

畅销书全新升级

全彩印刷  
+  
识图口诀

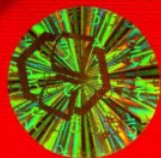
QICHE DIANLU SHITU  
CONG RUMEN DAO JINGTONG

# 汽车电路识图

从入门到精通

(修订本)

孙洋 孔军 等编著



化学工业出版社

QICHE DIANLU SHITU  
CONG RUMEN DAO JINGTONG

# 汽车电路识图

从入门到精通

孙洋 孔军 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书通过彩色图解的形式,在介绍了汽车电路的基础知识上,运用大量的汽车电路识图示例,对国内外常见车系的电路特点和识图方法进行了综合的讲解,在实例中为读者归纳总结了汽车电路导线标注、汽车电器符号、汽车电气设备端子及汽车电路缩略语等方面的内容,使读者在识读汽车电路图时能够轻松入门;并进一步深入地对汽车内部各子系统电路分别进行了详细的分析,内容涵盖子系统概述、工作原理、识图示例、故障检修等,使读者对汽车电路的关键和细节之处达到精通的地步。整体上来看,本书既有着汽车电路的共性问题,还有着许多有针对性的典型示例,内容充实。

本书以图说话,图文并茂,在诸多示例中教给读者汽车电路各方面的相关知识,由浅及深且具有很强的实用性,特别适合从事汽车维修的技术人员以及职业学校相关专业的师生学习使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电路识图从入门到精通/孙洋等编著. —修订本. —北京:化学工业出版社,2019.2  
ISBN 978-7-122-33569-2

I. ①汽… II. ①孙… III. ①汽车-电气设备-电路图-识别 IV. ①U463.620.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第303150号

---

责任编辑: 婁利娜 李军亮  
责任校对: 王鹏飞

装帧设计: 王晓宇

---

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印 装: 北京新华印刷有限公司  
880mm×1230mm 1/16 印张12 $\frac{1}{2}$  字数373千字 2019年4月北京第2版第1次印刷

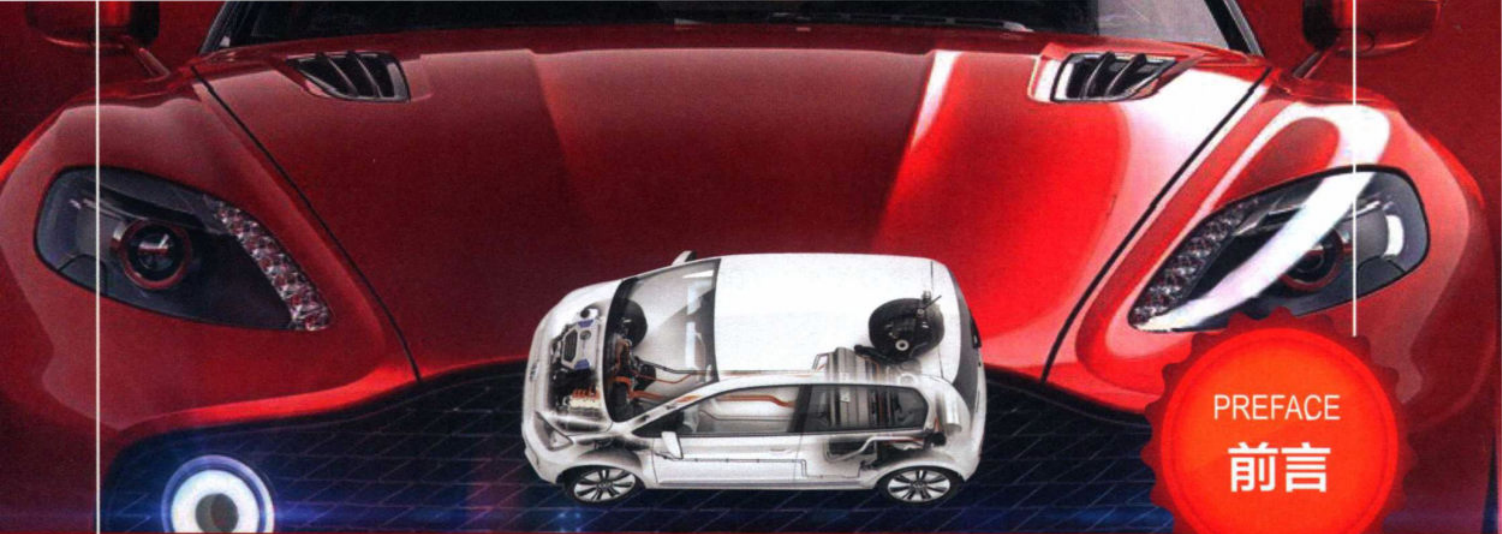
---

购书咨询: 010-64518888 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价: 59.80元

版权所有 违者必究



PREFACE

## 前言

汽车电路图是检修汽车的必要基础资料，只有读懂电路图，才能掌握汽车电路的特点及原理，当汽车发生故障时，可在短时间内找到故障原因。由此看来，汽车电路图识读对维修人员至关重要。

由于汽车品牌较多，各生产厂家在电路图的绘制风格上有较大的不同，这给汽车维修人员识别电路带来诸多不便。编者本着以服务汽车维修人员为宗旨的原则而编写本书，希望对汽车维修人员识读汽车电路图有所帮助。

本书的第一章介绍汽车电路基础，使读者对电路图有基本的认识。第二章介绍汽车电路图的分类与识读方法。第三章介绍汽车电路图识读示例，涉及通用、丰田、大众、双龙、福特、现代、马自达、神龙富康、东风悦达起亚等国内外常见车系的电路特点和电路图的识读方法。为了方便读者学习，还编入了电路导线颜色代码表、电路图符号及含义和缩略语。第四章介绍汽车各系统电路分析及识图，主要讲述各系统的概述、组成、电路原理、识图示例和故障检修方法。

修订版主要做了如下修改：

(1) 增加维修要诀，采用“要诀+说明+图解+专家提示”的编写方式，为零基础读者量身打造；要诀朗朗上口，容易记诵；说明一步一图解，准确达意，一看就懂。读者可边学边记，提高学习效率。

(2) 黑白图替换成彩色图。第一版里面有一部分图片和元器件符号采用的是黑白形式，相比于彩色的阅读体验要差一些，新版更换为彩色图片，使图书更加美观，真正做到彩色图解，更加方便读者学习。

本书图文并茂、通俗易懂、实用性较强，特别适用汽车维修的人员进修、自学使用，也可作为大、中专及中职、高职汽车维修专业的培训教材和参考书。

本书主要由孙洋、孔军主编，参与本书编写的还有康小厂、李俊、彭耀伍、韩博、宋家乐、石超、秦萌、苏影、韩文飞、楚建功、马亮亮、刘彦楠、刘地、刘中江、黄秋杰、张爱萍、赵世成、侯元德、冯丹丹、黄文霞、耿荣森、李宁、李建伟、杨易锋、李换、孙慧敏、马娟、张荔荔、赵怀宙、孙鹏、张旭、张玉河、闫修品、冯志刚、薛瞧、王佳、薛秀云、孙兰、谭连枝、李艳丽、孙慧杰等。

