

## 模块一

## 发动机电控系统概述

## 学习目标

- ◎了解发动机电控系统的基本组成与功用。
- ◎了解发动机各传感器和执行器的所在位置。
- ◎了解发动机电控系统的基本类型。
- ◎了解自诊断系统的作用。
- ◎了解汽车故障诊断仪的正确使用方法。

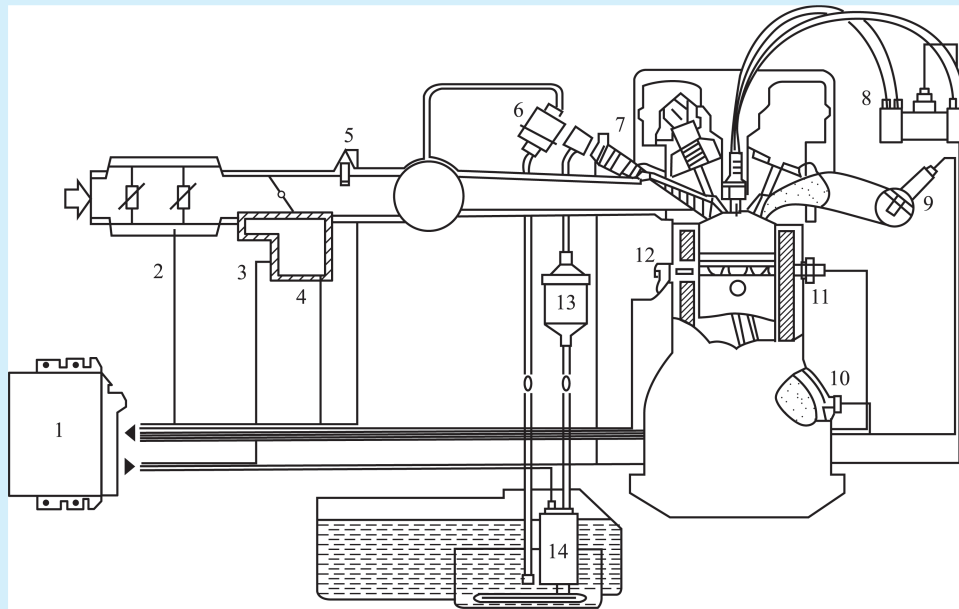
为了能够对汽车发动机电控系统的故障进行诊断与排除，必须熟悉汽车发动机电控系统的结构与工作原理。因此，在本模块的学习中必须掌握电控系统各传感器、电控单元及执行器的应用，了解电控系统的控制方式及优点，同时要熟悉自诊断系统的功能，通过对解码器使用的学习，掌握用解码器读取数据流的正确方法及注意事项。

## 学习单元一

## 发动机电控系统的认知

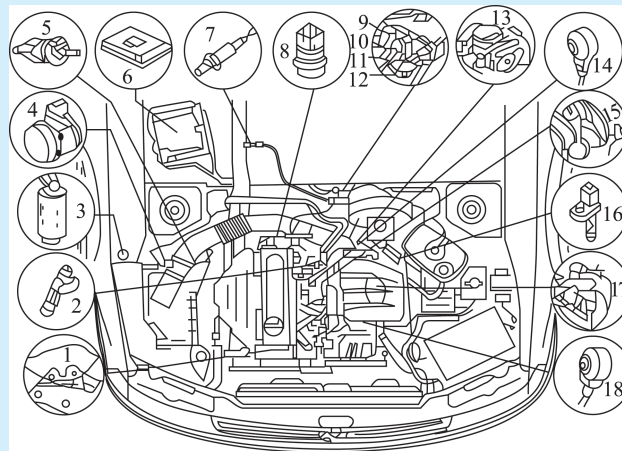
## 一、典型的汽车发动机电控系统

汽车发动机电控系统的主要功能是提高汽车的动力性、经济性和排放性能。随着汽车电子控制技术的发展与进步，世界各大汽车公司或电子技术公司开发研制的发动机电控系统千差万别。控制系统的功能、控制参数和控制精度不同，采用控制部件（传感器、电控单元和执行器）的类型或数量也不尽相同。通过对各种控制部件进行不同的组合，便可组成若干个子控制系统。例如，桑塔纳轿车 AJR 型发动机电子喷射系统的结构如图 1-1 所示，其组件在车上的布置如图 1-2 所示。发动机电控系统的组成如图 1-3 所示。



- 1—电控单元；2—热膜式空气流量传感器；3—怠速电机（与节气门控制组件一体）；  
4—节气门控制组件；5—进气温度传感器；6—油压调节器；7—喷油器；  
8—点火线圈；9—氧传感器；10—转速传感器；11—冷却液温度传感器；  
12—爆燃传感器；13—汽油滤清器；14—电动汽油泵。

图 1-1 AJR 型发动机电子喷射系统的结构



- 1—霍尔传感器（G40）；2—喷油器（N30 ~ N33）；3—活性炭罐；  
4—热膜式空气流量传感器（G70）；5—活性炭罐电磁阀（N80）；6—ECU（J220）；  
7—氧传感器（G39）；8—冷却液温度传感器（G62）；9—转速传感器插接器（灰色）；  
10—1号爆燃传感器插接器（白色）；11—氧传感器插接器（黑色）；  
12—2号爆燃传感器插接器（黑色）；13—节气门控制组件（1338）；  
14—2号爆燃传感器（G66）；15—转速传感器（G28）；  
16—进气温度传感器（G72）；17—点火线圈（N152）；  
18—1号爆燃传感器（G61）。

