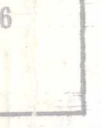


QCDZJSYY

马强骏等编著

西北工业大学出版社



汽车电子技术应用

汽车电子技术应用

马强骏 张德明 李占牢 编著

西北工业大学出版社

1991年1月 西安

内 容 简 介

本书详细介绍了汽车电子技术的基础理论以及电子控制、传感技术在汽车上的应用，并简单叙述了电子技术应用于汽车方面的发展概况。

本书内容丰富，简明易懂，适用于汽车工程技术人员、技术人员、汽车保养和修理工人阅读，也可供大专院校汽车专业师生参考。

汽车电子技术应用

马强骏 张德明 李占牢 编著

责任编辑 李 珂

责任校对 樊 力

*

西北工业大学出版社出版发行

(西安市友谊西路 127 号)

陕西省新华书店经销

陕西省富平县印刷厂印装

ISBN 7-5612-0187-7 / Z · 17

*

开本 787×1092 毫米 1/32 5.5 印张 1 插页 119 千字

1991 年 1 月第 1 版 1991 年 1 月第 1 次印刷

印数 1-2100 册 定价: 5.50 元

前 言

随着电子技术的飞速发展，汽车上的电子设备也日益增多。人们为了实现现代社会对汽车排气净化和省油的要求，并使汽车发动机在剧烈的变化条件下，其热效率、点火正时、输出功率等，都应处于最佳状态，就必须依靠电子计算机进行控制。不仅如此，人们为了改进汽车的行驶安全性、舒适性和可靠性，还将电子计算机应用于自动变速变扭、传动、自动制动、导向计程、自动检测、诊断和校正等。

科学技术的发展，电子技术在汽车方面的广泛应用，给从事汽车使用和保修工作的人们提出了一个新的要求，这就是必须学习和掌握电子技术在汽车上应用的新知识，否则将落后于社会发展。为适应汽车使用、保修工作的需要，帮助有关技术人员、技术工人和有关员工学习、掌握和提高电子技术在汽车上应用的新知识，我们编写了这本“汽车电子技术应用”一书，以飨读者。

本书以普及性、实用性为主，结合汽车上使用的电子设备的原理、构造、使用方法和维修技术，系统地介绍了电子技术的基础知识，着重介绍了电子器件、电子电路、传感器、微电脑和测试设备等五部分内容。

本书由马强骏、张德明、李占牢参加编写。西安公路学

院周允教授审阅了全书。

由于水平有限，缺点错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1990年5月

目 录

第一章 电子电路与汽车电器设备	1
第一节 电子元件与汽车电器设备	1
一、二极管与硅整流发电机	1
二、可控硅与充电机	5
三、三极管与电动油泵	8
第二节 电子电路与汽车电器装置	11
一、半导体集成电路	11
二、开关电路与晶体管电压调节器	15
三、振荡电路与闪光灯	18
四、单稳态电路与发动机转速表	22
五、双稳态电路与过流保护装置	26
第三节 点火装置	30
一、触点式晶体管点火装置	30
二、无触点晶体管点火装置	34
第二章 车用传感器技术及其应用	38
第一节 光、磁、气体效应传感器及应用	43
一、光电式位移传感器与车速的测量	43
二、磁电式传感器与车速的测量	48
三、气体传感器与酗酒检测器	52
第二节 压力、温度传感器及应用	57
一、压力传感器及其应用	57
二、温度传感器及其应用	62
第三节 车用传感器综合应用实例	67

一、驾驶操作指示装置	67
二、车用雷达装置	71
三、车用数字显示装置	75
第三章 汽车微电脑控制	81
第一节 微电脑控制装置	87
一、微机开环控制点火系统	87
二、微机闭环控制点火系统	92
三、电子控制汽油喷射	97
四、电子排气污染控制装置	102
五、车速自动控制装置	108
六、电子控制防抱制动装置	113
第二节 车用电子测试仪器	117
一、第五轮仪	117
二、速度和档位分析仪	122
三、无负荷测功仪	128
四、汽车运行工况检测及其记录装置	134
五、发动机工况的示波测量法	138
六、噪音测试仪器	144
第四章 汽车电子设备的使用环境和故障维修 ...	151
第一节 汽车无线电干扰及防治	151
一、汽车的无线电干扰	151
二、车用视听设备	155
第二节 使用与维修	160
一、汽车电子设备的使用与维修	160
二、汽车电子技术的回顾与展望	164

