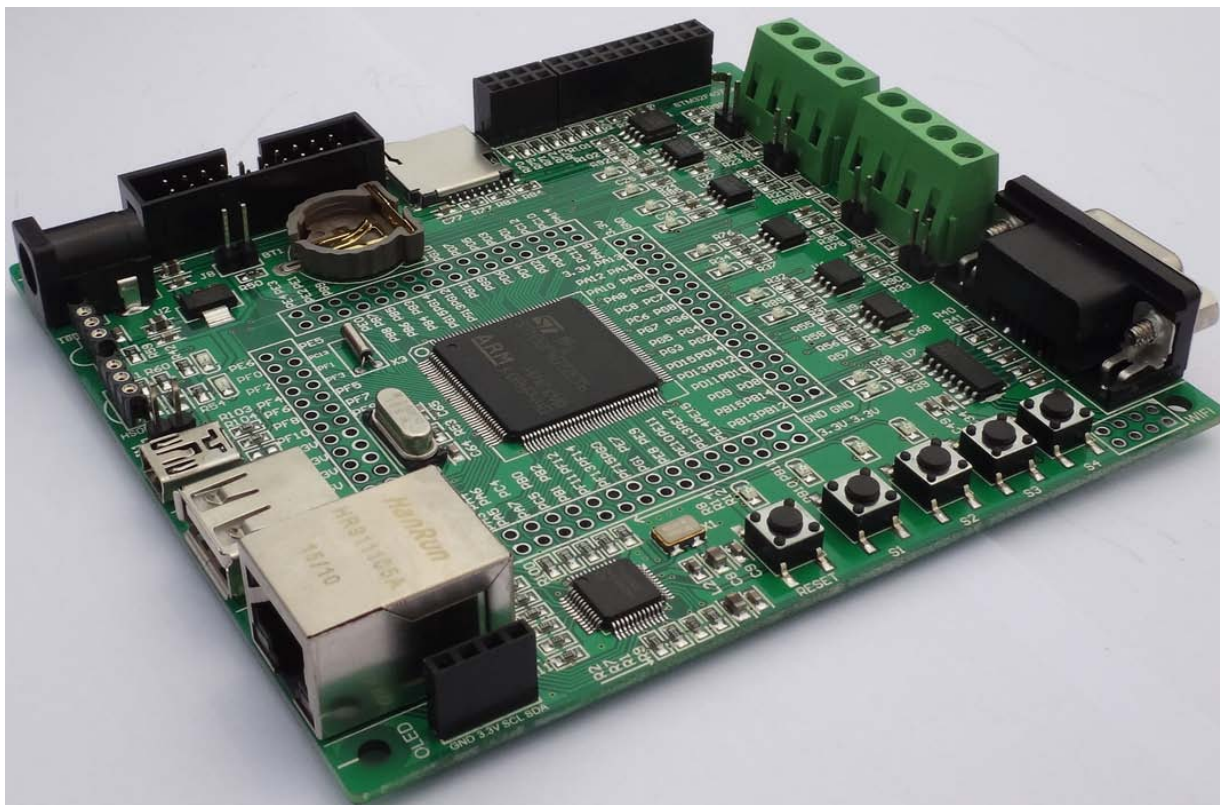


时 间：2015 年 5 月 1 日



目 录

1	本文档编写目的	1
2	实验例程操作说明	1
2.1	LED闪烁实验.....	1
2.2	KEY_LED实验	1
2.3	RS232 通讯实验	1
2.4	RS485 通讯实验	2
2.5	CAN1 通讯实验.....	3
2.6	I2C实验—读写 24c04.....	3
2.7	SPI通讯实验--读写SST25016B.....	5
2.8	CPU温度测量实验	5
2.9	CRC实验	5
2.10	DAC例程实验.....	6
2.11	DS18B20 温度测量实验.....	6
2.12	EXIT例程实验	6
2.13	RNG随机数发生器例程实验.....	7
2.14	RTC时钟例程实验	7
2.15	独立看门狗例程实验.....	7
2.16	16 通道ADC采集实验.....	8
2.17	U盘读写实验.....	9
2.18	SD卡FatFS文件系统实验.....	10
2.19	USB数据存储实验-PC机通过USB读写SD卡实验	12
2.20	TCP服务器收发数据实验.....	13
2.21	动态IP实验.....	15
2.22	HTTP网页服务器实验	16
2.23	2.4G无线模块NRF24I01 通信实验.....	18
2.24	SNTP协议实验_网络授时_RTC实验.....	18
2.25	UDP客户端发送数据实验	21
2.26	UDP服务器收发数据实验	23
2.27	TCP客户端收发数据实验.....	25
2.28	HTTP网页拍照例程	28
2.29	其他实验例程.....	29

1 本文档编写目的

本手册是针对智嵌 STM32F407 开发板增强型 V1.1 的例程而编写的，包括每个实验例程的实验原理、实验步骤、注意事项等。

2 实验例程操作说明

2.1 LED 闪烁实验

实验原理：通过控制 PE8/PE9/PE10/PE11 的电平变化实现 LED 灯的亮灭。

实验步骤：

- (1) 用 Keil uVision4 打开 LED 灯闪烁实验工程，并编译。
- (2) 给开发板上电，将生成的目标文件（HEX 文件）下载到单片机（可通过 JTAG 或串口下载）。
- (3) 按下“RESET”键，则可以看到 4 个 LED 灯闪烁。
- (4) SysTick 例程、Timer2 例程、Timer3 例程与此相似。

2.2 KEY_LED 实验

实验原理：单片机先读取按键的状态，然后根据读到的状态控制相应的 LED 灯（4 个按键和 4 个 LED 一一对应）。

实验步骤：

- (1) 用 Keil uVision4 打开 KEY_LED 实验工程，并编译。
- (2) 给开发板上电，将生成的目标文件（HEX 文件）下载到单片机（可通过 JTAG 或串口下载）。
- (3) 按下“RESET”键，单片机复位后，再按下 4 个用户按键其中之一，则会看到相应的 LED 亮，松开后 LED 熄灭。

2.3 RS232 通讯实验

实验原理：PC 机通过“sscomv20(串口调试程序)”软件向开发板发送数据，开发板接收到一帧数据后（一帧数据以‘?’作为结尾），将该帧数据原样返回。

实验步骤(也适用于 DMA 方式)：

- (1) 用串口线（usb 转串口线）将开发板和电脑相连接。打开电脑的设备管理器，查看使用的端口号。
- (2) 打开“sscomv20(串口调试程序)”软件。
- (3) 将端口号设置为第（1）步查到的端口号，波特率：115200，数据位：8，校验位：Even,偶校验。停止位：1。如图 1 所示：

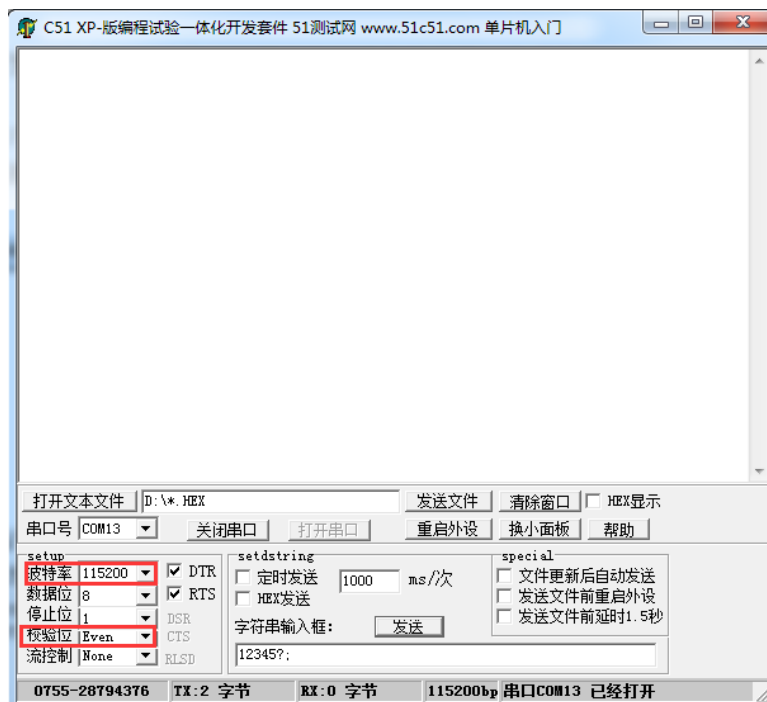


图 1 串口设置

(4) 打开 RS232 通讯实验工程，编译，运行；并将生成的目标文件（HEX 文件）下载到单片机。复位单片机，在串口调试软件的字符串输入框中输入：12345?;（注意?;是英文格式的）。点击发送，则会看到开发板发来的数据，如图 2 所示：



图 2 实验结果

2.4 RS485 通讯实验

实验原理：PC 机通过“sscomv20(串口调试程序)”软件向开发板发送数据，开发板接收到一帧数据后（一帧数据以'?;'作为结尾），将该帧数据原样返回。

实验步骤

- (1) 用 RS485/RS232 转换器将开发板和电脑相连接。打开电脑的设备管理器，查看使用的端口号。
- (2) 打开“sscomv20(串口调试程序)”，设置如图 1 所示。
- (3) 用 JLINK 将开发板和电脑连接，打开 RS485 通讯实验工程，编译，运行。
- (4) 在字符串输入框中输入：12345?; 点击发送，则会看到开发板发送来的数据，如图 2 所示。

2.5 CAN1 通讯实验

实验原理：CAN1 波特率为 250KBPS，扩展帧格式。用 usb 转 can 设备向板子发数据，则板子收到后将数据原样返回。

实验步骤：

- (1) 用 USB/CAN 转换器（本实例为 USB_CAN TOOL）将开发板和电脑连接。
- (2) 打开 USB_CAN TOOL 软件，设置如图 3 所示：



图 3 CAN 软件设置

(3) 将 can1 通讯工程打开，连接 jlink，并下载运行，点击图 3 中的“发送消息”则可以看到板子发来的数据，如图 4 所示。

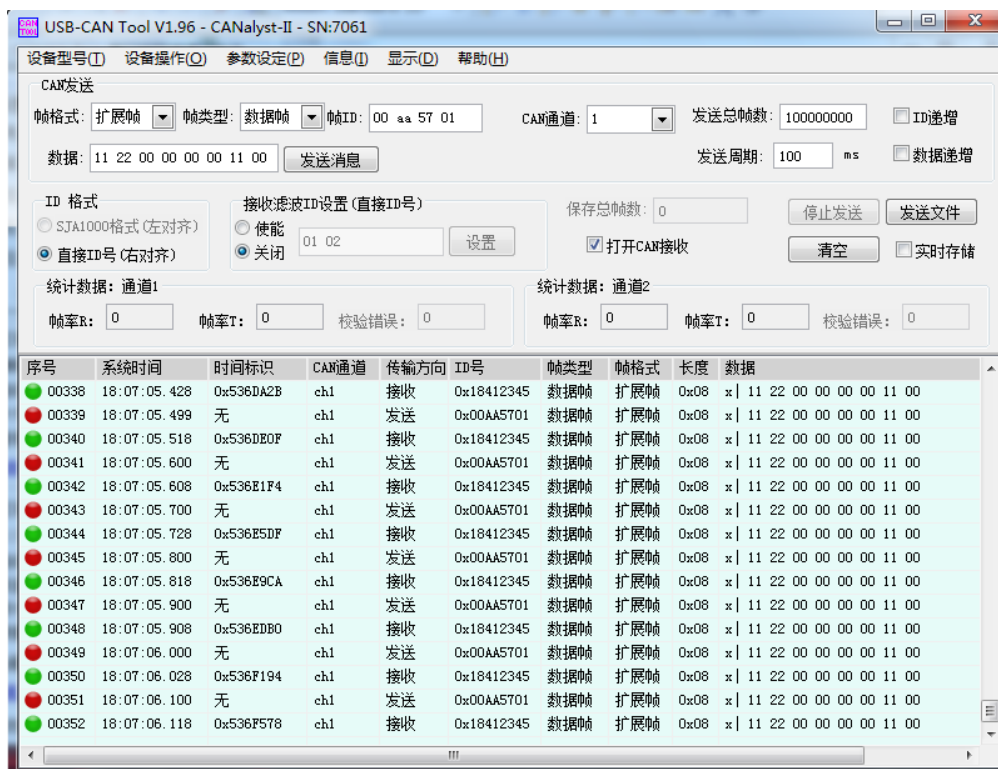


图 4 实验结果

CAN2 通讯实验和 CAN1 类似。

2.6 I2C 实验—读写 24c04

实验原理：首先通过 I2C 向 24c02 存储单元中写入 0x00~0xff，然后再读取相应的存储单元，并将读取的结果通过串口发送出去，以验证写入和读取的正确性。

