

21世纪高等院校网络工程规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Network Engineering



网络操作系统—— Linux配置与管理

Network Operating System——
Linux

张金石 主编

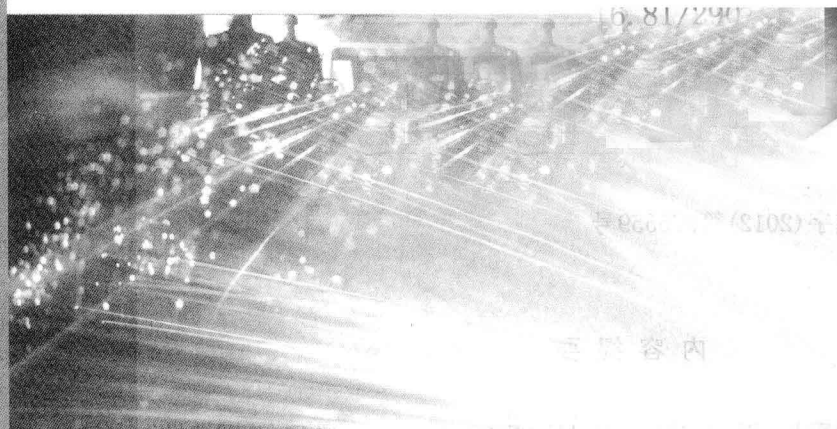
林成浴 钟小平 副主编

- 内容编写方面难点分散、循序渐进
- 文字叙述方面言简意赅、重点突出
- 实例选取方面注重实用、有的放矢

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等院校网络工程规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Network Engineering



网络操作系统—— Linux 配置与管理

Network Operating System——
Linux

张金石 主编

林成浴 钟小平 副主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

网络操作系统 : Linux配置与管理 / 张金石主编

— 北京 : 人民邮电出版社, 2012.6

21世纪高等院校网络工程规划教材

ISBN 978-7-115-27947-7

I. ①网… II. ①张… III. ①Linux操作系统—高等学校—教材 IV. ①TP316.89

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第075559号

内 容 提 要

本书基于网络工程和应用实际需求,以广泛使用的 Red Hat Enterprise Linux 5 为例介绍网络操作系统的部署、配置与管理的技术方法。全书共 12 章,内容包括网络操作系统基础、系统安装使用、存储管理与文件系统、系统配置管理、网络配置管理、服务配置管理、DNS 与 DHCP、网络资源共享、Apache、远程登录与控制、防火墙与代理服务器,以及系统安全管理。

本书内容丰富,注重系统性、实践性和可操作性,对于每个知识点都有相应的操作示范,便于读者快速上手。

本书可作为计算机网络相关专业的教材,也可作为网络管理和维护人员的参考书以及各种培训班的教材。

21 世纪高等院校网络工程规划教材

网络操作系统——Linux 配置与管理

◆ 主 编 张金石

副 主 编 林成浴 钟小平

责任编辑 刘 博

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 25

2012 年 6 月第 1 版

字数: 626 千字

2012 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-27947-7

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

计算机网络已深入到社会的各个领域，不仅电信部门、研究部门、高科技企业，而且各行各业都对网络工程技术人才提出了迫切的需求，尤其是熟练掌握网络规划、设计、组建和运行管理的高级应用型人才。

计算机网络是由硬件和软件两部分组成的，其中网络操作系统是构建计算机网络的软件核心和基础，是网络的心脏和灵魂。它既具有单机操作系统所需的功能，又具有为网络计算机提供网络通信和网络资源共享，为网络用户提供各种网络服务的功能，是网络用户与计算机网络之间的接口。我国很多高等院校的网络相关专业都将“网络操作系统”作为一门重要的专业课程。为了帮助高等院校教师比较全面、系统地讲授这门课程，使学生能够熟悉网络操作系统的原理，掌握网络操作系统的安装、设置和管理的方法和技能，同时考虑到越来越多的企业选择 Linux 平台，我们几位长期从事网络专业教学的教师共同编写了本书。

本书内容系统全面，结构清晰。在内容编写方面注意难点分散、循序渐进；在文字叙述方面注意言简意赅、重点突出；在实例选取方面注意实用性和针对性。

全书共 12 章，按照从基础到应用的逻辑进行组织，第 1 章讲解网络操作系统的基础知识。从第 2 章至第 4 章讲解 Linux 网络操作系统、系统安装使用、磁盘与文件系统、系统配置与管理，第 5 章介绍网络配置与管理，第 6 章讲解服务配置与管理，第 7 章至第 11 章具体介绍各类网络服务，第 12 章讲解系统安全管理。每一章的讲解均按照基础知识或原理、部署、配置与管理的内容组织模式进行编写。作为应用本科教材，对于不可缺少的原理部分，讲解简单明了，尽可能地使用表格和示意图。配置与管理部分含有大量动手实践内容，介绍具体的部署和操作步骤，直接给学生进行示范。考虑到 Linux 初学者，各章节还穿插介绍了必需的 Linux 概念和操作方法。本书的系统平台采用主流的 Linux 服务器操作系统 Red Hat Enterprise Linux 5。

