



仪器科学与光电工程学院

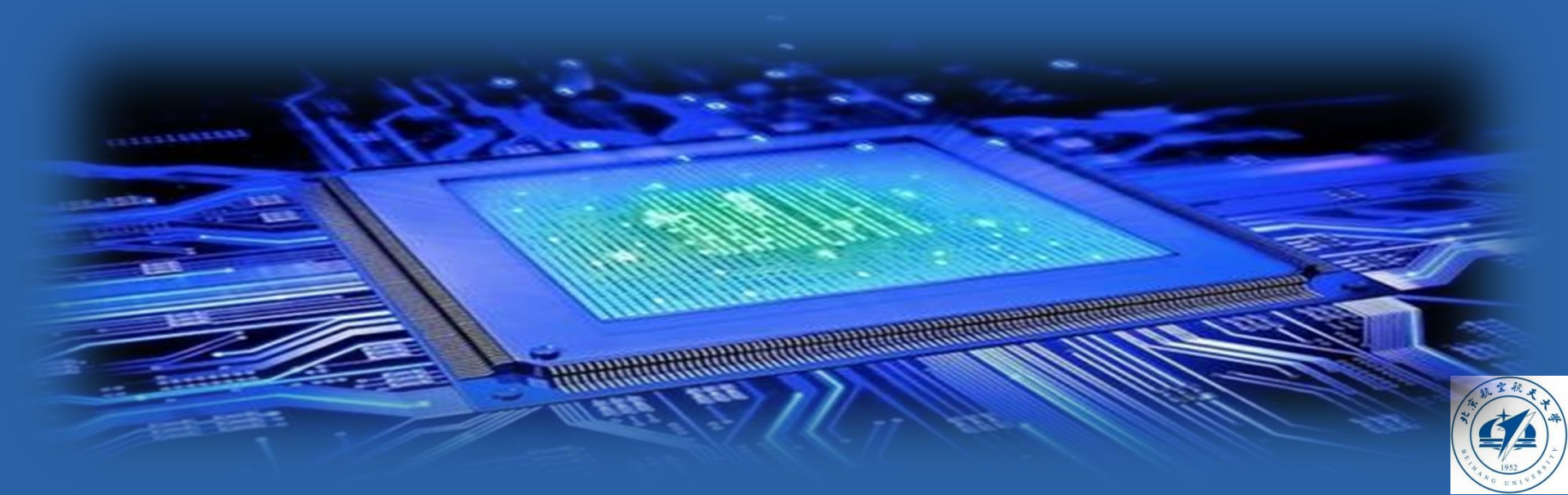
School of Instrumentation Science and Opto-electronics Engineering

微机原理与接口技术

冯仁剑

rjfeng@buaa.edu.cn

新主楼B534





开课目的

- 如何修计算机？
- 如何组装一个便宜的计算机？
- 如何买一台计算机？
- 计算机基本组成
- 计算机如何工作
- 计算机基本原理
- 计算机如何与外界打交道
-





教学期望

掌握以下内容：

- 微型计算机的基本组成
- 微型计算机的基本工作原理
- 汇编语言编程基础知识
- 微型计算机与接口技术





如何学好这门课

- 尽可能做课前预习。
- 课后必须认真看教材或参考书，及时消化所讲内容，**切忌**等到考试复习阶段才来集中看书。
- 养成及时消化吸收的习惯，别让问题堆积影响后续内容学习，多与老师、同学讨论。
- **按时**、**独立**完成作业和实验。实验前必须做好预习，完成实验要求的编程。实验中做好记录，**按时**、**按要求**交实验报告。



教学内容

理论教学 (32学时)

整体概念
(第1章)

ARM微处理器
(第2-5章)

存储器
(第6-7章)

I/O接口技术
(第8-9章)

系统总线
(第10章)

ARM结构

指令系统

汇编程序
设计

高级语言
编程

ARM芯片及
其存储系统

接口技术

中断技术

串行总线

实验教学 (16学时)

ARM 汇编语言程序
开发(实验1)

汇编和 C语言的交
互编程(实验2)

I/O 接口、定时器中
断和串行通信(实验3)

模数 (A/D) 转换
与显示(实验4)

教学安排:

- 课程学时: 48学时 = 32学时课堂教学 + 16学时实验
- 课程总评成绩 = 期末考试 (60%) + 实验 (20%) + 出勤、课堂测验及作业 (平时) (20%)





