



“十三五”普通高等教育规划教材

DANPIANJI YINGYONG SHEJI YU SHIJIAN KAIFA

# 单片机应用设计 与实践开发 (STC系列)

陈孟元 主编



观看教学视频  
重点·难点轻松掌握



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高

# 单片机应用设计 与实践开发 (STC系列)

主 编 陈孟元

副主编 柏受军

编 写 陈晓飞 邢凯盛 伍永健 王 伟

主 审 郎 朗



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育规划教材。

本书共分为3篇。第1篇为STC12C5A32S2实验开发板设计与实现,详细介绍了STC实验开发板原理图、PCB的绘制流程、注意事项以及实验开发板的焊接及调试。第2篇编写了18个软、硬件实验,内容由浅入深,循序渐进,引领学生在学习过程中逐步提高单片机软、硬件综合设计水平。实验程序用汇编语言及C语言两种语言完成。第3篇编写了Proteus实验和课程设计的相关内容,通过学习来掌握Proteus软件的基本操作、Proteus和Keil软件的联调方法。以本书为依托,可采用产品开发的教學模式,为以后单片机应用设计打下坚实的基础。

本书为高等院校单片机课程教材,同时还可供相关工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

单片机应用设计与实践开发:STC系列/陈孟元主编. —北京:中国电力出版社,2017.1

“十三五”普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-5123-9939-6

I. ①单… II. ①陈… III. ①单片微型计算机—高等学校—教材  
IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第309307号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2017年1月第一版 2017年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 22印张 535千字

定价 45.00元

## 敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前 言

单片机是一门实践性很强的课程,同时又涉及模拟电子技术、数字电子技术、C 语言程序设计、汇编语言程序设计等方面内容,因此具有较强的综合性。教材涉及的知识需要通过开放实验、实习实训、课程设计或科研活动等实践环节来加深理解和掌握现有的单片机实验平台为用户提供代码、实验指导等,但是多数实验平台只能让使用者根据实验步骤进行实验、观察结果或者按照使用说明修改参数设置,很难根据使用者的想法完成其他实验,例如将自己设计的模块与最小系统连接。这些正是学生提高实践能力、激发创新能力的重要途径。

编者近年来一直在积极开展产学研活动,合作研制、开发新产品和进行技术改造,并将新的科研成果及时地融入教学实践。基于在项目中取得的经验,编者将项目中制作的控制板改进为通用性更好的实验开发板,通过学生的制作和调试完成实验实训任务。这种实验装置的所有接口和器件的引脚都对使用者开放,学生可以在完成基本实验后,自行连接各种外置模块,根据具体情况进行设计性实验。与原有的单片机实验设备相比,教师更熟悉自制装置的硬件配置和资源,可以更好地指导学生。对于学有余力并且愿意参与教师科研项目的学生,通过这样的实验实训装置,可以让学生完成一些接近于教师科研课题的综合性实验。学生通过认识实习、电工电子实习、课程实验、课程设计、综合性实验、毕业设计等环节,在教师的指导下,完成单片机实验开发板原理图和 PCB 的绘制以及实验板的焊接调试,增强动手能力和创新能力的培养,突出了课程实践性和技术性的特点。

本书配套的 STC 单片机实验开发板于 2010 年研制成功并连续使用 7 年,编者多次对其进行升级和改造,已经被授权专利“一种基于单片机的实验开发板(201520439398.9)”。本书所有示例程序均在该实验开发板通过验证,开发板及相关配套元器件由芜湖卓源自动化技术有限公司生产提供。需要开发板及相关配套元器件的可以与公司或编者联系,希望可以为读者的学习和参考提供更多的方便。

在附录部分收录该实验开发板原理图、元器件清单等,供学习者对照安装调试。本书共享的相关资料,包括所有实例的 C 语言程序代码、Flash 烧写所需相关资源及常用的一些调试软件等,可以加入 QQ 群 450145648 自行下载、交流。