实验步骤

- (1) 用串口线（usb 转串口线）将开发板和电脑相连接。打开电脑的设备管理器，查看使用的端口

号。

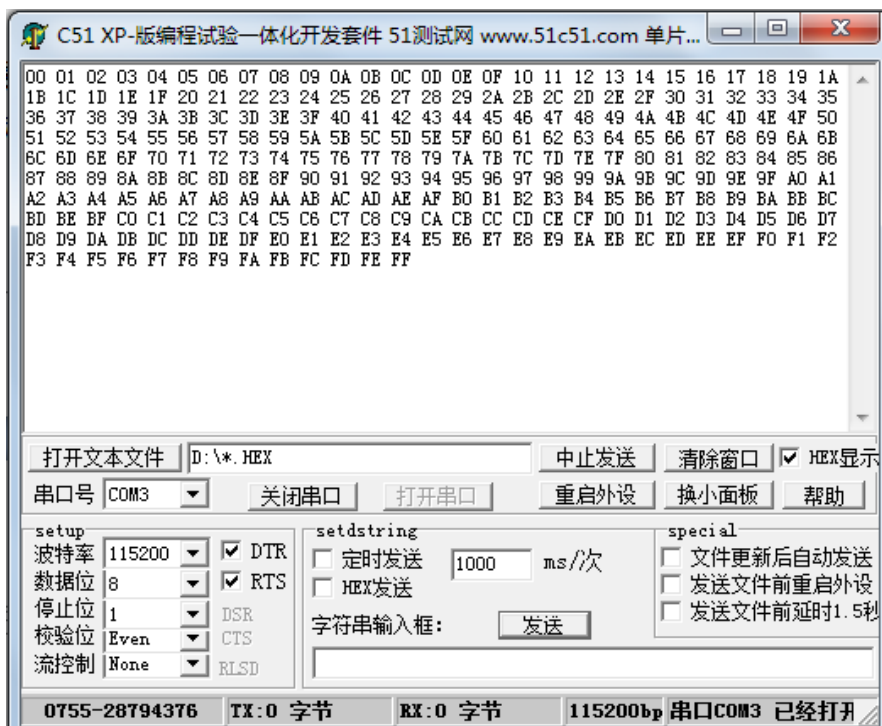
(2) 打开 sscomv20(串口调试程序” 软件

(3) 将端口号设置为第(1)步查到的端口号, 波特率: 115200, 数据位: 8, 校验位: Even, 偶校验。停止位: 1, 数据格式选择 HEX, 如图 5 所示。



图 5 串口设置

(4) 用 JLINK 将开发板和电脑连接, 打开 I2C 实验-读写 24C02 工程, 编译, 运行, 此时可以看到串口软件接收到了开发板发来的数据, 实验结果如图 6 所示。



2.7 SPI 通讯实验--读写 SST25016B

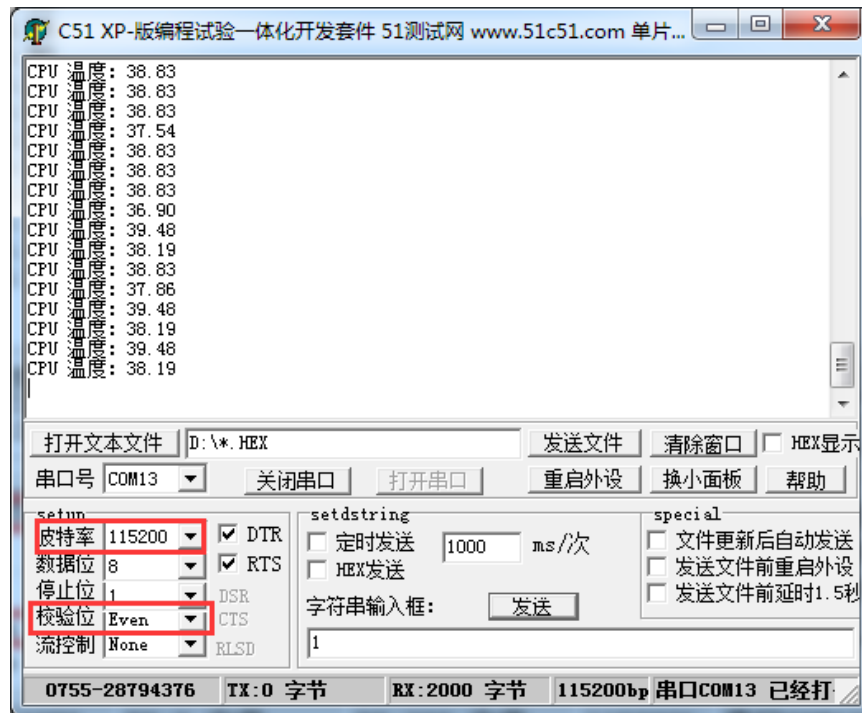
实验原理、实验步骤以及实验结果和 2.6 节类似。

2.8 CPU 温度测量实验

实验步骤：

(1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。用串口线将开发板和电脑连接。

(2) 打开 CPU 温度测量例程，并下载到开发板，复位运行程序，此时可以看到串口输出了相关信息，如下图所示：

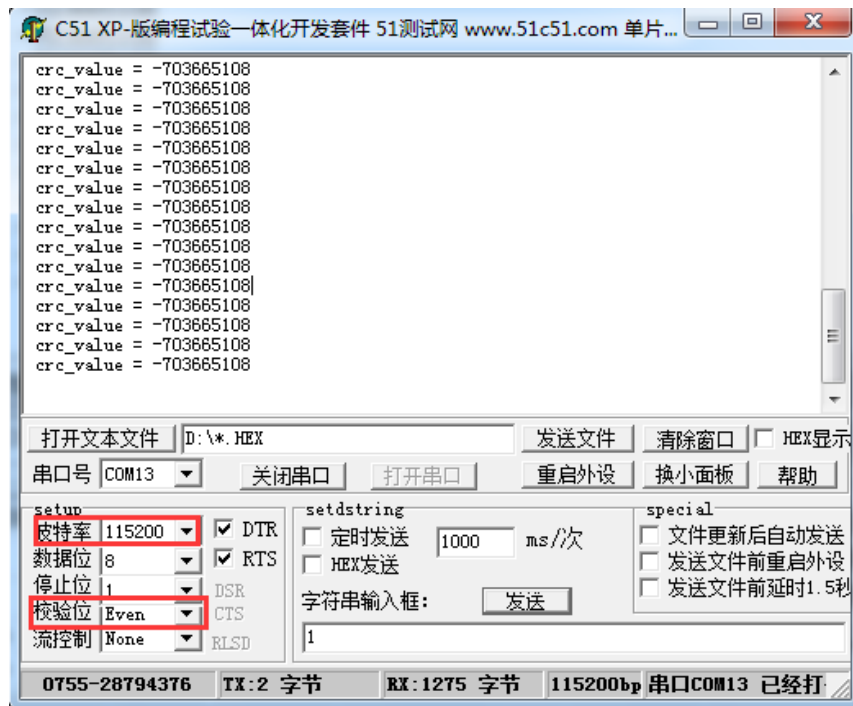


2.9 CRC 实验

实验步骤：

(1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。用串口线将开发板和电脑连接。

(2) 打开 CRC 例程，并下载到开发板，复位运行程序，按下 S1~S4 任意一个按键，可以看到串口输出计算的 CRC 结果：



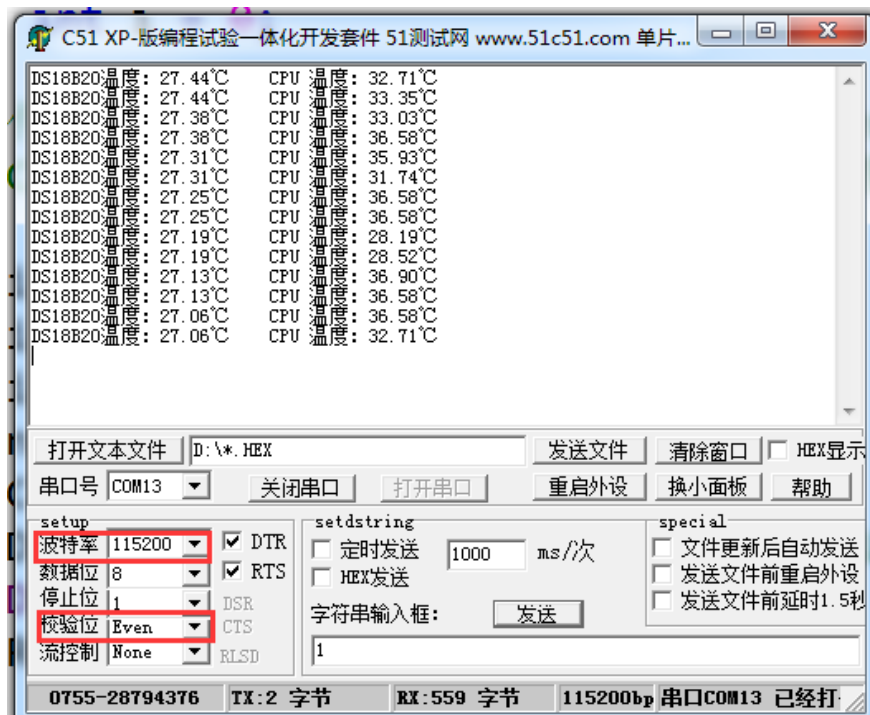
2.10 DAC 例程实验

该实验比较简单，可以通过观察 D8 和 D9 指示灯的亮度变化。

2.11 DS18B20 温度测量实验

实验步骤：

- (1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。用串口线将开发板和电脑连接。
- (2) 打开 DS18B20 温度测量例程，并下载到开发板，复位运行程序，结果如下：



2.12 EXIT 例程实验

运行结果和“KEY_LED 实验”一样。

2.13 RNG 随机数发生器例程实验

- (1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。用串口线将开发板和电脑连接。
- (2) 打开 RNG 随机数发生器例程，并下载到开发板，复位运行程序，按下 S1~S4 任意一个按键，可以看到串口输出随机数结果：



2.14 RTC 时钟例程实验

- (1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。用串口线将开发板和电脑连接。
- (2) 打开 RTC 时钟例程，并下载到开发板，复位运行程序，可以看到串口输出结果：

