

高等职业教育规划教材

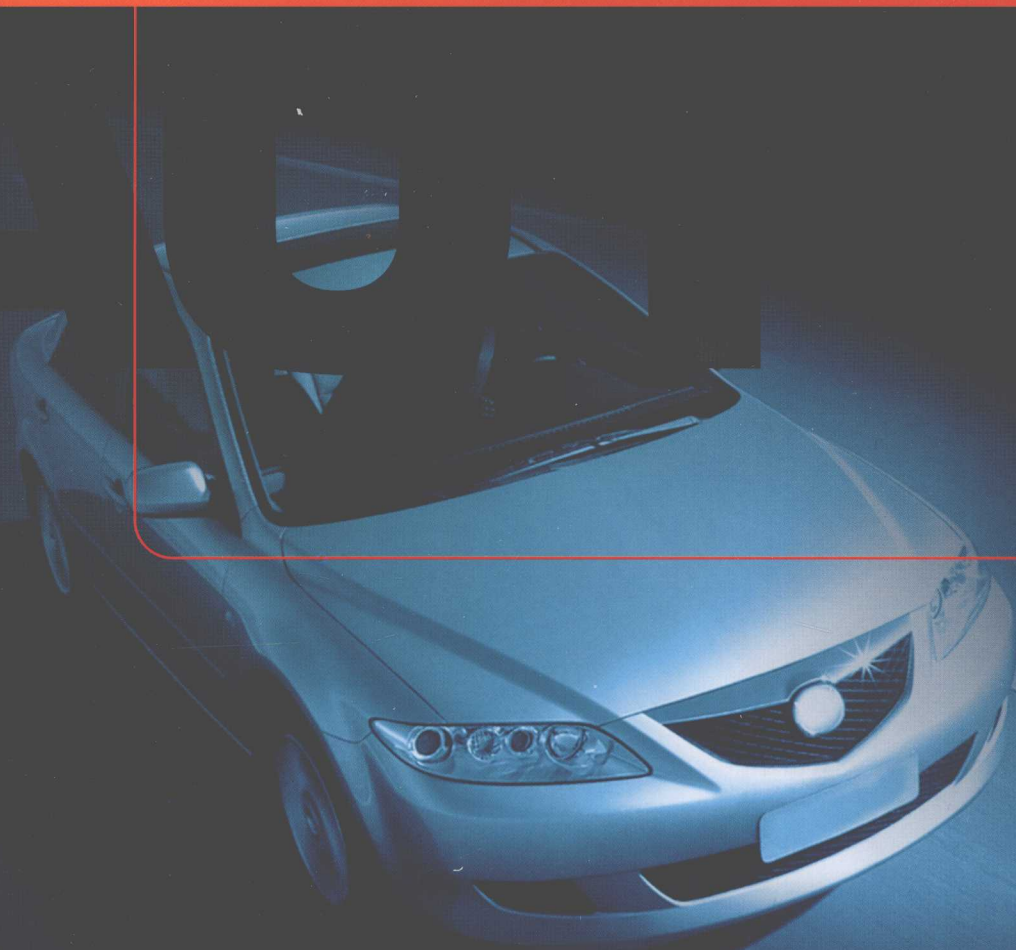


华泽教育
Waltz Education

汽车电器设备构造与维修

QICHE DIANQI SHEBEI GOUZAO YU WEIXIU

主 编 刘灵芝 李 鹏



同济大学出版社

TONGJI UNIVERSITY PRESS

高等职业教育规划教材

汽车电器设备构造与维修

主 编 刘灵芝 李 鹏

副主编 杨柳青 侯晓民 黄智勇

主 审 疏祥林



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

为适应汽车专业教学改革的需要,加快技能型紧缺人才的培养,本书加入了汽车新知识、新技术、新工艺等内容。主要包括:汽车电气系统基础,汽车电源系,汽车起动系统,照明、信号与报警系统,汽车仪表及电子显示装置,汽车舒适装置,汽车空调系统,汽车电路图识读。

本书供高等职业院校汽车专业教学使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书,同时可供汽车维修人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器设备构造与维修 / 刘灵芝,李鹏主编. —上海:
同济大学出版社, 2009. 8

ISBN 978-7-5608-4143-4

I. 汽… II. ①刘… ②李… III. ①汽车—电气设备—构造—高等学校:技术学校—教材 ②汽车—电气设备—车辆修理—高等学校:技术学校—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 152655 号

