

王道考研——组成原理

WWW.CSKAOYAN.COM

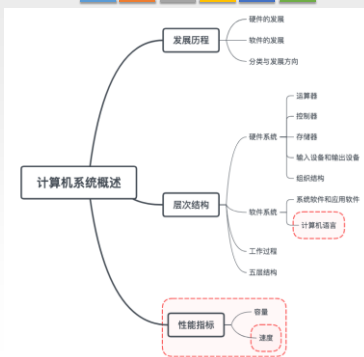
第一章 计算机系统概述

本节内容

计算机发展历程

王道考研/CSKAOYAN.COM

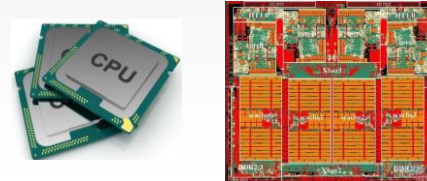
本章总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

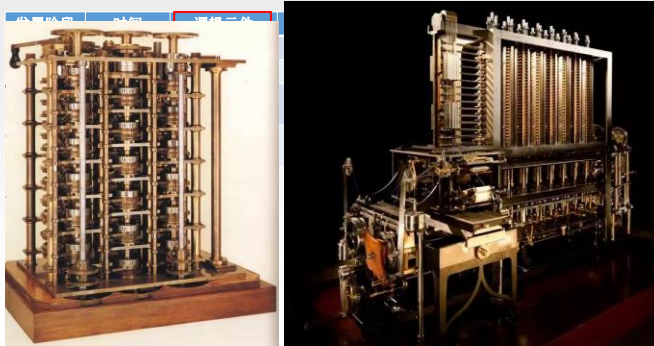
计算机硬件的发展

发展阶段	时间	逻辑元件	速度(次/秒)	内存	外存
第一代	1946-1957	电子管	几千-几万	汞延迟线、磁鼓	穿孔卡片、纸袋
第二代	1958-1964	晶体管	几万-几十万	磁芯存储器	磁带
第三代	1964-1971	中小规模集成电路	几十万-几百万	半导体存储器	磁带、磁盘
第四代	1972-现在	大规模、超大规模集成电路	上千万-万亿	半导体存储器	磁盘、磁带、光盘、半导体存储器



王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机硬件的发展



王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机硬件的发展

发展阶段	时间	逻辑元件	速度(次/秒)	内存	外存
第一代	1946-1957	电子管	几千-几万	汞延迟线、磁鼓	穿孔卡片、纸袋
第二代	1958-1964	晶体管	几万-几十万	磁芯存储器	磁带
第三代	1964-1971	中小规模集成电路	几十万-几百万	半导体存储器	磁带、磁盘
第四代	1972-现在	大规模、超大规模集成电路	上千万-万亿	半导体存储器	磁盘、磁带、光盘、半导体存储器

电子管时代

第一台**电子数字**计算机: ENIAC

机器语言

占地面积约170平方米

耗电量150千瓦

包含了17,468根真空管



王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机硬件的发展

发展阶段	时间	逻辑元件	速度(次/秒)	内存	外存
第一代	1946-1957	电子管	几千-几万	汞延迟线、磁鼓	穿孔卡片、纸袋
第二代	1958-1964	晶体管	几万-几十万	磁芯存储器	磁带
第三代	1964-1971	中小规模集成电路	几十万-几百万	半导体存储器	磁带、磁盘
第四代	1972-现在	大规模、超大规模集成电路	上千万-万亿	半导体存储器	磁盘、磁带、光盘、半导体存储器

晶体管时代

第一台使用晶体管线路的计算机: TRADIC

面向过程的程序设计语言: FORTRAN

有了操作系统雏形

耗电量30瓦

包含了800只晶体管



王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机硬件的发展

发展阶段	时间	逻辑元件	速度(次/秒)	内存	外存
第一代	1946-1957	电子管	几千-几万	汞延迟线、磁鼓	穿孔卡片、纸袋
第二代	1958-1964	晶体管	几万-几十万	磁芯存储器	磁带
第三代	1964-1971	中小规模集成电路	几十万-几百万	半导体存储器	磁带、磁盘
第四代	1972-现在	大规模、超大规模集成电路	上千万-万亿	半导体存储器	磁盘、磁带、光盘、半导体存储器

中小规模集成电路时代

高级语言迅速发展

开始有了分时操作系统

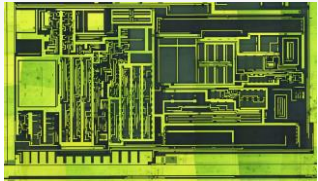


王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机硬件的发展

发展阶段	时间	逻辑元件	速度(次/秒)	内存	外存
第一代	1946-1957	电子管	几千-几万	汞延迟线、磁鼓	穿孔卡片、纸袋
第二代	1958-1964	晶体管	几万-几十万	磁芯存储器	磁带
第三代	1964-1971	中小规模集成电路	几十万-几百万	半导体存储器	磁带、磁盘
第四代	1972-现在	大规模、超大规模集成电路	上千万-万亿	半导体存储器	磁盘、磁带、光盘、半导体存储器

大规模、超大规模集成电路时代
产生了微处理器
新的概念：并行、流水线、高速缓存、虚拟存储器...



