

汽车维修技术**点拨**系列丛书

汽车维修技术系列丛书
XIU LIU CONGSHU


汽车电脑

维修教程

QI CHE DIAN NAO WEI XIU JIAO CHENG

广州市凌凯汽车技术开发有限公司 组编
丁问司 谭本忠 主编

北科院

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



✳ 汽车电脑维修教程
汽车空调维修教程
汽车自动变速器维修高级教程

广州市凌凯汽车技术开发有限公司 是一家专注于汽车职业教学与职业培训服务领域的新兴企业。企业集教研、专业图书编写和销售三位一体。将汽车资料编写作为主攻方向。以市场需求为导向。以客户要求为宗旨。全力打造符合中国汽车维修职业教学特色的技术培训与技术资料品牌。为汽车专业教学与职业培训的企事业单位和公司提供上乘的技术、优质的产品和称心的服务。

公司下设主要部门有：汽车技术资料编辑部、市场拓展部及遍布全国二十多个省市的直营超市。全公司拥有上百名专业讲师、专职编辑、汽修技师和工程开发人员。公司主营汽车维修资料图书、教材、教学软件的编写和编制，以及汽车故障诊断仪器的销售。服务网络遍布全国各大省市。提供优良及时地售后服务与技术支持。

依托公司在教学设备开发和教学资料编辑上的优势。经广州市劳动和社会保障局批准。公司还创建了广州市凌凯汽车职业培训学校。这是一所集研发与职业培训为一体的新型汽车职业培训学校。学校地处广州市萝岗区。毗邻科学城。交通方便。学校拥有一批高素质的专职专业教师。教学管理严格。教学设施完善。

学校本着“面向市场需求。培养实用人才”的办学理念。注重职业道德教育。切实保障培训质量。学校以“模块化一体式流程教学”为特色。学员随需择学。老师因材施教。注重专业基础知识的教育。注重专业技能的培养。致力于提高学生的综合素质以及动手能力。经过几年的发展。学校已形成教学研究、培训学习和毕业推荐为一体的格局。

广州市凌凯汽车技术开发有限公司愿与各界精英、技苑新星以及新时代的汽车维修职院、培训中心携手合作。一起开创汽车专业教学与汽车职业培训的全新局面。公司还向汽车维修行业提供“www.link168.net”的免费资料网站。为广大汽车维修工作者和渴望进入汽车领域的朋友提供新颖实用的汽修资料和及时有效的职教资讯。

上架指导：工业技术 / 交通运输 / 汽车部件维修

编辑热线：(010)88379771

- ISBN 978-7-111-20787-0
- 策划编辑：徐 巍
- 封面设计：王伟光

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
联系电话：(010) 68326294 网址：http://www.cmpbook.com
(010) 68993821 E-mail:online@cmpbook.com

定价：29.00元

ISBN 978-7-111-20787-0



9 787111 207870 >

汽车维修技术点拨系列丛书

汽车电脑维修教程

广州市凌凯汽车技术开发有限公司 组编

主编 丁问司 谭本忠

参编 胡欢贵 于海东 宁海忠

林贞贤 赖元生



机械工业出版社

本书从基本的阻容元件讲起,深入浅出地分析了汽车电脑的工作原理、内部主板的结构以及主板芯片元件的拆焊与更换方法,介绍了汽车电脑的软件维修等芯片级维修技术,并有实战案例。

本书可作为广大维修技工进行汽车电脑与汽车电控系统维修的重要参考,同时也可以作为各汽车院校汽车电脑维修课程的通用教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电脑维修教程/丁问司,谭本忠主编. —北京:机械工业出版社,2007.2

(汽车维修技术点拨系列丛书)

ISBN 978-7-111-20787-0

I 汽 . II. ①丁^{问司} ②谭^{本忠} III 汽车-计算机控制系统-维修 IV U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第010281号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:徐巍 版式设计:霍永明 责任校对:王欣

封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京汇林印务有限公司印刷

2007年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·12.5印张·8插页·304千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-20787-0

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379771

封面无防伪标均为盗版

前 言

在高速发展的电子工业技术的支持下，随着社会对汽车综合性能的要求不断提高，汽车电子化发展在 20 世纪的后 50 年取得了巨大的成就。汽车电子化发展主要可以分为四个阶段。

20 世纪 50 年代到 1974 年为第一阶段，这一阶段是汽车电子化发展的初级阶段。在这一阶段中，晶体管收音机进入了汽车。60 年代硅整流发电机的成功研制，实现了汽车发电机由直流走向交流的重大变革。

1974~1982 年为汽车电子化发展的第二阶段。这一阶段的标志是：集成电路和 16 位以下的微处理器在汽车上得到了应用。这几年中，电子燃油喷射、空燃比反馈控制及安全气囊、电子控制自动变速器、故障自诊断等得到了充分的发展。

