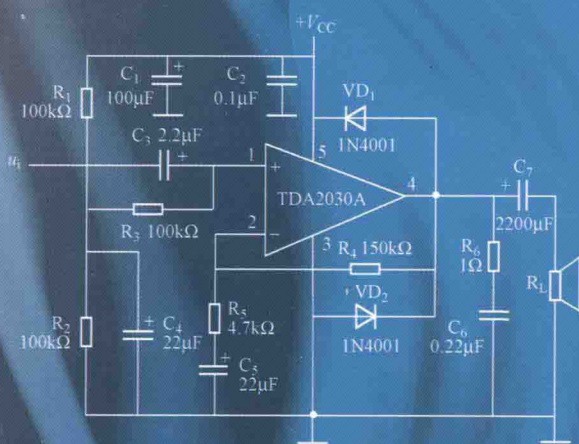


电子电路 分析与实践

唐俊英 编著



行动导向



工学结合



任务驱动



学生主体



过程考核

国家示范性高职院校建设项目成果
高等职业教育教学改革系列规划教材·电子信息类

电子电路分析与实践

唐俊英 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

本书从十项典型的学习性工作任务出发,以电子技术基础知识为主,同时融入了常用电子元器件识别与检测、电子设备装接工艺和电子 CAD 等相关知识。通过十项工作任务的完成,不仅可使学生掌握有关基础理论知识,提高实际操作能力,而且还可以培养学生团结协作、文明生产的态度,使学生在操作中,在操作中获取相关的知识。

本书可作为高职高专院校电子技术、电子与信息类、电气自动化类、通信技术类、机电类等专业的教材,也可作为其他相近专业和工程技术人员学习电子技术的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路分析与实践 / 唐俊英编著. —北京:电子工业出版社, 2009.7

(高等职业教育教学改革系列规划教材·电子信息类)

国家示范性高职院校建设项目成果

ISBN 978-7-121-09103-2

I. 电… II. 唐… III. 电子电路—高等学校:技术学校—教材 IV.TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 102232 号

策划编辑:田领红

责任编辑:田领红 特约编辑:孙志明

印刷:北京市顺义兴华印刷厂

装订:三河市双峰印刷装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1 092 1/16 印张:13.5 字数:344 千字

印次:2009 年 7 月第 1 次印刷

印数:4 000 册 定价:22.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

出版说明

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有重要地位。随着我国新型工业化道路步伐加快，职业教育也迎来了蓬勃发展的黄金时期。尤其是近几年的示范性高职院校建设，对于整个中国的高职队伍来说，无疑是一次大机遇。

“国家示范性高等职业院校建设计划”项目于2006年启动，分三批在全国1168所独立设置的高职高专院校中遴选了100所立项建设院校，旨在遴选出一批在国内真正具有引领和示范作用的高职高专院校，以推动我国高等职业教育的改革和发展，进一步提高职业教育整体水平和人才培养质量。启动之初，周济部长就提出了对示范性高职院校的期望：改革的示范、发展的示范、管理的示范。截至目前，示范性院校建设已经初现成果，无论在办学实力、管理水平还是校企合作、辐射能力方面都有大幅度提高，尤其是教学改革方面，更是形成了大批的优秀教改成果和教学资源库。

电子工业出版社作为我国出版职业教育教材较早的出版社之一，多年来，一直在教材领域为战斗在职业教育一线的广大职业院校教育工作者贡献着我们的力量，积累了丰富的职业教材出版经验。今天，我们一如继往地秉承“诚信、创新、合作、共享”的企业价值观，联手国家示范性高职院校为推动职业教育发展再添绵力，结合各示范校比较成熟的建设成果和课改经验，着重推出这套“国家示范性高职院校建设项目成果 高等职业教育教学改革系列规划教材”。

本套教材具有以下特点：

1. 教材以行动为导向，以工学结合人才培养模式改革与实践为基础，按照典型性、对知识和能力的覆盖性、可行性原则，遵循认知规律与能力形成规律，设计教学载体，梳理理论知识，明确学习内容，使学生在职业情境中“学中做、做中学”。

2. 打破传统教材按章节划分理论知识的方法，将理论知识按照相应教学载体进行重构，并对知识内容以不同方式进行层面划分，如相关知识、拓展知识等。通过任务的完成使学生学有所用，学以致用，与传统的理论灌输有着本质的区别。

