



Red Hat Enterprise Linux 7

服务器构建快学通

曹江华 何涛 等著



本书涉及RHEL 7 系统管理诸多方面的内容



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

Red Hat Enterprise Linux 7 服务器构建快学通

曹江华 何涛 等著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 RHEL 7 为蓝本,分 17 章介绍了 RHEL 7 的主要生产服务器使用和系统管理。主要包括基础篇自由软件和开源软件的基础知识、Linux 的基础知识、RHEL 7 的安装、时间服务器、Systemd 服务管理、DHCP 服务器、DNS 服务器、NIS 服务器、NFS 服务器、SSH 远程控制、Samba 服务器、Apache 服务器、MariaDB 数据库、电子邮件服务器、FTP 服务器等内容。本书内容详尽、结构清晰、通俗易懂,大量使用了图表对内容进行表述和归纳,便于读者理解及查阅,具有很强的实用性和指导性。书中内容适用于 RHEL 7,其中绝大部分内容同时也适用于其他主要发行版本。

本书可以作为高等院校相关专业、Linux 短期培训班的教材,同时也可供广大 Linux 爱好者自学使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Red Hat Enterprise Linux 7 服务器构建快学通 / 曹江华等著. —北京: 电子工业出版社, 2016.3

ISBN 978-7-121-28048-1

I. ① R… II. ① 曹… III. ① Linux 操作系统 IV. ① TP316.89

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 007638 号

策划编辑: 高洪霞

责任编辑: 徐津平

特约编辑: 赵树刚

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱

邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.5 字数: 576千字

版 次: 2016年3月第1版

印 次: 2016年3月第1次印刷

定 价: 59.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

Linux 应用早已从几年前的盲目推进和前一段的低迷期走出来，更具理性、更重实效的 Linux 应用时代即将到来。在以美国为首的发达国家，Linux 早已涉足政府办公、军事战略及商业运作的方方面面。在我国，随着国民经济与社会信息化的进一步深入，Linux 在电子政务、电子商务等各个信息化建设领域中也凸显其不凡之处。Linux 这个免费的开放源代码的操作系统正以狂风暴雨之势席卷着整个世界，它不仅出现在企业服务器和专业怪才的讨论组中，也开始在家用 PC 上生根。Red Hat 公司在开源软件界极富盛名，该公司发布了最早的 Linux 商业版本 Red Hat Linux。Red Hat 公司在发布 Red Hat Linux 系列版本的同时，还发布了 Red Hat Enterprise Linux，即 Red Hat Linux 企业版，简称为 RHEL。RHEL 系列版本面向企业级客户，主要应用在 Linux 服务器领域。

RHEL 6.0 诞生于 2010 年，经过 4 年时间，2014 年 RHEL 7 出现。RHEL 7 桌面环境 / 存储和虚拟化方面较 RHEL 6.0 有不小的变化。例如，虚拟化方面开始使用 Docker，全面增强了 RHEL 的虚拟化功能。存储方面增强了 iSCSI 和 FC 的支持，在节能方面比前期的版本有大幅度的提升，可谓绿色 Linux，可以说是目前最强大的企业级 Linux 发行版之一。

本书特点

本书所讲述的 RHEL 7 内容覆盖范围广，适用人群广。在写作思路强调在“授人以渔”的前提下“授人以鱼”，对每个知识点的介绍争取做到深入浅出，从系统、科学的原理和机制介绍出发，并通过丰富多样的图表配以具体的步骤实现和详细的讲解，以方便读者在实际 Linux 的管理和操作中进行对照学习，提高学习效率。本书涉及 RHEL 7 系统管理诸多方面的内容。书中绝大部分内容也适用于其他发行版本。书中大量使用了图表对内容进行表述和归纳，便于读者理解及查阅。具有很强的实用性、指导性。脉络清晰，深入浅出。

内容安排

本书分为 17 章，主要内容如下。

章 名	内 容 介 绍
第 1 章 Red Hat Enterprise Linux 7.0 系统简介	本章是对 Linux 的概述,着重介绍 Linux 和 RHEL 的发展历史、特性、主要应用领域等
第 2 章 Red Hat Enterprise Linux 7.0 系统安装	本章重点介绍 RHEL 7.0 的安装方法,包括本地安装和网络安装
第 3 章 配置 Linux 时间服务器	本章重点介绍 NTP 和 Chrony 两种时间服务器的配置和使用
第 4 章 配置 Linux DHCP 服务器	本章重点介绍 DHCP 服务器的配置和使用
第 5 章 安装配置 DNS 服务器	本章重点介绍安装配置 DNS 服务器
第 6 章 安装配置 Linux NIS 服务器	本章重点介绍安装配置 NIS 服务器
第 7 章 安装配置 Linux NFS 服务器	本章重点介绍安装配置 NFS 服务器
第 8 章 Linux 服务器的远程控制	本章重点介绍 Linux 远程控制的方法和工具的使用
第 9 章 安装配置 Linux Samba 服务器	本章重点介绍安装配置 Samba 服务器
第 10 章 安装配置 Linux Squid 代理服务器	本章重点介绍安装配置 Squid 代理服务器
第 11 章 安装配置 MariaDB 数据库	本章重点介绍 MariaDB 数据库的使用
第 12 章 安装配置 Linux 目录服务	本章重点介绍 LDAP 目录服务的使用
第 13 章 安装配置 Apache 服务器	本章重点介绍安装配置 Apache 服务器
第 14 章 Linux 电子邮件服务器 Postfix 安装及配置	本章重点介绍电子邮件服务器 Postfix 安装及配置
第 15 章 安装配置 Linux FTP 服务器	本章重点介绍 FTP 服务器的使用
第 16 章 构建 Linux VPN 网络	本章重点介绍构建 Linux VPN 网络
第 17 章 新一代服务管理系统 Systemd	本章重点介绍 Linux 新一代服务管理工具 Systemd

