HZ BOOKS
华章科技

华章原创精品

UNIX/Linux程序设计教程

UNIX and Linux Programming

赵克佳 沈志宇 编著

机械工业出版社
China Machine Press

华章原创精品

UNIX/Linux程序设计教程

UNIX and Linux Programming

赵克佳 沈志宇 编著

机械工业出版社
China Machine Press

本书遵循最新的“统一 UNIX 规范版本 4”，以 Linux 为平台，系统地讲述了 UNIX API 各种函数的编程方法。本书内容包括 UNIX 的发展历程与标准、标准 I/O 和低级 I/O、文件与目录操作、进程环境与进程控制、信号处理、时间与定时、终端 I/O、高级 I/O、进程之间的通信、套接字与网络通信、多线程编程。

本书在介绍 UNIX API 各种函数的功能和用途的同时，清晰地阐述了它们所隐含的操作系统基本原理。书中给出了大量程序设计示例程序，有助于读者更好地掌握这些函数的功能、使用方法及编程技巧。

本书特别适合于高等院校计算机专业的教师、高年级本科生、研究生作为教材和参考书，也特别适合从事计算机系统软件和应用软件开发的工程技术人员作为实用编程手册查阅。

图书在版编目（CIP）数据

UNIX/Linux 程序设计教程 / 赵克佳，沈志宇编著 . —北京：机械工业出版社，2013.1
（原创精品系列）

ISBN 978-7-111-40389-0

Ⅰ . U…　Ⅱ . ① 赵…　② 沈…　Ⅲ . ① UNIX 操作系统 – 程序设计 – 教材　② Linux 操作系统 – 程序设计 – 教材　Ⅳ . TP316.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 269387 号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号　邮政编码　100037）
责任编辑：李　荣
北京市荣盛彩色印刷有限公司印刷
2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
186mm×240mm • 31 印张
标准书号：ISBN 978-7-111-40389-0
定价：79.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
客服热线：（010）88378991；88361066
购书热线：（010）68326294；88379649；68995259
投稿热线：（010）88379604
读者信箱：hzjsj@hzbook.com

Preface 前言

十年前，我们出版了《UNIX 程序设计教程》（清华大学出版社）。十年来，影响 UNIX 编程接口的规范和标准发生了较大变化，当时写书参照的“Single UNIX Specification 2”现在已发展到了“Single UNIX Specification 4”，而若干分离独立的规范和标准，包括 Single UNIX Specification，现在都已经统一在 POSIX.1-2008 标准之下。同时，随着 Linux 系统的成熟和发展，UNIX 系统已不再是少数大型机和服务器的专利。任何一个使用计算机的人现在都能安装和使用 Linux，从而使得用 UNIX 编程接口开发应用的人也越来越多。因此，我们对《UNIX 程序设计教程》一书进行了修订，形成本书。

《UNIX 程序设计教程》主要面向使用商用 UNIX 系统进行软件开发的读者，书中给出的例题也都以商用 UNIX 系统作为运行平台。考虑到读者使用 Linux 更为方便，在这次重新修订时，我们以 Linux 作为 UNIX 的实现系统进行介绍，并将程序例子的运行平台转到了 Linux。同时，为了突出本书面向 Linux 用户的目的，将书名更名为《UNIX/Linux 程序设计教程》。

其他修订主要有：

1）调整个别接口使之遵循 POSIX.1-2008 标准。

2）考虑到许多嵌入式应用的需要，新增了实时信号处理、实时时钟与定时。

3）因为多核多线程微处理器和并行处理已经相当普及，多线程编程对应用软件开发已经非常重要，为此新增了两章专门介绍线程。

4）增强了异步 I/O、套接字通信等内容。

5）简化了作业控制内容，同时因为“流”已经很少被使用，删除了原第 10 章中有关“流”的内容。

6）对许多例题进行了调整，删除了一些简单的例题，也增加了一些例题。

7）在每章结尾增加了“思考与练习”。

8）在不减少内容的前提下，对文字进行了较大的修订和删繁就简。

本书在修订过程中，得到了国防科学技术大学计算机学院黄春研究员、杨灿群研究员、王峰副研究员、迟万庆副研究员、李春江博士等同仁的帮助和支持，对此我们表示衷心的感谢！同时我们也要感谢《UNIX 程序设计教程》的很多读者，他们对本书提出了很好的修改意见，也正是他们的鼓励和建议才有了本书。

