



高等职业技术教育“十二五”规划教材

# 汽车电器设备 构造与检修

QICHE DIANQI SHEBEI GOUZA0 YU JIANXIU

主 编 / 王 涛

副主编 / 莫宗维 陈茂贤

主 审 / 周佰和



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

高等职业技术教育“十二五”规划教材

# 汽车电器设备构造与检修

主 编 王 涛

副主编 莫宗维 陈茂贤

主 审 周佰和

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

-----  
图书在版编目 ( C I P ) 数据

汽车电器设备构造与检修 / 王涛主编. —成都:  
西南交通大学出版社, 2014.2  
高等职业技术教育“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-5643-2928-0

I. ①汽… II. ①王… III. ①汽车—电气设备—构造—  
—高等职业教育—教材②汽车—电气设备—车辆修理—高  
等职业教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 031314 号  
-----

高等职业技术教育“十二五”规划教材

**汽车电器设备构造与检修**

主编 王涛

责任编辑	孟苏成
助理编辑	罗在伟
特邀编辑	赵雄亮
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	<a href="http://press.swjtu.edu.cn">http://press.swjtu.edu.cn</a>
印 刷	四川五洲彩印有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	14.5
字 数	361 千字
版 次	2014 年 2 月第 1 版
印 次	2014 年 2 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2928-0
定 价	29.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

本书按照培养高等职业教育汽车技术运用与维修领域的技能型紧缺人才的要求编写，主要以汽车电器维修行业人才需求为基本依据，面向汽车售后市场相关企业各岗位，以提高学生的职业实践能力和职业素养为宗旨，通过项目化的现实情景模拟教学方式，帮助学生积累实际工作经验，突出高职教育特色，通过理论与现实工作模拟，全面提高学生的职业道德、职业技能和综合素质。

“汽车电器设备构造与检修”是汽车运用与维修专业领域技能紧缺人才培养方案中的职业技术与职业认证课。本书主要讲授现代汽车电器系统基础及识图、汽车电源系统、汽车起动系统、汽车点火系统、汽车照明与信号系统等。通过理论与实训，使学生掌握汽车电器设备的结构与原理，能熟练使用汽车电器设备的常用工具和设备，具备对汽车电器设备进行维护、调试、检测、维修的初步技能。

本书具有如下特点：

(1) 定位于汽车行业职业技能教育，设计和编排结合了行业、企业的工作实际，职业针对性强。

(2) 内容的设置体现实际工作的过程，用项目展现工作内容，用任务体现工作完成和进展程度，既符合职业岗位要求，又符合学生的认知规律。

(3) 每章有明确的学习目标，注重实践操作能力的培养。在教与学的工程中完成工作态度、合作精神、责任意识的培养。

(4) 体现“教、学、做、练”一体的项目导向教学思想。教材内容整体组织上体现学习过程即工作工程，体现了教学与工作相接轨的教学目标。

在本书编写过程中，相关企业的汽车维修管理人员提出了许多宝贵意见，编者也参考了国内一些相关书籍，在此一并表示诚挚的感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

2014年1月

# 目 录

项目一 汽车电器系统基础	1
任务一 汽车电器组成及特点	1
任务二 汽车基础元件	3
任务三 汽车电路图的标准画法与符号含义	23
任务四 典型汽车线路分析与识读	26
复习思考题	46
项目二 汽车电源系统与检修	47
任务一 蓄电池的组成与原理	47
任务二 交流发电机和调节器	62
任务三 充电系统的故障诊断与排除	78
复习思考题	80
项目三 汽车起动系统与检修	82
任务一 起动机的组成与原理	82
任务二 起动机的故障诊断与排除	85
复习思考题	87
项目四 汽车点火系统与检修	89
任务一 点火系统的分类	89
任务二 电子点火系统	96
任务三 点火系统的故障诊断与检修	122
复习思考题	124
项目五 汽车照明及信号系统与检修	126
任务一 照明与信号系统的组成	126
任务二 汽车前照灯及控制电路	129
任务三 转向灯、危险报警灯及其电路	151
任务四 倒车及制动信号装置	155
任务五 照明及信号系统的故障诊断与排除	159
复习思考题	160

