



普通高等教育“十二五”规划教材

计算机操作系统原理 实验指导书

张海云 主编
梁春华 张霞 周瑞 副主编



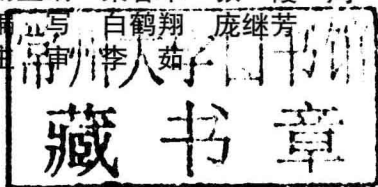
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

计算机操作系统原理 实验指导书

主 编 张海云
副主编 梁春华 张 霞 周 瑞
编 写 白鹤翔 庞继芳
主 审 李 茹



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。本书具有以下特点：各个章节结构安排合理，内容设置全面；教学操作性强，便于按需施教；易于帮助学生由浅入深、循序渐进地学习，加深对Linux操作系统设计原理的理解；充分考虑到学生在实验过程中遇到问题的各个环节，详细地列出实验步骤，保证学生在实验过程中顺利操作。

本书可作为高等院校计算机科学与技术、软件工程、信息与计算科学等本、专科各专业操作系统课程设计和实验教学的教材，亦可作为Linux开发人员熟悉Linux环境下应用及内核编程的入门参考书。

图书在版编目（CIP）数据

计算机操作系统原理实验指导书 / 张海云主编. —北京：
中国电力出版社，2012.9

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-3540-0

I. ①计… II. ①张… III. ①操作系统—高等学校—
教学参考资料 IV. ①TP316

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 225891 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 10 月第一版 2012 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.75 印张 212 千字

定价 12.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

操作系统是计算机系统的核心和灵魂，也是计算机专业教学的重要内容。学习操作系统一方面要理解操作系统的基本概念和原理，另一方面要求学生动手在实用操作系统上进行上机编程实践，通过阅读内核源代码，更好地掌握操作系统的精髓。编写本实验教程的目的就是为了在学习操作系统基本原理的同时，利用贴近实用的实践操作，理论联系实际，为操作系统实验教学提供指导。

Linux 操作系统是开源操作系统，也是广为使用的主流操作系统之一。本实验教程在选择实验环境和平台时，充分考虑了 Linux 操作系统高于 Windows 操作系统的安全性和稳定性，尤其在高端服务器以及在手机操作系统的应用优势，因此选用了成熟的 Linux 2.6 内核版本作为操作系统实验和实习环境。随着 Linux 操作系统在国内的不断普及，将 Linux 作为实验教学平台为学生毕业快速进入实战工作状态打下良好的基础。

本实验教程针对操作系统实践性强的特征，给出了一个完整的操作系统实验体系。从实验的功能出发，本书分为三部分。第一部分（第 1 章～第 4 章）为 Linux 操作系统操作使用实验。通过学生亲自安装 Linux 操作系统环境，熟悉 Linux 操作系统的用户界面，并且通过使用 Linux 命令操作和管理系统，甚至可以设计 Shell 脚本配置系统环境，最后可以编译内核程序更新 Linux 内核版本。这一部分是对一个学习 Linux 操作系统的专业学生的基本要求。第二部分（第 5 章～第 8 章）为 Linux 内核的基本实验。通过学生阅读源代码，洞察操作系统的结构与内部状态，结合操作系统原理，观察 Linux 内核管理的表现特征，体会进程管理、进程通信、内存管理、模块管理、虚拟文件系统机制的实现。这一部分要求学生能够深入理解操作系统设计原理，探索 Linux 内核结构和实现机制。第三部分为附录。给出了 Linux 常用命令、GCC 编译器、GDB 调试器的参数解释，便于学生查阅。

本书内容强调应用操作，注重理论理解。在每一章的设计中，提供了实验的预备知识，给出了每个实验方案的详细描述，并且本书所有的实验参考代码都在 RHEL5 发行版经过了验证，读者可以在无须参考书的情况下实现基本的实验过程。在具体的操作系统实践教学，每章实验拟安排 1~2 个授课学时，4~6 个上机学时，总学时在 48 学时，做不完的实验题目可以在课后完成。每个实验完成后，都应提交实验报告，在实验报告中，关键是能够将实验过程遇到的问题及其解决办法都写出来。

本书在撰写过程中，学习和参考了许多 Linux 系统方面的好的教材，参考了大量的网络资源，谨以此向各位作者致以深深的谢意。本书由山西大学张海云老师负责组织和统稿，山西大学张霞老师编写了第 1 章，山西大学白鹤翔老师编写了第 5 章，山西大学庞继芳老师编写了第 8 章，太原理工大学财经学院梁春华老师编写了第 2 章与附录部分，忻州职业技术学院周瑞老师编写了第 3 章，其余章节均由张海云老师编写，同时，白鹤翔、梁春华还参与了实例程序的调

试与正确性验证。此外，本书的编写也得到了山西大学计算机与信息技术学院李茹副院长和实验室王继荣主任的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限，错误在所难免，有对本书的任何批评和建议可发送邮件到 seaddy@sxu.edu.cn。在此，我们再次对所有帮助过我们的老师、同行表示深深的感谢。

