

凌志LS400

轿车电子控制系统 原理与维修

郑霞君 孙镜明 编著



辽宁科学技术出版社

(本书出版由上海发展汽车工业教育基金会资助)

凌志 LS400 轿车电子控制 系统原理与维修

郑霞君 孙镜明 编著

辽宁科学技术出版社

· 沈 阳 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

凌志 LS400 轿车电子控制系统原理与检修/郑霞君, 孙
镜明编著. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1998. 7

ISBN 7 5381-2730 5

I. 凌… I. ①郑…②孙… II. 轿车, 凌志 LS400—电
气设备—车辆修理 IV. U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 01905 号

辽宁科学技术出版社出版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

锦州印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 21 字数: 476,000

1998 年 7 月第 1 版

1999 年 9 月第 2 次印刷

责任编辑: 马旭东

版式设计: 于 浪

封面设计: 曹太文

责任校对: 赵淑新

插图: 李宝成

印数: 4001—8000

定价: 27.00 元

前 言

现代轿车上，电子技术应用得越来越多，汽车电子化程度也越来越高。

这类车由于电子化程度高，对其故障必须进行不解体诊断。这就要求从事汽车维修的技术人员和工人，除了具备必需的汽车结构和电子技术方面的知识外，还须了解汽车电子控制原理、各装置结构及作用，只有这样，才能对汽车故障发生原因了如指掌，一旦手中有了必要的维修资料后，就可以胸有成竹地作出判断，进行正确修理。

丰田凌志 LS—400 代表了日本 90 年代汽油轿车的主要风格：豪华舒适、易于驾驶、低排放及装备主动和被动安全装置。它的电控装置基本上集中了当今世界先进的汽车电控技术。本书在简要介绍 LS—400 主要电子控制装置工作原理、结构的基础上，以大量笔墨介绍 LS—400 电子控制装置不解体诊断方法并提供一些维修数据。希望这本书能使您了解汽车电子控制系统的原理与结构，并能以此为线索找到诊断 LS—400 电子控制装置故障的方法。

本书中电子控制装置原理及部分结构适用于与 LS—400 相仿的丰田凌志 ES—300 及部分佳美 (CAMRY) 车型。

编 者

1997 年 11 月

目 录

第一章 凌志 LS—400 发动机电子控制系统	(1)
第一节 凌志 LS—400 发动机电子控制系统工作原理、各主要装置结构 及功能	(1)
第二节 发动机电控系统维修注意事项及诊断方法	(25)
第三节 按故障代码排除发动机各项故障	(35)
第四节 按故障诊断表排除发动机各项故障	(56)
第二章 凌志 LS—400 防抱制动 (ABS) 及防滑驱动 (TRC) 系统	(87)
第一节 防抱制动系统 (ABC) 原理及应用	(87)
第二节 凌志 LS—400 防抱制动系统的检查与调整	(95)
第三节 凌志 LS—400 防抱制动 ABS 系统故障诊断与维修	(105)
第四节 防滑驱动控制原理及应用	(121)
第五节 凌志 LS—400 防滑驱动 (TRC) 系统故障诊断与维修	(124)
第三章 凌志 LS—400 空调系统	(154)
第一节 空调制冷及采暖原理	(154)
第二节 空调器控制	(159)
第三节 凌志 LS—400 空调系统检测注意事项及方法	(168)
第四节 凌志 LS—400 空调系统故障检测与排除	(173)
第四章 自动变速器	(207)
第一节 自动变速器原理及检修原则	(207)
第二节 自动变速器检修流程	(222)
第三节 自动变速器故障排除	(238)
第五章 安全气囊系统原理、检测与维修	(263)
第一节 安全气囊的功用及凌志 LS—400 安全气囊系统的结构	(263)
第二节 凌志 LS—400 安全气囊系统的检测	(270)
第三节 凌志 LS—400 安全气囊系统的诊断与维修	(279)
附录：凌志 LS—400 电控系统配线图	(305)

