

汽车电气设备 构造维修一体化教材

主编/杨华春 副主编/钟国政 主审/潘向民



SPM 南方出版传媒

广东科技出版社 | 全国优秀出版社

汽车电气设备构造维修一体化教材

主编/杨华春 副主编/钟国政

主审/潘向民

SPM

南方出版传媒

广东科技出版社

· 广 州 ·

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备构造维修一体化教材/杨华春主编. —广州:
广东科技出版社, 2015. 12

ISBN 978 - 7 - 5359 - 6441 - 0

I. ①汽… II. ①杨… III. ①汽车—电气设备—构造—中等专业学校—教材 ②汽车—电气设备—车辆修理—中等专业学校—教材 IV. ①U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 266556 号

汽车电气设备构造维修一体化教材

Qiche Dianqi Shebei Gouzao Weixiu Yitihua Jiaocai

责任编辑:陈毅华

封面设计:郑大龙 柳国雄

责任校对:谭 曦

责任印制:罗华之

出版发行:广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮政编码:510075)

<http://www.gdstp.com.cn>

E-mail: gdkjyxb@gdstp.com.cn(营销中心)

E-mail: gdkjzbb@gdstp.com.cn(总编办)

经 销:广东新华发行集团股份有限公司

印 刷:广东新华印刷有限公司

(广东省佛山市南海区盐步河东中心路 23 号 邮政编码:528247)

规 格:787mm×1 092mm 1/16 印张 12.5 字数 400 千

版 次:2015 年 12 月第 1 版

2015 年 12 月第 1 次印刷

定 价:28.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读,请与承印厂联系调换。

编写人员名单

主 编：杨华春

副 主 编：钟国政

编写成员：（按姓氏笔画顺序排列）

李永毅 杨华春 林泽华 郑 勇

钟国政 黄润斌 黄辉镀

前 言

汽车电气维修技术是一门理论和实践要求都很高的综合技术。这门技术的发展形成了一门新的学科——汽车电气故障诊断学。在汽车维修企业中，需要高层次技术人员担当汽车综合故障的诊断。汽车电气故障诊断学的确立，汽车故障诊断工程师、故障诊断师等相应技术人才的需求，就成为行业发展的必然。将本书定为汽车电气故障诊断师的培训教材，是我们最大的心愿。

由于现代汽车是高度机电一体化的产品，因此，本书在分系统纵向地讲述汽车电气设备的基础上，更注重知识点的横向联系与比较，以及各系统故障之间的相互影响。我们将认识汽车电气设备系统、识读汽车电路图、汽车电源系统检测、汽车启动系统检修、汽车点火系统检修、汽车照明系统检修、汽车仪表系统检修、汽车辅助电气检修一起编入本书，基本上包括了现代汽车的各种电气设备。

书中内容全面翔实，体系严密，编排合理，讲解由浅入深。在简明扼要地介绍汽车电气设备构造的基础上，详细地讲述其电气设备的组成、工作原理、故障现象与原因、故障分析与诊断方法、电气检测的操作方法等。这样使知识连贯，也便于培训教学和学生自学。为了提高汽车电气故障诊断的实践性，我们在书中还配套撰写了练习用书，每项任务都是真实的故障现象导入，充分地提高本书的可读性和可操作性，有利于一体化教学。

书中的内容和插图都经过精心选择和编排，图文并茂，便于组织教学和读者自学。本书不仅可供各类职业技术学校作为一体化教学的教材，也是维修人员和专业技术人员可以借鉴的、不可多得的参考书。

本书内容共分8个任务，其中认识汽车电气设备系统、识读汽车电路图、汽车电源系统检修由杨华春老师完成，汽车启动系统检修由黄辉镛、林泽华老师共同完成，汽车点火系统检修、汽车照明信号系统检修由钟国政老师完成，汽车仪表系统检修由郑勇、李永毅老师共同完成，汽车辅助电气检修由杨华春、钟国政老师共同完成。

杨华春

2015年9月

目 录

任务 1 认识汽车电气设备系统	1
任务 2 识读汽车电路图	17
任务 3 汽车电源系统检修	24
任务 4 汽车启动系统检修	51
任务 5 汽车点火系统检修	66
任务 6 汽车照明信号系统检修	100
任务 7 汽车仪表系统检修	123
任务 8 汽车辅助电气检修	148

