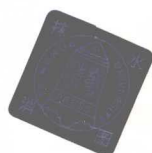


21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用



# Linux操作系统 基础教程（第二版）

王良明 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机应用



# Linux操作系统 基础教程（第二版）

王良明 编著

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书以最新版红帽 7.0 和 Ubuntu 14.04 为基础,采用大量的图、表,循序渐进地阐述了 Linux 操作系统的基本框架和原理(概述、安装、用户和组、文件系统、基本命令、vi/vim、文件共享与远程控制、编程基础、运维等),以及常见服务的部署。精心挑选了 8 个实训作为原理阐释的补充内容,每章的知识拓展章节为想进一步学习和研究相关内容的读者指明了方向。

本书作为 Linux 的初级教程,适当留白让教师自我发挥,同时配有精美的教学 PPT 和网站,适合作为本科生、大专生、职校生、中专生和培训机构的教材或参考书。

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

Linux 操作系统基础教程/王良明编著.--2 版.--北京:清华大学出版社,2015  
21 世纪高等学校规划教材·计算机应用  
ISBN 978-7-302-38943-9

I. ①L… II. ①王… 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(2015)第 005679 号

责任编辑:刘向威 薛 阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:焦丽丽

责任印制:王静怡

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:13.75 字 数:335 千字

版 次:2012 年 3 月第 1 版 2015 年 2 月第 2 版 印 次:2015 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.50 元

产品编号:061601-01

总有人问我这么几个问题：我会 Windows，为什么还要学 Linux？怎么学习 Linux 操作系统？

问我第一个问题的人大都是个人用户，或者是非资深的 IT 后台管理员，他们使用计算机主要是面向桌面应用，即采用个人计算机(PC)或台式机或笔记本或上网本，安装 Windows 以应付日常办公、上网和娱乐，但桌面应用的硬件平台(PC)也行将落幕，2010 年我们已经跨入了云计算时代的门槛！

主机升天形成云端，用户交互设备(键鼠/显示器/音响等)落地构成终端，两端通过网络相连，计算和交互分离，这就是云计算的本质。云端是 IT 后台应用，这是最适合采用 Linux 的领地，可用性远远超过了 Windows。终端主要是各种各样的嵌入式设备，这同样也是 Linux 操作系统的最佳应用场所，目前高达 70% 的嵌入式设备(如智能手机、平板电脑、mp4、mp3、商务通等)都采用 Linux 操作系统，家喻户晓的 Andriod 系统采用的就是 Linux 内核。因此，在云计算时代，普通用户根本不需要了解操作系统，他们只管运行自己感兴趣的应用程序即可，聪明的 IT 从业人员都在转向 Linux、分布式计算、并行计算、虚拟化、JavaScript/HTML5 CSS3、基于 Linux 的嵌入式开发、安全、用户体验等领域。而 Linux 作为系统平台软件，学习掌握它，其重要性是不言而喻的。

那到底怎样才能学好 Linux 操作系统呢？作为一个在企事业单位从事 UNIX/Linux 岗位 16 年，加上在高校教授 Linux 6 年，又一直研究分布式系统和算法，以及从事基于 Linux 的嵌入式产品研发的我，在此给出如下建议。

首先要从宏观上了解 Linux 的全貌——它的起源、现状和发展。这其实就是归结于哲学的三大终极问题：我是谁，我从哪里来，我要到哪里去。众所周知，要描述清楚一个事物，回答清楚这三个问题就够了。本书的第 1 章“Linux 系统概况”就是根据这个流程进行阐述的。

其次是要掌握 Linux 各部分的原理。知其然，还要知其所以然。原理是相对稳定的，而基于原理之上的实现是经常变化的，但是万变不离其宗。原理学通了，就一通百通，而且又不用时时为跟上技术的变化而疲于奔命。我们都知道，计算机发展到今天，仍然遵循图灵机模型，这个基本的理论没有变化。聪明的 IT 人员喜欢从原理入手，相反，笨拙的人喜欢炫耀新潮的技术。本书第 2 章~第 10 章采用大量的图、表，重点阐述分区、用户和组、文件系统、基本命令、vi/vim、远程控制、shell 编程以及 Linux 运维等，这些都是 Linux 系统管理员必须理解和掌握的知识点。