第一章 凌志 LS—400 发动机电子控制系统

第一节 凌志 LS—400 发动机电子控制系统 工作原理、各主要装置结构及功能

凌志 LS—400 发动机为 V 形八缸的 1UZ—FE (图 1—1)。凌志 ES—300 发动机为 V

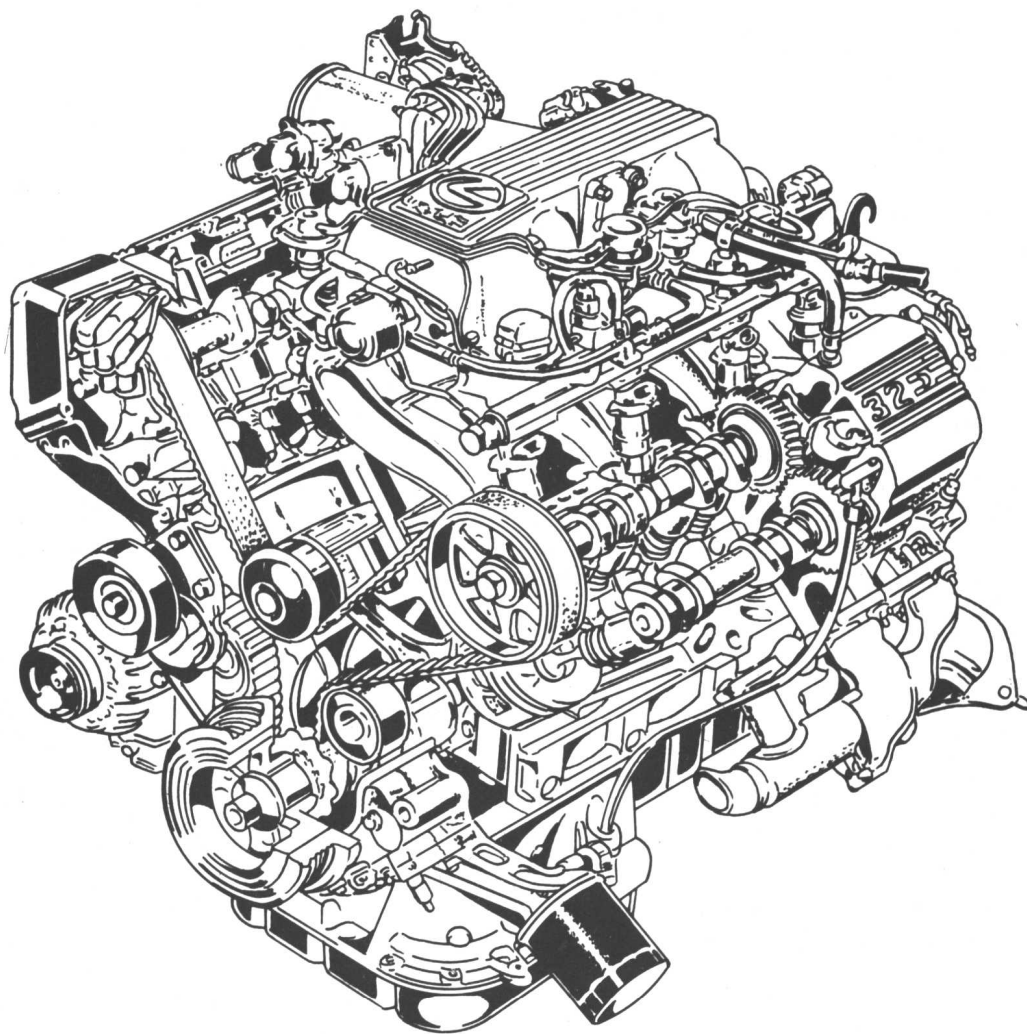


图 1—1 1UZ—FE 发动机外形

形六缸的 3UZ—FE。1UZ—FE 和 3UZ—FE 这两种发动机缸径相同 ($\phi 87.5\text{mm}$)，电喷系统工作原理、结构与主要维修工艺也基本相同。1UZ—FE 发动机外形见图 1—1。

一、进、排气系统工作原理、各装置结构与功能

(一) 进气系统

1. 进气系统工作原理

1UZ—FE 发动机进气系统如图 1—2 所示。

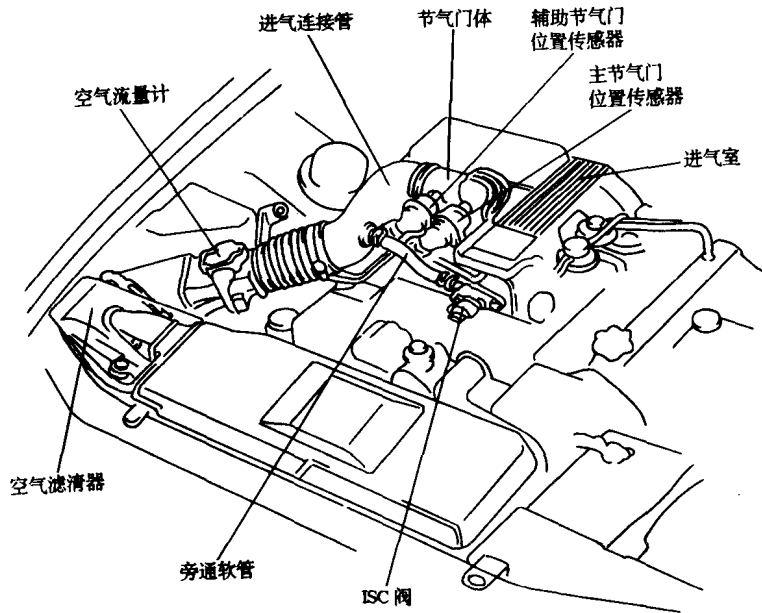


图 1—2 进气系统

该系统主要作用为测量和控制汽油燃烧所需的空气量，以控制输出功率。其进气系统流程如图 1—3 所示。

汽车行驶时，驾驶员脚踩加速踏板（俗称“油门”）控制节气门开度，达到控制进气流量大小的目的。空气流量检测装置精确地计量进入发动机的空气流量，将流量信号转变为电信号，与发动机转速信号一起送入微机，确定基本喷油量（此时设定进气温度为 20°C ，进气压力为标准大气压力 1.013kPa ）。

发动机冷启动及冷启动后（节气门关闭），水温低，怠速控制阀 ISC 开度最大，允许较多的空气经旁通软管至 ISC 阀进入进气室，使发动机保持高怠速以快速暖机。随着水温逐渐升高，ISC 阀开度逐渐变小，旁通空气量随之减少，发动机由高怠速转至正常怠速状态。发动机高怠速及正常怠速均发生在节气门关闭时。

由于进气温度及环境气压对发动机空燃比有较大影响（进气温度及压力影响空气密度，从而引起空燃比偏差），因此在空气流量计内设置一进气温度传感器感受实际进气温度。在 ECU 内设置高海拔补偿传感器感受实际环境大气压力，它将实测到的进气温度信

