# 单相正弦波逆变电源的设计课程设计

来源：网络 作者：春暖花香 更新时间：2024-07-18

*单相正弦波逆变电源的设计正文第1章概述任何电子设备都离不开可靠的电源，它们对电源的要求也越来越高。电子设备的小型化和低成本化使电源以轻、薄、小和高效率为发展方向。传统的晶体管串联调整正弦波逆变电源是连续控制的线性正弦波逆变电源。这种传统正弦...*

单相正弦波逆变电源的设计正文

第1章

概述

任何电子设备都离不开可靠的电源，它们对电源的要求也越来越高。电子设备的小型化和低成本化使电源以轻、薄、小和高效率为发展方向。传统的晶体管串联调整正弦波逆变电源是连续控制的线性正弦波逆变电源

。这种传统正弦波逆变电源技术比较成熟,并且已有大量集成化的线性正弦波逆变电源模块,具有稳定性能好、输出纹波电压小、使用可靠等优点、但其通常都需要体积大且笨重的工频变压器与体积和重量都不得和很大的滤波器。由于调整管工作在线性放大状态，为了保证输出电压稳定，其集电极与发射极之间必须承受较大的电压差，导致调整管功耗较大，电源效率很低，一般只有45%左右。另外,由于调整管上消耗较大的功率,所以需要采用大功率调节器整管并装有体积很大的散热器,很难满足现代电子设备发展的要求。在近半个多世纪的发展过程中，正弦波逆变电源因具有体积小、重量轻、效率高、发热量低、性能稳定等优点而逐渐取代传统技术制造的连续工作电源，并广泛的应用，正弦波逆变电源技术进入快速发展期。

正弦波逆变电源采用功率半导体器件作为开关，通过控制开关的占空比调整输出电压。它的功耗小，效率高，正弦波逆变电源直接对电网电压进行整流、滤波、调整，然后由开关调整管进行稳压，不需要电源变压器，此外，开关工作频率为几十千赫，滤波电容器、电感器数值较小。因此正弦波逆变电源具有重量轻、体积小等优点。另外，于功耗小，机内温升低，提高了整机的稳定性和可靠性。而且其对电网的适应能力也有较大的提高，一般串联稳压电源允许电网波动范围为220V±10%,而正弦波逆变电源在电网电压在110～260V范围变化时,都可获得稳定的输出阻抗电压。正弦波逆变电源的高频化是电源技术发展的创新技术,高频化带来的效益是使正弦波逆变电源装置空前的小型化,并使正弦波逆变电源进入更广泛的领域,特别是在高新技术领域的应用,扒动了高新技术产品的小型化、轻便化。另外正弦波逆变电源的发展与应用在节约资源及保护环境方面都具有深远的意义。

目前市场上正弦波逆变电源中功率管多采用双极型晶体管，开关频率可达几十千赫；采用MOSFET的正弦波逆变电源转抽象频率可达几百千赫。为提高开关频率，必须采用高速开关器件。在一定范围内，开关频率的提高，不仅能有效地减小电容、电感及变压器的尺寸，而且还能够抑制干扰，改善系统的动态性能。因此，高频化是正弦波逆变电源的主要发展方向。高可靠性——正弦波逆变电源的使用的元器件比连续工作电源少数十倍，因此提高的可靠性。从寿命角度出发，电解电容、光耦合器及排风扇等器件的寿命决定着电源的寿命。所以，要从设计方面着眼，尽可能使较少的器件，提高集成度。这样不但解决了电路复杂、可靠性差的问题，也增加了保护等功能，简化了电路，提高了平均无故障时间。正弦波逆变电源的发展从来都是与半导体器件及磁性元件等的发展休戚相关的。高频化的实现，需要相应的高速半导体器件和性能优良的高频电磁元件。发展功率MOSFET、IGBT等新型高速器件,开发高频用的低损磁性材料,改进磁元件的结构及设计方法,提高滤波电容的介电常数及降低其等串联电阻等,对于正弦波逆变电源小型化始终产生着巨大的推动作用。

