

# 汽车电气 系统检修

● 主编 刘文国



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

# 汽车电气系统检修

主 编 刘文国

副主编 于晓英 王志远 杨金玉

参 编 胡福祥 泥铁亮

主 审 王福忠

“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

## 内 容 提 要

本书主要包括：汽车电路故障检修方法、汽车电源系统故障检修、汽车起动系统故障检修、汽车照明与信号装置故障检修、汽车仪表故障检修、汽车空调制冷系统故障检修、汽车风窗洗涤刮水装置故障检修共7个学习任务。

本教材图文并茂、深入浅出、通俗易懂，可作为高等院校汽车检测与维修技术专业、汽车电子技术专业、汽车营销技术专业及相关专业的教材，也可作为学习现代汽车电气设备构造与维修的培训教材，还可作为汽车驾驶员、汽车电器维修技术人员的入门及提高书籍。

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/刘文国主编. —北京:北京理工大学出版社, 2019. 1

ISBN 978-7-5682-6570-6

I. ①汽… II. ①刘… 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 (2018) 第 297529 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 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 13.5

字 数 / 301 千字

版 次 / 2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 张旭莉

文案编辑 / 邢 琛

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

---

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

# 编审委员会

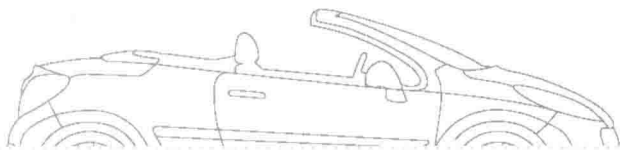
主 任 王建良

副主任 王福忠 丁在明 张宏坤

委 员 刘文国 李 勇 冯益增

许子阳 张世军 崔 玲

孙静霞



# 前言

P R E F A C E

当今汽车向安全、环保、舒适与智能化的方向发展，而汽车电气系统技术的发展为汽车的安全、环保、舒适与智能化发展提供了强有力的技术保障，汽车电子化程度的高低已经成为当今世界衡量汽车先进水平的重要标志。本书编写的主要目的是提高高等院校汽车检测与维修、汽车电子技术等专业学生对汽车电气系统故障检修的能力。

本书以职业岗位的实际任务为教学内容，充分考虑汽车服务行业、企业的职业岗位能力需求，采用任务引领方式，贯彻理论与实践一体化教学模式，突出以能力为本、以学生为中心的原则，理论与实践结合紧密，且突出技能培养。

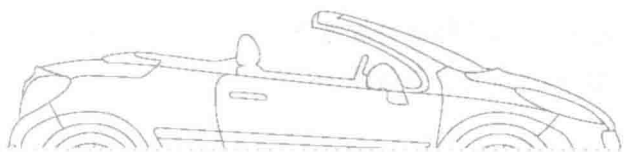
本书主要内容包括：汽车电路故障检修方法、汽车电源系统故障检修、汽车起动系统故障检修、汽车照明与信号装置故障检修、汽车仪表故障检修、汽车空调制冷系统故障检修、汽车风窗洗涤刮水装置故障检修等共7个学习任务。

本书图文并茂、深入浅出、通俗易懂，可作为高等院校汽车检测与维修技术专业、汽车电子技术专业、汽车营销技术专业及相关专业的教材，也可作为学习现代汽车电气设备构造与维修的培训教材，还可作为汽车驾驶员、汽车电器维修技术人员的入门及提高书籍。

本书由刘文国副教授担任主编，于晓英、王志远和杨金玉担任副主编，胡福祥和潍坊市国信汽车销售有限公司泥铁亮参与教材编写工作，王福忠担任主审。

本书在编写过程中参阅了许多国内外公开出版与发表的教材和文献，在此表示感谢。限于作者经历及水平有限，内容难以覆盖全国各地的实际情况，也难免有不妥和错误之处，恳请读者提出宝贵意见。

编者



# 目 录

C O N T E N T S

学习任务1 汽车电路故障检修方法	001
一、知识准备	002
二、任务实施	007
项目1 使用测试笔诊断电路故障	007
项目2 用万用表测试电压降	011
项目2 使用其他方法诊断电路故障（详见二维码）	013
学习任务2 汽车电源系统故障检修	014
一、知识准备	015
二、任务实施	028
项目1 蓄电池维护	028
项目2 发电机输出电压检测	038
项目3 发电机维护	040
项目4 调节器检测	044
项目5 电源系统充电指示灯常亮故障诊断	045
学习任务3 汽车起动系统故障检修	051
一、知识准备	052
二、任务实施	059
项目1 起动机维护	059
项目2 起动系统控制电路的部件检测	071
项目3 起动机不转故障诊断	073
学习任务4 汽车照明与信号装置故障检修	077
一、知识准备	077

