

# 计算机组织与体系结构

## 第一讲

计算机科学与技术学院

舒燕君

# 主讲教师

- 舒燕君

- 研究方向：

- ✓ 云计算系统性能评测

- ✓ 高端容错计算机系统

- ✓ 系统容错性能评测工具

- ✓ 数据中心的智能运维技术

- 联系方式： **QQ: 6016511**

- 办公室地址： 综合实验楼**510**房间

# 联合培养

- 加拿大Queens大学， Prof. Ying Zou  
(Software Repository Mining, SRM)  
*Undergraduate Internship, 12 weeks*
- 澳大利亚Adelaide大学， Prof. Wei Zhang  
(Information Retrieve, IR)
- 澳大利亚Macquarie大学， Prof. Michael Sheng  
(IoT, Cloud Services)

# 联合培养

- Prof. Ying Zou

夏季课程： Software Performance Engineering

Intro: Improving software performance from system aspects, including hardware, software, OS, internet.

- Prof. Michael Sheng

夏季课程： Advanced Web Service Technologies

Intro: New service computing development and research directions, particularly giving the consideration of recent exciting applications.

# 助教

- **助教 刘宣麟**

- 负责作业及报告批改、课程答疑
- 联系方式: **QQ: 893868839**

- **助教 马庄宇**

- 负责指导实验、课程答疑
- 联系方式: **QQ: 1141325030**

# 课程概貌

- 讲授内容

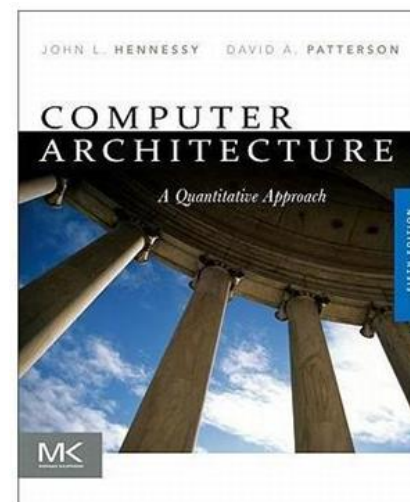
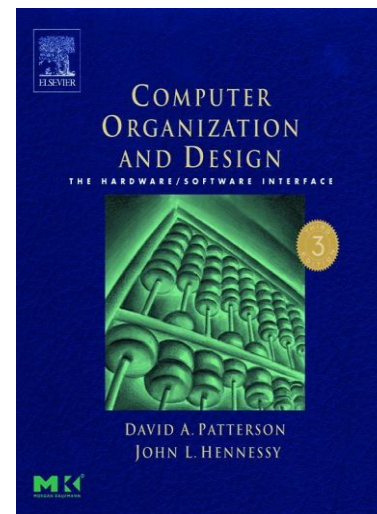
- 计算机基本部件的组织方式和工作过程、基本运算的操作原理
- 现代计算机体系结构基本概念、设计思想、量化分析方法和实现技术

- 教材

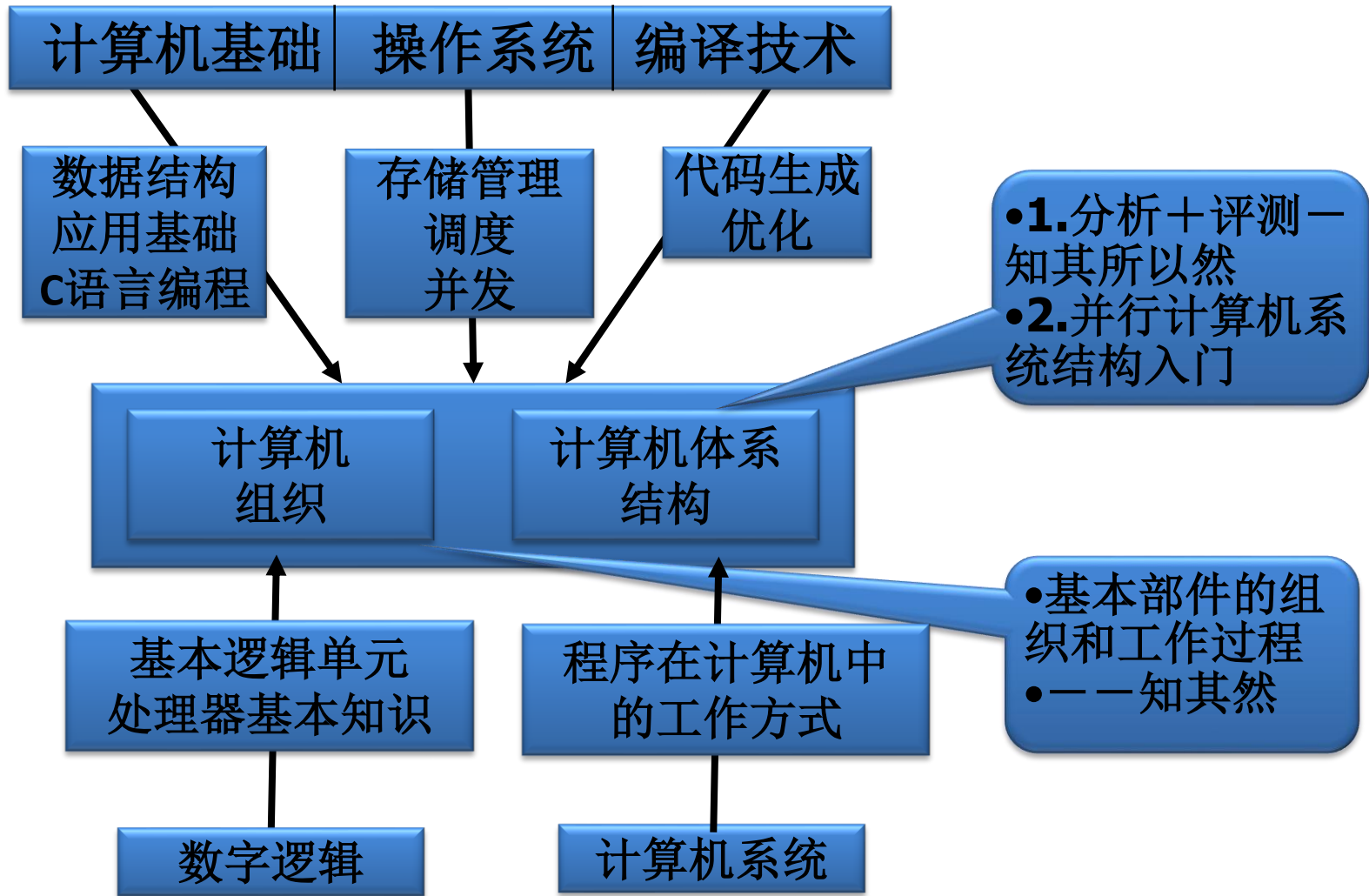
- 唐朔飞. 计算机组成原理（第2版）. 高等教育出版社
- 王志英等. 计算机体系结构（第2版）. 清华大学出版社

# 参考教材

- **David A. Patterson, John L. Hennessy. Computer Organization & Design: A Hardware/Software Interface**
- **John L. Hennessy, David A. Patterson. Computer Architecture: A Quantitative Approach**