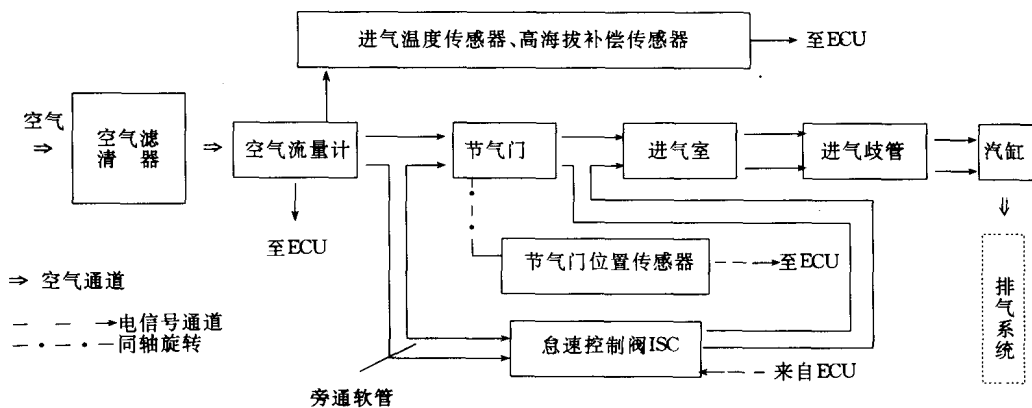


图1-3 1UZ-FE发动机进气系统流程图

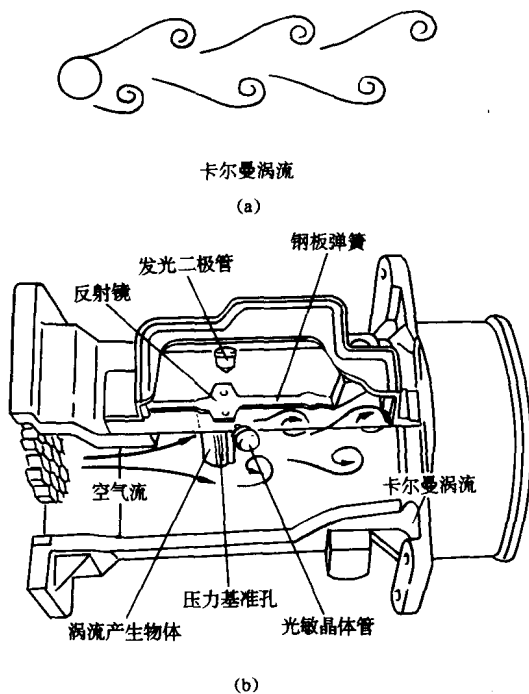


图1-4 卡尔曼漩涡式空气流量计结构图

号和环境绝对大气压力信号送至 ECU 后,经 ECU 运算后,以辅助喷油量之一的形式,修正基本喷油量(实际喷油量=基本喷油量+各辅助喷油量之和)。

2. 进气系统各装置结构及功能

(1) 空气滤清器 空气滤清器结构及作用同化油器式发动机,在此不赘述。

(2) 空气流量计 1UZ-FE 发动机采用卡尔曼漩涡式空气流量计,利用涡流频率测定进气量。其工作原理:当气流越过阻碍物(涡流体)时,会在阻碍物下游产生一系列漩涡(卡尔曼漩涡,见图 1-4 (a) 所示)。测出单位时间内漩涡数 f 就可以知道气流流速 v ,因为漩涡数 f 和流速 v 之间有如下关系:

$$f = S_t \cdot \frac{v}{d}$$

式中: d ——漩涡发生柱宽度或直径(mm);

v ——空气流速($m \cdot s^{-1}$);

S_t ——斯多哈尔数,约为0.2。

漩涡数 f 采用镜检方式测定。见图 1-4 (b),将一锥形漩涡发生柱后由于发生漩涡而产生的压力变化通过压力基准孔导至薄金属镜,使镜面发生振动,于是,每秒产生的漩涡个数转变为每秒金属镜面振动次数。与此同时,发光二极管发出的光照到镜面上。由于镜面振动,光敏晶体管只能间断地接收到镜面反射光,从而输出一系列脉冲电压,该脉冲电压的频率即为镜面振动频率(亦即漩涡频率)。显见,进气量越大(小),输出的

脉冲频率越高（低）。

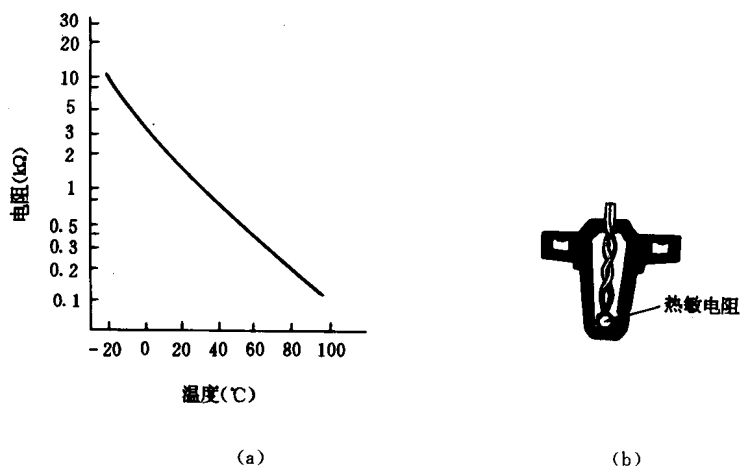


图 1—5 进气温度传感器及热敏电阻阻值与进气温度关系

(3) 进气温度传感器 进气温度传感器装在空气流量计内，检测实际进气温度。它的工作原理是这样的：装在传感器内的热敏电阻随进气温度变化改变它的电阻值。进气温度越低，热敏电阻的阻值越大；反之，则热敏电阻的阻值越小（即负温度系数）。图 1—5 示出了热敏电阻阻值与进气温度之间的关系（附温度传感器结构图）。图 1—6 示

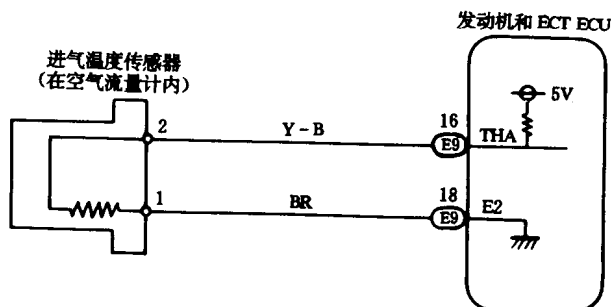


图 1—6 进气温度传感器与 ECU 连接方式

出了进气温度传感器与 ECU 连接方式。ECU 发出的 5V 基准电压经电阻 R 从端子 THW 加到进气温度传感器。当进气温度传感器的电阻值随进气温度变化时，端子 THW 上的电位也随之变化。根据这一信号，ECU 改变辅助喷油量的大小。

(4) 高海拔补偿传感器 当汽车在高原地区行驶时海拔高度增加，大气压力低，空气密度小。为避免混合气过浓与油耗过大，用高海拔补偿传感器检测环境绝对大气压，ECU 根据这一信号对喷射时间进行修正。

高海拔补偿传感器是一种压敏电阻式进气压力传感器。它装在 ECU 内。其结构如图 1—7(a)所示。由硅膜片，集成电路和真空室组成。其工作原理是这样的：硅膜片的一侧是真空室，另一侧则作用着进气绝对压力。硅膜片（如图 1—7(b)所示）为边长约 3mm 的正方形，其中部经光刻腐蚀形成直径约 2mm，厚约 $0.5\mu\text{m}$ 的薄膜。薄膜周围有四个应变电阻，以惠斯顿电桥方式连接。当作用在硅膜片一侧的进气绝对压力增大，引起硅膜片变形。由于应变与压力成正比，附在薄膜上的应变电阻的阻值随膜片应变也成正比变化，导致电桥输出电压变化。集成电路 IC 将这一电压放大，作为进气绝对压力信号送到电脑 ECU。

