

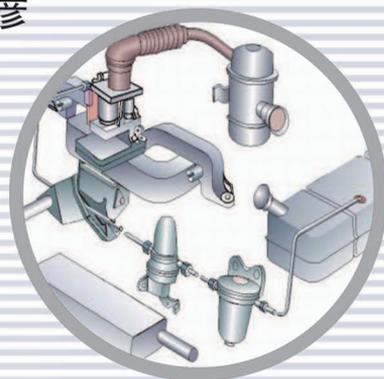


汽车专业“十三五”职业教育改革创新规划教材
全国职业教育教材审定委员会审定

汽车

电气设备构造与维修

主编 汪红 刘磊 郑晓彦



将**互联网思维**融入教材中
以**二维码**的形式加以展现
传统与创新的融合
理论和实践的统一
微视频随时随地观看学习

天津出版传媒集团



天津科学技术出版社

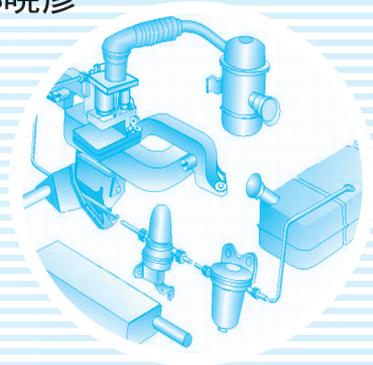
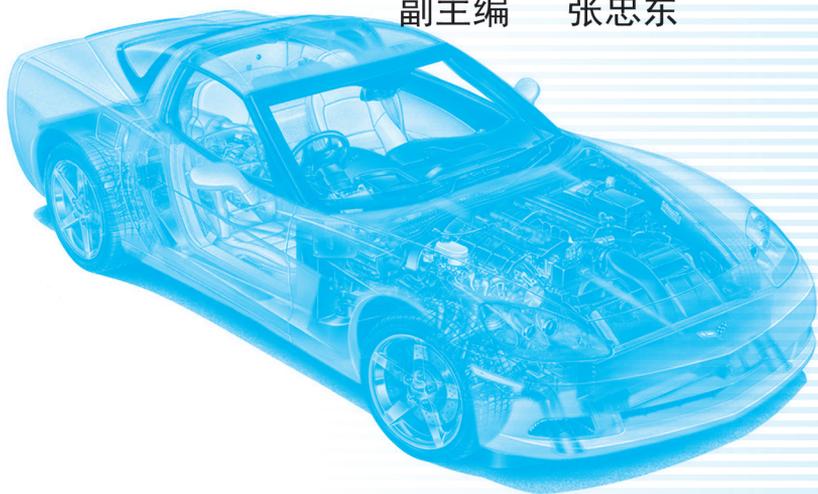


汽车专业“十三五”职业教育改革创新规划教材
全国职业教育教材审定委员会审定

汽车

电气设备构造与维修

主 编 汪 红 刘 磊 郑晓彦
副主编 张忠东



天津出版传媒集团
天津科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电气设备构造与维修 / 汪红, 刘磊, 郑晓彦主编. —天津: 天津科学技术出版社, 2017. 7

ISBN 978—7—5576—3245—8

I. ①汽… II. ①汪… ②刘… ③郑… III. ①汽车—电气设备—构造—职业教育—教材②汽车—电气设备—车辆修理—职业教育—教材 IV. ①U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 153929 号

责任编辑: 郑 新
天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

出版人: 蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话 (022) 23332674

网址: www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

北京彩虹印刷有限责任公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 350 000

2017 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

定价: 42.00 元

前 言

本课程是职业学校汽车专业的一门主干专业课程，其任务是使学生具有汽车电气设备的基本知识和汽车电气设备维修的基本技能。通过理论教学和实践技能训练，使学生系统掌握汽车电气设备的结构、基本工作原理、使用和维修、检测和调试、故障诊断与排除等基本知识和基本技能。

本书主要内容以汽车基础电气部分的维护与检修为主，在编写过程中，注意结合当前教育改革需求和学生的学习、认知特点，基础理论知识表述简洁明了，技能认知图文并茂，使读者可以更直观地学到相关理论知识和具体操作方法。演示操作图片直观简洁，将知识化繁为简、好学易懂，使理论知识与实训教学有效地相互融合。本书不拘泥于某个固定车型，而是以尽量贴近工作实际的方式，通过一个个具体任务来阐述一种解决问题的基本思路和方法，从而达到举一反三、融会贯通的目的，容易让学生掌握，便于教师组织理实一体化教学。

本书由汪红、刘磊、郑晓彦担任主编，由张忠东担任副主编，其中汪红编写了项目一、项目二，刘磊编写了项目三、项目四，郑晓彦编写了项目六、项目八，张忠东编写了项目五、项目七。

