

# 西安邮电大学

## 毕业设计（论文）

题目：\_\_\_\_\_基于单片机的智能孵化器设计\_\_\_\_\_

学院：\_\_\_\_\_自动化\_\_\_\_\_

专业：\_\_\_\_\_自动化\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_自动 1403\_\_\_\_\_

学生姓名：\_\_\_\_\_白宸冰\_\_\_\_\_

学号：\_\_\_\_\_06141075\_\_\_\_\_

导师姓名：\_\_\_\_\_陈维佳\_\_\_\_\_职称：\_\_\_\_\_讲师\_\_\_\_\_

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《基于单片机的智能孵化器设计》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	陈维佳	职 称	讲师	学 院	自动化		
题目名称	基于单片机的智能孵化器设计						
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>该题目可以使使学生能够将课堂上学到的理论知识与实际应用结合起来, 对电子电路、电子元器件、单片机等方面的知识进一步加深认识, 同时在软件编程、排错调试、焊接技术、相关仪器设备的使用技能等方面得到较全面的锻炼和提高。使学生掌握单片机的内部功能模块的应用, 如定时器/计数器、中断、片内外存贮器、I/O 口。提高学生在单片机应用方面的实践技能和科学作风; 培育学生综合运用理论知识解决问题的能力, 实现理论结合实际, 学以至用的原则。</p>						
对学生知识与能力要求	<p>1. 能分析测试、分析传感器采集的数据; 2. 了解单片机控制的原理和方法; 3. 熟悉单片机编程语言程序设计与调试; 4. 掌握 LCD1602 液晶显示屏的使用方法; 5. 掌握多种孵化要求。</p>						
具体任务以及预期目标	<p>1. 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. 设置多种孵化模式以适应不同的要求; 5. 使用 LCD1602 液晶显示屏可以显示孵化器里面的实时温湿度; 6. 可进行自动翻蛋, 以提高出壳率。</p>						
时间进度	<p>2017. 12. 5-2018. 1. 1 选定题目, 明确设计任务要求和目标, 查阅资料; 2018. 1. 2-2018. 1. 6 撰写开题报告, 并提交; 2018. 1. 7-2018. 3. 3 学习程序语言, 对系统进行仿真; 2018. 3. 4-2018. 4. 31 编写程序, 并调试; 2018. 5. 1-2018. 5. 25 对系统进行测试和完善; 2018. 5. 26-2018. 6. 5 整理材料, 形成论文, 制作 PPT, 准备答辩。</p>						
系(教研室)主任签字	2017 年 12 月 9 日			主管院长 签字	2017 年 12 月 9 日		

学生姓名	白宸冰	学号	06141075	专业班级	自动 1403
指导教师	陈维佳	题目	基于单片机的智能孵化器设计		
选题目的（为什么选该课题）					
<p>现今物联网已经广泛的应用于生活中，利用局部网络或互联网等通信技术把各类传感器、控制器、机器人和相关物品等通过一种新的方式连接在一起，形成了人与物、物与物之间的相连接，这就是数字化的一部分，实现信息化、远程管理和智能化控制的简单网络，极大的减少了人工的干预，尽可能的将人类从枯燥、无聊的工作中解放出来。</p> <p>利用物联网实现对孵化行业的各项参数进行监测，不仅有利于孵化行业的发展并且有利于对孵化过程中的各项参数进行分析，对推动孵化行业的智能化发展具有重要的意义。本系统将利用多个传感器设备（如：温度、湿度、二氧化碳浓度等）组成一个自组织传感器网络系统，感知和采集孵化过程中的孵化器内的温度、湿度等参数，实现对孵化过程中连续、实时的监测，有效的调整最适宜孵化的环境。</p>					
前期基础（已学课程、掌握的工具，资料积累、软硬件条件等）					
<p>已学课程：电路分析，模拟电路，数字电路，单片机，C 语言程序设计，汇编等相关课程；</p> <p>掌握的工具： Arduino IDE 为程序编写软件，熟悉 Arduino UNO R3 和各类传感器硬件的搭建；</p> <p>前期准备：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 熟悉掌握 Arduino，DHT11 的技术及其应用；</li><li>2. 熟练掌握硬件电路的设计与分析</li></ol>					
要研究和解决的问题（做什么）					
<ol style="list-style-type: none"><li>1. 分析传感器采集到数据的特点，包括温度、湿度等；</li><li>2. 理解单片机自动控制的思路及方法，并进行基础知识学习；</li><li>3. 系统可以准确的获得孵化器内的参数信息，并成功的将其转化为数字数据；</li><li>4. 检测系统可以对孵化器内的参数信息进行长时间的监测，防止外界的干扰；</li></ol>					
工作思路和方案（怎么做）					
<p>第一阶段：复习电路和数字电路以及模电知识，收集物联网应用的相关资料。学习掌握 Arduino 的相关知识，查阅温度、湿度传感器方面的资料，选择合适的传感器并完成开题报告；</p> <p>第二阶段：编写部分程序，设计硬件电路并用软件进行调试；</p> <p>第三阶段：制作孵化器比例模型设计安排传感器的位置，构建物联网体系，在软件上调试，可使其可独立的运行；</p> <p>第四阶段：对系统进行完整的测试调试，完成课题的软硬件设计；</p>					
指导教师意见					
签字：2018 年 1 月 6 日					

# 西安邮电大学毕业设计（论文）成绩评定表

学生姓名	白宸冰	性别	男	学号	06141075	专业 班级	自动 1403
课题名称	基于单片机的智能孵化器设计						
指导教师 意见	(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)  评分(百分制):      指导教师(签字):      2018 年 1 月 9 日						
评阅 教师 意见	(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)  评分(百分制):      评阅教师(签字):      年 月 日						
验收 小组 意见	(从毕业设计质量、准备、操作情况等方面进行考核)  评分(百分制):      验收教师(签字):      年 月 日						
答辩 小组 意见	(从准备、陈述、回答、仪表等方面进行考核)  评分(百分制):      答辩小组组长(签字):      年 月 日						
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	毕业论文(设计)最终成绩(等级):  学院答辩委员会主任(签字、学院盖章):      年 月 日						

# 目 录

第一章 绪论.....	1
第二章 系统的结构原理及组成.....	3
2.1 系统结构.....	3
2.2 系统的总体设计.....	3
2.3 功能介绍.....	4
第三章 系统的整体硬件设计.....	6
3.1 系统的整体分析.....	6
3.2 模块分析.....	6
3.2.1 控制模块.....	6
3.2.2 温湿度数据采集模块.....	8
3.2.3 显示模块.....	10
3.2.4 翻蛋控制模块.....	12
3.2.5 温度控制执行模块.....	13
第四章 软件设计.....	14
4.1 开发软件的介绍.....	14
4.1.1 Arduino 开发环境概述.....	14
4.1.2 Arduino 与 PC 之间的通信.....	15
4.1.3 Arduino 库函数介绍.....	18
4.2 系统软件设计总体框架.....	19
4.2.1 初始化程序.....	19
4.2.2 主程序、信号采集子程序及数据传送子程序.....	19
4.3 系统设计的源码模块分析.....	20
4.3.1 温湿度监测程序分析.....	21
4.3.2 LCD1602 液晶显示程序分析.....	22
4.3.3 步进电机控制程序分析.....	22
第五章 系统的测试与验证.....	24
5.1 系统总体硬件设计及实物.....	24
5.2 系统软件整体设计及实物.....	25
5.3 智能孵化器设计及实物.....	25
第六章 结论.....	26
致 谢.....	27
参考文献.....	28

## 摘 要

近些年，随着改革开放的进一步深入，我国经济的快速发展，人们的生活水平在不断的提高，各种生活观念也已经发生了巨大的变化，以前物质缺乏，吃饱成为人们最关注的事情，而如今如何吃好，吃的上档次已经成为人们的追求之一，并且伴随着国外食品打开国内市场，比如肯德基等深受国内群众的爱戴，在热销的背后，面临着食材的供给问题，国外养殖国内销售，高额的成本是难以维持的，国内养殖是最好的解决办法。

我国是农业养殖大国，人口基数大，对养殖业、农业都有很高的要求，禽类养殖业面临着的第一个问题就是：孵化。拿鸡蛋来说，一般需要 21 天左右的时间便可以成功孵化出小鸡，但是孵化期间对于环境的要求是很高的，发声差错就会造成巨大的损失，为了改善这个问题，本次研究的主要的目标是如何改善、解决在孵化期间发生的问题。

运用传感器、网络等现代化手段实时检测孵化器内的温度，结合 Atmel AVR 单片机，参数采集模块、A/D 转换模块以及网络模块等，对孵化器内的环境参数进行设计与实现。

**关键词：**孵化器；自动化；Atmel AVR；

## Abstrate

In recent years, with the deepening of reform and opening up, China's rapid economic development, people's living standards have been continuously improved, and all kinds of life concepts have undergone tremendous changes. Before the lack of material, food has become the most concern for people. Things, but how to eat well today, eating up the grade has become one of the pursuit of people, and with the foreign food to open the domestic market, such as KFC and other deeply loved by the domestic masses, behind the hot selling, facing the supply of ingredients Problems, foreign domestic sales, high cost is difficult to maintain, domestic farming is the best solution.

