

► 刘高霞 史浩 刘维亚/中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

# 用MSP430实现 太阳能交通信号控制机

## 太阳能交通信号控制机

太阳能交通信号控制机(简称信号机)由太阳能电池供电。它既适用于市内,也适用于无市电的郊区路口。为了合理地配置路口时间和空间资源,使交通达到最大程度的畅通,信号机具有灵活设置参数的功能,具体如下。

(1) 信号相位选择:信号机的一个状态称为一个相位,用户可根据实际需要选择所需的信号相位,例如是否存在左行灯。

(2) 黄灯过渡时间、红灯过渡时间及绿闪过渡时间等清道参数,均可设置。

(3) 开机运行相位设置:状态为黄闪或全红,可选;延时时间可设置。

(4) 时段设定:不同时段路口的车流量不同,可以选择执行不同的相位,最多可以设定8个信号时段。

(5) 记忆时钟:可任意调校,停电后自动走时。

(6) 停电保持:设定好的数据在停电后,不会丢失。

(7) 内部硬件、软件看门狗功能。

(8) 黄闪、全灭功能:夜间车流量很小,可以设置特殊黄闪相位,即绿灯和红灯熄灭,只有

黄灯闪烁,在车流量更小的时候可以熄灭全部信号灯,以使系统功耗最低。

(9) 亮度调整功能:根据环境亮度自动调整信号灯的亮度,从而减小功耗,延长蓄电池供电时间。

(10) 在线设置功能:在设置过程中信号机可正常运行,路口不会出现混乱情况。

## MSP430简介

德州仪器(TI)公司推出的MSP430系列是一款超低功耗类型的单片机,特别适合电池应用的场合或手持设备。同时,该系列将大量的外围模块整合到片内,也特别适合于设计片上系统;有丰富的不同型号的器件可供选择,给设计者带来很大的灵活性。

MSP430的超低功耗特点使得信号机在连续阴天的情况下仍可正常工作;其内置256字节Flash存储器,可保存信号机的各种设置,在掉电的情况下也不会丢失;内置的定时器可以准确控制信号灯的状态,确保交通的畅通。

MSP430系列的Flash型(即内置Flash,包括MSP430F149)在内部集成了JTAG模块,通过JTAG控制器可以实现程序代码的下载、实现运行控制和对现场进行观察

交通信号控制机是前端信号灯控制设备,对保障交通安全畅通,减轻交通管理人员劳动强度起着十分重要的作用。为使信号机脱离市电工作,可采用太阳能供电。因此,低功耗成为信号机的一个基本要求。系统在硬件上采用超低功耗单片机MSP430作为核心CPU,软件上采用脉宽调制方式控制信号灯在不同环境亮度下的工作电流等方法,以实现低功耗的目的。

## 单片机技术

与修改。MSP430的开发软件较多，常用的是IAR公司的集成开发环境：IAR Embedded Work-bench嵌入式工作台以及调试器C-SPY。

### 硬件设计

硬件结构主要包括核心处理器MSP430F149、实时时钟DS1306、串行通信接口MAX3232及灯驱动电路。硬件结构框图如图1所示。

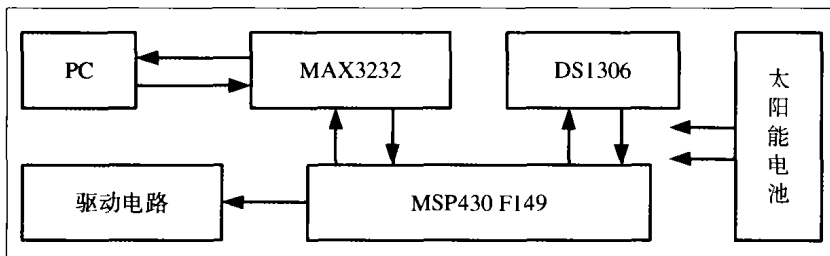


图1 硬件结构框图

#### 核心处理器MSP430F149

为了实现信号机的低功耗，本系统选用了超低功耗单片机MSP430F149作为核心处理器，它负责与其他外设进行通信，并按照用户设定的相位信息及当前的环境亮度控制灯驱动电路，从而控制路口交通灯的运行。

