

赠送 电子课件

高职高专汽车类教学改革规划教材

浙江省重点教材

# 汽车电气系统检修

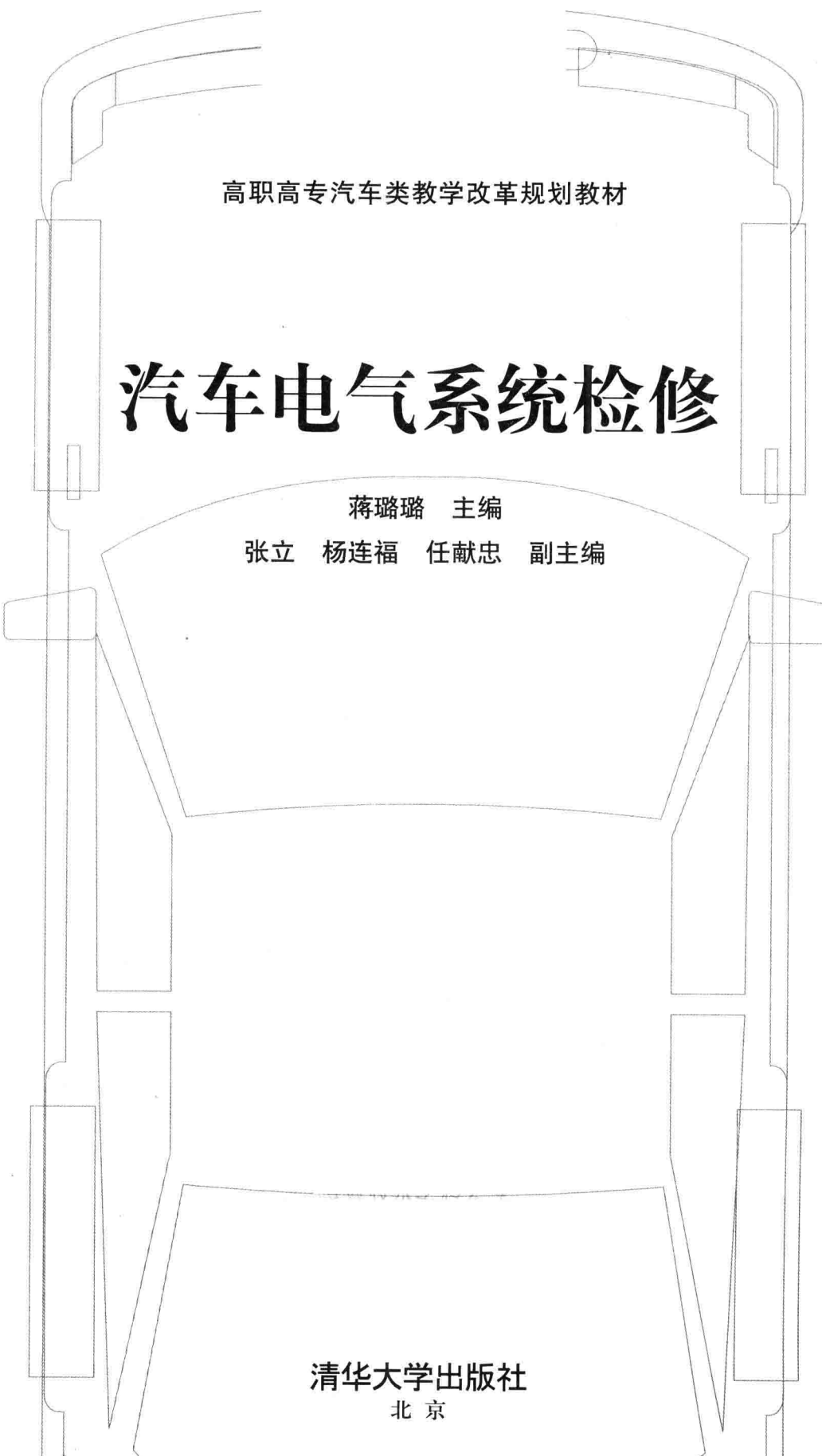
蒋璐璐 主编

张立 杨连福 任献忠 副主编

陈宁 主审

清华大学出版社





高职高专汽车类教学改革规划教材

# 汽车电气系统检修

蒋璐璐 主编

张立 杨连福 任献忠 副主编

清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书主要包括汽车电气系统基本知识、汽车电路分析、汽车电路故障检修、电源系统故障检修、仪表报警系统故障检修、汽车空调系统故障检修、其他电气系统故障检修七个项目。本书以国内流行轿车为例,选取了启动系统、雨刷系统、电动门窗、灯光系统等典型电路作为切入点,理论联系实际,深入系统地讲述了汽车电路分析和典型故障检修的基本方法。

