

LED 驱动电源

摘

对于一般照明而言,人们更需要白光光源。白光LED光源具有无污染、长寿命、耐震动和抗冲击的特点。白光LED正在逐步提高,但是与LED灯配套的驱动电源仍然是白光LED推广应用的瓶颈。

本文介绍了一种照明用LED高效驱动电源的设计方法。本设计的红、绿、蓝三色各自采用单独的驱动电路,通过脉宽调制方式来调节LED灯的亮度,便于实现颜色的多样化;采用开关电源供电方式,输入电压范围广、抗干扰性好、驱动效率高,保证了该驱动板在不同场合、不同区域内都能正常使用。

关键词: LED, 电源, 驱动

The design of LED drives power

ABSTRACT

For general lighting, people need more white light sources. As a new light source, LED with pollution-free, long-life, vibration and shock resistant to the distinct characteristics. At present, the luminous efficiency white LED is gradually improving, the commercialization of the device has reached the level of the incandescent lamp, but the fact should not be overlooked that the LED lights and supporting the driver did not keep up with a timely manner, the drive circuit poor performance, fault Rate is high and promote the use of LED become the bottleneck, there are many technical issues need to study and solve.

This paper introduces a highly efficient lighting with LED drive the power. Red, green and blue colour of the design use separate drive circuit respectively, through the PWM mode to adjust the brightness LED lights to facilitate realization of the diversity of colors used to switch power supply, input voltage range widely, anti - Interference of the good, high-efficiency drive to ensure that the drive plate on different occasions in different regions, is normally available.

KeyWords: LED, Power , Driver

LIMA

羅子強
Sales Manager
S.Z.Mobile:137-1457-2551
MSN:luoziqiang@hotmail.com
QQ:107521149

利瑪電子(新加坡)有限公司

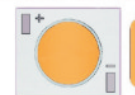
Add:深圳市華強北電子科技大廈A座3908室

Tel:0755-8836 5152 Fax:0755-8836 4656

E-mail:lima@limaic.com

Website:www.limaic.com

SHARP



1 绪论

1.1 课题研究的背景

白炽灯时代即将和我们告别了。整个 20 世纪，爱迪生发明的白炽灯经受住了时间的考验，成为标准的通用照明工具。但新的照明技术 - 尤其是发光二极管必将最终代替白炽灯和荧光灯。

当整个世界都在因为日益上升的能源成本而节省能源预算时，白炽灯照明技术显然站在了错误的一边。一个白炽灯消耗的能源中有 97% 被浪费。荧光灯虽然稍好一些，但仍然浪费了 85% 的能量。而且，这两种灯的平均使用寿命都只有大约 5000 个小时。另外，荧光灯还使用了有毒的汞，发出的光更是颜色粗糙。这两种技术都无法和白光 LED 相比 - 它不仅使用寿命是前者的 10 倍，也不使用有毒物质，而且几乎能发出任何颜色的光。更重要的是，它的光转换效率绝不亚于荧光灯。因此，在通用照明应用领域，向 LED 技术的过渡将大大降低能源消耗。

尽管白光 LED 是当今的大规模照明的一个理想方案，但若要把驱动 LED 的电子设备普及到每一个灯泡中，设计者还面临着不小的挑战。主要问题是目前 LED 驱动电路的性能还没有实现高效率转换，其中关键的技术问题是驱动电子系统的电子能量转换效率由于离散范围极大、参数难于控制，其高低和稳定性就成了整个 LED 实用技术与产品参数的重中之重。其次，空间的限制要求 LED 驱动器必须小巧且高效。另外，还要考虑散热和 EMI（电磁干扰）因素，两者对于照明设备的可靠性有重要影响，给设计密度带来了限制。

接触过 LED 的人都知道：由于 LED 正向伏安特性非常陡即正向动态电阻非常小，要给 LED 供电就比较困难。不能像普通白炽灯一样，直接用电压源供电，否则电压波动稍增，电流就会增大到将 LED 烧毁的程度。为了稳住 LED 的工作电流，保证 LED 能正常可靠地工作，各种各样的 LED 驱动电路就应运而生。

