



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

# 《计算机操作系统》

葛季栋 副教授

[gjd@nju.edu.cn](mailto:gjd@nju.edu.cn)

[gjdnju@163.com](mailto:gjdnju@163.com)

南京大学软件学院



# 课程简介



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

- 一、操作系统发展简史
- 二、南京大学《操作系统》课程简史
- 三、操作系统课程特点与地位、教学要求与教学目标
- 四、操作系统核心知识单元及知识点
- 五、操作系统考核和评分
- 六、教学参考书以及与操作系统相关的学术





南京大學  
NANJING UNIVERSITY

# 一、操作系统发展简史



# 小历史 – 操作系统与图灵奖

- 操作系统的理论产生于1960s~1980s, 有很多先驱者为操作系统的理论奠定了基础, 与操作系统有关的获得图灵奖科学家:
  - Ken Thompson、Dennis M. Ritchie, 1983年度
  - Unix & C语言之父



Kenneth Lane Thompson,  
(1943~)

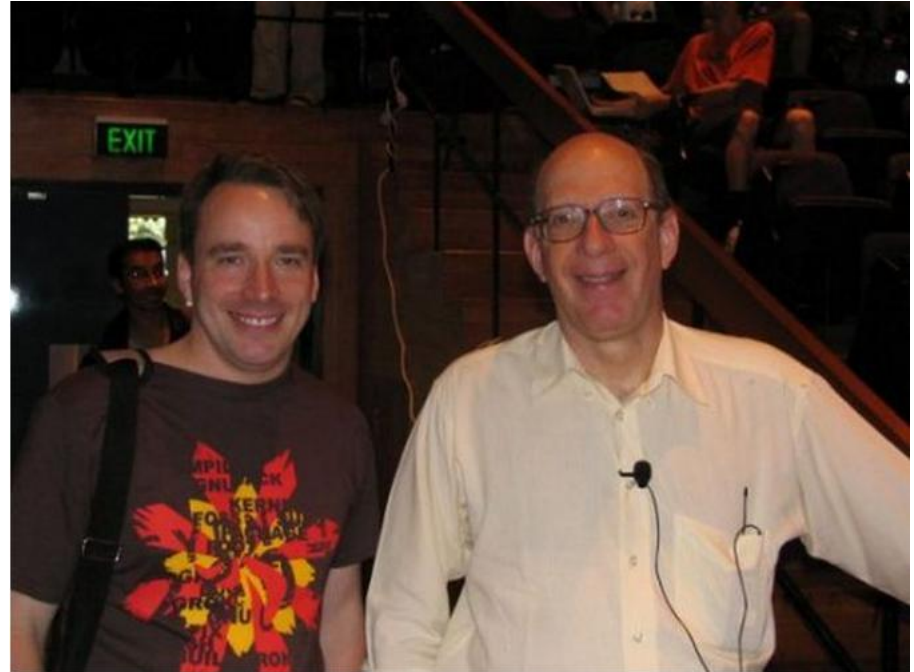
Dennis MacAlistair Ritchie,  
(1941~2011)



# Linux传奇



南京大學  
NANJING UNIVERSITY



Linus & Tanenbaum (MINIX之父, 荷兰阿姆斯特丹自由大学教授)

Linus Benedict Torvalds, 1969年~

<http://www.cs.vu.nl/~ast/>





# 小历史 – 操作系统与图灵奖



- 操作系统的理论产生于1960s~1980s, 有很多先驱者为操作系统的理论奠定了基础, 与操作系统有关的获得图灵奖科学家:
  - Dijkstra, 1972年度
    - 并发进程, PV操作, 死锁避免的银行家算法, 哲学家就餐问题
  - Tony Hoare, 1980年度
    - 管程
    - CSP-Communicating Sequential Processes
  - Ken Thompson, Dennis M. Ritchie, 1983年度
    - Unix系统, C语言
  - Brooks, 《人月神话》, 1999年度
    - IBM OS/360,
  - Donald Ervin Knuth
    - 伙伴算法(内存管理)
  - 图灵奖华人得主? 学术贡献?



# 小历史 – 操作系统与图灵奖

- 操作系统的理论产生于1960s~1980s, 有很多先驱者为操作系统的理论奠定了基础, 与操作系统有关的获得图灵奖科学家:
  - Dijkstra (1931~2002), 1972年度获奖
    - 并发进程, **PV操作**, 死锁避免的银行家算法, 哲学家就餐问题, **算法: 最短路径算法**



Edsger Wybe Dijkstra

<http://www.cs.utexas.edu/users/EWD/>



Leonhard Euler

(1707~1783)

读一读欧拉, 他是所有人的老师。---法国数学家拉普拉斯 (Laplace)

读一读Dijkstra, 他是所有CSer和SEer的老师。---

# 小历史 – 操作系统与图灵奖

- 操作系统的理论产生于1960s~1980s, 有很多先驱者为操作系统的理论奠定了基础, 与操作系统有关的获得图灵奖科学家:
  - Tony Hoare (C. A. R. Hoare, 1934~), 1980年度获奖
    - 管程, CSP-Communicating Sequential Processes

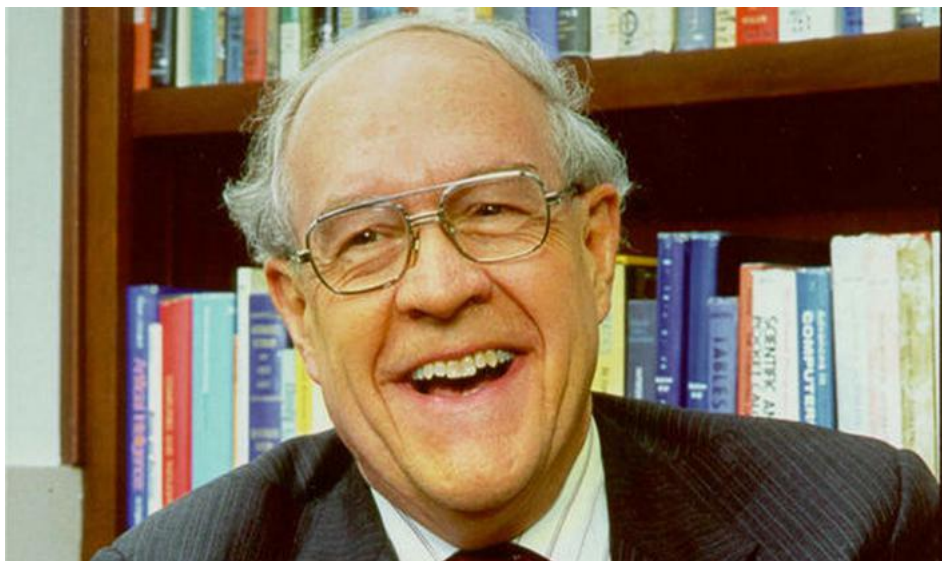
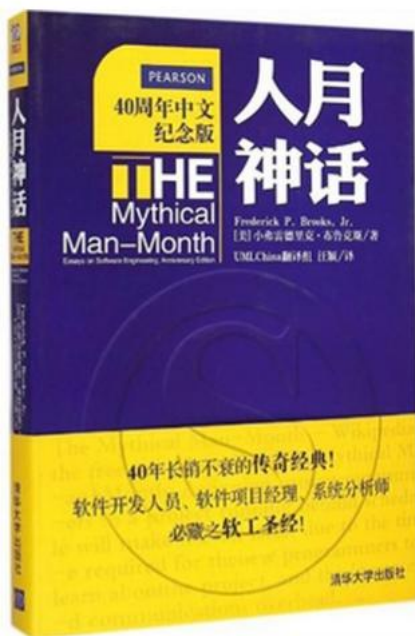


<http://www.cs.ox.ac.uk/people/tony.hoare/>



# 小历史 – 操作系统与图灵奖

- 操作系统的理论产生于1960s~1980s, 有很多先驱者为操作系统的理论奠定了基础, 与操作系统有关的获得图灵奖科学家:
  - Frederick P. Brooks, Jr. (1931~), 1999年度获奖
    - IBM OS/360, 《人月神话》



# 小哲学



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

- 形而上学谓之道，形而下学谓之器。——《易经》
- 道——自然科学
  - 研究自然物质的运动与变化规律。
  - 物理、化学、天文、大气、生物、地理/地质
  - 特点：
    - 精确、绝对；
    - 从对自然存在的观察导出；
    - 不依赖于人的主观判断力；
    - 通常违反人的直觉。
  - 牛顿深思：这些规律为什么存在？

职业：科学家？



# 小哲学



南京大学  
NANJING UNIVERSITY

- 形而上学谓之道，形而下学谓之器。——《易经》
- 器——人工科学
  - 研究人造物的设计、生产制造、运行与维护。
  - 机械、化工、电子电气工程、建筑、桥梁隧道、交通、通信、计算机硬件/软件.....
  - 特点：

古代职业：工匠？

    - 不精确、具有相对性；
    - 从对人类活动的观察导出； 职业：工程师、设计师.....？
    - 依赖于人的主观判断力；
    - 通常符合人的直觉。
  - 闲书推荐：《人工科学》，(美) 赫伯特·A·西蒙(人工智能：1975年的图灵奖、经济学：1978年的诺贝尔经济奖)