1982~1995 年为第三阶段，这一阶段中微型计算机开始应用于汽车。发动机集中控制、传动系统电子控制、行驶与制动系统电子控制、车身舒适系统电子控制、娱乐通信电子控制系统等均得到不同程度的应用和发展。

1995 年之后汽车电子化发展进入一个全新的阶段。CAN 总线及超大规模集成电路组成的高速微型计算机广泛地应用于汽车。到目前为止，已经出现了通信与 GPS 导航协调控制、自动防撞、安全驾驶监控等最为先进的电子控制系统。

从以上可以看出，以后汽车发展的一项最为重要的任务将是在汽车机械创新的基础之上加入更为先进的微处理系统，配合相关软件来实现更为先进的功能。这一发展的核心将是功能更为强大、处理速度更加迅速的微型计算机，通俗说法——汽车电脑。

既然是计算机，便具有一般计算机的共同特征，即以硬件实现软件控制。汽车电脑是一个复杂的有机整体，由成千上万个阻容元件和处理芯片组成。长期以来，汽车维修技工在维修中通常是将这一部分当作一个黑匣子看待，一旦出现故障便更换整个电脑块。这样做的原因就是因为在对汽车电脑的内部结构与工作原理了解太少，不敢动手维修，这样也就造成维修成本的增加，同时很多故障难以得到排除。

鉴于这些问题的存在，我们编写了《汽车电脑维修教程》一书，以便大家更为深入地了解汽车电脑原理，掌握汽车电脑维修技术。本书从基本的阻容元件讲起，深入浅出地分析了汽车电脑的工作原理、内部主板的结构，以及主板芯片元件的拆焊与更换方法，介绍了汽车电脑的软件维修等芯片级维修技术，并有实战案例。

本书旨在成为广大维修技工进行汽车电脑与汽车电控系统维修的重要参考，同时也可以作为各汽车院校汽车维修课程——汽车电脑维修的通用教材。

由于时间仓促，编者水平有限，书中缺漏与不足之处在所难免，还望广大读者不吝批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 汽车电工基础..... 1

