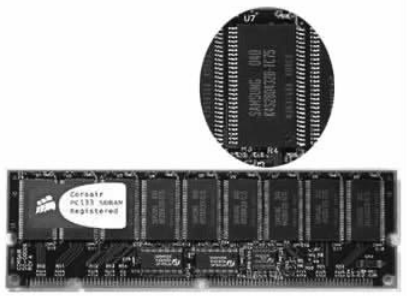


图 3-4 内存芯片

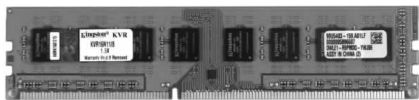


图 3-5 电容和电阻

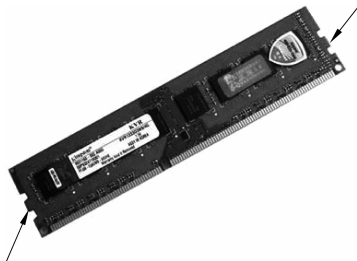


图 3-6 内存固定卡缺口

7) 内存脚缺口

内存脚缺口(如图3-7所示)一是用来防止内存插反,二是用来区分不同的内存。SDRAM内存条和RDRAM内存条有两个缺口,DDR的内存条只有一个缺口,不能混插。

8) SPD

SPD是一个8脚的小芯片(如图3-8所示)。它实际上是一个EEPROM可擦写存储器,容量为256Byte,可以写入信息,包括内存的标准工作状态、速度、响应时间等,以协调计

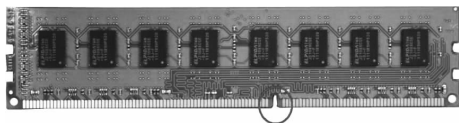


图 3-7 内存脚缺口

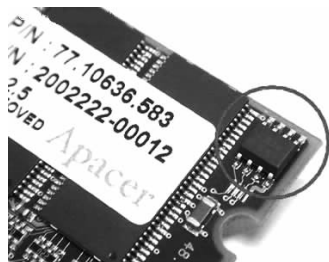


图 3-8 SPD

计算机系统更好地工作。从 PC100 开始,就规定符合 PC100 标准的内存条必须安装 SPD,而且主板可以从 SPD 读取内存信息,并按 SPD 的规定使内存获得最佳的工作环境。

学习情境 2 了解 Rambus 内存

1. Rambus 内存概述

Rambus 内存(即 RDRAM)原本是 Intel 公司强力推广的引领未来内存发展方向的产品,是 Rambus 公司开发的具有系统带宽、芯片到芯片接口设计的内存,它能在很高的频率范围内通过一条简单的总线传输数据,同时使用低电压信号,在高速同步时钟脉冲的两个边沿传输数据。其技术引入了 RISC(精简指令集),依靠高时钟频率来简化每个时钟周期的数据量。因此,其数据通道接口只有 16 位(由两条 8 位的数据通道组成)。由于它利用时钟脉冲的上升沿与下降沿传输数据,因此在 300MHz 频率下的数据传输量达到 $300\text{MHz} \times 16\text{bit} / 8 \times 2 = 1.2\text{GB/s}$,533MHz 时达到 2.1GB/s 。

2. Rambus 内存的外观及其优缺点

Rambus 内存的外观和 SDRAM 内存条相似(如图 3-9 所示),它的金手指处也有两个缺口,但都分布在金手指的中间;它有 184 个金属引脚,即金手指数 184 个。

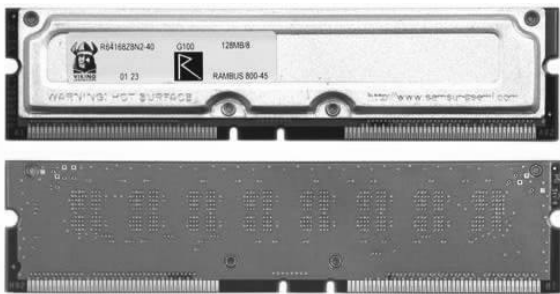


图 3-9 Rambus 内存

与其他内存相比,单根 Rambus 内存容量是 DDR 400 内存的 2 倍左右;同时在时钟频率速度上远超同类内存,并且每条 Rambus 内存模组均有金属防护罩,可以有效防止静电和灰尘对内存造成损伤。其最大带宽达 1.6GB/s ,有多条高性能、大带宽的通道。RDRAM 可提供更高、更有效的带宽,但使用起来非常不方便,必须成对使用(单条不能用),而且使用 Rambus 内存时所有的空插口必须屏蔽。其发热量非常大,制造和使用成本很高。如今,支持双通道的 DDR SDRAM 内存技术出现,而且双通道 DDR SDRAM 的带宽已经超过普通 Rambus 内存的带宽,因此 Rambus 唯一的优点——高带宽也失去了。