由于时间仓促和作者水平所限，本教材难免有不足，恳请广大师生指正，以便修订后更好地满足教学改革的需要。

编 者



目 录

项目一 汽车电气系统基础	(001)
任务一 汽车电气组成及特点	(001)
任务二 汽车基础元件	(003)
实训一 认识汽车上的电气设备	(015)
实训二 识读汽车电路	(016)
项目二 汽车电源系统与检修	(018)
任务一 蓄电池的结构原理与维护	(018)
任务二 蓄电池的故障诊断及使用方法	(027)
任务三 交流发电机	(036)
任务四 典型汽车供电系统	(047)
任务五 汽车供电系统故障诊断与排除	(050)
实训三 就车拆装蓄电池	(052)
实训四 就车拆装发电机	(054)
实训五 检修发电机转子	(056)
实训六 检测发电机调节器	(058)
实训七 分析电源系统电路	(060)
项目三 汽车启动系统	(062)
任务一 概述	(062)
任务二 启动机分类、型号、工作原理及特性	(064)
任务三 启动机的组成与结构	(067)
任务四 减速启动机的基本结构和工作原理	(071)
任务五 典型启动系统电路	(074)
任务六 启动机检修、试验及维护	(078)
实训八 就车拆装启动机	(085)
实训九 检修启动机电枢	(087)
实训十 分析启动系统电路	(090)
项目四 发动机点火系统	(093)
任务一 电子点火系统	(094)
任务二 常见的几种点火系统	(095)
任务三 计算机控制点火系统	(107)
任务四 电子点火系统的使用与维修	(116)
实训十一 掌握电子点火系统正确拆装工艺	(122)
实训十二 检修火花塞、分电器、火线圈、点火系统	(124)
实训十三 电控点火系统的基本功能	(127)
实训十四 熟悉电控点火系统检修的注意事项及技术数据	(129)



项目五 汽车照明设备与信号系统	(132)
任务一 照明设备与信号系统的组成	(132)
任务二 前照灯	(135)
任务三 闪光器、转向信号灯	(144)
任务四 其他信号装置	(147)
任务五 电喇叭	(149)
任务六 照明设备与信号系统的常见故障检修	(152)
实训十五 正确地认知照明、信号系统	(153)
实训十六 对照明系统电路图进行识读及分析	(155)
实训十七 对转向信号电路图进行识读及分析	(157)
项目六 汽车仪表、报警系统	(159)
任务一 汽车仪表系统	(159)
任务二 汽车报警系统	(172)
任务三 汽车仪表、报警系统的检测及调整	(177)
实训十八 正确地认知仪表系统	(181)
实训十九 正确地认知报警系统	(183)
实训二十 对仪表电路图进行识读及分析	(185)
项目七 汽车辅助电气设备	(187)
任务一 电动车窗	(187)
任务二 电动后视镜	(197)
任务三 电动座椅	(199)
任务四 风窗刮水器及洗涤装置	(205)
实训二十一 检修中控门锁和电动天窗	(213)
实训二十二 检修电动座椅和电动后视镜	(214)
实训二十三 风窗刮水器及清洗系统的控制电路及检测方法	(216)
项目八 汽车空调系统	(218)
任务一 汽车空调系统概述	(218)
任务二 汽车空调系统部件的结构及工作原理	(221)
任务三 汽车空调系统的维护与检修	(232)
实训二十四 操作汽车空调系统	(237)
实训二十五 检修压缩机	(239)
实训二十六 操作空调操作机构	(241)
实训二十七 操作空调回收充注机、空调系统检测设备	(242)
实训二十八 用诊断仪对空调系统进行故障诊断	(244)
实训二十九 空调故障的诊断方法	(246)
实训三十 诊断空调系统电路故障	(248)
主要参考文献	(250)



项目一 汽车电气系统基础

【学习目标】

1. 了解汽车电气设备的特点。
2. 熟悉汽车电气设备的组成。
3. 掌握汽车点火开关、保险及继电器。
4. 掌握汽车的继电器、汽车导线、线束及插接器。

任务一 汽车电气组成及特点

现代汽车正在向安全、经济、舒适、智能化发展,汽车电气设备由简单到繁杂,由附属到主要,并不断地发展。桑塔纳 2000 型轿车电气设备布局如图 1-1 所示。

一、汽车电气设备的特点

汽车电气设备的特点如下。

(1) 低压直流。现代汽油机用 12V 电源,柴油机用 24V 电源,由于汽车用电设备增多,42V 电源也已经出现了。

(2) 两个电源。包括蓄电池和发电机,汽车所有设备均与蓄电池、发电机并联。发电机为主电源,主要为汽车运行时的各用电设备供电;蓄电池为辅助电源,主要供起动机用电。

(3) 负极搭铁。为减少蓄电池电缆铜端子在车架、车身连接处的电化学腐蚀,提高搭铁可靠性,统一标准,便于汽车电气设备的生产、使用和维修,规定汽车电气设备采用单线制时,必须统一电源负极搭铁。

(4) 并联单线。汽车用电设备较多,但均采用并联电路,从电源到用电设备只用一根导线,汽车车身作为一根共用导线。安装在钣金件上、挂车上或非金属车厢板上的电器设备则一般采用双线制。

