

QICHE DIANLU SHITU
RUMEN YU TIGAO

汽车电路识图

入门 提高

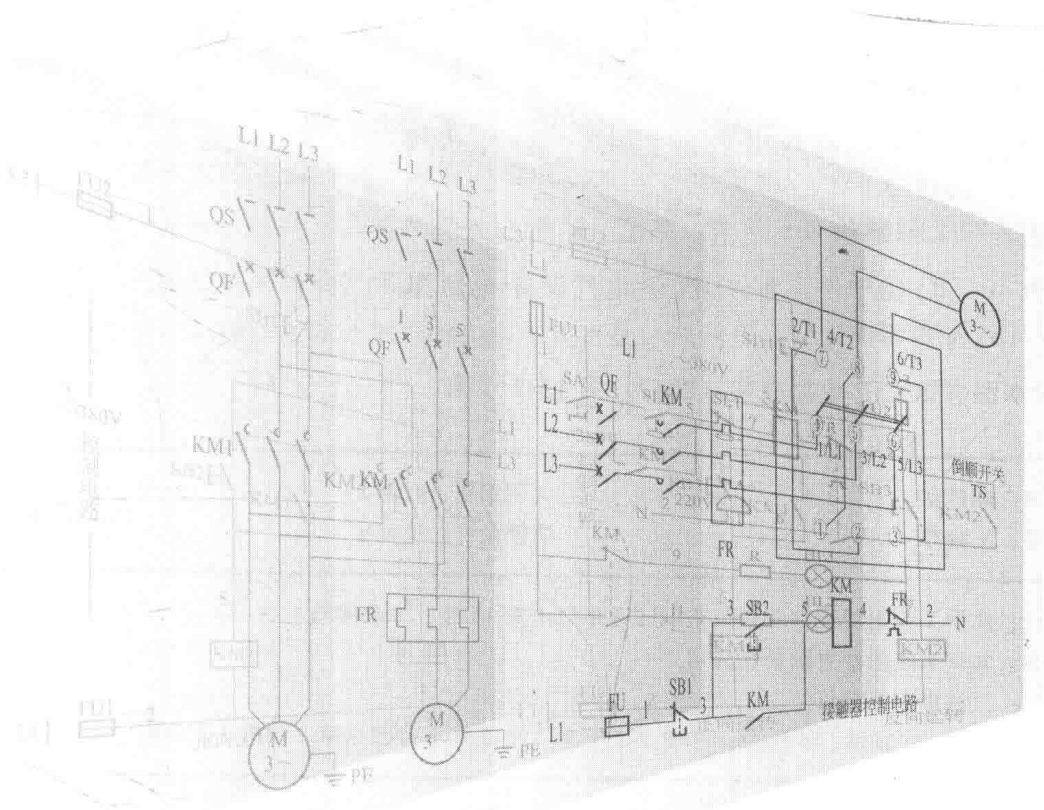
宁德发 主编

QICHE DIANLU SHITU
RUMEN YU TIGAO

汽车电路识图

入门与提高

宁德发 主编



 化学工业出版社
· 北京 ·

本书共分为四章,详细介绍了汽车电路基本知识、汽车电路图的识读、汽车主要系统电路图的识读以及典型车系电路识图技法等方面的内容,使读者在识读汽车电路图时能轻松入门,并进一步深入地对汽车内部各子系统电路进行了详细的分析,内容涵盖子系统的组成、工作原理、识图示例、故障检修等,使读者能够快速掌握汽车电路识图的关键及细节之处。

本书具有较强的实用性,适合汽车维修技术人员及汽修专业在校学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电路识图入门与提高/宁德发主编. —北京:化学工业出版社, 2017.7

ISBN 978-7-122-29849-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 124601 号

责任编辑:陈景薇

文字编辑:张燕文

责任校对:王素芹

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)

印刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张12 字数309千字 2017年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

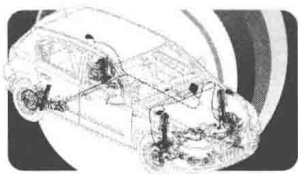
网 址: <http://www.cip.com.cn>

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:48.00 元

版权所有 违者必究

前言



FOREWORD

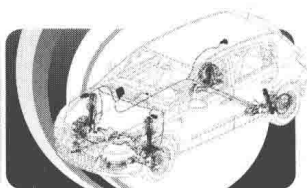
汽车电路图是检修汽车必要的基本资料，只有读懂电路图，才能掌握汽车电路的特点及原理，当汽车发生故障时，可在短时间内找到故障原因。由此看来，汽车电路图识读对维修人员至关重要。伴随着社会、经济的发展，汽车行业也在迅猛发展，汽车相关的新技术、新工艺也不断更新，对汽车检修人员的要求也就越来越高，但是维修人员从技术上和数量上均不能满足其发展的需要。所以，这就需要更多的汽车维修人员能够熟练掌握汽车电工的各种知识，为此编写了此书。

本书共分为四章，详细介绍了汽车电路基本知识、汽车电路图的识读、汽车主要系统电路图的识读以及典型车系电路识图技法等方面的内容，使读者在识读汽车电路图时能轻松入门，并进一步深入地对汽车内部各子系统电路进行了详细的分析，内容涵盖子系统组成、工作原理、识图示例、故障检修等，使读者能够快速掌握汽车电路识图的关键及细节之处。本书具有较强的实用性，适合汽车维修技术人员及汽修专业在校学生使用。

