



21世纪高职高专规划教材

(汽车类)

# 汽车电器设备 构造与检修

任春晖 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



配电子教案

21世纪高职高专规划教材  
(汽车类)

# 汽车电器设备构造与检修

主 编 任春晖  
副主编 蔺宏良 张亚军  
参 编 彭小红 代新雷  
主 审 崔选盟

第1版 (白) 自编张亚军



机械工业出版社

本书是高职高专机械行业汽车专业规划教材之一。本书按照能力教育体系的要求,以模块式教学方式为主,介绍了现代汽车电器设备的结构、原理、性能、使用、检测和有关实践操作技能。全书共分7章,包括汽车电器电路基础,电源系统,起动系统,点火系统,照明、信号、仪表、报警系统,辅助电器系统,汽车电器系统电路分析。本书以国内常用汽车电器设备为研究对象,并及时介绍了一些国内外汽车电器新技术,内容翔实新颖,浅显易懂。

本书适合高职高专汽车运用与维修、汽车检测与维修、汽车电子技术等相关专业师生使用,也可供从事汽车运输管理、汽车维修管理的工程技术人员,以及汽车电工、汽车维修工、汽车驾驶员等阅读和参考。

本书配有电子教案,凡一次性购书30本以上者免费赠送一份电子教案。请与本书责任编辑余茂祚联系(联系电话010-88379759,邮箱yumaозuo@163.com)

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电器设备构造与检修/任春晖主编. —北京:机械工业出版社,2009.2

21世纪高职高专规划教材

ISBN 978-7-111-26196-4

I. 汽… II. 任… 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013801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:余茂祚 版式设计:霍永明 责任校对:张莉娟  
封面设计:马精明 责任印制:邓博  
北京京丰印刷厂印刷

2009年3月第1版·第1次印刷  
184mm×260mm·14.5印张·1插页·365千字  
0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-26196-4  
定价:24.00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)68354423

封面无防伪标均为盗版

# 21 世纪高职高专规划教材 编委会名单

编委会主任 王文斌

编委会副主任 (按姓氏笔画为序)

王建明	王明耀	王胜利	王寅仓	王锡铭	刘 义
刘晶磷	刘锡奇	杜建根	李向东	李兴旺	李居参
李麟书	杨国祥	余党军	张建华	茆有柏	秦建华
唐汝元	谈向群	符宁平	蒋国良	薛世山	储克森

编委会委员 (按姓氏笔画为序, 黑体字为常务编委)

王若明	<b>田建敏</b>	成运花	曲昭仲	朱 强	刘 莹
刘学应	许 展	<b>严安云</b>	李连邨	李学锋	李选芒
<b>李超群</b>	<b>杨 飒</b>	<b>杨群祥</b>	杨翠明	吴 锐	何志祥
何宝文	余元冠	<b>沈国良</b>	张 波	<b>张 锋</b>	张福臣
陈月波	<b>陈向平</b>	陈江伟	武友德	林 钢	周国良
<b>宗序炎</b>	赵建武	恽达明	<b>俞庆生</b>	晏初宏	倪依纯
徐炳亭	<b>徐铮颖</b>	韩学军	崔 平	崔景茂	<b>焦 斌</b>

总策划 余茂祚

## 前 言

汽车电器设备是汽车的重要组成部分。随着计算机技术和电子控制技术的不断发展,汽车电器设备的结构也越来越复杂,新的技术不断被应用到汽车电器设备系统中,这就要求汽车相关专业和行业的技术人员、工程人员对日益更新的汽车电器系统有深刻的了解。正是为了满足这一要求,作者根据多年的教学、科研实践经验,按照教学大纲的要求编著了《汽车电器设备构造与检修》一书。

本书以国内常用汽车电器设备为研究对象,并及时介绍了一些国内外汽车电器新技术。针对汽车使用要求和特点,重点讲述了汽车电器设备的结构、原理、性能、使用、检测和有关实践操作技能。内容翔实新颖,结构紧凑、逻辑合理、浅显易懂。

全书共分7章,其中第1、3章由陕西交通职业技术学院任春晖编写;第2章由陕西交通职业技术学院彭小红编写;第4章由山西机电职业技术学院张亚军编写;第5、7章由陕西交通职业技术学院蔺宏良编写;第6章由陕西交通职业技术学院代新雷编写。本书由任春晖担任主编,蔺宏良和张亚军担任副主编,陕西交通职业技术学院崔选盟教授担任主审。在本书的编写过程中,廖发良、王保新、郭建明、宋晓华、黄珊珊、魏秋兰、刘建伟等给予了大力支持和无私帮助,在此表示衷心的感谢。同时本书的编写参考了大量的资料和文献,在此一并向原作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免会有疏漏和不足之处,敬请读者和同行们予以批评指正。