二、汽车电气设备的组成

现代汽车电气设备大致可分为三大部分,即电源、配电装置及全车电路、用电设备。

(一) 电源

汽车电源包括蓄电池、发电机及电压调节器。蓄电池的作用主要是发动机起动时向起动机供电,同时辅助发电机向用电设备供电。发电机在正常工作时,主要是向全车用电

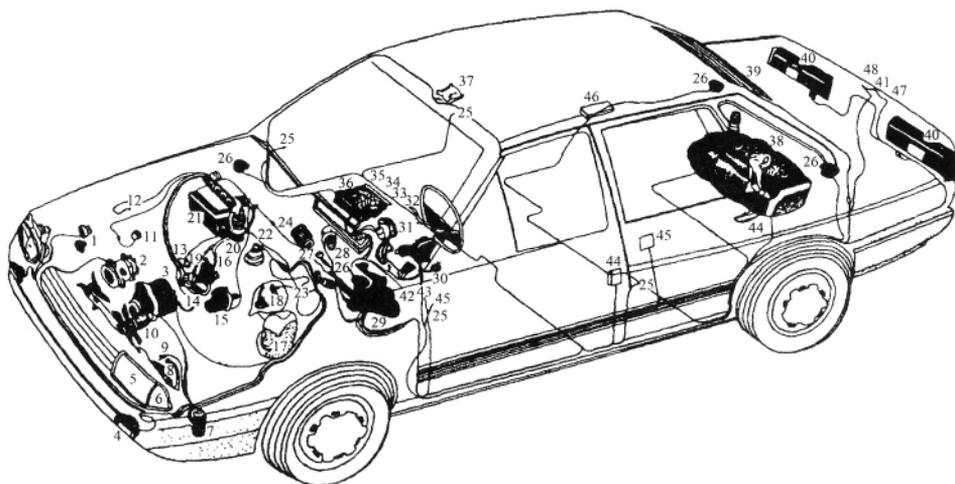


图 1-1 上海桑塔纳 2000 型轿车电气设备

1—双音喇叭;2—空调压缩机;3—硅整流发电机;4—雾灯;5—前照灯;6—转向指示灯;7—空调储液干燥剂;8—卸荷继电器;9—电动风扇双速热敏开关;10—风扇电动机;11—进气电预热器;12—化油器速电磁切断网;13—热敏开关;14—机油油压开关;15—起动机;16—火花塞;17—风窗清洗液电动泵;18—冷却液页面传感器;19—分电器;20—点火线圈;21—蓄电池;22—制动液液面传感器;23—倒车灯开关;24—空调、暖风用鼓风机;25—车门接触开关;26—扬声器;27—点火控制器;28—风窗刮水器电动机;29—中央接线盒;30—前照灯变光开关;组合开关;32—空调及风量旋钮;33—雾灯开关;34—后窗电加热器开关;35—危险信号警报灯开关;36—收放机;37—顶灯;38—油箱油面传感器;39—后窗电加热器;40—组合后灯;41—拍照灯;42—电动天线;43—电动后视镜;44—集中控制门锁;45—点动摇窗机;46—顶灯;47—后盖集中控制锁;48—行李箱灯

设备供电,同时给蓄电池充电。电压调节器的作用是保持发电机工作时输出电压的稳定。

(二) 配电装置及全车电路

配电装置及全车电路主要包括中央接线盒、保险装置、继电器、线束及插接器、电路开关等,使全车电路构成一个统一的整体。

(三) 用电设备

(1)电源系统。电源系又称充电系,由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。其作用是向全车用电设备提供低压直流电能。

(2)起动系统。主要由起动机、点火开关、起动继电器等组成,其作用是带动飞轮旋转,使曲轴达到必要的起动转速。

(3)点火系统。可分为传统点火系统和电子点火系统两种,通常由电源、分电器、熔断丝、点火线圈和火花塞等组成。其作用是将低压电转变为高压电,适时可靠地点燃汽缸中的可燃混合气。点火系统仅用于汽油机上。

(4)照明系统。照明系统包括车外和车内的照明,提供车辆夜间安全行驶必要的照明。

(5)仪表系统。常见的有水温表、燃油表、转速表、车速里程表等,其作用是显示汽车



运行参数及交通信息。

(6)信号及报警系统。主要用来监测发动机及汽车的工作情况,使驾驶员能够通过仪表及报警装置,及时发现发动机及汽车各种参数的异常情况,确保汽车正常运行。

(7)电子控制系统。主要是指利用微机控制的各个系统,包括电控燃油控制喷射系统(EFI)、电控点火系统(ESA)、电控自动变速器(ECT)、防抱死制动系统(ABS)、电控悬架系统(EMS)、自动空调等。采用电控系统可以使汽车上的各个系统均处于最佳工作状态。

