

SHI YONG QI CHE
DIAN ZI JI SHU JI CHU

中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材

实用汽车 电子技术基础

主 编 祝常红

副主编 彭 坚 方国强



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

63.6-43

3

中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材

实用汽车电子技术基础

主 编 祝常红

副主编 彭 坚 方国强



机械工业出版社

本书主要包括：半导体二极管及整流电路、晶体管及其应用、集成运算放大器、自激振荡器、晶闸管及其应用、数字电路基础、数字电路基本元件、电子信息处理等。

本书在阐明模拟和数字电路基本知识和基本理论之后，着重介绍电子元器件及其典型电路在汽车电子技术中的应用，通过应用实例，加深理论认识，联系实际，扩展知识面，增加学员的学习兴趣。本书内容新颖、简明、通俗易懂、系统、实用。

本书每章节前有内容提要，每章节中安排相关技能训练，突出电子技术能力培养，每章节后都有小结和思考题与习题。本书可作为中专、技校及各类职业学校汽车专业“电子技术基础”课的教材，还可作为汽车电工培训教材，也可供汽车技术人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

实用汽车电子技术基础/祝常红主编. —北京：机械工业出版社，2005.6

中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材

ISBN 7-111-16720-1

I. 实… II. 祝… III. 汽车-电子技术-专业学校-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 059078 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：朱 华 版式设计：冉晓华 责任校对：李汝庚

封面设计：王伟光 责任印制：杨 曦

成都新华印务有限责任公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ 7.25 印张·176 千字

0001-5000 册

定价：12.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

中等职业学校汽车运用与维修专业通用教材

编 委 会

主 任 林为群

副 主 任 高玉民 曾 剑 韦弢勇 张子波 么居标

委 员 王宏基 李敏皓 李 晓 杨桂玲 陈建军

张茂国 柳阳明 李洪港 詹红红

秘 书 长 祖国海

本书主编 祝常红

本书副主编 彭 坚 方国强

本书参编 居永梅 陈建军 李洪港 罗永顺

本书主审 韦家壮

前 言

本套教材根据教育部确定的中等职业学校汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养的指导思想,以提高学习者的职业实践能力和职业素养为宗旨,倡导以学生为本位的教育培训理念,建立多样性与选择性相统一的教学机制。通过综合和具体的职业技术实践活动,帮助学生积累实际工作经验,突出职业教育的特色,全面提高学生的职业道德、职业能力和综合素质。

汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养培训的基本原则是:

1. 以全面素质为基础,以能力为本位。
2. 以企业需求为基本依据,以就业为导向。
3. 适应企业技术发展,体现教学内容的先进性和前瞻性。
4. 以学生为主体,体现教学组织的科学性和灵活性。

根据这一指导思想和基本原则,我们组织编写了这套汽车运用与维修专业通用教材。

本套教材具有以下特点:

1. 采用新标准、新规范、新规定。
2. 反映新结构、新材料、新工艺、新知识与新经验。
3. 突出实践,理论与实训比例为 1:1 左右。
4. 教材内容以够用为主,定位准确,难度适宜。

通过本套教材的学习,可以使达到以下要求:

1. 能够了解汽车维修企业的生产过程,具备初步的企业生产经验。
2. 能够分析和解决本专业的一般技术问题,具有初步的工作计划、组织、实施和评估能力。
3. 能够借助工具书阅读一般的专业外文技术资料。
4. 具有良好的人际交流能力、团队合作精神和客户服务意识。
5. 具有安全生产、环境保护以及汽车维修等法规的相关知识和技能。

学生通过对本套教材的学习,能完全掌握必要的本专业理论知识,同时还能达到相应的技能要求,还能够取得相应的职业资格证书,为就业打下良好的基础。

“汽车电子技术基础”是一门重要的技术基础课,该课的任务是培养学生具有汽车工程技术人员必备的分析基础电子电路的能力、选择和使用电子元器件及有关电子电路的能力,并具有电子电路的安装、调试及维修基本能力。编写本教材的指导思想是:淡化理论,重视应用,原理分析以定性为主,辅以少量计算。凡在本教材中引入的公式及重要结论一般均不作详细推导,重点放在介绍电子元器件及其典型电路在汽车电子技术中的应用和学生实践能力的培养上。通过本课程的学习,使学

生了解电子技术在汽车专业中的地位和重要性,使学生能适应 21 世纪汽车电子新技术、新工艺发展的需要,并且提高对相关专业知识的自学能力。本书编写中力求突出以下特点:

