



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

总 目 录

- 第1章 计算机系统概论
- 第2章 计算机中数的表示及基本逻辑部件
- 第3章 运算器和运算方法
- 第4章 指令系统
- 第5章 中央处理部件CPU
- 第6章 主存储器
- 第7章 输入输出（I/O）系统
- 第8章 计算机接口及辅助存储器



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

第一章 计算机系统概述

- 1.1 电子计算机的发展史
- 1.2 计算机的体系架构
- 1.3 计算机系统的层次结构
- 1.4 计算机基本操作概念
- 1.5 硬件描述语言Verilog



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

主要知识点

- 掌握计算机基本体系架构
- 掌握计算机层次结构
- 掌握计算机指令的执行过程



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

数字计算机的发明是由一批科学家从1937年开始，整整经历13年的不懈努力所形成的。在这批人当中最有影响的有四个人，他们是：乔治·斯蒂比茨（George Stibitz）、H. 艾肯（Howard Aiken）、J. 莫克利（Joho Manchly）、冯·诺依曼（Von Neumann），他们的开创性工作，奠定了存储程序数字计算机的发展史。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



1937年开始，斯蒂比茨在家中用继电器、电池和灯泡等组装了一个简单的二进制加法器。并在该原理上研制了一台能计算复数的继电器式计算机，命名为M-1。在阿伯丁武器实验场，利用该计算机解决了防空火力控制的弹道计算问题。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



艾肯，1935年在哈佛大学博士毕业后，设计了一台继电器式的计算机，在美国海军部提供研制经费，IBM派四位工程师参与，该机在1944年4月研制成功，称为MARK-1，并在哈佛大学投入运行。研制MARK-1的灵感来自一个世纪以前巴贝奇留下的思想精华。



百年同濟
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



MARK-1外壳用钢和玻璃制成，长15米，高2.4米，自重31.5吨，使用了15万个元件和800公里电线，每分钟进行200次运算。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



莫克利博士毕业后，1943年，在美军军械部的支持下，开始设计和兴建一台计算机，该机称为ENIAC（Electronic Numerical Integrator and Computer），1946年2月15日在宾夕法尼亚大学完成，是世界上第一台通用数字电子计算机。承担开发任务的“莫尔小组”由四位科学家和工程师埃克特、莫克利、戈尔斯坦、博克斯组成，总工程师埃克特当时年仅24岁。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

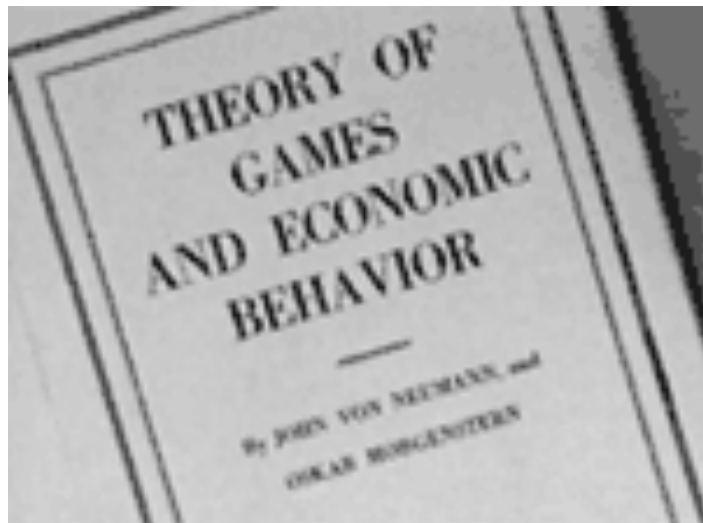


ENIAC: 长30.48米, 宽1米, 占地面积170平方米, 30个操作台, 约相当于10间普通房间的大小, 重达30吨, 耗电量150千瓦, 造价48万美元。它使用18000个电子管, 70000个电阻, 10000个电容, 1500个继电器, 6000多个开关, 每秒执行5000次加法或400次乘法。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



约翰·冯·诺依曼 (John Von Neumann, 1903-1957), 美籍匈牙利人, 1903年12月28日生于匈牙利的布达佩斯1921年—1923年在苏黎世大学学习。很快又在1926年以优异的成绩获得了布达佩斯大学数学博士学位, 此时冯·诺依曼年仅22岁。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

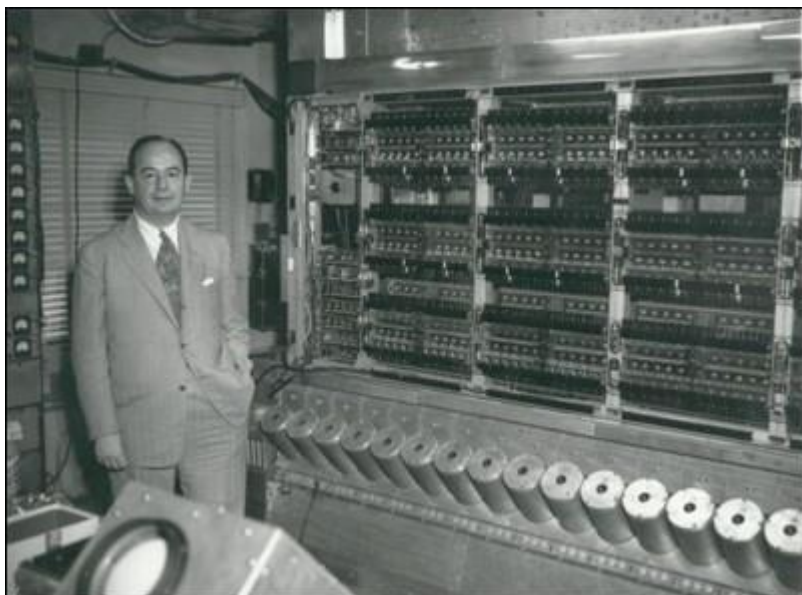
1.1 电子计算机的发展史

1930年西渡美国，接受了普林斯顿大学客座教授职位，1931年成为该校终身教授。1933年转到该校的高级研究所，成为最初六位教授之一，并在那里工作了一生。冯·诺依曼是普林斯顿大学、宾夕法尼亚大学、哈佛大学、伊斯坦堡大学、马里兰大学、哥伦比亚大学和慕尼黑高等技术学院等校的荣誉博士。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