任务1 认识汽车电气设备系统

【任务描述】

该任务是让学生掌握汽车电气电路基础，知道汽车电气的特点，电路基础元件的特征及在电路中的功用，会简单使用检测工具及仪器检测基本的元器件。

【任务分析】

1. 学习目标

- (1) 了解汽车电气的组成及其特点
- (2) 掌握汽车电气基础元件的作用
- (3) 能正确认识汽车上的电器设备
- (4) 能正确使用检测工具及仪器
- (5) 能检修汽车电气的基础元件

2. 工作过程与学习活动

- (1) 相关资讯(汽车电气设备相关知识)
- (2) 任务准备
- (3) 任务实施(认识、作用、使用和检修)
- (4) 任务评价
- (5) 任务拓展

【相关资讯】

一、汽车电气的组成与特点

汽车电气设备是汽车的重要组成部分，其工作性能的优劣直接影响汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排气净化等。

1. 汽车电气组成

(1) 电源系统

电源系统包括蓄电池和发电机。发电机是汽车上的主要电源，蓄电池是辅助电源。当发电机工作时，由发电机向全车用电设备供电，同时给蓄电池充电。蓄电池的作用是启动发动机时向起动机供电，当发电机不工作时向用电设备供电。

(2) 启动系统

启动系统包括起动机、启动继电器、点火开关及启动保护装置等，其作用是带动飞轮旋转使发动机曲轴达到必要的启动转速让发动机着车。

(3) 点火系统

点火系统(汽油机)包括点火线圈、点火控制器、点火开关、火花塞等,其作用是将低压电转化为高压电,让火花塞点燃气缸内的可燃混合气。

(4) 照明系统和信号系统

照明系统包括车内外各种照明灯,有前照灯、雾灯、示廓灯等,其作用是确保车辆内外一定范围内合适的亮度;信号系统包括电喇叭、转向灯、倒车灯、制动灯等,其作用是引起行人、车辆注意,提供安全行车所必需的信号。

(5) 仪表和报警系统

仪表包括发动机转速表、车速里程表、燃油表、水温表、电压表、润滑油压力表等,报警系统包括各种报警指示灯及控制器,其作用是显示汽车运行参数及交通信息,报警运行性机械故障,确保行车与停车的安全和可靠。

(6) 辅助电器系统

辅助电器系统包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调、中控门锁、电动车窗和电动座椅等,其功用是提高车辆安全性、舒适性和经济性。

(7) 电子控制装置

电子控制装置由电子控制燃油喷射装置、巡航控制系统、自动变速器和防抱死制动装置等组成。

2. 汽车电气的特点

汽车的种类很多,各种汽车电器设备的数量不等,安装位置、接线方法等也各有差异,但不论进口汽车还是国产汽车,也不论是大车还是小车,电器电路的设计一般都遵循一定的规律。掌握了这些特点,对了解汽车电器有很大的帮助。

(1) 单线制

单线制,就是利用汽车发动机、底盘、车身等金属机件作为各种电器设备的共用连线(俗称搭铁),而用电设备到电源只需另设一根导线。任何一个电路中的电流都是从电源的正极出发,经导线流入用电设备后,由搭铁的负极通过金属车架流回电源负极而成回路。采用单线制不仅可以节省材料(铜导线),使电路简化,而且也便于安装和检修,同时也使故障率大大降低。

(2) 电源负极搭铁

负极搭铁,就是将蓄电池的负极用搭铁线连接到发动机或底盘等金属体上。我国标准中规定发电机、蓄电池必须以负极搭铁。目前世界各国生产的汽车也大多采用负极搭铁方式。

采用负极搭铁方式的好处是,由于电化学的作用,不仅使汽车车架和车身均不易锈蚀,而且汽车电器对无线电设备(例如汽车音响、通信系统等)的干扰也较电源正极搭铁方式小。

(3) 两个电源

两个电源,是指蓄电池和发电机。前者在发动机未运转时可以向有关用电设备供电,后者在发动机运转到一定转速后取代蓄电池向有关用电设备供电,同时也对蓄电池进行充电。两者互补可以有效地保证用电设备在不同的情况下都能正常的工作,同时也延长了蓄电池的供电时间。

