

SAMS

计算机技术

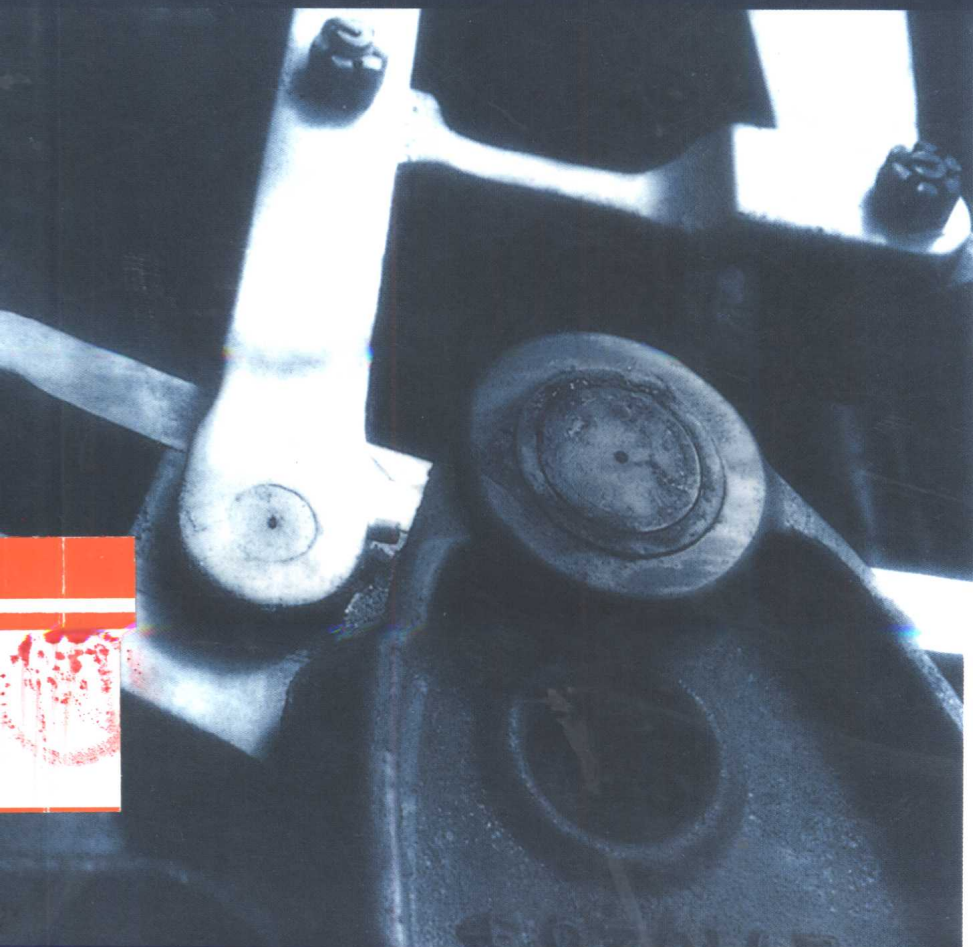
译林

精选系列

UNIX

高级编程

Advanced
UNIX
Programming



[美] Warren W. Gay 著
潇湘工作室 译

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

计算机技术译林精选系列

UNIX 高级编程

[美] Warren W. Gay 著

潇湘工作室 译

人民邮电出版社

计算机技术译林精选系列
UNIX 高级编程

◆ 著 [美] Warren W. Gay
译 潇湘工作室
责任编辑 李 际

◆ 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 电子函件 315@ ptpb.com.cn
网址 <http://www.ptpb.com.cn>
读者热线:010-67129212 010-67129211(传真)
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16
印张:38.75
字数:954 千字 2001 年 3 月第 1 版
印数:1-5 000 册 2001 年 3 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字:01-2000-2858 号

ISBN 7-115-09150-1/TP·2105

定价:64.00 元

本书详尽地介绍了 UNIX 系统编程的高级技术。通过本书的学习，读者将能够充分利用标准的 UNIX 开发工具，掌握 UNIX 操作系统的内部工作方式，包括文件系统的内部操作以及大量 UNIX 函数的正确使用方法和技巧。本书详细说明了内部处理技术、进程间控制以及通过信号、分支进程和共享内存进行同步的方法。另外，本书还提供了大量的代码实例，这些实例涉及到多用户同时访问文件的技巧、改变目录结构以及动态更改用户和组参数的方法。

本书适用于 UNIX 专业程序员。

版权声明

Warren W. Gay: Advanced UNIX Programming

Authorized translation from the English language edition
published by Sams.