# 本课程在课程体系中的地位





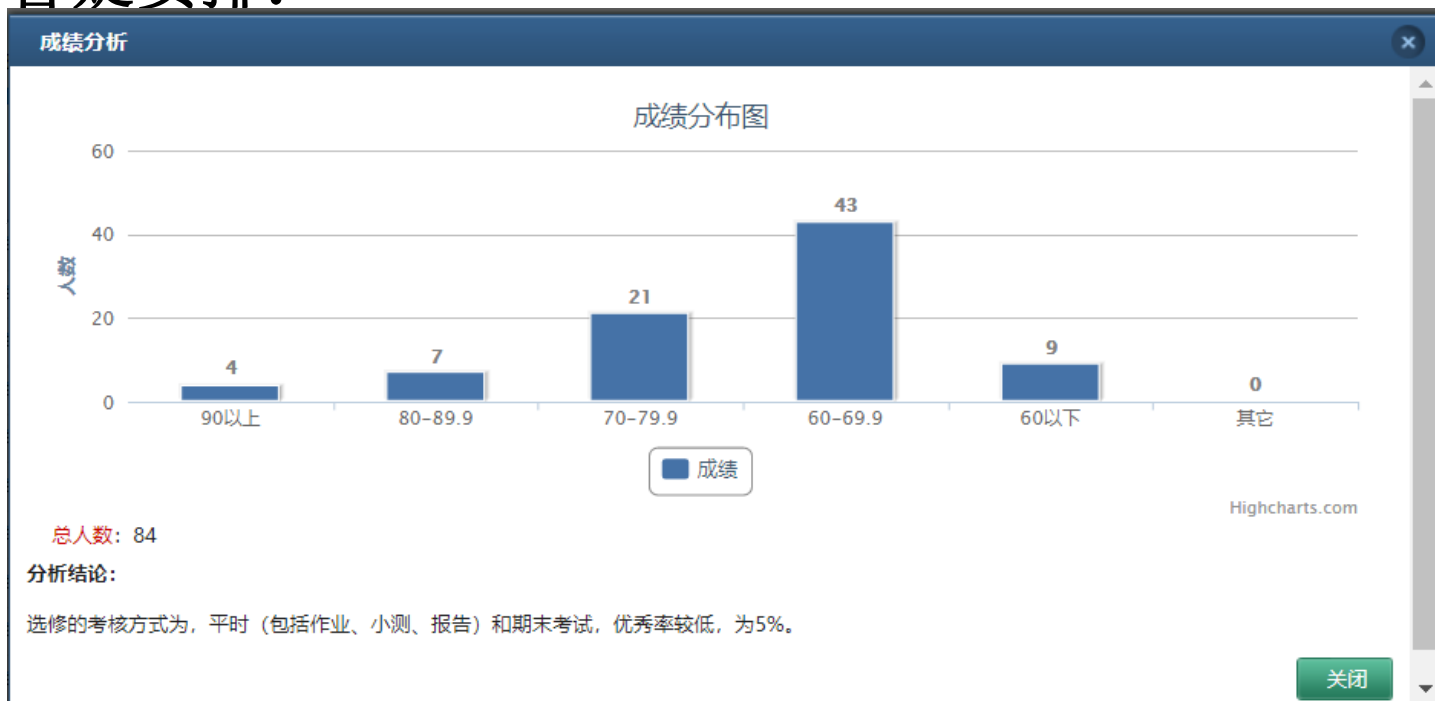
# 教学模式与课程考核

- 教学模式：采用理论和实践相结合的方法进行教学
  - 48学时课堂教学
  - 24学时上机实验

# 考核方式与答疑安排

➤ 课程公告和文件：QQ 群（群号：567714071）

➤ 答疑安排：



为满分  
果程

# 全国大学生计算机系统 能力培养大赛

必应 x 第五届“龙芯杯”全国总决赛 x +

live.bilibili.com/22968590?broadcast\_type=0

下载该视频

## 获奖队伍:

北京航空航天大学一队  
0xdead10c  
404 not found  
芯之怪盗团  
MIPS Great Again  
西北工业大学一队

北京航空航天大学  
哈尔滨工业大学  
哈尔滨工业大学  
哈尔滨工业大学深圳  
清华大学  
西北工业大学

高能榜 | 大航海

咚咚冬AMOR	10
哇哈爱吃糖	5
夏树Yyvec	1

西奈酒廊: 北航真棒

DGkaya: t123yh nb!

西奈酒廊: 北航带大家飞, 一起做百芯计划

WA-AutoMaton: t123yh yy

西奈酒廊: YYDS

小小一块小饼干: tyhnb!

Vilasie: 哈哈

伍六柒大虾: 四脸懵逼

手持青龙偃月刀的小机器人: 2333333

信创开讲: 有前途

zqybegin 进入直播间

系统提示: 哔哩哔哩直播内容及互动评论须严格遵守直播规范, 严禁传播违法违规、低俗血腥、吸烟酗酒、造谣诈骗等不良有害信息。如有违规, 平台将进行封禁直至永久封停账号哦! 注意理性打赏, 严禁未成年人直播或打赏。请勿轻信平台上各类广告信息, 谨防上当受骗。

手持青龙偃月刀的小机器人: mga 233333333

举高高 1

发个弹幕呗~ 0/20

发送

从该页面下载视频

**第 1 章 计算机系统概论**

**第 2 章 计算机系统量化分析基础**

**第 3 章 总线**

**第 4 章 指令系统**

**第 5 章 CPU设计与实现**

**第 6 章 基本流水线技术**

**第 7 章 指令级并行**

**第 8 章 存储系统的结构与优化**

**第 9 章 IO系统**

# 第 1 章 计算机系统概论

## 第 2 章 计算机系统量化分析基础

## 第 3 章 总线

## 第 4 章 指令系统

## 第 5 章 CPU设计与实现

## 第 6 章 基本流水线技术

## 第 7 章 指令级并行

## 第 8 章 存储系统的结构与优化

## 第 9 章 IO系统

# 第 1 章 计算机系统概论

## 1.1 计算机系统简介

## 1.2 计算机的基本组成

## 1.3 计算机硬件的主要指标

# 1.1 计算机系统简介

- 现代计算机的多态性



来自于国立台湾大学郭斯彦教授讲稿

# 跑得最快的计算机（截止2021年6月）

Rank	Site 国家	System 名称	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)
1	RIKEN Center for Computational Science	Supercomputer Fugaku - Supercomputer Fugaku, A64FX 48C 2.2GHz, Tofu interconnect D 制造商: Fujitsu 所属: 日本理化学研究所	7,630,848	422,010.0	537,212.0
2	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	Summit-IBM Power System AC922, IBM POWER9 22C 3.07GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband 制造商: IBM 所属: 美国能源部Oak Ridge国家实验室	2,414,592	148,600	200,795
3	DOE/NNSA/LLNL United States	Sierra - IBM Power System S922LC, IBM POWER9 22C 3.1GHz, NVIDIA Volta GV100, Dual-rail Mellanox EDR Infiniband 制造商: IBM、NVIDIA、Mellanox 所属: 美国能源部、美国国家核安全管理局	1,572,480	94,640.0	125,712.0
4	National Supercomputing Center in Wuxi China	Sunway TaihuLight - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway, NRCPC 制造商: 中国国家并行计算机工程与技术研究中心 所属: 中国国家超算中心（无锡）	10,649,600	93,014.6	125,435.9
5	DOE/SC/LBNL/NERSC United States	PERLMUTTER - HPE CRAY EX235N, AMD EPYC 7763 64C 2.45GHZ, SLINGSHOT-10 制造商: HPE Cray EX 所属: 美国国家能源研究科学计算中心（NERSC）的劳伦斯·伯克利国家实验室	706,304	64,590.0	89,794.5



# Fugaku



<b>Site:</b>	<a href="#">RIKEN Center for Computational Science</a>
<b>Manufacturer:</b>	Fujitsu
<b>Cores:</b>	7,630,848
<b>Linpack Performance (Rmax)</b>	442,010 TFlop/s
<b>Theoretical Peak (Rpeak)</b>	537,212 TFlop/s
<b>Power:</b>	29,899.23 kW
<b>Memory:</b>	5,087,232 GB
<b>Interconnect:</b>	Tofu interconnect D
<b>Operating System:</b>	Red Hat Enterprise Linux
<b>Compiler:</b>	FUJITSU Software Technical Computing Suite V4.0
<b>Math Library:</b>	FUJITSU Software Technical Computing Suite V4.0