本书可作为高等职业技术学校汽车类专业教材,也可以供汽车维修人员参考。本书配有课件,下载地址为:  
<http://www.tupwk.com.cn/downpage>。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电气系统检修 / 蒋璐璐 主编. —北京:清华大学出版社, 2012.12  
(高职高专汽车类教学改革规划教材)

ISBN 978-7-302-30302-2

I. ①汽… II. ①蒋… III. ①汽车—电气系统—检修—高等职业教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 237811 号

责任编辑:施 猛

封面设计:常雪影

版式设计:方加青

责任校对:邱晓玉

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62794504

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:19.25

字 数:410千字

版 次:2012年12月第1版

印 次:2012年12月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:31.00元

# 前言



汽车电子化被认为是汽车技术发展进程中的一次革命，汽车电子化的程度被看做是衡量现代汽车水平的重要标志。现代汽车上电子产品的应用越来越广泛，因此，培养掌握现代汽车电气故障诊断能力的应用型人才显得越来越重要。《汽车电气系统检修》是汽车类专业的核心课程之一，是培养学生掌握故障诊断分析能力的关键课程。

本教材根据行业企业发展需要和完成职业岗位实际工作任务所需要的知识、能力、素质要求，结合多年的教学改革和实践，在原有讲稿的基础上组织多个学校的教师共同编写而成。本教材将电气系统的基本原理与现代汽车发展的最新技术密切结合，充分体现了“理论与实践”一体化的教学思想和理念，全书分为两大部分：第一部分是电路分析，电路分析是培养学生故障诊断思路和方法的基础，它的设置主要是为帮助学生形成良好的诊断思维方法服务的。第二部分是电气系统的故障诊断，按实践操作过程，电气系统故障的检修可分解为四个环节：第一个环节是故障症状观察；第二个环节是结合维修手册分析可能原因；第三个环节是使用合理工具或仪器分析并判断故障部位；最后才能确认故障点，排除故障。教材的编写围绕着“从故障症状到故障点”这样一个完整的故障诊断过程进行开发和设计。整本教材内容的安排从简单到复杂，从基础到实用。

本教材由蒋璐璐任主编，张立、杨连福、任献忠担任副主编。项目1由浙江经贸职业技术学院张立编写，项目2由浙江经济职业技术学院任献忠编写，项目3、6、7由浙江经济职业技术学院蒋璐璐编写，项目4由石家庄理工职业学院田春如编写，项目5由大连职业技术学院杨连福编写。本教材由浙江机电职业技术学院陈宁主审。

本教材参考了国内外同行的相关论著中的观点和图表资料，没有在教材中一一标出，谨此致谢。本教材获得浙江省高校重点教材资助，清华大学出版社也为本书的出版给予了大力支持，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者批评指正。反馈邮箱：[abbyu111@sina.com](mailto:abbyu111@sina.com)。

编者

2012年7月

# 目录



项目1 汽车电气系统基本知识·····1	任务3.2 雨刷系统故障检修·····118
任务1.1 汽车电气系统的认识与操作···2	练习与思考题·····125
练习与思考题·····11	任务3.3 电动车窗故障检修·····126
任务1.2 汽车电路识读基础·····12	练习与思考题·····133
练习与思考题·····30	任务3.4 灯光系统故障检修·····134
项目2 汽车电路分析·····31	练习与思考题·····146
任务2.1 启动系统电路分析·····32	项目4 电源系统故障检修·····148
练习与思考题·····42	任务4.1 电源系统检查与保养·····149
任务2.2 雨刷系统电路分析·····43	4.1.1 蓄电池的检查和保养·····150
练习与思考题·····56	4.1.2 发电机的检修·····160
任务2.3 电动车窗电路分析·····56	练习与思考题·····175
练习与思考题·····71	任务4.2 电源系统故障检修·····177
任务2.4 灯光系统电路分析·····72	练习与思考题·····187
2.4.1 桑塔纳2000前照灯电路分析···73	项目5 仪表报警系统故障检修·····188
2.4.2 桑塔纳2000雾灯电路分析····77	任务5.1 认识仪表报警系统·····189
2.4.3 桑塔纳2000转向报警灯	练习与思考题·····196
电路连线·····83	任务5.2 仪表报警系统故障检修·····197
练习与思考题·····98	练习与思考题·····214
项目3 汽车电路故障检修·····100	项目6 汽车空调系统故障检修·····215
任务3.1 启动系统故障检修·····101	任务6.1 空调系统机械故障检修·····216
3.1.1 启动机的拆装与检修·····104	6.1.1 认识汽车空调系统·····216
3.1.2 启动电路故障检修·····110	6.1.2 空调的检查与维护·····225
练习与思考题·····117	练习与思考题·····235