Copyright © 2000 by Sams Publishing.

All rights reserved. For sale in mainland China only.

本书中文简体字版由美国 Sams 出版公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可，对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有，侵权必究。

本书介绍有关 UNIX 编程的知识，它从基本概念入手，循序渐进地介绍了许多高级编程技术。读者既可以利用本书自学，也可以在 UNIX 编程过程中将它作为参考书。

本书的示例程序是用 C 和 C++ 语言编写的。这些实例都很短小，其目的是演示各种编程机制的使用。笔者尽量把 C++ 程序写得简单一些，以便不使用 C++ 语言编程的程序员也能理解它们。

笔者尽量使本书介绍的技术与 UNIX 平台无关。为了方便读者，我们说明了各种功能的不同之处。当编写的项目必须具有 UNIX 可移植的功能时，这将节省读者的时间。

为了进行演示，本书始终使用 FreeBSD 3.4 版本。这可以保证实例程序不需要做任何改动就可以在这个平台上编译和运行。因为在其他平台上缺少某些功能或者有所变化，所以，本书始终使用 FreeBSD 3.4 版本这一特点在一定程度上也保证了本书能够比较完全地介绍功能。读者可以从 Internet 上得到 FreeBSD 或者以较低的价格购买它的光盘，这样便可以在与其他专业 UNIX 平台等同的平台上学习这本书。

本书的读者对象

本书适用于 C 和 C++ UNIX 程序员，但它并不仅仅局限于这类读者。因为 Java 或 Perl 程序员有时可能也需要编写短小的 C 函数来进行 UNIX 系统调用。

对于程序员来说，不论是从事应用程序编程，还是系统编程，都将从本书中受益。本书涵盖了 UNIX 的基本功能和高级功能，这将有益于任何 UNIX 应用程序开发人员，而比较难的题目（比如信号量和内存映射文件）则是为进行系统编程的开发人员编写的。

预备知识

为了从本书中获得最大的收益，读者应当熟悉 C 语言；初步了解 C++ 语言会对读者有所帮助，但如果不了解也没有关系。多数 C 语言程序教科书中都介绍了标准 I/O 流函数（比如 `fopen(3)` 和 `fgets(3)`）的使用，因此本书没有重复介绍这些文件流函数。

笔者假定读者已经掌握了使用 UNIX shell 的基础知识并且比较熟悉标准命令。本书的一些示例使用 shell 的 & 字符在后台运行程序。因此，读者应当熟悉 shell 中的基本作业控制方法。

本书主要内容

本书不仅适用于 UNIX 编程新手，还提供了许多高级程序员感兴趣的内容。本书第一部分包含了 UNIX 文件系统概念、文件输入和输出以及目录管理等基础知识。对于高级读者，这部分可作为复习和参考。

本书的第二部分包含了中等程度的基础知识，如数值转换和日期/时间工具，另外还有其他应用概念，比如命令行处理和嵌套的数据库例程。也就是说，这部分内容的重点是 UNIX 应用。

本书的第三部分介绍高级编程技巧。第三部分的开始先讲述了信号、输入和输出调度及间隔计时器，还说明了进程控制、管道使用以及分支进程等内容，另外还有对进程间通信的完整讲解，一般来说，这部分主要适用于系统程序员。有关模式匹配和正则表达式的章节以及对 X Window 编程的介绍会对应用程序员有所帮助。

本书的结构安排

下面概括一下本书的总体结构并说明各章介绍的内容。

第 1 章 编译程序注释及选项

第 1 章先介绍基本的 man(1) 命令，并提供了其他 UNIX 平台的手册页的 Internet 资源。本章介绍了在 FreeBSD 中进行编译的方法，回顾了所有 UNIX 平台的标准编译选项，并提供了如何有效地管理编译程序警告的有用提示信息。