第二版在第一版的基础上做了如下改进：增加了一章专门讲述服务配置，同时以最新的 Linux 发行版本(红帽 7.0、Ubuntu 14.04)为基础设计教学案例，一些重要的开源软件介绍章节改为附录，作为参考而不做教学内容，红帽 7.0 相比之前的版本改动比较大，所以即使在相同的章节中，第二版改动的地方也很多。

本书作为 Linux 初级教程,本着“扶上马送一程”的原则,在每一章的后面都列出了一些相关的比较深入的知识点,给有兴趣的学生指明学习方向,剩下的路还得靠读者自己走。

当然实际操作对于学好 Linux 也是不可或缺的,大量的操作训练能加深读者对原理的理解,同时能够帮助读者练就优美的键盘指法。为此本书附录部分精心挑选了 8 个实训,当然光这 8 个实训还是远远不够的。

此书能够顺利完成和出版,我要特别感谢父母和恩师,开启了我的智慧之门,还要感谢妻子和女儿,女儿懂事,能快乐地成长和学习,很少让我操心,女儿给予了我莫大的精神动力和鼓舞,我还要感谢我的领导和同事。

本书有配套的网站和教学 PPT,欢迎来信询问和索取。

本书网站(也是作者本人博客): [www.veryopen.org](http://www.veryopen.org)。

个人邮箱: [wlm@veryopen.org](mailto:wlm@veryopen.org)。

作 者

2014 年 9 月

<b>第 1 章 Linux 系统概况</b> .....	1
1.1 Linux 使用总揽 .....	1
1.2 Linux 成长发展 .....	2
1.2.1 Linux 的诞生 .....	2
1.2.2 Linux 的成长 .....	6
1.2.3 Linux 的发展 .....	9
1.3 内核版本与开源协议 .....	9
1.3.1 内核版本 .....	9
1.3.2 开源协议 .....	11
1.4 Linux 的应用场合 .....	12
1.5 Linux 发行版和开源社区 .....	13
1.5.1 Linux 发行版 .....	13
1.5.2 开源社区 .....	15
1.6 知识拓展与作业 .....	16
1.6.1 知识拓展 .....	16
1.6.2 作业 .....	16
<b>第 2 章 安装和卸载</b> .....	17
2.1 安装和卸载步骤 .....	17
2.1.1 分区和分区命名 .....	17
2.1.2 文件系统类型 .....	21
2.1.3 安装规划 .....	21
2.1.4 安装 .....	22
2.1.5 卸载 .....	23
2.2 初步管理 .....	24
2.2.1 系统和 服务管理 .....	24
2.2.2 开机、关机与睡眠 .....	27
2.2.3 登录、锁屏与注销 .....	29
2.2.4 配置网络 .....	34
2.2.5 配置安装源 .....	36
2.2.6 添加、删除和升级软件包 .....	37
2.3 知识拓展与作业 .....	39

2.3.1 知识拓展 .....	39
2.3.2 作业 .....	39
<b>第3章 用户、组和身份认证</b> .....	<b>40</b>
3.1 多用户系统 .....	40
3.2 用户和组的概念 .....	41
3.2.1 用户的概念 .....	41
3.2.2 组的概念 .....	44
3.3 用户和组管理 .....	45
3.3.1 组管理 .....	45
3.3.2 用户管理 .....	46
3.4 登录过程和环境变量 .....	47
3.4.1 用户登录过程 .....	47
3.4.2 用户环境变量 .....	48
3.5 知识拓展和作业 .....	50
3.5.1 知识拓展 .....	50
3.5.2 作业 .....	50
<b>第4章 文件系统</b> .....	<b>51</b>
4.1 Linux 目录树 .....	51
4.2 文件分类与权限 .....	53
4.2.1 文件分类 .....	53
4.2.2 文件权限 .....	56
4.3 文件管理 .....	57
4.3.1 文件通配符 .....	58
4.3.2 文件操作 .....	58
4.4 新建文件系统 .....	59
4.5 知识拓展与作业 .....	61
4.5.1 知识拓展 .....	61
4.5.2 作业 .....	61
<b>第5章 基本命令</b> .....	<b>62</b>
5.1 命令基本语法与类型 .....	62
5.1.1 命令类型与语法 .....	62
5.1.2 在线帮助文档 .....	64
5.2 bash 快捷键、重定向和管道 .....	65
5.2.1 历史命令与 bash 快捷键 .....	65
5.2.2 命令重定向 .....	66
5.2.3 其他元字符 .....	68

