

七彩 LED 光源控制方案设计

南京工业职业技术学院 ©徐丽萍 江国栋

本文介绍了一种采用单片机实现七彩 LED 光源控制的设计方案。单片机采用带 PWM 输出端口的 AD 型单片机,通过控制 PWM(脉冲宽度调制)的占空比实现对 R(红)、G(绿)、B(蓝)三色 LED 光源的光强度数字化调控,通过控制 LED 的 R、G、B 三色驱动和显示实现多彩的组光调制,从而实现七彩效果的 LED 光源控制技术。

LED 是一种直接将电能转化为可见光的发光器件,它作为一种新型的光源,具有供电电压低、功耗小、发光效率高、使用寿命长、无辐射以及安全可靠的特点,是国际上大力推广的环保绿色能源。

七彩 LED 也叫 RGB 三色 LED (或全彩 LED),它有四个引脚分别是电源、红色(R)、绿色(G)和蓝色(B)。全彩 LED 本身的致光特性,以及它的结构特点,使其非常易于控制。我们可以利用微处理器,按 PWM 方式独立控制 R(红)、G(绿)、B(蓝)发光灰度,从而实现七彩的、变换形式(点、线、面、球及其他异形)多的 LED 光源控制技术。

一、系统的总体设计方案

本系统主要以带 PWM 功能的 AD 型单片机为核心,通过单片机输出的 PWM 调制信号控制程控开关电源,程控开关电源输出的电源控制 LED 光源,实现光源亮度的数字化无级调控;同时,单片机输出的逻辑控制信号控制 LED RGB 三色的驱动电路和显示电路,实现多彩的组光调制。其系统的框图如图 1 所示。

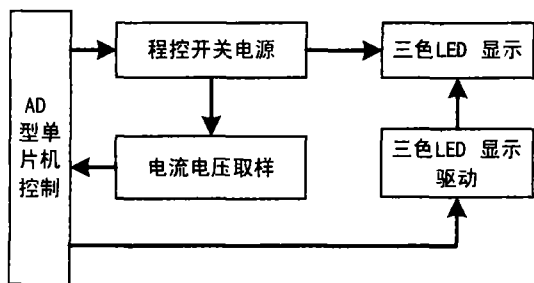


图 1 系统框图

二、硬件设计电路

1. AD 型单片机控制模块

AD 型单片机选用 HOLTEK 公司的 HT46R22, HT46R22 采用 RISC 结构,具有高运算速度,有与 PB 口复用的 8 路 10 位 A/D 转换器,其 A/D 转换的精度达到 5mV;除了拥有常用的单片机 I/O 端口所有特性和功能外,还具有与 P.D.0 复用的 1 路 PWM 脉冲宽度调制器。按最高的 8MHz 的时钟频率计算, PWM 的调制频率最高可达 $8M/128=125kHz$,完全可以满足工作频率在 10~100kHz 通用程控开关电源的技术要求。

主控制器一方面根据程序设定程控开关电源的电压值输出相应的 PWM 调制信号,控制程控开关电源模块工作;另一方面根据接收的采样程控开关电源的电压值,来控制 PWM 调制信号的脉宽增加和减少。当接收到的采样电压信号变大时,调节 PWM 的脉宽变小,反之,则增大 PWM 的脉宽。这一负反馈控制过程经主控制器高速处理后,在毫秒量级的时间内完成程控电源电压的稳定输出。采样信号是模拟量,由于我们采用单片机具有 A/D 转换功能,因而可以将采样信号经过简单处理后接到单片机上而不需借用 A/D 转换器。

在工作的过程中,控制模块还对程控电源的电流、电压进行实时采样,一旦出现流过压工作状态,关断 PWM 信号,对系统实施过流过压保护。

AD 型单片机控制模块电路图见图 2。

2. 程控开关电源模块

控制模块给出的 PWM 调制信号对 P 沟道功率场效应管的导通和关断进行控制,通过高频电感充放电实现能量的转换。为了使程控开关电源具有稳定准确的输出电压值和相当低的输出纹波电压,改善 MOSFET 驱动电路和尽可能降低电源输出滤波电容 ESR 是常用的有效技术方法。程控开关电源模块的电路如图 3 所示。