1. 体现 21 世纪电子技术的新知识、新工艺、新技术在汽车电子技术中的应用。注意将教学内容的重点从分立元件为主转到以集成电路为主,从以模拟电路为主转到模拟电路与数字电路比例协调、相互兼顾上来。本教材删除了传统直流电源、放大器参数计算、反馈等内容,加强了运算放大器、门逻辑电路、触发器逻辑集成等电路的应用,还增加了电子技术信息处理方面内容的介绍。

2. 充分考虑中等职业学校的教学实际,精简元器件内部的机理,避免繁杂的数学推导和理论分析,降低理论知识的深度和难度,深入浅出地阐述各单元电路的基本概念、基本原理和应用知识,力求内容简洁、精炼、重点突出。

3. 体现能力本位的职教特色。采用应用实例,对理论知识、功能电路在汽车电子技术中的实际应用及实践中应注意的问题加以介绍,使教材更有针对性,突出了实用性。各章的末尾都有技能训练内容,以确保各章的能力训练达到基本要求。为了加强对学生实践能力和应用能力的培养,减少了验证性实验,增强了电路组装、调测等有助于提高实践技能的内容,以体现中等职业技术教育的特色。

由于电子技术日新月异,编者见识和水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。意见或要求可联系电子信箱: zchzchzch200412@yahoo.com.cn

中等职业学校汽车运用与维修专业教材编委会



前言	
第一章 二极管和二极管整流电路	1
第一节 半导体的基本知识	1
一、物质的分类	1
二、导体的导电机理	1
三、半导体的种类	1
四、PN 结	2
五、半导体的特性	2
第二节 二极管及其单向导电特性	2
一、二极管	2
二、二极管的单向导电性	2
第三节 二极管的伏安特性	3
一、二极管的伏安特性定义	3
二、测试电路	3
三、伏安特性曲线	3
四、特性分析	3
第四节 二极管的分类、型号和参数	4
一、分类	4
二、型号举例	4
三、主要参数	4
第五节 二极管整流电路	4
一、单相半波整流电路	5
二、单相全波整流电路	5
三、三相桥式整流	7
第六节 二极管应用举例	8
一、汽车试电笔	8
二、汽车充电机	9
技能训练一：二极管的测试	9
技能训练二：常用仪器、仪表的使用	10
本章小结	12
思考题与习题	13
第二章 晶体管及其应用	15
第一节 晶体管	15
一、晶体管的结构、分类和符号	15
二、晶体管的基本连接方式	16
第二节 晶体管的电流放大和分配作用	16
一、晶体管的电流放大作用	16
二、晶体管的电流分配关系	17
三、晶体管的输入和输出特性	17
四、晶体管主要参数	18
五、电压放大原理	19
六、分压偏置基本交流电压放大电路	19
七、射极输出器	20
第三节 晶体管的开关特性	21
第四节 晶体管应用举例	21
一、汽车晶体管调节器电路	21
二、汽车光电式电子点火控制器	22
三、汽车制动灯故障监视器	22
四、风窗玻璃洗涤液液位过低报警器	22
五、汽车光电式车速传感器	23
技能训练三：晶体管的测试	23
本章小结	24
思考题与习题	25
第三章 集成运算放大器	28
第一节 集成运算放大器简介	28
一、运算放大器的基本电路构成	28
二、运算放大器的符号和引脚	28
三、集成运算放大器的分类	29
四、集成运算放大器使用时的注意事项	30
第二节 集成运算放大器的分析和典型运用	30
一、集成运算放大器的分析	30
二、集成运算放大器的典型运用	30
第三节 集成运算放大器应用实例	33
一、蓄电池集成运放监视器	33
二、LM324 集成运放汽车电压表	33