China is a big country in aquaculture and has a large population base. It has high demands on the aquaculture industry and agriculture. The first problem facing the poultry breeding industry is hatching. For an egg, it usually takes about 21 days to successfully hatch a chicken. However, the environmental requirements during incubation are very high, and vocal errors can cause huge losses. In order to improve this problem, this study The main goal is how to improve and solve problems that occur during incubation.

The temperature in the incubator is detected in real time using modern methods such as sensors and networks. The Atmel AVR microcontroller, parameter acquisition module, A/D conversion module, and network module are used to design and implement the environmental parameters in the incubator.

**Keywords:** incubator; cloud platform; Atmel AVR



## 第一章 绪论

随着改革开放后，我国经济建设的快速发展，人们的生活水平在不断的提高的同时物质生活也在不断的丰富。已经由以前的以解决为目的的生活状态过渡到追求物质的享受，以前考虑的是怎么吃饱，而现在考虑的是如何吃好，如何吃的健康等问题。然而，现实生活中总是存在着很多的不利因素，很多无良的商家，素质低下，以次充好，欺骗普通的广大的消费者，而这其中有很大一步的原因就可以从源头说起，比如，深受国民大众喜欢的肯德基，每天需要提供大量的食材，才能满足广大群众的需求，然而我们也经常听到新闻里面曝光肯德基等的食材不符合大众要求，这样的问题不是我们可以简单的解决的，需要广大群众的监督以及商贩们的自觉遵守，虽然我们无法给出彻底解决的办法，但是我们可以从某一方面进行改善，比如我们可以从源头抓起，本次就以孵化器为例。

目前我国的自动化水平还不是很高，很多的地方仍停留在全人工的状态，如下图 1.1 所示。人工的参与过大不仅增加了劳动成本，而且长时间枯燥、乏味的生活也容易让人产生厌倦，进而影响工作，并且人对孵化器内的气温、湿度敏感度不够，一旦察觉到，便有可能发生大的事故，造成此次孵化的失败。并且人类也不可能 24 小时不间断的工作在孵化器内。



图 1.1 传统的孵化器

随着改革开放打开国门，自动化技术的快速发展，已在各行业广泛的应用，同时已经给我们的生活带来了很大的便利，高效、持续、次品率低等优点已经深受我们的喜爱，并且已经在我们的生活中得到了广泛的使用，因此将自动化技术

应用于我们本次拟实施的孵化器内具有很重要的意义。

将自动化技术应用于本次的智能孵化器具有很重要的意义。将监测孵化器内部环境参数的传感器放置于各角落，将监测的数据实时的显示并传送到监测处，相关的工作人员可在办公室里面查看相关的环境温湿度数据，不需要再和传统的一样去逐个孵化器内去观看，不仅提高了工作效率，仅需几个人就可以完成先前几十人所谓完成的工作量，这对于企业来说，可以节约大量的成本，而且孵化率也可以得到很大的提升。

随着科技技术的进一步的发展，禽类的孵化率，孵化环境也得到了很大的提高和改善，虽然我们的技术得到了飞速的发展，但是依然存在很多需要改进的地方。比如说目前很多的孵化器都是大型的，每次都会孵化成千上万只禽类，然而现实生活中，我们身边的很多孵化企业都是中小型的，甚至是个体户的，它们的经济实力不允许它们去购买高级的产品，针对这个问题，因此我们此次的目的主要是针对小型的企业去制造、完善这个产品。这样可以更好的适用于大众。

用现代自动化技术是改善传统的家禽业的重要途径，自动化作为是其一个非常重要且有意义的切入点，将智能现代自动化技术应用于家禽孵化业，不仅能够及时的了解孵化器内的各环境参数，并且减少人类的不必要的干预，还能通过长期监测的数据资料作为衡量孵化器内各项参数的是否是最优的判断标准，具有高准确度、便于实施、对孵化器内无干扰破坏的优点。

本课题的研究目标是研究开发一套包含软件和硬件相结合的孵化器内各项环境参数的监测系统。改设计实现了一种集温湿度监测、自动加热、降温于一体的智能孵化器。它不仅仅能够对孵化器内的温度和湿度进行实时的监测显示并且当温度和湿度未达到适应孵化的环境参数的时候会进行报警，用于提醒工作人员及时的进行人工干预，尽量的减少损失。这样的设计成本较低，便于安装实施，对现在的中小型企业来说是一个非常不错的选择。

## 第二章 系统的结构原理及组成

### 2.1 系统结构

根据本次课题的要求，本课题的研究目标是设计一套具有自动监测孵化器内的各项环境参数的监测系统，对孵化器内的温度和湿度进行实时的监测，并且可以实时的显示再孵化器外的显示屏上，非常便于工作人员不用进入孵化器内便可以轻松的查看实时的数据。因此本次设计的智能孵化器项目系统应该具备以下的功能：

（1）数据采集方面：对孵化器内的各项环境参数进行实时的、循环的采集、实时的显示，确保数据的可靠性和精确性，用于提高人工操作对数据的影响，使得数据尽可能的精确。

（2）反馈控制方面：当温湿度没有达到合格的标准时，可以采取相应的措施，。例如，当温度低时，进行加热处理，当湿度低时，可进行简单的喷水等操作。如果当这一系列的操作完成后如果能达到合适的环境参数则继续监测，如果还不行就进行报警进行人工的干预。

（3）自动翻蛋操作：传统的孵化方式都是将需要孵化的鸡蛋放置在一个固定的地方，这样的缺点是往往导致受热不均匀，是导致孵化率降低的一个重要的原因，现实中人们往往会进行人为的翻蛋，这样的工作是枯燥的，乏味的，而使用自动化技术去完善这样的缺点具有很重要的意义。

### 2.2 系统的总体设计

基于单片机的智能孵化器的设计系统分为如下几大部分：监测系统、显示系统、超标自动处理系统、报警系统、自动翻蛋四大部分组成，功能完善，可以很好的帮助、解放人类枯燥、乏味的工作。

监测系统是本系统的基础，这部分主要负责监测孵化器内的各项环境参数的监测，并将监测的数据实时的发送的主控器 CPU 里面进行一系列的处理，用以进行下一步的处理。

显示系统将主控器 CPU 传输过来的数据进行实时的显示，便于相关工作人员的查看，不用进入孵化器内，方便纪录判断孵化器内的数据是否合格，以便下一步的操作。

超标自动处理系统，这部分将检测到的数据进行自动的判断，判断是否否合正常的孵化器内的参数标准，当不符合可进行简单的处理，例如，当温度低时，可进行加热用以提升孵化器内的温度，使其达到合格的标准；当湿度过低时，可进行简单的喷水操作，用以提升孵化器内的湿度。

报警系统，是当系统自动处理后依旧没有达到合适的孵化环境参数时，进行报警用以提醒工作人员，进行人为的排查，以保证正常的孵化环境需求，减少不

必要的损失。报警的好处是：人为的监测可能会因为长时间的工作而造成疲劳或者不仔细等情况，不能及时的发现问题的存在，警报提醒可以很好的解决这个问题，减少损失。

自动翻蛋系统是将人工的从枯燥、范围、简单、没有技术含量的工作生活中解放出来，同时也可以提高孵化率，降低成本，增加利润，并且不要太高的技术水平便可以操作此系统，简单、方便。具体的系统结构图如下图 2.1 所示。