图 1-2 汽油喷射系统和点火系统布置图

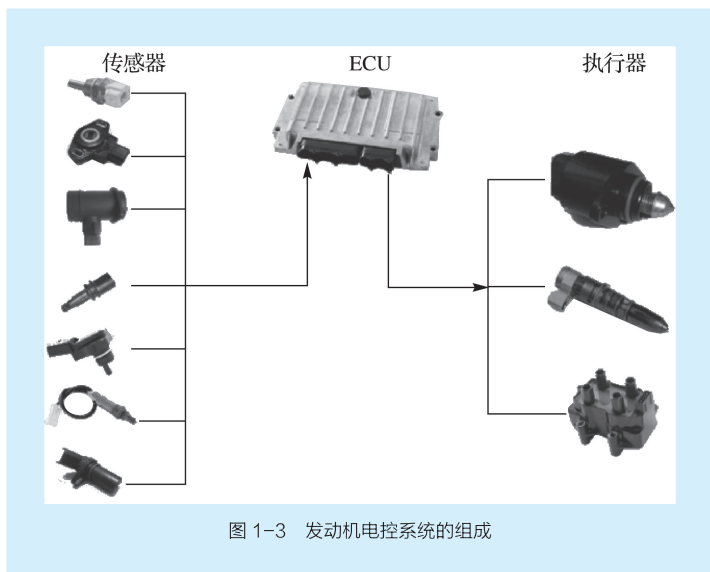


图 1-3 发动机电控系统的组成

汽车发动机电控系统传感器（开关信号）、执行器的主要功能见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 汽车发动机电控系统传感器（开关信号）的主要功能

序号	类型	英文缩写	主要功能
1	空气流量传感器	AFS	在 L 型电控燃油喷射系统中，由空气流量传感器测量发动机的进气量，并将信号输入 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控制信号
2	进气管绝对压力传感器	MAPS	在 D 型电控燃油喷射系统中，由进气管绝对压力传感器测量进气管内气体的绝对压力，并将该信号输入 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控制信号
3	节气门位置传感器	TPS	检测节气门的开度及开度变化，如全关（怠速）、全开及节气门开闭的速率（单位时间内开闭的角度）信号，此信号输入 ECU，用于燃油喷射控制及其他辅助控制
4	凸轮轴位置传感器	CMPS	给 ECU 提供曲轴转角基准位置信号（G 信号），作为喷油正时控制和点火正时控制的主控制信号
5	曲轴位置传感器（转速传感器）	CKPS	用来检测曲轴转角位移，给 ECU 提供发动机转速信号和曲轴转角信号，作为喷油正时控制和点火正时控制的主控制信号
6	冷却液温度传感器	CTS	给 ECU 提供发动机冷却液温度信号，作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。冷却液温度传感器信号也是其他控制（如怠速控制和废气再循环控制等）系统的控制信号
7	进气温度传感器	IATS	给 ECU 提供进气温度信号，作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号
8	爆燃传感器	KS	检测汽油机是否爆燃及爆燃强度，将此信号输入 ECU，作为点火正时控制的修正（反馈）信号
9	氧传感器	O <sub>2</sub> S	检测排气中的氧含量，向 ECU 输送空燃比的反馈信号，进行喷油量的闭环控制
10	起动开关	STA	给 ECU 提供一个起动信号，作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号
11	蓄电池电压	UBAT	向 ECU 提供电压信号，作为燃油喷射控制的修正信号

表 1-2 汽车发动机电控系统执行器的主要功能

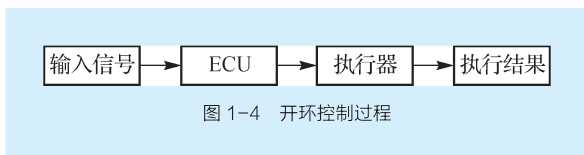
序 号	类 型	英文缩写	主要功能
1	喷油器	INJ	根据 ECU 的喷油脉冲信号, 精确计量燃油喷射量
2	点火器	ICM	根据 ECU 脉冲信号, 控制点火
3	怠速控制阀	ISCV	控制发动机的怠速转速
4	节气门控制电动机	TC	根据 ECU 信号控制节气门的开度
5	电动燃油泵	EP	供给燃油喷射系统规定压力的燃油
6	废气再循环阀	EGRV	根据 ECU 信号控制废气再循环量
7	进气控制阀	IACV	根据 ECU 信号控制进气系统工作
8	活性炭罐电磁阀	ACCV	根据电控单元的控制指令信号, 回收发动机内部的燃油蒸气, 以便减少污染
9	真空电磁阀	VSV	根据 ECU 信号控制真空管路通断
10	二次空气喷射阀	SAIV	根据 ECU 脉冲信号控制二次空气喷射量
11	巡航控制电磁阀	CCSV	根据 ECU 信号控制巡航系统
12	空调控制真空电磁阀	ACU	根据 ECU 信号控制空调工作

汽车发动机电控系统是一个综合控制系统, 并具有多种控制功能。将发动机电控系统的传感器和执行器进行不同的组合, 就可组成燃油喷射系统、微机控制点火系统、空燃比反馈控制系统、发动机爆燃控制系统、超速断油控制系统、减速断油控制系统、清除溢流控制系统、怠速控制系统、燃油蒸气回收系统和故障自诊断系统等, 从而实现燃油喷射控制、点火提前闭环控制、空燃比反馈控制、发动机爆燃控制、超速断油控制、减速断油控制、清除溢流控制、怠速控制、燃油蒸气回收和故障自诊断功能。此外, 某一控制系统也可能同时具有多种控制功能。例如, 电控燃油喷射系统能够精确控制喷油量, 且喷射的燃油雾化良好、燃烧完全, 因此不仅能够提高汽车的动力性, 而且能提高汽车的经济性和排放性。