三、汽车排放废气分析器	34	本章小结	58
技能训练四：集成运算放大器的测试	35	思考题与习题	58
本章小结	37		
思考题与习题	37		
第四章 自励振荡器	39	第六章 数字电路基础	60
第一节 自励振荡器的组成和振荡条件	39	第一节 数字信号概述	60
第二节 LC 并联谐振回路的选频作用	40	一、脉冲波形	60
第三节 LC 振荡器	40	二、数的进制	61
一、LC 振荡器电路组成	40	第二节 逻辑门电路	63
二、LC 振荡电路的工作原理	40	一、基本逻辑门	63
三、LC 振荡器电路的应用举例	41	二、复合逻辑门	64
第四节 多谐振荡器	42	第三节 集成逻辑门电路	65
一、多谐振荡器的组成和原理	42	一、74 系列 TTL 门电路	65
二、多谐振荡器的应用举例	43	二、40 系列集成门电路	66
第五节 自励式间歇振荡器	44	第四节 门电路应用举例	67
技能训练五：多谐振荡器的制作	45	一、表决器电路	67
本章小结	46	二、定时开关	67
思考题与习题	47	三、电源过压、欠压报警电路	67
第五章 晶闸管及其应用	49	四、散热器水位过低报警器	68
第一节 晶闸管的结构和工作原理	49	五、多路故障报警电路	68
一、晶闸管的结构与符号	49	技能训练八：门电路功能的测试和转换	69
二、晶闸管的工作原理	49	本章小结	70
三、晶闸管的主要参数	50	思考题与习题	70
第二节 晶闸管可控整流电路	51	第七章 数字电路基本器件	73
一、单相半波可控整流电路	51	第一节 集成触发器	73
二、单相桥式可控整流电路	52	一、基本 RS 触发器	73
第三节 触发电路	53	二、JK 触发器	74
一、单结晶体管的结构和型号	53	三、D 触发器	74
二、单结晶体管的触发电路	53	四、数据选择和数据分配器	75
第四节 晶闸管应用实例	55	第二节 应用举例	77
一、高能汽车电子点火器	55	一、按键式电子开关	77
二、晶闸管刮水器控制电路	55	二、会车灯延时开关	77
三、可控充电器	56	三、八路数据传送系统	77
技能训练六：晶闸管的型号及检测	56	四、汽车多路信号数据采集、传送功能示意图	78
技能训练七：单相晶闸管可控整流电路实验	57	技能训练九：由 D 触发器组成多谐振荡器的制作	79
		本章小结	81
		思考题与习题	81

第八章 信号转换与处理 83

第一节 数字/模拟 (D/A) 转换 83

一、D/A 的构成原理 83

二、D/A 转换器集成电路举例 83

第二节 模拟/数字 (A/D) 转换 84

一、A/D 转换原理 84

二、A/D 转换器集成电路主要性能指标 ... 85

三、ADC0809 型 A/D 转换器集成电路

介绍 86

第三节 微型计算机组成简介 86

一、微型计算机系统的典型结构 87

二、微处理器 87

三、存储器 88

四、输入设备 89

五、输出设备 89

第四节 计算机工作过程及其应用 89

一、计算机的工作过程 89

二、微型计算机对汽车的控制 90

本章小结 91

思考题与习题 91

技能训练十：数字万用表及使用 92

技能训练十一：汽车低音炮电路制作 93

附录 101

附录 A 电子装配工艺要求 101

附录 B 进口常用半导体器件的

主要参数 101

一、常用半导体二极管 101

二、常用半导体晶体管 102

三、国产集成运算放大器

部分产品型号 102

附录 C 数字集成电路的产品系列

索引 103

一、74 系列数字集成电路型号索引 103

二、40 系列数字集成电路型号索引 104

参考文献 106

第一章 二极管和二极管整流电路

学习要点

1. 了解半导体的基本知识：导电机理，种类，PN 结，特性。
2. 掌握二极管（PN 结）的单向导电特性。
3. 了解半导体二极管的伏安特性和主要参数。
4. 掌握整流电路的组成、工作原理及主要参数的计算。