编者

2012年9月

目 录

前言

第 1 章 Linux 的安装与使用	1
1.1 预备知识	1
1.2 实验 1 使用 VMware 创建虚拟机	10
1.3 实验 2 安装 RHEL 5 发行版	11
1.4 实验 3 安装 VMware Tools for Linux	13
第 2 章 Linux 的用户界面	14
2.1 预备知识	14
2.2 实验 1 Linux 常用命令操作	22
2.3 实验 2 vi 操作	26
2.4 实验 3 Linux 下 C 语言编程调试	28
第 3 章 Linux 下的 Shell 编程	31
3.1 预备知识	31
3.2 实验 1 Shell 脚本测试	38
3.3 实验 2 Shell 脚本设计	42
第 4 章 Linux 的内核编译	43
4.1 预备知识	43
4.2 实验 1 Linux 内核编译	51
4.3 实验 2 Linux 中 Grub 引导分析	53
第 5 章 Linux 进程管理	55
5.1 预备知识	55
5.2 实验 1 Linux 进程管理命令	61
5.3 实验 2 进程创建	62
5.4 实验 3 Linux 下线程与进程的数据共享	63
第 6 章 Linux 进程通信	65
6.1 预备知识	65
6.2 实验 1 利用信号机制实现进程软中断通信	71
6.3 实验 2 进程的管道通信	73
6.4 实验 3 消息队列实现进程间的通信	74
6.5 实验 4 信号量实现进程同步	76
6.6 实验 5 共享主存实现进程间通信	78
第 7 章 Linux 内存管理	81
7.1 预备知识	81
7.2 实验 1 Linux 内存管理命令使用	84

7.3 实验2 模拟实现请求页式管理页面置换算法	84
第8章 Linux 下 Proc 文件系统与模块编程	93
8.1 预备知识	93
8.2 实验1 向 proc 文件系统中添加文件	100
8.3 实验2 通过 proc 文件系统查看进程信息	103
附录 A Linux 常用命令	106
附录 B GCC 选项简介	126
附录 C GDB 命令详解	131
参考文献	134

第 1 章 Linux 的安装与使用

实验目的

- (1) 了解 Linux 的发展历史和基本特性。
- (2) 了解 Linux 操作系统的内核版本。
- (3) 了解 Linux 操作系统的各种发行版本。
- (4) 了解主流虚拟机软件的功能和特点。
- (5) 学习和动手安装 Linux 操作系统。
- (6) 了解 Linux 的目录结构。

1.1 预备知识

1.1.1 Linux 发展简史

Linux 操作系统是一个基于 POSIX 和 UNIX 的多用户、多任务、支持多线程和多 CPU 的操作系统。它是一个类 UNIX 的操作系统，能免费使用并能自由传播。它诞生于 1991 年的 10 月 5 日，这一天 Linux 0.01 版正式向外公布，后来借助于 Internet 的传播，并经过全世界各地众多编程高手的共同改进、扩充和完善，现已成为世界上使用最多的一种 UNIX 操作系统，并且使用人数还在不断增长。

1991 年，芬兰赫尔辛基大学的学生 Linus Torvalds 由于在使用教学型操作系统 Minix 的过程中感到不满意，萌生了自己开发一个操作系统的念头。1991 年 10 月 5 日，Linus 在新闻组 comp.os.minix 发布了大约有一万行代码的 Linux 0.01 版本，标志着 Linux 的正式诞生。到了 1992 年，大约有 1000 人在使用 Linux，而他们基本上都属于真正意义上的 hacker。1993 年，大约有 100 余名程序员参与了 Linux 内核代码编写与修改工作，其中核心组由 5 人组成，此时 Linux 0.99 的代码大约有 10 万行，用户大约 10 万左右。1994 年 3 月，Linux 1.0 正式发布，代码量 17 万行，当时是按照完全自由免费的协议发布的，随后才正式采用了 GPL 协议；同时，Linux 的第一个商业发行版 Slackware 问世。至此，Linux 的代码开发才进入良性循环，不断充实对不同硬件系统的支持，大大提高了其跨平台的移植性。到了 1996 年 6 月，Linux 2.0 内核发布，此内核已有大约 40 万行代码，被移植到 AMD、Alpha、PowerPC、MIPS、Motorola 68000、SPARC、S/390、VAX 及 HP PA-PISC 等许多处理器上，全球用户有几百万人。随着 Linux 操作系统在嵌入式系统、桌面环境甚至服务器上的成功应用，从 1999 年起，许多计算机硬件及软件公司，如 IBM、Intel、Netscape、SGI、Sun、HP、Novell、Oracle、Informix、Sysbase 等，都开始大力支持 Linux，各种软件纷纷移植到 Linux 平台上，运行在 Linux 下的应用软件越来越多，大大地推动了 Linux 的商品化进程，使它逐步成为一个功能强大、稳定高效的成熟操作系统。在国内，Linux 的中文版也不断推出。为了研发具有自主知识产权的操作系统，2000 年联想公司推出幸福 Linux，中科院推出红旗 Linux。2001 年初，Linux 2.4

