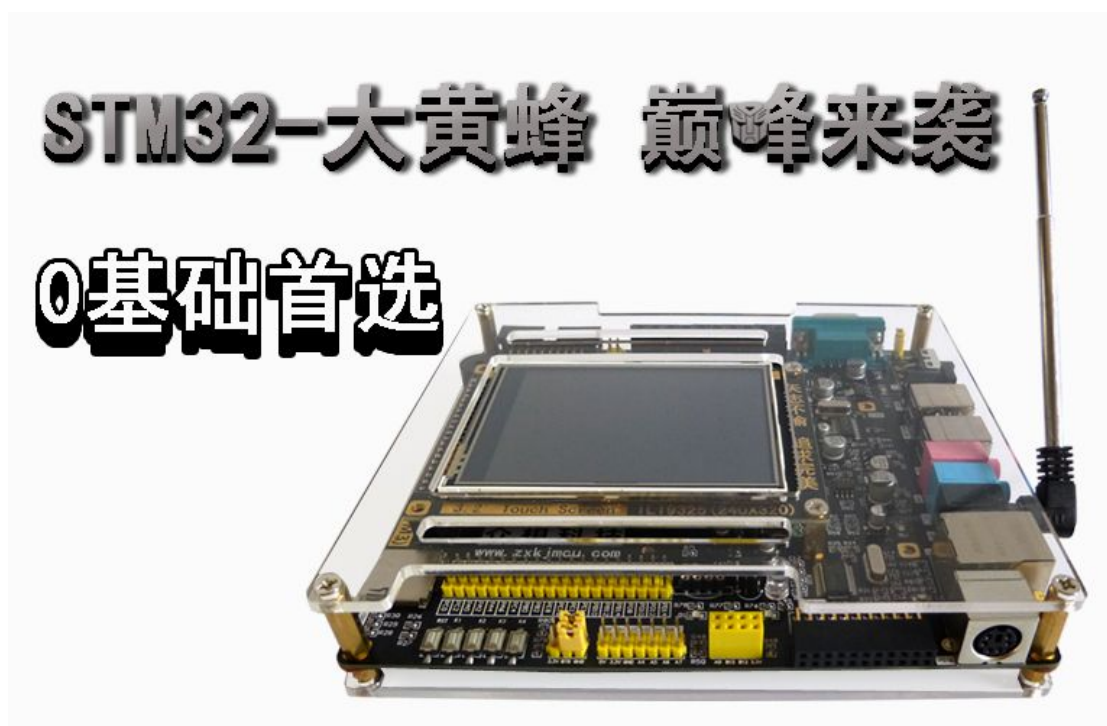


学 ARM 从 STM32 开始

STM32 开发板库函数教程——实战篇



官方网站: <http://www.zxkjmcu.com>

官方店铺: <http://zxkjmcu.taobao.com>

官方论坛: <http://bbs.zxkjmcu.com>

刘洋课堂: <http://school.zxkjmcu.com>

4.29 STM32 LCD 彩色液晶屏工作原理

4.29.1 概述

4.29.1.1 LCD 彩色液晶屏原理

(一) 液晶的物理特性

液晶的物理特性是：当通电时导通，排列变的有秩序，使光线容易通过；不通电时排列混乱，阻止光线通过。让液晶如闸门般地阻隔或让光线穿透。从技术上简单地说，液晶面板包含了两片相当精致的无钠玻璃素材，称为 Substrates，中间夹著一层液晶。当光束通过这层液晶时，液晶本身会排排站立或扭转呈不规则状，因而阻隔或使光束顺利通过。大多数液晶都属于有机复合物，由长棒状的分子构成。在自然状态下，这些棒状分子的长轴大致平行。将液晶倒入一个经精良加工的开槽平面，液晶分子会顺着槽排列，所以假如那些槽非常平行，则各分子也是完全平行的。