本书由宁德发主编，由杨晓、荣星、郭芑、杜岳、于振斌、许洁、张宁、张祎、张金玉、张静、李良军、肖利萍、李艳飞、李凌、孙雨安、孙莉媛、李丹、宋立音、白雅君共同协助完成。

由于笔者学识和经验有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者



第1章 汽车电路基本知识	1
1.1 汽车电路基础	1
1.1.1 直接控制电路和间接控制电路	1
1.1.2 非电控电路	4
1.1.3 电控电路	6
1.2 汽车电路的组成	14
1.3 汽车电路的特征分析	15
1.3.1 电源及接线方法特征分析	15
1.3.2 导线颜色和编号特征	16
1.3.3 汽车电路的系统特征	17
1.3.4 电子控制系统特征分析	18
1.3.5 汽车电气系统原理框图	18
第2章 汽车电路图的识读	20
2.1 汽车电路图的分类	20
2.1.1 汽车电气布线图	20
2.1.2 汽车电路原理图	21
2.1.3 汽车线束图	22
2.1.4 汽车电气设备定位图	23
2.2 汽车电路图的画法规则	24
2.2.1 汽车电路图的一般制图规则	24
2.2.2 汽车电路图的画法	26
2.2.3 汽车电路图的标注方法	28
2.3 汽车电路图的识读方法	33
2.3.1 汽车电路原理图的识读方法	33
2.3.2 汽车线束图的识读方法	34
2.3.3 汽车定位图的识读方法	36
第3章 汽车主要系统电路图的识读	37
3.1 电源系统电路图的识读	37

3.1.1	电源系统简述	37
3.1.2	电源系统的组成及工作原理	37
3.1.3	电源系统电路识图示例	37
3.1.4	故障检修	43
3.2	启动系统电路图的识读	44
3.2.1	启动系统简述	44
3.2.2	起动机的组成及工作原理	44
3.2.3	启动系统识图示例	45
3.2.4	故障检修	47
3.3	自动变速器电路图的识读	49
3.3.1	自动变速器电控系统简述	49
3.3.2	自动变速器电控系统的组成及工作原理	49
3.3.3	自动变速器电控系统识图示例	50
3.3.4	故障检修	53
3.4	防抱死制动系统电路图的识读	55
3.4.1	防抱死制动系统简述	55
3.4.2	防抱死制动系统的组成及工作原理	55
3.4.3	防抱死制动系统识图示例	58
3.4.4	故障检修	58
3.5	照明与信号系统电路图的识读	59
3.5.1	照明系统电路图的识读	59
3.5.2	信号系统电路图的识读	62
3.5.3	故障检修	66
3.6	仪表系统电路图的识读	67
3.6.1	仪表系统简述	67
3.6.2	仪表系统的组成	67
3.6.3	仪表装置系统识图示例	68
3.6.4	故障检修	73
3.7	发动机电控系统电路图的识读	77
3.7.1	汽车发动机电控系统简述	77
3.7.2	汽车发动机电控系统电路组成	78
3.7.3	典型汽车发动机电控系统电路识读	78
3.7.4	故障检修	85
3.8	空调系统电路图的识读	86
3.8.1	空调系统简述	86
3.8.2	空调系统的组成	86
3.8.3	典型汽车空调系统电路识读	87

3.8.4 故障检修	89
3.9 安全气囊系统电路图的识读	89
3.9.1 安全气囊系统简述	89
3.9.2 安全气囊系统的组成及工作原理	90
3.9.3 安全气囊系统识图示例	90
3.9.4 故障检修	92

第4章 典型车系电路识图技法 94

4.1 汽车电路常用符号含义识别	94
4.1.1 常用端子、导线、插件、连接片、屏蔽、边界线类符号	94
4.1.2 常用开关类符号	95
4.1.3 常用传感器类符号	96
4.1.4 常用仪表类符号	97
4.1.5 常用半导体元器件类符号	98
4.1.6 其他常用元器件类符号	100
4.2 汽车电路识图示例	102
4.2.1 大众系列汽车电路图的识读	102
4.2.2 通用系列汽车电路图的识读	108
4.2.3 丰田系列汽车电路图的识读	118
4.2.4 本田系列汽车电路图的识读	130
4.2.5 马自达轿车电路图的识读	143
4.2.6 日产轿车电路图的识读	147
4.2.7 现代系列汽车电路图的识读	149
4.2.8 雪铁龙车系汽车电路图的识读	161
4.2.9 福特汽车电路图的识读	171
4.2.10 奔驰汽车电路图的识读	175
4.2.11 宝马车系汽车电路图识读	180

参考文献 185

第1章

汽车电路基本知识

1.1 汽车电路基础

1.1.1 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与用电器串联，直接控制用电器的工作。这种直接控制电路是最基本、最简单、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、用电器以及蓄电池负极间构成闭合回路。电路为蓄电池正极→仪表板熔断器（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，如图 1-1 所示。

在汽车上的控制开关中，点火开关是最为重要的开关，用来控制汽车各条分支电路的通断。点火开关的主要功能包括，置于 LOCK 挡时锁止转向盘轴；置于 ACC 挡时，接通车上的附件电气设备（如收音机、电动车窗）电路；置于 ON 挡时，将点火电路、油泵电路等接通；置于 ST 挡时，接通起动机电路，启动发动机。点火开关在置于 ST 挡时，只要将手松开就能自动回到 ON 挡，不能进行自行定位，而在其他挡均可自行定位，这样可以避免起动机长时间工作。