1.2 课题研究的方案

LED 驱动电路中最简单的是串联一只镇流电阻，而复杂的是用许多电子元件构成的恒流驱动器。本课题研究的三基色照明用 LED 高效控制器属于恒流驱动器，它将交流电压转换为恒流电源，同时按照 LED 器件的要求完成与 LED 的电压和电流的匹配。本装置在设计上具有以下特点：

(1) 采用开关电源供电方式，输入电压范围广、抗干扰性能好、工作电压输出稳定。

(2) 采用传统的调光方式--PWM(脉宽调制)技术，系统只需要提供宽、窄不同的数字式脉冲，反复开关 LED 驱动器，即可实现输出电流的宽范围改变，保证

LED 的亮度和颜色在不同的应用场合能够作相应的变化。

(3)发光体的红、绿、蓝三色各自具有单独的驱动电路，分别通过微控制器的三个脚来独立准确控制，三种颜色可单独发光，也可按照三基色组合标准发稳定的白光。

2 系统硬件电路设计

2.1 系统框图及工作原理简介

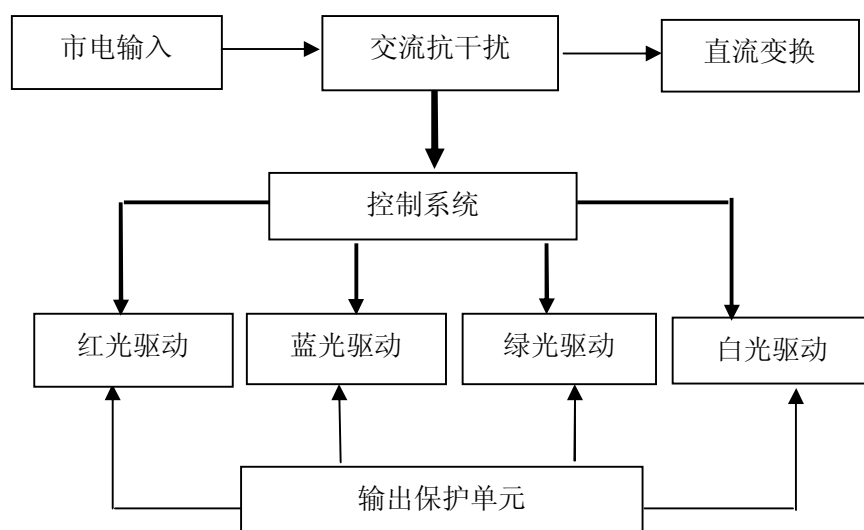


图 2.1 系统框图

如图 2.1 所示，该装置主要由控制系统、交流抗干扰电路、直流电压变换电路、四路驱动电路组成。交流电源输入经差、共模干扰信号抑制电路和整流滤波后成 260V 直流，再经电压变换电路和三端稳压器得到两个较小的直流电压，分别给四路驱动电路和 PIC 微控制器供电。照明 LED 的颜色选择及亮度调节由微控制器来控制；四路驱动电路均采用单级 PFC（功率因数校正）技术，通过专用 PFC 芯片 L6562D 输出的 PWM（脉冲宽度调制）信号控制开关管，将直流加到开关变压器的初级上，并对输入电流进行调制，令其与电压尽量同步，提高有效功率；开关变压器的次级感应出高频电压，经整流滤波供给负载；输出部分通过一定的保护电路反馈给控制电路，控制 PWM 占空比，以达到稳定输出的目的。

