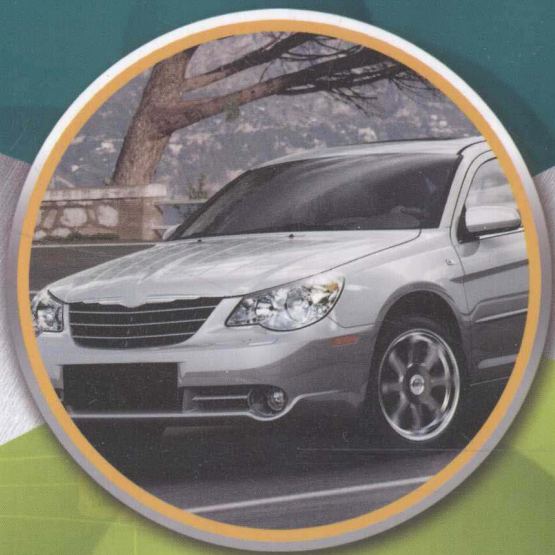


21 世纪高职高专规划教材

——汽车运用与维修系列

汽车电路 分析

主编/隋礼辉 张晓云



 中国人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

汽车电路分析

主编 隋礼辉 张晓云

中国人民大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电路分析/隋礼辉, 张晓云主编
北京: 中国人民大学出版社, 2010
21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列
ISBN 978-7-300-11493-4

- I. ①汽…
- II. ①隋…②张…
- III. ①汽车-电路分析-高等学校: 技术学校-教材
- IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 213366 号

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

汽车电路分析

主编 隋礼辉 张晓云

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511398 (质管部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com(人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京东君印刷有限公司		
规 格	185 mm×260 mm 16 开本	版 次	2010 年 3 月第 1 版
印 张	8	印 次	2010 年 3 月第 1 次印刷
字 数	182 000	定 价	20.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

编委会

主 任 王世震

(教育部高等学校高职高专汽车类专业教指委副主任委员)

副主任 张红伟

委 员 (排名不分先后)

孔繁瑞 毛 峰 王丽梅 王富饶 刘 永

刘皓宇 刘雅杰 吴兴敏 吴 松 张 义

张 永 张立新 张西振 张 俊 李 宏

李 晗 杨宝成 杨洪庆 杨艳芬 杨智勇

陈纪民 明光星 段兴华 凌永成 徐景波

隋礼辉 惠有利 韩 梅 蔡广新

出版说明

进入 21 世纪以来,随着我国汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的不断提高,随着公路运输设施和城市基础设施建设投资的迅速增加,以及政府鼓励汽车消费政策的逐步实施,我国汽车保有量迅速增长。目前,我国汽车数量每年以两位数的增长率递增,据此,预计仅汽车维修业近两年就将新增 80 万从业人员,其中大部分从业人员需要接受职业教育与培训。中国人民大学出版社经过充分的市场调研,策划出版了这套高职高专汽车运用与维修专业的系列教材。

本套教材紧密贴近我国高职教学改革的实际,力求体现以下几个特点。

1. 以企业需求为基本依据,以就业为导向

教材的编写以就业为导向,以能力为本位,能够满足企业的工作需求,提高学生学习的主动性和积极性。我们对每本书的主编精心遴选,除了要求主编必须是高职院校的骨干教师外,还要求他们有在一线汽车相关企业的工作经验或实验实训经历,确保教材的内容既能紧密贴合教学大纲,又能准确把握市场需求、加强实践操作环节内容。

2. 适应汽车企业技术发展,体现教学内容的先进性和前瞻性

本套教材关注我国汽车制造和维修企业的最新技术发展,通过校企合作编写的形式,及时调整教材内容,突出本专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,克服旧教材存在的内容陈旧、更新缓慢、片面强调学科体系完整、不能适应企业发展需要的弊端。每本教材结合专业要求,使学生在学习专业基本知识和基本技能的基础上,及时了解、掌握本领域的最新技术及相关技能,实现专业教学基础性与先进性的统一。

3. 教材内容按模块化形式编写

教材力求摆脱学科课程旧思想的束缚,从岗位需求出发,尽早让学生接触实践操作内容。根据具体的专业情况,有的是每本书一个模块,有的是每本书分为多个模块,每部分内容都以工作岗位所需要的技能展开。

