



国家示范（骨干）高职院校
重点建设专业优质核心课程系列教材

电子产品原理

主 编 刘佳鲁
副主编 鲍 敏

安装与调试



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

国家示范（骨干）高职院校重点建设专业优质核心课程系列教材

电子产品原理安装与调试

主 编 刘佳鲁

副主编 鲍 敏



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据目前职业教育教学改革的要求,以注重基础、突出应用和技能为特点来设计书中内容。常用电子单元电路分析是本书的理论基础部分;电子技术应用实例、常用电子元器件识读与检测和电子产品安装与调试工艺是本书的应用和技能的实践部分。通过对本书内容的学习,可以使学习者了解如何用单元电路搭建电子产品的结构框架,在懂得原理的基础上掌握电子产品的安装与调试方法。

本书可作为高等职业院校电子技术及相关专业的教材,同时也适合从事电子设计、电子研发等工作的工程技术人员阅读。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品原理安装与调试 / 刘佳鲁主编. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2014. 3

国家示范(骨干)高职院校重点建设专业优质核心课程系列教材

ISBN 978-7-5170-1803-2

I. ①电… II. ①刘… III. ①电子工业—产品—安装—高等职业教育—教材②电子工业—产品—调试方法—高等职业教育—教材 IV. ①TN05②TN06

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第046577号

策划编辑: 石永峰 责任编辑: 张玉玲 加工编辑: 李 燕 封面设计: 李 佳

书 名	国家示范(骨干)高职院校重点建设专业优质核心课程系列教材 电子产品原理安装与调试
作 者	主 编 刘佳鲁 副主编 鲍 敏
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 10印张 252千字
版 次	2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	23.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

到目前为止,没有哪一门技术能像电子技术那样发展得如此之快,其应用之广泛,几乎无处不在。它的应用推动着社会的进步,也改变着人们的生活方式。电子技术的发展是以应用为目的,用以解决生产、生活、医疗、军事、航海、航天及所有人们可以涉足的领域中出现的各种问题。针对解决某一问题研发出的电子产品还需要通过安装和调试才能呈现出成品。电子产品质量不仅关系到百姓的利益,更关系到国防,特别是航天安全。与电子产品质量相关的因素很多,其中有系统结构的合理性,元器件质量的可靠性,还有在组装过程中操作者的敬业精神和安装调试水平等。

高职高专学校培养的学生将来要面对企业生产一线,所以应当加强专业操作技能方面的学习和训练。对于将要从事自动化控制、电子技术和电子信息技术的在校生来说,掌握电子产品结构及原理、电子产品的安装工艺和调试技能是非常必要的。本教材正是出于这种考虑设计了四个方面的内容:电子产品常用单元电路分析、电子产品电子技术应用实例、常用电子元器件的识读与检测和电子产品安装与调试工艺。

设置“电子产品常用单元电路分析”的理由有:①电子产品都是由多个具有不同功能的单元电路组合而成的,只有掌握了单元电路的结构及工作原理才能搞懂整机电路的功能;②与已经学习过的电子技术基础课程有个衔接的过渡。在电子技术基础课程中主要讲解基本概念、基本电路,涉及具体应用方面的内容比较少,而本书所给出的各种单元电路都是从解决问题的角度出发,来讨论电路结构的搭建、参数选择和进行原理分析。

设置“电子产品电子技术应用实例”的理由是想帮助学生建立起电子产品的结构框架,了解局部和整体的关系,学会电子产品的基本分析方法,这对于整体了解把握电子产品的性能,提高电子产品安装调试工作的质量和效率是非常必要的。

设置“常用电子元器件的识读与检测”的理由是,电子器件是组成电子线路的最小元素,无论是从事电子产品的设计还是从事安装调试及维护工作,都需要与它们打交道,因此从业者必须具备对常用电子元器件的识读与检测能力。

“电子产品安装与调试工艺”是电子类生产企业从业人员应具备的基本技能。这是一门既需要一定的基础理论作指导,又要懂得和掌握电子产品中单元电路的安装与调试及整机的安装与调试方法的应用实践性的学习。它将会使学习者感受到掌握电子技术并能够进行应用是可以为社会创造价值,也能够体现自身价值的。

本书由刘佳鲁任主编,鲍敏任副主编。刘佳鲁对本书的编写思路与大纲进行了总体策划、统稿和审稿,并编写前四章,鲍敏编写附录部分。杨俊伟阅读了本书的初稿,并提出了修改意见。

