

# 汽车电气系统检修

● 主编 刘金凤 曲春红 王永浩

“互联网+”教材



全书视频资源

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

# 汽车电气系统检修

主 编 刘金凤 曲春红 王永浩  
副主编 王秋梅 董 刚 董 秀  
参 编 冯春军 张恩武 胡福祥  
主 审 胡祥卫

## 内 容 简 介

本书采用项目化教学方法,分为汽车电气系统检修基础、汽车电源系统检修、汽车起动系统检修、汽车照明与信号系统检修、汽车仪表与报警系统检修、汽车辅助电气系统检修、汽车空调系统检修、汽车整车线路分析等8个项目。其中一些重点和难点知识可通过扫描二维码观看相关的视频和动画进行学习。

本书内容丰富、实用性强,既可作为高等院校汽车专业的理实一体化教材,也可以作为汽车维修专业技术人员的培训教材和参考书。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电气系统检修/刘金凤,曲春红,王永浩主编. —北京:北京理工大学出版社,2017.2

ISBN 978-7-5682-3643-0

I. ①汽… II. ①刘…②曲…③王… III. ①汽车-电气系统-检修  
IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第020386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)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 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 / 北京慧美印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 326千字

版 次 / 2017年2月第1版 2017年2月第1次印刷

定 价 / 49.00元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 马振武

---

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

随着汽车产业的迅猛发展，汽车保有量的增长，人们对汽车在速度、灵活性、专用性、可靠性、自动化程度、安全性、经济性、排放量等方面的要求提高，以及电子工业、计算机技术的飞速发展，汽车电气系统发生了巨大的变化，在结构方面向轻量化、小型化发展，在性能方面向免维护（或少维护）、长寿命、高可靠性方向发展。机电一体化、高性能、智能化已成为电气系统的发展趋势。

为适应汽车电子技术的发展，满足现代高等教育以就业为导向的办学要求，依据理论与实践一体化教学的方法，我们组织多位专业教师，编写了这本《汽车电气系统检修》教材。本教材的编写思路是以项目为载体，用具体的工作任务为导向引出相应的知识点、技能点，充分调动学生的主动性和能动性，从而达到教学目的。

本书根据高等教育的特点，为突出学生动手能力的培养，对汽车电气系统的教学内容进行了有机整合。本书采用项目化教学方法，分为汽车电气系统检修基础、汽车电源系统检修、汽车起动系统检修、汽车照明与信号系统检修、汽车仪表与报警系统检修、汽车辅助电气系统检修、汽车空调系统检修、汽车整车线路分析等8个项目。本书的结构体系进行了精心的设计，将每一个系统的检修作为一个实际项目（前有项目概述、后有项目总结），结合具体的车型展开分析，每个项目包含若干个具体的工作任务，按照“情境描述”——“知识充电站”——“任务实施”——“拓展知识”这一思路进行编排。按照先情境导入任务，让学生带着问题来学习，然后了解相关重点知识，再进行工作任务实施，以培养其解决实际问题的能力，对开拓学生的思路具有一定的帮助。本书中一些重点和难点知识可通过扫描二维码观看相关的视频和动画进行学习，这降低了学习的难度且大大提高了读者的阅读兴趣。

本书内容丰富、实用性强，既可作为高等院校汽车专业的理实一体化教材，也可以作为汽车维修专业技术人员的培训教材和参考书。

本书由胡祥卫主审，由刘金凤、曲春红、王永浩主编，王秋梅、董刚、董秀副主编。其中项目一、项目三由刘金凤编写，项目五、项目七由曲春红编写，项目六由王永浩编写，项目四由王秋梅编写，项目二由董刚编写，项目八由董秀编写，胡福祥参与了本书

的资料搜集和整理。同时本教材有幸得到了来自汽车行业一些专家和技师的指导，如山东鲁巴培训中心冯春军、烟台奔腾汽车检测维修设备制造有限公司张恩武，在此对他们表示感谢。

