



高等教育立体化精品教材

汽车网络与电路分析

主 编 冷水红 王 正
副主编 张增强 江 敏

西北工业大学出版社

西 安

【内容简介】 本书针对不同国家电气标准不同、电路符号和标注方法不同的现状,引用了欧美、日本、国内一些汽车品牌的电路图进行讲解分析,详细介绍了不同品牌对汽车电路的表达方式和电路特点。本书共分为6个项目,分别为初识汽车电路、识读汽车电路图、识读汽车主要系统电路图、识读典型车系汽车电路、汽车车载网络基础和汽车总线电路故障诊断与检测。

本书可作为普通高等院校汽车类相关专业的教材,也可以作为汽车技术培训等相关课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车网络与电路分析/冷水红,王正主编. —西安:
西北工业大学出版社,2021.8
ISBN 978-7-5612-7896-3

I. ①汽… II. ①冷… ②王… III. ①汽车—电路分
析—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 168072 号

QICHE WANGLUO YU DIANLU FENXI

汽车网络与电路分析

责任编辑:李阿盟 王 尧

装帧设计:易 帅

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号

邮编:710072

电 话:(029)88491757, 88493844

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:河北钰柠印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm

1/16

印 张:16

字 数:340 千字

版 次:2021 年 8 月第 1 版

2021 年 8 月第 1 次印刷

定 价:45.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换

前言

PREFACE



汽车自 19 世纪 80 年代以来,经历了多次技术变革,一步步发展成为电控化、智能化的汽车。大量电控系统的使用,使汽车的结构和功能越来越复杂多样,很好地满足了用户对汽车动力性、经济性、舒适性和安全性的需求,但也对汽车电路的设计和维修及汽车电控系统的可靠性带来了较大的挑战。汽车车载网络系统的使用使汽车电路得以简化,但对维修人员的要求大大提高。简单的汽车电路理论和电工电子知识已经无法满足对现代汽车电路分析的要求。另外,虽然汽车的发展越来越全球化,但技术壁垒依然存在,不同国家及不同汽车品牌的设计标准和制图风格不同,使其汽车电路图纸相差很大,加上电路本身具有复杂和抽象的特征,使得汽车电路识图和分析变得比较困难。为了使学生更好地理解汽车电气系统的专业知识,为其今后从事汽车电气维修、设计及装配等工作打好基础,特编写了本书。

为了满足社会对汽车类技能人才的需求,本书以“实用、够用”为准则,全面落实“以就业为导向、以素质为基础、以能力为本位”的教育指导思想,开发设计了理实一体化的课程教学项目,引导学生在完成任务的同时培养相应的职业能力。

本书贯彻教学改革的精神,严格落实新教学标准的要求,在内容的编排上,先学习标准规范和方法,再由浅入深、化繁为简,对汽车电路图进行分割,分别进行识图学习,帮助学生在识读复杂的汽车电路图纸时找到头绪。本书针对不同国家电气标准不同、电路符号和标注方法不同的现状,引用了欧美、日本、国内一些汽车品牌的电路图进行讲解分析,详细介绍了不同品牌对汽车电路的表达方式和电路特点。本书共分为 6 个项目,分别为初识汽车电路、识读汽车电路图、识读汽车主要系统电路图、识读典型车系汽车电路、汽车车载网络基础和汽车总线电路故障诊断与检测。



本书由高级工程师冷水红、王正担任主编,张增强、江敏担任副主编。具体编写分工如下:项目一、项目二、项目三由冷水红编写,项目四由王正编写,项目五由张增强编写,项目六由江敏编写。冷水红负责全书写作大纲的拟订和编写的组织工作,并对全书进行了统稿。

本书在编写过程中参阅了大量的文献资料,并得到了很多汽车维修同行,特别是一些知名专家的大力支持和帮助,在此特向他们表示诚挚的谢意!

由于水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编者
2021年4月

目录

CONTENTS



项目一 初识汽车电路	1
任务一 认识汽车电路的组成和特点	1
任务二 认识汽车电路基础元件	10
项目二 识读汽车电路图	35
任务一 认识汽车电路常用图形及文字符号	35
任务二 汽车电路图中的接线端子分析	49
任务三 汽车电路图的分类与识读	63
项目三 识读汽车主要系统电路图	77
任务一 识读电源系统电路图	78
任务二 识读启动系统电路图	81
任务三 识读汽油机电控系统电路图	85
任务四 识读柴油机电控系统电路图	96
任务五 识读自动变速器电路图	113
任务六 识读防抱死制动系统电路图	121
任务七 识读照明与信号系统电路图	129
任务八 识读仪表报警系统电路图	140
任务九 识读空调系统电路图	146
任务十 识读安全气囊电路图	154



项目四 识读典型车系汽车电路	161
任务一 识读大众系列汽车电路图	161
任务二 识读通用系列汽车电路图	177
任务三 识读丰田系列汽车电路图	188
项目五 汽车车载网络基础	207
任务一 车载网络技术概述	207
任务二 CAN 总线数据传输技术	216
任务三 LIN 总线系统	220
项目六 汽车总线电路故障诊断与检测	225
任务一 高速 CAN 总线检修	225
任务二 低速 CAN-BUS 检修	239
任务三 LIN-BUS 数据总线自诊断	243
参考文献	248

项目一

初识汽车电路



项目导入

汽车电路是汽车的四大组成部分之一,也是汽车的“脉络”“血管”“神经”系统,在汽车的疑难故障中,大多数是汽车电路故障,读懂汽车电路也是排除汽车电气故障的基础。读懂汽车电路图,能够分析电路中的线路流通回路,判断短路发生的节点和原因,识别电路元件的功能,判断其性能好坏,是分析和排除汽车电路常见故障的基本方法和基本思路。

项目目标

- (1) 会叙述汽车电路的组成和特点。
- (2) 能够讲述汽车电路的类型。
- (3) 熟悉汽车电路基础元件及其表示方法。

任务一 认识汽车电路的组成和特点

任务描述

汽车的种类很多,随着汽车的电子控制装置增多,汽车电路日趋复杂。各种汽车电子电气设备的数量不等,但是,任何复杂的汽车电路,其原理基本相同,都由两个电源和用电设备组成。各种车型电路的主要不同点就在于,它们的熔断丝形式和安装位置、灯光信号电路和辅助电气设备的数量及连接方法的不同。

相关知识

一、汽车电路的概念

电路就是电气装置或设备根据其工作特性、相互关系,使用导线按一定方式连接,实现一定功能的电流通路。电气中的装置及器件称为电气元件。

汽车电路是为了使汽车的电气设备能正常工作,按照它们各自的工作特性及相互间的内在联系,用导线和车体把电源、电路保护装置、控制装置及用电设备等连接起来,构成能使电流流通的路径。

二、汽车电路的组成

汽车电路主要由电源、电路保护装置、控制装置、用电设备及导线等组成。

1. 电源

汽车上装有两个电源,即蓄电池和发电机,它们采用并联的方式连接。蓄电池主要在汽车启动或用电负荷较大时供电。发电机是主要电源,在汽车正常运行时向用电设备供电,同时还能给蓄电池充电。电源系统的功能是保证汽车各用电设备在不同情况下都能投入正常工作,如图 1-1 所示为电源系统电路图。

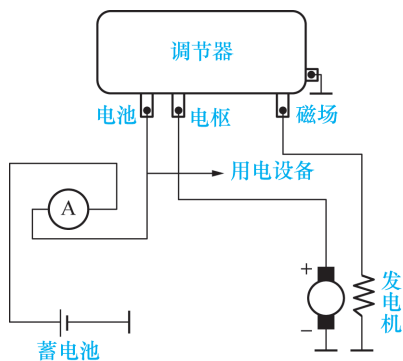


图 1-1 电源系统电路图

2. 电路保护装置

电路保护装置主要有熔丝(俗称“保险丝”)、电路断路器及易熔线等,串联在各用电设备的电路中,起保护作用。当用电设备发生过载、短路和搭铁时,电路中的电流会超过规定的电流值,此时电路保护装置便会切断电路,防止烧坏电路连接导线和用电设备,并把故障控制在最小范围内。

3. 控制装置

除了传统的各种手动开关、压力开关、温控开关外,现代汽车还大量使用电子控制装置,包括简单的电子模块(如电子式电压调节器)和微电脑形式的电子控制单元(如发动机电控



单元、自动变速器电控单元等)。电子控制装置和传统开关在电路上的主要区别:电子控制装置需要单独的工作电源,并需要配用各种形式的传感器。

4. 用电设备

用电设备是指将电能转化为其他形式能量(如发光、发声和发热等)的装置,不同的用电设备可以实现不同的功能。汽车常见的用电设备有电动机、灯泡、电磁阀、仪表、电子控制单元、部分传感器和辅助装置等。

5. 导线

导线的作用是将电路中各种装置连接起来从而形成电路,它是由电阻率很小的金属材料(一般是铜)制成的。大多数导线都用绝缘材料作为外包装,按横截面面积不同分为多种规格。导线的绝缘层具有多种不同颜色,方便在接线时进行识别。此外,汽车上通常用车体来代替部分由用电器返回电源的导线。

③ 三、汽车电路的特点

1. 两个电源

汽车的两个电源分别是蓄电池和发电机。

2. 低压

目前,汽车电源电压有 12V 和 24V 两种。轿车普遍采用 12V,而重型柴油车多采用 24V。对标称为 12V 的发电机来说,其系统的额定电压为 14V;对标称为 24V 的发电机来说,其系统的额定电压为 28V。低压系统的优点:安全,电源的质量和尺寸小,能适应汽车电气设备对电源电压的要求。

3. 直流

汽车发动机要靠启动机启动,启动机由蓄电池供电,而蓄电池的电能消耗后又必须用直流电来充电,因此,各用电设备都是由蓄电池和发电机提供的直流电。

4. 单线制

单线制是指汽车电路从电源到用电设备只需要一根导线连接,而将发动机、底盘等金属机体作为用电设备的另一共用导线。这种线路简单清晰,安装和检修也方便,且电气部件不需与车体绝缘。因此,现代汽车多采用单线制,但在特殊情况下,有时也需要采用双线制。

5. 并联

为了让汽车上的各种电气设备能独立工作,互不影响,汽车上所有的用电设备均采用并联连接,且每条电路均有各自的控制装置及保护装置。控制装置可以保证每条电路独立工作,保护装置则用来防止因电路短路或超载而引起的导线及用电器损坏。

6. 负极搭铁

蓄电池的负极和负载负极接到汽车金属机体上,称为负极搭铁,也称为搭铁。现代汽车

都采用共搭铁网络线束来保证搭铁的可靠性,即把负载的负极接到搭铁网络线束上,搭铁网络线束与蓄电池负极相连。

7. 由单元电路组成

汽车电路看似复杂,其实是由各相对独立的分系统电路组成的,又称为一个个单元电路。全车电路一般由电源系统、启动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表报警系统、电子控制系统及辅助装置等组成。

最基本的汽车电气电子电路方框图如图 1-2 所示。

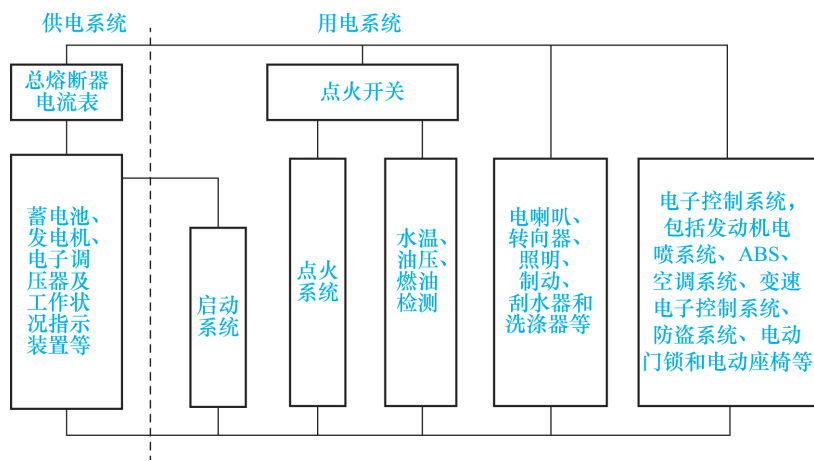


图 1-2 最基本的汽车电气电子电路方框图

(1) 电源系统:主要由蓄电池、发电机、调节器及工作状态指示装置(如电流表、充电指示灯)等组成。其功能是向用电设备供电。

(2) 启动系统:主要由启动机、启动继电器和启动开关及启动保护装置组成。其功能是将蓄电池的电能转变成启动机的机械能,带动发动机曲轴旋转,使发动机运转。

(3) 点火系统:主要由分电器、点火线圈、电子点火器、火花塞和点火开关组成。当用发动机电子控制单元进行点火控制时,可不使用分电器。其功能是将电源供给的低压电转变为 $10\sim 20\text{kV}$ 的高压电,并保证适时、准确、可靠地点燃发动机各气缸的可燃混合气,使发动机得以正常运转。

