

**3.5inch 16BIT RTP&CTP Module
MRB3512
用户手册**

产品概述

该产品为一款 3.5 寸支持电阻触摸屏和电容触摸屏切换的 TFT LCD 显示模块，其拥有 480x320 分辨率，支持 16BIT RGB 65K 色显示，内部驱动 IC 为 ST7796，采用 16 位并口通信方式。该模块包含有 LCD 显示屏、电阻触摸屏或电容触摸屏以及 PCB 底板等部件，可以直插到 STM32 系列开发板 TFTLCD 插槽中使用，也可用于 C51 平台。

产品特点

- 3.5 寸彩屏，支持 16BIT RGB 65K 色显示，显示色彩丰富
- 320x480 分辨率，显示效果清晰
- 支持 16 位并行数据总线模式切换，传输速度快
- 支持正点原子 STM32 Mini、精英、战舰、探索者以及阿波罗开发板直插式使用
- 支持电阻触摸屏和电容触摸屏切换
- 提供丰富的 STM32 和 C51 平台示例程序
- 军工级工艺标准,长期稳定工作
- 提供底层驱动技术支持

产品参数

名称	描述
显示颜色	16BIT RGB 65K 彩色
SKU	MRB3512
尺寸	3.5(inch)
屏幕类型	TFT
驱动芯片	ST7796U
分辨率	480*320 (Pixel)
模块接口	16Bit parallel interface
有效显示区域	48.96x73.44 (mm)
触摸屏类型	电阻触摸屏或电容触摸屏

触摸 IC	电阻触摸屏: XPT2046 电容触摸屏: GT911
模块尺寸	56.41x97.60 (mm)
工作温度	-10°C ~60°C
存储温度	-20°C ~70°C
工作电压	3.3V / 5V
功耗	待定
产品重量 (含包装)	57g

接口说明

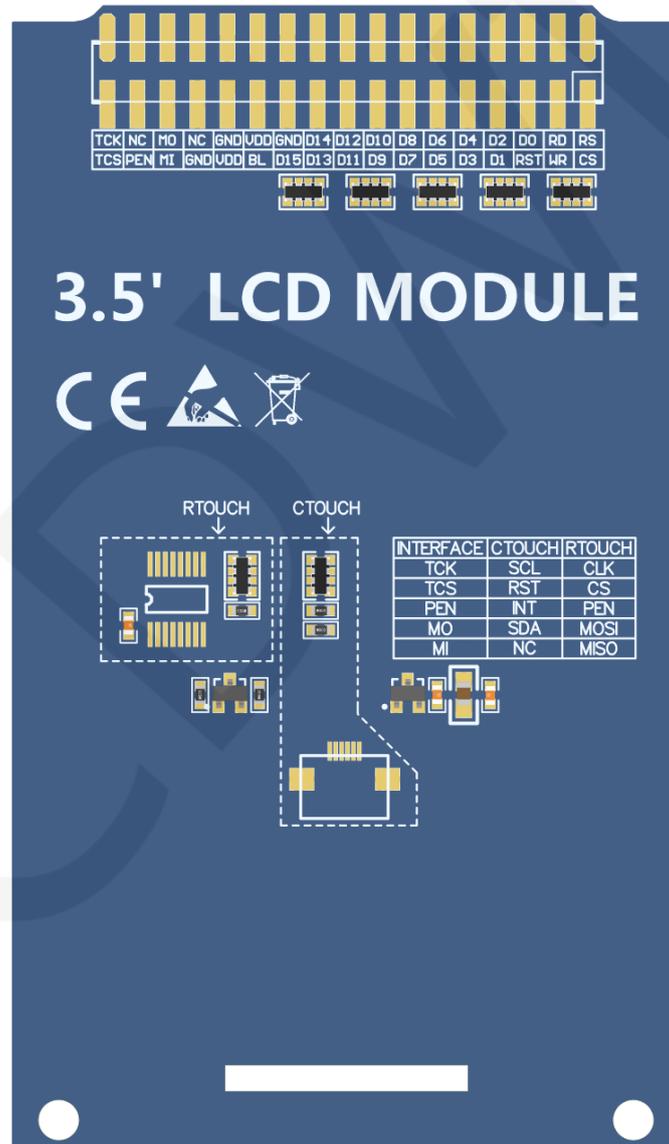


图1. 模块背面图



图2. 模块正面图

注意:

1. 该模块硬件支持电阻触摸屏和电容触摸屏切换（如图1虚线框内所示），具体说明如下：
 - A. 使用电阻触摸屏：将RTOUCH所指虚线框里的元器件都焊上，CTOUCH所指虚线框里的元器件不需要焊接；
 - B. 使用电容触摸屏：将CTOUCH所指虚线框里的元器件都焊上，RTOUCH所指虚线框里的元器件不需要焊接；
2. 本模块可以直插到正点原子开发板的TFTLCD插槽中使用，不需要手动接线；
3. 本模块硬件只支持16位模式；

重要说明:

1. 以下引脚序号 1~34 是指我司带 PCB 底板的模块排针引脚编号, 如果您购买的是裸屏, 请参考裸屏规格书的引脚定义, 按照信号类型来参考接线而不是直接根据下面的模块引脚编号来接线, 举例: CS 在我们模块上是 1 脚, 可能在不同尺寸裸屏上是 x 脚。
2. 关于VCC供电电压: 如果您购买的是带PCB底板模块, VCC/VDD供电可接5V或3.3V (模块已集成超低压差5V转3V电路), 如果您购买的是液晶屏裸屏, 切记只能接3.3V。
3. 关于背光电压: 带 PCB 底板的模块均已集成三极管背光控制电路, 只需 BL 引脚输入高电平或者 PWM 波则背光点亮。如果您购买的是裸屏, 则 LEDAx 接 3.0V-3.3V, LEDKx 接地即可。