教学难点

1. 二极管（PN 结）的单向导电特性。
2. 整流电路的分析计算。

第一节 半导体的基本知识

一、物质的分类

按照导电能力，物质可分为导体、绝缘体和半导体三大类。

1. 导体

容易传导电流的物质为导体，如电缆线芯所使用的铜、铝等金属。

2. 绝缘体

能够可靠地隔绝电流的物质为绝缘体，如电缆的护套所使用的橡胶、塑料等。

3. 半导体

导电能力介于导体与绝缘体之间的物质。常见的材料如硅（Si）或锗（Ge）。

二、导体的导电机理

半导体中，能够运载电荷的粒子有两种：

自由电子：带负电
空穴：带与自由电子等量的正电

均可运载电荷——载流子。

在电场的作用下定向移动的自由电子和空穴，统称为载流子，

如图 1-1 所示。

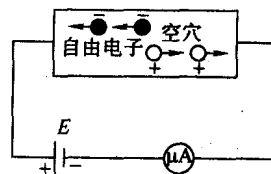


图 1-1 半导体的两种载流子

三、半导体的种类

1. 本征半导体

不加杂质的纯净半导体晶体。如本征硅（Si）或本征锗（Ge）。本征半导体电导率低，为提高导电性能，需掺杂，形成杂质半导体。

2. 杂质半导体

为了提高半导体的导电性能，在本征半导体（4 价）中掺入硼或磷等杂质所形成的半导体称为杂质半导体。根据掺杂的物质不同，可分为两种：

（1）P 型半导体：本征硅（或锗）中掺入少量硼元素（3 价）所形成的半导体，如 P 型硅。其中，多数载流子为空穴，少数载流子为电子。

(2) N型半导体：本征硅（或锗）中掺入少量磷元素（5价）所形成的半导体，如N型硅。其中，多数载流子为电子，少数载流子为空穴。

四、PN结

将P型半导体和N型半导体使用特殊工艺结合在一起，形成PN结。

(1) N型和P型半导体之间的特殊薄层叫做PN结，如图1-2所示。

(2) PN结具有单向导电特性。即P区接电源正极，N区接电源负极，PN结导通；反之，PN结截止。PN结是构成半导体器件的基本单元。

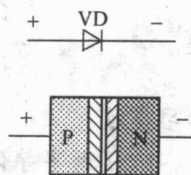


图1-2 PN结

五、半导体的特性

1. 掺杂性

在纯净半导体中掺入微量的杂质元素，它的导电能力大大增强。利用掺杂半导体可以制造各种半导体器件。

2. 热敏性

温度升高，将使半导体的导电能力大大增强，例如，硅在200℃时的导电能力要比一般室温时增加几千倍。利用半导体对温度十分敏感的特性，可以制造自动控制中的常用的热敏电阻及其热敏元件。

3. 光敏性

用光对半导体照射时，光照越强，导电能力越强。利用半导体的光敏性，可以制造光敏元件和光敏开关，从而可实现自动控制。

第二节 二极管及其单向导电特性

电子元器件 { 元件：电阻(R)、电容(C)、电感(L)、变压器(T)等
器件：晶体二极管、晶体管、晶闸管等

一、二极管

1. 外形

如图1-3a所示，二极管由密封的管体和两条正、负电极引线所组成。管体外壳的标记通常表示正负极性。

2. 图形、文字符号

如图1-3b所示，二极管的图形符号由三角形和竖杠所组成。其中，三角形表示正极，竖杠表示负极。V或VD为二极管的文字符号。

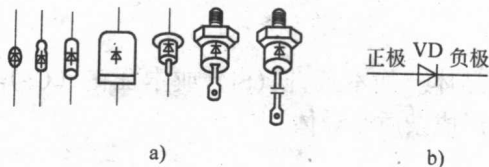


图1-3 二极管外形和符号图

二、二极管的单向导电性

二极管内部有一个PN结，因此具有单向导电性。其正、负极对应于PN结的P型和N型半导体，如图1-2所示。

(1) 正极电位 > 负极电位, 二极管正偏。

(2) 正极电位 < 负极电位, 二极管反偏。

即二极管正偏导通, 反偏截止, 这一导电特性称为二极管的单向导电性。

【例 1-1】 图 1-4 所示电路中, 当开关 S 闭合后, H_1 、 H_2 两个指示灯, 哪一个可能发光?

解 由电路图可知, 开关 S 闭合后, 只有二极管 VD_1 正极电位高于负极电位, 即处于正向导通状态, 所以 H_1 指示灯发光。

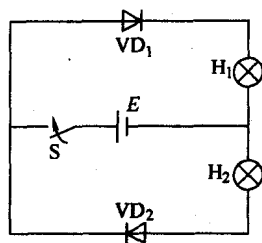


图 1-4 [例 1-1]
电路图

第三节 二极管的伏安特性

一、二极管的伏安特性定义

二极管两端的电压和流过的电流之间的关系曲线叫作二极管的伏安特性曲线。

二、测试电路 (见图 1-5)

三、伏安特性曲线 (见图 1-6)