本设计主要创新点：

(1)采用开关电源供电方式，输入电压范围广、抗干扰性好、工作电压输出稳定；

(2)增加了火线输入检测功能，增强了安全保护措施；

(3)多种电压输出可选（12V，24V）；

(4)控制模块采用智能控制模块。

2.2 系统所用主要芯片介绍

2.2.1 PIC16F684 功能介绍

控制系统电路中的 MCU(微控制器)选用了 PIC 系列中档单片机 PIC16F684。

PIC 系列 8 位 CMOS 单片机具有实用、低价、易学、省电、高速和体积小等特点，特别时期独特的 RISC（精简指令集）结构，及独立分开的数据总线和指令总线的哈佛总线（Harvard）结构，使指令具有单字长的特性，且允许指令码的位数可多于 8 位的数据位数，这与传统的采用 CISC 结构和冯诺依曼结构的 8 位单片机相比，可以达到 2:1 的代码压缩和 4:1 的速度提高。

PIC16F684 属于 Microchip 公司开发生产的中级产品，仅需学习 35 条指令，除跳转指令外的所有指令都是单周期的。

振荡器/时钟的输入频率为 20MHz，指令周期为 200ns。

高精度内部振荡器，双速启动模式，适用于关键应用的晶振故障检测，在节能模式下工作时可进行时钟模式切换，可用软件选择的频率范围为 125 kHz 到 8MHz。

可编程代码保护，高耐用性闪存单元，可经受 10 万次写操作，保存时间超过 40 年。

节能的休眠模式，宽工作电压范围（2.0V 到 5.5V）。

具有很好的低功耗特性。电压为 2.0V 时，待机电流典型值为 50nA，频率为 1MHz、电压为 2.0V 时，工作电流典型值为 220μA。

具有独立方向控制的 12 个 I/O 引脚，高灌/拉电流可直接驱动 LED。

引脚电平变化中断，独立的可编程弱上拉，超低功耗唤醒。

模拟比较器模块带有两个模拟比较器和可编程的片上参考电压（CVREF）模块，可从外部访问的比较器输入和输出。

A/D 转换器有 8 路通道，分辨率达到 10 位。

带 8 位周期寄存器、预分频器和后分频器的 8 位定时器/计数器。

增强型捕捉、比较和 PWM 模块中有 16 位捕捉模块，最大分辨率为 12.5 ns；16 位比较模块，最大分辨率为 200ns。带有 1、2 或 4 路输出通道，可编程“死区时间”的 10 位 PWM 模块，输出信号的最大频率为 20 kHz。

看门狗定时器利用片内独立振荡器，无需外接元件，看门狗定时器溢出时间有 8 种选择。

由于单片机 PIC16F684 的资源丰富且功能强大，在本系统中只使用其中的部分功能。下面对使用的片内外设进行详细的分析。

2.2.2 L6562D 功能介绍

由于本设计采用的使开关电源供电方式, 所以要求装置对电网无污染, 主要包括谐波含量、功率因数、波形畸变等。解决这个问题的积极办法是采用功率因数校正技术。为了使电源在满足谐波标准的同时能够实现低成本、高性能, 对单级 PFC 的需求越来越紧迫, 特别是在小功率场合。

