

[美] DIPTO CHAKRAVARTY & CASEY CANNON 著

# PowerPC

## 概念、体系结构与设计

周长春 王志言 陈 骞 等译  
薛荣华 闫慧娟 审校

Power PC

Concepts, Architecture, and Design



电子工业出版社

# PowerPC

——概念、体系结构与设计

[美]Dipto Chakravarty, Casey Cannon 著

周长春 王志言 陈骞 等译  
薛荣华 闫慧娟 审校

电子工业出版社

(京)新登字 055 号

## 内容简介

PowerPC 是 IBM - Motorola - Apple 三家公司 1993 年联合开发的新一代微处理器,由于其卓越的性能价格比而成为各档次微机的首选新型芯片。

本书是 PowerPC 技术最新的综合性参考资料,系统地为您介绍 PowerPC 的硬件、软件及操作环境,从用户和系统两者的角度综合论述了硬件和软件的概念、微处理器的层次结构以及使 PowerPC 取得卓越性能的设计理论。本书第一部分从 RISC 技术角度介绍 PowerPC,第二部分介绍 PowerPC 体系结构并讨论它的各种实现,第三部分介绍用户界面、标准、开发系统,并讨论 PowerPC 上可运行的几个操作系统,最后一章围绕如何建立自己的 PowerPC 平台来概括全部理论。各部分自成体系,可单独阅读。

本书可供计算机专业人员、计算机系统管理人员以及希望了解 PowerPC 技术的一般读者阅读,也可供大专院校师生作为计算机体系结构教学的补充教材。



Copyright 1994 by McGraw-Hill, Inc., All rights reserved.

本书获得 McGraw-Hill 正式授权,在中国大陆内翻译发行,但不得另行授权予他人或其它地区发行。未经许可,不得以任何形式和手段复制或抄袭本书内容。

PowerPC Concepts, Architecture, and Design

[美]Dipto Chakravarty & Casey Cannon 著

McGraw-Hill 1994 年出版

PowerPC 微处理器体系结构与设计

[美]Dipto Chakravarty, Casey Cannon 著

周长春、任永言、陈基等译

薛荣华、郑海娟 审校

责任编辑:郑海娟

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱(100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京科技大学 印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:19 字数:459 千字

1995 年 6 月第一版 1995 年 6 月北京第一次印刷

印数:5000 册 定价:38.00 元

ISBN7-5053-3053-5/TP·1063

# 中译本序

1991年,三家实力雄厚的计算机及半导体公司——Apple、IBM和Motorola结盟,共同努力将IBM的POWER RISC微处理器体系结构融合在一个RISC芯片中,导致了一个全新设计的微处理器——PowerPC的出现。由于采用了RISC技术,其第一代产品PowerPC 601的性能就比它的竞争对手——采用CISC技术的Intel Pentium(奔腾)更加强劲,不仅运算速度快,而且在体积、发热量及成本方面都只是“奔腾”处理器的一半,故此,PowerPC更适合于在PC机中使用。

PowerPC目前有四种型号:PowerPC 601——供中高档台式PC机使用;PowerPC 603——低成本、省电设计,低初级台式机和便携机使用;PowerPC 604——供高性能中档工作站及多处理器系统使用;PowerPC 620——性能最高的微处理器,供高档工作站、服务器及多处理器使用。PowerPC的应用范围已涵盖了各个档次。此外,通过简化系统设计、降低功耗及成本,还可提供基于PowerPC的嵌入式控制器——4××系列,供办公设备、通信及网络设备、视频装置和家用电器的各种应用。正是由于PowerPC体系结构的可伸缩性使它不仅为PC机所采用,而且会成为电子消费品的理想选择。目前,Apple、IBM等公司已经采用PowerPC芯片制造了各种档次的PC机,可以预料,PowerPC短期内即将成为主流微处理器芯片。同时因为用PowerPC制作的PC机可适合各种操作平台,不仅能与现有的大量操作系统兼容、而且借助PowerPC的强劲性能可使用户界面从“易于使用”升级到“不需学习也懂得使用”。为充分发挥RISC技术的强劲性能,已有200多家主要软件公司专门为PowerPC着手设计本机应用软件。正如一些分析家们所预言的,PowerPC是未来计算的计算机平台,基于RISC的计算机平台将代替基于CISC的x86计算机平台,尽管这个过程是缓慢的。