在汽车电控系统中, 发动机电控系统的控制部件最多、控制参数最多、控制功能最强、控制过程最复杂。因此, 只要熟悉发动机电控系统的结构原理与控制过程, 掌握该系统的故障诊断与检修方法, 学习其他电控系统就会游刃有余。

## 二、电控系统的控制方式

电控系统的控制方式分为开环控制和闭环控制两种。开环控制是指发动机控制单元 (ECU) 根据传感器的信号对执行器进行控制, 而控制的结果是否达到预期目标对其控制过程没有影响, 开环控制过程如图 1-4 所示。闭环控制也称反馈控制, 它在开环控制的基础上对控制结果进行检测, 并反馈给 ECU, 进行原先的控制修正, 闭环控制过程如图 1-5 所示。



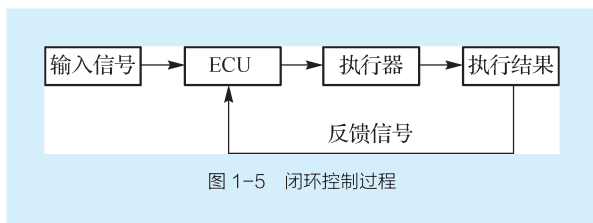


图 1-5 闭环控制过程

## 学习单元二 发动机电控系统的组成与电源电路

### 一、发动机电控系统的组成

发动机电控系统主要由燃料供给系统、点火控制系统、电控系统、辅助控制系统和自诊断系统等组成。

#### 1. 燃料供给系统

燃料供给系统包括燃油供给系统和空气供给系统。

(1) 燃油供给系统。燃油供给系统的作用是提供汽油喷射所需的压力油，在电控单元的控制下将燃油喷入进气歧管。如图 1-6 所示，燃油供给系统主要包括电动汽油泵、进油管、汽油滤清器、燃油分配管、油压调节器、回油管和喷油器等。

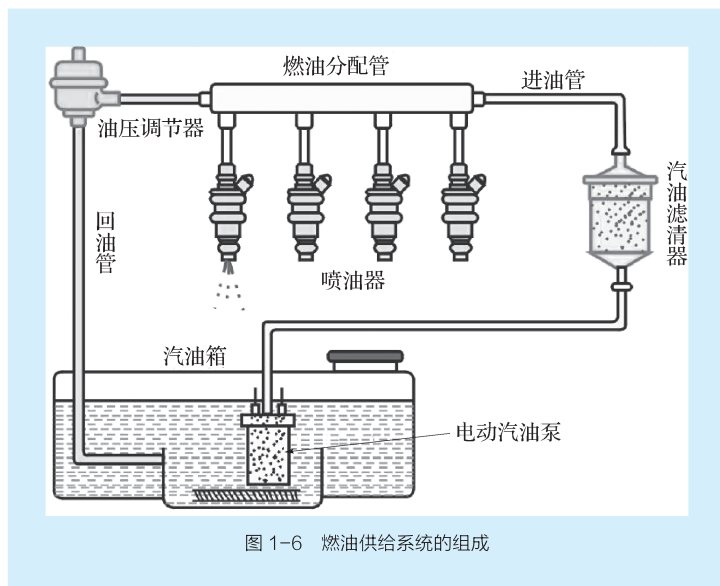
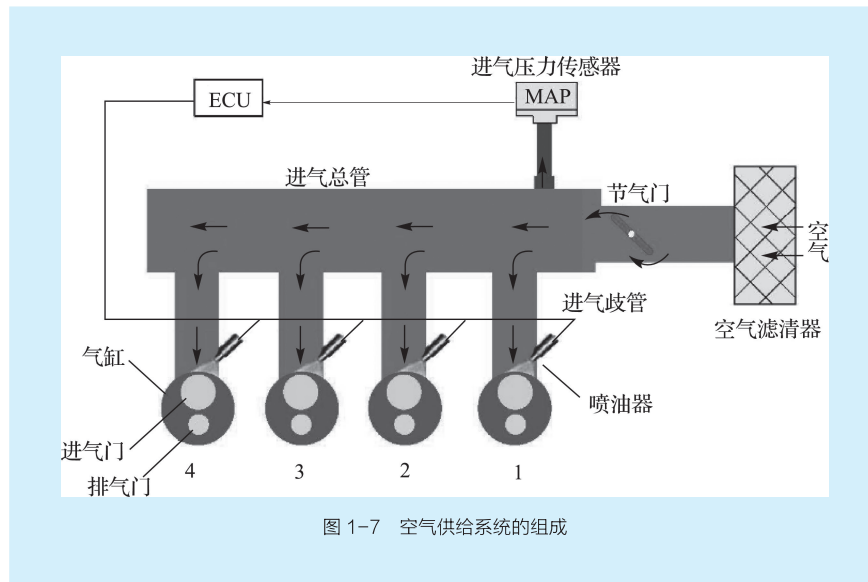