第 2 章 UNIX 文件系统对象

本章回顾了各种 UNIX 文件系统对象类型。这里讨论了各种文件系统对象独特的特性，主要适用于初学者。本章还回顾了访问权限对各种文件对象类型所起的作用，介绍了文件描述符并说明了如何打开、复制及关闭 UNIX 文件。

第 3 章 出错处理与报告

本章介绍基础知识，其内容主要适用于初学者。在此演示了系统和库调用如何与全局变量 `errno` 交互，并讲述了系统错误码转换成文本错误消息的各种方法。

第 4 章 UNIX 输入和输出

本章概述了 UNIX 输入和输出的基础知识。本章首先回顾了权限位并讨论了 `umask(2)` 系统调用的作用，然后举例说明 `read(2)` 和 `write(2)` 系统调用，并讨论了查找和截取文件操作。

另外还介绍了稀疏文件、sync(2)和 fsync(2)函数调用以及分散读和分散写调用。

第 5 章 文件上锁

本章讲述 UNIX 中文件上锁及文件区域各方面的内容，包括上锁文件的使用以及用于区域和整个文件的劝告性上锁和强制性上锁的使用。

第 6 章 管理文件及其属性

第 6 章介绍文件及其 UNIX 属性的管理。其主要内容有允许程序清除、链接、重新命名及查询文件属性的系统调用。管理符号链接的功能以及允许改变文件系统对象的权限和文件所有者的系统调用均被包含于本章之中。

第 7 章 目录管理

本章集中讨论 UNIX 的目录处理，在此介绍了改变、保存及恢复当前目录的函数，说明了如何创建、清除、打开、搜索及关闭目录，并探讨了改变根目录的技术。

第 8 章 临时文件及处理清除

第 8 章讲述了创建和管理临时文件的各种库函数。本章还探讨了应用程序清理临时文件的方法，还介绍了在意外终止情况下的处理方法。

第 9 章 UNIX 命令行处理

即使是 X Window 图形化程序，也可以接收命令行参数。本章探讨解析命令行参数的 UNIX 标准方法，且尽量少写用户代码程序。内容包括 GNU 长选项支持（它用于基于 GNU 的函数 getopt_long(3)），另外还用 getsubopt(3)函数探讨了子选项的处理方法。

第 10 章 转换函数

本章介绍了程序员将 ASCII 串转换为数值型值时所必须面对的挑战。在此把最简单的方法与最有效的函数（比如 strtol(3)）进行比较。本章包含了处理转换错误的详细指导。