(二) 彩色 LCD 显示器的工作原理

对于笔记本电脑或者桌面型的 LCD 显示器需要采用的更加复杂的彩色显示器而言，还要具备专门处理彩色显示的色彩过滤层。通常，在彩色 LCD 面板中，每一个像素都是由三个液晶单元格构成，其中每一个单元格前面都分别有红色，绿色，或蓝色的过滤器。这样，通过不同单元格的光线就可以在屏幕上显示出不同的颜色。

LCD 克服了 CRT 体积庞大、耗电和闪烁的缺点，但也同时带来了造价过高、视角不广以及彩色显示不理想等问题。CRT 显示可选择一系列分辨率，

而且能按屏幕要求加以调整,但 LCD 屏只含有固定数量的液晶单元,只能在全屏幕使用一种分辨率显示(每个单元就是一个像素)。CRT 通常有三个电子枪,射出的电子流必须精确聚集,否则就得不到清晰的图像显示。但 LCD 不存在聚焦问题,因为每个液晶单元都是单独开关的。这正是同样一幅图在 LCD 屏幕上为什么如此清晰的原因。LCD 也不必关心刷新频率和闪烁,液晶单元要么开,要么关,所以在 40~60Hz 这样的低刷新频率下显示的图像不会比 75Hz 下显示的图像更闪烁。不过,LCD 屏的液晶单元会很容易出现瑕疵。对 1024×768 的屏幕来说,每个像素都由三个单元构成,分别负责红、绿和蓝色的显示—所以总共约需 240 万个单元($1024 \times 768 \times 3 = 2359296$)。很难保证所有这些单元都完好无损。最有可能的是,其中一部分已经短路(出现“亮点”),或者断路(出现“黑点”)。所以说,并不是如此高昂的显示产品并不会出现瑕疵。

LCD 显示屏包含了在 CRT 技术中未曾用到的一些东西。为屏幕提供光源的是盘绕在其背后的荧光管。有些时候,会发现屏幕的某一部分出现异常亮的线条。也可能出现一些不雅的条纹,一幅特殊的浅色或深色图像会对相邻的显示区域造成影响。此外,一些相当精密的图案(比如经抖动处理的图像)可能在液晶显示屏上出现难看的波纹或者干扰纹。

现在,几乎所有的应用于笔记本或桌面系统的 LCD 都使用薄膜晶体管(TFT)激活液晶层中的单元格。TFT LCD 技术能够显示更加清晰,明亮的图象。早期的 LCD 由于是非主动发光器件,速度低,效率差,对比度小,虽然能够显示清晰的文字,但是在快速显示图象时往往会产生阴影,影响视频

的显示效果，因此，如今只被应用于需要黑白显示的掌上电脑，呼机或手机中。

随着技术的日新月异，LCD 技术也在不断发展进步。目前各大 LCD 显示器生产商纷纷加大对 LCD 的研发费用，力求突破 LCD 的技术瓶颈，进一步加快 LCD 显示器的产业化进程、降低生产成本，实现用户可以接受的价格水平。

4.29.1.2 STM32 实验板用 LCD 彩色液晶屏规格

由于彩色液晶屏操作方便，人机交互很好，在大黄蜂实验板上我们标配了一款彩色液晶屏，具体参考“图 4.29.2 外扩的彩色液晶屏实物”，主要有三种规格：2.4 寸、3.2 寸、4.3 寸。

2.4 寸彩色液晶屏分辨率是：240×320

3.2 寸彩色液晶屏分辨率是：240×320

4.3 寸彩色液晶屏分辨率是：272×480

控制芯片是 SD1963。



图 4.29.1 外扩的彩色液晶屏实物

4.29.1.3 STM32 彩色液晶屏颜色设定

任何彩色屏幕都是由三基色组成，三基色是指红，绿，蓝三色，人眼对红、绿、蓝最为敏感，大多数的颜色可以通过红、绿、蓝三色按照不同的比例合成产生。同样绝大多数单色光也可以分解成红绿蓝三种色光。这是色度学的最基本原理，即三基色原理。红绿蓝三基色按照不同的比例相加合成混色称为相加混色。在我们这款触摸屏中，软件是用 16 位包含了三基色的位分配。如“图 4.29.2 触摸屏中三基色位分配”所示形式。