任务6.2 空调系统电气故障检修 .....	236	练习与思考题 .....	268
练习与思考题 .....	255	任务7.2 中控门锁的检修 .....	269
任务6.3 空调系统综合故障检修 .....	256	练习与思考题 .....	279
练习与思考题 .....	261	任务7.3 点火系统的检修 .....	280
项目7 其他电气系统故障检修 .....	263	练习与思考题 .....	297
任务7.1 电动座椅故障检修 .....	264	参考文献 .....	299

---

# 项目1

## 汽车电气系统基本知识



## 任务1.1 汽车电气系统的认识与操作

### 任务目标

- (1) 掌握汽车电气系统的总体结构；
- (2) 掌握汽车电路的基本特点及组成；
- (3) 能用万用表检测主要汽车电路元件。

### 相关知识

汽车电气是汽车四大组成系统之一，也是重要的组成部分，其性能的好坏会直接影响到汽车的动力性、经济性、可靠性、安全性、舒适性以及排放等。

汽车电气分为电源系、启动系、灯光和信号系、仪表和报警系、点火系、辅助电气和电控系统等几部分。

### 任务实施

#### 1. 认识汽车电气各系统的元器件

##### 1) 电源系

汽车电源由蓄电池、发电机和调节器组成。启动车辆时，蓄电池为启动系统、点火系统和燃油系统等组件供电；汽车行驶过程中主要由发电机供电，如果此时需要的电能超过发电机输出量时蓄电池又可作为辅助电源。调节器的功用是在发电机转速升高到一定程度时，自动调节发电机的输出电压使其保持稳定。蓄电池如图1-1所示，发电机如图1-2所示，调节器如图1-3所示。



图1-1 蓄电池

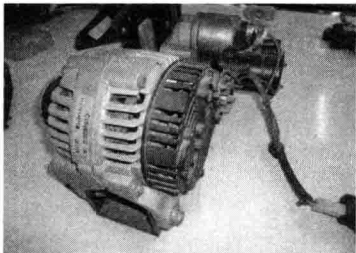


图1-2 发电机

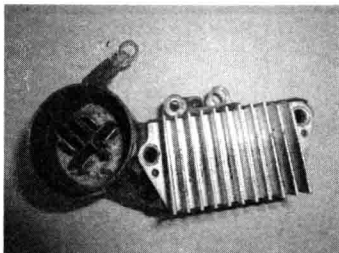


图1-3 调节器

##### 2) 启动系

启动系主要包括启动机及其控制电路，其作用是启动发动机，如图1-4所示为启动机实物。





### 3) 灯光和信号系

灯光和信号系统包括车内和车外的各种照明灯、信号灯及音响信号等，可以提供车辆安全行驶的必要照明及安全行车所必需的信号。如图1-5所示为轿车的部分车外灯。

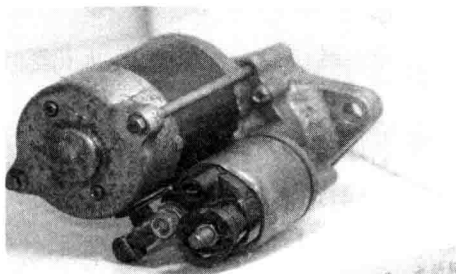


图1-4 启动机



图1-5 轿车的车外灯光

### 4) 仪表和报警系

仪表和报警系统用于监视发动机及汽车的工作情况，使驾驶员能通过仪表、报警装置及时监视发动机和汽车运行的各种参数及异常情况，确保汽车正常运行。主要包括车速里程表、发动机转速表、燃油表、水温表和各种仪表报警灯等。如图1-6所示为仪表的整体布局。

