

汽车发动机 计算机系统 基本检查与故障 自诊断

张豫南 宋振宇
李光升 刘家健

编著

张豫南 高玉峰

审



中国物资出版社

汽车发动机计算机系统基本 检查与故障自诊断

张豫南 宋振宇 编著
李光升 刘家健
张豫南 高玉峰 审

中国物资出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机计算机系统基本检查与故障自诊断/张豫南等编著. -北京: 中国物资出版社, 1998.4

ISBN 7-5047-1409-7

I. 汽… II. 张… III. ①汽车-发动机-计算机控制系统-检查②汽车-发动机-计算机控制系统-故障诊断 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 25186 号

中国物资出版社出版发行

全国新华书店经销

北京市白河印刷厂印刷

开本: 787×1092mm 1/16 印张: 13 字数: 332 千字

1998 年 4 月第 1 版 1998 年 4 月第 1 次印刷

书号: ISBN7-5047-1409-7/U·0025

印数: 0001—3000 册

定价: 21.00 元

前 言

本世纪 70 年代中期,西方国家就开始在汽车发动机上安装计算机控制系统,以达到燃油消耗小、动力性能好和排放污染少的综合指标,这样,汽车凭借着高质量和优良的性能在国际汽车市场上竞争。

装有发动机计算机系统的汽车在 80 年代开始进入我国,90 年代我国自己开始生产。由于我国使用有铅汽油,无论是进口汽车,还是国产汽车,都只能部分装用发动机计算机系统。国人常常说的发动机电子控制燃油喷射系统或发动机电控系统实质上就是开环控制的发动机计算机系统,它只是发动机计算机系统的一部分,完成的只是一部分功能,并没有把计算机控制的优越性充分发挥出来,针对这一问题,本书进行了全面的分析和阐述。本书在阐述汽车发动机计算机系统控制原理的基础上,对发动机计算机系统的基本检查方法,美国车型的故障自诊断方法,欧洲车型的故障自诊断方法,日本及韩国车型的故障自诊断方法进行详细的介绍。目前,我国已开始全面禁止使用有铅汽油。因此,国内汽车企业界面临的任务是只有全面提高技术水平,生产出高性能、污染少、低成本的汽车,才能参与激烈的国际市场竞争,使民族汽车工业得以长足、持续地发展。

本书在编写过程中,力求概念清楚、由浅入深,大部分内容可以自学。该书不仅仅是介绍新知识、新技术、汽车管理规范和检修技能的读物,也可作为教材和工具书使用。

本书尽量给读者分析问题的方法和能力,因此,建议对第一章和第二章要尽量全面研读。

本书第一章由张豫南撰写,第二章由李光升撰写,第三章、第四章和第五章由宋振宇和刘家健撰写,全书由装甲兵工程学院电气教研室主任高玉峰和张豫南副教授最后修改并定稿。在全书撰写过程中,得到了装甲兵工程学院周启煌教授和臧克茂教授的大力支持与指导,并受到电子工程系张东林主任和张建新政委的关怀,在此表示感射!由于本书部分内容较深,作者水平有限,书中难免有不当之处,恳请读者批评指正。

作 者

1997 年 10 月

目 录

第一章 发动机计算机 systems 分析	(1)
第一节 发动机计算机系统概述	(1)
一、为什么要使用计算机	(1)
二、发动机计算机系统的基本组成和功能	(2)
三、发动机计算机系统对维修技术人员的要求	(3)
第二节 传感器	(3)
一、信号改变传感器	(3)
二、信号产生传感器	(8)
三、开关式传感器	(12)
第三节 计算机	(13)
一、计算机内部的基本组成	(14)
二、计算机的控制功能	(16)
第四节 执行装置	(17)
一、燃油喷嘴	(18)
二、点火装置	(19)
三、怠速控制装置	(21)
四、废气再循环装置	(23)
五、燃油蒸发控制装置	(25)
六、空气喷射装置	(29)
七、催化转换装置	(31)
第五节 计算机控制分析	(33)
一、启动时喷油量的控制	(34)
二、正常运转时喷油量的控制	(35)
三、点火时刻的控制	(38)
四、自诊断功能	(38)
第六节 检查仪器和工具	(41)
一、数字万用表	(42)
二、真空测量仪	(43)
三、燃油喷射检查工具	(45)
四、故障诊断工具	(48)
五、扫描仪和测试软件	(49)
第二章 发动机计算机系统基本检查	(52)
第一节 汽车检查基础知识与安全注意事项	(52)
一、汽车识别数码	(52)
二、汽车排放控制信息标注	(53)
三、合理检修汽车	(55)
四、安全注意事项	(56)

第二节 基本系统的检查	(58)
一、进气系统的检查	(58)
二、燃油系统的检查	(59)
三、冷却系统的检查	(60)
四、蓄电池的检查	(60)
五、充电系统的检查	(65)
六、启动系统的检查	(68)
七、真空管路的检查	(69)
八、用真空测量仪进行检查	(72)
第三节 计算机系统的检查	(75)
一、传感器的检查	(75)
二、计算机的检查	(81)
三、执行装置的检查	(85)
四、发动机点火装置的检查	(87)
五、燃油蒸发控制装置的检查	(103)
六、废气再循环装置的检查	(105)
七、空气喷射装置的检查	(109)
八、三元催化转换装置的检查	(110)
第四节 基本故障征兆表	(112)
一、发动机噪声	(112)
二、发动机不能启动	(112)
三、发动机温度低时难启动	(112)
四、发动机温度高时难启动	(112)
五、发动机能启动但不能运转	(112)
六、怠速不稳	(113)
七、发动机在怠速下失火	(113)
八、怠速过高	(113)
九、发动机在工作转速范围内失速	(113)
十、加速时转速不稳	(113)
十一、发动机转动无力	(113)
十二、减速时发动机熄火	(114)
十三、转速不稳	(114)
十四、发动机关闭时不能马上停止工作或怠速过快	(114)
十五、回火	(114)
十六、燃油经济性差	(114)
十七、爆震	(115)
十八、排烟过浓	(115)
十九、燃油气味逸出	(115)
第三章 美国车型故障自诊断方法	(116)
第一节 通用车型系列	(116)
一、美国国内产通用车型	(116)
二、美国国外产通用车型	(123)
三、Saturn 车	(129)