项目六 汽车仪表及指示灯系统与检修	162
任务一 汽车仪表	162
任务二 汽车报警灯	179
任务三 汽车仪表、报警系统常见故障诊断与排除	186
复习思考题	190
项目七 汽车空调系统与检修	191
任务一 汽车空调的整体认识	191
任务二 汽车空调的主要结构	193
任务三 汽车空调的使用与故障诊断	205
复习思考题	209
项目八 汽车辅助电器系统与检修	210
任务一 风窗玻璃清洁装置	210
任务二 电动车窗系统	216
任务三 电动座椅系统	220
任务四 电动后视镜系统	223
复习思考题	224
参考文献	225

# 项目一 汽车电器系统基础

## 任务一 汽车电器组成及特点

现代汽车在向安全、经济、舒适、智能化发展的今天，汽车电器设备正由简单到繁杂，由附属到主要，并不断地发展。上海桑塔纳 2000 型轿车电器设备布局如图 1-1 所示。

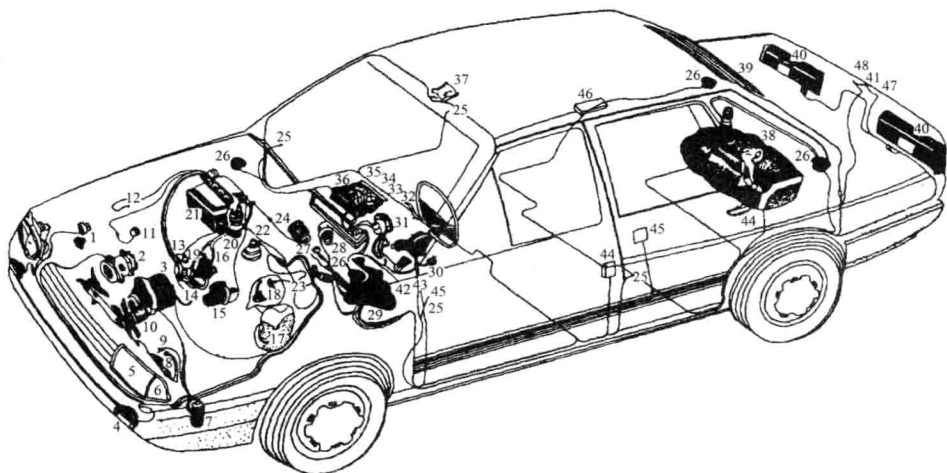


图 1-1 上海桑塔纳 2000 型轿车电子设备

- 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—化油器怠速电磁切断网；  
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；31—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—收音机；  
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

### 一、汽车电器设备的组成

现代汽车电器设备大致可分为三大部分，即电源、用电设备和配电装置及全车电路。

## 1. 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。

## 2. 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，适时可靠地点燃气缸中的可燃混合气。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、收录机和CD机等。辅助电器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。