# 小哲学



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

- 操作系统是管理人造的计算机软硬件资源，因此在技术上讲，既有体现计算技术的方面，又有**管理学**和**运筹学**的思想和理念。





南京大學  
NANJING UNIVERSITY

## 二、 南京大学《操作系统》 课程简史







# 南京大学《操作系统》课程简史

- 孙钟秀院士
  - DJS200系列计算机的操作系统
  - 1970s: 《操作系统》课程
  - 1980s: 《操作系统》教材
  - 1982: ZCZ分布式微型计算机系统
  - 令牌—分布式同步算法
- 费翔林教授、骆斌教授
  - 《操作系统教程》第3版2003年，第4版2008年
  - 第4版获“十一五”国家级规划教材
  - 第4版获2008年度教育部精品教材
  - 2010年度国家精品课程
  - 第5版获“十二五”国家级规划教材



# 孙钟秀院士

**孙钟秀**(1936~2013), 男, 原籍浙江余杭(今杭州), 生于江苏南京。中国共产党党员, **中国科学院院士**, 中国著名计算机科学家, 全国政协第七、八、九、十届委员, 江苏省科协第四、五届主席, 南京大学原教授、博士生导师, 南京大学原副校长。1957年毕业于南京大学数学系。1965年赴英国曼彻斯特ICL公司进修。回国后, 历任南京大学副教授、教授、计算机科学系主任, 江苏省科技协会主席。从事计算机操作系统和分布式系统研究, 培养博士生和硕士生50余名。主持研制的分布式系统CZ和ZH等1985年获国家科技进步奖二等奖。著有《分布式计算机系统》《操作系统原理》等。**1991年当选中科院院士。**

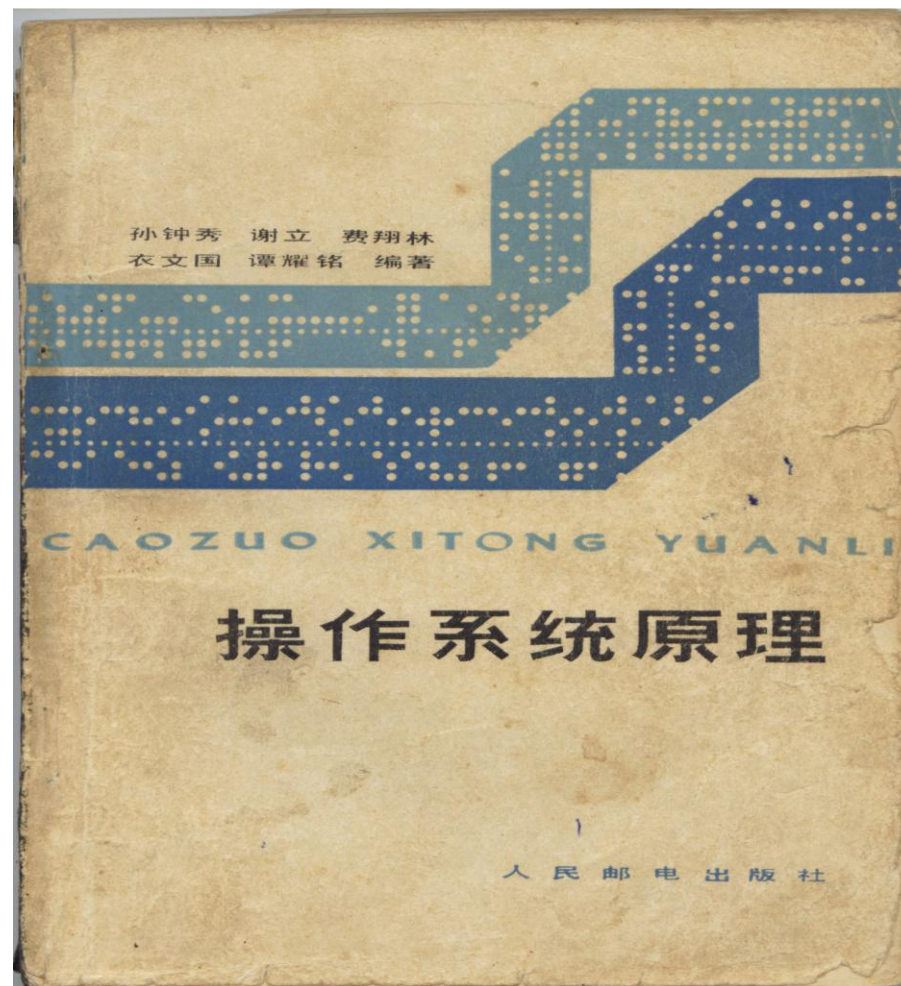
父亲: **孙光远**(1900~1979), 数学家, 历任清华大学、原中央大学、南京大学数学系教授, 中国近代数学奠基人之一, 中国微分几何与数理逻辑研究的先行者、国内近代数学奠基人之一。高徒: **陈省身**(华人数学家)的硕士导师





# 课程起步阶段(1)

《操作系统原理》，  
1980年，人民邮电  
出版社，以DJS200  
操作系统作为实例。

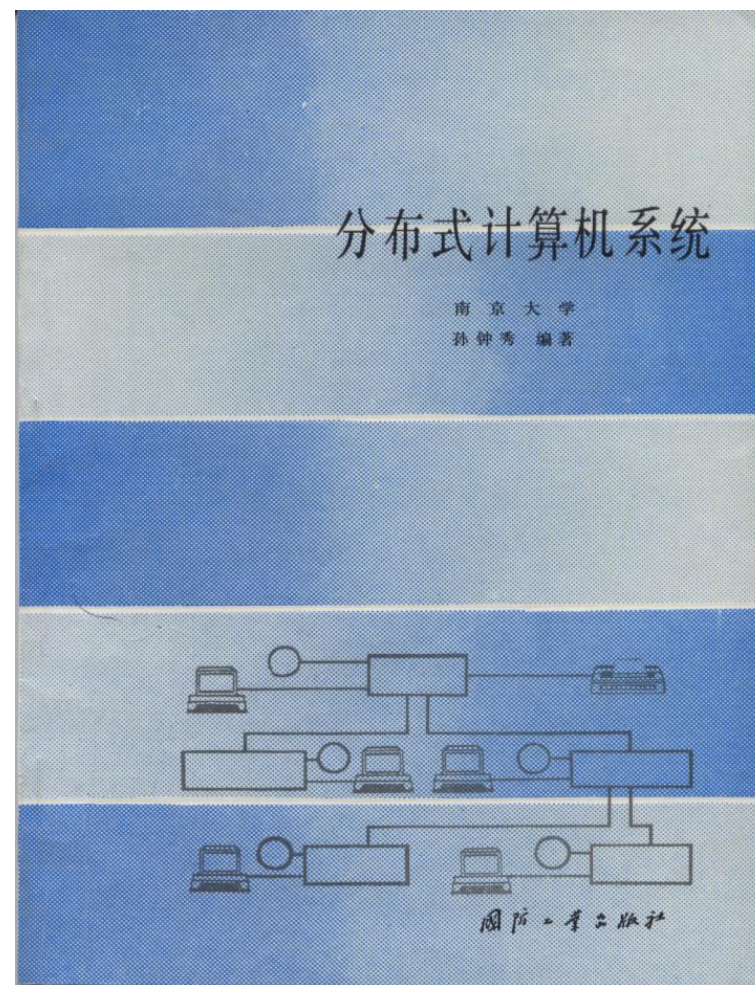






## 课程起步阶段(2)

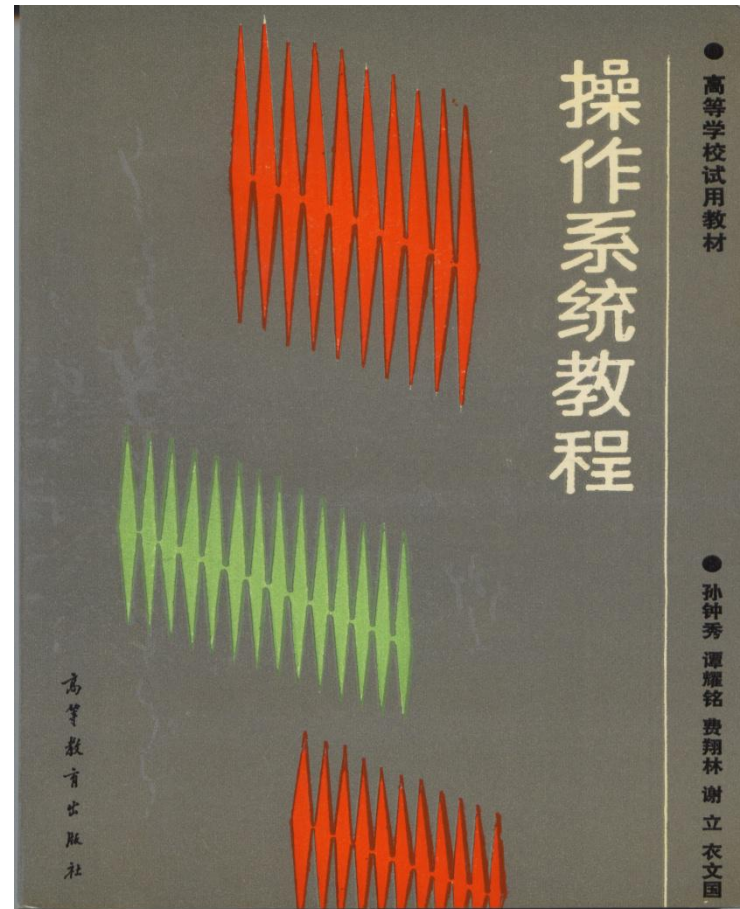
《分布式计算机系统》，  
1987年国防工业出版社。  
以ZCZ(祖冲之)分布式计算  
机系统(包含了分布式程序  
设计语言及实验性分布式  
数据库) 和SN(神农)分布式  
单板机系统(用于数据采集  
和处理)为实例