第二节 福特车型系列	(132)
一、快速自诊断 (KOEO)	(132)
二、发动机运转自诊断 (ER)	(134)
三、福特车型系列故障码的清除和故障码表	(134)
第三节 克莱斯勒车型系列	(143)
一、Chrysler、Dodge 和 Plymouth 车型 (轿车和轻型卡车)	(143)
二、Eagle 车型	(146)
三、Jeep 车型	(148)
第四章 欧洲车型故障自诊断方法	(153)
第一节 奔驰车型系列	(153)
一、故障码的读取、识别和清除	(153)
二、故障码表	(154)
第二节 宝马车型系列	(156)
一、故障码的读取、识别和清除	(156)
二、故障码表	(157)
第三节 大众车型系列	(158)
一、装有 Digifant II 系统的大众车型	(158)
二、装有 CIS-E Motronic 系统的大众车型	(159)
第四节 波尔舍和美洲虎车型系列	(161)
一、波尔舍车型	(161)
二、美洲虎车型	(163)
第五节 沃尔沃车型系列	(164)
一、故障码的读取、识别	(164)
二、故障码的清除与故障码表	(165)
第五章 日本及韩国车型故障自诊断方法	(166)
第一节 丰田车型系列	(166)
一、故障码的读取和识别	(166)
二、故障码的清除和故障码表	(167)
第二节 本田车型系列	(171)
一、80 年代本田车型故障码的读取和识别	(171)
二、90 年代本田车型故障码的读取和识别	(172)
三、故障码的清除和故障码表	(172)
四、本田 Acura 车型	(175)
第三节 日产车型系列	(177)
一、所有日产车型 (除 300ZX 车外)	(177)
二、日产 300ZX 车	(179)
三、日产 Infiniti 车	(180)
第四节 三菱、五十铃、富士重工、马自达车型系列	(181)
一、三菱车型	(181)
二、五十铃车型	(186)
三、富士重工车型	(189)
四、马自达车型	(194)
第五节 韩国现代车型系列	(197)
一、Stellar 车型	(197)
二、Sonata 和 Excel 车	(198)

第一章 发动机计算机系统分析

第一节 发动机计算机系统概述

发动机计算机系统可以称做发动机计算机控制系统，也可以叫做发动机计算机管理系统，它用来对发动机的喷油量、点火提前角实施精确的控制，对汽车的排放装置、怠速、空调和故障自诊断等进行管理，是一个以计算机为中心的发动机闭环控制系统。

一、为什么要使用计算机

当今汽车大量使用计算机控制的发动机，在发动机机舱内形成了精密、复杂的电子部件和网络，这些以计算机为核心的电子部件和网络就组成了发动机计算机系统。图 1-1 显示了丰田轿车发动机计算机系统部件的位置。

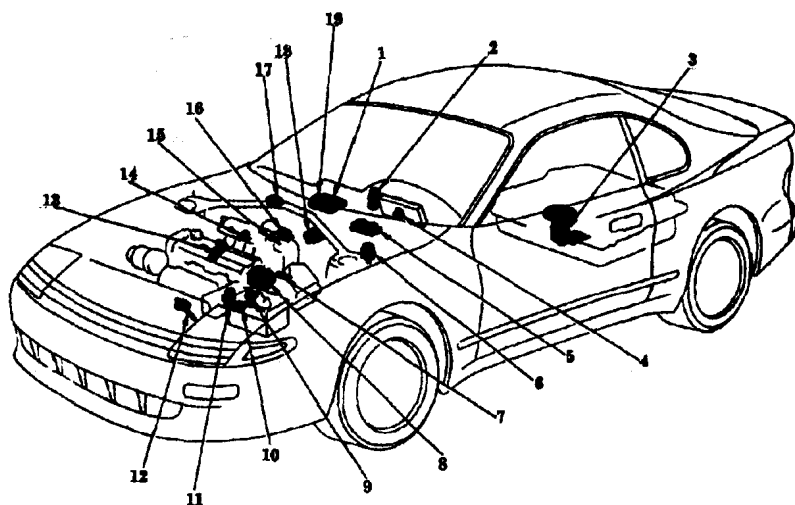


图 1-1 丰田轿车发动机计算机系统部件位置图

- 1—计算机;2—点火开关;3—燃油泵;4—车速传感器;5—点火控制器;6—自诊断接口;7—进气温度传感器;8—分电器;9—冷却剂温度传感器;10—冷启动开关;11—EFI 主继电器;12—氧传感器;13—燃油喷射器;14—冷启动喷嘴;15—EGR 温度传感器;16—节气门位置传感器;17—歧管绝对压力传感器;18—点火线圈;19—线路控制继电器