本书共分 3 篇 11 章,第 1~9 章由安徽工程大学陈孟元编写,第 10、11 章由柏受军编写,陈孟元负责全书统稿并制作全书配套的微课。王伟、陈晓飞同学对书中的示例程序进行验证,邢凯盛、张成、伍永健、李联阳同学对本书部分书稿进行校对。安徽工程大学郎朗正高级工程师对全书进行了审阅。本书在编著过程中,得到了安徽工程大学电气工程学院许多老师的大力帮助,也参阅了许多国内外的相关著作和资料,在此一并向这些文献的作者表示衷心的感谢。

本书是对安徽工程大学特色专业“电气工程及其自动化(2016tszy02)”培养方法的探索与实践,得到安徽省自动化专业校企合作实践基地(2012sjjd022)、安徽省优秀教学成果推

广项目（2013cgtg015）、安徽工程大学教学研究项目（2013jyxm11）等项目资助，在此表示感谢。同时感谢安徽省电气传动与控制重点实验室团队对本书编写所做的大量工作与支持。本书也是实验室师生多年来承担相关教学和科研实践的成果。

本书以 STC 单片机在工程应用中所需要的知识点为基础，突出 STC 单片机应用的基本方法，以实例为模板，叙述简洁清晰，工程性强，提供了完整的示例程序代码，可以作为工程技术人员进行 STC 单片机应用设计与开发的参考书。

限于编者学术水平，本书的体系结构与内容仍有不足或疏漏之处，敬请读者批评指正。

作者通信地址：安徽省芜湖市北京中路安徽工程大学电气工程学院（邮编 241000），  
E-mail: mychen@ahpu.edu.cn。

陈孟元

2016 年 12 月

# 目 录

前言

## 第 1 篇 STC12C5A32S2 实验开发板设计与实现

<b>第 1 章 开发工具 Protel 99se</b> .....	3
1.1 Protel 99se 介绍 .....	3
1.2 Protel 99se 常用菜单介绍 .....	4
<b>第 2 章 STC12C5A32S2 实验开发板元器件封装</b> .....	8
2.1 STC12C5A32S2 核心板封装设计 .....	8
2.2 电源供电和程序烧写电路 .....	9
2.3 键盘输入模块及流水灯模块 .....	11
2.4 电机驱动模块 .....	12
2.5 液晶显示模块 .....	12
2.6 温度传感模块 .....	13
2.7 蜂鸣器模块 .....	14
2.8 数码管显示模块 .....	15
2.9 时钟模块 .....	16
2.10 Zigbee 无线传输模块 .....	17
<b>第 3 章 辨识元器件及装配工艺</b> .....	20
3.1 辨识元器件 .....	20
3.2 元器件装配工艺 .....	25
<b>第 4 章 手工焊接</b> .....	31
4.1 焊接材料与焊接工具 .....	31
4.2 焊接前的准备及注意事项 .....	32
4.3 手工焊接操作 .....	34
4.4 实验开发板的焊接 .....	37
<b>第 5 章 电路调试技术</b> .....	44
5.1 电路调试基本步骤 .....	44
5.2 单片机实验开发板分模块调试 .....	46
<b>第 6 章 软件安装</b> .....	52
6.1 驱动程序的安装 .....	52
6.2 Keil 软件安装 .....	56
6.3 STC 单片机烧录工具 (STC - ISP) 安装及使用方法 .....	58

## 第2篇 实验与实践指导

第7章 软件实验 .....	65
实验一 Keil C51 集成开发平台的使用练习 .....	65
实验二 查寻 LED 段码实验 .....	70
实验三 无符号十进制数加法实验 .....	72
实验四 无符号十进制数减法实验 .....	74
实验五 数据传送实验 .....	77
实验六 数据排序实验 .....	79
实验七 定时器实验 .....	82
第8章 硬件实验 .....	85
实验一 单片机 I/O 端口控制实验 .....	85
实验二 蜂鸣器驱动实验 .....	88
实验三 数码管显示实验 .....	90
实验四 液晶屏显示实验 .....	95
实验五 电子万年历显示实验 .....	99
实验六 直流电机控制实验 .....	115
实验七 温度显示实验 .....	119
实验八 Zigbee 模块发送/接收实验 .....	125
实验九 多路温度无线检测实验 .....	139
实验十 继电器实验 .....	141
实验十一 串口通信实验 .....	143

