

---

# Computer Architecture and Organization

Department of Computer Science and Technology

Nanjing University

Fall 2013

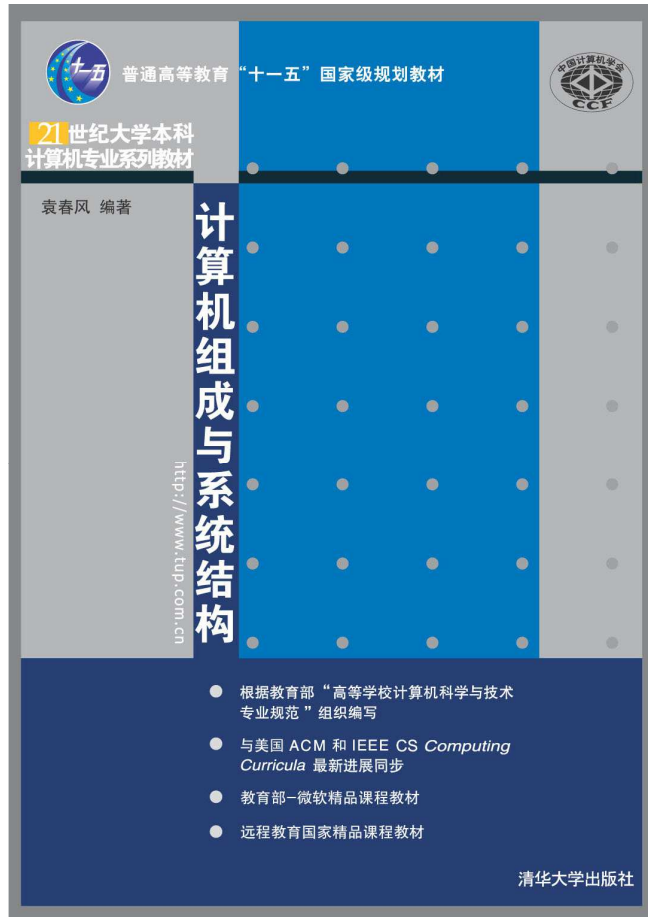
**Instructor: Shuai Wang**

# Course Goal

---

- **In depth understanding of modern computer architecture, fundamental issues, and engineering tradeoffs.**
- **How to design a computer system.**
- **Understanding how a computer system works and why it performs as it does.**

# Textbook



◦ 自编教材：《计算机组成与系统结构》

袁春风 教授 著

# Reference Books

---

✳ *Computer Organization and Design: hardware and software interface, Patterson and Hennessy, 4th Edition, Morgan Kaufmann Pub.*

- 英文版：机械工业出版社影印
- 中文版：机械工业出版社 郑纬民 等 翻译(3rd)



# Course Description

---

## Instructor:

王帅 ([swang@nju.edu.cn](mailto:swang@nju.edu.cn))

Office: 406 CS Department Building

## Course homepage:

[http://cs.nju.edu.cn/swang/CompArchOrg\\_13F](http://cs.nju.edu.cn/swang/CompArchOrg_13F)

## Class Meeting:

Monday, 8:00AM – 9:50AM, 仙-I 104

Friday, 10:10AM – 12:00PM, 仙-I 104

# Course Outline

---

- **Computer System Overview**
- **Data Representation**
- **Arithmetic Logic Unit (ALU)**
- **Memory Hierarchy**
- **Instruction Set Architecture (ISA)**
- **Central Processing Unit (CPU)**
- **Pipeline**
- **Bus & I/O**

# Grading Policy

---

- **Class Participation: 10%**
- **Homework Assignments: 15%**
- **Labs and Projects: 20%**
- **Mid-term Exam: 20%**
- **Final Exam: 35%**

# Any Questions ?

---



# Lecture 1: Computer Abstractions

计算机系统概述

第1讲：计算机系统概述

# 第一讲 计算机系统概述

---

- 计算机发展简史
  - 通用计算机模型机：冯·诺依曼结构
  - **IBM360**系列机：引入兼容性（系列机）概念
  - **DEC PDP-8**：引入总线结构
- 计算机系统的组成
  - 计算机硬件：**CPU + MM + I/O**
  - 计算机软件：系统软件+应用软件
- 计算机层次结构
  - 计算机硬件和软件的接口：指令系统
  - 计算机软件如何在硬件上执行
- 本课程主要内容

# 计算机的功能和特点

---

- 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通用处理装置。
- 计算机的功能：
  - 数据运算、数据存储、数据传送、控制
- 计算机的特点：
  - 高速：高速元件和“存储程序”方式带来高速性
  - 通用：体现在处理对象和应用领域没有限制
  - 准确：精度足够的算术运算带来准确性
  - 智能：逻辑推理能力带来智能性

