

1. 电喷系统

1.1 电喷控制系统概述

1.1.1 电子控制系统的基本组成

任何电子控制系统，都是由以下三部份组成的：

- 1). 传感器——将发动机的各种非电学物理量转变成电学量，借此将各种信息提供给控制单元。用于力帆1.6 (TRITEC) 系统电子控制系统的传感器有：
 - A). 进气压力温度传感器；
 - B). 节气门位置传感器；
 - C). 冷却液温度传感器；
 - D). 氧传感器；
 - E). 爆震传感器；
 - F). 曲轴位置传感器。
- 2). 电子控制单元——是整个电子控制系统的大脑，英文缩写成ECU。它对传感器提供的各种信息进行分析和处理，将得出的结论以指令的形式发送给执行器，从而使发动机在优化的状态下运行。
- 3). 执行器——执行电子控制单元的指令。执行器是电子控制系统的手脚。用于电子控制系统的执行器有：
 - A). 燃油泵
 - B). 喷油器
 - C). 点火线圈
 - D). 带步进电机的怠速执行器
 - E). 炭罐控制阀

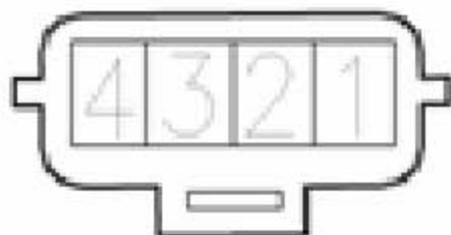
1.1.2 汽油机电子控制系统的基本功能

- 1). 这是汽油机电子控制系统最重要的功能，对汽油机的动力性、经济性和排放以及整车的行驶性和舒适性有举足轻重的作用，涉及 λ 闭环控制、起动控制、起动后控制、暖机控制、怠速控制（即怠速转速控制）、部分负荷控制、全负荷控制、加速减速控制、超速断油控制、倒拖断油控制和蒸发排放物控制（炭罐控制）等。
- 2). 点火正时和点火闭合角电子控制这是汽油机电子控制系统仅次于燃油定量的重要功能，同样对汽油机的动力性、经济性和排放以及整车的行驶性和舒适性有重要的作用，包括爆震电子控制。

1.2 零部件构造和性能

1.2.1 进气压力和进气温度传感器

1). 接口电路:



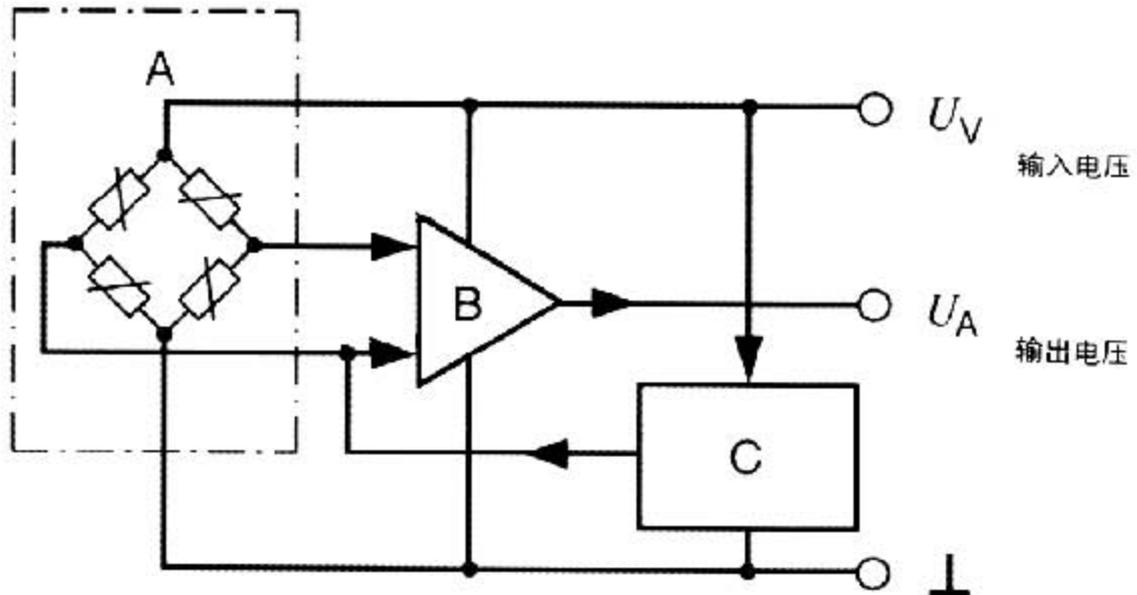
- 1号针脚:5V电源 -
- 2号针脚: 进气温度信号
- 3号针脚: 5V电源 +
- 4号针脚: 进气压力信号

2). 用途:

测量0.1~0.2bar的进气歧管绝对压力及进气气流的温度，为发动机提供负荷信息。

3). 组成和原理:

这个传感器由两个传感器即进气歧管绝对压力传感器和进气温度传感器组合而成，装在稳压箱上面。进气压力传感器由一片硅芯片组成。在硅芯片上蚀刻出一片压膜片。压力膜片上有4个压电电阻，这4个压电电阻作为应变元件组成一个惠斯顿电桥。硅芯片上除了这个压力膜片以外，还集成了信号处理电路。硅芯片跟一个金属壳体组成一个封闭的参考空间，参考空间内的气体绝对压力接近于零。这样就形成了一个微电子机械系统。硅芯片的活性面上经受着一个接近于零的压力，它的背面上经受着通过一根接管引入的、待测的进气歧管绝对压力。硅芯片的厚度只有几个微米，所以进气歧管绝对压力的改变会使硅芯片发生机械变形，4个压电电阻跟着变形，其电阻值改变。通过硅芯片的信号处理电路处理后，形成与压力成线性关系的电压信号。进气温度传感元件是一个负温度系数（NTC）的电阻。类似于水温传感器，随着进气温度的升高电阻值降低，发动机ECU通过内部的一个对比电路来监测进气温度的变化（相当于串联电路）。



