

汽车维修精通丛书



汽车维修电工 精通

董宏国 杨生辉 主 编
廖苓平 诸雪征 孙开元 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
www.phei.com.cn

汽车维修精通丛书

汽车维修电工精通

董宏国 杨生辉 主 编
廖苓平 诸雪征 孙开元 副主编

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 提 要

本书简要讲述电子技术知识,详细介绍了汽车电源系统、起动机系统、点火系统、发动机电子控制系统、汽车底盘电子控制系统(电子控制自动变速器、电子控制制动防抱死系统、驱动防滑控制系统、动力转向系统、悬架控制系统、巡航控制系统)、安全气囊、空调系统、仪表与指示系统、照明与信号系统、辅助电器系统和全车线路等的组成及其检查、调整、维修的内容及方法,使读者能快速掌握这方面工作的基本技能,从而达到解决实际问题的目的。

本书内容实用,图文并茂,适合于汽车维修电工、汽车修理工、汽车空调维修工和职业汽车驾驶员阅读,也可供有关工程技术人员及大专院校师生参考。

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

汽车维修电工精通/董宏国,杨生辉主编. —北京:电子工业出版社,2003.6
(汽车维修精通丛书)

ISBN 7-5053-8798-7

I. 汽... II. ①董...②杨... III. 汽车-电工 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 045096 号

责任编辑:夏平飞 祁祎 特约编辑:郭茂威

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:25.5 字数:571 千字

版 次:2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:36.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077

《汽车维修精通丛书》编委会

编委会主任：杨生辉

编委会副主任：张时才 安相璧 焦建民

编委：董宏国 杨万成 资新运
黄勇 闫连新 姜波

《汽车维修电工精通》编写人员

主 编：董宏国 杨生辉

副 主 编：廖苓平 诸雪征 孙开元

编写人员：舒 华 邵汉强 张宝玉 刘希庆 赵 林
袁 一 许振宇 李建文 王克才 张 煜
刘金华 朱先民 刘宏威 柴 炜 董 源
赵凤田 连明珍 赵传录 于 静 刘根屯

主 审：张春润

前 言

随着我国汽车工业和交通运输业的迅速发展,汽车在国民经济各个领域和人民生活中发挥着越来越重要的作用。随着新型车辆的投产和汽车保有量的不断增加,汽车维修行业也逐渐繁荣壮大起来。

为了满足汽车修理行业的迫切需要,培养具有专业知识和维修技能的新一代汽车维修电工,以便尽快熟悉和掌握汽车电子控制系统与电器设备知识,能自己动手对车辆某个系统或总成进行检测、维修和故障诊断与排除,作者根据多年从事汽车电气与电子设备维修和教学工作的实践经验,在参考相关汽车的结构、原理、使用与维修说明书或手册的基础上编写了本书。

本书简要讲述电子技术基础知识,详细介绍了汽车电源系统、起动机系统、点火系统、发动机电子控制系统、汽车底盘电子控制系统(包括:电子控制自动变速器、电子控制制动防抱死系统、驱动防滑控制系统、动力转向系统、悬架控制系统、巡航控制系统)、安全气囊、空调系统、仪表与指示系统、照明与信号系统、辅助电器系统和全车线路等的组成及其检查、调整、维修的内容及方法,使读者能快速掌握这方面工作的基本技能,从而达到解决实际问题的目的。本书内容实用,图文并茂,插图全部采用计算机描绘。

本书由董宏国、杨生辉主编,廖苓平、诸雪征、孙开元副主编,参加编写的人员还有舒华、邵汉强、张宝玉、刘希庆、赵林、袁一、许振宇、李建文、王克才、张煜、刘金华、朱先民、刘宏威、柴炜、董源、赵凤田、连明珍、赵传录、于静、刘根屯等。

本书参考了大量国内外有关资料,在此对有关作者表示衷心感谢!

