

西安邮电大学

毕业设计（论文）

题目： 基于嵌入式的智能花盆

学院： 自动化

专业： 自动化

班级： 1403

学生姓名： 刘 洋

学号： 06141082

导师姓名： 张 英 职称： 高级工程师

起止时间： 2017 年 12 月 5 日 至 2018 年 6 月 10 日

毕业设计（论文）声明书

本人所提交的毕业论文《基于嵌入式的智能花盆的设计与实现》是本人在指导教师指导下独立研究、写作的成果，论文中所引用他人的文献、数据、图件、资料均已明确标注；对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式注明并表示感谢。

本人完全理解《西安邮电大学本科毕业设计（论文）管理办法》的各项规定并自愿遵守。

本人深知本声明书的法律责任，违规后果由本人承担。

论文作者签名：

日期： 年 月 日

西安邮电大学本科毕业设计(论文)选题审批表

申报人	张英	职 称	高级工程师	学 院	自动化		
题目名称	基于嵌入式的智能花盆						
题目来源	科研				教学		其它
题目类型	硬件设计	√	软件设计		论文		艺术作品
题目性质	应用研究		√		理论研究		
题目简述	<p>(为什么申报该课题)</p> <p>智能花盆系统的设计在于创新理念与设计实践的结合,一方面,解决不会养花的问题,养花系统利用温湿度传感器、光照传感器、土壤湿度传感器等获取植物土壤的水份、光照情况经过 MCU 的处理实现自动浇水和自动光照。</p>						
对学生知识与能力要求	<p>掌握微机原理与接口技术及单片机原理及应用,理解嵌入式系统的基本组织结构与工作原理,具有一定的模拟电路技术基础及网络通信原理,熟悉常用传感器原理及使用方法,具有嵌入式软件设计能力及解决实际问题的动手能力。</p>						
具体任务以及预期目标	<p>(应完成的具体工作,预期目标和成果形式)</p> <p>设计基于嵌入式的智能花盆系统,当检测到光照不足时,通过灯光补充光照,当检测到土壤湿度不足时,可开启电磁阀自动浇水。</p>						
时间进度	<p>2017 年 12 月 05 日—2017 年 12 月 10 日 选取毕设题目</p> <p>2017 年 12 月 11 日—2018 年 01 月 06 日 查阅资料,撰写提交开题报告</p> <p>2018 年 01 月 07 日—2018 年 03 月 04 日 确定系统架构设计方案</p> <p>2018 年 03 月 05 日—2018 年 03 月 31 日 系统软件程序设计</p> <p>2018 年 04 月 01 日—2018 年 04 月 15 日 软硬件的联合调试</p> <p>2018 年 04 月 16 日—2018 年 04 月 31 日 系统功能完善</p> <p>2018 年 05 月 01 日—2018 年 05 月 25 日 撰写毕业设计论文</p> <p>2018 年 05 月 26 日—2018 年 06 月 01 日 修改、装订论文</p> <p>2018 年 06 月 02 日—2018 年 06 月 10 日 准备毕业答辩</p>						
系(教研室)主任签字	年 月 日		主管院长签字		年 月 日		

学生姓名	刘洋	学号	06141082	专业班级	自动 1403 班
指导教师	张英	题目	基于嵌入式的智能花盆		
选题目的（为什么选该课题）					
使用温湿度传感器对花盆中的环境因素（如：温湿度）采集得到环境信息，利用 AT89C51 单片机进行数据的分析，可以对环境的温湿度进行预测、控制。可以手动设置环境的温湿度，也可使用自动模式。当环境状态出现异常例如温度失常时发声提醒并关闭控制温度的电热丝和散热风扇，单片机可自动对采集的数据进行分析，向散热风扇、电热丝等设备发送指令进行自动处理，使花盆中的各类环境因素达到适合理想的状态。当花盆内的湿度低于预先设定的阈值时，可进行浇水，提升花盆内的湿度。为了提高植物存活率可设定时间进行自主浇花处理。					
前期基础（已学课程、掌握的工具，资料积累、软硬件条件等）					
1. 掌握微机原理与接口技术及单片机原理及应用；					
2. 理解嵌入式系统的基本组织结构与工作原理；					
3. 具有一定的模拟电路技术基础及网络通信原理；					
4. 熟悉常用传感器原理及使用方法；					
5. 具有嵌入式软件设计能力及解决实际问题的动手能力；					
要研究和解决的问题（做什么）					
1. 对于传感器采集信号的分析；					
2. 基于单片机的控制以及异常环境的判断及预测；					
3. 异常环境前后的自动处理和数据变化；					
4. 设置多种养殖模式以适应不同的要求；					
5. 使用 LCD1602 液晶显示屏可以显示花盆土壤的实时温湿度。					
工作思路和方案（怎么做）					
1. 熟悉传感器的工作原理，分析传感器采集到数据的特点；					
2. 理解单片机自动控制的思路及方法，并进行仿真；					
3. 设计硬件电路原理图；利用 Keil4 进行控制处理系统即 51 单片机程序的编写。并且进行软硬件结合仿真，先从仿真中发现问题，然后修改硬件电路或者控制系统的程序。以期达到预定的目标；					
4. 利用手头的材料，搭建实际电路。进行最后基于嵌入式的智能花盆的调试与修改。					
指导教师意见					
签字：年 月 日					

西安邮电大学毕业设计（论文）成绩评定表

学生姓名	刘洋	性别	男	学号	06141082	专业 班级	自动 1403
课题名称	基于嵌入式的智能花盆的设计与实现						
指导教师 意见	<p>（从开题论证、论文内容、撰写规范性、学习态度、创新等方面进行考核）</p> <p style="text-align: right;">评分（百分制）： 指导教师(签字)： 年 月 日</p>						
评阅 教师 意见	<p>（从选题、开题论证、论文内容、撰写规范性、创新和预期成果等方面进行考核）</p> <p style="text-align: right;">评分（百分制）： 评阅教师(签字)： 年 月 日</p>						
验收 小组 意见	<p>（从毕业设计质量、准备、操作情况等方面进行考核）</p> <p style="text-align: right;">评分（百分制）： 验收教师(签字)： 年 月 日</p>						
答辩 小组 意见	<p>（从准备、陈述、回答、仪表等方面进行考核）</p> <p style="text-align: right;">评分（百分制）： 答辩小组组长(签字)： 年 月 日</p>						
评分比例	指导教师评分（20%） 评阅教师评分(30%) 验收小组评分(30%) 答辩小组评分（20%）						
学生总评 成绩	百分制成绩				等级制成绩		
答辩委员 会意见	<p>毕业论文(设计)最终成绩(等级)：</p> <p style="text-align: right;">学院答辩委员会主任(签字、学院盖章)： 年 月 日</p>						

目 录

第一章 绪论.....	1
1.1 研究背景、目的、意义	1
1.2 发展趋势.....	1
1.3 研究方法和手段.....	2
第二章 基于嵌入式的智能花盆整体设计	3
2.1 系统功能.....	3
2.2 系统组成部分.....	3
2.3 方案设计与论证.....	3
2.3.1 土壤温湿度检测	3
2.3.2 光照强度检测.....	4
2.3.3 主控芯片的选择.....	4
2.3.4 A/D、D/A 转换的选择.....	4
2.3.5 显示器的选择.....	4
2.4 最终方案.....	5
2.5 系统工作原理.....	5
第三章 基于嵌入式的智能花盆硬件设计.....	6
3.1 硬件电路组成框图.....	6
3.2 电路各模块介绍.....	6
3.2.1 温湿度检测模块.....	6
3.2.2 光照强度检测模块.....	7
3.2.3 电源模块.....	8
3.2.4 LCD 显示模块.....	8
3.2.5 控制器.....	9
3.3 本章小结.....	9
第四章 基于嵌入式的智能花盆软件设计.....	10
4.1 LCD 模块程序.....	10
4.2 温湿度模块程序设计.....	12
4.3 串行口相关设置.....	14
4.4 IIC 相关设置.....	14
4.5 本章小结.....	17
第五章 智能花盆系统测试.....	18
5.1 测试目的.....	18
5.2 模块测试.....	18
5.2.1 电源模块测试.....	18
5.2.2 温湿度传感器测试.....	18
5.2.3 光照强度传感器调试.....	18
5.3 硬件调试.....	19