王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机硬件的发展

微处理器的发展 微型计算机的发展以微处理器技术为标志

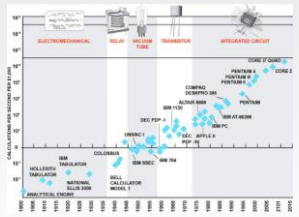
微处理器	机器字长	年份	晶体管数目
8080	8位	1974	
8086	16位	1979	2.9万
80286	16位	1982	13.4万
80386	32位	1985	27.5万
80486	32位	1989	120.0万
Pentium	64位(准)	1993	310.0万
Pentium pro	64位(准)	1995	550.0万
Pentium II	64位(准)	1997	750.0万
Pentium III	64位(准)	1999	950.0万
Pentium IV	64位	1000	3200.0万

机器字长：计算机一次整数运算所能处理的二进制位数

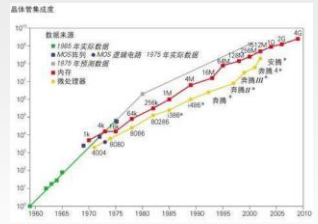
操作系统位数：其所依赖的指令集的位数

王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机硬件的发展



摩尔定律
揭示了信息技术进步的速度
集成电路上可容纳的晶体管数目，约每隔18个月便会增加一倍，整体性能也将提升一倍



半导体存储器的发展
1970年，仙童公司生产出第一个较大容量的半导体存储器
半导体存储器单芯片容量：1KB、4KB、16KB、64KB、256KB、1MB、4MB、16MB、64MB、256MB、1GB...

王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机软件的发展

机器语言
汇编语言

科学计算
工程计算

PASCAL

C++

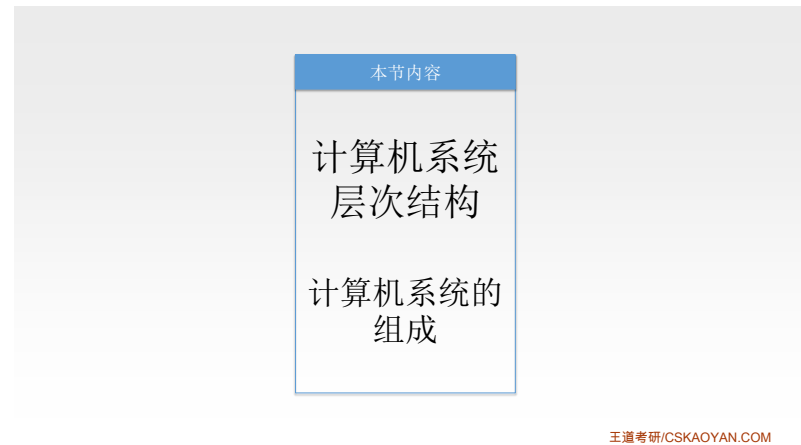
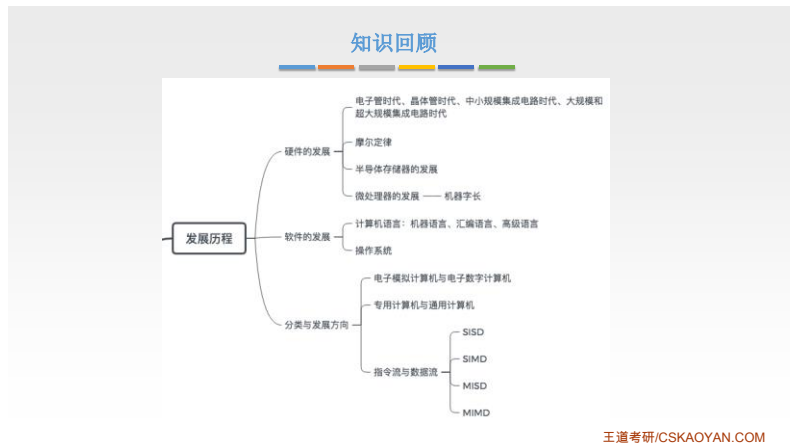
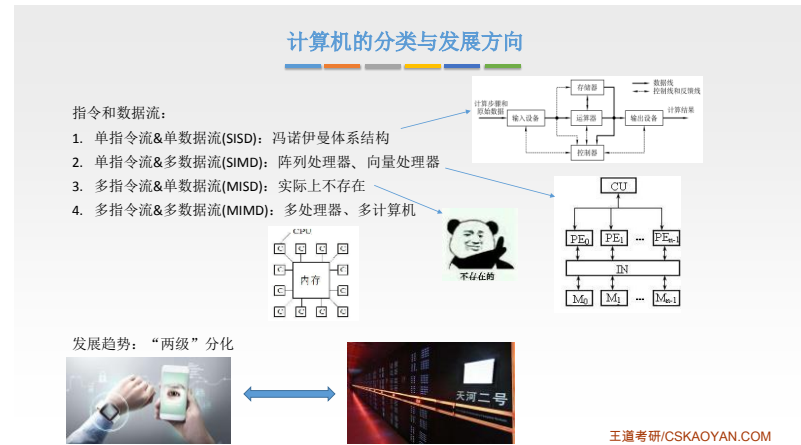
Java

DOS

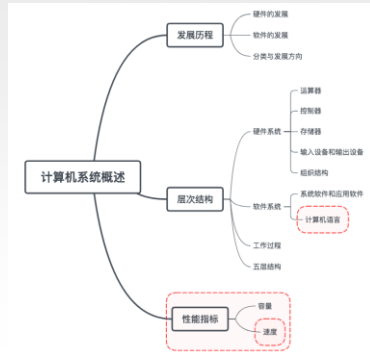
Unix

Windows

王道考研/CSKAOYAN.COM

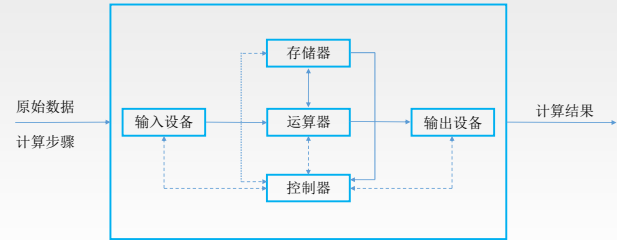


本章总览



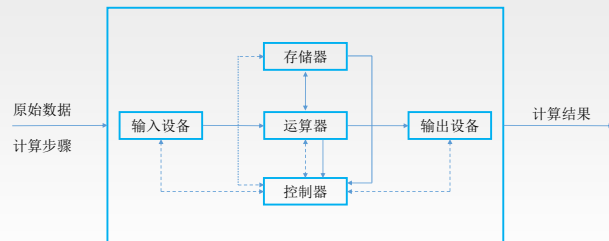
王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机系统的组成



