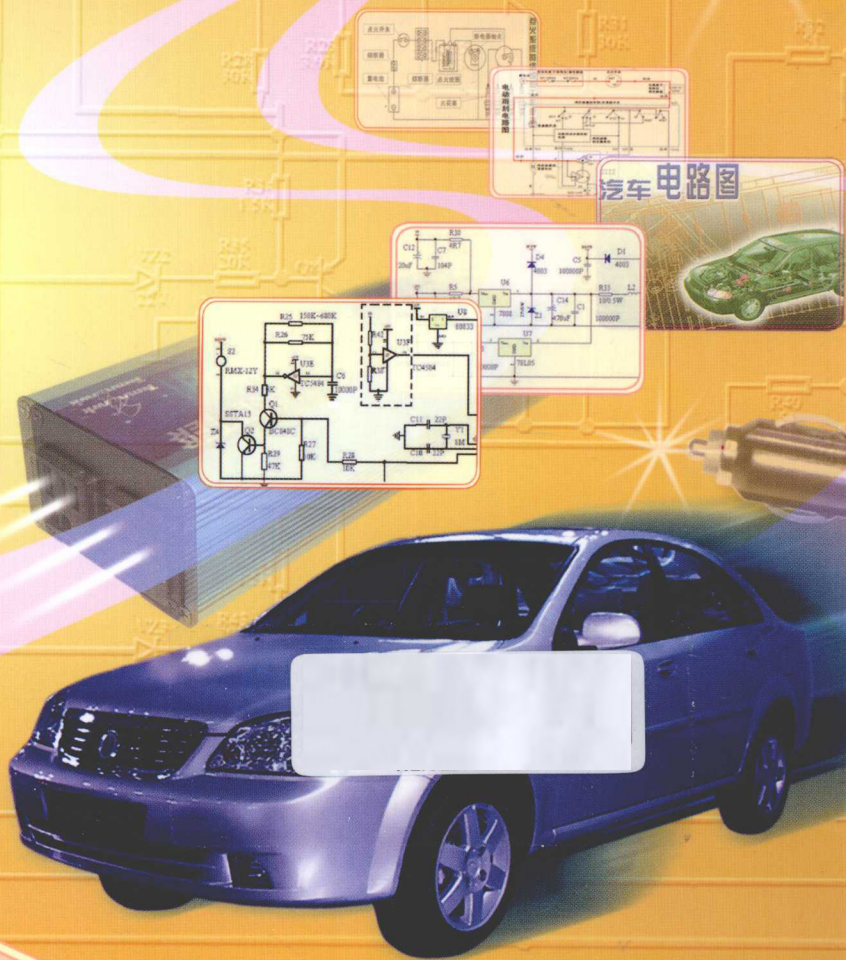


# 汽车电路识读入门

董宏国 朱志雄 主编



金盾出版社



责任编辑/刘颖

封面设计/谢新光

# QICHE DIANLU SHIDU RUMEN

防起动系统电路图



ISBN 978-7-5082-7541-3

定价: 27.00元

ISBN 978-7-5082-7541-3



9 787508 275413 >



# 汽车电路识读入门

主 编 董宏国 朱志雄  
副主编 刘金华 刘旭刚  
          杨万成 杜艾永  
主 审 舒 华

金盾出版社

## 内 容 提 要

本书系统介绍了汽车电路的基本知识,详细讲述了汽车电路图的识读方法,重点讲述汽车电路故障检修诊断方法。本书特点是将汽车整车电路拆分为各电气系统电路来叙述,化整为零,可使读者容易接受;并通过实例,采用“点对点”模式对欧洲、美国、日本、韩国各主要车系的具体电路图进行识读,使读者不但可以增加汽车电路识读知识,还可以提高自己看电路修车的实践技能。

本书通俗易懂,适合自学,可供汽车电工、汽车维修工、汽车驾驶员阅读,也可供汽车维修培训班师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电路识读入门/董宏国,朱志雄主编. -- 北京:金盾出版社,2012.9

