

目 录

一、	项目设计背景及概述.....	1
二、	项目设计原理.....	1
1.	原理概述.....	1
2.	应用框图简述.....	2
3.	硬件设计原理.....	2
(1)	功能特点.....	2
(2)	功能描述.....	3
4.	功能模块介绍.....	4
(1)	SLH89F5162 最小系统.....	4
(2)	DC-DC 电源转换.....	5
(3)	电源输出控制电路.....	5
(4)	电压采集电路.....	6
(5)	电流采集电路.....	6
(6)	LCD 液晶电路.....	7
(7)	RTC 时钟电路.....	7
(8)	串口电路.....	8
(9)	用户指示及操作电路.....	8
(10)	315MHz 无线模块扩展.....	9
5.	软件设计原理.....	9
(1)	软件执行的任务.....	9
(2)	代码框架.....	10
三、	项目设计框图.....	11
1.	硬件设计框图.....	11
2.	软件设计框图.....	12
四、	测试结果.....	13
1.	PCB 板图.....	13
2.	实物图.....	14
3.	液晶示效果图.....	16
五、	演示视频地址.....	18

一、 项目设计背景及概述

随着科技的发展，数码、电子类型的产品遍布每个角落，而这些数码产品都需要有一个直流供电电源，传统的电源一般由 220V 转成直流，然后就直接供给设备使用，大部分并没经过保护措施，如过流或者过压、短路的保护，并且也不清楚该设备的实际功耗，并不清楚耗电情况。并且也不能定时自动开启该设备，往往只需要在一天的某个时间段运行，但由于忘记关电或者不方便关电往往也浪费了不必要的电。

设计智能直流供电及功耗表，正是为了解决上面描述的种种情况，解决诸多的供电保护问题，及定时开关问题等。为设备提供了多一重的保护，多一点的智能，更能让你实时了解设备的耗电情况，以知道其在那种情况下是耗电最大或者最小的。

二、 项目设计原理

1. 原理概述

智能直流供电及功耗表是基于 SLH89F5162 来开发的，SLH89F5162 是一种高速高效率 8051 兼容单片机。在同样振荡频率下，较之传统的 8051 芯片它具有运行更快速，性能更优越的特性。保留了标准 8051 芯片的大部分特性，这些特性包括内置 256 字节 RAM 和 2 个 16 位定时器/计数器，1 个 UART 和外部中断 INT0 和 INT1。此外，还集成外置 1024 字节 RAM，可兼容 8052 芯片的 16 位定时器/计数器（Timer2）。该单片机还包括适合于程序和数据的 62K 字节 Flash 存储器不仅集成了如 EUART, SPI 等标准通讯模块，此外还集成了具有内建比较功能的 ADC，PWM 定时器以及模拟比较器（CMP）等模块。

智能直流供电及功耗表是由输入的电源作为源头，经过开关控制电路，再到输出采集电路，最后到输出端口，形成完整的供电及检测和保护链路，为设备提供有保障的直流电源。在该输入输出的链路中，开关控制电路可控制 3 种类型的电源输出，足够使用于低压或者需要稳压的供电场所；采集电路里分为电压和电流的采集，到 SLH89F5162 的 ADC 接口进行处理，运算得到相应的电压、电流值；

在输出的一头，除了有软件实时检测过压过流情况外，硬件上也有自恢复保护管对供电进行硬件上的短路及过流保护，保障了设备的安全正常使用。

所有采集的数据，以及配置信息，均显示在一个带中文的 12864 液晶屏上，实时让使用者看到数据，并且可对电压、电流的值进行限制，配置过压过流值，同时也可以可以在液晶上配置定时开启和关闭的时间。除了液晶的显示，还具有蜂鸣器、LED 的醒目提示功能，能够直观快速的判断当前运行情况。

2. 应用框图简述



3. 硬件设计原理

(1) 功能特点

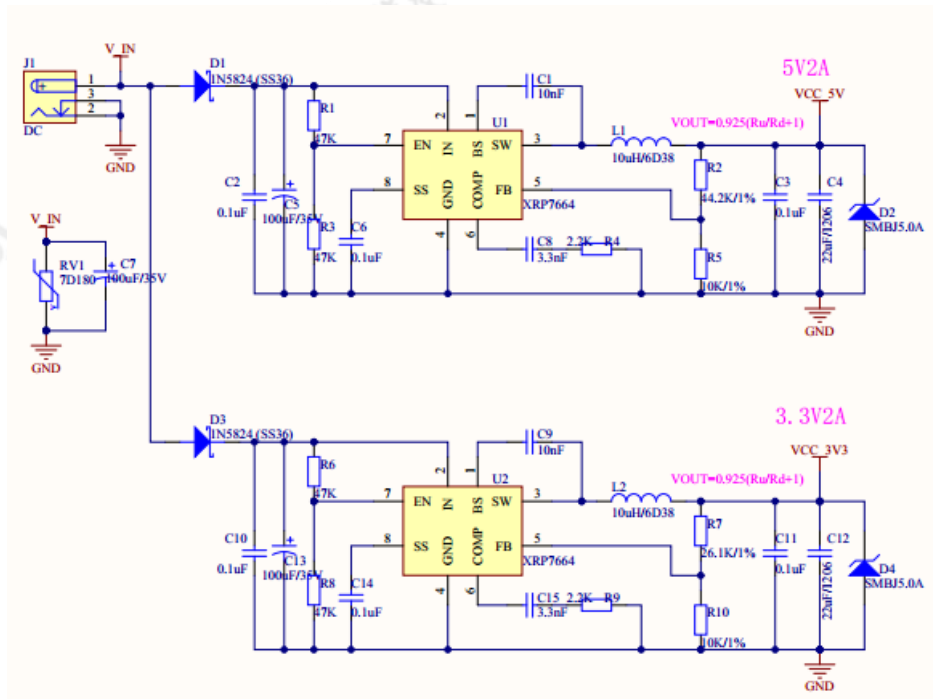
- ✧ 外设可 3 路供电配置（自定、5V、3.3V）；
- ✧ 电压、电流、功耗可视（0.5 秒采集一次，液晶上显示实时及平均值）；

