

高等职业教育汽车运用与维修专业教材



汽车电路分析

董宏国 廖苓平 主 编
袁 一 刘金华 副主编



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

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

汽车电路分析

董宏国 廖苓平 主 编
袁 一 刘金华 副主编

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

内 容 简 介

本书介绍了汽车电路的基本知识,重点讲述了汽车电路图的识读、汽车主要电气系统的电路分析和汽车电路故障检修诊断方法。另外根据各汽车制造公司在电路设计特点和电路符号表示方法的不同,本书还详细介绍了美洲、日本、欧洲各主要车系的电路特点、表达方式及电路图的识读范例和实例,具有较强的实用性。

本书为高等院校汽车运用与维修专业教材,可供有关汽车专业师生和从事汽车设计制造、汽车运输管理、汽车维修管理的工程技术人员以及汽车电工、修理工与驾驶员阅读参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路分析 / 董宏国, 廖苓平主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2005.5

高等职业教育汽车运用与维修专业教材

ISBN 7-5640-0454-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 017504 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地质印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 14.5

字 数 / 335 千字

版 次 / 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

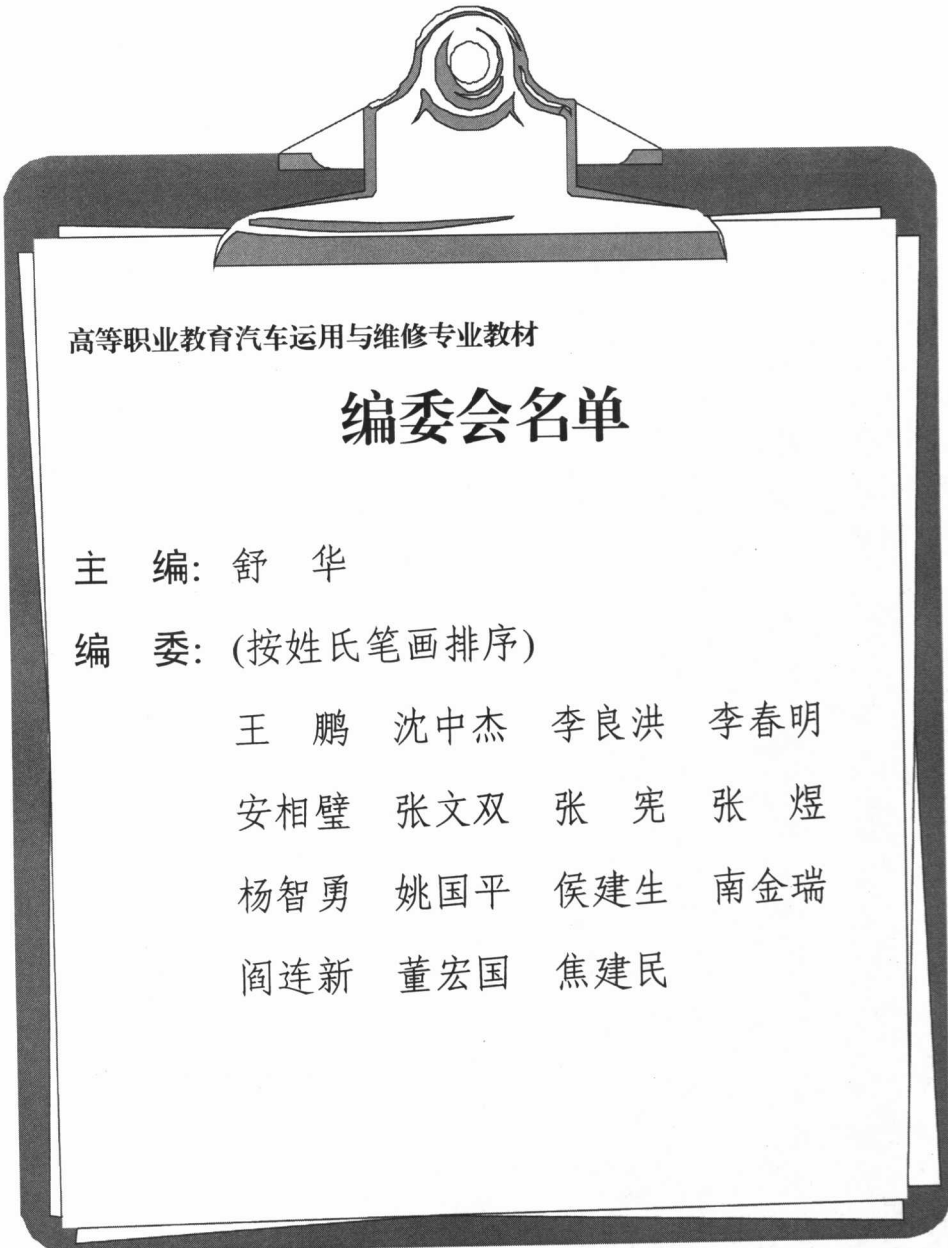
印 数 / 1~4000 册

责任校对 / 张 宏

定 价 / 22.00 元

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换



高等职业教育汽车运用与维修专业教材

编委会名单

主 编：舒 华

编 委：(按姓氏笔画排序)

王 鹏	沈中杰	李良洪	李春明