ISBN 978-7-5082-7541-3

I. ①汽… II. ①董…②朱… 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(2012)第 083590 号

### 金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京凌奇印刷有限责任公司

正文印刷:北京军迪印刷有限责任公司

装订:兴浩装订厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:12 字数:289千字

2012年9月第1版第1次印刷

印数:1~5 000册 定价:27.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、  
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

# 目 录

<b>第一章 汽车电路的基础知识</b> .....	1
第一节 汽车电路的组成.....	1
第二节 汽车电路的器材.....	8
思考题 .....	21
<b>第二章 汽车电路图的识读</b> .....	22
第一节 汽车电路识读基础 .....	22
第二节 汽车电路的识读方法 .....	36
思考题 .....	50
<b>第三章 汽车电器与电控系统电路图识读示例</b> .....	51
第一节 充电系统电路图的识读 .....	51
第二节 起动系统电路图的识读 .....	56
第三节 点火系统电路图的识读 .....	62
第四节 照明与信号系统电路图的识读 .....	66
第五节 仪表系统电路图的识读 .....	75
第六节 发动机控制系统电路图的识读 .....	83
第七节 防抱死制动系统电路图的识读 .....	87
第八节 安全气囊系统电路图的识读 .....	92
第九节 自动变速系统电路图的识读 .....	95
第十节 空调系统电路图的识读 .....	99
第十一节 辅助电器系统电路图的识读.....	104
思考题.....	111
<b>第四章 世界各大汽车公司电路图的识读示例</b> .....	112
第一节 本田汽车公司电路图的识读方法.....	112
第二节 丰田汽车公司电路图的识读方法.....	115
第三节 日产汽车公司电路图的识读方法.....	120
第四节 马自达汽车公司电路图的识读方法.....	124
第五节 大众汽车公司电路图的识读方法.....	130
第六节 雪铁龙汽车公司电路图的识读方法.....	134
第七节 通用汽车公司电路图的识读方法.....	138
第八节 现代汽车公司电路图的识读方法.....	142
第九节 菲亚特汽车公司电路图的识读方法.....	147
第十节 斯太尔汽车公司电路图的识读方法.....	151

---

思考题	158
<b>第五章 汽车电路故障检修</b>	<b>159</b>
第一节 汽车电路工作条件与工作状态	159
第二节 常用检测仪器与设备	160
第三节 汽车电路故障与检修原则	173
第四节 故障诊断与线路检修方法	177
思考题	185

# 第一章 汽车电路的基础知识

## 第一节 汽车电路的组成

为了使汽车的电器设备工作,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。由于汽车上的电路主要是导线连接,因此汽车电路又称为汽车线路。

### 一、汽车电路的基本组成

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正常工作。

#### 2. 电路保护装置

电路保护装置主要有熔断器(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,防止烧坏电路中的连接导线和用电设备,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。

#### 5. 导线

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

### 二、汽车电路的特点

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 12V 和 24V 两种,轿车普遍采用 12V,而重型柴油车多采用 24V。对发电装置,12V 系统的额定电压为 14V。低压系统的主要优点是:安全;蓄电池单格数少,对减少蓄电池的重量和尺寸有利;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起动,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,但在特殊情况下也采用双线制。

### 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,俗称“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. 由相对独立的系统组成

汽车电路由相对独立的系统组成,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、调节器及工作状态指示装置(电流表、充电指示灯)等组成。

#### (2)起动电路

由起动机、起动继电器、起动开关及起动保护装置组成。

#### (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。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、电喇叭及以上设备的控制继电器和开关组成。

#### (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。

#### (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。

#### (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。因车型不同而有所差异。一般包括风窗刮水/清洗装置、风窗除霜/防雾装置、起动预热装置、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。