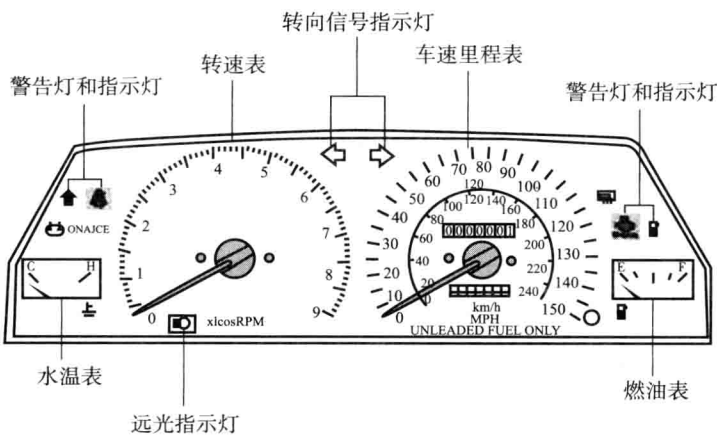


图1-6 仪表及报警灯

### 5) 点火系

点火系统的主要作用是产生高压电火花，点燃汽油发动机气缸内的可燃混合气。点火系统主要包括点火线圈、点火器、分电器、火花塞等。有些车上点火线圈和点火器做成一体，如图1-7所示为桑塔纳2000轿车的点火模块，内有点火器和点火线圈。图1-8所示为分电器，可以把点火线圈产生的高压电送到各缸火花塞。图1-9所示为火花塞，高压电流到火花塞，在火花塞的中心电极和侧电极之间跳火，产生电火花。

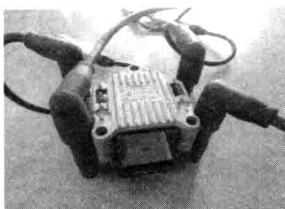


图1-7 点火模块



图1-8 分电器



图1-9 火花塞

### 6) 辅助电气系统

辅助电气系统包括雨刷、电动门窗、电动座椅、电动天窗、电动后视镜、点烟器、空调、汽车视听设备等。辅助电气系统有日益增多的趋势，主要向舒适、娱乐、保障安全方面发展。如图1-10所示为雨刷电机，图1-11所示为车窗玻璃升降器，图1-12所示为空调压缩机。

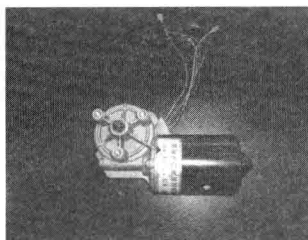


图1-10 雨刷电机

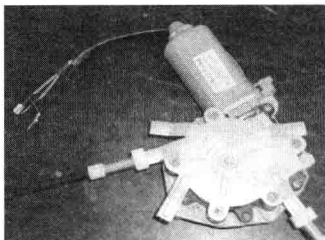


图1-11 车窗玻璃升降器

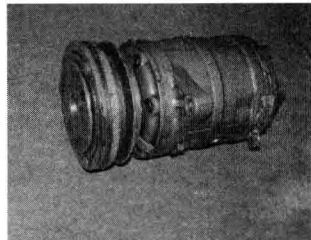


图1-12 空调压缩机

### 7) 电控系统

汽车电子控制系统是指利用计算机控制的各个系统，主要分为发动机电子控制系统、底盘电子控制系统和车身电子控制系统三大类。

发动机电子控制系统主要有燃油电控系统、点火电控系统及排放电控系统等，用于实现发动机的低油耗、低污染，提高汽车的动力性、经济性。

底盘电控系统主要有电控自动变速器、电控悬架、制动防抱死、制动防滑控制系统、电控动力转向、牵引力控制等。

车身电控系统包括汽车安全、舒适性控制和信息通信系统，主要有安全气囊、中央防盗门锁、自动座椅、导航系统、巡航系统、车载网络系统等。

## 2. 汽车电路中间装置的检修

### 1) 电路开关的检查

开关是切断或接通电路的一种控制装置，其动作可以是手控，也可以根据电路或车辆所处状态自动控制，分常开和常闭两种形式。汽车电路中，各用电设备都设有单独的控制开关，如灯光开关、点火开关、雨刷开关、转向灯开关、倒车灯开关、空调开关等。