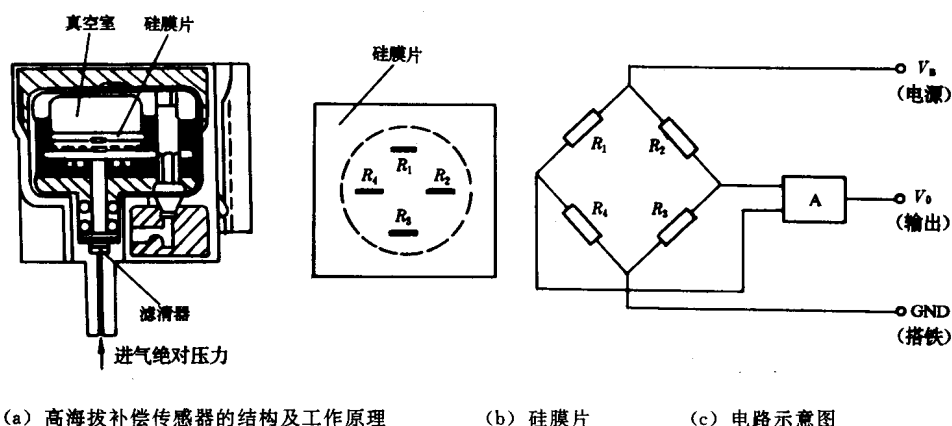


图 1—7

(5) 节气门体 节气门体由节气门总成，主、副节气门位置传感器、节气门缓冲器等组成（如图 1—8 所示）。

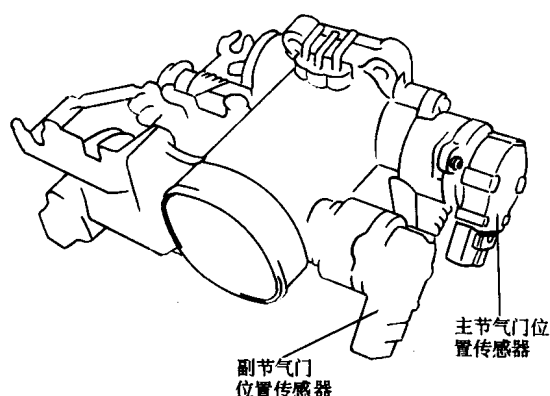


图 1—8 节气门体

①节气门总成：该总成包括节气门及壳体、节气门拉杆等一系列控制进气量的节气门通道，主副节气门位置传感器也装在节气门轴上。将发动机冷却水引入该总成，可避免冬季空气中水分在节气门总成上结冰（图 1—8 未画出冷却水管道）。

②主、副节气门位置传感器：主节气门位置传感器用来检测节气门开度，并将开度大小信号送入 ECU。图 1—9 (a) 是节气门位置传感器结构示意图。图 1—9 (c) 是其电路说明。

这种传感器芯部可以转动，它通过杠杆机构与节气门联动，在传感器芯部周围设置有固定的怠速触点 (IDL)、输出触点 (VTA)、接地点 E_1 、电源 V_{cc} 。其工作原理同电位器。当节气门全闭时，节气门位置传感器中触点 IDL 闭合，此时在 ECU 端子 IDL 上电压为 0V，VTA 端子上约有 0.7V 电压；当节气门打开时，IDL 触点断开，此时 IDL 端子上电压即为 ECU 电源电压，而 VTA 上的电压随节气门开度角成比例地增加；当节气门全开时，电压大约为 3.5~5.0V，ECU 根据从端子 VTA 和 IDL 输入信号来判断汽车行驶状况并作为决定空燃比修正，功率增加修正和断油控制等的条件之一。

凌志 LS—400 由于采用防抱制动及牵引力控制（详见第二章有关内容），对发动机输出功率有影响。所以，1UZ—FE 发动机节气门上另设副节气门位置传感器。该传感器结

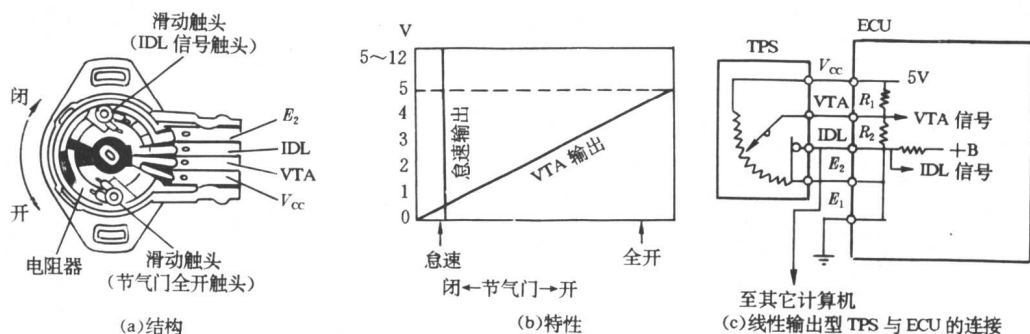


图 1—9 线性输出型节气门位置传感器结构与特性

构和工作原理与主节气门位置传感器相同。副节气门执行器根据来自 ABS (防抱制动) 和 TRC ECU (牵引力控制) 信号, 打开和关闭副节气门, 以控制发动机输出功率。

(6) 怠速控制阀 (ISC 阀) ISC 阀装在进气室上。发动机怠速, 节气门关闭时, 流过空气流量计的空气经一根旁通软管进入 ISC 阀, 然后由进气室进入汽缸 (见图 1—2)。这时进气与发动机节气门位置无关, 进气量大小完全取决于 ISC 阀开度。由于空气已经过空气流量计。因此喷油器会喷相应的燃油。

1UZ—FE 发动机采用步进电机式怠速控制阀控制怠速。如图 1—10 所示, 阀轴与阀座之间的流通面积靠阀的前进与后退来调整。流通面积越大, 流入进气歧管中的空气越多, 怠速转速就越高; 反之, 转速降低。所以, 只需控制步进电机旋转方向及旋转量就能控制怠速转速。

