

操作系统原理 学习指导与题解

何炎祥 主编

- ◆ 知识要点阐释
- ◆ 题例分析解答
- ◆ 考研实战模拟

华中科技大学出版社



21 世纪计算机及相关专业课程学习辅导系列

操作系统原理

学习指导与题解

主编 何炎祥

编者 何炎祥 朱晓峰

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

操作系统原理学习指导与题解/何炎祥 主编
武汉:华中科技大学出版社,2003年2月
ISBN 7-5609-2872-2

I. 操…
II. ①何… ②朱…
III. 操作系统-高等学校-学习参考资料
IV. TP316

操作系统原理学习指导与题解

何炎祥 主编

责任编辑:叶见欣

封面设计:潘 群

责任校对:陈元玉

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:787×960 1/16

印张:15.5

字数:264 000

版次:2003年2月第1版

印次:2003年2月第1次印刷

印数:1—5 000

ISBN 7-5609-2872-2/TP·493

定价:18.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是为计算机及相关专业学生编写的“操作系统原理”课程的学习指导用书。本书是作者根据多年教学经验并参考多种《操作系统原理》教材编写而成的,旨在帮助读者加深对“操作系统原理”课程知识要点的理解与掌握,提高分析问题和解决问题的能力。

全书分为 13 章,分别是操作系统概述、进程描述与控制、并发控制、死锁处理、内存管理、处理机调度、I/O 设备管理、文件管理、分布计算、分布式进程管理、操作系统安全性和操作系统设计原则。各章分为重点与难点、例题解答和自测练习三部分,内容涵盖了整个《操作系统原理》教材的知识和主要内容,最后还给出了 5 套模拟试题及解答供练习之用。

本书可与华中科技大学出版社出版的“面向 21 世纪计算机专业本科系列教材”中的《操作系统原理》配套,可作为高等院校计算机专业及相关专业本、专科师生的“操作系统原理”课程的教学参考书,也可供参加自学考试、硕士研究生入学考试的各类人员及计算机应用技术人员参考。

前言

“操作系统原理”是高等院校计算机及其相关专业的一门重要的主干课程。该课程的主要目的是使学生了解并掌握计算机操作系统的原理、结构以及基本实现方法。计算机操作系统是非常重要的系统软件，学好这门课程有助于提高对计算机系统的了解，并为以后进行较深层次的软件研制与开发打下坚实的基础。

本书是为计算机及其相关专业学生编写的操作系统课程的学习指导用书。编者参考了当前各种版本的操作系统教材，结合多年的教学经验，对操作系统的知识要点进行了分析总结，并给出了各种典型例题及解答，以帮助学生加深对知识要点的理解。为了使学生加深对具体操作系统的了解，本书还对当前流行的几种操作系统——Unix System V、Windows NT、IBM MVS 和 Linux 的相关知识做了一些简要的介绍。

全书共分 13 章，分别是操作系统概述、进程描述与控制、并发控制、死锁处理、内存管理、处理机调度、I/O 设备管理、文件管理、分布计算、分布式进程管理、操作系统安全性和操作系统设计原则。章节编排与《操作系统原理》教材相似，各章分为重点与难点、例题解答和自测练习三部分，内容涵盖了整个《操作系统原理》教材的知识面和主要内容。最后还给出了 5 套模拟试题及解答供练习之用。

本书由何炎祥主编，朱骁峰参与编写。在本书编写过程中得到了华中科技大学出版社的大力支持，书中还引用了一些专家学者的成果，在此谨表衷心的感谢。

由于时间仓促，而且编者水平所限，书中的错误与疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2002 年 7 月于武昌珞珈山

目 录

第 1 章 操作系统概述	(1)
1.1 重点与难点	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 知识要点	(2)
1.1.3 系统实例	(6)
1.2 例题解答	(6)
1.3 自测练习	(12)
1.4 自测练习答案	(14)
第 2 章 进程描述与控制	(15)
2.1 重点与难点	(15)
2.1.1 概述	(15)
2.1.2 知识要点	(15)
2.1.3 系统实例	(18)
2.2 例题解答	(19)
2.3 自测练习	(24)
2.4 自测练习答案	(25)
第 3 章 并发控制	(27)
3.1 重点与难点	(27)
3.1.1 概述	(27)
3.1.2 知识要点	(28)
3.1.3 系统实例	(32)
3.2 例题解答	(34)
3.3 自测练习	(56)
3.4 自测练习答案	(59)