事实上，传统的发动机和系统已能给汽车提供足够的动力，并有较好的可靠性、可维修性和可使用性。随着汽车保有量的增加，汽车废气排放污染越来越严重，传统机械式的发动机再也不能满足各国政府颁布的、日益严格的汽车排放标准和低油耗的要求。因此，世界各国汽车生产厂商开始研制综合性能好、计算机高精度控制的发动机系统，来满足这一要求和其它综合指标。如今，装有发动机计算机系统的轿车、卡车和大轿车已跑遍全世界。我国产的桑塔纳 2000、富康、五缸奥迪、新捷达、高尔夫、六缸切诺基、新夏利以及北方公司生产的奔驰载重卡车上都安装了部分发动机计算机系统，即所谓的电子燃油喷射系统（开环系统），有的正准备安装全部的发动机计算机系统。装有全部发动机计算机系统的汽车必须使

用无铅汽油，否则将损坏有关传感器和执行装置（见本章第二节和第四节）。我国现已开始禁止使用含铅汽油，这不仅降低了大气中由汽车排放出的铅微粒（对人体极为有害的物质）的含量，而且为发动机计算机系统在我国的发 展扫清了障碍。

装有计算机控制的发动机系统，能够根据汽车的状态，准确、稳定地控制喷油量和点火时刻，让排放系统有条不紊地工作，故有较高的燃油经济性、动力性和“清洁”性能。发动机计算机系统中的绝大多数部件是没有机械运动的固态件，因此没有机械磨损，不必定期更换和调整，简化了维护和检修过程。另外，计算机中的自诊断可自动检查和记忆发动机中的故障，为技术人员的检修提供了方便。发动机计算机系统的可靠性很高，一般 10 万公里内不会出现任何问题；装有发动机计算机系统的汽车自动化程度较高，驾驶方便、省力、舒适。大规模的社会化生产，计算机系统的成本越来越低，经济效益越来越高，为大规模装车使用提供了必要的技术和物质基础，也使整车的成本越来越低。

二、发动机计算机系统的基本组成和功能

在汽车上，计算机为了控制发动机，必须能监测和改变它的工作状态。为了达到这个目的，发动机计算机系统一般由传感器、计算机（ECU）本身和执行装置三大部分组成。传感器可将发动机各种状态的物理量转换成相应的电量送给计算机，计算机综合、处理这些电量后，送出控制数据，执行装置将计算机送出的控制数据转换成物理或机械动作，以改变发动机的工作状态。

图 1-2 表示了发动机计算机系统中各种传感器（或输入信号）、计算机和各种执行装置（控制信号或控制系统）的关系。它一般按三个阶段进行工作，第一是输入阶段，在这个阶段中，传感器监测发动机的各种工作状态，并把代表这些状态变量的电信号送给计算机；第二是计算机的处理阶段，在此阶段，计算机分析来自传感器的信号，决定是否对发动机的工作状态进行调整，若要调整则进入第三阶段；第三是输出阶段，计算机要执行它在处理阶段完成的对发动机状态进行调整的决定，代表这些决定的电信号送给执行装置，执行装置作物理调整，改变发动机的工作状态，使其工作达到最佳程度。这三个阶段在发动机计算机系统工作时，稳定、快速地进行循环重复，每秒循环重复高达数千次。

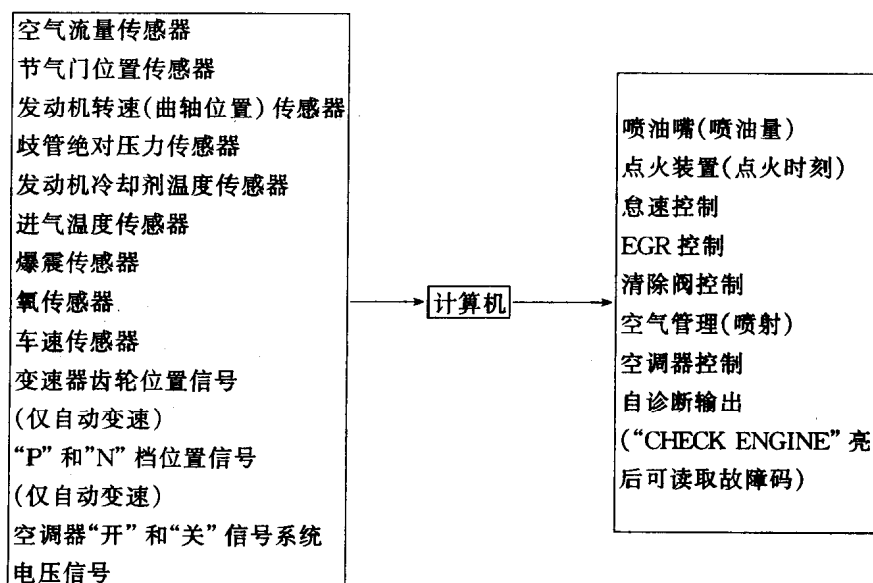


图 1-2 典型发动机计算机系统框图

发动机计算机系统中的传感器、计算机和执行装置形成了相互联系的整体，任何一部分都不可缺少。在整个系统中，虽然计算机是核心，但同样要把传感器、执行装置与计算机看得同等重要。事实上，对发动机计算机系统进行检修时，要诊断、检查和分析最多的是传感器和执行装置，而不是计算机。

三、发动机计算机系统对维修技术人员的要求

由于汽车上发动机计算机系统有精密、复杂的网络和电子部件，因此，仅仅基于机械车辆方面的知识或没有受过训练的维修工程技术人员不能检修这类车。只是凭修理经验，通过看、听和摸的检修方法已不能适应新车型的要求。要检修发动机计算机系统，首先要对它的每一基本概念和整体的工作过程有彻底的理解；其次要掌握检修这类车的基本方法，了解检测仪器（含部分精密诊断仪）；最后要掌握一定的自诊断方法。

