

# 电力电子技术课程设计（论文）

题目：半桥型开关稳压电源设计

院（系）：        

专业班级：                        

学    号：                        

学生姓名：                        

指导教师：  （签字）

起止时间：



## 摘要

开关电源是现代电力电子设备不可或缺的组成部分,其质量的优劣直接影响子设备性能,其体积的大小也直接影响到电子设备整体的体积。本设计根据设计任务进行了方案设计,设计了相应的硬件电路,研制了250W 半桥开关电源。整个系统包括主电路、控制电路和驱动电路三部分内容。系统主电路包括单相输入整流、半桥式逆变、高频交流输出、输出整流、输出滤波几部分。控制电路包括主电路开关管控制脉冲的产生和保护电路。论文具体地介绍了主电路、控制电路、驱动电路等各部分的设计及实验过程,包括元器件的选取以及参数计算。本文介绍一种半桥电路的开关电源,是输入为单相交流 170~260V , 输入频率 45~65HZ , 输出直流电压 24V , 输出直流电流 10A , 最大功率 250W 。重点介绍该电源的构思、理论、工作原理及特点。

关键词: 开关稳压电源 ; 半桥; 高频变压器

# 目录

<u>第 1 章绪论</u> .....	1
<u>1.1 电力电子发展史</u> .....	1
<u>1.2 半桥型开关稳压电源概括</u> .....	
<u>1.2.1 开关电源的概念</u> .....	
<u>1.2.2 开关电源的分类</u> .....	
<u>1.3 本文设计内容</u> .....	
<u>第 2 章半桥稳压电源设计</u> .....	
<u>2.1 总体设计方案</u> .....	
<u>2.2 电路设计</u> .....	
<u>2.2.1 输入整流滤波电路设计</u> .....	
<u>2.2.2 逆变回路设计</u> .....	
<u>1. 高频开关变换器的基本原理</u> .....	
<u>2. 逆变回路的基本原理</u> .....	
<u>2.2.3 输出整流滤波设计</u> .....	
<u>2.2.4 主电路设计</u> .....	
<u>2.2.5 保护电路</u> .....	
<u>2.2.6 控制电路</u> .....	
<u>2.2.7 总体电路图</u> .....	10
<u>第 3 章数据分析计算</u> .....	
<u>3.1 器件的选择</u> .....	
<u>3.1.1 输入整流器件</u> .....	
<u>3.1.2 输出整流器件</u> .....	
<u>3.1.3 元件选择</u> .....	
<u>3.1.4 保护电路器件选择</u> .....	12
<u>3.2 具体参数设计</u> .....	13
<u>3.4 MATLAB 电路仿真</u> .....	13
<u>3.4.1 MATLAB 简介</u> .....	13
<u>3.4.2 仿真电路图</u> .....	13
<u>第 4 章设计总结</u> .....	15
<u>第 4 章设计总结</u> .....	15
<u>参考文献</u> .....	16

## 第 1 章 绪论

开关电源是利用现代电力电子技术,控制开关晶体管开通和关断的时间比率,维持稳定输出电压的一种电源。随着电力电子技术的发展和创新,使得开关电源技术在不断地创新,这一成本反转点日益向低输出电力端移动,这为开关电源提供了广泛的发展空间。

随着开关电源在计算机、通信、家用电器等方面的广泛应用,人们对其需求量增长和效率、体积、重量及可靠性等方面要求更高。开关电源以其效率高、体积小、重量轻等优势在很多方面逐步取代了效率低、又笨又重的线性电源。在半桥式变换器电路中,变压器初级在整个周期中都流过电流,磁芯利用得更加充分。它克服了推挽式电路的缺点,所使用的功率晶体管耐压要求较低;晶体管的饱和压降减少到了最小;对输入滤波电容使用电压要求也较低,半桥式变换器在高频开关电源设计中得到广泛的应用。