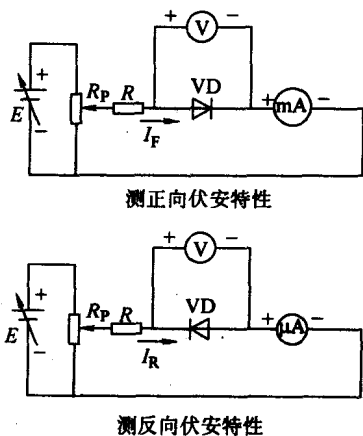


图 1-5 测试二极管伏安特性电路

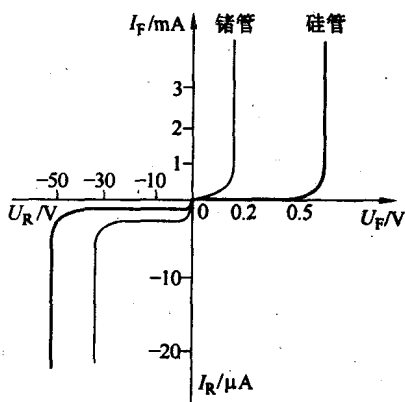


图 1-6 二极管伏安特性曲线

四、特性分析

1. 正向特性

(1) 正向电压 U_F 小于门槛电压 U_T 时, 二极管 VD 截止, 正向电流 $I_F = 0$;

其中, 门槛电压 $U_T = \begin{cases} 0.5V & (\text{Si}) \\ 0.2V & (\text{Ge}) \end{cases}$

(2) $U_F > U_T$ 时, VD 导通, I_F 急剧增大。导通后 VD 两端电压基本恒定:

导通电压 $U_m = \begin{cases} 0.7V & (\text{Si}) \\ 0.3V & (\text{Ge}) \end{cases}$

结论: 正偏时电阻小, 具有非线性。

2. 反向特性

反向电压 $U_R < U_{RM}$ (反向击穿电压) 时, 反向电流 I_R 很小, 且近似为常数, 称为反向饱和电流。

$U_R > U_{RM}$ 时, I_R 剧增, 此现象称为反向电击穿。对应的电压 U_{RM} 称为反向击穿电压。

结论: 反偏时电阻大, 存在电击穿现象。

第四节 二极管的分类、型号和参数

一、分类

(1) 按材料分: 硅管、锗管。

(2) 按 PN 结面积分: 点接触型 (电流小, 高频应用)、面接触型 (电流大, 用于整流)。

(3) 按用途分: 如图 1-7 所示, 有利用单向导电性把交流电变成直流电的整流二极管; 利用反向击穿特性进行稳压的稳压二极管; 利用反向偏压改变 PN 结电容量的变容二极管; 利用磷化镓把电能转变成光能的发光二极管; 将光信号转变为电信号的光敏二极管。

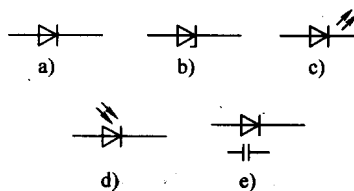


图 1-7 二极管图形符号

- a) 整流二极管 b) 稳压二极管
c) 发光二极管 d) 光敏二极管
e) 变容二极管

二、型号举例

整流二极管——2CZ82B

稳压二极管——2CW50

变容二极管——2AC1 等等。

三、主要参数

1. 普通整流二极管

(1) 最大整流电流 I_{FM} : 二极管允许通过的最大正向工作电流平均值。

(2) 最高反向工作电压 U_{RM} : 二极管允许承受的反向工作电压峰值。

(3) 反向平均电流 I_R : 规定的反向电压和环境温度下, 二极管反向电流值。

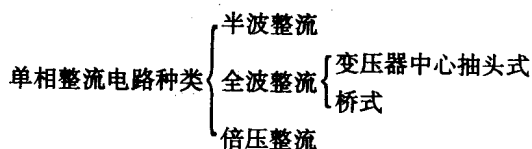
2. 稳压二极管

主要参数: 稳定电压 U_Z 、稳定电流 I_Z 、最大工作电流 I_{ZM} 、最大耗散功率 P_{ZM} 、动态电阻 r_Z 等。

第五节 二极管整流电路

整流: 把交流电变成直流电的过程。

整流原理: 利用二极管的单向导电特性, 将交流电变成脉动的直流电。



一、单相半波整流电路

电路如图 1-8a 所示。

VD: 整流二极管, 把交流电变成脉动直流电;

