



博奇电子
BOQI ELECTRONICS

BQM056TFT02-1616T/M

彩色液晶控制器

使用说明书

苏州博奇电子科技有限公司

苏州市工业园区星湖街 328 号国华大厦 B601-2

24 小时技术热线：0150 50157223

目录

一、简介	1
二、功能特性	1
三、产品型号及参数	2
四、接口定义	2
五、并行总线读写操作	3
六、系统寄存器及功能	4
七、地址自动增量方式	8
八、系统规划示意图如下	11
九、水平、垂直镜像显示	12
十、帧同步刷屏	13
十一、参考程序	13
十二、产品参数	15
十三、安装尺寸	16
十四、控制器应用注意事项	17
十五、联系方式	17

一、简介

本说明书提供了您所使用博奇电子 BQM056TFT02-1616T/M 系列工业液晶控制器的硬件和软件信息。您应该阅读全文，特别是，如果您是首次接触博奇电子 BQM056TFT02-1616T/M 系列工业液晶控制器的用户。如果在您阅读本说明书后有不明白的地方，请不必担心，拨打我们的技术支持热线：015050157223，就会有专业技术人员为您解答！

博奇电子 BQM056TFT02-1616T/M 系列工业液晶控制器全部采用原装工业级 5.6 寸 TFT 液晶显示面板，该显示面板比大陆及台湾等地区的同类产品性能上更具有竞争优势，具有更宽的工作温度范围，更好的图像再现效果，更小的功耗以及热量，更高的电磁干扰抑制能力，非常适合与工业及军工产品等环境更加恶劣的条件下使用。

该控制器为 5.6 英寸 TFT 数字屏专门设计，一体化结构。具有简单易用、稳定可靠、供货连续的特点，是工业应用的理想选择。使用该控制器可大幅度降低系统复杂度、简化用户设计、降低成本和加快产品上市，可显著提高用户产品的竞争优势。

二、功能特性

1. X、Y 地址输入（X、Y 地址与显示屏水平像素、垂直像素一一对应）；
2. 8 点写入加速（比单点写入的速度快十几倍以上；可设置过滤掉背景色部分）；
3. 全屏填充加速（对当前图层层瞬间填充，耗时约 9.8ms）；
4. X 方向或 Y 方向自动增量可设置，X 增量、Y 增量可独立设置允许或关闭；
5. 16 位高速 8080 并行总线接口，访问系统无需判忙，大数据量传输无雪花；
6. 帧同步信号输出（可改善画面质量）；
7. 640*480（640*RGB*480）分辨率（4:3）；
8. 65536 色（RGB565）显示，对 CPU 数据压力小，适合工控应用；
9. 5.6 英寸数字液晶面板，一体式结构，工业级设计；
10. 可选配触摸屏（带 TSC2046 兼容芯片，SPI 接口输出）；
11. 8 级背光亮度可调整（通过总线设置，无须单独 PWM 引脚）；
12. 高亮 LED 背光，2 万小时以上寿命；
13. 可选择 2.54mm 双排直插接口或 FPC 软线接口。

三、产品型号及参数

序号	总线	颜色数	触摸屏	型号	版本
1	16 位 8080 总线	65536	无	BQM056TFT02-1616/M	V1.0
2			有	BQM056TFT02-1616T/M	V1.0

注：带触摸屏版本的控制器自带TSC2046兼容芯片，SPI接口输出（3.3V信号电压）；

四、接口定义

博奇电子 BQM056TFT02-1616T/M 系列液晶控制器的接口为 16 位单片机接口，其接口 J1 为双排直插接口，J4 为 FPC 软线接口，他们的信号定义相同，如下表所示。

管脚	名称	描述	I/O	备注
1~2	GND	电源地	GND	
3~4	VIN	系统电源输入	电源	4.5~5.5V
5~6	VBL	背光电源输入	电源	3.5~5.5V
7	/CS	总线片选	I	/CS=0，控制器接受总线数据/命令
8	/RS	寄存器选择	/RS=0	写 ADD 寄存器/读系统 BUSY 标志
			/RS=1	写所选中的系统寄存器/读像素数据
9	/WR	总线写入	I	标准 8080 总线格式
10	/RD	总线读取	I	
11	/RST	控制器复位	I	>10ms负脉冲有效，内部10K弱上拉
12	SYNC	SYNC 输出	I	帧同步信号输出，下降沿同步，可悬空
13~14	NC	NC		
15~30	D0~D15	数据总线	I/O	标准 16 位 8080 数据总线
31	TPCLK	触摸屏相关信号	I	参考 TSC2046 芯片资料
32	TPCS		I	
33	TPDIN		I	
34	TPDOU		O	
35	TPBUSY		O	
36	TPIRQ		O	
37	L/R	水平镜象	I	内部连接10k上拉（参考显示镜象）
38	U/D	垂直镜象	I	内部连接10k上拉（参考显示镜象）
39~40	GND	电源地	GND	

- 注：1. J1为40脚2.54mm双排针（常规排序，参考安装图）；
 2. J4的规格为FPC40-0.5（0.5mm脚距、0.3mm线厚、下接触、40线）；
 3. 用户可使用同面或异面接触的FPC软线来完成线序转换。