限于编者的水平,书中难免有不足之处,敬请广大读者批评指正,以使本教材更能适合职业教育的需要。

编者

2014年1月

目 录

前言

第1章 电子产品常用单元电路分析	1	1.9 译码及LED数码显示电路	42
1.1 直流电源电路	1	1.9.1 LED数码显示电路概述	42
1.1.1 直流电源概述	1	1.9.2 数码显示电路类型及选择	42
1.1.2 直流电源类型及选择	1	1.9.3 数码显示电路应用实践	42
1.1.3 整流电源应用实践	2	第2章 电子产品电子技术应用实例	44
1.2 放大电路	9	项目1 带有记忆功能的断线防盗报警器	44
1.2.1 放大电路概述	9	2.1.1 电路原理框图	44
1.2.2 放大电路类型及选用	9	2.1.2 单元电路原理	45
1.2.3 放大电路应用实践	17	2.1.3 电路安装与调试要点	47
1.3 振荡电路	22	项目2 手机延时开/关机控制电路	47
1.3.1 振荡电路概述	22	2.2.1 电路原理框图	48
1.3.2 振荡电路类型及选择	22	2.2.2 单元电路原理	48
1.3.3 振荡电路应用实践	23	2.2.3 电路安装与调试要点	49
1.4 定时器电路	27	项目3 红外线自动水龙头控制电路	49
1.4.1 定时电路概述	27	2.3.1 电路原理框图	49
1.4.2 定时电路类型及选择	27	2.3.2 单元电路原理	50
1.4.3 555定时电路应用实践	28	2.3.3 电路安装与调试要点	52
1.5 电压比较电路	31	项目4 有源音箱中的音频放大电路	52
1.5.1 电压比较电路概述	31	2.4.1 电路原理框图	53
1.5.2 电压比较器的类型及选用	31	2.4.2 单元电路原理	53
1.5.3 电压比较电路应用实践	31	2.4.3 电路安装与调试要点	57
1.6 开关电路	33	项目5 十字路口红绿灯控制电路	57
1.6.1 开关电路概述	33	2.5.1 电路原理框图	57
1.6.2 电子开关元件类型及选择	33	2.5.2 单元电路原理	59
1.6.3 开关电路应用实践	34	2.5.3 电路安装与调试要点	64
1.7 驱动电路	36	项目6 轿车门窗玻璃升降控制电路	64
1.7.1 驱动电路概述	36	2.6.1 电路原理框图	65
1.7.2 驱动电路类型及选用	36	2.6.2 单元电路原理	65
1.7.3 驱动电路应用实践	37	2.6.3 电路安装与调试要点	68
1.8 记忆电路	39	项目7 键盘显示电路	68
1.8.1 记忆电路概述	39	2.7.1 电路原理框图	69
1.8.2 记忆电路类型及选用	39	2.7.2 单元电路原理	69
1.8.3 记忆电路应用实践	40	2.7.3 电路安装与调试要点	75

项目 8 人体心率/心律测量电路·····	76	4.2.1 工艺文件的特点·····	105
2.8.1 电路原理框图·····	76	4.2.2 工艺文件的作用·····	105
2.8.2 单元电路原理·····	77	4.2.3 工艺文件的分类·····	105
2.8.3 电路安装与调试要点·····	79	4.2.4 电子工程图的识读·····	106
项目 9 简易语言复读机电路·····	80	4.3 电子产品安装前的准备·····	108
2.9.1 ISD1820 电路基本原理·····	80	4.3.1 电子元器件引线的成形·····	108
2.9.2 语言复读机电路结构及原理·····	82	4.3.2 导线的加工·····	109
2.9.3 电路安装与调试要点·····	84	4.3.3 线扎制作·····	111
第 3 章 常用电子元器件识读与检测·····	86	4.4 印刷电路板的装配与焊接·····	113
3.1 电阻器的识读与检测·····	86	4.4.1 普通元器件的手工焊接·····	113
3.1.1 电阻器的识读·····	86	4.4.2 表面安装元件的手工贴装焊接·····	116
3.1.2 电阻器的检测·····	88	4.4.3 工业生产焊接技术·····	117
3.2 电容器的识读与检测·····	89	4.5 电子产品整机安装工艺·····	119
3.2.1 电容器的识读·····	89	4.5.1 整机装配的概念·····	119
3.2.2 电容器的检测·····	91	4.5.2 电子产品安装工艺原则和基本要求·····	119
3.3 二极管的识读与检测·····	94	4.6 电子产品的检测与调试·····	120
3.3.1 二极管的识读·····	94	4.6.1 调试的基本要求·····	120
3.3.2 二极管的检测·····	96	4.6.2 调试的安全措施·····	120
3.4 三极管的识读与检测·····	97	4.6.3 调试的程序步骤·····	121
3.4.1 三极管的识读·····	97	4.6.4 基本调试技术·····	121
3.4.2 三极管的检测·····	98	4.6.5 整机的调试·····	122
第 4 章 电子产品安装与调试工艺·····	103	附录·····	123
4.1 电子产品的装配工艺流程·····	103	A. 万用表的使用常识·····	123
4.1.1 装配工艺流程·····	103	B. 常用集成电路管脚图·····	128
4.1.2 产品加工生产流水线·····	103	C. 示波器的使用·····	134
4.2 电子产品工艺文件的识读·····	104	D. EWB 仿真软件介绍·····	139

电子产品常用单元电路分析

各种电子产品的内部都会有一个能够维系其工作的电子系统，这个电子系统无论多么复杂，都是由若干个基本单元电路组成的，因此掌握常用的电子单元电路的结构及工作原理就显得非常重要。本章是从实际应用的角度对电子产品常用单元电路的结构及原理进行分析和讨论，同时也涉及实践中的一些技术问题。

1.1 直流电源电路

1.1.1 直流电源概述

直流电源是电子设备工作的动力源，几乎所有的电子线路工作都需要有直流电源的支持。如电子表、手机、数码照相机等。一个电源输出的电压和电流等指标应满足负载的需要。直流负载各有不同，如容量上有大小之分，使用方式上有固定式和移动式，因此，每一种电子产品所配置的直流电源也会有所不同。

1.1.2 直流电源类型及选择

直流电源类型有：干电池、蓄电池、锂电池、镉镍电池、纽扣电池、太阳能电池、整流电源、开关电源等。

电子装置在设计的过程中同时要考虑电源的选择问题。选择直流电源首先要根据负载的使用条件和要求确定电源类型，然后是确定电源的容量等其他性能指标。

目前市场上一些电子产品或电子装置所配置的直流电源如表 1-1 所示。

表 1-1 直流电源列表

电子产品	直流电源类型	电子产品	直流电源类型
手机	锂电池	数码相机	锂电池
电子手表	纽扣电池	笔记本	开关电源+锂电池

续表

电子产品	直流电源类型	电子产品	直流电源类型
光动能电子表	太阳能电池	台式电脑	开关电源
半导体收音机	变压器降压整流电源、干电池	太阳能交通信号灯	太阳能电池/蓄电池
彩色电视机	开关电源	太阳能照明灯	太阳能电池/蓄电池
手机充电器	阻容降压整流电源	有源音箱	变压器降压整流电源

