

21世纪高等职业技术教育规划教材

——电子信息类

高等职业技术教育“十二五”规划教材

电子技术及应用教程

DIANZI JISHU
JI YINGYONG
JIAOCHENG

主 编 陈慧琴 王治平
副主编 刘 健 张丽艳
主 审 王龙义



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

21 世纪高等职业技术教育规划教材——电子信息类
高等职业技术教育“十二五”规划教材

电子技术及应用教程

主 编 陈慧琴 王治平
副主编 刘 健 张丽艳
主 审 王龙义

西南交通大学出版社
成 都

内容简介

本书是根据电类、机电类等专业的培养目标,紧密结合高职高专教育教学特点而精心编写的电子技术及应用教程。全书融入了行动引导型教学法的理念,突出“教、学、做一体化”的特色,将理论与仿真实验、实训相结合,既注重基本理论,又注重应用技能。全书分为8个学习任务,分别为:直流稳压电源的制作、基本放大电路的制作、集成运算放大器的应用、低频功率放大器的应用、三变量多数表决电路的制作、四位十进制数循环显示电路的制作、四路抢答器的制作、定时报警电路的制作等。

本书可作为高职高专电类、机电类、计算机等专业的专业基础课教材,也可供电子工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术及应用教程 / 陈慧琴, 王治平主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2012.12
21 世纪高等职业技术教育规划教材. 电子信息类 高等职业技术教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5643-1935-9

I. ①电… II. ①陈… ②王… III. ①电子技术—高等职业教育—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 199040 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材——电子信息类
高等职业技术教育“十二五”规划教材

电子技术及应用教程

主编 陈慧琴 王治平

责任编辑	黄淑文
特邀编辑	宋彦博
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	15.125
字 数	376 千字
版 次	2012 年 12 月第 1 版
印 次	2012 年 12 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1935-9
定 价	29.80 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

高职高专院校的培养目标是培养高素质、高级技能型的专门人才。围绕这一培养目标，作者结合多年高等职业教育教学改革与实践的经验，精心编写了本书，以全新的教学理念和教学方式介绍了现代电子技术的基本理论及应用技能。

本书的特点：

1. 强调知识、技能、职业素养的有机结合，淡化理论，以够用为度，加强应用技能、专业素养的培养。

2. 融入行动引导型教学法的理念，突出“教、学、做一体化”的特色，将理论与仿真实验、实训相结合，并遵循由浅入深、循序渐进的教育规律。

全书分为8个学习任务，分别为：直流稳压电源的制作、基本放大电路的制作、集成运算放大器的应用、低频功率放大器的应用、三变量多数表决电路的制作、四位十进制数循环显示电路的制作、四路抢答器的制作、定时报警电路的制作等。

在编写过程中，本书力求使知识内容更贴近职业技能的需要。为了增强教学效果，本书将每个学习任务都分为学习目标、任务描述、相关知识、任务实施、学习评价、知识拓展、练习与提高等环节。同时，为了拓展学生的职业技能，书中引入了Multisim仿真内容。

本书由山西机电职业技术学院陈慧琴、王治平任主编，山西机电职业技术学院刘健和重庆能源职业学院张丽艳任副主编，山西机电职业技术学院王成高、薛清梅、张翼翔、杨泽晖参加了编写。学习任务一由王治平编写，学习任务二由王成高编写，学习任务三由杨泽晖编写，学习任务四由张翼翔编写，学习任务五由薛清梅编写，学习任务六由刘健编写，学习任务七、八由陈慧琴编写；张丽艳对全书进行了统稿。全书由山西机电职业技术学院王龙义副教授担任主审。

本书可作为高职高专通信技术、电气自动化技术、机电一体化技术以及数控技术等专业的电子技术课程教材，也可作为电子信息类专业的培训教材，还可供从事电子技术专业的工程技术人员参考。