(8)辅助系统。辅助系统包括电动风窗刮水器、风窗洗涤器、点烟器、低温起动预热装置、车窗玻璃电动升降器、电动座椅、防盗装置、收音机和 CD 机等。辅助电气设备有日益增多的趋势,主要向舒适性、娱乐性、安全保障等方面发展。

任务二 汽车基础元件

学会识读汽车电路图的组成和基本表达方法,据此掌握汽车电气系统的工作原理,分析汽车电器各系统间的内在联系,正确使用电器设备,迅速分析和排除汽车电气系统存在的故障。

一、汽车点火开关、保险

(一)点火开关

汽车点火开关的主要作用是接通或切断电器设备电路。点火开关按操纵方式可分为顶杆式、推拉式、组合式及旋转式等多种。

1. 顶杆式开关

主要用作门灯开关、行李箱开关、制动灯开关、倒车灯开关。顶杆式开关由中心顶杆(或顶球)通过机械作用移动触点,变换电路,如图 1-2 所示。

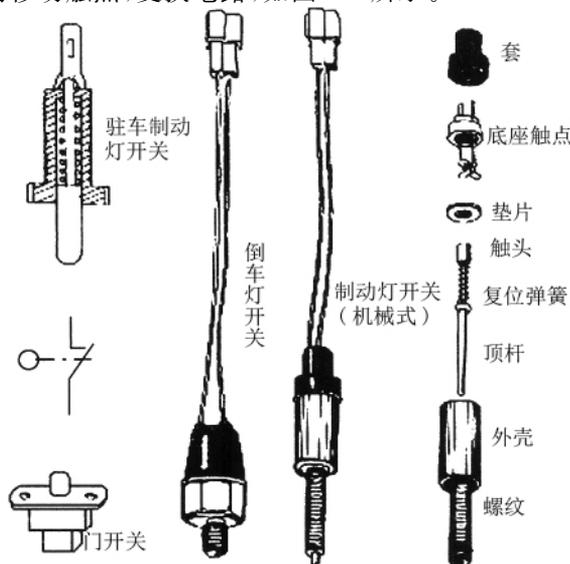


图 1-2 顶杆式开关



2. 推拉式开关

一般用于控制照明灯和刮水器,主要由中心拉杆、绝缘滑块、接触片、接线柱和壳体组成,如图 1-3 所示。按钮上标有表示开关用途的图形符号。操作时,拉动按钮,移动滑块,使动触点与定触点位置按规定排列组合移动、变换外接线路,达到控制目的。按拉钮的控制挡位常分为单挡式、两挡式、三挡式 3 种。