(4) 用电设备并联

用电设备并联,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,互不产生干扰。

(5) 低压直流供电

为了简化结构和保证安全,汽车电器设备采用低压直流(DC)供电。柴油车大多采用低压 24VDC 供电(由两个 12V 蓄电池串联供电),汽油车大都采用 12VDC 电压供电。汽车运行中的电压,一般 12V 系统的为 14V,24V 系统为 28V。

(6) 安装有保险装置

为了防止电路和元器件因搭铁或短路而烧坏电线束和用电设备,各种类型的汽车上均安装有保险装置。这些保险装置有的串接在元器件(或零部件)回路中,也有的串接在支路中。

(7) 大电流开关通常加中间继电器

汽车中大电流的用电设备,如起动机、电喇叭等工作时的电流很大(例如汽油机车起动机的电流一般为 $100 \sim 200\text{A}$),如果直接用开关控制它们的工作状态,往往会使控制开关过早损坏。因此,控制大电流用电设备的开关常采用加装中间继电器的方法,即采用控制继电器线圈的小电流,由继电器闭合后的触点为用电设备提供大电流。

(8) 具有充放电指示

汽车上蓄电池的充电、放电情况一般用电压指示,也有用指示灯指示。对于前者,当蓄电池向外供电、发电机向蓄电池充电时,都可从电压表上指示出来;对于后者,发动机未启动或低速运转时点亮,一旦发动机运转带动发电机转速超过 1000r/min ,充电指示灯熄灭,表示处于充电状态。

(9) 汽车电路上有颜色和编号特征

随着汽车用电设备的增加,导线数目也在不断增多,为便于识别和检修汽车电气设备,电路中的低压线通常由不同的颜色组成,并在汽车电器线路图上用该颜色的字母代号标注出。

二、汽车电气基础元件

1. 保险装置

当电路中流过超过规定的电流时,汽车电路保险装置能够切断电路,从而防止烧坏电路连接导线和用电设备,并把故障限制在最小范围内。汽车上的保险装置主要有:熔断器、易熔线和断路器。

(1) 熔断器和易熔线符号

熔断器和易熔线符号如图 1-1 所示。

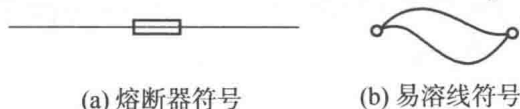


图 1-1 熔断器和易熔线

(2) 熔断器(保险丝)

熔断器在电路中起保护作用。当电路中流过超过规定的电流时,熔丝因自身发热而熔断,防止烧坏电路连接导线和用电设备,并可把故障限制在最小范围内。熔断器一般安装在仪表盘附近或发动机罩下面的熔断器盒内,常与继电器组装在一起,构成全车电路的中央接线盒。熔断器外观与熔值标注如图 1-2 所示。

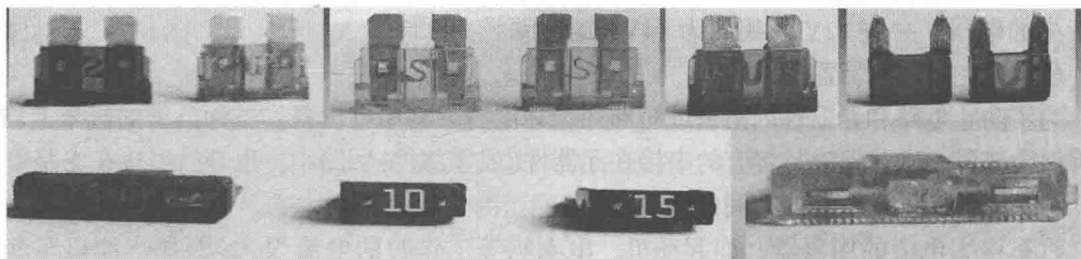


图 1-2 熔断器

一般情况下,环境温度在 $18 \sim 32^{\circ}\text{C}$ 时,流过熔断器的电流为额定电流的 1.1 倍以内时,熔丝不熔断;达到 1.35 倍时,熔丝在 60s 内熔断;达到 1.5 倍时,20A 以内的熔丝在 15s 以内熔断,30A 的熔丝在 30s 以内熔断。

