

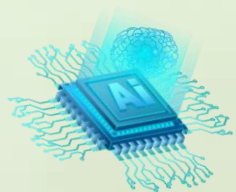


# 第11章 通用计算机的基本结构及启动过程

11.1 PC机系统的基本结构

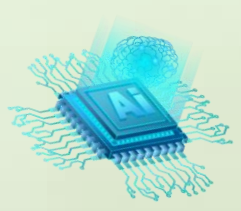
11.2 PC机系统的启动流程

11.3 PC机的操作系统





按照计算机的体系结构、运算速度、结构规模、适用领域，可将其分为大型计算机、中型机、小型机和微型计算机，并以此来组织学科和产业分工，这种分类沿袭了约40年。近20年来，随着计算机技术的迅速发展，以及计算机技术和产品对其它行业的广泛渗透，使得以应用为中心的分类方法变得更为切合实际，即按照计算机的非嵌入式应用和嵌入式应用将其分为通用计算机系统和嵌入式计算机系统。本书主要介绍了基于RISC-V架构的嵌入式计算机系统，本章将简要介绍通用计算机特别是个人计算机（PC）的基本构成和软件系统。





## 11.1 PC机系统的基本结构

PC机系统是一种按冯·诺依曼体系组成的微型计算机系统，它以桌面型电脑（Desktop）和笔记本电脑（Laptop）的形式存在。从外观看，PC机是一个由机箱或笔记本机身，通过连接线连接大量外接设备的一个系统。现代PC机主要由PC机内部硬件和以USB设备为主的外接设备群组成。把桌面型电脑的机箱或笔记本电脑的机身打开就能看到PC机系统的硬件组成，主要包括主板、CPU、内存、硬盘、电源、输入输出（I/O）设备如键盘、鼠标和显示器等。





## 11.1 PC机系统的基本结构

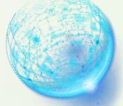
PC机是由一个中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、一块主板（MotherBoard）、内存（Memory）、硬盘（Hard Disk）和外围设备（Peripheral equipment）组成。

### 1. CPU

CPU是PC机硬件系统的核心，它集成了运算器、控制器和高速缓存（现代CPU才集成高速缓存），负责执行数据计算和总线控制的指令，从而协调外围设备正常工作。

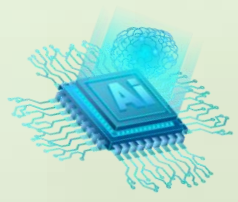
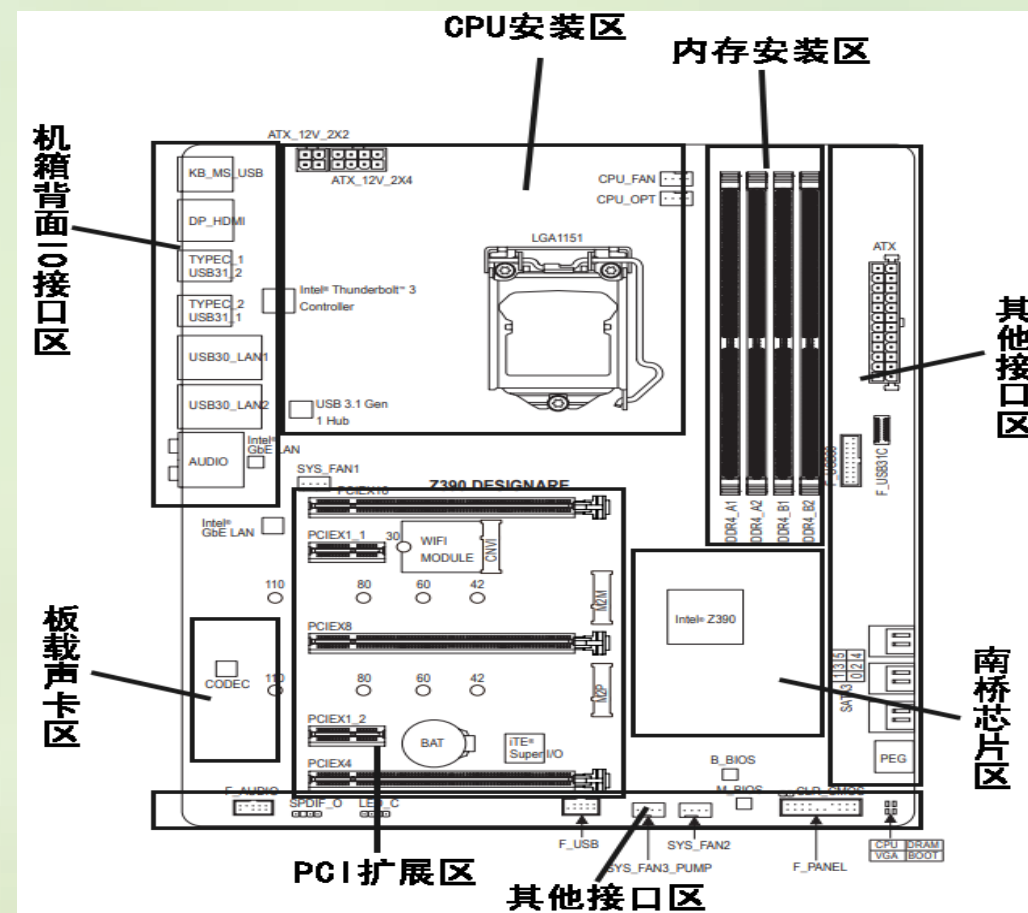
课堂练习：查看一下你使用的笔记本电脑CPU的型号、生产厂家、主频

