

一种基于室内 PC 机传输的智能户外电子图文屏设计*

曹双贵 陈 岩 张晓华

(淮海工学院 电信系,江苏 连云港 222005)

摘 要:介绍了一种利用 PC 机和单片机的串行口通信功能实现对 LED 大屏幕进行控制的系统。

关键词:单片机;LED 图文显示屏;MSComm 控件

中图分类号:TP368.1

文献标识码:A

文章编号:1671-532X(2003)04-0036-04

LED 由于它具有亮度高、电压低、体积小、可靠性高、响应速度快、颜色鲜艳等一系列优点成为目前用得最多、最普遍的一种大屏幕显示器件。用单片机控制的电子显示屏不仅能自成系统运行,还能与计算机实现通信。其控制电路简单,体积小,性能可靠,软件易于调试,造价低,通用性强,显示内容丰富,易于推广应用^[1]。

1 系统特点

第一,本系统采用 PC 机(上位机)和 8031 单片机(下位机)及部分接口电路来实现。简单的显示模式和显示数据可以由下位机自身产生和存储,复杂多变的显示数据或显示模式可由上位机产生后下载给下位机。由于图文屏的显示数据只有通断信息,而不包括灰度信息,因此数据量不大。加之显示内容的更新速度也比较慢,远比不上电视信号每秒 25 帧的变化速度。所以,上下位机之间的数据传送可以采用串行异步通信 RS485 完全可以满足。

第二,用点阵方式构成图形或文字,非常灵活,可以根据需要任意组合和变化,只要设计好合适的数据文件,就可以得到满意的显示效果。因而采用点阵式图文显示屏显示经常需要变化的信息非常有效。

2 图文屏控制器的硬件设计

本控制系统上位机是室内 PC,下位机由 8031

单片机担任。一片 2764EPROM 作为它的程序和固化显示数据的存储器,一片 6264RAM 作为从上位机接收来的数据的随机存储器。EPROM 的地址从 0000H 开始,RAM 地址从 8000H 开始。一片 74LS373 锁存器由 8031 数据/地址口 P0 发出的低 8bit 地址,该地址信息由单片机的 ALE 恒号打入。8031 的接口 P2 为高位地址的输出口。P2 的最高位 A15 为 0 是选通 EPROM,为 1 时选通 RAM。RXD 和 TXD 端为 8031 的串行通信输入输出口,通过 MCI488 和 MCI489 变为 EIA 电平与上位机相连。

8031 的通用 I/O 口 P1 作为显示数据和二进制行号的共用输出口。两种数据的输出,在时间上是错开的。P1 的低 4 位为二进制行号数据,P1 的全部 8 位是列显示数据。为了能同时使用这两种信号,需要外加锁存器^[2]。

8031 控制口 P3 的 INT0、INT1、T0、T1 各位,均作为通用输出口使用,而不再起中断申请和定时的作用。INT0 输出信号作为列驱动电路的输出锁存器的打入信号使用。INT1 作为控制电路并/串变换器的并联输入数据的打入脉冲使用。T0 输出信号控制显示屏上、下部分(每部分 16 行)的选通。T1 信号是控制电路一侧的并/串变换和驱动电路一侧的串/并变换的移位脉冲。

单片机主时钟的频率为 11.0592 MHz,相应的机器周期约为 90.42 ns。

采用动态(扫描)显示时,只要一个扫描周期

* 收稿日期:2003-08-23

作者简介:曹双贵(1972-),男,淮海工学院电信系讲师,在职硕士。

的时间比人眼 1/25 秒的暂留时间短,就不容易感觉到闪烁现象。一行的显示过程可以分解成列数据准备(传输)和列数据显示两个部分。由于串行传输方式列数据准备时间可能相当长,在行扫描周期确定的情况下,留给行显示的时间就太少了,为不影响 LED 的亮度,可采用重叠处理的方法,即在显示本行各列数据的同时,准备下一行的列数据。为了达到重叠处理的目的,列数据的显示必须进行锁存。我们采用集成电路 74LS595(或 MC14094、CD4094)来完成这一功能。74LS595 具有一个 8bit 串入并出的移位寄存器和一个 8bit 输出锁存器,而且两者各自独立。由 16 片 74LS595 组成 128 列的驱动,由 16 个行驱动器驱动 16 行。第一片列驱动器的 SER 端连接单片机输出的串行列显示数据,其 Q7 端连接下一片的 SER 端,各片均采用同样的方法组成 16 片的级联。各片相应的 SRCLK、SRCLR、RCLK 端分别并联,作为统一的串行数据移位信号、串行数据清除信号和输出锁存器打入信号。这样的结构,使得各片串行移位能把 128 列的显示数据依次输入到相应的移位寄存器输出端。移位过程如图 1 所示。移位过程结束之后,控制器输出 RCLK 打入信号,128 列显示数据一起打入相应的输出锁存器。然后选通相应的行,该行的各列就按照显示数据的要求进行显示。

