

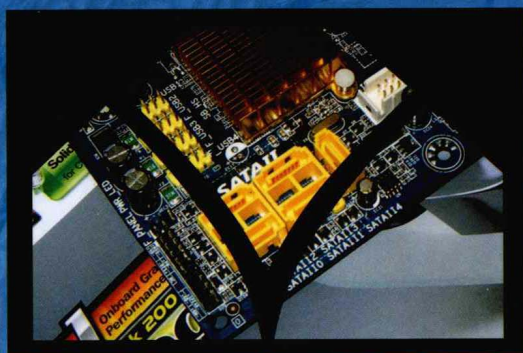


21 世纪信息学科立体化系列教材

# EDA技术课程设计

● 孙俊逸 主审    ● 刘江海 主编

EDA Jishu Kecheng Sheji



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>



21 世 纪 信 息 学 科 立 体 化 系 列 教 材

# EDA技术课程设计

主 审 孙俊逸

主 编 刘江海

副主编 涂传威 陈 玮 陈 荣

吴 奎 刘亚丽

华中科技大学出版社

中国·武汉

**图书在版编目(CIP)数据**

EDA 技术课程设计/刘江海 主编. —武汉:华中科技大学出版社, 2009 年 5 月  
ISBN 978-7-5609-5319-9

I. E… II. 刘… III. 电子电路-电路设计:计算机辅助设计-课程设计  
IV. TN702-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 057980 号

**EDA 技术课程设计**

**刘江海 主编**

策划编辑:曾 光

责任编辑:史永霞

责任校对:刘 竣

封面设计:刘 卉

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:武汉星明图文制作有限公司

印刷:武汉市新华印刷有限责任公司

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:14.5

字数:318 000

版次:2009 年 5 月第 1 版

印次:2009 年 5 月第 1 次印刷

定价:25.00 元

ISBN 978-7-5609-5319-9/TN·138

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行科调换)

## 内 容 简 介

本书首先通过具体的实例,介绍了目前主流的可编程逻辑器件厂商开发的 EDA 工具软件的基本操作,即 Altera 公司的 Quartus II 6.0 软件;接着介绍了电子设计中常用的集成芯片、电子产品开发基础、电子整机装配工艺、EDA 技术的基础电路设计和 EDA 技术的综合应用设计;最后介绍了北京精仪达盛科技有限公司的 E-Play-SOPC 开发系统。

本书注重实践操作和应用能力的培养,对每个设计案例都详细地阐述了系统设计的要求、系统设计方案、VHDL 源程序和系统仿真波形图,且所有给出的程序均经过调试,确保设计的正确性。

本书可供高等院校的电子信息工程、通信工程、自动化、仪器仪表、计算机及相关专业的本科生或专科生使用,特别适合作为 EDA 技术课程的实验、课程设计、综合实践和电子设计竞赛的指导教材,同时也可作为从事 EDA 技术应用与开发的工程技术人员的设计参考书。

# 序

20 世纪 90 年代出现的 EDA 技术是电子设计的重要工具,其核心是利用计算机完成电路设计的全程自动化。EDA 技术应用于芯片设计和系统设计,极大地提高了电路设计的效率和可靠性,节省了设计成本,减轻了设计人员的劳动强度。

EDA 技术是高等院校电气与电子信息类专业知识结构的重要组成部分。在独立学院相关专业中开设 EDA 课程。一是要根据学生的基础知识水平及实践技能的要求,科学地选取教学内容,向学生传授基本知识的同时,注重介绍更多更新的技术和动向,使学生通过系统的学习和实践,初步掌握 EDA 技术并具备一定的可编程逻辑芯片的开发能力,真正做到学以致用。二是要根据专业培养目标的要求,切实改进教学方法,在课堂教学时要注意从应用的角度引导学生提高学习兴趣,初步掌握基本设计工具和设计方法,在实践教学中,以训练学生的设计思想、创新思维及创造能力,力求提高学生的工程实践能力和自主创新能力。