(4) 照明与信号系统:主要由前照灯、雾灯、示宽灯、转向灯、制动灯、倒车灯和电喇叭等及控制继电器和开关组成。其功能是保证车辆在夜间或能见度较低的阴雨、重雾天气行车时安全。信号系统由音响信号、灯光信号和报警灯组成。其功能是发出示警信号,保证行车安全。

(5) 仪表报警系统:仪表报警系统一般由电流表、水温表、燃油表、转速表、车速里程表、报警灯及相应传感器组成。其功能是监测发动机工作状态或车辆运行状况,保证正常行车及行车安全。



(6) 电子控制系统:主要由电控燃油喷射系统、自动变速器、防抱死制动系统、恒速控制系统及悬架平衡控制系统等组成。其功能是提高车辆的经济性和安全性。

(7) 辅助装置:由提高车辆安全性、舒适性、经济性等各种功能的电气装置等组成,因车型不同而有所差异。一般有风窗玻璃刮水器、风窗玻璃洗涤器、电动玻璃升降装置、电动座椅调节装置、空调电控系统、音响系统、电动天窗系统和中央电控门锁等。

④ 四、汽车电路的类型

(一) 电源电路、搭铁电路及控制电路(或信号电路)

汽车电路根据各自的功能不同,一般可分为电源电路、搭铁电路及控制电路。

电源电路主要为电气部件提供电源,传统上又称为电气部件的“火”线。如图 1-3 所示的汽车电路结构,用电设备为电动机,电源为蓄电池,从蓄电池正极到电动机之间的线路 AB 段为电气部件(电动机)的电源电路。

搭铁电路主要为电气部件提供电源回路。如图 1-3 所示,从电动机到蓄电池负极之间的线路 CE 段为电气部件(电动机)的搭铁电路。

控制电路主要控制电气部件是否工作。如图 1-3 所示,控制器件为开关和继电器,电气部件(电动机)的控制电路为经过控制开关和继电器的电磁线圈线路 AD 段。

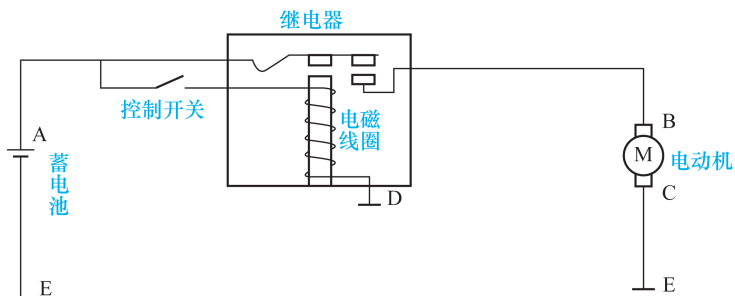


图 1-3 汽车电路结构

(二) 直接控制电路和间接控制电路

根据控制器件与用电器之间是否使用继电器,汽车电路可分为直接控制电路和间接控制电路。

1. 直接控制电路

直接控制电路是最基本、最简单的电路。这种控制电路不使用继电器,控制器件(如点火开关、灯光开关等)与用电器串联,直接控制用电器。如图 1-4 所示的直接控制电路为:蓄电池正极→电路保护装置→控制器件→用电器(灯泡)→搭铁→蓄电池负极。

2. 间接控制电路

在控制器件与用电器之间使用继电器或电子控制器的电路,称为间接控制电路。

控制器件和继电器的电磁线圈所处的电路称为控制电路。用电器和继电器内的触点所

处的电路称为主电路。

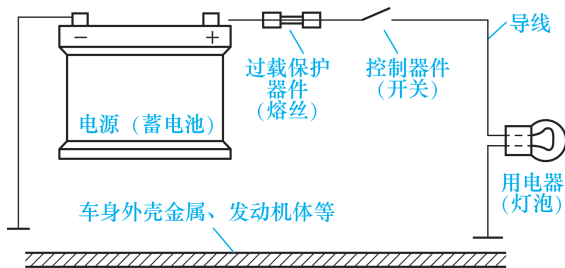


图 1-4 直接控制电路

继电器或电子控制器对受其控制的用电器来讲是控制器件，但继电器和晶体管同时又受到各种开关和电控单元等控制器件的控制，从这个意义上讲，它们又是控制电路中的用电器，因此继电器或电子控制器具有双重性。如图 1-5 所示为继电器结构。

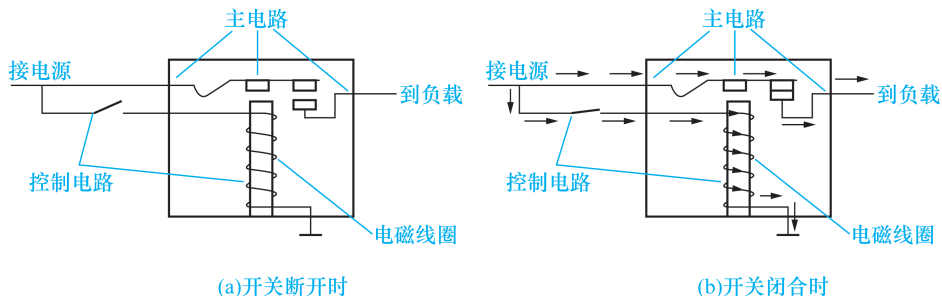


图 1-5 继电器结构

(三) 非电子控制电路与电子控制电路

1. 非电子控制电路

非电子控制电路是指由手动开关、压力开关、温控开关及滑线变阻器等传统控制器件对用电器进行控制的电路。

汽车上的手动开关主要是点火开关、照明灯开关、信号灯开关及各控制面板与驾驶座附近的按键式、拨杆式开关及组合式开关等。

2. 电子控制电路

目前，电子控制取代其他控制模式成为现代汽车控制的主要方式，如发动机的机械控制燃油喷射被电控燃油喷射所取代，自动变速器及防抱死刹车系统(ABS)由液压控制转变为电子控制等。电子控制电路是指在原有的控制电路上增加了信号输入元件和电子控制器件，由电子控制器件对用电器进行自动控制的一种电路。此时，用电器一般被称为执行器。

在汽车电子控制系统中，电子控制单元(Electronic Control Unit, ECU, 简称电控单元)是核心，它通过接收传感器和控制开关输入的各种信号，根据其内部预先存储的数据和编制的程序，经数学计算和逻辑判断，直接或间接控制各执行器的工作。



汽车电子控制系统的电路一般可以分为电控单元电源电路、信号输入电路及执行器工作电路。

(1) 电控单元的电源电路。电源向电控单元供电的电路称为电控单元的电源电路, 一般分为两大类: 永久电源电路和主电源电路。永久电源电路是指与电源正极直接相连的电路, 其作用是在任何时候都给电控单元供电, 以使电控单元保存数据信息。主电源电路是指在点火开关或其他开关的控制下直接或间接向电控单元供电的电路, 它提供电控单元正常工作所需要的电能。如图 1-6 所示为丰田汽车电控单元的电源电路。

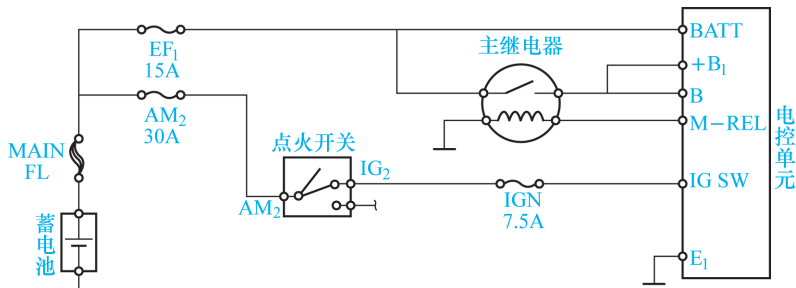


图 1-6 丰田汽车电控单元的电源电路

电控单元通过与车体连接从而与电源的负极形成回路, 电控单元与车体之间连接的电路称为电控单元的搭铁电路。为保证电控单元可靠搭铁, 电控单元与车体之间往往有多条搭铁线。

(2) 信号输入电路。信号输入电路有传感器电路、开关信号电路、与其他电控单元的连接电路三种形式。

1) 传感器电路。传感器在电路图中不绘制其具体结构, 只绘制其符号或用文字标注。有的车型将热敏电阻、可变电阻等类型的传感器在电路图中用符号或字母较具体地表达, 而在实践中一般只需要了解其接线端子的代码等有关线路连接的内容。传感器电路可分为有源传感器电路和无源传感器电路。

a. 有源传感器电路。大多数传感器需要由电控单元提供基准电压(一般为 5V)作为其电源才能正常工作, 这类传感器称为有源传感器。如图 1-7 所示, 有源传感器的连接线一般分为电源线、信号线和搭铁线。其中电源线、信号线一般与电控单元连接, 而搭铁线可经电控单元搭铁, 也可直接搭铁。

b. 无源传感器电路。有些传感器的工作不需要提供电源, 当外界条件变化时, 它会产生电动势向电控单元发出电信号, 这类传感器称为无源传感器。如图 1-8 所示, 无源传感器因其信号微弱, 为防止电磁干扰引起信号失真, 信号线需要采用屏蔽线。

2) 开关信号电路。电控系统中有多种开关, 如点火开关、空调开关、制动开关、自动变速器挡位开关等, 这些开关向电控单元提供导通和断开两种电信号。常见的开关电路有电压输入型和搭铁型两种。

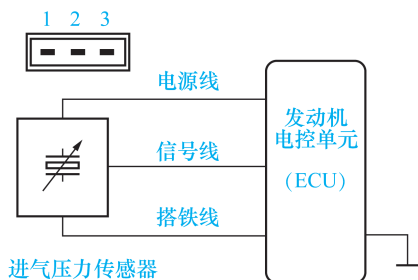


图 1-7 有源传感器电路

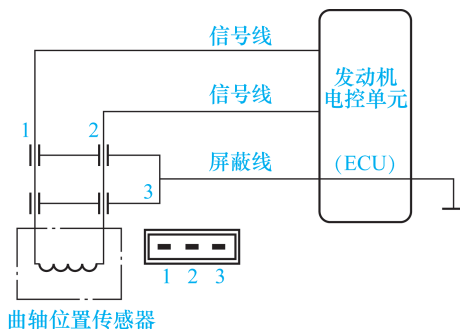


图 1-8 无源传感器电路

如图 1-9 所示为电压输入型开关电路,当开关闭合时,电控单元接收的电压信号为蓄电池电压;当开关断开时,电控单元接收的电压信号为 0。

如图 1-10 所示为搭铁型开关电路,当开关闭合时,电控单元的电压信号为 0;当开关断开时,电控单元的电压信号为基准电压。

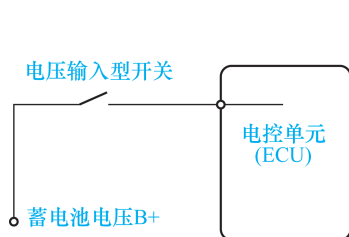


图 1-9 电压输入型开关电路

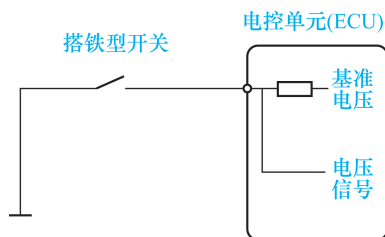


图 1-10 搭铁型开关电路

当电控单元的一个接线端子同时与开关和用电器连接时,要注意区分电路的具体作用。一般有以下两种情况。

a. 电控单元与开关共同控制用电设备的工作。如图 1-11 所示为凌志汽车前照灯控制继电器电路,电控单元 12 号接线端子同时与灯控开关和继电器的电磁线圈连接。从图中可以看出,电控单元 12 号接线端子内部为电子开关(晶体管),该接线端子和灯控开关共同控制继电器的电磁线圈,当按下灯控开关或者 ECU 给晶体管一个触发信号使搭铁电路连通,任意一项满足,则前照灯工作。

b. 开关给电控单元提供信号并同时控制用电器的的工作。如图 1-12 所示为凌志汽车行李舱门控灯开关电路,从图中可以看出,电控单元的接线端子 9 与行李舱门控开关及用电器连接,接线端子 9 的内部为信号接收电路。当行李舱门控开关闭合时,接线端子 9 的电压为 0;当行李舱门控开关断开时,接线端子 9 的电压为 12V。该电路为行李舱门控开关向电控单元接线端子 9 提供行李舱门开闭信号,并同时控制行李舱的门控灯工作。