5.4 软件调试.....	19
5.5 软、硬件联合调试.....	20
5.6 测试结果.....	20
5.7 本章小结.....	21
第六章 结论.....	22
结束语.....	23
致 谢.....	24
参考文献.....	25

摘 要

近年来，由于快节奏的工作与生活环境，智能家居逐渐的走进了更多人的家庭。一如智能花盆，能够解决人们喜欢种植植物，却没有很多的时间去打理和照顾自己种植的植物的问题。植物的生长离不开光照、水分等。人们也最容易忽略其中的光照以及水分。而使用温湿度传感器对花盆中的环境因素（如：温湿度）采集得到环境信息，利用 AT89C51 单片机进行数据的收集以及分析，可以对环境的温湿度进行预测、控制。替人们照顾好自己的植物。单片机可自动对采集的花盆温湿度数据进行分析，向散热风扇、电热丝等设备发送指令进行自动处理，使花盆中的各类环境因素达到适合生长的理想状态。通过智能化模拟植物生长的环境，可以让植物更好的成长。

关键词：单片机；温湿度传感器；控制；光照强度传感器

ABSTRACT

In recent years, due to the fast pace of work and living environment, gradually smart home has entered more families. It's like an intelligent flower pot. It can solve the problem that people like planting plants but do not have much time to take care of and plant their own plants. The growth of plants is without light, water and so on. It is also easy to overlook the light and moisture. The environment factors (such as temperature and humidity) in the flowerpot are collected by the temperature and humidity sensors, and the data collection and analysis by AT89C51 single chip can be used to predict and control the temperature and humidity of the environment. Take care of your plants for people. The single-chip microcomputer can automatically analyze the data of the temperature and humidity of the collected flowerpot, and automatically handle the sending instruction of the heat dissipation fan and electric heat wire, so as to make the various environmental factors in the flowerpot ideal for the growth. By simulating the environment of plant growth, we can make plants grow better.

Key words: MCU;Temperature and humidity sensor;control;light intensity sensor

第一章 绪论

1.1 研究背景、目的、意义

近年来，随着社会的日益进步以及人们生活水平得到充足的提高。与此智能家居技术也在不停的前进，逐渐完善并形成一种完整的体系结构，已经有一些相关的智能家居进入市场，走进人们的生活。小米智能家居系列产品作为其中的典范，出现在了人们的视野之中。也有一些智能花盆进入市场，比如 Click and Grown 系列。在国内，我国虽然也存在该类智能开发项目，但大部分家庭使用的依旧是花洒等传统的养花器材。能做到智能浇花的产品还是很少，用到智能花盆的家庭也不多，且现在在市场上存在的自动浇花装置大多数不存在按时或定量的机能设定，像这一类的种植方式除耗费珍贵的水资源外，更主要的是在一定程度上，阻碍了植物的正常成长，特别是因为浇水量无法控制，当植物根系造成积水时，会阻碍其根部的呼吸与生长的时候，严重情况下或许会致使植物的死亡。因而，让植物种植简单化，易于被广大公众所接受，是绝大多数家庭所希望的^[1]。

1.2 发展趋势

近年来，随着工业 4.0 的时代到来，近几年以来在国外智能花盆已经作为一种家用的装饰品出现在越来越多人的家庭里，且价格适中，性能稳定。国内在人工智能领域还不是很完善，因此人工智能花盆处于刚刚出现在人们的视野中，且正在高速发展阶段，但同时价钱也比较昂贵，技术与成本都有很多需要完善之处^[2]。

随着科技的进步与时代不停向前发展，国内也在着手专研具有较高工作效率的智能花盆。2011 年杨守建等人，开展了相关的研究与讨论，运用自制的简单的土壤温湿度检测设备对土壤温湿度进行检测，通过对相关数据的加工和处理，完成了初步对植物成长环境的检测与处理系统，简单实用。

正是由于传统的花盆中的植物在生长的过程中，需要人们熟悉该植物的培植特性，这些“参数”需要人们一一熟悉。但是通过高智能花盆系统，人们可以在系统内配置该植物的生长所需要的温度或者湿度，让系统代替人们去照顾植物。这样的系统能轻易走进人们的生活中，取代原有的传统的浇花工具，并且在一定程度上，节省了人们在传统种植中在植物花费的过多时间，从而节省人力。在市场上有一定的潜力。

嵌入式技术、控制技术、传感器技术都是在智能花盆上实际运用的。经由这一系列的技术，将智能花盆带进人们的生活中，利用智能化的方式将产品智能化，替代我们生活中的一些传统工具，这样就可以让我们的生活变得更加美好。

1.3 研究方法和手段

这次设计是采用最简单的嵌入式系统——单片机控制的自动浇花和模仿光照系统。这个系统由传感器部分、控制部分、输出部分三部分构成。温湿度传感器位于花盆土壤中，具有测量土壤温度、土壤湿度的功能，光照强度传感器能采集花盆周围的环境参数。控制部分为传统的 51 芯片，其能接受 DHT11 温湿度传感器通过 DATA 向其发送的土壤温湿度数据以及光照强度传感器所传送的数据，通过单片机对采集到的数据进行分析，做出判断以后，再将浇水、补充光照等指令发送给输出部分，实现本设计中的功能。首要研究为花盆中泥土的温湿度和系统的控制技术、系统的软、硬件各个部分之间互相配合工作的关系。温湿度传感器 DHT11 将花盆环境中的温度和湿度模拟量采集到之后，通过放大转换的操作，将模拟量转换为数字量传递给控制系统，通过 51 单片机处理后，将土壤的温度和湿度及时显示在 1602LCD 显示屏上。同时，51 单片机对收集到的数据与系统刚开始设定的土壤温湿度的阈值进行比较，经过单片机中的程序判别是不是需要给花盆补充水分和补充光照，如果需要，那么 51 单片机系统就会发出对应的浇水或者模拟光照指令到对应的输出设备，进行自动浇水和模拟光照，然后将浇水或模拟光照后的花盆土壤环境中的温湿度再次通过传感器传递到单片机中进行判断与处理，若不需要浇水和模拟光照，停止浇水等指令。一个循环检测结束后，系统开始新一轮检测。

第二章 基于嵌入式的智能花盆整体设计

2.1 系统功能

- (1) 检测土壤的温度、湿度
- (2) 显示土壤的温度、湿度
- (3) 控制土壤的温度、湿度以及环境中的光照强度
- (4) 设定报警的阈值，声光报警

2.2 系统组成部分

将 AT89C51 单片机作为这个设计的核心基础。该设计是由土壤温湿度电路、1602 实时显示电路、报警电路、输出电路等部分组成^[3]。系统框图如图 2-1 所示。经由 DHT11 温湿度传感器测量出花盆中土壤温湿度信号，单片机接收由温湿度传感器传入的温湿度信号进行分析和处理，输出控制信号，控制报警电路以及浇水、模拟光照系统是否工作，从而达到按照土壤温湿度实时情况而给予浇水以及模拟光照的目的。并且及时的将土壤的温湿度显示在 1602LCD 液晶屏上。