序号	模块引脚	引脚说明
1	CS	液晶屏片选控制引脚 (低电平使能)
2	RS	液晶屏寄存器/数据选择控制引脚 (低电平: 寄存器, 高电平: 数据)
3	WR	液晶屏写控制引脚
4	RD	液晶屏读控制引脚
5	RST	液晶屏复位控制引脚 (低电平复位)
6	D0	液晶屏数据总线16位引脚
7	D1	
8	D2	
9	D3	
10	D4	
11	D5	
12	D6	
13	D7	
14	D8	
15	D9	
16	D10	
17	D11	
18	D12	
19	D13	
20	D14	

21	D15	
22	GND	模块电源地引脚
23	BL	液晶屏背光控制引脚（高电平点亮）
24	VDD	模块电源正极引脚（模块已集成稳压IC，在STM32上可接5V也可以接3.3V，在C51上只能接5V）
25	VDD	
26	GND	模块电源地引脚
27	GND	
28	NC	液晶屏背光电源正极引脚（默认共用板载背光电源，此引脚可不接）
29	MI	电阻触摸屏SPI总线读信号
30	MO	电阻触摸屏SPI总线写信号或电容触摸屏IIC总线数据信号
31	PEN	电容或电阻触摸屏中断检测引脚（发生触摸时为低电平）
32	NC	没定义，不需要使用
33	TCS	电阻触摸屏片选控制信号或电容触摸屏复位信号（低电平复位）
34	TCK	电阻触摸屏SPI总线或电容触摸屏IIC总线时钟信号

硬件配置

该 LCD 模块硬件电路包含六大部分：LCD 显示控制电路、电源控制电路、阻抗平衡调整电路、电容触摸屏控制电路、电阻触摸屏控制电路以及背光控制电路。

LCD 显示控制电路用于控制 LCD 的引脚，包括控制引脚和数据传输引脚。

电源控制电路用于稳定供电电压以及选择外部供电电压。

阻抗平衡调整电路用于平衡单片机引脚和 LCD 引脚之间的阻抗。

电阻触摸屏控制电路用于检测触摸事件、数据采样，AD 转换，数据发送等。

电容触摸屏控制电路用于控制触摸屏中断获取，数据采样，AD 转换，数据发送等。

背光控制电路用于控制背光亮度。

工作原理

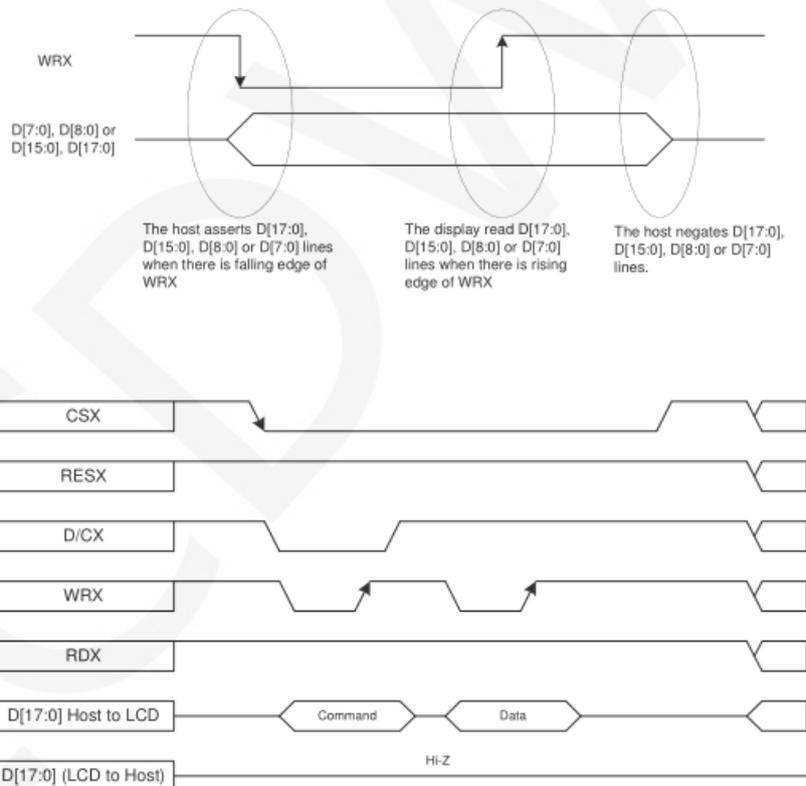
1、ST7796U 控制器简介

ST7796U 是一种用于 262 K 彩色 TFT-LCD 的单片控制器，支持的最大分辨率为 320*480，拥有一个 345600 字节大小的 GRAM。同时支持 8 位、9 位、16 位、18 位并口数据总线，还支持 3 线制和 4 线制 SPI 串口。由于支持的分辨率比较大，传输的数据量大，所以采用并口传输，传输速度快。ST7796U 还支持 65K、262K、16M RGB 颜色显示，显示色彩很丰富，同时支持旋转显示和滚动显示以及视频播放，显示方式多样。

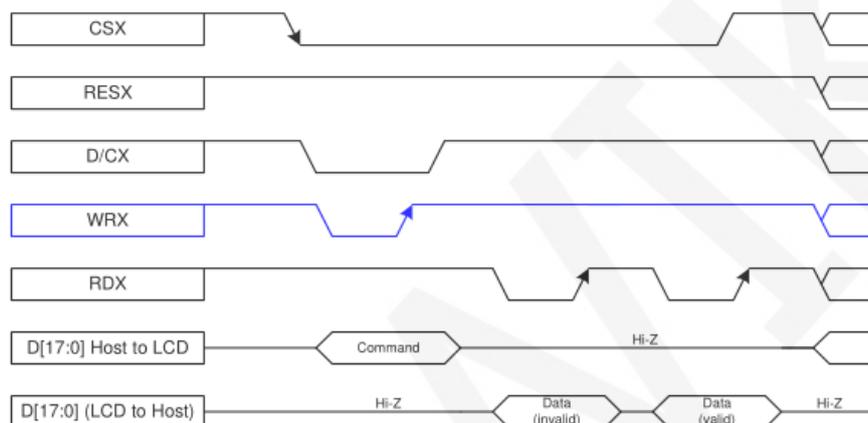
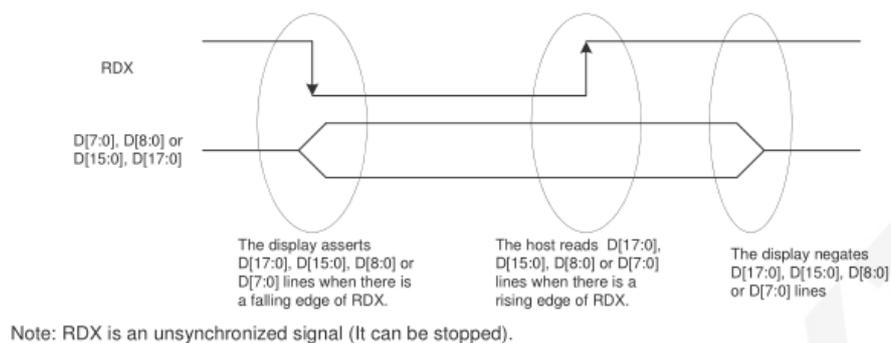
ST7796U 控制器使用 16bit (RGB565) 来控制一个像素点显示，因此可以每个像素点显示颜色多达 65K 种。像素点地址设置按照行列的顺序进行，递增递减方向由扫描方式决定。ST7796U 显示方法按照先设置地址再设置颜色值进行。