## 第3篇 基于 Proteus 的单片机设计和仿真

第9章 实验开发板例程的 Proteus 仿真实验 .....	149
实验一 单片机 I/O 端口控制实验 .....	149
实验二 定时器实验 .....	158
实验三 蜂鸣器驱动实验 .....	161
实验四 数码管显示实验 .....	163
实验五 液晶屏显示实验 .....	165
实验六 电子万年历显示实验 .....	168
实验七 直流电机控制实验 .....	181
实验八 温度显示实验 .....	185
实验九 串口通信实验 .....	192
第10章 基于 Proteus 的单片机基础实验 .....	195
实验一 单片机输出端口控制 8 个 LED 灯实验 .....	195
实验二 单片机输出端口控制 1 个 LED 灯实验 .....	203
实验三 单片机输出端口控制声光报警实验 .....	205



实验四	单片机输入端口读取 8 位按钮状态实验	208
实验五	单片机输入端口读取 1 位按钮状态实验	211
实验六	单个外部中断使用实验	213
实验七	两个外部中断使用实验	217
实验八	多个外部中断扩展实验	220
实验九	单片机定时器使用实验	225
实验十	单片机计数器使用实验	228
实验十一	单片机并行总线扩展实验	232
实验十二	单片机并行 I/O 端口扩展实验	235
实验十三	单片机串行总线扩展实验	238
实验十四	单片机串行 I/O 端口扩展实验	250
实验十五	数码管并行静态显示实验	255
实验十六	数码管串行静态显示实验	259
实验十七	数码管并行动态显示实验	262
实验十八	数码管串行动态显示实验	266
实验十九	矩阵键盘状态读取实验	270
实验二十	ADC0809 (并行 I/O 端口扩展) 采集模拟量实验	277
实验二十一	ADC0809 (并行总线扩展) 采集模拟量实验	285
实验二十二	PCF8591 采集模拟量实验	290
实验二十三	TLC2543 采集模拟量实验	294
实验二十四	DAC0832 产生三角波实验	299
实验二十五	单片机与 PC 机通信实验	304
<b>第 11 章</b>	<b>基于 Proteus 的单片机课程设计</b>	<b>317</b>
11.1	课程设计任务书	317
11.2	方案论证	318
11.3	系统硬件电路的设计	318
11.4	系统软件程序的设计	324
11.5	系统仿真调试	326
11.6	系统总原理图	328
11.7	系统软件程序清单	330
附录		336
参考文献		341

扫一扫



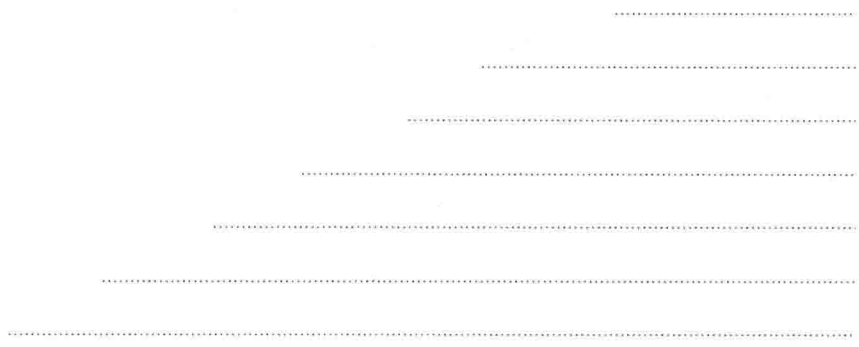
微课总码





## 第1篇

# STC12C5A32S2实验开发板设计与实现





## 第 1 章 开发工具 Protel 99se

### 1.1 Protel 99se 介绍

#### 1. Protel 99se 的组成

Protel 99se 是在桌面环境下以独特的设计管理和协作技术 (PDM) 为核心的全方位印制电路板设计系统。Protel 99se 主要有两大部分组成, 每部分各有三个模块。

