第一章　概述

本世纪70年代中期，西方国家在机械和液压制造业已成熟的基础上，开始在车辆上大量安装各类电子（计算机控制）系统，以达到燃油消耗小、动力性能好、排放污染少、驾驶操纵方便、安全和乘坐舒适的综合指标，用高质量、优良性能在市场竞争。90年代初我国自己开始生产此类型的车，桑塔纳2000轿车就是典型的例子，它已达到了80年代末的水平，也是我国全面提高技术、生产高质量汽车并参与国际汽车市场竞争的标志。

1.桑塔纳2000轿车的特点

桑塔纳2000轿车是上海大众汽车有限公司1994年开始生产并投放市场的中级轿车，它具有如下特点：

(1)先进性

桑塔纳2000轿车安装了电子燃油喷射式发动机，它实质是一个发动机计算机闭环控制（管理）系统。该系统对发动机的喷油量、点火提前角实施精确地控制，对车辆的排放装置、怠速和故障自诊断等进行管理。因此，有较高的燃油经济性、动力性和“清洁”性能；系统中的很多部件是没有机械运动的固态件，故减少了机械磨损，简化了定期更换、调整、维护和检修程序；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。桑塔纳2000轿车装有动力转向系统，使驾驶员的转向操作轻便、灵敏。它还装有90年代无氟空调装置，提高了制冷效率，又保护了生态环境。桑塔纳2000轿车98款（时代超人）的车型上还装有具有防抱死功能（ABS)的现代制动系统，行车更加安全。车上安装了电动后视境、车门中央门锁及门窗玻璃升降器、自动伸缩天线、较高档的收放机及立体音响和各种照明、内饰等辅助装置，达到了进口汽车中档豪华的标准。

(2)乘坐舒适

桑塔纳2000轿车进行了较好的人——机环境设计，增加了乘坐的舒适性。具有现代气息的仪表板及仪表、豪华的副仪表板，清晰、直观，赏心悦目；车门内饰及协调一致的前后扶手，令人耳目一新；后座增加了头枕和中间扶手，使乘坐更加舒适；车中还备有带照明的化妆镜、小行李架、阅读照明灯，再加上4个喇叭组成的立体音响，使旅行方便、轻松，减少了枯燥和疲倦；桑塔纳2000轿车比原普通型桑塔纳轿车轴距加长了108mm，后车门和后座都进行加大，方便了上下车。

(3)美观大方

桑塔纳2000轿车整车呈楔形，流线平滑，圆浑顺畅，具有动感性，不仅空气阻力小，高速节能，而且美观、潇洒、大方。该车的前大灯与前转向灯设计成一体，简洁美观；前后保险杠的造型与整个车身造型融合默契，圆润饱满；车身两侧下部配以宽幅防撞条，与前后保险杠衔接为一体，显得宽厚、庄重和安全；后盖与行李舱后封板连成一体，方便行李上下搬运，符合现代车的设计潮流。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

桑塔纳2000轿车除了上述的特点以外，其他部分基本保持了原桑塔纳轿车的结构和质量。当然，桑塔纳2000轿车并非尽善尽美，如加速慢、后排座底部分低频共振等都是设计中存在的问题。

2. 主要技术参数

(1)尺寸

总长 4680(mm)　　总宽 1700(mm)

总高 1423(mm)　　最小离地间隙 138(mm)

轴距 2656(mm)　　前轮距 1414(mm)

后轮距 1422(mm)　　最小转弯直径 11(m)

(2)质量

整备质量 1120(kg)　　整车总质量 1540(kg)

(3)发动机

额定功率 72/5200(kW/r/min)

总排量 1.781,直列4缸

最大转矩 150/3100(N·m/r/min)

压缩比 9.0:1

压缩行程 86.4(mm)　　缸径 81.0(mm)

采用电子点火，电子燃油喷射

(4)耗油

60km/h等速油耗(L/100km)<5.9

90km/h等速油耗(L/100km)<6.9

120km/h等速油耗(L/100km)<8.8

(5)驱动形式

发动机前置，前轮驱动

(6)动力

最高车速 172(km/h)

车由静止加速到80km/h的时间：<9.7s

车由静止加速到100km/h的时间：<14.8s

(7)制动

前盘式，后鼓式，98(时代超人)最新的车型装有ABS

3. 使用与维修的范畴

桑塔纳2000轿车由于采用了新技术，因此，客观上要求驾驶员和维修技术人员掌握一定的基础知识和新的技能，以确保车辆的正确使用和维修后车辆的正常运行。

使用范畴主要包括两个方面，一是使用方法，二是使用注意事项。维修的范畴主要包括车的维护和检修。

驾驶员必须按照正确的使用方法和使用注意事项去做，以免操作不当造成车辆故障。驾

驶员或维修技术人员要按要求和指定的期限对车辆进行维护，或对明显的故障进行排除，以保证其正常运行和消除故障隐患。维修技术人员要对不明故障进行检修，它的主要过程可分为两个阶段：首先是检查（诊断、测试）阶段，用来确定故障部位，这是极为重要的阶段。桑塔纳2000轿车属于现代轿车，因此，凭多年检修诊断普通桑塔纳的经验是不够的，必须基于对一些系统的理解和必要基础知识的认识之后，使用相应的诊断设备、图表或表格才能解决；第二是排除故障，使车辆恢复正常状态。主要内容是对故障部件或系统进行修复或更换，现代轿车对故障部件进行更换的情况越来越多。

第二章　结构与原理

桑塔纳 2000 轿车已属现代车型，实质是一机械、液压和电子的混合系统，技术含量高，因此，仅仅基于机械和简单电学方面的知识是不够的。只凭修理经验，通过看、听和摸的检修方法已不能全部适应这种新车型的要求。要想修好桑塔纳 2000 轿车必须掌握一定的基础知识。

