



南京大学
NANJING UNIVERSITY



计算机系统基本组成与基本功能

南京大学

计算机科学与技术系

袁春风

email: cfyuan@nju.edu.cn

2015.6

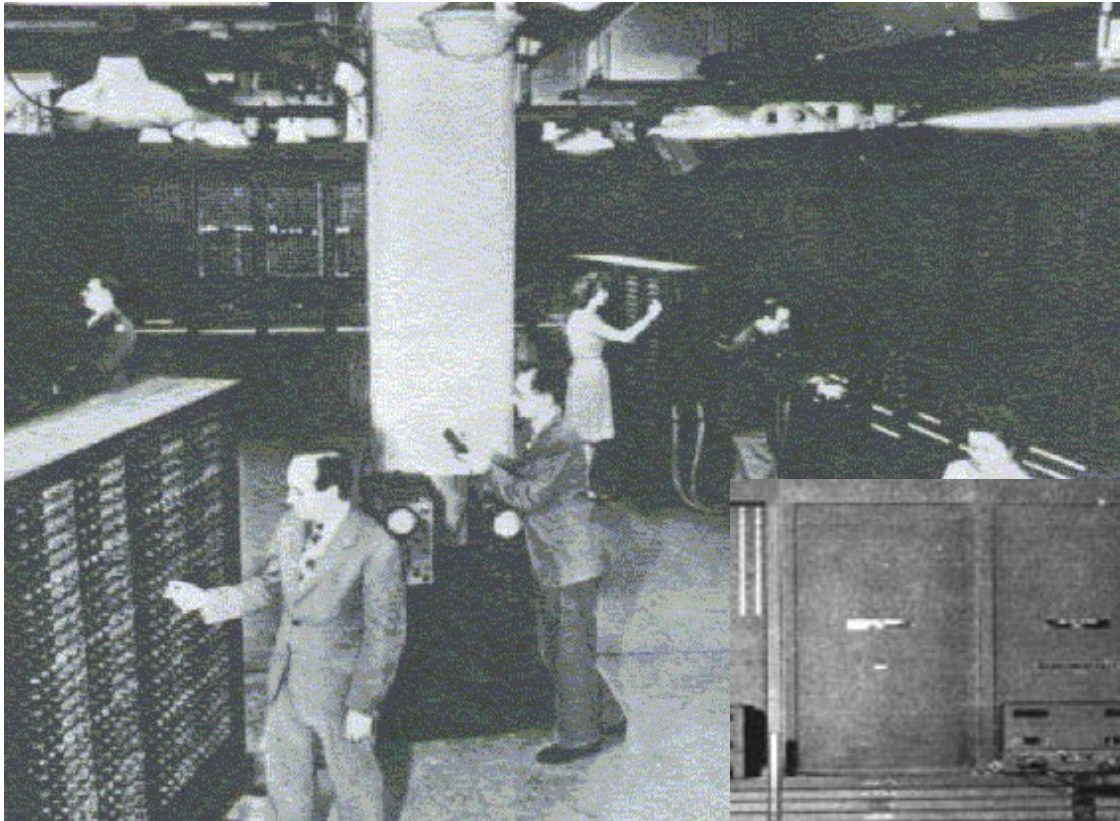
第一台通用电子计算机的诞生

1946年，第1台**通用**电子计算机 **ENIAC**诞生

- 由电子真空管组成
- 美国宾夕法尼亚大学研制
- 用于解决复杂弹道计算问题
- 5000次加法/s
- 平方、立方、sin、cos等
- 用**十进制**表示信息并运算
- 采用**手动编程**，通过设置开关和插拔电缆来实现