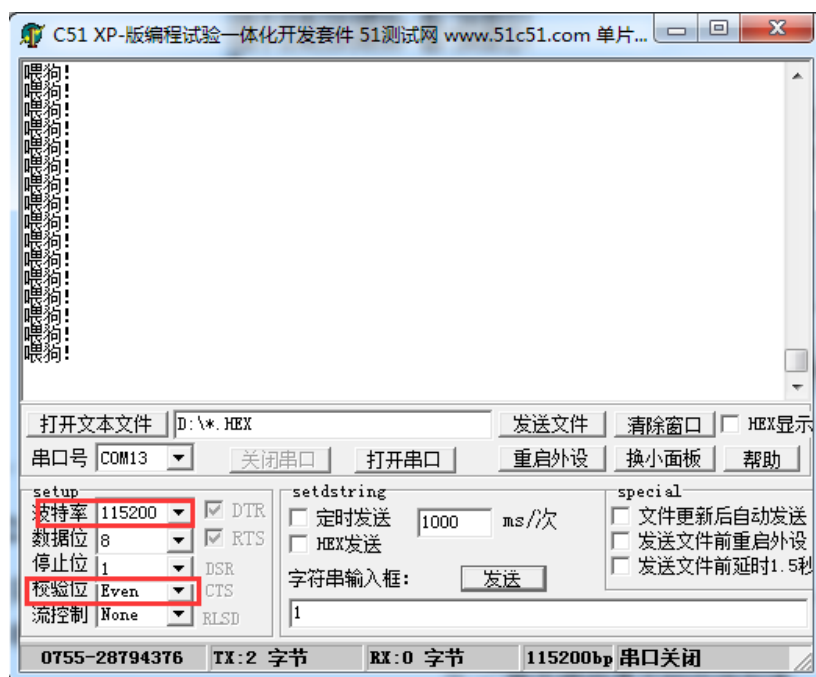


2.15 独立看门狗例程实验

- (1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。用串口线将开发板和电脑连接。
- (2) 打开独立看门狗例程，并下载到开发板，复位运行程序，按下 S1~S4 任意按键喂狗，如果不按下，看门狗计数溢出导致系统复位，如下：



不按按钮看门狗复位



按下按钮喂狗

2.16 16 通道 ADC 采集实验

因为该配置是采集 16 通道的,但是板子上有些 adc 管脚和其他功能复用(接了其他器件)所以在使用过程中需要注意。

实验原理:开发板使用 ADC1 以 DMA 方式采集 16 通道,然后通过串口输出。

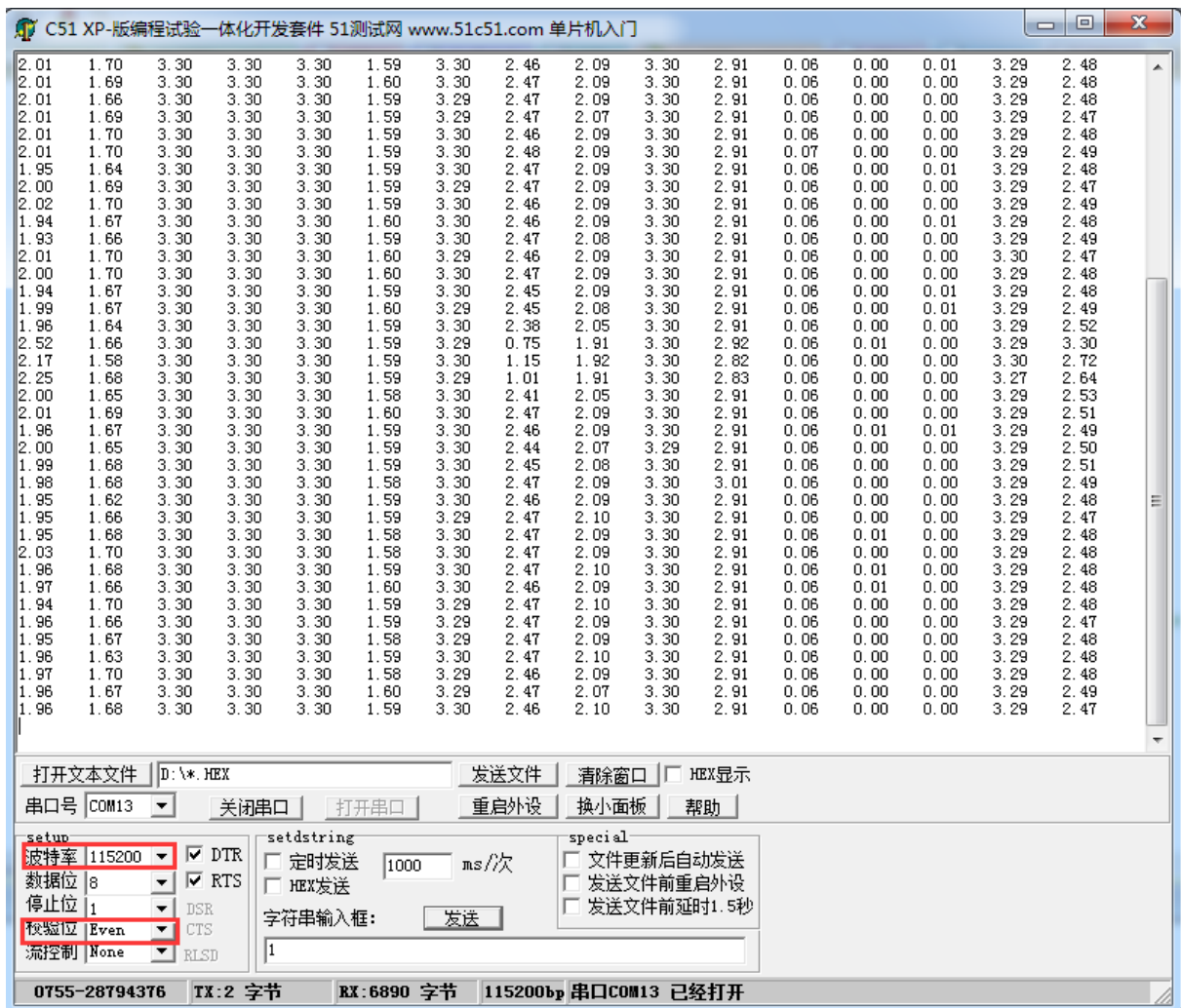
ADC 对应管脚:

ADC_Channel_0	PA0
ADC_Channel_1	PA1
ADC_Channel_2	PA2
ADC_Channel_3	PA3
ADC_Channel_4	PA4

ADC_Channel_5	PA5
ADC_Channel_6	PA6
ADC_Channel_7	PA7
ADC_Channel_8	PB0
ADC_Channel_9	PB1
ADC_Channel_10	PC0
ADC_Channel_11	PC1
ADC_Channel_12	PC2
ADC_Channel_13	PC3
ADC_Channel_14	PC4
ADC_Channel_15	PC5

实验步骤：

- (1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。用串口线将开发板和电脑连接。
- (2) 将该例程下载到开发板，复位运行，则可以看到串口调试软件有如下显示：



16 通道 ADC 采集实验结果

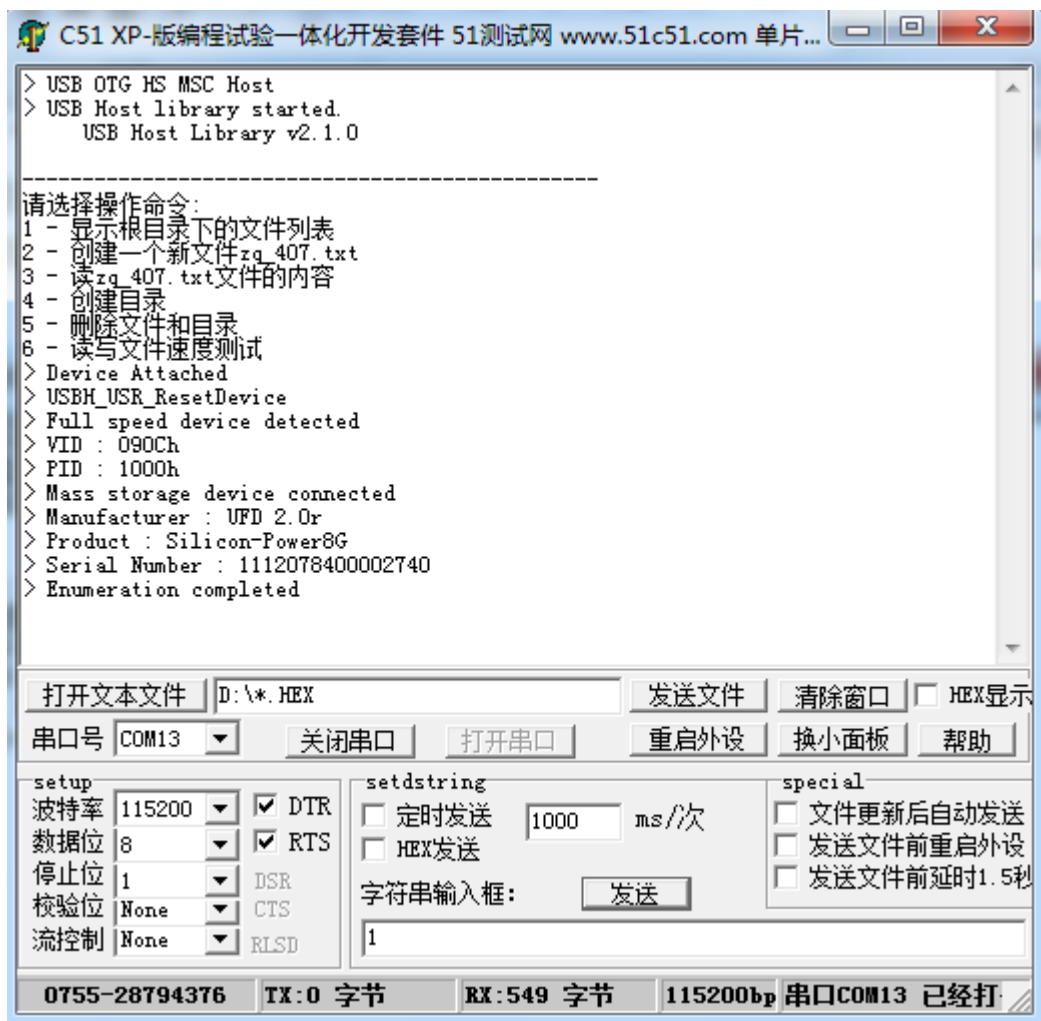
2.17 U 盘读写实验

实验原理：先检查 u 盘是否插上，若插上则读取 u 盘的信息，并通过串口将该信息发送到电脑上，串口通过发送命令可以进行如下操作：

```
1 - 显示根目录下的文件列表
2 - 创建一个新文件zq_407.txt
3 - 读zq_407.txt文件的内容
4 - 创建目录
5 - 删除文件和目录
6 - 读与文件速度测试
```

实验步骤:

- (2) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。将 u 盘插到开发板的 CN4 上。用串口线将开发板和电脑连接。
- (3) 打开 u 盘读写实验例程，并下载到开发板，复位运行程序，此时可以看到串口输出了相关信息，如图所示：



