

微机原理与接口技术

主讲人：胡访宇

中国科学技术大学电子工程与信息科学系

第一章：绪论

■ 本章主要教学内容

- 计算机（包括微处理器和微型计算机）发展概况
- 微型计算机基本组成和各部分的主要功能
- 计算机数据格式

■ 教学目的

- 了解计算机科学发展史和现状，熟悉微机系统基本组成，掌握计算机中的数据表示方法

■ 教学重点

- 微机系统结构，计算机中的数据表示方法

■ 教学难点：

- 数制转换和浮点数表示方法

1-1、计算机发展简史

■ 谁是现代电子计算机之父？

□ 英国天才的科学家、思想家：阿兰·图灵（**Alan Turing, 1912-54**）

□ **1936**年发表阐明现代计算机原理的开山之作：“论数字计算在决断难题中的应用”，给出了“可计算性”的严格数学定义，并提出著名的“图灵机（**Turing Machine**）”的设想。

□ “图灵机”是思想模型，证明了可制造一种十分简单但运算能力极强的计算装置，用来计算所有能想像得到的可计算函数。

计算机科学的诺贝尔奖—图灵奖

- “图灵机”与“冯·诺伊曼机”齐名，被永远载入计算机的发展史。
- 美国计算机协会（**ACM, Association for Computer Machinery**）在**1966**年设立了“图灵奖”，专门奖励对计算机科学有卓越贡献的科学家。图灵奖被公认为计算机界的“诺贝尔”奖。
- 1950年10月，图灵发表了划时代之作：“机器能思考吗”，又为图灵赢得了“人工智能之父”的桂冠。



冯·诺依曼的提问

— 超短悬疑剧

■ 第一幕：邂逅

□ 时间：1944年夏的一天

□ 地点：美国内华达州，

美国陆军弹道试验场附近阿伯丁火车站候车室

□ 人物1：ENIAC设计组成员戈尔斯坦

□ 人物2：洛斯·阿拉莫斯实验室的冯·诺依曼博士，当时已蜚声国际的数理大师。



■ 第二幕：“圈套”

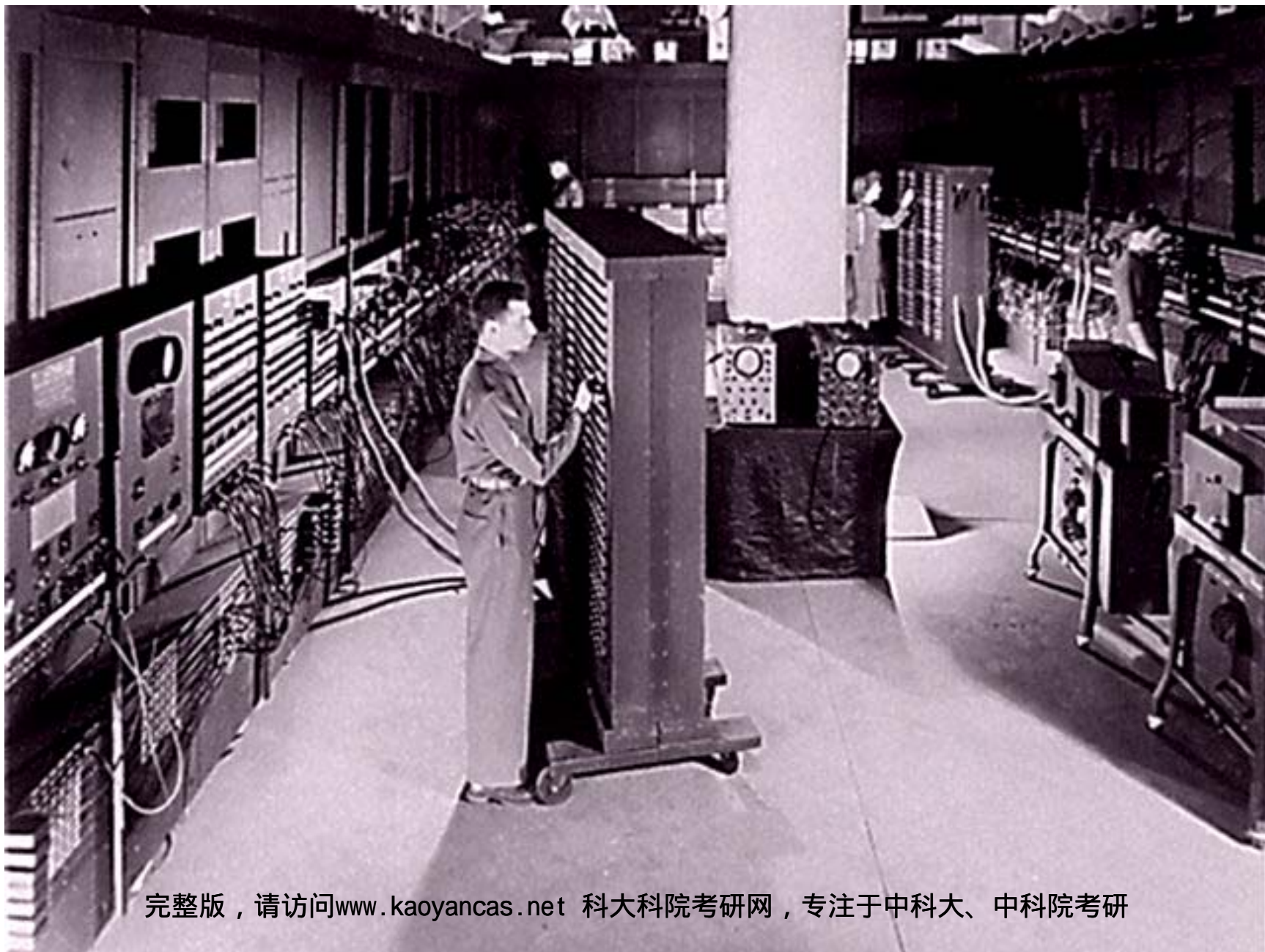
- 时间：稍后几天
- 地点：美国宾州大学莫尔学院尚未竣工的 **ENIAC** 机房
- 人物：**ENIAC** 项目组负责人莫克利（**John. Muchly**）博士、时年**25**岁的总工程师埃克特（**J. Eckert**）先生等众多研发人员。
- 莫克利：“各位都做好准备，我们期待冯·诺依曼博士前来参观。各位可以从冯·诺依曼博士所提出的第一个问题中得出判断，他究竟是有真才实学，还是盛名之下，其实...”。