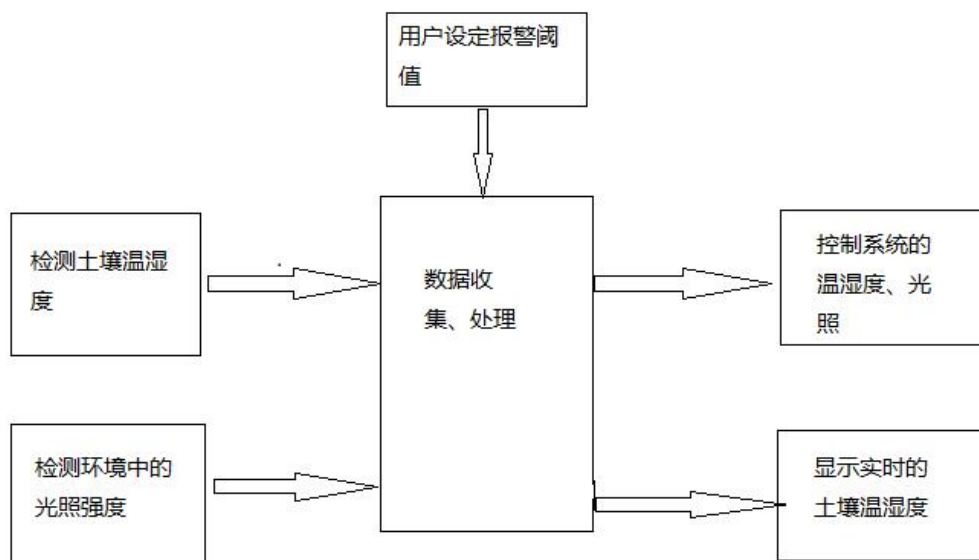


图 2-1 系统框架图

2.3 方案设计与论证

2.3.1 土壤温湿度检测

方案一：选用温湿度传感器 SHT11 模块检测花盆土壤情况的温湿度，该传感器首要元器件是一个能隙式测温元件和电容式聚合体测湿元件，属于温湿度一体传感器，具有较高的可靠性以及长时间稳固工作的本领，但是价格昂贵。

方案二：选用温湿度一体的传感器 DHT11 搜集花盆内泥土的温湿度，该传感

器包含电阻式感湿元件和 NTC 测温元件，且可以与 AT89C51 芯片直接相连。占用控制芯片的引脚数较少。加测精度较高，响应快、价格适中、功耗低，工作状态稳定，并且无需其他分外的配件。

通过对比以上两种选用方案，最终选择 DHT11 作为土壤温湿度检测所使用的传感器。

2.3.2 光照强度检测

方案一：选用光照强度检测模块 BH1750FVI。该传感器工作电压与系统其他模块工作电压相同。且该模块内部有 16 位 A/D 转换器，能够通过 IIC 总线直接将所监测到的数据传送给控制系统^[4]。

方案二：使用光照传感器 HA2003，该芯片采用了光电转换模块，光照强度测量速度快，精度较高，用于农业大棚、农业等工作情况的光照测量及研究。本设计只是办公、家用环境下所设定的情况。

综合对比以上两种方案，本系统最后采取方案一中的光检测模块 BH1750FVI。

2.3.3 主控芯片的选择

方案一：采用相比来说较为常见的 AT89C51，该款单片机是由 Atmel 公司生产，具有良好的兼容性，能够稳定运行，价格低廉。该芯片是我们学过的芯片，它的配置已经完全可以满足此次所设计的系统的需求。

方案二：采用市面常用的 STC89C52RC 系列作为主控芯片，该主控制芯片是 STC89C51 芯片的一款升级版，具有较高的反应速度，然而其程序存储空间不大，运行速度慢，且功耗较大。

综合以上两种方案，使用 AT89C51 单片机作为设计的核心。

2.3.4 A/D、D/A 转换的选择

方案一：采用 PCF8591，它的寻址方式是典型的 IIC 接口器件寻址方法。可以将 8 个器件直接连接至 IIC 总线，不需要额外的器件去连接。是一个 8 位的 A/D，D/A 转换，拥有 4 路 A/D 输入和 1 路 D/A 输出。使用简单且集成度高，满足系统所用^[5]。

方案二：选用串行控制模/数转换器 TCL0832，其供电电压为+5V，输出、输入电平与 TTL 和 COMS 兼容。与单片机或者控制器经由三线接口连接。

综合以上两种方案，将 PCF8591 作为本系统的 A/D 转换器。

2.3.5 显示器的选择

方案一：采用 1602LCD 显示屏，其工作电压为+5V，双向数据线。双行显示，使用方便。大学课程中也学习使用过该显示屏，符合本设计的要求。

方案二：选用 5110 款液晶显示屏。向其写入数据，须要通过模拟一个串行总线协议，才可以将数据写入。

综合以上两种方案，最终选择方案一中的 1602LCD 显示屏。

2.4 最终方案

经过查阅资料，经过论证与抉择之后，本次毕业设计最终确定如下的方案。

检测部分：

- (1) 采用 DHT11 传感器采集土壤温湿度数据
- (2) 采用 HH1705HVI 光照强度传感器采集环境中的光照值

其余部分：

- (1) 采用常用的 AT89C51 作为系统的主控芯片
- (2) 采用 PCF8591 作为 A/D，D/A 数据转换模块
- (3) 采用 1602LCD 液晶显示屏作为系统显示土壤温湿度数据的显示器
- (4) 采用 LM2596 电源适配器，将供电电压调节至适合系统工作的电压值

2.5 系统工作原理

系统通过 DHT11 温湿度传感器实时监测花盆环境中土壤温湿度的情况，将检测到的温湿度数据通过双向数据传输接口 DATA 传输给控制芯片。以单片机 AT89C51 作为本设计的控制核心，依据温湿度传感器所检测到的花盆泥土温湿度产生输出信号，将土壤的温湿度通过自身芯片的 I/O 口实时显示在 LCD1602 显示屏上，同时将检测到的花盆泥土的温湿度数据与系统设定的温湿度规定范畴相比较，判断是否需要浇水或者补充光照，低于规定的阈值，系统报警、控制器控制输出电路，完成光照或者浇水指令，如果达到规定的阈值，系统进入下一个温湿度检测循环，从而使花盆温湿度环境得到有效控制，花盆内植物的正常生长得到了有效的保障。

第三章 基于嵌入式的智能花盆硬件设计

3.1 硬件电路组成框图

将 AT89C51 单片机当做本系统的硬件部分控制中心，模块化设计实现系统的各功能。此设计囊括了温湿度检测模块、光照强度检测模块、LCD1602 显示模块、报警电路和模拟光照、浇水模块^[6]。构成电路的框图如图 3-1 所示。