王道考研/CSKAOYAN.COM

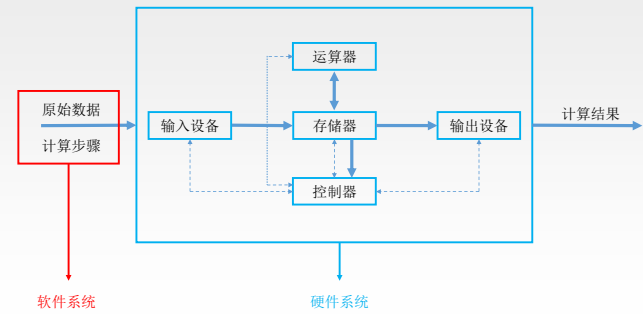
计算机系统的组成



王道考研/CSKAOYAN.COM

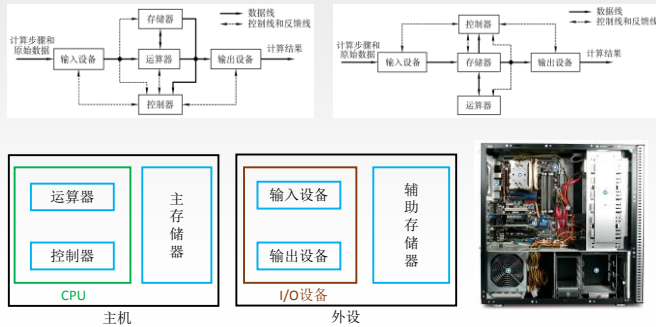
计算机系统的组成

软件和硬件在逻辑上是等效的



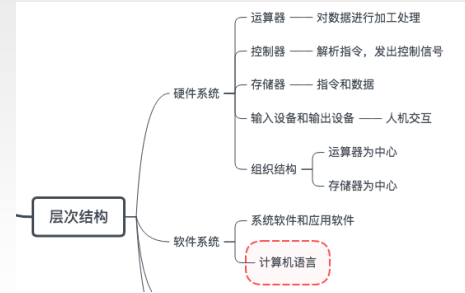
王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机硬件的基本组成



王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



软件和硬件在逻辑上是等效的

王道考研/CSKAOYAN.COM

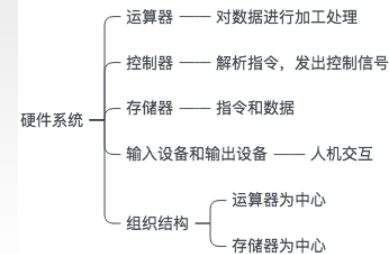
本节内容

计算机系统 层次结构

存储器

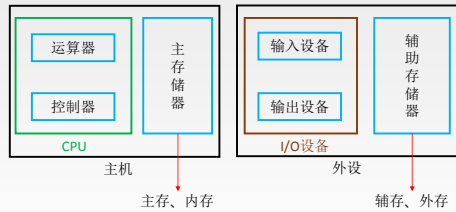
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



