



**天津中德应用技术大学**  
Tianjin Sino-German University of Applied Sciences

## 本科生毕业设计

51 单片机实验装置的设计与开发

**Design and Development of 51 Series Single Chip**

**Microcomputer Experimental Device**

姓 名 姚奥兰

学 院 智能制造学院

专 业 自动化

指导教师 王鹏

职 称 副教授

完成时间 2021.06.04



天津中德应用技术大学  
Tianjin Sino-German University of Applied Sciences

## 本科生毕业论文

51 单片机实验装置的设计与开发

姓 名 姚奥兰

学 院 智能制造学院

专 业 自动化

指导教师 王鹏

职 称 副教授

完成时间 2021.06.04

**天津中德应用技术大学**  
**本科生毕业论文（设计）的声明**

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在指导教师指导下，进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本学位论文的研究成果不包含任何他人创作的、已公开发表或没有公开发表的作品内容。对本论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本学位论文原创性声明的法律责任由本人承担。

学位论文作者签名：

年 月 日

本人声明：该学位论文是本人指导学生完成的研究成果，已经审阅过论文的全部内容，并能够保证题目、关键词、摘要部分中英文内容的一致性和准确性。

学位论文指导教师签名：

年 月 日

## 摘 要

随着当前单片机技术在电子产品、自动控制、通信技术、智能设备等技术领域的广泛应用，51 单片机课程已经成为编程学习者的入门级学习内容。但当前市面上以及各高校中现有的 51 单片机实验设备存在着一些固化连接、拓展性不强、面向学习者能力层次单一等问题，使得各高校在实验教学过程中会出现学生不理解、教师教学难等教学效果不理想的情况。

因此，针对于现存问题开发一款新型的、易学易用的 51 单片机实验装置，集 C 语言学习、情景化实验学习、个人研究与开发于一体，旨在改善当前教学过程中实验装置存在的不足，满足不同学生对单片机技术学习的需求，以实现更好地引导学生学习，培养学生的动手能力以及主动学习的积极性，最终顺利走上嵌入式系统开发之路的效果，突出应用型人才培养的特点。

该 51 单片机实验装置整体包含基础模块和外部实验模块两部分。既可以满足初学者基本的外部实验，又可以满足后续更高级的深入学习。从而可以面向不同的学习需求，实现学习者由浅至深、难度递进的学习模式。

**关键词：**51 单片机；实验装置；Altium Designer；模块化；积木式搭建

## ABSTRACT

With the wide application of SCM technology in electronic products, automatic control, communication technology, intelligent devices and other technical fields, 51 SCM course has become an entry-level learning content for programming learners. However, the existing 51 MCU experimental equipment in the market and colleges and universities has some problems, such as fixed connection, weak expansibility, and single level of learner oriented ability, which makes the teaching effect unsatisfactory in the process of experimental teaching in Colleges and universities.

Therefore, in view of the existing problems, we develop a new, easy-to-learn and easy-to-use 51 MCU experimental equipment, which integrates C language learning, situational experimental learning, personal research and development. The purpose is to improve the shortcomings of the experimental equipment in the current teaching process, meet the needs of different students for MCU technology learning, and better guide students to learn, To cultivate students' practical ability and enthusiasm for active learning, and finally successfully embark on the road of embedded system development, highlighting the characteristics of application-oriented personnel training.

The 51 MCU experimental device consists of two parts: basic module and external experimental module. It can not only meet the basic external experiment of beginners, but also meet the follow-up more advanced in-depth learning. So we can face different learning needs and realize the learning mode of learners from shallow to deep and progressive difficulty.

**Key words:** 51 single chip microcomputer; Experimental device; Altium Designer; modularization; Building blocks

# 目 录

第一章 概述.....	1
1.1 课题研究目的及意义.....	1
1.2 当前市场相关产品现状.....	1
1.2.1 单片机开发板.....	1
1.2.2 单片机实验箱.....	2
1.2.3 独立模块.....	2
1.2.4 仿真平台.....	2
1.3 论文的研究内容.....	2
第二章 实验装置设计方案.....	4
2.1 实验装置设计思路.....	4
2.1.1 单片机实验装置整体设计思路.....	4
2.2.2 整体外观设计.....	4
2.2 实验装置设计主要特点.....	5
第三章 实验装置硬件部分设计.....	6
3.1 关键元器件选型.....	6
3.1.1 控制器选型.....	6
3.1.2 温度传感器选型.....	6
3.1.3 串口芯片选型.....	7
3.1.4 输入模块.....	8
3.1.5 液晶显示模块.....	8
3.1.6 LED 模块.....	8
3.2 实验装置电路设计.....	8
3.2.1 供电电源电路设计.....	9
3.2.2 基础模块电路设计.....	10
3.2.3 核心实验板电路设计.....	14
第四章 实验装置软件部分设计.....	15
4.1 Altium Designer 软件及其应用.....	15
4.1.1 Altium Designer 软件简介.....	15
4.1.2 Altium Designer 软件在电路设计中的应用.....	15
4.2 实验装置程序设计部分.....	16
4.2.1 基础功能程序设计.....	16
4.2.2 各实验模块程序设计.....	20
第五章 实验装置整体调试.....	26

第六章 基于实验装置的课程设计.....	28
6.1 当前教学中存在的问题.....	28
6.2 基于实验装置的课程设计.....	28
第七章 总结与展望.....	30
参考文献.....	31
附录 1 51 单片机实验装置原理图.....	错误! 未定义书签。
附录 2 51 单片机实验装置 PCB 图.....	错误! 未定义书签。
附录 3 测试程序.....	错误! 未定义书签。
致谢.....	32

# 第一章 概述

## 1.1 课题研究目的及意义

当前,信息化技术发展迅速,单片机技术在现代电子技术、自动控制、通信、智能化电器、数据采集等技术领域已经应用的十分普遍。其广泛的应用得益于自身的优点:单片机的内部资源丰富,较以往的传统型,现有的产品内部资源更加丰富,用户在使用其进行项目开发时,不再需要进行复杂的外部扩充就可以达到相应的目的。随着单片机技术的发展,在单片机内部集成了更多的功能电路,使得单片机的应用功能也变得强大<sup>[1]</sup>。显然,在当今智能化设备广泛普及的时代,单片机技术已经成为实现智能化的主流技术之一。因此,单片机在各高校是很多专业的必修课程,它的优点也使其成为学生提高动手能力和创新能力的很好的工具,即使未来不能从事相关工作,也能在学习单片机的过程中,很好的锻炼个人的创造力<sup>[2]</sup>。

这其中,51 系列单片机作为入门级的学习设备,对于初学者有着基础性、简易性、快速性等方面的优势,其基础易学的优势使之成为各高校许多专业必备的专业课程,在各高校中目前普遍存在实验教学的整体效果并不理想的问题,其根本原因是缺乏合适的实验器材和便捷的实验设备。其问题突出表现在:使用中的基于单片机的实验开发板大多比较落后,难以满足现在的教学需求;市场中的嵌入式实验开发系统,操作复杂、开发难度大,难以在教学中普及给广大学生;部分单片机实验设备存在不够直观、易损坏等情况,导致单片机教学中理论讲解和实验内容严重脱节,使得实验教学的效果大打折扣,无法很好的适应教学要求<sup>[3]</sup>。因此,针对现存问题开发一款新型的、易学易用的 51 单片机实验装置对于实现更好地引导学生学习,培养学生的动手能力以及主动学习的热情,从而顺利走上嵌入式系统开发之路,最终培养应用型人才,是十分有必要的。

## 1.2 当前市场相关产品现状

当前大部分高校的 51 单片机实验装置主要有以下几种形式:

### 1.2.1 单片机开发板

目前市场上流程度最为广泛,受单片机爱好者喜爱的就是各种型号的单片机开发板<sup>[4]</sup>。其有着价格便宜、体积小、便于携带、烧录程序方便、功能齐全等优点。一块开发板上集成了单片机的最小系统以及一些常用的基础电路模块,电路简单、元器件不多,便于初学者的学习能够使使学生快速进入学习状态。但是,一般不便于进行拓展,不能满足更高的学习需求,且一块开发板只适用于一种单片机的学习,当需要学习其他型号的单片机的时候又需要重新购买开发板<sup>[5]</sup>;同