2、并口通信简介

并口通信写模式时序如下图所示：



并口通信读模式时序如下图所示：



CSX 为片选信号，用于开启和禁止并口通信，低电平有效

RESX 为外部复位信号，低电平有效

D/CX 为数据或者命令选择信号，1-写数据或者命令参数，0-写命令

WRX 为写数据控制信号

RDX 为读数据控制信号

D[X:0]为并口数据位，共有 8 位、9 位、16 位、18 位四种类型

当进行写入操作时，在已经复位的基础上，先设置数据或者命令选择信号，然后将片选信号拉低，接下来从主机输入需要写入的内容，然后将写数据控制信号拉低再拉高，数据在写控制信号的上升沿会被写入到液晶屏控制 IC，最后将片选信号拉高，一次数据写入操作完成。

当进入读操作时，在已经复位的基础上，先将片选信号拉低，然后将数据或者命令选择信号拉高，接下来将读数据控制信号拉低，然后从液晶屏控制 IC 读取数据，再将读数据控制信号拉高，数据在读数据控制信号上升沿会被读取出来，最后将片选信号拉高，一次数据读取操作完成

使用说明

1、STM32 使用说明

接线说明：

引脚标注见接口说明。

注意：

1. 本模块可以直插到正点原子开发板的TFTLCD插槽中使用，不需要手动接线；
2. 以下直插说明中对应单片机内部连接引脚是指TFTLCD插槽在开发板内部所直连的单片机引脚，仅供参考。

MiniSTM32开发板TFTLCD插槽直插说明			
序号	模块引脚	对应TFTLCD插槽直插引脚	对应STM32F103RCT6单片机内部连接引脚
1	CS	CS	PC9
2	RS	RS	PC8
3	WR	WR	PC7
4	RD	RD	PC6
5	RST	RST	PC4
6	D0	D0	PB0
7	D1	D1	PB1
8	D2	D2	PB2
9	D3	D3	PB3
10	D4	D4	PB4
11	D5	D5	PB5
12	D6	D6	PB6
13	D7	D7	PB7
14	D8	D8	PB8
15	D9	D9	PB9
16	D10	D10	PB10
17	D11	D11	PB11
18	D12	D12	PB12
19	D13	D13	PB13

20	D14	D14	PB14
21	D15	D15	PB15
22	GND	GND	GND
23	BL	BL	PC10
24	VDD	3.3	3.3V
25	VDD	3.3	3.3V
26	GND	GND	GND
27	GND	GND	GND
28	NC	没使用	5V
29	MI	MISO	PC2
30	MO	MOSI	PC3
31	PEN	PEN	PC1
32	NC	没使用	NC
33	TCS	TCS	PC13
34	TCK	CLK	PC0

Elite STM32开发板TFTLCD插槽直插说明

序号	模块引脚	对应TFTLCD 插槽直插引脚	对应STM32F103ZET6单片机内 部连接引脚
1	CS	CS	PG12
2	RS	RS	PG0
3	WR	WR	PD5
4	RD	RD	PD4
5	RST	RST	复位引脚
6	D0	D0	PD14
7	D1	D1	PD15
8	D2	D2	PD0
9	D3	D3	PD1
10	D4	D4	PE7
11	D5	D5	PE8
12	D6	D6	PE9
13	D7	D7	PE10

14	D8	D8	PE11
15	D9	D9	PE12
16	D10	D10	PE13
17	D11	D11	PE14
18	D12	D12	PE15
19	D13	D13	PD8
20	D14	D14	PD9
21	D15	D15	PD10
22	GND	GND	GND
23	BL	BL	PB0
24	VDD	VDD	3.3V
25	VDD	VDD	3.3V
26	GND	GND	GND
27	GND	GND	GND
28	NC	没使用	5V
29	MI	MISO	PB2
30	MO	MOSI	PF9
31	PEN	PEN	PF10
32	NC	没使用	NC
33	TCS	TCS	PF11
34	TCK	CLK	PB1

WarShip STM32开发板TFTLCD插槽直插说明

序号	模块引脚	对应TFTLCD 插槽直插引脚	对应STM32F103ZET6单片机内 部连接引脚	
			V2	V3
1	CS	CS	PG12	
2	RS	RS	PG0	
3	WR	WR	PD5	
4	RD	RD	PD4	
5	RST	RST	复位引脚	
6	D0	D0	PD14	

7	D1	D1	PD15	
8	D2	D2	PD0	
9	D3	D3	PD1	
10	D4	D4	PE7	
11	D5	D5	PE8	
12	D6	D6	PE9	
13	D7	D7	PE10	
14	D8	D8	PE11	
15	D9	D9	PE12	
16	D10	D10	PE13	
17	D11	D11	PE14	
18	D12	D12	PE15	
19	D13	D13	PD8	
20	D14	D14	PD9	
21	D15	D15	PD10	
22	GND	GND	GND	
23	BL	BL	PB0	
24	VDD	VDD	3.3V	
25	VDD	VDD	3.3V	
26	GND	GND	GND	
27	GND	GND	GND	
28	NC	没使用	5V	
29	MI	MISO	PF8	PB2
30	MO	MOSI	PF9	
31	PEN	PEN	PF10	
32	NC	没使用	NC	
33	TCS	TCS	PB2	PF11
34	TCK	CLK	PB1	