4. 跨区域开发、整合多方优势

由于我国幅员辽阔,各地区经济发展都具有不同的地域特点,而作为与经济建设密切相关的职业教育也必然存在区域间的差异。为了打造出一套适用性强、博采众长的教材,我们在教材的策划阶段,即与不同区域的众多开设汽车相关专业的高职院校取得了联系,并进行了深入调研,经过反复研讨后确定了具体的编写大纲。教材在编写过程中得到了辽宁交通高等专科学校、承德石油高等专科学校、长春汽车工业高等专科学校、内蒙古交通职业技术学院、河南交通职业技术学院、河北交通职业技术学院、广东轻工职业技术学院等二十多家职业院校的参与与大力支持。

5. 教材配备完善的立体化教学资源

在研发本系列教材的同时,我们希望能够在相关课件的开发制作方面做出自己的特色,从而提升教材的核心竞争力。通过对市场的前期调研,我们对目前已经出版的相关教

材配套课件情况进行了分析,针对目前同类产品存在的不足,制定了专业基础课教材课件完整、专业主干课教材演示视频丰富、全系列教材教学资源整合形成网上资源平台的策划思路,力求使本套教材成为真正的立体化教材。

本套教材在编写过程中,除了得到多所高职院校的帮助外,《汽车维修技师》、辽宁交通高等专科学校汽车研究所、辽宁鑫迪汽车销售服务有限公司、大连新盛荣汽车销售服务有限公司、辽宁宝时汽车销售服务有限公司、安徽宝德汽车维修有限公司等在技术和资料方面给予了很多支持,在此表示衷心的感谢。

希望本套教材的出版能够为高职高专院校汽车运用与维修专业的教学工作起到积极的促进作用,也欢迎本套教材的使用者针对教材中存在的不足提出宝贵的建议。

中国人民大学出版社



前言

Preface

温家宝同志曾指出：从某种程度上说，职业教育就是就业教育。围绕这一指示，全国各高等职业院校都在进行积极而有益的探索，汽车专业教学更是在全国率先进行了教学改革。作为汽车专业课程里技术含量最高，同时又是最难懂的一门课程——汽车电路分析，则是各相关院校研讨的重点。为了使广大师生能更快地掌握汽车电路基础和电路读图方法，我们在收集大量资料的基础上编写了此书。

由于各汽车生产厂家的电路设计特点和电路表示方法不同，给广大汽车从业人员识读电路图带来了一定的麻烦。本书从简单电路入手，分车系介绍了典型车系电路图的识读方法。在此基础上，对汽车的电源电路、启动电路、点火电路、灯光电路、仪表电路、报警系统电路及辅助电器系统电路、电子电路进行了分析，使广大读者不但能够对汽车电路有整体的认识，而且对局部电路的构成也有了深入的了解。本书在编写过程中，本着由浅入深、由易到难的原则进行内容编排。所选内容力求做到图文并茂，新颖实用。读者通过阅读本书，不但可以增加一定的理论知识，还可以提高自己的实践技能。

