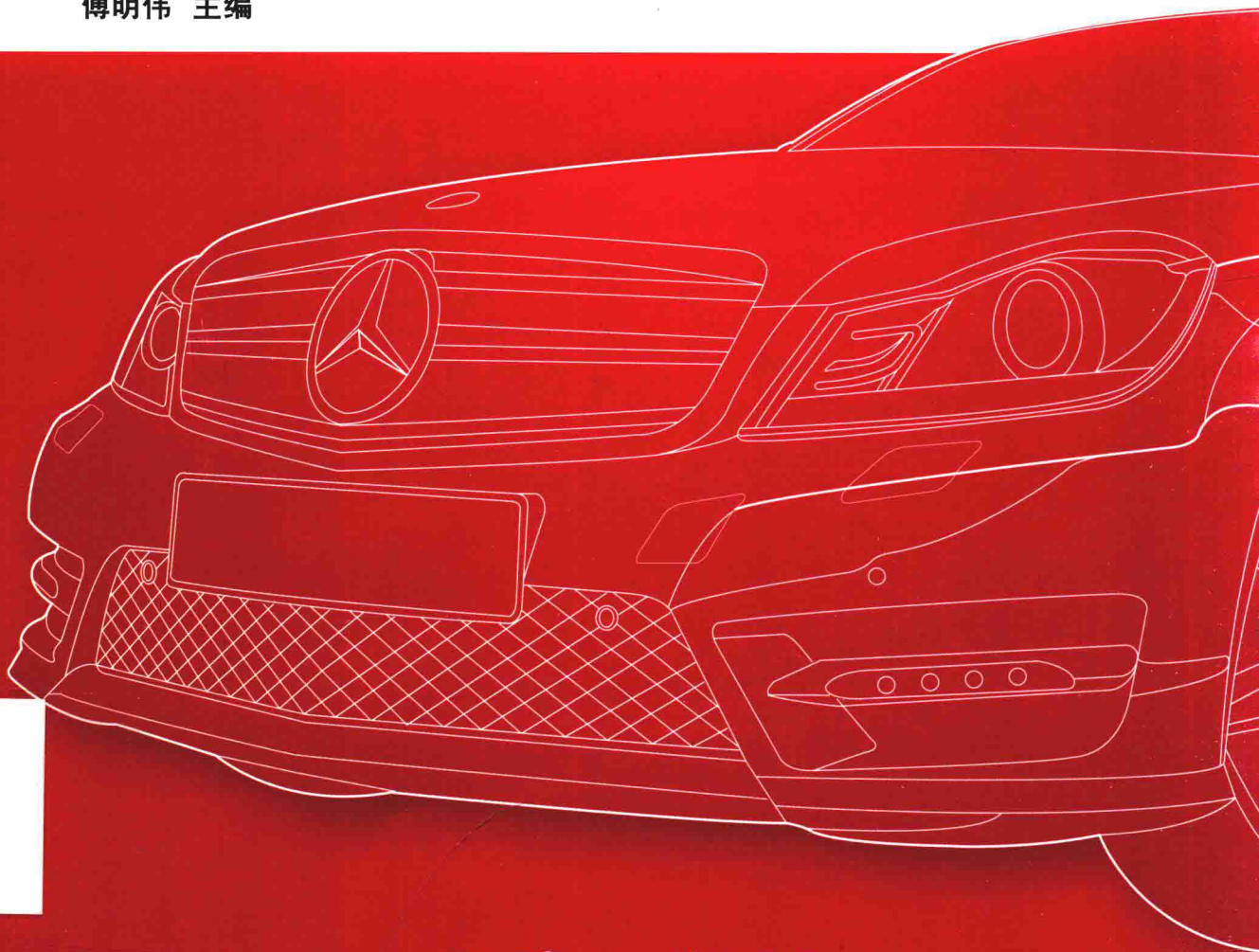


“十三五”职业教育汽车类专业教学改革创新示范教材

汽车电气设备 原理与维修

傅明伟 主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车电气设备原理与维修

主 编 傅明伟
副主编 姚钧瀚 梁火新
参 编 何感先 吴宗健 蔡旭彪
黄华友 李松桂 黄向前

内 容 简 介

本书根据汽车类专业教学标准及从事汽车职业的在岗人员对基础知识、基本技能和基本素质的需求,结合汽车专业人才培养的目的,重点介绍汽车电气基础,汽车供电系统,汽车仪表、照明及信号系统,汽车辅助电气,汽车安全气囊,汽车车载网络系统和常用车系电路图识读方法等内容。