STM32F407VGT6开发板TFTLCD插槽直插说明

序号	模块引脚	对应TFTLCD 插槽直插引脚	对应STM32F407ZGT6单片机内 部连接引脚
1	CS	CS	PD7
2	RS	RS	PD11
3	WR	WR	PD5
4	RD	RD	PD4
5	RST	RST	复位引脚
6	D0	D0	PD14
7	D1	D1	PD15
8	D2	D2	PD0
9	D3	D3	PD1
10	D4	D4	PE7
11	D5	D5	PE8
12	D6	D6	PE9
13	D7	D7	PE10
14	D8	D8	PE11
15	D9	D9	PE12
16	D10	D10	PE13
17	D11	D11	PE14
18	D12	D12	PE15
19	D13	D13	PD8
20	D14	D14	PD9
21	D15	D15	PD10
22	GND	GND	GND
23	BL	BL	PB15
24	VDD	VDD	3.3V
25	VDD	VDD	3.3V
26	GND	GND	GND
27	GND	GND	GND
28	NC	没使用	5V

29	MI	MISO	PB2
30	MO	MOSI	PC4
31	PEN	PEN	PB1
32	NC	没使用	NC
33	TCS	TCS	PC13
34	TCK	CLK	PB0

Explorer STM32F4开发板TFTLCD插槽直插说明

序号	模块引脚	对应TFTLCD 插槽直插引脚	对应STM32F407ZGT6单片机内 部连接引脚
1	CS	CS	PG12
2	RS	RS	PF12
3	WR	WR	PD5
4	RD	RD	PD4
5	RST	RST	复位引脚
6	D0	D0	PD14
7	D1	D1	PD15
8	D2	D2	PD0
9	D3	D3	PD1
10	D4	D4	PE7
11	D5	D5	PE8
12	D6	D6	PE9
13	D7	D7	PE10
14	D8	D8	PE11
15	D9	D9	PE12
16	D10	D10	PE13
17	D11	D11	PE14
18	D12	D12	PE15
19	D13	D13	PD8
20	D14	D14	PD9
21	D15	D15	PD10

22	GND	GND	GND
23	BL	BL	PB15
24	VDD	VDD	3.3V
25	VDD	VDD	3.3V
26	GND	GND	GND
27	GND	GND	GND
28	NC	没使用	5V
29	MI	MISO	PB2
30	MO	MOSI	PF11
31	PEN	PEN	PB1
32	NC	没使用	NC
33	TCS	TCS	PC13
34	TCK	CLK	PB0

Apollo STM32F4/F7开发板TFTLCD插槽直插说明

序号	模块引脚	对应TFTLCD 插槽直插引脚	对应STM32F429IGT6、 STM32F767IGT6、 STM32H743IIT6 单片机内部连接引脚
1	CS	CS	PD7
2	RS	RS	PD13
3	WR	WR	PD5
4	RD	RD	PD4
5	RST	RST	复位引脚
6	D0	D0	PD14
7	D1	D1	PD15
8	D2	D2	PD0
9	D3	D3	PD1
10	D4	D4	PE7
11	D5	D5	PE8
12	D6	D6	PE9
13	D7	D7	PE10

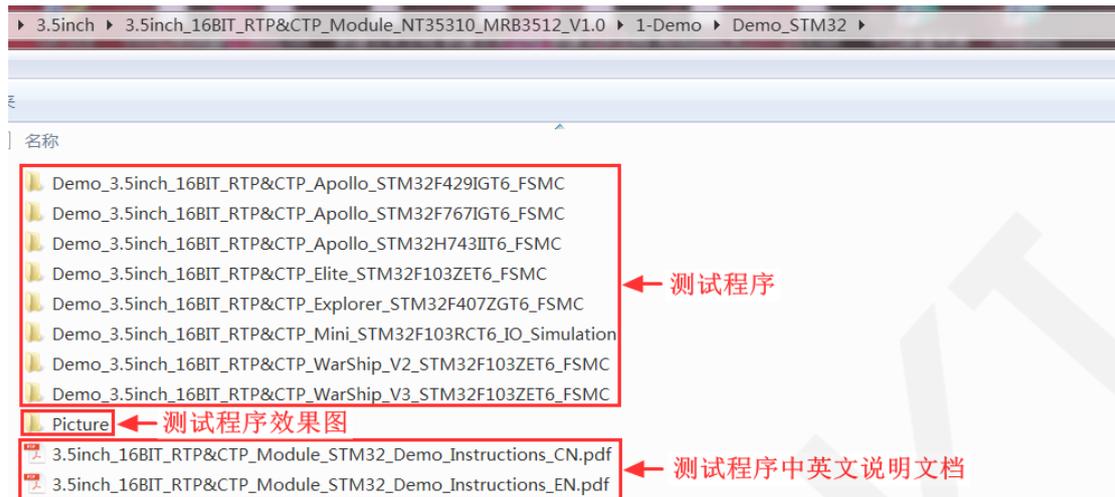
14	D8	D8	PE11
15	D9	D9	PE12
16	D10	D10	PE13
17	D11	D11	PE14
18	D12	D12	PE15
19	D13	D13	PD8
20	D14	D14	PD9
21	D15	D15	PD10
22	GND	GND	GND
23	BL	BL	PB5
24	VDD	VDD	3.3V
25	VDD	VDD	3.3V
26	GND	GND	GND
27	GND	GND	GND
28	NC	没使用	5V
29	MI	MISO	PG3
30	MO	MOSI	PI3
31	PEN	PEN	PH7
32	NC	没使用	NC
33	TCS	TCS	PI8
34	TCK	CLK	PH6

操作说明:

A、按照上述接线说明将 LCD 模块（如图 1 所示）和 STM32 单片机连接起来，并上电；

B、选择需要测试的 STM32 测试程序，如下图所示：

（测试程序说明请查阅测试程序说明文档）



C、打开所选的测试程序工程，进行编译和下载；

关于 STM32 测试程序编译和下载的详细说明见如下文档：

http://www.lcdwiki.com/res/PublicFile/STM32_Keil_Use_Illustration_CN.pdf

D、LCD 模块如果正常显示字符和图形，则说明程序运行成功；

2、C51 使用说明

接线说明：

引脚标注见接口说明。

注意：

1. 由于STC12C5A60S2单片机GPIO的输入和输出电平为5V，所以导致电容触摸IC无法正常工作（只能接受1.8~3.3V的电压）。如果想使用电容触摸功能，需要接电平转换模块；
2. 由于STC89C52RC单片机没有推挽输出功能，所以背光控制引脚需要接3.3V电源才能正常点亮。
3. 由于STC89C52RC单片机Flash容量太小（小于25KB），无法下载带触摸功能的程序，所以触摸屏不需要接线。

STC12C5A60S2单片机测试程序接线说明		
序号	模块引脚	对应STC12开发板接线引脚
1	CS	P13
2	RS	P12

3	WR	P11
4	RD	P10
5	RST	P33
6	D0	P00
7	D1	P01
8	D2	P02
9	D3	P03
10	D4	P04
11	D5	P05
12	D6	P06
13	D7	P07
14	D8	P20
15	D9	P21
16	D10	P22
17	D11	P23
18	D12	P24
19	D13	P25
20	D14	P26
21	D15	P27
22	GND	GND
23	BL	P31
24	VDD	5V
25	VDD	5V
26	GND	GND
27	GND	GND
28	NC	不需要接
29	MI	P35
30	MO	P34
31	PEN	P32
32	NC	不需要接
33	TCS	P37
34	TCK	P36

STC89C52RC单片机测试程序接线说明		
序号	模块引脚	对应STC89开发板接线引脚
1	CS	P13
2	RS	P12
3	WR	P11
4	RD	P10
5	RST	P14
6	D0	P30
7	D1	P31
8	D2	P32
9	D3	P33
10	D4	P34
11	D5	P35
12	D6	P36
13	D7	P37
14	D8	P20
15	D9	P21
16	D10	P22
17	D11	P23
18	D12	P24
19	D13	P25
20	D14	P26
21	D15	P27
22	GND	GND
23	BL	3.3V
24	VDD	5V
25	VDD	5V
26	GND	GND
27	GND	GND
28	NC	不需要接
29	MI	不需要接
30	MO	不需要接

31	PEN	不需要接
32	NC	不需要接
33	TCS	不需要接
34	TCK	不需要接

操作步骤:

A、按照上述接线说明将 LCD 模块（如图 1 所示）和 C51 单片机连接起来，并上电；

B、选择需要测试的 C51 测试程序，如下图所示：

（测试程序说明请查阅测试程序包中测试程序说明文档）



C、打开所选的测试程序工程，进行编译和下载；

关于 C51 测试程序编译和下载的详细说明见如下文档：

http://www.lcdwiki.com/res/PublicFile/C51_Keil%26stc-isp_Use_Illustration_CN.pdf

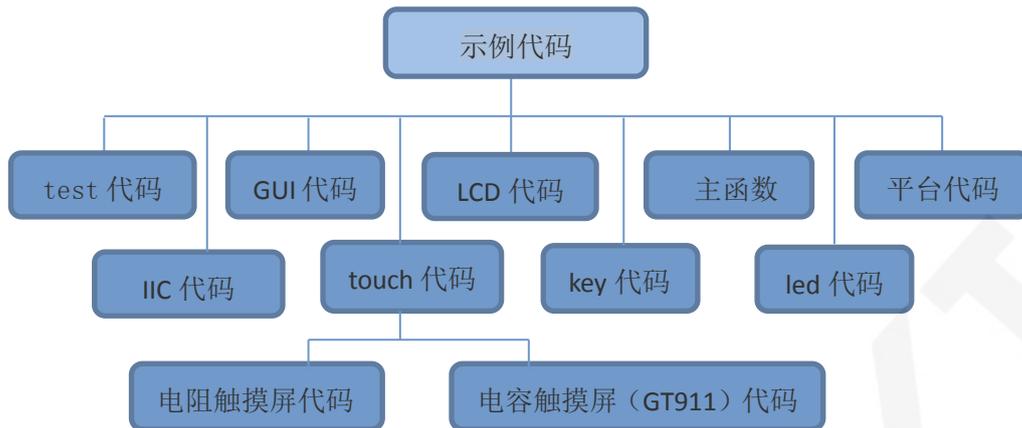
D、LCD 模块如果正常显示字符和图形，则说明程序运行成功；

软件说明

1、代码架构

A、STM32 和 C51 代码架构说明

代码架构如下图所示：



主程序运行时的 Demo API 代码包含在 test 代码中；

LCD 初始化以及相关的并口读写数据操作都包含在 LCD 代码中；

画点、线、图形以及中英文字符显示相关的操作都包含在 GUI 代码中；

主函数实现应用程序运行；

平台代码因平台而异；

IIC 代码供电容触摸 IC GT911 使用，包括 IIC 初始化，数据写入及读取等；

Touch 代码包含两部分：电阻触摸屏代码和电容触摸屏（GT911）代码；

按键处理相关的代码都包含在 key 代码中（C51 平台没有按键处理代码）；

led 配置操作相关的代码都包含在 led 代码中（C51 平台没有 led 处理代码）；

2、GPIO 定义说明

A、STM32 测试程序 GPIO 定义说明

STM32 测试程序的 LCD 屏的 GPIO 定义放在 lcd.h 文件里，其定义采用两种方式：

- 1) STM32F103RCT6 单片机测试程序采用 IO 模拟方式（其不支持 FSMC 总线）
- 2) 其他 STM32 单片机测试程序采用 FSMC 总线方式