#### (1) 空调开关的检查

空调开关起到接通或断开空调电路的作用，它是一个单挡单掷开关，如图1-13所

示，空调开关的电路如图1-14所示。



图1-13 空调开关的实物图

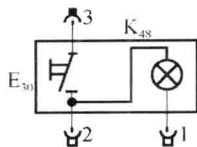


图1-14 空调开关的电路图

开关的好坏一般用万用表查通断，正常状态，开关未动作时，查空调开关2脚和3脚的通断，应为断开；开关闭合，查空调开关2脚和3脚，应为闭合。

### (2) 点火开关的检查

点火开关是多挡多接线柱开关，图1-15所示为桑塔纳汽车上的点火开关，一般情况下，被装在方向盘右下方的转向柱上。

点火开关有3个挡位，OFF挡——关闭；ON或IG挡——接通点火、仪表指示灯；ST或START挡——启动发动机。启动挡因为消耗电流很大，开关不宜接通过久，所以在操作时必须克服弹簧力，扳住钥匙，一松手就弹回点火挡，不能自行定位，其他挡位均可自行定位。点火开关有5个插脚，具体插脚如图1-16所示。

如图1-17为点火开关的电路图，细实线代表开关内部的结构，图形所表示的是开关没有动作时各插脚的连接状态。开关没有动作时，30脚P脚导通；开关转到1挡，30脚和X脚、30脚和15脚导通，此为点火挡位；开关转到2挡时，30脚和50脚导通，30脚和15脚导通，此为启动挡位。



图1-15 点火开关实物图

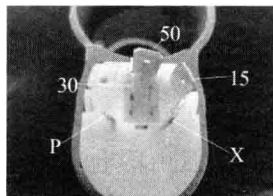


图1-16 点火开关插脚图

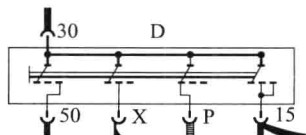


图1-17 点火开关电路图

## 3. 电路保护装置的检查

### 1) 熔断器

熔断器俗称保险丝。可以直接观察熔丝有无断开或用万用表检查。更换熔断器时，一定要与原规格相同，特别要注意，不能使用比规定容量大的熔断器。

## 2) 继电器

汽车上常用的继电器的作用主要是用小电流控制大电流，减少控制开关的电流负荷，保护开关触点不被烧蚀。

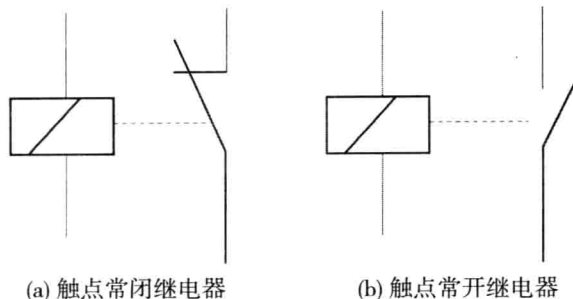


图1-18 继电器的电路符号

如图1-18(a)所示为触点常闭继电器的电路符号，图1-18(b)为触点常开继电器的电路符号。继电器可用两种方法检测：一种是直接查电阻，一种是检查通电测触点的通断。以触点常开继电器为例，可以用万用表直接测电阻，测得线圈两端的电阻应为几十欧姆，触点两端的电阻应为无穷大，为正常；或者通电检查，线圈两端分别接电源正负极，用万用表测触点两端为导通，说明继电器是正常的。相比之下，继电器通电检查法更为准确。

## 任务链接

### 1. 汽车电气设备的特点

汽车电气设备具有以下特点：低压、直流、单线制、负极搭铁。

#### 1) 低压

汽车电气系统的标称电压有12V、24V两种，汽油发动机汽车普遍采用12V电系、重型柴油发动机汽车多数采用24V电系。12V、24V电气系统的额定电压分别为14V和28V。但随着汽车上电气设备的增多，电气负荷越来越大，要求汽车上采用能量大、体积小的电源，目前已有汽车公司正在研究48V电源系统。

#### 2) 直流

汽车上用启动机采用直流电动机，且由蓄电池供电，当蓄电池放电完毕后必须由直流电源对其进行充电，所以汽车电气系统为直流系统。

#### 3) 单线制

单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接，而用汽车底盘、发动机等金属机体作为另一公用导线。由于单线制节省导线、电气线路简单、安装维修方便，因此现代汽车普遍采用单线制。但是也有些电气系统特别是电控系统，为了保证工作的可靠性，要求线路的搭铁良好，对电气部件采用专门的搭铁线来连接，即采用双线制。



#### 4) 负极搭铁

汽车车身的金属机体作为公共的导线，在接线时与电源的某极相连，这样的连接称为搭铁，电气系统的正极和负极均可作为搭铁极。将蓄电池的负极连接到车体上称为负极搭铁；反之，将蓄电池的正极连接到车体上则称为正极搭铁。按照国际通行做法和我国国标GB 2261-71《汽车、拖拉机用电设备技术条件》的规定，汽车电气系统应采用负极搭铁。负极搭铁能减少蓄电池电缆铜端子在车架车身连接处的电化学腐蚀，提高搭铁的可靠性。

