

后用仪器测量。具体故障处理一般可按下列步骤进行:

(1) 先断开交流电源, 进行直观检查。如检查过流保护熔丝是否熔断, 观察元器件有无烧焦和炸裂、引脚有无折断、连线断脱和松动、印制电路板导线有无裂痕及短路。检查过程中可借用万用表来判断电路的通断, 也可适当触动有关元器件、连线, 观察其焊点有无松动、连线是否折断等。

(2) 确认电路没有短路故障, 接入过流保护熔丝, 合上交流电源, 先行观察电路有无异常现象, 若出现元器件有发烫、冒烟、焦味等异常现象应立即关断交流电源, 以免故障扩大, 然后重新认真查找故障并分析、修理。若无异常现象, 即可用万用表直流电压挡测量输出电压应符合要求, 或调节输出电压调整电位器, 输出电压跟随变化, 即说明故障基本消除。

(3) 对于复杂的故障, 可以从前级开始, 断开后级逐级进行检查和分析, 切勿乱拆, 乱换元器件。

(4) 在进行故障处理时, 要注意安全用电, 严禁用手触摸变压器一次侧的元器件, 焊接时不要带电操作, 测量时防止与其他引脚、端点短路等。

7.4.2 技能训练项目

一、固定输出集成稳压电源的组装与调试

(一) 目的

1. 理解直流稳压电源的组成, 加深对直流稳压电源工作原理的理解。
2. 熟悉固定输出三端集成稳压器的应用。
3. 学会直流稳压电源组装和调试方法。

(二) 电路及性能指标

固定输出集成稳压电源电路如图7.4.3所示, 它由变压器、整流、滤波、稳压电路等组成。该电路输入交流电压为 $220\text{ V} \pm 10\%$ 、 50 Hz , 输出直流电压为 12 V , 输出直流电流为 $0 \sim 200\text{ mA}$ 。

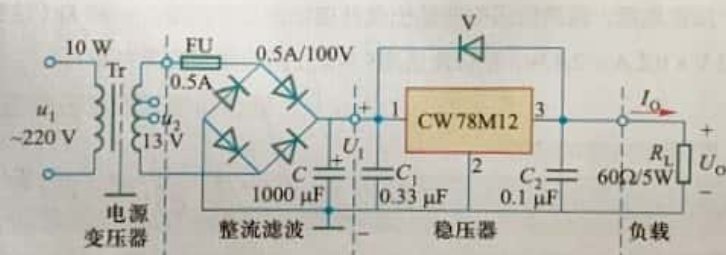


图 7.4.3
固定输出集成直流稳压电源电路

(三) 任务及步骤

1. 分析电路 (写入预习报告)

- (1) 说明各组成部分作用及元器件。
- (2) 列出 U_1 、 U_2 、 U_i 、 U_o 等电压估算值。

2. 配材料、元器件认识与检查

- (1) 按图7.4.3配齐所需材料。
- (2) 元器件外观检查。凡元器件外观有破裂、变形、烧坏痕迹以及引脚松动等均需调换。

(3) 用万用表高电阻挡测量变压器一次和二次绕组之间、绕组与铁芯之间、绕组与接地屏蔽层之间的电阻均应趋于无穷大。

(4) 整流桥检测。用万用表 $R \times 1 \text{ k}$ 挡, 测量整流桥交流输入端引脚a和b之间的正反向电阻均趋于无穷大。将万用表红表笔与直流输出端正极引脚c相接, 黑表笔分别与引脚a和b相接, 测得电阻均为很小; 再将黑表笔与直流输出端负极引脚d相接, 红表笔分别与引脚a和b相接, 测得电阻均为很大, 则可判断该整流桥是好的。

(5) 电解电容器检测。万用表置于 $R \times 1 \text{ k}$ 挡, 将黑表笔接电容器的正极, 红表笔接电容器的负极, 如指针先快速偏转后再慢慢回到零, 则电容器是好的。若指针偏转后不回到零而指在某一较小阻值时, 则说明该电容器漏电较大, 不可使用。

3. 画出组装布线图, 按布线图组装电路

先在多功能印制电路板上固定好变压器, 然后进行其他电路元器件的焊装。安装中应特别注意变压器一次和二次绕组不能接反(可用万用表 $R \times 1 \text{ k}$ 挡检测, 绕组电阻大的一次, 电阻小的是二次), 否则通电后会使变压器烧坏; 整流桥引脚不能接错, 滤波电解电容器极性不能接反; 集成稳压器引脚不能接错, GND不能开路。

组装完毕后, 还应认真检查电路中各元器件有无接错、漏接和接触不良之处, 输出端不应有短路现象。

4. 通电测试

(1) 通电前应再检查一遍安装电路, 确认没有错误后方可接通交流220 V电源。调试过程中变压器一次侧电路绝不允许用手触摸, 以免触电。

(2) 空载检查测试。稳压电源输出端不接负载电阻 R_L , 然后接通220 V交流电源, 迅速观察电路各元器件工作情况, 如发现变压器温升过快过高、保护熔丝熔断、焦糊味等, 应立即关断电源开关, 以免故障扩大, 然后认真查找故障, 待故障消除后, 方可再次合上电源开关。

合上交流电源开关后, 电路工作正常, 可用万用表直流电压挡测量输出电压 U_O 应为12 V, 检测整流滤波输出电压 U_i 约为19 V, 用万用表交流电压挡测得变压器二次侧交流电压有效值 U_2 约14 V, 说明直流稳压电源工作基本正常。然后测量 U_1 、 U_2 、 U_i 、 U_O 并记录于表7.4.1中。