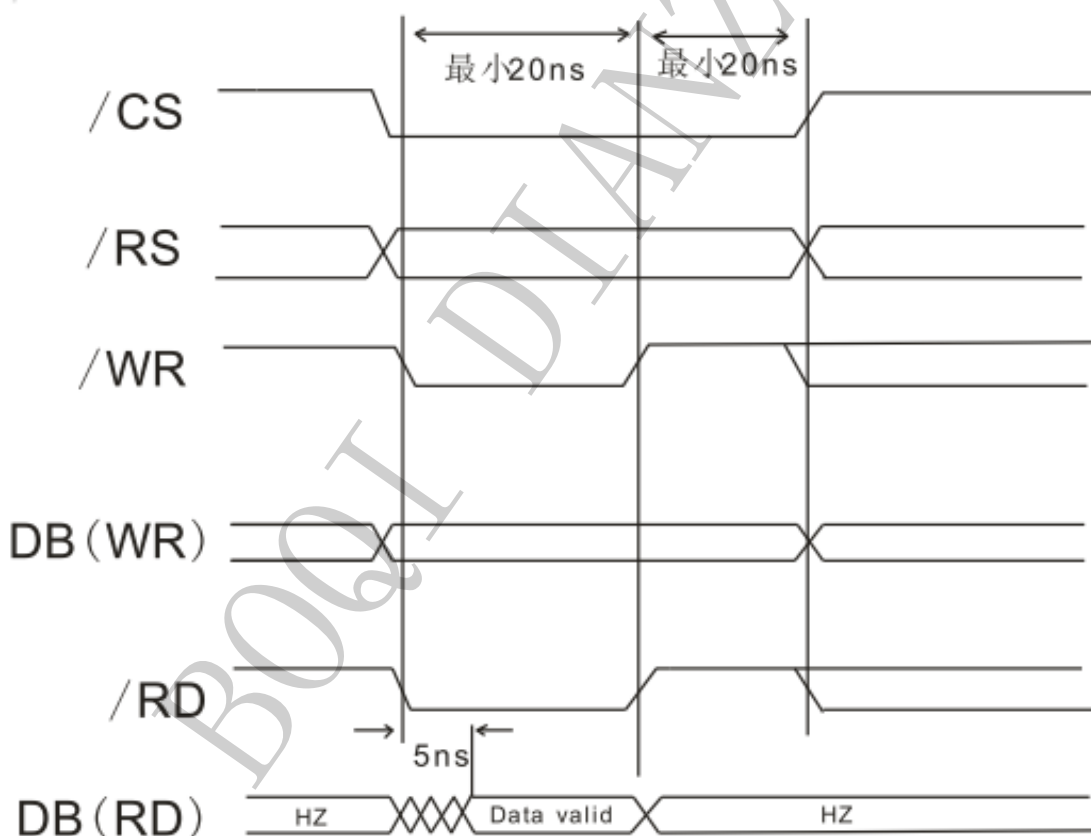
五、并行总线读写操作

总线读写操作的管脚组合及时序图如下

序号	/CS	/RS	/WR	/RD	描述
1	1	X	X	X	总线等待，高阻状态
2	0	0	↓	1	写 ADD 寄存器
3	0	1	↓	1	写 ADD 寄存器所选种的系统寄存器或显存
4	0	0	1	↓	读 BUSY 状态(8 点写入和全屏填充时的忙标志)
5	0	1	1	↓	读显存 (X、Y 对应的像素颜色数据)

注：1. ↓表示该脚下降沿,x表改脚忽略；

2. 连续操作中/CS可以一直选中，也可每次操作时选中；



六、系统寄存器及功能

对系统寄存器（包括显存）的读/写，需要先写 ADD 寄存器，用于选中需要读写的系统寄存器，再对被选中的寄存器进行读写操作。

按如下方式写 ADD 寄存器

/CS	/RS	/WR	/RD	D15~D3	D2	D1	D0
0	0	↓	1	-----	ADD		

注：↓表示对应脚上的下降沿。

按如下方式写系统寄存器（即 ADD 寄存器的值所选中的系统寄存器）

/CS	/RS	/WR	/RD	D15~D0
0	1	↓	1	将参数写入被选中的系统寄存器

注：↓表示对应脚上的下降沿；

系统寄存器分布如下表

ADD寄存器值	系统寄存器名称	INIT	W/R
0	X地址寄存器	0	W
1	Y地址寄存器	0	W
2	单点读、写显存	--	W/R
3	8点快速写入	--	W
4	前景色寄存器	0	W
5	背景色寄存器	0	W
6	系统命令	6000H	W
7	全屏填充	--	W
X	BUSY标志（注）	--	R