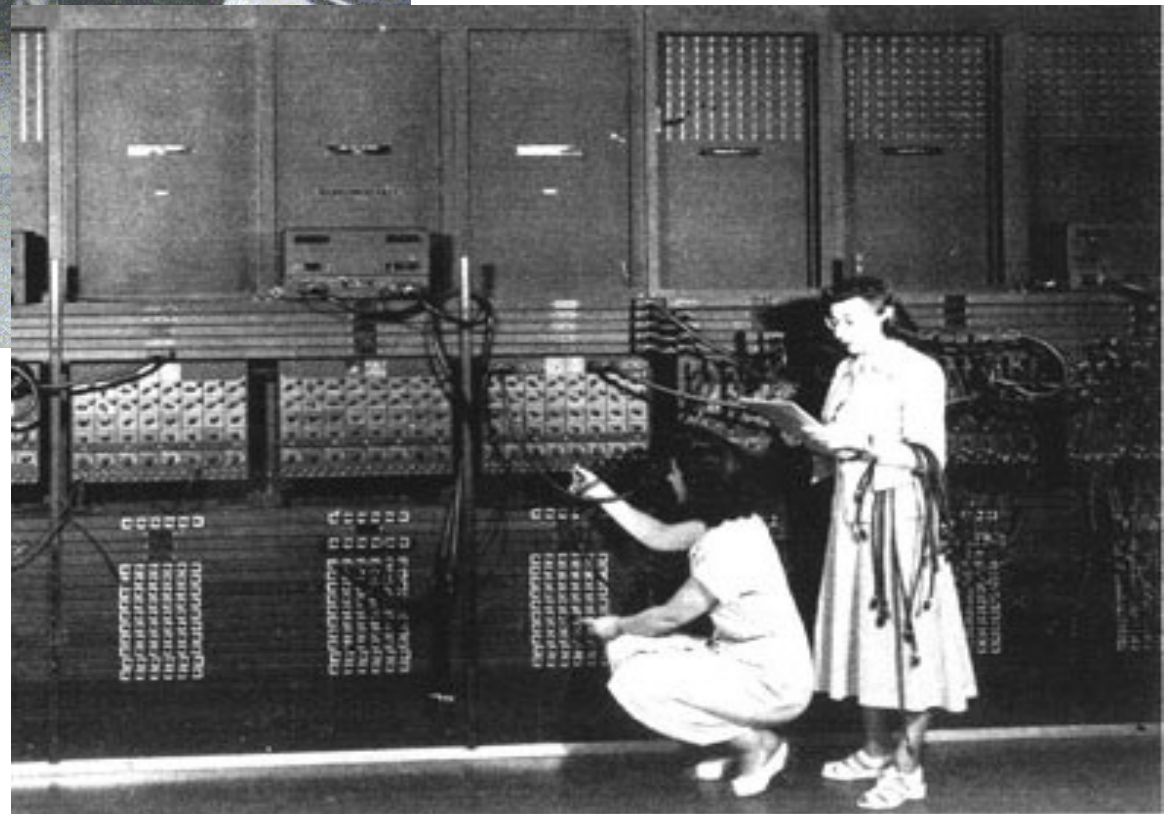
Electronic Numerical Integrator And Computer
电子数字积分计算机

Electronic Numerical Integrator And Computer



占地面积170平方米
重30吨
有18000多个真空管
耗电160千瓦

该机正式运行到
1955年10月2日，
这十年间共运行
80 223个小时



冯·诺依曼的故事

- 1944年，冯·诺伊曼参加原子弹的研制工作，涉及到极为困难的计算。
- 1944年夏的一天，诺伊曼巧遇美国弹道实验室的军方负责人戈尔斯坦，他正参与ENIAC的研制工作。
- 冯·诺依曼被戈尔斯坦介绍加入ENIAC研制组，1945年，他们在共同讨论的基础上，冯·诺伊曼以“关于EDVAC的报告草案”为题，起草了长达101页的总结报告，发表了全新的“**存储程序通用电子计算机方案**”。
- 一向专搞理论研究的**普林斯顿高等研究院**批准让冯·诺依曼建造计算机，其依据就是这份报告。



Electronic
Discrete
Variable
Automatic
Computer

现代计算机的原型

1946年，普林斯顿高等研究院（ the Institute for Advance Study at Princeton , IAS ）开始设计“**存储程序**”计算机，被称为**IAS计算机**（1951年才完成，并不是第一台存储程序计算机，1949年由英国剑桥大学完成的EDSAC是第一台）。

- 在那个报告中提出的计算机结构被称为**冯·诺依曼结构**。
- 冯·诺依曼结构最重要的思想是“**存储程序(Stored-program)**”
工作方式：

任何要计算机完成的工作都要先被编写成程序，然后将程序和原始数据送入主存并启动执行。一旦程序被启动，计算机应能在不需操作人员干预下，自动完成逐条取出指令和执行指令的任务。

- 冯·诺依曼结构计算机也称为**冯·诺依曼机器**（ Von Neumann Machine ）。
- 几乎现代所有的通用计算机大都采用冯·诺依曼结构，因此，IAS计算机是现代计算机的原型机。