1. 为什么要用计算机控制发动机—— 电喷式发动机的优点

当今世界汽车大量使用计算机控制的发动机（电控发动机），化油器式的发动机逐步被淘

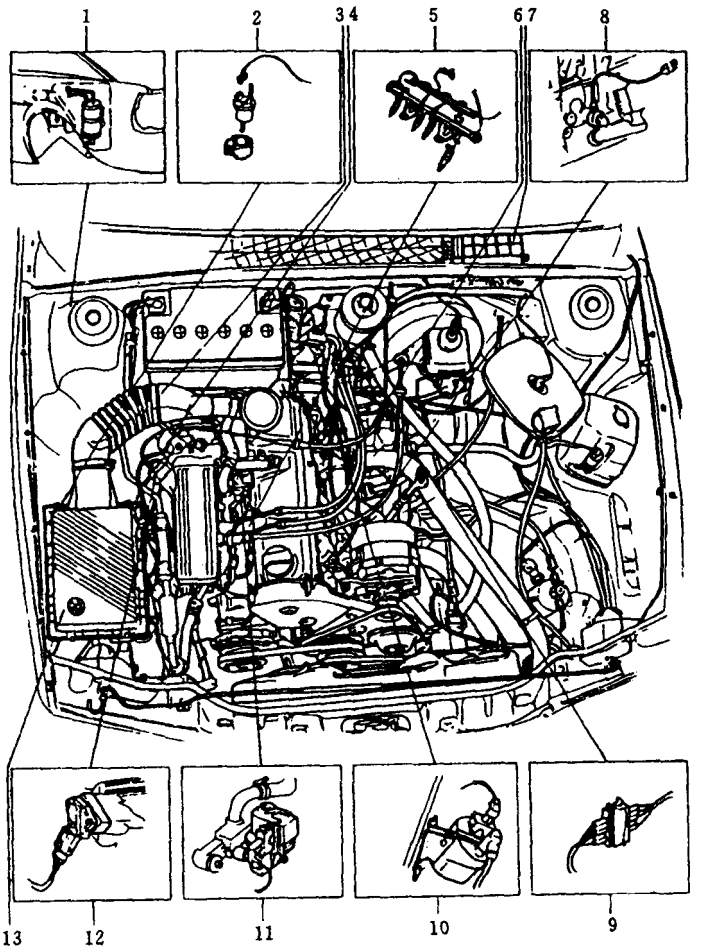


图 2-1　桑塔纳 2000轿车发动机计算机系统部件位置图

1-活性炭罐（右前挡板内侧）；2-清除阀（空气滤清器旁）；3-进气管；4-节气门位置传感器；5-燃油管；6-燃油喷射器（喷油嘴）；7-计算机（电脑，ECU，驾驶员一侧副仪表板下）；8-爆震传感器；9-氧(λ)传感器连接接头；10-分电器；11-怠速控制器（阀）；12-进气压力和温度传感器；13-空气滤清器

汰。电喷式发动机实质是计算机控制发动机的一种形式，桑塔纳 2000 轿车就使用了这种发动机。计算机控制的发动机系统可对发动机的喷油量、点火提前角实施精确地控制，对车辆的排放装置、怠速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。

图 2-1 显示了桑塔纳 2000 轿车舱盖下电喷式发动机系统部件的俯视位置。

事实上，普通桑塔纳轿车和少部分桑塔纳 2000 轿车都装有传统的发动机系统，他们已能给车辆提供足够的动力，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，威胁着人们的正常生活甚至生命，为此，西方各国政府先后颁布了车辆排放标准，并且越来越严格。传统化油器式的发动机性能不能满足严格的排放标准，因此，西方各国汽车生产厂商首先开始研制、制造综合性能好、计算机高精度控制的发动机系统，来满足这一要求和其他综合指标，而把技术相对落后的汽车生产线淘汰或转移到第三世界国家。

装有计算机控制的发动机系统，能够根据车辆的状态准确、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 km 内不会出现任何问题；装有发动机计算机系统的车辆自动化程度较高，驾驶员驾驶方便、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。

我国是车辆废气排放污染严重的国家，汽车工业也相对落后，研制、采用先进技术是我国民族汽车工业跻身世界汽车工业之林的必由之路，具有特别重要的意义。

2. 桑塔纳 2000 轿车电喷式发动机的基本组成和功能

在车辆上，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，电喷式发动机系统一般由传感器、计算机本身（ECU）和执行装置三大部分组成，桑塔纳 2000 轿车也不例外。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，计算机经综合、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 2-2 是桑塔纳 2000 轿车电喷式发动机系统的原理图。

桑塔纳 2000 轿车中全部传感器包括：空气流量传感器、节气门位置传感器、发动机转速（曲轴位置）传感器、进气（歧管）压力传感器、发动机冷却液温度传感器、进气温度传感器、爆震传感器和氧传感器。计算机是一个准 32 位的专用微型计算机。桑塔纳 2000 轿车中各种执行装置有：喷油嘴、点火装置、怠速控制装置（阀）和清除阀。

桑塔纳 2000 轿车电喷式发动机系统按三个阶段进行工作。第一是输入阶段，它是计算机控制过程的第一步，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，即计算机控制的第二步，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，使其工作最佳。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

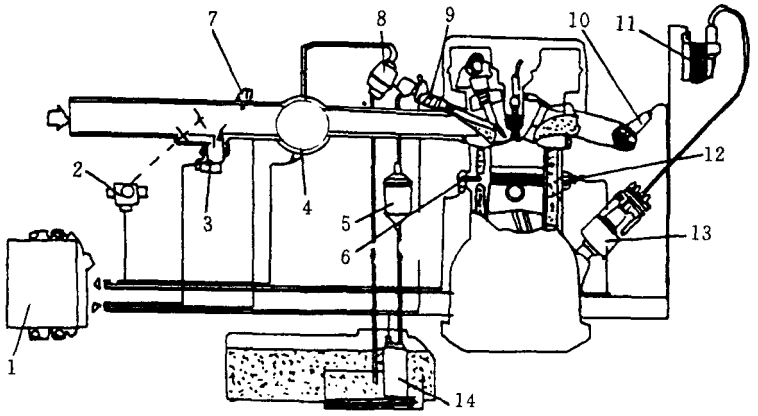


图 2-2　电喷式发动机系统的原理图

1-计算机(ECU);2-节气门位置传感器；3-怠速控制装置（阀）;4-进气（歧管）压力传感器;5-汽油滤清器;6-爆震传感器;7-进气温度传感器；8-油压调节器；9-喷油嘴;10-氧传感器；11-点火线圈；12-发动机冷却液温度传感器；13-分电器；14-燃油泵

这些阶段在发动机计算机系统工作时稳定、快速循环重复，每秒循环重复次数高达数千次。

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一个整体，任何部分不可缺少。在整个系统中计算机是核心，但传感器和执行装置与计算机同等重要。

3. 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，它可以监测进入车辆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例（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，另一种是质量式空气流量传感器，它们通常位于空气滤清器与节气门室之间的进气管中。桑塔纳 2000 轿车采用翼板式空气流量传感器（时代超人采用质量式空气流量传感器）。

翼板式空气流量传感器如图 2-3 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（转角越大，电位计的输出电压越大），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气燃油比不变。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

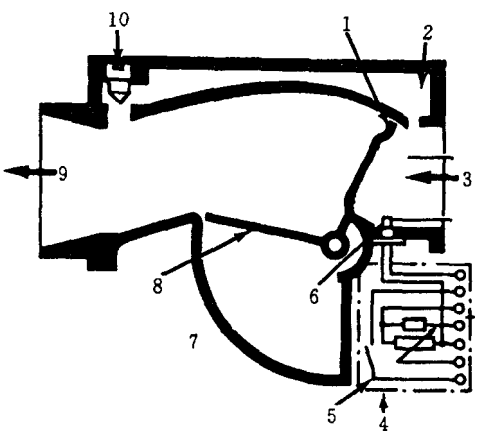


图 2-3　翼板式空气流量传感器

1-翼板（测量）;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

样既保证了空气流的稳定，又保护了翼板本身。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（参见进气温度传感器）。