注：读BUSY标志时，需/RS=0；x表示该值忽略；

X地址寄存器（ADD=0；0~639）

X地址直接反映为TFT屏上的水平像素，范围0~639（一行共800个像素点）

写入顺序	写入（X15-X10）	写入（X9~X0）
X地址寄存器	-----	0~639
初始值	-----	0

Y地址寄存器（ADD=1；0~479）

Y地址直接反映为TFT屏上的垂直像素，范围0~479（一列共480个像素点）

写入顺序	写入（Y15-Y9）	写入（Y8~Y0）
Y地址寄存器	-----	0~479
初始值	-----	0

单点读、写显存（ADD=2）

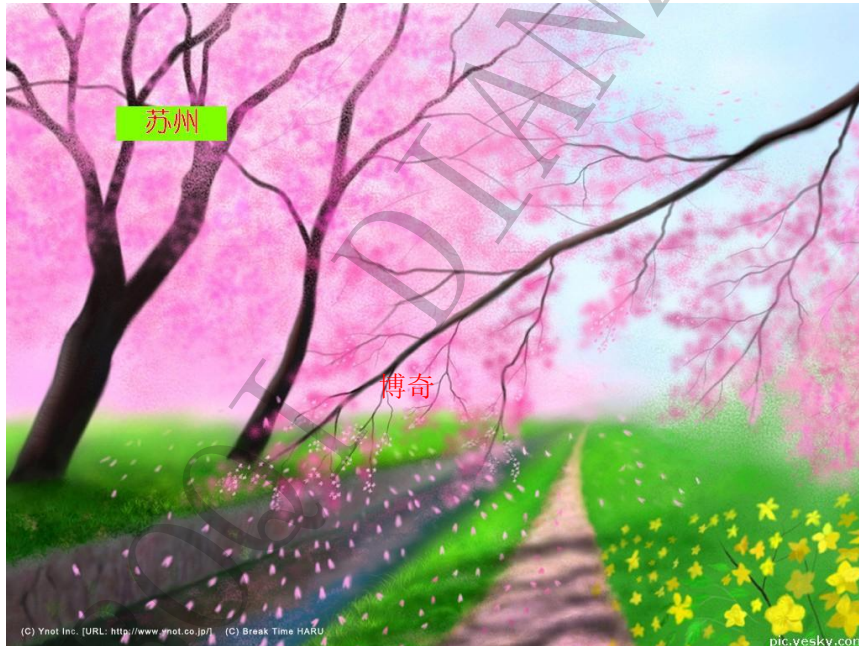
读写当前X地址、Y地址对应位置的像素，一次1个像素，格式为RGB565

位顺序	D7	D6	D6	D4	D3	D2	D1	D0
颜色	G2	G1	G0	B4	B3	B2	B1	B0
位顺序	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
颜色	R4	R3	R2	R1	R0	G5	G4	G3

注：自动增量允许时每次自动增量1，可设置多种增量方式。

8点快速写入（ADD=3）

该功能主要用于文字显示加速，可提高操作速度，降低CPU数据压力。8点直接写入和8点过滤背景色写入的效果图如下（“苏州”为8点直接写入，“博奇”为8点过滤背景色写入；前景色=F800H<红>，背景色=07E0H<绿>）：

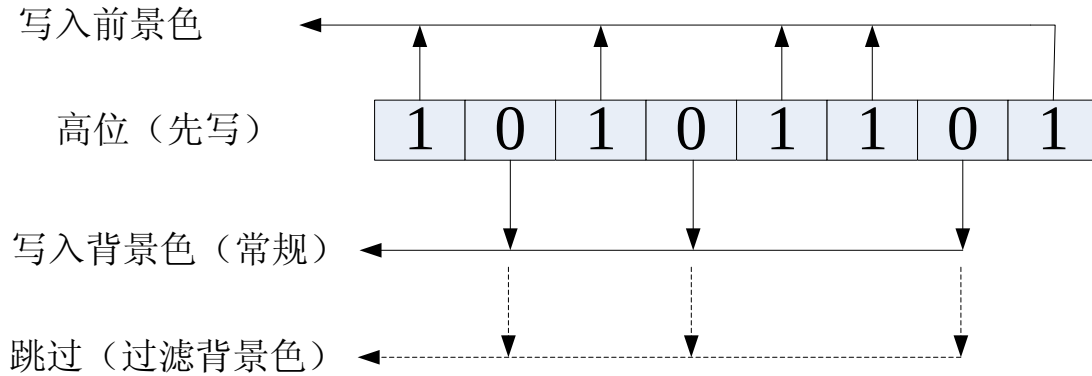


当ADD=3时，写操作会将总线数据D7-D0按位方式写入X、Y对应的显存中，一次8个像素（高位在前低位在后；1写入前景色，0写入背景色或跳过不写）。

位顺序	D15-D8	D7	D6	D6	D4	D3	D2	D1	D0
写入顺序	-----	第1	第2	第3	第4	第5	第6	第7	第8

自动增量打开时，无论写入的位是1（前景色）、或0（背景色或跳过不写），地址都将增量8次（一个位增量一次）。

8点写入的示意图如下：



- 注意：
1. 8点写入前须先写前景色寄存器和背景色寄存器；
 2. 自动增量时每次8点写入后X或Y地址增量8（常规必须打开自动增量）；
 3. 8点写入后300ns内不允许对控制器进行写操作（可采用延时或判忙）

前景色、背景色寄存器（ADD=4、5）

8点写入时的前景色颜色和背景色颜色寄存器分配如下

位顺序	D7	D6	D6	D4	D3	D2	D1	D0
颜色	G2	G1	G0	B4	B3	B2	B1	B0
初始值	0							
位顺序	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
颜色	R4	R3	R2	R1	R0	G5	G4	G3
初始值	0							