教材和参考资料

- 参考教材

[1]微机原理与接口技术 第三版 基于ARM Cortex-M4

田辉 高等教育出版社

- 和我们的补充材料

[2]微机原理与接口技术（基于嵌入式芯片），徐惠民等编著，机械工业出版社，2010.3，第1版

- 参考书籍

【1】 深入理解计算机系统（原书第3版），机械工业出版社，2016.12

【2】 戴维A.帕特森等编著,计算机组成与设计：硬件/软件接口(原书第5版)，机械工业出版社，2017.4





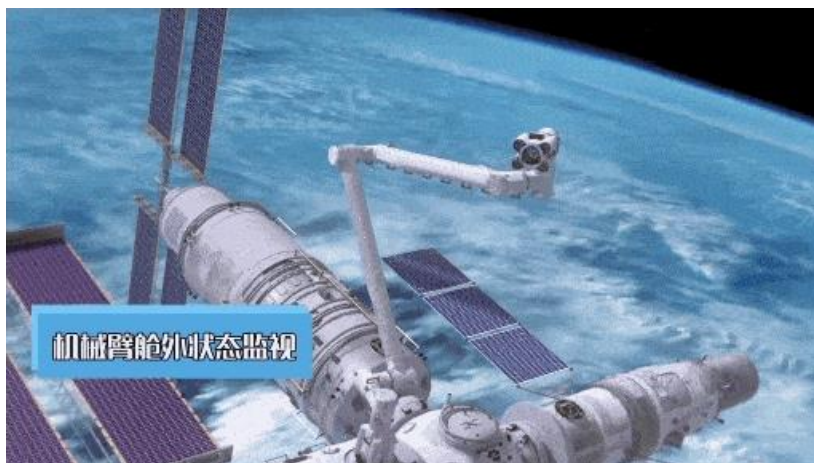
第1章 微型计算机概述

- 1.1 引言
- 1.2 微型计算机的发展概况
- 1.3 微型计算机分类
- 1.4 基本结构与组成
- 1.5 基本工作原理





1.1 引言



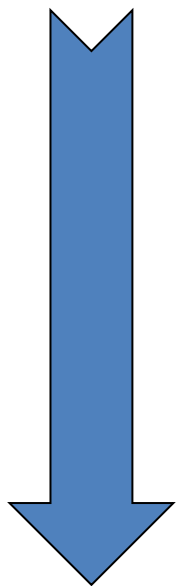
现实生活中微型计算机无处不在





1.2 微型计算机的发展概况

- 计算机的发展经历，先后经历了以下4个时代：



电子管计算机时代

晶体管计算机时代

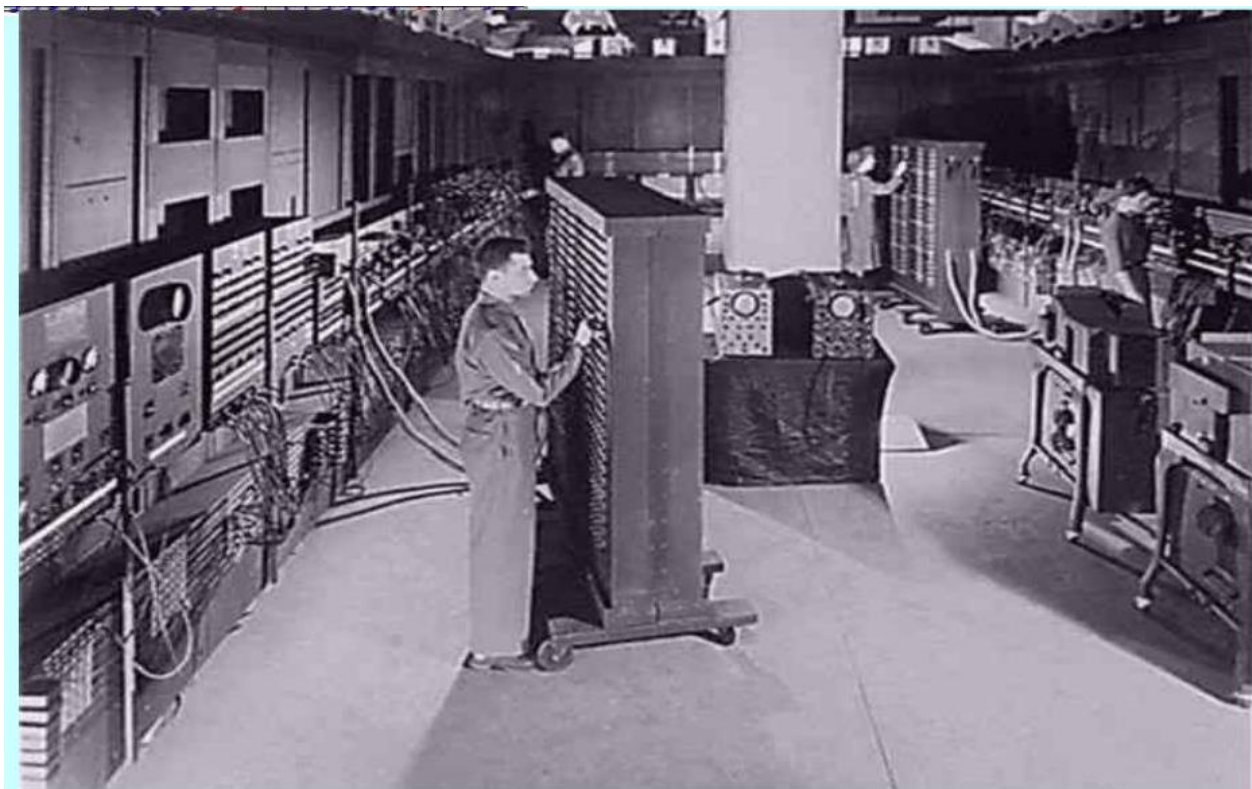
集成电路计算机时代

大规模、超大规模集成电路计算机时代





1.2 微型计算机的发展概况



- 由**17468**个电子真空电子管组成
- 耗电**174**千瓦
- 占地**170**平方米
- 重达**30**吨
- **5000**次/秒加法运算。
- **十进制**表示信息，
- 平方、立方、Sin、Cos等运算
- **手动编程**（设置开关和插拔电缆实现）

第一台通用电子计算机**ENIAC**于1946年2月15日在美国宾夕法尼亚大学正式投入运行。





1.2 微型计算机的发展概况



- ✓ 内存32k（系统占5k，用户27k）
- ✓ 程序采用穿孔卡片
- ✓ 计算速度229000次/秒

1958年12月18日IBM推出的世界上
第一台晶体管计算机





微处理器的发展经历了五个阶段

第一代
4位和低档8位机
Intel 4004/8008

(1971-1973) 主要应用于各种袖珍计算器、家电、交通灯控制等简单控制领域

第二代
中高档8位机
8080/8085、Z80

(1974-1978) 广泛用于数据处理、工业控制智能仪器仪表及家电等各个领域

第三代
16位机
Intel 8086、80286

(1978-1981) 在家用游戏机和早期的个人计算机领域得到广泛应用

第四代
32位机
80386、80486

(1984-1999) 这段时期的微处理器得到了飞速的发展

第五代
64位机 (多核)
Intel、AMD

(2000年以后)

特点:

- 1、速度越来越快。
- 2、容量越来越大。
- 3、功能越来越强。





1.2 微型计算机的发展概况

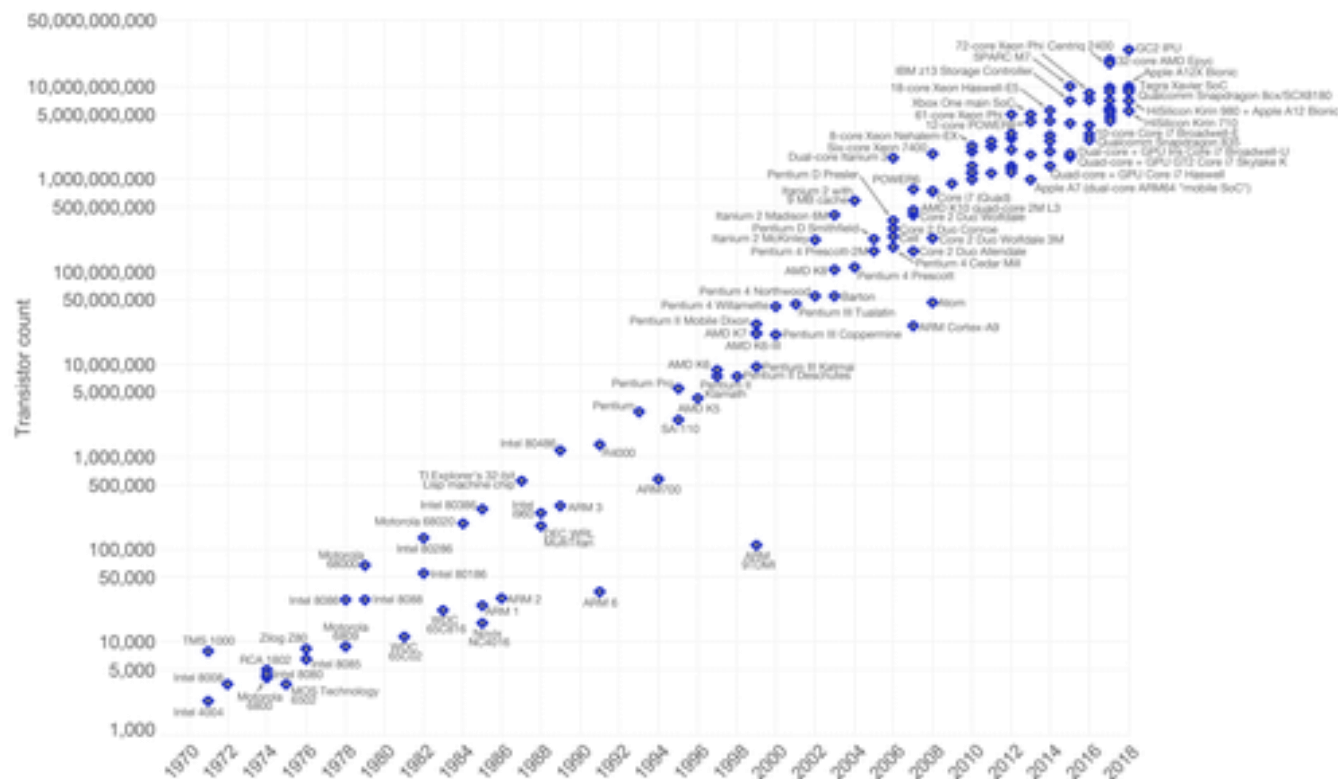
Moore 定律:

“晶体管的大小
将以指数速率变
小，而集成到芯
片上的晶体管数
目将2年（18-24个
月）翻一番。”

----Gordon
Moore

Moore's Law – The number of transistors on integrated circuit chips (1971-2018)

Moore's law describes the empirical regularity that the number of transistors on integrated circuits doubles approximately every two years. This advancement is important as other aspects of technological progress – such as processing speed or the price of electronic products – are linked to Moore's law.