时市面上大多数单片机开发板集成度高,从而导致在使用时不够直观,不便于学习者对于硬件电路与编程控制方式的理解。

### 1.2.2 单片机实验箱

单片机实验箱也是大多是高校普遍采用的单片机实验设备。其突出特点是在一个实验箱内集成了单片机课程所需要的实验项目,集成度较高,体积也较大<sup>[6]</sup>。实验箱的优点就是接线少且使用插孔式连接方法,可以减少学生初学时易接错线的情况,在教学过程中也可以节约时间,学生可以遵照实验指导书快速完成实验任务,实验箱大多数价格昂贵,体积大携带也有一定的不便性。

### 1.2.3 独立模块

独立模块也是很多高校中在教学过程中使用的实验设备。其突出特点是各个部分以单独模块形式存在,根据实验需求以及预期实现的效果来确定使用的模块种类,各部分以外部接线的方式进行连接。其优点是便于进行深度开发,灵活性较高。但由于其单独散件的特点,在接线时不仅需要对 I/O 口进行连接还需要对基础的供电、接地等方面进行连接,因而对学生的基础知识要求较高,有一定的学习门槛。且独立模块的形式还存在着容易丢失的缺点,在教学过程中也不易进行基础性的语言学习。

### 1.2.4 仿真平台

除了有实体的教学设备之外,PROTUES 等仿真软件搭建的仿真实验平台也是各大高普遍使用或辅助使用的教学设备。其主要优点是使用方便、电路的仿真图为单片机教学提供了很好的辅助效果,大大提高了教学效率<sup>[7]</sup>。很少出现原件以及单片机型号的限制,基本上电路仿真图搭建好写入程序便可以检验实验效果。课下学生也可以自行进行学习,大大降低了学习的成本。但是也存在突出的问题,由于实际硬件的差异性、仿真平台仿真的结果与真实结果存在一定差距;且有些实验(如无线通信等)很难仿真,会由于软件问题导致实验效果与预期不符或程序需要进行较大改动,因此其最多只能作为一种教学辅助手段和验证工具。

## 1.3 论文的研究内容

该研究的主要内容为:以 51 系列单片机为核心控制单元,设计一款集 C 语言学习、情景化实验学习、个人研究与开发于一体的实验装置。主要研究工作需要先进行整体外观设计与各部分结构划分,接着对于整体实验装置的电路图以及 PCB 图进行绘制,同时进行元件采购以及焊接工作,不断进行调试直至达成预期效果。

主要预期效果为:整体实验装置包括基础模块、外部实验模块设计制作完成。其中,基础模块可以实现初学者的基础性的学习,巩固 C 语言的学习;外部实验模块可以实现学习者进行基础实验验证的情景化实验学习,保证其各个基础实

验的独立性与直观性；除以上功能除外各部分可以进行任意的拆装，便于学习者的深入拓展学习，实现个人研究与开发的功能。

为了完成以上预期效果需要进行如下工作：巩固电路原理的知识、学习如何进行电路设计，以便规范设计过程，防止后期绘制电路图时，出现基础性错误；学习 Altium Desinger 软件的使用，对整个装置各部分的电路图以及 PCB 图进行设计与绘制；学习 51 系列单片机的基本功能、工作方式以及编程方法，便于设计单片机练习实验；学习稳压电源、示波器、信号发生器等调试装置的使用，为调试组装做好准备；学习设备制图软件，对 51 单片机实验装置的外壳进行设计。

## 第二章 实验装置设计方案

### 2.1 实验装置设计思路

#### 2.1.1 单片机实验装置整体设计思路

研究设计一套小型实验箱，实验箱总体采用独立模块拼装设计结构，主要包括外围基础模块与实验模块。均采用独立模块设计，使用测试线与台阶插孔进行各模块间的连接。其中外围基础模块为 51 单片机编程入门学习中的常用模块。各实验模块，根据单片机教学需求，分别设计不同的实验板，每个实验板为一个实验，且在 PCB 设计过程中保证实验效果的直观性，便于学习者的理解。

其中外围基础模块主要包括：单片机最小系统、电源模块、时钟模块、串行通讯下载模块、八位数码管模块、led 模块、独立按键模块、蜂鸣器模块、LCD1602 显示模块等，主要面向进行 C 语言的基础学习。

实验模块主要包括：流水灯实验模块、计时器实验模块、交通灯实验模块、汽车转向实验模块、温度检测实验模块、步进电机实验模块等。主要面向小项目验证与实现的学习。

各个模块均配有外接 I/O 口，插孔式连接，避免原件损坏，便于各模块之间的连接。

#### 2.2.2 整体外观设计

整体外观设计如图 2-1 所示。

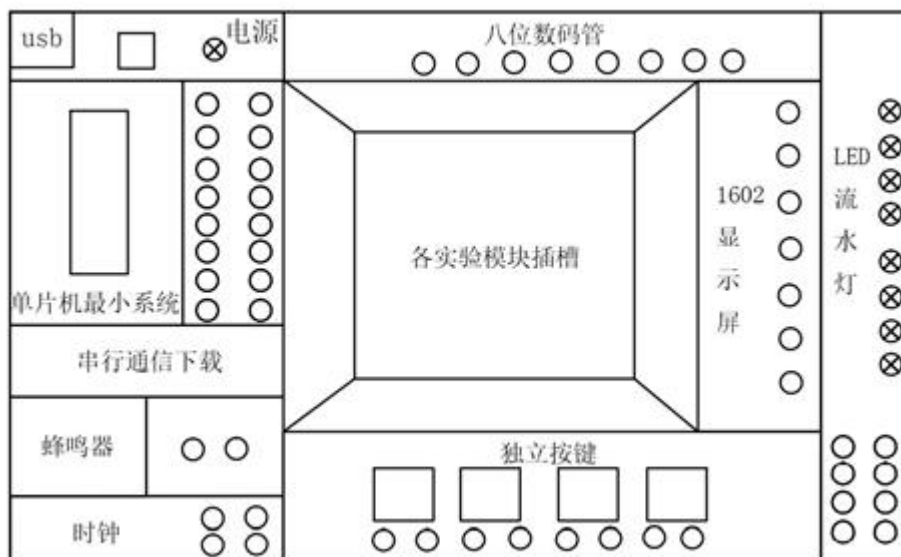


图 2-1 整体外观设计图（俯视）

## 2.2 实验装置设计主要特点

1.整体为分离模块设计，各部分使用更加灵活，便于拆卸与安装，可直接用于其他的拓展实验中，便于学生发散思维的锻炼。

2.各个实验模块在设计时尽可能保证直观化，更加促进学生对于实验目的的理解，方便观测实验效果。

3.克服了普通固化实验板以及一体式实验箱的不足，不仅可做验证性实验还更便于进行开发性实验。

4.除实验装置本身，学习者还可自己进行 PCB 设计，进行额外配置，使其外设更加充足。

5.小型实验箱收纳更加方便，不易丢失且具有便携性。

6.各单独模块均采用插孔式连接方式，更加方便，易于拓展与元件保护。

7.在教学方面，更加适用任务驱动教学和研究性学习的开展。各层任务难度依次递进，分别为：单片机 C 语言学习、实验应用情景式学习和自主拓展开发学习，学习内容循序渐进，符合学习认知规律。一套实验装置可面向不同水平的学习需求。

## 第三章 实验装置硬件部分设计

### 3.1 关键元器件选型

#### 3.1.1 控制器选型

本设计采用 STC89C51 系列单片机作为核心控制器，主要功能为控制各部分的数据传输，将各部分的发出的数字信号进行收集，再进行运算，执行控制。该控制器的优点在于抗干扰能力强、数据传输高速、低功耗、功能丰富、使用灵活等方面。

STC89C51 系列单片机作为经典型单片机，易学易用，网上资源丰富，在进行单片机入门学习上有着及大的优势，其直插型封装更易全面了解各引脚的不同功能，在学习过程中，相较于贴片式的单片机芯片，更易替换。因此本课题所用各种芯片，均采用传统的直插型封装选型。核心控制器如图 3-1 所示。



图 3-1 STC89C51 控制器

#### 3.1.2 温度传感器选型

温度传感器采用 DS18B20。主要用于测温实验模块中对于环境温度的检测，是一款常用的数字温度传感器，便于维修替换。该传感器为防水型，其输出的是数字信号，具有体积小、硬件开销低、抗干扰能力强、精度高等特点，也可以用于体温监测，具体可由学习者自行设计实验过程。