总之，人们在正弦波逆变电源技术领域里，边研究低损耗回路技术，边开发新型元器件，两者相互促进并推动着正弦波逆变电源以每年过两位数的市场增长率向小型、薄型、高频、低噪声以及高可靠性方向发展。

第2章

设计总思路

2.1总体框架图

滤波电路

逆变电路

输入315V直流电

驱动电路

UC3842脉宽调制电路

输出220V交流电

误差比较

图1

总体框图

此次课程设计要求输入315V直流，输出220V交流，主电路采用单相桥式逆变电路，对高频开关器件常用PWM波控制，要产生正弦波可采用SPWM控制方法，通过控制电力电子器件MOSFET的关断来控制产生交变正弦波电压。控制电路主要实现产生SPWM波，设计要求选用UC3842电流控制型PWM控制器产生控制脉冲。而UC3842实质上是通过输入的两路波进行比较，输出比较后形成的脉冲波，鉴于UC3842的这一特征，可以通过输入正弦漫头波和锯齿波进行比较得到所需的正弦波控制脉冲。正弦波产生器的设计有多种方法，本次课程设计采用555定时器多谐振电路产生方波经过滤波产生正弦波的方法作为正弦波产生器，再经过整流，使之成为正弦漫头波。锯齿波的产生电路比较简单，可以直接利用UC3842内部提供的谐振器加入外围电阻电容产生。此外电路要求输出的正弦波幅度可调，此时就需要使加入的正弦波漫头波幅值可调，此可以通过一加法器使之与设置电压相叠加产生电压可变的正弦电压。

主电路和控制电路的一些中间环节都是需要滤波的，由于产用SPWM控制，主电路的谐波成分较少，可以通过简单的RC无源滤波。控制电路中的方波要变成较为标准的正弦波，要滤去的谐波成分就要多得多，可以采用有源滤波，且可以通过积分环节使方波变成比较好的正弦波。

由于设计出来的电路是作为电源用的，对电源电流、电压检测就显得非常有必要了，可以通过从电源负载取出电流信号作为UC3842的关断信号，从而实现主电路的限流作用。要实现电流、电压的稳定，则可以通过取出的电流、电压信号与控制电路构成闭环控制来实现。为了不至使电路结构过于复杂，只设计了简单的电压反馈环使电压基本能跟随给定维持恒定。

2.2设计的原理和思路

图2

正弦波逆变电源的组成框图

该电路采用他励式,2管双推动输出脉宽调制方式输出电压为220V,输出电流2A,有欠压、过压和过流等多重保护功能。

第3章

主电路设计

3.1

SPWM波的实现

3.1.1

PWM固定频率的产生

PWM波形产生原理图如图3.1.1所示

图3.1.1

PWM波的产生电路图

PWM固定频率是由SG3525芯片产生。SG3525芯片的资料见如下：

管脚说明：

引脚1：误差放大反向输入

脚9：PWM比较补偿信号输入端

引脚2：误差放大同向输入

引脚10：外关断信号输入端

引脚3：振荡器外接同步信号输入端

引脚11：输出A

引脚4：振荡器输出端

引脚12:信号地

引脚5:振荡器定时电容接入端

引脚13：输出级偏置电压接入端

引脚6：振荡器定时电祖接入端

引脚14：输出端B

引脚7:振荡器放电端

引脚15：偏置电源输入端

引脚8:软启动电容接入端

引脚16：基准电源输出端

图中11与14脚输出两路互补的PWM波，其频率由与5、6管脚所连的R、C决定。PWM频率计算式如下：f=1/[C5(0.7R15+3R16)]，调节6端的电阻即可改变PWM输出频率。同时，芯片内部16脚的基准电压为5.1V采用了温度补偿，设有过流保护电路，5.1V反馈到2端同向输入端，当反向输入端也为5.1V时，芯片稳定，正常工作。若两端电压不相等，芯片内部结构自动调整将其保持稳定。