本书在编写过程中，参考了大量汽修行业的技术资料和书籍，得到了许多同行的大力支持和帮助，在此谨向本书参考资料的作者及关心、支持本书写作同行们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误之处，恳请广大读者批评指正。

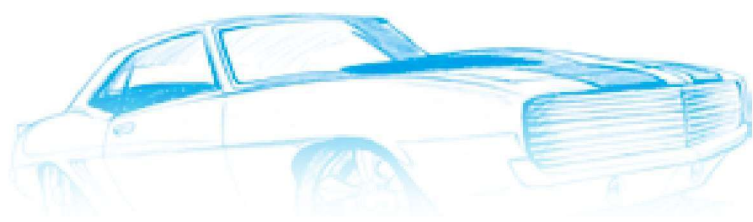
编 者

的资料搜集和整理。同时本教材有幸得到了来自汽车行业一些专家和技师的指导，如山东鲁巴培训中心冯春军、烟台奔腾汽车检测维修设备制造有限公司张恩武，在此对他们表示感谢。

本书在编写过程中，参考了大量汽修行业的技术资料和书籍，得到了许多同行的大力支持和帮助，在此谨向本书参考资料的作者及关心、支持本书写作同行们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误之处，恳请广大读者批评指正。

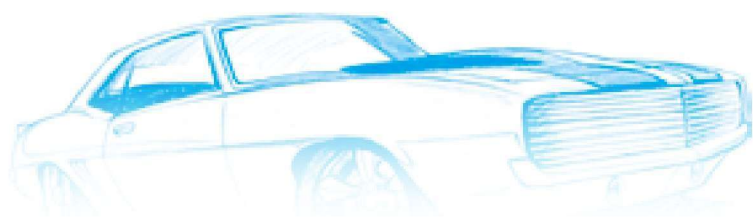
编 者



# 目 录

项目一 汽车电气系统检修基础·····	001
任务一 汽车电气系统的组成与特点·····	002
一、情境描述·····	002
二、知识充电站·····	002
三、任务实施·····	004
任务二 汽车电路基础元件的检测·····	004
一、情境描述·····	004
二、知识充电站·····	004
三、任务实施·····	013
四、拓展知识·····	014
项目二 汽车电源系统检修·····	019
任务一 蓄电池亏电故障检修·····	020
一、情境描述·····	020
二、知识充电站·····	020
三、任务实施·····	028
四、拓展知识·····	033
任务二 汽车发电机的检修·····	037
一、情境描述·····	037
二、知识充电站·····	037
三、任务实施·····	049
四、拓展知识·····	052
项目三 汽车起动系统检修·····	061
任务一 起动机异响故障检修·····	062
一、情境描述·····	062
二、知识充电站·····	062
三、任务实施·····	071





# 目 录

项目一 汽车电气系统检修基础	001
任务一 汽车电气系统的组成与特点	002
一、情境描述	002
二、知识充电站	002
三、任务实施	004
任务二 汽车电路基础元件的检测	004
一、情境描述	004
二、知识充电站	004
三、任务实施	013
四、拓展知识	014
项目二 汽车电源系统检修	019
任务一 蓄电池亏电故障检修	020
一、情境描述	020
二、知识充电站	020
三、任务实施	028
四、拓展知识	033
任务二 汽车发电机的检修	037
一、情境描述	037
二、知识充电站	037
三、任务实施	049
四、拓展知识	052
项目三 汽车起动系统检修	061
任务一 起动机异响故障检修	062
一、情境描述	062
二、知识充电站	062
三、任务实施	071