本书的参考学时为 48 学时，其中实践环节为 16~20 学时。

由于时间仓促，加之我们水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 2 月

目 录

第 1 章 网络操作系统基础 1	2.2 Linux 图形环境与文本模式 36
1.1 操作系统简介..... 1	2.2.1 Linux 图形环境基础..... 36
1.1.1 操作系统的概念..... 1	2.2.2 Linux 图形界面操作..... 38
1.1.2 操作系统的功能..... 1	2.2.3 Linux 图形环境配置..... 39
1.1.3 操作系统的类型..... 3	2.2.4 Linux 文本模式操作..... 41
1.1.4 操作系统的基本组件..... 4	2.2.5 文本模式和图形界面的 切换..... 42
1.2 网络操作系统概述..... 5	2.2.6 使用仿真终端窗口..... 43
1.2.1 网络操作系统的概念..... 5	2.3 Linux 命令行与 Shell 44
1.2.2 网络操作系统的特点..... 6	2.3.1 Shell 基础..... 44
1.2.3 网络操作系统的功能..... 6	2.3.2 Linux 命令行使用..... 46
1.2.4 网络操作系统的工作模式..... 6	2.3.3 命令行输入与输出..... 48
1.2.5 网络操作系统的体系结构..... 7	2.3.4 创建和执行 Shell 脚本..... 49
1.2.6 网络服务器..... 10	2.3.5 Shell 编程简介..... 51
1.3 常用的网络操作系统..... 10	2.3.6 配置 bash 使用环境..... 54
1.3.1 Netware..... 11	2.3.7 使用 vi 编辑器..... 54
1.3.2 UNIX..... 11	2.4 Linux 文件与目录管理 57
1.3.3 Linux..... 13	2.4.1 文件与目录概述..... 57
1.3.4 Windows..... 14	2.4.2 Linux 目录配置标准—— FHS..... 58
1.3.5 网络操作系统的选择..... 15	2.4.3 Linux 文件类型..... 58
1.4 Linux 内核体系结构..... 16	2.4.4 Linux 目录操作..... 59
1.4.1 Linux 系统层次结构..... 16	2.4.5 Linux 文件操作..... 60
1.4.2 Linux 内核结构..... 17	2.5 Linux 系统配置与管理工具 63
1.4.3 进程管理..... 17	2.5.1 配置文件..... 63
1.4.4 进程间通信机制..... 19	2.5.2 命令行与文本窗口管理 工具..... 64
1.4.5 文件系统..... 20	2.5.3 图形界面工具与 WebMin..... 64
1.4.6 内存管理..... 24	2.6 习题 65
1.4.7 设备管理..... 27	第 3 章 磁盘和文件系统管理 66
1.5 习题..... 28	3.1 概述..... 66
第 2 章 Linux 安装与基本使用 29	3.1.1 磁盘结构..... 66
2.1 安装 Red Hat Enterprise Linux 服务器..... 29	3.1.2 磁盘数据组织..... 68
2.1.1 Linux 操作系统的版本..... 29	3.1.3 Linux 磁盘设备文件名..... 69
2.1.2 Red Hat 服务器版..... 30	3.1.4 分区样式: MBR 与 GPT..... 69
2.1.3 组建 Linux 实验网络..... 30	3.1.5 Linux 分区..... 71
2.1.4 Red Hat Enterprise Linux 安装准备工作..... 31	3.1.6 Linux 文件系统..... 72
2.1.5 Red Hat Enterprise Linux 安装过程..... 33	3.2 创建和管理 Linux 磁盘分区..... 74
2.1.6 登录 Linux 系统..... 36	3.2.1 使用 fdisk 进行分区管理..... 74

3.2.2	使用 parted 进行分区管理	76	4.1.2	用户与组配置文件	109
3.2.3	使用 parted 管理 GPT 磁盘分区	78	4.1.3	创建和管理用户账户	110
3.3	创建和使用文件系统	78	4.1.4	创建和管理组账户	112
3.3.1	在磁盘分区上建立文件 系统	78	4.1.5	其他用户管理命令	113
3.3.2	挂载文件系统	81	4.1.6	设置用户工作环境	113
3.3.3	挂载和使用外部存储设备	83	4.2	Linux 系统启动过程与故障 排除	114
3.3.4	检查维护文件系统	85	4.2.1	Linux 启动过程分析	114
3.4	磁盘阵列配置与管理	86	4.2.2	引导加载程序 GRUB 配置	115
3.4.1	磁盘阵列概述	86	4.2.3	Linux 运行级别	117
3.4.2	建立和管理 RAID 1 阵列	88	4.2.4	配置 init 进程以建立系统 运行环境	118
3.4.3	建立和管理 RAID 5 阵列	89	4.2.5	系统启动过程故障排除 顺序	120
3.4.4	其他常见的 RAID 设备 操作	91	4.2.6	利用单用户模式修复 系统	120
3.5	配置交换空间	91	4.2.7	使用 Red Hat 救援模式	121
3.5.1	交换空间概述	91	4.3	内核管理	123
3.5.2	增加交换空间	92	4.3.1	Linux 内核概述	123
3.5.3	减少交换空间	93	4.3.2	管理内核模块	125
3.6	管理磁盘配额	93	4.3.3	配置内核参数以定制 系统功能	126
3.6.1	Linux 磁盘配额概述	94	4.3.4	升级内核	128
3.6.2	启用 Linux 磁盘配额功能	94	4.4	Linux 进程管理	129
3.6.3	设置用户和组配额限制值	95	4.4.1	Linux 进程概述	129
3.6.4	检查磁盘配额情况	96	4.4.2	Linux 进程管理	129
3.7	逻辑卷配置与管理	97	4.4.3	进程的调度启动—— 自动化任务配置	131
3.7.1	逻辑卷管理基础	97	4.5	Linux 软件包管理	134
3.7.2	建立逻辑卷	98	4.5.1	RPM 软件包管理	134
3.7.3	删除逻辑卷	100	4.5.2	编译并安装源码包	136
3.7.4	动态调整逻辑卷容量	100	4.5.3	通过 YUM 管理软件	136
3.8	管理文件权限	101	4.6	硬件管理	137
3.8.1	文件访问者身份	102	4.6.1	设备文件与设备识别号	137
3.8.2	文件访问权限与文件 属性	102	4.6.2	创建设备文件	138
3.8.3	设置文件访问权限	103	4.6.3	监控硬件设备	139
3.8.4	设置默认的文件访问 权限	103	4.6.4	管理 PCI 设备	139
3.9	文件系统的备份	104	4.6.5	管理 USB 设备	140
3.9.1	数据备份概述	104	4.7	系统性能监测	140
3.9.2	数据备份操作	105	4.7.1	性能监测概述	140
3.10	习题	107	4.7.2	CPU 性能监测	141
第 4 章	系统配置与管理	108	4.7.3	内存性能监测	142
4.1	用户与组管理	108			
4.1.1	用户与组概述	108			

