

毕业设计论文

基于 TL494 逆变电源设计

摘 要

本设计主要应用开关电源电路技术有关知识，涉及模拟集成电路、电源集成电路、直流稳压电路、开关稳压电路等原理，充分运用芯片 TL494 的固定频率脉冲宽度调制电路及场效应管（N 沟道增强型 MOSFET）的开关速度快、无二次击穿、热稳定性好的优点而组合设计的电路。该逆变电源的主要组成部分为：DC/DC 电路、输入过压保护电路、输出过压保护电路、过热保护电路、DC/AC 变换电路、振荡电路、全桥电路。在工作时的持续输出功率为 150W，具有工作正常指示灯、输出过压保护、输入过压保护以及过热保护等功能。该电源的制造成本较为低廉，实用性强，可作为多种便携式电器通用的电源。

关键词：过热保护，过压保护，集成电路，振荡频率，脉宽调制

Inverter Power supply Design Based on TL494

ABSTRACT

The design applying the switching power source circuit technology in connected. Relating with knowledge about what imitate integrated circuit 、 power source integrated circuit 、 power amplification integrated circuit and switching regulated voltage circuit on principle. Sufficient apply chip TL494 fixed-frequency pulse width modulation circuit and field effect transistor (N channel strengthen MOSFET) whose switch speed quick, nothing secondary Break down and hot stability good merit to design circuit. Owe the inverter main part ingredient by DC/DC circuit 、 importing the over-voltage crowbar circuit 、 exporting an over-voltage crowbar protect a circuit 、 overheat protective circuit 、 DC/AC shifts circuit 、 oscillating circuit and entire bridge circuit. Continuing for during the period of the job exports power functions such as being 150 W, having the regular guiding lights working, exporting an over-voltage crowbar, importing the over-voltage crowbar and overheat protective. The cost of manufacture being a power source of turn is comparatively cheap, the pragmatism is strong, and it has a function annex to the various portably type.

KEY WORDS : over heat protective, over-voltage integrated circuit (IC), oscillating frequency, pulse width modulation (PWM).

目 录

前 言	1
第 1 章 简介	3
1.1 概述	3
第 2 章 逆变电源原理与构成	4
2.1 逆变电源的基本构成和原理	4
2.1.1 逆变电源的基本构成和原理	4
2.1.2 逆变电源的技术性能指标及主要特点	7
2.2 逆变电源的主要元器件及其特性	7
2.2.1 TL494 电流模式 PWM 控制器	7
2.2.2 场效应管	11
2.2.3 三极管	12
第 3 章 各部分支路电路设计及其参数计算	13
3.1 各部分支路电路设计及其参数计算	13
3.1.1 DC/DC 变换电路	13
3.1.2 输入过压保护电路	14
3.1.3 输出过压保护电路	15
3.1.4 DC/AC 变换电路	16
3.1.5 TL494 芯片 外围电路	18
3.1.6 TL494 芯片 外围电路	18
3.1.7 逆变电源的整机电路原理图	19
3.1.8 电路的元件参数表	19
第 4 章 调试	20
结 论	21
谢 辞	22
附录 A 整机原理图	23
附录 B 元件参数表	25
附录 C 元件参数表	26

附录 D 整机 PCB 板(两面) 27

参考文献 29

外文资料翻译 30

前 言

开关电源是一种由占空比控制的开关电路构成的电能变换装置,用于交流—直流或直流—直流电能变换,通常称其为开关电源(Switched Mode Power Supply-SMPS)。其功率从零点几瓦到数十千瓦,广泛用于生活、生产、科研、军事等各个领域。彩色电视机、VCD 播放机等家用电器、医用 X 光机、CT 机,各种计算机设备,工业用的电解、电镀、充电、焊接、激光等装置,以及飞机、卫星、导弹、舰船中,都大量采用了开关电源。

开关电源的核心为电力电子开关电路,根据负载对电源提出的输出稳压或稳流特性的要求,利用反馈控制电路,采用占空比控制方法,对开关电路进行控制。开关电源的这一技术特点使其同其他形式的电源,如采用调整管的线性电源和采用晶闸管的相控电源相比具有效率高和体积小、重量轻两个明显的优点。因为具有这些优点,开关电源的应用越来越广泛,大有取代线性电源和相控电源的趋势。值得注意的是,开关电源的输出噪声和纹波一般比线性电源大,所以在需要非常低的噪声与纹波(如纹波峰峰值要小于 5~10mV)的情况下,仍需要线性电源,由于大功率全功率非常大(1MW 以上)时,仍需采用相控电源。但随着控制技术和元器件技术的不断发展,开关电源的各方面的性能都在不断提高,容量也在不断扩大。

开关电源的开关管工作在高速的通与断两种状态,所以称为开关电源,其原理是用整流电路先把交流变成直流,再用开关管把直流电变成高频的直流电,这个高频直流在通过开关变压器时,在次级感应出交流电流,再通过整流滤波后,变成平稳的直流电,同时有控制电路根据输出电压调整开关管的通与断的比例(占空比)。由于开关变压器的频率很高,同样的功率,体积可以做的很小,所以整个电源可以做到体积小重量轻。开关电源能输出多种可控的直流电压供不同的电路使用。

目前逆变电源应用广泛,但是电路复杂,价格比较昂贵,为此设计一款逆变电源。该电源主要应用开关电源电路技术的有关知识,涉及模拟集成电路、电源集成电路、直流稳压电路、开关稳压电路等原理,充分运用

芯片 TL494 的固定频率脉冲宽度调制电路^[1]和场效应管^[2] (N 沟道增强型 MOSFET) 的开关速度快、无二次击穿、热稳定性好的优点与三极管一起构成的组合设计电路。

该逆变电源可将电瓶的 12V 直流电转换为 220V/50Hz 的交流电, 供数码相机、CD 机、MD 唱机、笔记本电脑、小型录像机、电动剃须刀、手机等便携式产品使用。因此具有相当强的通用性。

该逆变电源在工作时的持续输出功率为 150W, 并且具有输出过压保护、输入过压保护以及过热保护等功能。该电源的制造成本较为低廉, 千台以上数量的批产成本仅在 40 元/台左右, 并且当印制板的尺寸不受限制时, 可以将输出功率做到 200W 以上, 因此该逆变电源几乎可以替代目前市场上所售的各种逆变器或者逆变电源产品, 其应用前景十分广阔。