4. 发动机转速传感器和曲轴位置传感器

发动机转速传感器和曲轴位置传感器是非常重要的传感器，它可以监测发动机的转速和曲轴位置。它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。计算机根据传感器传来的发动机转速和曲轴位置信号，准确控制每个缸的喷油起始时刻和点火时刻（点火提前角）。

为了测量发动机转速和曲轴位置，桑塔纳 2000 轿车采用了电感式脉冲转速传感器，它直接装在发动机曲轴上，如图 2-4 所示。发动机转速传感器中有电磁感应线圈，并相对于曲轴上飞轮齿圈的轮齿。当发动机旋转时，传感器中电磁感应线圈的磁场相应变化，产生感应电压脉冲，并将它送给计算机。电压脉冲的频率与发动机的转速成正比，计算机识别频率信号计算出发动机的转速。曲轴位置传感器与转速传感器一样，也是电感脉冲式的，当走过传感器相对的缺孔时（曲轴基准位，一号缸的上止点附近的位置）传感器就发出一个电压脉冲信号，曲轴每转一圈，发出一个。计算机收到该脉冲就知道第一气缸的活塞到了上止点，计算机再通过发动机转速传感器计算到飞轮齿圈上 1/4 的齿数时，就知道了第三个缸已到上止点，其余的类推，计算机顺利地识别出相对于每一个缸上止点的曲轴位置。曲轴位置传感器的电压脉冲频率比转速传感器低得多。

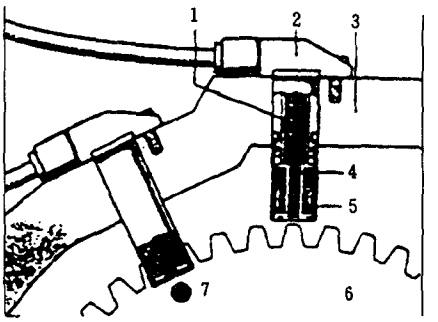


图 2-4　发动机转速传感器和曲轴位置传感器
1-永久磁铁；2-固定外壳；3-发动机体；4-铁芯；5-电磁感应线圈；6-飞轮；7-基准位

5. 节气门位置传感器

节气门位置传感器实质是一个电位计，如图 2-5 所示。它固定在节气门室的外部，用来监测节气门室内阀门的旋转角度。

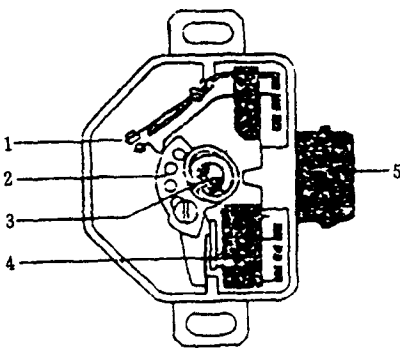


图 2-5　节气门位置传感器
1-最大功率触点（节气门开启最大）；2-凸轮板；3-节气门旋转轴；4-怠速触点（怠速状态输出）；5-导线连接接头

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。根据节气门室内阀门的变化位置，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，凸轮板转动使怠速触点闭合，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，凸轮板转动使最大功率触点接触，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，其中怠速触点和最大功率触点处计算机进行的校正是最重要的。另外，节气门位置传感器的信号还是点火提前角控制的重要参数。

6. 进气压力传感器

在海拔较高的地区，空气密度小。空气流量传感器测量到相同空气流量的条件下，高原地区的实际空气流量要小于平原（海平面）上的空气流量。因此，不加任何修正的发动机必然工作在混合气过浓的状态，既不能有效地发挥发动机的功率，还过多地消耗了燃油。

进气压力传感器可监测发动机进气的压力。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。随着进气压力的变化（海平面越高，压力越小），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，该电压经过处理后送给计算机。计算机根据进气压力传感器传来的信号，对喷油量进行校正，以解决高原地区行车发动机混合气过浓的问题。

最后要注意的是，进气压力传感器和进气温度传感器的引线用同一个插头。

7. 冷却液温度传感器

顾名思义，发动机冷却液温度传感器可用来监测发动机冷却液的温度，如图 2-6 所示。该传感器细长的头部与冷却液接触，它的内部装有负温度系数的热敏电阻（图 2-7)。当发动机冷却液温度逐渐升高时，热敏电阻的阻值成比例地下降，相反则增大。结果，发动机冷却液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，特别是暖机时需要加浓。

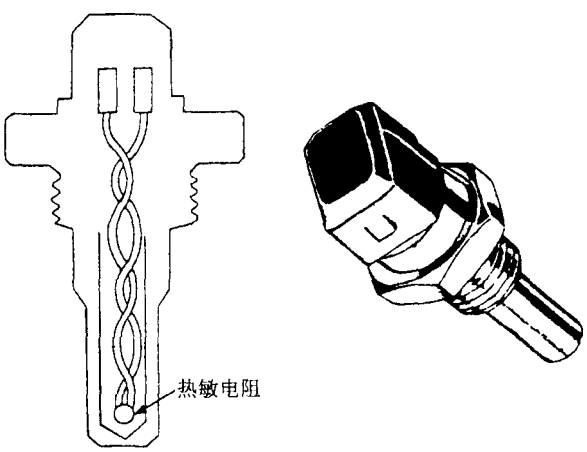


图 2-6 发动机冷却液温度传感器

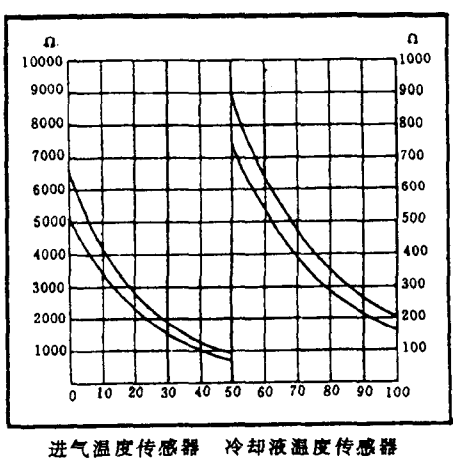


图 2-7 冷却液温度传感器和进气温度传感器特性

8. 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，它装在空气流量传感器中，如图 2-8 所示。进

气温度传感器与发动机冷却液温度传感器类似，在它的头部里装有负温度系数的热敏电阻（图 2-7)。随着进入进气歧管的空气温度的降低，热敏电阻值成比例上升，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。

