

SPCE061A

基于凌阳SPCE061A设计 实验平台的专业综合设计教程

■ 卢胜利 编著

JIYU LINGYANG SPCE061A SHEJI SHIYAN PINGTAI DE
ZHUANYE ZONGHE SHEJI JIAOCHENG



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TP308.1

314

2007

基于凌阳 SPCE061A 设计 实验平台的 专业综合设计教程

卢胜利 编著

机械工业出版社

凌阳科技大学在全国高校(包括部分专科和职业院校)推广凌阳 16 位 SoC 单片机(SPCE061A),已取得不错的效果,尤其是凌阳的 SPCE061A 精简开发板(61 板)已经得到广泛应用。许多高校还开设了以凌阳 SPCE061A 为典型样机的 16 位单片机原理及应用课程。本书以高等院校电气类专业综合设计为主线,阐述以培养学生专业综合素质、工程设计和创新实践能力为宗旨的专业综合设计实践课程的意义和作用;全面系统介绍凌阳 SPCE061A 芯片(16 位 SoC 单片机)的组成原理、指令系统(含伪指令)、汇编语言和 C 语言程序设计方法、 $\mu'nSP^TM$ 集成开发环境(IDE)的功能及使用方法,介绍体现凌阳 16 位 SoC 单片机特色的音频信号处理技术以及 SPCE061A 精简开发板(61 板)和配套模组等;从学习实践的需要出发,分别给出基于凌阳 SPCE061A 设计实验平台的基础实践训练项目、专业综合设计范例和设计项目,并就专业综合设计实践课程成绩考核及评定办法提出参考方案。

本书可作为高等院校(包括机电类专科院校和职业院校)自动化、电气技术、测控技术、机电一体化以及计算机应用等专业开设专业综合设计实践课程或 16 位单片机原理及应用课程的教材,也可作为广大在校学生和工程技术人员学习凌阳 16 位单片机应用技术的自学教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基于凌阳 SPCE061A 设计实验平台的专业综合设计教程/
卢胜利编著. —北京:机械工业出版社, 2006. 12
ISBN 7-111-20430-1

I. 基... II. 卢... III. 单片微型计算机, 凌阳 SPC
E061AS - 系统设计 - 教材 IV. TP368. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 142975 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:吉玲 责任编辑:刘星宁 版式设计:霍永明

责任校对:张晓蓉 封面设计:马精明 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 27.25 印张 · 671 千字

0001—4000 册

定价:42.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话(010)88379768

封面无防伪标均为盗版

随着时代的进步和科学技术的发展,各种专业技术知识相融合的趋势日渐明显。培养大学生专业综合能力和创新实践能力越来越受到全国各高校,尤其是以培养高级工程技术人才为办学特色的各类高校的重视。在加强课程设计和毕业设计(论文)教学环节的同时,许多高校为强化专业综合素质、强化工程设计和创新实践能力的培养,又陆续开设了专业综合设计(Specialty Synthetic Design)实践课程。专业综合设计实践课程是在完成基础理论课程、专业基础课程和专业主干课程学习之后开设的一门特殊的课程设计类课程。与普通课程设计实践教学环节相比,专业综合设计实践课程强调各种专业知识及专业技能的融会贯通和综合运用;与毕业设计(论文)培养环节相比,专业综合设计隐去设计实践项目的具体背景,专注于培养和锻炼运用专业知识及专业技能从事系统设计的能力,专注于培养按专业规范表达系统设计思想和设计方案的能力等。天津工程师范学院自动化工程系从2005年开始在电气技术教育和自动化等专业陆续开设专业综合实践课程,按照课程设计类课程规范格式编制了《专业综合设计教学大纲》,并依托现有实验设备和场地,陆续建立了若干个专业综合设计实验平台。其中凌阳 SPCE061A 设计实验平台投资最小,见效最快,受到学生和指导教师的广泛欢迎。编写本书的目的是为了帮助学生和指导教师尽快熟悉凌阳 SPCE061A 设计实验平台,并使基于凌阳 SPCE061A 设计实验平台的综合设计实践课程更加规范化。

近年来,凌阳大学计划在全国高校(包括部分专科和职业院校)推广凌阳 16 位 SoC 单片机(SPCE061A),已取得不错的效果,尤其是凌阳的 SPCE061A 精简开发板(61 板)已经得到广泛普及。许多高校(如西安电子科技大学)已经开设了以凌阳 SPCE061A 芯片为典型样机的 16 位单片机原理与应用课程。本书以电气类专业综合设计为主线,对 SPCE061A 芯片(16 位 SoC 单片机)的组成原理、凌阳指令系统(含伪指令)、汇编语言和 C 语言程序设计方法、凌阳 $\mu'nSP^{\text{TM}}$ 集成开发环境(IDE)的功能及使用方法,对体现凌阳 16 位 SoC 单片机特色的音频信号处理技术以及 SPCE061A 精简开发板(61 板)和配套模组等均给予了系统介绍,并给出了大量各类范例和设计项目。本书内容全面、层次分明、叙述详尽,既可作为高等院校(包括机电类专科院校和职业院校)自动化、电气技术、测控