达拉斯半导体公司生产的 DS18B20 温度传感器具有结构优质的特性。操作方便，体积小，还具有低压数字温度传感器和微处理器接口，与传统的热阻装置相比，短总线结构简单、经济，学习者可以将其接入传感器网络。其测量指标在 55~125°C 范围内，测量精度为  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，测量温度可根据实际需要直接获取。该过程简单易读，9-2 位，工作电压范围 3-5.5V，DS18B20 的主要功能是温度和温度来测试传感器，用户可以将温度传感器的分辨率设置为 9、10、11 或 12 位， $0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $0.25^{\circ}\text{C}$  和  $0.625^{\circ}\text{C}$ 。其原理图和实物图如图 3-2 所示。

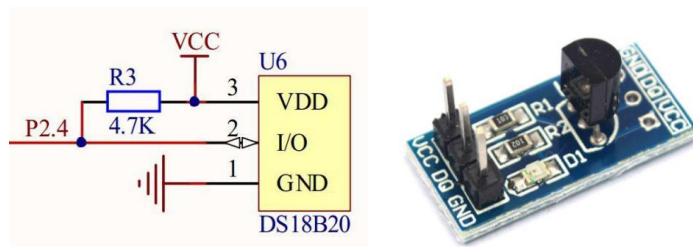


图 3-2 DS18B20 温度传感器

### 3.1.3 串口芯片选型

#### 1. MAX232 串口芯片

MAX232 芯片是专为 RS-232 标准串口设计的单电源电平转换芯片，用于单片机和 PC 机通过串口进行通信，即使单片机具有串行通信的功能，但由于所提供的信号电平不同，因而也需要通过 MAX232 芯片进行电平转换。其主要作用是将单片机所输出的 TTL 电平转换成 PC 机能够接收的 232 电平，或者将 PC 机所输出的 232 电平转换成单片机能够接收的 TTL 电平。其有着为低功耗、低成本、高集成度等特点。MAX232 芯片如图 3-3 所示。



图 3-3 MAX232 串口芯片

#### 2. MAX485 串口芯片

MAX485 芯片是用于与 RS-485 进行通信的低功耗收发器，MAX485 芯片的结构与引脚都十分简单，内部具有一个驱动器与一个接收器。RO 和 DI 端分别为接收器的输出和驱动器的输入端，与单片机的 RXD 和 TXD 进行连接。/RE 和 DE 端分别为接收和发送的使能端，当 /RE 为逻辑 0 时，器件处于接收状态；当 DE 为逻辑 1 时，器件处于发送状态。其有着性价比高、结构简单、常见、低功耗等特点。MAX485 芯片如图 3-4 所示。

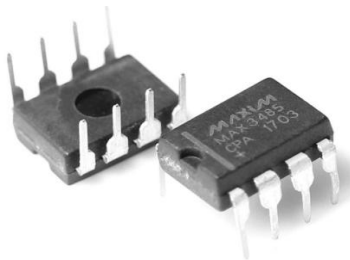


图 3-4 MAX485 串口芯片

### 3.1.4 输入模块

作为单片机开发板的输入设备，独立按键模块起到向核心控制单元发出信号以执行相应的程序、呈现特定效果的作用。独立式按键的特点是其直接与 I/O 口连线构成单个按键电路，每个按键单独占用一个 I/O 口，除被占用的 I/O 口以外不会对其他的 I/O 口的状态产生影响。电路设计灵活，软件结构简单。独立按键模块电路图如图 3-5 所示。

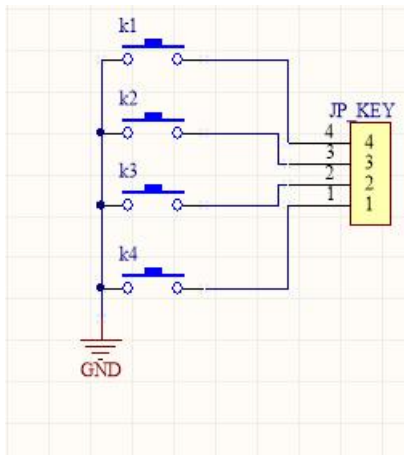


图 3-5 独立按键模块电路

### 3.1.5 液晶显示模块

输出显示部分采用 LCD1602 液晶显示屏，主要用于实验过程中的显示所需，之所以采用 LCD1602 的原因在于其本身的外形要比 12864 液晶显示屏所占空间小，可以节省整体实验装置的面积大小且 1602 的显示程序对于初学者更易学习。LCD1602 显示模块如图 3-6 所示。



图 3-6 1602LCD 显示屏

### 3.1.6 LED 模块

LED 模块可作为学习者在学习基础运算命令以及测试 I/O 口状态时所用的输出模块。采用 8 个发光二极管构成单独的 LED 模块，硬件结构与软件结构简单易懂，方便初学者进行流水灯实验。

## 3.2 实验装置电路设计

根据课题的方案设计，实验装置的电路设计主要分为三个部分：电源电路设

计、外围基础模块电路设计、核心实验板电路设计。PCB 设计部分采用独立模块形式，连接方式采用护套插座的方式，更加便捷、清晰可观。整体实验装置的大小为 30\*20，大小合适，既保证了便携性，又保证了实验装置的功能齐全。实验装置的各部分小模块采用连接柱的方式进行拼装，各部分模块独立，保证初学者的学习所需的同时为进阶学习者提供了更好的可替换性，使创新性学习更加深入、方便。

主要硬件资源与接口如下：

- 单片机最小系统
- 单片机引脚外扩接口
- USB 供电接口
- RS232 串行接口
- RS485 串行接口
- ISP 下载接口电路
- 8 位共阳数码管
- 8 位 LED
- 蜂鸣器
- 4 位独立按键
- 1602 液晶显示
- 交通灯实验模块

### 3.2.1 供电电源电路设计

供电电源采用 USB 接口进行供电，更加便捷通用。在模块中采用 AMS1117-3.3 的正向低压降稳压器，该稳压器的输出电压为 3.3V，适用于小型计算机系统接口等其他小型设备的电源电池管理中进行电池供电，相较于 LM1117-3.3 有着高效率、价格低、性价比高等方面的优点。

如图 3-7 所示，AMS1117-3.3 元件从左至右依次是输入端、接地端与输出端，其输入端与 USB 的 5V 电源相接，经过电容进行交流电压整流输入，将单项脉动电压转换成直流电压，其输出端经过输出滤波电容，进行抑制自激振荡，最后输出一个 3V 电源电压。

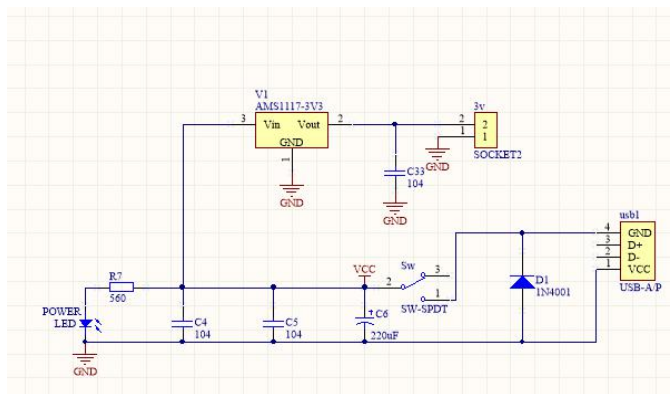


图 3-7 供电电源模块电路图

### 3.2.2 基础模块电路设计

#### 1. 单片机最小系统电路

本装置在单片机型号的选用上选取了最常用且入门简单的 STC89C51 系列单片机，该型号的经典性使初学者在进行单片机的入门学习时可以更加快速的掌握单片机的结构、参数与使用方法。

该实验装置在进行单片机最小系统设计中将单片机的外扩接口的形式由以往的插针形式改为了护套插座形式，采用这种外扩接口的形式，一方面保证将单片机的所有引脚引出，另一方面可以使各外围设备及实验模块与单片机进行连接时可以更加方便，消除了普通单片机实验装置中采用插针与排线连接的不便，使学习过程更加的直观、高效。

其中单片机芯片与实验板的安装方式采用锁紧插座的形式，将单片机芯片插入到锁紧插座中便可进行单片机芯片的使用，便于单片机芯片的安装与替换。同时该实验装置不仅支持 51 单片机的实验、仿真以及下载，还支持 AVR 系列单片机的实验与下载。单片机最小系统电路如图 3-8 所示。