## 3. 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、电线束及插接件、电路开关等，使全车电路构成一个统一的整体。

## 二、汽车电器设备的特点

汽车电器设备的特点如下：

(1) 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。

(2) 低压直流。现代汽油机用12V，柴油机用24V，由于汽车用电设备增多，42V电源的研发已经在进行。



(3) 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。

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

## 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、汽车导线、插接器及线束

#### 1. 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,高压线则有铜芯线和阻尼线之分,如图 1-2 所示。

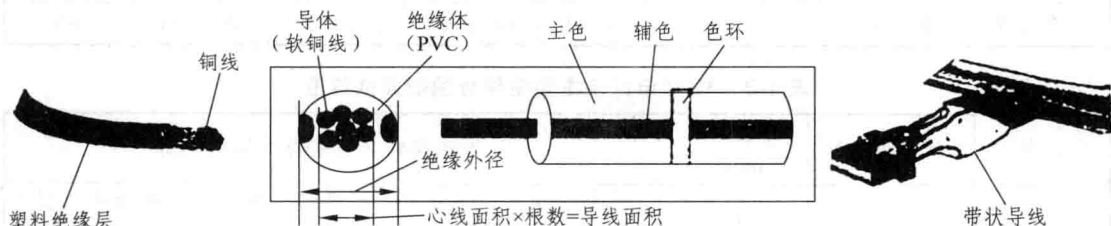


图 1-2 导线的结构

##### 1) 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。

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

表 1-1 汽车用低压导线的结构与规格

标称横截面积 (mm <sup>2</sup> )	线芯结构		绝缘层标称厚度 (mm)	电线最大外径 (mm)
	根数	单根直径 (mm <sup>2</sup> )		
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 1-2 低压导线标称截面允许负载电流值

导线标称横截面积 (mm <sup>2</sup> )	0.5	0.8	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
允许接截流量 (A)			11	14	20	22	25	35	50	60

表 1-3 12 V 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 <sup>2</sup> )	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 (3 A 以上)
		1.5	前照灯远光灯丝、电喇叭 (3 A 以上)
		1.5~4	5 A 以上线路 (除本表所列电器线路以外) 的连接导线
		4~6	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 1-3 所示。

## 2) 起动电缆

起动电缆为带绝缘包层的大截面铜质或铝质多丝软线, 如图 1-4 所示。用来连接蓄电池

与起动机开关的主接线柱，截面有  $25\text{ mm}^2$ 、 $35\text{ mm}^2$ 、 $50\text{ mm}^2$ 、 $70\text{ mm}^2$  等多种规格，允许电流达  $500\sim 1\,000\text{ A}$ 。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  $100\text{ A}$  的电流量不得超出  $0.1\sim 0.15\text{ V}$ 。

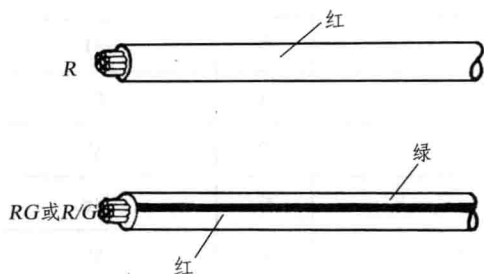


图 1-3 低压导线线色标注法

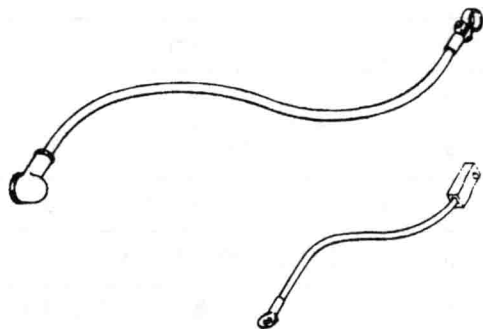


图 1-4 起动电缆

### 3) 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 1-5 所示，长度有  $300\text{ mm}$ 、 $450\text{ mm}$ 、 $600\text{ mm}$ 、 $760\text{ mm}$  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。

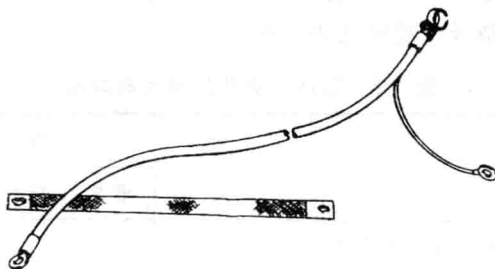


图 1-5 蓄电池搭铁电缆

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。

导线颜色的标注采用颜色代号表示，如单色导线，颜色为红色，标注为“R”；双色导线，第一色为主色，第二色为辅助色，主色为红色，辅助色为白色，标注为“RW”。导线的截面面积标注在颜色代码前面，单位为毫米时不标注。例如， $1.25\text{R}$  表示导线截面积为  $1.25\text{ mm}^2$  的红色导线； $1.0\text{G/Y}$  表示导线截面面积为  $1.0\text{ mm}^2$  的双色导线，主色为绿色，辅助色为黄色。车用低压导线的颜色与代号见表 1-4，汽车电系各系统的主色见表 1-5。