全书讲解清晰、简练,配有大量的图片,明了直观。本书按照汽车维修作业项目的实际工艺过程,结合目前职业院校流行的模块化教学的实际需求,理论联系实际,重视理论,突出实操。

本书适合作为职业院校汽车专业教材,也可作为汽车售后服务站专业技术人员的培训教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备原理与维修 / 傅明伟主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2016.8

ISBN 978-7-5682-2765-0

I. ①汽… II. ①傅… III. ①汽车-电气设备-理论-高等学校-教材 ②汽车-电气设备-车辆修理-高等学校-教材 IV. ①U463.6 ②U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 188809 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京佳创奇点彩色印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 15

字 数 / 290 千字

版 次 / 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 39.80 元

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言 *preface*

截至2015年6月,我国汽车保有量已经突破了1.63亿辆。在这种形势下,汽车维修、售后服务以及汽车销售人才所存在的缺口问题越来越严重。特别是建立在先进传感技术基础上的故障诊断系统在各种汽车上大量应用之后,各种现代化检测诊断仪器和维修技术也应运而生,现代汽车已发展成为机电一体化的高科技载体。这给汽车维修业带来了极大的机遇和挑战,同时也对汽车维修人员的技术水平提出了更高、更新的要求。

同时,为了解决学生学不懂、学习兴趣不浓、教材内容枯燥乏味,老师不好教等问题,北京理工大学出版社特邀请一批知名行业专家、学者以及一线骨干教师结合新的专业教学标准,规划出版了该套图解版汽车职业教育系列教材。

本系列教材坚持如下定位:

★以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用的目的;

★以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合职业教育汽车类课程体系设置;

★以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高;

★以内容为核心,注重形式的灵活性,以便于学生接受。

本系列教材坚持理论知识图解化的基本理念,教材配有大量的插图、表格和立体化教学资源,介绍了大量的故障诊断、维修服务和营销案例。

★在内容上强调面向应用、任务驱动、精选案例、严控质量;

★在风格上力求文字简练、脉络清晰、图表明快、版式新颖;

★在理论阐述上,遵循“必需”、“够用”的原则,在保证知识体系相对完整的同时,做到知识讲解实用、简洁和生动。

本书共分为7个课题,重点介绍汽车电气基础,汽车供电系统,汽车仪表、照明及信号系统,汽车辅助电器,汽车安全气囊,汽车车载网络系统和常用车系电路图识读方法等内容。

本书图文并茂、通俗易懂,适合作为职业院校汽车专业教材,

也可作为汽车售后服务站专业技术人员的培训教材。

由于作者水平有限，书中可能会有疏漏和不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目录CONTENTS

课题一 汽车电气基础..... 1

- 任务一 汽车电气发展 2
- 任务二 汽车电气概述 3
- 任务三 汽车电气常见故障诊断 16
- 任务四 汽车电气故障诊断方法 19

课题二 汽车供电系统..... 23

- 任务一 蓄电池的构造及工作原理 23
- 任务二 蓄电池的使用、拆装、故障检修与维护 29
- 任务三 新型蓄电池 32
- 任务四 交流发电机的构造、工作原理及特性 34
- 任务五 交流发电机的拆装及常见故障与诊断 42
- 任务六 起动机的构造与工作原理 50
- 任务七 起动机的检测与故障诊断 57