适用对象

- 高等院校相关专业的学生。
- 高、中等职业院校相关专业的学生。
- Linux 系统管理员。

感谢

我首先感谢在编写过程中领导、朋友和家人的支持及帮助。另外,电子工业出版社的高洪霞编辑在我写书的过程中给了我无私的帮助和鞭策,为了使这一本书能尽快与读者见面,她们也付出了巨大的努力。本书第1章由何涛执笔,第2章由张志军、何清、王鹏执笔,第3章由王波、曹元其、吴少萍、杨水珍执笔,第4~17章由曹江华执笔,全书由曹江华进行统稿。另外,何勤童帮助完成了资料收集和文字校对。由于作者水平有限,书中不足及错误之处在所难免,敬请专家和读者给予批评指正。

曹江华
2015 年 11 月

目录

CONTENTS

第 1 章 Red Hat Enterprise Linux 7.0

系统简介1

1.1 Linux 简介1

1.1.1 UNIX 操作系统的诞生1

1.1.2 GNU 早期简史2

1.1.3 POSIX 标准历史3

1.1.4 Linux 概述3

1.1.5 Linux 和开源软件的商业化4

1.1.6 Linux 和开源软件的商业模式5

1.2 Linux 内核及其发行版本6

1.2.1 Linux 发行版本概述6

1.2.2 Linux 内核的变迁6

1.2.3 Linux 主要发行版本8

1.3 Red Hat Enterprise Linux 简介10

1.3.1 发展轨迹10

1.3.2 Red Hat Enterprise Linux 7.0 简介12

1.4 相比上一个版本 Red Hat Enterprise Linux 7.0 的主要变化19

1.5 管理命令和配置文件中的变化20

第 2 章 Red Hat Enterprise Linux 7.0

系统安装23

2.1 了解硬件需求与兼容性23

2.1.1 Linux 硬件驱动现状23

2.1.2 主要硬件的兼容性24

2.1.3 收集硬件信息24

2.1.4 检查系统硬件是否存在大的缺陷26

2.1.5 获取 Red Hat Enterprise Linux 7.0 兼容性列表26

2.2 安装 Red Hat Enterprise Linux 7.027

2.2.1 使用本地光盘介质安装 Red Hat Enterprise Linux 7.027

2.2.2 首次启动 Red Hat Enterprise Linux 7.0 的配置40

2.3 进入单用户模式重新设置 root 密码42

2.4 网络安装44

2.4.1 安装 Linux 的几种方法44

2.4.2 配置 PXE 服务器44

2.5 卸载 Red Hat Enterprise Linux 7.049

第 3 章 配置 Linux 时间服务器50

3.1 时间服务概述50

3.1.1 时间服务简介50

3.1.2 NTP 的网络体系结构和工作原理51

3.1.3	NTP 如何工作	52	5.1.1	DNS 服务器的工作原理	73
3.1.4	NTP 的工作模式	52	5.1.2	域名服务的解析原理和过程	75
3.1.5	选择 NTP 服务器	52	5.1.3	DNS 分类	76
3.2	配置 Linux ntpd 网络时间服 务器	53	5.1.4	DNS 常用术语	77
3.2.1	ntpd 服务器配置	53	5.2	Linux DNS 服务器简介	77
3.2.2	NTP 服务的配置文件	53	5.2.1	DNS 配置文件组	77
3.3	NTP 客户端应用	57	5.2.2	DNS 资源记录格式	78
3.3.1	使用 Linux NTP 客户端	57	5.3	DNS 服务器和客户端配置	80
3.3.2	在 Windows 系统中使用 NTP 校时	58	5.3.1	安装服务器软件包	80
3.4	使用 Chrony 设置时间与时钟服务 器同步	59	5.3.2	BIND 主配置文件 named.conf	80
3.4.1	Chrony 简介	59	5.3.3	内网区文件设置	83
3.4.2	安装配置 Chrony	60	5.3.4	外网区文件设置	84
3.4.3	配置实例	61	5.3.5	内网反向查询文件设置	84
3.4.4	chronyd 命令	61	5.3.6	外网反向查询文件设置	85
3.4.5	Chrony 的操作	62	5.3.7	防火墙和 SELinux 设置	85
3.4.6	在客户端配置时间同步服务器	62	5.3.8	启动 DNS 服务器	85
第 4 章	配置 Linux DHCP 服务器	64	5.3.9	配置辅助域名服务器	86
4.1	DHCP 服务器的工作原理	64	5.3.10	DNS 客户端配置	86
4.1.1	DHCP 简介	64	5.3.11	配置 chroot 环境	89
4.1.2	为什么使用 DHCP	64	5.4	DNS 故障排除工具	90
4.1.3	DHCP 的工作流程	64	5.4.1	dlint 简介	90
4.2	安装 DHCP 服务器	65	5.4.2	DNS 服务器的工作状态检查	91
4.2.1	DHCP 配置文件	65	第 6 章	安装配置 Linux NIS 服务器	96
4.2.2	配置实例	67	6.1	NIS 简介	96
4.2.3	启动 DHCP 服务器	68	6.1.1	NIS 概述	96
4.2.4	设置 DHCP 客户端	70	6.1.2	NIS 的体系结构	96
第 5 章	安装配置 DNS 服务器	73	6.1.3	NIS 常用术语和控制 NIS 服务 的主要文件	97
5.1	DNS 简介	73	6.1.4	NIS 服务的 C/S 模式	98
			6.2	NIS 服务器配置	98
			6.2.1	环境说明	98
			6.2.2	配置 NIS 服务器	99
			6.2.3	配置 NIS 客户端	101