图 4.29.2 触摸屏中三基色位分配

24 位转换成 16 位格式公式：

```
#define RGB565 (r, g, b) (( (r)>>3) <<11 | (g)>>2) <<5 | (b)>>3)
```

附表 1: ILI9320 常用命令

编号	指令	各位描述															
	HEX	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D8	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
R0	0x00	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	OSC
		1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
R3	0x03	TRI	DFM	0	BGR	0	0	HWM	0	ORG	0	I/D1	I/D0	AM	0	0	0
R7	0x07	0	0	PTD E1	PTDE 0	0	0	0	BASE E	0	0	GON	DTE	CL	0	DI	DO
R32	0x20	0	0	0	0	0	0	0	0	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0
R33	0x21	0	0	0	0	0	0	0	AD16	AD15	AD14	AD13	AD12	AD11	AD10	AD9	AD8
R34	0x22	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

R80	0x50	0	0	0	0	0	0	0	0	HSA 7	HSA 6	HSA5	HSA4	HSA 3	HSA2	HSA1	HSA0
R81	0x51	0	0	0	0	0	0	0	0	HEA 7	HEA 6	HEA5	HEA4	HEA 3	HEA2	HEA1	HEA0
R82	0x52	0	0	0	0	0	0	0	VSA8	VSA 7	VSA 6	VSA5	VSA4	VSA 3	VSA2	VSA1	VSA0

(R0), 这个命令, 有两个功能, 如果对它写, 则最低位为 OSC, 用于开启或者关闭振荡器。而如果对它读操作, 则返回的是控制器的型号。

(R32、R33), 设置 GRAM 的行地址和列地址。R32 用于设置列地址 (X 坐标, 0~239), R33 用于设置行地址 (Y 坐标, 0~319)。当我们要在某个指定点写入一个颜色的时候, 先通过这两个命令设置到该点, 然后写入颜色值就可以了。

(R80~R83), 行列 GRAM 地址位置设置。这几个命令用于设定你显示区域的大小, 我们整个屏的大小为 240×320 , 但是有的时候我们只需要在其中的一部分区域写入数据, 如果用先写坐标, 后写数据这样的方式来实现, 则速度就会大打折扣了。此时我们就可以通过这几个命令, 在其中开辟一个区域, 然后不停的丢数据, 地址计数器就会根据 R3 的设置自动增加/减少, 这样就不需要频繁的写地址了, 大大提高了刷新速度。

(R34), 写数据到 GRAM 命令, 当写入了这个命令后, 地址计数器才会自动的增加和减少, 该命令是我们要介绍的这一组命令里面唯一的单个操作的命令, 只需要写入该值就可以, 其它的都是要先写入命令编号, 然后写入操作数。

R3, 入口模式命令。我们重点关注的是 I/DO、I/DI、AM 这 3 个位, 因为这 3 个位控制了屏幕的显示方向。AM: 控制 GRAM 更新方向。当 AM=0 的时候,

地址以行方向更新。当 AM=1 的时候，地址以列方向更新。I/D[1:0]：当更新了一个数据之后，根据这两个位的设置来控制地址计数器自动增加/减少 1。详细请参考“图 4.29.3 GRAM 显示方向设置”。

	I/D[1:0] = 00 行方向，减少 列方向，减少	I/D[1:0] = 01 行方向，增加 列方向，减少	I/D[1:0] = 10 行方向，减少 列方向，增加	I/D[1:0] = 11 行方向，增加 列方向，增加
AM = 0 行方向				
AM = 1 列方向				