编 者

## 21 世纪高职高专规划教材书目 (基础课及机械类)

(有\*的为普通高等教育“十一五”国家级规划教材并配有电子课件)

- |                             |                     |                         |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|
| *高等数学 (理工科用)<br>(第2版)       | *液压与气压传动            | 汽车构造                    |
| 高等数学学习指导书 (理工科用)<br>(第2版)   | 电工与电子基础             | 汽车电器与电子设备               |
| 计算机应用基础 (第2版)               | 电工电子技术 (非电<br>类专业用) | <b>汽车电器设备结构与检修</b>      |
| 应用文写作                       | 机械制造技术              | 公路运输与安全                 |
| 应用文写作教程                     | *机械制造基础             | 汽车检测与维修                 |
| 经济法概论                       | 数控技术                | 汽车检测与维修技术               |
| 法律基础                        | 专业英语 (机械类用)         | 汽车空调                    |
| 法律基础概论                      | 金工实习                | *汽车营销学                  |
| *C 语言程序设计                   | *数控机床及其使用和维修        | 工程制图 (非机械类用)            |
|                             | 数控机床及其使用维修          | 工程制图习题集 (非机<br>械类用)     |
| *工程制图 (机械类用)<br>(第2版)       | 数控加工工艺及编程           | 离散数学                    |
| 工程制图习题集 (机械<br>类用) (第2版)    | 机电控制技术              | 电路基础                    |
| 计算机辅助绘图—AutoCAD20<br>05 中文版 | 计算机辅助设计与制造          | 单片机原理与应用                |
| 几何量精度设计与检测                  | 微机原理与接口技术           | 电力拖动与控制                 |
| 公差配合与测量                     | 机电一体化系统设计           | *可编程序控制器及其<br>应用 (欧姆龙型) |
| 工程力学                        | 控制工程基础              | 可编程序控制器及其<br>应用 (三菱型)   |
| 金属工艺学                       | 机械设备控制技术            | 工厂供电                    |
| *机械设计基础                     | 金属切削机床              | 微机原理与应用                 |
| 工业产品造型设计                    | 机械制造工艺与夹具           | 电工与电子实验                 |
|                             | 冷冲模设计及制造            |                         |
|                             | *塑料模设计及制造 (第2版)     |                         |
|                             | 模具 CAD/CAM          |                         |

# 目 录

前言		复习思考题	108
第1章 汽车电器电路基础	1	第5章 照明、信号、仪表、 报警系统	109
1.1 概述	1	5.1 汽车照明系统	109
1.2 汽车电路基础元件	2	5.2 汽车信号系统	119
1.3 汽车电器故障检修基础	10	5.3 汽车仪表系统	131
复习思考题	16	5.4 汽车报警系统	141
第2章 电源系统	17	复习思考题	144
2.1 概述	17	第6章 辅助电器系统	145
2.2 蓄电池	18	6.1 风窗玻璃清洁装置	145
2.3 交流发电机	30	6.2 汽车空调系统	150
2.4 调节器	46	6.3 汽车自动调整 舒适系统	171
2.5 电源系统的使用与 故障诊断	52	复习思考题	182
2.6 典型案例分析	59	第7章 汽车电器系统 电路分析	183
复习思考题	61	7.1 汽车电路识读基础	183
第3章 起动系统	62	7.2 汽车电路图的类型及 表达方法	186
3.1 概述	62	7.3 汽车电路分析方法	191
3.2 普通起动机	64	7.4 典型车系电路图分析	194
3.3 永磁式起动机	75	复习思考题	210
3.4 减速起动机	76	附录	211
3.5 典型起动系统的故障 诊断与排除	80	附录A 汽车电路图常用 图形符号	211
3.6 典型案例分析	85	附录B 汽车部分开关、报警灯 和指示灯标志	219
复习思考题	86	参考文献	224
第4章 点火系统	88		
4.1 概述	88		
4.2 传统点火系统	90		
4.3 电子点火系统	98		
4.4 微机控制点火系统	104		
4.5 典型案例分析	107		

# 第1章 汽车电器电路基础

## 知识目标

1. 了解汽车电路元器件的作用及汽车电器系统的组成，掌握汽车电器系统特点。
2. 熟知汽车电器系统检修的常用方法和一般程序。
3. 了解常用检测仪器和设备的功能及使用方法。

## 能力目标

1. 能初步分析典型汽车电器线路组成及特点。
2. 能熟练使用常用汽车电器检测仪器及设备。

## 1.1 概述

现代汽车电器系统由汽车电器设备与汽车电子控制系统两部分构成，每一部分又由若干个子系统组成。汽车电器设备的主要功能是保证汽车正常行驶，而汽车电子控制系统是在电子控制单元控制下，使全车各电子控制系统协调工作，提高汽车的整体性能，包括动力性、经济性、安全性、舒适性、操纵性、通过性以及排放性能等。