第一章 电子电路与汽车电器设备

电子电路与汽车电器设备是汽车电子技术的基础，没有它们就谈不上电子技术。

第一节 电子元件与汽车电器设备

一、二极管与硅整流发电机

汽车电子设备中常用的半导体二极管、三极管、可控硅、集成电路等，称为电子器件。利用电子器件，可以完成一些特殊的功能，如可以把交流电变为直流电（整流）或者把信号放大，构成电子开关等。没有电子器件就谈不上电子技术。

我们所介绍的电子器件，主要是半导体器件。所谓半导体，就是它的导电能力介于导体和绝缘体之间。硅、锗、硒以及大多数金属氧化物，都是半导体。半导体二极管是最常见的半导体器件之一。目前我国生产的二极管，有整流、稳压、检波开关、变容及敏感器件等许多种类。在汽车电子设备中用做整流的二极管，又叫硅整流元件。二极管的核心是PN结。在一块半导体晶体上，其中一部分晶体，因掺入某种物质，使少量电子脱离原子核，形成少量自由电子，并留下电子的空位，叫“空穴”；而另一部分晶体，由于掺入另外某种物质而形成较多的自由电子。空穴浓度较高的叫P区，而自由电子浓度较高的叫N区。这一浓度差使P-N结两面的电子与空穴互相扩散，结果P型部分失去空穴而带

负电荷，N 型部分因失去电子而带正电荷。这样，形成了一个内电场，这一内电场阻止空穴、电子的互相扩散并使之达到动平衡，PN 结处于相对的稳定状态，如图 1-1 所示。

如果在 PN 结加正向电压，即外电源正极接 P 区，负极接 N 区，外电场和内电场方向相反，削弱了内电场。在外电场的推动下 P 区的空穴不断的向 N 区移动，N 区的电子也不断的向 P 区流动，形成较大的扩散电流（正向电流），在一定范围内正向电流和外电场强度成正比，这时

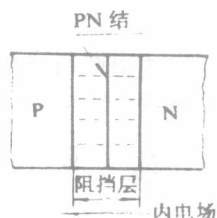


图 1-1 PN 结示意图

PN 结呈现的电阻很低。相反，如果给 PN 结加反向电压时，由于外电场和内电场方向一致，使内电场加强，阻止空穴、电子的扩散，PN 结呈高电阻状态。也就是说当二极管加正向电压时，具有良导体的作用，而加一定范围反向电压时，具有绝缘体的作用，这就是 PN 结的整流特性。当我们用一万用表的电阻档来量一只完好的二极管时，如果正表笔接二极管的正极，负表笔接二极管的负极，应该有很大的电阻值；如果反过来量，就只应有很小和电阻值（注意万用表表笔的正负极的表内电池极性相反）。图 1-2 是整流二极管的结构、符号和伏安特性图。

大家知道近年来越来越多的国产汽车都换装了交流发电机，这是由于它比起直流发电机来具有体积小、结构简单、充电率高、寿命长等优点。而汽车发电机是用来对蓄电池充电和供给汽车其它用电设备所需的电能，它输出的必须是直流电。采用交流发电机，就可以借助整流二极管把它变成直流电，这就是二极管的整流功能。我们先看看最简单的单相

半波整流，如图 1-3 所示。



图 1-2 整流二极管的结构、符号、伏安特性

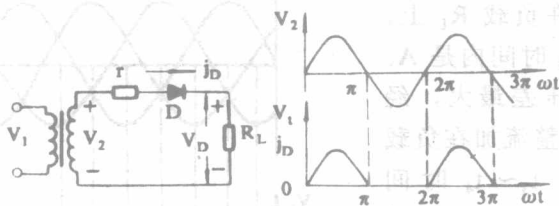


图 1-3 单向半波整流电路及其波形图

当变压器初级输入交流电压 V_1 时，次级输出交流电压 V_2 ，整流器 D 将交变电压换成单方向的脉冲电压。在 $0 \sim \pi$ 时间内，二极管 D 承受正向电压而导通，在 $\pi \sim 2\pi$ 时间内，二极管 D 承受反向电压不导通。这样负载 R_L 上得到单方向的半波电压 V_L ，交流电就变成脉动直流电了。