# Sunway TaihuLight



<b>Site:</b>	<a href="#">National Supercomputing Center in Wuxi</a>
<b>Manufacturer:</b>	NRCPC
<b>Cores:</b>	10, 649, 600
<b>Linpack Performance (Rmax)</b>	93,014.6 TFlop/s
<b>Theoretical Peak (Rpeak)</b>	125,436 TFlop/s
<b>Power:</b>	15,371 kW
<b>Memory:</b>	1,310,720 GB
<b>Interconnect:</b>	Sunway
<b>Operating System:</b>	Sunway RaiseOS 2.0.5

# 1.1 计算机系统简介

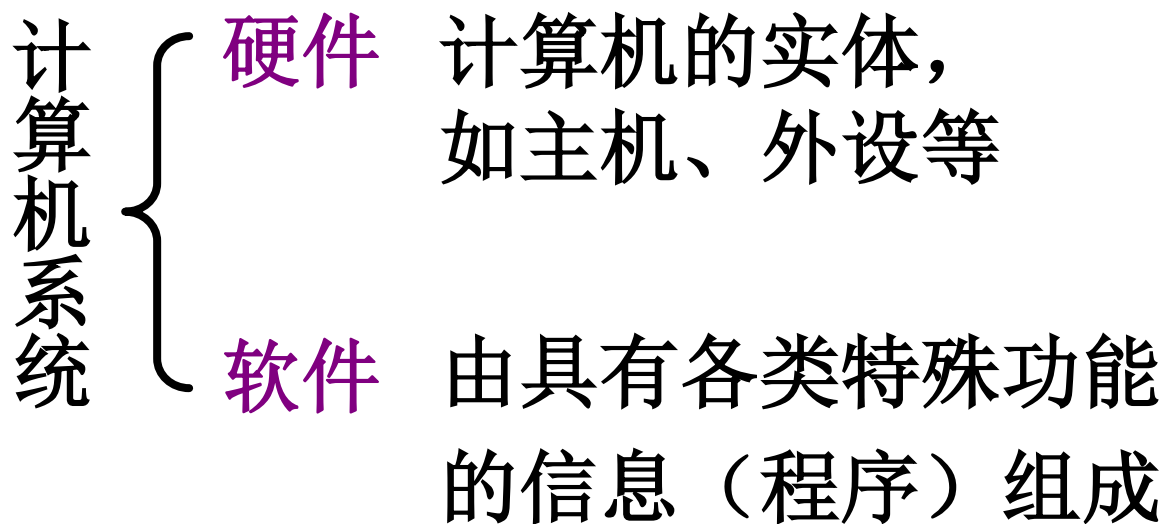


基本结构都具有共性特征

