

摘 要

随着我国种植业的发展以及人们对农产品要求的提高，传统的栽培方法无法满足人们的需求。植物生长舱利用相关传感器和控制系统设备调节温度、湿度、光照强度和 CO₂ 浓度等因素，给植物提供一个适合其生长的环境和条件，是实现植物种植科技化发展的有效手段。小麦苗床是一种重要栽培方法，这也是未来农业发展的方向之一。

本文基于 STM32 芯片设计出一套小麦苗床管理系统，硬件设备包括：通风机，水泵，温度，湿度传感器，控制器，电磁阀，构造了温湿度控制系统，通风循环系统，照明系统，风循环系统，灌溉系统，以及人机互动系统。使用者只需要供应种子，给培养箱供应水和电力，可透过显示屏监视机舱的温度、湿度及各种设备的状况，确保小麦幼苗在适宜条件下快速成长。这是一个可以减少外界许多影响的培养舱，能在短期内培育出大量没有污染的小麦幼苗，用来满足人们对优良小麦幼苗的实际需求。

关键词：控制系统； STM32 单片机；温湿度传感器

ABSTRACT

With the development of planting industry in our country and the improvement of People's demand for agricultural products, traditional cultivation methods can not meet people's needs. The plant growth chamber uses the related sensors and control system equipment to adjust the factors such as temperature, humidity, light intensity and CO₂ concentration, so as to provide a suitable environment and conditions for plants to grow, it is an effective means to realize the scientific and technological development of plant cultivation. Wheat seedbed is an important cultivation method, which is also one of the future directions of agricultural development.

In this paper, based on STM32 chip, a set of wheat seedbed management system is designed. The hardware includes: fan, water pump, temperature, humidity sensor, controller, solenoid valve, ventilation circulation system, lighting system, ventilation circulation system, irrigation system, and man-machine interaction system. Users only need to supply seeds, water and electricity to the incubator. They can monitor the temperature, humidity and condition of various equipment in the cabin through the display screen to ensure the rapid growth of wheat seedlings under suitable conditions. It is a culture chamber that can reduce a lot of outside influences and can produce a large number of non-polluted wheat seedlings in a short time to meet the actual needs of people for good wheat seedlings.

Key Words: control system; STM32 MCU; temperature and humidity sensor

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 课题研究的目的意义	1
1.2 研究现状及趋势	1
1.3 论文章节安排	2
第 2 章 系统硬件选择	3
2.1 设计方案确定	3
2.2 单片机选型	5
2.3 人机交互屏幕选择	5
2.4 传感器选择	6
2.4.1 湿度传感器选择	6
2.4.2 气体传感器的选择	6
2.4.3 风扇的选择	7
2.4.4 双路继电器的选择	7
第 3 章 系统硬件设计	9
3.1 主控芯片电路设计	9
3.2 OLED 显示电路设计	11
3.3 传感器电路设计	11
3.3.1 温湿度检测电路设计	11
3.3.2 SGP30 气体传感器电路设计	12
3.4 系统整体原理图	13
第 4 章 系统软件设计	14
4.1 开发软件介绍	14

4.2 系统主程序设计	15
4.3 SGP30 气体传感器程序设计	16
4.4 湿度传感器模块程序设计	17
第 5 章 系统软件测试及实物焊接	18
5.1 软件调试	18
5.2 焊接完成后的实物图	20
5.3 整体调试	21
 第六章 结论	 24
参考文献	25
致 谢	26

第 1 章 绪论

1.1 课题研究的目的意义

我国的养殖和种植业处于国际领先地位。现在养殖业中，牛和羊等食草动物是比较热门的，它们通常食用牧草作为饲料。但是，一些地区缺乏牧草，这时大的好的麦苗能够成为优秀的替代品种。大麦苗是一种富含大量的维 C、胡萝卜素和抗氧化酵素的高营养价值的食物。此外，大麦苗生长时间超短，有着很多营养物质，可以用来做成健康的食物供人们使用，由于大麦苗的需要量不断加倍增加，大麦苗的优良品质需求也越来越受人们的关注。以往的种植方式已无法满足种植优质大麦苗的需求。由此看来，现代农业的一项杰出成就是植物生长舱，它采用与温度，湿度，光强，CO₂ 浓度有关的传感器，并对其进行控制。使温室内的植物能在合适的条件下生长，这是今后农业的一个发展趋势。

