



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 中国计算机发展历程
- 1.3 计算机的体系架构
- 1.4 计算机系统的层次结构
- 1.5 计算机基本操作概念



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，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。



百年同济
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

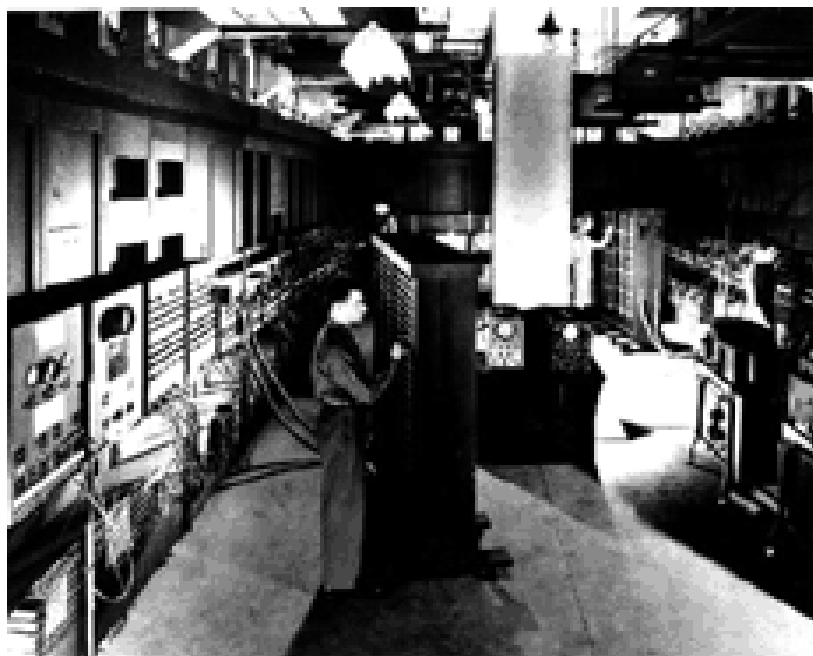


莫克利博士毕业后，1943年，在美军军械部的支持下，开始设计和兴建一台计算机，该机称为 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)，1946年2月15日在宾夕法尼亚大学完成，是世界上第一台通用数字电子计算机。承担开发任务的“莫尔小组”由四位科学家和工程师埃克特、莫克利、戈尔斯坦、博克斯组成，总工程师埃克特当时年仅24岁。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

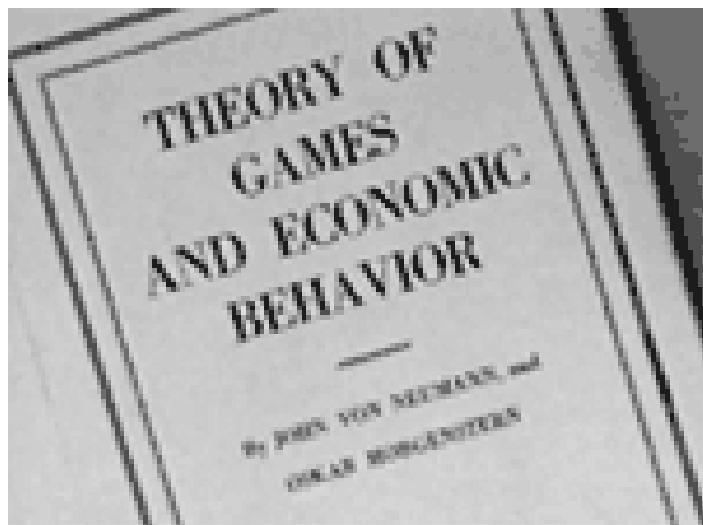


ENIAC：长30.48米，宽1米，占地面积170平方米，30个操作台，约相当于10间普通房间的大小，重达30吨，耗电量150千瓦，造价48万美元。它使用18000个电子管，70000个电阻，10000个电容，1500个继电器，6000多个开关，每秒执行5000次加法或400次乘法。



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

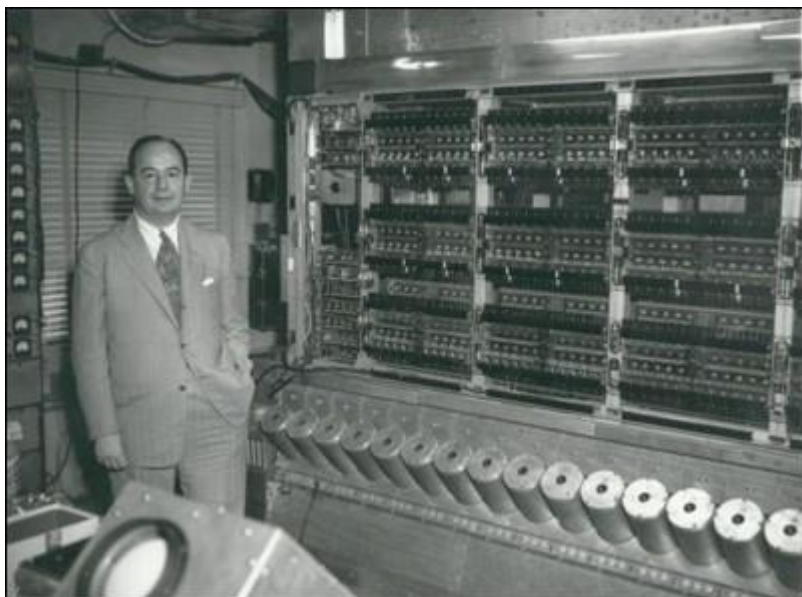
1.1 电子计算机的发展史

1930年西渡美国，接受了普林斯顿大学客座教授的职位，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。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

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。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史