本书既可作为高等职业院校相关专业的教材，也可以供广大汽车修理从业人员参考。

本书编写人员有隋礼辉、张晓云、王晓军、隋礼江、杨洋、王陆峰、王英凯、郭康隆。由隋礼辉、张晓云主编。

本书在编写过程中，参考了大量国内外同类教材、著作、论文、原版汽车维修手册及网络内容，限于篇幅，不能在参考文献中一一列出，在此谨致以诚挚的歉意和感谢。

由于编者水平有限，书中难免有缺点和不足，敬请读者批评指正。

编者

2010年1月

目 录



C o n t e n t s

第一章 绪论/1

第一节 汽车电路概述/1

第二节 汽车电路分析课程概要/3

第二章 汽车电路分析基础/4

第一节 汽车电路基础元件/4

第二节 汽车电子线路基础元件/15

第三章 汽车电路图识读/27

第一节 汽车电路图的种类和组成/27

第二节 汽车电路图常用符号/32

第三节 汽车电路图识读举例/47

第四章 典型汽车电器电路分析/63

第一节 汽车电源电路分析/63

第二节 汽车启动电路分析/71

第三节 汽车点火系电路分析/75

第四节 汽车灯光信号与仪表系统电路分析/83

第五节 汽车仪表报警系统电路分析/91

第六节 汽车辅助电器系统电路分析/97

第五章 汽车电路检修/102

第一节 汽车电路检修常用仪表/102

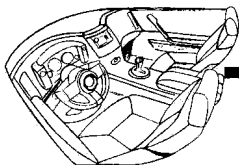
第二节 汽车电路检修常用方法/105

第六章 汽车电子电路图识读/109

第一节 电子线路图初识/109

第二节 电子电路图的识读方法/111

参考文献/115



绪论

第一节 汽车电路概述

一、汽车电路的概念与组成

汽车电路是汽车电气线路的简称，亦即用选定的导线将全车所有的电气设备相互连接成直流电路，构成的一个完整的供、用电系统。

汽车电路主要由电源、电路保护装置、控制器件、用电设备及导线组成，如图 1—1 所示。

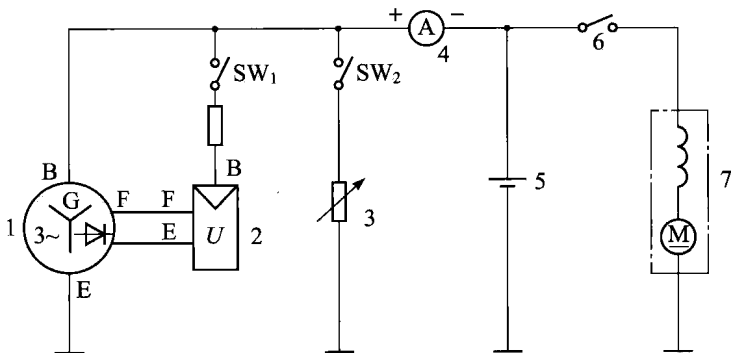


图 1—1 汽车电路的组成

1—发电机；2—调节器；3—用电设备；4—电流表；
5—蓄电池；6—启动开关；7—启动机

(一) 电源

汽车上装有两个电源，即蓄电池和发电机。其功能是保证汽车各用电设备在不同工况下都能投入正常工作。

(二) 电路保护装置

电路保护装置主要有熔断器、电路断路器及易熔线等，其功能是在电路中起保护作用。当电路中流过超过规定的电流时切断电路，防止烧坏电路连接导线和用电设备。

（三）控制器件

汽车上的控制器件主要有各种手动开关、压力开关、温控开关。此外，汽车上还大量使用电子控制器件，如电压调节器和电子控制单元等。

（四）用电设备

汽车上的用电设备包括电动机、电磁阀、灯泡、仪表、各种电子控制器件和部分传感器等。

（五）导线

导线用于将上述各种装置连接起来构成电路。

二、汽车电路的特点

汽车上电气与电子设备种类繁多，理解起来具有一定难度，但认真研究可以发现汽车电路的线路连接都是有规律可循的。主要表现在以下几个方面：

（一）低压

汽车电气系统的额定电压主要有 12V 和 24V 两种。一般来说，汽油机采用 12V 电源，柴油机采用 24V 电源。发动机运转时，由发电机供电，12V 电压系统的电压实测值一般为 14V 左右，24V 电压系统的电压实测值可达 28V 左右。

（二）直流

汽车发动机是靠电力启动的，而为启动机供电的蓄电池必须用直流电源充电，所以汽车电气系统为直流系统。

（三）单线制

汽车上所有电气设备的正极采用导线相互连接，所有的负极则通过导线与车架或车身金属部分相连，即搭铁。

（四）并联连接

汽车上的各用电设备都采用并联的连接方式，两个电源之间以及所有用电设备之间，都是正极接正极，负极接负极，并联连接。这样连接的好处是，当其中一个用电设备损坏时，不影响其他设备正常工作。

（五）负极搭铁

我国标准规定，汽车线路统一采用负极搭铁，即蓄电池的负极通过车身与用电设备的负极相连构成回路。

（六）设有电路保护装置

为了防止因短路或搭铁而烧毁线束，电路中一般设有保护装置，如熔断器、熔丝、电路保护开关等。

（七）汽车线路有颜色和编号特征

为了便于维修及区分各线路的连接，汽车所有低压导线，都选用了不同颜色的导线，并在每条导线上进行编号。

第二节 汽车电路分析课程概要

一、课程的性质和教学目标

本课程介绍的是汽车电路分析的基础知识,它包括汽车电路分析基础、汽车电路图识读、典型汽车电器电路分析、汽车电路检修、汽车电子电路图识读等,是一门理论和实践紧密结合的专业技能课。

