

3. 电控燃油喷射

3.1 发动机电控系统（EMS）简介

奇瑞S11 车型采用DA465Q-1A2/D 型系列发动机，采用BOSCH M1.5.4 发动机电控系统。该系统具有顺序点火、顺序喷油、爆震闭环控制、怠速闭环控制、碳罐控制、空调自动控制等功能。

电控燃油喷射式汽油机所采用的是闭环控制发动机电控系统。该系统的核心电子控制单元（ECU），根据进气压力传感器、转速传感器和进气温度传感器的信号计算出每循环吸入的空气量，相应地确定每循环的喷油量，并根据冷却液温度传感器等信号对此进行修正。由于燃油压力调节器使喷油器内外压力差保持恒定不变，且喷油截面为定值，所以电子控制单元通过控制喷油时间就可以控制每循环的喷油量。在空燃比（ λ ）闭环控制的情况下，ECU 根据氧传感器的信号对喷油量进行修正，使燃油和空气的混合气保持理论当量空燃比。借此可使三元催化反应器最大限度地净化排放，降低发动机排气中的一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）及氮氧化物（NO_x）含量，使汽车排放达到欧洲90 年代中期水平，成为低排放的绿色环保汽车。

奇瑞S11 电喷发动机具有自我诊断功能，系统出现故障时故障指示灯会亮起。在系统元件出现故障时系统具有“跛行回家”功能。另外系统线束中设有外接故障诊断的接口。

3.1.1 怠速转速闭环控制原理

怠速时，油门踏板完全松开，ECU 通过节气门位置传感器感知负荷信息和冷却液温度传感器的温度信息来识别怠速工况，并确定怠速转速的预控制值。

当发动机第一次起动时，ECU 通过“自学习”来确定怠速转速执行器的位置：如果通过转速传感器感知的转速实际值和预控制值不一致，则通过怠速调节器改变怠速空气通道的截面积，调节进入气缸的空气量和燃油量，使转速实际值趋向于预控制值，并最终达到一致。此时，ECU 将记住怠速调节器的位置。

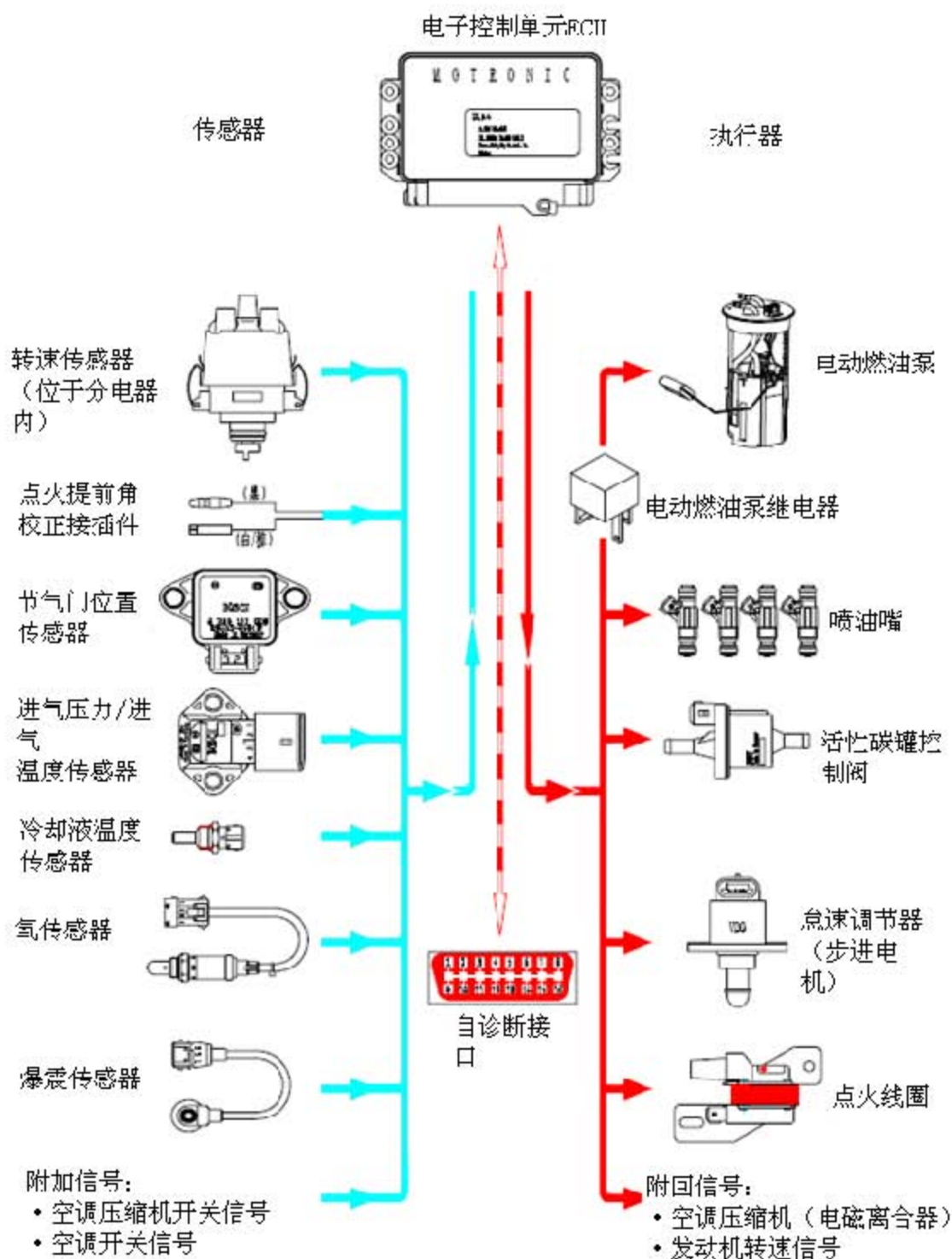
当发动机再次识别到怠速工况时，将直接控制怠速调节器到怠速位置，并根据负荷情况时刻进行微调。其中，当空调接通时，ECU 控制怠速调节器进行预控制修正，提高怠速转速。

3.1.2 点火正时和爆震电子控制原理

S11 发动机系统采用有分电器顺序点火方式。ECU 根据负荷信息和转速信息确定点火提前角设定值，并根据冷却液温度信息、加速信息等进行修正，得出应有的点火提前角，由此确定点火正时。一旦检测到爆震信号，ECU 立刻推迟点火提前角，直到不再出现爆震信号。