汽车电器设备构造与维修

主 编 刘灵芝 李 鹏

策 划 华 泽 责任编辑 张平官 特约审读 郁 峰 责任校对 徐春莲 封面设计 华 泽

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟华顺印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 16.5

印 数 1—4 100

字 数 412 000

版 次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4143-4

定 价 28.00 元

高等职业教育规划教材

《汽车系列教材》编审委员会

主 任

宋德朝 同济大学教授 博导

副主任

王世震 教育部高职高专汽车类专业教学指导委员会副主任委员

陈 明 教育部高职高专汽车类专业教学指导委员会委员

林在犁 教育部高职高专汽车类专业教学指导委员会委员

祁翠琴 教育部高职高专汽车类专业教学指导委员会委员

卢 明 教育部高职高专汽车类专业教学指导委员会委员

汤定国 交通职业教育教学指导委员会汽车运用与维修专业指导委员会副主任委员

屠卫星 交通职业教育教学指导委员会汽车运用与维修专业指导委员会委员

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁在明 山东交通职业学院

任成尧 山西交通职业技术学院

朱忠伦 安徽交通职业技术学院

李 鹏 郑州交通职业学院

杨柳青 安徽交通职业技术学院

姜铁均 上海大学巴士汽车学院

骆孟波 河北交通职业技术学院

夏令伟 无锡南洋职业技术学院

傅 强 浙江汽车工业职业技术学院

前言

随着我国汽车工业的迅速发展和汽车保有量的增加,汽车运用与维修技能型人才比较紧缺。本书是根据我国现代高等职业技术教育的特点,以满足学生技能训练、真实工作过程仿真实习的目的,力求把传授知识与培养实践技能相结合而编写的。

本书具有以下特点:

一、体系的完整性。本书共分成八个学习情景,主要内容包括:汽车电气系统基础、汽车电源系、汽车起动系统、照明、信号与报警系统、汽车仪表及电子显示装置、汽车舒适装置、汽车空调系统、汽车电路图识读。

二、内容的实用性。在内容的选取上,注重汽车后市场职业岗位对人才的知识、能力要求,力求与相应的职业资格标准衔接,加入了汽车新知识、新技术、新工艺等内容。

三、教材的适用性。本书供高等职业技术学院汽车专业教学使用,也可作为相关行业岗位培训或自学用书,同时可供汽车维修人员学习参考。

四、体例的新颖性。本书打破了传统教材的章节体例,以能力培养为情景确定学习目标,使培养过程实现“知行合一”。每个学习情景以需掌握的技能知识为点分列成了各个项目,便于进行项目化、任务驱动型的教学。

参加本书编写工作的有:郑州卓立电子技术有限公司李鹏(编写学习情景二的项目一、项目二、项目三、技能实训,学习情景五);陕西交通职业技术学院 蔺宏良(编写学习情景四);新疆交通职业技术学院侯晓民(编写学习情景六的项目一、项目二、项目三)、张熙(编写学习情景六的项目五、项目七、技能实训);山东交通职业学院老师孙春玲、宋美玉(编写学习情景七的项目一、项目二、项目三、项目四、项目六);安徽交通职业技术学院刘灵芝(编写学习情景一,学习情景二的项目四,学习情景三的项目四、项目五、技能实训,学习情景六的项目四和项目五)、杨柳青(编写学习情景三的项目一、项目二、项目三)、程章(编写学习情景七的项目五、技能实训)、黄智勇(编写学习情景八)。全书由安徽交通职业技术学院刘灵芝老师、郑州卓立电子技术有限公司李鹏担任主编;安徽交通职业技术学院杨柳青老师、黄智勇老师、新疆交通职业技术学院侯晓民老师担任副主编;安徽交通职业技术学院疏祥林担任主审,负责全书的统稿与编审。

由于编写时间仓促,加之编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

如需了解本书相关信息或提出意见建议,请登陆 www.huaze021.com.cn 或与上海华泽客服联系(021-65510115, huaze021@vip.163.com)。