现代汽车的高、新技术含量越来越高，要求维修工程技术人员也要有很高的综合素质。因此，还应不断学习和更新有关机械、电子电路、计算机、英语和维修理论方面的知识，以适应时代发展的要求。

第二节 传感器

发动机计算机系统传感器用来监测整个汽车的各种工作状态，并将这些物理量成比例地转换成相应的电量送给计算机。转换器不同于传感器，它转换出的输出信号与原输入信号没有对应的比例关系，而且转换信号的能量较大。在发动机计算机系统中，传感器一般可分为信号改变传感器、信号产生传感器和开关式传感器。

一、信号改变传感器

信号改变传感器本身没有产生电压的能力，它一般把计算机的电压（5V）当作自己的参考电压，随着发动机状态的变化，这种传感器改变自己的参考电压值，并将它送给计算机（图 1-3）。这类传感器通常包括空气流量传感器、节气门位置传感器、歧管绝对压力传感器、发动机冷却剂温度传感器、进气温度传感器（歧管空气温度传感器）和 EGR 阀位置传感器。

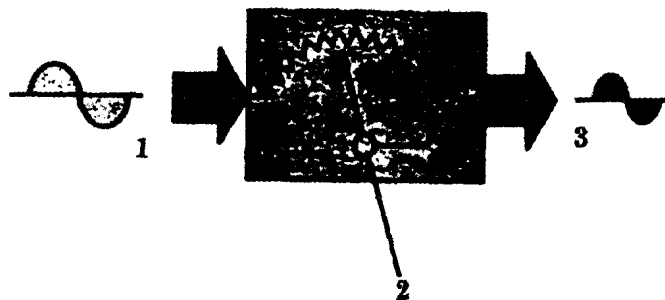


图 1-3 信号改变传感器

1—参考电压；2—发动机状态；3—输出电压

1. 空气流量传感器

空气流量传感器是发动机计算机系统中非常重要的传感器之一，它可以监测进入汽车发动机的空气流量值，并把它转换成相应的电信号送给计算机。计算机根据进入发动机的空气流量值控制基本喷油量，从而确定应达到的基本空气燃油混合比（略小于 14.7: 1）。空气

流量传感器一般分为两种，一种是翼板式空气流量传感器（VAF），另一种是质量式空气流量传感器（MAF），它们通常位于空气滤清器与节气门室之间的进气管中。

翼板式空气流量传感器如图 1-4 所示。翼板与阻尼板刚性连接，翼板的轴端连一电位计。随着通过传感器的空气流量的变化，翼板旋转的相对角度也产生变化，电位计的电阻随之而变，从而送给计算机一变化的电压信号。空气流量越大，翼板旋转的角度越大，计算机计算、控制的喷油量也越大，反之变小，发动机规定的基本空燃比不变。阻尼室和阻尼板可对翼板的旋转起缓冲作用。翼板加速打开时，阻尼室的空气被快速压缩形成一定的阻力，缓冲翼板旋转打开的速度；翼板加速关闭时，阻尼板随翼板快速回位，阻尼室形成相对真空，减缓翼板的关闭速度。这样既保证了空气流的稳定，又保护了翼板本身。在一些车型的翼板式空气流量传感器上装有回火阀，当发动机出现回火时，较强的反冲气流从空气流出口冲到空气入口，这时回火阀打开，释放回火时的冲击能量，以免损坏传感器的翼板。进气温度传感器在空气流量传感器内；它可监测进气空气的温度，从而起到对喷油量校正的作用（参见本节“5. 进气温度传感器”）。

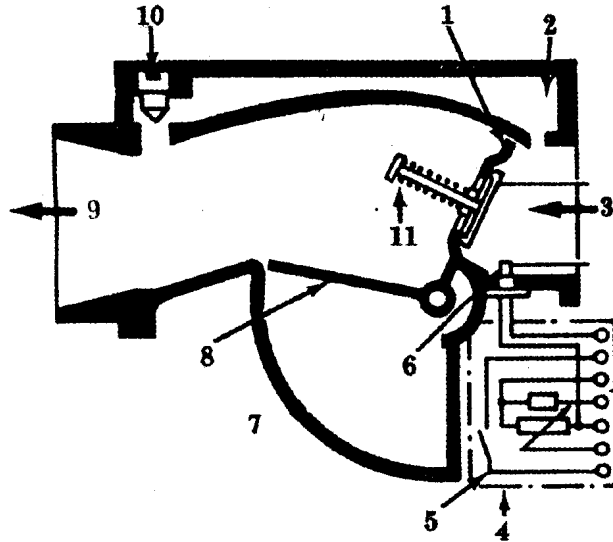


图 1-4 翼板式空气流量传感器

- 1—（测量）翼板；2—旁通空气道；3—空气入口；4—电位计；5—燃油泵开关；
6—进气温度传感器；7—阻尼室；8—阻尼板；9—空气出口；
10—怠速空气混合调整螺钉；11—回火阀

质量式空气流量传感器的作用与翼板式空气流量传感器一样，只是结构和测量空气流量的方法不同，它的最大特点是没有运动部件，其结构如图 1-5 所示。质量式空气流量传感器使用电流加热法来测量进入发动机中的空气流量，电流加热的关键元件是金属铂或镍。利用铂金属的电加热元件呈现网状，称热网式；用镍金属的电加热元件呈箔栅状，称热膜式。首先，电流加热元件（铂或镍）被通电加热，加热的温度高于进气温度。热网式的空气流量传感器，电流加热元件（铂）通电加热到基准温度 98℃ 左右；热膜式的空气流量传感器，电流加热元件（镍）通电加热到基准温度 76℃ 左右。随着空气流通过传感器，电流加热元件（铂或镍）的温度将下降，为了保持基准温度不变，必须增加电流，使电流加热元件（铂或镍）的温度上升并达到基准温度。这个增加电流的大小成比例地反映了进入发动机空气流

