

基于 Wifi 技术的智能窗帘控制器的开发

专业：计算机科学与技术 年级：2015 级 学生：肖怡 指导教师：吴景东

摘 要

近年来，社会在生活舒适度上的追求推动着“智能化”产品的进步，人们也因“智能化”产品在生活上愈加便利舒适。窗帘是家居生活中不能缺少的一个遮光物品，而我们日常生活每天都要做的一件事情就是开关窗帘。目前，家庭环境中大多都是使用双手去拉动窗帘来改变遮挡阳光的效果。然而，手动开合窗帘有时需要费些精力，尤其是那些大而重的窗帘，无论是开启还是封闭都必须花费很大的力量。而且，世界上最远的距离有时也可以是我和窗帘的距离，当手上有事放不下或躺在一处懒得动时，开启或关闭窗帘就成了人们心头的一大烦恼，人们总会觉得，要是有一个会自己动的智能窗帘就好了。本次开发的智能窗帘控制器就是为了解决传统窗帘不太人性化的这个缺点。

本文重点介绍了如何开发智能窗帘控制器时的设计理念并简要概述对课题的具体的研究内容：本次的开发设计深刻的学习了 ARM 开发板、wifi 模块和传感器的工作原理以及运用方法，掌握所需的开发工具和开发环境操作过程。

选择以 STM32 系列的微控制器作为控制所有硬件模块的核心控制器，以光敏电阻作为传感器器件，以 ESP8266 串行 wifi 模块作为与手机和 PC 机网络衔接的器件，以步进电机作为执行器件，以及其余必要的外围器件等，组成一个实用的智能窗帘控制器样机。实现光控、定时等自动工作模式，以及半自动的手动遥控功能。达到智能开关窗帘的效果。

为了使毕业设计的作品更加贴近生活，同时也提高自己的技术能力，根据已完成的测试样机电路板，在老师的帮助下重新对电路板进行了改良设计，并制作了一种可实用的智能窗帘控制器，圆满且略微超额地完成了预计的任务。

关键词：STM32F103C8T6 wifi 智能窗帘控制器 步进电机驱动 光敏电阻

目 录

1 绪论	3
1.1 研究目的和意义	3
1.2 国内外发展现状	3
1.3 设计流程的主要内容	4
2 项目方案设计	5
2.1 控制器结构框图	5
2.2 系统基本功能	5
3 控制器硬件设计	7
3.1 智能控制器总体设计	7
3.2 测试样机各单元电路设计	8
3.3 新版控制器的电路设计	17
4 控制器的程序设计	22
4.1 软件总程序设计	22
4.2 软件子程序设计	23
5 测试和调试	29
5.1 控制器焊接成品	29
5.2 软件调试	30
5.3 测试控制器模块	31
总 结	36
参考文献	38

1 绪论

1.1 研究目的和意义

现今的社会已经有各种各样的新技术充斥在人们的各个生活轨迹里,推动着人类科技文明的巨大进步。且随着科学技术程度的高度进步以及社会经济程度的高速开展,嵌入式微控制器的应用也在各种智能产品当中普及。在科技高速发展的情况下,各种新产品如雨后春笋般涌现,微控制器的作用也越发重要,尤其是 STM32 系列微控制器。它优异的功能、丰富的外设以及价格便宜等优点,使其在工业管制、电子生产、汽车电子、安防监控等多数地方里得到了普遍运用。

如今,随着对计算机技术的钻研愈加深入。在人们的日常生活中,计算机凭着诸多优点在各个范围里被普遍运用。它的高速发展可以用与日俱进来描述。其中,微控制器在控制系统中的运用越来越广泛,其重要性也越来越突出。因为本次的设计需要用到微控制器,所以要对微控制器进行系统的设计。而要设计微控制器就必须具备相应的基本知识。然后,还必须在相应的开发工具中用所需要的语言进行一定的软件编程,能够根据项目需求编写所需要的程序;最后,要合理利用所学到的所有知识。本课题的控制器就要依附 STM32F103C8T6 微控制器的长处设计出来。

科技的快速发展让人们的生存环境愈加智能化,也让人活得更加舒服和便利。家是人们的避风港,而家也与窗帘密不可分,窗帘即保护了人们的隐私也给了人们可靠的安全感。只是随着智能家居高速发展,人们对窗帘有了更高的要求,不仅要能够自动处理开关窗帘的日常工作,同时还要能够显示出完美地生活质量。于是智能窗帘将变得越来越流行。它将适用于住宅,酒店,办公楼等各种场合^[1]。因此,智能窗帘控制器的发展具有很大的市场前景。

1.2 国内外发展现状

曾经,人们对家庭的需求是只要有一个能遮风挡雨让自己休息的空间就好,但随着社会信息化的加速发展,人们愈加关注的就是一个安全、方便以及非常称心的温情港。智能家居技术的兴起起源于美国,它是以服务人类使人方便为目的,以家庭为平台而设计。主要用于家庭设备,家庭安全等能智能控制的控制系统。

现代智能化与运算和控制单元密不可分。以智能家居的形式出现的家用电器的智能化控制可以提高生活质量和生活舒适度,已经进入家庭。但目前市面上有的这些智能家居价格高昂且功能主要集中在安全防范、交流谈话和日常照明等方

面，对家庭生活中的环境监测、家电的网络化控制以及家庭智能化综合控制能力有着严重不足。为了提高生活的舒适以及日常的安全，智能窗帘应运而生。而智能窗帘遍及于欧美等发达国家，所以在国内市场上也算是一个高端的前沿产业，具备广大的市场，有实施和讨论的意义。

1.3 设计流程的主要内容

深刻学习 ARM 处理器、wifi 模块和传感器的原理、运用、开发工具和开发环境，并经过实践熟悉并把握它们的设计和开发进程。

以 ARM 开发板为硬件平台，对其他所需要的硬件模块进行选择。选用了 STM32F103C8T6 微控制器、ESP8266 串行 wifi 模块、光敏传感器和步进执行电机等，组成智能窗帘控制模块。硬件设计采用了模块化构造，使电路结构简单，性能安全可靠，并可按需修改。

智能窗帘控制模块软件的开发，包括模块初始化、接口驱动和控制算法等软件。软件设计应当采取单元化构造，并完整的对各单元的软件进行实现及调试。

最后，完成智能窗帘控制模块的实验演示样机。可以使用手机 APP，通过网络操作实现设置和运行，最终实现对窗帘的智能控制。并通过演示验证所实现的工作。

2 项目方案设计

2.1 控制器结构框图

智能窗帘控制器总体原理框图如图 2-1 所示。

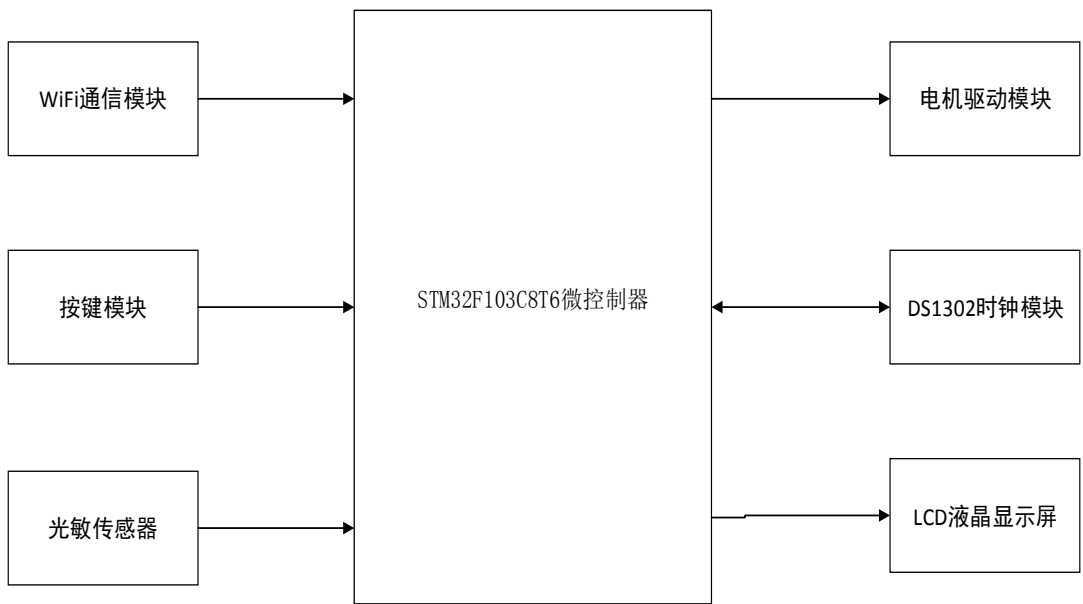


图 0-1 智能窗帘控制器的原理框图

2.2 系统基本功能

科技的疾速开展以及国民经济水平程度的提升，使得人们对生活的舒适程度追求也越来越高。窗帘对每个家庭来说都是必不可少的。保护居民的隐私和遮挡阳光是它的基本功能。在保证这些功能的基础下，还想要使窗帘具有一定的便利性是每个家庭关注的根本问题。然而，市面上绝大多数都是需要浪费时间浪费精力去手动开关的传统窗帘。要是窗帘太过厚重巨大，那打开和关闭就需要花费更多的时间和精力，特别不方便。为了应对这种现象，智能窗帘应运而生。为了解决窗帘在某些方面不太人性化的事实^[2]。智能窗帘控制模块的开发就根据需求制定功能如下：

（1）光照强度控制：该功能是用光敏传感器收集光照强度信息，用 A/D 转换器进行数据处理，然后再向 STM32F103C8T6 微控制器传输信号，从而达到在自动模式下进行窗帘的自动开关切换。这个功能比较方便。

（2）时间定时控制：这个控制功能是在定时模式下，根据用户提前设定开关窗的时间来实现半自动控制窗帘的一次性开关。但只要一直在定时模式下，之前所设定的时间就一直有效，跟闹钟一个性质。这个功能也较为便利。

（3）按键直接控制：这个控制功能是手动模式下，通过用户直接在控制板上按下开和关的按键来达到直接控制窗帘开关的作用。这个功能最为麻烦，需每天都要亲自操作。

（4）APP 通信控制：该功能是根据手机 APP 与 ESP8266wifi 模块进行连接通信，通过 APP 向 wifi 模块传输信号，wifi 模块再向 STM32F103C8T6 微控制器传输信号，进而达到控制窗帘开关的目的。这个功能最为方便，因为手机是我们最不能离身的东西。

