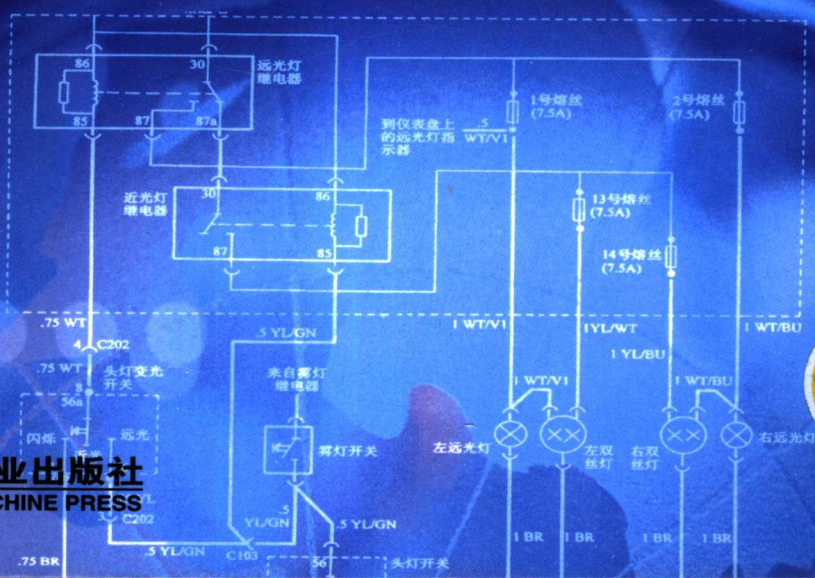


汽车电路图

识读指南

周泳敏 朱红波 主 编

费晓良 黄 红 副主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车电路图识读指南

周泳敏 朱红波 主 编
费晓良 黄 红 副主编

电路图是了解汽车上各类电气系统工作时使用的重要资料,本书总结了汽车电路的类型及特点,美、日、欧各主要车系的电路特点及表达方式,各系统电路图的识读方法、规律与技巧,指导读者如何正确识读、使用电路图。

本书可作为大中专及职业技术学校汽车维修专业参考教材,也可供汽车维修人员自学、进修使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路图识读指南/周泳敏,朱红波主编. —北京:
机械工业出版社, 2004.2
ISBN 7-111-13771-X

I. 汽… II. ①周…②朱… III. 汽车-电气设备
- 电路图-识图法-指南 IV. U463.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 124570 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 齐福江 版式设计: 霍永明 责任校对: 吴美英
封面设计: 饶 薇 责任印制: 闫 焱
北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2004 年 6 月第 1 版·第 2 次印刷
787mm×1092mm $1/16$ ·9.5 印张·229 千字
5 001—9 000 册
定价: 17.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

汽车电路图是汽车电气系统检修的基本资料。在读懂了某种设施的电路图后,能很快掌握其工作原理,从而在发生故障时能较快地判断可能的故障点,并结合原理图和定位图实施检查及排除故障。因此,准确、快速地识读各种电路图成为汽车维修的重要前提,也是现代汽车修理工及技师所必须具备的基本知识和技能。

维修人员可从维修手册、网上及各种电路图汇总资料上找到各车型的电路图,但由于电子控制技术在现代汽车电气系统中的广泛应用,使得汽车电路日趋复杂;并且由于各汽车制造公司在电路图的绘制上风格各异,使识读汽车电路图的难度也相应增大。为了帮助广大汽车维修人员掌握汽车电路的识读方法,我们编写了本书。书中介绍了汽车电路的基础知识;概括了美、日、欧各主要车系的电路特点及表达方式;有针对性地介绍了各类电气系统电路图的识读方法;根据现代汽车的特点,重点突出了电控系统电路图,并附有各主流车系的电路图符号表。书中尽量选用各车系的原车电路图,以使读者能适应不同车型的原汁原味的电路图,并结合读图示例,使读者能通过阅读本书,掌握识图的常用方法、规律和技巧,建立看电路图的基本思路。

本书可作为大、中专及中职、高职汽车维修专业学生学习《汽车电器设备》等课程的参考教材,也可供从事汽车维修行业的人员进修、自学使用。

本书编写过程中得到了上海南湖职校的大力支持,并由大众汽车出租分公司总经理常宝林帮助校阅,特此一并致谢!

欢迎各位读者反馈意见和建议,交流经验与体会,联系人:机械工业出版社齐福江,电话:010-88379735,电子信箱:sy88888@sina.com.