第三幕“造访”

冯·诺依曼所看到的... ..







■ 第四幕：“提问”

□ 冯·诺依曼面对庞大、复杂的**ENIAC**，不由自主地开口问到：“谁能告诉我，这台机器……”

□ 花絮：ENIAC - 电子数值积分和计算机，1946年2月14日正式投入运行。1996年2月14日，在他问世50周年之际，美国副总统戈尔再次启动了这台计算机，以纪念信息时代的到来。

冯·诺依曼的第一个问题：

“谁能告诉我，

这台机器的逻辑结构是什么？”

思考题：从以上故事中，我们得到了什么启迪？

冯·诺依曼对计算机科学的贡献

- 尽管**ENIAC**的研制已经进入到尾声，冯·诺依曼还是受邀参加了**ENIAC**项目组。
- **1945年6月30日**，莫尔学院在内部发表了署名为冯·诺依曼的，长达**101页**的**EDVAC**方案。
- **EDVAC**—离散变量自动电子计算机（**The Electronic Discrete Variable Automatic Computer**）。

EDVAC方案

■ 计算机发展史上一个划时代的文献

- 确定计算机5个构成部分：**(1)计算器CA**；**(2)逻辑控制装置CC**；**(3)存储器M**；**(4)输入I**；**(5)输出O**。

- 描述了这五个部分的职能和相互关系；

■ EDVAC方案的重大改进：

- 二进制

- 存储程序

- 执行顺序可通过“**条件转移**”指令自动完成

计算机的发展—IBM和波音的对话

- 计算机与喷气式飞机几乎同时诞生，**1950年**，买一台计算机和买一架喷气式客机的价格大致相同。
- **IBM**：如果飞机制造商和我们一起进步，那么在今天，客户花一个美元所购买的计算机，按照相同的性能价格比来计算，相当于可以买一架波音—**747**。
- 波音：一旦我们攻克了飞机在空中的**reset**技术、发动机的热插拔技术和一系列的**Service Pack**自动升级等关键技术，人们的愿望可以实现。

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—3年【18—24个月】**翻一番。”

——**Gordon Moore**（Intel公司的创始人之一，著名半导体科学家），**1965**。



Intel公司的传奇

- 1955年，威廉·肖克利从美国东部招聘了几位青年才俊（八大金刚），在加州的普拉托（硅谷所在地）成立了肖克利半导体实验室。在此基础上，1957年成立了仙童（Fairchild）公司（硅谷的“黄埔军校”，不得不提的公司）
- 以Robert Noyce（罗勃特·诺宜斯）为首的8人因与威廉·肖克利的矛盾先后离开了仙童公司。诺宜斯伙同Gordon Moore（戈登·摩尔）以及Andi Grove（安迪·葛洛夫）于1968年成立了Intel公司。