### 1.1.1 汽车电器设备组成

汽车电器设备主要包括电源系统、起动系统、点火系统、照明信号仪表报警系统和辅助电器等子系统。

1. 电源系统 电源系统主要由蓄电池、发电机和调节器组成，其功用是向全车用电设备提供低压直流电源。
2. 起动系统 起动系统主要由起动机和起动继电器组成，其任务是起动发动机。
3. 点火系统 点火系统主要由点火线圈、分电器、火花塞和点火开关组成，其作用是将低压电转变成高压电，产生电火花，点燃气缸中的可燃混合气。
4. 照明信号仪表报警系统 该系统包括各种照明、信号、仪表、报警设备及控制电路，其任务是保证在各种运行条件下人、车的安全，并监视汽车的各项性能指标。
5. 辅助电器系统 辅助电器系统由提高车辆安全性、舒适性、经济性等各种功能的电气装置组成。因车种车型不同而有所差异，一般包括风窗玻璃清洁装置、空调装置、车窗玻璃升降装置、电动座椅调节装置等。

### 1.1.2 汽车电器电路特点

汽车电器电路是汽车的最基本电路，其特点归纳起来主要有以下几个方面：

1. 两个电源 两个电源是指蓄电池和发电机两个电源。电源与用电设备之间的关系如图 1-1 所示。



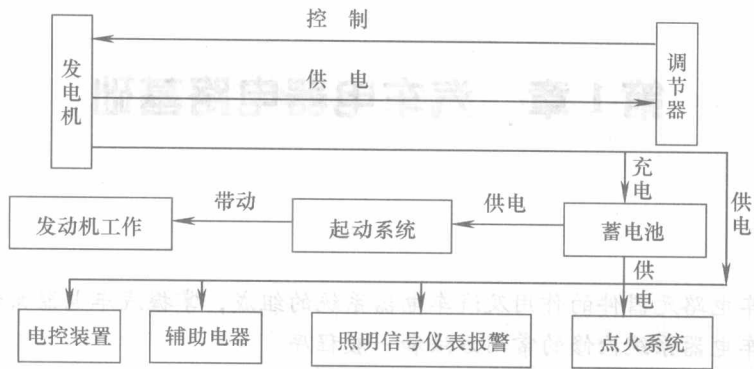


图 1-1 电源与用电设备关系示意图

2. 低压直流 汽车电器设备采用低压直流供电，汽油车大都采用 12V 直流电压供电，柴油车大多采用 24V 直流电压供电。

3. 单线（制）并联 单线制就是利用汽车发动机、底盘等金属机体（即搭铁）作为各用电设备的共用连线，而用电设备到电源只用一根导线连接。采用单线制使各用电设备都以并联方式与电源连接，每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制，互不产生干扰。

由于导线用量少，线路清晰，安装方便，因此，单线制被现代汽车广为采用。但在一些不能形成可靠的电器回路的位置，以及需要精确电子信号的回路，仍需采用双线（制）。

4. 负极搭铁 若蓄电池的负极连接到发动机、底盘等金属机体上，称为负极搭铁；反之，若蓄电池的正极连接到发动机、底盘等金属机体上，称为正极搭铁。我国标准中规定汽车电器设备必须采用负极搭铁。目前世界各国生产的汽车大多采用负极搭铁方式。

## 1.2 汽车电路基础元件

### 1.2.1 导线

汽车用导线有低压导线和高压导线两种，它们均为绝缘包层多股铜线。

1. 低压导线 低压导线按用途可分为普通低压导线和低压电缆线两种。汽车电源系统、照明、信号、仪表、报警系统和辅助电器设备均采用普通低压导线，而起动机与蓄电池的连接线、蓄电池与车架的搭铁线等则采用低压电缆线。

(1) 低压导线的选用：汽车上各种电器设备所用的连接导线，通常是根据用电设备的负载电流大小来适当选择导线的截面积，但对于功率很小的电器，为保证导线的机械强度，导线的截面积最小不得低于  $0.5\text{mm}^2$ 。

低压导线选择原则：长时间工作的用电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。

低压导线的结构与规格见表 1-1，允许载流值见表 1-2。

(2) 低压导线的颜色：为了便于识别和检修汽车电器设备，通常将低压导线采用不同的颜色进行标识，如图 1-2 所示。

在标有双色标的导线上，第一组字母指的是绝缘材料的基本色（主色），第二组字母指的是彩色标号线的颜色（辅助色）。例如，1.5BR/Y 的导线是指截面积为  $1.5\text{mm}^2$ ，基本色