实验结果

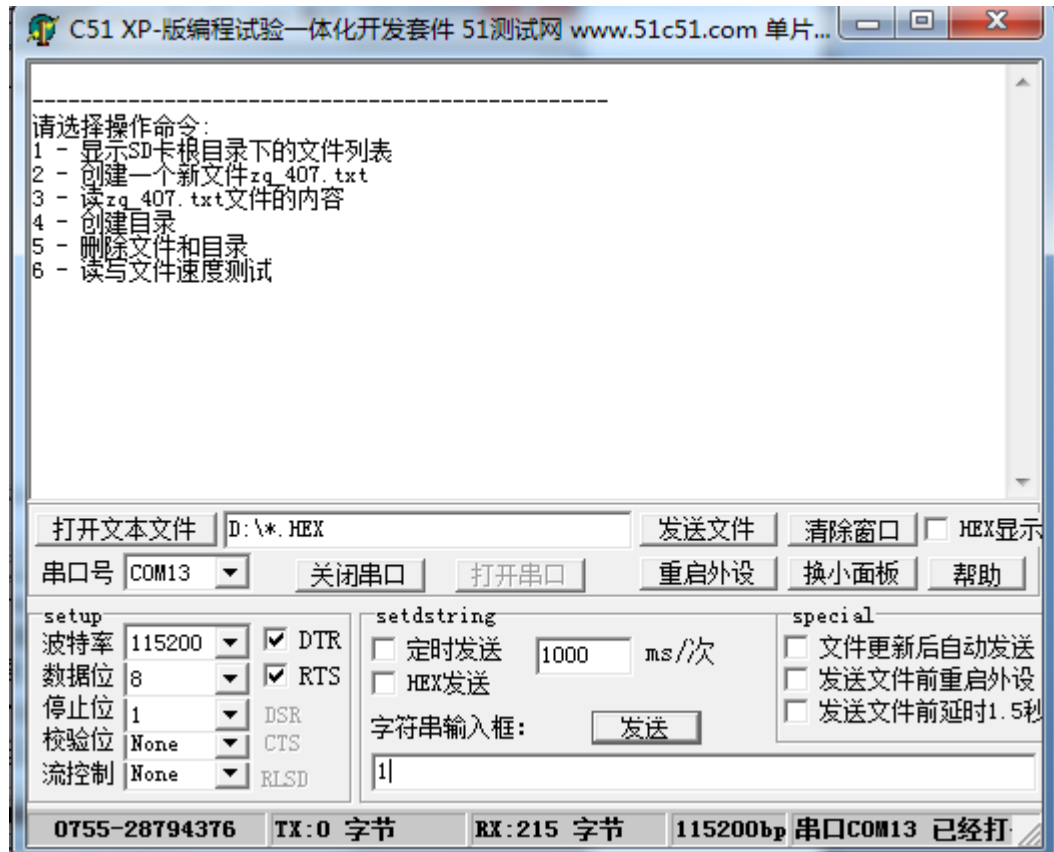
2.18 SD 卡 FatFS 文件系统实验

实验原理：根据串口打印提示命令进行操作。

实验步骤

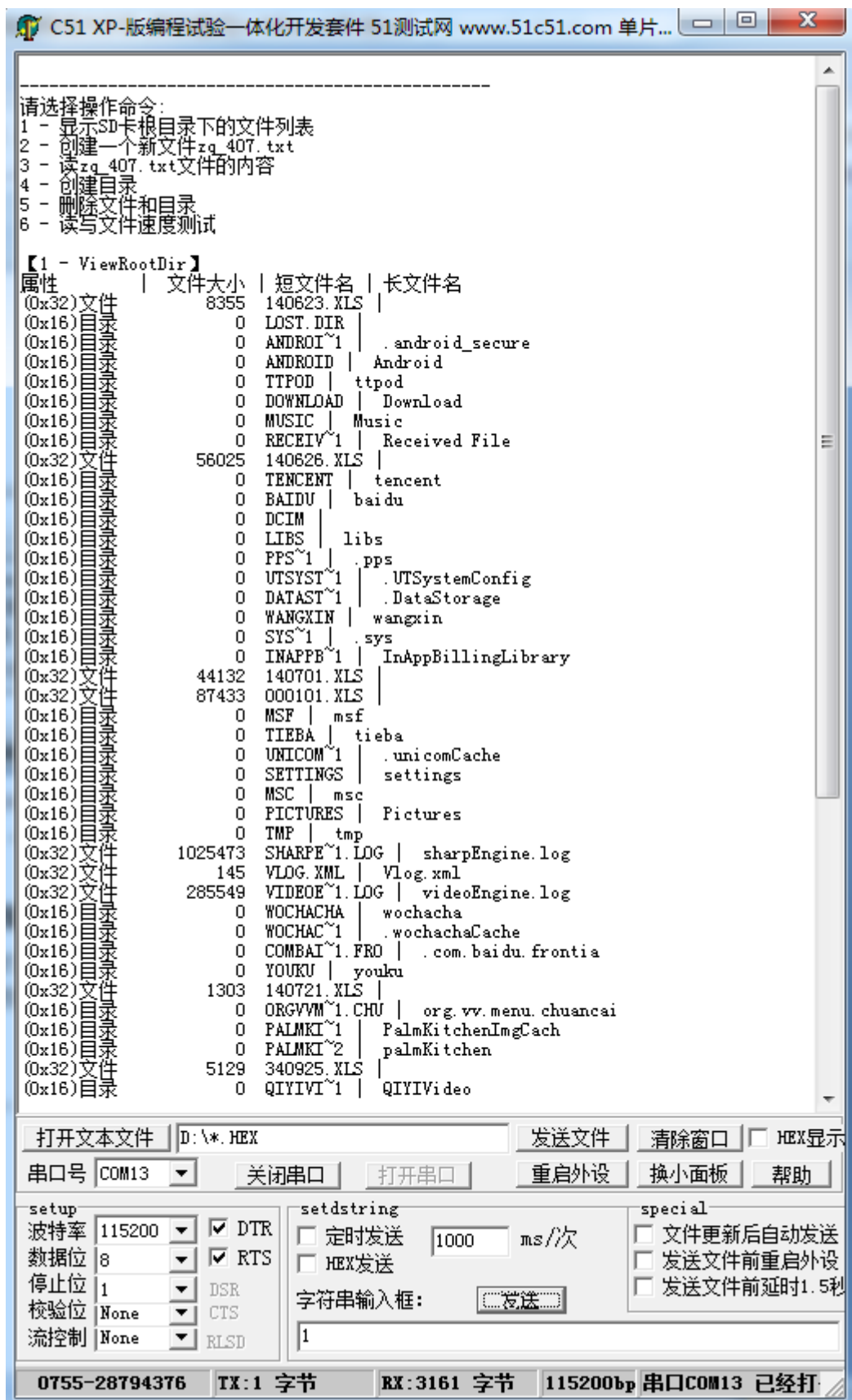
(1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。将 SD 卡插到开发板上。用串口线将开发板和电脑连接。

(2) 打开 SD 卡 FatFS 文件系统实验，并下载到开发板，复位运行程序，此时可以看到串口输出了相关信息，如图所示。



实验结果

- (4) 向开发板发送字符“1”，则显示 SD 卡根目录如下：



SD 卡根目录

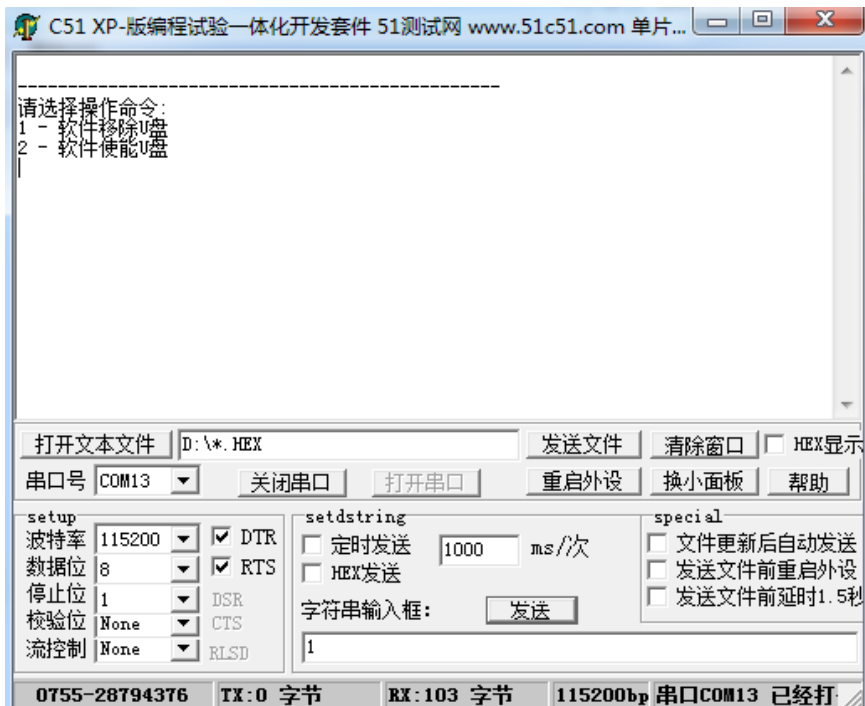
2.19 USB 数据存储实验-PC 机通过 USB 读写 SD 卡实验

实验原理：通过 usb 读写 SD 卡（模拟 U 盘）。

实验步骤:

(1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。将 SD 卡插到开发板上。用串口线将开发板和电脑连接。

(2) 打开 USB 数据存储实验-PC 机通过 USB 读写 SD 卡实验，并下载到开发板，复位运行程序，此时可以看到串口输出了相关信息，如下图所示。



(5) 向开发板发送字符“2”使能 U 盘，此时电脑会提示安装驱动，稍等片刻，电脑会识别出一个可移动磁盘：



此时就可以存取文件了。

2.20 TCP 服务器收发数据实验

实验原理：开发板做为 TCP 服务器，PC 机（软件）作为 TCP 客户端。首先 PC 机软件向开发板发起连接，若连接成功，PC 机软件向开发板发送数据，开发板接收到后将数据原样返回。

实验步骤:

(1) 将电脑 IP 设置如图 7 所示。

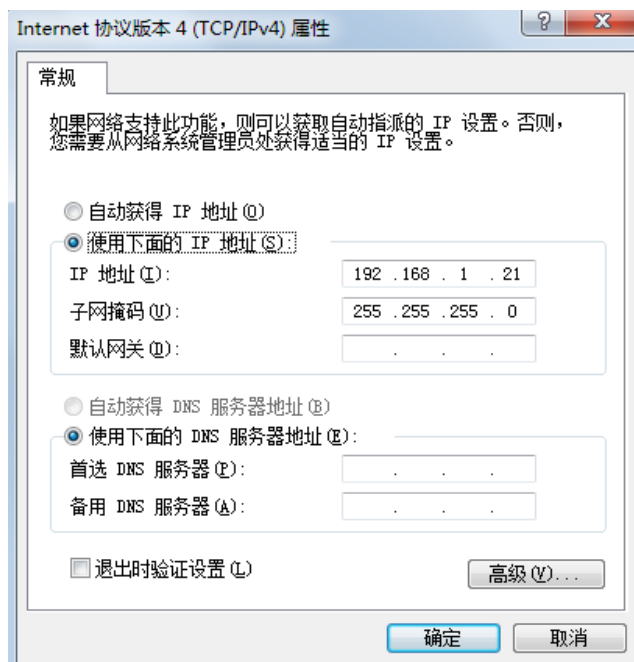


图 7 电脑 IP 设置

(2) 打开“TCP_tester 分析”软件，默认设置如图 8 所示。

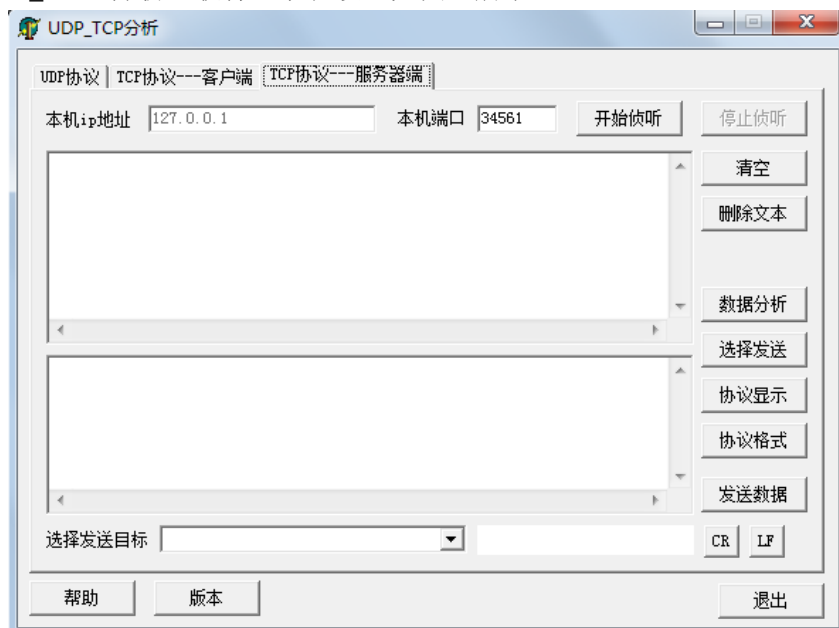


图 8 TCP_tester 软件设置

(3) 用交叉网线将开发板和电脑连接，用 jlink 将开发板和电脑连接。

(4) 打开 TCP_IP 收发数据实验工程，编译下载，运行。

(5) 在图 8 中点击“TCP 协议---客户端”，并将 ip 和端口设置如图 9 所示(因为开发板的 IP 为 192.168.1.252，TCP 端口为 1030)。