Intel公司的三位创始人



首任CEO
诺宜斯



第二任CEO
摩尔



第三任CEO
葛洛夫

- Intel公司的发展历程浓缩了微型计算机的发展历史

Intel公司对摩尔定律的证明

- 1978年 8086 2.9万 (3万)
- 1982年 80286 13.5万
- 1985年 80386 32万
- 1990年 80486 120万
- 1993年 Pentium 320万
- 1996年 Pentium Pro 550万
- 1997年2月 Pentium II 750万
- 1999年 Pentium III 950万
- 2000年(4季度) Pentium IV 4200万,
1.3~2.8GHz(0.18um工艺)

- ... 完整版，请访问www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

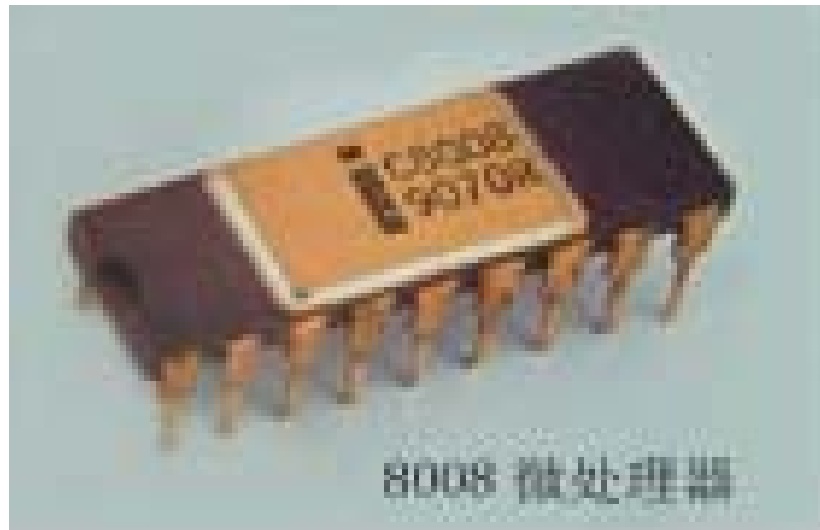
Intel 4004 微处理器

- 1971年，Intel在日本东京世博会的海报上登出照片，号称是手指上的计算机。共有**2,250**晶体管，**4.2mmx3.2mm**。



8008微处理器

- 1973年，3,500 个晶体管，



8080微处理器

- 1974年，4,900个晶体管。与当时Motorola公司的MC6800，Zilog公司的Z80在8位机市场上呈三足鼎立之势。



8086微处理器

- 1978年，16位，2.9万个晶体管。同时代的产品：**MC68000**和**Z8000**。
- Intel的机遇：准16位的**8088**被**IBM**选中，成为**IBM PC机**的**CPU**。**IBM**成就了**Intel**从一个小型存储器生产商变成世界最大半导体厂商的腾飞。



