



新编计算机专业
重点课程辅导丛书

新编 操作系统 习题与解析



李春葆 曾平 金晶 曾慧 编著

名师
执笔

百万册畅销书全面升级

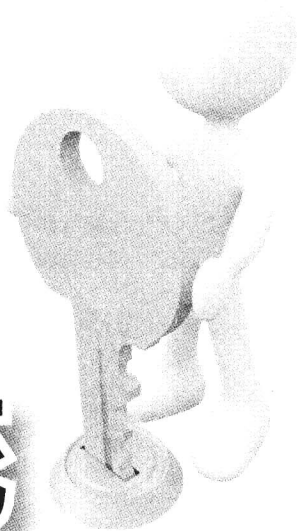
知识体系完整，以典型题目分析带动能力培养
应对：课程复习、考研、程序员面试

清华大学出版社



新编计算机专业
重点课程辅导丛书

新编 操作系统 习题与解析



李春葆 曾平 金晶 曾慧 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书按照操作系统教学大纲的要求,并参照全国联考大纲编写。全书共6章,主要内容包括:操作系统概述、处理器管理、进程同步、通信和死锁、存储器管理、文件管理及设备管理。每章按知识点分节,每节先总结核心概念和基本原理,然后通过大量习题及近年考研试题,对相关知识点进行了详细、深入、透彻地分析,使学生充分掌握求解操作系统问题的思想和方法,深化对基本概念的理解,提高分析与解决问题的能力。

本书不仅可以作为计算机专业本、专科学生学习操作系统课程的参考书,也是报考计算机专业硕士研究生的必读参考资料,同时适合于操作系统课程自学者和计算机等级(三级或四级)考试者研习。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

新编操作系统习题与解析 / 李春葆等编著. —北京:清华大学出版社, 2013.5
(新编计算机专业重点课程辅导丛书)

ISBN 978-7-302-30690-0

I. ①新… II. ①李… III. ①操作系统—高等学校—题解 IV. ①TP316-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 278425 号

责任编辑:夏非彼

封面设计:王 翔

责任校对:闫秀华

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm 印 张:28 字 数:717千字

版 次:2013年5月第1版 印 次:2013年5月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:49.80元

《新编计算机专业重点课程辅导丛书》丛书序

“计算机专业教学辅导丛书——习题与解析系列”自 1999 年推出以来，一直被许多院校采用并受到普遍好评，广大师生也给我们反馈了不少中肯的改进建议，总印数超过百万册。这些都是我们修订、扩充该丛书的动力之源。同时，计算机科学与技术的持续发展和不断演化，使得传统的计算机专业教学模式也随之扩充与革新，随着计算机教材改革的不断深化，如何促进学生将理论用于实践，提高分析与动手能力，以及通过实践加深对理论的理解程度，都是 21 世纪计算机教学亟待解决的问题。正是基于这些需求，经过对原有丛书的使用情况的深入调研，并组织专家和一线教师对自身教学经验进行认真总结、提炼之后，我们重新修订了这套“21 世纪计算机专业重点课程辅导丛书”。

依据各门课程的最新教学大纲，对原有图书内容进行了全面的修订和扩充，使其更加完备、充实。修订之后的新版丛书几乎囊括了计算机专业的各个重点科目，与现行计算机专业课程体系更加吻合。

“新编计算机专业重点课程辅导丛书”包括：

- 《新编 C 语言习题与解析》
- 《新编 C++ 语言习题与解析》
- 《新编 Java 语言习题与解析》
- 《新编数据结构习题与解析》
- 《新编数据库原理习题与解析》
- 《新编操作系统习题与解析》
- 《新编计算机组成原理习题与解析》
- 《新编计算机网络习题与解析》

本套丛书具有如下特点：

以典型题目分析带动能力培养

本丛书注重以典型题目的分析为突破口，点拨解题思路，强化各知识点的灵活运用，启发解题灵感。所有例题不仅给出了参考答案，还给出了详细透彻的分析过程，便于读者在解题过程中举一反三，触类旁通，从而提高分析问题和解决问题的能力。