3 控制器硬件设计

3.1 智能控制器总体设计

基于 wifi 技术的智能窗帘控制器的整体结构框图如下图 3-1 所示。

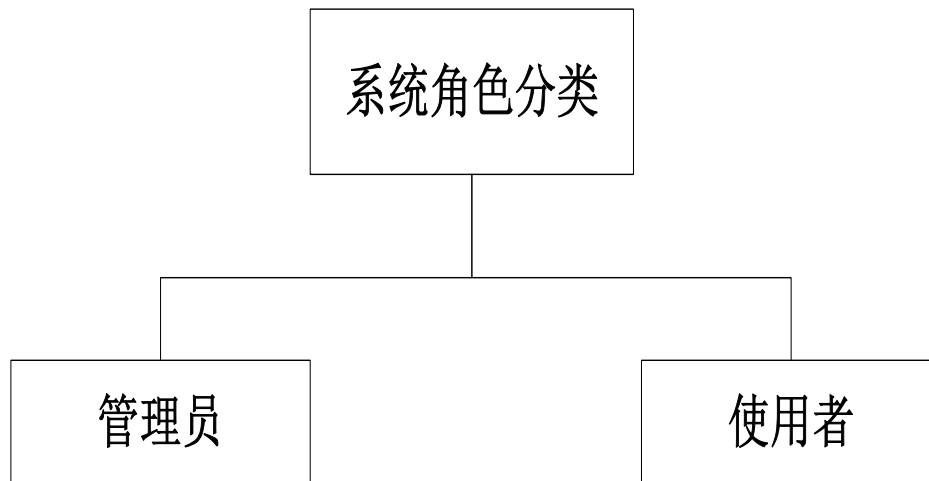


图 0-1 整体结构框图

整个控制器模块包括 STM32F103C8T6 微控制器以及外围电路、光敏电阻传感器、电源接口电路、按键以及 LCD 显示屏的接口电路、wifi 通信电路、存储芯片 24C02 IIC 接口电路、步进电机及步进电机驱动电路等其他相关模块。执行控制器要由电源接口接入 5V 的电源，使各模块通电^[3]。传感器收集的信号由 A/D 转换器进行转换，然后输入信号由 STM32F103C8T6 微控制器控制并响应，以实现电机的正向和反向旋转并在 LCD 显示屏上显示当前的时间以及智能控制器当前的工作模式和状态。按键用作输入设备，可设置时钟芯片上的数值并在 LCD 显示屏上显示出来，也可通过不同的按键来改变智能窗帘控制器的各种工作模式和运行状态。wifi 模块可做服务端与手机 APP 客户端进行连接通信，通过手机向 wifi 模块发送指令，再由 wifi 模块传送信号到 STM32F103C8T6 微控制器，STM32F103C8T6 微控制器收到信号并响应，达到用手机 APP 来远程控制电机的正反转。

3.2 测试样机各单元电路设计

3.2.1 STM32F103C8T6 微控制器

智能窗帘控制系统的主控制器采用 STM32F103C8T6 微控制器，是意法半导体推出 STM32 增强型系列微控制器。拥有高达 20 KB 的 SRAM 及 64 KB 的闪存程序存储器，且具有低功耗的特性，工作电压采用 3.3 V，能有效地驱动绝大部分现有模块器件，适合嵌入式控制端；具有丰富的 GPIO 口及多种常用外设，如：UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, 通用异步收发传输器)、SPI(Serial PeripheralInterface, 串行外设接口)、I2C(Inter-Integrated Circuit, 串行总线)、定时器、AD、DA 等，能与各类传感器进行良好的交互^[4]。STM32F103C8T6 微控制器具有足够多的片内资源，可以满足智能窗帘控制器对微控制器的要求。STM32F103C8T6 微控制器外形及引脚排列如图 3-2 所示。

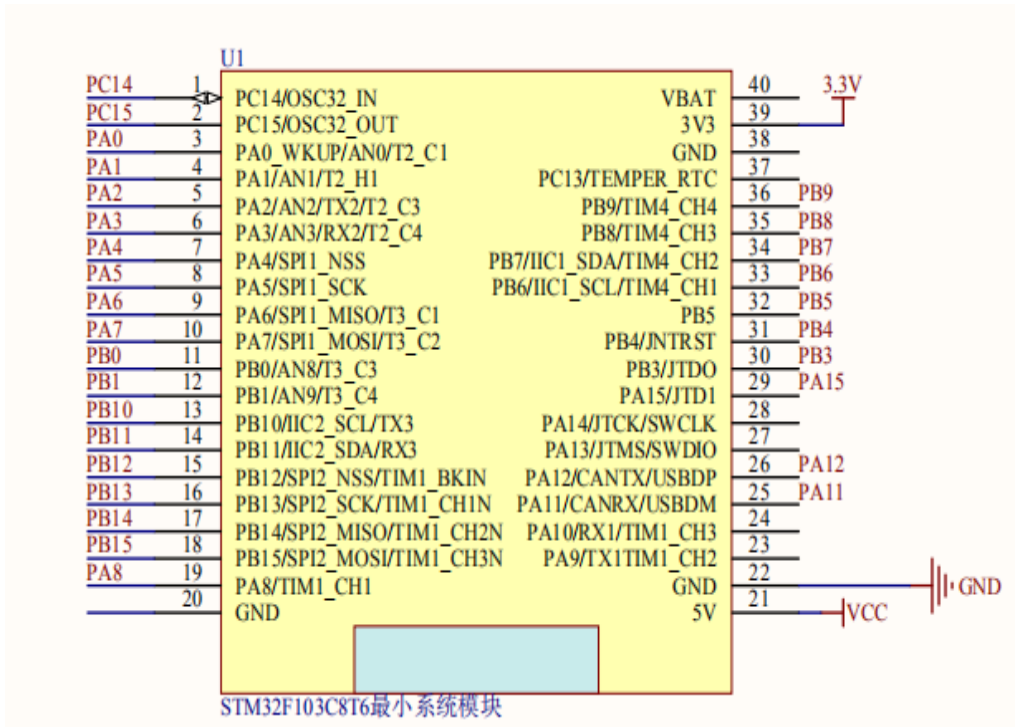


图 0-2 STM32F103C8T6 微控制器的引脚排列

3.2.2 晶振电路

晶振电路用于向 STM32f103C8T6 微处理器提供时钟。系统总共有两个晶振，一个 8MHz 晶振的主晶振，用于给 STM32f103C8T6 微处理器提供频率信号，一个是 32.768KHz 晶振慢时钟振荡器，用于给系统提供慢时钟。MCU 中的实时时钟通

常是用 32.768KHz 晶振来产生。32.768KHz 晶振具有定时功能。因为 32768 是 2 到 15 次方的，当晶体振荡器信号连接到一个 16 位计数器时，16 位数字每次都会变化，正好一秒钟，这样时间就可以被计算出来了。而我的实验开发板就是用 32.768KHz 晶振来为实时时钟芯片提供频率信号，最终在 LCD 显示屏上实时更新最新时间。最主要的是这次课题开发的智能窗帘控制器就有定时的功能。需要用到 32.768KHz 晶振。下面是控制器上的晶振电路图如图 3-3 所示。

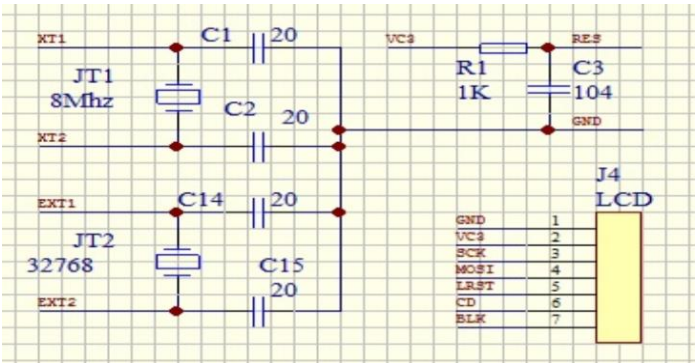


图 0-3 控制器所需的晶振电路图

3. 2. 3 DS1302 时钟电路

本设计需要使智能窗帘在定时的情况下自动开关窗帘。所以需要定时器，来使 STM32F103C8T6 微控制器的时间与外面时钟时间一致。因为最原先我要测试软件的代码，所以我是焊了一块测试用的实验样板，而在这块样板上我选用了 DS1302 时钟和 32.768KHz 来完成这项功能。

DS1302 时钟芯片具有实时显示时间中的应用。它不仅可以对年、月、日、星期、时、分、秒分别进行计时,并且具有闰年补偿等功能^[5]。DS1302 共有 8 个引脚，它的工作电压是 2.5V~5.5V。而要兼容标准的 TTL 电平标准就是供电电压为 5V 的时候。设计时，STM32F103C8T6 微控制器连接到 DS1302 时钟芯片和 LCD 显示器，初始值先写入 DS1302 时钟芯片，然后数据再通过 STM32F103C8T6 微控制器传输到 LCD 模块，LCD 模块接收并显示。而要更改 DS1302 的值还可以通过扫描按键在 LCD 显示屏上设置更改时间。下面是 DS1302 时钟电路图如图 3-4 所示。

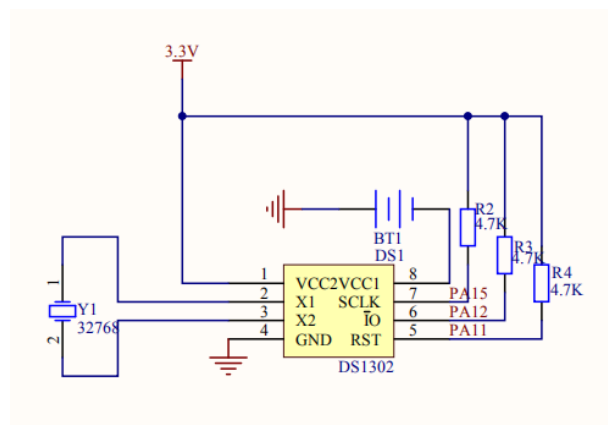


图 0-4 DS1302 时钟电路图

3.2.4 光敏传感器电路设计

在本次设计中，因为需要用光照强度的变化来控制电机的正反转，达到自动打开或关闭窗帘的效果，所以需要用到光敏传感器。光敏电阻 (photoresistors) 的种类很多，例如硒、硫化镉、硒化镉、碲化镉、砷化镓、硅、锗、硫化锌 Photoresistors 等。不同的感光材料制成的光敏电阻，其工作原理和应用领域是不同的。由于光敏电阻具有很好的稳定性、所测光强范围宽、体积小、灵敏度高、使用寿命长、价格便宜、无极性等特点，被广泛应用于通信、自动探测和光电控制等领域^[6]。本次传感器使用 5228 光敏电阻。