本次设计以 STM32 为核心，研制了一套大小麦苗床生长舱自动控制系统。该生长舱装备有水泵，空调，风机，温度传感器，湿度传感器，控制器等设备，这些设备可以用来控制大麦苗的萌发和生长。一种能方便监控温湿及设备工作状态的培养舱，能保证一个好的成长环境。在使用此生长舱时，只需提供种子，水、电，设备简单。这种培养箱不受外界环境影响，在较短时间周期内培植出大批没有污染的优良麦苗，用来满足我们对高品质大麦苗的需要。

1.2 研究现状及趋势

植物生长舱的重要作用是创造适宜的生长环境来促进植物的生长发育。因此，植物生长舱环境控制系统对于植物生长舱来说非常重要。为了解决恶劣天气对农业生产的影响，从最早的温室大棚到如今的各样类型的植物工厂和生长舱，都是通过人工调节环境来克服外界气候的限制，以降低农作物生长时限，升高产量。对于植物来讲，光照强度、湿度、温度和二氧化碳浓度等环境因素对生长速度有重要的影响。

哈克尔 J M，马尔斯 P R

H 在环境因子对盐沼植物生长及相互作用的影响:盐度、泥沙和渍水的影响内说:盐沼植物群落沿海拔梯度的组成和分布与个体物种对潮汐变化相关环境条件的耐受能力有关。随着技术的发展,通常情况下,就植物的生长速率来说,光照强度,温度,湿度,CO₂浓度等环境因子对其有很大影响。在 1970 年代,由于微机的繁荣以及某些发达国家的机械化水平的提高,可以单独控制温度,湿度,光强,以及二氧化碳的浓度。到了 80 年代,由于科技的进步,多因素的综合控制被应用到了这一领域,其它生长因子也会主动做出对应的调节,令重要环境参数如温湿度、二氧化碳浓度和光照强度处于最好的组合状态。在 1990 年代,多因素环境控制应用了模糊控制和多变量控制等先进的核心技术,并将其应用于以环境自动控制为中心的计算机软件开发中。如今,在物联网与云计算的帮助下,人们可以对室内植物进行光照,温度,土壤含水量等参数的监控,该系统能精确监控环境,灵巧地操纵作物的生长。随着物联网技术的进步,作物生长室的控制技术也在逐步提高,植物生长舱的控制系统越来越智能化,不断增加的特性,操控的精确性也得到了进一步的改善。这有助于对植物适宜生长的环境进行调查,从而实现作物增产增效的目的。

1.3 论文章节安排

本文主要实现麦苗生长舱设计,通过单片机技术,传感与控制继电器联用,实现了对生长环境的监测与控制,为了改进信息传播环境,它最大的优势是可以对麦苗成长环境进行实时监测,按照系统的设计要求以及期望的功能来布置,详情如下:

本设计将主要研究的内容分为了五章.

第一章:“在目前的研究环境中,这一体系具有独特的重要性。”

这是对本系统的简短描述。然而,要深入了解这个描述的含义,需要对当前的研究背景进行综合论述。本系统在国内外背景下的展示,为我们提供了这样的机会。通过综合论述,我们可以更全面地了解在目前的研究环境中,该体系具有独特的应用价值。

第二章:制度设计的初始阶段,我们必须直面各种选择,经过全面的对比,确定了该系统的设计方案。在这一章中,关于最后计划的全面讨论,本计划的特点及优势。

第三章:对各功能模块的工作原理进行了详细的说明,包含了硬件设计的部件。

第四章,对系统的软件设计进行了深入的探讨,包含了每一个功能模块所使用的软件知识以及所使用的程序。

第五章:通过对硬件部分的焊接和测试,并且将软硬件内容进行整合,成功地完成了实物的设计。在论文的最后,对本次设计进行了总结与分析,了解了系统的功能变化性、可行变化性和应用变化性,并且展望了今后的成果。

第 2 章 系统硬件选择

2.1 设计方案确定

这篇文章介绍了基于 STM32 微处理器的麦苗生长舱系统设计。本系统具有 32 位单片机的控制功能，采集并处理温湿度，PH 值，光强度等传感器的数据，从而达到对植物生长环境进行监控的目的。比如在高温下，系统将自动冷却；在光线较弱的情况下，系统会对光线进行补充等处理。该系统还可以收集到一些信息，如温湿度、光照强度、二氧化碳浓度等，这些信息可以方便的在 OLED 屏幕上观看和设置出来。最大的闪光点是经过控制模块自动对麦苗的生长环境进行调试来使生长舱达到一个适宜的状态。最终，在程序的启动时，C 语言使得系统完成设定的功能。下方是系统的框图：