本书是综合介绍PowerPC技术的第一本理想的通用性参考书。原作者Dipto Chakravarty是美国IBM公司的计算机专家,AIX操作系统与POWER体系结构的开发者之一。本书作为该领域的重要文献,充分阐明了RISC体系结构、POWER和PowerPC体系结构、以及PowerPC微处理器系列的各种实现,各种用户界面(COSE、Wabi、X Windows及Macintosh应用服务等)以及在PowerPC上运行的各种操作系统(Windows NT、Workplace OS、Taligent、Solaris和AIX等),并指导读者如何建造自己的PowerPC平台。我们相信,将这样一本有价值的书介绍给中国读者,让我国计算机工作者(技术人员、系统管理人员以及广大用户)全面了解PowerPC技术、掌握微型计算机的发展势态必定会大有裨益。

参加本书翻译工作的还有:陈立志、修秀荣、杨杰宏、薛菲等同志。该书原版是美国MGrav-Hill公司94年末新版图书,书中一些术语目前国内译名尚未统一,为使读者了解其原意,我们尽量在适当的地方注出原文。为使中译本尽快与读者见面,仓促之下译文中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

薛荣华

北京电子科技学院教授

1995年3月12日

# 前 言

如果您是一位计算机工作者,并想了解由 IBM、Motorola 和 Apple 最新联合开发的 PowerPC 技术,那么这本书便是您理想的通用性参考书,它是向您介绍 PowerPC 的硬件及其操作环境的唯一参考资料,循序渐进地向您介绍其硬件、中间件和软件,揭示了该项革新性技术的各项功能和特性。本书的副标题“概念、体系结构与设计”亦十分贴切,因为本书从用户和系统两者的角度综合介绍了硬件和软件的概念。本书向您介绍微处理器的层次结构,阐述那些使 PowerPC 取得卓越性能的功能和特性的设计理论。

计算机的体系结构和实现是两个截然不同的方面。也许《*Communications of the ACM*》(1993 年 2 月 vol. 36, ,no. 2, p. 33)杂志对这二个术语的差别作出的解释最通俗:

## 计算机体系结构

……被定义为机器语言编程者眼中的计算机的特性和行为。该定义涵盖了可由一位机器语言编程者直接操纵的指令集、指令格式、操作代码、寻址方式、所有寄存器和内存单元。

## 实现

……被定义为该体系结构具体表现的实际硬件结构、逻辑设计和数据路径组织。

由此可见,与一个微处理器的具体实现相比,体系结构的概念用来形容所有可能实现的性能,有关的体系结构和其实现分开进行讨论对读者更为有利。有关操作系统和用户界面的综述向读者提供了基于 PowerPC 的计算机系统的系统级概念。

## 为什么编写这本书

已出版的有关 PowerPC 微处理器的书籍引起了众多信息在计算机行业的销售商和开发者之间的广泛传播。而在这些传播中所缺乏的正是一本汇聚该项新技术之方方面面的综合性参考文献,因此,该书诞生了。

## 本书的目标

第一个目标是阐述由 POWER 进化而来的 PowerPC 体系结构(及其实现)的原理。自 1990 年首次露面以来,使用于 RISC System/6000 产品行列中的 POWER 技术,凭其先进的 RISC 设计和超凡的表现,已赢得了卓著声誉。PowerPC 是 POWER 体系结构的灵活派生物,并享有其母体系结构的诸多品性优势。

第二个目标是描述基于 PowerPC 微处理器的计算机系统级概念,着重介绍操作系统、软件开发工具、标准和用户界面。当今世界,众多技术可供您选用,而无论硬件还是软件,只

要选用 PowerPC 作为其核心,均可得到优化。随着基于 PowerPC 的计算机系统在市面上的扩散,最终用户将面临的是选择以 PowerPC 为参考平台的计算机,或是以 PowerPC 为核心的计算机。两种类型系统均可受益于 PowerPC 微处理器的强大功能,差别只在于现有应用程序间的可兼容性程度。