由于作者水平有限,书中难免存在错误和不当之处,恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 汽车电工基础知识	1	一、交流发电机分类	36
第一节 电子技术基础知识	1	二、发电机的构造	37
一、半导体二极管及整流电路	1	三、充电指示灯电路	38
二、稳压二极管及稳压电路	2	四、发电机的检修	39
三、半导体三极管及其应用	3	五、交流发电机常见故障的排除	42
四、集成电路的结构及使用	5	第四节 电源系统的故障诊断与排除	42
第二节 常用电工仪表及其使用方法	11	第三章 起动系统	46
一、电流表	11	第一节 起动系统结构原理	46
二、钳形电流表	11	一、直流电动机的结构	46
三、电压表	11	二、传动装置的结构与工作过程	48
四、万用表	11	三、电磁开关的结构	49
第三节 常用检测设备与基本检测技术	14	四、起动系统工作过程	49
一、常用检测工具和专用测试仪	14	第二节 减速起动机	50
二、基本检测技术	21	一、PG260 F1 永磁减速式起动机	51
第四节 汽车电气系统的组成和特点	25	二、磁场绕组式减速起动机	53
一、汽车电气系统组成	26	第三节 起动系统的使用与检修	54
二、汽车电气系统特点	26	一、起动系统的正确使用	54
第二章 电源系统	27	二、起动机分解	54
第一节 蓄电池的结构与工作过程	27	三、起动机检修	55
一、蓄电池的功用	27	四、起动机零部件的组装	58
二、蓄电池的分类	27	五、起动机调整	58
三、蓄电池的结构	27	六、起动机试验	59
四、蓄电池的工作过程	29	第四节 起动系统的故障诊断与排除	60
五、蓄电池的型号	29	一、接通起动开关起动机不转	60
六、使用条件对蓄电池容量的影响	30	二、起动机运转无力	61
第二节 蓄电池的维护、充电与故障排除	31	三、起动机空转	62
一、蓄电池的使用与维护	31	四、驱动齿轮与飞轮齿圈不能啮合而发出撞	
二、蓄电池的充电方法	34	击声	62
三、蓄电池的故障及排除	35	五、起动机发出“打机枪”似的“哒、哒……”	
第三节 发电机的构造与检修	36	声	62

第四章 点火系统	64	十五、燃油蒸发回收系统	116
第一节 传统点火系统	64	十六、点火系统	118
一、发动机对点火系统的要求	64	十七、燃油系统的压力和燃油泵的供油量 的检测	120
二、传统点火系统的组成	64	十八、发动机电子控制系统主继电器的检 修	121
三、传统点火系统工作原理	70	十九、发动机故障指示灯的故障诊断与排 除	122
第二节 电子点火系统	71	二十、发动机电控单元 ECU	123
一、霍尔式电子点火系统	72	二十一、其他型号发动机主要零部件的 检修	125
二、磁感应式电子点火系统	73	第三节 发动机电控系统的故障诊断与 排除	130
第三节 点火系统的检修与试验	75	一、发动机电控系统检修注意事项	130
一、点火系统零部件的检修	75	二、发动机电控系统故障诊断的基本 原则	131
二、点火系统的试验	80	三、客户意见和目测检查	131
三、点火正时进行检查与调整	82	四、自诊断测试	132
第四节 点火系统常见故障的诊断与排除	82	五、疑难故障诊断	133
一、传统点火系统的使用与维修	84	第六章 汽车底盘电子控制系统	141
二、当发动机起动不着时,磁感应式点火 系统的故障诊断与排除	85	第一节 电子控制自动变速器	141
三、当发动机起动不着时,霍尔式点火系 统的故障诊断与排除	86	一、自动变速器挡位代号的意义	141
第五章 发动机电控系统	88	二、电子控制自动变速器的组成	142
第一节 发动机电控系统的组成和类型	88	三、自动变速器的动力传递	156
一、发动机电子控制系统的组成	88	四、主要部件的检修	158
二、发动机燃油喷射系统的类型	90	五、自动变速器常规检查与调整	161
第二节 主要零部件的结构与检修	94	六、自动变速器的试验	164
一、进气压力传感器	97	七、自动变速器故障诊断与检修	166
二、曲轴位置传感器	99	第二节 电子控制防抱死制动系统(ABS)	173
三、节气门位置传感器	100	一、基本知识	174
四、进气温度传感器	102	二、ABS 的组成和类型	176
五、发动机水温传感器	103	三、主要部件的结构和原理	179
六、氧传感器	104	四、故障诊断与检修	190
七、车速传感器	106	五、常见故障诊断与排除	196
八、惯性开关	107	第三节 驱动防滑控制系统(ASR/TRC)	199
九、怠速控制阀	107	一、ASR 的控制方式	200
十、燃油泵	109	二、ASR 的组成	201
十一、燃油滤清器	112		
十二、燃油压力调节器	112		
十三、喷油器	114		
十四、燃油分配管	116		