内核发布，同时第一届 Linux World 大会召开。2002 年内核开发者宣布 Linux 系统支持 64 位计算机平台。2003 年推出了 Linux 2.6 内核。2011 年 Linux 内核进入 3.0 时代。根据 2011 年 9 月的最新报告，世界 500 强超级计算机系统中，使用 Linux 操作系统的已占 434 席，远远超过其他操作系统。

从 Linux 的发展史来看，Linux 操作系统诞生与成长离不开 Internet、UNIX 操作系统、GNU 计划、POSIX 标准的支持。可以这样说，Internet 孕育了 Linux，没有 Internet 就没有 Linux 今天的成功，而 Linux 与其他三者的渊源下面将绘出一条清晰的脉络。

1965 年，MIT (Massachusetts Institute of Technology, 美国麻省理工学院)、GE (General Electric Company, 通用电气公司) 及 AT&T (American Telephone & Telegraph, 美国电话电报公司) 的贝尔实验室联手开发在当时认为最为先进的 MULTICS 操作系统。经过数年的开发后，贝尔实验室认为该系统没有成功的希望便撤出了自己的开发人员，这些人中便有 Ken Thompson 和 Dennis Ritchie。随后，1969 年夏他们在实验室闲置的 DEC PDP-7 小型计算机上开发出了 UNIX 操作系统的原型。当时使用的是 BCPL 语言 (基本组合编程语言)，20 世纪 70 年代初 Dennis Ritchie 发明了 C 语言并用 C 语言对 UNIX 进行了重写。1974 年，Ritchie 和 Thompson 在 Communications of the ACM 发表了一篇经典论文《The UNIX Time Sharing System》，使得 UNIX 得到广泛关注，并在各大学院校得到了推广。20 世纪 80 年代初期，UNIX 开始商业化，AT&T 发布了 System III 和 System V 等。一些商业公司也陆续跟进，发布自己的 UNIX 版本。如伯克利软件设计公司的 BSD UNIX、IBM 公司的 AIX、Sun 公司的 Solaris 等。这些商业版本的 UNIX 源代码不再开放，限制了 UNIX 的蓬勃发展。

一些 UNIX 的爱好者和软件开发者认为，计算机软件的商业化不利于人类的进步和知识的传播，其中尤以 Richard Stallman 表现最为激烈。Richard Stallman 在 1983 年 9 月 27 日公开发起 GNU 计划，旨在开发一个类似 UNIX 并且相互兼容的自由开放的软件系统。1985 年 Richard Stallman 又创立了自由软件基金会来为 GNU 计划提供技术、法律及财政支持。Richard Stallman 提倡软件自由，为反对软件商业化专门制定了 GPL (General Public License, 通用公共许可证)。到 20 世纪 90 年代初，GNU 计划已经发布了数量可观的基于 GPL 的软件，其中包括著名的编译器套件 GCC、编辑器 Emacs 等。但是，GNU 计划中最核心的操作系统并没有开发出来，而 Torvalds 发布的 Linux 操作系统在这个时候加入了 GNU 并且遵循 GPL 协议，弥补了 GNU 计划关键的缺陷。所以严格来讲，Linux 应该称为 GNU/Linux 系统，即采用 Linux 内核的 GNU 操作系统。

在 Linux 刚刚起步的时候，POSIX 标准正在制定。POSIX (Portable Operating System Interface of UNIX, 可移植操作系统接口) 是由 IEEE 和 ISO/IEC 开发的一簇基于提高 UNIX 环境下应用程序的可移植性的标准，用于保证编制的应用程序可以在源代码一级上在多种操作系统上移植运行。第一个正式标准是在 1988 年 9 月份批准的 (IEEE 1003.1-1988)，即 POSIX.1 标准。这个 UNIX 标准为 Torvalds 开发 Linux 提供了极为重要的信息，使得 Linux 的能够在标准的指导下进行开发，保证了与绝大多数 UNIX 系统兼容。甚至在最初的 Linux 0.01 版的内核/include/unistd.h 文件中就已经定义了几个有关 POSIX 标准要求的常数符号。POSIX 标准在推动 Linux 操作系统朝着正规路上发展起着重要的作用，是 Linux 前进的灯塔。目前，Linux 完全兼容 POSIX.1 标准。

Linux 的出现发扬了在操作系统领域自由软件的 GNU 精神，不断推动着操作系统平台的

向前发展, 实现了一个功能强大、稳定可靠、便于移植的多用户、多任务、多平台且具有开放性的通用操作系统。

1.1.2 Linux 内核版本

Linux 内核并非是操作系统, 它只是一个完整操作系统的组成部分, 负责提供硬件抽象层、磁盘及文件系统控制、多任务等功能的系统软件。

Linux 内核主要由 Linux 基金会专门负责维护, 该基金会是一个非盈利性的联盟, 其目的在于推动 Linux 的成长。在 2007 年, 开源发展实验室(Open Source Development Labs, OSDL)与自由标准组织(Free Standards Group, FSG)联合成立了该组织。Linux 创始人 Linus Torvalds 就受聘于该基金会, 全力负责 Linux 内核的开发。

