



# 操作系统

主讲教师：赵霞

[zhaoxia@sei.pku.edu.cn](mailto:zhaoxia@sei.pku.edu.cn)

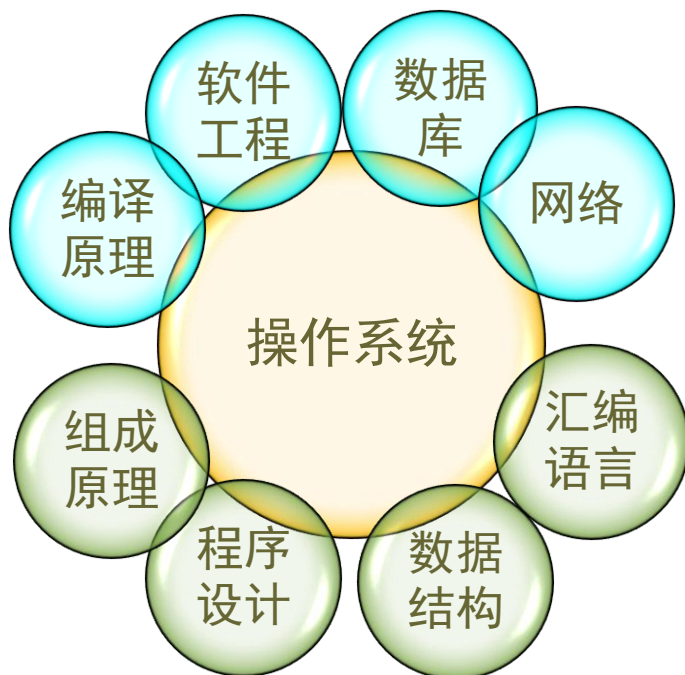
# 操作系统对计算机学科而言...



*Operating Systems are to Computer Science  
what mathematics is to engineering*

Dave Probert Ph. D.

Architect, Windows Kernel Group



# 操作系统是什么？



## ❖ 从终端用户角度看：

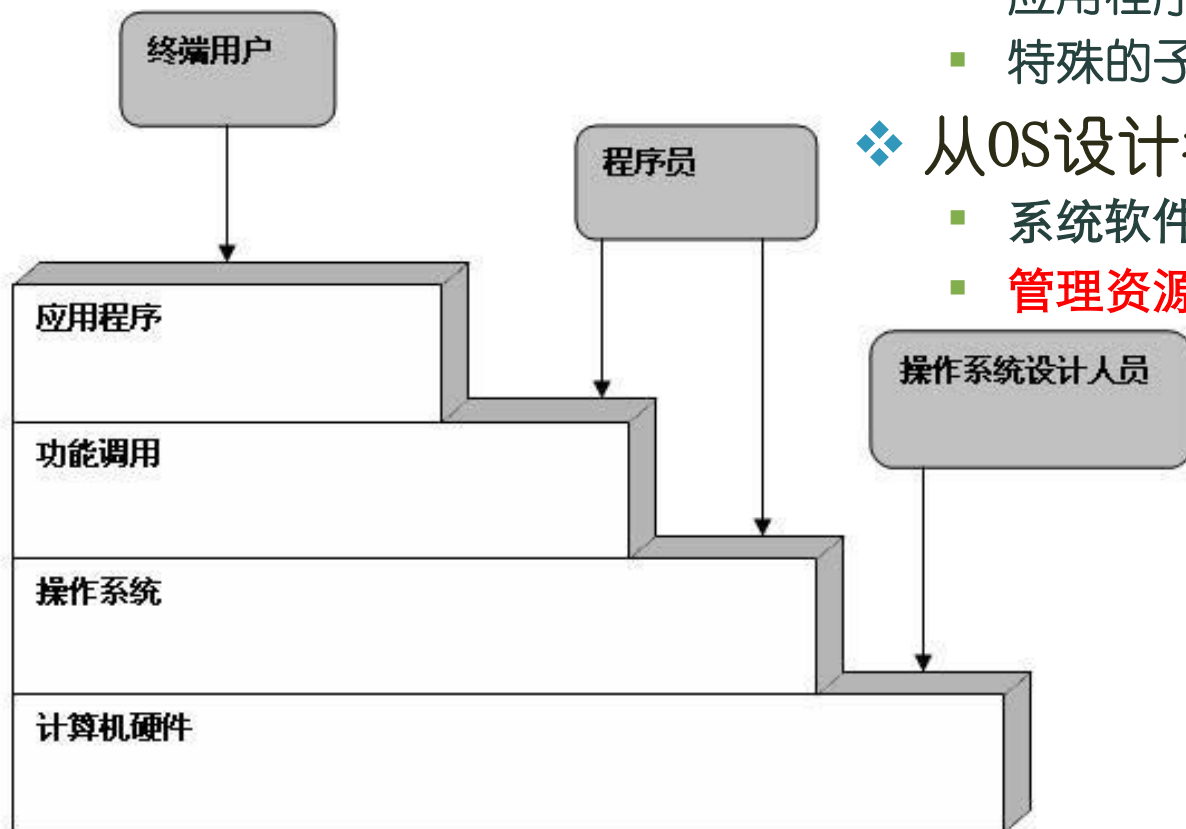
- 应用程序

## ❖ 从程序员角度看：

- 应用程序和计算机硬件之间的接口
- 特殊的子程序

## ❖ 从OS设计者角度看：

- 系统软件，是一些程序模块的集合
- **管理资源，控制系统运行**



# 学习操作系统的境界



哲学：借鉴OS的思想和方法  
应用到自己的生活、学习和工作中



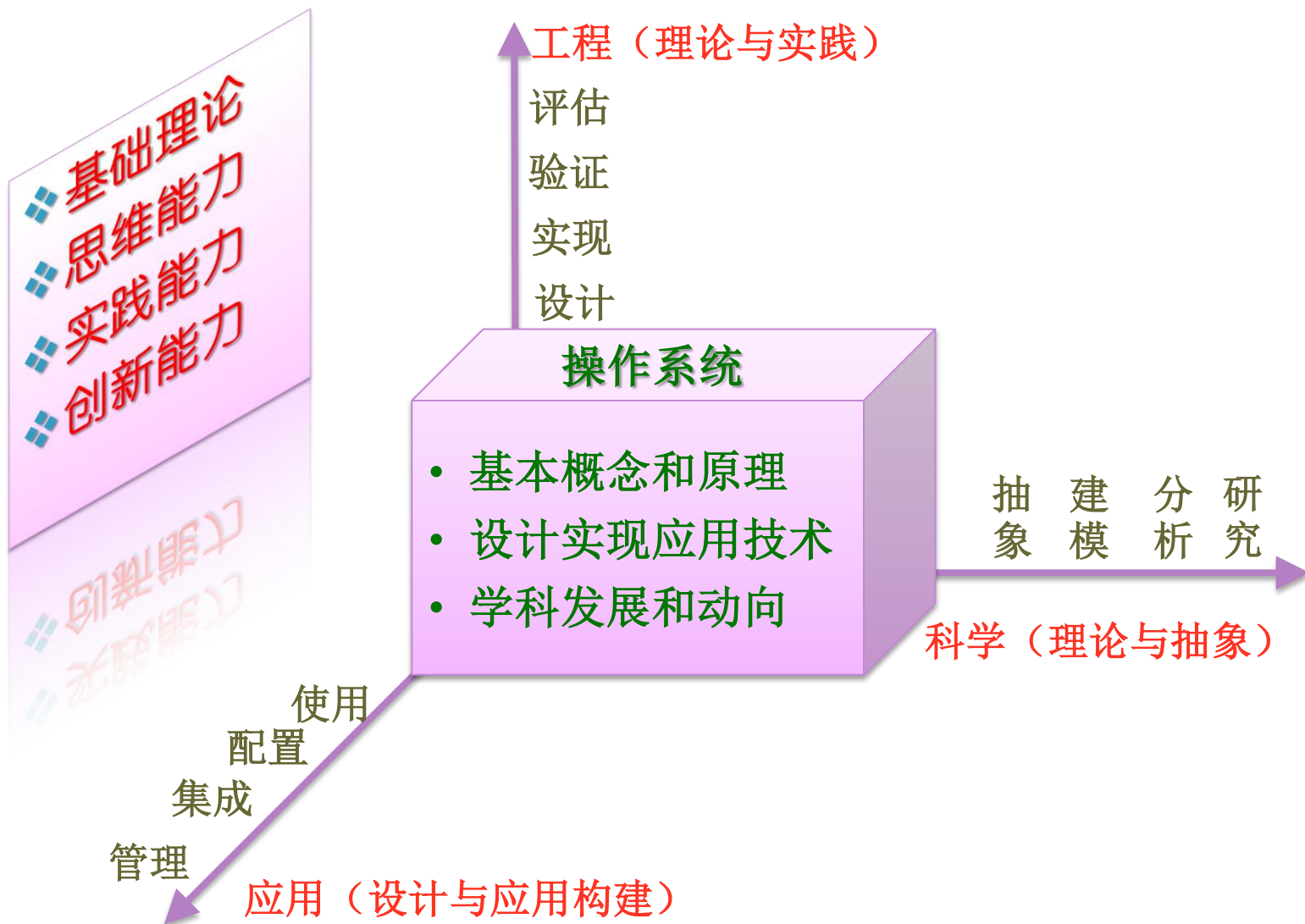
# 我们学习什么？



1. 操作系统的基本概念、基本结构及运行环境
2. 操作系统原理、设计方法和实现技术
3. 操作系统的演化过程、发展研究动向、新技术以及新思想
4. 有代表性的、典型的操作系统实例