3.2 发动机电控系统的组成

发动机电控系统由传感器、电子控制单元（ECU）和执行器三个部分组成



发动机电控系统的组成

3.3 发动机电控系统传感器

传感器的功能是将传递发动机状态信息的各种非电物理量转变成电信号输送给电子控制单元，奇瑞S11 汽车发动机用的传感器包括：节气门位置传感器、进气压力传感器、进气温度传感器、爆震传感器、冷却液温度传感器、氧传感器、曲轴转速传感器（也称霍尔元件，装在分电器内）。

3.3.1 节气门位置传感器

- 1). 形式：电位计式；
- 2). 作用：节气门位置传感器监测节气门的开启角度，ECU 内部提供5 伏特电压给传感器，经传感器电阻转换成电压信号，传送到ECU。
- 3). 位置：与节气门同轴安装在节气门体外侧，以监测实际负载和动态变化。



- 4). 传感器检测：
 - A). 电阻检测：用欧姆表测量插头上接脚1 与3 之间阻值，应为1.95~2.10 Ω ，转动节气门，当节气门由全闭至全开时，接脚2 与3 之间阻值应在1.10~280K Ω 之间连续变化。
 - B). 电压检测：节气门全关时电压：0.2V-0.7V
 - C). 节气门全开时电压：3.0V-4.8V

与节气门同轴安装在节气门体（节气门体安装在进气管前端）外，提供负荷、负荷范围和加速信息。

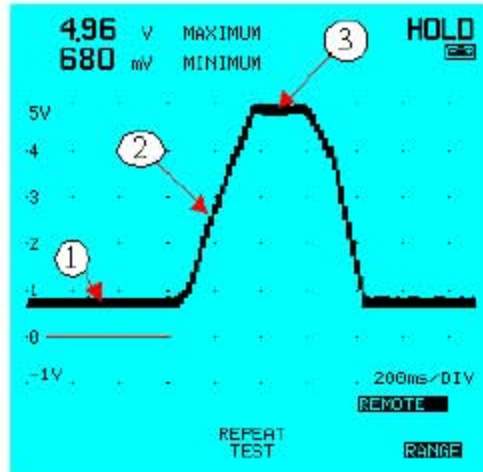
D). 波形:

节气门传感器波形测量只要点火开关打开就可以测量，如下图，

1——节气门怠速电压值

2——转动节气门查看是否有信号中断现象

3——最高电压位置



3.3.2 进气压力传感器

1). 位置：装在进气歧管稳压腔上；



进气压力传感器

2). 作用：提供发动机负荷信息，即通过对进气管的压力测量，间接测量进入发动机的进气量，再通过内部电路使进气量转化成电信号，提供给电脑。

- 3). 结构原理: 进气管压力传感器通过一条通道与进气管相连, 并对进气管的绝对压力进行监测 (kPa)。传感器元件由一块钟罩状的、有一定厚度的膜片构成, 这层膜片密封具有特定内压的参考压力腔。膜片变形的程度由进气管的压力决定。一系列压力式电阻元件固定在膜片上, 其导电性根据机械应力的变化而改变。这些电阻连接成电桥, 这样, 膜片的任何变形都会引起电桥平衡发生变化。电桥电压指示了进气管压力的变化信号处理电路将电桥电压放大, 以补偿温度变化带来的影响, 并使压力响应曲线线性化。信号处理电路中输出电压信号被传送到ECU。
- 4). 检测: ECU 提供5 伏特工作电压。点火开关至“ON”, 传感器4 号脚与地之间的电压: 3.8V-4.2V, 怠速空转时压力信号电压: 0.8V-1.3V。

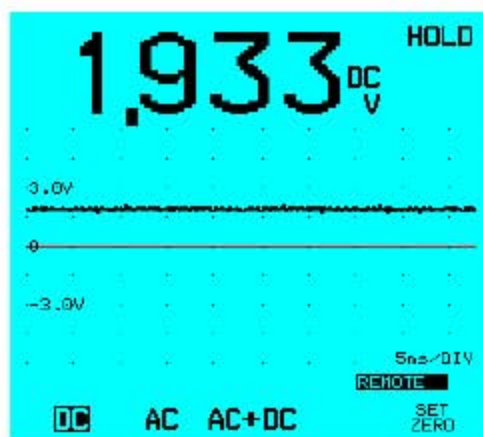
3.3.3 进气温度传感器

- 1). 安装位置: 进气温度传感器与进气歧管压力传感器作成一体。
- 2). 作用: 提供空气温度信息用于修正喷油量和点火正时。
- 3). 结构原理: 其内部为一个负温度系数的热敏电阻, 即温度越高, 其电阻越小, 温度越低, 电阻越大。



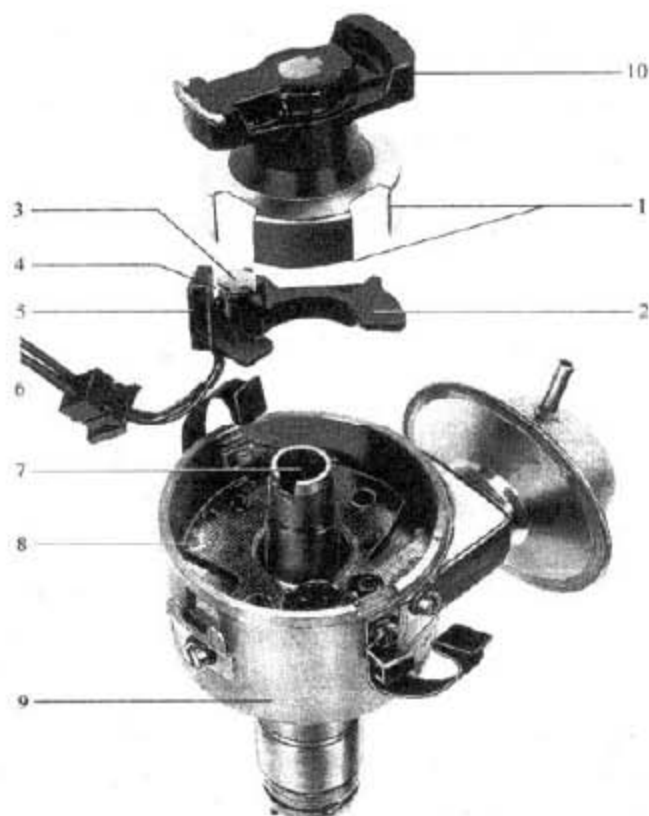
进气温度传感器

- 4). 检测: 用欧姆表测量插头上的接脚1 与2 之间的阻值, 当温度为20℃时, 阻值应为2.2-2.7KΩ; 30℃时应为1.4-1.9 KΩ, 40℃时应为1.1—1.4 KΩ 否则更换传感器。
- 5). 波形: 进气温度传感器波形在怠速常温情况下是固定不动的。如下图所示。