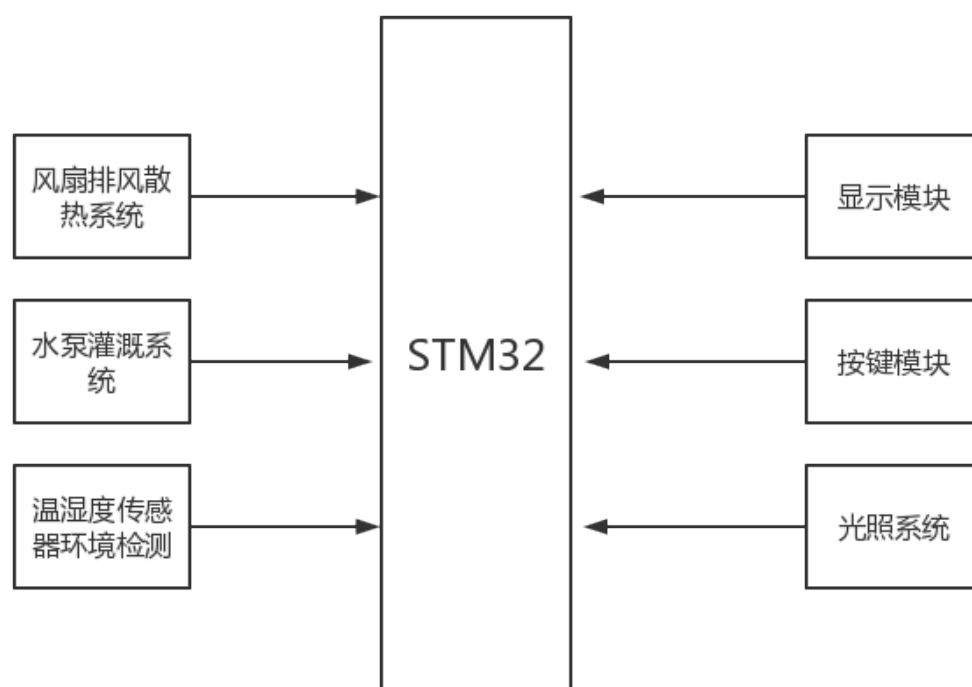


图 2.1 系统框图

以下是本设计的功能：

利用温湿度传感器把种子舱中的温度信息传送到 STM32 单片机中，以便进行进一步的分析处理。

1. 通过利用 STM32 单片机对此信号进行分析处理，可以准确地判断种子仓内的生态环境是否适宜生长。
3. 可通过风扇排风系统对舱内湿度进行调整；
4. 可通过加热板使舱内温度上升；
5. 能通过水泵实现舱内自动灌溉；
6. 能在显示屏上实时显示舱内各指标的具体数值；
7. 能通过按键系统对参数阈值进行调整；

以 STM32 为核心的生长舱控制系统, 配有一个显示装置, 多个感应器。温湿度传感器, 加热片, 抽水机和风扇均与培养箱的控制系统相连。培养室基座为框式结构, 与培养室壳体底面相配。据设计规划, 生长舱密封装置采用标准的三层结构: 内层是不锈钢质料, 居中层是聚氨酯基本材料, 最外层则是铁原材料。这种结构可以很好的有效保温, 并且不锈钢还具有优良的反射能力, 提高光线利用率。生长舱是一种微型植物生产工厂, 非常易于操作。大麦苗作为本文的研究对象, 其中大麦的萌芽阶段不需要营养液, 仅仅靠光合作用和消耗萌芽体中的营养成分生长。这让大麦苗的培育工作变得更加简便。

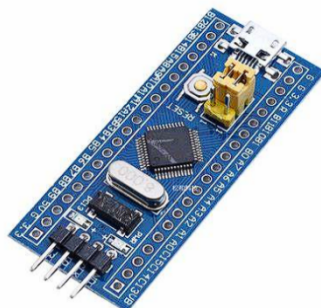
2.2 单片机选型

方案一：本次设计将选用 STM32F103T6 单片机作为 MCU 模组，本 MCU 具有高度的集成度。而且里面的细节也非常精致，使用 RISC 架构，能同时适用于多个控制器。其主要频率为 33 兆赫，计算速度快。而且，MCU 也有一个高级语言编译程序、中断控制系统等稳定、强大的系统性能。易于调试和测试，且处理能力十分强大。但需要花费很久时间进行 STM32 的学习和熟练掌握，且研究环境相对比较繁琐。