第一节 基本概念与基本元件 1

一、电位 1

二、电压 1

三、电动势 1

四、电流 1

五、欧姆定律 1

六、电阻 1

七、电容 3

第二节 电磁感应原理及应用 4

一、线圈(自感) 4

二、电磁感应在汽车中的应用 4

第三节 交流电路 6

一、正弦交流电路 6

二、正弦交流电的三要素 6

三、三相交流电路 7

第四节 半导体器件 8

一、二极管 8

二、晶体管 9

第二章 汽车数控基础 19

第一节 数字电路的基本概念 19

一、数字信号与模拟信号的区别 19

二、进制 19

第二节 门电路 20

一、常用逻辑门电路 20

二、触发器 22

第三章 汽车微机基础 23

第一节 单片机的组成和分类 23

一、单片机概述 23

二、单片机的组成 23

三、单片机的分类 25

第二节 常见单片机介绍 26

一、SAB80C515/SAB80C535 单片机 26

二、MOTOROLA 系列单片机 29

三、SIEMENS C166 系列单片机 38

第四章 汽车电控系统 47

第一节 发动机电控燃油喷射系统 47

一、发动机电控系统的构成 47

二、发动机电控系统的主要控制功能 48

三、汽油机燃油喷射系统的分类 49

四、燃油喷射系统中传感器与执行器

的构造与原理 57

第二节 车身底盘控制系统 63

一、自动变速器电控系统 63

二、ASR 汽车驱动防滑转电控系统 64

三、ESP 汽车行驶电子稳定控制系统 67

四、自动空调 68

五、安全气囊控制系统 70

第五章 汽车电脑原理 71

第一节 汽车电脑控制系统概述 71

一、汽车电脑控制系统的组成 71

二、汽车电脑控制系统的特点 72

三、汽车电脑控制系统的应用 72

第二节 汽车电脑控制系统部件功能 74

一、传感器 74

二、汽车控制电脑 74

三、ECU 的组成 75

四、ECU 的工作原理 78

第三节 ECU 电路解析与故障诊断 79

一、博世 Motronic1.5.4 系统 79

二、博世 MotronicM1.3 系统 84

三、金杯单点玛瑞利电脑逻辑电路

技术解析 88

四、五菱之光发动机电脑故障检修 90

第六章 汽车电脑检修技术 99

第一节 汽车常用检测设备与

基本测量技术 99

一、汽车专用试电笔	99	七、福特车系	126
二、测试灯	99	八、大众车系	126
三、跨接线	100	九、奔驰车系	127
四、万用表	100	十、宝马车系	127
五、示波器	102	第九章 汽车电控系统编码与匹配	129
第二节 汽车电脑维修常用工具		第一节 大众车系	129
与焊接技术	106	一、捷达新两阀(BGJ)发动机电子	
一、电烙铁的结构和种类	106	节气门的匹配	129
二、常用焊剂	107	二、2002 款帕萨特发动机 ECU 的	
三、焊接方式和技术要求	107	更换与匹配	130
四、SOP 小外型封装集成电路的		三、奥迪 A6 防盗系统钥匙的重新编程	133
拆焊方法	109	四、奥迪 A6 氙气前照灯设定	134
五、QFP 芯片拆焊方法	109	五、2003 款奥迪 A8 第四代 WFS 防盗	
第七章 汽车电脑检修方法	111	系统的匹配	135
第一节 汽车电脑检修要点	111	第二节 丰田车系	136
一、电脑故障	111	一、雷克萨斯 LS430 无线遥控门锁	
二、故障率较高的几种电脑	112	系统发射器编码注册方法	136
三、汽车电脑芯片级维修	113	二、雷克萨斯 LS430 防盗系统编码方法	137
第二节 电控单元的检测方法	115	三、新款陆地巡洋舰 4700 遥控器设定	140
一、直观检查法	115	四、丰田车系防盗系统遥控器	
二、接触检查法	115	设定与恢复程序	141
三、故障再生法	116	第三节 通用车系	141
四、参照检查法	116	一、通用赛欧 IMMO II 防盗	
五、替代检查法	116	系统编程原理	141
六、电压检查法	117	二、通用轿车防盗系统设定与解除	147
七、电阻检查法	117	第四节 奔驰、宝马车系	150
八、示波器显示波形检查法	117	一、奔驰轿车音响解码	150
九、信号注入检测法	118	二、奔驰 STAR DIGNOSIS 诊断仪	151
第八章 汽车电控单元故障诊断方法	119	三、宝马 E39 车身控制模块更换	
第一节 故障自诊断系统的功能	119	的编码及匹配	161
一、故障指示灯	119	四、宝马 X5 遥控器设定	162
二、OBD-II 简介	119	五、宝马车维修解码	162
第二节 常见车型故障码读取与清除	120	第十章 汽车电脑故障排除案例	165
一、丰田车系	120	第一节 发动机电脑	165
二、日产车系	122	一、日产 MAXIMA 发动机电脑维修	165
三、本田车系	123	二、日产千里马发动机电脑故障维修	168
四、三菱/现代车系	123	三、日产千里马发动机电脑维修	169
五、克莱斯勒车系	124	四、日产蓝鸟发动机电脑维修	169
六、通用/大宇车系	125	五、现代 SONATA 发动机电脑维修	170

六、奔驰 300E 点火模块维修	171	坏修复一例	181
七、马自达发动机电脑维修一例	173	第二节 其他类电脑维修	181
八、丰田佳美冷却风扇电脑维修	174	一、捷龙自动变速器电脑维修	181
九、1997 款丰田佳美不起动	175	二、ABS 电脑维修(本田 ACCORD)	182
十、丰田大霸王发动机 ECU 故障维修 ...	176	三、空调电脑维修(三菱太空)	184
十一、捷达轿车发动机 ECU 故障维修 ...	176	四、空调电脑维修(LS400)	185
十二、东南得利卡发动机电脑维修	178	五、空调电脑维修(奔驰)	188
十三、玛瑞利电喷系统 M·R·L 故障 维修总结	179	六、防盗电脑维修(LS400)	188
十四、捷达发动机电脑维修	180	七、空气悬架电脑维修(丰田皇冠)	189
十五、北京切诺基发动机电脑维修	180	附录 常见车型电脑主板、电控元件 实物与信号连线图	(见书后彩插)
十六、道奇捷龙 MPV 发动机电脑损			

第一章

汽车电工基础

第一节 基本概念与基本元件

一、电位

电路中其他各点所具有的电势能就是以该点为参考点的电位。电位没有方向性，是标量。单位是伏特(V)。

二、电压

电压就是电路中两点间的电位差。电压的单位为伏特(V)，见图 1-1。

三、电动势

电动势是电源中两端的电势差，电动势的单位有伏特(V)、毫伏(mV)等。

四、电流

电流就是带电粒子在电路中的定向运动。单位有安培(A)、毫安(mA)等，电流通常用字母“ I ”来表示。电流不但有大小，而且还有方向，见图 1-2。

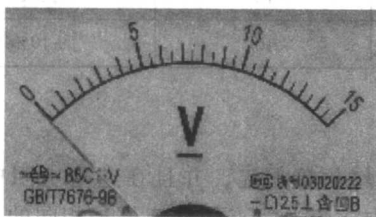


图 1-1 电压符号

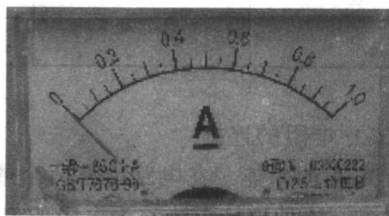


图 1-2 电流符号

五、欧姆定律

在纯电阻电路中，均匀导体的端电压与流过该导体的恒定电流的比是一个定值，即 $R = U/I$ ，这就是欧姆定律。此比值就是该导体的电阻，通常用字母 R 来表示。它的单位有欧姆(Ω)、千欧(k Ω)等。