3.3.4 曲轴转速传感器

1). 位置：装在分电器内

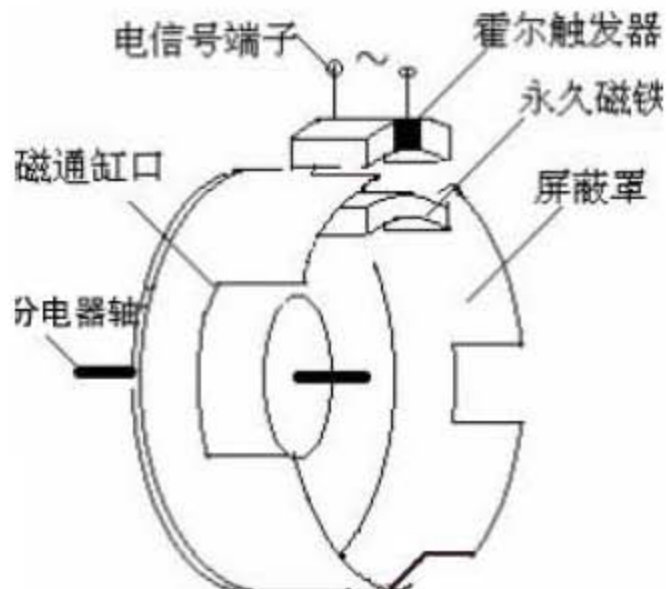


1-叶片；2 叶片开关；3—传导元件；4—气隙；5 霍尔集成电路的陶瓷衬底(壶形)；6—霍尔发生器3 芯导线；7—分电器轴；8—支承板；9 分电器壳；10—分电器转子

2). 形式：霍尔式

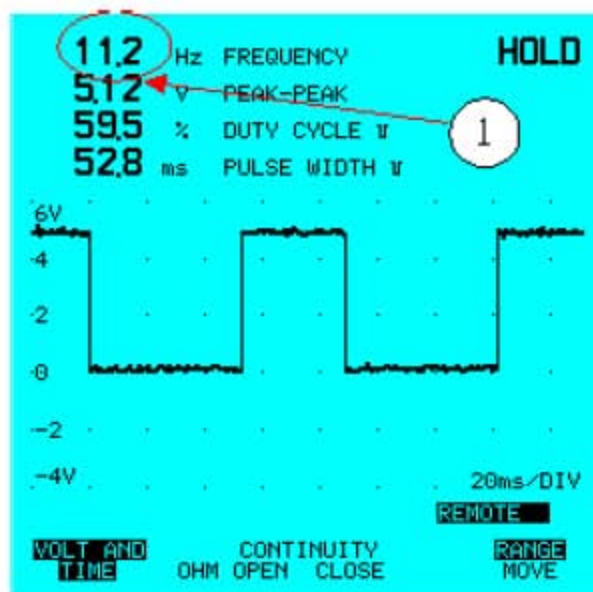


- 3). 作用：提供转速和曲轴相位信息，相位信息为喷油正时和点火正时提供参照点。
- 4). 组成原理：传感器包括霍尔触发器、永久磁铁、屏蔽罩等组成，一组磁铁安装在分电器内上，其中一磁铁压装霍尔触发器，屏蔽罩与分电器轴装成一体，与分电器轴一起旋转，置于两磁铁之间，其边罩上开出矩形缺口，其缺口通过磁通时霍尔触发器将产生矩形电压波形，经端子输出给ECU 并逻辑运算来确定点火时间的准确性。



曲轴传感器原理图

5). 检测：应用示波器测量波形，其信号为5V 方波。



3.3.5 冷却液温度传感器：

1). 安装位置：装在进气歧管缸盖出水口处。



2). 作用：水温传感器是监测发动机冷却水温度，将之转换为电压信号传送到ECU，ECU 根据此信号来控制喷油量，点火正时和怠速控制等。



冷却液温度传感器

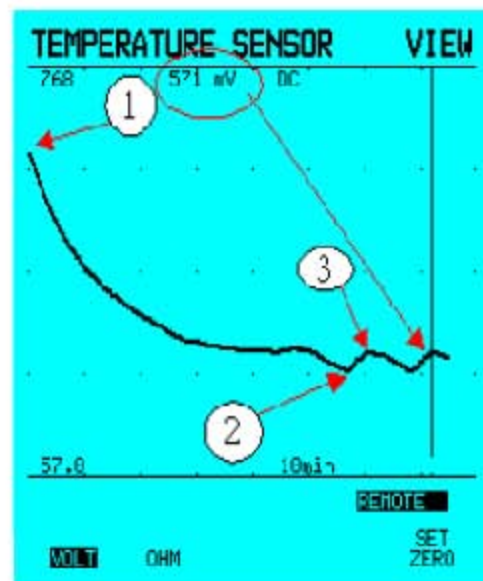
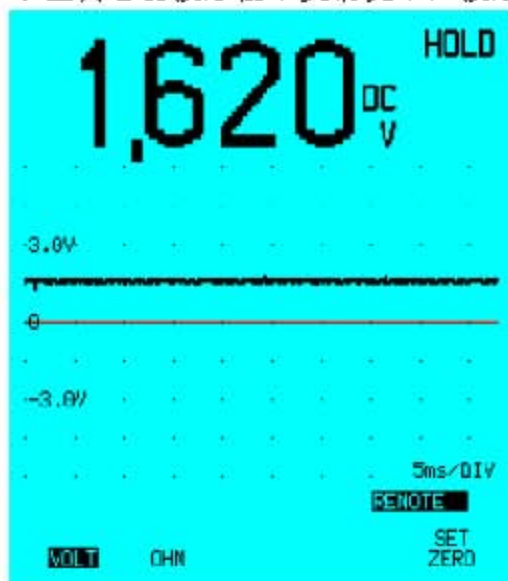
- 3). 结构原理：进气温度传感器内部为负温度系数的热敏电阻，即水温高时，电阻小，水温低时，电阻大。