安相璧	张文双	张 宪	张 煜
杨智勇	姚国平	侯建生	南金瑞
阎连新	董宏国	焦建民	

编写说明

汽车作为人类文明发展的标志,从1886年发明至今,已有100多年的历史。近几年,我国的汽车生产量和销售量都迅速增大,全国汽车拥有量大幅度上升。世界知名汽车企业进入国内汽车市场,促进国内汽车技术的进步。汽车保有量的急剧增加,汽车技术又不断更新,使得汽车运用与维修行业的车源、车种、服务对象以及维修作业形式都已发生了新的变化,使得技能型、应用型人才非常紧缺。

根据“职业院校开展汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训工程”的通知精神,并配合高等职业院校实施紧缺人才培养计划,北京理工大学出版社组织了一批多年工作在教学一线的优秀教师,根据他们多年的教学经验和实践经验,再结合高等职业院校汽车运用与维修专业的教学大纲要求,编写了本套教材。

本套教材既有专业基础课,又有专业技术课。在专业技术课中又分几个专门化方向组织编写,分别是:汽车电工专门化方向,检测技术专门化方向,汽车机修专门化方向,大型运输车维修技术专门化方向,车身修复技术专门化方向,技术服务与贸易专门化方向,汽车保险与理赔专门化方向。

本套教材是按照“高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案”的要求而编写。编写过程中强调应符合汽车专业教育教学改革的要求,注重职业教育的特点,按技能型、应用型人才培养的模式进行设计构思。本套教材编写中,坚持以就业为导向,以服务市场为基础,以能力为本位,培养学生的职业技能和就业能力;合理控制理论知识,丰富实例,注重实用性,突出新技术、新工艺、新知识和新方法。

本套教材适用于培养汽车维修、检测、管理、评估、保险、销售等方面的高技术应用型人才的院校使用。

本套教材经中国汽车工程学会汽车工程图书出版专业委员会评审,做了适量的修改,内容更具体,更实用,推荐出版。

汽车工程图书出版专业委员会



前言

随着汽车工业的迅速发展,汽车车型、结构、性能不断地改变,电子化程度不断地提高和更新,新的结构和装置不断涌现。尤其是汽车电器与电控装置日益增多,使汽车电路更加复杂,给汽车的使用和维修工作带来了不少困难,很多汽车维修人员及汽车专业技术人员面对复杂的汽车电路束手无策,深感汽车电路基础知识的不足,尤其是怎样认识和读懂汽车电路图,对正确使用和快速检修汽车关系重大。为了满足广大读者的迫切需求,使大家尽快熟悉、了解和掌握汽车电路及有关知识,更好地从事汽车电器和电子装置(系统)的使用、维修工作,特编写此书。