通过本课程的学习,学生可以掌握汽车电路的组成、识图方法、电路组成规律,初步掌握识读常见车型汽车电路图、分析汽车电路的方法,以及测试常用电路功能和排除故障的技能,为后续课程的学习做好知识储备,为今后从事实际工作打下坚实的基础。

二、本课程的学习方法

汽车电路分析是一门重要的专业技能课,它的理论性和实践性都很强,有些内容较抽象,知识更新也较快,要学好本课程应注意掌握以下学习方法:

第一,做好课前预习。

在教师上课前,应先浏览教材,初步了解新课程的基本内容,找出书中重点、难点和预习过程中产生的疑问,在教师授课时有针对性的听课,这样可以大大提高听课的效率。

第二,学会听课。

听课是学习的重要环节,应集中注意力,使思维处于积极活跃的状态,开动脑筋,勤于思考,细心观察教师的各种演示,并做好笔记,以便课后复习和巩固。

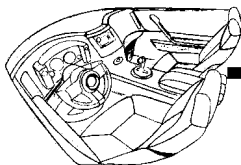
第三,重视课后复习。

课后应认真阅读课本,翻阅课堂笔记,独立完成教师布置的作业。应重点掌握电路的分析方法,并能够运用电路图来分析汽车电路故障,解决实际问题。

第四,加强实践。

汽车电路分析是实践性很强的一门课程,因此实践环节在课程中占有非常重要的地位。同学们应当认真完成课程中的每一项技能训练,通过分析电路、排除故障的实践,进一步巩固所学课程内容,提高汽车电路检测的能力。

在本课程的学习过程中,只要注意学习方法,勤奋努力,勤于动手实践,相信你一定能够掌握汽车电路分析的技能,为今后的学习、工作打下坚实的基础。



汽车电路分析基础

第一节 汽车电路基础元件

一、导线

(一) 汽车导线的识别

汽车电气设备的连接导线均为绝缘包层多股铜线，按承受电压的高低，可分为低压导线和高压导线两种。

1. 低压导线

低压导线按其用途可分为普通低压导线和低压电缆线两种。汽车充电系统、仪表、照明、信号及辅助电器设备等，均使用普通低压导线，而启动机与蓄电池的连接线、蓄电池与车架的搭铁线等则采用低压电缆线。

(1) 普通低压导线的类型和结构。

1) 普通低压导线的类型。普通低压导线分为采用聚氯乙烯作绝缘包层的 QVR 型，和采用聚氯乙烯-丁腈橡胶复合物作绝缘包层的 QFR 型两种。两种导线绝缘层的耐低温性、耐油性和阻燃性都比较好，尤以后者为佳。

2) 普通低压导线线芯结构。普通低压导线的线芯采用多股铜质线芯结构，这是由于铜质多股线芯承受反复弯曲的能力好，不易折断，制成线束后的柔韧性较好，安装方便。表 2—1 列出了普通低压导线的线芯型号与规格。

表 2—1 汽车用低压导线的型号与规格

型号	名称	标称截面积 (mm ²)	线芯结构		绝缘层标称 厚度 (mm)	导线最大 外径 (mm)
			根数	直径 (mm)		
QVR	聚氯乙烯 绝缘低压 导线	0.5			0.6	2.2
		0.6			0.6	2.3
		0.8	7	0.39	0.6	2.5
		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

续前表

型号	名称	标称截面积 (mm ²)	线芯结构		绝缘层标称 厚度 (mm)	导线最大 外径 (mm)
			根数	直径 (mm)		
QFR	聚氯乙烯- 丁腈复合物 绝缘低压 导线	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	11.3

(2) 汽车用低压电缆线的类型和结构。

1) 铅蓄电池的连接线。此连接线是指汽车上将两只铅蓄电池相互连接时所用的导线，其标称截面积一般在 4mm²~25mm² 范围内，允许载流量为 25A~200A，通常都已制成定型产品，长度有 200mm 和 300mm 两种。

2) 铅蓄电池的搭铁线。铅蓄电池的搭铁线是由铜丝编成的扁形软导线，两端焊有接线卡，国产定型的搭铁线常见的有 300mm、450mm、600mm、760mm 等几种。