为棕色并带有黄色的彩色标号导线。

表 1-1 低压导线的结构与规格

型号	名称	标称截面积 <sup>①</sup> /mm <sup>2</sup>	线芯结构		绝缘层厚 度/mm	电线最大外 径/mm
			根数	直径/mm		
QVR	聚氯乙烯绝缘低压 线	0.5	—	—	0.6	2.2
		0.6	—	—	0.6	2.3
		0.8	7	0.39	0.6	2.5
		1.0	7	0.43	0.6	2.6
		1.5	17	0.52	0.6	2.9
		2.5	19	0.41	0.8	3.8
QFR	聚氯乙烯—丁腈复 合物绝缘低压线	4	19	0.52	0.8	4.4
		6	19	0.64	0.9	5.2
		8	19	0.74	0.9	5.7
		10	49	0.52	1.0	6.9
		16	49	0.64	1.0	8.0
		25	98	0.58	1.2	10.3
		35	133	0.58	1.2	11.3
		50	133	0.68	1.4	13.3

① 标称截面积是经换算而统一规定的线芯截面积,不是实际线芯的几何面积,也不是各股线芯几何面积的总和。

表 1-2 车用低压导线允许载流值

导线标称截面积 /mm <sup>2</sup>	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4.0	6.0	10	16	25	35	50
允许载流值/A	12.5	16	19	24	32	42	55	75	105	138	170	215

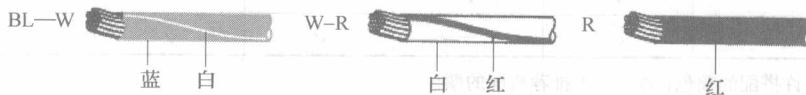


图 1-2 双色标导线示意图

根据我国 QC/T 414—1999《汽车拖拉机电线颜色选用规则》的规定,低压导线在选配线时习惯采取两种选用原则:

1) 以单色线为基础选用时,其单色线的颜色和双色线主、辅色的搭配及其代号分别见表 1-3 和表 1-4,其中黑色(B)为专用接地(搭铁)线。

2) 以双色线为基础选用时,各用电系统的电源线为单色,其余均为双色。当其标称截面积大于  $1.5\text{mm}^2$  时,导线只用单色线,但电源系统可增加使用主色为红色,辅色为白色或黑色的两种双色线。对于标称截面积小于  $1.5\text{mm}^2$  的双色线,其主、辅颜色的搭配可参见表 1-5。

表 1-3 低压电线的颜色和代号规定

颜色	黑	白	红	绿	黄	棕	蓝	灰	紫	橙
代号	B	W	R	G	Y	Br	BL	Gr	V	O

表 1-4 双色低压线颜色的搭配与代号

代号	1	2	3	4	5	6
导线 颜色	B	BW	BY	BR		
	W	WR	WB	WBL	WY	WG
	R	RW	RB	RY	RG	RBL
	G	GW	GR	GY	GB	GBL
	Y	YR	YB	YG	YBL	YW
	Br	BrW	BrR	BrY	BrB	
	BL	BLW	BLR	BLY	BLB	BLO
	Gr	GrR	GrY	GrBL	GrG	GrB

表 1-5 车用小截面双色低压线主、辅色的搭配

主色	辅 色						
	红(R)	黄(Y)	白(W)	黑(B)	棕(N)	绿(G)	蓝(BL)
红(R)	—	✓	✓	✓	—	✓	✓
黄(Y)	✓	✓	✓	✓	△	△	△
蓝(BL)	✓	✓	✓	✓	△	—	—
白(W)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	△
绿(G)	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓
棕(N)	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
紫(V)	—	✓	✓	✓	—	✓	
灰(Gr)	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓

注：✓——允许搭配的颜色；△——不推荐搭配的颜色。

表 1-6 高压导线的型号和规格

型号	名 称	线芯结构		标称外径/ mm
		根数	单线直径/mm	
QGV	铜芯聚氯乙烯绝缘高压点火线	7	0.39	7.0±0.3
QGXV	铜芯橡皮绝缘聚氯乙烯护套高压点火线			
GX	铜芯橡胶绝缘氯丁橡胶护套高压点火线			
QC	全塑料高压阻尼点火线	1	2.3	

注：高压导线的绝缘性能是主要指标，其耐压值应高于 15kV。

(3) 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导线、蓄电池电缆和起动机电缆外，选择最短的路径，将同区域的不同规格的低压导线用棉纱或薄聚氯乙烯带缠绕包扎成线束。在线束布线过程中不许拉得太紧，线束穿过洞口或锐

角处都应有专用橡胶或套管保护，否则易磨坏线束造成短路、断路等故障，甚至会产生火花烧毁线束引起火灾。

2. 高压导线 高压导线是一种用于汽油机点火系统的高压电缆线，其特点是绝缘包层厚，耐压性能好，线芯截面积小。按其结构不同，高压导线有普通铜芯高压线和高压阻尼线两种。为了衰减火花塞产生的电磁波干扰，目前已广泛使用了高压阻尼线。不同车型采用的高压阻尼线阻值不相同，国产高压导线的型号与规格见表 1-6。