本书介绍了汽车电路的基本知识,重点讲述了汽车电路图的识读、汽车主要电气系统的电路分析和汽车电路故障检修诊断方法。另外根据各汽车制造公司在电路设计特点和电路符号表示方法的不同,本书还详细介绍了美洲、日本、欧洲各主要车系的电路特点、表达方式及电路图的识读范例和实例,具有较强的实用性。

本书为高等院校汽车运用与修理专业教材,可供有关汽车专业师生和从事汽车设计制造、汽车运输管理、汽车维修管理的工程技术人员以及汽车电工、修理工与驾驶员阅读参考。

本书由董宏国副教授、廖苓平高级工程师主编,袁一副教授、刘金华副主编,舒华教授主审。参加编写的人员还有孙开元、马广森、邵汉强、谢峰、张宝玉、顾英、吴建华、张煜、赵林、于静、曲艳等。在编写过程中,作者参考了国内外大量的相关资料,在此对有关作者表示衷心感谢!

由于作者水平及资料有限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。



作者

2005年1月

目 录

第一章 汽车电路的基本知识.....	1
第一节 汽车电路的组成和特点.....	1
第二节 汽车电路的类型.....	2
第三节 汽车电路图的类型.....	7
第四节 汽车用导线、线束和插接器.....	15
思考题.....	19
第二章 汽车电路图的识读.....	20
第一节 常用图形符号和文字符号.....	20
第二节 电器部件接线端子的标记.....	33
第三节 开关和显示装置.....	44
第四节 继电器、电路保护装置和中央配电盒.....	55
第五节 汽车电路图的识读方法.....	63
思考题.....	66
第三章 汽车主要电气系统的电路分析.....	67
第一节 电源系统.....	67
第二节 启动系统.....	72
第三节 点火系统.....	77
第四节 照明系统与信号系统.....	82
第五节 仪表与报警系统.....	93
第六节 辅助电器系统.....	97
第七节 发动机电控系统.....	106
第八节 汽车底盘电控系统.....	112
第九节 安全气囊.....	114
第十节 汽车空调系统.....	119
思考题.....	124
第四章 汽车电路故障检修.....	125
第一节 汽车电器的工作条件和工作状态.....	125

第二节 常用的检测仪器、设备与基本检测技术	126
第三节 常见电路故障的诊断	140
思考题	143
第五章 日本各大汽车公司电路图的分析	144
第一节 丰田汽车电路图的分析	144
第二节 本田汽车电路图的分析	154
第三节 日产汽车电路图的分析	160
思考题	168
第六章 欧洲各大汽车公司电路图的分析	169
第一节 大众汽车电路图的分析	169
第二节 奔驰汽车电路图的分析	176
第三节 雪铁龙汽车电路图的分析	186
思考题	197
第七章 美洲各大汽车公司电路图的分析	198
第一节 通用汽车电路图的分析	198
第二节 福特汽车电路图的分析	208
第三节 克莱斯勒汽车电路图的分析	213
思考题	220
参考文献	221

第一章 汽车电路的基本知识

第一节 汽车电路的组成和特点

随着汽车电子控制装置增多,汽车电路日趋复杂。但是任何复杂的汽车电路,其原理都基本相同,都由两个电源(蓄电池、发电机)和用电设备组成。各种车型电路的主要不同点在于,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上的不同。

一、汽车电路的概念

为了使汽车的电器设备工作,应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、控制器件及用电设备等装置连接起来,构成能使电流流通的路径,这种路径称为汽车电路。

二、汽车电路的组成

汽车电路主要由电源、电路保护装置、控制器件、用电设备及导线组成。

1. 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情况下都能投入正常工作。

2. 电路保护装置

电路保护装置主要有熔断丝(俗称保险丝)、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,并把故障限制在最小范围内。

3. 控制器件

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器件,包括简单的电子模块(如电子式电压调节器等)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)。电子控制器件和传统开关在电路上的主要区别是电子控制器件需要单独的工作电源及需要配用各种形式的传感器。