量的多少和进气本身的温度，此电流值送给计算机，计算机就能快速判断出这两个量，控制适当的喷油量。根据质量式空气流量传感器的工作原理，它内部可以省去进气温度传感器。

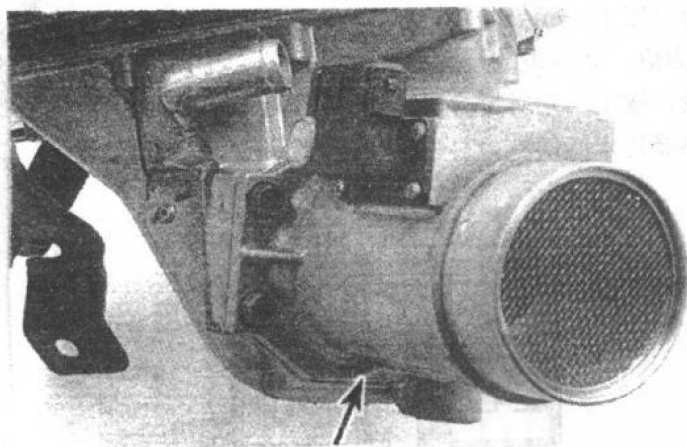


图 1-5 质量式空气流量传感器

2. 节气门位置传感器

节气门位置传感器（TPS）实质是一电位计，如图 1-6 所示。它一般固定在节气门室的外部，个别的在节气门室内部，用来监测节气门室内阀门的旋转角度。

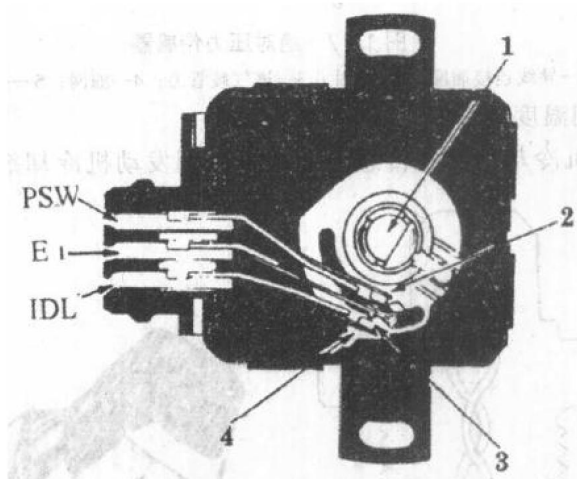


图 1-6 节气门位置传感器

1—节气门旋转轴；2—最大功率触点（节气门开启最大）；3—运动接触点；
4—怠速触点；IDL—怠速状态输出；E₁—参考电压；PSW—最大功率输出

节气门位置传感器的轴与节气门室内阀门的轴直接连接，这样阀门与传感器同步旋转。根据节气门室阀门的变化位置，节气门位置传感器成比例地改变自身的电阻，结果输出电压也成比例地随节气门的改变而改变。当节气门关闭时，传感器的输出电压最小，这时怠速触点与运动接触点接触，计算机控制发动机处于怠速工作状态；随着节气门的开启，传感器的输出电压逐渐变大，发动机的输出功率渐渐增加；节气门开到最大时，传感器的电压输出也最大，运动接触点与最大功率触点接触，计算机控制发动机以最大的有效功率工作。实际上，节气门位置传感器将节气门位置信号（发动机功率信号）送给计算机后，计算机要对喷油量进行补充或修正，即所谓的喷油量校正。另外，节气门位置传感器的信号还是点火提前

角控制和废气再循环控制的重要参数。

3. 歧管绝对压力传感器

歧管绝对压力传感器 (MAP) 通过一软管与发动机进气歧管相连, 可监测发动机进气歧管中的绝对压力 (图 1-7)。绝对压力值是将海平面的一个大气压力 (102kPa) 视为基准点 (0) 的真空压力值。随着进气歧管中真空压力的变化, 传感器内部的硅片相应变形, 它的电阻值就会改变, 输出与绝对压力成比例的电压, 该电压经过放大后送给计算机。计算机根据绝对压力传感器传来的信号, 对喷油量进行校正。