3) 与其他电控单元的连接电路。各电控单元之间往往需要传输信号,以实现数据共享及工作匹配。

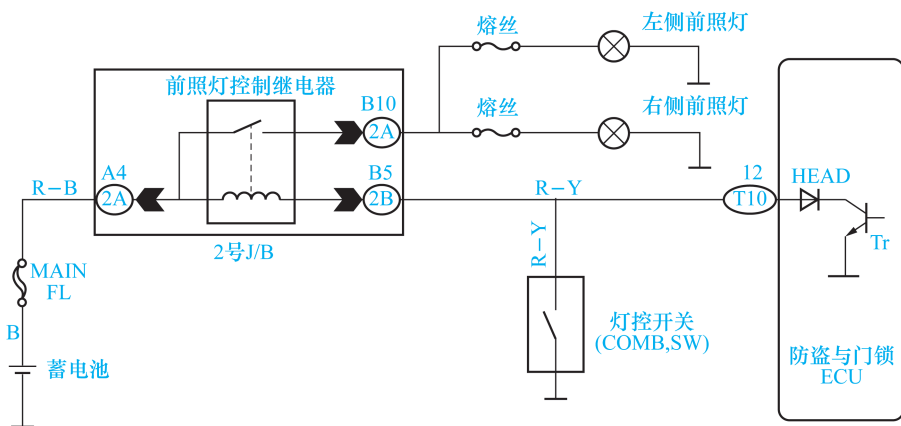


图 1-11 凌志汽车前照灯控制继电器电路

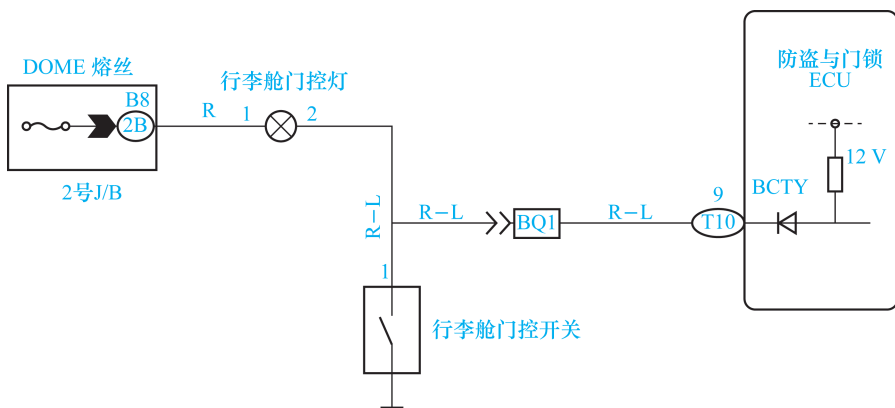


图 1-12 凌志汽车行李舱门控灯开关电路

数据共享是指几个电控单元需要同一个信号输入装置的信号。信号可以由信号输入装置分别向各电控单元传输,也可以由信号输入装置向一个电控单元传输,然后由这个电控单元通过电控单元间的信号电路传输信号。

工作匹配是指几个系统之间相互影响,如自动变速器在进行换挡控制时,需要发动机电控单元匹配控制,减少喷油量并减小点火提前角,以改善换挡品质。

若由自动变速器电控单元向发动机电控单元传输换挡信号,需要在电控单元之间连接信号导线。近年来,许多新型汽车通过使用网络数据传输来实现以上功能。

(3) 执行器工作电路。执行器由电控单元控制进行工作。常见的执行器有电磁阀、继电器、电动机、灯、蜂鸣器和喇叭等。如图 1-13 所示为执行器的控制电路,执行器的电路分为电源电路和搭铁电路。当电控单元处于电源电路时,电源电路即为控制电路;当电控单元处于搭铁电路时,搭铁电路即为控制电路。

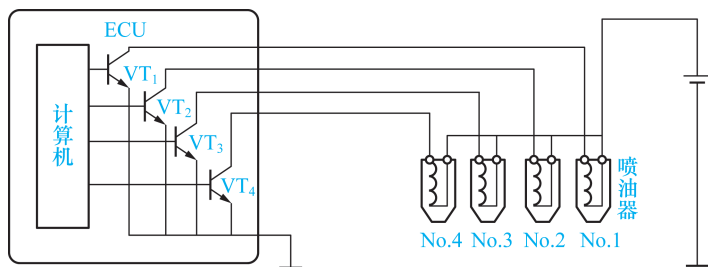


图 1-13 执行器的控制电路

思考与练习

一、填空题

1. 汽车的 _____ 和 _____ 是汽车的供电电源, 其中 _____ 是汽车行驶过程中的主要供电电源。
2. 继电器中电磁线圈所在的电路称为 _____ 电路, 触点所在的是 _____ 电路。
3. 电控单元获取的信号来源主要有 _____ 和 _____, _____。

二、简答题

1. 简述汽车电路的特点。
2. 简述汽车电路的组成部分。
3. 简述汽车电路的类型。
4. 简述汽车执行器的工作电路中电控单元的控制过程。

任务二 认识汽车电路基础元件

任务描述

汽车电路基础元件是组成汽车电路的单元, 每个基础元件都有其自身的功能, 主要包括导线、线束、导线接头、连接器、熔断器盒、熔断器、开关、继电器、中央控制盒与电控单元断路器和接线板等。认识和掌握汽车电路中的各个基础元件的基本性能、功能和工作原理, 是分析汽车电路和诊断汽车电路故障的基础和前提。

相关知识

一、导线

汽车所用的导线有低压导线和高压导线两种: 低压导线有普通低压导线、屏蔽线、启动电缆和蓄电池搭铁电缆之分, 高压导线有铜芯线和阻尼线之分。



(一) 低压导线

1. 普通低压导线

普通低压导线一般为铜质多丝软线,根据外皮绝缘包层的材料不同又可分为 QVR 型(聚氯乙烯绝缘包层)和 QFR 型(聚氯乙烯丁腈复合绝缘包层)两种。

导线的规格通常用导线截面面积来表示,如标注为 1.5 的导线表示导线的截面面积是 1.5mm^2 ,图纸标注时常省略单位。汽车导线的截面面积主要根据用电设备的工作电流进行选择。但是对于功率很小的电气,若仅从工作电流的大小来选择导线,会有导线截面面积太小、机械强度差、易于折断等不足,因此,在汽车电气系统中所用的导线截面面积至少不得小于 0.5mm^2 。我国汽车用低压导线的结构与规格见表 1-1,日本汽车用低压导线的结构与规格见表 1-2。我国汽车 12V 电气系统主要的电路导线截面面积推荐值见表 1-3。

表 1-1 我国汽车用低压导线的结构与规格

标称截面面积/ mm^2	线芯结构		绝缘层标称 厚度/ mm	导线最大 外径/ mm	允许载流量/ A
	根数	单根直径/ mm			
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	11
1.5	17	0.52	0.6	2.9	14
2.5	19	0.41	0.8	3.8	20
4	19	0.52	0.8	4.4	25
6	19	0.64	0.9	5.2	35
8	19	0.74	0.9	5.7	—
10	49	0.52	1.0	6.9	50
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	13.3	—

注:允许载流量与导线的长度、散热条件和通电时间有关。

表 1-2 日本汽车用低压导线的结构与规格

截面面积/ mm^2	股数(线径/ mm)	电阻值 $20\text{ }^\circ\text{C}/(\Omega \cdot \text{m}^{-1})$	允许通过电流/ A
0.5	7(0.32)	0.032 50	11.3
0.85	11(0.32)	0.020 50	14.8
1.25	16(0.32)	0.014 10	18.3
2	26(0.32)	0.008 67	25.4

续 表

截面面积/mm ²	股数(线径/mm)	电阻值 20℃/(Ω·m ⁻¹)	允许通过电流/A
3	41(0.32)	0.005 50	34.2
5	65(0.32)	0.003 47	45.9
8	50(0.45)	0.002 28	58.8
15	84(0.45)	0.001 36	82.8
20	41(0.80)	0.000 87	110.9

注:允许通过电流的数值随导线的长度、散热条件和通电时间不同而不同。

表 1-3 我国汽车 12V 电气系统主要电路导线截面面积推荐值

电路名称	尾灯、指示灯、 仪表灯、牌照 灯、刮水器电 动机及电子钟	转向灯、制动 灯、停车灯及 分电器	前照灯的 近光及电 喇叭(3A 以下)	前照灯的 近光及电 喇叭(3A 以上)	其他 5A 以上的 电路	电 热 塞	电 源 线	启 动 电 路
标称截面 面积/mm ²	0.5	0.8	1.0	1.5	1.5~4	4~6	4~25	16~95

美国线规(AWG)系统规定了统一的导线号码,线规号码越大,导线越细。例如 1~6 号线就比 10 号线粗。导线通过的电流越大,线规号码就越小。汽车 12V 电气系统初级电路的电流范围见表 1-4。

表 1-4 汽车 12V 电气系统初级电路的电流范围

电气设备	电流/A	电气设备	电流/A	电气设备	电流/A
点火装置	1.5~5	仪表灯	1.5~3	电动门锁	3~5
加热器除霜器	6~10	顶灯	1	电动座椅	25~50
空调	13~20	后扬声器	1	电动车窗	2~20
电动天线	6~10	行李舱灯	0.5	前照灯变光器	2.2
电动刮水器	3~6	牌照灯	0.5	启动机	75~300
电子钟和灯光	0.3	停车灯(2)	3.5~4	启动电磁开关	10~12
收音机	2~4	尾灯(2)	0.5	后除霜器	20~25
电喇叭	18~20	倒车灯(2)	3.5~4	前照灯远光	13~15
点烟器	10~12	示宽灯(2)	1.3	前照灯近光	8~9
仪表	0.7~1	驻车灯(2)	1.3	—	—

随着汽车电器的增多,导线数量也不断增加,为了便于维修,低压导线常以不同的颜色加以区分。其中截面面积在 4mm² 以上的采用单色,而截面面积在 4mm² 以下的均采用双色,搭铁线均用黑色。



世界各国汽车厂商在电路图上一般用多个字母来表示汽车导线外皮的颜色。我国和日本的汽车导线的颜色常用单个字母来表示,个别容易混淆的用2个字母表示。在用2个字母表示时,第1个字母大写,第2个字母小写。美国常用2~3个字母表示一种颜色,双色导线则用更多的字母表示。在德国,不同的厂商,其生产的汽车导线颜色代号并不完全一致。我国汽车电气系统中各系统的主色及颜色代号见表1-5,日本汽车电路各系统导线颜色见表1-6。

表1-5 我国汽车电气系统中各系统的主色及颜色代号

序号	系统名称	主色	颜色代号
1	电源系统	红	R
2	点火系统和启动系统	白	W
3	雾灯	蓝	Bl
4	灯光系统和信号系统	绿	G
5	防空灯及车身内部照明系统	黄	Y
6	仪表、报警系统及电喇叭系统	棕	Br
7	收音机、电子钟、点烟器等辅助系统	紫	V
8	各种辅助电动机及电气操纵系统	灰	Gr
9	搭铁线	黑	B

表1-6 日本汽车电路各系统导线颜色

色别电路名称	基准色	辅助基准色	辅助色(条纹色)
启动点火电路	B	Y	W、Y、R、L
充电电路	W		B、R、L
照明电路	R		B、W、G、L
信号电路	G	Lg、Br	B、W、R、L、Y
测量仪表电路	Y		B、W、R、G、L
其他电路	L	R、Y、B	B、W、R、G、Y
搭铁电路	B		