由于水平有限，书中难免有不足之处，望读者批评指正。

编著者

## 第一章 汽车电路基础 /001

---

### 第一节 汽车电路的概念及组成 /002

- 一、汽车电路的概念 /002
- 二、汽车电路的组成 /002
- 三、汽车电路的特点 /003

### 第二节 汽车电路基础 /005

- 一、直接控制电路和间接控制电路 /005
- 二、非电控电路 /008
- 三、电控电路 /009

## 第二章 汽车电路图的分类与识读方法 /017

---

### 第一节 汽车电路图的分类 /018

- 一、汽车电器布线图 /018
- 二、汽车电路原理图 /019
- 三、汽车线束图 /021
- 四、汽车电器设备定位图 /022

### 第二节 汽车电路图的识读方法 /023

- 一、汽车电路原理图的识读方法 /023
- 二、汽车线束图的识读方法 /024
- 三、汽车电气设备定位图的识读方法 /028

## 第三章 汽车电路图识读示例 /029

---

### 第一节 概述 /030

- 一、汽车电路电器符号 /030
- 二、汽车电路导线标注 /031
- 三、汽车电器设备端子标注 /031
- 四、汽车电路缩略语 /033

### 第二节 汽车电路识图示例 /033

- 一、上海通用汽车电路识图示例 /033
- 二、一汽丰田汽车电路识图示例 /043
- 三、上海大众汽车电路识图示例 /051
- 四、一汽大众汽车电路识图示例 /055
- 五、双龙汽车电路识图示例 /061
- 六、长安福特汽车电路识图示例 /063
- 七、北京现代汽车电路识图示例 /069
- 八、海南马自达汽车电路识图示例 /074
- 九、神龙富康汽车电路识图示例 /078
- 十、东风悦达起亚汽车电路识图示例 /085
- 十一、中国汽车电路图符号及含义 /088
- 十二、中国汽车常见报警灯和指示灯标志 /089

## 第四章 汽车各系统电路分析及识图 /093

---

### 第一节 充电系统 /094

- 一、充电系统概述 /094
- 二、发电机的组成及工作原理 /094
- 三、充电系统工作状态指示电路 /097
- 四、充电系统识图示例 /098
- 五、电压调节器识图示例 /100
- 六、故障检修 /101

### 第二节 启动系统 /102

- 一、启动系统概述 /102
- 二、启动机的组成及工作原理 /102
- 三、启动系统识图示例1 /103
- 四、启动系统识图示例2 /105
- 五、故障检修 /106

### 第三节 电源分配系统 /107

- 一、电源分配系统概述 /107
- 二、电源分配系统的组成及工作原理 /107
- 三、电源分配系统电路识图示例 /109

### 第四节 发动机电控系统 /113

- 一、发动机电控系统概述 /113
- 二、M7-Motronic发动机电控系统识图示例 /114
- 三、广州本田雅阁发动机电控系统识图示例 /127

### 第五节 防抱死制动系统 /131

- 一、防抱死制动系统概述 /131
- 二、防抱死制动系统的组成及工作原理 /131
- 三、防抱死制动系统识图示例 /134
- 四、故障检修 /134

### 第六节 自动变速器电控系统 /135

- 一、自动变速器电控系统概述 /135
- 二、自动变速器电控系统的组成及工作原理 /135
- 三、自动变速器电控系统识图示例 /136
- 四、故障检修 /139

### 第七节 空调系统 /141

- 一、空调系统概述 /141
- 二、空调系统的组成 /141
- 三、广州本田飞度汽车空调系统识图示例 /142
- 四、一汽大众速腾空调系统识图示例 /145

### 第八节 防盗系统 /148

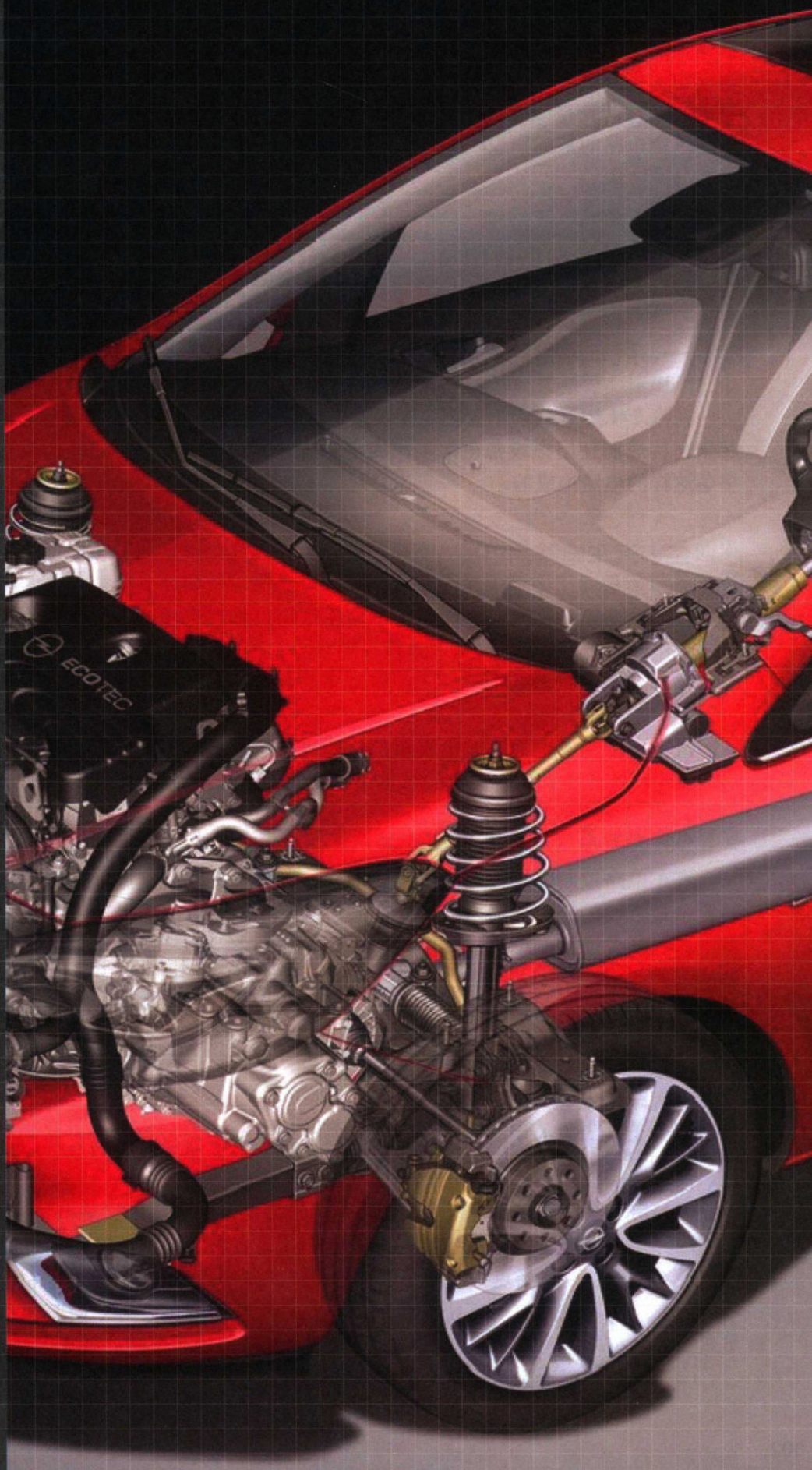
- 一、防盗系统的组成及工作原理 /148
- 二、防盗系统识图示例 /149
- 三、故障检修 /151