### 1.2.2 插接器

插接器是汽车电路中简单但不可缺少的元件，插接器的符号和实物对照如图 1-3 所示。符号涂黑的表示插头，白色的表示插座，带有倒角表示为针式插头，插头与插脚的方格（长方格或正方格）的数量表示其引脚数。

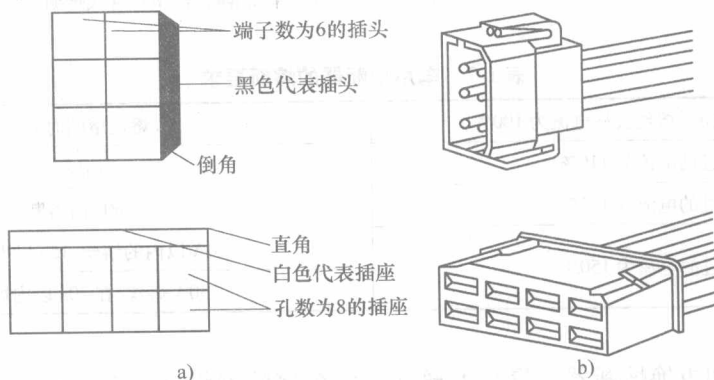


图 1-3 插接器的符号和实物示意图

a) 符号 b) 实物

为了防止汽车行驶过程中插接器脱开，所有的插接器均在结构上设计有闭锁装置，如图 1-4 所示。插接器接合时，应将插接器的导向槽重叠在一起，使插头与插孔对准且稍用力插入以保证牢固连接。插头与插座所对应导线的粗细、颜色、符号一般来说完全对应，安装时应注意观察。当需要分开插接器时，应先压下闭锁，使锁扣脱开，然后再将其拉开。拆、装插接器时绝对禁止用力猛拉导线，以防止拉坏闭锁装置或导线。

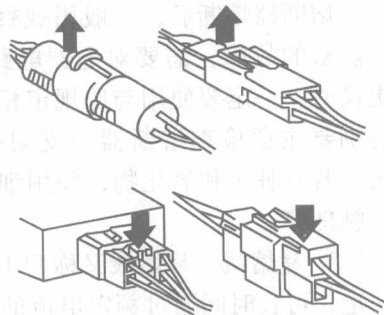


图 1-4 插接器的拆卸示意图

### 1.2.3 电路保护装置

在汽车电路中均有一个或多个电路保护装置，以防止过载或短路时，损坏导线和用电设备。这些装置可能是熔断器、易熔线和电路断路器，或是上述装置的综合应用。

图 1-5 所示为熔断器与易熔线的电路符号图。

1. 熔断器 其材料是铅锡合金，一般装在玻璃管中或直接装在熔断器盒内。它主要用在负荷不大的电路中，当电路中电流超过规定值时，熔断器的熔丝发热熔断而切断电路。

熔断器按结构不同可分为片式（见图 1-6a）、管式（见图 1-6b）等多种形式，其中片式熔断器应用最为广泛。为了便于选用和识别，熔断器都根据其容量大小用颜色编码，在其外

壳上标示额定电流值，如红色（10A）、蓝色（15A）、黄色（20A）等。表 1-7 所列为车用熔断器的熔断要求。

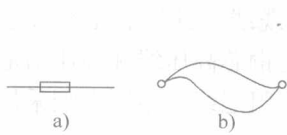
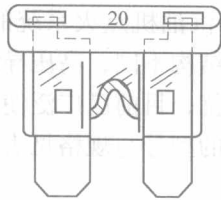
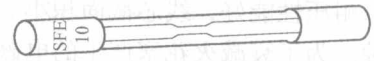


图 1-5 熔断器与易熔线的电路符号

a) 熔断器符号 b) 易熔线符号



a)



b)

图 1-6 熔断器

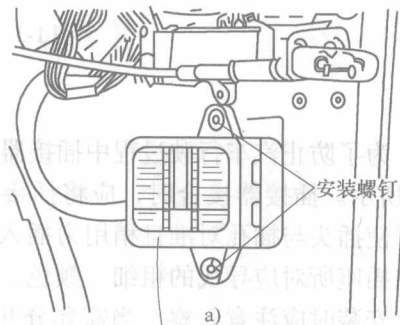
a) 片式熔断器 b) 管式熔断器

表 1-7 车用熔断器的熔断要求

流过熔丝的电流(熔丝公称电流为 100%)	熔丝熔断时间
流过的电流为 110%	不熔断
流过的电流为 135%	在 60s 内熔断
流过的电流为 150%	20A 以内的熔丝, 15s 以内熔断
	30A 熔丝, 在 30s 以内熔断

