

21世纪高职高专系列规划教材·计算机类专业  
高职高专“十二五”规划教材

Redhat Enterprise Linux 6

# 系统管理教程

REDHAT ENTERPRISE  
LINUX 6 XITONG  
GUANLI JIAOCHENG

主 编◎於志强

副主编◎李建新

陶 慧

谢金达

杨建华

侯小丽

刘 敏



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

21世纪高职高专系列规划教材·计算机类专业

高职高专“十二五”规划教材

Redhat Enterprise Linux 6

# 系统管理教程



REDHAT ENTERPRISE  
LINUX 6 XITONG  
GUANLI JIAOCHENG

主 编◎於志强  
副主编◎李建新  
陶 慧  
谢金达

杨建华  
侯小丽  
刘 敏



北京师范大学出版集团  
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP  
北京师范大学出版社

---

### 图书在版编目(CIP)数据

Redhat Enterprise Linux 6 系统管理教程 / 於志强主编. —  
北京: 北京师范大学出版社, 2013.5  
(21 世纪高职高专系列规划教材)  
ISBN 978-7-303-15418-0

I. ①R… II. ①於… III. ①Linux 操作系统 — 高等职业  
教育 — 教材 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 219750 号

---

营 销 中 心 电 话   010-58802755 58800035  
北师大出版社职业教育分社网   <http://zjfs.bnup.com>  
电 子 信 箱       zhijiao@bnupg.com

---

出版发行: 北京师范大学出版社 [www.bnupg.com](http://www.bnupg.com)  
北京新街口外大街 19 号  
邮政编码: 100875

印    刷: 北京京师印务有限公司  
经    销: 全国新华书店  
开    本: 184 mm × 260 mm  
印    张: 19.5  
字    数: 390 千字  
版    次: 2013 年 5 月第 1 版  
印    次: 2013 年 5 月第 1 次印刷  
定    价: 32.00 元

---

策划编辑: 周光明           责任编辑: 周光明  
美术编辑: 高   霞           装帧设计: 国美嘉誉  
责任校对: 李   菡           责任印制: 孙文凯

### 版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

## 前言

Linux 自 1991 年诞生以来,在短短的 20 几年时间里,已经由当初的一个“实验品”发展到完全可以和 Windows 抗衡的开源免费操作系统。Linux 可安装在各种计算机硬件设备中,从手机、平板电脑、路由器、视频游戏机,到个人计算机、大型机和超级计算机。涉及领域有计算机科学、工业控制、医疗设备、航空航天等。目前主流的嵌入式应用开发平台和 Android 手机操作系统都采用 Linux 开发,互联网上的各种服务器也以 Linux 系统为主, Linux 在 Web 应用服务和嵌入式开发领域起着举足轻重的作用。

### 1. 编写目的

如今, Linux 教材及参考书层出不穷,这些书主要以 Red Hat Linux 为蓝本,讲解 Linux 的基本操作和高级应用。但有些书内容过于陈旧,知识过于基础,学习后不能胜任实际工作;有些书过于高深和全面,类似于用户手册,而且往往被分成多册,不适合被选作教材;有些书缺乏配套的习题和实训作业,缺乏电子课件等教学资源。

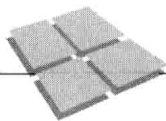
鉴于以上原因,我们特地组织编写本书,旨在满足众多院校 Linux 课程的教学需求,作为网络专业、嵌入式专业中一门专业基础课程的教材。以目前主流的 Red Hat Enterprise Linux6 为蓝本安排内容,让学生学习并掌握 Linux 基础知识和管理技能。

### 2. 主要内容

全书共分为 16 章,章节的安排经过了多年的教学实践,符合学生的认知规律。主要分三个部分,分别是入门知识、系统配置和管理、高级应用:

第一部分:第 1 章介绍了操作系统的理论基础,为后面的操作系统核心功能(如作业管理、进程管理、文件管理、设备管理、存储管理等)打下理论基础;第 2 章介绍了 Linux 的基础知识和 RHEL 各种安装方式的实际操作;第 3 章介绍了 Linux 的使用基础,让读者有一个大概的了解,包括登录注销、开关机和重启、用户界面、终端、内核和进程等。

第二部分:第 4 章介绍了用户、组和权限,使读者能通过命令和界面来管理 Linux 系统的用户、组,并对文件进行权限的管理;第 5 章介绍了文件和目录的各种操作,还包括了文件链接、文件的查找和归档压缩;第 6 章介绍了用于文本文件的编辑器 vim;第 7 章介绍了标准输入/输出、标准错误、重定向及管道,这个对日常管理非常有用;第 8 章介绍了正则表达式和各种文本处理工具,便于快速地处理命令输出结果或配置文件;第 9 章介绍了进程管理、内存管理、进程作业调度等;第 10 章介绍了 shell 环境变量、shell 脚本编程和用户终端个性化配置等;第 11 章介绍了系统初始化、