方案二：为本次设计选择了 STC89C52RCMCU 作为 MCU 模块。本单片机具有 AD、EEPROM 等多项功能，但是还需要对软硬件进行扩充来完成。它的输入/输出引脚的使用比较容易，但是在高平时没有足够的输出功率，这是 51 系列 MCU 的重大缺点。另外，这个单片机的速度很慢，尤其是双重数据指标，如果能有所改进，将极大地提高编程效率。需要注意的是，该单片机的保护能力较差，容易受到烧毁的风险。

在进行综合比较和讨论之后，我们决定使用 STM32F103C6T6 单片机作为主控芯片。原因是：我们必须将检测数据传输信息到手机端，而 51 单片机只有一个串口接口，处理性能很慢、自我保护能力差，功能也受到很大的限制，这些都无法满足我们的设计要求。

图 2.2 STM32F103 单片机实物图



2.3 人机交互屏幕选择

方案 1：这个方案中使用的是 LCD1602 型显示器，这个显示器可以显示 16 个字符的两条线，但其显示效果较差，可能会出现模糊现象。此型号显示器的数据传输方式较为简单，采用并行或串行传输，控制方式简单。然而，由于本设计需要展示大量信息，需要显示多行信息，因此该型号显示器并不适用于本设计的要求。

方案二：可以选择采用型号为 OLED12864 的显示器。这款显示器也被称为有机发光二极管，屏幕非常轻薄，非常柔韧，具有高显色度和自发光特性。使用 OLED 显示器可以获得清晰的显示效果，电路设计相对简单、程序驱动也比较容易一点，市场需求广泛。另外，使用 OLED 显示器通信更加稳定，且可以更省电。

经过对比 LCD 和 OLED 两种显示器，找到了一个相同的价格。因为该系统要求准确地显示数据，以使内容更清楚。最后，OLED12864 显示器也叫有机发光二极管就成了这次设计中使用的人机交互界面。

2.4 传感器选择

2.4.1 温湿度传感器选择

在设计中，主控芯片的作用离不开外设传感器。主控芯片可借助感应装置感知外部环境参数值，从而采取实时同步反应。DHT11 型数字温度和湿度传感器是这次设计中选用的传感器。DHT11 采用了一种特殊的数字模组采集技术，同时还采用了温度和湿度检测技术。该传感器的可靠性很高，并且在很长一段时期内稳定。所有 DHT11 传感器的标定测试都是在一个精确的温湿检测室中完成的，该传感器的内部正在调试自动探测信号，为了处理标定参数，必须从 OPT 存储器中提取标定因子。这个模块可以同时检测温度和湿度的变化，功能非常强大，而且能耗很低，具有高度稳定性及可靠性，检测数值非常准确。此外，它采用四针引脚的封装，使用也非常简单方便。

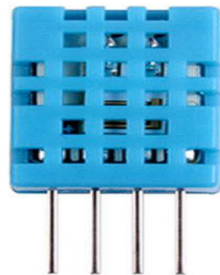


图 2.3 DHT11 温湿度传感器实物图

2.4.2 气体传感器的选择

本次设计选择 SGP30 气体传感器进行二氧化碳浓度的检测。传感器实现的基本功能是，发生还原性气体时，造成气敏物质表面氧气浓度下降，然后，改变半导体的阻抗（或导电系数）然后，电路（ASIC）部分将对电阻进行检测，信号处理与转换等后续工作。



图 2.4 SGP30 气体传感器实物

2.4.3 风扇的选择

本次设计采用 12V 散热电风扇作为散热功能模块，风扇的工作基本原理是借助能量转变来实现的。不同采用的电路会造成风扇性能的差异。散热风扇有多种分类方法，包括直流（DC）和交流（AC）、有刷和无刷以及滚珠轴承和含油轴承。本文将主要探讨散热风扇的电源线接口。简单来说，电脑风扇可以分为 2 针、3 针和 4 针。其中，2 针风扇只有红黑两根接电线，其中一个接地，还有一个连接电源，整体结构简单且价格便宜。3 针风扇在原有标准接口的基础上多加了一条黄线，主要用途是测试速度，主板可以用来探测风扇的运行情况，但是 3 针风机的转速是靠调整风机电压来实现的。其实，这样的调节方法还是不够灵活，是由于温度探测是由主板来实现的，没有办法迅速响应 CPU 的状态信息。4 针风扇在 2 针 3 针的基础上调速更加灵活更智能。但考虑到本次设计成本以及简便，故本次设计选择 2 针风扇。