4.7.4	磁盘 I/O 性能监测	143	6.1.2	Linux 网络服务定义文件 /etc/services	186
4.7.5	通过 top 实现综合监控	144	6.1.3	Linux 服务启动脚本	188
4.7.6	优化系统性能	145	6.1.4	手动执行服务启动脚本	191
4.8	系统日志管理	145	6.1.5	配置服务启动状态	192
4.8.1	syslog 简介	145	6.1.6	使用图形界面工具管理 服务	193
4.8.2	配置系统日志	146	6.1.7	停用不必要的服务	193
4.8.3	查看和管理系统日志 内容	148	6.2	PAM 认证	194
4.8.4	集中式日志服务	149	6.2.1	PAM 概述	194
4.9	习题	149	6.2.2	配置 PAM	195
第 5 章	网络配置与管理	151	6.3	TCP Wrappers 与 xinetd 访问 控制	197
5.1	网络体系结构	151	6.3.1	TCP Wrappers 基础	197
5.1.1	TCP/IP 的分层结构	151	6.3.2	使用 TCP Wrappers 控制 网络服务访问	198
5.1.2	Linux 的网络体系结构	152	6.3.3	使用 xinetd 集中管理 服务	200
5.2	网络连接配置管理	153	6.4	主机防火墙	202
5.2.1	网络配置概述	153	6.4.1	主机防火墙配置	203
5.2.2	配置网卡基本设置	155	6.4.2	自定义防火墙规则	204
5.2.3	配置主机名	157	6.5	习题	205
5.2.4	配置 DNS 名称解析	157	第 7 章	基本网络服务——DNS 与 DHCP	206
5.3	网络测试与监控	158	7.1	DNS 概述	206
5.3.1	网络测试工具	158	7.1.1	hosts 文件	206
5.3.2	网络性能监测	159	7.1.2	DNS 结构与域名空间	206
5.3.3	网络监视器	159	7.1.3	DNS 解析原理	208
5.4	配置路由	161	7.1.4	DNS 服务器类型	211
5.4.1	IP 路由与路由器	161	7.1.5	DNS 规划	211
5.4.2	静态路由与动态路由	164	7.2	DNS 服务器配置与管理	212
5.4.3	配置静态路由	166	7.2.1	安装 DNS 服务器	213
5.4.4	配置动态路由	169	7.2.2	主 DNS 服务器配置实例	214
5.5	IPSec 虚拟专用网	172	7.2.3	设置 BIND 主配置文件	215
5.5.1	VPN 概述	172	7.2.4	使用区域文件配置 DNS 资源记录	217
5.5.2	IPSec 概述	173	7.2.5	配置根区域	220
5.5.3	IPSec-tools	175	7.2.6	配置 DNS 转发服务器	221
5.5.4	IPSec 主机到主机连接 配置	176	7.2.7	配置反向解析	222
5.5.5	IPSec 网络到网络连接 配置	180	7.2.8	管理 DNS 服务	222
5.5.6	启动和中止 IPSec 连接	183	7.2.9	DNS 服务器测试	223
5.5.7	使用 setkey 手动管理 IPSec SAD 和 SPD	183	7.2.10	DNS 客户端配置与管理	224
5.6	习题	184	7.3	部署主 DNS 服务器与辅助 DNS	
第 6 章	服务配置与管理	186			
6.1	Linux 服务管理	186			
6.1.1	服务与守护进程的概念	186			