变压器降压整流电源、阻容降压整流电源、开关电源比较见表 1-2。

表 1-2 变压器降压整流电源、阻容降压整流电源、开关电源比较

直流电源种类	功率、体积	功耗	电源内阻
变压器降压整流电源	可大功率输出 但体积大	大功率输出时 功耗也大	电源内阻小
阻容降压整流电源	小功率输出 体积小	功耗小	电源内阻大
开关电源	同容量的情况下体积比变压器降压 整流电源要小许多	大功率输出时 功耗较小	电源内阻小

1.1.3 整流电源应用实践

提出问题 在众多的电子产品中,由于他们功能和性能要求上的不同,对供电电源的要求也不尽相同,如对晶体管收音机来说,它以干电池供电为主,整流电源供电为辅,对于整流电源的要求是电压波形中的交流成分要少一些,防止喇叭中出现交流声,对电压的稳定性不作要求,而对于数字类电子装置来说为了使电路工作性能稳定,对电源电压的稳定性要求较高。另外有些体积较小的电子产品,要求电源的体积也要小,以方便使用或携带,如手机充电器、笔记本电脑等。针对这些不同的要求,必须有针对性地加以解决。

1. 单路输出整流电源

这是一种最简单的整流电源,其结构为:变压器+整流二极管+滤波电容,如图 1-1 所示。这种直流电源适用于对电源电压稳定性要求不高的负载,如晶体管收音机等。

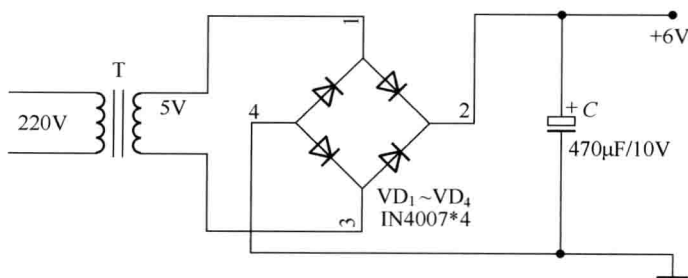


图 1-1 单路输出整流电源

输出电压: $U_o = 1.2U_2$

设计一个输出电压为 5V, 最大输出电流为 300mA 的直流稳压电源。要求确定变压器容量、整流二极管参数、滤波电容参数等。

(1) 确定三端稳压器型号、输入电压 (U_1)、输入电流 (I'_L)，整流滤波电路等效负载输出电压为 5V, 最大输出电流 (I_D) 为 300mA, 可选用 W7805 (最大电流 1.5A)。也可选用稳 78M05 (最大电流为 0.5A), 但使用时要加散热片。

7800 系列三端稳压器输入、输出最小压差为 2V, 如果取 4V, 则输入电压 $U_1=9V$ 。W7805 的功耗电流为 $I_{Omax}=8mA$ 。

电源变压器的二次电压为:

$$U_2 = \frac{U_1}{1.2} = \frac{9}{1.2} V = 7.5V$$

W7805 的最大输入电流为:

$$I'_L = I_{Omax} + I_D = 8 + 300 = 308mA$$

整流滤波电路的等效负载电阻为:

$$R'_L = \frac{1.2U_2}{I'_L} = \frac{1.2 \times 7}{308} = 29.2\Omega$$

(2) 桥式整流二极管参数要求和型号选择。

正向平均电流为:

$$I_F \geq 1/2 I'_L = \frac{1}{2} \times 308mA = 154mA$$

最大反向电压为:

$$U_{RM} \geq U_{Rmax} = \sqrt{2}U_2 = \sqrt{2} \times 7.5V \approx 10.6V$$

可以选择硅二极管 1N4001, 其额定正向整流电流为 1A, 反向工作峰值电压为 50V, 满足要求。

(3) 滤波电容和其他电容的选择。

滤波电容为:

$$C_1 = \frac{(3 \sim 5)T}{2R'_L} = \frac{3 \sim 5}{2 \times 50 \times 29.2} F = 1027 \sim 1721\mu F$$

电容耐压为:

$$U_{CM} \geq \sqrt{2}U_2 = 10.6V$$

可选择 1500 μ F, 耐压值为 25V 的铝电解电容。

电容 C_2 主要改善输入纹波电压, 其容量一般取 0.33 μ F, 电容 C_3 可改善负载的瞬态响应, 其容量一般取 0.1 μ F。

(4) 变压器容量选择。

变压器二次电流有效值为

$$I_2 = (1.5 \sim 2)I'_L = (1.5 \sim 2) \times 308mA = 462 \sim 616mA$$

取 I_2 为 500mA。

输出视在功率为:

$$S_2 = U_2 I_2 = 7.5 \times 0.5V \cdot A = 3.75V \cdot A$$

输入视在功率为

$$S_1 = \frac{S_2}{\eta_T} = \frac{3.75}{0.6} = V \cdot A = 6.25V \cdot A$$

平均容量为

$$S = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) = \frac{1}{2}(3.75 + 6.25)V \cdot A = 5V \cdot A$$

因此, 可以选用容量为 $5 \sim 8V \cdot A$, 一次电压为 220V, 二次电压为 7.5V 电源变压器。

2. 正负双路整流稳压电源

大多数运算放大器的供电电源是按正负对称双电源设计的, 如图 1-2 所示。这种整流电源的变压器二次线圈需要在总匝数的 1/2 处留有抽头, 用于接地。抽头将二次线圈一分为二, 和后面的整流、滤波、稳压电路构成对称结构的两个极性相反的整流稳压电路。电路中 LM7809 和 LM7909 分别为正压固定三端集成稳压电路和负压固定三端集成稳压电路, 他们各自独立工作, 分别输出 +9V 和 -9V, 即 $V = \pm 9V$ 。