## 本书的使用

本书的使用可分为三类:

▲本书能用于在以 PowerPC 为基础的开发环境上工作的计算机专业人员,或打算向 PowerPC 开发环境转化的计算机专业人员。

▲供对希望了解 PowerPC 技术的计算机界一般读者阅读。本书取材既适合初学者也适合有一些基础的用户。

▲本书还可作为计算机系统体系结构教学的补充阅读教材。

## 本书的章节

第一部分从 RISC 技术角度介绍 PowerPC。第二部分介绍 PowerPC 体系结构并讨论其可用的和计划中的实现,通过与 POWER 的比较研究来解释 PowerPC 是如何从 POWER 发展出来的。第三部分介绍用户界面、标准和工具,并讨论 PowerPC 上可运行的几个操作系统。最后一章通过指导读者如何建立自己的 PowerPC 平台来概括全部理论。全书各部分自成体系,并可单独阅读。

本书共分以下十二章:

1. 介绍 PowerPC
2. RISC 技术
3. 体系结构的解说
4. 处理器的实现
5. 用户界面
6. 操作系统的选择
7. 开发工具
8. 所支持的标准
9. AIX 设计:PowerOpen 的实现
10. AIX 进程子系统的内部机制
11. AIX 文件、内存和 I/O 子系统的内部机制
12. 如何建立自己的 PowerPC

第一章介绍 PowerPC,讨论 IBM - Motorola - Apple 形成联合的演变过程,与 Pentium (奔腾)芯片的比较,并涉及许多重要的精彩之处,比如 PowerOpen 环境,应用程序的二进制界面(ABI)及应用程序界面(API)的解说。第二章讨论 RISC 技术,它的独特品质,与 CISC 的性能折衷,执行单元的流水线式实现,以及精简指令集周期的重要性。第三章解释分层的体系结构怎样定义各种程度的兼容性,从指令集一级到虚环境级直到所有的操作环境一级。

第四章描述 PowerPC 体系结构的实现,如 601,603,604 及 620 并将它们与 POWER 的某些实现,RS 1,RS .9 及 RSC 相对比。第五章讨论用户界面的主要工业标准,包括 Commom Desktop Environment, Wabi, X Windows 及 Macintosh Application Services。

第六章概述 PowerOpen Application Binary Interface(PowerOpen 应用程序二进制界面),然后重点介绍特别支持 PowerPC 平台的 5 个 32 位操作系统,包括 Taligent, Windows NT, Solaris, AIX 及 Workplace OS。第七章是 UNIX 操作系统广泛使用的开发工具的回顾,包括 XL-C 优化编译器、汇编器及调试工具的讨论。第八章讨论 PowerPC 的兼容性、可移植性及可互操作性标准,接着讨论 PowerPC 的相互连通性功能。第九、十和十一章详细介绍在 UNIX 的 COSE(Common Open Software Environment)版本基础上的 PowerOpen 兼容的 AIX 操作系统。第九章介绍 AIX 的设计,深入讨论内核的组成部分,结构布局及内核有特征的特点,文件的内部表达,相关的内核表,交互处理通信机制及有关的数据结构。第十章阐明 AIX 进程管理原理,重点是进程结构、进程状态、文件切换、调度原理、加入的内核结构及它们在内核地址空间的定位,用穿过 *kmom*(运行内核的内存)来监控进程的技巧以及多线程处理。第十一章讨论 AIX 内核的文件、内存、I/O 及设备子系统。从详细讨论文件系统入手说明它的内存映射文件,分类的文件系统及逻辑卷管理器。内存结构的题目包括分段内存的寻址能力,接下去是虚拟内存管理,页面更换及内存装入控制方案。I/O 子系统的题目包括异步 I/O 及 I/O 步调,接着讨论设备驱动器及目标数据管理的设备子系统。最后,第十二章讨论一个建议用来设计和建造一个以 PowerPC 为基础的计算机系统所需的设备和界面来总结 PowerPC 的概念、体系结构和设计。