赵克佳　沈志宇

2012 年 11 月

目　录 Contents

第 1 章

UNIX 导论

UNIX 是一个“历史悠久”的操作系统。在开始讲述 UNIX 环境程序设计方法之前，我们先回顾 UNIX 的诞生、成长和发展历程，介绍 UNIX 发展过程中出现的若干标准。回顾 UNIX 的发展历史，有助于我们了解它具有如此强大生命力的原因，并把握它未来的发展方向；了解 UNIX 的标准，可以使我们理解和区分 UNIX 的不同实现与版本之间的区别，并编写出可移植性更好的程序。

随后，作为后继章节的基础，本章将讲述 UNIX 的一些基本概念，并介绍与 UNIX 全系统有关的一些内容，例如系统信息、系统能力限制、错误处理等。

1.1 UNIX 简史

UNIX 早在 MS DOS、Windows 出现之前就已经诞生了，到现在已有四十多年的历史。

1.1.1 UNIX 的诞生

1965 年麻省理工学院的 MAC 课题组和通用电气公司一起启动了一个项目——开发一个新的称为 Multics 的多用户、交互式操作系统。Multics 的目的是向大用户团体提供同时计算和存储的能力。在当时批处理系统为主流的情况下，这是一个创新的概念。此后不久，贝尔实验室的计算科学研究中心也加入了这一计划。但在 1969 年，这个研究组认为开发 Multics 需要更长的时间，于是贝尔实验室退出了这个项目，Multics 的开发也随之终止。

当 Multics 不再进行时，贝尔实验室的一些主要开发人员仍在继续研究另一个感兴趣的课题。他们之中的 Ken Thompson 用 Fortran 编写了一个“太空旅行”（Space Travel）游戏程序。这个程序通过行星的自转和公转模拟行星在太阳系中的运动与位置，并提供一个宇宙飞船可以来往于各个行星。

与此同时，Thompson、Dennis Ritchie 和贝尔实验室的其他人也在试图改善他们的程序设计环境，并提出了一种新的文件系统设想。随后不久 Thompson 在 GE-645 计算机上实现了模拟这个文件系统的程序。这个新的文件系统允许 Thompson 在类似于 Multics 的层次结构目录中存储他的游戏源代码文件。但是 Thompson 发现这仍不能满足“太空旅行”游戏的需要，因为

GE-645 是一个效率不高的分时系统，游戏的响应时间很慢，并且运行一次的费用太贵（约 75 美元），这迫使 Thompson 寻找另一台机器。他找到了一台闲置不用的 PDP-7，这是一台 18 位的机器，有 4096 字的内存和一台电传打字机。虽然在当时这并不是唯一适合运行该游戏的机器，但是它很廉价，并且有较好的图形显示器，而它的程序设计环境和开发环境却不太好。

在这台 PDP-7 完成了“太空旅行”之后，Thompson 和 Dennis Ritchie 决定为它开发一种操作系统环境。在这个环境中 Thompson 实现了他以前设计和模拟过的文件系统，该文件系统后来演变为著名的系统 V 文件系统（s5fs）的早期版本。不久，他们又加入了进程子系统、一个简单的命令解释程序（它后来演变成 Bourne shell）和一组管理文件系统的实用程序，并且实现了对两个用户分时使用的支持。

由这项工作诞生了 UNIX 的第一个版本，这就是最早的 UNIX 汇编版本，尽管当时这个操作系统还没有被命名为 UNIX。刚开始时，贝尔实验室该小组的成员 Brain Kernighan 将该操作系统取名为 UNICS，以隐喻它是一个两个用户的系统，同时，这也是“Uniplexd Information and Computing System”的缩写，因此它也是隐喻 Multics 项目的双关语。1970 年，人们为它正式取名为 UNIX。

