

基于 HT1632C 的 LED 点阵字符显示模块的设计与实现

邱传飞, 娄小芳, 周鹏, 周全志, 田微晴

(武汉军械士官学校, 武汉 430075)

摘要: 本文采用功能强大价格较低的 LED 点阵显示控制芯片开发了一套 LED 点阵字符显示模块, 有效解决了 LED 显示模块价格昂贵的问题, 本文在介绍 HT1632C 控制芯片的特点和工作原理的基础上, 阐述系统的设计与实现。

关键词: 点阵显示, 时序, 驱动, 点阵字库

0 引言

目前, LED 点阵显示模块大行其道, 广场、商场、出租车等比比皆是, 但显示模块由于制作工艺复杂、核心器件昂贵, 最终导致其显示模块价格较高。本文采用 HT1632C 控制芯片开发了一套字符点阵显示模块, 由于该芯片功能强大, 且价格相对较低, 基本解决了显示模块价格昂贵的问题, 本文将在介绍 HT1632C 控制芯片的基础上, 阐述系统的设计与实现。

1 HT1632C 简介

1.1 特点

HT1632C 是存储器交换的 LED 显示控制芯片, 可以选择多重的行/列模式, 即 32 行×8 列或 24 行×16 列, 可以用来驱动点阵 LED。该芯片提供了软件设置的 16 个级别的脉宽调制控制输出, 可以调整 LED 循环显示亮度。利用串行接口串行输入, 可以方便的进入命令模式和数据模式, 只需要四五行命令就可以建立起主控芯片和 HT1632C 的通信。通过 HT1632C 便可以进行持续的或闪烁的输出显示 [1]。

芯片为 52 引脚 QFP 封装形式, 2.4-5.5V 供电, 内置 256KHz RC 振荡器, 串行访问接口。可应用于工业仪表中, 在 LED 显示中具有广泛的应用。

1.2 工作原理

HT1632C 主要由控制与时序电路、LED 驱动电路、时钟产生器、PWM 控制器和显示 RAM 组成, 其原理框图如图 1 所示。

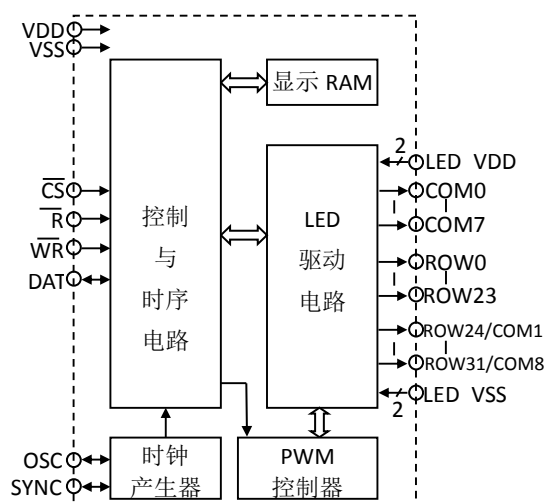


图 1 HT1632C 原理框图

其中,显示 RAM 为静态存储器,存储显示数据,它被分割成 $64 \times 4\text{bit}$ 或 $96 \times 4\text{bit}$, 分别对应 $32 \text{行} \times 8 \text{列}$ 或 $24 \text{行} \times 16 \text{列}$ 两种显示模式,存储器中每 1bit 对应 LED 点阵显示器上一个像素点,当 RAM 中的数据为 1 时,对应的 LED 亮,为 0 时,则 LED 灭。

时钟产生器用来为产生整个芯片工作所需的时钟频率,该时钟可以由片外提供,也可以由其时钟产生器的 RC 振荡电路产生 256KHz 的,该时钟产生器可以通过执行相应的命令被关闭,此时整个工作循环也被关闭,进入省电工作模式。

HT1632C 的 LED 驱动电路含有 256 (32×8) 和 384 (24×16) 模式的,通过 COM 输出可以选择 N-MOS 或 P-MOS 输出渠道。使得该控制芯片能够适应各种不同的 LED 应用场合。其对点阵显示的驱动+刷新时钟来源时时钟产生器提供的系统时钟。该驱动电路也可以通过执行相应的命令进行关闭,进而关闭 LED 显示,进行待机状态。芯片通过对驱动电路的控制可以实现闪烁显示功能,闪烁速率为 0.25s 开,0.25s 关,交替循环。

HT1632C 通过两种命令模式来配置其资源以及传输显示数据,包括系统配置命令、系统时钟选择命令、LED 配置命令和运行命令。

HT1632C 与 MCU 的通信接口为 4 线制,包括片选 (CS)、读 (RD)、写 (WR) 和数据 (DATA) 信号,其中 DATA 引脚用于进行串行传输数据。如图 2 所示为向芯片写入显示数据的时序。

