

Broadview®
www.broadview.com.cn

电子工程应用
精讲系列

精通

Verilog HDL

语言编程

刘波 编著



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

实例典型
即学即用



精通

Verilog HDL

语言编程

围绕**实践**与**经验**，注重**应用**和**实用**

- ◆ 介绍**Verilog HDL**语言程序设计的基础、Verilog HDL语言的**综合内幕**、常用**EDA工具**的使用、**CPLD/FPGA**设计的**指导原则**，以及大量的工程应用实例。
- ◆ 既介绍开发的**编程思想**，又介绍开发工具的**高级技巧**，是作者多年实践经验和对EDA工具使用理解的总结，具有很强的技术参考价值。
- ◆ 精选**9个典型实例**，内容涉及数字信号处理、数字通信/数字电视领域的前向纠错编/解码等领域，具有很强的代表性、技术领先性及应用广泛性。通过对实例应用背景、理论算法、建模和程序说明的介绍，可以使读者快速做到举一反三。



包括书中所用图片和实例的完整程序源代码，读者稍加修改，便可应用于自己的工作中或者完成自己的课题，物超所值。

图书分类：计算机>Verilog HDL

网上订购：www.dearbook.com.cn
第二书店·第一服务

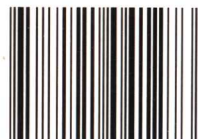


责任编辑：葛娜
责任美编：张子建 谢丹丹

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。



ISBN 978-7-121-04127-3



9 787121 041273 >

定价：65.00元（含光盘1张）

电子工程应用
精讲系列

精通

Verilog HDL

语言编程

刘 波 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书是 Verilog HDL 语言编程设计的优秀实践指导书。全书通过基础知识和大量实例结合的形式,详细介绍了 Verilog HDL 语言程序设计的基础、Verilog 语言的综合内幕、常用 EDA 工具的使用、CPLD/FPGA 设计的指导原则,以及大量的工程应用实例。

全书共分为五篇 23 章:第一篇为 Verilog HDL 语言设计基础篇;第二篇为 Verilog HDL 语言综合原理篇;第三篇为常用 EDA 开发工具篇;第四篇为设计经验与技巧篇;第五篇是 Verilog HDL 实例应用篇。内容从零开始,由浅入深,循序渐进,符合读者学习过程。集基础知识、设计经验与技巧、综合应用实例于一体,是读者学习 Verilog HDL 语言编程的最佳参考资料。

本书适合电子、计算机、自动控制等专业的大学学生阅读,同时也适合广大从事数字系统设计的科研人员使用。

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

精通 Verilog HDL 语言编程 / 刘波编著. —北京:电子工业出版社, 2007.5

(电子工程应用精讲系列)

ISBN 978-7-121-04127-3

I. 精… II. 刘… III. 硬件描述语言, VHDL—程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 040381 号

责任编辑:葛娜 宋兆武

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

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:35.25 字数:742 千字

印 次:2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:65.00 元(含光盘 1 张)

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 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

《精通 Verilog HDL 语言编程》读者调查表

尊敬的读者：

感谢您对我们的支持与爱护。为了今后为您提供更优秀的图书，请您抽出宝贵的时间将您的意见以下表的方式及时告知我们（可另附页）。我们将从中评选出热心读者若干名，免费赠阅我们以后出版的图书。

姓名：	性别： ☐ 男 ☐ 女	年龄：	职业：
通信地址：			邮政编码：
电话：	传真：	E-mail：	

1. 影响您购买本书的因素（可多选）：

- ☐ 封面封底 ☐ 价格 ☐ 内容提要、前言和目录 ☐ 书评广告 ☐ 出版物名声
☐ 作者名声 ☐ 正文内容 ☐ 其他_____

2. 您对本书的满意度：

从技术角度 ☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 一般 ☐ 较不满意 ☐ 不满意
 ☐ 改进意见_____

从文字角度 ☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 一般 ☐ 较不满意 ☐ 不满意
 ☐ 改进意见_____

从版面、封面设计角度 ☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 一般 ☐ 较不满意
 ☐ 不满意 ☐ 改进意见_____