在选择光敏电阻传感器的材料时，因为光敏电阻传感器的光敏特性与各种材料有关。所以在选择时不仅要考虑光谱范围的宽度，还要考虑灵敏度，即在不同光照度下的电阻值的相对变化率。电阻具有电阻值根据光强度而变化的特性。然后，比较得到的两组电压值，比较信号通过 A/D 转换发送到微控制器 STM32F103C8T6 的 PB0 接口，输出命令由微控制器控制，控制正反转电动机实现光照控制窗帘的开关功能。下面是 5228 光敏电阻传感器电路图如图 3-5 所示。

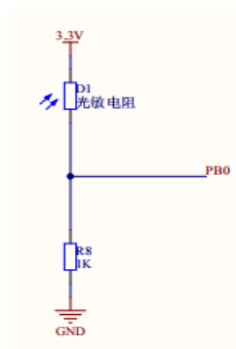


图 0-5 5228 光敏电阻传感器电路图

3. 2. 5 步进电机及驱动芯片

智能窗帘控制器的开发需要以步进电机作为执行元件。步进电机在各种控制系统中经常被广泛应用。且伴随着各种技术的发展，各个国家对步进电机的需求日益增长，并在各个国家的技术领域中得到应用。

步进电机是一种机电执行器，可将电信号转换为机械位移。当脉冲信号被步进电机的驱动芯片所接收时，步进电机将被它驱动沿着指定方向以固定角度旋转。同时，通过控制脉冲频率可以控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。28BYJ48 型四相八拍步进电机, 其电压为 5V~12V。四相步进电机可以在不同的通电方式下运行, 常见的通电方式有单相绕组通电: 四拍 (A-B-C-D-A…), 双相绕组通电: 四拍 (AB-BC-CD-DA-AB…), 八拍 (A-AB-B-BC-C-CD-D-DA-A…) [7]。

步进电机的驱动方式如下表 3-1 所示。

表 0-1 步进电机驱动方式

电线颜色	8	7	6	5	4	3	2	1
1 蓝线	—	—	—					
2 粉线			—	—	—			
3 黄线					—	—	—	
4 橙线							—	—
5 红线	+	+	+	+	+	+	+	+

因为微控制器的驱动能力较弱，且由于步进电机不能直接连接到工频交流或直流电源，因此选用 ULN2003 用作步进电机的驱动器，使用 ULN2003 即可使用小电压管控大电压的通断。

ULN2003 电路是由美国 Texas Instruments 公司和 Sprague 公司开发的高电压、高电流达林顿晶体管阵列电路。可以理解作为一种具有高放大率的三极管。所以它所用的电压值很小，只要 0.7V 就可以工作，但正常情况下还是要给它接 2V 以上的电压，否则可能会不太可靠。这个器件用起来很简单，它是一个不能输出高电平的反相器，就是说当输入高电平的时候，输出低电平；当输入低电平的时候它就成了高阻态。所以 ULN2003 的主要特点有：

- (1) ULN2003 拥有 500mA 的单输出电流。
- (2) ULN2003 的高电压输出值为 50V。

(3) ULN2003 可以当做步进电机的驱动器。

步进电机及 ULN2003 驱动芯片的控制电路图如下图 3-6 所示。

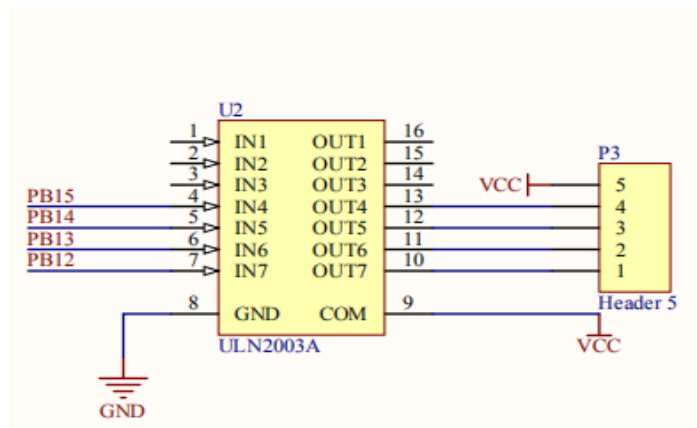


图 0-6 步进电机及 ULN2003 驱动芯片的控制电路图

3. 2. 6 按键/显示接口电路

按键可以给微控制器输入命令，微控制器收到数据命令后执行操作。这是微控制器被手动控制的一个手段。这次的设计我使用了四个按钮。K1 按钮可以设置日期和时间，按 K1 可以调整年月日、小时和分钟，想要调整哪一个，那个就会闪烁显示，而 K2 是加，K3 是减，可以用来设置修改相关数据。工作模式的切换，则要通过按下按钮 K4 键来完成。

4 个按键电路如图 3-7 所示。

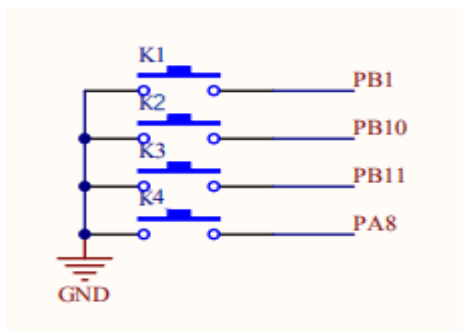


图 0-7 4 个按键的电路图

LCD 显示屏主要用于显示时间和设定时间，以及显示智能窗帘控制器当前的工作模式及工作状态。1602 液晶显示器作为在微控制器中的输出有以下几个优点：

- (1) 高图像质量并且不闪烁。
- (2) 体积小，重量轻。

(3) 操作方便。

(4) 功耗低。

1602LCD 主要技术参数有以下几种：

(1) 拥有 16×2 个字符的显示容量。

(2) 5.0V 是最佳的工作电压，2.95×4.35(W×H)mm 是最佳的字符尺寸。

(3) 2.0mA 是工作电流。

(4) 4.5~5.5V 是芯片的工作电压。

LCD 液晶显示器的尺寸如图 3-8 所示。

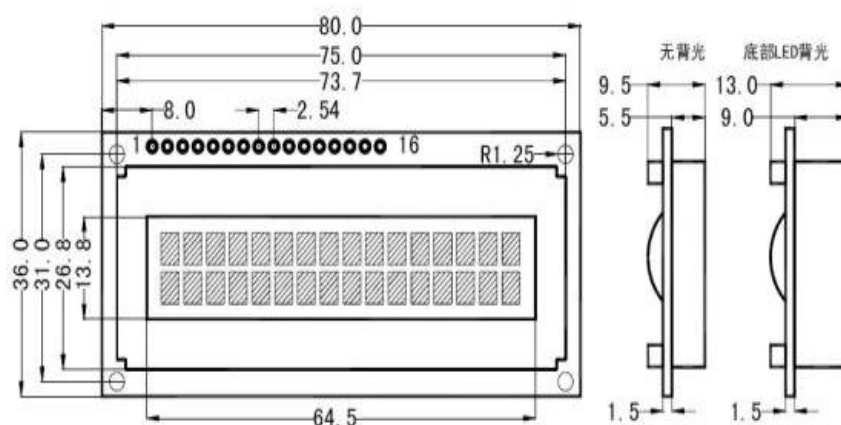


图 0-8 液晶显示器尺寸图

1602 液晶模块控制指令如表 3-2 所示。

表 0-2 1602 液晶模块控制指令表

序号	指令	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	R/W	RS
1	从 CGRAM 或 DDRAM 读数	读出的数据内容								1	1
2	写数到 CGRAM 或 DDRAM	要写的数据内容								0	1
3	读忙标志或地址	计数器地址 BF								1	0
4	置数据存储器地址	显示数据存储器地址						1		0	0
5	置字符发生存储器地址	字符发生存储器地址						1	0	0	0
6	置功能	*	*	F	N	D	1	0	0	0	0
						L					
7	光标或字符移位	*	*	R/	S/C	1	0	0	0	0	0
					L						
8	显示开/关控制	B	C	D	1	0	0	0	0	0	0
9	置输入模式	S	I/D	1	0	0	0	0	0	0	0

10	光标返回	*	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	清除显示	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