因编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者多提宝贵意见。

编 者
2012年6月

目 录

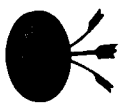
学习任务一 直流稳压电源的制作	1
学习目标	1
任务描述	1
相关知识	2
一、半导体二极管	2
二、二极管整流电路	6
三、滤波电路	9
四、三端集成稳压器及其稳压电路	10
任务实施	13
一、原理分析	13
二、任务所需工具、仪器及元器件	14
三、元件的识别与检测	14
四、三端集成稳压器稳压电路的组装与测试	29
五、常见故障分析	30
学习评价	31
知识拓展	32
一、电感滤波电路和复式滤波电路	32
二、稳压电路	33
练习与提高	34
学习任务二 基本放大电路的制作	36
学习目标	36
任务描述	36
相关知识	37
一、半导体三极管	37
二、三极管放大电路的静态分析	43
三、三极管放大电路的动态分析	46
四、稳定静态工作点的放大电路	51
五、共集电极和共基极放大电路	55
六、放大电路中的负反馈	60
七、多级放大电路	63

任务实施.....	66
一、原理分析.....	66
二、任务所需工具、仪器及元器件.....	67
三、电路的组装与调试.....	67
学习评价.....	71
知识拓展.....	71
场效应晶体管及其放大电路.....	71
练习与提高.....	78
学习任务三 集成运算放大器的应用.....	82
学习目标.....	82
任务描述.....	82
相关知识.....	83
一、集成运放的基本结构.....	83
二、集成运放的输入级——差分放大器.....	84
三、运算放大器的线性应用.....	88
四、集成运放的使用.....	97
任务实施.....	100
一、原理分析.....	100
二、任务所需工具、仪器及元器件.....	101
三、电路组装与调试.....	101
学习评价.....	102
知识拓展.....	102
集成运放的非线性应用.....	102
练习与提高.....	105
学习任务四 低频功率放大器的应用.....	108
学习目标.....	108
描述任务.....	108
相关知识.....	109
一、功率放大电路的特点与类型.....	109
二、乙类双电源互补对称功率放大电路.....	111
三、甲乙类功率放大电路.....	113
四、甲乙类 OTL 功率放大电路.....	114
五、集成功率放大电路.....	115
任务实施.....	118
一、原理分析.....	118
二、任务所需工具、仪器及元器件.....	118
三、整机电路的装配.....	119

学习评价.....	121
知识拓展.....	122
一、复合管.....	122
二、甲乙类自举 OTL 功率放大电路.....	122
练习与提高.....	123
学习任务五 三变量多数表决电路的制作.....	125
任务目标.....	125
任务描述.....	125
相关知识.....	126
一、数字电路概述.....	126
二、数制与编码.....	127
三、逻辑代数基本公式、定理和规则.....	134
四、逻辑函数的表示和化简.....	136
五、集成逻辑门电路.....	146
任务实施.....	156
一、原理分析.....	156
二、任务所需工具、仪器及元器件.....	157
三、电路装配和调试.....	157
学习评价.....	160
练习与提高.....	160
学习任务六 四位十进制数循环显示电路的制作.....	162
学习目标.....	162
任务描述.....	162
相关知识.....	162
一、组合逻辑电路的分析与设计.....	162
二、编码器.....	167
三、译码器.....	169
四、数据选择器.....	174
任务实施.....	176
一、原理分析.....	176
二、任务所需工具、仪器及元器件.....	178
三、电路组装与调试.....	178
学习评价.....	180
知识拓展.....	181
一、数值加法器.....	181
二、数值比较器.....	182
练习与提高.....	184

学习任务七 四路抢答器的制作	186
学习目标	186
任务描述	186
相关知识	187
一、触发器概述	187
二、基本 RS 触发器	188
三、D 触发器	190
四、JK 触发器	193
五、T 触发器和 T' 触发器	195
任务实施	196
一、原理分析	196
二、任务所需工具、仪器及元器件	198
三、电路组装与调试	198
学习评价	198
知识拓展	199
八路抢答器	199
练习与提高	201
学习任务八 定时报警电路的制作	204
学习目标	204
任务描述	204
相关知识	205
一、时序逻辑电路分析方法	206
二、计数器	207
三、555 定时器及其应用	220
任务实施	224
一、原理分析	224
二、任务所需工具、仪器及元器件	225
三、电路组装与调试	226
学习评价	227
知识拓展	227
寄存器	227
练习与提高	230
参考文献	233