服务器.....	225	8.1.3 FTP 概述	248
7.3.1 进一步了解辅助 DNS 服务器.....	226	8.2 NFS 服务器.....	250
7.3.2 设计主/辅助 DNS 服务器拓 扑结构.....	226	8.2.1 NFS 概述	250
7.3.3 配置主 DNS 服务器.....	227	8.2.2 安装 NFS 服务器.....	251
7.3.4 配置辅助 DNS 服务器.....	227	8.2.3 配置 NFS 服务器.....	252
7.3.5 测试数据同步.....	228	8.2.4 测试 NFS 服务器.....	254
7.3.6 区域更新与传输安全.....	229	8.2.5 配置和使用 NFS 客户端	254
7.4 DHCP 概述.....	229	8.3 Samba 服务器.....	255
7.4.1 什么是 DHCP.....	229	8.3.1 Samba 基础	256
7.4.2 DHCP 工作原理.....	230	8.3.2 部署 Samba 服务器	257
7.4.3 DHCP 规划.....	232	8.3.3 Samba 服务器目录及 其文件权限设置	258
7.5 DHCP 服务器的部署与管理	232	8.3.4 编辑 Samba 主配置文件	259
7.5.1 DHCP 服务器安装.....	232	8.3.5 配置 Samba 用户	262
7.5.2 DHCP 主配置文件.....	233	8.3.6 监测 Samba 服务器	263
7.5.3 DHCP 服务器全局设置.....	234	8.3.7 Linux 客户端访问 Samba 服务器	263
7.5.4 配置 DHCP 作用域.....	234	8.3.8 Windows 客户端访问 Samba 服务器	264
7.5.5 配置 DHCP 选项.....	236	8.3.9 Samba 客户端访问控制	264
7.5.6 使用分组简化 DHCP 配置.....	237	8.3.10 共享安全模式的 Samba 服务器配置	266
7.5.7 配置 DHCP 服务侦听 端口	237	8.4 Linux 打印服务器.....	267
7.5.8 管理地址租约.....	237	8.4.1 CUPS 打印系统	267
7.5.9 DHCP 客户端配置.....	238	8.4.2 CUPS 配置工具	268
7.6 复杂网络的 DHCP 服务器 部署.....	238	8.4.3 配置和管理本地打印机	269
7.6.1 多宿主 DHCP 服务器.....	238	8.4.4 基于 CUPS 配置打印服 务器	270
7.6.2 多作用域共享同一物理 网络.....	239	8.4.5 部署 Samba 打印服务器	272
7.6.3 跨网段的 DHCP 中继.....	241	8.5 FTP 服务器.....	273
7.7 与 DHCP 集成实现 DNS 动态 更新.....	242	8.5.1 部署 vsftpd 服务器	273
7.7.1 创建用于安全动态更新的 密钥.....	243	8.5.2 vsftpd 主配置文件	275
7.7.2 设置 DNS 主配置文件.....	243	8.5.3 vsftpd 基本配置	275
7.7.3 设置 DHCP 主配置文件.....	244	8.5.4 配置匿名访问	277
7.7.4 测试 DNS 动态更新.....	244	8.5.5 配置 FTP 本地用户访问	278
7.9 习题.....	245	8.5.6 配置 FTP 用户磁盘限额	279
第 8 章 网络资源共享	246	8.5.7 vsftpd 安全设置	279
8.1 概述.....	246	8.5.8 配置 FTP 虚拟用户访问	282
8.1.1 文件服务器概述.....	246	8.6 习题.....	284
8.1.2 打印服务器概述.....	247	第 9 章 Apache 服务器.....	285
		9.1 Web 服务器概述	285
		9.1.1 Web 服务器与 Web 浏览器	285

9.1.2	Web 网站与 URL 地址	285	10.2.1	安装 OpenSSH	318
9.1.3	Web 应用程序	286	10.2.2	配置 OpenSSH 服务器	319
9.1.4	Apache 简介	286	10.2.3	使用 SSH 客户端	319
9.2	Apache 服务器基本配置	287	10.2.4	SSH 公钥认证	321
9.2.1	安装 Apache 服务器	287	10.3	VNC 服务器	323
9.2.2	管理 Web 服务	287	10.3.1	VNC 概述	324
9.2.3	Apache 服务器配置文件	287	10.3.2	VNC 服务器的安装与 基本使用	324
9.2.4	Apache 服务器全局配置	289	10.3.3	VNC 客户端的使用	326
9.2.5	Apache 主服务器基本 配置	291	10.3.4	VNC 服务器的配置与 管理	326
9.2.6	配置目录访问控制	292	10.3.5	配置多 VNC 桌面	329
9.2.7	配置和管理虚拟目录	294	10.3.6	通过 VNC 实现共享 桌面	330
9.2.8	为用户配置个人 Web 空间	295	10.4	Webmin 远程管理	331
9.3	配置 Web 应用程序	296	10.4.1	安装 Webmin	331
9.3.1	配置 CGI 应用程序	296	10.4.2	使用 Webmin 执行系统 管理任务	332
9.3.2	配置 PHP 应用程序	297	10.4.3	使用 SSL 保证 Webmin 远程管理安全	333
9.3.3	配置和管理 MySQL 数据库 服务器	298	10.5	习题	335
9.4	配置和管理虚拟主机	300	第 11 章	防火墙与代理服务器	336
9.4.1	基于 IP 的虚拟主机	300	11.1	概述	336
9.4.2	基于名称的虚拟主机	301	11.1.1	防火墙技术	336
9.4.3	基于 TCP 端口架设多个 Web 网站	304	11.1.2	NAT 技术	339
9.5	配置 Web 服务器安全	304	11.1.3	代理服务器技术	340
9.5.1	用户认证	304	11.2	Netfilter/iptables 基础	342
9.5.2	访问控制	306	11.2.1	Netfilter 架构	342
9.5.3	为 Apache 服务器配置 SSL	307	11.2.2	包过滤机制	344
9.6	管理 Apache 服务器	311	11.2.3	网络地址转换机制	345
9.6.1	监控 Apache 服务器状态	312	11.2.4	iptables 命令组成	345
9.6.2	查看 Apache 服务器配置 信息	312	11.2.5	iptables 命令的基本使用	349
9.6.3	查看和分析 Apache 服务器 日志	312	11.2.6	管理 iptables 服务	350
9.7	习题	314	11.3	部署 iptables 防火墙	351
第 10 章	远程登录、控制与管理	315	11.3.1	iptables 防火墙基本配置	351
10.1	Telnet 服务器	315	11.3.2	在防火墙上开放必要的 内外网间通信	353
10.1.1	Telnet 概述	315	11.3.3	通过 NAT 方式共享 上网	353
10.1.2	配置和管理 Telnet 服务器	316	11.3.4	通过端口映射发布内网 服务器	354
10.1.3	使用 Telnet 客户端	317	11.3.5	防止恶意软件和假冒 IP 地址	355
10.2	SSH 服务器	318			