# 我们从课程中获得什么？

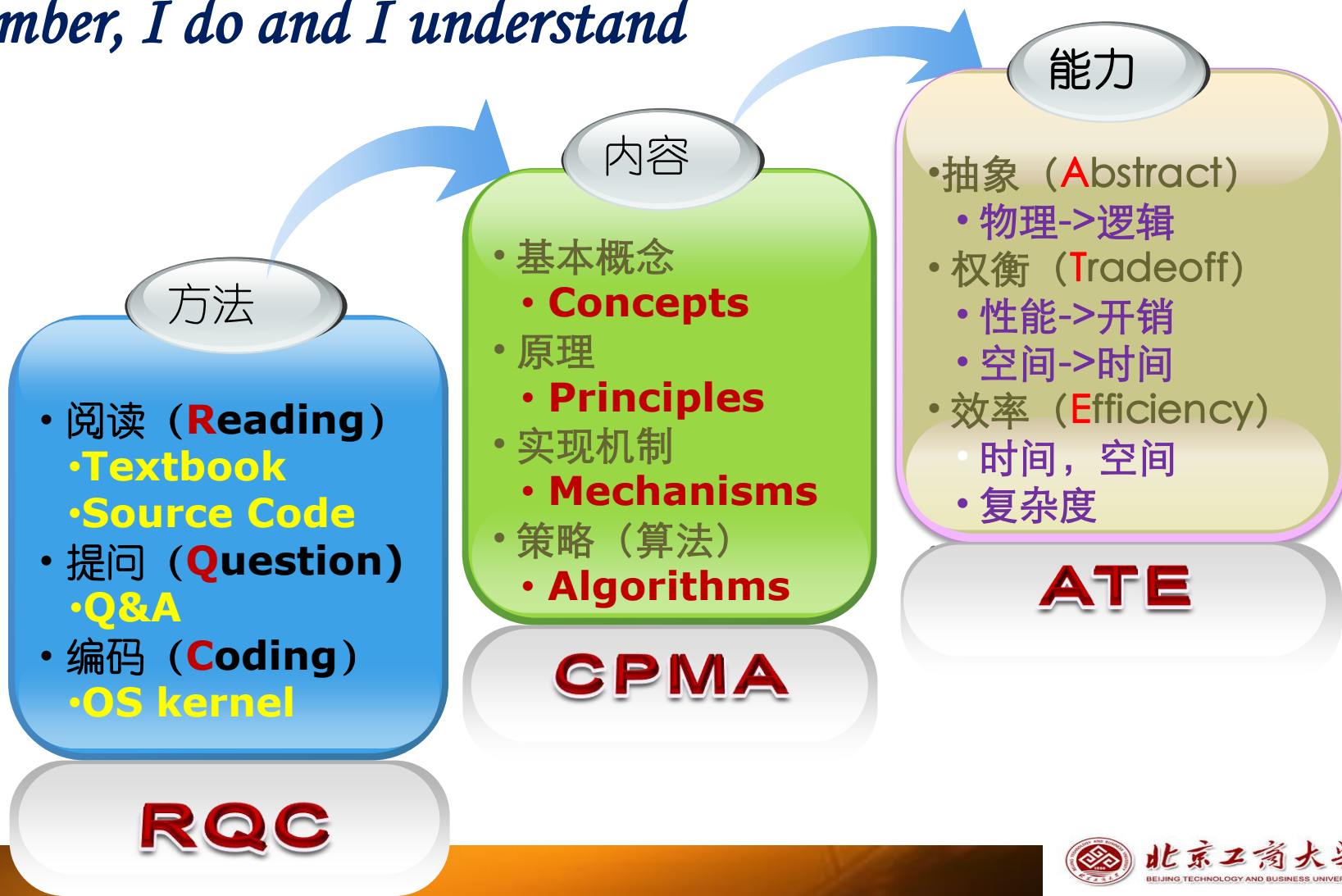




# 如何学好操作系统？



*I hear and I forget, I see and I  
remember, I do and I understand*



# 学习用书



## ❖ 教材

- 《操作系统》（第二版），罗宇等，电子工业出版社

## ❖ 参考书

- 《操作系统》 Gary Nutt（加里. 纳特），罗宇, 吕硕等译，机械工业出版社. 2005. 6
  - 更深入系统的理论学习
- 《自己动手写操作系统》，于渊编著，电子工业出版社
  - 更具体的实现细节和技巧
- 《操作系统教程》，陈向群，杨芙清，北京大学出版社
  - 考研参考书







## ❖ 课程形式

- 课堂讲授
  - Linux源代码分析阅读
  - 讨论
- 实验：操作和编程

## ❖ 课程实习

- 题型1：操作系统实验指导——在Linux完成一些编程
- 题型2：MIT的操作系统实习题——实现一个小操作系统

## ❖ 课程网站

- <http://59.64.83.23?>

## ❖ 成绩评定

- 期末：平时= 4 : 6
- 平时：课前报告，实验报告，作业



# 课程内容



1 绪论

2 操作系统运行环境

3 进程与处理器管理

4 进程同步与死锁

5 存储管理

6 设备管理

7 文件管理

8 并行与分布

9 安全与保护

10 实例研究-Linux

回答的问题:

- 如何设计操作系统?
- 操作系统如何工作?



# 绪论



- ❖ 什么是操作系统
- ❖ 操作系统的发展历史
- ❖ 主要操作系统介绍



# 操作系统的定义



## 操作系统是

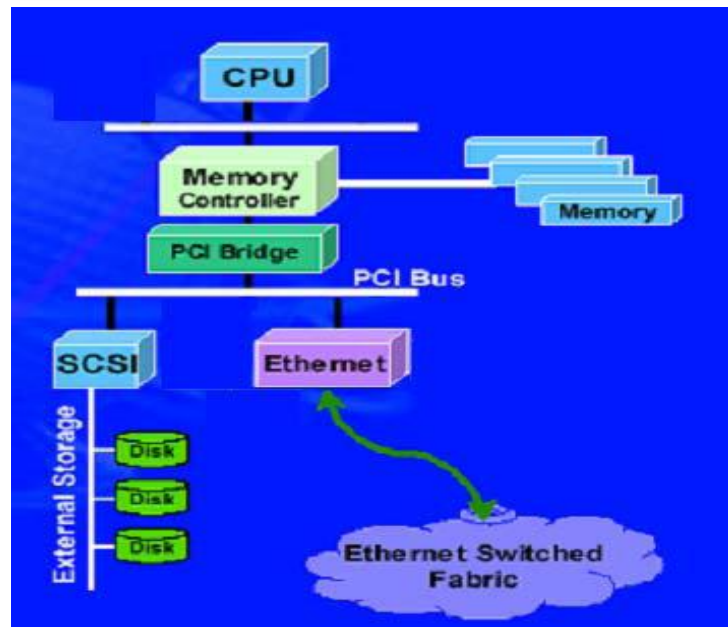
计算机系统中的**系统软件**，  
是一些**程序模块**的集合，能

- **有效管理软硬件资源**
- **合理组织工作流程**，向用户提供服务
- 使用户**方便地使用计算机**，使整个计算机系统能**高效运行**



应用程序

OS



# 操作系统具体干什么？



```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
    printf("hello world");
    return 0;
}
```



Hello.exe



操作系统

人机交互界面

进程管理  
和调度

内存管理

文件管理

设备管理



处理器



内存



外存



网络



北京工商大学  
BEIJING TECHNOLOGY AND BUSINESS UNIVERSITY

# 引入操作系统的目标



- 有效性（系统管理人员的观点）
  - 管理和分配硬件、软件资源，合理地组织计算机的工作流程
- 方便性（用户的观点）
  - 提供良好的、一致的用户接口，弥补硬件系统的类型和数量差别
- 可扩充性（开放的观点）
  - 适应各种硬件的类型和规模、功能和管理策略
  - 多个系统之间的资源共享和互操作