3. 教材体现了以学生为主，老师为辅。通过专业教室与多媒体教学设备的运用，引导学生自学、资料查阅、相互交流，老师只起引导和指导作用。

4. 教材体现了以学习过程进行教学评价，强调学生的过程成绩，彻底打破了期末笔试定成绩的传统。

5. 教材内容充分体现新知识、新技术、新工艺和新方法，突出工艺要领和操作技能的培养，具有超前性和先进性。

本套教材力图引领职业教材新方向，开辟和实践课改新思路，全面打造职业教育新理念、新体例。相信本套教材的出版会对高等职业教育的教学改革和人才培养起到积极的推动作用。对于教材中所存在的一些不尽如人意之处，将通过今后的教学实践不断修订、完善和充实，以便更好地服务于高等职业教育。

高等职业教育离不开广大教育工作者的支持，我们诚挚地邀请全国各地的专家、学者加入到我们的教材编写中来，汇聚天下教育精英，共同打造系列精品高职教材。

电子工业出版社

2009.6

前 言

根据《高技能人才培养体系建设“十一五”规划纲要》和国家对高等职业教育发展的要求,为落实“十一五”期间完善高技能型人才培养体系建设,加快培养一大批结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才的这一伟大建设目标,结合高等职业院校的教学要求和办学特色,我们编写了本教材。

本教材的内容及其实施过程有以下特点。

1. 本教材以行动为导向,以工学结合人才培养模式改革与实践为基础,运用工作任务要素(工作对象、工具、工作方式方法、劳动组织形式、工作要求等)梳理工作过程知识,明确学习内容,按照典型性、对知识和能力的覆盖性、可行性原则,遵循“从完成简单工作任务到完成复杂工作任务”的能力形成规律,设计出十项学习性工作任务。通过实施这十项学习性工作任务,使学生在职业情境中“学中做、做中学”。

2. 本教材是一门将模拟电子技术、数字电子技术、常用电子元器件识别与检测、电子设备装接工艺、电子CAD、电子技术实验、电子技术实训整合后的教材,通过课程的整合以弥补实际教学中所出现的学时不足问题。

3. 本教材打破了传统教材按章节划分的方法,将相关知识分为十项学习性工作任务,将学生应知应会的知识融入这十项任务中。每项任务又由任务提出、任务目标、相关知识、任务分析、任务制作、评分标准构成。在基础知识安排上,也打破了传统的知识体系,任务中牵涉什么知识就重点讲解这些知识(侧重概念,忽略复杂理论计算),和任务无关或关系较小的内容放在知识拓展中,让学生自学。通过任务的完成可使学生学有所用、学以致用,与传统的理论灌输有着质的区别。

4. 本教材在实施过程中,以学生为主,老师为辅。通过学生的自学、资料查阅、相互的交流来完成任务,而老师只起引导和指导作用。

5. 本教材的实施应在专业教室进行,专业教室要配备工作台、各种仪器仪表和工具及摄像投影多媒体教学设备。在专业教室中,学生分组进行学习、讨论、发言、制作、产品展示。

6. 学生成绩评定与传统方法有所不同,成绩评定不再有笔试,成绩的评定贯穿于各项任务的整个实施过程中,每项任务的成绩严格按评分标准来进行,最后按十项任务的总成绩给出该课程成绩。

本教材由邢台职业技术学院唐俊英教授制定编写大纲,并编写了主要内容。参加本书编写的还有韩会山、郭健、刘京中、王贵兰、师宁、徐小华、李立君。另外在编写过程中参考了大量的有关文献资料,因此对书后参考文献中所列的作者深表谢意。

由于作者水平有限,书中难免存在错误与不足之处,恳请读者批评指正。

编著者

2009年4月

目 录

任务一 简易直流稳压电源的分析与制作	1
一、任务提出	1
二、任务目标	1
三、相关知识	1
四、任务分析	11
五、任务制作	12
六、评分标准	17
任务二 光控开关的分析与制作	18
一、任务提出	18
二、任务目标	18
三、相关知识	19
四、任务分析	33
五、任务制作	34
六、评分标准	41
任务三 音频功率放大器的分析与制作	42
一、任务提出	42
二、任务目标	42
三、相关知识	43
四、任务分析	56
五、任务制作	58
六、评分标准	68
任务四 红外线报警器的分析与制作	70
一、任务提出	70
二、任务目标	70
三、相关知识	71
四、任务分析	89
五、任务制作	92
六、评分标准	97
任务五 无线话筒的分析与制作	99
一、任务提出	99
二、任务目标	99
三、相关知识	100
四、任务分析	111
五、任务制作	112