二、任务实施 .....	093
项目1 全车灯光系统检测 .....	093
项目2 灯光检测及调整 .....	098
项目3 灯光不亮、灯光暗淡、灯光间歇亮故障诊断 .....	102
项目4 检查、诊断转向灯和危险警告灯故障 .....	106
学习任务5 汽车仪表故障检修 .....	108
一、知识准备 .....	108
二、任务实施 .....	118
项目1 检测仪表显示故障 .....	118
项目2 检测仪表线路、连接器、印刷线路板故障 .....	122
项目3 检测仪表警告显示故障 .....	124
项目4 典型仪表故障诊断 .....	126
学习任务6 汽车空调制冷系统故障检修 .....	130
一、知识准备 .....	131
二、任务实施 .....	133
项目1 空调制冷系统主要部件检修 .....	133
项目2 空调制冷系统温度、压力检测 .....	137
项目3 空调制冷系统泄漏检查 .....	140
项目4 空调制冷系统抽真空及制冷剂加注 .....	144
学习任务7 汽车风窗洗涤刮水装置故障检修 .....	153
一、知识准备 .....	154
二、任务实施 .....	160
项目1 风窗洗涤刮水装置维护 .....	160
项目2 风窗洗涤刮水装置检测 .....	163
项目3 风窗刮水装置工作不正常故障检修 .....	167
参考文献 .....	175

# 学习任务 1

## 汽车电路故障检修方法



### 工作情境描述

一辆爱丽舍轿车，发动机起动后能正常运转，但在接通前照灯开关后出现全车无电现象，驾驶员现将车开到东风雪铁龙服务站并与服务顾问沟通后，服务顾问开出工单要求你解决此故障。



### 学习目标

通过本任务学习，应能：

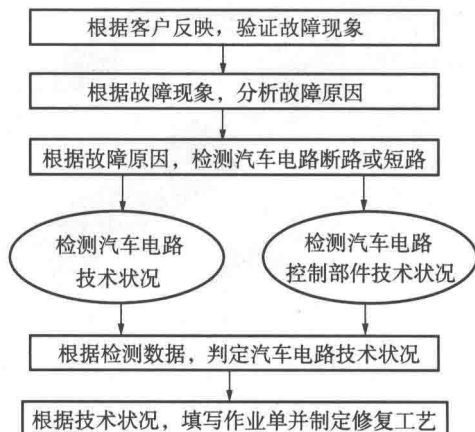
1. 描述汽车电路故障的形式、形成原因及常见检修方法。
2. 分析汽车电路故障原因。
3. 进行汽车电路常见故障的基本检修，能读懂给定的诊断检查文案。
4. 根据维修手册，正确选用工具和检测设备，在 30 min 内安全规范地进行汽车电路技术状况检测。
5. 向客户介绍汽车电气系统使用注意事项。
6. 向客户解释故障判断及处理结果。



学习时间 4 学时



### 学习引导



## 一、知识准备

### 1. 汽车电路的组成

汽车电路是由导线、插接器、控制开关、熔断器和继电器等组成的。

#### (1) 汽车导线

汽车电气元件的连接导线有低压导线和高压导线两种。低压导线可分为普通低压导线、屏蔽线、起动机电缆和蓄电池搭铁电缆等；高压导线包括铜芯线与阻尼线。

普通低压导线为铜质多股软线，如图 1-1 所示。导线的横截面积需要根据用电设备的工作电流大小进行选择。



资源 1-1 汽车电路图组成

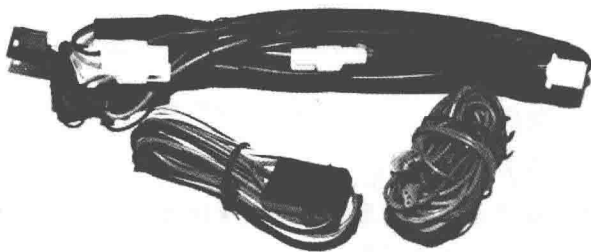


图 1-1 普通低压导线

屏蔽线又称为同轴射频电缆，如图 1-2 所示。金属纺织网管或很多股导线装在一层编织金属网内，再在网外套装一层保护套，称为屏蔽网，其作用是将导线与外界磁场隔离，避免导线受外界磁场的影响而产生干扰。屏蔽线常用于低压弱信号电路，如在氧传感器信号电路、曲轴位置传感器电路中普遍使用。