# 1.1 计算机系统简介

## 一、计算机的软硬件概念

### 1. 计算机系统



# 软件

## 系统软件

用来管理整个计算机系统

语言处理程序

操作系统

服务性程序

数据库管理系统

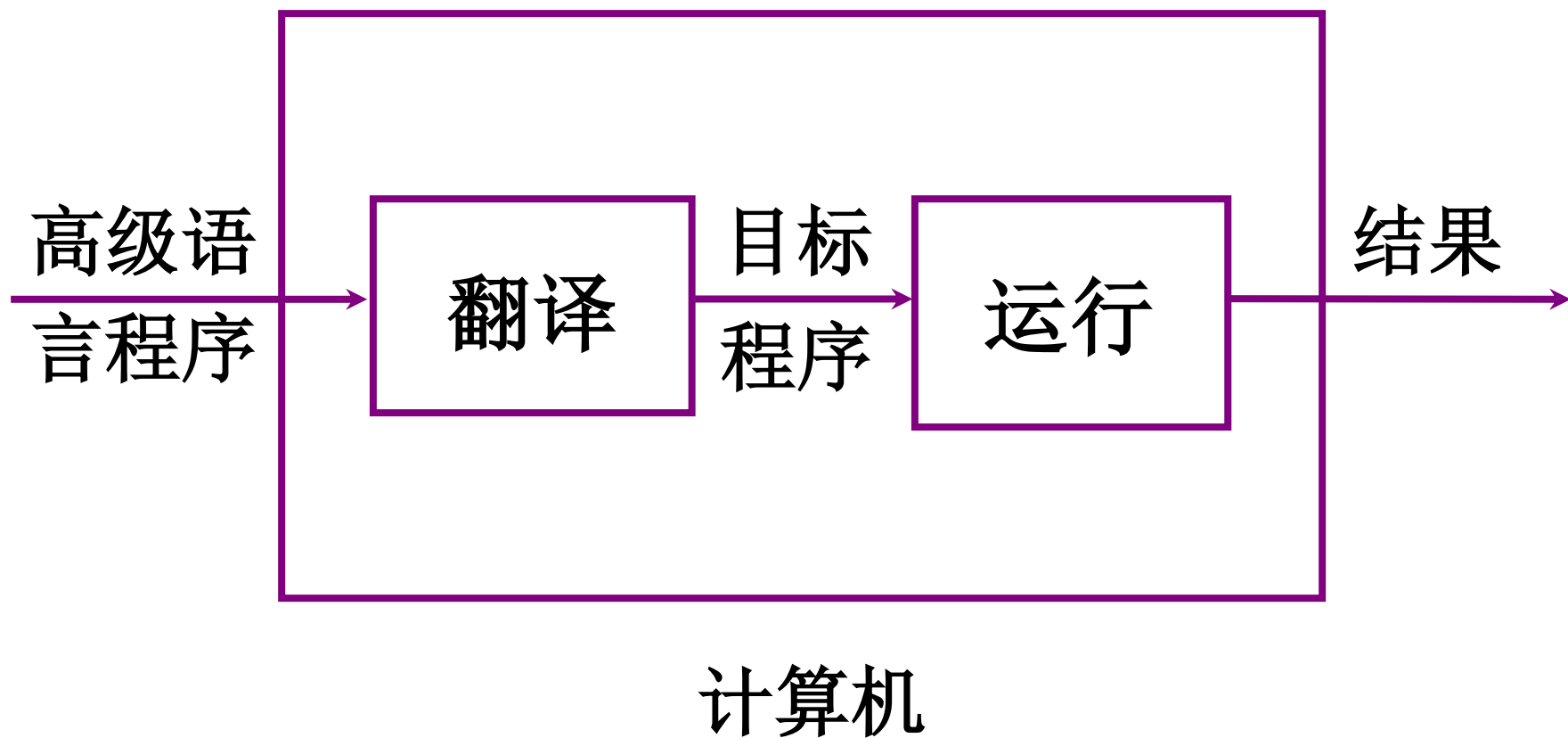
网络软件

## 应用软件

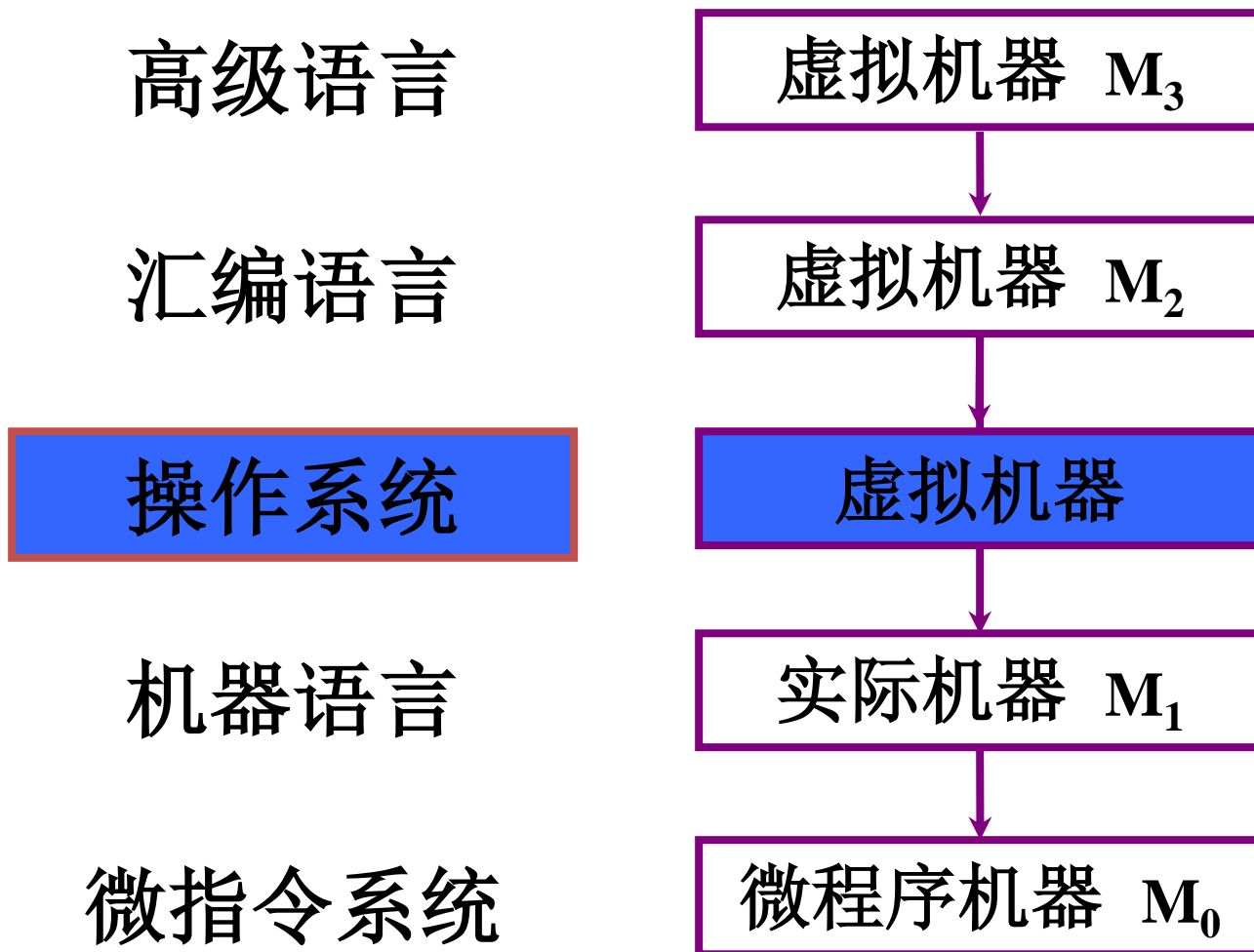
按任务需要编制成的各种程序

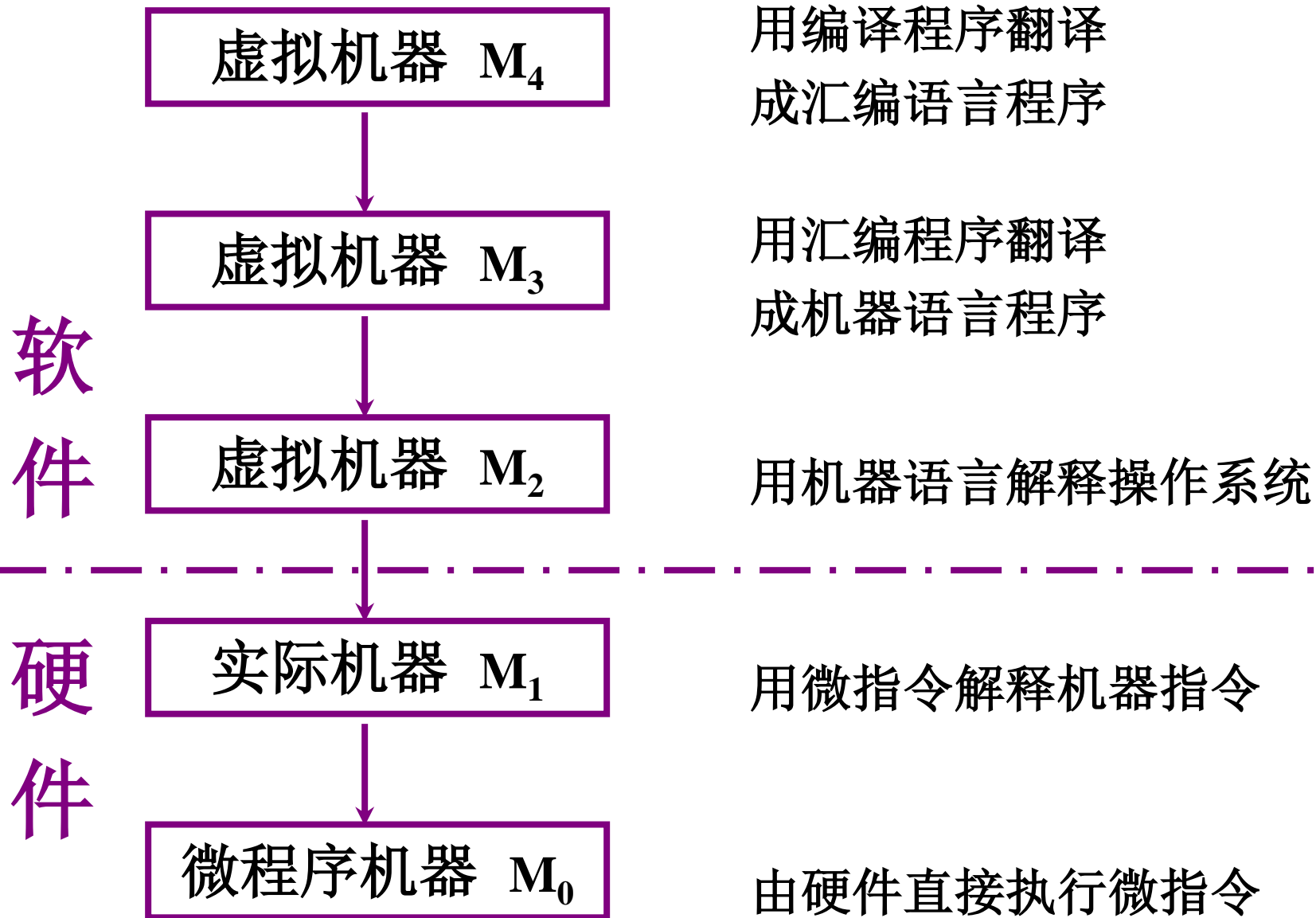


## 2. 计算机的解题过程



## 二、计算机系统的层次结构







# 1.2 计算机的基本组成

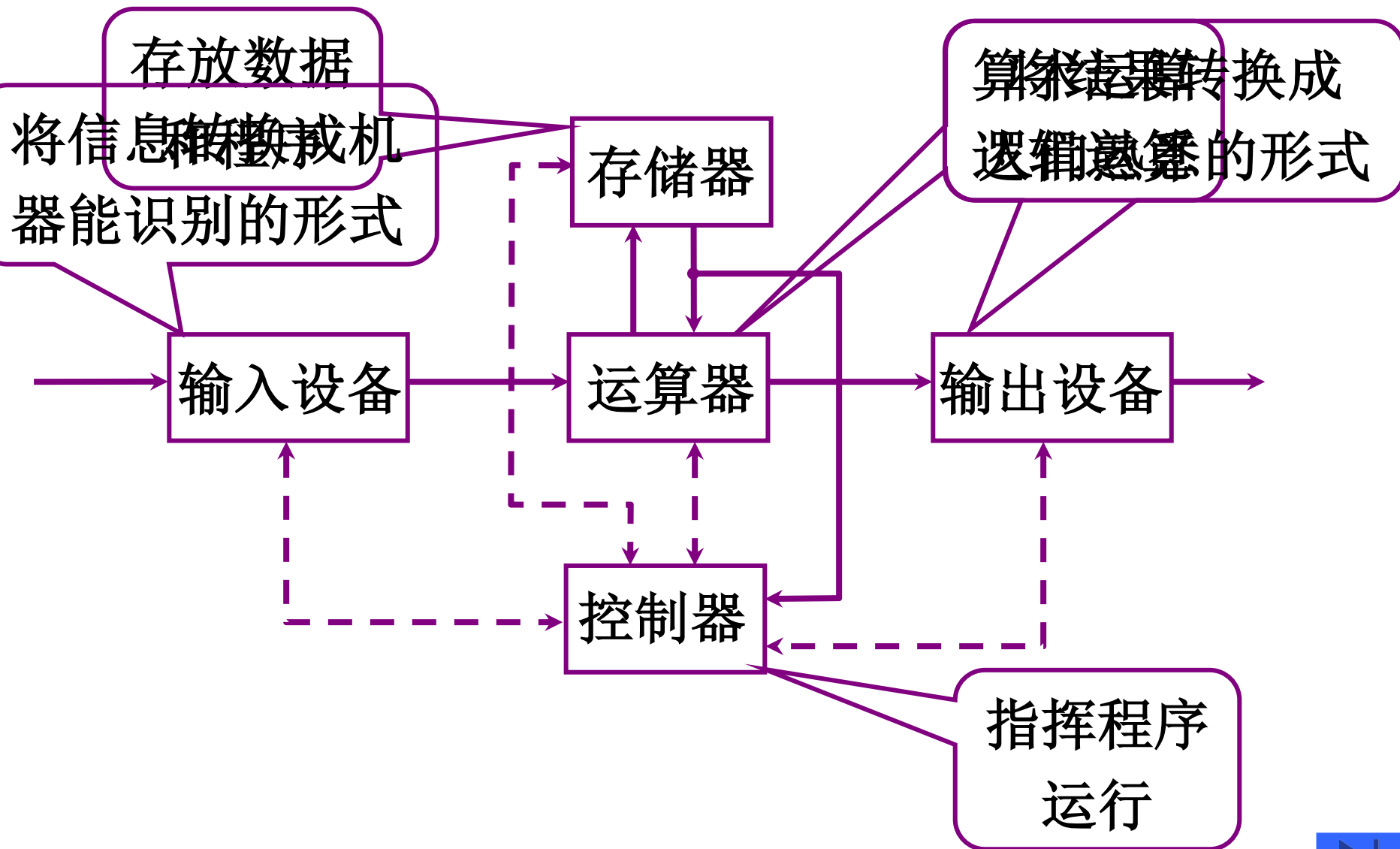
## 一、冯·诺依曼计算机的特点

1. 计算机由五大部件组成
2. 指令和数据以同等地位存于存储器，可按地址寻访
3. 指令和数据用二进制表示
4. 指令由操作码和地址码组成
5. 存储程序
6. 以运算器为中心