第4章 死锁处理	(63)
4.1 重点与难点	(63)
4.1.1 概述	(63)
4.1.2 知识要点	(63)
4.1.3 系统实例	(68)
4.2 例题解答	(68)
4.3 自测练习	(76)
4.4 自测练习答案	(79)
第5章 内存管理	(81)
5.1 重点与难点	(81)
5.1.1 概述	(81)
5.1.2 知识要点	(82)
5.1.3 系统实例	(88)
5.2 例题解答	(89)
5.3 自测练习	(99)
5.4 自测练习答案	(102)
第6章 处理机调度	(105)
6.1 重点与难点	(105)
6.1.1 概述	(105)
6.1.2 知识要点	(105)
6.1.3 系统实例	(109)
6.2 例题解答	(110)
6.3 自测练习	(117)
6.4 自测练习答案	(119)
第7章 I/O 设备管理	(121)
7.1 重点与难点	(121)
7.1.1 概述	(121)
7.1.2 知识要点	(122)
7.1.3 系统实例	(126)
7.2 例题解答	(126)
7.3 自测练习	(133)



7.4 自测练习答案	(134)
第 8 章 文件管理	(136)
8.1 重点与难点	(136)
8.1.1 概述	(136)
8.1.2 知识要点	(137)
8.1.3 系统实例	(141)
8.2 例题解答	(142)
8.3 自测练习	(145)
8.4 自测练习答案	(147)
第 9 章 分布计算	(149)
9.1 重点与难点	(149)
9.1.1 概述	(149)
9.1.2 知识要点	(150)
9.2 例题解答	(152)
9.3 自测练习	(155)
9.4 自测练习答案	(156)
第 10 章 分布式进程管理	(158)
10.1 重点与难点	(158)
10.1.1 概述	(158)
10.1.2 知识要点	(159)
10.2 例题解答	(161)
10.3 自测练习	(167)
10.4 自测练习答案	(168)
第 11 章 操作系统的安全性	(171)
11.1 重点与难点	(171)
11.1.1 概述	(171)
11.1.2 知识要点	(172)
11.1.3 系统实例	(176)
11.2 例题解答	(176)
11.3 自测练习	(179)
11.4 自测练习答案	(181)



第 12 章 操作系统设计原则.....	(183)
12.1 重点与难点.....	(183)
12.1.1 概述.....	(183)
12.1.2 知识要点.....	(183)
12.2 例题解答.....	(184)
12.3 自测练习.....	(186)
12.4 自测练习答案.....	(188)
第 13 章 综合测试.....	(190)
模拟试题 I.....	(190)
模拟试题 I 参考答案.....	(192)
模拟试题 II.....	(194)
模拟试题 II 参考答案.....	(197)
模拟试题 III.....	(200)
模拟试题 III 参考答案.....	(203)
模拟试题 IV.....	(208)
模拟试题 IV 参考答案.....	(210)
模拟试题 V.....	(213)
模拟试题 V 参考答案.....	(216)
附录	
思考题.....	(219)
思考题参考答案.....	(227)
参考文献.....	(235)

第 1 章

操作系统概述

1.1 重点与难点

1.1.1 概述

操作系统（OS）是由一系列程序模块组成的，其最基本的功能是资源管理。它管理处理机、内存、I/O 设备和数据等。操作系统的功能通常是由软件来实现的。近年来也采用了由固件来实现的新技术，即把某些经常使用的程序模块的源代码指令固化在高速存储器中，从而提高了处理能力。

操作系统发展至今已有 30 多年。设计操作系统主要有两个目的：第一，为程序的开发和执行提供一个方便的环境；第二，为保证计算机系统顺利执行，操作系统将对各个计算活动进行调度。

操作系统的形成和发展是与计算机硬件发展密切相关的。从最初的手工操作开始，相继产生了批处理系统、执行系统、多道程序系统、多道批处理系统、分时系统和实时系统等。反过来，操作系统的发展又促进了硬件的发展。分时系统之前的系统主要解决资源的合理利用问题，而分时系统的着眼点在于为用户提供良好的工作环境，这大大推动了计算机的应用和普及。

