

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.07.023

# LED 矩阵连接控制技术

朱福成<sup>1</sup>, 陈跃<sup>2</sup>

(1. 绵阳职业技术学院信息工程系, 四川 绵阳 621000;

2. 四川长虹电器股份有限公司技术中心变频控制研究所, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 针对传统 LED 显示屏显示复杂界面时 MCU 的选择范围很窄的问题, 提出一种 LED 矩阵连接方法。该方法采用 ULN2003A<sup>[1]</sup> 阴极电流放大电路和 KID65783AP<sup>[2]</sup> 阳极电流放大电路, 介绍行扫描、列扫描和全扫描 3 种扫描方式, 并给出主程序流程图、中断服务程序流程图及其程序清单。实践结果证明: 该设计大大减小了所需要的单片机输出端口数, 降低了设计成本, 并已在空调产品控制器多个产品的显示屏设计上大量运用。

**关键词:** LED 控制; LED 矩阵连接; LED 显示屏

**中图分类号:** TP273 **文献标志码:** A

## Control Technology of LED Matrix Connection

Zhu Fucheng<sup>1</sup>, Chen Yue<sup>2</sup>

(1. Dept. of Information & Engineering, Mianyang Vocation & Technical College, Mianyang 621000, China;

2. Inverter Control Research Institute, Technology Center, Sichuan Changhong Electric Co., Ltd., Mianyang 621000, China)

**Abstract:** Aimed at the MCU's choice scope is very narrow when using traditional LED panels display complex interface, introduced LED matrix connection method with ULN2003A<sup>[1]</sup> as the LED cathode current amplifier, and KID65783AP<sup>[2]</sup> as the anode current amplifier. Proposed three kinds of scanning mode including line scanning, row scanning and full scanning. Give the main routine flow diagram, interrupt service routine flow diagram and its program lists. The practice result proved that, this design greatly reduced the output port numbers which needs, reduced the design cost, and massive used in the LED panels designing of air-conditioner controllers.

**Key words:** LED control; LED matrix connection; LED display screen

### 0 引言

目前, 家用电器普遍采用 LCD 液晶显示屏, 由于液晶本身不会发光, 必须使用背光源照亮画面, 在某些场合其亮度不能达到用户需要。而且 LCD 的控制较复杂, 需要专用控制芯片, 或者需要带 LCD 驱动的 MCU, 控制成本相对较高。所以, 在显示界面比较简单的场合, 常采用 LED 作为显示屏。

LED 显示屏本身能发光, 亮度自由调节, 显示

画面任意组合, 还可根据需要做成各种颜色, 具有抗震能力强等特点。但如果显示界面过于复杂, 会导致对单片微型计算或者使单片机 MCU (single chip microcomputer) 的选择范围变窄、芯片成本变高, 故笔者采用矩阵控制方案, 提出 LED 矩阵链接方法。

### 1 矩阵控制方案

#### 1.1 电路连接方式

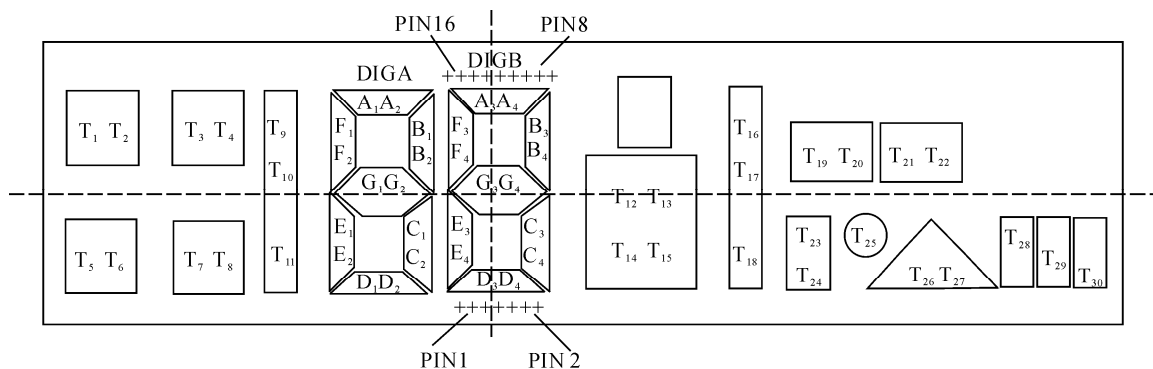


图 1 LED 显示屏

图 1 所示的 LED 显示屏, 如果按通常的控制方式 (如图 2 所示), 共需要 58 个 I/O 口, 如采用图 3

收稿日期: 2012-02-01; 修回日期: 2012-02-29

作者简介: 朱福成 (1969—), 男, 四川人, 羌族, 硕士, 副教授, 从事电子信息技术、通信技术、楼宇智能化专业教学和科研工作。

所示的 8×8 矩阵连接方式,则只需要 16 个 I/O 口,大大节省了 MCU 的管脚数目。如想进一步节省 MCU 的 I/O 口,可采用 74HC595<sup>[3]</sup>进行 I/O 口扩展,甚至可采用多片 74HC595 以级联的方式扩展 I/O 口。1 片 74HC595 只需要 3 个 MCU 的 I/O 口,便可得到 8 路输出,2 片 74HC595 级联,则可以得到 15 路输出。