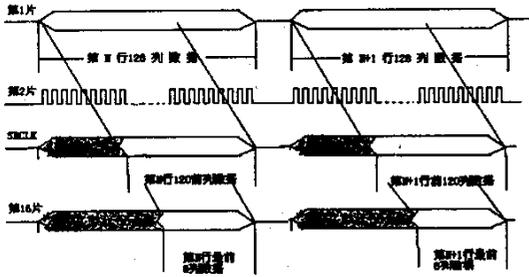


图 1 各片列驱动器输入串行移位过程

Fig.1 The process of asynchronous inputing of each chip

应该指出的是,上面的分析是针对 16 行 128 列的 LED 点阵做出的。对于 32 行 128 列 LED 点阵的情况,需要把 32 行分成两部分,即上半部分的 16 行和下半部分的 16 行。每部分各有一套独立的 128 列的列驱动电路,而两部分同名行的控制信号是共用的。每个部分各行的数据准备情况是相同的。当上半部分 1 行 128 列数据准备好之后,先不打入其输出锁存器,也先不选通该行,而是继续为下半部分同名行准备数据。只有当下

半部分同名行的 128 列数据也准备好之后,才把它们一起打入各自的输出锁存器,并发出该行的选通信号。

上下两部分的同名行的选通信号是连接在一起的。这样,上下两部分的同名行是同时显示的。显然,32 行结构比 16 行结构的数据准备时间长了一倍,如果不采用时间重叠的方法进行显示的话,显示时间就更短了。在电路安排上,上下两部分的列串行数据输入端(各自第一片的 SER)是并联的,上下两部分的 RCLK 信号和 SRCLR * 信号也是并联的,而 SRCLK 信号则是分开控制的。当 SER 线上是上半部分的列数据时,由上半部分的 SRCLK 进行移位,移位 128 次之后,下半部分的 SRCLK 信号再开始工作,处理过程与上半部分相同。当上下部分的数据都已经准备好之后,就发 RCLK 将上下部分各自的列数据一起打入其输出锁存器,最后再发出该行的行选通信号。上下部分的信号与控制的安排见图 2。

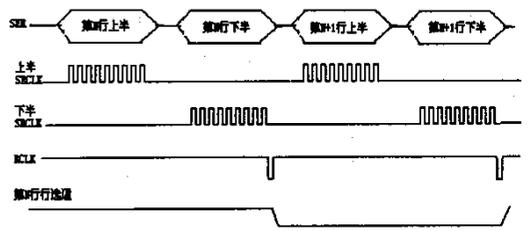


图 2 32 行方案上下部分的处理方法

Fig.2 The cured method of up and down parts in 32 line project

在实际结构上还有一个问题需要注意,一条行线上要带动 128 列的 LED 进行显示,负载较重。同时在屏体的布置上这样一条行线也太长,线间信号容易产生干扰。为此常把一条行线分成两段,每段驱动 64 列,两段中间再加驱动电路(如 74LS244、74LS245 等)。由于行驱动电路需要考虑同时驱动 128(64)列的 LED 发光器件,按每一 LED 器件电流 20mA 计算,64 个 LED 同时发光时,就需要 $64 \times 20 = 1280$ mA 的驱动电流。因此需要使用功率管驱动,例如可以采用 TP122 等器件^[3]。

3 系统有关控制信号

使显示屏正常工作的控制信号包括行选通信号、列数据移位信号、列数据输出锁存器打入信号及产生上下部分在时间上错开的 SRCLK 信号。此外,在接收上位机发来显示数据时,由于执行串行通信程序的同时无法兼顾显示程序,所以需要