3. LED 驱动和显示电路

控制模块输出的逻辑控制信号 RED1、GREEN1、

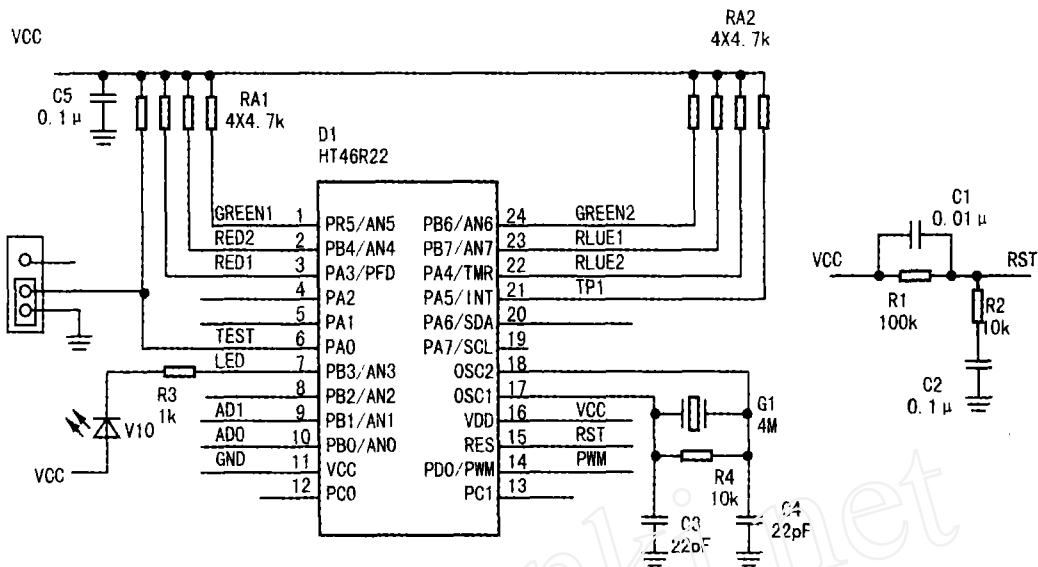


图2 AD型单片机控制模块电路图

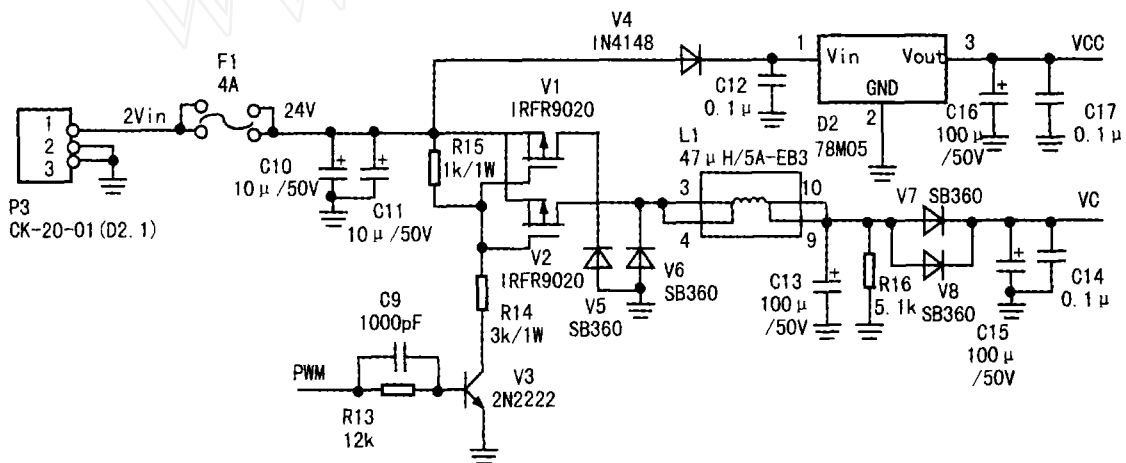


图3 程控开关电源模块电路

BLUE1 驱动 N 沟道功率场效应管产生控制三色 RGB LED 显示模块三种颜色通断控制信号 R1、G1、B1, 通过控制 R1、G1、B1 不同通断组合使 RGB LED 显示模块产生七色彩光; 同时程控开关电源输出的可变电压 VC 加到 RGB LED 显示模块的阳极, 实现光源亮度的数字化无级调控, 人们感到电源的色彩在变换同时亮度也在变换, 非常的奇妙。LED 显示和驱动电路见图 4。

4. 电压电流取样电路

程控开关电源模块的电压取样电路如图 5 所示, 开关电源的输出电压经电压取样电路的分压、去耦和隔离电路处理后, 输出 0~5V 的电压取样信号 (AD0) 到控制模块上的单片机 AD 输入通道, 单片机的 10 位 A/D