注: B—黑色;W—白色;R—红色;G—绿色;Y—黄色;L—蓝色;Br—棕色;Lg—淡绿色。

在汽车电气设备电路图中,导线上一般都标有用来表示导线截面面积和颜色特征的代号。为了容易区分,常优先采用黑、白、红、黄、蓝、灰、棕及紫等颜色;其次是粉红、橙及棕褐;再次为深蓝、深绿及浅绿。双色导线的两种颜色对比要强烈,如黑白、白红等,并且主色所占比例要大一些,辅助色所占比例要小一些。辅助色和主色条纹沿圆周表面所占的比例通常为1:5~1:3。双色线的颜色标注主色在前,辅助色在后。我国规定汽车用导线颜色的优

先选用顺序见表 1-7。

表 1-7 汽车用导线颜色的优先选用顺序

选用顺序	1	2	3	4	5	6
电线颜色	B	BW	BY	BR		
	W	WR	WB	WB	WY	WG
	R	RW	RB	RY	RG	RBl
	G	GW	GR	GY	GB	GBl
	Y	YR	YB	YG	YB	YW
	Br	BrW	BrR	BrY	BrB	
	Bl	BlW	BlR	BlY	BlB	BlO
	Gr	GrR	GrY	GrBl	GrB	GrO

2. 屏蔽线

屏蔽线也称同轴射频电缆,在外层绝缘层中带有金属纺织网管或很多股导线装在一层编织金属网内,再在网管外套装一层护套,称为屏蔽网。屏蔽线的作用是将导线与外界磁场隔离,避免导线受外界磁场影响而受到干扰,尤其在防止汽油发动机高压点火干扰方面非常有效。屏蔽线常用于低压微弱信号线路,如天线连接线及各种传感器和电子控制单元之间的通信,在爆燃信号电路、曲轴位置信号电路和氧传感器信号电路等处使用普遍。

3. 启动电缆

启动电缆用来连接蓄电池与启动机开关的主接线端子,截面面积有 25mm^2 、 35mm^2 、 50mm^2 、 70mm^2 等多种规格,允许电流达 $500\sim 1\,000\text{A}$ 。为了保证启动机能够正常工作,并发出足够的功率,要求在线路上每 100A 的电流,电压下降不得超过 $0.1\sim 0.15\text{V}$ 。

4. 蓄电池搭铁电缆

蓄电池搭铁电缆是由铜丝编织而成的扁形软铜线,国产汽车常用的搭铁线长度有 300mm 、 450mm 、 600mm 和 760mm 四种。

(二) 高压导线

高压导线是用来传送高电压的导线。由于工作电压很高(一般在 15kV 以上),电流较小,因此高压导线的绝缘包层很厚,耐压性能好,但线芯截面面积很小。

国产汽车所用的高压点火线有铜芯线和阻尼线两种,其型号和规格见表 1-8。



表 1-8 高压点火线的型号和规格

型号	名称	线芯结构		标称外径/mm
		根数	单线直径/mm	
QGV	铜芯聚氯乙烯绝缘高压点火线	7	0.39	7.0±0.3
QGXV	铜芯橡胶绝缘聚氯乙烯护套高压点火线			
QGX	铜芯橡胶绝缘氯丁橡胶护套高压点火线			
QGZ	全塑料高压阻尼点火线	1	2.3	
QGZV	电抗性高压阻尼点火线	1	—	

QGZ 全塑料高压阻尼点火线的线芯是聚氯乙烯塑料加炭黑及其他辅料混炼塑料经注塑成型。

为了减少火花塞产生的电磁波干扰,目前广泛使用的是高压阻尼点火线。高压阻尼点火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。

金属阻丝式又有金属阻丝线芯式和金属阻丝线绕电阻式两种。金属阻丝线芯式是由金属阻丝绕在绝缘线束上,外包绝缘体制成阻尼线;金属阻丝线绕电阻式是由电阻丝绕在耐高温的绝缘体上制成电阻,再与不同形式的绝缘套构成相应的阻尼线。

塑料芯导线式是用塑料和橡胶制成直径为 2mm 的电阻线芯,在其外面紧紧地编织玻璃纤维,外面再包高压聚氯乙烯塑料或橡胶等绝缘体,每米的电阻值一般在 6~25kΩ,这种结构形式,制造过程易于自动化,成本低且可制成高阻值线芯,在美、日等国已大量生产,我国也已开始小批量生产。

(三) 汽车线束

汽车上的全车线路(除高压线以外),为了安装方便和保护导线的绝缘层,在过去一般用机织线或塑料胶带包裹,出于安全、加工和维修方便,用机织线包裹已经被淘汰,现在使用黏性塑料胶带包裹,称为线束,一辆汽车可以有多个线束。如图 1-14 所示为红旗 CA7200E 型乘用车发动机线束图。

汽车线束在汽车电气中占有重要位置,尤其是近年来,随着汽车电气与电子设备的增多,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、适用性及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、插接器及护套等组成。

端子一般由黄铜、纯铜及铅等材料制成,它与导线的连接均采用冷铆压合的方法。

线路间的连接采用的是插接器,现代汽车线束总成中有很多个插接器。为了保证插接器的可靠连接,其上都有一次锁紧和二次锁紧装置,即孔内都有对端子的限位和止退装置。为了避免在装配和安装中出现差错,插接器可制成不同的规格型号和不同的形体、颜色,这样一来,拆装起来就更为方便且不容易出现差错。

在安装汽车线束前,一般先将仪表板和车灯总开关及点火开关等连接好,再往汽车上

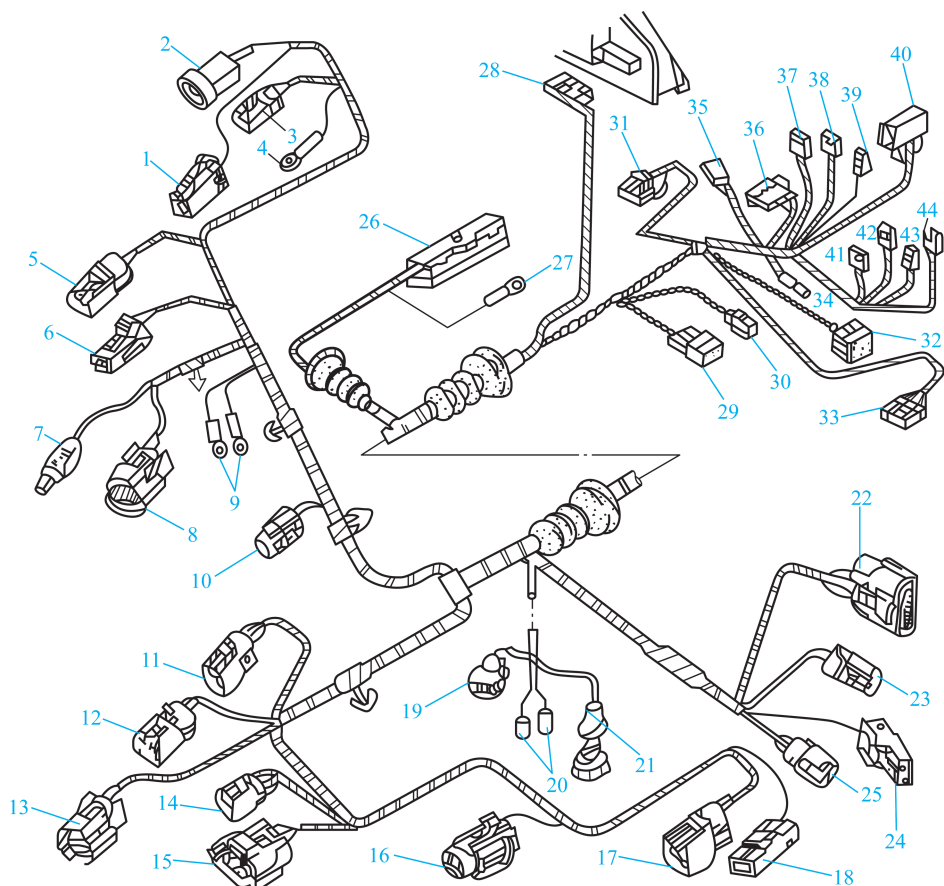


图 1-14 红旗 CA7200E 型乘用车发动机线束图

1—机油压力传感器单孔插头；2—爆燃传感器单孔插头；3—发电机两孔插头；4—发电机搭铁孔式插头；5—动力转向开关两孔插头；6—EPS 电磁阀两孔插头；7—冷却液温度表感应塞两孔插头；8—冷却液温度传感器两孔插头；9—发动机搭铁线接头；10、11—喷嘴线束 4 孔插头；12—氧传感器 3 孔插头；13—可变进气电磁阀两孔插头；14—怠速控制阀 6 孔插头；15—节气门传感器 3 孔插头；16—空调压缩机单孔插头；17—曲轴位置传感器 4 孔插头；18—分电器单孔插头；19—空挡开关两孔插头；20—倒车灯开关单孔插头；21—车速传感器 3 孔插头；22—空气流量计 5 孔插头；23—点火线圈两孔插头；24—点火线圈单孔插头；25—点火放大器 3 孔插头；26—ECU 插头；27—计算机搭铁线接头；28—组合仪表 26 孔插头；29—发动机室左线束 10 孔插头；30—车身线束 5 孔插头；31—EPS 控制器 8 孔插头；32—主继电器 9 孔插头；33—故障测试仪 14 孔插头；34—车身搭铁孔式接头；35—电动门锁升窗器线束 6 孔插头；36—空调线束 6 孔插头；37、38—熔丝座 Si.22 两孔插头；39—中央配电盒 Si.21 单孔插头；40—中央配电盒 8 孔插头；41—闪烁码激活熔丝两孔插头；42—熔丝座 Si.25 两孔插头；43—中央配电盒单孔插头；44—熔丝座 Si.24 两孔插头

安装。

安装线束时应注意以下几项。

(1) 线束应用卡簧固定，以免松动磨坏。

(2) 线束不可拉得过紧，尤其在拐弯处更要注意，在绕过锐角或穿过金属孔时，应用橡胶或套管保护，否则容易磨坏线束而发生短路、搭铁，并有烧毁全车线束、酿成火灾的危险。

(3) 在连接电气时，应根据插接器的规格以及导线的颜色或接头处护套的颜色，分别接



于电气上,若不易辨别导线的头尾时,一般可用试灯区分,最好不用刮火法。

(四) CAN - BUS

CAN - BUS 即 CAN 总线技术,全称为控制器局域网总技术(Controllor Area Network - BUS)。

随着汽车功能的增加及电子控制技术的普遍应用,电器件越来越多,导线也越来越多,线束也就变得越粗越重。因此新型汽车就引入了 CAN 总线技术,采用多路传输系统。与传统线束相比,多路传输装置大大减少了导线及连插件数目,使布线更为简易。

所谓数据总线,指的就是在一条数据线上传递的信息可以被多个系统共享,从而最大限度地提高系统整体的效率,充分利用有限的资源。例如,常见的计算机键盘有 104 个键,可以发出 100 多个不同的指令,但键盘与主机之间的数据连接线只有 7 条,键盘正是依靠这 7 条导线上不同的电平组合(编码信号)来传递信息的。这种控制方式应用在汽车电气系统上,可以大大简化汽车电路。可以通过不同的编码信号来表示不同的开关动作,当信号解码后,根据指令接通或断开对应的负载(如前照灯、刮水器、后视镜调节等)。这样就将过去一线一用的专线制改为一线多用制,大大减少了汽车上导线的数目,缩小了线束的直径。当然,数据总线还将使计算机技术融入整个汽车系统之中,加速汽车智能化的发展。