六、评分标准	115
任务六 触摸延时开关电路的分析与制作	116
一、任务提出	116
二、任务目标	116
三、相关知识	116
四、任务分析	132
五、任务制作	132
六、评分标准	133
任务七 电子密码锁控制电路的分析与制作	135
一、任务提出	135
二、任务目标	135
三、相关知识	136
四、任务分析	150
五、任务制作	151
六、评分标准	154
任务八 8 路竞赛抢答器的分析与制作	155
一、任务提出	155
二、任务目标	156
三、相关知识	156
四、任务分析	171
五、任务制作	173
六、评分标准	174
任务九 秒表电路的分析与制作	175
一、任务提出	175
二、任务目标	175
三、相关知识	175
四、任务分析	189
五、任务制作	189
六、评分标准	190
任务十 可燃性气体报警器的分析与制作	192
一、任务提出	192
二、任务目标	192
三、相关知识	192
四、任务分析	203
五、任务制作	204
六、评分标准	206
参考文献	207

任务一

简易直流稳压电源的分析与制作

一、任务提出

在工业或民用电子产品中，其控制电路通常采用直流电源来供电。对于直流电源的获取，除了直接采用蓄电池、干电池或直流发电机外，通常都是将电网的 380/220V 交流电通过电路转换的方式来获取。

本任务从简易直流稳压电源入手，分析交流电转换为直流电的方法，为后续各项任务所需直流电源的设计打下基础。

简易直流电源电路如图 1-1 所示，试分析其工作原理并制作该电路。

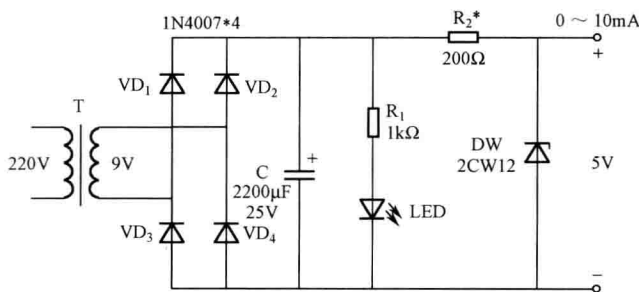


图 1-1 简易直流稳压电路原理图

二、任务目标

通过对简易直流稳压电源电路的分析与制作，使学生理解和掌握整流、滤波、稳压电路的构成及基本工作原理，能按工艺要求独立进行电路装配、测试和调试，并能独立排除装配、调试过程中出现的简单故障。

三、相关知识

1. 基本知识

(1) 半导体二极管

半导体二极管（简称二极管）是电子线路中最常用的半导体器件，它在电路中所起的



主要作用有整流、检波、限幅、开关、稳压等。

(2) 普通二极管

① 半导体二极管的外形、符号与分类

半导体二极管是具有 2 个电极的半导体器件，这 2 个电极分别称为正 (+) 极（或阳极）和负 (-) 极（或阴极）。其常见的外形和符号如图 1-2 所示。



图 1-2 半导体二极管的外形与符号

半导体二极管的种类有多种多样，若按结构的不同来分，可分为点接触型和面接触型；若按应用场合的不同来分，可分为整流二极管、稳压二极管、检波二极管、限幅二极管、开关二极管、发光二极管等；若按功率的不同可分为小功率、中功率和大功率；若按制作材料的不同，可分为锗二极管和硅二极管等。

② 半导体二极管的导电特性

半导体二极管的导电特性可用其伏安特性来说明，所谓的伏安特性是指流过二极管的电流和其两端所加电压的关系。如图 1-3 所示为伏安特性的实验电路，如图 1-4 所示为半导体二极管的伏安特性曲线。

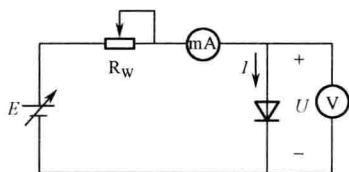


图 1-3 伏安特性实验电路

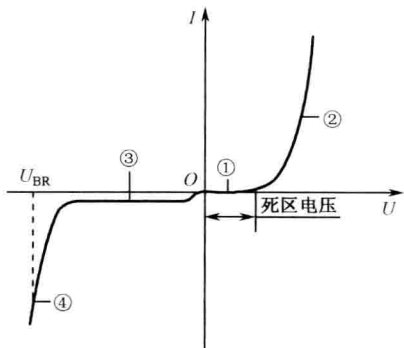


图 1-4 半导体二极管的伏安特性曲线

正向特性。所谓的正向特性是指二极管阳极接高电位、阴极接低电位时的伏安特性，这时二极管所加的电压称为正向电压。由图 1-4 不难看出，当二极管所加的正向电压较小时，流过二极管的电流几乎为零，这时二极管的工作状态称为截止状态。当正向电压超过某数值后，才有电流流过二极管，这一电压值称为死区电压。硅管的死区电压一般为 0.5V，锗管则约为 0.1V。图 1-4 中①段为死区电压。