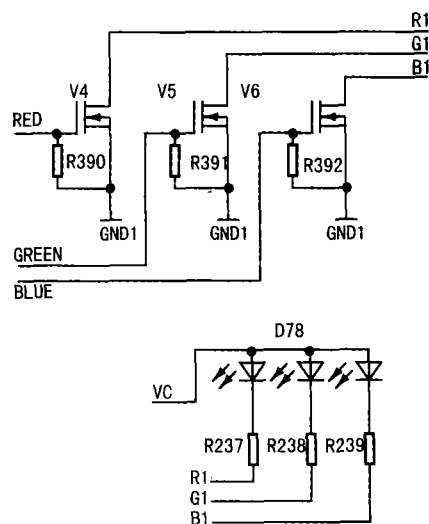


图4 LED显示和驱动电路

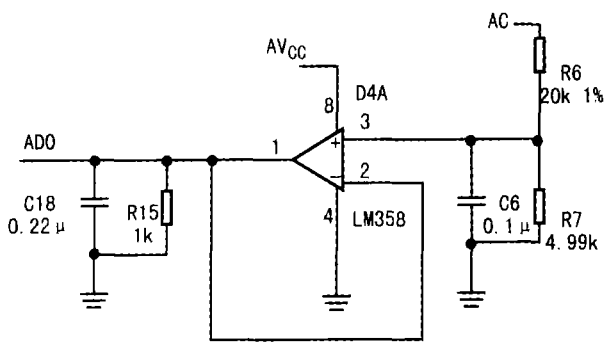


图5 电压取样电路

转换器对电压取样信号进行处理,其精度可达5mV。这样,保证程控开关电源输出电压有足够高的精度。电流取样电路如图6所示,开关电源的工作电流由R11取样经积分电路、抗干扰处理、电压放大后,输出0~5V的电流取样信号(AD1)到主控制器的AD输入通道,单片机的A/D转换器对电流取样信号进行处理。其电流控制的精度可达0.1A,对输出负载电流可达3~5A的开关电源来说,精度也是相当高的。

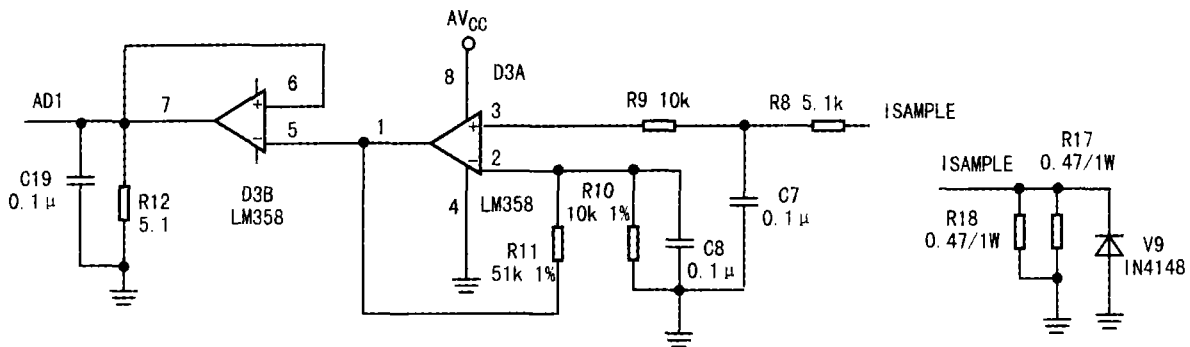


图6 电流取样电路

三、系统的软件设计

Holtek公司的46系列AD型单片机是8位高性能RISC结构的单片机,只有63条指令,其功能和程序编写方法与51内核的单片机基本相同。下面我们以光亮度从暗亮之间柔和变化的七彩光源为例,描述系统的程序结构,系统程序的框图如图7所示。由系统的框图可知,程序通过控制实现色彩组合选择模块实现RGB动态变换,控制延时模块调控光源变化的节奏;通过控制PWM的调制,电压电流参数实时检测实现光亮度的数字化调控、系统控制和安全保护功能。

四、系统测试结果

对设计样机进行系统的软硬件调试,七彩光源的各项技术参数达到设计要求,软件连续运行未出现死

机等不正常现象。特别是程控开关电源在输出12V/3A的假负载条件下,电源纹波电压小于30mVpp,输出精度达到 $12V \pm 0.02V$,电源的性能指标达到相当高的技术水平。

五、结束语

以上七彩光源的产品已完成了样机的设计、调试和测试的过程,在技术上是完全可行的。

七彩光源可用于城市灯光照明、照明装饰以及物品和徽章的照明装饰等等,实现多变、逐变的混光效果,营造梦幻的迷人意境。一方面,给人们带来美的享受,另一方面,省去了高压光源的绝缘和安全等诸多多的技术问题,降低了照明工程的运行成本。

随着发光二极管发光效率的提高,再结合相应控制技术的进步,相信在不久的将来,LED光源会逐步取代传统的照明光源,而掀起一次照明领域新的革命。

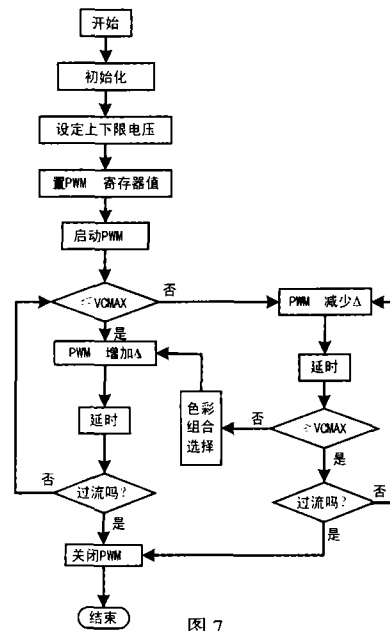


图7