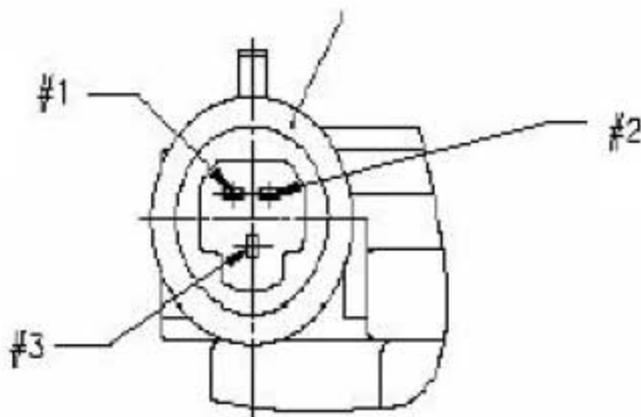
- A). 张力测量式压力测量元件
 B). 放大器
 C). 温度补偿电路

4). 故障诊断:

进气压力传感器的后续电子装置可以判断进气压力传感器线路断路、短路及传感器损坏等故障，当ECU检测出传感器的输出信号超出了其输出特性曲线以外的信号时ECU就判断传感器故障。比如：进气压力高于进气压力的上限或者进气压力低于进气压力的下限时，ECU就判断为传感器故障（启动时进气压力低于下限值，但ECU能判断出启动工况），同时点亮发动机故障灯，采用故障模式运行。（并非所有故障时故障灯都亮）

1.2.2 节气门位置传感器

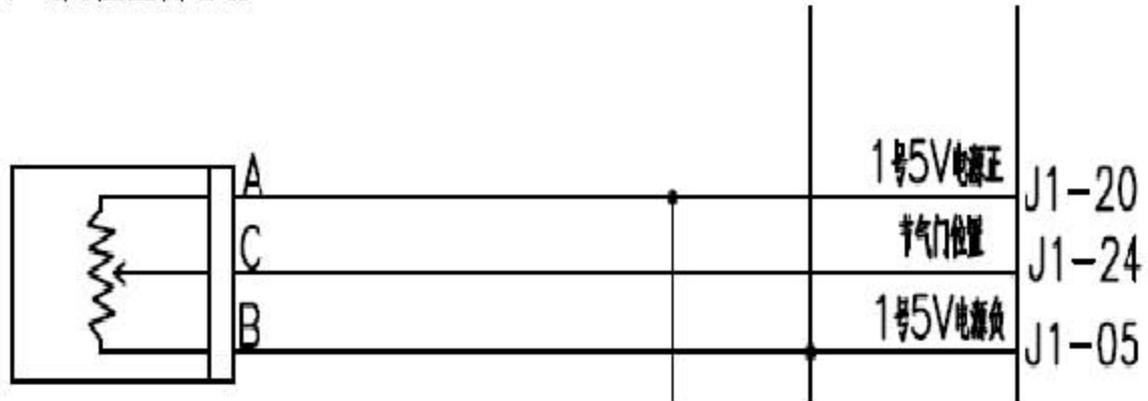
1). 接口电路。



节气门位置传感器外形，针脚：

- 电压输入
- 信号地
- 信号输出

节气门位置传感器:



2). 用途:

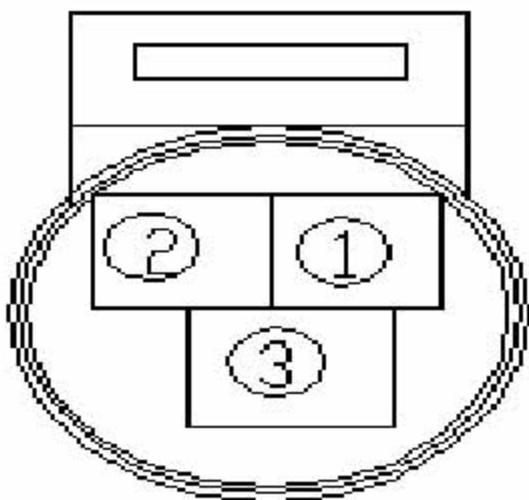
本传感器用于向ECU 提供节气门转角信息。根据这个信息，ECU 可以获得发动机负荷信息、工况信息（如起动、怠速、倒拖、部分负荷、全负荷）以及加速和减速信息。本传感器为三线式，ECU通过监测电压变化来检测节气门开度。

3). 组成和原理:

本传感器是一个具有线性输出的角度传感器，由两个圆弧形的滑触电阻和两个滑触臂组成。滑触臂的转轴跟节气门轴连接在同一个轴线上。滑触电阻的两端加上5V 的电源电压 U_S 。当节气门转动时，滑触臂跟着转动，同时在滑触电阻上移动，并且将触点的电位 U_P 作为输出电压引出。所以它实际上是一个转角电位计ECU实际采用的数值为 U_P/U_S 的比值，采用此数值可以避免因发电机电压波动所引起的传感器数值波动。

4). 故障诊断:

ECU通过监测节气门转角是否超过其信号输出的上限值或者下限值，当输出信号超过其上下限值时ECU判定为节气门位置传感器故障，发动机进入故障模式运行，发动机故障灯点亮（传感器受撞击，内部脏污等都容易引起发动机故障）。接插件的形状定义如图所示：