直流稳压电源的制作



学习目标

【知识目标】

- (1) 掌握二极管的导电特性以及整流电路、滤波电路的工作原理。
- (2) 熟悉稳压电路的作用以及三端集成稳压器的外部连接及应用。

【技能目标】

- (1) 掌握电阻、二极管、整流桥、电容器和三端集成稳压器的识别和检测方法。
- (2) 能按工艺要求装配直流稳压电源，并测试其主要技术指标。



任务描述

制作 12 V/200 mA 的直流稳压电源。

1. 直流稳压电源的组成

图 1.1 所示为直流稳压电源的基本组成部分，各部分作用如下：

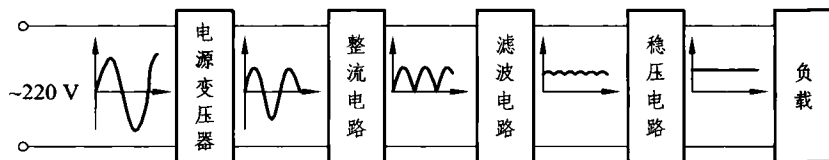


图 1.1 直流稳压电源基本组成部分

- (1) 电源变压器：将交流电网电压 u_1 变为合适的交流电压 u_2 。
- (2) 整流电路：将交流电压 u_2 变为脉动的直流电压 U_3 。

(3) 滤波电路：将脉动直流电压 U_3 转变为平滑的直流电压 U_4 。

(4) 稳压电路：清除电网波动及负载变化的影响，保持输出电压 U_o 的稳定。三端稳压电路原理如图 1.2 所示。

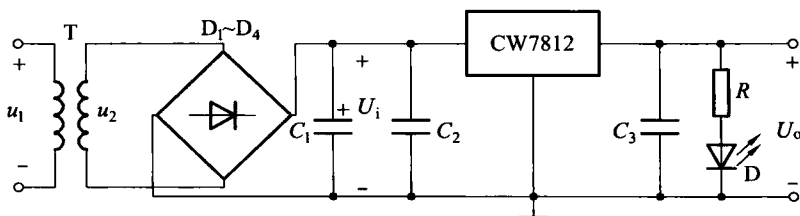


图 1.2 三端稳压电路原理图

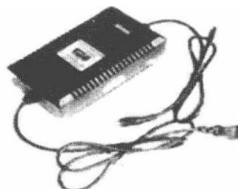
2. 各种直流稳压电源（图 1.3）



(a) 单放机电源



(b) 手机充电器



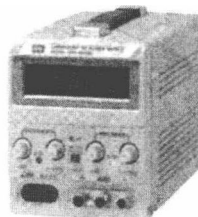
(c) 电动车充电器



(d) 笔记本电脑专用电源



(e) 指针式直流稳压电源



(f) 数显直流稳压电源

图 1.3 直流稳压电源实物外形



相关知识

一、半导体二极管

(一) 半导体与 PN 结

半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的物质，具有热敏、光敏和掺杂特性。常用的半导体有硅（Si）和锗（Ge）。不含有任何杂质的半导体材料称为本征半导体。本征半导体属于理想半导体，在热激发的作用下，其内部会产生自由电子空穴对。在硅或锗等本征半导体

中掺入适量的磷、砷等五价元素，就形成了以自由电子为多数载流子的半导体，称为N型（电子型）半导体；若掺入适量的硼、镓、铟等三价元素，就形成了以空穴为多数载流子的半导体，称为P型（空穴型）半导体。如果通过特殊的扩散制作工艺，使一块本征半导体的一侧形成P型半导体，另一侧形成N型半导体，则在它们的交界处就形成了一个具有特殊性能的薄层，称为PN结。

PN结具有单向导电性，如图 1.4（a）所示。电源正极与P型半导体一侧连接，电源负极与N型半导体一侧连接，这种接法称为PN结上加正向电压（也称正向偏置，简称正偏）。此时电灯亮，说明通过PN结的电流较大，PN结处于正向导通状态。如果调换电源极性，如图 1.4(b)所示，电源正极与N型半导体一侧连接，电源负极与P型半导体一侧连接，这种接法称为PN结上加反向电压（也称反向偏置，简称反偏）。此时电灯不亮，说明通过PN结的电流很小或没有电流通过PN结，PN结处于反向截止状态。综上所述，PN结的单向导电性即正向导通、反向截止。