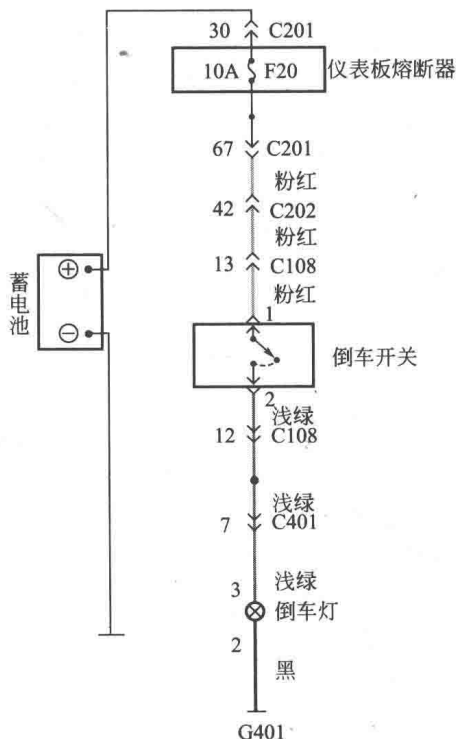


图 1-1 汽车倒车灯电路

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，主要包括照明开关（前照灯开关、变光开关）、信号灯开关（危险警告灯开关、转向信号灯开关、超车灯开关）及挡风玻璃、刮水器和清洗器开关等，安装在驾驶员前面的转向柱上，方便驾驶员的操纵。

熔断器是汽车上最为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，但是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，约 3min 就熔断。所以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，只能更换新件。

(2) 间接控制电路

间接控制电路指的是在用电器和控制器之间使用继电器，通过控制继电器触点的通断来控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与触点等组成。图 1-2

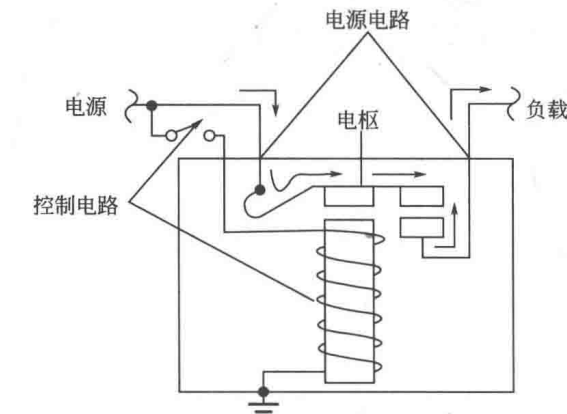


图 1-2 继电器工作原理

所示为继电器工作原理。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的实质是控制继电器线圈通电产生磁力闭合继电器触点，将用电器工作电路接通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与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，不仅能够保护控制器，还能够使控制器做得体积更小，节约空间和材料。

因为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及电控单元来说，继电器是用电器。在汽车间接控制电路中，比较常见的继电器有，常开继电器，如图 1-3(a)、(b) 所示，在继电器线圈通电时，触点闭合，将用电器电路接通；常闭

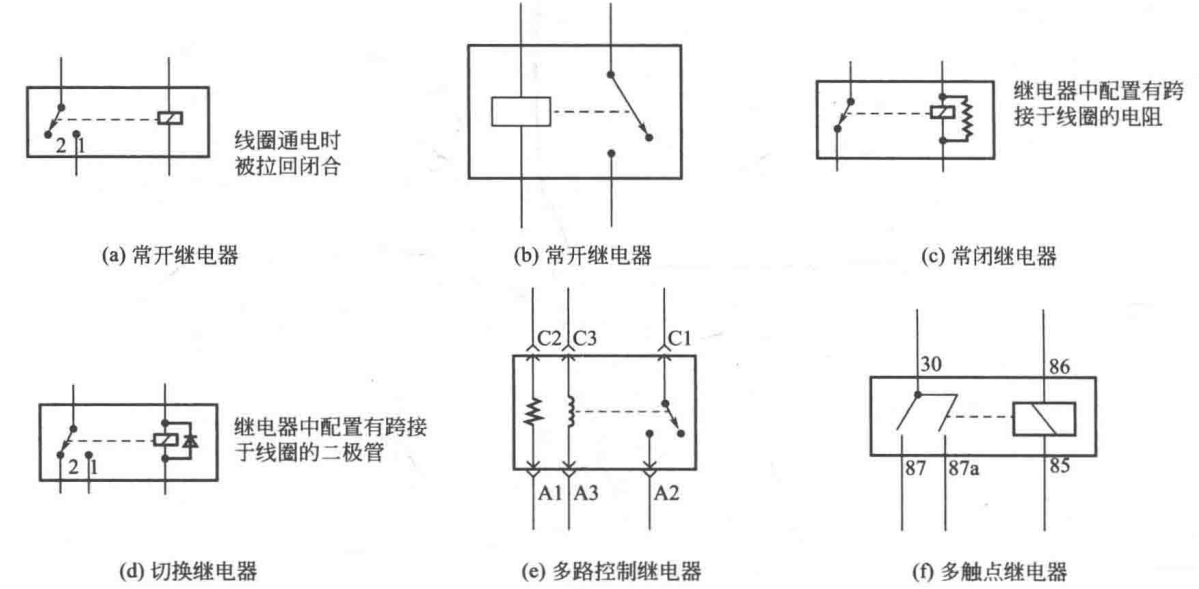


图 1-3 常见继电器符号

继电器，如图 1-3(c) 所示，与常开继电器工作原理相反，在继电器线圈通电时，触点断开；切换继电器，如图 1-3(d) 所示，继电器有两对触点，一对是常开触点，一对是常闭触点，在电磁线圈通电时，常开触点闭合，常闭触点断开；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，常被用于同一个用电器受多个控制器控制的电路；多触点继电器，在同一个继电器内，继电器触点不止有一个，如图 1-3(f) 所示，继电器各触点间是联动关系，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、电容或者二极管，这样是为了保护继电器线圈、控制开关触点以及电控单元。