第一代 1946—1954

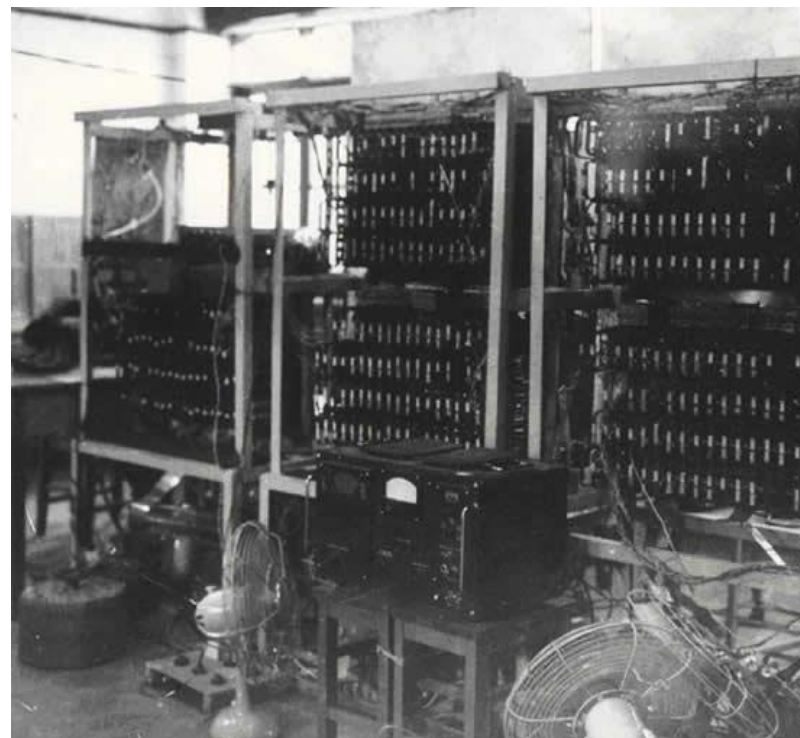
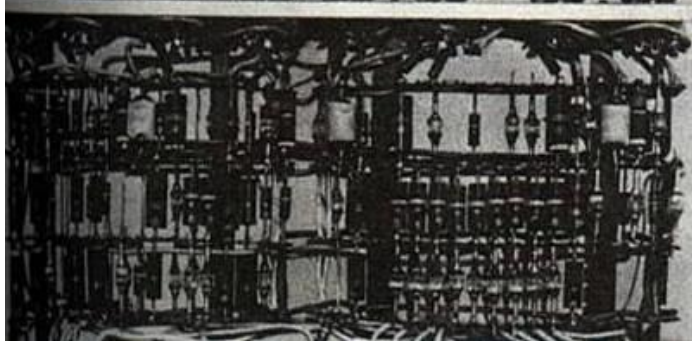
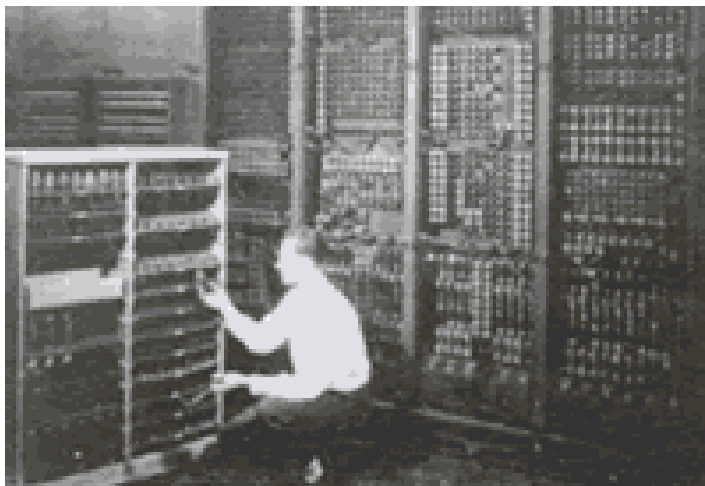
特征：电子管作为逻辑元件，阴极射线管作为主存储器。





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



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

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) 。



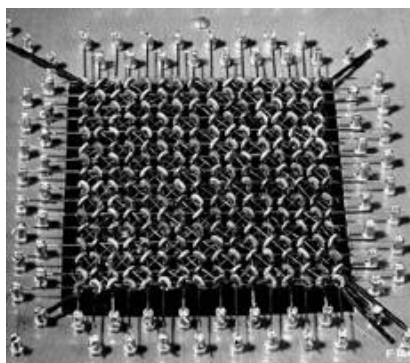
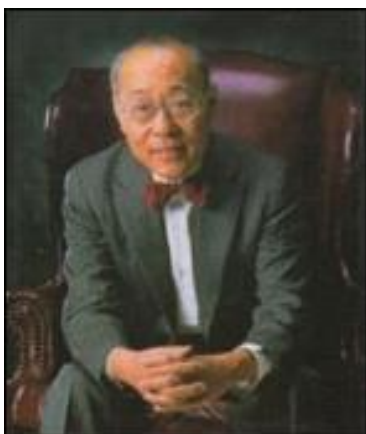
IBM7090



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。



百年同濟
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

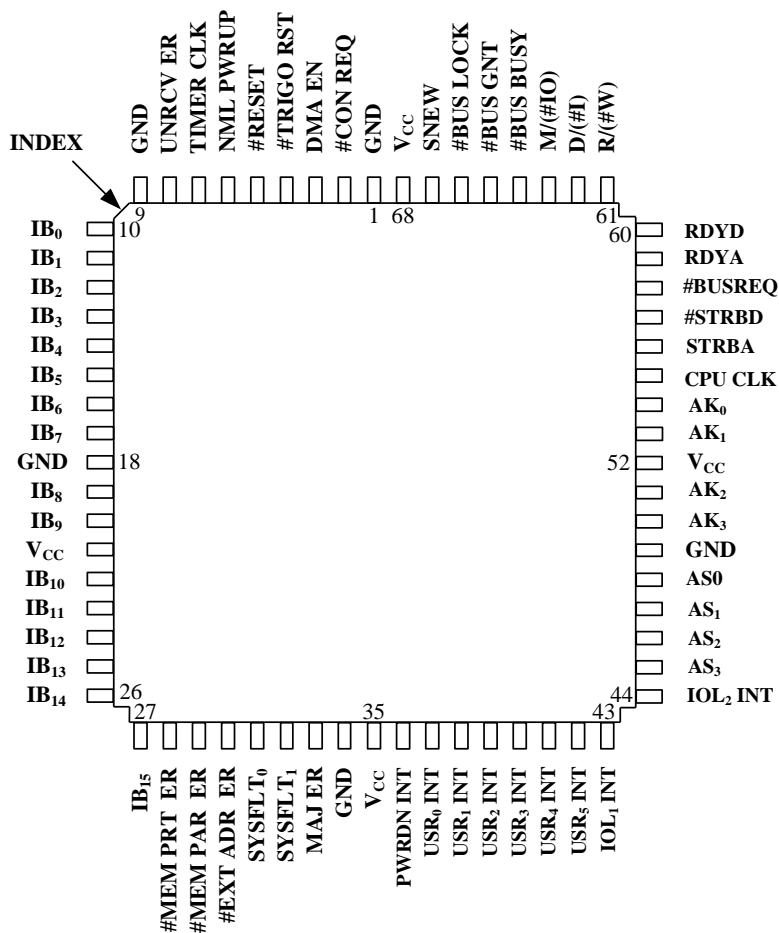
处理器	制造商	最大时钟	MIPS	特点	辐射剂量
MA 31750/IMA 31750	Dynex	25 MHz	3.5	2个定时器，看门狗，校验电路，32位硬件乘法器	300K rad
HX1750	霍尼韦尔	40 MHz	3.3	2定时器，40位浮点运算单元	100K rad
GVSC 1750	BAE英国宇航	20 MHz	3		1000K rad
CPU1750A-60	CPU技术公司	60 MHz	18	高达16 MB的内存，4个定时器，内置的DMA和MMU	
UT1750AR	Aeroflex公司	--	--	非常辐射	1000K rad
AT697E-F Sparc v7	Atmel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