进气温度传感器上只涂一薄层塑料，这样既可迅速反应空气温度的变化，也可对空气流量传感器的接触面进行隔热、密封。

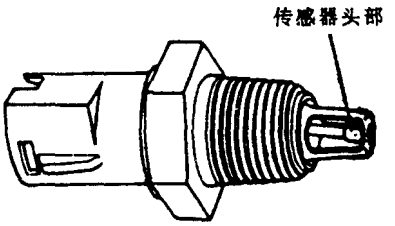


图 2-8 进气温度传感器

9. 爆震传感器

爆震是指气缸内混合气提前爆发燃烧的一种现象，如果爆震持续发生，火花塞电极或活塞就会产生过热、熔化等现象，使发动机损坏。爆震和点火时刻有着密切的关系，点火时刻早易产生爆震。电喷式发动机用计算机精确地控制点火时刻，保证了发动机的功率和燃油经济性，并离爆震极限有一定的安全距离。但爆震极限受混合气成分、汽油质量、燃烧室形状和发动机磨损程度等的影响，因此，对爆震必须加以防范。

爆震传感器直接安装在发动机气缸缸体上，监测发动机可能出现的破坏性爆震。当发动机产生爆震时，爆震传感器能测出发动机缸体传来的特殊加速振动，并把这种振动转变成电信号送给计算机。计算机识别出爆震后按程序调整点火提前角，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 2-9 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。爆震发生时，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，计算机立即调整点火提前角，消除爆震。

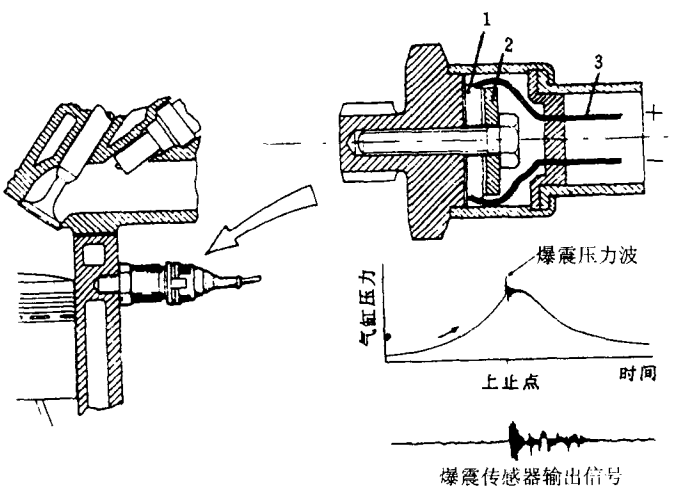


图 2-9 爆震传感器

1-压电晶体片；2-惯性配重块；3-引出导线

10. 氧传感器

氧传感器是电喷式发动机中非常重要的传感器，也称为“λ”传感器，它一般位于接近于排气歧管的废气排放管中（图 2-10）。氧传感器可监测发动机废气中的氧含量，产生一个与其成比例的电压信号，计算机根据该信号判断出空气燃油混合比 λ 值。λ 值即是电喷式发动机系统中闭环控制的反馈信号，也是需要进行相对精确控制的值，即以理论空燃比 14.7∶1 为基准进行反馈控制。空燃比接近理论空燃比的发动机，它的动力性、燃油经济性和排放性能（加三元催化装置）会达到最佳。

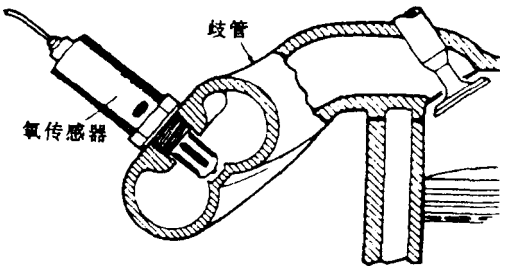


图 2-10 排气管中的氧传感器

桑塔纳 2000 轿车采用锆元素氧传感器，它的结构如图 2-11 所示。锆元素氧传感器内部的关键物质是二氧化锆（ZrO_2），在二氧化锆的外部覆盖了一层多孔铂，从而形成电极，内部铂电极与空气接触，外部铂电极与废气接触。在接触废气的外电极表面还覆盖有一个多孔的耐高温陶瓷层，以防废气烧蚀。

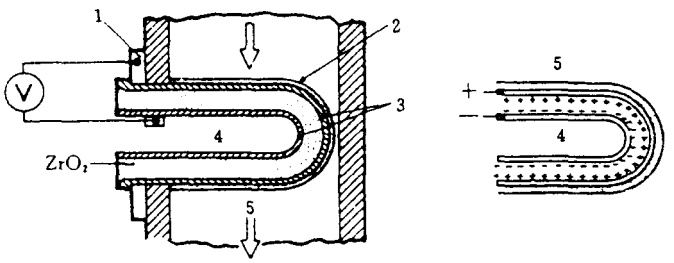


图 2-11 氧传感器的结构

1-正极接触点；2-外电极保护层；3-多孔铂极；4-空气（接触内电极）；5-废气（接触外电极）

这种锆元素传感器的工作类似于一个小电池。二氧化锆具有吸附氧离子的作用，每个氧离子带有两个负电荷。传感器的内部电极接触空气，氧含量较高，该极二氧化锆吸附的氧离子就多，电位较低；传感器的外部电极接触废气，氧的含量少，这一侧二氧化锆吸附的氧离子就少，电位较高。两极电位差就是传感器输出的电压值，它随着空气燃油混合比 λ 的变化，在 0.1V～0.9V 之间变化（图 2-12）。例如，当空燃比 λ 较小时，混合气中的燃油含量较多，空气量少，排出废气中的氧含量少，氧传感器外部电极电位升高，内部电极接触空气保持低电位稳定，最终输出的电压变大；反过来，输出的电压变小；在理论空燃比附近，氧传感器的电压输出曲线呈阶跃状，计算机判断氧传感器的电压在 0.4～0.5V 时，就可知道空燃比接近理论的空燃比。锆元素氧传感器的正常工作温

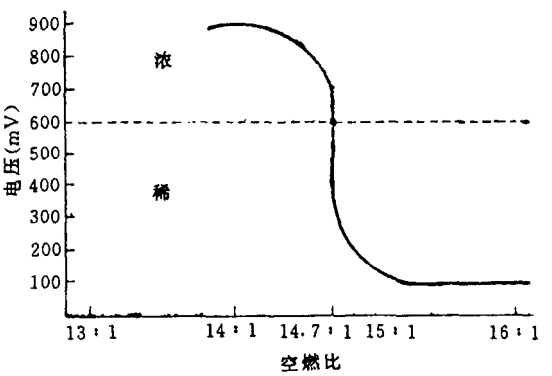


图 2-12 氧传感器输出特性

度是 315 ℃左右，低于该温度值，氧传感器不输出电压，因此，传感器的引出线常常有三根，有一根是供加热使用的导线。

11. 计　算　机

控制发动机的计算机（ECU）是整个系统的核心，俗称电脑，它是对发动机的喷油量、点火提前角实施精确控制，对车辆的排放装置、怠速和故障自诊断等进行管理的中心，基本是一个不可拆卸和检修的整体。桑塔纳 2000 轿车发动机用的计算机如图 2-13 所示。25 脚插头将传感器、执行装置与计算机联接在一起。