汽车交流发电机，一般是磁极旋转式三相同步发电机，发出互成 120° 的三相电压，经过由六只二极管组成的三相桥式整流电路变为直流电。在汽车交流发电机六只二极管中，三只外壳为负极的管子（反绕）装在后端盖上，做为负

极搭铁；另外三只外壳为正极的管子装在一块整体散热板上，作为发电机的正极，即为电枢接线柱。它的整流原理如图 1-4 所示。

在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，A 相电压最高、B 相最低，电流从 A 相绕组出发，经二极管 D_1 、负载 R_L 、二极管 D_4 回到 B 相绕组，组成回路，A、B 相之间线电压加在负载 R_L 上。在 $t_2 \sim t_3$ 时间内是 A、C 相电压差最大，经 D_1 、 D_6 整流加在负载 R_L 上。 $t_3 \sim t_4$ 时间内，B、C 相电压差最大，经 D_3 、 D_6 整流加在负载上。同理， $t_4 \sim t_5$ 时， D_3 、 D_2 导通， $t_5 \sim t_6$ 时 D_5 、 D_2 导通。

上述 $t_1 \sim t_6$ 时间为一个周期，每一个时间间隔为 $1/6$ 周期，这样整流后，就得到脉动频率为交流发电机任一相 6 倍频率的脉动电压。如此周而复始，在负载上就得到一个比较平稳的直流脉动电压，供给汽车电系用电。

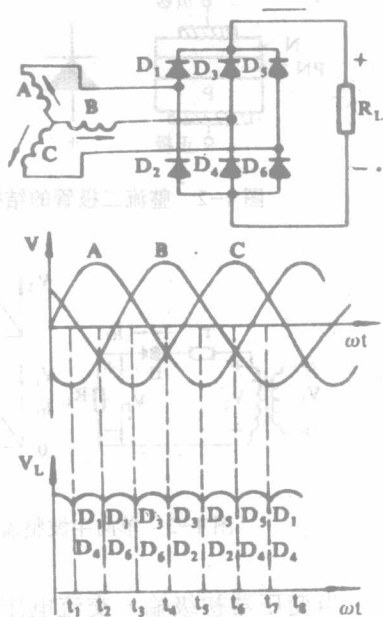


图 1-4 三相桥式整流电路及其波形图

二、可控硅与充电机

大家知道，给汽车蓄电池充电时，要有把交流电变为直流电的充电设备。老式的充电机，多采用氧化铜整流器、硒片硅整流器以及钨灯、水银整流器等。随着半导体技术的发展，现在越来越多的充电机采用可控硅元件进行整流调压，比起老式的充电机来，它丢掉了笨重的调压器，因此要轻巧得多。那么，什么是可控硅元件，它和上一讲所说硅整流二极管有什么不同呢？

可控硅元件和普通的硅整流元件在外形上很相似，只是在阴极的一端另外引出一条细线，叫作控制极。可控硅是PNPN四层半导体组成的，它的中间形成三个PN结，其外形、结构符号如图1-5。

当可控硅元件加上反向电压，也就是阳极为负，阴极为正时，它的特性就和普通的二极管特性一样，在一定的电压范围内，起绝缘作用。元件加上正向电压时，如果控制极没有加上电压，元件也不导通，这种状态叫做正向阻断。只有当控制极上加上正向触发电压时，元件才导通。元件一旦导通，

即使把控制极电压去掉，元件仍将继续保持导通。要使元件重新回到不导通状态，必须把元件两端的电压降得很低，或者在阳极、阻极间加一反向电压，元件才能断开。

图1-6是一个可控硅充电机的实例，这里我们把触

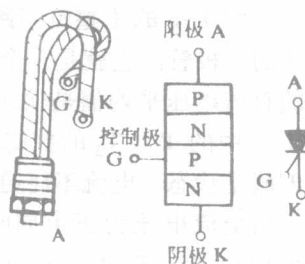


图1-5 可控硅元件外形、结构、符号

发、控制电路用方框图表示（略去详细电路图），使大家集中注意可控硅主回路的工作原理。220 伏的交流电，经可控硅整流器变为直流电，从输出端通往蓄电池进行充电，输出端电压的大小，可以通过改变可控硅的导通时刻（或称导通角）来提高或降低。显然，导通时刻由触发电路发信号的时刻决定，而触发电路发信号的时刻，则由控制电路