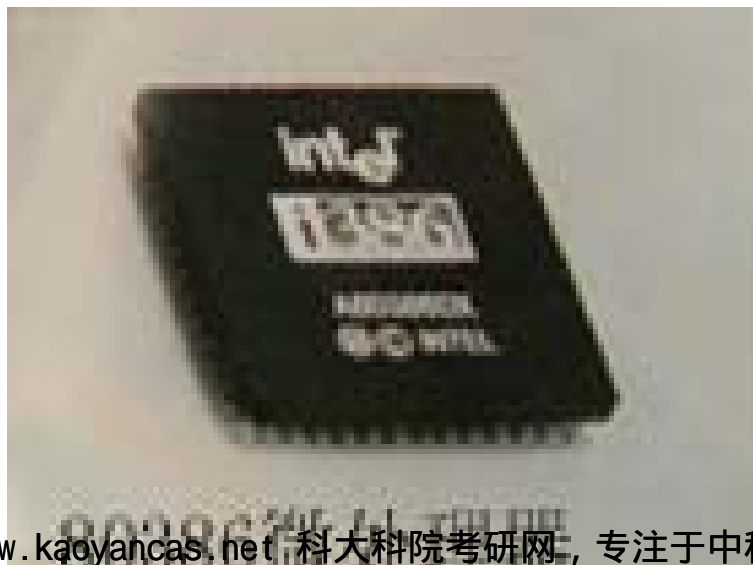
80286微处理器

- 1982年，13.5万个晶体管。
- Wintel时代开始了。



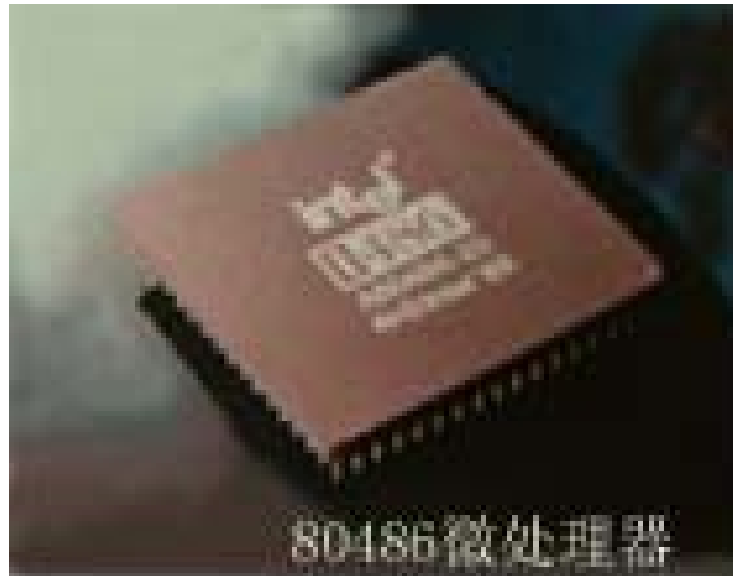
80386微处理器

- **1985年，32万个晶体管。80386和后续CPU的性能以及PC/XT结构的局限性，促使IBM在1989年宣布停产基于AT总线的微机，转而全面力推IBM PS/II，铸成了IBM重大的决策失误。此举证明是IBM公司发展历程中的滑铁卢。**



80486 微处理器

- 1990年，120万个晶体管。第一次将协处理器和CPU集成在一个芯片上。



Pentium 微处理器

- 1993年，320万个晶体管。
- 里程碑产品，Intel第一次为产品取了中文名称，历经十多年仍然沿用。



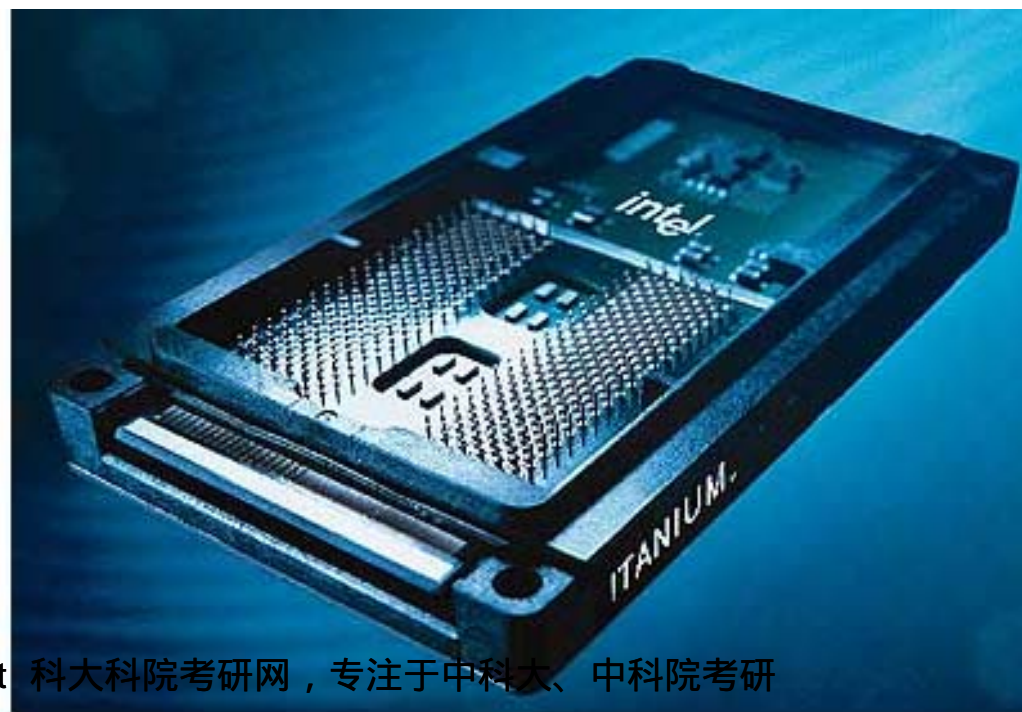
Pentium 4微处理器

- 2000年发布，4200万个晶体管。
- 采用**NetBurst**结构，加快了以突发方式传送数据的速度，是从传统整数运算性能向媒体运算性能变迁的重大革新。