二极管的正向电压大于死区电压后,才有较大的电流流过二极管,这时的电流称为正向电流,二极管的工作状态称为导通状态(如图 1-4 中②段)。二极管导通时的正向压降,硅管约为 $0.6\sim 0.8\text{V}$,锗管约为 $0.2\sim 0.3\text{V}$ 。

反向特性。所谓的反向特性是指二极管阴极接高电位、阳极接低电位时的伏安特性,这时二极管所加的电压称为反向电压。由图 1-4 不难看出,当二极管加反向电压时,流过二极管的电流(反向电流)很小,几乎为零,因此二极管工作于截止状态(如图 1-4 中③段)。当反向电压高到一定数值时,反向电流突然增大,这时二极管处于反向击穿状态,对应的临界电压称为反向击穿电压 U_{BR} (如图 1-4 中④点),这时若没有适当的限流措施,较大的反向电流会使二极管过热而损坏,因此,通常不允许二极管工作在该状态。

通过以上分析不难得出以下结论,当二极管加正向电压(大于死区电压)时,二极管导通,有较大的正向电流流过二极管;当二极管加反向电压(小于反向击穿电压)时,二极管截止,流过二极管的反向电流基本为零。因此二极管具有单向导电的特性。

③ 半导体二极管的主要参数

参数是器件特性的定量描述,是合理选择和正确使用器件的主要依据。

最大整流电流 I_{F} ,指二极管长期工作时所允许流过的最大正向平均电流。实际使用时,流过二极管的平均电流不能超过该数值,否则将导致二极管因过热而损坏。

最高反向工作电压 U_{RM} ,指二极管工作时所允许加的最高反向电压。超过该值二极管就有被击穿的危险,通常取击穿电压 U_{BR} 的一半作为该电压。

反向电流 I_{R} ,指二极管未被击穿时的反向电流值。该值越小,说明二极管的单向导电性越好。

最高工作频率 f_{M} ,指二极管用于交流信号电路时信号频率允许的最大值。超过该值时二极管的单向导电性将变差。

(3) 硅稳压二极管

硅稳压二极管简称稳压管,是一种用特殊工艺制造的半导体二极管,其符号如图 1-5 (a) 所示。该二极管通常用于稳压电路中,使用时,它的阴极接外加电压的高电位,阳极接低电位,并且使二极管工作在反向击穿状态。

如图 1-5 (b) 所示为稳压管的伏安特性,它通常工作于反向特性的 A 点与 B 点之间。稳压管在反向击穿状态下,二极管两端电压变化很小,稳压管正是利用这一特点实现稳压的。稳压管在正常工作时,流过其反向电流应在 $I_{\text{min}}\sim I_{\text{max}}$ 范围内。

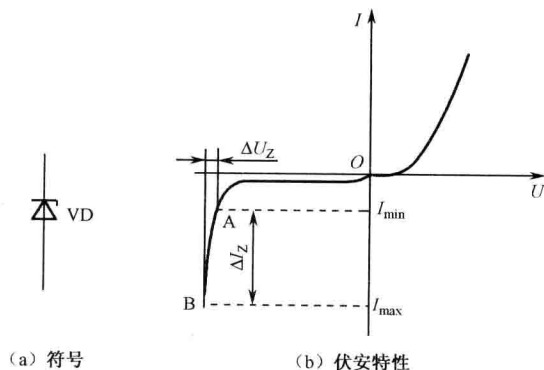


图 1-5 硅稳压管的符号与伏安特性



(4) 发光二极管

发光二极管是一种能把电能直接转换成光能的固体发光器件。它是一种新型的冷光源。由于它具有体积小、工作电压低、耗电小、抗冲击振动、寿命长、响应速度快等特点，因而在电子线路中得到了广泛应用。

如图 1-6 所示为发光二极管的外形与符号。使用时，当加正向电压导通时，发光二极管即可发出光线（常见的颜色有红、黄、绿等），当发光二极管截止时不会发光。发光二极管导通时，正向导通电流一般为几个毫安至几十毫安，正向导通压降一般为 1.5V 左右，发光的强度与正向电流的大小近似呈线性关系。