4. 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。

5. 导线

导线用于将以上各种装置连接起来构成电路。此外,汽车上通常用车体代替部分从用电设备返回电源的导线。

三、汽车电路的基本特点

汽车电路具有以下特点:

1. 低压

汽车电气系统的标称电压有 12 V、24 V 两种,轿车普遍采用 12 V,而重型柴油车多采用 24 V。对发电装置,12 V 系统的额定电压为 14 V。低压系统的主要优点是:安全;蓄电池单格数少,对减少蓄电池的质量和尺寸有利;白炽灯的灯丝较粗,寿命较长。

2. 直流

汽车采用直流系统的原因是发动机要靠起动机启动,起动机由蓄电池供电,而蓄电池的电能消耗后又必须用直流电充电,所以汽车电气系统为直流系统。

3. 单线制

单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接,用汽车底盘、发动机等金属机体作为另一根共用导线,线路简化清晰,安装和检修方便,且电器部件也不需与车体绝缘,所以现代汽车普遍采用单线制,但在特殊情况下,有时也需采用双线制。

4. 并联

为了让各用电器能独立工作,互不干扰,各用电器均采用并联方式连接,每条电路均有自己的控制器件及保险装置。控制器件保证每条电路的独立工作,保险装置是用来防止因电路短路或超载而引起导线及用电器的损坏。

5. 负极搭铁

采用单线制时,蓄电池的一个电极接到车体上,称为“搭铁”。若蓄电池的负极与车体连接,则称为负极搭铁;反之,则称为正极搭铁。现在国内外汽车均统一采用负极搭铁。

6. 由相对独立的分系统组成

汽车电路由相对独立的分系统组成,全车电路一般包括以下几部分。

- (1) 电源电路 由蓄电池、发电机、调节器及工作情况指示装置(电流表、充电指示灯)等组成。
- (2) 启动电路 由起动机、启动继电器、启动开关及启动保护装置组成。
- (3) 点火电路 由点火线圈、分电器、电子点火器、火花塞、点火开关等组成的电路。此外,由发动机控制单元进行点火控制时,可以不使用分电器。
- (4) 照明与信号电路 由前照灯、雾灯、示宽灯、转向灯、制动灯、倒车灯、电喇叭等及其控制继电器和开关组成的电路。
- (5) 仪表与警报电路 由仪表、传感器、各种报警指示灯及控制器组成的电路。
- (6) 电子控制装置电路 由电控燃油喷射系统、自动变速器、制动防抱死系统、恒速控制及悬架平衡控制等组成的电路。
- (7) 辅助装置电路 由为提高车辆安全性、舒适性、经济性等各种功能的电器装置组成的电路。因车型不同而有所差异。一般包括挡风玻璃刮水/清洗装置、挡风玻璃除霜/防雾装置、启动预热装置、音响装置、车窗电动升降装置、电动座椅调节装置及中央电控门锁等装置组成的电路。

第二节 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。

电源电路主要是为电器部件提供电源,传统又称为电器部件的“火”线。如图 1-1 所示,

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 段为电器部件(电动机)的电源电路。

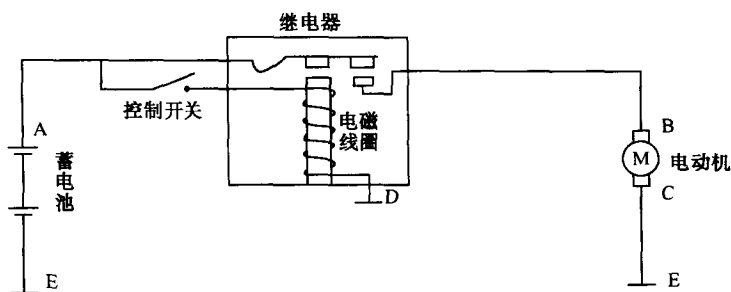


图 1-1 汽车电路的功能

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

控制电路主要是控制电器部件是否工作;如图 1-1 所示,控制器件为开关和继电器,电器部件(电动机)的控制电路为经过控制开关和继电器电磁线圈线路 AD 段。

二、直接控制电路与间接控制电路

根据控制器件与用电部件之间是否使用继电器,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。这种控制电路中不使用继电器,控制器件与用电器串联,直接控制用电器。如图 1-2 所示,直接控制电路为:蓄电池正极→电路保护装置→控制器件→用电部件(灯泡)→搭铁→蓄电池负极。