5.3 命令举例	69
5.3.1 关机/重启/退出	69
5.3.2 bash 内部命令	69
5.3.3 系统信息相关命令	69
5.3.4 文件操作命令	70
5.3.5 进程及任务管理相关命令	71
5.3.6 网络相关命令	72
5.4 知识拓展与作业	72
5.4.1 知识拓展	72
5.4.2 作业	73
<b>第 6 章 vi/vim</b>	<b>74</b>
6.1 vim 介绍	74
6.2 vim 基本操作	76
6.2.1 处女作	76
6.2.2 基本操作	78
6.3 知识拓展	82
<b>第 7 章 远程控制</b>	<b>83</b>
7.1 远程控制: OpenSSH	83
7.1.1 介绍	83
7.1.2 SSH 服务器安装和配置	84
7.1.3 SSH 客户端	85
7.2 知识拓展与作业	88
7.2.1 知识拓展	88
7.2.2 作业	88
<b>第 8 章 编程基础</b>	<b>89</b>
8.1 bash 编程基础	89
8.1.1 Shell 程序: Hello World	89
8.1.2 脚本语言介绍	90
8.1.3 结构和基本语法	90
8.1.4 变量	90
8.1.5 控制语句	92
8.1.6 Shell 程序调试	97
8.2 C 语言编程基础	98
8.2.1 C 语言编程环境	98
8.2.2 进程编程	100
8.2.3 网络编程	102



8.2.4	程序调试	108
8.3	知识拓展与作业	109
8.3.1	知识拓展	109
8.3.2	作业	109
<b>第9章</b>	<b>Linux 图形桌面系统</b>	<b>111</b>
9.1	组成与原理	111
9.1.1	Linux 图形桌面系统组成	111
9.1.2	X WINDOW 原理	112
9.2	起停图形系统	113
9.3	一些图形应用程序介绍	114
9.4	图形界面远程登录	114
9.4.1	登录 Linux 图形桌面	114
9.4.2	从 Linux 桌面登录其他系统	115
9.5	知识拓展与作业	117
9.5.1	知识拓展	117
9.5.2	作业	117
<b>第10章</b>	<b>Linux 运维</b>	<b>118</b>
10.1	进程管理	118
10.1.1	进程的概念	118
10.1.2	进程管理	120
10.2	系统资源管理	121
10.2.1	计算机资源概述	121
10.2.2	资源管理	121
10.3	定时任务	123
10.3.1	周期性定时任务	123
10.3.2	一次性定时任务	124
10.4	备份与恢复	125
10.4.1	系统文件备份	125
10.4.2	业务数据备份	126
10.5	知识拓展与作业	126
10.5.1	知识拓展	126
10.5.2	作业	126
<b>第11章</b>	<b>服务配置</b>	<b>127</b>
11.1	搭建网站系统	128
11.1.1	网站简介	128
11.1.2	具体操作	129

