

■ 现代服务业系列实验教材 ■



本书配套实验光盘，提供教材案例中的
设计、实验及实用器件设计

计算机系统实验教程

■ 赵星秋 佟 强 主编



对外经济贸易大学出版社
University of International Business and Economics Press

现代服务业系列实验教材

计算机系统实验教程

赵星秋 佟 强 主编

对外经济贸易大学出版社
中国·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机系统实验教程 / 赵星秋等主编. —北京:
对外经济贸易大学出版社, 2012
现代服务业系列实验教材
ISBN 978-7-5663-0461-2

I. ①计… II. ①赵… III. ①计算机系统—实验—高
等学校—教材 IV. ①TP30—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 212194 号

© 2012 年 对外经济贸易大学出版社出版发行

版权所有 翻印必究

计算机系统实验教程

赵星秋 佟 强 主编

责任编辑: 李晨光 许曙宏

对外经济贸易大学出版社

北京市朝阳区惠新东街 10 号 邮政编码: 100029

邮购电话: 010-64492338 发行部电话: 010-64492342

网址: <http://www.uibep.com> E-mail: uibep@126.com

唐山市润丰印务有限公司印装 新华书店北京发行所发行

成品尺寸: 185mm × 230mm 9 印张 181 千字

2012 年 10 月北京第 1 版 2012 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5663-0461-2

印数: 0 001—3 000 册 定价: 23.00 元 (含光盘)

本套教材出版受到以下项目资助：

北京市级现代服务业人才培养实验教学示范中心

北京市级商务信息管理系列课程优秀教学团队

国家级和北京市级电子商务特色专业

现代服务业系列实验教材

编委会成员名单

编委会主任：陈进 对外经济贸易大学

编委会副主任：（按姓氏笔画排序）

王学东	华中师范大学
刘 军	北京交通大学
祁 明	华南理工大学
孙宝文	中央财经大学
汤兵勇	东华大学
张 宁	北京大学
宋远方	中国人民大学
李 琪	西安交通大学
杨 鹏	华道数据处理有限公司
张念录	中国国际电子商务中心
陈德人	浙江大学
柴洪峰	中国银联股份有限公司
覃 正	上海财经大学

编委会委员：（按姓氏笔画排序）

刘瑞林	对外经济贸易大学
沈 沉	对外经济贸易大学
赵星秋	对外经济贸易大学
黄健青	对外经济贸易大学
曹淑艳	对外经济贸易大学

总 序

现代服务业是依托于信息技术和现代管理理念而发展起来的知识和技术相对密集的服务业，具有应用信息技术和富于创新发展的主要特点。

现代服务业的发达程度是衡量经济、社会现代化水平的重要标志，是全面建设小康社会时期国民经济持续发展的主要增长点。发展现代服务业是实施国民经济可持续发展战略的需要和实现跨越发展的有效途径，也是调整我国经济结构、促进经济社会和人的全面发展、走向知识社会的必要条件。

近年来，我国十分重视现代服务业的发展，国家规划纲要明确指出坚持市场化、产业化、社会化方向，拓宽领域、扩大规模、优化结构、增强功能、规范市场，提高服务业的比重和水平。

现代服务业的快速发展对人才培养提出了新的要求，需要大量既具有比较扎实的基础理论与知识水平，又具有比较强的动手能力与操作能力，能适应现代化服务业发展需要的素质高、技能强的服务业创新人才。

对外经济贸易大学现代服务业实验教学示范中心是北京市批准的教育教学质量建设项目，目前已经形成了实验教学的完整体系，开设了电子金融、电子商务、网络营销、ERP 与供应链管理、经营管理中的决策方法、网络实用技术与应用、外贸实训等多门实验课程和实验项目；建立了完整的实验教学资料库；并建立了包括基础实验、核心实验和特色实验的实践教学课程体系；构建了实验课程、科研项目与专业实习有机结合的实践方案和管理系统。