本文将介绍一款半桥式开关电源,所用开关器件为功率 MOSFET 管,开关工作频率为 45~65 Hz,具有体积小、重量轻、成本低等特点。

### 1.1 电力电子发展史

最早的开关电源出现在 60 年代,出现的是串联型开关电源,功率晶体管用于开关状态,后来脉宽调制(PWM)控制技术有了发展,用以控制开关变换器,得到 PWM 开关电源, PWM 开关电源效率可达 65%-70%,1974 年研制成了工作频率达到 20kHz 的开关电源,在电源技术发展史上誉为 20kHz 革命。1976 年,美国硅通用公司首次生产出世界上第一片集成脉宽调制器,使开关电源的控制器得到简化,系统的可靠性也大为增强。八十年代,国内高频开关电源只在个人计算机、电视机等若干设备上得到应用。由于开关电源在重量、体积、用铜、用铁及能耗等方面都比线性电源和相控电源有显著减少,对整机多相指标有良好影响,因此它的应用得到了推广。近年来越来越多领域应用开关电源,取得显著效益。

电力电子技术分为电力电子器件制造技术和交流技术(整流,逆变,斩波,变频,变相等)两个分支。

现已成为现代电气工程与自动化专业不可缺少的一门专业基础课,在培养该专业人才中占有重要地位。

它是将一种形式的工业电能转换成另一种形式的工业电能。例如,将交流电能变换成直流电能或将直流电能变换成交流电能;将工频电源变换为设备所需频率的电源;在正常交流电源中断时,用逆变器(见电力变流器)将蓄电池的

直流电能转换成工频交流电能。应用电力电子技术还能实现非电能与电能之间的转换。例如，利用太阳电池将太阳辐射能转换成电能。与电子技术不同，电力电子技术变换的电能是作为能源而不是作为信息传感的载体。因此人们关注的是所能转换的电功率。

## 1.2 半桥型开关稳压电源概括

### 1.2.1 开关电源的概念

电源是将各种能源转换成为用电设备所需要的装置，是所有靠电能工作的装置的动力源泉。直流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→直流或者直流→直流电能变换，通常称其为开关电源。

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得它具有，效率高、体积小、重量轻、频率高、电感、电容等滤波元件和变压器体积小。

### 1.2.2 开关电源的分类

开关电源可分为 AC/DC 和 DC/DC 两大类，DC/DC 变换是将固定的直流电压变换成可变的直流电压，也称为直流斩波

斩波器的工作方式有两种：

- 一、脉宽调制方式  $T_s$  不变，改变  $t_{on}$ （通用）。
- 二、频率调制方式， $t_{on}$  不变，改变  $T_s$ （易产生干扰）。

其具体的电路由以下几类：

- (1) Buck 电路——降压斩波器。
- (2) Boost 电路——升压斩波器。
- (3) Buck-Boost 电路——降压或升压斩波器。
- (4) Cuk 电路——降压或升压斩波器。

AC/DC 变换是将交流变换为直流，其功率流向可以是双向的，功率流由电源流向负载的称为“整流”，功率流由负载返回电源的称为“有源逆变”。AC/DC 变换按电路的接线方式可分为，半波电路、全波电路。按电源相数可分为单项、三相、多相。按电路工作象限可分为一象限、二象限、三象限、四象限。

## 1.3 本文设计内容

随着科学技术的日益发展,人们对电路的要求也越来越高,由于在生产实际中的需

要。需要提供不同的稳压电源。本文为实验室电子设备提供24V 稳压范围宽、大功率直流电源，以取代低效率的线性稳压电源。

首先进行总体方案的分析，整流电路的设计，逆变电路的设计，主电路和输出整流回路的设计。由工频交流经桥式整流电路得到直流电流，再由半桥开关逆变得得到高频交流电，经整流滤波后得到所需直流电。可供电子设备使用。其中桥式整流采用四个二极管，逆变电路由两个串联的电容和两个串联的 MOS 管构成，输出回路由电容电感和二极管构成。为确保电路的可靠运行本文增加保护电路设计。过压保护采用电阻电感串联吸收网络。过流保护采用快速熔断器保护。

