

第 1 章 微型计算机基础知识



1.1 认识计算机

计算机 (Computer) 俗称电脑, 可以进行数值计算, 又可以进行逻辑计算, 是一种能按照事先存储的程序, 自动、快速、高效地对各种信息进行存储和处理的现代化智能电子设备。它是一种现代化的信息处理工具, 对信息进行处理并提供所需结果, 其结果 (输出) 取决于所接收的信息 (输入) 及相应的程序。

计算机是 20 世纪最先进的科学技术发明之一, 对人类的生产活动和社会活动产生了极其重要的影响, 并以强大的生命力飞速发展。它的应用领域从最初的军事科研应用扩展到社会的各个领域, 已形成了规模巨大的计算机产业, 带动了全球范围的技术进步, 由此引发了深刻的社会变革, 计算机已遍及一般学校、企事业单位, 进入寻常百姓家, 成为信息社会中必不可少的工具。



1.2 计算机发展史

根据组成计算机的基本逻辑组件的不同, 我们可以把计算机的发展分为五个阶段, 计算机各发展阶段如图 1-1 所示。

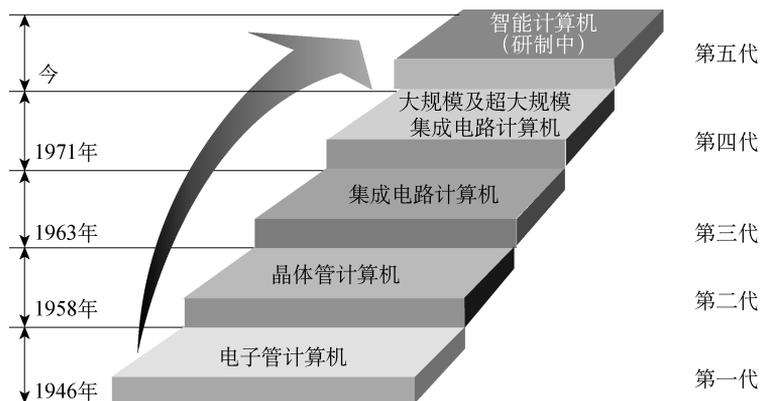


图 1-1 计算机各发展阶段

第一代：电子管计算机（1946年～20世纪50年代后期）

第一代计算机采用电子真空管及继电器作为逻辑组件构成处理器和存储器，用绝缘导线将它们连接在一起。电子管计算机与之前的机电式计算机相比，运算能力、运算速度、体积等都有了很大的进步。

1946年2月5日，美国军方出于对弹道计算的需要，世界上第一台电子计算机埃尼阿克（Electronic Numerical Integrator And Computer, ENIAC, 电子数字积分计算机）诞生，如图1-2所示。埃尼阿克重达30t，占地170m²，由18800个电子管、10000个电容、7000个电阻、6000个继电器组成，是所有现代计算机的鼻祖。



图 1-2 电子计算机埃尼阿克

第一台电子计算机的诞生，宣告了人类从此进入电子计算机时代。伴随着电子器件的发展，计算机技术有了突飞猛进的发展，造就了如 IBM、SUN、Microsoft 等大型计算机公司，人类开始步入以电子技术为主导的新纪元。

第二代：晶体管计算机（20世纪50年代后期～20世纪60年代中期）

晶体管的发明，标志着人类科技的发展进入了一个新的电子时代。与电子管相比，晶体管具有体积小、质量轻、寿命长、发热少、功耗低、运行速度快等优点，晶体管的发明为计算机的小型化和高速化奠定了基础。采用晶体管组件代替电子管成为第二代计算机的标志。

第三代：集成电路计算机（20世纪60年代中期～20世纪70年代初）

1958年，美国物理学家基尔比（J. Kilby）和诺伊斯（N. Noyce）同时发明了集成电路，集成电路的问世催生了微电子产业，采用集成电路作为逻辑组件成为第三代计算机的最重要特征。第三代计算机的杰出代表有 IBM 公司的 IBM 360 及 CRAY 公司的巨型计算机。

第四代：大规模及超大规模集成电路计算机（20世纪70年代初～现在）

随着集成电路技术的迅速发展，采用大规模和超大规模集成电路及半导体存储器的第四代计算机开始进入社会的各个角落。

1971年，Intel 发布了世界上第一个商业微处理器 4004（其中第一个4表示它可以一次处理4位数据，第二个4代表它是这类芯片的第4种型号），每秒可执行60000次运算。

1981年8月12日，IBM 正式推出 IBM 5150，它的 CPU 是 Intel 公司的 8088，主频为

4.77MHz，主机板上配置 64KB 的存储器，另有 5 个插槽供增加内存或连接其他外部设备用。它还配备显示器、键盘和两个软磁盘驱动器，而操作系统是微软的 DOS 1.0。IBM 将 IBM 5150 称为 Personal Computer（个人计算机），“个人计算机”的缩写“PC”成为所有个人计算机的代名词，个人计算机如图 1-3 所示。



图 1-3 个人计算机

新一代智能计算机习惯上称为第五代计算机，是对第四代计算机以后的各种未来型计算机的总称。它能够最大限度地模拟人类大脑的机制，具有人的智能，能够进行图像识别、研究学习和联想等。随着计算机科学技术和相关学科的发展，在不远的未来，成功研制新一代计算机的目标必定会实现。

回顾计算机的发展历程，不难看出计算机的发展趋势。现代计算机的发展正朝着巨型化、微型化的方向发展，计算机的传输和应用正朝着网络化、智能化的方向发展。如今计算机越来越广泛地应用于人们的工作、学习、生活中，对社会和人们的生活有着不可估量的影响。

- ① 巨型化：是指具有运算速度快、存储容量大、功能更完善等特点。
 - ② 微型化：基于大规模和超大规模集成电路的飞速发展。
 - ③ 网络化：计算机技术的发展已经离不开网络技术的发展。
 - ④ 智能化：要求计算机具有人的智能，能够进行图像识别、定理证明、研究学习等。
- 各阶段计算机的性能指标见表 1-1。

表 1-1 各阶段计算机的性能指标

| 发展阶段 性能指标 | 第一代 1946—1958 | 第二代 1959—1964 | 第三代 1956—1970 | 第四代 1971—现今 |
|---------------|------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| 逻辑部件 | 电子管 | 晶体管 | 中、小规模集成电路 | 大、超大规模集成电路 |
| 外存储器 | 磁芯、磁鼓 | 磁鼓、磁盘 | 大容量磁盘 | 软盘、硬盘、光盘 |
| 运算速度（次/秒） | 几万 | 几万至几十万 | 几十万至几百万 | 几亿至几百亿 |
| 数据处理方式与 软件 | 机器语言 汇编语言 | 高级语言 批处理操作系统 | 会话式语言 网络软件 分时操作系统 | 数据库系统 分布式操作系统 面向对象的语言 系统 |
| 应用领域 | 尖端科技 军事领域 | 科学计算 管理领域 | 工业控制 数据处理 | 人类活动的各个领 域出现了网络 |