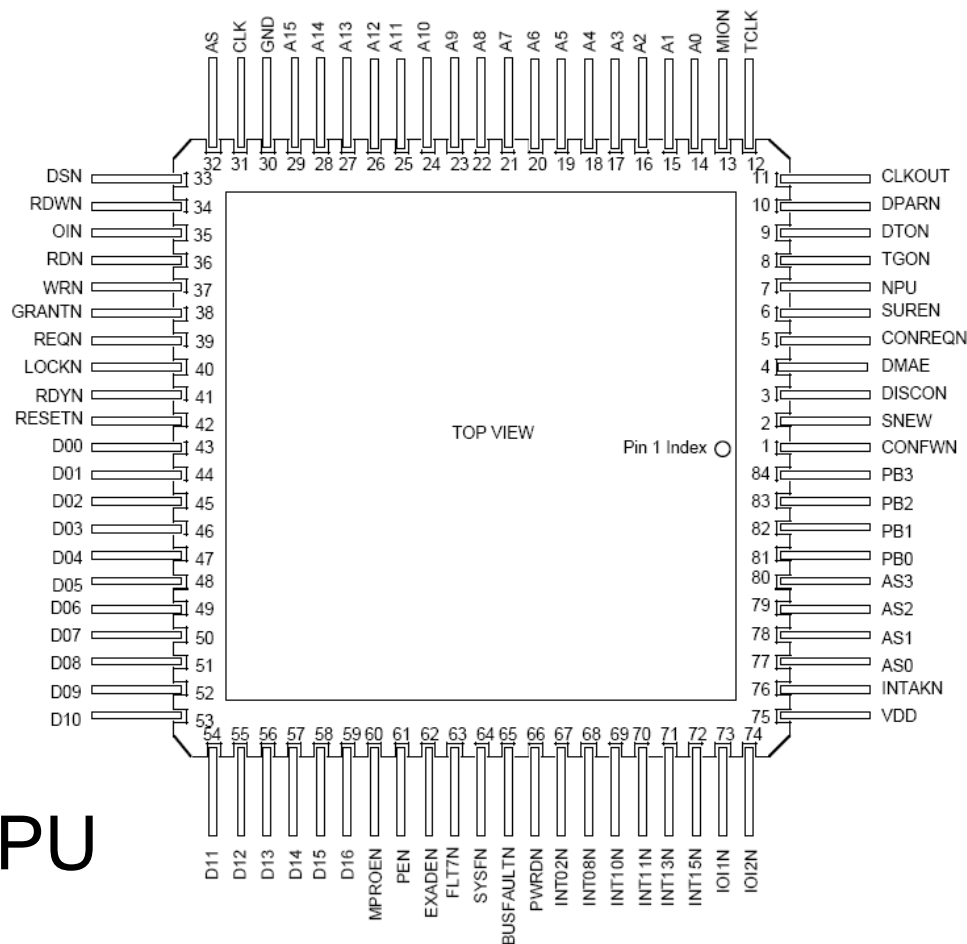


MA1750 CPU



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.1 电子计算机的发展史



MA31750 CPU

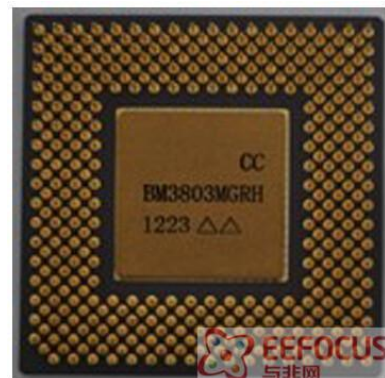


百年同济

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。



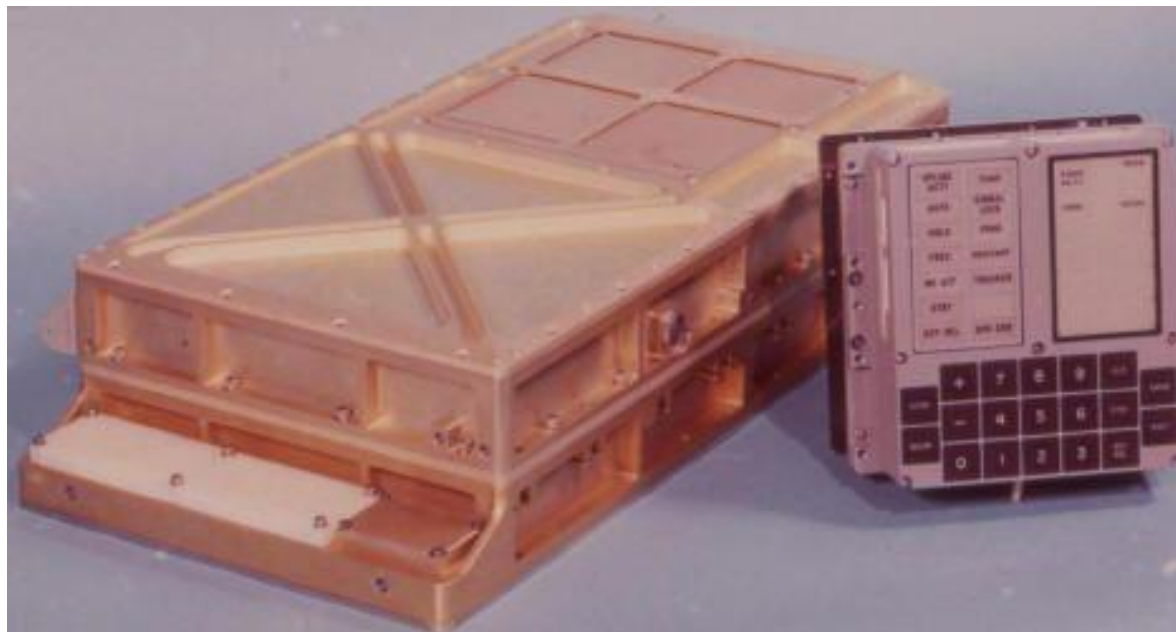
ATMEL的AT697E（也是一款抗辐射处理器）相兼容，最高频率70MHz、抗辐射指标：总剂量：100K Rad（Si）、SEL单粒子门锁阈值：75Mev. cm²/mg、单粒子错误率：CEO轨道优于3×10⁻⁵次/天·器件，内嵌符合IEEE754标准的浮点处理单元FPU，内嵌硬件调试单元，具有缓存跟踪，片上检错和纠错（EDAC）功能。





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

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 中国计算机发展历程

中国计算机发展历程的三个阶段：

- 第一阶段（1952-1960）

师从苏联，从模仿到设计

- 第二阶段（1960-1972）

独立自主，技术封锁下的自强不息

- 第三阶段（1972-至今）

自主研发为主，技术引进为辅



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

1、师从苏联，从模仿到设计（1952-1960）

建国伊始，因军事和科研上的需要，国家非常重视计算机技术研发。除了积极培养本土人才，并送尖子赴苏联进修外，还积极吸引海外留学归国人才——这当中有曾在苏联进修的张效祥教授、在英国爱丁堡大学攻读博士后的夏培肃院士、在哥本哈根任无线电厂工程师的吴几康院长，还有国内的张梓昌高级工程师……他们成为建国初期仿制苏联计算机、自主设计计算机的栋梁。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

宏观规划、培养人才

- 早在1952年，国家就成立电子计算机科研小组，由数学研究所所长华罗庚负责。计算机小组提出了一台串行的电子管计算机的轮廓设想，性能参数与EDVAC、EDSAC计算机相当。
- 为培养技术人才，夏培肃院士完成了第一个电子计算器和控制器的设计工作的同时，编写了中国第一本电子计算机原理讲义。
- 1956年，国家制定了发展我国科学的12年远景规划，把开创我国的计算技术事业等项目列为四大紧急措施之一。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