冷却液温度传感器接脚1 与2 之间阻值

水温 (°C)	阻值 (Ω)	水温 (°C)	阻值 (Ω)
50	740-900	80	290-360
60	540-650	90	210-270
70	390-480	100	160-200

波形：

水温传感器波形在不变情况下，波形不变。

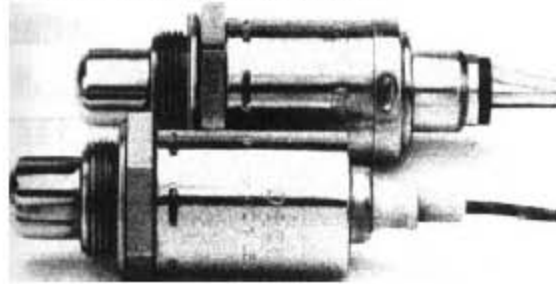


传感器波形分析

1-从冷车开始；2-风扇开始运转；3-风扇停止

3.3.6 氧传感器

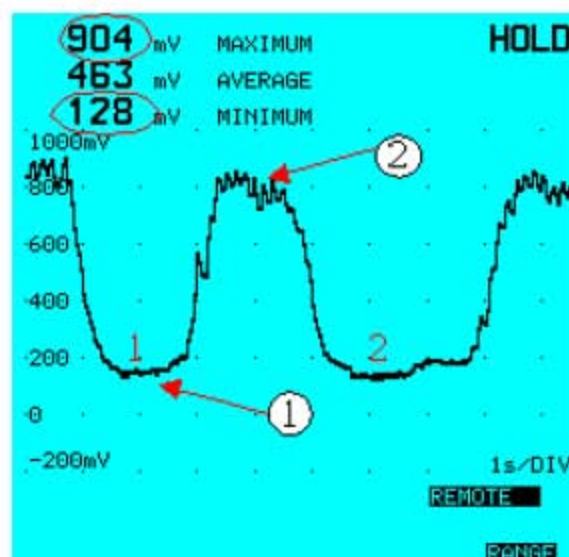
- 1). 位置：装在发动机和三元催化转化器之间。



- 2). 作用：提供混合气浓度信息用于修正喷油量，实现对空燃比的闭环控制。
- 3). 原理：氧传感器根据排气中氧溶度的高低换成输出电压信号并将电压信号送到ECU。当空燃比小时，则排气中含氧浓度降低，输出电压升高。
- 4). 电阻：点火关闭，脱开氧控制器插塞连接，电阻测量仪连接到探测器方向的二根白色导线，阻值在 $0.20\sim 20K\Omega$ 。与温度有关）。



- 5). 波形：其电压变化应在 $0.1\sim 0.9V$ 之间。2500rpm定速情况下，10秒钟至少变化5次以上，否则氧传感器老化。怠速情况下检查电压不能超出 $0\sim 1V$ 。

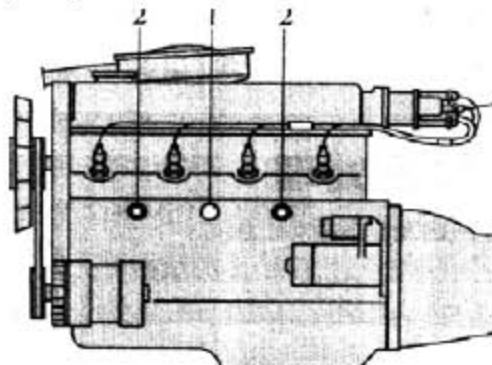


3.3.7 爆震传感器

- 1). 位置: 装在汽油机缸体排气侧, 提供爆震信息用于修正点火正时, 实现爆震闭环控制。



- 2). 作用: 提供爆震信息用于修正点火正时, 实现爆震闭环控制。
- 3). 原理: 在某种条件下, 火花点火发动机的燃烧会演化为一种不正常的燃烧过程, 此时伴随着典型的“敲缸声”和“碰击声”。这是一种不希望发生的现象, 我们称之为“爆震”。爆震过程限制了发动机的功率输出的有效热效率, 它是由于在燃烧火焰前锋还未达到之前, 提前点燃混合气所致。初始燃烧和活塞的压缩使燃烧室的压力和温度急剧升高, 导致末端混合气(残余的未燃烧混合气)发生自燃。火焰的速度可达到2000m/s, 而正常燃烧火焰的速度约为30m/s. 这种末端气体急剧的燃烧进程引起了该处压力显著提高。该压力波传播撞击到气缸壁上, 即燃烧室的表面。长时间的爆燃引起的压力波, 以及在气缸垫上、活塞顶和气门附近的区域产生的热应力, 都会导致机械损坏。爆震燃烧所产生的振动信号可以由爆震传感器测得, 并把它们转换为电信号, 然后传递给Motronic 系统的ECU。
- 4). 安装: 安装爆震传感器时不能加任何垫片及锁紧装置, 只可用螺钉紧固。
爆震传感器安装规律: 如图所示:
1—1 个爆震传感器位于第2 缸和第3 缸之间; 2—假如安装两个爆震传感器, 则分别安装在1 缸与第2 缸之间和第3 缸4 缸之间。



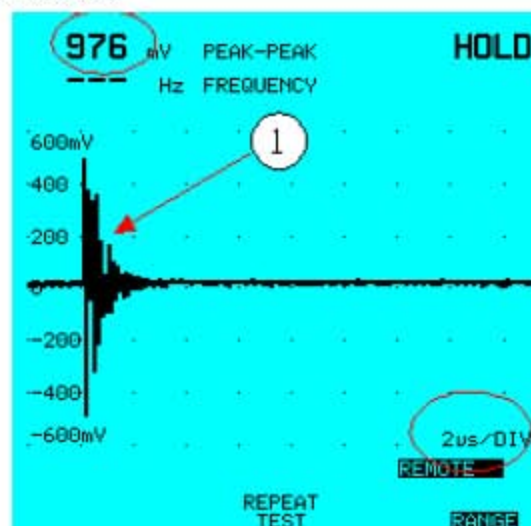
爆震传感器的安装位置

- 5). 检测: 用欧姆表测量插头上接脚1 与2 之间阻值, 应大于1.0MΩ。测量插头上接脚2、3 分别与搭铁之间阻值, 均应为0。



爆震传感器

- 6). 波形: 在没有爆震发生时其电压不变。其波形检测可以在发动机熄火情况下采用敲击发动机的方式测量。或者发动机着车情况下, 猛踩油门几次, 发生爆震时测量。