1944-1945年间，冯·诺伊曼在第一台现代计算机ENIAC尚未问世时注意到其弱点，并提出一个新机型EDVAC（Electronic Discrete Variable Automatic Computer）的设计方案，其中提到了两个设想：采用二进制和“存储程序”。这两个设想对于现代计算机至关重要。

1.1 电子计算机的发展史

EDVAC方案明确奠定了新机器由五个部分组成，包括：

- 运算器
- 逻辑控制装置
- 存储器
- 输入和输出设备

并描述了这五部分的职能和相互关系。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

1. 计算机由运算器，控制器，存储器，输入设备和输出设备组成。
2. 采用存储程序的方式, 程序和数据放在同一个存储器中，指令和数据一样可以送到运算器运算，即由指令组成的程序是可以修改的。
3. 能够操纵二进制数的算术逻辑运算单元（ALU）。
4. 指令由操作码和地址码组成。
5. 指令在存储器中按执行顺序存放，一般顺序执行但也可按运算结果或外界条件而改变。
6. 机器以运算器为中心(现在以存储器为中心)。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

1943年，英国科学家研制成功第一台“巨人”计算机，专门用于破译德军密码。第一台“巨人”有1500个电子管，5个处理器并行工作，每个处理器每秒处理5000个字母。二战期间共有10台“巨人”在英军服役，平均每小时破译11份德军情报。“巨人”算不上真正的数字电子计算机，但在继电器计算机与现代电子计算机之间起到了桥梁作用。



百年同濟
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

第一代 1946—1954

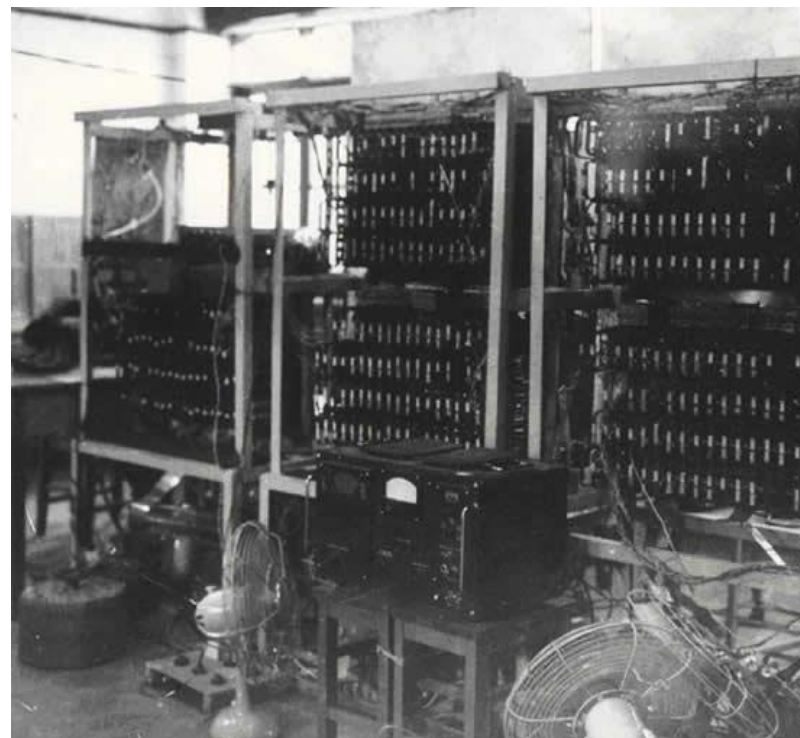
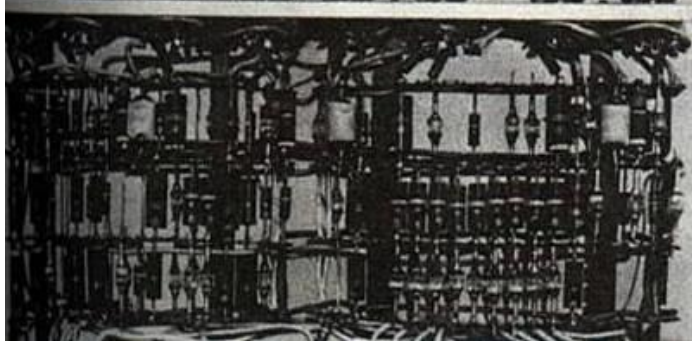
特征：电子管作为逻辑元件，阴极射线管作为主存储器。