Data source: Wikipedia (https://en.wikipedia.org/wiki/Transistor_count)

The data visualization is available at [OurWorldInData.org](https://www.ourworldindata.org). There you find more visualizations and research on this topic.

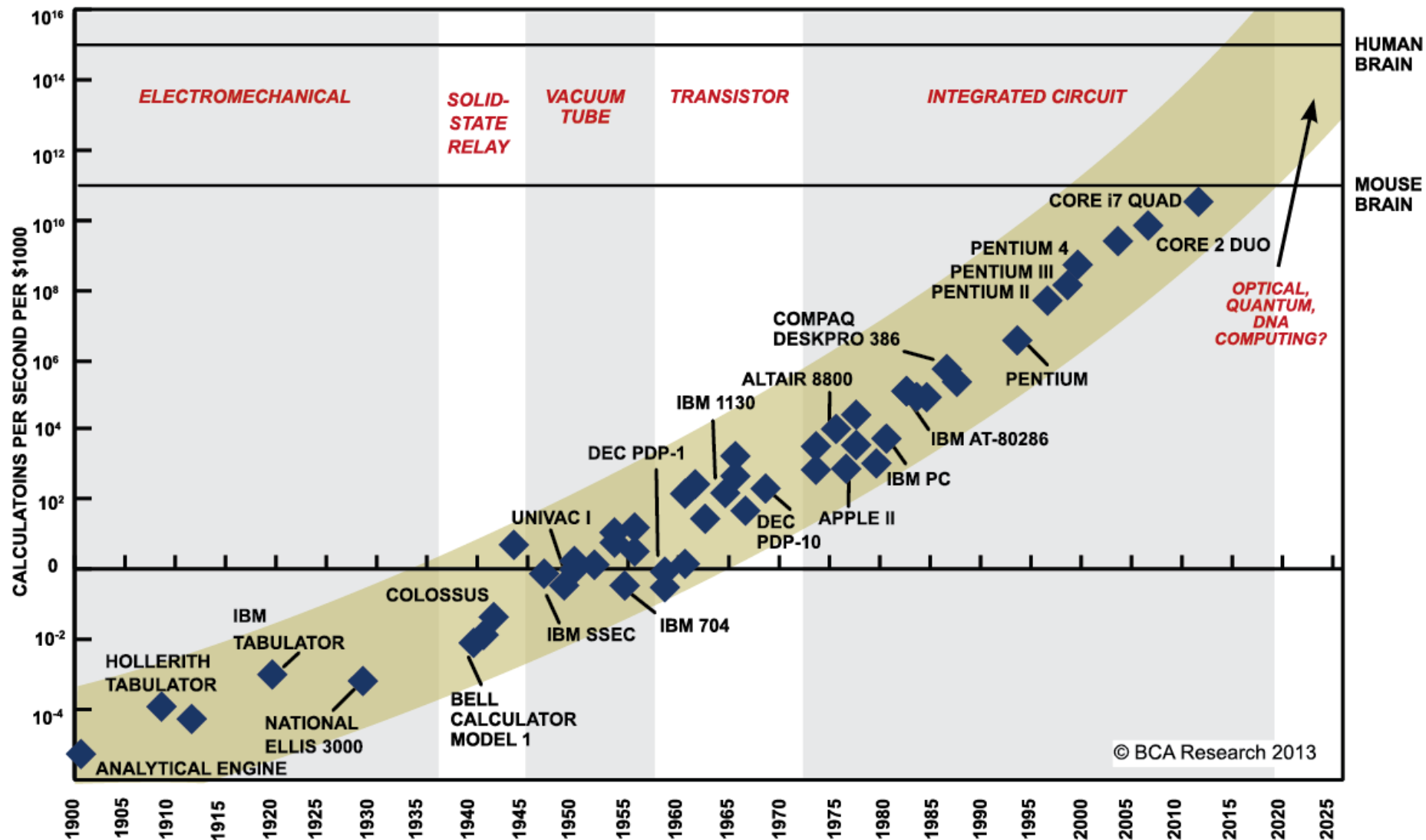
Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser





仪器科学与光电工程学院

School of Instrumentation Science and Opto-electronics Engineering

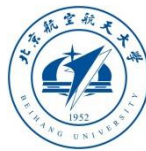


SOURCE: RAY KURZWEIL, "THE SINGULARITY IS NEAR: WHEN HUMANS TRANSCEND BIOLOGY", P.67, THE VIKING PRESS, 2006. DATAPOINTS BETWEEN 2000 AND 2012 REPRESENT BCA ESTIMATES.



第1章 微型计算机概述

- 1.1 引言
- 1.2 微型计算机的发展概况
- 1.3 微型计算机分类
- 1.4 微型计算机的基本结构与组成
- 1.5 微型计算机的基本工作原理





1.3 微型计算机分类

计算机分类角度不同，当然说法也不同。随着计算机技术的飞速发展，计算机很难从一个角度明确分类。

从应用的角度，目前计算机可分为：

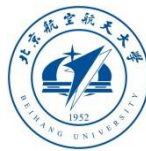
- **Personal Computers (PC)** emphasize delivery of good performance to single users at low cost and usually execute third-party software. **Merely 40 years old!**
- **Servers** are oriented to carrying sizable workloads, which may consist of either single complex applications—usually a scientific or engineering application—or handling many small jobs.
- **Embedded Computers** are the **largest class of computers** and span **the widest range of applications** and performance. Find in cars, television set, airplanes, ships & phones etc.