# 课程发展阶段(1)

《操作系统教程》，  
1989年高等教育  
出版社，以VM/SP、  
MP/M和PC-DOS为实例。  
获1992年国家级优  
秀教材奖。

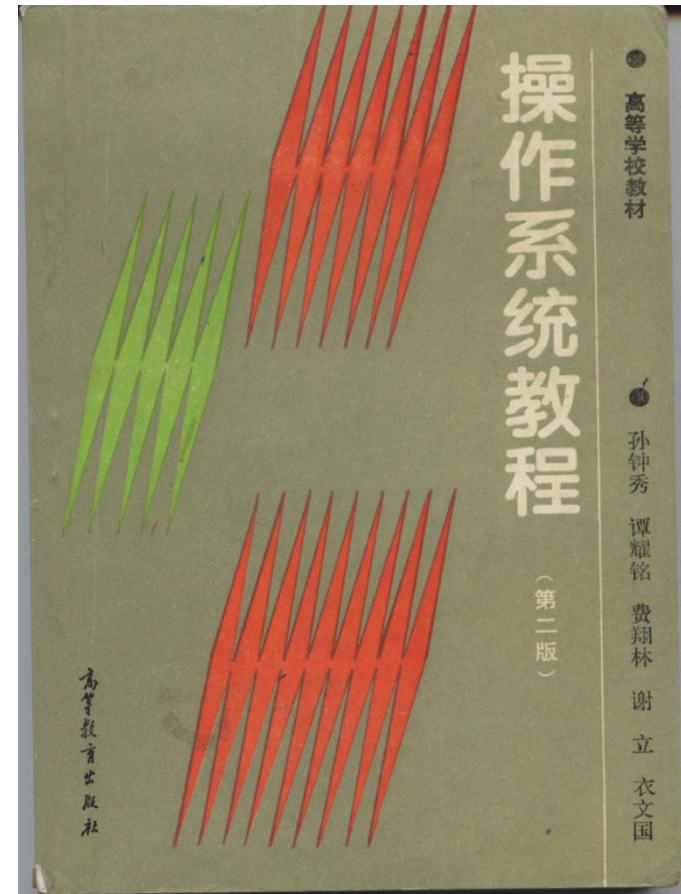






## 课程发展阶段(2)

《操作系统教程》（第2版），1995年高等教育出版社，以MS-DOS、CC-DOS和UNIX为实例。  
获1997年江苏省二类优秀课程。

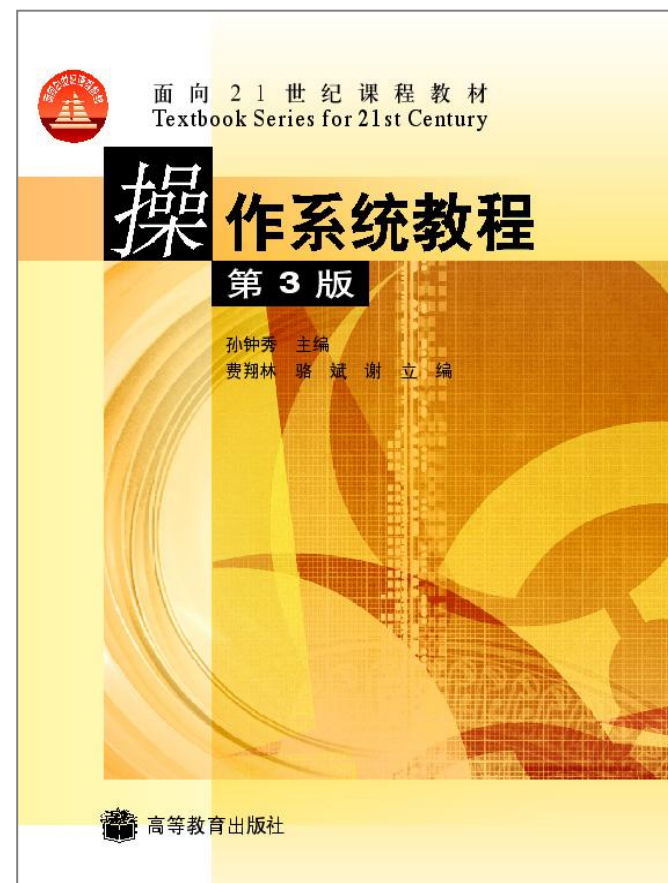




南京大學  
NANJING UNIVERSITY

# 课程提高阶段

《操作系统教程》（第3版），  
2003年高等教育出版社，  
面向21世纪教材，融入  
主流操作系统，Windows、  
UNIX和Linux作为实例。  
获2004年江苏省优秀课程群奖。





# 课程成熟阶段(1)

《操作系统教程》（第4版），  
2008年4月高等教育  
出版社，面向21世纪教材，  
Linux和Windows作为实例。  
评为2008年教育部精品  
教材。