图 2.5 2 针风扇实物图

2.4.4 双路继电器的选择

双路继电器

双路继电保护是一种电子设备的构造，是适用于自动化线路，在受控系统与受控系统间的切换。它有一个“自动开关”的特性，可以用小电流来控制大电流，使能进行积极的调试、安全防护及变换电路等功能。由于其控制电路具有用低电压控制高电压、远距离控制和自动控制等优点，在电路中得到广泛应用。继电器的特点是：灵敏度高，控制功耗小，电磁兼容性好，使用寿命长，可靠性高，变换快，EMI 小。

本设计采用双路继电器代替水泵系统和加热模块，考虑到成本因素及安全性考虑，不使用加热棒及水泵实物，实际使用中可在继电器位置更换加热棒及水泵实现功能。

图 2.6 双路继电器实物图



第 3 章 系统硬件设计

3.1 主控芯片电路设计

该系统由单片机控制，所用装置大多能在低电压下稳定运行。该系统采用 5 伏电源，供电电路中包含了自锁开关、直流插座等。当 U 盘通过直流电源插口插入时，用一串自锁式开关对整个线路的供电通断进行控制。这是一个电路的原理图：

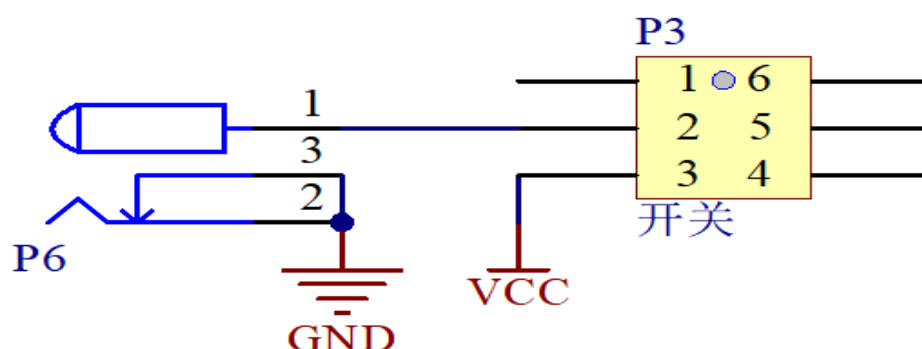


图 3.1 系统电源电路

整个系统的电源电压是 5 伏，而对于 MCU 和 ESP8266 来说，则是 3.3 V，所以必须要有一个电压变换。在这个设计中，我们选择了 STM32F103C8T6 做为最后的控制芯片，在此芯片中，已经集成了一个电压转换器。下面是具体的电路设计：两个电容器紧挨着电压调节芯片 ME6211-3.3，作为一种过滤器，使电压变换更平稳。这样就能够将 5V 电源转换为 3.3V 电压，以满足单片机和 ESP8266 模块的供电需求。

一切的芯片控制都必须要一个非常小的执行驱动电路。以 51 MCU 为例，它有一个复位电路，一个供电电路，以及一个晶体振荡电路。类似的，这次设计中使用的 STM32F103 系列芯片，对周边电路的要求也很高，如电源电路，晶体振荡器电路，复位电路，滤波电路，开关电路等等。此段文字描述了 STM32F103C8T6 芯片的技术参数以及引脚图示。