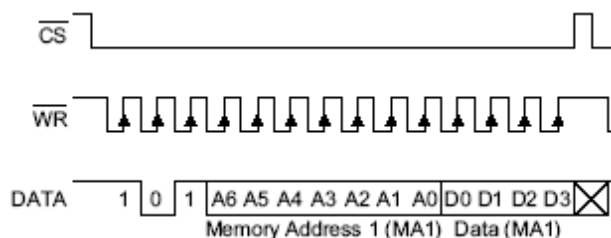


图 2 写入显示数据时序图

2 系统设计

显示模块根据使用的需要,从上位计算机输入所需的显示内容,由上位机软件将显示字符转换成点阵显示数据,以串口的方式传输至主控板,通过母板将控制命令和显示点阵数据传输至各个点阵显示板上进行显示,如图 3 所示。

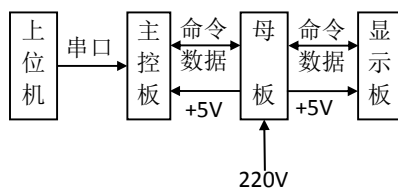


图 3 点阵字符显示模块组成框图

其中,上位机软件主要完成显示字符的用户输入,将其转换成适合 LED 点阵显示屏显示的点阵数据,并通过串口通信的方式进行传输。主控板主要完成点阵数据的接收与缓存,并将点阵显示数据配合相应的控制指令,传输至母板,控制显示板进行显示;主控板在没有上位机运行的情况下,也应能显示默认的内容。母板一方面要结构上对各电路板进行集成,另一方面进行信号的传输以及电源的转换,并电源及信号的集成。显示板则采用一个字 ($16 \text{点阵} \times 16 \text{点阵}$) 一个模块的方式设计,接收显示指令与显示数据,并驱动 LED 点阵显示屏进行显示。

显示模块不仅要求完成功能设计,而且要在结构上进行科学划分与设计。通过母板进行信号传输与结构集成,不仅易于设备安装,而且便于显示尺寸规模的动态设定,从而增加了其应用场合因地制宜的灵活性。

3 硬件与软件设计

3.1 主控板设计

主控板是系统的核心部分，一方面，主控板须完成接收来自上位机软件的点阵数据，并将其进行存储；另一方面，主控板须产生控制指令，控制 HT1632C 控制芯片，对其进行初始化设置，然后将点阵显示数据输出至母板，控制显示板进行内容显示。同时，主控板也可以脱离上位机单独运行，并通过简单的开关设置，显示预置的内容。其组成框图如图 4 所示。

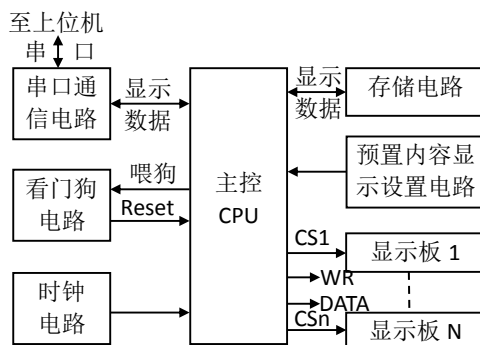


图 4 主控板电路组成框图

由于显示模块长期工作，且可能无人值守，须防止其 CPU 跑飞或死机，影响正常工作，必须加入看门狗电路，对 CPU 进行监视，主控 CPU 必须在看门狗电路规定的时间内对看门狗进行访问，即喂狗。否则 CPU 将被视为跑飞或死机，看门狗电路将向 CPU 提供复位信号，使 CPU 复位后重新工作。通过看门狗电路可提高系统的可靠性，本文所用的看门狗电路为 CPU 监视器 X5045，它同时还能够监控系统电源供电的稳定性能 [2]。

存储电路用于存储上位机传输过来的显示数据，此数据可能比较大，主控 CPU 可能无足够的片上存储资源，须配备存储电路。通常汉字显示模块要求每个字的点阵至少为 16 点阵×16 点阵，因此，一个汉字的数据量至少为 32 字节，一个显示模块按 8 个汉字计算，每屏的显示数据至少为 256 字节。通常显示数据可能超过 8 个汉字，对于单片机来而言，其内部存储器显然无法满足需求。为使显示模块能够在断电重启后能够继续显示断电前的显示内容，本文采用 DS1225Y 非易失存储器，将显示数据存储在芯片掉电后，仍然能够保存十年以上 [3]，且其 8KB 的存储空间不仅能够存储实时显示的数据，也可存储多组预置显示内容，能够满足显示模块对存储空间的需求。