六、电阻

(一) 电阻的分类、标记与命名

电阻主要用于控制和调节电路中的电流和电压，或用作消耗电能的负载。电阻的单位是欧姆(Ω)，有固定电阻和可变电阻。固定电阻电阻值的标注主要有直标法和色标法两种常见

的标注方法。可变电阻一般称为电位器，电位器在旋转时，其相应的阻值依旋转角度而变化。

(1) 直标法。将电阻的阻值和误差直接用数字和字母印在电阻上(无误差标示为允许误差 $\pm 20\%$)。也有采用习惯标记法的，如：

- 3 Ω 3 I 表示电阻值为 3.3 Ω ，允许误差为 $\pm 5\%$ ；
 1K8 III 表示电阻值为 1.8k Ω ，允许误差为 $\pm 20\%$ ；
 5M1 II 表示电阻值为 5.1M Ω ，允许误差为 $\pm 10\%$ 。

(2) 色标法。即将不同颜色的色环涂在电阻上来表示电阻的标称值及允许误差，各种颜色所对应的数值见表 1-1。固定电阻色环标志读数识别规则如图 1-3 所示。

表 1-1 色环含义

色环颜色	第一环(十位数)	第二环(个位数)	第三环(倍乘数)	第四环(误差)
黑		0	$\times 10^0$	
棕	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
红	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$\times 10^3$	
黄	4	4	$\times 10^4$	
绿	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	$\times 10^6$	$\pm 0.2\%$
紫	7	7	$\times 10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	$\times 10^8$	
白	9	9	$\times 10^9$	
金			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$

(二) 电阻的连接

1. 电阻的串连 在电路中有两个或更多个电阻头尾相接相连，并且在这些电阻中流过同一电流，这种连接方法称为电阻的串联，串联电路中，流过每点的电流都是相同的。

2. 电阻的并联 电路中有两个或多个电阻连接在两个公共的节点之间，承受同一个端电压，这些电阻的连接关系称为并联，并联电路的总电阻小于最小的电阻，并且各处电压都相等。

两个并联电阻可用一个等效电阻来代替。等效电阻的倒数等于各个并联电阻的倒数和。例如：汽车传感器电路中常用的是直流单臂电桥——惠斯顿电桥。惠斯顿电桥的电路原理图如图 1-4 所示。

如果敏感元件 R_x 受外界信号影响电阻值改变，电桥平衡被打破，这时 c、d 两点电位不相等，检流计中将有电流 I_g 流过。

(三) 特殊电阻在汽车上的应用

1. 热敏电阻 热敏电阻是电阻式温度传感器的一种。主要用于发动机的冷却液温度和

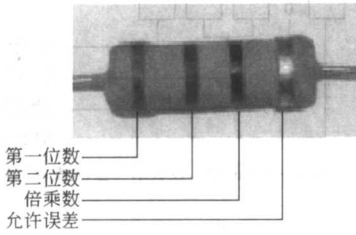


图 1-3 固定电阻色环标志读数识别规则

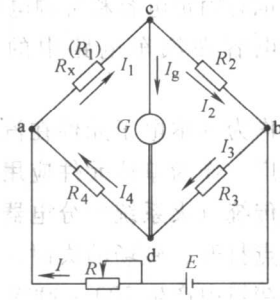


图 1-4 惠斯顿电桥原理图

进气温度传感器。电阻值随温度升高而减小的热敏电阻称为负温度系数(NTC)热敏电阻，如图 1-5 所示。

2. 压敏电阻 压敏电阻主要用于发动机的进气压力传感器，半导体压敏电阻式进气压力传感器是利用半导体的压阻效应制成的硅膜片，其变形量与压力成正比，利用电桥将硅膜片的变形转换成电信号，半导体压敏电阻式进气压力传感器是由压力转换元件(硅片)、把转换元件输出信号进行放大的混合集成电路和真空室组成，如图 1-6 所示。



图 1-5 冷却液温度传感器

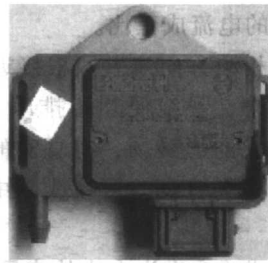


图 1-6 进气压力传感器

3. 光敏电阻 光敏电阻是利用半导体的光电效应制成的。在受光时，半导体受光照产生载流子，由一电极到达另一电极，有效地参与导电，从而使光电导体的电阻率发生变化。光照强度越强，电阻越小。例如：自动空调上的日光传感器。

七、电容

(一) 电容的基本性质

利用电容器充电、放电和隔直流、通交流的特性，在电路中用于隔直流、耦合交流、旁路交流、滤波、定时和组成振荡电路等。电容器用符号 C 表示，电容的单位是法拉(F)。电容所承受的电压不能超过其额定电压。