参加本教材编写的老师多次讲授 EDA 技术课程,对课程的内容和教学方法有较深入的研究和探讨,对学生的基础和学习能力有较全面的了解。在编写教材时特别注意到:① 学习、借鉴普通高等院校正在使用的 EDA 技术教材,针对独立学院学生的特点,删减部分较难理解和掌握的内容,同时对技术要求较高而又能回避的部分内容采取适当的方法进行处理,让不同层次的学生都能顺利地学习;② 选用的设计实例具有较强的实用性和针对性,便于自主学习,学生只要能认真听课和按要求做实验,就能做到理论与实践的结合。教材中适当选用了大学生电子设计竞赛的内容,并对例题进行了详细的分析,既能开阔视野,又能兼顾学生的创新能力。

进入 21 世纪,EDA 技术发展得更快,这给 EDA 技术课程内容的更新提出了更高的要求,希望本教材的作

者密切关注 EDA 技术发展的动态,不断修订教材中的相关内容,同时与从事 EDA 技术的同行加强联系,开展交流和研讨,不断提高教学水平和教学质量,努力在探索独立学院学科建设方面取得新的进展。

孙俊逸

2008 年 12 月

# 前言

您一定玩过电子游戏机,使用过手电筒,那么如果您亲手制作这些电子作品,您一定会感到很兴奋,很有趣。其实您只要花上几元钱,买几个电子元器件,就可以通过自己的努力在几个小时内创造出自己的电子作品。通过一个小小电子产品的制作,不仅证明了您的智慧、您的能力,而且使您收获很大,乐趣无穷。

您可能会担心电的知识太奥秘,制作过程太复杂。的确如此,电的技术发展得很快:新型的家用电器琳琅满目,电脑、彩电和不少现代电器在生活、学习、工作中不可缺少。但请您记住,它们都是由一个个小小的电子元器件和小电路组成的。只有从基本的电的知识学起,用基本电子电路制作一些小的电子作品,才能逐步学习更多的知识,掌握更高级的技术,做更大更复杂更有意义的电子作品,到那时您就会成为名副其实的电子工程师了。在学习电子制作之前先耐心地读一读本书,对您会有很大的帮助。

## 1. 挑选电子元器件,制作电路

各种电子书刊中有很多有趣的电路,如带闪光的、有声响的、有动作的,等等,那么您应如何选择这些电路呢?首先要浏览一下书和杂志的目录,找出感兴趣的制作对象,然后根据您目前的条件(主要是所能找到的元器件)及自己的能力来决定要制作的电子电路。一般对初学者来说,应是先易后难,循序渐进。

如果是第一次接触电学,可以先选择一些结构单一、元器件数量比较少的简单电路,如“音乐门铃”等电路。当您积累了一定的知识,有了经验,就可以进行像“收音机”“数字控制”等电路方面的制作。有趣的制作可以供您娱乐、欣赏,又可以鼓励您继续努力进行电子制作。

## 2. 看懂电路图

选好制作的具体电路后,仔细阅读文字和图的内容,要认真研究电路,争取看懂有关电路图,尤其是对每一个

元器件的作用要有所了解。初学者最迷惑的是电路图上有些符号的意义,因此要反复查资料搞清楚,特别是对有极性的元器件,要反复观察,记住它的极性记号及外形特点。比如发光二极管有正负极性,装反了就不会亮,这时您可通过观察二极管内芯两个极的不同形状,来辨别它的极性:形状小的相似三角形一端是正极,大的相似三角形的一端是负极。如果您能正确辨别有极性的电子元件,如三极管、电解电容、集成电路等,那您也就掌握了电子技术中的一种基本技能。

此外还应搞清楚电路图中导线的连接方法。哪些导线应该连接在一起,哪些导线不应该连接在一起。一般在导线连接点上有一个黑圆点的导线应连接在一起,而在导线交叉点上没有黑圆点或是用小弧线连接的为跨越线。