课题三 汽车仪表、照明及信号系统..... 67

- 任务一 仪表系统 68
- 任务二 照明系统 78
- 任务三 信号系统 84

课题四 汽车辅助电气..... 91

- 任务一 汽车电动刮水器与风窗清洗器 92
- 任务二 电动车窗与滑动天窗 99
- 任务三 电动后视镜 111
- 任务四 电动座椅 114

任务五 门锁及中控系统	121
任务六 汽车音响	129

课题五 汽车安全气囊..... 135

任务一 安全气囊系统的功用与类型	136
任务二 安全气囊系统的组成结构与工作原理	138

课题六 汽车车载网络系统..... 150

任务一 汽车车载网络系统分类	151
任务二 控制器局域网 CAN-BUS	155
任务三 局部连接网络 LIN	183
任务四 车载局域网 LAN 与多媒体定向系统传输 MOST 简介	187

课题七 常见车系电路图识读方法..... 209

任务一 大众、奥迪汽车电路图的识读	210
任务二 奔驰汽车电路图的识读	216
任务三 宝马汽车电路图的识读	219
任务四 通用汽车电路图的识读	221
任务五 丰田汽车电路图的识读	228

课题一

汽车电气基础

学习任务

1. 熟悉电气系统各组成部件的结构与工作原理。
2. 掌握电气常见故障的诊断方法。
3. 掌握一般电阻的识别方法。

技能要求

1. 学会及掌握常见故障类型和诊断方法。
2. 学会常用工具的使用及掌握诊断过程中的注意事项。

任务一 汽车电气发展

经过近百年的发展,汽车电气成为汽车越来越重要的组成部分。其结构是否合理、性能是否优良、技术状况是否正常,对汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排放水平有着非常重要的影响。例如,为使汽车发动机获得最好的经济性,需要点火系统在最适当的时间点火;为使发动机可靠起动,需要装备电源系统和起动系统;为了保证汽车安全行驶,需要装备照明系统、信号系统、信息显示与报警系统、风挡玻璃刮水与洗涤系统;为了便于查找和排除汽车电气故障,需要装备熔断丝、易熔线和故障自诊断系统;为了提高汽车的动力性,需要装备发动机燃油喷射系统、进气控制系统、增压控制系统、汽油发动机电控单元(电脑)控制点火系统和爆燃控制系统;为了提高汽车的经济性和排放性,需要装备空燃比反馈控制系统、燃油蒸气回收系统和废气再循环控制系统;为了提高乘坐汽车的舒适性,需要装备汽车空调系统、悬架调节系统和座椅控制系统;为了提高汽车行驶的安全性,需要装备防抱死制动系统、安全气囊系统、座椅安全带控制系统、雷达车距控制系统和倒车防撞警报系统等。

随着汽车结构的改进与性能的不断提高,汽车上装备的传统电气面临着巨大的冲击。近年来,伴随电子工业的发展,电子技术在汽车上的应用越来越广,车用电子装置的新产品不断涌现,特别是大规模集成电路及微型处理机的应用,大大推动了汽车工业的发展,同时也给汽车的控制装置带来了巨大的变革。当前,电子技术在解决汽车面临的油耗、安全、排放等问题方面起着重要作用。如电子控制汽油喷射装置和电子点火装置的应用不仅可节油 $5\% \sim 10\%$,同时对排气净化亦十分有利;电子控制防抱死制动装置的应用不但可使汽车在泥泞路面上高速行驶,而且紧急制动时可防止侧滑,保证汽车安全制动。此外,在实现操纵自动化和提高舒适性等方面也离不开电气与电子设备的应用。可见,随着汽车工业和电子工业的高速发展,汽车上装用的电气与电子设备的数量会与日俱增,起的作用也将越来越重要。