#### 实时时钟DS1306

DS1306以SPI总线方式与CPU (MSP430F149) 进行通信，通过中断方式实时提供当前时间。DS1306的串行传输方式节约了口线，简化了系统的硬件结构。

#### 串行通信接口

本系统采用普通的电平转换芯片MAX3232，把RS232电平转换成MSP430单片机所需要的3.3V逻辑电平。用户所设定的配时信息由上位机串口通过MAX3232下载到MSP430中的

非易失Flash存储器中。

#### 灯驱动电路

由于交通灯需要有一定的亮度，所以流过的电流相对较大，而它和主CPU共用一套电源，这时，大电流引起的干扰问题就显得很严重，比较显著的是信号灯的亮灭引起信号机的复位。为了提高信号机的抗干扰能力，本系统灯驱动电路采用驱动隔离控制。首先MSP430的灯组输出端口P2和P4

口经过74LV245把3.3V逻辑电平转成5V逻辑电平，然后送光耦进行强电弱电隔离，再经过三级管放大之后驱动可控硅控制信号灯的运行。这里光耦两侧电路分别直接与电源相连，完全隔离开强电和弱电，避免了大电流公共地线干扰导致信号机复位问题的发生，使信号机工作地更加稳定可靠。

#### 太阳能电池电路

太阳能电池电路内部有充电电路。晴天时，太阳能电池为蓄电池充电，同时为整个信号机系统供电；阴雨天没有阳光时，蓄电池为整个信号机系统供电，同时日照不足时信号灯的电流会很小，以延长电池工作时间（大约是5天）。所以延长蓄电池供电时间是整个系统的设计的一个重要部分，为此，硬件上采用MSP430作为核心CPU，软件上采用脉宽调制

方式控制信号灯在不同环境亮度下的输出电流。

### 软件设计

软件设计的核心思想一方面围绕信号机的功能设置，如配时信息的下载、存储以及控制信号灯的准确输出等；另一方面围绕信号机的低功耗设置，如信号灯的软件脉宽调制，单片机休眠控制等。

设计包括下位机软件 and 上位机软件两部分。下位机开发平台为IAR公司的集成开发环境：IAR Embedded Work-bench嵌入式工作台以及调试器C-SPY，开发语言为C语言；上位机开发平台为VB。

#### 下位机软件设计

信号机的一个输出状态称为一个相位，交通灯的运行也就相当于信号机循环输出一组相位。下位机软件主要通过控制输出电平的高低来控制交通灯的亮灭，并根据外界环境亮度控制它的平均电流。由于不同的时间段，车流量不一样，所以可以在不同的时间段里输出不同的相位组。也可在某个时间段（如夜间）输出特殊相位，黄闪或全灭。一天最多可分8个时段。时段及相位均可由上位机设定、修改，并通过串口下载到下位机，下位机再将它写入Flash，以确保信息不易丢失。下位机主程序工作流程如图2所示。

