

项目一

汽车电控发动机概述

【引言】

电控发动机与化油器式发动机最大的不同在燃油供给系。电控发动机的燃油供给系取消了化油器，却增加了不少电子自动控制装置，其中包括许多传感器、执行元件和 ECU（电子控制单元）。

电控发动机不仅要完成化油器所要完成的任务，而且要完成化油器难以完成的任务（电子控制单元）。例如，使可燃混合气的空燃比浓度能控制在所需要的范围内。化油器式发动机油路和电路划分得非常清楚，互相影响不大。而电控发动机燃油供给系统增加了电子控制部分，这就使得油路和电路相互联系，它不仅影响发动机燃油系的工作，而且还影响发动机的正常运行。由于电控发动机电子控制装置的增加，这就使发动机的整个结构（包括电控系）更为复杂。

采用化油器的汽油发动机充气及混合气分配不均匀，供油量和进气量的配比并非最佳，这样发动机的动力性、经济性和排放指标都不尽理想。为了克服化油器式发动机的这些缺点，国外许多汽车公司先后采用燃油喷射系统作为汽油发动机的燃油供给系。

燃油喷射系统在一定压力下直接将燃料喷入进气管或气缸内，与吸入的空气混合后，形成可燃混合气。这种喷射系统是根据进气量的多少和具体工况，经计算机精确计算或混合气配比机构精确测量，供给适量的燃油，使混合气配比最佳，以适应各工况的不同要求。

汽油喷射技术在 20 世纪 30 年代首先用于航空发动机，主要是为了解决飞机发动机在高空飞行时化油器结冰这一问题。20 世纪 50 年代它开始用于德国奔驰（Benz）300BL 轿车发动机上。汽车用电控汽油喷射系统的最初研究是从 1957 年美国本迪克斯公司研制电控喷油器开始的，德国波许公司吸收这一技术，于 1967 年推出了 D 型叶特朗尼克（D-Jetronic）电控汽油喷射系统，并首先用在大众 VW-1600 型轿车上。此后，美国、日本、西欧等国争相采用这一技术，以适应日益严格的汽车排放法规，应付石油短缺危机，达到排放与节油综合优化效果。随着汽车技术和电子技术的不断发展，燃油喷射系统将逐步取



代传统化油器式供油系统。

与传统化油器供油系相比较，燃油喷射系统有以下优点：

(1) 提高了发动机的充气效率，增加了发动机的输出功率和扭矩。因为燃油喷射系统的进气歧管截面增大，进气压力损失较小；没有化油器喉管压力降；没有进气管的强预热，减少了进气歧管的热损失。

(2) 排气污染程度降低。由于喷油量和进气量是按最佳空燃比进行精确配比，燃料燃烧完全，再加上三元催化净化装置的作用，能使废气中的 CO、HC 和 NO_x 含量降低到相应范围内。

(3) 油耗降低经济性好。由于喷油量是根据进气量的多少精确控制，且各缸分配均匀，下坡时不喷油，所以耗油量相应降低。

(4) 能够保证各缸混合气的分配比较均匀，可以较精确地控制各缸的混合气浓度与工况的匹配，而且没有化油器浮子室油面高度的变化，混合气的混合比稳定。

(5) 发动机的冷起动性能和加速性能得到改善。由于燃料雾化良好，而加上冷起动加浓装置的作用，使发动机冷起动性能得到提高；采用喷油器直接向进气门处喷油，供油及时，减少了供油滞后时间，加速性能得到改善。

(6) 减少了发动机起火的危险。因供油管路均已密闭，而化油器属开放式，发动机高温时易起火。

任务一 汽车电控发动机总体认识



情景导入

卡卡舅舅的修理厂来了一辆福特福克斯轿车，车主反映，发动机加速无力。舅舅让卡卡负责解决。卡卡打开引擎盖时，发现这辆车没有了分缸线、油门拉线，这是怎么回事呢？



知识准备

现代汽车发动机广泛采用了电子控制系统(以下简称电控系统),系统功能包括燃



油喷射控制、点火控制、怠速控制、EGR（废气再循环控制）、配气正时控制、可变进气控制等。电控系统工作是否正常，直接关系到发动机的运转是否正常，因此，发动机电控系统的故障诊断与维修是发动机维修作业的一项重要内容。