### 第九节 安全气囊系统 /152

- 一、安全气囊系统概述 /152

- 二、安全气囊系统的组成及工作原理 / 152
- 三、安全气囊系统识图示例 / 153
- 四、故障检修 / 155
- 第十节 中央门锁系统 / 155
  - 一、中央门锁系统概述 / 155
  - 二、中央门锁系统的组成及工作原理 / 155
  - 三、中央门锁系统识图示例 / 155
- 第十一节 巡航控制系统 / 158
  - 一、巡航控制系统概述 / 158
  - 二、巡航控制系统的组成及工作原理 / 158
  - 三、巡航控制系统识图示例 / 158
  - 四、故障检修 / 160
- 第十二节 仪表系统 / 162
  - 一、仪表系统概述 / 162
  - 二、仪表系统的组成及工作原理 / 162
  - 三、仪表装置系统识图示例 / 162
  - 四、故障检修 / 167
- 第十三节 刮水器和洗涤器 / 171
  - 一、刮水器和洗涤器概述 / 171
  - 二、刮水器和洗涤器系统电路识图示例 / 172
  - 三、故障检修 / 174
- 第十四节 辅助电器系统 / 174
  - 一、辅助电器概述 / 174
  - 二、辅助电器的组成及工作原理 / 174
  - 三、后车窗除霜和后视镜加热电路识图示例 / 175
  - 四、驾驶员侧电动座椅电路识图示例 / 176
  - 五、天窗电路识图示例 / 177
- 第十五节 照明与信号装置系统 / 179
  - 一、照明与信号装置结构特点 / 179
  - 二、故障检修 / 182
- 第十六节 故障自诊断系统 / 183
  - 一、故障自诊断系统概述 / 183
  - 二、故障自诊断系统的组成及工作原理 / 184
  - 三、自诊断系统诊断插座电路识图示例 / 185
- 第十七节 车载网络系统 / 187
  - 一、车载网络系统概述 / 187
  - 二、车载网络系统的组成及工作原理 / 187
  - 三、车载网络系统识图示例 / 189
- 第十八节 中央集控门锁 / 191
  - 一、中央集控门锁概述 / 191
  - 二、中央集控门锁系统识图示例 / 191
- 第十九节 电动后视镜 / 192
  - 一、电动后视镜概述 / 192
  - 二、电动后视镜系统识图示例 / 193

# 第一章 汽车电路基础



# Chapter 01



随着电控技术在汽车上被越来越广泛地应用，汽车的动力性、经济性、舒适性和安全性得到了很大提高，汽车污染物的排放量也得到了控制。这些新技术的应用使汽车上的用电设备越来越多，汽车电路随着用电设备的增加也变得越来越复杂。在对现代汽车进行维修时，电路图是必备的维修资料。能读懂汽车电路图也就成为现代汽车维修人员必备的技能。

由于世界上各汽车制造厂家在电路图的绘制上没有统一的规定，风格各异，再加上汽车电路图本身的复杂性，使得缺乏汽车电路基础知识的维修人员一下子很难读懂。在读懂汽车电路图之前，应先了解汽车电路的基础知识——汽车电路的组成、分类及特点。

## 第一节 汽车电路的概念及组成

### 一、汽车电路的概念

在汽车上用导线和车身把电源（蓄电池或发电机）、过载保护装置、控制器和用电设备等装置连接起来，构成能使用电设备正常工作的电流流通的路径，称这种路径为汽车电路。汽车电路图就是由很多条这样的电路构成的。

### 二、汽车电路的组成

按照电器设备在汽车电路中的不同作用可以把汽车电路大致分为汽车电源、控制装置、汽车用电器、配电装置及导线等。

#### 1. 汽车电源

汽车电源由蓄电池和发电机两部分构成。在发动机不工作或启动时由蓄电池供电。在发动机启动后，发电机产生电能向各用电设备供电，同时向蓄电池充电。

#### 2. 控制装置

汽车电路控制装置按控制电路的形式可以分为开关、继电器和电控制单元。点火开关是汽车控制装置中最重要的开关。继电器按受控制的装置不同可以分为受开关控制的继电器和受电控单元控制的继电器。开关或控制单元通过控制继电器线圈的电路来控制继电器触点的断开和闭合，进而控制用电器的电路。电控单元是汽车上各电控系统的核心。汽车上电控系统包括电控燃油喷射系统、电控自动变速器、防抱死制动系统（ABS）、电控点火系统、空调系统、防盗系统等。电控单元控制各个电控系统以最佳工作状态工作，达到提高汽车动力性、经济性、安全性、舒适性、降低汽车污染物排放的目的。

#### 3. 汽车用电器

汽车上的电器设备绝大部分是用电器。汽车用电器包括启动系统、点火系统、照明系统、信号装置、仪表及报警装置、辅助电器、用电传感器等。

（1）启动系统 启动系统主要作用是用来启动发动机，由启动机和控制电路组成。

（2）点火系统 点火系统用来产生电火花、点燃发动机汽缸中的可燃混合气，现代汽车都采用电控点火系统，主要包括点火线圈、点火器、火花塞等。

（3）照明系统 照明系统按在车上的安装位置不同可分为车内照明和车外照明。车内照明用来满足驾乘人员车内的照明的需要，车外照明用来保障车辆在夜间、雨雾天气中行驶的安全。

（4）信号装置 信号装置用来向外界提供车辆的位置、运行状态等信号，以提高汽车的安全性。

(5) 仪表及报警装置 仪表及报警装置常安装在驾驶员面前的仪表板上,用于向驾驶员提供汽车运行的各种参数及异常情况,确保汽车正常运行。仪表及报警装置主要有车速里程表、水温表、燃油表、机油压力表和指示灯、发动机转速表、各系统危险警报灯、警报器等。

(6) 辅助电器 随着汽车电控技术的发展,辅助电器在汽车上安装得越来越多,大大提高了汽车的舒适性和安全性。例如电动挡风玻璃刮水器、电动车窗玻璃升降器、电动座椅、防盗装置等。汽车的豪华、自动程度越高,辅助电器的数目就越多。