- ✧ 2A 硬件保护（带自恢复保险丝，在软件不起效果时，硬件限制过流）；
- ✧ 过压、过流保护（时刻监控设备电压电流值）；
- ✧ 定时开启和关闭设备（可定时到秒，每天准时开启和关闭）；
- ✧ 记录保存（告警和开关的时间记录在系统里，可随时查看）；
- ✧ 静电、浪涌保护（电源端均设有 TVS 管作为保护）；
- ✧ 液晶显示（时刻显示运行状态及电压电流值）；
- ✧ 串口数据输出（后期可制作上位机，将采集的数据在软件端画出曲线图，分析设备的用电情况）。

（2） 功能描述

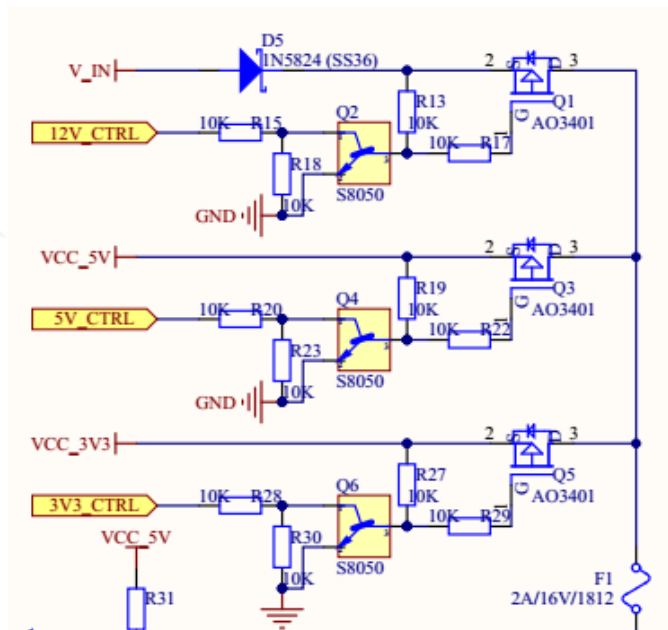
- 1) DC-DC 电源电路，提供 8 到 16V 的电源输入范围；3 种（与输入相等的电压、5V、3.3V）类型的输出电压。同时也为系统提供 5V 的电源。
- 2) MCU 最小系统，由 SLH89F5162、复位电路和 11.0592MHz 的晶振组成；
- 3) 供电输出电压控制电路，3 个 4A 的 MOS 管控制了输出的通断功能，使得输出方式可以配置和选择。
- 4) 电流采集电路，采用串联采集电阻转换为电压的方式进行测量，本功能使用了 LM224 运算放大器进行信号的放大，最终到达 MCU 的 AD 输入口；
- 5) 电压采集电路，采用分压的方式将电压降至可采集范围，通过跟随器提高信号的稳定性及可靠的电压到 MCU 的 AD 接口；
- 6) 硬件过流保护，使用了 2A 的自恢复保险丝在出口的最末端放置，以保护设备的过流烧坏现象；
- 7) 液晶显示，使用 LCD12864 显示所有采集的电压、电流值，以及实时时钟、功率值，以及需要配置的参数显示；
- 8) RTC 电路，为定时开启、关闭供电提供精准的运行保障；
- 9) RS232 电路，可连接电脑，将数据实时传送给电脑，以提供数据的分析和上位机的实现；
- 10) 按键电路，提供本地配置参数实用；
- 11) LED 和蜂鸣器，指示系统的运行情况，及告警情况；

(2) DC-DC 电源转换



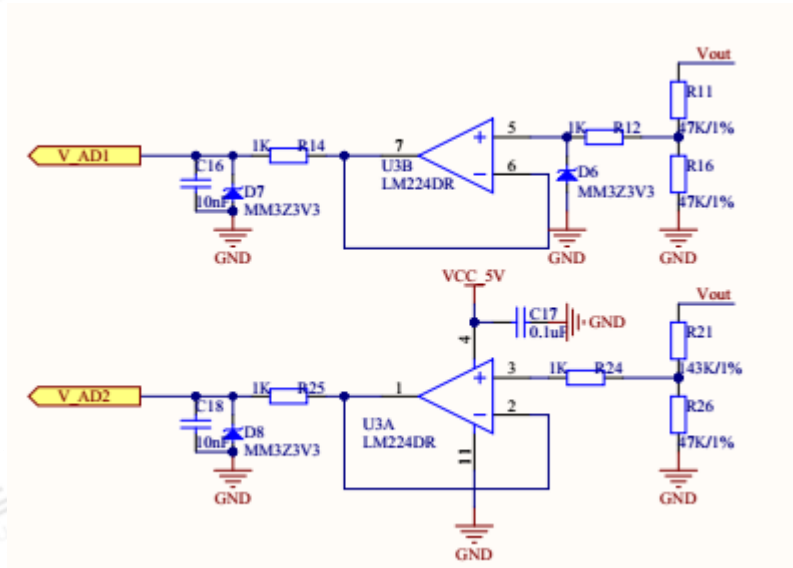
该部分由 XRP7664 作为 DC-DC 降压芯片，输出 2 路直流电源(5.0V 和 3.3V)，这两路电路带输入保护，输入限制在 18V，输出有 TVS 管，限制在 5V；其中 5V 电源是为本系统及外部供电使用。单路最大为 2A 电流。

