



高职高专电子类专业“十二五”规划教材

电子产品的 安装与调试

DIANZICHANPINDEANZHUANGYUTIAOSHI

GAOZHIGAOZHUANDIANZILEIZHUANYESHIERWUGUIHUAJIAOCAI

主编 / 何远英 刘娴芳 主审 / 周 玲



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

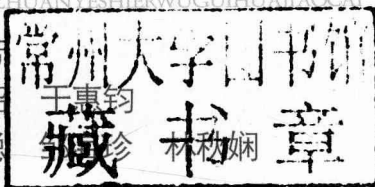
 高职高专电子类专业“十二五”规划教材

电子产品的 安装与调试

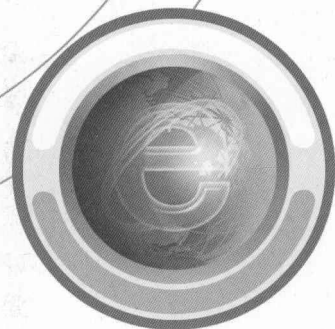
DIANZICHANPINDEANZHUANGYUTIAOSHI

GAOZHIGAOZHUANDIANZILEIZHUANYESHIERWUGUIHUAJIAOCAI

主 编 何远英 刘娴芳
副主编 何 波 陈琨韶
参 编 江吴芳 吴小聪
主 审 周 玲



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



图书在版编目(CIP)数据

电子产品的安装与调试/何远英,刘娴芳主编.

—长沙:中南大学出版社,2014.1

ISBN 978-7-5487-1037-0

I. 电... II. ①何...②刘... III. ①电子设备-安装②电子设备-调试方法 IV. ①TN05②TN06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 019786 号

电子产品的安装与调试

主编 何远英 刘娴芳

☐责任编辑 陈应征

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 国防科技大学印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 14.5 ☐字数 358 千字

☐版 次 2014 年 1 月第 1 版 ☐2014 年 1 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-1037-0

☐定 价 32.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前言

本书根据中、高职院校教育的特点,遵循“以全面素质为基础、以就业为导向、以能力为本位、以学生为主体”的职教改革思路,从真实“工作过程”出发,以“够用、实用”为原则,并注意融入对学生职业道德素养的培养,语言通俗易懂,图文并茂,可操作性强,具有很强的趣味性、科学性和实用性。

本书以真实生产生活的电子产品为载体,采用“任务驱动”教学模式,通过“工作页”的引导来实现教学目标。教学过程中,充分体现“做中学、学中做”的职教特色,将枯燥的理论与有趣的实践紧密结合起来,具体过程如下:

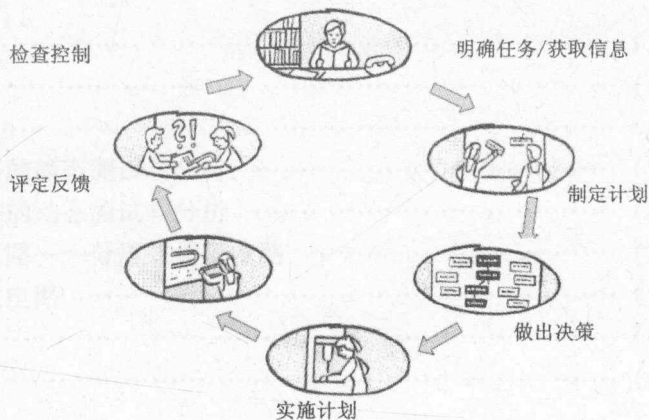
本书共分六个学习情境,包括直流稳压电源的制作、便携式扩音器的制作、台式调光灯的制作、三人表决器的制作、四人智力抢答器的制作、音乐门铃的制作,这些项目融入了模拟电子技术、数字电子技术的基本知识、基本技能和基本分析方法,同时介绍了电子设计自动化软件 Multisim、Protel

DXP 的使用方法,供电子爱好者进行仿真、设计用。此外,本书在每个学习情境后还进行了拓展延伸,适合不同层次的学生及电子爱好者学习。

本书由广州市轻工技师学院的何远英、刘娴芳主编,负责全书的统稿,其中学习情境一及相关工作页、电子课件、习题册由何远英负责编写,学习情境二及相关工作页、电子课件、习题册由刘娴芳负责编写。参与编写的还有广州市轻工技师学院的何波、陈琨韶、江吴芳、吴小聪、邹海珍、湖南工业大学的于惠钧。本书由广州市轻工技师学院的周玲主审,广州市轻工技师学院的李乃夫对本书的编写提出了许多宝贵的意见和建议,在此,编者表示衷心的感谢!