(7) 用电传感器 汽车电控系统中的传感器大部分为用电传感器。有的传感器需要消耗电能才能产生电压信号,例如霍尔效应式传感器、各种热敏电阻式传感器、滑动变阻式传感器等,有的传感器需要消耗电能产生工作的环境,例如加热式氧传感器等。

### 要诀 1

汽车电路啥组成,请您仔细往下听,电源发电又蓄电,功能强大显神通,控制装置很重要,电控装置是核心,汽车电器有很多,最重要的共七个,配电装置及导线,它的作用把电连。

## 4. 配电装置及导线

配电装置包括中央接线盒、仪表板接线盒、熔断器(俗称保险丝)、导线、连接器等,作用是把电源分配到各用电器或控制装置,并连接各用电器或控制装置使全车电路构成一个统一的整体。

## 三、汽车电路的特点

汽车电路既具有一般电路的特点又有自身的一些特点。汽车电路和一般电路一样,电器设备间采用串联和并联的基本连接方式;具有通路、断路和短路三种基本工作状态;电路图中的电器设备采用专门的符号或图框加文字的标注方法。

由于世界上各汽车制造厂家在绘制电路图上没有统一的标准,各种车型的结构、电器设备的数量、安装位置、类型、接线方法、工作原理也不尽相同,使各汽车制造厂家的电路又具有自身特点,但汽车电路都具有以下特点。

### 1. 汽车电路为低压直流电路

为了简化汽车用电器设备结构和保障驾乘人员安全,汽车电器设备采用低压直流供电,汽油发动机汽车为12V,柴油发动机汽车为24V。在以后的汽车上可能采用42V供电系统来满足汽车上不断增加的用电需要。

### 2. 汽车电路均采用单线制

单线制是汽车电路最大的特点。所谓单线制是指汽车上所有的电器设备正极都由导线与电源正极相连,汽车的金属壳体作为负极的一种接线方式。采用单线制,不仅可以节省材料,使电路简化,而且也便于安装和检修。

### 3. 汽车电路中的用电设备均为并联

汽车电路中的用电设备采用并联方式可以保证每个用电器的正常,而不会相互干扰。在维修汽车电路时,可以单独方便地拆装用电设备而不会影响到其他用电设备。汽车电路中的用电设备与控制装置采用串联方式,例如,喇叭与喇叭开关、门控灯与车门接触开关等。

### 4. 汽车电路中有两个供电电源

蓄电池在发动机停止运转或启动发动机时向车上的用电设备和启动机供电。在发动机启动后,发电机在向车上的用电设备供电的同时,还向蓄电池充电以补充蓄电池损失的电能。蓄电池和发电机两个电源之间采用并联的方式向用电设备供电,这样可以保障车上的用电设备在无论何种情况下都能正常工作,同时也延长了蓄电池的使用寿命和供电时间。



## 5. 汽车电路中均安装有过载保护装置

为了防止汽车电路或用电设备因电路中电流过大而损坏，在汽车电路中都安装有过载保护装置。过载保护装置与电器设备串联在电路中。最常用的过载保护装置是片式熔断器，俗称保险丝，也有采用管式熔丝或电路断路器的。

## 6. 汽车电路采用负极搭铁的接线形式

采用负极搭铁的接线形式是汽车电路的另一大特点，不仅可以充分利用电化学反应使车身和车架更难以锈蚀，而且汽车电器设备对无线电设备（音响、通信系统等）的干扰也较电源正极搭铁方式小。但在少数汽车和少数电路中，采用正极搭铁的接线形式，在阅读汽车电路和检修汽车电路时，应特别注意。

## 7. 汽车电路由单元电路组成

汽车电路虽然复杂，但都是由完全不同功能、相对独立的单元电路组成的，即使在同一张电路图中也分为不同的部分，如电源、启动、点火、控制开关或电控单元、用电器等。只要认真分析读懂每个单元电路也就能读懂全车电路。

## 8. 汽车电路上常标有导线颜色和线路编号

随着汽车上用电设备的不断增加，汽车上的导线数目在不断增加，为了便于安装，常把汽车电路中的导线做成线束，为了便于识别和检修汽车电路，在汽车电路中常采用不同颜色的导线，并在汽车电路图中用颜色的字母代号标出，不同系统导线的颜色也往往不同。

在我国，对汽车电路中导线的颜色及代号做了统一规定，有以单色线为基础和以双色线为基础两种标准供选用。以单色线为基础时，单色线的颜色及代号如表 1-1 所示。其中，黑色导线规定为搭铁线（俗称接地线）。以双色线为基础时，各用电系统的电源线或横截面积大于  $1.5\text{mm}^2$  的导线采用单色，其余为双色。双色线就是选一种颜色作为主色，另一种颜色作为辅色，主色占据导线的大部分表面。双色线主色颜色代码及采用的用电系统名称如表 1-2 所示。在电源系统中还可以增加以红色为主色，辅色为白色或黑色的两种双色线。我国还规定：汽车电路中导线的颜色，在同一电气系统中，双色线的主色与单色线的颜色相同；一个电路中的分支线必须按规定选配相应的辅色；辅色在导线的主色上成两条轴对称直线分布。

表 1-1 单色线的颜色及代号

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
颜色	黑	白	红	绿	黄	棕	蓝	灰	紫	橙
代号	B	W	R	G	Y	Br	Bl	Gr	V	O

要  
诀  
2

1 为黑色 2 为白，3 红 4 绿 5 黄来，  
6 棕 7 蓝 8 是灰，9 紫 10 橙挨着排。

表 1-2 双色线主色颜色代码及采用的用电系统名称

序号	系统名称	电线主色	代号
1	电气装置接地线	黑	B
2	点火、启动系统	白	W
3	电源系统	红	R
4	灯光信号系统（含转向指示灯）	绿	G
5	防空灯系统及车身内部照明系统	黄	Y
6	仪表及报警指示系统和喇叭系统	棕	Br
7	前照灯、雾灯等外部灯光照明系统	蓝	Bl
8	各种辅助电动机及电气操纵系统	灰	Gr
9	收放音机、电子钟、点火器等辅助装置	紫	V

## 第二节 汽车电路基础

现代汽车为了满足人们对汽车舒适性、安全性、经济性的需求，不断地增加汽车上的电器设备。随着汽车上电器设备不断地增加，汽车电路也变得越来复杂，读懂汽车电路图的难度在不断地增加。其实读懂汽车电路并不难，在读懂汽车电路之前，应先了解汽车电路的基本组成。

纵观汽车整车电路，不难发现汽车电路是由许多基本电路和电器设备组成的。汽车电路按照控制电路中有无使用继电器可以分为直接控制电路和间接控制电路，按照控制用电器工作时是否使用电控单元可以分为电控电路和非电控电路，按照电路的作用可以分为电源电路、信号电路和执行器工作电路等。在阅读汽车电路图的时候，可以按照上面的分法先把整个电路分为不同种类的电路，然后再逐类分析解读，把每类电路读懂了，也就读懂整车电路了。