(3) 电源输出控制电路



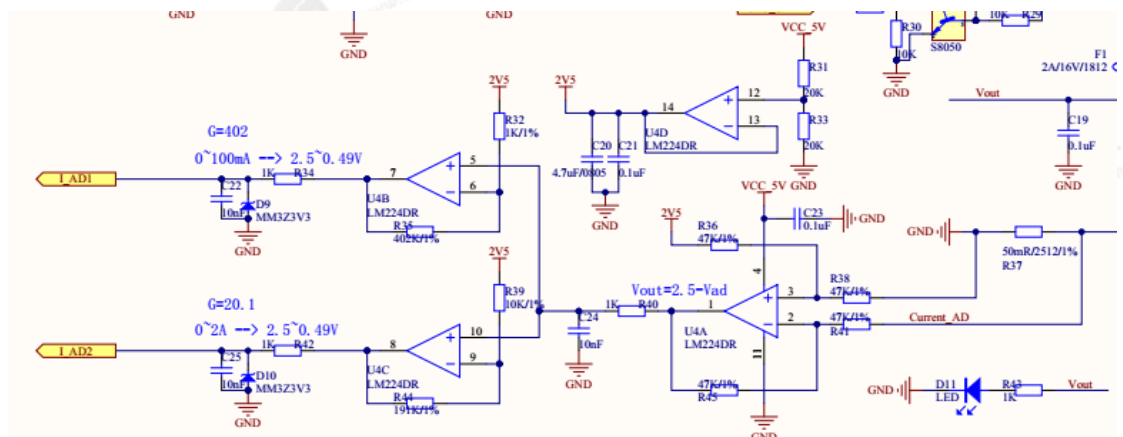
如上图，电源输出的控制采用大功率的 MOS 管作为开关使用，A03401 最大可承受 4.2A 的电流，所以应用在 2A 的电路十分充足。三路 MOS 均使用三极管作为驱动，保障输出电流可以达到标准。

(4) 电压采集电路



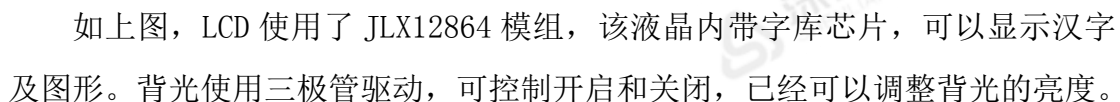
如上图，该部分电路使用了 LM224 构成跟随器，连接到 MCU 的 ADC 接口，采集到其电压值。在前端采用电阻分压的方式将电压降到 MCU 芯片能够采集的范围（0~5V），进而来采集电压数据。MCU 的电压采集为 10 位 ADC，所以其分辨率可以达到千分之一。

(5) 电流采集电路

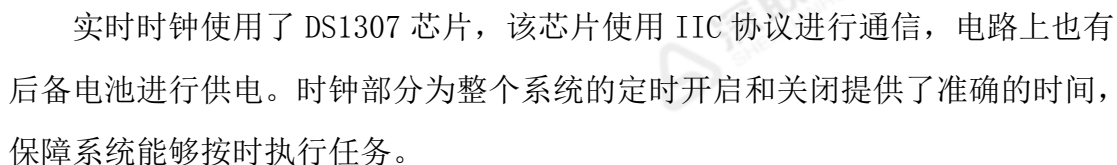


如上图，电流的采集也是使用了 LM224 作为运放。该部分电路采用了 2 级运放来实现，第一级是将采样电阻（50mR 1%）采集的微小电压信号，向上移动 2.5V