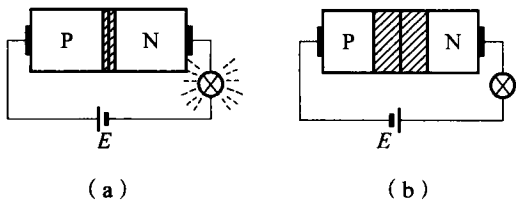


图 1.4 PN 结的单向导电性

（二）晶体二极管

晶体二极管是由PN结加上相应的外引线，然后用塑料、玻璃或金属等材料做外壳封装而成。接在P区的引出线称为二极管的阳极，接在N区的引出线称为二极管的阴极，如图 1.5（a）所示。二极管的电路符号如图 1.5（b）所示，箭头表示正向电流的方向。

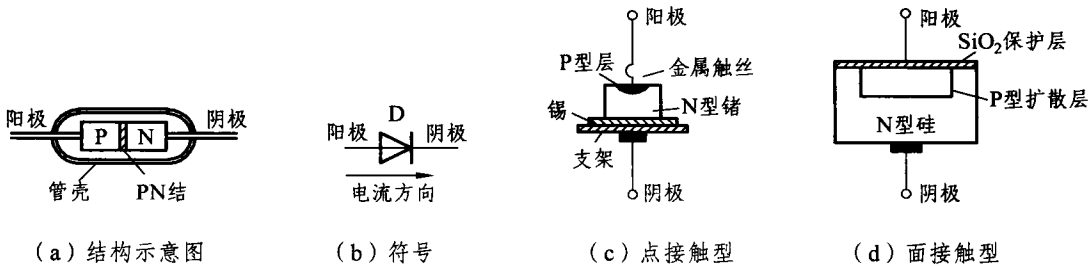


图 1.5 二极管的结构和电路符号

1. 二极管的结构和类型

二极管有许多类型：按结构形式分，有点接触型、面接触型和硅平面型等；按用途分，有整流二极管、检波二极管、稳压二极管、光电二极管和开关二极管等；按所用材料分，常用的有锗管和硅管。

1) 点接触型二极管

如图 1.5 (c) 所示, 点接触型二极管是用一根含杂质元素的金属丝压在半导体晶片上, 利用特殊工艺在接触点上形成PN结。因为其结面积小, 所以允许通过的电流小, 但结电容小, 工作频率高, 适合用作高频检波和开关器件。

2) 面接触型二极管

如图 1.5 (d) 所示, 面接触型二极管是采用合金法工艺制成的, 其PN结接触面积较大, 能够通过较大的正向电流, 其结电容也较大, 因此适合在较低的频率下工作, 主要用作整流器件。

2. 二极管的伏安特性曲线

二极管核心是一个PN结, 因此它一定具有PN结的特性。为了能全面了解二极管的单向导电性, 将加在二极管两端的电压和流过二极管的电流之间的关系以坐标曲线的方式表现出来, 这样的曲线称为二极管的伏安特性曲线, 如图 1.6 所示。

1) 正向特性

二极管两端加的正向电压较小时, 二极管不导通, PN结呈现高阻状态, 这段区域 (OA 段) 称为死区。一般硅管的死区电压约为 0.5 V , 锗管的约为 0.2 V 。正偏电压超过死区电压后, 二极管中电流开始增大, 呈导通状态。硅管的导通电压约为 0.7 V , 锗管的约为 0.3 V 。此时二极管处于正向导通状态。

2) 反向特性

二极管两端加的反向电压小于某一数值时 (OA' 段), 会有很小的反向电流, 且该电流在一定范围内基本不随反向电压变化而变化, 称此电流为二极管的反向饱和电流。一般硅管的反向饱和电流在几十微安以下, 锗管的则达几百微安。此时二极管处于反向截止状态。