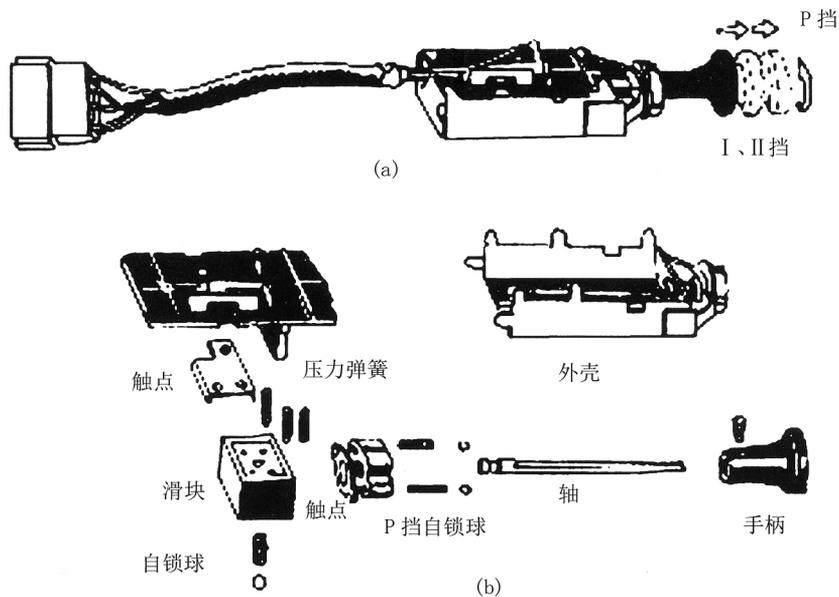


图 1-3 推拉式开关
(a)外形图;(b)分解图

3. 组合开关

组合开关是将灯光开关、转向灯开关、危急报警灯开关、刮水/清洗器开关等组合为一体。它是一个多功能开关,安装在便于驾驶员操纵的转向柱管上,如图 1-4 所示。

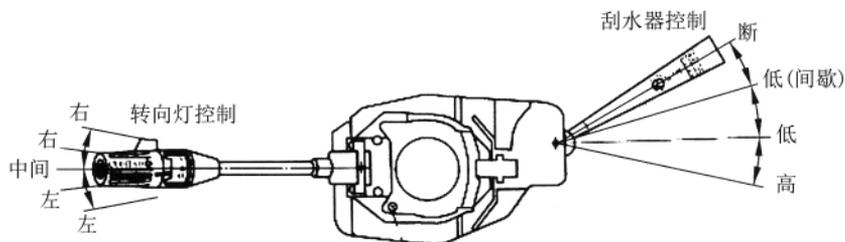


图 1-4 组合式开关

4. 旋转式开关

常见旋转式汽车电器开关主要有暖风机和点火开关。点火开关用于控制常用电器的电源电路和起动电路,其结构如图 1-5 所示。安装在仪表板台板上的点火开关,并不具备



锁止转向盘的功能,安装在转向柱管上的点火开关具有转向盘锁止功能。轿车点火锁常配有主、副钥匙及钥匙编码标签。主钥匙通常与汽车门锁、行李箱锁通用;副钥匙仅与门锁通用;用户丢失钥匙后,可凭编码标签向厂方索取。

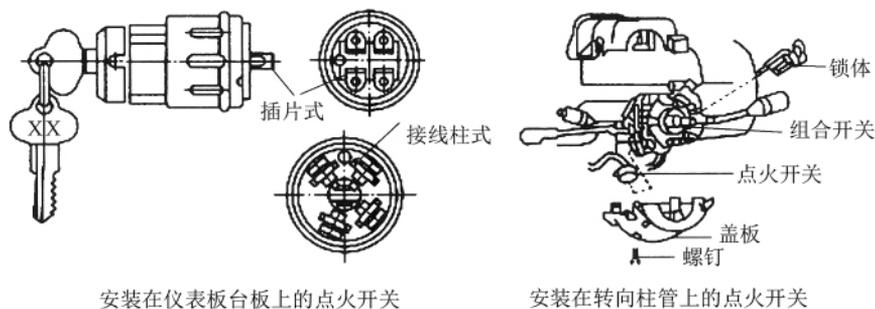


图 1-5 旋转式开关

(二) 保险

电路保护器用于在电路或电气设备发生短路及过载时,自动切断电路,以防线束或电气设备烧坏。汽车上常用的电路保护器有熔断器、易熔线及电路断路保护器。

1. 易熔线

易熔线是一种截面积小于被保护电线截面的、可长时间通过额定电流的铜心低压导线或合金导线。易熔线的特点是当线路通过极大的过载电流时,易熔线能在一定的时间内(一般 $\leq 5s$)熔断,从而切断电源,防止产生恶性事故。易熔线也由导体和绝缘层构成,绝缘层一般为氯磺化聚乙烯材料,因为绝缘层较厚,所以看起来比同规格的导线粗。

易熔线常用于保护总电路或大电流电路,一般接在蓄电池直接引出的电路中,即蓄电池正极端附近,如图 1-6 所示。



图 1-6 易熔线安装位置

易熔线不能绑扎于线束内,也不得被其他物品所包裹,且应有明显的标志,当其熔断后,该标志仍应存在以便于更换。常见易熔线的规格见表 1-1。



表 1-1 常见易熔线规格

标称容量 (A)	色别	截面积 (mm ²)	单线径 (mm)×股数	额定电流 (A)	5s 熔断电流 (A)
20	棕	0.3	φ0.3×25	13	150
40	绿	0.5	φ0.32×7	20	200
60	红	0.85	φ0.32×11	25	250
80	黑	1.25	φ0.32×16	33	300

2. 熔断器

熔断器常用于保护局部电路,其限额电流值较小。熔断器的主要元件是熔断丝(片),其材料是锌、锡、铅、铜等金属的合金。现代汽车常设有多个熔断器,常见熔断器按外形可分为熔片式、熔管式、绝缘式、缠丝式、插片式等,如图 1-7 所示。