三、故障诊断与检修	202	第二节 空调系统的检修	279
第四节 动力转向系统	212	一、空调系统维修时应注意事项	279
一、液压式电子控制动力转向系统(液压式 EPS)	212	二、直观检查	280
二、电动式电子控制动力转向系统(电动式 EPS)	215	三、压缩机润滑油的液面检查	282
三、故障诊断与检修	217	四、制冷剂的泄漏检查	282
第五节 电控悬架系统	221	五、制冷系统温度的检测	283
一、组成	221	六、制冷系统压力检测	284
二、传感器	221	七、制冷系统抽真空和灌注制冷剂	285
三、减振器的控制	224	八、制冷系统主要部件的检查	287
四、油压式电控悬架系统	228	九、压缩机的分解和组装	289
五、空气悬架	228	十、压缩机的检修	291
六、故障诊断与检修	230	第三节 空调系统的故障诊断与排除	292
第六节 巡航控制系统	238	第九章 仪表与显示系统	297
一、巡航控制系统的组成	238	第一节 传统汽车仪表与检修	297
二、巡航控制系统的类型	239	一、电流表	297
三、故障诊断与排除	242	二、机油压力表和机油压力传感器	300
第七章 安全气囊系统(SRS)	246	三、水温表	302
第一节 安全气囊的种类、组成和原理	246	四、燃油表	305
一、安全气囊系统的种类	246	第二节 电子仪表与显示装置的结构与 检修	307
二、安全气囊系统的组成	247	一、汽车电子仪表常用的显示器件	307
三、安全气囊系统的工作原理	253	二、电子仪表板	310
四、安全气囊系统的动作过程	254	三、汽车电子电压表	311
五、安全气囊系统导线连接器及其保险 机构	254	四、汽车电子水温、油压及燃油表	311
第二节 安全气囊故障诊断与检修	257	五、发动机电子转速表	313
一、安全气囊系统检查注意事项	257	六、电子车速里程表	313
二、故障码的读出	259	七、电子仪表与显示装置的维修	314
三、主要部件检查	260	第三节 远视点成像系统	316
四、故障诊断与排除	263	一、虚像显示式显示器	316
第八章 空调系统	266	二、挡风玻璃映像显示	317
第一节 空调系统的组成、结构和原理	266	三、全息图像	318
一、供暖系统	266	第十章 照明与信号系统	320
二、制冷系统	267	第一节 汽车照明系统	320
三、通风及操纵系统	275	一、照明灯	320
四、控制系统	276	二、照明系统的控制线路及其故障排除	326
		第二节 汽车信号灯与闪光器	328
		一、信号灯	328

二、闪光灯	329	三、无线电遥控门锁	361
三、故障与排除	331	四、典型防盗系统	362
第三节 电喇叭及其故障与排除	334	五、故障诊断与排除	365
一、电喇叭基本结构和原理	334	第十二章 全车线路	381
二、电喇叭的调整	335	第一节 汽车电路的基本常识	381
三、电子式喇叭	336	一、电器装置的图形符号及其接线端子的标 记	381
四、电喇叭常见的故障与排除	337	二、汽车电线的颜色代号	383
五、电喇叭的维护与保养	339	三、电路控制继电器	383
第四节 汽车报警信号装置	339	四、电路保护装置	385
第十一章 辅助电器系统	344	第二节 汽车电路图的种类和组成	385
第一节 刮水器和洗涤器	344	一、汽车电路图的种类	385
一、刮水器和洗涤器的组成及结构	344	二、全车电路图的组成	387
二、刮水器和洗涤器的控制	345	第三节 如何识读汽车电路图	392
三、刮水器的拆卸与安装	345	一、识读汽车电路图应注意的几个问题	392
四、刮水器和洗涤器的故障诊断与排除	347	二、汽车布线图的识读	394
第二节 电动座椅	349	三、汽车电气电路图的识读	394
二、电动座椅的构造和工作原理	350	第四节 汽车电气的故障检修方法	395
三、电动座椅的电子控制系统	352	一、电路的满载、空载和过载工作状态	395
四、使用注意事项	353	二、常见电路故障	396
第三节 电动车窗和电动车顶	353	三、检修故障的思路	396
一、电动车窗	353	四、故障诊断的基本方法	397
二、电动车顶	356	五、检修汽车电气系统应注意的一些事 项	399
第四节 电动门锁与防盗系统	358		
一、电子式汽车门锁的种类	358		
二、电动门锁的基本组成与原理	359		

第一章 汽车电工基础知识

第一节 电子技术基础知识

一、半导体二极管及整流电路

半导体二极管是最简单、最基本的电子元件。汽车交流发动机整流器就是由 6 只整流二极管组成的。

(一) 基本结构

当 P 型半导体和 N 型半导体采用一定工艺技术结合在一起时,在二者的交界面上就形成一个 PN 结,它具有单向导电性。半导体二极管的管芯就是一个 PN 结。在管芯两侧的半导体上分别引出电极引线,其正极(阳极)由 P 区引出,负极(阴极)由 N 区引出,用管壳封装后就制成二极管了。

