



王道考研系列

Review Guide of
Operating Systems
Entrance Exam

2017年

操作系统

联考复习指导

更多

计算机考研、学习交流
www.cskaoyan.com

王道论坛·组编

微信: wangdaoluntan



- 01 王道论坛是专注于计算机学生考研和就业的社区，由国内名校计算机研究生共同创办，致力于给报考计算机的考生提供帮助和指导。
- 02 “王道考研系列”融入了众多名校高分选手的智慧，以及论坛精华内容，采用“书本+在线”的学习方式，对于书中的疑难点，欢迎在论坛交流。
- 03 “王道程序员训练营”是王道团队联合技术高手，给面临就业的学生或想提升编程能力的研究生提供的线下集中式辅导。往期已有不少道友拿到一线互联网公司的Offer。



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

王道考研系列

2017 年操作系统 联考复习指导

Review Guide of Operating Systems Entrance Exam

王道论坛 组编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

《2017年操作系统联考复习指导》严格按照最新计算机统考大纲的操作系统部分，对大纲所涉及的知识进行集中梳理，力求内容精炼、重点突出、深入浅出。本书精选名校历年考研真题，并给出详细的解题思路，力求达到讲练结合、灵活掌握、举一反三的功效。通过本书“书本+在线”的学习方式和网上答疑方式，读者在使用本书时遇到的任何疑难点，都可以在王道论坛发帖与道友互动。

最近7年的统考试题命题方式越来越灵活、难度越来越大，而王道考研系列辅导书已几乎是计算机高分选手的标配，希望能给读者的考研复习带来最有力的帮助！

本书可作为考生参加计算机专业研究生入学考试的备考复习用书，也可作为计算机专业的学生学习操作系统课程的辅导用书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

2017年操作系统联考复习指导 / 王道论坛组编. —北京：电子工业出版社，2016.4
（王道考研系列）

ISBN 978-7-121-28347-5

I. ①2… II. ①王… III. ①操作系统—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. ①TP316

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第054055号

策划编辑：谭海平

责任编辑：郝黎明

印 刷：保定市中华美凯印刷有限公司

装 订：保定市中华美凯印刷有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：19.25 字数：561.6千字

版 次：2016年4月第1版

印 次：2016年4月第1次印刷

定 价：45.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

本书编委会

总 主 编:

赵 霖

副 主 编:

罗 乐 李福龙 夏俭磊 王 彪 甘海波 邢 勇 刘向阳
刘 莹 蔡飞飞

编 委:

蔡飞飞	曹鑫瑞	陈佳楠	陈敬坤	陈 骞	陈仕理	陈益康
陈振高	单飞燕	杜 祎	樊绪新	甘海波	高艾华	高 成
官水旺	郭春阳	郭 丹	郭慧丰	韩 鼎	何成伟	何建荣
何 荧	胡 凯	胡宇成	黄 敏	黄松林	黄 伟	姬玉柱
兰善伟	李福龙	李 好	李昊迪	李鹤群	李 康	李维娜
李潇奕	李玉琴	刘兵兵	刘 飞	刘红雨	刘 立	刘 浏
刘 胜	刘 伟	刘向阳	刘雪飞	刘亚男	刘 岩	刘 莹
刘正学	律岩杰	罗 乐	罗立志	骆 彬	马金晶	马林浩
马原龙	孟 倩	彭先强	乔 晶	邱 从	全文令	邵 云
沈学东	石 帅	史魁洋	史鹏宙	宋 欢	宋景凯	宋双志
谭 健	汤晓静	唐 溧	汪道亮	王宝童	王 彪	王德强
王 法	王 浪	王鹏程	王 琦	王晓政	王雨婷	王中义
卫 健	吴福怀	吴海波	吴丽林	吴 楠	夏俭磊	相 洋
肖 隆	肖任远	邢 超	邢林林	邢 勇	杨 灿	杨 培
姚超金	姚泓斌	姚 佳	余 勇	袁耀强	曾全站	张俊杰
张敏仪	张显君	张晓函	赵 冬	赵 霖	赵淑芳	赵淑芬
赵思成	赵文博	郑昌华	郑 文	郑肖雄	周广露	周 羽
朱大龙	朱晓宁	邹亚劼				