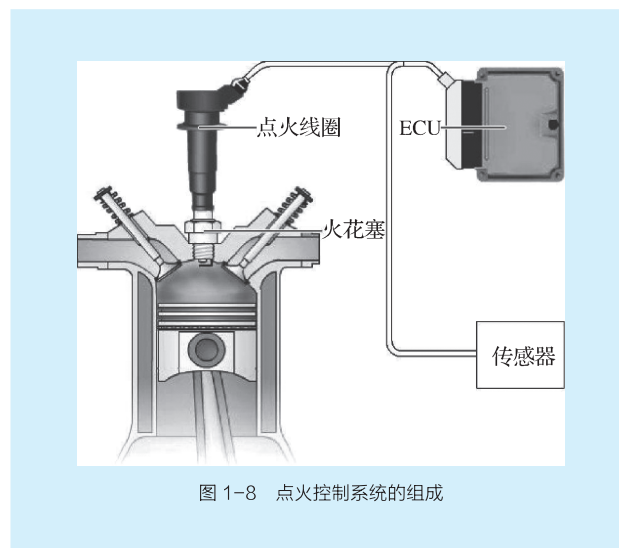
图 1-6 燃油供给系统的组成

(2) 空气供给系统。空气供给系统的作用是为发动机提供清洁的空气，并负责测量、控制汽油燃烧所需的空气量。如图 1-7 所示，空气供给系统主要包括空气滤清器、节气门、进气压力传感器、进气总管和进气歧管等。



## 2. 点火控制系统

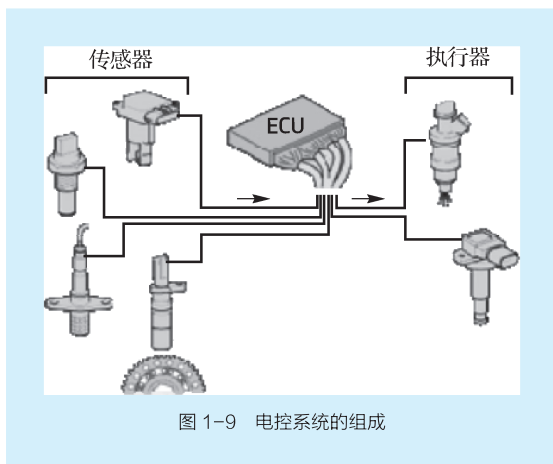
点火控制系统的作用是在适当的时刻产生电火花点燃被压缩的混合气。如图 1-8 所示，点火控制系统主要包括火花塞和点火线圈等。



## 3. 电控系统

电控系统负责收集发动机的工况信息，确定最佳喷油时刻、最佳喷油量和最佳点火时刻。如图 1-9 所示，电控系统主要由传感器、ECU 和执行器三大部分组成。

(1) 传感器。传感器即装在发动机各个位置的信号装置，用来检测发动机运行状态下的各种参数，并将它们转换成电信号，再输送给 ECU。传感器相当于人的眼睛、耳朵和鼻子。电控汽油发动机一般安装有空气流量传感器、进气压力传感器、曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、氧传感器和爆燃传感器等。



① 空气流量传感器（图 1-10）。空气流量传感器安装在空气滤清器后方的进气管道上，用于测量发动机的进气量，并将进气量转换成电信号输送给 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控信号。



② 进气压力传感器（图 1-11）。进气压力传感器安装在节气门后方的进气总管上，用于测量进气歧管内气体的绝对压力，并将进气歧管压力转换成电信号输送给 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控信号。



③ 曲轴位置传感器（图 1-12）。曲轴位置传感器又称转速传感器，一般安装在曲轴前端或后端的气缸体上，用于测量曲轴转角，给 ECU 提供发动机转速和曲轴转角信号，作为喷油正时控制和点火控制的主控信号。



图 1-12 曲轴位置传感器

④ 凸轮轴位置传感器（图 1-13）。凸轮轴位置传感器一般安装在凸轮轴前端或后端的壳体上，用于给 ECU 提供曲轴转角基准信号（G 信号），作为喷油正时和点火正时控制的主控信号。



图 1-13 凸轮轴位置传感器

⑤ 节气门位置传感器（图 1-14）。节气门位置传感器安装在节气门阀体上，通常与节气门做成一体，用于检测节气门的开度及开度变化，并将此信号转换为电信号输送给 ECU，用于燃油喷射控制和其他辅助控制。



图 1-14 节气门位置传感器

⑥ 冷却液温度传感器（图 1-15）。冷却液温度传感器安装在气缸盖上或发动机出水口的管道上，用于给 ECU 提供发动机冷却液温度信号，作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。





图 1-15 冷却液温度传感器

⑦ 进气温度传感器（图 1-16）。进气温度传感器安装在进气管上，大部分车型将其与空气流量传感器或进气压力传感器做成一体，用于给 ECU 提供进气温度信号，作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。



图 1-16 进气温度传感器

⑧ 氧传感器（图 1-17）。氧传感器安装在排气总管上，用来检测排气中氧的含量，将氧的含量转换为电信号并输送给 ECU，作为空燃比的反馈信号，进行喷油量的闭环控制。



图 1-17 氧传感器

⑨ 爆燃传感器（图 1-18）。爆燃传感器安装在缸体上，用于检测发动机是否爆燃及其爆燃强度，将此信号转换为电信号输送给 ECU，作为点火正时控制的修正（反馈）信号。