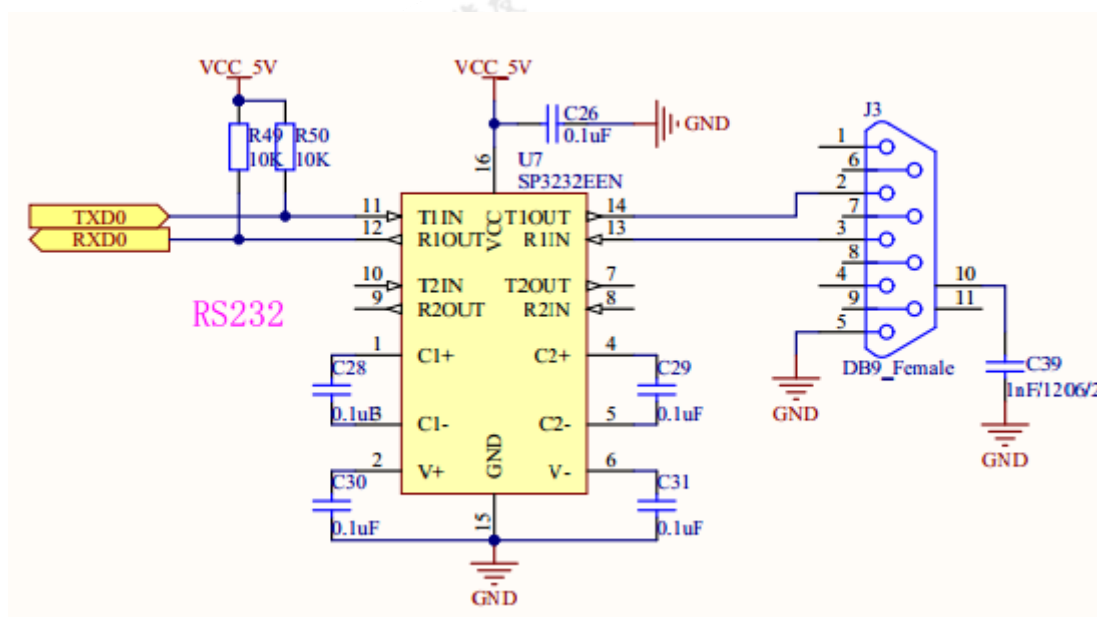
(6) LCD 液晶电路



(7) RTC 时钟电路

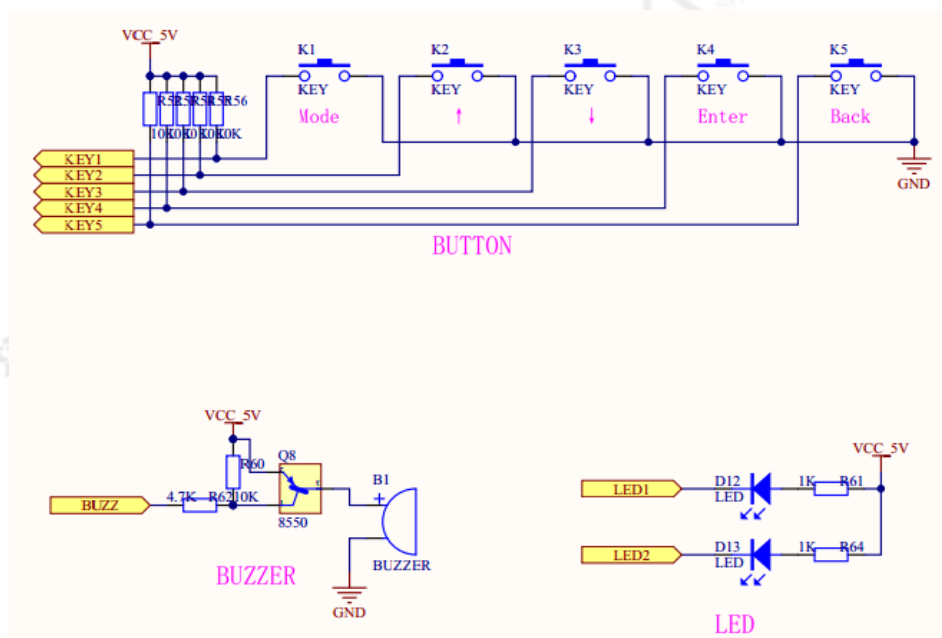


(8) 串口电路



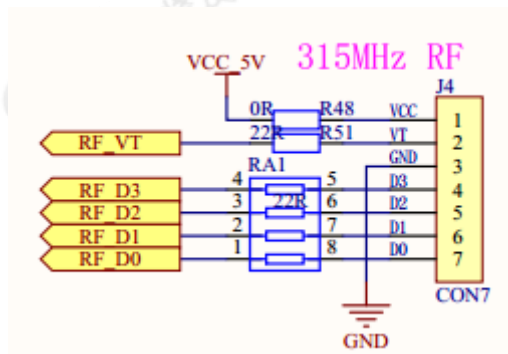
该部分电路是，MCU 芯片的 TTL 电平转换为 RS232 信号，使用了 SP3232 芯片，可以连接到电脑端，最为上位机的扩展及电压电流数据传输保存到电脑端使用。

(9) 用户指示及操作电路



如上图，用户指示的有蜂鸣器及 2 个 LED 灯，指示系统的运行情况。配置系统参数时，使用轻触按键继续调整。

(10) 315MHz 无线模块扩展



系统预留了 315MHz 模块的接口，接上模块后，可是有遥控器来开启外接设备，做到真正的无需人手干预，真正的全智能化。

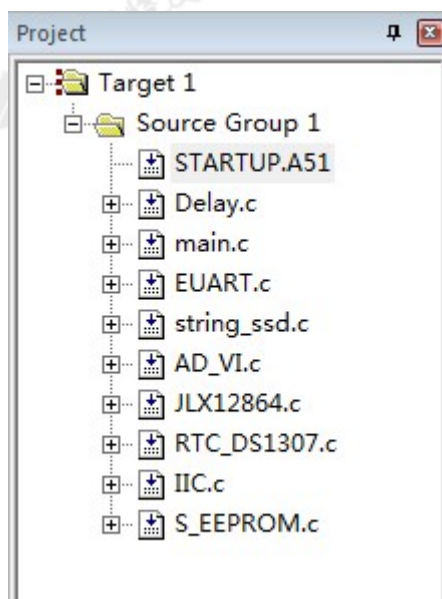
5. 软件设计原理

(1) 软件执行的任务

软件的设计主要需要做如下工作：

- (1) 实时显示最新的数据到 LCD 上，500mA 刷新一次数据；
- (2) 控制电压输出的开关；
- (3) 采集电压、电流值，计算出功率，平均电压、平均电流值；
- (4) 实时查询过压、过流动作，一旦有过流过压现象，则立马断开供电；
- (5) 实时查询定时开启、关闭的时间，到达设置的时间，执行相应的开启或者关闭动作；
- (6) 500mA 读取一次时钟数据，显示在 LCD 上；
- (7) 查询按键动作，以配置设置的参数；
- (8) 串口数据输出，以提供调试、上发给上位机的功能。
- (9) 记录配置信息(过压、过流值设定，定时时间设定，告警信息保存等)。

