

国家示范性高职高专汽车类专业课改教材



汽车电气设备 原理与检修

主 编 王令忠 何高山



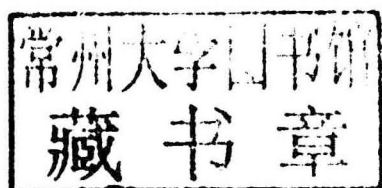
QICHE
DIANQISHEBEI
YUANLI
YU
JIANXIU



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

汽车电气设备原理与检修

主 编 王令忠 何高山
副主编 徐桂花 张云鹏 朱学维 田雪萍
主 审 韩 鹏



华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

全书共分9个模块:模块1介绍汽车电气电路基础,模块2介绍充电系统,模块3介绍启动系统,模块4介绍照明系统,模块5介绍信号系统,模块6介绍仪表系统,模块7介绍空调系统,模块8介绍汽车辅助电气设备,模块9介绍汽车电路分析。本书的拆装与检修内容都是以现在各类学校配备的大众、丰田车系设备为例进行讲解。

本书可作为高职高专院校汽车检测与维修、汽车电子及其相关专业的教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备原理与检修/王令忠,何高山 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.12
ISBN 978-7-5609-9595-3

I. ①汽… II. ①王… ②何… III. ①汽车-电气设备-理论-教材 ②汽车-电气设备-车辆修理-教材
IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 000346 号

汽车电气设备原理与检修

王令忠 何高山 主编

策划编辑:张毅

责任编辑:张毅

封面设计:范翠璇

责任校对:祝菲

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录排:武汉楚海文化传播有限公司

印刷:华中理工大学印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:16.75

字数:425千字

版次:2014年2月第1版第1次印刷

定价:35.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究



本书是根据教育部制定的《高职高专技能型人才培养方案》的要求,按照汽车电气设备构造与维修课程的教学基本要求和高等职业院校汽车维修系列课程改革的精神,结合国内高职院校课程的改革实践,联合多所院校编写而成的。

本书将传统的“汽车电气设备”、“汽车电器维修”、“汽车电器检测”等课程进行整合,突出专业知识的实用性、综合性、先进性。其基本理论以应用为目的,以“必需、够用”为度,以讲清概念、强化应用为重点,注重实践性、启发性和科学性,注重对学生操作能力、创业能力和创造能力的培养。

本书采用模块式编写模式,讲练结合,使理论与实践更有机地结合在一起,从而激发学生的学习兴趣,产生好的学习效果。同时,以常见车型为主,根据模块任务要求,讲解汽车电气设备的结构、拆装与维护、检测与调整、故障诊断与排除。本书对当前的汽车先进前沿技术也做了相应介绍和说明。

本书由王令忠、何高山担任主编并负责全书的统稿工作,由徐桂花、张云鹏、朱学维、田雪萍担任副主编,由韩鹏担任主审。王令忠编写模块1、模块2、模块9,何高山编写模块3、模块4,徐桂花编写模块5,张云鹏编写模块6,朱学维编写模块7,田雪萍编写模块8。

本书在编写过程中,参阅了部分其他专业书籍,在此向有关作者表示衷心感谢!由于编者水平有限,书中错误、疏漏之处在所难免,敬请使用本书的师生和广大读者批评指正。

编者联系方式 E-mail: pdb4302617@163.com。

编 者

2014 年元月

模块 1 汽车电气电路基础	1
项目一 汽车电气设备概述	2
项目二 汽车电路元件	6
项目三 数字式万用表	18
模块 2 充电系统	23
项目一 充电系统的结构与原理	24
任务一 蓄电池	24
任务二 发电机	29
项目二 充电系统的拆装与检测	44
任务一 蓄电池的拆装、检测与维护	44
任务二 发电机的拆装、检测与维护	50
项目三 充电系统新技术	61
任务一 蓄电池新技术	61
任务二 新型发电机	65
项目四 充电系统的故障诊断与排除	66
任务一 发电机常见故障诊断与排除	66
任务二 充电系统电路分析	67
任务三 充电系统常见故障诊断与排除	68
模块 3 启动系统	73
项目一 启动系统的结构与原理	74
任务一 启动机	74
任务二 减速启动机	81
项目二 启动机的拆装与检测	82
任务一 启动机的拆卸与装复	82
任务二 启动机的检测	86
项目三 启动系统的故障诊断与排除	92
任务一 启动系统电路分析	92
任务二 启动系统常见故障诊断与排除	94
模块 4 照明系统	97
项目一 照明系统的结构与原理	98
任务一 外部照明灯具与内部照明灯具	98
任务二 汽车前照灯的结构及其控制电路	100
任务三 汽车前照灯的检测与调整	107