序 言

当前，随着我国经济和科技高速发展，特别是计算机科学突飞猛进的发展，对计算机相关人才，尤其是中高端人才的需求也将不断增长。硕士研究生入学考试可视为人生的第二次大考试，它是改变命运、实现自我理想的又一次机会，而计算机专业一直是高校考研的热门专业之一。

自计算机专业研究生入学考试实行统一命题以来，初试科目包含了最重要的四门基础课程（数据结构、计算机组成原理、操作系统、计算机网络），很多学生普遍反映找不到方向，复习也无从下手。倘若有一本能够指导考生如何复习的好书，必将对考生的帮助匪浅。我的学生风华他们策划和编写了这一系列的计算机专业考研辅导书，重点突出，层次分明。他们结合了自身的复习经验、理解深度以及对大纲把握程度的体会，对考生而言是很有启发和指导意义的。

计算机这门学科，任何机械式的死记硬背都是收效甚微的。在全面深入复习之后，首先对诸多知识点分清主次，并结合做题，灵活运用所掌握的知识点，再选择一些高质量的模拟试题来检测自己理解和掌握的程度，查漏补缺。这符合我执教 40 余年来一直坚持“教材—习题集—试题库”的教学体系。

从风华他们策划并组建编写团队到初稿成形，直至最后定稿，我能体会到风华和他的团队确实倾注了大量的精力。这套书的出版一定会受到广大考研学生的欢迎，它会让你在考研的路上得到强有力的帮助。



前 言

2011年，由王道论坛（www.cskaoyan.com）组织名校状元级选手，编写了4本单科辅导书。单科书是基于王道之前作品的二代作品，不论是编排方式，还是内容质量都较前一版本的王道书有了较大的提升。这套书也参考了同类优秀的教材和辅导书，更是结合了高分选手们自己的复习经验。无论是对考点的讲解，还是对习题的选择和解析，都结合了他们对专业课复习的独特见解。2016年，我们继续推出“王道考研系列”单科书，一共4本：

- 《2017年数据结构联考复习指导》
- 《2017年操作系统联考复习指导》
- 《2017年计算机组成原理联考复习指导》
- 《2017年计算机网络联考复习指导》

每一版，我们不仅会修正之前发现的全部错误，还会对考点讲解做出尽可能的优化，也重新审视论坛的交流帖，针对大家提出的疑问和建议对本书做出针对性的优化；此外还重新筛选了部分习题，尤其是对习题的解析做出了更好的改进。

当然，深入掌握专业课内容没有捷径，考生也不应怀有任何侥幸心理，扎扎实实打好基础、踏踏实实做题巩固，最后灵活致用才是高分的保障。我们只希望这套书能够指导大家复习考研，但学习还是得靠自己，高分不是建立在任何空中楼阁之上的。对于一个想继续在计算机专业领域深造的考生来说，认真学习并扎实掌握这4门计算机专业中最基础的专业课，是最基本的前提。

“王道考研系列”是计算机考生口碑相传的辅导书，自出版以来在同类书中的销量始终遥遥领先。有这么多的成功学长，我相信只要考生合理地利用好本书、并采用合理的复习方法，一定会收获属于自己的那份回报。

“王道考研系列”的特色是“书本+在线”，你在复习中遇到的任何困难，都可以在王道论坛上发帖或在QQ交流群内交流（QQ群号：346165686），欢迎读者对于书中的疑问积极交流。你的参与就是对我们最大的鼓舞，任何一个建议，我们都会认真考虑，也会针对大家的意见对本书进行修订。

“不打广告、不发证书、不包就业，专注于培养有梦想、有能力的高级码农”王道程序员训练营是王道团队举办的线下程序员魔鬼式集训。打下扎实的编程和算法基本功，培养程序员式的学习能力和学习方法，期待有梦想有追求的你加入！

予人玫瑰，手有余香，王道论坛伴你一路同行！

致 读 者

——王道单科使用方法的道友建议

我是二战考生，2012年第一次考研成绩333分（专业代码408，成绩81分），痛定思痛后决心再战。潜心复习了半年后终于以392分（专业代码408，成绩124分）考入上海交通大学计算机系，这半年里我的专业课成绩提高了43分，成了提分主力。从不达线到比较满意的成绩；从闷头乱撞到有了自己明确的复习思路，我想这也是为什么风华哥从诸多高分选手中选我给大家介绍经验的一个原因吧。