第 11 章 UNIX 日期和时间工具

日期和时间工具是本章的重点。在此详细说明了获取日期和时间成分的函数，还介绍了各种日期和时间格式之间的相互转换。

第 12 章 用户 ID、口令及组管理

本章提供了 UNIX 用户和组 ID 函数的完整说明，介绍了真实、可靠而有效的 ID 的作用。

本章还讨论了用户和组 ID 以及它们的管理函数。

第 13 章 静态和共享库

本章探讨静态库与共享库之间的差别，包括各类库的创建与管理，还讲述了允许程序根据要求动态加载共享库的函数。

第 14 章 数据库的库例程

第 14 章探讨嵌套的数据库例程，即 NDBM 函数。本章介绍了创建、打开及关闭这些数据库所必需的函数，并解释和演示了如何对数据库创建、检索及删除记录。

第 15 章 信号

本章探讨 UNIX 的信号概念，描述了可靠的信号接口，还有管理信号处理各个方面的所有函数。

第 16 章 高效 I/O 调度

本章举例说明 `select(2)`和 `poll(2)`系统调用。这些系统调用允许应用程序根据几种不同的文件描述符高效地进行输入和输出。

第 17 章 计时器

本章重点讨论睡眠函数调用和间隔计时器。在示例程序中演示了 `sleep(3)`系统调用的实现方法。

第 18 章 管道与进程

本章在示例程序中通过 `popen(3)`和 `system(3)`函数来介绍进程管理的概念。

第 19 章 分支进程

本章通过讲解 `fork(2)`和 `exec(2)`系列的系统调用分析了更先进的进程管理方法。本章还包括了对僵进程和 `wait(2)`系列系统调用的讨论。

第 20 章 模式匹配

本章分析了执行简单文件模式匹配的库函数(如 shell 使用的库函数)，还描述了 `fnmatch(3)`和 `glob(3)`函数以及验证这些函数的测试程序。

第 21 章 正则表达式

本章以上一章为基础，探讨了更高级的正则表达式匹配函数。在介绍支持函数前，我们先回顾了正则表达式的语法。在演示程序中，对各种可选特性进行了测试。

第 22 章 进程间通信

本章介绍进程间通信，说明了 IPC 键、IPC ID 以及创建和访问各种 IPC 资源的方法。

第 23 章 消息队列

消息队列是一个进程间通信资源。本章利用演示程序讲解了管理消息队列的创建、使用及撤销的系统调用。

第 24 章 信号量

通过探讨什么是信号量、如何利用信号量提供帮助、如何使用信号量等问题，本章继续讨论进程间通信这个主题。在此还提供了实用性的示例程序。

第 25 章 共享内存

本章是有关进程间通信主题的最后一章，本章重点讲述共享内存的创建、使用及撤销。在示例程序中演示了如何使用信号量和共享内存。

第 26 章 内存映射的文件

本章通过描述应用程序内存映射文件的不同方式，详细介绍了内存映射文件。示例程序显示了如何使用内存映射文件在应用程序内选择文本消息的语言。

第 27 章 X Window 编程

本章的重点是事件驱动编程，在此介绍了 X Window 编程的基本概念，重点讨论了事件循环及 X Window 事件处理，并用实例程序对此作了演示。



第一部分 文件和目录

第 1 章 编译程序注释和选项	3
1.1 在线手册页	3
1.2 本书使用的手册索引	4
1.2.1 Internet 上的 man(1)资源	5
1.3 本书的实例代码	5
1.4 编译 C 程序	6
1.4.1 C 编译命令	7
1.5 管理编译程序警告	11
1.5.1 利用编译程序警告信息	11
1.6 编译标准	18
1.6.1 FreeBSD 3.4-Realease 特征测试	19
1.6.2 HPUNIX 10.2 特征测试	21
1.6.3 AIX 4.3 特征测试	22
1.6.4 SunOS 5.6 特征测试	22
1.6.5 特征测试总结	23
1.7 小结	24
第 2 章 UNIX 文件系统对象	25
2.1 文件系统对象	25
2.1.1 常规文件	25
2.1.2 目录	26
2.1.3 块设备	27
2.1.4 字符设备	28
2.1.5 有名管道 (FiFos)	29
2.1.6 套接口	30
2.1.7 符号链接	30
2.1.8 特殊文件	31

2.2 权限	33
2.2.1 常规文件的访问	33
2.2.2 目录的访问	34
2.3 使用 UNIX 文件	35
2.3.1 打开和关闭文件	36
2.3.2 打开特殊文件	38
2.3.3 使用套接口	38
2.3.4 复制文件描述符	38
2.3.5 改变标准输入	39
2.4 UNIX 文件 I/O	40
2.5 小结	41
第 3 章 错误处理和报告	42
3.1 确定是成功还是失败	42
3.1.1 出错指示的一般规则	42
3.1.2 一般规则的例外	42
3.1.3 成功返回值的分类	43
3.1.4 其他返回指示	43
3.2 确定失败的原因	43
3.3 原来的 <code>errno</code> 值	44
3.3.1 按名称引用错误代码	45
3.3.2 正确使用 <code>errno</code>	45
3.4 新的 <code>errno</code> 值	47
3.4.1 声明新的 <code>errno</code> 值	47
3.4.2 使用新的 <code>errno</code> 值	47
3.5 报告 <code>errno</code> 值	47
3.5.1 使用 <code>perrno(3)</code> 值	48
3.5.2 使用 <code>sys_errlist[]</code> 数组	49
3.5.3 <code>strerror(3)</code> 函数	51
3.6 使用 <code>stdio(3)</code> 测试错误	53
3.6.1 函数 <code>ferror(3)</code> 的缺陷	53
3.6.2 避免 <code>fclose(3)</code> 的缺陷	53
3.6.3 推迟错误报告	54
3.7 小结	55
第 4 章 UNIX 输入和输出	56
4.1 <code>umask(2)</code> 函数和 <code>umask</code> 位	56
4.1.1 权限位	56