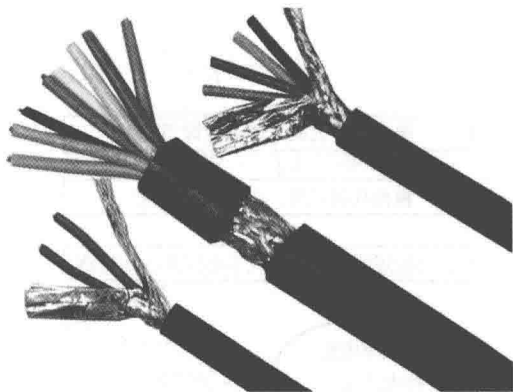


图 1-2 屏蔽线

起动机电缆是带绝缘包层的大截面积铜质或铝质多股软线，连接蓄电池正极与起动机电源端子，如图 1-3 所示。

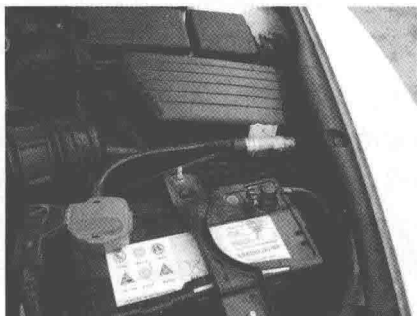


图 1-3 起动机电缆连接蓄电池正极与起动机电源端子

蓄电池搭铁电缆又称搭铁线，有两种类型，一种是由铜丝编织而成的扁形软铜线，另一种外形同起动机电缆，覆有绝缘层。搭铁电缆常用于蓄电池与车架、车架与车身、发动机与车架等总成之间的连接。蓄电池搭铁电缆如图 1-4 所示。



图 1-4 蓄电池搭铁电缆

高压导线用于传送高压电。由于工作电压高（一般在 15 kV 以上）、电流强度较小，因此高压导线的绝缘包层很厚，耐压性能好，但线芯截面积很小。国产汽车使用的高压导线有铜芯线和阻尼线两种。为了衰减火花塞产生的电磁波干扰，目前广泛使用高压阻尼线。

## (2) 汽车线束

为使汽车上的线路整齐、安装方便和保护导线的绝缘层，汽车整车线路除高压线、蓄电池搭铁电缆和起动机电缆外，一般都同区域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 1-5 所示。

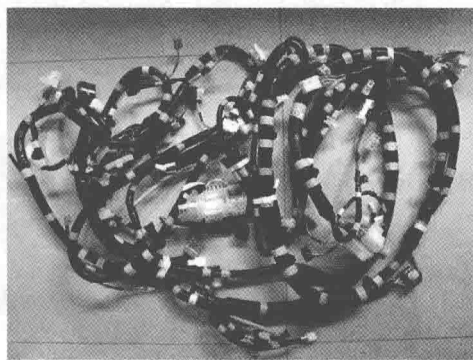


图 1-5 汽车线束

汽车线束在汽车电气设备中占有重要地位。尤其是近年来，随着汽车电气设备与电子设

备的增多，线束总成的结构与电路也越来越复杂，因此对线束的结构、功能、适用性、可靠性都提出了更高的要求。

现代汽车的线束总成由导线、端子、插接器、护套等组成。

汽车有多个线束，主要由发动机（点火、电喷、发电、起动）、车身、仪表、照明等分线束组成。线束有主线束和分线束之分。仪表板位于接近中央位置，一般汽车线束以仪表线束为中心，进行前后延伸。分线束与分线束之间、线束与终端电器之间采用插接器连接。线束上各端头均标注数字和字母，以标明导线的连接对象，便于正确地连接导线和电气设备。

现代轿车的线束间采用了插接器，线束设计的自由度增加，给安装、检修和更换带来了方便。为保证插接器的可靠连接，插接器上配有一次锁紧、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及不同的形状和颜色。