11.3.6	配置状态防火墙	356	12.2.3	配置 Linux 系统使用 LDAP 认证	374
11.3.7	配置 DMZ (非军事区)	356	12.2.4	PAM 身份验证体系	377
11.4	部署 Squid 代理服务器	357	12.3	加固 Linux 系统	377
11.4.1	安装 Squid 服务器	357	12.3.1	安装必要的软件和 初始化安全设置	378
11.4.2	Squid 配置文件	357	12.3.2	补丁管理	378
11.4.3	Squid 命令行	361	12.3.3	强化密码管理	378
11.4.4	配置标准代理服务器	362	12.3.4	控制 root 账户的使用	379
11.4.5	Squid 服务器访问控制	363	12.3.5	严格设置访问权限	380
11.4.6	Squid 服务器用户认证	364	12.3.6	强化应用程序安全	382
11.4.7	配置透明代理服务器	365	12.3.7	网络安全	383
11.4.8	配置反向代理服务器	366	12.3.8	反病毒软件	384
11.5	习题	368	12.3.9	日志	384
第 12 章	Linux 安全管理	369	12.4	SELinux 强制访问控制	384
12.1	Linux 安全概述	369	12.4.1	SELinux 基础	384
12.1.1	访问控制机制	369	12.4.2	启用 SELinux	386
12.1.2	Linux 安全模型	370	12.4.3	使用 SELinux 控制服务 访问	388
12.1.3	Linux 安全威胁	371	12.4.4	使用 SELinux 管理工具	389
12.2	用户身份验证	373	12.5	习题	390
12.2.1	Linux 系统用户身份验证	373			
12.2.2	password/shadow 身份 验证体系	374			

第 1 章 网络操作系统基础

计算机网络是由硬件和软件两部分组成的，其中网络操作系统是构建计算机网络的软件核心和基础，是网络的“心脏和灵魂”。要配置和管理网络，发挥网络的优势，就必须熟悉网络操作系统的原理，掌握网络操作系统的安装、设置和管理的方法和技能。本章在简介操作系统的基础上，重点讲解网络操作系统的概念、功能、特性、工作模式和体系结构，并介绍主流的网络操作系统，最后分析了 Linux 内核的体系结构。

1.1 操作系统简介

网络操作系统与一般单机操作系统之间并没有本质的区别，仅仅是增加了网络连接功能和网络服务，是向网络计算机提供服务的特殊操作系统。这里先简单介绍一下操作系统。

1.1.1 操作系统的概念

操作系统 (Operating System, OS)，是管理系统资源、控制程序执行，改善人机界面，提供各种服务，合理组织计算机工作流程，为用户使用计算机提供良好运行环境的一种系统软件。

操作系统是最基本、最重要的系统软件。如图 1-1 所示，在计算机系统的软硬件层次结构中，操作系统层是最靠近硬件的软件层，是对计算机硬件作第一次扩展，主要负责资源的调度和分配，信息的存取和保护，并发活动的协调和控制等许多工作。操作系统是上层其他软件运行的基础，最终用户则通过应用程序与计算机系统交互。

操作系统为用户应用程序提供方便统一的调用接口。一方面，用户应用程序通过这些接口可以方便地使用系统中的硬件设备和系统服务；另一方面，操作系统介于用户应用程序与系统硬件之间，应用程序不再直接针对具体硬件设备，便于应用程序的移植。

操作系统负责系统资源的管理。计算机所完成的每一项任务都需要大量软、硬件的配合，操作系统协调这些软、硬件的关系，对其实施有序的控制，合理分配系统资源。

1.1.2 操作系统的功能

从资源管理的角度看，操作系统主要具有以下功能。

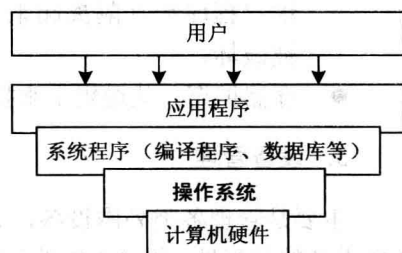


图 1-1 计算机系统层次结构

1. 处理器管理

处理器管理包括中断事件处理和处理器调度两个方面，目的是最大限度地提高处理器的利用率。为此，操作系统采用多道程序设计技术解决处理器的调度、分配和回收等问题。

为了实现处理器管理的功能，描述多道程序的并发执行，操作系统引入了进程（process）的概念，处理器的分配和执行都是以进程为基本单位。通常将一个开始执行但是还没有结束的程序的实例称为进程。进程由程序产生，是动态的，是一个运行着的、要占用系统运行资源的程序。引入进程的的目的是为了使多个程序能并发执行，以改善资源使用率和提高系统效率。