整个专业课的复习是围绕王道材料展开的，从一遍、两遍、三遍看单科书的积累提升，到做8套模拟题时的强化巩固，再到看思路分析时的醍醐灌顶。王道书能两次押中原题固然有运气成分，但这也从侧面说明他们的编写思路和选题方向与真题很接近。

下面说说我的具体复习过程：

每天划给专业课的时间是3~4小时。第一遍细看课本，看完一章做一章单科书（红笔标注错题），这一遍共持续2个月。第二遍主攻单科书（红笔标注重难点），辅看课本。第二遍看单科书和课本的速度快了很多，但感觉收获更多，常有温故知新的感觉，理解更深刻（风华注，建议这里再速看第三遍，特别针对错题和重难点。模拟题完后再跳看第四遍）。

以上是打基础阶段，注意单科书和课本我仔细精读了两遍，弄懂每个知识点和习题。大概11月上旬开始做模拟题和思路分析，期间遇到不熟悉的地方不断回头查阅单科书和课本。8套模拟题的考点覆盖得很全面，所以大家做题时如果忘记了某个知识点，千万不要慌张，赶紧回去看这个知识盲点，最后的模拟就是查漏补缺。模拟题一定要严格按考试时间去做（14:00~17:00），注意应试技巧，做完试题后再回头研究错题。算法题的最优解法不太好想，如果实在没思路，建议直接“暴力”解决，结果正确也能有10分，总比苦拼出15分来而将后面比较好拿分的题耽误了好（这是我第一年的切身教训！）。最后剩了几天看标注的错题，第三遍跳看单科书，考前一夜浏览完网络，踏实地睡着了……

考完专业课，走出考场终于长舒一口气，考试情况也胸中有数。回想这半年的复习，耐住了寂寞和诱惑，雨雪风霜从未间断跑去自习，考研这人生一站终归没有辜负我的用心良苦。佛教徒说世间万物生来平等，都要落入春华秋实的代谢中去，辩证唯物主义认为事物作为过程存在，凡是存在的终归要结束，你不去为活得多姿多彩拼搏，真到了和青春说再见时你是否会可惜虚枉了青春？风华哥说过我们都是有梦的“屌丝”，我们正在逆袭，你呢？

感谢风华大哥的信任，给我这个机会分享专业课复习经验给大家，作为一个铁杆道友在王道受益匪浅，也借此机会回报王道论坛。祝大家金榜题名！

王道程序员训练营

经常有人问我们：“为什么不考研培训？这个市场很大”？

这里，算作一个简短的回答吧。王道尊重的不是考研这个行当，而是考研学生的精神，他们的梦想，仅此而已。考研可能是部分 CS 学生实现梦想的阶段，但考研学习的内容，对 CSer 的职业生涯毕竟没有太多的帮助和意义。对于计算机专业的学生，编程基本功和学习能力才是受用终生的资本，决定了未来在技术道路上能走多远。

而王道团队也只会专注于计算机这个领域，往其纵深发展，从名校考研、到编程集训、再到求职推荐。从 2008 年初创办至今，王道创始团队，经历了从本科到考研成功，从硕士到社会历练，积累了不少经验和社会资源，但也走过不少弯路。

计算机是一个靠能力吃饭的专业。和很多现在的你们一样，当年的我们也经历过本科时的迷茫，而无非是自觉能力太弱，以致底气不足。学历只是敲门砖，同样是名校硕士，有人走上正确的方向，如鱼得水，成为 Offer 帝；有人却始终难入“编程与算法之门”，始终与好 Offer 无缘，再一次体会就业之痛，最后只能“将就”签约。即便是名校硕士，Offer 也有 8 万元人民币、15 万元人民币、20 万元人民币、25 万元人民币……三六九等。考研高分 ≠ Offer 高薪，我们更欣赏技术上的牛人。

考研结束后的日子，或许是一段难得的提升编程能力的连续完整时光，趁着还有时间，也该去弥补本科期间应掌握的能力，也是追赶与那些大牛们的差距的时候了。

你将从王道集训营获得

编程能力的迅速提升，结合项目实战，逐步打下坚实的编程基础，培养积极、主动的学习能力。动手编程为驱动的教学模式，解决你在编程、算法思维上的不足。也是为未来的深入学习提供方向指导，掌握编程的学习方法，引导进入“编程与算法之门”。

道友们在集训营里从菜鸟逐步成长，训练营中目前已有不少研究生道友陆续拿到百度、腾讯、阿里、搜狗等一线互联网公司的 Offer。这就是竞争力！

正如八期道友孟亮所言：“来了你就发现，这里无关程序员以外的任何东西，这是一个过程，一个对自己认真，对自己负责的过程”。

.....

