

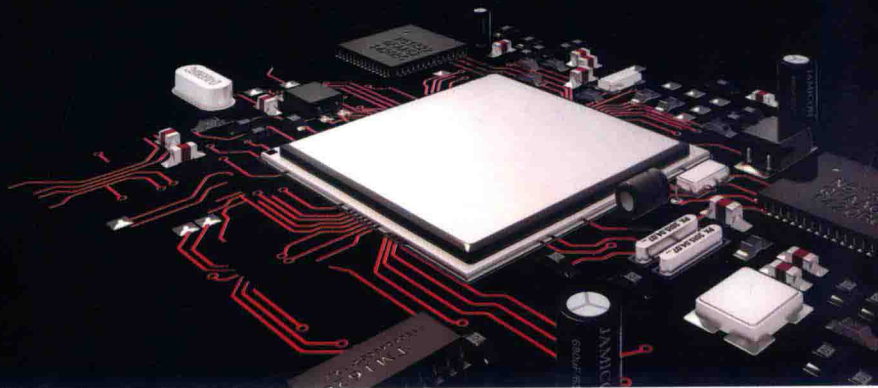


普通高等教育“十四五”规划教材

# FPGA

## 设计与项目化 开发实战

李德明 编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



普通高等教育“十四五”规划教材

计算机类

# FPGA

## 设计与项目化开发实战

李德明◎编著



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

## 内 容 简 介

本书介绍了 FPGA 的发展及应用前景,基于 Altera 公司的 FPGA 开发芯片,介绍了 Quartus II 软件和 FPGA 的开发使用流程,以及 Verilog HDL 的语法、语句等编程入门知识,同时,以项目化开发形式设计了数字电路基础实验、开发板基础实验、开发板进阶实验、通信系统实验、综合实验等 FPGA 开发例程。

本书适合电子、通信、自动化等相关专业的本科生与研究生学习,以及从事 FPGA 开发、IC 设计、PCB 设计等相关职业的读者阅读参考。

为了方便教学,本书还配有电子课件等资料,任课教师可以发邮件至 hustpeiit@163.com 索取。

### 图书在版编目(CIP)数据

FPGA 设计与项目化开发实战 / 李德明编著. —武汉:华中科技大学出版社,2021.6  
ISBN 978-7-5680-6647-1

I. ①F… II. ①李… III. ①可编程序逻辑器件-系统设计 IV. ①TP332.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 184824 号

FPGA 设计与项目化开发实战  
FPGA Sheji yu Xiangmuhua Kaifa Shizhan

李德明 编著

策划编辑:康 序

责任编辑:刘姝甜

封面设计:抱 子

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)  
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913  
邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:26

字 数:664 千字

版 次:2021 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:68.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

# 前言

## PREFACE

“FPGA”为何物？如果“FPGA”对我们来说是一片空白，可以说是一张白纸，任凭我们在上面挥毫泼墨，那么，只要我们的想象够丰富、基础够扎实，我们一定会绘出属于自己的一片蓝图。为什么将本书名定为《FPGA 设计与项目化开发实战》？那是因为编者回顾自己的学习之路，发现自己曾经缺乏一些连贯的学习资料和系统的学习方法，为了让更多的人少走弯路而积累总结了很多资料，希望通过一个个简单的例子以点带面，让读者逐步掌握 FPGA 的设计要领，并通过综合实战将理论与 FPGA 的硬件实现相结合。本书不仅仅是实验手册，更是理论与实践相结合的 FPGA 设计手册，图文并茂，有助于读者一步步走好 FPGA 设计之路。

本书主要讲解 FPGA 的开发流程和程序设计，以一款资源丰富的 FPGA 开发板为例，介绍 FPGA 内部结构和设计流程，讲解 FPGA 开发板的硬件配置及 Verilog HDL 硬件描述语言的基础知识，重点是第 7 章到第 12 章的实例程序，由简单到复杂，最后附上 FPGA 设计心得（技术总结）。

为了方便教学，本书还配有电子课件等资料，任课教师可以发邮件至 [hustpeiit@163.com](mailto:hustpeiit@163.com) 索取。

本书适合电子、通信、自动化等相关专业的本科生与研究生学习，以及从事 FPGA 开发、IC 设计、PCB 设计等相关职业的读者阅读参考。

# 目录

## CONTENTS

### 第 1 章 FPGA 概述/1

- 1.1 可编程逻辑器件的发展史/1
- 1.2 FPGA 简介/2
- 1.3 FPGA 的特点及应用领域/3
- 1.4 FPGA 发展前景/5

### 第 2 章 开发软件的安装与使用/7

- 2.1 Quartus II 软件安装/7
- 2.2 USB-Blaster 驱动安装/10
- 2.3 Vivado 软件介绍/12
- 2.4 Vivado 软件安装/13
- 2.5 Vivado 软件的使用/15

### 第 3 章 FPGA 原理和结构/22

- 3.1 FPGA 技术原理/22
- 3.2 FPGA 芯片结构/23
- 3.3 软核、硬核及固核的概念/26

### 第 4 章 FPGA 的开发流程/27

- 4.1 设计输入/27
- 4.2 设计编译/32
- 4.3 仿真验证/33
- 4.4 引脚锁定/44
- 4.5 下载调试验证/44

### 第 5 章 FPGA 开发板/48

- 5.1 FPGA 开发板简介/48
- 5.2 FPGA 开发板硬件资源详细配置/50
- 5.3 FPGA 开发板硬件原理图/51

### 第 6 章 Verilog HDL 基础知识/65

- 6.1 Verilog HDL 设计模块的基本结构/65
- 6.2 Verilog HDL 的词法/70
- 6.3 Verilog HDL 的语句/80
- 6.4 不同抽象级别的 Verilog HDL 模型/105
- 6.5 Verilog HDL 设计流程/113
- 6.6 Verilog HDL 仿真/116
- 6.7 代码编写规范/122