项目二 照明系统的拆装	111
任务一 组合开关的拆装	111
任务二 前照灯灯泡的更换	116
项目三 照明系统的故障诊断与排除	117
任务一 照明系统电路分析	117
任务二 汽车前照灯常见故障诊断与排除	118
模块 5 信号系统	121
项目一 信号系统的结构与原理	122
任务一 信号灯具	122
任务二 转向及危险报警信号装置	125
任务三 倒车信号装置	127
任务四 电喇叭	128
项目二 信号系统的拆装	131
任务一 转向灯拆装	131
任务二 电喇叭的拆装	133
项目三 信号系统的故障诊断与排除	134
任务一 信号系统电路分析	134
任务二 信号系统常见故障诊断与排除	135
模块 6 仪表系统	139
项目一 仪表系统的结构与原理	140
任务一 汽车仪表	140
任务二 汽车报警灯	144
任务三 汽车电子显示装置	149
项目二 仪表总成的拆装	154
项目三 仪表系统的故障诊断与排除	156
模块 7 空调系统	159
项目一 空调系统的结构、原理与拆装	160
任务一 空调系统的结构与工作原理	160
任务二 压缩机以及其他元件的原理与拆装	163
任务三 空调系统的控制装置	170
项目二 空调系统的使用、维护及检修	174
任务一 空调系统的使用与维护	174
任务二 空调系统的检修	176
项目三 空调系统的故障诊断与排除	180
任务一 空调系统电路分析	180
任务二 空调系统常见故障诊断与排除	182
项目四 自动空调系统	185
任务一 自动空调系统的结构与原理	185
任务二 自动空调系统的使用与故障诊断	189
模块 8 汽车辅助电气设备	195
项目一 辅助电气设备的结构与原理	196

任务一 电动刮水器及清洗装置	196
任务二 电动车窗	204
任务三 电动座椅	208
任务四 中央门锁	211
任务五 防盗系统	216
任务六 电动后视镜	219
任务七 安全气囊系统	222
项目二 辅助电气设备的拆装	229
任务一 电动刮水器电动机的拆装	229
任务二 电动车窗升降器的拆装	231
任务三 安全气囊系统的拆装	234
项目三 安全气囊系统的使用与故障诊断	238
任务一 安全气囊系统的使用与检修	238
任务二 安全气囊系统的故障诊断	239
模块 9 汽车电路分析	243
项目一 汽车电路识图	244
项目二 大众轿车电路图的识图方法	247
项目三 汽车电气系统检修常识	255
参考文献	259

模块 1

汽车电气电路基础

1

知识目标

- (1) 了解汽车电路元件的作用及汽车电气系统的组成，掌握汽车电气系统的特点；
- (2) 熟知汽车电气系统检修常用方法和一般程序；
- (3) 了解常用检测仪器和设备的功能及适用范围。

能力目标

- (1) 在教师的指导下，能分析典型汽车电气线路组成及特点；
- (2) 能熟练使用常用汽车电器检测仪器及设备。

学习情境

案例描述：一辆装备 1.8 L、5 V、四缸发动机的帕萨特轿车，行车途中突然熄火，不能再启动。经过检查，是该车电气电路方面的原因，最后更换位于驾驶员侧仪表左下方 20 A 的 32 号保险丝后，可顺利地启动，故障解决。