为便于检查和更换熔断器，汽车上通常将多个熔断器组合地在一起形成熔断器盒（见图 1-7）。熔断器在其支架上接触必须十分牢固可靠。如果接触不良，就会使熔断器和熔断器支架间产生电压降，从而引起有关用电设备工作失常，同时还易造成熔断器发热而熔断。

熔断器熔断后，一般用观察法就可发现。对于较隐蔽的故障，需要对电器电路进行详细的检查。更换时，一定要使用与原规定相同的熔断器，同时特别要注意检查熔断器与支架有无氧化现象和脏污。若有脏污和氧化物，须用细砂纸打磨光，使其接触良好。



a)



b)

图 1-7 熔断器常见安装方式示意图

a) 熔断器 b) 熔断器盖

2. 易熔线 易熔线又称 FUL 电线，是截面大小一定，可长时间通过额定电流的一种铜芯或合金导线，主要用来保护电源电路和大电流电路。易熔线的规格通常用颜色来加以区分，几种常见易熔线的规格见表 1-8。

3. 双金属电路断路器 双金属电路断路器用于正常工作时容易过载的电路中，其原理是利用双金属片受热变形使触点分离而断开电路（见图 1-8）。电路断路器与熔断器、易熔线不同，将双金属片复

位后，可以重复使用。电路断路器有两个类型：自动复位型和手动复位型。

表 1-8 易熔线的构成及规格

色别	尺寸/mm	构成	1m 时的电阻值/ $\Omega$	连续通电电流/A	5s 内熔断时的电流/A
茶	0.3	$\phi 0.32 \times 5$ 股	0.0475	13	$\approx 150$
绿	0.5	$\phi 0.32 \times 7$ 股	0.0325	20	$\approx 200$
红	0.85	$\phi 0.32 \times 11$ 股	0.0205	25	$\approx 250$
黑	1.25	$\phi 0.5 \times 7$ 股	0.0141	33	$\approx 300$

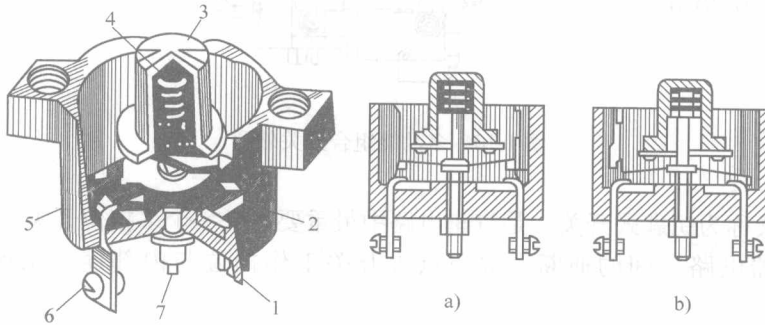


图 1-8 双金属电路断路器运行前后对比

a) 运行前 b) 运行后

1、6—固定触点 2—外壳 3—按钮 4—弹簧 5—双金属片 7—调整螺钉

#### 1.2.4 开关

开关是用来控制电路的通断或改变电路中电流方向的构件。车用开关种类繁多，归纳起来基本上可分为自动式开关和手动式开关。自动式开关多为电控，手动式开关多为机械式控制。开关常见两种工作状态如图 1-9 所示。