3) 启动机导线。此导线是指启动机开关主接线柱与铅蓄电池的连接导线，标称截面积一般在 16mm²~95mm² 范围内，允许载流量为 200A~1 000A。

2. 高压导线

高压导线在汽车上的应用主要是点火线。点火线按其结构的不同又可分为普通铜芯高压线和高压阻尼线两种。高压阻尼线可抑制或衰减点火系统所产生的、会对无线电设备产生干扰的电磁波。

(二) 汽车导线的选用

1. 低压导线的选用

(1) 普通低压导线的选用。汽车上各种用电设备所用的连接导线，通常是根据其负载电流大小来适当选择不同截面积的导线的。其选取原则为：长时间工作的用电设备可选用实际载流量为导线载流量的 60% 的导线，短时间工作的用电设备可选用实际载流量为导线载流量 60%~100% 之间的导线。

在选用导线时，还应考虑电路中的电压降和导线发热等问题，以免影响用电设备的电气性能或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 0.5mm²。

(2) 低压电缆线的选用。在汽车低压线路中，一般要求每 100A 电流产生的电压降不得大于 0.15V。为了减小电压降，在条件许可的情况下，电缆线越短越好。

2. 高压导线的选用

高压导线的绝缘性能是评价高压导线性能的主要指标，因此选择高压导线的依据是导线是否有足够高的耐压值。高压导线的耐压值应在 15 000V 以上，且耐潮湿性能良好，若将其浸入温水中浸泡 3h，取出后以 50Hz、15 000V 的交流电压试验 5min，导线不应被击

穿。高压导线在 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 的环境温度中应能正常工作。一般正常的车用寿命为 $4.5\times 10^4\text{km}\sim 5\times 10^4\text{km}$ 。

二、导线接头与连接器

(一) 导线接头

1. 导线接头的技术要求

- (1) 接头表面应整洁、无毛刺和突起。
- (2) 接头应能保证装到导线或电器上时不出现断裂或裂纹。
- (3) 接头应用压接、熔焊、冷挤、锡焊或相互组合的方法装到导线线芯上。线芯截面积为 2.5mm^2 及以下的导线的接头必须夹住导线的绝缘体。
- (4) 接头必须经受耐潮试验而不破坏其接触可靠性。
- (5) 接头在导线上的接合牢固性应符合下列规定：

- 1) 对于截面积为 $0.5\text{mm}^2\sim 0.75\text{mm}^2$ 的导线，应能承受不小于 79N 的静拉力。
- 2) 对于截面积为 $1\text{mm}^2\sim 6\text{mm}^2$ 的导线，应能承受不小于 118N 的静拉力。
- 3) 对于截面积为 6mm^2 以上的导线应能承受不小于 176N 的静拉力。

2. 汽车用蓄电池导线接头

汽车用蓄电池导线接头分为 A 型、B 型、C 型。A、B 型为压铸铜合金材质，C 型为铜板材质。蓄电池桩头直径为 16mm ，适用导线截面为 25mm^2 的 A 型蓄电池导线接头，如图 2—1 所示。