11.2	搭建邮件系统 .....	131
11.2.1	邮件系统简介 .....	131
11.2.2	动手操作 .....	132
11.2.3	使用邮件系统 .....	132
11.3	网络文件系统 NFS .....	134
11.3.1	NFS 介绍 .....	134
11.3.2	搭建 NFS .....	135
11.4	虚拟机和容器 .....	138
11.4.1	虚拟机 .....	138
11.4.2	容器 .....	139
11.5	防火墙 .....	141
12.5.1	基础知识 .....	141
11.5.2	内核中的 netfilter 模块 .....	142
11.5.3	配置规则 .....	145
11.6	FTP 服务 .....	151
11.7	DNS 服务 .....	155
11.7.1	域名解析 .....	155
11.7.2	资源记录 .....	158
11.7.3	安装和配置 DNS .....	158
11.8	DHCP 服务 .....	160
11.9	知识拓展 .....	163
<b>附录 A</b>	<b>实训 .....</b>	<b>164</b>
附录 A1	安装虚拟机工具 .....	164
附录 A2	安装 Linux 实训 .....	169
附录 A3	找回丢失的 root 密码实训 .....	186
附录 A4	创建用户和组实训 .....	187
附录 A5	硬盘分区与格式化实训 .....	189
附录 A6	常用命令用法实训 .....	192
附录 A7	vi/vim 实训 .....	196
附录 A8	bash 编程实训 .....	197
<b>附录 B</b>	<b>一些著名开源软件介绍 .....</b>	<b>199</b>
附录 B1	VirtualBOX/KVM/Xen/OpenVZ/Docker .....	199
附录 B2	MariaDB/PostgreSQL .....	200
附录 B3	Openstack/Hadoop .....	201
附录 B4	Apache/Nginx .....	201

附录 B5	Netfilter/Iptables .....	201
附录 B6	Postfix .....	202
附录 B7	Squid .....	203
附录 B8	Snort .....	204
附录 B9	Odoo .....	204
附录 B10	Kerberos .....	205

# 第 1 章

## Linux 系统概况

本章学习目标：

- 掌握内核版本知识
- 了解 Linux 内核和发行版的关系
- 了解开源协议

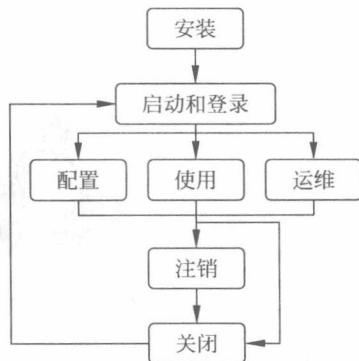
哲学上有三个终极问题“我是谁、我从哪里来、要到哪里去”，对于 Linux 系统，要讲清楚，也得回答这三个问题。本章首先来回答这三个问题：即 Linux 到底是什么东西，Linux 是如何产生的，Linux 的发展如何。

### 1.1 Linux 使用总揽

如果公司给你一台计算机，并交给你一个任务：稳定运行公司网站三年，你的工作就是：

- (1) 安装和配置 Linux 操作系统(例如 Ubuntu 14.04)。
- (2) 安装和配置 NGINX/MySQL/PHP(假设公司网站用 PHP+MySQL 开发)。
- (3) 日常运行维护(简称运维)：开关机、查看机器性能、故障处理等。

这些工作可以统一用图 1.1 表示。



Linux 系统概况和安装(第 1、2 章)

用户和组管理、文件系统、命令、vim、远程控制、bash 编程、运维、服务配置等(第 3~11 章)

Linux 系统概况和安装(第 1、2 章)

图 1.1 Linux 使用总揽

规划、安装和配置好 Linux 服务器很关键,否则后续的运维工作就非常繁重。

## 1.2 Linux 成长发展

如果只讲 Linux,那么就是指 Linux 内核,而我们具体安装和使用的是 Linux 发行版——例如红帽、乌邦图等,关于 Linux 内核和发行版的关系在后续章节中会介绍。正如世界上的任何其他事物, Linux 的诞生是偶然的,发展却是必然的。

### 1.2.1 Linux 的诞生

1991年10月5日,一名芬兰赫尔辛基大学计算机科学系二年级名叫 Linus Benedict Torvalds(简称 Linus Torvalds,翻译成中文为“李纳斯·托沃茨”,如图 1.2 所示)的学生在 comp. os. minix 新闻组上发布消息,正式向外宣布 Linux 内核的诞生,同时把源代码放到了 nic. funet. fi 服务器的/pub/OS/Linux 目录下。当时谁也没有想到,他这么一“放”,从此改变了世界的 IT 格局,10月5日也成了不平凡的日子,以后内核的新版本发布和红帽 Linux 新版本的推出大多选择在这一天。