现代服务业系列实验教材是对外经济贸易大学在教育部和北京市质量工程建设过程中，经过总结、提炼、完善，形成的一套针对现代服务业人才培养的实验教材。教材主要目的是培养学生综合素质和实践能力，教材的编者都是具有丰富实验教学经验的教师，书中凝聚了教师们的心血和汗水。本系列教材面向现代服务业的管理和应用人才，以实践能力和技术应用能力为培养目标。

我们希望现代服务业系列实验教材在人才培养实验教学改革和教学实践过程中起到积极作用。

本套教材在编写的过程中广泛吸纳了众多师生的宝贵意见，同时也得到了对外经济贸易大学出版社的领导和编辑们的大力支持，对他们表示衷心的感谢。

《现代服务业系列实验教材》编委会

2012 年 1 月

前 言

本实验教材是专门为文科背景，特别是财经类院校开设计算机系统课程的实践教学编写的。计算机系统是讲授计算机组成原理和工作过程的基础课程，是学习计算机硬件的必修课。在计算机应用如此广泛的今天，深入理解计算机原理无疑应该成为计算机相关专业本科生必备的知识。

计算机学科是一门应用型实践学科，这类课程的学习离不开教学实验，单靠理论讲授不仅很难引起学生兴趣，而且了解其内部工作原理也十分困难。作为文科院校，实验教学发展历史短，缺少理工院校的实验条件和环境，加之，需要类似实验环境的课程较少，如果建立相应的实验室不仅投资大，利用率也不高。在这种背景下，文科院校学生学习计算机系统非常困难，很多院校逐渐取消类似课程的学习，或者简化内容，严重影响了课程体系的完整性，因此，在文科类院校建立计算机教学实验环境就是迫切需要解决的问题之一。

为了提高学生实际应用能力，教育部在《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》中提出了“大力加强实践教学，切实提高大学生的实践能力。”为落实上述精神，我校几代计算机系统教师经过长期探索，引入以 EDA 仿真代替实物实验的教学方法，不仅为学生提供了学习计算机组成的实验环境，而且投入少，实验灵活。在多年的教学实践探索中开发了一系列计算机系统模块和实验教学内容，我们把它编写成书，供大家学习计算机系统时参考。本教材涉及的实验都是本校教师多年实践的成果，设计中并没有采用硬件描述语言如 VeriLog 来编写，主要是为了给学生建立更加直观的概念。

本教材的主要内容包括：

- (1) 数字逻辑电路设计与 EDA 仿真软件 Quartus 的使用；
- (2) 运算器 ALU 原理设计；
- (3) 存储器设计与仿真；
- (4) 特殊寄存器及计算机辅助部件原理实验；
- (5) 指令与汇编语言程序设计；
- (6) 微程序操作控制器设计；
- (7) 操作系统和软件运行的测量。

使用本教材进行仿真实验需要安装 Altera 公司的 Quartus II 软件, 该软件可以在 Altera 公司网站申请, 公司为教育机构提供免费软件使用权限。Quartus II 软件是电子硬件设计流行的 EDA 软件, 可以把逻辑表达式用逻辑器件实现, 再编译到 FPGA 中。软件可以对逻辑设计结果进行功能仿真和时序仿真, 检查逻辑设计是否正确, 软件也提供了功耗分析等实际器件生成的重要参数进行检查, 这些对专门从事电子设计专业的学生非常重要, 对仅仅理解计算机系统组成的专业来说就没有必要了, 本教材的重点是逻辑功能仿真。

本教材中的设计电路图均来自 Quartus II 软件截图, 虽然书中文字设有下标, 但由于图片来自真实的软件截图, 所以文中下标数字在图中均为正常文字。

本教材是“计算机系统实践教程”配套实验教材, 教材中带有*号部分供感兴趣的学生参考, 整个课程教学时数为 48 课时, 实验部分 16 学时, 教学内容包括计算机基础理论和技术, 运算器, 存储器系统, 计算机指令系统, 计算机汇编语言程序设计, 计算机控制器原理, 计算机外设(中断和 DMA), 操作系统(Linux), 软件运行的测量等。考虑到文科院校计算机相关专业教学时数所限, 本课程整合了计算机专业几门课程的内容在一起, 目的是给学生对计算机知识体系有一个比较完整的概念, 这对教师和学生都是一个考验。