熔断器在使用中应注意以下几点:

- 1) 熔断器熔断后,必须真正找到故障原因,彻底排除故障。
- 2) 更换熔断器时一定要与原规格相同。
- 3) 熔断器支架与熔断器接触不良会产生电压降和发热现象,安装时要保证良好接触。

(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,如图 1-3 所示。

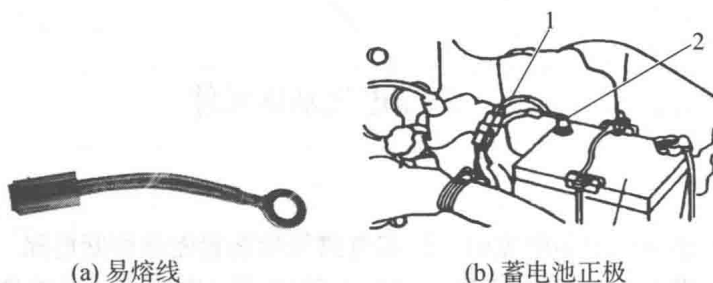


图 1-3 易熔线

易熔线在使用中应注意以下几点:

- 1) 绝对不允许换用比规定容量大的易熔线。
- 2) 易熔线熔断可能是主电路发生短路,因此需要仔细检查,彻底排除隐患。
- 3) 不能和其他导线绞合在一起。

(4) 断路器

断路器在电路中用于防止有害的过载(额外电流)。断路器是机械装置,它利用两种不同金属(双金属)的热效应断开电路。如果额外电流经过双金属带,双金属带弯曲,触点开

路，阻止电流通过。当电路断路器冷却，触点再次闭合，电路导通。当无电流时，双金属带冷却而使电路重新闭合，电路断路器复位，如图 1-4 所示。

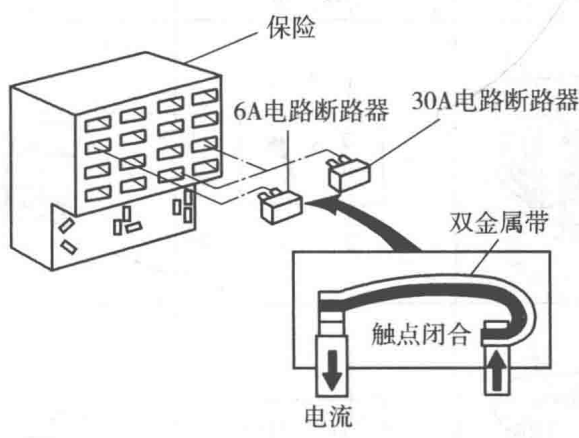


图 1-4 断路器

2. 继电器

一般情况下，汽车上使用的操纵开关的触点容量较小，不能直接控制工作电流较大的用电设备，要用继电器来控制它的接通与断开。继电器可以实现自动接通或切断一对或多对触点，完成用小电流控制大电流，可以减小控制开关的电流负荷，保护电路中的控制开关。如进气预热继电器、空调继电器、喇叭继电器、雾灯继电器、中间继电器等，如图 1-5 所示。