#### 知识小贴士: Linux 取名和小企鹅吉祥物的来历

李纳斯·托沃茨为什么把这个新生操作系统命名为 Linux 并且选择小企鹅(如图 1.3 所示)作为标志呢?刚开始命名为 FreAX(意为怪物),当他将 FreAX 上传到服务器上时,服务器管理员非常讨厌这个名称,他认为既然是 Linus 的操作系统就取其名字的谐音 Linux 作为该操作系统的目录,于是 Linux 这个名称就自此流传下来。至于为什么选择可爱的小企鹅作为 Linux 标志,原因也很简单,那是李纳斯·托沃茨在南半球旅行途中抚摸一只企鹅时被啄了一口,这使得 Linus 对企鹅印象深刻。在给 Linux 系统选吉祥物时, Linus 很自然地想到了企鹅。



图 1.2 Linus Benedict Torvalds



图 1.3 小企鹅标志

当然像任何历史上的重大发明一样,都是在前人技术的基础上向前推进的, Linux 也是李纳斯·托沃茨站在巨人的肩膀上摘取的果实,而且这些巨人不但是 Linux 诞生的摇篮,更是它成长的保姆。那么 Linux 的“巨人”到底是什么呢?我们还得从以下 5 个方面说起,对于它们,我们同样要给予真诚的感谢和赞美。

## 1. UNIX

UNIX 1969 年诞生于美国的贝尔实验室(向 K. Thompson 和 Dennis Ritchie 致敬,如图 1.4 所示),后来产生两大流派——AT&T 的 System V 流派和 Berkeley 分校的 BSD 流派,并衍生出许多发行版,例如 IBM 的 AIX、惠普的 HP-UX、Sun 公司的 Solaris,还有 SCO UNIX、Xenix、FreeBSD 等。不过时至今日,各个 UNIX 发行版命运迥异,AIX 主要运行在 IBM 机型上,而 HP-UX 主要运行在惠普机型上。但是一直受到基于 x86 的 PC 服务器的冲击,这两个操作系统的应用面逐步缩小。Sun 公司被 Oracle 公司收购,Solaris 操作系统自然并入 Oracle 公司的产品线,Sun 公司曾经让 Solaris 支持 x86 机器,但是为时已晚,x86 后台应用早已被 Linux 和 Windows 占领;可怜 SCO UNIX 和 Xenix,活生生碾死在 Linux 的战车之下,为 UNIX 版权之争,SCO 公司起诉 Novell,结果败诉,反而支付不起赔偿金而倒闭;FreeBSD 被认为是自由操作系统中的不知名的巨人,它的开发者都是技术偏执狂,一味追求代码的完美,几乎上升到了艺术层面,而对市场不屑一顾。FreeBSD 被业界普遍认为是目前最好的操作系统——最稳定、最高效、最安全,更令人激动的是它遵循 BSD 协议,而这个协议规定任何人都可以下载、修改源码和使用,而不用付任何费用,产品商甚至还可以把它集成到自己的产品当中而宣称拥有“自主知识产权”。