第一章的内容是 PowerPC 的入门知识,第二、三、四章的材料能使需要了解 PowerPC 微处理器的寄存器和体系结构特点的硬件工程师极大地受益。第五、六、七、八章中的信息是为最终用户及系统设计师提供的。第九、十和十一章适合那些想要理解与 AIX 操作系统兼容的 PowerOpen 内部如何工作的 UNIX 专家们。第十二章的内容是建造自己的基于 PowerPC 的计算机系统时所需考虑的方方面面的说明。

总之,本书可以认为是有关 PowerPC 全部技术细节的唯一信息源。需要致力于 PowerPC 培训及渴望获得该复杂系统内情的专业人员都可从本书受益。

有几个需要防止误解的说明必须提一下。本书并不企图包罗特殊实现的硬件成分或者专门发布的软件成分。这些特性很可能过一段时间就会变化。一个特殊实现的硬件成分与一个微处理器有关,而专门发布的软件依赖于一个操作系统或软件成分,这些内容希望您参考相应的产品手册。尽管我们回避预测硬件和软件的进一步发展,而许多特点的趋向是明显的。在那种情况下,本书对于在 PowerPC 体系结构基础上的未来产品可当作基本的技术参考资料。

IBM-Motorola-Apple 的联合已经产生了 PowerPC,从而将 RISC 技术带入了桌面计算世界。将该体系结构的价格——性能和可伸缩特点以及可互操作的软件基础掺合在一起,PowerPC 已经造成了自基于 Intel 的个人计算机出现以来对个人计算机产业的最大冲击。

# 致谢

PowerPC 的出现已在全世界形成了一个热心的团体。IBM—Motorola—Apple 联合开发的这一技术迅速地刺激着顽强追求价格——性能型计算机的计算机工业。

撰写本书的鼓励和支持来自我们的同事和朋友,该提到的人太多了。许多人帮助我们撰写了此书。我们要向 IBM, Motorola, Apple 的同事们表达感激之情,是他们热情地回答了这一课题的有关问题。

对及时帮助我们推进出版计划的各位同仁表示深切的感谢。

Gary Leikam 及时地提供指导并审阅了有关 PowerPC 技术的标准。

Art Adkins 在我们需要的时候提供了建议和帮助。他还审阅了关于 PowerPC 参考平台技术规范和操作系统的资料。

Morris Grove 审阅了关于 PowerPC 体系结构定义的材料并提出有关材料格式的有益建议。

John Mc Keeman 审阅了 PowerPC 内嵌控制器的资料。

Paul Lugo, Dave Thompson 及 Mark Wieland 审阅了有关 Wabi, Macintosh Application Services 及 Common Desktop Environment 的内容。

Richard Swann 在 Windows NT 方面给予了大力帮助。

Mark Hevesh 和 Sanjoy Chatterji 精读了关于 PowerOpen Association 及 PowerOpen Environment 的材料。

Jim Shaffer 审阅了关于 AIX 进程子系统内部机制,并帮助我们仔细调整了进程和多线程的题目。

热情感谢 North Market Street Graphics 的人们,尤其是 Virginia Carroll, Anne Friedman, Christine Furry 以及 Nathanael Waite,他们提前了本书按时出版的紧张日程表。特别应该提到的是 McGraw—Hill 出版社的编辑 Gerald Papke, Jay Ranade 和 Rachel Hirshfield。

表彰和感谢不足以表达我对妻子 Aloka Chakravarty 的感激,没有她的支持,本书不可能问世。

—— D. C

衷心感谢我的管理班子—— Pat Birdsall, Mark Akers 和 Tom Cross ——的热情支持。

—— C. C



# 如何利用新型 PowerPC 微处理器 的功能和潜力

本书是为新型的 PowerPC 微处理器芯片(由 IBM - Motorola - Apple 联合开发)的设计和运行编写的第一本综合性专著。正是由于它的卓越性能、小巧外形、低耗电和低价位从而成为多应用的首选新型芯片。广泛适用于手持式计算机、多媒体台式计算机以及 IBM 的新型 RS/6000 工作站。