技术、机电一体化以及计算机应用等专业开设专业综合设计实践课程或 16 位单片机原理及应用课程的教材,也可作为广大在校学生和工程技术人员学习凌阳 16 位单片机应用技术的自学教材或参考书。全书共分为 8 章。第 1 章围绕学生专业综合素质和创新实践能力的培养,介绍专业综合设计实践课程的特点,阐述开设专业综合设计实践课程的意义和教学大纲,介绍建设设计实验平台的重要性以及凌阳 SPCE061A 设计实验平台的基本概况。第 2 章介绍凌阳 SPCE061A 16 位 SoC 芯片(16 位 SoC 单片机)的组成原理,包括引脚信号、内部组成、内核结构(CPU)、系统时钟、ADC、DAC、中断系统、通用异步收发器(UART)通信、串行口输入输出(SIO)端口等。第 3 章介绍凌阳 $\mu'nSP^{\text{TM}}$ 指令系统(含伪指令),介绍采用汇编语言和 C 语言设计 SPCE061A 应用程序的方法,介绍凌阳 $\mu'nSP^{\text{TM}}$ 集成开发环境(IDE)的强大功能及使用方法。第 4 章专门介绍体现凌阳 16 位单片机特色的音频信号处理技术,包括音频基本知识、音频信号压缩算法、语音辨识技术基础和语音播放应用程序接口(API)函数及应用范例等。第 5 章重点介绍作为凌阳 SPCE061A 设计实验平台核心的凌阳 SPCE061A61 精简开发板(61 板)以及与 61 板配套的各种典型模组(LED、键盘、电机控制、点阵式液晶显示、红外测温、超声波测距等),利用 61 板和配套模组可以在实验室环境中模拟众多实际的检测和控制对象,为完成特定的专业综合设计项目创造良好的设计实验条件。第 6 章给出若干基于凌阳 SPCE061A 设计实验平台的基础实践训练项目。这些基础实践项目既可作为参加专业综合设计学生学习凌阳 SPCE061A 应用技术的基础性练习项目,也可作为开设凌阳 16 位单片机原理及应用技术课程的实验项目。第 7 章先介绍若干专业综合设计范例,供参加专业综合设计的学生学习参考,随后按照规范格式列出 12 个专业综合设计选题,供指导教师布置专业综合设计项目参考。第 8 章介绍专业综合设计报告的规范内容及格式和专业综合设计报告范例,还就专业综合设计实践课程的成绩考核及评定办法提出具体参考方案。本书由天津工程师范学院自动化工程系卢胜利研究员编著,书中总结了天津工程师范学院电气技术教育专业两届近 200 位同学基于凌阳 SPCE061A 设计实验平台的专业综合设计实践课程经验。在本书的编著过程中,作者参阅了国内外许多书籍、资料和文献;凌阳科技大学计划给予了很大的支持和帮助;天津工程师范学院自动化系相关教师也给予了鼓励、支持和帮助,为本书的编著提供了良好的教学实践基础;机械工业出版社电工电子分社的领导和编辑给予了热情的鼓励和指导;杨洁女士帮助绘制了部分插图,在此一并表示深深的谢意!

开设专业综合设计实践课程是高校教育教学改革中涌现的新生事物,尚没有成熟的经验可供借鉴。加之作者的水平和能力有限,疏漏和错误之处在所难免,恳请广大读者给予批评和指正!