第 7 章 安装配置 Linux NFS 服务器..... 103

7.1 NFS 服务器的工作原理 103

7.1.1 NFS 简介 103

7.1.2 为何使用 NFS 103

7.1.3 NFS 协议 104

7.1.4 RPC 简介 105

7.2 安装及配置 NFS 服务器..... 106

7.2.1 安装软件包 106

7.2.2 配置 /etc/exports 文件 106

7.2.3 启动服务 107

7.2.4 exportfs 命令 107

7.2.5 检验目录 /var/lib/nfs/xtab 108

7.2.6 showmount 108

7.2.7 观察激活的端口 108

7.3 NFS 的防火墙和 SELinux 设置 ... 108

7.3.1 NFS 的防火墙设置 108

7.3.2 NFS 的 SELinux 设置 109

7.4 NFS 客户端配置 111

7.4.1 软件包的安装及配置 111

7.4.2 使用 mount 命令 111

7.4.3 扫描可以使用的 NFS 服务器
目录 112

7.4.4 卸载 NFS 网络文件系统 113

7.4.5 应用实例 113

7.4.6 其他挂载 NFS 文件系统的方法... 113

第 8 章 Linux 服务器的远程控制 115

8.1 SSH 服务器的工作原理 115

8.1.1 SSH 服务器和客户端工作流程... 115

8.1.2 SSH 的安全验证 115

8.2 配置 OpenSSH 服务器和使用
SSH 客户端 116

8.2.1 安装与启动 OpenSSH 116

8.2.2 配置文件 117

8.2.3 配置使用口令验证登录服务
器的实例 117

8.3 应用 SSH 客户端 119

8.3.1 SSH 客户端工具 119

8.3.2 生成密钥对 123

8.3.3 图形界面工具 gFTP 124

8.3.4 使用 Windows SSH 客户端
登录 OpenSSH 服务器 1258.4 Linux 和 Windows 之间的桌面
远程控制 1308.4.1 使用 Windows 的桌面远程控制
Linux 1308.4.2 使用 RHEL 7 的桌面远程控制
Windows 1328.4.3 Xming+PuTTY 在 Windows 下远
程 Linux 主机使用图形界面的
程序 133

8.5 SSH 服务器的高级应用 133

8.5.1 使用 sshpass 133

8.5.2 使用 fail2ban 134

8.5.3 让 sftp 在 chroot 环境下运行 ... 136

第 9 章 安装配置 Linux Samba 服务器... 137

9.1 Samba 简介 137

9.1.1 什么是 Samba 137

9.1.2 SMB 协议 137

9.1.3 Samba 软件简介 138

9.2 安装及配置 Samba 服务器 139

9.2.1 安装 Samba 服务器 139

9.2.2 防火墙和 SELinux 设置 140

9.2.3 Samba 主配置文件 smb.conf ... 140

9.3 Samab 配置实例 146

9.3.1 Samab 配置实例 1 146

9.3.2	Samab 配置实例 2	147	10.5.2	Windows 客户端设置	173
9.3.3	创建 Samba 用户账号	148	第 11 章 安装配置 MariaDB 数据库		174
9.3.4	使用 Windows 域控制器进行 Linux 账户管理	150	11.1	数据库理论基础	174
9.4	Samba 客户端的使用	152	11.1.1	数据存储方式	174
9.4.1	客户端为 Linux 系统	152	11.1.2	数据库泛型	175
9.4.2	客户端为 Windows 系统	153	11.1.3	数据库在开发中的作用	176
第 10 章 安装配置 Linux Squid 代理服务 器		154	11.1.4	常见的数据库	176
10.1	代理服务器介绍	154	11.1.5	为什么要使用 MariaDB 数 据库	177
10.1.1	各种代理服务器的比较	154	11.2	MariaDB 服务器的安装与 配置	178
10.1.2	代理服务器运作方式	154	11.2.1	安装与测试 MariaDB 服务器	178
10.1.3	代理服务器的种类	156	11.2.2	管理服务器	179
10.2	Squid 代理服务器	156	11.2.3	MariaDB 服务器的用户管理	186
10.2.1	Squid 的安装	157	11.2.4	创建、查询、使用与删除数 据库	187
10.2.2	Squid 配置文件 squid.conf	158	11.2.5	使用 phpMyAdmin 管理 MariaDB	189
10.2.3	匿名 Squid 服务器设置	161	11.3	MySQL 服务器数据备份、 恢复	191
10.2.4	需要身份验证的 Squid 服务 器设置	162	11.3.1	使用 MySQL 相关命令进行 简单的本地备份	191
10.2.5	Squid 反向代理服务器的设置	163	11.3.2	使用 phpMyBackupPro 备份 恢复 MariaDB 数据库	192
10.2.6	正向代理服务器的客户端设置	163	11.4	MariaDB 应用技巧	195
10.3	Squid 安全工具的使用	164	11.4.1	MariaDB 忘记 root 密码	195
10.3.1	SquidClamav	164	11.4.2	将 MySQL 迁移到 MariaDB 上	196
10.3.2	SquidGuard	167	第 12 章 安装配置 Linux 目录服务		198
10.4	Squid 代理服务器的日志	168	12.1	Linux 目录服务简介	198
10.4.1	Squid 日志格式	168	12.2	OpenLDAP 服务器配置	199
10.4.2	分析 access.log 日志文件	169	12.2.1	OpenLDAP 配置文件	199
10.4.3	使用 Linux 命令	169	12.2.2	OpenLDAP 服务器架设流程 实例	201
10.4.4	使用专业软件分析	169			
10.4.5	Squid 日志清理	172			
10.5	代理服务器客户端设置	172			
10.5.1	Linux 客户端设置	172			