第 1 章 简介

1.1 概述

逆变电源是将直流点逆变成交流电，本设计逆变电源工作是的持续输出功率为 150W，并且具有输出过压保护以及过热保护等功能。该电源的制作成本低，批量生产成本更低，并且当印制板尺寸不受限制时，可以将输出功率做到 200W 以上，因此该逆变电源的市场前景十分广阔。本逆变电源可将电瓶的 12V 直流电转换为 220V/50Hz 的交流电，供数码相机、CD 机、MD 唱机、笔记本电脑、小型录像机、电动剃须刀、手机等便携式产品使用。因此具有相当强的通用性。

第 2 章 逆变电源原理与构成

2.1 逆变电源的基本构成和原理

2.1.1 逆变电源的基本构成和原理

以图 2-1 的单向桥式逆变电源为例说明其最基本的工作原理。图中 S_1 - S_4 是桥式电路的 4 个臂，他们由电力电子器件及其辅助电路组成。当开关 S_1 、 S_4 闭合， S_2 、 S_3 断开时，负载电压 u_0 为正；带开关 S_1 、 S_4 断开， S_2 、 S_3 闭合时 u_0 为负，其波形如图 2-2 所示，这样就把直流点变成交流电，改变两组开关的切换频率，即可改变输出交流电的频率。这就是逆变电路的最基本得工作原理。当负载为电阻时，负载电流 i_0 和电压 u_0 的波形形状相同，相位也相同，当负载为阻感时， i_0 相位滞后于 u_0 ，两者波形的形状也不同，图 2-2 给出的就是阻感负载时的 i_0 波形。设 t_1 时刻以前 S_1 、 S_4 导通， u_0 和 i_0 均为正。在 t_1 时刻断开 S_1 、 S_4 ，同时合上 S_2 、 S_3 ，则 u_0 的极性立刻变为负，但是，因为负载中有电感，其电流方向不能立刻改变而仍维持原方向，这时负载电流从直流电源负极流出，经 S_2 、负载和 S_3 流回正极，负载电感中储存的能量向直流电源反馈，负载电流逐渐减小，到 t_2 时刻降为零，之后 i_0 才反向并逐渐增大。 S_2 、 S_3 断开， S_1 、 S_4 闭合时的情况类似。上面是 S_1 S_4 均为理想开关时的分析，实际电路的工作过程要复杂一些。