编 者

2009年8月

目 录

前 言

学习情景一	汽车电气系统基础	1
项目一	汽车电路中的常用元器件	1
项目二	汽车电气系统的连接装置及检测仪器	8
项目三	汽车电气系统特点	17
学习情景二	汽车电源系	20
项目一	蓄电池	20
项目二	汽车交流发电机	36
项目三	电压调节器	44
项目四	交流发电机与调节器的使用、检测与维修	47
实训一	蓄电池技术状况的检测	53
实训二	电源系故障诊断	53
学习情景三	汽车起动系统	55
项目一	汽车起动系统基础知识	55
项目二	常规起动机	57
项目三	减速起动机	69
项目四	起动系统的控制电路	74
项目五	起动系统的故障诊断	77
实训三	起动系线路的连接	79
实训四	起动系故障诊断	80
学习情景四	照明、信号与报警系统	82
项目一	汽车照明系统	82
项目二	汽车信号系统	94
项目三	汽车报警系统	110
实训五	汽车照明系统的检修	114
学习情景五	汽车仪表及电子显示装置	116
项目一	汽车仪表基础知识	116
项目二	汽车常规仪表	118

项目三	电子显示装置及数字仪表	128
实训六	仪表线路的连接及故障诊断	137
学习情景六	汽车舒适装置	139
项目一	电动车窗	139
项目二	电动座椅	144
项目三	电动后视镜	149
项目四	风窗刮水器及洗涤装置	151
项目五	中控门锁及防盗系统	159
项目六	汽车音响系统	168
项目七	汽车安全气囊电子控制系统	175
实训七	电动车窗的故障诊断与检测	182
实训八	电动座椅与电动后视镜故障诊断与检测	183
实训九	雨刮器及风窗清洗系统故障诊断与检测	183
实训十	汽车电子防盗系统故障检测	184
实训十一	汽车安全气囊系统检修	185
学习情景七	汽车空调系统	186
项目一	汽车空调基础知识	186
项目二	汽车空调制冷系统	188
项目三	汽车空调采暖、通风系统	194
项目四	汽车空调控制系统	199
项目五	自动空调系统	205
项目六	汽车空调使用及维护	214
实训十二	汽车空调系统的基本维修技能	221
实训十三	自动空调系统的故障诊断与排除	222
学习情景八	汽车电路图识读	224
项目一	汽车电路的基础知识	224
项目二	丰田车系全车电路图的识读	229
项目三	大众车系全车电路图的识读	239
项目四	雪铁龙汽车电路图的识读	245
项目五	利用电路图排除故障	250
实训十四	全车线路的连接及检测	253
实训十五	利用电路图检查故障	255
参考文献		256

学习情景一 汽车电气系统基础



学习目标

- ◎ 掌握汽车电路中的常用元器件的符号。
- ◎ 了解电容的电器特性,并掌握电容在汽车电路中的典型应用。
- ◎ 了解线圈的电磁原理和二极管、三极管的特性,并掌握其各自在汽车电路中的典型应用。
- ◎ 熟练掌握维修工具及检测仪器的正确使用。
- ◎ 了解汽车电器的电路组成,并掌握一些组成要素的表示方法。
- ◎ 了解汽车电器系统的组成,并掌握其特点。

项目一 汽车电路中的常用元器件

一、电阻

物体对电流的阻碍作用称为该物体的电阻,单位是欧姆,简称欧(Ω)。电阻是汽车电器、电子设备中常用的基本元件之一,其功用是用来控制和调节电路中的电流或电压,或者用作消耗电能的负载。目前,热敏电阻、压敏电阻和光敏电阻等特殊电阻在汽车上应用越来越多。

(一) 电阻的符号

常见的电阻符号见表 1-1 所示。

表 1-1

常见的电阻符号

序号	名 称	图形符号	序号	名 称	图形符号
1	电阻器		4	热敏电阻器	
2	可变电阻器		5	滑线式电阻器	
3	压敏电阻器		6	分路器	





(二) 电阻的连接方式

1. 电阻的串联

将电路中的两个或两个以上的电阻按顺序一个一个地连接,且都通过同一电流,这种电阻的连接方法为电阻的串联,如图 1-1 所示。

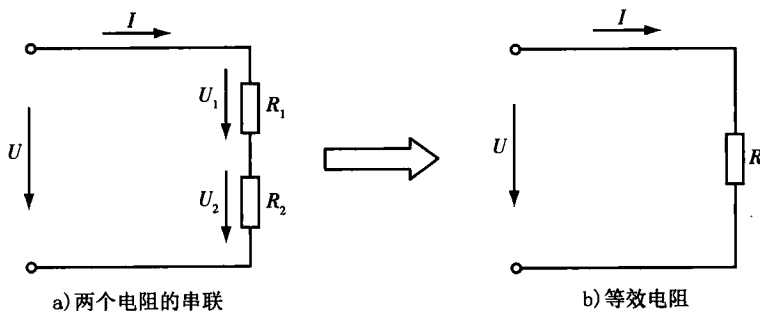


图 1-1 电阻的串联

经过分析,得出以下结论:

(1) 串联各电阻中通过的电流相同。

(2) 电阻、电压、功率关系如下:

$$R = R_1 + R_2$$

$$U = U_1 + U_2$$

$$P = P_1 + P_2$$

2. 电阻的并联

将电路中的两个或两个以上的电阻并联接在两个公共点上,各电阻承受同一电压,这种电阻的连接方法为电阻的并联,如图 1-2 所示。

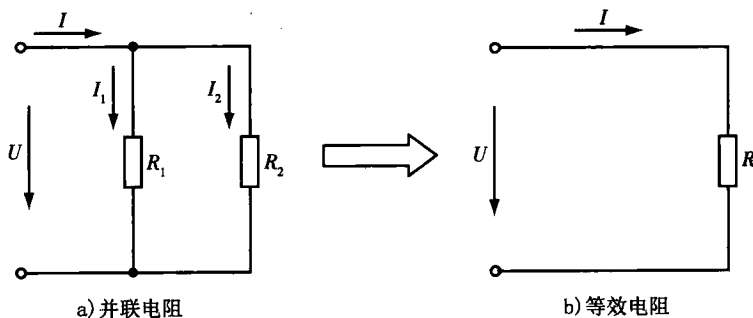


图 1-2 电阻的并联

经过分析,得出以下结论:

(1) 并联各电阻两端的电压相同。

(2) 电阻、电压、功率关系如下:



$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$P = P_1 + P_2$$

3. 电阻的混联

一个电路中既有串联电阻,又有并联电阻,这种电阻的连接方法称为电阻的混联(也称复联),如图 1-3 所示。

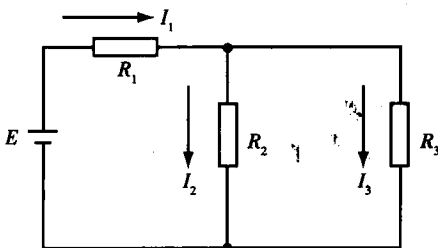


图 1-3 电阻的混联

混联电阻也可简化为一个等效电阻。 R_2 、 R_3 首、尾各自连接在相同节点上,所以,两个电阻之间的关系为并联,可等效为一个电阻 $R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$,而 R_1 又和 R_{23} 首尾相连,所以它们之间的关系为串联,故总电阻为 $R = R_1 + R_{23}$ 。

二、电容

我们把电容器的两极板间的电势差增加 1V 所需的电量叫做电容器的电容,通常简称电容。电容用符号 C 表示,在国际单位制里,电容的单位是法拉,简称法,用符号 F 表示。

利用电容的充、放电和隔直流、通交流的特性,电容在电路中有以下几个作用:

- (1) 隔直流,通交流:也就是阻止直流通过而让交流通过。
- (2) 旁路(去耦):为交流电路中某些并联的元件提供低阻抗通路。
- (3) 耦合:作为两个电路之间的连接,允许交流信号通过并传输到下一级电路。
- (4) 滤波:利用电容的充、放电作用,使输出电压趋于平滑。
- (5) 温度补偿:针对其他元件对温度的适应性不够带来的影响而进行补偿,改善电路的稳定性。
- (6) 计时:电容器与电阻器配合使用,确定电路的时间常数。
- (7) 调谐:对与频率相关的电路进行系统调谐,如手机、收音机、电视机。
- (8) 整流:在预定的时间开或者关半导体开关元件。
- (9) 储能:储存电能,用于必需的时候释放。如相机闪光灯、加热设备等。如今某些电容的储能水平已经接近锂电池的水准,一个电容储存的电能可以供一只手机使用一天。