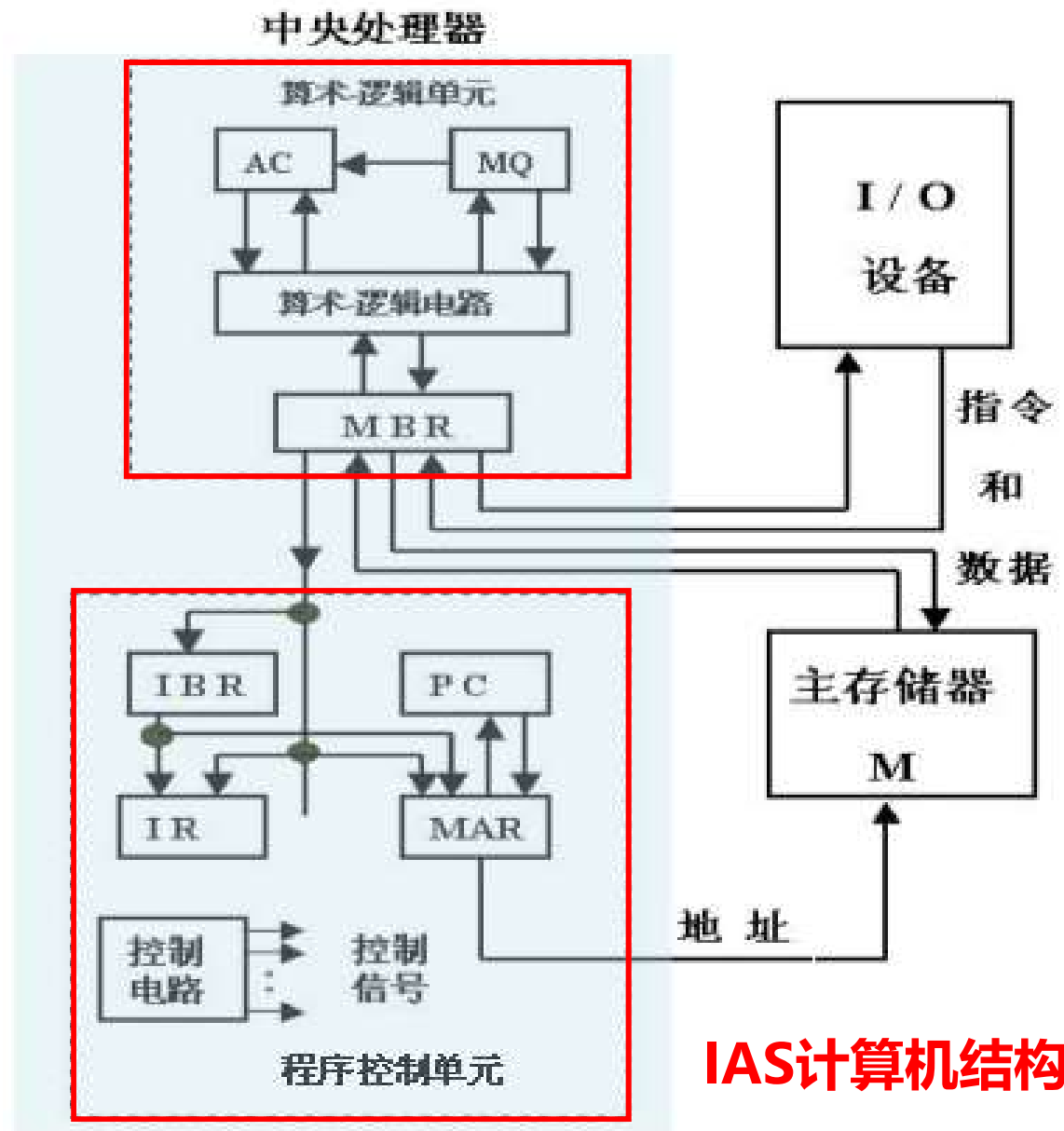
冯·诺依曼结构的主要思想是什么呢？

你认为冯·诺依曼结构是怎样的？

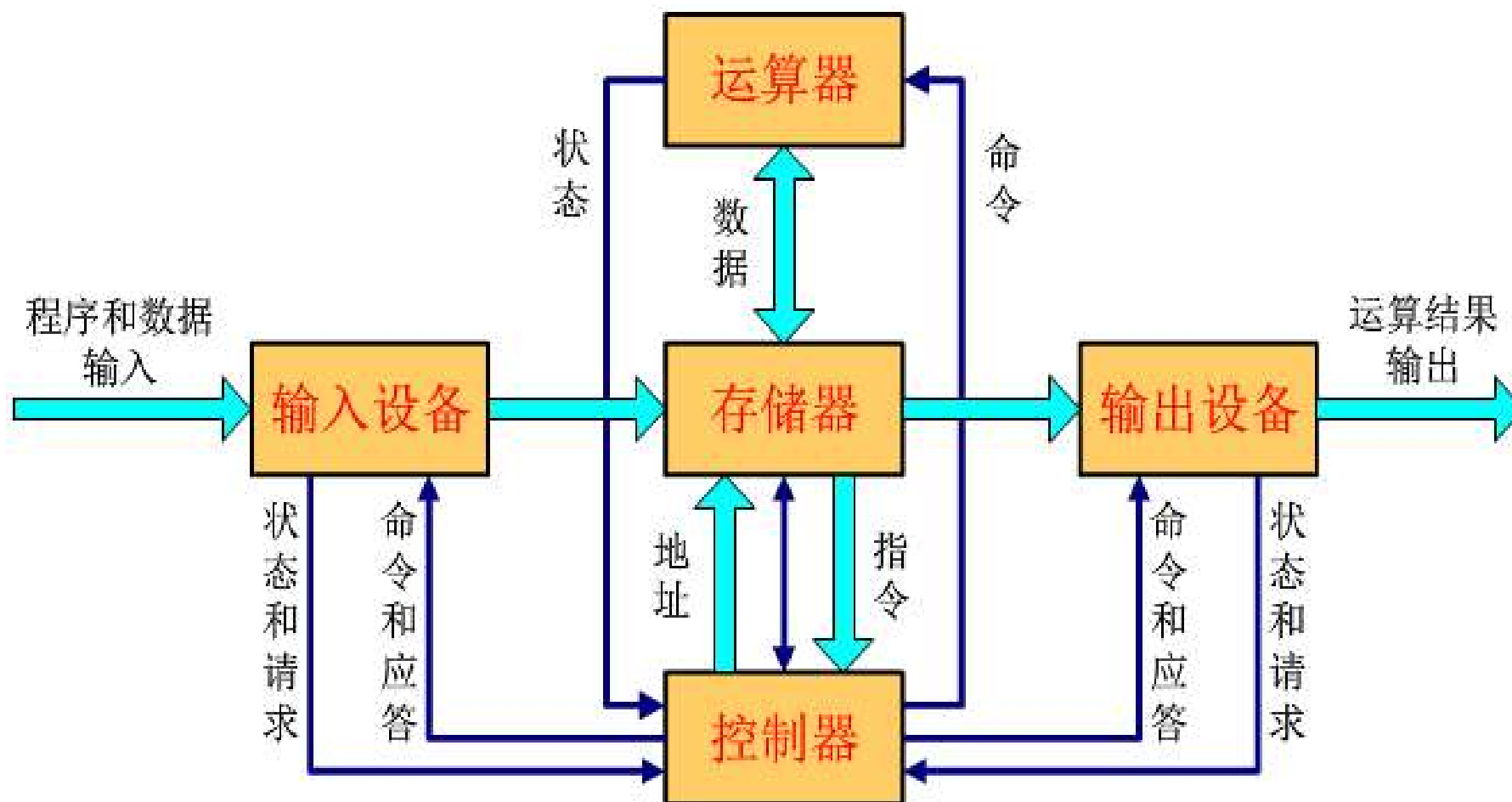
- 应该有个主存，用来存放程序和数据
- 应该有一个自动逐条取出指令的部件
- 还应该具体执行指令（即运算）的部件
- 程序由指令构成
- 指令描述如何对数据进行处理
- 应该有将程序和原始数据输入计算机的部件
- 应该有将运算结果输出计算机的部件