二、导线接头与连接器

线缆通过导线接头与部件相连,线缆之间用连接器连在一起。

(一) 导线接头

汽车上经常使用快速接头或卢卡型接头(即插塞型接头),偶尔也会使用叉形插接片和孔眼式插接片,如图 1-15 所示。

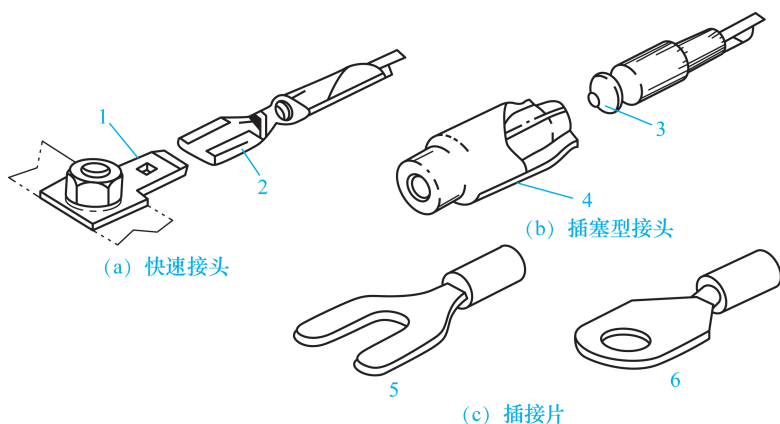


图 1-15 导线接头

1—固定在设备上的插入式接头;2—压接导线的凹入式接头;3—线缆焊接在接头上;
4—橡胶绝缘套;5—叉形插接片;6—孔眼式插接片

在安装导线接头时,应使用合适的夹钳,使接头和铜芯连接良好,并夹固在护套上,以防其松动脱落。

(二) 连接器

连接器是汽车电路中简单但不可缺少的元件。目前大量使用的连接器称为插接式连接器(又称插接器),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、多面体等不同形状,如图 1-16 所示为常见的插接器。插接器由插座、插头、导线接头和塑料外壳组成。塑料外壳上有几个或多个孔位,用以放置导线接头。导线接头上带有倒刺,当嵌入塑料外壳后会自动锁止,在塑料外壳上也有锁止机构,当插头和插座接合后自动锁止,防止脱开。插接器的结构如图 1-17 所示。

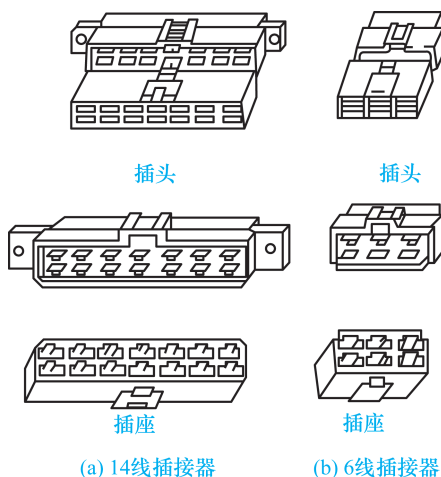


图 1-16 常见的插接器

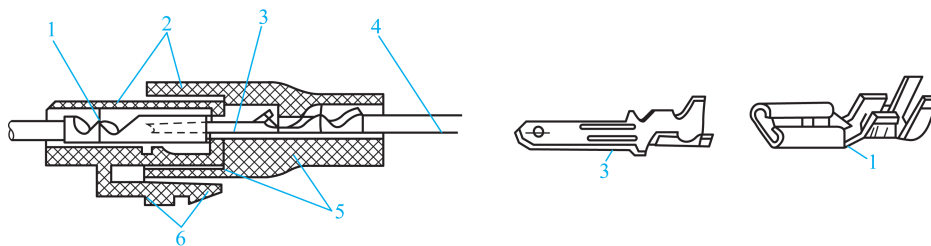


图 1-17 插接器的结构

1—插座;2—护套;3—插头;4—导线;5—倒刺;6—锁止机构

连接器在接合时,应把连接器的导向槽重叠在一起,使插头和插座对准,然后平行插入,即可十分牢固地连接在一起。所谓连接器的导向槽,是指连接器在连接时,为了使其接合正确而设置的凸凹导轨。当要拆开连接器时,压下闭锁,就可以把连接器拉开。当未压下闭锁时绝不能用力猛拉导线,否则会拉坏闭锁和连接导线。连接器及线缆连接器的拆卸方法如图 1-18、图 1-19 所示,连接器与控制单元的连接与拆卸如图 1-20 所示。

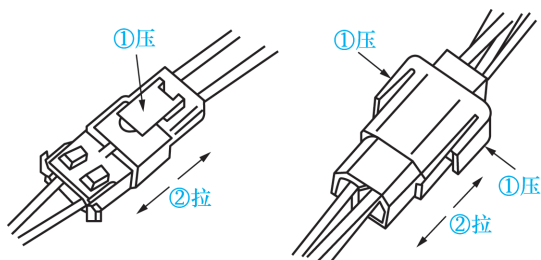


图 1-18 连接器的拆卸方法

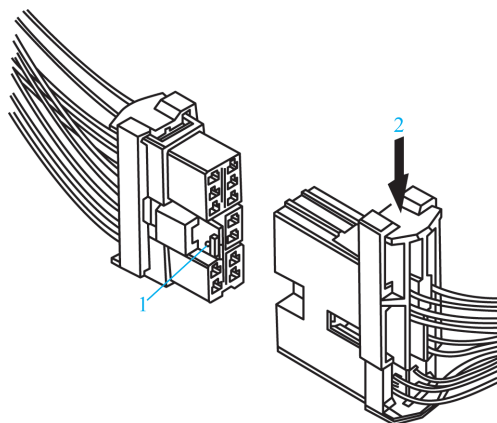


图 1-19 线缆连接器的拆卸方法

1—锁紧连接器的锁栓;2—拔下定位杆把线缆固紧

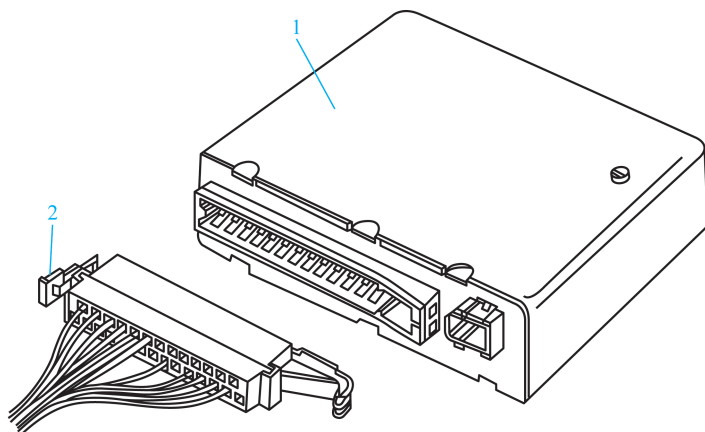


图 1-20 连接器与控制单元的连接与拆卸

1—电子控制单元;2—把连接器锁紧在控制元件上的插销

连接器的图形符号和实物对照如图 1-21 所示,一般用途和特殊用途连接器的图形符号和实物对照分别如图 1-22 和图 1-23 所示。

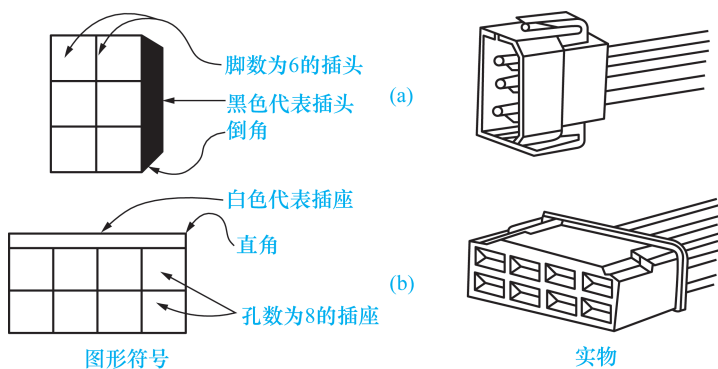


图 1-21 连接器的图形符号和实物对照

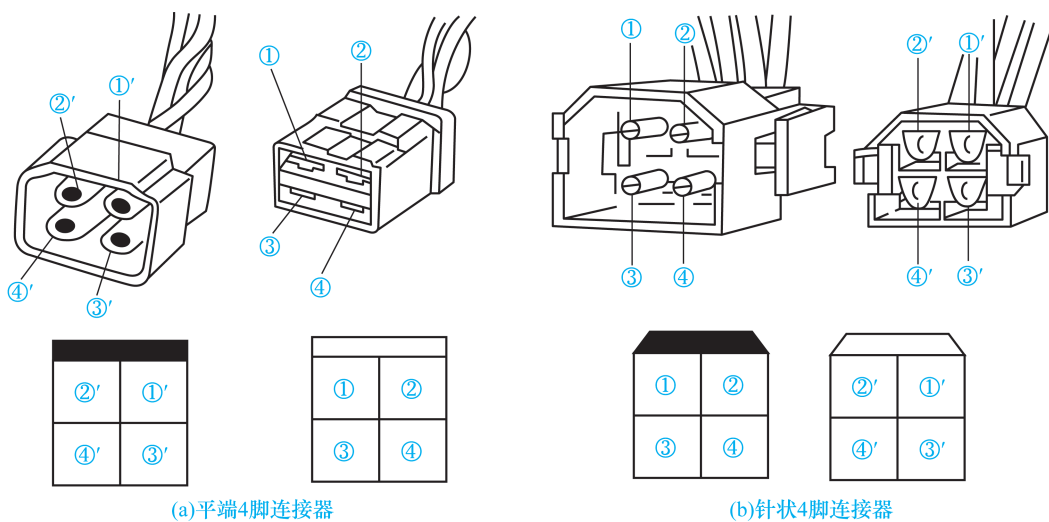


图 1-22 一般用途连接器的图形符号和实物对照

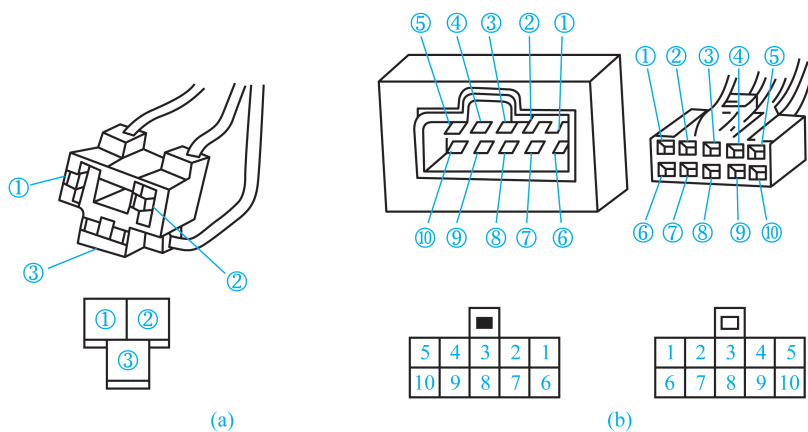


图 1-23 特殊用途连接器的图形符号和实物对照

(三) 印制电路板

印制电路板(Printed Circuit Board, PCB)可以替代各元件间的导线,避免导线之间发生



短路,缩小了电路装置的体积,提高了可靠性。

印制电路板特别适用于仪表板和电子控制装置的部件,如图 1-24 所示为刮水器印制电路板。

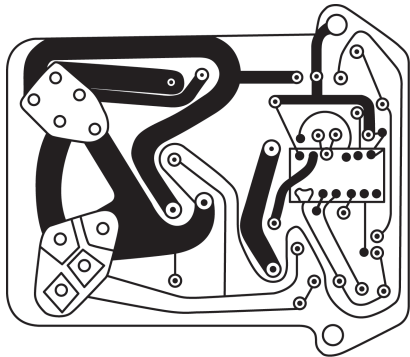


图 1-24 刮水器印制电路板

印制电路板以绝缘材料制成底板,在底板上压贴一层薄铜皮,在铜皮上印上电路图,然后把不需要的部分腐蚀掉,留下需要的部分,成为导线,再根据电路焊上各种零件。印制电路板的铜皮非常纤薄,不能承受大的负载电流。

三、熔断器盒和熔断器

(一)熔断器盒

熔断器盒又叫熔丝板,实质上是一个具有过载保护装置的各种照明设备和辅助设备的配电板,在它的前部装有许多熔断器,在电路短路时能保护各用电设备免遭损坏。在熔断器盒上,还装有其他电气设备,如电喇叭继电器、点火开关钥匙未取蜂鸣器、危险报警闪光器和转向信号闪光器等。从熔断器盒上引出的每条电路,在其熔断器或断路器插头上都有标志或号码。由于一个熔断器通常需要保护几条电路,所以应注意查阅相关的维修手册或相关的修理电路图,弄清各个熔断器的具体负载,以便在熔丝烧断时查明故障所在。