作者电子邮箱:LSL5612@163.com

作 者

2006 年 8 月 31 日于天津

前言

第1章 专业综合设计实践课程 /1

- 1.1 专业综合设计实践课程概述 /1
- 1.2 专业综合设计实践课程教学大纲 /2
- 1.3 专业综合设计实验平台 /4

第2章 SPCE061A 组成原理 /6

- 2.1 SPCE061A 结构与引脚 /6
- 2.2 凌阳 16 位 $\mu'nSP^{\text{TM}}$ 微控制器内核 /8
 - 2.2.1 算术逻辑单元 /9
 - 2.2.2 寄存器组 /10
 - 2.2.3 数据总线和地址总线 /12
- 2.3 SPCE061A 存储器结构 /12
 - 2.3.1 SRAM /12
 - 2.3.2 堆栈 /12
 - 2.3.3 闪存 /13
- 2.4 SPCE061A 输入/输出端口 /14
 - 2.4.1 I/O 端口结构 /14
 - 2.4.2 并行 I/O 端口组合控制范例 /16
 - 2.4.3 B 端口的特殊功能 /17
 - 2.4.4 B 端口工作方式控制单元 /18
 - 2.4.5 IOB8 和 IOB10 应用设置 /19
- 2.5 SPCE061A 的系统时钟与时基信号 /20
 - 2.5.1 实时钟电路 /20
 - 2.5.2 锁相环 /20
 - 2.5.3 系统时钟 /20
 - 2.5.4 时基信号 /22
- 2.6 SPCE061A 的定时器/计数器 /23
 - 2.6.1 定时器/计数器结构 /23
 - 2.6.2 定时器/计数器设置 /25
- 2.7 SPCE061A 睡眠与唤醒 /28
 - 2.7.1 睡眠 /28

- 2.7.2 唤醒 /28
- 2.8 SPCE061A 的模数转换器 /29
 - 2.8.1 ADC 通道及其控制 /29
 - 2.8.2 MIC_IN 通道 ADC /34
- 2.9 SPCE061A 的 DAC 音频输出 /35
 - 2.9.1 DAC 音频输出通道结构 /35
 - 2.9.2 DAC 音频输出特性 /37
- 2.10 低电压监测/低电压复位 /38
 - 2.10.1 低电压监测 /38
 - 2.10.2 低电压复位 /39
- 2.11 串行输入输出端口 /39
- 2.12 SPCE061A 的通用异步串行接口 /42
- 2.13 保密设定与看门狗定时器 /46
 - 2.13.1 保密设定 /46
 - 2.13.2 看门狗定时器 /46
- 2.14 中断系统 /47
 - 2.14.1 中断类型和中断方式 /47
 - 2.14.2 中断向量和中断源 /47
 - 2.14.3 中断控制 /49
 - 2.14.4 中断响应 /53
 - 2.14.5 中断服务流程 /54

第3章 $\mu'nSP^{TM}$ 程序设计与集成开发环境 /56

- 3.1 $\mu'nSP^{TM}$ 指令系统 /56
 - 3.1.1 指令与语言的基本概念 /56
 - 3.1.2 $\mu'nSP^{TM}$ 指令系统概述 /57
 - 3.1.3 数据传送类指令 /58
 - 3.1.4 算术运算类指令 /61
 - 3.1.5 逻辑运算类指令 /66
 - 3.1.6 程序转移控制类指令 /71
 - 3.1.7 其它控制类指令 /73
 - 3.1.8 伪指令 /75
 - 3.1.9 段定义与段调用 /83
 - 3.1.10 过程定义与过程调用 /84
 - 3.1.11 宏定义与宏调用 /85
 - 3.1.12 结构定义与结构调用 /87
 - 3.1.13 伪指令应用举例 /91
- 3.2 $\mu'nSP^{TM}$ 程序设计 /100
 - 3.2.1 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 的项目组织结构 /100

- 3.2.2 汇编语言程序设计 /101
- 3.2.3 C 语言程序设计 /116
- 3.2.4 C 语言和汇编语言混合编程 /124
- 3.2.5 C 语言的嵌入式汇编 /127
- 3.2.6 利用嵌入式汇编实现对端口寄存器的操作 /129
- 3.2.7 应用程序设计 /132
- 3.3 $\mu'nSP$ 集成开发环境 /136
 - 3.3.1 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 的安装 /136
 - 3.3.2 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 主窗口 /137
 - 3.3.3 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 主菜单 /137
 - 3.3.4 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 工具栏 /142
 - 3.3.5 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 工作区 /143
 - 3.3.6 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 输出区 /144
 - 3.3.7 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 编辑区 /144
 - 3.3.8 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 调试窗口 /145
 - 3.3.9 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 的项目 /149
 - 3.3.10 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 的代码剖视器 /153
 - 3.3.11 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 工程中包含的文件类型 /153
 - 3.3.12 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 库文件加载 /154
 - 3.3.13 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 头文件加载 /155

第4章 凌阳音频 /158

- 4.1 音频背景知识 /158
 - 4.1.1 音频概述 /158
 - 4.1.2 音频信号数字化 /158
 - 4.1.3 音频格式 /158
 - 4.1.4 语音压缩编码基础 /160
 - 4.1.5 语音合成与辨识技术 /161
- 4.2 凌阳音频简介 /162
 - 4.2.1 凌阳音频压缩算法的编码标准 /162
 - 4.2.2 压缩分类 /162
 - 4.2.3 凌阳常用的音频形式和压缩算法 /162
 - 4.2.4 凌阳语音的播放、录制、合成和辨识 /163
- 4.3 常用应用程序接口 /163
 - 4.3.1 概述 /163
 - 4.3.2 语音播放应用程序接口函数 /164
 - 4.3.3 SACM_A2000 格式的自动播放范例 /167
 - 4.3.4 SACM_A2000 格式的手动语音播放范例 /181
 - 4.3.5 SACM_S480 格式的语音播放范例 /187