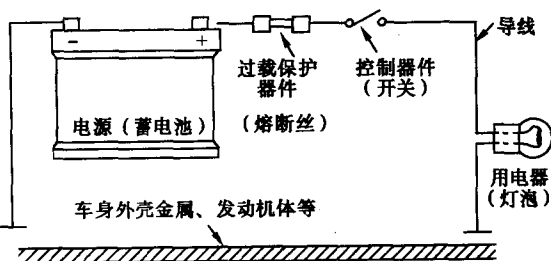


图 1-2 直接控制电路

2. 间接控制电路

在控制器件与用电部件之间使用继电器或电子控制器的电路称为间接控制电路。

如图 1-3 所示,控制器件和继电器内的电磁线圈所处的电路称为控制电路。用电器和继

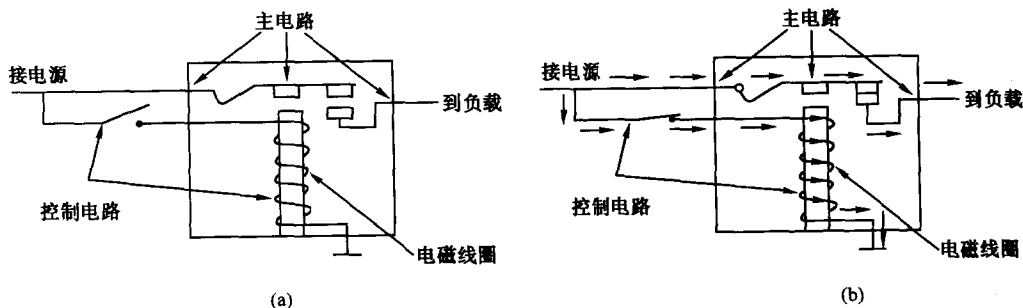


图 1-3 继电器

(a) 开关断开时; (b) 开关闭合时

电器内的触点所处的电路称为主电路。

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、电控单元等控制器件的控制,从这个意义上讲,它们又是执行器件,所以它们具有双重性。

三、电子控制电路与非电子控制电路

1. 非电子控制电路

非电子控制电路指的是由手动开关、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 ABS 由液压控制转变为电子控制等等。电子控制电路是指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,此时用电器一般称为执行器。

四、电子控制电路的特点

在汽车电子控制系统中,电子控制单元(Electronic Control Unit,简称 ECU)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,通过数学计算和逻辑判断,然后直接或间接控制各执行器的工作。

汽车电控系统的电路一般可分为:电控单元的电源电路、信号输入电路及执行器的工作电路。

1. 电控单元的电源电路

如图 1-4 所示,电控单元与电源的连接电路称为电控单元的电源电路。一般分为两大类:一类与电源正极直接相连,其作用为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,称为永久电源电路;另一类则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,以提供正常工作时所需要的电能,称为主电源电路。

