

基于 Arduino 的 LED 开关老化测试系统

摘要： 本论文针对 LED 产品的老化测试问题进行深入的分析研究，借由传统的 LED 老化测试、开发成本低、以及适于应用为写照，用 Arduino 开发板为下位机，设计一个 LED 开关老化测试系统，用来改善 LED 测试问题。

该系统通过手机的 App 连接下位机的蓝牙模块来控制系统的整个过程。手机 App 连接单片机蓝牙后，手机 App 设置老化参数发送至单片机开始试验，单片机输出 PWM 信号驱动 LED 驱动芯片对 LED 进行老化；温湿度传感器检测的温度数据、湿度数据经 485 转 TTL 返回单片机对温度和湿度数值与预设数值进行对比，驱动 PTC 加热模块和加湿模块，同时返回数据到 App；而内置的 10 位高精度 ADC 读取 LED 两端电压，将电压数据经结果传输给手机 APP 进行整体调控，最终实现 LED 的开关老化试验。

关键字： LED 老化检测，Arduino，蓝牙

Aging Test System of LED Switch Based on Arduino

Abstract: This paper conducts in-depth analysis and research on the aging test of LED products. By using the traditional LED aging test, low development cost, and suitable for application as a portrayal, the Arduino development board is used as the lower computer to design an LED switch aging test system. Used to improve LED test problems.

The system controls the entire process of the system through the mobile phone App connected to the Bluetooth module of the lower computer. After the mobile phone App is connected to the Bluetooth of the single-chip computer, the aging parameters set by the mobile phone App are sent to the single-chip computer to start the test. The single-chip computer outputs the PWM signal to drive the LED driver chip to age the LED; The humidity value is compared with the preset value, driving the PTC heating module and humidification module, and returning the data to the App at the same time; and the built-in 10-bit high-precision ADC reads the voltage across the LED and transmits the voltage data to the mobile APP for overall control , And finally realize the LED switch aging test.

Keyword: LED Switch aging test, Arduino, Bluetooth

目 录

1 绪 论	1
1.1 研究背景和意义.....	1
1.1.1 课题研究背景分析.....	1
1.1.2 课题研究意义.....	1
1.2 本课题国内外的研究现状.....	2
1.3 本课题的研究内容.....	3
2 LED 开关老化测试系统的主要原理.....	4
2.1 LED LM-80 光通维持-寿命试验原理	4
2.2 基于 PWM 脉宽调制的 LED 老化测试原理.....	4
3 系统硬件设计与实现.....	8
3.1 ATmega 2560 简介	8
3.2 CH340 USB 模块设计	9
3.3 LED 驱动模块设计.....	11
3.4 蓝牙通讯模块设计.....	13
3.5 加热和加湿模块.....	14
3.6 温湿度传感器模块设计.....	15
3.7 硬件实现效果.....	16
4 系统软件设计	19
4.1 下位机系统设计.....	19
4.1.1 主控函数.....	19
4.1.2 单片机接收蓝牙数据.....	21
4.1.3 温湿度传感器数据读取.....	22
4.1.4 单片机数据返回.....	23
4.2 手机端 APP 设计	23
4.2.1 App Inventor2 开发软件介绍.....	24
4.2.2 App 用户界面模块	24
4.2.3 蓝牙通信模块设计.....	25
4.2.4 App 运行步骤.....	26
5 系统测试结果和分析.....	28
5.1 LED 开关老化测试系统运行测试.....	28
5.2 结果分析	29
6 结 论	30
参考文献:	31
致谢	32

1 绪 论

1.1 研究背景和意义

1.1.1 课题研究背景分析

随着逐渐进步的科学技术及快速发展的社会，晚间生活离不开灯光照明，它成了人们生活不可缺少的内容，一些常规的因为不适应市场被逐渐的淘汰了，例如传统的钨丝灯已经被人们抛弃，因为国家大力宣传环保，所以很多用户本着环保的理念选择了 LED 灯，它具有很多优点，例如：使用寿命长、无有害气体、安全环保并且亮度能达到人们的要求。低碳生活，节能减排，在各国政府节约能源的发展趋势下，创建节约型社会已成为人们的共识。

随着人类历史的发展，LED 灯对人们的生活影响越来越大，以至于离不开它。商场的灯具多种多样，那 LED 灯为何受到人们的偏爱，它在近年快速发展中有哪些突出优势呢？首先它们主要应用于常见的照明场所，例如公共场所、家用及以城市等，它之所以具有大量的份额并占据市场是因为轻质量、低能耗、高效率等优势，它的使用大量增加，并伴随着是人们对 LED 灯的产品质量、使用寿命等问题的关注。

常见的，LED 作为新能源在使用初期会出现一些问题，例如光衰，如果产品本身有问题或者操作不当会出现一些现象，例如间断亮、故障、闪动、暗光等，这就会造成它使用寿命缩短，所以我们还是需要不断研究节能科技新能源。这要求 LED 灯企业在推出新产品的同时，也要注重 LED 灯的质量的提高。

1.1.2 课题研究意义

在理论中 LED 灯具有高达五万个小时的使用寿命，但现实中，它在使用过程中会受到一定的制约，在各种因素的影响下缩短了使用寿命。在众多环节中不允许出现问题，尤其是电路设计、芯片、封装及组装工艺等，为了保证它的使用寿命需要严格监控任何一个环节，保证不出现问题。只有保证了 LED 灯的质量，才能保证生产企业不会受损，经济状况良好，才能有更好的前景，在发展中步入人

们的生活。现在一些企业在生产中面临一些问题需要解决，首先在装配过程中要保证质量安全，保证前期失效的比例下降，只有严格的生产过程才能更好的确保产品。所以，在生产过程中需要有严格的老化检测措施，尤其是在出厂之前，这样可以选择出合格的及不合格的产品，从而提高产品的质量，这对 LED 的质量安全确保至关重要。

本课题旨在研究实现一个 LED 开关老化测试系统，该系统通过不同的驱动电流和开关频率进行开关频闪老化，可以实现更贴近现实使用的老化情况，还可以对老化环境的温湿度进行调控，实现加速老化的目的；还可以通过扩展光谱仪等监测 LED 的光通量变化情况。