### 第 7 章 数字电路基础实验/125

- 7.1 分频器的设计及其 Quartus II 仿真/125
- 7.2 计数器的设计及其波形仿真/130
- 7.3 D 触发器的设计及其波形仿真/132
- 7.4 三态门的设计及其波形仿真/133
- 7.5 8-3 编码器的设计及其波形仿真/135
- 7.6 8-3 优先编码器的设计及其功能仿真/136
- 7.7 3-8 译码器的设计及其功能仿真/139
- 7.8 移位寄存器的设计及其功能仿真/141

- 7.9 多路选择器的设计及其功能仿真/142
- 7.10 串行加法器的设计及其功能仿真/144
- 7.11 简单运算单元的设计及其功能仿真/144

## 第 8 章 开发板基础实验/147

- 8.1 LED 流水灯/147
- 8.2 按键消抖/152
- 8.3 PWM 控制 LED 的亮暗/156
- 8.4 数码管的动态显示/160
- 8.5 秒表数码管显示/163
- 8.6 时钟数码管显示/169
- 8.7 频率计的设计/174
- 8.8 蜂鸣器音乐播放器/181
- 8.9 按键计数器/184
- 8.10 串口通信/186
- 8.11 LCD1602 显示/196
- 8.12 DDS 与嵌入式逻辑分析仪的调用/206
- 8.13 步进电动机控制实验/218
- 8.14 矩阵键盘控制实验/224
- 8.15 旋转编码开关实验/235

## 第 9 章 宏功能模块的使用/240

- 9.1 PLL 的使用/240
- 9.2 FIFO 的使用/244
- 9.3 RAM 的使用/246
- 9.4 乘法器的使用/250

## 第 10 章 开发板进阶实验/252

- 10.1 AD\_TLC549 采集电压表/252

- 10.2 DA\_TLC5615 电压输出/259
- 10.3 IIC 协议与 AT24C02 读写实验/266
- 10.4 VGA 显示控制/280
- 10.5 LCD12864 显示字符/288
- 10.6 LCD12864 显示图形/296
- 10.7 红外遥控接收解码/305
- 10.8 DS18B20 温度采集/313
- 10.9 超声波测距/319
- 10.10 PCF8563 实时时钟设计/324
- 10.11 LM75A 温度采集/333
- 10.12 DS1302 实时时钟/344

## 第 11 章 基于 FPGA 的通信系统实验/359

- 11.1 伪随机信号发生器/359
- 11.2 2ASK 调制/360
- 11.3 2FSK 调制/362
- 11.4 2PSK 调制/363
- 11.5 2DPSK 调制/365

## 第 12 章 综合实验/368

- 12.1 基于 DDS 的任意波形发生器/368
- 12.2 基于 FPGA 的出租车计费器设计/372
- 12.3 基于 FPGA 的交通灯设计/375
- 12.4 基于 FPGA 的通信信号源的设计/381
- 12.5 SDRAM 控制器设计/384

## 第 13 章 学习 FPGA 技术总结/407

# 第 1 章 FPGA 概述

现场可编程门阵列 (field programmable gate array, FPGA) 与电子设计自动化 (electronic design automation, EDA) 技术是目前相当热门的技术, 翻遍各大招聘网站电子类招聘信息, 类似“精通 FPGA 技术, 熟悉 Verilog HDL 语言”等字眼已经为应聘者所熟悉; 甚至, 有的时候, “熟悉 FPGA”就意味着高薪。实际上, FPGA 技术已经成为目前电子行业应用最为广泛的技术之一, 未来的就业和发展前景相当好。

FPGA 的应用领域最初为通信领域, 但目前, 随着信息产业和微电子技术的发展, 可编程逻辑嵌入式系统设计技术已经成为信息产业最热门的技术之一, 应用遍及航空航天、医疗、网络通信、安防、广播、汽车电子、消费类市场、测量测试等多个热门领域, 并随着工艺的进步和技术的发展, 向更多、更广泛的应用领域扩展。越来越多的设计也开始从专用集成电路 (application specific integrated circuit, ASIC) 转向 FPGA, FPGA 正以各种电子产品的形式进入我们日常生活的各个角落。

FPGA 一般应用在高性能处理、实时要求高的领域, 比如高速接口、报文转发、图像处理、视频传输等, 还可以应用在芯片前期验证方面。

## 1.1 可编程逻辑器件的发展史

**起源:** 可编程逻辑器件 (programmable logic device, PLD) 起源于 20 世纪 70 年代, 是在 ASIC 的基础上发展起来的一种新型逻辑器件。

**主要特点:** 完全由用户通过软件进行配置和编程, 从而完成某种特定的功能, 并且可以反复擦写。

**常见 PLD 产品:** 可编程只读存储器 (programmable read-only memory, PROM)、现场可编程逻辑阵列 (field programmable logic array, FPLA)、可编程阵列逻辑 (programmable array logic, PAL)、复杂可编程逻辑器件 (complex programmable logic device, CPLD) 和现场可编程门阵列 (FPGA) 等类型, 它们的内部结构和表现方法各不相同。

可编程逻辑器件的发展史 (4 个阶段):

**第一阶段:** 20 世纪 70 年代初到 70 年代中, 只有简单的 PROM、紫外线可擦除只读存储器 (erasable programmable read-only memory, EPROM) 和电可擦除只读存储器 (electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM) 3 种, 只能完成简单的数字逻辑功能。

**第二阶段:** 20 世纪 70 年代中到 80 年代中, 结构上稍微复杂的可编程阵列逻辑 (PAL) 和通用阵列逻辑 (generic array logic, GAL) 器件, 正式被称为 PLD, 能够完成各种逻辑运算

功能。

第三阶段:20 世纪 80 年代中到 90 年代末,Xilinx 和 Altera 公司分别推出了与标准门阵列类似的 FPGA 以及类似于 PAL 结构的扩展性 CPLD,提高了逻辑运算速度,具有逻辑单元灵活、集成度高、适用范围宽、编程灵活等特点。