1.3 计算机的分类

计算机种类很多，可以从不同的角度对计算机进行分类。

- 按照计算机原理分类，可分为数字式电子计算机、模拟式电子计算机和混合式电子计算机。
- 按照计算机用途分类，可分为通用计算机和专用计算机。
- 按照计算机性能分类，可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机（PC）五大类（如图 1-4 所示）。

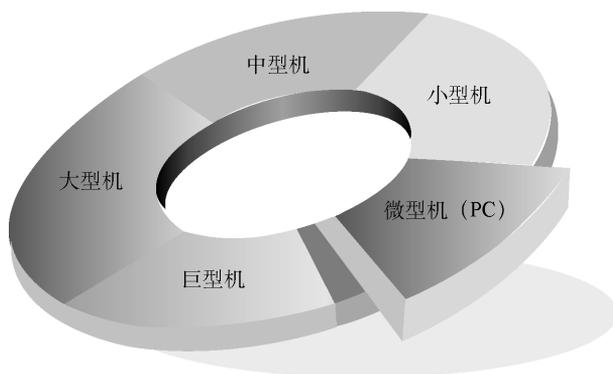


图 1-4 按照计算机性能分类

- 按微机的结构形式分类可分为台式计算机和便携式计算机。

台式计算机如图 1-5 所示，台式计算机需要放置在桌面上，它的主机、键盘和显示器都是相互独立的，通过电缆和插头连接在一起。



图 1-5 台式计算机

便携式计算机又称笔记本电脑，如图 1-6 所示。它把主机、硬盘驱动器、键盘和显示器等部件组装在一起，体积只有手提包大小，并能用蓄电池供电，可以随身携带。



图 1-6 笔记本电脑



1.4 计算机的组成

一个完整的计算机系统是硬件和软件的有机结合。其中硬件系统是构成计算机系统各功能部件的集合，也是计算机完成各项工作的物质基础，包括运算器、控制器、存储器、输入/输出设备。软件系统是为了运行、管理、维护和开发计算机而编制的各种程序及相关资料的总和，主要包括系统软件和应用软件。

硬件是计算机系统的“躯体”，是计算机的物理体现，软件是计算机系统的灵魂，其发展对计算机的更新换代产生了巨大影响。没有安装任何软件的计算机通常称为“裸机”，裸机是无法工作的。硬件系统和软件系统两者是相互依存、不可分割的，二者共同构成一个完整的计算机系统，如图 1-7 所示。

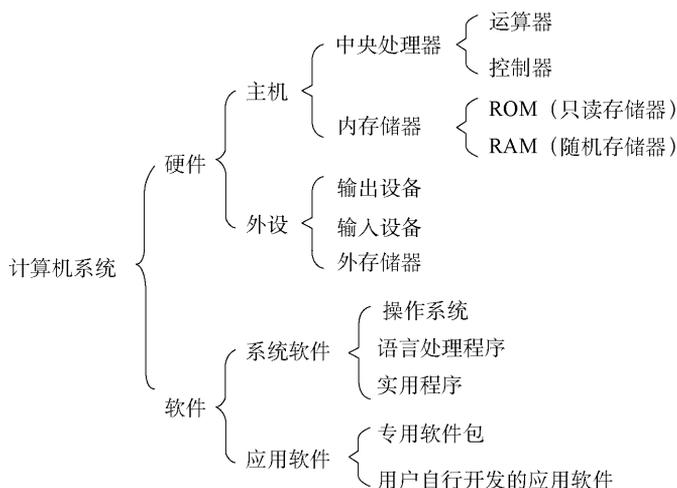


图 1-7 计算机系统

1.4.1 计算机硬件系统

1. 运算器 (Arithmetical Unit, ALU)

运算器在控制器的控制下，对取自存储器的数据进行算术或逻辑运算，并将结果送回存储器。运算器一次运算二进制数的位数称为字长，主要有 8 位、16 位、32 位和 64 位等。字长是衡量 CPU 性能的重要指标之一。

2. 控制器 (Control Unit, CU)

控制器的主要作用是控制各部件协调工作,使整个系统能够连续、自动地运行。控制器每次从存储器中取出一条指令,并对指令进行分析,产生操作命令并发向各个部件,接着从存储器取出下一条指令,再执行这条指令,依次类推,从而使计算机能自动运行。

在现代计算机中,运算器和控制器被集成在一块集成电路芯片上,称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU),是计算机的核心部件。

3. 存储器 (Memory)

存储器是用来存储程序和数据 的部件,分为内存储器(内存)和外存储器(外存,也称辅助存储器)两种。内存主要存放当前要运行的程序和数据,断电后数据会丢失。外存有硬盘、光盘、磁带机和 U 盘等,用来存储暂时用不到的程序和数据,断电后数据不会丢失。

4. 输入设备 (Input Device)

输入设备可以把程序、数据、图形、声音或控制指令等信息,转换成计算机能接收和识别的信息并传输给计算机。目前常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、音视频采集设备(话筒、摄像头)等。

5. 输出设备 (Output Device)

输出设备能将计算机运算结果(二进制信息)转换成人类或其他设备能接收和识别的内容。常用的输出设备有显示器、投影机、打印机、绘图仪和音箱等。

输入设备、输出设备和外存储器统称外部设备(简称外设),通过适配器与主机联系,使主机和外围设备并行协调地工作,是外界与计算机系统进行沟通的桥梁。

计算机硬件的五个部分之间由总线相连。总线是构成计算机系统的骨架,是系统部件之间进行数据、指令、地址及控制信号等信息传输的公共通路。

1.4.2 计算机软件系统

软件系统如图 1-8 所示,软件是为了运行、管理和维护计算机硬件而编写的程序和各种文档的总和,是用户与硬件之间的接口界面,用户主要是通过软件与计算机进行交流。按其功能不同,计算机软件系统主要分为系统软件和应用软件两大类。

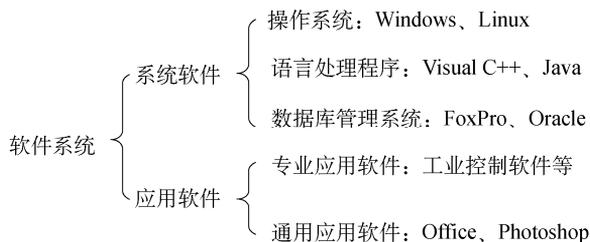


图 1-8 软件系统

1. 系统软件

系统软件是指控制和协调计算机及外部设备,支持应用的软件开发和运行的系统,是无

须用户干预的各种程序的集合，其主要功能是调度、监控和维护计算机系统，负责管理计算机系统中各种独立的硬件。系统软件主要包括操作系统（Operating System, OS）、程序设计语言、语言处理程序、服务性程序、数据库管理系统，系统软件如图 1-9 所示。