四、拓展知识 .....	072
任务二 起动机无法运转故障检修 .....	075
一、情境描述 .....	075
二、知识充电站 .....	075
三、任务实施 .....	077
四、拓展知识 .....	079
项目四 汽车照明与信号系统检修 .....	083
任务一 前照灯不亮故障的检测与维修 .....	084
一、情境描述 .....	084
二、知识充电站 .....	084
三、任务实施 .....	088
四、拓展知识 .....	090
任务二 转向灯不亮故障的检测与维修 .....	091
一、情境描述 .....	091
二、知识充电站 .....	091
三、任务实施 .....	094
四、拓展知识 .....	094
任务三 汽车电喇叭不响故障的检测与维修 .....	096
一、情境描述 .....	096
二、知识充电站 .....	096
三、任务实施 .....	099
四、拓展知识 .....	101
项目五 汽车仪表与报警系统检修 .....	107
任务一 仪表指示异常的故障检修 .....	108
一、情境描述 .....	108
二、知识充电站 .....	108
三、任务实施 .....	118
四、拓展知识 .....	119
任务二 报警灯常亮故障检修 .....	123
一、情境描述 .....	123
二、知识充电站 .....	123
三、任务实施 .....	127
四、拓展知识 .....	128
项目六 汽车辅助电气系统检修 .....	133
任务一 电动车窗无法降落故障检修 .....	133

一、情境描述 .....	133
二、知识充电站 .....	134
三、任务实施 .....	137
四、拓展知识 .....	138
任务二 电动刮水器不工作故障检修 .....	139
一、情境描述 .....	139
二、知识充电站 .....	139
三、任务实施 .....	142
四、拓展知识 .....	144
任务三 中控门锁失效故障检修 .....	145
一、情境描述 .....	145
二、知识充电站 .....	145
三、任务实施 .....	149
四、拓展知识 .....	149
<b>项目七 汽车空调系统检修</b> .....	<b>153</b>
任务一 空调不制冷故障的检修 .....	154
一、情境描述 .....	154
二、知识充电站 .....	154
三、任务实施 .....	166
四、拓展知识 .....	167
任务二 空调制冷不足故障的检修 .....	169
一、情境描述 .....	169
二、知识充电站 .....	169
三、任务实施 .....	175
四、拓展知识 .....	180
<b>项目八 汽车整车线路分析</b> .....	<b>189</b>
任务一 整车线路分析 .....	189
一、情境描述 .....	189
二、知识充电站 .....	189
三、任务实施 .....	199
四、拓展知识 .....	202
<b>参考文献</b> .....	<b>213</b>

# 项目一

## 汽车电气系统检修基础



### 项目概述

随着汽车技术和电子技术的发展，汽车电子技术也得到了迅速的发展，它已成为一个国家汽车工业发展水平的标志。汽车电气系统检修工作已经成为汽车维修的关键。汽车电气系统检修不仅要掌握汽车电气专业知识，还要会熟练使用检测工具。本项目主要介绍汽车电气系统的组成、特点，电路中常用元器件以及电路检测常用工具的使用方法，设置两个任务，分别是：汽车电气系统的组成与特点；汽车电路基础元件的检测。汽车电器分布与组成如图 1-1 所示。