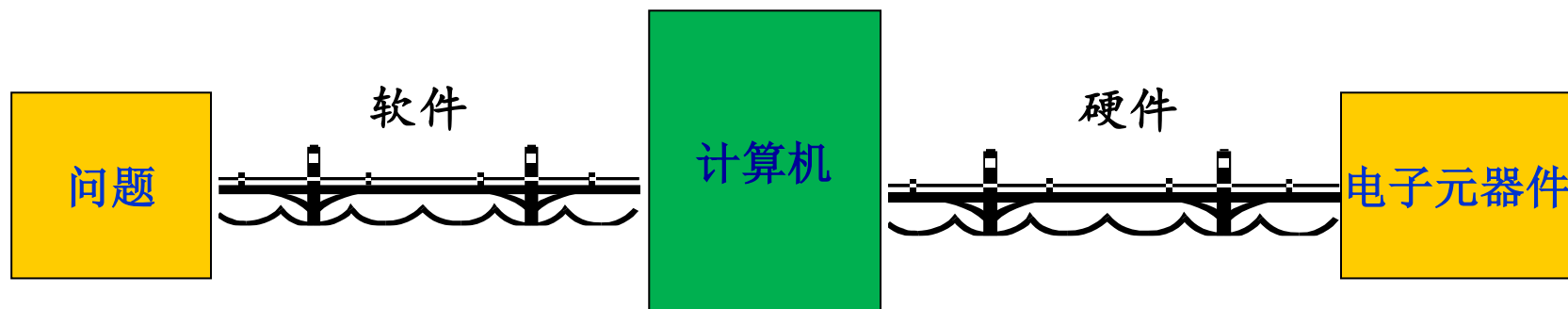
第1章 微型计算机概述

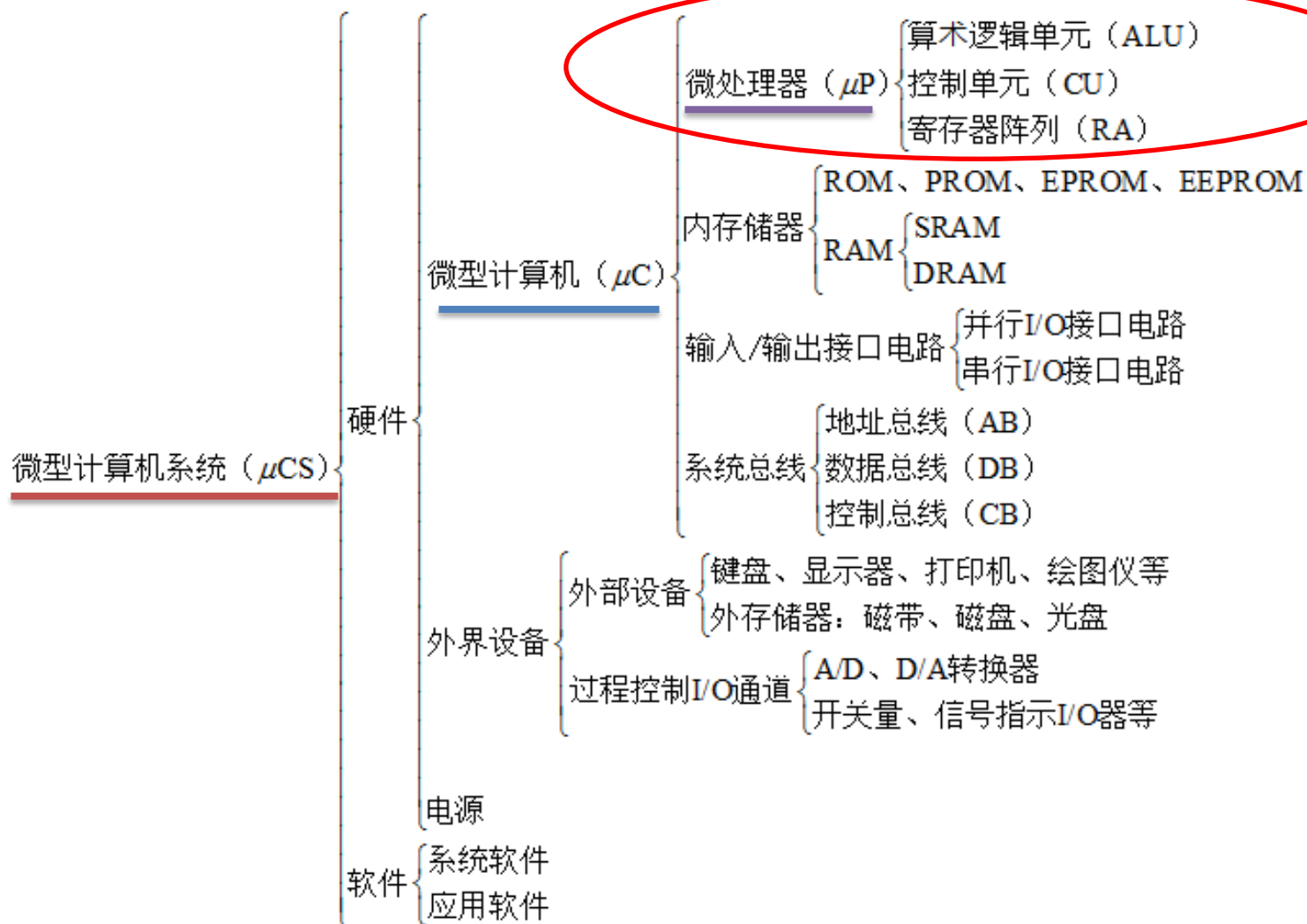
- 1.1 引言
- 1.2 微型计算机的发展概况
- 1.3 微型计算机分类
- 1.4 微型计算机的基本结构与组成
- 1.5 微型计算机的基本工作原理





1.4 微型计算机的基本结构与组成





微型计算机系统组成





1) 冯·诺依曼 (John Von Neumann)

冯诺依曼是一位美籍匈牙利**数学家、计算机科学家、物理学家**…，在现代计算机、博弈论、核武器和生化武器等领域内的科学**全才之一**，被后人称为“现代计算机之父”、“博弈论之父”。

1944年加入第一台电子晶体管计算机ENIAC的研制，1945年在大家针对ENIAC计算机的研制和改进的研讨基础上，冯·诺依曼以“关于EDVAC (**E**lectronic **D**iscrete **V**ariable **A**utomatic **C**omputer) 的报告草案”为题，起草了长达101页的总结报告，报告广泛而具体地介绍了制造电子计算机和程序设计的新思想，发表了全新的“存储程序通用电子计算机方案”，该计算机方案是**现代计算机的原型机**。





2) 冯·诺依曼结构

冯·诺依曼结构的计算机也称普林斯顿结构 (IAS)

- 是**二进制**，报告提到了二进制的优点，并预言二进制的采用将大大简化机器的逻辑线路。
- 是基于**存储程序**的思想，将运算操作分解为一串程序指令的执行
- 计算机由**输入设备**、**存储器**、**运算器**、**控制器**和**输出设备**五部分组成
- 将**程序**和**数据**存放在相同的存储器中，**采用统一编址**，但**程序存储地址**和**数据存储地址**指向**不同的物理位置**。

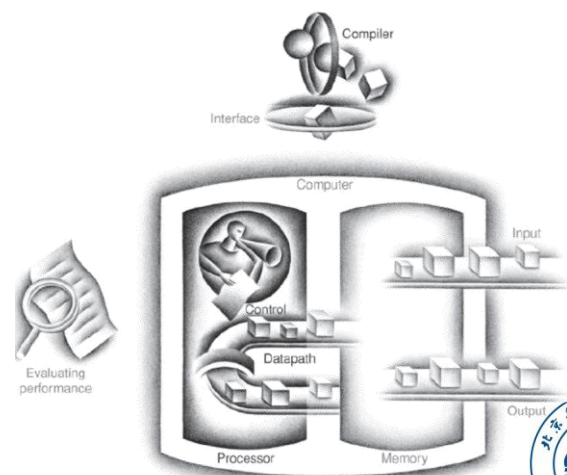
控制器

输入设备

运算器

输出设备

存储器





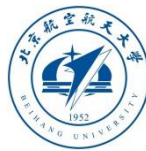
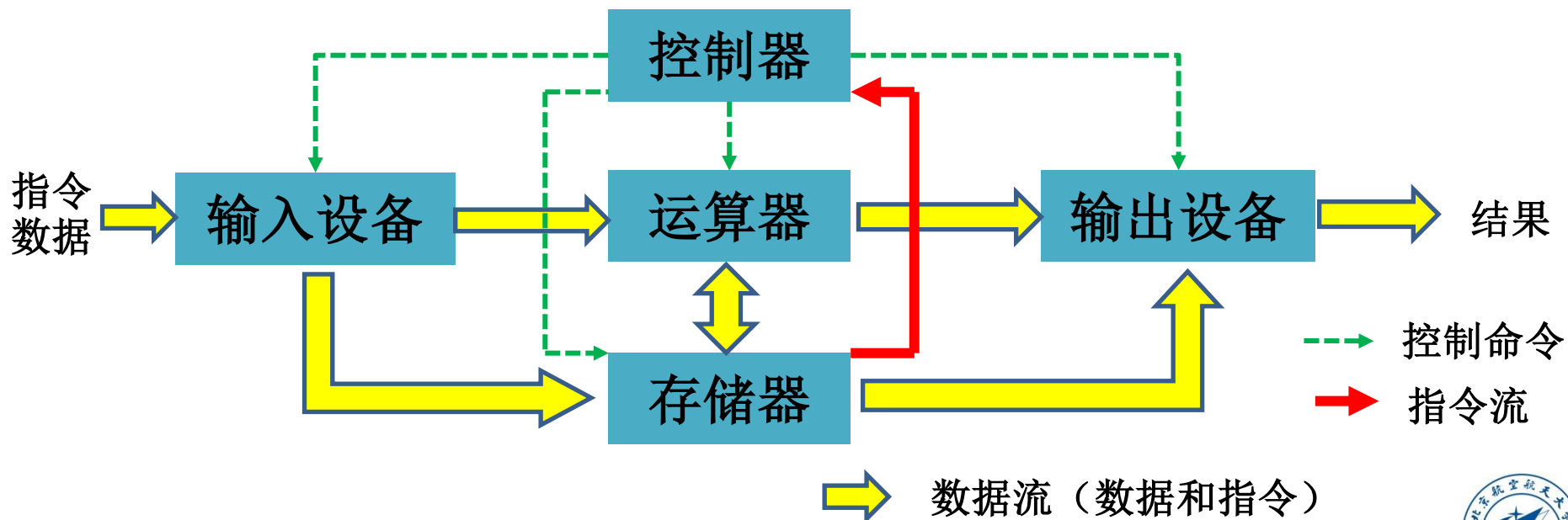
输入设备：用于指令、数据的输入