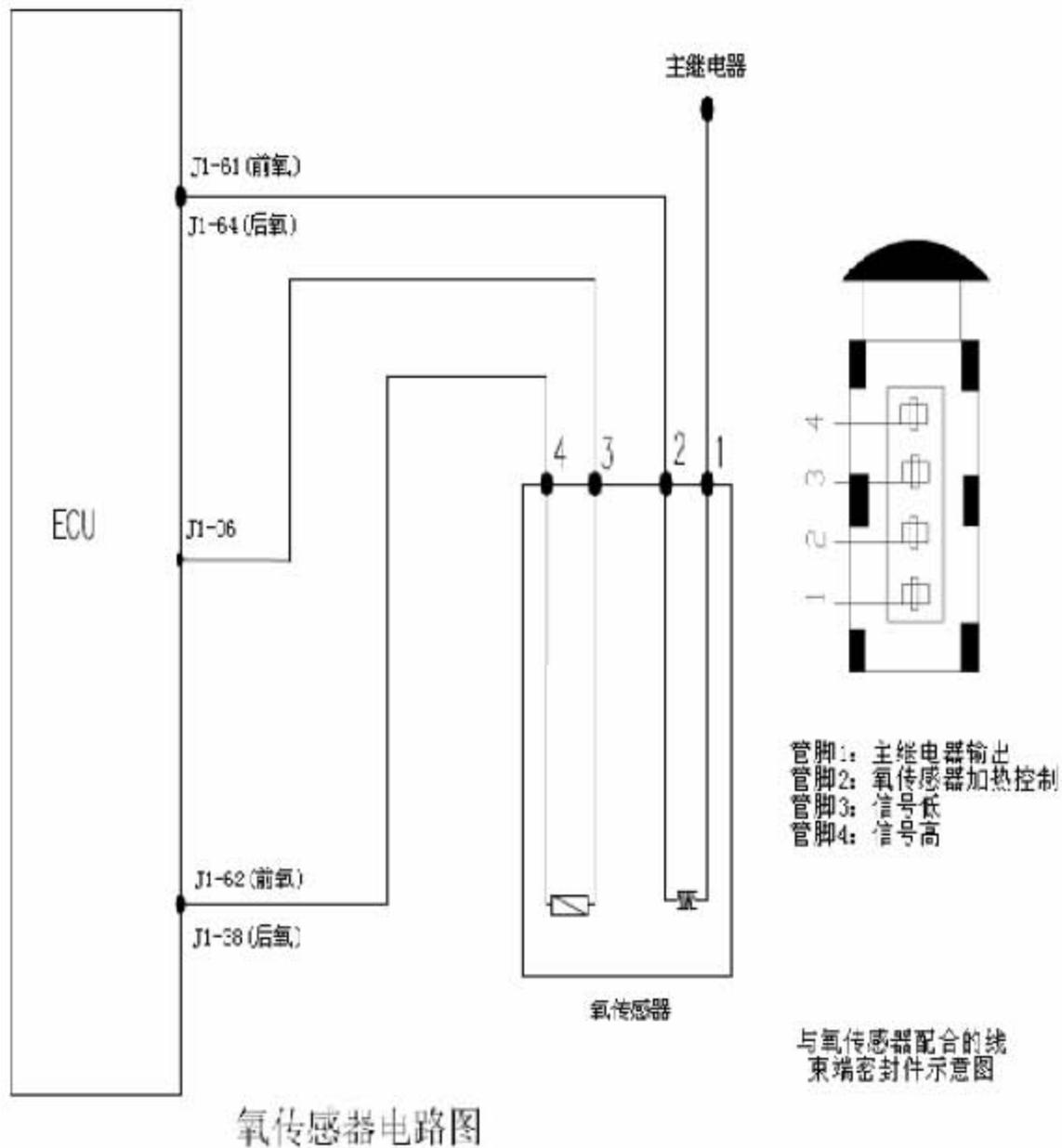
标识	ECU 管脚	定义
1	J1-20	5V+
2	J1-05	5V-
3	J1-24	信号输出

5). 安装:

紧固螺钉的许用拧紧力矩: 1.5Nm-2.5Nm。

1.2.3 氧传感器

1). 接口电路。



2). 用途:

本传感器用于提供喷入发动机气缸中的燃油在吸入的空气中完全燃烧后氧是否过剩的信息。ECU 利用这一信息可以进行燃油定量的闭环控制, 使得发动机排气中三种主要的有毒成份即碳氢化合物HC、一氧化碳CO 和氮氧化物NOX 都能够三效催化转化器中得到最大程度的转化和净化。

3). 组成和原理:

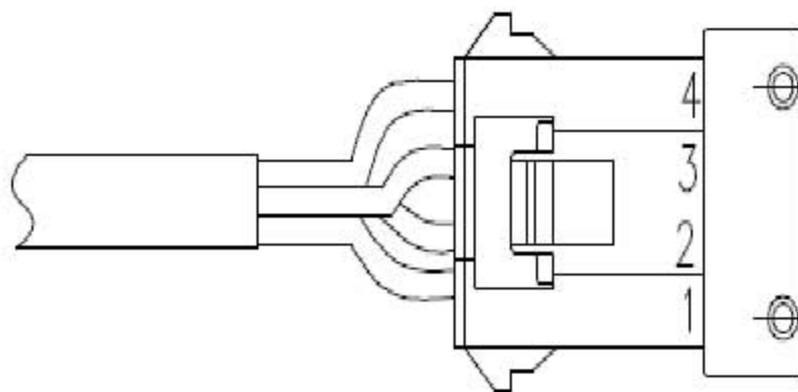
氧传感器的传感元件是一种带孔隙的陶瓷管, 管壁外侧被发动机排气包围, 内侧通大气。传感陶瓷管壁是一种固态电解质, 内有电加热管, 把陶瓷体加热到300度的时候陶瓷体就开始工作。即具有固态电解质的特性。由于其材质的特殊, 使得氧离子可以自由地通过陶瓷管。正是利用这一特性, 将浓度差转化成电势差, 从而形成电信号输出。若混合气体偏浓。则陶瓷管内外氧离子浓度差较高, 电势差偏高, 大量的氧离子从内侧移到外侧, 输出电压较高; 若混合气偏稀, 则陶瓷管内外氧离子浓度差较低, 电势差较低, 仅有少量的氧离子从内侧移动到外侧, 输出电压较低。氧传感器的工作电压在0.1-0.9V 之间波动, 10秒钟应该变化5-8次, 低于这个频值说明传感器老化, 需要更换。该传感器无法修复。

