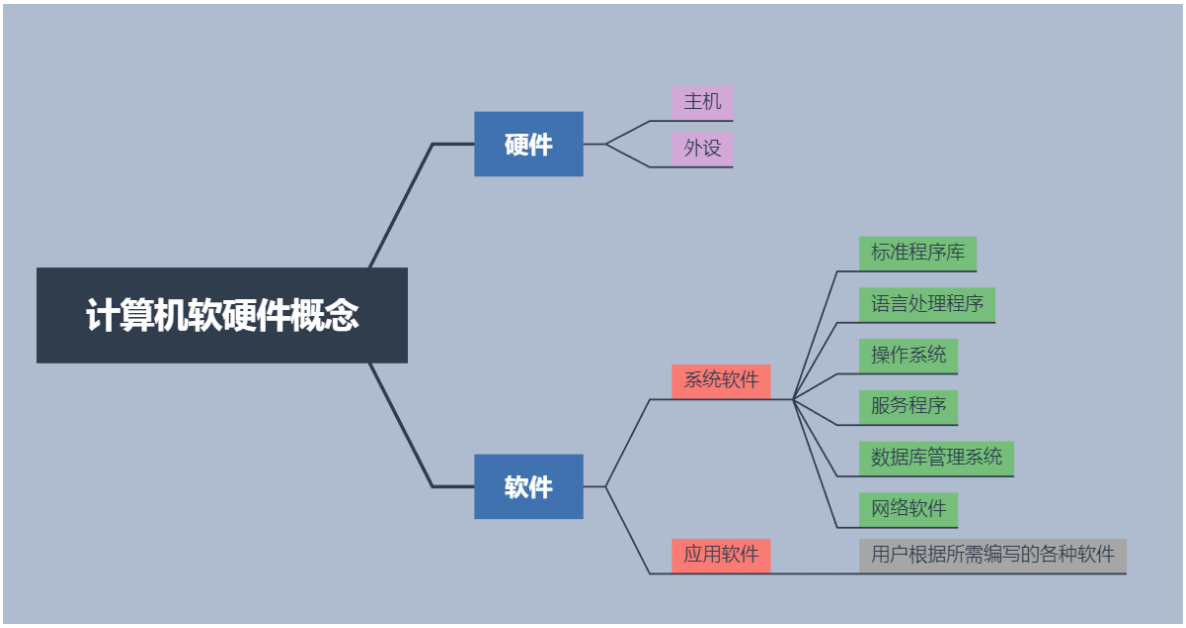
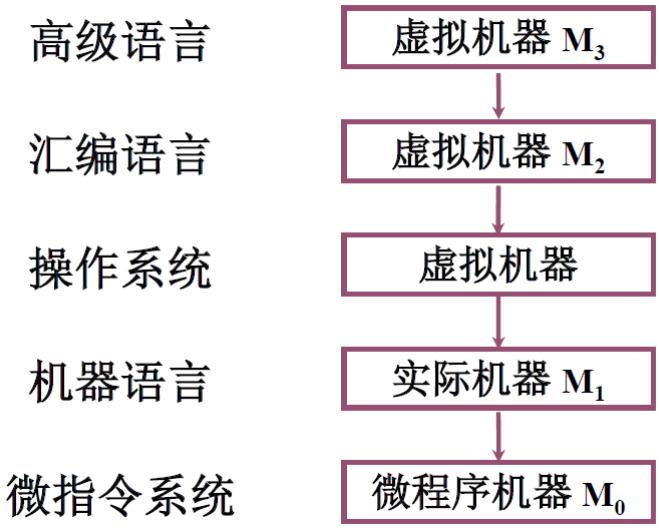
第一章 计算机系统概论