编 者

目 录

前言

第一章 汽车电路基础知识 1

第一节 汽车电路的基本概念及组成 1

一、汽车电路的概念 1

二、汽车电路的组成 1

三、汽车电路的基本特点 2

第二节 汽车电路的分类 3

一、直接控制电路与间接控制电路 3

二、非电子控制电路与电子控制电路 5

第二章 汽车电路图的分类与识读 15

第一节 汽车电路图分类 15

一、电气线路图 15

二、电路原理图 15

三、定位图 15

第二节 电路原理图的识读 19

一、电路原理图的识读方法 19

二、其他识读技巧 19

第三节 定位图的识读 20

一、电器定位图 20

二、线束图 20

三、连接器的插脚排列图 20

四、熔丝盒、继电器盒及接线盒的

内部线路图 20

第四节 其他电路资料 22

第三章 各汽车制造公司电路图的 识读示例 25

第一节 概述 25

一、电器符号 25

二、导线标注 25

三、缩略语 26

四、接线柱标注 26

第二节 读图示例 28

一、大众汽车电路图 28

二、通用汽车电路图 30

三、福特汽车电路图 41

四、宝马汽车电路图 46

五、丰田汽车电路图 48

六、本田汽车电路图 54

七、马自达汽车电路图 56

八、神龙富康汽车电路图 60

九、三菱汽车电路图 64

十、克莱斯勒汽车电路图 67

十一、奔驰汽车电路图 67

十二、米切尔汽车电路图 67

十三、中国汽车电路图形符号 79

第四章 各系统电路原理图 85

第一节 充电系统 86

一、汽车交流发电机的组成 86

二、电压调节器 87

三、蓄电池充、放电状态监测电路 88

四、交流发电机及电压调节器接线柱

标志汇总 89

五、读图示例 90

第二节 起动系统 91

一、起动机的构成 91

二、读图示例 92

第三节 配电系统 93

第四节 发动机电控系统 96

第五节 防抱死制动系统 (ABS) 100

一、信号输入装置 100

二、执行器 100

三、读图示例 100

第六节 自动变速器电控系统 103

一、信号输入装置 104

二、电控单元 105

三、执行器 105

四、读图示例 105

第七节 空调系统 108

一、信号输入装置 108

二、执行器	108	第十四节 辅助电器	129
三、读图示例（通用雪佛莱汽车 空调系统）	108	一、奔驰汽车座椅加热装置（带自动 切断功能）	129
第八节 防盗系统	113	二、日产千里马汽车喇叭、点烟器和 时钟系统	129
第九节 安全气囊电控系统	115	三、本田雅阁汽车活动天窗	132
一、碰撞传感器	115	四、奔驰汽车车速控制动力转向 电控系统	134
二、安全气囊电控单元	115	五、三菱汽车收音机或带磁带播放机 的收音机	135
三、充气元件	115	第十五节 照明系统	135
四、读图示例	115	一、宝马汽车前照灯电路	135
第十节 中央门锁控制系统	118	二、大众汽车转向灯、危险警告 灯电路	137
第十一节 巡航控制系统	121	第十六节 故障自诊断系统	139
第十二节 主动悬架电控系统	123	第十七节 网络数据传输	140
一、信号输入装置	124		
二、执行器	124		
三、读图示例	124		
第十三节 仪表系统	127		

第一章 汽车电路基础知识

汽车电路图是检修汽车电气系统时必需参考的基本资料。由于各汽车制造公司在电路图的绘制上风格各异，以及电子控制技术在现代汽车电气系统中的广泛应用，使得汽车电路日趋复杂，识读难度增大。在识读汽车电路图之前，先要了解电路的基础知识：

1. 汽车电路的组成。
2. 汽车电路的分类及各自的特点。

第一节 汽车电路的基本概念及组成

一、汽车电路的概念

现代汽车有越来越多的电器设备，要使这些电器工作，需要用导线和车体把电源、过载保护器件、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

1. 电源

汽车上的电源为蓄电池和发电机。

2. 过载保护器件

主要有熔丝（俗称保险丝）、电路断电器及易熔线等。

熔丝一般有管式和片式两种（见图 1-1），片式熔丝以其塑料外壳的颜色代表其额定电流值。以美国车为例，其两者之间的关系如表 1-1 所示。

表 1-1 美国汽车熔丝颜色及电流强度对应关系

电流/A	颜色	电流/A	颜色
1	深绿色	9	橙色
2	灰色	10	红色
2.5	紫色	14	黑色
3	紫罗兰色	15	蓝色
4	粉红色	20	黄色
5	茶褐色	25	白色
6	金色	30	绿色
7.5	棕色		

电路断电器利用金属（双金属片）热膨胀系数的不同，断开电路。当过大的电流经过时，双金属片受热膨胀使触点断开。而在电路断电冷却后，触点自行（或用手按下）闭合。它一般用于前照灯、电动座椅、电动门锁及电动车窗等电路中。

易熔线由标准铜导线绞合而成，其外部是特殊的不易燃烧绝缘层。其截面尺寸比要保护

的电路中的导线小 1 个线规标号,但由于导线外部的加厚绝缘层使其看起来比同一条电路上的导线要粗。如果通过的电流过大,导线发热使绝缘层外部开始冒烟,5s 后绝缘层内导线熔断。除起动电源线外,其他电源一般都经过易熔线到达用电器。

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。

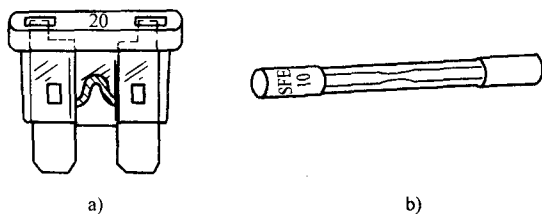


图 1-1 汽车熔丝

a) 片式熔丝 b) 管式熔丝

4. 用电器

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器返回电源的导线,这种连接方式称为单线制。

6. 常用电子元件介绍

(1) 稳压二极管:又叫齐纳二极管,是一种特殊的二极管。加正向电压时,二极管导通;当反向电压高于一定数值时,反向电流巨增,稳压二极管反向击穿,其作用相当于稳压器。它还用于控制高压尖峰信号,以保护电子元件。