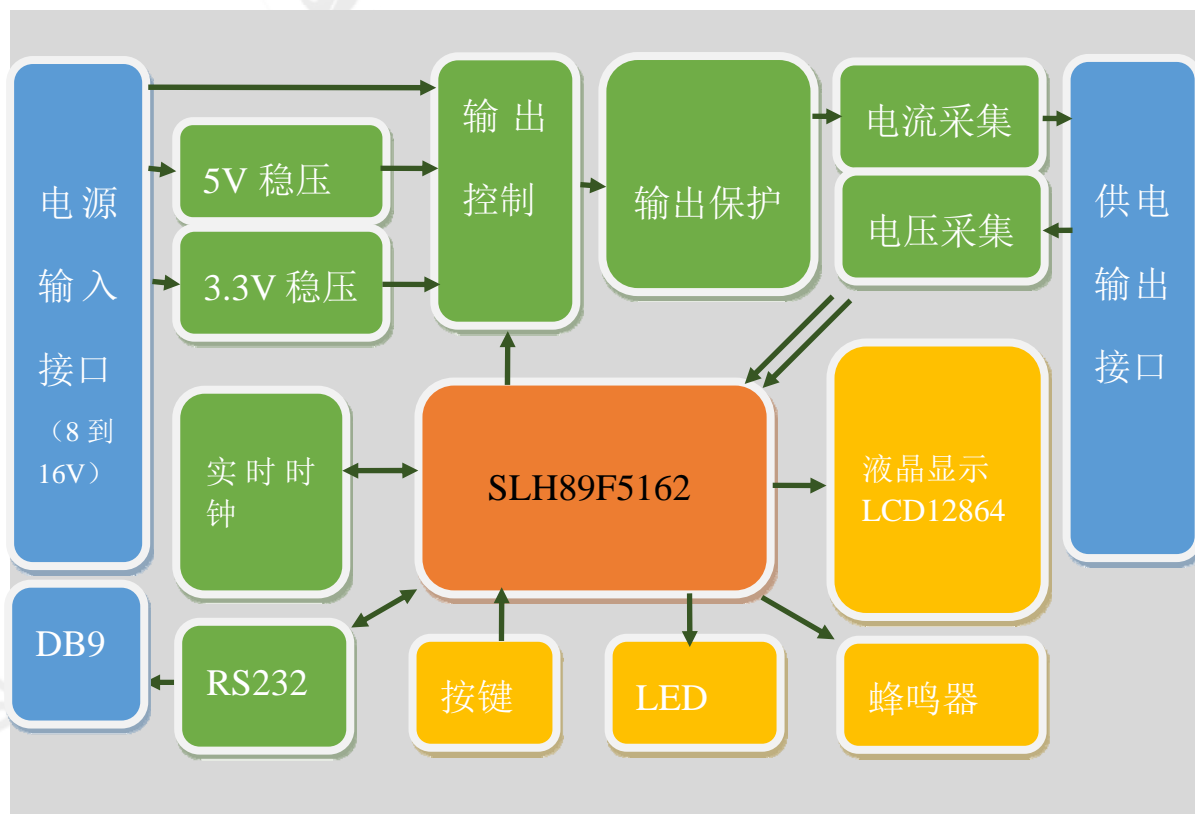
(2) 代码框架



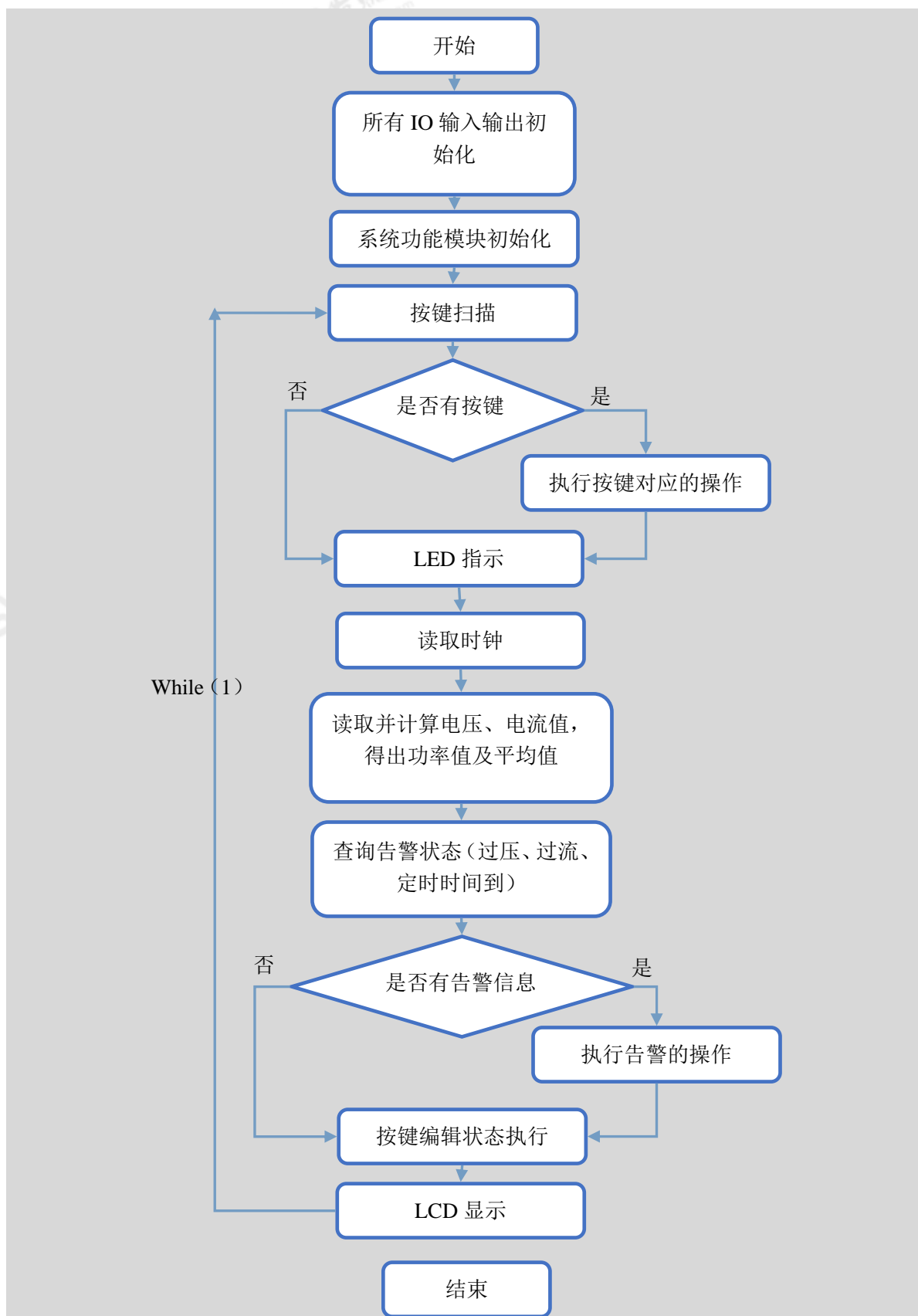
软件采用的是分文件、分功能的方式进行编写，其好处是为代码可视性、后期升级提供了极大的便利。主函数也采用简洁类型的函数调用，标记执行的方式，条理清晰醒目。