写操作如下图 3-9 所示。

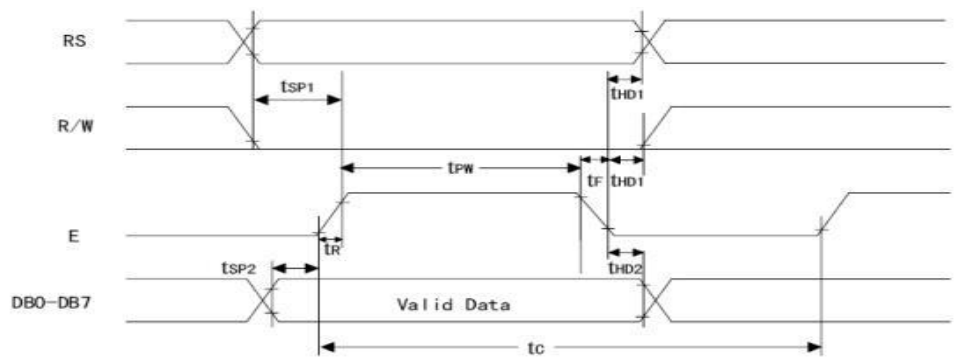


图 0-9 写操作时序图

读操作如下图 3-10 所示。

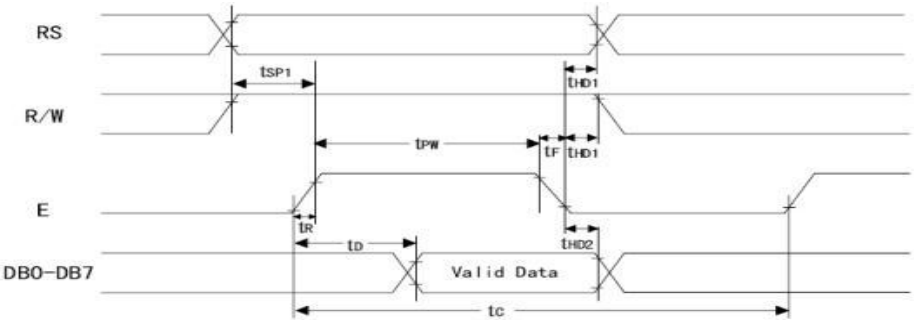


图 0-10 读操作时序图

液晶显示器如下图 3-11 所示。

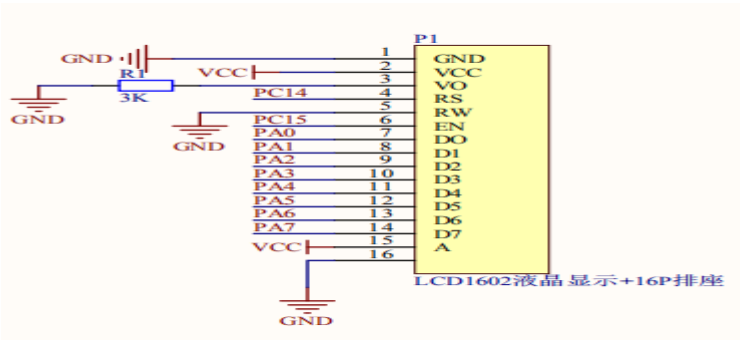


图 0-11 液晶显示器电路图

3.2.7 24C02 I2C 接口存储器

24C02 芯片内部含有 256*8 位低功耗 CMOS 的 E2PROM，该芯片采用 I2C 总线形式传送数据，具有体积小、接口简单、可靠性高、功耗低，价格便宜的特点^[8]。它的极限额度参数为：工作温度-55oC~+125oC, 存储湿度为-65oC~+150oC，任何引脚的对地电压-1.0V~+7.0V，最大工作电压为 6.25V, 直流输出电流为 5.0mA。如果外加条件超过极限额度参数得额定值，将会对芯片造成永久性破坏。24C02 是采用了 I2C 总线式进行数据读写的串行器件，占用很少的资源和 I/O 线，并且支持在线编程, 进行数据实时的存取十分方便。它采用 8 引脚封装，结果紧凑，可以在 3 线总线上并接 8 片芯片。24C02 I2C 接口存储器的电路如图 3-12 所示。

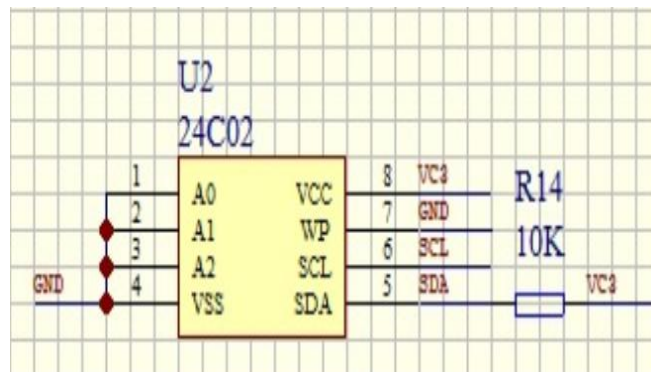


图 0-12 24C02 存储器电路

3.2.8 ESP8266 串行 Wifi 接口电路

乐鑫公司生产的通信网络芯片有 ESP8266 串行 wifi 接口芯片，性能稳定、价格低廉，备受大家关注。该芯片可以工作在三种模式：AP 模式，站模式和混合模式，由常见的 AT 命令控制^[9]。自芯片推出以来，已经发布了各种型号。



图 0-13 ESP-01 芯片

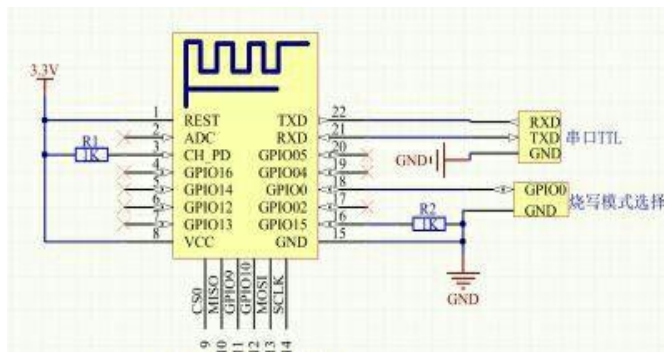


图 0-14 ESP8266 芯片电路图

ESP8266 芯片是一款串口转无线模芯片，内部自带固件，用户操作简单，无需编写时序信号等。而基于 wifi 技术的智能窗帘控制器的开发需要用到 wifi 芯片。通过 wifi 技术实现对智能控制器进行无线远程操控。首先，ESP8266 wifi 模块选用 AP 模式，通过 AT 指令对其进行相关配置使之能成功发射一个 wifi 热点。接着让智能手机连接这个热点，通过手机 APP 与 wifi 模块建立通信连接。最后通过 APP 把指令发送给 wifi 模块，wifi 模块再通过串口将指令传输给 STM32f103C8T6 微控制器，微控制器接收指令并执行相应的操作。最终实现对步进电机的操控。

ESP8266 特性：

- (1) 802.11 b/g/n。
- (2) 内置低功耗 32 位 CPU:可以兼作应用处理器。
- (3) 内置 TCP/IP 协议栈。
- (4) 内置 PLL、稳压器和电源管理组件。
- (5) 支持天线分集。
- (6) STBC、1x1 MIMO、2x1 MIMO。
- (7) 支持 STA/AP/STA+AP 工作模式。
- (8) 通过 FCC, CE, TELEC, wifi Alliance 及 SRRC 认证。

3.2.9 测试样机的硬件整体布局

集成了上述的关于智能窗帘控制器部件的硬件开发设计方案，我使用了一堆的硬件模块，组装完成了的基于 wifi 的智能窗帘控制器，开发了相应的控制软件，基本实现了预定的功能，完成了前期用来测试程序代码实现功能用的测试样机。下图为测试样机的硬件结构图。

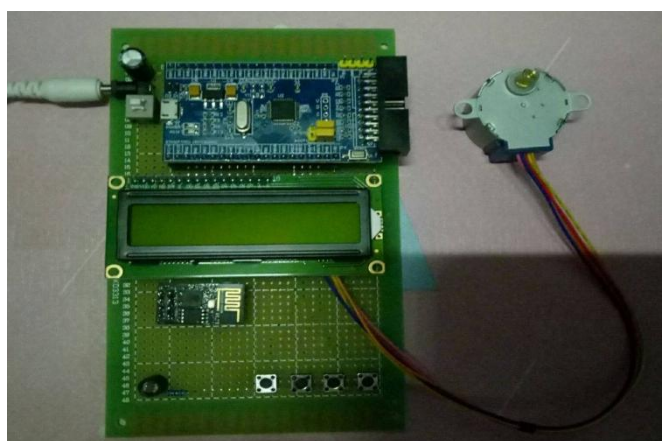


图 0-15 测试样机的硬件结构图

3.3 新版控制器的电路设计

为了使毕业设计的成果更加贴近生活，同时提高自己的技术能力，根据已完成的测试样机电路板，在老师的帮助下重新完成了一个新的设计，并制作了完成了一种可实用的智能窗帘控制器。在这个新的设计中采用了一些新的硬件部件，同时也保留了部分的原有设计方案。

3.3.1 彩色 LCD 显示器

为了提升窗帘控制器的使用效果，新设计采用了 1.3 英寸的 TFT 彩色液晶显示屏，其显示点阵为 240*240，可视角度为全视角，有很好的视觉体验。它的驱动芯片为 ST7789，其最大特点是使用了 SPI 和位控结合的数据接口。2 线制的 SPI 接口用于传送数据和地址，1 根位控线用于选择数据或地址，再加上 1 根复位线和 1 根背光控制线，5 根引线就可以实现 TFT 彩色液晶显示屏的全部操作，与前方案中 11 根引线相比，它非常适合于微小型设备的使用。该彩色液晶显示屏采用单一 3.3V 供电，使用一个 7 线插头和控制主板连接。

彩色液晶显示屏采用全中文显示，可以获得更好的用户体验。为了装入中文字库，需要 CPU 的 FLASH 具有较大的容量，因此 CPU 升级为 LQFP48 封装的 STM32F303CC，该芯片的引脚和原使用的 STM32F103 完全兼容，功能有所加强，FLASH 的容量为 256K 字节，满足了装入 16*16 点阵中文字库的要求。

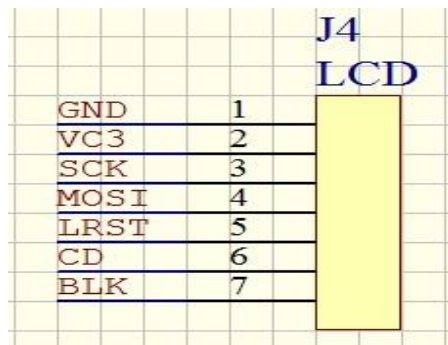


图 0-16 LCD 接口

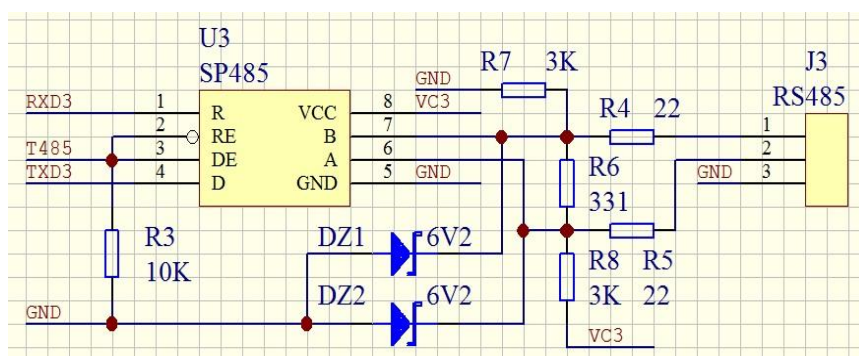


图 0-17 RS485 接口

3.3.2 RS485 通信接口

为了增加通信能力，新设计添加了一个 RS485 接口，采用平衡驱动器和差分接收器的组合，抗共模干扰能力增强，即抗噪声干扰性好，通信距离远。RS485 是半双工的，总线一般最大支持 32 个节点。目前在低成本测控系统中，RS485 是使用非常广泛的，有了 RS485 接口，在需要时本控制器也可以接入这些测控系统中，拓广了应用前景。

3.3.3 其它的改进

新设计采用了 STM32 处理器内置的 RTC 模块，省去了原使用的 DS1320 模块，简化了硬件结构。控制板还安装了一个 CR1220 的锂电池作为后备电源，当窗帘控制器掉电时，由该电池向 STM32 的 RTC 模块供电，使 RTC 能够正确地运行，确保实时时钟的正确性。后备电源的电路如下，它使用 2 个二极管实现了二种供电方式的自动切换。