- 4.3.6 SACM_A2000 与 SACM_S480 混合播放范例 /189
- 4.3.7 SACM_MS01 /194
- 4.3.8 SACM_DVR /198
- 4.3.9 键控程序模块 /202
- 4.3.10 语音辨识 /208
- 4.3.11 语音 API 函数占用的寄存器 /217

第 5 章 SPCE061A 设计实验平台 /219

5.1 SPCE061A 精简开发板 /219

- 5.1.1 61 板电路原理 /221
- 5.1.2 61 板组装与测试 /223

5.2 配套模组及外围元器件 /229

- 5.2.1 LED 键盘模组 /230
- 5.2.2 SPLC701 液晶模组 /237
- 5.2.3 SPGT62C19B 电机控制模组 /244
- 5.2.4 红外测温模块 /255
- 5.2.5 超声波测距模组 /260

第 6 章 基于凌阳 SPCE061A 平台的基础实践 /265

6.1 $\mu'nSP^{TM}$ 集成开发环境 /265

- 6.1.1 在 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 下编写调试汇编语言程序 /266
- 6.1.2 在 $\mu'nSP^{TM}$ IDE 下编写调试 C 语言程序 /271

6.2 I/O 端口控制 /275

- 6.2.1 汇编语言程序控制 A 端口输入、B 端口输出 /275
- 6.2.2 C 语言程序控制 A 端口输入、B 端口输出 /280

6.3 存储器读写 /282

- 6.3.1 片内 2K 字 SRAM 读写 /283
- 6.3.2 片内 32K 字 Flash 存储器读写 /286

6.4 系统时钟、Timer A/B 与 PWM /292

- 6.4.1 系统时钟 /292
- 6.4.2 Timer A/B 与 PWM /295

6.5 模/数转换 /298

6.6 数/模转换 /302

6.7 中断控制 /304

- 6.7.1 FIQ 中断 /306
- 6.7.2 IRQ0/IRQ1/IRQ2 中断 /310
- 6.7.3 IRQ4 中断 /314
- 6.7.4 外部中断 /318
- 6.7.5 键唤醒中断 /321

6.8 异步通信 /325

第7章 基于 SPCE061A 平台的专业综合设计 /331

- 7.1 专业综合设计范例 /331
 - 7.1.1 模拟交通路口控制 /331
 - 7.1.2 红外测温仪 /346
 - 7.1.3 语音控制运动小车 /349
 - 7.1.4 电冰箱控制器 /363
 - 7.1.5 RS-485 总线多机通信 /370
- 7.2 专业综合设计项目 /375
 - 7.2.1 直流电机控制系统 /376
 - 7.2.2 Flash 存储器自动写入和传输系统 /376
 - 7.2.3 双路信号采集存储系统 /378
 - 7.2.4 太阳能热水器控制器 /378
 - 7.2.5 家用安全报警系统 /379
 - 7.2.6 超声波测距仪 /380
 - 7.2.7 基于 SD 的数码录音及播放系统 /381
 - 7.2.8 学习型万能遥控器 /382
 - 7.2.9 简易型菜单式人机交互系统 /382
 - 7.2.10 多功能实时钟系统 /383
 - 7.2.11 (DS18B20)数字温度计 /384
 - 7.2.12 运动小车多功能控制系统 /386

第8章 专业综合设计报告与成绩评定 /389

- 8.1 专业综合设计报告内容及格式要求 /389
- 8.2 专业综合设计报告范例 /391
- 8.3 课程考核与成绩评定 /398

附录 /400

- 附录 A 凌阳 61 板电路原理图 /400
- 附录 B 凌阳 LED 键盘模组电路原理图 /402
- 附录 C 凌阳电机模组电路原理图 /403
- 附录 D 凌阳超声波测距模组电路原理图 /404
- 附录 E SPCE061A 端口速查表 /405
- 附录 F C-Lib 中的函数集 /406
- 附录 G $\mu'nSP^{\text{TM}}$ 编译相关错误信息 /415