全面复习，形成知识体系

本丛书以权威教材为依托，对各知识点进行了全面、深入地剖析和提炼，构成了一个完备的知识体系。在各类考试中，一个微小的知识漏洞，就可能造成无法弥补的损失，因此复习必须全面扎实。

把握知识间的内在联系，拓展创新思维

把握知识点之间的关系，这样，掌握的知识就能变“活”。本丛书通过对知识点的分解，找出贯穿于各知识点之间的内在联系，并配上相关的例题，阐明如何利用这些内在联系解

决问题，从而做到不仅授人以“鱼”，更注重授人以“渔”。

☑ 紧贴计算机专业考研大纲要求，提高考研成绩

自 2009 年以来计算机科学与技术专业实行全国联考，统一命题和阅卷，联考内容涵盖数据结构、计算机组成原理、操作系统和计算机网络。本丛书的相关课程均以最新联考大纲为基础进行编写，并收录了最新的联考试题。另外，各高校计算机专业研究生复试的常见课程有高级语言程序设计和数据库原理等，这些课程的内容也涵盖在本丛书中。

本套丛书由长期坚持在教学第一线的教授和副教授编写，他（她）们结合自己的教学经验和见解，把多年的教学实践成果无私奉献给读者，希望能够提高学生素质、培养学生的综合分析能力。

如果说科学技术的飞速发展是 21 世纪的一个重要特征，那么，教学改革将是 21 世纪教育工作不变的主题，也是需要我们不断探索的课题。要紧跟教学改革，不断更新，真正满足新形势下的教学需求，还需要我们不断地努力实践和完善。本套教材虽然经过细致的编写与校订，仍然难免有疏漏和不足之处，需要不断地补充、修订和完善。我们热情欢迎使用本套丛书的教师、学生和读者朋友提出宝贵意见和建议，使之更臻成熟。

本套丛书的编写工作得到湖北省教学改革项目——计算机科学与技术专业课程体系改革的资助，武汉大学计算机学院也给予了大力支持，在此表示衷心感谢。

2013 年 3 月

前 言

操作系统是计算机专业的核心课程，也是 2009 年起全国计算机专业硕士研究生入学联考后考试科目之一。操作系统用于控制和管理计算机系统软硬件资源，其设计目标是让用户方便地使用计算机系统，并使整个计算机系统能高效地工作。

学习操作系统课程的基本要求是，掌握操作系统的基本概念、基本原理和基本功能，理解操作系统的整体运行过程；掌握操作系统进程、内存、文件和 I/O 管理的策略、算法、机制以及相互关系；能够运用所学的操作系统原理、方法与技术分析问题和解决问题，并能利用 C 语言描述相关算法。要学好操作系统课程，不仅要求学生操作系统基本概念要全面、深刻地理解，对抽象的名词尽可能联想一些实际的例子，还需要认真推敲、前后比较，总结一些解决问题的规律和解题思路。在学习过程应紧紧抓住两条线索，一是资源管理：操作系统是如何管理各类资源的，包括 CPU、内存、外存和 I/O 设备等，其中很多是容易引起竞争的共享资源，从而提高系统的资源利用率；二是控制程序的执行：操作系统是如何控制多道环境下程序执行的，包括作业调度、进程调度、内存空间分配、磁盘调度等算法，从而为用户提供方便的服务。

本书是作者根据多年讲授计算机操作系统课程的经验编写的，其目的是通过对知识点的提炼、典型习题的分析和解答，使学生充分掌握操作系统的原理与算法思想，深化对基本概念的理解，提高分析与解决问题的能力。

本书遵循操作系统课程的教学大纲要求，并参照全国联考大纲，主要内容共分 6 章：第 1 章是操作系统概述，包含操作系统的基本概念、操作系统的运行环境和操作系统的体系结构等知识点；第 2 章是处理器管理，包含进程及其实现、线程及其实现和处理器调度等知识点；第 3 章是进程同步、通信和死锁，包含进程同步、进程通信和进程死锁等知识点；第 4 章是存储器管理，包括存储器管理的基本概念、连续分配方式、基本分页存储管理方式、基本分段和段页式存储管理方式、虚拟存储管理等知识点；第 5 章是文件管理，包括文件系统的基本概念、文件系统实现、磁盘组织与管理等知识点；第 6 章是设备管理，包括设备管理的基本概念、I/O 控制方式、I/O 软件原理和 I/O 核心子系统等知识点。