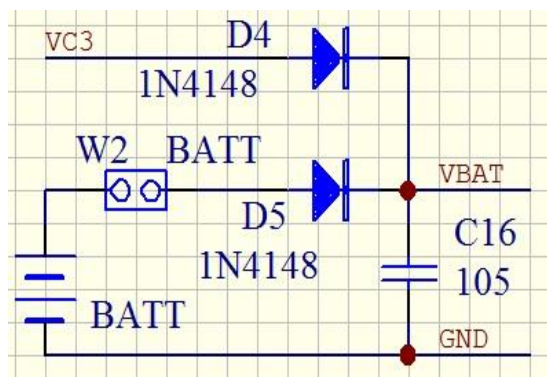


图 0-18 后备电源

添加了 3 个 LED 灯，分别用于电源、电机运行和 wifi 连接的指示。LED 灯串联限流电阻，由 GPIO 驱动。

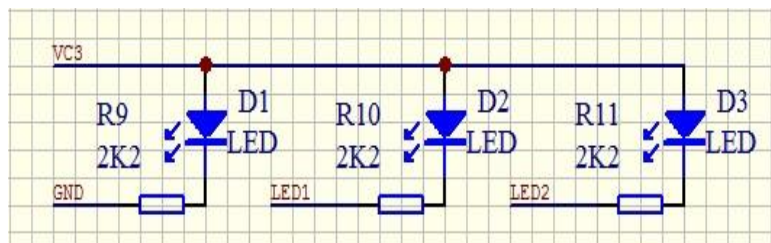


图 0-19 LED

增加了一个 DTH11 模块，用于温度和湿度的测量，有了温度和湿度的数据，可以获得更智能化的控制效果，也可以用于其它场合。

3.3.4 设计方案

输入按键、步进电机的驱动和 wifi 模块均采用原有的设计方案，但为了便于印刷电路板的设计，部分 CPU 的引脚按就近使用原则进行了调整。整体的硬件电路如下图 3-20 所示。

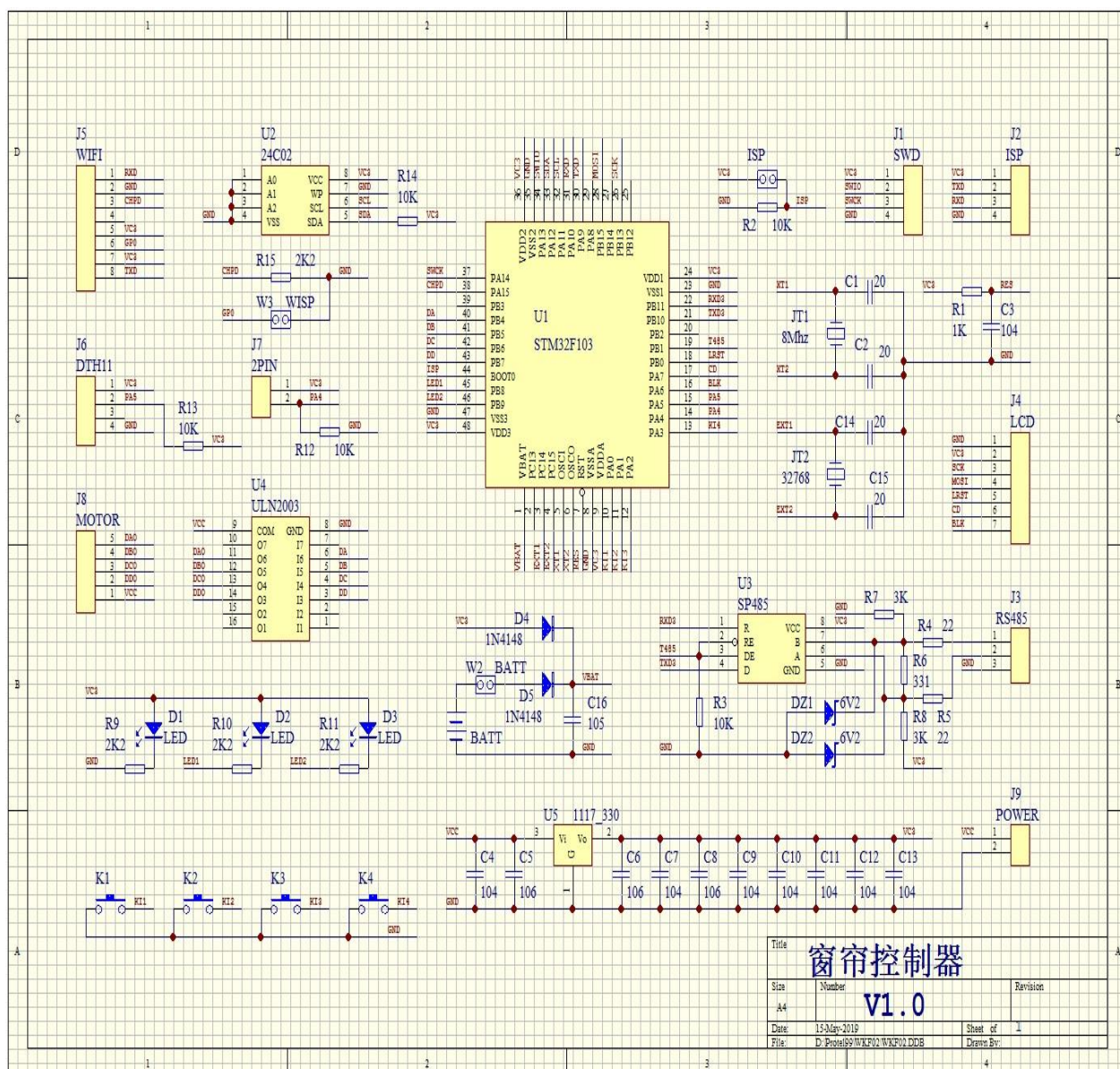


图 0-20 硬件电路布局图

3.3.5 新的控制器硬件设计

在完成新版电路设计的基础上，在老师的大力帮助下设计了一块印刷电路板，制作了一种实用的智能窗帘控制器。

新版控制器实物图见下图 3-21 和 3-22 所示。

4 控制器的程序设计

智能窗帘控制器的程序设计主要包括 LCD 上的显示程序,调用时钟芯片的时钟程序,控制步进电机的控制程序、按键扫描程序以及其他各部分所需要的程序。本章节主要介绍了智能窗帘控制器的主程序和其他各主要功能的子程序以及相关设计的软件流程图。

4.1 软件总程序设计

智能窗帘控制器是一个无限循环的控制器,所以主程序要构成无限循环,主要完成 STM32f103C8T6 微控制器的程序初始化,按键的扫描控制以及 wifi 的通信处理,光敏传感器检测收集信号,由 A/D 转换器进行信号处理,然后传输给 STM32f103C8T6 微控制器,最后在 LCD 显示屏上显示数据并完成电机的操作。软件总程序的设计流程图如下图 4-1 所示。

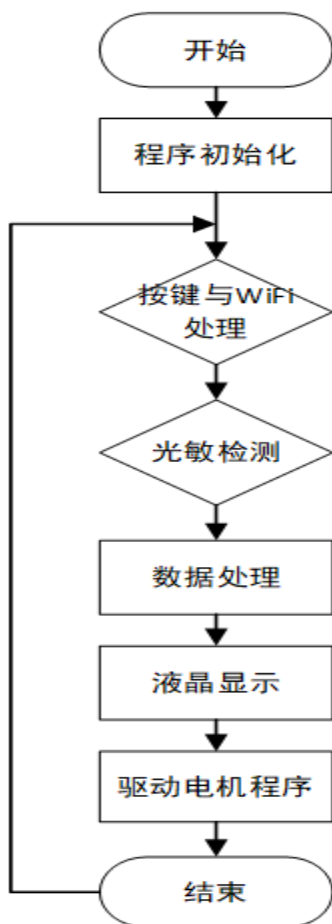


图 0-1 软件总程序设计流程图

4. 2 软件子程序设计

4. 2. 1 步进电机驱动程序设计

步进电机驱动程序设计的主要任务是：

- (1) 判断步进电机的旋转方向。
- (2) 按照所接收的指令顺序传送控制脉冲。
- (3) 确定步进电机是否已接收所需数量的控制步数，转到预定位置。

步进电机的工作流程图如 4-2 所示。

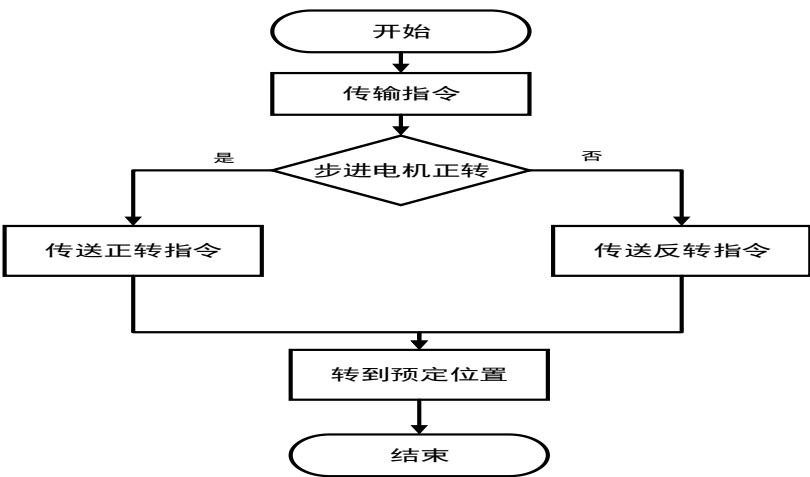


图 0-2 步进电机的工作流程图

表 0-1 步进电机的转向表

十六制（P2 口）	橙	黄	粉	蓝
0X01	0	0	0	1
0X02	0	0	1	0
0X03	0	0	1	1
0X04	0	1	0	0
0X06	0	1	1	0
0X08	1	0	0	0
0X09	1	0	0	1
0X0C	1	1	0	0

4.2.2 按键消抖程序设计

大多数的控制器上都有操作按键。在使用按键时，无论是按下还是松开，步进电机都会产生电击。这个时候，逻辑电平不稳定，如未获得正确的指令，则 MCU 将会根据按钮的命令执行导致最终错误。而处理这个问题的简要办法就是加短延时，扫描按键，判断按键是否被按下。如果确定按下按键，就加短延时，然后再重新判断按键是否被按下，通常这个时候基本就可以确定是否有按键被按下，最后再释放按键，然后分析并执行程序。按键消抖设计流程图如下图 4-3 所示。