按材料分,有硅二极管和锗二极管。按结构分,二极管有点接触型和面接触型两类,如图 1-1 所示。点接触型二极管的 PN 结面积小,不能通过较大电流,但高频性能好,一般适用于高频或小功率电路。面接触型二极管的 PN 结面积大,允许通过的电流大,但工作频率低,多用于整流电路。

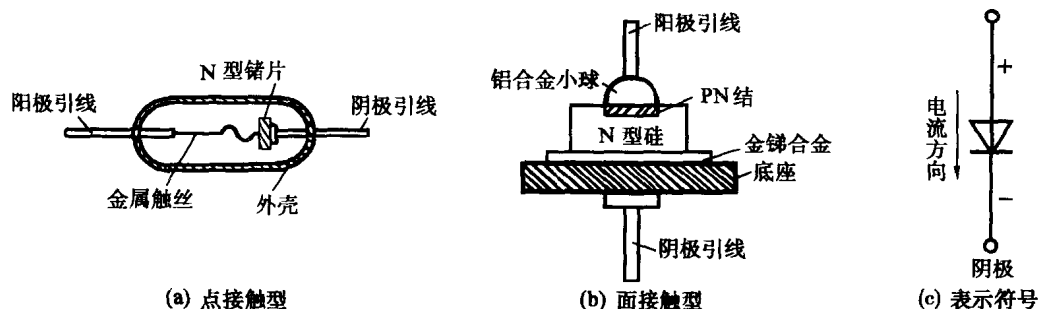


图 1-1 半导体二极管

(二) 二极管整流电路

二极管整流电路是利用二极管的单向导电性,将正弦交流电压转换成单方向脉动的直流电压。如图 1-2 所示,常见的二极管整流电路有:单相半波、单相全波、单相桥式、三相半波和三相桥式整流电路。

在小功率整流电路中,常见有单相半波、单相全波和桥式整流电路。由于半波整流的输出电压交流成分较大,因此很少采用。两管全波整流需要副边有中心抽头的变压器,以及反

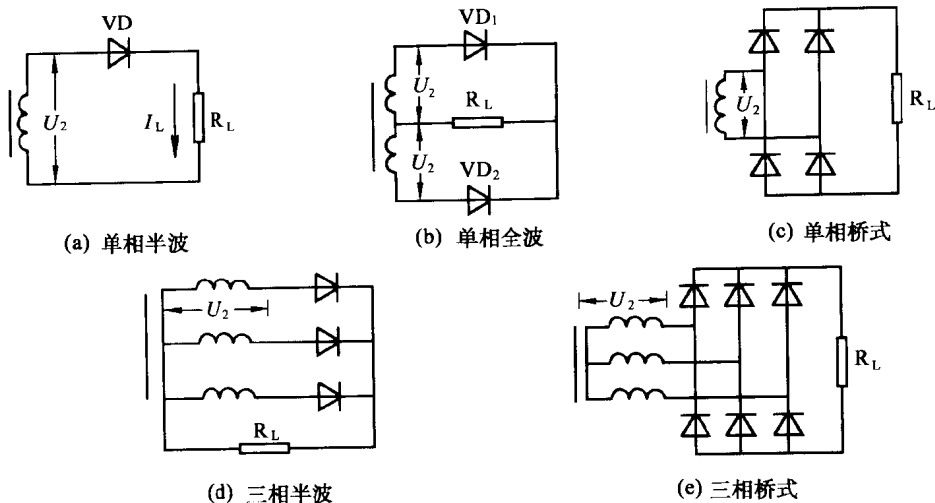


图 1-2 二极管整流电路

向峰值电压较高的二极管,在实际电路上使用也不多。目前最广泛使用的是桥式整流电路。当要求输出功率较大时(如车用),则采用三相整流电路。

二、稳压二极管及稳压电路

(一) 稳压二极管的特点

稳压二极管(又称稳压管)是一种特殊的面接触型硅二极管。由于它有稳定电压的作用,经常应用在稳压设备和一些电子电路中。

稳压管是利用 PN 结的反向击穿特性所具有的稳压性能而做成的。稳压管与普通二极管不同的是,在反向击穿的情况下,普通二极管会损坏,而稳压管却工作在反向击穿状态。由于采用特殊的制造工艺,这种击穿是可逆的。即只要流过稳压管的电流小于其最大允许电流,或者功率不超过其最大耗散功率,当外加电压去除后,管子的击穿即可恢复。因此,在实际使用时,都在电路中串入适当的限流电阻予以保护。

(二) 稳压管稳压电路

交流电压经过整流滤波后,所得到的直流电压虽然脉动程度已经很小,但当电网电压波动或负载变化时,其直流电压的大小也将随之发生变化,从而影响电子设备和测量仪器的正常工作。为此,常在整流滤波电路之后加一级直流稳压电路。