(2) 续流二极管:当流经电磁线圈的电流中断时,由于线圈的自感会产生一个高电压的尖峰信号,这个高压尖峰信号会对其他电器造成损坏。加装续流二极管后,当线圈有电流通过时,二极管反向截止,无电流通过二极管;当电路断开时,线圈因自感产生一个与外加电压方向相反的高电压,这个电压使二极管正向导通。二极管导通后与线圈构成回路,不会对其他电器构成损坏。

(3) 发光二极管:发光二极管在正向导通时会发光。为保护发光二极管,常使其与电阻串联。发光二极管一般用作信号装置。

(4) 光敏晶体三极管:当有光线照射到它的基极时,晶体会导通。

(5) 集成电路:指运用集成技术将晶体管、电阻等电子组件组装在一起的集成电子组件。

三、汽车电路的基本特点

汽车电路具有其他电路的一般特性。如汽车电路基本连接方式为串联和并联;汽车电路的基本状态是通路、短路和断路。电路中的元器件在电路图中用专门的符号或图框加文字标注表达。

汽车电路又有以下不同于一般电路的特点:

(1) 采用低压直流电源(12V、24V、42V)。

(2) 采用负极接地的单线制。

单线制是指靠车体的金属部分代替一部分导线的连接方式,减少了导线的使用量,简化

了线路。电源及用电器与车体连接的部位叫接地，又称为搭铁。由于采用电源的负极接地的方式，在接地处不易形成氧化物，所以均采用负极接地。

某些电控车上也有采用双线制的。

(3) 各用电器为并联连接关系。

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过载保护器件。控制器件保证每条电路的独立工作，过载保护器件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。

第二节 汽车电路的分类

汽车电路可以按照控制方式分类。根据有无使用继电器可分为直接控制电路和间接控制电路。根据是否使用电子控制器件可分为电子控制电路和非电子控制电路。

一、直接控制电路与间接控制电路

根据控制器件与用电器之间是否使用继电器，可分为直接控制电路和间接控制电路。

1. 直接控制电路

指不使用继电器，控制器件直接控制用电器的电路。这是最简单、最基本的电路。在这样的电路中，控制器件与用电器串联，直接控制用电器。

识读这种电路图的关键是掌握回路原则，即任何用电器只有与电源的正、负极构成回路才能工作（见图 1-2）。常规的直接控制电路为：电源正极→过载保护器件→控制器件→用电器→搭铁→电源负极。图 1-2 中的电路为：蓄电池正极→过载保护器件→控制器件→灯泡→接地→蓄电池负极。

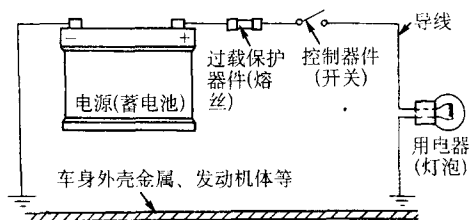


图 1-2 简单汽车电路

2. 间接控制电路

在控制器件与用电器之间使用继电器的电路称为间接控制电路。

继电器主要由电磁线圈和触点等组成，其作用是通过线圈的小电流控制经过触点的用电器的的大工作电流。它解决了控制器件所允许通过的电流较小和用电器所需的电流较大的矛盾。使用小的控制电流有利于保护控制器件。

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（见图 1-3）。

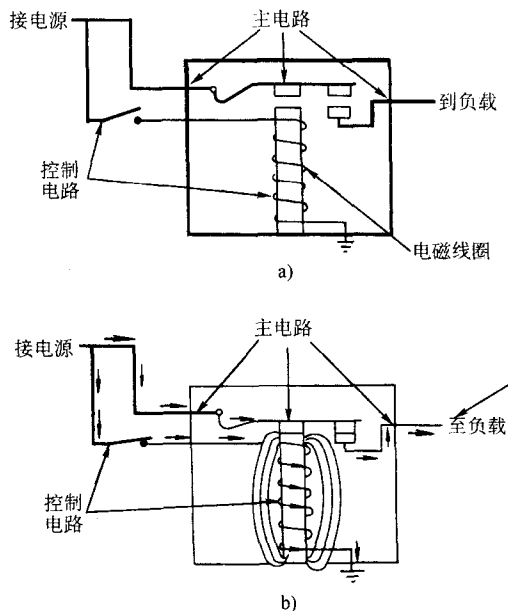


图 1-3 继电器

a) 开关断开时 b) 开关闭合时

继电器（电磁开关）和晶体管（电子开关）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。

继电器一般有以下几种：

(1) 常开式：电磁线圈通电时，触点闭合。

(2) 常闭式：电磁线圈通电时，触点断开。

(3) 切换式：同一继电器内有两对触点。一对常开，一对常闭。电磁线圈通电时，常开触点闭合，常闭触点断开。

(4) 有多个电磁线圈的继电器：即多个电磁线圈共同控制一对触点，常用于多个控制器件控制同一用电器。

和电子控制器件组装成一体的继电器，要注意区分继电器的各接线端，哪些是属于电子控制器件的；哪些是属于继电器电磁线圈的；哪些是属于继电器触点的。如图 1-4 中的桑塔纳的刮水器继电器，图中 1、T、53S 都与电子控制器件有关。其中 1、T 由刮水器开关分别控制供电，而 53S 则受电子器件控制。1 或 T 根据使用要求，提供信号给电子控制器件。由电子控制器件对 53S 进行控制，从而实现间隙摆动或清洗摆动的功能。