### 3. 选用合适的电路连接方法

电路实验制作,实际上就是正确连接元器件,沟通电路。在制作中哪怕只有某一点连接错误,也会导致实验制作的失败,因此要认真对待。如果您已经选好电路,了解了电路的来龙去脉和元器件的情况,筹齐了所需的元器件,在动手之前还必须知道一些电路的连接方法。

(1) 导线绞接法。要制作的一些电路比较简单,元器件不多,而且元器件引脚又比较长,可以采用此法。它通过元器件引脚之间或元器件引脚与导线之间互相绞和连接来保证电路的沟通。连接前,首先对有塑管的导线,要剥去一厘米左右长的塑管,用小刀刮净接线头,对元器件引脚也要如此处理;然后将接线头根据电路要求相互绞接四至数圈,并用绝缘胶布包上两层,防止连接头与他处碰触,使电路短路不能工作。此法操作简单,但连接点强度不够,在实际使用中要注意。

(2) 锡丝电焊法。此种方法要使用电烙铁。电烙铁通电发热,使锡丝熔化于元器件引线与导线之中。一般此法应用于印刷电路板制作的各种电路中。用此法焊接前,元器件引脚、导线及印刷电路板,都要经过去氧化物处理,即用小刀刮光后搪锡,印刷电路板还要涂上助焊剂。焊接时,先用电烙铁使锡丝熔化,然后把元器件引脚与电路板均匀加热,使焊锡固化在连接点上。焊接时要求焊点光洁美观,连接可靠,防止虚焊、假焊。

锡丝电焊法是电学实验制作中最常用的方法,也是电子制作最基本的技术,希望大家能够掌握此法。

(3) 螺钉固定法。这种方法的特点是只使用简单工具——螺丝旋子,在木板上制作电路。该法制作方便,电路直观,初学者容易接受。一般方法是:取一块厚 0.8~1.0 cm、长宽适宜的木板,把画有电路图的纸贴在木板上;然后按照电路图上元器件的位置,用自攻螺丝垫圈来固定元器件引脚或导线;接线头裸线部分至少要有 1 cm 以上,并安放在垫圈与自攻螺丝之间,然后用螺丝旋子慢慢地旋紧,以保证良好的接触。

(4) 插座接触法。此法利用插头、插座连接来接通电路。“电子魔块”“电子百拼”等电子积木游戏器均采用此法。一种是在插头插座中置放元器件,然后按图连接,主要方便初学者实验时学习简单的基本电路;另一种是使用专用插座,俗称“面包板”,复杂电路、多引脚元器件均可使用。“面包板”的缺点是使用时间一长,电路元器件容易接触不良。

#### 4. 仔细检查已制作的电路

对初学者来说,电子制作不一定一次就能成功,总有一个反复过程。因此碰到电路不工作,千万要冷静,不要慌乱。此时既不要埋怨自己,也无需责怪电路,应该集中精力去检查电路。

首先应该检查电路的连线。电路越复杂,连线错误可能也就越多。要按照电路图反复检查每一根连线和连接点(建议您每检查一根连线和一个连接点,都在电路图上做一个标记),特别要注意检查接触不好、错焊等情况。其次,要检查元器件的极性,注意极性方向。对二极管、三极管、电解电容器、集成电路等元器件要给予特别的关注,重点检查它们的引脚连接正确与否。最后,要保证电源供电正常。有的初学者在实验制作中使用新电池,认为这样电能一定很充足。岂不知在这以前,由于电路连线错误等原因,电池的电能已漏光或减少了。电的不足必然使电路不能正常工作。当您经过此番努力,电路仍然不能工作,也不要灰心,可以请教老师来排忧解难。如果您经过努力终于找到了电路不工作的原因,则您的知识技能也一定有了很大的提高。

本书由刘江海主编,涂传威、陈玮等任副主编。各章编写分工为:第 1 章由陈荣组织编写,第 2 章由吴奎、刘亚丽组织编写,第 3 章由陈玮组织编写,第 4 章由涂传威组织编写,第 5 章至第 7 章由刘江海组织编写。