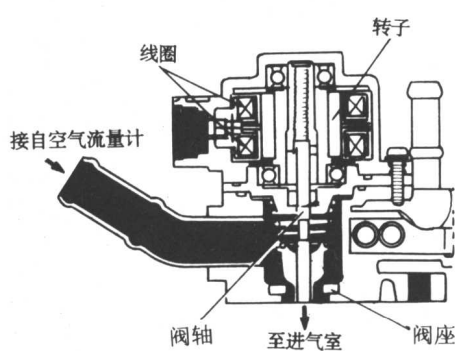


图 1—10 怠速控制阀结构

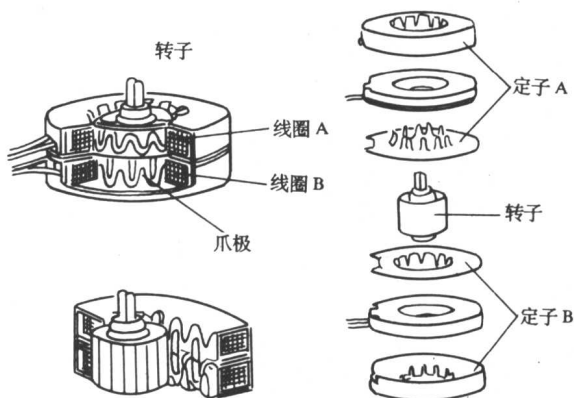


图 1—11 定子结构

ISC 阀由磁性转子、激磁线圈构成的定子和把旋转运动变为直线运动的阀轴、阀座等部分组成。其中, 沿圆周 N、S 排列 (共八对) 的磁性转子和上、下定子 (定子 A 和 B) 即组成步进电机 (如图 1—11)。其步进原理是这样的: 定子 A 内的 1、3 相绕组和定子 B 内 2、4 相绕组通电后在其导磁外壳爪极上产生八对 N、S 磁极, 每对爪极之间间距为一个爪的宽度, A、B 两定子爪极相差一个爪的差位 (见图 1—12)。爪极的极性是变换

的，由微机控制装置输出的控制定子相线绕组的电压脉冲决定，即由微机内晶体三极管

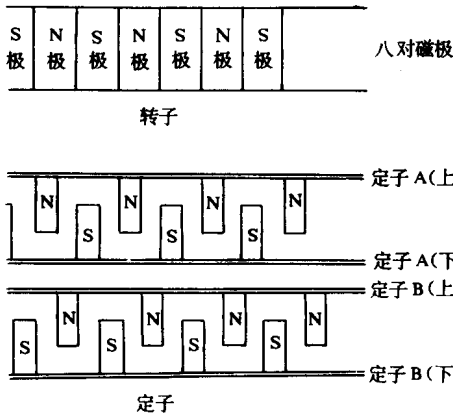


图 1—12 定子爪极布置

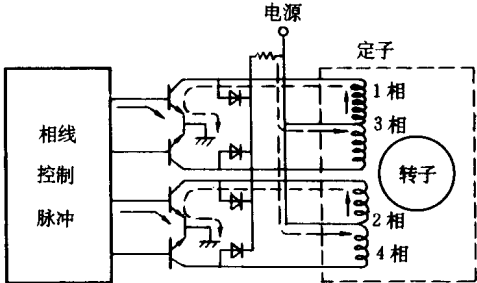


图 1—13 相线绕组的控制电路

控制相绕组的搭铁（图 1—13）。相线控制脉冲如图 1—14 所示。欲使步进电机正转，相线控制脉冲按 1→2→3→4 相顺序依次推迟 90°相位角，定子上 N 极向右方向移动，根据同性相斥，异性相吸原理，转子随之正转了一个爪的转角，以保持转子的 N 极随时与定子 S 极对齐；反之，欲使步进电机反转时，相线控制脉冲按 1→2→3→4 相顺序依次超前 90°相位角即可达到。转子转动一圈分为 32 个步极进行，每个步极转动一个爪的转角，即 $\frac{360^\circ}{32} = 11.25^\circ$ 。步进电机的工作范围为 0~125 个步极。

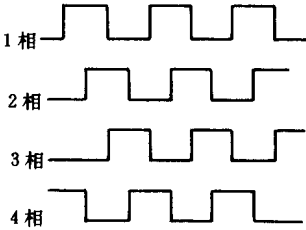


图 1—14 相线控制脉冲（正转）

用步进电机式怠速控制阀控制怠速，控制系统可以把检测到的怠速实际转速值与 ECU 内预存的理论值相比，随时作出不同的校正，以实现稳定而较低的怠速运行。

(7) 进气室 进气室用于防止进气波动，以增大发动机高转速时的进气量，它也能防止每一缸的进气干扰。进气室外形如图 1—2 所示。

(二) 1UZ—FE 发动机排气系统

1UZ—FE 发动机排气系统采用排气再循环(EGR)系统及三元催化反应器(见图 1—15)。采用 EGR 系统是为降低排气中 NO_x 排放，而使用三元催化反应器及相应的理论混合气控制，除了可大幅度降低废气中 CO 及 HC 排放量，还可降低 NO_x 。可以认为，对排气系统所追加的种种措施，主要目的之一是为降低排放污染物。

1. 排气再循环(EGR)系统

它是将一部分排气引入进气管，与新鲜可燃混合气混合后，再进入气缸燃烧。

EGR 系统净化 NO_x 的基本原理是：当燃烧室温度高时，室内的氧原子和氮原子发生反应生成 NO_x 。温度越高且持续时间越长， NO_x 生成量也就越多。排气中主要成分 CO_2 、 H_2O 和 N_2 这三种气体的热容量较高。当新鲜混合气和部分废气混合后，热容量也随之增大。在进行相同发热量的燃烧时，与不混入废气时相比，可使燃烧温度下降，这样就有