本书配备工作页、教学实施评价表、电子课件、课后习题答案等教学资源,可作为应用型本科院校、高职高专、中职院校电类专业教学用的教材、电类培训用的资料,也可供电子爱好者及从事相应工作的技术人员参考。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和错误,恳请广大读者批评指正,以便进一步完善教材。编者 E-mail: hytyen@126.com。



编者

2014年1月

目 录

学习情境一 直流稳压电源的制作	(1)
1.1 二极管的认识与检测	(1)
1.2 单相桥式整流、滤波、稳压电路	(6)
1.3 直流稳压电源的制作	(15)
练习与思考	(33)
学习情境二 便携式扩音器的制作	(38)
2.1 三极管的认识与检测	(38)
2.2 集成功率放大器	(43)
2.3 基本放大电路	(48)
2.4 三极管共射基本放大电路的静态测试与分析	(51)
2.5 三极管共射基本放大电路的动态测试与分析	(53)
2.6 静态工作点稳定的放大电路——分压式偏置电路	(58)
2.7 共集放大电路和共基放大电路	(59)
2.8 便携式扩音器的制作	(62)
练习与思考	(66)
学习情境三 台式调光灯的制作	(71)
3.1 晶闸管、单结晶体管的认识与检测	(71)
3.2 单结晶体管触发电路原理	(78)
3.3 台式调光灯的制作与调试	(79)
练习与思考	(83)
学习情境四 三人表决器的制作	(85)
4.1 常用数制及其转换	(85)
4.2 组合逻辑电路的分析设计	(94)
4.3 三人表决器的制作	(96)
练习与思考	(112)
学习情境五 四人智力抢答器的制作	(116)
5.1 基本触发器	(116)
5.2 JK 触发器	(120)

5.3 四人智力抢答器的制作	(124)
练习与思考	(139)
学习情境六 音乐门铃的制作	(143)
6.1 555 定时器的结构与功能	(143)
6.2 555 集成定时器的应用	(147)
6.3 音乐门铃的制作	(152)
练习与思考	(154)
工作页	(157)
学习情境一 直流稳压电源的制作	(159)
学习情境二 便携式扩音器的制作	(170)
学习情境三 台式调光灯的制作	(184)
学习情境四 三人表决器的制作	(197)
学习情境五 四人智力抢答器的制作	(207)
学习情境六 音乐门铃的制作	(217)
参考文献	(225)

学习情境一 直流稳压电源的制作

【情境描述】

电子展销会拟在近期举行，因电子产品大部分为直流电源设备，展销会负责人急需一批能够实现交流电 220V 转直流电的直流稳压电源。电子厂接收到这个订单，组织工人完成直流稳压电源的制作任务。



【学习目标】

- 1. 能制定电子产品制作的工作计划；
- 2. 会使用万用表识别及检测二极管等常用电子元器件；
- 3. 会使用示波器检测电路波形；
- 4. 会使用焊接工具制作直流稳压电源；
- 5. 能说出整流、滤波、稳压电路的基本工作原理；
- 6. 能设计简单直流稳压源电路；
- 7. 能撰写学习记录及小结。

【相关知识】



特别提示：请先阅读工作页，根据工作页的引导进行学习。

1.1 二极管的认识与检测

基础知识

一、半导体

(一) 半导体材料的导电特性

自然界存在的各种物质如果按导电能力来区分，可以分为导体、绝缘体和半导体 3 大类：导电性能良好的物质为导体，常见的如银、铜、铝等各种金属；几乎完全不能导电的物质为绝缘体，常见的有非金属物质，如塑料、橡胶、陶瓷等；而导电能力介于导体与绝缘体之间的物质为半导体，硅和锗是最常用于制造各种半导体器件的半导体材料。

电流的形成是带电粒子的定向移动。在金属导体中，自由电子作为唯一的一种载体(又

称为载流子)携带着电荷移动形成电流;在电解液中,正、负离子的移动也形成电流。在半导体里,通常有两种载流子,一种是带负电荷的自由电子(简称为电子),另一种是带正电荷的空穴。在外电场的作用下,这两种载流子都可以做定向移动而形成电流。

由于半导体的材料及其制造工艺的不同,利用两种载流子形成电流,可产生两种导电情况不同的半导体,即电子导电型(又称N型)半导体和空穴导电型(又称P型)半导体;在N型半导体中,电子为多数载流子,主要依靠电子来导电;在P型半导体中,空穴为多数载流子,主要依靠空穴来导电。

(二)PN结

将一块半导体材料通过特殊的工艺过程使之一边形成P型半导体,另一边形成N型半导体,则在两种半导体之间出现一种特殊的接触面——PN结(图1-1)。PN结是构成各种半导体器件的核心。



图1-1 导体材料

二、二极管

(一)二极管的结构与电路符号

将一个PN结从P区和N区各引出一个电极,并用玻璃或塑料制造的外壳封装起来,就制成一个二极管,如图1-2(a)所示。由P区引出的电极为正(+)极,也称为阳极;由N区引出的电极为负(-)极,也称为阴极。二极管的文字符号用“VD”表示,如图1-2(b)所示,图中的三角形符号表示通过二极管正向电流的方向。

