

智能电表段式液晶驱动的设计与实现

张步幸

(天津工业大学 电气工程与自动化学院, 天津 300387)

摘要: 首先阐述段式液晶屏的驱动原理, 然后介绍利用 MSP430F149 单片机的管脚直接对多路寻址液晶显示器件驱动的硬件原理和程序, 实现了无专用驱动芯片的液晶显示, 减少了带段式液晶产品驱动芯片的费用。本设计驱动电路性能稳定、成本低廉, 是理想的人机界面实现方式。

关键词: MSP430; 多路寻址; 直接驱动; 段式液晶屏

中图分类号: TP368

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2013)13-0104-03

Design and implementation of segment liquid crystal drive in the intelligent meters

Zhang Buxing

(School of Electrical Engineering & Automation, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300387, China)

Abstract: The principle of segment LCD driver is expounded, then introduces the driver's hardware principle and the procedure of multiple addressing liquid crystal display which is driven by the MSP430F149 microcontroller pins directly. It also realizes the display of LCD without special driver chip, and reduces the cost of products with segment liquid crystal of driver chip. The design of the driver circuit is stable and low-cost, which is an ideal way of realizing human-computer interface.

Key words: MSP430; multiple addressing; direct drive; segment LCD

自从 20 世纪 60 年代末第一台 LCD 液晶显示器诞生以来, 液晶显示技术在短短的 40 多年里得到了飞速的发展。显示器作为人机交互的关键部分, 现已成为嵌入式设备中不可缺少的外围接口器件之一。由于控制段式液晶显示器的驱动时序复杂, 因而相应的驱动芯片应运而生, 但是液晶屏的驱动芯片价格昂贵且耗电量大, 很多产品价格令用户难以接受。本文在智能电表设计方案中采用 TI 公司具有三态输出功能、超低功耗的 MSP430F149 单片机作为主控芯片, 同时直接对多路寻址液晶器件进行驱动, 既起到了控制其他模块的正常运行又驱动了液晶屏的显示, 减少了驱动芯片的费用, 设计电路工作稳定、成本低, 具有一定的推广价值。

1 笔段式 LCD 的结构及显示原理

1.1 笔段式 LCD 的结构

笔段式液晶显示器是指以长条状显示像素组成一位显示类型的液晶显示器件, 简称段式液晶显示器件。它主要用于显示数字, 或类似数字的段码型显示。段式液晶显示器件的驱动分为两类: 一类是静态驱动; 另一类是动态

驱动^[1]。因为段式动态液晶显示器件寻址路数一般不超过 4 路, 故动态驱动又被称为多路寻址驱动。方案中的多路寻址驱动液晶显示器件引脚排布如表 1 所示。

表 1 引脚排布

PIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
COM1	S14	2D	T1	3D	T2	4D	S1	上	P1	1D	月	尖	峰
COM2	2E	2C	3E	3C	4E	4C	S2	当前	1E	1C	电	总	价
COM3	2G	2B	3G	3B	4G	4B	S3	S5	1G	1B	用	量	时
COM4	2F	2A	3F	3A	4F	4A	S4	S6	1F	1A	欠	P2	间
PIN	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
COM1	平	剩余	COM1	/	/	/	h	9D	P7	8D	P6	7D	P5
COM2	谷	常数	/	COM2	/	/	kw	9C	9E	8C	8E	7C	7E
COM3	段	表号	/	/	COM3	/	元	9B	9G	8B	8G	7B	7G
COM4	P3	金额	/	/	/	COM4	除	9A	9F	8A	8F	7A	7F
PIN	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
COM1	6D	P4	拉闸	购电	S18	5D	T3	S15	S10	S13			
COM2	6C	6E	透支	请	S19	5C	5E	S17	S9	S12			
COM3	6B	6G	囤积	失败	读卡	5B	5G	S16	S8	S11			
COM4	6A	6F	/	成功	中	5A	5F	/	S7	阶梯			