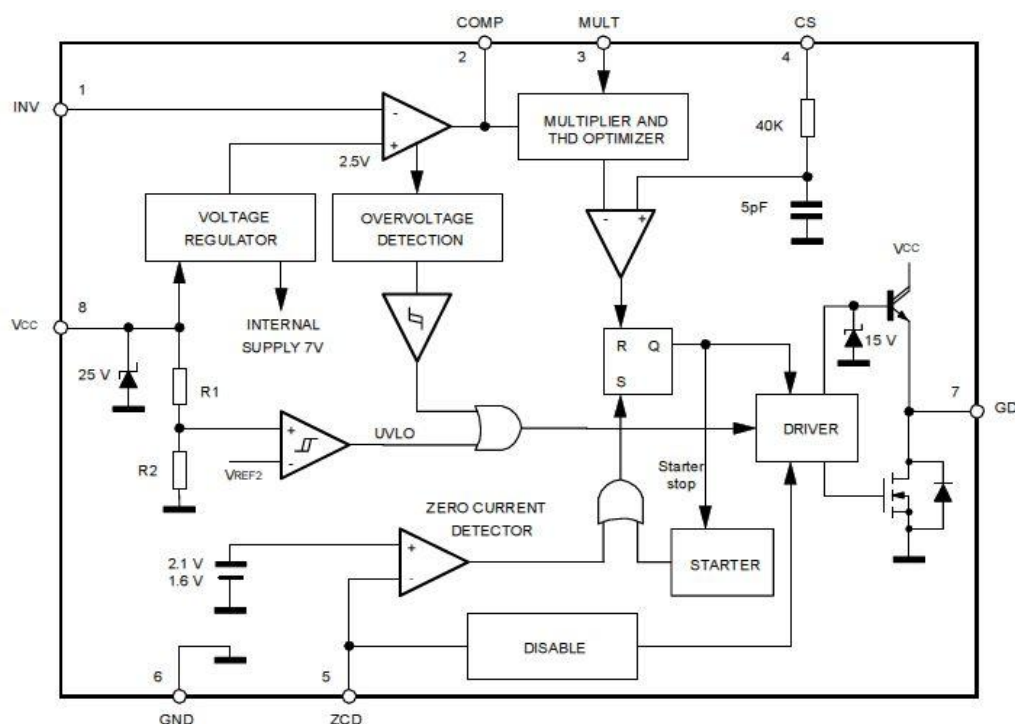


图 2.5 L6562D 内部结构框图

L6562D 的内部结构框图如图 2.7 所示。L6562D 的内部乘法器带有 THD 最低化专门电路, 能有效控制 AC 输入电流的交越失真和误差放大器输出纹波失真, 从而提供高功率因数和非常低的 THD。结合高线性乘法器中的 THD 最优化电路, L6562D 允许在误差放大器反相输入端 INV 脚和输出端 COMP 脚之间连接 RC 串联补偿网络, 以减小误差放大器输出纹波和乘法器输出的高次谐波。另外, L6562D 带有源电流/灌电流为 -600/800mA 的推挽式输出级, 并带有欠压锁定 (UVLO) 下拉和 15V 的电压钳位, 可驱动功率 MOSFET (绝缘栅极场效应管), 从而可使变换器输出功率高达 300W。

2.2.3 HV9922 功能介绍

开关型 LED 灯驱动器芯片 HV9922 是用于控制在连续导电模式 (CCM) 工作

的降压(Buck)变换器拓扑的 PWM 峰值电流控制器，它利用 85 ~ 264VAC 的交流输入或 20 ~ 400VDC 的直流输入工作，可提供 50mA 的恒流驱动高亮度 LED 灯，为设计紧凑低成本通用离线 LED 灯驱动器提供了解决方案。