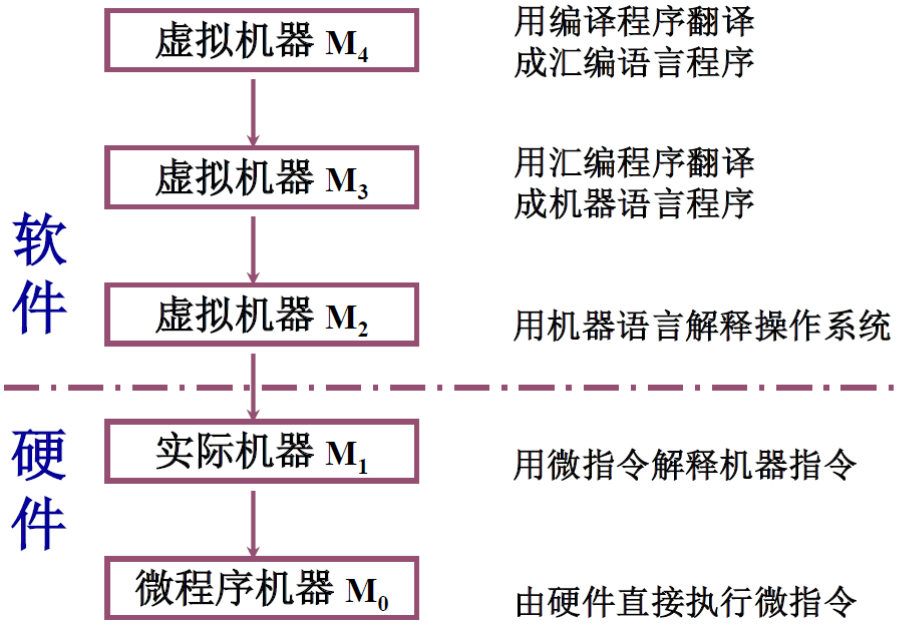
1.1 计算机系统简介

1.1.1 计算机的软硬件概念

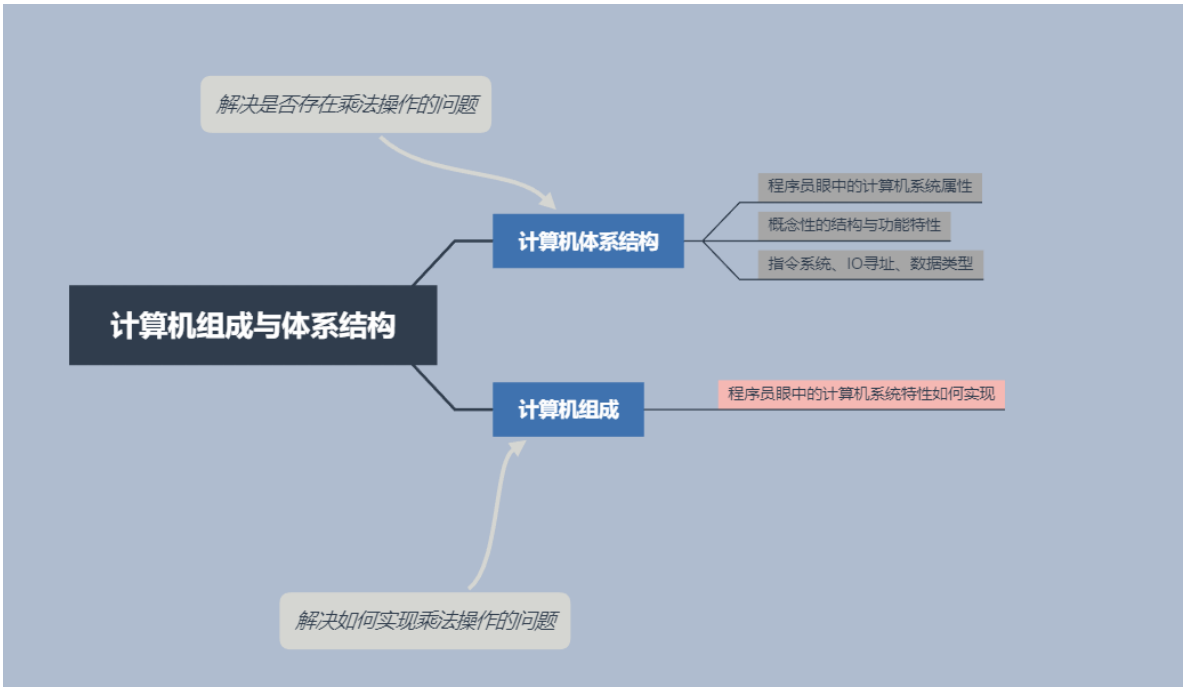


1.1.2 计算机的层次结构





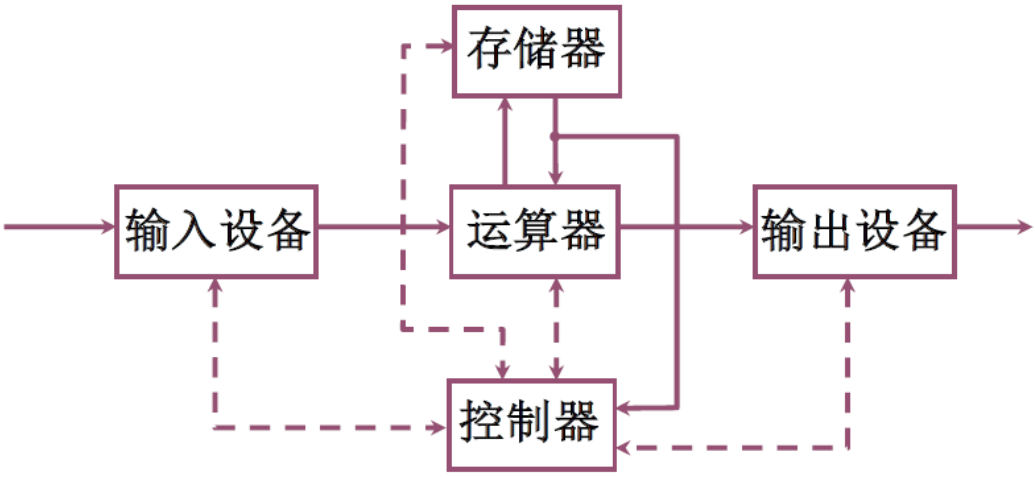
1.1.3 计算机组成与体系结构



1.2 计算机的基本组成

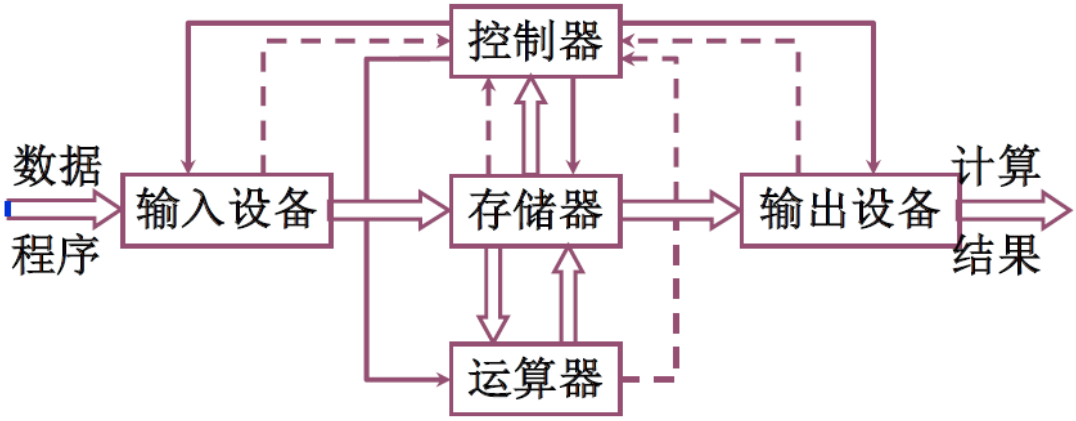
1.2.1 冯诺伊曼计算机的特点

- 计算机由运算器、储存器、控制器、输入设备和输出设备五大组件构成
- 指令、数据处于同等地位，存放在储存器中、按照地址寻找位置
- 指令与数据均按照二进制进行表示
- 指令由操作码与地址码构成，操作码表示操作种类、地址码表示存储器中的位置