系统命令寄存器（ADD=6）

系统命令寄存器功能定义如下

位顺序	D15	D14	D13	D12	D11-D3	D2-D0
寄存器	INC_DIR	Y_INC	X_INC	BACK_F	保留（写0）	LUM
初始值	0	1	1	0		0

注：寄存器保留位须写入“0”。

命令寄存器详细说明

序号	寄存器	描述	备注
1	INC_DIR	增量方向	0: 沿X方向自动增量 1: 沿Y方向自动增量
2	Y_INC	Y 地址增量允许	0: 禁止Y地址的增量，Y保持不变 1: 允许Y地址增量，按相应模式增量
3	X_INC	X 地址增量允许	0: 禁止X地址的增量，X保持不变 1: 允许X地址增量，按相应模式增量
4	BACK_F	背景色过滤	0: 8点写入时分别为前景色或背景色 1: 8点写入时只写前景色，背景色忽略
5	LUM	背光管理	0: 背光关闭，背光电路停止工作

			1: 背光亮度最低 7: 背光亮度最高
--	--	--	---------------------------------

全屏填充（ADD=7）

该命令可整屏瞬间自动填充，耗时约9.8ms，该时间内不允许对系统进行写操作。可以采用延时或判忙等方式检测填充是否执行完毕。

全屏填充使用如下颜色分配

位顺序	D7	D6	D6	D4	D3	D2	D1	D0
颜色	G2	G1	G0	B4	B3	B2	B1	B0
位顺序	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
颜色	R4	R3	R2	R1	R0	G5	G4	G3

状态和显存读取

如果/RS=1，且ADD=2，则读操作会读出X、Y对应的像素颜色数据；

如果/RS=0，无论ADD为何值，则读操作会读出系统BUSY标志。

位顺序	/RS	ADD	D15~D1	D0
读像素	1	2	RGB565	
读BUSY	0	X	-----	BUSY

注：1. 只有8点写入和全屏填充时BUSY标志才有效，其他操作无需判断；

2. 8点写入后可以读BUSY标志，也可软件延时300ns左右；

3. 全屏填充后可以读BUSY标志，也可软件延时9.8ms左右。

七、地址自动增量方式

通过对系统命令寄存中相关位的设置可以实现不同的自动增量模式，几种增量模式的说明及示意图如下

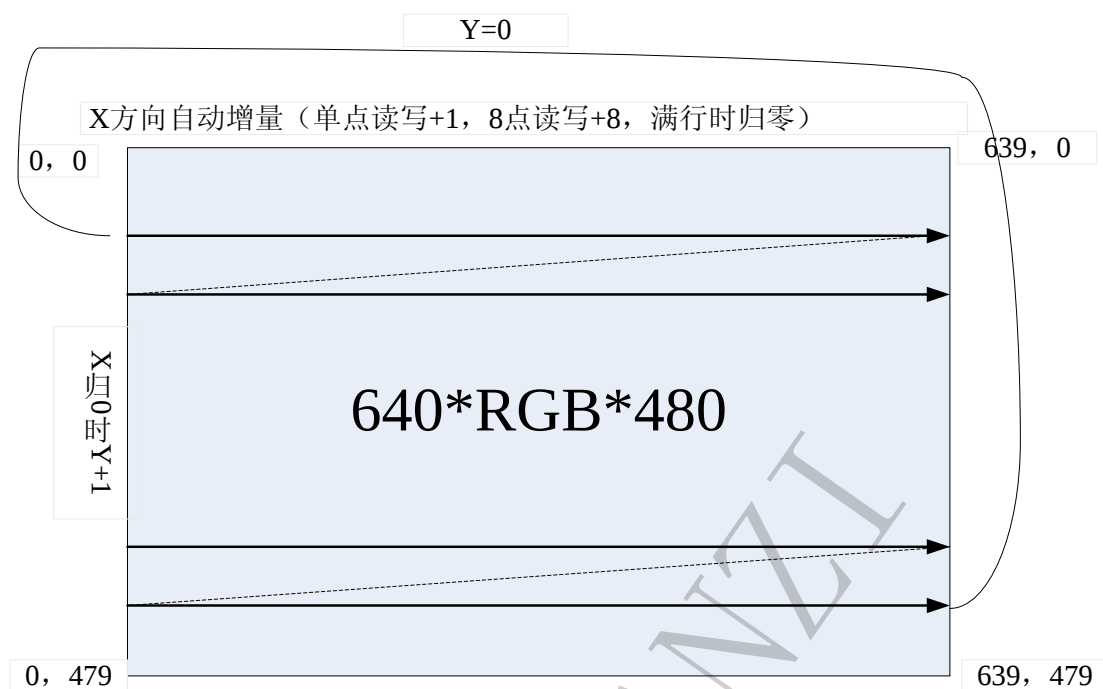
序号	INC_DIR	Y_INC	X_INC	增量描述
1	0	X	0	无增量
2	0	0	1	X自动增量，满行时X=0，Y不变
3	0	1	1	X自动增量，满行时X=0，Y+1
4	1	0	X	无增量
5	1	1	0	Y自动增量，满列时Y=0，X不变
6	1	1	1	Y自动增量，满列时Y=0，X+1