三、 项目设计框图

1. 硬件设计框图



2. 软件设计框图



四、 测试结果

1. PCB 板图

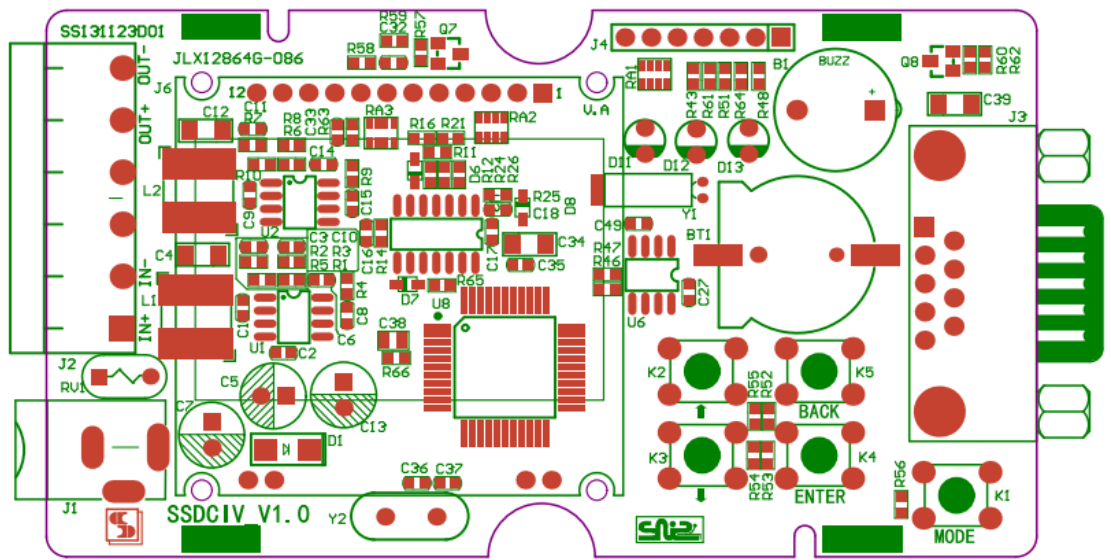


图 1. 顶层元件及外框图（板子的长宽：9.7x5.4cm）

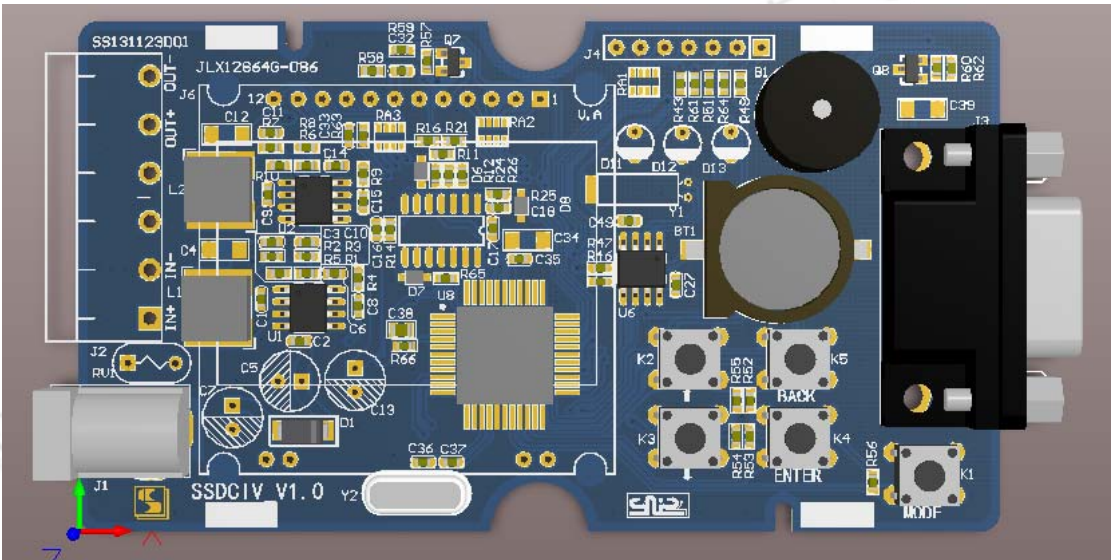


图 2. 正面 3D 效果图

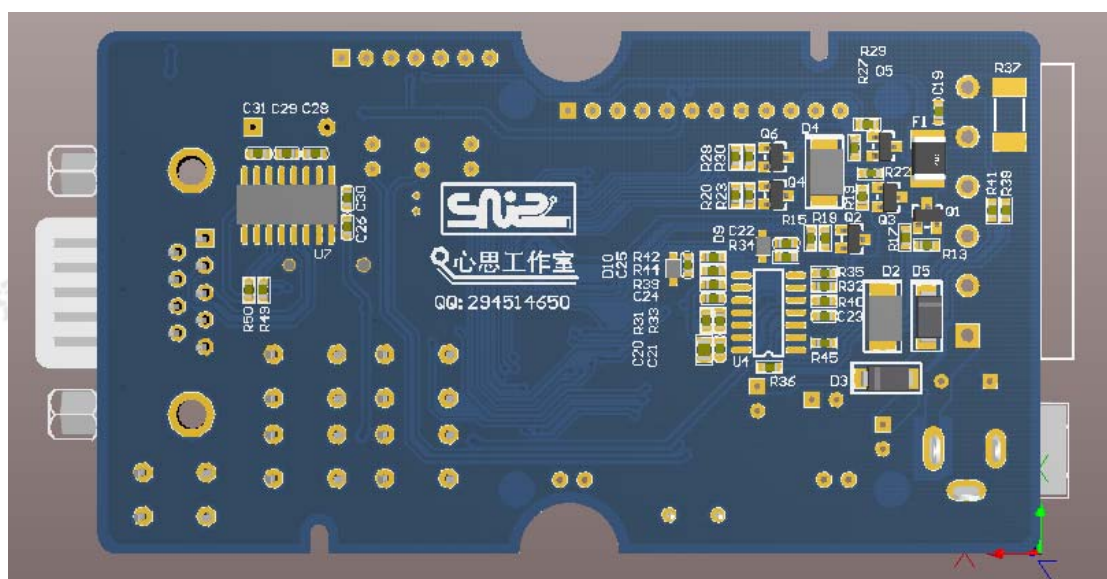


图 3. 背面 3D 效果

2. 实物图

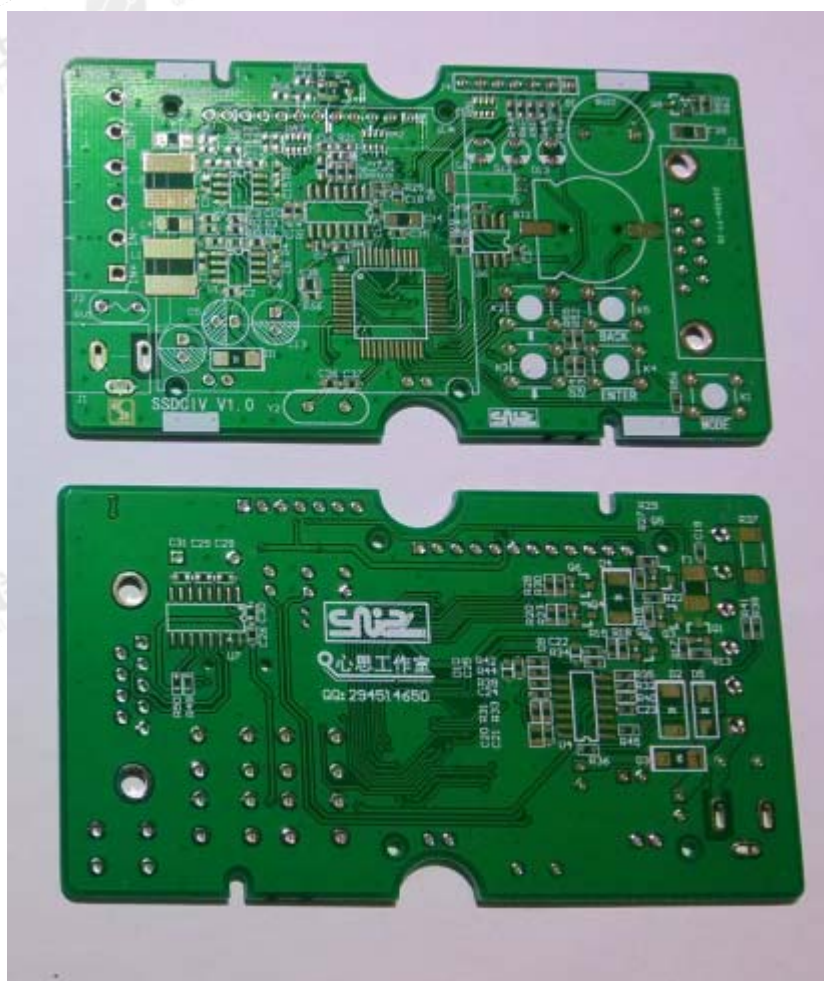


图 4. PCB 板正反面