存储器：存放由**指令构成的程序**，**输入的数据**，**运算的中间结果**

运算器：完成指令指定的**各种算术运算和逻辑运算**

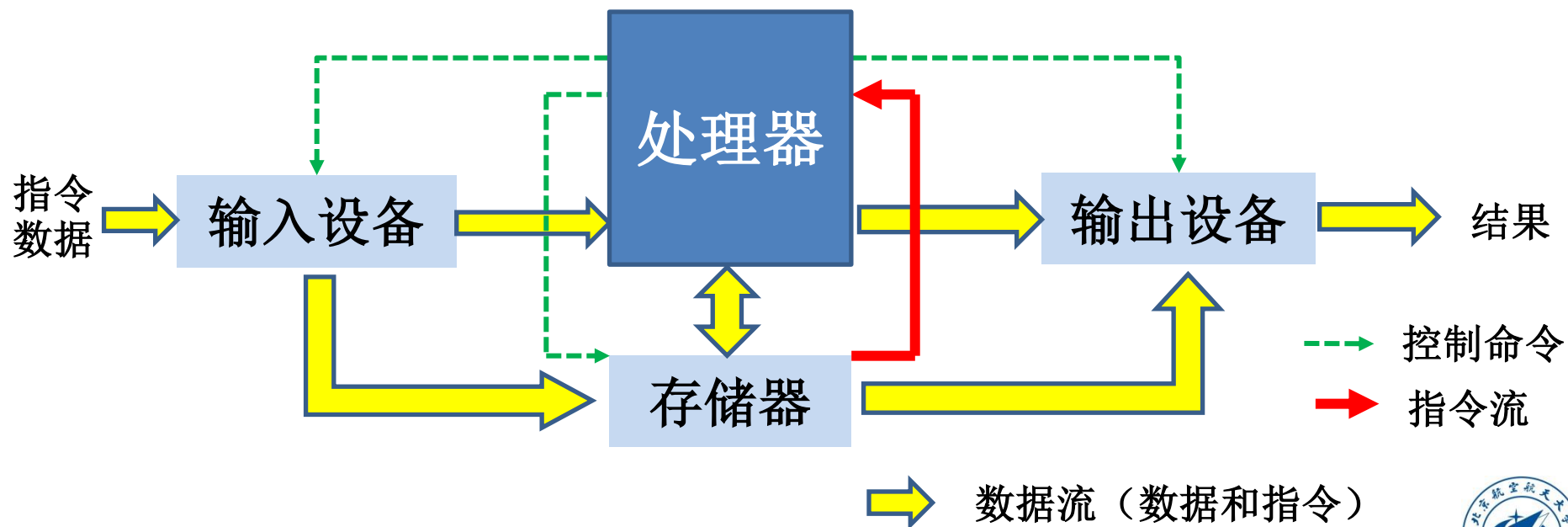
控制器：根据指令产生相应的控制信号，**控制其他4个部件**

输出设备：用于运算结果的输出





控制器和运算器合并为**处理器**，通常所说的CPU





1.4 微型计算机的基本组成结构

1. 微处理器

由**算术逻辑单元、控制单元和寄存器阵列**组成，是整个硬件系统的核心。微型机中将运算器和控制器等相关部件集成在一块芯片中，又叫微处理器。





1.4 微型计算机的基本组成结构

1. 微处理器

- 1). 算术逻辑单元ALU (Arithmetic Logic unit)
- 2). 指令译码器ID (Instruction Decoder)
- 3). 控制单元CU (Control Unit)
- 4). 中断系统 (Interrupt)
- 5). 寄存器 (Registers)

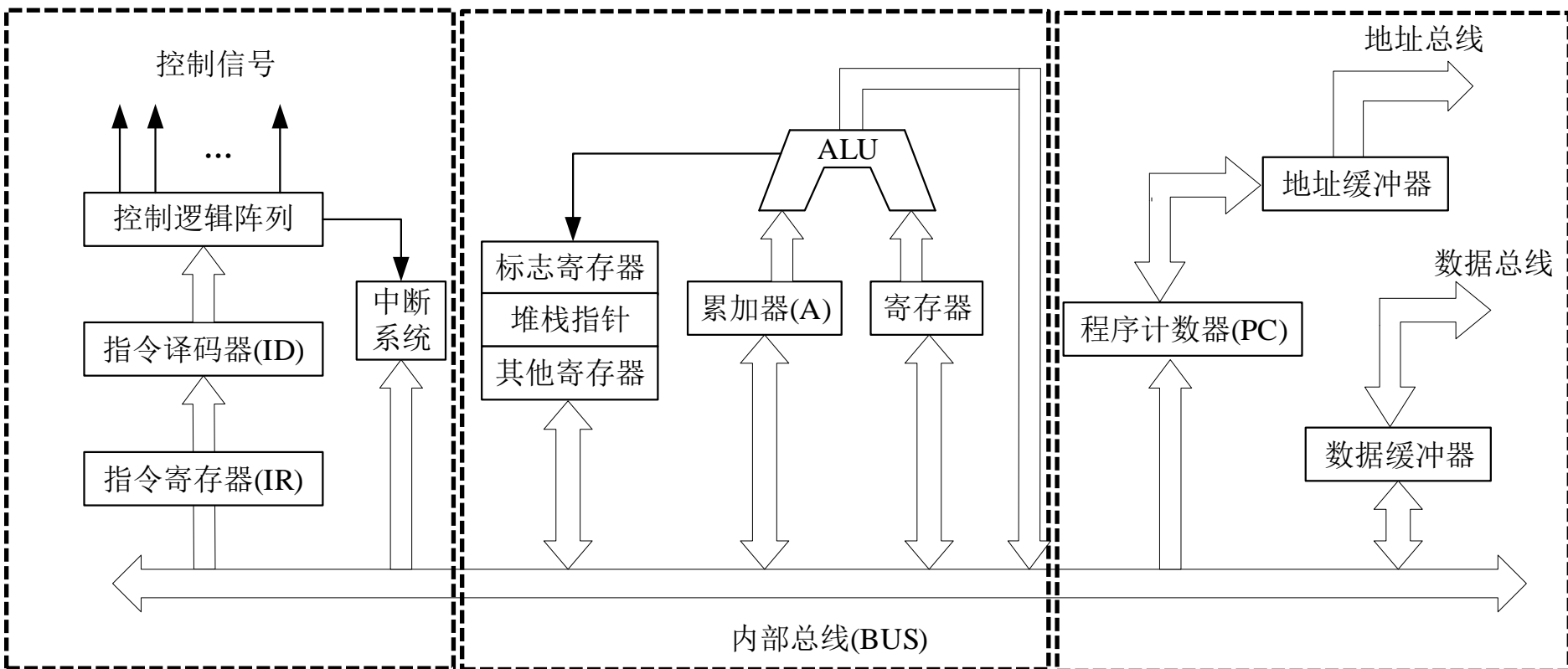
特殊寄存器：程序计数器PC、标志寄存器(FR)