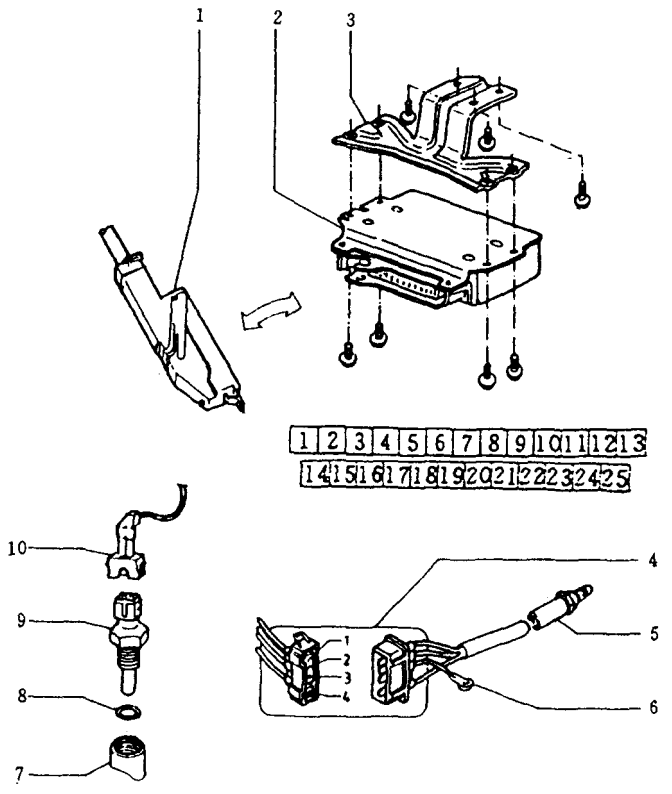


图　2-13

1-25 脚插头；2-计算机；3-固定板；4 氧传感器连接接头；5-氧传感器；6-搭铁线；7-接管；8-O 形圈；9-冷却液传感器；10-冷却液传感器连接接头

就计算机本身而言，它是一个非常复杂的电子装置。从硬件结构上看，它由大量的集成电路（芯片）、印刷电路板和其它电子元件组成。从功能上讲，计算机一般可分为微处理器（CPU）、存储器和输入／输出部分（I/O），如图 2-14 所示。微处理器基本由计算／逻辑单元、控制单元和寄存（器）单元组成；存储器可分为只读存储器（ROM）可编程只读存储器（PROM）和随机存储器（RAM）。微处理器和存储器这两个大部分制作在一块印刷电路板上，即所谓中心控制（CPU）板。输入／输出部分，特别是输出部分制作在一块印刷电路板上（功率输出）。

(1)微处理器

桑塔纳 2000 轿车使用的微处理器是准 32 位，主频 8MHz，控制速度快，计算精度高，功能强大。

微处理器是一大规模集成电路芯片，它内部有成千上万个元件（主要是 CMOS 管），实质是单片机。微处理器本身有一套计算和逻辑运算的规则，每一条规则就是一条指令，所有的指令构成该微处理器的指令系统。计算机不同的控制功能由不同的指令组合来实现，这种不同的指令组合就是不同的程序。所有的程序构成计算机的软件。程序在微处理器中控制单元的“指挥”下，在计算／逻辑单元中完成计算或逻辑判断；微处理器中的寄存器可提供计算／逻辑运行、数据暂存和交换的空间。

(2)存储器

存储器主要用来存储计算机软件和各种数据。

＊只读存储器

需要全本请访问 www.ertongbook.com

只读存储器是用于存放固定信息的存储器，它内部的信息固定后就不可改变，微处理器只能读出这些信息。计算机的电源关断后，存储器中的信息仍保留不变。只读存储器中的固定信息是计算机的操作程序，即监控程序。打开电源后，计算机首先运行监控程序，实施各种规定的操作，它要完成初始化操作，系统状态检测，查询等待和准备进行各种计算和控制等。

＊可编程只读存储器

可编程只读存储器与上面的只读存储器相似，一旦存入信息，在应用中只能读出，断电后所有信息仍保留。所不同的是，可编程只读存储器用户可从计算机上取下，根据情况可用 EPROM 写入器重新更改内部的程序。因此，它成为计算机上唯一可检修的部件。可擦除可编程只读存储器内部一般存放应用程序，即各种算法程序。这些算法实质就是在发动机各种工作状态下，如何让执行装置或其他控制装置进行操作的控制程序。例如，燃油喷射量的计算程序，发动机点火提前角的计算程序，怠速控制程序和自诊断程序等。

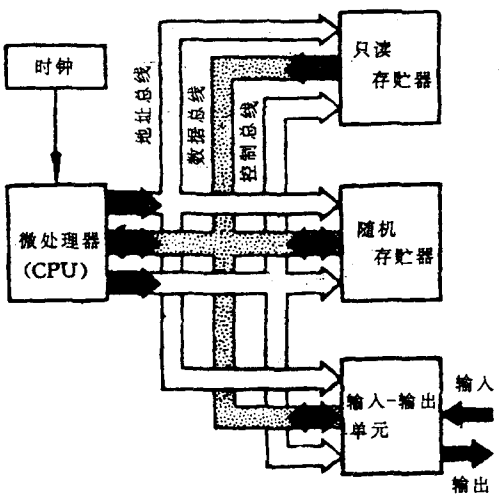


图 2-14　计算机的基本组成

＊随机存储器

这种存储器不但能随时读取已存放在其内部的信息，而且还能随时写入新的信息，因此，又叫读／写存储器。这种存储器在关掉电源后，信息全部消失。随机存储器可用来暂存来自传感器的数据，微处理器利用这些数据分析发动机的各种工作状态；另外，它还可以存储一些处理过程中的“中间”数据；在发动机计算机系统中，计算机的随机存储器还用来存储发动机的故障码，这是计算机监测到不正常发动机的操作后，记录下来的故障特征信息。有关故障码的问题，后面要详细介绍。