Linux 内核分为稳定版和开发版。一些新特性、实验性改进等首先在开发版中进行, 在开发版中测试以后, 再在稳定版中进行相同的修改。一旦开发版经过足够的发展, 开发版就会成为新的稳定版。两种版本相互关联, 相互循环。

Linux 内核版本号格式如 `major.minor.patchlevel`, 其中各部分说明如下。

(1) `major`: 表示主版本号, 有结构性变化时才变更。

(2) `minor`: 表示次版本号, 新增功能时才发生变化; 一般奇数表示测试版, 偶数表示稳定版。

(3) `patch`: 表示对次版本的修订次数或补丁包数。

Linux 在 2.6.0 版本之后, 所有稳定内核版本后以 2.6.C [D] 的形式发布。C 编号的变化可能意味着内核代码的大量修改及重大特性的引入。数字 D 表示升级版本号, 主要是处理严重的 bug 及安全补丁, 如 2.6.8.1 的发布是修改了 2.6.8 版本中 NFS 代码的错误。Linux 每隔 1~2 个月发布一个稳定版本, 然后是升级版本号, 如 2.6.35.3、2.6.35.4、2.6.35.5。升级版本号不分奇偶数, 顺序递增。每周几次发布升级版本号, 修正最新的稳定版本的问题。目前最新的版本号是 2011 年 7 月发布的 3.0 版, 但是从 3.0 版开始, 版本号的编排又回到了 2.4 版本的模式。

1.1.3 Linux 发行版本

Linux 发行版指的是通常所说的“Linux 操作系统”, 它是各个公司或组织推出的版本。一个典型的 Linux 发行版包括: Linux 内核, 一些 GNU 库和工具, 命令行 shell, 图形界面的 X 窗口系统和相应的桌面环境(如 KDE 或 GNOME), 并包含数千种从办公包、编译器、文本编辑器到科学工具的应用软件。发行版一般为不同的目的而制作, 包括对不同计算机结构的支持, 对一个具体区域或语言的本地化, 甚至针对一些实时应用和嵌入式系统。

Linux 家族成员非常多, 有超过数十种不同的发行版本。当然, 如果读者是名真正的 Linux 爱好者的话, 完全可以定制出属于自己的发行版。下面是 Linux 主流发行版本的简介与发行版 logo 展示。

(1) Ubuntu。

初始版本: 2004 年 10 月 20 日。

赞助公司: Canonical 有限公司。

创始人: Mark Shuttleworth。

支持的语言: 多语种(包括中文)。

简介: Ubuntu (<http://www.ubuntu.com>) 是一个以桌面应用为主的 Linux 操作系统, 其名

称来自非洲南部祖鲁语或豪萨语的“ubuntu”一词。创始人 Mark 是一名南非富翁，其官方中文译名为“友帮拓”，它的 logo 如图 1-1 所示。Ubuntu 基于 Debian 发行版和 GNOME 桌面环境来构建。与 Debian 的不同在于它每 6 个月会发布一个新版本。Ubuntu 囊括了大量从 Debian 发行版精挑细选的软件包，同时保留了 Debian 强大的软件包管理系统，以便简易安装或彻底删除程序。Ubuntu 的软件包清单只包含那些高质量的重要应用程序。Ubuntu 的目标在于为一般用户提供一个最新的、同时又相当稳定的主要由自由软件构建而成的操作系统。Ubuntu 现已成长为最流行的 Linux 桌面版本，Ubuntu12.04 是一个长期支持的版本，于 2012 年 4 月 26 日发布。Ubuntu 具有庞大的社区力量，用户可以方便地从社区获得帮助。对于 Linux 初学者，推荐使用 Ubuntu。



图 1-1 Ubuntu 发行版的 logo

简介：Fedora (<http://fedoraproject.org>) 由两个 Linux 梦想家 Bob Young 和 Marc Ewing 共同创建推出，其 logo 如图 1-2 所示。最早 Fedora Linux 社区的目标是为 Red Hat Linux 制作并发布第三方的软件包，然而当 Red Hat Linux 停止发行后，Fedora 社区便集成到 Red Hat 赞助的 Fedora Project，目标是开发出由社区支持的操作系统。Red Hat Enterprise Linux 则取代 Red Hat Linux 成为官方支持的系统版本。Fedora 的目标是以社区成员不懈努力，提供并维护自由、开放源码的软件和开放的标准。Fedora 是 linux 发行版中更新最快的版本之一，通常每 6 个月发布一个正式的新版本。

(3) openSUSE。

初始版本：2006 年 12 月 7 日。

开发者：openSUSE Project。

支持的语言：多语种（包括中文）。

简介：openSUSE (<http://www.opensuse.org>) 是德国著名的 Linux 发行版，被评为最华丽的 Linux 桌面发行版，其 logo 如图 1-3 所示。openSUSE 项目是由 Novell 发起的开源社区计划，旨在推进 Linux 的广泛使用。openSUSE 原名 SUSE Linux，10.2 版本以后才改为 openSUSE。openSUSE 项目的目标是使 SUSE Linux 成为所有人都能够得到的，最易于使用的 Linux 发行版，同时努力使其成为使用最广泛的开放源代码平台。