理论知识准备：汽车电路的功用、组成、主要零部件。

实践能力准备：汽车电路的检查，电路元件的拆装。



项目一

汽车电气设备概述

自汽车问世 100 多年来,汽车的发展给整个世界和人类的生活带来了巨大的变化,汽车技术也取得了令人瞩目的进步。随着人们生活水平的提高,汽车不再仅限于作为一种代步工具,人们越来越注重汽车的安全性、舒适性和智能化。因此,汽车电气设备在汽车的组成部分中越来越重要。近年来,随着汽车技术的进步,汽车电气设备的结构与性能也在不断进步,特别是电子技术、计算机技术和网络技术在汽车上的广泛应用,在解决汽车节能降耗、行车安全、减少排放污染等方面起着越来越重要的作用。

一、汽车电气设备的发展

汽车自问世以来,在很长一段时间内其技术发展主要表现在机械方面。随着电子技术的发展,电子技术在汽车上的应用和发展代表了汽车技术发展的主流和趋势。

20 世纪 50 年代以前,限于电子技术的水平,汽车的发展以机械设备为主,电气设备在汽车上的应用较少,只是一些必备的电源和用电设备。

20 世纪 60 年代,随着电子技术的发展,汽车上开始采用电气设备,主要标志是交流发电机。交流发电机采用二极管整流技术,将交流电变为直流电,减小了发电机的重量和体积,提高了发电机的可靠性。之后,又用电子电压调节器替代了传统的触点式电压调节器,使发电机输出的电压更加稳定,并大大减少了维护工作量。

20 世纪 70 年代,电子技术应用在汽车点火系统中,出现了电子控制高能点火系统。点火提前的电子控制系统,使点火能量大大提高,使点火提前的控制更加精确,提高了汽车的动力性,降低了汽车的排放污染。为进一步降低汽车的排放污染和提高汽车的整体性能,随之又出现了电子控制燃油喷射系统(EFI)、电子控制自动变速器(ECT)、防抱死制动系统(ABS)等。

20 世纪 80 年代,汽车上用的电子装置越来越多,诸如驾驶辅助装置,安全警报装置,通信、娱乐装置等。特别是计算机技术的发展,给汽车电子控制技术带来了一场技术革命,电子控制技术深入到汽车的各个部分,使汽车的整体性能得到了大幅度提高。

进入 21 世纪后,随着电子技术、计算机技术和网络技术的发展,人们对汽车的要求越来越高,汽车电子控制发展到了一个新阶段,电子技术在解决汽车能源、安全、污染等问题方面,起着越来越重要的作用。电子控制系统已在汽车上得到普遍应用,并且向网络化、智能化的方向快速发展,使得汽车的性能得到了大幅度提高。图 1-1 所示为现代汽车电子系统的应用。

二、汽车电气设备的组成

现代汽车电气设备的数量很多,按其功能可分为以下几个系统。

1. 充电系统

充电系统又称充电系或电源系,主要由蓄电池、发电机、调节器及充电指示装置组成。其中发电机是主要电源,蓄电池是辅助电源。充电系统的作用是向全车用电设备提供低压直流电能。