您将了解到该项可伸缩技术的基本设计,还能领会它具有同时运行 Microsoft Windows、OS/2、Macintosh、AIX 和其它 UNIX 应用程序之能力背后的原理。您还将明白 PowerPC 的体系结构是如何凭借对现存指令集进行仿真来提供强大的可兼容性的。

本书的作者是当今计算机领域的著名专家,因此本书作为该领域的重要文献,能够充分阐明 RISC 体系结构、POWER 和 PowerPC 结构、PowerPC 微处理器系列并指导您建立自己的 PowerPC、各种用户界面,如:COSE、Wabi、X Windows 和 Macintosh 应用服务等、以及在 PowerPC 上运行的各种操作系统,包括 Windows NT、Workplace OS、Taligent、Sol aris 和 AIX。

无论您是一位应用程序开发者、计算机工程师还是微处理器设计者,您均可从本书中学会如何在工作中利用 PowerPC 的巨大潜力!

## 作者简介

Dipto Chakravarty 一直是 IBM 高级工作站和全球部的 AIX 与 POWER 结构的开发者和指导者。他还担任过 Bellcore、DEC、HP、Intel、Motorola、OSF、Sun 等许多公司的专家顾问,是一位公认的在 RISC 结构上运行 UNIX 方面的专家,曾撰写过《POWER RISC SYSTEM/6000 ——概念、功能和结构》一书(由 McGraw-Hill 公司出版)。他的科研成果包括大型并行系统、微体系结构和 VLSI 的运行监控。

Casey Cannon 负责 AIX 和 RISC System/6000 信息设计和开发。她是 Wabi、RAS 结构、多媒体和 3 维图形的项目主管,并且是 IBM《Common Desktop Environment》的主要作者,在多种报刊上发表过文章,内容涉及多媒体、面向对象的应用程序以及故障解除和系统恢复。Cannon 女士还是 Austin 社会学院的教师。

# 目 录

中译本序 .....	( I )
前 言 .....	( I )
致 谢 .....	( II )
<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
1.1 PowerPC 概述 .....	( 1 )
1.2 PowerOpen 环境 .....	( 2 )
1.3 PowerOpen 协会 .....	( 3 )
1.4 从 POWER 到 PowerPC 体系结构 .....	( 4 )
1.5 POWER-PowerPC 的增强 .....	( 4 )
1.6 PowerPC 的性能 .....	( 6 )
1.6.1 为什么基于 RISC 的 PowerPC 速度较快 .....	( 6 )
1.6.2 601 微处理器 .....	( 6 )
1.6.3 603 微处理器 .....	( 7 )
1.6.4 604 微处理器 .....	( 8 )
1.6.5 620 微处理器 .....	( 8 )
1.6.6 601 与 Pentium(奔腾)的比较 .....	( 9 )
1.7 系统环境概述 .....	( 11 )
1.7.1 PowerOpen ABI 与 API .....	( 11 )
1.7.2 国际语言支持 .....	( 12 )
1.8 小结 .....	( 12 )
<b>第一部分 硬件</b> .....	( 13 )
<b>第二章 RISC 技术</b> .....	( 13 )
2.1 RISC 的演变 .....	( 13 )
2.2 RISC 的特性 .....	( 13 )
2.2.1 装入-存储体系结构 .....	( 14 )
2.2.2 固定长度的指令 .....	( 14 )
2.2.3 硬联控制 .....	( 14 )
2.2.4 熔合指令 .....	( 14 )