图 1-6 单相桥式可控硅整流电路

路进行控制。

在图 1-6 的主整流回路中，如果把可控硅 T_1 、 T_2 换成普通的二极管，它就是一个普通的单相桥式整流电路，它输出的直流电压平均值是输入电压的 0.9 倍，即 198 伏。而当图 1-6 中的 T_1 、 T_2 的控制极都不加触发信号时，可控硅就处于截止状态，电流不能通过，相当于输出电压为零伏。

当交流电压为正半周时，将正向控制脉冲信号 V_{g1} 在 a_1 时刻加在 T_1 、 T_2 上， T_2 因承受反向电压不导通，而 T_1 则导通，电流经 $T_1 \rightarrow$ 负载（蓄电池） $\rightarrow D_2$ 流回电源。当交流电压在负半周时，将控制信号 V_{g2} 在 a_2 时刻加到 T_1 、 T_2 上，此时 T_2 导通， T_1 承受反向电压不导通，电流经 $T_2 \rightarrow$ 负载 $\rightarrow D_1$ 流回电源，通过蓄电池的电流方向始终不变。

通过上面的分析，我们可以知道，在一个交流电周期内（ $D \sim 2\pi$ ），蓄电池两次获得充电电压，如图 1-7 中阴影面积所示。可以看出阴影面积越大则平均电压越高。如果我们

把加到可控硅 $T_1 T_2$ 控制极上的信号脉冲前移，如图 1-7(b) 所示，则可控硅提前导通，输出电压的阴影面积增大，电压平均值升高。从理论上讲改变可控硅的导通角可以使输出电压平均值在 0~190 伏之间连续变化，以适应对充电电流的调整，这就是可控硅调压的基本原理。

可控硅充电机比普通的硅整流充电机还有一个突出的优点，就是可以使它的输出外特性“上翘”。普通的硅整流充电机

当负载很大时电压严重降落，不能保证充电电流（如图 1-8(a)）。而可控硅充电机重载时可以使得可控硅自动加大

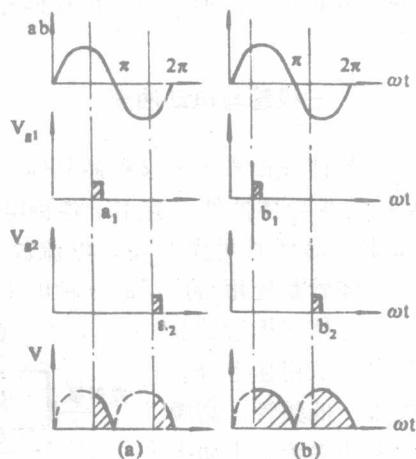


图 1-7 单相桥式可控硅
整流波形图

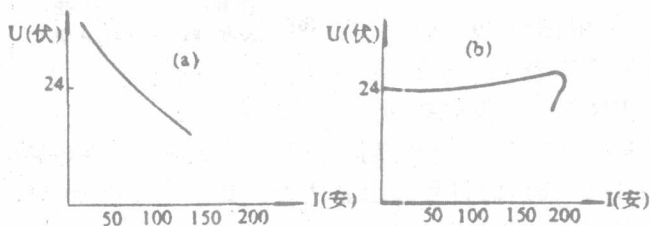


图 1-8 硅整流和可控硅整流外特性图

导通角，从而使电压提高，以保证充电电流，并且当电流超过极限时自动保护，如图 1-8 (b) 所示。由于可控硅整流的输出外特性好，所以有的可控硅充电机还可以做为汽车起动电源。

三、三极管与电动油泵

半导体三极管一般又称做晶体三极管，是一种具有两个 PN 结的半导体器件，应用于各种电子设备中。在汽车电子设备中，晶体管用做开关、电流放大、直流电压变换等部件。晶体管是应用最广泛的一种电子器件。

半导体三极管的品种很多，从用途上分有开关管、低频管、高频管、大功率管、小功率管；从材料上分有锗管、硅管；从工艺结构分有 PNP 型和 NPN 型。三极管的种类虽多，但基本原理都相同，可由图 1-9 (a) 的示意图来表示。它有两个 PN 结——发射结