##### (1) 电路设计部分。

1) 用于原理图设计的模块 Advanced Schematic 99。该模块主要包括设计原理图的原理图编辑器, 用于修改、生成元件的元件库编辑器以及各种报表的生成器。

2) 用于印制电路板设计的模块 Advanced PCB 99。该模块主要包括用于设计印刷电路板的编辑器, 用于修改、生成元件封装的元件封装编辑器以及印刷电路板组件管理器。

3) 用于 PCB 自动布线的模块 Advanced Route 99。这个模块主要适用于电子器件少、布线简单的 PCB。布线前先设置好布线规则, 如最基本的线宽、线距。若电子元器件非常多, 布线又非常复杂, 单面板根本不可能完成布线时, 建议使用手动布线。

##### (2) 电路仿真与 PLD 设计部分。

1) 用于可编程逻辑器件设计的模块 Advanced PLD 99。该模块主要包括具有语法意识的文本编辑器, 用于编译和仿真设计结果的 PLD 以及用来观察仿真波形的 Wave。

2) 用于电路仿真的模块 Advanced SIM 99。该模块主要包括一个功能强大的数/模混合信号电路仿真器模块, 能提供连续的模拟信号仿真和离散的数字信号仿真。

3) 用于高级信号完整性分析的模块 Advanced Integrity 99。该模块主要包括一个高级信号完整性仿真器, 能分析 PCB 设计和检查设计参数, 测试过冲、下冲、阻抗和信号斜率。

#### 2. Protel 99se 的特点

Protel 99se 是基于 Windows 的完全 32 位 EDA 设计系统。它采用了三大技术, 即 SmartDoc 技术、SmartTeam 技术、SmartTool 技术。这些技术将产品开发的三个方面——人、由人建立的文件和建立文件的工具有机地结合在一起。

(1) SmartDoc 技术。所有文件 (原理图、PCB、输出文件、材料清单, 以及其他设计文件, 如手册、费用表、机械图等) 都存储在一个综合设计数据库中, 以便对它们进行有效管理。

(2) SmartTeam 技术。将所有的设计工具 (原理图设计、电路仿真、PLD 设计、PCB 设计、自动布线、信号完整性分析以及文件管理器) 都集中到一个独立的、直观的设计管理器界面上。

(3) SmartTool 技术。设计组的所有成员可同时访问同一个设计数据库的综合信息, 更改通告以及文件锁定保护, 确保整个设计组的工作协调配合。

Protel 99se 继承了 Protel 98 原有的特点, 包括:

- (1) 灵活、方便的编辑功能;
- (2) 功能强大的自动化设计;
- (3) 完善的库管理功能;

(4) 良好的兼容性和可扩展性。

## 1.2 Protel 99se 常用菜单介绍

### 1. Protel 99se 菜单栏

Protel 99se 菜单栏的功能是进行各种命令操作, 设置各种参数, 进行各种开关的切换等。它主要包括“File”“View”和“Help”三个下拉菜单, 如图 1-1 所示。