根据制造材料的不同,有硅二极管和锗二极管之分。

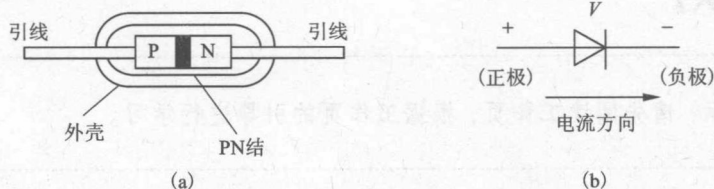


图1-2 二极管的结构与电路符号

(a)结构 (b)电路符号

(二)二极管的特性

可以通过一个演示来观察二极管的导电特性:按图1-3(a)连接电路,直流电源正极接二极管正极,电源负极接二极管的负极(称为正向偏置,简称正偏),二极管导通,指示灯亮;如果按图1-3(b)连接电路,给二极管加上反向偏置电压时,二极管不导通,指示灯不亮。由此可见:组成二极管的PN结具有单向导电特性。

(三)二极管的伏安特性曲线

二极管的单向导电特性常用其伏安特性曲线来描述。所谓伏安特性,是指加到元器件两端的电压与通过电流之间的关系。二极管的伏安特性曲线如图1-4所示。

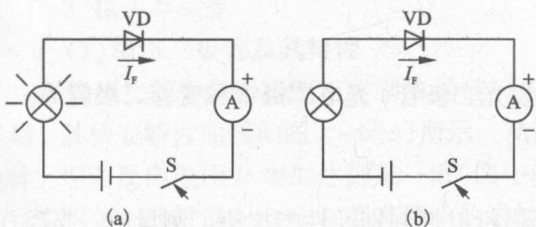


图 1-3 二极管的单向导电性

(a) 二极管正偏导通 (b) 二极管反偏截止

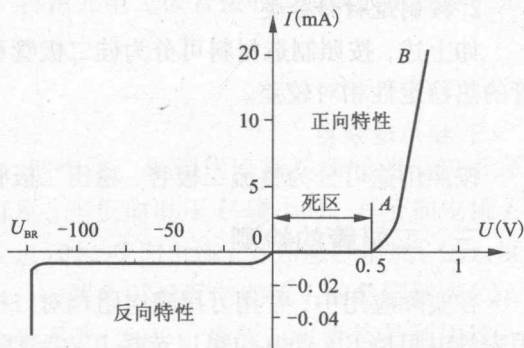


图 1-4 二极管的伏安特性曲线

1. 正向特性

正向特性是指二极管加正偏电压时的伏安特性，为图 1-4 中的第 I 象限曲线。

当二极管两端所加的正偏电压 U 小于某一值的时候，正向电流 I 近似为 0，二极管处于截止状态；当正偏电压 $U \geq$ 某一值的时候，正向电流 I 迅速增加，二极管处于正向导通状态。且正偏电压 U 的微小增加都使正向电流 I 急剧增大，如图 1-4 中的 AB 段所示。正偏电压从零伏至该值的范围通常称为死区，该电压值称为死区电压。硅二极管的死区电压约为 0.5V，锗二极管约为 0.2V。

当二极管正常导通后，所承受的正向电压称为管压降（硅二极管约 0.7V，锗二极管约 0.3V）。这个电压比较稳定，几乎不随流过的电流大小而变化。

2. 反向特性

反向特性是指二极管加反偏电压时的伏安特性，为图 1-4 中的第 III 象限曲线。

当二极管的两端加反向电压时，反向电流很小（称为反向饱和电流），二极管处于截止状态，而且在反向电压不超过某一限度时，反向饱和电流几乎不变。但当反向电压增大到一定数值 U_{BR} 时，反向电流会突然增大，这种现象称为反向击穿，与之相对应的电压称为反向击穿电压（ U_{BR} ）。这表明二极管已失去单向导电性，且会造成二极管的永久性损坏。

(四) 二极管的主要参数

(1) 最大整流电流 I_{FM} ——二极管长时间工作时允许通过的最大正向直流电流的平均值。使用时，二极管的工作电流应小于最大整流电流。

(2) 最高反向工作电压 U_{RM} ——确保二极管不被击穿损坏而承受的最大反向工作电压。使用时，该值一般为反向击穿电压 U_{BR} 的 1/2 或 1/3。

(3) 反向饱和电流 I_R ——二极管未进入击穿区的反向电流。该值越小，则二极管的单向导电性能越好。

(五) 二极管的种类

1. 按制造工艺分类

点接触型——PN 结接触面积较小，工作电流小，常用于高频小信号电路。

面接触型——PN 结接触面积较大，工作电流大，常用于低频大信号电路。

平面型——PN 结接触面积较大，工作电流大，常用于大功率的信号电路。

2. 按制造材料分类

如上述,按照制造材料可分为硅二极管和锗二极管。硅二极管的热稳定性较好,锗二极管的热稳定性相对较差。

3. 按用途分类

按照用途可分为整流二极管、稳压二极管、发光二极管、光电二极管和变容二极管等。

三、二极管的检测

在实际应用中,常用万用表电阻挡对二极管进行极性判别及性能检测。测量时,选择万用表的电阻挡 $R \times 100$ (也可以选择 $R \times 1k$ 挡),将万用表的红、黑表笔分别接二极管的两端。