随着并行处理技术的发展，为进一步提高系统并行性，使并发执行单位的粒度变得更加细腻，并发执行的代价降低，操作系统又引入了线程（thread）的概念。其基本思路是让进程只负责独立分配资源，作为系统资源分配和保护的独立单位，进程不需要频繁地切换；而将进程的另一项功能调度分派执行分离出来，交给称作线程的实体来完成，线程作为系统调度和分派的基本单位，可以被频繁地调度和切换。

处理器的管理和调度最终归结为对进程和线程的管理和调度，主要包括进程控制和管理、进程同步和互斥、进程通信、进程死锁、线程控制和管理、处理器调度等方面。

2. 存储管理

存储管理的主要任务是管理存储器资源，以提高存储空间的利用率，具体包括：

- 存储分配。根据用户程序的需要为其分配存储器资源，这是多道程序能并发执行的首要条件。
- 存储共享。让存储器中的多个用户程序实现存储资源的共享，以提高存储器利用率。
- 地址转换与存储保护。负责把用户的逻辑地址转换成物理地址，同时要保证各个用户程序相互隔离起来互不干扰，保护系统和用户程序存放在存储器中的信息不被破坏。
- 存储扩充。从逻辑上来扩充内存存储器，将内存和外存混合起来使用。

3. 设备管理

主要是管理各类外围设备，完成用户提出的 I/O 请求，加快 I/O 信息的传送速度，发挥 I/O 设备的并行性，提高 I/O 设备的利用率，以及提供每种设备的设备驱动程序和中断处理程序，为用户隐蔽硬件细节，提供方便简单的设备使用方法。

4. 文件管理

针对系统中的信息资源进行管理。对用户文件和系统文件进行有效管理，实现按名存取；实现文件的共享、保护和保密，保证文件的安全性；为用户提供文件操作和命令。

5. 网络与通信管理

联网操作系统至少应具有网上资源管理、数据通信管理和网络管理等功能，还应包括网状网络的故障管理、安全管理、性能管理、记账管理和配置管理等。

6. 用户接口

为了使用户能灵活、方便地使用计算机和系统功能，操作系统还提供了一组友好的用户接口，包括两大类：程序接口和操作接口。用户通过这些接口能方便地调用操作系统功能，有效地组织作业及其工作和处理流程，并使整个系统能高效地运行。

1.1.3 操作系统的类型

操作系统在产生和发展的过程中，形成了3种基本类型：批处理操作系统、实时操作系统和分时操作系统，兼有其中两种或3种类型的操作系统，则称为通用操作系统。目前广泛使用的操作系统类型主要有以下几种。

1. 桌面操作系统

此类操作系统用于微型计算机（个人计算机，又称为PC），又称微机操作系统或个人操作系统。最早的是单用户单任务操作系统，后来开始支持单用户多任务和分时操作，目前桌面操作系统（如Windows、Linux等）具有图形用户界面（GUI）、多用户和多任务、虚拟存储管理、网络通信支持、多媒体支持、应用编程接口等功能。

2. 网络操作系统

计算机网络的出现使得计算机操作系统也有了重大的改进，出现了具有网络功能的网络操作系统。网络操作系统（Network Operating System, NOS），主要为用户提供访问网络中计算机各种资源的服务，除了具有一般操作系统的处理机管理、存储器管理、设备管理和文件管理等功能外，还应提供高效、可靠的网络通信能力，提供多种网络服务功能。

3. 分布式操作系统

以往的计算机系统中，其处理和控制在功能上都高度地集中在一台计算机上，所有的任务都由它完成，这种系统称集中式计算机系统。而分布式计算机系统是指由多台分散的计算机，经网络连接而成的系统。每台计算机高度自治，又相互协同，能在系统范围内实现资源管理，任务分配，能并行地运行分布式程序。对于用户来说，整个分布式系统就好像是一台非常强大的计算机。

用于管理分布式计算机系统的操作系统称分布式操作系统（Distributed Operating System, DOS）。分布式操作系统通过将任务分解到不同计算机上并行运行，对参与的各项计算机进行协调，共同完成同一任务。一个用户在一台计算机上发出执行指定任务的命令后，分布式操作系统将此任务分解为若干子任务送至网络上的多台计算机上执行，最后将执行结果返回给用户。

4. 嵌入式操作系统

嵌入式系统硬件不再以物理上独立的装置或设备形式出现，而是大部分甚至全部都隐藏和嵌入到各种应用系统中，其应用环境与其他类型的计算机系统有着显著的差别，需要相应的嵌入式操作系统来作为嵌入式软件的基本支撑。嵌入式操作系统指运行在嵌入式计算机环

境中，对整个系统及所有操作的各种部件、装置等资源进行统一协调、处理、指挥和控制的系统软件，其突出的特点是微型化、可定制和实时性。

1.1.4 操作系统的基本组件

操作系统至少包含内核、用户界面和文件系统 3 个基本组件。

1. 内核

内核 (Kernel) 是操作系统最常用的术语。它是当计算机启动时装入内存的相对较小的一段代码，这些代码是操作系统的核心，负责管理系统的进程、内存、设备驱动程序，决定着系统的性能和稳定性。应用程序和操作系统的其他部分依靠内核提供基本的调度服务和对计算机硬件及外设的访问。