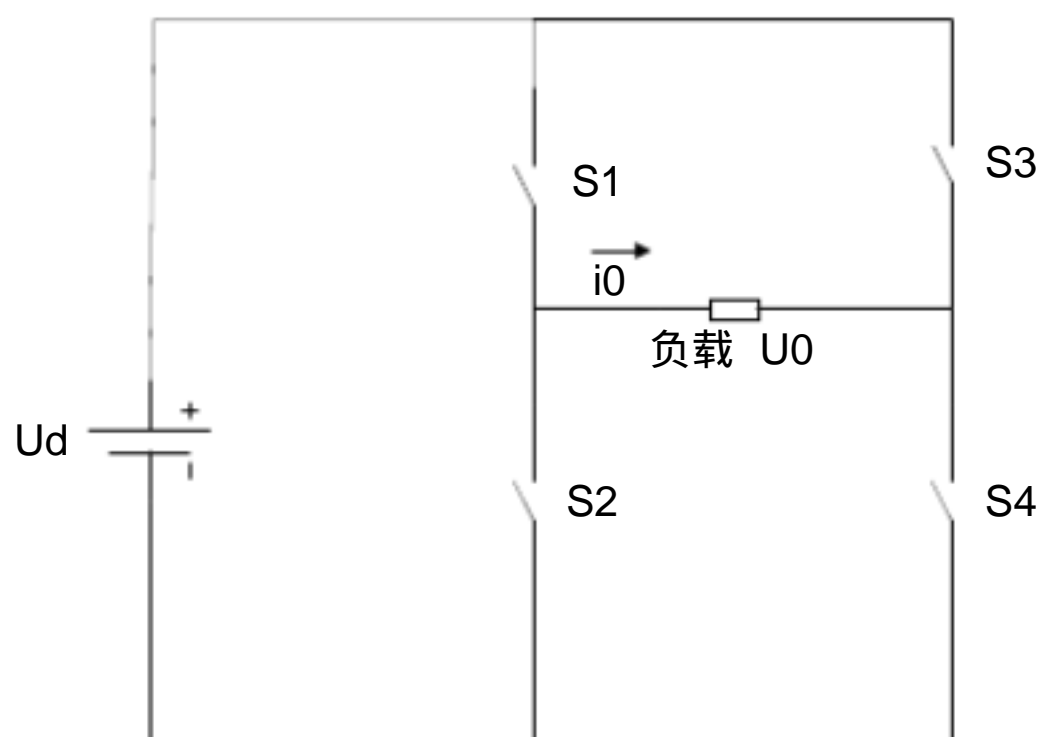


图 2-1 逆变电路

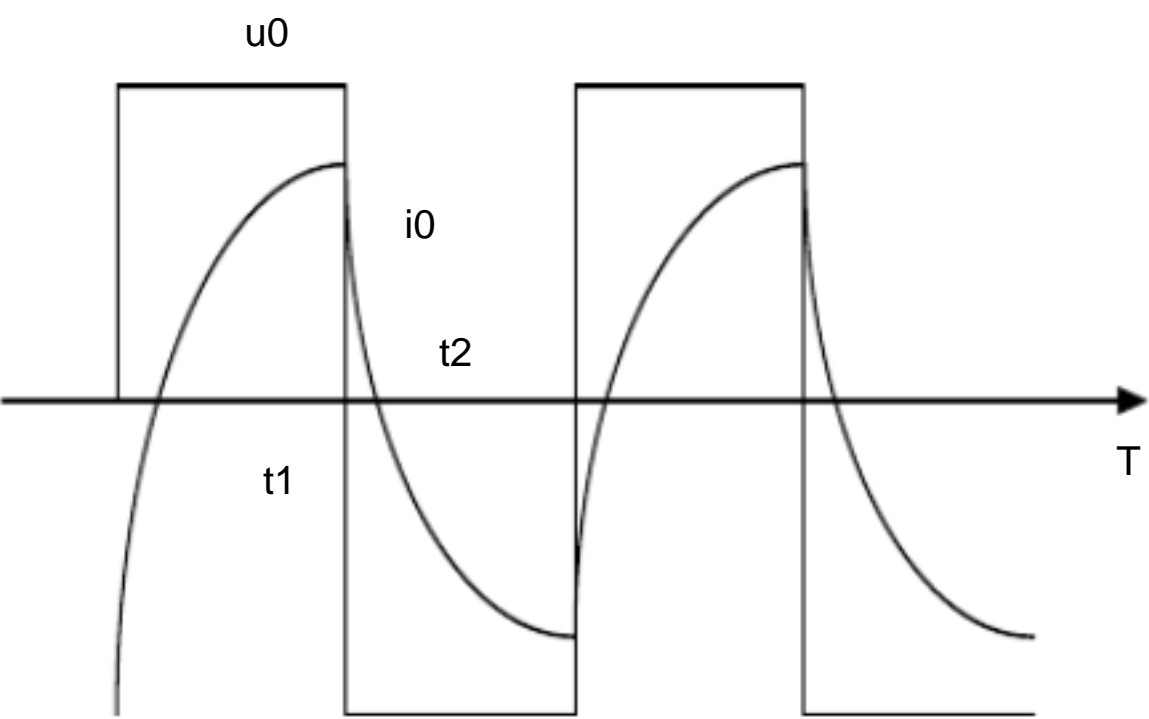


图 2-2 逆变电路波形

1. 本设计的基本构成及其原理

该设计电路的方框图如图 2-3。该电路由 12V 直流输入、输入过压保护电路、过热保护电路、逆变电路 I、220V/50KHz 整流滤波、逆变电路 II、输出过压保护电路等组成。逆变电路 I、逆变电路 II 的框图分别见图 3、图 4。逆变电路又包括频率产生电路（50KHz 和 50Hz PWM 脉冲宽度调制电路）、直流变换电路（DC/DC）将 12V 直流转换成 220V 直流、交流变换电路（DC/AC）将 12V 直流变换为 220V 交流。

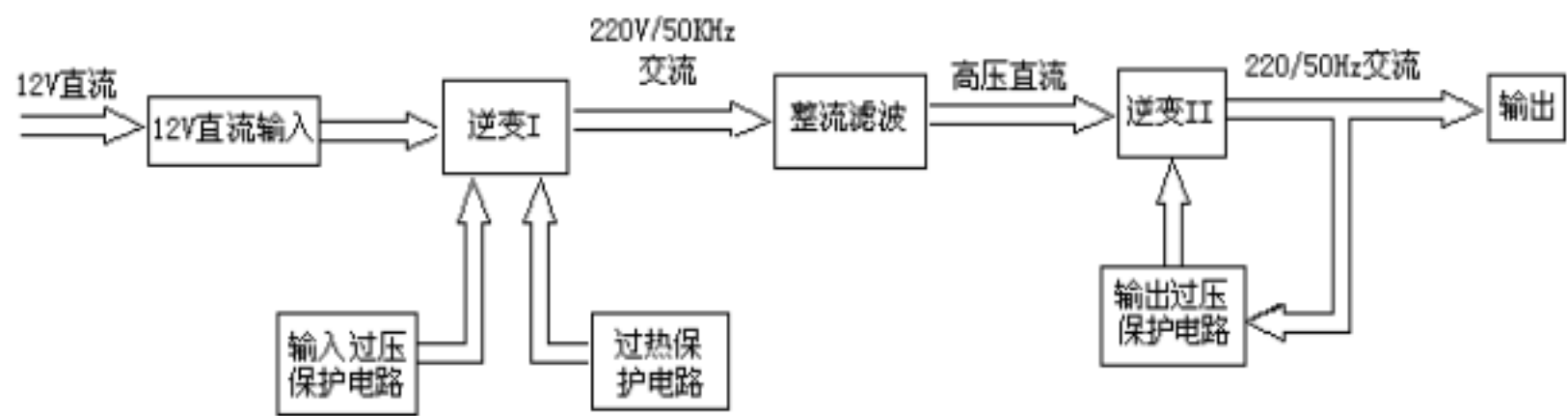


图 2-3 整机原理方框图

逆变电路 I 原理如图 2-4 所示。此电路的主要功能是将 12V 直流电转换为 220V/50KHz 的交流电。

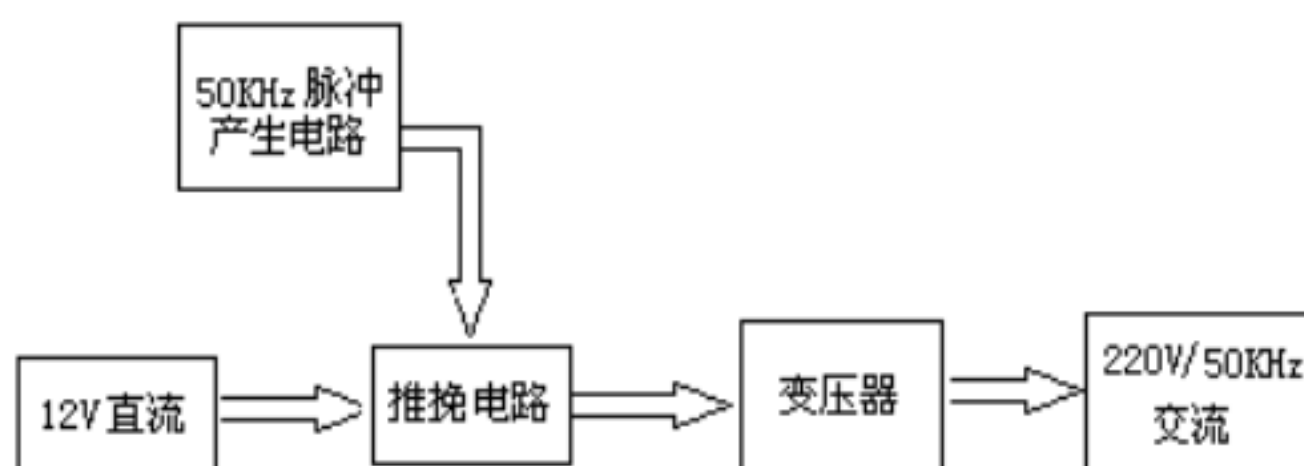


图 2-4 逆变 I 电路原理方框图

逆变电路 II 如图 2-5 所示。此电路的主要功能是将 220V 直流电转换为 220V/50Hz 的交流电。全桥电路以 50Hz 的频率交替导通，产生 50Hz 交流电。