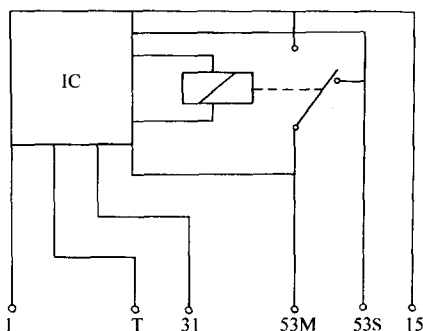


图 1-4 桑塔纳汽车刮水器控制器

继电器在电路图中用电器符号表达，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现该系统处于不工作状态时的位置，也就是开关如断开即为常开继电器（见图 1-5）。反之则为常闭继电器。

继电器电路分为：①控制电路即与线圈连接的电路，一般与外界的开关串联，以决定电磁线圈是否通电。②工作电路，即与继电器开关连接的电路，也称主电路。

识读间接控制电路图的关键是区别控制电路和主电路，然后分别根据回路原则，识读各自的电路。如图 1-6 所示为宝马汽车喇叭电路，其电路为：

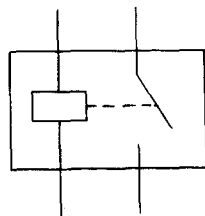


图 1-5 继电器的
电器符号

(1) 控制电路：电源→点火开关（ACC、RUN 或 START 的位置）→喇叭继电器 86 号插脚→电磁线圈→85 号插脚→C202 连接器 12 号插脚→喇叭电刷及滑环总成→喇叭开关→G201 接地点（转向柱上）→G200 接地点。

(2) 主电路：30 号线（常通电）→C100 连接器 30 号插孔→喇叭继电器 30 号插脚→开关触点→继电器 87 号插脚→7 号熔丝→左、右喇叭 2 号插脚→左、右喇叭 1 号插脚→S100（右喇叭 S114）铰接点→G104 接地点。

以上继电器电磁线圈中通过的电流较小，称为电压型继电器。电磁线圈通过大电流的继电器，称为电流型继电器，如舌簧继电器（见图 1-7），舌簧继电器由圆管玻璃制成，圆管玻璃内有两个舌形触点，玻璃管外有粗导线线圈。电磁线圈通电，触点闭合；电磁线圈断

电，触点断开。它常用于对灯的监测电路（见图 1-8），电磁线圈和灯泡串联，触点控制仪表上的相应故障指示灯的工作。

这种电路中电磁线圈所在的电路仍然为控制电路，触点所在的电路仍然为主电路，只不过继电器的电磁线圈导线较粗，匝数较少，控制电路经过的电流较大，不再是小电流控制大电流。它的识读方法和电压型继电器方法一样，也分为控制电路和主电路。