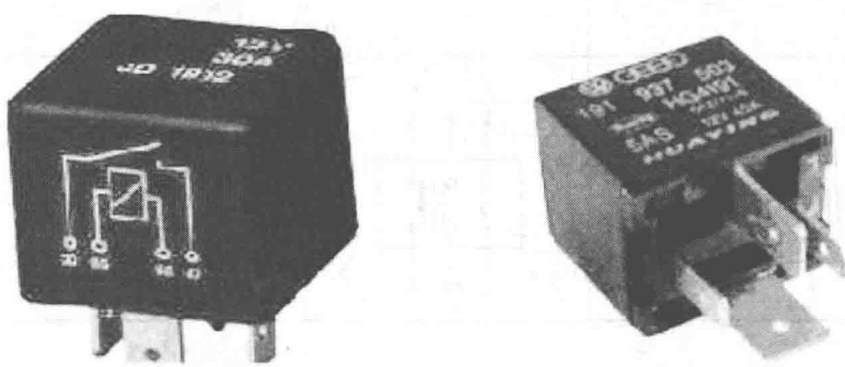
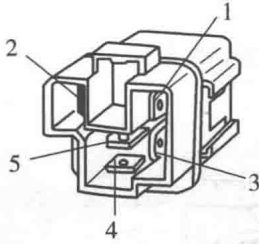
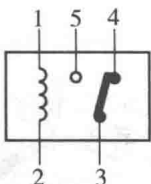
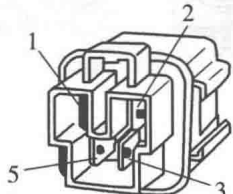
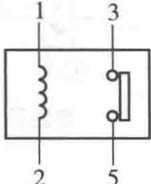
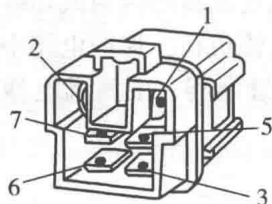
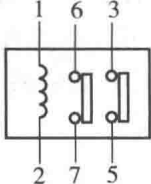
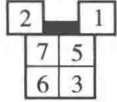
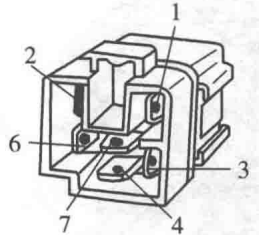
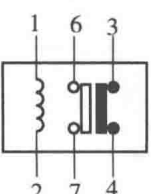


图 1-5 继电器

汽车上所使用的继电器有很多，常见的有三类：常开继电器、常闭继电器和混合型继电器。继电器的每个插脚都有标号，与中央接线盒正面板的继电器插座的插孔标号相对应，见表 1-1。

表 1-1 断路器常见类型

型号	外形	电路	引线标号	颜色
1T				黑
1M				蓝
2M				棕色
1M.1B				灰色

注意：要想在原车上安装额外的电子附件，简单地接入已有的电路中可能会使保险装置或配线过载。采用继电器扩展可有效解决这一问题，如图 1-6 所示。

3. 开关

汽车上各种电器控制系统的工作均受控于开关，汽

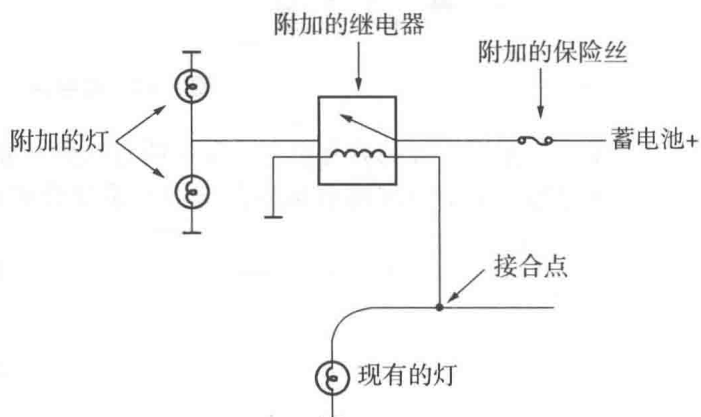


图 1-6 继电器的运用

车电气开关有组合开关和单体开关。现代小汽车多采用组合开关，用于提高汽车的性能和乘坐舒适性，若采用较多的单体开关，汽车内部布置会很乱，因此，现代汽车将很多功能相近的控制系统的开关组合在一起，如灯光系统组合开关、音响组合开关、空调组合开关、司机位门组合开关等，如图1-7所示。