三、电感线圈

在汽车中,发电机利用磁场产生电场发电使电气系统工作,起动机利用电场变化产生磁





力变化运转,磁与电密切相关,许多电学中的定律也适用于磁学。

(一) 电感线圈基础知识

每当电流流过导体时,在导体周围会产生磁场,这种现象称之为电磁感应现象,简称“电感”。电感用 L 表示,单位有亨利(H)、毫亨利(mH)、微亨利(μH), $1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}$ 。

电感只是一个与线圈的圈数、大小形状和介质有关的参量,它是电感线圈惯性的量度而与外加电流无关。

(二) 电感线圈的感应原理

当导体切割磁力线运动或者线圈中的磁通发生变化时,在导体或线圈的闭合回路中就会有电流产生,这种现象称为电磁感应现象。这个电流叫感应电流,推动感应电流的电动势叫感应电动势。若导体或者线圈不闭合,在其回路中只产生感应电动势,而无感应电流,电感线圈有阻止交流电路中电流变化的特性。

1. 自感

当电感线圈接到交流电源上时,线圈内部的磁力线将随电流的交变而时刻变化,致使线圈不断产生电磁感应,这种因线圈本身电流的变化而产生的电动势称为“自感电动势”。

当线圈通电或者断电时,线圈本身就会产生自感应电流。通电时产生的自感应电流方向与所加电流的方向相反,断电时产生电流的方向与原电流方向相同。前者有减少线圈磁化的倾向,后者有维持线圈磁化的倾向。

2. 互感

电感线圈中流过变化的电流时,不但在线圈自身的两端产生感应电压,而且能使附近的线圈中产生感应电压,这一现象称作互感。互感是有利于产生互感电压的一种感应。

(三) 电感线圈在汽车上的应用

在车内,尾灯、牌照灯及停车灯的灯丝是否断开是无法确定的,而电流传感器就可用于检测灯丝是否断路。在电流线圈的周围绕有电压线圈,在线圈中间设有点火开关,电压线圈的功用是防止电压变化时引起传感器的误动作。

四、二极管

(一) 二极管的基本结构与类型

1. 二极管的基本结构

二极管为一个由 P 型半导体和 N 型半导体形成的 PN 结,在其界面处两侧形成空间电荷层,并建有自建电场,二极管的符号如图 1-4 所示。

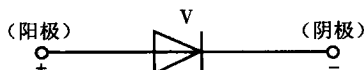


图 1-4 二极管的符号



根据 PN 接触面的大小,二极管分为点接触型和面接触型两类。

点接触型的特点:结面积小,适用于高频检波、脉冲电路及计算机中的开关元件。

面接触型的特点:结面积大,适用于低频整流器件。

2. 二极管的种类

除了普通的二极管以外,在汽车上还用到一些特殊的二极管,如稳压二极管、发光二极管和光电二极管等。

(1) 稳压二极管。稳压管是一种经过特殊工艺制造的二极管,它与电阻配合使用,具有稳定电压的功能。稳压二极管是一种特殊的面接触型二极管,其反向击穿可逆。

稳压管的外形与普通二极管区别不大,该稳压管的符号如图 1-5 所示。

(2) 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元件。发光二极管与普通二极管一样,管芯由 PN 结构成,具有单向导电性,发光二极管的符号如图 1-6 所示。

单个发光二极管常作为电子设备通断指示灯或快速光源及光电耦合器中的发光元件等。发光二极管一般使用砷化镓、磷化镓等材料制成。现有的发光二极管能发出红、黄、绿等颜色的光。

发光二极管常作为显示器件,除单个使用外,也常作成七段式或矩阵式,工作电流一般为几毫安到几十毫安之间。

(3) 光电二极管。光电二极管也称光敏二极管,是将光信号变成电信号的半导体器件,其核心部分也是一个 PN 结,同样具有单向导电性,光电二极管的符号如图 1-7 所示。

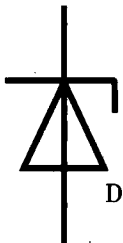


图 1-5 稳压二极管的符号



图 1-6 发光二极管的符号

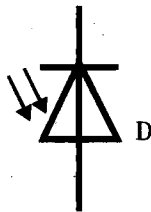


图 1-7 光电二极管的符号

光电管管壳上有一个能射入光线的“窗口”,这个窗口用有机玻璃透镜进行封闭,入射光通过透镜正好射在管芯上。

当光线照射在 PN 结上时,二极管的反向电流增加,其大小与光的照度成正比,利用这一特性制成的二极管就是光电二极管,当制成大面积的光电二极管时,可当作一种能源,称为光电池。