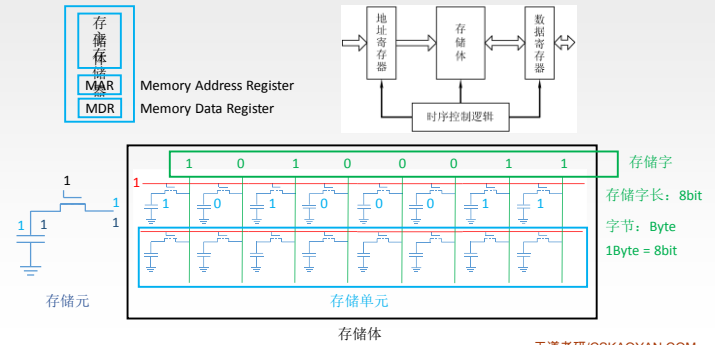
王道考研/CSKAOYAN.COM

功能部件-存储器



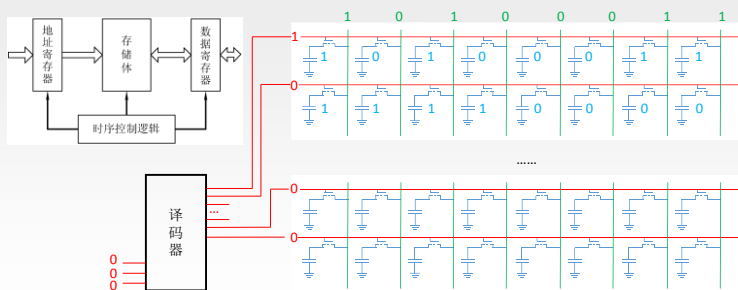
王道考研/CSKAOYAN.COM

功能部件-存储器



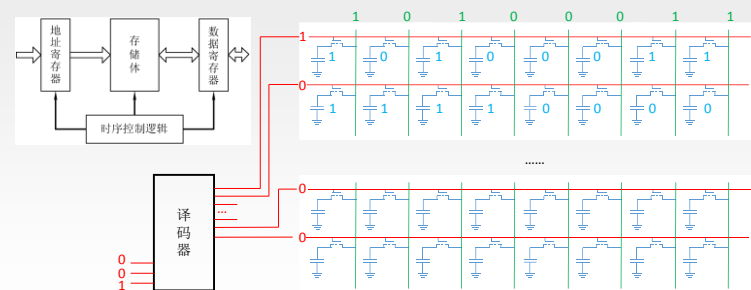
王道考研/CSKAOYAN.COM

功能部件-存储器

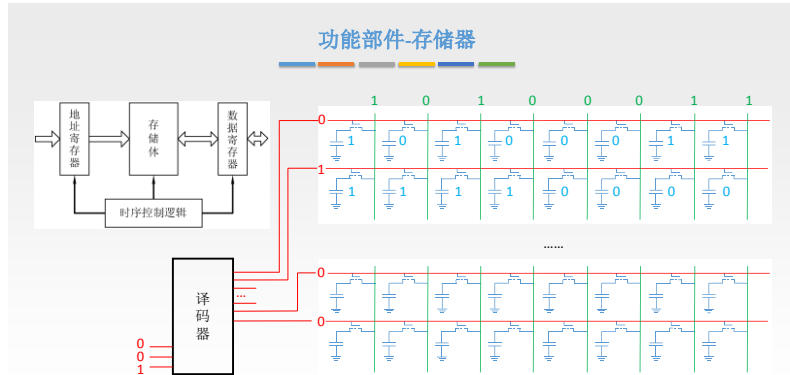


王道考研/CSKAOYAN.COM

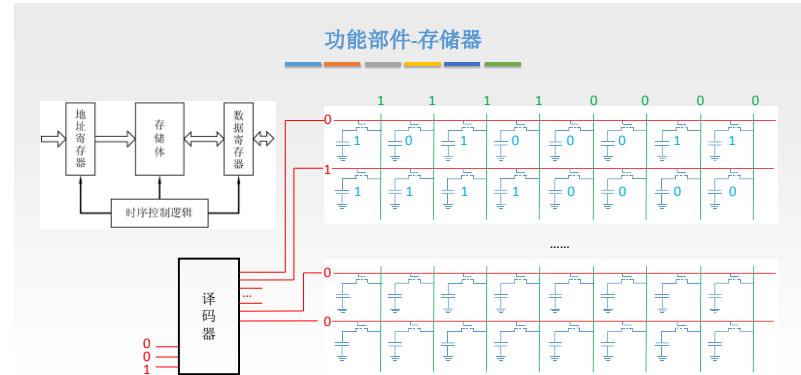
功能部件-存储器



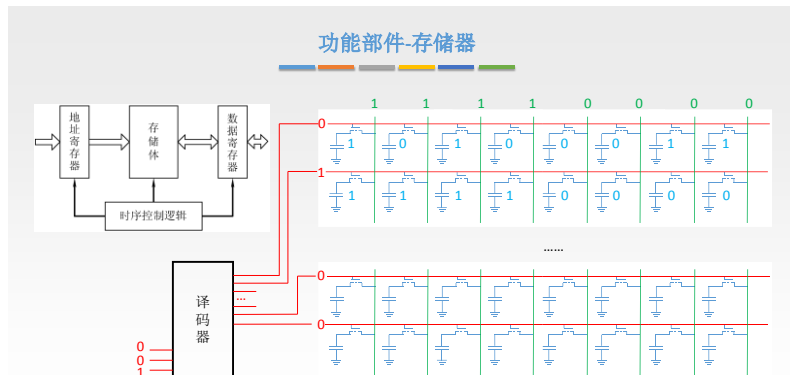
王道考研/CSKAOYAN.COM



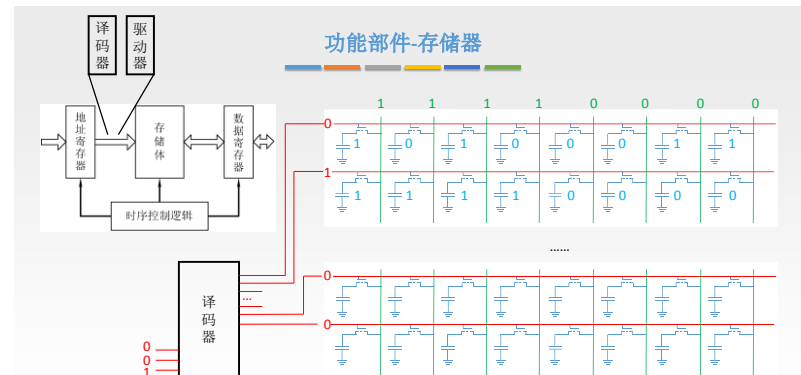
王道考研/CSKAOYAN.COM



王道考研/CSKAOYAN.COM



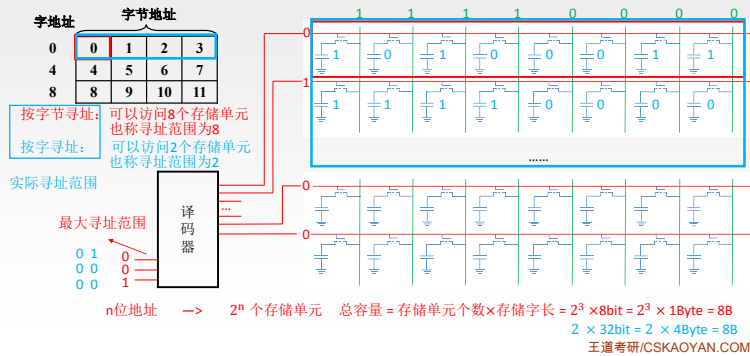
王道考研/CSKAOYAN.COM



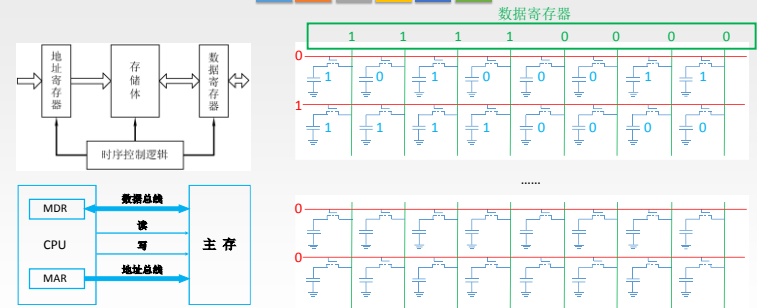
n 位地址 → 2^n 个存储单元 总容量 = 存储单元个数 × 存储字长 = $2^3 \times 8\text{bit} = 2^3 \times 1\text{Byte} = 8\text{B}$