本教材的光盘除了提供教材案例中的设计、实验外, 还包括一些实用器件设计, 供有兴趣的学生参考。

本教程在课程体系形成和编写过程中得到了姜咏江老师的大力支持, 信息学院许多老师提出了宝贵的意见, 学生高琢、陈虹洁、俞蒙蒙等测试了大量实验案例, 在此表示深切的谢意。

目 录

实验 1 逻辑设计与 EDA 仿真软件的使用	1
1.1 实验目的	1
1.2 实验内容	1
1.3 实验步骤	2
1.3.1 启动 Quartus II 9.0	2
1.3.2 建立项目	3
1.3.3 建立设计文件	7
1.3.4 编译	11
1.3.5 封装为模块	13
1.3.6 进行功能仿真	14
1.3.7 实验结论	22
1.4 译码器设计	22
实验 2 运算器 ALU 实验	25
2.1 加法器设计	25
2.1.1 实验题目	25
2.1.2 实验内容	25
2.1.3 实验目的与要求	25
2.1.4 实验步骤	26
2.1.5 1 位全加器 FA 设计	26
2.1.6 4 位加法器设计	29
2.1.7 4 位加/减法器设计	31
2.2 ALU 单元设计	33
2.2.1 4 位“与”、“或”、“非”单元	33
2.2.2 三态门	35
2.2.3 三态门应用	35
2.2.4 多运算部件相连	38

2.2.5	4 位 ALU 功能仿真	38
2.2.6	实验结论	40
2.3	*快速运算器设计 (选学)	41
2.3.1	1 位快速 ADD	41
2.3.2	快速 4 位加法器——先行进位	42
实验 3	存储器实验	49
3.1	寄存器设计实验	49
3.1.1	实验题目	49
3.1.2	实验内容	49
3.1.3	实验目的与要求	49
3.1.4	实验步骤	50
3.2	寄存器组设计实验	52
3.2.1	实验题目	52
3.2.2	实验内容	52
3.2.3	实验目的与要求	52
3.2.4	实验步骤	53
3.2.5	实验结论	56
3.3	大容量存储器设计实验	56
3.3.1	实验题目	56
3.3.2	实验内容	56
3.3.3	实验目的与要求	56
3.3.4	实验步骤	56
实验 4	特殊寄存器单元实验	
	——通用寄存器 (累加器)、计数器	63
4.1	实验题目	63
4.2	移位寄存器设计实验	63
4.2.1	实验题目	63
4.2.2	实验目的与要求	63
4.2.3	实验步骤	64
4.2.4	仿真实验	65
4.3	累加器设计实验	66

4.3.1 实验内容	66
4.3.2 实验目的与要求	66
4.3.3 实验步骤	66
4.3.4 累加器仿真	67
4.4 计数器实验	69
4.4.1 实验题目	69
4.4.2 实验目的与要求	69
4.4.3 实验步骤	69
4.4.4 实验结论	70
4.4.5 *调用 Quartus 计数器	71
4.5 用于微程序控制器的节拍发生器——地址发生器	74
实验 5 指令系统实验	
——汇编语言上机实验和 Debug 命令使用	77
5.1 实验目的	77
5.2 实验内容	77
5.3 实验步骤	77
5.3.1 Debug 的使用	77
5.3.2 Debug 实例	84
5.4 汇编集成开发环境 RadASM	85
实验 6 微程序操作控制器设计	95
6.1 实验题目	95
6.2 实验内容	95
6.3 实验目的与要求	96
6.4 实验步骤	96
6.4.1 指令节拍分析	96
6.4.2 条件转移指令的实现	102
6.4.3 设计操作控制器 OC	103
6.4.4 初始化文件生成	104
实验 7 操作系统和软件测量	109
7.1 实验题目	109