在 Windows 操作系统中，内核使用的关键文件名包含“kernel”或“kern”，如 kernel32.dll。在 UNIX 和 Linux 操作系统中，内核文件名通常为“kernel”。在某些情况下，内核代码必须进行自定义和编译。如果这个文件被损坏，系统就不再正常工作。

2. 用户界面 (用户接口)

用户界面 (UI) 是计算机操作系统最直观的部分。它是操作系统中与用户交互的部分，在用户和内核之间架起一座桥梁。用户界面一般分为以下两类。

(1) 命令行界面 (CLI)

早期的桌面操作系统只使用这种完全基于文本的环境，用户只有使用键盘输入命令才能完成任务。命令行界面为用户提供一个可视的提示接口，用户通过键盘输入命令，计算机将数据输出到屏幕上。在 UNIX 和 Linux 系统中，命令行界面通常称作 Shell，而且用户可以选择不同的 Shell。Windows 也提供命令行操作界面。

(2) 图形用户界面 (GUI)

现在所有流行的桌面操作系统都支持图形用户界面。这种界面允许用户使用可视化对象，如窗口、下拉菜单、指针和图标来操作软件；允许用户通过鼠标或其他点击设备输入命令。终端用户更喜欢图形界面，因为它使计算机操作变得非常容易和直观。

用户界面的简单易用是以牺牲性能为代价的。一些 GUI 软件的大小往往是 CLI 软件的上百倍，而且比 CLI 更加复杂，这就使得 GUI 软件明显地需要更多的内存和 CPU 时间。考虑到一般的最终用户喜欢和希望使用图形界面，GUI 现在是桌面操作系统所必需的。

提示：实际应用中网络操作系统并不面向没有经验的普通用户，因而不需要 GUI 模块就能工作，不过多数支持 GUI 并将它作为一个独立的模块提供。专业的管理员一般更愿意在 CLI 环境下工作，通过不加载 GUI 软件来减少服务器资源的占用。例如，UNIX 和 Linux 都支持 GUI，但是作为网络操作系统部署时，通常并不配置 GUI 组件。相反，Windows 直接集成 GUI 界面，因此它对系统的资源往往有更高的要求。

3. 文件系统

文件系统决定文件如何命名，在存储设备上如何存储文件，以及将文件存储在何处。

Windows、Macintosh、UNIX 和 Linux 等操作系统的文件系统均采用分级结构。在分级文件系统中,文件被放置在以倒置的树形结构排列的逻辑存储器中,文件系统始于树的根部。UNIX 和 Linux 中树形结构最上级的存储器称为目录,存储器里面的每一个目录叫做子目录。Windows 和 Macintosh 则用术语文件夹和子文件夹来描述目录和子目录。

文件系统不仅仅决定文件和文件夹是如何逻辑组织的,文件系统的类型还决定文件是否对其他用户或程序是安全的,定义数据如何在存储介质上进行物理组织。

1.2 网络操作系统概述

网络操作系统能够控制计算机在网络中方便地传送信息和共享资源,并能为网络用户提供各种所需服务。它在计算机操作系统下工作,使计算机操作系统增加了网络运行所需要的能力。

1.2.1 网络操作系统的概念

严格地说,单机操作系统只能为本地用户使用本机资源提供服务,不能满足开放的网络环境的要求。与单机操作系统不同,网络操作系统服务的对象是整个计算机网络,具有更复杂的结构和更强大的功能,必需支持多用户、多任务和网络资源共享。

对于联网的计算机系统来说,它们的资源既是本地资源,又是网络资源;既要为本地用户使用资源提供服务,又要为远程网络用户使用资源提供服务,这就要求网络操作系统能够屏蔽本地资源与网络资源的差异性,为用户提供各种基本网络服务功能,完成网络共享系统资源的管理,并提供网络系统的安全性服务。

网络操作系统是建立在计算机操作系统基础上,用于管理网络通信和共享资源,协调各主机上任务的运行,并向用户提供统一的有效的网络接口的软件集合。从逻辑上看,网络操作系统软件由以下 3 个层次组成,它们相互之间是一种高层调用低层,低层为高层提供服务的关系。

- 位于低层的网络设备驱动程序。
- 位于中间层的网络通信协议。
- 位于高层的网络应用软件。

与一般操作系统不同的是,网络操作系统可以将它们的功能分配给连接到网络上的多台计算机,另一方面,它又依赖于每台计算机的本地操作系统,使多个用户可以并发访问共享资源。

一个计算机网络除了运行网络操作系统,还要运行本地(客户机)操作系统。网络操作系统运行在称为服务器的计算机上,在整个网络系统中占主导地位,指挥和监控整个网络的运行。网络中的非服务器的计算机通常称为工作站或客户机,它们运行桌面操作系统或专用的客户端操作系统。例如,在 Windows 网络中,服务器上运行网络操作系统 Windows Server 2003,客户机上运行桌面操作系统 Windows XP。