在仿制中学习技术

原七机部高级工程师张梓昌于1958年对苏联提供的M-3机设计图纸进行局部修改后，成功研制出103计算机，运算速度达每秒3000次，该计算机共生产36台。



张梓昌



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

在仿制中学习技术

张效祥教授以苏联还在研制中的 Б Э С М-III 计算机为模板，于1959年成功研制104计算机，该机共生产7台，每秒运行1万次，在原子弹的研制过程中发挥了重要作用。



张效祥



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

自主设计初尝试

夏培肃院士自行设计的107计算机于1960年研制成功，并被安装在北京玉泉路中国科学技术大学。107计算机是一台小型的串联通用电子管数字计算机，虽然性能不如103和104计算机，但它是新中国第一台自主设计的计算机，标志着中国的计算机从模仿到自主设计的跨越！



夏培肃

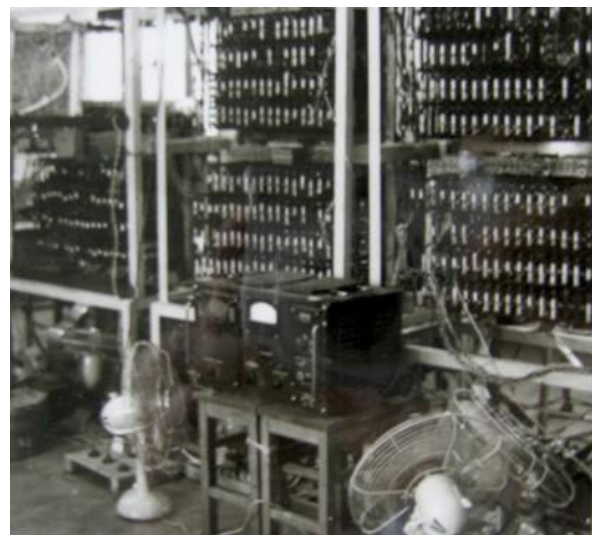


百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

自主设计初尝试

中科大以107计算机为基础，编写了《计算机原理》和《程序设计讲义》，作为该校计算机专业、力学系、自动化系、地球物理系的教材。107计算机除了为教学服务外，还服务于潮汐预报、弹道计算、核物理、力学、微波等领域。



107计算机在运行算题



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

2、独立自主，技术封锁下的自强不息（1960-1972）

- 因长波电台、联合舰队、中苏论战等事件的影响，中苏关系迅速恶化，《中苏友好同盟互助条约》名存实亡，赫鲁晓夫撤走了全部在华苏联专家，而在珍宝岛、铁力提克事件后，中苏几乎到战争边缘，在60年代至80年代初，中国已很难得到苏联技术支援。
- 与此同时，西方对中国进行严格的技术封锁。在美苏的技术封锁下，使中国只能走自主设计、自主生产的发展路线，正如某人说“封锁吧，封锁他十年八年，中国的问题就解决了”。



1.2 中国计算机发展历程

自主制造晶体管计算机

- 晶体管制造对60年代初的中国而言难度不可谓不大，西方和苏联都认为中国根本不可能掌握该项技术。
- 为解决晶体管制造难题，中国人民解放军军事工程学院四系四〇四教研室康鹏（25岁）临危受命，成功研发“隔离-阻塞振荡器”（后被命名为康鹏电路），解决了晶体管的稳定性问题，使中国比美国晚近8年进入晶体管时代。在“康鹏电路”问世后，109厂遂开始量产晶体管。
- 1965年，中国自主研发的第一块集成电路在上海诞生，只比美国晚了5年进入集成电路时代。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

自主制造晶体管计算机

在解决晶体管制造难题后，哈军工成功研制出新中国第一台全晶体管计算机441B-I于1964年诞生，相对于美国于第一台全晶体管计算机RCA501晚了6年。



441-B晶体管计算机

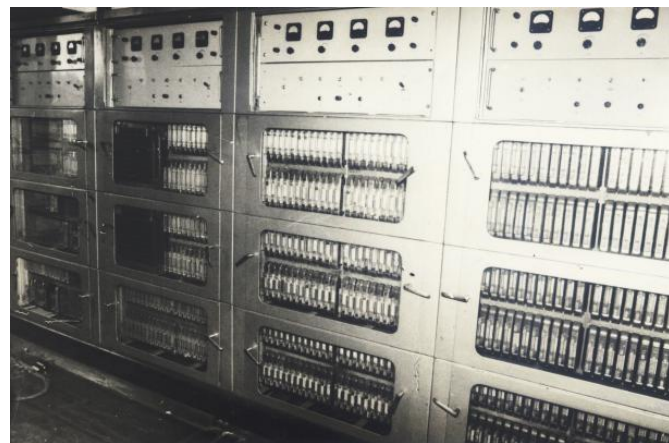


百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

自主制造晶体管计算机

441B系列计算机是我国第一台具有分时操作系统和汇编语言、FORTRAN语言及标准程序库的计算机。在天津电子仪器厂共生产了100余台，主要用于军工、科研、气象、油田勘探等，该机最大特点就是高可靠性和高可维性——1966年，北京举办计算机展览，恰逢邢台大地震，441B计算机是唯一不受地震影响，稳定运行的计算机。该系列机型平均使用15年以上。



441-B晶体管计算机



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

109、119计算机——研制氢弹“功勋机”

1964年，吴几康成功研制119计算机，该计算机运算能力为每秒5万次，运算能力略强于美国于1958年制造的IBM 709计算机，IBM 709计算机的运算能力为每秒4.2万次。



吴几康

1.2 中国计算机发展历程

109、119计算机——研制氢弹“功勋机”

1965年，109计算机研制成功，该机由2万多支晶体管，3万多支二极管组成，稳定运行15年。109和119计算机在我国研制氢弹的历程中立下汗马功劳。



119计算机



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

自主研发大规模集成电路

- 1972年，自主研发的大规模集成电路在四川永川半导体研究所诞生，实现了从中小集成电路发展到大规模集成电路的跨越。
- 美国从中小规模集成电路发展到中大规模集成电路，用了8年时间（1960年到1968年）。
- 而我们的前辈，在被美苏同时封锁扼杀之时，只用了7年就完成了从中小规模集成电路发展到中大规模集成电路的跨越（从1965年到1972年），他们的奉献和牺牲值得后辈铭记！



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

3、自主研发为主，技术引进为辅（1972-至今）

- 在72年尼克松访华之后，中国和西方原本剑拔弩张的关系有所缓解，中国从西方大量引进钢铁、化工等传统行业西方淘汰的技术（四三方案），甚至从西方引进军用技术（搭载L7线膛炮的五对负重轮，斯贝发动机引进项目）。
- 对于当时属于高科技领域的半导体产业，中国虽然始终无法从官方途径大规模引进半导体设备和技术资料，但也通过特殊渠道少量购买单机设备，并将其消化吸收后，大量仿制，推陈出新，搭建了自己的生产线。
- 在这个时期，不仅解决了汉字处理难题，成功研发混合计算机，还在全国建设了四十多家集成电路工厂，为随后的大批量生产奠定了基础。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