7.2 实验目的与要求.....	109
7.3 实验步骤	110
7.3.1 任务管理器.....	110
7.3.2 Linux 操作系统	114
7.3.3 程序执行时间测量	128
参考文献.....	130

实验 1

——逻辑设计与 EDA 仿真软件的使用——

1.1 实验目的



实验笔记

逻辑电路是计算机功能实现的基本物理组成单元之一，通过简单的逻辑电路设计和仿真，可以帮助学生理解逻辑表达式是如何通过电路来实现的。

本实验的目的是帮助学生熟悉 Quartus II 9.0 的工作环境，理解逻辑电路的组成和工作原理。要求学生能够运用 Quartus II 9.0 设计逻辑电路，并通过功能仿真对其进行验证。

1.2 实验内容

- (1) 熟悉 EDA 设计软件 Quartus II 9.0，掌握原理图输入方法；
- (2) 根据 1 位数加法逻辑表达式 $S = \overline{A}B + A\overline{B}$ ， $C = AB$ ，使用 EDA 设计软件 Quartus II 9.0 绘制出如图 1-1 所示的逻辑电路并验证。

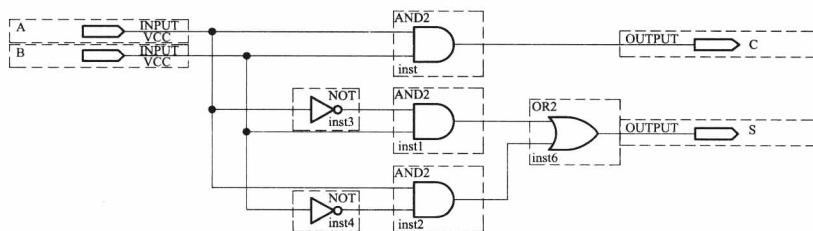


图 1-1 一位加法器逻辑电路图



1.3 实验步骤

本实验主要步骤包括熟悉 EDA 软件 Quartus II 的用户界面、功能和操作使用方法。

1.3.1 启动 Quartus II 9.0

安装 Quartus II 软件后,在“开始”菜单中的程序中添加了 Altera 程序,桌面上也会生成快捷方式。使用时,在系统桌面上打开 Quartus II 9.0 的快捷方式图标,也可以选择“开始”菜单的“所有程序”选择,如图 1-2 所示。

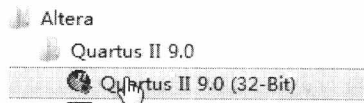


图 1-2 启动 EDA 软件 Quartus II

Quartus II 9.0 启动成功后出现如图 1-3 所示界面,如果出现图 1-4 所示的界面,则说明软件许可证不可用,如果有指定的许可证文件,在该窗口选择“specify valid license file”,单击“OK”按钮,进入启动窗口。