# 操作系统的作用(一)



## ❖ 计算机硬件、软件资源的管理者

### ■ 管理对象

- 使用者：进程
- 被使用者：CPU、存储器、外部设备、信息（数据和软件）

### ■ 管理内容

- 使用（时间、空间）、流程

### ■ 管理方式

- 抽象：物理资源逻辑化
- 组织：数据结构和对象
- 资源调度：时分复用、空分复用

### ■ 目标：

- 资源被高效利用、流程被高效执行





# 操作系统的作用(二)



## ❖ 用户使用计算机的接口

- 向程序开发人员提供**系统调用**
  - 高效的程序设计接口；
- 向计算机用户提供**系统命令**
  - 使得用户能灵活、方便有效地使用计算机
  - 命令行、菜单式、命令脚本式、图形用户接口GUI



# 操作系统的作用(三)



❖ OS是扩展机(extended machine)/虚拟机(virtual machine)

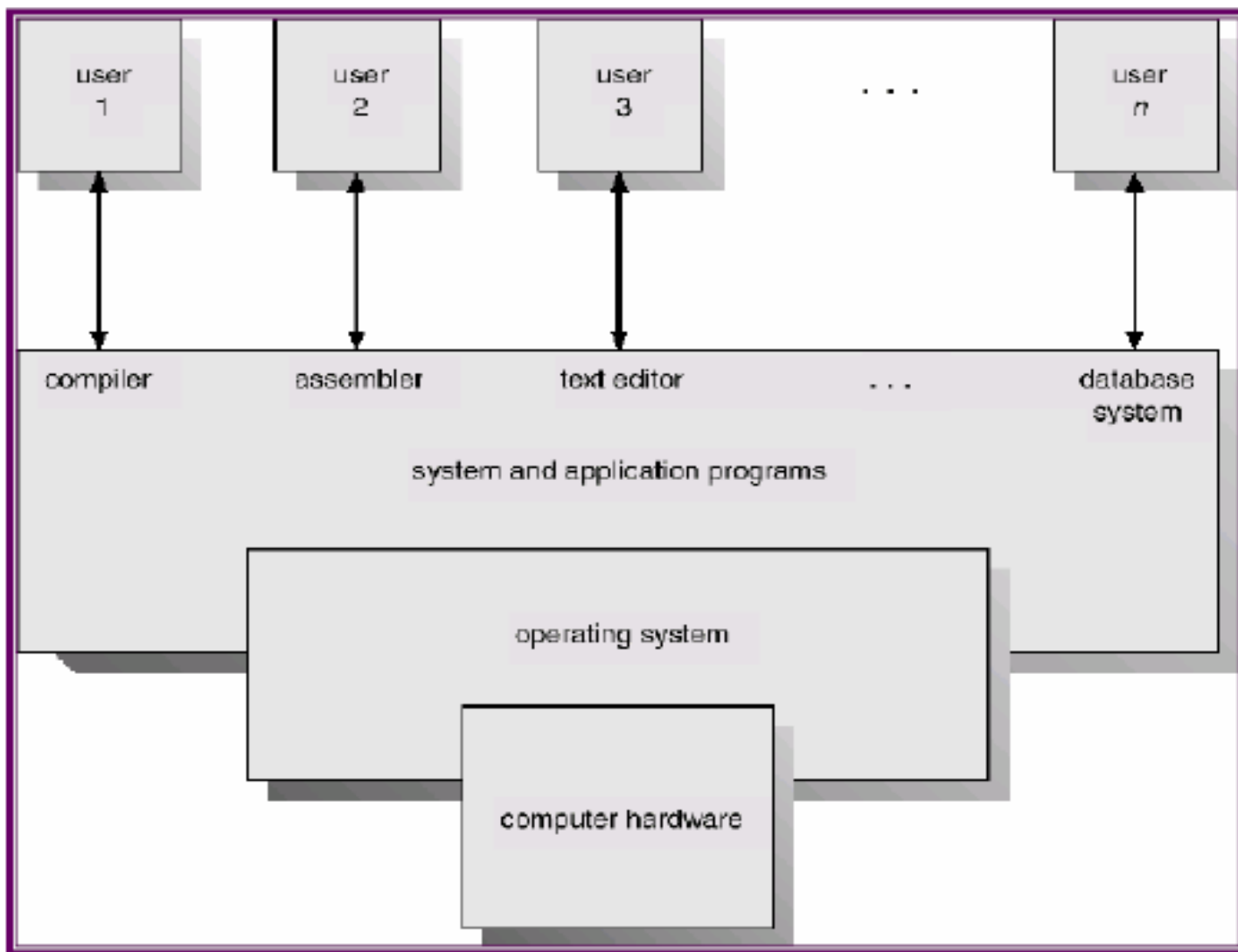
- 在裸机上构建**扩展的**、**虚拟的**计算机
  - 虚拟的执行者（处理机管理、进程管理）
  - 虚拟的设备（设备管理）
  - 独立于存储介质的信息实体（文件管理）
  - 不受物理限制的存储空间（存储管理）

为什么计算机能够为我们制造一个**虚拟世界**？

—— 因为操作系统构造了**虚拟计算机**，建立了从**物理世界**到**虚拟世界**的桥梁！



# OS是扩展机/虚拟机



# 绪论



❖ 什么是操作系统



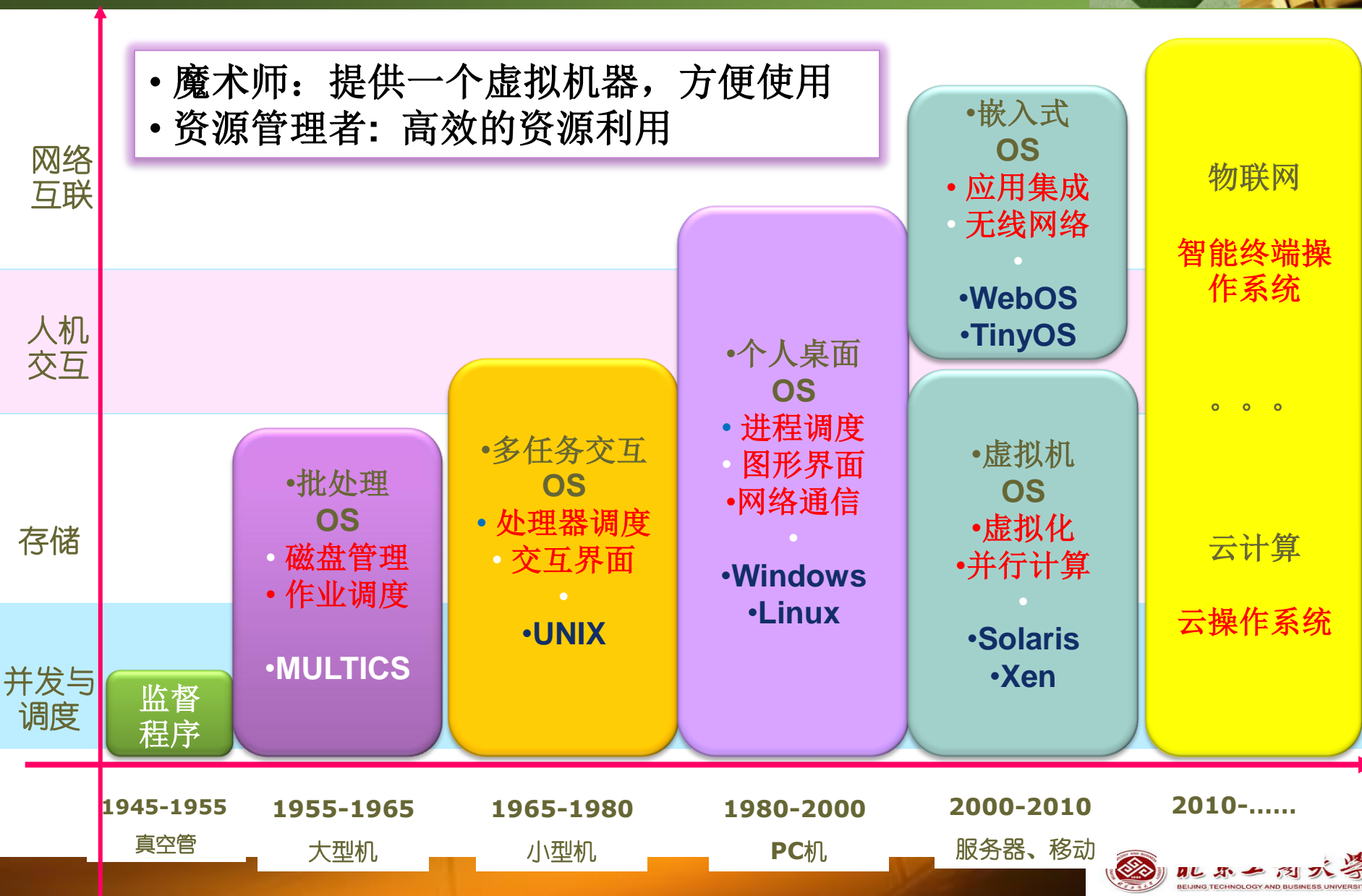
❖ 操作系统的发展历史

❖ 主要操作系统介绍





# 操作系统的发展历史



# 操作系统的发展历史



- ❖ 手工操作——无操作系统
- ❖ 监督程序
- ❖ 单道批处理系统 (simple batch processing)
- ❖ 多道批处理系统 (multiprogramming system)
- ❖ 分时系统 (time-sharing system)
- ❖ 实时系统 (real-time system)
- ❖ 通用操作系统
- ❖ 个人计算机操作系统
- ❖ 网络时代的操作系统