3. 您最喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

4. 您最不喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

5. 您希望本书在哪些方面进行改进？

6. 您感兴趣或希望增加的图书选题有：

通信地址：北京万寿路 173 信箱 博文视点（100036） 电话：010-51260888

如果您对我们出版的图书有任何意见和建议，也可以发邮件给我们，我们将及时回复。

E-mail: jsj@phei.com.cn, editor@broadview.com.cn

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

丛书说明



工程技术的电子化、集成化和系统化促进了电子工程技术的发展，同时也促进了电子工程技术在社会各行业中的广泛应用，从近年的人才招聘市场来看，电子工程师的人才需求更是一路走高。

电子工程师如此紧俏，除需求不断走高，人才供不应求外，另一重要原因则是电子工程师的门槛相对而言比较高，这个高门槛则来自于工程师的“经验”和“实践”！

因此，为了满足读者学习和工作需要，解决各种工作中的专业问题，我们紧紧围绕“经验”和“实践”，精心策划组织了此套丛书。

1. 丛书范围

现代电子科学技术的一个特点是多学科交叉，因此，工程师应当了解、掌握 2 门以上的相关学科，知识既精深又广博是优秀的工程师成长为某领域专家的重要标志。本丛书内容涉及软件开发、研发电子以及嵌入式项目开发等，包括单片机、USB 接口、ARM、CPLD/FPGA、DSP、移动通信系统等。

2. 读者对象

本套书面向各领域的初、中级用户。具体为高校计算机、电子信息、通信工程、自动化控制专业在校大学生，以及从事电子开发和应用行业的科研人员。

3. 内容组织形式

本套书紧紧围绕“经验”和“实践”，首先介绍一些相关的基础知识，然后根据不同

的模块或应用领域，分篇安排应用程序实例的精讲。基础知识用来为一些初级读者打下一定的知识功底；基础好一点的读者则可以跳过这一部分，直接进入实例的学习。

4. 实例特色

在应用实例的安排上，着重突出“应用”和“实用”两个基本原则，安排具有代表性、技术领先性，以及应用广泛的典型实例，让读者学习借鉴。这些实例是从作者多年程序开发项目中挑选出的，也是经验的归纳与总结。

在应用实例的讲解上，既介绍了设计原理、基本步骤和流程，也穿插了一些经验、技巧与注意事项。特别在程序设计思路上，在决定项目开发的质量和成功与否的细节上，尽可能地用简洁的语言来清晰阐述大众易于理解的概念和思想；同时，程序代码部分做了很详细的中文注释，有利于读者举一反三，快速应用和提高。

5. 光盘内容

本套书的光盘中包含了丰富的实例原图文件和程序源代码，读者稍加修改便可应用于自己的工作中或者完成自己的课题（毕业设计），物超所值。读者使用之前，最好先将光盘内容全部复制到电脑硬盘中，以便于以后可以直接调用，而不需要反复使用光盘，提高操作速度和学习效率。

6. 学习指南

对于有一定基础的读者，建议直接从实例部分入手，边看边上机练习，这样印象会比较深，效果更好。基础差一点的读者请先详细学习书中基础部分的理论知识，然后再进行应用实例的学习。在学习中，尽量做到反复理解和演练，以达到融会贯通、举一反三的功效；特别希望尽量和自己的工作设计联系起来，以达到“即学即会，学以致用”的最大化境界。

本套书主要偏重于实用性，具有很强的工程实践指导性。期望读者在学习中顺利、如意！

作者介绍

刘波，男，29岁，毕业于西安理工大学测控专业，硕士研究生。目前在成都前锋科技事业部担任主持设计师，精通单片机、CPLD/FPGA及DSP的设计，现主要从事数字电视相关产品的开发。

曾经设计完成过的代表性项目有：QF5310型MPEG2综合解码器、QF5372型多标准调制射频信号发生器、QF5371型DVB-C QAM调制器、QF5312型DVB-C数字电视测试接收机等。

2. 光盘的使用说明

(1) 源代码: 本书光盘提供了第 15~23 章的实例完整的 Verilog HDL 程序代码。为了方便查阅, 每章实例都归档在该章相应的文件夹下。所有的实例文件名为: “*.v”, 可以用任何文本编辑器打开并进行编辑 (例如: Xilinx 的 ISE 集成环境、Altera 的 Quartus II 软件, 甚至可以用 Windows 记事本编辑)。

(2) 图集: 随书光盘中还有本书完整的图片集, 可以用很多图片处理软件打开浏览 (例如: Windows 图片和传真查看器、Windows 画图工具等)。

文中实例都不依赖具体的器件, 可以在任何厂家任何系列的 FPGA/CPLD 下综合使用 (如 Xilinx、Altera 等, 只要资源充足), 还可以利用 Synoposy 公司的工艺库影射到 ASIC, 完全可以当作软 IPCore 使用, 所以不需要实际的硬件。