(1)测得电阻值较小时,黑表笔接二极管的一端为正极(+),红表笔接的另一端为负极(-),如图 1-5(a)所示,此时测得的阻值称为正向电阻。

(2)测得电阻值较大时,黑表笔接二极管的一端为负极(-),红表笔接的另一端为正极(+),如图 1-5(b)所示,此时测得的阻值称为反向电阻。

正常的二极管测得的正、反向电阻应相差很大。如正向电阻一般为几百欧至几千欧,而反向电阻一般为几十千欧至几百千欧。

(3)测得电阻值为 0 时,将二极管的两端或万用表的两表笔对调位置,如果测得的电阻值仍为 0,表明该二极管内部短路,已经损坏。

(4)测得电阻值为无穷大时,将二极管的两端或万用表的两表笔对调位置,如果测得的电阻值仍为无穷大,表明该二极管内部开路,已经损坏。

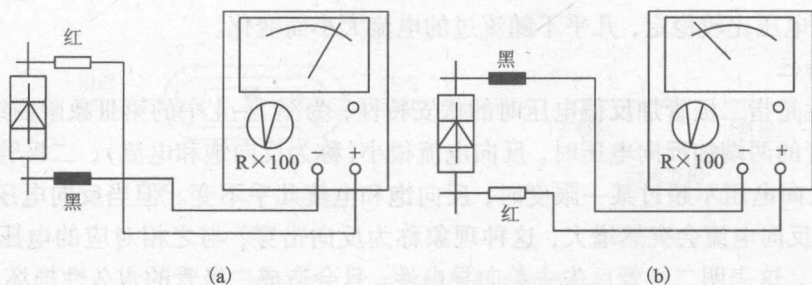


图 1-5 用万用表检测二极管

(a)测量正向电阻 (b)测量反向电阻

知识拓展

特殊二极管

1. 光电二极管

光电二极管的结构与普通二极管相似,但在它的 PN 结处,通过管壳上的玻璃窗口能接收外部的光照。这种器件在反向偏置状态下运行,它的反向电流随光照强度的增加而上升。光电二极管是将光信号转换为电信号的常用器件。

2. 发光二极管

发光二极管通常由砷化镓、磷化镓等材料制成,当有电流通过时,管子可以发光。发光二极管常用来作为显示器件,除单个使用外,也常做成七段数码显示器。另外,发光二极管

可以将电信号转换为光信号,然后由光缆传输,再由光电二极管接收,转换成电信号,完成信号的远距离传输。

3. 稳压二极管

(1) 稳压二极管及其特性

稳压二极管是用特殊工艺制造的硅二极管,工作在二极管伏安特性曲线的反向击穿区域,其伏安特性曲线如图 1-6(a) 所示。从图可见,当反向电压 U 较小时,其反向电流 I_z 很小;但若反向电压 U 增加达到某一值(图中的 A 点)时,反向电流 i_z 开始急剧增加,进入反向击穿区域;此时反向电压 U 若有微小的增加(Δu_z),就会引起反向电流 I_z 的急剧增大(Δi_z),即反向电流大范围的变化(Δi_z)而反向电压却几乎不变(Δu_z)。稳压二极管就是利用这一特性在电路中起稳压的作用。

稳压二极管的电路符号如图 1-6 所示,文字符号用“VZ”表示。

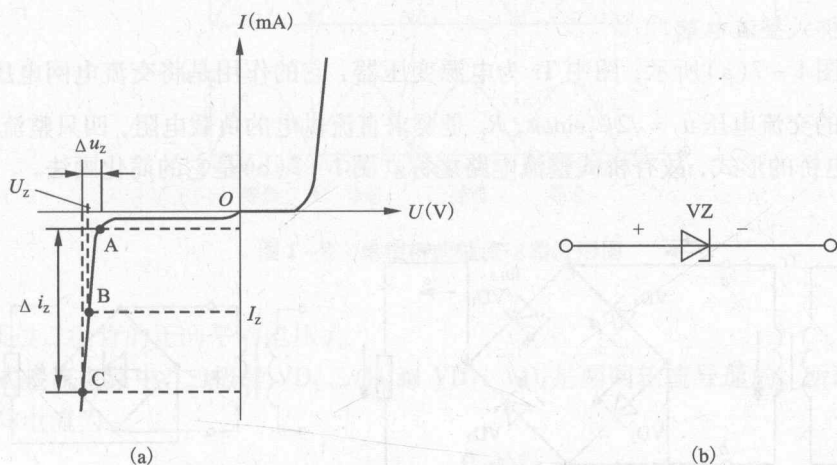


图 1-6 稳压二极管的伏安特性曲线及其符号

(a) 伏安特性曲线 (b) 符号

(2) 稳压二极管的主要参数和使用

稳定电压 U_z ——稳压二极管在正常工作状态下两端的反向击穿电压值。

稳定电流 I_z ——稳压二极管在稳定电压 U_z 下的工作电流。

最大耗散功率 P_{ZM} ——稳压二极管的稳定电压 U_z 与最大稳定电流 I_{ZM} 的乘积。在使用中若超过 P_{ZM} , 稳压管将被烧毁。

温度系数——通常稳压值 U_z 高于 6V 的稳压二极管是具有正温度系数, 稳压值低于 6V 的稳压二极管是具有负温度系数, 稳压值在 6V 左右的稳压管温度系数最小。由于硅材料管的热稳定性比锗材料管好, 所以一般采用硅材料制作稳压二极管。