参考文献 /423

第1章 专业综合设计实践课程

1.1 专业综合设计实践课程概述

我国高等教育的改革正在逐步深入,教育理念和办学思路都在不断进化和发展。大力培养具有创新精神和创新实践能力的创新型人才,大力培养专业综合素质好、实践能力强的工程技术类人才成为高等院校,尤其是工程技术类院校的重大使命。为适应现代社会对工程技术类人才的需求,我国各高等院校在工程技术类人才的培养方案中,普遍设置了大量的实践课程,主要有课程实验(如电路原理、模拟电路、数字电路)、实习(如金工实习、电子工艺实习)、工程实训(如维修电工、数控加工)、课程设计(如自控原理、微机原理与接口技术)、毕业实习和教育实习(师范类专业)等。随着科学技术的不断进步和发展,各学科之间、各专业之间、各门课程之间的相互渗透和关联不断加深,故需要设置专门培养专业综合素质和专业综合设计能力的实践教学环节。专业综合设计实践课程就是其中的重要课程之一。它是在完成基础理论课程、专业基础课程和大部分专业主干课程学习之后,在学生拥有较为丰富的专业知识和一定的专业技能的基础上开设的综合性实践课程。

专业综合设计实践课程属于课程设计类课程,却又不同于一般课程设计。一般课程设计通常局限于一门专业主干课程的内容,不具有培养专业综合素质的功能,而且由于经费等条件所限,一般课程设计不能强行要求设计实物(设计样机),因而培养实践能力的功能往往不到位。设置专业综合设计实践课程,可以有效地弥补一般课程设置在培养专业综合素质和实践能力方面的不足。一方面,专业综合设计实践课程以综合型项目设计为教学内容,需要综合若干门课程的专业主干课程的知识才能完成设计任务,因此专业综合素质和运用所学知识解决实际工程设计问题的能力得到了培养和锻炼。另一方面,专业综合设计实践课程要求在特定的设计实验平台上完成设计实物(设计样机),必须具有一定的设计实践能力,掌握若干种专业技能才能完成电路的设计、实验、制作、调试和软件编程与调试等环节的任务,从而使学生的实践能力得到了强化培养和综合检验。设置专业综合设计实践课程,还可以为学生进入毕业设计(论文)阶段打好基础,并部分弥补毕业设计(论文)培养阶段的某些缺憾。由于毕业设计(论文)选题的多样性,许多学生在毕业设计(论文)阶段选做研究和仿真类课题,即使选做了设计类项目,往往也因为实际对象等方面的原因,不能够完成设计实物(设计样机),许多设计环节只能“纸上谈兵”,毕业设计(论文)环节综合培养和检验学生设计实践能力的功能无法全部实现。而专业综合设计实践课程可以为每个设计项目提供特定的设计实验平台和相关器材,没有实际对象和设计条件方面的障碍,可以强制要求设计实物(设

计样机),并将设计样机演示和功能及技术指标检测结果列入课程考核范围。即使学生在毕业设计(论文)阶段做研究仿真类课题,其专业设计实践能力的培养、锻炼和检验在专业综合设计环节也可以得到弥补。同时,专业综合设计实践课程还着重培养学生规范撰写专业设计报告的能力,也为撰写毕业论文奠定了基础。

实践证明,专业综合设计实践课程,在培养学生专业综合素质和专业设计实践能力方面起到了很好的作用。因此,越来越多的普通高校(包括部分专科和高职院校)在工程技术类专业中都陆续开设了此类实践课程。

1.2 专业综合设计实践课程教学大纲

专业综合设计实践课程作为一门重要的综合性实践课程,应该制定教学大纲,以规范此课程的教学和管理。本节以作者所在单位(天津工程师范学院自动化工程系)自动化和电气技术教育专业为例,拟定专业综合设计实践课程教学大纲,仅供参考。

专业综合设计实践课程教学大纲

课程名称:专业综合设计(Specialty Synthetic Design)

课程编码: × × × × × × × ×

课程类型: 课程设计

总学时数/学分数: 136(4 周)/4

实验(上机)学时: 118

适用专业: 自动化、电气技术教育等

制定日期: × × 年 × × 月 × × 日

先修课程: 高等数学、工程数学、普通物理等基础理论课;电路分析基础、模拟电路、数字电路、信号与系统、微机原理与接口技术(含汇编语言程序设计)、C 语言程序设计、自动控制原理等专业基础课程;电力电子技术、运动控制技术、过程控制与自动化仪表、计算机控制技术等专业主干课程。

1. 课程性质、任务和教学目标

专业综合设计(Specialty Synthetic Design)实践课程是学生在完成基础理论课程、专业基础课程和专业主干课程学习之后进行的专业综合实践教学环节。其主要教学任务是培养学生的专业综合素质,培养学生综合运用所学知识和专业技能进行本专业工程设计的能力,培养学生解决本专业实际问题的能力和创新实践能力。对于自动化和电气技术教育等专业学生,通过本课程专业综合设计实践,应达到以下教学目标:

- 1) 了解典型自动控制系统的设计方法和设计流程;
- 2) 掌握自动控制系统组成框图、控制系统框图和程序流程图等表达设计思想的基本方法;
- 3) 熟悉相关技术标准,掌握系统功能和技术指标的规范表达方法;
- 4) 学会查阅并运用专业技术手册和相关技术文献;
- 5) 学会综合运用所学专业知识和专业技能,设计实际自动控制系统样机;
- 6) 熟悉相关系统仿真调试工具和环境;
- 7) 了解系统技术指标测试规程、测试方法和测试设备的选择及使用方法;
- 8) 熟悉专业设计报告和设计文档规范,学会规范撰写专业设计报告。

2. 教学内容与要求

为使学生充分认识到专业综合设计实践课程的意义,掌握自动控制系统设计的一般方法和步骤,明确综合设计课题的任务及要求,借鉴相关自动控制系统设计经验,熟悉相关技术标准,熟悉设计实验平台,学习与设计项目相关的新知识与新技术等,在专业综合设计实践课程中,须安排一定比例的学时由指导教师集中讲授相关内容,其余大部分学时由学生在指导教师的指导下,独立进行设计实践活动和撰写设计报告。具体教学内容及教学要求见表1-1。

表1-1 专业综合设计实践课程的教学内容及教学要求

教 学 内 容	教 学 要 求
第一讲:专业综合课程设计的目的及意义、自动控制系统设计的一般方法与步骤	了解专业综合设计在专业人才培养中的作用;了解自动控制系统设计的一般方法和流程;掌握系统组成框图、控制系统框图、软件功能模块关系图和程序流程图等设计表达方法
第二讲:自动控制系统组成框图、控制系统框图、系统软件模块关系图和程序流程图	
第三讲:控制系统功能和技术指标表示与测试方法	掌握系统功能和技术指标的规范表达方法;了解系统技术指标测试规程、测试方法和测试设备的选择及使用方法
第四讲:综合设计项目的任务及要求	明确专业综合设计课题的具体任务及要求
第五讲:设计实验平台介绍(实验设备及仿真调试工具等);与设计项目相关的新知识及新技术介绍	补充与设计课题有关的新知识,熟悉相关系统仿真调试工具和环境
第六讲:相关控制系统设计实例介绍	通过介绍典型设计实例,启发设计思路、借鉴设计经验
综合设计实践(含查阅技术文献)	根据具体设计项目内容及要求,查阅相关专业技术手册、技术标准和技术文献;综合运用所学专业知识和专业技能,完成实际自动控制系统样机的设计、制作、调试以及功能和技术指标测试
第七讲:设计报告和设计文档规范及撰写方法	熟悉专业设计报告和设计文档规范
整理设计文档、撰写设计报告	按照规范要求撰写专业设计报告
第八讲:优秀设计演示、交流及讲评	相互借鉴学习,总结提高

3. 学时分配

专业综合设计实践课程连续进行4周,每周按34学时计,共计136学时。其中,周一、周三、周四每天8学时;周二4学时;周五6学时。其中集中讲授安排18学时,实验(上机)118学时。具体教学内容及学时分配见表1-2。

表1-2 专业综合设计实践课程学时分配

教 学 内 容	学 时 分 配		
	讲 授	实验(含上机)	小 计
第一讲:专业综合课程设计的目的及意义、自动控制系统设计的一般方法与步骤	2		2
第二讲:自动控制系统组成框图、控制系统框图、系统软件模块关系图和程序流程图	2		2
第三讲:控制系统功能和技术指标表示与测试方法	2		2

(续)

教 学 内 容	学 时 分 配		
	讲 授	实验(含上机)	小 计
第四讲: 综合设计项目的任务及要求	2		2
第五讲: 设计实验平台介绍(实验设备及仿真调试工具等); 与设计项目相关的新知识及新技术介绍	4		4
第六讲: 相关控制系统设计实例介绍	2		2
综合设计实践(含查阅技术文献)		106	106
第七讲: 设计报告和设计文档规范及撰写方法	1		1
整理设计文档、撰写设计报告		12	12
第八讲: 优秀设计演示、交流及讲评	3		3
总 计	18	118	136