最简单的硅稳压管并联型稳压电路如图 1-3 所示。 R_L 为负载电阻,稳压

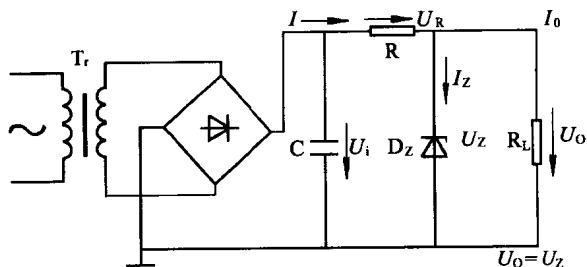


图 1-3 稳压管稳压电路

管 D_Z 与 R_L 并联, 限流电阻 R 与 D_Z 配合起稳压作用。稳压电路的输入电压 U_i 是由整流滤波电路提供的直流电压, 输出电压 U_O 即稳压管的稳定电压。

稳压电路的工作原理如下: 当交流电源电压增加而使输入电压 U_i 增加时, 负载电压 U_O 也增加, 即 U_Z 增加。但 U_Z 稍有增加时, 稳压管的电流 I_Z 就显著增加, 因此 R 上的压降增加, 以抵偿 U_i 的增加, 使负载电压 $U_O = U_i - U_R$ 保持不变。反之, 当电网电压降低时, 通过稳压管与电阻 R 的调节作用, 将使电阻 R 上的压降减小, 仍然保持负载电压 U_O 不变。

当电源电压 U_i 保持不变而负载电流变化引起负载电压 U_O 改变时, 上述稳压电路仍能起到稳压的作用。例如, 当负载电流增大时, 电阻 R 上的压降增大, 负载电压 U_O 因而下降, 只要 U_O 下降一点, 稳压管电流就显著减小, 使通过电阻 R 的电流和电阻上的压降保持近似不变, 因此负载电压 U_O 也就近似稳定不变。当负载电流减小时, 稳压过程相反。

三、半导体三极管及其应用

(一) 三极管的结构

具有两个 PN 结的半导体器件称为半导体三极管, 简称三极管, 亦称晶体管。三极管有 NPN 型和 PNP 型两大类, 其结构如图 1-4 所示。

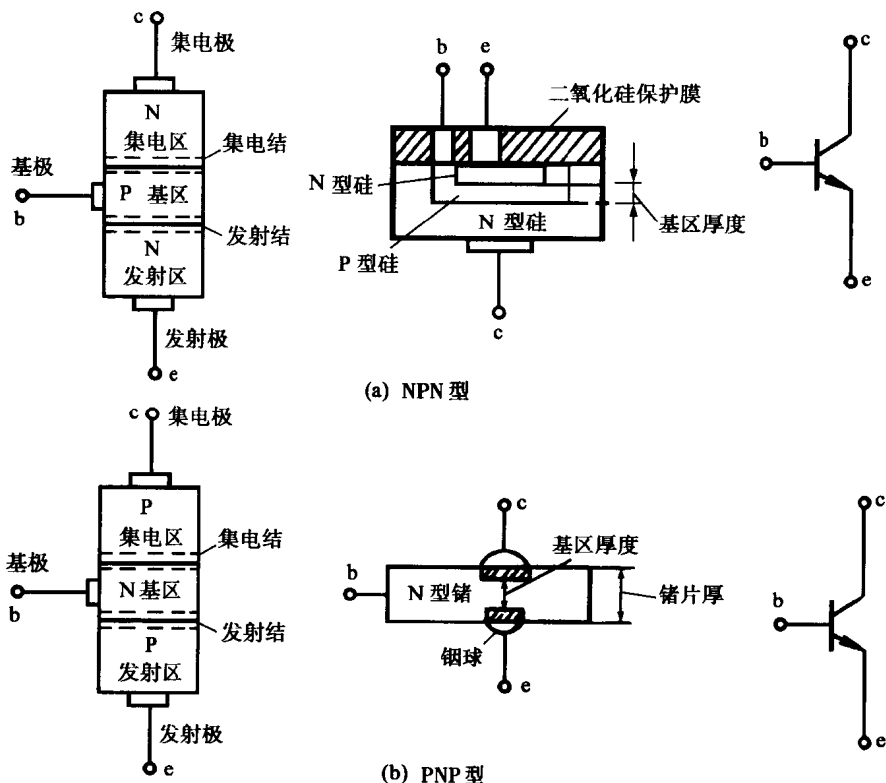


图 1-4 三极管的图形和符号

三极管有基极、集电极和发射极三个电极,分别用字母符号 b、c、e 来表示。与集电极 c 相连的一层半导体称为集电区,与发射极 e 相连的一层半导体称为发射区,在集电区与发射区之间的一层半导体称为基区。集电区与基区之间的 PN 结称为集电结,基区与发射区之间的 PN 结称为发射结。