(二) 二极管的应用

1. 二极管的开关作用

二极管在正向导通时,相当于一个闭合的开关;反向阻断时,相当于一个打开的开关。





2. 二极管的整流作用

将交流电变成单方向脉动直流电的过程称为整流。利用二极管的单向导电性能,就可获得各种形式的整流电路,如半波整流电路、全波整流电路和桥式整流电路。

3. 二极管的限幅作用

二极管正向导通后,它的正向压降基本保持不变(硅管为 0.7V,锗管为 0.3V)。利用这一特性,可以把信号幅度限制在一定范围内,使得二极管两端的电压维持在 0.7V 或 0.3V,起到限制电压幅度的作用。

五、三极管

(一) 三极管的基本结构和类型

三极管由两个相距很近的 PN 结组成,是在一块半导体晶体上制造三个掺杂区,形成两个 PN 结,再引出三个电极,用管壳封装,三极管的结构和符号如图 1-8 所示。

根据结构的不同,三极管可分为 PNP 和 NPN 两类,虽然它们外形各异,品种繁多,但它们的共同特征相同:都有三个分区、两个 PN 结和三个向外引出的电极。

三极管的三个极分别为发射极 e、集电极 c 和基极 b。三极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。三极管可以被看作一个电流的控制阀,集电极和发射极是电流的通路,而基极就是控制这个电流的阀门。只不过这个阀门不是靠旋转来改变通路的大小,而是靠流过本身的电流——基极电流来控制集电极和发射极之间流过电流的大小。三极管符号中的箭头就表示了两种不同类型的三极管集电极和发射极之间电流的方向。NPN 型三极管电流由集电极 c 流向发射极 e;PNP 型三极管电流从发射极 e 流向集电极 c。

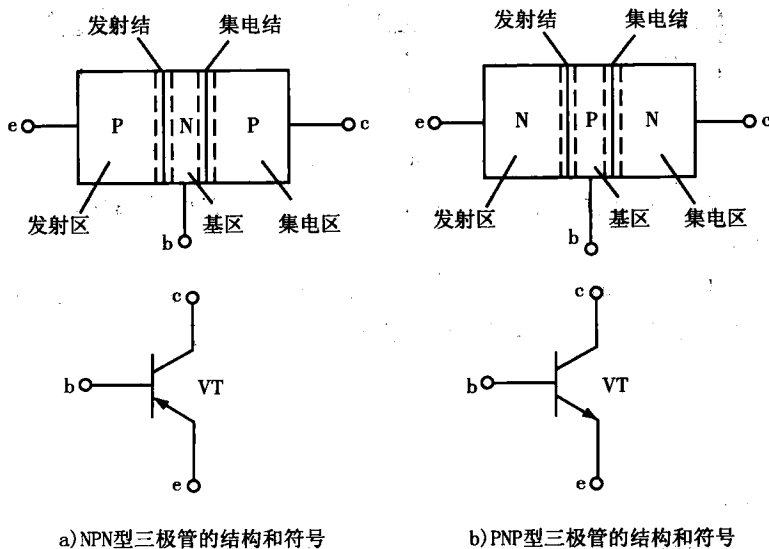


图 1-8 三极管的结构示意图和符号



(二) 三极管的三种工作状态

根据三极管连接的外部电路条件,三极管有三种工作状态。

1. 截止

当 NPN 型三极管连接成如图 1-9 所示的电路时,基极 b 与发射极 e 电位差小于 0.7V,这种情况称为基极加了反向偏压。这时,三极管不导通,没有电流流动,称为三极管的截止状态。如果把 c、e 间看作一个开关的两端,截止状态相当于开关的断开。

对于 PNP 型三极管,发射极 e 与基极 b 电位差小于 0.3V,基极加了反向偏压,PNP 三极管截止。

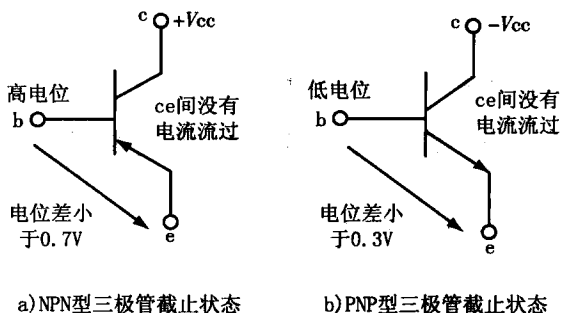


图 1-9 三极管的截止状态

2. 放大

如图 1-10 所示,若 NPN 管的基极 b 与发射极 e 电位差大于 0.7V,这种情况称为基极加了正相偏压。在这种状态下,三极管导通,集电极 c 向发射极 e 有电流,而且流过的电流的大小与基极 b 流入的电流成正比,称为三极管的放大状态。