王道集训营的优势

这里都是王道道友，他们信任王道，乐于分享与交流，纯粹。

因为都是忠实的王道道友，都曾经历过考研……集训营的住宿、生活都在一起，其乐融融，很快大家也将成为互帮互助的好朋友！相互学习对方的优点。

本科+硕士的生源。考研绝非人生唯一的出路，给自己换一条路走，去职场上好好发展或许会更好。考上研究生也并不意味着高枕无忧，人生的道路还很漫长。

王道团队皆具有扎实的编程基本功，他们用自己的态度、思维去影响集训营的道友，尽可能引导他们走上正确的发展方向……是对道友信任的回报，也是一种责任！

王道集训营只是一个平台，网罗王道论坛上有梦想、有态度的 CS 屌丝。并为他们的梦想提供土壤和圈子。始终相信那句“物竞天择 适者生存”，这里的生存并不是简简单单的活下来，而是活得有价值、活得有态度！

王道集训营的参与条件

1. 面向就业

面临就业，但编程能力偏弱的计算机相关专业学生。

大学酱油模式渡过，投简历如石沉大海，好不容易有次面试机会，又由于基础薄弱、编程太少，以至于面试时有口无言，面试结果可想而知。开始偿债吧，再不抓住当下，未来或将持续迷茫，逝去了的青春是无法复返的，这个世界上后悔药是确定没有的。

眼光和视野放长远一点吧，在这个充分竞争的技术领域，当前的能力决定了你能找一份怎样的工作，踏实的态度和学习的能力决定了你未来能走多远。

王道集训营（C/C++或安卓方向）的费用通常只有市面培训机构的一半左右，且费用四年未涨（业界良心），极大降低了参加道友的学习成本。

2. 面向硕士

提升能力，刚考上计算机相关专业的准研究生或在读研究生。

名校研究生已没有什么可以值得骄傲的资本，我们身边所看到的都是名校硕士。同为名校，为什么有人能轻松拿到百度、腾讯、阿里、微软等 Offer，年薪 15~30 万元人民币，发展前景甚好；有人却只能拿 6~10 万元人民币年薪的 Offer，在房价/物价高飞的年代，这点收入也只能月光吧。家中父母可能因有名校硕士的孩子而骄傲，可不知孩子其实在外面过得很辛苦。

来王道集训营的一些要求

• 王道是开放式网络（同类机构没有谁会开放网络的），有利有弊，我们是希望培养会积极主动学习的人，着重培养他们独立解决问题的能力，需擅于利用网络。

• 保持内在的激情和踏实态度，不需要“打鸡血”。第一次打鸡血能坚持 1 个月、第二次能坚持半个月、第三次只能坚持一周，但试想读研或工作后谁会给你“打鸡血”。

• 不要总是期待老师灌输得更多，应逐步摆脱对老师的依赖，培养积极主动的钻研能力、独立解决问题的能力，到后期更应主动去钻研、主动去解决问题。

• 随遇而安，不轻浮，保持虚心和踏实的态度，多独立思考，也要多交流。

• 坚持做笔记，多向身边优秀的道友学习，少说多做，沉浸在代码的世界中。

最后，我们并不太看重眼前的基础。始终相信：眼前哪怕基础弱一些，但只要踏踏实实努力做好，短期内也是完全可以追赶的。这也是往期集训营道友的切身经验。

目 录

第 1 章 操作系统概述	1
1.1 操作系统的基本概念	1
1.1.1 操作系统的概念	1
1.1.2 操作系统的特征	2
1.1.3 操作系统的目标和功能	3
1.1.4 本节习题精选	5
1.1.5 答案与解析	7
1.2 操作系统的发展与分类	9
1.2.1 手工操作阶段（此阶段无操作系统）	9
1.2.2 批处理阶段（操作系统开始出现）	9
1.2.3 分时操作系统	10
1.2.4 实时操作系统	10
1.2.5 网络操作系统和分布式计算机系统	11
1.2.6 个人计算机操作系统	11
1.2.7 本节习题精选	11
1.2.8 答案与解析	13
1.3 操作系统的运行环境	15
1.3.1 操作系统的运行机制	15
1.3.2 中断和异常的概念	16
1.3.3 系统调用	17
1.3.4 本节习题精选	18
1.3.5 答案与解析	21
1.4 操作系统的体系结构	24
1.4.1 大内核和微内核	24
1.4.2 本节习题精选	24
1.4.3 答案与解析	24
1.5 本章疑难点	25
第 2 章 进程管理	26
2.1 进程与线程	27
2.1.1 进程的概念和特征	27

