



## 第12章 微型计算机的发展方向

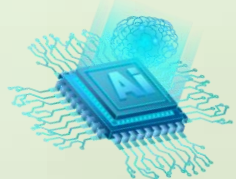
12.1 CPU的结构与速度

12.2 存储器的容量与速度

12.3 指令系统的发展方向

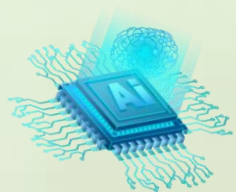
12.4 编译技术的发展

12.5 微型计算机其他新技术





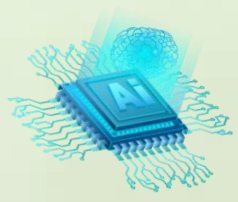
科技的不断进步以及各行各业的强烈需求使得微型计算机取得了突破性的进展，为了在人们的工作和生活中发挥更大的作用，微型机无疑会变得更小、更快、更加智能化。在面对更加多样性的需求的同时，微型机也呈现出多样性的发展，这点尤其体现在嵌入式计算机上，其作用范围几乎包括了生活中绝大部分的电器设备。计算机的发展能够推动社会的发展，带给人们极大的便利，在这个生机勃勃的时代，计算机发展的脚步将会愈发变快。





## 12.1 CPU的结构与速度

CPU是微型计算机的核心部件，是计算机进行算术逻辑运算和系统控制的主要部件，决定着计算机的整体性能。一直以来，我们都关心CPU的结构与速度，CPU的速度快慢标志着CPU运算能力的高低。自1971年世界上第一块微处理器4004在Intel公司诞生以来，CPU的发展走过了近50年来的历程，CPU的结构在不断优化，CPU的速度在不断提高。目前CPU在通用计算机和嵌入式计算机两条道路上都已取得了高度的发展。



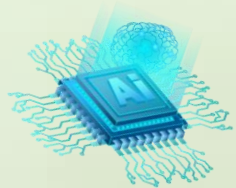


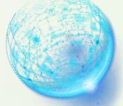
# 12.1.1 通用计算机

## 1. Intel 酷睿10代

Intel 酷睿10代处理器是Intel在2019年5月发布的首个10nm工艺产品家族，代号为Ice Lake，包含酷睿i7、酷睿i5、酷睿i3三大系列和锐炬Iris Plus核心显卡。

| 表12-1 酷睿i7-1060G7技术指标 |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| 类别                    | 参数                                 |
| 工艺特征                  | 10nm                               |
| 主频                    | 1.00GHz                            |
| 缓存                    | 8MB 三级缓存                           |
| 封装                    | BGA 封装，引脚数 1528，封装尺寸 26.5mm×18.5mm |
| 核心数                   | 4 核                                |



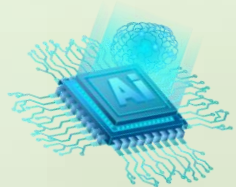


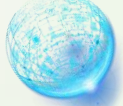
## 2. AMD Ryzen 3000系列

AMD Ryzen 3000系列是AMD公司在2019年5月发布的，主要是Ryzen 73700X、Ryzen 73800X以及Ryzen 93900X，有着多线程性能优势。

表12-2 Ryzen 93900X技术指标

| 类别   | 参数                            |
|------|-------------------------------|
| 工艺特征 | 7nm                           |
| 主频   | 3.80GHz                       |
| 缓存   | 768KB 一级缓存，6MB 二级缓存，64MB 三级缓存 |
| 封装   | AM4 封装                        |
| 核心数  | 12 核                          |