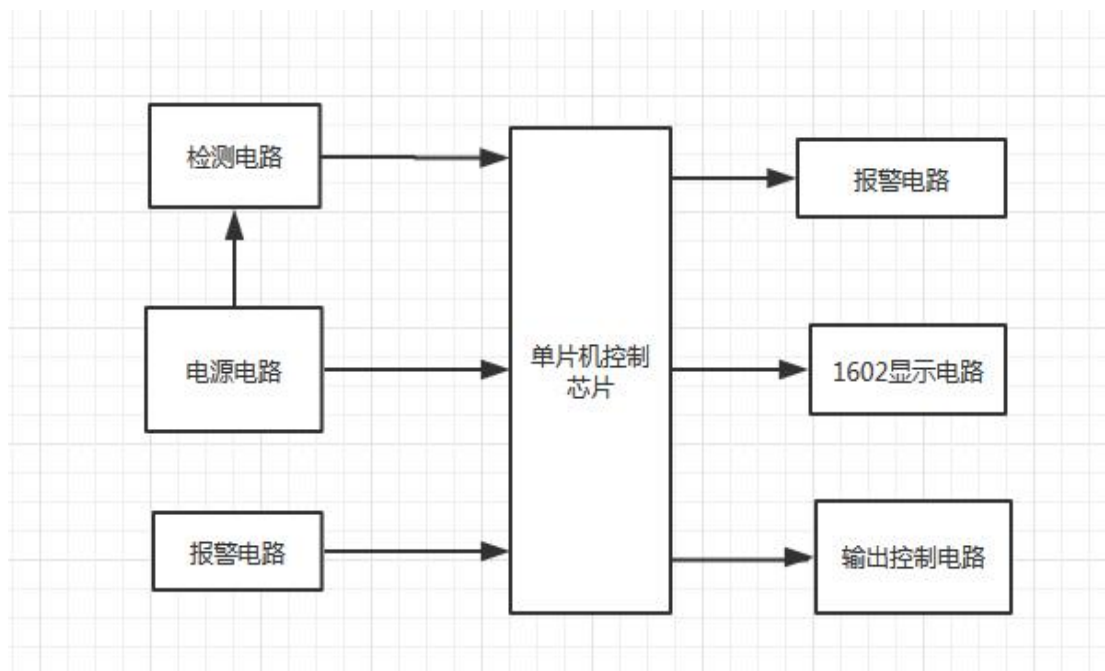


图 3-1 智能花盆组成框图

3.2 电路各模块介绍

3.2.1 温湿度检测模块

根据总体方案，系统中需要用到温湿度传感器，为了让系统更加集成的设想，最终选择使用温湿度检测一体的 DHT11 型号的温湿度传感器。

DHT11 型号的温湿度传感器，该传感器含有已经校准的十分准确的数字信号输出，复合数字采集模块以及温湿度传感技术，无需其他分外的部件。DHT11 是一种既可以获取温度数据又能够获取湿度信息的传感器，它可以直接以数字方式传输传感器所采集的花盆土壤温度和湿度数据从而有效的减少了用户处理信号的难度，被普遍认为具有很高的准确性。该传感器由电阻式感湿元件以及 NTC 测温元件组成，由于集成度较高，因而可以与 AT89C51 直接相连。产品具备响应快、抗干扰能力强、价钱适中、功耗低等性能优势。温湿度传感器在通电后，需要一点时间进行准备。温湿度检测模块采取经常使用的 DHT11 传感器作为温湿度检测所用的传感器，它能及时检测花盆中泥土温湿度的情况，并通过 DATA 数据

接口将检测到的信号实时传送给 AT89C51 单片机，由单片机采集该传输的信号并处理所获得的花盆泥土温湿度的数据，完成相应的操作。该模块的电路图如图 3-2 所示。

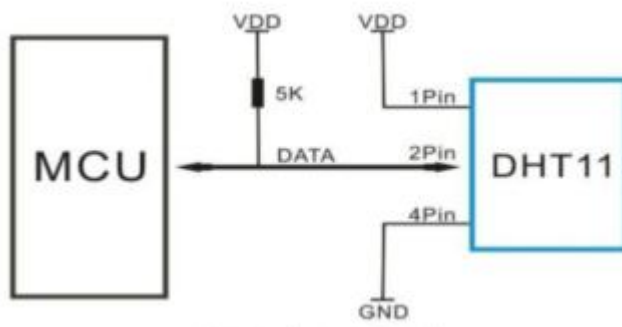


图 3-2 DHT11 硬件电路图

3.2.2 光照强度检测模块

选用光照传感器 BH1750FVI 模块当做光照信号采集输入。该传感器采用的是两线式串行总线接口的集成电路，能够按照实时光照强度数据进行环境检测，具备 1-65536lx 的高分辨率，可支持大范围的光照强度波动^[7]。其最大的特点是内置有个数模转换模块，接收到的光照强度信号之后通过数模转换器转换为数字信号，单片机可以直接采集该信号，这个模块的工作电压和其他模块一样。

因为采集到的光信号为模拟量，需要进行模数转换操作。系统将 PCF8591 作为经信号转为数字量，将光照强度传感器所收集到的环境中光照的模拟量数据通过该转换器转换为数字信号，通过 IIC 总线传递给单片机，做其他处理。其硬件电路如图 3-3 所示。

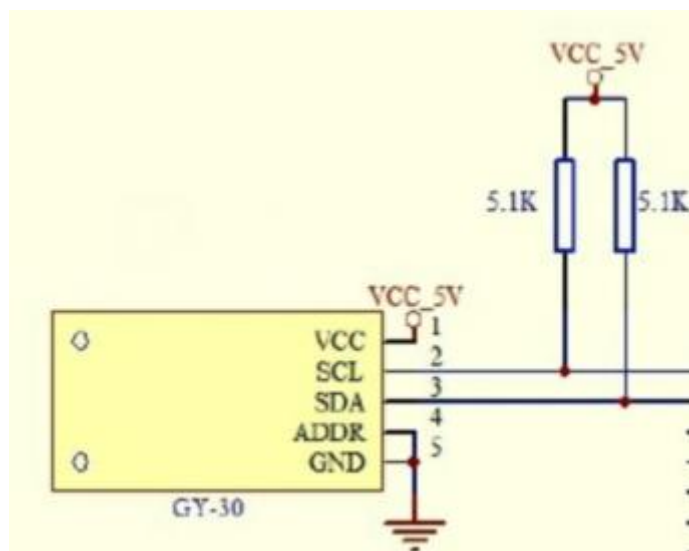


图 3-3 光照强度检测模块电路图

3.2.3 电源模块

该系统工作电压基本均在 +5V，故采用 LM2596，将输出电压直接调节为 +5V，

为整个系统工作提供一个稳定的、统一的电压。LM2596 属于降压型开关电压调节器，具备良好的线性和负载调节特性，它的稳定输出可以给这个系统提供一个稳定的工作电压。其硬件结构图如图 3-4 所示。

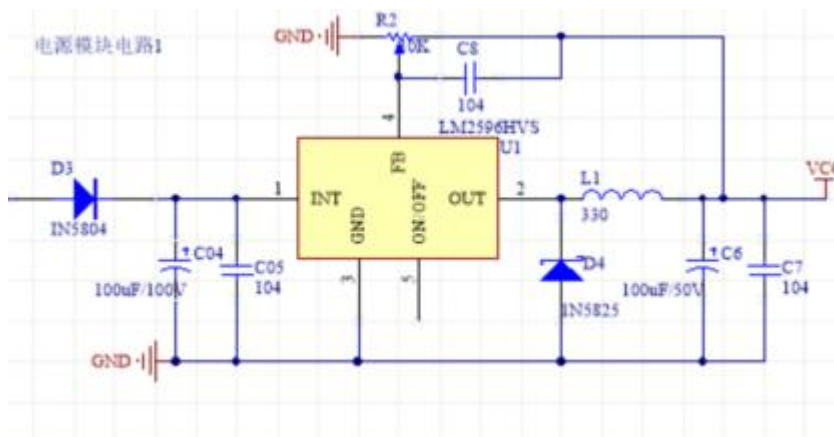


图 3-4 LM2596 硬件电路图

3.2. 4LCD 显示模块

根据总体设计方案可知，当该系统中的温湿度传感器 DHT11 检测到环境温度、湿度时，会显示出所检测到的土壤温湿度，所以采用相应的显示电路，根据方案，采用 1602LCD 即可满足设计要求。

1602LCD 显示屏上一共可以显示两行，就为 32 个字符。它的数据输入输出端口 DATA0-DATA7 分别接 10K 的上拉电阻和主控制器引脚 P00-P07 相连接，实现数据的传输，将接收到的温度和湿度信息显示出来。

是一款低功耗，背光和不背光经由引脚的连接进而可选择的工业型显示器，该液晶屏显示器由+5V 供电，硬件电路简单，容易实现功能，其硬件电路图如图 3-5 所示。

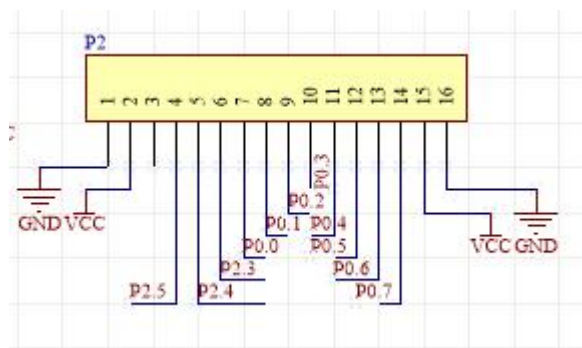


图 3-5 1602LVD 硬件电路图

3.2.5 控制器

考虑到该系统采用的是+5V 电源供电，同时本着节约成本的思想，所以系统采用 AT89C51 单片机作为主控制器，采集和数处理数据，并输出控制信号给输出设备。该模块包含的是单片机的最小系统。电路图如图 3-6 所示。