2.2.5 流水线的实现·····	(15)
2.3 超标量的实现·····	(19)
2.4 RISC/CISC 二者的折衷·····	(20)
2.5 流水线的效果·····	(20)
2.6 减少指令集的周期·····	(20)
2.7 小结·····	(21)
<b>第三章 体系结构定义</b> ·····	(22)
3.1 PowerPC 的沿革路线·····	(22)
3.2 PowerPC 指令集·····	(24)
3.3 32 位的 PowerPC 体系结构·····	(24)
3.3.1 指令集体系结构·····	(24)
3.3.2 虚环境体系结构·····	(32)
3.3.3 操作环境体系结构·····	(34)
3.4 64 位的 PowerPC 体系结构·····	(40)
3.4.1 指令集体系结构·····	(41)
3.4.2 虚环境体系结构·····	(43)
3.4.3 操作环境体系结构·····	(46)
3.5 定时装置·····	(52)
3.6 小结·····	(53)
<b>第四章 处理器实现</b> ·····	(54)
4.1 理解共用 CPU 型式·····	(54)
4.2 POWER RS 1 微处理器·····	(54)
4.2.1 构造·····	(54)
4.2.2 指令 Cache·····	(55)
4.2.3 数据 Cache·····	(55)
4.2.4 定点单元·····	(57)
4.2.5 浮点单元·····	(58)
4.2.6 装配·····	(58)
4.3 POWER RS.9 微处理器·····	(59)
4.3.1 构造·····	(59)
4.3.2 指令 Cache·····	(60)
4.3.3 数据 Cache·····	(61)
4.3.4 定点单元·····	(61)
4.3.5 浮点单元·····	(62)
4.3.6 装配·····	(62)
4.4 POWER RSC 微处理器·····	(62)
4.4.1 构造·····	(62)
4.4.2 高速缓冲存储器(Cache)·····	(63)
4.4.3 分支处理单元及取指令单元·····	(64)

4.4.4	指令队列与调度逻辑	(65)
4.4.5	定点单元	(65)
4.4.6	浮点单元	(65)
4.4.7	存储器管理单元	(65)
4.4.8	存储器接口单元	(65)
4.4.9	定序器单元	(65)
4.4.10	封装	(66)
4.5	PowerPC 601 微处理器	(66)
4.5.1	流水线	(66)
4.5.2	构成	(68)
4.5.3	指令队列与调度单元	(68)
4.5.4	取指令单元	(68)
4.5.5	分支处理单元	(68)
4.5.6	定点单元	(69)
4.5.7	浮点单元	(69)
4.5.8	存储器管理单元	(69)
4.5.9	高速缓冲存储器 Cache	(69)
4.5.10	存储器队列	(70)
4.5.11	总线接口	(70)
4.5.12	定序器单元	(71)
4.5.13	多处理器性能	(71)
4.5.14	封装	(71)
4.6	PowerPC 603 微处理器	(71)
4.6.1	流水线	(73)
4.6.2	构造	(74)
4.6.3	指令与数据 Caches	(74)
4.6.4	取指与分支单元	(75)
4.6.5	调度装置单元	(75)
4.6.6	Completion/Exception(完成/异常单元)	(76)
4.6.7	定点单元	(76)
4.6.8	浮点单元	(77)
4.6.9	装入/存储单元	(77)
4.6.10	系统单元	(77)
4.6.11	总线接口单元	(77)
4.6.12	封装及电源管理	(77)
4.7	PowerPC 604 微处理器	(77)
4.7.1	流水线	(78)
4.7.2	构造	(78)
4.7.3	封装	(78)

4.8	PowerPC 620 微处理器 .....	(79)
4.9	PowerPC 嵌入处理器 .....	(79)
4.9.1	嵌入控制器 403 .....	(81)
4.10	小结 .....	(82)
<b>第二部分 软件 .....</b>		<b>(83)</b>
<b>第五章 用户界面 .....</b>		<b>(83)</b>
5.1	公用桌面环境 .....	(83)
5.1.1	概述 .....	(83)
5.1.2	开始使用公用桌面环境 .....	(84)
5.1.3	公共桌面环境服务 .....	(87)
5.2	Wabi .....	(92)
5.2.1	概述 .....	(92)
5.2.2	Wabi 的性能和功能 .....	(92)
5.2.3	开始使用 Wabi .....	(93)
5.3	X 窗口系统(X Windows System) .....	(97)
5.3.1	AIX 窗口环境 .....	(98)
5.3.2	三维 AIX 窗口(AIXwindows 3-D) .....	(99)
5.3.3	AIX 窗口界面创作器 .....	(100)
5.4	Macintosh 应用程序服务 .....	(100)
5.4.1	概述 .....	(100)
5.4.2	性能和功能 .....	(100)
5.4.3	开始使用 Macintosh 应用程序服务 .....	(101)
5.5	小结 .....	(102)
<b>第六章 操作系统 .....</b>		<b>(104)</b>
6.1	PowerOpen 应用程序二进制界面(ABI) .....	(104)
6.2	AIX .....	(105)
6.2.1	AIX 个人产品客户机配置 .....	(105)
6.2.2	操作环境 .....	(106)
6.2.3	最终用户环境 .....	(107)
6.2.4	优化 AIX .....	(113)
6.3	Taligent .....	(115)
6.3.1	微核技术 .....	(116)
6.3.2	操作环境 .....	(116)
6.3.3	最终用户环境 .....	(117)
6.4	Solaris .....	(117)
6.4.1	操作环境 .....	(118)
6.4.2	最终用户环境 .....	(118)
6.5	Windows NT .....	(120)