无论是何种形式的继电器都有继电器线圈与继电器触点这两个基本元器件。继电器在电路图中常用电气符号表示，图 1-3 所示为电路图中常见继电器符号。继电器符号一般由继电器线圈和继电器触点组成，线圈和触点用虚线相连，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通常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，则说明该继电器为常开继电器。如果继电器触点处于闭合状态，则说明该继电器为常闭继电器。

间接控制电路由两部分电路构成，也就是控制电路和主电路，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，分别分析控制电路与主电路。上海通用汽车前雾灯受继电器的控制，电路如图 1-4 所示。以此电路为例，来分析间接控制电路。

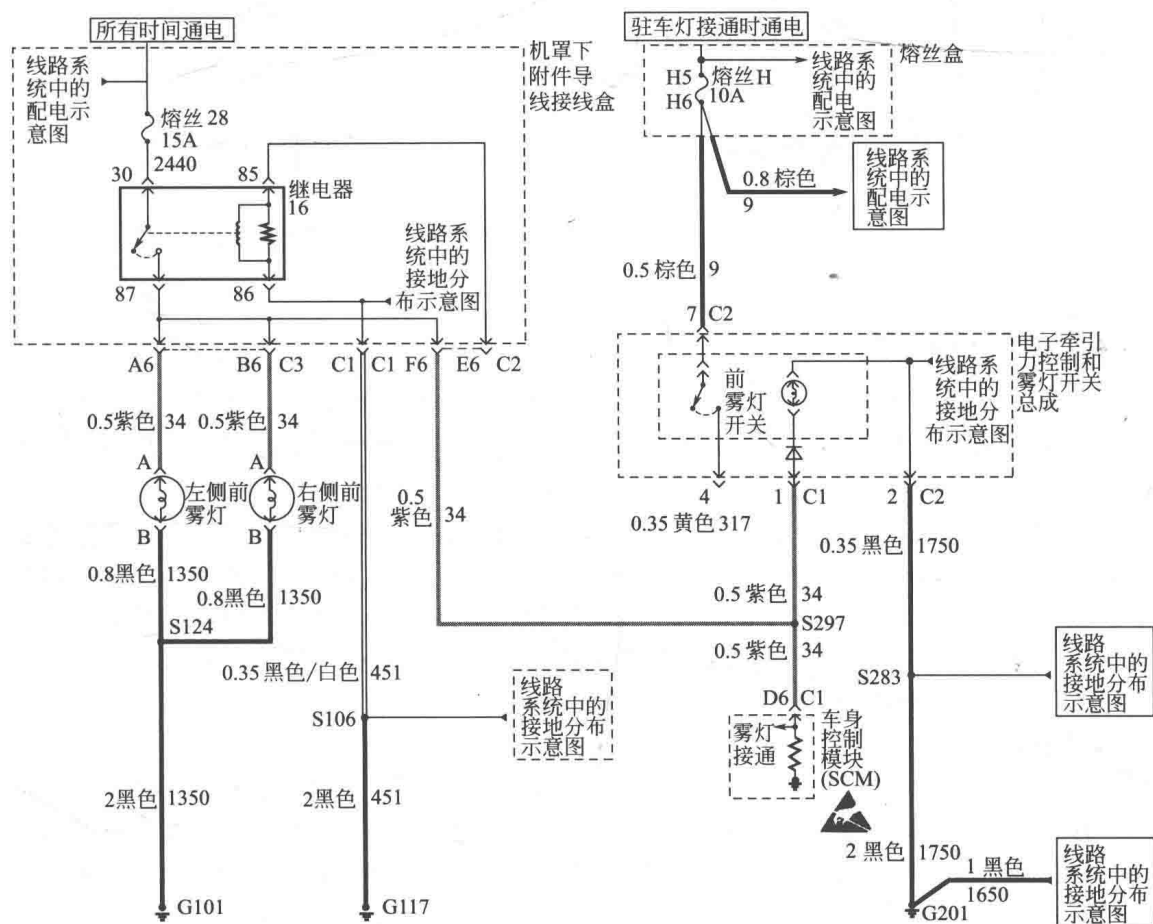


图 1-4 上海通用汽车前雾灯电路

① 雾灯控制电路。驻车灯接通时通电→熔丝 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 绞接点→G117 接地。

② 雾灯主电路。所有时间通电→熔丝 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，图 1-5 所示为其结构。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。因为干簧式继电器线圈允许通过较大的电流，所以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。干簧式继电器还用于控制指示灯，电路如图 1-6 所示。干簧式继电器在电路中的符号依然使用一般继电器符号，控制电路和主电路的分析方法与一般继电器相同。