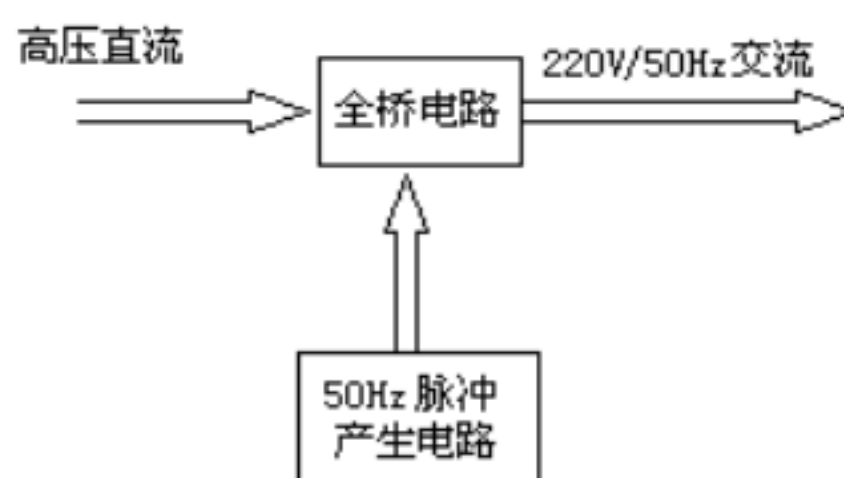


图 2-5 逆变 II 电路原理方框图

2. 电路工作原理

输入 12V 直流电源电压，经过逆变电路 I 得到 220V/50KHz 的交流电，此交流电再经过整流滤波电路得到 220V 高压直流电，然后经过逆变 II 得到 220V/50Hz 交流电。其中输入过压保护电路、输出过压保护电路、过热保护电路构成整个电路的保护电路。一旦输入电压出现过大或者过小时，保护电路立即启动，然后停止逆变电路 I 的工作。过热保护电路是当电路工作温度过高时，启动保护使逆变电路 I 停止工作。输出过压保护电路与逆变电路 II 构成反馈回路，一旦电路输出异常则停止逆变电路 II 的工作。

在逆变电路 I 中是用一块 TL494 芯片产生 50KHz 的脉冲频率，经过变压器推挽电路将 12V 直流转换成 220V/50KHz 的交流电。在逆变电路 II 中再用一块 TL494 芯片产生 50Hz 的脉冲波，全桥电路以 50Hz 的频率交替导通，从而将 220V 直流和 50Hz 脉冲电路整合，然后输出 220V/50Hz 的交流电。在该电路中都是利用 TL494 的输出端作为逆变电路工作状态的控制端。

2.1.2 逆变电源的技术性能指标及主要特点

1. 输入：12V 直流（汽车蓄电池）。
2. 输出：220V 交流（非正弦波）。
3. 输出功率：大于 100W。
4. 具有输入过压保护和输出过压保护。
5. 有过热保护功能。
6. 可作为多种电器的通用电源。
7. 含有工作正常指示灯。

2.2 逆变电源的主要元器件及其特性

2.2.1 TL494 电流模式 PWM 控制器

TL494 是一种固定频率脉冲宽度调制电路^[1]，它包含了开关电源控制所需的全部功能，广泛用于单端正激双管式、半桥式以及全桥式开关电源。TL494 有 SO-16 和 PDIP-16 两种封装形式，以适应不同场合的要求。

1. 主要特征

集成了全部的脉冲宽度调制电路。

TL494 内置线性锯齿波振荡器，外置振荡元件仅两个（一个电阻和一个电容）。

TL494 内置误差放大器。

TL494 内置 5V 参考基准电压源。

可调整死区时间。

TL494 内置功率晶体管，可提供 500mA 的驱动能力。

有推或拉两种输出方式。

2. 引脚设置及其功能

TL494 的内部电路由基准电压产生电路、振荡器、死区时间比较器、误差放大器（两个）、PWM 比较器以及输出电路等组成，各引脚功能见表 2- 1。

表 2-1 TL494 引脚功能表

引脚	符号	功能	典型电压
1	V1(+)	误差放大器 1 误差信号输入端（同相信号端）	2.6
2	V1(-)	误差放大器 1 误差信号输入端（反相信号端）	2.6
3	VOUTC	误差放大器 1 和 2 输出信号补偿元件连接段	4
4	CONT	死区控制信号输入端，所加控制电压可调输出脉冲宽度	0.3
5	CT	振荡器外接振荡电容连接端，与 6 脚外接的电阻一起可产生频率 $f=1.1/Rc$ 的锯齿信号	0.4-4v
6	RT	振荡器外接振荡电阻连接端，见 5 脚说明	3.7
7	GND	基准电源电源电路接地线端	0
8	CA	推挽电路输出信号端 A, 输出电压可达 40V, 电流为 200mA（反相输出）	0-15v
9	EA	推挽电路输出信号端 A, 属同相信号输出端	0
10	EB	推挽电路输出信号端 B, 属同相信号输出端	0
11	CB	推挽电路输出信号端 B，输出电压可达 40V，电流为 200mA(反相输出)	与 8 脚等相位差 180 度的脉冲波
12	VccIN	工作电源电压输入端	25
13	OUT CON	输出方式设定信号输入端。当该脚接基准电压是，输出呈推挽型，输出方波最大占空比为 48 %；当该脚接地是内部二个输出晶体管并联工作输出电流可达 400mA，最大占空比为 96 %	5
14	+5	+5V 基准电源输出端，可输出 5V 的基准参考电压	5
15	V2(-)	误差放大器 2 误差信号输入端（反相信号端）	5.4
16	V2(+)	误差放大器 2 误差信号输入端（同相信号端）	0