B 型蓄电池导线接头如图 2—2 所示。

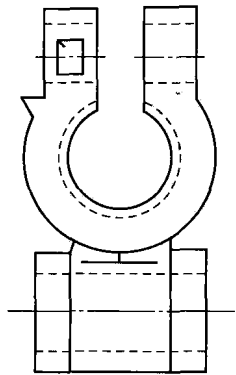


图 2—1 A 型接头

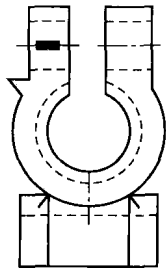


图 2—2 B 型接头

螺栓直径为 8mm ，适用导线截面为 35mm^2 的 C 型蓄电池导线接头，如图 2—3 所示。

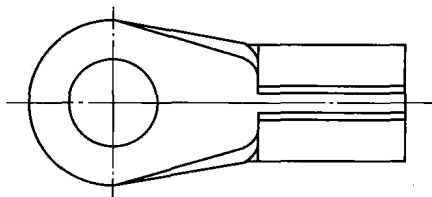


图 2—3 C 型接头

3. 汽车用低压导线接头

导线接头按其外形可分为圆形、叉形、横置叉形 3 种, 如图 2—4 所示。

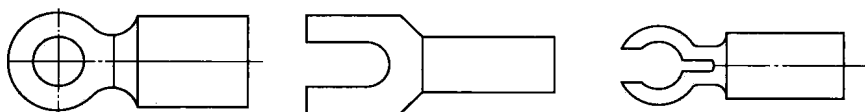


图 2—4 低压导线接头的形式

4. 汽车用点火线导线接头

汽车用点火线导线接头如图 2—5 所示。

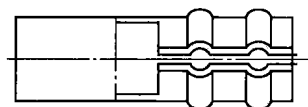


图 2—5 汽车用点火线导线接头

(二) 连接器

连接器也称插接器, 由插头和插座两部分组成, 用于电气设备与线路的连接和线路之间的连接。

连接器的符号如图 2—6 所示, 通常用带有涂黑的符号表示连接器的插头, 没有涂黑的符号表示连接器的插座; 有倒角的符号表示插头、插脚呈柱状; 直角的符号表示插头、插脚为片状。

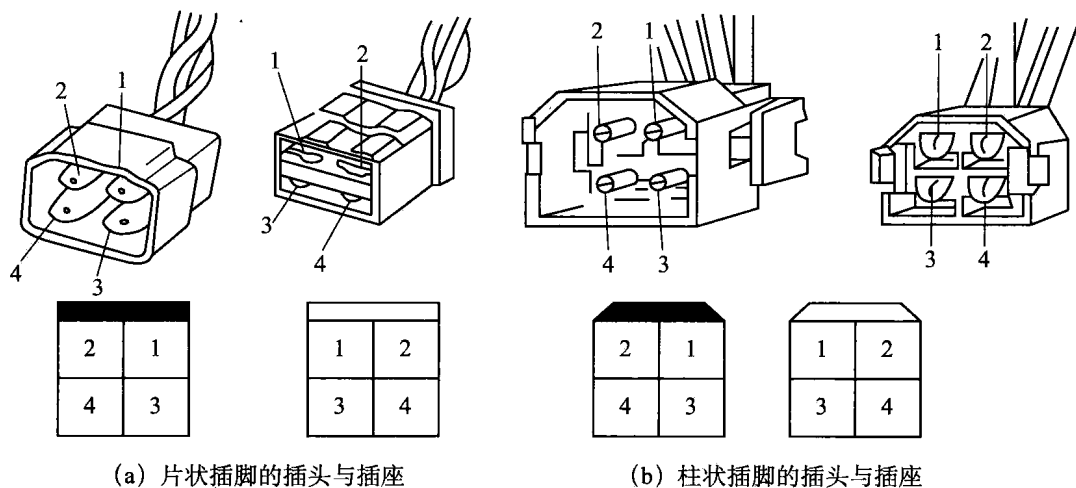


图 2—6 线路连接器

为了防止在汽车行驶过程中插接器脱开, 所有的插接器均采用闭锁装置。也就是在插接器两个端子上装有卡片, 插接器插紧后, 用卡片把两端锁住。当要拆开插接器时, 只要按下闭锁就可以把插接器拆开。不压下闭锁时绝不可用力猛拉导线, 以免损坏导线, 如图 2—7 所示。