效地抑制了 NO_x 生成。

由于采用 EGR 系统, 可使混合气的着火性能和发动机输出功率下降。因此应选择 NO_x 排量多的发动机运转工况, 进行适量的 EGR 控制。

EGR 系统设计成能根据行驶状况适当控制回流到进气室中去的废气量装置 (如图

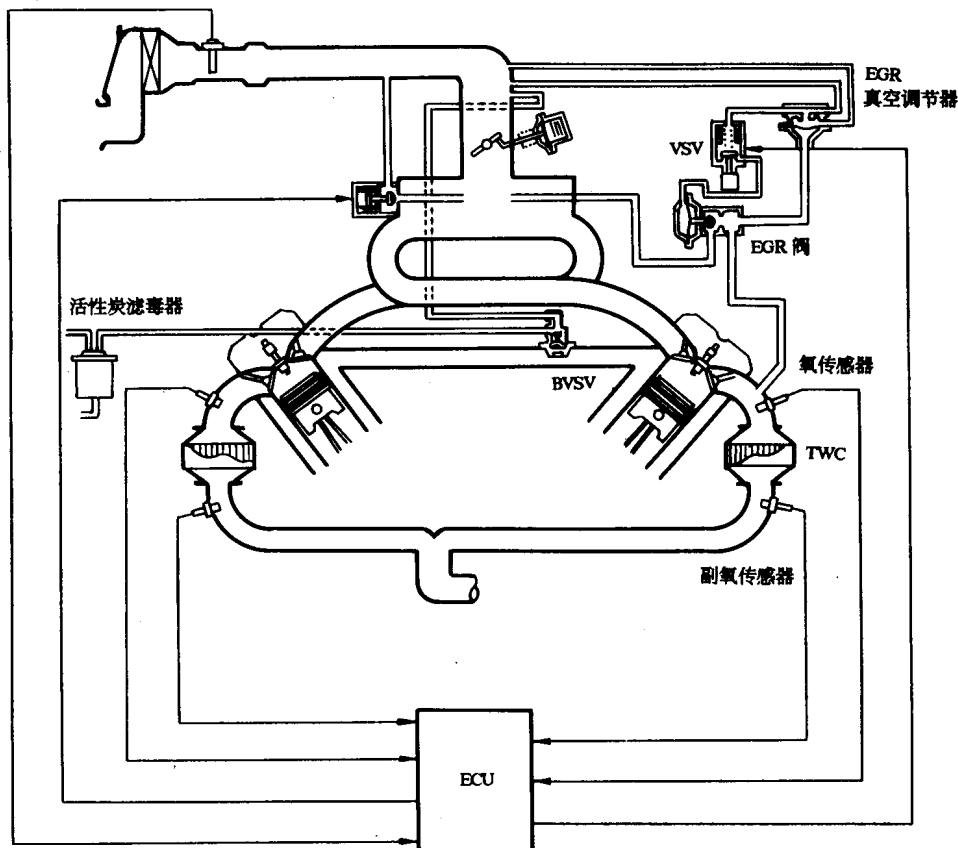


图 1—15 1UZ—FE 发动机废气再循环系统

1—15 所示)。这一装置有助于降低燃烧室内燃烧温度, 从而减小 NO_x 的排放量。它的工作原理为: VSV 阀控制 EGR 阀膜片室真空度, 只要满足下列条件之一, 来自 ECU 信号会使 VSV 阀接通。这就会使大气作用在 EGR 阀膜片室, 在弹簧力和大气压力共同作用下使 EGR 阀轴下行, 关闭和切断废气。VSV 阀接通条件: ①冷却液温度低于预定值; ②在减速时 (此时节气门关闭); ③发动机低负荷 (进气量很少); ④发动机转速超过 $4000\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$; ⑤发动机空转 (空挡启动开关接通)。

除以上情况, VSV 阀断电 (即处于图 1—16 所示状态)。EGR 阀膜片室真空度受节气门后真空度及 EGR 真空调节器综合控制, 膜片室真空力大于弹簧力, 阀杆上升, 排气进入进气室。阀杆上升量越大, 单位时间排气回流量也越大; 反之, 则越小。

EGR 装置仅用于销往欧洲和澳大利亚的凌志 LS—400 轿车上。部分转口到我国的 LS—400 上也带有 EGR 装置。

2. 三元催化反应器和氧传感器及其空燃比反馈控制系统

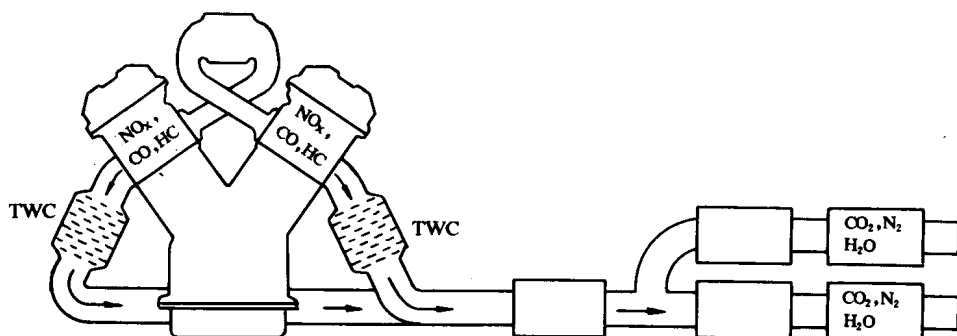


图 1-16 三元催化反应器 (TWC) 作用

三元催化反应器可将 NO_x 中的氧转入 HC 、 CO 中,使 HC 和 CO 氧化成 H_2O 和 CO_2 ,而 NO_x 本身则被还原成 N_2 ,从而使 CO 、 HC 和 NO_x 三种有害成分都得到净化 (图 1-16)。

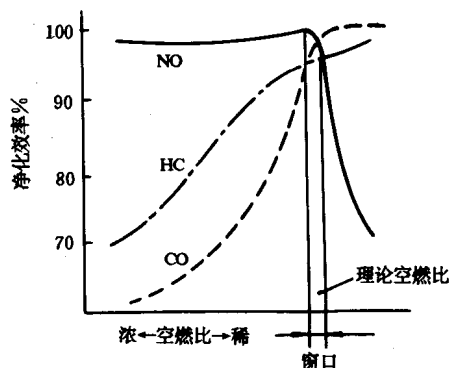


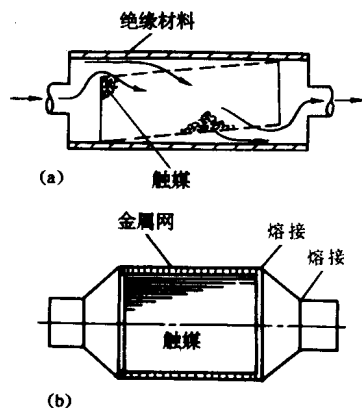
图 1-17 三元催化反应器的净化特性

对同一催化剂的氧化与还原反应而言,其催化反应特性与通过的废气中所含的氧含量有关。亦即:催化反应所导致的净化效率与发动机所用的空燃比有关。图 1-17 示出了三元催化反应器净化效率与空燃比关系。由图可见,三元催化反应器是在以理论空燃比为中心的某一狭小范围内同时具有氧化、还原作用,使 CO 、 HC 和 NO_x 净化率最高,亦即排放控制最佳。因此,使用三元催化反应器,必须装氧传感器和空燃比反馈控制系统,控制混合气空燃比。

理论空燃比反馈控制机理是:装在排气管中的氧传感器检测排气中余氧成分,微机接收到氧传感器信号后,即可得知混合气稀、浓,进而控制辅助喷油量,使混合气浓度始终在理论空燃比附近的一个狭小范围内变化,从而使三元催化反应器净化效率最高。