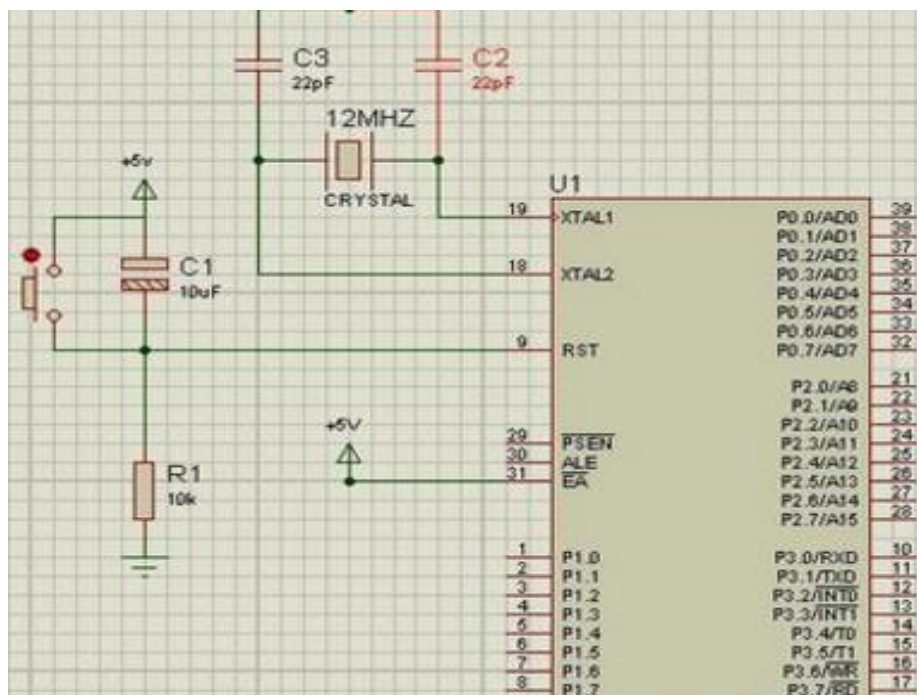


图 3-6 单片机最小系统电路图

3.3 本章小结

本章对硬件电路进行了侧重的讲述。硬件电路主要包括 DHT11 传感器电路，主要作用是测量花盆内泥土的温度和湿度信息，并对数据进行处理和转换，以数字的形式输送给单片机；光照强度检测电路，主要作用是用于测量环境中光照强度信息，通过含有数字化处理的芯片，将数据传输给控制芯片，完成该模块功能设计；电源电路的设计主要是通过此模块，为系统正常工作提供一个电压。LCD 显示电路，主要不是讲温湿度传感器检测到的实时温湿度数据通过控制芯片处理之后，显示在显示屏上；单片机最小系统中，复位电路，在允许或者出现事故时使主控制器从起始位置执行操作，防止控制设备出现死机或者工作性能不稳定的状态；晶振电路为单片机内部时钟电路提供振荡时钟。通过本章巩固了基本的数电模知识，进一步熟悉了硬件电路实现的方法和相关设计软件的使用方法，加深了对一些器件的认识，如：LCD，DHT11 等等，对单片机进行了进一步的研究。

第四章 基于嵌入式的智能花盆软件设计

本系统软件设计含有初始化、土壤温湿度检测子程序、显示子程序等，系统程序流程框图如图 4-1 所示。

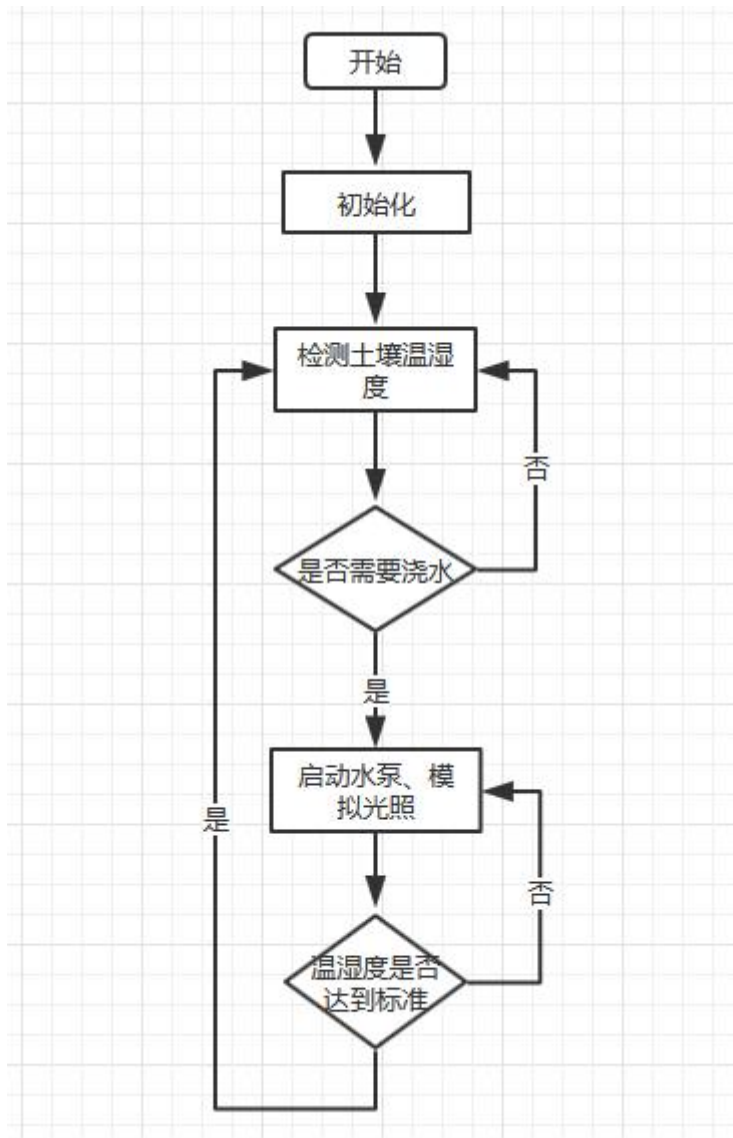


图 4-1 程序流程图

4.1 LCD 模块程序

经过温湿度传感器 DHT11 检测花盆土壤温湿度，并将检测到的温湿度数据通过放大处理，将模拟量转换为数字量，传给控制芯片 AT89C51 单片机。单片机对所采集到的数据进行处理并将收集到的土壤温湿度数据传输给显示屏，最终显示在 1602LCD 上。

下面是 1602LCD 显示屏的相关程序设计。

(1) 将 1602 液晶显示屏初始化，并设定其延时函数。程序如图 4-2 所示：

```

21 //-----
22 //1602液晶初始化函数
23 //-----
24 void LCD1602_init(void)
25 {
26     Delay1602(1500);
27     LCD1602_Write_com(0x38);
28     Delay1602(500);
29     LCD1602_Write_com(0x38);
30     Delay1602(500);
31     LCD1602_Write_com(0x38);
32     LCD1602_Write_com_busy(0x38);
33     LCD1602_Write_com_busy(0x08);
34     LCD1602_Write_com_busy(0x01);
35     LCD1602_Write_com_busy(0x06);
36     LCD1602_Write_com_busy(0x0C);
37 }
38

```

图 4-2 1602 初始化程序

(2) 当 1602 的 RS 引脚处于低电平而且 R/W 引脚处于高电平的时候，1602 处于读忙中。因为 MCU 处理速度较慢，处理速度是微秒级别，而 LCD 的处理速度慢，有些指令可能超过毫秒，所以单片机必须要等 LCD 不忙的时候才将数据传输给 LCD 进行处理。否则，LCD 无法处理。忙检相关程序如图 4-3 所示。

```

//1602液晶忙检测函数
//-----
void LCD1602_busy(void)
{
    PO_7=1;
    RS=0;
    RW=1;
    E=1;
    while(PO_7==1);
    E=0;
}