提示: 单机操作系统一般也具备网络通信能力,能在联网的计算机上运行,作为共享网络资源和服务的客户端。

1.2.2 网络操作系统的特点

网络操作系统是基于计算机网络范围的操作系统，为网络用户提供了便利的操作和管理平台。它具有一般计算机系统的基本特征，也有自己的独特之处。其特点概述如下。

- 硬件独立性。网络操作系统可以运行在不同的网络硬件上。
- 网络连接。能够支持各种网络协议，连接不同的网络。
- 网络管理。支持网络实用程序及其管理功能，如系统备份、安全管理、性能控制等。
- 安全性和访问控制。能够进行系统安全性保护和各类用户的访问权限控制；能够对用户资源进行控制，提供用户对网络的访问方法。
- 网络服务。支持文件服务、打印服务、通信服务、数据库服务、Internet 服务等。有的提供目录服务，以单一逻辑的方式让用户访问可能位于所有网络服务和资源的技术。
- 多用户支持。在多用户环境下，网络操作系统给应用程序及其数据文件提供了足够的标准化保护。
- 多种客户端支持。
- 用户界面。网络操作系统提供用户丰富的界面功能，具有多种网络控制方式。

1.2.3 网络操作系统的功能

早期网络操作系统功能较为简单，仅提供基本的数据通信、文件和打印服务等。随着网络的规模化和复杂化，现代网络的功能不断扩展，除了具有一般操作系统应具有的基本功能外，网络操作系统还应具有以下几项网络功能。

- 网络通信。其任务是在源计算机和目标计算机之间，实现无差错的数据传输。具体来说包括建立与拆除通信链路、传输控制、差错控制、流量控制、路由选择等功能。
- 资源管理。对网络中的所有软、硬件资源实施有效管理，协调诸用户对共享资源的使用，保证数据的安全性、一致性和完整性，使用户在访问远程共享资源时能像访问本地资源一样方便。典型的网络资源有硬盘、打印机、文件和数据。
- 网络管理。通过访问控制来确保数据的安全性，通过容错技术来保证系统故障时数据的可靠性。此外，还包括对网络设备故障进行检测、对使用情况进行统计等。
- 网络服务。向用户提供多种有效的网络服务，如电子邮件服务、远程访问服务、Web 服务、FTP 服务以及共享文件打印服务等。
- 互操作。将若干相同或不同的设备和网络互连，用户可以透明地访问各服务点、主机，以实现更大范围的用户通信和资源共享。
- 网络接口。向用户提供一组方便有效的、统一的获取网络服务的接口，以改善用户界面，如命令接口、菜单、窗口等。

1.2.4 网络操作系统的工作模式

早期网络操作系统采用集中模式，实际上是由分时操作系统加上网络功能演变而成的，

系统由一台主机和若干台与主机相连的终端构成，将多台主机连接形成网络，信息的处理和控制在主机上，UNIX 就是典型的例子。现代网络操作系统主要有以下两种工作模式。

1. 客户机/服务器 (Client/Server) 模式

客户机/服务器模式又称为 C/S 模式，是目前较为流行的工作模式。它将网络中的计算机分成两类站点，一类是作为网络控制中心或数据中心的服务器，提供文件打印、通信传输、数据库等各种服务；另一类是本地处理和访问服务器的客户机。客户机具有独立处理和计算能力，仅在需要某种服务时才向服务器发出请求。服务器与客户机的关系如图 1-2 所示。

提示：服务器与客户机的概念有多重含义，有时指硬件设备，有时又特指软件（进程）。在指软件的时候，也可以称服务（Service）和客户（Client）。

采用这种模式的网络操作系统软件由两部分组成，即服务器软件和客户端软件，两者之间的关系如图 1-3 所示，其中服务器软件是系统的主要部分。同一台计算机可同时运行服务器软件和客户端软件，既可充当服务器，也可充当客户机。

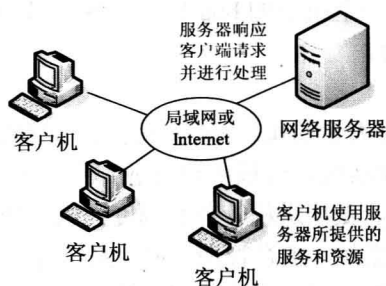


图 1-2 服务器与客户机

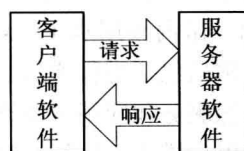


图 1-3 服务器软件与客户端软件

这一模式的信息处理和控制在分布式的，任务由服务器和客户机共同承担，主要优点是数据分布存储、数据分布处理、应用实现方便，适用于计算机数量较多、位置相对分散、信息传输量较大的网络。Netware 和 Windows 网络操作系统采用的就是这种模式。

2. 对等 (Peer to Peer) 模式

采用对等模式的网络操作系统允许用户之间通过共享方式互相访问对方的资源，联网的各台计算机同时扮演服务器和客户机两个角色，并且具有对等的地位。这种模式的主要优点是平等性、可靠性和可扩展性较好。它适用于小型计算机网络之间资源共享的场合，无需购置专用服务器。Windows XP Professional、Windows 7 操作系统就内置了对等式操作系统，通过相应的设置可以方便地实现对等模式网络。

1.2.5 网络操作系统的体系结构

操作系统的体系结构和设计方法都在不断更新，就网络操作系统来说，则主要有层次结构和微内核结构两种类型，其中微内核结构则与客户/服务器模式结合起来。在讲解两种体系结构之前，有必要先介绍一下内核组织方式。