解决汉字处理难题

1974年，国家立项748工程。748工程成功研制汉字通信、汉字情报检索、汉字精密照排、微型机汉字操作系统、汉字数据库系统、汉字工具软件、汉字全文检索系统以及汉字输入、输出设备，形成了汉字信息处理产业。





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

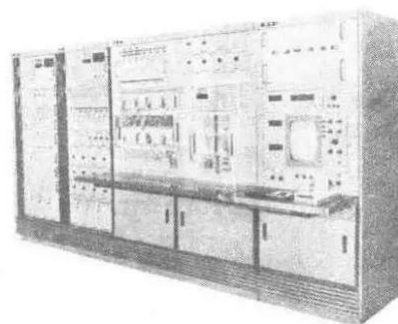
1.2 中国计算机发展历程

混合计算机建功勋

在这个时期，我国成功研制HMJ-200系列型大型混合模拟计算机DJM-300系列混合模拟计算机，广泛运用于航天、航海、原子能领域。



HMJ-200



DJM-300



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

部分领域追平国外

在这个时期，虽然美国计算机发展迅猛，但中国同行追得也很快，甚至在某些局部领域追平西方，比如：

- 上海无线电十四厂于1975年成功开发出的1024位移位存储器，就基本达到国外同期水平；
- 1979年研制的HDS—9计算机每秒运算500万次，是美国1972年的IBM 370-168计算机运算能力的两倍；
- 中科院上海冶金所还独立发展了制造集成电路所需要的离子注入机，并出口到日本。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

部分领域追平国外

- 截至70年代末，中国科研人员和产业工人发扬自力更生、自强不息的精神，建成了中国自己的半导体工业，掌握了从单晶制备、设备制造、集成电路制造的全过程技术。
- 在当时，只有美国、苏联掌握从单晶制备、设备制造、集成电路制造的全过程技术（当时日本技术很强，但个别领域被美国阉割）。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

达到世界前列水平

- 1979年，王选用中国第一台激光照排机排出样书。
- 1983年首套PC兼容汉字操作系统CCDOS诞生。



汉字激光照排之父-王选



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

达到世界前列水平

- 1983年, "银河 I 号"巨型计算机研制成功, 运算速度达每秒1亿次。
- 1993年, 中国第一台10亿次巨型银河计算机 II 型通过鉴定。
- 1997年, 银河一 III 并行巨型计算机研制成功。



银河 I 号



银河 II 号



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

达到世界前列水平

- 2009年，国防科大研制出中国第一台千万亿次超级计算机“天河一号”。
- 2013年，研制出“天河二号”，获得当年全球第一并一直维持到2016年。



天河一号A



天河二号



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

达到世界前列水平

- 2016年，国家并行计算工程技术研究中心研制出了神威·太湖之光，安装了中国自主研发的“申威26010”众核处理器。从2016年6月到2018年11月，一直占据全球第一的位置。



神威·太湖之光



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

达到世界前列水平

- 2017年5月3日，中国成功研制出了世界上第一台超越早期经典计算机的光量子计算机原型。



光量子计算机



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.2 中国计算机发展历程

中国计算机的代次

- 第一代：电子管计算机（1958-1964）
 - 103机、104机、107机、119机……
- 第二代：晶体管计算机（1965-1972）
 - 109系列计算机、4418系列计算机……
- 第三代：中小规模集成电路计算机（1972-1979）
 - 150计算机、DJS30系列计算机、757计算机、银河-I 计算机……
- 第四代：超大规模集成电路计算机（1980-）
 - 兼容微机、曙光系列、银河-II/银河-III、天河系列、神威·太湖之光超级计算机……