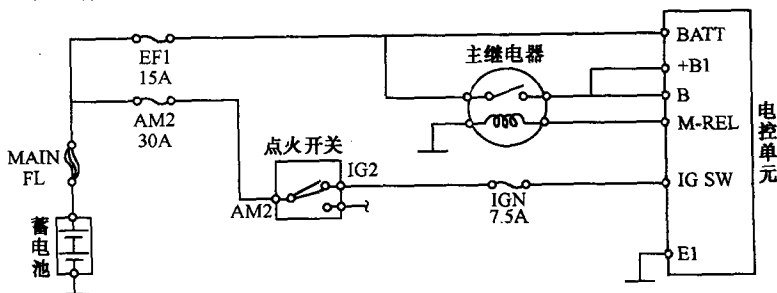


图 1-4 丰田汽车电控单元的电源电路

电控单元通过车体与电源的负极连接的电路称为电控单元的搭铁电路,以使电控单元与电源构成回路。为保证电控单元可靠搭铁,电控单元与车身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、外接开关电路及几个电控单元之间连接的数据传输电路三种形式。

(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。有的车型电路图中用符号或字母较具体的表达,如热敏电阻、可变电阻等类型的传感器,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。传感器信号输入电路可分为有源传感器电路和无源传感器电路。

① 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 5 V)作为电源才能工作。这类传感器称为有源传感器。如图 1-5 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。

② 无源传感器电路。有些传感器的工作无需提供电源,当外界条件变化时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 1-6 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。

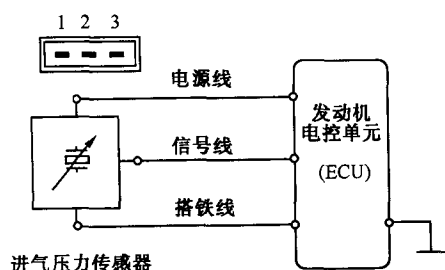


图 1-5 有源传感器的连线

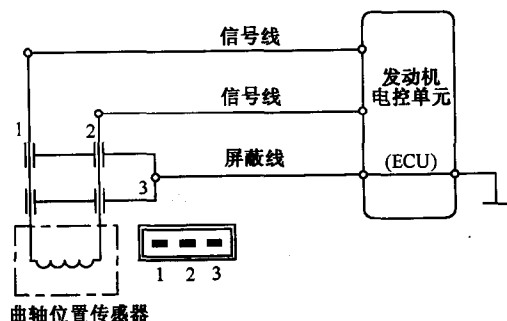


图 1-6 无源传感器的连线

(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。常见开关电路有电压输入型、搭铁型。

如图 1-7 所示为电压输入型开关电路,当开关闭合时,电控单元 ECU 接收的电压信号为蓄电池电压;当开关断开时,电控单元 ECU 接收的电压信号为 0 V。

如图 1-8 所示为搭铁型开关电路,当开关闭合时,电控单元 ECU 的电压信号为 0 V;当开关断开时,电控单元 ECU 的电压信号为基准电压。

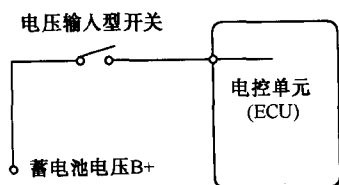


图 1-7 电压输入型开关电路

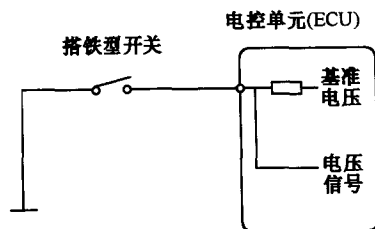


图 1-8 搭铁型开关电路

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。一般有两种情况:

① 电控单元与开关共同控制用电设备的工作(如图 1-9),电控单元 12 号接线端子同时与灯控开关和继电器电磁线圈连接。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,进而控制前照灯的工作。