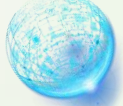




## 2. 主板

- 1) CPU安装区
- 2) 内存安装区
- 3) 南桥芯片区。南桥芯片 (Southbridge) 是一个控制PC机系统中数据传输速度需求较低的外围设备与IO总线之间通信的控制器
- 4) PCI扩展区
- 5) 板载声卡区
- 6) 机箱背面IO接口区
- 7) 其它接口区



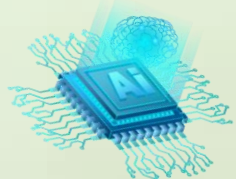


### 3. 内存

内存（Memory）也被称为**内存存储器**或**主存储器**，其作用是用于暂时存放CPU中的运算数据，以及与硬盘等外部存储器交换的数据，它是一种易失性存储器，PC机的内存使用的是SDRAM。

### 4. 外围设备

外围设备（Peripheral equipment）又称输入输出设备，是PC机系统中除了CPU和内存之外的一切通过接口接入主板的设备或设备系统，如硬盘、键盘、鼠标、打印机和显示器等。





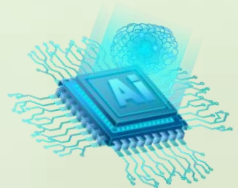


## 11.1.2 USB设备

USB通信接口具有易于使用、数据传输快速可靠、灵活、成本低和省电等优点，已成为PC机与外围设备最主要的数据通信方式

### 1. USB简介

通用串行总线（Universal Serial Bus，USB）是2000年以来普遍使用的连接外围设备和计算机的一种新型串行总线标准。与传统计算机接口相比，它克服了对硬件资源独占，限制对计算机资源扩充的缺点，并以较高的数据传输速率和即插即用等优势，逐步发展成为计算机与外设的标准连接方案。



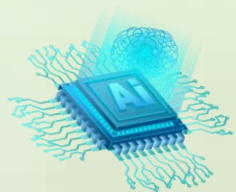


## 2. USB的历史与发展

USB 由 Intel , Compaq , Microsoft , Digital , IBM 以及 Northern Telecom 等公司共同提出。它的最初用意是取代PC机上的众多连接器, 同时力图简化通信设备的软件配置。第一台向用户提供了USB接口的计算机是1998年5月6日Apple公司生产的海蓝色iMac G3个人电脑。