3. 工作原理

TL494 是一个固定频率 PWM 控制电路，其内部结构如图 2-6 所示。

TL494 适用于设计所有的单端或双端开关电源电路，其主要性能如下：

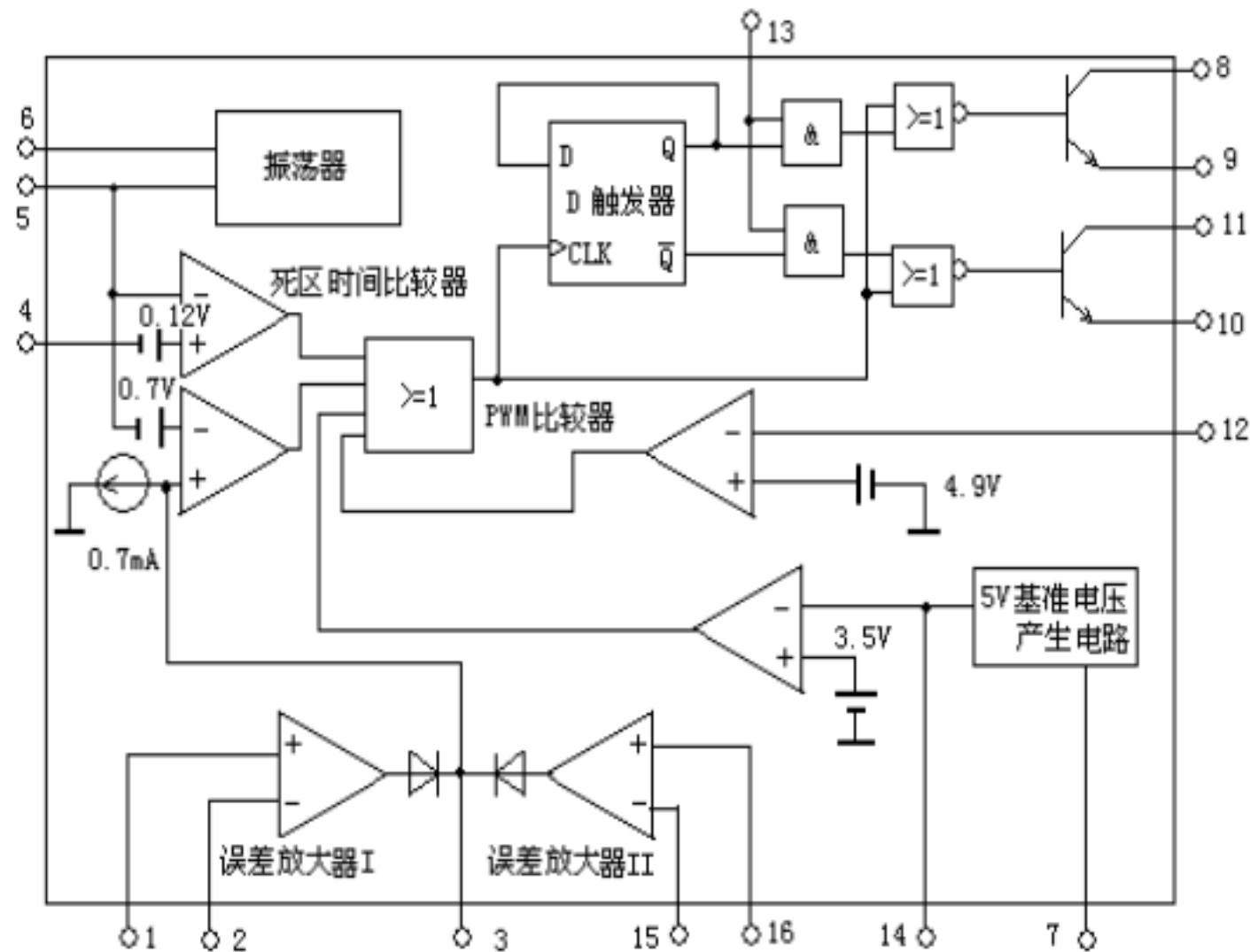


图 2-6 TL494 内部结构图

1. 输入电源电压为 7~40V，可用稳压电源作为输入电源，从而使辅助电源简化。TL494 末级的两只三极管在 7~40V 范围工作时，最大输出电流可达 250mA。因此，其带负载能力较强，即可按推挽方式工作，也可将两路输出并联工作，小功率时可直接驱动。
 2. 内部有 5V 参考电压，使用方便，当参考电压短路时，有保护功能，控制很方便。
 3. 内部有一对误差放大器，可做反馈放大及保护功能，控制非常方便。
 4. 在高频开关电源中，输出方波必须对称，在其他一些应用中又需要方波人为不对称，即需控制方波的占空比。通过对 TL494 的 4 脚控制，即可调节占空比，还可作输出软启动保护用。
 5. 可以选择单端、并联及交替三种输出方式。
- TL494 的 1 脚及 2 脚为误差放大器的输入端。由 TL494 芯片构成电压

反馈电路时，1、2脚上通过电阻从内部5V基准电压上取分压，作为1脚比较的基准。3脚用于补偿校正，为PWM比较器的输入端，接入电阻和电容后可以抑制振荡，4脚为死区时间控制端，加在4脚上的电压越高，死区宽度越大。当4脚接地时，死区宽度为零，即全输出；当其接5V电压时；死区宽度最大，无输出脉冲。利用此特点，在4脚和14脚之间接一个电容，可达到输出软启动的目的，还可以供短路保护用。5脚及6脚接振荡器的接地电容、电阻。

TL494 内置线性锯齿波振荡器，振荡频率可通过外部的一个电阻和一个电容进行调节，其振荡频率如式 2-1：

$$F_{osc} = \frac{1}{C_t R_t} \quad (2-1)$$

输出脉冲的宽度是通过电容 C_t 上的正极性锯齿波电压与另外两个控制信号进行比较而实现的。三极管 VT_1 和 VT_2 受控于或非门。当双稳态触发器的时钟信号为低电平时才会被选通，即只有在锯齿波电压大于控制信号时才会被选通。当控制信号增大时，输出脉冲的宽度将减小。

控制信号由集成电路外部输入，其中一条送至死区时间比较器，另一路送往误差放大器的输入端。死区时间比较器具有120mV的输入补偿电压，它限制了最小输出死区时间约等于锯齿波周期的4%。当输出端接地时，最大输出占空比为96%，当输出端接参考电平时，占空比为48%。在死区时间控制端上接固定电压（在0-3.3V之间）时，即能在输出脉冲上产生附加的死区时间。

PWM比较器为误差放大器调节输出脉冲宽度提供了一个手段：当反馈电压从0.5V变为3.5V时，输出的脉冲宽度由被死区确定的最大导通百分比时间下降到零。两个误差放大器具有从-0.3V到 $U_{cc}-2.0V$ 的共模输入范围，这可从电源的输出电压和电流中察觉到。误差放大器的输出端常处于高电平，它与PWM比较器反相输入端进行或运算。正是由于这种电路结构，误差放大器只需最小的输出即可支配控制回路。

当 C_t 放电时，一个正脉冲将出现在死区时间比较器的输出端，受脉冲约束的双稳态触发器进行计时，同时停止 VT_1 和 VT_2 的工作。若输出控制端连接到参考电压上，那么调制脉冲交替送至两个三极管，输出频率等于