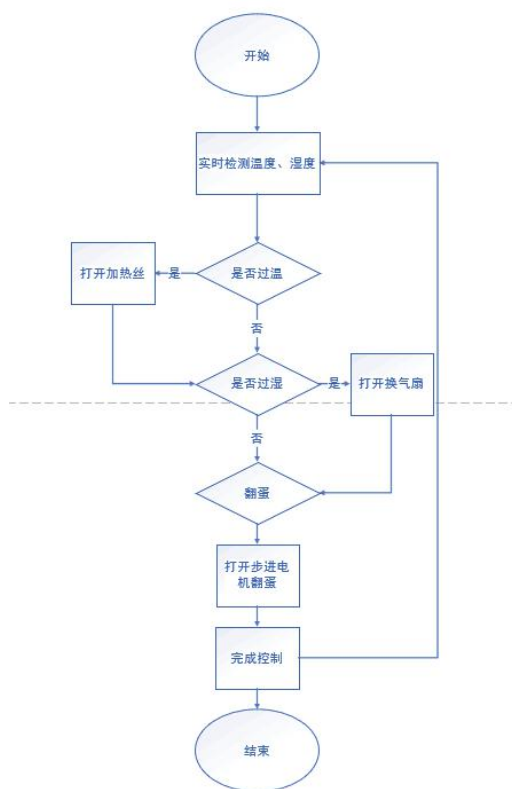


图 2.1 系统的结构流程图

## 2.3 功能介绍

孵化器的整体设计思路已经完成，这部分主要是对各个部分进行相关的分析，已验证其可行性。

**孵化器内温湿度监测：**孵化器内相关环境参数的监测，本次是模拟智能的孵化器，因此此次主要是进行孵化器内温湿度的监测，在实际的使用中弱项监测其他相关的环境参数，只需要简单的连接相关的传感器并编写简单的程序便可以实现相关功能的实现。在编写程序时，提前设定好最适宜的孵化温湿度，当期超过设定值时会进行简单的处理，若处理过后还没有达到适宜的环境便会发出报警，通知工作人员进行处理，以降低损失率。

**步进电机控制翻转：**传统上的孵化器都是在整个孵化器内将鸡蛋放置在一个位置上，这样很容易导致受热不均匀而造成孵化率低等原因。实际中也有进行

人为翻蛋处理的，但是这样的工作往往枯燥乏味，长时间工作容易让人产生厌烦的情绪，为了改善这样的缺点，此次利用步进电机控制进行自动翻蛋，将人从枯燥、乏味的工作解放出来，同时也提高了工作效率。

**LCD1602 液晶显示：**这部分可以将传感器采集的数据实时的显示在屏幕上，方便工作人员的查看，在孵化器内的各角落里面安装温湿度传感器，可已经温湿度实时的显示在屏幕上，工作人员可以不进入孵化器内便可以实现温湿度的查看。

**报警部分：**当孵化器内的数据超过起始的设定值时，系统会进行一个简单的处理，当系统处理后，孵化器内的温湿度还是没有达到适合的温湿度时便会发出报警，通知相关的工作人员前来查看，处理，以降低险情的发生。

### 第三章 系统的整体硬件设计

#### 3.1 系统的整体分析

基于单片机的智能孵化器系统主要由以下六大部分：主控器是此系统的核心部分，除此以外的外围电路，主要有以下五个部分：温湿度监测、液晶显示、自动翻蛋处理、电源系统、报警系统五部分组成。

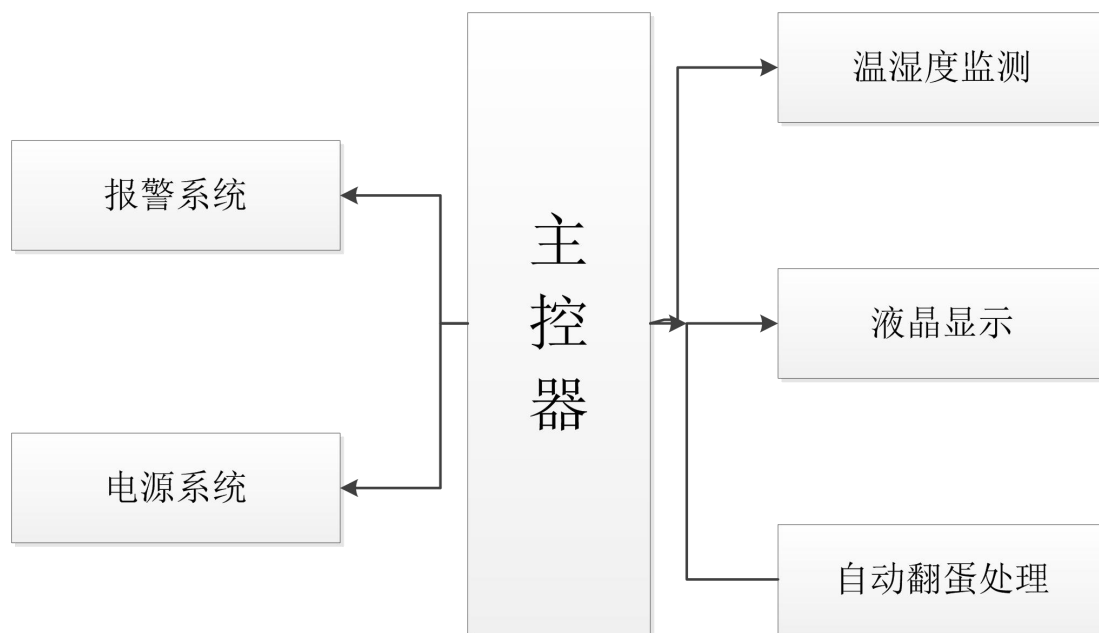


图 3.1 系统的整体设计

#### 3.2 模块分析

##### 3.2.1 控制模块

本系统的核心控制器采用的是 Arduino pro mini，实物图如下图 2.1 所示。Arduino 是一款开源的单片机开源硬件，它使用了 Atmel AVR 单片机，编程语言是基于 c 语言的，因其是开源的，所以网上具有很丰富的代码以及案例，方便初学者快速的入门。

Arduino 自进入市场以来，因其快速、简单的入门便可以快速上手，并且因其是开源的，深受广大电子爱好者的喜爱，并且使用范围在不断的扩大，可以实现的功能也在不断的扩大，据目前不完全的统计便可以实现与 JAVA、C、processing 等语言进行连接互动，并且可以实现动画、数字取模显示等功能。同时他也可以和目前市场上经常使用的传感器进行连接互动实现更大功能的使用，这样可以实现很多功能，传统的单片机实现的功能它也已经可以实现，并且可以完成其他单

片机无法实现的功能，并且可以快速上手缩短研发时间，尽可能的抢占市场，扩大经济效益。

Arduino 单片机的硬件主要分为控制板和扩展版两大部分。控制板是以 ATmegaXX 单片机为核心的最小系统，这里面主要包括两大部分的内容；一部分是 ATmegaXX 单片机为核心的最小系统板，另一个部分是 USB 转串口电路，再实际的应用中，与其它的器件进行交互主要是通过器件通过串口与 Arduino 进行连接信息的传输与交互。

Arduino 并不是固定的，每间隔一段时间，Arduino 就会进行一次技术更新，扩展相关功能，同时也会更新新的扩展版等，对于想进一步实现更多功能的电子发烧友来说，这是一个非常好的消息。据个人目前现有的资源，不完全统计，已经存在的 Arduino 有：Arduino UNO、Arduino Meage 2560、Arduino Nano、Arduino pro mini、Arduino Leonardo 等。根据节约成本等因素，本次采用 Arduino pro mini 进行相关的开发，实物图如下图 3.2 所示。