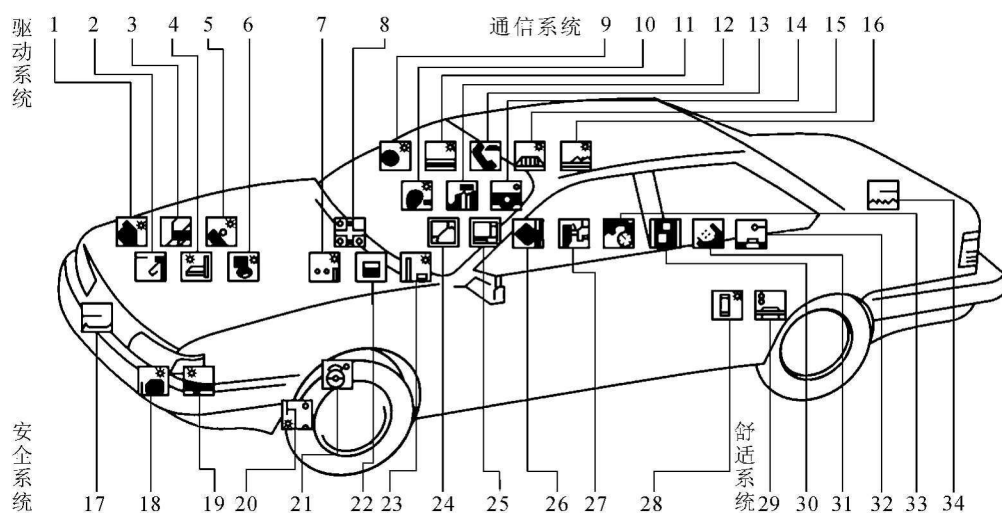


图 1-1 现代汽车电子系统的应用

- 1—电子燃油控制;2—怠速控制;3— λ 值控制;4—集成诊断;5—电子变速箱控制;
 6—数字式发动机管理;7—发动机功率控制电子油门;8—控制器局域网(电控单元连接);
 9—电子声音复制;10—声控操作;11—音响;12—车内计算机;13—车载电话;
 14—交通控制和信息;15—新式显示技术;16—线束复用;17—雷达报警与控制;
 18—大灯调节和清洗;19—气体放电车灯;20—轮胎气压控制;21—防抱死制动系统和牵引力控制;
 22—系统诊断;23—雨刷/清洗器控制;24—显示维修周期;25—液面和磨损监控;
 26—安全气囊/安全带张紧;27—车辆保安;28—前轮/后轮转向;29—电子控制悬挂;
 30—取暖和空调;31—座椅调节和座位记忆;32—中央门锁;33—自动驾驶;34—车距报警

2. 启动系统

启动系统又称启动系,现在普遍采用电磁控制式启动系统。启动系统主要由启动机、启动控制装置等组成,其作用是用于启动发动机。

3. 点火系统

点火系统又称点火系,它仅用于汽油发动机上,主要由点火线圈、火花塞等组成。其作用是在气缸中适时可靠地产生电火花,以便点燃气缸中的可燃混合气。

4. 照明系统

照明系统包括车内外各种照明灯及其控制装置,以便夜间行车,其中前照灯是最重要的照明装置。

5. 信号系统

信号系统包括声音信号和灯光信号两类。其作用是告示行人、车辆,引起注意,指示行驶趋向,指示操纵件状态,运行性机械故障报警,以提高行驶和停车的安全性、可靠性。

6. 仪表系统

仪表系统中常见的仪表有机油压力表、水温表、燃油表、气压表、车速里程表、发动机转速表和各种报警装置等。其作用是监测发动机工况,显示汽车运行参数及有关信息。

7. 辅助电气设备

辅助电气设备是为驾驶员和乘客提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境而设置的,随着汽车电子技术的发展,辅助电气设备日益增多。常见的有空调器、音像设备、风窗刮水清洁设备、

电动车窗、电动座椅等。

8. 其他电子控制系统

为了提高汽车的动力性、经济性,改善安全性,减少排放污染,现代汽车大量采用了计算机控制系统,又称电子控制系统。汽车电子控制系统主要指利用计算机控制的各个系统,包括电控燃油喷射系统、电控点火系统、电控自动变速系统、防抱死制动系统、电控悬架系统、自动空调系统等。电子控制系统可以使汽车上的各个系统均处于最佳工作状态,达到提高汽车动力性、经济性、安全性、舒适性,降低汽车排放污染等目的。

现代汽车所采用的电子控制系统越来越多,所占的比例越来越大。汽车电子控制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,这也代表了汽车今后的发展方向。