图 1-3 openSUSE 发行版的 logo

(2) Fedora。

初始版本：2003 年 11 月 6 日。

开发者：Fedora Project。

支持的语言：多语种（包括中文）。



图 1-2 fedora 发行版的 logo

(4) Debian。

初始版本：1993 年 8 月 16 日。

开发者：Debian 计划。

支持的语言：多语种（包括中文）。

简介：Debian (<http://www.debian.org>) 是由 Ian Murdock 于 1993 年发起的，那时的 Ian 还是一名大学生，其 logo 如图 1-4 所示。Debian 软件包超过 29 000 个程序包，这些预先编译好的软件被包裹成一种良好的格式以便于安装，这是其他任何基于 Linux 的操作系统无法比拟的。在不断的发展中，Debian 赢得了“体验最佳、bug 最少的发行版”的美誉。Debian 分为稳定版和测试版。测试版支持不少新技术，而稳定版的稳

定性和安全性都非常高。Debian 的稳定版是每 1~3 年发布一次。

(5) Linux Mint。

初始版本：2006 年 8 月 27 日。

开发者：Linux Mint Team。

支持的语言：多语种（包括中文）。



图 1-4 debian 发行版的 logo

简介：Linux Mint (<http://www.linuxmint.com>) 于 2006 年开始发行，是一份基于 Debian 和 Ubuntu 的 Linux 发行版，其目标是为家庭用户和企业提供一个免费的、易用的、舒适而优雅的桌面操作系统，它的 logo 如图 1-5 所示。Linux Mint 包括提供浏览器插件、多媒体编解码器、对 DVD 播放的支持、Java 和其他组件，它也增加了一套定制桌面及各种菜单，一些独特的配置工具，以及一份基于 Web 的软件包安装界面。它与 Ubuntu 软件仓库兼容，使得它有一个巨大的可安装软件库，还有一个完善的服务设置机制。



图 1-5 Linux Mint 发行版的 logo

(6) Slackware。

初始版本：1993 年 7 月 16 日。

创始人：Patrick Volkerding。

支持的语言：多语种（包括中文）。

简介：Slackware (<http://www.slackware.com>) 是由 Patrick Volkerding 制作的 GNU/Linux 发行版，它力图成为“UNIX 风格”的 Linux 发行版本，其 logo 如图 1-6 所示。Slackware 一贯坚持 KISS (Keep it simple, stupid) 的设计原则，只吸收稳定版本的应用程序，尽量保持系统的简洁，从而实现稳定、高效和安全。Slackware 的简洁性，在一定程度上牺牲了系统的易用性，但其稳定、高效、安全的特性声，赢得了一大批的忠实用户。

(7) RedHat。

初始版本：1995 年 5 月 13 日。

开发者：Redhat 公司。

支持的语言：多语种（包括中文）。



图 1-6 slackware 发行版的 logo

简介：RedHat (www.redhat.com) 是全球最大的开源技术厂家，专注于服务器版的开发，其产品 Red Hat Enterprise Linux 也是全世界应用最广泛的 Linux，其 logo 如图 1-7 所示。RedHat 公司总部位于美国北卡罗来纳州，在全球拥有 22 个分部。RedHat Linux 因其易于安装而闻名，在很大程度上减轻了用户安装程序的负担，其中 RedHat 提供的图形界面安装方式非常类似 Windows 系统的软件安装。这对于某些 Windows 用户而言，几乎可以像安装 Windows 系统一样轻松安装 RedHat 发行套件。2004 年，Red Hat 公司正式停止对 Red Hat 9.0 版本的支持，标志着 Red Hat Linux 的正式完结，而桌面版的 RedHat Linux 发行包则与来自民间的 Fedora 计划合并，Red Hat 公司不再开发桌面版的 Linux 发行包，而将全部力量集中在服务器版的开发上，也就是 Red Hat Enterprise Linux 版。2011 年 11 月 10 日，RHEL 6 正式版发布。



图 1-7 redhat 发行版的 logo

(8) CentOS。

初始版本：2004 年 5 月 14 日。

开发者：CentOS Project。



图 1-8 CentOS 发行版的 logo

支持的语言：多语种（包括中文）。

简介：CentOS (<http://www.centos.org/>) 是社区企业级操作系统，它来自于 RedHat Enterprise Linux 依照开放源代码规定释出的源代码所编译而成，不包含封闭源代码的软件，其 logo 如图 1-8 所示。它适用于要求高度稳定性的服务器以替代商业版的 Red

Hat Enterprise Linux 使用，而不需要任何的费用，同样也得不到相应的服务和技术支持。

1.1.4 Linux 目录结构

Linux 发行版安装好以后，对于每一个 Linux 新手来说，最感到迷惑的问题之一就是在 Linux OS 中的文件都存放在哪里？特别是由于受 Windows OS 的使用习惯影响，Linux 的目录结构看起来有很大的差异，所以这里专门介绍 Linux 下各目录的主要功能。虽然每个 Linux 的发行版安装完成以后，文件目录的组织存在些许的差异，但是主要目录的安排是固定的。图 1-9 与图 1-10 分别为 RHEL5 与 Ubuntu10.04 中的根目录‘/’下的各目录示意图。根目录‘/’对于每一台计算机来说，有且只有一个根目录。所有文件的逻辑结构都是从根目录开始的。比如，当在终端里输入“/home”，其实是在告诉计算机，先从/（根目录）开始，再进入到 home 目录中。根目录下面只有目录，不能直接存放文件。根目录是 Linux 系统启动时系统第一个载入的分区，所以启动过程中用到的文件应该都放在这个分区中，其中/etc、/bin、/dev、/lib、/sbin 这 5 个子目录都应该要与根目录连在一起，不可独立成为某个分区。