表 1-4 车用低压导线的颜色与代码

导线颜色	黑	白	红	绿	黄	棕	蓝	灰	橙
代号	B	W	R	G	Y	Br	Cr	V	O

表 1-5 汽车电系各系统的主色

序号	系统或部件名称	主色	颜色代码
1	电源系统	红	R
2	起动、点火系统	白	W
3	雾灯	蓝	Bl
4	灯光、信号系统	绿	G
5	防空灯及车身内部照明系统	黄	Y
6	仪表、报警系统、喇叭系统	棕	Br
7	收音机、石英钟、点烟器等辅助电器系统	紫	V
8	各种辅助电动机及操纵系统	灰	Gr
9	搭铁线	黑	B

#### 4) 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 10 kV 以上)、而电流强度较小,因此高压导线的绝缘包层很厚、线芯截面积很小,但耐压性能较好。国产汽车用高压导线有铜芯线与阻尼线两种,其型号与规格见表 1-6。

表 1-6 高压点火线的型号与规格

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芯式和金属电阻丝线绕式两种。

## 2. 插接器

插接器因连接可靠、检修方便而在汽车上广泛采用。插接器分单路、双路或多路式 3 种。它由导线端子和壳体组成,如图 1-6 所示。插接器端子上设有倒刺片,装入护套内以防脱出。插接器端子由表面镀锡(或镀银)的黄铜片制成,有柱状(针状)和片状两类。插接器护套则由塑料或橡胶制成。

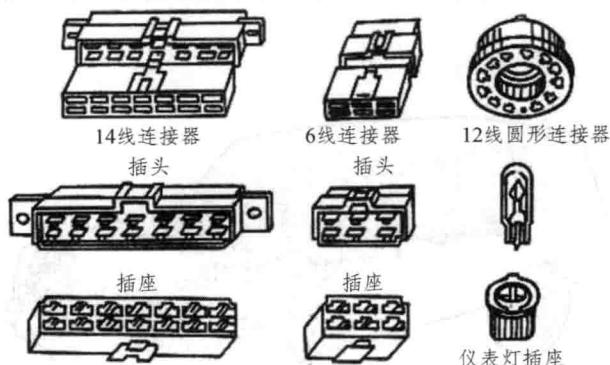


图 1-6 插接器结构

拨开插接器时，不能直接拉拔导线，应先将插接器的锁止舌扣解除，才能向两边用力拉，如图 1-7 所示。有些插接器用钢丝扣锁止，取下钢丝扣后才能将插接器拔开。

插接器端子如有接触不良或断线故障时，可将插接器分解，用小螺丝刀或专用工具从壳体中取出导线及端子，再进行修理或更换。专用工具可用硬钢丝弯曲磨制，如图 1-8 所示。