## 2. 汽车电路中间装置

汽车电路作为一个完整的电路，必须由电源、用电设备和中间装置等组成。

用电设备将电能转换为动能、光能或热能，如启动机、雨刷电机、门窗电机、灯光、仪表等；中间装置是把电源、用电设备构成一个完整回路的元器件，包括中央接线盒、电路开关、电路保护装置、插接器、电气线束等，它们把全车电路构成了一个统一的整体。

#### 1) 电路开关

开关有单挡单掷开关，如空调开关；也有多挡多接线柱开关，如点火开关、雨刷开关等。如一般点火开关分为4挡：LOCK挡——锁住转向盘转轴；ON或IG挡——接通点火、仪表指示灯；ST或START挡——启动发动机；ACC挡——给附件供电，主要是收放机专用；有的柴油车上还有HEAT挡用于发动机预热。点火开关除了图1-17所示的表示方法，还常用一种表格表示法，如图1-19所示。表格表示法中纵列代表点火开关的挡位，横列代表点火开关的插脚，表格中实线两端的空心点代表在该挡位时，空心点所对应的两个插脚是导通的。

	1	3	5	2	4
LOCK锁住(S)	○				
ACC专用(·)	—○				
ON锁住(D)	—○—○				
HEAT预热(H)	—○—○—○—○				
START起动(Q)	—○—○—○—○				

图1-19 点火开关的表格表示法

#### 2) 电路保护装置

汽车上常用的电路保护装置有熔断器、断路器、易熔线、继电器等。电路保护装置主要用来防止电路中导线或电气设备短路或过载。当电路中发生短路或电流超过规定值时，熔断器、断路器、易熔线等保护装置可自动将电路切断，防止烧坏电路中的导线和电气设备；而继电器的配备可以防止因电流过大烧坏开关等电气设备。

##### (1) 熔断器

熔断器俗称保险丝。它是最普通的电路保护装置，有4种基本类型：管式熔断器、大电流熔断器、标准片式熔断器和微型片式熔断器，熔断器的具体形状见图1-20，熔断器的电路符号如图1-21所示。

熔断器上标有额定安培值，不同安培值的熔断器采用不同的颜色以便区别。当电流超过熔断器额定电流一定程度，熔断器的金属线将熔断，使电路断开，从而保护用电设备或电路导线。

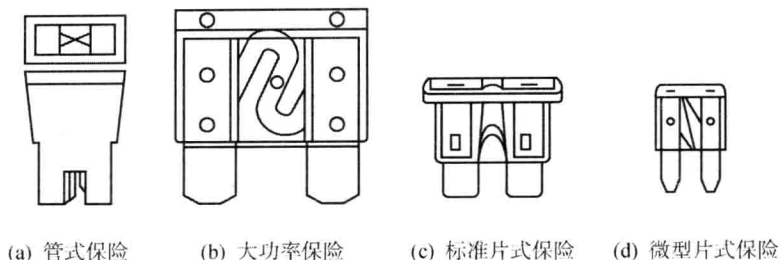


图1-20 各种熔断器结构及外形

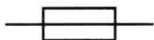


图1-21 熔断器的电路符号

熔断器盒一般安装在仪表盘附近或发动机罩下面，常与继电器组装在一起，构成全车电路的中央接线盒。图1-22为桑塔纳轿车中央接线盒的正面布置(仪表台左下侧)，熔断器的规格及控制内容通常标在熔断器的盒盖上。