每章内容按知识点进行划分，各个知识点讲授由两部分组成，第一部分归纳本知识点的核心概念和基本原理，第二部分精选了大量典型习题并予以详细解析，给出了明解题思路和完整的求解过程。其中部分习题是一些高等院校计算机专业硕士研究生的入学试题和近几年全国联考试题。附录 A 给出两份本科生期末考试试题和参考答案，附录 B 汇总了近几年全国联考操作系统部分的试题。

本书通俗易懂、内容全面、讲解透彻，适合于学习操作系统课程的各类考生。

参与本书编写人员除了封面署名人员以外，还有陶红艳、马玉琳、余云霞和喻卫等人。由于水平所限，尽管编者不遗余力，书中仍存在错误和不足之处，敬请教师和同学们批评指正，欢迎读者通过 licb1964@126.com 邮箱跟作者联系，在此表示衷心的感谢。

编者

2013 年 3 月

目 录

| | |
|----------------------------|-----|
| 第 1 章 操作系统概述 | 1 |
| 1.1 知识点 1: 操作系统的基本概念 | 1 |
| 1.1.1 要点归纳 | 1 |
| 1.1.2 例题解析 | 8 |
| 1.2 知识点 2: 操作系统的运行环境 | 16 |
| 1.2.1 要点归纳 | 16 |
| 1.2.2 例题解析 | 21 |
| 1.3 知识点 3: 操作系统的体系结构 | 27 |
| 1.3.1 要点归纳 | 27 |
| 1.3.2 例题解析 | 31 |
| 第 2 章 处理器管理 | 36 |
| 2.1 知识点 1: 进程及其实现 | 36 |
| 2.1.1 要点归纳 | 36 |
| 2.1.2 例题解析 | 44 |
| 2.2 知识点 2: 线程及其实现 | 53 |
| 2.2.1 要点归纳 | 53 |
| 2.2.2 例题解析 | 56 |
| 2.3 知识点 3: 处理器调度 | 60 |
| 2.3.1 要点归纳 | 60 |
| 2.3.2 例题解析 | 69 |
| 第 3 章 进程同步、通信和死锁 | 89 |
| 3.1 知识点 1: 进程同步 | 89 |
| 3.1.1 要点归纳 | 89 |
| 3.1.2 例题解析 | 110 |
| 3.2 知识点 2: 进程通信 | 153 |
| 3.2.1 要点归纳 | 153 |
| 3.2.2 例题解析 | 158 |
| 3.3 知识点 3: 进程死锁 | 160 |
| 3.3.1 要点归纳 | 160 |
| 3.3.2 例题解析 | 169 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| 第 4 章 存储器管理 | 188 |
| 4.1 知识点 1: 存储器管理的基本概念 | 188 |
| 4.1.1 要点归纳 | 188 |
| 4.1.2 例题解析 | 195 |
| 4.2 知识点 2: 连续分配方式 | 199 |
| 4.2.1 要点归纳 | 199 |
| 4.2.2 例题解析 | 203 |
| 4.3 知识点 3: 基本分页存储管理方式 | 211 |
| 4.3.1 要点归纳 | 211 |
| 4.3.2 例题解析 | 217 |
| 4.4 知识点 4: 基本分段和段页式存储管理方式 | 224 |
| 4.4.1 要点归纳 | 224 |
| 4.4.2 例题解析 | 229 |
| 4.5 知识点 5: 虚拟存储管理 | 235 |
| 4.5.1 要点归纳 | 235 |
| 4.5.2 例题解析 | 251 |
| 第 5 章 文件管理 | 279 |
| 5.1 知识点 1: 文件系统的基本概念 | 279 |
| 5.1.1 要点归纳 | 279 |
| 5.1.2 例题解析 | 293 |
| 5.2 知识点 2: 文件系统实现 | 305 |
| 5.2.1 要点归纳 | 305 |
| 5.2.2 例题解析 | 320 |
| 5.3 知识点 3: 磁盘组织与管理 | 337 |
| 5.3.1 要点归纳 | 337 |
| 5.3.2 例题解析 | 346 |
| 第 6 章 设备管理 | 359 |
| 6.1 知识点 1: 设备管理的基本概念 | 359 |
| 6.1.1 要点归纳 | 359 |
| 6.1.2 例题解析 | 362 |
| 6.2 知识点 2: I/O 控制方式 | 364 |
| 6.2.1 要点归纳 | 364 |
| 6.2.2 例题解析 | 370 |
| 6.3 知识点 3: I/O 软件原理 | 377 |
| 6.3.1 要点归纳 | 377 |
| 6.3.2 例题解析 | 381 |
| 6.4 知识点 4: I/O 核心子系统 | 386 |