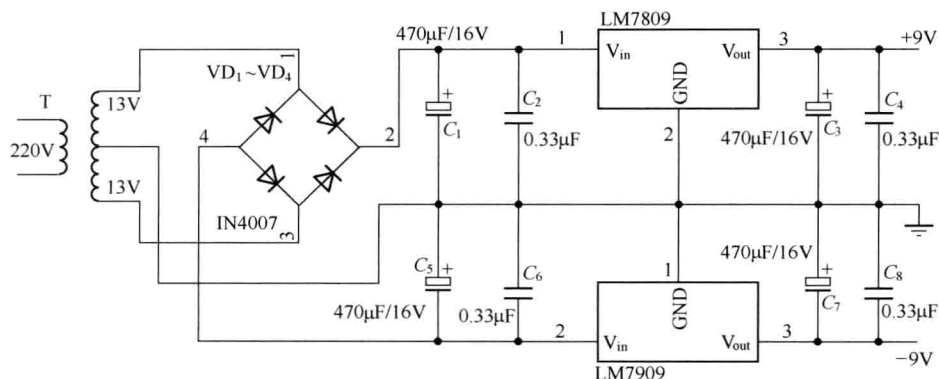


图 1-2 正负双路整流稳压电源

3. 输出电压可调的整流稳压电源

电子设备的直流电源是比较容易出现故障的地方, 所以在维修电子设备时往往需要一个自备直流电源。由于不同的电子线路所用的电压不同, 所以维修用的直流电源输出电压如果是可调的就较为方便了。图 1-3 是一个输出电压在 1.25~37V 之间可调的直流稳压电源。电路中 CW317 为三端可调集成稳压电路, 使用时通过调节 R_2 的阻值来确定输出电压值。

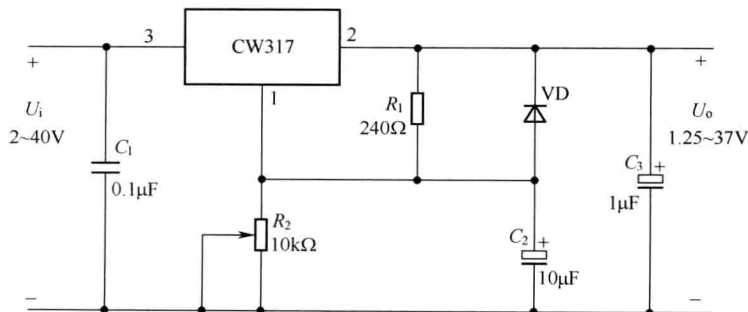


图 1-3 输出电压可调的整流稳压电源

4. 阻容降压整流电源

对于小电流负载可以使用阻容降压整流电源,用电容降压替代变压器降压可以减小电子产品的体积。阻容降压整流电源的内阻比较大,所以它不适用在动态变化大的大电流负载场合,如图 1-4 所示。

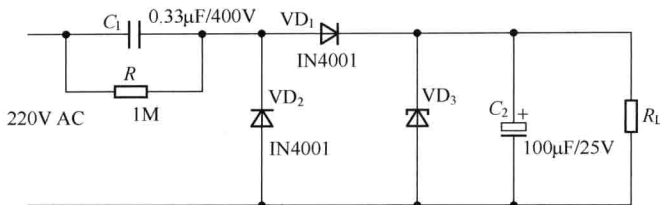


图 1-4 阻容降压整流电源

各元器件的作用是： C_1 为降压电容器， VD_1 为半波整流二极管， VD_2 在市电的负半周时给 C_1 提供放电回路， VD_3 是稳压二极管， R 为关断电源后 C_1 的电荷泄放电阻。

工作原理是利用电容在一定的交流信号频率下产生的容抗来限制最大工作电流。例如，在 50Hz 的工频条件下，一个 $1\mu\text{F}$ 的电容所产生的容抗约为 3180Ω 。当 220V 的交流电压加在电容器的两端，则流过电容的最大电流约为 70mA。虽然流过电容的电流有 70mA，但在电容器上并不产生功耗，电容降压实际上是利用容抗限流。而电容器实际上起到一个限制电流和动态分配电容器和负载两端电压的角色。下面通过一个例子看一下在这种阻容降压整流电路中，降压电容的容量和负载电流之间的关系。

若已知 C_1 为 $0.33\mu\text{F}$ ，交流输入为 220V/50Hz，求电路能供给负载的最大电流。

C_1 在电路中的容抗 X_C 为：

$$X_C = 1/(2\pi f C_1) = 1/(2 \times 3.14 \times 50 \times 0.33 \times 10^{-6}) = 9.65\text{k}\Omega$$

流过电容器 C_1 的充电电流 (I_C) 为：

$$I_C = U / X_C = 220\text{V} / 9.65\text{k}\Omega = 22\text{mA}$$

通常降压电容 C_1 的容量 C 与负载电流 I_0 的关系可近似认为： $C=14.5I_0$ ，其中 C 的容量单位为 μF ， I_0 的单位为 A。

5. 倍压整流电源

在一些需用高电压、小电流的地方，常常使用倍压整流电路，如图 1-5 所示。倍压整流，可以把较低的交流电压，用耐压较高的整流二极管和电容器，“整”出一个较高的直流电压。倍压整流电路一般按输出电压是输入电压的多少倍，分为二倍压、三倍压与多倍压整流电路。