### (3) 插接器

插接器是汽车电路中简单但不可缺少的元件，其使用方便、连接可靠，尤其适用于大量线束的连接。插接器的种类很多，可供几条到数十条导线使用，有长方体、多边体等不同形状，图 1-6 所示为常见的插接器。

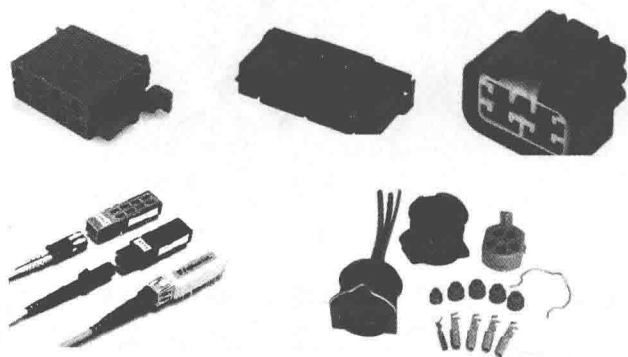


图 1-6 常见的插接器

### (4) 控制开关

汽车电路是通过各种控制开关接通或切断电源与用电设备的。电源总开关用于切断蓄电池与外电路的连接，以防止车辆停驶过程中蓄电池经外电路漏电，其形式主要有闸刀式和电磁式两种。图 1-7 所示为闸刀式电源总开关，图 1-8 所示为电磁式电源总开关。

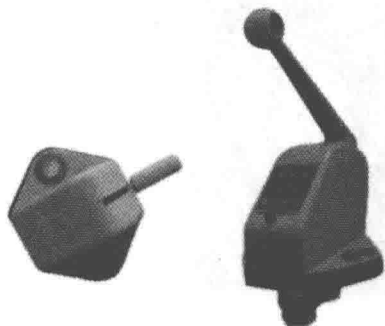


图 1-7 闸刀式电源总开关

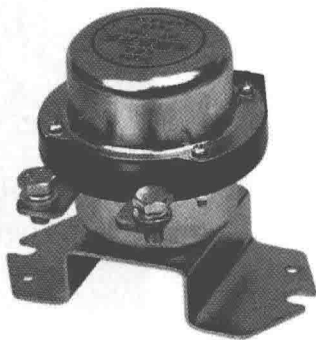


图 1-8 电磁式电源总开关

点火开关是一个多挡开关，需用相应的钥匙才能对其进行操纵，如图 1-9 所示。点火开关通常用于控制点火电路、仪表电路、发电机励磁电路、起动电路及一些辅助电气电路等。

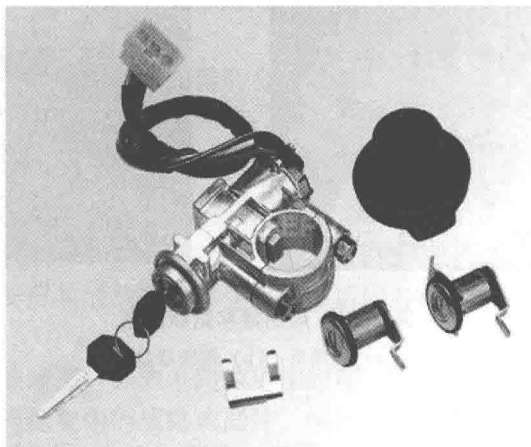


图 1-9 点火开关

灯光开关按操纵的形式分为推拉式、旋转式、组合式、挠板式四种，如图 1-10 所示。灯光开关 I 挡接通示廓灯、尾灯、仪表照明灯等；II 挡接通前照灯、尾灯、仪表照明灯等。