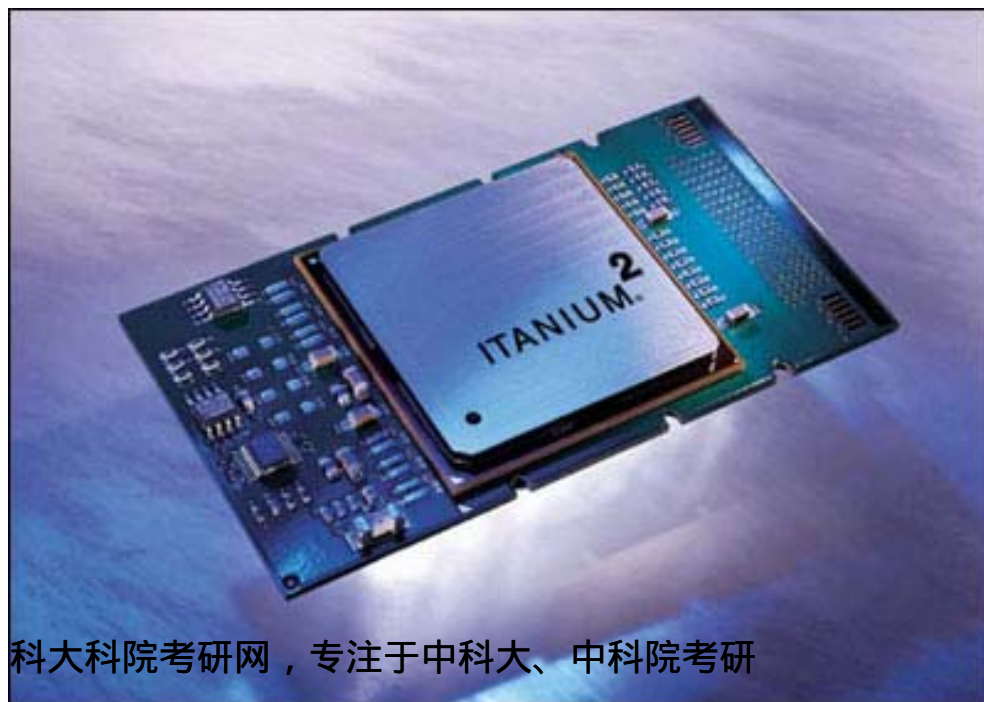
ITANIUM（安腾）

- Intel第一款IA-64架构的64位处理器。
- 在Intel之前已有64位CPU和64位的主机，如DEC公司1992年推出的基于RISC架构的Alpha CPU。



ITANIUM 2

- **2.14亿晶体管，1GHz以上主频，0.18微米线宽，328个寄存器，8级流水，系统总线宽度128位，片内三级高速缓存—32KB、256KB和3MB**



ITANIUM 2在中科大HPC的应用

1. 基于共享存储的高性能计算机 HP Superdome Server 四台
每台配置：**32*1.5GHz Itanium® 2 Madison CPU**，32G RAM，
1台DS2300 Disk System 含7*73GB HDD
操作系统：HP Unix 11i V2 TCOE version
每台峰值计算能力：每秒1920亿次
2. 基于分布存储的32节点HP RX2600高性能机群系统一套
每个节点的配置：**2*1.5GHz Itanium® 2 Madison CPU**，
2G RAM, 1* 36G HDD
操作系统：Red Hat Enterprise Linux AS release 4 (Nahant)
峰值计算能力：每秒3840亿次

共计使用了**196颗ITANIUM 2 CPU**，使得中科大超级计算中心的计算能力在全球排名进入了**TOP50**。

双核与多核

- 为提高计算能力，将两个或多个计算内核—**CPU** 集成在一个硅晶元上，即所谓的双核或多核芯片。
- **IBM**、惠普公司早在上个世纪末就提出了双核处理器概念，并推出了相应的产品。
- **2002年**，**IBM**将基于**RISC**技术的双内核处理器—**POWER 4**应用于**IBM eSeries P690**服务器，开创了多核**CPU**应用的新时代。
- **HP**和**Sun**也有基于**RISC**体系架构的**PA - 8800** 双核处理器和**Ultra SPARC T1(8核)**处理器。

X86体系的双核产品

- Intel与AMD为争夺制高点，分别于05年也推出x86架构的双内核芯片。
- 考虑到操作系统的兼容性和支持性，目前的双核和多核芯片均采用的是**SMP**结构（**Symmetrical Multi-Processing**，全对称多处理器。）