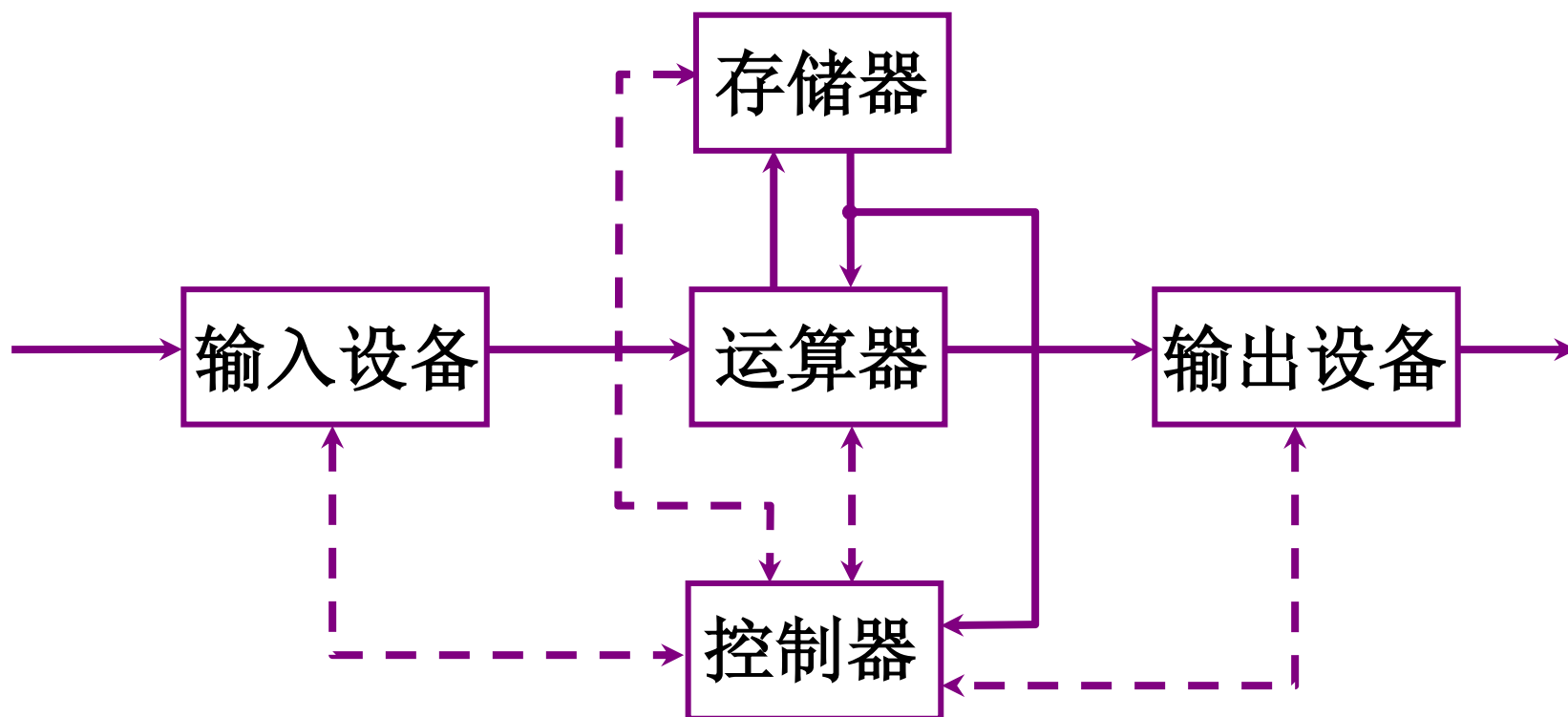
# 冯·诺依曼计算机硬件框图

## 1.2



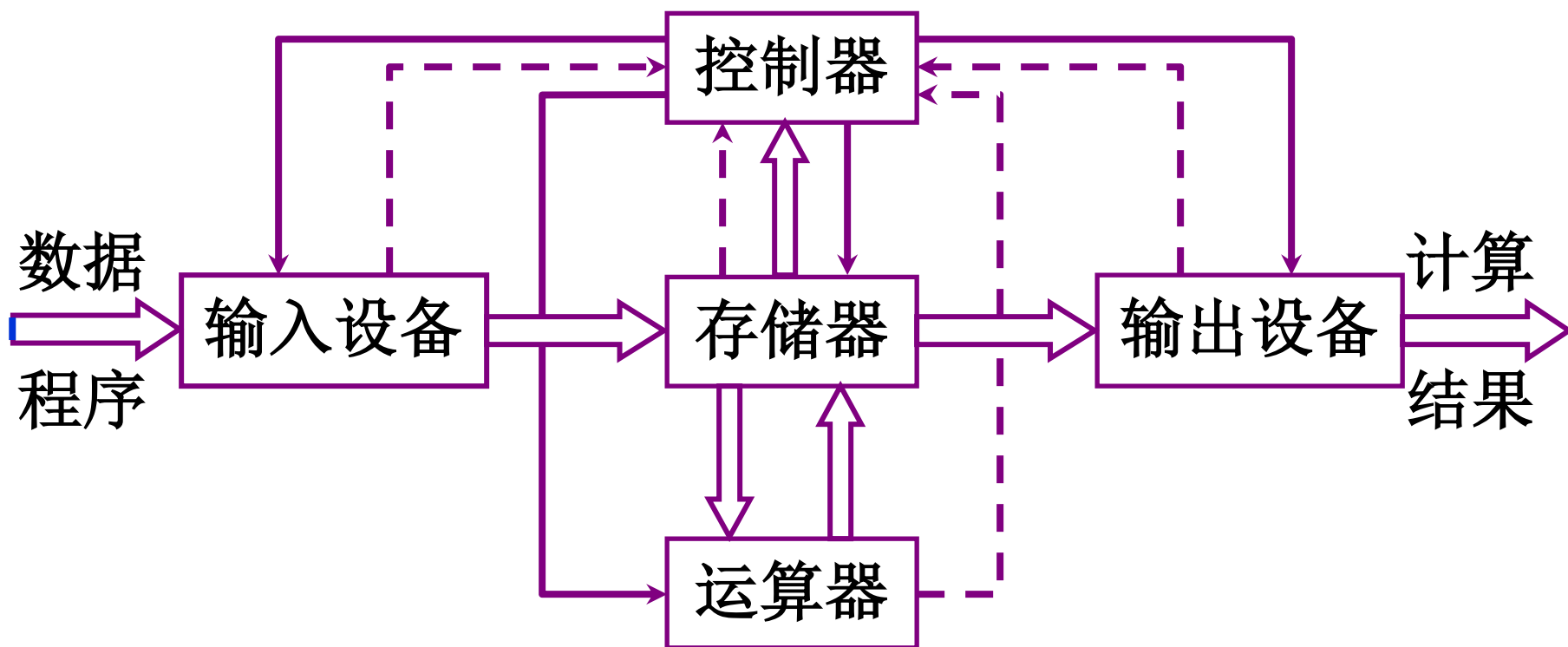
# 冯·诺依曼计算机硬件框图

## 1.2

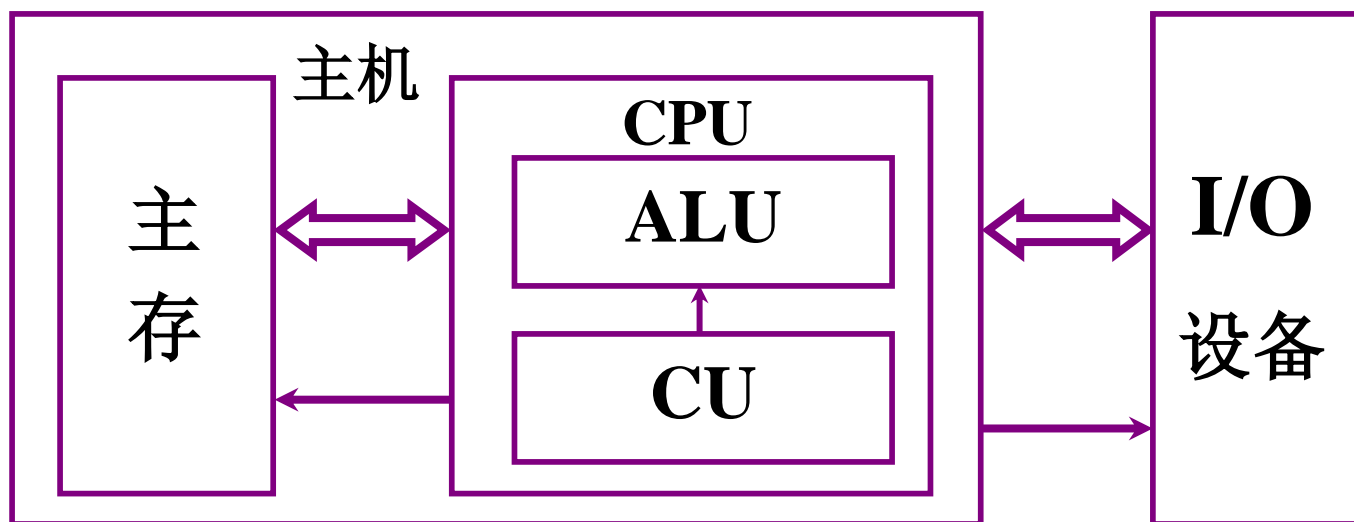
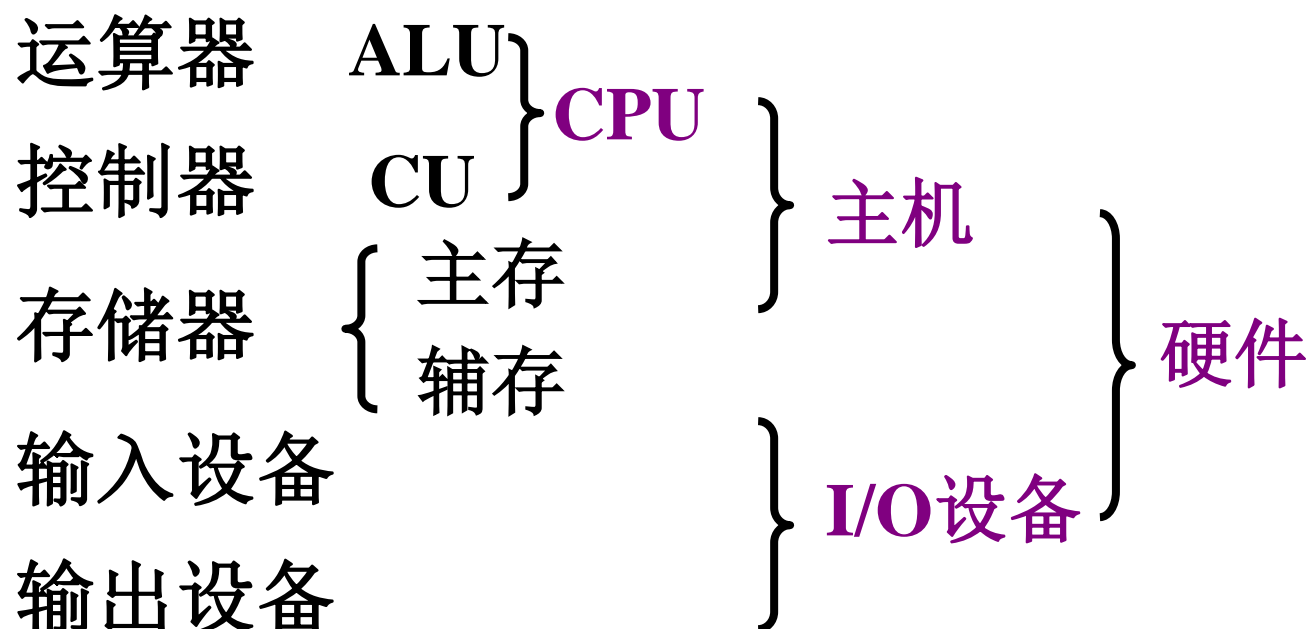