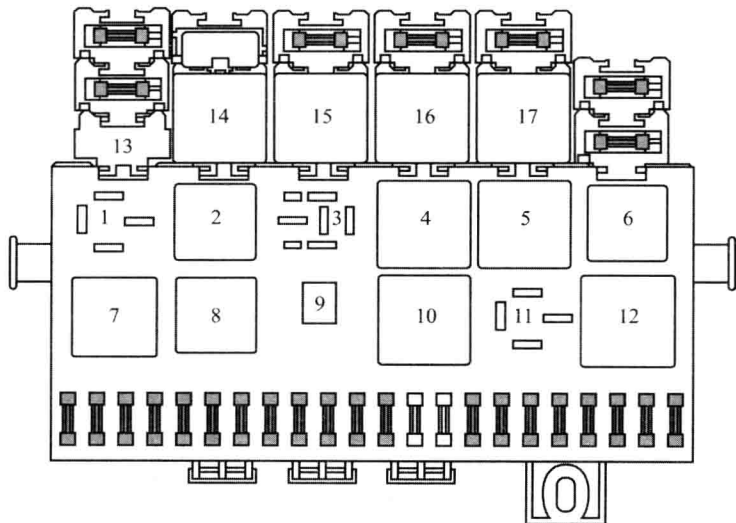


图1-22 桑塔纳轿车熔断器盒和继电器的布置图

## (2) 断路器

断路器是一种机械装置，常用于正常工作容易过载的电路，它是利用双金属片受热变形的原理制成的。电路发生过载时，双金属片受热变形弯曲，触点打开，电路自动切断，因为电路断开，无电流通过，双金属片冷却并收缩，自动复位，触点闭合，电路自动接通。因此，与熔断器不同，每次断开后，不必更换断路器。如图1-23所示为循环式断路器，双金属片受热变形，触点打开，断电后双金属片冷却收缩，触点闭合，在实际运行中，触点断开的速度很快，若持续存在过载，断路器触点将反复断开和闭合，直至电路不过载为止。

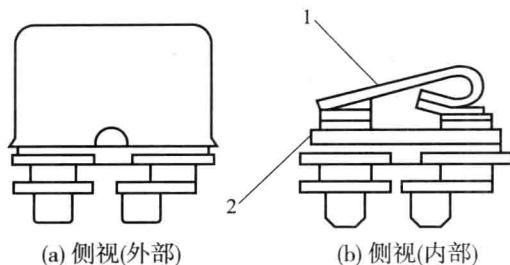


图1-23 循环式断路器

1-双金属臂 2-触点

### (3) 易熔线

易熔线是一种大容量的熔断器，用于保护电源电路和大电流电路。易熔线的安装位置接近电源。易熔线通常在不宜采用保险或断路器的情况下保护较大范围的车辆电路。若发生过载，易熔线较细的导线将熔断，以在发生损坏前断开电路。易熔线的电路符号及结构如图1-24、图1-25所示。



图1-24 易熔线的电路符号

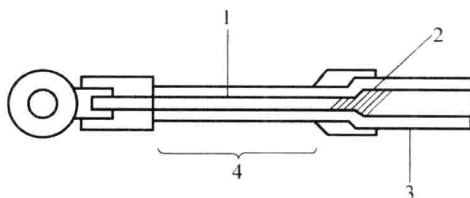


图1-25 易熔线的结构

1-细导线 2-接合片 3-电路导体  
4-电路过载细导线熔断

### (4) 继电器

继电器的外形及内部结构如图1-26所示，内部由控制电路、电磁铁、触点等部件组成。汽车上常用的继电器有3类，第1类是继电器触点常开，继电器动作后触点接通；第2类是继电器触点常闭，动作后触点断开；第3类是继电器内部有两对触点，动断触点接通，动合触点断开，动作后变成相反状态。

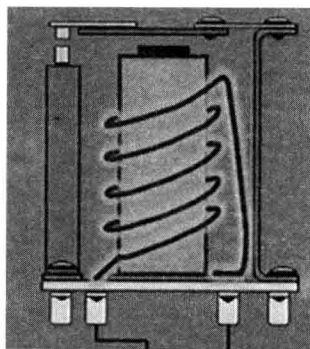


图1-26 继电器的外形及内部结构

#### 3) 插接器

插接器也称为连接器，由通常所说的插头和插座两部分组成。为了保证插接器的可靠连接，其上都有锁紧装置，而且为了避免在安装过程中出现差错，将插接器制成不同的规格、形状。插接器的形状和结构如图1-27所示，为了便于电路配线检修，插接器上标有数字或字母标记。