服务器和工作站上使用双核
完整版本，请访问：www.kaoyancas.net 科大科院考研网，专注于中、科大、中科院考研
英特尔® 至强® 处理器

笔记本和移动计算使用
的Intel 酷睿双核CPU

双内核的安腾

- 双核英特尔® 安腾® 2 处理器 在一台处理器上提供了两个完整的 **64** 位处理内核，从而实现优于单核处理器双倍的性能。

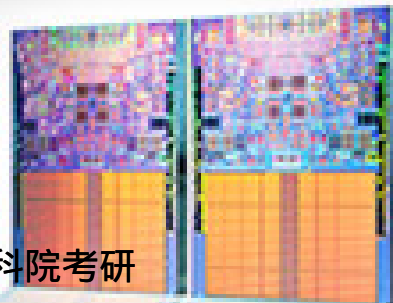


更快、更强、更省电

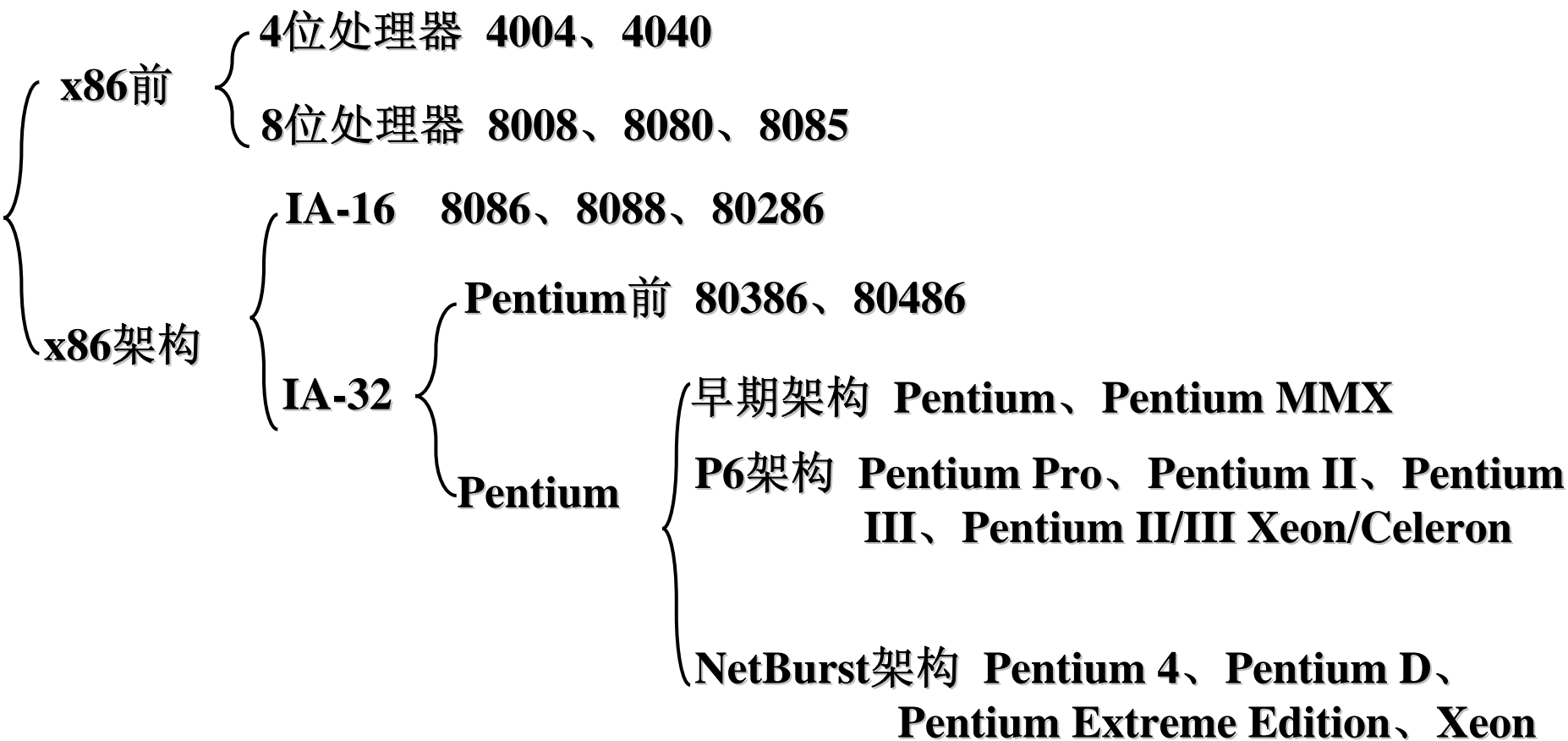
- 2007年，Intel公司抢在AMD之前，发布了最新的4核至强处理器—Quad-Core Intel Xeon Processor 5300 Series。
- 每一个处理器均含有四枚内核，同时处理四条执行线程。在提升处理器的吞吐量和增强应用响应能力的同时，降低了功耗。