操作系统提供了大量的服务，在最低层是系统调用，多为运行的程序直接调用；在较高层，命令解释程序通过命令的形式为用户提供请求服务的机制，这些命令来自卡片（批处理）或直接来自终端交互式系统或分时系统。系统程序提供了能满足用户请求的另一种机制。

请求的层次不同，其类型也不同，在系统调用层必须提供基本功能，如进程控制和文件管理、设备管理等。较高层的请求由命令解释程序或系统程序满足，它们被翻译成一系列系统调用。所以最终都是由系统调用实现的。系统服务可分



成若干类型：程序控制、状态请求、I/O 请求等，程序错误可看做是隐式的服务请求。

多处理机系统是近几年发展起来的，特别是局部网络和分布式系统，对扩大计算机的应用，丰富计算机理论有重大推动作用。

现在是大型机、小型机和微型机并举的局面，尤其是微型机、超级微型机的发展速度非常快。在 16 位、32 位微型机上，Windows 操作系统占据统治地位。而中、小型计算机的操作系统和部分高档微机的操作系统则以 Unix 操作系统为主。

1.1.2 知识要点

1. 操作系统的有关概念

(1) 操作系统

操作系统是计算机用户和计算机硬件之间的接口程序模块，是计算机系统的核心控制软件。其职能是控制和管理系统内各种资源，有效地组织多道程序的运行，为用户提供良好的工作环境，达到使用方便、资源分配合理、安全可靠等目的。简而言之，操作系统的作用就是提供人机交互界面，组织和管理系统资源。

(2) 操作系统的作用

操作系统提供了程序执行的环境。这种环境是通过它所提供的各种服务设施来体现的。这些服务主要有：

- ① 程序执行。装入并执行程序（含排错）。
- ② I/O 操作。执行所有的读、写及相关的操作。
- ③ 文件系统管理。允许用户创建、删除、打开、关闭、修改文件等。
- ④ 错误检测。检测并报告 CPU、硬件、指令、设备等的错误。

另外，还有一些服务是用来使系统本身有效运行的。主要有：

- ① 资源分配。管理多种不同类型的资源，为多个用户和作业分配资源。
- ② 记账。统计用户使用资源情况。
- ③ 保护。对信息及作业加以适当控制。

(3) 系统调用

操作系统通过系统调用来实现基本的服务。系统调用可粗略地分为三类：进程及作业控制；设备及文件管理；信息管理。

(4) 促进操作系统发展的因素

操作系统的发展受到多方面因素的影响，首先是硬件的发展，为操作系统的发展提供了物质基础；其次是新的服务要求，人们在使用任何软件时总会感



到这样或那样的不足，就会提出更高的要求，这成为操作系统发展的动力之一；最后，软件总是存在各种错误，对错误的修正也从客观上促使了操作系统的发展。

2. 操作系统的演变

操作系统并不是一开始就存在的，它有一个产生和演变的历史过程。在 20 世纪 40 年代末到 50 年代中期，操作系统还未出现，程序员直接与硬件接触。这个时期的系统有两个问题：一是，上机要事先预约机器时间，人们必须估计自己的程序大概要多少时间；二是，启动时间过长，操作相当繁琐且容易出错。这两个问题会对珍贵的机器时间资源造成巨大的浪费。

(1) 简单批处理系统

简单批处理系统就是人们为了解决上述矛盾而开发出来的。其中心思想是，通过应用一种被称为监视器的软件，使用户不必再直接接触机器，而是先通过卡片机和纸带机向计算机控制器提交作业，由监视器将作业组织在一起构成一批作业，然后将整批作业放入由监视器管理的输入设备上，每当一个程序执行完毕返回监视器时，监视器已自动装入下一个程序。此时的操作系统只是一个简单的计算机程序，它需要一些硬件的支持，如存储器保护、计时器、特权指令和中断等，其缺点是处理器常常闲置，因为 I/O 设备的执行速度比处理器慢得多。