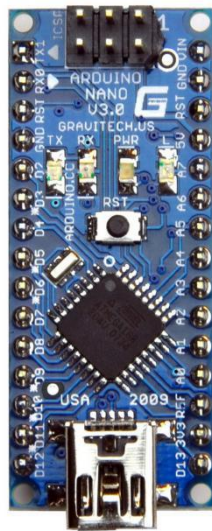


图 3.2 Arduino 实物图

以下简单的列举 Arduino pro mini 开发版中的部分的功能：

专业版的 Arduino Mini Pro 是一个微控制器电路板。

1) 14 个数字串口作为输入/输出引脚（其中 6 个串口可作为 PWM 输出），8 个串口模拟输入，其中还包含一个 16MHz 的谐振器，一个复位按钮，安装孔引脚头。

2) ICSP 编程接口：ICSP 编程接口，简单方便，可应用于 SPI 通信。

3) USB 接口：Arduino 通过 USB 接口连接电脑，并与之进行相互通信，以实现与电脑的交互。



相关的技术参数具体如下所示：

- 1) 14 个数字串口输入/输出端口 RX, TX, D2~D13,
- 2) 8 个模拟输入端口 A0~A7
- 3) 1 对 TTL 电平串口收发端口 RX/TX
- 4) 6 个 PWM 端口, D3, D5, D6, D9, D10, D11
- 5) 采用 Atmel Atmega328P-AU 单片机
- 6.) 支持串口下载
- 7) 支持外接 3.3V~12V 直流电源供电
- 8) 支持 9V 电池供电
- 9.) 时钟频率 16MHz
- 10) 尺寸: 33.3\*18.0 (mm)

具体的电路图如下图 3.3 所示。

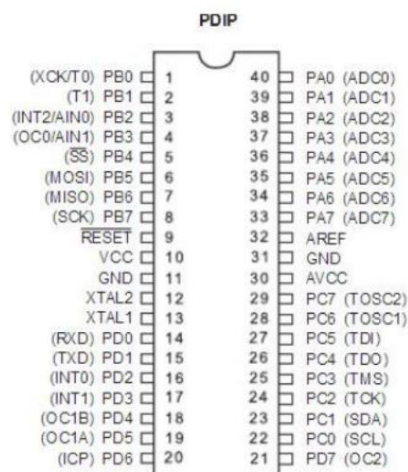


图 3.3 引脚图

其主要的特行为：

- 高性能、低功耗的 8 位 AVR 微处理器；
- 32 个 8 位的通用工作寄存器；
- 工作的时的 16MHz 时的性能最高可以达到 16MIPS；
- 只需要简单的两个时钟周期的硬件乘法器；
- 非易失性程序和数据存储器；
- 32KB 的系统内可编程 flash；
- 1024 字节的 EEPROM；
- 可以对锁定定位进行编程用以实现用户程序的加密；



- JTAG 接口（与 IEEE1149.1 标准兼容）；
- 符合 JTAG 标准的边界扫描功能；

### 3.2.2 温湿度数据采集模块

温湿度数据采集模块的设计是本设计的重要的部分，相当于人类的鼻子部分，是跟外界进行进行参数交互的通道，它主要完成的功能是采集采集孵化器内的各项的环境参数，它具备采集温度、湿度，温湿度传感器将采集到的温度和湿度的模拟量经过 A/D 转换器转换为数字量便于我们的查看，经过滤波等处理后，通过再软件设计时进行数据转换的公式，转换成我们方便查看的十进制的温湿度的值。

在本次的基于单片机的智能孵化器的设计中我们采用 DHT11 温湿度传感器，这个模块集温度、湿度监测于一体，一块模块便可以完成两个功能，方便安装和维护，实物图如下图 3.4 所示。

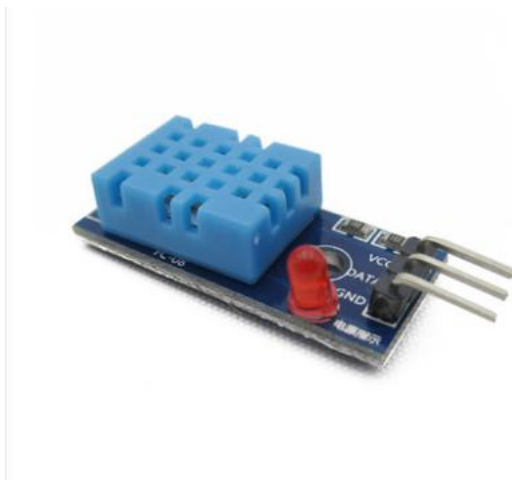


图 3.4 温湿度模块实物图

DHT11 温湿度传感器是一种可长时间使用的复合式传感器，通过线管的采集可以输出十进制的数字信号，该传感器在采集数据时采用数字化的单线传输协议输出数据，其应用于独特的数字模块采集技术和温度与湿度的传感器技术，以保证产品具有很高的可靠性和长期的稳定性，这点是判断产品是否否合要求的重要的衡量的因素之一，具体的性能指标如下表 3.1 所示。

表 3.1 DHT11 温湿度模块性能指标

各项参数指标	数值范围
温度测量范围	0~50℃
温度测量精度	±2℃
湿度测量范围	20%~90%RH
湿度测量精度	±5%RH

供电电压	3V~5.5V
外形尺寸	3.2cm*1.4cm

DHT11 温湿度模块通过单总线的方式与单片机的微处理器进行通讯，设计时，该模块一次完整的数据传输为 40 位，高位先出，低位后出。这四十位的数据为别为：

- 8 位湿度整数数据；
- 8 位湿度小数数据；
- 8 位温度整数数据；
- 8 位温度小数数据；
- 8 位校验位。

当数据正确的传输完成时，8 位校验位就等于 32 位数据相加所得结果的最后八位，通过传感器自带的数据的换算算法就能得到我们便于查看的十进制温湿度数据。

每当用户 MCU 发送一次信号开始后，DHT11 温湿度模块就会从低功率耗能模式转换成高功率耗能模式，等待主机的开始信号结束后，DHT11 温湿度模块发送响应信号，给主机发送 40 位信号，并再一次触发一次信号采集，用户可以选择读取部分的数据。若没有接收到主机的开始信号，DHT11 温湿度模块就不会主动的对数据进行采集，并且会转到低速模式，其流程图如图 3.5 所示。

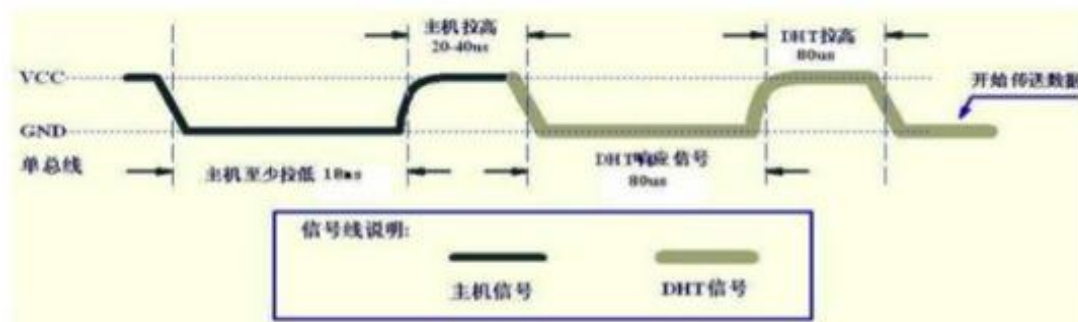


图 3.5 DHT11 温湿度模块工作流程图

### 3.2.3 显示模块

在本系统中采用屏幕显示具有很重要的意义，屏幕显示可以将机器采集到的数据转换成人们方便观看的十进制数据外还可以实时的显示孵化室内的数据，检查人员不用进入孵化器内便可以很方便的观看相关的数据，这样可以尽可能的减少人为的干预，提高孵化率。

此次系统做的是模拟，故在此采用的是 LCD1602 液晶显示屏。LCD1602 液晶显示屏价格便宜，方便使用，可实时的显示孵化器内的数据等情况。本次采用的液晶显示屏实物图如图 3.6 所示。