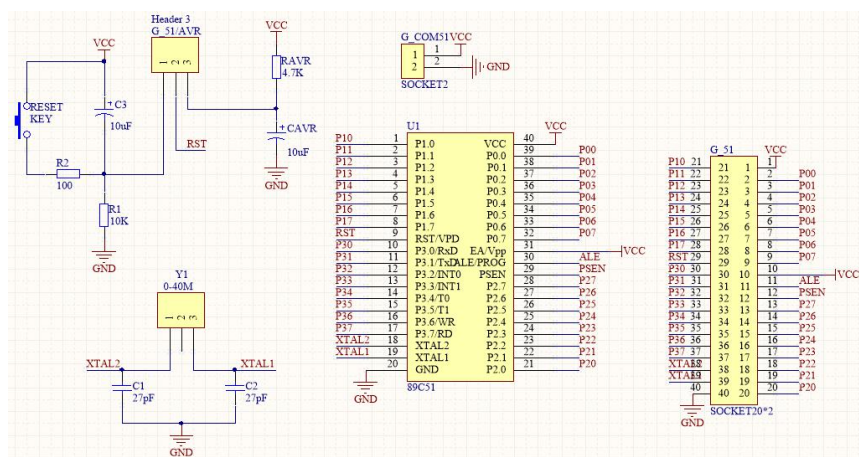


图 3-8 单片机最小系统

#### 2. 串行通讯下载模块电路

目前串行通讯功能是单片机应用中较为常用的功能，该实验装置在串行通信

设计部分主要由 RS232 与 RS485 两个串口。在下载接口电路设计上采用的是 ISP 接口。

### 1) RS232 串行接口电路

RS232 串口可以进行常规的串口通讯实验以及对于 STC89C 等系列单片机的程序下载与仿真调试。其串行接口电路如图 3-9 左上所示，电路中的 MAX232 芯片的 11 引脚 (TXD\_232) 与 12 引脚 (RXD\_232) 通过护套插座 JP3 (1) 与单片机的 P30、P31 引脚相连接，进行串口通信。

### 2) RS485 串行接口电路

RS485 串口是工业多机通信中应用最为广泛的接口，其具有传输速率高、传输距离长等优点，该实验装置中 RS485 接口电路，配合转换器便可进行远距离与 PC 机进行通信。其串行接口电路如图 3-9 左下所示，电路中的 MAX485 芯片的 1 引脚 (RXD\_485)、4 引脚 (TXD\_485) 通过护套插座 JP3(2) 与单片机的 P30、P31 引脚相连接，MAX485 芯片的 2 引脚和 3 引脚 (DE/RE) 通过 JP4 护套插座与单片机的 P35 引脚相连接，进行 RS485 串口通信。

### 3) ISP 下载接口电路

该实验装置中若使用 STC89C 系列单片机，PC 机可以直接通过实验装置中的 RS232 串口进行下载编程；若使用 AT89S51/52 等系列单片机，一般通过 ISP 接口下载。因此，该实验装置设有 ISP 下载接口，借助下载线，可方便地对 AT89S51/52 等单片机进行程序下载，其下载电路如图 3-9 右上所示。电路中，ISP 接口为双排 10 孔的护套插座构成，接口中的 MOSI、RST、SCK、MISO 脚分别和单片机的 P15、RST、P17、P16 脚相连。

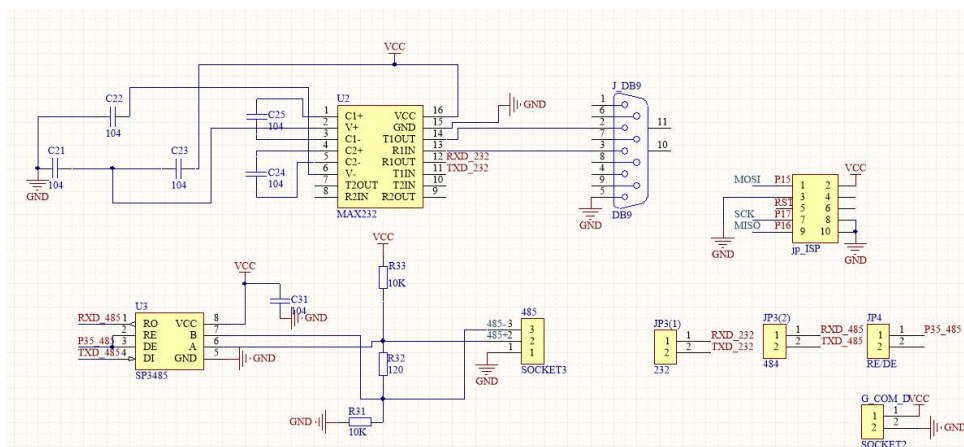


图 3-9 串行通讯下载模块电路

## 3.8 位 LED 发光二极管模块电路

如图 3-10 所示，通过单排 8 孔的护套插座将 8 个发光二极管与单片机的任意 I/O 口进行相连，这 8 个发光二极管的负极通过 8 个 1K 的电阻接到护套插座上，正极则接到电源 VCC 端。若单片机 I/O 口相应的引脚位低电平（输出为 0）

则可驱动发光二极管灯亮；若相应引脚为高电平（输出为 1），则相应的发光二极管灯灭。

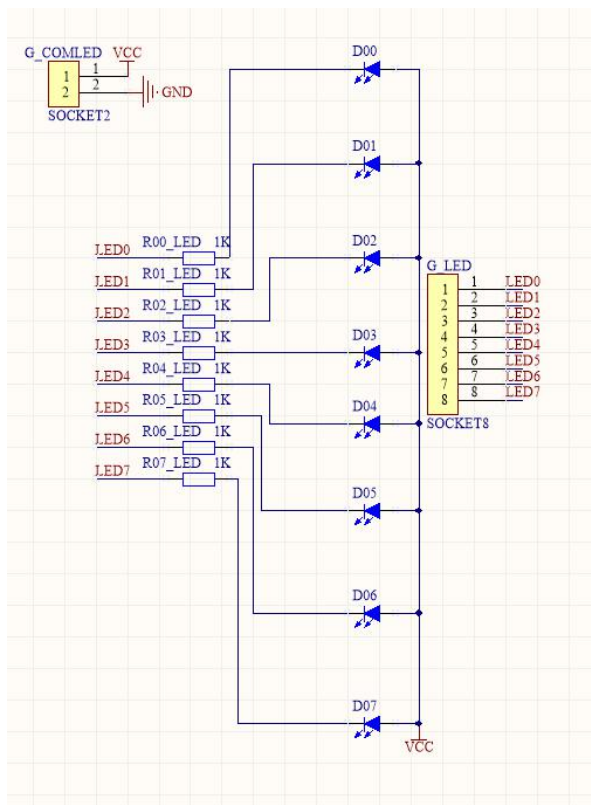


图 3-10 8 位 LED 发光二极管模块电路

#### 4. 8 位数码管模块电路

如图 3-11 所示，在该装置中采用了 8 位共阳型 LED 数码管，使用 8 只 PNP 型三极管作为数码管片选端的驱动，其中基极经过限流电阻分别通过双排 16 孔的护套插座与单片机的相应 I/O 口连接，VCC 电源电压经过 8 只三极管，由集电极分别向 8 只数码管进行供电。

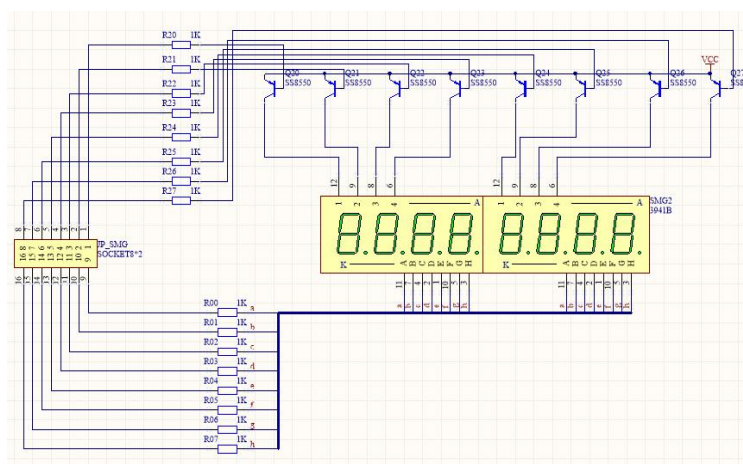


图 3-11 8 位数码管模块电路

#### 5. 蜂鸣器模块电路

如图 3-12 所示, 护套插座 JP\_beep 的 1 引脚可将单片机某一 I/O 口与蜂鸣器相连接, 该单片的某一引脚作为蜂鸣器的信号输出端, 三极管作为开关驱动蜂鸣器 Beep 发声。