引导程序配置、服务配置和管理等；第 12 章介绍了使用 RPM 和 YUM 进行软件包的安装及管理，还有内核编译与升级等内容；第 13 章介绍了磁盘分区、文件系统管理、磁盘配额、LVM 和 RAID 配置等；第 14 章介绍了网络基本配置与管理，包括网卡配置、主机名和路由设置、网络服务管理、常见网络诊断工具的使用。

第三部分：第 15 章介绍了常用网络服务的配置和管理，包括远程登录 Telnet 与 OpenSSH、VPN、FTP 与 TFTP、NFS 和 Samba 等服务；第 16 章介绍了常见开发工具的安装、配置和使用，包括 C、Java 等语言的开发，还介绍了常用的 Web 服务器 Apache 的安装和配置。限于篇幅，还有常用的 DNS 服务、SELinux 安全管理、KVM 虚拟化等没有放入课程中讲解。

### 3. 主要特色

本书以注重实用为特色，以提高技能为目的，通过大量案例使读者能在短期内提高 Linux 的管理和应用能力，满足网络、嵌入式、软件(手机应用开发)等专业的教学，内容设计上充分考虑了课堂教学限制和从事 Linux 相关工作的技能需求。主要有以下特色：

(1) 内容全面。本书选择市场份额较大的 RHEL6 为基础，涉及的内容从操作系统基础知识开始，然后到 RHEL 的各种安装、基本使用和日常系统管理，到高级网络服务和应用开发。不管是初学者还是已经参加工作的人员，或者网络工程师还是 RHCE 等考证人员，都可以从中学习到相关知识和技能。

(2) 注重实用。本书内容以实用为主，将基础理论知识和实际应用结合，以工作实际的各项技能为核心，结合章节最后的实训来提高实际操作水平。

(3) 自主学习。通过适当的理论性知识、丰富的习题和知识重点的提示，便于自主学习。

### 4. 教学建议

#### (1) 学习建议

为了更好地使用本书和掌握相关技能，特给出如下几点建议：

① 边阅读边实践。在阅读时，强烈建议读者安装一台 Linux 主机或在 Windows 中用 VMware 安装 Linux 虚拟机，这样才能边学边动手实践书中案例，及时理解和巩固所学知识，掌握相关技能。

② 软件版本。本书以 RHEL6.1 为主，书中用到的很多软件包可安装书中指定的或更高级的版本，大多数命令都可以在其他发行版本的 Linux 上运行，如 Fedora 和 CentOS 等。

#### (2) 授课学时

本书作为课堂教学使用，建议设置 60~80 总教学课时，这些课时包含课堂讲授和上机实验两部分，对于不同专业要求可根据需要进行适当地选取和裁剪。这里主要针对网络和嵌入式专业，“选讲”表示选择部分内容讲解或不讲，以便适应高职、本科和自学者等不同层次的学习者，课时安排如下：

| 章 节                | 学时 | 专业重要性       |
|--------------------|----|-------------|
| 第 1 章 操作系统基础知识     | 6  | 网络选讲, 嵌入式必讲 |
| 第 2 章 Linux 及安装    | 4  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 3 章 Linux 使用基础   | 3  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 4 章 用户、组和权限      | 6  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 5 章 文件系统基础       | 6  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 6 章 文件编辑         | 4  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 7 章 标准输入/输出和管道   | 3  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 8 章 字符处理工具       | 4  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 9 章 进程管理         | 6  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 10 章 使用 shell    | 4  | 网络选讲, 嵌入式选讲 |
| 第 11 章 系统启动与服务管理   | 4  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 12 章 软件管理与内核编译   | 4  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 13 章 存储设备管理      | 6  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 14 章 基本网络配置      | 6  | 网络必讲, 嵌入式必讲 |
| 第 15 章 常用网络服务安装与配置 | 8  | 网络必讲, 嵌入式选讲 |
| 第 16 章 常用开发工具      | 6  | 网络选讲, 嵌入式选讲 |
| 总计 80 学时(讲授+上机)    |    |             |

## 5. 教材格式约定

### (1) 命令格式

对于每个命令行, 可以用两种用户身份执行: “#”代表用 root 身份执行, “\$”代表可用一般用户身份执行。命令一般用粗体表示, 前面的#和\$不必输入, 执行输出一般加背景色显示。例如:

```
ping [-aAfn][-c count][-i interval][-s packetsize][-t ttl][-w timeout]destination
```

表示了 ping 命令的语法格式, 包括命令、选项和参数。而下面的一行代表执行命令, 使用了具体的参数。由于篇幅原因, 输出结果省略部分用“...”表示。

```
# ifconfig eth0: 1 192.168.1.16 netmask 255.255.0.0 up
$ ping -nA -c 5 www.ccit.js.cn
PING www.ccit.js.cn (218.93.112.171) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 218.93.112.171: icmp_seq=1 ttl=124 time=2.69 ms
...
```