(二) 电容的单位

电容的基本单位是法(F)，常用单位有微法(μF)、纳法(nF)和皮法(pF)等，它们的换算关系如下：

$$1\text{mF}(\text{毫法}) = 10^{-3}\text{F}$$

$$1\mu\text{F}(\text{微法}) = 10^{-6}\text{F}$$

$$1\text{nF}(\text{纳法}) = 10^{-9}\text{F}$$

$$1\text{pF}(\text{皮法}) = 10^{-12}\text{F}$$

电容器也有固定电容和可调电容之分。

(三) 电容在汽车电路中的典型应用

电容器作为基本电子元件在汽车电路中应用很广，作为单体元件应用的典型例子就是传统点火系统中分电器上的电容器。触点打开、磁场消失时，在点火线圈初级绕组中产生 200 ~ 300V 的自感电动势，若无电容器，该自感电动势就会在触点间形成火花使触点烧坏。电容器的型号组成见图 1-7。

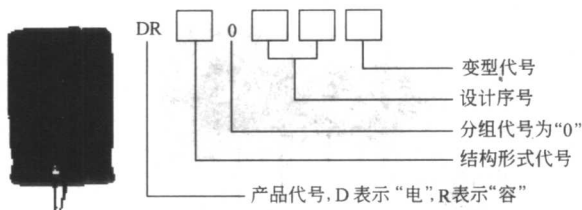


图 1-7 电容器的型号组成图

电容器的结构形式代号为：1—中心式，2—单接线式，3—双接线式。

第二节 电磁感应原理及应用

一、线圈(自感)

每当电流流过导体时，在导体周围会产生磁场。产生的磁感线数目即产生的磁感应强度与流过导体的电流成正比。

电流以相同方向流过两根接近的导线，两导线会互相吸引。如果将其中一根导线的电流流向反过来，导线便互相排斥。若将导线绕成线圈，每匝产生的弱磁场便合成为较强的磁场，合成的强磁场，有真实的北极和南极。增加线圈的匝数，磁感线密度随着增加。要使线圈的磁场更强，可在线圈中央插入用软铁制成的铁心，利用这个原理可以制造出电磁铁。

二、电磁感应在汽车中的应用

(一) 电磁铁

1. 电磁铁的原理 电磁铁是利用通电的铁心线圈吸引衔铁或保持某种机械零件、工件于固定位置的一种电器。衔铁的动作可使其他机械装置发生联动。当电源断开时，电磁铁的磁性随着消失，衔铁或其他零件即被释放。它的结构通常有图 1-8 中所示的几种。

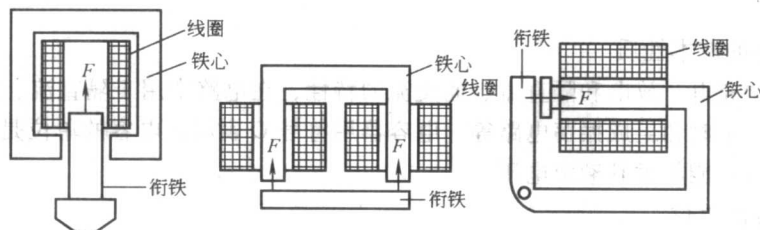


图 1-8 电磁铁的几种结构

2. 电磁铁的类型 电磁铁广泛地应用在继电器、接触器及自动装置中。电磁铁分为直流和交流两种。汽车电路中主要应用直流电磁铁，交流电磁铁在汽车中的应用很少。

3. 电磁铁在汽车上的应用 利用电磁铁的特点，可制成许多控制部件或执行部件应用到汽车上，其中比较典型的应用就是触点式电压调节器和汽车电喇叭。

(1) 电喇叭。汽车电喇叭靠电磁原理使膜片振动而发出声音警报信号。电喇叭由电磁铁、可动的衔铁、膜片和常闭的触点等构成,如图 1-9a 所示。触点与电磁线圈串联,其中一个触点依附于衔铁。

当电流流过电磁线圈时,线圈便建立起吸引可动衔铁的磁场,周边被固定的膜片,随着衔铁移动,衔铁移动导致触点打开(见图 1-9b),从而断开电路,膜片回到它的原来位置,触点再次闭合而重复上述动作。这便引起膜片以每秒数次的频率来回振动。膜片振动,引起喇叭里面的空气柱振动,从而发出声音。