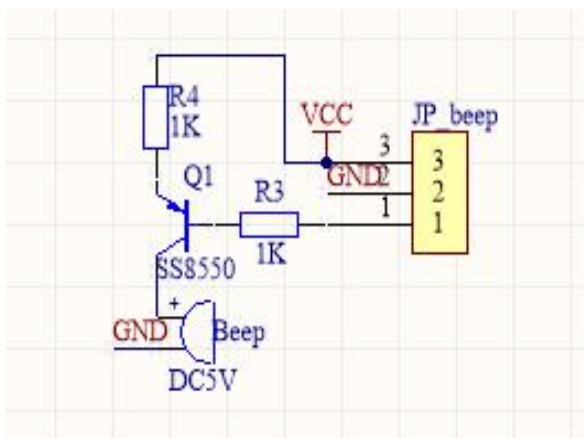


图 3-12 蜂鸣器模块电路

#### 6. 四位独立按键模块电路

如图 3-13 所示, 为该装置的 4 位独立按键模块电路, 其中 K1-K4 为四个独立按键, 通过护套插座 JP\_KEY 可与单片机的 I/O 口进行连接, 根据学习者的需求, 可展开与按键有关的相应学习。

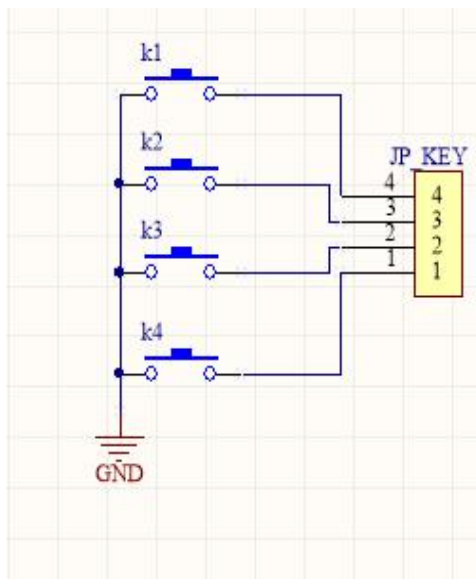


图 3-13 四位独立按键模块电路

#### 7. 1602 液晶显示模块电路

如图 3-14 所示为该装置中的 1602 液晶显示电路部分, 该实验装置采用 1602 液晶模块作为显示模块, 该液晶显示器具有体积轻便、功耗低等显著特点, 满足学习者用于较少字符显示的需求。

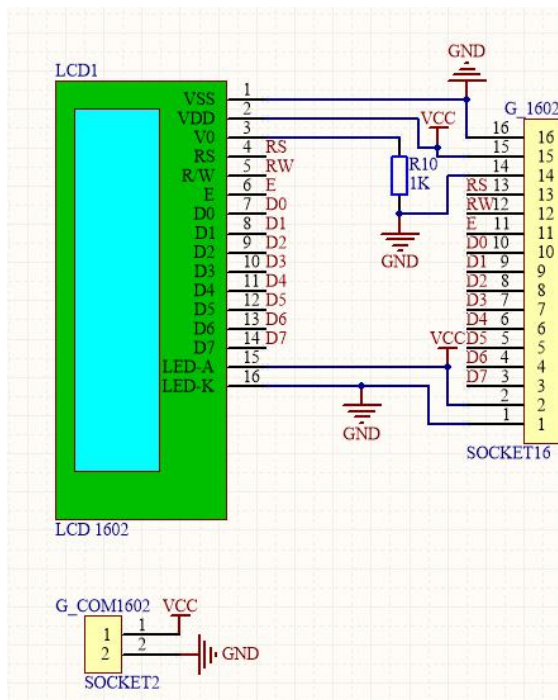


图 3-14 1602 液晶显示模块电路

### 3.2.3 核心实验板电路设计

如图 3-15 所示为交通灯实验模块的电路图与 PCB 设计图，该实验模块主要由 12 只 LED 发光二极管与 2 位 LED 数码管构成，其中东西两个方向的发光二极管为一组，南北两个方向的发光二极管为一组，经过护套插座与单片机的 I/O 口进行连接控制，实现东西南北四个方向的交通灯模拟。在该实验模块中，数码管用于显示当前交通灯状态的倒计时情况，其也是通过护套插座与单片机进行连接，可由学习者进行编程控制。在 PCB 设计中，为了加强实验目的的直观性，布局也模拟为十字路口的形式，并且在丝印层对交通灯与模拟小汽车进行了绘制，有利于学习者理解实验效果与控制方式。

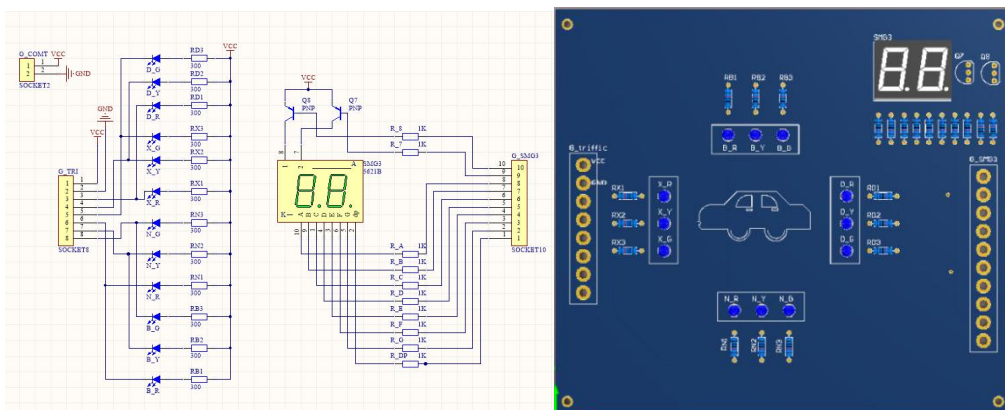


图 3-15 模拟交通灯实验模块电路图与 PCB 设计图

## 第四章 实验装置软件部分设计

### 4.1 Altium Designer 软件及其应用

该部分主要论述 Altium Designer 软件简介以及在该实验装置电路设计过程中 Altium Designer 软件的应用。

#### 4.1.1 Altium Designer 软件简介

随着人工智能领域的迅猛发展,电子设备的电路设计环节日益复杂,因而由计算机软件进行辅助高效的完成电路设计已成为主要设计形式。在众多电路设计软件中,Altium Designer 是当前广泛流行的一款一体化电子产品开发软件。该软件不仅支持传统的电路设计功能,例如原理图设计、PCB 设计等,还具备 FPGA、SOPC 开发等功能。其功能齐全且具有多样性,为电子产品设计与开发提供了一定的便捷性,使电路设计工作更加高效。

#### 4.1.2 Altium Designer 软件在电路设计中的应用

在该装置的电路设计部分,使用 Altium Designer 软件进行原理图的绘制与 PCB 设计。

其中,51 单片机实验装置的原理图与 PCB 绘制中,其绘制过程主要分为:新建工程文件、绘制电路原理图、元器件绘制及封装处理、PCB 电路板设计。其详细步骤如下:

##### 1. 新建工程文件

在 Altium Designer 软件的使用中,新建工程文件是电路设计工作的首要环节,是确保后续电路图绘制与 PCB 设计工作顺利开展的关键步骤。新建工程文件的主要步骤为:选择菜单栏中【File】,在下拉菜单中依次点击【New】、【Project】、【Pcb Project】设置文件名及存储路径后完成工程文件的新建。随后新建原理图与 PCB 文件,应注意所有原理图与 PCB 文件都应在上述新建的工程文件中,避免出现文件保存失败问题。

##### 2. 绘制电路原理图

绘制原理图的步骤主要包括:添加仿真元器件库、放置仿真元件、连接仿真元件、放置网络标号。

其主要步骤为:选择【Libraries】,默认为两个系统仿真元件库,在其中可进行元件的选择,随后拖动即可放置原理图中进行后续操作,但在原理图设计工作中系统自带元件库往往不能够满足设计需要,因此设计者便可通过依次选择【Libraries】、【Add】选择文件路径添加其他仿真元器件库。元件放置后双击或按 TAB 键进行元件属性更改。选择菜单栏中的“放置线”图标进行元器件的连接,选择“放置网络标号”图标进行网络标号。