3) 反向击穿

当反向电压继续增加, 并超过某一数值时, 反向电流急剧增大 (A' 点), 这种现象称为反向击穿。反向击穿有可能把二极管烧坏。

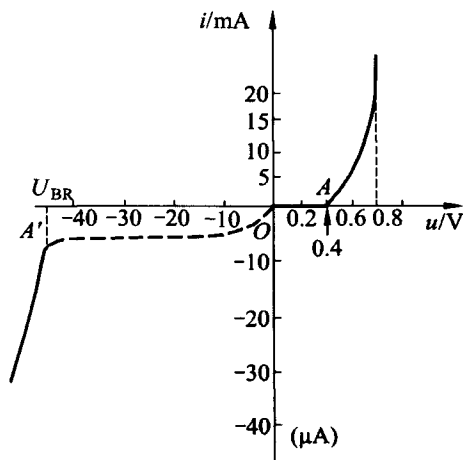


图 1.6 二极管的伏安特性

3. 二极管的主要参数

二极管的参数是反映二极管性能的指标, 在使用二极管时, 必须根据二极管参数合理使用。

1) 最大整流电流 I_F

指二极管在室温下长期工作, 允许通过的最大正向平均电流。若电流超过这一数值, 二极管将因过热而烧坏。

2) 最高反向工作电压 U_{RM}

指二极管允许承受的最大反向电压。为避免二极管反向击穿, U_{RM} 取反向击穿电压 U_{BR} 的一半, 超过此电压值, 将可能导致二极管反向击穿。

3) 反向电流 I_R

指二极管两端加反向电压而未被击穿时的反向电流, 其值越小越好。

4) 最高工作频率 f_M

指保持二极管单向导通性能时外加电压的最高频率。二极管工作频率与PN结的极间电容大小有关, 容量越小, 工作频率越高。

二极管的参数很多, 除上述参数外还有结电容、正向压降等, 在实际应用时, 可查阅半导体器件手册。

4. 其他类型二极管介绍

1) 稳压二极管

稳压二极管是一种硅材料制成的面接触型半导体二极管, 由于其专为在电路中稳定电压而设计, 故称为稳压管。其电路符号及伏安特性曲线如图 1.7 所示。稳压二极管的伏安特性曲线与普通二极管的伏安特性曲线相比较, 其正向特性曲线基本相同, 反向特性曲线有两个特别的地方: 一是稳压管工作的反向击穿电压一般比较低, 它的反向击穿电压就是稳压值, 且它的反向特性曲线比较陡; 二是稳压管的反向击穿是可逆的, 当稳压管反向击穿后, 限制反向电流在一定范围内, 管子不会因过热而损坏。从反向特性曲线可以看出, 反向电压在一定范围内变化时, 反向电流很小; 反向电压增大到击穿电压 (即稳压管的稳压值) 后, 电流虽然在很大范围内变化, 但稳压管两端的电压却几乎稳定不变, 稳压管就是利用这一特性在电路中起稳压作用的。因此, 在使用时, 稳压管必须反向偏置 (利用正向稳压除外), 且需要在外电路串联一限流电阻, 限制其工作电流在允许的范围内。另外, 稳压管可以串联使用, 一般不能并联使用, 因为并联有时会因电流分配不均而引起管子过载损坏。

稳压二极管的主要参数:

(1) 稳压电压 V_Z : 稳压二极管在正常工作时管子两端的电压。

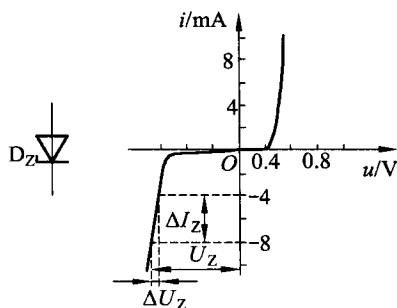
通常手册中所列的都是在一定条件下 (工作电流、温度) 测得的数值, 对于同一型号的稳压二极管来说, 其稳压值也有一定的离散性。例如, 稳压二极管 2CW19 的稳定电压为 11.5~14 V, 如果把一只 2CW19 稳压二极管接到电路中, 它可能稳压在 12 V; 若再换一只相同型号的稳压二极管, 则可能稳压在 13 V。