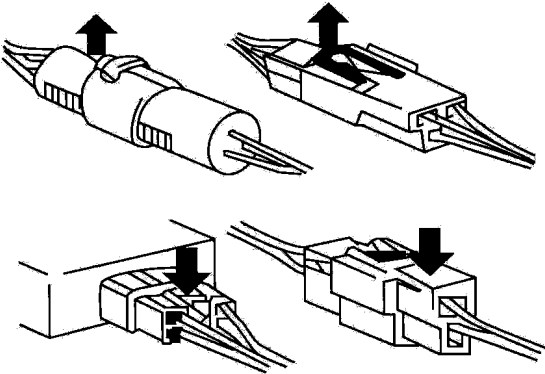


图 2—7 插接器的拆卸

注意在拆开插接器之前，要检查并弄清所要脱开的是哪种插接器，各种插接器的脱开方式如图 2—8 所示。

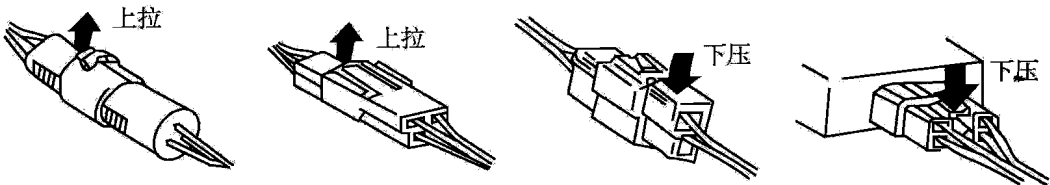


图 2—8 插接器的脱开方式

(三) 更换端子的步骤

在拆下带有端子锁片的插接器的端子之前，需制作如图 2—9 所示的专用工具并按以下步骤操作。

- (1) 拔下插接器。
- (2) 从插接器上脱开端子。

1) 使用专用工具，将锁片撬起到临时锁紧位置，如图 2—10 所示（工具尖端因连接器形状、端子数目而异）。

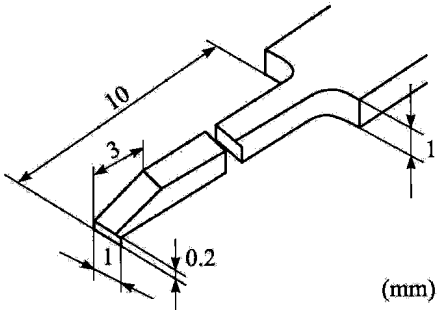


图 2—9 拆卸端子的专用工具

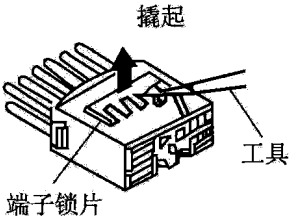


图 2—10 将锁片撬起到临时锁紧位置

- 2) 使用专用工具，松开锁紧凸耳，从后面将端子拉出，如图 2—11 所示。
- (3) 将端子装在插接器上。
 - 1) 插入端子，如图 2—12 所示。

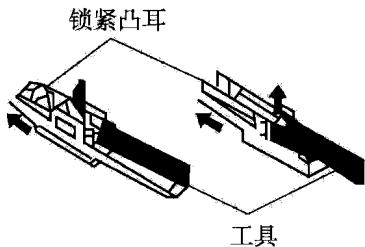


图 2—11 将端子拉出

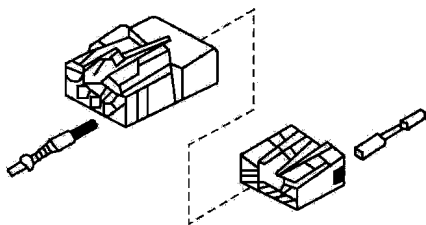


图 2—12 插入端子

插入端子时应注意：第一，务必使端子的位置正确；第二，将插接器插入，直到锁紧凸耳牢牢锁住；第三，将锁片在临时位置锁紧，将端子插入。

2) 将锁片尽可能推入，直到完全锁紧位置，如图 2—13 所示。

(4) 连接插接器。

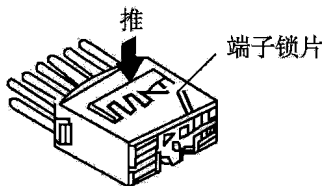


图 2—13 插入锁片

三、熔断器和易熔线

熔断器和易熔线在电路中起安全保护作用。当电路过载或短路时，由于电流过大串联在汽车电路中的熔断器或易熔线便会发热而熔断，切断被保护电路，以防止线路和用电设备被烧毁。

(一) 熔断器

熔断器的保护元件是熔丝，串联在需要保护的电路中。一般情况下，当通过熔断丝的电流达到额定电流的 1.35 倍时，熔丝会在 60s 内熔断；当通过电流达到额定电流的 1.5 倍时，20A 以下的熔丝会在 15s 内熔断，30A 的熔丝会在 30s 内熔断。熔断器的熔丝通常固定在可插式塑料片上或封装在玻璃管内。常见的熔断器类型如表 2—2 所示。

表 2—2 熔断器种类

种 类		额定电流 (A)
管式熔断器		2, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30
平板式熔断器		30, 40, 50, 60, 80, 110, 150, 175
金属丝熔断器		7.5, 10, 15, 20, 25
片式熔断器	C、D 和 F 型	1, 2, 3, 4, 5, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30
	E 型	20, 30, 40, 50, 60, 70, 80
插入式熔断器	6.3 (A ₁ 型)	20, 30, 40
	8.0 (A ₂ 型)	30, 40, 50, 60
	9.5 (A ₃ 型)	50, 60, 70, 80
旋紧式熔断器		50, 60, 70, 80, 100, 120