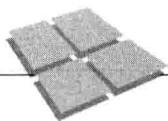
### (2) 配置文件

配置文件中的“#”一般代表注释。例如:

```
DEVICE="eth0"      # 网卡别名
```

### (3) 图形界面下的操作

为简化操作, 用“→”表示菜单顺序, 如系统菜单“应用程序→系统工具→文件浏览



器”，表示要逐个选择点击菜单项。

### 6. 编写说明

本书由常州信息职业技术学院於志强主编并统校全稿。第1~4章由於志强编写，第5章由湄洲湾职业技术学院谢金达、刘敏编写，第6~8章由襄阳汽车职业技术学院陶慧、太原城市职业技术学院侯小丽编写，第9~13章由常州信息职业技术学院李建新编写，第14~16章由常州信息职业技术学院杨建华编写。李建新、杨建华、陶慧、侯小丽、谢金达、刘敏任副主编。在本书的规划和校对中，许多老师都给予了大力支持，在此一并表示感谢。

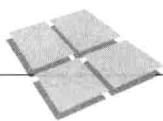
本书PPT课件请与出版社联系，电话：010-58802751，教学大纲及整体设计、教学相关软件等辅助教学资料请到网站 [book.ccit.js.cn](http://book.ccit.js.cn) 下载。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中错误和疏漏在所难免，欢迎广大读者批评指正。对于本书的批评和建议，请联系网站 <http://book.ccit.js.cn>。

编者  
2013年3月

# 目 录

|                               |      |                               |       |
|-------------------------------|------|-------------------------------|-------|
| <b>第 1 章 操作系统基础知识</b> .....   | (1)  | <b>第 5 章 文件系统基础</b> .....     | (80)  |
| 1.1 概述 .....                  | (1)  | 5.1 Linux 文件系统 .....          | (80)  |
| 1.2 作业管理与用户界面 .....           | (8)  | 5.2 文件基本操作 .....              | (85)  |
| 1.3 进程管理 .....                | (10) | 5.3 目录基本操作 .....              | (93)  |
| 1.4 存储管理 .....                | (19) | 5.4 文件链接命令 .....              | (95)  |
| 1.5 设备管理 .....                | (26) | 5.5 其他文件操作 .....              | (97)  |
| 1.6 文件管理 .....                | (30) | <b>第 6 章 文件编辑</b> .....       | (103) |
| <b>第 2 章 Linux 及安装</b> .....  | (36) | 6.1 vi 与 vim 简介 .....         | (103) |
| 2.1 Linux 简介 .....            | (36) | 6.2 vim 工作模式与常用操作 .....       | (105) |
| 2.2 Linux 发行版本 .....          | (37) | 1.3 vim 的环境设定 .....           | (108) |
| 2.3 安装概述 .....                | (39) | <b>第 7 章 标准输入/输出和管道</b> ..... | (113) |
| 2.4 本地安装 .....                | (42) | 7.1 标准输入和标准输出 .....           | (113) |
| <b>第 3 章 Linux 使用基础</b> ..... | (50) | 7.2 标准错误 .....                | (115) |
| 3.1 开始使用 Linux .....          | (50) | 7.3 管道 .....                  | (119) |
| 3.2 用户界面 .....                | (51) | <b>第 8 章 字符处理工具</b> .....     | (123) |
| 3.3 查看文件系统 .....              | (53) | 8.1 正则表达式 .....               | (123) |
| 3.4 运行命令 .....                | (55) | 8.2 文本处理 .....                | (128) |
| 3.5 管理终端 .....                | (57) | <b>第 9 章 进程管理</b> .....       | (139) |
| <b>第 4 章 用户、组和权限</b> .....    | (61) | 9.1 定义进程 .....                | (139) |
| 4.1 用户管理 .....                | (61) | 9.2 管理 Linux 进程 .....         | (141) |
| 4.2 组管理 .....                 | (72) |                               |       |
| 4.3 文件与目录的权限管理 .....          | (75) |                               |       |



|        |                          |       |        |                    |       |
|--------|--------------------------|-------|--------|--------------------|-------|
| 9.3    | 内存管理 .....               | (146) | 13.1   | 磁盘识别和分区 .....      | (199) |
| 9.4    | 进程调度 .....               | (149) | 13.2   | 文件系统管理 .....       | (204) |
| 第 10 章 | 使用 Shell .....           | (155) | 13.3   | 高级硬盘管理 .....       | (214) |
| 10.1   | Shell 与 Shell 环境变量 ..... | (155) | 13.4   | 安装其他存储设备 ...       | (219) |
| 10.2   | 运算表达式 .....              | (162) | 第 14 章 | 基本网络配置 .....       | (221) |
| 10.3   | 分支结构 .....               | (162) | 14.1   | 网卡设置 .....         | (221) |
| 10.4   | 循环结构 .....               | (164) | 14.2   | 主机名与 DNS 客户机 ..... | (225) |
| 10.5   | 脚本参数处理 .....             | (166) | 14.3   | 网络路由配置 .....       | (228) |
| 10.6   | 配置 Shell .....           | (167) | 14.4   | 网络服务管理 .....       | (229) |
| 第 11 章 | 系统启动与服务管理 .....          | (170) | 14.5   | 网络诊断工具 .....       | (235) |
| 11.1   | 硬件初始化 .....              | (170) | 第 15 章 | 常用网络服务安装与配置 .....  | (241) |
| 11.2   | 配置引导程序 .....             | (173) | 15.1   | 远程登录 .....         | (241) |
| 11.3   | init 程序及其脚本 .....        | (176) | 15.2   | VPN 服务 .....       | (249) |
| 11.4   | 控制服务 .....               | (179) | 15.3   | FTP 文件传输 .....     | (255) |
| 11.5   | 重新引导和关机 .....            | (185) | 15.4   | NFS 网络文件系统 ...     | (266) |
| 第 12 章 | 软件管理与内核编译 .....          | (188) | 15.5   | Samba 服务器 .....    | (270) |
| 12.1   | RPM 包管理 .....            | (188) | 第 16 章 | 常用开发工具 .....       | (283) |
| 12.2   | 使用 YUM .....             | (192) | 16.1   | C 开发 .....         | (283) |
| 12.3   | 内核编译与升级 .....            | (194) | 16.2   | Java 开发 .....      | (286) |
| 第 13 章 | 存储设备管理 .....             | (199) | 16.3   | Web 应用开发 .....     | (289) |
|        |                          |       | 参考文献   | .....              | (302) |