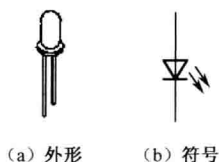


图 1-6 发光二极管的外形与符号

(5) 整流电路

利用二极管的单向导电这一特性可组成整流电路，整流电路可将交流电压变换成单向的脉动直流电压。在小功率直流电源中，通常采用桥式整流电路。

桥式整流电路如图 1-7 (a) 所示，电路中采用了 4 个二极管接成电桥的形式，故称为桥式整流电路。

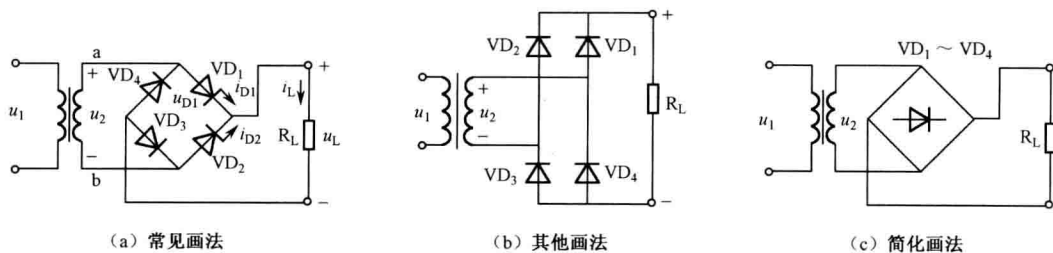


图 1-7 桥式整流电路

① 工作原理

设变压器副边电压为 $u_2 = \sqrt{2}U_2 \sin \omega t$ 。当 u_2 处于正半周（极性为上正下负）时，即 a 点电位高于 b 点，二极管 VD_1 和 VD_3 由于加正向电压而导通， VD_2 和 VD_4 截止，电流的通路为 $a \rightarrow VD_1 \rightarrow R_L \rightarrow VD_3 \rightarrow b$ ，在负载 R_L 上得到一个半波电压，如图 1-8 所示；当 u_2 处于负半周时（极性为下正上负），即 b 点电位高于 a 点电位，二极管 VD_2 和 VD_4 由于加正向电压而导通， VD_1 和 VD_3 截止，电流的通路为 $b \rightarrow VD_2 \rightarrow R_L \rightarrow VD_4 \rightarrow a$ ，同样在负载 R_L 上得到一个半波电压。因此，无论 u_2 处于正半周还是负半周，流过 R_L 的电流方向是一致的，即 R_L 中流过的电流为直流电流。

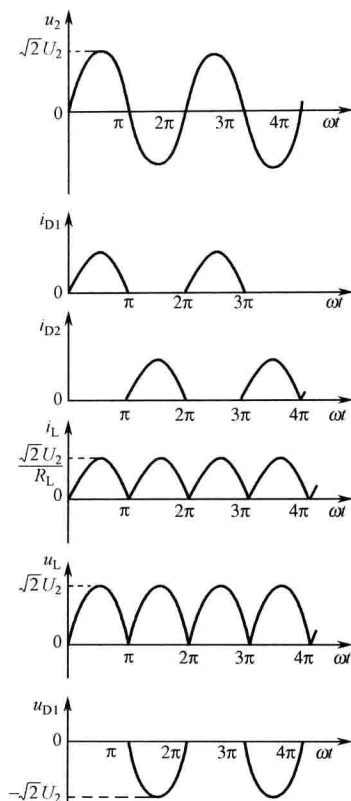


图 1-8 桥式整流电路波形

② 负载上的直流电压和电流的估算

直流电压是指在一个周期内脉动电压的平均值。根据图 1-8 不难得出

$$\begin{aligned}
 U_L &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_2 d(\omega t) \\
 &= 2 \times \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin(\omega t) d(\omega t) \\
 &= \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \approx 0.9 U_2
 \end{aligned}$$

负载电流平均值为

$$I_L \approx \frac{U_L}{R_L} \approx 0.45 \frac{U_2}{R_L}$$

③ 二极管的选择

从桥式整流电路的工作原理可知, 4 个二极管分成 2 组 (每组 2 个二极管相串联), 在 u_2 的每半个周期, 只有一组二极管导通, 另一组截止。因此流过每个二极管的电流 I_D (平均值) 是负载电流 I_L 的 1/2。故选用二极管时要求

$$I_F \geq I_D = \frac{1}{2} I_L$$



每个二极管承受的最大反向电压为

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

根据 I_F 和 U_{RM} 的计算值, 通过查阅手册即可选择合适的二极管型号。

(6) 滤波电路

整流电路虽然可把交流电转换成直流电, 但直流电中的脉动成分较大, 除在某些特殊场合使用外(例如电解、电镀等), 通常都需要采取一定的措施, 一方面要尽量降低脉动成分, 另一方面又要尽量保留其中的直流成分, 使直流电接近于理想的直流电。这样的措施就是滤波。滤波电路通常由储能元件构成。

滤波电路有多种多样, 在电子线路中应用最多的是电容滤波器。

桥式整流、电容滤波的电路如图 1-9 (a) 所示。在电路中直接给负载并联上了一个大容量的电容器, 该电容器即可起到滤波的作用, 此时电容器上的电压 u_C 也就是负载电压 u_L 。