```

```

//1602写命令函数
//-----
void LCD1602_Write_com(unsigned char combuf)
{
    RS=0;                //选择指令寄存器
    RW=0;                //选择写状态
    P0=combuf;           //将命令字通过P0口送至DB
    E=1;                 //E高电平将命令字写入1602液晶
    E=0;                 //写完以后，恢复E的电平
}

//-----
//1602写命令函数(带忙检测)
//-----
void LCD1602_Write_com_busy(unsigned char combuf)
{
    LCD1602_busy();      //调用忙检测函数
    LCD1602_Write_com(combuf); //调用忙检测函数
}

//-----
//1602写数据函数(带忙检测)
//-----
void LCD1602_Write_data_busy(unsigned char databuf)
{
    LCD1602_busy();      //调用忙检测函数
    RS=1;                //选择数据寄存器
    RW=0;                //选择写状态
    P0=databuf;          //将命令字通过P0口送至DB
    E=1;                 //E高电平将命令字写入1602液晶
    E=0;                 //写完以后，恢复E的电平
}

```

图 4-3 忙检相关程序

4.2 温湿度模块程序设计

本模块设计，首要是用于对花盆泥土的温湿度数据的一个及时采集以和将转换后的数据传送给 51 控制芯片，用于控制芯片对所收集到的数据完成处理，并将处理过的数据经由过程芯片的转换。传送给 LCD 以及输出设备，进行土壤温湿度的及时显示和相应的处置。温湿度模块 DHT11 传感器的启动程序如下。

//DHT11 驱动程序

//-----

unsigned char Read1ByteForDHT11(void)

{

unsigned char i;

unsigned char buf1;

unsigned char buf2;

for(i=0;i<8;i++)

DQ=1;

Timeout=0;

```

while((DQ==0)&&((Timeout++)<500));
    TL0=0xC8;                //设置定时器 0 初值低 8 位
    TH0=0xFF;                //设置定时器 0 初值高 8 位
    TF0=0;
    while(TF0==0);
    buf1=buf1<<1;
    buf2=buf2<<1;
    if(DQ==1)
        buf1=buf1|0x01;
    Timeout=0;
while((DQ==0)&&((Timeout++)<500));
    return buf1;
}

unsigned char ReadRH()
{
    DQ=0;
    TL0=0x33;                //设置定时器 0 初值低 8 位
    TH0=0x77;                //设置定时器 0 初值高 8 位
    TF0=0;
    while(TF0==0);
    DQ=1;
    DQ1=1;
    TL0=0xA3;                //设置定时器 0 初值低 8 位
    TH0=0xFF;                //设置定时器 0 初值高 8 位
    if(DQ==0)
    {
        Timeout=0;
        while(DQ==(Timeout++)<500);
        Timeout=0;
        while(DQ==1&&(Timeout++)<500);
        RH_H=Read1ByteForDHT11();
        RH_L=Read1ByteForDHT11();
        T_H=Read1ByteForDHT11();
        T_L=Read1ByteForDHT11();
        checkdata=Read1ByteForDHT11();
        if(checkdata==(RH_L+RH_L+T_H+T_L))
        {
            return 1;
        }
    }
}

```



```

    }
    else
    {
        return 0;
    }
}
else    return 0;
}

```

图 4-4 显示温湿度模块 DHT11 传感器的启动程序

4.3 串行口相关设置

由于串行口工作方式 1 适用于双机通讯的工作方式，故而将串行口工作方式设为方式 1，SM2=0，响应接收数据。其软件设计如图 4-5 所示。

```

//串口初始化程序
//-----
void Usartinit(void)
{
    TMOD&=0x0F;
    TMOD|=0x20;
    TH1=0xFA;
    TL1=0xFA;
    TR1=1;
    SCON=0x50;
    ES=1;
}

```

图 4-5 串行口初始化程序

4.4 IIC 相关设置

由于采集的是模拟信号，将其放大经过转换为数字信号后，通过 IIC，通过 SCL 和 SDA 两条数据线的高低电平状态，启动、终止数据的传输。IIC 的启动和终止程序如图 4-6 所示。

```

//生IIC启动信号函数
void IICstart(void)
{
    SDA=1;
    SCL=1;
    delay(10);
    SDA=0;
    delay(10);    //
    SCL=0;
}

//-----
//IIC停止信号函数
//-----
void IICstop(void)
{
    SDA=0;
    SCL=1;
    delay(10);
    //略做延时
    SDA=1;
    delay(10);
    SCL=0;
}

```

图 4-6 IIC 相关程序

在起始位之后，主器件送出一个 8 位的控制字节，用来选择从器件，并且控制总线传送的方向，然后传递数据，并且传递的数据没有字节的限制。发送数据，接收方回复一个应答信号，待发送方确认之后，再发下一段数据，等到所有的数据发送完以后，等待在 SCL 高电平期间、SDA 处于上升沿的时候，产生终止信号，结束数据的发送。向 IIC 总线读、写字节程序设计如图 4-7 所示。


```

063 //-----
064 //向IIC总线写入1个字节函数
065 //-----
066 void Write1Byte(unsigned char Buf1)
067 {
068     unsigned char k;    //1个字节要分8次写入，需要定义一个寄存器用来计数
069     for(k=0;k<8;k++)    //做一个8次的循环，每次写入1位，需要写8次
070     {
071         if(Buf1&0x80)    //从最高位开始写
072         {
073             SDA=1;    //如果欲写入数据为1，就将数据线置1
074         }
075         else
076         {
077             SDA=0;    //如果欲写入数据为0，就将数据线写0
078         }
079         delay(10);    //略做延时
080         SCL=1;    //时钟线做一个上升沿，将一位数据写入
081         Buf1=Buf1<<1;    //数据左移一位，将下次要写入的位数据移到最高位
082         delay(10);    //略做延时
083         SCL=0;    //将SCL=0，以准备通过上升沿将数据写入
084         delay(10);    //略做延时
085     }
086     SDA=1;    //将SDA=1，准备读应答信号
087     delay(10);    //略做延时
088     SCL=1;    //将SCL=1，做个上升沿准备读应答信号
089     delay(10);    //略做延时
090     SCL=0;    //将SCL=0，结束应答信号读操作
091 }
092
093 //从IIC总线读入1个字节函数
094 //-----
095 unsigned char Read1Byte(void)
096 {
097     unsigned char k;    //1个字节要分8次读出，需要定义一个寄存器用来计数
098     unsigned char t=0;    //定义一个寄存器用保存读出数据
099     for(k=0;k<8;k++)    //做一个8次的循环，每次读入1位，需要读8次
100     {
101         t=t<<1;    //数据左移一位，空出最低位以准备保存读入的一位数据
102         SDA=1;    //将SDA写1准备读
103         SCL=1;    //将SCL=1，做个上升沿准备读一位数据
104         delay(10);    //略做延时
105         if(SDA==1)    //读一位数据，并判断
106         {
107             t=t|0x01;    //如果读入数据为1，就将接收缓冲区最低一位置1
108         }
109         else
110         {
111             t=t&0xfe;    //如果读入数据为0，就将接收缓冲区最低一位写0
112         }
113         SCL=0;    //SCL恢复为0，结束一位数据读操作
114         delay(10);    //略做延时
115     }
116     return t;    //将读入的一个字节返回
117 }
118