注：单点读、写时地址自动增量1；8点写入时地址自动增量8。

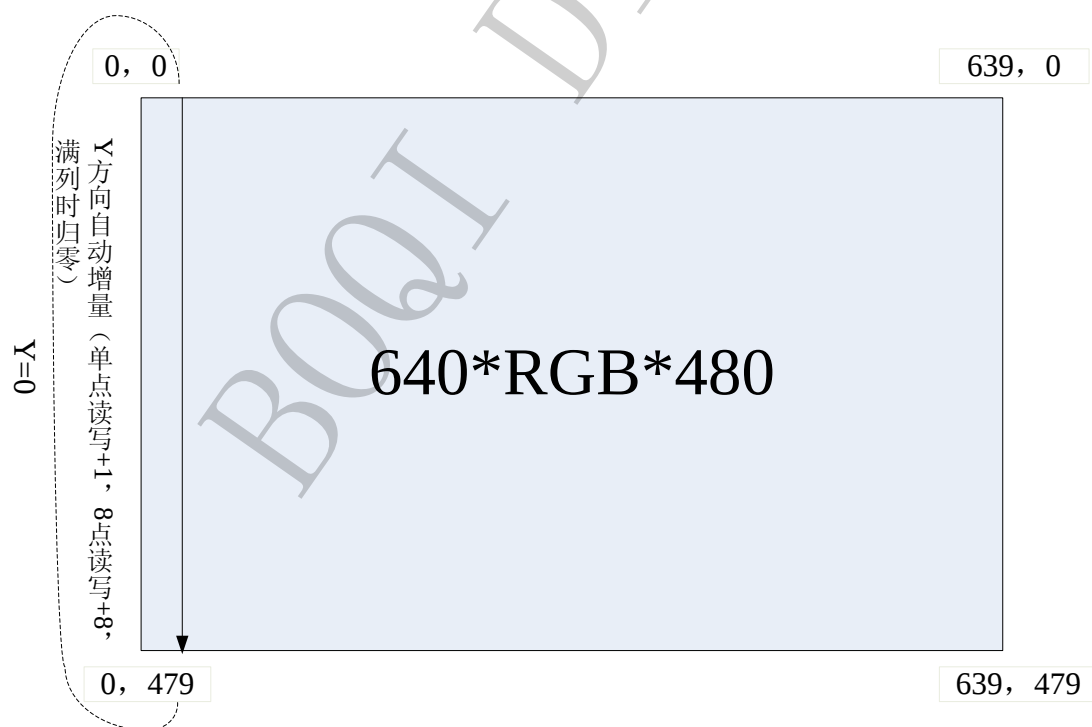
INC_DIR=0；Y_INC=0；X_INC=1的自动增量示意图如下



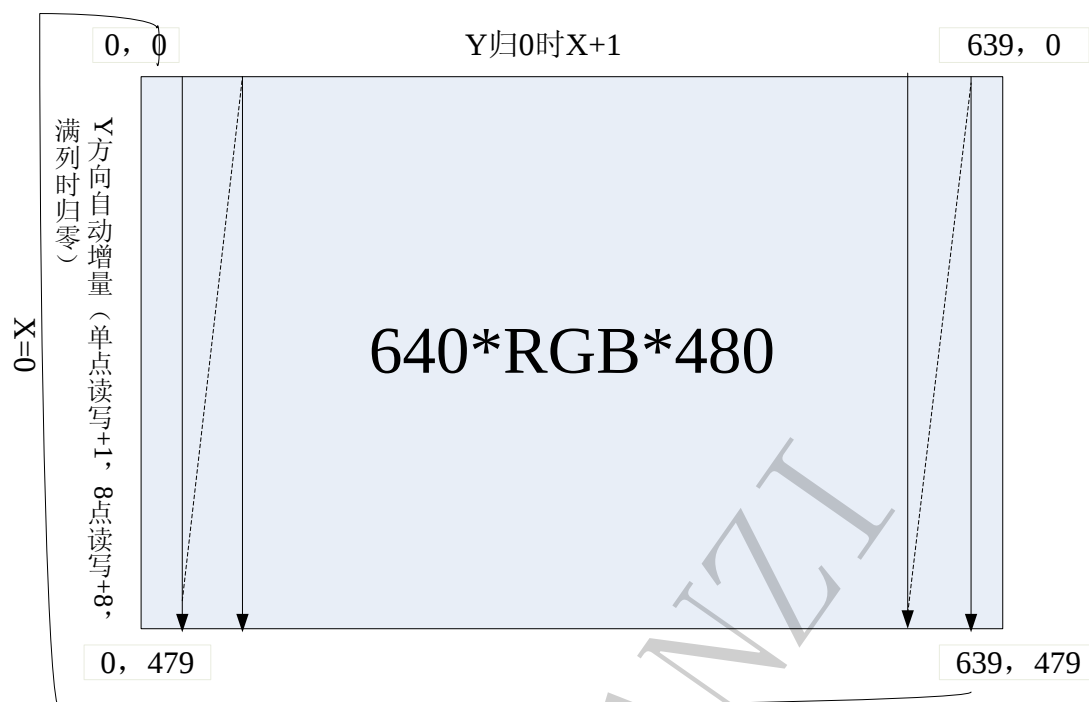
INC_DIR=0; Y_INC=1; XINC=1的自动增量示意图如下



INC_DIR=1; Y_INC=1; X_INC=0的自动增量示意图如下