图 3.6 LCD1602 液晶显示屏

相关参数：

尺寸大小：69.5\*21.8\*17.8

显示容量：可以显示两行，每一行可以显示 16 个字符

工作电压：4.5V—5.5V

工作电流：2.0mA

模块工作电压：5V

屏幕显示字符大小：2.95\*4.35mm

产品的设计图如下图 3.7 所示，该途中详细的显示了 LCD 模块设计的各方面的大小尺寸已经直观图。

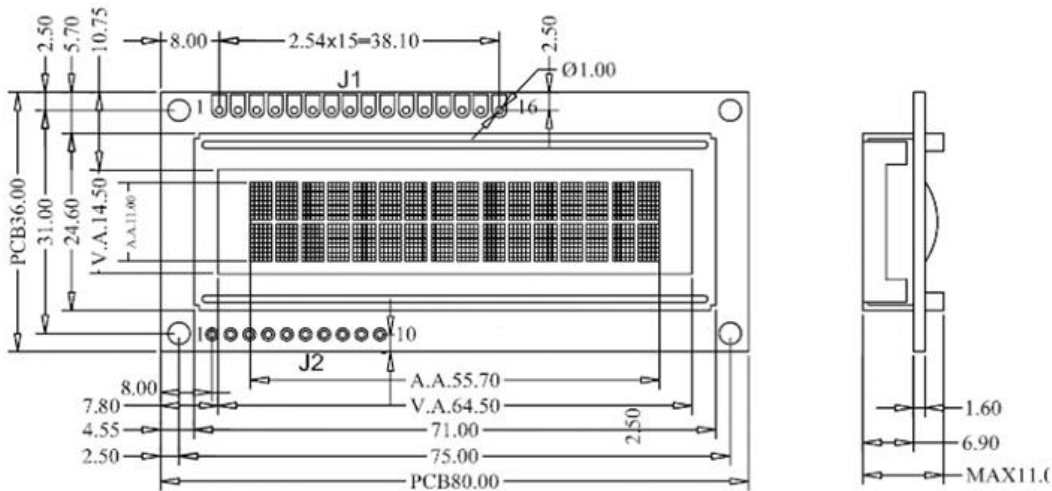


图 3.7 LCD 液晶显示屏的设计参数

从上图我们可以看出 LCD 的管脚有 16 个，在使用的时候可以借助 I2C 接口总线进行连接，不但可以正确的使用此模块更可以完成保证该模块的长时间使用，减少出错、正常的使用。但是出于学习的目的，再次还是将 LCD 显示器上的 16 个管脚的功能进行简单的介绍，如下表 3.2 所示。

表 3.2LCD 液晶显示器各管脚介绍

管脚	功能介绍
1	VSS 为接地管脚
2	VDD 是 5V 电源管脚
3	V0 为液晶显示器亮度对比度调整端，接正电源时对比度亮度最弱，接地电源时对比度亮度最高，对比度亮度过高时会产生“鬼影”，使用时可以通过一个 10K 的上拉电阻调整对比度亮度
4	RS 为寄存器选择，高电平时选择数据寄存器、低电平时选择指令寄存器
5	R/W 为读写信号线，接高电平时进行读操作，接低电平时进行写操作。当 RS 和 RW 同时接低电平时可以相关的写入指令或者显示地址，当 RS 接低电平 RW 接高电平时可以读忙信号，当 RS 为高电平 RW 为低电平时可以写入数据
6	E 端为使能端，当 E 端由高电平跳变成低电平时，液晶模块执行命令
7~14	D0~D7 为 8 位双向数据线
15	背光电源正极
16	背光电源负极

以上是 LCD1602 液晶显示器的各管脚的介绍，但是在实际使用中还会碰到不同的问题，相关的问题还是要进行实际的测试，调试进行正确的使用。为了方便使用者正确、方便使用这个模块现在已经开发了相关的 I2C 模块，方便此模块的使用。

### 3.2.4 翻蛋控制模块

在孵化期间不定期的翻转鸡蛋的位置有利于提高孵化率，因此在本系统设计中加入了自动翻弹模块，减少人为的干预，也更好的体现了智能孵化器的思想，在翻蛋的过程中，快速的翻转容易让鸡蛋内部的许多各器官组织因为离心等作用发生变化，针对上诉的问题，本次系统中采用步进电机来作为翻蛋控制的器件可

以很好的解决上诉的问题，步进电机实物图如图 3.8 所示。

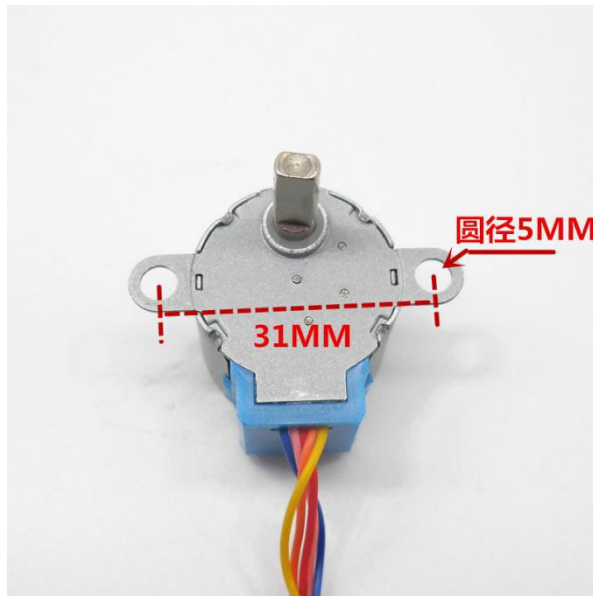


图 3.8 步进电机实物图

### 3.2.5 温度控制执行模块

孵化器的温度的变化是不可琢磨的，对于大型的孵化厂来说，人为的监测，费时费力，并且即使当温度过高时也不一定可以及时的发现，这就为孵化器内的相关鸡蛋孵化埋下了安全隐患，容易造成损失，因此在本次设计时，加入了自动控制模块，当孵化器内的温度过高时会开启风扇，模拟降温；当孵化器内的温度过低时，会进行加热处理。在本次的设计中，温度控制模块使用了电吹风，电吹风里面有风扇和加热的电热丝，可以很好的模拟此次需要调节的模块。

## 第四章 软件设计

### 4.1 开发软件的介绍

#### 4.1.1 Arduino 开发环境概述

Arduino IDE(Integrated Development Environment)即集成开发环境，是提供专项的软件开发的的环境的应用程序，一般包括了代码编辑器、调试器、图形用户界面工具、等功能，集成了代码的编写、编译、调试、分析等功能于一体的开发软件。所有具备这种特殊特性的软件或者软件（套件）都可以称之为集成开发环境，比如我们常见的微软的 Visual Studio 系列，Borland 的 C++ BuilderDelphi 系列等，Arduino IDE 的界面如图 3.1 所示。

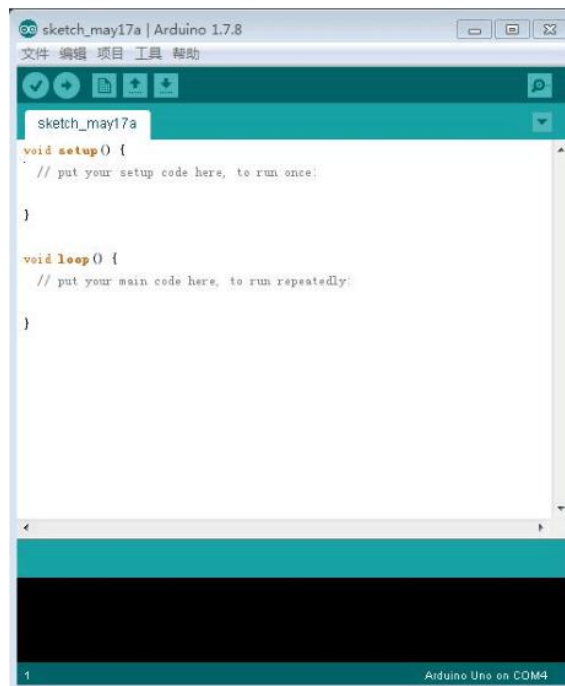


图 3.1 Arduino 界面

Arduino IDE 是 Arduino 开放源码的集成开发环境，他的编程界面非常的友好，而且代码编写非常的简单，对于使用者来说可以非常快速的上手和完成相应的工作，具有很强的优势，同时还可以跨平台应用，可应用于 windows、Linux 等常见的系统环境下。

Arduino 软件是绿色版的，即不需要复杂的安装，点开即可使用，安装包可以在官网上下载最新的版本，完全免费。它的编程开发语言和 C/C++ 非常相似，使用起来也是非常简单的。