1.2 笔段式 LCD 的显示原理

LCD 工作原理不同于 LED, 加上电压 (LED 实际上是电流驱动) 就可以长期显示。LCD 必须使用交流电压驱动才能保持稳定的显示, 如果在 LCD 上加上稳定的直流电压, 不但不能正常显示, 时间久了还会损坏 LCD。一段 LCD 由背电极和段电极组成, 在两个板极之间充满着液态液晶体, 驱动信号分别加在背电极与段电极上。在显示时, 驱动信号幅度大 (大于液晶的显示阈值), 熄灭时, 驱动信号幅度小。它熄灭时驱动信号幅度与显示时的幅度之比称为该显示器的“偏置”。例如: 1/3 偏置 (简称 1/3B) 是指它熄灭时驱动信号幅度与显示的幅度之比为 1:3。要想让它显示就使用一个幅度大的信号, 熄灭则加一个幅度小的信号。在一个显示周期内各段轮流显示, 其中每个段的显示时间与显示周期总时间之比称为显示占空比。例如: 4 个段码连在一起的液晶显示器, 其显示占空比是 1/4 (简称 1/4D)^[2]。此外, 液晶显示器还有其他参数, 如最佳视角。例如: 最佳视角为 30° 的称为 6 点钟; 最佳视角为 90° 的称为 12 点钟等。

2 笔段式 LCD 驱动设计

方案中采用的 LCD, 有 4 个 COM, 32 个 SEG。要想某一 SEG 显示时, 需要在对应的 SEG 和 COM 之间加上足够的交流电压。COM 驱动使用了两个 I/O 口控制两个电阻进行分压, 输出电压有 0 V、1/3V_{cc}、2/3V_{cc}、V_{cc}。SEG 驱动使用了两个电阻进行分压, 输出电压为 1/2V_{cc}。当不想让某位显示时, 就将它的 SEG 端电压设置为 1/2V_{cc} (通过设置 I/O 口为高阻态来完成) 同时 COM 端电压设置为 1/3V_{cc} 或者 2/3V_{cc}, 这样加在对应的 SEG 和 COM 之间的电压只有 1/6V_{cc}, 不足以点亮对应的 SEG。需要显示的, 就将 COM 电压设置为 0 或者 1, 这样 SEG 电压跟 COM 电压相反的段就被点亮了。通过定期扫描每个 COM, 即可稳定地在 LCD 上显示需要的字段了。但是如果使用 100% 的时间都驱动的话, 会造成对比度太高, 甚至出现不该显示的地方也显示了。因此在显示一段时间后, 就将 COM 和 SEG 都设置为低, 以关闭它的显示, 降低对比度。通过调节关闭时间的长短 (PWM), 可以调节对比度^[3]。在图 1 中, 使用了 50% 固定的占空比。COM 为低电平时点亮叫做正亮, COM 为高电平时点亮叫做负亮。扫描每个 COM 分成 4 个阶段: 正亮, 关闭, 负亮, 关闭^[4]。因此对于方案中 LCD 驱动, 总共有 16 种状态, 每个 COM 都有上面所说的 4 种状态。每隔 2 ms 就切换一次状态, 整个扫描周期为 2×16=32 ms, 肉眼感觉不到闪烁。驱动时序如图 1 所示。