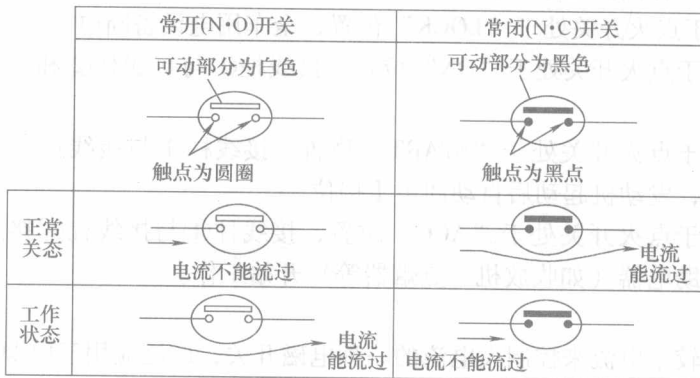


图 1-9 开关两种状态示意图

有的开关只控制一个用电设备，功能单一，结构简单；有的开关则控制多个用电设备（见图 1-10），功能多，结构较复杂。现以点火开关为例说明开关挡位与电路连接的关系。

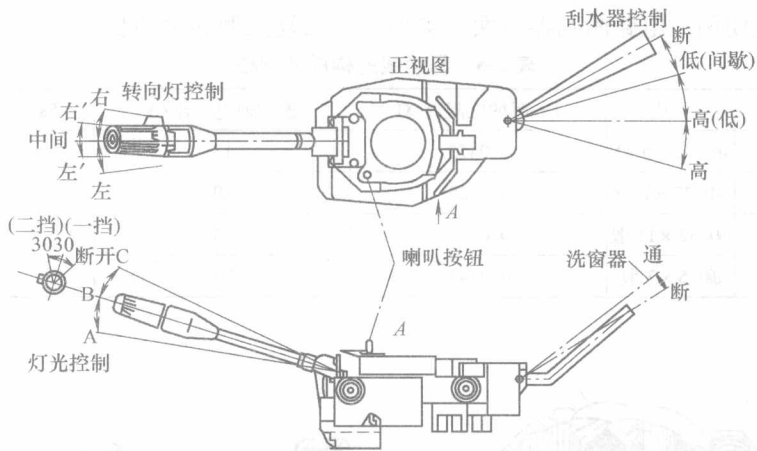


图 1-10 多功能组合开关外形

点火开关又称为钥匙式开关，是汽车电路中最重要的是一个多挡位开关。它主要用于控制电源与各电器电路之间的通断。常用点火开关工作挡位与内部连接情况如图 1-11 所示。

(1) 接线柱：点火开关有四个接线柱，其中接线柱①接电源，接线柱②接至电压调节器正接线柱和点火线圈低压接线柱，接线柱③接至辅助电器设备，接线柱④接至起动继电器的电磁线圈。

	①	②	③	④
III	○	—	○	
0				
I	○	—	○	
II	○	—		○

	BAT	IG	ACC	ST
ACC	○	—	○	
LOCK				
ON	○	—	○	
START	○	—		○

图 1-11 点火开关工作挡位示意图

(2) 挡位：图 1-11 所示的点火开关有四个挡位，各挡位电路控制情况如下：

0 挡位：等效于点火开关处于“LOCK”位置，全车用电设备断电。

I 挡位：等效于点火开关处于“ON”位置，接线柱①与接线柱②和③接通，主要用电设备投入工作。

II 挡位：等效于点火开关处于“START”位置，接线柱①与接线柱②和④接通，起动机控制电路被接通，发动机起动后自动回至 I 挡位。

III 挡位：等效于点火开关处于“ACC”位置，接线柱①与接线柱③接通，接通辅助电器电路，使部分辅助电器（如收音机、点烟器等）开始工作。

### 1.2.5 继电器

继电器是利用较小电流来控制大电流的一种电磁开关，广泛应用于电源系统、起动系统和电子控制系统等，在电路中能起到自动操作、自动调节和安全保护的作用。

继电器主要由电磁线圈和带复位弹簧的触点构成，通过电磁线圈产生的电磁力来改变触点的原始状态，实现对回路的控制。典型继电器外形如图 1-12 所示；内部电路如图 1-13 所示。当①和③之间的电磁线圈通电时，触点将在电磁力作用下闭合，接通②、④之间的电路。