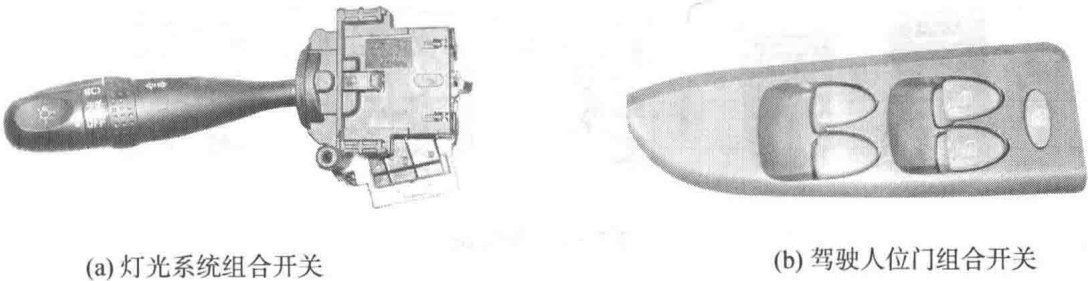


图 1-7 组合开关

开关在电路图中的表示方法有结构图表示法、表格表示法和图形符号表示法等。以点火开关为例，如图1-8所示，点火开关的功能主要有锁住转向盘转轴(LOCK挡)、接通仪表指示灯(ON或IG挡)、启动发动机(ST或START挡)、给附件供电(ACC挡，主要是收音机、点烟器)及发动机预热(HEAT挡)。其中，在启动挡、预热挡工作时消耗电流很大，开关不宜接通过久，所以这2个挡位在操作时必须用手克服弹簧力，扳住钥匙，一松手就弹回点火挡，不能自行定位，其他各挡位均可自行定位。

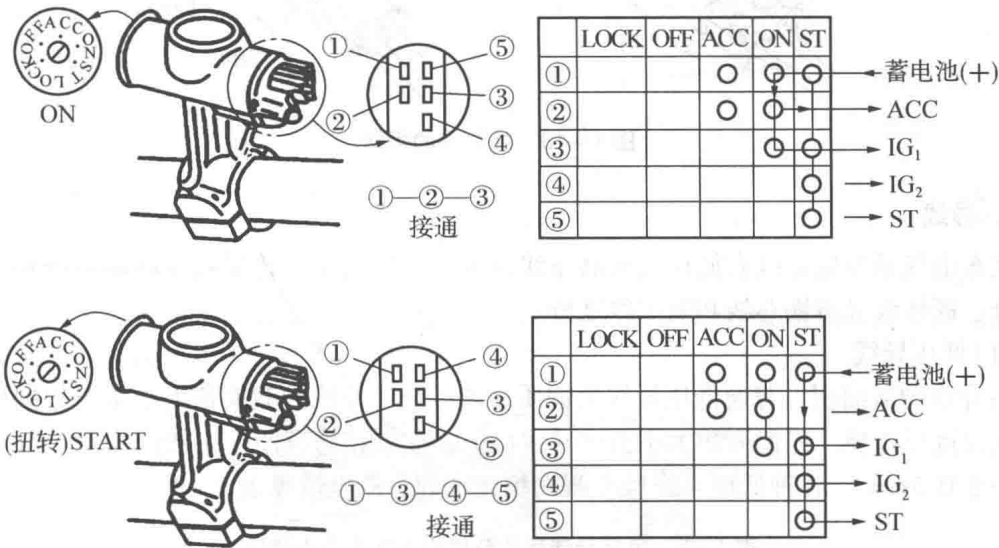


图 1-8 开关的表示方法

4. 插接器

插接器就是通常所说的插头与插座，用于线束与线束或导线与导线间的相互连接。为了防止插接器在汽车行驶中脱开，所有的插接器均采用了闭锁装置，图1-9所示为几种常见的插接器。

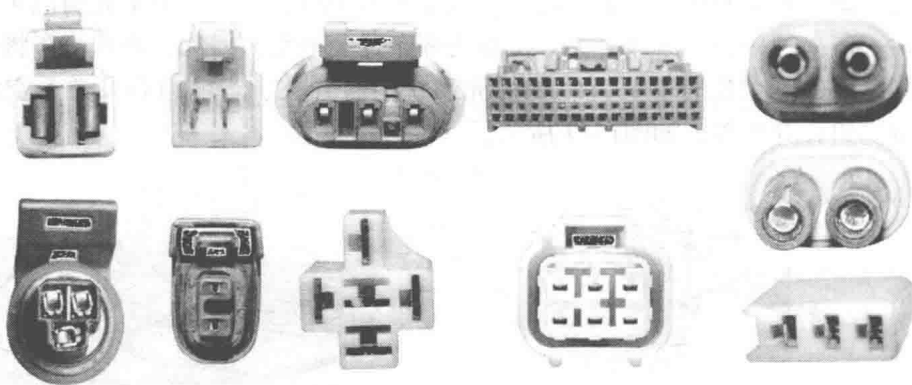


图 1-9 插接器

要拆开插接器时首先要解除闭锁(见图 1-10), 然后把插接器拉开, 禁止在未解除闭锁的情况下用力拉导线, 这样会损坏闭锁装置或导线。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。在插接器端子有接触不良或断线故障时, 可将插接器分解, 用小一字螺丝刀或专用工具从壳体中取出导线及端子进行修理或更换。