2019年USB3.x系列全部进行了重命名。

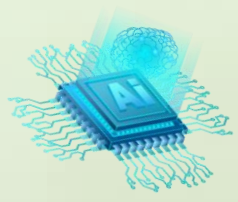
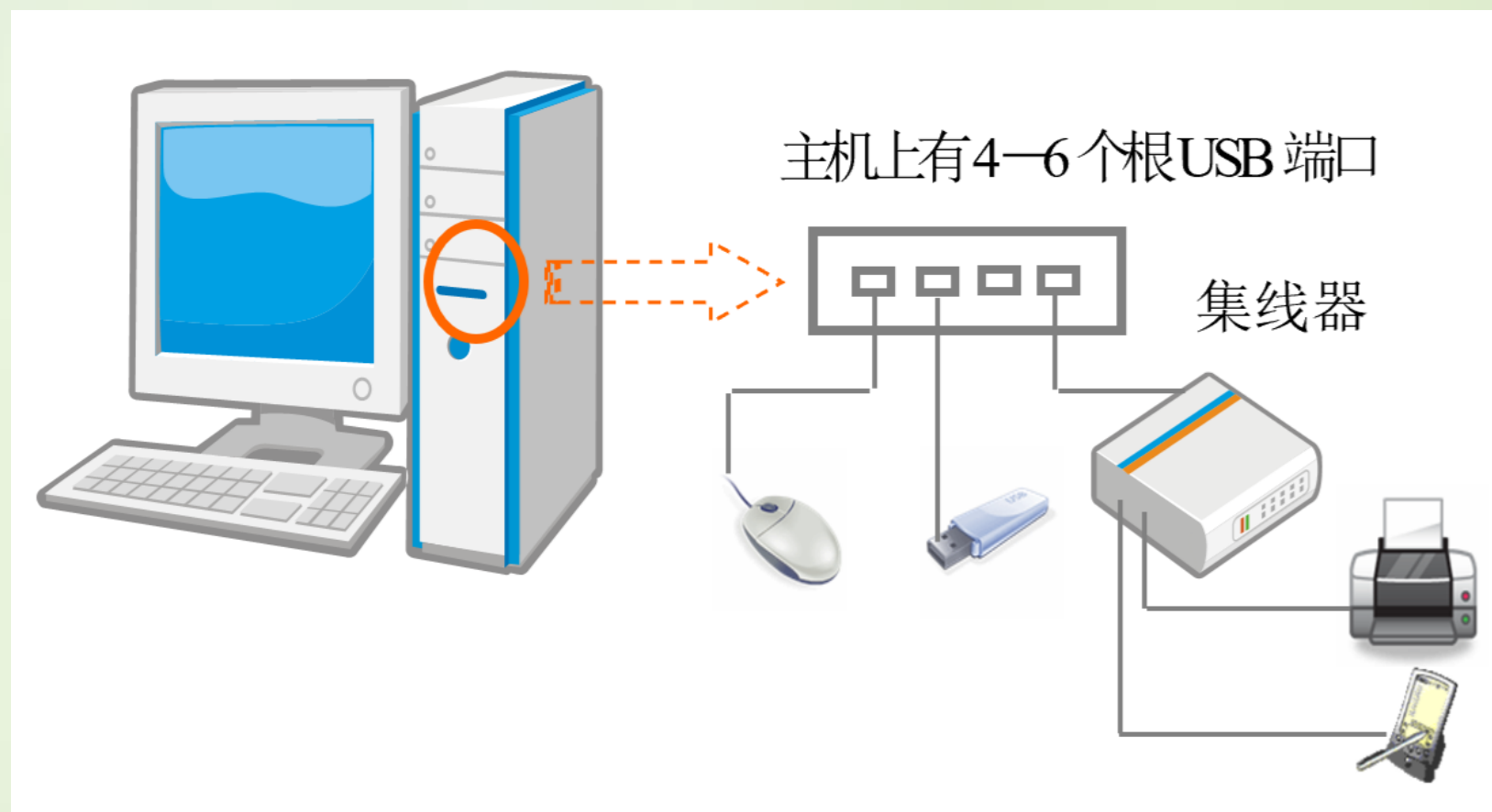
目前, 使用最为普及的是USB2.0、USB3.2 Gen1x1和USB3.2 Gen2x1协议规范







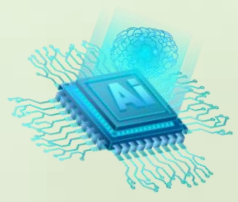
### 3. USB的典型连接





## 11.2 PC机系统的启动流程

PC机系统作为一种微型计算机，和MCU等其他微机系统有着相似的启动步骤。它从固件启动，经过固件中的指定操作，最终进入外接硬盘中的操作系统。本节将介绍PC机的固件和硬盘，简述PC机从固件转到操作系统的流程。





## 11.2.1 启动固件

启动固件是一组固化在主板上只读存储器（Read Only Memory, ROM）芯片中的，在PC机通电后用于初始化PC机外围设备并引导PC机进入操作系统的程序。

### 1. 只读存储器的分类

1) 原始只读存储器（Read Only Memory, ROM）。出厂时写好，以后不能变。

2) 可编程只读存储器（Programmable Read Only Memory, PROM）是ROM的改进版本，它的内容在生产完成后可以进行一次写入，但是写入后不再更改。



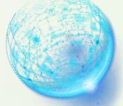


3) **可擦除可编程只读存储器 (Erasable Programmable Read Only Memory, EPROM)** 利用高电压将数据编程写入，并且在紫外线下曝光一段时间，数据可被清空，再供重复使用。