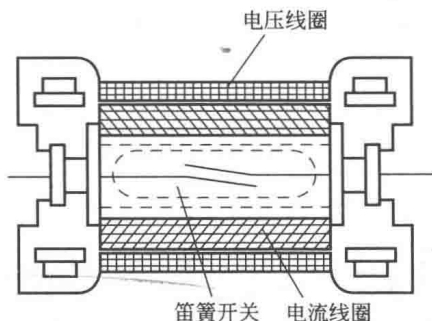


图 1-5 干簧式继电器结构

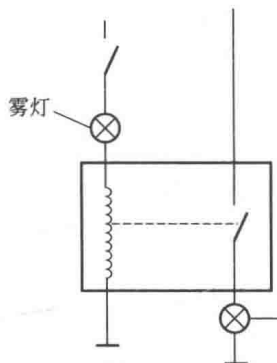


图 1-6 干簧式继电器控制雾灯电路

1.1.2 非电控电路

在汽车电路中非电控电路与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，如照明灯、转向信号灯、手动刮水器以及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、高精度以及高灵敏度的控制，如自动变速器、发动机、电控燃油喷射系统以及点火系统的控制等。

非电控电路是指由各种手动开关、温控开关、压力开关以及滑动变阻器等传统控制器对用电器进行控制的电路，如照明灯控制电路、冷却风扇电路等。这些控制开关都是借助开关触点的断开或闭合来断开或接通用电器工作电路，实现对用电器的控制。滑动变阻器则是借助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、危险警告灯开关、转向信号灯开关、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为点火开关，驾驶员利用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、危险警告灯开关、转向信号灯开关、远近光转换开关等往往组合在一起组成组合开关，安装在驾驶员面前的转向盘柱上，便于驾驶员操作。组合开关在电路图中常常只画出所需的开关，再在开关旁边注明在组合开关上。

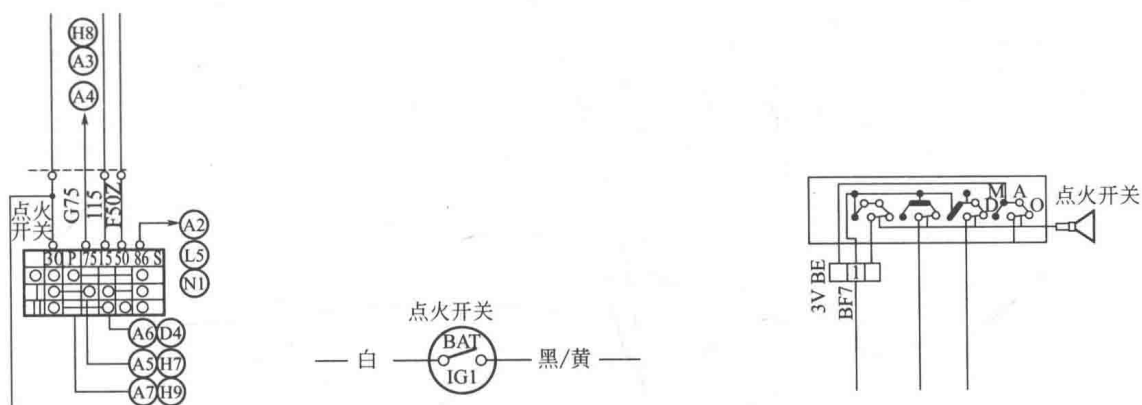


图 1-7 常见点火开关符号

(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，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通常用普通开关的符号再在开关触点上加字母 θ 或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。

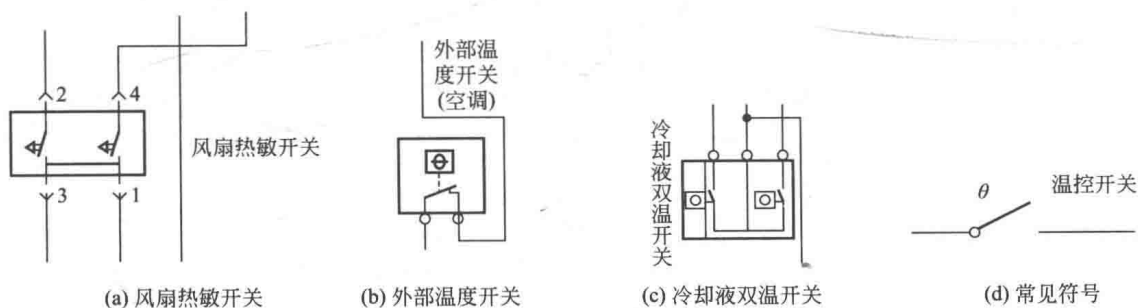


图 1-8 温控开关电路符号

(3) 压力开关

压力开关指的是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，开关触点断开或闭合，切断或接通用电器电路，起到对用电器的保护作用，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通过普通开关符号加文字标注的方法来表示，也可通过专用符号来表示，如图 1-9 所示。

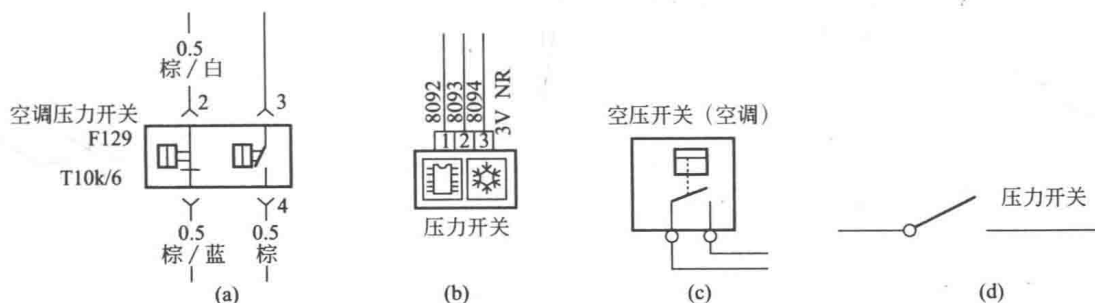


图 1-9 压力开关电路符号

(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通过用电器两端的电压来控制用电器的转速、亮度等，如用来调节电动机的转速、用来调节灯光的亮度等。图 1-10 所示为滑动变阻器调节电动机转速的原理。