1885年,德国的波徐对马库斯的点火装置略加改良后,开始生产低压电磁点火器。这是最早的电气设备。

1912年,美国的查尔斯凯特林发明了第一个可供使用的蓄电池供电的汽车起动机。随着汽车的广泛使用和性能的提高,出现了照明、信号等装置。

19世纪60年代,通用公司戴顿工程实验室分部宣布了重新利用电子线路的无触点点火装置。同时,通用公司第一个在民用汽车上应用了交流发电机。

1973年,美国三大汽车公司全面使用无触点点火系统。

从20世纪60年代开始,研究和应用汽车电气系统大致可分为三个阶段:

- (1) 1965—1975年,汽车电子产品由分立元件和集成电路组成。
- (2) 1975—1985年,主要发展专用的独立系统,如电子控制汽油喷射系统、制动防抱死装置等。
- (3) 1985—1995年,主要开发和完善各种功能的综合系统以及各种车辆整体系统的集成。

任务二 汽车电气概述

一、汽车电气的组成与特点

1. 汽车电气的组成

汽车电气由电源系统和用电设备两部分组成。电源系统也称为充电系统，由蓄电池、发电机、调节器及工作情况装置组成。用电设备包括启动系统、点火系统、仪表系统、照明与信号系统、辅助装置及其他装置。

《《 (1) 启动系统

启动系统由起动机、启动继电器、启动开关及启动保护装置组成。

《《 (2) 点火系统

点火系统由分电器、电子点火控制器、点火线圈、火花塞及点火开关组成。

《《 (3) 仪表系统

仪表系统由仪表指示表、传感器、各种报警器及控制器组成。

《《 (4) 照明与信号系统

照明与信号系统由前照灯、雾灯、示宽灯、转向灯、制动灯、倒车灯等及其控制继电器和开关组成。

《《 (5) 辅助装置

辅助装置由各种辅助电气及其控制继电器和开关组成。

《《 (6) 其他装置

其他装置由发动机电子控制系统、汽车空调系统和汽车音响系统等组成。

2. 汽车电气的特点

《《 (1) 低电压

汽车一般采用 12 V 电压, 部分大功率柴油机采用 24 V 电压。低电压由于电功率较小, 所以不能适应汽车用电设备日益增多的要求。酝酿中的汽车电系电压标准是 42 V/14 V 电压体系。有些汽车电控系统的电脑电源使用 + 5 V 电源。

《《 (2) 直流

采用直流电主要是从蓄电池的充电角度考虑的。因为蓄电池充电时必须用直流电, 所以汽车电气使用的是直流电。

《《 (3) 并联制

所有低压用电设备均采用并联方式连接, 受有关装置控制, 电压相同。电气设备间均为并联开关, 熔断丝均串联在电源和相应的用电设备之间。电流表串联在供电汽车电路上。电气仪表与其传感器之间是串联关系。

《《 (4) 单线制、负极搭铁

电源和所有用电设备的负极均搭铁, 车架车身、发动机体便成为一条公共的地线。

单线连接是汽车线路的特殊性。现代汽车上所有电气设备的正极均用导线连接。该导线通常称为“火线”; 而所有的负极则与车身金属相连, 称之为“搭铁”。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发经导线流入用电设备后, 由电气设备自身或负极导线搭铁, 通过车架或车身流回电源负极形成回路。部分要求比较高的线路也采用双线连接方式, 如发电机与调节器之间的连接。

负极搭铁通过蓄电池的负极直接与机体连接。负极搭铁对车架或车身的化学腐蚀较轻, 对无线电干扰较小。

二、汽车电气系统基本元件与器件

1. 电阻

电阻是利用金属与非金属材料制成的便于安装的电路元件。电路元件的电阻值大小一般与温度、材料、长度, 还有横截面面积有关。衡量电阻受温度影响大小的物理量是温度系数, 其定义为: 温度每升高 1℃ 时电阻值发生变化的百分数。电阻的主要物理特征是变电能转化为热能, 也可以说它是

一个耗能元件，因为电流经过它就产生内能。电阻在电路中通常起分压、分流的作用。交流信号与直流信号都可以通过电阻。

《《 (1) 电阻的种类

常见的电阻种类有很多，按其结构形式可分为固定电阻、可变电阻和电位器三种；按其制造材料可分为碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻、贴片电阻（见图 1-1）等；按其功能可分为负载电阻、采样电阻、分流电阻、保护电阻等。