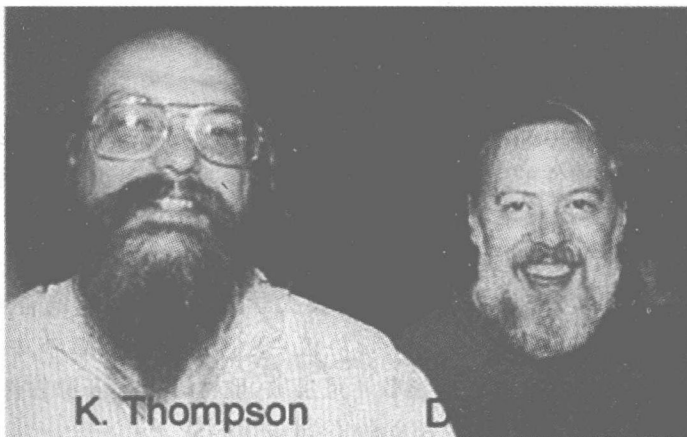


图 1.4 K. Thompson 和 Dennis Ritchie

## 2. Minix

Minix 是 UNIX 的一种克隆版本,由著名教授 Andrew S. Tanenbaum(如图 1.5 所示)于 1987 年开发完成。Minix 首次公开源代码,在大学内可以免费使用,从而在世界范围内掀起了一轮学习研究 UNIX 操作系统的热潮。作为一款 UNIX 的版本,Minix 谈不上是一款优秀的操作系统,但是 AST 教授开放 Minix 源代码的举动却是空前的,要知道,在当时所有大公司开发的软件源代码被看成是企业的一级机密被小心保护着。由于 Linux 刚开始就是参照 Minix 系统而开发的,AST 也因此对 Linux 大加赞赏。



图 1.5 Andrew S. Tanenbaum

### 3. GNU 项目

GNU(GNU'S NOT UNIX,如图 1.6 所示)项目开始于 1984 年,项目发起人希望开发一个类似 UNIX 且是自由软件的完整操作系统,即 GNU 系统。自由软件基金会(the Free Software Foundation,FSF)成立于 1985 年,除了软件开发的工作,FSF 还极力保护和推广自由软件。GNU 和 FSF 都是由理查德·斯托曼(Richard M. Stallman,RMS,如图 1.7 所示,图 1.8 为他 2000 年 5 月 28 日在武汉华中科技大学演讲后与师生的合影)一手创办的,后来他发布了著名的开源软件协议——GPL 协议(我们将在后续章节中介绍它)。对于 RMS 这个哈佛大学的高材生,我们除了崇敬还是崇敬,他可以说是开源软件的奠基人,也是世界上写程序代码最多的人,目前还在 Google 公司写代码。



图 1.6 GNU 项目

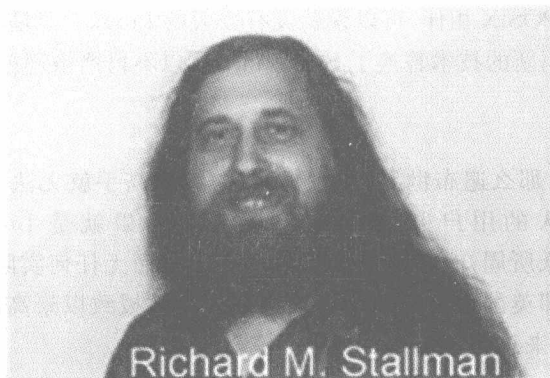


图 1.7 Richard M. Stallman



图 1.8 RMS 在华中科技大学演讲后的合影

在 GNU 项目的推动下,后来陆续诞生了许多著名的开源软件,其中 GCC 一直被公认为最好的编译器、Glibc 是最好的开发库、GDB 是最好的调试器、Emacs 是最好的编辑器……登录 <ftp://ftp.gnu.org/>,就好像进入了软件的宝库,那里各种资源应有尽有。GNU 项目里的开源软件工具是 Linux 能够诞生的基础条件之一,而且是目前编译 Linux 内核、制作 Linux 发行版的必备工具,所以从这点上讲, Linux 更应该叫做 GNU/Linux,这也是业界的正统叫法。

#### 4. POSIX 标准

POSIX (Portable Operating System Interface of UNIX, 可移植的 UNIX 操作系统接口) 是理查德·斯托曼应 IEEE 的要求而提议的一个易于记忆的名称。POSIX 标准的主要目的是规范应用程序接口(即 API),从而使得在一个遵循 POSIX 标准的操作系统上开发的应用软件能非常容易地移植到另一个遵循同样标准的操作系统上(甚至可以直接运行)。Linux 是一个符合 POSIX 标准的操作系统,所以大量原来运行在 UNIX 上的应用程序都非常迅速地被移植到了 Linux 上,而数以万计的应用程序反过来又促进了 Linux 的进一步普及,从而形成一个良性循环。可惜的是 Windows 只是部分支持 POSIX 标准,所以把 Windows 上的应用程序移植到 Linux 上就困难得多,不完全支持 POSIX 是微软有意而为之的市场策略,否则微软今天的日子就没有那么滋润了。Linux 的成长一直离不开 POSIX