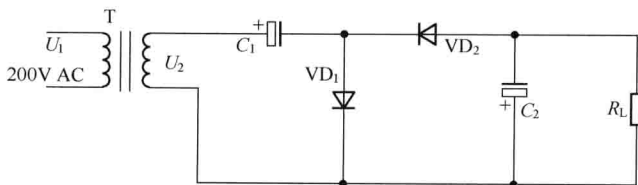


图 1-5 二倍压整流电源

U_2 正半周（上正下负）时，二极管 VD_1 导通， VD_2 截止，电流经过 VD_1 对 C_1 充电，将电容

C_1 上的电压 U_{C1} 充到接近 U_2 的峰值 $\sqrt{2}U_2$ ，并基本保持不变。 U_2 为负半周（上负下正）时，二极管 VD_2 导通， VD_1 截止。此时， C_1 上的电压 $U_{C1} = \sqrt{2}U_2$ 与电源电压 U_2 串联相加，电流经 VD_2 对电容 C_2 充电，如此反复充电， C_2 上的电压就基本稳定在 $U_{C2} = 2\sqrt{2}U_2$ 了。它的值是变压初级电压 U_2 的二倍，所以叫做二倍压整流电路。

6. 开关型直流稳压电源

直流稳压电源分为线性稳压电源和开关型稳压电源，前面所讨论的直流电源均属于线性稳压电源，线性直流稳压电源需要大而笨重的变压器，同时电路所需要的滤波电容的体积和重量也相当大，且在输出较大电流时，电路转换效率低，一般只有 20%~40%，还要安装很大的散热片。这种电源不适合计算机等设备的需要。开关型稳压电源电路中的元件很小，效率可提高到 60%~80%，且自身抗干扰能力强、输出电压范围宽。但由于逆变电路中会产生高频电压，开关电源对周围设备有一定干扰，需要良好的屏蔽及接地。开关型直流稳压电源原理框图如图 1-6 所示。

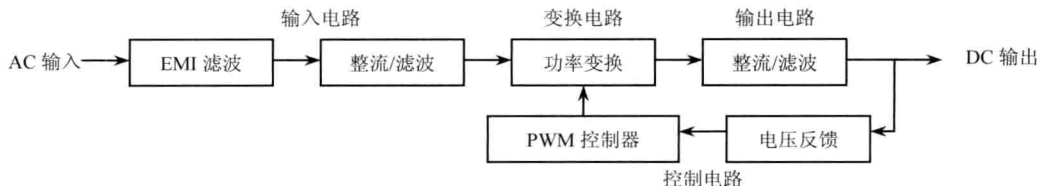


图 1-6 开关型直流稳压电源原理框图

（1）电路各部分的作用。

1) 输入电路。

①线路滤波及浪涌电流抑制。将电网中的各种杂波过滤，同时也阻碍本机产生的杂波反馈到公共电网。

②整流与滤波。将电网交流电源直接整流为较平滑的直流电（300V），以供下一级变换。

2) 变换电路。利用高频振荡电路将整流后的直流电变为高频交流电（逆变），这是高频开关电源的核心部分。频率越高，体积、重量与输出功率之比越小。

3) 输出电路。利用整流、滤波电路将高频交流电变为负载需要的稳定可靠的直流电源。

4) 控制电路。一方面从输出端取样，经与设定标准进行比较，然后去控制逆变器，改变其频率或脉宽，达到输出稳定，另一方面，根据测试电路提供的资料，经保护电路鉴别，提供控制电路对整机进行各种保护措施。

（2）60W 宽电压范围开关电源电路分析。

图 1-7 为 60W 宽电压范围开关电源原理图。

此电源的指标为：输入电压为 85~265V（AC），输出为+12V、5A。这种输入电压为 85~265V 的开关电源在美国、日本等使用 110V 的交流电的国家也都可以使用。

1) 电路结构特点。

①电源的控制电路。采用了应用最为普遍的脉冲宽度调制（PWM）方式。TOPSitch-II 系列单片开关电源是将 PWM 控制系统的全部功能集成到三端芯片中。内含脉宽调制器、场效应功率管（MOSFET）、自动偏置电路、保护电路、高压启动电路和环路补偿电路，通过高频变压器即可实现输出端与电网完全隔离。外部仅需配整流滤波器、高频变压器、漏极钳位保护电路、反馈电路和