| | |
|---|-----|
| 6.4.1 要点归纳..... | 386 |
| 6.4.2 例题解析..... | 395 |
| 附录 A 两份重点大学本科操作系统考试试题及参考答案 | 407 |
| 附录 B 2009 年~2012 年全国计算机专业硕士学位研究生入学考试操作系统部分试题及 参考答案 | 421 |
| 参考文献..... | 438 |

第1章 操作系统概述

基本知识点：操作系统的概念、特征和功能；操作系统的发展和分类；操作系统的运行环境；操作系统的体系结构。

重点：操作系统的特征和运行环境。

难点：操作系统的运行环境。



1.1 知识点1：操作系统的基本概念

1.1.1 要点归纳

1. 操作系统的定义和目标

操作系统是管理系统资源、控制程序执行、改善用户界面、提供各种服务、合理组织计算机工作流程，以及让计算机系统高效运行的一种系统软件。

操作系统的主要目标如下：

- 方便用户使用：操作系统通过提供用户与计算机之间的友好界面来方便用户使用。
- 扩充机器功能：操作系统通过扩充硬件功能为用户提供各种服务。
- 管理系统资源：操作系统有效地管理系统中的所有软、硬件资源，使之得到充分利用。
- 提高系统效率：操作系统合理地组织计算机的工作流程，改进系统性能，提高系统工作效率。
- 构造开放环境：操作系统遵循国际标准来设计和构造一个开放环境，支持体系结构的可伸缩性和可扩展性，支持应用程序在不同平台上的可移植性和互操作性。

在计算机上配置操作系统的目的有以下几点：

- 提供用户与计算机硬件系统之间的接口，使计算机系统更易于使用。
- 有效地控制和管理计算机系统中的各种硬件和软件资源，使之得到更有效的利用。
- 合理地组织计算机系统的工作流程，以改善系统性能。

可以从以下3个观点看待操作系统：

- 系统观点——计算机资源管理器。操作系统是一种资源管理程序，它是计算机资源的管理和控制中心，由一系列程序模块组成。对计算机的软、硬件资源进行分配、管理和调度，合理地组织计算机的工作流程，从而提高系统资源的利用率。
- 用户观点——用户使用计算机的界面。配上操作系统的计算机是一台比裸机功能更强、使用更方便的虚拟机。它向用户及其程序提供了一个良好的使用计算机的环境。
- 软件观点——程序和数据结构的集合。操作系统是直接和硬件相邻的第一层软件，由大量复杂的系统程序和众多的数据结构集成，其他软件的运行都要依赖它的支持。操作系统是在计算机系统中永久运行的超级程序。

2. 操作系统在计算机系统的位置

计算机系统由硬件和软件两个部分组成，硬件是软件运行的物质基础，软件能够充分发挥硬件的潜能并扩充硬件的功能，完成各种应用任务。如图 1.1 所示，是一个计算机的软硬件层次结构。

操作系统是最靠近硬件的软件层，是硬件上的第一层软件，是对硬件功能的首次扩充。支撑软件层在操作系统的基础上，利用系统所提供的扩展指令集方便地实现编译程序、汇编程序、数据库管理系统等。应用软件层解决用户特定的或不同应用所需要的信息处理问题。

操作系统与支撑软件及应用软件的主要区别是：操作系统是软件系统的核心，是各种软件的基础运行平台；通用操作系统提供共性功能支持，与硬件相关但和应用领域无关；支撑软件及应用软件不能直接而只能通过操作系统来使用计算机系统的物理资源。