4). 故障诊断:

ECU 对各种传感器、执行器以及功率放大电路和检测电路进行监测。一旦发现下列情况之一, 氧传感器的故障标志位置位: 蓄电池电压不可信 进气歧管绝对压力信号不可信 发动机冷却液温度信号不可信 喷油器驱动级故障 氧传感器故障标志位置位之后, 燃油定量闭环控制关闭, 采用储存在ECU 中的基本喷油时间进行燃油定量。

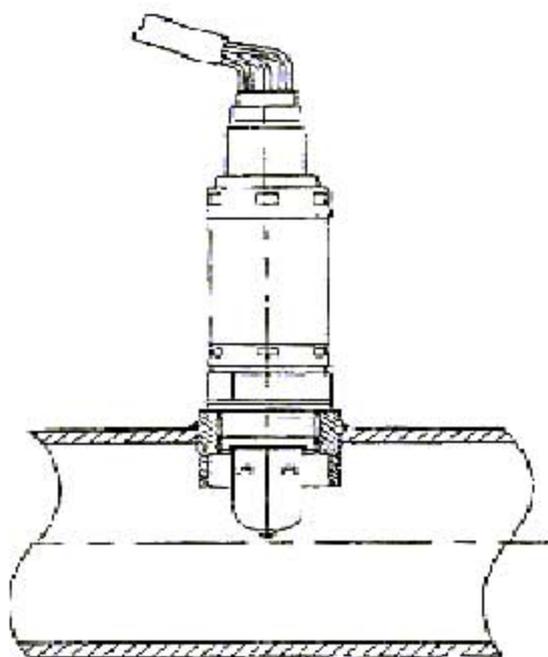
5). 安装提示:

氧传感器的拧紧力矩为50 至60Nm, 更换氧传感器后应该在氧传感器上涂抹一层防锈油, 防止生锈后无法拆除



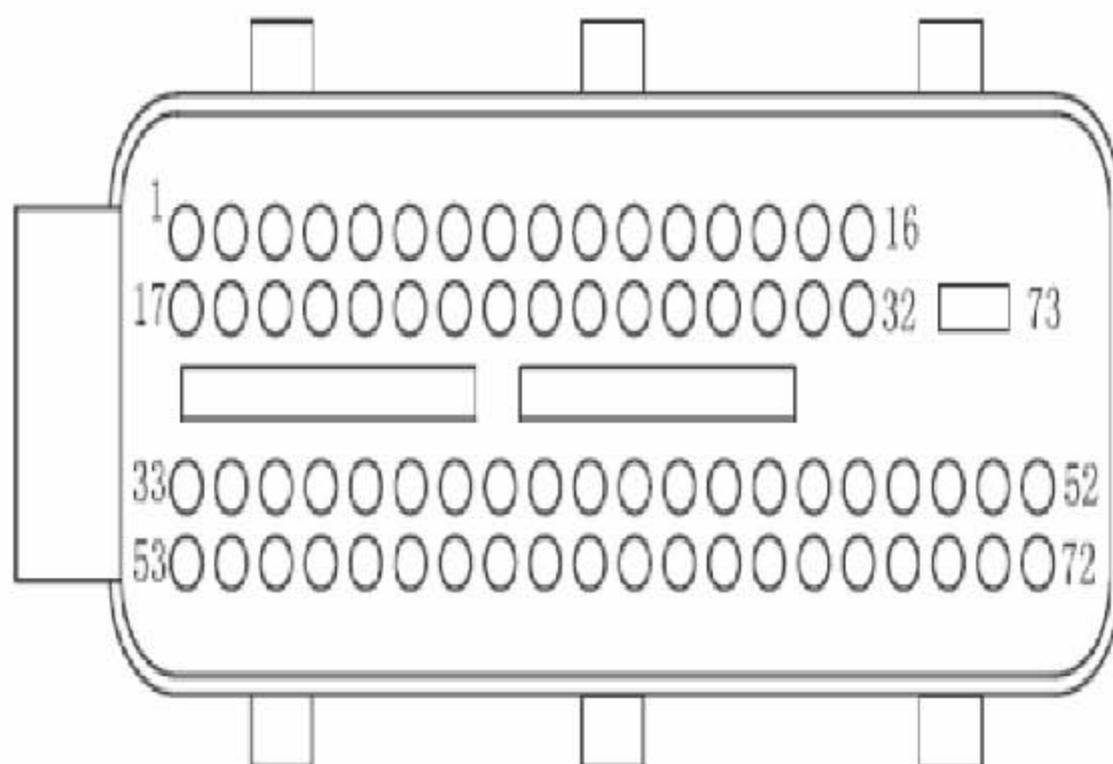
端子编号	接线端子定义	连接导线颜色
1	加热正极	白色
2	加热控制	白色
3	输出信号低	灰色
4	输出信号高	黑色