(1) 三元催化反应器 图 1-18 为格网型三元催化反应器,其外观像一个排气消声器(实际上它也兼起消声器作用)。壳体用耐高温、耐腐蚀的材料制成,内部装有催化床。它装在靠近发动机的排气管位置上。其寿命可达 8~10 万 km。

催化床内的触媒为将催化剂(铂与少量铈)附着在直径为 2~4mm 的 Al_2O_3 载体表面的颗粒。铂能促使 CO 、 HC 氧化;而铈则能加速 NO_x 的还原。催化剂表面的活性作用是由排气热量激发的,其使用温度范围,以



(a) 丸状结构 (b) 整块式载体结构

1-18 三元催化反应器的外观结构

活化开始温度 ($\geq 250^{\circ}$) 为下限, 以过热引起催化剂故障的极限温度 (1000°C) 为上限。保持催化器高净化率、高使用寿命的理想运行条件的使用温度约为 $400\sim 800^{\circ}\text{C}$ 。

催化器过热, 会加快其老化, 使催化器发生质的变化, 完全丧失催化功能。为此, 有的发动机安装温度报警装置, 以提醒驾驶员注意。催化器损坏的另一个因素是排气中铅化物、炭烟及焦油。因此, 应注意必须使用高品质的无铅汽油。

(2) 氧传感器及其空燃比反馈控制系统

1UZ—FE 发动机上所用的氧传感器结构见图 1—19 所示。它的关键元件为一用二氧化锆 (ZrO_2 ——一种陶瓷) 做成的锆管。在其内、外表表面均匀地涂敷一薄层铂。锆管外表面与废气相通、内表面与大气相通。为防止废气杂质腐蚀锆管铂膜, 在锆管外表面的铂膜上还覆盖着一层多孔的陶瓷层, 允许氧渗入该固体电解质内。

当温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ 时, 氧气发生电离。由于锆管内 (大气侧)、外 (废气侧) 氧含量不一致, 浓度差造成氧离子扩散运动。于是在锆管内、外侧间产生电位差。当氧浓度差大 (由于浓混合气燃烧后, 排气中氧含量几乎为零), 锆管两侧间产生电位差大 (达 $0.8\sim 1\text{V}$); 反之, 当氧浓度差小 (稀

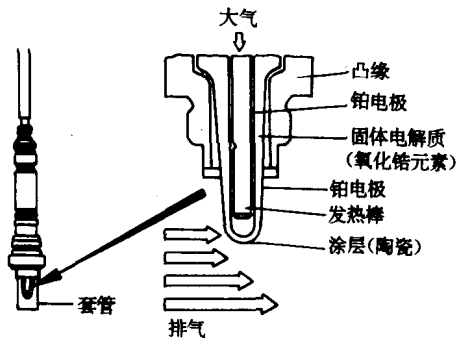


图 1—19 氧传感器结构

混合气燃烧后, 排气中余氧含量高), 锆管两侧间产生的电位差小 ($\leq 0.1\text{V}$)。所以, 氧传感器实质上是一微电池。它所产生的电压在理论空燃比处 ($A/F=14.7$) 发生突变。氧传感器输出电压与空燃比关系如图 1—20 所示。ECU 利用这一信号去控制喷油量增加或减少, 从而使空燃比保持在以理论空燃比为中心的狭小范围内, 使三元催化反应器同时净化 CO 、 HC 和 NO_x 效率最高。

1UZ—FE 发动机有主、副氧传感器。它们分别安装在左、右两侧排气歧管上 (见图 1—36 所示)。氧传感器内有一只加热 ZrO_2 的加热体。加热体受 ECU 控制, 在进气量少情况下 (此时排气温度低), 电流通过加热体使传感器加热到大于等于 300°C (氧传感器工作温度), 此时氧传感器才进行氧浓度的准确检测。

氧传感器在油门稳定, 配制标准混合气时起较为重要作用, 而在频繁加浓或变稀混合气时, ECU 忽略氧传感器信息。一般在以下情况下, 氧传感器反馈控制解除: ①发动机启动时及启动后暖机时; ②节气门全开 (大负荷、高转速) 时; ③加、减速燃油量修正时; ④燃油中断停供时; ⑤怠速时。

氧传感器还能弥补由于机械及电喷系统其它机件磨损而引起的空燃比误差。

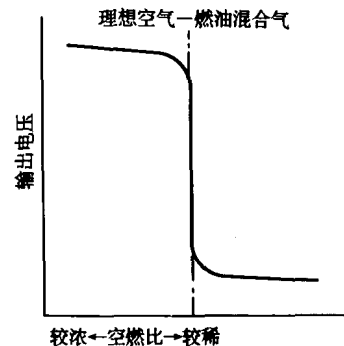


图 1—20 氧传感器输出电压与空燃比关系

我国排气污染标准很低。所以，直接向我国出口的国外汽车（含丰田车）一般都不装三元催化反应器和氧传感器。但大多进口车或转口车一般都装这套装置。因此，氧传感器和催化反应器出故障是不可避免的。当出现故障代码“21”“25”“26”“27”“28”“29”时，可不去检修。

二、燃油供给系统工作原理及各装置结构与功能

1. 工作原理

燃油系统由燃油泵，燃油滤清器，燃油脉动衰减器、燃油压力调节器及供油总管等组成。图 1—21 示出燃油系统流程图。图 1—22 为该系统各装置在车上的实际安装位置。