汽车电子控制系统中电源与用电电气设备之间的关系如图 1-2 所示。

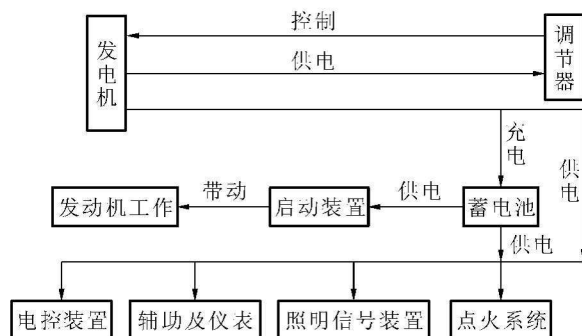


图 1-2 汽车电气系统组成示意图

三、汽车电气设备的特点

与普通的电气设备相比,汽车电气设备有以下的特点。

1. 两个电源

所谓两个电源,就是指蓄电池和发电机两个电源,发电机是汽车的主要电源,蓄电池作为辅助电源,如图 1-3 所示。在汽车未运转时,由蓄电池向有关的电气设备供电;在发动机正常工作后,发电机开始发电,除了将电能供给电气设备外,还将其中的一部分电能输送给蓄电池存储起来。



图 1-3 蓄电池和发电机

2. 低压直流

由于汽车上的电源之一是蓄电池,蓄电池为直流电源,且蓄电池放电后必须用直流电源对其充电,因此汽车上的发电机也必须输出直流电。由于上述原因,汽车上采用直流电。

根据国家汽车行业标准《汽车电气设备基本技术条件》(QC/T 413—2002)规定,汽车电气设备标称电压规定为 6 V、12 V、24 V(指用电器分别能在 5.5~7.5 V、11~15 V、22~30 V 范围内正常工作,与之相配套的发电机调节器额定电压为 7 V、14 V、28 V)三种。目前,汽油车普遍采用 12 V 的充电系统,重型柴油发动机车多采用 24 V 的充电系统。随着汽车电气设备电子化程度的提高和设备的增多,汽车电源电压有提高的趋势,以满足不断增加的用电需求。目前,汽车 42 V 的充电系统正处于开发之中。

3. 并联单线

汽车电气设备较多,采用并联电路能确保各支路的电气设备相互独立控制,布线清晰、安装方便。单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接,而汽车底盘、发动机等作为另一条公共导线,即把车身、发动机等金属机体连通,并作为电气设备公共连接端(常称“搭铁端”)使用,从而达到节约导线、使电器线路简单、安装维修方便的目的。单线制接线方式中,对于安装在钣金件上、挂车上或非金属零件上的电气设备则一般采用双线制,以保证可靠搭铁,如图 1-4 所示。

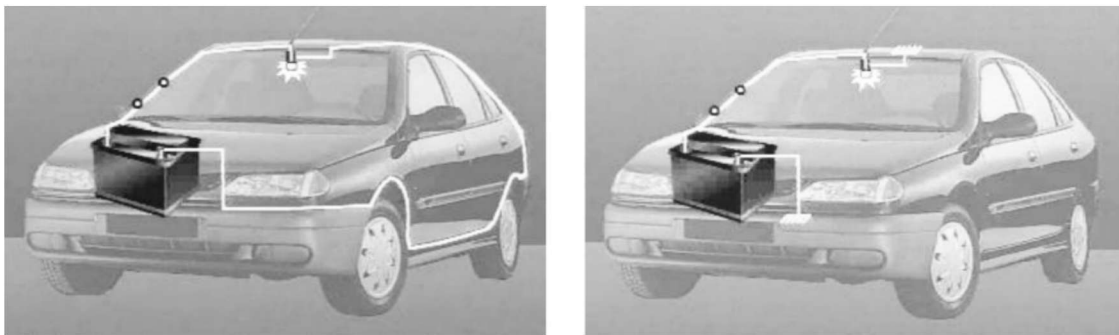


图 1-4 汽车双线制和单线制

4. 负极搭铁

若蓄电池的负极连接到金属机体上,则称为负极搭铁,如图 1-5 所示;反之,若蓄电池的正极连接到金属机体上,则称为正极搭铁。由于汽车采用单线制,所以电气系统的两条线路当中的一条必须用汽车的金属机体来代替,在接线时,为减少蓄电池电缆铜端子在车架车身连接处的化学腐蚀,提高搭铁可靠性,统一标准,便于汽车电气设备的生产、使用和维修,《汽车电气设备基本技术条件》(QC/T 413—2002)规定:汽车电气系统采用单线制时,汽车电气系统统一为电源负极搭铁。