输出电路，即可构成反激式开关电源。TOP227Y 输出功率为 90W，内部有完善的过流和过热保护电路。

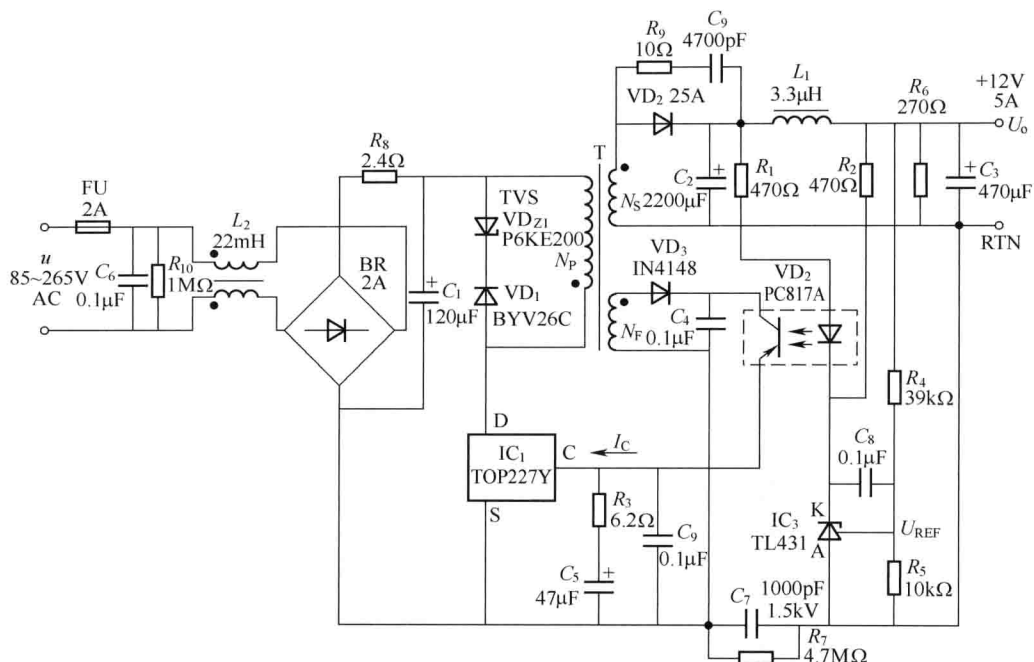


图 1-7 60W 开关型直流稳压电源原理图

②输入滤波电路。输入滤波电路就是 EMI 滤波器，选用电感量为 22mH 的共模扼流圈和 0.1μF 输入差模滤波电容。

③整流滤波电路。整流滤波电路包括工频 (50Hz) 整流滤波和高频整流滤波。工频整流滤波选用 2A/600V 的整流桥和 120μF/400V 的电解电容。高频整流滤波选用 25A/60V 的肖特基二极管和 2200μF/16V 的电解电容。

④尖峰电压吸收电路。尖峰电压吸收电路采用反向击穿电压为 200V 的瞬态电压控制器 P6KE200 和 BYV26C 型 2.3A/600V 的超快恢复二极管。二次高频整流二极管两端接有 RC 吸收回路，以便减小尖峰电压。

⑤电压反馈电路。电压反馈电路直接关系到开关电源的稳压性能。PC817A 型线性光耦合器和 TL431 型可调式精密并联稳压器组成高精度电压反馈电路，以便提高电源的负载调整率。

2) 工作原理。

85~265V 的交流电源 u 首先经过 2A 容丝管 (FU)、EMI 滤波器 (C_6 、 L_2)，再通过整流桥 (BR) 和滤波电容 (C_1) 产生直流高压 U_1 ，接高频变压器的一次绕组。 L_2 为共模扼流圈，能减小电网噪声所产生的共模干扰，也能限制开关电源的噪声传输到电网中。 R_8 为负温度系数 (NTC) 限流电阻，刚开机时可限制 C_1 的充电 (冲击) 电流。漏极钳位保护电路由瞬态电压抑制器 (VD_{Z1}) 和阻塞二极管 (VD_1) 构成，可将变压器漏感产生的尖峰电压钳位到安全值。 VD_{Z1} 采用反向击穿电压为 200V 的瞬态电压抑制器 P6KE200，选用 BYV26C 型 2.3A/600V 的超快恢复二极管。二次绕组电压通过 VD_2 、 C_2 、 L_1 和 C_3 整流滤波，获得 12V 输出电压 U_o 。RTN 为输出电压的返回端。 R_9 和

C_9 用来抑制 VD_2 上的高频衰减振荡。 R_6 为 +12V 输出的最小负载, 用于提高轻载时的电压调整率。 C_7 为安全电容, 能滤除一、二次所产生的共模干扰。 R_7 和 R_{10} 均为泄放电阻 (亦可不用)。

外部误差放大器由 TL431 组成。当 +12V 输出电压升高时, 经 R_4 、 R_5 分压后得到的取样电压, 就与 TL431 中的 2.5V 带隙基准电压 U_{REF} 进行比较, 使阴极 K 的点位降低, 光耦合器中 LED 的工作电流 I_F 增大, 再通过 IC_2 使控制端电流 I_C 增大, TOP227Y 的输出占空比减小, 使 U_o 不变, 从而达到稳压目的。+12V 稳压值是由 TL431 的基准电压 (U_{REF})、 R_4 、 R_5 的分压比来确定。 R_1 为 LED 的限流电阻。 C_8 为相位补偿电容。反馈绕组 N_F 电压经 VD_3 和 C_4 整流滤波后, 供给 TOP227Y 所需偏压。 C_5 为控制端的旁路电容, 它不仅能滤除控制端上的尖峰电压, 还决定自动重新启动频率, 并与 R_3 一起对控制环路进行补偿。

7. UPS 不间断电源

有些系统工作时不允许停电, 否则会造成计算机数据丢失, UPS 电源是一种不间断电源, 它能够提供持续、稳定、不间断的交流电, 在市电停止供应的时候, 能保持一段供电时间, 使人们有时间存盘, 再从从容地关闭机器。UPS 电源现已广泛应用于工业、通讯、国防、医院、广播电视、计算机业务终端、网络服务器、网络设备、数据存储设备等领域。

UPS 电源按工作原理分成后备式、在线式与在线互动式三大类。

(1) 在线式。

在线式 UPS (On-Line UPS) 的运作模式为“市电和用电设备是隔离的, 市电不会直接供电给用电设备”, 而是到了 UPS 就被转换成直流电, 再兵分两路, 一路为蓄电池充电, 另一路则转回交流电, 供电给用电设备, 市电供电品质不稳或停电时, 电池从充电转为供电, 直到市电恢复正常才转回充电, “UPS 在用电的整个过程是全程介入的”。只要在 UPS 输出功率足够的前提下, 可以供电给任何使用市电的设备。

在线式 UPS 在电网正常供电状况下的主要功能是稳压及防止电波干扰; 在电网停电时则使用备用直流电源 (蓄电池组) 给逆变器供电, 逆变器将直流变换为交流。由于逆变器一直在工作, 因此不存在切换时间问题, 适用于对电源有严格要求的场合。