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



第一代电子管计算机



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



USB 电子管声卡

1.1 电子计算机的发展史





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

第二代 1955—1964

特征：晶体管作为逻辑元件，磁芯作为主存储器。IBM于1962年生产出了第一台晶体管计算机（IBM7090）。



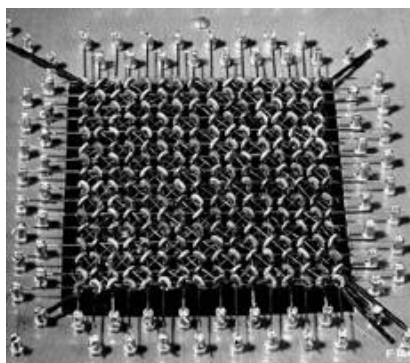
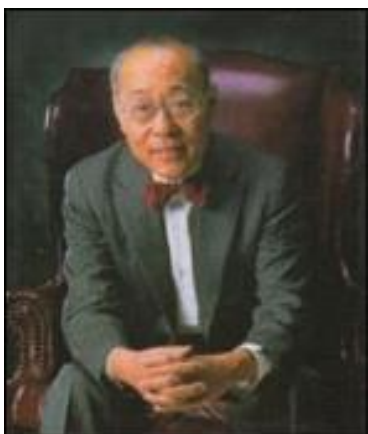
IBM7090



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

1951年发明磁芯作为主存储器。美籍华人王安。



磁芯存储器

1920年2月7日生于上海，16岁时考入上海交通大学。1945年作为中国高级工程技术人员被派往美国深造，1945年秋他进入哈佛大学学习。1948年获哈佛大学应用物理学博士学位，1951年他出售自己发明的记忆磁芯的专利权，用所得的50万美元在波士顿创办了王安实验室。

1955年，正式成立了王安计算机公司。1964年推出桌面电脑，1967年王安公司股票上市，1976年，王安推出新型的电子文字处理机。1984年是王安走向顶峰的一年，年收21亿美元，其中利润2.1亿美元。1986年曾被列为美国第五大富豪，1989年入寻“美国发明家殿堂”，与爱迪生等大发明家齐名，曾被授与“美国总统自由勋章”。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



VAX-11/780

第三代 1965—1974

特征：集成电路
作为逻辑元件，半
导体作为主存储器。
DEC（数据设备公
司），PDP-11、
VAX-11。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

第四代 1975—至今

特征：大规模集成电路作为逻辑元件，半导体作为主存储器。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

航天航空CPU

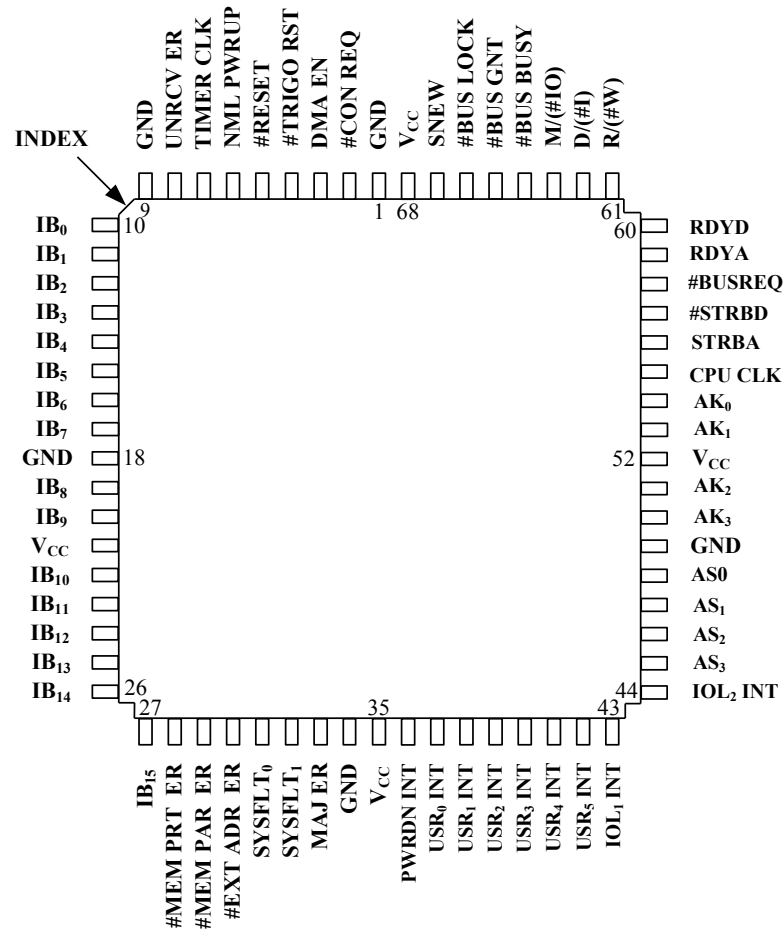
处理器	制造商	最大时钟	MIPS	特点	辐射剂量
MA 31750/IMA 31750	Dynex	25 MHz	3.5	2个定时器，看门狗，校验电路，32位硬件乘法器	300K rad
HX1750	霍尼韦尔	40 MHz	3.3	2定时器，40位浮点运算单元	100K rad
GVSC 1750	BAE英国宇航	20 MHz	3		1000K rad
CPU1750A-60	CPU技术公司	60 MHz	18	高达16 MB的内存，4个定时器，内置的DMA和MMU	
UT1750AR	Aeroflex公司	--	--	非常辐射	1000K rad
AT697E-F Sparc v7	Atmel公司	100MHz	90	2个32位定时器，32位看门狗，校验保护，2个8位串口，32位平行口	100K rad

● MILITARY STANDARD SIXTEEN-BIT COMPUTER INSTRUCTION SET ARCHITECTURE. MIL-STD-1750A (USAF)