王道考研/CSKAOYAN.COM

功能部件-存储器



功能部件-存储器



知识回顾



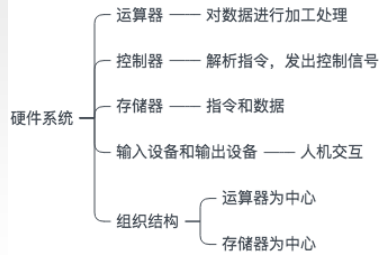
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

计算机系统
层次结构运算器
控制器
工作过程

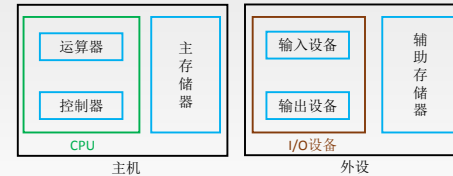
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览



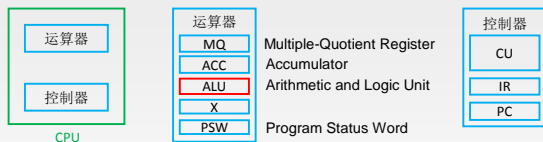
王道考研/CSKAOYAN.COM

功能部件-运算器和控制器



王道考研/CSKAOYAN.COM

功能部件-运算器和控制器

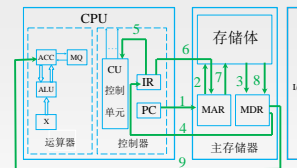


Control Unit
分析指令，给出控制信号
Instruction Register
存放当前执行的指令
Program Counter
存放指令地址
有自动加1功能

	加	减	乘	除
ACC	被加数、和	被减数、差	乘积高位	被除数、余数
MQ			乘数、乘积低位	商
X	加数	减数	被乘数	除数

王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机的工作过程-取数指令



M：主存中某存储单元
ACC、MQ、X、MAR、MDR...：相应寄存器
M(MAR)：取存储单元中的数据
(ACC)...：取相应寄存器中的数据
指令：

操作码	地址码
-----	-----

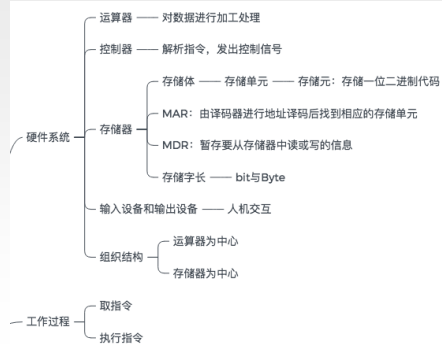
OP(IR)：取操作码
Ad(IR)：取地址码

(PC) -> MAR
M(MAR) -> MDR
(MDR) -> IR
取指令结束
OP(IR) -> CU
分析指令结束
Ad(IR) -> MAR
M(MAR) -> MDR
(MDR) -> ACC
执行指令结束