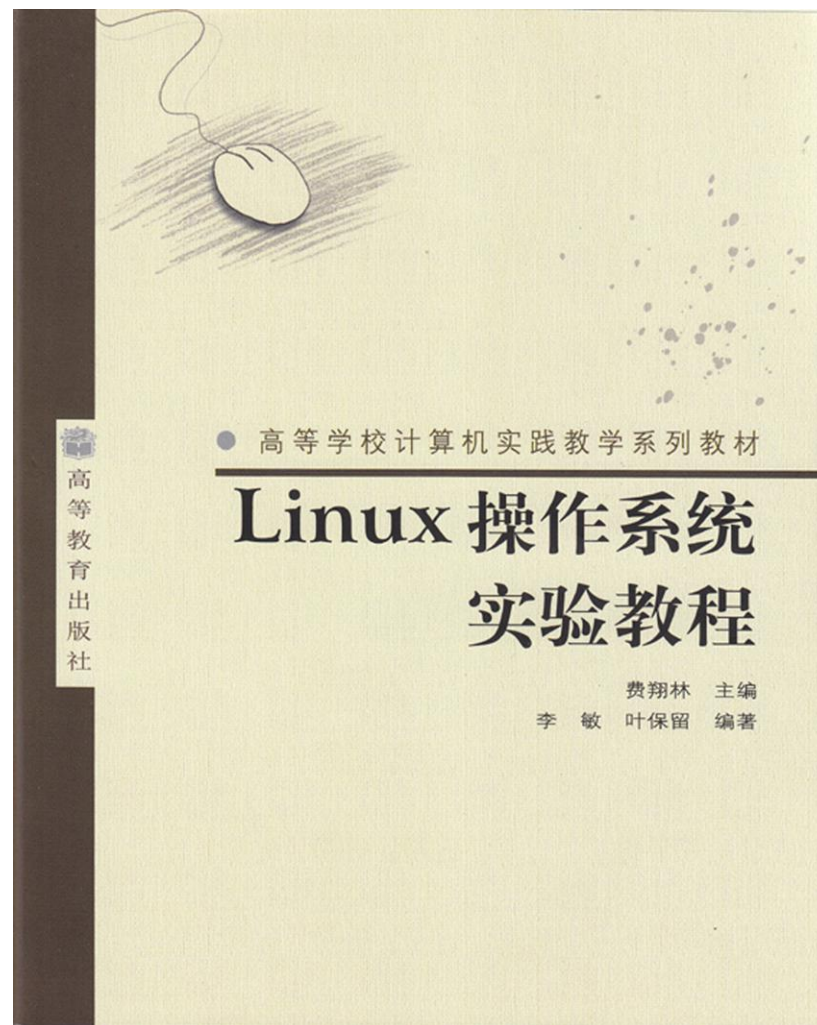


# 课程成熟阶段(2)



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

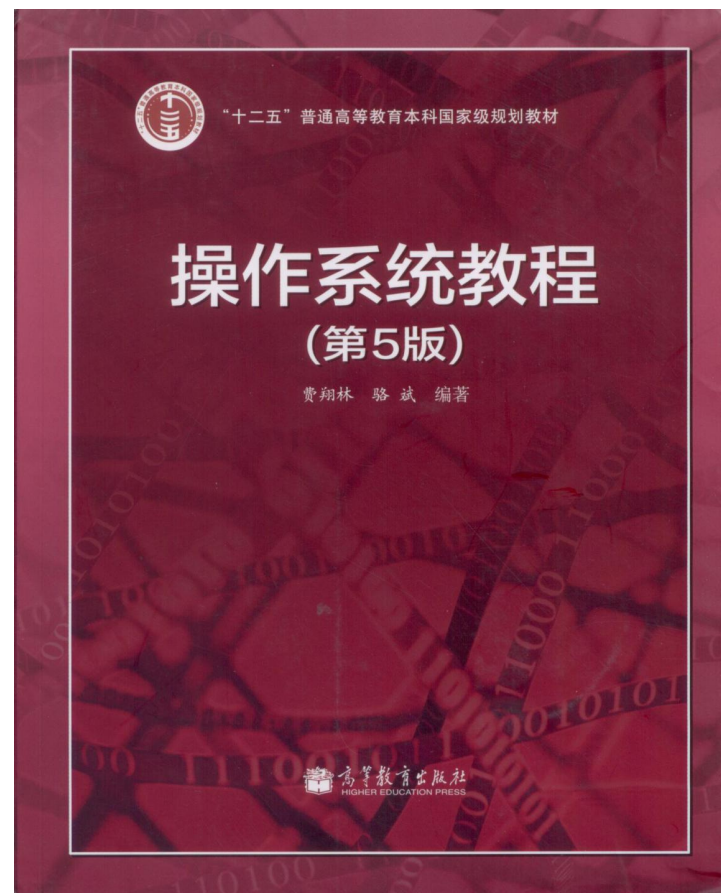
《Linux操作系统实验  
教程》2009年4月出版。





# 课程成熟阶段(3)

- 《操作系统教程》  
（第5版），2014  
年高等教育出版社，  
十三五规划教材







南京大學  
NANJING UNIVERSITY

# 孙钟秀院士、谢立教授





南京大學  
NANJING UNIVERSITY

# 譚耀銘教授





# 费翔林教授



南京大學  
NANJING UNIVERSITY





南京大學  
NANJING UNIVERSITY

# 骆斌教授



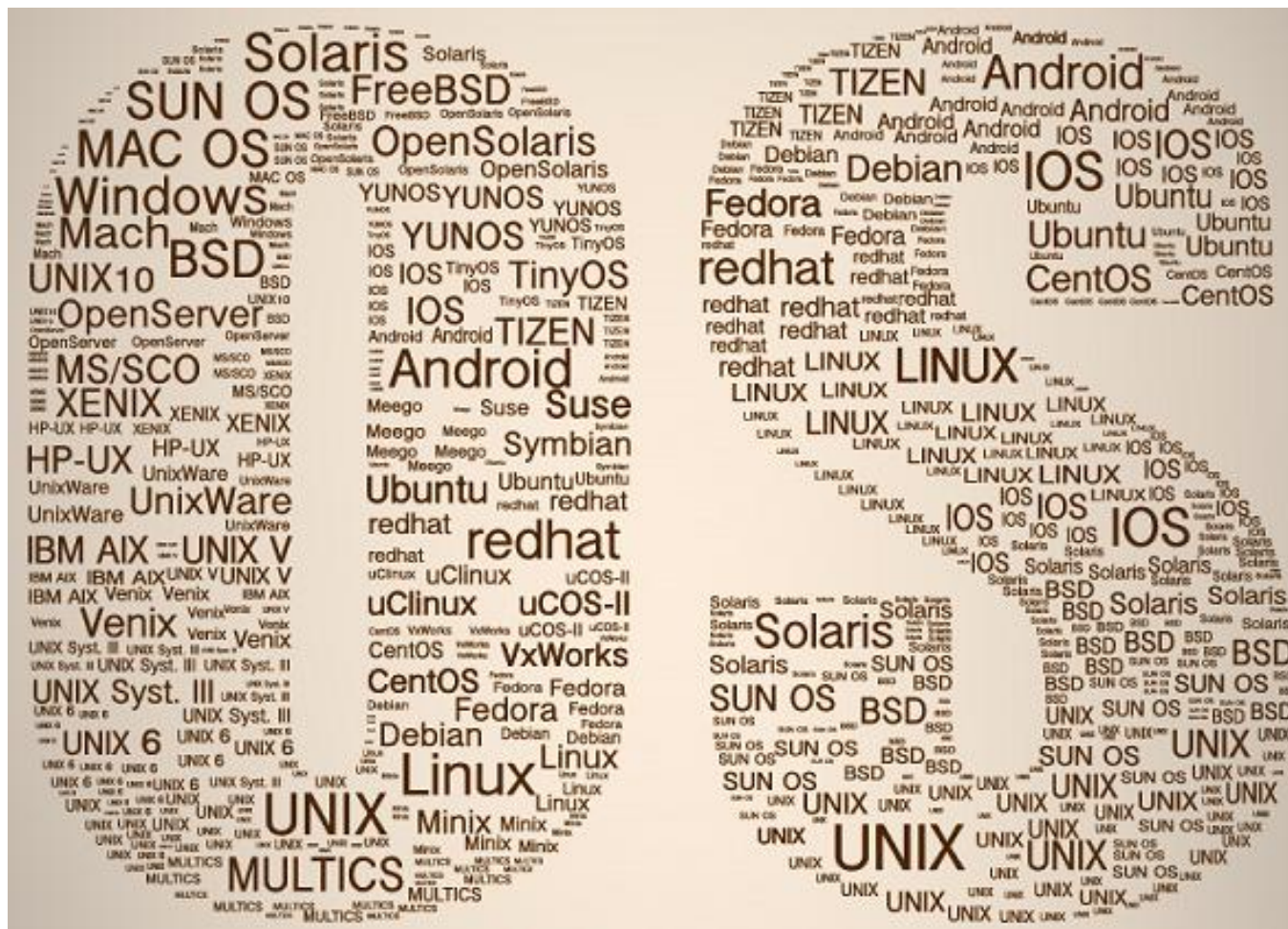




南京大学

NANJING UNIVERSITY

# 《计算机操作系统》慕课





# 《计算机操作系统》慕课

序	平台	上线时间	运营模式	注册 学习人数
1	Coursera平台(美国)	2015.8.4起	自助模式	累计11895人
2	中国大学MOOC平台 icourse163.org	2016.4.20起7期	学期模式	期合计 283901人
3	学堂在线(清华)	2016.12.18起	自助模式	21019
合计				316815人