氧传感器应该安装在排气管上能保证代表排气成份且能满足规定的温度限值的位置。安装地点应当尽量靠近发动机。排气管上应设有螺纹，供拧入氧传感器之用，见下图。



1.2.4 电子控制单元ECU

1). 接口



针脚示意图

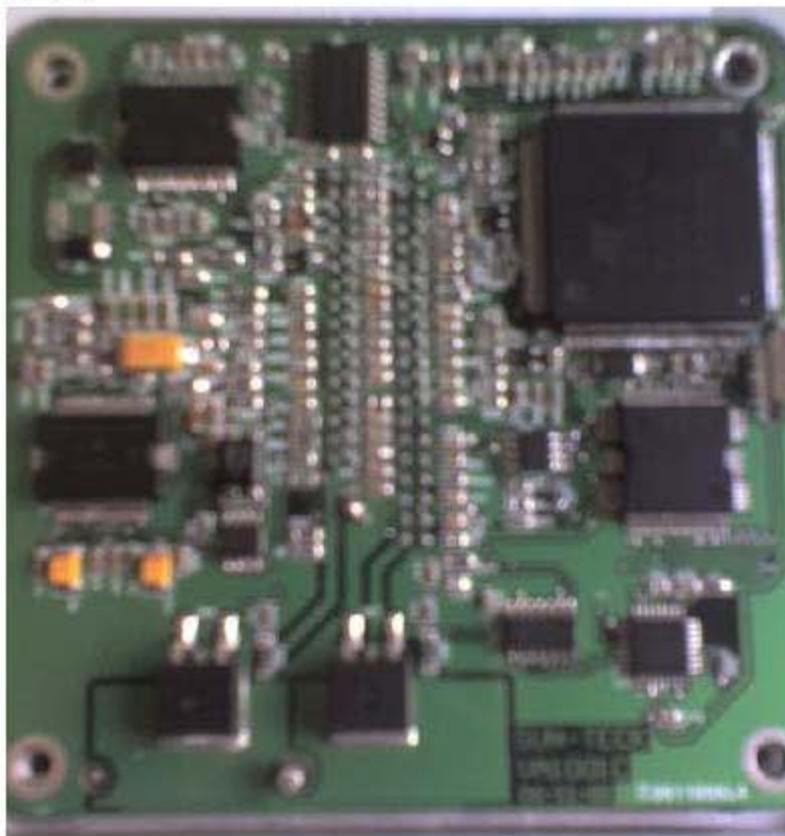
序号	标号	名称	阻值	误差范围
J1-01	V-IGK	点火开关	11. 9K	±0. 1%
J1-02	V-EL	主继电器输出	1. 8K	±0. 1%
J1-03	VS	车速传感器	∞	
J1-04	TMAP-VCC	压力温度传感器电源	189. 2K	±10K
J1-05	TPS-GND	节气门位置负端	0. 6	0. 2Ω
J1-06	VSL-U-1B	前氧地端	∞	
J1-07				
J1-08				
J1-09	ACCIN	空调压缩机开关输入	9. 9K	±0. 1K
J1-10	CAM	凸轮轴输入正端	5. 0K	±0. 1K
J1-11	K-LINE	诊断线	143. 2K	±1K
J1-12	CRK	曲轴传感器输入负端	55. 2K	±1K
J1-13				
J1-14	CANL	CAN低	∞	
J1-15	CANH	CAN高	18M	±2M
J1-16				
J1-17	VBAT	电瓶正端	∞	
J1-18	VBAT	电瓶正端	∞	
J1-19				
J1-20	TPSVCC	节气门位置正端	∞	
J1-21	TMPGND	温度压力地	0Ω	± 5 0. Ω
J1-22		排放故障灯	65. 5M	± 1M
J1-23	AD4	AD4	1. 8M	±0. 2M
J1-24	TPS	节气门位置传感器信号	∞	
J1-25				
J1-26	EVAP	蒸发液温度传感器信号	6. 2K	±0. 1K
J1-27	TIA	进气温度信号	3. 3K	±0. 2K
J1-28	CRKGND	曲轴传感器低	55. 5K	±0. 5K
J1-29				
J1-30				
J1-31	MIL	故障指示灯	56. 7K	±0. 7K

J1-32	IGC	1, 4点火线圈	1. 3M	±0. 5M
J1-33	STPBH	步进电机B+	20. 3K	±0. 2K
J1-34	STPBL	步进电机B-	20. 5K	±0. 1K
J1-35		加速度信号	48. 8K	±0. 5K
J1-36	PSTE	助力转向	7. 1M	±0. 2M
J1-37				
J1-38	VLS-DN-A	后氧信号	42. 6K	±0. 3K
J1-39	ACIN	空调请求	9. 9K	±0. 2K
J1-40				
J1-41	P/N	空停档开关	13. 3M	±0. 5M
J1-42	MAP	支管压力传感器	51. 1K	±0. 2K
J1-43	TCO	冷却液传感器	3. 4K	±0. 1K
J1-44				
J1-45	ESS	转速表	∞	
J1-46	ACCIN	空调压缩继电器离合开关	∞	
J1-47	RLY-EFP	燃油泵继电器控制	∞	
J1-48				
J1-49	FUEL-IN	燃油位置传感器	3. 3K	±0. 1K
J1-50	RLY-FAN-H	高速风扇继电器	∞	
J1-51				
J1-52	IGC2	2, 3缸点火线圈	1. 2M	±0. 1M
J1-53	STPAL	步进电机A-	20. 4K	±0. 5K
J1-54	STPAH	步进电机A+	20. 5K	±0. 5K
J1-55	IV0	喷嘴1	1. 3M	±0. 2M
J1-56	IV2	喷嘴3	1. 3M	±0. 2M
J1-57				
J1-58	RLY-MAIN	主继电器控制	∞	
J1-59				
J1-60				
J1-61	VLS-UP	前氧加热控制	1. 3M	±0. 1M
J1-62	VLS-UP	前氧信号	42. 3K	±0. 1K
J1-63	CPPWM	炭罐电磁阀	1. 4M	±0. 1K
J1-64	VLS-DN	后氧加热控制	1. 3M	±0. 1M