1.1.2 UNIX 的早期发展

1971 年 UNIX 的第一个汇编版本被移植到了 PDP/11-20，它的第一个真正用户是贝尔实验室的专利部门。同年 11 月，Ritchie 和 Thompson 出版了《UNIX Programer's Manual》第 1 版（这个手册整整出版了 10 版，分别对应于贝尔实验室发布的 10 个 UNIX 版本）。

1972 年发行了 UNIX 第 2 版。这个版本加入了用 B 语言写的管道和内核。B 语言是一种解释执行语言，因此受到了性能不高的困扰。最后，Ritchie 将 B 语言进化成 C 语言。C 语言是随 UNIX 诞生的，但它的成功却大大超过了 UNIX 本身。

前面几个版本严格限制在贝尔实验室内部。第 3 版出现在 1973 年 2 月，它包含了 C 编译器 cc。同年，UNIX 被用 C 重写，于 1973 年 11 月产生了第 4 版。这次重写为 UNIX 的可移植性打下了良好的基础，对 UNIX 后来的成功有着巨大的影响。

UNIX 发展过程中一个重要的里程碑是 1973 年 10 月 Thompson 和 Ritchie 共同撰写的第一篇关于 UNIX 的论文：“The UNIX Time Sharing System”，它发表在《ACM Symposium on Operating System》杂志上，并于 1974 年 1 月发表在《Communication of ACM》上。这篇论文第一次让外界看到了 UNIX 的面貌，它标志着 UNIX 系统的突起。世界各地的学者开始对这个新的操作系统产生兴趣，并导致了对 UNIX 软件和源程序代码的巨大需求。不久，UNIX 晋升为第 5 版，这个版本在简单的许可协议下可以自由获取，包括给大学用于研究和教育目的的源代码。第一个得到 UNIX 许可协议的是加州大学伯克利分校，它在 1973 年 12 月得到了 UNIX 系统。在这种情况下，UNIX 迅速传播至全世界。这为后来增强和开发 UNIX 的各种项目铺平了道路。

与此同时，贝尔实验室的另一个小组——程序员工作组（Programer's Workbench，PWB）则开发了增强对大用户集支持的另一个版本。1975 年贝尔实验室第一次通过 Western Electric

Company 对外发行了 UNIX 第 6 版，也称为 V6。

UNIX 版本 V7 发行于 1979 年 1 月。这是第一个真正可移植的 UNIX 系统，并且在很大程度上影响了 UNIX 的后继发展。它包含了一个 C 编译器（这个编译器称为 PCC（Portable C Compiler），即可移植 C 编译器），一个称为“Bourne Shell”的命令解释器，以及其他许多特征。

1.1.3 BSD UNIX

在 UNIX V7 期间，UNIX 已发展成为一个可运行于许多不同处理机上的相当稳定的操作系统。贝尔实验室广泛使用 UNIX，但没有任何技术服务。由于美国法律的原因，其父公司 AT&T 也没有提供服务（受 1956 年美国司法部对 AT&T 以及 Western Electric 公司反托拉斯诉讼协议的约束，在该协议的有效期内，禁止 AT&T 生产任何与电话或电报无关的设备或从事其他非公共载体通信服务的商务）。

加州大学伯克利分校于 1974 年 12 月得到了第一个 UNIX 许可。在随后的几年中，贝尔实验室研究组的一些成员，包括 Ken Thompson，利用休假在那里讲授 UNIX，并参加一些研究工作。加州大学伯克利分校的很多研究生和教授对 UNIX 系统产生了极大兴趣，其中包括 Bill Joy 和 Chuck Holey。他们为这个 UNIX 开发了一些实用程序，包括 Pascal 编译器和 ed 编辑器，这个编辑器后来成为著名的 vi 编辑器。Bill Toy 将这些新增的内容与一些广泛发布的软件集中在一起，打成一个软件包，形成了“Berkeley Software Distribution”(BSD)，并在 1978 年春季将它以每个许可协议 50 美元售出。同年晚些时候又推出了 2BSD。