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

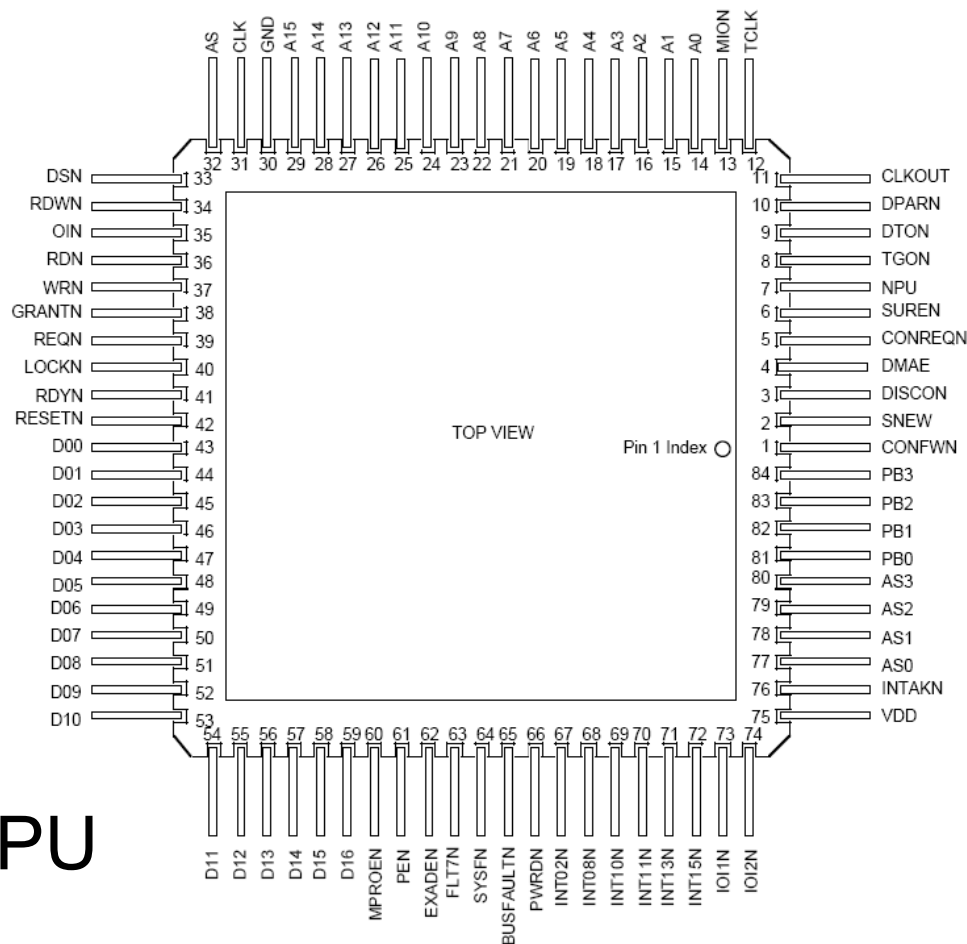


MA1750 CPU



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



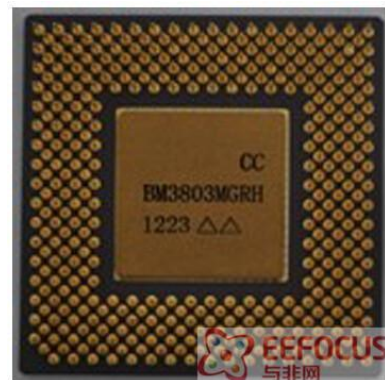
MA31750 CPU



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

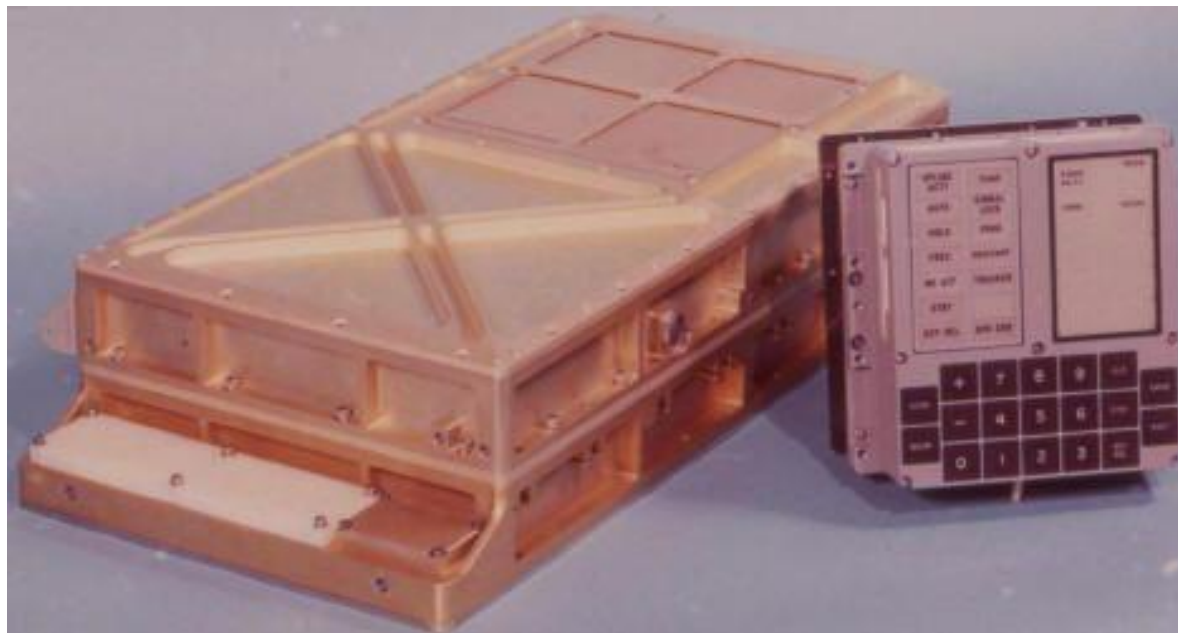
基于SPARC V8的32位微处理器BM3803MG（国产）
BM3803MGRH芯片内部包括高性能整数处理单元、浮点处理单元、独立的指令和数据Cache、硬件乘法器和除法器、中断控制器、带有跟踪缓冲器的硬件调试单元、24位定时器、通用I/O接口、看门狗、支持8/16/32位PROM、SRAM、SDRAM和I/O映射空间访问