(1) 操作系统是计算机软件中最重要的程序，是用来管理和控制计算机系统中硬件和软件资源的大型程序，同时也是计算机系统的内核与基石。它的职责包括对硬件的直接监管、对各种计算资源（如内存、处理器时间等）的管理，以及提供作业管理等面向应用程序的服务，如 DOS、Windows XP、Windows 7、Linux、UNIX、Netware、Mac OS 等。操作系统如图 1-10 所示。

Windows 操作系统的位数与 CPU 的位数相关，从以前的 8 位到现在的 64 位，8 位是指一个时钟周期内可并行处理 8 位二进制字符 0 或 1，64 位指可并行处理 64 位二进制字符。

(2) 程序设计语言就是用户用来编写程序的语言，它是人与计算机之间交换信息的工具。程序设计语言是软件系统的重要组成部分。一般可分为机器语言、汇编语言和高级语言三类。

① 机器语言。

20 世纪 40 年代，计算机刚刚问世的时候，程序员必须手动控制计算机，但这项工作过于复杂，很少有人能掌握。当时的计算机十分昂贵，主要用于军事方面。随着计算机的价格大幅度下跌，为了让更多的人能控制计算机，科学家发明了机器语言，机器语言是用一组 0 和 1 组成的代码符号替代手工拨动开关来控制计算机，用二进制代码“0”和“1”形式表示的，能被计算机直接识别和执行的程序。机器语言的执行速度快，但它的二进制代码会随 CPU 型号的不同而不同，并且不便于人们的记忆、阅读和书写，所以通常不用机器语言编写程序。

② 汇编语言。

由于机器语言枯燥、难以理解，人们使用英文字母代替特定的 0、1 代码，形成了汇编语言，相比于机器语言，汇编语言更容易学习。汇编语言是一种使用助记符表示的面向机器的程序设计语言。每条汇编语言的指令对应一条机器语言的代码，不同型号的计算机系统一般有不同的汇编语言。

③ 高级语言。

机器语言和汇编语言都是面向机器的语言，一般称为低级语言。由于它们对计算机的依赖性大，程序的通用性差，要求程序员必须了解计算机硬件的细节，因此它们只适合计算机专业人员使用。为了解决上述问题，满足广大非专业人员的编程需求，高级语言应运而生。高级语言是一种比较接近自然语言（英语）和数学表达式的一种计算机程序设计语言，其与具体的计算机硬件无关，易于人们接受和掌握。常用的高级语言有 C++、Java、C#、VC、VB、Pascal 等，这些语言的语法、命令格式都各不相同。其中 Java 是目前使用最广泛的网络编程语言之一，它具有简单、面向对象、稳定、与平台无关、多线程、动态等特点。任何高级语言编写的程序都不能直接被计算机识别，必须经过转换、翻译成机器语言程序后才能被计算机执行，与低级语言相比，用高级语言编写的程序的执行时间和效率要差一些。

(3) 语言处理程序。语言处理程序即语言程序的翻译，由于计算机硬件只能识别机器指令，用助记符表示的汇编语言指令和高级语言编写的程序是不能直接执行的，要执行语言编写的程序，必须先用一个程序将语言程序翻译成机器语言，才能被计算机执行，用于翻译的

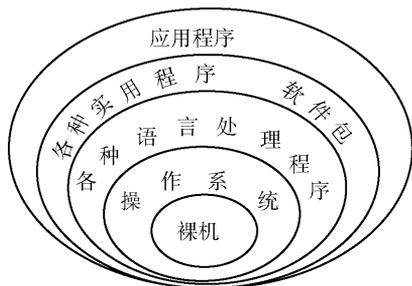
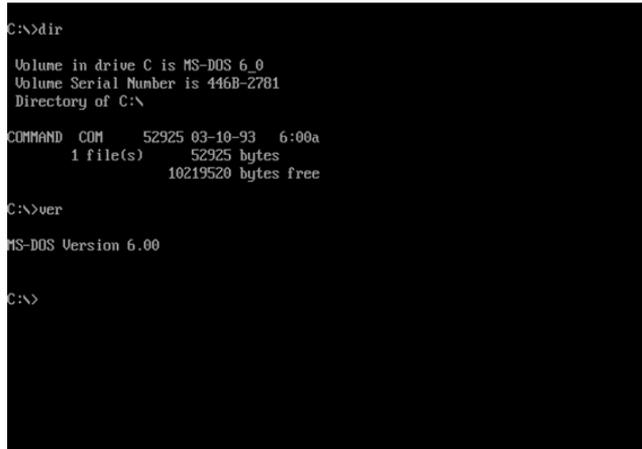


图 1-9 系统软件

DOS



Windows



Linux



图 1-10 操作系统

程序称为语言处理程序，语言处理程序工作过程如图 1-11 所示。用高级语言编写的程序称为源程序，翻译后得到的机器语言程序称为目标程序。

(4) 各种服务性程序，是指为了帮助用户使用与维护计算机，提供服务性手段，支持其他软件开发，而编制的一类程序，主要有以下几种：工具软件、编辑程序、调试程序、诊断程序等。

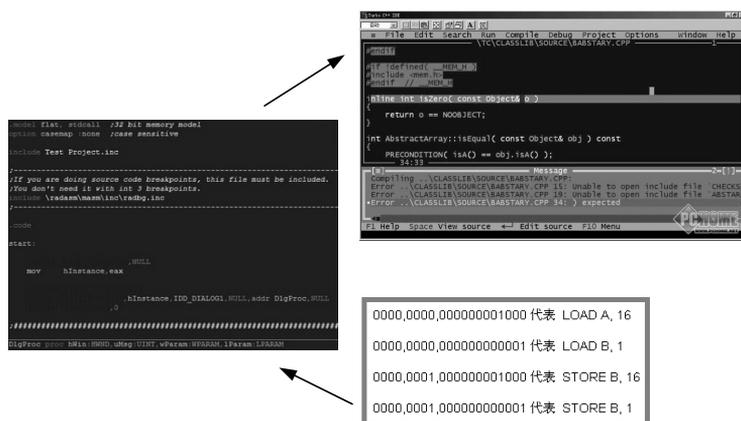


图 1-11 语言处理程序工作过程

(5) 数据库管理系统 (Data Base System, DBS), 是对计算机中所存放的大量数据进行组织、管理、查询并提供一定处理功能的大型系统软件。一个完整的数据库系统由数据库 (DB)、数据库管理系统 (Data Base Management System, DBMS) 和用户应用程序三部分组成。数据库管理系统按照其管理数据库的组织方式分为三大类: 关系型数据库、网络型数据库和层次型数据库。目前, 常用的数据库系统有 Access、SQL Server、MySQL、Oracle、Informix、FoxPro 等。