1.2 本课题国内外的研究现状

当前的 LED 灯寿命老化方法有两种，分别是正常条件下的老化和加速条件下的老化。正常湿度条件下的老化是指温度保持在一定范围内（ $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ），湿度在 $\leq 60\%$ 的条件下的寿命老化，把老化前收集的光学性能作为初始量，设定初始值，然后设定相应的时间间隔（根据情况设定几百小时至几千小时）收集灯老化过程中的光学性能参数，然后得出 LED 灯老化曲线，以初始值的 70% 计算为计算指标，当灯光参数衰减到初始值的 L70 得到的工作时间就是 LED 的近似寿命。对于加速老化的方法，目前有两种测试国内外大功率 LED 的方法：即温度加速测试和电流加速测试。LED 灯的光学性能参数在加速老化过程中，将使用特定的加速老化计算公式对它们进行测试。估计灯的寿命并表征 LED 灯的实际寿命。例如，LM-80 需要测试 3 种不同温度下 LED 的流明保持率。以 TM21 推算方法可以推算出 LED 光参数衰减到 70% 时的寿命，以缩短测试时间。

但是，国内外 LED 灯的使用寿命主要集中在单个 LED 芯片的加速老化测试方法上，对于整个 LED 灯的加速寿命的测试方法仍然属于空白时期。由于 LED 灯寿命测试只能参考传统方法的老化，考虑到 LED 灯的超长寿命特性和 L70 的计算原理，测试时间比较长，使用传统测试方法测量的灯寿命不是它的绝对寿命，只能得到寿命间隔或计算出的近似寿命，因而试验计算精度的准确性比较差。而在老化过程中，灯泡必须多次充电和放电，人为操作的过程很多而且在老化过程中收集的数据量会比较少，这些都是不利于细致分析导致 LED 灯老化的因素，很难

接近现实使用 LED 的情况。

1.3 本课题的研究内容

综合以上 LED 寿命老化测试方法，本文设计了一种基于 Arduino 的 LED 开关老化测试系统，解决 LED 灯珠在实际使用中采用 PWM 驱动的情况下，进行更真实，更快速的 LED 寿命老化测试的技术问题。首先，设计了 LED 开关老化测试系统的实现方案，然后对系统的主要组成器件进行选型，并设计了相应的硬件电路。最后编写下位机程序和上位机程序进行驱动运行，实现 LED 的开关老化测试系统的开发。

主要研究目标和内容如下：

- (1) 实现对 LED 灯进行 PWM 频闪老化。
- (2) 实现对 LED 老化的环境的温湿度进行调控。
- (3) 实时对 PWM 脉宽调制老化的 LED 灯进行电压监测。

2 LED 开关老化测试系统的主要原理

2.1 LED LM-80 光通维持-寿命试验原理

与传统照明产品相比，LED 寿命理论上可以达到 50,000 小时，因此，很难测量 LED 的准确寿命，因为我们无法持续保持 LED 点亮并等待其自然熄灭，这种方法既费时，费力又不切实际，并且这会对 LED 行业的研究和推广引起很多的阻力。针对这种情况，北美照明协会已经讨论并采用了 LED 行业的 LM-80-08 标准和测量方法，该标准和测量方法主要指导和规范如何测量和记录 LED 光束随时间的变化。最后计算出 LED 灯的使用寿命。

LM-80 要求并规定测试时间一般为 6000h，并且测试期间的温度点主要设置为 3 点：55℃，85℃，第三温度点根据自己实际情况设定。通常，根据 LM-80 标准进行的测量包括：LED 光源测试的数量，占空比，环境条件（气流，温度和相对湿度），外壳温度（测试点温度）以及寿命测试中每个 LED 光源的驱动电流，初始光通量和光通量保持数据。

其试验步骤主要有以下三步：

- 1) 首先根据要求和规定的环境将灯具加电并开始累计计时进行测试，将检测数据记录下来。
- 2) 按照相关要求检测 LED 灯的光通量、色温等，时间间隔要根据相关要求进行，并将结果记录在表格中。
- 3) 累积工作时间到达后（一般为 6000 小时），汇总测试数据。

2.2 基于 PWM 脉宽调制的 LED 老化测试原理

什么是 LED？实际上是一个二极管，即发光二极管。所以 LED 的伏安特性与典型的二极管非常相似，伏安特性曲线很陡，例如蓝光 LED 灯的正向伏安特性曲线，如图 2-1 所示。

从图中可以看出它的工作流程，加上电压给 LED 后临界点被电压越过，电流

不断开始流动，光发出后就开始正常工作了。它有一个重要的参数，就是电压的变动（正向电压： V_F ）。当电压超过 V_F 临界值，电流也会出现比较快的变化，电压和电流的变动也不再成比例。

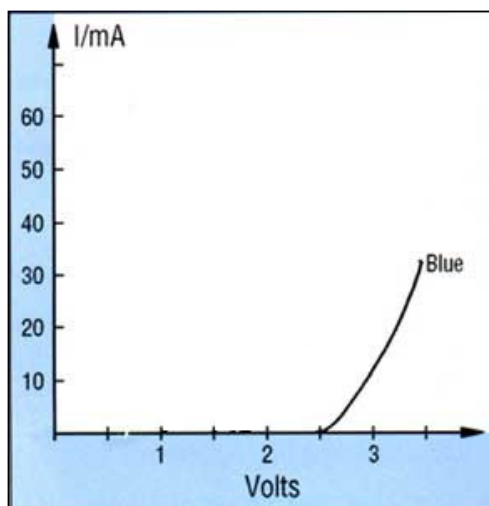


图 2-1 蓝光 LED 的工作曲线图

图 2-2 显示的是同一批次的 LED 灯的正向电流随正向电压变化的关系曲线图，由图看出，即使在同一批次的 LED 其正向电压也会有浮动。虽然，200-300mV 之间只是 10% 的电压波动，但却会使流经 LED 的电流相差一倍以上。而 LED 的工作电流决定了 LED 的亮度，因此使用 LED 电流驱动器件，想要确保 LED 一定的亮度，最简单直接的方法就是输入给 LED 固定的电流，而不是控制施加在 LED 两端的电压。