据说前两个 BSD 版本只包含应用和实用程序，并没有修改也没有包含 UNIX 操作系统，第一个包含操作系统的版本是 1979 年发布的 3BSD。3BSD 运行于 32 位的 VAX-11/780，这个版本在内核加入了页式请求和虚拟内存等新功能。3BSD 虚拟内存功能引起了国防高级研究项目部（the Defense Advanced Research Project Agency，DARPA）的注意，他们决定为伯克利 UNIX 系统的开发提供基金。DARPA 项目的主要目的之一是集成 TCP/IP 网络协议包。在 DARPA 的资助下，UNIX 开始蓬勃发展。1980 年产生了后来统称为 4BSD 的几个版本：4.0BSD（1980）、4.1BSD（1981）、4.2BSD（1983）、4.3BSD（1986）以及 4.4BSD（1993）。

伯克利 UNIX 的研究工作是由计算机科学研究组（Computer Science Research Group，CSRG）进行的。4.4BSD 之后，由于 UNIX 系统变得越来越大，以致很难由一个小组来维护和发展，同时也由于经费问题，CSRG 决定不再继续进行 UNIX 的开发。

伯克利小组对 UNIX 作出了许多重要性的贡献。除了虚拟内存和纳入了 TCP/IP 协议外，BSD UNIX 还引入了快速文件系统（Fast File System，FFS）、可靠信号以及套接字功能。

1.1.4 系统 V UNIX

另一方面，在贝尔实验室内部，UNIX 的研究工作仍在继续。1978 年 V7 发布后不久，贝尔实验室研究组将向外发布 UNIX 的工作先后移交给了 UNIX 支持组（UNIX Suport Group，USG）、UNIX 系统开发实验室（UNIX System Development Laboratories，USDL），最后是 USDL 内的 AT&T-IS（AT&T Information System）。他们发布了 UNIX 系统 III（1982）、系统

V（1983）、系统 V 版本 2（SVR2，1984）、系统 V 版本 3（SVR3，1987）。1989 年，AT&T 和 Sun 联合开发了系统 V 版本 4（SVR4）。

AT&T 没有向外发布系统 IV。1982 年，AT&T 与美国司法部的官司以具有里程碑意义的判决宣告结束。作为判决的结果，Western Electric 被拆散，地区性的经营公司从 AT&T 分离并成立了 Baby Bells。而贝尔实验室则独立出来重新命名为 AT&T 实验室，同时，AT&T 被允许进入计算机商务。为此 AT&T 提前宣布了 UNIX 系统 V。为了引起 UNIX 团体的注意，它同时还宣布了提供对系统 V 以及将来版本的技术支持。更重要的是，AT&T 宣布系统 V 将与将来的版本向上兼容。

系统 V UNIX 引入了许多新的特征，如进程间通信（包括共享存储、信号量和消息队列）、远程文件共享、共享库、用于设备驱动程序和网络的 STREAMS 等机制。

1.1.5 UNIX 的商业化

UNIX 的广泛流传引起了不少计算机公司的兴趣。1977 年 AT&T 公司开始向计算机厂商提供 UNIX 操作系统的初始设备制造许可（OEM），这使得许多 OEM 厂商能够重写 UNIX 的部分内核和外部结构，他们开始将 UNIX 商品化并推出了自己的 UNIX 商业版本。于是，从 20 世纪 70 年代末开始，市场上出现了不同的 UNIX 商业版本。这些商业版本都以 AT&T 或者 BSD 版本为基础，并带有各自的增值特征。

1982 年太阳微系统公司发布了 SunOS，这是基于 4.2BSD 的 UNIX 变体（后来又发布了基于 SVR4、称为 Solaris 的版本）。微软和 SCO 联合发布了 XENIX，SCO 将 SVR3 移植到了 386 上，并将它命名为 SCO UNIX。之后在 20 世纪 80 年代和 90 年代出现了更多的商业版本，其中包括 IBM 的 AIX，HP 公司的 HP-UX，Digital 公司的 ULITRIX、OSF/1 及 Digital UNIX，SGI 的 IRIX，CRAY 的 UNICOS 等。这些 UNIX 商业版本引入了许多新的特征，同时，它们也为 UNIX 提供了更好的文档说明、技术培训、服务和软件支持。