其次是参数计算，分析各性能指标，选择器件，通过仿真分析波形。确定最终结论。

上述过程可为实验设备提供 24V 范围的电压，可以取代线性的不稳定电压，为实验的可靠进行提供确实保障。

## 第 2 章半桥稳压电源设计

### 2.1 总体设计方案

整个课题的设计，分为三部分。

一、主电路的设计，包括整流输入滤波、半桥式逆变电路、输出整流、输出滤波。

二、开关管的驱动电路。

三、控制电路的设计，包括控制逆变电路开关管工作的脉冲输出、软启动、调占空比以及保护电路。

半桥型开关稳压电源设计方案遵循开关电源的变换框图。如 2.1 图所示：

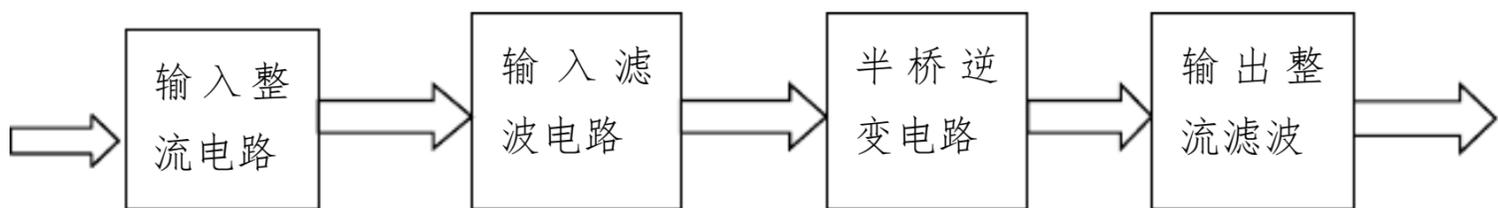


图 2.1 开关电源变换

由工频交流经桥式整流电路得到直流电流，再由半桥开开关逆变得得到高频交流电，经整流滤波后得到所需直流电。可供电子设备使用。

首先，电源流入输入整流滤波回路将交流电通过整流模块变换成含有脉动成分的直流电，然后通过输入滤波电容将脉动直流电变为较平滑的直流电。

其次，功率开关桥由控制电路提供触发脉冲把滤波得到的直流电变换为高频的方波电压，通过高频变压器传送到输出侧。

最后，输出整流滤波回路将高频方波电压滤波成为所需的直流电压或电流。

### 2.2 电路设计

#### 2.2.1 输入整流滤波电路设计

整流滤波回路是开关电源的重要组成部分，它可以提高电压、电流的稳定度，减小干扰。按其所在的位置不同，分为输入和输出整流滤波回路。

本文研究的电源额定工作状态的技术要求为：输出电压 24V，输出电流 10A，输出功率约 240w，为了减小电源的输入滤波电容等原因，本文实验用电源电路采用单相

桥式整流。

由工频 170~260V , 45~65HZ 交流电, 如图 2.2 所示。

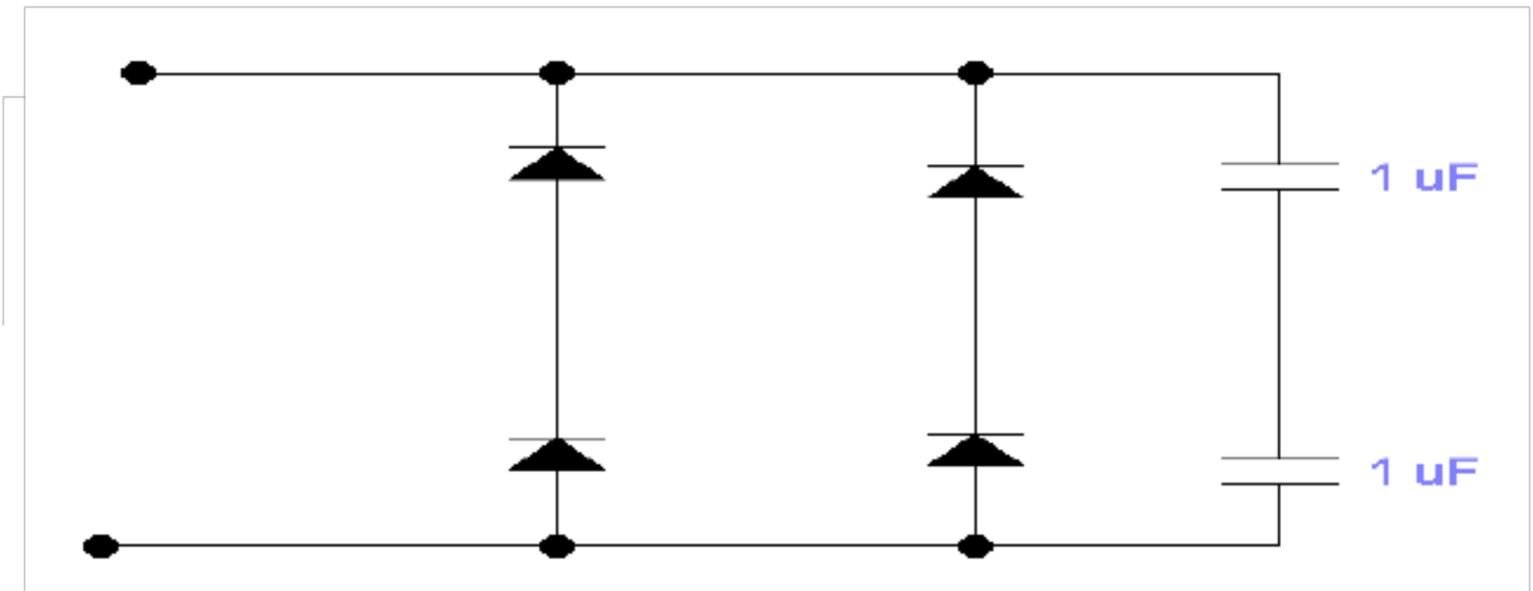


图 2.2 输入整流滤波电路图

输入整流滤波电路, 主要有两部分组成,

- (1) 整流桥;