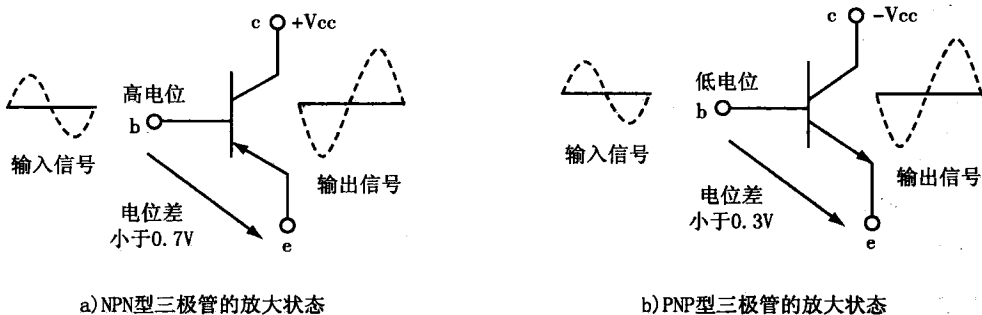


图 1-10 三极管的放大状态

3. 饱和

在放大状态,三极管 c、e 之间的电流是随着基极 b 的电流增大而增大的。但是,当三极管的基极电流增加到一定值时,再增大正向偏压,加大基极电流,c、e 之间的电流维持在一个最大值而不再增大了,这种状态称为三极管的饱和状态。在饱和状态,三极管 c、e 之间的电位很小,几乎为零,相当于一个开关的两端闭合。在分析汽车电路中,如果遇到三极管饱和状态,可以认为 c、e 的电位相等。

(三) 三极管的应用

三极管在汽车电子电路中有两种应用,一种是利用三极管的放大特性,对传感器产生的微弱信号进行放大之后,把信号传给 ECU。还有一种是利用三极管的截止与饱和两种状态的互变,作为一个控制开关,用来控制其他电子元件的电路。



项目二 汽车电气系统的连接装置及检测仪器

汽车电气系统的电路主要由电源、用电设备和中间装置等要素组成。

任何电气设备和电控装置要想获得电源供应,中间装置的连接必不可少。常见的连接装置有汽车线束、开关装置、保险装置、继电器、连接端子和连接器等,这些中间装置的选用和装配直接影响到用电设备的运行状况。

一、汽车电气系统的组成要素

(一) 汽车线束

1. 汽车用电线

汽车用电线按承受电压的高低分为高压导线和低压导线两类。

(1) 导线截面积的正确选择。根据用电设备的负载电流大小选择导线的截面积。

其一般原则为:长时间工作的电气设备可选用实际载流量 60% 的导线;短时间工作的用电设备可选用实际载流量 60%~100% 之间的导线。同时,还应考虑电路中的电压降和导线发热等情况,以免影响用电设备的电气性能和超过导线的允许温度。

为保证一定的机械强度,一般低压导线截面积不小于 0.5mm^2 。表 1-2 所列为各种铜芯导线标称截面积的允许载流量。表 1-3 所列为汽车 12V 电系主要电路导线截面积选择的推荐值。

表 1-2 各种铜芯导线标称截面积的允许载流量

类型	尺寸											
铜芯电线截面积(mm^2)	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50
载流量(60%)	7.5	9.6	11.4	14.4	19.2	25.2	33	45	63	82.5	102	129
载流量(100%)	12.5	16	19	24	32	42	55	75	105	138	170	215

表 1-3 汽车 12V 电系主要电路导线截面积选择的推荐值

汽车类型	标称截面积(mm^2)	用途
轿车、 货车、 挂车	0.5	后灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、燃油表、雨刮器电机
	0.8	转向灯、制动灯、停车灯、分电器
	1.0	前照灯的单线(不接保险器)、电喇叭(3A 以下)
	1.5	前照灯的电线束(接保险器)、电喇叭(3A 以上)
	1.5~4	其他连接导线
	4~6	电热塞
	4~25	电源线
	16~95	起动机电缆