# 第1章 操作系统基础知识

## >>> 学习目标

- 了解操作系统的组成和类型
- 了解操作系统的功能，以及典型的操作系统
- 理解作业管理和调度
- 了解进程的概念，理解进程控制和调度算法
- 理解进程通信、死锁和线程
- 理解分页存储、分段存储和虚拟存储
- 理解 DMA 技术、缓冲技术、假脱机技术
- 理解文件系统、文件的分类、文件和目录的结构

## 1.1 概述

自从 1946 年 2 月世界上第一台计算机 ENIAC 诞生以来，计算机技术得到了飞速发展。今天，无论是个人计算机(PC)、掌上电脑、智能手机，还是中小型、大型或巨型计算机，操作系统(Operating System, OS)都是它们不可缺少的核心软件。计算机系统包括丰富的硬件资源和软件资源，这些都需要通过操作系统这个“大管家”来管理，其地位和作用越来越重要，可以说操作系统是整个计算机系统的控制中心。

### 1.1.1 操作系统概念

计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成，硬件系统主要由处理机(CPU)、主存储器、外围设备(包括辅助存储器和各种输入/输出设备，如磁盘、光盘、打印机、鼠标、键盘、显示器、网卡等)，软件系统是计算机程序及其相关文档的集合，是用户与计算机硬件之间进行交互的接口。软件可分为系统软件、支撑软件和应用软件三类，其中支撑软件包括各种语言处理程序、数据库系统、系统工具等；应用软件是为解决某一具体应用问题而开发的软件，如图像处理软件、财务软件、字处理软件、游戏软件、各种数据库应用软件等。计算机的硬件和软件以及系统组成的层次结构关系如图 1-1 所示。

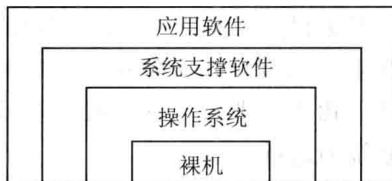


图 1-1 计算机系统组成

操作系统是以硬件为基础的系统软件，是硬件层的第一次扩充，在这一层上实现了操作系统的全部功能，并提供了相应的接口。其他各软件层都是在操作系统的基础



上开发出来的。语言处理程序层包括各种程序设计语言的编译程序以及动态调试程序等实用性程序。语言处理程序层是操作系统层的扩充，而应用程序层是语言处理程序层的进一步扩充。在应用程序层，用户可以使用各种程序设计语言，在操作系统的支持下，编写并运行满足用户需要的各种应用程序。

由此可见，操作系统是计算机系统中最重要、最核心的系统软件，是计算机系统的核心与基石。操作系统是管理和控制计算机系统中硬件资源和软件资源、合理组织计算机工作流程、方便用户有效地使用计算机的系统软件。它是用户与计算机硬件系统间的接口，为用户提供操作界面以便安全、快捷地操纵计算机硬件系统，实现程序的运行和系统各项资源的管理。

### 1.1.2 操作系统的发展与类型

20 世纪 40 年代出现的第一台计算机由电子真空管和插板组成，这种机器运算速度很低，使用这样的计算机只能采用人工操作方式，根本没有操作系统。在计算机出现的早期，每台计算机都有一个专门的小组进行设计、编程和维护。所有的程序都采用机器语言，计算机上没有操作系统，更没有其他软件。机器的使用方式是程序员提前预约机时，上机时用手工方式启动设备，将记录程序的卡片或纸带用输入机送入计算机，接着在控制台上用按钮启动程序运行。在程序运行的几个小时里用户独占计算机，用户既是程序员又是操作员，处理机要等待人工操作，采用串行工作方式，效率非常低。随着 20 世纪 60 年代晶体管的发明，计算机的处理速度提高了几十倍，程序员要使用计算机时，只需将程序写在纸上，利用穿孔机制成卡片，称为一个作业，然后交给操作员。由于在计算机的使用过程中操作员需要手工操作的工作很多，如取一个作业、操作运行、打印输出、再取下一个作业等，造成机器长时间空闲，导致人工操作的速度和处理机的计算速度严重不匹配。由此可见，减少人工干预对提高机器利用率有着重要意义，人们开始希望有专门的监督程序或管理程序来进行作业的自动依次处理。