脉冲振荡器的一半。如果工作于单端状态，且占空比小于50%时，则输出驱动信号可分别从VT₁和VT₂中取得。输出变压器为一个反馈绕组及二极管提供反馈电压。在单端工作模式下，当需要更大的驱动电流输出时，可将VT₁和VT₂并联使用，这时需将输出模式控制端接地，以关闭双稳态触发器。在这种状态下，输出脉冲的频率将等于振荡器的频率。

TL494 内置一个 5V 的基准电压产生电路，使用外置偏置电压时，可提供高达 10mA 的负载电流。在典型的 0 ~70 温度范围和 50 mV 电压的温漂条件下，该基准电压产生电路能提供 ±5% 的精度。

表 2-2 TL494 的极限参数

TL494 的极限参数			
名称	代号	极限值	单位
工作电压	Vcc	42	V
集电极输出电压	Vc1,Vc2	42	V
集电极输出电流	Ic1,Ic2	500	mA
放大器输入电压范围	Vir	-0.3v - +0.4V	V
功耗	Pd	1000	mW
热阻	Rbja	80	
工作结温	Tj	125	
工作环境温度			
TL494B	Ta	-40 - +125	
TL494C		0 - +70	
TL494I		-40 - +85	
NCV494B		-40 - +125	
额定环境温度	Ta	40	

2.2.2 场效应管

场效应管（ FET ）是利用输入回路的电场效应来控制输出回路电流的一种半导体器件^[3]，并以此命名。由于它仅靠半导体中的多数载流子导电，又称单机型晶体管，场效应管不但具备双极型晶体管体积小、重量轻、寿

命长等优点，而且输入回路的内阻高达 10^7-10^{12} ，噪声低、热稳定性好、抗辐射能力强，且比后者耗电省，这些优点使之从 20 世纪 60 年代诞生起就广泛地应用于各种电子电路之中。它分为结型和绝缘栅型两种不同的结构

场效应管是一种适应开关电源小型化、高效率化和高可靠性要求的理想器件。它是利用电场效应来控制其电流大小的半导体器件^[3]。其代表符号如图 2-7。这种器件不仅兼有开关速度快、无存储时间、体积小、重量轻、耗电省、寿命长等特点，而且还有输入阻抗高、噪声低、热稳定性好、抗辐射能力强和制造工艺简单等优点，因此大大的扩展了它的应用范围，特别是在大规模和超大规模集成电路中得到了广泛的应用。MOSFET 开关较快而无存储时间，故在较高工作频率下开关损耗较小，另外所需的开关驱动功率小，降低了电路的复杂性。本设计采用的是 N 沟道增强型 MOSFET。只有在正的漏极电源的作用下，在栅源之间加上正向电压（栅极接正，源极接负），才能使该场效应管导通。当 $V_{gs} > 0$ 时才有可能有电流即漏极电流产生。即当 $V_{gs} > 0$ 时 MOS 管才导通。

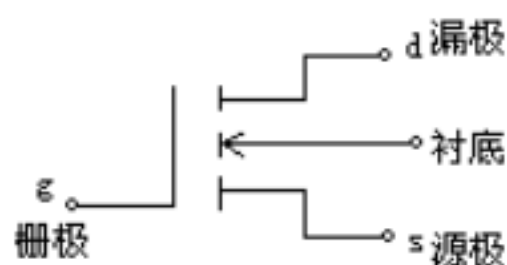


图 2-7 MOSFET 代表符号图

2.2.3 三极管

本设计选用两种三极管，电路中有 50KHz 和 50Hz 两个频率，用于 50KHz 电路三极管选择为 8550 型^[4]，8550 型三极管是一种常用的普通三极管，它是低电压、大电流、小信号的 PNP 型硅三极管，集电极-基极电压 V_{cbo} ：-40V，工作温度：-55 — +150 主要用途：开关应用和射频放大。用于 50Hz 低频三极管选择 KSP44 型，它是 NPN 型三极管。三极管工作状态有截止、放大、饱和。此设计电路中运用三极管导通截止开关特性。

第 3 章 各部分支路电路设计及其参数计算

3.1 各部分支路电路设计及其参数计算

3.1.1 DC/DC 变换电路

由 DC/AC 和整流滤波电路组成^[5]。电路结构如图 3-1, VT₁ 和 VT₂ 的基极分别接 TL494 的两个内置晶体管的发射极。中心器件变压器 T₁, 实现电压由 12V 脉冲电压转变为 220V 脉冲电压。此脉冲电压经过整流滤波电路变成 220V 高压直流电压。变压器 T₁ 的工作频率选为 50KHz 左右^[4], 因此 T₁ 可选用 EI33 型的高频铁氧体磁心变压器, 变压器的匝数比为 12 / 220 = 0.05, 变压器选择为 E 型, 可自制。经过实践调制选择初级匝数为 10×2, 次级匝数为 190。10/190 = 0.05 即满足变压器匝数比约为 0.05。电路正常时, TL494 的两个内置晶体管交替导通, 导致图中晶体管 VT₁、VT₂ 的基极也因此而交替导通, VT₃ 和 VT₄ 交替导通。因为变压器选择为 E 型, 这样使变压器工作在推挽状态, VT₃ 和 VT₄ 以频率为 50KHz 交替导通, 使变压器的初级输入端有 50KHz 的交流电。当 VT₁ 导通时, 场效应管 VT₃ 因为栅极无正偏压而截止, 而此时 VT₂ 截止, 导致场效应管 VT₄ 栅极有正偏压而导通。当 VT₁ 导通时, VT₂ 截止, 场效应管 VT₃ 因为栅极无正偏压而截止, 而此时 VT₂ 截止, 导致场效应管 VT₄ 栅极有正偏压而导通。且交替导通时其峰值电压为 12V, 即产生了 12V/50KHz 的交流电。当电路工作不正常时, TL494 输出控制端为低电平时, TL494 的两个内置晶体管的集电极(8 脚和 9 脚)有 12V 正偏压, 基极为高电平, 导致两晶体管同时导通。VT₁ 和 VT₂ 因为基极都为高电平而饱和导通, 而场效应管 VT₃、VT₄ 将因栅极无正偏压都处于截止状态, 逆变电源停止工作, LED 指示灯熄灭。极性电容 C₁ 滤去 12V 直流中的交流成分, 降低输入干扰。滤波电容 C₁ 可取为 2200 μF。R₁、R₂、R₃ 起限流作用, 取值为 4.7 K。整流滤波电路由四只整流二极管和一个滤波电容组成。四只整流二极管 D₁~D₄ 接成电桥的形式, 称单相桥式整流电路^[2]。在桥式整流电路中, 电容 C₂ 滤去了电路中的交流成分, 由模拟电路直流稳压电源的电容滤波电路^[2] 知:

$$T_d = RC \quad (3 \sim 5)T/2 \quad (3-1)$$

当 $f=50\text{KHz}$ 时, $T = \frac{1}{50\text{KHz}}$, $R=116\text{ K}$ 时, R 为后继负载电阻,