你还能想出更多吗？

你猜得八九不离十了☺



冯.诺依曼结构计算机模型



早期，部件之间用**分散方式**相连

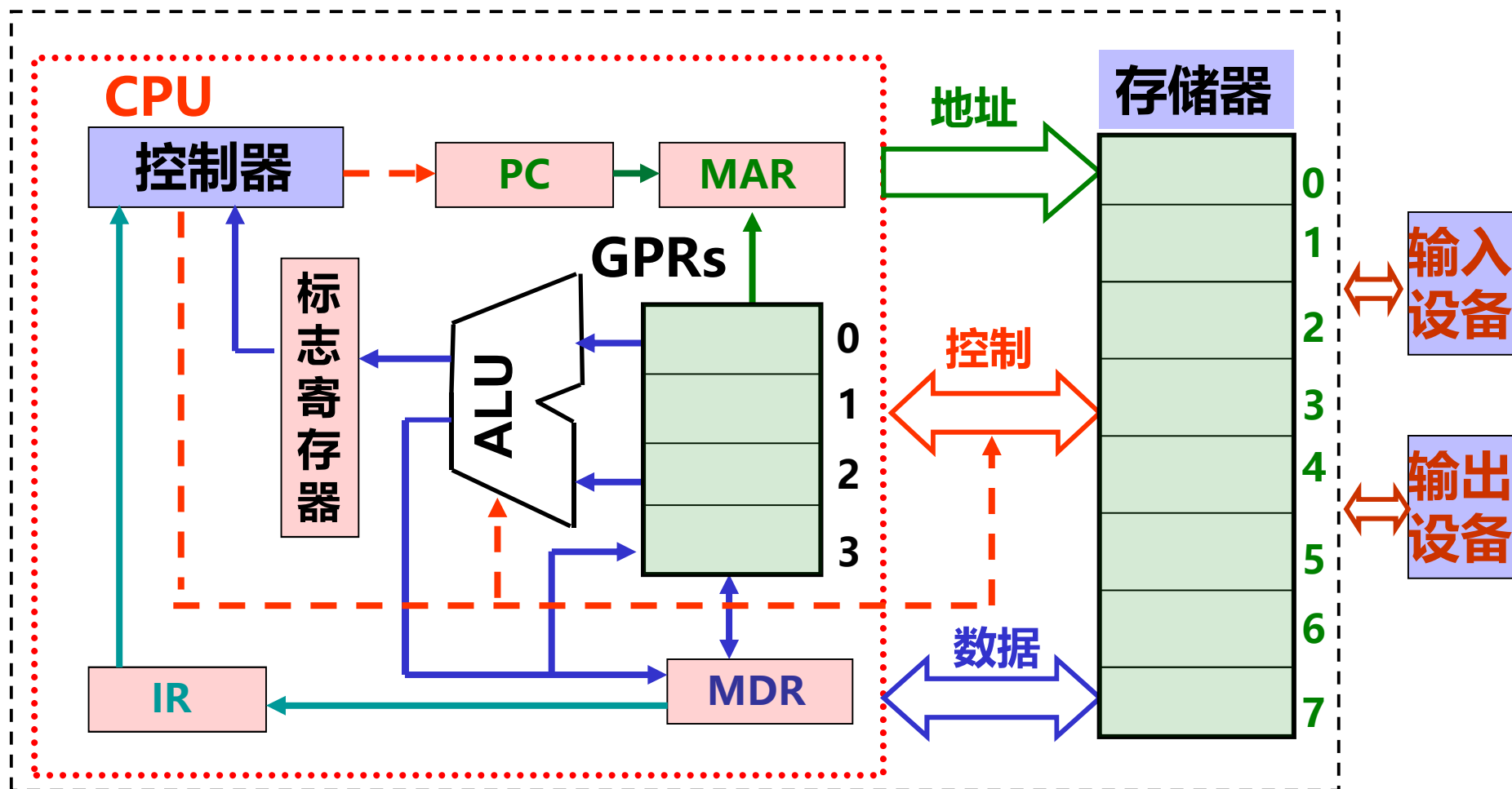
现在，部件之间大多用**总线方式**相连

冯·诺依曼结构的主要思想

1. 计算机应由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个基本部件组成。
2. 各基本部件的功能是：
 - **存储器**不仅能存放数据，而且也能存放指令，形式上两者没有区别，但计算机应能区分数据还是指令；
 - **控制器**应能自动取出指令来执行；
 - **运算器**应能进行加/减/乘/除四种基本算术运算，并且也能进行一些逻辑运算和附加运算；
 - 操作人员可以通过**输入设备**、**输出设备**和主机进行通信。
3. 内部以**二进制表示**指令和数据。每条指令由操作码和地址码两部分组成。操作码指出操作类型，地址码指出操作数的地址。由一串指令组成程序。
4. 采用“**存储程序**”工作方式。