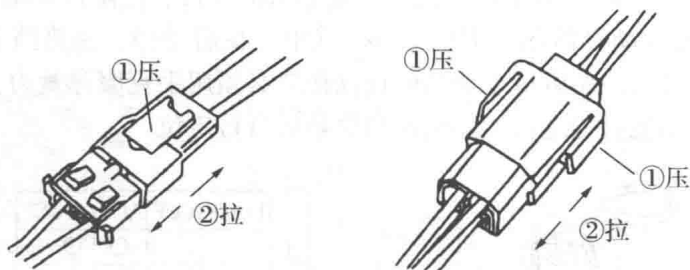


图 1-10 插接器的拆卸

5. 导线

汽车电气系统的导线有低压线 and 高压线两种。低压线又有普通线、起动电缆和控制电缆之分, 高压线又有铜芯线和阻尼线之分。

(1) 低压导线

1) 导线的截面积 普通低压导线为铜质多丝导线, 导线的截面积大小主要根据用电设备的电流进行选择。但截面积太小会使导线机械强度差和易折断。一般汽车电气导线截面积不小于 0.5mm^2 。各种低压导线标称截面积允许的负载电流见表 1-2。

表 1-2 低压导线标称截面积允许负载电流值

导线标称截面积/ 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 电器主要线路导线标称截面积选择见表 1-3。

表 1-3 12V 电器主要线路导线标称截面选择

汽车类型	截面积/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、雨刮器电动机
	0.8	转向灯、制动灯、停车灯、分电器
	1.0	前照灯的单线(不接保险器)、电喇叭(<3A)
	1.5	前照灯的电线束(接保险器)、电喇叭(>3A)
	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 为便于安装和检修,汽车采用双色导线,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,双色线的主色见表 1-4。

表 1-4 汽车电器各系统导线颜色代号

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
点火启动系统	白	W	前照灯、雾灯等外部照明系统	蓝	Bl
电源系统	红	R	各种辅助电器及操纵系统	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)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 1-11 所示。

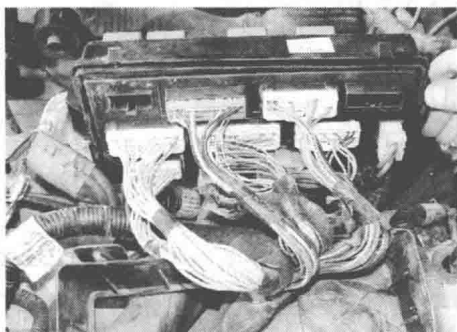


图 1-11 汽车线束

线束安装与检修注意事项:

- a. 线束应用卡簧或绊钉固定, 以免松动磨坏。
- b. 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, 应用橡皮或套管保护, 否则容易磨坏线束而发生短路、搭铁, 以致烧毁全车线束。
- c. 连接电器时, 应根据插接器的规格及导线或插接头的颜色, 分别接于电器上并插接到位。难以辨别时, 一般可用试灯区分, 而不要用刮火法。

(2) 高压导线

高压导线使用于汽车点火线圈至火花塞之间的电路, 高压导线分为普通铜芯高压导线和高压阻尼点火导线, 带阻尼的高压导线可抑制和衰减点火系统产生的高频电磁波, 降低对电控装置和无线设备的干扰。高压导线如图 1-12 所示。

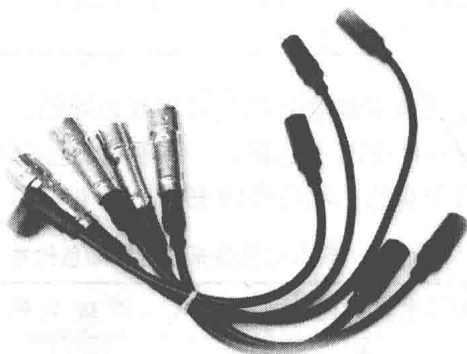


图 1-12 高压导线

三、汽车电气检测常用工具和仪器

1. 试灯

汽车电路的检测试灯有无源试灯和有源试灯两种。

(1) 无源试灯

无源试灯就是在一段导线中连接一个 12V 灯泡, 如图 1-13 所示, 当试灯一端搭铁另一端接触到带电的导体时, 灯泡就会点亮, 如图 1-14 所示, 它不能像电压表显示出被检电路点的电压值, 只能显示是否有电压。