HV9922 引脚排列及其内部结构如图 2.8 所示：

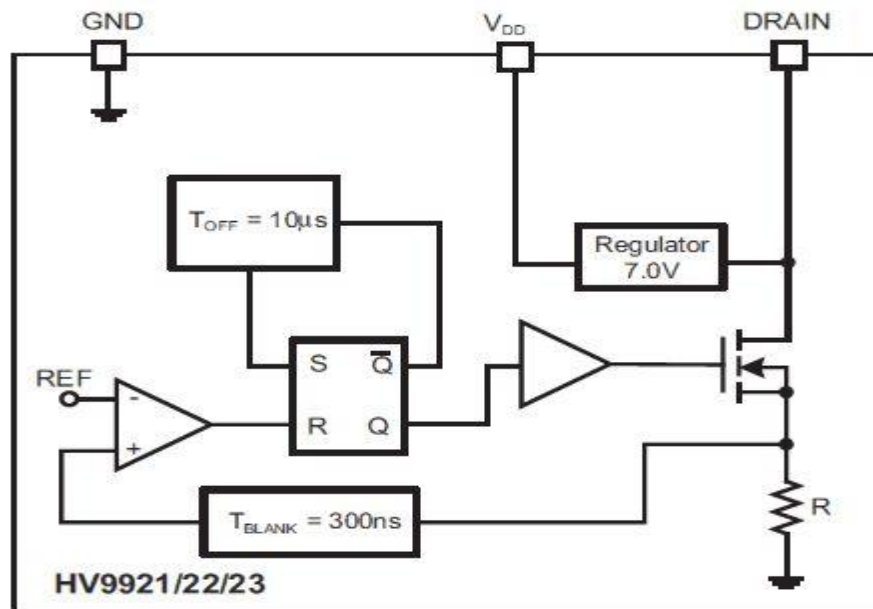


图 2.6 HV9922 结构框图

当 20 ~ 400V 的电压输入到漏极 (DRAIN) 脚时，内部高压线性稳压器产生一个 7V 的 DC 电压出现在 VDD 脚。当 VDD 脚上的电压超过门限电平 (5V) 时，内部 MOSFET 导通。当输入电流超过内部预设置电平时，电流传感比较器复位 RS 触发器，MOSFET 关断。同时，单发 (one-shot) 电路被激活，确定关断时间 (10 μ s)。只要关断时间结束，RS 触发器则置位，新的开关周期再次开始。

2.3 系统硬件电路设计

2.3.1 AC-DC 变换电路

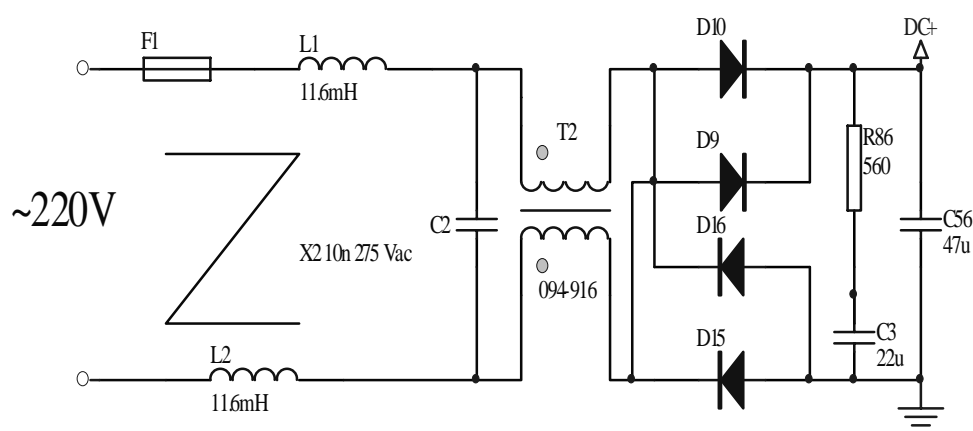


图 2.7 AC-DC 变换器

如图所示，AC-DC 变换电路由交流抗干扰电路和高压整流滤波电路两部分组成，采取宽电源输入方式，电压输入范围为 AC85~265V。

为避免电网中的各种干扰信号影响该装置的正常工作，防止电源开关电路形成高频扰窜，影响电网中的其他电器，所以按照各种电磁、安规认证的要求，在进行交、直流变换时应配有抗干扰电路。

抗干扰电路也称 EMI 滤波电路。电磁干扰按噪声干扰源种类来分,可分为尖峰干扰和谐波干扰两种;若按耦合通路来分,可分为传导干扰和辐射干扰两种。任何电源线上传导干扰信号,均可用差模和共模信号来表示。差模干扰是在各相线之间传输,属对称性干扰;共模干扰是在电源线与地之间传输,属非对称性干扰。在一般情况下,差模干扰幅度小,频率低,所造成的干扰较小;共模干扰幅度大,频率高,还可以通过导线产生辐射,所造成的干扰较大。

该电路最左边的接口器件为本系统的强电插头。接口的右边是一个 0.25A 的保险丝器件,它将起到过流保护的作用。L1、L2 是差模扼流电感, C2 是差模滤波电容,也就是安全标准中所谓的 X 电容,一般采用聚丙烯金属化薄膜电容,容量范围在 0.01uF~4.7uF; T2 的初次级匝数相等、极性相反,交流电流在磁芯中产生的磁通相反,因而可有效地抑制共模干扰。