- (2) 输入滤波电路。

### 2.2.2 逆变回路设计

#### 1. 高频开关变换器的基本原理

用一个半导体功率器件作为开关, 使带有滤波器(L 或/和 C)的负载线路与直流电压一会相接, 一会断开, 则负载上也得到另一个直流电压。这就使 DC-DC 的基本手段。一个周期  $T_s$  内, 电子开关接通时间  $t_{on}$  所占整个周期  $T_s$  的比例, 称作接通占空比  $D$ 。很明显, 接通占空比越大, 负载上电压越大;  $1/T_s = f_s$  称作开关频率,  $f_s$  越高, 负载上电压也越高。这中 DC-DC 变换器中的开关都在某一固定的频率下工作, 这种保持开关频率恒定但改变接通时间长短(即脉冲的宽度), 使负载变化时, 负载上电压变化不大的方法, 称脉宽调制法 (Pulse Width Modulation)。由于电子开关按外加控制脉冲而通断, 控制本身流过的电流、二端所加的电压无关, 因此, 电子开关称为硬开关。

#### 2. 逆变回路的基本原理

在半桥式逆变电路中, 变压器一次侧的两端分别连接在电容  $C_1, C_2$  的中点和开关  $S_1, S_2$  中点。电容  $C_1, C_2$  的中点电压为  $U_i/2$ 。  $S_1$  与  $S_2$  交替导通, 使变压器一次侧形成幅值为  $U_i/2$  的交流电压, 改变开关的占空比, 就可以改变二次侧整流电压  $U_d$  的平均值, 也就改变了输出电压  $U_o$ 。半桥式电路的结构如图 2.3 所示。

$S_1$  导通时, 二极管  $VD_1$  处于通态;  $S_2$  导通时, 二极管  $VD_2$  处于通态, 当两个开关都关断时, 变压器绕组  $W_1$  中的电流为零, 根据变压器的磁势平衡方程, 绕组  $W_2$  和  $W_3$  中的电流大小相等, 方向相反, 所以  $VD_1$  和  $VD_2$  都处于通态, 各分担一半的