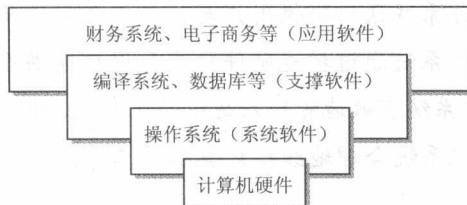


图 1.1 计算机系统的软硬件层次结构

3. 操作系统的基本特征

操作系统具有 4 个基本特征。

(1) 并发性

并发性是指两个或多个事件在同一时间间隔内发生。在多道程序环境下，并发性是指宏观上在一段时间内有多道程序在同时运行，但在单处理器系统中，每一时刻仅能执行一道程序，故微观上这些程序是交替执行的。程序的并发执行能有效改善系统资源利用率，但会使系统复杂化，因此操作系统必须具有控制和管理各种并发活动的的能力。



提示

并行性与并发性既相似又有区别，并行性是指两个或多个事件在同一时刻发生。

(2) 共享性

资源共享是指系统中的硬件和软件资源不再为某个程序所独占，而是由多个并发执行的程序共同使用。

并发和共享是操作系统最基本的两个特征，它们之间互为存在条件。一方面，资源的共享是以程序的并发执行为前提，若系统不允许程序的并发执行，自然不存在资源共享问题；另一方面，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) 虚拟性

操作系统中的虚拟性是指通过某种技术把一个物理上的实体变为若干个逻辑上的对应物。物理实体是实际存在的，而逻辑上的对应物只是用户的一种感觉。

例如，在操作系统中引入多道程序设计技术后，虽然系统中只有一个 CPU，每次只能执行一道程序，但通过分时技术，在一段时间间隔内，宏观上这个 CPU 能同时运行多道程序。这样给用户的感觉是每道程序都有一个 CPU 为它服务，即多道程序设计技术可以把一台物理上的 CPU 虚拟为多台逻辑上的 CPU。

(4) 不确定性

在多道程序环境中，由于资源等因素的限制，程序是以走走停停的方式运行的。系统中的每个程序何时执行，多个程序间的执行顺序以及完成每道程序所需的时间都是不确定的，因而也是不可预知的。



提示

尽管程序执行过程是不确定的，但程序执行结果一定是确定的。

4. 操作系统的功能

从资源管理的角度看，操作系统应具有处理器管理、存储器管理、设备管理和文件管理 4 大资源管理功能。

(1) 处理器管理

处理器管理的主要任务是对处理器的分配和运行实施有效的管理。在多道程序环境下，处理器的分配和运行是以进程为基本单位，因此对处理器的管理主要归结为对进程的管理。进程管理应实现下述主要功能：

- 进程控制：负责进程的创建、撤销及状态转换等。
- 进程同步：对并发执行的进程进行协调。

- 进程通信: 负责完成进程间的信息交换。
- 进程调度: 按一定算法进行处理器分配。

(2) 存储器管理

存储器管理的主要任务是对内存进行分配、保护和扩充。存储器管理应实现下述主要功能:

- 内存分配: 按一定的策略为每道程序分配内存, 并在程序运行结束时回收内存。
- 内存保护: 保证各道程序在自己的内存区域内运行而不相互干扰。
- 地址变换: 实现逻辑地址到物理地址的转换。
- 内存扩充: 为允许大型作业或多个作业的运行, 必须借助虚拟存储技术来获得增加内存的效果。

(3) 设备管理

设备管理的主要任务是对系统内的 I/O 设备进行管理, 为用户分配设备, 使设备与处理器并行工作, 方便用户使用设备。设备管理应具有下述功能:

- 设备分配: 根据一定的设备分配原则对设备进行分配。为了使设备与主机并行工作, 常需采用缓冲技术和虚拟技术。
- 设备传输控制: 实现物理的输入/输出操作, 即启动设备、中断处理、结束处理等。
- 设备独立性: 用户向系统申请的设备与实际操作的物理设备无关。