STM32F103RCT6 单片机 IO 模拟测试程序 LCD 屏的 GPIO 定义如下图所示：

```

////////////////////////////////////
//-----LCD端口定义-----
#define GPIO_TYPE  GPIOC //GPIO组类型
#define LED        10    //背光控制引脚      PC10
#define LCD_CS     9     //片选引脚          PC9
#define LCD_RS     8     //寄存器/数据选择引脚 PC8
#define LCD_RST    4     //复位引脚          PC4
#define LCD_WR     7     //写引脚            PC7
#define LCD_RD     6     //读引脚            PC6
  
```

```

//PB0~15,作为数据线
//注意: 如果使用8位模式数据总线, 则液晶屏的数据高8位是接到MCU的高8位总线
//举例: 如果接8位模式则本示例接线为液晶屏DB10-DB17对应接至单片机GPIOB Pin0-GPIOB_Pin7, DB10-DB17对
//举例: 如果是16位模式: DB0-DB7分别接GPIOB_Pin0-GPIOB_Pin7, DB10-DB17对
#define DATAOUT(x) GPIOB->ODR=x; //数据输出
#define DATAIN    GPIOB->IDR;   //数据输入

```

FSMC 测试程序 LCD 屏 GPIO 定义如下图所示（以 STM32F103ZET6 单片机 FSMC 测试程序为例）：

```

////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
//-----LCD端口定义-----
#define LED        0           //背光控制引脚           PB0

//QDtech全系列模块采用了三极管控制背光亮灭, 用户也可以接PWM调节背光亮度
#define LCD_LED PBout(LED) //LCD背光

//LCD地址结构体
typedef struct
{
#if LCD_USE8BIT_MODEL
    vu8 LCD_REG;
    vu8 LCD_RAM;
#else
    vu16 LCD_REG;
    vu16 LCD_RAM;
#endif
} LCD_TypeDef;

//使用NOR/SRAM的 Bank1.sector4, 地址位HADDR[27,26]=11 A10作为数据命令区分线
#if LCD_USE8BIT_MODEL
//使用8位模式时, STM32内部地址不需要右移一位
#define LCD_BASE ((u32)(0x6C000000 | 0x000003FF))
#else
//使用16位模式时, 注意设置时STM32内部地址需要右移一位对齐!
#define LCD_BASE ((u32)(0x6C000000 | 0x000007FE))
#endif
#define LCD ((LCD_TypeDef *) LCD_BASE)

```

STM32 平台触摸屏相关的代码包含两部分：电阻触摸屏代码和电容触摸屏代码。

电阻触摸屏 GPIO 定义放在 rtp.h 文件里面，如下图所示（以 STM32F103RCT6 单片机 IO 模拟测试程序为例）：

```

//与触摸屏芯片连接引脚
//与触摸屏芯片连接引脚
#define PEN    PCin(1)    //PC1  INT
#define DOUT   PCin(2)    //PC2  MISO    PC2--PB14
#define TDIN   PCout(3)   //PC3  MOSI    PC3--PB15
#define TCLK   PCout(0)   //PC0  SCLK    PC0--PB13
#define TCS    PCout(13)  //PC13 CS

```

电容触摸屏 GPIO 定义包含两部分：IIC 的 GPIO 定义和触摸屏中断以及复位 GPIO 定义。

IIC 的 GPIO 定义放在 ctpiic.h 文件里面，如下图所示（以 STM32F103ZET6 单片机 FSMC 测试程序为例）：

```
//Io方向设置
#define GT_SDA_IN() {GPIOF->CRH&=0XFFFFFF0F;GPIOF->CRH|=8<<4*1;}
#define GT_SDA_OUT() {GPIOF->CRH&=0XFFFFFF0F;GPIOF->CRH|=3<<4*1;}

//Io操作函数
#define GT_IIC_SCL      PBout(1)      //SCL
#define GT_IIC_SDA      PFout(9)      //SDA
#define GT_READ_SDA     PFin(9)       //输入SDA
```

触摸屏的中断以及复位 GPIO 定义放在 GT911.h，如下图所示（以 STM32F103ZET6 单片机 FSMC 测试程序为例）：

```
#define RST_OUT() { GPIOF->CRH&=0XFFFF0FFF;GPIOF->CRH|=0X00003000;} //set RSSET pin to output
#define INT_OUT() { GPIOF->CRH&=0XFFFF0FFF;GPIOF->CRH|=0X00000300;} //set RSSET pin to output
#define INT_IN() { GPIOF->CRH&=0XFFFF0FFF;GPIOC->CRH|=0X00000400;} //set RSSET pin to output
//#define INT_OUT() { GPIOB->CRH&=0XFFFFFFF0;GPIOB->CRH|=0X00000003;} //set INT pin to output
//#define INT_IN() { GPIOB->CRH&=0XFFFFFFF0;GPIOB->CRH|=0X00000004;} //set INT pin to input

//RST--PF11
//INT--PF10
#define RST_CTRL      PFout(11) //GT911 RESET pin out high or low
#define INT_CTRL      PFout(10) //GT911 INT pin out high or low
#define INT_GET       PFin(10) //Get GT911 INT pin status
```

B、C51 测试程序 GPIO 定义说明

C51 测试程序 lcd 屏 GPIO 定义放在 lcd.h 文件里，如下图所示（以 STC12C5A60S2 单片机测试程序为例）：

```
//Io连接
#define LCD_DataPortH P2 //高8位数据口,8位模式下只使用高8位
#define LCD_DataPortL P0 //低8位数据口,8位模式下低8位可以不接线,请确认P
sbit LCD_RS = P1^2; //数据/命令切换
sbit LCD_WR = P1^1; //写控制
sbit LCD_RD = P1^0; //读控制
sbit LCD_CS = P1^3; //片选
sbit LCD_RESET = P3^3; //复位
sbit LCD_BL=P3^1; //背光控制, 如果不需要控制, 接3.3V
```

并口引脚定义需要选择整套 GPIO 口组，如 P0，P2 等，这样传输数据时，操作方便。

其他引脚可以定义成任何空闲的 GPIO。

C51 平台触摸屏相关的代码包含两部分：电阻触摸屏代码和电容触摸屏代码。

电阻触摸屏 GPIO 定义放在 rtp.h 文件里面，如下图所示（以 STC12C5A60S2 单片机测试程序为例）：

```
sbit DCLK = P3^6;
sbit TCS = P3^7;
sbit DIN = P3^4;
sbit DOUT = P3^5;
sbit Penirq = P3^2; //检测触摸屏响应信号
```