根据所用燃料不同，发动机有汽油机、柴油机、气体发动机等多种形式，由于目前小型客车仍然广泛采用汽油机，所以本书主要集中讲解汽油机电控系统（以下仍然称发动机电控系统），大家可以通过举一反三的方式，学习其他形式的发动机电控系统。

一、发动机电控系统的组成与工作原理

发动机电控系统一般由空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统组成，如图 1-1-1 所示。其中，空气供给系统由空气滤清器、进气管道、节气门等组成，用于向发动机提供新鲜、清洁的空气，节气门用于调节进气量，从而控制发动机的功率；燃油供给系统由电动燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器、燃油管道及喷油器等组成，用于向发动机提供与工况相适应的燃料。

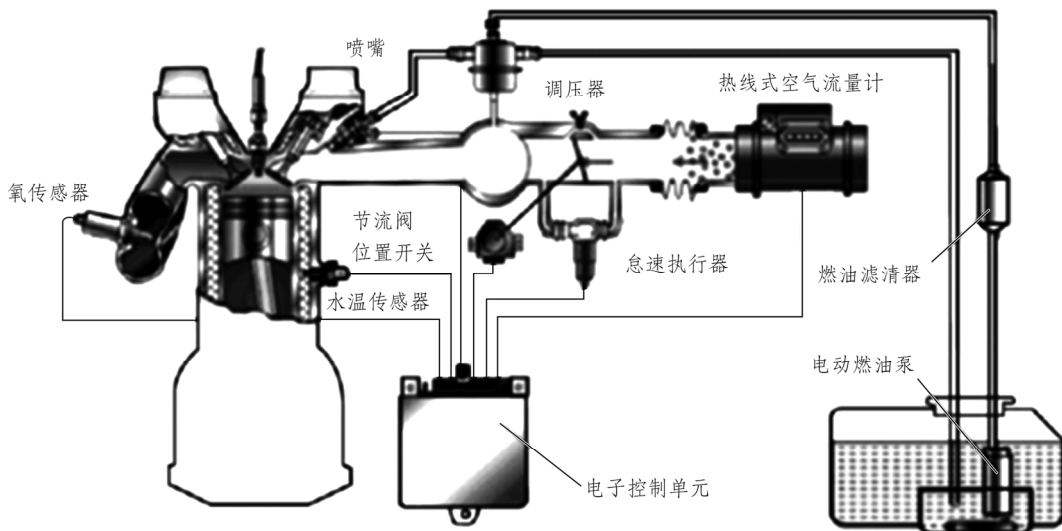


图 1-1-1 发动机电控系统

电子控制系统则由传感器、ECU（电子控制单元，俗称“电脑”，也简称为 ECM）、执行器等组成，如图 1-1-2 所示。其中，传感器是“情报员”，相当于人的眼睛、鼻子、耳朵，用于收集发动机的各种运转信息；ECU 是“司令部”，相当于人的大脑，用于接收、处理传感器送来的各种信息，并做出决定，向执行器发出工作指令，控制执行器的工作；执行器是“工作机构”，相当于人的手臂与腿脚，用于执行“司令部”的决策。

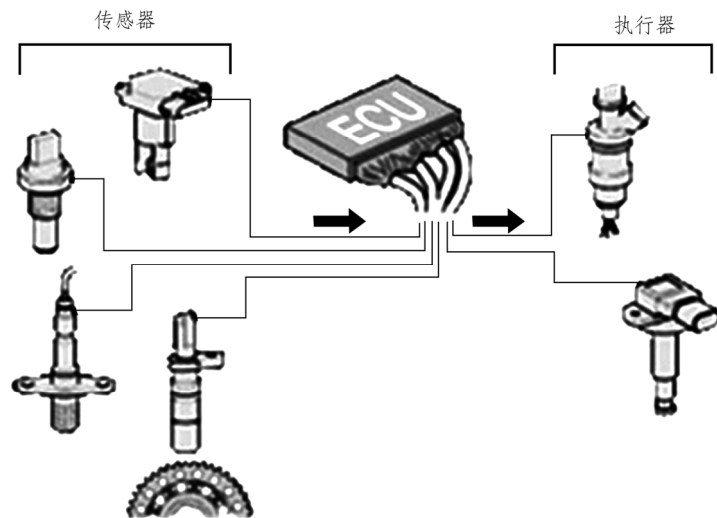


图 1-1-2 电子控制系统

二、发动机电控系统的布置

发动机正常运转需要采集多方面的信息，因此，也需要多个传感器，一般包括：曲轴位置与转速传感器（由曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器组合而成）、空气流量计、节气门位置传感器、水温传感器（冷却液温度传感器）、爆震传感器、氧传感器等，它们在发动机上的位置如图 1-1-3 所示。