4. 变容二极管

变容二极管是利用 PN 结的电容效应工作的一种特殊二极管, 它工作在反向偏置状态, 改变反偏直流电压, 就可以改变其电容量。变容二极管应用于谐振电路中, 例如在电视机电路中把变容二极管作为调谐回路的可变电容器, 实现频道的选择。

1.2 单相桥式整流、滤波、稳压电路

基础知识

一、整流电路

整流电路的功能是利用二极管的单向导电性将正弦交流电压转换成单向脉动电压。整流电路有单相整流和三相整流,有半波整流、全波整流、桥式整流等。这里重点讨论单相桥式整流。

下面分析整流电路时,为简单起见,把二极管当作理想元件来处理,即认为它的正向导通电阻为零,而反向电阻为无穷大。

1. 单相桥式整流电路

电路如图 1-7(a) 所示,图中 Tr 为电源变压器,它的作用是将交流电网电压 u_1 变成整流电路要求的交流电压 $u_2 = \sqrt{2}U_2 \sin \omega t$, R_L 是要求直流供电的负载电阻,四只整流二极管 $VD_1 \sim VD_4$ 接成电桥的形式,故有桥式整流电路之称。图 1-7(b) 是它的简化画法。

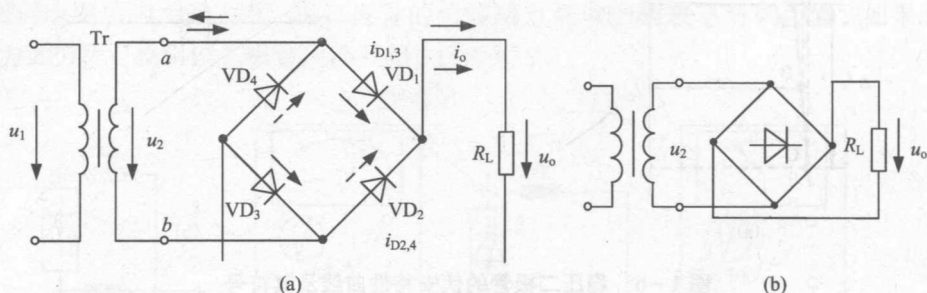


图 1-7 单相桥式整流电路

(a) 单相桥式整流电路 (b) 简化画法

在电源电压 u_2 的正、负半周内(设 a 端为正, b 端为负时是正半周)电流通路分别用图 1-7(a) 中实线和虚线箭头表示。负载 R_L 上的电压 u_o 的波形如图 1-8 所示。电流 i_o 的波形与 u_o 的波形相同。显然,它们都是单方向的全波脉动波形。

2. 桥式整流电路的技术指标

整流电路的技术指标包括整流电路的工作性能指标和整流二极管的性能指标。整流电路的工作性能指标有输出电压 U_o 和脉动系数 S 。二极管的性能指标有流过二极管的平均电流 I_D 和管子所承受的最大反向电压 $\bar{U}_{DRM}$ 。下面来分析桥式整流电路的技术指标。

(1) 输出电压的平均值 U_o

$$U_o = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \omega t d\omega t = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0.9 U_2 \quad (1-1)$$

直流电流为

$$I_o = \frac{0.9U_2}{R_L} \quad (1-2)$$

(2) 脉动系数 S

图 1-8 中整流输出电压波形中包含有若干偶次谐波分量称为纹波，它们叠加在直流分量上。我们把最低次谐波幅值与输出电压平均值之比定义为脉动系数。全波整流电压的脉动系数约为 0.67，故需用滤波电路滤除 u_o 中的纹波电压。