4. 教学方法与手段

本课程属于专业综合实践课程, 指导教师或指导教师小组应根据参加课程设计学生的专业特点, 在开课一个月之前, 确定设计实验平台, 并基于相应的设计实验平台, 提出若干自动控制系统设计项目, 并制定切实可行的实施方案。本课程的实施方案应充分反映专业技术的进步, 体现电子技术(模拟和数字)、计算机技术(硬件和软件)、自动控制技术与自动检测技术相互融合的发展趋势, 实验场地、器材、经费和实验设备等条件有切实保证, 并参照本大纲, 结合所选设计实验平台和设计项目, 列出具体教学内容及要求, 下达设计任务书。本课程采用教师讲授(设计方法及步骤、设计实例和相关知识等)和学生独立设计实践相结合的教学方法, 为培养学生的协作能力, 一般组织学生按 2 人编组进行设计实践。本课程突出综合设计实践, 教师集中讲授课时不超过总课时的 20%。同时, 鼓励开展学生之间的技术交流和讨论, 在设计结束时应组织优秀设计集中演示、交流和讲评。

5. 考核方式

本课程为考查课, 考核内容应包括: ①设计实物(设计样机)演示; ②功能及技术指标测试; ③答辩; ④综合设计报告及设计文档(附录)。考核成绩占总成绩的 80%, 平时成绩(含考勤)占总成绩的 20%。总成绩由百分制换算为优秀(90~100 分)、良好(80~89 分)、中等(70~79 分)、及格(60~69 分)和不及格(60 分以下)。指导教师或指导教师小组还须在评审表中对学生的专业综合素质和设计实践能力给予评价。

6. 教材及参考书

指导教师根据设计实验平台和设计项目选择教材、指定参考书。

1.3 专业综合设计实验平台

如前所述, 专业综合设计实践课程强制要求设计实物(设计样机), 并将其演示效果和功能及技术指标测试结果作为成绩考核的重要内容。因此, 建立适用的专业综合设计实验平台对于保证培养目标的实现非常重要。所建立的平台应符合综合性和实践性的要求, 能够对专业综合设计实践活动提供有力支持。本书作者所在单位(天津工程师范学院自动化工程

系)结合专业设置和实验设备现状,正在陆续建设专业综合设计实验平台,目前已经建成的有5个:①凌阳 SPCE061A 设计实验平台;②西门子 PLC 综合设计实验平台;③DSP 综合设计实验平台;④先进制造综合设计实验平台;⑤过程控制系统综合设计实验平台。这些设计实验平台的建设,使开设专业综合设计实践课程的条件有了切实的保障。

与其它设计实验平台相比,凌阳 SPCE061A 设计实验平台具有实验设备投资少、技术先进、设计项目多样、覆盖专业范围宽、综合性强等特点。加之凌阳大学计划(Sunplus University Program)在硬件和应用技术等方面给予大力支持,使 SPCE061A 设计实验平台更加适合作为电气信息类各专业(电气技术、自动化、通信工程、计算机应用、电子工程、电子信息工程等)和测控技术与仪器、机械工程及自动化等相关专业综合设计的平台。据凌阳科技公司统计,目前已经有超过5万余块凌阳 SPCE061A 精简开发板(61板)在全国各类高校使用,而且每年的拥有量还在不断增长,受到学生和指导教师的普遍欢迎。本书第5章将详细介绍凌阳 SPCE061A 设计实验平台的构成,介绍 SPCE061A 精简开发板(61板)和各种典型配套模组。

第2章 SPCE061A 组成原理

SPCE061A 是台湾凌阳科技公司推出的一款 16 位 SoC(System on Chip, 片上系统)的单片机, 它采用高性能的 $\mu'nSP^{\text{TM}}$ 内核, 具有丰富的硬件资源, 并集成了 ICE(在线仿真)电路接口, 可以直接利用该接口对芯片进行下载(烧写)、仿真、调试等操作。凌阳科技公司为 SPCE061A 芯片配备的指令系统, 具有易学易用、代码效率较高等特点, 在 $\mu'nSP^{\text{TM}}$ 集成开发环境(IDE)的支持下, 可采用汇编语言和标准 C 语言开发各种应用程序, 还可以实现 C 语言与凌阳汇编语言的互相调用。本章将详细介绍 SPCE061A 的组成原理, 从而为基于凌阳 SPCE061A 设计实验平台的专业综合设计奠定硬件设计基础。本章中的编程例子, 需要结合本书第 3 章相关内容学习。另需说明, 本书中十六进制数“****”大部分采用“0x ****”形式, 某些图表或注释中也会出现“\$ **** H”或“**** H”形式。如 0x702A、\$ 702AH 和 702AH 均表示同一个十六进制数。