# 计算机的发展历史

---

你所用的第一台计算机是什么？

你现在在用的计算机又是什么？

# 回顾：计算机发展简史

---

- 第一代：真空管（电子管Vacuum Tube）1946~57年
  - 46年诞生第1台电子计算机 [ENIAC](#)
    - 体积大，重30吨，有18000多个真空管，5000次加法/s
    - 十进制表示/运算，存储器由20个累加器组成，每个累加器存10位十进制数，每一位由10个真空管表示。
    - 采用手动编程，通过设置开关和插拔电缆来实现。
  - 冯·诺依曼机（Von Neumann Machine）
    - 45年冯·诺依曼提出“**存储程序(Stored-program)**”思想，并于46年开始设计“存储程序”计算机。
    - “存储程序”思想：

将事先编好的程序和原始数据送入主存中，然后启动执行。计算机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。

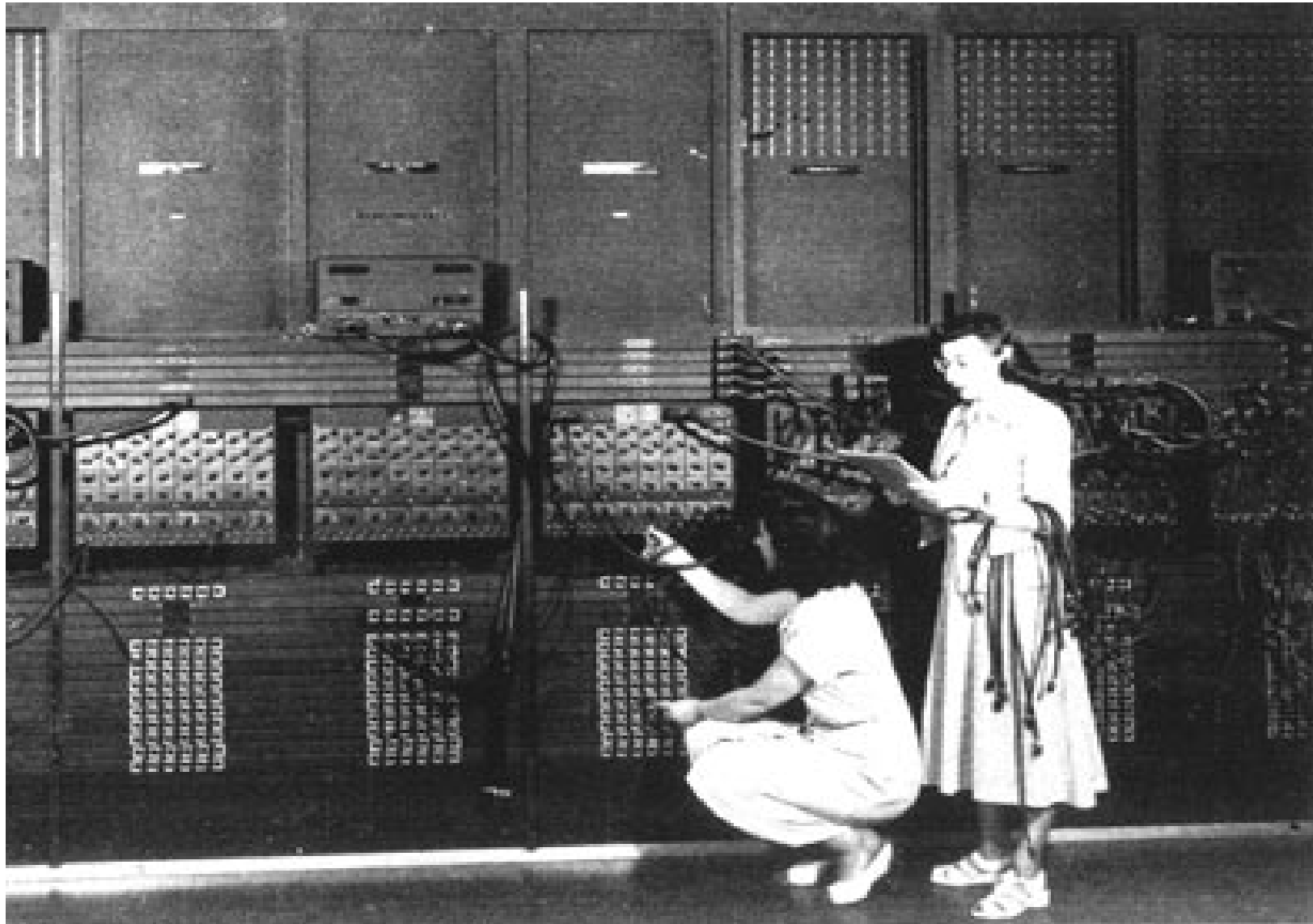
## The First Generation: Vacuum Tube Computers (1946 - 1957)



The first *general-purpose computer* - **ENIAC**

# ENIAC---Non von Neumann Model

---



[BACK](#)

# John von Neumann

---

- December 28, 1903 — February 8, 1957
- Hungarian-born American
- Contributions in :
  - Mathematics
  - Computer science
  - Physics
  - Quantum mechanics
  - Game theory
  - .....