1.1.6 Linux

Linux 出现于 1991 年，作者是芬兰赫尔辛基大学的一名学生 Linus Torvalds。他开发 Linux 的初衷之一是想有一个能运行于 PC 机上的较便宜的 UNIX 操作系统。1990 年，UNIX 在大学已经很流行，但同时 UNIX 系统已经商业化并且很昂贵。许多学生希望能在自己的计算机上运行 UNIX，但最便宜的选择只有 Minix，这是由 Andy Tanenbaum 教授为教学目的而写的一个很小的类 UNIX 的操作系统。尽管当时已经有 386BSD（NetBSD、FreeBSD 和 OpenBSD 的先驱），但还不成熟且需要比当时 PC 机能力更高的机器来运行。

Linus Torvalds 从 Minix 着手，但希望能比 Minix 更好，不久之后他便抛开 Minix 开始写自己的操作系统，并于 1991 年 10 月发布了 Linux 0.0.2 版本，包括源代码。这随即引起了黑客们的注意，他们通过网络加入了 Linux 内核的开发。尽管在一开始 Linux 并不能算是一个真正的操作系统，只是一个自娱性的小东西，但由于一批高水平黑客的加入，使得 Linux 得到了迅猛发展，到 1994 年年初 Linux 1.0 诞生时，Linux 已经是一个功能完备的操作系统。

从一开始 Linus 就决定自由扩散 Linux，它的最大特点在于开放源码并遵循公共版权许可证（GPL），正是这一特点使得 Linux 吸引了大批志愿人员不断对其增加新的应用软件，使得 Linux 逐渐由一个内核操作系统完善为一个包含各种应用支持软件的系统。今天，Linux 已经包括了文件服务、邮件服务、网络服务等一系列功能，并且包括了 KDE、Gnome 等桌面应用环境。目前 Linux 几乎可以运行于所有主流微处理器平台，可以说 Linux 是目前运行硬件平台最多的操作系统。

尽管 Linux 有自己的一些特殊功能，但本质上同其他 UNIX 商业版本一样，也是 UNIX 的一种实现，它与绝大部分 UNIX 标准兼容。这意味着只要是遵循 UNIX 标准书写的程序，在 Linux 上便可以不加修改地运行。

本书讲述 UNIX 的标准程序设计接口，但以 Linux 作为运行环境，书中的所有例题都已在 Intel 微处理器的 Linux 系统中运行通过。

1.2 标准

UNIX 变体的激增产生了许多兼容性问题，特别是各种商业 UNIX 变体的出现使情况变得更加复杂。系统 V 和 BSD 在许多方面不同——它们有不同且互不兼容的物理文件系统、网络机制和虚拟内存结构。这些不同中有一些限制在内核设计和实现上，但另一些出现在程序设计接口层，这导致没有一个复杂的应用程序能够不加修改地同时运行于系统 V 和 BSD 系统。另一方面，商业变体常常带有各自的增值特征，应用程序员常常搞不清它们。结果，为了保证程序在各种不同的 UNIX 上都能工作，程序员不得不付出极大的努力。

这种情形导致了对 UNIX 标准的需求，并有一些小组开始这项工作。但所产生的标准为数众多且各不相同。最终，大部分 UNIX 公司同意了几种标准，包括较早的 AT&T 的系统 V 接口定义（System V Interface Definition，SVID）、X/Open 移植指南，以及后来公认的 IEEE POSIX 标准和统一 UNIX 规范。

每一种标准涉及的是程序员和操作系统之间的接口而不是系统如何实现这个接口，它们定义了一组函数和这些函数的详细语义。与标准兼容的系统必须满足这些规定，但可以在内核或用户级别的库中来实现这些函数。

1.2.1 SVID

1988 年 AT&T 出版了《系统 V 接口定义》（SVID）。SVID 定义了 UNIX 系统库和命令接口，它本质上是系统 V 程序设计接口的详细规定。之后 AT&T 出版了另一个版本的 SVID2 和 SVID3。这三个版本分别对应于 SVR2、SVR3 和 SVR4。此外，AT&T 还提供了系统 V 验证包（System V Verification Suite，SVVS），它由一组验证系统是否遵循 SVID 的实用程序组成。