## 二、计算机硬件框图

### 1. 以存储器为中心的计算机硬件框图



## 2. 现代计算机硬件框图



# 三、计算机的工作步骤

## 1.2

### 1. 上机前的准备

- 建立数学模型
- 确定计算方法

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \frac{x^9}{9!} - \dots$$

- 编制解题程序

程序 —— 运算的 全部步骤

指令 —— 每 一个步骤



# 编程举例

## 1.2

计算  $ax^2 + bx + c = (ax + b)x + c$

取 $x$  至运算器中

乘以 $x$  在运算器中

乘以 $a$  在运算器中

存 $ax^2$  在存储器中

取 $b$  至运算器中

乘以 $x$  在运算器中

加 $ax^2$  在运算器中

加 $c$  在运算器中

取 $x$  至运算器中

乘以 $a$  在运算器中

加 $b$  在运算器中

乘以 $x$  在运算器中

加 $c$  在运算器中



## 指令格式举例

操作码	地址码
-----	-----

取数             $\alpha$                              $[\alpha] \rightarrow \text{ACC}$

**000001    0000001000**

存数             $\beta$                              $[\text{ACC}] \rightarrow \beta$

加                 $\gamma$                              $[\text{ACC}] + [\gamma] \rightarrow \text{ACC}$

乘                 $\delta$                              $[\text{ACC}] \times [\delta] \rightarrow \text{ACC}$

打印             $\sigma$                              $[\sigma] \rightarrow \text{打印机}$

停机





# 计算 $ax^2 + bx + c$ 程序清单

1.2

指令和数据存于主存单元的地址	指令		注释
	操作码	地址码	
0	000001	0000001000	取数 $x$ 至ACC
1	000100	0000001001	乘 $a$ 得 $ax$ ,存于ACC中
2	000011	0000001010	加 $b$ 得 $ax+b$ ,存于ACC中
3	000100	0000001000	乘 $x$ 得 $(ax+b)x$ ,存于ACC中
4	000011	0000001011	加 $c$ 得 $ax^2 + bx + c$ ,存于ACC
5	000010	0000001100	将 $ax^2 + bx + c$ ,存于主存单元
6	000101	0000001100	打印
7	000110		停机
8	$x$		原始数据 $x$
9	$a$		原始数据 $a$
10	$b$		原始数据 $b$
11	$c$		原始数据 $c$
12			存放结果