第四阶段:20 世纪 90 年代末至今,出现了可编程片上系统(system on a programmable chip,SOPC)和片上系统(system on a chip,SOC)技术,涵盖了实时化数字信号处理、高速数据收发、复杂计算以及嵌入式系统设计技术的全部内容。

## 1.2 FPGA 简介

FPGA 是“field programmable gate array”的缩写,即现场可编程门阵列,它是在 PAL、GAL、CPLD 等可编程器件的基础上进一步发展的产物。它是作为专用集成电路领域中的一种半定制电路而出现的,既解决了定制电路的不足,又克服了原有可编程器件门电路数有限的缺点。

FPGA 是 Ross Freeman 于 1985 年发明的,当时第一个 FPGA 采用  $2\ \mu\text{m}$  工艺,包含 64 个逻辑模块和 85 000 个晶体管,门数量不超过 1000 个,当时他所创造的 FPGA 被认为是一项不切实际的技术,他的同事 Bill Carter 曾说,这种理念需要很多晶体管,但那时晶体管是非常珍贵的东西。所以人们认为 Ross 的想法过于脱离现实。但是 Ross 预计,根据摩尔定律(每 18 个月晶体管密度翻一番),晶体管肯定会越来越便宜,因此 FPGA 必将成为未来不可或缺的技术。在短短的几年时间内,正如 Ross 所预言的,出现了数十亿美元的现场可编程门阵列市场。但可惜的是,他已经无法看到这一派欣欣向荣的景象——Ross Freeman 在 1989 年与世长辞了,但是他的发明却持续不断地促进电子行业的进步与发展。

FPGA 企业状况:目前全球主要的 FPGA 企业数量较少,仅有 Xilinx(赛灵思)、Altera(阿尔特拉,2015 年被 Intel 公司收购)、Lattice(莱迪思)、Microsemi(美高森美)等几家,其中,Xilinx 与 Altera 占有近 90% 的市场份额,专利达到 6000 余项之多。Xilinx 始终保持着全球 FPGA 的龙头地位,其宣传图如图 1-1 所示。

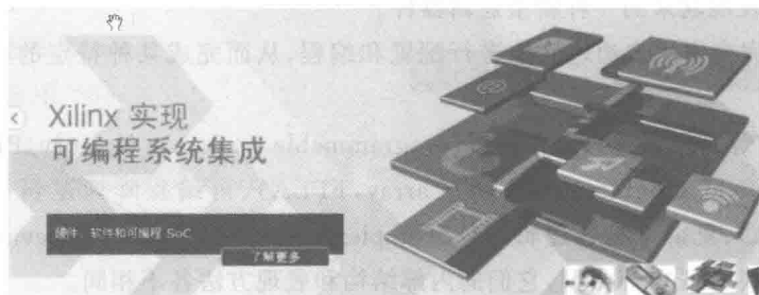


图 1-1 Xilinx 公司宣传图

Xilinx FPGA 主要分为两大类:一种侧重低成本应用,容量中等,性能可以满足一般的逻辑设计要求,如 Spartan 系列;另一种侧重于高性能应用,容量大,性能能满足各类高端应用,如 Virtex 系列。用户可以根据自己的实际应用要求进行选择,在可以满足性能的情况下,优先选择低成本器件。Xilinx 官网:<https://china.xilinx.com/>。

Altera 的主流 FPGA 分为两大类:一种侧重低成本应用,容量中等,性能可以满足一般的逻辑设计要求,如 Cyclone、Cyclone II、Cyclone III,最新 Cyclone 系列已经到了 Cyclone V;另一种侧重于高性能应用,容量大,性能能满足各类高端应用,如 Stratix、Stratix II 等。用户可以根据自己的实际应用要求进行选择,在可以满足性能要求的情况下,优先选择低成本器件。Altera 公司宣传图如图 1-2 所示。



图 1-2 Altera 公司宣传图

Cyclone(飓风):Altera 中等规模 FPGA,2003 年推出,0.13  $\mu\text{m}$  工艺,1.5 V 内核供电,与 Stratix 结构类似,是一种低成本 FPGA,其配置芯片也改用全新的产品。

简评:Altera 最成功的器件之一,性价比不错,是一种适合中低端应用的通用 FPGA,推荐使用。

Cyclone II:Cyclone 的二代产品,2005 年开始推出,90 nm 工艺,1.2 V 内核供电,属于低成本 FPGA,性能和 Cyclone 相当,提供了硬件乘法器单元。

简评:Altera 推出的第二代低成本 FPGA,从 2005 年底开始,逐步取代 Cyclone 器件,成为 Altera 在中低端 FPGA 市场中的主力产品。

Stratix:Altera 大规模高端 FPGA,2002 年中期推出,0.13  $\mu\text{m}$  工艺,1.5 V 内核供电,集成硬件乘加器,芯片内部结构与 Altera 以前的产品相比有很大变化。

简评:Stratix 芯片的推出,改变了 Altera 在 FPGA 市场上的被动局面。该芯片适合高端应用。随着 2005 年新一代 Stratix II 器件的推出,Stratix 被 Stratix II 逐渐取代。

Stratix II:Stratix 的二代产品,2004 年中期推出,90 nm 工艺,1.2 V 内核供电,大容量高性能 FPGA。

简评:性能超越 Stratix,是 Altera 在高端 FPGA 市场中的主力产品。Stratix V 为 Altera 目前的高端产品,采用 28 nm 工艺,提供了 28 Gb/s 的收发器件,适合高端的 FPGA 产品开发。