微处理器的内部基本结构

由**运算器**、**控制器**和**寄存器阵列**组成，是整个硬件系统的核心。

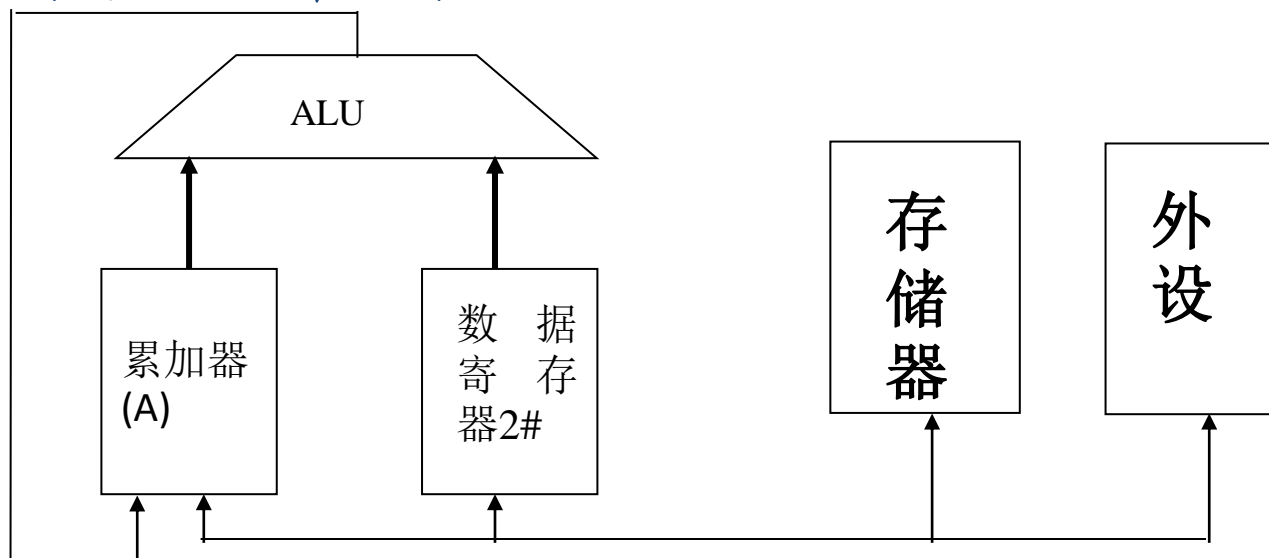




1.4 微型计算机的基本组成结构

• 1) 运算器

计算机中加工和处理数据的功能部件。主要包括算术逻辑部件（ALU），用于对数据进行加工处理，进行算术和逻辑运算。



运算器的逻辑结构





1.4 微型计算机的基本组成结构

2) 控制器

控制器具有控制和指挥计算机内各功能部件协同动作，完成计算机程序的功能。它包括：

- **指令译码器 (ID)**：将指令的操作码翻译成机器能识别的命令信号。
- **时序信号发生器**：根据指令译码器 (ID) 产生的命令信号产生具体的控制信号。