(3) 加载测量。直流稳压电源输出端外接额定负载电阻 $R_L = 60 \Omega$ (注意, 此电阻承受功耗为 $12 \text{ V} \times 0.2 \text{ A} = 2.4 \text{ W}$, 所以 R_L 选用5 W以上的金属膜电阻为宜)。

表 7.4.1 直流稳压电源电压测量

交、直流电压	U_1/V	U_2/V	U_i/V	U_O/V	U_{IPP}/V	U_{OPP}/mV
估算值	220					
空载 ($R_L = \infty$)						
有载 ($R_L = 60 \Omega$)						

用万用表交流挡测量 U_2 、用直流电压挡测量 U_i 、 U_O 等, 并记录于表7.4.1中, 此时 U_2 、 U_i 、 U_O 测量值均会比空载时所测数值略小。

用示波器测量 U_i 和 U_O 中纹波电压的峰-峰值 U_{IPP} 和 U_{OPP} , 并记录于表7.4.1中。 U_O 中的纹波电压应很小(约mA级), 若过大, 则应检查滤波电容是否接好或损坏、失效。

5. 撰写调试报告

调试报告的主要内容有：目的、电路及性能指标、任务及步骤、测试数据、调试结果整理，求出电压调整率、输出电阻、纹波抑制比、调试小结等。

笔记

二、可调输出集成直流稳压电源的组装及调试

(一) 目的

1. 熟悉集成三端可调稳压器的使用方法及外部元器件参数的选择。
2. 掌握可调输出集成直流稳压电源的调整与测试方法。

(二) 内容及要求

1. 电路特性指标

- (1) 输入交流电压： $220\text{ V} \pm 10\%$ ，50 Hz。
- (2) 输出直流电压：1.5 ~ 15 V，连续可调。
- (3) 输出电流：0 ~ 0.5 A。

2. 电路形式及元器件参数选择

- (1) 选择电路形式，画出原理电路图。
- (2) 选择电路元器件的型号及参数，并列材料清单。
- (3) 画出安装布线图。

3. 电路安装

安装注意事项同本节技能训练项目一。

4. 调整与测试

通电前应先拟定调试内容及步骤，画出测试电路及记录表格，并认真检查安装电路，确认没有错误后方可接通交流电源进行调整与测试。

5. 撰写调试报告

调试报告内容及要求同本节技能训练项目一。

知识拓展

集成直流稳压电源元器件选择

1. 集成稳压器的选择

直流稳压电源中集成稳压器应根据电源输出电压、负载电流、电压调整率、输出电阻等技术指标来选择。若输出电压固定，可选用固定输出三端稳压器CW7800系列（正电源）或CW7900系列（负电源），若输出电压可调，则可选用可调输出三端稳压器CW117/217/317系列（正电源）或CW137/237/337系列（负电源）等。

2. 稳压器输入电压的确定

稳压器的输入电压 U_i 即为整流滤波电路的输出电压。 U_i 太低则稳压器性能受影响，甚至不能正常工作； U_i 太高则稳压器功耗增大，会导致电源效率下降。所以 U_i 的选择原则是：在满足稳压器正常工作的前提下， U_i 越小越好，但 U_i 最低必须保证输入和输出电压之差大于2~3 V。

3. 整流管及滤波电容的选择

对于桥式整流电路, 二极管承受的最大反向电压为 $\sqrt{2}U_2$, 故选择二极管最高反向工作电压 U_{RM} 为

$$U_{RM} \geq \sqrt{2}U_2$$

通过二极管的平均电流为 $I_O/2$ 。考虑到电容充电时的瞬时电流较大, 一般选择二极管最大整流电流 I_F 为

$$I_F = (2 \sim 3)I_O/2$$

根据 U_{RM} 和 I_F 可选择合适的二极管, 也可据此选用整流硅桥。

从滤波效果看, 滤波电容 C 容量取大些好, 但太大将使电源体积增大, 成本提高, 故通常按下式选择滤波电容器的容量

$$RC \geq (3 \sim 5)T/2$$

式中, T 为交流电压的周期, $T = (1/50)s = 0.02s$; R 为整流滤波电路的负载, $R \approx U_I/I_O$ 。

电容器承受的最大峰值电压为 $\sqrt{2}U_2$, 考虑到交流电源电压的波动, 滤波电容器的耐压常取 $(1.5 \sim 2)U_2$ 。由于滤波电容的容量都很大, 因此通常都选用电解电容器。

4. 电源变压器的选择

通常根据变压器二次输出功率选择变压器。由于变压器二次电压有效值 $U_2 = U_I/1.2$, 所以可求得变压器的匝比为

$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{220}{U_2}$$

加滤波电容器后, 变压器二次电流已不再是正弦波, 而且对电容充电时的瞬时电流较大, 因此二次电流有效值一般按下式计算

$$I_2 = (1.1 \sim 1.3)I_O$$

因此变压器二次功率为

$$P_2 \geq U_2 I_2$$

考虑到变压器效率(小功率电源变压器效率为70%~80%), 功率还需留有一定的裕量。

复习与讨论题

复习与讨论题
分析参阅参考文献
[26]

7.4.1 进行集成稳压电源实验时, 应特别注意哪些问题?

7.4.2 测量直流稳压电源纹波电压时, 发现接入负载和负载开路测得的纹波电压大小相差很多, 这种现象是否正常? 为什么?

【本章小结】

1. 直流稳压电源是电子设备中的重要组成部分, 用来将交流电网电压变为稳定的直流电压。一般小功率直流电源由电源变压器、整流滤波电路和稳压电路等部分组成。对直流稳压电源的主要要求是: 输入电压变化以及负载变化时, 输出电压应保持稳定, 纹波电压及温度系数要小。