前 言

编写本书的目的

近 10 年来, FPGA 以 20% 以上的速度增长, 大大超过了 ASIC 的 10% 速度, 以后, 它还会应用到更多的领域。但是在现有的同类书籍中, 要么只侧重 Verilog HDL 语言教学, 要么只侧重 EDA 工具应用, 读者不能只靠一本书来提高自己的综合能力。编写本书的目的, 就是将两者合二为一。

本书涵盖了用 Verilog HDL 语言进行 CPLD/FPGA 开发的所有必备知识, 每部分知识都不仅仅停留在入门的深度, 而是力求使读者实现从入门到精通。同时, 本书安排了大量的工程实例, 这是当前很多同类书籍所没有的, 这些例子涉及了当前的一些前沿技术, 具有很高的技术价值, 给读者提供了一个很好的参考借鉴机会。

本书内容安排

全书共分为五篇 23 章, 具体安排如下。

第一篇为 Verilog HDL 语言设计基础篇, 主要介绍了 Verilog HDL 语言程序设计的基础知识, 引导读者入门。

第二篇为 Verilog HDL 语言综合原理篇, 详细讲述了 Verilog HDL 代码的综合技术, 读者通过学习, 可以实现优化自己的设计的目的。

第三篇为常用 EDA 开发工具篇, 详细介绍了目前使用最广的集成开发工具: Quartus II、ISE 和仿真工具 Modelsim, 在内容方面不但讲述了这些工具的基本使用, 还介绍了一些高级技巧。

第四篇为设计经验与技巧篇, 介绍了 CPLD/FPGA 优秀设计的一些指导原则, 主要是作者的经验总结, 以及一些精华文章的收罗汇编, 属于技术精髓性内容。

第五篇为 Verilog HDL 实例应用篇, 介绍了作者在工程中的一些实际例子, 内容涉及数字信号处理、数字通信/数字电视领域的前向纠错(FEC)编/解码等领域, 具有较强的代表性、技术领先性及应用广泛性, 读者通过学习可以快速举一反三。

本书优势和特色

与同类书籍相比，本书主要具备如下的一些优势和特色。

(1) 在讲述 Verilog HDL 语言程序设计基础上，详细介绍了大部分同类书籍很少涉及的 Verilog HDL 语言综合内幕，这是本书的一大特色。

(2) 本书并不仅仅局限于 Verilog HDL 硬件语言本身，还介绍了使用最广的 CPLD/FPGA 工具 Quartus II、ISE 及 Modelsim 的使用。书中展示的高级技巧是作者多年经验和对 EDA 工具使用理解的总结，有很高的技术参考价值，这些在其他大多数 EDA 书中未曾涉及。

(3) 本书提供了 CPLD/FPGA 设计方面的很多理论和编程思想，并且本书提供了大量的工程应用实例，内容涉及数字信号处理、数字通信/数字电视领域，为读者提供了一个难得的参考学习机会。

(4) 本书盘书结合，光盘中附有实例的完整程序源代码，读者稍加修改，便可应用于自己的工作中或者完成自己的课题，物超所值。

本书读者对象为：高等院校电子、电气工程及相关专业在校大学生；从事数字信号处理、数字通信设计的研发人员。

本书主要由刘波编写，另外参与编写的人员还有：王科、张家良、祁传琦、廖日坤、金镇、李宁宇、黄小惠、廖济林、庞丽梅、邱远彬、黄桂群、刘伟捷、黄乘传、黄小欢、严剑忠、黄小宽、唐清善、邱宝良、周克足、刘斌、李亚捷、李永怀、周卫东等。他们在资料收集、整理和技术支持方面也做了大量的工作，在此一并向他们表示感谢！

由于时间仓促，再加之作者的水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评和指正。

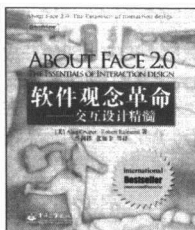
技术凝聚实力 专业创新出版

博文视点 (www.broadview.com.cn) 资讯有限公司是电子工业出版社、CSDN.NET、《程序员》杂志联合打造的专业出版平台，博文视点致力于——IT专业图书出版，为IT专业人士提供真正专业、经典的好书。