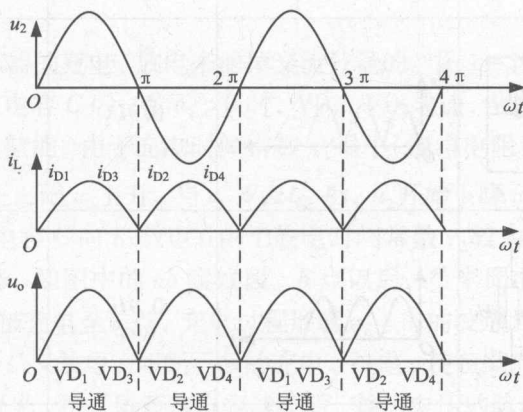


图 1-8 单相桥式整流电路波形图

(3) 流过二极管的正向平均电压 I_D

在桥式整流电路中，二极管 VD_1 、 VD_3 和 VD_2 、 VD_4 是两两轮流导通的，所以流经每个二极管的平均电流为

$$I_D = \frac{1}{2} I_L = \frac{0.45U_2}{R_L} \quad (1-3)$$

(4) 二极管承受的最大反向电压 U_{DRM}

二极管在截止时管子承受的最大反向电压可从图 1-8 看出。在 u_2 正半周时， VD_1 、 VD_3 导通， VD_2 、 VD_4 截止。此时 VD_2 、 VD_4 所承受到的最大反向电压均为 u_2 的最大值，即

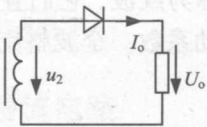
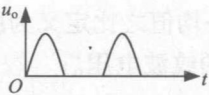
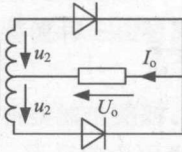
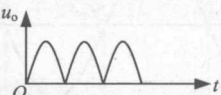
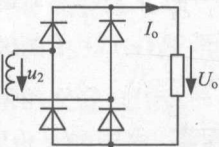
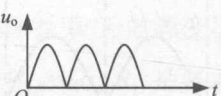
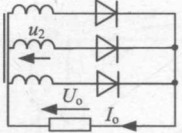
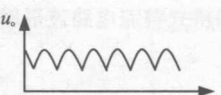
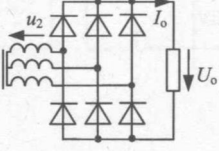
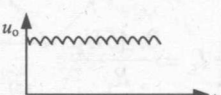
$$U_{DRM} = \sqrt{2}U_2 \quad (1-4)$$

同理，在 u_2 的负半周 VD_1 、 VD_3 也承受同样大小的反向电压。

桥式整流电路的优点是输出电压高，纹波电压较小，管子所承受的最大反向电压较低，同时因电源变压器在正负半周内都有电流供给负载，电源变压器得到充分的利用，效率较高。因此，这种电路在半导体整流电路中得到了广泛的应用。电路的缺点是二极管用得较多。目前市场上已有许多品种的半桥和全桥整流电路出售，而且价格便宜，这对桥式整流电路缺点是一大弥补。

表 1-1 给出了常见的几种整流电路的电路图、整流电压的波形及计算公式。

表 1-1 常见的几种整流电路

类型	电路	整流电压的波形	整流电压 平均值	每管电流 平均值	每管承受 最高反压
单相 半波			$0.45U_2$	I_o	$\sqrt{2}U_2$
单相 全波			$0.9U_2$	$\frac{1}{2}I_o$	$2\sqrt{2}U_2$
单相 桥式			$0.9U_2$	$\frac{1}{2}I_o$	$\sqrt{2}U_2$
三相 半波			$1.17U_2$	$\frac{1}{3}I_o$	$\sqrt{3}\sqrt{2}U_2$
三相 桥式			$2.34U_2$	$\frac{1}{3}I_o$	$\sqrt{3}\sqrt{2}U_2$

在实际应用中经常用到的全桥整流堆是将 4 只整流二极管集中制作成一体，其内部电路和外形如图 1-9 所示。通过全桥整流堆代替 4 只整流二极管与电源变压器连接，就可以直接连接成单相桥式整流电路。

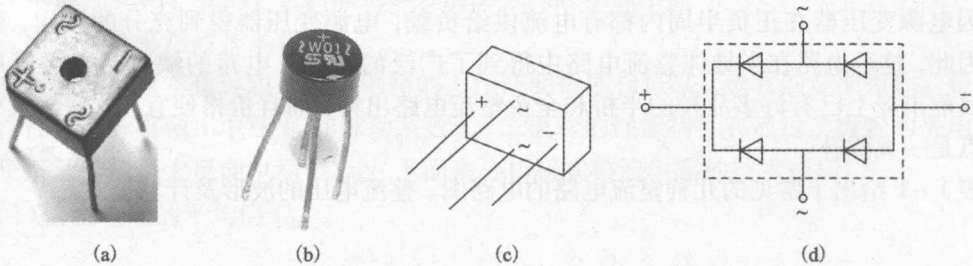


图 1-9 全桥整流堆

二、滤波电路

滤波电路的作用是滤除整流电压中的纹波。常用的滤波电路有电容滤波、电感滤波、复式滤波及有源滤波。这里仅讨论电容滤波和电感滤波。

1. 电容滤波电路

电容滤波电路是最简单的滤波器，它是在整流电路的负载上并联一个电容 C 。电容为带有正负极性的大容量电容器，如电解电容、钽电容等，电路形式如图 1-10(a) 所示。