电容触摸屏相关的 GPIO 定义包含两部分：IIC 的 GPIO 定义和触摸屏中断以及复位

GPIO 定义。

IIC 的 GPIO 定义放在 `gtiic.h` 文件里面，如下图所示（以 STC12C5A60S2 单片机测试程序为例）：

```
//引脚定义
sbit GT_IIC_SCL = P3^6; //SCL
sbit GT_IIC_SDA = P3^4; //SDA
```

屏的中断以及复位 GPIO 定义放在 `GT911.h`，如下图所示（以 STC12C5A60S2 单片机测试程序为例）：

```
sbit RST_CTRL = P3^7; //GT911 RESET pin out high or low
sbit INT_CTRL = P3^2; //GT911 INT pin out high or low
```

触摸屏的 GPIO 定义都可以修改，可以定义成其他任何空闲的 GPIO。

3、并口通信代码实现

A、STM32 测试程序并口通信代码实现

STM32 测试程序并口通信代码都放在 `LCD.c` 文件里，其实现采用两种方式：

- 1) STM32F103RCT6 单片机测试程序采用 IO 模拟方式（其不支持 FSMC 总线）
- 2) 其他 STM32 单片机测试程序采用 FSMC 总线方式

IO 模拟测试程序实现如下图所示：

```
void LCD_write(u16 VAL)
{
    LCD_CS_CLR;
    DATAOUT(VAL);
    LCD_WR_CLR;
    LCD_WR_SET;
    LCD_CS_SET;
}

u16 LCD_read(void)
{
    u16 data;
    LCD_CS_CLR;
    LCD_RD_CLR;
    delay_us(1); //延时1us
    data = DATAIN;
    LCD_RD_SET;
    LCD_CS_SET;
    return data;
}
```

FSMC 测试程序实现如下图所示：

```
u16 LCD_read(void)
{
    vu16 data; //防止被优化
    data=LCD->LCD_RAM;
    return data;
}

/*****
 * @name      :void LCD_WR_REG(u16 data)
 * @date      :2018-08-09
 * @function   :Write an 16-bit command to the LCD screen
 * @parameters :data:Command value to be written
 * @retvalue   :None
 *****/
void LCD_WR_REG(u16 data)
{
    LCD->LCD_REG=data; //写入要写的寄存器序号
}

/*****
 * @name      :void LCD_WR_DATA(u16 data)
 * @date      :2018-08-09
 * @function   :Write an 16-bit data to the LCD screen
 * @parameters :data:data value to be written
 * @retvalue   :None
 *****/
void LCD_WR_DATA(u16 data)
{
    LCD->LCD_RAM=data; //写入要写的的数据
}
```

都实现了 8、16 位命令写入以及 8、16 位数据写入和读取。

B、C51 测试程序并口通信代码实现

相关的代码在 LCD.c 文件里实现，如下图所示：

```
void LCD_write(u8 HVAL,u8 LVAL)
{
    LCD_CS = 0;
    LCD_WR = 0;
    LCD_DataPortH = HVAL;
    LCD_DataPortL = LVAL;
    LCD_WR = 1;
    LCD_CS = 1;
}

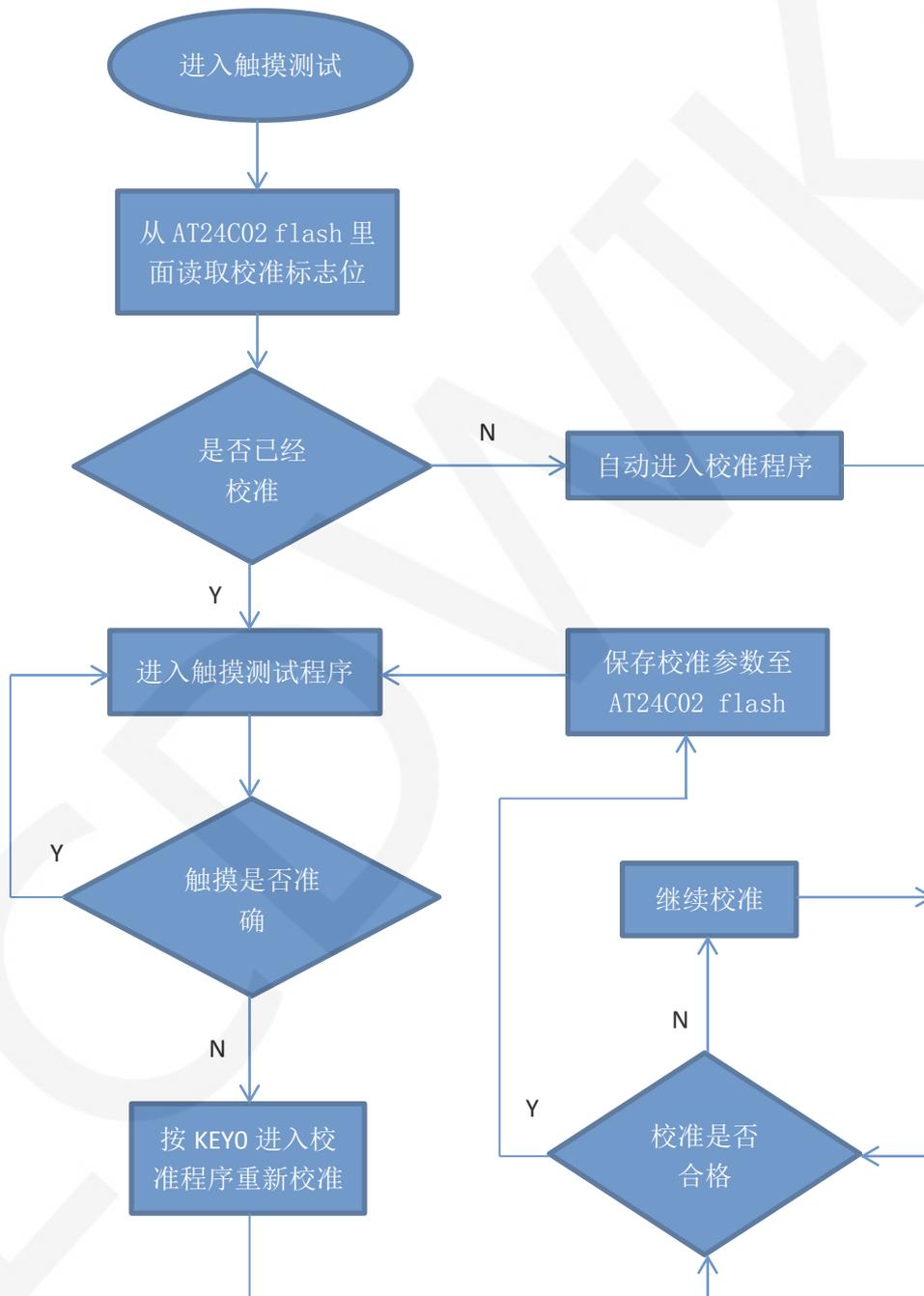
u16 LCD_read(void)
{
    u16 d;
    LCD_CS = 0;
    LCD_RD = 0;
    delay_us(1); //delay 1 us
    d = LCD_DataPortH;
    d = (d<<8)|LCD_DataPortL;
    LCD_RD = 1;
    LCD_CS = 1;
    return d;
}
```