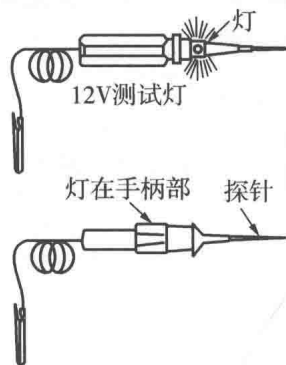


图 1-13 无源试灯

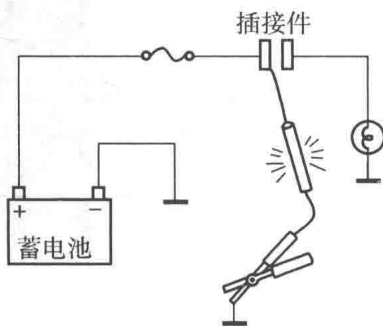


图 1-14 无源试灯的使用

警告：不提倡用试灯检测计算机控制的电路，容易烧坏电脑的内部控制电路。

(2)有源试灯

有源试灯同无源示灯类似，只是自带一个电池电源，连接到一条导线的两端上时，试灯内灯泡点亮，可用于测试线路的通/断，如图 1-15 所示。

警告：不能用有源试灯测试带电电路，否则会损坏试灯。

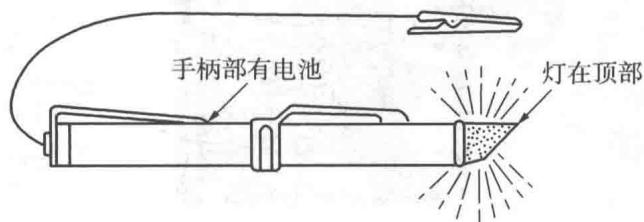


图 1-15 有源试灯

2. 跨接线

跨接导线有时可作为故障诊断的辅助工具，如图 1-16 所示。可用于跨过某段被怀疑已断开的导线，而直接向某一部件提供电的通路，也可用于不依赖于电路中的开关或导线而向电路中加上电池电压，如图 1-17 所示。它可配上与通导性测试笔相配的探针和夹子，也可设计为各种特殊形式。

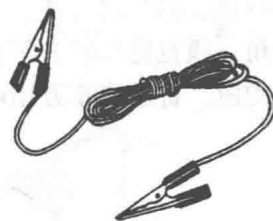


图 1-16 跨接线

警告：切勿将跨接线直接跨接在蓄电池的两端或蓄电池正极和搭铁之间。

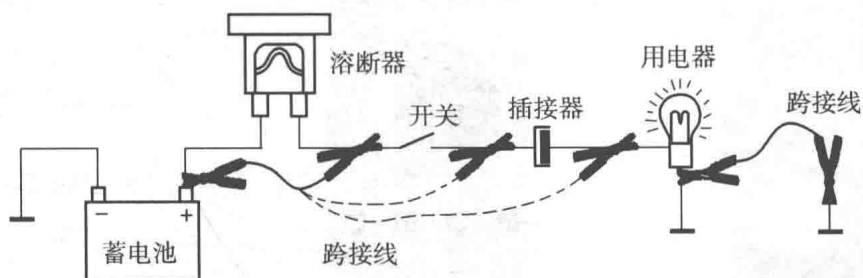


图 1-17 跨接线的使用

3. 万用电表

万用电表有指针式和数字式两种。数字式万用电表具有测试精确的电子电路，准确度远远超过指针式万用电表，普遍用于汽车电器诊断与检测。

(1)指针式万用电表

指针式万用电表利用一个在所测数值相关刻度上摆动的弹簧指针来显示所测数据。测量数据实际上是与电表内的已知数据相对照，并反映在表盘上。使用时要按所设定的量程，判定并读出仪表上的示值。指针式万用电表的外形如图 1-18 所示。指针式万用电表可用于测量电压、电阻和电流。