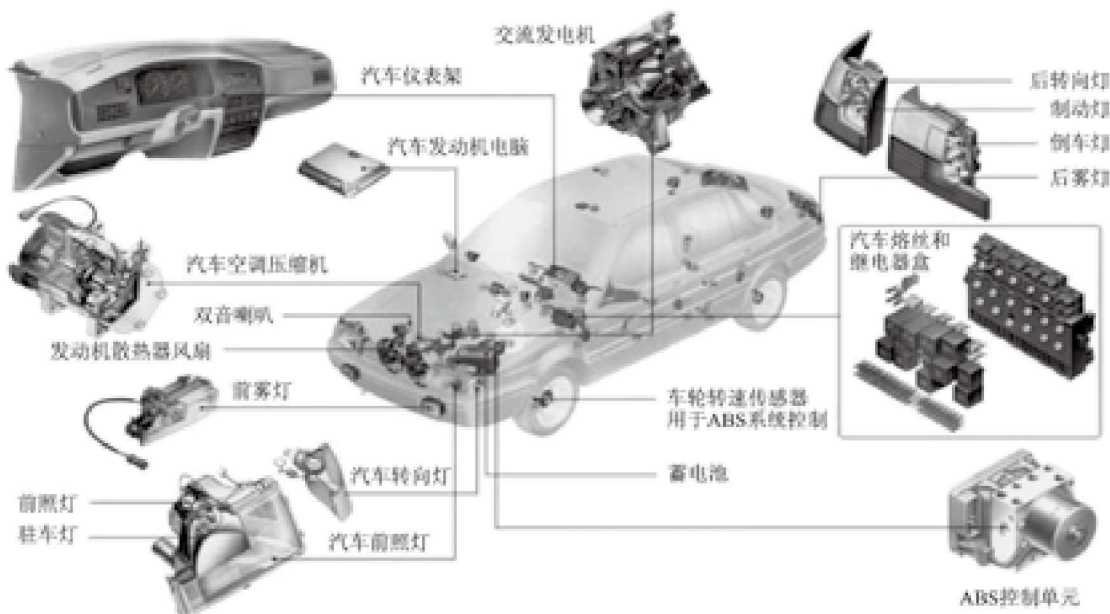


图 1-1 汽车电器分布与组成

知识目标	能力目标
1) 掌握汽车电器设备的组成与特点; 2) 掌握汽车电器基本元件的有关知识; 3) 掌握电路检测常用工具跨接线、测试灯、万用表的使用方法。	1) 能够认识汽车上的电器设备; 2) 能够正确使用汽车电器设备的常用检测仪器。



## 任务一 汽车电气系统的组成与特点

### 一、情境描述

学生：从事汽车电气系统检修工作，首先应从什么方面做起？

老师：要想成为一名合格的汽车电器维修人员，首先应该知道一辆车的哪些部分属于汽车电气部分，汽车电气系统由什么组成，它们又有什么特点。

### 二、知识充电站

#### (一) 汽车电气系统的组成

汽车电气系统主要由电源、用电设备和中间装置组成。

##### 1. 电源

汽车电源包括蓄电池、发电机及调节器。蓄电池的作用是发动机不工作时向起动机及其他用电设备供电。发动机起动后，发电机作为电源向用电设备供电，同时也给蓄电池充电。调节器的作用是在发电机工作时，保持其输出电压的稳定。

##### 2. 用电设备

用电设备包括以下内容。

##### (1) 起动系统

起动系统主要包括起动机及其控制电路，其作用是用于起动发动机。

##### (2) 点火系统

点火系统用来产生电火花，点燃汽油机中的可燃混合气。主要包括点火线圈、点火器、分电器、火花塞等。

##### (3) 照明系统

照明系统包括车外和车内的照明灯具，提供车辆安全行驶的必要照明。

##### (4) 信号装置

信号装置包括音响信号和灯光信号两类，提供行车所必需的信号。

##### (5) 仪表及报警装置

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、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。它包括车速里程表、发动机转速表、水温表、燃油表、电压（电流）表、机油压力表、气压表和各种报警灯等。



### (6) 辅助电器设备

辅助电器设备（也称为舒适系统）包括风窗电动刮水器、风窗洗涤器、汽车视听设备、车窗玻璃电动升降器、电动座椅、电动天窗、电动后视镜等，车用辅助电器设备有日益增多的趋势，主要向舒适、娱乐、安全保障等方面发展。车辆的豪华程度越高，辅助电器设备也就越多。

### (7) 汽车电子控制系统

汽车电子控制系统主要是指利用微机控制的各个系统。

发动机的微机控制主要有汽油喷射发动机集中控制系统和电控柴油喷射系统。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。

底盘上电子控制系统用于提高汽车的舒适性、安全性和动力性等，主要有电控自动变速器、电控悬架、制动防抱死/防滑控制系统（ABS/ASR）、电控动力转向、牵引力控制、巡航控制等。

车身电子控制系统包括汽车安全、舒适性控制和信息通信系统，主要有安全气囊、安全带、中央防盗门锁、空调系统、多功能电动座椅、多媒体界面、电动车窗和满足多种用电设备需求的新型电源管理系统，还有导航系统、车载网络系统、状态监测与故障诊断系统等。