**自助模式：**一次性发布所有教学视频，学习者自行制定符合自己需求的学习计划

**学期模式：**按照预设的教学周计划表发布每周教学视频，学习者按照周计划学习

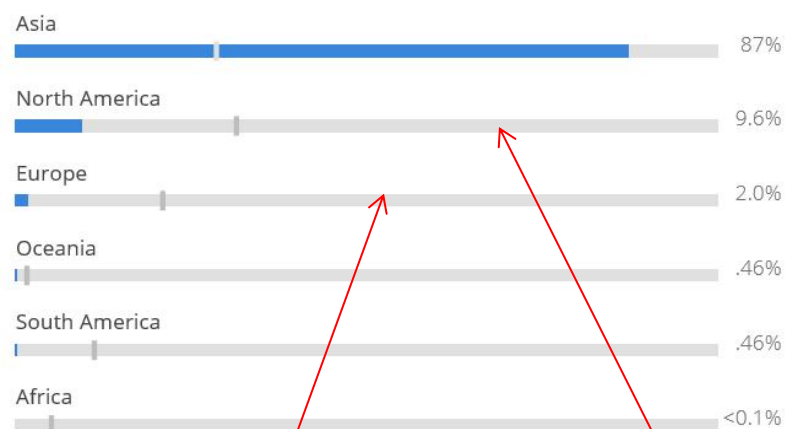


# OSMOOC@coursera

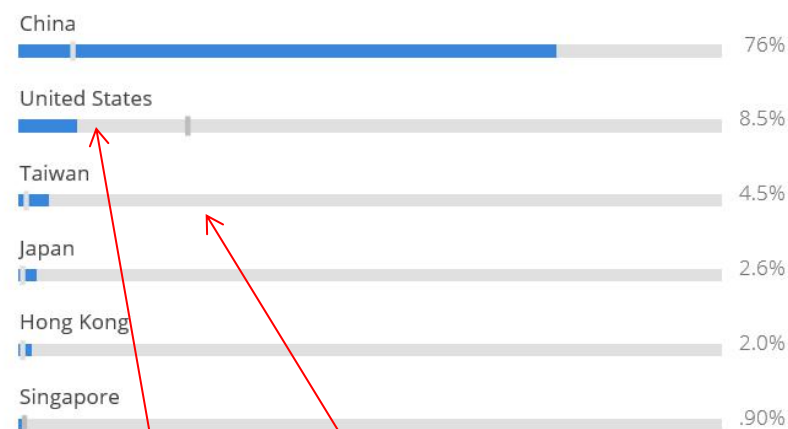


南京大學  
NANJING UNIVERSITY

## 大洲



## 国家和地区



Coursera平均值 .95%

显示全部

基于 3,712,000 名学习者数据。精确到 ±.83 个百分点。 ②

欧洲学习者占2.0%

北美学习者占9.6%

美国学习者占8.5%

台湾学习者占4.5%  
日本学习者占2.0%  
香港学习者占2.0%  
新加坡学习者占1.5%

# OSMOOC@coursera



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

## 性別 & 年齡

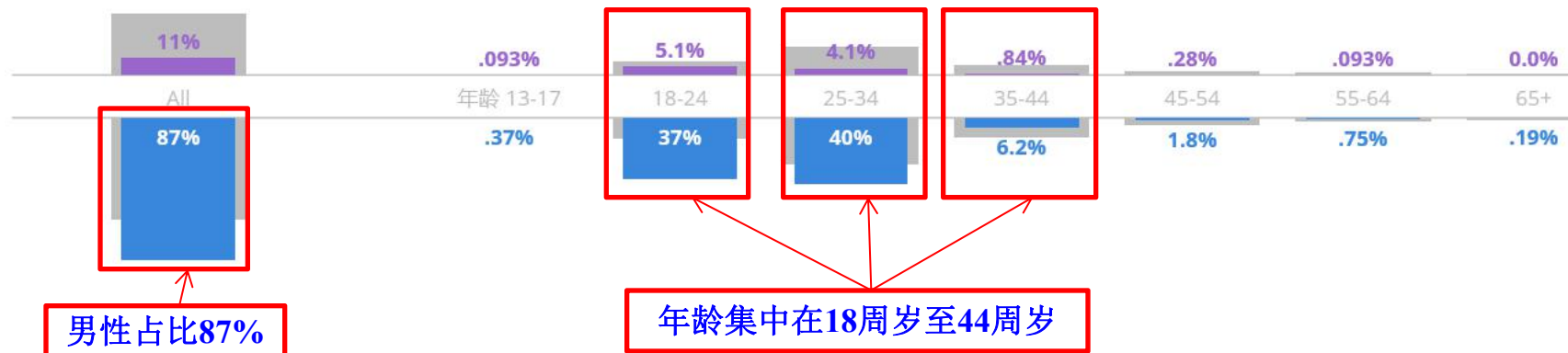
您的課程

■ 女性

■ 男性

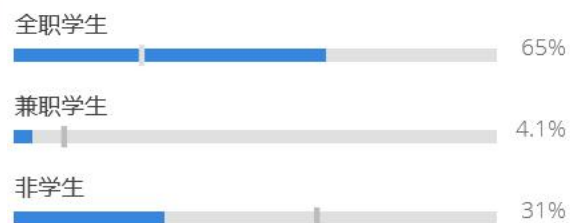
所有課程

■



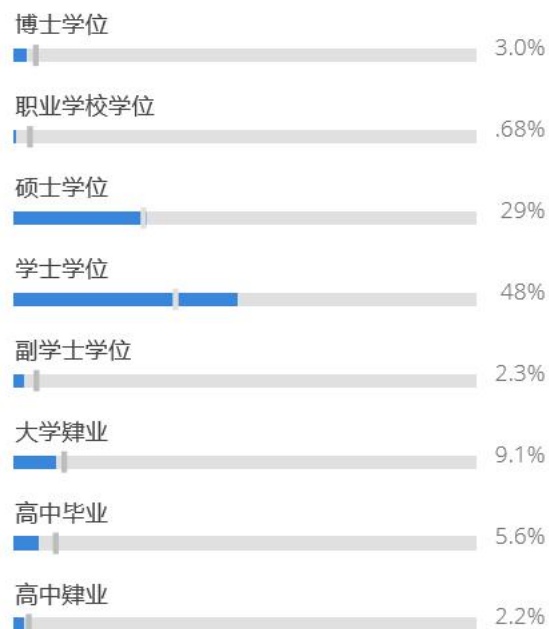
# OSMOOC@coursera

## 学生状态



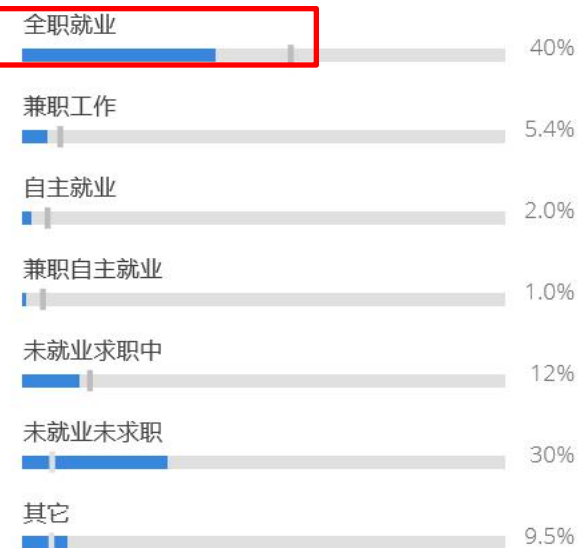
基于 320 名学生的数据绘制。估计值精确到  $\pm 5.5$  个百分点。 ②

## 最高学历



全职就业学习者占比40%

## 工作情况





# 三、操作系统课程特点与地位、教学要求与教学目标



# 为什么要学习操作系统



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

- **基本问题**

- 如何使用和操作计算环境，如何利用计算资源？

- **意义**

- 计算无处不在，软件定义世界
- 普适计算 Pervasive/Ubiquitous Computing
- 物联网 Things of Internet, CPS
- 移动计算 Mobile Computing (移动互联网)
- **嵌入式的OS**:  $\mu$ C/OS-II, VxWorks, **LiteOS**, 翼辉**SylixOS**.....
- **移动终端的OS**: Android, iOS, **鸿蒙OS**, Tizen, Windows Phone, Meego, Symbian, .....
- **PC机器的OS**: 微软的桌面系统？
- **服务器的OS**: CentOS, Ubuntu等Linux各类发行版, **EulorOS**, ...
- 只要有计算，就有操作系统，操作系统伴随计算无处不在



# 华为的系统软件战略



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

- 上交大陈海波教授领衔：
  - 华为操作系统实验室 -> 鸿蒙OS, 鲲鹏软件EulorOS
- 南京大学冯新宇教授领衔：
  - 华为编译器实验室(杭州)-> 仓颉编程语言, 方舟编译器
- 其他：高斯数据库GaussDB





# 操作系统课程性质

- 计算机科学与技术专业核心课程，也是全国硕士研究生专业基础统考科目(四门)之一，2009年1月开始推行全国统考，2013年1月南大恢复专业课自主命题，考研时间每年12月下旬最后一个周末
  - 必修，3学分，
  - 考研课程(专业课试卷150分)
    - 全国统考：数据结构45分，组成原理45分，操作系统35分，网络25分。
    - 南大软院自主命题：数据结构45分，软件工程45分，操作系统35分，网络25分。







# 操作系统课程性质

- 该课程内容理论与实践结合紧密，既与硬件相关又属于(系统)软件技术系列，涉及学科抽象、理论、设计3个形态。具体地说与理论模型、算法设计、软件系统、工程实现、程序设计、领域应用等密切相关，是工程技术领域硬件和软件的融合体。





# 操作系统课程特点

- (1) 理论性强、概念抽象、理解掌握有困难；
- (2) 与实践结合紧密，设计技巧高、实现机制精妙，代码量巨大，教好学好有难度；
- (3) 技术发展迅速，知识更新快；
- (4) 内容广泛，与多个方向交叉；
- (5) 知识点多、综合性强、灵活性大。//名词概念繁多，能记得住吗？怎么理解和记忆这些名词术语？



# 操作系统课程地位



南京大學  
NANJING UNIVERSITY

- 操作系统是计算机系统的核心和灵魂，是计算机系统必不可少的组成部分，因此它是计算机教学的核心内容，是计算机相关专业的核心课程；
- 操作系统是硬件的首次扩充，又是最重要的系统软件，该课程具有承上启下的重要作用，
  - 既能对前导课程进行总结和提高，
    - //紧密相关的前导课程有：《计算机系统基础》、《计算机组成原理》、《数据结构与算法》、《计算与软件工程I/II》
  - 同时也为后继专业课程（嵌入式系统、服务计算、分布式计算、网格计算、云计算等方向的专业课）的学习打下良好基础；



# 课程学习目标

- 明确计算机操作系统的作用与功能
- 掌握操作系统实现的基本原理与方法
  - 在微观上，掌握设计实现各个操作系统模块的方法、策略与算法
  - 在宏观上，掌握操作系统的结构和设计实现方法，进一步从工程师的角度了解大型软件系统的结构和设计实现方法。  
//解决复杂问题，经常需要采用折衷的方案，具体问题具体分析，很多时候很难找到一个绝对最优的解。
- 掌握并发程序设计的基本方法
- 课程对于个人专业技能的发展
  - 从事OS方面的开发
  - 利用OS提供的服务和接口开发高效可信的应用系统





# 操作系统课程的教学原则

- 用系统的观点、全局的观点、整体的观点来看待操作系统的实现
- 理解软硬件协同解决问题的方法
- 理解分而治之、分层实现在复杂软件系统实现中的重要作用
- 用工程师的立场来看待操作系统的实现
- 理解文化在操作系统实现中的重要作用