```

图 4-7 向 IIC 总线读、写字节程序设计

IIC 总线的外围设备在设计中也有体现。使用 PCF8591，它的寻址方法为典型的 IIC 的接口器件。由于具有将器件的地址、控制和数据通过两线双向 IIC 总线传输。所以利用到 IIC 向其写入数据和读取数据程序如图 4-8 所示。

```

120 //-----
121 //软件模拟IIC向PCF8591指定地址写一个字节函数
122 //-----
123 void WritePCF8591(unsigned char Databuf)
124 {
125     IICstart();           //直接调用本函数即可启动PCF8591的D/A转换
126     Write1Byte(0x90);      //IIC启动信号
127     Write1Byte(0x40);      //发送PCF8591的器件地址和写信号
128     Write1Byte(Databuf);  //发送器件子地址
129     IICstop();           //发送数据
130 }
131
132 //-----
133 //软件模拟IIC从PCF8591指定地址读一个字节函数
134 //-----
135 unsigned ReadPCF8591(unsigned char Ch)
136 {
137     unsigned char buf;    //直接调用本函数即可从PCF8591的Ch通道读出数据返回
138     IICstart();           //定义一个寄存器用来暂存读出的数据
139     Write1Byte(0x90);      //IIC启动信号
140     Write1Byte(0x40|Ch);  //发送PCF8591的器件地址和写信号
141     IICstart();           //发送器件通道参数Ch=0-3
142     Write1Byte(0x91);      //IIC启动信号
143     buf=Read1Byte();      //发送PCF8591的器件地址和读信号
144     IICstop();           //读一个字节数据
145     return(buf);         //产生IIC停止信号
146 }

```

图 4-8 IIC 向其写入数据和读取数据程序

4.5 本章小结

本章主要将软件进行模块化设计实现模块功能，最终实现此设计。给出系统的总流程图，更加直观清晰的展现出了程序设计的原理和步骤。通过每个小节介绍，给出了温湿度控制系统实现的各模块的程序设计思路和方法，并对系统流程进行了分析，实现了花盆温湿度控制系统的软件设计功能。

第五章 智能花盆系统测试

5.1 测试目的

通过相关的系统操作，将智能浇花系统的设定功能一一体现出来。经使用传感器，搜集到花盆内泥土和环境的温湿度数据信息。将收集到的数据经过放大、模数转换操作之后，将数据传送给控制芯片进行数据的快速判断和处理，然后控制输出完成相对应的操作。满足用户的基本要求。

5.2 模块测试

5.2.1 电源模块测试

将 LM2596 降压模块与学生电源连接，转变降压模块上的电位器，测量该降压模块输出端的输出电压。跟着电位器的转动，输出电压按照一定的规律在变化。因为系统工作电压为+5V，用万用表测量输出端，万用表能显示出+5V 的电压，模块能正常输出。在组建该电源模块中，也有相应的问题出现，在其外围电路中有两个普通的整流管，IN5804、IN5825 两个元器件，在画完原理图确认无问题后，去了电子市场购买元器件，并没有找到这两个元器件，在经过查询相关资料后，选择与之相近的元器件 IN5822 和 IN5401 代替这两个元器件完成该模块的设计。实现调节电压的功能，经万用表测试输出，该模块正常。在将其接入智能浇花系统，系统可以准确且稳固的工作，经测试此电压模块可以稳定正常的为系统供应工作电压。

5.2.2 温湿度传感器测试

在确保开发板其他部分正常运行的前提下，将 DHT11 温湿度传感器接入系统，烧入程序，系统开始工作的时候，1602 显示屏所显示温湿度就是当前室内的温湿度，改变传感器周围的温湿度，显示屏显示的温度与湿度均有改变，停止一段时间后，显示屏显示温度与湿度均有改变，最后 1602 显示屏上显示的温湿度与周围环境温湿度相一致，经检测，该温度传感器 DHT11 模块无问题，可以正常使用。

5.2.3 光照强度传感器调试

在确保开发板上其他模块功能能正常运行实现的前提下。将光照强度传感器 BH1750FVI 模块接入系统，烧入相对应的程序，启动系统，然后系统正常工作，该模块也能按照预定的设想运行。所以，该模块可以接入电路使用。

5.3 硬件调试

本系统各个模块使用杜邦线与 51 单片机连接，接线连接完成起来较简单。在经过各个模块的仔细测试，确定各个模块没有问题，可以正常使用之后。搭建对应电路并仔细检查各个元器件的焊接以及模块之间的连接线，经检查，引脚无松动，电路也没有出现虚焊或者漏焊的情况，各个模块工作电压引脚未出现接反的现象。用万用表测量各个模块工作电压均在其稳定工作的电压范围之内，确认模块与单片机各个引脚连接无误，保证各个部分的连接均正常。再次确认，硬件连接无问题，硬件的调试就算完成^[8]。

5.4 软件调试

如图 5.1，程序的编辑就是将一项任务实现策略用机器语言表达出来，由图可知本系统程序编辑包括主程序，温湿度测量，显示，数据读写等。

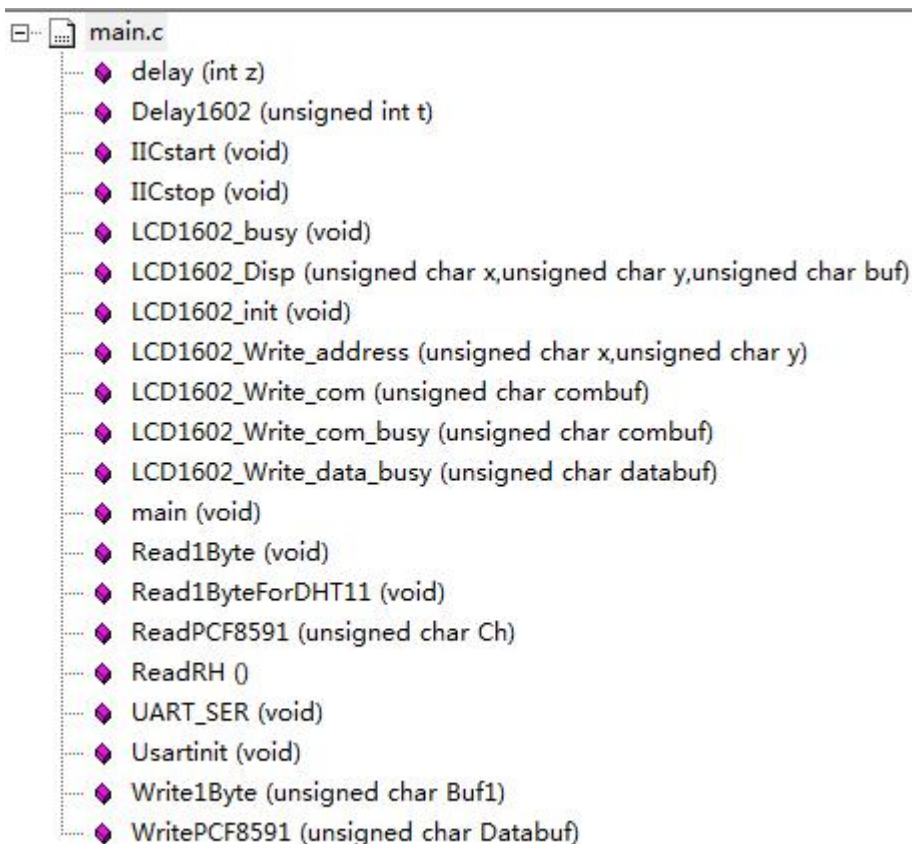


图 5-1 程序的编辑

如图 5-2，为软件程序在调试结束以后，使用 Keil4 进行程序的编译，由图可知，程序警告数目为 0，错误率为 0，程序编译成功，程序可以正常运行，实现所需要的功能。