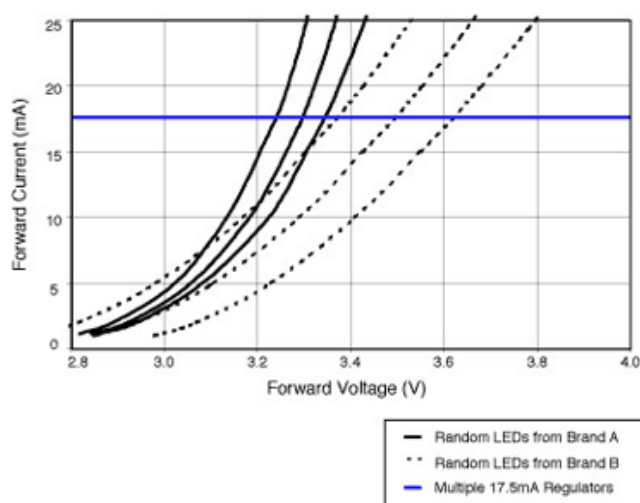


图 2-2 同一批次 LED 的正向电压和电流的关系曲线图

在 LED 恒流驱动下，若需要调节 LED 的亮度，PWM（脉冲宽度调制）调光是最常用的调光方式。PWM 的本质是一种数字信号，主要由两个部分组成来对它进行定义，它们分别是占空比和频率，其中占空比指的是信号为高电平状态的时间量占据总周期时间的百分比，而频率则代表着 PWM 信号完成一个周期的速度，也就是决定信号在高低电平状态之间的切换速度。这样就可以在不改变输入 LED PN 结的瞬间电压及瞬间电流的情况下，改变输出电流的占空比，从而就可以改变 LED 的亮度，如图 2-3 所示为 PWM 的调制波形。

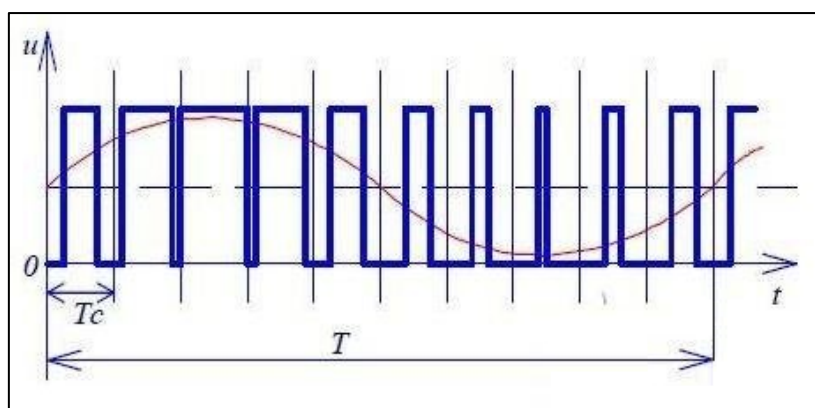


图 2-3 正弦波 PWM 调制波形图

当下绝大部分的 LED 可调光产品均使用 PWM 驱动方式来实现，对于 LED 来说 PWM 驱动即时对 LED 进行不断的点亮，关断，这对 PN 结及 LED 内的一焊和二焊的工艺提出了更高的要求，很多工艺不良的 LED 在使用一段时间后就会灯珠发黑，芯片烧毁等问题。所以我们要对用于 PWM 调光环境下或者闪光灯等场景的 LED 开发新的模拟老化系统。

如图 2-4 所示，手机的 APP 连接单片机的蓝牙模块后，通过蓝牙发送测试指令，单片机接收上位机的数据包后在相应输出端口输出 PWM 信号驱动 LED 恒流驱动芯片，LED 驱动芯片通过单片机的 PWM 信号驱动其内置的 MOS 管驱动试验的 LED 灯珠，利用逻辑电平调节 LED 驱动芯片的恒流驱动输出的电流值，然后使试验的 LED 不再是一直恒流点亮供电，而是与实际使用环境更相近的 PWM 驱动，更加准确地模拟 LED 的开关老化。而这个老化系统还可以设定实验环境的温度和湿度，加速 LED 的开关老化试验，最后通过单片机内置的 ADC 检测灯珠的电压情况。

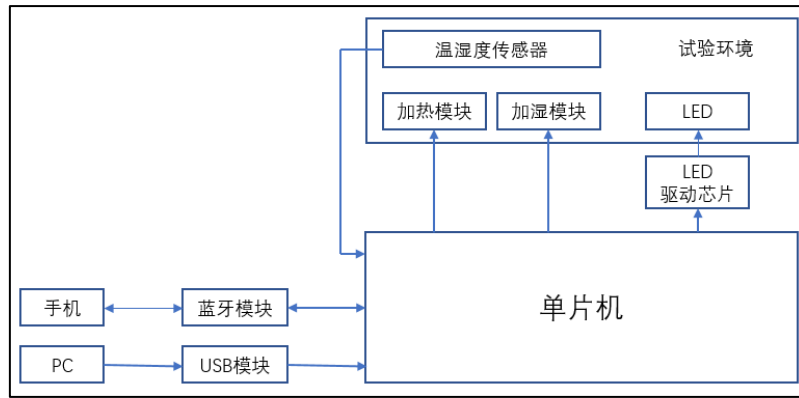


图 2-4 基于 PWM 脉宽调制的 LED 老化测试系统原理图

3 系统硬件设计与实现

在本文所述的 LED 开关老化测试系统中，采用 ATMEL ATmega 2560 为核心控制器来实现系统的处理功能，根据第二章的原理分析，需要使用到 ATMEL ATmega 2560 内置的 PWM 脉宽调制输出端口、10 位高精度 ADC、USB 通讯芯片、温湿度传感器、LED 驱动芯片，加湿模块、加热模块此外还包括整个系统的供电电路以支持整个系统稳定运行。