12.3	OpenLDAP 客户端安装	206	13.5.1	Selinux 设置	239
12.3.1	OpenLDAP 客户端配置文件	206	13.5.2	防火墙设置	239
12.3.2	OpenLDAP 客户端架设流程 实例	207	13.6	多种开发环境语言在 Linux 下的整合	240
12.4	管理 Openldap	209	13.6.1	在 Apache 服务器上运行 CGI	240
12.4.1	使用 OpenLDAP 常用命令	209	13.6.2	在 Apache 服务器上运行 PHP	241
12.4.2	使用 phpLDAPadmin 管理 OpenLDAP 服务器	215	13.6.3	在 Apache 上运行 Ruby	244
12.4.3	配置 OpenLDAP 使用 TLS 通信	216	13.6.4	在 Apache 上运行 Python	245
第 13 章	安装配置 Apache 服务器	218	13.7	Apache 服务器的进阶配置	247
13.1	Web 服务器软件 Apache 简介	218	13.7.1	Apache 服务器的实时监控	247
13.1.1	Apache 的工作原理	218	13.7.2	Apache 服务器的日志分析	248
13.1.2	Apache 服务器的特点	218	13.7.3	使用 awstats 分析 Apache 日志	249
13.2	安装及配置 Apache 服务器	219	13.8	使用 SSL 可以提高 Apache 服务器 的安全性能	251
13.2.1	安装	219	13.9	Apache 服务器的故障排除	253
13.2.2	启动 Apache 服务器并且测试	220	13.9.1	检查配置文件的错误	253
13.2.3	目前运行的 Apache 服务器 的相关信息	221	13.9.2	使用错误日志	254
13.2.4	配置用户的个人 Web 空间	228	13.9.3	检查 Apache 服务器模块问题	256
13.2.5	配置基于域名虚拟主机	229	13.9.4	解决 Apache 服务器故障	257
13.3	Apache 服务器的访问控制、 认证和授权	230	13.10	为 Apache 服务器配置常用 模块	258
13.3.1	Apache 服务器的访问控制	230	13.10.1	限速模块 mod_ratelimit	258
13.3.2	Apache 服务器的认证和授权	231	13.10.2	mod_perl 模块	259
13.4	为 Apache 服务器配置 WebDAV	236	13.10.3	mod_wsgi 模块	261
13.4.1	WebDAV 简介	236	13.10.4	mod_evasive 模块	262
13.4.2	在 Apache 2.x 系列服务器中 设置 WebDAV	236	第 14 章	Linux 电子邮件服务器 Postfix 安装及配置	264
13.4.3	通过 WebDAV 客户端软件 访问 Apache 服务器	238	14.1	Linux 电子邮件服务器 Postfix 安装及配置	264
13.5	Selinux 和防火墙设置	239	14.1.1	操作系统	264
			14.1.2	邮件传输代理 (MTA)	264