S1或S2导通是电感L的电流逐渐上升，两个开关都关断时，电感L的电流逐渐下降。S1和S2断态时承受的峰值电压均为 $U_i$ 。由于电容的隔直作用，半桥型电路对由于两个开关管导通时间不对称而造成的变压器一次电压的直流分量具有自动平衡作用，因此该电路不容易发生变压器偏磁和直流磁饱和的问题，无须另加隔直电容。值得注意的是，在半桥电路中，占空比定义如2--1公式

$$D = \frac{2t_{on}}{T_s} \quad (2-1)$$

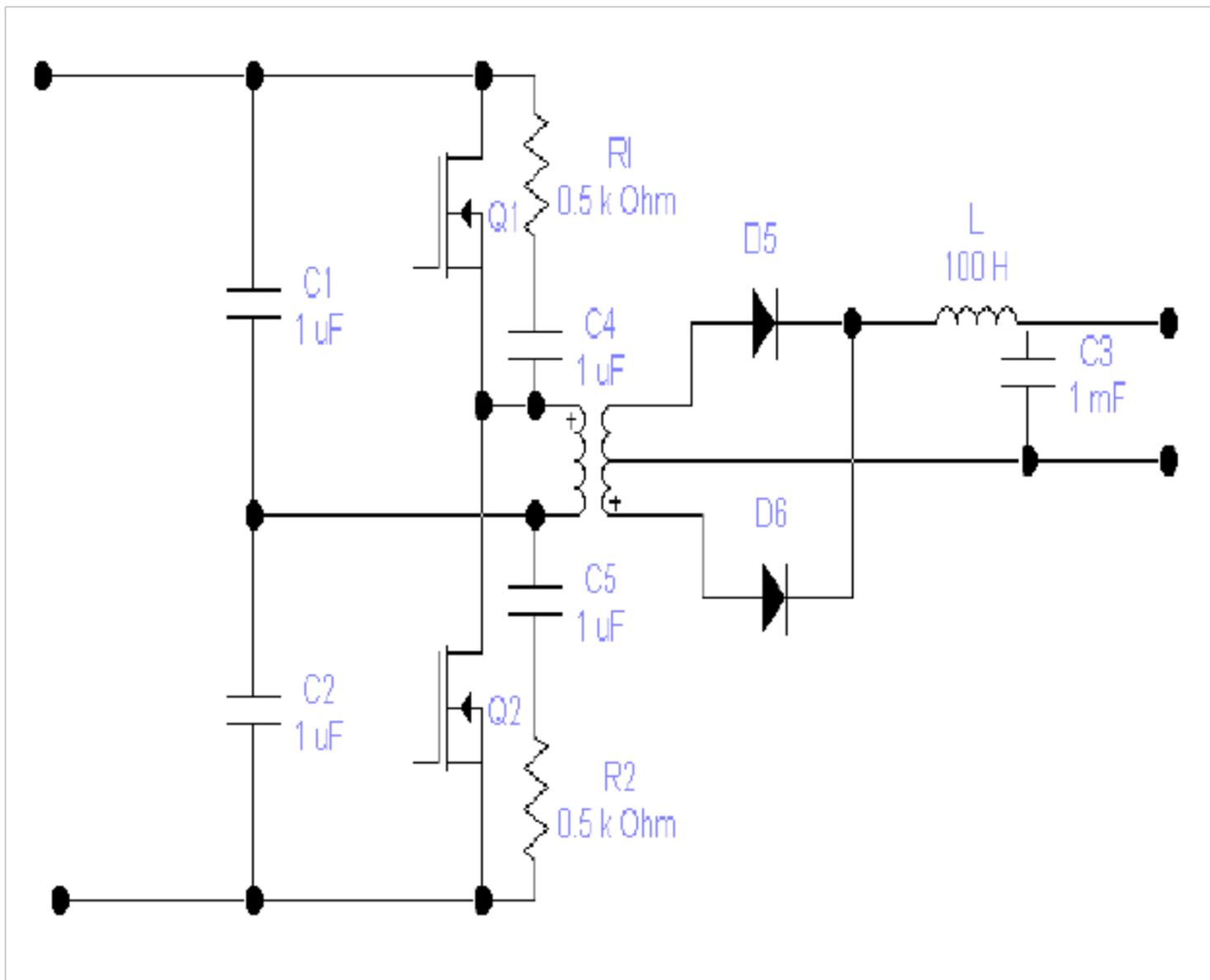


图 2.3 逆变电路图

### 2.2.3 输出整流滤波设计

电源的能量输出通过高频变压器实现，其主要作用是电压变换、功率传递和实现输入输出之间的隔离，与普通电力变压器的功能相仿。因此，在绕制高频变压器时要尽量减小原、副边的漏感，从而减小功率开关管关断时的尖峰电压，降低损耗，提高效率。在副边使用全波整流的方式，然后由滤波电感和滤波电容共同完成输出滤波功能，使输出达到设计要求。