本教材由湖北省高教学会高校计算机教学专业委员会

系主任、湖北工业大学计算机学院孙俊逸教授主审。本书的编者中,刘江海、涂传威为湖北工业大学商贸学院教师,陈玮为武汉市第二职业教育中心学校教师,陈荣为中国地质大学江城学院教师,吴奎、刘亚丽为郧阳师范高等专科学校教师。湖北工业大学商贸学院机电工程系主任吴家声教授、副主任张胜利教授,同时刘智强副教授、熊才高副教授、吴昊副教授、刘辉讲师、郭松梅讲师等在编写过程中给予了大力支持,提出了许多宝贵的意见,编者谨致谢意。

编 者

湖北工业大学商贸学院

2009 年 2 月

# 目 录

|              |                                |            |
|--------------|--------------------------------|------------|
| <b>第 1 章</b> | <b>EDA 工具软件 Quartus II 6.0</b> | <b>/1</b>  |
| 1.1          | 安装 Quartus II 6.0 软件           | /1         |
| 1.1.1        | PC 机系统配置要求                     | /1         |
| 1.1.2        | Quartus II 6.0 软件安装方法          | /1         |
| 1.1.3        | 安装 license                     | /5         |
| 1.2          | Quartus II 6.0 软件应用向导          | /6         |
| 1.2.1        | Quartus II 软件的主界面              | /6         |
| 1.2.2        | 建立工作库文件夹和编辑设计文件                | /6         |
| 1.2.3        | 创建工程                           | /7         |
| 1.2.4        | 编译前设置                          | /9         |
| 1.2.5        | 全程编译                           | /10        |
| 1.2.6        | 时序仿真                           | /11        |
| 1.2.7        | 引脚锁定设置和下载                      | /15        |
| 1.2.8        | 配置文件下载                         | /17        |
| 1.2.9        | AS 模式和 JTAG 间接模式编程配置器件         | /18        |
| 1.3          | 嵌入式逻辑分析仪的使用方法                  | /20        |
| 1.4          | 原理图输入设计方法                      | /23        |
|              | 习题                             | /26        |
| <b>第 2 章</b> | <b>集成电路</b>                    | <b>/27</b> |
| 2.1          | 集成电路简介                         | /27        |
| 2.2          | 半导体存储器和可编程逻辑器件介绍               | /28        |
| 2.3          | 数/模转换器和模/数转换器介绍                | /29        |
| 2.4          | 74 系列芯片                        | /29        |

|               |     |
|---------------|-----|
| 2.5 4000 系列芯片 | /40 |
| 2.6 其他系列芯片    | /47 |
| 习题            | /51 |

### 第 3 章 电子产品开发基础 /52

|                        |      |
|------------------------|------|
| 3.1 电子产品工艺知识概述         | /52  |
| 3.1.1 工艺工作概述           | /52  |
| 3.1.2 电子产品工艺工作程序       | /52  |
| 3.1.3 电子产品制造工艺技术       | /56  |
| 3.1.4 电子产品技术文件         | /58  |
| 3.2 电子产品工艺实训基础         | /65  |
| 3.2.1 锡焊技术             | /65  |
| 3.2.2 常用仪器、仪表的使用       | /70  |
| 3.3 电子设备的可靠性设计         | /83  |
| 3.3.1 影响电子设备可靠性的主要因素   | /83  |
| 3.3.2 电子元器件的选用         | /85  |
| 3.3.3 电子设备的可靠性防护措施     | /89  |
| 3.3.4 印制电路板布线的可靠性设计    | /96  |
| 3.3.5 PCB 电磁兼容设计中的地线设计 | /98  |
| 习题                     | /100 |