AT&T 很严格地对待 SVID，仅当遵循 SVID 时，AT&T 才允许厂商标志他们的操作系统为“系统 V”。这对于许多厂商而言是十分困难的，因为增加新的功能或修改操作系统可能妨碍其版本通过 SVVS 一致性测试。结果，厂商不得不选择要么提供一个与 UNIX 系统 V 兼容但放弃了用户要求功能的操作系统，要么提供一个与 SVID 标准不兼容并且也不能吸引用户的系统，

因为用户担心被某个特定 UNIX 商业版本锁定。于是，产生了另外的标准 POSIX 和 X/Open。

1.2.2 POSIX

1986 年美国电子和电气工程师协会 IEEE 指定了一个委员会正式形成试用标准 POSIX 1003.1，这是关于可移植操作系统计算机环境标准的第一次尝试。因为 AT&T 保留了 UNIX 名字的所有权，因此该标准使用 POSIX（Portable Operating System Interface based on UNIX）作为其名称。这个委员会的成员很多来自于 Uni Forum（正式名称为 /user/group Standards Committee），他们采纳了早期 /user/group 建议的可移植操作系统标准草案，该标准基本上是 SVR3 的内核部分和 4.3BSD UNIX 的混合。自此以后，POSIX 委员会提议了该标准的若干规范并且成立了 10 个子委员会，其目的是产生一个关于可移植操作系统环境的 ISO 标准。1988 年出版了该标准的“草案 1.3”，之后被 ISO 采纳。POSIX 1003.1 正式标准（即 POSIX.1）于 1990 年出版，之后陆续补充了其他几个标准，包括 IEEE POSIX 1003.1b-1993、IEEE POSIX 1003.1c-1995、IEEE POSIX 1003.1i-1995，它们一起成为 IEEE POSIX 1003.1-1996。除此之外，IEEE 还出版了涉及 UNIX 的其他方面的另外一系列标准。POSIX 1003.1-1996 自颁布后便不断更新，目前的最新标准是 POSIX 1003.1-2008。

POSIX 的出现使得用户能够遵循由正式标准化组织承认的标准。此外，POSIX 允许转换遵循 POSIX 的调用至目标操作系统的调用，如 DEC-OpenVMS 和微软的 Windows NT。反过来说，任何操作系统都可以在源代码级用 POSIX 调用重写，因而用户可以继续使用他们喜欢的操作系统（不必是 UNIX）。

现代 UNIX 实现都采纳了 POSIX 1003.1，因而提供了源代码级的可移植性。

1.2.3 统一 UNIX 规范

就在 POSIX 标准刚刚起步并使人们看到 UNIX 归于统一的希望之后不久，1987 年，AT&T 面对公众反对其许可证策略的压力，宣布和 Sun 合作开发 SVR4，即下一代 AT&T 系统 V UNIX 版本。AT&T 称 Sun 可以得到优惠对待，这在 UNIX 开发商中引起了强烈的反应，他们担心会给 Sun 不公平的优惠。Digital、IBM、HP、Apllo 和其他几个主要公司于 1988 年联合起来宣布成立开放软件基金会（Open Software Foundation）。OSF 计划重写 UNIX 操作系统，该操作系统将遵循 POSIX 标准并增加窗口系统（X11）、图形用户接口（Motif）、分布计算环境（DCE）、分布管理环境（DME）和其他特征。所有这些都将最终脱离 AT&T 许可的约束。

作为回应，AT&T 和 Sun 以及其他基于系统 V 的投资商在 1988 年立即成立了另一个称为 UNIX International（UI）的组织。UI 致力于将 SVR4 推向市场并建议制定 UNIX 系统 V 的方向。1990 年 UI 发布了 UNIX System V Road Map，规划了 UNIX 未来的开发方向。