二、非电子控制电路与电子控制电路

1. 非电子控制电路

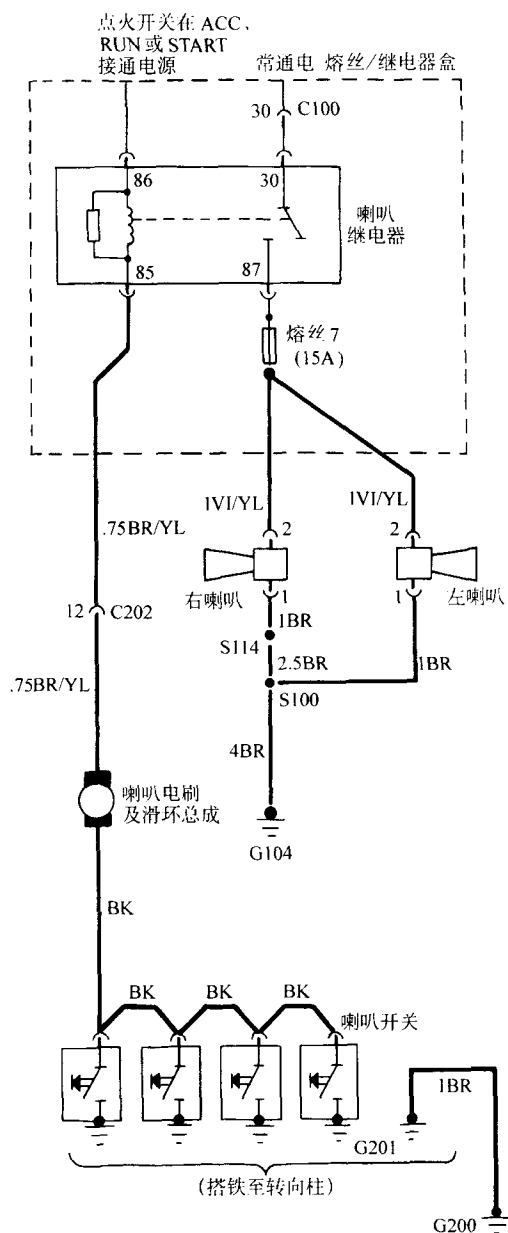


图 1-6 宝马汽车喇叭电路图

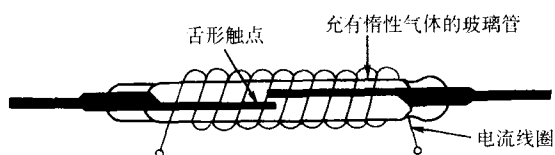


图 1-7 舌簧继电器

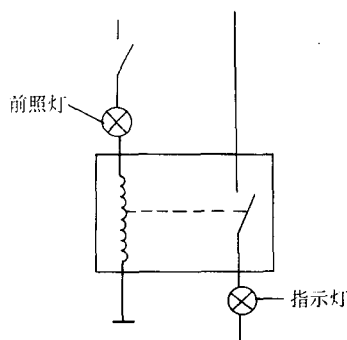


图 1-8 指示灯电路

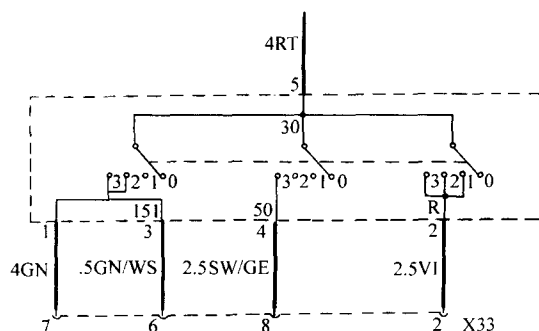


图 1-9 宝马汽车点火开关接线图

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。

(1) 对组合式开关,如图 1-9 宝马汽车的点火开关,一般可用表 1-2 或表 1-3 来说明。

表 1-2 宝马点火开关各档位置接线柱电流通断表

接线柱代码 档 位	1	2 (R)	3 (151)	4 (起动)	5 (接电源)
0 档					○
1 档		○			○
2 档	○	○	○		○
3 档	○	○	○	○	○

注: ○表示与电源接通。

表 1-3 宝马点火开关各接线柱测试电压表

接线柱代码	电 压	接线柱代码	电 压
50	点火开关在 3 档时为蓄电池电压	151	点火开关在 2 档时为蓄电池电压
30	一直为蓄电池电压	R	点火开关在 1、2 或 3 档时为蓄电池电压
15	点火开关在 2 档或 3 档时为蓄电池电压	31	接地

(2) 压力开关是由气压、液压控制的电路开关,如气压制动系统、空调系统及发动机润滑系统中都使用了压力开关。压力开关在电路图中可用一般开关符号加文字标注表示,也可用专用符号表示,如图 1-10 所示。

(3) 温控开关是由温度控制的电路开关,如散热器冷却风扇电动机所用的热敏开关,空调系统中反映环境温度的各类开关。常用字母 θ 标注的开关表示。

(4) 滑线变阻器常用于电动机的调速及灯光亮度的调节(见图 1-11)。

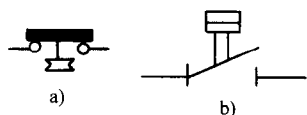


图 1-10 压力开关电路符号

a) 神龙富康 b) 大众车系

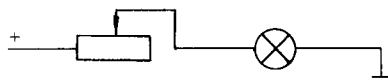


图 1-11 滑线变阻调光原理

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。

电子控制器件包括简单的电子模块和微电脑形式的电子控制单元(简称电控单元),它们通过接收输入元件的信号,根据其内部的固定线路或程序(微电脑形式)对信号进行处理,然后直接或间接控制各执行器的工作。

电子控制电路以电控单元为中心,一般将其电路分为: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) 电控单元与电源的连接电路

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。

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接地电路，以使电控单元与电源构成回路（见图 1-12）。接地电路往往不止一条。

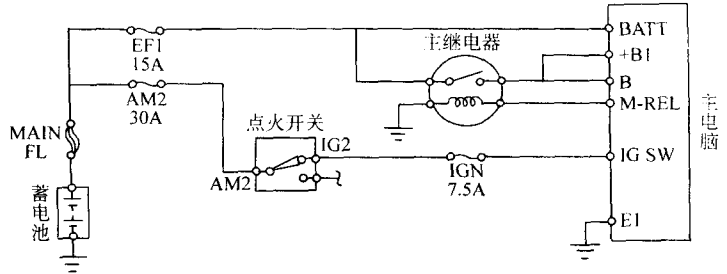


图 1-12 丰田汽车电脑与电源的连接电路

(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。

1) 传感器电路：传感器按其工作原理通常可分为六种类型（见表 1-4）。

表 1-4 传感器类型和其所影响的系统

传感器类型	传 感 器	所影响的系统
热敏电阻	发动机冷却液温度 (ECT)	废气再循环 (EGR)、正时、活性炭罐去污、怠速、空燃比
	进气温度 (ACT)	正时、空燃比、涡轮增压
	叶片空气温度 (VAT)	正时
电位计	废气再循环阀位置 (EVP)	废气再循环、正时、空燃比
	叶片空气流量 (VAF)	正时、空燃比
	节气门位置 (TP)	废气再循环、正时、活性炭罐去污
	压力反馈废气再循环 (PFE)	废气再循环、正时、空燃比
信号发生器	废气氧含量 [EGO/HEGO (热废气氧含量)]	空燃比
	爆燃传感器 (KS)	正时 (滞后)
	进气歧管绝对压力 (MAP)	废气再循环、正时、空燃比
霍尔效应装置	分布型点火传感器 (PIP)	正时、空燃比、怠速、燃油泵
	气缸识别 (CID)	废气再循环
热线式传感器	质量空气流量 (MAF)	空燃比、正时
磁性拾拾器	可变磁阻传感器 (VRS)	正时、空燃比
	车速传感器 (VSS)	怠速、速度控制、发动机风扇