(1) 滤波原理

电容滤波是通过电容器的充电、放电来滤掉交流分量的。图 1-10(b) 的波形图中虚线波形为桥式整流的波形。并入电容 C 后，在 $u_2 > 0$ 时， VD_1 、 VD_3 导通， VD_2 、 VD_4 截止，电源在向 R_L 供电的同时，又向 C 充电储能，由于充电时间常数 τ_1 很小（绕组电阻和二极管的正向电阻都很小），充电很快，输出电压 u_o 随 u_2 上升，当 $u_c = \sqrt{2}U_2$ 后， u_2 开始下降 $u_2 < u_c$ ， $t_1 \sim t_2$ 时段内， $VD_1 \sim VD_4$ 全部反偏截止，由电容 C 向 R_L 放电，由于放电时间常数 τ_2 较大，放电较慢，输出电压 u_o 随 u_c 按指数规律缓慢下降，如图中的 ab 实线段。 b 点以后，负半周电压 $u_2 > u_c$ ， VD_1 、 VD_3 截止， VD_2 、 VD_4 导通， C 又被充电至 c 点，充电过程形成 $u_o = u_2$ 的波形为 bc 实线段。 c 点以后， $u_2 < u_c$ ， $VD_1 \sim VD_4$ 又截止， C 又放电，如此不断的充电、放电，使负载获得如图 1-10(b) 中实线所示的 u_o 波形。由波形可见，桥式整流接电容滤波后，输出电压的脉动程度大为减小。

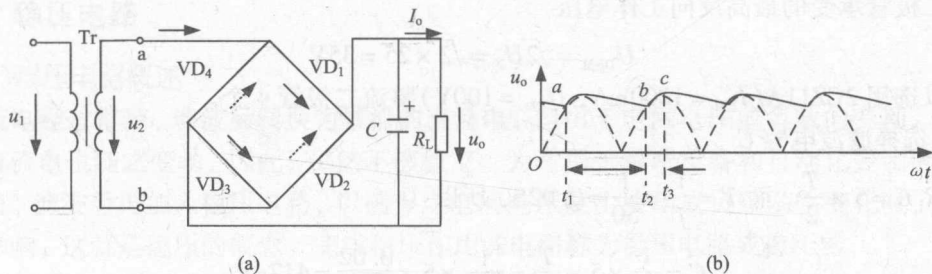


图 1-10 桥式整流电容滤波电路及波形

(a) 电路 (b) 波形

(2) U_o 的大小与元件的选择

由上讨论可见，输出电压平均值 U_o 的大小与 τ_1 、 τ_2 的大小有关， τ_1 越小， τ_2 越大， U_o 也就越大。当负载 R_L 开路时， τ_2 无穷大，电容 C 无放电回路， U_o 达到最大，即 $U_o = \sqrt{2}U_2$ ；若 R_L 很小时，输出电压几乎与无滤波时相同。因此，电容滤波器输出电压在 $0.9U_2 \sim \sqrt{2}U_2$ 范围内波动，在工程上一般采用经验公式估算其大小， R_L 愈小，输出平均电压愈低，因此输出平均电压可按下述工程估算取值

$$\left. \begin{aligned} U_o &= U_2 (\text{半波}) \\ U_o &= 1.2U_2 (\text{全波}) \end{aligned} \right\} \quad (1-5)$$

为了达到式(1-5)的取值关系，获得比较平直的输出电压，一般要求 $R_L \geq (5 \sim 10)$

$\frac{1}{\omega C}$ ，即

$$R_L C \geq (3 \sim 5) \frac{1}{T} \quad (1-6)$$

式中 T 为电源交流电压的周期。

对于单相桥式整流电路而言,无论有无滤波电容,二极管的最高反向工作电压都是 $\sqrt{2}U_2$ 。

关于滤波电容值的选取应视负载电流的大小而定。一般在几十微法到几千微法,电容器耐压应大于 $\sqrt{2}U_2$ 。

例 1-1 需要一单相桥式整流电容滤波电路,电路如图 1-11 所示。交流电源频率 $f=50\text{Hz}$, 负载电阻 $R_L=120\Omega$, 要求直流电压 $U_o=30\text{V}$ 试选择整流元件及滤波电容。

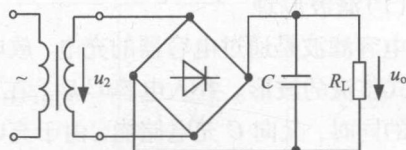


图 1-11 例 1-1 的图

解 (1) 选择整流二极管

① 流过二极管的平均电流

$$I_D = \frac{1}{2} I_o = \frac{1}{2} \frac{U_o}{R_L} = \frac{1}{2} \times \frac{30}{120} = 125\text{mA}$$

由 $U_o=1.2U_2$, 所以交流电压有效值

$$U_2 = \frac{U_o}{1.2} = \frac{30}{1.2} = 25\text{V}$$

② 二极管承受的最高反向工作电压

$$U_{\text{DRM}} = \sqrt{2}U_2 = \sqrt{2} \times 25 = 35\text{V}$$

可以选用 2CZ11A ($I_{\text{RM}}=1000\text{mA}$, $U_{\text{RM}}=100\text{V}$) 整流二极管 4 个。