请访问 www.dearbook.com.cn (第二书店) 购买优惠价格的博文视点经典图书。

请访问 www.broadview.com.cn (博文视点的服务平台) 了解更多更全面的出版信息；您的投稿信息在这里将会得到迅速的反馈。

典藏外版精品

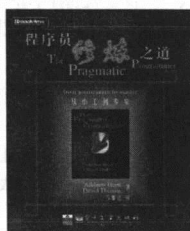


JOLT 大奖经典之作，关于交互系统设计的真知灼见！

软件观念革命——交互设计精髓

[美] Alan Cooper, Robert Reimann 著
詹剑锋、张知非 等译 2005年6月出版
ISBN 7-121-01180-8 89.00元 650页

这是一本在交互设计前沿有着10年设计咨询经验及25年计算机工业界经验的卓越权威——VB之父ALAN COOPER撰写的设计数字化产品行为的启蒙书。



全面阐释软件开发的最佳实践和重大陷阱！

程序员修炼之道——从小工到专家

[美] Andrew Hunt, David Thomas 著
马维达 译
2004年4月出版 ISBN 7-5053-9719-2
48.00元 362页

本书由一系列独立的部分组成，涵盖的主题从个人责任、职业发展，直以用于使代码保持灵活、并且易于改编和复用的各种架构技术，利用许多富有娱乐性的奇闻轶事、有思想性的例子以及有趣的类比。



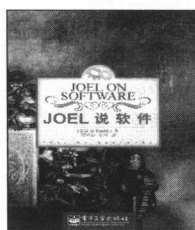
设计心理学的经典之作！

中科院院士张钹亲自作序，人机交互专家叶展高度评价！

情感化设计

[美] Donald A. Norman 著
付秋芳、程进三 译
2005年5月出版 ISBN 7-121-00940-4
36.00元 206页

设计的最高境界是什么？本书以独特细腻、轻松诙谐的笔法，以本能、行为和反思这三个设计不同维度为基础，阐述了情感在设计中所处的重要地位与作用。



软件管理方面的“MBA教程”的称号！荣获第15届JOLT大奖！

JOEL 说软件

[美] Joel Spolsky 著
谭明金、王平 译
2005年9月出版 ISBN 7-121-01641-9
39.00元 301页

这是一本关于软件管理的随笔文集。这是一本会让你受益颇多的休闲之作。



被欧美许多重要大学用于“程序设计语言”或者“软件系统”课程！

程序设计语言——实践之路

[美] Michael L. Scott 著
袁宗燕 译
2005年3月出版 ISBN 7-121-00900-5
88.00元 884页

这是一本很有特色的教材，其核心是讨论程序设计语言的工作原理和技术。

本书作者 Michael Scott 是计算机领域的著名学者，译者是北京大学的袁宗燕教授，他熟悉专业，译笔流畅，是一本难得的著、译双馨的佳作。



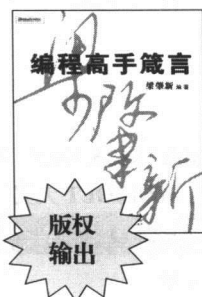
北京印刷学院刘浩学教授翻译，方正色彩管理小组审校推荐！

色彩管理

[美] Bruce Fraser, Chris Murphy, Fred Bunting 著
刘浩学、梁炯、武兵 等译
2005年7月出版 ISBN 7-121-01470-X
168.00元 504页

读懂它，不仅可以掌握精确一致的色彩复制技术，在最普及的图形图像软件中如何进行色彩管理，而且还可以知晓建立、评估和编辑 ICC PROFILE；不仅可以知道色彩管理是怎么回事，如何做，而且知道为什么要这样做；不仅可以将色彩管理嵌入生产流程中，而且还能帮助改善生产流程，提高工作效率。

典藏本版精品



荣获 2004 年度“中国图书奖”和
“全国优秀畅销书奖”!

编程高手箴言

梁肇新 编著
2003 年 11 月出版 ISBN 7-5053-9141-0
50.00 元 (含光盘 1 张) 416 页

中国最具知名度的程序员之一,《超级解霸》作者梁肇新首部专著!