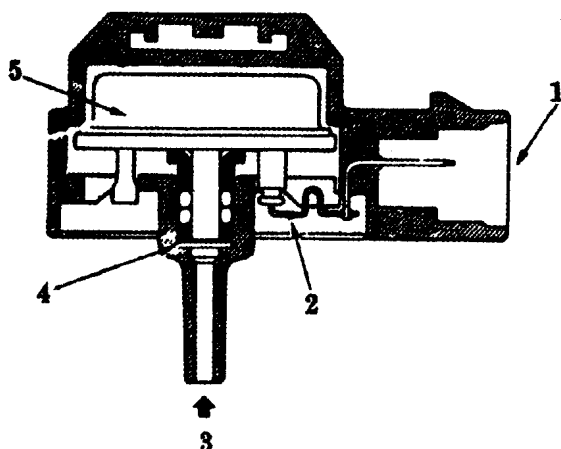


图 1-7 绝对压力传感器

1—导线连接插座；2—硅片；3—进气歧管力；4—滤网；5—真空室

4. 发动机冷却剂温度传感器

顾名思义, 发动机冷却剂温度传感器可用来监测发动机冷却剂的温度, 如图 1-8 所示。

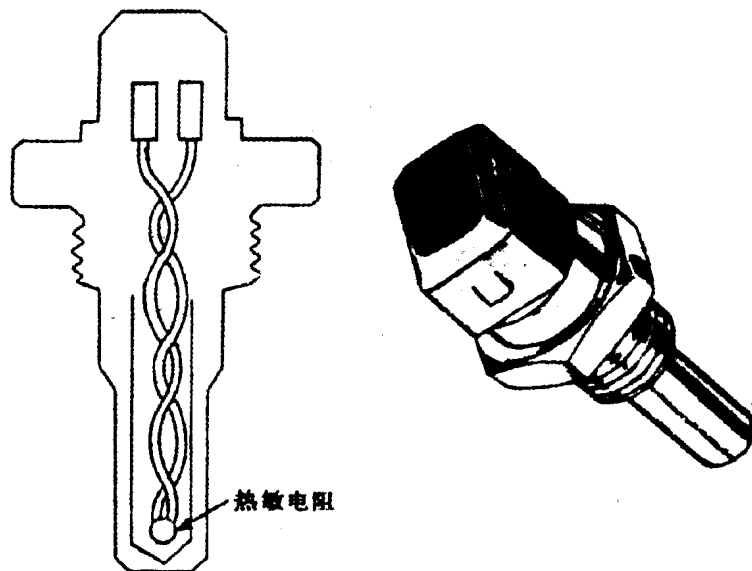


图 1-8 发动机冷却剂温度传感器

该传感器细长的头部与冷却剂接触, 它的内部装有负温度系数的热敏电阻。当发动机冷却剂温度逐渐升高时, 热敏电阻的阻值成正比下降, 相反则增大。结果, 发动机冷却剂温度发生

变化时传感器的输出电压也相应变化。计算机接收冷却剂温度传感器传来的信号后，计算校正喷油量并进行控制。

5. 进气温度传感器

进气温度传感器也称歧管空气温度传感器 (MAT)。它一般装在空气流量传感器中，或位于进气歧管内，如图 1-9 所示。进气温度传感器与发动机冷却剂温度传感器类似，在它的头部里装有负温度系数的热敏电阻。随着进入进气歧管的空气温度的降低，热敏电阻值成正比上升，相反则下降。计算机根据进气温度传感器传来的、与进气温度成比例的电信号，判定出进气温度，从而对喷油量进行校正。

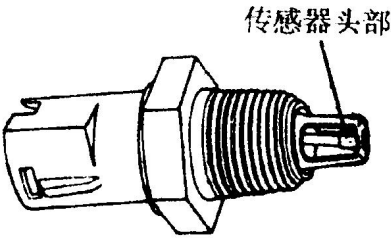
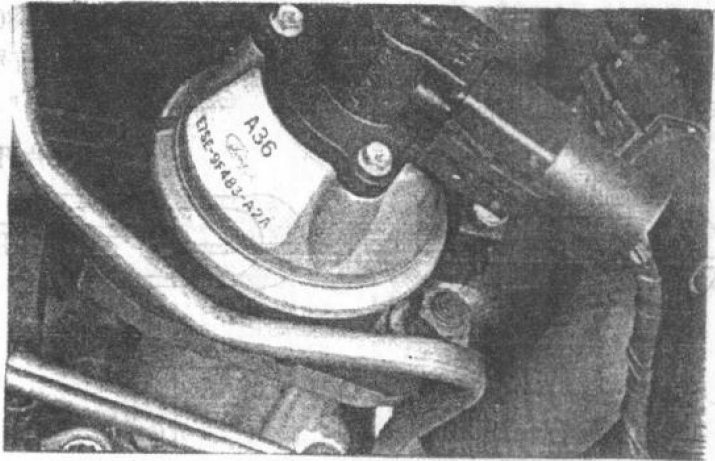


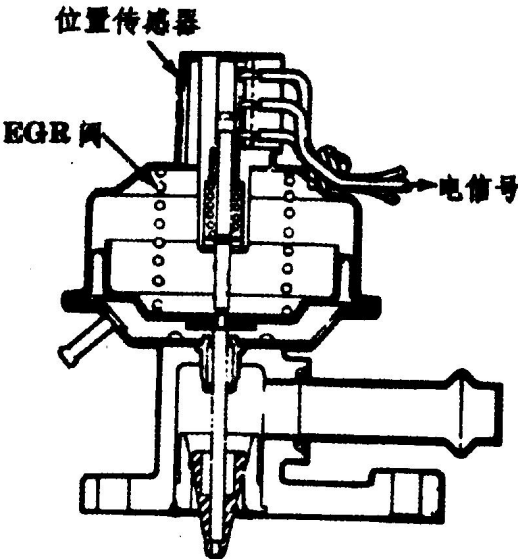
图 1-9 进气温度传感器

6. EGR 阀位置传感器

EGR 阀位置传感器 (EVP) 如图 1-10 所示，它一般安装在 EGR 阀的顶部，能准确地



(a)



(b)

图 1-10 EGR 阀位置传感器

监测 EGR 阀开启或关闭的程度，并把这个位置信号送给计算机。计算机根据这一重要参数，再综合其它数据算出最佳废气循环控制量，并加到废气再循环装置上，使有害气体氮氧化化合物的排放量降到最低（见本章第四节）。