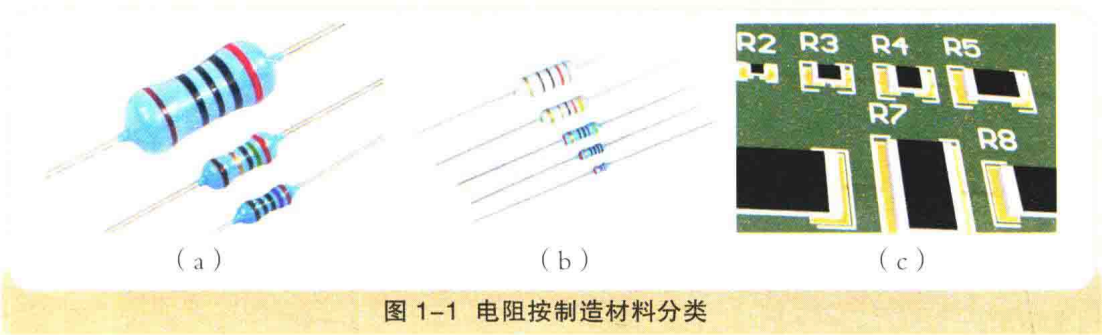


图 1-1 电阻按制造材料分类

(a) 碳膜电阻；(b) 金属氧化膜电阻；(c) 贴片电阻

《《 (2) 电阻的标称值与允许误差

大多数电阻上都标有电阻的数值，这就是电阻的标称阻值，简称标称值。电阻的标称值往往和它的实际阻值不完全相同。电阻的实际阻值与其标称值的偏差，除以标称值所得到的百分比，叫作电阻的误差。电阻器的实际阻值对于标称值的最大允许偏差范围称为允许误差。误差代码有 F、G、J、K 等，常见的误差范围是 0.01 %、0.05 %、0.10 %、0.50 %、0.25 %、1.00 %、2.00 %、5.00 % 等，如图 1-2 所示。