## 三、汽车电路的类型

汽车电路根据各自的功能不同,一般可将其分为电源电路、搭铁电路、控制电路及信号电路。

1. 电源电路

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。

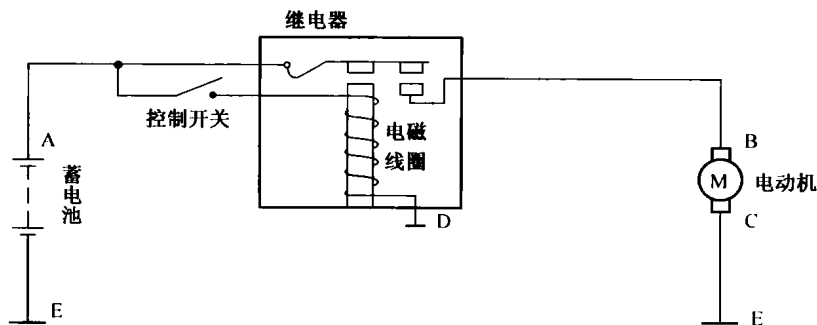


图 1-1 汽车电路的功能

电源电路有常电源、条件电源两种。所谓常电源电路就是在蓄电池正常的情况下,均有规定电压的电源线,在电路图中一般采用 30 号线表示,如图 1-2 所示。所谓条件电源电路就是在一定的条件下(开关接通或继电器触点闭合)才有规定电压的电源线。例如,如图 1-2 所示,点火开关置于“ON”档时,15 号线才有电;点火开关置于“ON”档或“ACC”时,15A 号线才有电。