2.1.2	进程的状态与转换	28
2.1.3	进程控制	29
2.1.4	进程的组织	31
2.1.5	进程的通信	32
2.1.6	线程概念和多线程模型	33
2.1.7	本节小结	36
2.1.8	本节习题精选	37
2.1.9	答案与解析	43
2.2	处理机调度	50
2.2.1	调度的概念	50
2.2.2	调度的时机、切换与过程	51
2.2.3	进程调度方式	52
2.2.4	调度的基本准则	52
2.2.5	典型的调度算法	53
2.2.6	本节小结	56
2.2.7	本节习题精选	57
2.2.8	答案与解析	62
2.3	进程同步	72
2.3.1	进程同步的基本概念	72
2.3.2	实现临界区互斥的基本方法	73
2.3.3	信号量	76
2.3.4	管程	79
2.3.5	经典同步问题	80
2.3.6	本节小结	86
2.3.7	本节习题精选	87
2.3.8	答案与解析	96
2.4	死锁	114
2.4.1	死锁的概念	114
2.4.2	死锁的处理策略	115
2.4.3	死锁预防	116
2.4.4	死锁避免	117
2.4.5	死锁检测和解除	120
2.4.6	本节小结	121
2.4.7	本节习题精选	122
2.4.8	答案与解析	128
2.5	本章疑难点	136
第3章 内存管理		140
3.1	内存管理概念	141

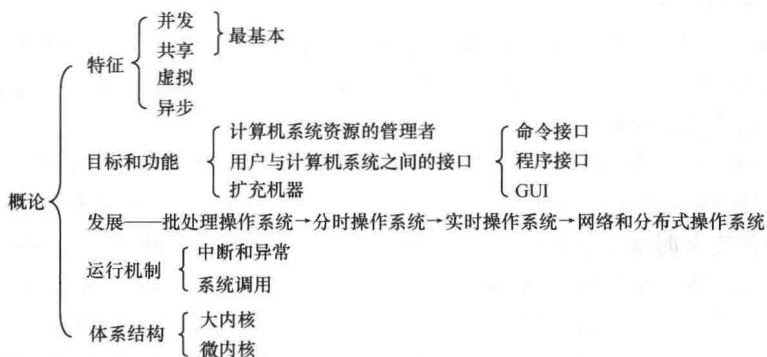
3.1.1	内存管理的概念	141
3.1.2	覆盖与交换	144
3.1.3	连续分配管理方式	145
3.1.4	非连续分配管理方式	148
3.1.5	本节小结	155
3.1.6	本节习题精选	156
3.1.7	答案与解析	164
3.2	虚拟内存管理	175
3.2.1	虚拟内存的基本概念	175
3.2.2	请求分页管理方式	177
3.2.3	页面置换算法（决定应该换入哪页换出哪页）	178
3.2.4	页面分配策略	181
3.2.5	抖动	182
3.2.6	工作集	183
3.2.7	地址翻译	183
3.2.8	本节小结	185
3.2.9	本节习题精选	186
3.2.10	答案与解析	194
3.3	本章疑难点	206
第4章	文件管理	208
4.1	文件系统基础	209
4.1.1	文件的概念	209
4.1.2	文件的逻辑结构	212
4.1.3	目录结构	214
4.1.4	文件共享	217
4.1.5	文件保护	219
4.1.6	本节小结	220
4.1.7	本节习题精选	221
4.1.8	答案与解析	225
4.2	文件系统实现	228
4.2.1	文件系统层次结构	228
4.2.2	目录实现	230
4.2.3	文件实现	230
4.2.4	本节小结	235
4.2.5	本节习题精选	236
4.2.6	答案与解析	242
4.3	磁盘组织与管理	248
4.3.1	磁盘的结构	248