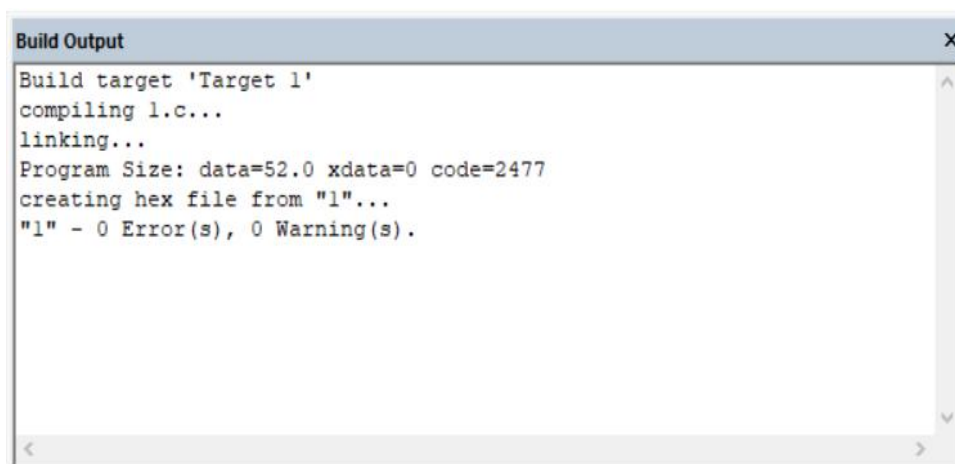


图 5-2 软件编译结果

软件调试占本课题的很大一部分的工作量，在软件程序调试的刚开始阶段，也呈现过一些问题。在不懈的查阅资料、询问同学和老师中，问题得到了解决，我也学到了很多知识，下边是我遇到的一些问题：

- (1) 加载程序以后，将系统下电，重新开启并工作时，发现，程序不运行。解决办法：通过查阅相应的资料文献，发现 51 单片机程序的存储空间是 8KB，而最初设计的程序的大小已经超过这个值。将代码中的无用部分代码删除、对一些代码程序进行优化处理，解决了这个问题^[9]。
- (2) 软件运行出现发现定义出错，经过仔细查看程序，发现程序中有两个模块重复定义导致运行出错。更改其中一个子程序的定义，解决了此问题。
- (3) 程序中延时用的-nop-，略作延时的时候，会出现问题。最终自己加入了一个延时模块，将延时模块运用到程序中其他需要用到延时的地方，最终解决了这个问题。

5.5 软、硬件联合调试

在硬件电路确认没有问题，软件在 Keil4 编译环境中能成功编译运行。运行 Keil4，将其生成的 hex 文件，加载至 51 单片机中。再次检查硬件电路，确保电源正负极等没有问题。给系统上电、运行。通过预定的情景，观察 1602LCD 显示屏上的数据，显示正确，对着温湿度传感器 DHT11 吹热气后，观察 1602 显示屏上发现显示屏上有温湿度有明显的变化，停止吹热气一段时间后，发现显示值逐渐与环境中温湿度保持一致，软硬件联调正确。

5.6 测试结果

在参考原理图以后，在单片机的开发板上，配置好相应的引脚之后，将程序烧录至 51 单片机中，接通电源，将温湿度传感器放入花盆中，打开电源，运行程序。系统开始工作，系统检测到土壤温湿度后，会显示在 1602LCD 屏幕上，如果测量到的温湿度与设定的温湿度数据进行比较后，如果正常，系统循环再次检测土壤温湿度；如果与设定的阈值不同，系统就通过控制外部输出电路，进行灯光报警外，进行浇水、模拟光照等操作。系统再次检测环境数据，判断是否需要

处理。如此循环。在开发板上配置好相应的引脚后，加载运行该程序，结果如图 5.3 所示。



图 5-3 开发板显示结果图

通过开发板程序运行之后，发现与系统设计无明显差异后，进行实物的测试，综合调试结果如表 1 所示。

表 1 综合调试结果

功能	测试结果
DHT11 土壤温湿度采集显示	正常
光照强度采集	正常
声光报警	正常
模拟输出电路	正常

5.7 本章小结

本章主要给出了系统调试和运行结果，保证系统设计的准确性，本章主要给出了程序的编译结果和在开发板上的运行结果，在硬件各个部分单独测试之后，进行软硬件的联合调试。通过调试的过程，对单片机以及外围硬件电路有了一个新的认识，巩固了以前的课本上学到的知识。

第六章 结论

经过选题、查找资料，确定方案，通过很长时间的努力，完成了基于嵌入式的智能花盆的设计，经过长时间才的系统调试实验，最终满足了设计中的要求。完成了毕业设计。

毕业设计系统利用 AT89C51 单片机的控制系统对系统内各个部分进行控制，使得该系统能正常且稳定的运行工作。花盆中泥土的温湿度测量模块为 DHT11，其主要的功能是收集花盆内泥土的温湿度，经由 DATA 引脚，将数据信息传送给单片机系统内部，同时使用单片机的内部处理并经由 I/O 口，将检测到的土壤温湿度及时通报给 1602LCD 显示屏。在 LCD 屏幕上显示着土壤的实时温湿度数据，这也是判断是否需要浇水等操作。程序的控制，是由自动浇花和模拟光照部分组成，同时系统的监察部分是由土壤温湿度处理组成。而程序的控制，经由单片机将收集到的数据进行数据的判断处置后获得的。在温湿度传感器将数据传输到单片机内部，当其受到的数据低于规定的阈值之后，那么单片机下达指令给控制水泵。将水泵打开，进行浇水操作，经过一点时间的浇水后，系统在不断检测土壤温湿度，当某个时刻所检测到的数据不在低于规定阈值后。水泵停止工作，浇水完成，如此循环。这就是整个智能浇花系统的工作原理。

结束语

从这次毕业设计中，学习到了很多，只有自己亲自动手，才能将书本上的知识运用到实际生活中，才能把书本中的东西转化为自己就觉问题的能力。在亲自动手实去完成本次设计的过程当中，才能明白自己存在的问题。通过不断地学习，才能解决这些问题，虽然很多问题，不会出现在课本中，但是，依然能够通过学习书本中的知识，处理这些问题，而且可以积累解决此类问题的经验。而且遇到的问题超过自己的能力的时候，要主动询问，或者使用相关资料或者工具，这样不仅能节省时间，还能从别人身上学到更多的知识。

本系统还存在许多能够改良和增加的新功能，比如加入无线收发模块、数据记录等。这些可以让智能花盆的智能程度更上一层楼。

这次毕业设计，经过智能花盆的这一个课题，给我提供了一个可能很好地将来理论知识与实际生活相结合的机会。这次课题，我学习到了很多，在发现问题和解决问题的路上不停的进步，不论是从知识的掌握还是技能的熟练以及思想品质方面，都有长足的进步，这次设计，是我大学四年的一次全面的检测，也为我提供了一份宝贵的经验。

致 谢

从选题、制定设计方案，经过三个月的时间，我的毕业设计已经在收尾阶段了。在做这个毕业设计的过程中，我也遇到了一些问题，有一些专业知识不能熟练运用，硬件选择没有足够的经验，程序书写、调试过程中也会出现各种 bug 等。在指导老师和同窗好友们的协助下，这些问题都能迎刃而解。在此，我要感谢我的指导老师和曾经帮助过我的同学们。在我毕设每个阶段都会为我答疑解惑的人，再次感谢他们对我的帮助。

参考文献

- [1] 盆花自动浇水系统[DB/OL]. <http://www.doc88.com>. 2015-9-28.
- [2] 智能花盆[DB/OL]. <http://www.docin.com>. 2015-10-1.
- [3] 汪贵平. 新编单片机原理及应用. 机械工业出版社, 2009-9.
- [4] 李利. Protel 电路设计与制版案例教程[M]. 北京: 清华大学出版社. 2013
- [5] 李鹏飞. 传感器信息采集系统生成平台的设计与实现[D]. 吉林大学, 2016.
- [6] 自动盆栽浇水系统的设[DB/OL]. <http://www.doc88.com/p-9723189509184>. 2015-10-1.
- [7] 云中华, 白天蕊. 基于 BH1705FVI 的室内光照强度测量仪[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2012-06:27-29.
- [8] 王毓银. 数字电路逻辑设计. 北京: 高等教育出版社, 2005. 12
- [9] 谢筑森. 单片机开发与典型应用设计. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1997.