把显示屏关闭,即需要一个清屏信号。列显示数据以字节为单位存储,使用时用 74LS165 并入串出移位寄存器进行并串变换,以 8bit 并行读出。对于锁存器的行号打入信号,由于单片机的接口有限,我们利用单片机的无效写操作,通过地址译码产生的信号来打入锁存器。单片机的 EPROM 地址在 0000H - 1FFFH 之间,向这个地址范围的写操作是无效的。使用一片 74LS154 4/16 译码器,对地址线低 4bit 进行译码,可以在写 0000H ~ 000FH 单元时产生译码输出。我们可以定义写 0000H 单元为行号锁存器的打入信号。区分上下部分的控制信号由单片机控制出口 T0 来完成,当 T0 为 0 时,选通上半部分,为 1 时选通下半部分。用上下部分选通信号 T0(以及它的非)和串行数据移位时钟 T1 在 74LS08 与门上相与,分别产生上下部分的 SRCLK 信号。清屏信号利用向地址 0001H 写这一无效操作,通过 74LS154 的相应译码输出端送出清屏信号^[4-5]。

当上下部分的列数据全部移位操作完成之后,采用单片机控制口 INT0 发出各列显示驱动器 74LS595 的 RCLK 信号,将准备好的列显示数据打入相应的输出锁存器。然后给出行号,选通当前行进行显示。

4 软件设计

图文屏软件的主要功能是接收上位机下载的显示数据,向屏体提供显示数据和各种控制信号。软件由主程序和中断服务程序两部分组成。主程序负责进行显示,按要求读出显示数据并产生需要的控制信号。中断服务程序解决与上位机进行通信的问题。相应的程序框图在图 3 给出。

显示数据可以分成两类,一类是固化在 EPROM 之中的固定数据,另一类是从上位机接收的存储于 RAM 之中的显示数据。EPROM 的容量是 8 kB,前 4 kB(地址 0000H ~ 0FFFH)是程序存储区,后 4 kB(地址 1000H ~ 1FFFH)是固定显示数据存储区。固化的显示数据在开机时进行显示,直到单片机接收到上位机下载的显示数据之后,改为显示新收到的数据。安排固化数据的显示,一方面在开机时不会出现显示空白,可以使显示屏具有一开就亮的效果,适应人们使用的心理状态。另一方面也便于脱开上位机进行维修。RAM 的容量也是 8 kB,地址为 8000H ~ 9FFFH。按照 32 × 128 的点阵规模计算,512 字节空间可存储一屏

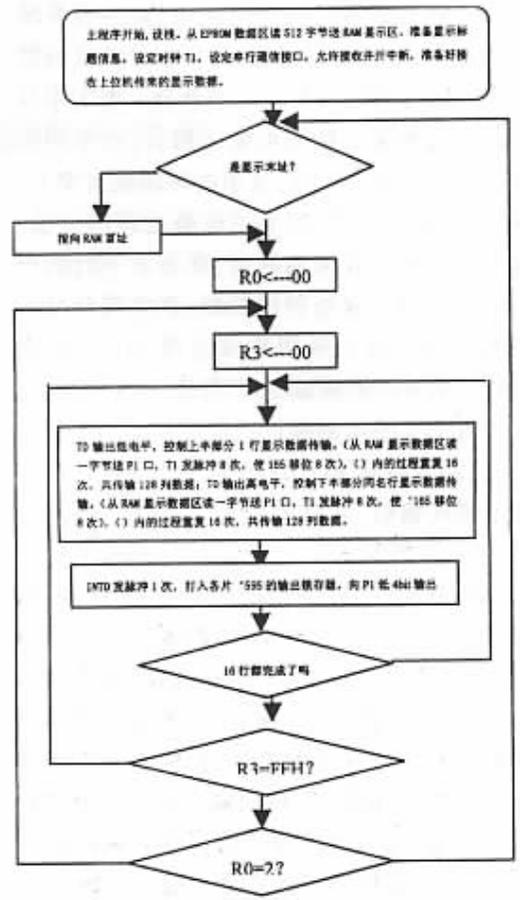


图 3 图文屏主程序流程图

Fig.3 The data flow diagram of main program
显示数据 8 kB 容量可以存储 16 屏显示数据。为了便于统一显示控制,固化数据的显示过程,是先从 EPROM 中把整个显示数据读到 RAM 中去,然后再从 RAM 读出进行显示。这样就和从上位机接收数据的显示过程一样了。

串行通信接口工作在方式 1 时,波特率的确定过程如下:

T1 的 I 作方式已设定为方式 2,即自动载人的 8bit 定时器,这时向常数寄存器 TH1 的内容是计数值,TH1 是自动载人计数值,若计数值填为 X,8031 时钟晶振频率为 fosc,则其定时时间为

$$T = (12/fosc) * (256 - X)$$

$$\text{其溢率为 } OR = fosc / (12 * (256 - X))$$

$$\text{因此波特率 } BR = fosc / [32 * 12 * (256 - X)]$$

$$\text{可以得到 T1 应该填入的初值为: } X = 256 - [fosc / (384 * BR)]$$

串行通信的波特率选择为 4800 bps, fosc 为 11.0592 MHz, 这样 X = 256 - 6 = 250 = FAH

因此, TH1 和 TL1 均填为 FAH。

在准备好串行通信并开中断之后,主程序就

显示程序。显示程序给出了各控制信号和显示数据,其作用及相互配合关系均已在硬件部分作过介绍,一相应的程序部分在清单的注释区内分别进行于说明,在此不再一一详述。由软件所产生信号的时间关系分析如下:首先是移位脉冲 T_1 ,它是由两条指令产生的,即 CLR 和 $SETB$ 。这两条指令的执行时间都是 $12T$,一共是 $24T$ 。主时钟频率为 11.0592 ,其周期为 90.42245 ns , $24T$ 为 $2.17\text{ }\mu\text{s}$ 。 8031 每次读出一个字节,送到 $74LS165$,需要花 $72T$,为 $6.51\text{ }\mu\text{s}$ 。 $74LS165$ 的打入脉冲 $INT1$ 也要花 $2.17\text{ }\mu\text{s}$ 。数据移位8次之后,还要用 $24T$ ($2.17\text{ }\mu\text{s}$)判断是否已送完一行的128列。这样,送(上或下)一部分的一行显示数据的时间大约是

$$[6.51 + 2.17 + (8 \times 2.17) + 2.17] \times 16 = 451.36\text{ }\mu\text{s}$$

上下部分各一行的数据都送完之后,才输出行选通信号。 $2 \times 451.36 = 902.72\text{ }\mu\text{s}$,这就是上下部分同时各一行的显示时间。16行显示完,就是一帧。 $16 \times 902.72 = 14443.52\text{ }\mu\text{s}$ 。即可求出帧频等于 69.2352 MHz 。

实际上帧频还要稍微低一点,因为上述讨论中只考虑了循环次数较多的程序部分,还有一些操作(例如送行选通脉冲)循环次数相对较少,没

参考文献:

- [1] 林仲贤,孙秀如.视觉及测色应用[M].北京:科学出版社,1987.
- [2] 潘可夫.显示装置[M].北京:国防工业出版社,1988.
- [3] 彭宁.单片机对大屏幕显示控制[A].单片机应用文集[C].北京:北京航空航天大学出版社,1993.
- [4] 何立民.单片机应用系统设计[M].北京:航空航天大学出版社,1990.
- [5] 沈德金等.MCS-51系列单片机接口电路与应用程序实例[M].北京:北京航空航天大学出版社,1990.

The Design of the Scanning Device of the Outdoor Big LED Screen Based on PC

CAO Shuang-gui, CHEN Yan, ZHANG Xiao-hua

(Dept. of Electronic Engineering, Huaihai Institute of Technology, Jiangsu Huaihai 222005, China)

Abstract: The paper introduced a kind of system based on the function of serial communication between the micro controller and PC. It can control a kind of big screen that made of LED.

Keywords: micro controller; LED diagram text screen; Microsoft Communications Control

有计算进去。

中断服务程序在处理串行通信的过程中,每从上位机收到一个字节数据之后,都要再把它传回给上位机,由上位机进行校验看是否出错。在中断服务程序中,数据的接收和发送都是采用程序查询方式完成的,而不是通过中断方式处理的。只是在主程序处理显示过程中,上位机需要向下位机下载时,由上位机直接发数据,引发下位机中断主程序,转而进行中断服务。

从上位机传来的数据是按字节格式定义的。其中第1字节固定为 $3FH$,作为串行通信数据的起始标志。第2字节为16bit,显示数据字节计数的低8bit。第3字节为16bit,显示数据字节计数的高8bit。从第4字节开始是真正的显示数据。

5 结语

其它模式的数据刷新,也可以找到相应的算法。当算法太复杂,太浪费时间的话,可以考虑预先生成刷新数据,存储备用。刷新的时间控制,要考虑运动图形文字的显示效果。刷新太慢,动感不显著,刷新太快,中间过程看不清楚。一般刷新周期可控制在几毫秒到几十毫秒范围之内。