图 1-5 负极搭铁

项目二

汽车电路元件

汽车电路一般由电源、电路保险装置、控制装置(开关或继电器)、用电设备和连接导线等组成。现代汽车电气设备繁多,电路密集。这些电路元件的选用和装配直接影响到用电设备的性能,掌握电路元件的知识不仅能够帮助汽车维修人员进行正确的故障诊断,而且还有助于在使用中进行有效的维护保养。

一、导线

汽车上所用连接导线,按承受电压高低分为低压导线和高压导线两种类型,其中低压导线按用途又可分为普通低压导线和低压电缆线两种,除启动机与蓄电池的连接线、蓄电池搭铁线采用低压电缆线之外,其他均采用普通低压导线,如图 1-6 所示为电瓶线。高压导线是一种用于汽油发动机点火系统线路的电缆线。

1. 低压导线

低压导线为铜质多芯软线,包括导线与绝缘层,如图 1-7 所示。低压导线主要根据用电设备的工作电流来选择,一般原则为:对于长时间工作的用电设备,可选用实际载流量 60% 的导线,对于短时间工作的用电设备,可选用实际载流量 60%~100% 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。为保证导线有足够的力学强度,规定其标称截面积不能小于 0.5 mm^2 。

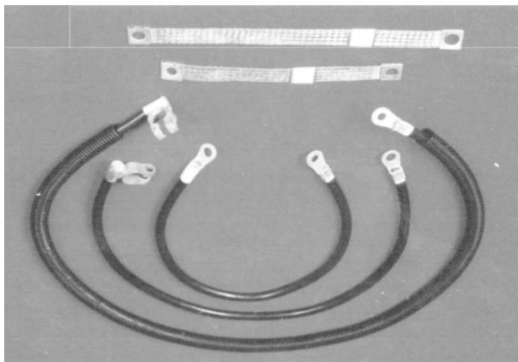


图 1-6 电瓶线

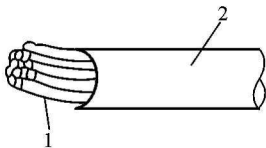


图 1-7 低压导线

1—导线;2—绝缘层

为了便于识别和检修汽车电气设备,通常将线路中的低压线采用不同的颜色进行标识,如图 1-8 所示。在标有双色标的导线上,第一组字母指的是绝缘材料的基本色(主色),第二组字母指的是彩色标号线的颜色(辅助色)。例如,1.5BR/Y 的导线,表示导线的截面积为 1.5 mm^2 ,基本色为棕色并带有黄色的彩色标号线。

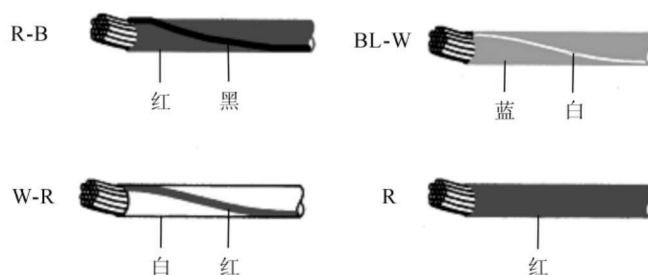


图 1-8 双色标导线

2. 屏蔽线

如图 1-9 所示,屏蔽线也称为同轴射频电缆,它可将导线与外界的磁场隔离,避免导线受外界磁场影响而产生干扰,主要用于点火信号线、无线电天线连接线、氧传感器信号线等。

3. 高压导线

如图 1-10 所示,高压导线是一种用于汽油发动机点火系统线路的电缆线,其表面有一厚层橡胶绝缘层,耐压性能好,但线芯截面积很小。国产汽车用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,目前已广泛使用高压阻尼线。高压阻尼线的制造方法和结构有多种,常用的有金属阻丝式和塑料芯导线式。