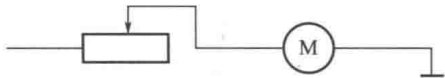


图 1-10 滑动变阻器调节电动机转速的原理

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，如可以通过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，控制电动机的转速及灯光亮度等。

1.1.3 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，通过电控单元来对用电器进行自动控制的电路。电控电路可以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经代替传统的非电控电路成为汽车控制电路的主要形式，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通过电控单元控制。

电控单元为整个电控电路的核心。在汽车电路中，电控单元有两种形式：一种为简单的电子模块式；另一种为微电脑式的电控单元。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、处理以及计算后控制执行器（用电器）的工作。

在分析电控电路图时，可以电控单元为中心，将电控电路分为电控单元电源电路、电控单元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，能够收到事半功倍的效果。

(1) 电控单元电源电路

电控单元电源电路指的是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同电控单元直接相连，无论何时都向电控单元供电，这部分电路的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，这部分电路通常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。

电控单元还要与蓄电池负极相连，这样才可以构成闭合回路正常工作。电控单元通常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。

图 1-11 所示为一汽丰田汽车发动机电控单元（发动机 ECU）电路。

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。一条为蓄电池借助点火开关 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 端子 IGSW→发

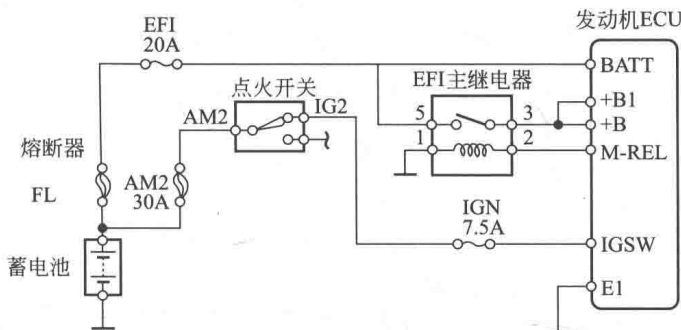


图 1-11 一汽丰田汽车发动机电控单元电路

动机 ECU。另一条电源电路为点火开关置于 IG2 挡时，发动机 ECU 令 EFI 主继电器触点闭合，蓄电池利用 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 利用端子 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根据信号的来源不同，可分为传感器信号电路、外接开关信号电路以及电控单元间数据传输电路。

① 传感器信号电路。传感器信号电路根据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与无源传感器信号电路。有源传感器信号电路通常分为电源电路、信号电路以及接地电路，如霍尔效应式车速传感器、空气流量计以及节气门位置传感器等，其中信号电路一定和电控单元相连，电源电路和接地电路不一定同电控单元相连。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。因为无源传感器的信号较弱，为防止无线电信号的干扰，在传感器信号线上常常加有屏蔽层。屏蔽层可以通过电控单元接地，也可以直接接地，如图 1-12 所示。

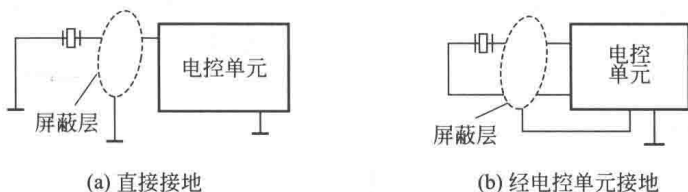


图 1-12 传感器屏蔽层的接地

传感器在电路图中通常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与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时，通常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。所以在电路图中，传感器和电控单元各端子处往往通过缩略语或简洁文字来标明端子的作用。

在现代汽车上传感器数量众多，传感器信号主要用于发动机控制、自动变速器控制、转向控制、刹车控制、车身控制、空调控制等。

a. 空气流量计。空气流量计用来测量发动机的进气量，并把信号输送至发动机电控单元，作为电控直接燃油喷射系统燃油喷射量与点火控制的主要控制信号。空气流量计按测量空气的原理不同，可以分为叶片式、卡门涡旋式以及热式空气流量计。空气流量计都为有源传感器。

叶片式空气流量计通过利用和测量板同轴转动的电位计来测量出叶片转动的角度，把进入发动机的进气量转变成电压信号输送到发动机电控单元。叶片式空气流量计结构与电路如图 1-13 所示。