(3)输入／输出部分

输入／输出部分可将计算机外面的信号送给计算机内部处理，再将处理后的数据送出去实施控制或显示。

例如发动机冷却剂温度传感器传来的信号，由于该信号是一个模拟量，因此，输入部分中的模／数(A/D)转换器必须将它变成微处理器能“认识”和处理的数字量，然后再输入到计算机；同样，对于需要模拟信号的控制的执行装置，输出部分中的数／模（D/A）转换器会将用于控制的数字信号变成模拟信号，输出到执行装置实施控制。还有大量的数字信号输入计算机，或从计算机输出。例如发动机的转速信号，它是来自曲轴传感器的数字脉冲信号，它需通过输入设备中的电路整形后送入计算机；再如：加给喷油嘴的数字脉冲控制信号，它需通过输出部分的驱动或放大电路，再加到喷油嘴的控制线圈上。

(4)总线

计算机内部的数据、信息传递是靠总线实现的，总线一般分为数据总线、地址总线和控制总线。

对于桑塔纳 2000 轿车使用的微处理器是准 32位计算机来说，数据总线是 16 根双向传输线，担负微处理器与存储器、输入／输出部分之间的数据传送；地址是 32 根单向传输线，通过它

可确认存储器中某个字节的位置；控制总线由一些逻辑控制线组成，起传递“读”、“写”和启动 A/D 或 D/A 等信号的作用。

12. 燃油喷射器（喷油嘴）与燃油压力

燃油喷射器也称喷油嘴或燃油喷嘴，是一种根据计算机的控制指令将燃油按规定的量喷入发动机气缸的执行装置。桑塔纳 2000 轿车的喷油嘴如图 2-15 所示，安装在进气歧管靠近各气缸气门的附近。

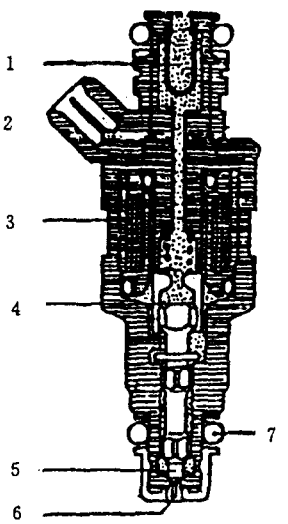


图 2-15 燃油喷嘴

1-滤网；2-导线插座；3-电磁（控制）线圈；4-衔铁；5-针阀；6-喷孔；7-密封圈

计算机给喷油嘴的信号是电压脉冲，电压脉冲持续的时间越长，喷油嘴喷油的时间越长，反之越短。由于燃油压力在燃油泵的稳定作用下，压力值保持不变，因此，燃油的喷出速度不变，另外，喷油嘴的喷孔面积固定，故喷入发动机气缸的燃油量决定于喷油时间的长短，喷油时间长，喷油量大，反之喷油量小。计算机只要控制电压脉冲的持续时间，就可控制喷油量。

当计算机发出的电压脉冲加到喷油嘴上的时候，电流经过电磁线圈产生电磁力，该电磁力使衔铁移动。由于针阀与衔铁制成一体，因此针阀开启，燃油喷入气缸；电压脉冲结束后，电磁线圈中没有电流，电磁力消失，在回位弹簧的作用下，衔铁带动针阀回位（压在密封座上），喷油嘴停止喷油。

喷油嘴与气缸间有 O形橡胶密封圈，起密封和隔热的作用。喷油嘴用专门的支座支撑，支座为橡胶件，可起到隔热、防振和防止喷油嘴中燃油产生气泡的作用，并有利于提高发动机的启动性能。

喷油嘴必须在一稳定的燃油压力（250kPa）下进行工作，稳定的燃油压力来自于电动燃油泵和压力调整器的正常工作。

燃油泵及电动机在一个共同的壳体内（图 2-16），电动机驱动燃油泵工作，燃油可使电

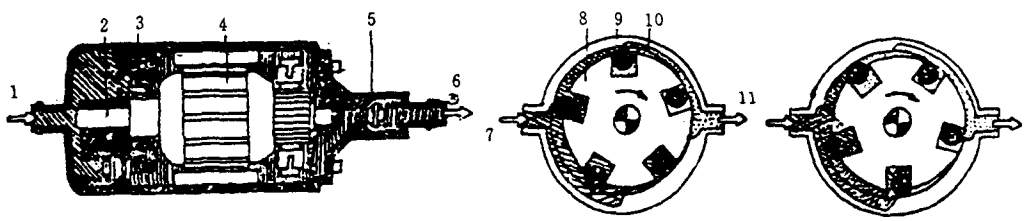


图 2-16 电动燃油泵

1-进油口；2-压力限制器（释压阀）；3-滚柱式泵；4-电动机电枢；5-单向（止回）阀；6-出油口（高压油）；7-进油端；8-盘形转子；9-滚柱；10-油道；11-出油端

动机充分冷却。燃油泵的供油量大于发动机的最大燃油需要量，以便所有工况下都能保持正常的油压。滚柱式泵本身有一个圆柱形腔室，其内部偏心地布置着圆盘形转子。转子周边上开有缺槽，滚柱即支承在此缺槽内。转子转动产生的离心力将滚轮向外压，起着周边密封的作用。周转的密封滚轮在进油口处周期性地增大油腔容积，在出油口处周期性地减小油腔容积，从而产生高压油。发动机一启动，电动燃油泵就处于接通状态，一个安全电路在接通点

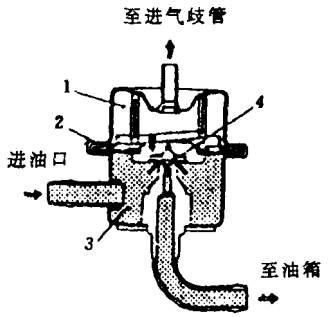


图 2-17　压力调节器

1-空气室；2-膜片；3-油室；4-活门

火及发动机工作时防止电动燃油泵停止工作。

压力调节器的任务是保持燃油压力与进气歧管压力之间的压力差不变，从而使电磁喷油器喷入的燃油量仅取决于阀的开启时间。

压力调节器装在燃油管上，这是一种膜片控制的溢流调节器，它将燃油压力调节到 250kPa（图 2-17）。它有一个金属壳，一个卷边的膜片将此壳分为两个腔室，一个空气室，室内有加载的螺旋弹簧，另一个腔室是燃油室。

在发动机怠速时，节气门关闭，进气歧管的真空度较大，膜片被吸引向进气歧管的一边，回油孔门开启，燃油回流，油管中的油压相对降低；当节气门开大时，进气歧管的真空度减小，此时吸引膜片的力量小，由于弹簧压着膜片，故活门开启小或活门不开启，回流的燃油很少或无燃油回流，油管中的压力就相对较高。一般情况下油管内的油压在发动机怠速时约为200kPa，而节气门全开时约为 248kPa。节气门关闭时进气歧管内真空度较大，油压低；相反，进气歧管真空度减小，油管的油压就提高。油管中的油压随进气真空度大小做相反的变化，使油压与真空度差值始终保持在 250kPa。