14.1.3 邮件分发代理 (MDA)	265	16.1.1 VPN 定义	301
14.1.4 邮件用户代理 (MUA)	265	16.1.2 VPN 功能	302
14.1.5 电子邮件服务器协议及其 相关命令	265	16.1.3 Linux 下的主要 VPN 技术	302
14.2 电子邮件服务器的工作原理	269	16.2 PPTP VPN 安装及配置	305
14.2.1 电子邮件的发送接收流程	269	16.2.1 PPTP 及 Poptop 简介	305
14.2.2 电子邮件地址的组成	269	16.2.2 PPP 简介	306
14.2.3 电子邮件系统和 DNS 的联系	270	16.2.3 在 Linux 下安装及配置 PPTP 服务器	307
14.3 安装及配置 Postfix	271	16.3 OpenVPN 安装及配置	311
14.3.1 Postfix 的安装	271	16.3.1 OpenVPN 简介	311
14.3.2 Postfix 的配置文件介绍	271	16.3.2 OpenVPN 服务器安装及配置	312
14.3.3 Postfix 配置实例	276	16.3.3 Windows 客户端设置	315
14.3.4 Dovecot 的安装与设置	277	16.3.4 智能手机客户端配置	316
14.4 安全配置	278	第 17 章 新一代服务管理系统 Systemd	318
14.4.1 安装病毒过滤系统	278	17.1 Systemd 简介	318
14.4.2 日志分析	280	17.1.1 Systemd 的简介和特点	318
14.4.3 防火墙和 SELinux 设置	283	17.1.2 Systemd 日志服务简介	319
第 15 章 安装配置 Linux FTP 服务器	284	17.1.3 Systemd 中的 Unit 概念	320
15.1 FTP 的工作原理	284	17.2 Systemd 的使用	323
15.1.1 FTP 简介	284	17.2.1 Unit 文件的编写	323
15.1.2 FTP 的工作原理	285	17.2.2 创建自己的 Systemd 服务	326
15.1.3 FTP 的典型消息和子命令	286	17.3 系统管理员需要掌握的命令	326
15.1.4 Linux 服务器的主要 FTP 软件	288	17.3.1 sysvinit 和 systemd 的命令 对比	327
15.2 配置 vsftpd 服务器	288	17.3.2 学习使用 systemctl 命令	328
15.2.1 快速构建 vsftpd 服务器	288	17.3.3 应用实例	329
15.2.2 vsftpd 服务器的文件结构	288	17.3.4 其他设置	337
15.2.3 vsftpd 的配置文件	289	17.4 旧版本遗留的服务工具	339
15.3 使用客户端工具	296	17.4.1 chkconfig	340
15.3.1 命令行	296	17.4.2 ntsysv	341
15.3.2 图形界面	297	17.4.3 Xinetd	342
第 16 章 构建 Linux VPN 网络	301	17.4.4 TCP Wrappers	346
16.1 VPN 概述	301		

01

Red Hat Enterprise Linux 7 服务器构建快学通

Red Hat Enterprise Linux 7.0 系统简介

1.1 Linux 简介

Linux 操作系统是 UNIX 操作系统的一种克隆系统，它诞生于 1991 年 10 月 5 日（这是第 1 次正式向外公布的时间）。借助于 Internet，并经过全世界各地计算机爱好者的共同努力，它已成为今天世界上使用最多的一种 UNIX 类操作系统，并且使用人数还在迅猛增长。Linux 操作系统的诞生、发展和成长过程始终依赖着几个重要支柱，即 UNIX 操作系统、MINIX 操作系统、GNU 计划和 POSIX 标准。

1.1.1 UNIX 操作系统的诞生

UNIX 是一个多用户、多任务的操作系统，最初由 AT&T 贝尔实验室的 Ken Thompson 于 1969 年开发成功。UNIX 当初设计的目标是允许大量程序员同时访问计算机，共享其资源。它非常简单，但是功能强大、通用，并且可移植，可以运行在微机、超级小型计算机，以及大型机上。

UNIX 系统的核心是内核，即一个系统引导时加载的程序。内核用来与硬件设备打交道、调度任务，并且管理内存和辅存。正是由于 UNIX 系统这种精练特性，所以众多小而简单的工具和实用程序被开发出来。因为这些工具（命令）能够很容易地组合起来执行多种大型的任务，所以 UNIX 迅速流行起来。其中最重要的工具之一就是 shell，即一个让用户能够与操作系统沟通的程序。本书将剖析当今主流 shell 的特性。最初 UNIX 被科学研究机构和大学采用，其费用微不足道，后来慢慢扩展到计算机公司、政府机构和制造业领域。1973 年，美国国防部高级研究计划署（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）启动一项计划，研究使用 UNIX 将跨越多个网络的计算机透明地连接在一起的方式。这个计划和从该研究中形成的网络系统，导致了 Internet 的诞生。

20 世纪 70 年代后期，许多在大学期间接触并体验过 UNIX 的学生投身于工业界并要求工业界向 UNIX 转换，声称它是最适合复杂编程环境的操作系统。很快大量或大或小的厂家开始开发自己的 UNIX 版本，在自己的计算机体系结构上对其进行优化，以期占领市场。最著名的两个 UNIX 版本是 AT&T 的 System V 和 BSD UNIX，后者源于 AT&T 版本，由加州大学伯克利分校于 20 世纪 80 年代早期开发成功。

面对众多版本的 UNIX（有一个图表列出了 80 多个 UNIX 版本，访问 <http://www.ugu.com/sui/ugu/show?ugu.flavors>），如果不花费时间和精力考虑兼容问题，那么在一个系统上能够正常运行的应用程序和工具可能无法在另一个系统上工作。由于缺乏统一的标准，许多厂家放弃了 UNIX 转而使用比较古老的非 UNIX 专用系统，如 VMS，它们被证明是更加一致和可靠的。1993 年年初，AT&T 将其 UNIX 系统实验室出售给了 Novell。1995 年，Novell 将其 UNIX 商标权和规范（后来变成单一 UNIX 规范）转让给 The Open Group，将 UNIX 系统源代码卖给 SCO。当今有很多公司都在出售基于 UNIX 的系统，包括 Sun Microsystems 的 Solaris、HP-UX 和来自 Hewlett-Packard 的 Tru64 UNIX，以及来自 IBM 的 AIX。除此之外，还有许多免费的 UNIX 和与 UNIX 兼容的工具，如 Linux、FreeBSD 和 NetBSD。Linux 操作系统是 UNIX 操作系统的一个克隆版本，现在几乎每个主要的计算机厂商都有其自有版本的 UNIX。