(2) 后备式。

后备式又称为非在线式不间断电源 (Off-Line UPS), 它只是“备援”性质的 UPS, 市电直接供电给用电设备也为电池充电 (Normal Mode), 一旦市电供电品质不稳或停电了, 市电的回路会自动切断, 蓄电池的直流电会被转换成交流电接手供电的任务 (Battery Mode), 直到市电恢复正常, “UPS 只有在市电停电了才会介入供电”, 不过从直流电转换的交流电是方波, 只限于供电给电容型负载, 如电脑和监视器。

平时处于蓄电池充电状态, 在停电时逆变器紧急切换到工作状态, 将电池提供的直流电转变为稳定的交流电输出, 因此后备式 UPS 也被称为离线式 UPS。后备式 UPS 电源的优点是: 运行效率高、噪音低、价格相对便宜, 主要适用于市电波动不大, 对供电质量要求不高的场合, 比较适合家庭使用。

(3) 线上交错式。

线上交错式又称为线上互动式或在线互动式 (Line-Interactive UPS), 基本运作方式和离线式一样, 不同之处在于线上交错式虽不像在线式全程介入供电, 但随时都在监视市电的供电状况, 本身具备升压和减压补偿电路, 在市电的供电状况不理想时, 即时校正, 减少不必要的 Battery Mode 切换, 延长电池寿命。

1.2 放大电路

1.2.1 放大电路概述

放大电路是应用最为广泛的一类电子线路。在电子系统中有许多微弱的信号源，放大电路的作用就是通过放大提升它们的幅值以达到可以利用的程度。放大电路之所以对输入信号具有放大提升的能力，是通过放大器件的控制作用，把直流电源的能量转化为与输入信号一致的输出信号的能量，其实质是一种能量控制作用。

对于不同的电子系统其信号源会各有不同，信号源周围的电磁环境也不尽相同，对放大后的信号的利用也会不同，这样它们对于放大器的性能要求也就会不同。对于某一个电子系统来说，一个好的放大电路首先是要选一个合适的放大器件，然后是以此为核心建立起一个合理的电路结构，三是选择合适的电路参数才可以使其工作在最佳状态。如果一个很重要的电子系统采用了一个性能一般的放大电路，或者是放大电路的制作成本较高，但没有充分考虑信号源的特性，这两种情况都不会有好的结果。因此，在选用放大电路时必须综合考虑各种因素，以保证电子系统能够高质量工作和尽可能低成本为最佳方案。另外，放大电路的安装和调试水平也会对放大电路的工作产生一定影响。为此，了解和掌握各种典型放大电路的结构、特点及安装调试方法显得非常重要。

1.2.2 放大电路类型及选用

一、放大电路分类

放大电路可以从不同角度来进行分类：按放大器件的形态不同，有分立器件和集成器件之分；按放大器件工作时参与导电载流子的种类不同，有双极型（自由电子和空穴同时参与导电）和单极型（只有一种载流子参与导电）之分；按放大级数多少，有单级和多级之分；按所针对的信号源性质不同，有直流放大和交流放大、小信号放大和大信号放大、高频放大和低频放大之分；按输出信号特征不同，有电压放大和功率放大之分。

二、放大器件的选用

放大电路是以放大器件为核心，因此放大器件的基本性能就决定了放大电路的性能。因此，合理地选择放大器件对整个电子系统非常重要。

1. 三极管的选择使用

尽管集成运放在放大电路的应用中已经占有主导地位，但三极管仍然在很多场合下被使用。对初学者来说掌握三极管的使用还是很有必要的，因为三极管确实能解决很多问题，同时它也是集成运放的基础。三极管的种类繁多，目前市面上除了有国产型号，更多的是国外型号国产化的产品。各半导体器件生产厂商都有自己的产品系列及型号，相互都有性能相近的产品，可以互换使用。所以在实际应用时选择的余地很大，一般是根据不同用途来进行选择。

从电路功耗要求选择时，有小功率、中功率或大功率管；从频率要求选择时，有低频管、高频管或超高频管；从三极管管型选择时，有NPN型和PNP型管；从输入阻抗要求选择时，有双极型晶体三极管和单极型结型场效应管或绝缘栅场效应管；从耐压要求选择时，有高反压管；从电路的开关特性选择时有开关三极管；从温度稳定性考虑时，凡能使用硅管的地方，都不使用锗管。

三极管的管型即 NPN 或 PNP 的选择可以从三极管的型号来辨别,例如国产管型号代表的意义如下:

3AX 为 PNP 型低频小功率管(锗管)	3BX 为 NPN 型低频小功率管(锗管)
3CG 为 PNP 型高频小功率管(硅管)	3DG 为 NPN 型高频小功率管(硅管)
3AD 为 PNP 型低频小功率管(锗管)	3DD 为 NPN 型低频大功率管(硅管)
3CA 为 PNP 型高频大功率管(硅管)	3DA 为 NPN 型高频大功率管(硅管)

此外有国际流行的 9011~9018 系列高频小功率管,除 9012 和 9015 为 PNP 管外,其余均为 NPN 管。

在选择三极管时一般要同时考虑几种因素,但有些因素有相互制约关系,所以应抓主要矛盾,兼顾次要因素。

低频管的特征频率 f_T 一般在 2.5MHz 以下,而高频管的 f_T 都从几十兆赫到几百兆赫甚至更高。选管时应使 f_T 为工作频率的 3~10 倍。原则上讲,高频管可以代换低频管,但是高频管的功率一般比较小,动态范围窄,在代换时应注意功率条件。