# 手工操作

## ❖ 1946 ~ 50年代

- 电子管计算机
- 无操作系统



## ❖ 1945年，ENIAC计算机



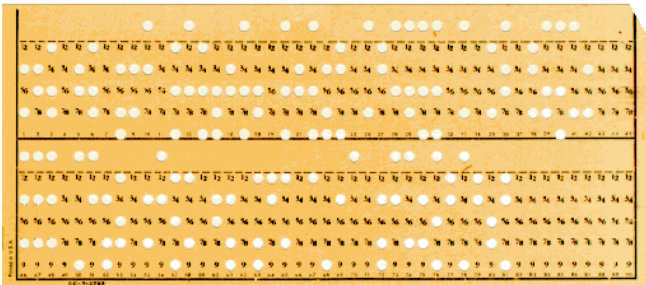


# 手工操作



## ❖ 工作方式

- 用户：计算机专业人员, 既是程序员, 又是操作员
- 编程语言：机器语言
- 输入输出：纸带或卡片



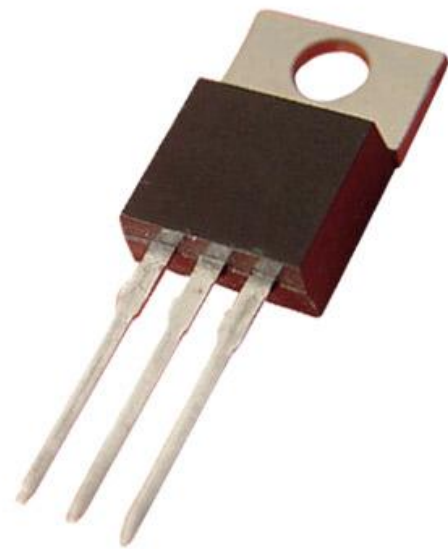
1951, Remington Rand公司

UNIVAC I

美国第一个商用计算机  
售出46台, 单价\$1Million



# 监督程序



- ❖ 50年代末 ~ 60年代中
  - 晶体管计算机
  - 单道批处理
- ❖ 出现高级语言
  - 1956年FORTRAN, 1958年ALGOL, 1959年COBOL
- ❖ 每个批作业由一个专门的监督程序 (Monitor) 自动依次处理
  -



# 单道批处理 — 联机批处理



- ❖ 用户提交作业
  - 以纸带或卡片为介质
- ❖ 操作员合成批作业
  - 结果为磁带介质
- ❖ 批作业处理
  - 对批作业中的每个作业进行相同的处理
- ❖ 问题
  - 慢速的输入输出处理仍直接由主机来完成
  - 输入输出时，CPU处于等待状态



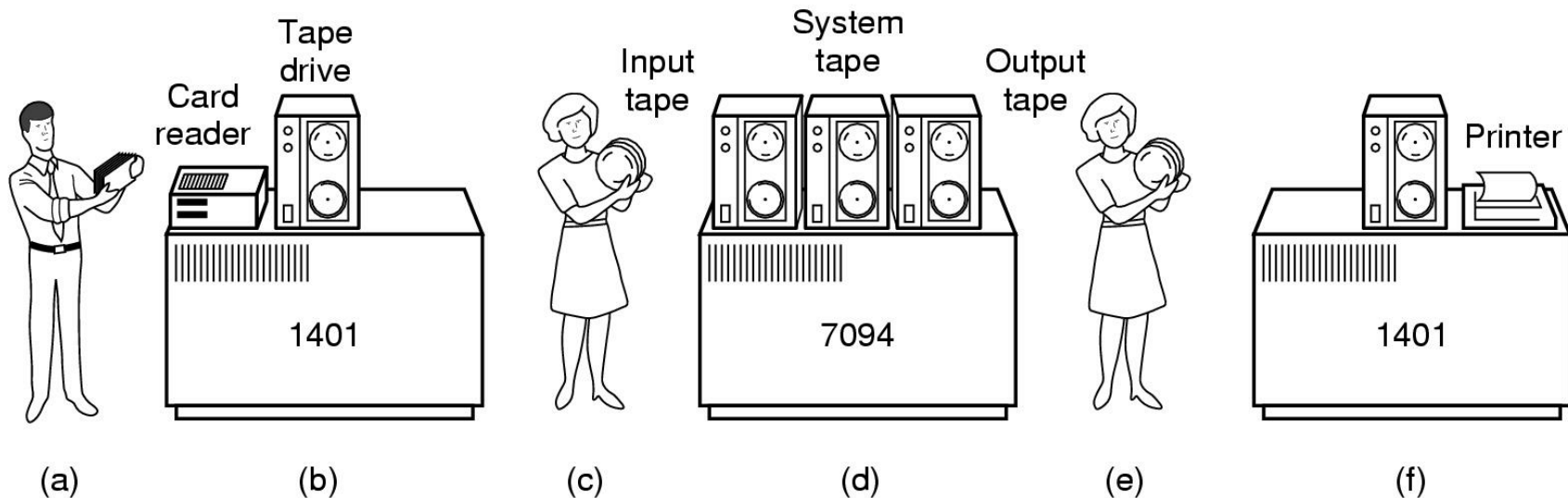
# 单道批处理 — 脱机批处理



## ❖ 主机的I/O操作由卫星机处理

- 廉价的IBM1401，把作业读到磁带上
- 昂贵的IBM7094，完成计算
- 廉价的IBM1401，把结果从磁带上打印出来

## ❖ 主机和I/O设备串行



# 通道和中断技术

——通向操作系统的关键



- 60年代初

- 通道技术和中断技术
- 实现CPU与I/O的并行

- 通道

- 专门的I/O处理机，专门的通道指令，可独立于CPU运行
- 控制I/O设备与内存间的数据传输

- 中断

- CPU在收到外部中断信号后，停止原来工作，转去处理该中断事件，完毕后回到原来断点继续工作

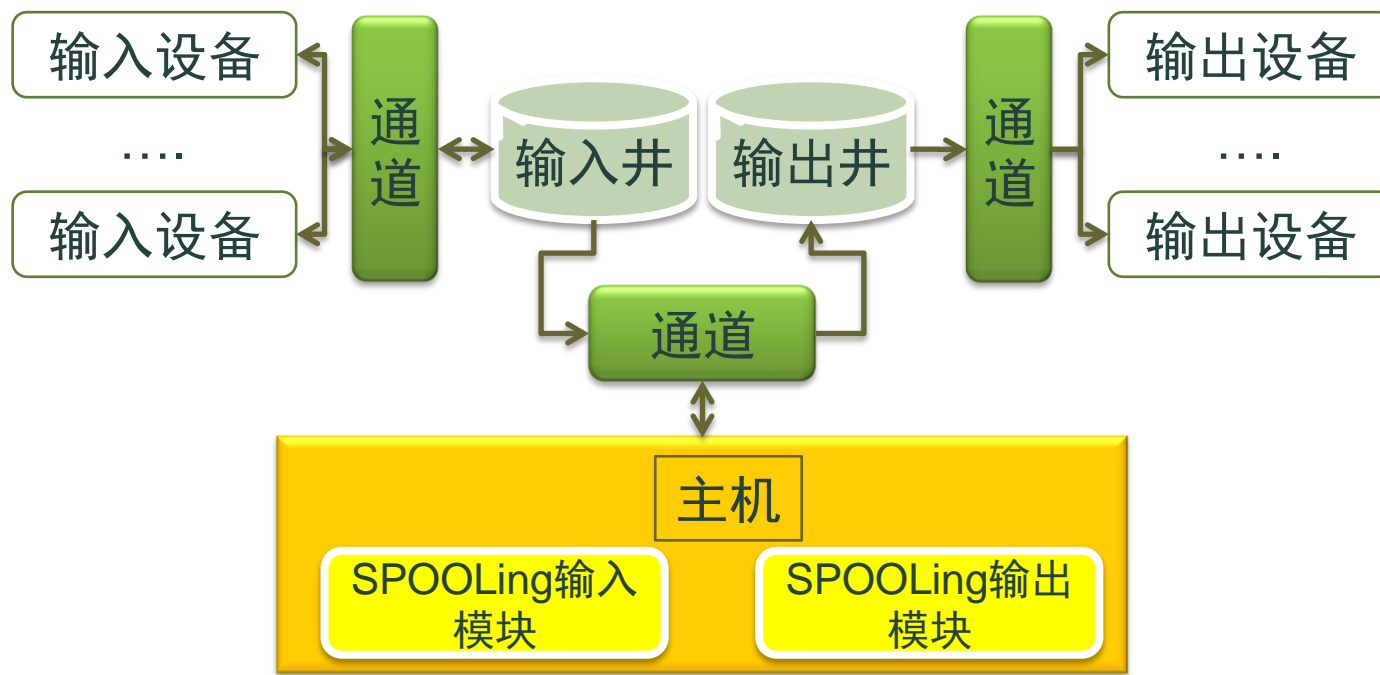
- 监督程序发展为**执行系统(executive system)**，常驻内存