## 2. 计算机的解题过程

## 1.2

### (1) 存储器的基本组成



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

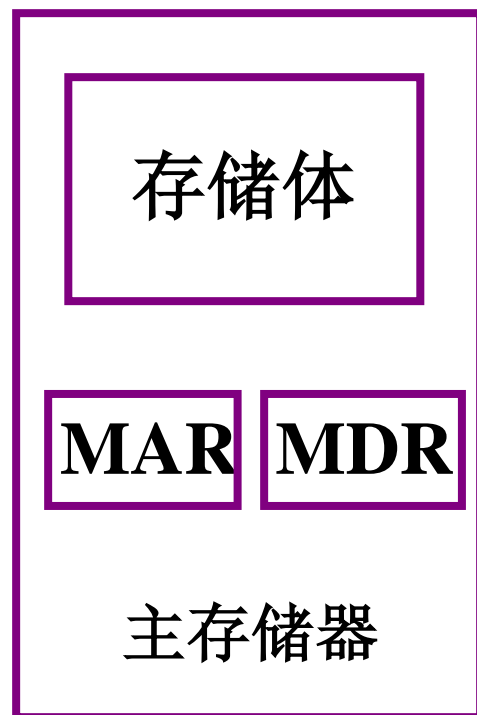
**存储字长** 存储单元中二进制代码的位数

每个存储单元赋予一个地址号

**按地址寻访**

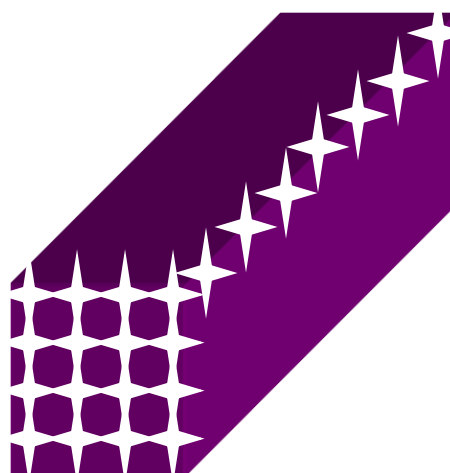


# (1) 存储器的基本组成



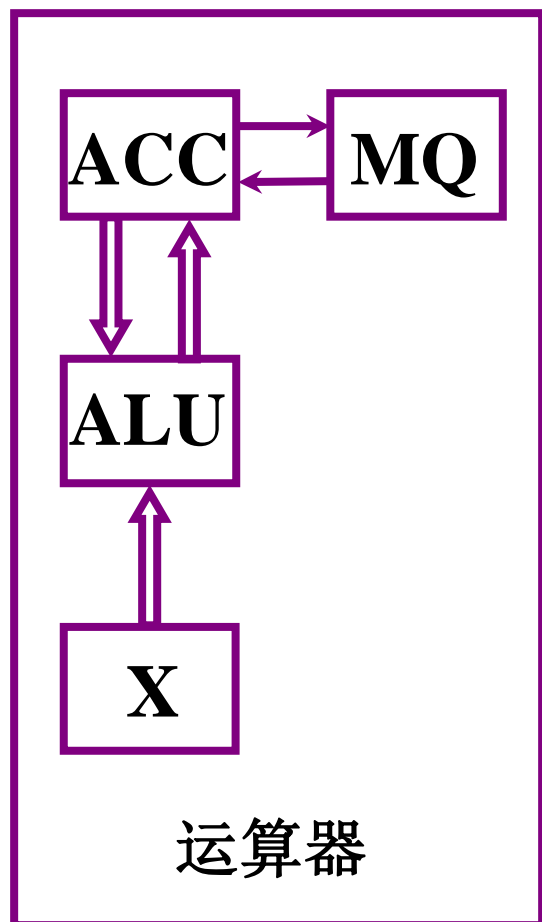
**MAR** 存储器地址寄存器  
反映存储单元的个数

**MDR** 存储器数据寄存器  
反映存储字长



设 **MAR** = 4 位  
**MDR** = 8 位  
存储单元个数 16  
存储字长 8

## (2)运算器的基本组成及操作过程



	ACC	MQ	X
加法	被加数 和		加数
减法	被减数 差		减数
乘法	乘积高位	乘数 乘积低位	被乘数
除法	被除数 余数	商	除数

### (3) 控制器的基本组成



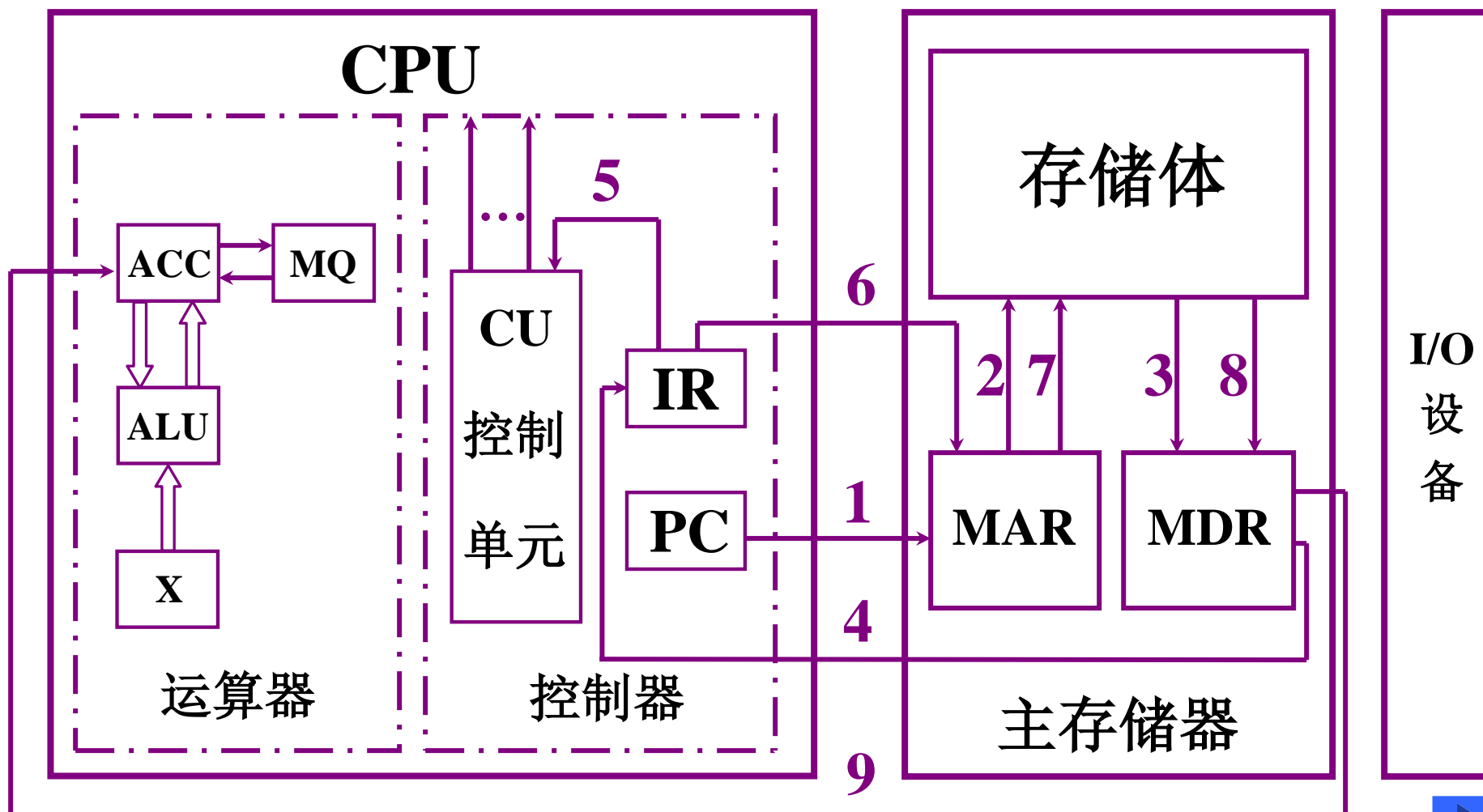