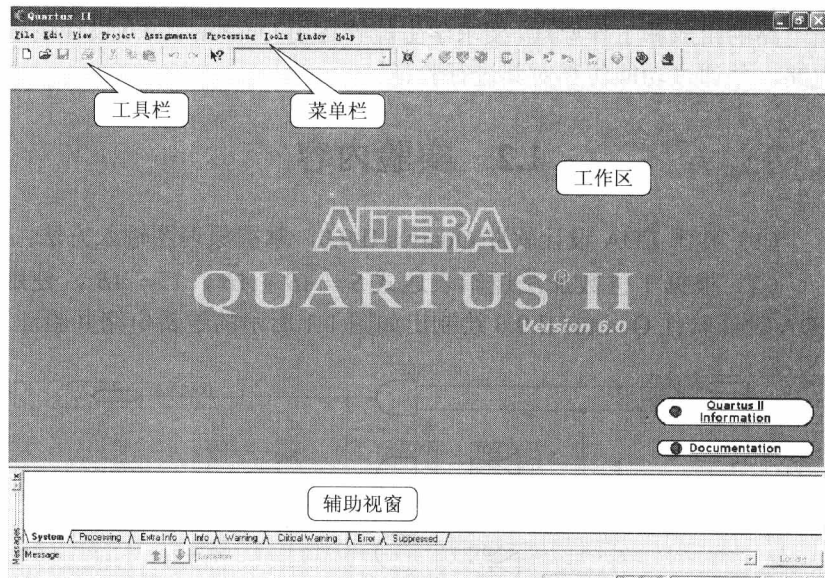


图 1-3 启动 Quartus II

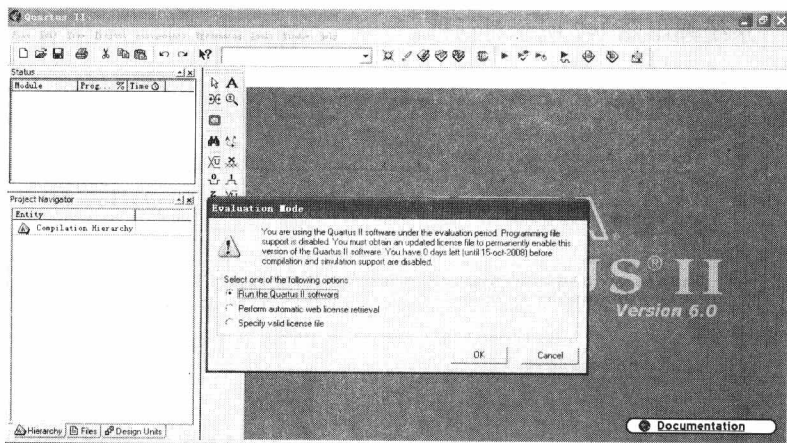


图 1-4 无使用许可证 license

Quartus II 9.0 界面主要由菜单栏、工具栏、工作区和多种辅助视图构成。

菜单栏包括：File（文件），Edit（编辑），View（查看），Project（项目），Assignments（分配），Processing（处理），Tools（工具），Window（窗口）和 Help（帮助）。如图 1-5 所示。其他面板和工具栏在后面使用中逐步介绍。

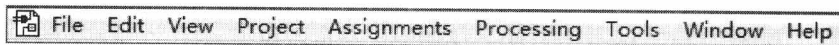


图 1-5 Quartus II 菜单栏

File 菜单是文件管理，包括新建、打开、关闭文件和项目。

1.3.2 建立项目

在使用 Quartus II 9.0 进行电路设计之前必须先建立项目（project），项目是设计工作的统一管理文件。建立项目的方法是选择文件 File 菜单中的命令 New Project Wizard，如图 1-6 所示。