传感器的接线一般分为电源线、信号线、接地线。其中电源线、信号线一般与电控单元连接，而接地线可经电控单元接地也可直接接地。

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

了解其接线及插脚代码等有关线路连接的内容。

大多数传感器需要由电控单元提供基准电压（一般为 5V）作为电源才能工作。这类传感器称为有源传感器。而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（见图 1-13）。无源传感器因其信号微弱，为防止电磁干扰引起信号失真，信号线需要加屏蔽层（见图 1-14）。

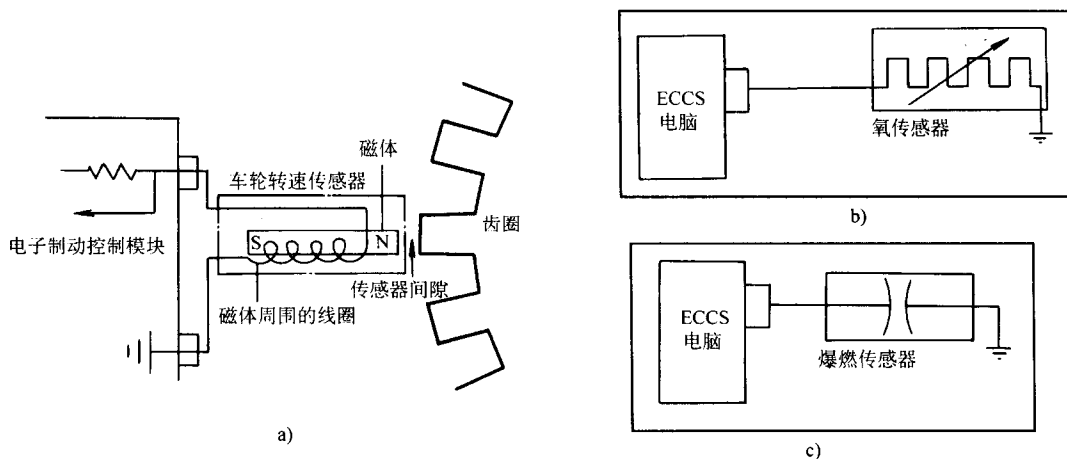


图 1-13 无源传感器

a) 车速（电磁感应）传感器 b) 氧传感器 c) 爆燃传感器

现以无源传感器中电路较为复杂的氧传感器为例说明其线路特点。

现代汽车广泛采用三元催化器。为使三元催化器正常工作就必须使用氧传感器向电控单元提供燃烧后排放废气成分的输入信号，帮助电控单元决定喷油量。由于氧传感器要在 400°C 以上才能正常工作，为了在发动机冷起动时使氧传感器能尽快工作，有的氧传感器有加热线圈，发动机冷起动后加热线圈通电对氧传感器加热。排气管内温度正常后，加热线圈断电。无加热线圈的氧传感器有单线和双线两种形式。有加热线圈的多出了加热线圈的电路，所以有三线和四线两种形式（见图 1-15）。注：氧传感器常用符号“ λ ”表示。

有源传感器需要与电源连接，所以其电路有电源电路、信号电路和接地电路（见图 1-16~图 1-18）。但有的有源传感器只有信号电路、接地电路（见图 1-19a）。其接电源的方式有两种：一种