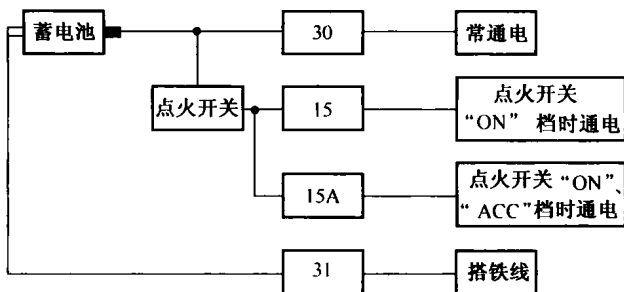


图 1-2 常电源和条件电源电路

如图 1-3 所示为三菱帕杰罗汽车配电系统的电路图。

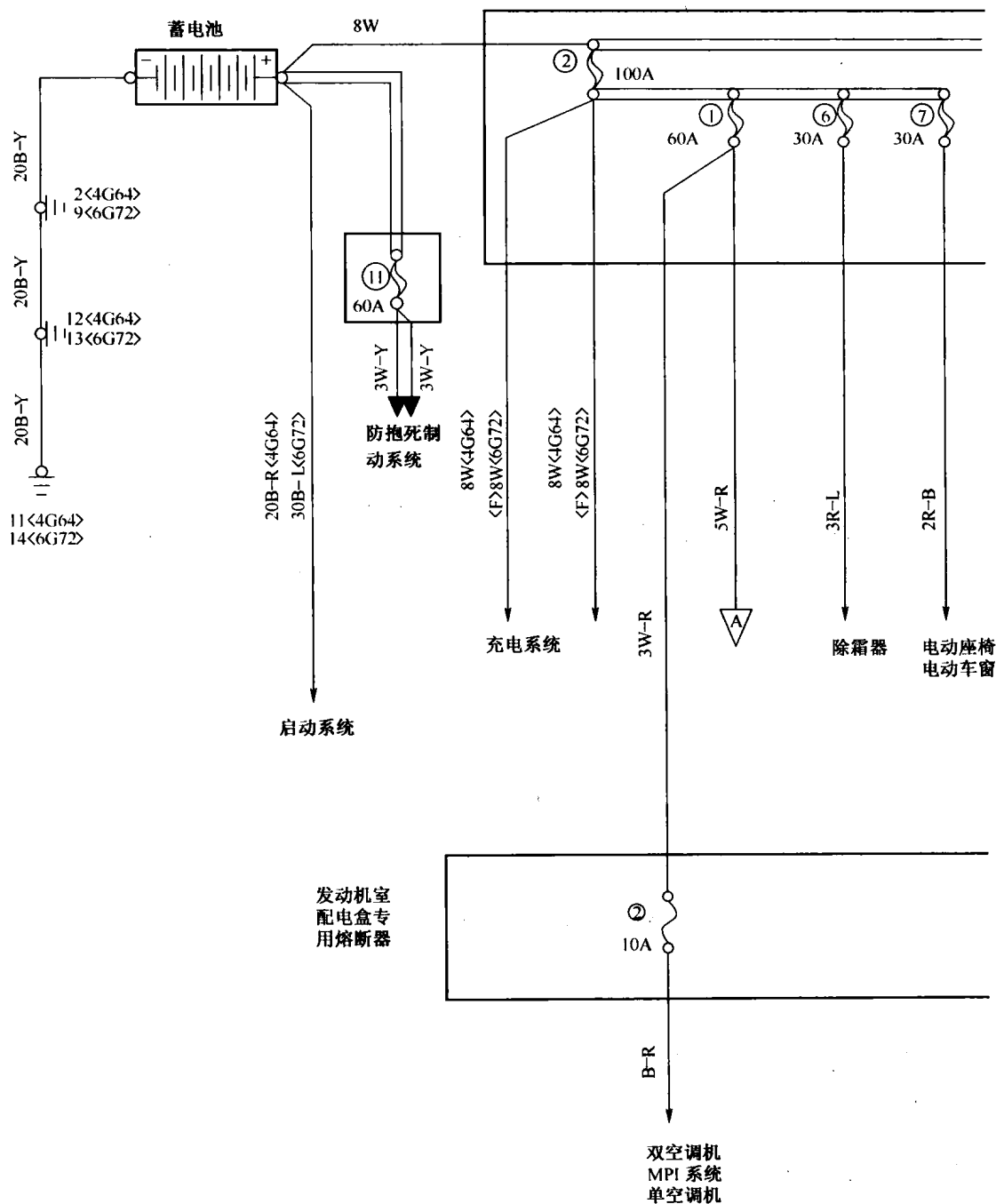
2. 搭铁电路

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。搭铁电路在电路图中一般用 31 号线表示(见图 1-2)。

汽车上有多个搭铁点,分布在汽车全身,每个搭铁点采用不同数字表示并与电路图的相同数字搭铁点相互对应。如图 1-4 所示为三菱帕杰罗汽车搭铁点。

由于搭铁点处的金属材料不同(如导线材料为铜,车身材料为铁),从而使搭铁点易形成电极电位差,产生电化学反应。另外,有的搭铁点易沾染泥水、油污或生锈,有的搭铁部位是很薄的钣金件,这些都可能引起搭铁不良,从而引起灯不亮、仪表不工作、喇叭不响等故障。

随着塑料件等非金属材料在汽车上应用越来越多,现在很多汽车都采用公共接地网络线



线色代号

B: 黑色 LG: 浅绿 G: 绿色 L: 蓝色 W: 白色 Y: 黄色 SB: 天蓝  
 BR: 棕色 O: 橙色 GR: 灰色 R: 红色 P: 粉红 V: 紫色

图 1-3 三菱帕杰罗汽车配电系统(a)