如果在电路中不接电容滤波器, 输出的电压波形如图 1-9 (b) 中虚线所示。接电容滤波器之后, 在二极管导通时, u_2 一方面给负载供电, 同时对电容器 C 充电。在忽略二极管正向压降的情况下, 电容器上的电压 u_C 与上升的正弦波电压 u_2 一致, 当电源电压 u_2 达到最大值时, 电容器上的电压 u_C 也达到最大值 $\sqrt{2}U_2$ 。而后 u_2 和 u_C 都开始下降, u_2 按正弦规律下降, 当 $u_2 < u_C$ 时, 二极管承受反向电压而截止, 电容器对负载 R_L 放电, 负载中仍有电流, 而 u_C 按指数曲线下降。在 u_2 下半个周期内, 当 $|u_2| > u_C$ 时, 二极管再行导通, 电容器再被充电, 重复上述过程。

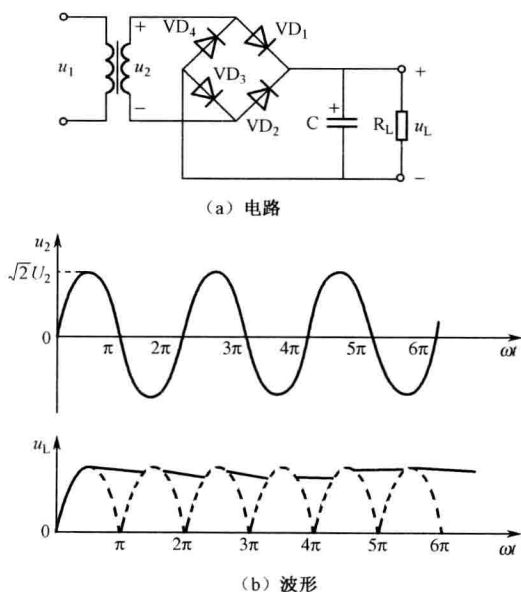


图 1-9 桥式整流电容滤波电路及其波形

负载电压 u_L (也就是 u_C) 的波形如图 1-9 (b) 中实线所示。可见输出电压的脉动大为减小, 并且电压较高。在空载 ($R_L = \infty$) 和忽略二极管正向压降的情况下, $U_L = \sqrt{2}U_2 \approx 1.4U_2$ 。但是随着负载的增加 (R_L 减小, I_L 增大), 放电时间常数 $R_L C$ 减小, 放电加快, U_L 也就下降。 U_L 与 I_L 之间的变化关系曲线称为电源的外特性曲线, 如图 1-10 所示。因此, 为了得到



比较平滑的输出电压, $R_L C$ 应大一些, 一般要求 $R_L C \geq (3 \sim 5) \frac{T}{2}$, 式中 T 是交流电压的周期。

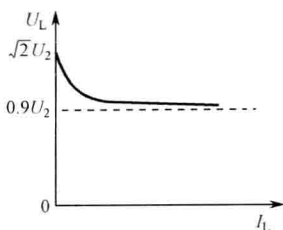


图 1-10 电容滤波的外特性

在满足上式的条件下, 整流滤波电路的输出电压可近似按下式计算

$$U_L \approx 1.2U_2$$

此外, 在电容滤波电路中整流二极管的导通时间缩短了 (导通角小于 180°), 但在一个周期内电容器的充电电荷等于放电电荷, 即流过电容器的电流平均值为零。可见在该电路中, 负载电流增大了, 但二极管的导通时间缩短了, 因此二极管会在短暂的时间内流过一个很大的冲击电流, 容易造成二极管的损坏, 所以在选择二极管时必须考虑到这一点, 要选择较大电流容量的整流二极管。

除电容滤波器之外, 常用的滤波器还有电感滤波器、RC- π 型滤波器、LC 滤波器、LC- π 型滤波器等。

(7) 硅稳压管稳压电路

经整流滤波后的电压往往会随交流电源电压的波动和负载的变化而变化。电压的不稳定有时会产生测量和计算的误差, 引起控制装置的工作不稳定, 甚至根本无法正常工作。因此, 在整流滤波电路的后面往往还要加上稳压电路。