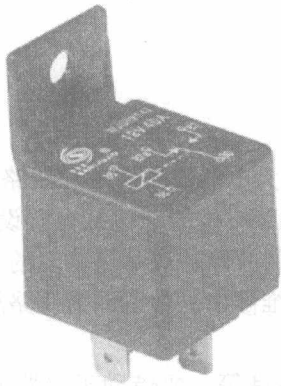


图 1-12 典型继电器外形图

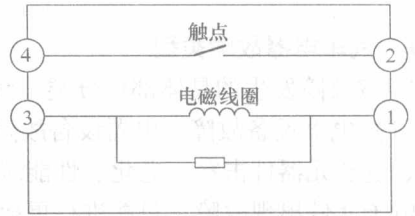


图 1-13 典型继电器内部电路

继电器通常分为常开继电器、常闭继电器和混合型继电器三种类型（见图 1-14）。

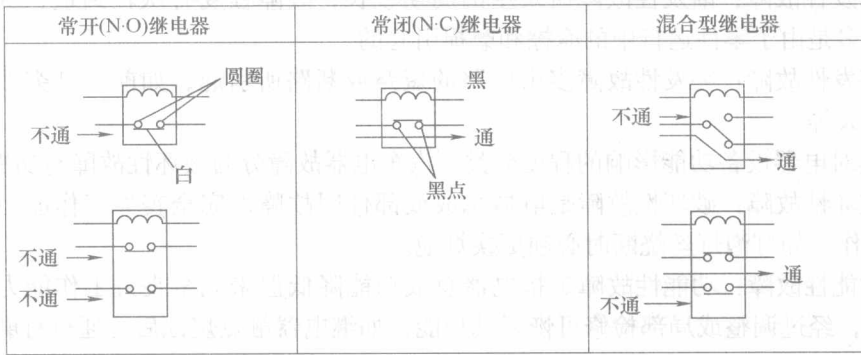


图 1-14 继电器常见类型表示方法

1. 常开继电器 继电器不通电时，其触点在弹簧力的作用下处于断开位置，当继电器通电后触点闭合（见图 1-15）。

2. 常闭继电器 继电器不通电时，其触点在弹簧力的作用下处于闭合位置，当继电器通电后触点打开（见图 1-15）。

3. 混合型继电器 在混合式继电器中，既有常开触点又有常闭触点。当继电器通电后，常开触点闭合，常闭触点打开（见图 1-15）。

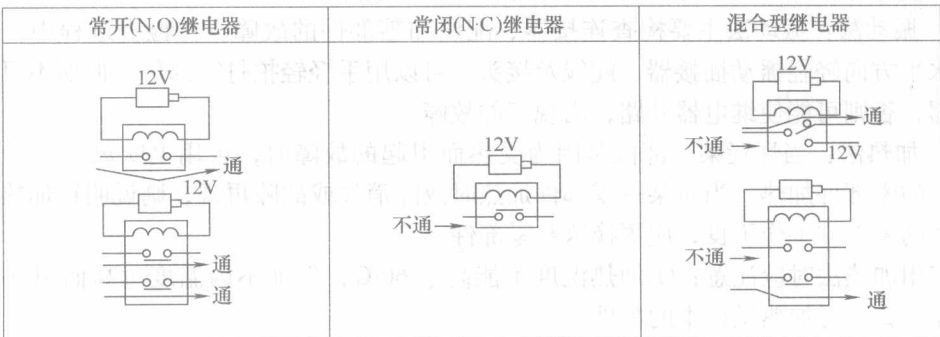


图 1-15 继电器的工作状态



## 1.3 汽车电器故障检修基础

### 1.3.1 汽车电器故障类型

1. 按故障发生的具体部位分类 汽车电器故障可分为电器设备故障和线路故障。

(1) 电器设备故障：电器设备故障是指自身丧失其原有机能，包括电器设备机械损坏、烧毁、电子元器件击穿、老化、性能减退等。电器设备的故障一般是可修复的，但对于不可拆的电子元件出现故障，只能进行更换。在实际使用与维修中，常常因为线路故障而造成电器设备故障。

(2) 线路故障：线路故障包括断路、短路、接触不良等，要借助于仪器或设备逐一排查。

2. 按发生时间的长短分类 汽车电器故障可以分为渐发性故障和突发性故障。

(1) 渐发性故障：渐发性故障所发生的周期较长，故障程度有从轻到重、从弱到强的过程，它们多是由于零件运行中的摩擦和磨损引起的。

(2) 突发性故障：突发性故障多由电路的短路或断路所引起，如前照灯突然不亮、发动机突然熄火等。

3. 按其对应电器设备功能影响的程度分类 汽车电器故障分为破坏性故障与功能性故障。

(1) 破坏性故障：破坏性故障是电器总成或部件因故障而完全丧失工作能力，不更换不能继续工作，如灯泡灯丝烧断时必须更换灯泡。

(2) 功能性故障：功能性故障是指电器总成功能降低但未完全丧失工作能力，属于非破坏性故障，经过调整或局部检修可恢复其功能，如继电器触点烧蚀后可通过打磨与调整而恢复其功能。

### 1.3.2 汽车电器故障检修的常用方法

1. 直观诊断法 直观诊断法是不借助仪器或设备，仅通过人体的感觉器官，听、摸、闻、看等对汽车电器零部件或电路进行外观检查，进而发现故障部位，找出故障原因。这种方法十分简单便捷，对检修汽车电器故障十分有效。

2. 故障征兆模拟法 在充分分析故障的基础上，模拟与用户车辆出现故障时相同或相似的条件和环境，在停车条件下，人为地对汽车电器中的某些元件或零部件、配线等施加外部作用，使故障征兆再现，进而发现故障部位，找出故障原因。

(1) 振动法：振动法主要检查连接器、配线和零部件的故障。在检查过程中，可以在垂直和水平方向轻轻摇动插接器、配线及接头，可以用手轻轻拍打零部件。但切不可用力拍打继电器，否则可能使继电器开路，出现新的故障。

(2) 加热法：当怀疑某一部位是因为受热而引起的故障时，可用电吹风等工具对可能引起故障的零部件加热。当对某一零部件加热时故障消失或故障再现，则说明被加热零部件或其周围的零部件工作不良，应更换这些零部件。

在使用加热法时应注意：①加热温度不能高于 60℃，保证不因温度过高而引起电子元器件损坏。②不可加热微机中的零件。

(3) 水淋法：当某些电器故障是在雨天或高湿度环境下才产生时，可用水喷淋在车辆上的相关部位，检查是否发生相同的故障。