标准的辅佐,如果没有 POSIX 相伴,可以说就没有今天的 Linux。但是红帽 7.0 及以后版本和最新的 Ubuntu 版本采用新的技术替换了 Sys V init,所以不再严格遵循 POSIX 标准了。

## 5. Internet

如果没有 Internet,那么遍布世界各地的无数的编程高手就无法协同工作,同样也不会形成今天这样如此庞大的用户群,由此导致的直接后果就是 Linux 最多只能发展到 0.13(0.95)版的水平,众所周知,这是一个只可用作学习而无任何实际用途的版本。我们同样要对万维网发明者,即英国科学家蒂姆·伯纳斯·李教授致以崇高的敬意。

最后我们用图 1.9 来总结一下。

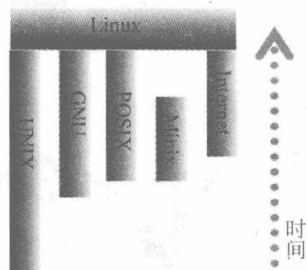


图 1.9 Linux 诞生和成长的基础

## 1.2.2 Linux 的成长

如图 1.10 所示,从 1991 年 10 月 5 日到 2014 年的 10 月 5 日, Linux 内核已经整整走过了 23 个春秋,在其 20 周年纪念日,内核 3.0 发布,结束了 2.6 版本长达 8 年的生长期,从而

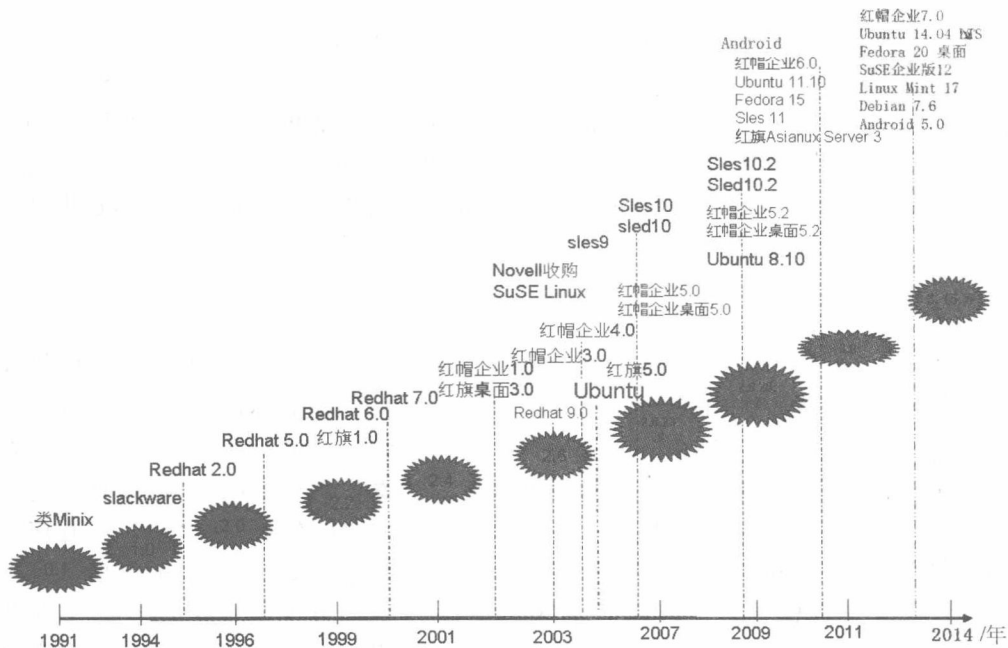


图 1.10 Linux 的成长轨迹