- 指令在存储器中按顺序存放
- 指令以运算器为中心，数据传送通过运算器完成



1.2.2 计算机硬件框图

现代计算机已经转化为以储存器为中心，如下图。

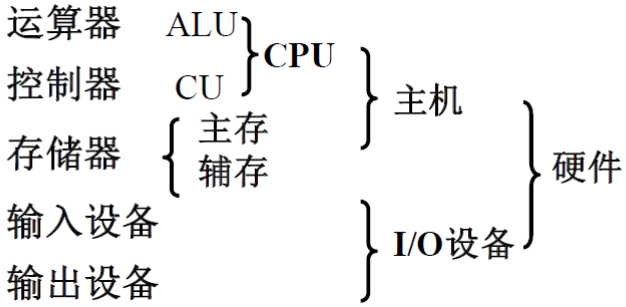


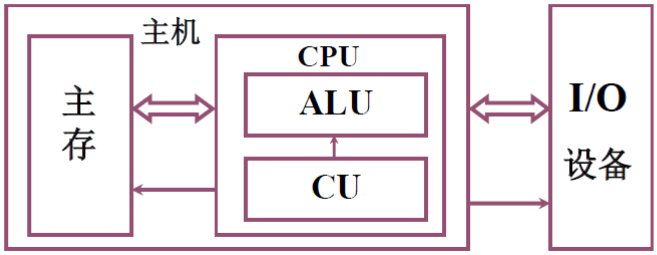
其中：

运算器主要用于**算数运算和逻辑运算**

存储器用于存放数据和程序

由于集成电路工艺，运算器与控制合并成CPU(Central Processing Unit),其中控制器对应于CU(Central Unit),运算器对应于ALU(Arithmetic Logic Unit)——算数逻辑单元，输入设备与输出设备总称为I/O设备。主存储器MM(Main Memory)