3.1 ATmega 2560 简介

ATmega 2560 是由美国爱特梅尔（Atmel）公司生产的 AVR 系列的高性能单片机芯片，采用 QFP100 封装，其管脚功能如图 3-1 所示。

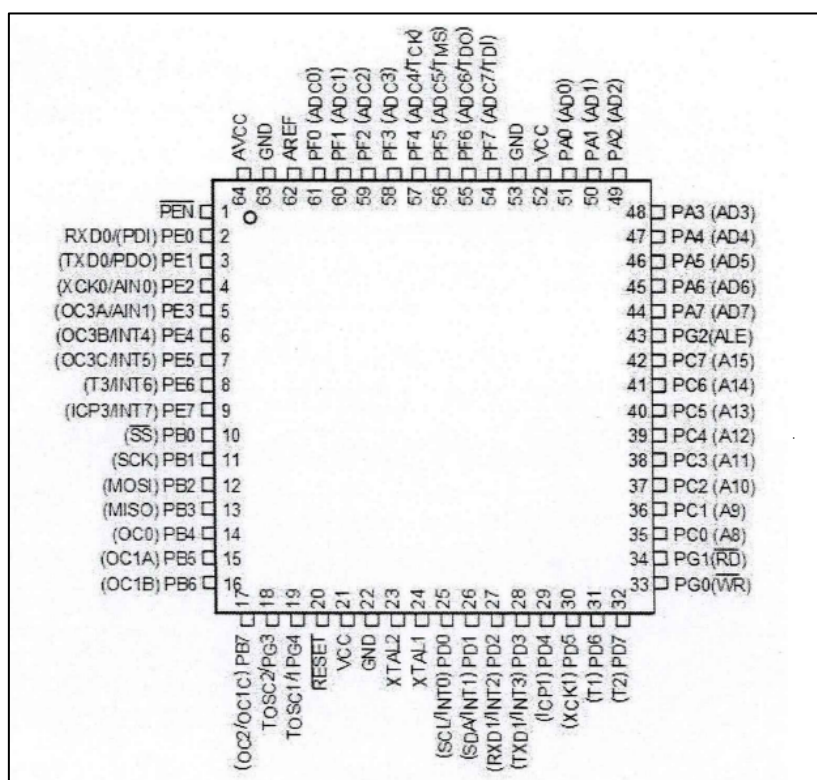


图 3-1 Atmega2560 芯片管脚图

ATmega 2560 芯片常用于 Arduino 开发平台，Arduino 是一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台，由一个欧洲开发团队于 2005 年冬季开发。使用 Arduino 进行开发前，需要先在闪存（Flash Memory）里烧入 bootloader 引导程序，Arduino IDE 封装了一套专属语法供用户使用，使编程更加轻松。硬件部分可

以用电路来连接 Arduino 和电脑，将程序编译后上传到 Arduino 为核心控制器的设备中，程序将控制设备完成相应指令。

ATmega2560 具有 54 路数字输入/输出口（其中 15 路可作为 PWM 输出），16 路模拟输入，4 路 UART 接口，具体功能如表 3-1 所示。

表 3-1 ATmega2560 主要功能表

接口类型	数量	功能
数字 I/O	54	工作电压为 5V，每一路能输出和接入最大电流为 40mA。每一路配置了 20-50K 欧姆内部上拉电阻（默认不连接）。其中 PIN（2--13, 44~46）同 15 路支持 8 位的 PWM 输出。
模拟输入	16	提供 10 位的分辨率(即 $2^{10}=1024$ 个不同的值)。默认情况下测量 0 到 5V 值。可以通过改变 AREF 引脚改变测量范围的上限。
外部中断	6	2(中断 0), 3(中断 1), 18(中断 5), 19(中断 4), 20(中断 3), and 21(中断 2), 每个引脚都可配置成低电平触发，或者上升、下降沿触发。
UART 接口	4	串口 0---0(RX)and 1(TX) 串口 1---19(RX)and 18(TX) 串口 2---17(RX)and 16(TX) 串口 3---15(RX)and 14(TX)
AREF		AD 转换的参考电压输入端。例：参考电压是 5V，ADC 精度为 10 位，在模拟输入端输入 2.5V，AD 转换结果就是 512 ($1024 \times (5/2.5)$)。
I ² C		20 (SDA) 和 21 (SCL), TWI (Two—wire Serial Interface) 接口是对 I ² C 总线接口的继承和发展，完全兼容 I ² C 总线，具有硬件实现简单、软件设计方便、运行可靠和成本低廉的优点。
SPI		50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS), SPI 总线系统是一种同步串行外设接口，它可以使 MCU 与各种外围设备以串行方式进行通信以交换信息。

3.2 CH340 USB 模块设计

本 LED 开关老化测试系统的通信模块使用了 WCH 南京沁恒公司生产的 USB 2.0 全速 CH340 系列芯片（管脚如图 3-2），CH340G 是一个 USB 总线的转接芯片，采用 SOP-16 封装，实现 USB 转串口或者 USB 转打印口功能。CH340G 采用全双工串口通信方式，支持通讯波特率为 50bps~2Mbps，内置了收发缓冲区。在计算机端的 Windows 操作系统下，CH340 的驱动程序能够仿真标准串口，绝大部分原串口应用程序完全兼容，无需修改。

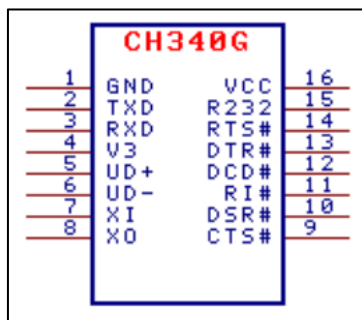


图 3-2 CH340G 芯片管脚图

通过阅读 CH340G 数据手册的参考电路，设计其周边电路，CH340G 芯片支持 5V 电源电压或者 3.3V 电源电压，在供电 VCC 管脚用 0.1uF 去耦电容对电源进行高频滤波。当使用 5V 工作电压时，V3 引脚外接容量为 0.1uF 的电源退耦电容。USB 接口的 D+和 D-信号线可以直接连到 CH340G 的芯片相应引脚上，因为 CH340G 芯片的 USB 输入端内置了 USB 上拉电阻，减少了外部电路的元件使用。