3. Rambus 的主要特点

RDRAM 主要有两个容量规格——128Mbit 和 256Mbit。L-Bank 中存储单元的容量不等于 RDRAM 的接口位宽,而是它的 8 倍,因此 RDRAM 是一种 8bit 预取设计,这是它最主要的特点。对于 16bit 芯片,其存储单元的容量为 128bit,这些数据分别从通道 A 和 B 传输至 L-Bank,也就是说,L-Bank 两端的 S-AMP 一次各负责 72bit 数据传输。由于预取 8bit,所以 RDRAM 的突发长度固定为 8,如果再高,对于 PC 应用将不太适合。需要特别注意的是,1Byte 数据不是由数据通道中的 8 条数据线并排传输,而是由一条数据线进行 8 次传输,这一点与 SDRAM 不同,它意味着北桥在进行数据读/写时,必须要等 8 个周期之后

才能完成,中途不能停止。也就是说,读取数据时,目前的北桥(如 850)一次接收 128bit (16Byte)数据,转换为两个 64bit 数据后分两次向 CPU 传送。

学习情境 3 了解 DDR 内存

DDR 全称 DDR SDRAM(Double Data Rate SDRAM),即双倍数据速率的 SDRAM。DDR 内存具有双倍速率传输数据的特性,因此在 DDR 内存的标识上采用工作频率 $\times 2$ 的方法,也就是 DDR 200、DDR 266、DDR 333 和 DDR 400。与 SDRAM 相同,其位宽也为 8Byte(64bit),区别在于 DDR SDRAM 在时钟周期的上升沿和下降沿均能传输数据,而前者只通过时钟周期的上升沿传输数据。因此,理论上 DDR SDRAM 可以提供双倍于 SDRAM 的速率,带来双倍的传输性能。

1. DDR 内存的外观

DDR SDRAM 内存条的外观如图 3-10 所示。与以上两种内存条不同,其金手指处只有一个缺口,在判断内存条类型时,很容易区分。

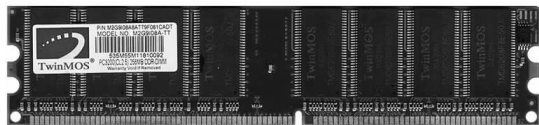


图 3-10 DDR 内存

2. DDR 内存的工作原理

DDR SDRAM 模块部分与 SDRAM 模块相比,改为采用 184 针(pin),4~6 层印制电路板,电气接口由 LVTTTL 改变为 SSTL2,在其他组件或封装上与 SDRAM 模块相同。DDR SDRAM 模块一共有 184 个接脚,且只有一个缺槽,与 SDRAM 的模块不兼容。DDR SDRAM 在命名原则上也与 SDRAM 不同。SDRAM 是按照时钟频率来命名的,例如 PC100 与 PC133;DDR SDRAM 则是以数据传输量作为命名原则,例如 PC1600 以及 PC2100,单位 MB/s。

DDR SDRAM 在规格上按信号延迟时间(CL,CAS Latency,指内存在收到信号后,要等待多少个系统时钟周期后才进行读取动作。一般越短越好,不但要看内存颗粒的原始设定值,否则会造成系统不稳定)有所区别。按照电子工程设计发展联合会(JEDEC)的定义(规格书编号为 JESD79),DDR SDRAM 一共有两种 CAS 延迟,分为 2ns 以及 2.5ns。

3. DDR 的发展(DDR II、DDR III)

1) DDR II 的改进

作为 DDR 的接班人,DDR II 在规范制定之初就引起了广泛关注,2002 年,三星、Elpida、Hynix、Micron 等公司相继发布了 DDR II 芯片,其相对于 DDR 的主要改进如表 3-1 所示。

2) DDR II 内存工作原理

DDR II(如图 3-11 所示)内存的预取设计是 4bit。SDRAM 有两个时钟,一个是内部时钟,一个是外部时钟。在 SDRAM 与 DDR 时代,这两个时钟频率是相同的,但在 DDR II 内存中,内部时钟变成了外部时钟的一半。以 DDR II 400 为例,数据传输频率为 400MHz(对