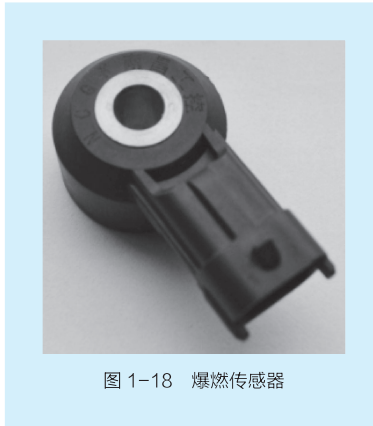


图 1-18 爆燃传感器

(2) 发动机控制单元。发动机控制单元简称 ECU，根据发动机各个位置上传感器发送来的信号，按照一定的程序进行运算、储存和分析处理，然后输出指令，控制执行元件工作，以达到快速、准确、自动地控制发动机工作的目的。发动机控制单元（图 1-19）相当于人的大脑。



图 1-19 发动机控制单元

(3) 执行器。执行器接收 ECU 的指令，完成必要的动作，如喷油、点火等。执行器相当于人的手和脚。电控汽油发动机上一般有电动燃油泵、喷油器、点火线圈、怠速控制阀和真空电磁阀等执行器。

① 电动燃油泵（图 1-20）。电动燃油泵一般安装在燃油箱内，向发动机提供压力燃油。



图 1-20 电动燃油泵

② 喷油器（图 1-21）。喷油器安装在进气歧管的末端，在 ECU 的控制下打开或关闭，适时喷射适量的燃油。



图 1-21 喷油器

③ 点火线圈（图 1-22）。点火线圈安装在各缸火花塞的顶部，根据 ECU 的指令适时产生高压火花，点燃气缸内的可燃混合气。



图 1-22 点火线圈

④ 怠速控制阀（图 1-23）。怠速控制阀一般安装在节气门体上，其作用是在怠速时由 ECU 控制进气量，在不同怠速工况满足怠速时对空气的需要。



图 1-23 怠速控制阀

⑤ 真空电磁阀（图 1-24）。真空电磁阀一般安装在发动机进气管的旁边，其作用是在 ECU 的控制下打开或关闭真空管路，用于进气谐振控制或废气再循环控制等。



图 1-24 真空电磁阀

#### 4. 辅助控制系统

辅助控制系统包括怠速控制系统和进排气控制系统等。

(1) 怠速控制系统。怠速控制系统由 ECU 控制怠速控制阀工作，向进气系统提供发动机怠速时所需的进气量。

(2) 进排气控制系统。进排气控制系统利用 ECU 控制多种排气净化装置，从而控制废气再循环 (EGR)、二次空气喷射等。

#### 5. 自诊断系统

自诊断系统可以在发动机工作时检测各个电子器件的工作情况，当出现故障时，位于仪表盘内的发动机故障指示灯会亮起，并且存储故障码。驾驶员发现故障灯亮时，可到维修点进行检查，此时可以利用故障诊断仪将故障码调出来，方便更快、更准确地找到故障位置。

## 二、发动机电控系统电源电路

丰田卡罗拉 1ZR-FE 发动机电控系统电源电路如图 1-25 所示。

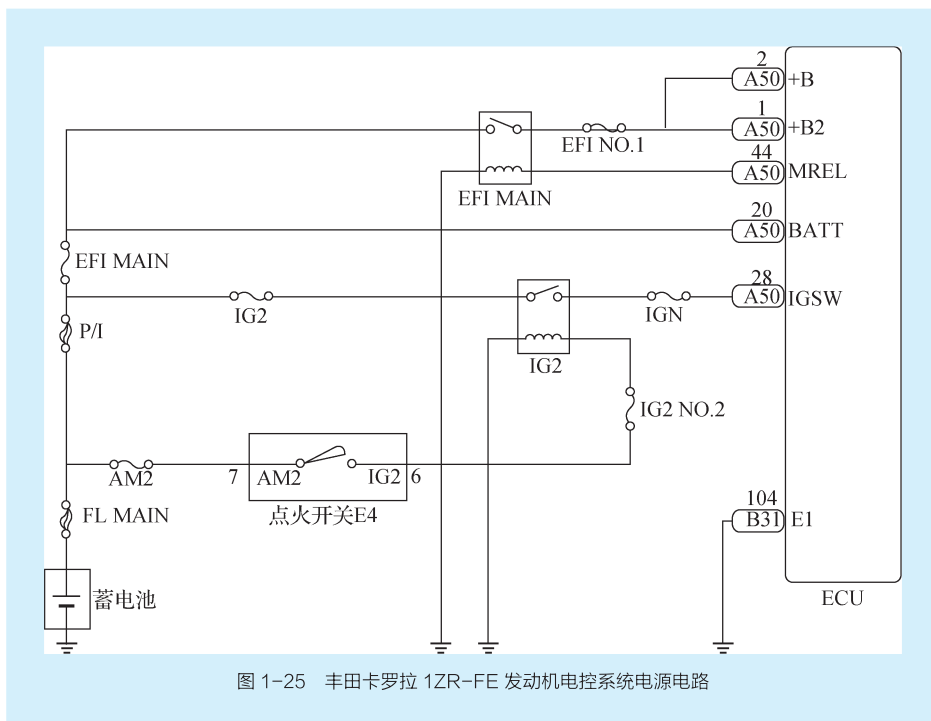


图 1-25 丰田卡罗拉 1ZR-FE 发动机电控系统电源电路

当接通点火开关时，继电器 IG2 被通电激励，其触点闭合，蓄电池电压经熔丝 IG2—继电器 IG2 触点—熔断丝 IGN—ECU 的 IGSW 端子，ECU 再通过 MREL 端子向继电器 EFI MAIN 的线圈供电，使继电器 EFI MAIN 被通电激励，其触点闭合，蓄电池电压经熔丝 EFI MAIN—继电器 EFI MAIN 的触点—熔断丝 EFI NO.1—ECU 的 +B 和 +B2 端子，于是 ECU 进入工作状态。