在脉宽比较起的输入端直接用流过输出电感线圈的信号与误差放大器输出信号进行比较，从而调节占空比使输出的电感峰值电流跟随误差电压变化而变化，由于结构上有电压环河电流环双环系统，因此，无论开关电源的电压调整率、负载调整率和瞬态响应特性都有提高，目前比较理想的新型控制器。R和C设定了PWM芯片的工作频率，计算公式为T=(0.67\*RT+1.3\*RD)\*CT

。再通过R13和C3反馈回路。构成频率补偿网络。C6为软启动时间设定电容。

3.1.2

SPWM波的原理

在进行脉宽调制时，使脉冲系列的占空比按正弦规律来安排。当正弦值为最大值时，脉冲宽度也最大，脉冲间隔最小，反之正弦值较小时，脉冲宽度也小，脉冲间的间隔较大。这样的电压脉冲系列可以使负载电流中的高次谐波成分大为减少，成为正弦波脉宽调制。

3.1.3

SPWM调制信号的产生

要得到正弦电压的输出，就要使逆变电路的控制信号以SPWM方式控制功率管的开关，所得到的脉冲方波输出再经过滤波就可以得到正弦输出电压。通过SG3525来实现输出正弦电压，首先要得到SPWM的调制信号，而要得到SPWM调制信号，必须得有一个幅值在l～3

5V，按正弦规律变化的馒头波，将它加到SG3525脚2，并与锯齿波比较，就可得到正弦脉宽调制波实现SPWM的控制电路框图如图3.1.3(a)所示，实际电路各点的波形如图3.1.3(b)所示。

误差信号

基准电压

加法器

整流电路

滤波电路

调制电路

基准方

波

SG3525

时序电路

图3.1.3(a)

SPWM波控制电路框图

图3.1.3(b)

SPWM电路主要节点波形

由图3.1.3(a)

图3.1.3(b)可知，基准50Hz的方波是由555芯片生成的，用来控制输出电压有效值和基准值比较产生的误差信号，使其转换成50Hz的方波，经过低频滤波，得到正弦的控制信号。

3.2

保护电路模块

该系统是由直流边交流，弱点变为强电。故对系统进行必要的安全保护是必须的，在对系统进行调试时必须要注意安全。系统除了芯片本身具有的保护措施外，还对系统进行了专门的保护，具体如下。

3.2.1过电流保护

过电流保护采用电流互感器作为电流检测元件，其具有足够快的响应速度，能够在IGBT允许的过流时间内将其关断，起到保护作用。

如图3.2.1所示，过流保护信号取自CT2，经分压、滤波后加至电压比较器的同相输入端，如图2.4所示。当同相输入端过电流检测信号比反相输入端参考电平高时，比较器输出高电平，使D2从原来的反向偏置状态转变为正向导通，并把同相端电位提升为高电平，使电压比较器一直稳定输出高电平。同时，该过电流信号还送到SG3525的脚10。当SG3525的脚10为高电平时，其脚11及脚14上输出的脉宽调制脉冲就会立即消失而成为零。

图3.2.1

过电流保护电路

3.2.2空载保护电路的设计

空载检测电路如图3.2.2所示。是用电流互感器检测电流输出，当没有电流输出时，使三极管Q8截止，从而使RS-CK为高电平，停止输出SPWM波。8s后，再输出一组SPWM波，若仍为空载，则继续上述过程。若有电流输出则Q8导通，使得RS-CK为低电平，连续输出SPWM波形，逆变电路正常工作。

图3.2.2

空载检测电路图

3.2.3浪涌短路保护电路的设计

浪涌电路保护电路原理图如图3.2.3。此电路图是短路保护，用0.1欧的电阻对电压进行采样，通过470千欧电阻得到电流，并使这电流通过光电耦合器，当电流过高时使得SPWM波不输出，关闭IGBT形成保护。故障排除后光电耦合器输出关断，逆变器正常工作。