如图 1-25 所示为熔断器盒示例(福特公司),由此可以大体了解熔断器盒的规格和所保护的用电设备。

维修人员应充分了解熔断器所连接的每条电路,否则,就难以正确判断短路等故障。例如,某些车辆的时钟电路和门控灯电路连在一起,假如时钟发生短路,门控灯熔丝就会烧断,如果维修人员不知道这两个电路的关系就可能花费很多时间去查找门控灯电路。

(二)熔断器

为了保护车辆的线路和各种电气设备,需要使用多种保护装置,主要是熔断器、断路器和易熔线。这些连接在电路系统中的保护装置不仅能在电路短路时防止线路烧坏,同时也能保护电路中的多种电气部件,如开关、继电器和电动机等。有些较大型的乘用车甚至要用到几十个断路器。

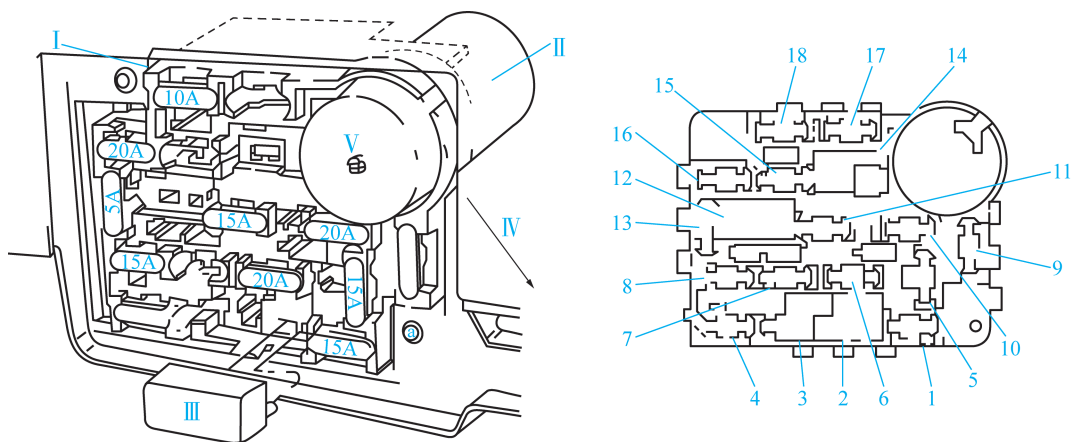


图 1-25 熔断器盒示例(福特公司)

- I—熔断器盒接线处(14401线路的组成部分);II—危险报警闪光灯;III—6 A 断路器;IV—车辆前部;V—转向信号闪光器;
- 1—停车灯、危险报警灯;15 A 熔断器;2—刮水器、风窗玻璃洗涤液泵、间歇刮水器、洗涤液低位指示器;6 A 断路器;
- 3—未用;4—尾灯、驻车(小灯)灯、示宽灯、仪表板照明灯、牌照灯;15 A 熔断器;5—转向信号灯、倒车灯;15 A 熔断器;
- 6—后窗加热继电器、车速控制组件、电子数字式时钟显示、图像显示组件、后窗刮水器及洗涤器;20 A 熔断器;
- 7—雾灯;15 A 熔断器;8—门控灯、点火开关钥匙未取蜂鸣器、工具箱灯;15 A 熔断器;9—通风电动机;30 A 熔断器;
- 10—超车闪光灯;20 A 熔断器;11—收音机、磁带收音机、音箱带一个放大器;15 A 熔断器;
- 12—电动座椅、电动门锁;20 A 熔断器;13—仪表板照明、收音机、气温控制、烟灰缸、诊断组件;5 A 熔断器;
- 14—电动车窗继电器、入口照明和防盗继电器(未用);15—后灯及图像显示;10 A 熔断器;
- 16—电喇叭、前点烟器;20 A 熔断器;17—空调器离合器、发动机冷却风扇控制器;15 A 熔断器;
- 18—报警指示灯、燃料低位指示灯、双定时器蜂鸣器、防余燃电磁开关、换挡挡指示灯、节气门开度控制继电器、化油器浮子室通气口电磁开关、转速表;10 A 熔断器

熔断器的主要部件是细锡线,它装在玻璃管、磁料管内或陶瓷板上。每个熔断器都有其额定最大容许电流值。当通过锡线的电流超过其规定值时,锡线就会熔化而使线路断路。当熔断器熔断后,必须查明原因,排除故障之后才能换上新的熔断器。

汽车熔断器的熔断要求见表 1-9。如当 30A 的熔断器流过 150% 的电流(即 45A)时,30s 内才会熔断;而一根 0.05mm^2 的铜导线,只要通过 15A 的电流就会很快熔断,所以 30A 的熔断器在汽车上很少使用。

表 1-9 汽车熔断器的熔断要求

流过熔断器的电流	110% 额定电流	135% 额定电流	150% 额定电流
熔丝熔断时间	不熔断	60s 内熔断	20A 以内的熔丝,15s 以内熔断; 30A 的熔丝,30s 以内熔断

一个熔断器可以只保护一条线路,也可以保护多条线路,多的可达 10 条以上。



1. 标准熔断器

标准玻璃管熔断器或陶瓷型熔断器是根据其最大容许电流及尺寸标定的。典型的玻璃管熔断器的直径一般为 6.35mm(1/4in),其长度分别为 3.175cm(1.25in)、2.54cm(1in)、2.225cm(7/8in)、1.905cm(3/4in)和 1.588cm(5/8in)。不同厂家制造的熔断器尺寸和所考虑的时间延迟因素会有所不同。按照美国熔断器工程学会(SFE)制定的制造标准所制造的熔断器,其长度随额定电流值的不同而改变。额定电流越大,熔断器越长,如图 1-26 所示为管式熔断器。而麦克格劳·爱迪生公司巴斯曼(Bussmann)厂生产的各型熔断器,不论额定电流值有多大,其长度都一样。巴斯曼熔断器常用的型号有 AGA、AGW、AGC、AGY、AGX(过去分别称为 1AG、7AG、3AG、91AG、8AG)。

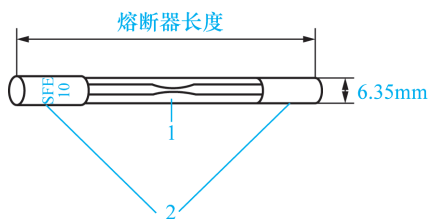


图 1-26 管式熔断器

1—锡丝;2—端盖

有的熔断器在设计时就考虑容许过载一定时间再熔断。例如,通风机或刮水器电动机的启动电路中的熔断器就有延迟熔断的性能,以保证其启动时不致熔断。而有的则在电流超过额定值时立即熔化,使电路断路。每种熔断器要能适应它自身的工作条件(如电流、温度及振动等),因此在更换时必须选用正确的型号(如 SFE、AGA、AGC)和合适的额定电流值。必要时也可以根据电路最大设计电流来选定熔断器的额定电流,其关系是:熔断器额定电流 $\times 80\%$ =电路最大设计电流。例如,某电路最大设计电流为 12A,则应使用额定电流为 15A 的熔断器。

2. 插片式熔断器

插片式熔断器如图 1-27 所示,始用于 1977 年,其塑料外壳的颜色所代表的最大容许电流值见表 1-10。

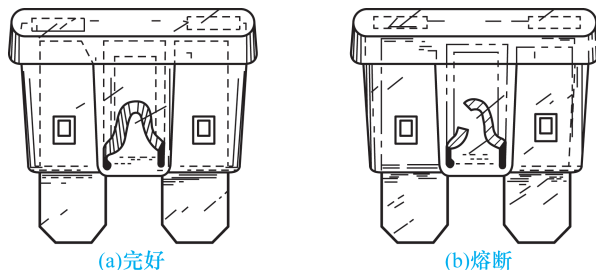


图 1-27 插片式熔断器

表 1-10 插片式熔断器塑料外壳的颜色所代表的最大容许电流值

塑料外壳的颜色	深绿	灰	紫红	紫	粉红	棕黄	金	褐	橘红	红	黑	淡蓝	黄	白	淡绿
最大容许电流值/A	1	2	2.5	3	4	5	6	7.5	9	10	14	15	20	25	30

所有插片式熔断器不论额定电流大小,其外形尺寸都一样。

熔断器熔丝烧断的原因是通过的电流过大,而不是电路的电压过高。熔断器可适用于 12~250V 的电路。熔断器都有一定的过载系数,因此较小的电流波动一般不会导致熔丝烧断。如图 1-28 所示为熔断器熔丝烧断的两种情况:图 1-28(a)是由于短路造成的熔丝烧断,图 1-28(b)则是由于电流波动过大造成的熔丝烧断。后者通常发生在电路已接通而电气负载(如各种电动机)尚未开始工作的短时间内,此时电流很大,致使熔丝烧断。目前有的熔断器在设计时已把这种情况考虑在内。

熔断器熔丝烧断常见的原因如下:①线路或负载短路。②熔丝自身断裂(不是由于过热烧断)。③充电电压过高。④熔丝端部锈蚀,影响导电和散热。⑤电路过载(并联负载过多)。⑥熔断器规格(电流容量)不符合要求。

当熔断器所保护的电路不能工作时,应注意检查熔断器的状况。如熔丝已断,自然很容易看出来,但有时由于熔丝和插座接触不良,也会造成电路断路,因此不能仅凭目测就做出判断,而应使用测试灯进行检测。在检测插片式熔断器时,应先从一侧的测试点测试,然后再测试另一侧,如图 1-29 所示,在进行两侧测试时,测试灯都应发亮。

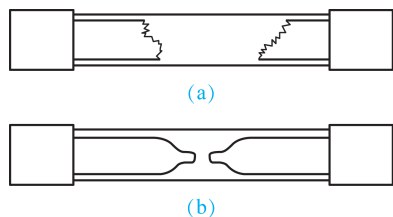


图 1-28 两种熔断器熔丝烧断情况

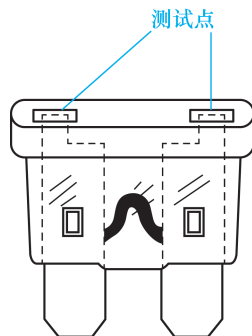


图 1-29 插片式熔断器测试点

(三) 断路器(断路开关)

断路器多是一种热敏机械装置,它利用两种金属的不同热变形,能使触点打开或闭合。如图 1-30 所示为插片式断路器。当电路过载时,流过的电流变大,温度升高,双金属片弯曲,使触点打开,电路断路,以防止导线过热或部件故障而损坏电气设备,甚至失火。

断路器和熔断器不同,后者一旦断路,就必须进行检修或更换。断路器的结构主要由双金属片和触点组成,分为自动恢复式断路器和手动恢复式断路器两种。断路器上的双金属片在电流过载时受热弯曲变形,断开电路。自动恢复式断路器在电流中断后,双金属片温度降低,恢复原来的形状,与触点重新闭合,使电路恢复通电。而手动恢复式断路器需要手动



按压按钮,使金属片与触点恢复闭合。

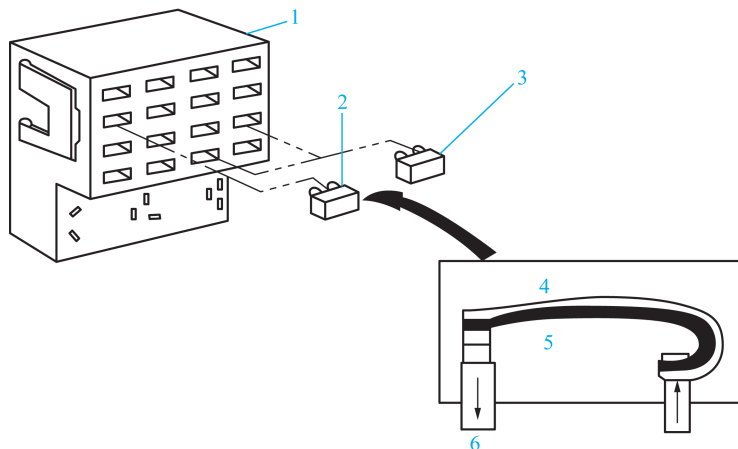


图 1-30 插片式断路器

1—熔丝板和继电器组;2—6A 断路器;3—30A 断路器;4—双金属片;5—触点;6—电流流动方向

还有一些电路,由于其电流波动较大,也应使用断路器才能保证其正常工作,如电动座椅、门锁和车窗等。

断路器如果连续不停地断、通,说明电路已短路,应立即进行检修。

(四) 易熔线

易熔线实际上就是一小段导线,是在通过过载电流时,相对容易熔断的电路保护装置,长度约为 50~200mm,因为绝缘保护层较厚,外形比普通导线粗,有明显的规格标识。易熔线一般安装在蓄电池正极附近或从中央配电盒接入,主要用于保护总体电路比较重要的电路,如充电电路。易熔线的规格见表 1-11。