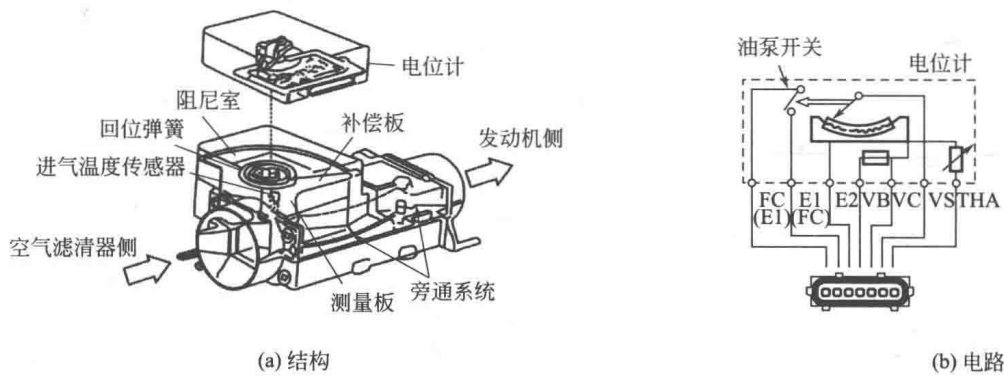


图 1-13 叶片式空气流量计

卡门涡旋式空气流量计通过卡门原理制成，图 1-14 所示为其结构与电路。在空气流通道内设置涡流发生器，当空气流过时，在涡流发生器后方会产生许多空气涡旋。空气涡旋的数量与空气的流速成正比，所以只需测出空气涡旋的数量就能够计算出空气的流速。再将空气通道的有效截面积与空气流速相乘就可计算出发动机的进气量。测量空气涡旋数量的方法有反光镜测量法和超声波测量法两种。反光镜测量法如图 1-14 所示。超声波测量法空气流量计各端子的作用和反光镜测量法空气流量计各端子的作用相同。

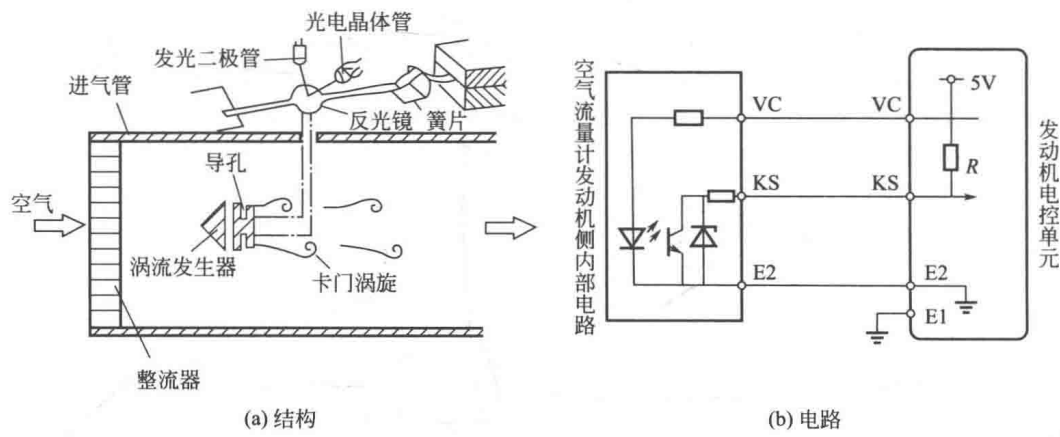


图 1-14 卡门涡旋式空气流量计

热式空气流量计将发热电阻丝组成桥式电路，图 1-15 所示为其电路。将桥式电路放在空气流量计进气道内，蓄电池向桥式电路中的发热电阻丝供电。当有空气从空气流量计流过时，带走发热丝的热量致使桥式电路失去平衡，产生电压差。发动机电控单元通过测量精密电阻 R_H 上的电压下降值来计算出发动机的进气量。图 1-16 所示为热式空气流量计与发动机电控单元连接的电路。热式空气流量计根据桥式电路安装的位置不同可分为主流测量式、旁通测量式及热膜式空气流量计三种。

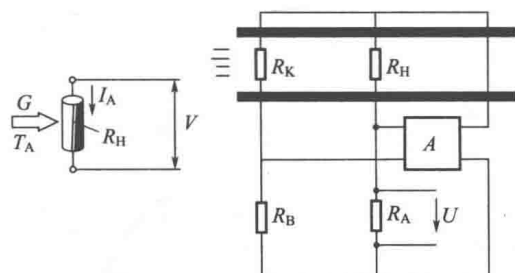


图 1-15 热式空气流量计
桥式电路及检测原理

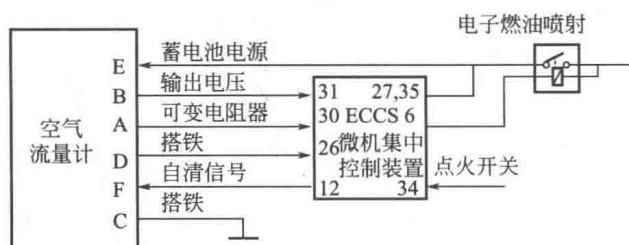


图 1-16 热式空气流量计与
发动机电控单元连接电路

b. 进气压力传感器。进气压力传感器用来测量发动机进气管压力，并将压力信号输送到发动机电控单元，发动机电控单元通过该信号和发动机转速信号间接计算出发动机进气量，为电控间接型燃油喷射系统的重要信号。

进气压力传感器主要由压力转换元件与压力信号放大元件组成。压力转换元件由具有压电效应的硅片（膜）组成。在进气压力作用下，硅片（膜）将会产生变形，使硅片（膜）的电阻阻值发生变化，从而使电桥电压发生变化。因为电桥电压值很小，需要通过压力信号放大元件放大后输送至发动机电控单元 PIM 端。发动机电控单元利用端子 VCC 向进气压力传感器提供 5V 工作电压。图 1-17 所示为进气压力传感器与发动机电控单元间的电路。

在汽车上各传感器中，除了进气压力传感器利用此工作原理外，还有机油压力传感器及各种液压传感器等压力传感器。

c. 进气温度传感器。空气的密度会随着温度的升高而变小，进气温度传感器的作用就是检测进气温度，并将进气温度信号输送至发动机电控单元。发动机电控单元根据该信号来对发动机喷油量进行修正，以便于获得最佳空燃比。