图 5. 液晶未接上之前



图 6. 液晶接上之后

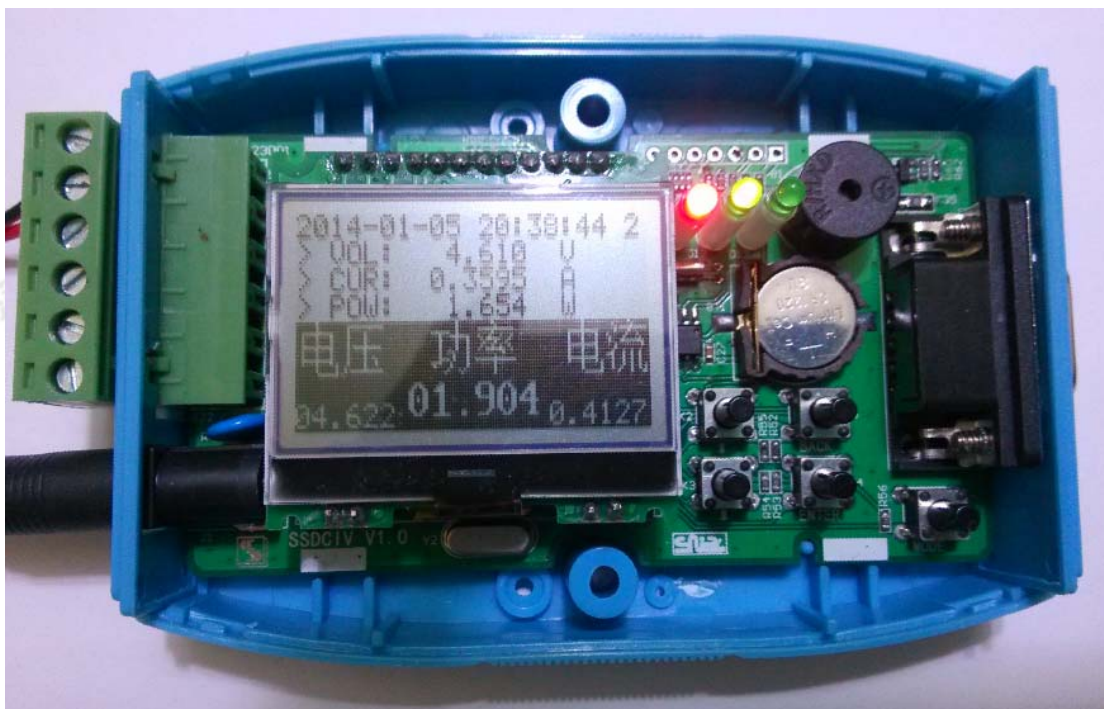


图 7. 开机之后

3. 液晶示效果图

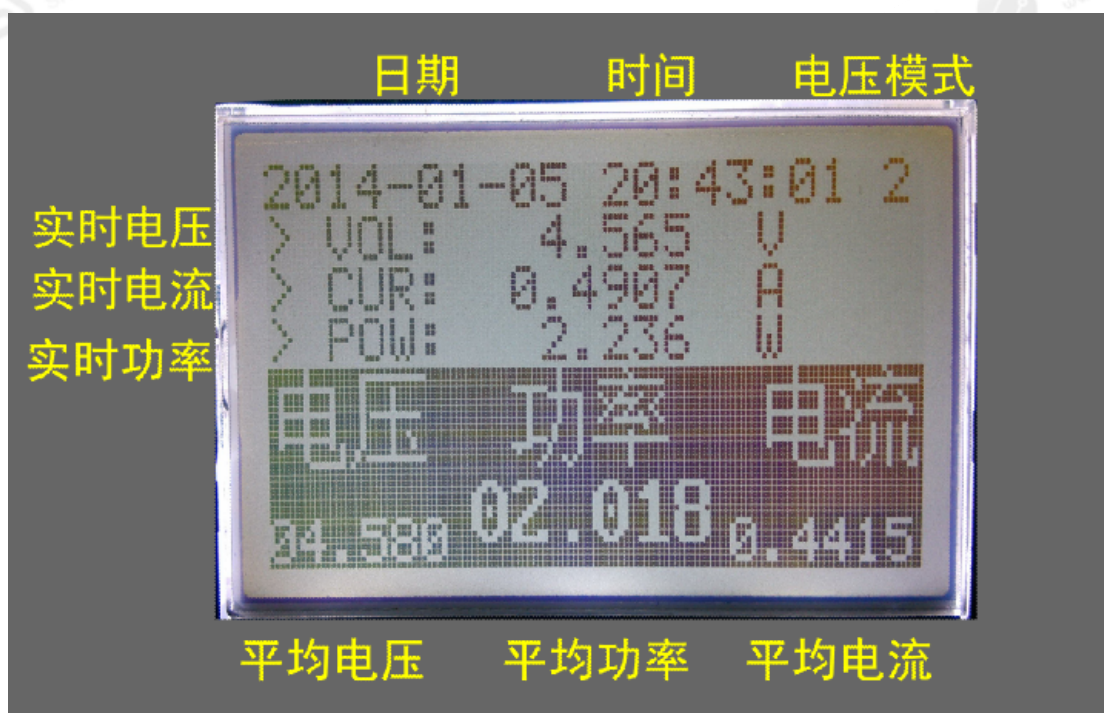


图 8. 液晶主页的示意图

说明：如上图，主页面显示的数据为外接设备的用电情况，0.5 秒更新一次，实时显示各项参数。电压的单位是 V，最小可显示到 1mV；电流的单位是 A，最小可显示到 0.1mA；功率的单位是 W，最小可显示到 1mW。

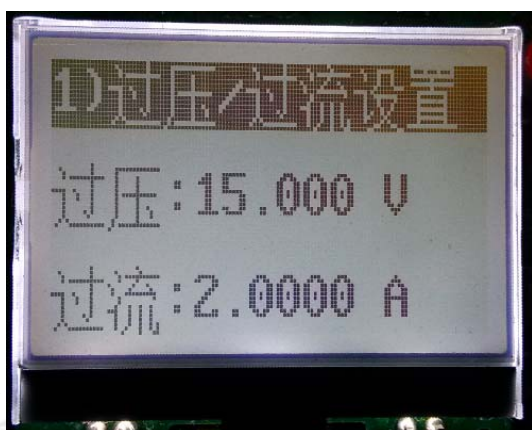