3) 寄存器阵列

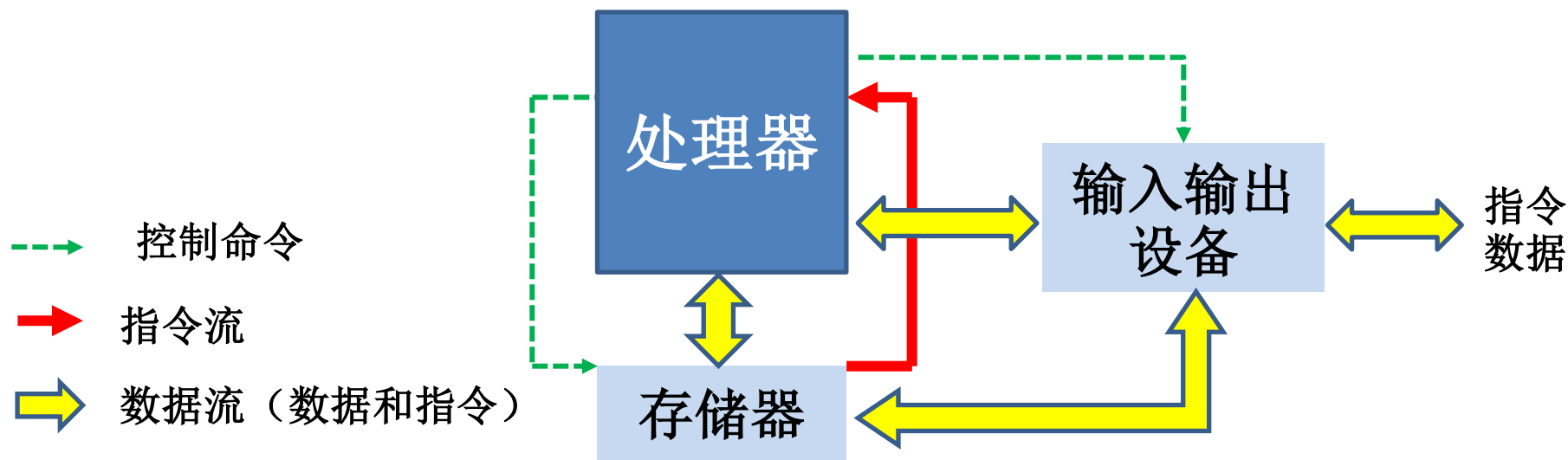
包括一组通用寄存器组和专用寄存器。





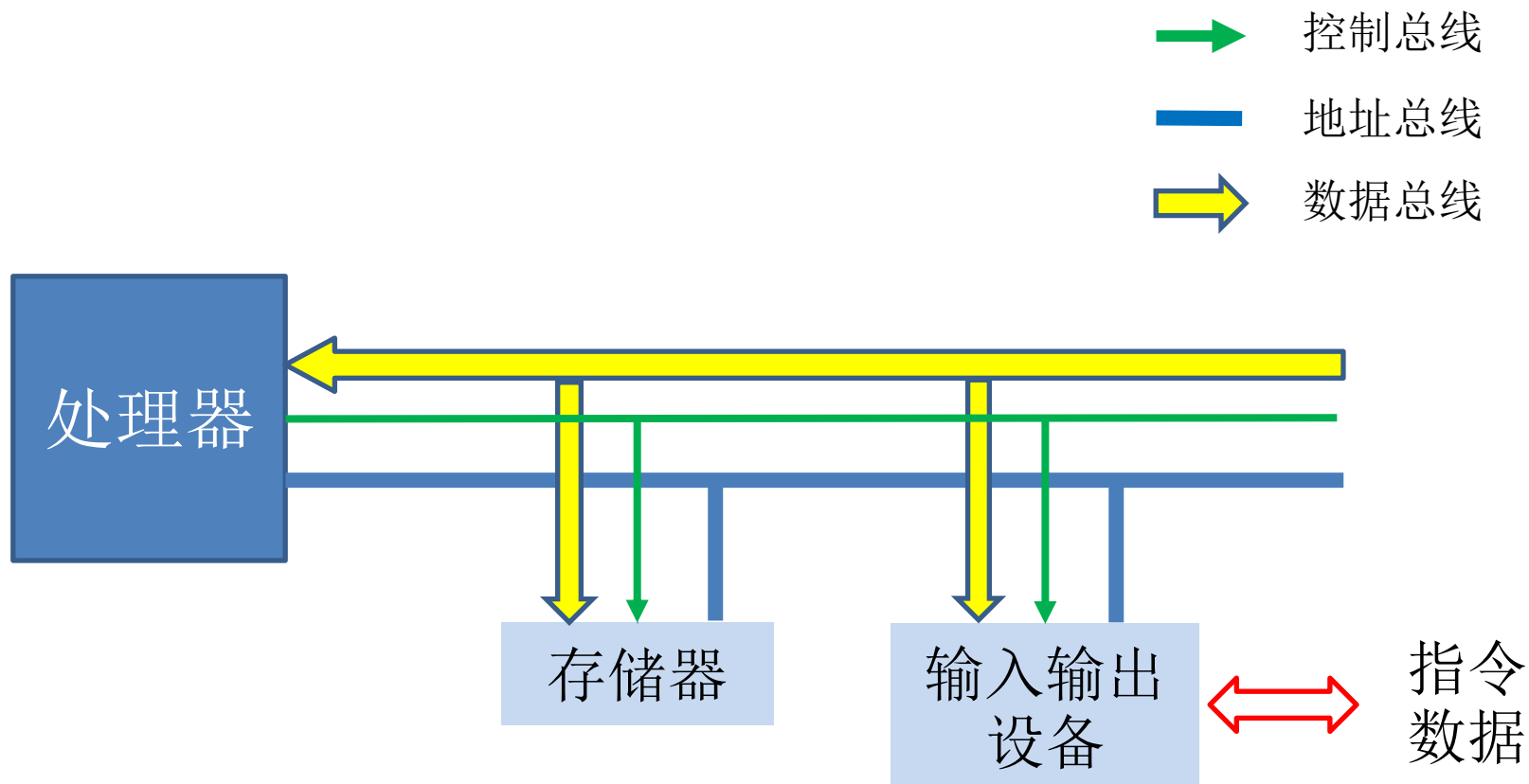
控制器和运算器合并为**处理器**，通常所说的CPU

输入设备与输出设备也通常融合为**单个具有输入和输出功能**的设备



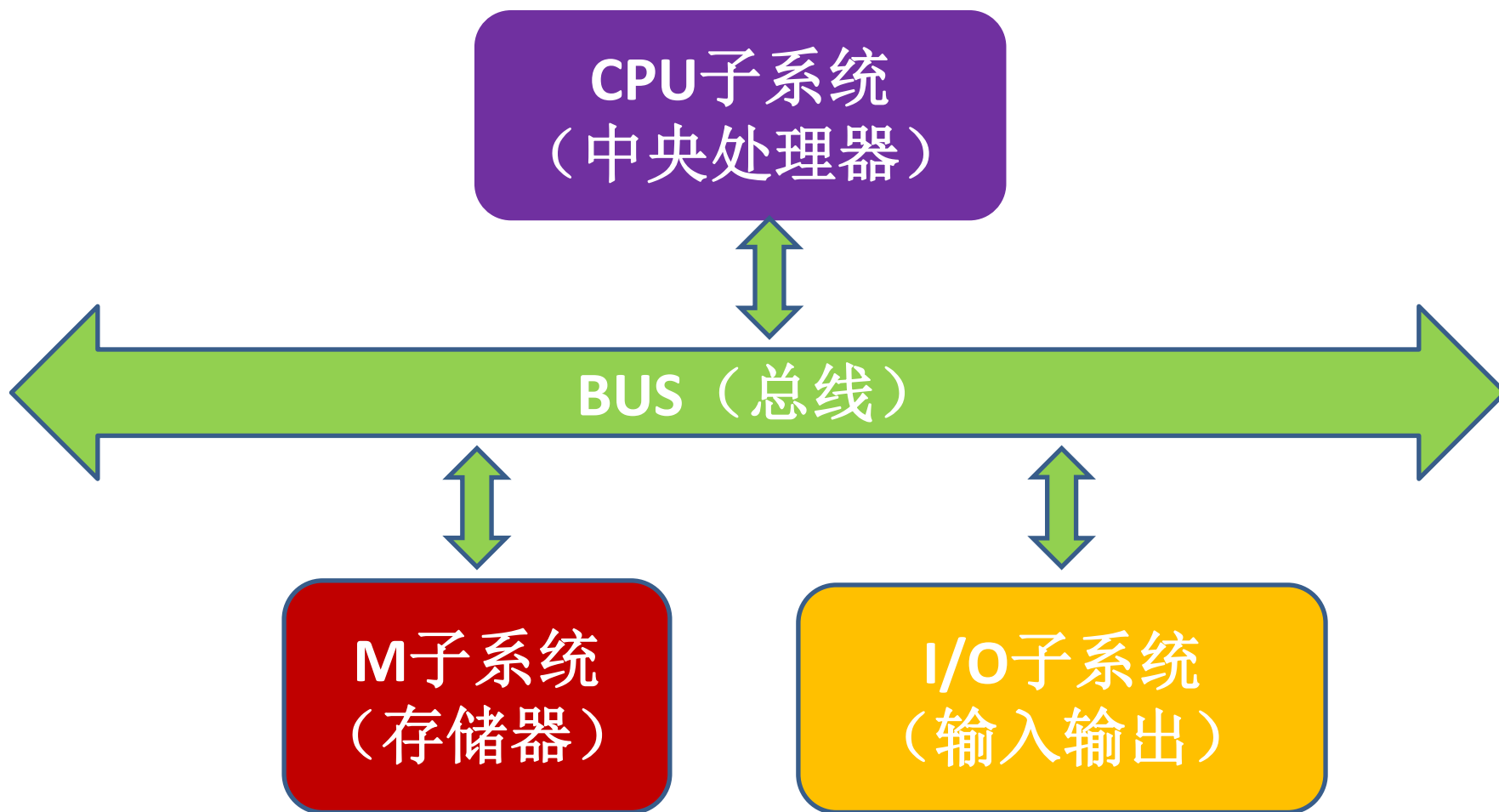


为指示数据、指令在存储器中的存放位置，引入“地址”
”系统架构也演变为如今常用的形式





现代冯·诺依曼计算机架构





处
理
器

RAM

ROM

处理器：计算机系统的计算、控制中心，用来实现算术逻辑运算及其他各种操作，并实现对计算机系统所有各部件的控制。

存储器：存放处理器可以直接运行的程序、数据和结果。

RAM：随机存取存储器(Random Access Memory)，是半导体类型的存储器，可随时将程序和数据写入或读出。一旦断电后，存放在其中的程序和数据即消失。

ROM：只读存储器(Read Only Memory)，是半导体存储器，一般情况下只能读出存放在其中的程序和数据。在特殊条件下才能将程序和数据写入。断电后，存放在其中的内容不会消失。