现代计算机结构模型

你还记得冯.诺依曼计算机结构的特点吗？



你能想到计算机相当于现实生活中的什么呢？ 工厂、饭店？

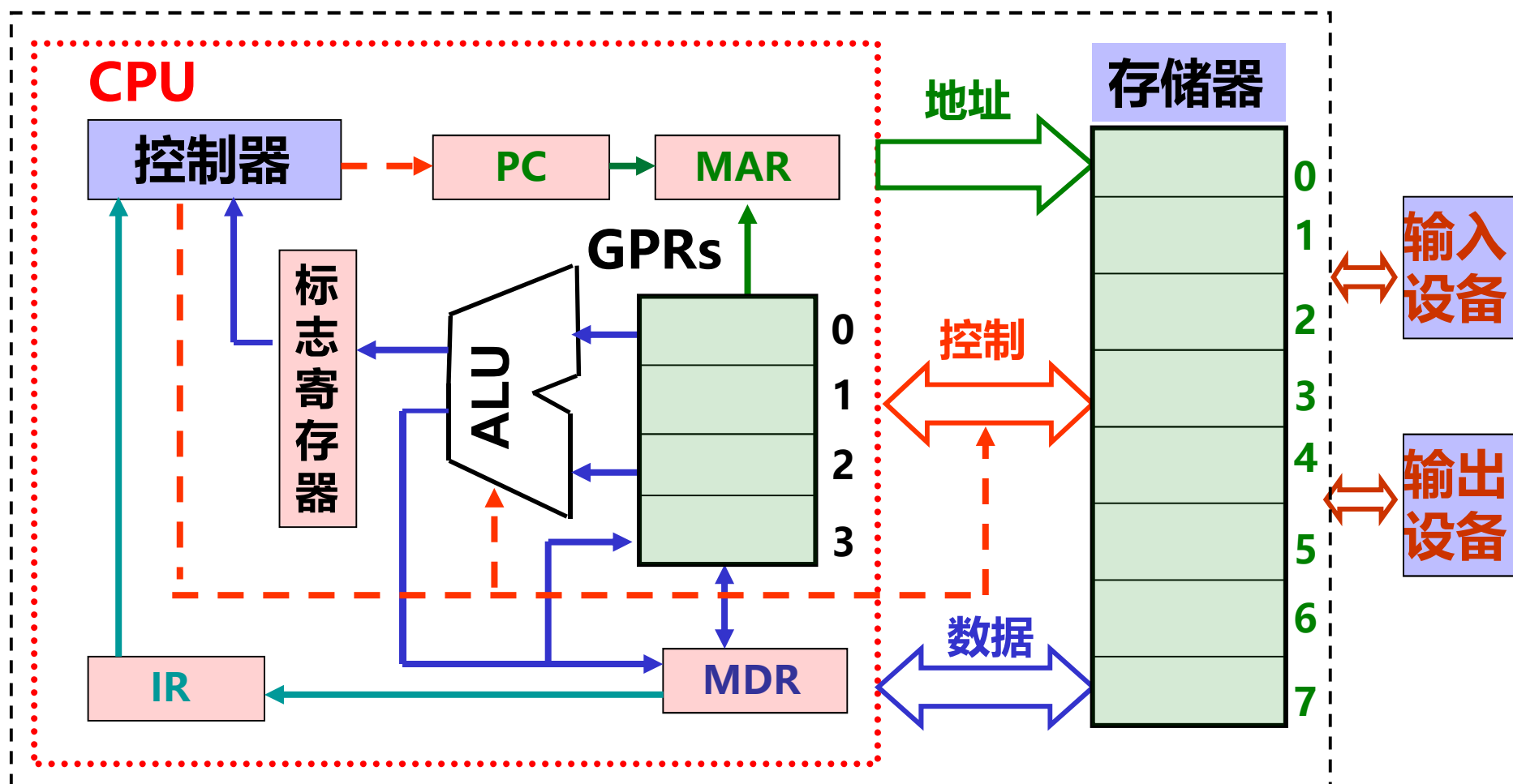
计算机是如何工作的呢？

认识计算机中最基本的部件

CPU：中央处理器；**PC**：程序计数器；**MAR**：存储器地址寄存器

ALU：算术逻辑部件；**IR**：指令寄存器；**MDR**：存储器数据寄存器

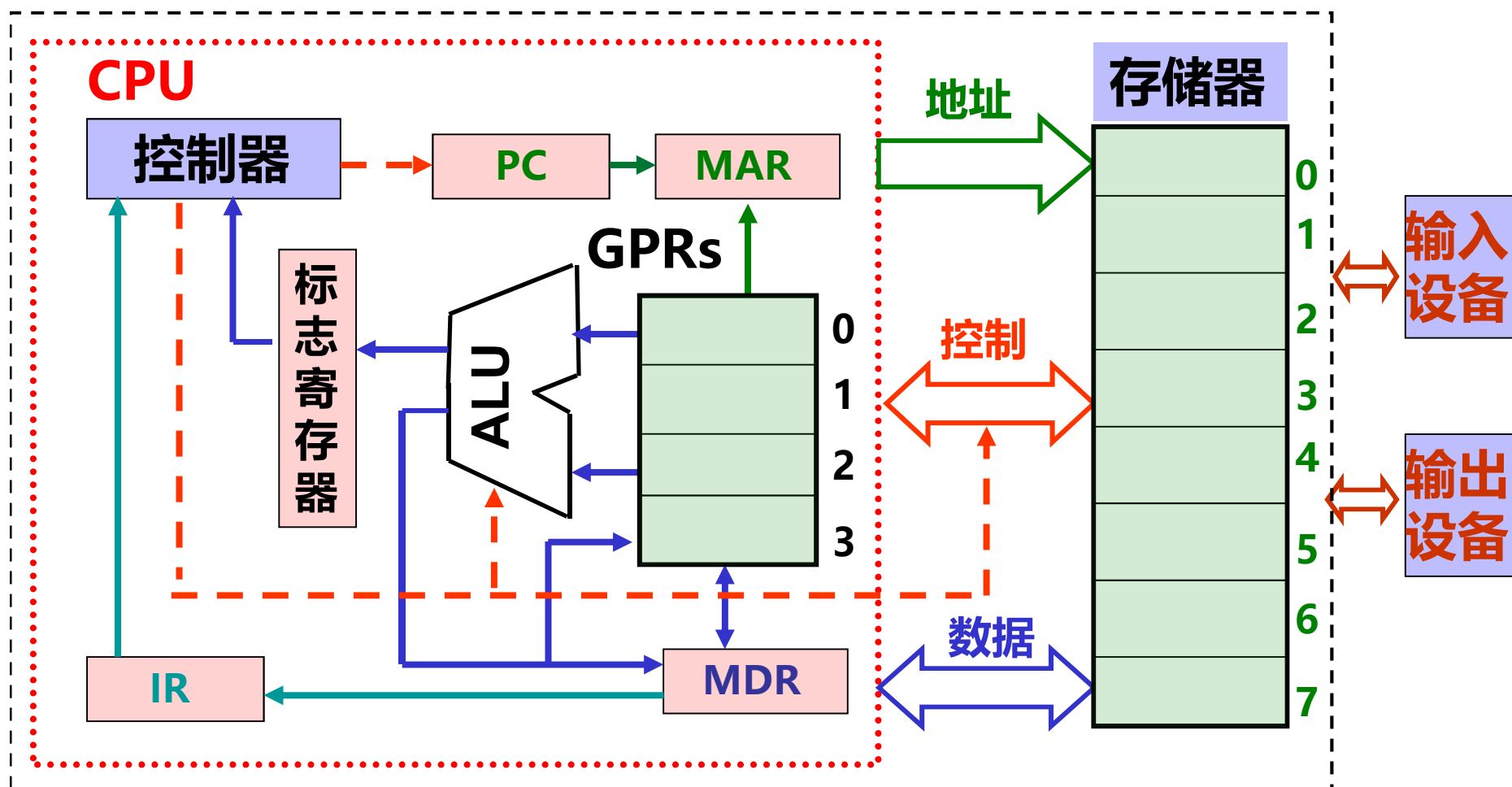
GPRs：通用寄存器组（由若干通用寄存器组成，早期就是累加器）



计算机是如何工作的？

先想象一下妈妈是怎样做一桌你喜欢（指定）的菜的？

厨房-CPU，你妈-控制器，盘-GPRs，锅灶等-ALU，架子-存储器



计算机是如何工作的？

类似“存储程序”工作方式

- 做菜前

原材料（数据）和菜谱（指令）都按序放在厨房外的架子（存储器）上，每个架子有编号（存储单元地址）。

菜谱上信息：原料位置、做法、做好的菜放在哪里等

例如，把10、11号架子上的原料一起炒，并装入3号盘

然后，我告诉妈妈从第5个架上（起始PC=5）指定菜谱开始做

- 开始做菜