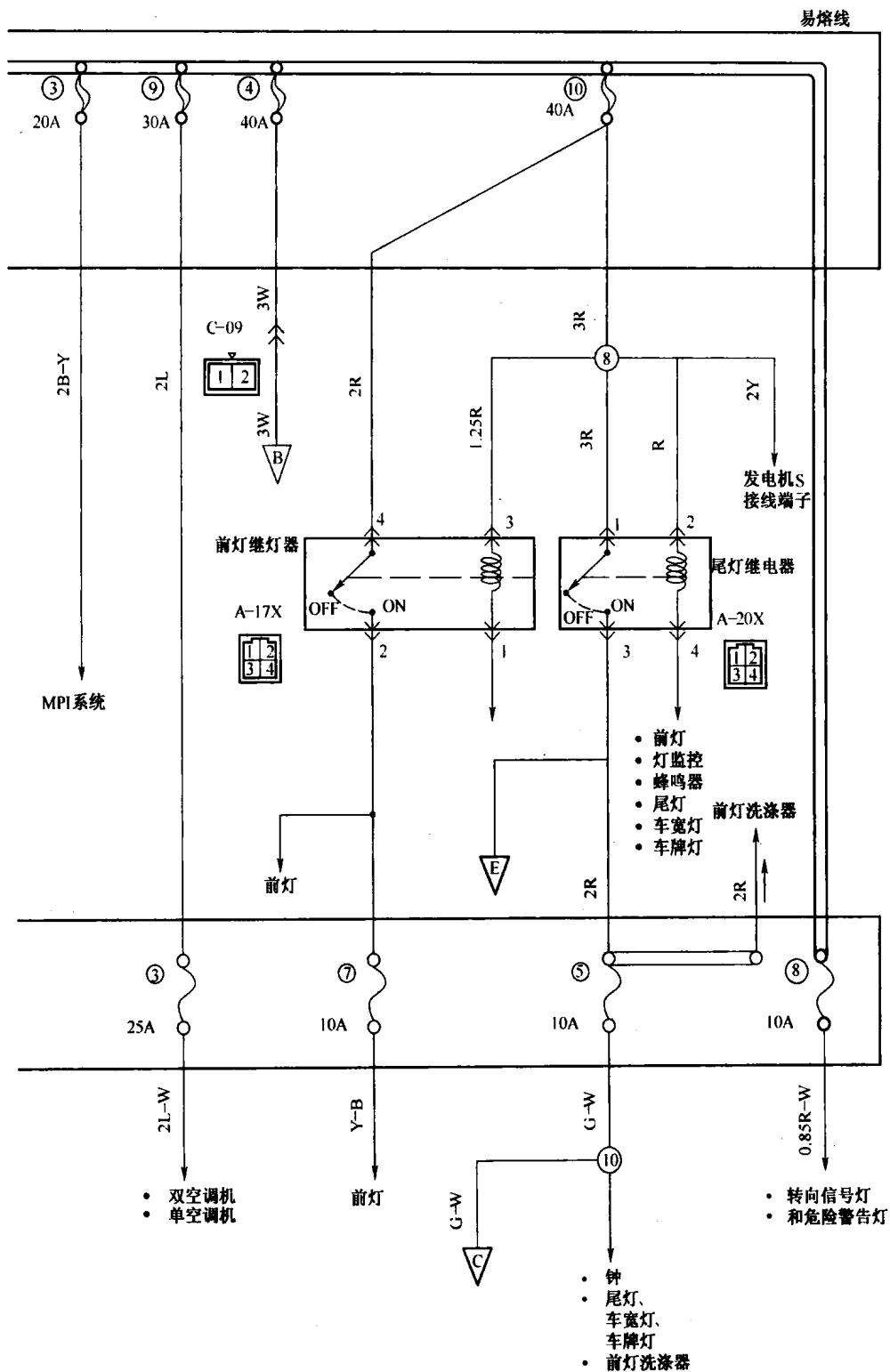


图 1-3 三菱帕杰罗汽车配电系统(b)