由于 CH340G 芯片没有内置时钟，所以需要外部晶振提供时钟信号才能正常工作。根据 Datasheet 手册可知 CH340G 的工作时钟信号为 12MHz，且 CH340G 内置的反相器通过晶振稳频振荡产生，因此将外接 12MHz 的石英晶振连到芯片的时钟输入管脚，并且让时钟输入管脚对地连接震荡电容，震荡电容的容量由晶振的材料而定，一般情况下选用 47pF 的独石或高频瓷片电容。对起振困难的晶振，起振电容容量可以减半，其电路原理图如图 3-3 所示。

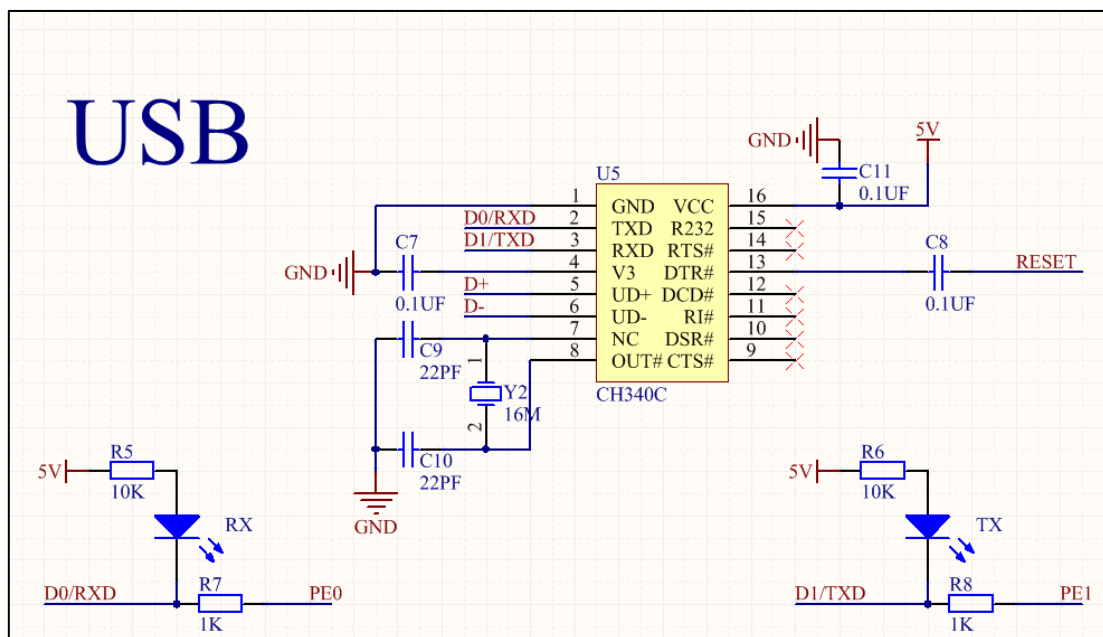


图 3-3 USB 通讯模块电路原理图

在设计 PCB 时，需要考虑到以下 3 点：

1、连接到管脚 V3 的退耦电容 C7 和连接供电 VCC 的滤波电容 C11 应尽量靠近 CH340G 芯片的管脚。

2、尽量缩短外部晶振连接到 CH340G 芯片的信号线长度，在外部晶振及震荡电容周边环绕地线或者覆铜，减少高频干扰。

3、为保证 USB 信号的稳定传输，D+和 D-信号线贴近平行布线，尽量在两侧提供地线或覆铜，以减少外界的信号干扰。

3.3 LED 驱动模块设计

设计 LED 驱动电路时，需要对 LED 的电特性进行分析，对 LED 驱动芯片进行合理化选型。LED 驱动芯片采用 COSIM 公司的 CN5711 降压型 LED 驱动芯片，CN5711 是一款电流调制集成电路芯片，芯片内部集成有功率晶体管，不需要再外接功率管，恒定输出电流可达 1.5A，为 LED 开关老化系统提供宽阔测试范围，采用散热能力增强型的 8 管脚 SOP8 封装，如图 3-4 所示。

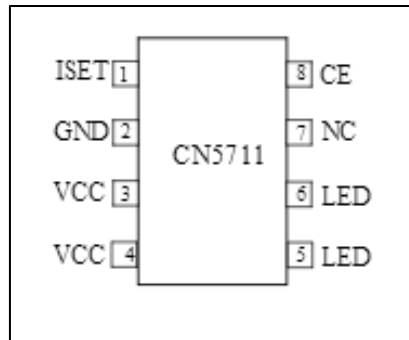


图 3-4 LED 驱动芯片 CN5711 管脚图

表 3-2 是 LED 驱动芯片 CN5711 的管脚功能描述，为了保证 LED 驱动芯片 CN5711 能够正常地工作，VCC 管脚的供电电压需在 2.8V-6V 的范围内，并且要大于 LED 正向导通电压加上 CN5711 的 VCC 管脚与 LED 管脚之间所需要的压降。通过控制 LED 驱动芯片 CN5711 的 ISET 管脚与 GND 之间的电阻 R_{ISET} 的大小，可以对芯片输出端管脚的电流进行控制，其计算公式如下：

$$I_{LED} = 1800V/R_{ISET}$$

其中， I_{LED} 的单位是安培（A）

R_{ISET} 的单位是欧姆 (Ω)

为了扩展系统板的功能性，采用四个精密电阻通过 N-MOS 控制作为电阻 R_{ISET} ，使系统可以在多个驱动电流下 LED 进行开关老化，相较于传统的电位器，固定式精密电阻在使用过程中，不需要重复调节，具有阻值准确，不易受震动、冲击、温度、湿度等外界环境因素的影响。

表 3-2 CN5711 管脚功能表

序号	名称	功能描述
1	ISET	LED 电流设计端，LED 电流设置是通过 ISET 管脚和低之间连接一个电阻 R_{ISET} 实现的，计算电流的公式如下： $I_{LED} = 1800V/R_{ISET}$ 其中， I_{LED} 的单位是安培 (A) R_{ISET} 的单位是欧姆 (Ω)
2	GND	电源地
3,4	VCC	电源正极端。内部电路的工作电源。为了保证 CN5711 能够正常工作，VCC 管脚的电压应该在 2.8V 到 6V 之间，并且要大于 LED 正向导通电压加上 CN5711 的 VCC 管脚与 LED 管脚之间所需要的压降。
5,6	LED	发光二极管 (LED) 正极连接端。发光二极管的正极连接在此管脚，阳极连接到地，LED 电流从此管脚流出。
7	NC	没有连接。
8	CE	芯片使能输入端。输入高电平时 CN5711 处于正常工作状态；输入低电平时 CN5711 处于禁止工作状态，CE 管脚可以被 TTL 电平或者 CMOS 电平驱动。
9	散热片	接地。