图3.2.3

浪涌短路保护电路原理图

第4章

单元控制电路设计

4.1

DC-AC电路设计

由前面论证已经明确采用全控桥式逆变电路。其中各桥臂通断由SPWM波控制的IGBT完成。

系统采用SG3525来实现SPWM控制信号的输出，该芯片其引脚及内部框图如图4.1所示。

图4.1

SG3525引脚及内部框图

直流电源Vs从脚15接入后分两路，一路加到或非门；另一路送到基准电压稳压器的输入端，产生稳定的+5

V基准电压。+5

V再送到内部(或外部)电路的其它元器件作为电源。

振荡器脚5须外接电容GT脚6须外接电阻RTo振荡器频率f由外接电阻RT和电容CT决定，f=1．1

8／RCTo逆变桥开关频率定为l0kHz，取GT=O．22μF，RT=5

kΩ。振荡器的输出分为两路，一路以时钟脉冲形式送至双稳态触发器及两个或非门；另一路以锯齿波形式送至比较器的同相输入端，比较器的反向输入端接误差放大器的输出。误差放大器的输出与锯齿波电压在比较器中进行比较，输出一个随误差放大器输出电压高低而改变宽度的方波脉冲，再将此方波脉冲送到或非门的一个输入端。或非门的另两个输入端分别为双稳态触发器和振荡器锯齿波。双稳态触发器的两个输出互补，交替输出高低电平，将PWM脉冲送至三极管V1及V2的基极，锯齿波的作用是加入死区时间，保证V1及V2不同时导通。最后，V1及V2分别输出相位相差180°的PWM波。

4.2

PWM驱动模块

4.2.1

驱动电路的设计

驱动电路的设计既要考虑在功率管需要导通时，能迅速地建立起驱动电压，又要考虑在需要关断时，能迅速地泄放功率管栅极电容上的电荷，拉低驱动电压。具体驱动电路如图2.7所示。

图4.2.1

驱动电路

其工作原理是：

（1)当光耦原边有控制电路的驱动脉冲电流流过时，光耦导通，使Q1的基极电位迅速上升，导致D2导通，功率管的栅极电压上升，使功率管导通；

（2)当光耦原边无控制电路的驱动脉冲电流流过时，光耦不导通，使Q1的基极电位拉低，而功率管栅极上的电压还为高，所以导致Q1导通，功率管的栅极电荷通过Q1及电阻R3速泄放，使功率管迅速可靠地关断。

当然，对于功率管的保护同样重要，所以在功率管源极和漏极之间要加一个缓冲电路避免功率管被过高的正、反向电压所损坏。

4.2.2

TDS2285产生PWN波

SPWM的核心部分采用了张工的TDS2285单片机芯片,用其产生为功率主板产生占空比变化的矩形波，通过H桥产生所需的正弦波。U3,U4组成时序和死区电路，末级输出用了4个250光藕，H桥的二个上管用了自举式供电方式，这样做的目的是简化电路，可以不用隔离电源，该模块原理图如图4.2.2(a)所示：

图2-2-1

2.2.1

PWN波的产生

（1）、该模块中是由TDS2285芯片产生PWM波，TDS2285的芯片各管脚资料如图2-2-2：

图4.2.2(a)

PWM驱动电路图

1.该模块所采用的是TDS2285芯片，其管脚如图4.2.2(b)所示

图4.2.2(b)

TDS2285管脚图

2.该模块中TDS2285芯片的工作原理图4.2.2(c)如：

图4.2.2(c)

TDS2285产生PWM波

该芯片的6、7管脚生成交流电正、负半周调制波输出引脚，输出SPWM脉冲，其频率有接在2、3管脚间的晶振来决定。9脚为故障报警输出端，通常驱动一蜂鸣器，同时配合5脚LED的状态，当蓄电池电压输入出现过压或低压时，该蜂鸣器随LED指示灯每隔1秒报警一次，当出现交流过流或者短路时，该蜂鸣器随LED指示灯每隔0.5秒报警一次。13脚为检测蓄电池电压，当13脚的电压超过3V或低于1V时，逆变停止工作，并进入欠压或过压故障状态。通过外接蓄电池上分压来实现。10脚为交流电压稳压反馈输入，实时检测功率主板输出的交流正弦波输出电压变动范围，并作调整输出达到稳定输出电压的目的。