### 3. 元器件绘制及封装处理

在原理图与 PCB 图设计过程中,对于所缺少的元件及其封装需要自行绘制。首先元件绘制需依次选择菜单栏中【File】、【New】、【Library】、【Schematic Library】打开元件绘制界面进行所需元器件的绘制。元件绘制完成后需对元件封装进行绘制,需选择【Library】中的【PCB Library】进入元件封装绘制界面。在进行绘制结束后需将封装添加至对应的仿真元件中,应注意元件库与 PCB 封装库也应确保与原理图文件在同一个工程文件下。

### 4. PCB 电路板设计

PCB 电路板的设计是电路设计工作的最后一步也是关键环节。根据设计需求,选择图中一点设为原点,绘制电路板基本轮廓,随后选择【Redefine Board Shape】选项对 PCB 板进行尺寸设置。选择【Keep Out Layer】层利用直线工具按照板子轮廓绘制禁止布线层,依次选择菜单栏中【Design】、【Update PCB Document】将原理图导入至 PCB 文件中,根据设计规则对元件进行摆放与布线。在进行 PCB 板设计过程中,可根据实际设计需求选择【Rules】选项设置布线规则,最大线宽等设计参数。需注意电源线需进行加粗,布线过程中尽量不绘制直角与锐角,避免发生电流过大问题。

对 PCB 电路板布线结束后,需对整体布线进行优化:检查布线是否有效连接、检查布线是否存在干扰可能、对布线整体效果进行调整。除此之外,双层板需对地线进行敷铜,敷铜时应注意确定是否真正实现地线的连接以及信号层是否正确。

## 4.2 实验装置程序设计部分

该环节中,基于 51 单片机实验装置的程序设计主要分为基础功能程序设计与各实验模块程序设计两个部分。

### 4.2.1 基础功能程序设计

为配合 51 单片机实验装置的使用,体现由入门的 C 语言学习到情景式学习再到自主开发学习的三级任务难度划分,结合单片机教学计划与要求,提出一系列适用于本装置的基础功能程序设计,验证 C 语言的学习成果的同时对实验装置的使用进行一个初步的认识与了解,带领初学者掌握本单片机实验装置各部分的基本工作原理,以便为学习者后期的学习打下坚实的基础。

#### 1. I/O 口控制

通过对于 I/O 端口输出控制功能的学习,初学者可以掌握如何运用 C 语言给端口信号,以及高低电平的区别与功能。选取 P1 口作为 I/O 输出端口,通过编写程序实现第 1、3、5 的发光二极管点亮或熄灭。

主程序:

```
void main()
{
    while(1)
    {
        P1^0=1;
        P1^2=1;

        P1^4=1;//分别对应灯 1、3、5 亮 灯灭为 0
    }
}
```

## 2. LED 灯闪烁

通过对 LED 灯进行编程控制，实现 led 灯循环亮 1 秒灭 1 秒。初学者可以利用此环节掌握 C 语言中延迟函数的编写与调用，巩固 I/O 口输出控制的学习。

主程序：

```
void main()
{
    while(1)
    {
        led=0;

        delay(50000); //大约延迟 450ms

        led=1;

        delay(50000); //大约延迟 450ms
    }
}
```

延迟函数：

```
void delay(u16 i)
{
    while(i--);
}
```

## 3. 蜂鸣器

通过学习驱动蜂鸣器，初学者掌握辨别蜂鸣器的驱动方式，同时掌握蜂鸣器的硬件连接电路的工作原理。在本装置中，蜂鸣器电路的驱动部分为 PNP 三极管，其中三极管的一端由 5v 电源接入集电极，另一端的基极与单片机的 I/O 口相连，最后一端的发射极连接 GND。当 I/O 端口给出控制信号时，基极与集电极的 PN 结导通，则三极管导通，促使蜂鸣器得以驱动。

主程序：

```
void main()
{
    while(1)
```

```

    {
        beep=~beep;
        delay(10);
    }
}

```

#### 4. 独立按键控制

通过独立按键控制发光二极管的点亮与熄灭，初学者可以了解到单片机与按键的接口设计，以及本装置中独立按键模块的电路原理，学会如何编写通过按键控制其他模块单元的程序以及按键扫描程序中消抖语句的原理。

按键扫描程序：

```

void keypros()
{
    if(k1==0)        //检测按键 K1 是否按下
    {
        delay(1000); //消除抖动 一般大约 10ms

        if(k1==0)    //再次判断按键是否按下
        {
            led=~led; //led 取反
        }
        while(!k1); //检测按键是否松开
    }
}

```

#### 5. 定时器

通过利用定时器实现 led 灯循环亮一秒灭一秒，让初学者掌握定时器中断的原理以及 C51 定时中断程序的编写方法。选择定时器 0 模式，工作方式 1，内部定时器实现精准延时，以此使初学者掌握定时器的不同模式和不同工作方式的区別及编程方法。

定时器初始化程序：

```

void Timer0Init()
{
    TMOD|=0X01;//定时器 0 模式 工作方式为 1

    TH0=0XFC;//, 给定时器赋初值, 1ms

    TL0=0X18;

    ET0=1;//打开定时器 0 中断允许
}

```

```
EA=1;//打开总中断

TR0=1;//打开定时器
}
```

主程序：

```
void main()
{
    Timer0Init();
    while(1);
}
void Timer0() interrupt 1
{
    static u16 i;
    TH0=0XFC;
    TL0=0X18;
    i++;
    if(i==1000)
    {
        i=0;
        led=~led;
    }
}
```

## 6. 外部中断

通过该部分学生对外部中断的学习，可以使其掌握 51 单片机中断系统的内部结构与程序编写的方法。利用外部中断 0 控制操作 K3 按键使得 led 状态取反。

中断函数：

```
void Int0() interrupt 0    /中断初始化函数
{
    delay(1000); //延迟消抖
    if(k3==0)
    {
        led=~led;
    }
}
```

中断初始化函数：

```
void Int0Init()
{
    //设置 INT0

    IT0=1;//下降沿触发
```

```
EX0=1;//打开中断允许

EA=1;//打开总中断

}
```

#### 4.2.2 各实验模块程序设计

根据三级难度划分,在进行完基础部分的学习,为锻炼 C51 编程的整体性以及编程者对于函数的编写、程序的调用、组合函数的使用、硬件电路原理的理解以及对于呈现效果的监测与修改的能力,提出实验情景式学习。根据教学需要,提出共计八个常见实验,每个实验均有单独的实验模块实现预期效果,丝印层设计更加直观,便于学习者理解。独立模块使学习者对于硬件电路的理解更加的清晰,对学习 C51 编程有着很大的帮助。

##### 1. Led 流水灯实验

通过采用单片机控制 8 个 led 发光二极管按照顺序一次点亮形成流水灯效果的学习,让学习者进一步理解 C 语言的数据类型、常量与变量、运算方式与函数的基本概念及使用方法。实验现象:下载程序后实现 led 流水灯效果,由左至右滚动。

主程序:

```
void main()
{
    u8 i;
    led=0x01;

    delay(50000); //延迟 450ms

    while(1)
    {
        for(i=0;i<7;i++) //将 led 左移一位
        {
            led=_crol_(led,1);
            delay(50000); //延迟 450ms
        }
        for(i=0;i<7;i++) //将 led 右移一位
        {
            led=_cror_(led,1);
            delay(50000); //延迟 450ms
        }
    }
}
```

## 2. 模拟交通灯控制实验

通过对于模拟交通灯控制的程序编写,让学习者进一步巩固定时器和中断的使用方法,灵活将定时器与中断控制进行综合使用,进一步熟悉定时器与中断工作方式的区别。理解交通灯应呈现的效果以及硬件电路连接,掌握数码管显示的工作原理及编程方法。实验现象:东西南北四个方向交通灯按照预期时间轮流点亮,数码管显示倒计时。

部分关键程序语句:

```

if(Second < 31)
{
    DisplayData[0] = 0x00;
    DisplayData[1] = 0x00;
    DisplayData[2] = smgduan[(30 - Second) % 100 / 10];
    DisplayData[3] = smgduan[(30 - Second) % 10];
    DisplayData[4] = 0x00;
    DisplayData[5] = 0x00;
    DisplayData[6] = DisplayData[2];
    DisplayData[7] = DisplayData[3];
    DigDisplay();

    GPIO_TRAFFIC = 0xFF; //将所有灯熄灭

    RED00 = 1;
    GREEN00 = 1;

    GREEN11 = 0; //绿灯亮

    RED01 = 0; //红灯亮
}