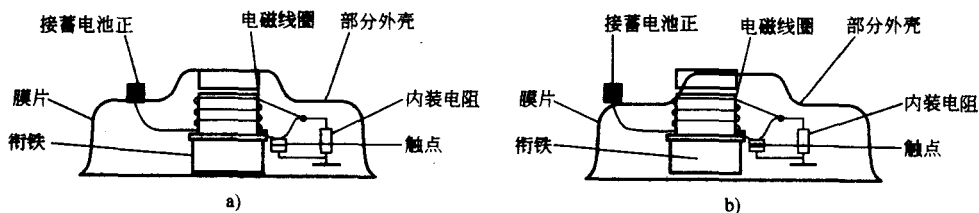


图 1-9 电喇叭结构示意图

a) 构成 b) 触点打开

(2) 继电器。

1) 继电器的概念。继电器是自动控制电路中常用的一种元件,它是利用电磁感应原理以较小的电流来控制较大电流的一种自动开关,在电路中起着自动操作、自动调节、安全保护等作用。在汽车电气系统中所使用的继电器体积较小,触点控制的电流也较小,属于小型继电器。这里主要讨论汽车用的小型继电器。

2) 继电器的类型。继电器的种类很多,常见的是电磁式。电磁式继电器是以电磁系统为主体构成的,当切断继电器线圈的电流时,电磁力失去,衔铁在板簧的作用下恢复原位,触点又闭合。

3) 汽车继电器的典型应用。汽车上许多电器部件需要用开关进行控制。由于汽车电气系统电压较低,具有一定功率的电器部件的工作电流较大,一般在几十安培以上,这样大的电流如果直接用开关或按键进行通断控制,开关或按键的触点将因无法承受大电流的通过而烧毁。在汽车上常用的继电器有:起动继电器、喇叭继电器、闪光(转向)继电器、刮水继电器等。

① 起动继电器。在采用电磁啮合式起动机的起动电路中,起动开关常与点火开关制成一体,由于通过起动机电磁开关(吸引线圈和保持线圈)的电流很大(大功率起动机可达 30~40A),而使点火开关早期损坏。为此,在有些汽车上,点火开关和起动机电磁开关之间装有起动继电器,如图 1-10 所示。

当点火开关转到起动位置时电流流经蓄电池正极→蓄电池接线柱→衔铁→常开触点→起动机接线柱→起动机电磁开关接线柱,起动机开始工作,使发动机起动。

② 喇叭继电器。图 1-11 所示为继电器在喇叭电路中的应用。蓄电池电压加至继电器线圈的一端,另一端接喇叭按钮。喇叭按钮是常开式开关,其一端搭铁。因此,只要按下喇叭按钮便接通电路。电路接通,继电器线圈得电,线圈建立磁场,磁场将触点吸合,蓄电池电压便加至喇叭(喇叭的另一端是搭铁的)。控制电路只需 0.25A 电流流过,而喇叭发声需要 20~30A 以上的电流。对于此种用法,喇叭继电器变成了促使喇叭发声的大电流的控制器,