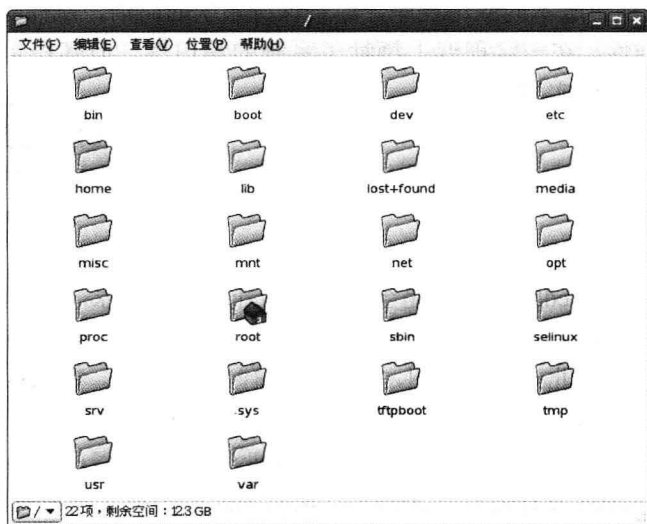


图 1-9 RHEL5 目录示意图

Linux OS 主要目录说明如下。

(1) /bin: 也称二进制 (binary) 目录，包含了那些供系统管理员和普通用户使用的重要的 Linux 命令的可执行文件。一些常用的命令，如 `bash`、`cat`、`chmod`、`cp`、`date`、`echo`、`kill`、`ln`、`mail`、`mkdir`、`more`、`mv`、`ps`、`pwd`、`rm`、`rmdir`、`sh`、`stty`、`su`、`tcsh`、`uname` 和 `vi`。一些用于系统恢复的命令，如 `tar`、`gzip`、`gunzip` 和 `zcat`。还有一些网络命令，如 `domainname`、`hostname`、`netstat` 和 `ping`。目录 `/usr/bin` 下存放了大部分的普通用户可以执

行的程序和命令。

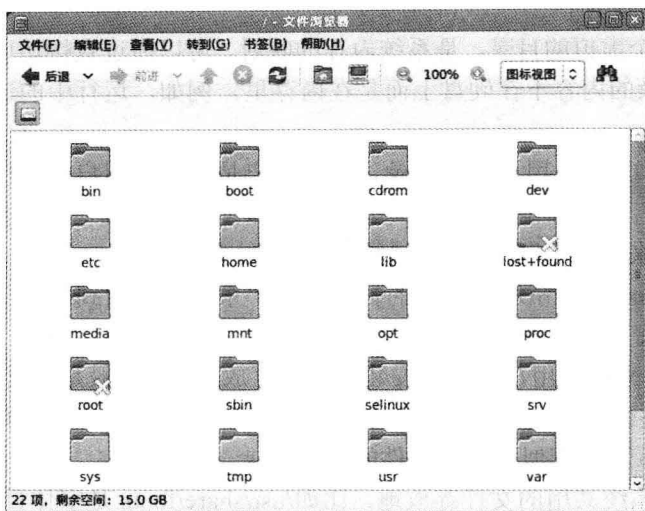


图 1-10 Ubuntu10.04 目录示意图

(2) `/sbin`、`/usr/sbin`、`/usr/root/sbin`: 存放了系统管理的工具、应用软件和通用的 `root` 用户权限的命令, 只有系统管理员可以使用这些目录下的程序。

(3) `/boot`: 存放系统启动时要用到的程序, 包括 Linux 内核的二进制映像。内核文件名是 `vmlinuz` 加上版本和发布信息。

(4) `/dev`: 设备 (device) 的英文缩写。在这个目录中包含了所有 Linux 系统中使用的外部设备, 每个设备都是以文件的形式存在, 包括键盘和鼠标, 但是这里并没有存放外部设备的驱动程序。

(5) `/etc`: Linux 系统中最重要目录之一。在这个目录下存放了系统管理时要用到的各种配置文件和子目录。系统运行时用到的网络配置文件、文件系统、X 系统配置文件、设备配置信息、用户设置信息等都在这个目录下。举例如下。

1) `/etc/init.d`: 用来存放系统或服务器以 System V 模式启动的脚本, 这在以 System V 模式启动或初始化的系统中常见, 如 Fedora/RedHat。

2) `/etc/xinetd`: 如果服务器是通过 `xinetd` 模式运行的, 它的脚本要放在这个目录下。有些系统没有这个目录, 如 Slackware, 有些老的版本也没有。在 Rehat/Fedora 中比较新的版本中存在。