初始化主要完成的工作包括：

- (1) 设置信号机默认相位。
- (2) 定时器中断初始化。
- (3) 串口中断初始化。

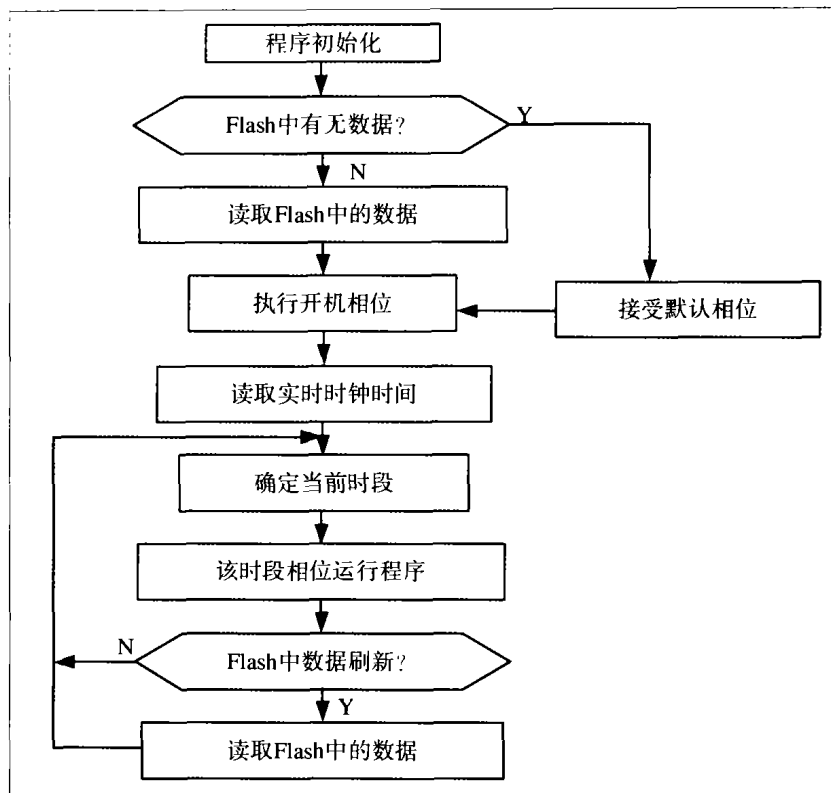


图2 主程序工作流程

(4) 实时时钟及其中断初始化, CPU通过响应实时时钟的中断来读取当前时间。由于各时段时间精确到分即可, 所以时钟可设置为1分钟中断。

(5) 初始化。

(6) 设置CPU各I/O口方向, MSP430同一I/O口既可做输入, 也可做输出, 所以使用之前要设定方向。

执行某个时段相位运行程序也就是控制绿、黄、红交通灯的运行。相位运行按照红闪、绿、绿闪、黄/黄闪、红的顺序执行。

相位运行程序主要包括:

(1) 读取环境亮度数据, 依此确定输出脉冲的占空比。

(2) 由定时器确定当前相位已执行的时间, 从而决定应该执行该相位的哪一个部分。

(3) 由占空比及定时器控制输出脉冲。

程序运行过程中, 由串口中断接收新的相位设置, 并将它写入Flash。写Flash前, 必须整段擦除Flash, 且访问过程中无任何中断。为保证下载时当前相位的正常运行, 信号机运行一个周期后检测Flash数据是否刷新, 若刷新则读取并执行新的相位设置。

下位机串口程序工作流程大体如下, 首先判断接收到的命令, 主要有4种情况。

(1) 读时间, 下位机将当前实时时钟的时间传回上位机。

(2) 读相位, 下位机将当前的各种相位信息传回上位机。

(3) 设置时钟时间, 下位机根据接收到的数据修改实时时钟, 然后通知上位机设置时间完成。

(4) 设置相位, 下位机根据接收到的数据修改Flash中的数据, 然后通知上位机设置相

位成功。主程序并不会马上运行新相位, 在运行新相位时通知上位机设置生效。

### 上位机软件设计

上位机软件主要读取、修改信号机运行的各种相位参数, 同时给下位机实时时钟校时。

软件界面启动后显示上一次设置的相位参数, 并实时读取下位机的时间。用户可根据显示的时间决定是否给下位机实时时钟校时。

相位设置主要包括时段设置、各种状态的选择以及持续时间。时段设置包括时段的个数(1~8)及各时段的起始、终止时间。状态的选择包括先左行还是先直行、有无红闪、黄闪、绿闪等。持续时间为该相位中的绿灯延时(不含绿闪延时)。

上位机将设置的参数通过串口下载到下位机, 下位机收到数据并处理后会通知上位机设置是否成功, 上位机将接收到的回复以对话框的形式通知用户。

经调试, 上位机及下位机运行与设计相符, 能正确配时和显示。

我国城市交通控制研究工作起步较晚, 虽然研究时间不长, 但已取得许多令人鼓舞的成就。太阳能交通信号控制机节省了能源, 解决了无市电地区信号灯的运行问题。经实际测试, 以MSP430为CPU的太阳能交通信号控制机满足设计要求, 目前已投入使用。相信MSP430系列单片机在未来系统的低功耗化、小型化方面具有更广泛地应用。 ■