

## 一、知识归纳

课程概述知识归纳如图 1-1 所示。



图 1-1 课程概述知识归纳

## 二、内容提要

本章知识点可以划分为 4 条线索，概括如下：

### 线索 1：计算机系统

#### （一）计算机系统组成

数字电子计算机自诞生以来按照器件的发展水平，历经电子管时代、晶体管时代、集成电路时代、大规模和超大规模集成电路时代四代。计算机系统由硬件系统和软件系统组成。迄今为止绝大多数计算机仍属于冯·诺依曼计算机。

计算机硬件系统主要包括：用来输入原始数据和程序的输入设备；用以存放原始数据、正在执行的程序、中间运算结果、最后的处理结果的存储器，用来输出计算机处理结果的输出设备；用于完成对信息或数据的处理和运算的运算器；控制程序自动执行、产生指令执行过程中计算机各个部件所需控制信号的控制单元。

计算机系统的软件分为系统软件和应用软件。系统软件用来简化程序设计，简化机器使用，提高计算机的使用效率，扩充机器功能。如操作系统、各种语言的编译程序、系统诊断程序及数据库管理系统等。应用软件是用户为了解决某一类问题而编写的程序。如 Office 系列软件、浏览器、用户编写的解题算法。

#### （二）冯·诺依曼计算机

##### 1. 核心思想

冯·诺依曼机的核心思想是“存储程序控制”。所谓程序存储是指将编好的程序和原始数据事先存入存储器中，然后再启动计算机工作；程序控制指的是计算机在不需要人工干预的情况下，能自动、高速地从存储器中取出指令加以执行。

##### 2. 冯·诺依曼机的特点

（1）计算机硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。CPU 是计算机内部运算器、控制器的总称。伴随着大规模集成电路技术的发展，具有 CPU 功能的电路可以集成在一个半导体芯片上，被统称为微处理器。微处理器是微型计算机的一个组成部分。在微机中微处理器和主存储器称为主机。

（2）程序和数据都放在存储器中。指令在存储器中顺序存放，并能自动执行。

（3）程序和数据采用二进制形式存储和处理。

### 线索 2：计算机系统的层次结构

#### （一）功能层次的划分

计算机系统的功能被划分为以下几个主要层次：

（1）传统机器语言机器：该层次向机器语言程序员提供机器语言指令。该层次的功能也可以进一步划分为硬布线逻辑机器或者微程序级机器。

（2）操作系统机器：该层次向用户提供操作系统级的界面，例如文件操作等。

（3）汇编语言机器：该层次向用户提供汇编语言指令。

（4）高级语言机器：该层次向用户提供用高级语言编写程序的接口。

#### （二）划分层次结构的意义

便于计算机系统软硬件分配。值得注意的是：在计算机系统中软硬件功能在逻辑上是等价的，并且软硬件的界面是可以变化的。

#### （三）虚拟机的概念

软件的加入使计算机系统功能得到扩充，导致在不同层次上使用计算机的用户面对的是不同层次的虚拟机器。

### 线索 3：计算机系统的基本概念及主要性能指标

#### （一）计算机的编程语言

（1）机器语言：机器语言是一种用机器指令表示的、能够直接被计算机硬件识别和执行的二进制形式语言。利用机器语言编写的程序称为机器语言程序，其特点是速度快、可读性差、具有硬件依赖性。

（2）汇编语言（assembly language）：机器语言的符号化描述。汇编语言指令与机器语言指令一一对应，提高了可读性，具有机器语言的优点；具有硬件依赖性，可移植性差。

（3）高级语言：接近于自然语言，用约定的符号和语法规则编写程序。与硬件无关，便于理解，但不能直接执行，需要利用编译程序或解释程序将其翻译成机器语言程序后再执行，因此执行速度慢。

（4）编译程序：将高级语言程序翻译成机器语言代码的系统软件。

（5）汇编程序：将汇编语言程序翻译成机器语言代码的系统软件。

#### （二）计算机的主要性能指标

（1）字长：同时参与运算的数据的位数，一般与 CPU 内寄存器位数及运算器位数相等。

数据通路宽度：系统总线上一次传输的数据位数，可以等于机器字长，二者也可以不等。

（2）存储容量：存储器存放信息的总量。

位（bit）：一位二进制。

字节（Byte）：将每 8 位二进制称为一个字节。一般还可以用 KB、MB、GB 表示容量，也可以用存储单元数 × 每个存储单元的进制位数表示存储容量。如：1024 × 8bit。

（3）机器速度。

主频：每秒的时钟周期数。表示 CPU 的指令处理能力。

CPI：每条指令所需的平均时钟周期数。

MIPS：每秒百万条指令数。与 CPU 周期及每条指令占用周期数有关，常用于评价同一厂商生产的计算机系统的定点运算速度。

$$\text{MIPS} = \frac{\text{指令条数}}{\text{执行时间} \times 10^6} = \frac{F_z}{\text{CPI}} = \text{IPC} \times F_z$$

MFLOPS：每秒百万条浮点操作数，常用于比较和评价同一系统上求解同一问题的不同算法的性能。

存储器带宽（memory bandwidth）：单位时间里存储器所存取的信息量。单位是位/秒或字节/秒。计算方法：带宽 = 每个存取周期访问位数/存取周期。如：存取周期为 500ns，每个存取周期可访问 16 位，则它的带宽为 32Mbit/s。

总线带宽（bandwidth）：又称总线最大数据传输速率，指的是总线上每秒钟传输的最大字节数，可以用 MB/s 表示，是总线最重要的性能指标。

### 线索 4：计算机系统执行指令的过程

无论何种语言编写的源程序，最终以机器语言指令序列的形式存储于内存后，才可以被 CPU 执行。指令的功能和处理机结构决定了指令执行过程的细节。指令执行过程概括如下：

第一步：取指令。CPU 以 PC 的内容作为访存地址，并向存储器发出的读控制信号；

存储器通过地址总线获得地址并进行地址译码，选中相应单元，将指令经数据总线送 CPU。为了使机器能自动执行指令，PC 具有自动增量或修改的功能。

第二步：指令译码。由 CPU 中的指令译码器对指令功能进行分析。

第三步：执行指令。该阶段的具体操作因指令而异。由控制器产生各种控制信号控制系统各模块协调工作以完成指令的功能。