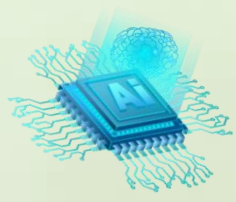


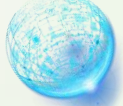


### 3. 飞腾FT-2000/4

飞腾FT-2000/4是天津飞腾在2019年9月发布的最新一代桌面处理器，该芯片集成了4个飞腾自主研发的处理器核心FTC663。该款芯片在CPU核心技术上实现了新突破，与之前飞腾系列核心相比，具备更先进的架构设计和微结构实现，进一步缩小了与国际主流桌面CPU的性能差距。

| 表12-3 FT-2000/4主要技术指标 |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| 类别                    | 参数                               |
| 工艺特征                  | 16nm                             |
| 主频                    | 工作主频 2.6~3.0GHz                  |
| 缓存                    | 4MB 二级缓存，4MB 三级缓存                |
| 封装                    | FCBFA 封装，引脚数 1144，封装尺寸 35nm×35nm |
| 核心数                   | 4 核                              |





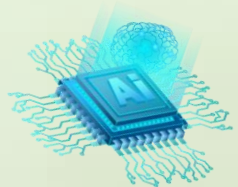
# 12.1.2 嵌入式计算机

## 1. Cortex-A77

Cortex-A77是Arm公司在2019年5月发布的新一代移动CPU架构，代号“Deimos”，是A76的直接继任者，在维持A76架构的优秀性能以及较小核心面积的同时，进一步提升了性能。Arm表示Cortex-A77是为下一代智能手机、笔记本电脑和其他移动设备而设计，将会在5G、AR和AI的高级机器学习(ML)中得到广泛的使用。

表12-4 Cortex-A77主要技术指标

| 类别   | 参数                                    |
|------|---------------------------------------|
| 工艺特征 | 7nm                                   |
| 主频   | 3.0GHz                                |
| 缓存   | 64KB 一级缓存，252KB 和 512KB 二级缓存，4MB 三级缓存 |





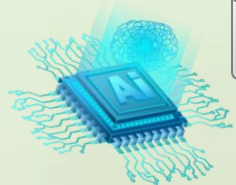


## 2. AMD Ryzen R1000

AMD Ryzen R1000是AMD公司在2019年4月发布的全新一代嵌入式处理器，首发的两款是锐龙R1606G和锐龙R1505G。锐龙R1000系列广泛应用于边缘计算、数字标牌、游艺机和网络设备等各种嵌入式领域，性能强大。

| 表12-5 R1606G主要技术指标 |                   |
|--------------------|-------------------|
| 类别                 | 参数                |
| 工艺特征               | 14nm              |
| 主频                 | 2.6GHz~3.5GHz     |
| 缓存                 | 1MB 二级缓存，4MB 三级缓存 |
| 核心数                | 2 核               |

练习：查找最新高性能国产嵌入式微型计算机芯片主要技术指标。







## 12.2 存储器的容量与速度

存储器是计算机中不可缺少的部分，用来存储计算机工作过程中所必需的数据和程序。微机系统对存储器的主要要求是：容量大和速度快，兼顾这两方面是很困难的。动态存储器（Dynamic Random Access Memory, DRAM）和NAND闪存是目前使用最广泛的技术，分别用于较快的主存储器和相对较慢的存储类存储器。但人们对存储器更高性能的期望从未停止，各种新技术仍在不断探索中，磁存储器、阻变存储器和相变存储器等新一代存储器技术是当今的重要成果。



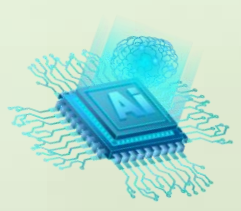


## 12.2.1 磁存储器

磁存储器（Magnetoresistive Random Access Memory, MRAM）技术从20世纪90年代以来开始开发，虽然M.Julliere最早在20世纪70年代中期就已提出磁存储的概念，但直到1988年巨磁阻效应（Giant Magneto Resistance, GMR）和1995年隧穿磁阻效应（Tunneling Magneto Resistance, TMR）的发现，才使得MRAM具备了实用性前景。