## 1.3 FPGA 的特点及应用领域

### 1.3.1 FPGA 的特点

FPGA 应用结构图如图 1-3 所示,其具有以下特点。

- (1) 采用 FPGA 设计 ASIC 电路,用户不需要投片生产,就能得到合用的芯片。
- (2) FPGA 可做其他全定制或半定制 ASIC 电路的中试样片。
- (3) FPGA 内部有丰富的基本逻辑门、触发器和 I/O 引脚。
- (4) FPGA 是 ASIC 电路中设计周期最短、开发费用最低、风险最小的器件之一。

(5) FPGA 采用高速互补高性能金属氧化物半导体 (complementary high-performance metal-oxide semiconductor, CHMOS) 工艺, 功耗低, 可以与互补金属氧化物半导体 (complementary metal-oxide semiconductor, CMOS)、晶体管-晶体管逻辑 (transistor-transistor logic, TTL) 电平兼容。

可以说, FPGA 芯片是小批量系统提高集成度、可靠性的最佳选择之一。

FPGA 还具有以下优势:

第一, 通信高速接口设计。FPGA 可以用来做高速信号处理, 一般如果 A/D 采样率高、数据速率高, 就需要 FPGA 对数据进行处理, 比如对数据进行抽取滤波、降低数据速率处理, 使信号容易传输、存储等。

第二, 数字信号处理, 包括图像处理、雷达信号处理、医学信号处理等。优势是实时性好, 用面积换速度, 比 CPU 快很多。

第三, 更大的并行度。这个主要是通过并发和流水两种技术实现的。并发是指重复分配计算资源, 使多个模块之间可以同时独立进行计算。

### ◆ 1.3.2 FPGA 的应用领域

#### 1. FPGA 在数据采集领域的应用

由于自然界的信号大部分是模拟信号, 因此一般的信号处理系统中都要包括数据的采集功能。通常的实现方法是, 利用 A/D 转换器将模拟信号转换为数字信号后送给处理器, 比如利用单片机或者数字信号处理器 (digital signal processor, DSP) 进行运算和处理。

对于低速的 A/D 和 D/A 转换器, 可以采用标准的串行外设接口 (serial peripheral interface, SPI) 来与单片机或者 DSP 通信。但是, 高速的 A/D 和 D/A 转换芯片, 比如视频解码器或者编码器, 不能与通用的单片机或者 DSP 直接通信。在这种场合下, FPGA 可以完成数据采集的胶合逻辑功能。

#### 2. FPGA 在逻辑接口领域的应用

在实际的产品设计中, 很多情况下需要与 PC 机进行数据通信。比如, 将采集到的数据送给 PC 机处理, 或者将处理后的结果传给 PC 机进行显示等。PC 机与外部系统通信的接口比较丰富, 如 ISA、PCI、PCI Express、PS/2、USB 等。

传统的设计中往往需要专用的接口芯片, 比如 PCI 接口芯片。如果需要的接口比较多, 就需要较多的外围芯片, 体积、功耗都比较大。采用 FPGA 的方案后, 接口逻辑都可以在 FPGA 内部来实现, 大大简化了外围电路的设计。

在现代电子产品设计中, 存储器得到了广泛的应用, 例如 SDRAM、SRAM、Flash 等。这些存储器都有各自的特点和用途, 合理地选择存储器类型可以实现产品的最佳性价比。由于 FPGA 的功能可以完全自己设计, 因此利用它可以实现对各种存储接口的控制。

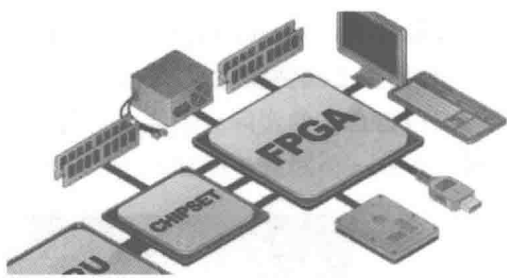


图 1-3 FPGA 应用结构图

### 3. FPGA 在电平接口领域的应用

除了 TTL、COMS 接口电平之外, LVDS、HSTL、GTL/GTL+、SSTL 等新的电平标准逐渐被很多电子产品采用。比如, 液晶屏驱动接口一般都是 LVDS 接口, 数字 I/O 一般是 LVTTTL 电平, DDR SDRAM 电平一般是 HSTL 的。

在这样的混合电平环境里面, 如果用传统的电平转换器件实现接口功能会导致电路复杂性提高。利用 FPGA 支持多电平共存的特性, 可以大大简化设计方案, 降低设计风险。

### 4. FPGA 在高性能数字信号处理领域的应用

无线通信、软件无线电、高清影像编辑和处理等领域, 对信号处理所需要的计算量提出了极高的要求。传统的解决方案一般是采用多片 DSP 并联构成多处理器系统来满足需求的。

多处理器系统带来的主要问题是设计复杂度和系统功耗都大幅度提升, 系统稳定性受到影响。FPGA 支持并行计算, 而且密度和性能都在不断提高, 已经可以在很多领域替代传统的多片 DSP 解决方案。FPGA 应用设计实物图如图 1-4 所示。

例如, 实现高清视频编码算法 H. 264。采用 TI 公司 1 GHz 主频的 DSP 芯片需要 4 个, 而采用 Altera 的 Stratix II EP2S130 芯片只需要 1 个就可以完成相同的任务。FPGA 的实现流程和 ASIC 芯片的前端设计相似, 有利于导入芯片的后端设计。