4.1.2	理解对 umask 的需要	57
4.1.3	理解 umask 的作用域	58
4.1.4	使用 umask(2)函数	58
4.1.5	使用 umask 值的例子	58
4.1.6	umask(2) 函数	59
4.1.7	create(2)函数	60
4.2	读和写	61
4.2.1	read(2) 和 write(2)初步	61
4.2.2	使用 UNIX I/O	62
4.3	文件内查找	64
4.3.1	使用 lseek(2)	64
4.4	截取文件	66
4.5	稀疏文件	67
4.5.1	创建稀疏文件	67
4.6	强迫把数据写到媒介上	70
4.6.1	sync(2)函数	70
4.6.2	sync(2)的缺点	71
4.6.3	fsync(2)函数	71
4.7	分散读写	72
4.7.1	readv(2)和 writev(2)函数	72
4.8	确定 tty 名称	74
4.9	小结	76
第 5 章	文件上锁	77
5.1	理解上锁类型	77
5.1.1	文件上锁技术	78
5.1.2	文件上锁的限制	84
5.1.3	在整个文件中使用劝告性上锁	84
5.1.4	使用 flock(2)上锁	85
5.2	记录上锁	86
5.2.1	使用 lockf(2)上锁	86
5.3	使用 fcntl(2)实现 POSIX 上锁	89
5.3.1	初始化 struct flock	89
5.3.2	上锁一个区域	90
5.3.3	解锁区域	90
5.3.4	获得上锁信息	91
5.4	强制性上锁	92
5.4.1	启用强制性上锁	93

5.5 小结	93
第6章 管理文件及其属性	94
6.1 清除文件	94
6.2 链接文件	95
6.3 移动文件	96
6.4 获取文件系统信息	97
6.4.1 函数 stat(2)	98
6.4.2 函数 fstat(2)	100
6.4.3 使用文件属性	100
6.4.4 测试文件类型	107
6.4.5 修改、访问及创建时间	109
6.5 测试文件的访问权限	109
6.6 符号链接	110
6.6.1 函数 symlink(2)	110
6.6.2 函数 lstat(2)	111
6.6.3 利用 readlink(2) 读取符号链接的内容	111
6.7 文件权限和所有权	112
6.7.1 改变权限	112
6.7.2 改变所有权	113
6.8 有名管道 (FIFO)	114
6.9 获得尺寸和配置信息	115
6.10 小结	118
第7章 目录管理	119
7.1 获得工作目录	119
7.1.1 指定空缓冲区参数	120
7.2 改变当前目录	120
7.2.1 保存当前目录	121
7.2.2 fchdir(2)的局限性	121
7.3 建立新目录	122
7.4 删除目录	123
7.5 打开目录进行搜索	124
7.6 关闭目录	125
7.7 搜索目录	125
7.8 重新回到目录的开始	128
7.9 保存目录中的位置	128
7.10 在目录内恢复位置	129

7.11 扫描目录	129
7.11.1 为 scandir(3)声明自己的 select 函数	130
7.11.2 为 scandir(3)声明自己的 compar 函数	131
7.11.3 sysV 变体	131
7.11.4 scandir(3)实例	132
7.12 遍历目录结构	135
7.13 改变根目录	137
7.14 小结	140
第 8 章 临时目录和处理清除	141
8.1 创建临时文件	141
8.1.1 使用函数 tmpnam(3)	141
8.1.2 使用函数 mktemp(3)	145
8.1.3 使用函数 mkstemp(3)	145
8.1.4 使用函数 mkstemps(3)	148
8.1.5 使用函数 tmpfile(3)	148
8.1.6 使用函数 tempnam(3)	150
8.2 使文件为临时文件	153
8.2.1 使用 unlink(2)使文件为临时文件	153
8.2.2 退出清除	153
8.2.3 使用 atexit(3) 函数	153
8.2.4 使用 C++析构函数	157
8.2.5 利用 _exit(2)避免清除	162
8.3 小结	162
 第二部分 库函数	
第 9 章 UNIX 命令行处理	165
9.1 命令行约定	165
9.1.1 使用多个选项	165
9.1.2 组合多个选项	166
9.1.3 使用带有参数的选项	166
9.1.4 识别选项或参数	166
9.2 选项参数	166
9.3 函数 getopt(3)	167
9.3.1 getopt(3)外部值	167
9.3.2 getopt(3)函数调用	168