#### 4.1.2 Arduino 与 PC 之间的通信

Arduino 的应用程序在 PC 上的编程软件编写程序并下载到 Arduino 中。但是在这之前，Arduino 与 PC 之间的连接需要安装相关的驱动，有些电脑是可以自动进行安装驱动的，如果安装驱动不成功，需要自行下载驱动安装，具体的流程图如下所示。

如果不进行人为的修改，Arduino 默认的驱动程序就存放在 Arduino IDE 编译软件下 drivers 文件夹里面默认存在，如果还没有下载 Arduino IDE，先进行下载安装，因它是绿色的软件，实际上只需要下载之后点开即可运行。当第一次接入相关的软件时，电脑会自动的安装息预期对应的驱动，若失败，会显示“未能成功安装驱动设备”，如图 3.2 所示。

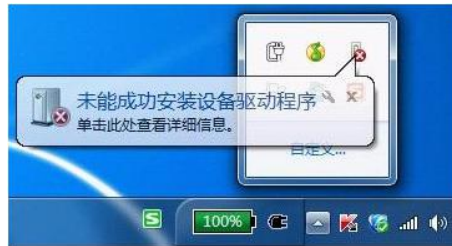


图 3.2 系统自动安装驱动失败

当这样的情况发生时需要进行手动的安装驱动。将界面切换到主桌面，选中“我的电脑”，单击右键，选择“设备管理器”里面的“其他设备”，如图 3.3 所示。

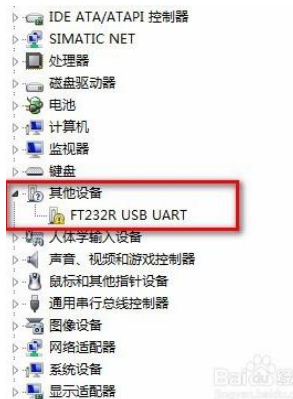


图 3.3 查找驱动安装目录

双击该设备，选择“更新驱动程序”，如图 3.4 所示

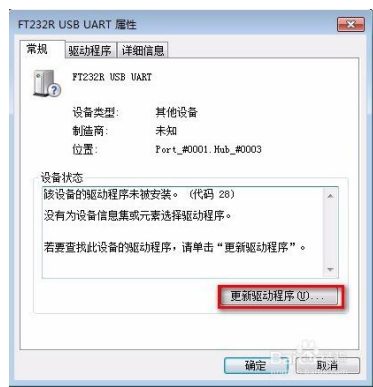


图 3.4 更新驱动目录

选择第二项，“浏览计算机以查找驱动程序软件”，如下图 3.5 所示



图 3.5 手动安装驱动界面

选择自己电脑上的驱动存放地址，如图 3.6 所示。



图 3.6 驱动存放目录

安装过程中一般都会出现如下提示，记住一定要选择“始终安装此驱动”，如图 3.7 所示；





图 3.7 驱动安装流程图

系统提示成功安装驱动，如图 3.8 所示；



图 3.8 驱动安装成功

当完成以上的操作后，驱动就正式安装成功了，可以在 **Arduino IDE** 编译软件内查找到相关的软件串口，选择合适的便可以进行相关的编程操作了。

成功安装驱动软件后，便可以实现 **Arduino** 与 **PC** 之间的通信。在实际的应用使用中，若果需要让 **Arduino** 和其他的设备之间进行通信，可以通过串口连接与计算机进行通信测试，点击 **Arduino IDE** 编译软件的右上角放大镜按钮，如图 3.3 所示，就可以实现 **Arduino** 与 **PC** 之间的通信。

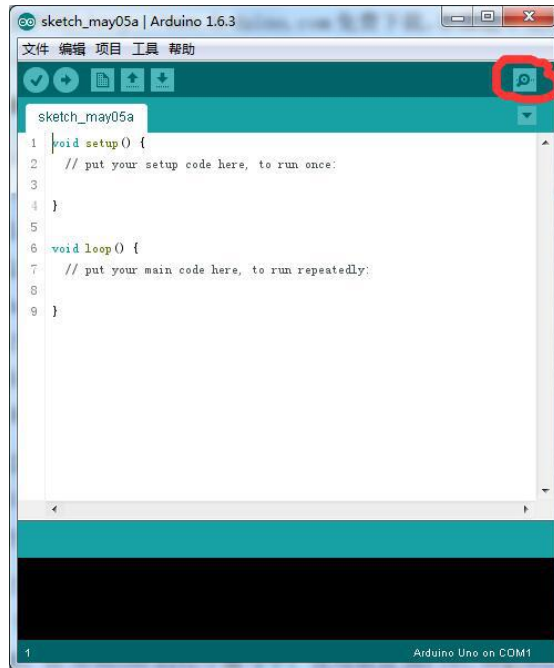
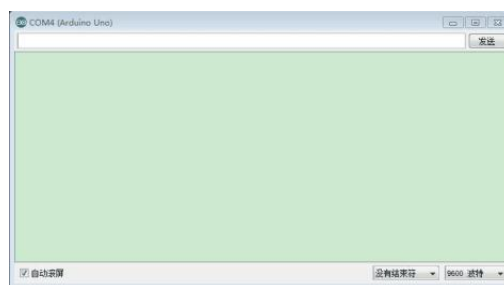


图 3.3 Arduino 串口监视器



串口监视器界面

串口之间的通信的关键在于通信协议参数的设置要一致，否则无法完成正常的通信，通常需要设置的有：波特率（Baud rate）、数据位、停止位等重要的参数，一般情况下 Arduino 的波特率设置为 9600 即可，也存在特殊的情况，需要根据使用的器件进行实际的更改测试。在 Arduino 的编程语言中，使用 `Serial.begin()` 语句可以进行波特率的设置，为了实现数据的传输并减少使用者的负担，Arduino 语言中封装了很多串口收发函数，大大的降低了开发难度，例如：`Serial.print()`、`Serial.println()`、`Serial.read()`。其中 `Serial.print()` 和 `Serial.println()` 都是以 ASCII 文本的形式将数据打印在串口监视器上进行输出，两者的功能相同，不同点在于后者可以实现自动换行。`Serial.read()` 是读取串口数据的语句。

### 4.1.3 Arduino 库函数介绍

之所以说 Arduino 开发简单，对于初学者来说是简单、方便、易于上手的，其中一个原因就是：开发时可以通过添加第三方的库函数来增加对硬件的支持，

完成相关的开发。目前已经存在的库很多，但因其是开源的，因此他的库还在不断的丰富，开发者可以根据自己的需求安装相应的库函数，并且它是不调用不执行，只有在需要的时候才载入，用户也可以将自己需要完成的某些特定功能的函数封装成库函数，这样可以使代码看起来简单简洁，方便日后维护开发。

在实际的开发中程序往往会依赖一些库函数，可以在代码的最顶端看到本次开发使用了哪些库函数。例如，顶端出现`#include<FatReader.h>`，那意味着需要一个叫做 **FatReader** 的库或者一个包含 **FatReader**.文件的库。库是一个包含了一些文件的文件夹，这些文件以.cpp 和.h 为扩展名。

常用的库函数有：

- 1) **EEPROM**:对“永久内存进行读写”;
- 2) **Ethernet**:用于通过 **Arduino** 以太网扩展板连接到互联网;
- 3) **Firmata**:与计算机上应用程序通信的标准串行协议;
- 4) **LiquidCrystal**:控制液晶显示屏(LCD);
- 5) **SD**:对 SD 卡进行读写操作;
- 6) **SPI**:与使用的序列周边接口(SPI)的设备进行通信;
- 7) **Wi-Fi**:用于通过 **Arduino** 的 **Wi-Fi** 扩展板连接到互联网;
- 8) **Wire**:双总线接口(TWI/I2C)通过网络对设备或者传感器发送和接受数据。

如果需要其他的库函数，安装相关的顺序完成导入便可以使用，方法步骤如下：

下载相关的库函数→进入 **Arduino IDE** 的路径中在“libraries”中建立行的文件夹取名 为需要的导入函数库的名字，例如 **DHT11**→将函数库进行解压，并解压至刚新建的文件夹中。这样就成功地导入了函数库。