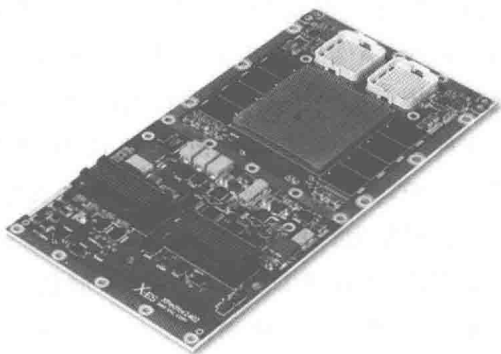


图 1-4 FPGA 应用设计实物图

### 5. FPGA 在其他领域的应用

除了上面一些应用领域外, FPGA 在其他领域同样具有广泛的应用。

- (1) 汽车电子领域, 如网关控制器、车用 PC 机、远程信息处理系统。
- (2) 军事领域, 如安全通信、雷达和声呐、电子战。
- (3) 测试和测量领域, 如通信测试和监测、半导体自动测试设备、通用仪表。
- (4) 消费产品领域, 如显示器、投影仪、数字电视和机顶盒、家庭网络。
- (5) 医疗领域, 如电疗、生命科学。

## 1.4 FPGA 发展前景

据市场调研, 近年来全球 FPGA 市场规模已超过 60 亿美元, 未来还有不断增长的趋势。FPGA 及 PLD 产业发展的最大机遇是替代 ASIC 和专用标准产品 (application specific standard products, ASSP), 由 ASIC 和 ASSP 构成的数字逻辑市场规模大约为 350 亿美元。由于用户可以迅速地对 PLD 进行编程, 按照需求实现特殊功能, 与 ASIC 和 ASSP 相比, PLD 在灵活性、开发成本、产品快速上市方面更具优势, 所以 FPGA 是一个非常具有前景的行业。2013—2017 年全球 FPGA 市场规模如图 1-5 所示。

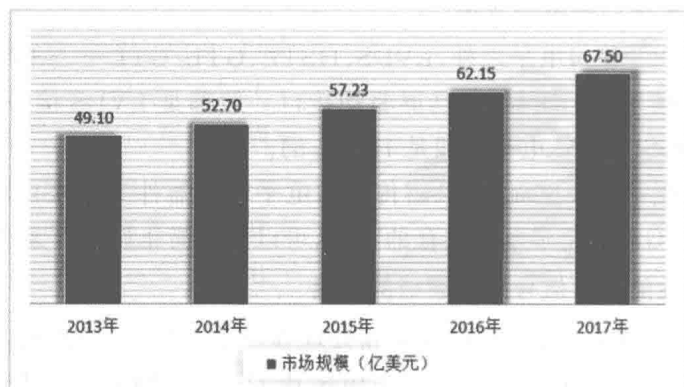


图 1-5 2013—2017 年全球 FPGA 市场规模

FPGA 由于结构的特殊性,可以重复编程,开发周期较短,越来越受到人们的青睐。ASIC 与 FPGA 相比最大的优势是低成本,但是 FPGA 的价格现在也越来越低。根据当前发展的趋势,未来 FPGA 会取代大部分 ASIC 的市场。

这种趋势告诉我们,FPGA 将成为 21 世纪最重要的高科技产业之一,特别是国内的 FPGA 市场,更是一个“未完全开垦的处女地”,抓住现在的机遇就意味着为我们的将来提供更强大的竞争力。我国的 FPGA 市场国产化率非常低,国产应用率不足 30%,商用市场国产化率更低,还有很大提升空间。从信息、产业和国防安全等方面考虑,中国不仅需要自主 FPGA,还需要将其快速国产化。人工智能(artificial intelligence, AI)、物联网(internet of things, IoT)、5G 的快速发展和即将商用,预计将带来庞大的 FPGA 增量市场,而这也是国内厂商快速切入的时机。国内 FPGA 产品采用 40 nm 制程工艺,拥有超过 2500 万门, SerDes 速率为 6.25 Gb/s,目前已经量产,并在通信、安全等中高密度市场逐步打开局面。在大数据时代,云计算的市场逐步扩大。云计算市场的快速增加必然加大对数据中心服务器的需求。在数据中心成本中,77% 花费在硬件配置方面,23% 花费在软件方面。这也是国内厂商的发展机会。

作为一种可编程逻辑器件,FPGA 在短短三十多年中从电子设计的外围器件逐渐演变为数字系统的核心。伴随半导体工艺技术的进步,FPGA 器件的设计技术取得了飞跃发展及突破。从 FPGA 器件的发展历程来看,今后仍将朝以下几个方向发展:高密度、高速度、宽频带、高保密;低电压、低功耗、低成本、低价格;IP 软/硬核复用、系统集成;动态可重构以及单片集群;紧密结合应用需求,多元化发展。此外,集成了 FPGA 架构、硬核 CPU 子系统(ARM/MIPS/MCU)及其他硬核 IP 的芯片已经发展到了一个“关键点”,它将在今后数十年中得到广泛应用,为系统设计人员提供更多的选择。

## 第 2 章 开发软件的安装与使用

不同的 FPGA 厂家有自己独立的开发工具,目前广泛使用的包括 Altera 公司的 Quartus II 软件和 Xilinx 公司的 Vivado 软件。Quartus II 软件是 Altera 公司推出的新一代、功能强大的 EDA 工具,至今已发布了几十个版本,为了适应新器件的推出,每年都会更新一个软件版本。Quartus II 软件提供了 EDA 设计的综合开发环境,是 EDA 设计的基础。Quartus II 集成开发环境支持 EDA 设计的输入、编译、综合、布局、布线、时序分析、仿真、编程下载等设计过程。下面主要介绍软件的安装过程。

初学者学习 Altera(Altera 已被 Intel 收购)的 FPGA 会有一定优势,因为资料比较多,开发板价格也便宜,容易上手。Xilinx 则是世界上第一块 FPGA 的生产者,Xilinx 的底蕴很强,很多大公司在使用它的产品。Xilinx 的开发板太贵了,资料也不如 Altera 那么多。

### 2.1 Quartus II 软件安装

安装流程:

第一步:解压安装文件。执行 90\_Quartus\_windows.exe 文件,该过程为解压安装文件,因为安装文件较大,所以要等待几分钟。解压完成会弹出图 2-1 所示的窗口。

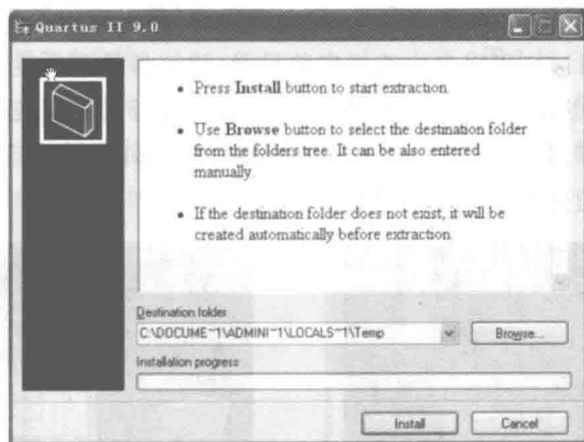


图 2-1 解压完成后弹出路径选择窗口

C:\DOCUME~1\ADMINI~1\LOCALS~1\Temp 这个路径仅仅是一个临时的解压路径,用户可以选择其他的临时路径。接着点击“Install”按钮进入第二步。

第二步:安装程序正在解压文件到临时目录中,如图 2-2 所示。

第三步:解压完成后,出现安装向导窗口,如图 2-3 所示。点击“Next”按钮。

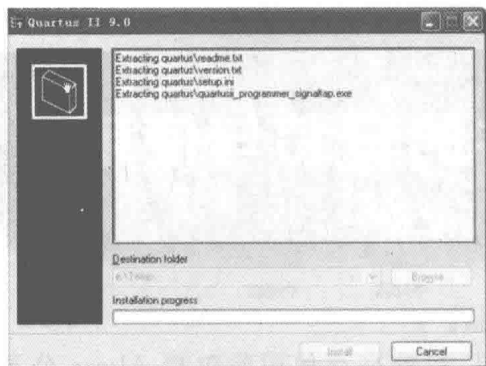


图 2-2 解压文件

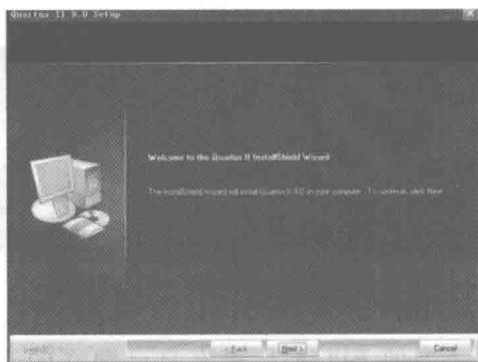


图 2-3 Quartus II 9.0 安装向导窗口

第四步:出现授权窗口,点击“I accept the terms of the license agreement.”(见图 2-4)后,再点击“Next”按钮。

第五步:输入用户名和公司名,如用户名为 FPGA Fans,公司名为 Altera,如图 2-5 所示,点击“Next”按钮。

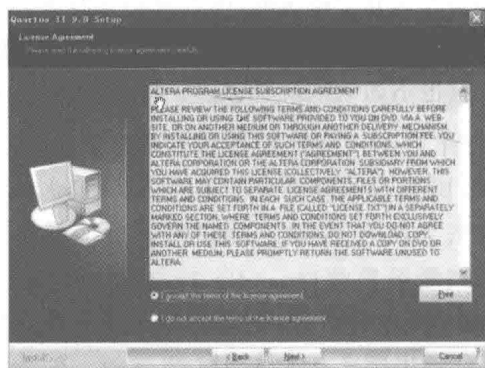


图 2-4 授权窗口

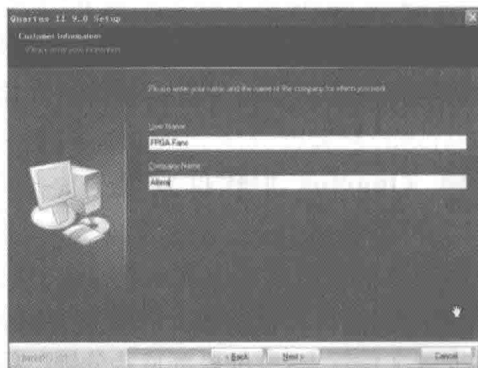


图 2-5 输入用户名和公司名

第六步:选择安装目录,可以自由选择安装目录(建议目录名为英文),如图 2-6 所示。

第七步:用户可以点击图 2-6 中的“Browse”按钮来自行选择安装路径。选择路径后,点击“确定”按钮,如图 2-7 所示。这时回到安装目录的选择界面,安装目录已更换,如图 2-8 所示。再点击“Next”按钮进入下一步的安装。