4.3.2	磁盘调度算法	249
4.3.3	磁盘的管理	252
4.3.4	本节小结	253
4.3.5	本节习题精选	253
4.3.6	答案与解析	256
4.4	本章疑难点	260
第 5 章	输入/输出 (I/O) 管理	262
5.1	I/O 管理概述	263
5.1.1	I/O 设备	263
5.1.2	I/O 控制方式	263
5.1.3	I/O 子系统的层次结构	266
5.1.4	本节小结	268
5.1.5	本节习题精选	269
5.1.6	答案与解析	272
5.2	I/O 核心子系统	275
5.2.1	I/O 子系统概述	275
5.2.2	I/O 调度概念	275
5.2.3	高速缓存与缓冲区	276
5.2.4	设备分配与回收	279
5.2.5	SPOOLing 技术 (假脱机技术)	281
5.2.6	本节小结	282
5.2.7	本节习题精选	283
5.2.8	答案与解析	287
5.3	本章疑难点	292
参考文献		293

【考纲内容】

- (一) 操作系统的概念、特征、功能和提供的服务
- (二) 操作系统的发展与分类
- (三) 操作系统的运行环境
 1. 内核态与用户态
 2. 中断、异常
 3. 系统调用
- (四) 操作系统体系结构

【知识框架】



【复习提示】

本章是操作系统的概述，读者应通过对本章的学习初步了解操作系统课程的框架。本章内容通常以选择题的形式考查，操作系统的功能、运行环境和提供的服务是考查的重点。2015 年的操作系统考题，比 2014 年更为复杂，但本质上同样要求考生能在宏观上把握操作系统各个部分的功能，微观上掌控细微的知识点。所以，读者在复习操作系统时，先在大体框架形成后，通过反复做题巩固完善知识体系，最后把操作系统的所有内容串联成一个整体。本章内容有助于读者对操作系统形成一个整体上的初步认识，为后面各个章节知识点的展开奠定基础，进而关系到对课程的整体把握。读者勿因本章内容在历年考题中比例不高而忽视本章内容。

1.1 操作系统的基本概念

1.1.1 操作系统的概念

在信息化时代，软件被称为计算机系统的灵魂。而作为软件核心的操作系统，已经与现代计



计算机系统密不可分、融为一体。计算机系统自下而上可粗分为四个部分：硬件、操作系统、应用程序和用户（这里的划分与计算机组成原理的分层不同）。操作系统管理各种计算机硬件，为应用程序提供基础，并充当计算机硬件与用户之间的中介。

硬件，如中央处理器、内存、输入/输出设备等，提供了基本的计算资源。应用程序，如字处理程序、电子制表软件、编译器、网络浏览器等，规定了按何种方式使用这些资源来解决用户的计算问题。操作系统控制和协调各用户的应用程序对硬件的分配与使用。

在计算机系统的运行过程中，操作系统提供了正确使用这些资源的方法。

综上所述，操作系统（Operating System, OS）是指控制和管理整个计算机系统的硬件和软件资源，并合理地组织调度计算机的工作和资源的分配，以提供给用户和其他软件方便的接口和环境的程序集合。计算机操作系统是随着计算机研究和应用的发展逐步形成并发展起来的，它是计算机系统中最基本的系统软件。

1.1.2 操作系统的特征

操作系统是一种系统软件，但与其他系统软件和应用软件有很大的不同，它有自己的特殊性即基本特征。操作系统的基本特征包括并发、共享、虚拟和异步。这些概念对理解和掌握操作系统的核心至关重要，将一直贯穿于各个章节中。

1. 并发（Concurrency）

并发是指两个或多个事件在同一时间间隔内发生。操作系统的并发性是指计算机系统中同时存在多个运行着的程序，因此它具有处理和调度多个程序同时执行的能力。在操作系统中，引入进程的目的是使程序能并发执行。

注意同一时间间隔（并发）和同一时刻（并行）的区别。在多道程序环境下，一段时间内，宏观上有多道程序在同时执行，而在每一时刻，单处理机环境下实际仅能有一道程序执行，故微观上这些程序还是在分时地交替执行。操作系统的并发性是通过分时得以实现的。

注意，并行性是指系统具有可以同时进行运算或操作的特性，在同一时刻完成两种或两种以上的工作。并行性需要有相关硬件的支持，如多流水线或多处理机硬件环境。

我们以现实生活中直观的例子来认识并发和并行的区别：比如你在 9:00~9:10 仅吃面包，在 9:10~9:20 仅写字，9:20~9:30 仅吃面包，9:30~10:00 仅写字，那么在 9:00~10:00 间吃面包和写字两个行为就是并发执行；再如，你在 9:00~10:00，右手在写字，左手同时拿着面包吃，那么这两个动作就是并行执行。