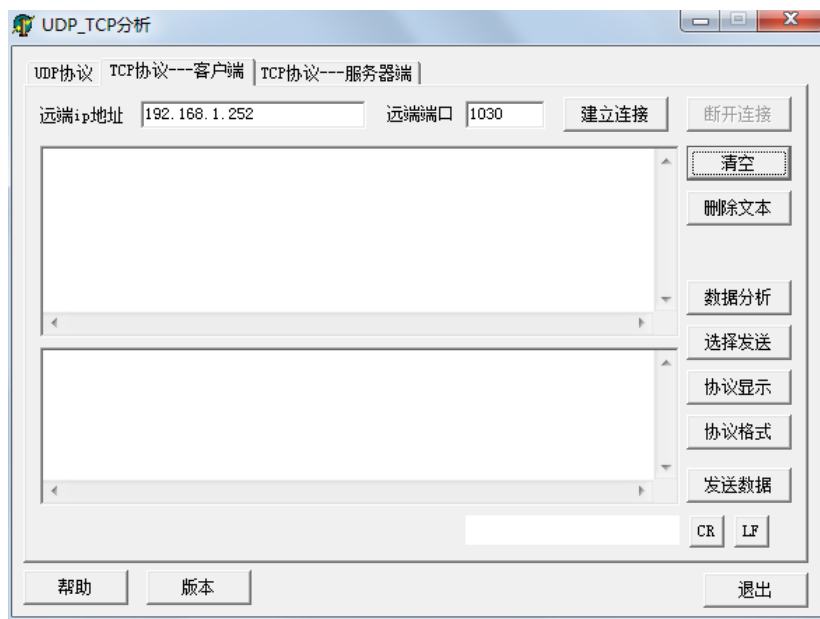


图 9 TCP_tester 软件设置

(6) 点击图 9 中的“建立连接”，若连接成功后，在发送显示区输入任意数据，点击“发送数据”，则可以看到接收区有开发板发来的原样数据。如图 10 所示。

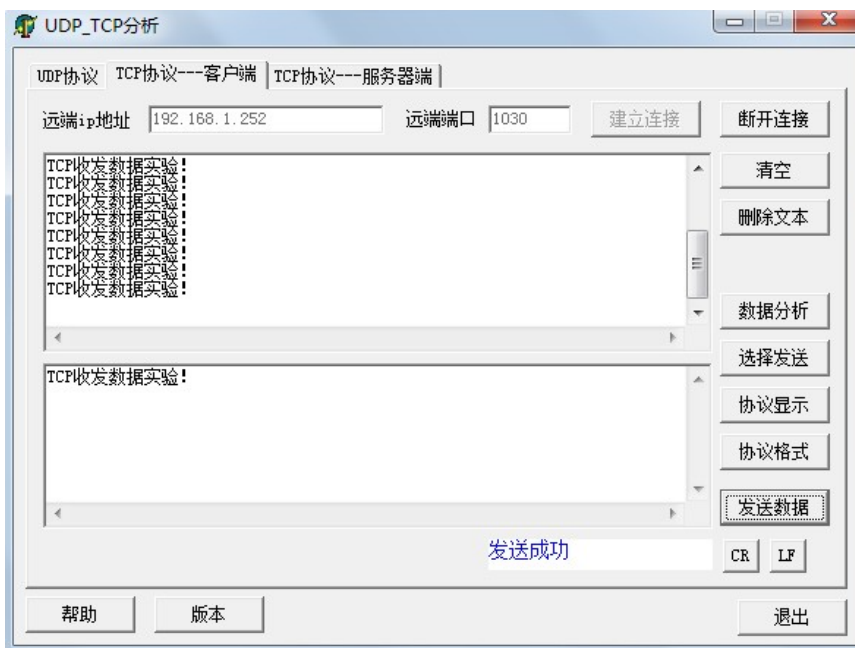


图 10 实验结果

2.21 动态 IP 实验

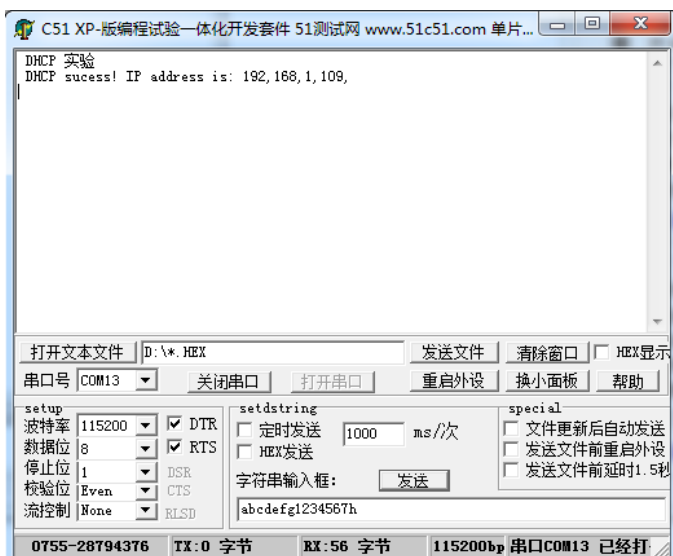
实验原理：开发板通与交换机或路由器连接，接收交换机或路由器分配的动态 IP 地址作为自己的 IP 地址。通过串口可以看到 IP 分配是否成功。

实验步骤：

- (1) 用直通网线将开发板和交换机或路由器连接。
- (2) 打开“sscomv20(串口调试程序)”，波特率：115200，数据位：8，校验位：Even,偶校验。停止位：1。如图 1 所示。
- (3) 用 JLINK 将开发板和电脑连接，接上网线，打开动态 IP 实验工程，编译下载，运行。

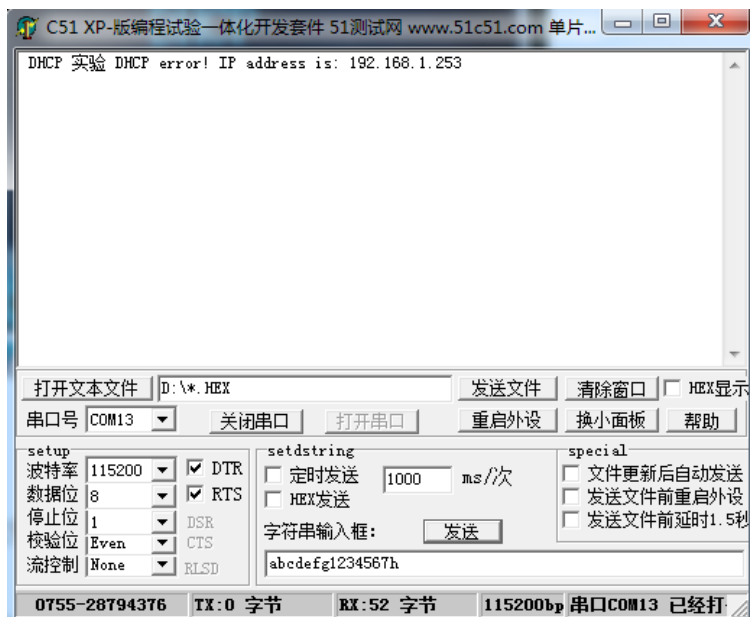
结果获取 IP 成功则如下显示：

OLED 显示



串口软件输出显示

结果获取 IP 失败，板子默认 IP 为 (192, 168, 1, 253)，运行结果如下：



串口软件输出显示

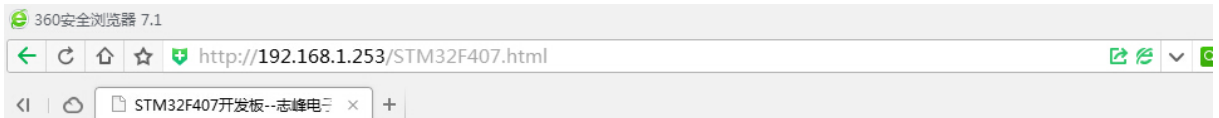
(4) 无论获取 IP 成功还是失败，都可以通过浏览器打开开发板内置的 HTTP 服务器：

- A, 如果获取 IP 成功，用获取到的 IP 输入到浏览器地址栏，即可打开内置 HTTP 服务器（可以参见“HTTP 网页服务器实验”）
- B, 如果获取 IP 不成功，板子设定 IP 为：192, 168, 1, 253

2.22 HTTP 网页服务器实验

实验步骤：

- (1) 保证电脑的 IP 在 192.168.1.x 网段内，其中 x 不能为 253（因为 253 被开发板占用）。
- (2) 用 JLINK 将开发板和电脑连接，打开 HTTP 网页服务器实验工程，编译下载，运行。
- (3) 打开浏览器，在地址栏输入：http://192.168.1.253/
- (4) 可以看到运行结果如图 12 所示：



STM32F407网络互连学习板V1.0

[主页](#)

[LED控制](#)

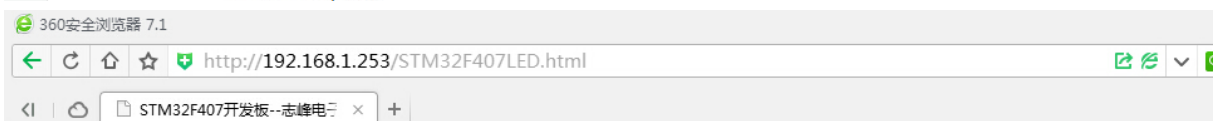
[ADC采集](#)

板载资源:

- 主控芯片:STM32F407VET6 (RAM: 192KB; 闪存: 512KB)
- 外扩EEPROM:24C02
- 外扩FLASH:SST25F08B(8Mbits)
- 通讯接口: 2路CAN, 1路RS485, 2路RS232, 1个以太网口 (10/100M)
- USB接口: USB主/从

提供例程如下(裸奔和uCOSII2.91):

- I2C通讯实验 (读写24C02)
- SPI通讯实验 (读写SST25F08B)
- CAN通讯实验:CAN1和CAN2互连通讯
- RS485通讯实验 (USART1)
- RS232通讯实验 (USART2)
- ping实验
- UDP收发数据实验
- TCP/IP实验



STM32F407网络互连学习板V1.0

[主页](#)

[LED控制](#)

[ADC采集](#)

在本页面你可以控制开发板上的4个LED灯的亮灭:

- ☐ LED1
- ☐ LED2
- ☐ LED3
- ☐ LED4

[发送命令](#)

QQ:498034132

[我的淘宝](#)