表 3-1 DDR II SDRAM 与 DDR SDRAM 的比较

项 目		DDR II SDRAM	DDR SDRAM
基本设计	时钟频率/MHz	200/266/333	100/133/166/200
	数据传输率/(Mb/s)	400/533/667	200/266/333/400
	预取设计/bit	4	2
	突发长度/bit	4/8	2/4/8
	L-Bank 数量	最多 8 个	最多 4 个
	CL 值	3、4、5	1.5、2、2.5、3
	数据选取脉冲	差分数据选取脉冲	单数据选取脉冲
电气性能与封装	工作电压/V	1.8	2.5
	接口标准	SSTL_18	SSTL_2
	消耗功率	304mW(最大)533Mb/s	418mW(最大)266Mb/s
	封装	CSP (FBGA) 无铅封装, 60/64/68/ 84/92pin	TSOP- II (66pin)CSP(60pin)
	模组标准	240pin DIMM	184pin DIMM
	系统最高 P-Bank 数量	4	8
功能	命令集	同 DDR	—
	基本时序定义	同 DDR	—
	新功能	ODT、OCD 调校、Posted CAS、AL	无

于每个数据引脚,是 400Mb/s/pin),外部时钟频率为 200MHz,内部时钟频率为 100MHz。因为内部一次传输的数据就可供外部接口传输 4 次,虽然以 DDR 方式传输,但数据传输频率的基准——外部时钟频率仍要是内部时钟的 2 倍才行。就如 RDRAM PC800 一样,其内部时钟频率也为 100MHz,是传输频率的 1/8。

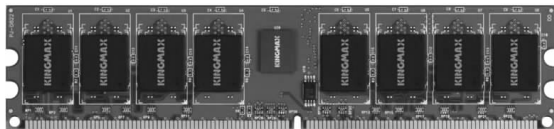


图 3-11 DDR II

所以,当预取容量超过接口一次 DDR 的传输量时,内部时钟必须降低(除非数据传输不是 DDR 方式,而是一个时钟周期 4 次)。如果内部时钟达到 200MHz,外部时钟要达到 400MHz,这会使成本大幅度提高。因此,DDR II 虽然实现了 4bit 预取,但在实际效能上,与 DDR 是一样的。

3) DDR III 简介

DDR III(如图 3-12 所示)的设计始于 2001 年 5 月,2007 年正式面世,其数据传输率从 667MHz 开始,预取数据容量大于 4bit,而且工作电压比 1.8V 低,寄生干扰进一步减少。

DDR III 属于 SDRAM 家族的内存产品,提供相较于 DDR II SDRAM 更高的运行效能与更低的电压,是 DDR II SDRAM(4 倍速率同步动态随机存取内存)的后继者(增加至

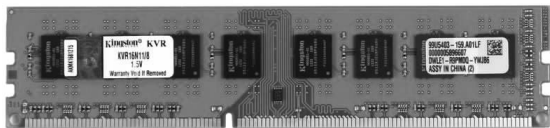


图 3-12 DDR III

8 倍),是现在流行的内存产品。

DDR III SDRAM 为了更省电、传输效率更快,使用 SSTL 15 的 I/O 接口,运作 I/O 电压是 1.5V,采用 CSP、FBGA 封装方式包装;除了延续 DDR II SDRAM 的 ODT、OCD、Posted CAS、AL 控制方式外,新增了更强的 CWD、Reset、ZQ、SRT、RASR 功能。

CWD 用于写入延迟;Reset 提供了超省电功能的命令,让 DDR III SDRAM 内存颗粒电路停止运作,进入超省电待命模式;ZQ 是新增的终端电阻校准功能,新增的线路脚位提供了 ODCE(On Die Calibration Engine),用来校准 ODT(On Die Termination)内部中断电阻;新增了 SRT(Self-Refresh Temperature)可编程化温度控制内存时脉功能,SRT 的加入让内存颗粒在温度、时脉和电源管理上优化,可以说在内存内做了电源管理的功能,同时让内存颗粒的稳定度大为提升,确保内存颗粒不会在工作时脉过高时导致烧毁。同时,DDR III SDRAM 加入 RASR(Partial Array Self-Refresh)局部 Bank 刷新功能,针对整个内存 Bank 完成更有效的资料读写,以达到省电的目的。

学习情境 4 了解内存的主要性能指标

若要全面了解内存,判断内存条的优劣,单看其外观是不够的,还需要理解它的各个性能指标。通过这些指标,才能判断其性能的好与坏。

1. 时钟频率

时钟频率是指内存所能稳定运行的最大频率。对于内存而言,时钟频率越大,其带宽越大,表示该内存的性能越好;反之,表示性能越差。因此,理论上,内存的性能随着时钟频率的增大而变优。

2. 内存容量

每条内存条都是由一片片内存芯片构成的,因此,内存容量是该内存条上所有内存芯片容量的总和,其大小反映的是它所能容纳的二进制信息量。其单位一般为 GB、MB 等。

3. 时钟周期(TCK)