2. 应用软件

除系统软件以外的所有软件都称为应用软件, 是由计算机生产厂家或软件公司为满足用户不同领域、不同问题的应用需求而专门研制的应用程序, 如文字处理程序、电子表格处理程序、软件开发程序、用户应用程序等。

应用软件按照用途的不同可分为以下几种:

- (1) 用于科学计算方面的数学计算软件、统计软件等。
- (2) 办公软件, 如 Office、WPS 等。
- (3) 图形图像处理软件, 如 Flash、CorelDraw、Painter、3DS MAX、MAYA 等。
- (4) 计算机辅助设计软件: AutoCAD、Photoshop、Fireworks 等。
- (5) 媒体播放软件, 如暴风影音、豪杰超级解霸、Windows Media Player、RealPlayer 等。
- (6) 音乐播放软件, 如酷我音乐、酷狗音乐等。
- (7) 下载管理软件, 如迅雷、网际快车、超级旋风等。
- (8) 杀毒软件, 如 360 安全卫士、瑞星、金山毒霸、卡巴斯基等。
- (9) 网络聊天软件, 如 QQ、MSN、微信等。
- (10) 解压缩软件, 如 WinRAR、好压等。
- (11) 各种财务管理软件、税务管理软件、工业控制软件、辅助教育软件、娱乐游戏软件等。



1.5 计算机工作原理

计算机之所以能高速、自动地进行各种操作, 一个重要的原因就是采用了冯·诺依曼提出的存储程序和过程控制的思想。虽然计算机的制造技术从出现到现在已经发生了翻天覆地

的变化，但所有电子计算机一直沿用冯·诺依曼提出的结构体系和工作原理，称为“冯·诺依曼型计算机”。

计算机奠基人——冯·诺依曼（John Von Neumann）于1903年12月28日生于匈牙利布达佩斯的一个犹太人家庭，是著名的美籍匈牙利数学家。冯·诺依曼型计算机的主要思想如下。

（1）计算机硬件系统由五个基本部分组成：运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。各基本部分的功能：存储器能存储数据和指令，控制器能自动执行指令，运算器可以进行加、减、乘、除等基本运算，操作人员可以通过输入、输出设备与主机进行通信。

（2）采用二进制数来表示数据和指令。计算机的指令和数据都以二进制数存放在主存储器中，在计算机科学中，数据是用于输入电子计算机进行处理，具有一定意义的数字、字母、符号和模拟量的总称，如文字、声音、图像等。

计算机指令是计算机所能识别并执行操作的一系列二进制代码，是对计算机进行程序控制的最小单位，是指挥计算机工作的指示和命令，程序就是一系列按一定顺序排列的指令，执行程序的过程就是计算机的工作过程。

（3）采用“存储程序和过程控制”的结构模式，将程序预先存储在计算机中。计算机自动地逐步执行程序，在程序执行过程中，计算机根据上一步的处理结果，能运用逻辑判断能力自动决定下一步应该执行哪一条指令。

计算机的基本工作原理可以简单概括为输入、处理、输出和存储四个步骤。我们可以利用输入设备（键盘或鼠标等）将数据或指令“输入”计算机，然后由中央处理器（CPU）发出命令进行数据的“处理”工作，最后，计算机会把处理的结果“输出”至屏幕、音箱或打印机等输出设备。而且，由CPU处理的结果也可送到存储设备中进行“存储”，以便日后再次使用它们。这四个步骤组成一个循环过程，输入、处理、输出和存储并不是一定按照顺序操作，而是在程序的指挥下，计算机根据需要决定执行哪一个步骤。计算机的工作原理如图1-12所示。中央处理器包括了运算器和控制器。

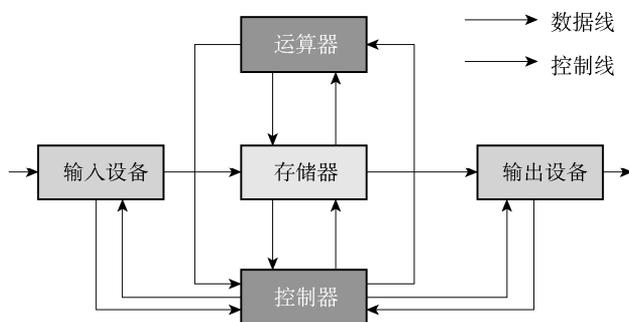


图 1-12 计算机的工作原理



1.6 计算机的性能指标

对计算机进行系统配置时，首先要了解计算机系统的主要技术指标。衡量计算机性能指标主要有以下几个。

（1）字长：字长是CPU能够直接处理的二进制数据位数，它直接关系到计算机的计算精

度、功能和运算速度。字长越长，处理能力就越强，精度就越高，运算速度也就越快。

(2) 主频：主频是指计算机的时钟频率，单位用兆赫兹 (MHz) 或吉赫兹 (GHz) 表示。

(3) 运算速度：运算速度是指计算机每秒所能执行的指令条数，一般以 MIPS (Million Instructions Per Second, 每秒百万条指令) 为单位。

(4) 内存容量：内存容量是指内存存储器中能够存储信息的总字节数，一般以 MB、GB 为单位。

(5) 外设配置：指计算机的输入/输出设备。

(6) 软件配置：包括操作系统、计算机语言、数据库语言、数据库管理系统、网络通信软件、汉字支持软件及其他各种应用软件。



1.7 计算机的输入/输出接口

计算机输入/输出接口是 CPU 与外部设备之间交换信息的连接电路，它们通过总线与 CPU 相连，简称 I/O 接口。I/O 接口分为总线接口和通信接口两类。

1.7.1 输入/输出接口简介

计算机输入/输出接口用于外部设备或用户电路与 CPU 之间进行数据、信息交换及控制，计算机使用时应使用微型计算机总线把外部设备和用户电路连接起来，需要使用微型计算机总线接口；微型计算机系统与其他系统直接进行数字通信时使用通信接口。

总线接口是把微型计算机总线通过电路插座提供给用户的一种总线插座，供插入各种功能卡。插座的各个引脚与微型计算机总线的相应信号线相连，用户只要按照总线排列的顺序制作外部设备或用户电路的插线板，即可实现外部设备或用户电路与系统总线的连接，使外部设备或用户电路与微型计算机系统成为一体。