第5章

系统调试

5.1

测试使用的仪器

序号

名称、型号、规格

数量

数字示波器

UT70A数字万用表

函数信号发生器

5.2

输出功率与效率的测试

输出功率的定义：即为电源把其输入功率转换为有效输出功率的能力。

测试框图如下图所示。

先如图布置好测试电路后，进行如下步骤调试：

1.各电路输出电压、电流测量同时进行。

2.开启所有设备、记录输入功率数值及各点输出电压，电流值。

3.计算输入功率Pi=Ui\*Ii，输出功率值Po=Uo\*Io.4.效率n=Po/Pi\*100%,Pi为输入。

5.3

过流保护的测试

定义：当输出电流大于设定保护值时，系统自动关闭输出，形成过流保护。当输出电流小于设定保护值时，系统自动恢复正常工作状态。

测试方法：如图18所示。在输出端接入3个串联10欧电阻作为负载，通过短路其中的一个或两个来模拟过流情况发生。观察系统是否进行过流保护。

图18

过流保护测试框图

测试结果与分析：逆变过程中，过流保护装置在电流大于设定保护值时关闭输出，并在恢复正常时又打开输出。所以过流保护装置正常工作。

5.4

空载待机功能测试

（1）

定义：当无负载接入时，系统关闭输出进入待机模式。当有负载接入时，系统进入正常工作状态。

（2）

测试方法：接入负载后断开负载，观察系统输出状态。

（3）

结果与分析：输出端负载断开5s后系统进入待机状态，此时无输出。再次接入负载，系统就开始进入逆变工作状态。

5.5

输出电压范围测试

（1）

定义输出电压的最大值最小值。

（2）

测试方法：调节电压反馈贿赂的参数，观察输出电压大小。

（3）

测试结果：接入300欧的电阻调节Rp3，输出电压在8~12V之间。

结果分析

经过测试以后题目的基本要求都已经完成，各项性能指标都较好的实现在输出功率稳定时效率达到了93%。同时该电路还具有短路保护，空载保护，过流保护的功能。

第6章

总结

刚刚拿到课程设计的题目时真不知道从哪里开始动手,课题名称里的芯片根本就没听说过。通过上网查找资料,弄清楚了它的功能,才真正开始了设计。但这个东西包括了几个部分,所以一定要把握好它的整体设计思路,在其框架之下,对各部分的单元电路进行分析和设计,最后经过电路的修改,参数的确定,将各个部分连接起来,形成总的电路图。

课程设计虽然大家的课题不是完全一样的，但是大家之间的团队合作还是很重要的，有些地方自己一个人看不明白，通过和同学之间的讨论最终弄明白，这是一个很有趣的过程，我相信通过这次的课程设计我们大家之间对于电力电子的学习取得了更加大的进步。

这次实习我学到了很多。在摸索该如何设计电路使之实现所需功能的过程中，培养了我的设计思维，增加了实际操作能力。在体会设计的艰辛的同时，更让我体会到成功的喜悦和快乐。

通过这两个星期的课程设计，从开始任务到查找资料，到设计电路图，到最后的实际接线过程中，我学到了课堂上学习不到的知识。上课时总觉得所学的知识太抽象，没什么用途，现在终于认识到了它的重要性。平时上课老师讲的内容感觉都听明白了,但真正到了用的时候却不怎么会用了,经过这次课程设计才知道,要真正学好一门课程,并不是把每一章的内容搞懂就行了,而是要将每一章的内容联系起来,融会贯通,并能够应用到实践中去.通过这次课程设计，我学到了不少新知识、新方法、新观点。这次设计不但锻炼了我的学习能力、分析问题与解决问题的能力，同时也锻炼了我克服困难的勇气和决心。

还有本次课程设计最重要的是加强了我的动手能力，平时学习的时候只是片面的认识和照搬书本上的知识，书本知识在实际应用的时候会出现很大的偏差，理论联系实际才是真正的学习之道。要在实际运用的时候结合实际的环境，具体的分析，解决问题，这才是这次课程设计对于我最重要的意义。

附录

总电路图

本DOCX文档由 www.zciku.com/中词库网 生成，海量范文文档任你选，，为你的工作锦上添花,祝你一臂之力！