1.1.2 GNU 早期简史

1971 年，作为开放源码的先驱，Richard Stallman 加入了麻省理工学院的一个专门研究免费软件的组织。作为 Emacs 文本编辑程序的开发者，他后来建立了 GNU 项目，从而最终导致免费的 Linux 操作系统的诞生。

1983 年，为了反对软件所有权私有化的趋势，Richard Stallman 建立了 GNU 计划来推进免费软件模型，并为此开发了一个免费的操作系统、应用程序及开发工具。更重要的是，GNU 计划建立了 General Public License (GPL)，即 Copyleft，它成为许多开放源码软件所采用的模型。

1985 年 3 月，Richard Stallman 在 *Dr.Dobb's* 杂志上发表了《GNU 宣言》，在宣言中他陈述了自由软件运动的起因。

1986 年，Larry Wall 建立了 Perl (Practical Extraction and Report Language)，这是一种编写 CGI 程序所广泛采用的通用编程语言，CGI 为 Web 带来了更多动态内容。

1987 年，开发者 Andrew Tanenbaum 发布了 MINIX，在发布时带有完整的源代码。

1989 年 1 月，GPL 版本 1 由 Richard Stallman 撰写，用于 GNU 计划，它以 GNU Emacs、GDB 和 GCC 的许可证的早期版本为蓝本。这些许可证都包含一些 GPL 的版权思想，但只针对特定程序。Richard Stallman 的目标就是创造出一种四海之内皆可使用的许可证，这样就能为许多源代码共享计划带来福音。

到 1990 年时，因为一些共享库而出现了对比 GPL 更宽松的许可证的需求。所以，当 GPL 版本 2 在 1991 年 6 月发布时，另一许可证——库通用公共许可证 (Library General Public License, LGPL) 也随之发布，并记为“版本 2”，以示对 GPL 的补充。版本号在 LGPL 版本 2.1 发布时不再相同，而 LGPL 也被重命名为“GNU 宽通用公共许可证 (Lesser General Public License)”以体现 GNU 哲学观。

1991 年 8 月 25 日，Linus 在 Usenet 新闻组上公开了关于 Linux 的构想。为了超越 MINIX，发布了一个新的 UNIX 变种——Linux。3 年后，Linux 正式接受 GPL。

1.1.3 POSIX 标准历史

POSIX (Portable Operating System Interface of UNIX) 是由 IEEE 和 ISO/IEC 开发的一组标准。该标准基于现有的 UNIX 实践和经验, 描述了操作系统的调用服务接口, 用于保证编写的应用程序可以在多种操作系统上移植运行。它是在 1980 年一个 UNIX 用户组 (usr/group) 的早期工作的基础上取得的。该 UNIX 用户组将 AT&T 的系统 V 和 Berkeley CSRG 的 BSD 系统的调用接口之间的区别重新调和集成, 从而于 1984 年产生了 /usr/group 标准。1985 年, IEEE 操作系统技术委员会标准小组委员会 (TCOS-SS) 开始在 ANSI 的支持下责成 IEEE 标准委员会制定有关程序源代码可移植性操作系统服务接口正式标准。1986 年 4 月, IEEE 就制定出了试用标准。第 1 个正式标准是在 1988 年 9 月批准的 (IEEE 1003.1—1988), 即以后经常提到的 POSIX.1 标准。1989 年, POSIX 的工作被转移至 ISO/IEC 社团, 并由 15 工作组继续将其制定成 ISO 标准。到了 1990 年, POSIX.1 与已经通过的 C 语言标准联合, 正式批准为 IEEE 1003.1—1990 (也是 ANSI 标准) 和 ISO/IEC 9945—1:1990 标准。

20 世纪 90 年代初, POSIX 标准的制定正处于最后投票敲定时, 此时 Linux 刚刚起步。这个 UNIX 标准为 Linux 提供了极为重要的信息, 使得 Linux 能够在标准的指导下进行开发, 并与绝大多数 UNIX 系统兼容。在最初的 Linux 内核代码中 (0.01 版及 0.11 版) 就已经为 Linux 与 POSIX 标准的兼容做好了准备工作。

1.1.4 Linux 概述

通过上述说明, 可以对 Linux 的几个支柱归纳如下。

(1) UNIX 操作系统: 1969 年诞生在贝尔实验室, Linux 是它的一种克隆系统。

(2) MINIX 操作系统: 也是 UNIX 的一种克隆系统, 1987 年由著名的计算机教授 Andrew Tanenbaum 开发完成。由于 MINIX 系统的出现并且提供源代码 (只能免费用于大学内), 所以在全世界的大学中刮起了学习 UNIX 系统旋风, Linux 就是参照 MINIX 系统于 1991 年开始开发的。

(3) GNU 计划: 开发 Linux 操作系统, 以及在 Linux 上所用的大多数软件基本上都出自 GNU 计划, Linux 只是操作系统的一个内核, 没有 GNU 软件环境 (比如 bash shell), Linux 将寸步难行。