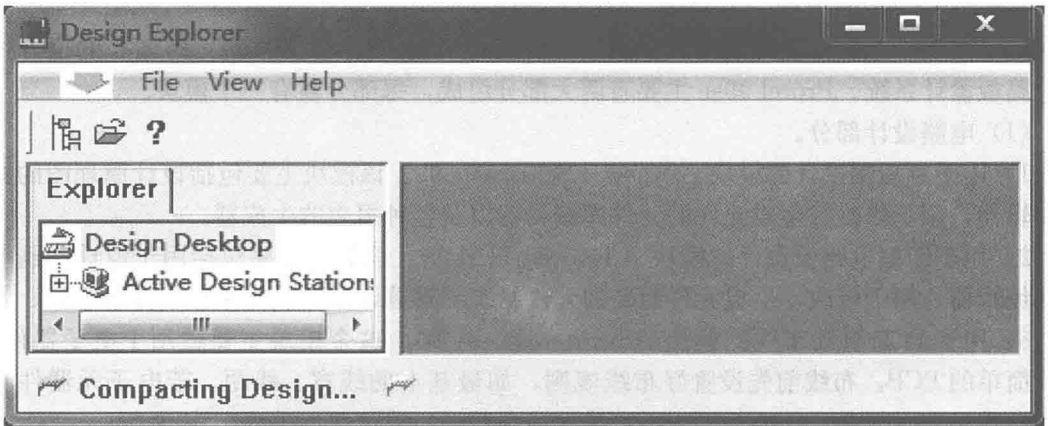


图 1-1 Protel 99se 菜单栏

(1) “File” 菜单。如图 1-2 所示, “File” 菜单主要用于文件的管理, 包括文件的打开、新建、退出等。

“File” 菜单的选项及功能如下:

- 1) “New” 选项: 新建一个空白文件, 以使用户能够在上面完成设计。文件的类型为综合型数据库, 格式为 “.ddb”。
- 2) “Open...” 选项: 打开并装入一个已经存在的文件, 以便进行修改。
- 3) “Exit” 选项: 退出 Protel 99se。

(2) “View” 菜单。如图 1-3 所示, “View” 菜单用于切换设计管理器、状态栏、命令行的打开与关闭, 每项均为开关量, 鼠标单击一次, 其状态改变一次。

(3) “Help” 菜单。如图 1-4 所示, “Help” 菜单用于打开帮助文件。

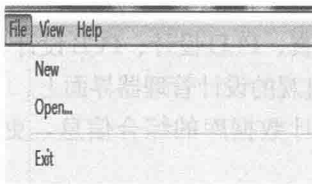


图 1-2 “File” 菜单

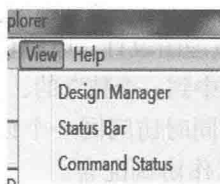


图 1-3 “View” 菜单

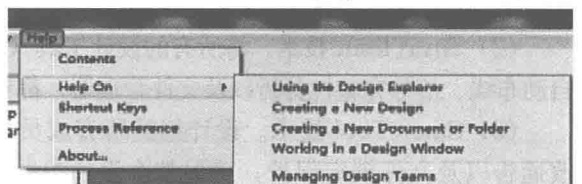



图 1-4 “Help” 菜单

### 2. 菜单栏属性的设置

用户利用鼠标左键双击菜单栏前的图标就会出现如图 1-5 所示的“Menu Properties”

对话框。

### 3. Protel 99se 系统菜单

用户利用鼠标左键单击图标或者在面板上单击鼠标右键，就会出现如图 1-6 所示的菜单。其主要功能是设置 Protel 99se 客户端的工作环境和各种服务器的属性。

系统菜单的选项及具体功能如下：

(1) “Servers”。它是 Protel 99se 服务器设置的编辑器，可对 Protel 99se 所有服务器进行管理和设置，包括安装、打开、停止、移走，设置安全性、属性以及观察角度等。单击该项会出现如图 1-7 所示的对话框。在图 1-7 中，先利用鼠标选定服务器，然后用鼠标单击图中图标“Menu”即可弹出命令菜单，以实现服务器的管理和设置。