2.1 SPCE061A 结构与引脚

凌阳 SPCE061A 芯片的外观及内部结构如图 2-1 所示。内部以 $\mu'nSP^{\text{TM}}$ 16 位微控制器为

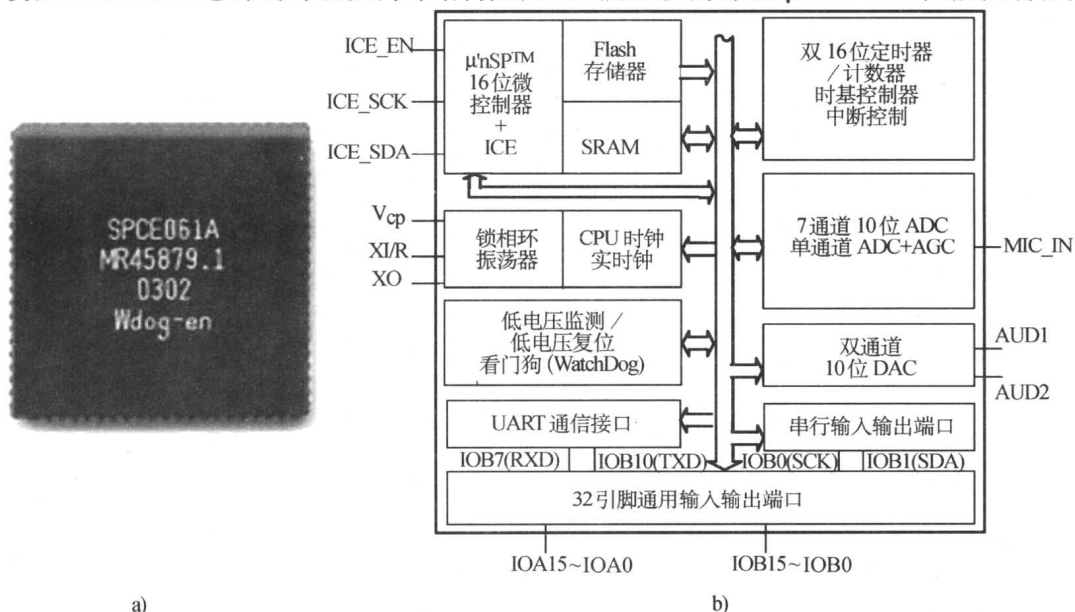


图 2-1 SPCE061A 芯片外观及内部结构
a) 外观 b) 内部结构

核心,集成了ICE(在线仿真)、Flash存储器(闪存)、SRAM(静态内存)、通用I/O端口、定时器/计数器、中断控制、CPU时钟、锁相环(PLL)振荡器、双16位定时器/计数器、时基控制器、中断控制器、7通道10位ADC(模拟/数字转换器)、单通道ADC+AGC(自动增益控制)、双通道10位DAC(数字/模拟转换器)、UART(通用异步收发器)通信接口、SIO(串行输入输出)端口、低电压监测/低电压复位等模块。其特性参数见表2-1。SPCE061A具有PLCC84和LQFT80两种封装形式,其引脚功能见表2-2。

表 2-1 SPCE061A 的特性参数

特性参数	说明	特性参数	说明
工作电压	(CPU)VDD为3.0~3.6V; (I/O)VDDH为VDD~5.5V	模/数转换器	7通道10位ADC和单通道10位声音ADC
CPU工作频率	0.32~49.152MHz	数/模转换器	2个10位DAC输出通道
数据存储	2K字SRAM	UART	1个全双工通用异步收发器串行接口
程序存储器	32K字Flash ROM	SIO	1个同步串行设备接口
I/O端口	2组16位可编程输入/输出端口	节电功能	具备弱振和睡眠方式
中断	14个中断源,故障中断请求(FIQ)和中断请求(IRQ)两个中断优先级	看门狗(Watch Dog)功能	具备清除时间周期为0.75s的看门狗
定时器/计数器	两组16位可编程定时器/计数器	其它功能	低电压复位、低电压监测、保密功能等

表 2-2 SPCE061A 的引脚说明

引脚名称	PLCC84 引脚号	LQFP80 引脚号	引脚说明
IOA0~IOA7	41~48	28~35	IOA[7:0]可设置为键唤醒, IOA[6:0]可设置为ADC输入
IOA8~IOA15	53~60	40, 43~49	普通I/O端口
IOB0	5	75	可设置为SIO_SCK
IOB1	4	74	可设置为SIO_SDA
IOB2	3	73	可设置为外部中断触发引脚EXT1
IOB3	2	72	可设置为外部中断触发引脚EXT2
IOB4	1	71	可与IOB2组成反馈信号
IOB5	81	70	可与IOB3组成反馈信号
IOB6	80	69	普通I/O端口
IOB7	79	68	可设置为UART_RX
IOB8	78	67	可设置为TimerA的PWM输出端口
IOB9	77	66	可设置为TimerB的PWM输出端口
IOB10	76	65	可设置为UART_TX
IOB11~IOB15	68~64	59~55	普通I/O端口
RESET	6	76	复位,低电平有效
X320	12	1	晶振输出