T: 电源变压器, 把 u_1 变成整流电路所需的电压 u_2 。

(1) 工作原理。设 u_2 为正弦波, 波形如图 1-8b 所示。

1) u_2 为正半周时, A 点电位高于 B 点电位, 二极管 VD 正偏导通, 则 $u_L \approx u_2$ 。

2) u_2 为负半周时, A 点电位低于 B 点电位, 二极管 VD 反偏截止, 则 $u_L \approx 0$ 。

由波形可见, u_2 一周期内, 负载只有单方向的半个波形, 这种大小波动、方向不变的电压或电流称为脉动直流电。上述过程说明, 利用二极管单向导电性可把交流电 u_2 变成脉动直流电 u_L 。由于电路仅利用 u_2 的半个波形, 故称为半波整流电路。

(2) 负载和整流二极管上的电压和电流

1) 负载电压

$$U_L = 0.45 U_2$$

2) 负载电流

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

3) 二极管正向电流和负载电流

$$I_V = I_L = \frac{0.45 U_2}{R_L}$$

4) 二极管反向峰值电压

$$U_{RM} = \sqrt{2} U_2 \approx 1.41 U_2$$

电路缺点: 电源变压器利用率低, 纹波成分大。解决办法: 全波整流。

二、单相全波整流电路

全波整流 { 变压器中心抽头式
桥式

1. 单相桥式全波整流电路电路图

单相桥式全波整流电路如图 1-9 所示。VD₁ ~ VD₄ 为整流二极管, 电路为桥式结构。

2. 工作原理

(1) u_2 为正半周时, 如图 1-10a 所示, A 点电位高于 B 点电位, 则 VD₁、VD₃ 导通 (VD₂、VD₄ 截止), i_1 自上而下流过负载 R_L 。

(2) u_2 为负半周时, 如图 1-10b 所示, A 点电位低于 B 点电位, 则 VD₂、VD₄ 导通 (VD₁、VD₃ 截止), i_2 仍自上而下流过负载 R_L 。

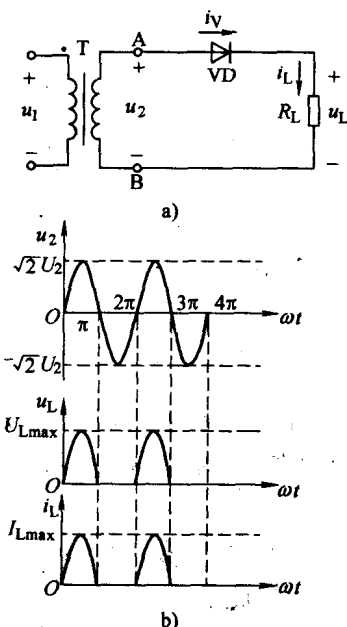


图 1-8 单相半波整流电路

a) 电路 b) 波形

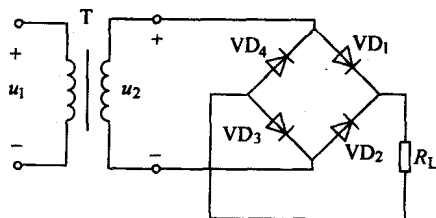


图 1-9 桥式整流电路

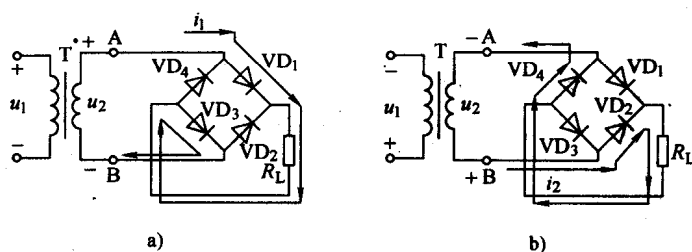


图 1-10 桥式整流电路工作过程

a) u_2 为正半周时的电流方向 b) u_2 为负半周时的电流方向

由波形图 1-11 可见, u_2 在一周期内, 两组整流二极管轮流导通产生的单方向电流 i_1 和 i_2 叠加形成了 i_L 。于是负载得到全波脉动直流电压 u_L 。