图 4.29.3 GRAM 显示方向设置

R7, 显示控制命令。该命令 CL 位用来控制是 8 或 16 位彩色。当 CL=1 时是 8 位色，当 CL=0 时是 16 位色。D1、D0、BASEE 这 3 个位用来控制屏幕显示状态。当全部设置成 1 时显示开启，全部设置成 0 时显示关闭。我们一般通过该命令来设置液晶屏在空闲时显示状态，以降低功耗。

4.29.2 STM32 实验板配套彩色液晶屏操作步骤

TFT-LCD 显示需要的相关设置步骤，具体操作如下：

1) 设置 STM32 与 TFT-LCD 模块相连接的 IO 管脚。

这一步，先将我们与 TFT-LCD 模块相连的 IO 口进行初始化，以便驱动 LCD。

2) 初始化 TFTLCD 模块。

通过向 TFT-LCD 写入一系列的设置，来启动 TFT-LCD 的显示。为后续显示字符和数字做准备。

3) 通过函数将字符和数字显示到 TFT-LCD 模块上。

这里就是通过我们的程序设计，将要显示的字符传送到 TFT-LCD 模块即可。

4. 29.3 大黄蜂实验板彩色液晶屏硬件设计

彩色液晶屏属于实验板外扩设备，属于大黄蜂开发板标准配备的显示工具，在使用的时候直接把彩色液晶屏插接到大黄蜂开发板标准的 40 位插座上即可。彩色液晶屏采用标准的 SPI 通讯方式。下面简单介绍 LCD 接口功能。

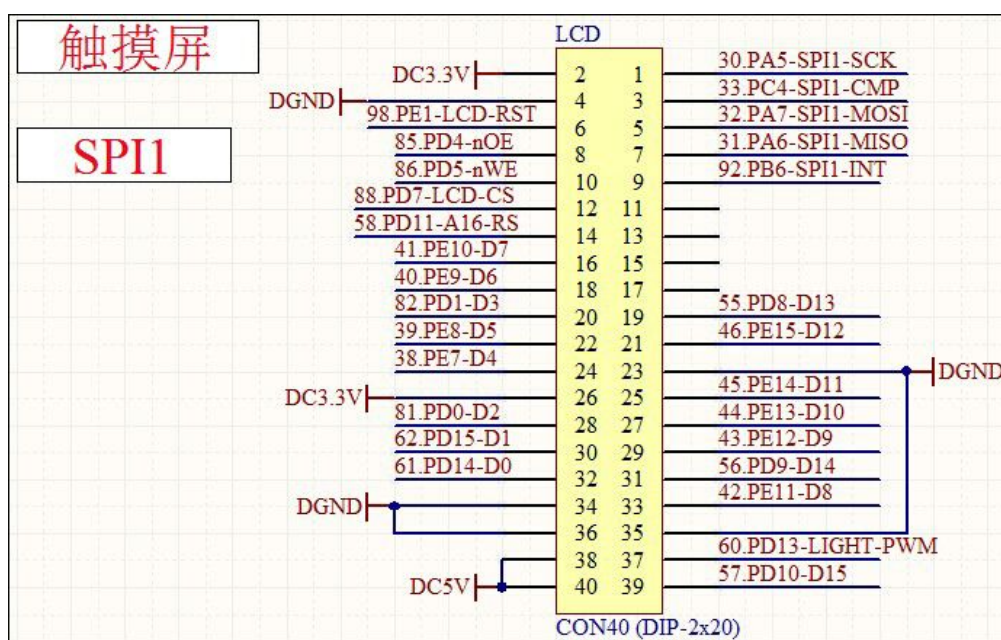


图 4.29.4 触摸屏扩展槽原理图

PD7-LCD-CS: LCD 片选信号;

PE1-LCD-RST: LCD 复位信号;

PD5-nWE: 写使能, 连接 LCD 的 RW 脚;

PD4-nOE: 输出使能连接 LCD 的 RD 脚;

PD11-A16-RS: 命令/数据标志 (0, 读写命令; 1, 读写数据);

D[15:0]: 16 位双向数据线;

PD13-LIGHT-PWM: LCD 背光控制;