Conserve with Quad-Core Servers

Powerful, but not power hungry



Intel微处理器家族（IA-64除外）



其中Pentium D 和Pentium Extreme Edition支持Dual-Core技术、Extended Memory 64 Technology(EM64T)，Pentium Extreme Edition还支持Hyper-Threading (HT)技术

微型计算机的发展历史

- 微型计算机的出现和发展是新技术革命的起源，微型计算机的迅速普及加速了文明进程，改变了人类活动的方式。
- 从微型计算机发展历程中的某些典故（花絮）说起... ..

世界上第一台PC机-Altair 8800

- 埃德·罗伯茨，**MITS**（微型仪器遥测系统）公司的创始人，**1975年4月**发布第一个通用型**Altair 8800**计算机，并取名为**PC（Personal Computer）**机。该机采用**Intel 8080 CPU**，只有几**KB**存储器，售价**375**美元。
- **MITS**公司要把**BASIC**语言移入**Altair**。有数十人声称有能力开发但没有一人能拿出成型作品，其中包括同样出示“空头支票”的两个电脑天才，此前他们还没见过**Altair**。二人夜以继日地在**DEC PDP-10**计算机上奋斗着，**3**周后他们来到了**MITS**公司所在地——波士顿... ..
- 正确的解题结果让**MITS**公司的所有职员目瞪口呆、惊喜若狂，因为他们从未象**BASIC**这样如此简单地控制自己研制的**Altair**。两个年轻人也开始有了自信... ..

另外两个年轻人的故事

- 1976年3月，**Steve Wozniak**和**Steve Jobs**在车库里开发出微型计算机**Apple I**。
- 1976年4月1日是愚人节，两个**Steve**成立了**Apple**计算机公司。
- 1977年，第一个彩色图形界面的**Apple II**问世，售价为**1300**美元。**Apple II**及其系列改进机型风靡一时，这使**Apple**成为微型机时代最成功的计算机公司之一。

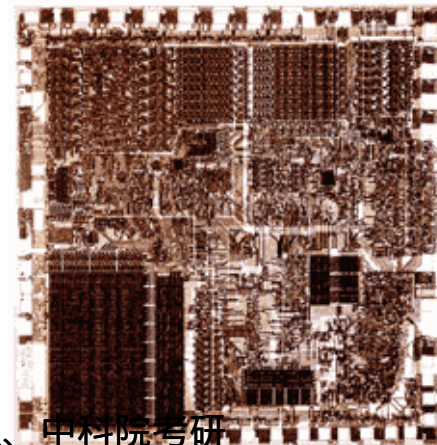
Apple 演绎了一个创业神话

- 车库革命开始了
- 叛逆青年成了《时代》杂志的封面人物
- **Apple**的技术一直领先于 **Microsoft**，但是...



IBM PC面世

- 1979年，Intel推出准16位的Intel 8088。
- IBM选用8088作为CPU，埃斯特利奇（Don Estridge）带领 13个人历时一年研制成功IBM PC。IBM于1981年8月12日宣布PC诞生。
- 1983年1月3日出版的《时代》周刊破天荒地将PC机列为“年度风云人物”。



我国在PC产业发展初期的机遇

- **1981**年末，当时的第四机械工业部开始国产**PC**机的研发工作，但是围绕**CPU**的选型论证却花费了较多的时间... ..
- **1984**年**11**月**1**日，中国科学院计算所新技术发展公司成立，简称“中计公司”。第一个自主研发的产品是带有汉字词组联想功能的“汉卡”，该公司**1989**年改名为联想公司（谁能够想到今天的联想竟然收购了**IBM**的**PC**业务）。
- **1985**年**6**月，中国第一台自行研制的微机长城**0520**研制成功，其广告词是：“一台我们自己制造的能够处理中文的电脑”。