预置内容显示设置电路主要用于显示预置内容，设置显示多组预置内容中的某一组，采用主控 CPU 查询拨码开关的方式实现。串口通信电路进行串口通信电平的转换，实现与上位机的串口通信。主控 CPU 通过片选、写时钟和数据信号实现与显示板指令和数据传输，其中，写时钟和数据信号为各显示板共用信号，片选信号每块显示板一个，用于 CPU 访问时选中对应的显示板。为适应不同的显示尺寸规模，此部分电路还包括线路驱动电路，以增加信号传输距离，以及写时钟和数据线的驱动能力。

3.2 显示板设计

显示板是主控板的用户，接收主控板发送过来的控制指令和显示数据，按照主控板的要求显示相应的内容。显示板以 HT1632C 为核心进行设计，采用控制器内部 256KHz 系统时钟，其写时钟、数据信号和片选通过母板与主控 CPU 对接，行引脚通过分压排阻与 LED 点阵显示屏连接，列引脚直接与 LED 点阵显示屏连接，其电路如图 5 所示。

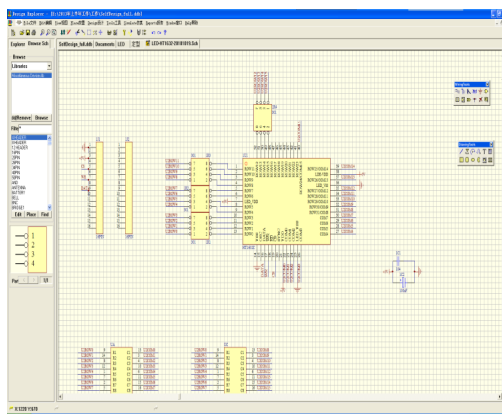


图5 显示板电路图

3.3 主控板软件设计

主控板软件主要接收上位机软件发送过来的显示数据，存放至非易失性存储器中进行存储，根据所需显示的内容和要求对各个点阵显示屏进行控制，并将显示数据从存储器中取出，送至各个显示屏中进行显示。由于为了提高系统的可靠性，主控板中采用了看门狗电路，主控板软件通过 SPI 通信接口不断向看门狗 X5045 芯片发送计数器清除复位命令，使其获知 CPU 工作状态正常。本系统设置的喂狗周期是 1.4s，则主控板软件必须在 1.4s 内对 X5045 芯片进行访问。同时，主控板软件还根据显示的要求，查检是否显示上位机传输的内容，抑或显示系统的预置内容。系统通过主控板软件也可以对预置的显示内容进行更换，其便利性由主控板上的非易性 RAM 存储器，可以对其进行方便的操作。

3.4 上位机软件设计

上位机软件主要由用户接口模块、字模提取模块和通信模块等三部分组成。用户接口模块是显示系统的输入接口，显示内容由此输入。

由字模提取模块根据输入的显示内容，从汉字库中提取出与显示屏显示特性相对应的点阵数据，此点阵数据不仅与点阵显示屏点阵排列顺序相对应，与点阵显示屏的数据写入顺序相对应，即与图 5 中对应的各引脚连接关系相对应。LED 点阵显示器和 LCD 都是采用“点位点亮”的显示模式，而 LCD 通常都内嵌有汉字字库，开发时一般直接使用，而 LED 点阵显示则需在软件中嵌入相应的点阵字模提取模块。主要有点阵字库、矢量字库和 TrueType 字库三种方式[4]，本系统采用点阵字库实现。

通信模块则将字模提取模块提取出的点阵数据进行传输，传输至主控板进行接收，该模块为串行通信接口。由于显示内容的多少不同，以及串行通信的速率不宜过高，主控板接收显示内容所用的时间不尽相同。因此，主控板只有完全接收完显示内容后，再从主控 CPU 片外 RAM 中依次读取点阵数据至 HT1632C 内，进而完成显示。

4 显示模块的实现

本文通过上述各模块的设计，采用 HT1632C 控制芯片，实现对点阵显示屏的显示控制。其显示数据由上位机软件将用户输入数据后，由字模提取模块转换成点阵显示数据后，通过通信模块传输给主控板，主控板将其接收时缓存至非易失性 RAM 中，全部接收后，再传送给各个显示板，由主控板对系统内各个 HT1632C 进行访问操作，完成内容的显示。

参考文献：

- [1] Holtek Semiconductor Inc. HT1632C 32×8 & 24×16 LED Driver. 台湾, 2008. 11;
- [2] Xicor Inc. X5045 数据手册. <http://www.xicor.com>. 2001.05;
- [3] Dallas Semiconductor Inc. DS1225Y 用户手册. <http://www.dallas.com>. 1998. 08;
- [4] 张呈祥. 汉字字模提取技术. 开发研究与设计技术[J]. 2011. 10.