

太阳能交通灯系统的设计原理

传统的交通灯有以下几个缺点：反光碗的存在导致了假显示效果的出现，假显示效果会引起严重的交通事故；寿命短、维护费用高；耗能高。针对传统交通灯的缺点，采用LED发光源设计的LED交通灯，具有可视性强、功耗低、节能、使用寿命长、安全、工作稳定可靠等特点，所以这种交通信号灯在国内外得到了越来越广泛的使用。

传统交通信号灯一般采用市电直接供电，安装时要挖沟敷设电缆，给交通指挥的安装增加了成本。太阳能供电系统无需架线，资源丰富，太阳能电池转换效率逐渐提高，价格逐渐降低，有利于降低成本，所以得到了越来越广泛的应用。

采用单片机控制，提高了系统的可靠性，方便安装，对保证行车安全有着重要的意义。

1 工作原理

太阳能LED交通信号灯由光伏极板、充放电控制器、蓄电池、LED交通信号灯系统构成。系统框图如图1所示。

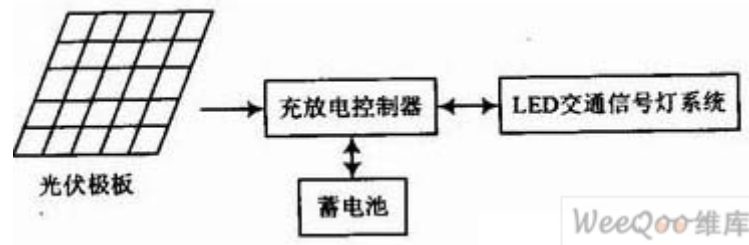


图1 系统框图

其中，光伏极板是用来将太阳能转换成电能，为系统供电。

充放电控制器是将太阳能产生的电存储到蓄电池中，同时将蓄电池中的电能供给LED交通信号灯系统，并对蓄电池的过流、过充等起到保护作用。

1、LED交通信号灯系统是由中央控制器、RS 485 通信模块、LED信号灯模块、信号灯模块控制系统等组成。

2、LED交通信号灯模块

LED连接电路有三种连接方式：全串联方式、全并联方式、串并混联方式。三种方式的优缺点比较如下：

(1)全串联方式，如图2(a)所示。优点：电路简单，流经所有LED的电流相同。通过使用恒流源，可使LED亮度一致。缺点：如果有一颗损坏，所有的LED将不能工作，需要变压器产生高电压和制作恒流源，实现成本高。

(2)全并联方式，如图2(b)所示。优点：电路简单，一颗LED损坏，不会影响其他LED。缺点：由于LED发光源本身存在差异性，电压有浮动，导致并联的LED显色不均匀。另外，电流太大，增加成本，给电源设计也带来困难，需要性能比较高，输出电流非常大的稳压源。

(3)串并混联方式，如图2(c)所示。蓄电池可以提供12V直流电压，可以驱动4~6颗LED，将LED分成若干串，每串串联，然后将几串并联，这样每一串电压相同，每一串内电流相同，电源输出的抖动被每一串内LED平分，这样可以稳定单个LED的电压，同时单个LED的损坏只能影响到同一串联的LED，其他串LED仍然正常工作。本文采用串并混联方式。

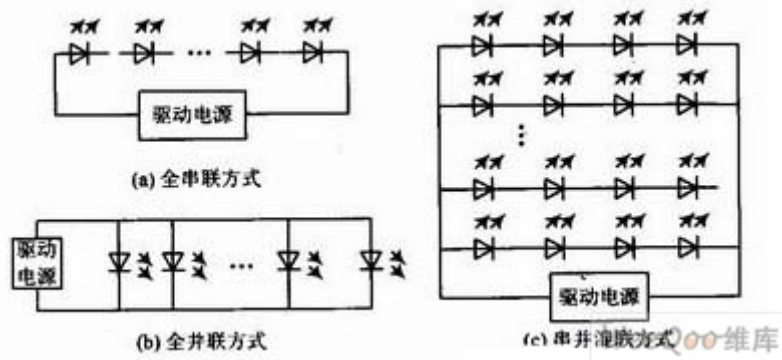


图 2 LED 电路连接方式

3、LED交通信号灯控制器模块

3.1 控制结构

控制部分是LED交通信号灯系统的核心部分，由中央控制器、RS 485 串行通信总线、从控制器三部分组成。LED交通信号系统的主从控制器都采用单片机AT89S51，中央控制器起到控制和协调作用，四个路口由从智能交通控制器接收中央控制器的命令，然后按照命令确定各自路*通信号灯的状态。主从控制器之间由串口来实现信号的传输。控制器结构框图如图 3 所示。