现有的计算机操作系统主要有以下类型：批处理操作系统、分时操作系统、实时操作系统，随着计算机体系结构的发展，又出现了多处理器操作系统、分布式操作系统和网络操作系统等。

#### 1. 批处理操作系统

在 20 世纪 60 年代早期，许多厂商为自己的计算机系统开发了简单的批处理操作系统。用户不再需要直接访问机器，而是通过使用系统提供的作业控制语言来描述自己想实现的作业流程，并将这些流程控制信息和数据一起作为一个作业提交给操作员，操作员启动有关程序将一批作业输入到计算机辅存，然后由操作系统去控制、调度各个作业的运行，最后输出结果。由于作业进入计算机系统后，用户不再对作业的运行进行人工干预，从而提高了系统的运行效率。

批处理操作系统一般分为单道批处理系统和多道批处理系统。单道批处理系统与多道批处理系统的主要区别在于：前者只允许一次调入一个作业运行，直到这个作业正常运行结束或中途退出，才去调入下一个作业。多道批处理系统是指在内存中同时存放若干个用户作业，允许这些作业在系统中交替运行，如果这些作业搭配合理，就

能提高运行效率,现代计算机上的批处理系统几乎都是多道批处理系统。批处理系统的主要缺点是作业运行平均周期长、人机不能进行交互。

## 2. 分时操作系统

一台计算机连接多个终端,用户通过各自的终端把作业送入计算机,计算机轮流为各终端用户服务,分时段地对用户请求予以响应,允许多个用户共享主机中的资源,这就是分时系统。现今流行的操作系统如 UNIX、Linux 都是典型的多用户多任务的分时操作系统。

### (1) 分时操作系统的产生

批处理系统提高了资源利用率和运行效率,推动分时系统形成和发展的主要动力则是用户的需要,具体为人-机交互和共享主机。分时操作系统正是为了满足上述用户的需要而开发的一种操作系统,它与多道批处理系统相比有着更高的性能和利用率。

### (2) 分时操作系统的实现方法

分时是通过软件来实现的,当一个程序占用处理机运行一个时间片后,操作系统就中断它的运行,对被中断的用户程序做必要的保护之后,立即把处理机交给下一个程序运行。这个程序经过一个时间片后再把处理机分配给下一个程序,这样操作系统可以把处理机按时间片依次分配给系统中的每一个用户程序。只要处理机处理速度足够快和时间片的长度适当,那么一个用户从中断处理机到再次得到处理机需要经过的时间段很短。

在分时系统中,计算机能同时为许多终端用户服务,而且能在很短的时间内响应用户的要求。因为系统采用了分时技术,把处理机运行时间划分成很短的(如几百毫秒)时间片轮流地分配给各个联机作业使用,如果某个作业在分配给它的时间片用完之前计算还未完成,该作业暂时中断,等待下一轮继续计算,此时处理机让给另一个作业使用。这样,各个用户的每次请求都能得到快速响应,给每个用户的印象就好像他独占一台计算机一样。

## 3. 实时操作系统

早期的计算机基本上用于科学和工程问题的数值计算。20 世纪 50 年代后期,计算机开始用于生产过程的控制,产生了实时系统。如炼钢、化工生产的过程控制,航天和军事防空系统中的实时控制等。实时就是表示及时,是指计算机对于外来信息能够及时进行处理,并在被控对象允许的时间范围内做出快速反应。实时系统对响应时间的要求比分时系统更高,一般要求响应时间为秒级、毫秒级甚至微秒级。实时系统按其使用方式不同分为实时控制系统和实时信息处理系统。

实时操作系统主要是为联机实时任务服务的,其特点如下:

- 专门系统:实时系统一般都是定制系统,它针对某一个特殊的需要,由设计者设计相应的硬件并编制出对应的管理系统,各领域之间的实时系统不能通用。

- 立即响应:立即响应要求从事件发生到计算机做出反应之间的时间非常短,通常是微秒数量级范围,不同的系统要求的反应时间也不同。

- 事件驱动:实时系统为每一种可能发生的情况都编制好了对应的处理程序,这种程序被称为事件处理程序或者中断处理程序,当事件发生时就会运行事件处理程序。

- 高可靠性:因为实时系统的任何差错都可能带来巨大的经济损失甚至无法预料的



灾难性后果，如航天、军队、矿井、医疗等领域的软件系统。实时系统要求有高可靠性和安全性，系统的效率和利用率则放在其次。

● 交互性：实时系统没有分时系统那样强的交互会话功能，通常不允许用户通过实时终端设备去编写新的程序或运行用户的任意程序。

#### 4. 多处理器操作系统

大部分计算机系统都是单处理器操作系统，系统中只有一个 CPU，在需要高性能计算、高并发访问的服务器领域，多处理器系统(也称并行系统)越来越受到重视。引入多处理器系统的原因可归结为：