总之，随着汽车电子技术的不断发展，将有越来越多的电子设备应用在汽车上，以提高汽车的安全性、舒适性和方便性。

### 3. 全车电路及配电装置

任何电器设备和电控装置要想获得电源供应，中间装置的连接必不可少。常见的连接装置有中央接线盒、保险装置、继电器、电气线束及插接件、电路开关等，这些中间装置的选用和装配直接影响到用电设备的运行状况。

由于现代汽车所采用的电控系统越来越多，所占的比例也越来越大，且汽车电控系统往往自成系统，将电子控制与机械装置相结合，形成了较为典型的机电一体化系统。因此，本书重点涉及传统汽车电器设备中的电子控制装置及电路，不涉及诸如电控燃油喷射、电子点火系统、电控自动变速器、制动防抱死系统等，这些微机控制系统将在发动机和底盘的教材中予以介绍。

## (二) 汽车电器设备的特点

汽车电器设备与普通电器设备相比有如下特点。

### 1. 两个电源

各用电设备均与蓄电池、发电机并联。发电机为主电源，可提供汽车运行时各用电设备的用电；蓄电池为辅助电源，主要供起动时用电。

### 2. 低压直流电

蓄电池作为汽车上的电源之一，始终是直流电，主要用于发动机起动时为起动机供电，当蓄电池放电完毕后必须由直流电源对其进行充电，因此，汽车上的发电机也必须输出直流电。

汽车电气系统的额定电压一般为直流 12 V 和 24 V 两种。目前汽车上普遍采用 12 V 电源，重型柴油机多采用 24 V 电源。

随着汽车上电器设备的增多，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，已有汽车公司在研究使用 36 V、42 V 新型电源的课题。从效率的角度考虑，使用 42 V 电压系统，有利于减小电流，进而减小能量损耗，并且能够减小所需电子设备的体积，节省空间。

### 3. 单线制

从电源到用电设备使用一根导线连接，而另一根导线则用汽车车体或发动机机体的金属部分代替，这种连接方式称为单线制。单线制可节省导线，使电路简化、清晰，便于安装与检修，因此现代汽车电器设备广泛采用单线制。

### 4. 负极搭铁

汽车车身的金属机体作为公共的导线，在接线时电源的某极必须与金属机体相连，这样的连接称为搭铁。对于直流电来说，电气系统的正极或负极均可作为搭铁极，但按照国际通行的做法和我国国家标准 GB 2261—1971《汽车、拖拉机用电设备技术条件》的规定，汽车电气系统为负极搭铁。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。

### 5. 用电设备并联

用电设备并联就是指汽车上的各种用电设备都采用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，不会产生干扰。

## 三、任务实施

### （一）任务实施环境

器材及工具准备：实训车辆。

### （二）任务实施步骤

- 1) 在实训车辆上找到蓄电池、发电机、起动机、前后灯具总成、喇叭、刮水器、电动车窗、中央接线盒等实物的安装位置。
- 2) 查看蓄电池负极如何与车架连接。
- 3) 打开某三个用电设备（如喇叭、大灯、刮水器、电动车窗等）。通过以上任务的训练去充分理解体会汽车电气系统的组成及特点。



## 任务二 汽车电路基础元件的检测

### 一、情境描述

学生：我们这门“汽车电气系统检修”课，会用到哪些检测工具？如何检测？

老师：现在我们就来认识一些常用的检测工具，并练习检测电路中的基础元件。

### 二、知识充电站

#### （一）汽车电路的基础元件

汽车电路的基础元件包括导线、熔断器、插接器、各种开关和继电器等，它们是汽车电路的基本组成部分，也称之为汽车电路的中间装置。

#### 1. 导线

汽车电路是由导线连接起来的，导线是用电器从电源获得电能必不可少的元件。汽车电器设备的连接导线，按承受电压的高低可分为高压导线和低压导线两种。点火线圈（高



压) 输出线、分电器盖至发动机各缸火花塞上的(高压)分线, 使用特制的高压点火线或高压阻尼点火线。汽车充电系统、仪表、照明、信号及辅助电器设备等, 均使用低压导线, 这里主要介绍低压导线。