3) `/etc/X11` 是 X-Windows 相关的配置文件存放地。

(6) `/home`: 存放用户的主目录。如果建立一个用户, 用户名是 CS, 那么在 `/home` 目录下就生成一个新文件夹 CS, 对应的路径为 `/home/CS`, 用来存放用户的主目录。

(7) `/lib`: 库 (library) 英文缩写。这个目录是用来存放系统动态连接共享库的。几乎所有的应用程序都会用到这个目录下的共享库。

(8) `/mnt`: 主要用来临时挂载文件系统的目录, 系统管理员运行 `mount` 命令可以完成不同存储设备的挂载工作。

(9) `/opt`: 用来安放临时测试的软件包。例如, 想安装最新的 firefox 测试版, 但又担心

该系统的稳定性，那么就安装到该目录下。不需要的时候直接删掉 `firefox` 的目录就可以，而不影响系统其他任何设置。

(10) `/proc`: 一个虚拟的目录，是系统内存的映射，可以通过直接访问这个目录来获取系统信息，即这个目录的内容不在硬盘上而是在内存里。例如，运行中的进程和内核信息都可以通过该目录获取。

(11) `/root`: 根 (`root`) 用户的主目录。如果用户是以超级用户的身份登录的，这个就是超级用户的主目录。

(12) `/tmp`: 用来存放不同程序执行时产生的临时文件。

(13) `/usr`: Linux 文件系统中最大的目录之一。系统中要用到的很多应用程序和文件几乎都存放在这个目录下。举例如下。

1) `/usr/local`: 用来存放用户自编译安装软件的存放目录。一般是通过源码包安装的软件，如果没有特别指定安装目录，则一般是安装在这个目录中。这个目录下面有子目录。

2) `/usr/lib` 和 `/lib` 目录相似，是库文件的存储目录。

3) `/usr/share`: 系统共用的文件存放地，比如 `/usr/share/fonts` 是字体目录，是用户共用的。`/usr/share/doc` 和 `/usr/share/man` 帮助文件，也是共用的。

4) `/usr/src`: 内核源码存放的目录。比如下面有内核源码目录，如 `linux`、`linux-2.xxx.xx` 目录等。有的系统也会把源码软件包安装在这里，如 `Fedora/Redhat`。当我们安装 `file.src.rpm` 的时候，这些软件包会安装在 `/usr/src/redhat` 相应的目录中。

(14) `/lost+found`: 一般是空的，当系统不正常关机后，目录中就会出现没有关联的文件，这些文件可以用 Linux 工具 `fsck` 进行检查。

(15) `/var`: 用来存放易变的数据，这些数据在系统运行过程中会不断变化。`/var/spool/mail` 存放收到的电子邮件，`/var/log` 存放系统的日志。

(16) `/media`: 作为移动存储设备默认挂载点，如光盘。

(17) `/sys`: 被建立在内存中的虚拟文件系统，该目录是在 2.6 版的 `kernel` 之后才被加入到正式的文件系统中，以分类的方式将系统的信息存放在这个目录中，以方便 Linux 用户通过不同的分类找出系统相关的信息。

Linux 的各个目录都有明确的功能，大家在熟悉基本功能的基础上应该进一步了解各个目录下面的分目录的作用，这样在 Linux 的使用过程中才会游刃有余。

1.1.5 Linux 的学习辅助工具

现在 Linux 的发行版的安装已经非常简单，初学者可以在 `Fedora` 和 `Ubuntu` 网站上获取最新的 Linux 发行版本，按照安装向导的提示很容易安装成功。由于很多用户的计算机上安装的是 Windows OS，初次安装 Linux OS 可能会发生许多不可预知的问题。解决该问题的最好办法就是利用 Windows 里面的虚拟机软件，再在虚拟机中安装 Linux OS。虚拟机可以随意删减，即使发生了错误，也可以重新生成一个新的虚拟机，而不会对原有的计算机系统有什么影响。

虚拟机 (Virtual Machine) 指通过软件模拟的具有完整硬件系统功能的，运行在一个完全隔离环境中的虚拟计算机系统。通过虚拟机软件，用户可以在一台物理计算机上模拟出一台或多台虚拟的计算机，这些虚拟机完全就像真正的计算机那样进行工作，用户可以在虚拟机上安装操作系统、安装应用程序、访问网络资源等。对于用户而言，它只是运行在物理计

算机上的一个应用程序，但是对于在虚拟机中运行的应用程序而言，虚拟机就是一台真正计算机。

常用的桌面虚拟机软件主要有 VMware 公司的 VMware 系列虚拟机软件，Microsoft 公司的 Virtual PC、Oracle 公司的 VirtualBox（原来由 Sun 公司开发，后来 Sun 公司被 Oracle 公司兼并）和我国开发的 VMLite 虚拟机软件。如图 1-11 所示，笔者的虚拟机是 VMware Workstation 7.0，虚拟机里面安装了两个 Linux 发行版，RHEL5.0 和 Ubuntu10.04。使用虚拟机对内核编程有特别的好处，当编程错误导致内核崩溃时，机器重启仅是软件的重启而对硬件没有任何影响。同时，虚拟机提供快照（Snapshot）功能，系统可以快速启动。VMware 支持在计算机上面虚拟出多台适合安装 Windows 和 Linux OS 的虚拟机，而 Microsoft 的 Virtual PC 更适合虚拟适合安装 Windows OS 的虚拟机。读者可以详细了解不同虚拟机软件的特点和功能，这里不详细介绍。