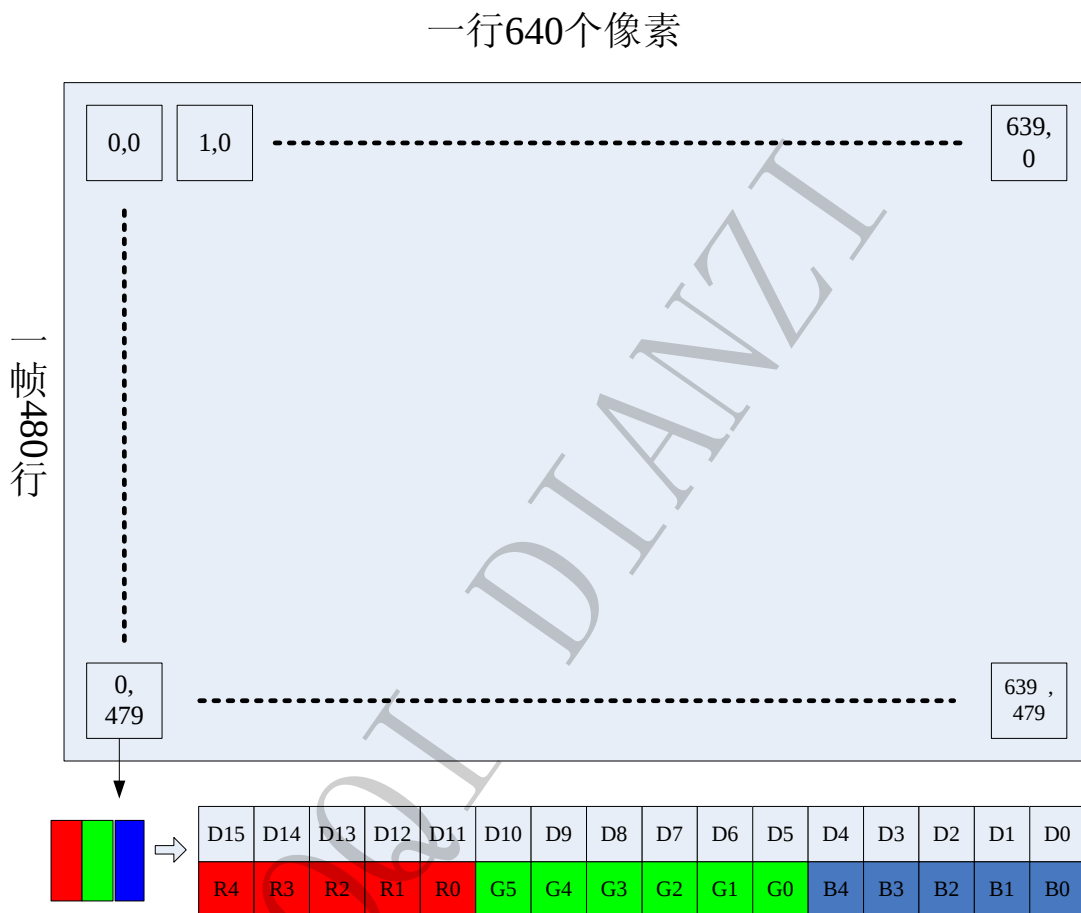


INC_DIR=1; Y_INC=1; X_INC=1的自动增量示意图如下



八、系统规划示意图如下

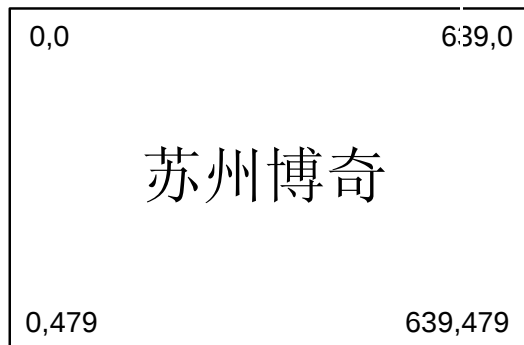
该控制器显示区域由480行构成，每一行包含640个像素点，每个像素点都由红绿蓝（RGB）三种颜色组成。其中红色5位，绿色6位，蓝色5位，由此构成65536种颜色。控制器的显示区域示意图如下