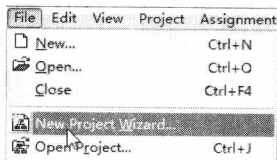


图 1-6 建立 project

实验笔记

系统弹出图 1-7 所示对话框。

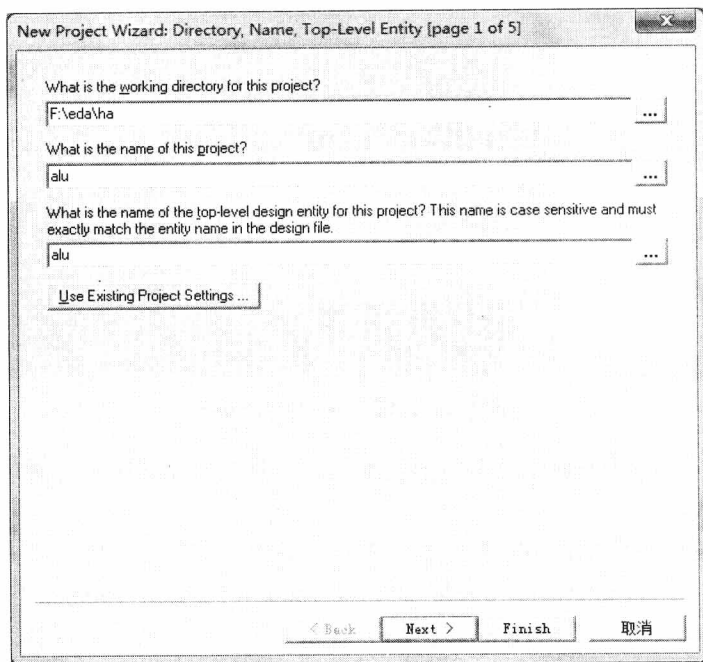


图 1-7 新建项目对话框

在第一栏中输入项目所在的路径（在此选择 F 盘上的一个计算机设计文件夹，如 F:\veda\ha），第二栏中输入所建项目的名称（在此输入 alu），同时系统自动在第三栏中输入项目顶层文件的名称 alu。以上工作完成后单击“Next”按钮，如果输入的文件夹并不存在，系统会提示是否建立，选择“是”之后，即可建立相应文件夹。进入建立项目的第 2 页，第 2 页可以添加该项目所用到的文件，如图 1-8 所示，以备添加已有文件之需。在此直接单击“Next”按钮即可。

接着，系统弹出如图 1-9 所示的选择目标器件及参数对话框，目标器件的参数包括器件封装型号（FPGA, PQFP, TQFP, ANY）、引脚数（144, 240, 256, 324, 400, ANY）和速度级别（6, 7, 8, 最快级, ANY）。此处，作为仿真，选择软件默认的设置“Cyclone”，器件封装等参数为任意即可。

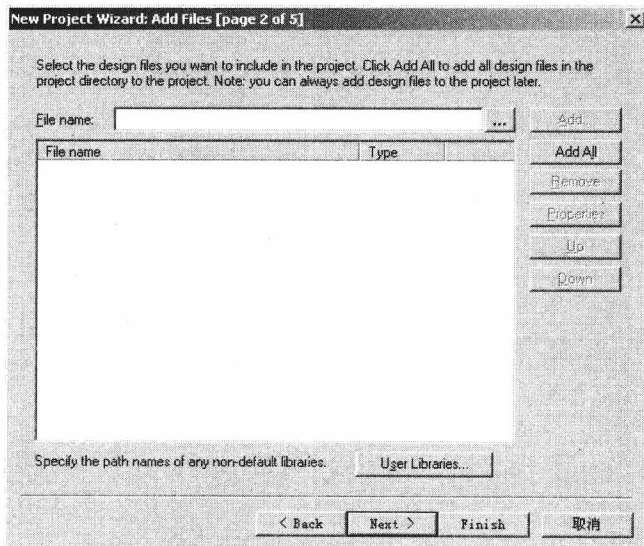


图 1-8 添加项目文件对话框

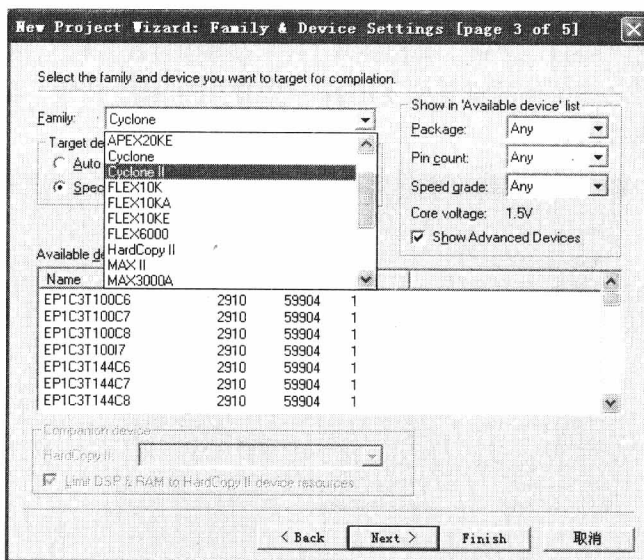


图 1-9 选择目标器件及参数对话框

单击“Next”按钮之后系统弹出 EDA 工具设置对话框，按照图 1-10 所示窗口中的参数进行选择。