三极管的电流放大能力用 β 来表示,一般希望 β 选大一些,但也不是越大越好。 β 太高了容易引起自激振荡,何况一般 β 高的管子工作多不稳定,受温度影响大。通常 β 多选 40~100 之间,但低噪声、高 β 值的管子(如 9011~9015 等)温度稳定性仍较好。另外,对整个放大电路来说还应从各级的配合来选择 β 。例如,前级用 β 高的,后级就可以用 β 较低的管子;反之,前级用 β 较低的,后级就可以用 β 较高的管子。

集电极—发射极反向击穿电压 U_{CEO} 应选得大于电源电压 (V_{CC})。穿透电流 I_{CEO} 越小,对温度稳定性越好。普通硅管的稳定性比锗管好得多,但普通硅管的饱和压降较锗管为大(硅管 $U_{CES}=0.3V$; 锗管 $U_{CES}=0.1V$),在某些电路中会影响电路的性能,应根据电路的具体情况选用。选用晶体管的耗散功率 (P_M) 时应根据不同电路的要求留有一定的余量。

对高频放大、中频放大和振荡器等电路用的晶体管,应选用特征频率 f_T 高、极间电容较小的晶体管,以保证在高频情况下仍有较高的增益和稳定性。

需要说明的是,由于三极管制造的离散性,即使同一型号的性能也有较大差别,使用时应对其影响电路的参数进行测试。

2. 集成运放的选择使用

集成运放具有体积小、功耗低、可靠性高且安装调试容易等优点,故得到广泛的应用。

由于集成运放在电子系统中扮演着主要角色,所以生产厂商经过多年的努力开发出了种类繁多、性能参数各有所长的不同系列产品,可供给不同情况下的使用,以便满足使用者对性价比要求。一般来讲,选择集成运放的原则是在满足电气特性的前提下,尽可能选择价格低廉、市场货源充足的器件,即选用性能价格比高、通用性强的器件。

(1) 如果没有特殊的要求,一般可选用通用型运放,因为这类器件直流性能较好,种类也较多,且价格也较低。在通用运放子系列中,有单运放($\mu A741$)、双运放(LM358)、四运放(LM324)等多个品种。对于多运放器件,其最大特点是内部对称性能好,因此,在考虑电路中需要多个放大器(如有源滤波)或要求放大器对称性好(如测量放大器)时,可选用多运放,这样也可减少器件、简化线路、缩小面积和降低成本。

(2) 如果被放大的信号源的内阻抗很大,则可选用高输入阻抗的运算放大器(CA3140),另外像生物信号放大、提取、测量放大电路等也需使用高输入阻抗集成运放。

(3) 如果系统对放大电路要求低噪声、低漂移、高精度, 则可选用高精低漂移的低噪声集成运放 (OP07、OP27), 适用于在毫伏级或更微弱信号检测、精密模拟运算、高精度稳压、高增益直流放大、自控仪表等场合。

(4) 对于视频信号放大、高速采样/保持、高频振荡及波形发生器、锁相环等场合, 则应选择高速宽带集成运放 (LM318、 $\mu A715$)。

(5) 对于要求低功耗场合, 如便携式仪表、遥感遥测等场合, 可选用低功耗运放 (TL-022C、ICL7600); 对于需要高压输入/输出场合, 可选用高压运放 ($\mu A791$)。对于需要增益控制场合, 可选用程控运放 (PGA103A)。

在选用运放时需要注意, 盲目选用高档的运放不一定就保证电子系统的高质量, 因为运放的性能参数之间常相互制约。如果经过耐心挑选, 也可从低档型号中挑选出具有所需某项性能参数的运放。

三、放大电路结构的选择

放大电路的结构是指放大器件在电路中的接法和级数。放大器件在电路中的不同接法及采用的放大级数不同都会对放大器的性能产生不同的影响。

1. 放大电路性能与结构的关系

(1) 高放大倍数需要多级放大结构。

为了获得较高的放大倍数就要采用多级放大电路结构。一个电子放大系统通常是由输入级、中间级和输出级构成。输入级与信号源相连接属于小信号放大器, 它的主要作用是从信号源处获得尽可能大的无干扰的有用信号; 中间级的主要作用是增大有用电压信号的幅度也就是提高电压放大倍数, 同时还要抑制其他干扰信号; 输出级的作用是产生足够的输出功率以满足负载的需要。

(2) 放大电路结构对输入、输出电阻的影响。

放大电路的输入输出电阻是放大电路的重要参数, 通常希望输入电阻越大越好, 输出电阻越小越好。输入电阻大可以减小信号源的负担, 并可以获得较大的输入信号; 输出电阻越小, 带负载能力就越强。

放大器的输入回路与信号源连接起来后, 信号源就作用在放大电路的输入电阻上, 信号源的内阻和放大电路输入电阻形成一种串联关系, 放大电路要想从信号源处获得尽可能大的输入信号, 其输入电阻应比信号源内阻应大 10 倍以上, 以减小输入回路的电流, 否则会在信号源内阻上有较大的电压损耗, 这样会出现放大电路有劲使不出的现象。

放大电路输入电阻的大小首先取决于放大器件本身的特性, 另外与放大电路的接法有关。三极管按共地方式有三种接法, 如图 1-8 所示。三种接法下, 他们的输入电阻是不同的, 如表 1-3 所示。

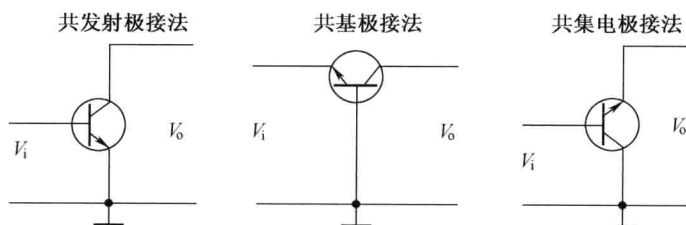


图 1-8 三极管的三种共地方式