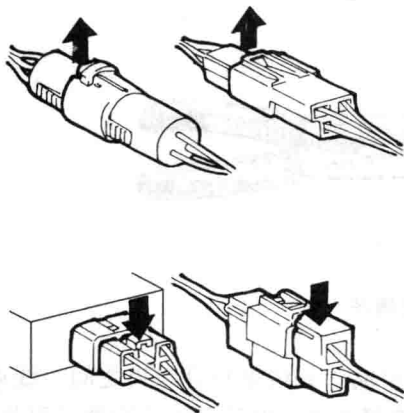


图 1-7 拨开插接器方法

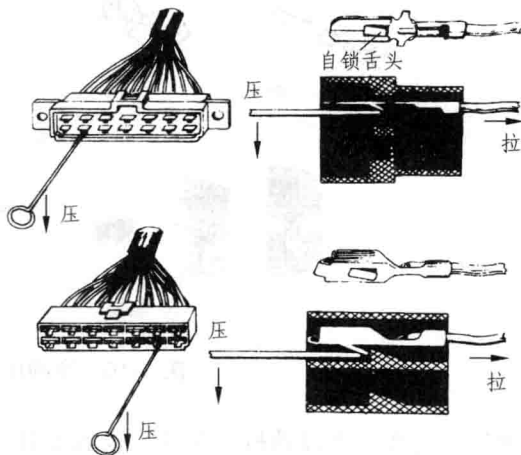


图 1-8 从壳体中取出插接器端子

### 3. 汽车线束

为了使全车线路不零乱、安装方便和导线绝缘层不致损坏，除高压线、收放机天线、蓄电池电缆以外，一般都将同区域的不同规格的导线用棉纱编织成线束或用薄聚氯乙烯带半叠缠绕包扎成线束，如图 1-9 所示。

现代汽车的线束总成由导线、导线端子、插接器、护套、保险器座、继电器座等组成。

导线端子一般由黄铜、紫铜材料制成，它们与导线的连接一般采用冷铆压的方法压接，如图 1-10 所示。

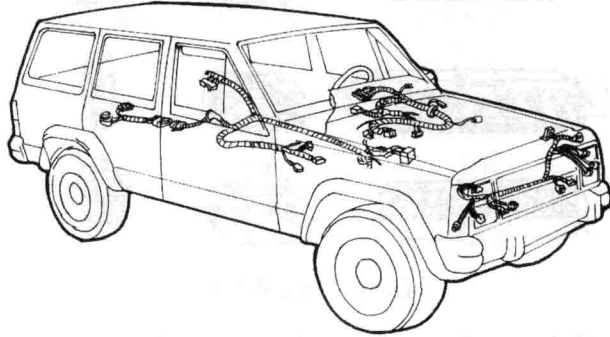


图 1-9 一辆汽车有多个线束

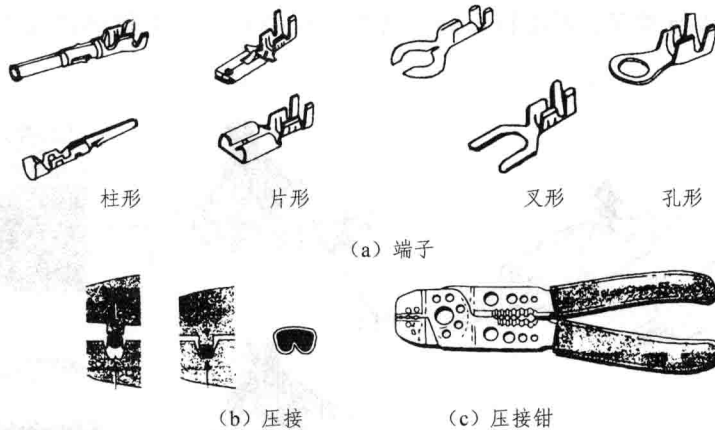


图 1-10 冷铆压导线端子

一辆汽车的线束由发动机、车身、仪表等分线束组成。分线束与分线束之间、线束与终端电器之间的连接采用插接器。现代汽车线束中有很多插接器，为了保证插接器的可靠连接，其上都有一二次锁紧、二次锁紧装置。为了避免装配和安装中出现差错，插接器还可制成不同的规格型号、不同的形状和颜色。

安装线束时应注意下列事项：

- (1) 线束应用扎带、卡箍、带箍或保持架（见图 1-11）固定，以免松动磨破。
- (2) 线束不可拉得过紧，尤其在拐弯处。在绕过锐角或穿过金属孔时，应用橡胶套管或波纹管（见图 1-12）保护，以免线束磨损而发生短路、搭铁故障。
- (3) 应根据插接器的规格、形状、颜色，导线的颜色及粗细套管的正确接线。若不易辨别导线的头尾时，可用试灯和万用表区别，不得使用刮火法，防止烧毁线束。