全书通篇没有时髦的 IT 新名词或新思想,而是踏踏实实地对很多知识进行了深刻的剖析,有助于为编程打下坚实的根基。

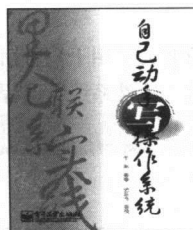


国内第一本重量级 Hibernate 图书。

深入浅出 Hibernate

夏昕、曹晓钢、唐勇 编著
2004 年 7 月出版 ISBN 7-121-00670-7
59.00 元 545 页

本书由互联网上影响广泛的开放文档 OpenDoc 系列自由文献首份文档“Hibernate 开发指南”发展而来。在编写过程中,进行了重新构思与组织,同时对内容的深度与广度进行了重点强化。



用理论指导动手实践 用实践深化理解理论 自己动手写操作系统

于渊 编著
2005 年 8 月出版 ISBN 7-121-01577-3
48.00 元 (含光盘 1 张) 374 页

本书不同于其他的理论型书籍,而是提供给读者一个动手实践的路线图。

在详细分析操作系统原理的基础上,用丰富的实例代码,一步一步地指导读者用 C 语言和汇编语言编写出一个具备操作系统基本功能的操作系统框架。



同类书销量第一!

ERP 原理 设计实施(第3版)

罗鸿 编著
2005 年 4 月出版 ISBN 7-121-01059-3
38.00 元 384 页

本书对 ERP 相关知识的讨论涵盖了原理、设计与应用的全过程。前两版出版后均引起了很大的社会反响,作者收到大量读者来信,并与读者进行了良好的交互。第 3 版再次增加了一些内容,更加贴近读者需要。



荣获 2003 年“全国优秀畅销书奖”,看雪论坛鼎力打造!

加密与解密(第二版)

段钢 编著
2003 年 6 月出版 ISBN 7-5053-8648-4
49.00 元 (含光盘 1 张) 519 页

本书全面讲述了 Windows 平台下的最新软件加密与解密技术及相关解决方案,采用循序渐进的方式,从基本的跟踪调试到深层的拆解脱壳,从浅显的注册码分析到商用软件保护,几乎囊括了 Windows 下的软件保护的绝大多数内容。



本书通过多种典型实例详细介绍了在 Windows 系统下数据恢复技术的原理和方法。

数据恢复技术(第2版)

戴士剑、涂彦晖 编著
2005 年 3 月出版 ISBN 7-121-00756-8
69.00 元 711 页

本书内容包括:硬盘数据组织、文件系统原理、数据恢复技术、文档修复技术、密码遗失处理技术、数据安全技术和数据备份技术。作者戴士剑是国内知名数据恢复专家,有多年的数据恢复工作经验,为客户提供过上千次的数据恢复服务。

目 录

第一篇 Verilog HDL 语言设计基础篇

第 1 章 Verilog HDL 语言设计入门.....2

1.1 HDL 发展概述.....2

1.2 与 VHDL 和 C 语言的比较.....3

1.3 Verilog HDL 语言开发流程.....9

1.3.1 Verilog HDL 语言开发 流程图介绍9

1.3.2 常用 EDA 开发工具介绍10

1.4 Verilog HDL 程序的基本结构.....14

1.4.1 模块14

1.4.2 模块调用23

第 2 章 Verilog HDL 语言要素

与表达式.....25

2.1 程序格式25

2.2 注释.....25

2.3 间隔符.....25

2.4 数值.....26

2.5 字符串.....28

2.6 标识符.....29

2.7 系统任务和函数31

2.8 编译指令36

2.9 数据类型45

2.9.1 线网 (Net) 和变量 (Variable)45

2.9.2 标量 (Scalar) 与矢量

(Vector) 47

2.9.3 线网 (Net) 数据类型 49

2.9.4 变量 (Variable) 数据类型 54

2.9.5 数组 (Array) 类型 55

2.9.6 参数..... 57

2.9.7 名字空间..... 60

2.10 表达式..... 61

2.10.1 操作符..... 62

2.10.2 操作数..... 73

2.10.3 延迟表达式..... 76

2.10.4 表达式的位宽..... 77

2.10.5 有符号表达式..... 80

第 3 章 行为级建模 82

3.1 行为级建模的结构 82

3.1.1 过程块结构..... 84

3.1.2 initial 过程块 85

3.1.3 always 过程块..... 87

3.2 语句块 90

3.2.1 顺序语句块 (begin-end) 90

3.2.2 并行语句块 (fork-join) 92

3.2.3 顺序块和并行块的 混合使用..... 93

3.3 时间控制..... 96

3.3.1 延时控制..... 97

3.3.2 边沿触发事件控制..... 98

3.3.3 电平敏感事件控制