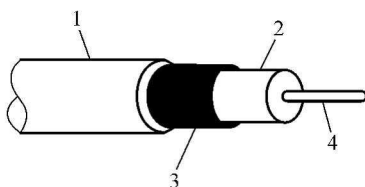


图 1-9 屏蔽线

1—护套;2—绝缘材料;3—外导体;4—内导体

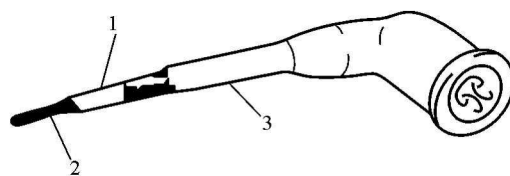


图 1-10 高压导线

1—橡胶绝缘层;2—导体;3—护套

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导线、蓄电池电缆和启动机电缆外,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。在线束布线过程中不能拉得太紧,线束穿过洞口或锐角处都应有保护件保护。线束保护件用来覆盖或绑扎线缆,或者将它们固定在其他零件上,使线束免受损坏。一辆汽车可以有多个线束,线束生产线和生产线束用设备分别如图 1-11 和图 1-12 所示。



图 1-11 线束生产线



图 1-12 生产线束用设备

二、连接器

连接器是汽车电路中结构简单但不可缺少的元件,如图 1-13 所示。根据连接件不同,连接器大致可以分为四类:第一类用于线束和电器元件的连接,如图 1-14 所示;第二类用于线束与线束的连接,如图 1-15 所示;第三类用于线束与车身的连接,如图 1-16 所示;还有一类称为过渡连接器,它将连接器中需要连接的导线用短接端子连接起来,如图 1-17 所示。

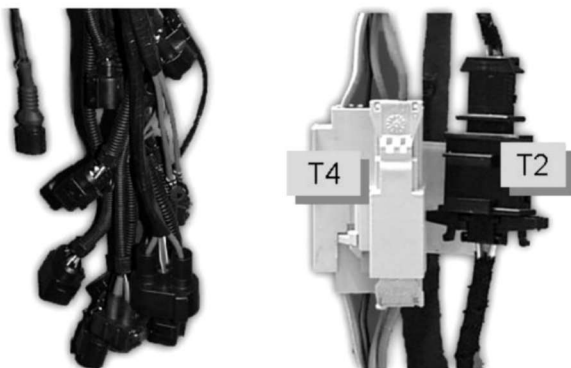


图 1-13 连接器

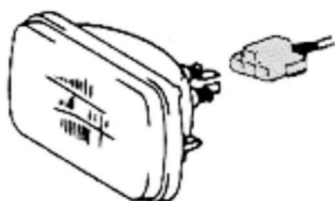


图 1-14 线束与电器元件的连接

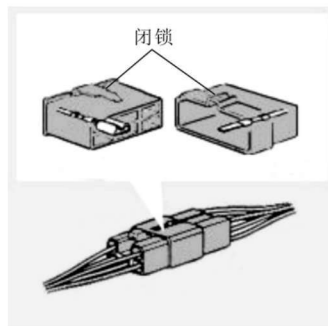


图 1-15 线束与线束的连接

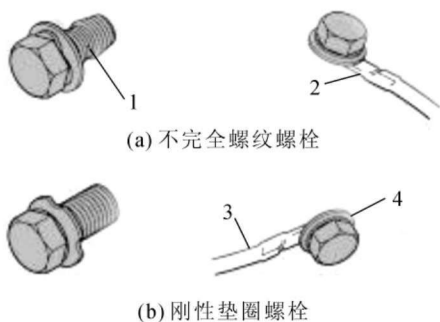


图 1-16 线束与车身的连接
1—压碎口;2、3—线束;4—爪具

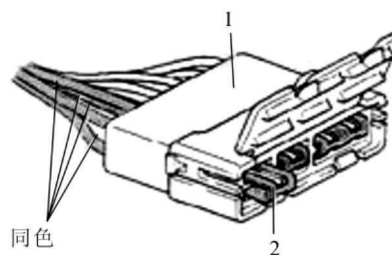


图 1-17 过渡连接器
1—接线连接器;2—短端子

连接器的表示方法如表 1-1 所示。

表 1-1 连接器的表示方法

在电路图中的符号	连接类型	在电路图中的表示方法(示例)	连接器符号(示例)
①, ②, ③	直接与零件连接		
1A, 1B	与 1 号接线盒连接		
2A, 2B	与 2 号接线盒连接		
3A, 3B	与 3 号接线盒连接		
A1, B1	连接配线		