为了扩展系统板的功能性，采用四个精密电阻通过 N-MOS 控制作为电阻 R_{ISET} ，使系统可以在多个驱动电流下 LED 进行开关老化，相较于传统的电位器，固定式精密电阻在使用过程中，不需要重复调节，具有阻值准确，不易受震动、冲击、温度、湿度等外界环境因素的影响。

综合上述的 LED 驱动芯片 CN5711 设计要求，画出电路原理图如图 3-5 所示。其中，CE 端连接到 Mega2560 的 PB7 端口，由 PB7 端口输出的 PWM 信号对 CN5711 工作状态进行控制，CN5711 的最高可分辨频率为 2KHz，基本符合市场上的 PWM 调制 LED 驱动频率，LED 输出端连接到 Mega2560 的 PA0 端口，监测

LED 灯珠的两端电压。

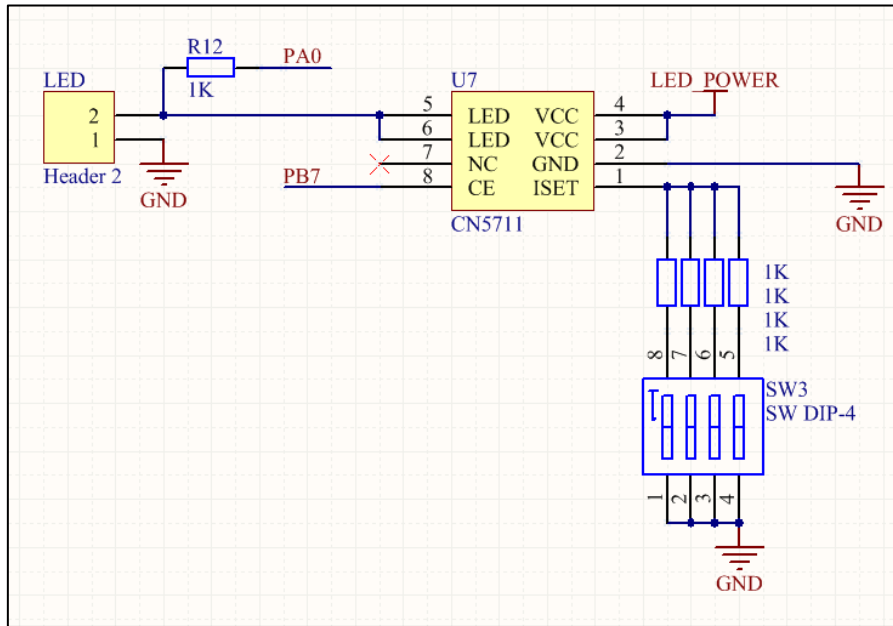


图 3-5 LED 驱动模块电路原理图

3.4 蓝牙通讯模块设计

本系统采用汇承公司出品的 HC-02 蓝牙模块，HC-02 蓝牙串口模块是集蓝牙 2.0 和蓝牙 4.0BLE 于一体，既有 2.0 的传输速率快的优势，又汇集了 4.0BLE 支持 Iphone 的优势。用户无需关心复杂的无线通信配置以及传输算法，只需要通过 TTL 串口连接到设备，非常符合本系统的设计要求。

模块与供电系统为 5V 的 MCU 连接时，可在模块的 RX 端串接一个 $220\Omega \sim 1K\Omega$ 的电阻再接 MCU 的 TX，模块的 TX 直接接 MCU 的 RX，无需串接电阻。采用标准的 UART 接线方式，模块底板可以支持 3.2-6V 的 TTL 电平和电压，与单片机的连接与图 3-6 所示。

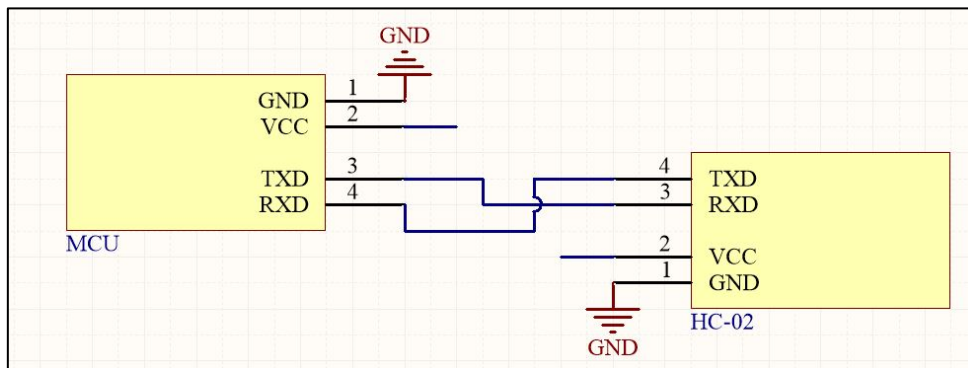


图 3-6 蓝牙模块接线示意图

3.5 加热和加湿模块

本系统的开关老化试验空间为 10X10X10cm 的小型实验空间，故采用了 PTC 电加热板，如图 3-7 所示。PTC 电加热板利用陶瓷恒温发热技术，可以持续输出热量，性能稳定，且可以恒温工作，安全性高，选用 110 度的恒温加热板即可满足系统的要求。由于加热模块的功率比较大，单片机和普通驱动 IC 是无法直接为加热板提供电源，故直接从 12V 电源走线进行供电，通过单片机控制继电器的开关来控制加热模块的工作状态。