高压整流滤波电路由反向耐压值为 800V 的四个快恢复型整流二极管接成全桥的形式,把 220V、50HZ 的工频电网电压或其他的交流输入电压直接引入,进行全波整流,再由后面的滤波电路变成较为稳定的直流电压输出,给直流变换器提供一个峰值约 260V 的直流电源。

3 系统程序测试

3.1 项目实施功能

使四路驱动电路同时工作，点亮 LED 灯具内所有的发光二极管，此时 LED 发白光且冷暖色温达到最佳。通过编程，单片机将提供各种参数不同的控制信号。根据需求，单片机的 3 脚、12 脚和 13 脚将提供频率 225HZ、占空比 25% 的矩形脉冲信号，6 脚将提供频率 2kHz、占空比 30% 的矩形脉冲信号，而频率 1kHz、占空比 50% 的主控信号将由 5 脚提供。

3.2 软件设计思路

本设计以振荡频率为 8MHZ 的内部时钟作为振荡源，采用定时中断方式和反复装载初始值的方式来得到所需要的各种控制信号。具体方法是，将各种控制信号周期乘以其对应的占空比，所得到的时间将作为定时器的定时时间。以上述第一种信号为例，将 4.44ms（频率 225HZ）乘以 25% 得 1.11ms，用 Timer0 定时 1.11ms，相应的 I/O 口置 1，待 Timer0 超时溢出时，中断处理程序将预先设置的计数变量寄存器（初值为 0）加 1，退出中断后由主程序通过计数值和占空比来判定 I/O 口是否取反，这样在一个周期时间内，Timer0 将产生 4 次中断，从而完成了一个完整波形的输出。上述第二种信号的产生由 Timer1 配合中断方式完成，方法与第一种相同，这里不再赘述。而第三种信号则利用了 CCP 模块的 PWM 模式来提供。