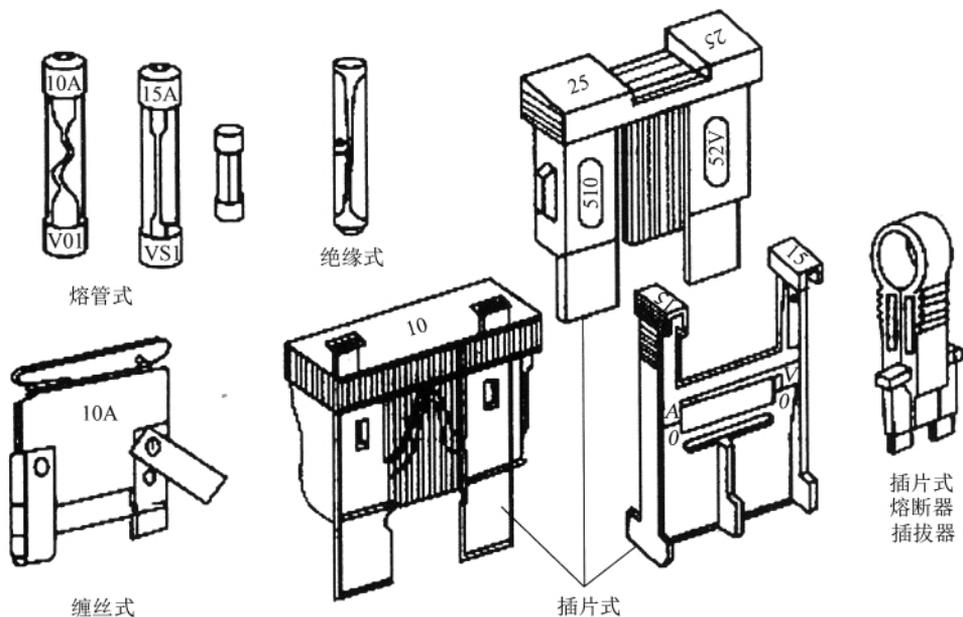


图 1-7 常见熔断器

熔断器一般安装在仪表台的下方和发动机罩下。图 1-8 所示为本田雅阁轿车熔断器的安装位置。注意事项如下。

(1)在更换熔断器以前必须切断所有电器部件及点火开关的电源。更换时,要更换与原熔断器的额定电流值相等的熔断丝(片)。

(2)在拆下、插入熔断器时,必须使用拆卸器。在拆卸熔断器过程中,进出时要保持平直,不要扭动。扭动动作会迫使端子卡口张开过大,以致连接不良。

3. 断路器

断路器常用于保护电动机等较大容量的电气设备。电路断路保护器的基本组成是一

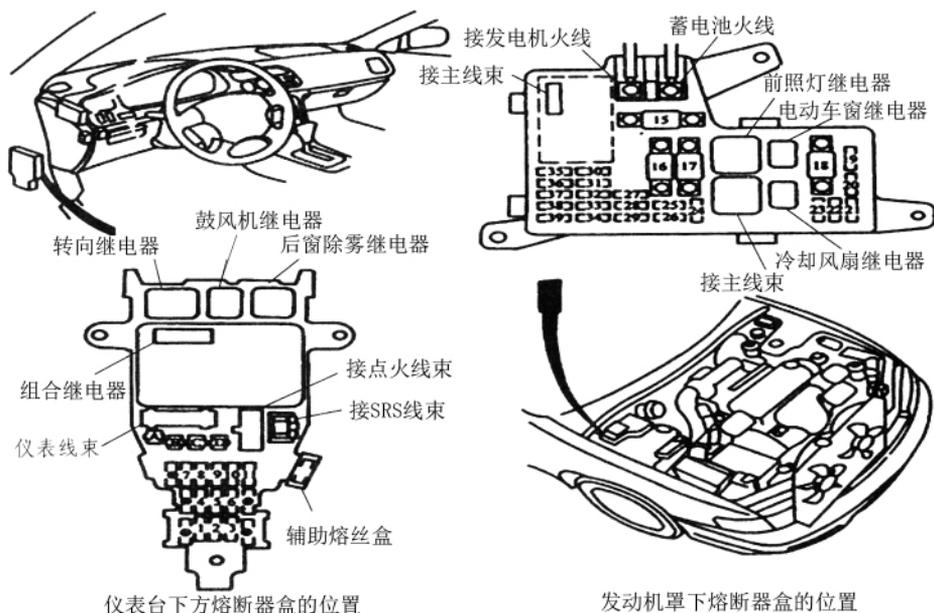


图 1-8 本田雅阁熔断器的安装位置

对受热敏双金属片控制的触点。当电动机卡死造成电流过大或发生短路故障时,超过额定值数倍的电流使双金属片受热变形,触点断开,自动切断电路,从而保护电气设备或线路。与易熔线和熔断器相比,其特点是可重复使用。

断路器按其作用后的恢复形式不同,可分为非循环式与循环式两种。非循环式是电路中发生故障时断开,排除故障后,需通过按压将双金属片复位,如图 1-9 所示。循环式(自动恢复式)断路器在电路发生过载或短路故障后自动切断电路,但断路后,双金属片冷却会使触点重新闭合而接通电路,这种形式的断路器在早期国产载货汽车前照灯线路中有所应用,在轿车上常用于刮水器电动机、车窗玻璃升降电动机等的电路中,如图 1-10 所示。