### 一、直接控制电路和间接控制电路

#### 1. 直接控制电路

直接控制电路是指不使用继电器，用电器由控制器（如点火开关、灯光开关）直接控制的电路。在这种电路中控制器和用电器串联，直接控制用电器的工作，汽车倒车灯电路如图1-1所示。这种直接控制电路是最简单、最基本、最常见的电路。

在阅读直接控制电路时，关键是要遵循回路原则，即用电器正常工作时必须在蓄电池正极、过载保护装置（如熔断器）、控制器、用电器和蓄电池负极间构成闭合回路。如图1-1所示，电路为蓄电池正极→仪表板熔断器盒F20 10A（过载保护装置）→倒车开关（控制器）→倒车灯（用电器）→G401接地→蓄电池负极。

在汽车上的控制开关中，点火开关是最重要的开关，用来控制汽车各条分支电路的通断。点火开关的主要功能有：  
① 置于LOCK挡时锁止转向盘轴；  
② 置于ACC挡时，接通车上的附件电器设备（如收音机、电动车窗）电路；  
③ 置于ON挡时，接通点火电路、油泵电路等；  
④ 置于ST挡时，接通启动机电路，启动发动机。点火开关在置于ST挡时，只要一松手就能自动回到ON挡，不能进行自行定位，而在其他挡均可自行定位，这样可以防止启动机长时间工作。

多功能组合开关是汽车上控制用电器工作的又一重要开关，包括照明开关（前照灯开关、变光开关）、信号开关（转向信号开关、危险警告灯开关、超车灯开关）、挡风玻璃、刮水器和清洗器开关等，安装在驾驶员前面的转向柱上，便于驾驶员的操纵。

熔断器是汽车上最常见的过载保护装置，用于对局部电路进行保护，能以额定电流长时间工作的负载，但在通过电流超过额定电流25%时，约1min就熔断，在超过额定电流10%时，则3min就熔断。因此熔断器在结构一定时，流过熔断器的电流越大，熔断器熔断的时间就越短。熔断器为一次性保护装置，在熔断后，只能更换新的熔断器。

#### 2. 间接控制电路

间接控制电路是指在用电器和控制器之间使用继电器、控制器，通过控制继电器触点的通断来控

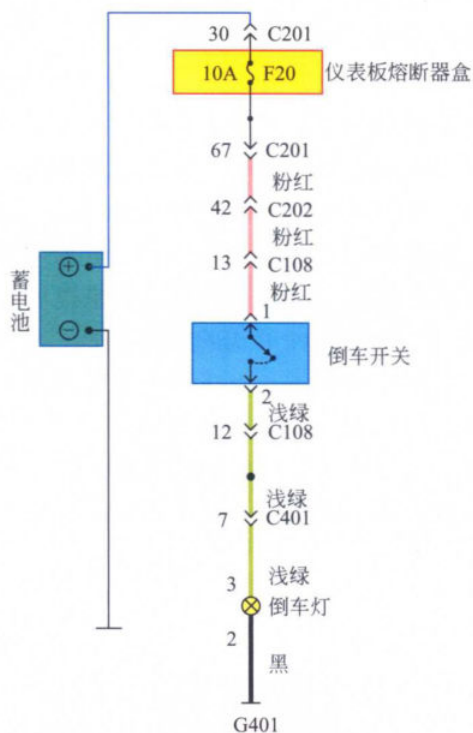


图 1-1 汽车倒车灯电路

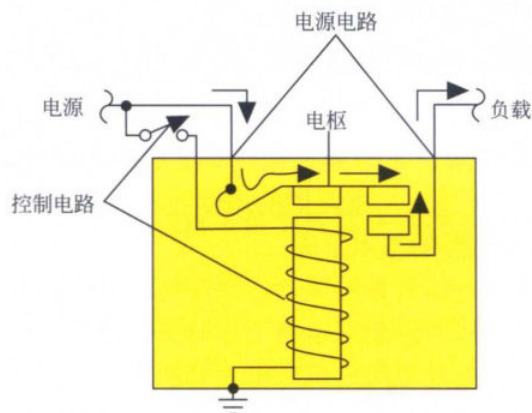


图 1-2 继电器的工作原理示意图

制用电器工作的电路。

继电器是间接控制电路中重要的控制器。继电器主要由电磁线圈和触点等组成。继电器的工作原理如图 1-2 所示。在间接控制电路中控制器（开关、电控单元）控制用电器工作过程实质是控制继电器线圈通电产生磁力闭合继电器触点，接通用电器工作电路使用电器工作的过程。在这个控制过程中，把控制器控制继电器线圈的电路称为控制电路，把继电器触点控制用电器工作的电路称为主电路。在电路中使用继电器进行间接控制，解决了控制器允许通过的电流小和用电器工作需要的电流大之间的矛盾。通过利用小电流来控制大电流，不仅可以保护控制器，还可以使控制器做得体积更小，节约空间和材料。

由于继电器具有用小电流控制大电流的工作特点，使继电器在电路中具有双重身份。对于受继电器控制的用电器来说，继电器是控制器，对于控制继电器的各种开关和电控单元来说，继电器是用电器。在汽车间接控制电路中，常见的继电器有：① 常开式继电器，如图 1-3 (a)、(f) 所示，在继电器线圈通电时，触点闭合，接通用电器电路；② 常闭式继电器，如图 1-3 (b) 所示，与常开式继电器工作原理相反，在继电器线圈通电时，触点断开；③ 切换式继电器，如图 1-3 (d) 所示，继电器有两对触点，一对为常开触点，一对为常闭触点，在电磁线圈通电时，常开触点闭合，常闭触点断开；④ 多路控制继电器，如图 1-3 (e) 所示，继电器内线圈不止有一个，继电器触点受多个继电器线圈多个控制器控制，常用于同一个用电器受多个控制器控制的电路；⑤ 多触点继电器，如图 1-3 (c) 所示，在同一个继电器内，继电器触点不止有一个，继电器各个触点之间是联动关系，这样的继电器常用于多个或多路用电器的控制电路中，在有的继电器线圈上会并联一电阻、电容或二极管，这样是为了保护继电器线圈、控制开关触点和电控单元。

无论是何种形式的继电器都有继电器线圈和继电器触点这两个基本元器件。继电器在电路图中常用电器符号表达。电路图中常见继电器符号如图 1-3 所示。继电器符号一般由继电器线圈和继电器触点组成，线圈与触点用虚线相连，表示此触点受该线圈的控制。继电器触点在电路图中所处的位置一般表示该系统处于停止工作状态时的位置。若继电器触点处于断开状态，如图 1-3 (f) 所示，则说明该继电器为常开继电器。若继电器触点处于闭合状态，则说明该继电器为常闭继电器。