ECU 的 BATT 端子通过熔丝 EFI MAIN 长期与蓄电池正极相通，即该路电源不受点火开关控制，其目的是在点火开关断开的情况下使 ECU 的记忆电路仍然能够维持通电，以便 ECU 能够储存故障码等相关信息。ECU 本身通过 E1 端子搭铁。

### 学习单元三 发动机电控系统故障随车诊断系统

汽车电控系统的电控单元内部一般都有一个故障随车诊断系统，它能在运行过程中不断监测电控系统各部分的工作情况，并能检测出电控系统中的大部分故障，将故障以代码的形式存储在电控单元的存储器内。只要不拆下蓄电池，这些故障代码将一直保存在电控单元内。维修人员可按照特定的方法将故障代码读出，为检测与诊断发动机电控系统提供依据。

#### 一、OBD-II 简介

在汽车技术发展的历程中，世界各大汽车制造公司的技术特点各不相同，缺乏统一的标准，导致各种汽车自诊断系统的故障诊断座形式和位置、读取与清除故障码的方法各异，这给汽车用户和维修人员带来了很大不便。为此，20 世纪 70 年代，汽车电控系统中开始采用第一代随车诊断系统 (OBD-I)；1994 年以后，美国、日本和欧洲的主要汽车制造厂家生产的电控汽车逐步开始采用第二代随车诊断系统 (OBD-II)。

OBD 是“on-board diagnostics”的英文缩写，即随车诊断系统。OBD-II 是指第二代随车诊断系统，它由美国汽车工程师学会 (SAE) 提出，经美国国家环境保护局 (EPA) 和美国加州空气资源委员会 (CARB) 认证通过。OBD-II 的主要特点如下：

(1) 汽车按标准装用统一的 16 端子诊断座，如图 1-26 所示，并将诊断座统一安装在驾驶室仪表盘的下方。

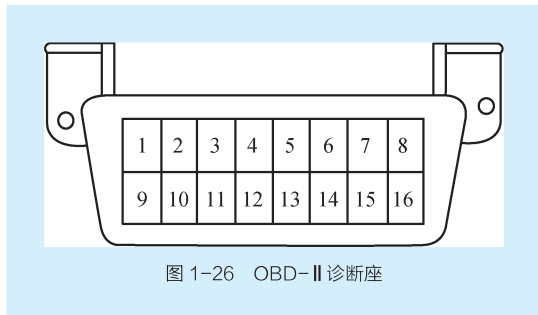
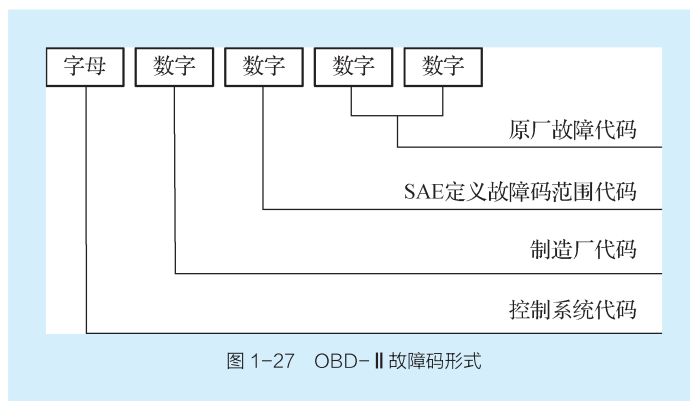


图 1-26 OBD-II 诊断座

(2) OBD-II 具有数据传输功能，并规定了两个传输线标准：欧洲统一标准 (ISO-II) 规定数据传输用 7 号和 15 号端子，美国统一标准 (SAE-J1850) 规定数据传输用 2 号和 10 号端子。

(3) OBD-Ⅱ具有行车记录功能，能记录车辆行驶过程中的有关数据资料，能记忆和重新显示故障码，可利用仪器方便、快速地调取或清除故障码。

(4) 装用 OBD-Ⅱ的汽车，采用相同的故障码代号且故障码意义统一。故障码由 1 个英文字母和 4 个数字组成，如图 1-27 所示。



## 二、解码器的使用方法

解码器即故障诊断仪。通过对解码器使用的学习，要求能够正确读取汽车故障码，以及能够对读取的故障码查找出故障原因，并能够运用解码器对故障码进行清除。

解码器种类繁多，虽然使用方法不同，但操作方法大同小异，参照使用说明书能很快掌握。下面以金德 KT 300 诊断仪为例，介绍一下通用解码器的使用。

金德 KT 300 诊断仪如图 1-28 所示，它具有结构化、标准化、模块化和可持续开发等先进特点。其包含了大多数原厂通信协议及控制器局域网（CAN）的通信协议，可扩充性强，主要功能有汽车故障诊断、数据流波形显示 / 存储 / 对比，自带大众 / 奥迪维修技术手册、汽车英汉词典，有多种升级方式，具有设备自检功能，OBD-Ⅱ测试接头兼容大部分 16 端子诊断座。



### 1. 金德 KT 300 诊断仪的连接

首先确认被测车蓄电池电压介于 11 V 和 14 V 之间；关闭点火开关；确定诊断座的位置、形状

及是否需要外接电源,如需外接电源则按图 1-29 连接;根据车型及诊断座的形状选择相应的接头,将测试延长线的一端插入金德 KT 300 的测试口内,另一端连接测试接头;将连接好测试延长线的测试接头插到车辆的诊断座上;连接好仪器接通电源,启动金德 KT 300 进入主菜单,如图 1-30 所示选择汽车诊断模块,其界面说明见表 1-3。