# 多道批处理——SPOOLing技术



- ❖ SPOOLing: 并发的外部设备联机操作
- ❖ 实现CPU与外设的高度并行





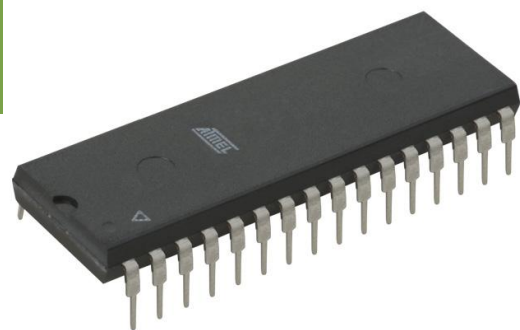
# 多道批处理

## ❖ 60年代中 ~ 70年代中

- 集成电路计算机
- 形成操作系统

## ❖ 运行特征

- 内存中同时存放几个作业



1964年 DEC PDP-8

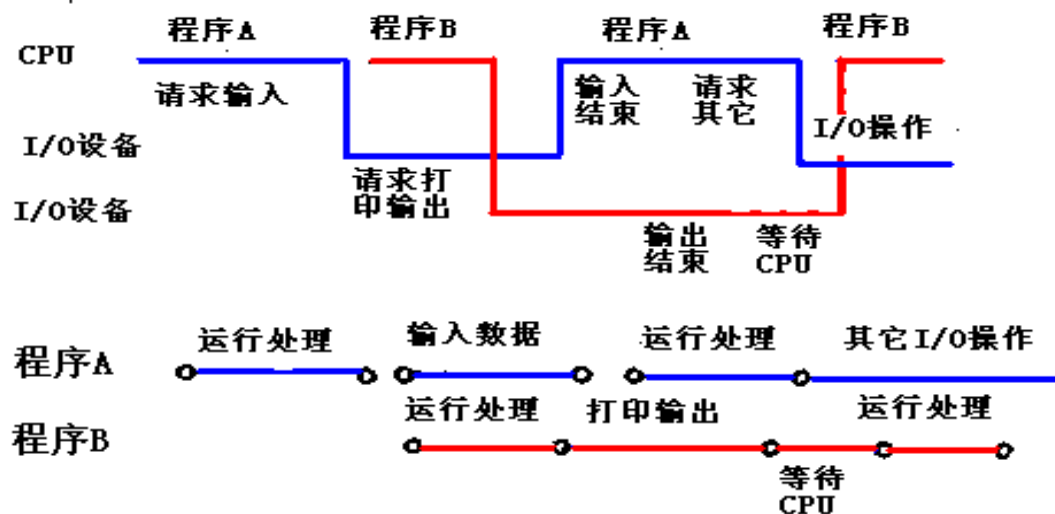
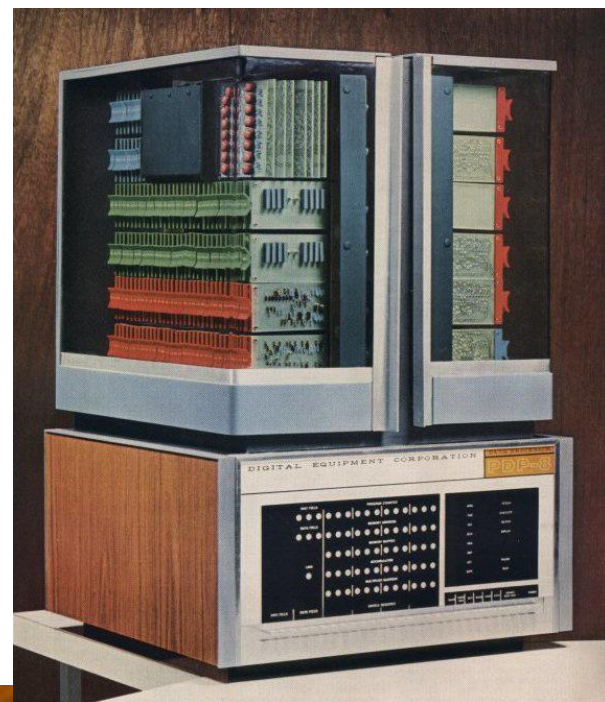


图 多道程序工作示例





# 多道批处理： System/360



- ❖ 1964 年IBM 宣布推出System/360计算机系统
  - 第一个采用小规模集成电路的主流机型
  - 投资\$5 Billion (相当于2005年的\$30Billion)



# 多道批处理操作系统



## ❖ IBM System/360操作系统, 庞大的软件怪兽

- 数千名程序员写的数百万行汇编语言代码
  - 系统自身占据了大量存储空间和一半的CPU时间
- 成千上万处错误
  - IBM不断发行新的版本试图更正这些错误
  - 每个新版本在更正老错误的同时又引入新错误
  - 随着时间的流逝, 错误的数量大致保持不变



THE  
MYTHICAL  
MAN-MONTH

# 人物：Frederick P. Brooks



- ❖ IBM系统之父
- ❖ 1964- 1965, 360系统的项目经理，以及360操作系统项目设计阶段的经理
- ❖ 1985年荣获了美国国家技术奖
- ❖ 《人月神话》-1975
  - 导致了**软件工程**的研究和发展
  - 1995再版