表 1-11 易熔线的规格

色别	尺寸/mm ²	构成	1m 长的电阻值/ Ω	连续通电电流/A	5s 以内熔断时的电流/A
茶色	0.3	0.32mm \times 5 股	0.047 5	13	约 150
绿色	0.5	0.32mm \times 7 股	0.032 5	20	约 200
红色	0.85	0.32mm \times 11 股	0.020 5	25	约 250
黑色	1.25	0.5mm \times 7 股	0.014 1	33	约 300

如果线路短路或搭铁,由于易熔线阻值大,大电流会使易熔线中部熔断而使电路断开,从而避免发生失火危险。有的易熔线在它和被保护线路的接头处装有标牌,注明“易熔线”(fusible link),以便于辨识。

易熔线是电路保护的后备保险(双保险)系统。除启动机供电电路外,其余电路的电流都要先经易熔线然后再通过各自的熔断器。因此,有时可能易熔线已断而熔丝没有

烧断。

易熔线的绝缘层能承受较高的温度。一般情况下,如表层已膨胀或鼓泡,说明易熔线已熔断。但有时易熔线已断,而表层仍然完好,此时要判明易熔线的状况,仍要用仪表测试。

易熔线的安装位置应尽可能地靠近蓄电池,以便能更有效地保护直接由蓄电池引出的线路。易熔线的安装和更换如图 1-31 所示,如果接头处有两股线束,则应安装两根易熔线。

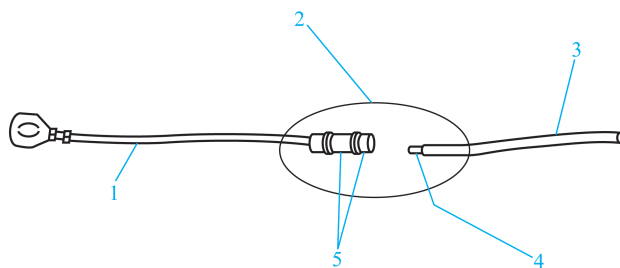


图 1-31 易熔线的安装和更换

1—易熔线;2—连接处;3—导线;4—剥去绝缘层的 1/2 导线;5—连接环,两头都要夹紧

(五)熔断器和易熔线的检查与维修

1.熔断器的检查与维修

(1)熔断器的检查。当熔断器熔断后,一般用观察法就可以发现,对于较隐蔽的故障,需要进行详细检查。其检查方法是用万用表测量熔断器是否熔断,也可以用测试灯检查。检查熔断器的要求如下:

1)当熔断器熔断时,必须真正找到故障原因,彻底排除故障。

2)当更换熔断器时,一定要选用与原规格相同的熔断器。特别要注意的是,不能使用比规定容量大的熔断器。在汽车上增加用电设备时,不能随意改用容量大的熔断器。对于这类情况,最好另外再安装一个熔断器。

3)熔断器支架与熔断器接触不良会产生电位差和发热现象。因此,要特别注意检查熔断器支架有无氧化现象和脏污。有氧化物和脏污时,必须用细砂纸打磨光滑,使其接触良好。

(2)熔断器熔断后的应急修理方法。

1)当熔断器熔断后,在没有备用熔断器的情况下,绝对不能使用香烟盒上的锡箔纸或其他金属箔或金属丝代替熔断器。如果装上锡箔纸,即使流过锡箔纸的电流达到 50A 以上,锡箔纸除了会发热、变红之外并不会熔断,还可能会引起火灾,这是十分危险的。

2)在应急时,可用细导线代替熔断器。可以把汽车上使用的 0.5mm^2 聚乙烯树脂多股绞合线拆开,使用其中的一股。这种细导线一股相当于 15A 的熔断器。



在进行应急处理后,代用的熔丝或细导线必须及时换用符合规定的熔断器。

2. 易熔线的检查与维修

(1) 易熔线检查与维修时的注意事项。

1) 易熔线在 5s 内熔断时的电流为 150~300A, 因此, 在任何条件下都绝对不允许换用比规定容量大的易熔线。

2) 易熔线熔断时, 可能是电源电路或大电流电路等主要电路发生短路, 因此需要仔细检查, 找出短路原因, 彻底排除故障。

3) 易熔线的四周绝不能缠绕聚氯乙烯绝缘带, 更不能与其他用电设备的导线绞合在一起, 也不能与聚乙烯树脂材料或橡胶材料的元件接触。

(2) 易熔线熔断后的应急修理方法。在易熔线熔断后, 当既找不到故障原因, 又没有同规格易熔线可以代换时, 可以暂时用同容量的熔断器串接在电路或用粗导线代替, 但事后一定要及时换用符合要求的易熔线。

四、开关和继电器

1. 开关

不同国家生产的汽车, 其开关也不尽相同。开关的结构和识别方法如下所述。

(1) 开关的闭合(ON)和断开(OFF)状态。在平常情况下, 处于断开状态的开关称为常开开关(即 N·O 开关); 在平常情况下, 处于闭合状态的开关称为常闭开关(即 N·C 开关)。

当常开开关动作时, 电路接通; 而当常闭开关动作时, 电路断开。表 1-12 为开关的工作状态。

表 1-12 开关的工作状态

名称	常开开关	常闭开关
图形符号	<p>可动部分为白色</p> <p>触点为圆圈</p>	<p>可动部分为黑色</p> <p>触点为黑色</p>
正常状态	<p>电流不能流过</p>	<p>电流能流过</p>
工作状态	<p>电流能流过</p>	<p>电流不能流过</p>

(2) 汽车上的开关类型。按照开关的功能多少,汽车电路的开关又可分为单一功能开关、复合型开关及组合型开关等。单一功能开关的内部只有一个开关触点,通常只控制一条电路。这种开关的识别和检测很简单,此处不做赘述。复合型开关的内部有两个或两个以上触点,控制多条电路,开关的动作也有两挡或两挡以上,不同的挡位下所连接的电路也不同,如点火开关、风扇开关等。现在汽车上普遍使用多功能组合型开关,组合型开关是将两种或两种以上开关集装在一起,可使操纵更加方便。

(3) 点火开关。点火开关是汽车上最重要的开关,用于控制点火电路、发电机励磁电路、仪表的电源电路和启动电路等,在停车时用于汽车上锁。点火开关各挡位的功能对应如下:锁住转向盘转轴(LOCK/OFF),接通点火仪表指示灯(ON 或 IG),接通启动挡(ST 或 START),接通附件挡(ACC,主要是收音机专用),如果用于柴油车则增加接通预热挡(HEAT)。

不同厂家生产的车型上安装的点火开关不完全一样,但在电路图中其表示方法基本相同。点火开关的结构和表示方法如图 1-32 所示。

点火开关的检测是根据各挡位的接线情况测量接线端子之间的通断。比如,根据图 1-32(b)的挡位及端子导通情况,当钥匙转到 LOCK 挡时,所有端子之间均不导通,用数字万用表的“导通挡”(带蜂鸣器)进行检查,没有蜂鸣声;当转到 ACC 挡时,端子“1”和“3”是导通的,用数字万用表的“导通挡”(带蜂鸣器)进行检查,有蜂鸣声,而其余端子均不导通。

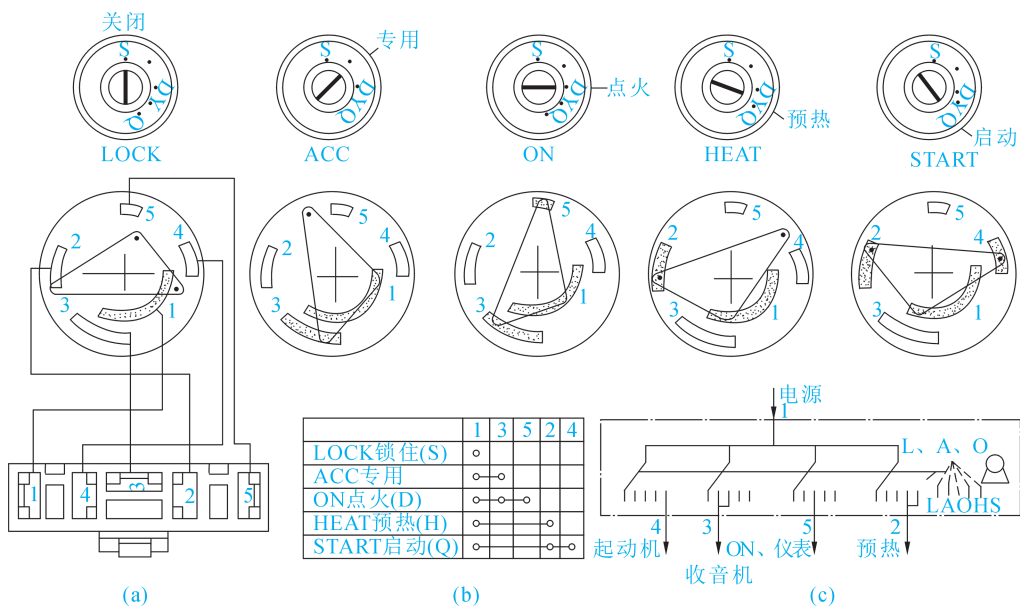


图 1-32 点火开关的结构和表示方法

(4) 开关的连接方法识别。复合型开关和组合型开关的线路连接比较复杂。下面以风扇开关为例进行说明:如图 1-33 所示为风扇开关原理接线图,插接器插头的 1 脚、2 脚、3 脚、4 脚、5 脚、6 脚分别与风扇开关的 1 脚、2 脚、3 脚、4 脚、5 脚、6 脚用导线连接,插头上的 5 脚、4 脚、3 脚、1 脚、2 脚、6 脚分别与插座上的 565 脚、566 脚、567 脚、933 脚、763 脚、562 脚



连接。表 1-13 列出了风扇开关处于不同挡位时线路的通断情况,检测时可以使用万用表根据表中的线路导通情况进行检测。

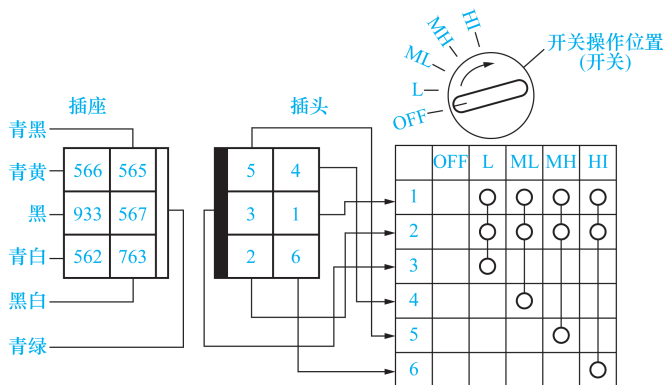


图 1-33 风扇开关原理接线图

表 1-13 风扇开关工作状态

开关操作位置	开关内部触点(插头)	电路接线(插座)
OFF	不导通	不导通
L	1—2—3 导通	933—763—567 导通(黑—黑白—青绿导通)
ML	1—2—4 导通	933—763—566 导通(黑—黑白—青黄导通)
MH	1—2—5 导通	933—763—565 导通(黑—黑白—青黑导通)
HI	1—2—6 导通	933—763—562 导通(黑—黑白—青白导通)

(5)开关应用实例介绍。下面以灯光开关为例,介绍其实物和电路连接方法。灯光开关构造如图 1-34 所示,灯光开关的接线方法如图 1-35 所示。

2. 继电器

继电器主要由电磁线圈、触点、弹簧、磁轭和衔铁等组成。继电器也属于汽车电路的基础元件,用于间接控制汽车电路的通断。继电器在电路图中用电器符号表示,符号由线圈与开关组成,线圈与开关用虚线连接,表示此开关受该线圈控制。继电器中开关一般表示该系统处于不工作状态时的位置。汽车上的继电器大多数都是电压型继电器,即电磁线圈通过的电流较小,而经过触点的电流较大,主要有 3 类:常开(N·O)继电器、常闭(N·C)继电器和常开常闭混合型继电器。常用继电器的符号与端子如图 1-36 所示。