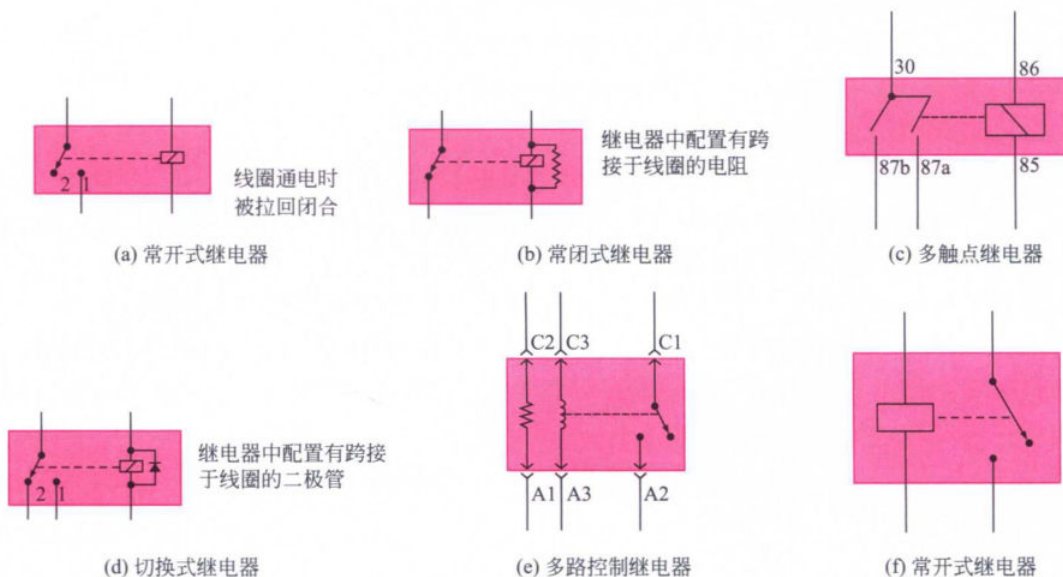


图 1-3 常见继电器符号

间接控制电路由两部分电路构成，即控制电路和主电路，在阅读间接控制电路时关键是以继电器为中心来区分控制电路和主电路，然后再根据回路原则，分别分析控制电路和主电路。上海通用汽车前雾灯受继电器的控制，电路如图1-4所示。以该电路为例，来分析间接控制电路。

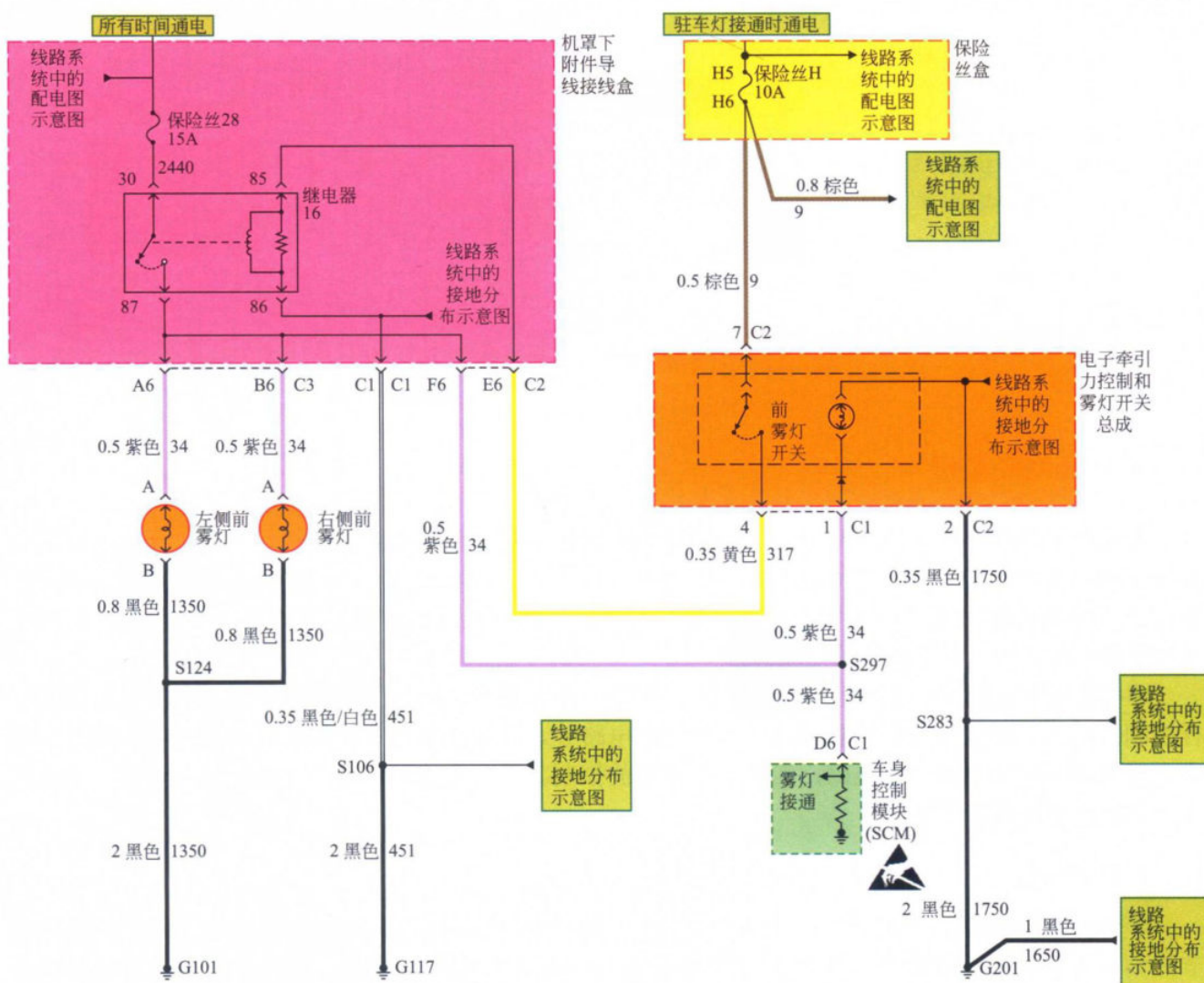


图 1-4 上海通用汽车前雾灯电路

(1) 雾灯控制电路 驻车灯接通时通电→保险丝H(10A)→前雾灯开关触点→继电器16端子85→继电器线圈→继电器16端子86→S106铰接点→G117接地。

(2) 雾灯主电路 所有时间通电→保险丝28(15A)→继电器16端子30→继电器16触点→继电器16端子87→连接器C3的A6端子→左侧前雾灯端子A→左侧前雾灯→左侧前雾灯端子B→S124绞接点→G101接地。  
 →连接器C3的B6端子→右侧前雾灯端子A→右侧前雾灯→右侧前雾灯端子B→S124绞接点→G101接地。  
 →连接器C2的F6端子→S297绞接点→连接器C1端子1→前雾灯开关指示灯→连接器C2端子2→S283绞接点→G201接地。