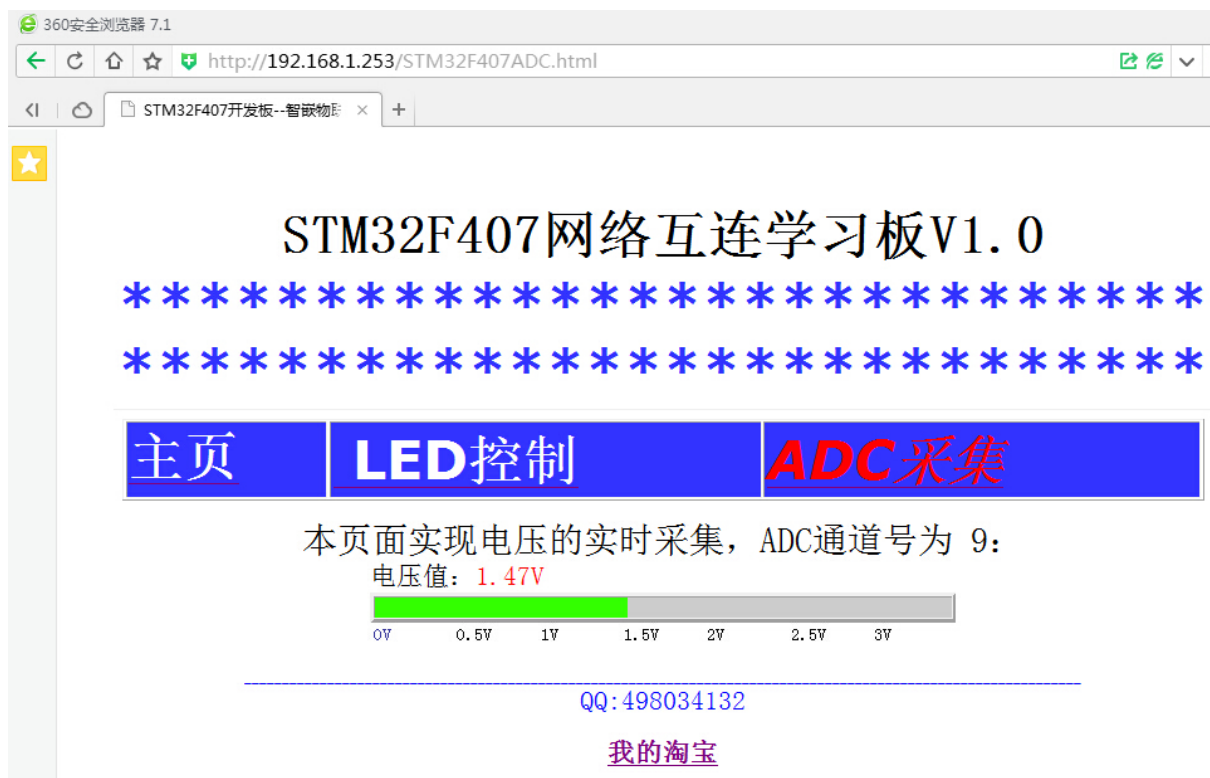


图 12 实验结果

2.2.3 2.4G 无线模块 NRF24L01 通信实验

实验原理：两个开发板通过无线模块 NRF24L01 传输数据（按键的值），并将接收到的数据（按键值）通过 LED 显示出来。NRF24L01 的工作模式设置方式是：如果有键按下则进入到发送模式，发送完毕后，立即进入到接收模式。

实验步骤：

- (1) 将无线模块 NRF24L01 插在板子上，如图 13 所示。



图 13 NRF24L01 的安装方式

打开该例程工程，编译，并下载到两个开发板中，复位运行。按下其中一个开发板的按键则另一个开发板的相应 led 灯会点亮。

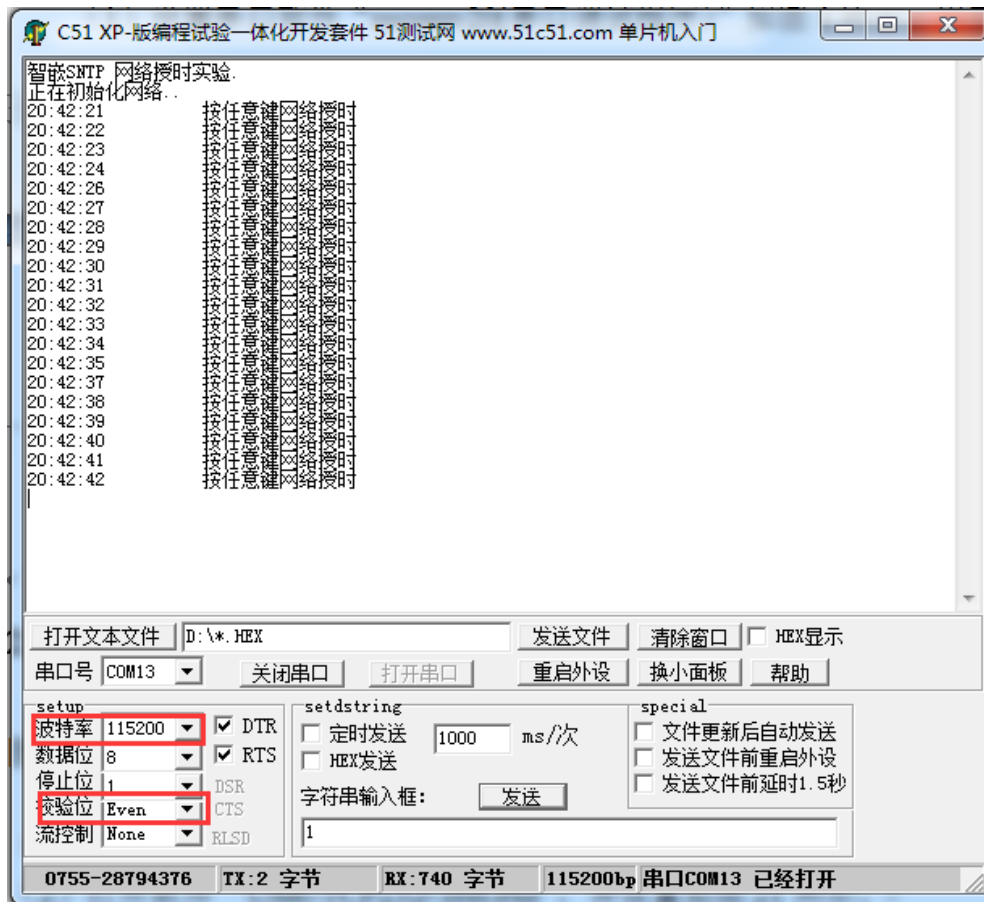
- (2) 也可以借助串口调试助手看无线模块的收发状态。

本例程的演示视频地址：http://v.youku.com/v_show/id_XNTY4MDA3MTY0.html

2.2.4 SNTP 协议实验_网络授时_RTC 实验

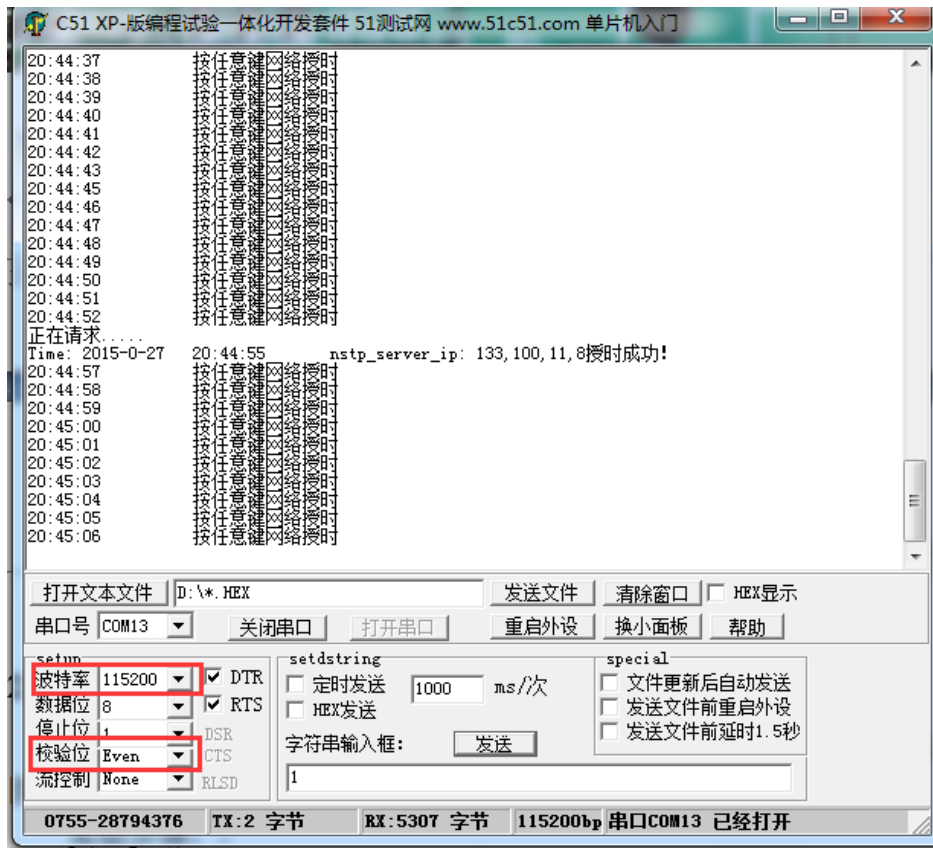
- (1) 设置串口软件“sscomv20(串口调试程序)”如图 1 所示。用串口线将开发板和电脑连接。
- (2) 打开 SNTP 协议实验_网络授时_RTC 例程，并下载到开发板，复位运行程序，串口显示如

下:



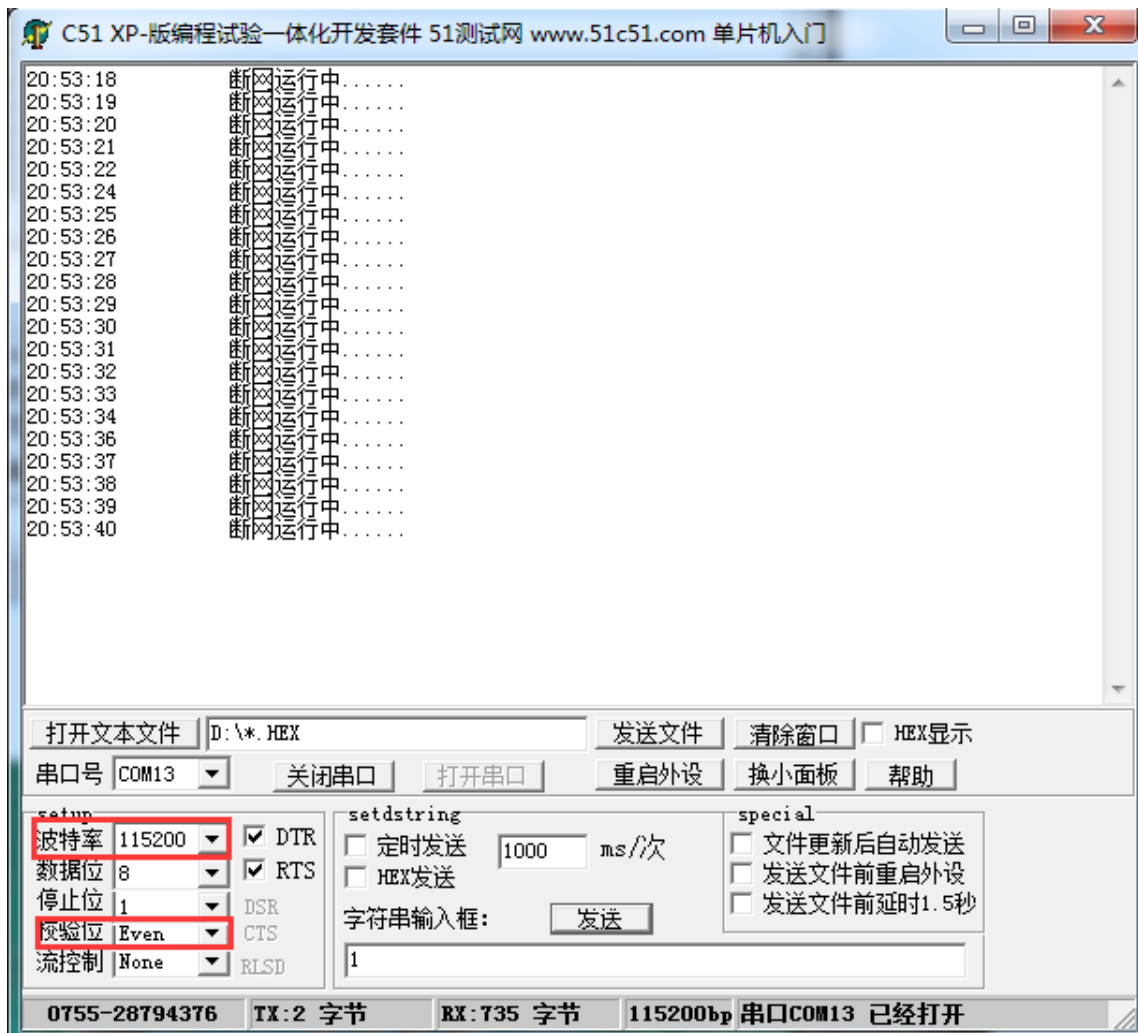
串口显示

按下 S1~S4 任意按键进行网络授时，此时串口显示如下：



串口显示

(3) 如果处于断网状态时，显示如下：



串口显示

2.25 UDP 客户端发送数据实验

实验原理：开发板工作在 UDP 客户端模式，以固定的 IP（192.168.1.252）和端口号（1031）向固定的 IP（192.168.1.21）和端口号（1032）发送数据。

实验步骤：

- (1) 将电脑 IP 设置如图 7 所示。
- (2) 打开软件“USR-TCP232-Test.exe”，并设置如图 21 所示。

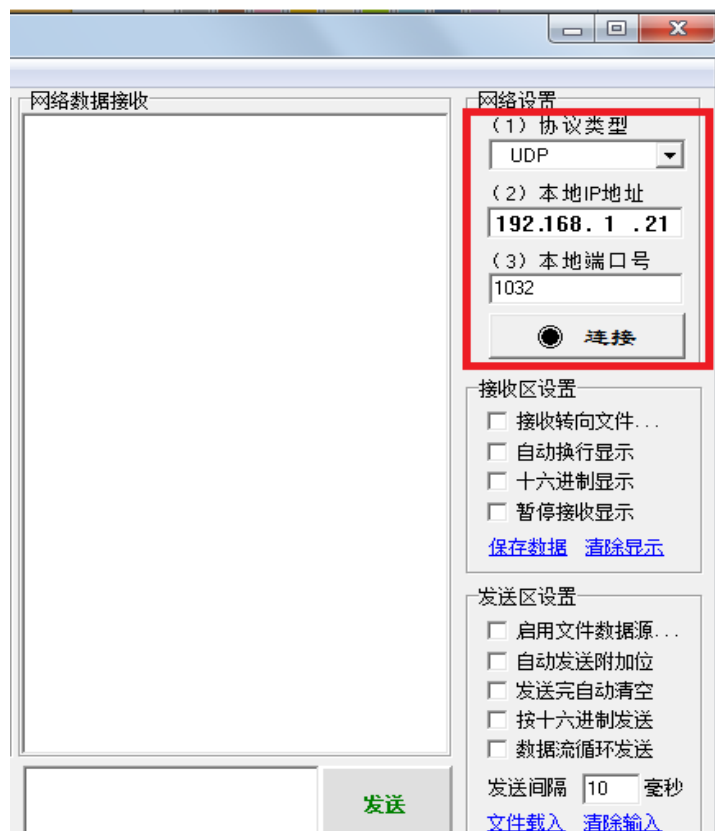


图 21 UDP 实验设置

- (3) 用网线将电脑和开发板连接，将该实验例程下载到开发板，复位运行。
- (4) 点击图 21 的“连接”，则会看到开发板发来的数据，如图 21 所示。



图 21 实验结果

2.26 UDP 服务器收发数据实验

实验原理：开发板工作在 UDP 服务器模式，服务器 IP 为 192.168.1.252;端口为 1030。当接收到客户端发来的数据后，把接收到的数据原样返回。

实验步骤：

- (1) 将电脑设置成如图 7 所示。
- (2) 打开软件“USR-TCP232-Test.exe”，如 图 22。

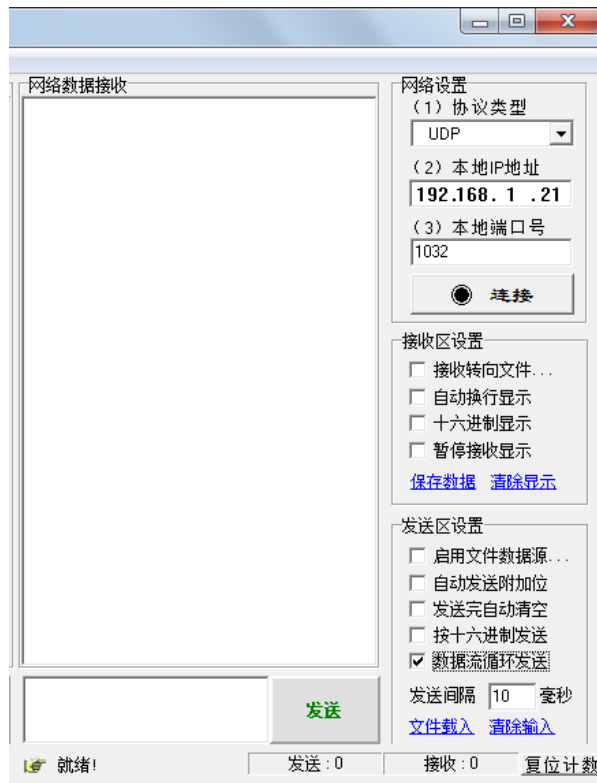


图 22 udp 设置

(3) 用网线将电脑和开发板连接，将该实验例程下载到开发板，复位运行。

(4) 点击图 22 的“连接”，在发送区中输入字符“UDP 服务器实验！”，注意后面要加回车符换行；并将“目标主机”设置成如图 23。

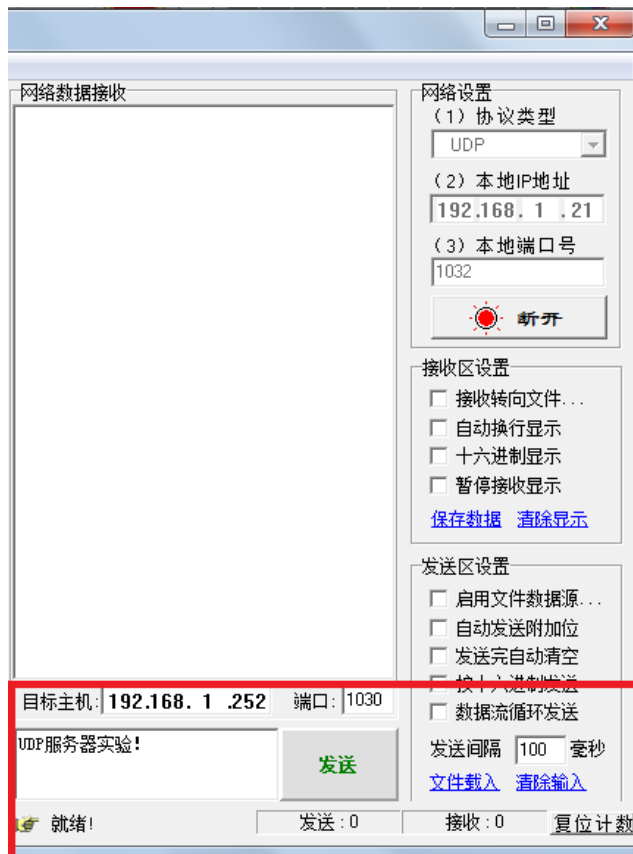


图 23 udp 设置

(5) 点击图 23 的“发送”，则可以看到开发板发来的数据，如图 24 所示。

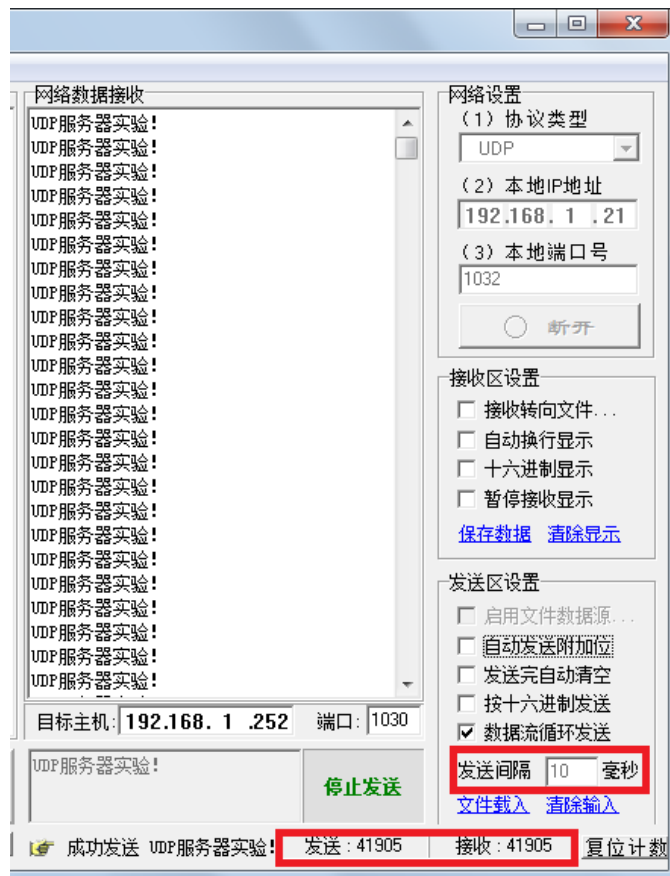


图 24 实验结果

由图 24 可以看出，发送字节数为 41905，接收到的字节数为 41905，程序运行正确。

2.27 TCP 客户端收发数据实验

实验原理：开发板工作在 TCP 客户端模式，以固定的 IP（192.168.1.252）和端口号（1030）向固定的 IP（192.168.1.21）和端口号（1031）发送数据。服务器的 IP 和端口具体可以参考程序，不同版本可能有所不同，只要电脑的 IP 和板子服务器 IP（TCP_SERVER_IP）一致即可。具体在 TCP_CLIENT.H 文件中：

```
#define TCP_LOCAL_PORT      1030
#define TCP_SERVER_PORT    1031

#define TCP_SERVER_IP      192,168,1,21//服务器IP
```