时钟周期 TCK(Clock Cycle Time)代表内存可以运行的最大工作频率。更小的时钟周期代表更高的时钟频率。因此,时钟周期越小,内存的性能越好;反之,性能越差。例如,TCK 为 10ns 的内存比 TCK 为 15ns 的内存的性能要优。

4. CAS 延迟时间(CL)

CL(CAS Latency)即 CAS 延迟时间,它是内存纵向地址脉冲的反应时间。任何内存存在读取数据时,都需要一个“缓冲期”,即 CL。CL 越小,表示该内存反应时间越短,即性能越优;反之,表示内存的性能越差。

5. 存取时间(TAC)

存取时间 TAC(Access Time CLK)表示的是访问数据所需要的时间。该数据越小,表示访问数据所需要的时间越短,证明其性能越优。因此,TAC 为 6ns 的内存比 TAC 为 7ns 的内存性能要好。

6. ECC 校验

ECC(Error Checking Correcting)即错误检测与校正,它是内存的一种数据检验机制,与传统的奇偶校验类似,即是在数据传输过程中,给待传输的数据加上特殊的标签,数据到达目的地后,通过校对标签是否一致来判断数据传输过程中是否出现了错误。若出现错误,根据内置规则对错误数据进行更正。这是 ECC 的优越之处。

7. 内存电压

内存电压是指内存正常工作时所需要的电压。不同类型的内存,工作电压各有不同。工作时,其电压千万不能高于额定电压,否则会造成内存损坏。SDRAM 的内存电压一般为 3.3V 左右,DDR SDRAM 的内存电压一般为 2.5V,DDR II SDRAM 的内存电压为 1.8V 左右,DDR III SDRAM 的内存电压为 1.5V 左右。

8. 内存带宽

内存带宽即数据传送速率,是指每秒访问数据的最大字节数(或位数)。单位时间内访问数据的量越大,代表其速率越快,性能越好。例如内存带宽为 0.8GB/s 的 SDRAM 内存条,其数据传输速率比内存带宽为 1.64GB/s 的 SDRAM 内存条要慢,即前者的性能在其他一定的情况下比后者差。

任务 3.2 认识硬盘

学习要点

- 认识台式机硬盘的外观、接口及结构。
- 认识笔记本电脑硬盘和移动硬盘的相关特性。
- 了解移动硬盘的发展趋势及选购注意事项。
- 熟知硬盘的主要性能指标。

学习目的

通过本任务的学习,了解硬盘的结构,熟悉硬盘的主要性能指标。

学习情境 1 认知台式机硬盘

硬盘(Hard Disk Drive,HDD),全名温彻斯特式硬盘,是计算机中必不可少的外部存储设备。硬盘由一个或者多个铝制或者玻璃制的碟片组成,这些碟片外覆盖有铁磁性材料。绝大多数硬盘都是固定硬盘,被永久性地密封固定在硬盘驱动器中。

随着计算机不断更新和发展,人们对存储介质的要求不断提高,除要求容量大幅提升外,还需要提高读写速度,满足人们对性能提升的需求,于是越来越多不同类型的大容量硬盘诞生,目前主要有台式机硬盘、笔记本硬盘以及移动硬盘三类。

1. 台式机硬盘外观

从外观看,硬盘主要分为正面、侧面和背面三个部分。正面(如图 3-13 所示)贴有产品标签,其内容主要包括产品信息和厂家信息等,如产品型号、商标、序列号、生产日期和容量等。面板上的透气孔是保证硬盘内部气压与外部大气压一致。

硬盘背面(如图 3-14 所示)主要是控制电路板,包括主轴调速电路、磁头驱动与伺服定位电路、读写电路、高速缓存、控制与接口电路等,是硬盘的核心部分。



图 3-13 硬盘正面



图 3-14 硬盘背面

2. 台式机硬盘接口

硬盘接口是硬盘与主机系统间的连接部件,作用是在硬盘缓存和主机内存之间传输数据。不同的硬盘接口决定了硬盘与计算机之间的连接速度。在整个系统中,硬盘接口的优劣直接影响程序运行快慢和系统性能好坏。

从整体的角度上,硬盘接口分为 IDE(如图 3-15 所示)、SATA(Serial ATA)(如图 3-16 所示)、SCSI 和光纤通道 4 种。IDE 和 SATA 为常见的硬盘接口。IDE 接口硬盘已渐渐退出市场;SCSI 接口的硬盘主要应用于服务器市场;光纤通道只用在高端服务器上,价格昂贵;SATA 是现在流行的硬盘接口类型,具有支持热插拔、传输速度快、执行效率高等特点,因此迅速取代 IDE 成为家用计算机首选。