13. 点 火 装 置

桑塔纳 2000 轿车的点火装置由点火器、点火线圈、分电器和火花塞组成（图 2-18），点火器与计算机连接。它与晶体管点火装置不同的是，没有机械式的离心和真空点火提前调节机构。点火器与化油器式发动机上晶体管点火装置中的点火控制器类似，分电器仅起分配高压的作用，结构紧凑，点火线圈和火花塞基本没有变化。

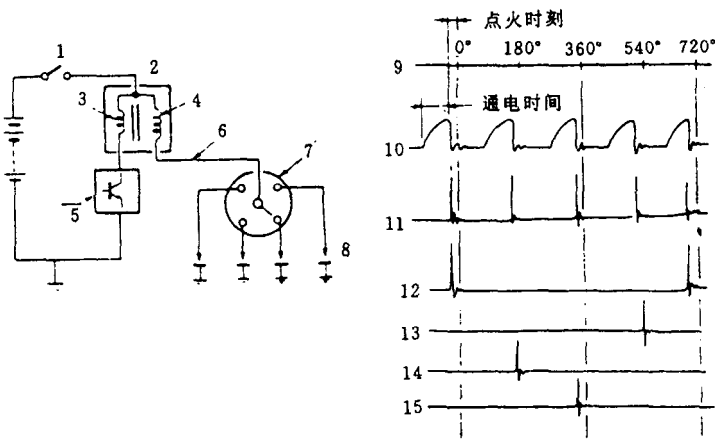


图 2-18　点火装置的原理图

1-点火开关；2-点火线圈；3-初级线圈；4-次级线圈；5-点火器（与计算机相连）；6-高压（高阻抗）线；7-分电器；8-火花塞；9-曲轴转角位置；10-初级通电电压；11-次级高压脉冲电压；12-1 号缸点火；13-2 号缸点火；14-3 号缸点火；15-4 号缸点火

发动机工作的时候，转速传感器将发动机的转速信号送给计算机（代替机械离心提前机构产生的信号），节气门位置传感器把发动机的负荷信号传给计算机（代替真空提前机构产

生的信号）。计算机计算出闭合角及最佳点火提前角，并送到点火器上。点火器放大电压脉冲信号后，再控制点火线圈的初级绕组的通与断，使次级绕组产生高压。分电器将高压电依次分配到相应的火花塞上，各个火花塞按规定“跳火”。如果爆震传感器监测到发动机将要产生爆震，计算机会立即发出调整点火指令给点火器，使火花塞“跳火”时刻移动，避免发动机产生爆震。

在计算机控制下，点火装置给出最佳点火时刻和点火能量，保证了发动机的动力性和燃油经济性。同时，该传感器没有离心提前和真空提前机械运动机构，因而，由于机械运动磨损造成的点火正时变化的概率减少，点火装置的工作更加可靠。

14. 怠速控制装置

怠速控制装置安装在节气门室上，发动机处于怠速时，计算机根据发动机负荷的变化，发出指令给怠速控制装置，怠速控制装置调整进入发动机的空气量，使它的怠速保持在最佳值。例如，开启空调器、前大灯和其他电气辅助设备等，都会使发动机负荷增加而引起怠速下降。相反，怠速要上升。发动机负荷增加，怠速下降，计算机要以最佳怠速参数值为基准上调怠速，相反则下调怠速。这样，发动机的怠速始终保持在一定的值，不会因怠速过小而熄火，又不会因怠速过高而消耗燃油。

桑塔纳 2000 轿车怠速控制装置是控制阀式的，即怠速空气控制阀，它让空气通过自己而不通过节气门进入进气歧管，如图 2-19 所示。

计算机控制着空气控制阀，通过电动机使它的阀片旋转。不同的阀片旋转角度，进入进气歧管的空气量就会不同（图 2-20）。由于这部分空气也经过空气流量传感器，故计算机在控制阀片旋转的同时，也同时控制着喷油嘴的喷油量。在计算机可编程只读存储器中，存有最佳怠速参数值，根据发动机转速传感器传来的实际怠速信号，计算机把它与该最佳怠速值进行比较，如果两个值不一样，计算机就做控制调整，使实际怠速与最佳怠速值一致。计算机把实际怠速与最佳怠速值之间的差值变成控制电压脉冲，空气控制阀接收计算机发来的脉冲电压信号，使阀片在小于 90°范围内作微量旋转，阀片有不同转角的位置，从而达到控制怠速的目的。无论在什么条件下，实际怠速应与计算机内部存储的最佳怠速值基本保持一致。

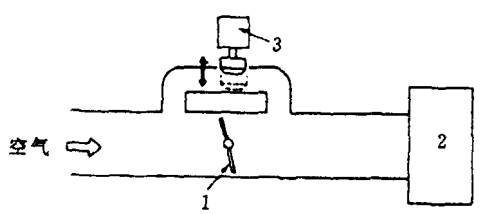


图 2-19 怠速控制装置的空气通道

1-节气门；2-发动机；3-怠速控制装置

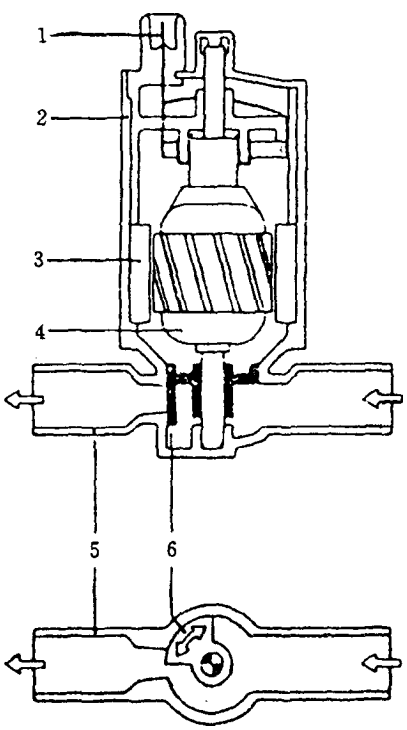


图 2-20 怠速控制装置结构

1-导线插头；2-电动机；3-定子；4-电枢；5-空气通道；6-旋转阀片

15. 燃油蒸发控制装置

燃油蒸气可从油箱和进气歧管等处泄出进入大气，而这此蒸发气体基本是碳氢化合物（HC）。碳氢化合物是对人体有害的气体，又是产生危害极大的“烟雾”的根源，它造成的污染可达全车潜在全部污染的 20%。燃油蒸发控制装置防止燃油蒸发的气体泄出车外，并适时将它重新导入发动机进行燃烧，既可防止燃油蒸气进入大气造成污染，又减少蒸发造成的汽油损耗，提高了燃油的经济性。