由于硅三极管的温度特性较好,应用也较多,如汽车电子调节器、点火器、燃油喷射控制器等都大量采用。

(二) 三极管的输出特性

三极管的特性曲线可用图 1-5 所示电路测绘。它用来描述三极管各电极的电流与电压之间的关系,它实际上是三极管内部特性的外部表现,是分析电子电路的重要依据。

三极管输出特性是指基极电流 I_b 为一定值时,集电极电流 I_c 同集电极与发射极之间的电压 U_{ce} 之间的关系。当 I_b 不同时,可得到不同的曲线,如图 1-6 所示。

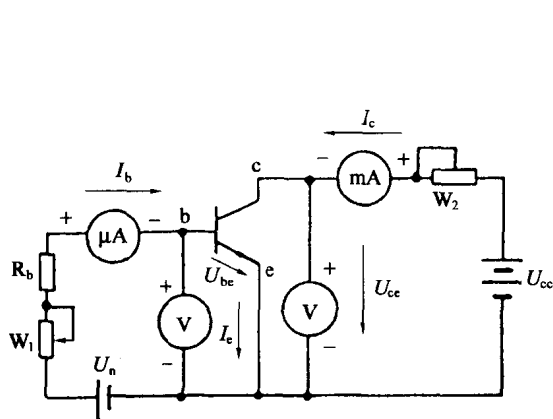


图 1-5 三极管特性曲线测试电路

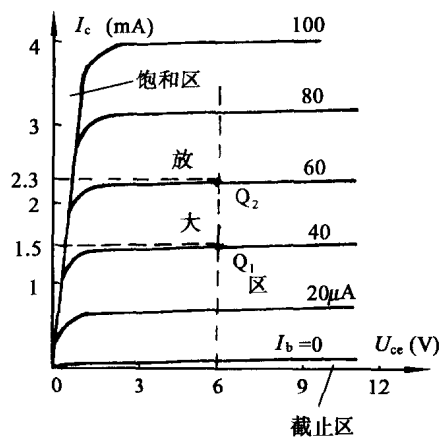


图 1-6 三极管输出特性曲线

由输出特性曲线可见,可以工作在三个不同的区域:放大区、截止区和饱和区,也就是三极管具有三种不同的工作状态:放大、截止和饱和。

1. 放大状态

在输出特性曲线上,三极管具有放大作用的区域称为放大区。放大区大致在 $I_b = 0$ 的曲线与 I_c 曲线拐点连接线右侧部分之间的区域。三极管工作在放大状态的条件是:发射结处于正向偏置,集电结处于反向偏置。

2. 截止状态

在 $I_b = 0$ 曲线以下的区域称为截止区。三极管工作在截止状态的条件是:发射结与集电结均处于反向偏置 (实际上,发射结电压低于死区电压时,三极管就已进入截止状态)。此时, $I_c \approx 0$, $U_{ce} \approx U_{cc}$,集电极与发射极之间呈现高阻状态,相当于一个开关断开。

3. 饱和状态

三极管 I_c 曲线近似于直线上升的部分与纵坐标之间的区域称为饱和区。三极管工作在饱和状态的条件是:发射结和集电结都处于正向偏置。此时,集电极与发射极之间的管

压降很低,但电流很大,呈现低阻状态,相当于一个开关接通。

综上所述,三极管不仅具有放大作用,而且具有开关作用。要使三极管起到放大作用,必须使其工作在放大状态。要使三极管起到开关作用,必须使其工作在饱和与截止状态。

二极管和三极管都可以工作在“接通”与“断开”两种状态。在脉冲(开关)电路、数字电路以及汽车发电机调节器、点火控制器和微机管理控制电路中,正是利用它们的这种开关特性来实现各种控制的。

四、集成电路的结构及使用

集成电路是在同一块半导体材料上,利用各种不同的加工方法,同时制作出许多极其微小的电阻、电容及晶体管等电路元器件,并将它们相互连接起来,使之具有特定的电路功能。半导体集成电路是上个世纪 60 年代开始发展起来的一种新型电子元器件,它具有体积小、重量轻、可靠性高以及成本低廉等一系列优点,所以发展十分迅速,不仅在军事、航天等方面采用,而且在家用电器中随处可见。近几年来,随着汽车电子技术的迅猛发展,集成电路已大量进入汽车领域。