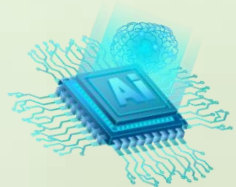
4) **一次编程只读存储器 (One Time Programmable Read Only Memory, OTPROM)** 内部所用的芯片与写入原理同EPROM，但是为了节省成本，封装上不设置透明窗，因此编程写入之后就不能再抹除改写。

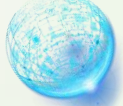
5) **电可擦除可编程只读存储器 (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, EEPROM)** 是EPROM的改进版本，它使用电压擦除内容，因此不需要透明窗，不会出现由于曝光误操作导致数据丢失。





6) **闪存 (Flash)** 是一种按存储单元 (Memory Cell) 进行擦除和写入操作的只读存储器，因为擦写速度快，所以取名Flash，意为快如闪电。根据地址总线 and 数据总线排布的不同，Flash又可以被分为NOR Flash和NAND Flash。NOR Flash有完整的地址总线 and 数据总线，擦写可以精确到字节；NAND Flash按存储块分配地址总线 and 数据总线，每个存储块能够存储多个字节，这使得NAND Flash的存储密度更高。现在的启动固件大多使用NOR Flash，NAND Flash的产品多用于U盘、固态硬盘等大容量存储设备。

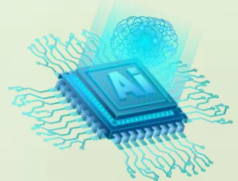




## 2. 启动固件的发展

最早的启动固件被称为基本输入输出系统（Basic Input Output System, BIOS），它的雏形出现在1970年代的CP/M 操作系统中。IBM PC的热销以及它的BIOS开源，使得启动固件有了进一步的发展。由于IBM PC使用了不同生产商的零部件，所以在他们的BIOS被一些生产商逆向分析后，市场上出现了大量的IBM兼容机。

BIOS诞生的时候是专门为IBM PC设计的，非常方便在同配置的兼容机上进行移植，但是后来新的硬件推出后，它难移植、难维护的特点就逐渐暴露了出来。在UEFI启动固件推出后，BIOS逐渐被淘汰。

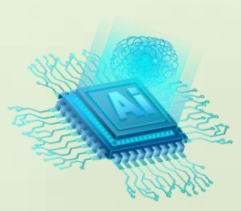






### 3. 现代的启动固件UEFI

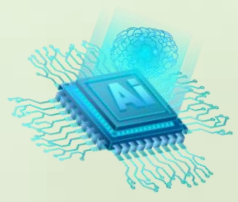
统一可扩展固件接口（Unified Extensible Firmware Interface，简称UEFI）是PC机在进入操作系统之前的预启动交互界面，是BIOS的后继方案。1998年，Intel公司推出了Intel Boot Initiative（简称IBI），用来改善其x86架构（32位的处理器架构）的处理器在BIOS体系（使用16位汇编代码）下性能受限的局面。后来，Intel公司为了推广IBI，与Phoenix Technologies（美国凤凰科技）的BIOS进行对抗，在2002年推出了EFI 1.1修订标准中将IBI改名为Extensible Firmware Interface（可扩展固件接口，简称EFI）。英特尔在EFI 1.1标准中提到，“EFI标准定义了一条PC-AT 式的启动世界向免费的legacy-API环境转变的进化之路”。





## 11.2.2 PC系统中的硬盘

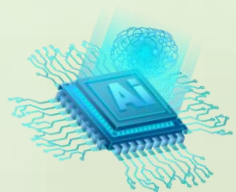
硬盘（Hard Disk Drive，简称HDD）是PC机系统中用于存放文件，以及安装操作系统的非易失性存储器。在固态硬盘面世之前，硬盘都是使用磁碟和磁头的机械式结构，所以曾经也被称为磁盘。世界上第一块硬盘是IBM公司在1956年制造的350RAMAC，重量上百公斤，体积相当于两个冰箱，而它的存储容量只有5MB。2018年全闪存存储厂商Nimbus Data推出了一款ExaDrive DC100固态硬盘，它的尺寸采用了和普通家用硬盘一样的3.5英寸大小，但是它的容量达到了惊人的100TB。