监视器软件的主要部分有：控制卡解释程序、设备驱动程序和装配程序。

(2) 多道程序批处理系统

操作系统进一步向前发展，这时出现了多道程序批处理系统。其设计思想是存储空间中有一个操作系统和多个用户程序，当一个作业等待 I/O 时，处理器可转向另一个作业，这样就不必等待 I/O，它是现代操作系统的主旋律。同简单批处理系统一样，多道程序批处理系统也需要中断和 DMA 等硬件支持。

(3) 分时系统

使用多道程序批处理技术大大提高了系统的效率，但是，这个系统的人机交互性并不好，这是分时系统得以发展的动因。分时系统的基本思想是让多个用户同时通过终端使用系统，而操作系统则在系统内部处理用户程序。

分时系统和多道程序批处理系统都使用了多道程序设计技术。其关键的不同之处如表 1.1 所示。

表 1.1 多道程序批处理系统与分时系统

	多道程序批处理系统	分时系统
策略目标	使处理机使用率最高	使响应时间最小
指令源	作业控制语言提供	在终端上键入命令



(4) 实时系统

实时系统是在响应时间方面有严格制约的专用系统。实时系统与分时系统的区别在于：在分时系统中，快速响应是需要的，但不是必须的；在实时系统中，处理事务必须在适合于此系统的特定时间限额内完成。

3. 操作系统的主要成就

操作系统是现有软件系统中最复杂的软件之一。Denning 认为，到目前为止，在操作系统的研究开发方面主要取得了进程、内存管理、信息保护与安全、调度与资源管理和系统结构等五项成就。

(1) 进程

进程是一个执行的程序，能分配给处理器并在其上执行的实体。它是操作系统的基础。进程由三部分组成：一个可执行的程序；该程序所需的相关数据(变量、工作空间，缓冲区等)；该程序的执行上下文(Context)。进程可以看做是一个数据结构。进程既可以被执行，又可以等待执行。进程的整个状态都保存在其上下文中。可以扩展进程的上下文以允许加入新的信息。

(2) 存储器管理

存储器管理是应用户的使用要求和管理员的管理要求而产生的。操作系统对存储器的管理应遵循以下五个原则：

- ① 进程隔离。
- ② 自动分配和管理。
- ③ 支持组件编程。
- ④ 长时间存储。
- ⑤ 保护和存取控制。

操作系统用虚拟存储器(Virtual Memory)和文件系统来满足上述要求。虚拟存储器允许程序以逻辑方法来寻址，而不用考虑物理上可获得的内存大小。这在内存管理一章有更详细的介绍。

(3) 信息保护与安全

安全是指一个信息系统能保证信息的保密性、完整性和可用性的能力。在安全机制的实施方面通常主要考虑对计算机系统和存储在其中的信息的存取控制。与操作系统安全有关的工作主要有访问控制、信息流控制和确认三类。

(4) 调度和资源管理

调度和资源管理是操作系统的核心任务之一，资源分配和调度策略都必须考虑三个因素：公平性、不同敏感性和效率。调度模块是操作系统的关键组件。

操作系统自诞生以来，其大小和复杂性都在不断增加，进而促使人们开始重视操作系统的软件结构。认识到软件必须组件化，对于庞大的操作系统来说，还



要用到体系结构分层和信息抽象技术。现代操作系统的体系结构分层是根据其复杂性以及抽象的水平来分离功能的。可以将系统看成一个分层结构，每层完成操作系统要求的一个功能子集，每层都依赖紧挨着的较低一层的功能，并且为较高层提供服务。