常用的总线接口有 AT 总线接口、PCI 总线接口、IDE 总线接口等。AT 总线接口多用于连接 16 位微型计算机系统的外部设备，如 16 位声卡、低速的显示适配器、16 位数据采集卡及网卡等。PCI 总线接口用于连接 32 位微型计算机系统的外部设备，如 3D 显示卡、高速数据采集卡等。IDE 总线接口主要用于连接各种磁盘和光盘驱动器，可以提高系统的数据交换速度和能力。通信接口是指微型计算机系统与其他系统直接进行数字通信的接口电路，通常分为串行通信接口和并行通信接口两种，即串口和并口。串口用于把 MODEM 等这种低速外部设备与微型计算机连接，传送信息的方式是逐位依次进行的。串口的标准是 EIA (Electronics Industry Association, 电子工业协会) RS-232C 标准。串口的连接器有 D 型 9 针插座和 D 型 25 针插座两种，位于计算机主机箱的后面板上，鼠标就连接在这种串口上。并行接口多用于连接打印机等高速外部设备，传送信息的方式是按字节进行，即 8 个二进制位同时传送。PC 使用的并口为标准并口 Centronics。打印机一般采用并口与计算机通信，并口也位于计算机主机箱的后面板上。I/O 接口一般做成电路插卡的形式，所以通常称为适配卡，如软盘驱动器适配卡、硬盘驱动器适配卡 (IDE 接口)、并行打印机适配卡 (并口)、串行通信适配卡 (串口)，还包括显示接口、音频接口、网卡接口 (RJ45 接口)、调制解调器使用的电

话接口（RJ11 接口）等。在 386 以上的微型计算机系统中，通常将这些适配卡做在一块电路板上，称为复合适配卡或多功能适配卡，简称多功能卡。

1.7.2 输入/输出控制方式

外部设备要与存储器进行数据交换，则必须通过 CPU 执行输入/输出指令及存储器读写指令来完成。CPU 管理外围设备的输入/输出控制方式有五种：查询方式、中断方式、DMA 方式（直接内存存取）、通道方式、外围处理机方式，前两种方式由软件实现，后三种方式由硬件实现。

1. 查询方式

查询方式是通过执行输入/输出查询程序来完成数据传送的。

工作原理是：当 CPU 启动外设工作后，不断地读取外设的状态信息进行测试，查询外设是否准备就绪，如外设准备好，则可以进行数据传送；否则，CPU 继续读取外设的状态信息进行查询等待，直到外设准备好。

查询方式需要 CPU 不断使用指令检测来获取外设工作状态。CPU 与外围设备的数据交换完全依赖于计算机的程序控制，在进行信息交换之前，CPU 要设置传输参数、长度等，然后启动外设工作；外设则进行数据传输的准备工作，在外设准备数据时间里，CPU 除循环检测外设是否已准备好外，不能处理其他业务，只能一直等待；直到外设完成数据准备工作，CPU 才能开始进行信息交换，造成 CPU 的运行效率极低。

查询方式的特点：

- (1) CPU 的操作和外围设备的操作能够完全同步，硬件结构也比较简单。
- (2) 造成 CPU 的运行效率极低。

在当前的实际应用中，除单片机外，已经很少使用程序查询方式了。

2. 中断方式

中断方式是一种硬件和软件相结合的技术，中断请求和处理依赖于中断控制逻辑，而数据传送则是通过执行中断服务程序来实现的。

中断是主机在执行程序过程中，遇到突发事件而中断正在执行的程序，转而对突发事件进行处理，待处理完后继续原程序的执行。当一个中断发生时，外设发出“中断请求”，CPU 暂停其现执行程序，保护程序断点地址，把中断处理程序入口地址送入寄存器中进行中断响应，转而执行中断处理程序，完成数据 I/O 工作，也就是中断处理；当中断处理完毕后，CPU 又返回原来的任务，并从暂停处继续执行程序，也就是把中断响应保存起来的断点地址重新送回指令指针寄存器，进行中断返回操作。

中断方式的特点：

(1) 在外设工作期间，CPU 无须等待，可以处理其他任务，CPU 与外设可以并行工作，既提高了系统效率，又能满足实时信息处理的需要。节省了 CPU 时间，是管理 I/O 操作的一个比较有效的方法。

(2) 与程序查询方式相比，程序中断方式的硬件结构相对复杂一些，服务成本较大。

中断方式一般适用于随机出现的服务，并且一旦提出要求，立即执行。

3. DMA 方式

采用中断方式可以提高 CPU 的利用率,但有些 I/O 设备(如磁盘、光盘等)需要高速而频繁地与存储器进行批量的数据交换,此时中断方式已不能满足速度上的要求。而 DMA(Direct Memory Access, 直接存储器访问)方式是一种完全由硬件执行 I/O 交换的工作方式,可以在存储器与外设之间开辟一条高速数据通道,使外设与存储器之间可以直接进行批量数据传送。

实现 DMA 传送,要求 CPU 让出系统总线的控制权,然后由专用硬件设备(DMA 控制器)来控制外设与存储器之间的数据传送。DMA 控制器一端与外设连接,另一端与 CPU 连接,由它控制存储器与高速 I/O 设备之间直接进行数据传送。

DMA 方式的特点:

(1) 在数据传送过程中,DMA 控制器从 CPU 完全接管对总线的控制权,由 DMA 控制器参与工作,不需要 CPU 的干预,数据交换不经过 CPU 而直接在主存储器和外围设备之间进行,能高速传送数据。

(2) 批量数据传送时效率很高,传送速率仅受限于主存储器的访问时间,通常用于高速 I/O 设备与内存之间的数据传送。

(3) 与程序中中断方式相比,这种方式需要更多的硬件,适用于主存储器和高速外围设备之间大批量数据交换的场合。

4. 通道方式

通道是一个具有特殊功能的处理器,称为输入/输出处理器(IOP),它分担了 CPU 的一部分功能,可以实现对外围设备的统一管理,完成外围设备与主存储器之间的数据传送。

通道方式的特点:

(1) DMA 方式的出现减轻了 CPU 对 I/O 操作的控制,使得 CPU 的效率显著提高,而通道的出现则进一步提高了 CPU 的效率。

(2) 这种效率的提高是以增加更多的硬件为代价的。

5. 外围处理机方式

外围处理机方式(Peripheral Processor Unit, PPU)是通道方式的进一步发展,基本上独立于主机工作。它的结构更接近于一般的处理机,甚至就是微型计算机。在一些系统中,设置了多台 PPU,分别承担 I/O 控制、通信、维护诊断等任务,从某种意义上说,这种系统已经变成了分布式多机系统。

外围处理机方式的特点:

(1) 外围处理机基本上独立于主机,使得计算机系统结构有了质的飞跃,由功能集中式发展为功能分散式的分布式系统。

(2) 能分析、处理较复杂的工作。

查询方式和中断方式适用于数据传输速率比较低的外围设备,而 DMA 方式、通道方式和外围处理机方式适用于数据传输速率比较高的外围设备。

1.7.3 中断系统

中断装置和中断处理程序统称中断系统。中断系统是计算机的重要组成部分。实时控制、故障自动处理、计算机与外围设备间的数据传送往往采用中断系统。中断系统的应用大大提高了计算机效率。