实现了 8、16 位命令写入以及 8、16 位数据写入和读取。

4、电阻触摸屏校准说明

A、STM32 测试程序电阻触摸屏校准说明

STM32 电阻触摸屏校准程序可以自动识别是否需要校准或者手动通过按键进入校准，此过程包含在触摸屏测试项中，校准标志和校准参数保存在 AT24C02 flash 里，需要时要从 flash 里面读取，校准流程如下图所示：



B、C51 测试程序电阻触摸屏校准说明

C51 的电阻触摸屏校准需要执行 Touch_Adjust 测试项（只有 STC12C5A60S2 测试程序才有），如下图所示：

```
//循环进行各项测试
while(1)
{
    main_test();    //测试主界面
    Test_Color();  //简单刷屏填充测试
    Test_FillRec(); //GUI矩形绘图测试
    Test_Circle(); //GUI画圆测试
    Test_Triangle(); //GUI三角形填充测试
    English_Font_test();//英文字体示例测试
    Chinese_Font_test();//中文字体示例测试
    Pic_test();    //图片显示示例测试
    Rotate_Test();
    //不使用触摸或者模块本身不带触摸，请屏蔽下面触摸屏测试
    Touch_Test(); //触摸屏手写测试
    //需要触摸校准时，请将触摸手写测试屏蔽，将下面触摸校准测试项打开
    // Touch_Adjust(); //触摸校准
}
```

触摸校准合格后，需要将屏幕显示的校准参数保存在 rtp.c 文件中，如下图所示：

```
/**因触摸屏批次不同等原因，默认的校准参数值可能会引起触摸
u16 vx=11738,vy=7736; //比例因子，此值除以1000之后表示多少
u16 chx=3905,chy=246; //默认像素点坐标为0时的AD起始值
/**因触摸屏批次不同等原因，默认的校准参数值可能会引起触摸
```

常用软件

本套测试示例需要显示中英文、符号以及图片，所以要用到取模软件。取模软件有两种：Image2Lcd 和 PCtoLCD2002。这里只针对该套测试程序说明一下取模软件的设置。

PCtoLCD2002 取模软件设置如下：

点阵格式选择**阴码**

取模方式选择**逐行式**

取模走向选择**顺向（高位在前）**

输出数制选择**十六进制数**

自定义格式选择**C51 格式**

具体设置方法见如下网页：

<http://www.lcdwiki.com/zh/%E3%80%90%E6%95%99%E7%A8%8B%E3%80%91%E4%B8%AD%E8%8B%B1%E6%96%87%E6%98%BE%E7%A4%BA%E5%8F%96%E6%A8%A1%E8%AE%BE%E7%BD%AE>

Image2Lcd 取模软件设置如下图所示：

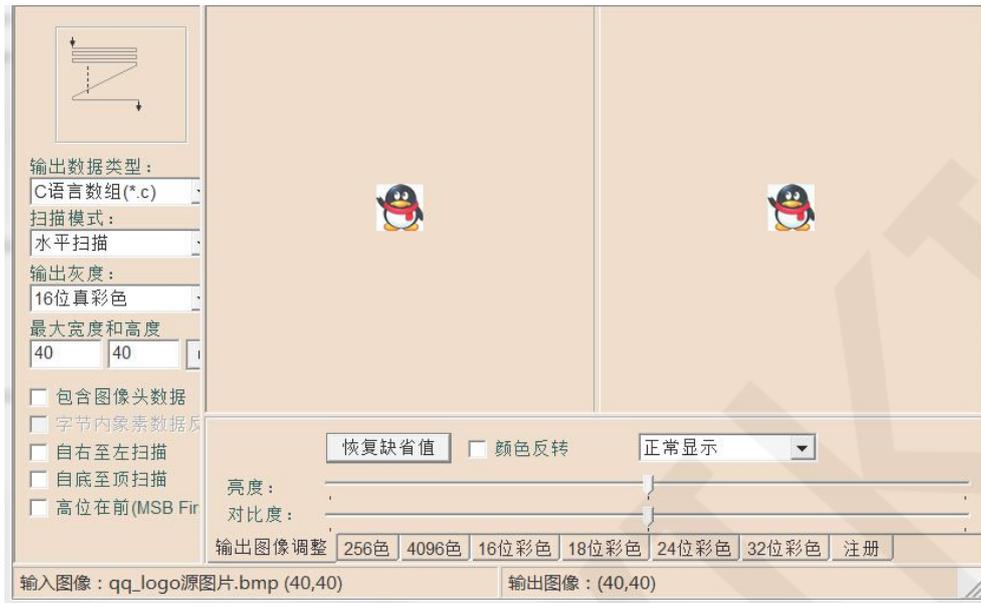


Image2Lcd 软件需要设置为水平、自左向右、自上向下、低位在前扫描方式。