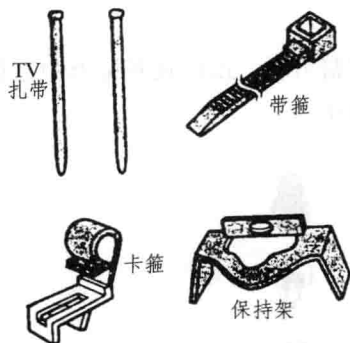


图 1-11 线束固定元件

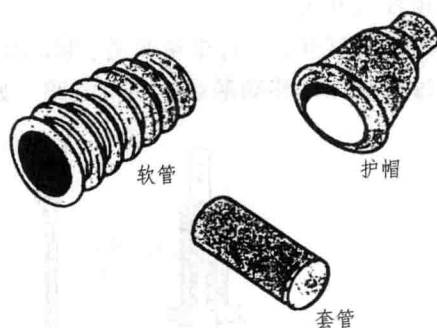


图 1-12 线束护套

## 二、汽车点火开关、保险及继电器

### 1. 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分可分为推拉式、顶杆式、旋转式及组合式等多种。

#### (1) 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 1-13 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。

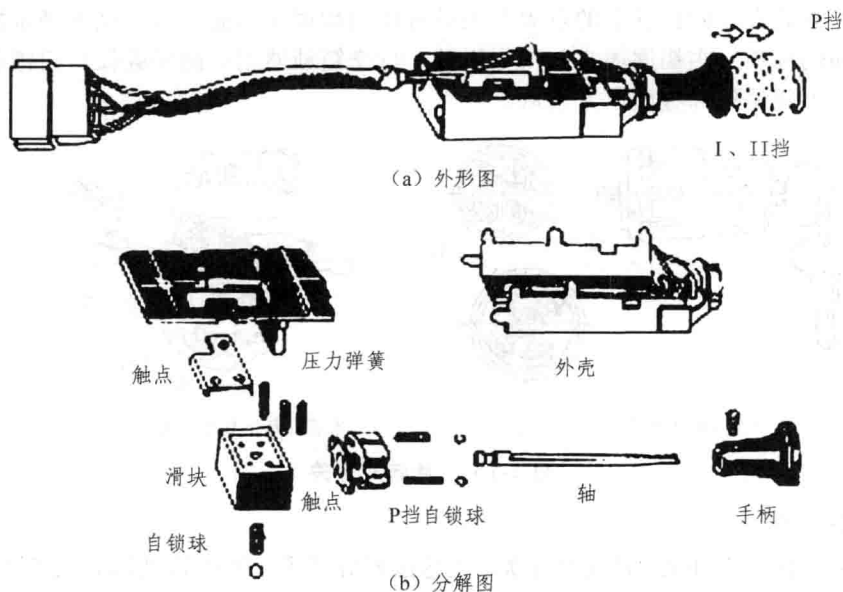


图 1-13 推拉式开关外形、分解图

### (2) 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 1-14 所示。

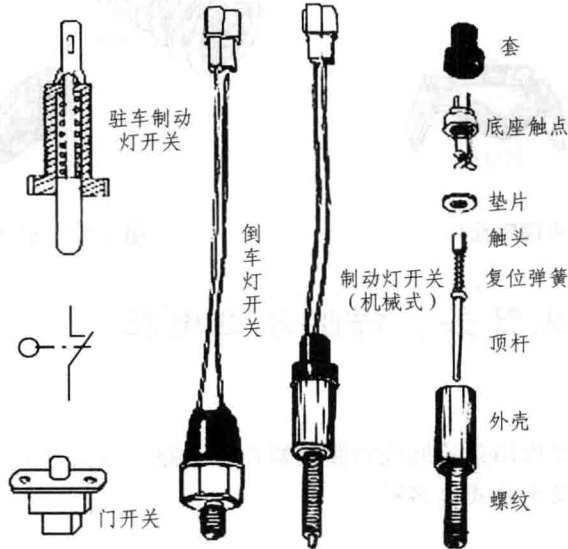
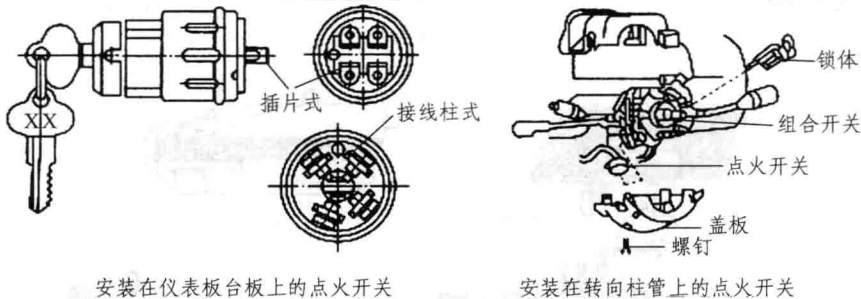