### (1) 导线截面积的正确选择

汽车上各种电器设备所用的连接导线, 可根据用电设备的负载电流大小选择导线的截面积。其一般原则为: 长时间工作的电器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。同时, 还应考虑电路中的电压降和导线发热等情况, 以免影响用电设备的电气性能和超过导线的允许温度。为保证一定的机械强度, 一般低压导线截面积不小于  $0.5 \text{ mm}^2$ 。各种低压导线标称截面积的允许负载电流见表 1-1。表 1-2 列出了汽车 12 V 电气系统主要电路导线截面积选择的推荐值。

表 1-1 低压导线标称截面积的允许负载电流值

铜芯电线截面积 / $\text{mm}^2$	0.5	0.75	1.0	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50
载流量 (60%) / A	7.5	9.6	11.4	14.4	19.2	25.2	33	45	63	82.5	102	129
载流量 (100%) / A	12.5	16	19	24	32	42	55	75	105	138	170	215

表 1-2 汽车 12 V 电气系统主要电路导线截面积选择的推荐值

汽车类型	标称截面积 / $\text{mm}^2$	用途
轿车、 货车、 挂车	0.5	后灯、顶灯、指示灯、仪表灯、牌照灯、燃油表、刮水器电机
	0.8	转向灯、制动灯、停车灯、分电器
	1.0	前照灯的单线 (不接熔断器)、电喇叭 (3 A 以下)
	1.5	前照灯的电线束 (接熔断器)、电喇叭 (3 A 以上)
	1.5 ~ 4	其他连接导线
	4 ~ 6	电热塞
	4 ~ 25	电源线
	16 ~ 95	起动机电缆

### (2) 导线的颜色

随着汽车上使用电器的增多, 导线数量也随之增多, 为便于安装和检修, 采用双色导线, 主色为基础色, 辅色为环布导线的条色带或螺旋色带, 且标注时主色在前, 辅色在后。以双色为基础选用时, 各用电系统的电源线为单色, 其余为双色, 汽车各用电系统双色低压线的主色见表 1-3。

表 1-3 汽车各用电系统双色低压线主色的规定

系统名称	电线主色	代号	系统名称	电线主色	代号
电气装置接地线	黑	B	仪表、报警指示和喇叭系统	棕	Br
点火起动系统	白	W	前照灯、雾灯等外部照明系统	蓝	Bl
电源系统	红	R	各种辅助电机及电气操纵系统	灰	Gr
灯光信号系统	绿	G	收放音机、点烟器等系统	紫	V
车身内部照明系统	黄	Y			

### (3) 汽车线束

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线、蓄电池电缆和起动机电缆外，一般将同区域的不同规格的导线用棉纱或薄聚氯乙烯带缠绕包扎成束，称为线束，如图 1-2 所示。

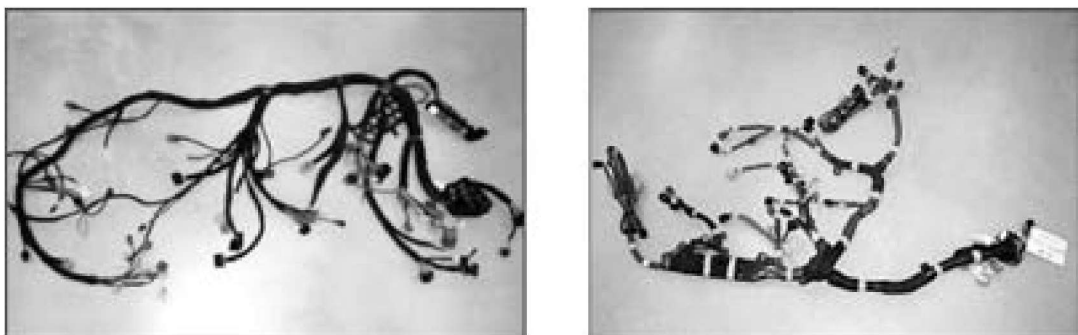


图 1-2 汽车线束实物

## 2. 熔断器

熔断器是最简便的而且有效的短路保护电器。熔断器中的熔片或熔丝用电阻率较高的易熔合金制成，例如铅锡合金等；或用截面甚小的良导体制成，例如铜、银等。线路在正常工作情况下，熔断器不应熔断。一旦发生短路或严重过载时，熔断器应立即熔断。