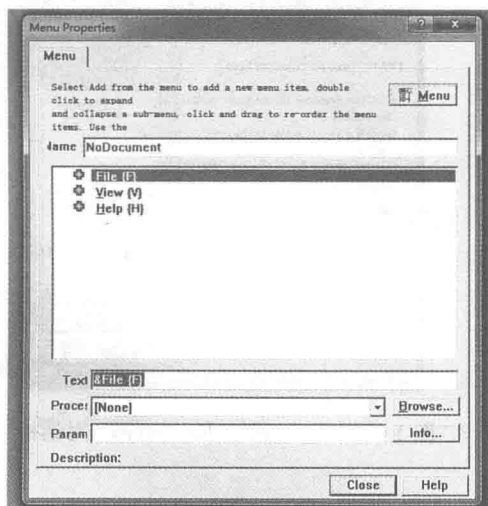


图 1-5 “Menu Properties”对话框



图 1-6 系统菜单

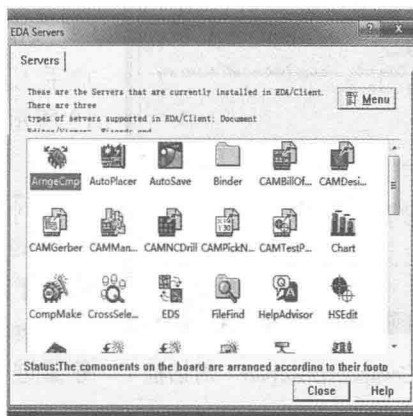


图 1-7 “Servers”对话框

(2) “Customize”。Protel 99se 是一个高可定制的综合环境。在 Protel 99se 用户/服务器框架体系中，对于所有服务器而言，所有菜单、工具栏、快捷键都是用户端的资源，且都设定为可修改的。单击该项后会弹出如图 1-8 所示的“Customize Resources”对话框，可以对相关资源进行创建、修改、删除等。

(3) “Preference”。该选项用于设置系统的相关参数，如是否需要备份、显示工具栏等；另外，还可以设置自动保存和系统字体。单击该项后会弹出如图 1-9 所示的“Preference”对话框，可进行相关设置。

(4) “Design Utilities”。单击该项后会弹出如图 1-10 所示的对话框。通过该对话框可以对数据库文件压缩和修复。在“Compact”选项中可实现数据库文件的压缩，在“Repair”选项中可实现数据库文件的修复。

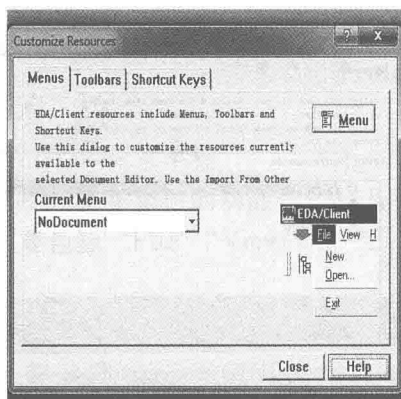


图 1-8 “Customize Resources” 对话框

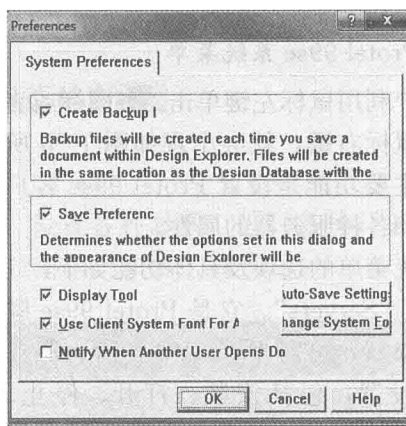


图 1-9 “Preference” 对话框

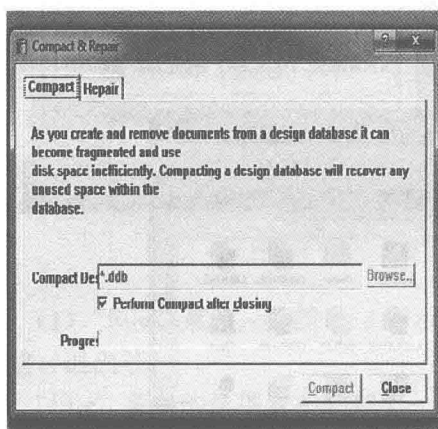


图 1-10 “Compact&amp;Repair” 对话框

(5) “Run Script”。在 Protel 99se 中，可以运行脚本程序。单击该项后会弹出如图 1-11 所示的“Select”对话框，以选择脚本程序。

(6) “Run Process”。在 Protel 99se 中，允许用户手工运行多个进程。用户单击该项会弹出如图 1-12 所示的“Run Process”对话框，可选择要运行的进程。