1. 中断响应过程

当 CPU 收到中断请求后，能根据具体情况决定是否响应中断，如果 CPU 没有更急、更重要的工作，则在执行完当前指令后，响应这一中断请求。CPU 中断响应过程如下：首先，将断点处的 PC 值（即下一条应执行指令的地址）送入堆栈保留下来，称为保护断点，由硬件自动执行。然后，将有关的寄存器内容和标志位状态送入堆栈保留下来，称为保护现场，由用户自己编程完成。保护断点和现场后即可执行中断服务程序，执行完毕，CPU 由中断服务程序返回主程序。中断返回过程：首先恢复原保留寄存器的内容和标志位的状态，称为恢复现场，由用户编程完成。然后，使用返回指令 RETI，RETI 指令的功能是恢复 PC 值，使 CPU 返回断点，称为恢复断点。恢复现场和断点后，CPU 将继续执行原主程序，中断响应过程结束。

2. 中断的分类

1) 硬件中断 (Hardware Interrupt)

(1) 可屏蔽中断 (Maskable Interrupt): 硬件中断的一类，可通过在中断屏蔽寄存器中设定位掩码来关闭。

(2) 非可屏蔽中断 (Non-Maskable Interrupt, NMI): 硬件中断的一类，无法通过在中断屏蔽寄存器中设定位掩码来关闭。典型例子是时钟中断（一个硬件时钟以恒定频率（如 50Hz）发出的中断）。

(3) 处理器间中断 (Interprocessor Interrupt): 一种特殊的硬件中断。由处理器发出，被其他处理器接收，仅见于多处理器系统，以便于处理器间通信或同步。

(4) 伪中断 (Spurious Interrupt): 一类不希望产生的硬件中断。发生的原因有很多种，如中断线路上电气信号异常，或中断请求设备本身有问题。

2) 软件中断 (Software Interrupt)

软件中断是一条 CPU 指令，用于自陷一个中断。由于软件中断指令通常要运行一个切换 CPU 至内核态 (Kernel Mode/Ring 0) 的子例程，它常被用于实现系统调用 (System Call)。

3. IRQ 中断请求

IRQ 全称为 Interrupt Request，即“中断请求”，中断请求号也叫中断号或中断类型号。外部设备进行 I/O 操作时，会随机产生中断请求信号。这个信号中会有特定的标志，使计算机能够判断是哪个设备提出中断请求，这个信号就叫作中断号。

在每台计算机的系统中，由一个中断控制器 8259 或 8259A 的芯片（现在此芯片大都集成到其他芯片内）来控制系统中每个硬件的中断控制。目前共有 16 组 IRQ，去掉其中用于桥接的一组 IRQ，实际上只有 15 组 IRQ 可供硬件调用。

4. 中断的功能

现代计算机中采用中断系统的主要目的如下。

(1) 提高计算机系统效率。

计算机系统中处理机的工作速度远高于外围设备的工作速度。通过中断可以协调它们之间的工作。当外围设备需要与处理机交换信息时, 由外围设备向处理机发出中断请求, 处理机及时响应并进行相应处理。不交换信息时, 处理机和外围设备处于各自独立的并行工作状态。

(2) 维持系统可靠正常工作。

现代计算机中, 程序员不能直接干预和操纵计算机, 必须通过中断系统向操作系统发出请求, 由操作系统来实现人为干预。主存储器中往往有多道程序和各自的存储空间。在程序运行过程中, 如出现越界访问, 有可能引起程序混乱或相互破坏信息。为避免这类事件的发生, 由存储管理部件进行监测, 一旦发生越界访问, 向处理机发出中断请求, 处理机立即采取保护措施。

(3) 满足实时处理要求。

在实时系统中, 各种监测和控制装置随机地向处理机发出中断请求, 处理机随时响应并进行处理。

(4) 提供故障现场处理手段。

处理机中设有各种故障检测和错误诊断的部件, 一旦发现故障或错误, 立即发出中断请求, 进行故障现场记录和隔离, 为进一步处理提供必要的依据。

1.7.4 DMA 系统

要把外设的数据读入内存或把内存的数据传送到外设, 一般都要通过 CPU 控制完成, 如 CPU 程序查询或中断方式。利用中断进行数据传送, 可以大大提高 CPU 的利用率。但是采用中断传送有它的缺点, 对于一个高速 I/O 设备, 以及批量交换数据的情况, 只能采用 DMA 方式, 才能解决效率和速度问题。数据传输操作在一个称为“DMA 控制器”的控制下进行。CPU 除在数据传输开始和结束时进行一些处理以外, 在传输过程中 CPU 可以进行其他的工作。这样, 在大部分时间里, CPU 和输入/输出都处于并行操作状态。因此, 使整个计算机系统的效率大大提高。

DMA 的英文全称是“Direct Memory Access”, 其意思是“直接存储器访问”, 是一种不经过 CPU 而直接从内存中存取数据的数据交换模式。PIO (Programming Input/Output Model) 模式下硬盘和内存之间的数据传输是由 CPU 来控制的; 而在 DMA 模式下, CPU 只需向 DMA 控制器下达指令, 让 DMA 控制器来处理数据的传送, 数据传送完毕再把信息反馈给 CPU, 这样就很大程度上节省了 CPU 的资源。

直接存储器存取主要用于快速设备和主存储器成批交换数据的场合。把数据的传输过程交由一块专用的 DMA 控制器来控制, DMA 控制器代替 CPU 在快速设备与主存储器之间直接传输数据, DMA 控制器是一种在系统内部转移数据的独特外设, 可以将其视为一种能够通过一组专用总线将内部和外部存储器与每个具有 DMA 能力的外设连接起来的控制器。它之所以属于外设, 是因为它是在处理器的编程控制下执行传输的。值得注意的是, 通常只有数据流量较大的外设才需要支持 DMA 能力, 这些应用方面典型的例子包括视频、音频和网络接口。

一般而言，DMA 控制器将包括一条地址总线、一条数据总线和控制寄存器。高效率的 DMA 控制器将具有访问其所需要的任意资源的能力，而无须处理器本身的介入，它必须能产生中断。最后，它必须能在控制器内部计算出地址。

一个处理器可以包含多个 DMA 控制器。每个控制器有多个 DMA 通道，以及多条直接与存储器站 (Memory Bank) 和外设连接的总线。在很多高性能处理器中集成了两种类型的 DMA 控制器。第一类通常称为“系统 DMA 控制器”，可以实现对任何资源（外设和存储器）的访问，以 ADI 的 Blackfin 处理器为例，频率最高可达 133MHz；第二类称为内部存储器 DMA 控制器 (IMDMA)，专门用于内部存储器所处位置之间的相互存取操作。因为存取都发生在内部 (L1—L1、L1—L2 或 L2—L2)，速度可以超过 600MHz。



1.8 计算机的应用领域

计算机的高速发展全面促进了计算机的应用。在当今信息社会中，计算机的应用极其广泛，已遍及经济、政治、军事及社会生活的各个领域。计算机的具体应用可以归纳为以下几个方面。