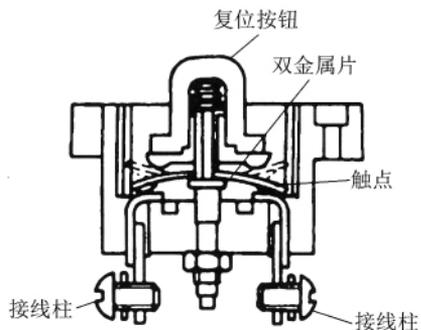


图 1-9 非循环式断路器

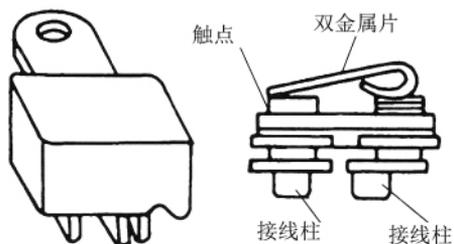


图 1-10 循环式断路器



二、继电器

(一) 继电器的结构

汽车用继电器一般为电磁式继电器,通常由铁心、线圈、衔铁、触点簧片等组成,如图 1-11 所示。

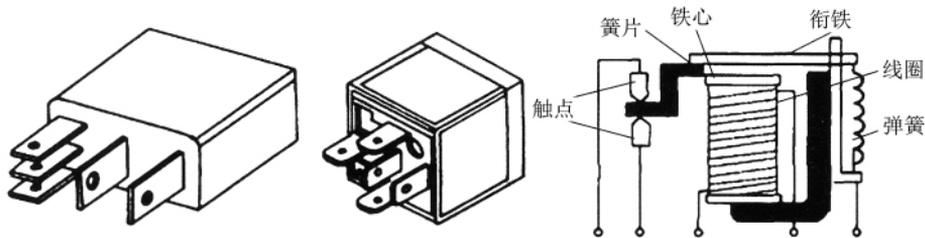


图 1-11 继电器的结构

(二) 继电器工作原理

继电器可分为常开型电器、常闭型继电器和混合型继电器三种。

下面以混合型继电器为例介绍继电器的工作原理。只要在线圈两端加上一定的电压,线圈中就会流过一定的电流,从而产生电磁效应,衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服复位弹簧的拉力吸向铁心,从而带动衔铁的动触点与静触点(常开状态)吸合。当线圈通电后,电磁的吸力也随之消失,衔铁就会在弹簧的拉力下返回原来的位置,使动触点与原来的静触点(常闭状态)吸合。这样的吸合、释放,达到了在电路中的导通、切断的目的。对于继电器的常开、常闭触点,可以这样来区分:继电器线圈未通电时处于断开状态的静触点,称为常开触点;处于接通状态的静触点称为常闭触点。

(三) 类型与作用

汽车用继电器可分功能继电器和电路控制继电器两种。功能继电器有闪光继电器、刮水间歇继电器等。电路控制继电器,即单纯实现电路通断与转换的继电器,它的作用主要是减小开关的电流负荷,保护开关触点不被烧蚀,即用流经开关的小电流,控制用电装置的大电流。

继电器按外形区分有圆形和方形两种,按插脚多少分,有三脚、四脚、五脚、六脚等多种。为防止继电器线圈断电时产生的自感电动势将电子设备损坏,有的继电器磁化线圈两端并联有泄放电阻或续流二极管。

根据触点的状态不同,继电器又分为常开型、常闭型和开闭混合型 3 类,如图 1-12 所示。常开型继电器平时触点是断开的,继电器动作后触点接通,接通控制电路;常闭继电器的触点平时是闭合的,继电器动作后触点断开,切断控制电路;混合型继电器平时常闭触点接通,常开触点断开,如果继电器线圈通电,则触点处于相反的状态。

继电器的工作电压分为 12V 和 24V 两种,分别应用于相应标称电压的汽车上。两种标称电压的继电器不能互换使用。



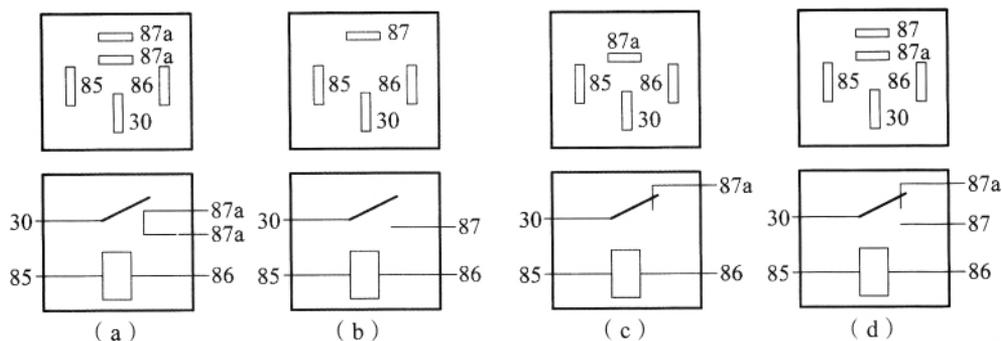


图 1-12 类型与内部示意图

(a)常开型(一);(b)常开型(二);(c)常开型(三);(d)常开型(四)