### 第 4 章 电子整机装配工艺 /102

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 4.1 整机装配工艺过程             | /102 |
| 4.1.1 整机装配工艺过程           | /102 |
| 4.1.2 流水线作业法             | /102 |
| 4.1.3 整机装配的顺序和基本要求       | /103 |
| 4.1.4 整机装配的特点及方法         | /104 |
| 4.2 电子整机装配前的准备工艺         | /104 |
| 4.2.1 搪锡技术               | /104 |
| 4.2.2 元器件引线的成形和屏蔽导线的端头处理 | /106 |
| 4.2.3 电缆的加工              | /108 |
| 4.3 印制电路板的组装             | /109 |
| 4.3.1 印制电路板装配工艺          | /109 |
| 4.3.2 印制电路板组装工艺流程        | /111 |
| 4.4 整机调试与老化              | /112 |
| 4.4.1 整机调试的内容和程序         | /112 |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 4.4.2 整机的加电老化            | /113 |
| 习题                       | /114 |
| <b>第5章 EDA 技术的基础电路设计</b> | /115 |
| 5.1 组合逻辑电路               | /115 |
| 5.1.1 8-3 线优先编码器设计       | /115 |
| 5.1.2 3-8 译码器            | /118 |
| 5.1.3 四选一数据选择器 VHDL 语言描述 | /120 |
| 5.1.4 二进制转为 BCD 码        | /122 |
| 5.1.5 比较器                | /124 |
| 5.2 时序逻辑电路               | /124 |
| 5.2.1 D 触发器的设计           | /124 |
| 5.2.2 T 触发器的设计           | /126 |
| 5.2.3 三进制计数器             | /127 |
| 5.3 综合小电路设计              | /128 |
| 5.3.1 二输入或门输出显示          | /128 |
| 5.3.2 三进制计数器的输出显示        | /129 |
| 5.3.3 二十四进制计数器的输出显示      | /131 |
| 习题                       | /138 |
| <b>第6章 EDA 技术的综合应用设计</b> | /139 |
| 6.1 多路彩灯控制器的设计           | /139 |
| 6.1.1 多路彩灯控制器的设计要求       | /139 |
| 6.1.2 多路彩灯控制器的设计方案       | /139 |
| 6.1.3 多路彩灯控制器各模块的设计与实现   | /139 |
| 6.2 智力抢答器的设计             | /143 |
| 6.2.1 抢答器的设计要求           | /143 |
| 6.2.2 抢答器的设计方案           | /143 |
| 6.2.3 抢答器各模块的设计与实现       | /143 |
| 6.3 量程自动转换数字式频率计的设计      | /150 |
| 6.3.1 频率计的设计要求           | /150 |
| 6.3.2 频率计的设计方案           | /150 |
| 6.3.3 频率计各模块的设计与实现       | /151 |
| 6.4 简易秒表设计               | /158 |
| 6.4.1 简易秒表的设计要求          | /158 |
| 6.4.2 简易秒表的设计方案          | /158 |

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 6.4.3 简易秒表各模块的设计与实现           | /158 |
| 6.5 用 8*8 行共阴、列共阳双色点阵发光器件显示汉字 | /170 |
| 6.5.1 发光器件显示汉字的设计要求           | /170 |
| 6.5.2 发光器件显示汉字的设计方案           | /170 |
| 6.5.3 发光器件显示汉字的设计与实现          | /170 |
| 6.6 音乐发生器                     | /187 |
| 6.6.1 音乐发生器的设计要求              | /187 |
| 6.6.2 音乐发生器的设计方案              | /187 |
| 6.6.3 音乐发生器的源代码               | /187 |
| 习题                            | /192 |

|                        |      |
|------------------------|------|
| 第 7 章 E-Play-SOPC      | /193 |
| 7.1 E-Play-SOPC 资源介绍   | /193 |
| 7.1.1 适配器布局及硬件资源       | /193 |
| 7.1.2 接口定义             | /194 |
| 7.2 E-Play-SOPC 基本硬件测试 | /202 |
| 7.2.1 测试文件的打开          | /202 |
| 7.2.2 基本硬件的测试          | /204 |
| 7.3 SOPC 应用程序测试        | /206 |
| 7.3.1 测试文件的打开          | /206 |
| 7.3.2 应用程序的测试          | /209 |
| 7.4 SOPC 程序固化测试        | /211 |
| 习题                     | /213 |
| 附录 面包板使用简介             | /214 |
| 参考文献                   | /216 |