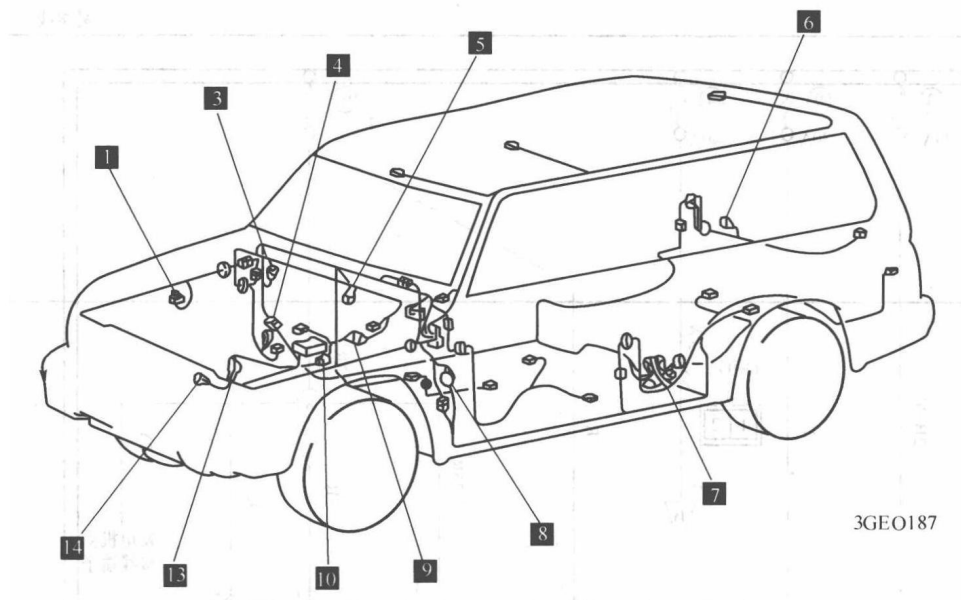


图 1-4 三菱帕杰罗(6G72 发动机)的搭铁点

束来保证接地的可靠性,即将负载的负极线接到接地网络线束上,接地网络线束与蓄电池负极相连。

### 3. 控制电路

控制电路主要用于控制电器部件是否工作;如图 1-1 所示,控制元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。

### 4. 信号电路

信号电路分为输入信号电路和控制信号电路。

汽车输入信号包括各种开关输入信号和传感器输入信号。传感器经常共用电源线、搭铁线,但绝不会共用信号线。在分析传感器电路时,可用排除法来判断电路,即排除其不可能的功能来确定其实际功能,如分析某一具有三根导线的传感器电路时,如果已经分析出其电源电路、搭铁电路,则剩余的电路必然为信号电路。

控制信号主要由电子控制单元送出,它分布在各个执行元器件电路中,如点火电路中的点火信号、燃油喷射控制电路中的喷油信号、自动变速器控制电路中的换档信号、步进电机的怠速控制信号等。

## 四、汽车电路的控制方式

### 1. 直接控制电路与间接控制电路

根据控制元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,使元器件与用电器串联,直接控制用电器。如图 1-5 所示,直接控制电路为:蓄电池正极→电路保护装置→控制元器件→用电部件(灯泡)→搭铁→蓄电池负极。



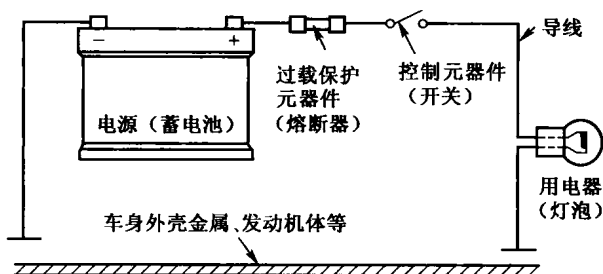


图 1-5 直接控制电路

(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 1-6 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。用电器和继电器内的触点所处的电路称为主电路。

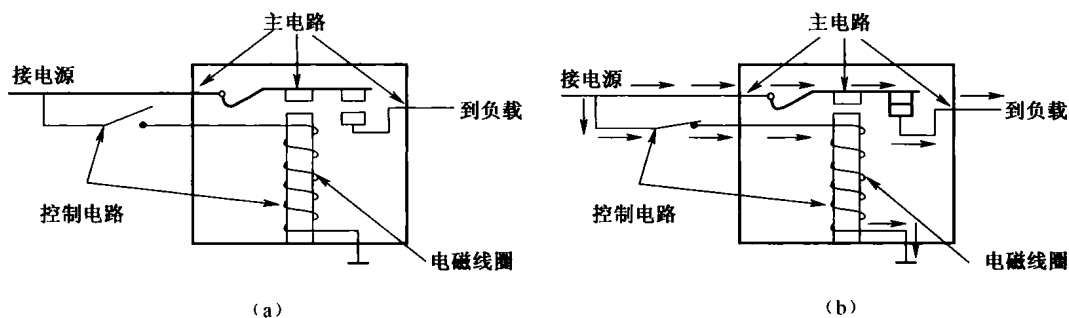


图 1-6 继电器

(a) 开关断开时 (b) 开关闭合时

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，他们又是执行器件，所以他们具有双重性。

2. 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指点火开关、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