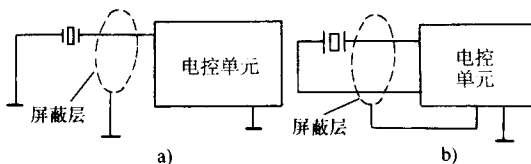


图 1-14 屏蔽层的接地方式

a) 直接接地 b) 经电控单元接地

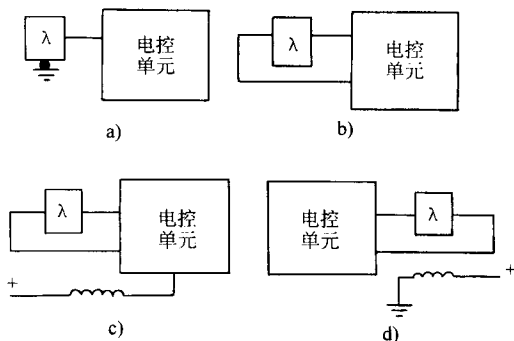


图 1-15 氧传感器电路

a) 单线 b) 双线 c) 三线（带加热线圈）
d) 四线（带加热线圈）

为由蓄电池直接或间接提供电源，另一种由电控单元提供电源。接地的方式也有两种，即直接接地或经电控单元接地。

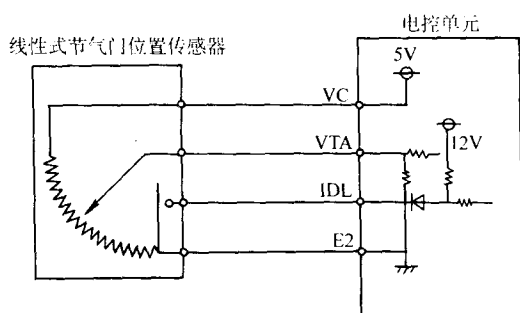


图 1-16 节气门位置传感器线路

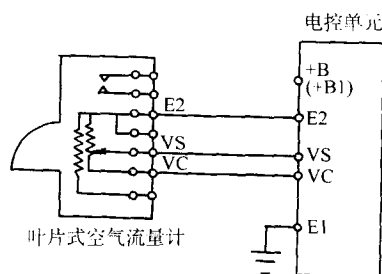


图 1-17 叶片式空气流量计线路

各种有源传感器的电路特点：

①滑线电阻式

应用：节气门位置传感器、叶片式空气流量计、EGR 阀位置传感器及其他传感器（如图 1-16~图 1-18）。

导线：有三根导线，即电源、信号、接地电路。

特征：电器符号内有滑线电阻符号，滑线触头连接导线为信号导线。某些传感器经常和开关组合成一体，如图 1-16，节气门位置传感器和怠速开关结合在一起，传感器和开关共用电源线。

②热敏电阻式

应用：进气温度传感器、冷却液温度传感器、油温传感器、空调蒸发器表面温度传感器等温度传感器（见图 1-19）。

导线：两根导线，信号、接地（或电源）电路。

特征：其电器符号都为热敏电阻符号（见图 1-19）。电控单元提供电压和搭铁，电控单元内的电阻和热敏电阻组成串联电路。当热敏电阻随温度变化，其电阻值发生变化时，电控单元的 THA、THW、EGR 等插脚会有相应的电压变化，此电压就是传感器的信号电压。

③压敏电阻式

应用：进气压力传感器、液压传感器等压力传感器。

其与电控单元的连接方式如图 1-20 所示。

由于压敏电阻产生的电信号微弱，需用混合集成电路进行放大。同时为避免电磁干扰，一般要加屏蔽。制造时常与放大器合为一体。而放大器需要与电源连接，有三根导线，分别为电源、信号及接地电路。