第一步：从5号架上取菜谱（根据PC取指令）

第二步：看菜谱（指令译码）

第三步：从架上或盘中取原材料（取操作数）

第四步：洗、切、炒等具体操作（指令执行）

第五步：装盘或直接送桌（回写结果）

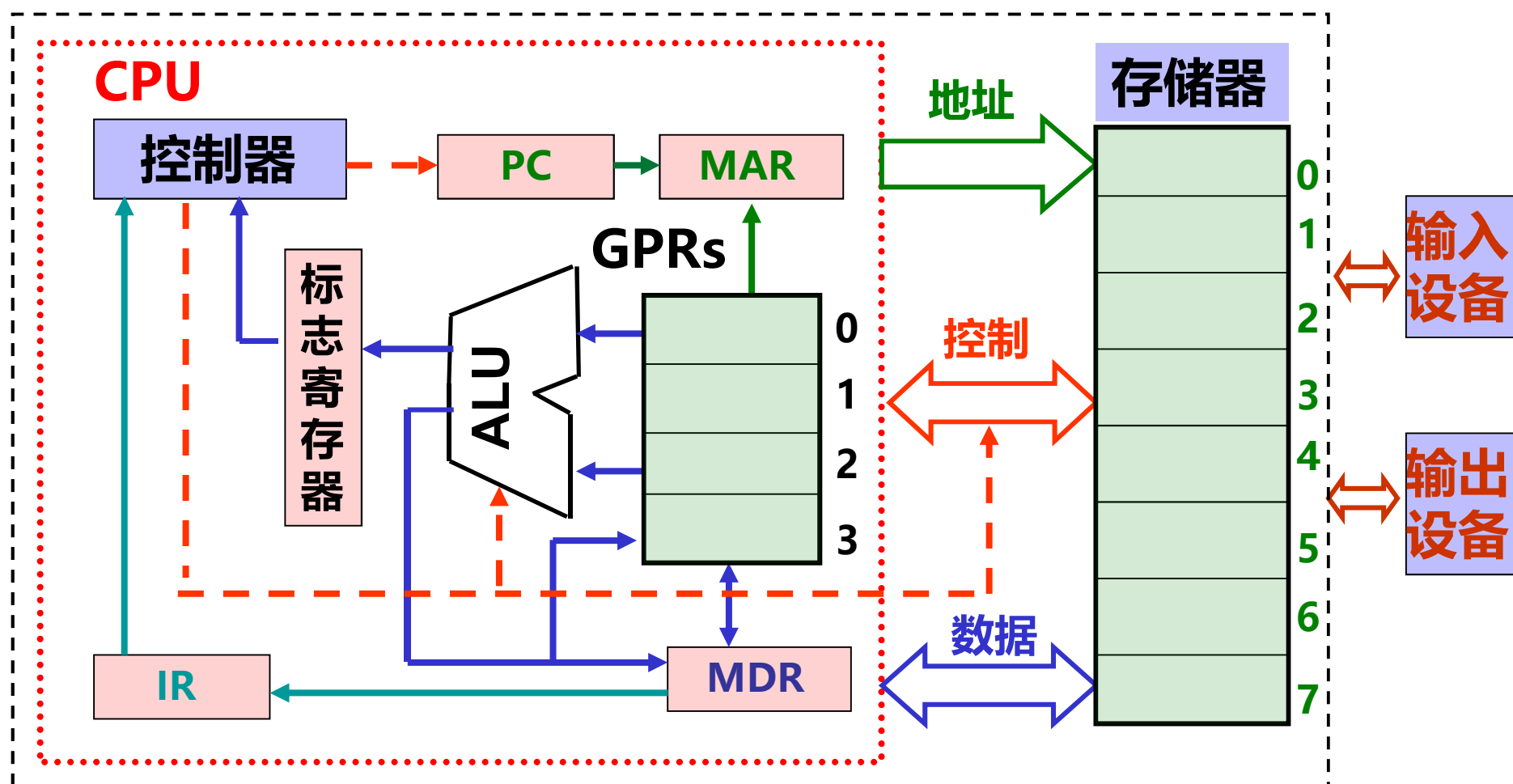
第六步：算出下一菜谱所在架子号 $6=5+1$ （修改PC的值）

继续做下一道菜（执行下一条指令）

计算机是如何工作的？

如果你知道你妈妈是如何做饭的，你就已经知道计算机是如何工作的！

你能告诉我计算机是如何工作的吗？“存储程序”工作方式！



计算机是如何工作的？

程序由指令组成（菜单由菜谱组成）

- 程序在执行前

数据和指令事先存放在存储器中，每条指令和每个数据都有地址，指令按序存放，指令由OP、ADDR字段组成，程序起始地址置PC（原材料和菜谱都放在厨房外的架子上，每个架子有编号。妈妈从第5个架上指定菜谱开始做）

- 开始执行程序

第一步：根据PC取指令（从5号架上取菜谱）

第二步：指令译码（看菜谱）

第三步：取操作数（从架上或盘中取原材料）

第四步：指令执行（洗、切、炒等具体操作）

第五步：回写结果（装盘或直接送桌）