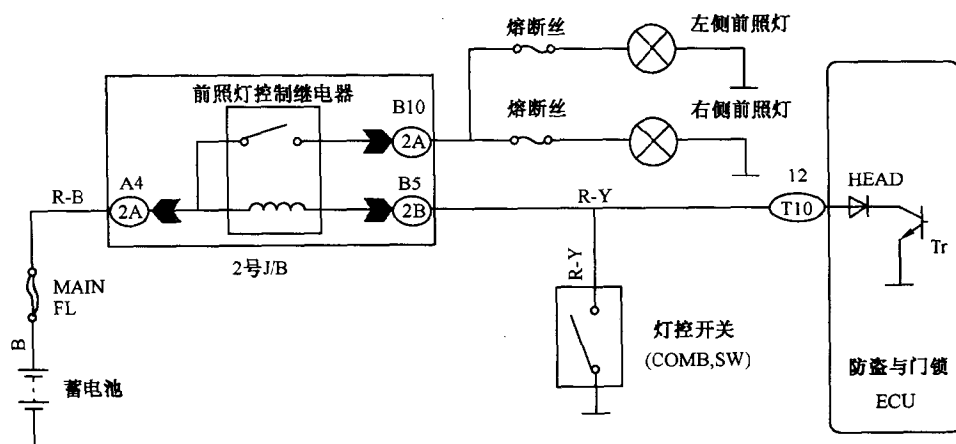


图 1-9 凌志前照灯控制继电器电路

② 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 1-10)。在该图中电控单元的接线端子 9 与行李舱开关和用电器连接。从图中可以看出,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 V;当开关断开时,接线端子 9 的电压为 12 V。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。

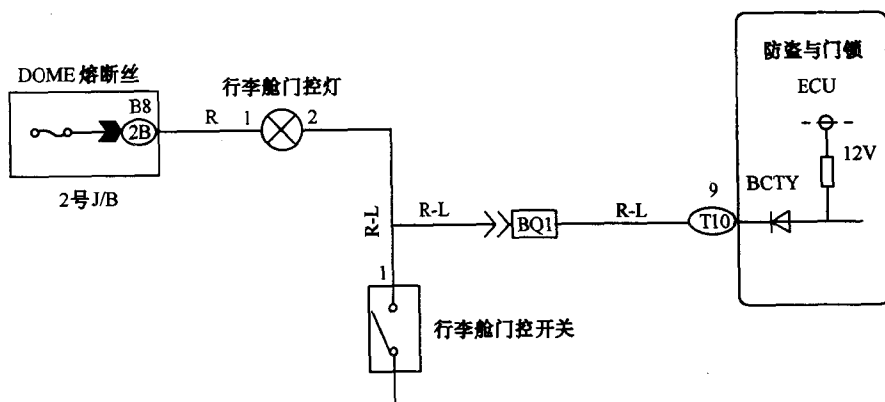


图 1-10 凌志行李舱门控灯开关电路

以上两种情况在看电路图、分析电路工作原理时要注意区分。区分的方法是:

① 看电控单元的接线端子代码及文字说明。若注明信号输入,则为开关给电控单元提供信号;若注明为控制某用电器工作,则为电控单元控制用电器的电路。

② 看电控单元内部的电路。如电控单元内为电子开关的则为电控单元控制用电器的电路;电控单元内部为信号接收电路的,则为电控单元信号电路。

(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。

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。可以由信号输入装置分别向各电控单元传输信号,也可以向一个电控单元传输信号,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。

若要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

执行器是由电控单元控制进行工作。常见执行器有电磁阀、继电器、电动机、灯、蜂鸣器和喇叭等。如图 1-11 所示,执行器的电路分为电源电路、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。

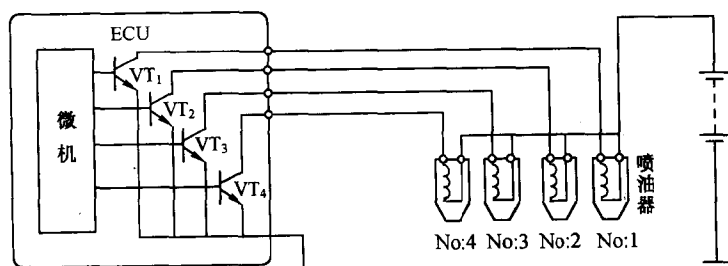


图 1-11 执行器的控制电路

第三节 汽车电路图的类型

汽车电气设备电路图是将各电气部件的图形符号通过引线条连接在一起的关系图。主要用于表达各电气系统的工作原理及电器部件之间的连接关系,同时还可表示各种电器部件、线束等在车上的具体位置。汽车电气设备电路图可分为四种型式,即电器连接简图、布线图、电气原理图和线束图。