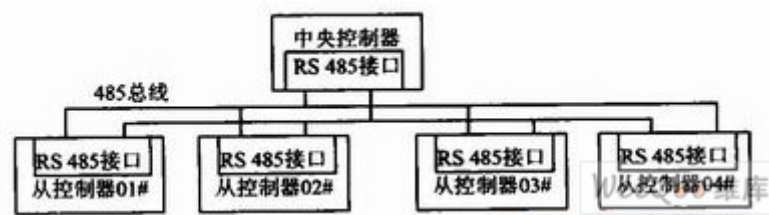


图 3 控制器结构框图

3.2 从控制器模块

从绿波带信号控制器通过拨码开关电路，来设定自己的地址。具体地说，单片机 AT89S51 的P0 端低四位用于本机的地址设定，通过跳线开关S1 的闭合和关断的组合可以最多设定 16 种地址。从控制器在开始加电工作之前设定好自己的地址，也就是将S1 的开关状态设置好，本文四个从控制器分别设为 0001~0004，这样从控制器在开机自检时，就可以获得本机地址。拨码开关电路如图 4 所示。

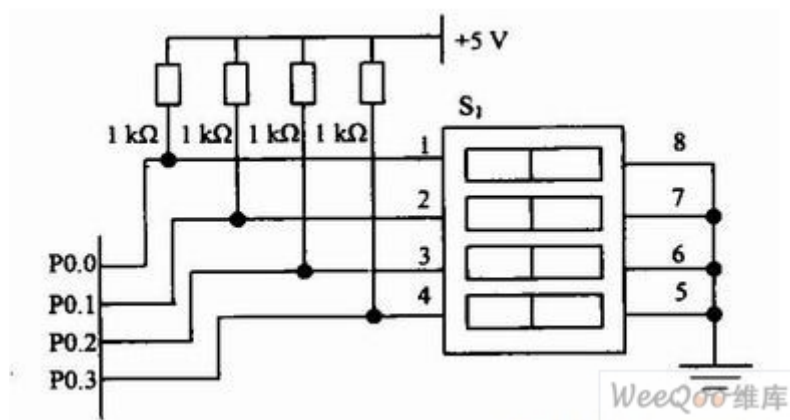


图 4 拨码开关电路图

从控制器利用P2口的P2.7~P2.5来控制LED交通信号灯，由于单片机I/O口的驱动能力有限，所以借助金属氧化物半导体晶体管(MOSFET)来驱动，经一电阻与MOSFET的栅极相联，漏极与Led交通灯的共阴极相连，灯的共阳极接12V直流。通过多机通信，控制P2.7~P2.5的电平高低变换来改变MOSFET导通截止状态，从而实现交通灯的亮灭变化，如图5所示。

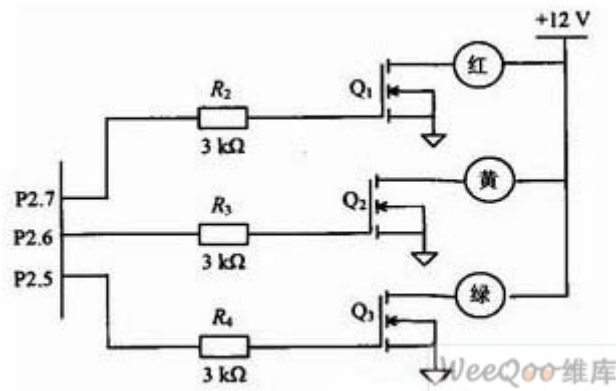


图5 交通灯控制电路

3.3 通信模块

交通灯控制系统安置在路口之间，受现场条件影响比较大，各个路口节点之间存在很高的共模电压。虽然RS 485接口采用差分传输方式，具有一定的抗共模干扰能力，但当共模电压超过RS 485接收器的极限电压，即大于+12V或小于-7V时，接收器就无法正常工作了，严重时甚至会烧毁芯片和仪器设备。为了解决这个问题，本文采取：

(1)DC~DC 将系统电源和 MAX485 收发器的电源隔离；

(2)为了提高抗干扰能力，各主从单片机系统与 MAX485 之间通过光电隔离器，本文采用光电隔离器 PC410, PC357，将信号隔离，通过单片机的 P1.4 引脚控制 MAX485 的工作状态。其硬件实现电路如图6所示。