实验步骤：

- (1) 将电脑 IP 设置成如图 7 所示，打开软件“USR-TCP232-Test.exe”，并设置如图 25 所示。

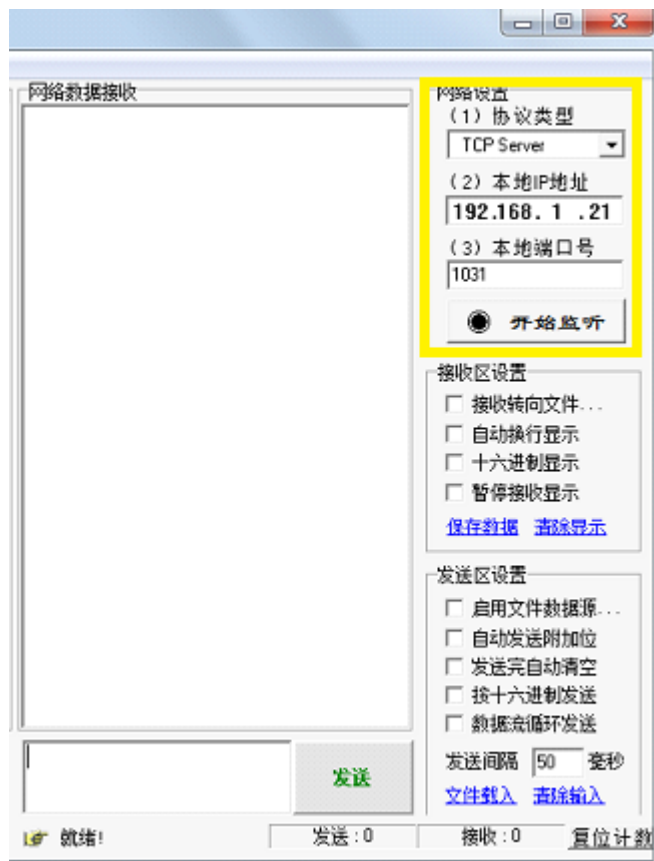


图 25 软件设置

(2) 打开该实验工程，编译下载到开发板，复位运行。

(3) 网口灯亮后，点击图 25 的“开始监听”，稍等片刻后，则可以看到开发板发来的数据，如图 26 所示。

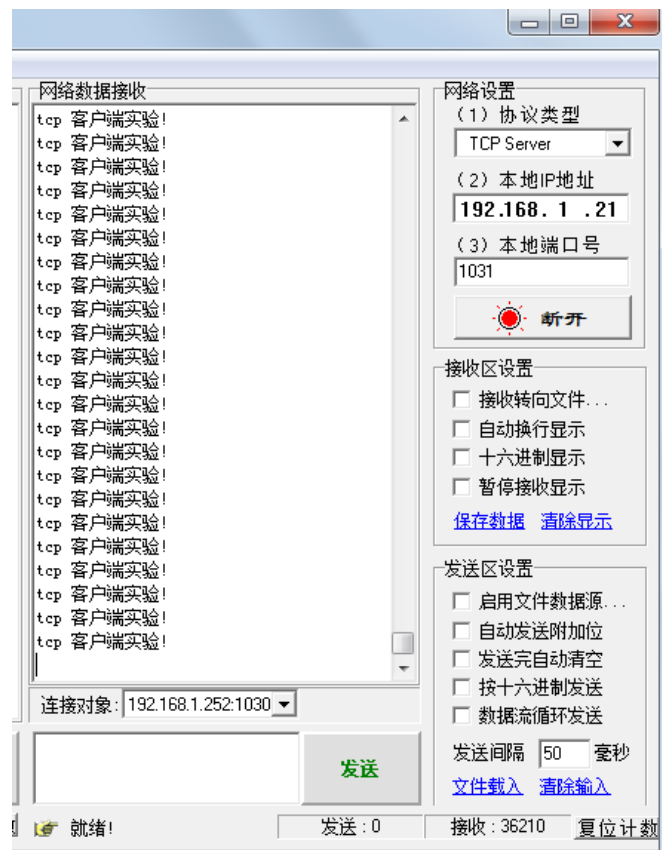


图 26 TCP 发送实验结果

(4) 在 main 函数中注释掉 TCP 发送子函数,即修改后如下所示:

```
053 while(1)
054 {
055
056     pcb = Check_TCP_Connect();      //检查是否建立连接, 若未建立则开始建立
057     if(pcb != 0)                    //连接建立成功
058     {
059         //TCP_Client_Send_Data(pcb,tcp_data,sizeof(tcp_data)); //该函数为主动向服务器发送函数,
060     }
061     Delay_s(0xffff);                //必要的延时
062     System_Periodic_Handle();        //作为服务器的例行事件服务, 主要是更新TCP timers
063 }
```

编译, 下载, 复位, 待网口灯亮后, 在图 25 界面的发送区中输入“这是 TCP 客户端收发实验!”, 最后回车换行; 点击图 25 的“开始监听”后, 稍等片刻 (需要一点时间), 则会出现如图 27 所示界面, 表明开发板已经和电脑连接成功。

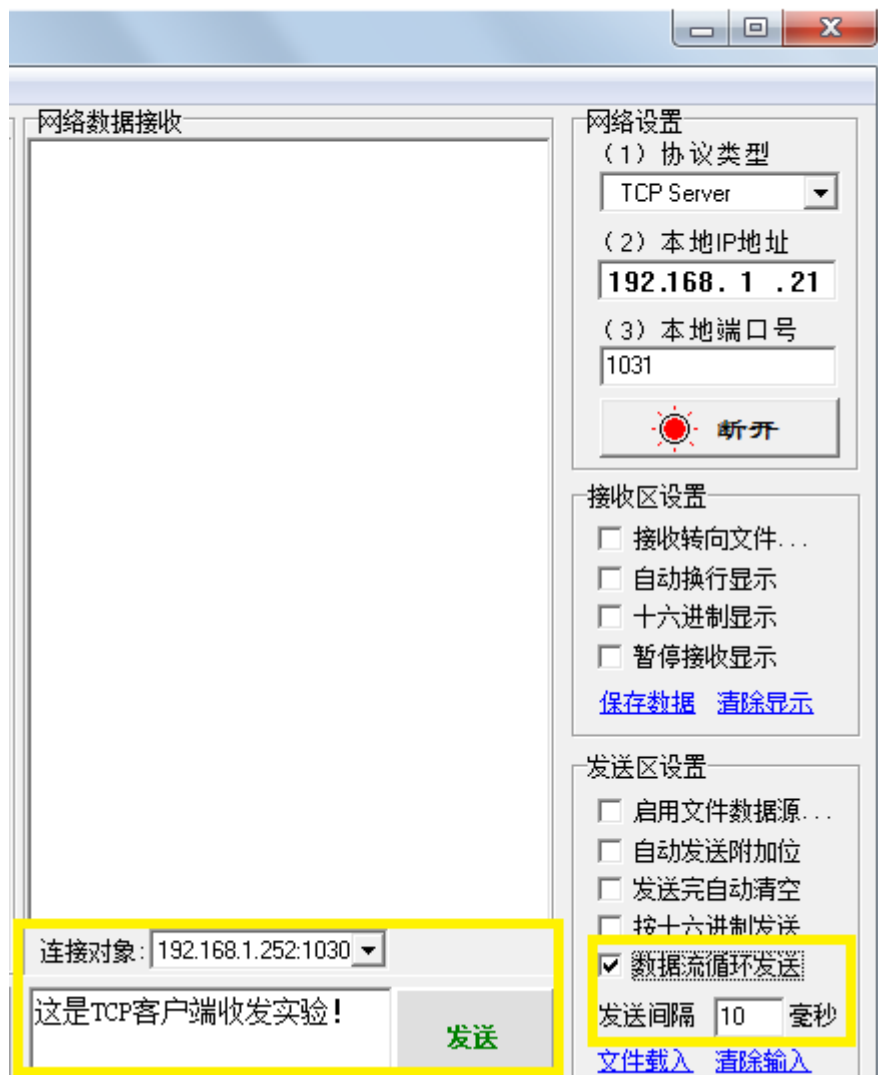


图 27 TCP 客户端收发数据连接成功

连接对象即是开发板的 IP 和端口号。此时即可点击图 27 的“发送”, 结果如图 28 所示。

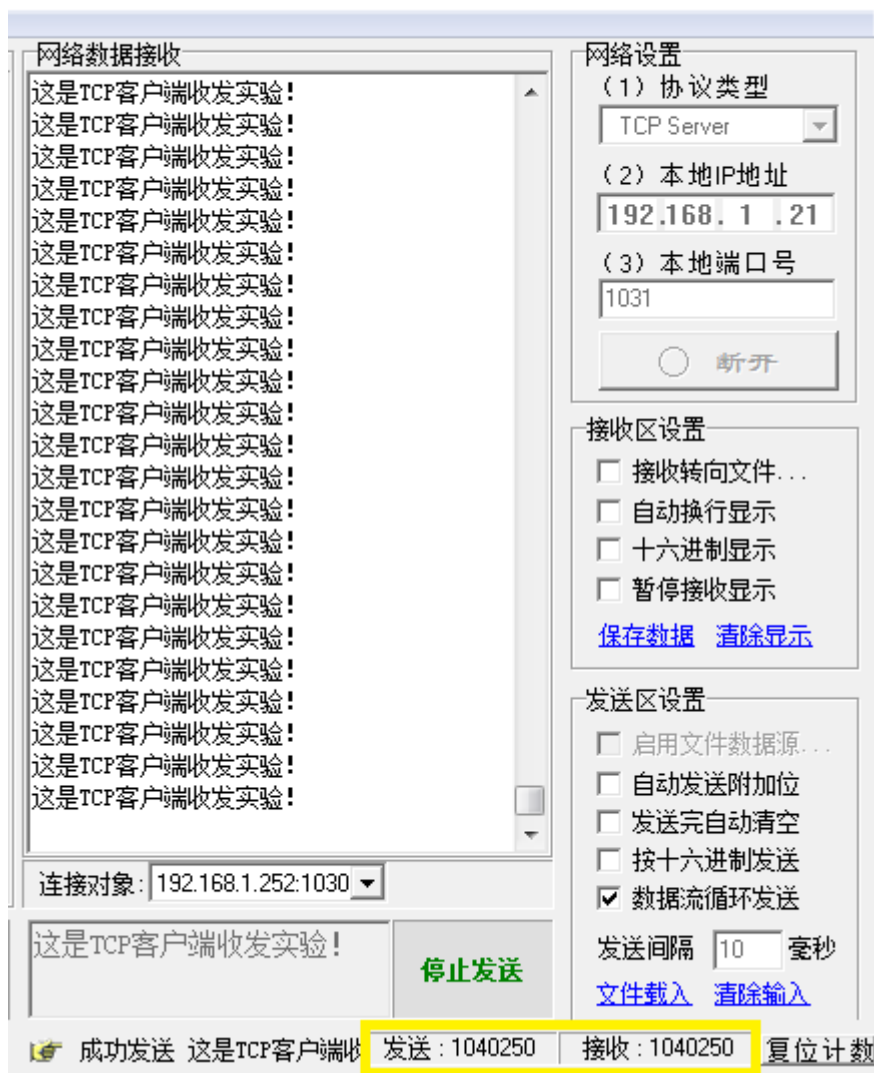


图 28 TCP 客户端收发数据实验结果

由图 28 可以看出，服务器端向开发板发送 1040250 字节数据，开发板向服务器返回的字节数也是 1040250，表明程序运行正确。

2.28 HTTP 网页拍照例程

实验原理：开发板内置 HTTP 服务器（IP:192.168.1.253），当有网页请求时，开始采集图像，并发生给请求页面，以显示。

实验步骤：

- (1) 连接网线、摄像头等，将该程序下载到开发板。
- (2) 复位开发板，网口指示灯亮，打开浏览器，在地址栏输入：`http://192.168.1.253/`，回车。则可以看到浏览器采集图片如下：



点上图的“拍照”，可以实现拍照功能。

2.29 其他实验例程

其他实验例程使用说明，请参考“使用手册和原理图”文件下的相关文档。

-----以下无正文。