9.3.3	定义 optstring 参数	169
9.3.4	定义选项处理循环	169
9.4	函数 getsubopt(3)	171
9.4.1	确定子选项处理的结束	172
9.4.2	getsubopt(3)的完整例子	173
9.5	GNU 长选项扩展	176
9.5.1	GNU getopt_long(3)函数	176
9.5.2	理解 option 结构	177
9.5.3	建立 option 结构	177
9.5.4	使用空的 option.flag 指针	177
9.5.5	使用非空 option.flag 指针	178
9.6	小结	179
第 10 章	转换函数	180
10.1	简单的转换函数	180
10.1.1	细查函数 atoi(3) 和 atol(3)	180
10.1.2	atof(3)函数	182
10.2	使用 sscanf(3)转换和验证	182
10.2.1	把 sscanf(3)应用到数值转换	183
10.2.2	使用 sscanf(3) 测试数值转换	184
10.2.3	改进 sscanf(3)转换	184
10.2.4	sscanf(3)的局限性	185
10.3	函数 strtol(3)和 strtoul(3)	185
10.3.1	使用 strtol(3)函数	186
10.3.2	出错测试	187
10.3.3	测试转换指针	187
10.3.4	多项转换	187
10.3.5	使用 base 参数进行基数转换	188
10.3.6	测试溢出和下溢	191
10.3.7	测试 strtoul(3)溢出	192
10.4	大整数转换	193
10.5	BSD 的 strtouq(3)和 strtoul(3)函数	194
10.6	strtod(3)函数	194
10.6.1	使用 strtod(3)函数	195
10.6.2	测试算术错误	195
10.6.3	算术错误测试的流程	196
10.7	小结	197

第 11 章	UNIX 日期和时间机制	198
11.1	时区	198
11.1.1	世界时间标准初步	198
11.2	定义日期和时间数据类型	200
11.3	时间转换函数	200
11.3.1	使用 ctime(3)把时间转换为串形式	204
11.3.2	函数 ctime_r(3)	204
11.3.3	函数 localtime(3) 和 gmtime(3)	205
11.3.4	struct tm 的成员	207
11.3.5	使用函数 asctime(3)把日期/时间成份转换成串	208
11.3.6	函数 tzset(3)	209
11.3.7	利用函数 mktime(3)创建 Epoch 时间	211
11.4	用 strftime(3)定制日期和时间格式	212
11.4.1	strftime(3)格式说明符	213
11.4.2	实现 DTime::strftime(3)方法	214
11.4.3	测试类 DTime	215
11.4.4	理解本地设置的作用	217
11.5	小结	217
第 12 章	用户 ID、口令和组管理	218
12.1	UNIX 用户管理入门	218
12.1.1	了解用户名和用户 ID 号	218
12.1.2	了解用户名 root	219
12.1.3	组名和组 ID 号	219
12.1.4	了解 gid 的 0 值	219
12.2	getuid(2)函数和 geteuid(2)函数	219
12.3	getgid(2)函数和 getegid(2)函数	220
12.4	真正的、有效的和已保存的用户 ID	220
12.4.1	有效的用户 ID	220
12.4.2	真正的用户 ID	220
12.4.3	已保存的用户 ID	221
12.4.4	身份验证角色概要	221
12.5	设置用户 ID	221
12.6	设置组 ID	222
12.7	FreeBSD 的 issetugid(2)函数	223
12.8	etc/passwd 文件	223
12.8.1	注释字段	224