常用的直流稳压电路有多种多样, 在这里只介绍最简单的硅稳压管稳压电路。

如图 1-11 所示为由硅稳压管组成的稳压电路, 其中电阻 R 起限流作用, 负载 R_L 与稳压管 VD 相并联。

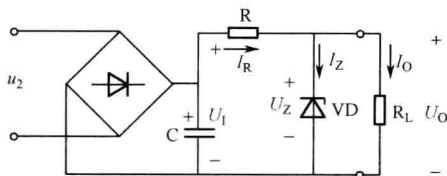


图 1-11 硅稳压管稳压电路

① 工作原理

稳压电路的稳压原理可从以下两方面来分析。

首先, 假设负载 I_O 不变, 电源电压波动。当交流电源电压增加而使整流滤波输出电压 U_1 增加时, 负载电压 U_O 也要增加。 U_O 即为稳压管两端的反向电压。当 U_O 稍有增加时, 稳压管的电流 I_Z 就显著增加, 因此电阻 R 中的电流 I_R 就增大, R 上的压降增加, 以补偿 U_1 的增加, 从而使负载电压 U_O 保持近似不变。相反, 如果交流电源电压降低而使 U_1 降低时, U_O 也要降低, 因而稳压管电流 I_Z 显著减小, R 上的压降也减小, 仍能保持 U_O 近似不变。



其次, 假设电源电压不变, 负载 I_O 改变。电源电压不变也即 U_I 不变, 当 I_O 增大时, R 中的电流 I_R 也增大, R 上的压降增加, 负载电压 U_O 因而下降。反过来讲, 只要 U_O 下降一点, 稳压管电流 I_Z 就显著减小, 使通过 R 的电流和 R 上的压降近似不变, 因而负载电压 U_O 也就近似稳定不变。当 I_O 减小时, 稳压过程相反。

② 参数的确定

U_I 的确定。采用稳压管稳压时, 电压 U_I 一般可按下式来选择

$$U_I = (2 \sim 3)U_O$$

稳压管参数的选择。稳压管的参数可按下式选择

$$U_Z = U_O$$

$$I_{Z\max} = (2 \sim 3)I_{O\max}$$

限流电阻 R 的选择。当电源电压最高、负载电流最小时 (为零), I_Z 不能超过稳压管最大允许电流, 即

$$\frac{U_{I\max} - U_O}{R} < I_{Z\max}$$

所以

$$R_{\min} > \frac{U_{I\max} - U_O}{I_{Z\max}}$$

当电源电压最低、负载电流最大时, I_Z 不允许小于稳压管的最小值。

$$\frac{U_{I\min} - U_O}{R} > I_{Z\min} + I_{O\max}$$

所以

$$R_{\max} < \frac{U_{I\min} - U_O}{I_{Z\min} + I_{O\max}}$$

因此 R 的取值应满足

$$\frac{U_{I\min} - U_O}{I_{Z\min} + I_{O\max}} \geq R \geq \frac{U_{I\max} - U_O}{I_{Z\max}}$$

因为电源电压一般允许波动范围是 $\pm 10\%$, 所以式中的 $U_{I\max} = 1.1U_I$, $U_{I\min} = 0.9U_I$ 。除此之外, 在选择 R 时还应考虑到其额定功率

$$P_R \geq \frac{(U_{I\max} - U_O)^2}{R}$$

2. 知识拓展

前面介绍的硅稳压管稳压电路虽然电路结构很简单, 但其输出的负载电流太小, 稳压精度也不够高, 只能应用于小负载的一般场合。当负载电流较大时, 可采用集成稳压器来稳压。

集成稳压器是将稳压电路制作在一块半导体芯片上的集成电路, 它实现了材料、元件和电路的统一, 具有稳压性能好、体积小、重量轻、价格便宜、使用方便、具有过热过流保护等优点, 在现代电子技术中得到了广泛的应用。

集成稳压器的种类较多, 按其输出电压是否可调可分为输出电压不可调集成稳压器和输出电压可调集成稳压器, 按输出电压极性的不同可分为正输出电压集成稳压器和负输出电压集成稳压器。在这里我们只介绍应用比较广泛的 7800、7900 系列三端集成稳压器。



(1) 7800、7900 系列集成稳压器的型号、外形及引脚排列

7800、7900 系列集成稳压器具有限流、过压和过流保护功能，它只有输入端、输出端和公共端三个引脚，在构成稳压电路时基本不需外接元件，因此使用起来非常方便、简单。

如图 1-12 所示为美国国家半导体公司生产的 LM79M09 型号三端集成稳压器，它的输出电压 $U_O = -9V$ ，最大输出电流 $I_{OM} = 0.5A$ 。

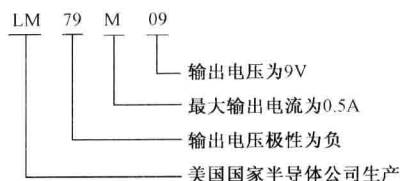


图 1-12 LM79M09 型号的意义

7800、7900 系列型号的最后两个数字表示输出电压值的大小，国产同型号的输出电压有 5V、6V、9V、12V、15V、18V、24V 七种。最大输出电流的大小用字母表示，字母与最大输出电流的对应关系见表 1-1。前面的字母通常表示生产的公司，用 W 表示国产。如 W7805 就是国产的三端集成稳压器， $U_O = +5V$ ， $I_{OM} = 1.5A$ 。