储存器:

主存中还必须配置两个寄存器 MAR 和 MDR。MAR(Memory Address Register)是存储器地址寄存器,用来存放欲访问的存储单元的地址,其位数对应存储单元的个数(如 MAR 为 10 位,则有 $2^{10}=1\ 024$ 个存储单元,记为 1 K)。MDR(Memory Data Register)是存储器数据寄存器,用来存放从存储体某单元取出的代码或者准备往某存储单元存入的代码,其位数与存储字长相等。

MAR:存储器地址寄存器

MDR:存储器数据寄存器

存储体 – 存储单元 – 存储元件 (0/1)

大楼 – 房间 – 床位 (无人/有人)

存储单元 存放一串二进制代码

存储字 存储单元中二进制代码的组合

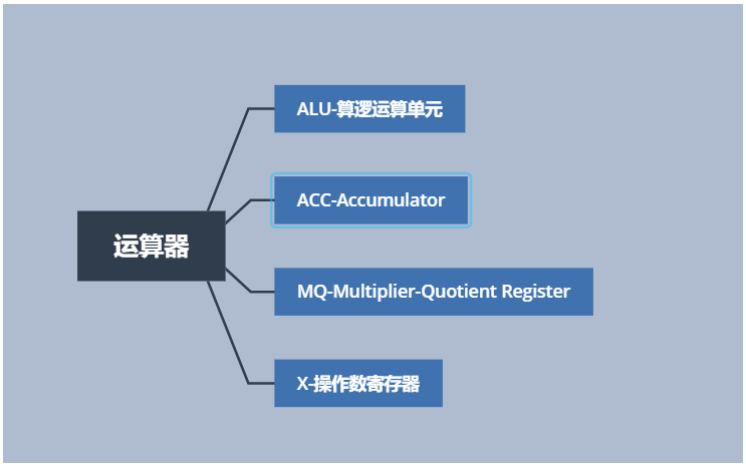
存储字长 存储单元中二进制代码的位数

每个存储单元赋予一个地址号

按地址寻访

运算器

运算器最少包括 3 个寄存器(现代计算机内部往往设有通用寄存器组)和一个算术逻辑单元(ALU)。其中 ACC(Accumulator)为累加器,MQ(Multiplier-Quotient Register)为乘商寄存器,X 为操作数寄存器。



控制器

完成一条指令的阶段：取指、分析、执行。

具体而言，它首先要命令存储器读出一条指令，称为取指过程（也称取指阶段）。接着，它要对这条指令进行分析，指出该指令要完成什么样的操作，并按寻址特征指明操作数的地址，称为分析过程（也称分析阶段）。最后根据操作数所在的地址以及指令的操作码完成某种操作，称为执行过程（也称执行阶段）。

PC(程序计数器)：存放当前指令地址，自动加1，形成下一指令地址

IR(指令寄存器)：存放当前指令内容，由MDR(操作二进制码)、MAR(地址二进制码)传入IR

CU(控制单元)：分析指令，发送微指令序列

控制器由程序计数器（Program Counter，PC）、指令寄存器（Instruction Register，IR）以及控制单元（CU）组成。PC 用来存放当前欲执行指令的地址，它与主存的 MAR 之间有一条直接通路，且具有自动加 1 的功能，即可自动形成下一条指令的地址。IR 用来存放当前的指令，IR 的内容来自主存的 MDR。IR 中的操作码（OP(IR)）送至 CU，记作 OP(IR)→CU，用来分析指令；其地址码（Ad(IR)）作为操作数的地址送至存储器的 MAR，记作 Ad(IR)→MAR。CU 用来分析当前指令所需完成的操作，并发出各种微操作命令序列，用以控制所有被控对象。