CPU区分指令和数据的依据：
指令周期的不同阶段

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

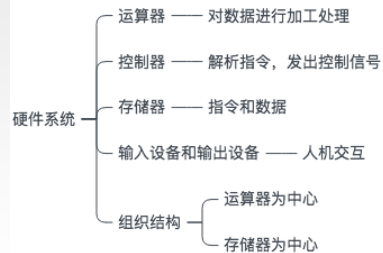
本节内容

计算机系统
层次结构

I/O设备

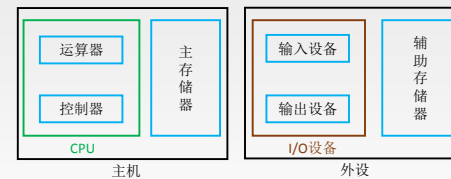
王道考研/CSKAOYAN.COM

本节总览

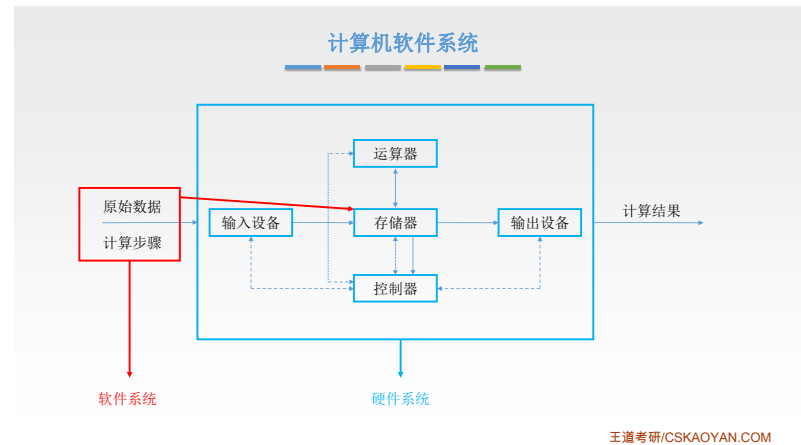
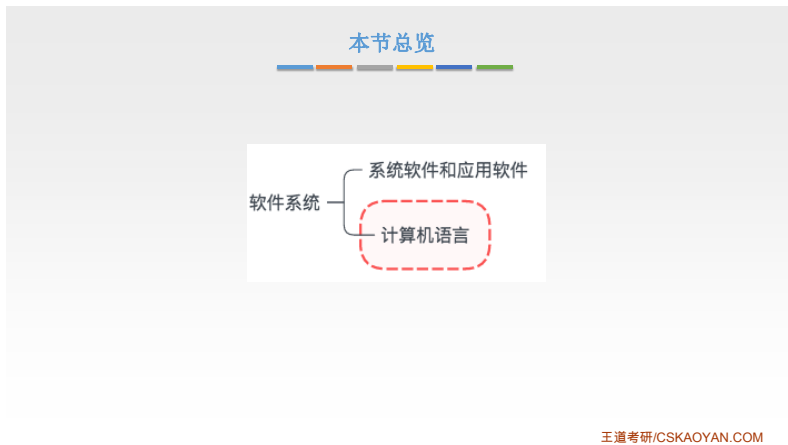
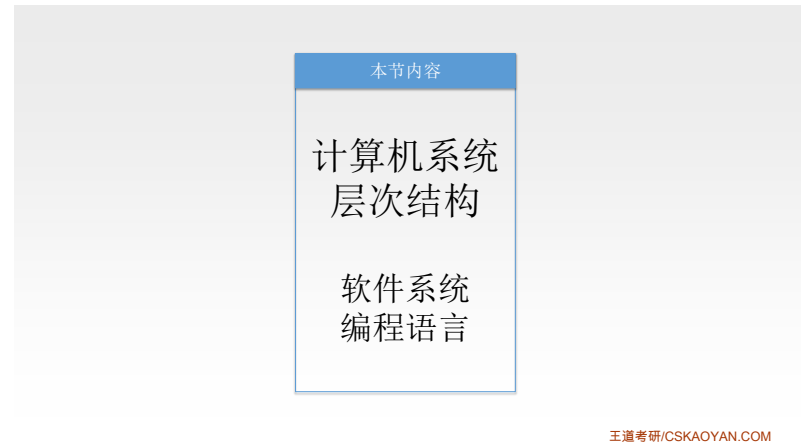


王道考研/CSKAOYAN.COM

功能部件-I/O设备



王道考研/CSKAOYAN.COM

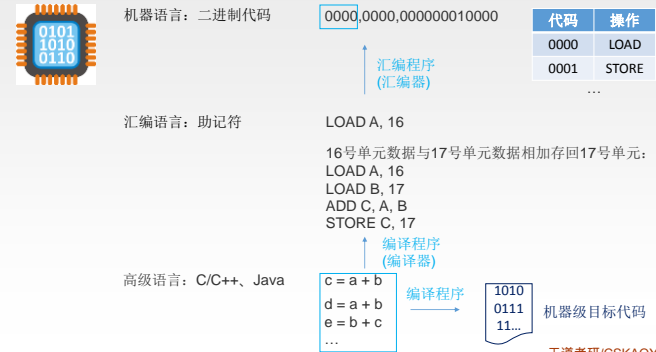


计算机软件系统



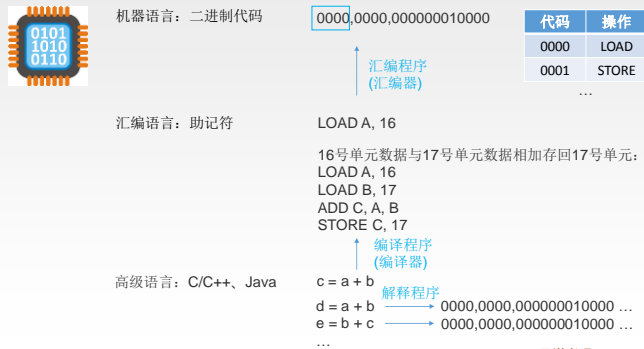
王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机编程语言



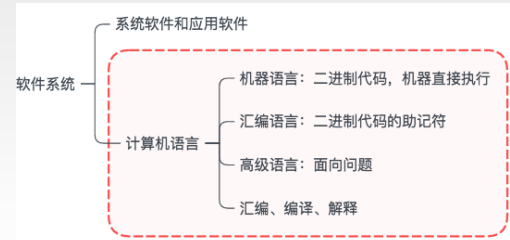
王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机编程语言



王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

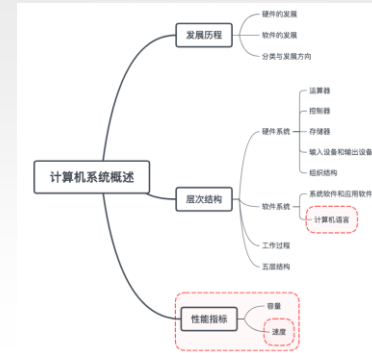
本节内容

计算机系统 层次结构

五层结构

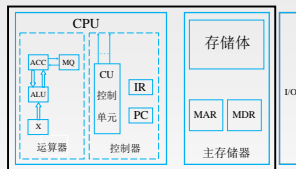
王道考研/CSKAOYAN.COM

本章总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机系统的层次结构



主机

LOAD A, 16

传统机器 M1
(用机器语言的机器)

直接执行二进制代码 0000,0000,000000010000

王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机系统的层次结构

虚拟机 M2
(汇编语言机器)

用汇编程序翻译
成机器语言程序

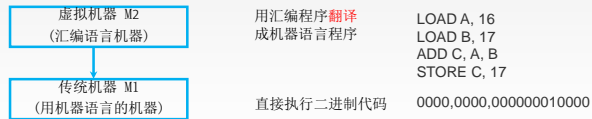
LOAD A, 16

传统机器 M1
(用机器语言的机器)