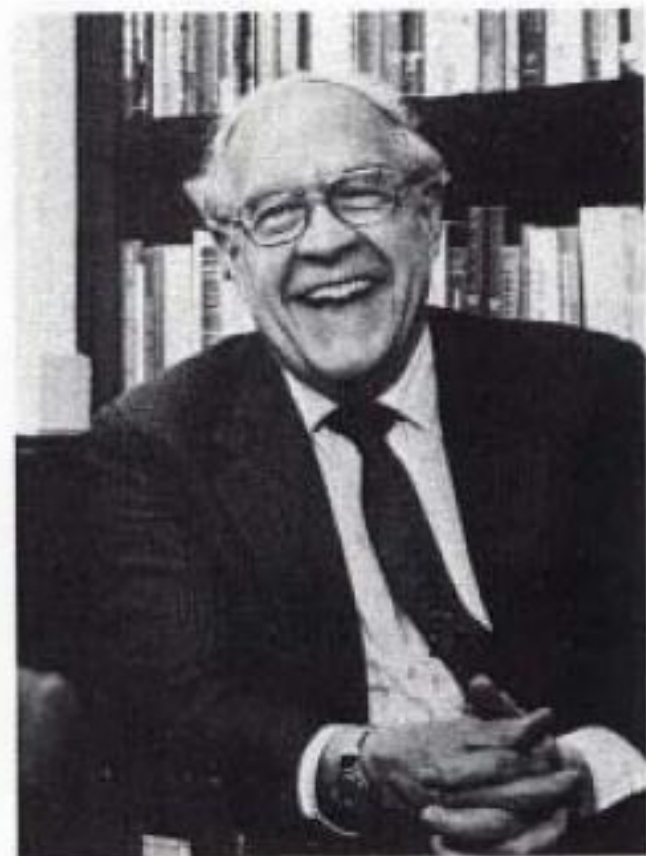


Photo credit: © Jerry Markatos

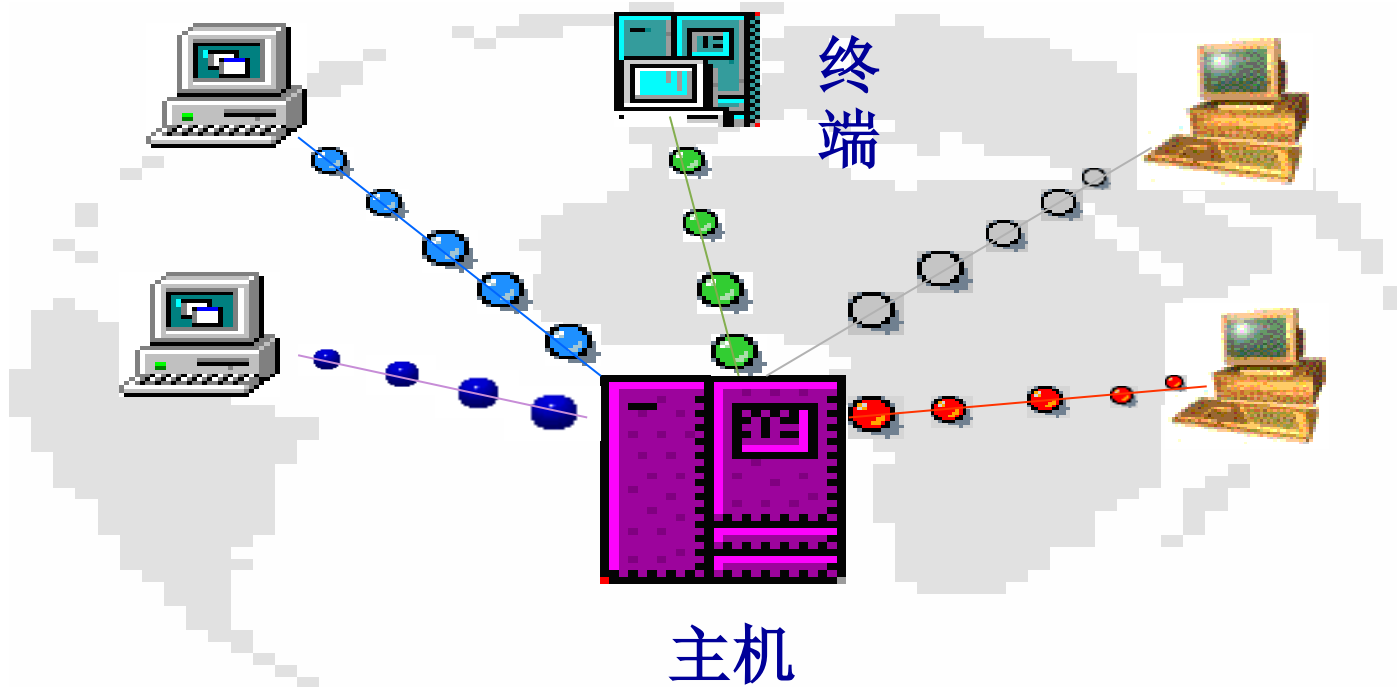


# 分时系统



❖ 分时系统的思想于1959年在MIT提出

- 每个用户有一个联机终端
- 计算机能够为许多用户提供交互式快速服务
- 同时在CPU空闲时还能在后台运行大作业



# 分时系统



## ❖ 分时

- 多个用户分享使用同一台计算机

## ❖ 交互

- 有用户输入时由CPU执行，处理完一次用户输入后程序暂停，等待下一次用户输入

## ❖ 多任务

- 每个用户在内存中有对应的任务

## ❖ 时间片(time slice):

- 操作系统将CPU的时间划分成若干个片段
- 操作系统以时间片为单位, 轮流为每个终端用户服务



# 分时系统的特点



## ❖ 并发性

- 控制多道程序同时运行

## ❖ 交互性

- 人与计算机以对话方式工作

## ❖ 共享性

- 多个用户共享计算机中的各种资源，分时使用

## ❖ 独占性

- 每个用户好象独占主机



# 实时系统



用于工业过程控制、军事实时控制、金融等领域，包括实时控制、实时信息处理

## ❖ 要求

- 在一定时间范围之内响应

## ❖ 任务的类型：

- 软实时（弱实时）：允许一定限度的超时
- 硬实时（强实时）：严格限制响应时间

## ❖ 特点

- 时钟分辨率高
- 支持可剥夺任务调度
- 多级中断机制





# 通用操作系统：MULTICS



## ❖ Multiplexed Information and Computing Service

- 1965年，MIT、贝尔实验室和通用电气公司

## ❖ 设计目标

- 便利的远程终端使用，大量终端通过电话线接入计算机主机
- 高可靠的大型文件系统
  - 大容量的用户信息共享
  - 存储和构造层次化信息结构的能力



# MULTICS的灾难



## ❖ MULTICS研制无法达到预期目标

- 1969年4月贝尔实验室退出
- 接着，通用电气公司退出
- 运行**MULTICS**的计算机系统在九十年代中陆续被关闭

## ❖ 意义

- 引入许多现代操作系统领域概念雏形
- 对随后操作系统，特别是**UNIX**的成功有着巨大的影响



# 通用操作系统：UNIX



## ❖ 1969年

- Ken Thompson和Dennis M. Ritchie
- PDP-7上，“空间旅行”游戏
- 开发了浮点运算软件包、显示驱动软件，设计了文件系统、实用程序、**shell** 和汇编程序

## ❖ 1970年

- 发布 **UNIX**
- 后来，用**C**语言全部重写



Ken Thompson



Dennis Ritchie



# 通用操作系统



## ❖ Multics失败的原因

- 操作系统设计的指导思想
  - “满足所有用户的所有要求”

## ❖ UNIX系统

- 操作系统设计的指导思想
  - “良好的程序设计环境”
- UNIX设计思想的正确性
  - Windows 95系统的实践也证明了这一点



# 通用操作系统



## ❖ UNIX是现代操作系统的代表

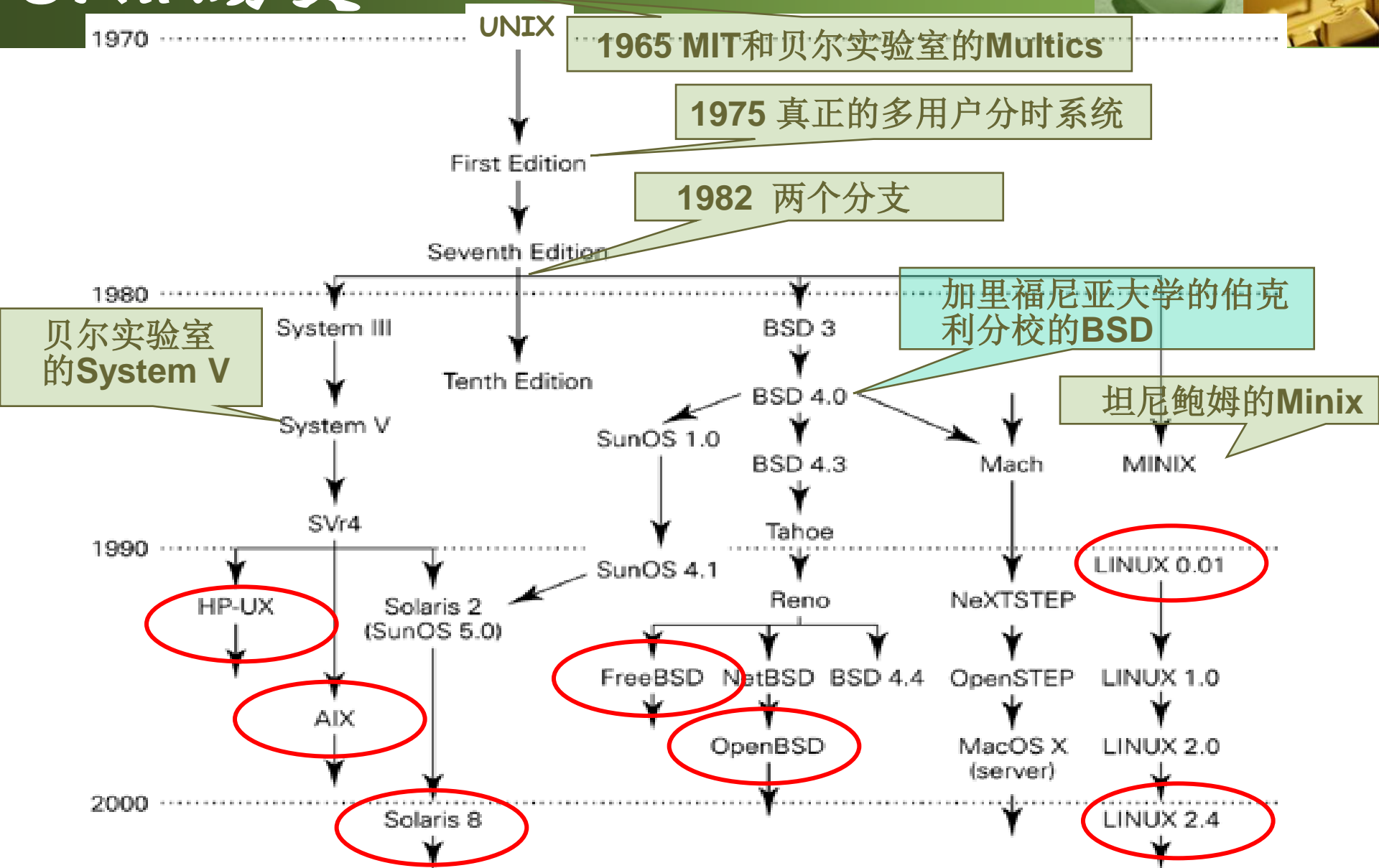
- 运行时的安全性、可靠性以及强大的计算能力

## ❖ 促使UNIX系统成功的因素

- C语言编写，可移植
  - 唯一能在笔记本电脑、PC机、工作站直至巨型机上运行的操作系统
- 系统源代码非常有效，容易适应特殊的需求
- 良好的、通用的、多用户、多任务、分时操作系统



# UNIX历史



# Internet时代与Linux



## ❖ 1991年, Torvalds Linus, 芬兰首都赫尔辛基大学

- 第一个程序, 程序包括两个进程, 向屏幕上写字母, 然后用定时器来切换进程(10000行)
- 从调制解调器上接发信息的程序以及显示器、键盘和调制解调器的驱动程序
- 磁盘驱动程序,
- 文件系统
- 单内核





# Internet时代与Linux



'Do it yourself'



"Intelligence is the ability to avoid doing work, yet getting the work done."