OSF 和 UI 开始时是竞争对手，但很快便面临共同的外部挑战。20 世纪 90 年代初微软 Windows 市场的骤增对 UNIX 的发展和生存构成了威胁。于是 UI 于 1993 年停止了工作，而 OSF 也放弃了许多不太明确的计划。另一方面，1991 年 AT&T 将其 UNIX 版权卖给 Novell。但许多开发商认为在另一个公司的控制下发展 UNIX 并不比以前更好，担心 Novell 会限制 UNIX

的开放性。于是在1993年，计算机工业界的主要系统和软件厂商一致倡议，由X/Open将UNIX操作系统规范标准化。与此同时，Novell宣布将UNIX商标权无偿移交给X/Open，以便在开放系统开发商中统一UNIX。

X/Open成立于1984年，它是一个将有兴趣按事实上的国际标准发展开放公共应用环境（CAE）的计算机系统投资商联合在一起的独立非盈利的财团。X/Open接管UNIX后，计算机工业界消除了在UNIX技术和策略上近25年的分歧，开始集中致力于向市场推出一个统一的UNIX标准，以便为UNIX系统创建一个统一版本的市场。所有主要的厂商均同意保证他们的操作系统产品将遵循一个统一的UNIX标准规范（Single UNIX Specification)。这一组规范最早包括1170个独立的应用程序接口（API，也称为Spec1170），它使市场能够从这个唯一的、标准的操作系统受益，使得应用和信息具有可移植性，使得顾客具有选择的自由和灵活性。在X/Open的组织和推动下，1995年正式颁布了X/Open CAE规范4.2，其中包含了UNIX的两个重要标准Spec1170 API和公共桌面环境（Common Desktop Environment，CDE)。Spec1170 API在程序设计一级规定了UNIX的标准接口，并且包含了POSIX标准和ISO C标准中的所有函数。X/Open允许任何遵循该标准规范的系统称为UNIX95。这个标准为UNIX的统一化、标准化打下了重要基础。

1996年，X/Open与OSF合并成立了The Open Group。1997年，The Open Group颁布了统一UNIX标准版本2（Single UNIX Specification，Version 2)，这个新版本增加了对实时、线程以及64位处理机的支持。1998年，The Open Group提出了以UNIX98命名的品牌族，它由基础（Base)、工作站（Workstation）和服务器（Server）三部分组成。UNIX98 Base包括了IEEE POSIX 1003.1-1996、IEEE POSIX 1003.2-1992、ISO/IEC 9899:1990、ISO/IEC 9899:1990/Amendment 1:1995(E)等正式标准以及XPG4标准，它包含了对标准化线程、实时、大文件系统应用的支持，解决了64位问题，并且与体系结构无关。UNIX98 Workstation包含了CDE，一个主要UNIX系统开发商均提供的标准图形用户界面。UNIX98 Server则包含了标准化的Web服务，如对JavaTM虚拟机、TCP/IP、SNMP、超文本协议传输服务、域名服务等的支持。

1998年，来自ISO/IEC第一联合技术委员会、IEEE可移植应用标准委员会和The Open Group的一些成员一起成立了一个联合工作组Austin Group。1999年，IEEE和The Open Group在Austin Group工作组的基础上开始修订统一UNIX规范，并于2003年正式颁布了统一UNIX规范版本3。这个规范包容了IEEE Std 1003.1-2004（POSIX.1）和ISO/IEC 9945:2003（ISO-POSIX)，增强了一些新的特征，如增强了线程和实时同步函数，增加了向FIPS 151-2看齐的作业控制和某些选项，去掉了一些过时的特征，允许有选择地实现如STREAM等特征。Open Group在颁布统一UNIX规范版本3的同时也提出了UNIX 03产品认证标志，通过了UNIX 03符合性测试、与统一UNIX规范相一致的系统可以使用该标志。目前，所有主流UNIX系统（包括Linux）均实现了这个规范。之后，随着POSIX.1 2008和C标准ISO/IEC9945:2009的颁布，The Open Group也颁布了新的统一UNIX规范版本4，而与之对应的产品认证标志则更新为UNIX V7（从http://www.unix-systems.org/version4可得到该规范)。统一UNIX规范是一个开放标准，如果操作系统满足这个规范，并且可以在其上运行普遍流行的程序，则认为这个系