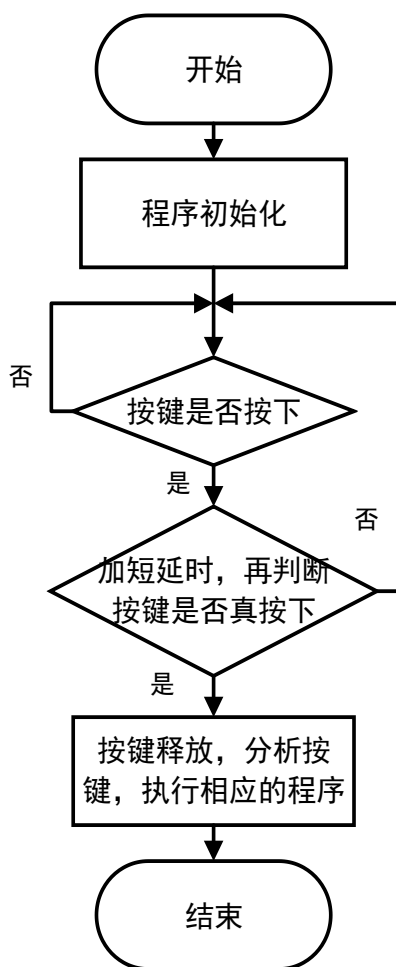


图 0-3 按键消抖设计流程图

4.2.3 时钟定时程序设计

接通电源，程序初始化，查看 LCD 显示屏是否显示为 Timing 定时模式，如果是，则操作 K1 键，向时钟芯片设置开关窗帘的时间，然后再按 K1 键，退出设置。传送指令到 LCD 显示屏，等待响应时间，判断定时时间是否与现实时间同步，

如果同步，接着判断是开指令还是关指令，最后再将指令传送给电机，传送正转或反转指令。如果不是定时模式，则操作 K4 键，传输指令将工作模式转换为 Timing 定时模式。接着的步骤与上述所说一致。

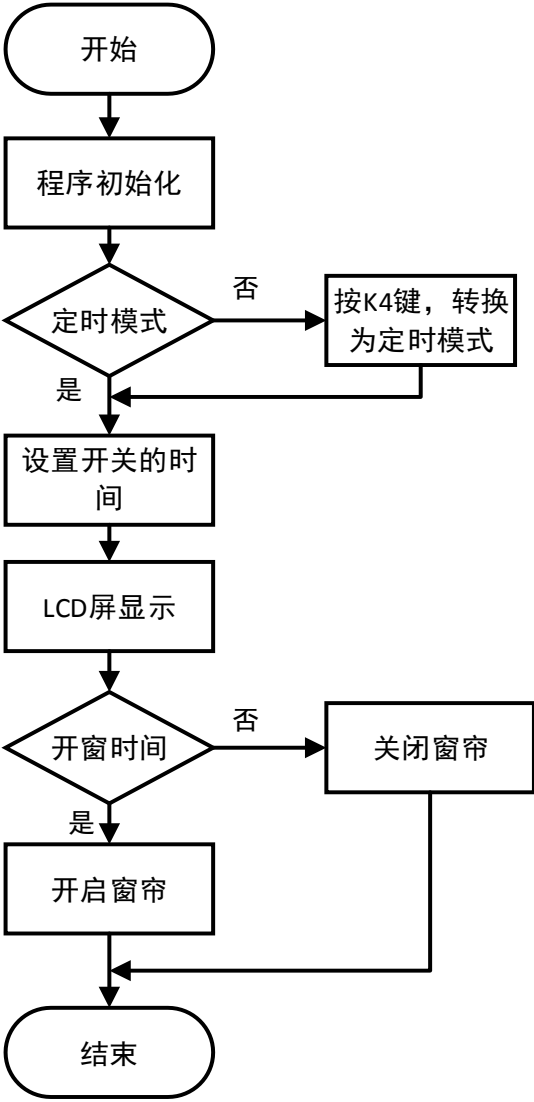


图 0-4 时钟定时程序流程图

4.2.4 Wifi 模块通信程序设计

wifi 模块作为服务端,APP 作为客户端。wifi 工作在 AP 模式,向外发出 wifi 信号,手机连接该 wifi 信号,连接成功,然后用手机控制开发板上的工作模式,控制电机的正反转。流程如图 4-5 所示。

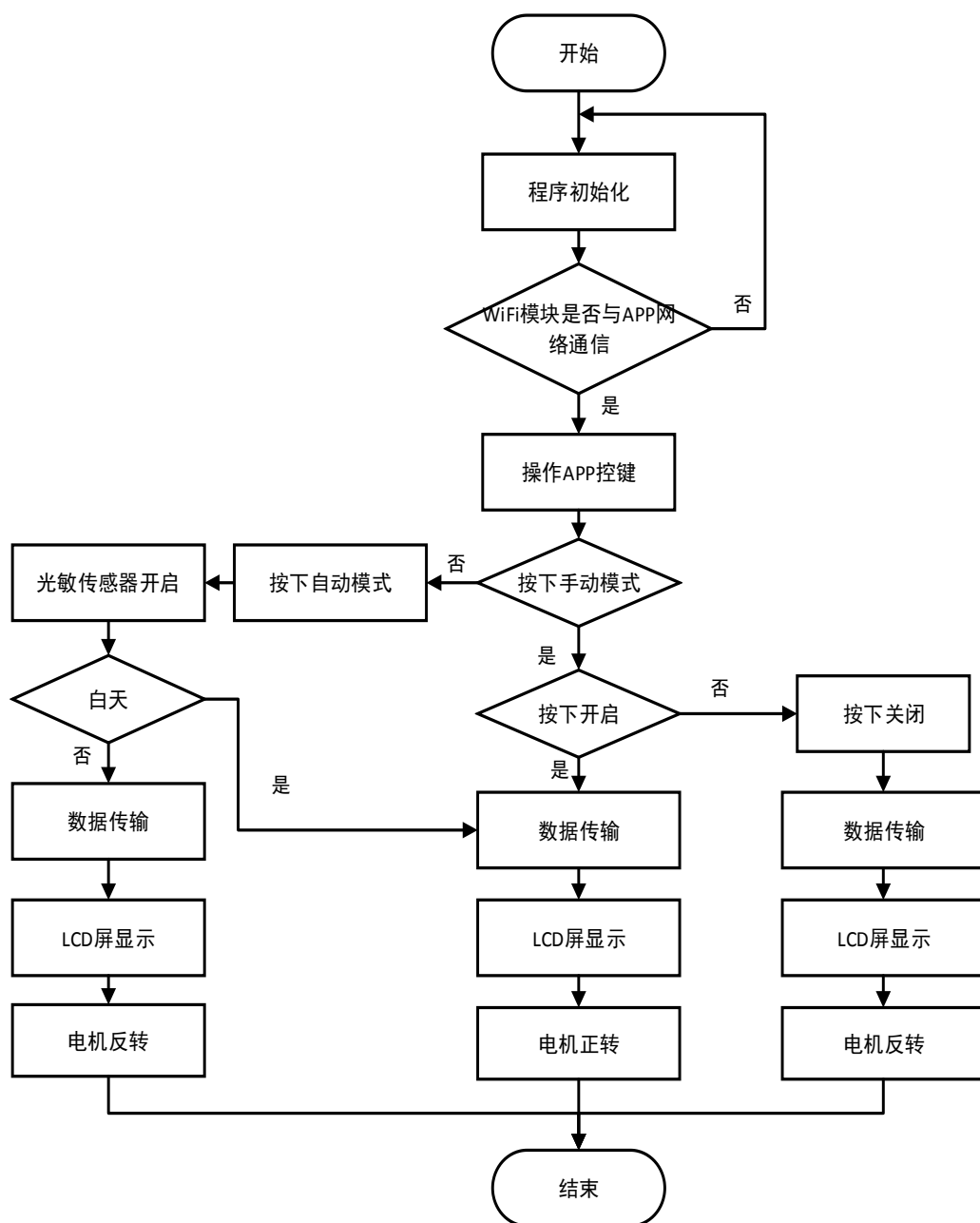


图 0-5 wifi 通信流程图

4. 2. 5 三种模式控制流程图

智能窗帘控制器有 3 种工作模式，分别是手动模式、自动模式以及定时模式。3 种模式之间的转换是靠 K4 按键来转换的。程序刚刚初始化时，控制模块默认是手动模式，要想改变模式，就按一下 K4 变为自动模式，再按一下，就变成了定时模式。除了自动模式，其它 2 个模式要想控制电机转动，还得依靠其他几个按钮，K1 用来设置数据，K2 是加，K3 是减。当是手动模式时，不用按 K1，可直接按 K2，K3 控制电机的正反转。当是定时模式时，需要按 K1 来进行开启和关闭