三、汽车导线、线束及插接器

(一)导线

汽车电气线路中的导线分低压线和高压线两种。低压线中则又分为普通导线、起动电缆和搭铁电缆,高压线则有铜心线和阻尼线之分,如图 1-13 所示。

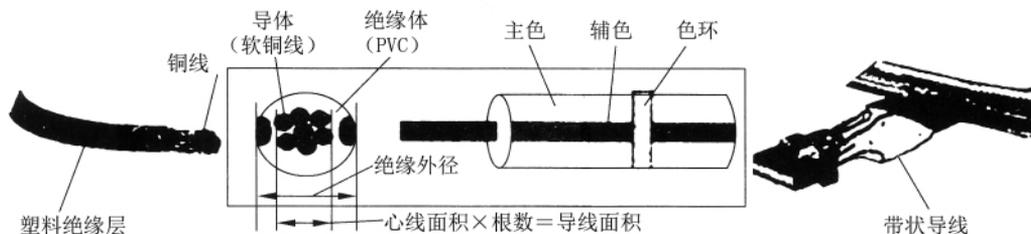


图 1-13 导线的结构

1. 高压导线

高压导线用来传送高压电,由于工作电压很高(一般都在 10kV 以上)、而电流强度较小,因此高压导线的绝缘包层很厚、线心截面积很小,但耐压性能较好。国产汽车用高压导线有铜心线与阻尼线两种,其型号与规格见表 1-2。

表 1-2 高压点火线的型号与规格

型号	名称	线心结构		标称外径(mm)
		根数	单线直径(mm)	
QGV	铜心聚路乙烯绝缘高压点火线	7	0.39	7.0±0.3
QGXV	铜路橡皮绝缘聚路乙烯护套高压点火线			
QGX	铜路橡皮绝缘聚路乙烯护套高压点火线			
QG	全塑料高压阻尼点火线	1	2.3	

为了衰减火花塞产生的电磁波干扰,目前已普遍使用了高压阻尼点火线。高压阻尼点火线的制造方法和结构有多种,常用的有金属电阻丝式和塑料芯导线式两种。金属电



阻丝式又分为金属电阻丝线心式和金属电阻丝线绕式两种。

2. 普通低压导线

普通低压线为带绝缘包层的铜质多股软线,根据外绝缘包层的材料不同可分为 QVR 型(聚氯乙烯绝缘包层)和 QFR 型(聚氯乙烯—丁腈复合绝缘包层)两种。

导线的截面主要根据用电设备的工作电流选择;但对功率很小的电器,仅从工作电流的大小来选择导线,由于其截面太小,机械强度差,易折断,因此汽车电系中所用的导线截面不得小于 0.5mm^2 。汽车用低压导线的结构与规格见表 1-3,其允许载流量见表 1-4,汽车 12V 电源系主要电路导线截面的推荐值见表 1-5。

表 1-3 汽车用低压导线的结构与规格

标称截面(mm^2)	线心结构		绝缘层标称厚度 (mm)	电线最大外径 (mm)
	根数	单根截面(mm^2)		
0.5			0.6	2.2
0.6			0.6	2.3
0.8	7	0.39	0.6	3.5
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
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

表 1-4 低压导线标称截面允许负载电流值

标称截面(mm^2)	0.5	0.8	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
允许负载流量(A)			11	14	20	22	25	35	50	60





表 1-5 12V 电源系主要电路导线截面推荐值

汽车种类	额定电压(V)	标称截面(mm ²)	用于连接电器设备与电路的名称
轿车 载重车 挂车	12	0.5	尾灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、燃油表、刮水器、电动机、石英钟
		0.8	转向灯、制动灯、停车灯、分电器
		1.0	前照灯近光灯丝、电喇叭(3A 以上)
		1.5	前照灯远光灯丝、电喇叭(3A 以上)
		1.5~4	5A 以上线路(除本表所列电器线路以外)的连接导线
		4~6	5 电热塞
		4~25	电源线
		16~95	起动线路

低压导线的线色标注法如图 1-14 所示。

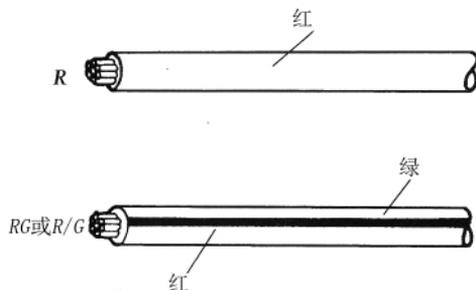


图 1-14 低压导线线色标注法

3. 起动电缆

起动电缆为带绝缘包层的截面铜质或铝质多丝软线,如图 1-15 所示。用来连接蓄电池与起动机开关的主接线柱,截面有 25mm²、35mm²、50mm²、70mm² 等多种规格,允许电流达 500~1000A。为了保证起动机正常工作,输出足够的功率,要求在线路上每 100A 的电流压降不得超出 0.1~0.15V。

4. 蓄电池搭铁电缆

蓄电池搭铁电缆有两种,一种是外形同起动电缆覆有绝缘层,另一种则是由铜丝编织而成的扁形软铜线。扁形软铜线如图 1-16 所示,长度有 300mm、450mm、600mm、760mm 四种。搭铁电缆常用于电池与车架、车架与车身、发动机与车架等总成之间的连接。

随着汽车电器的增多,导线数量也不断增加,为了便于维修,低压导线常以不同的颜色加以区分。双色导线是指绝缘表面为两种颜色的导线,双色导线中面积比例大的颜色称为主色,面积比例小的颜色称为辅助色。