EGR 阀位置传感器实质是一线性电位计，与节气门位置传感器类似。当 EGR 阀工作时，传感器电阻的变化与 EGR 阀杆的运动成正比（图 1-10 (b)）；当 EGR 阀关闭时，传感器电阻值最大，送给计算机的电压值也最大；随着 EGR 阀的开启，电阻逐渐减小，电压也减小；当 EGR 阀全部打开时，传感器中的电阻值达到最小，给计算机的电压也最大。

7. 簧片式转速传感器

簧片式转速传感器主要用作测量车的行驶速度，有的也用来监测发动机转速，它的结构如图 1-11 所示。簧片是一对开关触点，由磁体制成，安装在充满惰性气体的容器中。簧片的一端接地线，另一端接计算机；磁铁的轴由车的驱动轴驱动（测量车速），或由分电器的轴驱动（可测量发动机的转速）。在驱动轴的驱动下，磁铁旋转，磁铁与簧片开关平行时，簧片磁体受到最强的磁化，使簧片开关本身带磁而吸合；当磁铁与簧片开关垂直时，簧片磁体几乎不被磁化，簧片开关失磁而断开。这样，簧片开关以磁铁每旋转 180 的夹角进行一次通断转换，结果送给计算机一个与车速或发动机转速成正比的脉冲电压信号，计算机根据该信号可迅速识别车速或发动机转速的大小。

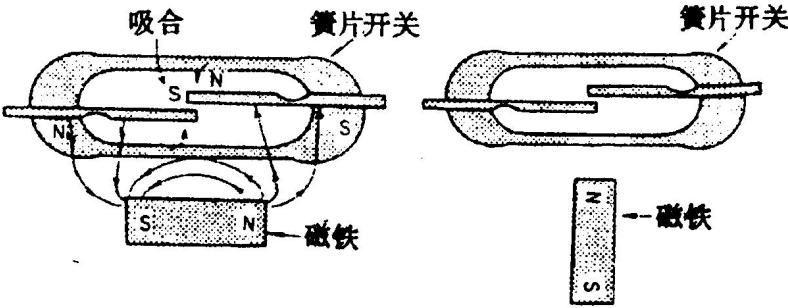


图 1-11 簧片式转速传感器

二、信号产生传感器

信号产生传感器与信号改变传感器的不同点是本身不加参考电压，它根据发动机的特别工作状态自己产生相应的电信号，如图 1-12 所示。信号产生传感器产生的电信号一般较小，计算机先要对它进行放大、滤波或整形，然后再对它进行分析，最后实施控制。典型的信号产生传感器有：发动机转速传感器、爆震传感器和氧传感器。

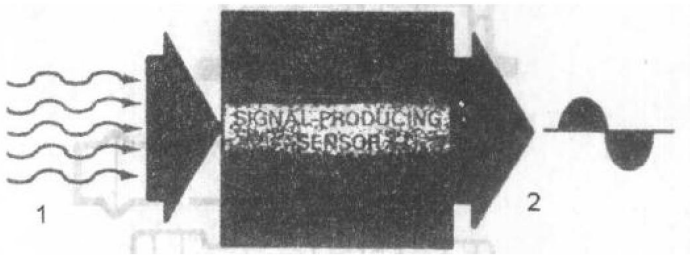


图 1-12 信号产生传感器

1—输入信号(物理量);2—输出信号(电量)

1. 发动机转速传感器（曲轴位置传感器）

发动机转速传感器是一个非常重要的传感器，它可以监测发动机的转速和曲轴位置，把发动机转速转变成相应的、较高频率的电压脉冲信号，把曲轴位置转换成相应的、低频率的电压脉冲信号，并把这两个电信号送给计算机。计算机根据发动机转速传感器传来的发动机转速和曲轴位置信号，准确控制喷油起始时刻和点火时刻（点火提前角）。

一种发动机转速传感器装在分电器中，如图 1-13 所示。在分电器转轴上装有两个转子，周围有三个电磁感应线圈。多齿的转子 1（图中 24 个齿）与感应线圈 Ne 测量发动机的转速；只有一个凸耳的转子 2（有的车型是几个凸耳）分别与感应线圈 G1 和感应线圈 G6 测量发动机 1 号缸和 6 号缸的上止点位置，即发动机曲轴位置。在三个电磁感应线圈中原来就有磁场，转子 1 和感应线圈 Ne 构成磁场回路，转子 2 和感应线圈 G1、感应线圈 G6 构成磁场回路。当发动机工作时，发动机曲轴带动分电器转轴旋转，转子 1 和转子 2 随即转动，三个电磁感应线圈中的磁场发生变化，产生感应电压脉冲。转子 1 的转动使感应线圈 Ne 产生的较高频率的电压脉冲，其频率正比于发动机的转速，计算机识别这个频率就获得了发动机转速信号（图 1-14）。从原理上讲，转子 1 上的齿

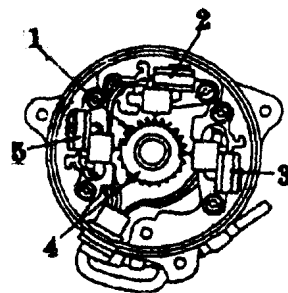


图 1-13 发动机转速传感器
(在分电器中)

1—转子 1(24 齿);2—感应线圈 Ne;3—感应线圈 G1(测 1 号缸上止点);4—转子 2(有一个凸耳);5—感应线圈 G6(测 6 号缸上止点)