3 软件实现

3.1 程序流程图

显示程序流程图如图 2 所示。

3.2 显示子程序设计

液晶显示器的工作频率范围一般在 25 Hz 到数百赫

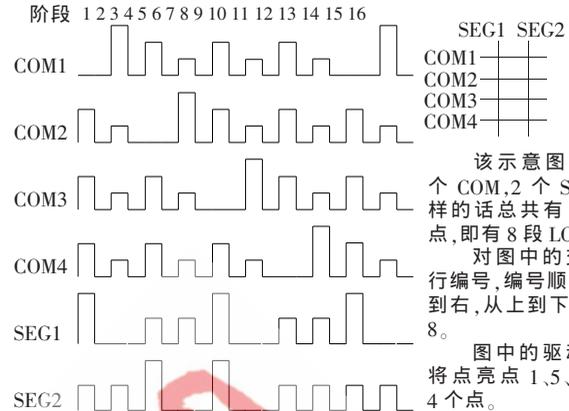


图 1 液晶显示时序图

兹之间, 因为用普通单片机驱动液晶显示器没有硬件支持, 驱动波形只能通过软件编程实现, 所以选用较低的工作频率, 减少软件的开销。

在编写程序中定义一个二维数组来储存要显示内容的数据。当有显示请求时, 将相应的数据放入该二维数组中, 调用显示函数即可, COM1 的扫描程序如下。

```
void display()
{
    P1DIR=a[0][0]; P2DIR=a[0]
    [1];P3DIR=a[0][2]; //正亮
    P4DIR=a [0][3];P5DIR=a[0]
    [4];P6DIR=0x0f;
    P1OUT=a[0][0];P2OUT=a[0][1];P3OUT=a[0][5];
    P4OUT=a[0][3];P5OUT=a[0][4];P6OUT=0x00;
    delay_ms(2);
    P1DIR=0xf0;P2DIR=0xff;P3DIR=0xff; //关闭
    P4DIR=0xff;P5DIR=0xff;P6DIR=0x0f;
    P1OUT=0x00;P2OUT=0x00;P3OUT=0x00;
    P4OUT=0x00;P5OUT=0x00;P6OUT=0x00;
    delay_ms(2));
    P1DIR=a[0][0];P2DIR=a[0][1];P3DIR=a[0][2];
    //反亮
    P4DIR=a[0][3];P5DIR=a[0][4];P6DIR=0x0f;
    P1OUT |=~a [0][0];P2OUT |=~a [0][1];P3OUT
    |=~a[0][5];
    P4OUT |=~a [0][3];P5OUT |=~a [0][4];P6OUT
    |=~0x00;
    delay_ms(2);
    P1DIR=0xf0;P2DIR=0xff;P3DIR=0xff; //关闭
    P4DIR=0xff;P5DIR=0xff;P6DIR=0x0f;
    P1OUT=0x00;P2OUT=0x00;P3OUT=0x00;
    P4OUT=0x00;P5OUT=0x00;P6OUT=0x00;
    delay_ms(2);
    ....
}
```

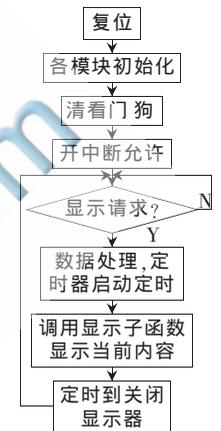


图 2 显示程序流程图

其他 3 个 COM 端口扫描程序与此类似。

4 实验结果及分析

4.1 实验结果

当用户电表出现剩余金额不足时,用户会收到电表发送的金额不足提醒,驱动显示效果如图 3(a)所示。用户也可以通过手持设备向电表发送查询命令查询电表当前数据,比如用户发送查询上月用电量信息,电表自动唤醒,并显示相应的查询结果,显示效果如图 3(b)所示。



(a)金额不足提醒显示

(b)用户查询上月电量显示

图 3 实际结果图

4.2 实验分析

采用上述方法驱动液晶屏的显示,需要注意两点。首先,由于不是静态显示,因此 4 个周期中每个周期应该控制在 12 ms 以下,如果周期设置太大,会导致需要显示的段会不停闪烁,从而影响显示质量。因此设置的频率不能少于 25 Hz,这样肉眼才无法察觉闪烁。

其次,由于采集的数据不是一位,而是多位,在动态显示的过程中无法简单地一一判断每一位的显示状态,会造成程序冗长,因此有必要在进行显示前对采集的数据进行处理,以减少在显示子函数中的运算,通过一个

二维数组作为数据库,记录每一段的亮与灭的状态。在显示过程中直接读取该二维数组所记录的值来对液晶屏点亮。

对于计量仪表来说,显示技术是十分重要的。本文中分析了智能电表中专用笔段式液晶屏的显示原理,给出了驱动设计的方法以及有关利用 MSP430 单片机 I/O 口直接驱动笔段式液晶显示屏的 C 语言程序。直接驱动 LCD 显示的方法可以减少笔段式液晶显示因需要专门的驱动芯片而增加的功耗和产品成本,在单片机 I/O 口充裕的条件下,是一种理想的人机界面实现方式,具有一定的意义。

参考文献

- [1] 王鹏,马波,邵仕泉,等.基于 51 单片机的段式液晶的显示器的驱动设计[J].西南民族大学学报·自然科学版,2011,37(5):243-246.
 - [2] 程秀平,刘忠超.基于单片机的 VRAM 型彩色液晶驱动设计[J].电子与封装,2011(1):41-43.
 - [3] 万盛国,刘凯,李芳.基于 CPLD 的液晶显示驱动模块的设计[J].中国制造业信息化,2010(13):55-57.
 - [4] 薛旭,乔毅,吴化柱.浅谈一种基于 ATmega48 段式液晶显示器的驱动方法[J].应用技术,2007(11):91-92.
- (收稿日期:2013-03-05)

作者简介:

张步幸,男,1988 年生,硕士研究生,主要研究方向:新型多功能智能电表。