图 1-14 顶杆式开关外形、分解图

### (3) 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 1-15 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。



安装在仪表板台板上的点火开关

安装在转向柱管上的点火开关

图 1-15 旋转式开关

### (4) 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 1-16 所示。



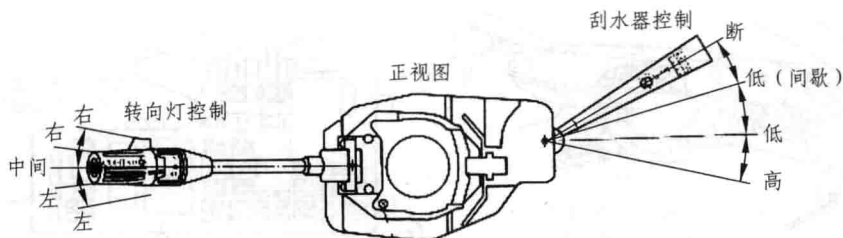


图 1-16 组合开关

## 2. 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) 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、绝缘子式、缠丝式、插片式等，如图 1-17 所示。

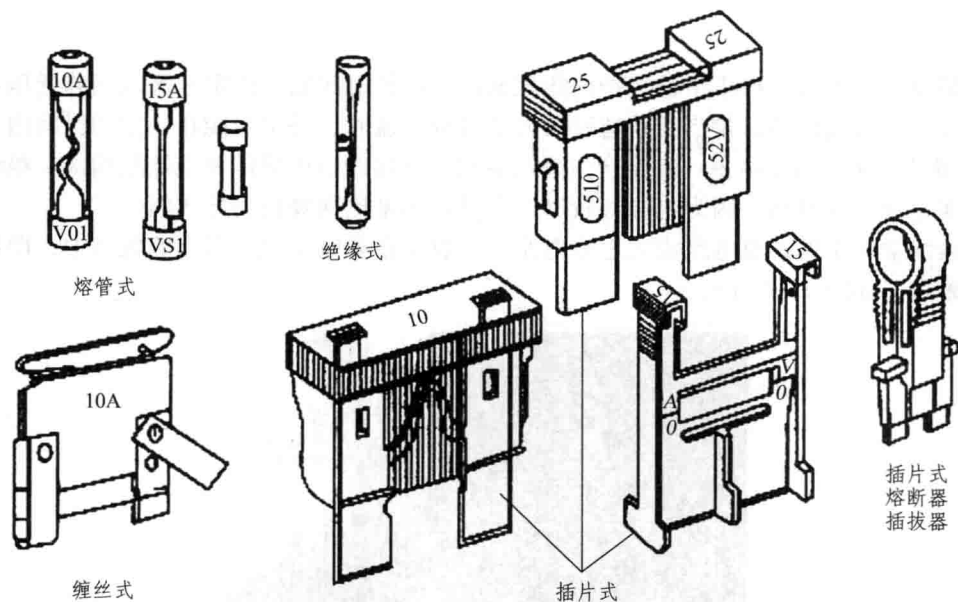


图 1-17 常见熔断器

熔断器一般安装在仪表台的下方和发动机罩下。图 1-18 所示为本田雅阁熔断器的安装位置。  
注意事项：

(1) 在更换熔断器以前必须切断所有电气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。