J1-65				
J1-66				
J1-67	FANL	低速风扇控制	∞	
J1-68				
J1-69	KNKS	爆震传感器信号	99.3K	$\pm 0.5K$
J1-70	IV1	喷嘴2	1.3M	$\pm 0.2M$
J1-71	IV3	喷嘴4	1.3M	$\pm 0.2M$
J1-72				
J1-73	GND	系统地	0.0 Ω	

2). 用途:

ECU是发动机电子控制系统的核心部分,传感器为ECU提供各种电控用的信号,然后ECU通过内部计算后控制喷油器、点火线圈等一系列的执行动作,来控制发动机的工作。



3). 组成:

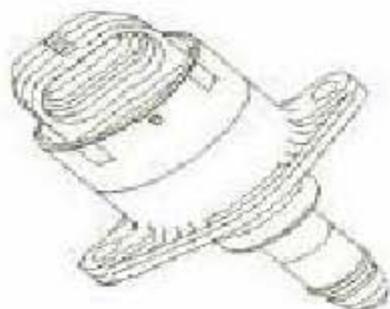
带屏蔽的外壳和印刷电路板,在电路板上集成了很多的电子控制单元用于电喷系统的控制。

4). 安装:

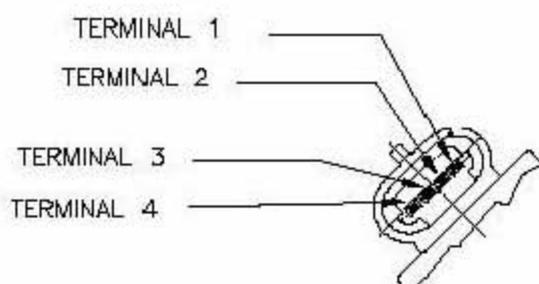
通过螺钉固定在仪表板下方。

1.2.5 怠速马达

1). 接口电路



怠速执行器步进电机图



针脚:

针脚1接ECU19号针脚

针脚2接ECU20号针脚

针脚3接ECU35号针脚

针脚4接ECU36号针脚

针脚1和2为线圈，3和4为一个线圈。两组线圈的电阻值应该是相同的，因此检测时请确定线圈的阻值是否在标准值范围。



2). 用途:

作的带步进电机的怠速执行器同样提供一个旁通的进气通道。当节气门关闭时，空气通过这个旁通通道进入发动机。ECU 可以通过一台步进电机调节这

个旁通通道的截面积，进而调节进入发动机的空气量，并根据空气量调节喷油量。发动机工时候，ECU 根据发动机的不同工况控制步进电机动作，进而改变了发动机的工作状态。

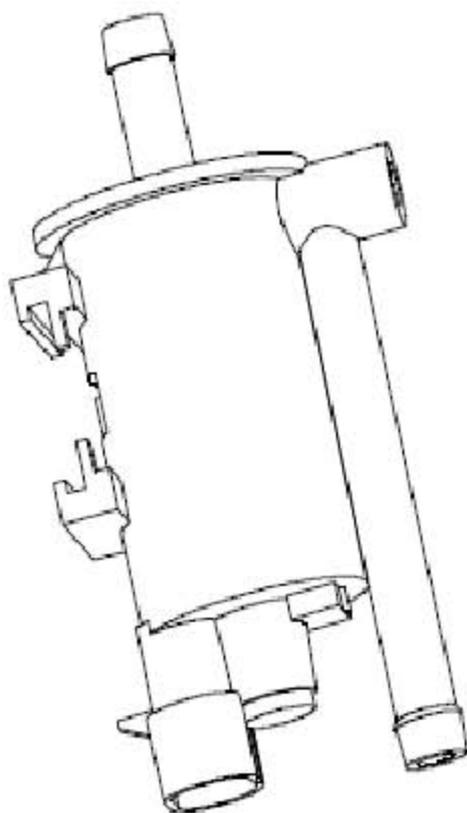
3). 组成和原理

步进电机是一台微型电机，它由围成一圈的多个钢质定子和一个转子组成，每个钢质定子上都绕着一个线圈；转子是一个永久磁铁，永久磁铁的中心是一个螺母。所有的定子线圈都始终通电。只要改变其中某一个线圈的电流方向，转子就转过一个角度。当各个定子线圈按恰当的顺序改变电流的方向时，就形成了一个旋转磁场，使永久磁铁制成的转子按一定的方向旋转。