ATMEL的AT697E（也是一款抗辐射处理器）相兼容，最高频率70MHz、抗辐射指标：总剂量：100K Rad（Si）、SEL单粒子闩锁阈值：75Mev.cm²/mg、单粒子错误率：CE0轨道优于3×10⁻⁵次/天•器件，内嵌符合IEEE754标准的浮点处理单元FPU，内嵌硬件调试单元，具有缓存跟踪，片上检错和纠错（EDAC）功能。



1.1 电子计算机的发展史



阿波罗

1.1 电子计算机的发展史



阿丽亚娜4型



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

多核技术

随着CPU的频率突破4GHz，处理器的功耗上升和发热量越来越大的缺点，CPU的处理能力受到限制。

$P_{\text{总}} = P_{\text{动态}} + P_{\text{直流开关功耗}} + P_{\text{静态}}$

$P_{\text{动态}}$ ：一般占总功耗的70%~90%

$P_{\text{动态}} = aC_L f V_{\text{dd}}^2$

其中： a 为开关系数，即每个时钟周期中发生状态变化器件的个数， C_L 为负载电容， f 为电路的工作频率， V_{dd} 为电路的电源电压值。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

双核（Dual Core）处理器就是基于单个半导体的一个处理器芯片上拥有两颗一样功能的处理器核心，即将两颗物理处理器核心整合入一个内核中通过协同运算来提升性能。其优势在于克服了传统处理器通过提升工作频率来提升处理器性能而导致耗电量和发热量越来越大的缺点。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 计算机的体系架构