汽车熔断器的检测与更换

现代汽车上常见的熔断器外形如图 1-3 所示，可以分为熔片式、熔管式、绝缘式、金属丝式、插片式等。各种熔断器规格如表 1-4 所示，有多种形式的熔断器可供选用。其中插片式熔断器的组成如图 1-4 所示。除了熔断器，汽车中还有易熔线（简称熔丝）也是常用的熔断装置，图 1-5 为熔断器和易熔线的图形符号。

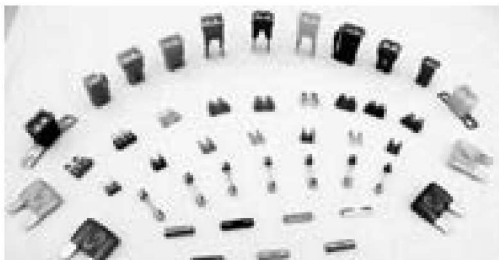


图 1-3 常见熔断器

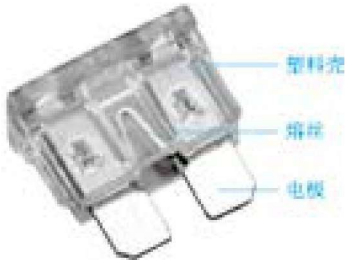


图 1-4 插片式熔断器的组成



图 1-5 熔断器和易熔线的图形符号

(a) 熔断器符号；(b) 易熔线符号

熔断器在汽车上的位置如图 1-6 所示。

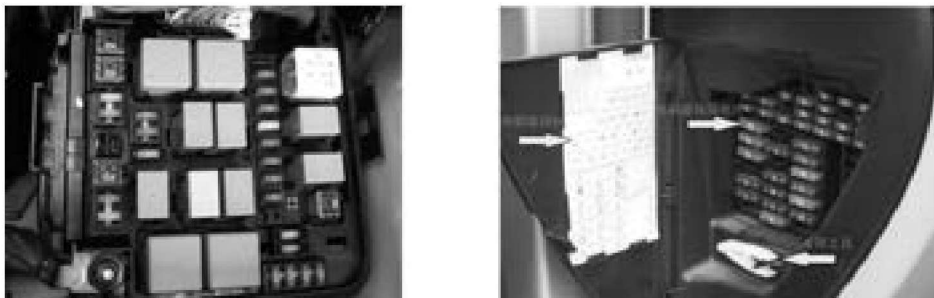


图 1-6 熔断器在汽车上的位置

由于熔体熔断所需要的时间与通过熔体电流的大小有关，为了达到既能有效实现短路保护，又能维持设备正常工作的目的，一般情况下，要求通过熔体的电流等于或小于额定电流的 1.25 倍时可以长期不熔断；超过其额定电流的倍数越大，熔体熔断的时间越短。

表 1-4 各种熔断器额定电流的规格

品种规格		额定电流 /A									
玻璃管式		2	3	5	7.5	10	15	20	25	30	40
绝缘式		—	—	5	8	10	—	20	25	—	—
插片式	电流 /A	2	3	5	7.5	10	15	20	25	30	40
	颜色	无色	紫	棕黄	褐	红	浅蓝	黄	白	绿	—
金属丝式	电流 /A	—	3	—	7.5	10	15	20	25	30	—
	直径 /mm	—	0.11	—	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.47	—
熔片式	电流 /A	20			45		6		80		
	厚度 /mm	0.20			0.40		0.6		0.8		

### 3. 插接器

插接器又叫连接器，就是通常说的插头和插座，用于线束与线束或导线与导线间的相互连接。为防止插接器在汽车行驶过程中脱开，所有的插接器均采用了闭锁装置。

#### (1) 插接器的符号和实物示意图

插接器的符号和实物如图 1-7 所示。