在汽车电路中还使用另一种继电器——干簧式继电器，其结构如图1-5所示。干簧式继电器在工作时，继电器线圈里通过电流产生磁力，使簧开关触点闭合，接通主电路。由于干簧式继电器线圈允许通过较大的电流，因此具有反应灵敏的特点，常用于信号采集电路，作为传感器使用。还用于控制



雾灯，电路如图 1-6 所示。干簧式继电器在电路中的符号依然采用继电器符号，控制电路和主电路的分析方法与继电器相同。

要诀 3

电路控制有几种，  
直接间接两种控制，  
直接控制无继电器，  
控制器直接把电线，  
间接控制有特点，  
继电器引入是关键，  
继电器由啥构成，  
线圈、触点等组成。

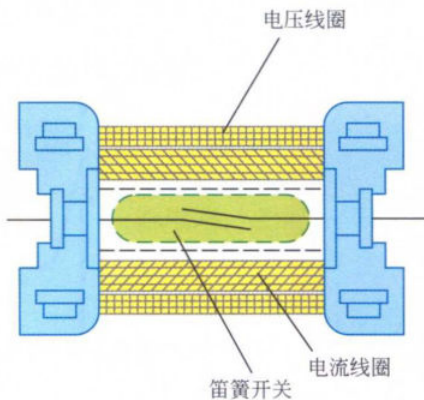


图 1-5 干簧式继电器结构示意图

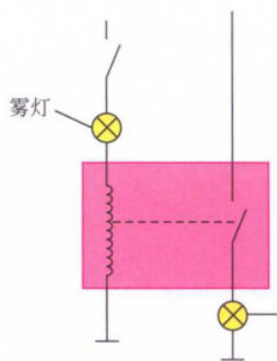


图 1-6 干簧式继电器控制雾灯电路

## 二、非电控电路

在汽车电路中非电控电路和电控电路的最大区别在于是否使用电控单元进行控制。传统用电器的控制电路多为非电控电路。例如照明灯、转向信号灯、手动刮水器、清洗器等用电器的控制。电控电路在汽车电路中越来越多，主要用于自动化、高精度、高灵敏度的控制。例如自动变速器、发动机、电控燃油喷射系统、点火系统的控制等。

非电控电路指的是由各种手动开关、压力开关、温控开关、滑动变阻器等传统控制器对用电器进行控制的电路。例如照明灯控制电路、冷却风扇电路等。这些控制开关都是通过开关触点的断开或闭合来接通或断开用电器工作电路，实现对用电器的控制。滑动变速器则是通过改变接入电路中电阻的大小来控制用电器的工作。

### 1. 手动开关

手动开关主要是指点火开关、照明灯开关、转向信号灯开关、危险警告灯开关、鼓风机转速调节开关及各种控制面板开关、座椅位置调节开关、门窗玻璃升降开关等。在汽车上最重要的开关是点火开关，驾驶员通过旋转点火开关来控制汽车上各用电器电路的通断。点火开关在电路图中常见的符号如图 1-7 所示。照明灯开关、转向信号灯开关、危险警告灯开关、远近光转换开关等开关往往组合在一起组成组合开关安装在驾驶员面前的方向盘柱上，方便驾驶员的操作。组合开关在电路图中往往只画出所需的开关，再在开关旁边注明在组合开关上。

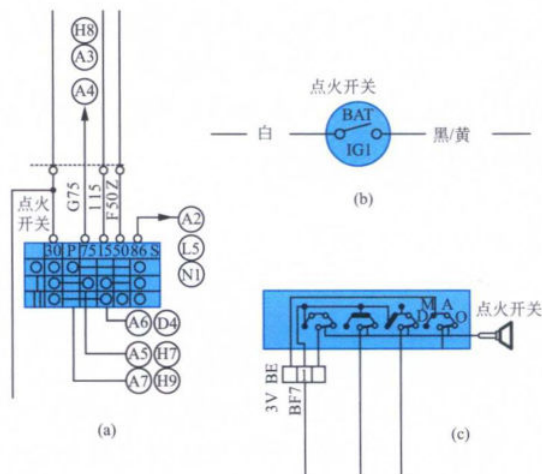


图 1-7 常见点火开关电路符号

### 2. 温控开关

温控开关是指受温度控制的开关。这类开关往往由热敏电阻材料或温度系数不同的双金属组成，在外界温度发生变化时切断或接通用电器的电路。例如用于控制冷却液散热风扇的热敏开关；空调系统中用来感受外界的温度，控制压缩机工作的温度保护开关等。温控开关在电路图中一般用普通开关的符号再在开关触点上加字母  $\theta$  或者是在开关旁用文字说明的方法来标注常见符号，如图 1-8 所示。

### 3. 压力开关

压力开关是指受液压或气压管路中压力控制的电路开关。在管路压力高于或低于一定标准值时,开关触点断开或关闭,切断或接通用电器电路,起到对用电器的保护作用。例如空调系统中用于控制压缩机工作的双压开关,发动机润滑系统中的机油压力开关等。压力开关在电路图中可用普通开关符号加文字标注的方法来表示,也可以用专用符号来表示。如图1-9所示。

### 4. 滑动变阻器

滑动变阻器通过改变串入电路中的电阻来改变电路中用电器两端的电压来控制用电器的转速、亮度等。例如用来调节电动机的转速,用来调节灯光的亮度等。调节电动机转速的原理图如图1-10所示。

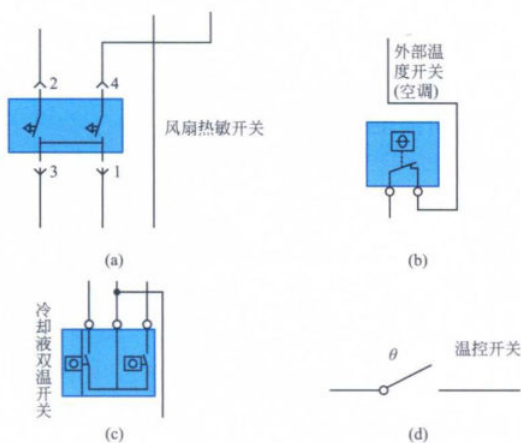


图 1-8 温控开关电路符号



图 1-10 滑动变阻器调速原理图

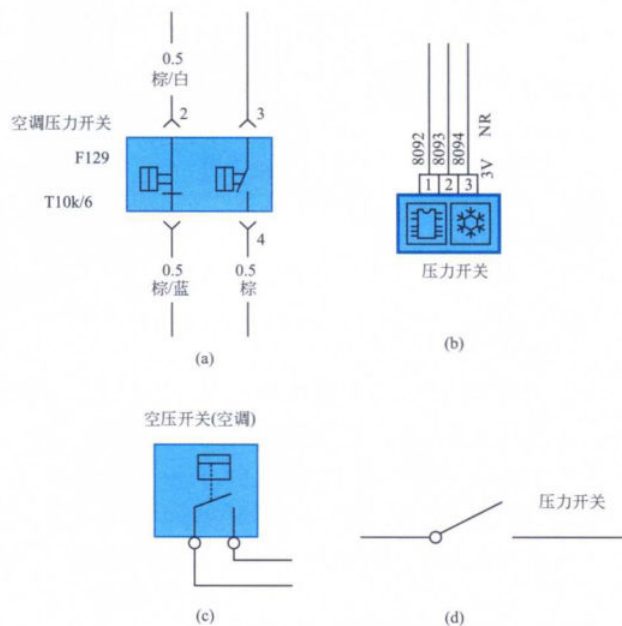


图 1-9 压力开关电路符号

随着汽车电控技术的发展,汽车上越来越多的传统控制器将被电控单元或电控单元的功能所取代。例如可以利用压力传感器来代替压力开关,利用电控单元来代替滑动变阻器,控制电动机的转速、灯光亮度等。