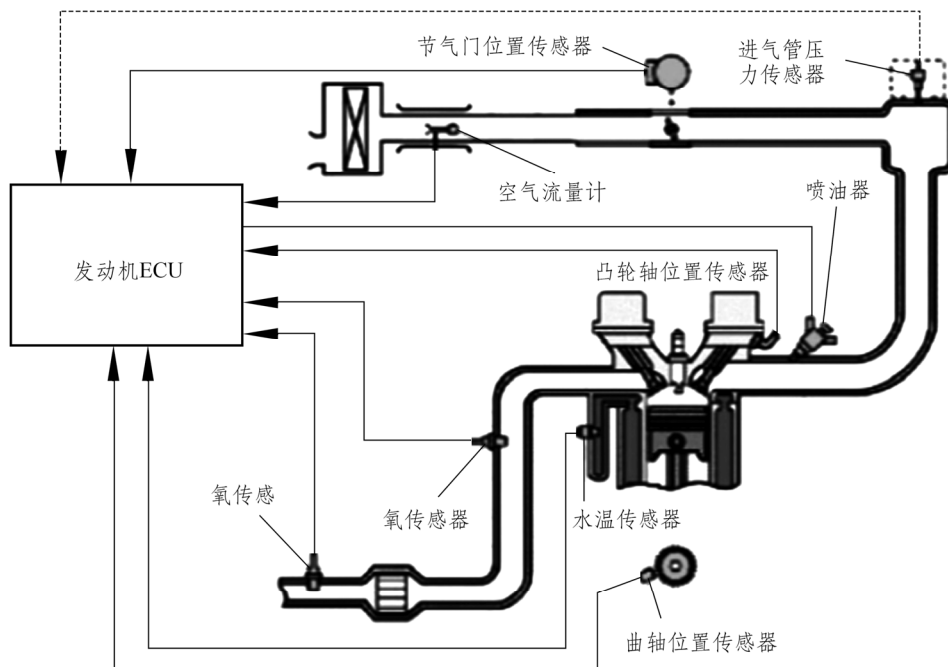


图 1-1-3 发动机所需传感器



根据功能的不同，也需要多个执行器，一般包括：喷油器、点火模块（或称点火器）、怠速阀、EGR 阀、各种继电器等。各传感器和执行器的作用、结构及工作原理后文会陆续介绍，这里只需要了解它们在发动机上的具体位置。丰田卡罗拉车型所用的 1ZR-FE 发动机电控系统传感器及部分执行器位置如图 1-1-4 所示。