目前大量使用的是插接式连接器(又称为插接器),插接器的种类很多,可供几条到数十条导线使用。插接器的符号和实物如图 1-18 所示。

插接器接合时,应将插接器的导向槽重叠在一起,使插头与插孔对准且稍用力插入,这样可以使器件十分牢固地连接在一起。为了防止汽车行驶过程中插接器脱开,所有的插接器均在结构上设计有闭锁装置。插接器的闭锁装置及拆卸方法如图 1-19 所示。

为清楚地表示连接器中各导线的情况,通常连接器内的导线插脚都进行了编号,以便在进行电路的检查时,尽快找到连接器中的各条导线。插座与插头的编号方法不同:插座的编号顺序为从左上至右下;插头的编号顺序为从右上至左下,如图 1-20 所示。

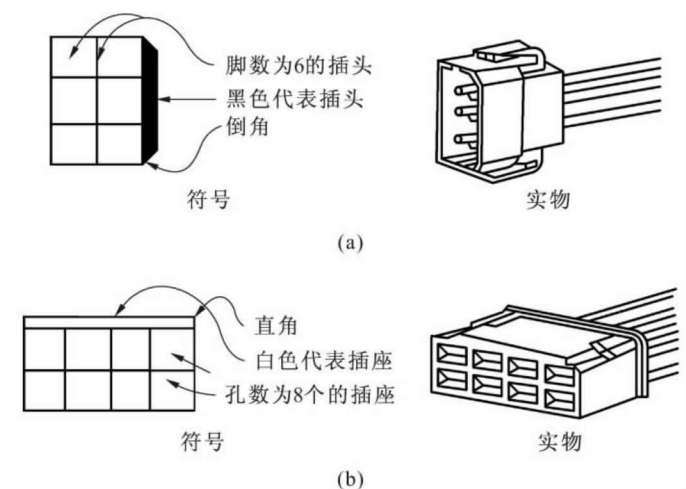


图 1-18 插接器的符号和实物

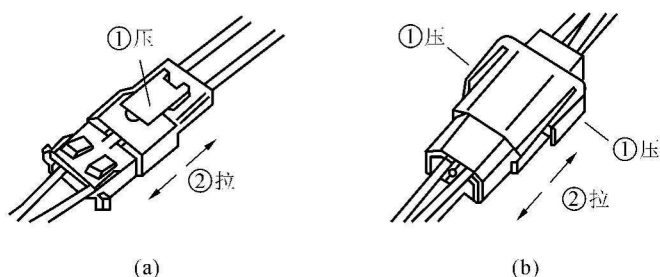


图 1-19 插接器的闭锁装置及拆卸方法



图 1-20 插接器插脚编号

三、电路保护装置

汽车电路的电源与用电设备之间均配备有一个或多个电路保护装置,以防止过载或短路时损坏导线和用电设备。这些装置可能是熔断器、易熔线或电路断路器,或是上述装置的综合应用。

1. 熔断器

熔断器的材料是铅锡合金,一般装在玻璃管中或直接装在熔断器盒内。当超过规定值的电流流过单个电器的电路时,熔断器就会熔断,从而自动切断电路。熔断器按结构形式不同,可分为管式、片式等多种形式,其中片式熔断器应用最为广泛,如图 1-21 所示。

通常将熔断器集中安装在一个盒中,并称为熔断器盒,如图 1-22 所示。各熔断器按编号排列,便于检修时识别。

2. 易熔线

易熔线是截面大小一定,可长时间通过额定电流的一种铜芯或合金导线,其结构如图 1-23