I/O系统

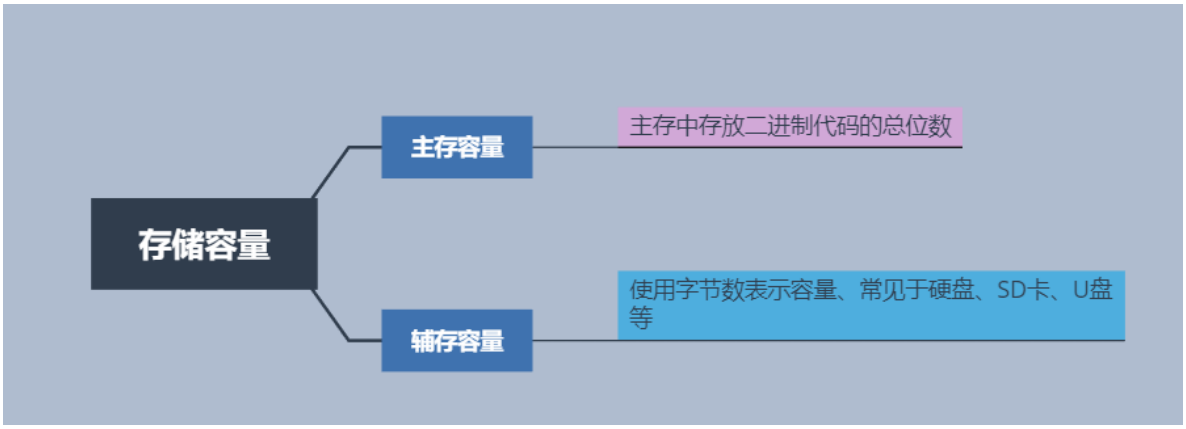
I/O 子系统包括各种 I/O 设备及其相应的接口。每一种 I/O 设备都由 I/O 接口与主机联系，它接收 CU 发出的各种控制命令，并完成相应的操作。

1.3 计算机硬件的主要指标

1.3.1 计算机字长

CPU一次能处理数据的位数，通常与CPU的寄存器位数有关。字长越长，数的表示范围越大，精度也越高。

1.3.2 存储容量



$$储存容量 = 存储单元个数 * 储存字长 \tag{1}$$

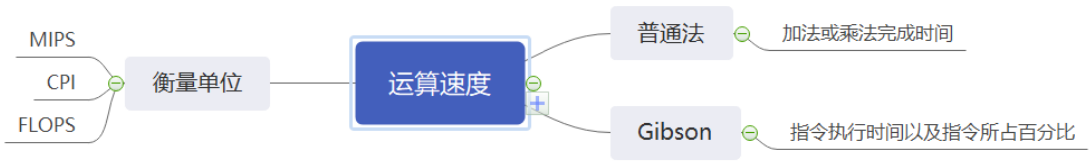
图 1.11 中 MAR 的位数反映了存储单元的个数，MDR 的位数反映了存储字长。例如，MAR 为 16 位，根据 $2^{16}=65\ 536$，表示此存储体内有 65 536 个存储单元（即 64 K 个存储字，1 K = 1 024 = 2^{10}）；而 MDR 为 32 位，表示存储容量为 $2^{16}\times32=2^{21}=2$ M 位（1 M = 2^{20}）。

现代计算机中常以字节数来描述容量的大小，因一个字节已被定义为 8 位二进制代码，故用字节数便能反映主存容量。例如，上述存储容量为 2 M 位，也可用 2^{18} 字节表示，记作 2^{18} B 或 256 KB（B 用来表示一个字节）。

辅存容量通常用字节数来表示，例如，某机辅存（如硬盘）容量为 80 GB（1 G = 1 024 M = $2^{10}\times2^{20}=2^{30}$）。

1.3.3 运算速度

单位时间能够被执行指令的条数表示运算速度



MIPS：每秒能够执行百万指令的条数

CPI：一条指令执行所需 时钟周期 个数，机器主频的倒数

FLOPS: 每秒浮点数所能运行的次数

现在机器的运算速度普遍采用单位时间内执行指令的平均条数来衡量，并用 MIPS（Million Instruction Per Second，百万条指令每秒）作为计量单位。例如，某机每秒能执行 200 万条指令，则记作 2 MIPS。也可以用 CPI（Cycle Per Instruction）即执行一条指令所需的时钟周期（机器主频的倒数）数，或用 FLOPS（Floating Point Operation Per Second，浮点运算次数每秒）来衡量运算速度。