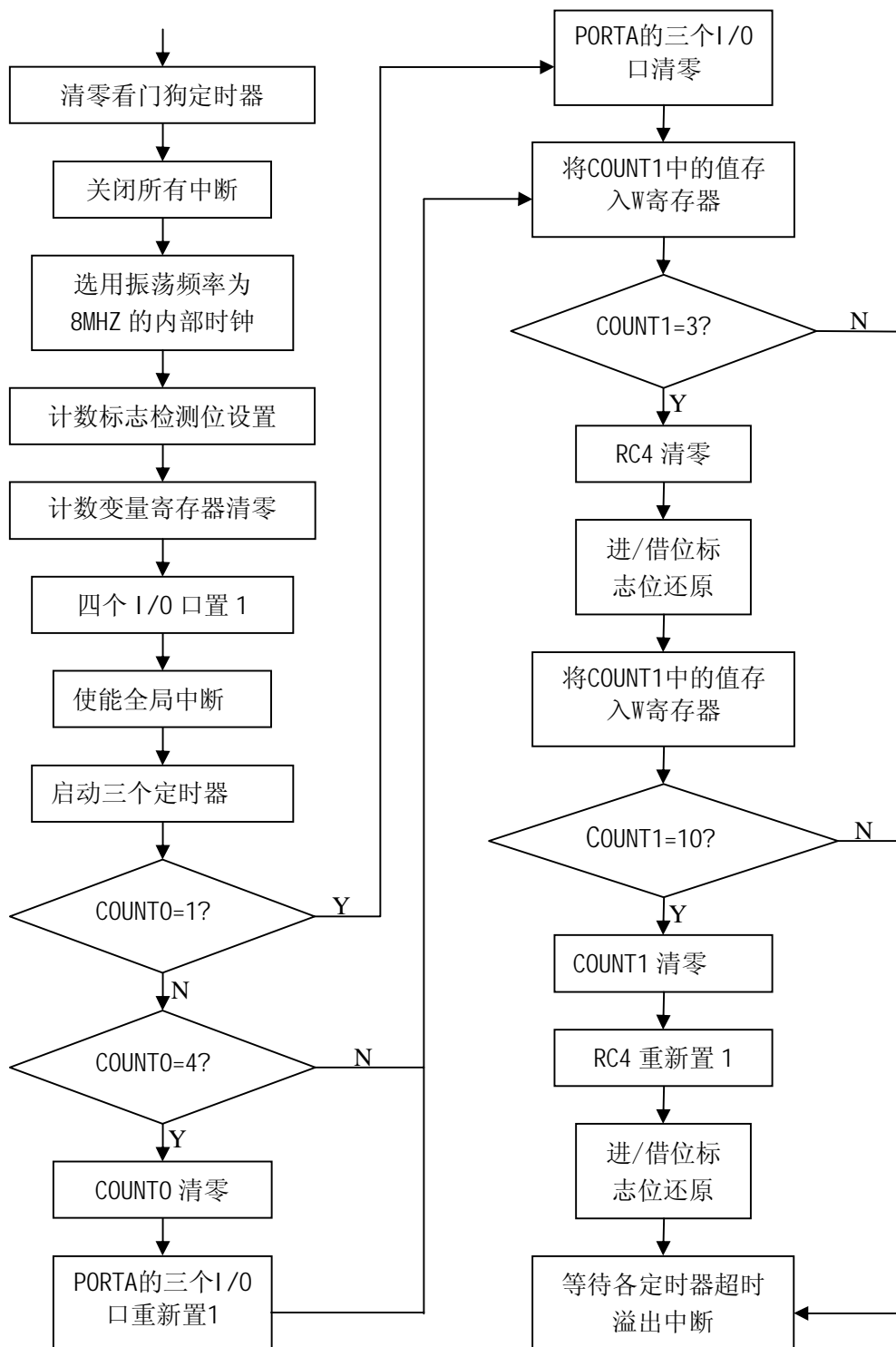
需要说明的是，在执行中断处理程序时需要一定的时间，这样必然会导致定时器的定时时间产生误差，系统运行一段时间后，输出波形的占空比将发生变化，不能满足原先的要求，为此，我在编程是将大量的工作交由主程序完成，以缩短中断处理程序的工作量，使误差降到最低。

3.3 汇编程序流程

为增强程序的可读性，特将整个程序划分为三个部分：硬件资源的初始化程序、主程序和中断处理程序。由于单片机的 SFR（特殊功能寄存器）区被分成不同的存储区。在这些存储区间切换时，需要设置状态（STATUS）寄存器的 RP0、RP1 位来选择所需存储区。

2 主程序部分

在主程序中，先将看门狗定时器清零，以免产生不必要的复位，然后关闭所有的中断，对所需各种寄存器的控制字进行设置，最后再使能全局中断，启动定时器等待中断。



4 总结

本论文主要论述本设计的硬件部分，并结合软件进行结构优化设计。使得本硬件设计的到很好的简化，同时也提高了本系统设计的抗干扰性能。同时，结合 PCB 检查设计技术以及一些设计规范，再一步提升系统的电气特性。

此次毕业设计是大学学习过程中一个非常重要的环节。通过这个环节的训练，我逐步掌握了一个电子产品的基本开发流程，学到了很多书本上学不到的知识，提高了自己理论联系实际和动手实践的能力。在此期间，我深深地体会到产品研发是一个不断配合和取舍的过程，包括电子与结构的配合、电子硬件与软件的配合，而每一种配合中都需要一些数据进行参考与验证，最后再综合考虑各方面的因素来优化产品的成本、质量和研发时间。同时，我也懂得了基础知识的重要性，试想，一个连元件类别和性能都不清楚的人又怎能设计出现实中可用的产品呢。所以，一个人要想真正搞出点东西来，就必须脚踏实地，从一点一滴做起。