**Hello everybody out there using minix-  
I'm doing a (free) operation system (just a  
hobby, won't be big and professional like  
gnu) for 386(486) AT clones.**

使用minix的朋友大家好-我正在做一个  
386(486)AT兼容机的(免费的) 操作系统(仅仅  
是出于个人的爱好, 不会像GNU那样做大做  
专业)



# Internet时代与Linux



## ❖ MINIX 操作系统

- 荷兰阿姆斯特丹Vrije 大学的Andrew S. Tanenbaum 1987年开始开发，用于教学

## ❖ GNU 计划

- Richard M. Stallman 于1984创办GNU 计划和自由软件基金会 (the Free Software Foundation - FSF)
- GNU (GNU' s Not Unix)
- GPL (GNU公共软件许可协议, General Public License )

## ❖ POSIX (Portable Operating System Interface for Computing Systems)标准

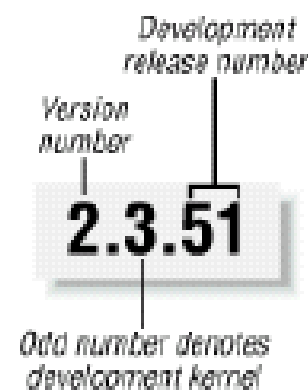
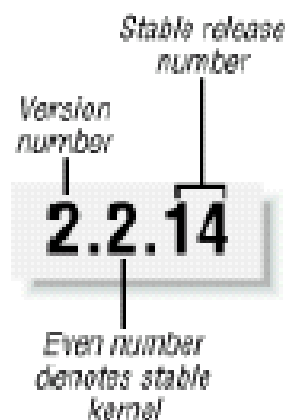
- 由IEEE 和ISO/IEC 开发，描述操作系统的服务接口，源代码兼容
- 1988年9月发布 (IEEE 1003.1-1988) ，即POSIX.1



# Linux版本变迁



- ❖ 0.00 (1991.2-4) 两个进程分别显示AAA BBB
- ❖ 0.01 (1991.9?) 第一个正式向外公布的Linux 内核版本。
- ❖ 0.02 (1991.10.5) 该版本以及0.03 版是内部版本，目前已经无法找到。
- ❖ 0.10 (1991.10) 由Ted Ts'o 发布的Linux 内核版本。
- ❖ 0.11 (1991.12.8) 基本可以正常运行的内核版本 (312K)。
- ❖ 0.12 (1992.1.15) 主要加入对数学协处理器的软件模拟程序。
- ❖ 0.95(0.13) (1992.3.8) 开始加入虚拟文件系统思想的内核版本。
- ❖ 0.96 (1992.5.12) 开始加入网络支持和虚拟文件系统VFS。
- ❖ 0.97 (1992.8.1)
- ❖ 0.98 (1992.9.29)
- ❖ 0.99 (1992.12.13)
- ❖ 1.0 (1994.3.14)
- ❖ 1.20 (1995.3.7)
- ❖ 2.0 (1996.2.9)
- ❖ 2.20 (1999.1.26)
- ❖ 2.40 (2001.1.4)
- ❖ ...
- ❖ 2.6.28 (2011.8)



# 个人计算机操作系统



## ❖ 20世纪70年代末

- 超大规模集成电路

## ❖ 个人计算机操作系统的诞生

- 微软公司, MS DOS
  - 单用户单任务操作系统
- 1984, 苹果公司
  - 交互式图形功能的苹果操作系统
- 1992, 微软
  - 交互式图形操作系统-Windows 3.1
- 1995, Windows 95正式发布



# 微软MS DOS



## ❖ 1980, IBM个人计算机

- CP/M操作系统
- 微软公司
- 西雅图计算机产品公司QDOS操作系统

## ❖ IBM在1981年推出个人计算机，宣布了DOS操作系统

- 优良的文件系统
- 缺乏以硬件为基础的存储保护机制
- 单用户单任务操作系统



# 微软的OS





# 手机操作系统

- ❖ Symbian
- ❖ Palm
- ❖ iOS
- ❖ Windows mobile
- ❖ Linux
- ❖ Andriod
- ❖ Mango
- ❖ MeeGo
- ❖ BlackBerry



BlackBerry  
Style



北京工商大学  
BEIJING TECHNOLOGY AND BUSINESS UNIVERSITY



# 创新工场——点心OS



- ❖ 李开复创新工场成功孵化出的第一家独立运营的企业。互联网智能手机操作系统及完整解决方案，现在已经成为有200人的公司(北京风灵创景科技有限公司)
- ❖ <http://www.dianxinos.com/web/company>



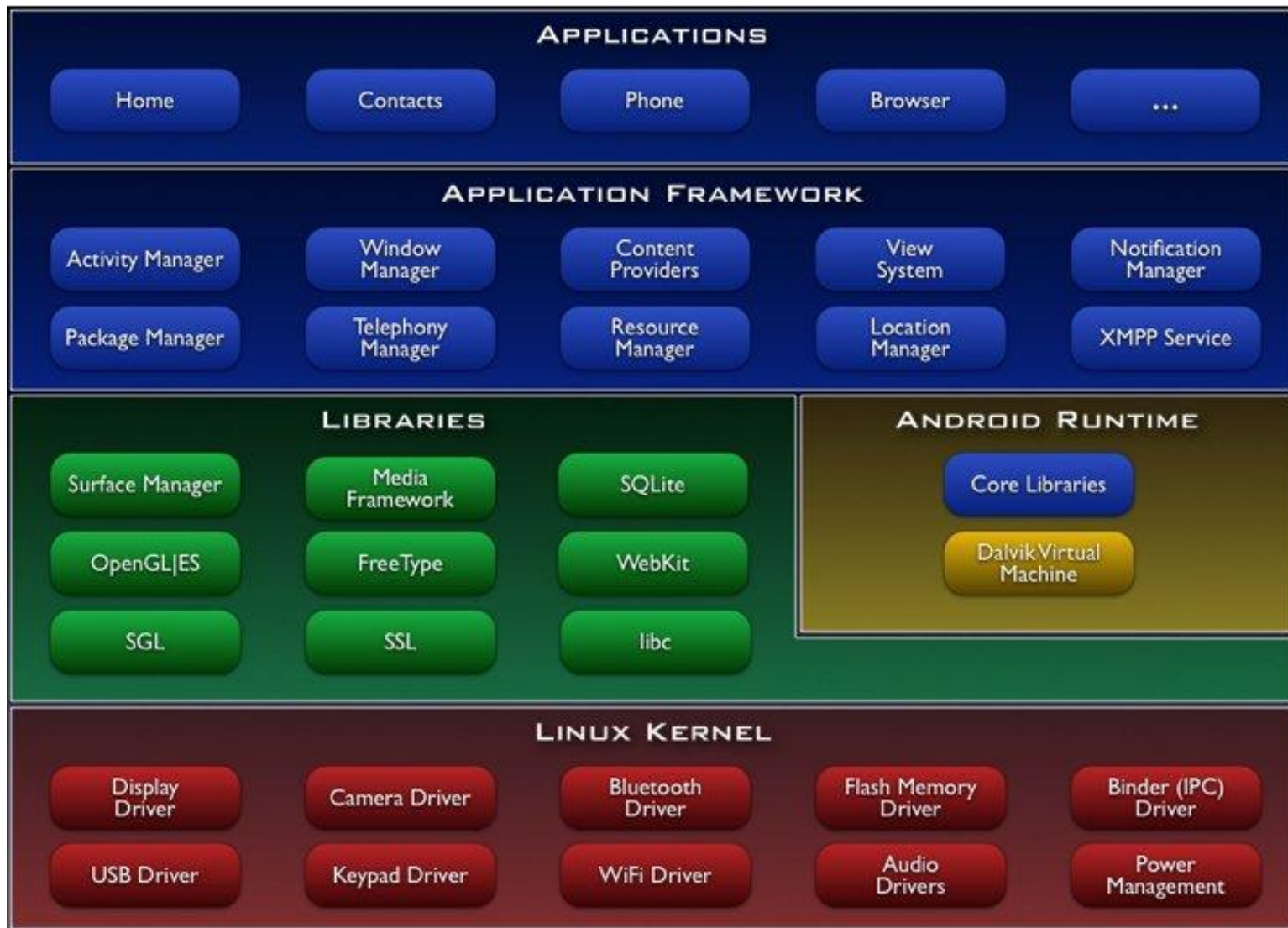
# 手机操作系统



- ❖ 并不是一个纯互联网产品，也不是纯电信设备制造商开发的一款产品，更是面向未来移动业务和互联网业务的结合体
- ❖ 互联网智能手机
  - 对用户和开发者来说是一个可接受的开发架构