直接执行二进制代码 0000,0000,000000010000

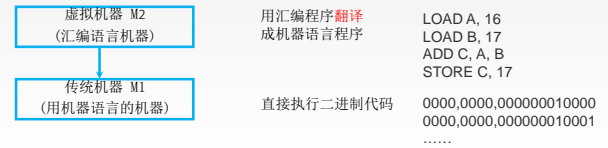
王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机系统的层次结构



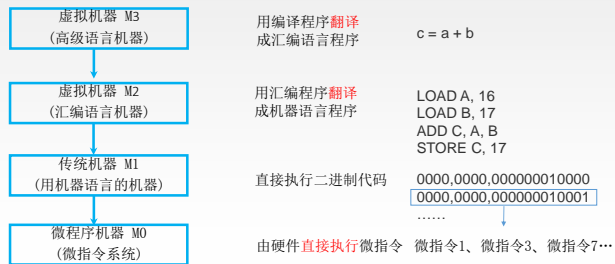
王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机系统的层次结构



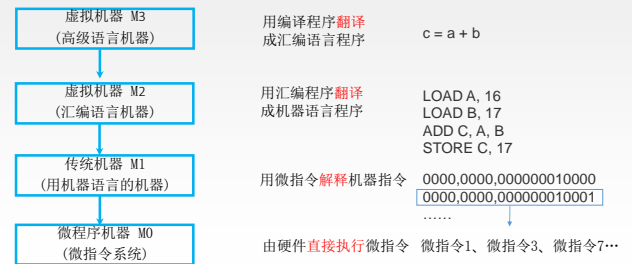
王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机系统的层次结构



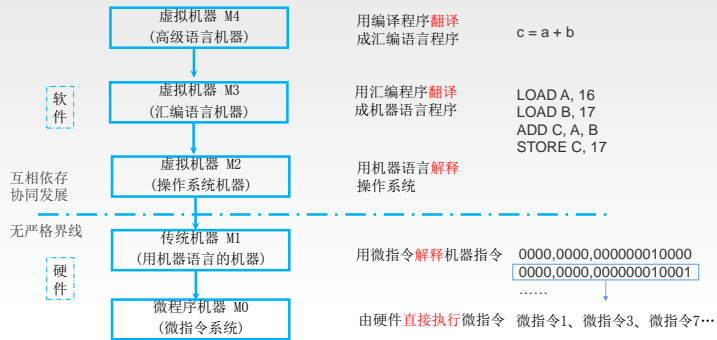
王道考研/CSKAOYAN.COM

计算机系统的层次结构



王道考研/CSKAOYAN.COM

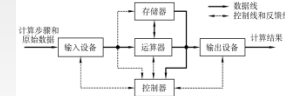
计算机系统的层次结构



王道考研/CSKAOYAN.COM

冯·诺依曼计算机

“存储程序”：将指令以代码的形式事先输入到计算机主存储器中，然后按其其在存储器中的首地址执行程序的第一条指令，以后就按照该程序的规定顺序执行其他指令，直至程序执行结束。



1. 计算机硬件系统由运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备5大部分组成。
2. 指令和数据以同等地位存于存储器内，并可按地址寻访。
3. 指令和数据均用二进制代码表示。
4. 指令由操作码和地址码组成，操作码用来表示操作的性质，地址码用来表示操作数在存储器中的位置。
5. 指令在存储器内按顺序存放。通常，指令是顺序执行的，在特定条件下，可根据运算结果或根据设定的条件改变执行顺序。
6. 早期的冯·诺依曼机以运算器为中心，输入/输出设备通过运算器与存储器传送数据。

王道考研/CSKAOYAN.COM

本节内容

计算机
性能指标

容量

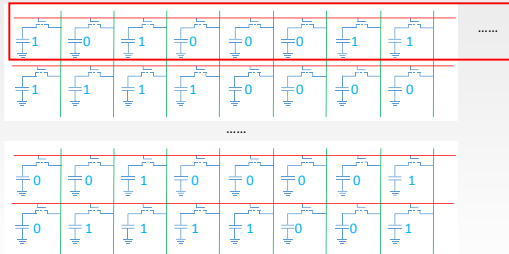
王道考研/CSKAOYAN.COM

本章总览



王道考研/CSKAOYAN.COM

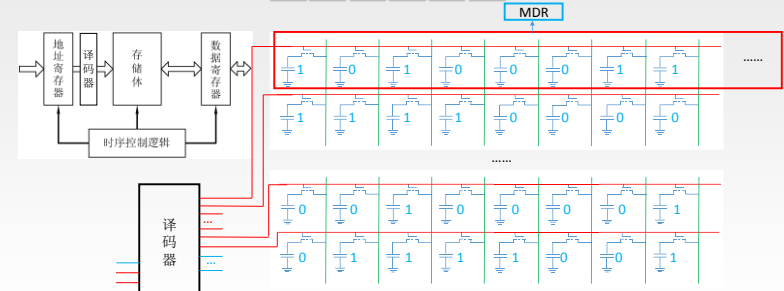
容量



总容量 = 存储单元个数 × 存储字长 bit 1Byte = 8bit
 = 存储单元个数 × 存储字长 / 8 Byte

王道考研/CSKAOYAN.COM

容量



n 位地址 $\rightarrow 2^n$ 个存储单元
 系统能支持的最大容量 = $2^n \times$ 存储字长

总容量 = 存储单元个数 × 存储字长 bit 1Byte = 8bit
 = 存储单元个数 × 存储字长 / 8 Byte

王道考研/CSKAOYAN.COM

容量

n 个二进制位能表示出多少种不同的状态?