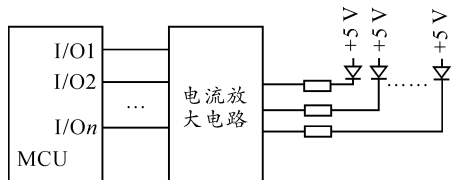


图 2 LED 通常控制方式

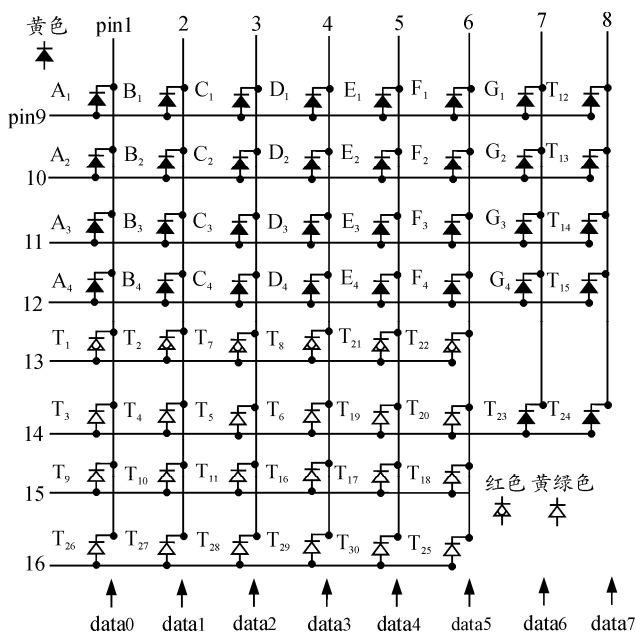


图 3 LED 矩阵连接方式

### 1.2 控制方式

点亮 1 只 LED,需要在 LED 阳极加上高电平信号,同时在其阴极加上低电平信号;要熄灭 LED,要在阳极上加入低电平,或在阴极上加上高电平信号。一般同时在 LED 阳极加低电平,而在其阴极加上高电平信号,由于此时 LED 中没有电流流过,可达到熄灭 LED 的目的。为了控制每只 LED 灯的亮/灭,可采用扫描控制方式控制其阳极、阴极的电平信号,扫描控制方式一般采用以下 3 种:

#### 1) 行扫描方式。

行扫描方式,逐行输出高电平,需要点亮的 LED 所在的列输出低电平,其他列输出高电平。对于图 3 所示电路,如只需要 E<sub>3</sub>、T<sub>14</sub> 亮,则扫描到第 3 行时, pin11 输出高电平(其他行全部输出低电平),而 pin5、pin8 则同时输出低电平,同时, pin1~

pin4、pin6~pin7 均输出高电平。可见,流过 pin11 的电流为 2 只 LED 的电流,当第 3 行全部 LED 均点亮时,则流过行扫描线 p<sub>11</sub> 的电流为所有点亮的 LED 电流总和,而列扫描线中流过的电流,在其点亮的列为 1 只 LED 中流过的电流。如果在行扫描线 I/O 口输出电流能力一定的条件下,当某行同时有多只 LED 点亮时,会造成每只 LED 中流过的电流减小,引起显示屏亮度不均匀。解决问题的方法如图 4 所示,在 MCU I/O 口与 LED 矩阵之间增加电流放大电路,提高扫描线的电流驱动能力。此扫描方式同全扫描方式相比,具有显示速度较快的特点。

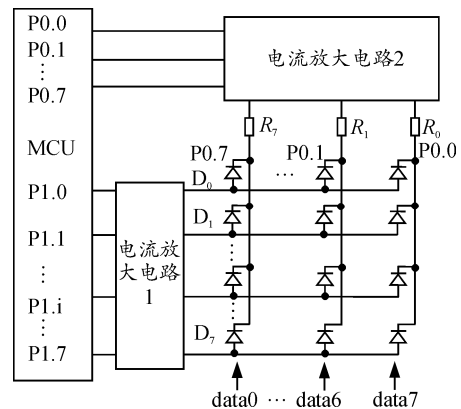


图 4 电路原理框图

#### 2) 列扫描方式。

列扫描方式,逐列输出低电平,需要点亮的 LED 所在的行,则输出高电平,否则输出低电平。除扫描到的列以外,其他列均输出高电平。列扫描方式与行扫描方式具有相同的优缺点。