目前电子控制模式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。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。

## 第二节 汽车电路的器材

### 一、汽车导线与线束

#### 1. 导线

汽车电系的导线有高压线、低压线两种,二者均采用铜质多芯软线。

##### (1) 低压导线

①导线的型号与规格。普通低压导线有采用聚氯乙烯作绝缘包层的 QVR 型,也有采用聚氯乙烯-丁腈复合物作绝缘包层的 QFR 型两种。这两种绝缘层的耐低温性、耐油性和阻燃性都比较好,尤以后者为佳。

普通低压导线采用多股铜质线芯结构,这是由于铜质多股线芯能够反复弯曲而不易折断,制成线束后的柔性仍较好,安装方便。汽车用低压线的型号与规格见表 1-1。

表 1-1 汽车用低压导线的型号与规格

型号	名称	标称截面积 (mm <sup>2</sup> )	芯线结构		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
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	13.3

②导线的选择。汽车上各种电器设备所用的连接导线,通常是根椐用电设备的负载电流大小来选择导线截面积。其选择的原則是:长时间工作的电器设备可选用实际载流量 60% 的导线;短时间工作的用电设备可选用实际载流量 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。对于一些工作电流很小的电器,为保证导线应具有一定的机械强度,汽车电系中所用导线截面积至少不得小于 0.5mm<sup>2</sup>。各种低压导线截面积所允许的负载电流见表 1-2。

表 1-2 低压导线截面积允许的负载电流值

导线标称截面积/mm <sup>2</sup>	0.5	0.8	1.0	1.5	2.5	4.0	6.0	10	16	25	35	50
允许电流值/A(60%)	7.5	9.6	11.4	14.4	19.2	25.2	33	45	63	82.8	102	129
允许电流值/A(100%)	12.5	16	19	24	32	42	55	75	105	138	170	215

所谓标称截面积是经过换算而统一规定的线芯截面积,不是实际线芯的几何面积,也不是各股线芯几何面积之和。

汽车 12V 电系主要线路导线标称截面积推荐值见表 1-3。

表 1-3 12V 电系主要线路截面积推荐值

标称截面积/mm <sup>2</sup>	用途
0.5	尾灯、顶灯、指示灯、仪表灯、燃油表、刮水器电动机、电钟、水温表、油压表等电路用的导线
0.8	转向灯、制动灯、停车灯、分电器等电路用的导线
1.0	前照灯、喇叭(3A 以下)等电路用的导线
1.5	前照灯、电喇叭(3A 以上)等电路用的导线
1.5~4.0	其他 5A 以上的电路用的导线
4~6	柴油机电热塞电路用的导线
6~25	电源电路用的导线
16~95	起动电路用的导线

③导线的电气特性。导线电气特性主要是指对低压电路的电压降。如果某一电路由于导线造成过大的电压降,将严重影响用电设备的正常工作和电源的供电效能。在汽车低压线路中,对起动机线路,一般要求每 100A 电流产生的电压降不得大于 0.1~0.15V,在起动机起动时的电压降不允许超过 0.5V。发电机处于额定负载时,线路压降不得大于 0.3V。整车线路的总电压降,在不计接触电阻的情况下,不得超过 0.8V。从压降的角度看,在许可的条件下,导线越短越好。当线芯长期工作温度不超过 70℃、环境温度在 -40℃~70℃ 范围内时,导线的正常车用寿命不得低于  $(6\sim 8)\times 10^4$  km。