Everspin于2019年6月生产1Gb STT-MRAM。

铁磁体的磁性不会由于断电而消失，所以MRAM具有闪存（Flash Memory）的非挥发性，其读写次数也因此近乎无限。MRAM还拥有SRAM的高速读取写入能力，但容量密度和使用寿命不输于DRAM，平均能耗也远低于DRAM，是真正的通用型内存。





## 12.2.2 阻变存储器

阻变存储器（Resistive Random Access Memory, RRAM）是运用特有材料的效应来实现储存，即对强相关电子类材料施加电压脉冲使阻值剧烈改变，通过方向的改变使阻值高低变化，运用阻值的高低两种状态来储存位元资料。

Hickmott于1962年在一系列的二元氧化物材料中首先发现了电阻转变现象；美国休斯顿大学的Liu等人在2000年在《应用物理快报》上报道了 $\text{Pr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{MnO}_3$ （PCMO）氧化物薄膜中的阻变现象；夏普公司在2002年联合美国休斯敦大学在国际电子元器件会议发布基于0.5微米工艺制备的RRAM存储器件；Crossbar公司2013年宣布了自主研发的Crossbar RRAM，可在200平方毫米大小的芯片里存储最多1TB数据。

RRAM是被当作未来可替代NAND闪存的对象进行研究的。



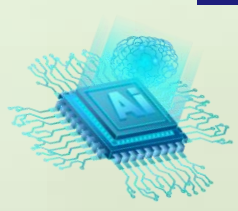


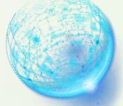
### 12.2.3 相变存储器

相变存储器（Phase-change Random Access Memory, PRAM）是使用硫化物、硫化合金等材料的相变特性来实现储存。所谓相变，它是指物品的化学性质与成分完全相同的情况下，其物理性质发生了变化的两种不同状态，例如常温下的氮气在70K以下时变成了液氮，这就是一种相变的过程。而相变存储器就是利用了材料在结晶状态和非结晶状态时所表现出来的导电特性的不同来存储数据的。

奥佛辛斯基（Stanford R. Ovshinsky）在20世纪60年代末最早提出了材料的相变特性并随后很快提出了相变存储器的概念。

PRAM的写入速度比闪存快近百倍，具备高达百万次的数据擦写能力，而且功耗更低，具备非挥发性，这些优秀的特性使PRAM能够适用于主存储器以及存储类应用，是存储产业的后起之秀。



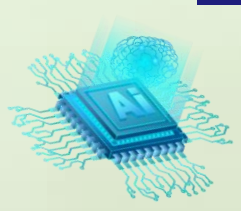


### 12.2.3 相变存储器

相变存储器（Phase-change Random Access Memory, PRAM）是使用硫化物、硫化合金等材料的相变特性来实现储存。所谓相变，它是指物品的化学性质与成分完全相同的情况下，其物理性质发生了变化的两种不同状态，例如常温下的氮气在70K以下时变成了液氮，这就是一种相变的过程。而相变存储器就是利用了材料在结晶状态和非结晶状态时所表现出来的导电特性的不同来存储数据的。

奥佛辛斯基（Stanford R. Ovshinsky）在20世纪60年代末最早提出了材料的相变特性并随后很快提出了相变存储器的概念。

PRAM的写入速度比闪存快近百倍，具备高达百万次的数据擦写能力，而且功耗更低，具备非挥发性，这些优秀的特性使PRAM能够适用于主存储器以及存储类应用，是存储产业的后起之秀。



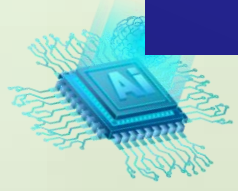




## 12.3 指令系统的发展方向

计算机的指令系统属于计算机的硬件语言系统，代表了计算机的基本功能，同时也决定了计算机指令的格式，是计算机中所能执行的各种指令的集合。不同的计算机公司在对指令系统进行设计时会产生差异，因此也就造成了指令系统的数量、功能、格式等都具有差别。