#### 要诀 4

非电控电路有多种,实际应用分得明,手动开关很常见,用手扳动是特点,温控开关温度控,热敏电阻应用中,压力开关液气控,管路压力要知道。

## 三、电控电路

电控电路是在原有的控制电路上增加信号输入装置(信号传感器)和电控单元,利用电控单元来对用电器进行自动控制的电路。电控电路能够适应汽车电控技术的发展,实现对车上执行器的自动控制,在现代汽车上电控电路已代替传统的非电控电路成为汽车控制电路的主要形式。例如电控燃油喷射系统取代机械控制燃油喷射系统,电控自动变速器控制系统取代传统的液压自动变速器控制系统,电控自动空调取代手动空调等,汽车越来越多的用电器被电控单元所控制。

电控单元是整个电控电路的核心。在汽车电路中,电控单元有两种形式,一种是简单的电子模块式,另一种是微电脑式的电控单元。在电控电路中,根据电器设备的作用不同可把电控电路分为三部分,即信号输入电路、执行器工作电路和电控单元电路。在电控单元工作时,电控单元接收信号输入电路输入的信号,根据其内部固定的电路(电子模块式)或程序(微电脑式)对输入信号进行分析、处理、计算后控制执行器(用电器)的工作。

在分析电控电路图的时候,可以电控单元为中心,把电控电路分为电控单元电源电路、信号输入



电路和执行器工作电路,然后再逐类分析电控电路,可以收到事半功倍的效果。

## 1. 电控单元电源电路

电控单元电源电路是指蓄电池向电控单元供电的电路。按照蓄电池向电控单元供电电路的不同可把电控单元电源电路分为两部分。一部分电路是蓄电池正极与电控单元直接相连,无论何时都向电控单元供电,这部分电路作用是让电控单元在点火开关关闭时仍能保存必要的数 据,电流较小称为常电源电路;另一部分电路是蓄电池正极与电控单元间通过点火开关或继电器相连,这部分电路一般在点火开关置于点火挡时向电控单元供电,作用是向电控单元提供工作电源,电流一般较大称为主电源电路。

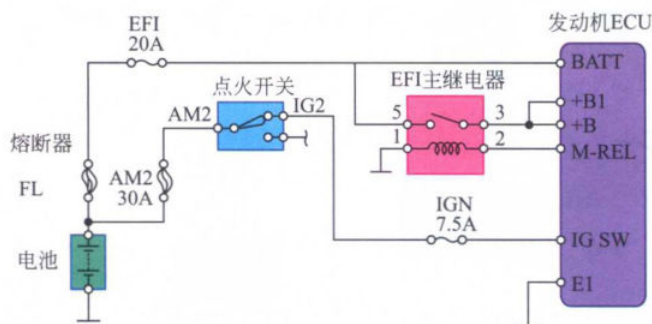


图 1-11 一汽丰田汽车发动机电控单元电路

电控单元还要与蓄电池负极相连,这样才能构成闭合回路正常工作。电控单元一般通过车体与蓄电池负极相连,这样的电路称为电控单元接地电路。电控单元的接地电路往往不止一条,这样可以提高接地的可靠性。

一汽丰田汽车发动机电控单元简称发动机 ECU 电路如图 1-11 所示。

(1) 发动机 ECU 常电源电路 蓄电池“+”→熔断器 FL→熔断器 EFI (20A)→发动机 ECU 端子 BATT→发动机 ECU

(2) 发动机 ECU 主电源电路 发动机 ECU 主电源电路有两条。一条是蓄电池通过点火开关 IG2 触点向发动机 ECU 供电。主电源电路 1: 蓄电池“+”→熔断器 AM2 (30A)→点火开关 AM2 端子→点火开关 IG2 触点→熔断器 IGN (7.5A)→发动机 ECU IG SW 端子→发动机 ECU。另一条电源电路是点火开关置于 IG2 挡时,发动机 ECU 令 EFI 主继电器触点闭合,蓄电池通过 EFI 主继电器触点向发动机 ECU 供电。主电源电路 2: 蓄电池“+”→熔断器 FL→熔断器 EFI (20A)→EFI 主继电器端子 5→EFI 主继电器触点→EFI 主继电器端子 3→  
→发动机 ECU 端子 +B1→发动机 ECU。  
→发动机 ECU 端子 +B→发动机 ECU。

(3) 发动机 ECU 接地电路 发动机 ECU 通过端子 E1 与车身相连和蓄电池“-”极构成回路。发动机 ECU 接地电路: 发动机 ECU→发动机 ECU 端子 E1→接地。

## 2. 电控单元信号输入电路

电控单元信号输入电路按信号的来源不同,可以分为传感器信号电路、外接开关信号电路和电控单元间数据传输电路。

(1) 传感器信号电路 传感器信号电路按传感器在工作时需不需要电控单元或蓄电池向其提供工作电压,可以分为有源传感器信号电路和无源传感器信号电路。有源传感器信号电路一般分为电源电路、信号电路和接地电路。例如霍尔效应式车速传感器、空气流量计、节气门位置传感器等,其中信号电路一定与电控单元相连。电源电路和接地电路不一定与电控单元相连。无源传感器信号电路只有一条信号电路与电控单元相连。例如氧传感器、爆震传感器。由于无源传感器的信号较弱,为防止无线电信号的干扰,在传感器信号线上往往加有信号屏蔽线。信号屏蔽线可以通过电控单元接地,也可以直接接地如图 1-12 所示。

传感器在电路图中一般不绘制出其内部具体结构,只用简单的符号或符号加文字标注的方法来表示。例如冷却液温度传感器和进气温度传感器工作原理基本相同,在电路图中符号相似,可用在符号旁加文字标注的方法来表示。在阅读分析汽车电路图的时候,一般不需要知道传感器的内部结构如何,只要知道传感器各端子的作用即可。

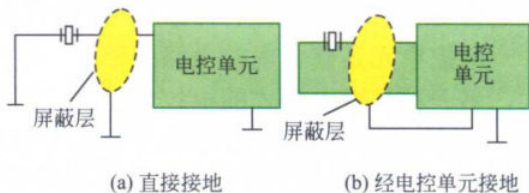


图 1-12 传感器屏蔽层的接地