进气温度传感器里的电阻由热敏电阻材料制成。当热敏电阻在外界温度发生很小的变化时，阻值就会发生很大的变化。按照热敏电阻材料的性质不同，可将热敏电阻分为正温度系数热敏电阻和负温度系数热敏电阻。进气温度传感器常采用负温度系数热敏电阻。图 1-18 所示为进气温度传感器与发动机电控单元间的电路。在发动机工作时，发动机电控单元向进气温度传感器提供 5V 或 12V 的工作电压，通过测量与进气温度传感器串联电阻 R 两端的电压来确定发动机的进气温度。

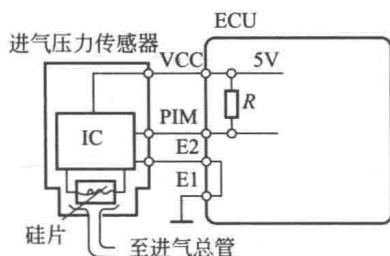


图 1-17 进气压力传感器与发动机电控单元间的电路

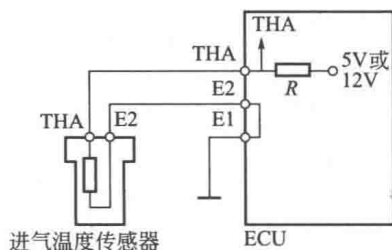


图 1-18 进气温度传感器与
发动机电控单元间的电路

在汽车上各传感器中，除了进气温度传感器利用此工作原理外，还有冷却液温度传感器、自动变速器油温传感器以及空调系统中的环境温度传感器、出风口温度传感器、车内温度传感器、蒸发器表面温度传感器等温度传感器。

d. 节气门位置传感器。节气门位置传感器安装在节气门体上，把节气门打开或关闭的

角度信号转变成电压信号输送至发动机电控单元。发动机电控单元依据节气门位置传感器信号来控制喷油器的喷油量，节气门位置传感器信号不仅应用于发动机电控单元，还被其他电控单元所应用，如自动变速器电控单元。

节气门位置传感器实质是一滑动变阻器，图 1-19 所示为节气门位置传感器的外形、结构与电路。节气门位置传感器的电阻随着节气门开度的增大而增大，输出的电压信号也随着节气门开度增大而增大。节气门位置传感器常常和怠速开关做成一个整体，在节气门处于怠速位置时，怠速开关触点闭合，向发动机电控单元输送怠速信号，用于发动机电控单元对发动机的怠速控制。

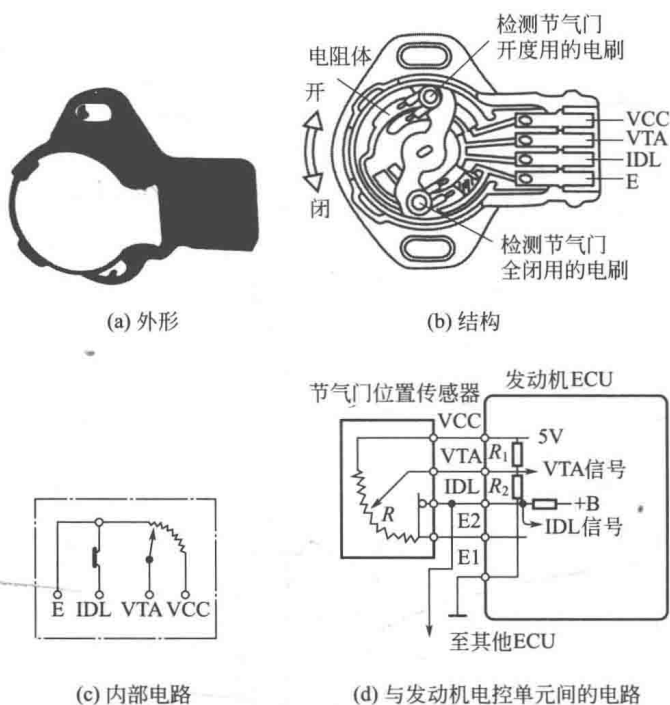


图 1-19 节气门位置传感器的外形、结构与电路

在汽车上各传感器中，此工作原理除了应用于节气门位置传感器外，还有叶片式空气流量计、EGR 阀位置传感器及燃油位置传感器等传感器。

e. 发动机转速与曲轴位置传感器。空气流量计将单位时间内进入发动机的空气量输送至发动机电控单元。为了能够计算出每次循环进入发动机的进气量，确定喷油器的最佳喷油量，需要测出发动机在单位时间内的转速。发动机转速传感器就是用于测量发动机转速的。发动机电控单元为了能够选取最合适的喷油时刻及点火时刻，还需要知道发动机曲轴转角的位置。曲轴位置传感器就是用于测量发动机曲轴转角的。

发动机转速传感器和曲轴位置传感器常常可以共用一个传感器。发动机转速与曲轴位置传感器有多种形式，如电磁感应式、霍尔效应式以及光电式等，其中应用最为广泛的是电磁感应式。

电磁感应式发动机转速与曲轴位置传感器主要由转子、托架、线圈以及永久磁铁构成。永久磁铁的磁力线经转子、线圈以及托架构成闭合回路，在转子旋转时，转子凸起与托架间的磁隙不断发生变化，通过线圈的磁通量也不断发生变化，在线圈中便产生了感应电压，并以交流形式输出（图 1-20）。电磁感应式传感器为无源传感器，不需电控单元或蓄电池额外供给电源。传感器上有两条线，均与电控单元相连。电磁感应式传感器还应用于 ABS 系统