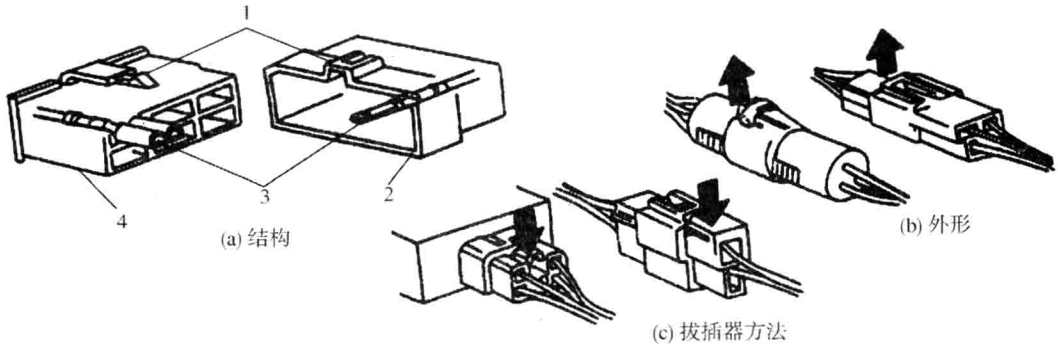


图1-27 插接器的形状与结构

1-锁止扣 2-插座体 3-插接器端子 4-插头体

#### 4) 导线

汽车电气设备的连接导线，按承受电压的高低，可分为高压导线和低压导线两种，均采用铜质多芯软线。

##### (1) 低压导线

低压导线主要根据用电设备的负载电流大小选择导线截面积，为保证一定的机械强度，一般低压导线截面积不小于 $0.5\text{mm}^2$ 。为了便于识别，汽车厂商往往在电路中采用不同颜色的低压导线，根据我国有关规定，低压导线有以单色线为基础和以双色线为基础两种原则。双色线的主色所占比例大些，辅色所占比例小些，在电路图中，导线颜色均有标注，双色线标注第一色为主色，第二色为辅色。

汽车上的低压导线除蓄电池导线、启动机导线外，均用绝缘材料缠绕包扎成束，避免水、油的浸蚀和磨损。线束布线过程中不可拉得太紧，线束穿过洞口或锐角处应有套管保护，线束位置确定后，应用卡簧或绊钉固定。汽车线束如图1-28所示。

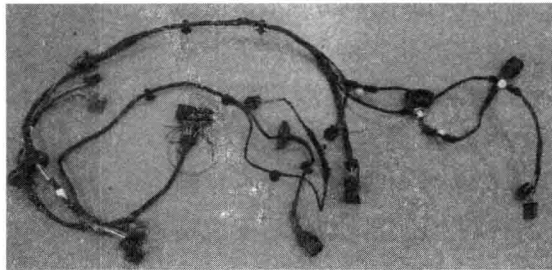


图1-28 汽车线束

① 导线截面积。各种低压导线的标称截面积所允许的负载电流值见表1-1。

表1-1 低压导线的标称截面积允许的负载电流值

导线的标称截面积/ $\text{mm}^2$	1.0	1.5	2.5	3.0	4.0	6.0	10	13
允许电流值/A	11	14	20	22	25	35	50	60

汽车12V电气系统主要线路导线的标称截面积见表1-2。





表1-2 汽车12V电气系统主要线路导线的标称截面积

标称截面积/mm <sup>2</sup>	用 途
0.5	尾灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、刮水器、时钟、燃油表、水温表、油压表电路
0.8	转向信号灯、制动灯、停车灯、断电器等电路
1.0	前照灯、电喇叭(3A以下)电路
1.5	前照灯、电喇叭(3A以上)电路
1.5~4.0	其他5A以上电路
4~6	柴油车电热塞电路
6~25	电源电路
16~95	启动电路

② 导线颜色：为了便于修改和维修，线束中的低压导线都采用了不同颜色。电线的各种颜色均用字母表示，我国制造厂商导线颜色代号见表1-3。

表1-3 低压导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

## (2) 高压导线

高压导线(如图1-29所示)一般用于汽车点火线圈至火花塞之间的电路，可以分为普通铜芯高压线和高压阻尼线两种。高压阻尼线可以抑制或衰减点火系统所产生的对无线电设备造成干扰的电磁波，降低对电控装置和无线设备的干扰。

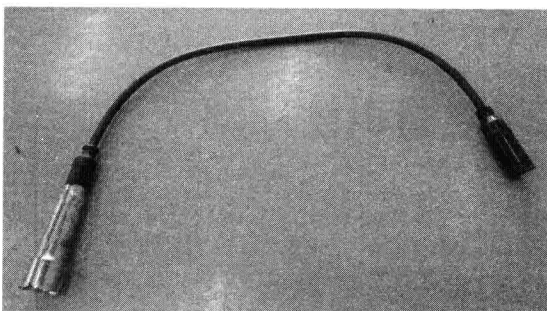


图1-29 高压导线



## 练习与思考题

### 1. 填空题

- (1) 汽车上有两个电源：一个是\_\_\_\_\_，一个是\_\_\_\_\_。
- (2) 汽车电路通常有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等。
- (3) 汽车电路的基本特点是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。