输入设备

控制器

主存储器

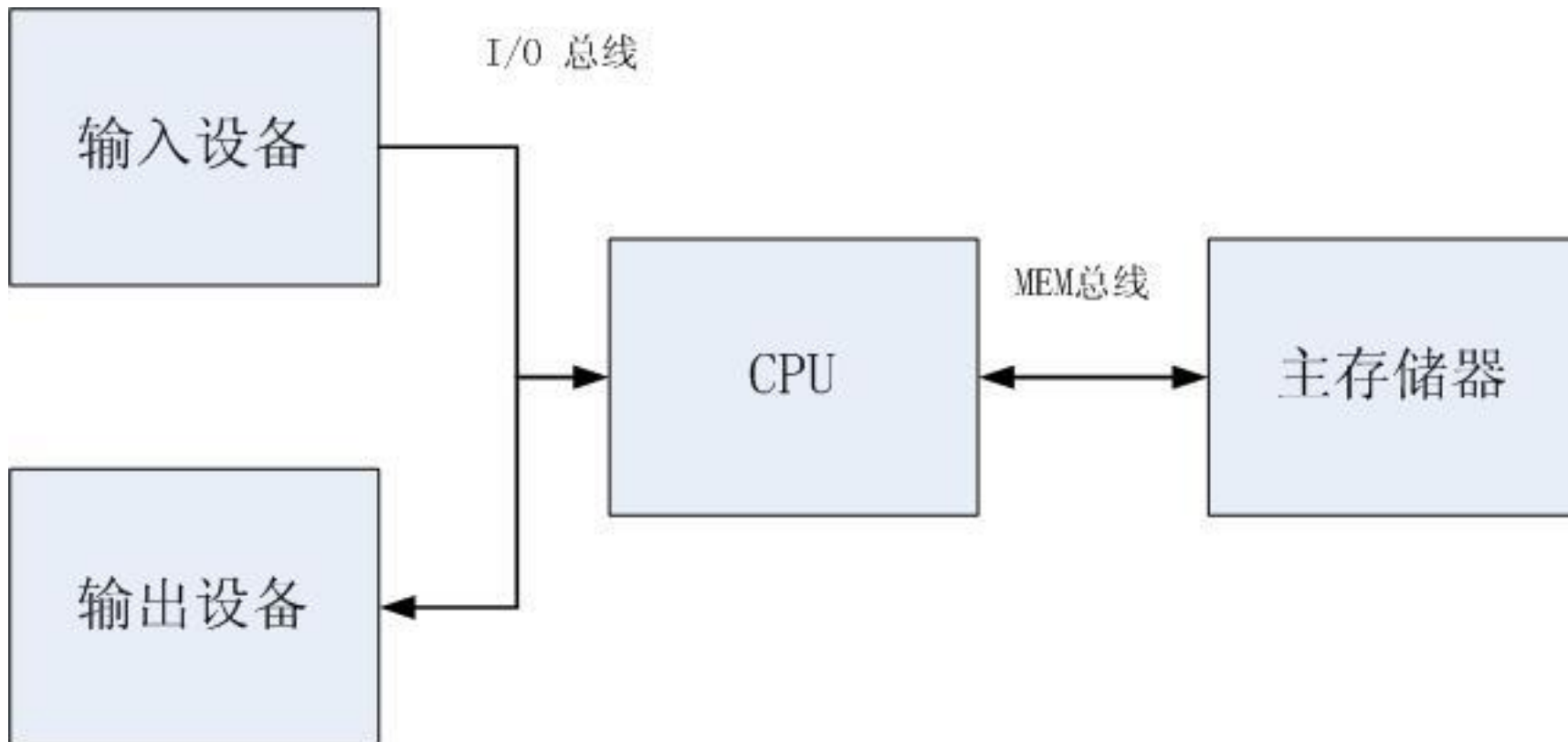
输出设备

ALU



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

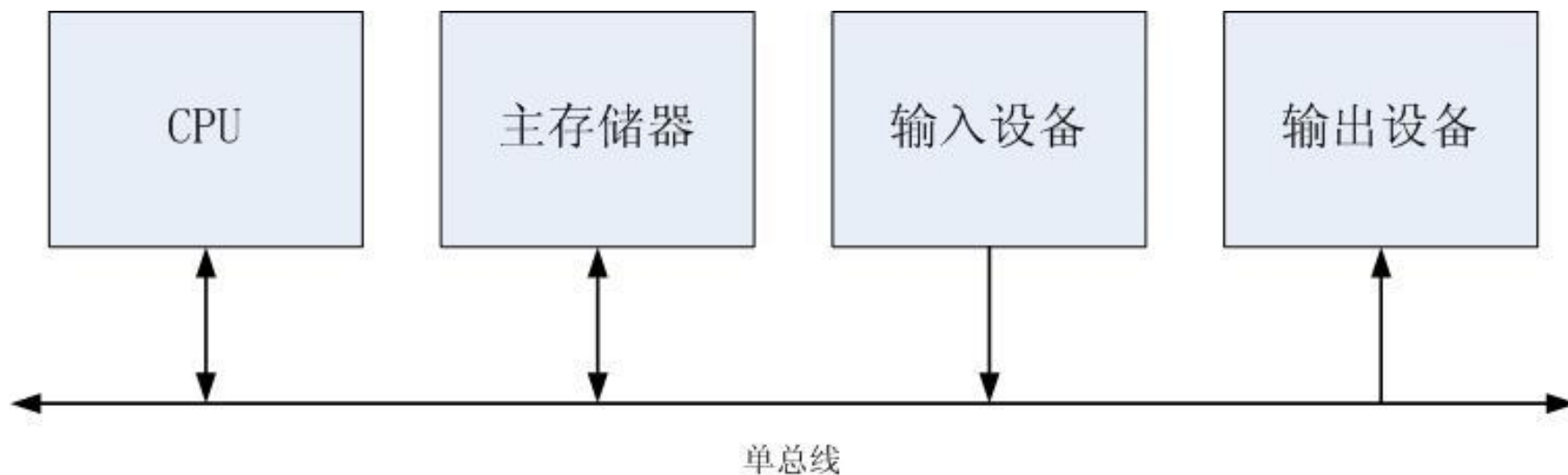
1.2 计算机的体系架构





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

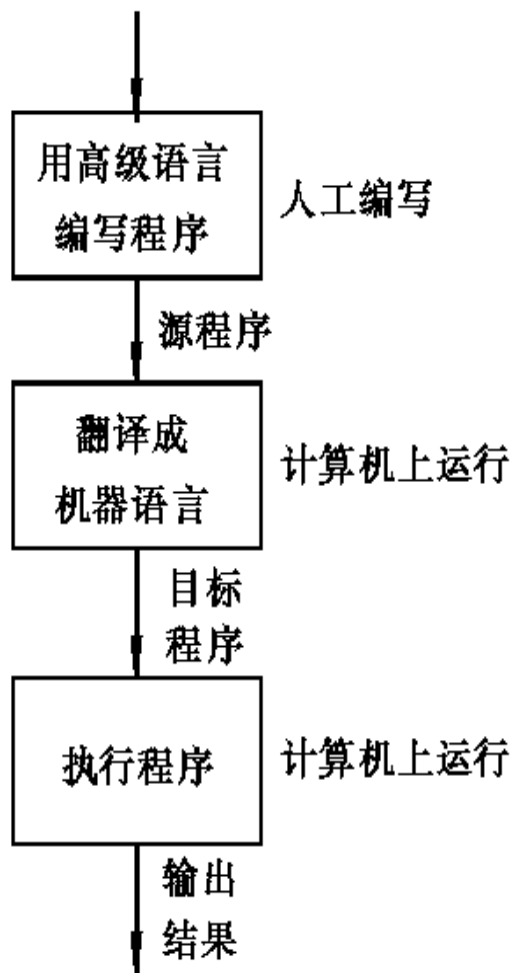
1.2 计算机的体系架构





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.3 计算机系统的层次结构



现代计算机解题的一般过程：
用户用高级语言编写程序，
连同数据一起送入计算机（用
户程序一般称为源程序），然
后由计算机将其翻译成机器
语言程序（称为目标程序），
在计算机上运行后输出结果，
其过程如图所示。