(4) 文件管理

文件管理的主要任务是有效地支持文件的存储、检索和修改等操作, 解决文件的共享、保密和保护问题。文件管理应实现下述功能:

- 文件存储空间的管理: 负责对文件存储空间进行管理, 包括存储空间的分配与回收等功能。
- 目录管理: 目录是为方便文件管理而设置的数据结构, 它能提供按名存取的功能。
- 文件操作管理: 实现文件的操作, 负责完成数据的读写。
- 文件保护: 提供文件保护功能, 防止文件遭到破坏。

5. 操作系统的形成与发展

(1) 手工操作阶段

早期计算机上没有配置操作系统, 人们采用手工操作方式使用计算机, 即由操作员将纸带(或卡片)装入输入机, 然后启动输入机将程序和数据送入计算机, 接着通过控制台开关启动程序运行, 当程序运行完毕, 由用户取走纸带和计算结果。随后, 下一个用户按同样方式使用计算机。这种手工操作方式具有用户独占计算机资源、资源利用率低及 CPU

等待人工操作的特点。

随着 CPU 速度的大幅提高,在手工操作的低速与 CPU 运算的高速之间出现了矛盾,这就是所谓的人机矛盾。另一方面, CPU 与 I/O 设备之间速度不匹配的矛盾也日益突出。

(2) 脱机输入/输出技术

为了解决 CPU 与 I/O 设备之间速度不匹配的问题,引入了脱机输入/输出技术,以减少 CPU 空闲等待 I/O 的时间。为实现脱机输入/输出,系统中除主机之外还配置了一台外围机(又称为卫星机),外围机只与输入/输出设备打交道,不与主机直接连接。用户程序和数据可以在外围机的控制下预先从低速输入设备输入到磁带上,当 CPU 需要这些程序和数据时,再从磁带上高速输入(此即脱机输入技术);而当 CPU 需要输出时,可以由 CPU 高速地把数据输出到磁带上,然后在外围机的控制下,把磁带上的数据经由相应的低速输出设备输出(此即脱机输出技术)。

若输入/输出操作在主机控制下进行则称之为联机输入/输出。

(3) 批处理技术

批处理技术是指计算机系统对一批作业自动进行处理的一种技术。

早期的计算机系统非常昂贵,为了能充分利用计算机资源,应尽量让系统连续运行。为此通常把一批作业以脱机输入方式输入到磁带上,并在系统中配置监督程序(是一个常驻内存的程序,它管理作业的运行,完成作业的自动过渡),在它的控制下,先把磁带上的第一个作业装入内存,并把运行控制权交给该作业,当该作业处理完后又把控制权交还给监督程序,由监督程序再把第二个作业装入内存。计算机系统按这种方式对磁带上的作业自动地、一个接一个地进行处理,直至把磁带上的所有作业全部处理完毕为止,这样便形成了早期的批处理系统。

(4) 多道程序设计技术

在早期的批处理系统中,内存中仅有一道程序,每当程序发出 I/O 请求时, CPU 便处于等待 I/O 完成的状态,致使 CPU 空闲。为进一步改善 CPU 的利用率引入了多道程序设计技术。

多道程序设计技术是指同时把多个作业放入内存并允许它交替执行,共享系统中的各类资源,当一道程序因某种原因(如 I/O 请求)而暂停执行时, CPU 立即转去执行另一道程序。在操作系统中引入多道程序设计技术后,会使系统具有多道、宏观上并行、微观上串行的特点。

多道程序中每一道程序是顺序的,顺序程序最主要的特性是程序的封闭性和可再现性。所谓封闭性是指程序一旦开始运行,其结果不受外界因素的影响;可再现性是指该程序重复执行时,必获得相同的结果。多道程序的引入,使程序丧失了封闭性和可再现性,从而引入进程(或称任务)的概念。相对于顺序程序,多道程序产生了并发性和异步性。并发性是指一个程序段的第一个操作是在另一个程序段最后一个操作完成之前开始的。对进程而言,异步性是指各进程按照各自独立的、不可预知的速度向前推进。