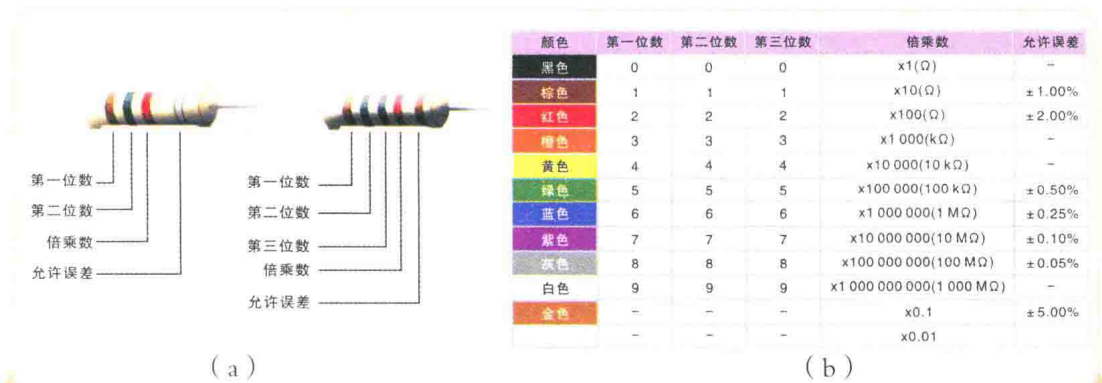


图 1-2 四色环与五色环电阻与电阻色码识别表

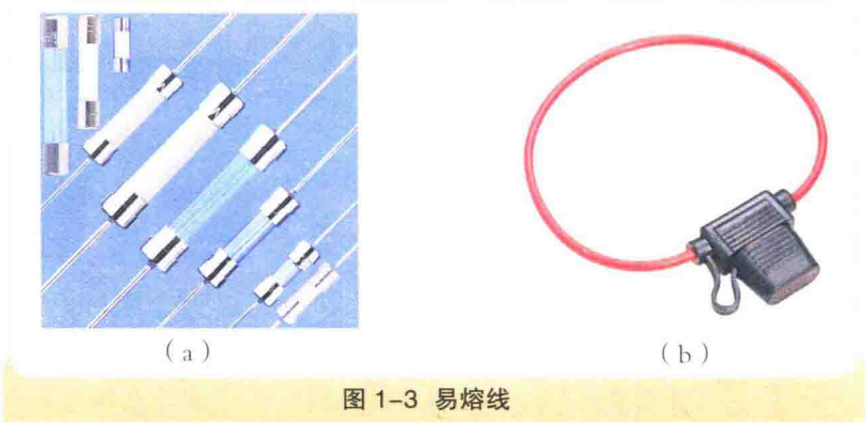
(a) 四色环与五色环电阻；(b) 电阻色码识别表

2. 保险装置

保险装置主要是指保护电气线路或用电设备（用电器）的易熔线和熔断丝（插片式）。

《《 (1) 易熔线

易熔线一般安装在蓄电池正极接线柱上。如图 1-3 所示，易熔线可分为两种：管式易熔线和线式易熔线。线式易熔线比较常见。易熔线主要用来保护电源和大电流线路，如：充电易熔线、点火开关电源易熔线。显然易熔丝可以通过 100 ~ 200 A 的大电流，但是绝对不允许换用比规定容量大的易熔线。当易熔线熔断时，要仔细查找原因，彻底排除故障。



(a) 管式易熔线；(b) 线式易熔线

在正常的维修中，如果易熔线熔断后找到故障点并排除后，无相同规格的易熔线，可以暂时用同容量的熔断丝或导线串联在电路中代替，购买符合要求的易熔线后应及时更换。

《《 (2) 熔断丝（插片式）

插片式熔断丝装在驾驶室内保险盒或发动机舱内保险盒中，与继电器组合在一起，构成了全车电路的中央接线盒。图 1-4 所示为汽车驾驶室保险盒及保险盒盖，保险盒盖的对应位置标有熔断丝及继电器的识别标识，使检查及更换这些电气装置时更加容易查找。



图 1-4 汽车驾驶室保险盒及保险盒盖

保险盒中的每个熔断丝都有颜色，且标有规格容量值，这是由于全车各个用电设备的功率不同，消耗的电流不同。熔断丝分为如图 1-5 所示的几类，可以按颜色来判别：绿色为 30 A、白色为 25 A、黄色为 20 A、蓝色为 15 A、红色为 10 A、棕色为 7.5 A 或 5 A。



图 1-5 插片式熔断丝

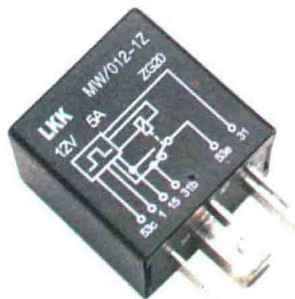
熔断丝的检查一般可以通过观察其外观，也可以用万用表或试灯来进行，若发现损坏或熔断，则必须更换相同容量的熔断丝。

检查及更换熔断丝的要求如下：

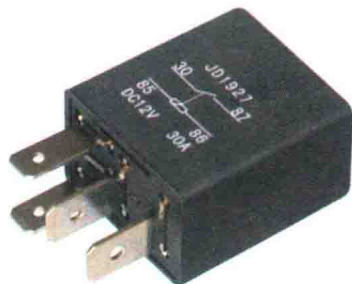
- ①熔断丝熔断后，必须找到故障原因，并彻底排除故障。
- ②更换熔断丝时，一定要与原规格相同，特别注意：不能使用比原规格容量大的熔断丝。汽车上增加用电设备时，不能随意改用容量大的熔断丝，应另外加装熔断丝。
- ③熔断丝支架接触不良会产生电压降和发热现象。因此，特别要注意检查有无氧化物产生。若有，则必须用细砂纸打磨光，使其接触良好。