(4) 微型计算机的组成

处
理
器

RAM

ROM

I/O接口



外设

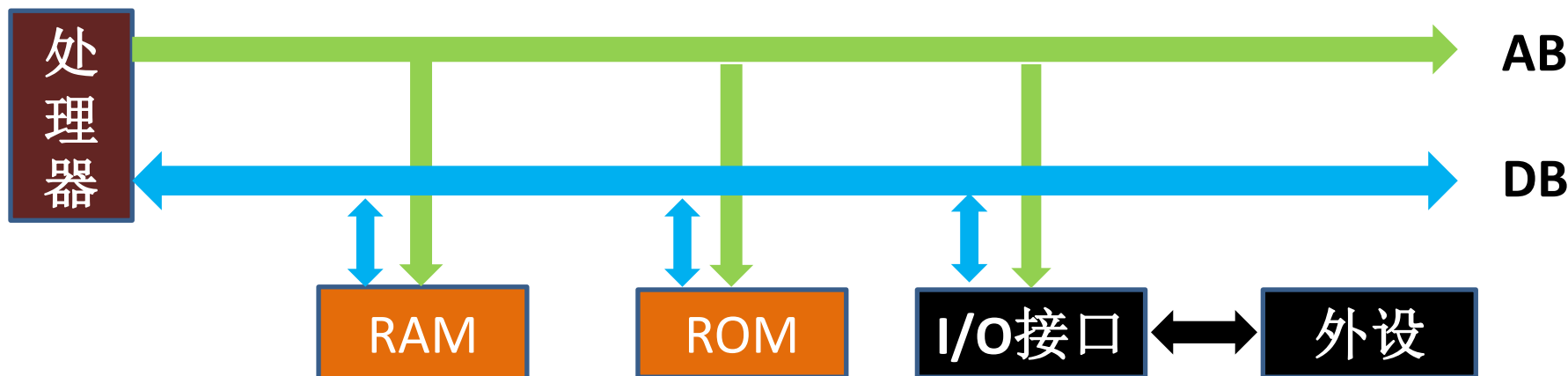
外设：输入设备与输出设备的统称。

I/O接口：处理器与计算机系统各种输入/输出设备之间的电路





(4) 微型计算机的组成



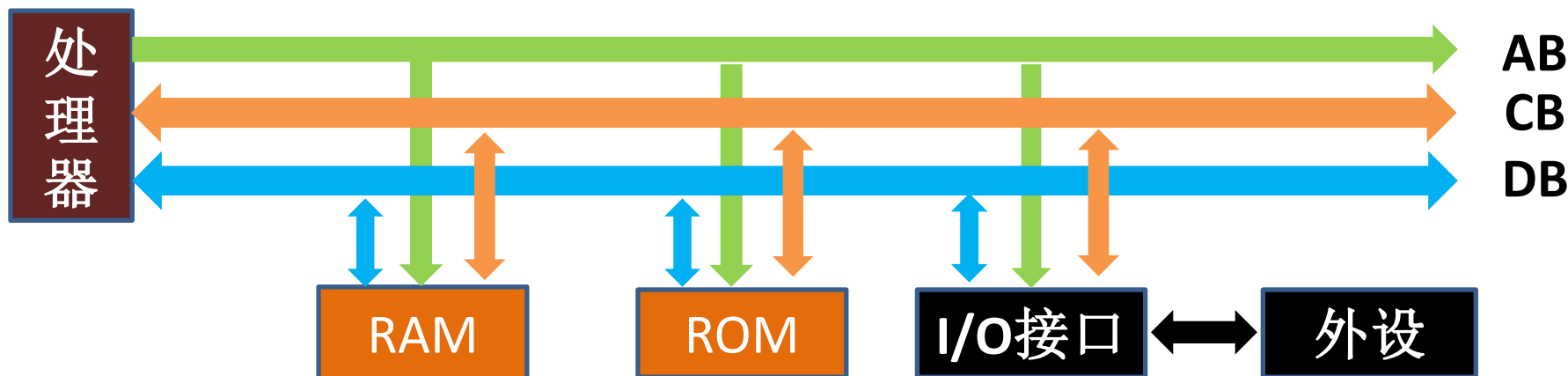
按传输信息的不同，可将总线分为数据总线DB、地址总线AB和控制总线CB三类：

- ★ 地址总线通常是**单向**的，由**主设备**（如CPU）发出，用于选择读写对象（如某个特定的存储单元或外部设备端口）；
- ★ 数据总线用于数据交换，传送机器指令、原始数据和计算结果信息，通常是**分时双向**的；





(4) 微型计算机的组成



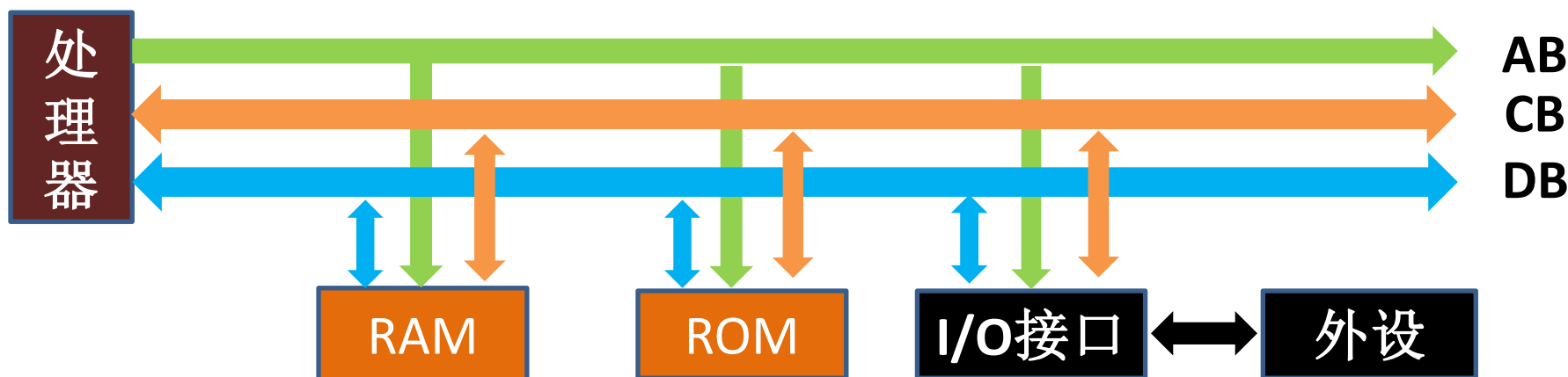
按传输信息的不同，可将总线分为数据总线DB、地址总线AB和控制总线CB三类：

- ★ 控制总线除数据、地址线以外的，用于传输方向、传送时间、异常处理等各种控制的信号。包括真正的**控制**信号线（如读/写信号）和一些**状态**信号线（如是否已将数据送上总线）用于实现对设备的监视和控制。





(4) 微型计算机的组成



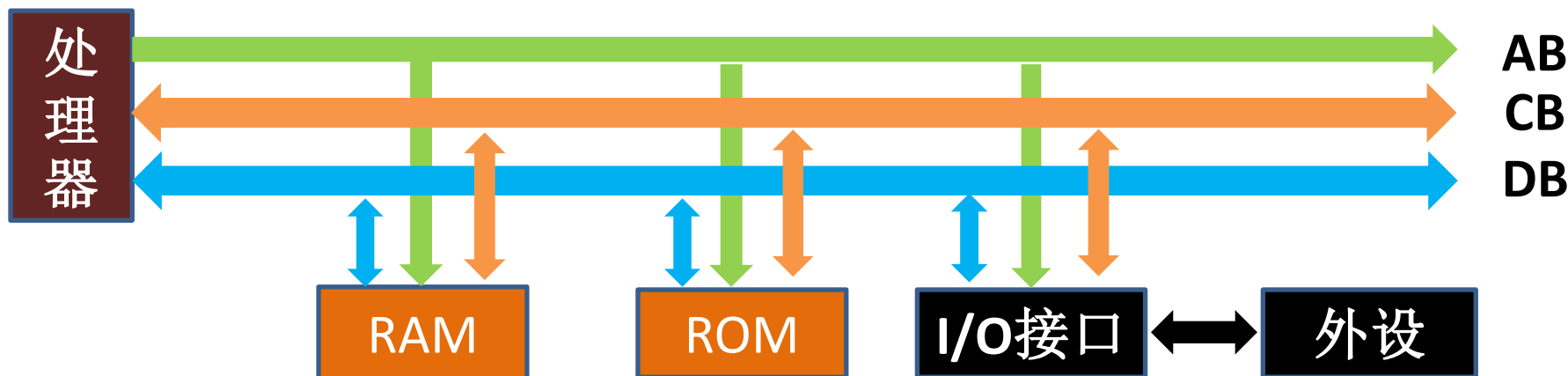
处理器：集成了运算器、控制器和寄存器的超大规模集成电路芯片 (VLSI) (“微处理器体系结构”章)

总线子系统：作为公共通道连接各子部件，用于实现各部件之间的数据、信息等的传输和交换(“微机总线技术与标准”章)





(4) 微型计算机的组成



存储器子系统：存放当前的运行程序和数据（“存储器系统”章）

输入输出子系统：完成计算机与外部的信息交换（“计算机接口技术”章）

本课程第二部分，将以ARM为例具体讨论CPU结构、电路系统、软件编程及应用等内容