(一) 集成电路的结构

如图 1-7 所示,半导体集成电路的封装形式有晶体管式的圆管壳封装、扁平封装和双列直插式封装及软封装等几种。在晶体管式封装中,半导体芯片被封装在晶体管壳内,有 8~14 条引线,以适应整个电路中各种电源、输入、输出及接其他外接元件引线连接的需要。扁平封装中,芯片被封装在扁平的长方形外壳中,引线从外壳的两边或四边引出。引线数目较多,可达 60 条以上。在电路外壳上打印有电路的型号、厂标及引脚顺序标记。双列直插式封装是当前集成电路中最广泛采用的封装形式。它与扁平封装式比较,具有封装牢固,可自动化生产,成本低,且可采用管座插接在印刷电路板上。双列直插式电路有 8 线、14 线、16 线、18 线、20 线、24 线、28 线和 40 线等数种。引线的数目根据电路芯片引出端功能而定。

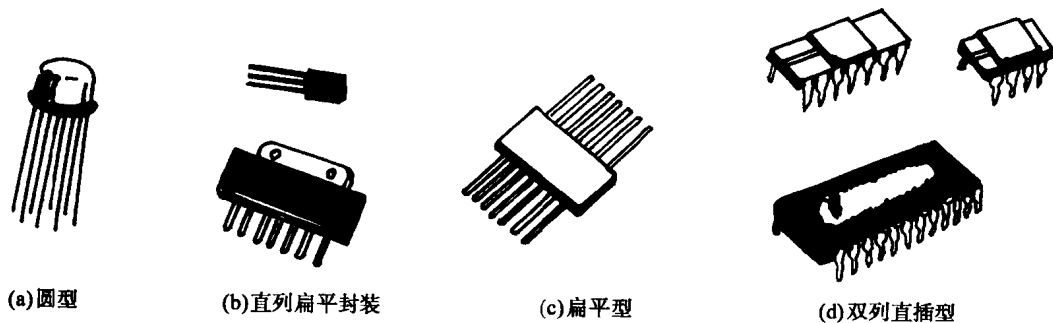


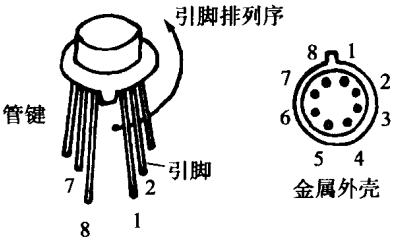
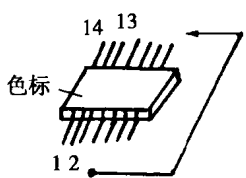
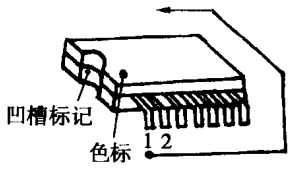
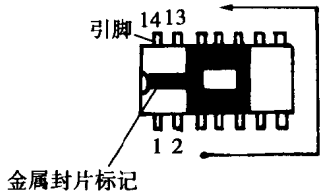
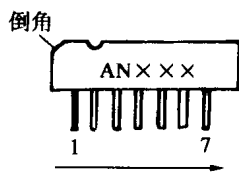
图 1-7 集成电路外形

(二) 集成电路使用注意事项

1. 集成电路引脚的识别

集成电路的结构形成、管脚标记及引脚识别的方法见表 1-1。

表 1-1 正确识别集成电路引脚

集成电路结构形式	管脚标记形式	引线脚识别方法
圆型结构	 管脚排列序 管键 引脚 金属外壳	这类结构的集成电路形似晶体管,体积较大,外壳用金属封装,引线脚有 3、5、8、10 多种。识别时将管底对准自己,从管键开始顺时针方向读管脚序号
扁平型平插式结构	 色标	这类结构的集成电路通常以色点作为引线脚的参考标记。识别时,从外壳顶端看,将色点置于正面左方位置,靠近色点的引线脚即为第 1 脚,然后按逆时针方向读出第 2、3……各脚
扁平型直插方式结构 (塑料封装)	 凹槽标记 色标	塑料封装的扁平直插式集成电路,通常以凹槽作为引线脚的参考标记。识别时,从外壳顶端看,将凹槽置于正面左方位置,靠近凹槽左下方第一个脚为第 1 脚,然后按逆时针方向读第 2、3……各脚
扁平型直插结构 (陶瓷封装)	 引脚 金属封片标记	这种结构的集成电路,通常以凹槽或金属封片作为引线脚参考标记。识别方法同塑料封装
扁平单列直插结构	 倒角 AN × × ×	这种结构的集成电路,通常以倒角或凹槽作为引线脚参考标记。识别时将引脚向下置标记于左方,则可从左向右读出各脚。有的集成电路没有任何标记,此时应将印有型号的一面正向对着自己,按上法读出脚号