(1)常开(N·O)继电器平时触点是断开的,继电器动作后触点接通,故继电器动作时接通控制电路。

(2)常闭(N·C)继电器平时触点是闭合的,继电器动作后触点断开,可切断被控制电路。

(3)常开常闭混合型继电器平时常闭触点接通,常开触点断开,如果继电器线圈通电,则变成相反的状态。

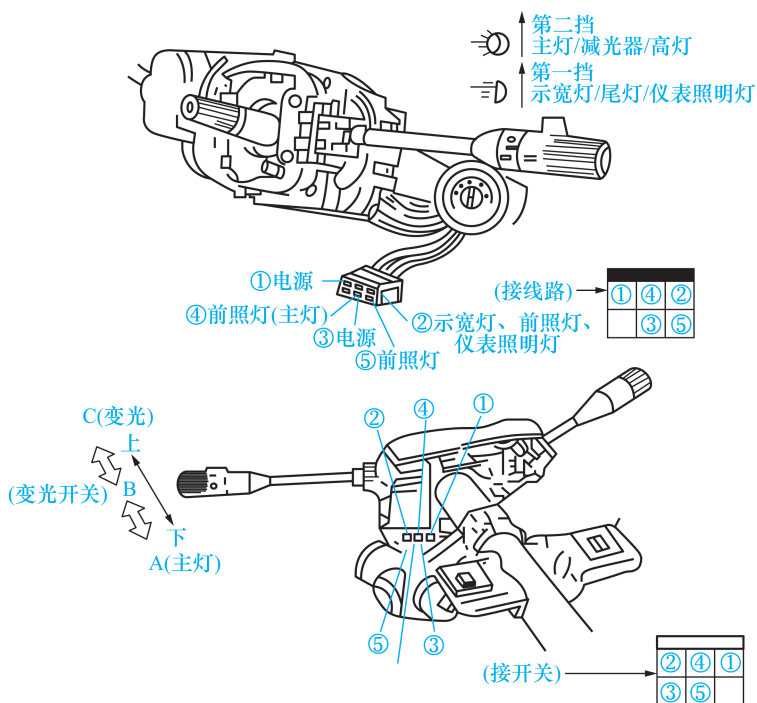


图 1-34 灯光开关构造

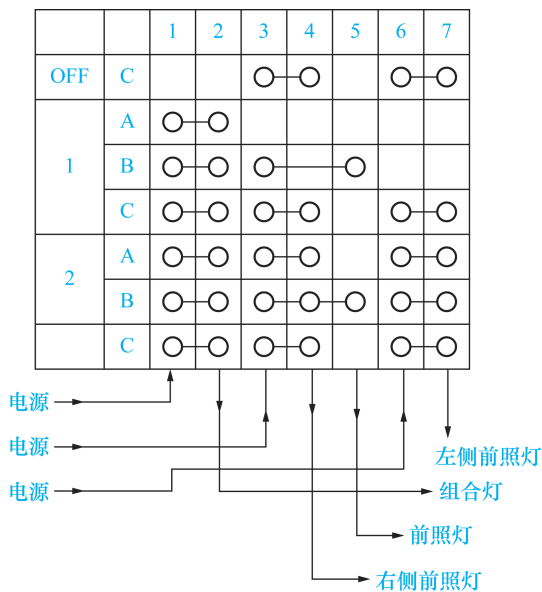


图 1-35 灯光开关的接线方法

A—主灯; B—变光开关; C—变光

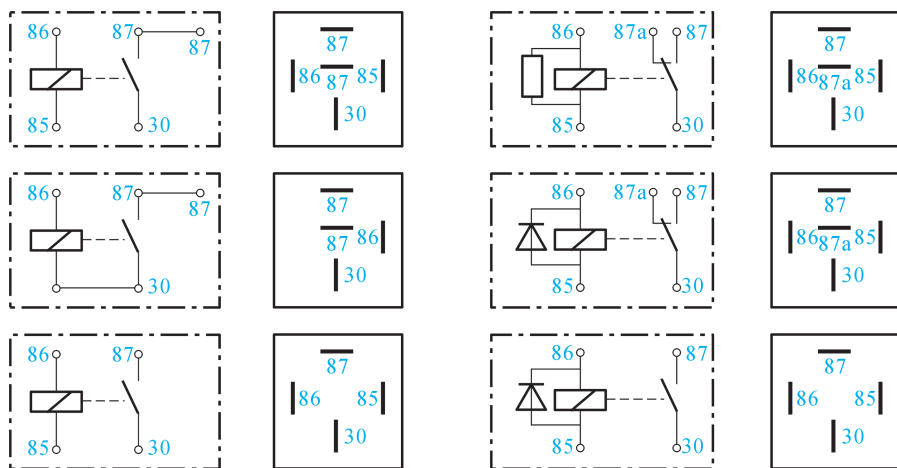


图 1-36 常用继电器的符号与端子

⑤ 五、中央控制盒和电控单元

1. 中央控制盒

汽车上装有各种继电器和熔断器,为便于在装配和使用中排除故障,现代汽车往往将各种控制继电器与熔断器安装在一起,成为一个中央控制盒。它的正面装有继电器和熔丝插头,背面是插座,用来与线束的插头相连。下面以上海桑塔纳 2000 GSi 型乘用车为例,介绍其中央控制盒,如图 1-37 所示。

上海桑塔纳 2000 GSi 型乘用车的原版电气线路图为彩色图,红色线大多为控制火线,棕色线都为搭铁线,白、黄色线用于控制灯,蓝色线大多用于指示灯或传感器,全绿、红/黑或绿/黑色用于脉冲式的用电器。不同用处的导线采用不同的底色和嵌色。中央控制盒上每个继电器都有其位置编号和插脚编号,熔丝的容量可以通过它的颜色来判断:红色为 10A,蓝色为 15A,绿色为 30A,黄色为 20A。

2. 电控单元(ECU)

世界各大汽车公司的发动机集中控制系统电控单元有其不同的名字,美国通用汽车公司称其为 ECM,美国福特汽车公司称其为 EEC,日本丰田汽车公司称其为 TCCS,日本日产汽车公司称其为 ECCS,日本五十铃汽车公司称其为 MCU。虽然它们对电控单元的称谓不同,但这些电控单元表示的实质都是一样的,都是由输入回路、A/D 转换器、计算机和输出回路 4 部分组成的,其内部结构如图 1-38 所示。

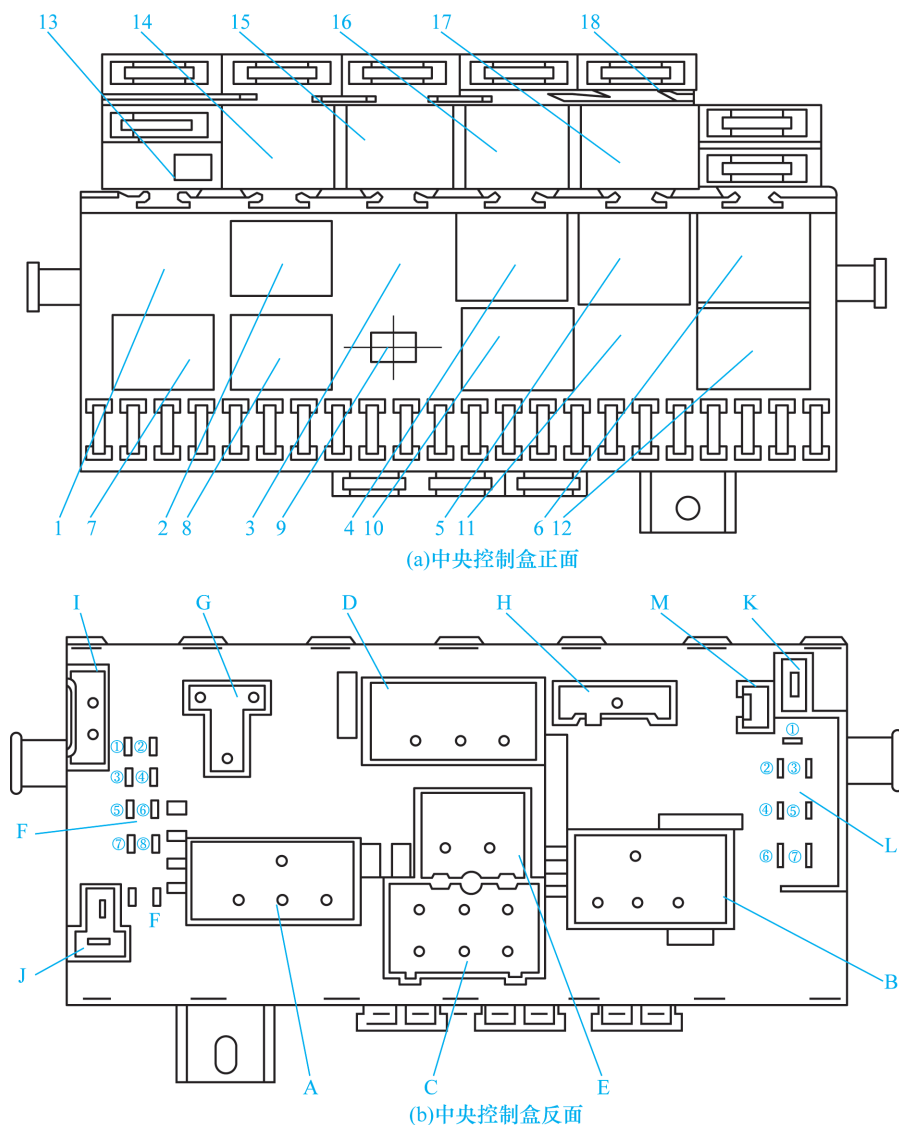


图 1-37 上海桑塔纳 2000 GSi 型乘用车中央控制盒

- 1—空位；2—燃油泵继电器；3—空位；4—冷却液液位继电器；5—空调继电器；6—电喇叭继电器；7—雾灯继电器；
 8—X 接触继电器；9—放熔丝专用工具；10—刮水器继电器；11—空位；12—转向灯继电器；13—诊断线接口；
 14—摇窗机自动下降继电器；15—摇窗机延时继电器；16—内顶灯延时继电器；17—压缩机切断继电器；
 18—熔丝；A—仪表板线束 I；B—仪表板线束 II；C—前照灯线束；D—发动机舱线束；E—车身后部线束；
 F—连接单个插头；G—空调线束；H—空位；I—电喇叭继电器线束；J—空位；K—单个插头；
 L—单个插头；M—空位

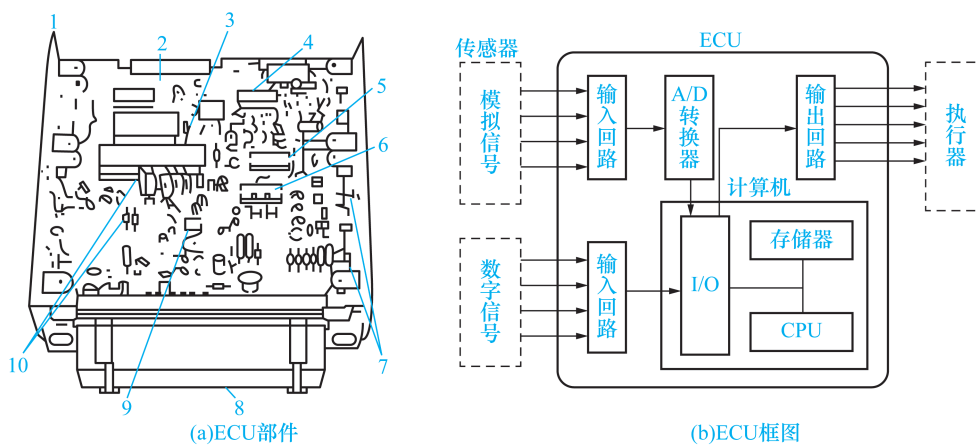


图 1-38 电控单元 (ECU) 的内部构造

1—机壳;2—印制电路板;3—微处理器芯片;4—时钟芯片;5—输入接口芯片;6—输出接口芯片;
7—输出驱动器(功率晶体管);8—线束插接器;9—放大器芯片;10—电阻和电容



思考与练习

1. 导线可分为哪几类? 各有何特点?
2. 电路保护装置有哪些? 分别有哪些特点?
3. 简述点火开关的挡位功能及检测方法。
4. 简述继电器的结构和常见类型及符号。