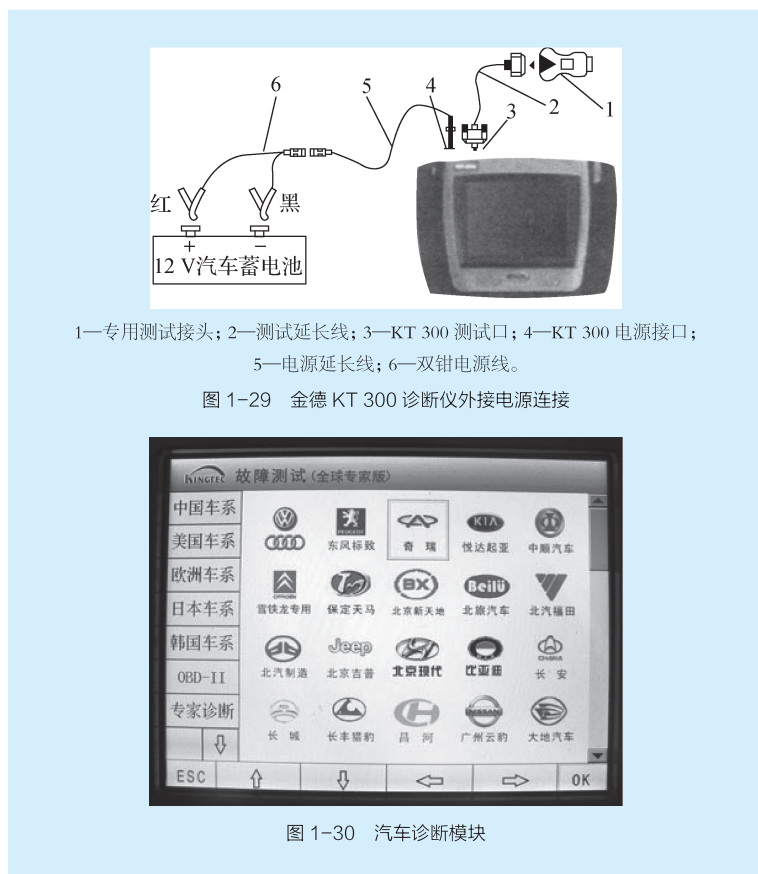


表 1-3 汽车诊断模块界面说明

序号	项目	说明
1	车系选择	包括中国车系、美国车系、欧洲车系、日本车系、韩国车系、OBD-II, 根据被测车辆正确选择
2	专家诊断	专家诊断功能中包含“电控系统”, 能够正确识别电控系统形式的用户可以通过此测试路径快速进行汽车诊断
3	ESC	触摸按钮, 退出, 返回上一级菜单
4	↑ ↓ ← →	触摸按钮, 方向选择
5	OK	触摸按钮, 确认选择
6	车型选择	请根据被测车型正确选择 (车型图标会根据使用的频率自动排列)

## 2. 故障诊断测试

选择相应的车型图标进行车辆故障测试, 如单击中国车系的奥迪大众图标, 屏幕将显示该车的诊断信息。测试功能包括读取故障码、清除故障码、读取数据流、基本设定、控制器编码、元件控制测试、各种调整匹配、自适应清除、系统登录和匹配防盗钥匙等。进入系统选择菜单后, 可根据

实际情况选择相应的被测系统，如选择“01- 读取车辆计算机（电脑）型号”，将显示汽车计算机版本号，部分车型会有多屏显示。读取完汽车计算机版本号后，按任意键，进入系统诊断界面。下面分别对各测试系统功能菜单进行说明。

（1）在系统功能菜单中选择“01- 读取车辆计算机（电脑）型号”，此项功能可以读取被测试系统的计算机信息，包括版本号、CODING 号、服务站代码及相关信息。

（2）在系统功能菜单中选择“02- 读取故障码”，系统开始检测计算机随机存储器（ROM）中存储的故障记忆内容，测试完毕后屏幕显示出测试结果。通过滚动条滚动屏幕查看所有故障码信息，若所测试系统无故障码，则屏幕显示无故障码字样，选择 ESC 按键返回上一级菜单。此项功能可以读取被测试系统 ECU 存储器内的故障代码，帮助维修人员快速地判断发动机故障的范围。

**注意：**故障显示内容后标有“/SP”字样的故障为偶发性故障。

（3）在系统功能菜单中选择“05- 清除故障码”，进入故障码清除界面。此项功能可以清除被测试系统 ECU 内存储的故障代码。一般车型应严格按照常规顺序操作：先读故障码，记录（或打印）后清除故障码，试车再次读取故障码进行验证，维修车辆，清除故障码，再次试车确认故障码不再出现。

当前硬性故障码是不能被清除的。如果是氧传感器、爆燃传感器、混合气修正、气缸失火之类的技术型故障码，虽然能立即清除，但在一定周期内还会出现。必须彻底排除故障之后，故障码才不会再出现。

（4）在系统功能菜单中选择“03- 元件控制测试”，此项功能可以检查执行元件的电路工作状况。在进行元件控制测试时，可以观察该元件是否正常工作，如果该执行元件不能正常工作，就需要检查相关电气元件、插头线束或机械部位是否存在故障。