①提高系统吞吐量：随着系统中处理器数目增多，可使系统并行处理多个任务，在单位时间内完成更多工作，当然 CPU 之间的协调和资源共享也需要额外开销。

②提高可靠性：如果单处理器系统的 CPU 出现故障，系统便无法继续工作。但多处理系统中一个 CPU 发生故障后，可实现任务迁移到其他 CPU 上，提高了系统的可靠性。

③降低成本：在达到相同处理能力的情况下，与用  $n$  台独立的计算机系统相比，采用多处理器系统可以节省费用，因为多个 CPU 在同一个主机中，共享外设、内存、电源等资源。

#### 5. 网络操作系统

计算机技术和通信技术的结合使得共享资源和分散计算能力的愿望成为现实，这两种技术的结合已经对计算机的组织方式产生了深远的影响。“计算机中心”的概念正在迅速地变得陈旧，集中式计算机系统的模式正被一种新的模式所取代。在这种新模式中，计算任务是由大量分离而又互相连接的计算机来完成的，某一台计算机上的用户可以使用其他机器上的资源。于是引出了计算机网络的概念。计算机网络就是利用通信线路，将分散在不同地点的一些独立自主的计算机系统相互连接，按照网络协议进行数据传输和通信，实现资源的共享。网络上的计算机是独立自主的，即各个计算机有自己的处理器、存储器、外部设备、各种软件资源和各自的用戶。

目前，网络操作系统已比较成熟，具有联网功能的操作系统主要有 Novell 公司的 Netware 系列、微软公司的 Windows 系列、UNIX、Linux 等。

#### 6. 分布式操作系统

一组相互连接并能交换信息的计算机形成了一个网络，这些计算机之间可以相互通信，任何一台计算机上的用户都可以共享网络上其他计算机的资源。但是，计算机网络并不是一个一体化的系统，它没有标准的、统一的接口，协作难以自动实现。

大量的实际应用要求一个完整的一体化的系统，而且又具有分布处理能力。如在分布事务处理、分布数据处理、办公自动化系统等实际应用中，用户希望以统一的界面、标准的接口使用系统的各种资源，实现所需要的各种操作，这就导致了分布式系统的出现。一个分布式系统由若干台独立的计算机组成，整个系统给用户的印象就像一台计算机，用户通过统一界面实现所需操作和使用系统资源，无须了解系统如何协调资源。实际上，系统中的每台计算机都有自己的处理器、存储器和外部设备，它们既可独立工作(自治性)，亦可合作。分布式系统是一个一体化的系统，在整个系统中要有一个全局的操作系统，它负责全系统(包括每台计算机)的资源分配和调度、任务

划分、信息传输、控制协调等工作，并为用户提供一个统一的界面、标准的接口。

### 1.1.3 操作系统的功能

从资源管理的角度来说，操作系统的主要任务是对系统中的硬件、软件实施有效的管理，以提高系统资源的利用率。计算机硬件资源主要是指处理机、主存储器和外部设备，软件资源主要是指信息(包括程序和资料文件)。因此，操作系统的主要功能相应地就有处理机管理、存储管理、设备管理和文件管理。此外，为能够合理地组织工作流程和便于用户使用计算机，操作系统还应提供作业管理功能。

#### 1. 处理机管理

在多道程序或多用户的环境下，要组织多个作业同时运行，就要解决处理机管理的问题。在多道程序系统中，处理机的分配和运行都是以进程为基本单位的，因而对处理机的管理可归结为对进程的管理。操作系统通过对进程的管理来协调多道程序之间的关系，以达到充分利用处理机资源的目的，进程管理包括进程控制、进程同步、进程调度、进程通信等。

#### 2. 存储管理

存储管理的主要任务是为多道程序的运行提供良好的环境，方便用户使用存储器，并提高内存的利用率。存储管理包括以下几个方面：

①内存分配。为每道程序分配内存空间，并使内存得到充分利用，在作业结束时收回其所占用的内存空间。

②内存保护。保证每道程序都在自己的内存空间运行，彼此互不侵犯，尤其是操作系统的数据和程序，绝不允许用户程序干扰。

③地址映射。在多道程序设计环境下，每个作业是动态装入内存的，作业的逻辑地址必须转换为内存的物理地址，这一转换称为地址映射。

④内存扩充。内存的容量是有限的，为满足用户的需要，通过建立虚拟存储系统来实现内存容量的逻辑上的扩充。

#### 3. 设备管理

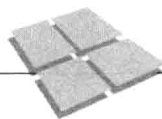
在计算机系统的硬件中，除了CPU和内存，其余几乎都属于外部设备，外部设备种类繁多，物理特性相差很大，因此，操作系统的设备管理往往很复杂。设备管理主要包括：