昙花一现的IBM PS/II

- 早期**IBM**所设计的**PC/XT**、**PC/AT** 只能访问**1M**内存。**PC/XT**只有**IO Channel**；在**PC/AT**中也只有所谓的**AT**结构（**IBM**不好意思称之为总线），制约了**PC**机的性能。加上微软在**OS**的要挟... ..
- 面对窘境，**IBM**下决心推出全新设计的**IBM PS (Personal System) /II**。**PS/II**采用微通道结构（**MCA**），操作系统是**IBM**自己的**OS/II**，**1989**年**IBM**宣布在全球停产**AT**结构的**PC**机。
- 尽管**PS/II**比**PC**先进，但是随后的市场反映导致了**IBM**的座右铭从“**Think、Think、Think**”被恶搞成“**Shrink、Shrink、Shrink**”。

Compaq的崛起

- **PS/II与PC之间不兼容，IBM**此举在今天看来近似疯狂。但在当时，只有**IBM**生产的**PC**才被用户称为原装机，而**HP、Compaq、Dell**等厂商生产的机器都只是兼容机，蓝色巨人确实太“牛”了。
- **Compaq**等**9**家公司联合对**IBM**做出反击，**9**家公司高举“保护用户投资”的大旗，承诺继续生产与**AT**结构兼容的**PC**机。
- 在**AT**结构基础上诞生了**ISA**（工业标准结构）总线标准，并针对**ISA**的不足推出了**32**位的**EISA**（扩展的**ISA**）总线。**Compaq**开始当老大了。

CISC和RISC

- 芯片集成度越来越高，指令系统越来越复杂，一条指令甚至可以完成卷积运算。但芯片的性能并没有达到预期的水平，问题在哪里？
- **IBM的天才John Cocke**研究发现，占芯片**80%**面积的电路只完成**20%**任务，花费在复杂指令译码和执行上的代价太大了，研制周期太长了。
- **RISC (Reduced Instructions Set Computer)**技术的诞生... ..**Cocke**为此获得**1987年图灵奖**。
- 面对**RISC**带来的机会，**IBM**的反应是什么？

竞争远没有结束

- **Sun、Apollo、Mips、SGI**，以及被对手讥讽有失大公司身份的**HP**，借助**RISC**技术迅速崛起；
- **1990年DEC**摒弃为其带来丰厚利润的**VAX**，开始大手笔进军**RISC**，**Alpha**领一时风骚；
- **1993年4月1日**，同样是愚人节。原美国联合食品和烟草公司总裁郭士纳从埃克斯手中接过**IBM**权力之柄，担任董事长兼**CEO**。郭士纳带领幡然醒悟的**IBM**绕开了即将走入的坟墓，重新杀入**PC**市场，并同时开始了**Power RISC**的研究计划... ..

管中窥豹—从IBM看日新月异的技术

- 罗列一下**IBM**公司近十年间的贡献：
 - 铜芯片（**Copper**）
 - 绝缘硅（**SOI**）
 - 应变硅（**Strained Silicon**）
 - 双内核微处理器
 - 浸没式光刻（**Immersion Lithography**）
 - 冷冻硅锗芯片（**Frozen SiGe Chip**）
 - 高电介质（**High-k**）

07年上半年IBM又有哪些创新？

- 嵌入式动态随机访问存储器（**eDRAM**），2007年2月，**IBM**通过在微处理器芯片上采用创新的新型快速动态随机访问存储器（**DRAM**）取代静态存储器（**SRAM**），使得嵌入式内存容量提高三倍以上，并使性能得到极大提高。
- 三维芯片堆叠（**3-D Chip Stacking**），2007年4月，**IBM**采用“穿透硅通道（**through-silicon vias**）”技术，使半导体可以垂直叠放，打破了原来只能接近水平依次排放的局限，可将关键线路的路径长度缩短了**1000**倍。
- “自组装”纳米技术（**Airgap**），2007年5月，**IBM**采用该技术，在**Power**架构的微处理器内数英里长的线路之间创造出一种真空状态，减少了不必要的电容，显著提高了性能和能源效率。

未来

- 科学家还在探索其它新技术，如：全光计算机、量子计算机、生物计算机... ..。
- 在计算机体系结构及信息理论方面的进步，“非冯结构”计算机的研究、对神经网络的研究、仿人脑的思维和记忆模型的仿生学研究、下一代智能计算机的研究... ..
- **Bill Gates**在《未来之路》中曾提到：“假若**Moore**定律能再持续**20**年.....” 让我们想象一下未来吧！

关于学习方法的建议

- 由冯·诺依曼提问得到的启发：先从逻辑结构入手。
- **IBM**的座右铭：Think! Think! Think!
- 在注重知识积累的同时，更加注重能力的培养。
- 能力包括：学习和借鉴的能力、发现问题的能力、分析和解决问题的能力、以及创新能力。