**注意：**“03- 元件控制测试”功能的使用要按照原厂手册操作，以免造成车辆故障。

### 三、发动机 ECU 故障的排除方法

目前，发动机 ECU 技术已经相当成熟，在正常使用情况下，发动机 ECU 本身不太容易出现故障。但在实际维修中，很多维修人员不按照维修手册规定的程序诊断故障，当几次尝试后仍未能解决发动机故障时，往往将故障归咎于发动机 ECU，从而造成故障诊断不准确，同时也增加了车主的经济负担。

#### 1. 发动机 ECU 主要故障及产生原因

发动机 ECU 的故障主要是焊点松脱、电容元件失效、集成电路损坏、电控单元固定地脚螺栓松动、电子元件损坏等。发动机 ECU 一旦出现故障，会造成发动机不能起动或难以起动、无高速、耗油量等现象。这些故障除了 ECU 因使用时间过长而自然磨损老化外，一般由以下原因引起：

（1）环境因素。如发动机 ECU 进水会造成短路和腐蚀，导致接头损坏等；过热和振动可能会在线路板中引起微小的裂纹。

（2）电压超载。这通常是由电磁阀或执行器电路内短路引起的。如果短路的电磁阀或执行器未被发现或修复就更换发动机 ECU，那么所造成的超载电压还可能损坏新的发动机 ECU。因此，在更换新 ECU 之前一定要彻底查清原 ECU 损坏的原因。

（3）不规范的操作。如在拆卸过程中未采取静电防护措施，安装发动机 ECU 之前未断开蓄



电池，用内阻较小的电阻表测量其端子等。

## 2. 发动机 ECU 的维修

工作正常的发动机 ECU，需要所有传感器输入正确的信号、蓄电池电压正确、接地良好。因此，在怀疑发动机 ECU 本身有故障之前，应当先检查并确认这几个方面没有问题。

一般发动机 ECU 不可修复，一旦确认有故障就必须更换。更换新的发动机 ECU 时必须注意以下几点：

(1) 准确识别。发动机 ECU 种类繁多，准确识别是正确更换的前提。许多发动机 ECU 表面上看起来完全一样，但其内部的电路和标定却不同，而更换的发动机 ECU 必须完全符合所修车辆的要求。正确地识别发动机 ECU 不仅需要知道车辆的年份、厂家、型号和发动机排量，还要知道发动机 ECU 上写的 OEM 零件号。大多数供货商都有这两种分类表。因此，如果不能确定，可以找出 ECU 上的 OEM 号，然后通过这个零件号在供货商的交叉索引中查找所需的 ECU。

(2) 掌握更换的技巧。更换发动机 ECU 实际上就是换一个盒子。对于有些车型，发动机 ECU 可能不容易更换，因为它通常安装在仪表板、杂物箱或控制台中其他零部件的下面或后面。无论发动机 ECU 在哪个位置，在拆卸旧发动机 ECU 和安装新发动机 ECU 之前都应断开蓄电池。在装好发动机 ECU 并重新连接好后，再重新接上蓄电池。此时，工作并没有结束。许多发动机 ECU 在安装后或断开电源后必须要经过“再学习”过程。对于某些车型，可能要经过特定程序才能建立基本怠速，还有些车型可能需要经过短时间的驾驶来自我调整。

## 3. 电源电路检修的注意事项

一般汽车的电源电路向发动机 ECU 提供的电压在 12 ~ 14 V。如果提供的电压过大，将可能烧毁 ECU；如果提供的电压过小（如小于 10 V），又会影响 ECU 正常工作甚至使其不工作。此外，如果电子控制燃油喷射系统（EFI）主继电器失灵，也会造成发动机 ECU 不工作或工作不正常。因此，当怀疑发动机 ECU 有故障时，首先要检查 ECU 电源电路是否正常。

对电源电路进行诊断维修时，必须首先弄清楚电路中哪几条线是接蓄电池正极（+BATT），哪几条线是接点火开关控制电源，哪些是由 ECU 提供的电源，哪条是接地线，然后利用万用表等仪器根据电路图进行检查。

## 4. 利用万用表检测发动机 ECU

ECU 及其控制线路的故障可用专用的检测仪或通用的 ECU 解码器来检测，这些仪器可准确地查出故障的所在之处。如果没有这些仪器，那么可利用万用表来测量 ECU 一侧插座上各引脚的电压或工作电阻，据此判断 ECU 及其控制线路有无故障。这时必须以被检车型的详细维修技术资料作为依据，包括 ECU 一侧插座上各引脚分别与哪些装置相连接，各引脚在发动机不同工作状态下的标准电压值等。检测时若发现异常，则表明有故障：与执行器连接部分异常，则表明 ECU 有故障；与传感器连接部分异常，则可能传感器或线路有故障。测量电阻时应拆下线束插头。将测量结果分别与标准值进行比较，即可判断出故障所在之处。

## 5. 发动机 ECU 检测操作注意事项

- (1) 要轻拿轻放发动机 ECU，避免掉到地上摔坏。
- (2) 在实验台架上测试电压信号时，注意操作流程和相对应的测试端口。
- (3) 在实验台架上，当测试端口与 ECU 直接相连时，不要将任何电压加在发动机实验台架的测

试端口上，以免损坏 ECU。

- (4) 遵守实验室规章制度，未经许可不得移动和拆卸仪器与设备。
- (5) 注意人身安全和教具完好。
- (6) 未经许可严禁擅自扳动教具、设备的电气开关、点火开关和起动开关。

### 思考与练习

1. 简述发动机电控系统的组成及各组成部分的作用。
2. 简述燃油供给系统的组成。
3. 简述空气供给系统的组成。
4. 简述汽车故障诊断仪读取故障码的步骤。