①缓冲管理。由于CPU和I/O设备的速度相差很大，为缓和这一矛盾，通常在设备管理中建立I/O缓冲区，而对缓冲区的有效管理便是设备管理的一项任务。

②设备分配。根据用户程序提出的I/O请求和系统中设备的使用情况，按照一定的策略，将所需设备分配给申请者，设备使用完毕后及时收回，通常包括三种技术：独享、共享、虚拟分配技术。

③设备处理。设备处理程序又称设备驱动程序，对于未设置通道的计算机系统，其基本任务通常是实现CPU和设备控制器之间的通信。即由CPU向设备控制器发出I/O指令，要求它完成指定的I/O操作，并能接收设备控制器的中断请求，给予及时响应和相应处理。

④设备独立性和虚拟设备。设备独立性是指应用程序独立于具体的物理设备，使



用户编程与实际物理设备无关。虚拟设备的功能是将低速的独占设备改造为高速的共享设备。

#### 4. 文件管理

文件管理就是计算机系统对信息资源的管理。在现代计算机系统中,总是把程序和数据以文件的形式存储在文件存储器中(如磁盘、光盘、磁带等)供用户使用。为此,操作系统必须具有文件管理的功能。文件管理的主要任务是对用户文件和系统文件进行管理,并保证文件的安全性。文件管理包括以下内容:

①文件存储空间的管理。所有的系统文件和用户文件都存放在文件存储器上。文件存储空间管理的任务是为新建文件分配存储空间,在一个文件被删除后应及时释放所占用的空间。文件存储空间管理的目标是提高文件存储空间利用率,并提高文件系统的工作速度。

②目录管理。目录管理的任务是为每一文件建立其目录项,并对目录项加以有效的组织,以方便用户按名存取,便于快速检索文件。

③文件读、写管理。文件读、写是文件管理的最基本的功能,文件系统根据用户给出的文件名去查找,得到文件在存储器上的位置后利用文件读、写函数,对文件进行读、写操作。

④文件存取控制。为了防止系统中的文件被非法窃取或破坏,在文件系统中应建立有效的保护机制,以保证文件系统的安全性。

#### 5. 作业管理

操作系统的作业管理程序主要实现以下功能:

①作业的组织与管理。对系统中所有的用户作业进行统一组织和管理,以提高整个系统的运行效率。

②提供用户接口。为了使用户能方便地使用计算机运行自己的程序,操作系统向用户提供了用户接口,包括命令接口(字符用户界面 CUI)、系统调用接口(系统 API,用于编程调用)和图形用户界面(GUI)。

### 1.1.4 典型操作系统简介

操作系统从诞生至今已有近 50 年的历史,20 世纪 60~70 年代是操作系统发展的活跃时期,目前最常用的操作系统是 Windows、Mac OS、UNIX 和 Linux。其中,UNIX 目前常用的变种有 SUN 公司的 Solaris、IBM 公司的 AIX、惠普公司的 HP UX 等,其他比较常用的操作系统还有 NetWare、OS/400、OS/2 等。在 20 世纪 80 年代和 90 年代初,DOS 曾经是最常用的操作系统之一。

#### 1. MS-DOS 操作系统

DOS 是磁盘操作系统(Disk Operating System)的缩写,广泛运行于基于 Intel 80x86 处理器的 IBM PC 及其兼容机上,全称是 MS-DOS。最初的 MS-DOS 是 1981 年 8 月为 IBM PC 推出的 1.0 版,1984 年推出的 MS-DOS 3.1 提供了支持联网的功能,1991 年推出的 MS-DOS 5.0 突破了 640KB 的内存限制,1994 年推出了 6.1 和 6.2 版,微软公司推出的最后一个 MS-DOS 版本是 DOS 7.0,以后不再推出新的版本。MS-DOS 系统主要的功能是进行文件管理和设备管理,是一个单用户操作系统。随着 32 位

计算机的出现, DOS 已经不能适应需求, 逐渐被 Windows 所代替, 但 Windows 中还保留着 DOS 方式的操作接口。

## 2. Windows 系列操作系统

微软公司于 1985 年发布了基于 MS-DOS 的具有多任务、图形界面的系统软件, 1991 年推出的 Windows 3.1 为程序开发提供了强大的窗口控制能力, 且内存管理也有了突破性的进展, 采用了虚拟存储技术。此外还提供了网络支持、多媒体管理、超文本形式联机帮助技术。这些 Windows 版本都必须运行在 MS-DOS 上, 它的核心以纯 16 位汇编代码编写, 所有程序运行在同一内存空间, 任何程序出错, 整个操作系统都会垮掉。

1995 年微软公司发布了 32 位的完整集成化的真正的多任务操作系统: Windows 95。Windows 95 已摆脱 DOS 的限制(不用从 DOS 下启动 Windows), 在提供强大功能(如网络和多媒体功能等)和简化用户操作(如桌面和资源管理器等新特性)这两个方面都取得了突出的成绩, 使用户对系统的各种资源浏览、操纵变得更方便、合理。其后发布的 Windows 98、Windows 2000、Windows Me 和 Windows XP 等则是在 Windows 95 基础上的增强。