表 1-1 7800、7900 系列集成稳压器字母与 I_{OM} 的对应表

字 母	L	N	M	无字母	T	H	P
I_{OM} (A)	0.1	0.3	0.5	1.5	3	5	10

W7800 和 W78M00 系列集成稳压器的外形有两种，一种是金属菱形形式，另一种是塑料直插式，分别如图 1-13 (a) 和图 1-13 (b) 所示。而 W7900 和 W79M00 系列集成稳压器的外形与前者相同，但是引脚排列有所不同。

输出电流较小的 W78L00 和 W79L00 系列集成稳压器的外形也有两种，一种是塑料截圆式，另一种是金属圆壳式，分别如图 1-13 (c) 和图 1-13 (d) 所示。

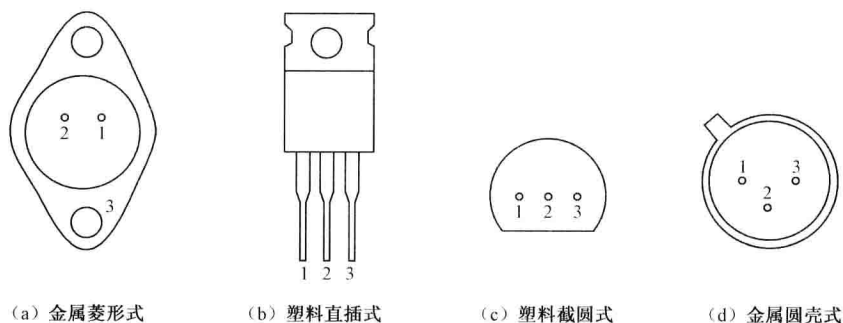


图 1-13 三端集成稳压器的外形

W7800 系列和 W7900 系列三端集成稳压器常见的引脚排列于表 1-2 中。



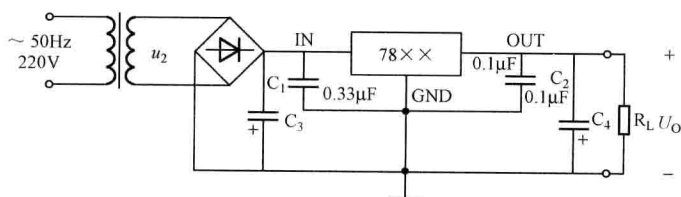
表 1-2 W7800、W7900 系列三端集成稳压器的引脚

系列	金属封装			塑料封装		
	IN	GND	OUT	IN	GND	OUT
W7800	1	3	2	1	2	3
W78M00	1	3	2	1	2	3
W78L00	1	3	2	3	2	1
W7900	3	1	2	2	1	3
W79M00	3	1	2	2	1	3
W79L00	3	1	2	2	1	3

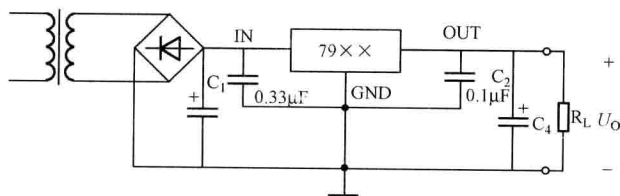
在这里需注意的是,不同公司所生产的三端集成稳压器的引脚排列可能有所不同,在使用时必须注意。

(2) 基本应用电路

三端集成稳压器最基本的应用电路如图 1-14 所示。整流滤波后的直流电压接在输入端和公共端之间,在输出端即可得到稳定的输出电压 U_O 。为了改善纹波电压,常在输入端接入电容 C_1 ,一般 C_1 的容量为 $0.33\mu\text{F}$ 。同时,在输出端接上电容 C_2 ,以改善负载的瞬态响应, C_2 的容量一般为 $0.1\mu\text{F}$ 。 C_1 、 C_2 焊接时要尽可能靠近集成稳压器的引脚。



(a) 7800 系列



(b) 7900 系列

图 1-14 三端集成稳压器的基本应用

(3) 提高输出电压的电路

如果实际工作中要求得到更高的输出电压,也可以在原有三端集成稳压器输出电压的基础上加以提高,电路如图 1-15 所示。

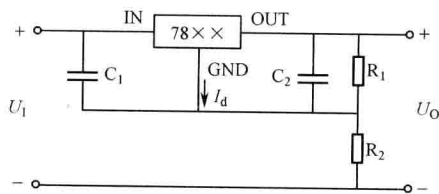


图 1-15 提高输出电压的电路