而控制电路只需通过很小的电流，可以用很细的导线。

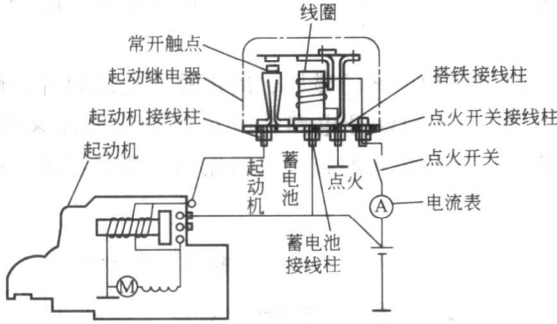


图 1-10 电磁啮合式起动机的控制电路

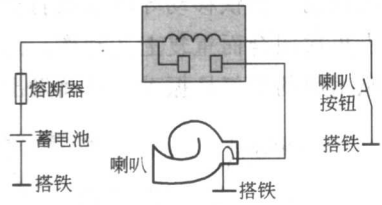


图 1-11 喇叭继电器的应用示意图

除了上面介绍的两种应用外，继电器还广泛应用于汽车的闪光装置与刮水器上，这里不再介绍，有兴趣的读者可以参考这方面的书籍。

第三节 交流电路

一、正弦交流电路

大小和方向随时间改变的电压或电流统称交流电，其波形如图 1-12 所示。如果电压和电流的方向是按照正弦规律周期性变化的，就称为正弦交流电。

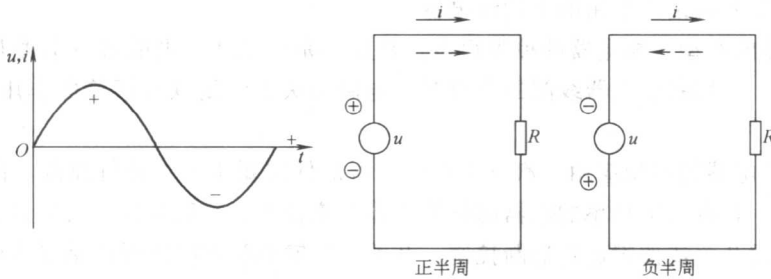


图 1-12 正弦交流电压和电流

汽车电路都是直流电路，但是汽车交流发电机产生的电流，在没有整流之前是交流电流。

二、正弦交流电的三要素

一个正弦量可以由频率(或周期)、幅值(或有效值)和初相位三个特征或要素来确定。

(一) 频率与周期

正弦量变化一次所需的时间称为周期(T)。每秒内变化的次数称为频率(f)，它的单位是赫兹(Hz)。

频率是周期的倒数，即 $f = 1/T$ 。

我国和大多数国家都采用 50Hz 作为电力标准频率。

(二) 幅值与有效值

正弦量在任一瞬间的值称为瞬时值，用小写字母来表示，如 i 、 u 及 e 分别表示电流、

电压及电动势的瞬时值。瞬时值中最大的值，称为幅值或最大值。

正弦电流、电压和电动势的大小往往不是用它们的幅值，而是用有效值来计量的。

有效值是通过电流的热效应来规定的，无论交流还是直流，只要它们在相等的时间内通过同一电阻并且两者产生的热效应相等，就把它看作是相等的。

有效值都用大写字母表示，和表示直流的字母一样。

(三) 初相位

正弦量是随时间而周期性变化的，正弦量所取的计时起点不同，正弦量的初始值就不同，到达幅值或某一特定值所需的时间也就不同。其波形如图 1-13 所示。

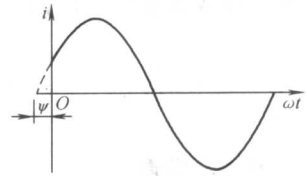


图 1-13 初相位不等于零的正弦波形

三、三相交流电路

1. 结构原理 图 1-14 是三相交流发电机的原理图。它的主要组成部分是电枢和磁极。

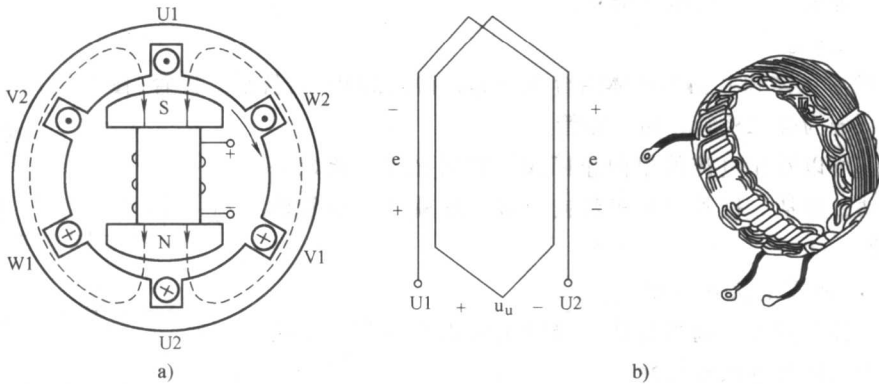


图 1-14 三相交流发电机的原理图

a) 原理图 b) 电枢绕组

电枢是固定的，也称为定子。定子铁心的内圆周表面有槽，用以放置三相电枢绕组。每相绕组都是相同的。它们的始端(头)标以 U1、V1、W1，末端(尾)标以 U2、V2、W2。每个绕组的两边放置在相应的定子铁心的槽内，但要求绕组的始端之间或末端之间都彼此相隔 120°。

当转子由发动机带动，并匀速转动时，每相绕组依次切割磁感线，产生电动势，因而在三相绕组上得出频率相同、幅值相等、相位互差 120°的三相对称正弦电压。

2. 三相电源的连接方法 发电机三相绕组的接法通常如图 1-15 所示，即将三个末端连在一起，这一连接点称为中性点或零点，用 N 表示，这种连接法称

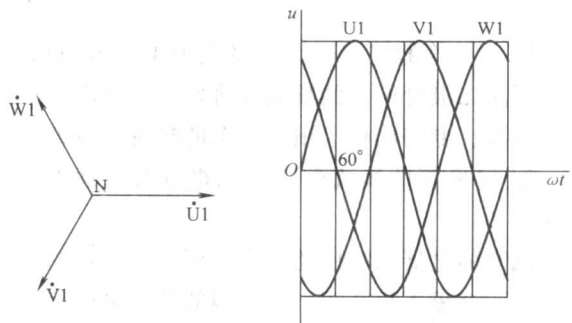


图 1-15 三相电压的相量图和正弦波形

为星形联结。从中性点引出的导线称为中性线或零线。从始端 U1、V1、W1 引出的三根导线称为相线或端线，俗称火线。

第四节 半导体器件

一、二极管

(一) 半导体

导电能力介于导体和绝缘体之间的材料称为半导体，半导体是在某种条件下导电，而在别的条件下不导电的材料。半导体包括二极管、晶体管、晶闸管等。制造半导体最常用的材料是硅晶体和锗晶体。晶体是具有确定的原子结构的材料，纯的晶体不能用来制作半导体，需要在这两种晶体中掺杂极小比例的其他元素。根据掺杂元素的不同，可以把半导体分为 P 型半导体和 N 型半导体。