(1) 科学计算。

科学计算又称数值计算，是计算机最早的应用领域。同人工计算相比，计算机不仅速度快，而且精度高。利用计算机的高速运算和大容量存储的能力，可进行人工难以完成或根本无法完成的各种数值计算。其中一个著名的例子是圆周率值的计算。美国一位数学家在 1873 年宣称，他花了 15 年的时间把圆周率的值计算到小数点后 707 位。111 年之后，日本有人宣称用计算机将圆周率值计算到小数点后 1000 万位，只用了 24 小时。对要求限时完成的计算，使用计算机可以赢得宝贵时间。如天气预报，人工计算天气情况就需要几个星期，这就失去了时效性。若改用高性能的计算机系统，取得 10 天的预报数据只需要计算几分钟，这就使中、长期天气预报成为可能。科学计算是计算机成熟的应用领域。

(2) 数据处理。

数据处理又称信息处理，是目前计算机应用的主要领域。在信息社会中需要对大量的、以各种形式表示的信息资源进行处理，计算机因其具备的种种特点，自然成为处理信息的得力工具。早在 20 世纪 50 年代，就把登记、统计账目等单调的事务工作交给计算机处理了。20 世纪 60 年代初期，银行、大企业和政府机关纷纷用计算机来处理账册、管理仓库或统计报表，从数据的收集、存储、整理到检索统计，应用的范围日益扩大。数据处理很快就超过了科学计算，成为最广泛的计算机应用领域。

(3) 自动控制。

自动控制也称过程控制或实时控制，是指用计算机作为控制部件对生产设备或整个生产过程进行控制。其工作过程：首先用传感器在现场采集受控制对象的数据，求出它们与设定数据的偏差；接着由计算机按控制模型进行计算；然后产生相应的控制信号，驱动伺服装置对受控对象进行控制或调整。

(4) 计算机辅助功能。

计算机辅助功能是指能够部分或全部代替人完成各项工作，目前主要包括计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助测试和计算机辅助教学。

① 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)。CAD 可以帮助设计人员进行工程或产品的设计工作,采用 CAD 能够提高工作的自动化程度,缩短设计周期,并达到最佳的设计效果。目前, CAD 技术广泛应用于机械、电子、航空、船舶、汽车、纺织、服装、化工、建筑等行业,已成为现代计算机应用中最活跃的领域之一。

② 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM)。CAM 是指用计算机来管理、计划和控制加工设备的操作。采用 CAM 技术可以提高产品质量、缩短生产周期、提高生产效率、降低劳动强度,并改善生产人员的工作条件。

计算机辅助设计和计算机辅助制造结合产生了 CAD/CAM 一体化生产系统,再进一步发展,则形成计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, CIMS), CIMS 是制造业的未来。

③ 计算机辅助测试 (Computer Aided Test, CAT)。CAT 是指利用计算机协助对学生的学习效果进行测试和学习能力估量,一般分为脱机测试和联机测试两种方法。

脱机测试是由计算机从预置的题目库中按教师规定的要求挑选出一组适当的题目,打印成试卷,给学生回答后,进行评卷和评分,标准答案在计算机中早已存储。联机测试是从计算机的题目库中逐个地选出题目,并通过显示器和输出打印机等交互手段向学生提问,学生将自己的回答通过键盘等输入设备送入计算机,由计算机批阅并评分。

④ 计算机辅助教学 (Computer Aided Instruction, CAI)。CAI 是指利用计算机来辅助教学工作。CAI 改变了传统的教学模式,它使用计算机作为教学工具,把教学内容编制成教学软件——课件。学习者可根据自己的需要和爱好选择不同的内容,在计算机的帮助下学习,实现教学内容的多样化和形象化。随着计算机网络技术的不断发展,特别是全球计算机网络 Internet 的实现,计算机远程教育已成为当今计算机应用技术发展的主要方向之一,它有助于构建个人的终生教育体系,是现代教育中的一种教学模式。

(5) 人工智能。

人工智能 (Artificial Intelligence, AI), 是指用计算机来模拟人的智能,代替人的部分脑力劳动。人工智能既是计算机当前的重要应用领域,也是今后计算机发展的主要方向。20 余年来,围绕 AI 的应用主要表现在以下几个方面。

① 机器人。机器人诞生于美国,但发展最快的是日本。机器人可分为两类,一类叫“工业机器人”,事先编制好过程控制,只能完成规定的重复动作,通常用于车间的生产流水线上;另一类叫“智能机器人”,具有一定的感知和识别能力,能说话和回答一些简单问题。

② 定理证明。借助计算机来证明数学猜想或定理,这是一项难度极大的人工智能应用。最著名的例子是四色猜想的证明。



1.9 计算机市场与维修市场

1.9.1 计算机市场

1. 品牌机

在计算机市场中品牌机是指有明确品牌标识的计算机,它是由公司组装起来的计算机,

经过兼容性测试并正式对外出售，有质量保证及完整的售后服务，如戴尔（Dell）、联想（Lenovo）、惠普（HP）、华硕（Asus）、英特尔（Intel）、三星（Samsung）、苹果（Apple）、宏碁（Acer）、TCL 等。

品牌机类型大致分为以下四种。

家用机：以游戏为主，突出游戏性能，而且追求个性化外观。

笔记本电脑：便携式计算机，体积小，方便携带，用途广泛。

商用机：以办公为主，一般多选用 Intel 平台，注重硬件稳定性。

服务器：除特定维护外，可以长年不休地工作，所以对硬件要求非常高，一般采用服务器专用配置。

品牌机的适用对象是对性能要求不高的办公、企事业单位，品牌机的主要优点是稳定性高、质量过硬及售后服务较完善。

2. 兼容机

兼容机是指用户根据自己的实际需要，选择计算机相应的硬件来配置计算机，即非厂家原装，由个体配件装配而成的计算机，其中的元件可以是同一厂家出品的，也可以是整合各家之长的元件。

兼容机的适用对象是普通家庭用户，主要优点是价格低、组装随意和升级方便，可以根据自己的需要选择不同档次的配置。计算机的稳定性由选择配件的质量好坏和组装人员的水平来决定。

3. 品牌机和兼容机的比较

品牌机是由正规的电脑厂商生产、带有全系列服务的整机，而兼容机主要是消费者进行配件采购后动手组装的计算机，品牌机和兼容机各有千秋，用户可以根据自己的需要进行选择，品牌机与兼容机之间的区别主要有以下几个方面。

1) 稳定性

品牌机的配件采用大批量采购的方式，有自己独立的组装车间和测试车间，有自己的品牌理念，监督、检测严格，质量可靠。出厂前会进行测试，可以保证稳定性，符合安全标准。自己组装的兼容机则没有良好的组装环境和测试环境，容易出现兼容性方面的问题。