# John von Neumann

---



Gravestone in Princeton Cemetery, NJ

# KURT F. GODEL

---



Gravestone in Princeton Cemetery, NJ

# 冯·诺依曼结构的主要思想

---

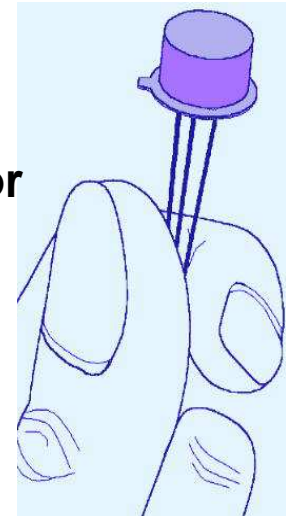
1. 计算机应由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个基本部件组成。
2. 各基本部件的功能是：
  - **存储器**不仅能存放数据，而且也能存放指令，形式上两者没有区别，但计算机应能区分数据还是指令；
  - **控制器**应能自动执行指令；
  - **运算器**应能进行加/减/乘/除四种基本算术运算，并且也能进行一些逻辑运算和附加运算；
  - 操作人员可以通过**输入设备**、**输出设备**和主机进行通信。
3. 内部以**二进制表示**指令和数据。每条指令由操作码和地址码两部分组成。操作码指出操作类型，地址码指出操作数的地址。由一串指令组成程序。
4. 采用“**存储程序**”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

# 计算机发展简史

## ◦ 第二代：晶体管 1958~64年

- 元器件：逻辑元件采用晶体管，内存由磁芯构成，外存为磁鼓与磁带。
- 特点：变址，浮点运算，多路存储器，I/O 处理机，中央交换结构(非总线结构)。
- 软件：使用高级语言，提供了系统软件。
- 代表机种：IBM 7094 (scientific)、1401 (business)和 DEC PDP-1

晶体管：  
Transistor



DEC PDP-1



# 计算机发展简史

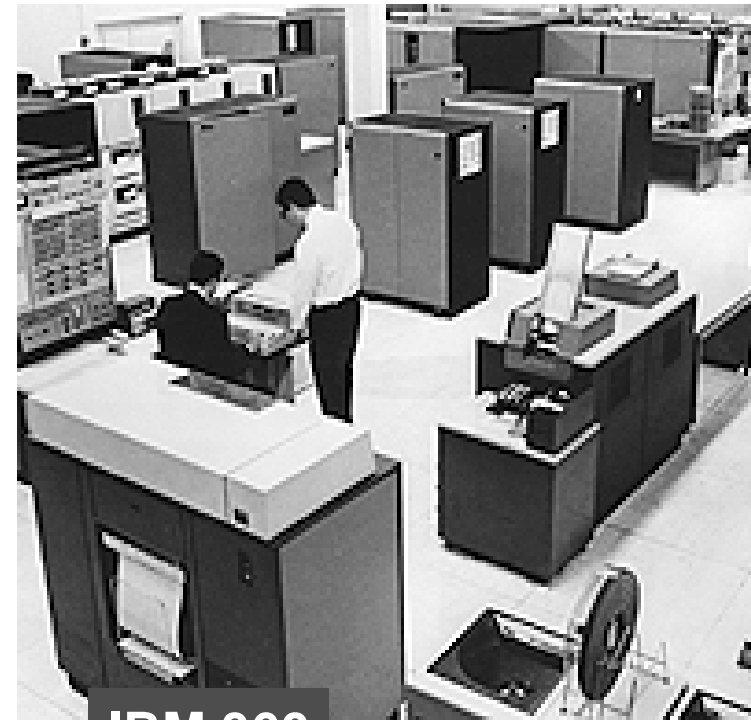
---

- **第三代：SSI/MSI 1965~71年**
  - **元器件：**逻辑元件与主存储器均由集成电路（IC）实现。
  - **特点：**微程序控制，Cache，虚拟存储器，流水线等。
  - **代表机种：**IBM 360和DEC PDP-8（大/巨型机与小型机同时发展）
    - **巨型机(Supercomputer)：** Cray-1
    - **大型机(Mainframe)：** IBM360系列
    - **小型机(Minicomputer)：** DEC PDP-8



# IBM System/360系列计算机

- IBM公司于1964年研制成功
- 引入了“兼容机”（“系列机”）概念
  - 兼容机的特征：
    - 相同的或相似的指令集
    - 相同或相似的操作系统
    - 更高的速度
    - 更多的I/O端口数
    - 更大的内存容量
    - 更高的价格



IBM 360

低端机指令集是高端机的一个子集，称为“向后兼容”。功能相同，而性能不同。

问题1：引入“兼容机”有什么好处？

问题2：实现“系列机”的关键是什么？