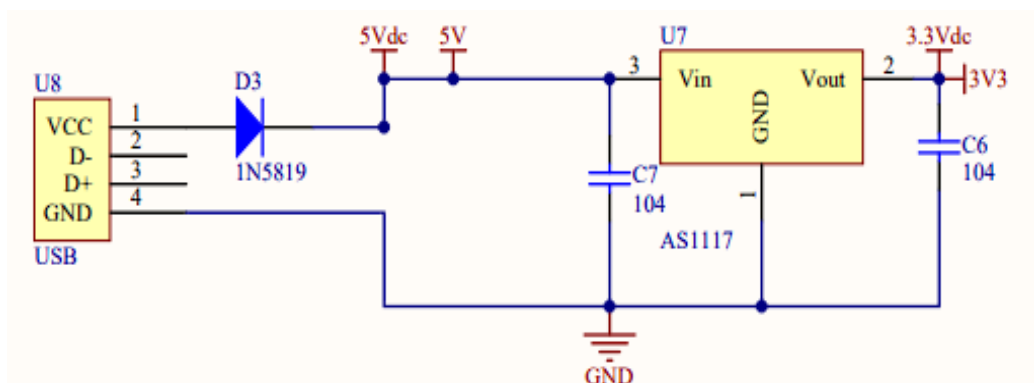


图 3.2 系统稳压设计

该芯片集成了晶振控制电路和复位电路，复位电路则只需要一个 100nf 大电容。芯片支持借助 boot 开启选择三种不同的模式，并在其内部整合了一个电压转换电路，为了保证它的稳定性，必须有一个外部的过滤电路。本芯片需 3.3 V 电压供电，可通过上、下电实现复位。除了这些，它也有两个 ADC，共有 16 条输入信道，也可以从 0 伏转换到 3.6 伏。另外还具备定时器， SPI， IIC 等多项功能，共计 37 个输入输出端口，全部输入输出端口均可用于外接终端。STM32F103C8T6 还拥有三个十六位定时器，它可以进行输入捕获、输出比较、脉冲技术等，它的功耗低，而且稳定性强，控制效果稳定，因此受到电子开发者的青睐。同时，通过管脚图表，给出了本芯片的详细管脚分配情况。

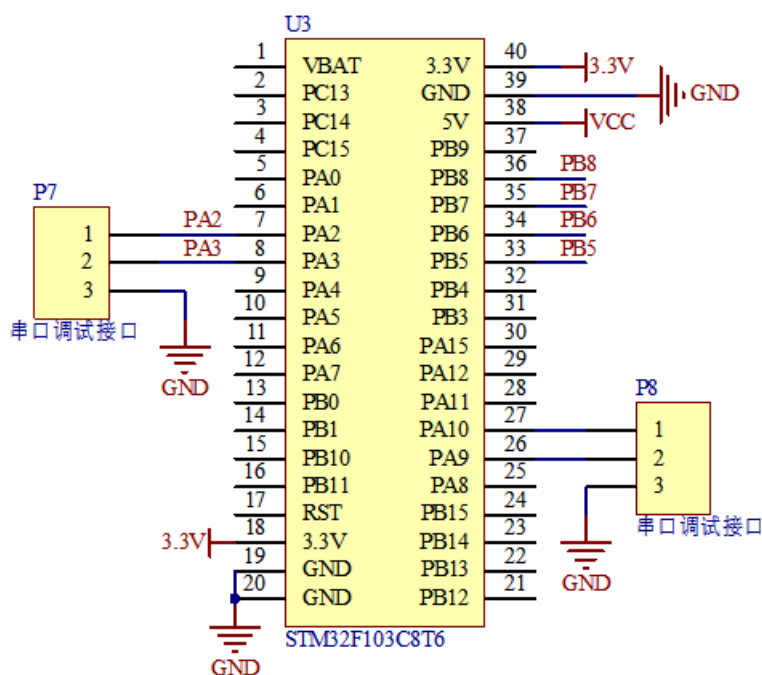


图 3.3 STM32 单片机芯片管脚图

该系统采用 23 根 IO 管脚，以便于单片机与外部传感器、执行器控制单元相连。如图所示，电源电压设定在 3.3 伏。因为我的外接电压是 5 伏，因此，需要设计一种变压电路，用于从 5 伏到 3.3 伏的外部供电电压的变换。经过论证后的设计，我发现我用过的 MCU 是一个贴片封装的。为了让控制部件的焊接更加容易，并完成电压变换，我决定用 MCU 来设计。因此，不仅能够利用一体化的 PCB 芯板进行焊接，还能利用该芯板，也可以通过使用 MCU 的 IO 口，满足输入输出端口的数目。同时，在该核心板中还包含了内置的电压转换电路。

3.2 OLED 显示电路设计

有机发光二极管显示器是如何工作的，在收到电的时候，一种由有机分子构成的薄膜可以被组装成一种固体器件，它可以发出光，使信息在屏幕上变得更清楚更明亮。该显示屏体积小，无需背光源，当电流流过时，可激活其中的有机物质，使其发光。因为它的色彩饱和度高，并且具有强大的色彩性，所以它可以让显示效果变得更真实，同时还可以让图像变得更加稳定，拥有更高的亮度，还可以拥有更宽的屏幕视角，还可以拥有更大的可视角度。另外，有机发光二极管屏对

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/917032022133006060>