多道程序设计技术能有效提高系统的吞吐量和改善资源利用率,但由于内存中运行的

多道程序共享系统的各类资源，为使它们协调运行，应妥善解决下述问题：

- 在多道程序之间应如何分配 CPU，以使 CPU 既能满足各程序运行的需要，又能提高 CPU 的利用率，一旦将 CPU 分配给某程序后，应何时收回等问题。
- 如何为每道程序分配必要的内存空间，使它们各得其所又不致因相互重叠而丢失信息，应如何防止因某道程序出现异常情况而破坏其他程序等问题。
- 系统中可能有多种类型的 I/O 设备供多道程序共享，应如何分配这些 I/O 设备，如何做到既方便用户对设备的使用，又能提高设备的利用率。
- 在现代计算机系统中，通常存放着大量的程序和数据。应如何组织它们才能便于用户使用并能保证数据的安全性和一致性。
- 系统中的各种应用程序，有的属于计算型，有的属于 I/O 型，有些作业既重要又紧迫，有的作业又要求系统能及时响应，这时应如何组织作业运行。

为解决上述问题，在多道程序系统中必须设置一组软件，用以对上述问题进行妥善有效的处理，此外还应提供方便用户使用计算机软件，这样便形成了操作系统。

6. 操作系统的基本类型

按操作系统的功能特征可以将操作系统分为 3 种基本类型，即批处理操作系统、分时操作系统和实时操作系统。随着计算机体系结构的发展，又出现了多种操作系统，如嵌入式操作系统、个人计算机操作系统、网络操作系统、分布式操作系统及多处理器操作系统。

(1) 批处理操作系统

作业是用户在一次解题或一个事务处理过程中要求计算机系统所做工作的集合，包括用户程序、所需的数据及命令等。

单道批处理操作系统是早期计算机系统中配置的一种操作系统类型，其工作流程大致如下：用户将作业交给系统操作员，系统操作员将若干待处理的作业合成一批并输入传送到外存，然后批处理操作系统按一定的原则选择其中的一道作业调入内存并使之运行，当作业运行完成或出现错误而无法再进行下去时，由系统输出有关信息并调入下一道作业运行。如此反复处理，直至这一批作业全部处理完毕为止。

单道批处理操作系统大大减少了人工操作的时间，提高了机器的利用率。但因内存中只有一道作业在运行，当作业发出 I/O 请求时，CPU 必须等待 I/O 的完成。因为 I/O 设备的低速性，致使 CPU 的利用率也很低。为了改善 CPU 的利用率，引入了多道程序设计技术。

在批处理操作系统中引入多道程序设计技术就形成了多道批处理操作系统。在多道批处理操作系统中，不仅内存中可以同时有多道作业在运行，而且作业可随时（不一定集中成批）被接受进入系统，并存放在外存中形成后备作业队列，然后由操作系统按一定的原则从后备作业队列中调入一道或多道作业进入内存运行。

多道批处理操作系统的主要特征如下：

- 用户脱机使用计算机。用户提交作业之后直到获得结果之前几乎不再和计算机打交道。

- 成批处理。操作员把用户提交的作业分批进行处理。由操作系统或监督程序负责作业间的自动调度执行。
- 多道程序运行。按多道程序设计的调度原则，从一批后备作业中选取多道作业调入内存并组织它们运行。

批处理系统的不足是无交互性，即用户一旦将作业提交给系统后就失去了对作业运行的控制能力，这使用户感到不方便。

(2) 分时操作系统

在分时操作系统中，一台计算机和许多终端设备连接，每个用户通过自己的终端向系统发出命令，请求完成某项工作，系统分析从终端设备发来的命令，完成用户提出的请求，然后用户再根据系统提供的运行结果，向系统提出下一步请求，这样重复上述交互会话过程，直到用户完成全部工作为止。

在操作系统中采用分时技术就形成了分时操作系统。分时技术是指把处理器的运行时间分成很短的时间片，按时间片轮流把处理器分配给各终端作业使用。若某个终端作业在分配给它的时间片内不能完成其计算，则暂停该终端作业的运行，把处理器让给另一个终端作业使用，等待下一轮时再继续其运行。由于计算机速度很快，各终端作业运行轮转得也很快，这使每个终端用户感觉自己在独自使用这台计算机。