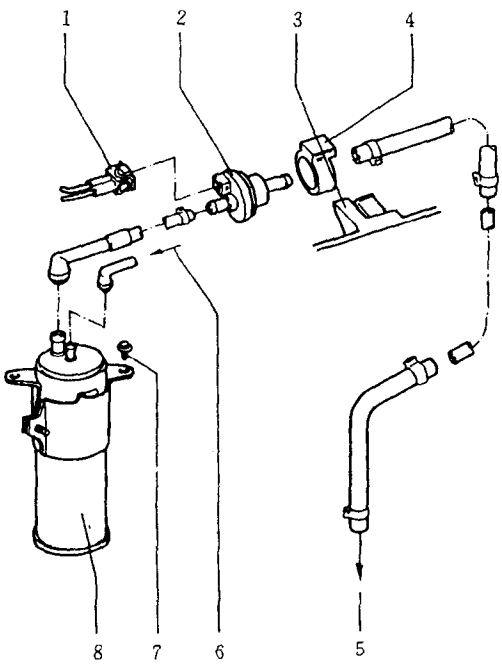


图 2-21 燃油蒸发控制装置

1-导线插头（计算机控制信号输入）；2-清除阀；3-支架；4-橡胶套；5-通发动机进气歧管；6-燃油蒸发管路（来自燃油箱）；7-固定螺栓（10Nm）；8-活性炭罐

桑塔纳 2000 轿车燃油蒸发控制装置如图 2-21 所示，它由活性炭罐、清除阀和专用管路组成。活性炭罐呈黑色圆柱形，位于发动机舱室的右前轮处，它内部的活性炭粒子对燃油蒸气具有极大的吸附作用。发动机不工作时，燃油蒸气全部被吸收到活性炭罐中，防止它溢出污染空气，甚至防止它达到一定的压力和浓度而引起爆炸。清除阀安装在活性炭罐的上方，用计算机进行控制，清除阀上有电磁线圈，因此，也称为清除电磁阀。发动机发动后，发动机未达到正常温度时，计算机控制清除电磁阀断电，阀门关闭，没有真空到达活性炭罐，燃油蒸气不能吸入发动机燃烧；发动机温度正常后，计算机控制清除电磁阀通电，阀门打开，在真空的作用下，燃油蒸气进入发动机燃烧。

16. 喷油量的控制

桑塔纳 2000 轿车计算机对喷油量的控制是较复杂的过程，也是控制的核心内容之一。计算机基本根据空气流量传感器和发动机转速传感器的信号决定基本喷油量，根据发动机冷却液温度传感器、进气温度传感器、节气门位置传感器和进气压力传感器的信号确定校正喷油量，再根据氧传感器的信号实施喷油量的闭环控制。

(1)启动时的喷油量控制

点火开关一接通，燃油泵工作，整个系统建立起正常的油压。然后，计算机检查点火开关是否转到启动位置，如果在规定的时间内没有接到该信号，就关断燃油泵，直到接到启动信号为止。计算机检测到点火脉冲，就知发动机开始启动，程序立即开始控制喷油嘴喷油。

计算机先检测发动机冷却液传感器的数据，冷却液（发动机）的温度越低，控制的喷油量越多，即控制喷油时间较长；反之，控制的喷油量就少。因为低转速和低温时，燃油微粒的旋转运动减弱，燃油蒸发减弱，燃油混合气变稀，油滴沾湿缸壁，必须增大喷油量才能顺利启动发动机。事实上，发动机在较冷的状态启动时，由于发动机转速波动较大，空气流量传感器不能准

确地测量空气流量值，计算机不从空气流量传感器中取值，而是根据发动机的温度，直接给出一个较大的值，使启动时的喷油量较大。为了不让火花塞严重沾湿（被淹），曲轴每转一周，喷油嘴多喷几次。随着发动机转速（信号来自转速传感器）的逐渐提高，计算机控制的喷油量减少，以免发动机“被淹”严重。转速达到规定的正常值后，进入暖机或正常运转时喷油量的控制。

(2)暖机时的喷油量控制

发动机启动后，如果发动机较冷，就进入暖机工作阶段。此时空气调整器（也称附加空气阀）工作，它控制节气门的旁通支路的附加空气流量。低温情况下，空气通过空气流量传感器的主通道，一部分毫无阻止地经过空气调整器的空气通道，使进入气缸的空气增多。由于通过该通道的空气进入气缸前也通过空气流量计的翼片，因此，翼片开度增大，计算机控制的喷油量增加，使发动机顺利暖机。

空气调整器由双金属片、电热线、遮门和电极等组成，如图 2-22 所示。在发动机的温度低时，遮门处于开启状态，空气增量可由进气口进入。当发动机起动后，由点火开关控制的电流流经电热线并对双金属片进行加热，这时双金属片受热弯曲，弯曲的同时带动遮门逐渐关闭。双金属片在 8min 以内（与发动机的温度有关）加热到 80℃时完全关闭，空气完全通过空气流量传感器进入发动机，从而进行正常运转时喷油量的控制。

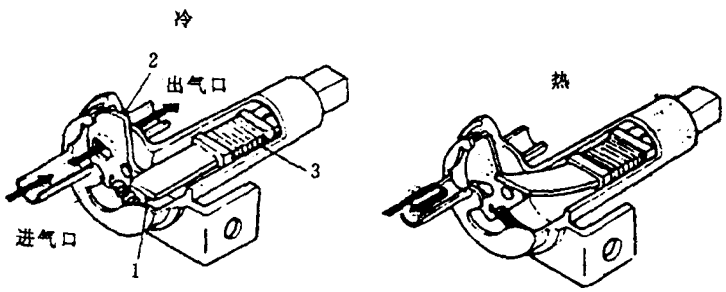


图 2-22　空气调整器

1-双金属片；2-遮门；3-电热线

(3)正常运转时喷油量控制

正常运转时喷油量控制目的是让空气燃油混合气比达到或接近理想的优化值，使车辆的动力性、燃油经济性和污染排放控制达到最佳。总的喷油量是基本喷油量和校正喷油量再加反馈喷油量。

＊基本喷油量

计算机根据空气流量传感器和发动机转速传感器的信号决定基本喷油量。我们知道，喷油量的大小由喷油开始时刻和喷油持续时间而定。发动机转速传感器（给出发动机曲轴转速和位置）可使计算机控制喷油的开始时刻，空气流量传感器使计算机控制喷油持续时间。空气流量传感器测量的空气流量越大，计算机控制的喷油时间越长，基本喷油量越大，反之，喷油量越小。

＊校正喷油量

计算机根据发动机冷却液温度传感器、进气温度传感器、节气门位置传感器和进气压力传感器的信号确定校正喷油量。

＊冷却液温度和进气温度对喷油量的校正

需要全本请访问 www.ertongbook.com