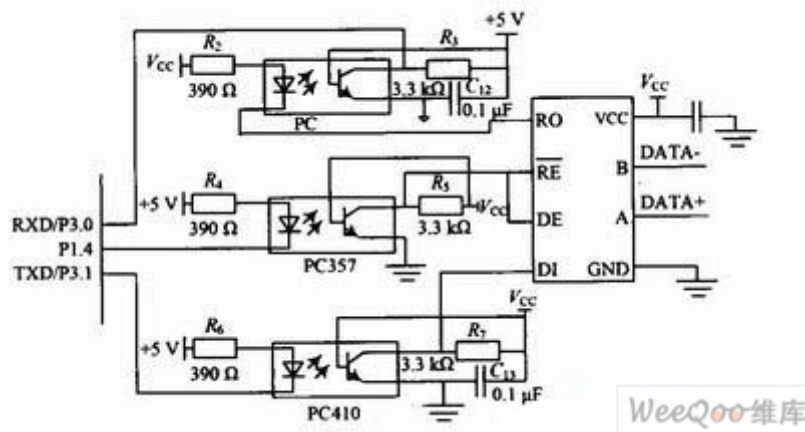


图6 串口通信原理图

4 控制方案

本文设计一个十字路口，东西方向和南北方向的交通灯控制器电路，每个方向有三个信号灯，分别为红、黄、绿。当一个方向绿灯、黄灯亮时，另一个方向红灯亮，反之亦然，依次循环。循环运行共有四种状态，分别为：南北方向绿灯亮东西方向红灯亮、南北方向黄

灯亮东西方向红灯亮、南北方向红灯亮东西方向绿灯亮、南北方向红灯亮东西方向黄灯亮，如图 7 所示。一个周期内(状态 1~状态 4)时间变化如表 1 所示。

表 1 状态时间

状态变化	南	北	东	西
状态 1: 30s	绿	绿	红	红
状态 2: 5s	黄	黄	红	红
状态 3: 30s	红	红	绿	绿
状态 4: 5s	红	红	黄	黄

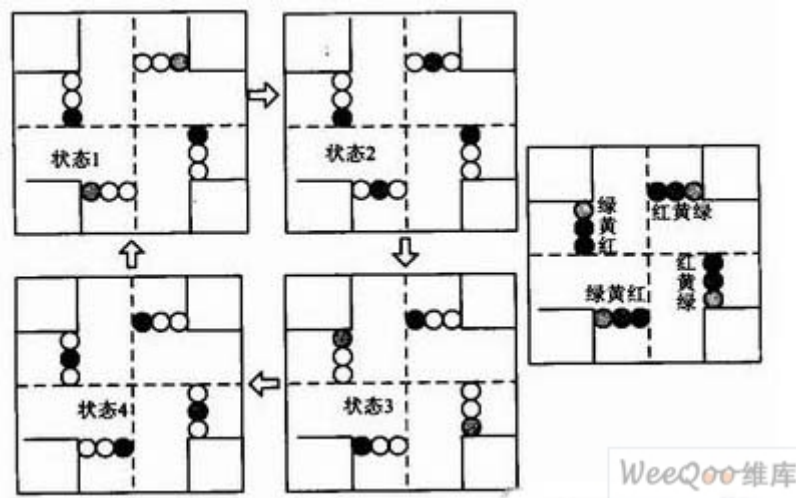


图 7 交通灯状态变化

主机流程图如图 8(a)所示，从机程序流程图如图 8(b)所示，从控制器的地址帧分别是 01#~04#。其中：

主控制器向从控制器发送 AA 信号，LED 信号灯绿灯亮 30 s。

主控制器向从控制器发送 BB 信号，LED 信号灯红灯亮 30 s。

主控制器向从控制器发送 CC 信号，LED 信号灯黄灯亮 5 s。

主控制器向从控制器发送 DD 信号，LED 信号灯红灯亮 5 s。

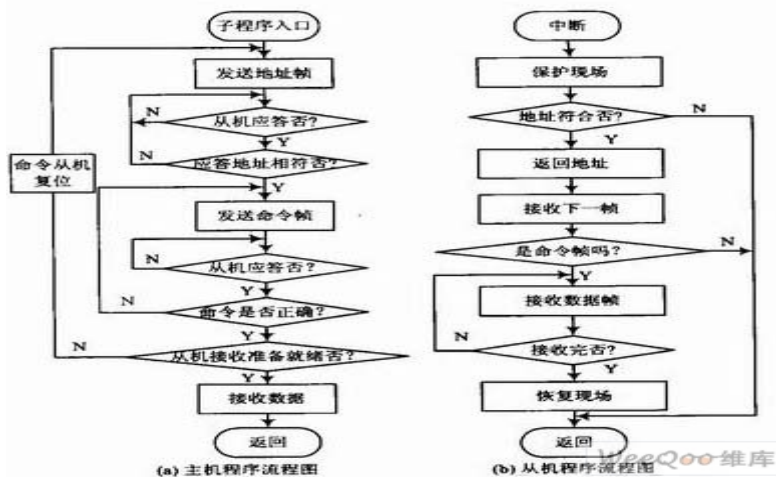


图 8 控制流程图

5 结语

随着车辆的增多，对[交通信号灯](#)提出了更高的要求，本文采用LED光源和太阳能，设计了一款功耗低、寿命长、指示多样的[LED交通信号灯](#)。确定了系统的控制策略，设计了[交通信号灯](#)的整体方案，编写程序并实现了控制算法，完成了单片机控制的[LED交通信号灯控制](#)系统。实验表明，符合交通信号灯的要求，对保证行车安全有着重要的意义。