```

## 3.8 位抢答器实验

通过对由 1 个数码管显示和 8 个按键输入的抢答器的程序设计与编写,让学习者掌握单片机与 LED 数码管的接口电路原理以及控制方法,学习 c 语言中数组的使用方法。8 个独立按键作为抢答器的输入信号,当其中一个按键被按下,在数码管上显示其序号 (0-7),且其余按键再按下无效,直至复位按键按下。

关键程序语句:

```

Void main()
{
    bit Flag;

    while(!Flag)//执行一次就停止了 先检测到的相应 复位后有效
    {
        if(!key1) {P1=0xFE;Flag=1;}//
        else if(!key2){P1=0xFD;Flag=1;}//
        else if(!key3){P1=0xFB;Flag=1;}//
    }
}

```

```

        else if(!key4){P1=0xF7;Flag=1;}//
    }
    while(Flag);
}

```

#### 4. 简易秒表实验

通过对由两个数码管组成的简易秒表的程序设计与编写,进一步掌握单片机定时/计数器及中断的编程控制方法,包括定时器工作方式、初始值设置、中断函数的巩固与使用。同时通过对该实验的编程,观察实验现象,理解控制流程,对简易秒表模块的基本电路的掌握。

关键程序语句:

```

void main()
{
    Timer0Init();
    while(1)
    {
        if(TF0==1)
        {
            TF0=0;
            TH0=0XFC;
            TL0=0X18;
            s++;
        }
        if(s==1000)    //1s
        {
            s=0;
            sec++;
            if(sec==100)sec=0;
        }

        mb[0]=sec%10;    //秒表个位

        mb[1]=sec/10;    //秒表十位

        DigDisplay();
    }
}

```

#### 5. 蜂鸣器演奏实验

通过利用单片机的输入输出口进行程序编写,以实现单片机输出口输出不同的占空比方波,占空比方波不同所连接的蜂鸣器便可产生不同的音效。进而按照乐谱进行编程即可实现蜂鸣器演奏某一首音乐。与此同时学习者通过该实验可以对单片机定时器的应用以及蜂鸣器的驱动进行再次巩固。在实验过程中,利用该实验装置观察是否实现预期要演奏的乐谱,在此基础上还可进行创新性学习,例如配合 1602 模块与独立按键模块的使用可以实现简易 MP3 设计。

主程序:

```
void main()
{ unsigned char p,m; //m 为频率常数变量
  unsigned char i=0;
  TMOD&=0x0f;
  TMOD|=0x01;
  TH0=0xd8;TL0=0xef;
  IE=0x82;
play:
  while(1)
  {
    a: p=music_tab[i];
    if(p==0x00) { i=0, delayms(1000); goto play;}
    else if(p==0xff) { i=i+1;delayms(100),TR0=0; goto a;}
    else {m=music_tab[i++], n=music_tab[i++];}
    TR0=1;
    while(n!=0) Beep=~Beep,delay(m);
    TR0=0;
  }
}
```

## 6. 温度检测实验

通过对该实验的程序编写,学习者可以学习到如何使用温度传感器 DS18B20,掌握该温度传感器的工作原理,利用数码管显示 DS18B20 采集到的环境温度,(0-99℃),掌握 lcd1602 的工作方式与编程方法以及掌握传感器检测与 lcd1602 显示之间的编程思路,同时培养学习者综合运用各模块以及综合编程四位的能力。

关键程序语句:

```
void Ds18b20WriteByte(uchar dat)
{
  uint i, j;

  for(j=0; j<8; j++)
  {
    DSPORT = 0;
    i++;
    DSPORT = dat & 0x01;
    i=6;
    while(i--);
    DSPORT = 1;
    dat >>= 1;
  }
}
```

```
void Ds18b20ChangTemp()
{
    Ds18b20Init();
    Delay1ms(1);
    Ds18b20WriteByte(0xcc);
    Ds18b20WriteByte(0x44);
    //Delay1ms(100);
}
```

## 7. 汽车模拟转向实验

通过对汽车模拟转向的程序设计与编写，掌握电机驱动的方法，熟练 c 语言循环语句的使用，通过两个 led 模拟汽车左转右转的效果，通过继电器的不断吸合模拟汽车转向时的声音，从而理解电机的工作原理与驱动控制的方法。观察实验现象，锻炼综合编程的能力。

关键语句：

```
Void main()
{
    Relay=0;
    Key_scan();
    While(1);
}
Void Key_scan()
{
    If(s0==0)
    {
        Delay10ms();
        If(s0==0)
        {
            Led0=~Led0
            Delay500ms();
        }
    }
}
```

## 8. 笔记本电脑散热设计实验

通过对笔记本电脑散热系统的设计与程序编写，锻炼综合编程能力以及编程的全局思维能力。进一步巩固 DS18B20 温度传感器的工作方式与编程方法，掌握电机驱动散热风扇的方法。观察实验效果，分析该系统的电路原理，掌握传感器、单片机、电机与散热风扇的连接方式。掌握串口温度监测与控制的编程方法。

主程序：

```
void main()
{
    Serial_init();
```

```
while(1)
{
    GetTemperture();//读取温度值

    TempConv();      //将温度转换为适合 LED 数码管显示的数据

    Display();       //数码管显示函数

    Disp_Conv();     //串口显示转换函数

    Send_Temp();
    if(disb_buf[2]*10+disb_buf[1]>=30 || SBUF == 'a')
    {
        DIR = 1;
        PWM = 0;
    }
    else
    {
        DIR = 1;
        PWM = 1;
    }
}
}
```

## 第五章 实验装置整体调试

调试自查表 5-1 所示，若某步现象不正常，请对照查看该部分电路问题：

表 5-1 实验装置调试步骤

调试步骤	调试操作	验证目的	是否合格
Step 1	对电路板外观进行检查，确保没有漏焊、虚焊现象。	无连接问题	
连接好供电线			
Step 2	电源开关按下，供电指示灯亮起；电源开关抬起，指示灯熄灭。	电源开关焊接正确、指示灯焊接正确	
连接好下载线			
Step 3	将测试程序下载至单片机开发板中。	供电正常、下载电路正常	
Step 4	发光二极管 D1~D8 做流水灯依次点亮一次。	最小系统运作正常，发光二极管焊接正确	
Step 5	蜂鸣器响 2 声。	蜂鸣器部分电路焊接正确	
Step 6	分别按下按键 K1~K4，对应 D1~D4 灯亮起。	按键部分正确	
Step 7	按下复位键，现象重复一次。	复位电路正确	
Step 8	按下 K1 键，PC 机串口助手软件显示“Hello!”。	串口发送功能正常	
Step 9	使用串口助手向单片机发送数据 0x55，单片机接收到后，控制 D8 灯闪烁一次。	串口接收功能正常	
Step 10	使用万用表依次检测单片机引脚与外围插针是否导通。	单片机引脚引出正常	

实验装置测试结果如下表 5-2 所示

表 5-2 实验装置调试结果

测试步骤	测试设备	测试输出	测试结果
1	STC89C51 模块	单片机 I/O 信号可以正常接受/发送, 模块可以正常通电, 外接插孔可以正常使用	实现预期效果
2	串行下载模块	可以实现正常的串行通讯功能, 使用其进行下载功能可以正常传输	实现预期效果
3	供电模块	可以实现将电源引入设备装置, 通过该模块可以实现其他模块的正常供电	实现预期效果
4	数码管模块	经过程序调试, 数码管模块可以实现动态显示	实现预期效果
5	独立按键模块	经过程序调试, 配合其他模块可以实现通过按键进行其它控制	实现预期效果
6	蜂鸣器模块	经过程序调试, 该蜂鸣器模块可以正常使用, 也可以配合其他模块使用	实现预期效果
7	流水灯模块	8 位 LED 可以正常亮/灭, 通过单片机可以实现控制, 经程序调试可以实现流水灯效果	实现预期效果
8	1602 显示模块	1602 插针可以按位对应插入, 外接插孔可以实现显示模块与单片机模块之间的连接, 经程序调试可以实现其显示功能	实现预期效果
9	模拟交通灯模块	交通灯模块中的各元件可以正常使用, 无故障, 经程序调试, 可以实现模拟交通灯的效果, 实验效果直观	实现预期效果
10	整体实验装置	各部分模块均可正常使用, 各部分模块之间的连接无故障问题, 可以实现实验课程所需功能	实现预期效果