(7) “Security”。Protel 99se 允许用户对 Protel 99se 的主要服务器进行锁定和解锁。此项安全设置服从于网络浮动授权规则。单击该项会弹出如图 1-13 所示的“Security Locks”对话框，可以对相关服务器进行锁定和解锁。

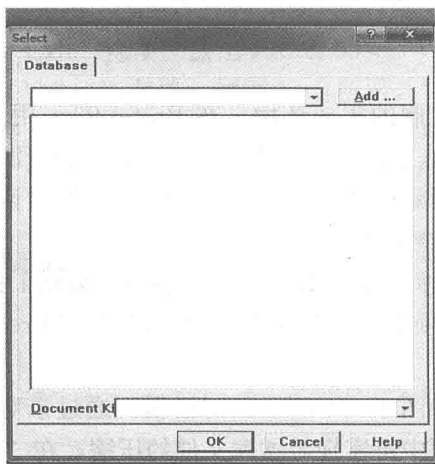


图 1-11 “Select” 对话框

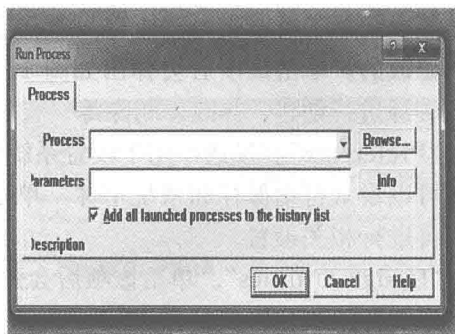


图 1-12 “Run Process” 对话框

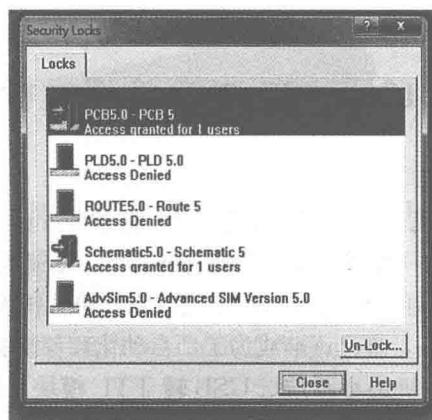


图 1-13 “Security Locks” 对话框



## 第 2 章 STC12C5A32S2 实验开发板元器件封装

单片微型计算机简称单片机，又称为微型控制器，是微型计算机的一个重要分支。单片机是 20 世纪 70 年代中期发展起来的一种超大规模集成电路芯片，是集成 CPU、RAM、ROM、I/O 接口和中断系统于同一硅片上的器件。20 世纪 80 年代以来，单片机发展迅速，各类新产品不断涌现，出现了许多高性能新型产品，现已逐渐成为工厂自动化和各控制领域的支柱产业之一。

本实验开发板，包括单片机最小系统、USB 转 TTL 模块、I/O 输入/输出部分、Zigbee 模块等。单片机最小系统包括单片机处理器及其外部电路。I/O 输入/输出部分包括流水灯模块、按键模块、蜂鸣器模块、四位数码管模块、温度传感模块、电动机驱动模块、LCD 液晶屏模块和时钟模块。USB 转 TTL 模块提供两种功能：一是给单片机最小系统的各个模块供电，二是为单片机提供程序烧写功能。本实验开发板结构框图如图 2-1 所示。