在简单分时操作系统中，内存中只驻留一道作业，其他作业都在外存上。每当内存中的作业运行一个时间片后，便被调至外存（称为调出），再从外存上选择一道作业装入内存（称为调进）并运行一个时间片，按此方法使所有作业都能在规定的时间内轮流运行一个时间片，这样所有用户都能与自己的作业交互。

在具有“前台”和“后台”作业的分时操作系统中，把作业划分为“前台”和“后台”两类。“前台”存放按时间片调进/调出的作业流，其工作方式同简单分时系统；“后台”存放批处理作业。仅当“前台”正在调进/调出或无调进/调出作业流时，才运行“后台”的批处理作业，并给它分配更长的时间片。

在基于多道程序设计的分时操作系统中，内存中可以同时装入多道作业，内存中装入作业的数目并不固定，若作业较小则可以多装入几道，若作业较大则可以少装入几道。系统把所有具备运行条件的作业排成一个队列，使它们依次获得一个时间片来运行。当系统中除了终端型作业还有批处理作业时，应赋予终端型作业较高的优先权，并将它们排成一个高优先权队列；而将批处理作业另外排成一个队列。平时轮转运行高优先权队列的作业，以保证终端用户的请求能获得及时响应，仅当该队列为空时，才运行批处理队列中的作业。

分时操作系统具有以下特征：

- 多路性：同时有多个用户使用一台计算机。宏观上看有多个用户同时使用计算机，微观上各用户轮流使用计算机。
- 交互性：用户采用人一机会话的方式直接控制程序运行，即用户通过终端向系统提出服务请求，系统完成用户的请求并将结果返回给用户，用户再根据系统的结果信息向系统提出下一个服务请求。

- 独占性：每个用户各占一个终端，彼此独立操作互不干扰。用户感觉不到别人也在使用这台计算机，好像只有自己独占计算机。
- 及时性：用户的请求能在很短的时间内获得响应，一般为 2~3s。

(3) 实时操作系统

实时操作系统是随着计算机应用于实时控制和实时信息处理领域而发展起来的另一种操作系统。实时操作系统能及时响应外部事件的请求，在规定的时间内完成对该事件的处理，并控制所有实时设备和实时任务协调一致地工作。实时操作系统对响应时间的要求比分时操作系统更高，一般要求秒级、毫秒级甚至微秒级的响应时间。

实时控制系统通常是指以计算机为中心的生产过程控制系统，又称为计算机控制系统。例如，钢铁冶炼和钢板轧制的自动控制，化工、炼油生产过程的自动控制等。在这类系统中，要求实时采集现场数据，并对它们进行及时处理，进而自动地控制相应的执行机构，使某些参数（如温度、压力、流量等）能按预定规律变化或保持不变，以达到保证产品质量、提高产量的目的。

在实时信息处理系统中，计算机能及时接收从远程终端发来的服务请求，根据用户提出的请求对信息进行检索和处理，并在很短的时间内对用户做出回答。如机票订购系统、情报检索系统等，都属于实时信息处理系统。

实时操作系统的主要特点是响应及时和可靠性高。系统必须保证对实时信息的分析和处理速度足够快，而且系统本身要安全可靠，因为在生产过程控制、航空订票等实时系统中，信息处理的延误或丢失往往会带来不堪设想的后果。

批处理操作系统、分时操作系统和实时操作系统是 3 种基本的操作系统类型。如果一个操作系统兼有批处理、分时和实时系统三者或其中两者的功能，则称这样的操作系统为通用操作系统。

1.1.2 例题解析

1. 单项选择题

【例 1-1-1】从用户的观点看，操作系统是_____。

- 用户与计算机之间的接口
- 控制和管理计算机资源的软件
- 合理地组织计算机工作流程的软件
- 由若干层次的程序按一定的结构组成的有机体

解：从用户观点看，操作系统是用户与计算机之间的接口。本题答案为 A。

【例 1-1-2】操作系统在计算机系统中位于_____之间。

- CPU 和用户
- CPU 和主存
- 计算机硬件和用户
- 计算机硬件和软件

解：操作系统是运行在计算机硬件上的最基本的系统软件，负责对各种计算机资源的