图 3-15 IDE 硬盘接口

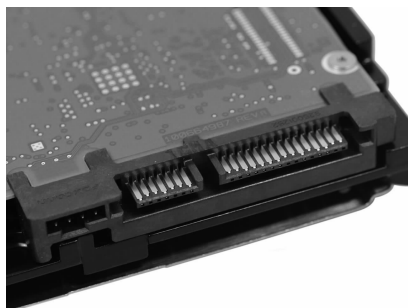


图 3-16 SATA 硬盘接口

1) 电源接口

电源接口的功能是为硬盘供电。由于硬盘存有大量信息,对于用户非常重要,因此保证硬盘正常供电,使之正常运行,显得尤为重要。IDE 硬盘的电源接口为 4 针 D 型头,现在的 SATA 硬盘的电源接口为 15 针 D 型头。

2) 跳线接口

跳线接口用于 IDE 接口硬盘连接双硬盘时。IDE 硬盘跳线的作用是把硬盘跳成主盘 (MS)、从盘 (SL)、缆线自动选择 (CS) 等; SATA 硬盘跳线的作用是改变传输模式, 如跳成 SATA1.0(1.5G)、SATA2.0(3G) 等扩展规范。

3) 数据传输接口

数据传输接口是硬盘数据与主板控制芯片之间进行数据传输交换的通道。使用时, 用一根数据线将其与主板相应的接口相连接。

学习情境 2 认识笔记本硬盘

笔记本硬盘是笔记本电脑中为数不多的通用部件之一, 基本上所有笔记本电脑硬盘都通用。它专为像笔记本电脑这样的移动设备设计, 具有体积小、功耗低、防震等特点。一般笔记本硬盘都是 2.5 寸的, 更小巧的做到了 1.8 寸。

1. 厚度、尺寸及转数

笔记本电脑硬盘有一个台式机硬盘没有的参数, 就是厚度。标准的笔记本电脑硬盘有 7mm、9.5mm、12.5mm、17.5mm 四种厚度。9.5mm 的硬盘是为超轻薄机型设计的, 12.5mm 的硬盘主要用于厚度较大的光软互换和全内置机型; 至于 17.5mm 的硬盘, 是以前单碟容量较小时的产物, 现在基本没有机型采用了。

笔记本电脑使用的硬盘一般是 2.5 英寸, 而台式机为 3.5 英寸, 两者的制作工艺技术参数不同。首先, 2.5 英寸硬盘只使用一个或两个磁盘工作, 而 3.5 英寸硬盘最多可以装配 5 个进行工作; 另外, 由于 3.5 英寸硬盘的磁盘直径较大, 因此可提供较大的存储容量。如果只是进行区域密度存储容量比较的话, 2.5 英寸硬盘的表现相当令人满意。

笔记本电脑硬盘现在最快的是 10000 转 64MB 缓存, 但其速度和台式机 10000 转 16MB 缓存硬盘比起来有些差距。由于笔记本电脑硬盘采用的是 2.5 英寸盘片, 即使转速相同时, 外圈的线速度也无法和 3.5 英寸盘片的台式机硬盘相比。

2. 接口类型

笔记本电脑硬盘一般采用 3 种形式和主板相连, 即用硬盘针脚直接和主板上的插座连接; 用特殊的硬盘线和主板相连; 采用转接口和主板上的插座连接。不管采用哪种方式, 都能实现硬盘与主板的效果连接, 从而实现数据传输。

现在 SATA 串口技术广泛应用在台式机硬盘中, 在笔记本硬盘中也开始广泛应用 Serial ATA 接口技术。采用该接口, 仅以 4 只针脚便能完成所有工作。该技术的重要之处在于可使接口驱动电路体积更加简洁, 高达 150Mb/s 的传输速度使厂商能更容易地制造出对处理器依赖性更小的微型高速笔记本硬盘。

3. 容量及采用的技术

由于应用程序越来越庞大, 硬盘容量将越来越大。对于笔记本电脑硬盘来说, 不但要求其容量大, 还要求其体积小。为解决这个矛盾, 笔记本电脑的硬盘普遍采用磁阻磁头 (MR) 技术或扩展磁阻磁头 (MRX) 技术、MR 磁头以极高的密度记录数据, 从而增加磁盘容量, 提高数据吞吐率, 同时减少磁头数目和磁盘空间, 提高磁盘的可靠性和抗干扰、抗震动性能。它还采用诸如增强型自适应电池寿命扩展器、PRML 数字通道、新型平滑磁头加载/卸载等