## 4.2 系统软件设计总体框架

对于智能孵化器的总体系统来说，系统软件软件由初始化程序、主程序、信号采集自程序、数据传送子程序等几部分组成。系统的流程图如图 4.1 所示。

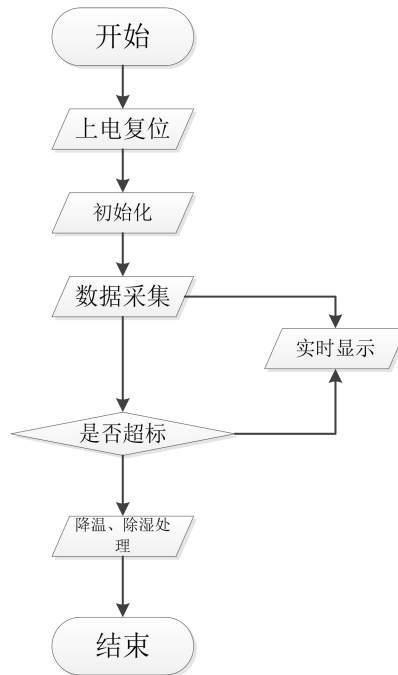


图 4.1 系统整体流程图

#### 4.2.1 初始化程序

初始化程序是对各个模块的一个归零，保证模块的正常使用。在本次设计的基于单片机的智能孵化器设计的系统中，首先需要对 Arduino 的各个引脚进行初始化定义，这样就相当于告知单片机那个引脚应该承担的任务，例如在此次系统中涉及到了监控温湿度的功能，将其数据传输的引脚定义为 A0（#define DHT11 A0）。其次是根据系统对数据传输速率的要求设置波特率，因为两者要进行交流就要设定相同的通信频率，故此波特率设计为 9600。最后，数据还要通过 ESP 8266 无无线传输模块传送至网络云端进行存储、查看。

#### 4.2.2 主程序、信号采集子程序及数据传送子程序

在智能孵化系统正常接通电源后，系统首先会运行初始化系统，在此之后才会运行主程序。当系统成功连接网络后，主程序会主动调用数据采集的子程序，采集孵化器内的各项环境参数，并将相关的数据传送至互联网上，以便日后的查阅。

当主程序，发出调用数据采集的命令后，数据采集子程序便开始采集数据开始进行数据的采集。在孵化器内的数据采集，主要是采集内部分温度和湿度。在本系统中，可以通过两种方式完成上述的采集任务：

1. 根据传感器的原理进行采集：详细分析本次所使用的温湿度采集模块(DHT11)，DHT11 完整的采集一个数据会产生 40 位，所以显示湿度的数据组成为：8 位湿度整数数据，8 位湿度小数数据；显示温度的数据组成为：8

位湿度的整数数据，8 位温度小数数据，当数据完成传输后，剩下的 8 位是以上 32 位数据相加所得结果的末八位。

2. 根据 DHT11 温湿度模块的库函数进行采集：这是本次所采用的方法，一方面可以快速上手，缩短开发时间，另一方面，采用系统所提供的库函数，系统非常的稳定，有利于保证数据的准确性。

系统的整体处理流程如下图 4.2 所示。

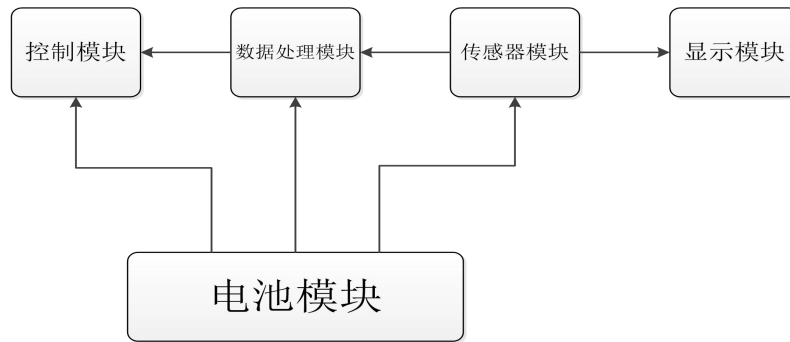


图 4.2 系统整体组成图

系统的整体主要包括下面五个部分：

（1）控制器模块，这部分是系统的核心部分。

（2）传感器模块部分，这部分主要采集孵化器内的各项环境参数，例如温度，湿度等。数据处理模块这部分的功能主要是将传感器采集到的十六进制的数数据转化成人们方便查看的十进制数据。

（3）显示器模块，这部分的功能是将监测到的数据实时的显示在屏幕上，方便工作人员的查看。

（4）将整个系统分为以上五个部分，符合模块化的处理方式，方便系统的调试和日后的维修以及升级，大大的降低了日后的维护成本，以及相关的难度。

## 4.3 系统设计的源码模块分析

在 Arduino 编译软件里面编写程序，主要分为三大部分，其余的都是在这三大部分里面进行扩充，往往为了程序的可维护性，便读性也会将相关的程序定义成函数的形式。一般情况下，第一部分主要是导包，导入相关的库函数，定义相关的管脚；第二部分 `setup` 部分是对定义函数进行一个初始化等操作；第三部分是 `loop` 函数的执行部分，这部分进行着函数的执行部分，是整个函数的核心部分。

### 4.3.1 温湿度监测程序分析

本次设计的系统中主要监测孵化器内温湿度的监测，这也是衡量此次孵化器成功与否的关键点。正确的显示温湿度是对系统最为直观的表现，温湿度的模块

在生活中使用的很多，对其进行编程可以实现相关的功能的实现。温湿度程序代码如下：

```
void Dht11(void )
{
    h = dht.readHumidity();
    t = dht.readTemperature();
    f = dht.readTemperature(true);
    if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f))
    {
        Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
        return;
    }
    float hif = dht.computeHeatIndex(f, h);
    float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);
    Serial.print("Humidity: ");
    Serial.print(h);
    Serial.print(" %\t");
    Serial.print("Temperature: ");
    Serial.print(t);
    Serial.println(" *C ");
    if (h > 70) digitalWrite(SLOW, HIGH);
    else          digitalWrite(SLOW, LOW);
    if (t < 20) digitalWrite(FAST, HIGH);
    else          digitalWrite(FAST, LOW);
}
```

#### 4. 3. 2LCD1602 液晶显示程序分析

在本系统中，数据的显示是非常重要的一个环节，他可以将数据实时的显示在屏幕上，方便相关工作人员的查看，减少工作人员进入孵化器内，对孵化器内的相关参数造成一定的影响，降低了孵化率。因此实时显示的代码如下：

```
//初始化 LCD
void Lcdinit(void)
{
    lcd.init();
    lcd.init();
    // Print a message to the LCD.
```

```

    lcd.backlight();
}
//显示数据
void Display(void)
{
    lcd.setCursor(12, 0);           //光标移到第 2 行，第一个字符
    lcd.print(h);
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print(t);
}

```

#### 4.3.3 步进电机控制程序分析

传统上的孵化器一般都是在整个孵化器期内，需要孵化的鸡蛋往往都会存在与一个地方，这样的缺点是往往使得需要孵化的鸡蛋受热不均匀，而导致孵化率降低，为了提高孵化率，本次采用将鸡蛋进行定期的翻转，本次采用的是步进电机进行控制，相关的程序代码控制如下：

```

void BuzzInit(void)
{
    pinMode(BUZZ, OUTPUT);
}
void BuzzControl(void)
{
    digitalWrite(BUZZ, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(BUZZ, LOW);
}

```

## 第五章 系统的测试与验证

### 5.1 系统总体硬件设计及实物

基于单片机的智能孵化器系统的软件部分和硬件部分已经在前两个章节进行了详细的描述，在此不在累赘，本章将结合实际的系统对系统整体进行一个详细的介绍。

本系统的数据采集主要由硬件搭建实现完成，硬件设计的开发设计到植物生理参数的精确度，要保证设计的各项指标的实现，必须仔细、认真的完成硬件的实现，如图 5.1 是对系统的仿真实现。