6.5.1 最终用户环境 .....	(120)
6.5.2 操作环境 .....	(121)
6.6 Workplace OS .....	(125)
6.6.1 操作环境 .....	(125)
6.6.2 最终用户环境 .....	(125)
6.7 小结 .....	(126)
<b>第七章 开发工具</b> .....	<b>(128)</b>
7.1 编译器 .....	(128)
7.1.1 XL C 编译器 .....	(128)
7.1.2 C Set++ 编译器 .....	(129)
7.1.3 AIX XL FORTRAN 和 Pascal 编译器 .....	(130)
7.2 汇编器 .....	(130)
7.3 调试器 .....	(130)
7.3.1 adb .....	(131)
7.3.2 fsdb .....	(131)
7.3.3 dbx 和 xde .....	(133)
7.3.4 核心调试程序 .....	(135)
7.3.5 跟踪功能 .....	(136)
7.4 源代码分析工具 .....	(137)
7.4.1 lint .....	(137)
7.4.2 cflow .....	(137)
7.4.3 cxref .....	(138)
7.5 词法分析器——lex .....	(138)
7.6 分析程序生成器——yacc .....	(138)
7.7 模式匹配语言 .....	(138)
7.7.1 awk .....	(138)
7.7.2 sed .....	(139)
7.8 宏处理器——m4 .....	(139)
7.9 程序模块管理 .....	(140)
7.9.1 make .....	(140)
7.9.2 imake .....	(141)
7.10 源代码控制系统 .....	(141)
7.11 AIX 性能测试工具 .....	(142)
7.11.1 监视工具 .....	(142)
7.11.2 分析工具 .....	(148)
7.11.3 调节工具 .....	(157)
7.12 小结 .....	(158)
<b>第八章 标准化和连通性</b> .....	<b>(159)</b>
8.1 标准化 .....	(159)

8.1.1 兼容性标准(compatibility standards).....	(159)
8.1.2 可移植性标准 .....	(160)
8.1.3 交互操作性标准 .....	(163)
8.2 连通性 .....	(175)
8.2.1 与同级 UNIX 机的连通性 .....	(175)
8.2.2 与宿主机的连通性 .....	(177)
8.2.3 连接和访问 PC-DOS .....	(179)
8.3 小结 .....	(180)
<b>第九章 AIX 设计:一种 PowerOpen 的实现</b> .....	(181)
9.1 核心的组成部分 .....	(181)
9.2 核心部分的功能 .....	(181)
9.3 核心服务 .....	(182)
9.3.1 系统调用 .....	(182)
9.3.2 核心设施 .....	(184)
9.4 区分 AIX 核心的特征.....	(189)
9.5 对核心的扩展 .....	(193)
9.6 程序、进程和进程组.....	(195)
9.7 AIX 通知器 .....	(198)
9.8 文件的内部表示 .....	(200)
9.8.1 文件类型 .....	(200)
9.8.2 结点及核内结点 .....	(200)
9.8.3 文件链 .....	(200)
9.8.4 文件与文件系统的关系 .....	(202)
9.9 缓冲区高速缓存 .....	(204)
9.10 小结.....	(206)
<b>第十章 AIX 进程子系统的内部机制</b> .....	(207)
10.1 程序与进程的区别 .....	(207)
10.2 进程结构.....	(207)
10.3 进程隶属的核心结构.....	(208)
10.4 进程状态.....	(209)
10.5 优先级控制.....	(211)
10.6 上下文切换.....	(212)
10.7 进程调度.....	(213)
10.8 线程模型.....	(214)
10.8.1 有关线程的核结构.....	(216)
10.8.2 线程状态.....	(217)
10.8.3 pids 和 tids .....	(219)
10.8.4 上下文切换.....	(220)
10.8.5 调度.....	(221)