则 $C = 4.3 \times 10^{-10}\text{ F}$ 。根据电容标称值选择 C_2 为 $10\text{ }\mu\text{F}$ 。输出 220V 高压直流电, 供后继逆变电路使用。

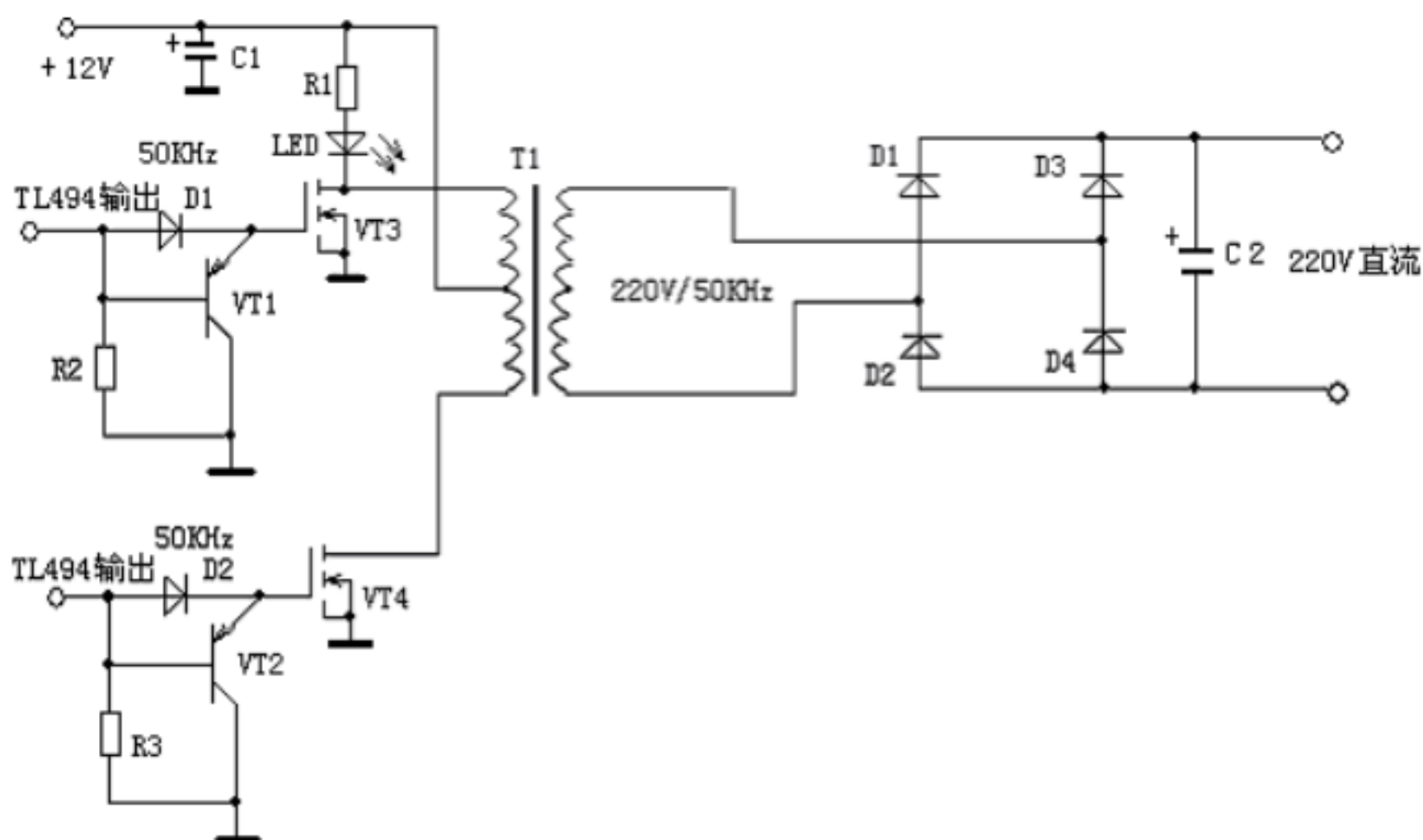


图 3-1 直流变换电路图

3.1.2 输入过压保护电路

电路结构如图 3-2, 由 DZ_1 、电阻 R_1 和电阻 R_2 、电容 C_1 、二极管 VD_1 组成。输出端口接 TL494 芯片 I 的同相输入端 (第 1 脚), 通过该芯片的误差比较器对其输出进行控制^[6], 当输入过大电压时, 停止逆变电路工作从而使电路得到保护。因为输入电压直接决定了输出电压的值, 对输入端电压的保护也是对输出端子间过大电压进行负载保护。 VD_1 、 C_1 、 R_1 组成了保护状态维持电路, 只要发生瞬间的输入电压过大现象, 就导致稳压管击穿, 电路将沿 C_1 和 R_1 支路充电, 继续维持同相端的低电平状态, 保护电路就会启动并维持一段时间。当 C_1 和 R_1 充电完成, C_1 和 R_2 支路开始处于放电状态, 当 C_1 放电完成时, TL494 芯片 I 的同相输入端由低电平翻转为高电平, 导致 TL494 芯片 I 的 3 脚即反馈输入端为高电平状态, 进而导

致 TL494 芯片内部的 PWM 比较器、或门、或非门的输出均发生翻转，TL494 芯片内置功率输出级三极管 VT_1 和 VT_2 均转为截止状态。此时将导致直流变换电路的场效应管处于截止状态，直流变换电路停止工作。同时 TL494 的 4 脚为高电平状态，4 脚为高电平时，将抬高芯片内部死区时间比较器同相输入端的电位，使该比较器的输出为恒定的高电平，由 TL494 芯片内部结构知，芯片内置三极管截止，从而停止后继电路的工作。稳压管的稳压值一般为输入电压的 100%~130%。稳压管 DZ₁ 的稳压值决定了该保护电路的启动门限电压值。考虑到汽车行驶过程中电瓶电压的正常值变化幅度大小，通常将稳压管的稳压值选为 15V 或者 16V 较为合适。在此取为 15V，稳压管的功率为 0.15W。R₁ 取为 100K，R₂、R₃ 均取为 4.7K，C₁、C₂ 均取为 47 μ F。