(4) POSIX 标准: 对推动 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。

Linux 是由 Linus Torvalds 等众多软件高手共同开发的, 是一种能运行在多种平台 (如 PC 及其兼容机、Alpha 工作站及 SUN SPARC 工作站) 上、源代码公开、免费、功能强大、遵守 POSIX 标准, 并且与 UNIX 兼容的操作系统。

Linux 运行的硬件平台起初是 Intel 386、486, Pentium 及 Pentium Pro 等, 现在还包括 Alpha、PowerPC 和 SPARC 等。Linux 不但支持 32 位, 还支持 64 位, 如 Alpha。它既支持单 CPU, 也支持多 CPU。

Linux 内核和许多系统软件, 以及应用程序的源代码是公开的, 也是免费的。Linux 系统软件和应用软件很多来自 GNU 组织, Linux 软件还包括很多遵循 GPL 精神的软件。现在很多商业公司也开始为 Linux 开发应用软件, 如 IBM、Sybase 和 Oracle 等。

Linux 具有丰富的系统软件和应用软件，除具有一般 UNIX 的工具外，Linux 操作系统还包括如下特性。

- (1) 支持多种不同格式的文件系统。
- (2) 支持多种系统语言，如 C、C++、Objective-C、Java、Lisp 及 Prolog 等。
- (3) 支持多种脚本语言，如 Perl、Tcl/Tk 及 shell 和 AWK 等。
- (4) 支持 X Window 系统及其应用程序，可运行各种图形应用程序，如 Khoros、GRASS 等。
- (5) 支持多种自然语言，如中文和英文。
- (6) 支持多种大型数据库，如 Oracle、Sybase 及 Infomax 等。
- (7) 支持与其他操作系统（如 Windows NT 或 Windows 95 等）的共享。
- (8) 具有强大的网络功能，支持多种网络协议，如 TCP/IP、IPX、AppleTalk、NetBEUI、X.25 等。发布版中有多种网络服务软件，如 E-mail、FTP、Telnet 及 WWW 等。

当然，Linux 还在不断地发展，它是一个很有发展前途的操作系统，也是为数不多的可以与 Microsoft 操作系统相竞争的操作系统。Linux 是一套免费使用和自由传播的类 UNIX 操作系统，主要用在基于 Intel 系列 CPU 的计算机上。这个系统是由世界各地成千上万的程序员设计和实现的，其目的是建立不受任何商品化软件的版权制约，并且全世界都能自由使用的 UNIX 兼容产品。Linux 是 Linus Torvalds 创建的。Linus Torvalds 当时是芬兰赫尔辛基大学的学生，其目的是想要设计一个代替 MINIX（MINIX 是由计算机教授 Andrew Tannebaum 编写的一个操作系统示教程序）的操作系统，这个操作系统可用在 386、486 或奔腾处理器的个人计算机上，并且具有 UNIX 操作系统的全部功能，因而开始了 Linux 雏形的设计。Linux 以其高效性和灵活性著称，它能够在 PC 上实现全部的 UNIX 特性，具有多任务、多用户的能力。Linux 是在 GNU 公共许可权限下免费获得的，是一个符合 POSIX 标准的操作系统。Linux 之所以受到广大计算机爱好者的喜爱，主要原因有两个：一个是它属于自由软件，用户不用支付任何费用就可以获得它和它的源代码，并且可以根据自己的需要进行必要的修改。无偿使用，无约束地继续传播；另一个是它具有 UNIX 的全部功能，任何使用 UNIX 操作系统或想要学习 UNIX 操作系统的人都可以从 Linux 中获益。

1.1.5 Linux 和开源软件的商业化

Linux 和开源软件的商业化历程大致经历了如下几个阶段。

1. 萌芽阶段（1995 年以前）

在 1995 年以前，开源社区基本上没有考虑过商业化运行的问题。与开源软件有关的商业活动仅限于出售开源软件安装盘、书籍，以及印有开源软件标志的文化衫等小物品，但是这种商业行为当时并没有获得开源社区的尊重，从事这些活动的人也被社区的成员视为“小商贩”。就在这群毫不起眼的小商贩中，竟然走出了两位后来在开源界赫赫有名的大人物，他们就是红帽软件公司的两位创始人 Young 和 Marc Ewing。

2. 探索阶段（1995—2001 年）

1995 年，Young 购买了 Ewing 的股份。把新公司命名为“红帽软件”，同时发布了 Red Hat Linux 2.0。红帽公司的成立，拉开了开源软件探索商业运行的序幕。在红帽的率领和激励下，

越来越多的人从开源软件身上嗅到了商机，各种从事开源软件事业的商业机构蓬勃发展。在我国，1999—2000年，短短两年就涌现出红旗 Linux、中软 Linux、蓝点 Linux、冲浪 Linux、TurboLinux 及 TomLinux 等品牌。不过在这一阶段，开源软件并没有找到真正的商业模式，大部分都只停留在概念炒作层面。

3. 发展阶段（2001—2003 年）

2002 年前后，随着网络泡沫的破灭，开源软件的神话也随之被打破。大量缺乏真正商业模式的开源软件企业面临尴尬境地，要么倒闭，要么退出开源软件市场。剩下的几家经受住了市场锤炼的开源软件厂商开始冷静下来，潜心寻找适合自己的商业模式。在寻找的过程中，一些较早探索出商业模式的开源企业，挺过了 IT 行业的寒冬，发展迅速，如红帽、JBoss 和 MySQL 等。