1993 年 5 月, 经过 David Culter 为主设计师的几百个人四年多的工作, 微软公司正式推出 Windows NT(Windows New Technology)。Windows NT 及后来的 Windows 2000 是商用多用户网络操作系统, 其开发目标是作为工作站和服务器的 32 位操作系统, 以充分利用 32 位处理器等硬件的新特性。Windows NT 支持对称多处理、多线程程序、多个可装卸文件系统(FAT、HPFS、CDFS、NTFS 等), 还支持多种常用 API 和标准 API(WIN 32、OS/2、DOS、POSIX 等), 对已有 Windows 应用保持兼容, 内置网络和分布式计算, Windows NT 的安全性达到美国政府 C2 级安全标准。

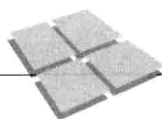
目前主流的 Windows 个人电脑版是 Windows XP/7/8, 而服务器上主流的 Windows 系统是 Windows 2003 和 Windows 2008, 有 32 位版和 64 位版。随着内存容量的扩大, 可以管理超过 4G 内存的 64 位版的 Windows 逐渐成为主流。

## 3. UNIX 操作系统

UNIX 是一种多用户操作系统, 是目前三大主流操作系统之一(另外两个是 Linux 和 Windows)。1969 年, 美国贝尔实验室的 K. Thompson 和 D. M. Ritchie 在 DEC 小型计算机上最早实现了 UNIX 系统的设计, 由于其简洁、易于移植等特点而很快得到注意、发展和普及。

除了贝尔实验室的“正宗”UNIX 版本外, UNIX 还有大量的变种, 主要的 UNIX 变种有: SUN 公司的 Solaris、IBM 公司的 AIX、HP 公司的 HP UX、Compaq Tru64 UNIX(原名 Digital UNIX)、SCO 公司的 SCO UnixWare、SGI 公司的 Irix, 它们大多是基于 SVR4(System V Release 4)的, 另外一个分支是 BSD(Berkeley Software Distribution, 伯克利软件套件)。目前基于 4.4BSD 的套件(如 FreeBSD、OpenBSD 和 NetBSD)还在继续维护中, 它们都是开源的, 目前流行的 Mac OS 内核正是基于 FreeBSD 的。

UNIX 是一个多用户多任务操作系统, 具有较好的可移植性, 具有优良的性能和强大的安全控制机制, 是目前服务器领域最重要的操作系统。



## 4. Linux 操作系统

Linux 最初是由芬兰赫尔辛基大学计算机系大学生 Linus Torvalds 在 1990 年底到 1991 年的几个月中, 为了自己的操作系统课程学习和后来上网使用而陆续编写的, 在他自己购买的 Intel 386 PC 上, 利用 Andrew Tanenbaum 教授自行设计的 Minix 操作系统作为开发平台, 实现了 UNIX 操作系统的全部功能。Linux 操作系统一开始是为 PC 建立的, 继承了 UNIX 的全部优点, 是开放源码的自由软件。目前在服务器领域也大行其道, 已经发展成为继 Windows 操作系统之后应用第二广泛的操作系统。

### 1.2 作业管理与用户界面

作业管理是操作系统五大管理功能之一, 它解决了如何接受用户的作业, 以及怎样合理安排各个用户作业的运行等问题。

#### 1.2.1 作业管理概述

什么是作业? 所谓作业就是用户在一次计算或事务处理过程中要求计算机所做的工作的综合, 它是用户向计算机系统提交一项具有独立功能的任务。目前在 Windows 和 Linux 操作系统中都是用“任务”一词代替“作业”, 一般来说, 作业可分为几个独立的子任务, 每个子任务称为作业步。例如在计算机上对 C 语言程序的加工任务可以分为几个子任务:

- 编辑: 通过键盘输入, 保存为一个 C 语言的源程序。
- 编译: 编译源程序, 生成一个目标程序。
- 链接: 链接目标程序, 生成一个可执行程序。

最后运行可执行程序, 上述三个步骤的总和就是一个作业, 这个作业由三个作业步组成。作业在完成每个作业步后, 可创建一个或几个进程来执行, 若干个作业也可以组成作业流。

根据计算机系统对作业处理方式的不同, 一般把作业分成两大类: 交互型作业和批量型作业。

● 交互型作业通常在分时操作系统环境下运行, 又称终端作业, 用户在各自的终端上直接输入作业控制命令、提交用户作业、运行用户作业, 而系统把作业运行的情况和结果也及时反馈在用户终端上, 这种利用控制台直接控制的作业也称为联机作业 (on-line)。

● 批量型作业是指用户不直接与计算机系统交互, 也称为脱机作业 (off-line)。在大型计算机的批处理系统中, 一次可以成批接收多个用户的作业, 批量型作业在输入计算机系统前, 必须由用户使用作业控制语言向系统说明如何控制作业的运行。

在同时具有分时操作和批处理两种方式的系统中, 可以同时运行上述两种作业, 常把交互型作业称为前台作业, 把批量型作业称为后台作业。

#### 1.2.2 作业调度

##### 1. 作业调度概述

所谓作业调度就是实现作业从后备状态到执行状态的转换, 即由作业调度程序来