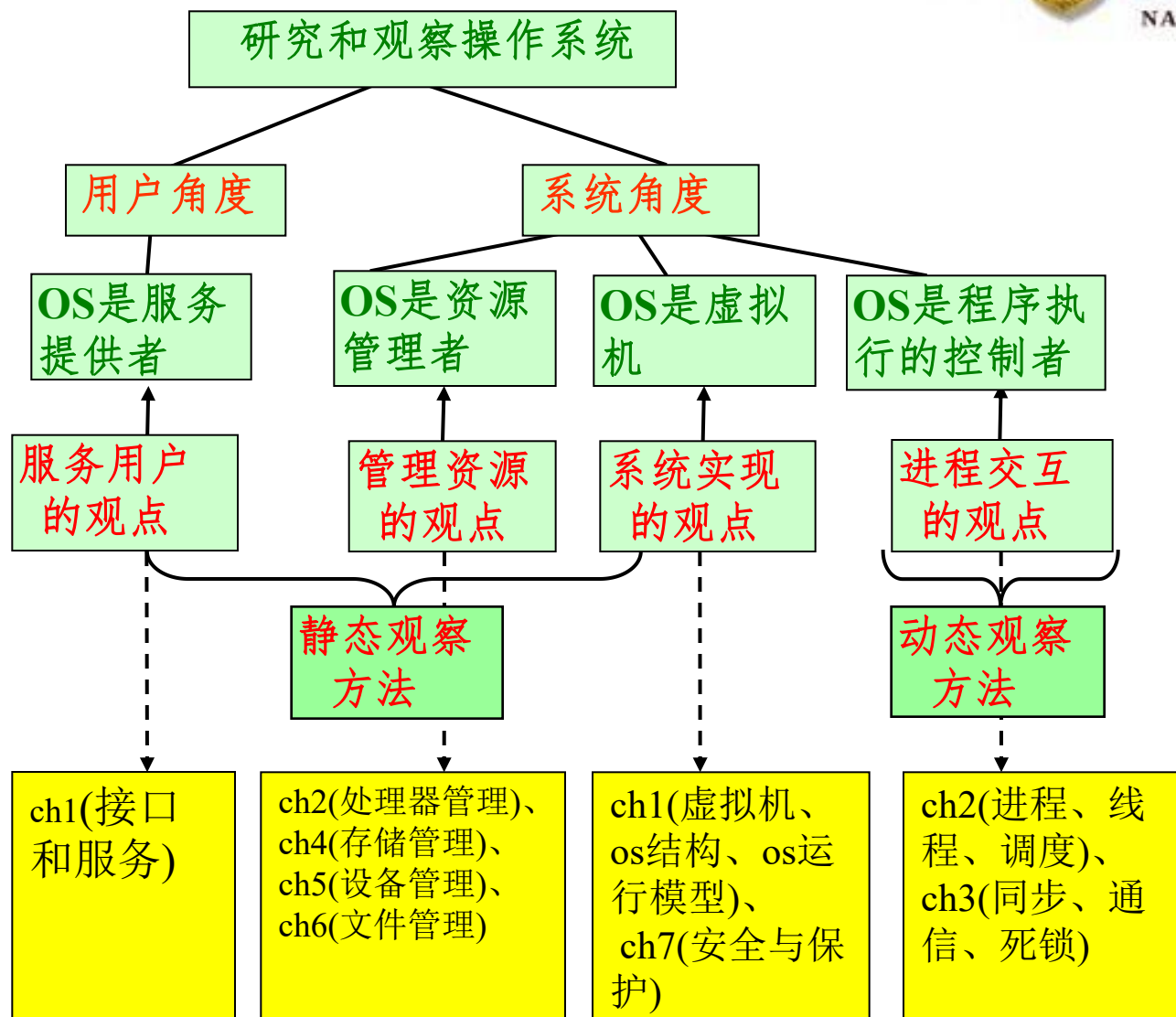




南京大學  
NANJING UNIVERSITY

# 四、操作系统核心知识单元 及知识点







# 操作系统原理剖析思路

- ◆ 两个角度：用户角度、系统角度
- ◆ 两种方法：静态方法、动态方法
- ◆ 四种观点
  - ✓ 服务用户观点、资源管理观点
  - ✓ 系统实现观点、进程交互观点
- ◆ 围绕六个问题
  - ✓ 什么是操作系统？
  - ✓ 为什么要操作系统？
  - ✓ 操作系统是做什么的？
  - ✓ 操作系统是如何做的？
  - ✓ 操作系统是如何使用的？
  - ✓ 操作系统是如何构造的？





# 操作系统中最基础的抽象

- **进程抽象**--是对已进入主存正在运行的程序在处理器上操作的状态集的抽象。
- **虚存抽象**--是对物理主存的抽象，进程可获得一个硕大的连续地址空间来存放可执行程序和数据，可使用虚拟地址来引用物理主存单元。
- **文件抽象**--是对设备(磁盘)的抽象。