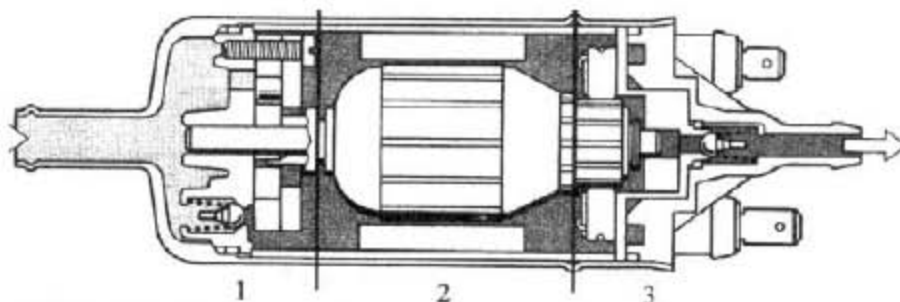
3.4 执行器原理与检测

奇瑞S11 发动机执行器包括电动燃油泵、喷油器、点火线圈、怠速调节器（俗称步进电机）及碳罐控制阀等元件。

3.4.1 电动燃油泵

- 1). 位置: 安装在油箱内。
- 2). 功能: 电动燃油泵能将燃油持续地从油箱中吸出, 给发动机供给足够的燃油。为了确保喷射系统所要求的喷射压力, 喷射系统的最大供油量应大于

理论上发动机所需的供油量。电动燃油泵的开或关由发动机电脑ECU决定。当发动机工作而点火系统停止工作时，则由一个安全电路切断燃油供应。



电动燃油泵

1—泵；2—电动机；3—泵盖

3). 组成:

- 燃油泵总成
- 电动机和端盖

燃油泵总成和电动机安装在同一机体中，并且都沉浸在流动的燃油中。这样的安装方式有利于电动机的散热。由于没有氧气的存在，燃油中不会形成可燃混合气，因此没有爆炸的危险。输出端盖上装有接线柱、单向阀和压力端的油路接头，防止气阻的产生。干扰抑制装置也安装在该端盖总成内。

- 4). 使用：车辆第一次加油或油箱内燃油用光时，加油量（建议不少于8升）必须保证油箱内油面的高度超过储油桶进油口的高度，使储油桶内的电动燃油泵的吸油口完全浸没在燃油中，车辆才能顺利起动。由于储油桶及其特殊的结构设计，在油箱内液位较低时，使储油桶内的液面高于油箱的液面，保证车辆在上坡或下坡行驶时不至于因电动燃油泵吸不到燃油而熄火。

- 5). 油泵检测：泵油压力：300 kPa

燃油泵本体严禁拆卸，以免破坏其密封性而引起爆炸※

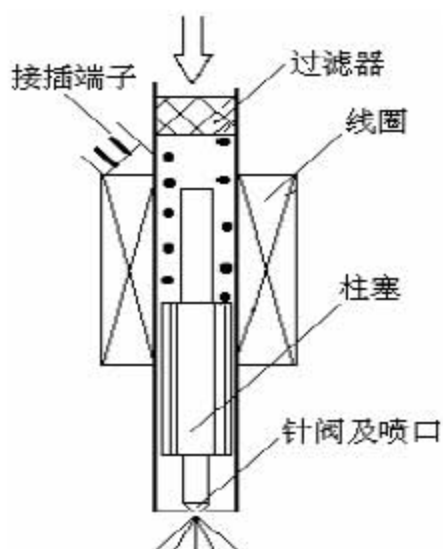
3.4.2 喷油器

- 1). 位置：如下图装在油轨总成上，由ECU控制往气道喷油。



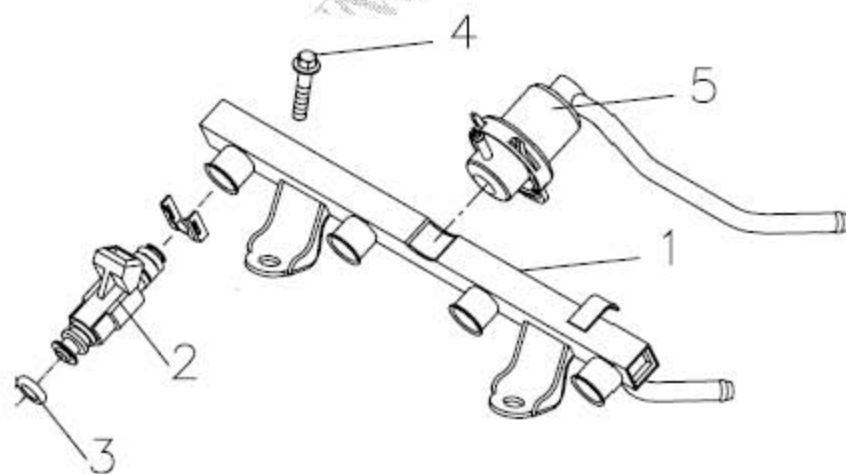
喷油器与油轨总成

2). 喷油器结构图:



- 3). 使用: 根据装有汽油喷射系统的进口车辆在中国的使用情况, 以及我国目前使用的汽油油品的实际情况, 车辆在长期停放时, 要求每两至三个月运转一次发动机, 时间三至五分钟, 以避免因汽油结胶堵塞喷油器, 以确保车辆的良好状况。

4). 检测:

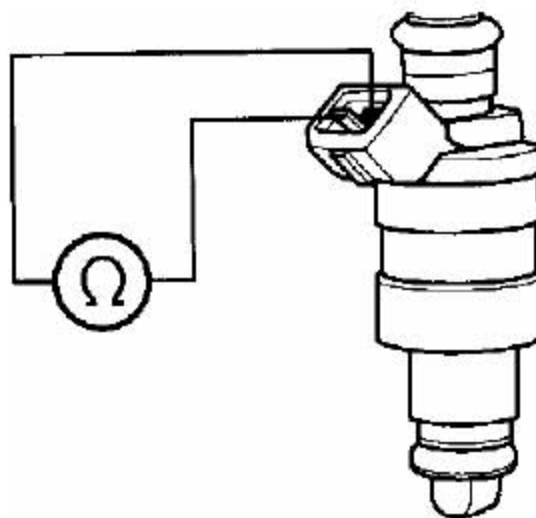


喷油器和油轨部分

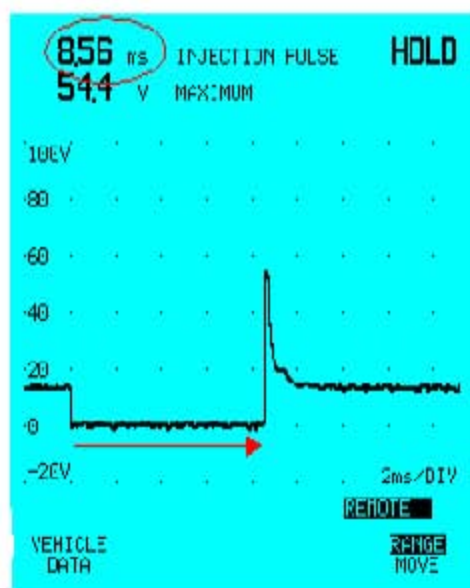
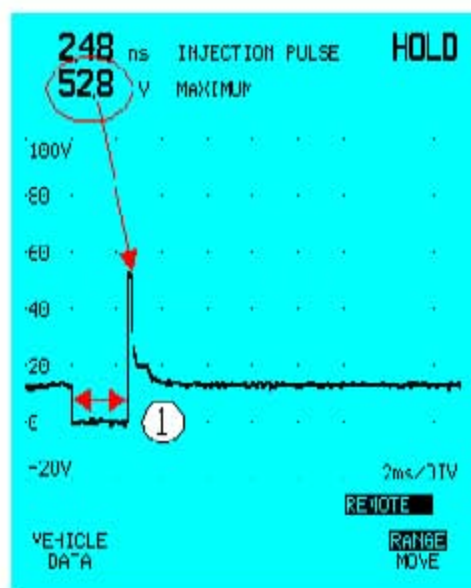
- 1、燃油分配管；2、螺钉；3、喷油器总成；
4、喷油嘴密封圈；5、燃油压力调节器；6、螺钉

喷油器工作电压12V

线圈电阻值： $15.9 \pm 0.35 \Omega$



5). 波形:



波形分析:

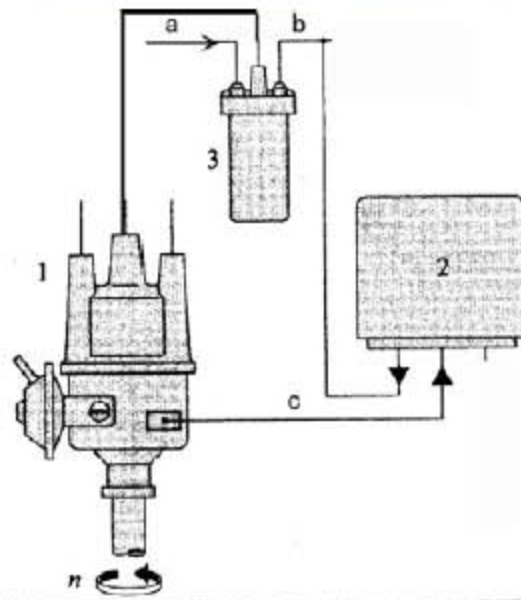
- A). 应注意怠速时波形的稳定性。
- B). 注意加速时的搭铁时间的增加量。
- C). 观察减速断油、开空调提速等波形变化。

3.4.3 点火线圈

- 1). 功能: 点火线圈储存点火能量, 并且在点火触发时, 产生点火所需的高电压。
- 2). 安装: 点火线圈的安装支座必须稳定可靠搭铁。

3). 控制: 由ECU 控制接通和断开初级回路而点火。

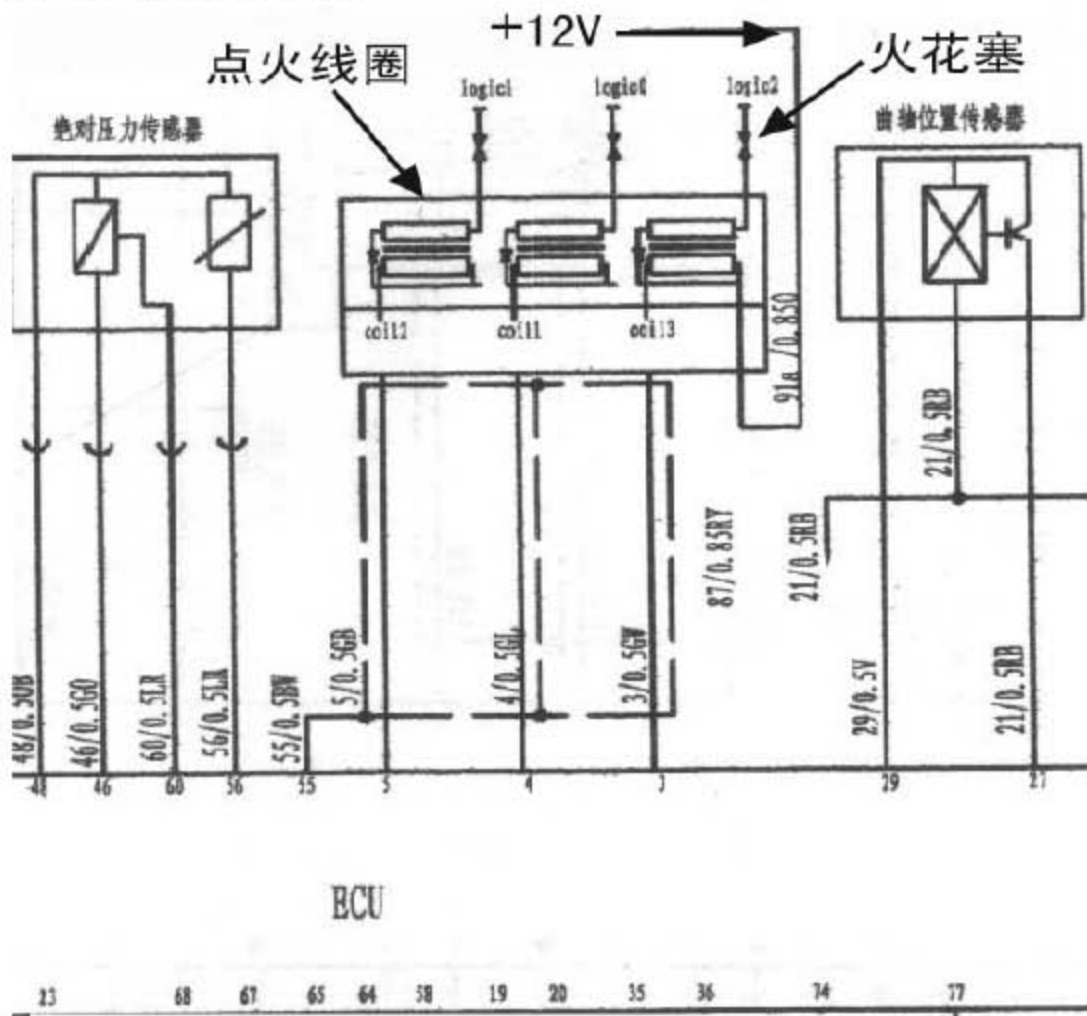
4). 系统组成: 点火系统原理图如下所示:



1—分电器 2—电脑 3—点火线圈

a—点火线圈电源 b—点火线圈到电脑控制线 c—分电器内曲轴信号

点火系统电路图如下所示:



3.4.4 怠速调节器 (步进电机)

1). 位置: 安装在节气门体上



- 2). 原理：怠速马达外接4 线，内部为两组线圈，由ECU 控制其动作改变旁通通道的截面积，从而改变怠速时空气的旁通量，控制怠速转速。
- 3). 工作情况：怠速正常（水温60℃以上）转速为 930 ± 25 r/min。冷机时，汽油机在ECU的控制下在大约1000 r/min 的转速下暖机。随着水温的升高，汽油机的怠速转速逐步恢复到正常怠速。如果汽油机怠速时打开空调，电子控制单元将提升汽油机的怠速转速到1100~1200 r/min 左右。
- 4). 检测：测量插头上两接脚间阻值，为17.7-20.0 Ω

3.4.5 碳罐控制阀

- 1). 位置：安装在变速器与缸体接合处



- 2). 原理：碳罐电磁阀主要由电磁线圈和针阀组成，端子中一个为12V 电源，另外的端子由ECU控制，当ECU 控制搭铁时，阀门打开，停止搭铁时，阀门落座，阀门打开的时间长，关闭的时间短，则通过电磁阀的流量就大，反之流量就小。电磁阀开度从而控制从碳罐到进气歧管的燃油蒸汽流量。即碳罐控制阀是一个开/关阀，其目的是将储存在碳罐中的油气导入进气歧管。由ECU 控制其开度从而控制从碳罐往进气歧管的清洗气流大小。
- 3). 检测：电阻检测：测量电磁阀电阻值在30-60 欧姆之间。

3.5 电脑与自诊断

3.5.1 电子控制单元（ECU）

- 1). 功能
对于发动机管理系统来说，ECU 是“计算器和控制中心”。ECU 使用储存功能和运算法则（处理程序）来处理由传感器传来的输入信号。这些信号被用来作为执行器控制信号的计算基础。

2). 结构设计

ECU 的金属外壳里安装着带有电子元件的印刷电路板。一个多端口的连接器将ECU 与传感器、执行器及电源连接起来。直接控制执行器的放大器和功率输出元件安装在ECU 的散热板上。由于这些元件会产生一定的热量，所以壳体必须能有效散热。