10.9	进程监控 .....	(221)
10.10	中断和异常控制 .....	(223)
10.11	进程间的通信 .....	(224)
10.11.1	管道 .....	(225)
10.11.2	消息队列 .....	(225)
10.11.3	共享内存 .....	(226)
10.11.4	信号量 .....	(227)
10.11.5	套接字 .....	(229)
10.11.6	流 .....	(230)
10.12	小结 .....	(231)
<b>第十一章</b>	<b>AIX 文件、内存和 I/O 子系统的内部机制 .....</b>	<b>(232)</b>
11.1	AIX 文件系统 .....	(232)
11.1.1	物理文件系统 .....	(232)
11.1.2	内存映象文件 .....	(234)
11.2	日志文件系统 .....	(234)
11.2.1	逻辑卷管理器 .....	(234)
11.2.2	磁盘镜象 .....	(240)
11.2.3	坏块的重定位 .....	(241)
11.3	内存子系统 .....	(242)
11.3.1	内存编址能力 .....	(242)
11.3.2	分段式内存 .....	(242)
11.3.3	虚拟内存管理 .....	(244)
11.3.4	页替换 .....	(247)
11.3.5	内存装入控制 .....	(248)
11.3.6	代码固定 .....	(248)
11.4	I/O 子系统 .....	(248)
11.4.1	异步 I/O .....	(248)
11.4.2	I/O 调步 .....	(249)
11.5	设备子系统 .....	(249)
11.5.1	设备驱动器综述 .....	(249)
11.5.2	主次号码 .....	(250)
11.5.3	字符和块设备驱动器 .....	(250)
11.5.4	设备开关表 .....	(250)
11.5.5	设备头和设备处理程序 .....	(250)
11.6	目标数据管理器 .....	(250)
11.7	小结 .....	(252)
<b>第十二章</b>	<b>组成一台 PowerPC 机 .....</b>	<b>(253)</b>
12.1	内存子系统 .....	(253)
12.1.1	系统内存 .....	(253)



12.1.2	系统 ROM .....	(254)
12.1.3	非易失内存.....	(254)
12.1.4	I/O 内存 .....	(255)
12.1.5	内存映像的系统 I/O(地址) .....	(255)
12.1.6	二级高速缓冲器(cache) .....	(256)
12.2	存贮子系统.....	(256)
12.2.1	接口.....	(256)
12.2.2	硬盘文件.....	(256)
12.2.3	软盘.....	(256)
12.2.4	CD-ROM .....	(256)
12.3	人机界面子系统.....	(256)
12.3.1	字母数字输入设备.....	(256)
12.3.2	指点器.....	(257)
12.3.3	音响.....	(257)
12.3.4	图形.....	(257)
12.4	实时时钟.....	(257)
12.5	连接子系统.....	(257)
12.5.1	串行口.....	(257)
12.5.2	并行口.....	(257)
12.5.3	网络.....	(258)
12.6	扩展总线选项.....	(258)
12.7	接口标准.....	(258)
12.7.1	SCSI .....	(258)
12.7.2	IDE .....	(258)
12.7.3	Ethernet (以太网).....	(258)
12.7.4	Token Ring (令牌环网) .....	(258)
12.7.5	串行口.....	(259)
12.7.6	Local Talk .....	(259)
12.7.7	并行口.....	(259)
12.7.8	PCI 总线.....	(259)
12.7.9	PCMCIA 总线 .....	(259)
12.7.10	ISA 总线 .....	(260)
12.7.11	输入设备接口 .....	(260)
12.8	系统配置.....	(260)
12.9	小结.....	(260)
附录 A	PowerPC 机型 .....	(261)
附录 B	本书使用的缩写词.....	(267)
附录 C	PowerPC 及 POWER 指令集 .....	(274)
参考文献	.....	(283)