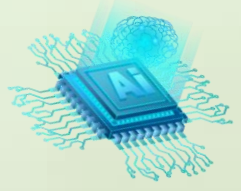
计算机指令系统的发展是一个从简单到复杂的过程。目前的指令系统主要包括两种，一种是复杂指令系统（Complex Instruction Set Computer, CISC），另一种是精简指令系统（Reduced Instruction Set Computer, RISC），不同的指令系统的作用不同，发挥出来的效果也不同，其中的操作也不同。最初，人们对于计算机指令系统的优化方法是通过设置部分比较复杂的指令希望通过这种方式提高计算机的执行速度，这种计算机系统被称为CISC。另一种优化方法的基本思想是尽量简化计算机指令功能，把比较复杂的功能用一段子程序来实现，这种计算机系统就被称为RISC。





## 12.4 编译技术的发展

编译器是一种翻译程序，能将汇编或高级计算机语言源程序翻译成机器代码的等价程序。并行技术和并行语言的发展使得并行编译技术不断提高，将串行程序转换成并行程序的自动并行编译技术也之正在深入研究，同时嵌入式应用迅速增长的需求推动了交叉编译技术的发展，动态编译技术在过去的十年里也实现了极大的成熟。







## 12.4.1 并行编译技术

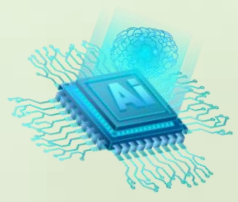
在当今我们使用的高性能计算机大多都利用了并行处理的技术，并行处理的实现取决于并行程序设计和并行编译技术的水平。并行编译技术是利用重构技术将串行程序并行化，将已有的串行语言编写的程序经过相关分析，分解成可并行的成分，分配到多CPU或多处理机上运行。而并行程序设计是直接编写并行程序，这种直接编写的并行程序比利用重构技术改写的并行程序效率高，但是对编程者的要求太高，实现是比较困难的。所以具有程序并行化功能的并行编译系统对目前来说意义更加重大，更有利于提高计算机的性能。





## 12.4.2 交叉编译技术

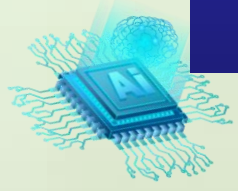
一个高级语言往往需要在不同的目标机上实现，这就涉及到编译程序的移植，移植程序的过程中常会用到交叉编译技术。交叉编译是在一个平台上生成另一个平台的可执行代码。交叉编译概念的出现和流行是和嵌入式系统的广泛发展同步的，近些年来嵌入式得到了广阔的发展空间，目前已经成为通信和消费类产品的共同发展方向，在嵌入式应用的迅速增长下，交叉编译技术取得了巨大的进步。





### 12.4.3 动态编译技术

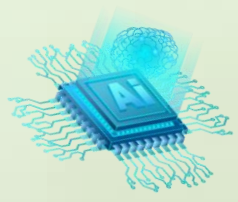
动态编译技术即运行时编译的技术。动态编译技术能优化利用在程序运行时提供的信息，对程序提供更完全的优化。因此，利用动态编译技术可以很大程序上扩大优化范围，从而产生更有效的代码。目前对动态编译的研究主要集中在三个方面：1) 运行时特定化：根据运行时常量，将程序代码特定化，然后在其中做各种优化工作，如常量传播、循环展开；2) Just-in-time编译：主要针对Java程序进行的运行时编译，并根据profiling收集到的profile信息进行自适应的优化；3) 动态的二进制代码转换和优化：将针对一种体系结构产生的目标码，直接移植到与之不同的另一类体系结构上运行。