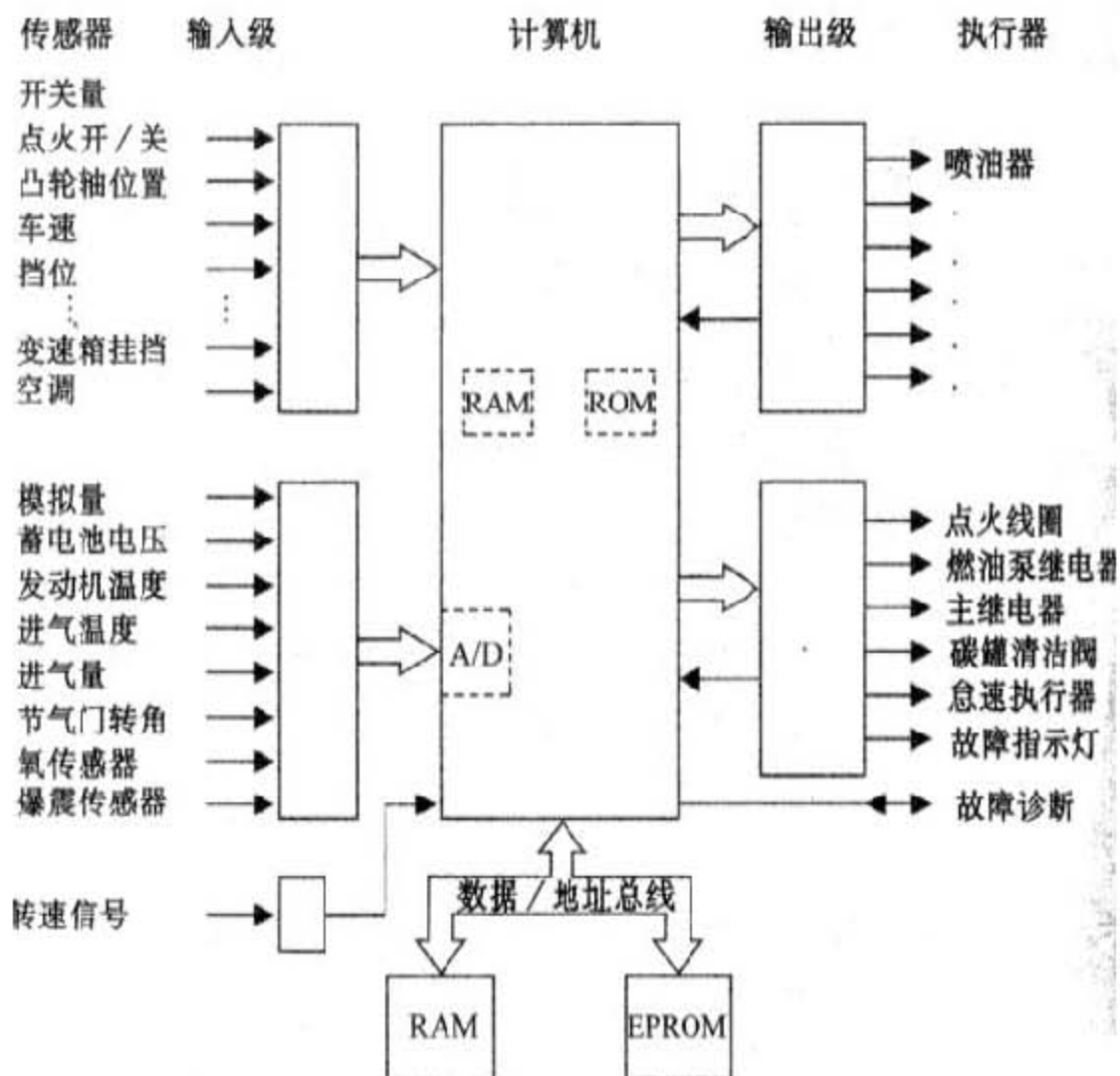
3). 环境条件

ECU 必须能耐高温、耐潮湿和承受机械负荷，而且绝对不能削弱其工作性能。同时也要求有很高的抗电磁干扰性和消除高频静电辐射的能力。在温度从-30 度到+60 度，蓄电池电压6V（起动时）到15V 的工作范围内，ECU 必须具有无故障工作的能力。

4). 信号输入

输入信号由保护电路引导，同时这些信号也要经过转换和放大。微处理器能直接处理这些信号。





5). ECU 检测:

ECU 的检测应在电源和搭铁都检查正常情况下，结合故障码进行判断。

3.5.2 故障诊断与检修

A、无诊断仪时的故障检修

1). 基本工具: 专业电表 转速表 油压表 真空表

2). 读取故障码

- 用随车配备的诊断接头插在线束诊断仪插头上。
- 仪表上的发动机故障警示灯开始闪烁报数。
- 依据故障码找到故障进行修理。
- 故障灯指示故障码时在每个数字间有数秒间隔。如有两个以上的故障码，故障码连续闪三次后现显示下一个故障码。

B、使用诊断仪读取故障

使用故障诊断仪可显示ECU 的输入/输出信号，并可经由诊断仪操作ECU 控

制的执行器（具体参见故障诊断仪说明书），在诊断操作上便于确认执行器是否正常，当ECU 收到不正常的信号，经判断后记忆此故障码，并将故障码直接以电瓶电源记忆在ECU 内，即使点火开关转至OFF 位置，故障码仍然存在，若将电瓶电源线或ECU 接头拆开，则ECU 内的记忆将被清除。

电喷发动机系统备有汽车故障诊断仪，诊断仪有使用说明书，使用前请仔细阅读说明书。

C、诊断说明

诊断说明主要是检查发动机电子控制系统的故障，正确使用诊断仪检查故障，将使诊断时间缩短并避免不必要的零件更换。

大部分的故障使用诊断仪能帮助问题诊断，但并非所有的故障通过诊断仪均能使问题得到解决。

总之，从故障信息到最终确定具体的故障，并不是一个简单的过程。为此，需要发动机机械和电气方面的丰富知识。诊断故障时，就遵循从简到难的原则，诊断故障时应先查简单的，例如系统线束接插是否牢靠，电喷部分保险是否完好，进气系统是否有泄漏等，简单的工作做完了故障仍然存在我们再用诊断仪查深层的故障，这样不会因简单的故障而延长诊断时间。

D、使用诊断仪的测试条件

- 1). 蓄电池电压大于8V
- 2). 保险丝正常。
- 3). 发动机接地线正常。
- 4). 点火开关处于“ON”位置。
- 5). 如果故障涉及到燃油空气混合气比例调节器的功能，则必须至少试车4分钟后才能读取故障。

E、清除故障码：

DA465Q-1A2/D 型系列发动机配备的BOSCH M1.5.4 发动机管理系统具有故障自诊断功能，在仪表盘上装有故障指示灯（选装），一旦系统发生故障，故障指示灯亮，这时应当请专业人员使用故障诊断仪进行系统故障诊断。故障解除后，应利用故障诊断仪清除电子控制器中的故障代码，否则发动机将在故障模式下工作。

故障代码清除方法有三种：

- a). 利用故障诊断仪清除故障代码；
- b). 将K 线接地3 次，每次2.5 秒；
- c). 将ECU 断电（同蓄电池彻底断开）至少30 秒。

注：BOSCH M1.5.4 系统采用“ISO 9141-2”标准和“SAE JAN95”故障诊断接口，其中诊断用的三根线为：

插脚4：负极接地

插脚7： K 线（数据线）

插脚16: 电源正极

系统故障码表

故障代码	故障简介	故障代码	故障简介
64	步进电机线圈1	33	最高发动机转速超限
62	步进电机线圈2	34	控制器坏
14	节气门位置传感器	35	空燃比自学习dlv
22	喷油器1	36	空燃比自学习Far
23	喷油器	37	空燃比自学习Tar
24	喷油器	17	氧传感器
21	喷油器	18	进气温度传感器
31	空燃比修正	19	水温传感器
15	爆震传感器	25	碳罐控制阀
16	进气压力传感器	38	电瓶电压
45	故障灯		D9, C9
11	无任何故障		C4, C6, C7, D7

系统数据

诊断仪显示发动机各元件工作状态	工作状态与显示单位	怠速状况
实际转速	Rpm	850 ± 50
怠速设定	Rpm	850
电瓶电压	V	12~14
油泵继电器	工作/不工作	工作
节气门位置传感器信号	开度百分比%	0
进气压力传感器	Hpa	350~650
进气量	Kg/h	6~12
水温传感器	℃	80~90
发动机负荷	Ms	1.8~3.0
进气温度传感器	℃	20~70
空燃比控制积分器		-5%~5%
空燃比控制自适应值xfr		0.95~1.05
空燃比控制自适应值xfru		120~140
空燃比控制自适应值zdtv		128
喷油器喷油时间	Ms	4~7
点火提前角	℃	5~10
氧传感器	V	0.2~0.8
闭环控制模式	开/闭	闭
怠速控制	工作/不工作	工作
怠速调整状态		60~100
碳罐控制阀占空比		0