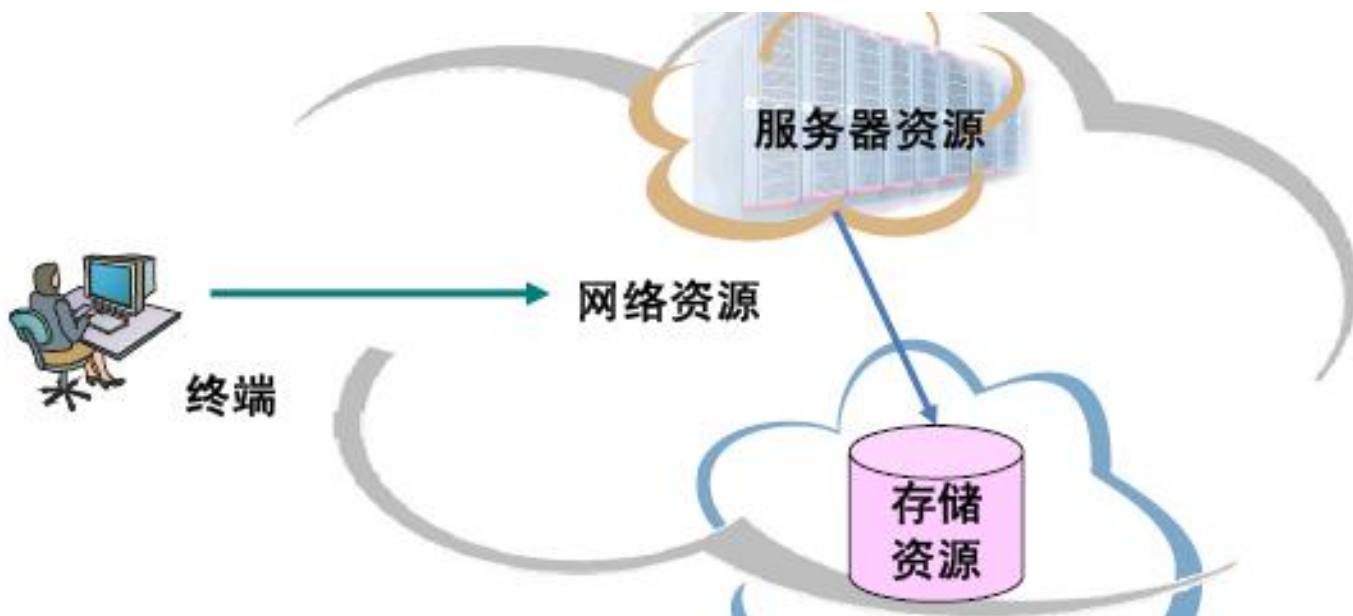
# Android 手机操作系统架构



# 网络时代的操作系统



- ❖ 从单机思维转变为以系统为基础的网络思维
  - 单机 -> 终端、服务器、存储、网络
- ❖ 将互联网而不是计算机单机视为软件的开发和运行平台，把软件无缝地从客户端设备延伸到巨大的互联网后台





# 网络化操作系统



## ❖ 存储网络化

- 把访问信息的空间从本机无缝地扩展到网络

## ❖ 计算网络化

- 从网络上搜索、加载到内存运行
- 把计算任务发布到网络上，收回计算结果

## ❖ 本身演变为分布式的存储计算平台-云计算

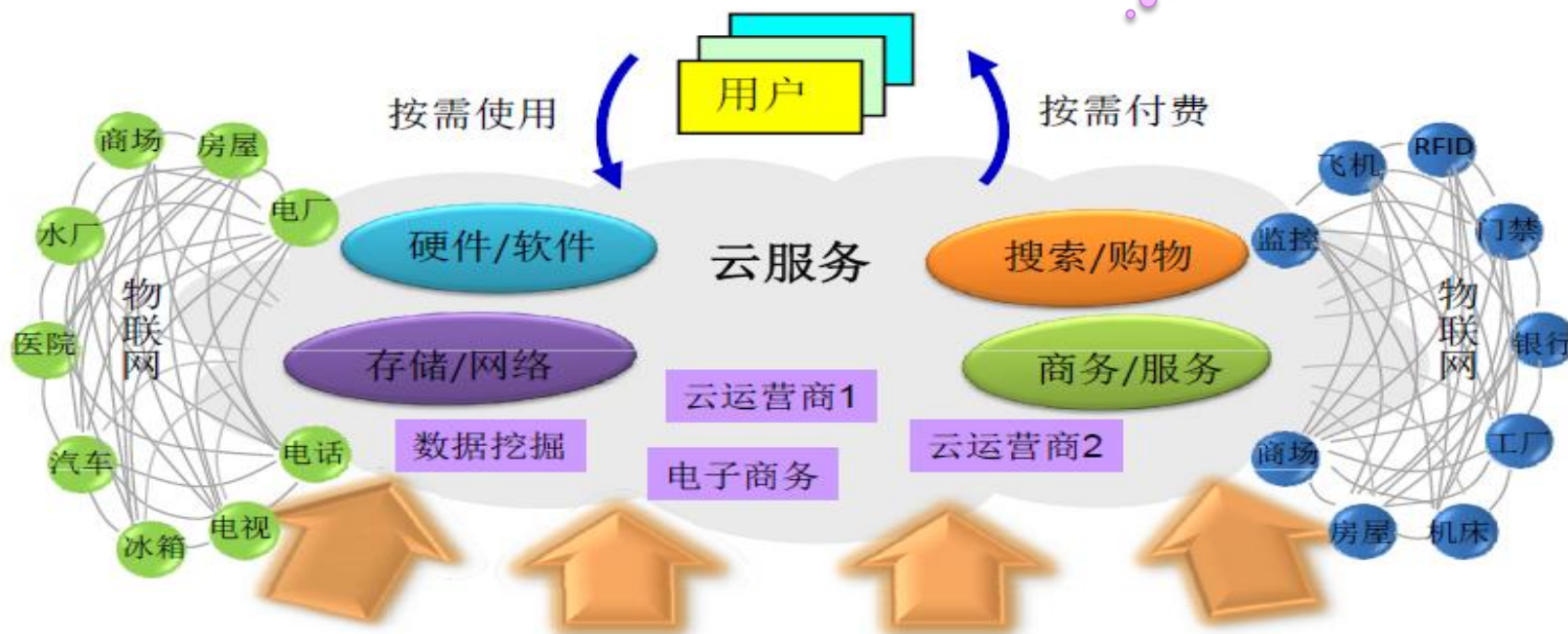
- 客户端操作系统：无处不在
  - 普适计算中的OS
  - 与应用结合（嵌入）、移动
- 服务器端操作系统：按需服务
  - 云计算中的OS
  - 高性能、虚拟化



# 云计算+物联网



OS将无处不在



数据中心

数据中心

数据中心

数据中心

# 推动操作系统发展的主要动力



## ❖ 硬件革新推动，应用需求拉动

### ❖ 器件的发展

- CPU的位宽度（指令和数据）、多处理器、并行

### ❖ 提高资源的利用率和系统性能

- 集中计算、个人计算、分布式计算、移动计算、普适计算

### ❖ 用户需求

- 用户上机、调试程序，分散计算时的事务处理和非专业用户
- 商业、办公、家庭、娱乐、医疗、工业、科学





# 绪论



- ❖ 什么是操作系统
- ❖ 操作系统的发展历史
- ❖ 主要操作系统介绍





## ❖ 调研报告

- 主题：操作系统的最新进展
- 要求：
  - 结合自己的体验和兴趣
  - 调研一种或者对比几种目前最新的操作系统或者操作系统技术
    - » 例如：手机操作系统、Google、Yahoo! , Facebook、Amazon 等云操作系统
    - » 某种操作系统新技术
  - 截止时间：9月19日
  - 提交网站：<http://59.64.83.23x>

# 扩展阅读



## ❖ 教材

### ■ 第1章

## ❖ Operating System Concepts (6<sup>th</sup> edition)

### ■ Chapter 1 Overview

## ❖ Modern Operating System (2<sup>nd</sup> edition)

### ■ Section 1.1, 1.2, 1.3



# 课前新闻报告



- ❖ 每次课1组（由小组派代表）
  - 2人一组，自由组合
- ❖ 每次5-10分钟
- ❖ 准备ppt
- ❖ 内容：
  - 和操作系统、计算机领域相关的最新发展、动态
  - 业界新闻



# 课后思考问题



❖ 操作系统和应用程序的本质区别是什么？

- 开发阶段

- 两者的设计、编码、调试有什么区别？

- 运行阶段

- 两者的运行原理和过程有什么区别？