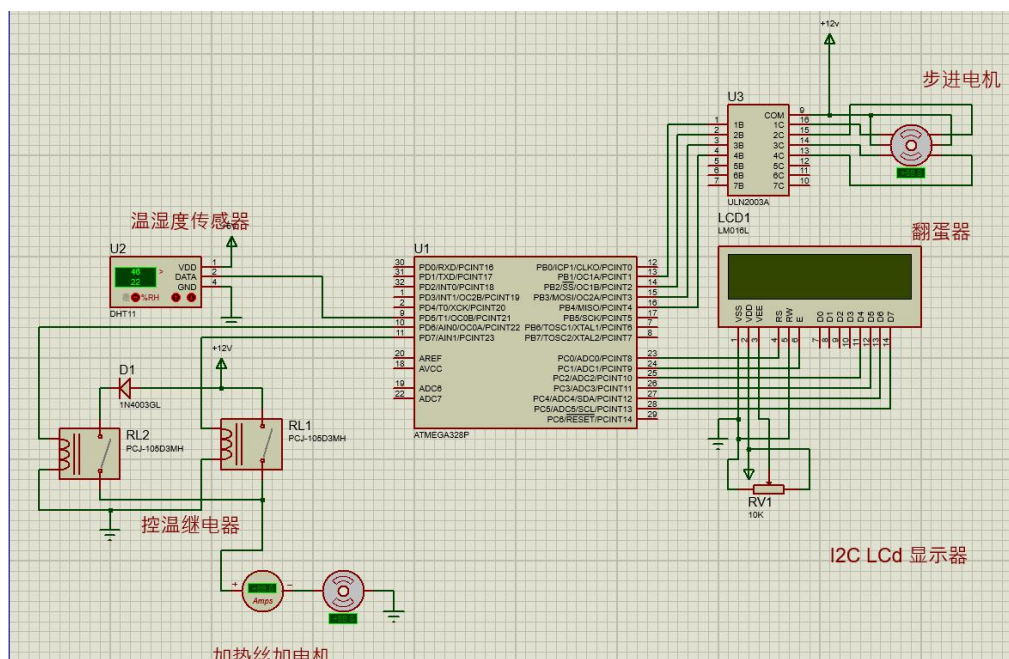


图 5.1 系统仿真图

在硬件系统的搭建连接时，根据软件程序编写时定义的各项引脚进行连接就可以实现相关的功能检测。需要特别注意的是 DHT11 温湿度检测模块，DHT11 的 DATA 口根据不同的方法有不同的连接方式，具体的连接方式如下表 5.1 所示。

表 5.1 DHT11 硬件连接引脚图

Arduino	DHT11	继电器	风扇
+5V	+5V	+5V	
GND	GND		GND、负极
PIN2	DATA		
PIN7		IN	
		常闭端	正极

### 5.2 系统软件整体设计及实物



基于单片机的智能孵化器系统的软件部分在本系统中占据最为重要的部分，相当于人类的大脑，所有的硬件所采集的数据以及各器件之间的协调合作都是由软件的控制所完成的。本系统的设计流程图已经在第三章进行了介绍。

系统除了可以在 LCD 液晶显示器上查看相关环境参数外，在调试的时候还可以在串口调试助手上查看相关的监测数据，如下图 5.1 所示。



图 5.1 串口调试图

从图中可以看到，当前 DHT11 温湿度数据采集模块采集到的数据为：温度 29 摄氏度，湿度 60 摄氏度。

### 5.3 智能孵化器设计及实物

在本次设计的基于单片机的智能孵化器的设计中，加上自动升温降温功能，实现了监控系统的自动化，更方便于孵化器内环境参数的自动调节，减少人为的干预。当温度低于设计值时会进行自动加温，当温度高于设计值时可进行自动降温处理。本次设计的智能孵化器的实物图如图 5.2 所示。



图 5.2 智能孵化器实物图

## 第六章 结论

随着我国改革开放的发展，国民经济的飞速发展，自动化装备已经广泛的应用于我们的日常生活中，同时也给我们的生活带来了很大的便利和科技感，对人类社会的发展提供了巨大的便利。

如今，自动化技术已经在我们的生活中广泛的存在，脱离的自动化技术，我们的生活将会发生翻天覆地的变化，现代的人们也是无法实现的，自动化技术的发展，让我们以前需要几天才能到达的地方，通过汽车可以在短短的几个小时内到达，随着科学技术、自动化技术的发展，这个距离还将进一步的缩短。

在本次系统设计中采用的主控芯片是 ESP8266，孵化器内的温湿度数据采集采用的是 DHT11，通过先前设定阈值，当温度或者湿度超过或者低于先前的阈值时，继电器就会自动闭合，控制相关的设备进行运行，以达到升高或者降低孵化器内温湿度的目的。

由于个人知识水平的限制，本次设计的智能孵化器还有很大的升级空间，在日后的工作生活中，我会不断的学习，将这个孵化器进行进一步的完善。

## 致 谢

四年的大学生活是短暂的，随着毕业设计论文的完成，从初稿到修改，再到多次的修改，最终到截稿，时间在一点点的流逝，我的大学生活也在一步步的迈向结束。我很感谢在西邮的思念给我带来了许多感动的瞬间，在这里我成长了很多，学习到了很多。

在过去的几个月里，从题目的选定，到思路的整理，以及最后的实物的完成，我认真的查阅相关的资料。积极和指导老师沟通交流，感谢老师给我提出的宝贵建议，对于我毕业设计的完成提供了很大的帮助。

## 参考文献

- [1] 张慧燕. 基于物联网的新型智能孵化器设计[J]. 电子技术与软件工程, 2017(12):107.
- [2] 孔德尉, 杨芳芳. 基于单片机恒温孵化控制系统的设计与实现[J]. 工业设计, 2017(02):169.
- [3] 张海红, 史丹青, 武建卫, 郭夕琴. 基于单片机技术的智能温湿度控制系统[J]. 电子测试, 2013(23):147-150.
- [4] 夏晓玲. 水温控制系统中的单片机技术应用[J]. 电子制作, 2015(09):4.
- [5] 农桂泽. 单片机发展历程与单片机技术之研究[J]. 电子技术与软件工程, 2016(14):251.
- [6] 孙冠男, 周淑芹. 基于物联网技术的智能孵化远程监控系统设计[J]. 黑龙江畜牧兽医, 2015(09):111-113.
- [7] 丁华建, 段凯宇. 物联网时代的智能冰箱设计[J]. 科技资讯, 2016, 14(28):17-18.
- [8] 彭秋红, 沈占彬. 基于单片机温度控制系统的硬件设计[J]. 机电产品开发与创新, 2010, 23(05):131-132+148.
- [9] 张小明. 探究基于单片机的温度控制系统[J]. 电子制作, 2015(01):271-272.
- [10] 殷斌. 基于单片机的温度控制系统的研究[J]. 机电工程, 2015, 32(06):887-890.
- [11] 孙杰, 张学军, 刘云, 鄢金山, 史曾录, 靳伟, 李超新, 刘立果. 基于单片机的温度控制系统设计及仿真[J]. 农机化研究, 2015, 37(04):219-222.
- [12] 胡高山, 纪昕洋, 马晴. 基于单片机的温度控制系统的研究与实现[J]. 电子技术软件工程, 2017(10):254.
- [13] 齐志才. 单片机的温度控制系统的研究与实现分析[J]. 电脑知识与技术, 2015, 11(05):256-257.
- [14] 姬翔. 基于单片机的温度控制系统研究[J]. 中国新通信, 2017, 19(17):151.
- [15] 邵惠东. 基于单片机的温度控制系统的开发与应用[J]. 电子技术与软件工程, 2017(03):254.
- [16] 邵惠东. 基于单片机的温度控制系统的开发与应用[J]. 电子技术与软件工程, 2017(03):254.
- [17] 陈振伟. 基于单片机的温度控制系统的研究与实现[J]. 长沙大学学报, 2015, 29(02):54-56.
- [18] 赵杰. 基于单片机的温度控制系统设计[J]. 江苏科技信息, 2017(26):39-40.
- [19] 陈军. 基于 AVR 单片机的温度控制系统设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2009(04):39-41.
- [20] 黄超. 基于单片机的温度控制系统的研究[J]. 民营科技, 2017(03):4.
- [21] 林翌. 基于单片机的温度湿度监控系统[J]. 科技视界, 2015(04):182-183.