### 11.2.3 从固件到硬盘的启动流程

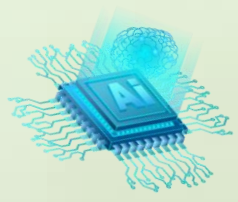
PC机系统目前有两种启动方案，一种是BIOS+MBR分区格式的启动流程，另一种是UEFI+GPT分区格式的启动流程。这两者虽然在操作系统的搜寻协议上有所区别，但是都是根据引导代码复制硬盘上的操作系统到内存并从ROM中跳转到RAM执行。

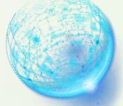




## 11.3 PC机的操作系统

**操作系统**是一组能有效地组织和管理计算机软件 and 硬件资源，合理地各类作业进行调度，以方便用户使用的程序的集合。现代PC机的操作系统不仅要提供合理的作业调度机制，通常还要提供**图形化界面（Graphical User Interface, GUI）**来提供人机交互的功能，如微软的Windows、苹果的Mac OS。





## 1. PC机操作系统的鼻祖

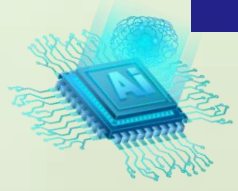
### 1) 最早的PC机操作系统CP/M

CP/M是数字研究公司（Digital Research Inc.）在**1974年**为8位处理器（如Intel 8080、Zilog Z80等）开发的PC操作系统。

### 2) Windows类的鼻祖86-DOS

86-DOS（原名QDOS，意为快而脏的操作系统，Quick and Dirty Operating System）是西雅图电脑产品公司（Seattle Computer Products，简称SCP）**1980年**推出的用来和自家生产的8086电脑套件捆绑销售的操作系统。它是SCP公司的一位**24岁的工程师蒂姆·帕特森**（Tim Paterson）花了四个月时间，参照CP/M的结构编写出来的，所以它既能够运行86-DOS的程序，也能够运行8位机CP/M的程序。

**1981年7月**，微软花了**5万美金**买下了**86-DOS**的全部著作权，并将其改名为**MS-DOS**，成为了微软的第一个操作系统产品。



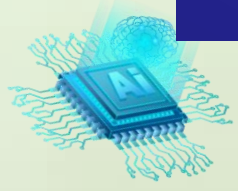




### 3) Unix类的鼻祖UNICS

1965年时，贝尔实验室（Bell Labs）加入一项由通用电气（General Electric）和麻省理工学院（MIT）合作的计划；该计划要建立一套多使用者、多任务、多层次（multi-user、multi-processor、multi-level）的MULTICS操作系统。直到1969年，因MULTICS计划的工作进度太慢，该计划被停了下来。当时，Ken Thompson（后被称为UNIX之父）已经有一个称为"星际旅行"的程序在GE-635的机器上跑，但是反应非常慢，正巧被他发现了一部被闲置的PDP-7（Digital的主机），Ken Thompson和Dennis Ritchie就将"星际旅行"的程序移植到PDP-7上。

MULTICS其实是"Multiplexed Information and Computing Service"的缩写，在1970年时，那部PDP-7却只能支持两个使用者，当时，Brian Kernighan就开玩笑地称他们的系统其实是："UNiplexed Information and Computing Service"，缩写为"UNICS"，后来，大家取其谐音，就称其为"UNIX"了。**1970年可称为"UNIX元年"**







## 2. 现代PC机的操作系统

### 1) Microsoft Windows

Microsoft Windows（视窗操作系统）是微软公司发布的一系列带有图形化操作界面的操作系统。（表11-7 Windows各版本简述表）

### 2) Linux

Linux是一套免费使用和自由传播的类Unix操作系统，是一个基于POSIX和Unix的多用户、多任务、支持多线程和多CPU的操作系统。

### 3) macOS

macOS是运行在苹果麦金塔PC机上的操作系统，是早于Windows诞生的图形化界面操作系统。

目前，鸿蒙系统正在努力进入市场。





### 3. PC机操作系统的共性

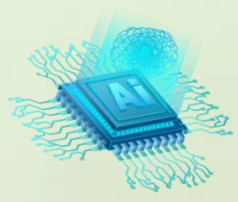
PC机操作系统都可以分成用户态和内核态，如Windows中的用户模式和内核模式、Linux中的用户空间和内核空间和macOS中的XNU内核和非内核三层（核心架构层、应用框架层、用户体验层）。

#### 1) 内核态

内核态（又称核心态、特权态）是操作系统内核运行的模式，在该模式下程序可以无限制地访问内部寄存器、通过总线访问外围设备。

#### 2) 用户态

用户态是在限定硬件资源的环境中管理用户程序，向用户程序提供库函数支持的运行环境。





本章作业：略