第六步：修改PC的值（算出下一菜谱所在架子号 $6=5+1$ ）

继续执行下一条指令（继续做下一道菜）

指令和数据

- **程序启动前**，指令和数据都存放在存储器中，形式上没有差别，都是0/1序列
- 采用“**存储程序**”工作方式：
 - 程序由指令组成，程序被启动后，计算机能自动取出一条一条指令执行，在执行过程中无需人的干预。
- **指令执行过程中**，指令和数据被从存储器取到CPU，存放在CPU内的寄存器中，指令在IR中，数据在GPR中。

指令中需给出的信息：

操作性质（操作码）

源操作数1 或/和 源操作数2 （立即数、寄存器编号、存储地址）

目的操作数地址 （寄存器编号、存储地址）

存储地址的描述与操作数的数据结构有关！

计算机的基本组成与基本功能

- 什么是计算机？

- 计算机是一种能对数字化信息进行自动、高速算术和逻辑运算的处理装置。

- 计算机的基本部件及功能：

- 运算器（数据运算）：ALU、GPRs、标志寄存器等
 - 存储器（数据存储）：存储阵列、地址译码器、读写控制电路
 - 总线（数据传送）：数据(MDR)、地址(MAR)和控制线
 - 控制器（控制）：对指令译码生成控制信号

- 计算机实现的所有任务都是通过执行一条一条指令完成的！