(3) 负载和整流二极管上的电压和电流

1) 负载电压为

$$U_L = 0.9 U_2$$

2) 负载电流为

$$I_L = \frac{U_L}{R_L} = \frac{0.9 U_2}{R_L}$$

3) 二极管的平均电流为

$$I_V = \frac{1}{2} I_L$$

4) 如图 1-12 所示, 二极管承受反向峰值电压为

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

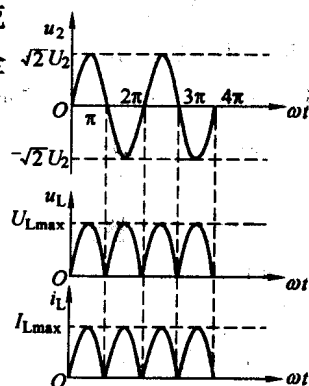


图 1-11 桥式整流波形图

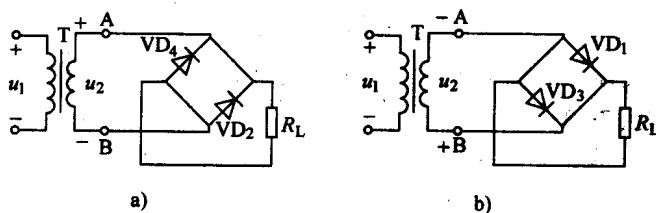


图 1-12 桥式整流二极管承受的反向峰值电压

a) u_2 正半周时 b) u_2 为负半周时

优点: 输出电压高, 纹波小, U_{RM} 较低, 应用广泛。桥式整流电路简化画法如图 1-13 所示。

[例 1-2] 有一直流负载, 需要直流电压 $U_L = 60V$, 直流电流 $I_L = 4A$ 。若采用桥式整流电路, 求电源变压器二次电压 U_2 , 并选择整流二极管。

解 因为 $U_L = 0.9 U_2$ 所以

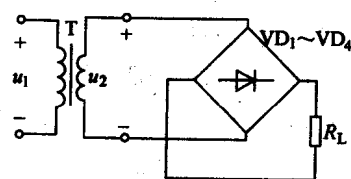


图 1-13 桥式整流电路简化画法

$$U_2 = \frac{U_L}{0.9} = \frac{60V}{0.9} \approx 66.7V$$

流过二极管的平均电流

$$I_V = \frac{1}{2} I_L = \frac{1}{2} \times 4A = 2A$$

二极管承受的反向峰值电压

$$U_{RM} = \sqrt{2} U_2 = 1.41 \times 66.7V \approx 94V$$

查晶体管手册, 可选用整流电流为 3A、额定反向工作电压为 100V 的 2CZ12A 整流二极管 (3A/100V) 四只。

整流器件组合件称为整流堆, 常见的有半桥 2CQ 型, 如图 1-14a 所示; 全桥 QL 型, 如图 1-14b 所示。

优点: 电路组成简单、可靠。

三、三相桥式整流

汽车发电机三相桥式整流电路的原理图如图 1-15 所示, 利用二极管的单向导电性将三相交流电转换为直流电, 交流发电机的整流器采用的是三相桥式全波整流电路, 其中 VD_1 、 VD_3 、 VD_5 三个二极管组成共阴极组, VD_2 、 VD_4 、 VD_6 三个二极管组成共阳极组。三相变压器的二次绕组为星形联结, 引出三根线和桥式整流器相接。三相正弦交流电相位差互为 120° , 整流电压在 R_f 上产生直流电流。图 1-16a 为三相交流电压的波形。图 1-16b 为整流后的直流电压波形。六只硅二极管的整流过程如下:

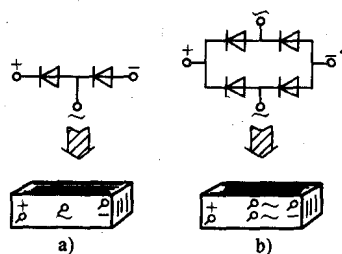


图 1-14 半桥和全桥整流堆
a) 2CQ 型半桥堆 b) QL 型全桥堆

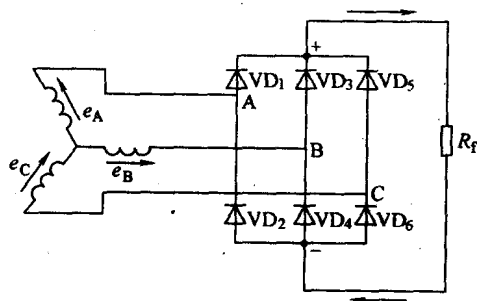


图 1-15 汽车发电机三相桥式整流电路原理图

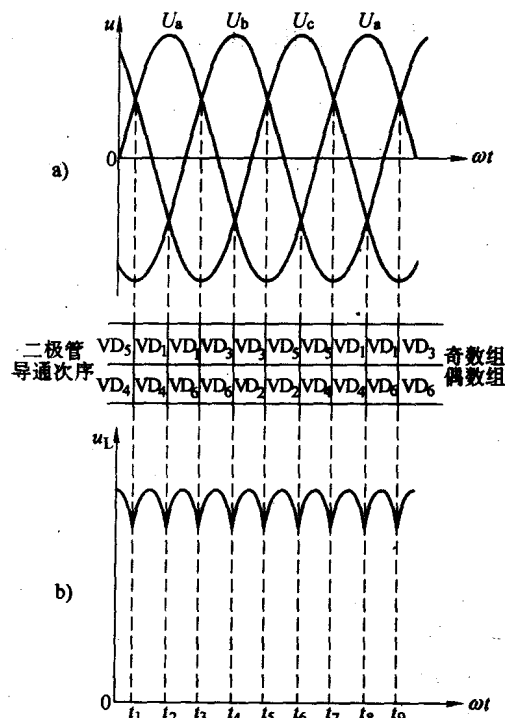


图 1-16 三相桥式整流电路的电压波形

在 $0 \sim t_1$ 时刻 C 相电压为正, B 相电压为负, 二极管 VD_5 、 VD_4 在正向电压下导通, 在线电压 U_{BC} 的作用下, 电流从 C 点出发, 经 $VD_5 \rightarrow R_L \rightarrow VD_4$ 回 B 点。

在 VD_5 、 VD_4 导通的同时, 由于 VD_1 、 VD_2 、 VD_3 、 VD_6 均承受的是反向电压而处于截止状态。

$t_1 \sim t_2$ 时刻里, A 点电位最高, B 点电位最低, 所以 VD_1 、 VD_4 在正向电压下导通, 其他二极管均处于截止状态。

我们再接着分析 $t_2 \sim t_3$ 、 $t_3 \sim t_4 \dots$, 就可找出各个二极管的导通规律 (见图 1-16 的中间部分)。这样, 6 只管分别导通, 就在 R_L 两端出现了直流电压 U_L , 流经 R_L 的也就是直流电流 I_L , 整流后的电压平均值为 $U_L = 2.34 U_2$, U_2 为相电压的有效值。

第六节 二极管应用举例

一、汽车试电笔

在检查汽车电气线路时, 很需要一种操作简便的测试工具, 如图 1-17 所示, 用发光二极管制成的试电笔就具有这种特点, 有兴趣的同学可以试制。图 1-18 所示为具有两档发光显示的试电笔电路。工作时, 当被测点电压超过 6V 时, VS_1 被击穿导通, VL_1 得电发光; 当被测电压超过 11V 时, VS_1 、 VS_2 同时被击穿导通, VL_1 和 VL_2 同时得电发光。图 1-19 所示是多档发光显示试电笔电路, 当被测点电压超过 6V 时, VS 被击穿导通, 它可把电压从 6~12V 分五档导通 D_{1-5} , $VL_1 \sim VL_5$ 分五档进行显示, 每档约 1.4V, 使用由发光二极管制成的试电笔可对汽车电源和用电设备, 以及全车线路进行检查, 可以取代传统的试灯法。

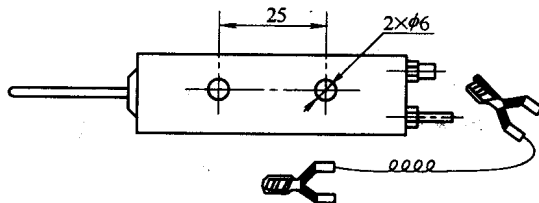


图 1-17 汽车试电笔

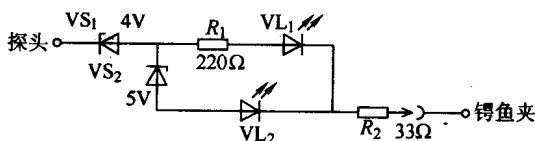


图 1-18 两档发光显示的试电笔电路

本试电笔具有如下特点:

1. 可用于 12V 或 24V 系列的汽车、拖拉机及吊装机械设备的电气线路检查。
2. 根据试电笔发光二极管点燃的个数和发光的颜色, 显示发电机是否发电与发出的电压数值。
3. 试电笔功耗小, 灵敏度高, 寿命长。
4. 既可作试电笔, 又可作螺钉旋具用。