按一定次序将 N 型半导体和 P 型半导体结合在一起，便能制造出用于汽车电压调节和电子控制器等电子装置电子器件。

(二) 二极管

当 N 型半导体和 P 型半导体结合在一起，得到的 PN 结就是二极管(图 1-16)。二极管按制造材料可分为硅二极管、锗二极管。

二极管可以看作电流的单向止回阀，它只允许电流以一个方向流动，即从二极管的正极流向负极。这就是二极管的单向导电性。

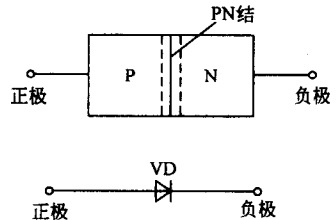


图 1-16 二极管的结构及其符号

(三) 二极管的伏安特性

流过二极管的电流随着加在二极管上的电压变化而变化的性质称为二极管的伏安特性。

(四) 二极管的主要参数

1. 最大电流 最大电流是指二极管长期运行时，允许通过的最大正向平均电流。
2. 最高反向电压 最高反向电压是指二极管工作时两端所允许加的最大反向电压。

(五) 二极管在汽车上的应用与焊接

利用二极管的单向导电性，可以组成整流、续流、限幅及检波等电路应用到汽车电路中。

1. 二极管的整流应用 将交流电变成直流电的过程叫做整流。在汽车交流发电机中，就是利用二极管组成的整流板将发电机发出的三相交流电整流为直流电。为了适应汽车发电机的需要，专门制作了用于汽车的整流二极管，它们分为正极管和负极管。

2. 二极管的续流电路 二极管吸收通电线圈突然断电时产生反向电动势的作用称为续流。

汽车的电器系统中还经常用到一些特殊的二极管，如稳压二极管、发光二极管、光电二极管等。这里不再介绍，有兴趣的读者可以参考这方面的书籍。

3. 二极管的焊接 二极管的焊接与电子元件焊接类似，但要求焊接时间短。要有协助散热措施等(如吹风)。

二、晶体管

(一) 什么是晶体管

1. 晶体管基本概念 它是由两个相距很近的 PN 结组成的, 是在一块半导体晶片上制造三个掺杂区, 形成两个 PN 结, 再引出三个电极, 用管壳封装。晶体管可分为 NPN 型(如图 1-17a 所示)和 PNP 型(如图 1-17b 所示)两种。实际上, 一个晶体管是拥有共同中间层的两个二极管。

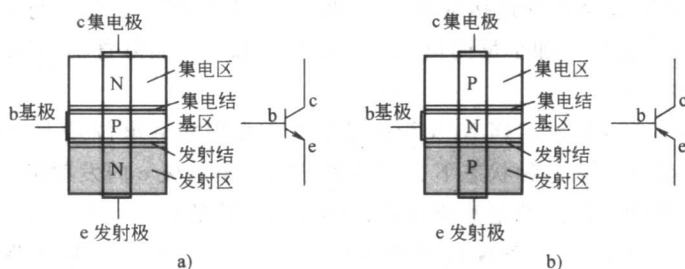


图 1-17 晶体管的结构示意图和符号

a) NPN 型 b) PNP 型

晶体管的三个极分别为发射极 e、集电极 c、基极 b。晶体管的基本功能就是利用基极电流控制集电极和发射极之间的电流。NPN 型晶体管电流从集电极 c 流向发射极 e; PNP 型晶体管电流从发射极 e 流向集电极 c。

2. 晶体管的基本参数

(1) 电流放大倍数 β 。

(2) 穿透电流 I_{CE0} 。

(3) 极限参数。使晶体管得到充分利用而又安全可靠工作的参数, 叫做极限参数。

(4) 集电极最大允许电流 I_{CM} 。

(5) 集电极最大允许耗散功率 P_{CM} 。

(二) 晶体管管型和管脚极性的判别

1. 目测法

(1) 管型的判别。一般情况下, 管型是 NPN 还是 PNP 应该从管壳上标注的型号来判别。依照部颁标准, 晶体管型号的第二位(字母), A、C 表示 PNP 管; B、D 表示 NPN 管。例如:

3AX、3CG、3AD、3CA 等均表示 PNP 型晶体管;

3BX、3DG、3DD、3DA 等均表示 NPN 型晶体管。

晶体管型号中的第一位数字 3, 表示晶体管; 第三位字线表示晶体管的功率及频率特性; 第四位数字表示序列号。

(2) 管脚极性的判别。常用的小功率三极管有金属圆壳封装和塑料封装(半圆柱形)等。大功率晶体管的外形有金属壳封装(扁柱形)管脚排列, 以及塑料封装(扁平、管脚直列)等形式。

对于小功率管, 为便于记忆, 总结如下:

金属圆壳封装: “头向下, 腿向上, 大开口朝自己, 左发右集电”。