2. 使用 MOS 集成电路的注意事项

MOS 是 Metal Oxide Semiconductor 的英文缩写,称为金属氧化物半导体。在使用中需注意以下几点:

- (1) 焊接时,一般使用功率为 20W 的内热式电烙铁,而且烙铁头应该接地。
- (2) 焊接的时间不宜超过 5s,严禁虚焊。
- (3) 在更换集成电路时,应该首先切断电源。
- (4) 不用的输入端不能悬空,应按其功能的要求接上电源或接地。
- (5) 存放时必须用金属屏蔽包装,若需长期保存,应将其放入金属盒内。待焊的 MOS 集成电路应在临焊前拆除屏蔽包装。
- (6) 焊接电路板时,应先将管脚全部短路,并将整个电路板一次焊完,再将管脚短路线断开。
- (7) 焊接时焊接人员注意良好接地。

(三) 集成电路的检测

集成电路的检测要比分立元件困难,但只要按下述方法检测,还是能很快查出故障原因的。

(1) 首先要熟悉集成电路的内部结构原理,然后采用由后向前逐级检查的方法,分析其故障产生的原因。表 1-2 列出了用万用表检查 TTL 集成电路的数据,供测量时参考。表中数据是用 500 型万用表 $R \times 1k\Omega$ 挡测量的,它是用万用电表判别 TTL 集成电路好坏的一种实用方法。

表 1-2 用万用表测 TTL 的数据

测量项目	正常值	不正常值	万用表接法	备注
输入输出各端子与接地端子	5kΩ	<1kΩ 或 >12kΩ	黑表笔接地端子,红表笔接其他各端子	用 500 型万用表 R×1kΩ 挡。用其他万用表会略有出入
电源端子与接地端子	3kΩ	≈0 或 ≈∞		
输入输出各端子与接地端子	>40kΩ	<12Ω	红表笔接地端子,黑表笔接其他各端子	
电源端子与接地端子	3kΩ	≈0 或 ≈∞		

(2) 电压测量判断法。对有可疑的集成电路,测量其引脚电压,将测量的结果与已知值或经验数据进行比较,进而判断出故障范围。

(3) 信号检查法。利用示波器及信号源,检查电路各级的输入和输出信号。对于数字集成电路,主要是通过信号来查清它们的逻辑关系。对集成运算放大器来说,需要弄清其放大特性。可疑级一般发生在正常与不正常信号电压的两测试点之间的那一级。

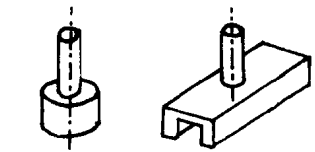
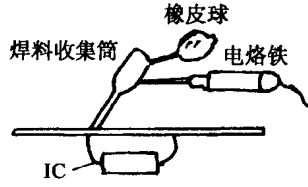
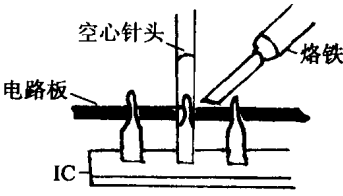
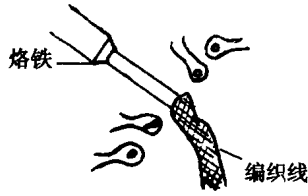
(4) 对有可疑的集成电路,判断是否存在故障的最快办法,是采用同型号的、完好的集成电路做替代试验。

(四) 集成电路的更换

通过检测、判断,若确是集成电路损坏或怀疑它损坏时,需要把集成电路从印刷电路板上拆下,通常用专用的吸锡器拆卸较为方便。如果没有专用器具,则可按表 1-3 所列方法进

行拆卸,然后换上新的集成电路。

表 1-3 拆卸集成电路的方法

序号	方 法	示 意 图
1	使用特殊烙铁头,使烙铁头同时接触各引线焊点,这样可同时对各焊点加热,然后可以轻轻地拔下集成电路块	 (a)圆形烙铁头 (b)直列式烙铁头
2	使用内热式解焊器将溶化的焊锡吸入收集筒内,这样可以多次把焊点上的锡吸净,集成电路就很容易取下来了	 橡皮球 焊料收集筒 电烙铁 IC
3	一边用烙铁熔化集成电路脚上的焊点,一边用空心针头套在脚上旋转,可使各脚和电路板脱开	 空心针头 烙铁 电路板 IC
4	用一段被松香酒精溶液浸过的金属编织线置于集成电路的焊点上,然后用不带污垢和锡滴的烙铁熔化焊点,锡会被纺织线沾去	 烙铁 编织线

(五) 常用集成电路的型号与功能

1. 国产集成电路的型号命名法

国产集成电路的型号由四个部分组成,见表 1-4。