(2) 选择滤波电容 C

取 $R_L C = 5 \times \frac{T}{2}$, 而 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02\text{S}$, 所以

$$C = \frac{1}{R_L} \times 5 \times \frac{T}{2} = \frac{1}{120} \times 5 \times \frac{0.02}{2} = 417\mu\text{F}$$

可以选用 $C=500\mu\text{F}$, 耐压值为 50V 的电解电容器。

电容滤波电路结构简单,输出电压较高,脉动较小,但电路的带负载能力不强,因此,电容滤波通常适合在小电流,且变动不大的电子设备中使用。

2. 电感滤波电路

在桥式整流电路和负载电阻 R_L 间串入一个电感器 L , 如图 1-12 所示。利用电感的储能作用可以减小输出电压的纹波,从而得到比较平滑的直流。当忽略电感器 L 的电阻时,负载上输出的平均电压和纯电阻(不加电感)负载相同,即

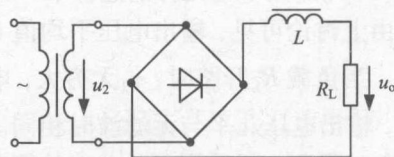


图 1-12 桥式整流电感滤波电路

$$U_o = 0.9U_2 \quad (1-7)$$

电感滤波的特点是,整流管的导电角较大(电感 L 的反电势使整流管导电角增大),峰值电流很小,输出特性比较平坦。其缺点是由于铁芯的存在,笨重、体积大,易引起电磁干扰。一般只适用于大电流的场合。

3. 复式滤波器

在滤波电容 C 之前加一个电感 L 构成了 LC 滤波电路。如图 1-13(a) 所示。这样可使输出至负载 R_L 上的电压的交流成分进一步降低。该电路适用于高频或负载电流较大并要求脉动很小的电子设备中。

为了进一步提高整流输出电压的平滑性,可以在 LC 滤波电路之前再并联一个滤波电容 C_1 ,如图 1-13(b) 所示。这就构成了 πLC 滤波电路。

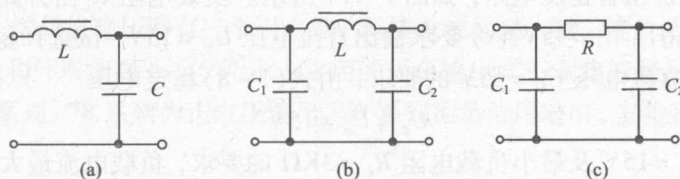


图 1-13 复式滤波电路

(a) LC 型滤波器 (b) πLC 型滤波器 (c) πRC 型滤波器

由于带有铁芯的电感线圈体积大,价格也高,因此常用电阻 R 来代替电感 L 构成 πRC 滤波电路,如图 1-13(c) 所示。只要适当选择 R 和 C_2 参数,在负载两端可以获得脉动极小的直流电压。在小功率电子设备中被广泛采用。

三、稳压电路

(一) 稳压电路概述

交流电经过整流、滤波后转换为平滑的直流电,但由于电网电压或负载的变动,使输出的平滑直流电也随之变动,因此,仍然不够稳定。为适用于精密设备和自动化控制等,有必要在整流、滤波后再加入稳压电路,以确保当电网电压发生波动或负载发生变化时,输出电压不受影响,这就是稳压的概念。完成稳压作用的电路称为稳压电路或稳压器。

(二) 稳压二极管稳压电路

稳压二极管稳压电路是最简单的一种稳压电路。这种电路主要用于对稳压要求不高的场合,有时也作为基准电压源。

图 1-14 就是稳压二极管稳压电路,又称并联型稳压电路,因其稳压管 VZ 与负载电阻 R_L 并联而得名。

引起电压不稳定的原因是交流电源电压的波动和负载电流的变化。而稳压管能

够稳压的原理在于稳压管具有很强的电流控制能力。当保持负载 R_L 不变, U_i 因交流电源电压增加而增加时,负载电压 U_o 也要增加,稳压管的电流 I_Z 急剧增大,因此电阻 R 上的压降急剧增加,以抵偿 U_i 的增加,从而使负载电压 U_o 保持近似不变。相反, U_i 因交流电源电压降低而降低时,稳压过程与上述过程相反。

如果保持电源电压不变,负载电流 I_o 增大时,电阻 R 上的压降也增大,负载电压 U_o 因而

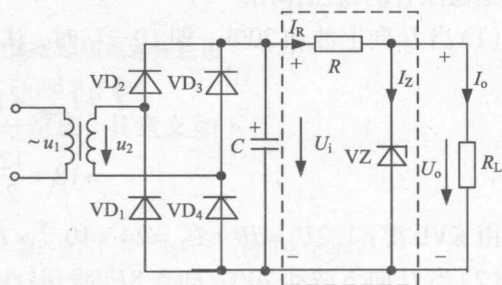


图 1-14 稳压管稳压电路