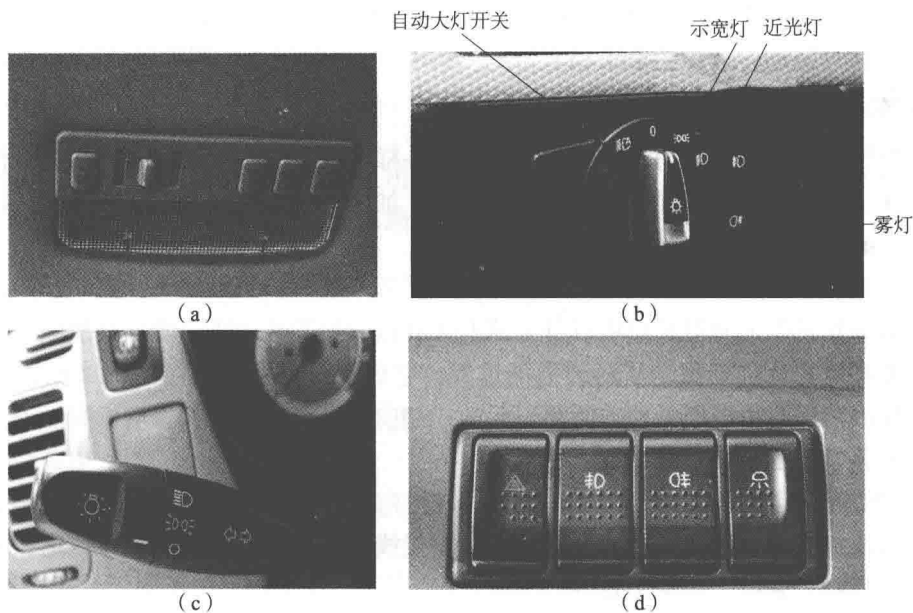


图 1-10 灯光开关的形式

(a) 推拉式；(b) 旋转式；(c) 组合式；(d) 挠板式

### (5) 熔断器

汽车电路中设有保险装置，当线路因负荷超载、短路故障而电流过大时，保险装置自动断开电源电路，以防止线路或用电设备烧坏。

熔断器的保护元件是保险丝，串联在所保护的电路中。当通过保险丝的电流超过其规定值时，保险丝发热熔断，从而保护线路用电设备不被烧坏。

熔断器的保险丝固定在可插式塑料片上或封装在玻璃管中。通常将熔断器集中安装在一

个盒中，称为熔断器盒或电源盒，如图 1-11 所示。各熔断器都编号排列，有的还在熔断器上涂以不同的颜色，以便于检修时识别。

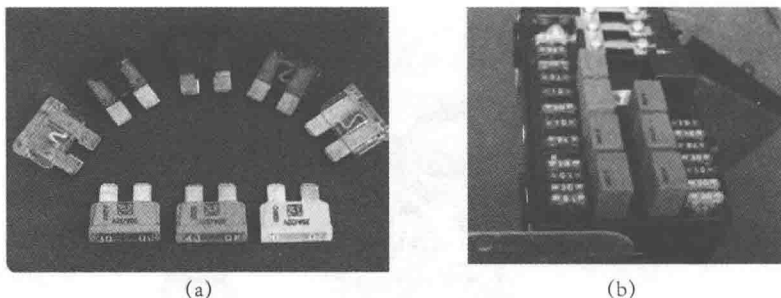


图 1-11 熔断器和熔断器盒

(a) 熔断器；(b) 熔断器盒

## (6) 继电器

汽车继电器广泛用于控制汽车起动、预热、空调、灯光、雨刮、电喷、油泵、防盗、音响、导航、电动风扇、冷却风扇、电动门窗、安全气囊、防抱死制动、悬架控制以及汽车电子仪表和故障诊断等系统中。

汽车继电器由于是蓄电池供电，电压不稳定。在发动机舱内工作的继电器环境温度为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ ，其他位置环境温度为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 。要求汽车继电器要能经受沙尘、水、盐、油的侵害，且对振动、冲击的要求相当苛刻。

## 2. 汽车电路常见的损伤形式及成因

汽车电气系统中的电路与汽车其他总成部件一样，都是处在复杂多样的气候条件、强烈的振动、灰尘和油垢以及不同的操作水平下运行，加上本身设计制造方面的原因，行驶一定的里程后，必然会出现损伤，即故障。

所谓电路故障就是指电路的局部或整体丧失了工作能力，不能完成预定的任务。

电路故障按发生的时间长短可以分为渐发性故障和突发性故障。渐发性故障所发生的周期长，故障程度有从轻到重、从弱到强的过程，它们多是由零件运行中的摩擦和磨损引起的。突发性故障多是由电路短路或断路引起的，如前照灯突然不亮、发动机突然熄火。