# 第 1 章 EDA 工具软件 Quartus II 6.0

## 1.1 安装 Quartus II 6.0 软件

### 1.1.1 PC 机系统配置要求

- (1) CPU 在 Pentium II 400 MHz 以上,内存在 512 M 以上。
- (2) 硬盘大于 1 GB 的安装空间。
- (3) Windows 2000 或 Windows XP 操作系统。
- (4) 具有并行通信口或 USB 通信口,以便使用下载电缆。

### 1.1.2 Quartus II 6.0 软件安装方法

(1) 点击 Quartus II 6.0 软件安装包进入 disk1 文件夹,运行安装向导 Install. exe,如图 1.1.1 所示。

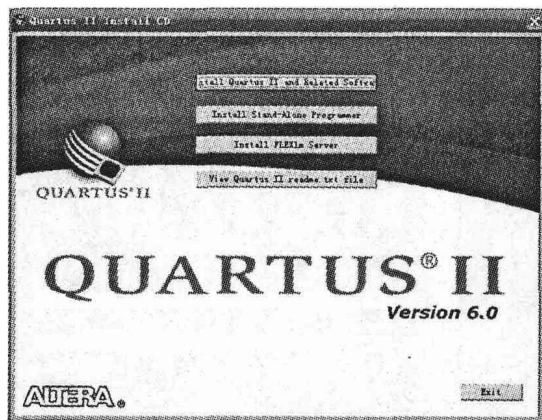


图 1.1.1 Quartus II 6.0 的安装向导

(2) 点击 “Install Quartus II and Related Software” 按钮,进入欢迎界面,点击 “Next” 进入安装 Quartus II 软件的安装向导界面。在这个安装向导界面中,选中 Quartus II 6.0,其他项目不选,点击 “Next” 按钮,进入下一步,如图 1.1.2 所示。

(3) 在 “License Agreement” 对话框中选 “I accept the terms of the \* \* \* \* \*

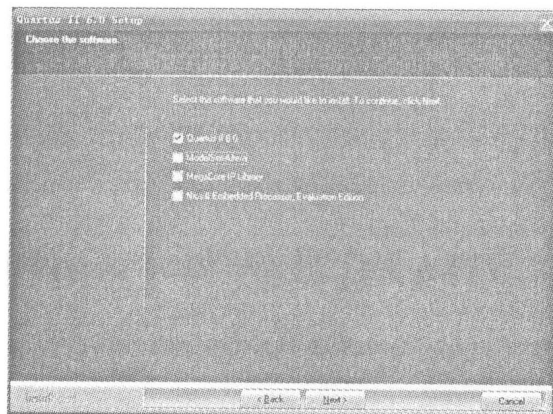


图 1.1.2 欢迎界面

agreement”选项,点击“Next”按钮,进入下一步,如图 1.1.3 所示。

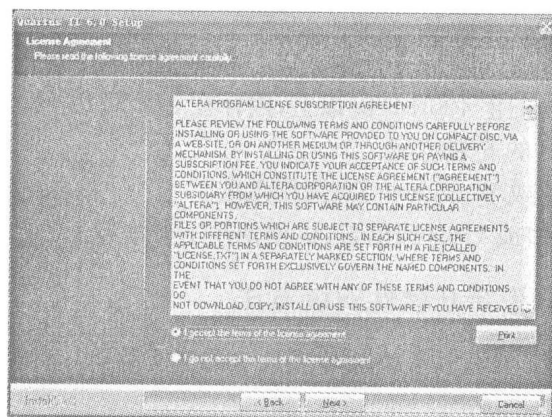


图 1.1.3 “License Agreement”对话框

(4) 在“Custom Information”对话框中,输入用户信息,User Name: ×××××× Company Name: ××××××,点击“Next”按钮,进入下一步,如图 1.1.4 所示。