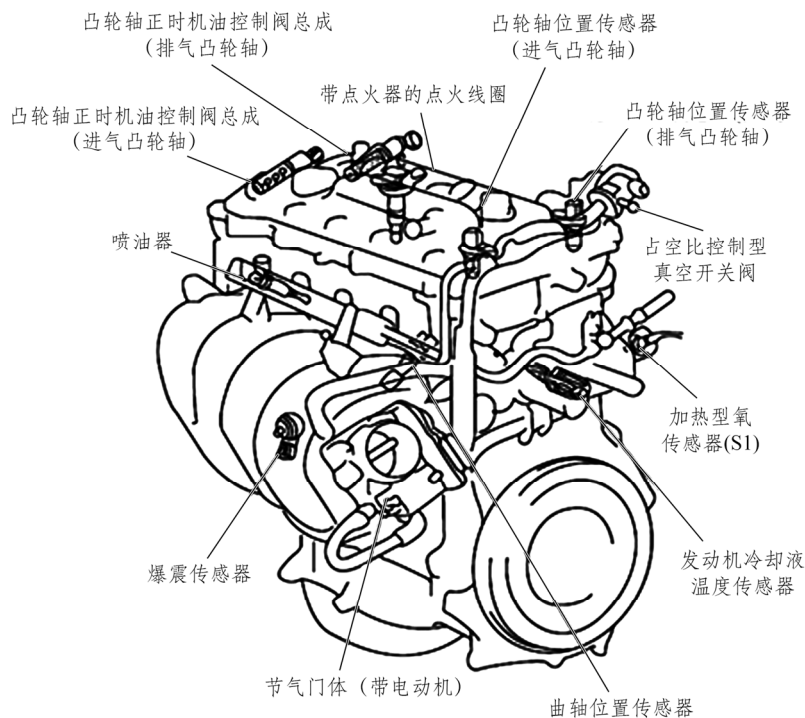


图 1-1-4 1ZR-FE 发动机电控传感器及部分执行器

各传感器的具体位置如下所述：

曲轴位置传感器：位于曲轴前端、皮带轮后，或曲轴后端、飞轮前。

凸轮轴位置传感器：位于凸轮轴前端或后端。

空气流量计：位于空气滤清器后、节气门前的进气管中。

进气压力传感器：位于节气门后的进气管上。

节气门位置传感器：位于节气门轴的一端。

水温传感器（冷却液温度传感器）：位于缸体或缸盖水套上。

爆震传感器：位于缸体一侧或缸盖表面。

氧传感器：位于排气管上。

需要说明的是，空气流量计和进气压力传感器可以二者用其一，采用空气流量计的电控发动机称为 L 型（流量型）电控发动机，采用进气压力传感器的电控发动机称为 D 型（压力型）电控发动机。