汽车电路常见的损伤形式有：

### (1) 线路故障

常见的线路故障有导线或插接器接触不良，接线松脱，潮湿、腐蚀等导致绝缘不好而引起的短路、断路、漏电、接触不良等。

断路是指电源到负载的电路中因某一点中断而出现的电流不通故障。断路一般由导线折断、导线连接端松脱等原因造成。

短路是指电流不经过用电设备，而是由电源正、负极直接接通的故障。造成短路的原因有：导线绝缘层破损及用电设备损坏等。

漏电是指车辆关闭所有用电设备后出现的自行放电现象。汽车导线及电气设备因损坏、老化、受潮等，都会引起漏电故障。

接触不良是指电路未断，但电路自身的电阻变大、导电性能变差的故障。其原因是导线连接端子松动、锈蚀、老化等。

## (2) 元件击穿

电路中的电子元件对过电压和温度十分敏感,如晶体管的PN结易过压击穿、电解电容温度高时漏电增加、可控硅元件对过流敏感等,主要表现为短路、断路。

## (3) 元件老化性能下降

汽车电路电子元件的损耗,如电容器的容量减小、绝缘电阻下降、晶体管漏电、可调电阻的阻值不能连续变化、继电器触点烧蚀等;继电器元件由于绝缘老化、触点抖动,线圈烧断、短路,无法调整初始化动作电流等导致汽车整体机械不能充分发挥。