2) 灵活性

品牌机一般情况下不能更改配置或更改余地较小，而个人组装的兼容机完全可以根据自己的需要和经济条件来进行配置。

3) 价格

品牌机的价格比相同配置的组装机高，因为其中包含品牌价值、售后服务、门面租金等，但品牌机销售运作合理规范，价格比较正规，不会买到假货，不会被商家乱抬价格。

4) 售后服务

品牌机的售后服务相对来说较完善，国家强制性规定 3 年保修，品牌机售后一般真正能做到的是：1 年免费上门（距维修站 30 公里内，不是销售点）；3 年内有限保修（具体分两大类，主板、CPU、硬盘、内存、电源保三年，其他保一年）。品牌机的售后服务为 1~2 个工作日内上门服务。品牌机适用于公司和计算机知识较少的人群，而组装机适用于对计算机知识略懂的人群。

5) 附件

品牌机一般附带有正版杀毒软件、正版操作系统、相关硬件驱动程序等，兼容机则不具备这些软件。一般组装兼容机的时候，商家会送鼠标垫、防尘罩、电源插座等礼品。

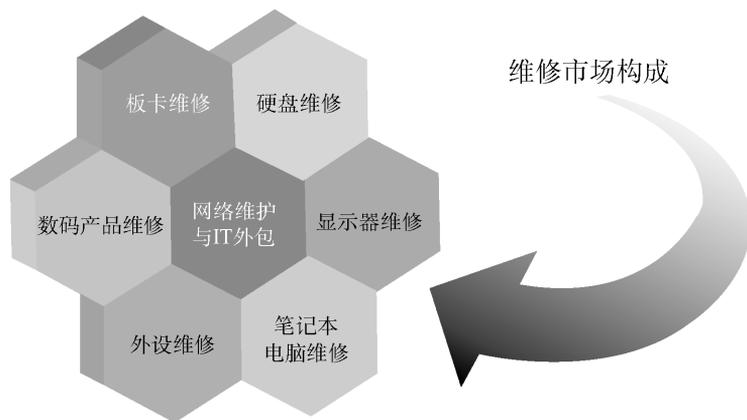
6) 外观

品牌机的外观比较时尚，兼容机可以根据自己的需要搭配外观。

1.9.2 计算机维修市场

1. 计算机维修市场构成

计算机维修市场构成如图 1-13 所示。



1) 板卡维修

计算机主板和显卡都是容易损坏的设备，在设计寿命达到或损坏后都需要进行维修。PC 平台架构转变很快，如果不维修，很可能连同 CPU 和内存都要更换，而购买相同接口的主板又十分困难，因此维修是最佳的选择。

2) 硬盘维修

硬盘的物理特征导致其故障率很高，尽管硬盘价格已经比较便宜，但是很多用户还是希望能够拯救其中的重要数据。不少硬盘更换损坏的部件后还可以正常使用。

3) 显示器维修

显示器是计算机中重要的输出设备，由于采用了不同于电视机的线路设计，且生产厂商不提供电路图和维修资料，导致家电维修人员在对显示器进行维修时，经常会因缺少维修资料和专业测试仪器而束手无策，所以需要专业技术人员对计算机显示器进行检测和维修。

4) 笔记本电脑维修

笔记本电脑价格不菲，而且集成度相对较高，但不少笔记本电脑厂商仅提供一年质保服务。在超过保障期限后，生产厂商的维修费用往往很高，用户只能求助于专业的维修服务商。

5) 外设维修

打印机、传真机、一体机和复印机等都是损耗较大的设备，这些外设的维修是计算机维修业务的重要组成部分。

6) 数码产品维修

目前 MP3、MP4、DC 和 DV 等产品已经逐渐普及,其维修量也在不断增加。MP3 和 MP4 的集成度较高,其维修难度并不高,DC 与 DV 的维修业务也是重要的利润增长点。

7) 网络维护与 IT 外包

网络维护是指对计算机网络进行日常维护和故障排除,保障网络通信的畅通和网络设备的正常运行,最大限度地发挥计算机网络的作用。现代企业或政府部门为降低成本、提高工作效率、专注于发挥自身核心竞争力,将全部或部分 IT 工作包给专业性公司来完成,网络维护与 IT 外包由此兴起。

2. 计算机维修市场现状

1) 市场潜力巨大

2017 年 8 月 4 日中国互联网络信息中心(CNNIC)在京发布第 40 次《中国互联网络发展状况统计报告》。报告显示,截至 2017 年 6 月,中国网民规模达到 7.51 亿,占全球网民总数的五分之一。上网计算机超过 5940 万台,计算机的数量反映了维修业的发展前景。计算机属于电子产品,基于其自身的特点,难免会出现故障。起初,计算机维修是厂家为销售服务的,是售后服务的一部分。现在 IT 行业流行服务外包,把某项服务承包给专业的企业来完成,计算机厂家的售后服务也正在向这种模式过渡。企业和家庭用户对计算机了解不多,需要专业的技术服务人员为他们提供计算机使用和操作指导,并及时排除故障,代购相关配件等。金融机构、中小型企业、学校和政府部门都已成为或即将成为网络维护和外包服务的重要用户。

2) 技术人才匮乏

计算机维修行业发展前景很好,目前计算机维修行业最大的危机是人才的缺乏。由于计算机产品技术含量很高,维修难度较大,如果不经过系统、专业的学习,就很难胜任计算机的维修工作。随着计算机行业的迅速发展,特别是计算机大量进入家庭后,计算机维修的质量也已成为社会各界和消费者越来越关心的问题。专业维修人员缺乏或维修人员素质不高,是造成质量纠纷的潜在因素,已成为制约计算机维修业向前发展的瓶颈。

3) 专业设备不足

进行专业维修需要具备吹焊台、锡炉、拆焊机、专用烤箱、硬盘测试仪和专用示波器等维修设备。但目前维修市场中,拥有专业设备维修资质的商家屈指可数,大多数的计算机维修人员通常只能检查故障原因,焊接简单的芯片和电容,处理相对简单的故障,对于主板南北桥芯片损坏、硬盘数据丢失这样的问题大多束手无策或不敢维修。

4) 质量良莠不齐

计算机维修从业人员的水平不高,严重制约着行业的发展。在目前的维修市场中,有相当一部分是私营企业,没有多余的资金或不愿意投资用于员工技能的培训。对于出现无法解决的高难度问题,就采取骗人的办法来对付,甚至出现了维修作业不规范、偷工减料、使用假冒伪劣、收费混乱等现象。

计算机维修业已经由幕后走到了前台,被越来越多的计算机用户所了解,成为一个独立、社会化、初具规模的新兴行业,潜在客户群体不断增加,市场也在一步步地扩大。因此,大量地培养高素质的计算机维修技术人员成为计算机维修服务业最迫切的要求。