各执行器的具体位置如下所述：

喷油器：位于各缸进气门前的进气道上，喷嘴正对进气门。



点火模块(或称点火器):位置灵活,可在发动机舱内某位置独立安装,也可在发动机体上安装,甚至与点火线圈制成一体。

怠速阀(又称怠速控制阀):一般在节气门体的旁通气道上。

EGR 阀:发动机排气管与进气管之间专设的通道上。

电动燃油泵:一般在燃油箱内部。

各种继电器:包括油泵继电器、电源继电器等,一般位于发动机舱或驾驶室仪表板下方的配电箱(或继电器盒)内。

ECU:一般位于发动机舱内或驾驶室仪表板下方。

丰田卡罗拉车型的 ECU、燃油泵、继电器盒等的位置如图 1-1-5 所示。

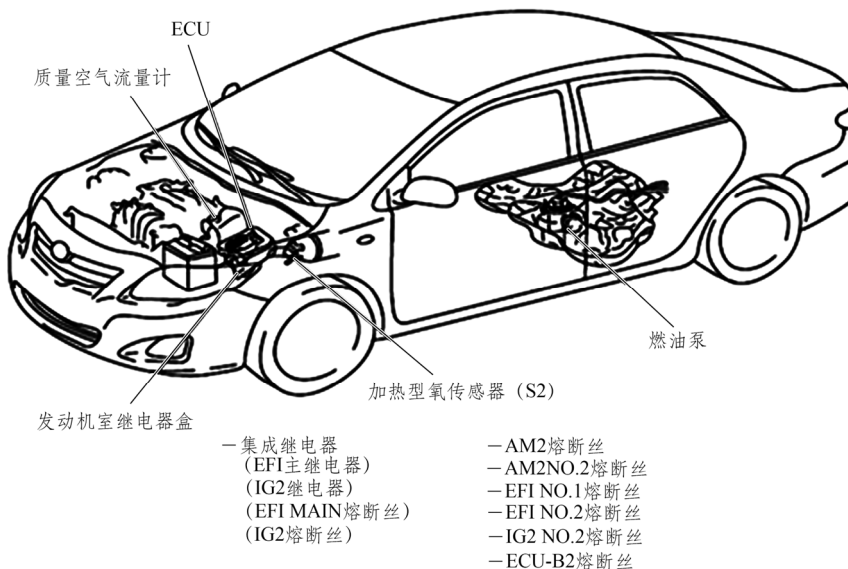


图 1-1-5 丰田卡罗拉车型 ECU、燃油泵、继电器盒等位置



任务实施

一、实施目的

认识发动机电控系统各传感器、执行器、ECU 的位置。

二、设备准备

丰田卡罗拉车型(或其他车型)一辆或电控发动机台架一部;举升机一台;通用工具一套;发动机舱防护罩一套;“三件套”(座椅套、转向盘套、脚垫)一套。



三、实训步骤

- (1) 打开车门，铺好“三件套”，拉动发动机舱盖手柄。
- (2) 打开发动机舱盖，铺好发动机舱防护罩，拆下发动机护板。
- (3) 找出空气滤清器、进气管道，并观察其结构及布置。
- (4) 找出空气流量计（或进气压力传感器）、节气门及节气门位置传感器、凸轮轴位置传感器、水温传感器、爆震传感器，并观察其各自的位置。
- (5) 找出各喷油器、怠速阀、点火模块（或点火线圈与点火模块的合成体），并观察其各自的位置。
- (6) 找出发动机舱内（或驾驶室仪表板下方）的配电盒（或称继电器盒），打开盖板，观察各继电器、熔断丝（俗称熔断丝）的位置。
- (7) 找出发动机舱内（或驾驶室仪表板下方）的 ECU，观察其安装位置。
- (8) 打开汽车行李舱，拆下行李舱底部的燃油箱盖板，观察燃油箱及电动燃油泵。
- (9) 按照举升机的操作要求采取相应的安全防护措施，用举升机举起汽车。
- (10) 从汽车底部找出曲轴位置传感器、氧传感器，并观察其各自的位置；按照相反的顺序将汽车及举升机复位，并检查复位状况是否良好。



实施评价

- (1) 能够熟练找出各传感器、执行器、ECU、电动燃油泵、继电器盒。
- (2) 习惯性使用“三件套”、发动机舱防护罩等汽车防护物品，养成良好职业习惯；养成“采取安全防护措施”的习惯；养成工具、零部件、油液“三不落地”的职业习惯，工具及拆下的零部件等都应整齐地放置在工具车及零件盘中。



知识拓展

电控发动机由空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统三个部分组成，其中，电子控制系统则由传感器、ECU、执行器等组成。传感器是“情报员”，ECU 是“司令部”，执行器是“工作机构”或“作战部队”，三个方面相互协作，才能确保发动机正常工作。

ECU 控制发动机正常工作，需要的“情报”有曲轴位置与转速、空气流量、节气门位置、水温等多个方面，因而发动机会安装多个方面的传感器；另外，维持发动机正常工作所需要的“工作机构”有喷油、点火、燃油供给、怠速控制等，因而发动机



还会装设多个方面的执行器。在了解发动机电控系统组成与工作原理的基础上，通过实训，找出各传感器、执行器及 ECU，即可为以后的学习打下基础。

单片机是将中央处理器 CPU (Central Processing Unit)、存储器 (Memory)、定时器/计数器、输入/输出 (I/O) 接口电路等主要计算机部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机，基本结构如图 1-1-6 所示。

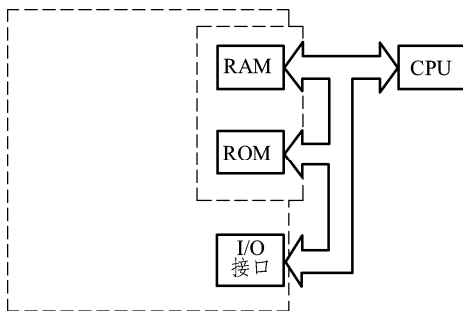


图 1-1-6 单片机结构

中央处理器 (CPU) 是具有译码指令和数据处理能力的电子部件，是汽车电子控制单元的核心，基本结构如图 1-1-6 所示，由运算器 (Calculator)、寄存器 (Register) 和控制器 (Controller) 组成，如图 1-1-7 所示。

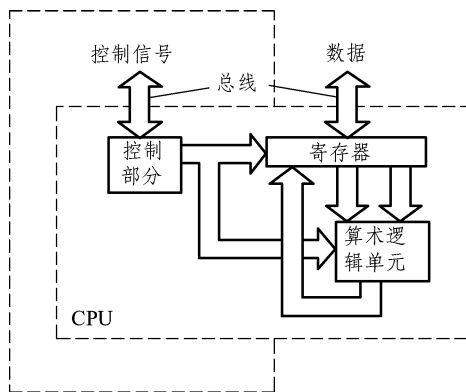


图 1-1-7 CPU 基本结构

任务二 汽车电控发动机控制策略



情景导入

卡卡舅舅的修理厂来了一辆福特福克斯轿车，车主反映发动机启动打开空调后，