图 1-11 虚拟机软件 VMware Workstation 界面

由于 Linux 的开源优势，很多读者都喜欢阅读 Linux 的源代码，学习 Linux 在 OS 管理功能方面的实现机制，积累用 C 语言开发系统软件的经验，这是非常有效的途径。Linux 的内核源码可以从 Linux 官方网站 www.kernel.org 下载，该站点提供最新的 Linux 内核版本及所有版本的源代码。源代码下载到本机上时是压缩包的格式，可以在 Linux 或者 Windows 环境下解压到某个目录，就可以阅读源代码了。

阅读源码的最好工具软件是 Windows 环境下的 Source Insight。该软件的安装和使用都非常简单，支持 C/C++、C#、Java 等多种高级语言。软件安装以后，通过新建一个项目，把准备阅读的源代码加入，软件就开始自动分析源码之间的各种联系和链接。分析完成后，对于源代码中的变量、宏或者函数，只要把光标定位于该变量或函数处，其定义会自动显示在一个子窗口中。该软件还支持语法制导的颜色显示，清晰的源码结构等实用功能。

Linux 源代码另一种浏览方式是访问一个位于挪威的网站 <http://lxr.linux.no/>，该网站的 Logo 是一个能看见企鹅骨架的图案，意思是通过该网站可以很深入地阅读 Linux 源码。该站点可以浏览多个版本的源代码，强大的交叉功能可以帮助读者快速找到相关的标

识符。

1.2 实验 1 使用 VMware 创建虚拟机

本实验目的是学习运用 VMware Workstation 虚拟机软件在 Windows 环境中定制一台适合安装 Linux OS 的虚拟机，掌握虚拟机硬件的配置过程。

实验步骤如下。

(1) 运行 VMware Workstation 7.0，单击 File→New→Virtual Machine 命令，进入创建虚拟机向导，或者直接按 Ctrl+N 快捷键进入创建虚拟机向导。

(2) 在弹出的欢迎页中，在选择区域内选择 Custom 单选按钮，单击 Next 按钮。

(3) 在 Choose the Virtual Machine Hardware Compatibility 页中，选择虚拟机的硬件格式，选择 Workstation 6.5-7.0，单击 Next 按钮。

(4) 在 Guest Operating System Installation 对话框中，选择要安装的 Linux 发行版的来源，可以是安装光盘，也可以是 .iso 文件，用于虚拟机生成后系统的安装。

(5) 在 Select a Guest Operating System 处选择要创建虚拟机类型及要运行的操作系统，这里选择 Red Hat Enterprise Linux 5 操作系统，单击 Next 按钮。

(6) 在 Name the Virtual Machine 对话框中，为新建的虚拟机命名并且选择它的保存路径。

(7) 在 Processors 选项区域中选择虚拟机中 CPU 的数量，以及每个 CPU 的 core 个数。

(8) 在 Memory for the Virtual Machine 页中，设置虚拟机使用的内存。通常情况下，以 RHEL5 安装为例，RHEL5 内存最低需要 512MB，可设置为 1024MB。

(9) 在 Network Type 页中选择虚拟机网卡的“联网类型”。

选择第一项，使用桥接网卡(VMnet0 虚拟网卡)，表示当前虚拟机与主机(指运行 VMware Workstation 软件的计算机)在同一个网络中。

选择第二项，使用 NAT 网卡(VMnet8 虚拟网卡)，表示虚拟机通过主机单向访问主机及主机之外的网络，主机之外的网络中的计算机，不能访问该虚拟机。

选择第三项，只使用本地网络(VMnet1 虚拟网卡)，表示虚拟机只能访问主机及所有使用 VMnet1 虚拟网卡的虚拟机。主机之外的网络中的计算机不能访问该虚拟机，也不能被该虚拟机所访问。

选择第四项，没有网络连接，表明该虚拟机与主机没有网络连接。

建议选择第二项 NAT，这样可以通过主机访问外部网络。

(10) 在 Select I/O Adapter Type 页中，选择虚拟机的 SCSI 卡的型号，通常选择默认值即可。

(11) 在 Select a Disk 页中，选择 Create a new virtual disk (创建一个新的虚拟硬盘)。

(12) 在 Select a Disk Type 页中，选择创建的虚拟硬盘的接口方式，通常选择默认值即可。

(13) 在 Specify Disk Capacity 页中设置虚拟磁盘大小，对于一般的使用来说，选择默认值即可。

(14) 在 Specify Disk File 页的 Disk file 选项区域内设置虚拟磁盘文件名称，通常选择默认值即可，然后单击“完成”按钮。

至此，一个适用于安装 Linux 操作系统的虚拟机生成完毕。如果步骤(4)中采用了以操