1 个二进制位: 0, 1

2^1

2 个二进制位: 00, 01; 10, 11

2^2

3 个二进制位: 000, 001, 010, 011; 100, 101, 110, 111

2^3

.....

...

n 个二进制位

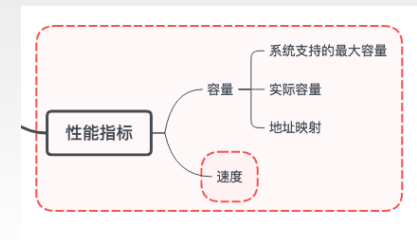
2^n

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768	65536

2^{10} : K 2^{20} : M 2^{30} : G 2^{40} : T

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM

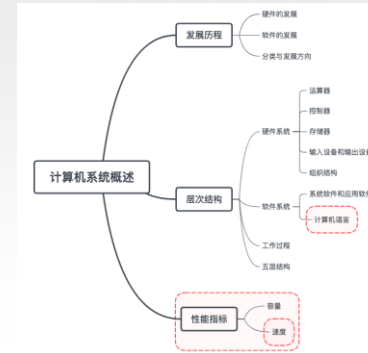
本节内容

计算机
性能指标

速度

王道考研/CSKAOYAN.COM

本章总览

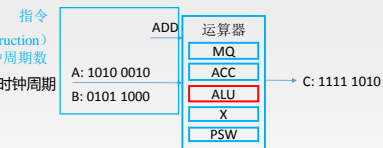


王道考研/CSKAOYAN.COM

速度

指令
CPI (Clock cycle Per Instruction)
执行一条指令所需的时钟周期数

该指令耗时 = $CPI \times CPU\text{时钟周期}$



机器字长: 计算机进行一次整数运算所能处理的二进制数据的位数



CPU时钟周期

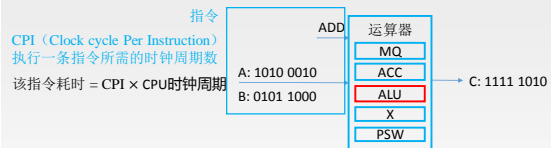
$$CPU\text{时钟频率(主频)} = \frac{1}{CPU\text{时钟周期}}$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

速度

指令
CPI (Clock cycle Per Instruction)
执行一条指令所需的时钟周期数

该指令耗时 = $CPI \times CPU\text{时钟周期}$



机器字长: 计算机进行一次整数运算所能处理的二进制数据的位数



CPU时钟周期

$$CPU\text{时钟频率(主频)} = \frac{1}{CPU\text{时钟周期}}$$

假设每次只能处理1个二进制位, 可以通过编程完成8位的运算:
指令1
指令2
...
指令8
CPU执行时间
整个程序耗时 = 指令1耗时 + 指令2耗时 + ... + 指令8耗时
= (指令1的CPI + 指令2的CPI + ... + 指令8的CPI) \times CPU时钟周期
= 平均CPI \times 指令条数 \times CPU时钟周期

王道考研/CSKAOYAN.COM

速度

MIPS (Million Instructions Per Second), 即每秒执行多少百万条指令。
 $MIPS = \frac{\text{指令条数}}{\text{执行时间} \times 10^6} = \frac{\text{主频}}{CPI}$
 MFLOPS (Mega Floating-point Operations Per Second), 即每秒执行多少百万次浮点运算。MFLOPS=浮点操作次数/(执行时间 $\times 10^6$)。
 GFLOPS (Giga Floating-point Operations Per Second), 即每秒执行多少十亿次浮点运算。MFLOPS=浮点操作次数/(执行时间 $\times 10^9$)。
 TFLOPS (Tera Floating-point Operations Per Second), 即每秒执行多少万亿次浮点运算。MFLOPS=浮点操作次数/(执行时间 $\times 10^{12}$)。

CPI (Clock cycle Per Instruction): 执行一条指令所需的时钟周期数
 该指令耗时 = $CPI \times CPU\text{时钟周期}$

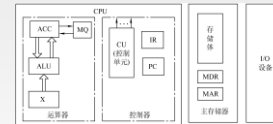
$$IPS = \frac{1}{CPI \times CPU\text{时钟周期}} \quad CPU\text{时钟频率(主频)} = \frac{1}{CPU\text{时钟周期}}$$

$$IPS = \frac{\text{主频}}{CPI}$$

王道考研/CSKAOYAN.COM

速度

数据通路带宽: 数据总线一次所能并行传送信息的位数

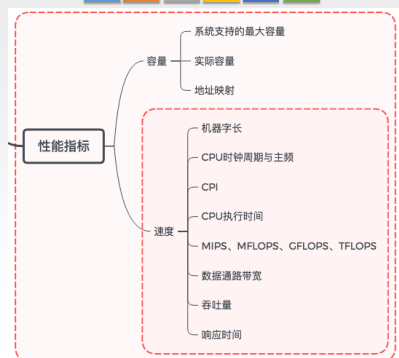


吞吐量: 指系统在单位时间内处理请求的数量。
 它取决于信息能多快地输入内存, CPU能多快地取指令, 数据能多快地从内存取出或存入, 以及所得结果能多快地从内存送给一台外部设备。这些步骤中的每一步都关系到主存, 因此, 系统吞吐量主要取决于主存的存取周期。

响应时间: 指从用户向计算机发送一个请求, 到系统对该请求做出响应并获得它所需要的结果的等待时间。
 通常包括CPU时间(运行一个程序所花费的时间)与等待时间(用于磁盘访问、存储器访问、I/O操作、操作系统开销等时间)。

王道考研/CSKAOYAN.COM

知识回顾



王道考研/CSKAOYAN.COM