# 操作系统的三个基础抽象

OS中  
最基  
础的  
三个  
抽象

**进程抽象**

Process is the abstraction of processor

**虚存抽象**

Virtual memory is the abstraction of memory

**文件抽象**

File is the abstraction of device





# 操作系统的三个基础抽象

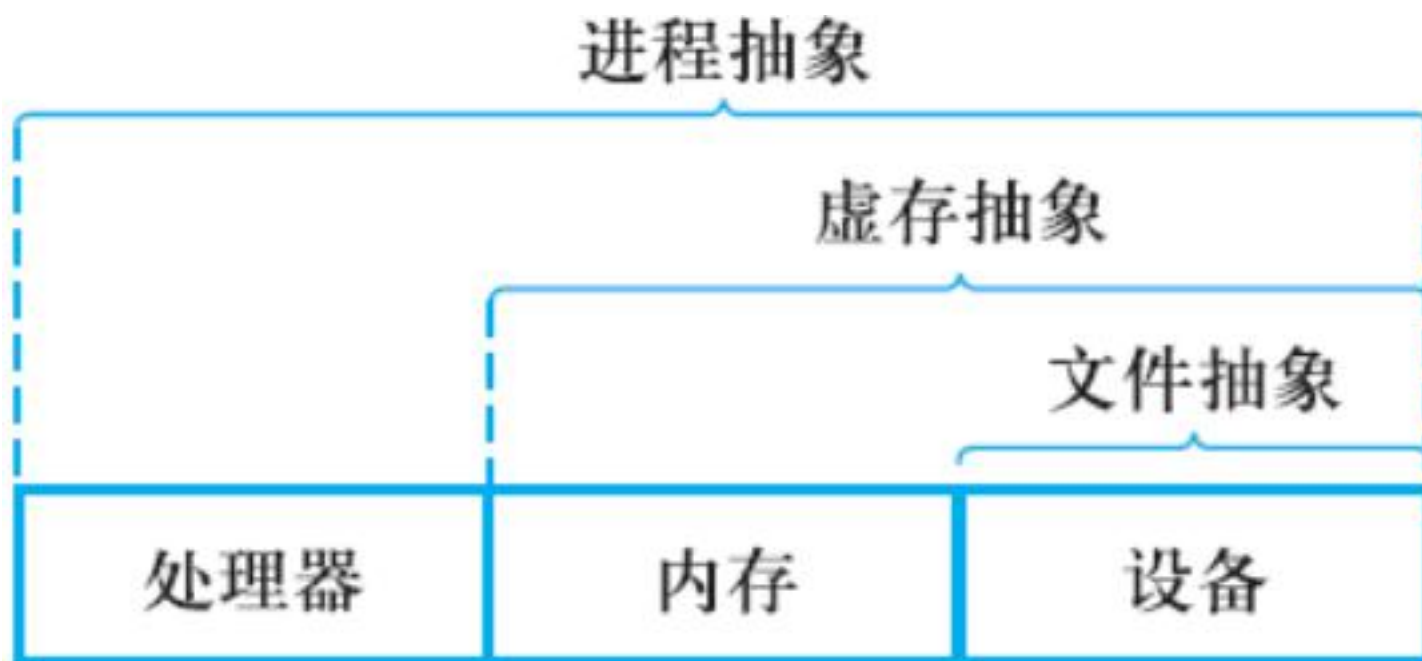


图 1-4 操作系统中的基础抽象

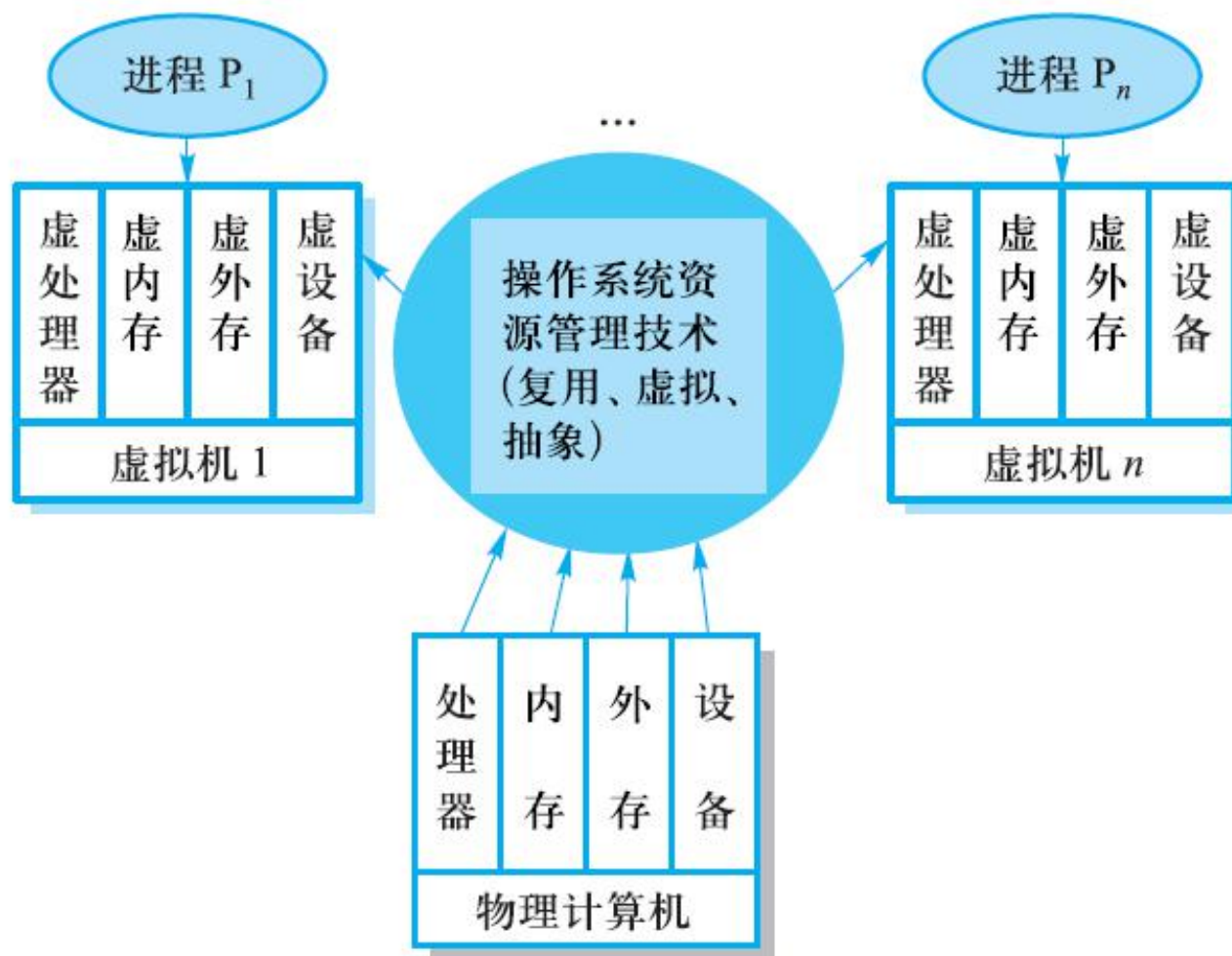


图 1-5 物理计算机仿真成虚拟计算机



# Roadmap

提高性能和利用率—  
提高CPU与I/O, I/O  
之间的并行度

多道  
程序  
设计

程序的动  
态概念

内存管理

I/O  
设备管理

Chap5

文件管理

安全与保护 Chap7, 新技术新进展 Chap8

处理器管理  
/进程抽象

固定/动态分区、  
分页/分段

I/O控制方式, 缓冲技术

设备抽象, I/O  
软件的分层

磁盘管理/调度

设备分配, 虚拟设备Spooling

虚存抽象

文件抽象

文件抽象

文件系统

文件逻辑结构

文件物理结构

文件目录,  
共享与保护

虚拟文件系统

中断技术, 系统调用, 特权指令,  
内核模式, 模式切换

进程及其实现, 多线程结构进程

处理器调度

并发进程, 同步与互斥  
(PV, 管程, 进程通信)

死锁问题, 必要条件, 预  
防, 避免, 检测和解除

Unix多级反  
馈调度算法

Unix卷结构,  
多重索引结构

Chap4

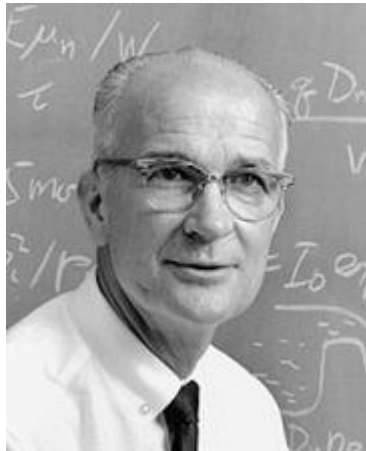
Chap3

Chap2



南京大學

NANJING UNIVERSITY



## 半导体业的大伯乐

1955年，“晶体管之父”**威廉·肖克利**（**1956年诺贝尔物理学奖**），离开贝尔实验室创建肖克利半导体实验室（旧金山湾区）



八人接受位于纽约的[仙童摄影器材公司](#)的资助，于1957年，创办了仙童半导体公司



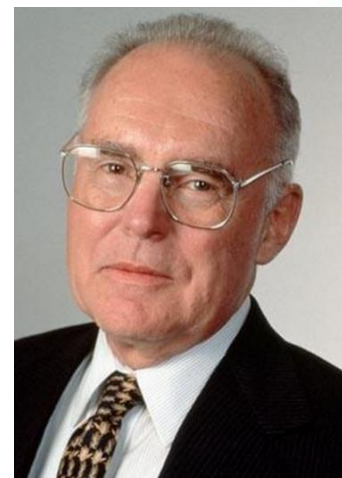
**罗伯特·诺依斯（Robert Noyce）、戈登·摩尔（Gordon Moore）、朱利亚斯·布兰克（Julius Blank）、尤金·克莱尔（Eugene Kleiner）、金·赫尔尼（Jean Hoerni）、杰·拉斯特（Jay Last）、谢尔顿·罗伯茨（Sheldon Roberts）维克多·格里尼克（Victor Grinich）**

**仙童公司是超大规模集成电路产业的黄埔军校  
“仙童半导体公司就象个成熟了的蒲公英，你一吹它，这种创业精神的种子就随风四处飘扬了”**



南京大學

NANJING UNIVERSITY



**罗伯特·诺依斯 (Robert Noyce)、戈登·摩尔 (Gordon Moore)  
+ 安迪·格鲁夫 (Andrew S. Grove) ==》 Intel公司**

朱利亚斯·布兰克 (Julius Blank)、  
尤金·克莱尔 (Eugene Kleiner)、  
金·赫尔尼 (Jean Hoerni)、  
杰·拉斯特 (Jay Last)、  
谢尔顿·罗伯茨 (Sheldon Roberts)  
维克多·格里尼克 (Victor Grinich)

桑德斯则是仙童半导体公司销售部主任，  
1969年，他带着7位  
仙童员工创办高级微  
型仪器公司 (AMD)

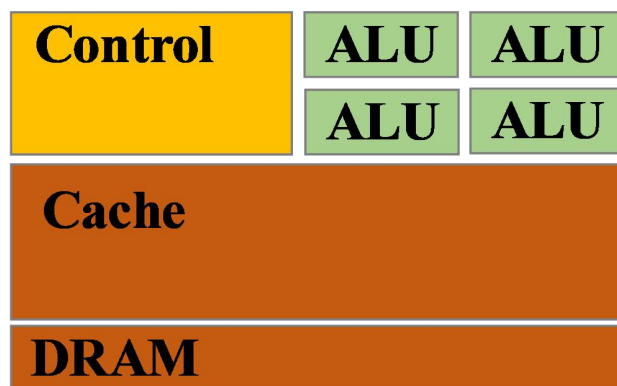
**在1969年的半导体工程师大会，400位与会者中只有24位的履历表上没有在仙童公司的工作的经历**



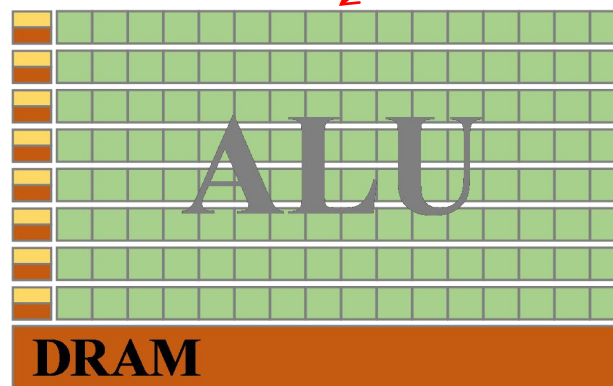
## 半导体工业的新发展

台积电	4092.33亿美元	//张忠谋
NVIDIA	3115.23亿美元	//黄仁勋
三星电子	2562.90亿美元	
Intel	2129.90亿美元	
高通	1308.45亿美元	
德州仪器	1286.63亿美元	
AMD	962.84亿美元	
意法半导体	252.43亿美元	

深度学习非常重要的硬件资源



CPU



GPU



## 半导体工业的新发展

NVIDIA（纳斯达克股票代码：NVDA）是一家人工智能计算公司。公司创立于1993年，总部位于美国加利福尼亚州圣克拉拉市。美籍华人Jensen Huang（黄仁勋）是创始人兼CEO。

1999年，NVIDIA定义了GPU，这极大地推动了PC游戏市场的发展，重新定义了现代计算机图形技术，并彻底改变了并行计算。

2017年6月，入选《麻省理工科技评论》“2017年度全球50大最聪明公司”榜单。



**黄仁勋**，1963年2月17日出生于中国台湾省台北市，1972年与家人迁往美国，后来被送往美国肯塔基州一间基督教学校就读，完成课程后迁往俄勒冈州，15岁时参加美国乒乓球公开赛，在青年组双打赛事中夺得季军。1984年于俄勒冈州立大学取得电机工程学位，其后在斯坦福大学取得硕士学位。黄仁勋曾在AMD(1983年—1985年)及LSI Logic(1985年—1993年)工作。





# 《操作系统》教学单元

<b>第一章</b>	<b>计算机操作系统概述</b>
1.1	计算机系统
1.2	计算机操作系统
1.3	深入观察操作系统
<b>第二章</b>	<b>处理器管理</b>
2.1	处理器
2.2	中断管理
2.3	进程管理
2.4	多线程技术
2.5	处理器调度
<b>第三章</b>	<b>存储管理</b>
3.1	存储管理基础
3.2	单连续分区存储管理
3.3	页式存储管理
3.4	段式存储管理

<b>第四章</b>	<b>设备管理</b>
4.1	设备管理基础
4.2	设备管理软件
4.3	独占型外围设备的分配
4.4	共享型外围设备的驱动
4.5	虚拟设备
<b>第五章</b>	<b>文件管理</b>
5.1	文件系统概述
5.2	文件的组织
5.3	文件目录
5.4	文件的共享、保护和保密
5.5	文件的使用
5.6	文件的实现
<b>第六章</b>	<b>并发程序设计</b>
6.1	并发进程
6.2	临界区管理
6.3	PV操作
6.4	管程
6.5	进程通信
6.6	死锁