(2) 稳定电流 I_Z (最小稳定电流 I_{Zmin}): 稳压二极管工作在稳压状态的参考电流, 电流低于此值, 稳压效果变坏, 甚至不能稳压。

(3) 最大稳定电流 I_{ZM} : 稳压二极管允许通过的最大反向电流。

稳压二极管工作时的电流应小于这个电流, 若超过这个值管子会因电流过大造成热击穿而损坏。正常工作时, $I_{Zmin} < I < I_{Zmax}$ 。

(4) 动态电阻 r_z : 稳压二极管在稳压状态时, 其电压的变化量与相应电流变化量的比值,



(a) 电路符号 (b) 伏安特性

图 1.7 稳压二极管的伏安特性和电路符号

即

$$r_z = \frac{\Delta V_z}{\Delta I_z}$$

该式表明,稳压二极管的反向伏安特性曲线越陡,则动态电阻 r_z 就越小,稳压性能也就越好。

(5) 最大允许耗散功率 P_{ZM} :管子不致发生热击穿而损坏的最大功率损耗,它等于最大稳定电流与相应稳定电压的乘积。

2) 发光二极管

发光二极管和普通二极管一样,也具有单向导电性,只是在正向偏置时,会发出一定波长的光。其电路符号及实物外形如图 1.8 所示。

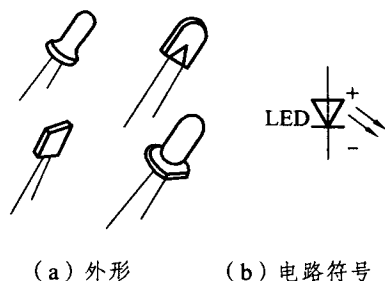


图 1.8 发光二极管的外形和电路符号

二、二极管整流电路

整流就是把大小、方向都随时间变化的交流电变换成直流电。完成这一任务的电路称为整流电路。常见的整流电路有单相半波、全波、桥式和倍压整流电路。这里主要介绍单相半波整流电路和单相桥式整流电路。

(一) 单相半波整流电路

单相半波整流电路如图 1.9 (a) 所示,由变压器T、整流二极管D及负载电阻 R_L 组成。

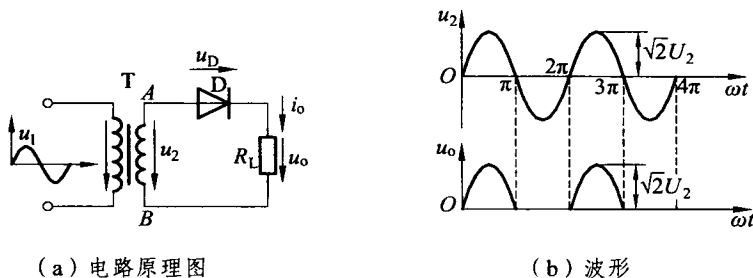


图 1.9 单相半波整流电路原理图及波形

1. 工作原理

变压器T把电网电压 u_1 变换成所需要的交流电压 u_2 , 设 $u_2 = \sqrt{2}U_2 \sin \omega t$ (U_2 为变压器二次侧电压有效值)。

(1) 在 u_2 正半周,二极管D正偏导通,导电路径为 $A \rightarrow D \rightarrow R_L \rightarrow B$, 电流 i_o 自上而下流过 R_L , 产生电压 u_o 为半个正弦波。

(2) 在 u_2 负半周,二极管D反偏截止, 电路中无电流通过, R_L 两端电压 u_o 为零。

可见,在交流电压 u_2 的整个周期内,负载 R_L 上得到一个单方向的脉动直流电压。由于流过负载电阻的电流和加在负载两端的电压只有半个周期的正弦波, 故这种整流电路称作半波整流电路。电路输出电压波形如图 1.9 (b) 所示。

2. 参数计算

理论与实践表明，负载两端的平均电压和平均电流分别是

$$U_{o(AV)} = 0.45U_2 \quad (1.1)$$

$$I_{o(AV)} = I_D = \frac{U_{o(AV)}}{R_L} = \frac{0.45U_2}{R_L} \quad (1.2)$$

二极管截止时，管子两端承受的最大反向电压为

$$U_{D(RM)} = U_{2m} = \sqrt{2}U_2 \quad (1.3)$$

单相半波整流电路结构简单，所用二极管数量较少。但是，由于它只利用了交流电压的半个周期，所以输出电压低，交流分量大（即脉动大），效率低。因此，这种电路仅适用于负载电流小，对脉动要求不高的场合。