一、电器连接简图

电器连接简图是按全车各独立电气系统划分,图中既有电气设备图形符号,又有电气设备外形特征图形,使整个电路识读起来更为直观简便。

如图 1-12 所示为日产(NISSAN)柴油货车充电和启动系统连接简图。其简图完整地表达了整车的电器及线路连接,但不能清晰、方便地反映各电器系统的工作原理,且识读所需时间较长,随着汽车电路的日趋复杂,这类电路图越来越不实用。

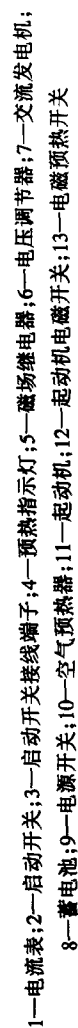


图 1-12 日产(NISSAN)柴油货车充电和启动系统连接简图

二、布线图

1. 布线图的特点

如图 1-13 所示,布线图是指专门用来标记电气设备的安装位置、外形、线路走向等的指示图。它按照全车电气设备安装的实际方位绘制,部件与部件之间的连线按实际关系绘出,并将线束中同路的导线尽量画在一起。这样,汽车布线图就较明确地反映了汽车实际的线路情况,查线时导线中间的分支、接点很容易找到,为安装和检测汽车电路提供方便。但因其线条密集,纵横交错,给识图、查找、分析故障带来不便。

2. 布线图的绘制原则

(1) 布线图中的元器件、部件、组件和设备等项目,应尽量采用其简化外形(如圆形、方形、矩形)来表示,为了便于识图,必要时也允许用图形符号表示。

(2) 在布线图中,接线端子应用端子代号表示。

(3) 导线可用连续线或中断线表示。连续线是用连续的实线来表示端子之间实际存在的导线。中断线是用中断的实线来表示端子之间实际存在的导线,并在中断处标明去向。

三、电路原理图

1. 电路原理图的特点

如图 1-14 所示,电路原理图可清楚地反映出电气系统各部件的连接关系和电路原理,且具有以下的特点:

(1) 用电器符号表达各种电器部件。

(2) 在大多数图中,电源线在图上方,搭铁线在图下方,电流方向自上而下。电路较少迂回曲折,电路图中电器串、并联关系十分清楚,电路图易于识读。

(3) 各电器不再按电器在车上的安装位置布局,而是依据工作原理,在图中合理布局,使各系统处于相对独立的位置,从而易于对各用电设备进行单独的电路分析。

(4) 各电器旁边通常标注有电器名称及代码(如控制器件、继电器、过载保护器件、用电器、铰接点及搭铁点等)。

(5) 电路原理图中所有开关及用电器均处于不工作的状态,例如点火开关是断开的,发动机不工作,车灯关闭等。

(6) 导线一般标注有颜色和规格代码,有的车型还标注有该导线所属电器系统的代码。根据以上标注,易于对照定位图找到该电器或导线在车上的位置。

(7) 电路原理图有整车电路原理图和局部电路原理图之分。

整车电路原理图。为了需要,常常要尽快找到某条电路的始末,以便分析确定有故障的路线。在分析故障原因时,不能孤立地仅局限于某一部分,而要将这一部分电路在整车电路中的位置及与相关电路的联系都表达出来。

局部电路原理图。为了弄清汽车电器的内部结构,各个部件之间相互连接的关系,弄懂某个局部电路的工作原理,常从整车电路图中抽出某个需要研究的局部电路,参照其他详细的资料,必要时根据实地测绘、检查和试验记录,将重点部位进行放大、绘制并加以说明。

2. 电路原理图的绘制方法

(1) 元器件的表示方法。电路图的一个重要特征是元器件采用国家标准所规定的图形符