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.3 计算机的体系架构

输入设备

控制器

主存储器

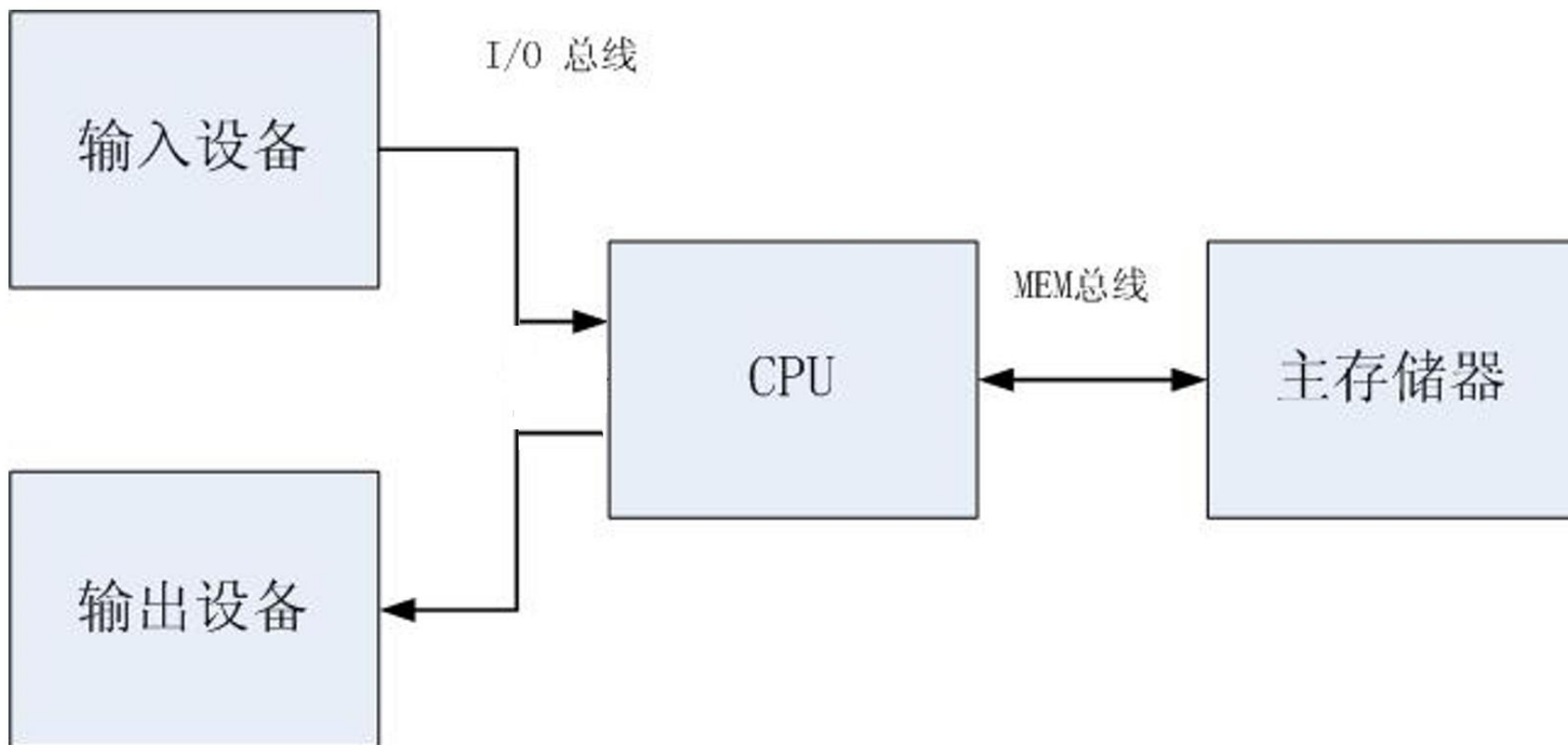
输出设备

ALU



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

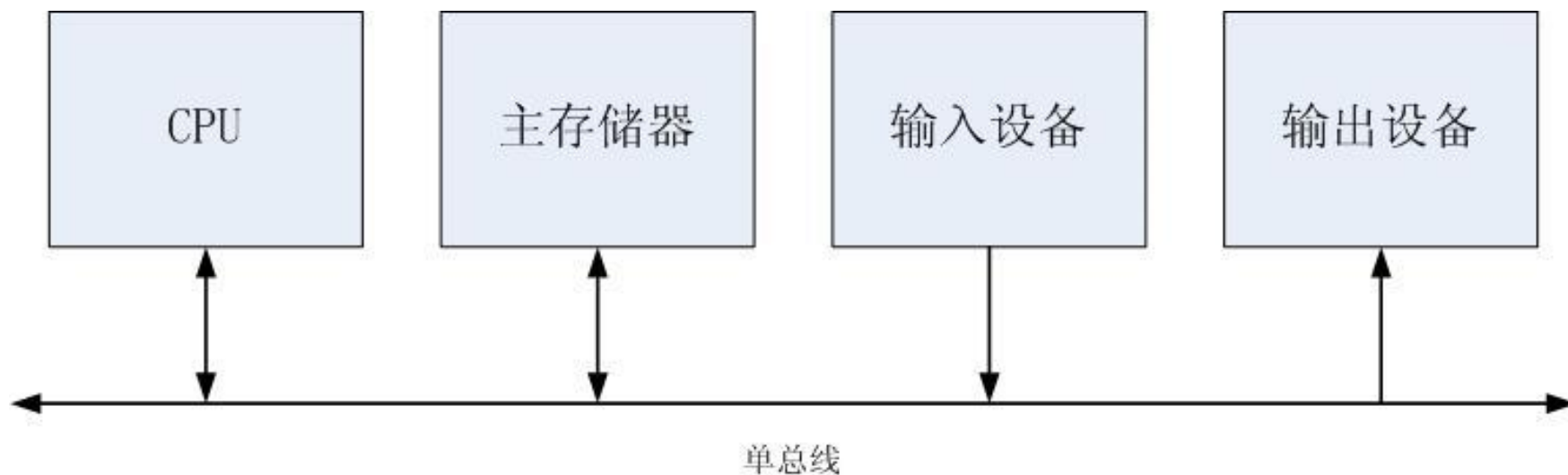
1.3 计算机的体系架构





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

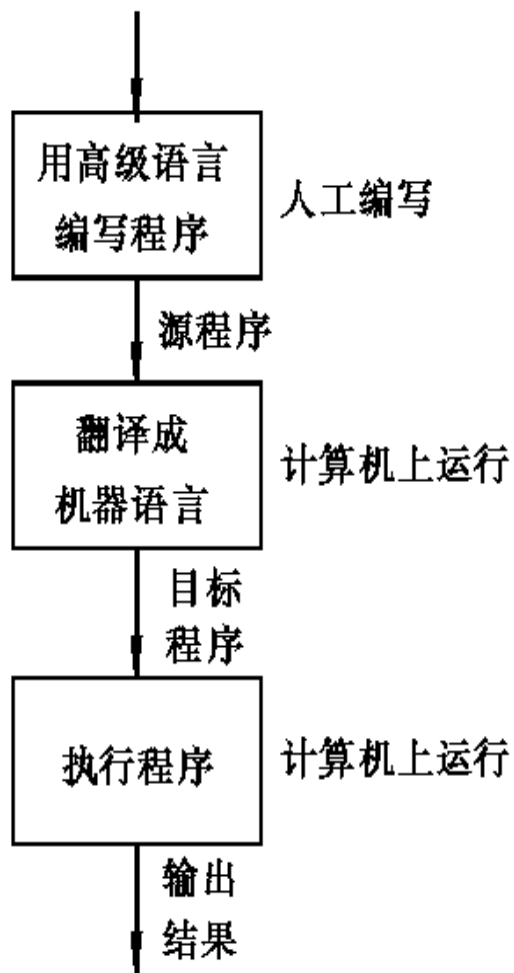
1.3 计算机的体系架构





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.4 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。