（二）单相桥式整流电路

单相桥式整流电路如图 1.10（a）所示，由变压器T、整流二极管 $D_1 \sim D_4$ 及负载电阻 R_L 组成。

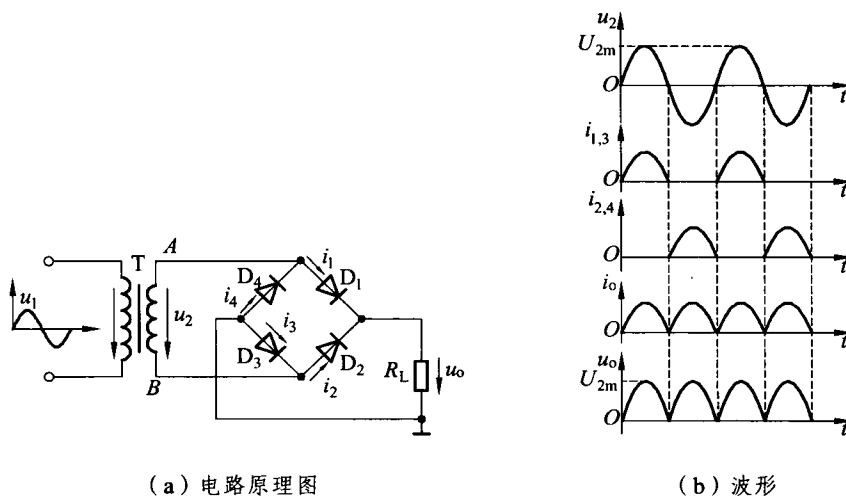


图 1.10 单相桥式整流电路原理图及波形

1. 工作原理

（1）在 u_2 正半周，二极管 D_1 、 D_3 同时正偏导通（此时二极管 D_2 、 D_4 反偏截止），导电路径为 $A \rightarrow D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_3 \rightarrow B$ ，电流 i_o 自上而下流过 R_L ，产生电压 u_o 为半个正弦波。

（2）在 u_2 负半周，二极管 D_2 、 D_4 同时正偏导通（此时二极管 D_1 、 D_3 反偏截止），导电路径为 $B \rightarrow D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_4 \rightarrow A$ ，电流 i_o 仍然自上而下流过 R_L ，产生电压 u_o 也为半个正弦波。

4 只二极管两两轮流导通，负载上得到单一方向的脉动直流电压，如图 1.10（b）所示。

2. 参数计算

在单相桥式整流电路中, 负载电阻 R_L 上的平均电压、平均电流分别是

$$U_{o(AV)} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0.9U_2 \quad (1.4)$$

$$I_{o(AV)} = \frac{U_{o(AV)}}{R_L} = \frac{0.9U_2}{R_L} \quad (1.5)$$

在桥式整流电路中, 二极管 D_1 、 D_3 和 D_2 、 D_4 是两两轮流导通半个周期的, 所以流经每个二极管的平均电流为

$$I_{D(AV)} = \frac{1}{2} I_{o(AV)} = \frac{0.45U_2}{R_L} \quad (1.6)$$

二极管截止时, 管子两端承受的最大反向电压为

$$U_{D(RM)} = U_{2m} = \sqrt{2}U_2 \quad (1.7)$$

【例】一单相桥式整流电路, $U_2 = 40 \text{ V}$, 负载电阻 $R_L = 300 \Omega$ 。

(1) 计算 $U_{o(AV)}$ 和 $I_{o(AV)}$;

(2) 根据电路要求选择整流二极管。

解: (1) 整流输出电压的平均值 (直流分量) 为

$$U_{o(AV)} = 0.9U_2 = 0.9 \times 40 = 36 \text{ (V)}$$

流过负载的电流平均值 (直流分量) 为

$$I_{o(AV)} = \frac{U_{o(AV)}}{R_L} = \frac{36}{300} = 120 \text{ (mA)}$$

(2) 流过二极管的正向平均电流

$$I_{D(AV)} = \frac{I_{o(AV)}}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ (mA)}$$