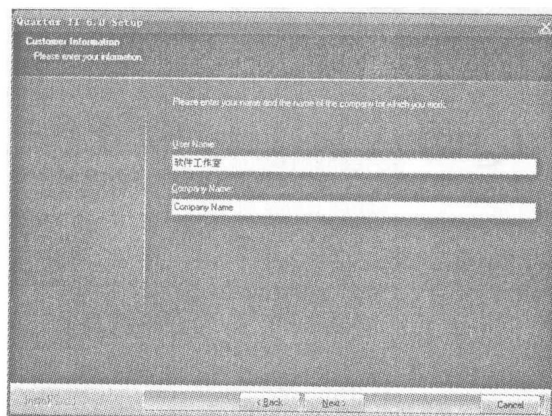


图 1.1.4 “Custom Information”对话框

(5) 在“Choose Destination Location”对话框中选择安装路径,也可使用默认路径。

确保硬盘上有足够的空间,点击“Next”按钮,进入下一步,如图 1.1.5 所示。

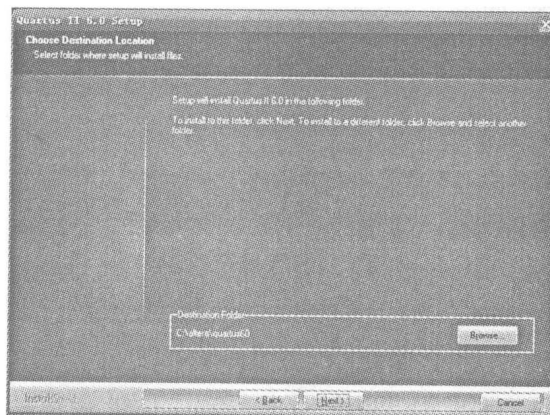


图 1.1.5 “Choose Destination Location”对话框

(6) 在“Setup Type”对话框中选 Complete 选项,点击“Next”按钮,进入下一步,如图 1.1.6 所示。

(7) 确认安装设置,点击“Next”按钮,安装向导开始复制相关的文件,如图 1.1.7 所示。

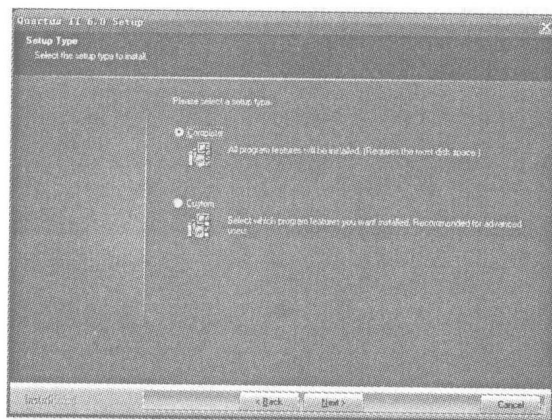


图 1.1.6 “Setup Type”对话框

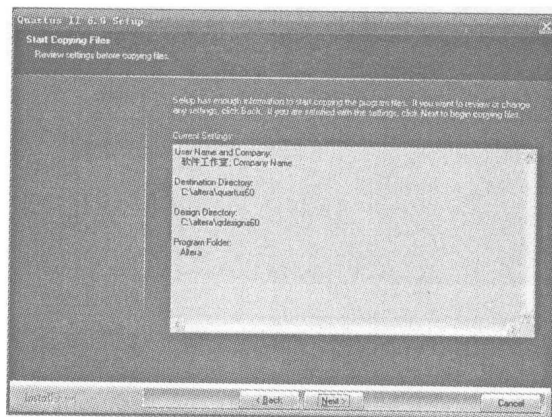


图 1.1.7 安装向导(一)