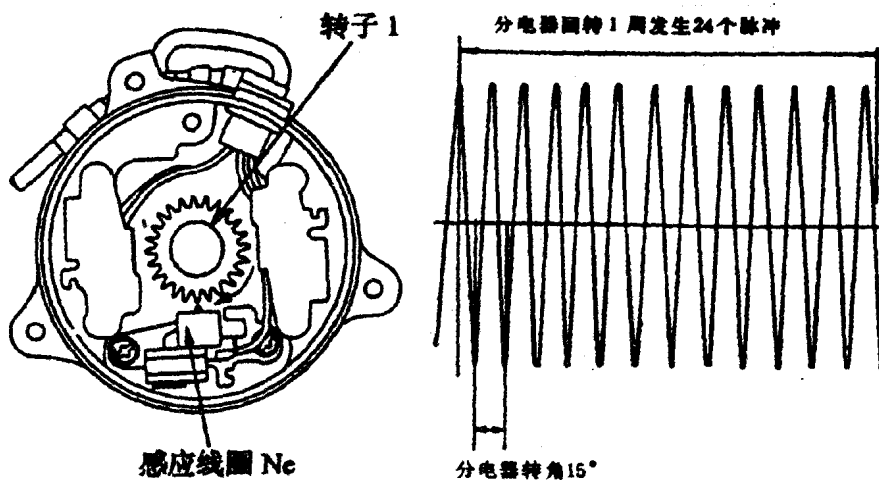


图 1-14 检测发动机转速

数越多，发动机曲轴转一圈产生的电压脉冲就越多，计算机测量的发动机转速就越精确。从图中还可以看出：一个脉冲周期相当于分电器转轴转 15° ($360/24=15$)。如果发动机曲轴与分电器转轴的转速比是 1:1，那么在初始位置确定后，计算机就可以识别出发动机曲轴的位置。转子 2 转动后，感应线圈 G1 和 G6 产生较低频率的电压脉冲（图 1-15）。由于感应线圈 G1 和感应线圈 G6 对应于转子 2 凸耳的位置正好是发动机 1 号和 6 号气缸到达上止点的位置，因此，计算机识别它们就得知 1 号缸或 6 号缸到达上止点的时刻。若把 1 号气缸的上止点位置作为发动机曲轴的初始位置，则计算机就能随时准确地监测到曲轴位置。

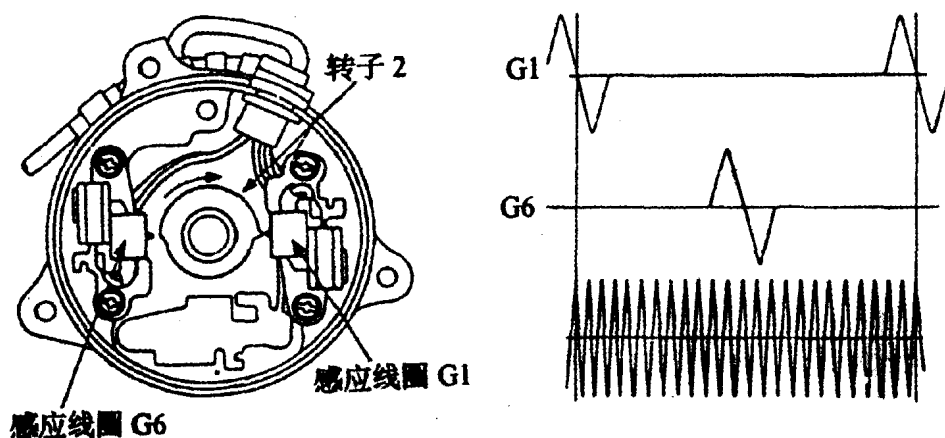


图 1-15 检测发动机的曲轴位置

另一种发动机转速传感器直接装在发动机曲轴上，如图 1-16 所示。它主要用在无分电器点火装置的车型上，其作用和工作原理与装在分电器中的发动机转速传感器完全一样。

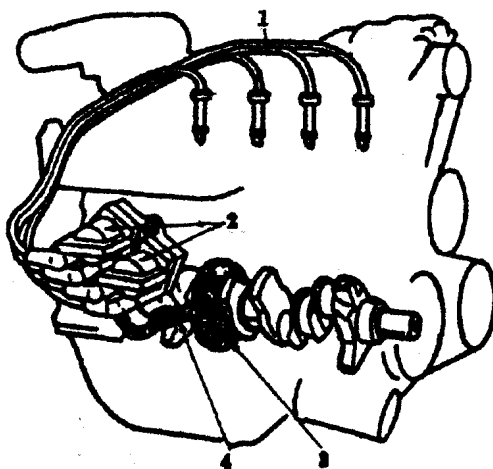


图 1-16 装在曲轴上的转速传感器

1—火花塞；2—点火线圈（无分电器）；3—转子；4—电磁感应线圈

2. 爆震传感器

爆震传感器直接安装在发动机气缸缸体上，监测发动机点火提前角过于超前而出现的破坏性爆震。当发动机将要产生爆震时，爆震传感器能测出发动机缸体传来的加速振动，并把这种振动转变成电信号送给计算机。计算机按程序推迟点火提前角，从而使发动机脱离爆震区，以免影响发动机的使用寿命甚至损坏发动机。

爆震传感器如图 1-17 所示。它的螺纹旋入气缸壁，其中的主要元件是一个压电陶瓷晶体片，螺钉使一个惯性配重块压紧压电陶瓷晶体片而给予预加载荷。爆震将要发生时，预爆震压力波通过惯性配重块使压电晶体片压缩变形，产生约 7kHz、20mV/g（20 毫伏/1 个加速度单位）的电信号。这个模拟电信号送给计算机后，计算机立即推迟点火提前角，消除爆震。

3. 氧传感器