图 9. 开机界面

过压过流设置界面



图 10. 定时开关设置界面

实时时钟设置界面

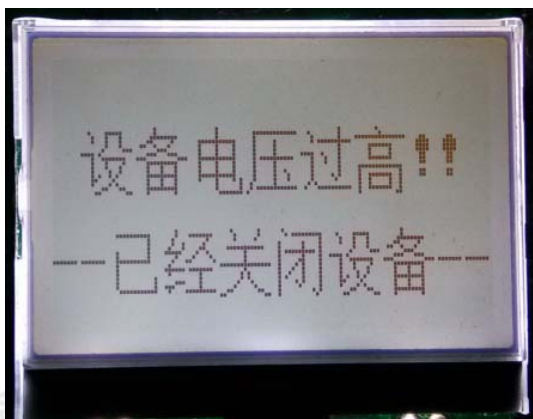
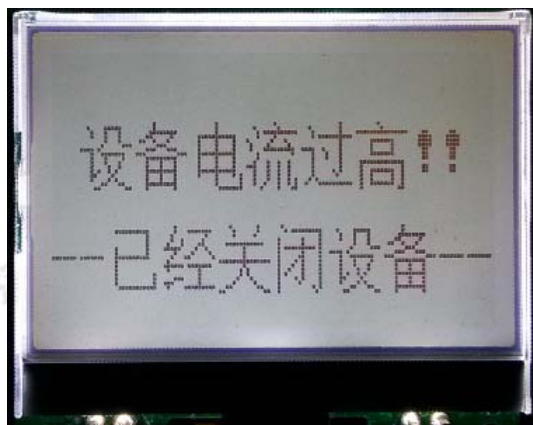


图 11. 告警界面

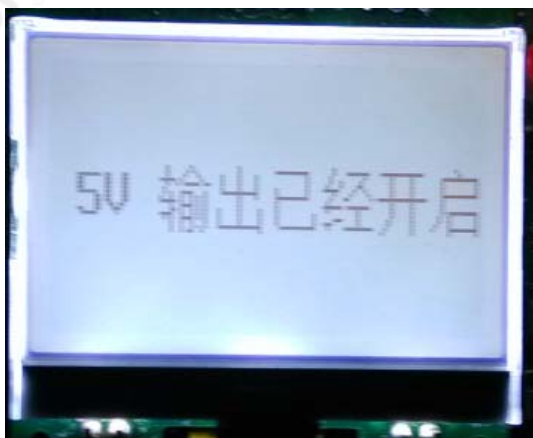
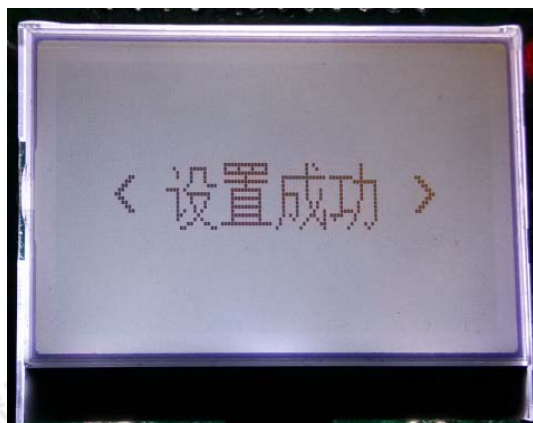


图 12. 配置提示界面

五、 演示视频地址

视频下载或观看地址: <http://pan.baidu.com/s/1c05n07A>

作者: 沈思达 ssi