## 第六章 基于实验装置的课程设计

### 6.1 当前教学中存在的问题

若进行教学模式的改革,首要重视的便是目前单片机课程实施过程中的主要问题,其根本上存在着由于实验装置的不足,仿真软件无法完全实现实验现象,导致的一系列问题:

1.每届学生在上单片机课程之前都没有固定的实验装置,每次都要在课程安排之前由学校购买散件,学生进行焊接。这样的情况导致一方面会耽误课程进度,另一方面消耗经费,且学生自己进行焊接而成的单片机开发板会存在部分功能损坏,导致整体或部分无法正常使用。

2.该单片机开发板由于是焊接而制,各部分元件基本固定。一方面不便于维修与替换,另一方面有碍实验的直观性。

3.该形式的单片机开发板结构简单,仅适用于初步的 C 语言学习,若要进行深度学习需要结合仿真软件进行实验。这样大大降低了单片机课程的实验操作性,且仿真软件的实验效果与真实的实验效果由于软件等方面的原因存在误差。

4.排针式连接方式,不够清晰便捷,使得学习过程出现不必要的阻力,打消学习的积极性。

综上所述,针对于当前的单片机教学过程中关于实验装置所遇到的问题,该实验装置的设计便可将其解决,随后再提出适用于本课题设计的 51 单片机实验装置的课程与教学设计,配合该实验装置提升单片机工作效率与教学效果,锻炼学生自主学习与合作探究能力,以促进实现应用型技术人才的培养。

### 6.2 基于实验装置的课程设计

针对于该实验装置设计的目的与教学意义,适用于该实验装置的课程满足三级层次划分: C 语言学习、实验应用情景式学习、自主拓展开发学习,整体贯穿“教师主导,学生主体”的新课程改革观念,提出该课程方案假设。

首先在 C 语言学习层级上,按照相应单片机课程分配 C 语言的基础学习课时,再此课时内每位学生均可使用该实验装置的外围基础模块进行学习,其外围模块功能齐全,可满足学生对 C 语言的基础学习。该实验装置的模块化设计,使理论学习更加直观,因而即使课上没有跟上课程进度,在课下也可以进行自学。待夯实基础后可进入第二层级。

其次在实验应用情景式学习层级中,根据单片机课程内容设计 8 个实验,该 8 个实验在实验装置中均为独立模块,模块设计使实验效果更加清晰可观,沉浸

式的实验应用学习与项目式驱动教学,可以提高学生学习的乐趣与积极性。且每个实验模块与单片机的连接方式均为外部连接,因而在编程的过程中更便于理解每个实验中所用到的控制方式。

最后在自主拓展开发学习层级上,一方面每个模块均为独立模块设计,积木式搭建构成,因此若学习者已经进入深度学习可以替换实验装置中的各部分模块,进行创新性自主开发学习。另一方面,学生也可以独立设计中间的实验模块,或将大赛课题与该实验装置融合进行搭建,培养创新能力与实践能力。

该课程方案的假设主要特点是依托于该实验装置的应用与分层教学的相关理论,满足不同层次学生的学习需求,全面培养创新型、应用型人才。

## 第七章 总结与展望

本课题设计完成了以 STC89C51 系列单片机为控制核心的一款新型 51 单片机实验装置。该实验装置克服了以往单片机课上所使用的单片机开发板的弊端，具有成本低、功能齐全、便于维护、扩展性强等特点。整体实验装置为模块化形式，各部分为独立模块以积木搭建方式构成整个 51 单片机实验装置。每个独立模块与核心控制单元的连接方式采用护套插座与插线，更替了传统的排针连接方式，降低了装置损耗程度，在进行实验学习的过程中也更加清晰可观。该实验装置的电路设计部分中，核心控制器选用 STC89C51 系列单片机，经典可靠、初学易上手，外围基础部分主要包括 8 位数码管模块、8 位 led 发光二极管模块、串行通讯下载模块、蜂鸣器模块、独立按键模块、1602 液晶显示模块，可满足学习者的入门学习需求，中间的实验模块，根据课程大纲设计了八个实验模块，且在 PCB 绘制的过程中保证了实验的直观性，使学习者对于实验目的与实验效果的掌握更加的清晰。在该实验装置的基础上提出了三级课程设计，完全适用于该实验装置。C 语言学习、实验应用情景式学习、自主拓展开发学习，满足不同层次学生需求，难度由易到难，便于实现分层教学。自主拓展开发学习更有益于培养创新型人才，使学生在单片机课程中获得更多能力方面的培养与提升。

目前本课题已经实现了预期的设计，制作完成了一款 51 单片机实验装置，经过调试与使用，验证该实验装置可以满足单片机课程的教学需要，且效果良好，可以达到预期解决的现有问题。

在未来可以考虑在该实验装置的基础上进行升级改进，增加更多主流单片机芯片作为核心控制器，拓展实验装置的功能；可基于课程与学生需求制作设计更多的实验模块，丰富实验内容，满足更多学习需求；在该实验装置的整体构造中可加入底层连接电路，通过该电路可以实现由控制器至中间实验模块的底部连接，同时增强底部连接电路的通用性，便于实现不同模块的连接；在现有功能上增加无线通信部分，使其更好的与目前发展迅速的物联网技术实现接轨。

## 参考文献

- [1]荆丽梅. 基于多核心板互换的单片机实训教学系统的设计[D]. 湖南大学, 2015.
- [2]刘健. 基于 STC89C52RC 单片机实验系统的设计与开发[D]. 湖南大学, 2014.
- [3]周艳荣. 教学用嵌入式实验系统的设计与开发[D]. 天津大学, 2016.
- [4]张杰. 具有新型接口的 MCS-51 单片机实验系统设计[D]. 内蒙古大学, 2007.
- [5]罗魏魏. 单片机交互式学习系统设计[D]. 大连交通大学, 2017.
- [6]雷媛媛. 高职院校单片机综合实验教学平台改进设计与实现[D]. 南昌大学, 2013.
- [7]黄华飞. 基于 AVR 单片机的教学实验系统的设计与开发[D]. 湖南大学, 2013.
- [8]陈淑芳. 基于 51 单片机的教学实验系统的设计与开发[D]. 中国海洋大学, 2011.
- [9]什么是 MAX485 [EB/OL] <https://baike.baidu.com/item/max485>.
- [10]什么是 MAX232 [EB/OL] <https://baike.baidu.com/item/max232>.
- [11]什么是 DS18B20 [EB/OL] <https://baike.baidu.com/item/DS18B20>
- [12]叶俊杰 .Altium Designer 技术在 PCB 板设计中的应用研究 [J]. 电子质量,2017(02):80-83.
- [13]王强.Altium Designer 在电路设计中的应用[J].信息记录材料,2020,21(02):118-120.
- [14]李冠阳. 基于 DS18B20 的温度梯度—厚度冰情检测传感器的设计与应用研究[D].太原理工大学,2014.
- [15]鄂禹蒙. 嵌入式超声测距系统设计[D].沈阳理工大学,2019.
- [16]汪新舜. 基于 Arduino 与 LabVIEW 的智能厂房环境监控系统[D].大连理工大学,2016.
- [17]SST. FlashFlex51 MCU SST89C54 / SST89C58 [EB /OL], 2004. 6
- [18]Atmel. 8-bit AV R Microcontroller with 16K Bytes In-System Programmable Flash ATmega169V /ATmega169 [EB /OL], 2005. 5
- [19]Freescale . MC9S08AW60 /MC9S08AW48 /MC9S08AW32 /MC9S08-AW16 Data Sheet( Rev 2) [EB /OL], 2006. 12

## 致谢

本篇论文是在王鹏老师的指导下完成的。在最初选题的时候王鹏老师十分尊重我的意愿，最后通过我和王鹏老师的共同讨论根据我的擅长方向选择了该课题。选题之后的初步方案设计的过程中，我有过两次十分迷茫的阶段，对于课题的方向理解的不够深刻，王鹏老师及时与我一起讨论了课题的设计方向，使我茅塞顿开，对于课题的认识也基本掌握了。在论文撰写的过程中，我也总是有不懂的地方，王鹏老师每次都十分认真、耐心的给予指导。十分感谢王鹏老师对我毕业论文与毕业设计的指导！

除此之外，还要特别感谢所有帮助过我的其他老师与同学们，正是他们的无私帮助使我顺利完成了论文，祝愿他们工作顺利、学业有成！