4. 操作系统的主要研究课题

操作系统的主要研究课题及其关系如图1.1所示。

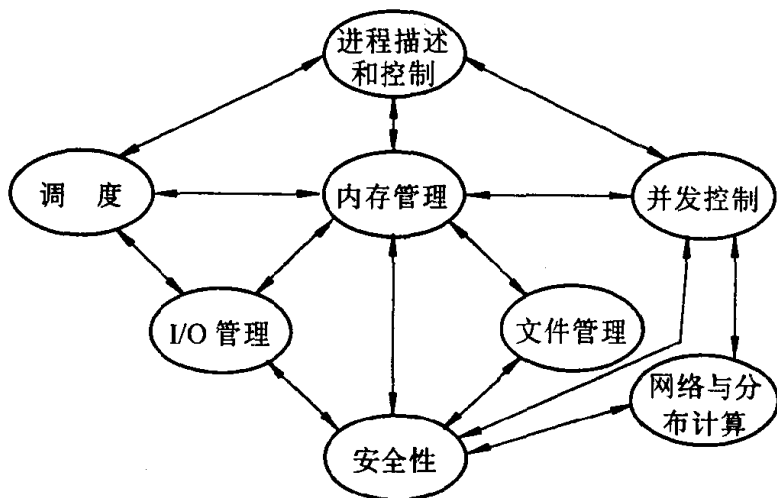


图 1.1

5. 操作系统的其他技术和概念

(1) SPOOLing 技术

SPOOLing 是“Simultaneous Peripheral Operation On Line”的缩写。SPOOLing 技术将磁盘作为大容量辅助存储器供存取(输入/输出)数据用。其主要用途是防止两个(或多个)用户将各自的信息交叉地输入到打印机上，发生交叉打印的情况。它也有助于减少 I/O 设备和 CPU 的空闲时间。

(2) 缓冲

开辟一片辅助的存储区用作输入/输出时的缓冲区，使 CPU 不再总是直接与 I/O 设备本身打交道。输入时，在 CPU 需要数据之前，就把数据读到缓冲区，需要时，CPU 可直接存取缓冲区中的数据。输出时，CPU 先把输出信息送入缓冲区，而在 I/O 设备打印输出缓冲区的内容时，CPU 又可做其他工作。

(3) 设备独立性

设备独立性是指系统允许一种(台)输入/输出设备被另一种输入/输出设备所替换且无需修改用户程序。

(4) 中断、中断向量



中断是由设备通过控制线（而不是数据线）向 CPU 发送的一种信号，以指明此时需要某种服务。中断向量就是一个包含每个中断处理程序开始地址的表格。I/O 请求与 I/O 中断的联系在于当一个 I/O 请求完成时引起一次 I/O 中断。

(5) DMA

DMA (Direct Memory Access) 允许不经 CPU 干预就可在 I/O 设备与主存储器之间传递数据。这种传递是在 CPU 指令执行期间进行的（称为“交叉”执行）。

1.1.3 系统实例

系统实例的详细信息可以参考课本^[1]中 1.4 节的介绍。

1.2 例题解答

例 1-1 操作系统的主要目标是什么？

解 操作系统的主要目标是：

(1) 为计算机用户提供一个良好的环境，使其能以方便、有效的方式在计算机硬件上执行程序。

(2) 根据解决某给定问题的需要来分配计算机的各种资源。而且，这种分配应尽可能公平、有效。

(3) 作为控制程序，它有如下两种主要功能。

① 监控用户程序的执行以避免发生各种错误和对计算机系统的不合理使用；

② 对 I/O 设备的操作和控制的管理。

(4) 合理地组织计算机系统的工作流程，以改善系统的性能。

例 1-2 列出人们早期在计算机上运行一个程序所必须经过的步骤。

解 人们早期在计算机上运行一个程序必须经过以下四个步骤：

(1) 预约机器时间；

(2) 将程序手工装入内存；

(3) 指定开始地址，启动程序运行；

(4) 从控制台上监控程序的执行。

例 1-3 设计操作系统时是需要一些硬件支持的，试给出在设计一个操作系统时的三种（或三种以上）硬件支持。

[1] 见参考文献 1



解 设计一个操作系统需要以下硬件支持:

- (1) 监控态 / 管态;
- (2) 特权指令;
- (3) 定时器;
- (4) 内存保护机制。

例 1-4 直到出现直接存取内存通道之后, 多道程序概念才变为有用的。解释这是为什么?

解 以前外围 I/O 设备与主存间的数据传递一直是直接由 CPU 控制的。直接存取内存通道的出现, 为 I/O 设备与主存间提供了一个直接的接口, 这样就可让 CPU 去执行更为重要的任务, 从而为 CPU 执行多道程序提供了基础。

例 1-5 在一个多道程序和分时环境中, 若干用户同时共享系统, 就有可能导致所谓的“安全性”问题。

- (1) 试举出几个这样的问题。
- (2) 我们能保证共享系统和早期的计算机系统会有同样的安全度吗?