百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.4 计算机系统的层次结构

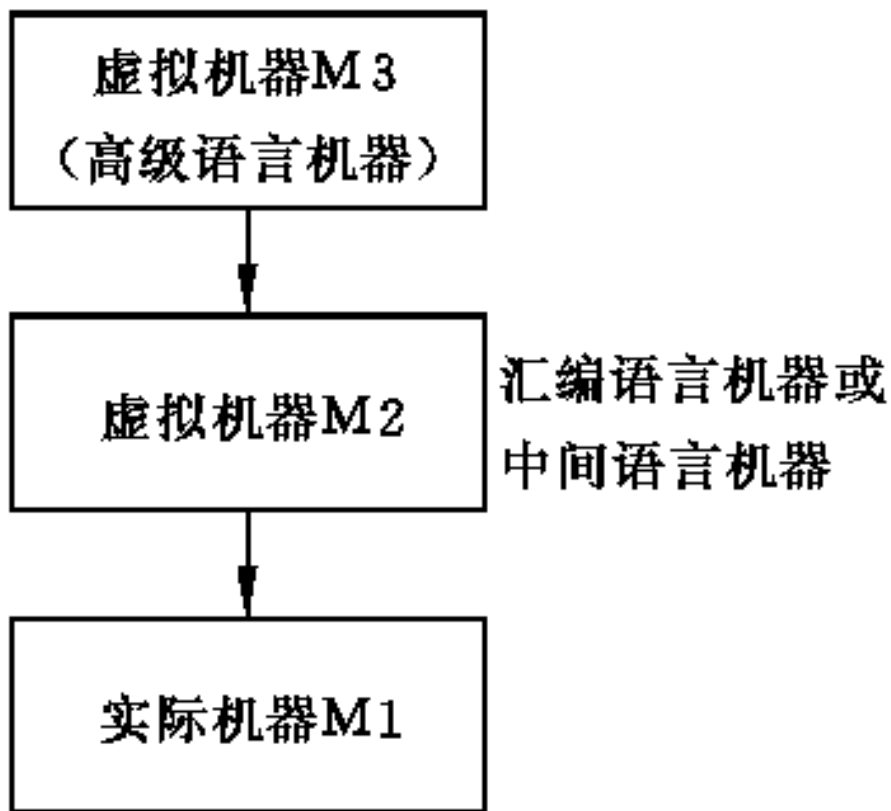
层次结构划分的目的：

“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

1.4 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。



1.4 计算机系统的层次结构

百年同济
TONGJI UNIVERSITY

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 2008
      cala 0064
      ret
```

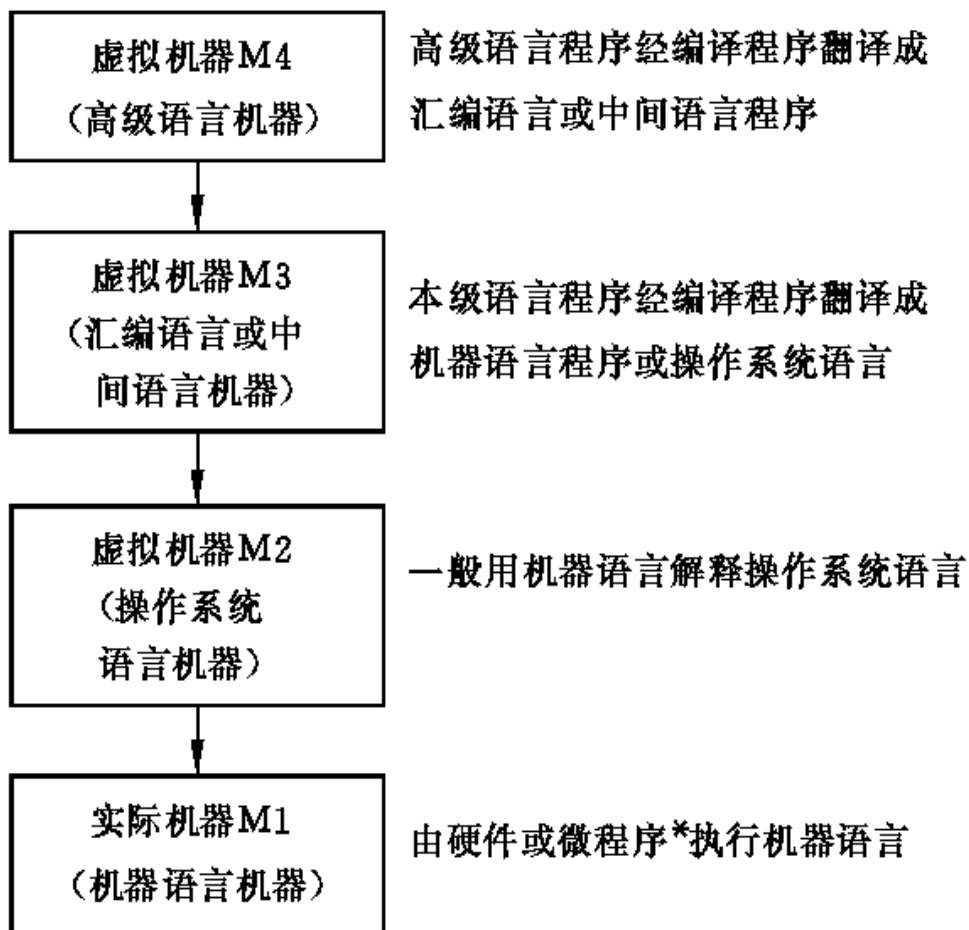
机器指令程序

```
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

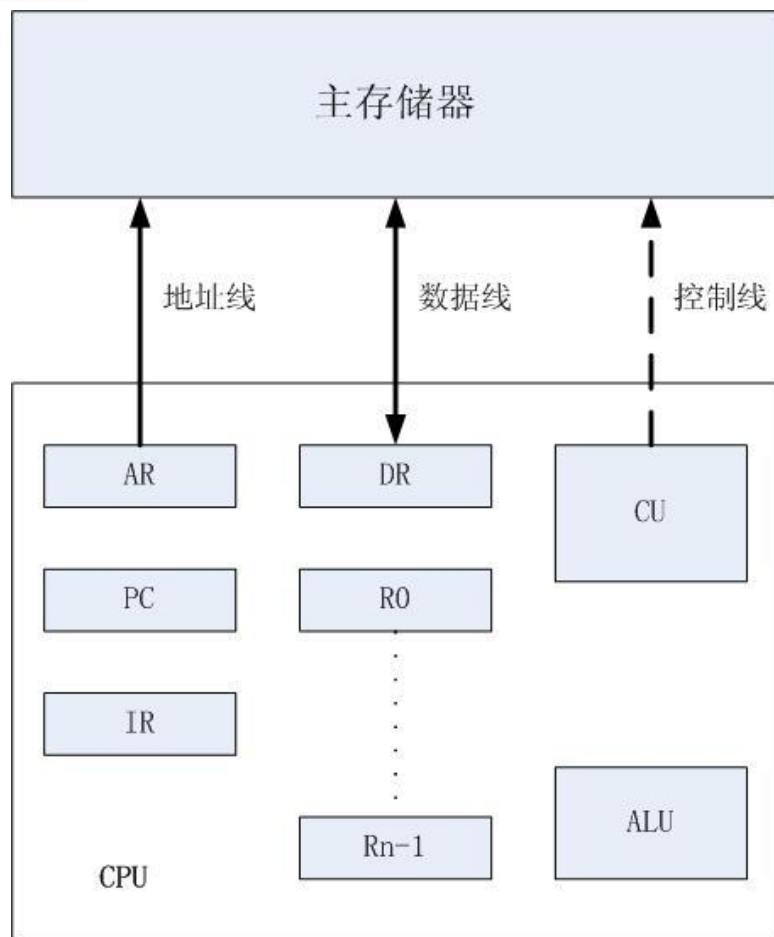
1.4 计算机系统的层次结构





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.5 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