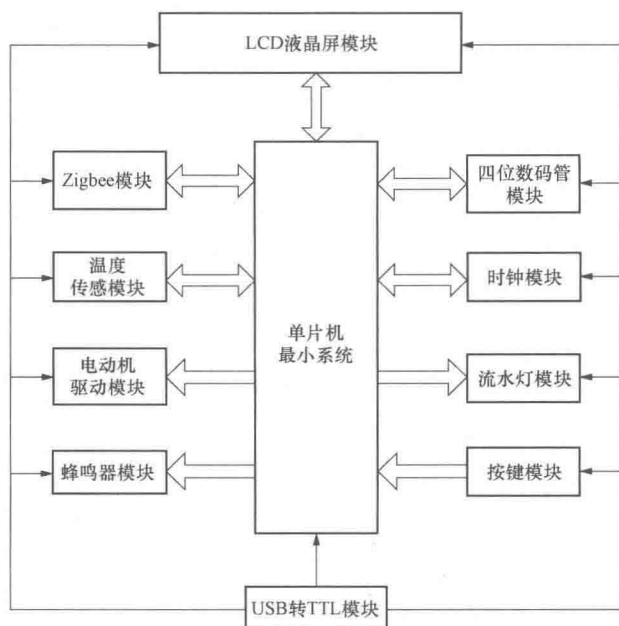


图 2-1 实验开发板结构框图

### 2.1 STC12C5A32S2 核心板封装设计

STC12C5A32S2 为宏晶科技公司生产的新一代增强型 8051 单片机，在设计该类单片机时应考虑频率对硬件 PCB 的影响，防止干扰。

如图 2-2 所示，STC12C5A32S2 单片机芯片有 40 个引脚，为通用的 DIP40 封装。DIP40 封装尺寸如图 2-3 所示。

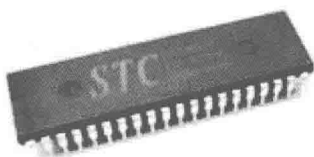


图 2-2 STC12C5A32S2 单片机芯片

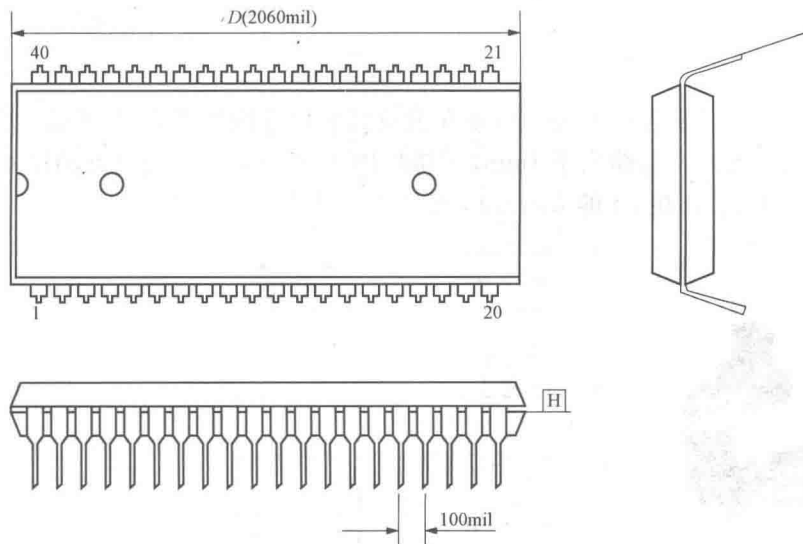


图 2-3 DIP40 封装尺寸

## 2.2 电源供电和程序烧写电路

该单片机最小系统采用如图 2-4 所示的 PL2303 模块，对系统进行供电和程序烧写。该模块的主芯片为 PL2303，安装驱动后生成虚拟串口。USB 头为公头，可直接连接电脑 USB 口取电，引出接口包括 3.3V ( $<40\text{mA}$ )，5V，GND，TXD，RXD，信号脚电平为 3.3V，正逻辑。支持从 300bit/s~1Mbit/s 间的波特率。通信格式支持：①5、6、7、8 位数据位；②支持 1、1.5、2 停止位；③odd、even、mark、space、none 校验。



图 2-4 PL2303 模块

PL2303 模块的封装尺寸并非常规，在封装库里新建一个元件。按照图 2-5 的尺寸封装 PL2303 模块插座，绘制封装后命名为 USB2TTL。

电源转换电路如图 2-6 所示，在 USB 的 footprint 里填入 USB2TTL。为了保证 PL2303 模块的稳定运行，在 PL2303 模块与单片机之间需要加二极管和  $1\text{k}\Omega$  电阻。其中，二极管正极接单片机的 RXD，负极接 PL2303 模块的 TXD。 $1\text{k}\Omega$  电阻则加在单片机的 TXD 和 PL2303 模块的 RXD 之间。