**PC** 存放当前欲执行指令的地址，  
具有计数功能  $(PC) + 1 \rightarrow PC$

**IR** 存放当前欲执行的指令

**CU** 控制单元

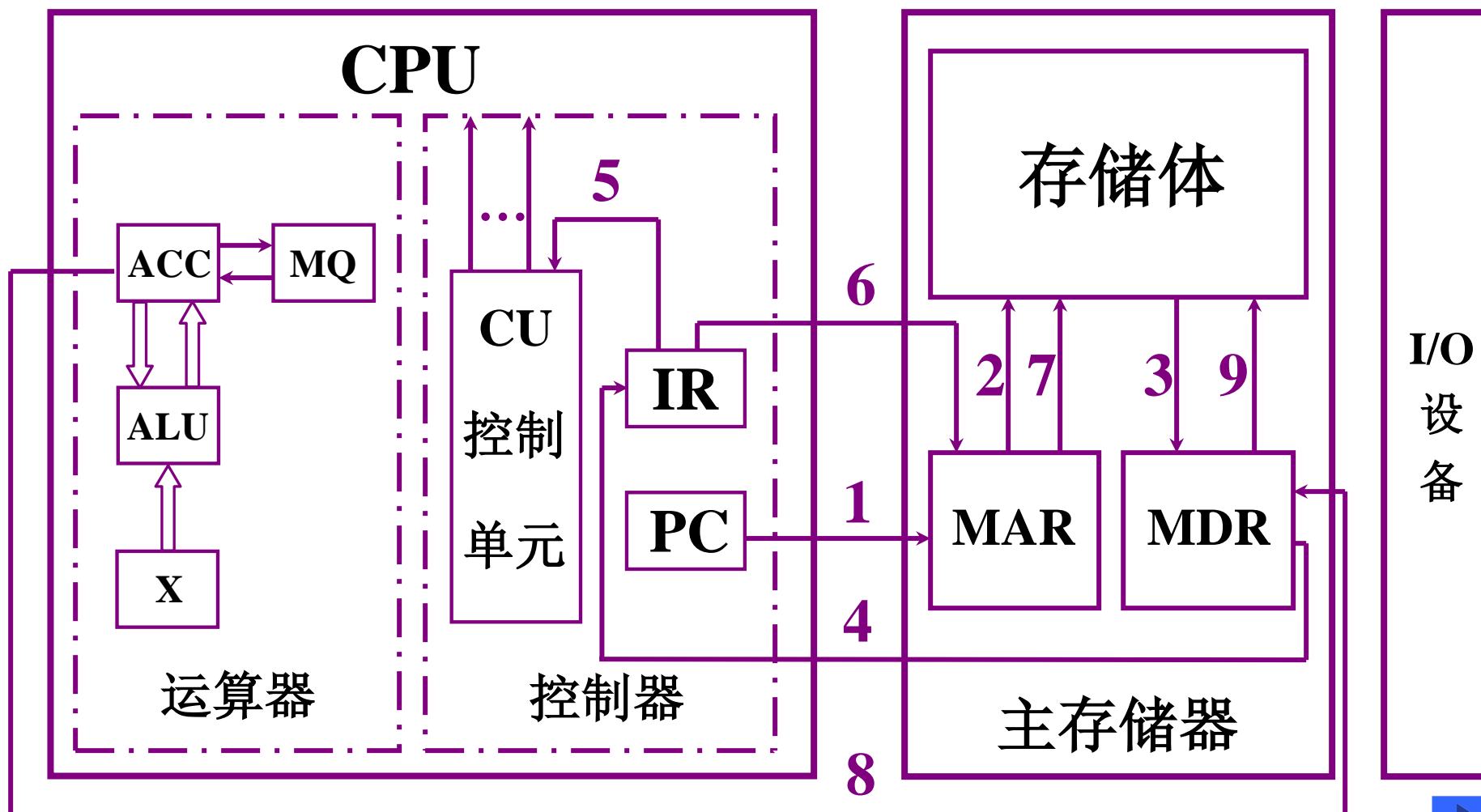
# (4) 主机完成一条指令的过程

## 以取数指令为例



# (4) 主机完成一条指令的过程

以存数指令为例



## (5) $ax^2 + bx + c$ 程序的运行过程

- 将程序通过输入设备送至计算机
- 程序首地址  $\longrightarrow$  PC
- 启动程序运行
- 取指令  $PC \rightarrow MAR \rightarrow M \rightarrow MDR \rightarrow IR, (PC) + 1 \rightarrow PC$
- 分析指令  $OP(IR) \rightarrow CU$
- 执行指令  $Ad(IR) \rightarrow MAR \rightarrow M \rightarrow MDR \rightarrow ACC$
- $\vdots$
- 打印结果
- 停机