(2) 导线的颜色。为便于安装和检修,汽车采用双色导线,主色为基础色,辅色为环布导



线的条色带或螺旋色带,且标注时主色在前,辅色在后。以双色为基础选用电线时,各用电系统的电源线为单色,其余为双色,双色线的主色见表 1-4。

表 1-4 各用电系统的电源线双色线的主色表

系统名称	电线主色	代号	系统名称	电线主色	代号
电气装置接地线	黑	B	仪表指示和喇叭系统	棕	Br
点火起动系统	白	W	前照灯、雾灯等外部照明系统	蓝	Bl
电源系统	红	R	各种辅助电机及电气操纵系统	灰	Gr
灯光信号系统	绿	G	收放音机、点烟器等系统	紫	V
车身内部照明系统	黄	Y			

标称截面积大于 1.5mm^2 的双色线,其主、辅颜色的搭配见表 1-5。

表 1-5 主辅颜色的搭配表

主色	辅色						
	红(R)	黄(V)	白(W)	黑(B)	棕(N)	绿(G)	蓝(U)
红(R)	—	○	○	○	—	○	○
黄(V)	○	○	○	○	△	△	△
蓝(U)	○	○	○	○	△	—	—
白(W)	○	○	○	○	○	○	△
绿(G)	○	○	○	○	○	—	○
棕(N)	○	○	○	○	—	○	○
紫(P)	—	○	○	○	—	○	△
灰(S)	○	○	—	○	○	○	○

注: ○—容许搭配的颜色; △—不推荐搭配的颜色。

2. 汽车线束

为使全车线路规整、安装方便及保护导线的绝缘,汽车上的全车线路除高压线、蓄电池电缆和起动机电缆外,一般将同区域的不同规格的导线用棉纱或薄聚氯乙烯带缠绕包扎成束,称为线束(图 1-11)。

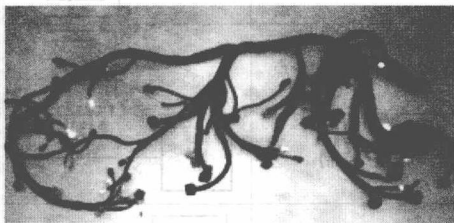
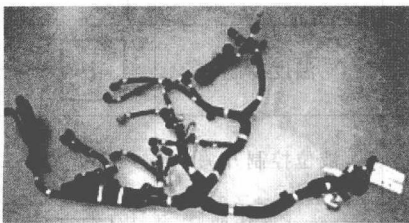


图 1-11 线束的实物照片

(1) 线束的包扎。

- ① 电缆半叠包扎法,涂绝缘漆,烘干,以增加电缆的强度和绝缘性能。





② 新型线束,局部塑料包扎后放入侧切口的塑料波纹管内,使其强度更高,保护性能更好,查找线路故障更为方便。

(2) 线束的安装。同一种车型的线束在制造厂里按车型设计制造好后,用卡簧或绊钉固定在车上的既定位置,其抽头恰好在各电气设备接线柱附近位置,安装时,按线号装在其对应的接线柱上。各种车型的线束各不相同,同一车型的线束按发动机、底盘和车身分有多个线束。

现代轿车由于采用了线间连接的插接器,使线束设计的自由度增加,其线束的数量也更多。

(二) 开关装置

汽车上所有用电设备的接通和停止,都必须经过开关控制。对开关的要求是坚固耐用、安全可靠、操作方便、性能稳定。

1. 开关的符号

各种开关的符号见表 1-6 所示。

表 1-6

各种开关符号

序号	名称	图形符号	序号	名称	图形符号
1	动合(常开)触点		12	一般情况下手动控制	
2	动断(常开)触点		13	控拨操作	
3	先断后合的触点		14	旋转操作	
4	中间断开的双向触点		15	推动操作	
5	双动合触点		16	一般机械操作	
6	双动断触点		17	钥匙操作	
7	单动断双动合触点		18	热执行器操作	
8	双动断单动合触点		19	温度控制	
9	压力控制		20	液位控制开关	
10	制动压力控制		21	机油滤清器报警开关	
11	液位控制		22	热敏开关动合触点	