解 (1) 窃取或复制他人的程序或数据、不适当地使用系统资源 (CPU、内存、硬盘空间、外设) 等将有可能导致所谓的“安全性”问题。

(2) 我们不能保证共享系统和早期的计算机系统具有同样的安全度, 因为人们常常难以避免会违反自己所设计的保护方案, 而且保护方案越复杂就越难保证能正确地实现它。

例 1-6 某些早期系统将操作系统存放在用户和操作系统都不能修改的内存区域, 以实现保护的目的。问: 这种方案可能会出现什么问题?

解 操作系统所需的数据 (口令、存取控制、统计信息等) 可能不得不存储在未受保护的存储区域或通过未受保护的存储区域传递, 这样, 它们就可能被非授权用户所访问。

例 1-7 指明下面各类操作系统的本质区别:

- (1) 批处理操作系统;
- (2) 交互式操作系统;
- (3) 分时操作系统;
- (4) 实时操作系统。

解 (1) 批处理操作系统: 将具有类似要求的作业分组, 由操作员或作业定序程序将它们在计算机上成组地运行。它通过采用缓冲、SPOOLing 和多道程序设计等技术, 尽可能使 CPU 和 I/O 设备在任何时刻都处于忙状态来提高系统的性能。批处理操作系统适用于运行几乎不需要交互性的大型作业。

(2) 交互式操作系统: 提交的作业由许多较短的事务组成, 其中, 下一事务的结果可能是不可预测的。因为用户提交了作业后等待马上见到结果 (或反应),



所以响应时间应该较快（响应时间以秒计）。

(3) 分时操作系统。它使用 CPU 调度和多道程序设计技术，提供交互式使用系统的功能和环境。CPU 能从一个用户迅速地转移到另一个用户。用户从终端上输入信息，系统直接将结果（或反应）马上输出到屏幕上。系统对用户的响应时间很短，就好像系统仅由个人独占一样。

(4) 实时操作系统。它常常用于专用系统中。这类系统从传感设备上读取信息并在规定的时间内作出响应。这类系统要求稳定、可靠，对用户的响应时间比较严格。

例 1-8 设计适用于实时环境的操作系统的主要困难是什么？

解 设计适用于实时环境的操作系统的主要困难是，在实时环境规定的时间限额内对用户作出相应的反应。如果系统不能在规定的时间内完成指定的任务，就可能导致整个实时系统的崩溃。因此，在设计这类操作系统时，设计者必须保证所采用的调度策略及相关技术不会使响应时间超过实时环境所规定的时间限额。

例 1-9 早期操作系统的缺陷之一是，用户失去了与其作业交互的能力。现代操作系统是如何解决这一问题的？

解 分时操作系统与早期的批处理操作系统不同，它通过划分时间片轮流处理的方法，允许多个用户同时通过终端使用系统，还能使其中的每个用户都能与自己的作业交互。而早期的操作系统是批处理系统，从用户提交作业到作业执行完毕这段时间内，用户无法与自己的作业交互。现代操作系统无一例外地实现了分时操作系统的功能，所以说现代操作系统都使用户有与作业交互的能力。

例 1-10 为什么说 SPOOLing 技术对批处理（多道程序）系统是必须的？它对分时系统也是必须的吗？

解 SPOOLing 技术将磁盘作为大容量辅助存储器供存取输入（输出）数据用。在批处理系统中，它可以防止用户将各自的信息交叉地输入到打印机上，发生交叉打印的情况。它也有助于减少 I/O 设备和 CPU 的空闲时间。因此，SPOOLing 对批处理多道程序设计是必须的。

分时系统一般不需要 SPOOLing，是因为每个事务通常较短，而且每个用户都有自己的终端设备，输出信息一般直接输出到用户自己的打印设备上。但是，在分时系统的共享低速设备（如打印机）管理中，仍要用到 SPOOLing 技术。

例 1-11 列出监控程序认为是非法的一些操作。

解 监控程序认为以下操作是非法的：

(1) 程序设计错误，如非法指令，地址错等。

(2) 某个用户作业阅读了供下一用户作业阅读的控制卡片，致使作业之间发生干扰。