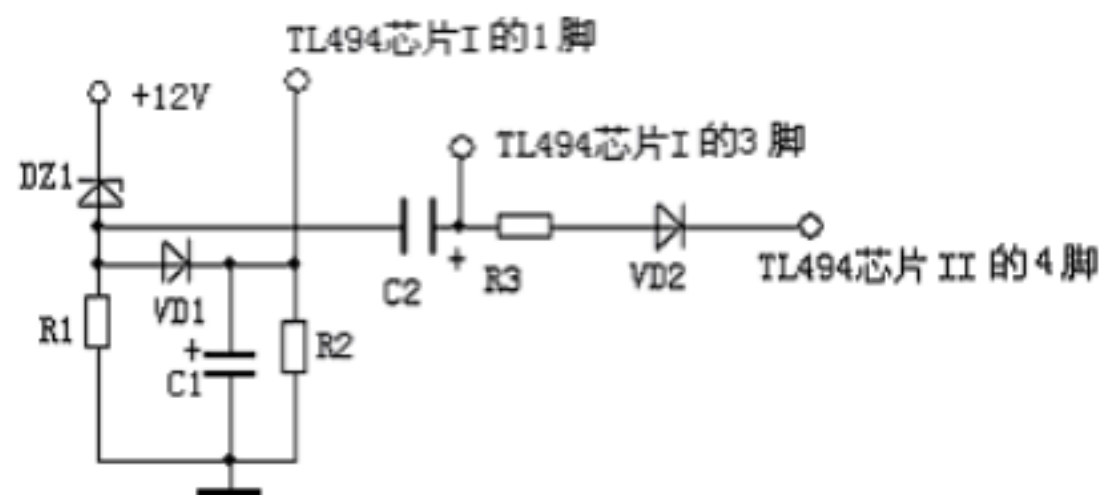


图 3-2 输入过压电路保护图

3.1.3 输出过压保护电路

电路结构如图 3-3，当输出电压过高时将导致稳压管 DZ₁ 击穿，使 TL494 芯片 II 的 4 脚对地的电压升高，启动 TL494 芯片 II 的保护电路，切断输出。VD₁、C₁、R₂ 组成了保护状态维持电路，R₃、R₄ 为保护电阻，用以增大输出阻抗。稳压管的稳压值一般规定为输出电压的 130%~150%^[7]。后继电路为 220V/50Hz 输出，其中负载电阻为 100K，TL494 芯片 II 的输出脚电压最大为 12V，R₁ 为限流电阻可取值为 100K，R₂ 为保护电阻可取为 16K，根据电路分压知识^[8]，则 R₂ 上的电压为：

$$U = R_2 \times 220 / (R_1 + R_2) = 220 \times 16 / 116 = 30.34V \quad (3-2)$$

即稳压管的电压取值最大为 30.34V，这里稳压管取值为 30V。

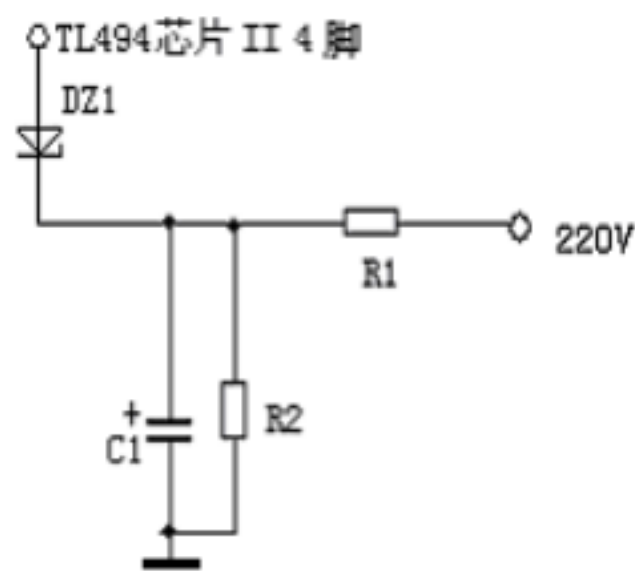


图 3-3 输出过压电路保护图

3.1.4 DC/AC 变换电路

电路结构如图 3-4，该变换电路为全桥桥式电路^[6]。其中 TL494 芯片的 8 脚和 11 脚为内置的两个三极管的集电极，且两个内置三极管是交替导通的，交替导通的频率为 50Hz。图中 8 脚和 11 脚分别接入了上下两部分完全对称的桥式电路，因为两三极管交替工作，工作频率为 50Hz，所以选用桥式电路，目的在于得到 50Hz 交流电。上下两部分电路工作过程完全相同。选其中一部分作为说明。这里将其简化如图 3-5。图中 VT_0 为 TL494 芯片 II 的一个内置三极管设为 VT_{00} ，另一个设为 VT_{01} 。当 VT_{00} 导通时，即 VT_{01} 截止时： VT_1 的基级没有正偏压，从而使 VT_1 截止，然后 VT_3 的栅极有 12V 正偏电压，使 VT_3 导通。而 VT_4 因为栅极无正偏压截止，输出 220V 电压。当 VT_{00} 截止时，即 VT_{01} 导通时： VT_1 基级有 12V 正偏压，集电极有 12V 反向电压，从而导通。 VT_3 的栅极无正偏电压，从而使 VT_3 截止。而 VT_4 因为栅极有 12V 正偏压导通。因为 VT_3 截止，220V 电压无法送至输出。但此时下半部分的电路有 220V 电压输出。因为此时 TL494 芯片 II 的另一个内置三极管 VT_{01} 导通，它的集电极即第 11 脚使逆变电路 I 有 220V 电压输出。原理同上。上下两部分以频率为 50Hz 而交替导通，从而使电路有 220V/50Hz 的交流电输出。由于 TL494 芯片为脉冲调制器，其产生的波形为脉冲波而不是正弦波。 VT_1 、 VT_2 、 VT_3 、 VT_4 、 VT_5 、 VT_6 应选择低频小功率型的。这里 VT_1 和 VT_2 为晶体三极管可选择 KSP14 型， VT_3 、 VT_4 、 VT_5 和 VT_6 为场效应管可选择为 IRF740 型。限流电阻可选择 10 K、1 K、4.7 K、3.3 K 的经典取值。 C_1 、 C_2 和 C_3 均为平滑输出的