### 3. 汽车电路故障的检修方法

#### (1) 故障诊断的一般程序

第一步 验证用户所反映的情况,并注意通电后的各种现象。在动手拆检之前,尽量缩小故障产生的范围。

第二步 分析电路原理图,弄清电路的工作原理,对故障所在部位做出判断。

第三步 重点检查问题集中的线路或部件,验证第二步做出的判断。

第四步 进一步进行诊断与检修,常用的检修方法有直观诊断法、断路法、短路法、试灯法、仪表法、高压电路试火法和低压电路试火法等。

第五步 验证电路是否恢复正常。

#### (2) 汽车电路故障检修方法

##### 1) 直观诊断法。

汽车电路发生故障时,有时会出现冒烟、产生火花、发出异响、有焦臭味、发热等异常现象。这些现象可通过人的眼、耳、鼻、身感觉到,从而直接判断出故障所在部位。

##### 2) 断路法。

汽车电气设备发生搭铁故障时,可用断路法。即将怀疑有搭铁的电路段断路后,根据电气设备中搭铁故障是否还存在,判断电路搭铁的部位和原因。

##### 3) 短路法。

汽车电路中出现断路故障,还可以用短路法判断。即用导线将被怀疑有断路故障的电路短接,观察仪表指针的变化或电气设备工作状况,从而判断出该电路中是否存在断路故障。

##### 4) 试灯法。

试灯法就是用一只汽车用灯泡作为试灯,检查电路中有无断路故障。

##### 5) 仪表法。

观察汽车仪表板上的电流表、冷却液温度表、燃油表等的指示情况,判断电路中无故障。

##### 6) 仪器法。

随着汽车电气设备的日趋复杂,在维修中,特别是维修装置电子设备较多的车辆,使用一些专用的仪器是十分必要的。

## 二、任务实施

### 项目1 使用测试笔诊断电路故障

#### 1. 项目说明

正确采用测试笔进行电路诊断可以缩短诊断时间,使诊断结果更直观。用测试笔可以进

行电路断路、短路等故障的诊断，还可以进行电子控制系统的信号测试，通过直观的灯光闪烁可以快速判断传感器的状态。

## 2. 技术标准与要求

- 1) 学员能在 10 min 内完成此项目。
- 2) 技术标准。使用测试笔诊断电路故障并填表 1-1。

表 1-1 使用测试笔诊断电路故障

项目	标准	检查结果
测试笔工作状况	指示灯亮	
供电电压	12 V、指示灯亮	
	0 V、指示灯不亮	

## 3. 设备器材

能正常运转的爱丽舍轿车、教学车维修手册、常用维修工具、不带电源的测试笔、自带电源的测试笔、逻辑探针、带组合插头的连接线组等。

## 4. 作业准备

- 1) 停车，打开发动机盖。 任务完成
- 2) 铺上护套。 任务完成
- 3) 检查车辆是否平稳。 任务完成

## 5. 操作步骤

### (1) 用测试笔测试电路断路

- 1) 用不带电源的测试笔检测电路的导通性（以检测前小灯电路为例）。

将测试笔黑色夹钳夹到蓄电池负极，测试笔探针接触蓄电池正极，观察测试笔指示灯，检查测试笔工作是否正常，如图 1-12 所示。



图 1-12 检查测试笔的工作状况

将探针接触前小灯保险丝，观察测试笔指示灯，测试笔指示灯亮，说明该点电压正常，如图 1-13 所示。



图 1-13 检查保险丝处电压

将测试笔探针接触前小灯插头，观察测试笔指示灯，指示灯亮，说明电路正常；若指示灯不亮，说明电路有断路处。图 1-14 所示为检查前小灯插头处电压。

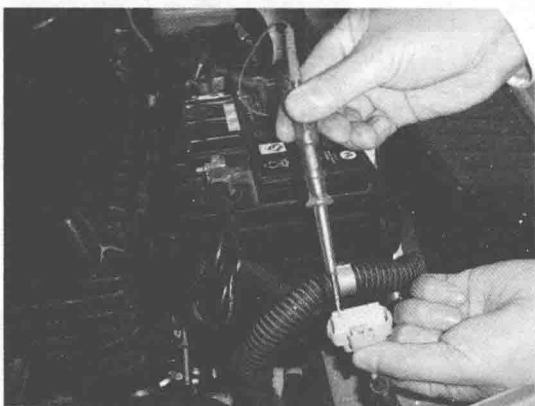


图 1-14 检查前小灯插头处电压

逐一将测试笔探针与前小灯电路能接触的部位接触，若指示灯不亮说明该电路没有电压，再检查测试点之前的电路，若指示灯亮说明该处电压正常，则电路的断路点在此两点之间。

2) 用自带电源的测试笔检测电路的导通性（仍然以前小灯电路为例）。

关闭点火开关和前小灯开关，拔下前小灯保险丝，如图 1-15 所示。

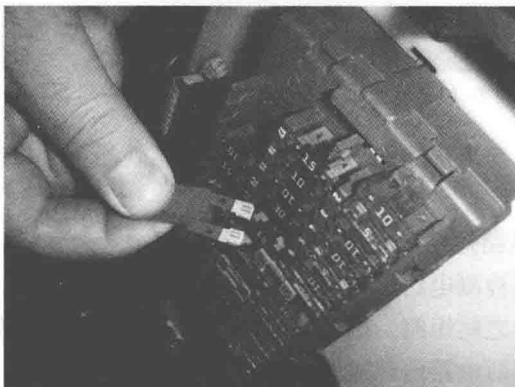


图 1-15 拔下前小灯保险丝

将测试笔夹钳与探针接触，观察测试笔指示灯的状态，指示灯亮说明测试笔工作正常，如图 1-16 所示。

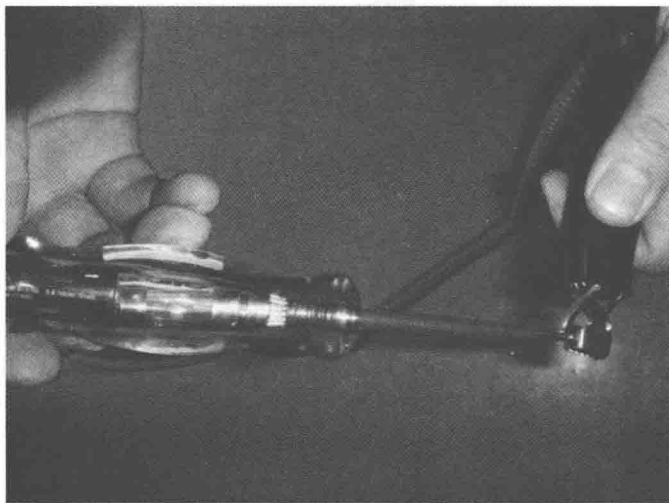


图 1-16 检查测试笔的工作状况

在教学车上找到前小灯供电插头，将测试笔夹钳连接车身并可靠接地，用探针接触前小灯供电插头，观察测试笔指示灯。指示灯亮，说明前小灯供电端至接地电路导通，如图 1-17 所示。



图 1-17 检查前小灯供电端至接地电路是否导通

沿着前小灯电路分别在连接插头、前小灯开关节点处测量，根据测试笔指示灯判断电路的导通性。

#### (2) 用测试笔测试电路短路

用自带电源的测试笔检测电路短路，测试流程如下：

若怀疑某导线与车身之间短路，则将测试笔夹钳一端接车身某处，测试笔探针接触电路一处，若指示灯亮，说明两电路内部短路，如图 1-18 所示。