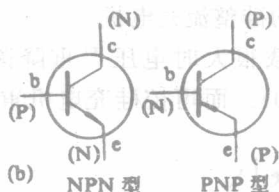


图 1-9 晶体管的结构符号

和收集结，三个区——发射区、基区和集电区。在电路图中用图 1-9 (b) 的符号表示晶体管，其中 c 代表发射极、b 代表基极、c 代表集电极。目前国产的硅管多为 NPN 型，锗管多为 PNP 型，它们在符号上的区别在于发射极箭头的方向（它代表 PN 结在正向接法下的电流方向）。因此，

NPN 型的发射极箭头向外，PNP 型的则向内。

下面将以 NPN 型三极管为例做简单分析，PNP 管工作类似。

如图 1-10 所示，当发射极与基极外加发射极电压 E_c 时，发射结相当一个整流二极管，发射区中的电子就往基区中移动，形成发射极电流 I_e （注意，电流方向与电子流动方向相反）。电子到基区后，因靠近发射结的电子很多，靠近收集结的电子很少，因此电子就要向集电区继续扩散，被集电结收集形成 I_c 。在扩散时，电子又会与基区空穴相遇产生复合。电子运动连续不断地进行着，电子不断与空穴产生复合，同时正电源又不断从基区拉走电子，不断供给空穴，这就形成基电极电流 I_b 。所以，基电极电流主要是电子在基区与空穴复合的结果。晶体管的电流放大能力取决于扩散与复合的比例，扩散运动越是超过复合运动，电流放大作用也就越强。晶体管的基区一般是做得很薄的，在基区注入的电子扩散过程中与空穴复合的机会是很少的，因此，扩散运动是占优势的。

由于集电结加的是反向电压，集电结内电场增强，阻挡集区的自由电子向 P 区扩散，但可将发射区注入基区的自由电子拉入集电区，形成集电极电流 I_c 。综上所述可知，从发射区注入基区的电子大部分流向集电极，仅有很小部分流向基极，即 $I_c + I_b = I_e$ ，满足电流节点定律。由于扩散过程占优势，因而集电极电流 I_c 远大于基极电流 I_b ，就是说 I_b 的很小变化可以引起 I_c 很大的变化，其比称直流静态电流放

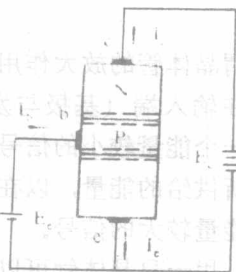


图 1-10 晶体管电流流动

大倍数 β ，即 $\beta = I_c / I_b$ 。

动态电流放大倍数：

$$\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_b}$$

所谓晶体管的放大作用，其实就是在输入端（基极与发射极间）以一个能量较小的信号去控制电源所供给的能量，以在输出端获得能量较大的信号。

用一只晶体管可以作成一個自激間歇振蕩器，以基極較小的振蕩電流去控制集電極的較大電流，來帶動電油泵電磁閥，這就是

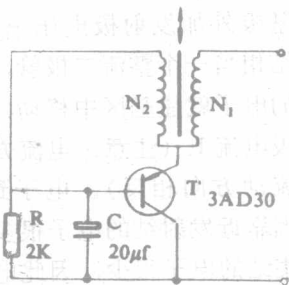


图 1-11 电动油泵控制电路

是晶体管电动油泵的工作原理。由于晶体管电动汽油泵可以安装在远离发动机的任何位置，可以避免由于发动机罩下温度过高而造成供油系统的“气阻”现象，目前许多汽车都安装了电动油泵做为辅助汽油泵使用。

图 1-11 是 tB_3 型晶体管电动汽油泵控制电路原理图。请大家注意电路中的晶体管是 PNP 型锗管，当基极电位相对于发射极为负时，三极管才可能导通。当电源接通时，因基极由于电阻 R 接电源负极，因而有基电极电流 I_b ，主线圈 N_1 、三极管集电极有电流 I_c 。 I_c 是逐渐增长的，它在副线圈 N_2 中产生感应电动势，使基电极电位大降，集电极电流增大，直至三极管导通饱和。这时线圈 N_2 中感应电动势下降至零，使集电极电位上升，集电极电流 I_c 减小。这样又使得 N_2 中产生反向感应电动势，使基电极电位相对发射