1.3 计算机系统的层次结构

百年同济
TONGJI UNIVERSITY

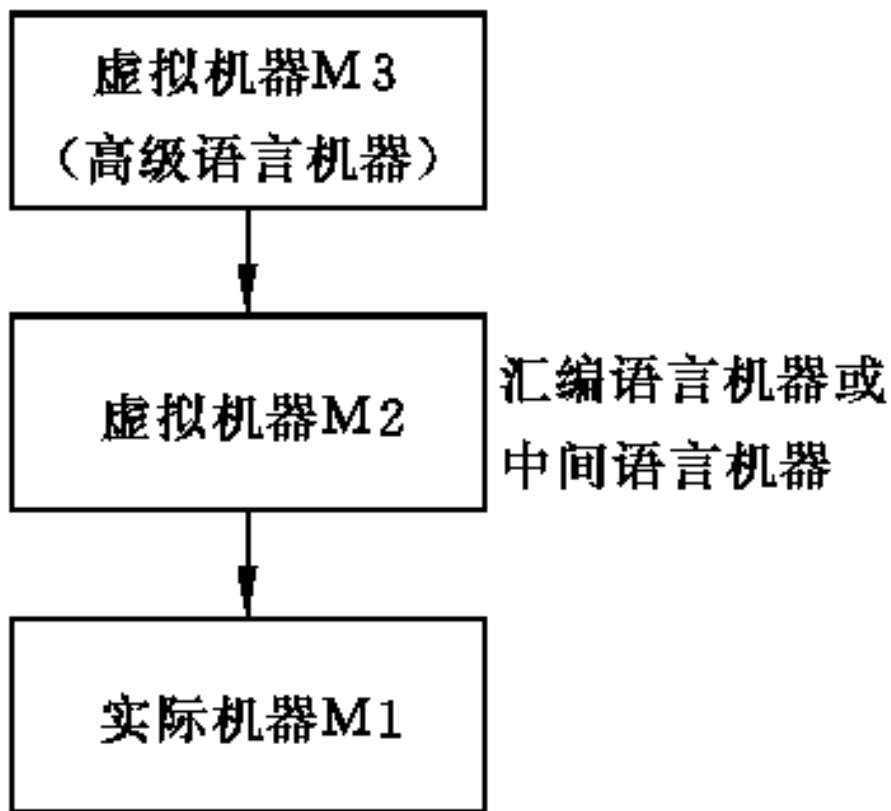
层次结构划分的目的：

“机器”只对一定的观察者而存在。它的功能体现在广义语言上，能对该语言提供解释手段，如同一个解释器，然后作用在信息处理和控制对象上。在某一层次的观察者看来，他只是通过该层次的语言来了解和使用计算机，不必关心在内层的那些机器是如何工作和如何实现各自功能的。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.3 计算机系统的层次结构



先把高级语言程序翻译成汇编语言程序或中间语言程序，然后再翻译成机器语言程序。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.3 计算机系统的层次结构

BASIC程序

```
10 sum=0
20 for i=1 to 10
30 sum=sum+i
40 next i
50 print sum
60 end
```

汇编指令程序

```
2000: sub R15, R15
      sub R1, R1
      mvrld R0, 0A
      inc R1
      add R15, R1
      cmp R1, R0
      jrnz 2004
      cala 0664
      ret
```

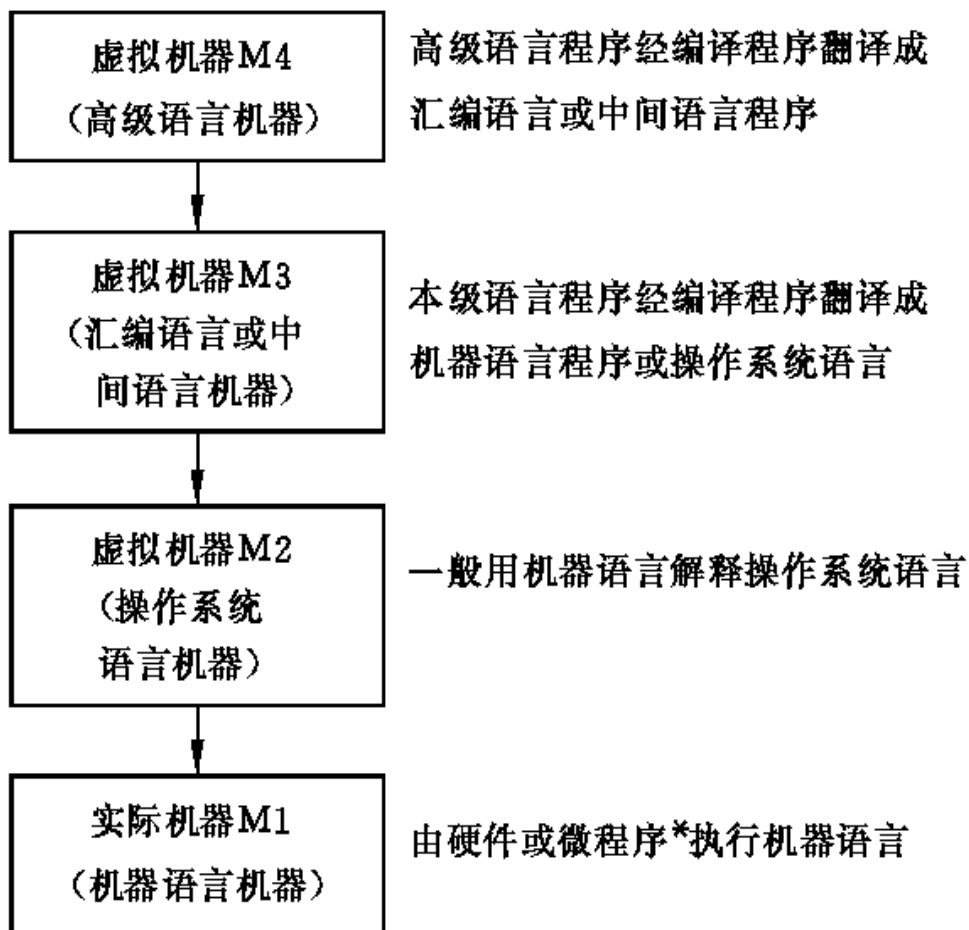
机器指令程序

```
2000: 01FF
2002: 0111
2004: 8800 000A
2008: 0910
200A: 00F1
200C: 0310
200E: 47FC
2010: CE00 0064
2014: 8F00
```