2. 共享（Sharing）

资源共享即共享，是指系统中的资源可供内存中多个并发执行的进程共同使用。共享可分为以下两种资源共享方式：

（1）互斥共享方式

系统中的某些资源，如打印机、磁带机，虽然它们可以提供给多个进程使用，但为使所打印或记录的结果不致造成混淆，应规定在一段时间内只允许一个进程访问该资源。

为此，当进程 A 访问某资源时，必须先提出请求，如果此时该资源空闲，系统便可将之分配给进程 A 使用，此后若再有其他进程也要访问该资源时（只要 A 未用完）则必须等待。仅当进程 A 访问完并释放该资源后，才允许另一进程对该资源进行访问。我们把这种资源共享方式称为互斥式共享，而把在一段时间内只允许一个进程访问的资源称为临界资源或独占资源。计算



机系统中的大多数物理设备，以及某些软件中所用的栈、变量和表格，都属于临界资源，它们都要求被互斥地共享。

(2) 同时访问方式

系统中还有另一类资源，允许在一段时间内由多个进程“同时”对它们进行访问。这里所谓的“同时”往往是宏观上的，而在微观上，这些进程可能是交替地对该资源进行访问即“分时共享”。典型的可供多个进程“同时”访问的资源是磁盘设备，一些用重入码编写的文件也可以被“同时”共享，即若干个用户同时访问该文件。

要注意到，互斥共享，是因为一种资源在一段时间内（哪怕是一段很小的时间）只能满足一个请求，否则就会出现严重的问题（如打印机，第一行打印 A 文档的内容，第二行打印 B 文档的内容，你能想象是什么效果吗？）。而同时访问的共享，通常要求，一个请求分几个时间片段间隔地完成的效果，与连续完成的效果相同。

并发和共享是操作系统两个最基本的特征，这两者之间又是互为存在条件的：①资源共享是以程序的并发为条件的，若系统不允许程序并发执行，则自然不存在资源共享问题；②若系统不能对资源共享实施有效的管理，也必将影响到程序的并发执行，甚至根本无法并发执行。

3. 虚拟 (Virtual)

虚拟是指把一个物理上的实体变为若干个逻辑上的对应物。物理实体（前者）是实的，即实际存在的；而后者是虚的，是用户感觉上的事物。用于实现虚拟的技术，称为虚拟技术。在操作系统中利用了多种虚拟技术，分别用来实现虚拟处理器、虚拟内存和虚拟外部设备等。

在虚拟处理器技术中，是通过多道程序设计技术，让多道程序并发执行的方法，来分时使用一个处理器的。此时，虽然只有一个处理器，但它能同时为多个用户服务，使每个终端用户都感觉有一个中央处理器（CPU）在专门为它服务。利用多道程序设计技术，把一个物理上的 CPU 虚拟为多个逻辑上的 CPU，称为虚拟处理器。

类似地，可以通过虚拟存储器技术，将一台机器的物理存储器变为虚拟存储器，以便从逻辑上来扩充存储器的容量。当然，这时用户所感觉到的内存容量是虚的。我们把用户所感觉到的存储器（实际是不存在的）称为虚拟存储器。

还可以通过虚拟设备技术，将一台物理 I/O 设备虚拟为多台逻辑上的 I/O 设备，并允许每个用户占用一台逻辑上的 I/O 设备，这样便可以使原来仅允许在一段时间内由一个用户访问的设备（即临界资源），变为在一段时间内允许多个用户同时访问的共享设备。

因此，操作系统的虚拟技术可归纳为：时分复用技术，如处理器的分时共享；空分复用技术，如虚拟存储器（注：学到后续内容再慢慢领悟）。

4. 异步 (Asynchronism)

在多道程序环境下，允许多个程序并发执行，但由于资源有限，进程的执行不是一贯到底，而是走走停停，以不可预知的速度向前推进，这就是进程的异步性。

异步性使得操作系统运行在一种随机的环境下，可能导致进程产生与时间有关的错误（就像对全局变量的访问顺序不当会导致程序出错一样）。但是只要运行环境相同，操作系统必须保证多次运行进程，都获得相同的结果。

1.1.3 操作系统的目标和功能

为了给多道程序提供良好的运行环境，操作系统应具有以下几方面的功能：处理机管理、存