3. 继电器

继电器是自动控制电路中常用的一种元件，是利用电磁感应原理以较小的电流来控制较大电流的自动开关，在电路中起着自动操作、自动调节、安全保护等作用。汽车电气系统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。图 1-6 所示为汽车上雨刮的继电器和供电继电器。



(a)



(b)

图 1-6 汽车继电器

(a) 雨刮继电器；(b) 供电继电器

《 (1) 电磁继电器的工作原理

汽车上广泛使用电磁继电器，这种继电器一般由铁芯、线圈、衔铁、触点簧片等组成。打开外壳后的电磁继电器如图 1-7 所示。



图 1-7 打开外壳后的电磁继电器

下面用电路图来说明继电器的工作原理，如图 1-8 所示。若一个由电源、开关及灯泡组成的电路设备要求用强电流直接接线，则开关及接线都要有承受此强电流的能力，可使用一开关利用弱电流去接通和断开一继电器，然后由后者通过的大电流去接通或断开灯泡。

- ①当开关闭合时，电流经过触点 1 及 2 使线圈激磁，线圈的磁力吸引触点 3 和 4 之间的活动触点，结果触点 3、4 接通并使电流流向灯泡。
- ②当开关断开时，线圈断电，线圈的磁力也随之消失，活动触点就会在弹簧的反作用力下返回原来的位置，使动触点与原来的静触点释放。

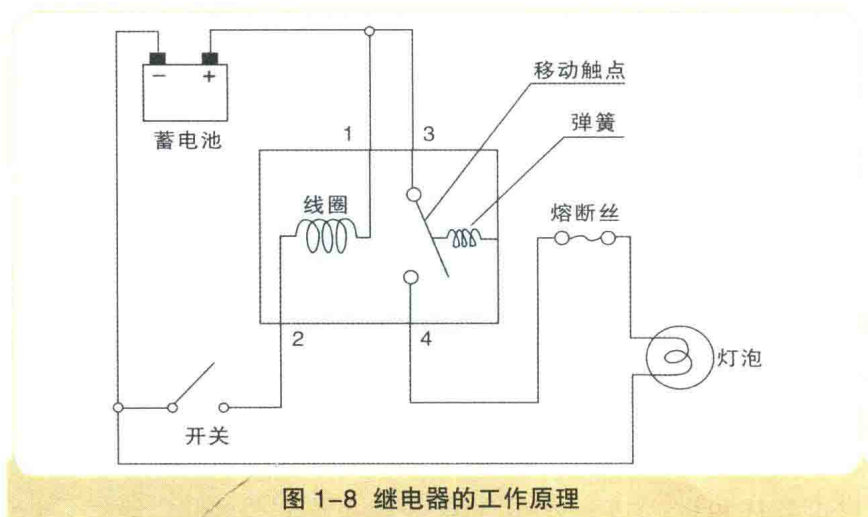


图 1-8 继电器的工作原理

《 (2) 继电器的类型

继电器按断开及接通方式可分为常开型、常闭型及枢纽型三种类型。

1) 常开型

如图 1-9 (a) 和 (b) 所示, 这一类型的继电器不工作时是开路的, 只有在其线圈受激时才闭合。

2) 常闭型

如图 1-9 (c) 所示, 这种类型继电器的触点平时是闭合的, 只有在其线圈受激时才断开。

3) 枢纽型

如图 1-9 (d) 所示, 这种类型的继电器在两个触点之间切换, 由线圈受激状态决定。

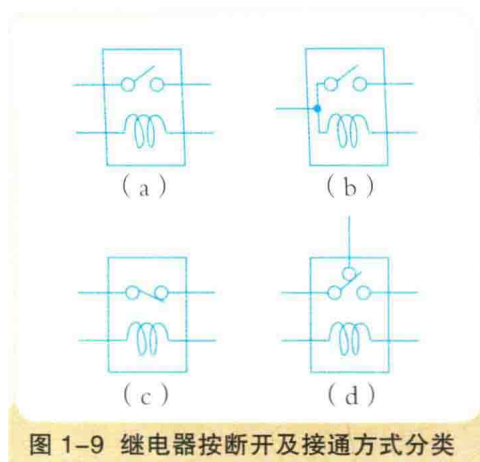


图 1-9 继电器按断开及接通方式分类

(a), (b) 常开型;