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

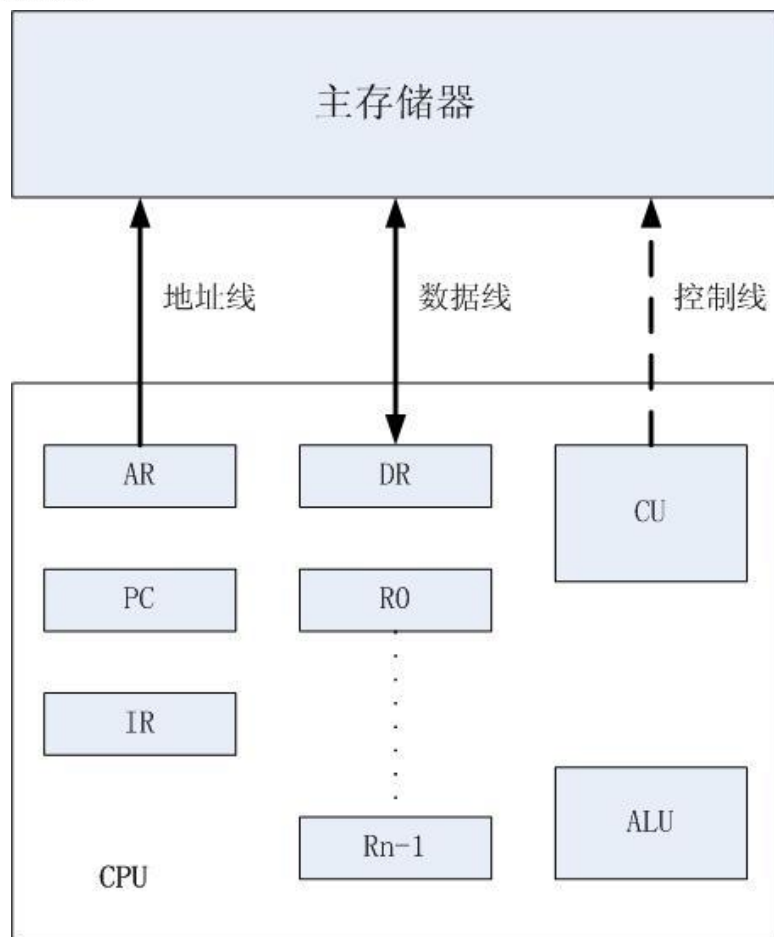
1.3 计算机系统的层次结构





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.4 计算机基本操作概念



IR: 指令寄存器
存放正在执行的指令。

R0—Rn-1: 通用寄存器

存放参加运算的操作数。

CU: 控制器

ALU: 算术逻辑部件
完成算术逻辑运算。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

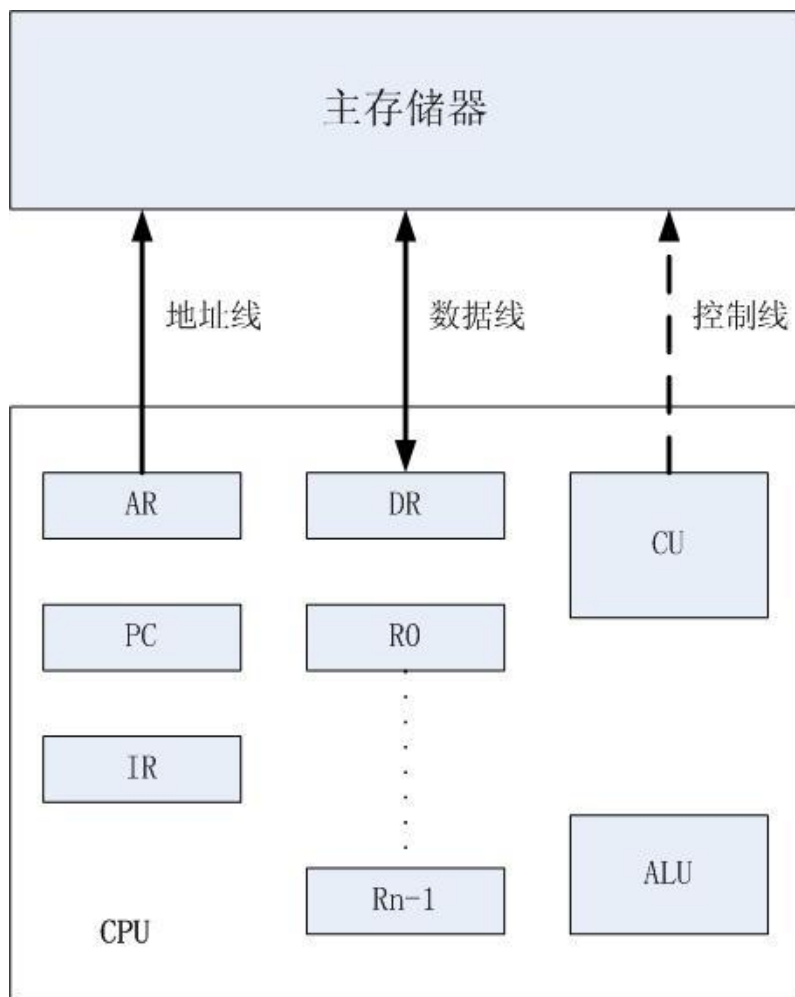
1.4 计算机基本操作概念

例1：汇编指令：

ADD R0, [1000H]; (R0) + (1000H) R0→

假设：这条指令已存放在100#单元存储其中，PC
已指向该单元。

1.4 计算机基本操作概念





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.4 计算机基本操作概念

例2：完成1000和1001单元相加，结果送1002单元。

```
MOV    R0, [1001H]  
ADD    R0, [1000H]  
MOV    [1002H], R0
```



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

参考资料

1. Computer Architecture Home Page
2. IEEE Technical Committee on Computer Architecture
3. ACM Special Interest Group on Computer Architecture
4. Intel Technology Journal



百年同濟
TONGJI UNIVERSITY

习 题

P11

习题： 2, 3, 9, 11



百年同濟
TONGJI UNIVERSITY

习 题

P11

习题： 2, 3, 9, 11



百年同濟
TONGJI UNIVERSITY

习 题

P11

习题： 2, 3, 9, 11