## 五、操作系统考核和评分

成绩考核采取综合评定方式：

- (1) 作业(10%)，
- (2) 实验(30% 或 40%)，
- (3) 期末笔试(60% 或 50%)。



## 六、教学参考书以及与操作系统 相关的学术







# 教学参考书

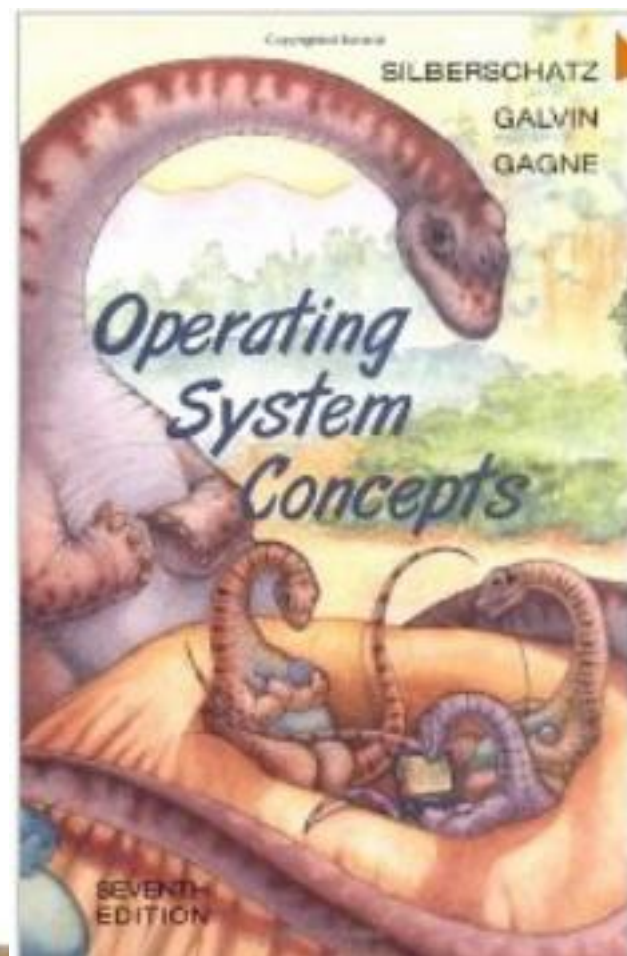
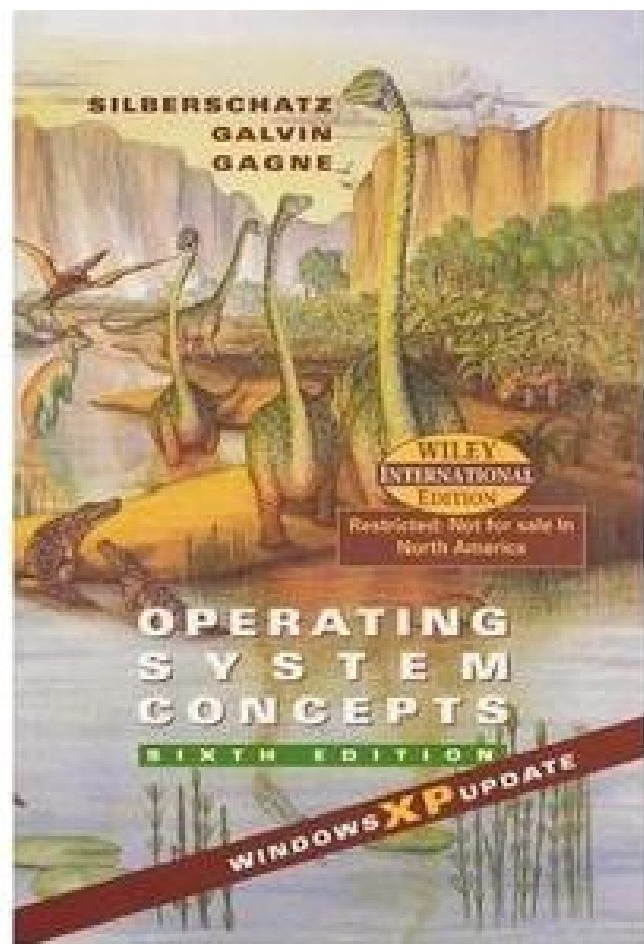
1. William Stallings. Operating Systems: Internals and Design Principles (9th edition). Prentice-Hall International Inc, 2017
2. Abraham Silberschatz. Operating System Concepts (10th Edition), Wiley, 2018
3. Andrew S. Tanenbaum. Modern Operating Systems (4th edition), Prentices Hall, 2015
4. Gary Nutt. Operating System (Third Edition). Addison-Wesley, 2003





# 教学参考书

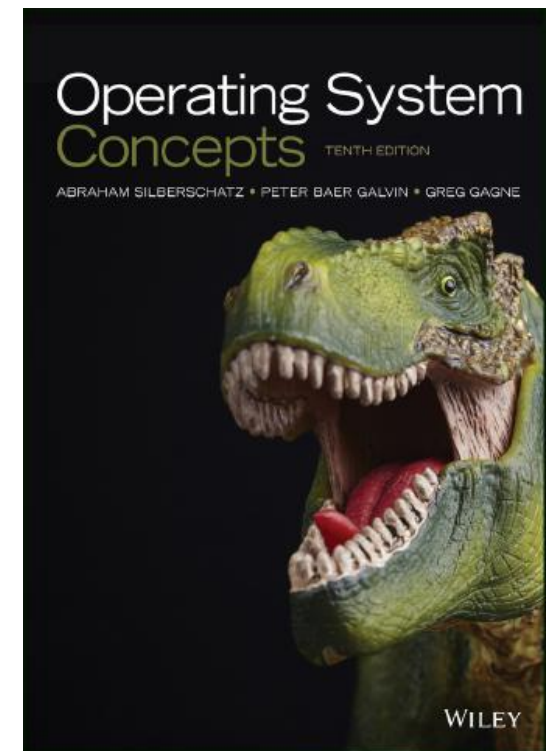
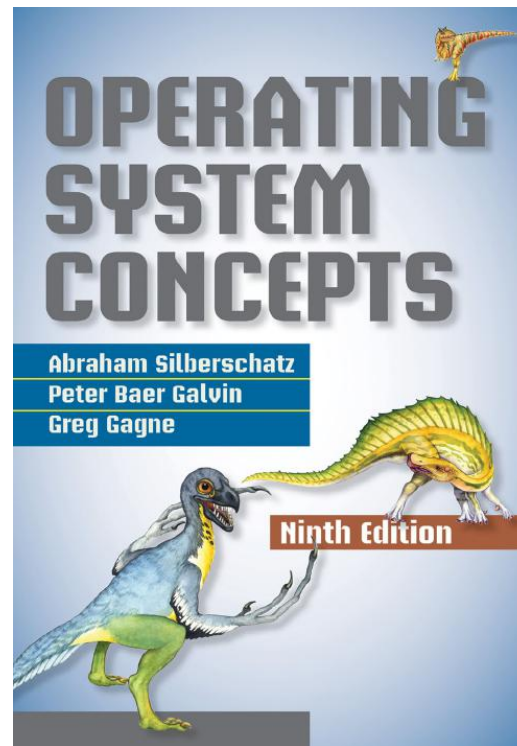
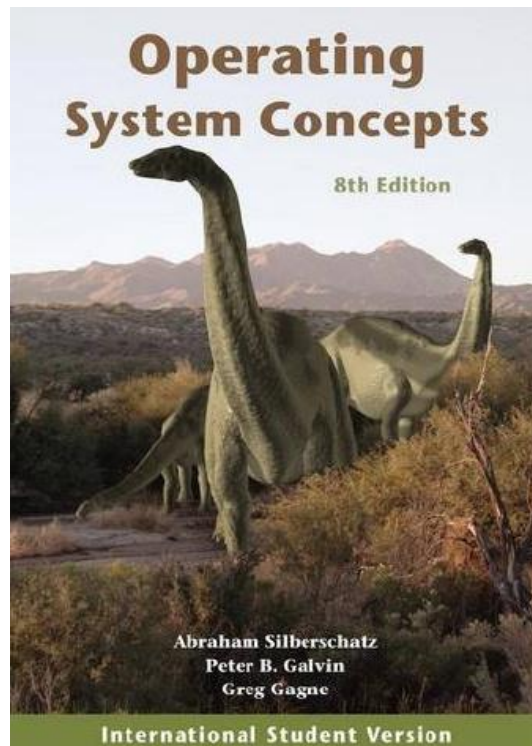
2. Abraham Silberschatz. Operating System Concepts (10th Edition). John Wiley & Sons Inc, 2017





# 教学参考书

2. Abraham Silberschatz. Operating System Concepts (10th Edition). John Wiley & Sons Inc, 2017





# 与操作系统相关的学术

- 操作系统学术机构 **ACM SIGOPS**
  - **Special Interest Group on Operating Systems (SIGOPS)**
  - <http://www.sigops.org/>
- 操作系统学术刊物 **ACM**
  - **Operating Systems Review (OSR)**
  - <http://www.sigops.org/osr.html>
- 操作系统学术会议 **OSDI**
  - **Operating Systems Design and Implementation (OSDI)**
  - <http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/conf/osdi/>
- **USENIX** | The Advanced Computing Systems Association
  - <https://www.usenix.org/>