特征：利用硅膜片的电阻可随压力有显著变化的特性（压阻效应）而产生电信号，再利用电子电路将信号放大输出。

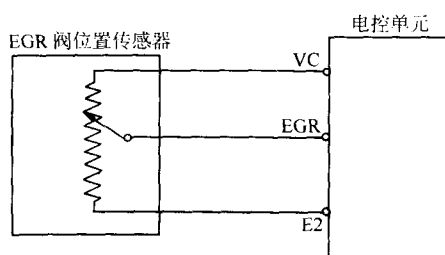


图 1-18 EGR 阀位置传感器线路

丰田车上“VC”指电控单元提供的电源电路。“E”指电控单元提供的接地电路，其余线为信号线。

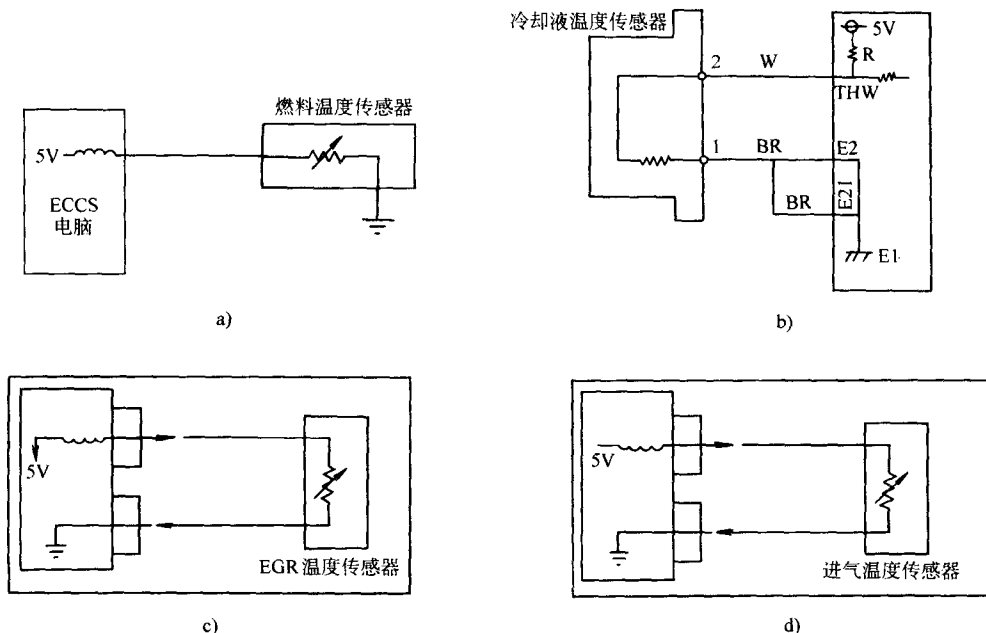


图 1-19 热敏电阻传感器电路

a) 燃油温度传感器 b) 冷却液温度传感器 c) EGR 温度传感器 d) 进气温度传感器

④信号发生器

应用：各种转速传感器及位置（如发动机上止点位置）传感器等。

按照原理分类，可分为：

a. 霍尔效应式（见图 1-21a）

导线：三根导线，即电源、信号、接地电路。

特征：采用霍尔效应原理，信号强弱不受温度影响。其电器符号常用电子元件符号表示。

b. 光电式（见图 1-21b）

导线：三根导线，即电源、信号、接地电路。

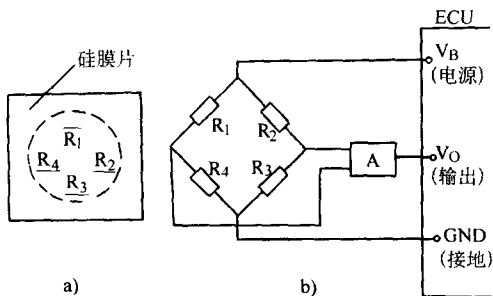


图 1-20 压敏电阻式压力传感器

⑤热线（热膜）式（见图 1-22）

应用：空气质量传感器。

导线：四根导线，即双电源（12V、5V）、信号、接地电路。

特征：由于热线都组成桥式电路，所以其电器符号经常画成桥式电路。

⑥卡门涡旋式（见图 1-23）

在空气通道中设置涡流发生器 2，当空气流过时，在涡流发生器后方会产生一系列规则的空气涡旋。由卡门原理可知，在单位时间内产生的涡旋数量与空气流速成正比，因此测出其频率即可算出空气流速，再将空气通路的有效截面积与空气流速相乘即算出进气流量的大小。接线插脚 KS 是空气流量计信号端。其余插脚端代号同图 1-17。

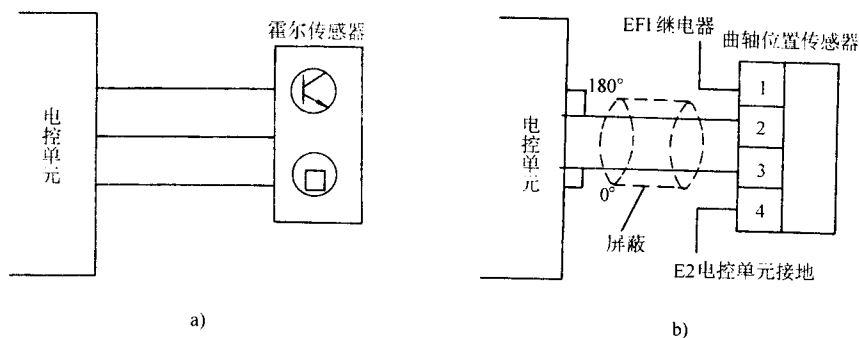


图 1-21 信号发生器

a) 霍尔效应式 b) 光电式

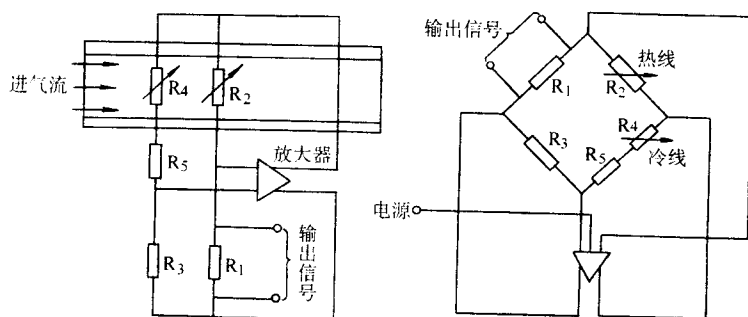


图 1-22 热线式空气流量计内部电路、热膜式及热线式空气流量计

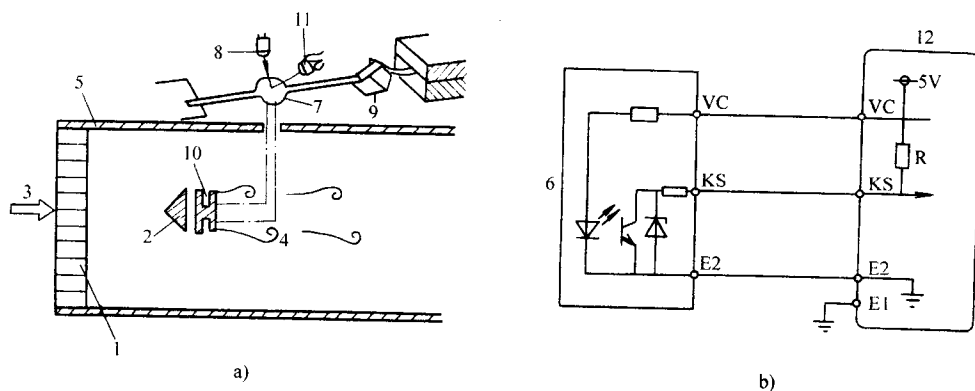


图 1-23 卡门涡旋式空气流量计

a) 结构简图 b) 与电控单元 (ECU) 连接电路

1—整流栅 2—涡流发生器 3—空气进口 4—卡门涡旋 5—管路 6—流量计内部电路
7—反光镜 8—发光二极管 9—簧片 10—导孔 11—光敏三极管 12—电控单元 (ECU)

应用：空气流量传感器。

导线：三根导线，即电源、信号、接地电路。

特征：涡旋检测分为光电式和超声波检测式两种。