每只二极管截止时承受的最高反向电压为

$$U_{D(RM)} = \sqrt{2}U_2 = 40 \times \sqrt{2} = 56.57 \text{ (V)}$$

为了使整流电路安全工作, 在选择二极管时, 二极管的最大整流电流 I_F 应大于二极管中流过的电流平均值 $I_{o(AV)}$, 二极管的反向工作电压峰值 U_{RM} 应比二极管在电路中承受的最高反向电压 $U_{D(RM)}$ 大一倍左右。因此可选用 2CZ52C 二极管, 其最大整流电流为 100 mA, 反向工作电压峰值为 100 V。

(三) 硅整流桥简介

为了方便, 目前已生产出桥式整流的组合器件——硅整流桥, 又称桥堆。它是将桥式整流电路的四个二极管集中制作成一个整体。其外形及电路符号如图 1.11 所示, 其中两个引出线端 (图中标有 “~” 符号) 为交流电源输入端, 另外两个引出线端为负载端。

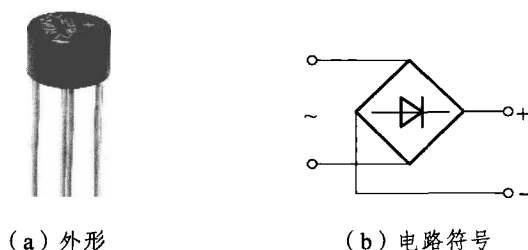


图 1.11 硅整流桥外形及电路符号

三、滤波电路

整流输出的脉动直流中含有不少交流成分，为了得到平滑的直流电，可采用滤波电路将脉动直流电中的交流分量滤除。常用的滤波电路有电容滤波电路、电感滤波电路、 LC 滤波电路和 π 形滤波电路。本项目采用电容滤波电路。

将电容器与整流电路的负载并联就构成单相桥式整流电容滤波电路，如图 1.12 (a) 所示。

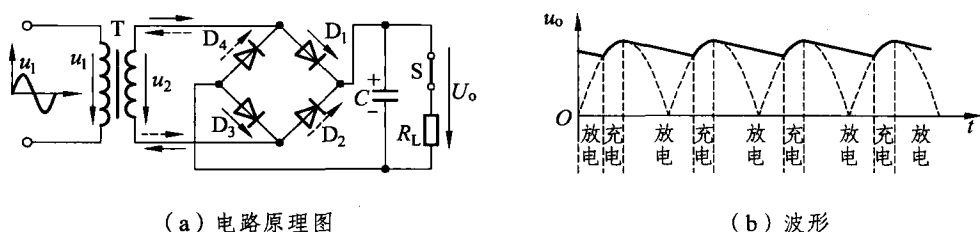


图 1.12 桥式整流电容滤波电路原理图及波形图

1. 工作原理

设电容两端初始电压为零，并假定 $t=0$ 时接通电路，在 u_2 正半周，当 u_2 由零上升时， D_1 、 D_3 导通， C 被充电，同时电流经 D_1 、 D_3 向负载 R_L 供电。忽略二极管正向压降和变压器内阻，电容充电时间常数近似为零，因此 $u_o = u_c \approx u_2$ 。在 u_2 达到最大值时， u_c 也达到最大值，然后 u_2 下降，此时， $u_c > u_2$ ， D_1 、 D_3 截止，电容 C 向负载电阻 R_L 放电。由于放电时间常数 $\tau = R_L C$ 一般较大，电容电压 u_c 按指数规律缓慢下降。当下降到 $|u_2| > u_c$ 时， D_2 、 D_4 导通，电容 C 再次被充电，输出电压增大，又重复上述充放电过程。周而复始，负载 R_L 上就得到较为平滑的电压，如图 1.12 (b) 所示

通过上述工作过程可以看到，滤波电路的实质是：在电源电压升高时，利用电容把能量储存起来，在电源电压降低时，又将能量释放出来，从而使电压波动减小。

2. 电容滤波电路参数计算

1) 输出电压

空载时：

$$U_o = \sqrt{2}U_2 \quad (1.8)$$

有载时：