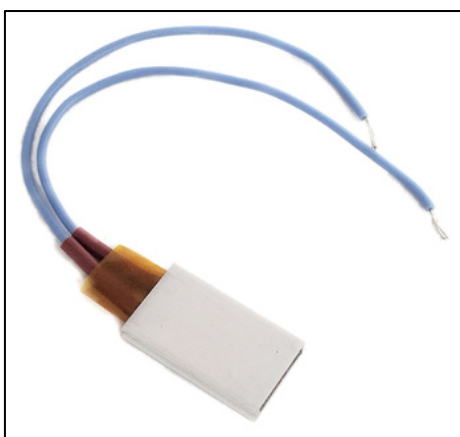


图 3-7 PTC 电加热板实物图

加湿模块方面，使用了陶瓷微孔雾化加湿模块，如图 3-8 所示。它的材质是采用玻璃釉面精制而成，具有很强的耐碱，耐酸等功效，提高耐用度。



图 3-8 加湿模块实物图

与加热雾化方式比较，陶瓷雾化加湿模块不需加热或添加任何化学试剂。通过 MCU 产生高达 110KHz，50% 占空比的高频信号使陶瓷雾化片产生高频谐振，

将液态水分子结构打散而产生自然飘逸的水雾，从而产生雾气喷出，能源节省了

90%。该加湿装置的主要参数如下表 3-3 所示：

表 3-3 加湿模块主要参数

工作电压	DC:5V	工作电流	300mA
谐振频率	110KHz	功率	2W
孔径	5 μ m	孔数	740 孔
寿命时间	2000hrs	雾化量	30-60ml/hrs

同样地，加湿模块也通过继电器来控制其工作状态，使系统的电源设计成本降低，也易于后期维护。

3.6 温湿度传感器模块设计

温湿度传感器是影响系统稳定性的重要元件之一，妙昕 TH10S-B 是一款高精度温湿度传感器，如图 3-9 所示。



图 3-9 TH10S-B 温湿度传感器实物图

该传感器具有优异的强稳定性和抗干扰能力，采用了 RS485 的接口，按照工业使用标准设计电路和电源接口，具体参数如下表 3-4 所示。

表 3-4 TH10S-B 温湿度传感器规格

额定电压	DC5V~DC24V
测量范围	温度: -40℃~85℃ (普通线的情况) 湿度: 0~100%rh
测量精度	温度: ±0.5℃ 分辨率 0.1℃ 湿度: ±5%rh 分辨率 0.1rh
输出接口	RS485
通信协议	MODBUS RTU

由上表可知 TH10S-B 温湿度传感器采用 MODBUS 通讯协议，而 ATmega2560 支持的是 TTL 电平，则需要使用 MAX1348 芯片进行 485 转 TTL 电平，其电路原理图如图 3-10 所示。

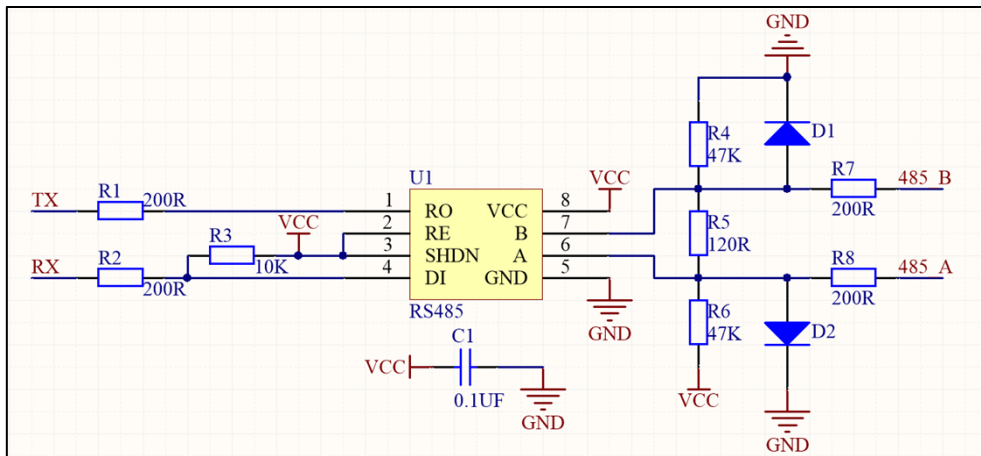


图 3-10 温湿度传感器 485 通讯设计原理图

3.7 硬件实现效果

经过以上的硬件选型及设计思路，利用 AltiumDesigner16 电路板设计工具，画出整块系统板的电路原理图及其 PCB 进行打样。在 AD16 建立新的 PCB 项目后，根据设计思路画出整体原理图，其主控芯片设计如图 3-11 所示。