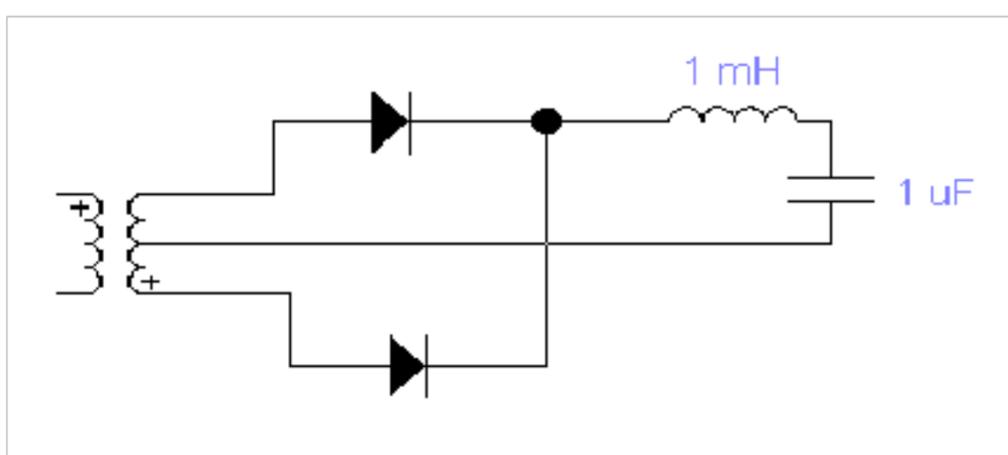


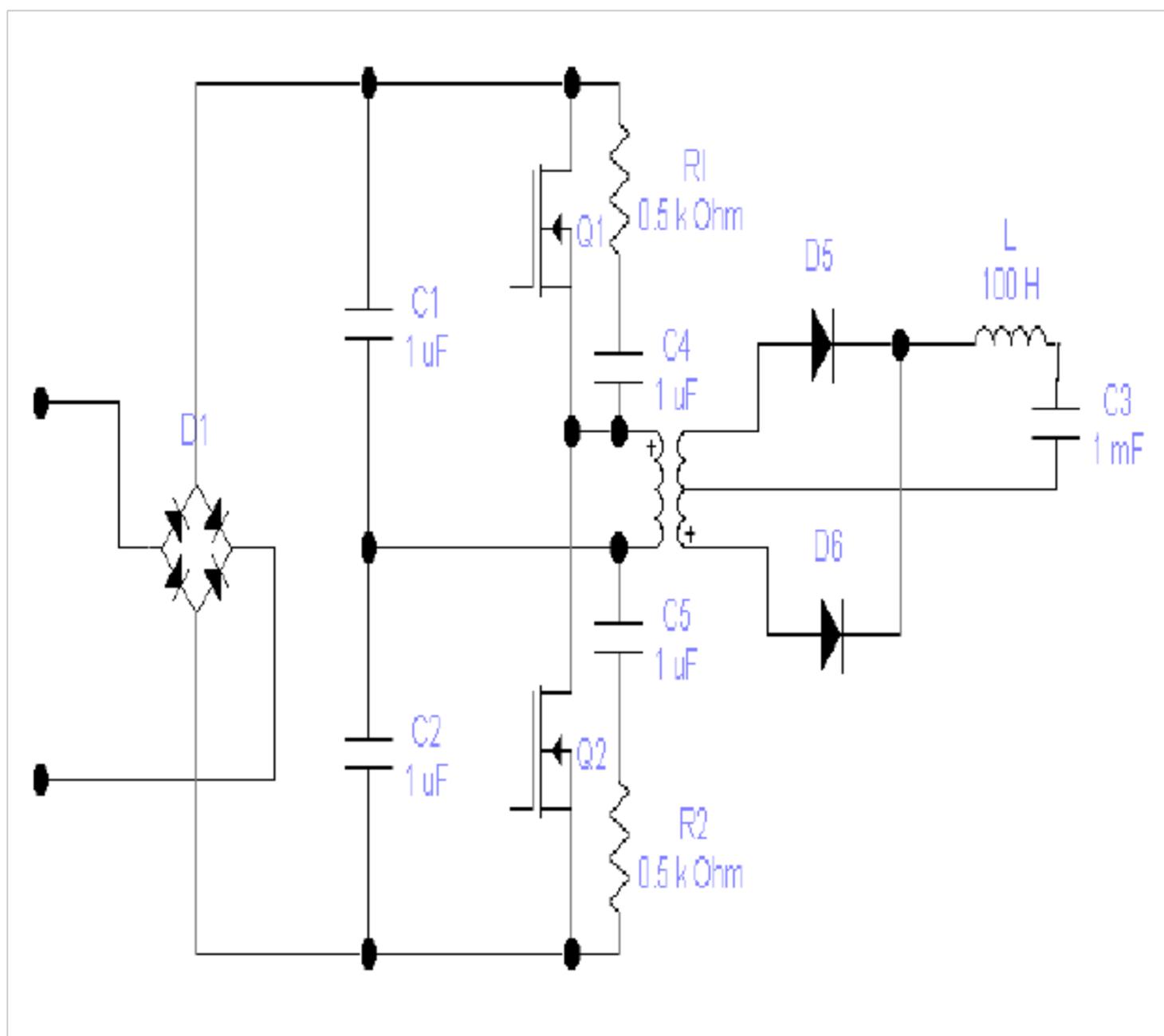
图 2.4 输出整流滤波电路图

输出滤波电路包括电感、电容和两个二极管。经过整流滤波后即可得到所需直流稳压电源。

输出整流滤波电路是通过快恢复整流二极管的整流和滤波电感及滤波电容将高频变压器输出的高频交变电压或电流变换成符合要求的输出电压或电流高频变压器副边选用全桥式整流，以提高安全可靠。

#### 2.2.4 主电路设计

半桥式开关电源主电路如图所示。图中开关管 Q1、Q2 选用 MOSFET。因为它是电压驱动全控型器件,具有驱动电路简单、驱动功率小、开关速度快及安全工作区大等优点。半桥式逆变电路一个桥臂由开关管 Q1、Q2 组成,另一个桥臂由电容 C1、C2 组成。高频变压器初级一端接在 C1、C2 的中点,另一端接在 Q1、Q2 的公共连接端,Q1、Q2 中点的电压等于整流后直流电压的一半,开关 Q1、Q2 交替导通就在变压器的次级形成幅值为  $V_i/2$  的交流方波电压。通过调节开关管的占空比,就能改变变压器二次侧整流输出平均电压  $V_o$ 。Q1、Q2 断态时承受的峰值电压均为  $V_i$ , 变压器原边并联的 R7、C3、VD1 组成 RCD 吸收电路, C5 和 R9 用来吸收高频尖峰。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/715000120140012003>