九、水平、垂直镜像显示

可以通过用户IO设置控制器的L/R、U/D引脚来完成水平、垂直镜像显示，如下

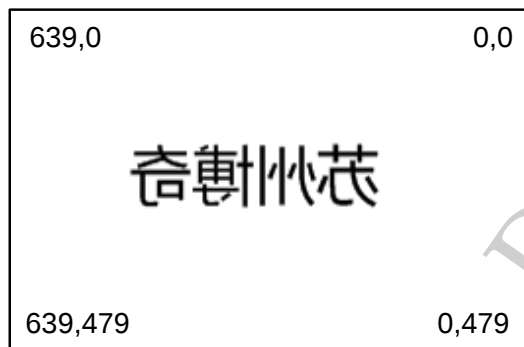
L/R=1,U/D=0 示意图



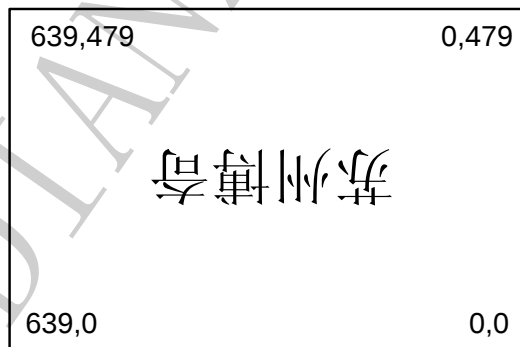
L/R=1,U/D=1 示意图



L/R=0,U/D=0 示意图



L/R=0,U/D=1 示意图



注：L/R内部连接10k上拉，U/D内部连接10k下拉。

十、帧同步刷屏

在SYNC引脚的下升沿后再开始送入显示数据可以实现帧同步功能,改善画面质量(避免刷屏时的闪烁)。但帧同步功能要求CPU具备一定的刷屏速度。

帧同步刷屏的总线最低速度为: $x*y*60$ (Hz) (x 为刷新宽度, y 为刷新高度), 如刷新 $200*200$ 的区域时要求总线最低平均速度为: $200*200*60=2.4\text{MHz}$ 。

- 注: 1. 不包括必要的循环和判断所占用的时间资源, 因此实际需要速度更高;
2. 应尽量使用带总线的CPU以及利用DMA来提高接口效率;

十一、参考程序

以下参考程序展示如何用模拟总线完成初始化、硬件全屏填充, 最后在水平25, 垂直50位置处填充一块宽100, 高150的白色区域(需根据自己的硬件平台和开发工具定义相应的端口):

```
void lcd_add(unsigned short add){ //写ADD寄存器
    LCD_CS_0;
    LCD_RS_0;
    LCD_DATA = add;
    LCD_DATA_OUT; //总线输出
    LCD_WR_0;
    //插入一定延时产生20ns以上的负脉冲
    LCD_WR_1;
    LCD_DATA_IN; //总线悬空
    LCD_CS_1;
}

void lcd_data(unsigned short dat){ //写ADD寄存器所选择的系统寄存器或显存
    LCD_CS_0;
    LCD_RS_1;
    LCD_DATA = dat;
    LCD_DATA_OUT; //总线输出
    LCD_WR_0;
    //插入一定延时产生20ns以上的负脉冲
    LCD_WR_1;
    LCD_DATA_IN; //总线悬空
    LCD_CS_1;
}

unsigned char lcd_busy(void){
    unsigned char i;
```

```
LCD_DATA_IN; //总线输入
LCD_CS_0;
LCD_RS_0;
LCD_RD_0;
//如CPU过快请插入适当延时
i = LCD_DATA;
LCD_RD_1;
LCD_CS_1;
return I & 0x01;
}

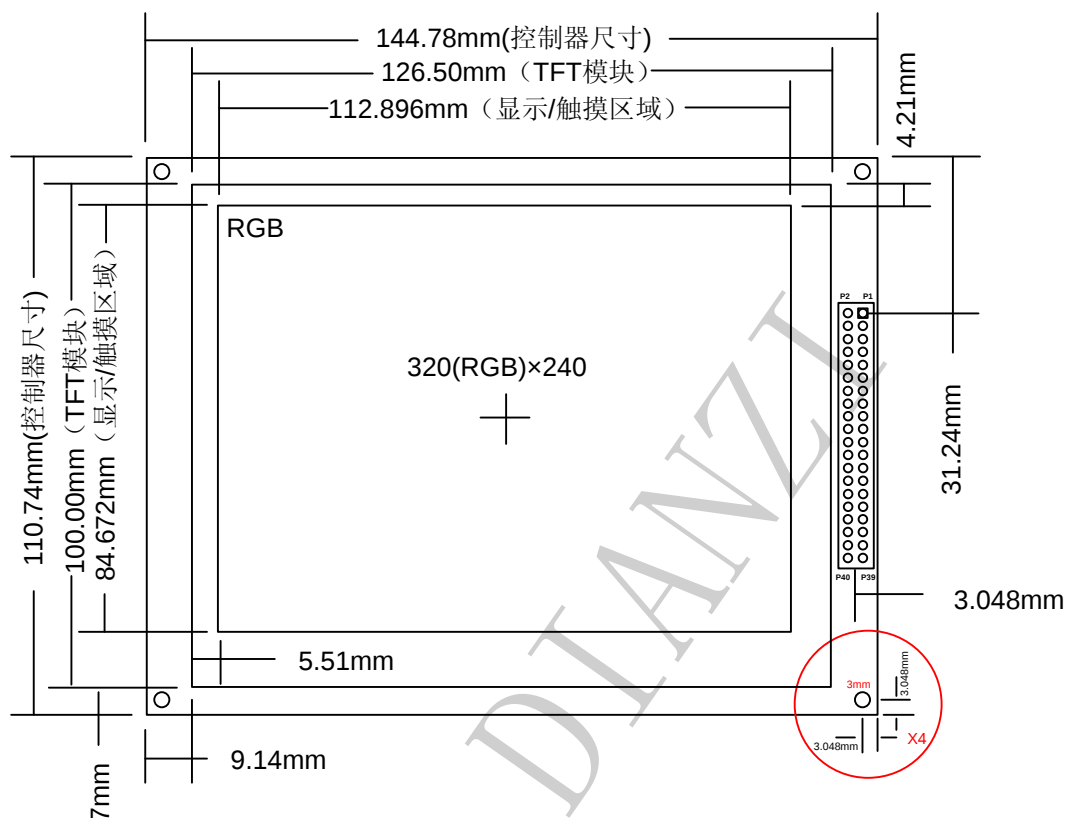
void main(void){
    unsigned short x, y;
    //端口初始化
    LCD_CS_1; LCD_CS_OUT;
    LCD_RS_1; LCD_RS_OUT;
    LCD_WR_1; LCD_WR_OUT;
    LCD_RD_1; LCD_RD_OUT;
    LCD_SYNC_IN; //SYNC设置为输入
    //控制器复位
    LCD_RST_0; LCD_RST_OUT;
    //插入10ms以上延时
    LCD_RST_1;
    //插入一定延时,等待系统稳定 (建议10ms以上)
    lcd_add(6); lcd_data(1<<Y_INC | 1<<X_INC); //增量X->Y,背光关闭
    lcd_add(7); lcd_data(0); while(lcd_busy()); //等待全屏填充黑色
    lcd_add(6); lcd_data(1<<Y_INC | 1<<X_INC | 7); //增量X->Y,BL_LUM=7
    //在25,50处填充一块100*150的白色区域
    for(y=0; y<150; y++){
        lcd_add(0); lcd_data(25); //x add
        lcd_add(1); lcd_data(50+y); //y add
        lcd_add(2);
        for(x=0; x<100; x++){ //利用X地址自动增量连续写一行
            lcd_data(0xffff);
        }
    }
    While(1){
        ;
    }
}
```