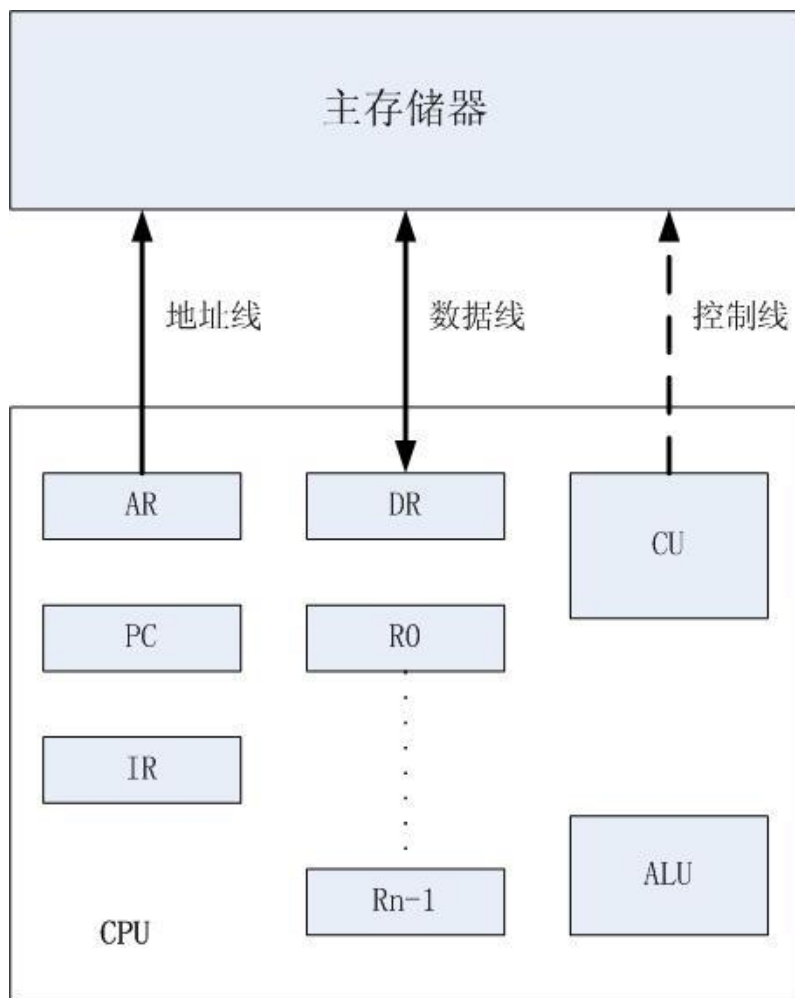
1.5 计算机基本操作概念

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。

1.5 计算机基本操作概念





百年同济
TONGJI UNIVERSITY

1.5 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
```


计算机组成原理课程教学内容的知识结构图

数据表示、运算

数据类型 (整型、浮点型、逻辑型、BCD码、字符型) 的表示, 中文的输入码、内码、字形码
进位计数制, 二进制与十进制数据之间的转换, 二进制数据运算规则
整数、小数的原、反、补码的编码与表示, 机器数和数的真值
补码加、减法运算规则与实现算法, 原码一位乘、除法的规则与实现算法
3 种常用的检错纠错码的实现原理与应用场所

运算器部件

算术与逻辑运算部件ALU的原理性线路设计, 串行进位与并行进位的概念与实现思路
定点运算器的功能与组成 (执行运算的部件ALU、暂存数据的寄存器组REGs、特征位寄存器)
补码加减法的线路实现与溢出判别方案、原码一位乘除法的实现原理性线路
浮点数的表示、编码, 它的数据范围和精度, IEEE-754标准, 浮点数的加、减、乘除运算规则

控制器部件

控制器的功能与组成 (PC、IR、步骤标记与转换线路、产生与提供控制信号的部件)
两种控制器类型: 组合逻辑控制器和微程序控制器, 同异之处与应用场合
指令的执行过程 (步骤), CPU周期, 指令周期, 指令的串行或并行执行
指令的串行执行过程: 单指令周期方案, 多单指令周期
典型指令的执行过程 (步骤), 与指令格式和功能、计算机的实际组成有关
通用原理需用一个简单实际系统来加深理解, CPU的性能计算: 主频、CPI、MIPS
RISC 和 CISC 两种计算机追求的基本目标和实现途径 (RISC机的特点)
指令的并行执行: 指令流水线技术, 追求的主要目标, 实现思路, 表示方法
性能指标: 吞吐率, 加速比, 效率
流水线中的结构相关、数据相关、控制相关的产生原因与解决思路

输入设备

输入设备的功能和分类, 最常用的输入设备
键盘的组成与运行原理, 鼠标设备的功能和工作原理

输出设备

以点阵方式显示或打印字符、图形或图像设备的共性原理
输出设备的功能和分类, 最常用的输出设备
CRT和液晶显示器的一般构成和运行原理
针式、喷墨式和激光打印机的一般构成和运行原理

接口

接口的功能, 经过总线连接外设与 CPU
希望把多种设备和不同的CPU都能连接起来 (个性化处理)
通用可编程接口的一般组成与初始化操作, 中断有关线路
接口标准: 串行接口, 并行接口, USB 接口, ...

输入输出方式

程序查询方式, 程序中断方式, 直接存储器访问方式
通道方式, 外围处理机方式
中断源的分类, 中断优先级与中断排队, 中断屏蔽
中断请求、响应和处理 (保存与恢复中断现场) 过程
DMA接口卡的构成, DMA传送的请求, 响应与执行过程

总线

总线的功能和基本结构, 对总线线路的基本要求
总线类型 (数据、地址、控制 3 类总线) 及各自的作用
总线的竞争使用: 总线仲裁、定时和总线使用
总线周期, 总线状态, 总线传送方式 (正常或成组传送)
总线标准, 常用的几种总线概况
总线的性能指标: 总线的带宽

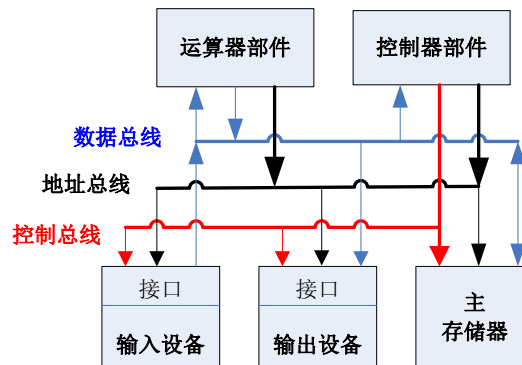
指令、指令系统和汇编语言程序设计

读写外设, 外设编址方式: 与主存统一编址, IO端口地址
读写内存, 寻址方式, CPU与主存交换数据或指令
数据传送, 数据运算, 数据地址计算, 指令地址计算
使用硬件的命令, 指令系统—机器语言, 写程序很难
机器语言符号化并扩展得到汇编语言, 写程序容易些
针对解题算法而不是硬件本身提供高级语言, 最好用

指令格式: 操作码与数据地址字段

寻址方式

形式地址与实际 (物理) 地址的概念及其相互关系
基本寻址方式: 寄存器寻址, 寄存器间接寻址
直接寻址, 变址寻址, 相对寻址, 基地址寻址
堆栈寻址, 间接寻址, 立即数寻址
用几种基本寻址方式复合而成的更复杂的寻址方式



计算机的5个功能部件及其连接关系

运算器: 暂存运送数据、中间结果, 完成数据运算并暂存
控制器: 指挥、控制计算机各部件协同运行以便执行程序
主存储器: 存储正在使用的程序和数据
输入设备: 输入程序和数据 **输出设备:** 输出计算结果
接口线路: 经总线连接CPU和设备, 解决二者识别配合
总线: 连接 5 个功能部件, 以便以分时方式传传送信息

存储器系统

存储介质的分类与存储原理, 存储器芯片的内部构成
存储器的性能指标: 速度、容量、成本
解决问题的途径: 构建 3 级结构的存储器系统
程序运行的局部性原理, 一致性原则和包含性原则
主存储器: 保存CPU正在运行、使用中的程序和数据, 通常情况下以字为单位与CPU交换信息, 以字块为单位与高速缓存交换信息。
主存与CPU的连接, 读写操作过程和访存指令
字位扩展技术, 一体多字、多体单字技术
高速缓冲存储器: 缓冲最近使用的主存中的程序和数据, 由硬件直接控制以字块为单位完成交换。
3 种地址映射方式与地址变换
高速缓存的命中率与加速比, Cache的替换算法
辅助(外)存储器: 以文件形式比较长时间的保存计算机系统信息, 通常以几个扇区为单位执行读写。
磁盘的平均寻址时间、磁盘读写的数据传输率计算
温盘与光盘的基本组成与读写原理, 磁盘阵列技术
虚拟存储器: 是高速磁盘上的一片存储空间, 暂存目前主存中存放不下的程序和数据, 依据系统运行情况随时与主存交换信息, 可能以页或段为单位进行交换, 也可以兼用二者。 段表和页表的组成 (内容) 和地址变换过程, 快表的作用。 内存中的换页算法。



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