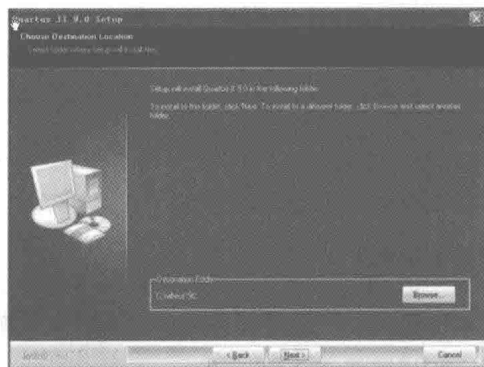


图 2-6 选择安装目录

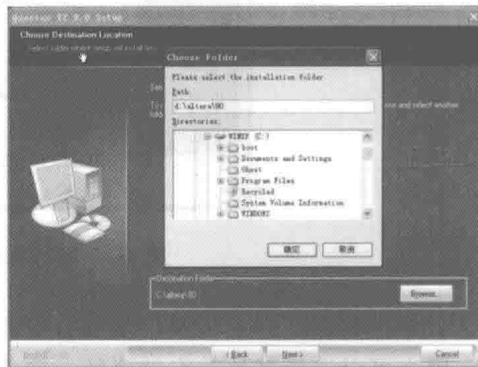


图 2-7 自行选择安装路径

第八步:选择默认的软件名称,默认为 Altera,如图 2-9 所示,点击“Next”按钮继续安装。



图 2-8 安装目录已更换

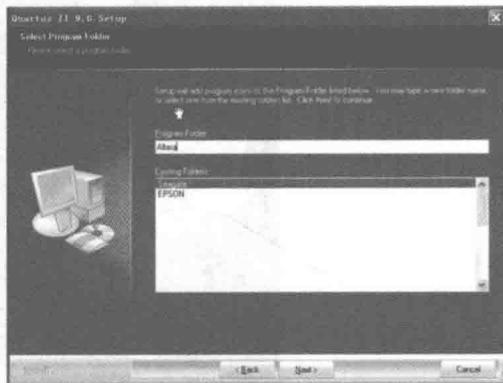


图 2-9 选择默认的软件名称

第九步:安装类型的选择,推荐采用完全安装,如图 2-10 所示,点击“Next”按钮进入下一步。

第十步:确认安装信息,如图 2-11 所示,点击“Next”按钮进入下一步。

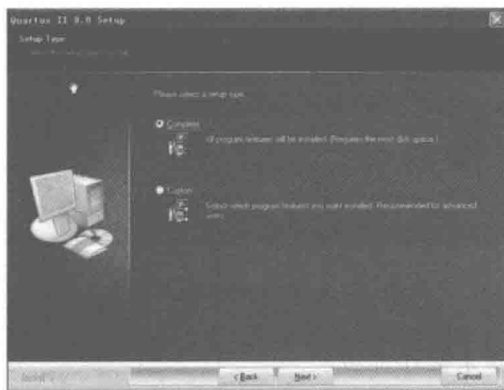


图 2-10 选择完全安装

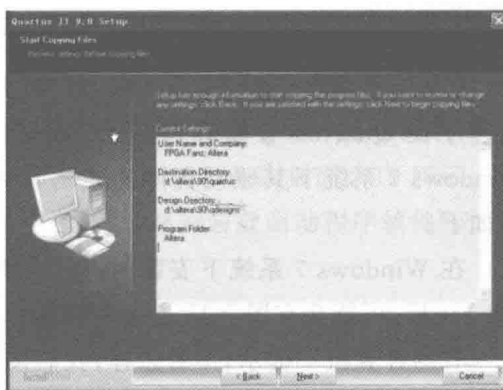


图 2-11 确认安装信息

第十一步:开始安装,如图 2-12 所示,此步骤需要的时间最多,请耐心等待。

第十二步:安装完成,提示是否要创建快捷方式图标在桌面上,点击“是”按钮,如图 2-13 所示。最后点击“Finish”按钮,如图 2-14 所示,完成安装。



图 2-12 开始安装

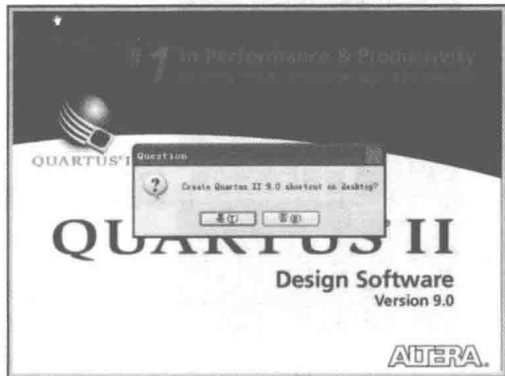


图 2-13 安装完成,确认放置桌面快捷方式

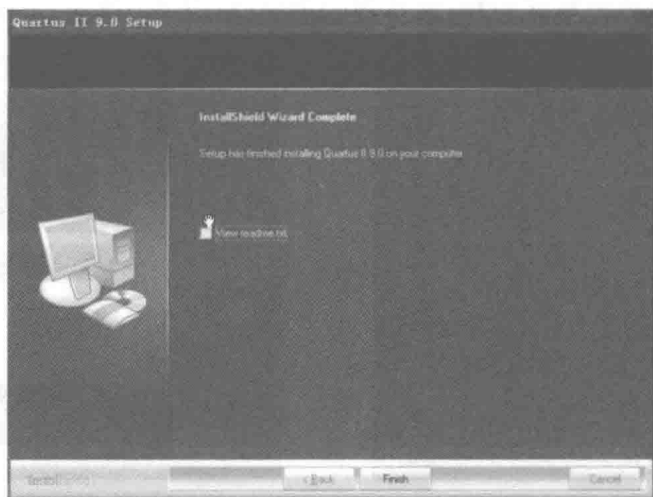


图 2-14 完成安装

## 2.2 USB-Blaster 驱动安装

USB-Blaster 是 Altera 公司 FPGA/CPLD 的下载程序工具,采用 USB 接口,其驱动程序在 Quartus II 安装目录下已经存在。Windows 7 系统下其驱动程序安装的具体步骤如下。

在 Windows 7 系统下安装时,插上 USB-Blaster 后,可能会有图 2-15 所示的提示。

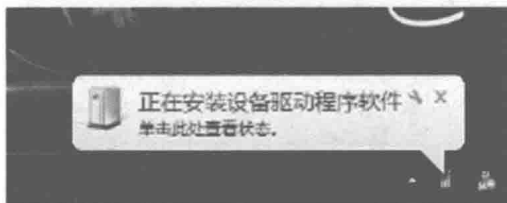


图 2-15 USB-Blaster 插入提示

有的计算机不提示,不管怎样,我们按下面步骤来操作即可:

- (1) 打开“开始”菜单,找到“设备和打印机”并单击,如图 2-16(a)所示。
- (2) 点击未指定的 USB Composite Device,即“未知设备”,如图 2-16(b)所示。

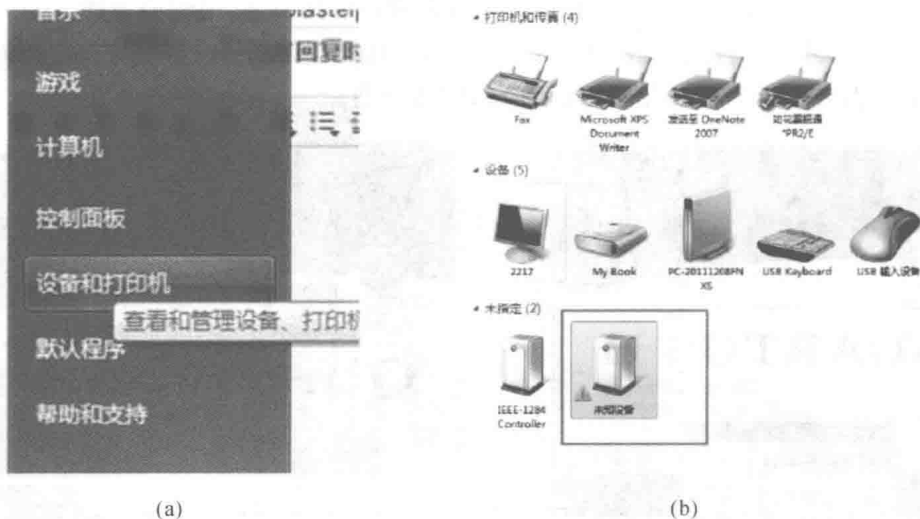


图 2-16 打开设备界面并找到未知设备

(3) 双击打开“未知设备”，或者在“未知设备”上右击，点击属性→驱动程序→更新驱动程序，如图 2-17 所示。

(4) 搜索驱动程序的方式有两种，一般选择浏览计算机以查找驱动程序软件，如图 2-18 所示。

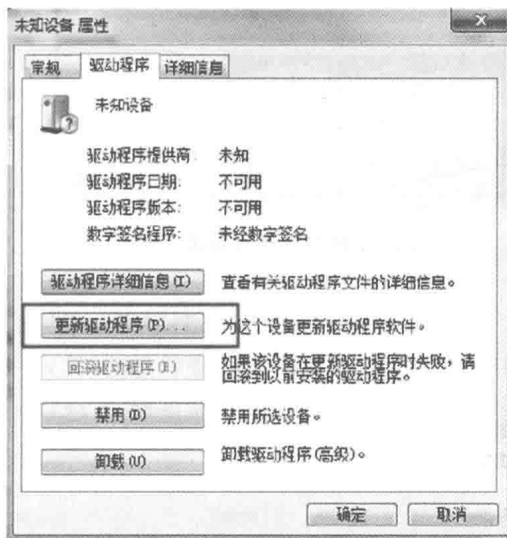


图 2-17 更新驱动程序

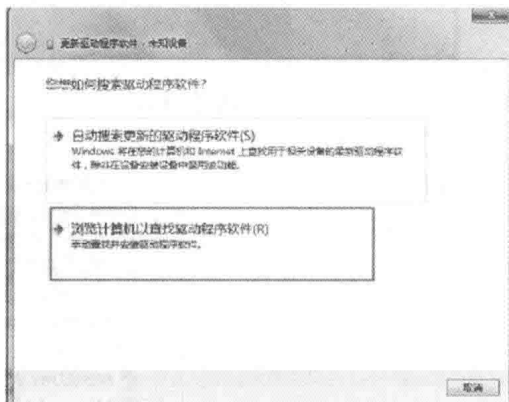


图 2-18 选择浏览计算机以查找驱动程序软件

(5) 要找到驱动程序所在安装目录，可根据计算机的情况选择，一般驱动程序在 Quartus 安装文件路径下，即 C:\altera\90\quartus\drivers\usb-blaster，如图 2-19 所示。点击“下一步”按钮，在弹出的“Windows 安全”对话框中选择“始终安装此驱动程序软件”，如图 2-20 所示。

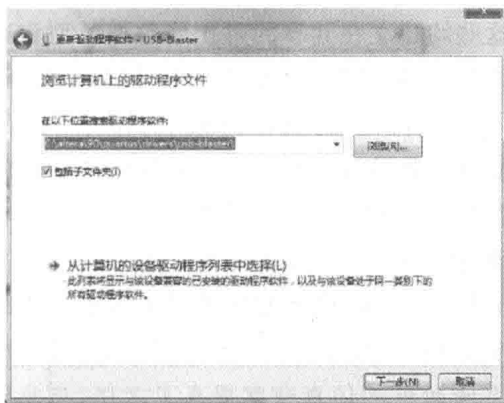


图 2-19 找到驱动程序所在安装目录

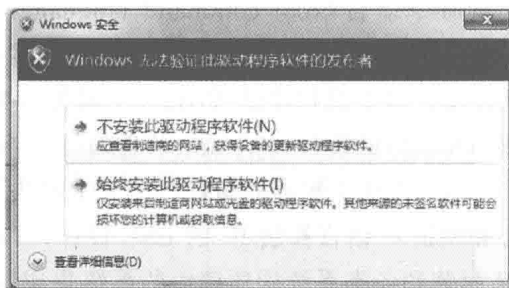


图 2-20 点击“始终安装此驱动程序软件”

(6) 等待驱动程序安装，如图 2-21 所示。最后弹出驱动程序安装成功窗口，如图 2-22 所示。

安装完成后在设备管理器中能找到 Altera USB-Blaster 设备，如图 2-23 所示，证明安装驱动成功。