④导线的颜色。为便于汽车电系的连接和维修,汽车用低压线的颜色,必须符合有关标准。单色线的颜色由表 1-4 规定的颜色组成。双色线的颜色由表 1-4 规定的两种颜色配合组成。双色线的主色所占比例大些,辅助颜色所占比例小些。辅助色条纹与主色条纹沿圆周表面的比例为 1:3~1:5。双色线的标注第一色为主色,第二色为辅色。

表 1-4 汽车用电线颜色

电线颜色	黑色	白色	红色	绿色	黄色	棕色	蓝色	灰色	紫色	橙色
代号	B	W	R	G	Y	Br	BL	Gr	V	O

## (2) 高压导线

高压导线是指点火系统中承担高电压传送任务的导线。由于工作电压一般在 15kV 以上,电流强度较小;因此,高压导线一般绝缘包层厚,线芯截面较小,耐压性能高。

①高压导线的种类。国产汽车用高压导线有铜芯线和阻尼线两种。高压阻尼线又称为半

导体塑芯高压线,线芯具有一定的电阻,通常要求不大于  $20\text{k}\Omega/\text{m}$ 。带阻尼的高压线可抑制和衰减点火系统产生的高频电磁波,降低对无线电设备及电控装置的干扰。

②高压导线的电气性能。高压导线的绝缘性能是高压导线的主要指标,因此选择高压导线的依据是导线应有足够的耐压值。高压导线的耐压值应在  $15\text{kV}$  以上。高压导线耐潮湿性能应良好,将其浸入温水中保持  $3\text{h}$ ,取出后以  $50\text{Hz}$ 、 $15\text{kV}$  的交流电压试验  $5\text{min}$ ,导线仍不应被击穿。

高压导线应在  $-40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$  的环境温度中仍能正常工作。一般正常的车用寿命为  $(4.5\sim 5)\times 10^4\text{km}$ 。

## 2. 线束

在汽车上,为了使全车线路不零乱、安装方便,以及保护导线不被水、油侵蚀和磨损,汽车导线除高压线和蓄电池导线外,都用绝缘材料包扎成束,称为线束。

汽车用的线束是一种将各电器之间的连线,选择最短的路径,并把同一路径的若干导线用绝缘带包扎而成的。主要由各种颜色的低压导线,以及相关连接插件、接线端子、绝缘包扎材料等组成。

包扎线束的绝缘材料通常采用棉纱编织的套管或聚氯乙烯胶带,有的还在包扎好的线束外面再套上一根波纹管。

## 二、汽车开关与电路保护装置

### 1. 汽车开关

开关的主要功能是控制电路通断。开关在汽车电路图的表示方法有:结构图表示法、表格表示法和图形符号表示法。汽车上的开关主要有手动开关、压力开关、温控开关等多种型式,其手动开关主要有点火开关、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。

#### (1) 点火开关

点火开关用于控制点火电路、发电机激磁电路、仪表的电源电路和起动电路,停车时用钥匙锁住。其功能主要有:锁住转向盘转轴(LOCK),接通点火仪表指示灯(ON 或 IG),起动(ST 或 START)档、附件档(ACC 主要是收放机专用),如果用于柴油车则增加预热(HEAT)档。其中起动、预热档因为消耗电流很大,开关不宜接通过久,所以这两档在操作时必须用手克服弹簧力,扳住钥匙,一松手就弹回点火档,不能自行定位;其他档点火(ON)、附件(ACC)、锁定(LOCK)均可自行定位。点火开关各厂家不完全一样,其表示方法如图 1-7 所示。

#### (2) 组合开关

为了操作方便和保证行车安全,一般将照明开关(前照灯开关、变光开关)、信号开关(转向、危险警告、超车)、刮水器/洗涤器开关、喇叭开关等组合成一个整体,称为组合开关。组合开关通常安装在转向盘下的转向柱上,如图 1-8 所示。

### 2. 电路保护装置

电路保护装置串联在电源与用电设备之间,当用电设备或线路发生短路或过载时,切断电源电路,以免电源、用电设备和线路损坏。汽车上广泛使用的电路保护装置有熔断器、易熔线和电路断路器。

#### (1) 熔断器(保险丝)