的设置，按 K2,K3 改变定时时间数值，结束后，再按 K1，退出设置，最后等待电机响应指令。

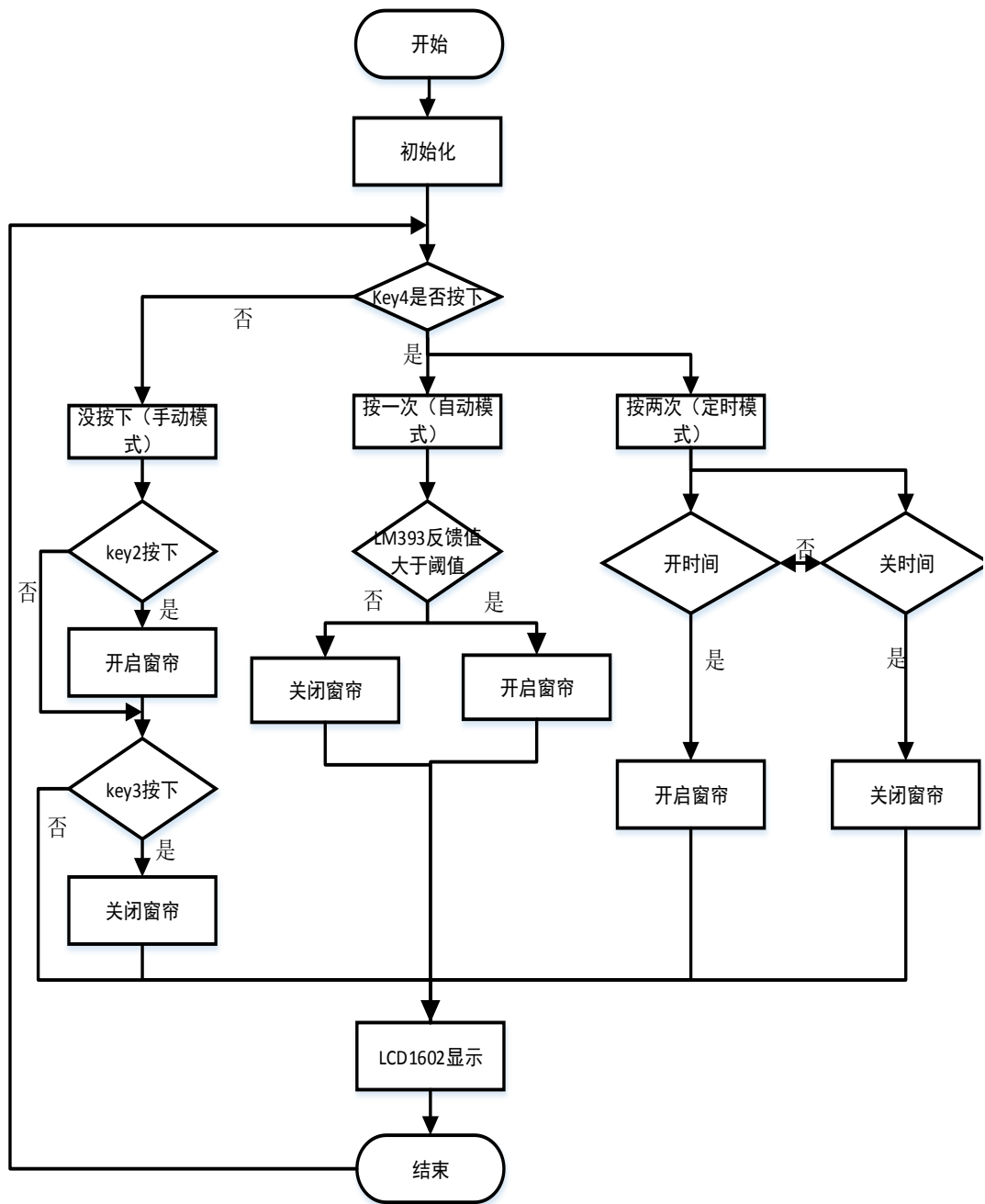


图 0-6 三种模式控制流程图

4. 2. 6 按键控制流程图

扫描按键是否被按下，如有被按下，就执行下一步程序。

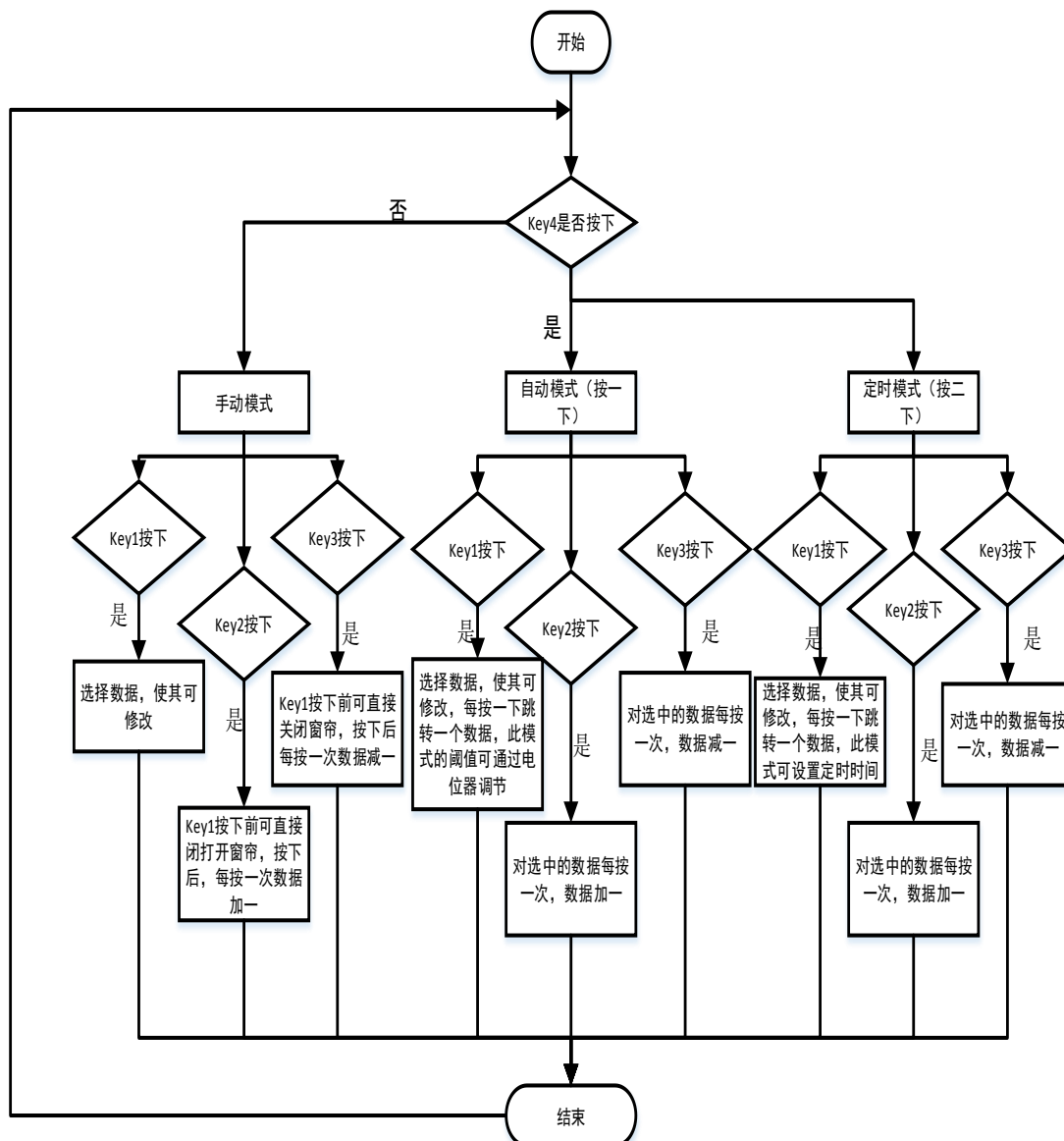


图 0-7 按键控制流程图

5 测试和调试

5.1 控制器焊接成品

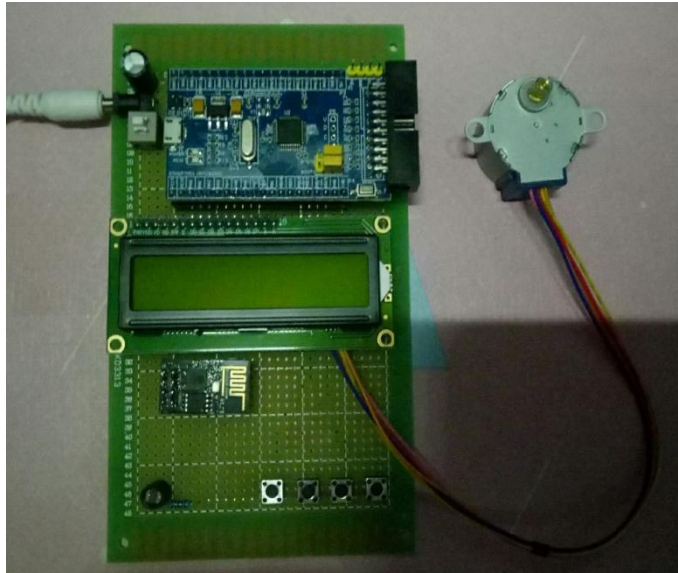


图 0-1 测试样板成品正面

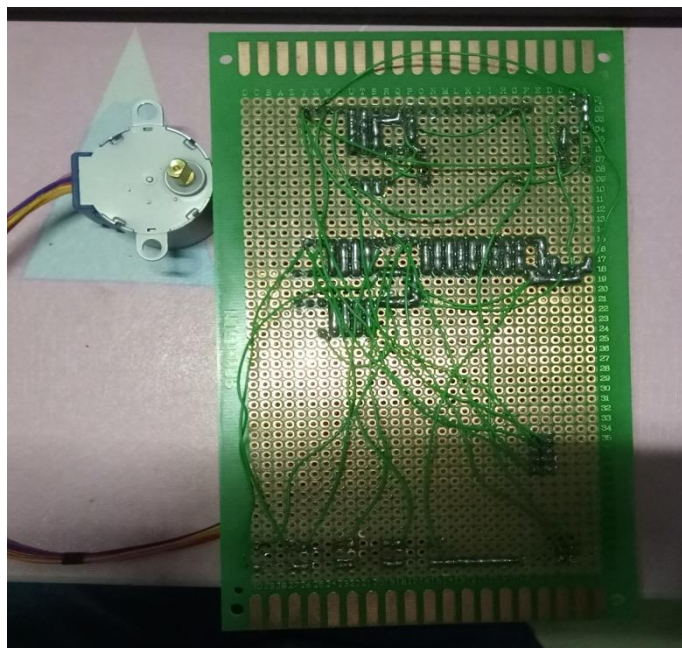


图 0-2 测试样板成品焊接面

5.2 软件调试

软件调试是在软件设计、代码编辑、程序构建、软件测试之后的步骤，是在执行程序时发现程序中存在的各种问题，定位问题所在的程序段，找到并修正其中所出现的问题^[10]。然后再次测试程序，再次出现问题，就再次进行软件调试。软件的程序就是在不断的测试与调试中被不断的完善。最后完成测试的程序才可以装入控制器中，才能运行并具有操作能力。

手机 APP 是单独开发的一个软件程序，是作为客户端与 wifi 服务端进行通信，用 APP 上的控制键来控制开发板上的各种工作模式，达到控制电机的正反转^[11]。手机 APP 的设计分为前端和后台的开发。首先，通过创建 XML 文件，然后在文件上布置页面并编写适当的控件来创建前端 UI（用户界面）设计。而后台的设计重点是打开子线程，然后在子线程中建立基于 TCP/IP 协议的 Socket 连接。最后成功与 ESP8266wifi 模块进行通信连接后，就可以通过单击 UI 界面上的按键来控制智能控制器的运行状态。手机 APP 界面如图 5-3 所示。