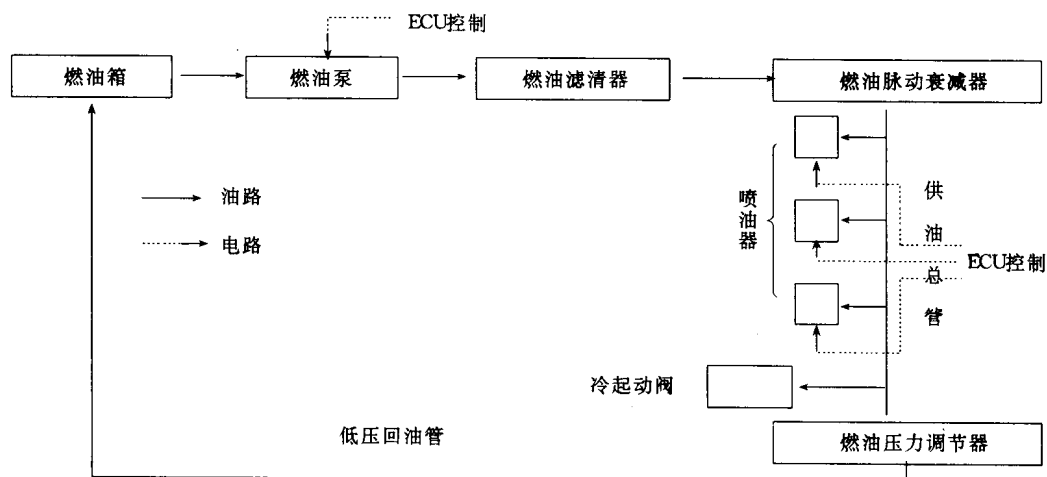


图1—21 燃油供给系统流程图

燃油从燃油箱经电动燃油泵以约 0.25~0.3MPa 的压力流经滤清器，滤去杂质进入燃油脉动衰减器，尔后进入供油总管（供油总管的每一分支接一喷油器）。供油总管末端接一压力调节器，它使喷油器进油压力与进气歧管处压力保持恒定压差，过量的压力油经低压回油管返回油箱。

为改善发动机低温启动性能，1UZ—FE 发动机进气总管上安装了一个冷启动阀，冷启动阀的喷油时间由热限时开关控制。

2. 燃油系统各装置结构及作用

(1) 电动燃油泵 电动燃油泵的主要任务是供给燃油系统足够的、具有规定压力的燃油。

1UZ—FE 发动机配备

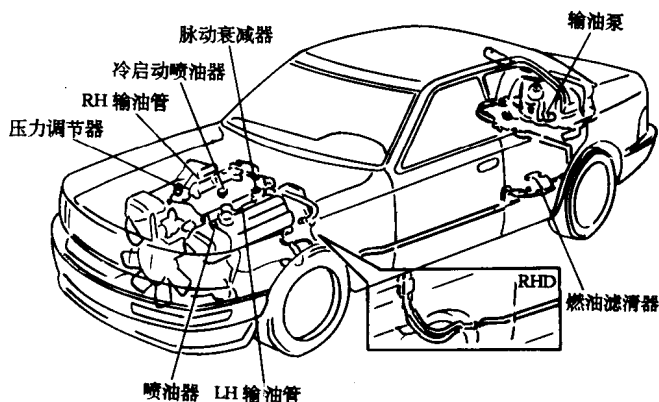


图 1—22 燃油供给系统各装置在车上的实际安装位置

的燃油泵安装在油箱内（内置式），安装管路简单，不容易产生气阻和漏油。

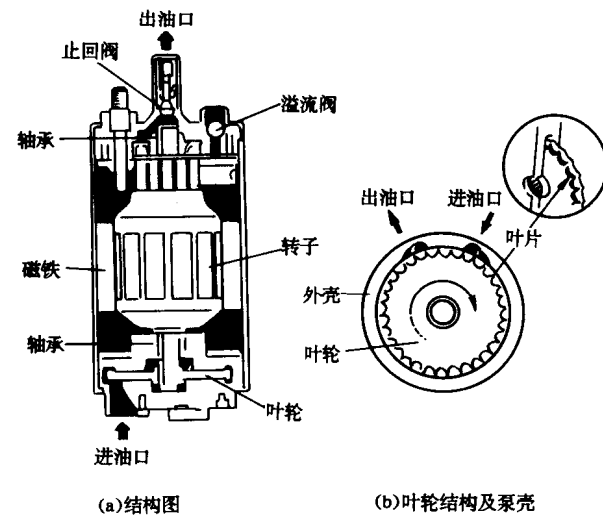


图 1—23 电动燃油泵结构图

电动燃油泵主要由泵体、永磁电动机和外壳三部分组成（图 1—23 所示）。永磁电动机通电后，带动叶轮旋转。叶轮圆周上均匀分布着叶片，两个相对于叶轮叶片部位开有合适流道的法兰组成泵壳（图 1—23 (b) 所示）。燃油输送和油压升高完全由液体分子之间动量转换实现。燃油泵出油口附近设有溢流阀。当油管堵塞，油压上升（油压 $> 0.3\text{MPa}$ ），此时阀内的溢流弹簧被顶开，超压的燃油流回油箱。当发动机停车时，止回阀关闭，不让油管内燃油回流，油路内保持残余油压，以利下次启动。

电动燃油泵在发动机点火开关打开后即开始运转。但当发动机停转而点火开关仍打开情况下，油泵只运转 1s，电控装置发出指令，油泵停转。

(2) 燃油压力调节器 该调节器的主要功能是调节喷油器和冷启动阀的燃油压力，使燃油压力与进气管压力之差（或与进气管真空度之和）保持常数（如图 1—25 所示）。这样，从喷油器喷出的燃油量便唯一地决定于喷油器的开启时间。

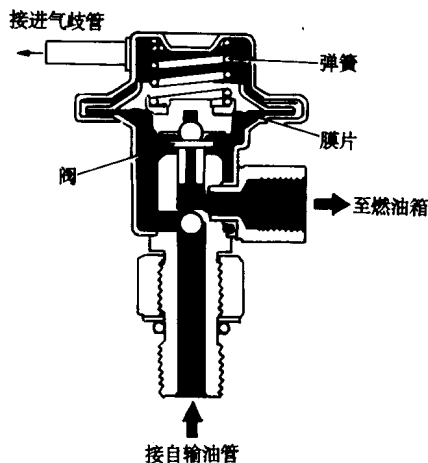
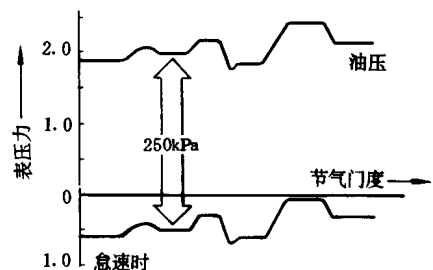


图 1—24 燃油压力调节器结构



燃油压力 = $250\text{kPa} + \text{进气管真空（负压）}$

图 1—25 节气门开度与燃油压力的关系

压力调节器的结构如图 1—24 所示。由金属壳体组成的内腔被一个膜片分成两室。一个室内装有预紧力弹簧并与进气歧管相通（通过一通气管）；另一室通燃油。当油压超过