#### 3) 全扫描方式。

全扫描是指,对每只 LED 灯进行扫描,每一时刻只能有 1 只 LED 被点亮。从第 1 行开始每次输出一行为高电平,其他各行为低电平,同时从第 1 列开始扫描每一列,当遇到所在列的 LED 灯需要点亮时,该列输出低电平,其他列输出高电平。间隔一定的时间后,再扫描到下一列,当所有列扫描完后,再扫描到下一行,按同样的方式再扫描每一列。当所有行扫描完后,再从第 1 行开始按同样的方式扫描。这种扫描方式,使得每个 I/O 口中流过的电流,不会超过 1 只 LED 中流过的电流,显示屏亮度均匀,但扫描时间较长,需要消耗额外的 MCU 时间。

### 1.3 电路原理框图

如图 4 所示,行扫描信号经电流放大电路 1 接入到发光二极管的阳极,列扫描信号经电流放大电路 2 后接入到发光二极管的阴极。本框图仅讨论 8×8 的矩阵连接方式,其他多维 m×n 的连接方式,

在原理上是相同的。

### 1.4 数据结构

针对图 4 所示电路, 可以构建 8 个数据结构 (data0,data1,⋯,data7), 作为显示缓冲区, 每个数据的每一位对应一只 LED, 当位为 1 时代表点亮该 LED, 为 0 则熄灭此 LED。图 4 中, P0.0~P0.7 为 P0 口的 8 个输出端口, P1.0~P1.7 为 P1 口的 8 个输出端口。P1 口用于控制 LED 矩阵的行, P0 口则控制矩阵的列。每个 LED 是否点亮, 应该按照设计时所赋予的功能来定义。

## 2 软件设计

### 2.1 主程序软件流程图

如图 5 所示, 主程序包括初始化, 解码显示字符等子程序。其中, 初始化包括: 对变量的初始化, 设定定时器, 将中断服务程序的服务地址放入中断地址表、开中断等操作; 解码显示字符子程序则根据定义的功能对显示字符解码, 将解码结果放入 (data0,data1,⋯, data7) 所示的显示缓冲区中, 供中断服务程序使用。假设待显示的数字为 26, 其他字符均不显示, 则解码程序如下 (数据 dig\_high 表示高位待显示数据, dig\_low 表示低位待显示数据):

```

void decode (void)
{
    di(); //关中断
    data0=data1=data2=data3=data4=data5=data6=
data7=0;
    //.....
    if(dig_high==2)
data0|=3,data1|=0x3,data2|=0,data3|=3,data4|=3,data5|
=0,data6=3;
    //.....
    if(dig_low==6)
data0|=0x0c,data1|=0,data2|=0x0c,data3|=0x0c,data4|
=0x0c,data5|=0x0c,data6|=0x0c;
    //.....
    ei(); //开中断
}

```

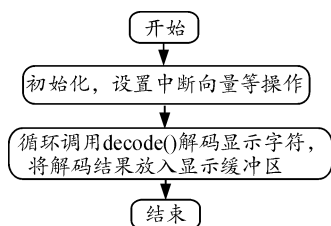


图 5 主程序流程图

### 2.2 中断服务流程图

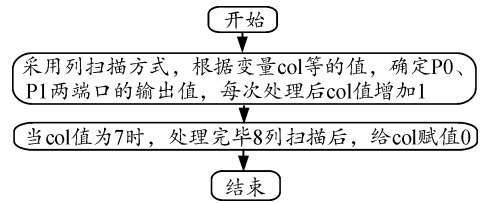


图 6 中断服务程序流程图

如图 6 所示, 采用列扫描方式, 首先要确定输出端口(P0,P1)的值。特别要注意, 在程序入口处放置 “P0=~0, P1=0” 语句, 目的是关闭所有的显示字符, 以避免显示出现闪烁及杂乱显示。设计时, 放大电路 2 采用 ULN2003 芯片, 其控制逻辑是: 当输入高电平时 ULN2003 输出为低电平, 当输入为低电平时 ULN2003 输出处于高阻态, 所以 P0 口输出全部反向。其中断服务程序如下:

```

interrupt void display_led(void)
{
    unsigned char p0a,p1a;
    P0=~0, P1=0;
    switch(col)
    {
        case 0:
        {
            p1a=data0;
            col=1;
            if(data0) p0a=~0x7f;
            else p0a=~0xff;
            break;
        }
        case 1:
        {
            p1a=data1;
            col=2;
            if(data1) p0a=~0xbf;
            else p0a=~0xff;
            break;
        }
        //case 2~case 6 程序结构基本相同
        case 7:
        {
            p1a=data7;
            col=0;
            if(data7) p0a=~0xfe;
            else p0a=~0xff;
            break;
        }
    }
    P0=p0a, P1=p1a;
}

```