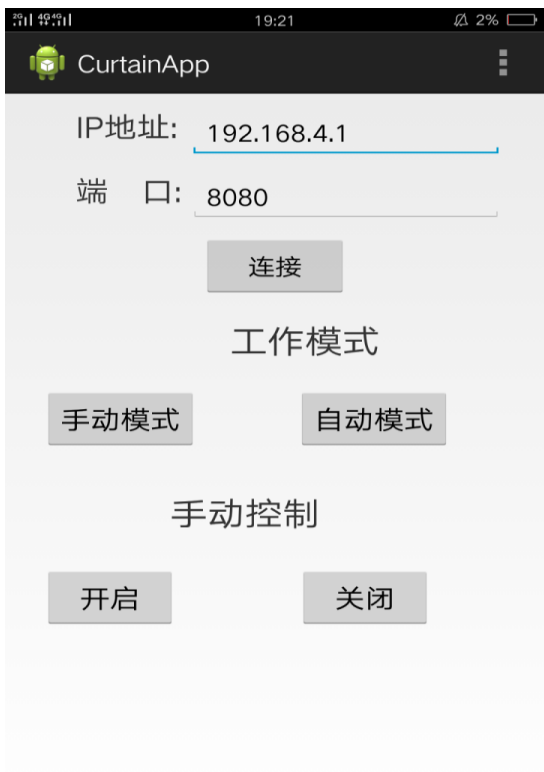


图 0-3 APP 页面图

5.3 测试控制器模块

本智能窗帘控制器设计了 3 种工作模式，分别是：自动模式、手动模式和定时模式。设计用的是 5V 的直流电源。测试时接通 USB 电源线后，智能窗帘控制器通电。液晶屏上显示处于手动模式，窗帘处于闭合状态，由于电机较小，无法直观的看到转动情况，为了方便演示，就在电机的转动轴上贴上了一个纸片，便于观察。如图 5-4 所示。



图 0-4 控制器刚接通电源时的状态

这时显示屏上显示的是手动模式，窗帘闭合，电机反转至此状态。接下来按下 K2 按键，测试手动模式，电机是否能正转，表示窗帘是否能正常打开。测试结果如下图 5-5 所示。

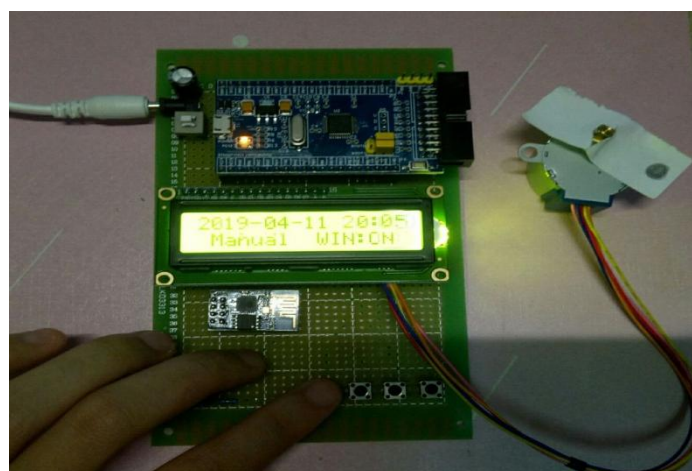


图 0-5 手动模式下电机正常转动

显示屏上窗帘的状态显示为开启，而电机上的纸片位置明显发生偏移。从这个结果可以看出，手动模式功能正常。接下来按下 K4 按键，将工作模式转换为自动模式，然后遮住光敏传感器，测试在黑暗的情况下，电机是否能自动反转，表示窗帘是否能在黑暗中自动关闭。测试结果如下图 5-6 所示。



图 0-6 在自动模式下电机于黑暗中反转

显示屏上窗帘的状态显示为关闭，而电机上的纸片位置反转。从这个结果可以看出，自动模式下光照强度不够时，可使窗帘自动关闭。接下来测试在自动模式下，光照强度够时，电机是否能自动正转，表示天亮状态，窗帘是否能自动开启。测试结果如下图 5-7 所示。



图 0-7 在自动模式下电机与光亮中正转

显示屏上窗帘的状态显示为开启，而电机上的纸片位置正转至此状态。从这个结果可以看出，自动模式下光照强度足够时，窗帘自动开启。可以定义为白天窗帘会自动打开。接下来再次按下 K4 按键，将工作模式转换为定时模式。如下图 5-8 所示。

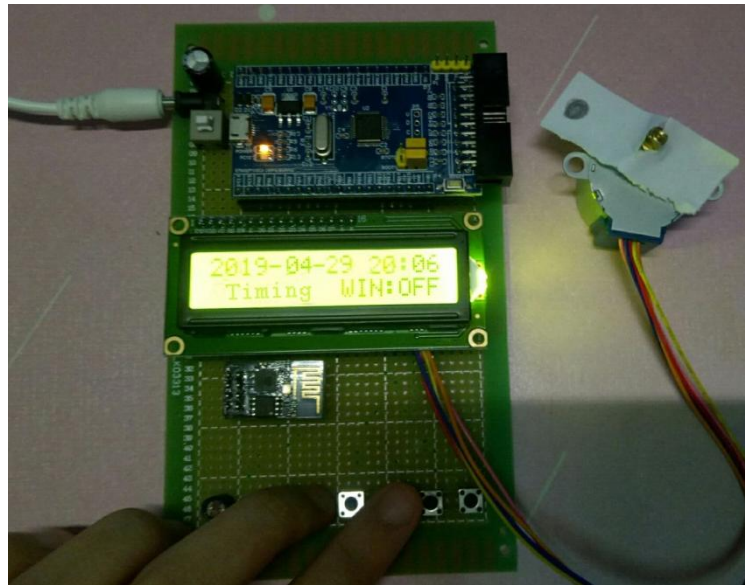


图 0-8 定时模式

转换为定时模式后，按下 K1 键，设置数据。然后按下 K2 和 K3 键，修改数据，这里 O (open) 为开启时间，C (close) 为闭合时间。操作结果如下图 5-9 所示。



图 0-9 定时设置窗帘的开关

设置完成后，再按下 K1 键，退出设置。然后等待时间到时，步进电机发生改变。结果如图 5-10 和图 5-11 所示。



图 0-10 开启时间到电机正转



图 0-11 关闭时间到电机反转

总 结

经过这段时间对课题相关的国内外书籍、文献等资料的查询和分析,学习与课题设计有关的一些理论知识,最终完成了本次的毕业设计。本文的课题是基于 wifi 技术的智能窗帘控制器的开发。在整个设计中,运用到的硬件模块有 ARM 的 STM32F103C8T6 最小系统模块、5228 光敏电阻传感器、ESP8266 串行 wifi 模块、DS1302 时钟芯片、5V 的电源接口、4 个键盘按键、LCD1602 液晶显示屏、32.768KHz 晶振以及步进电机和 ULN2003A 电机驱动芯片。

STM32F103C8T6 微控制器作为硬件控制器中的主要控制元件,在价格上经济实惠,在功能上降低了硬件的复杂性,便于操作实验。用步进电机和 ULN2003A 电机驱动芯片用作信号输出的执行器,当要测试结果时,操作控制简单容易实现。5228 光敏电阻传感器用作信号传感器,使设计的检测部分稳定,准确。而且,本次设计还应用了按钮控制和显示电路,大大提高了设计的便利性。32.768KHz 晶振有着一个定时的作用,可以说没有晶振,就没有时钟周期,没有时钟周期,就无法执行程序代码,电路也无法工作。智能窗帘控制器的开发,可以看做是对幕帘的控制,使得幕帘的运动轨迹能符合人的需求,更加的人性化。

本次设计开发出来的智能控制器拥有三种工作模式,分别是由光敏传感器传输信号控制电机的自动工作模式,由时钟芯片以及 32.768KHz 晶振定时控制电机运转的定时模式,以及由按键手动操作控制电机的手动模式。自动模式的主要原理是光敏电阻受外部光照条件影响后,通过 A / D 转换将其信号传输到 MCU。在由 MCU 处理之后,信号被传输到步进电机并控制步进电机的运转,实现窗帘的开合。定时模式是在实现一般应用的基础上,增加了定时组件电路,用户可以自己设置切换时间,从而进一步提高了幕帘的自动化性能。再加上手动控制,更加提高了用户对系统的友好度。最后,再通过 wifi 模块与手机 APP 连接通信,用 APP 上的控制键来控制开发板上的各种工作模式,达到控制电机的正反转。实现对窗帘的智能控制。

本次的毕业设计,我完成了智能窗帘控制器的开发设计。但由于时间不足以及个人能力有限,完成的功能尚存在一些不足之处,比如 wifi 模块由于内部不稳定,导致与手机 APP 通信也不稳定,有时会造成无法连接的现象,给用户造成不好的体验效果。还有 APP 的控制界面过于简单,不够美观。所以本设计还有许多需要完善的地方。未来,如果在时间及能力允许的情况下,我会继续完善这个设计并增添一些新的功能。

这次的设计,我更深刻地认识到了这个主题来自实际意义。并在不断的了解

和学习中意识到了自己对知识的很多不足之处。因此，在实现这个毕业设计时，我总结了我所学的科目，这样我才能更清楚地了解我所学到的知识。我也相信，凭借着对自我的不断提升，我将能够适应这个不断变化的社会，充分发挥自己的优势，向自己的目标不断前进。

参考文献

- [1] 连晓卫. 智慧家庭场景化落地服务有商机[J]. 现代家电, 2017(07):27-29.
- [2] 田角. 互联网时代背景下的智能家居设计与创新[J]. 居舍, 2018(27):96-97.
- [3] Han Bai Fan, Wen Qian Kang, Meng Xian. Electricity Acquisition System Design Based on STM32F103[J]. Advanced Materials Research, 2014, 3593(1049):212-214.
- [4] 黄鑫, 林伟. 基于机智云的智能晾衣控制系统[J]. 微型机与应用, 2017, 36(19):90-92.
- [5] 何文静. 基于 52 单片机的数字时钟设计[J]. 电子制作, 2015(13):62.
- [6] 刘栋, 谢泉, 房迪. 光敏电阻的特性研究[J]. 电子技术与软件工程, 2016(20):149-150.
- [7] 韩飞, 张志伟. 电梯控制系统的设计[J]. 民营科技, 2016(12):22.
- [8] 王泽慧. 多功能智能家居控制器设计[D]. 石家庄:河北科技大学电气工程学院电气工程及自动化专业, 2017.
- [9] 屈良潘, 唐曼玲, 刘静, 马魏平. 基于 ESP8266 的 LED 灯无线远程控制设计[J]. 电子世界, 2017(09):179-181.
- [10] 杨幸. 应用于智能家居的物联网控制系统设计[D]. 大连:大连理工大学数学系信息与计算科学专业, 2017.
- [11] 王艳萍, 迟宗涛. 基于手机 APP 的远程家电控制系统设计[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2017, 17(01):73-75.