4. 融合阶段（2004 年至今）

2003 年 11 月，曾叱咤风云的软件巨头 Novell 收购了排名全球第二的 Linux 发行商 SUSE，借助 Linux 实现战略转型。Novell 的做法为开源软件的商业运行提供了全新思路，产生了深远影响。在 Novell 的推动下，开源软件开始与商业软件和平共处，不再停留在小打小闹阶段，而是走进金融和电信等行业大户的视野，刷新了其在企业用户心目中的形象。与此同时，原来在幕后支持开源软件的 IT 巨头也开始更直接地介入开源软件的发展，如 IBM 于 2005 年 5 月收购了开源软件 Gluecode，2005 年 11 月率众成立了开源文档基金会；SUN 公司从 2005 年 6 月开始，逐步开放了 Solaris 等多款软件的源代码等。

1.1.6 Linux 和开源软件的商业模式

经过研究与归纳，Linux 和开源软件的商业模式大致包括如下 6 种。

1. 免费软件 + 收费硬件

IBM、SUN 及惠普等公司在开源软件领域投入巨大，但这一切并非是做善事，他们可以从配置了开源软件的硬件中获取巨额回报。

2. 免费知识 + 收费书籍（培训）

开源软件出版商 O'Reilly 公司组织各种开源软件会议，推进开源理念和开源软件技术的传播与发展，以出售书籍赢利。LPI 和中国的即时科研集团目前也在大力开展 Linux 培训，其赢利模式如出一辙。

3. 免费程序 + 收费实施

一些开源软件厂商免费提供系统的程序代码，靠提供技术服务赚钱，JBoss 就是这种模式的典型代表。JBoss 应用服务器软件程序完全免费，而技术文档、培训和二次开发支持等技术服务则是收费的。

4. 免费社区版 + 收费企业版

对于一些通用软件，如操作系统和数据库软件，开源软件厂商一般采用针对不同用户提供不同版本的方式。在这种模式中，利用免费版本软件为赢利的收费版本创造或维持一种市场地位。这种模式较为普遍，如 MySQL 产品就同时推出了面向个人和企业的两种版本，即开源版

本和专业版本分别采用不同的授权方式。开源版本完全免费以便更好地推广，公司通过专业版本的许可销售和支持服务获得收入。

5. 开源软件 + 商业软件

将免费的开源软件与可赢利的商业软件捆绑销售，以开源软件带动商业软件的销售，这也是不错的商业模式。比如 Novell 就将自己原来丰富的中间软件和应用软件迁移到 Linux 平台上，通过与 Linux 捆绑为客户提供高价值的综合解决方案。红旗和 TurboLinux 也在积极加强与应用软件厂商的联系或自己开发商业软件，通过附加更多的商业软件来增加收入。

6. 免费软件 + 收费专业服务

这种模式的典型代表是 SourceLabs 和 SpikeSource 公司，这些公司并不主推自己的产品品牌，而是与多方开源软件厂商或社区合作，利用他人提供的开源软件提供技术测试、集成及维护等服务。在这种模式中，公司的角色与原来的系统集成商有点类似，他们把开源软件打包到事先经过鉴定并且受支持的标准化堆栈中。为了让各种各样的软件组件正常地协同工作，他们帮助客户配置及测试这些软件组件，而预先设计并经过鉴定的堆栈有助于缩短配置与测试时间。

1.2 Linux 内核及其发行版本

1.2.1 Linux 发行版本概述

Linux 的版本可以分为两类，即内核（Kernel）与发行（Distribution）版本，内核版本指在 Linux 领导下的开发小组开发出来的系统内核版本号，目前最新的内核版本号为 Linux 3.4。其发行版本共有 27 149 个不同的补丁和 600 万行代码，开发周期长达 680 天。在 2004 年 Linux 内核峰会上，即稳定版内核发行约 8 个月之后又增加了 123 万行代码，删除了 849 366 行代码，这意味着有三分之一的内核已被改动。Novell 公司的 Linux 开发人员格雷格·克洛·哈特曼认为，这说明稳定版内核还有很多工作要做，于是开发社区做出决定，不升级内核版本，所有成熟的新功能和补丁都加入 2.6 稳定版内核中。一些组织或公司将 Linux 内核与应用软件和文档包装起来，并提供一些安装界面和系统设置与管理工具，这样就构成了一个发行版本。例如，Mandriva Linux、Red Hat Linux、Debian Linux、Ubuntu Linux，以及国产的红旗 Linux、CLEEX For Linux、冲浪 Linux 和 TurboLinux 等。

1.2.2 Linux 内核的变迁

- 0.00（1991.2—1991.4），两个进程分别显示 AAA BBB。
- 0.01（1991.9），第 1 个正式向外公布的 Linux 内核版本。
- 0.02（1991.10.5），该版本及 0.03 版本是内部版本，目前已经无法找到。
- 0.03（1991.10.5）。
- 0.10（1991.10），由 Ted Ts'o 发布的 Linux 内核版本。
- 0.11（1991.12.8），基本可以正常运行的内核版本。