(c) 常闭型; (d) 枢纽型

《 (3) 继电器在汽车上的典型应用

汽车上许多电气元件需要用开关进行控制。汽车电气系统电压较低, 具有一定功率的电气元件工作电流较大, 一般在几十安以上, 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为无法承受大电流的通过而烧毁。汽车上常用的继电器有: 供电 (30、15 号电) 继电器、启动继电器、喇叭继电器、闪光继电器、刮水继电器等。

图 1-10 所示为大众汽车上的 15 供电继电器。当继电器线圈通电工作时, 触点 30 与触点 87 闭合。



图 1-10 大众汽车上的 15 供电继电器

4. 灯泡

汽车上的灯泡多种多样, 我们首先要认识它们, 并且知道它们有什么作用。下面简单介绍下汽车中常见的灯泡。

《 (1) 外部照明灯

1) 前照灯

前照灯俗称“大灯”，装在汽车头部两侧，用来照明车前道路。前照灯有两灯制、四灯制之分。四灯制前照灯并排安装时，装于外侧的一对灯应为近光灯，装于内侧的一对灯应为远光灯。远光灯一般为 $40 \sim 60 \text{ W}$ ，近光灯一般为 $35 \sim 55 \text{ W}$ 。如图 1-11 所示，常用的大灯灯泡有 H4 卤素灯泡、H7 卤素灯泡、H1 氙气灯泡。

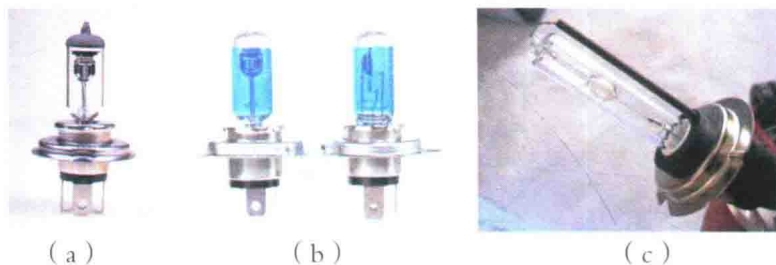


图 1-11 大灯灯泡

(a) H4 卤素灯泡；(b) H7 卤素灯泡；(c) H1 氙气灯泡

2) 雾灯

雾灯（见图 1-12）安装在汽车头部或尾部。在雾天、雪天、暴雨或尘埃弥漫等情况下，用来改善车前道路的照明情况。前雾灯功率为 $45 \sim 55 \text{ W}$ ，光色为橙黄色。后雾灯功率为 21 W 或 6 W ，光色为红色，以警示尾随车辆保持安全间距。



图 1-12 (LED) 雾灯灯泡

3) 牌照灯

牌照灯装于汽车尾部牌照上方或左右两侧，用来照明后牌照，功率一般为 $5 \sim 10 \text{ W}$ ，确保行人在车后 20 m 处看清牌照上的文字及数字。

4) 倒车灯

倒车灯安装在汽车尾部，当变速器挂倒挡时，自动发亮，照明车后侧，同时警示后方车辆行人注意安全。其功率一般为 $20 \sim 25 \text{ W}$ ，光色为白色。

5) 制动灯

制动灯俗称“刹车灯”（见图 1-13），安装在汽车尾部，在踩下制动踏板时，发出较强红光，以示制动。其功率为 $20 \sim 25 \text{ W}$ ，光色为红色，灯罩显示面积较后示位灯大。为避免尾随大型车对轿车碰撞的危险，轿车后窗内可加装由发光二极管成排显示的高位制动灯。