MEGA2560

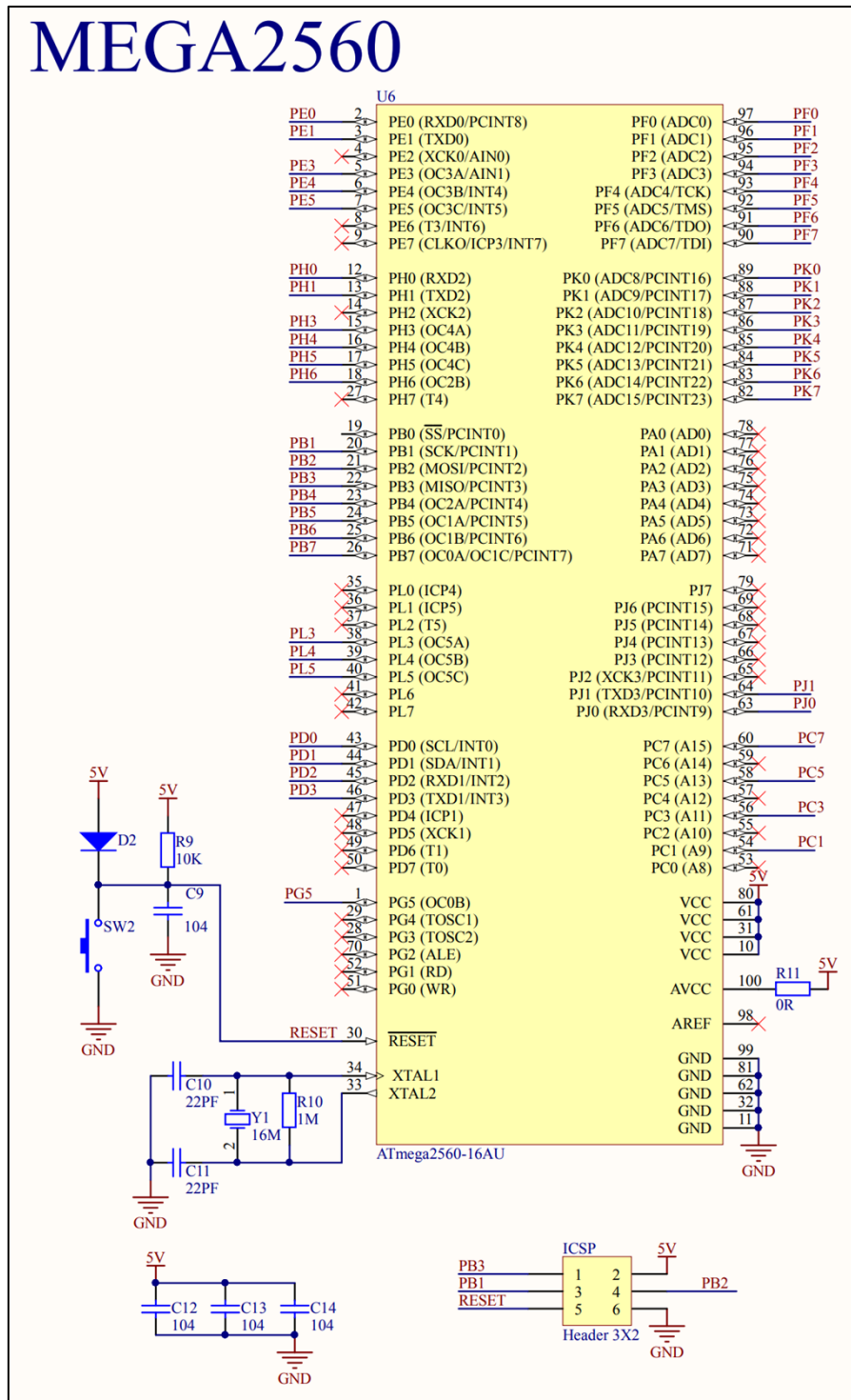


图 3-11 主控芯片设计图

为匹配 PCB 使用的元件与原理图对应，而 AD16 不一定具有 PCB 所需要用的 PCB 封装图，所以需要新建 PCB 封装库，画出元件实际的 3D 封装图，如图 3-13 所示。完成匹配后，将原理图的设计更新到 PCB 设计图上设计 PCB，经过封装元件的位置调整、完成布线和覆铜，如图 3-14 所示。

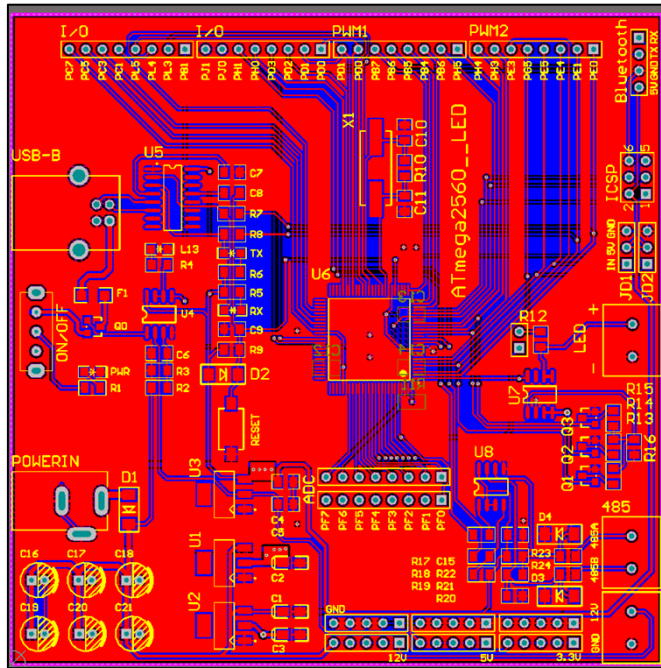


图 3-12：系统板 PCB 设计图

最后通过 3D 仿真，可以看到最终做好的电路板如图 3-15 所示，由图看出，PCB 的设计主要将电源部分设计在左下角，提供 12V，5V，3.3V 的电源供电，而 USB 通讯模块则在电源供电部分的上方。在 PCB 板的右边则是蓝牙通讯接口、温湿度继电器接口、LED 灯接口和 485 通讯接口，上下两边的排针为扩展接口，方便日后的扩展功能开发，检查无误后通过网上 PCB 打样进一步制作。

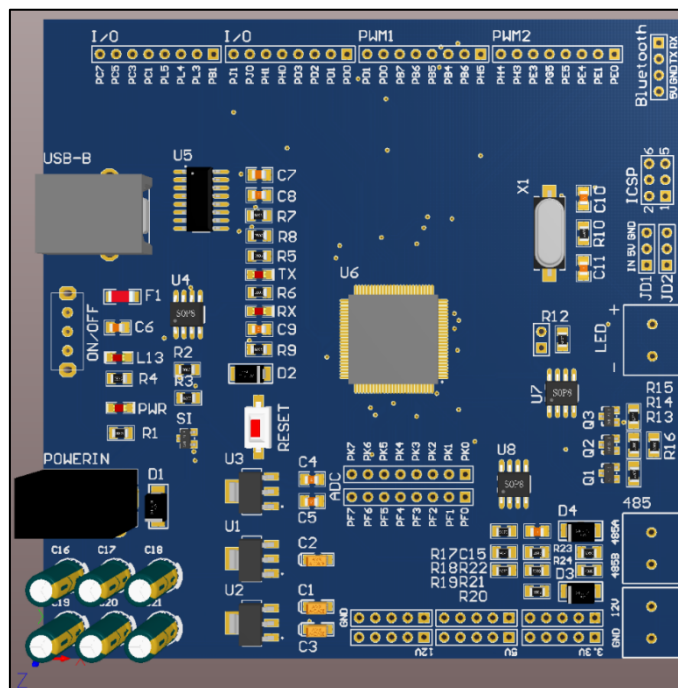


图 3-13：系统电路板的 3D 仿真图

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/386053241045010105>