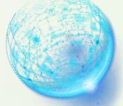




## 12.5 微型计算机其他新技术

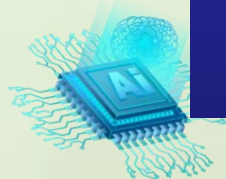
各种前沿技术的突破给微型计算机的发展带来了更多的可能性，在与这些技术的有机融合下，微型机将会出现跨越式的发展，性能获得极大提高。





## 12.5.1 纳米计算机

纳米技术已经逐渐走向成熟，早已有人提出将纳米技术应用在计算机之中，而斯坦福大学在2013年9月宣布人类首台基于碳纳米晶体管技术的计算机已经成功运行。虽然首台纳米电脑只包括178个碳纳米管，原型特别简单，但这是计算机在纳米领域踏出的崭新一步。采用纳米技术生产芯片成本十分低廉，因为它既不需要建设超洁净生产车间，也不需要昂贵的实验设备和庞大的生产队伍，而只要在实验室里将设计好的分子合在一起，就可以造出芯片，而该芯片体积不过数百个原子大小，相当于人的头发丝直径的千分之一。纳米计算机能耗极低，但性能上却超越如今传统计算机的许多倍，不久的将来，纳米计算机也许会成为时代的新宠。

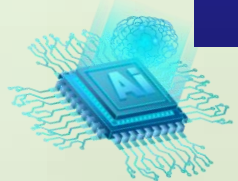






## 12.5.2 激光计算机

激光技术的发展使得光脑的研发逐步走向现实。美国电话电报公司贝尔实验室的科学家在1990年1月宣布成功研制第一台激光计算机，美国硅谷的计算机专家誉它为“新的计算机里程碑”，但是这台计算机采用的是光电混合型结构，距离全光型计算机还有很长一段路要走。光脑，即以激光为载体来进行信息处理的激光计算机，靠一小束低功率激光进入由反射镜和透镜组成的光回路来进行“思维”，利用激光产生的光粒子束对信息进行编码，用光路代替电路，用光纤代替铜线。这种根本上的改变将会使计算机的性能发生质的变化，运算速度能比普通计算机快上至少1000倍，还有着极强的并行处理能力，在普通电脑上11年才能解决的问题可能它只需要一个小时，同时具备超大规模的信息存储容量。虽然目前还有不少技术难题难以攻克，但随着材料科学的突破和加工技术的完善，光脑也许将在现代光学和计算机技术的结合下成为实用性产品。

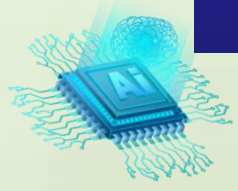




## 12.5.3 量子计算机

与量子力学结合是未来科技的一大发展趋势，计算机也不例外。美国著名物理学家理查德·费曼在1982年最早提出“量子计算机”的概念，发展至今，陆陆续续出现了不少利用量子规则完成的计算设备，比如IBM于2016年5月发布的5超导量子比特的量子计算机，谷歌和西班牙巴斯克大学于2016年6月公布的9超导量子比特的模拟量子计算机等等，**但第一台量子计算机的定义至今没有得到公认**。量子计算机是遵循量子力学的规律来运算、存储和处理量子信息的物理装置，它的性能能超越任何人的想象。与传统计算机的单线程运算相比，量子计算机可以做到并行运算，无论是计算速度还是存储能力，量子计算机远远超越其它。对比传统计算机只能使用“开”和“关”两种状态来控制电流，量子计算机由于量子不同于粒子世界的特性而具有“开”和“关”同时存在的第三状态，如果量子计算机面世，像人工智能、机器学习等领域都会得到几何倍数级的发展。2019年10月谷歌量子计算突破登Nature封面，更是表明了量子计算机可能具有巨大的未来发展空间。

此外还有分子计算机、DNA计算机等各种正在发展中的计算机，在未来，计算机任何能想象到的存在方式都将在人类的努力下一一实现，微型计算机的未来是辉煌的。







本章作业：略