十二、产品参数

序号	名称	最小	典型	最大	单位	条件	备注
1	VIN 电压	4.5	5	5.5	V		小于 100mVp-p
2	VIN 电流	240	270	300	mA	@5V	
3	VBL 电压	3.3	5	5.5	V		小于 100mVp-p
4	VBL 电流	200	250	380	mA	@5V	和输入电压及亮度有关
5	VIL	-0.3	0	1	V		
6	VIH	2.3	3.3	3.6	V		
7	解析度		640*480		dot		RGB,4:3
8	颜色		65536				RGB565
9	对比度	400	500				
10	亮度		250		Cd/m2	LUM=7	无 TP 版本
			200				有 TP 版本
11	工作温度	-20		70	℃		
12	存储温度	-30		80	℃		
13	LED 寿命		20,000		小时		

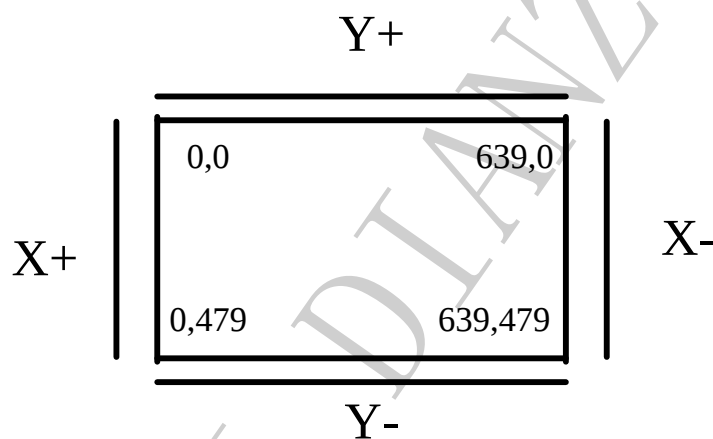
十三、安装尺寸

控制器正面视图安装尺寸如下



十四、控制器应用注意事项

1. 控制器信号电压为3.3V，电压不匹配时必须进行电平转换（可使用串阻方式）；
2. 触摸屏控制器信号电压为3.3V，电压不匹配时必须进行电平转换；
3. 总线信号较长或速度较高时建议串联33R匹配电阻（信号线越短越好）；
4. 系统电源和背光电源建议独立供应或经过滤波处理（参考DEMO图）；
5. VIN和VBL电源应就近放1只220uF以上和1只100nF的电容；
6. SYNC引脚为可选引脚，可悬空处理；
7. /RST引脚在内部有RC电路（100nF+10k），可悬空或接IO（推荐用户软件复位）；
8. 复位完成后建议等待160ms再打开背光（等待TFT面板稳定）；
9. 触摸屏芯片和4线触摸屏连接示意图如下（可在程序中先对X、Y结果转换）。



十五、联系方式

E-mail: support@boqi-china.com(技术咨询)

sales@boqi-china.com(商务咨询)

网址: www.boqi-china.com

电话/传真: 0512-60779435/0512-67902296

地址: 苏州市工业园区星湖街 328 号国华大厦 B601-2