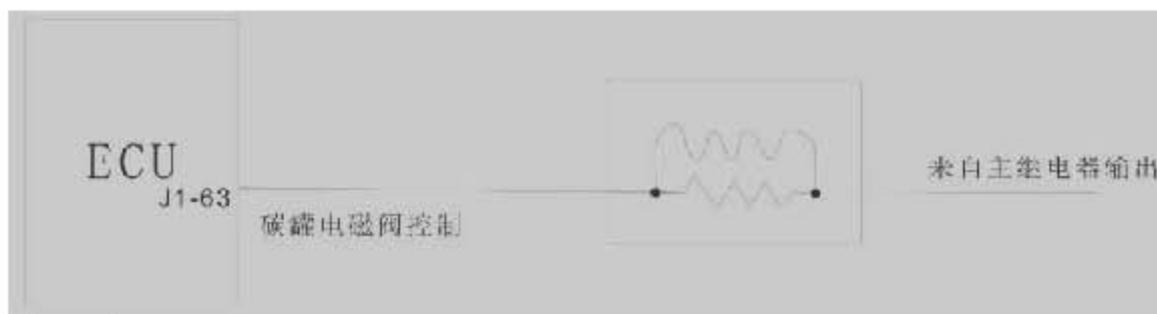
4). 故障诊断：

ECU能监测怠速步进电机的两个线圈的短路、断路，并在出现这种故障的时候点亮发动机故障灯，发动机进入故障模式。有的时候用诊断仪尽管检测出来步进电机有步数变化，但是发动机还是工作不正常的时候，应该检测进气压力是否变化，以验证步进电机的活塞是否动作。

1.2.6 碳罐电磁阀



1). 接口电路：



2). 用途:

用于控制炭罐清洗气流的流量。炭罐控制阀由ECU 根据发动机负荷，通过电脉冲的持续时间和频率（即占空比）来控制。活性炭罐中的汽油蒸汽，积聚过量后会导致汽油外泄，造成环境污染，因此炭罐电磁阀的作用就是在合适的时候打开电磁阀，让过量的汽油蒸汽进入进气管，参与燃烧。

3). 组成和原理:

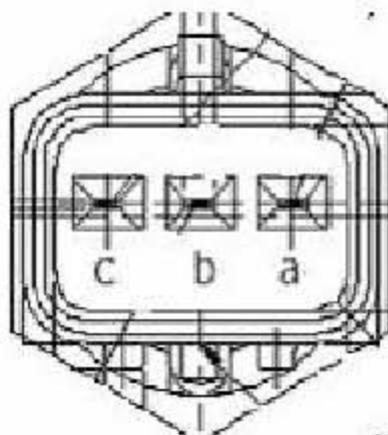
炭罐控制阀由电磁线圈、衔铁和阀等组成。进口处设有滤网。流过炭罐控制阀的气流流量一方面跟ECU 输出给炭罐控制阀的电脉冲的占空比有关，另一方面还跟炭罐控制阀进口和出口之间的压力差有关。当没有电脉冲时，炭罐控制阀关闭。ECU 根据发动机各传感器提供的信号，控制炭罐电磁阀的通电时间，间接的控制了清洗气流的大小。

4). 故障诊断:

ECU 没有对炭罐控制阀本身实行故障诊断的功能，但是对炭罐控制阀驱动级有故障诊断功能。当发生炭罐控制阀驱动级对蓄电池电压短路或超载、对地短路、断路时，则关闭燃油定量闭环控制基本自学习，关闭怠速空气需要量自学习，当时的自学习数据有效。炭罐电磁阀故障时发动机多表现为怠速不稳或者怠速过高。

1.2.7 冷却液温度传感器

1). 电路



冷却液温度传感器图

针脚: 传感器共有三个针脚，可以相互换用。

a). 电喷系统水温信号管脚，200C电阻为2.45K Ω

- b). 仪表水温管脚, 800C电阻约为0.05K Ω
- c). 信号地

2). 用途:

本传感器用于提供冷却液温度信息。为发动机ECU提供水温信号, 用于启动、怠速、正常运行时的点火正时、喷油脉宽的控制。

3). 组成和原理:

本传感器是一个负温度系数(NTC)的热敏电阻, 其电阻值随着冷却液温度上升而减小, 但不是线性关系。负温度系数的热敏电阻装在一个铜质导热套筒里面。ECU通过一个分压电路将热敏电阻的阻值变化转化成一个变化的电压提供给ECU, 从而监测水温的变化(ECU内部构造)。

4). 故障诊断:

当冷却液温度大于其可信的上限值时, 水温低于其可信的下限值时故障标志位置位, 发动机故障灯点亮, 发动机进入故障模式运行, ECU按照发动机水温故障模式时设定的水温进行点火、喷油控制, 同时风扇开始高速运转。

5). 极限数据:

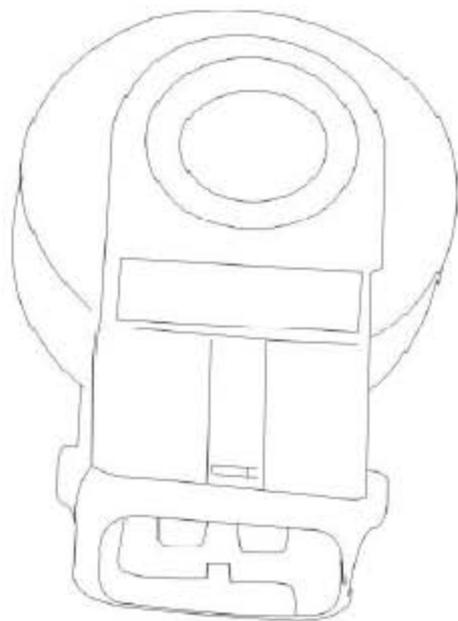
2.5 \pm 5%K Ω

6). 安装提示:

拧紧力矩为15 \pm 2Nm

提示: 本车装配两个水温传感器一个为单脚水温传感器为水温表提供水温信号; 另一个为双脚插头, 为发动机ECU提供水温信号。

1.2.8 爆震传感器KS



1). 用途:

本传感器用于向ECU提供发动机爆震信息，进行爆震控制。

2). 组成和原理:

爆震传感器是一种振动加速度传感器，装在发动机气缸体上。传感器的敏感元件是一个压电元件。发动机气缸体的振动通过传感器内的质量块传递到压电晶体上。压电晶体由于受质量块振动产生的压力在两个极面上产生电压，把振动信号转变成交变的电压信号输出。由于发动机爆震引起的振动信号的频率比发动机正常的振动信号频率高得多，所以ECU对爆震传感器的信号进行滤波处理后可以区分出爆震和非爆震信号。当发动机的负荷、转速和冷却液温度分别超过了阈值，而且没有设置爆震传感器故障信息记录时，爆震传感器的信号被用于爆震闭环控制。当爆震闭环控制激活时，爆震传感器的信号输入到ECU，经过放大、滤波后进行积分。当在一定的曲轴转角内的积分值超过了阈值时，ECU就认为出现了爆震，于是将该时刻点火提前角减小一个角度。如果下一个循环又出现爆震，就将点火提前角再减小一个角度；如果后面的几个循环没有再出现爆震，就逐步将点火提前角恢复到正常值。

3). 故障诊断:

ECU对各种传感器、执行器以及功率放大电路和检测电路进行监测。一旦发现下列情况之一，爆震传感器的故障标志位置位爆震传感器故障爆震控制数据处理电路故障判缸信号不可信爆震传感器的故障标志位置位之后，爆震闭环控制关闭，将储存在ECU中的点火提前角减小一个安全角。当出错频度降低到低于设定值时，故障标志位复位。

4). 安装提示:

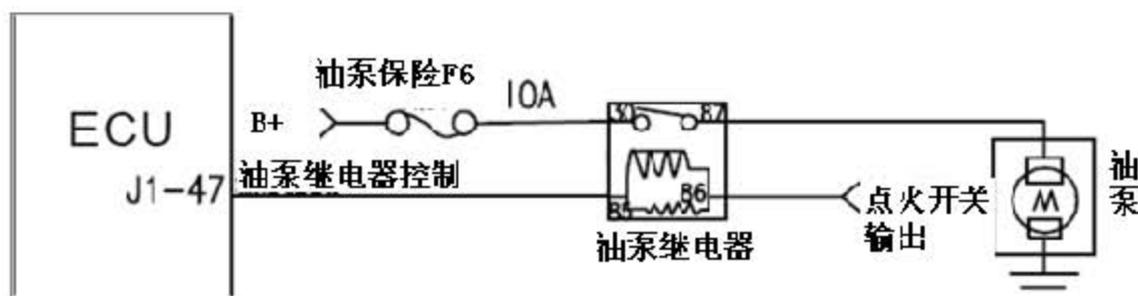
拧紧力矩 $20 \pm 5\text{Nm}$ 。

1.2.9 电动燃油泵

1). 借口电路



电动燃油泵图



2). 用途：以一定的油压和流量将燃油从油箱输送到发动机。温度和电压对油泵的影响很大。

3). 组成和原理：电动燃油泵由直流电动机、叶片泵和端盖（集成了止回阀、泄压阀和抗电磁干扰元件）等组成泵和电动机同轴安装，并且封闭在同一个机壳内。机壳内的泵和电动机周围都充满了汽油，利用燃油散热和润滑。蓄电池通过油泵继电器向电动燃油泵供电，继电器只有在起动时和发动机运转时才使电动燃油泵电路接通。当发动机因事故而停止运转时，燃油泵自动停止运转。电动燃油泵出口的最大压力由泄压阀决定。由于系统采用无回油系统，在油泵总成上安装有燃油压力调节器，燃油压力调节器将油泵油压调节至380 kPa，以适应系统工作的要求。

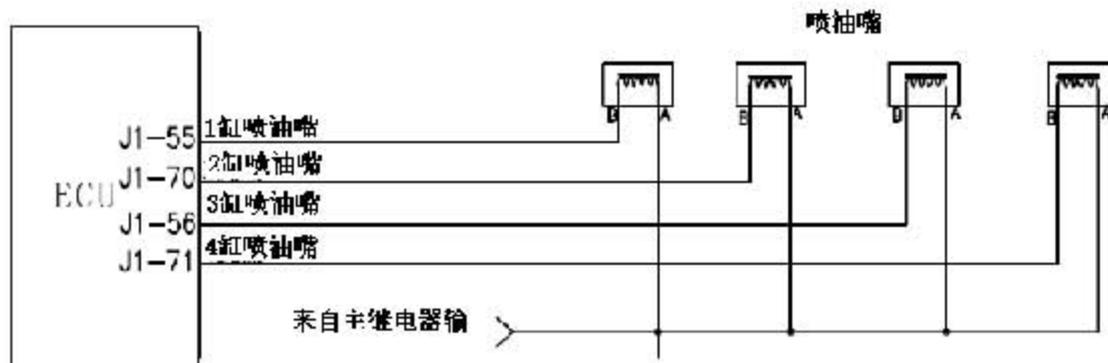
注意：燃油的温度对燃油泵的性能影响比较大，长期处于高温状态下运转时，当燃油温度高于一定温度时燃油泵的泵油压力急剧降低，因此当热车发动机不能启动时，请仔细检查是否为燃油泵的高温工作性能不好。

1.2.10 电磁喷油器

1). 接口电路



电磁喷油器图



2). 用途:

喷油器根据ECU 的指令, 在规定的时间内喷射燃油, 借此向发动机提供燃油并使其雾化。

3). 组成和原理:

ECU 发出电脉冲给喷油器线圈, 形成磁场力。当磁场力上升到足以克服回位弹簧压力、针阀的重力和摩擦力的合力时, 针阀开始升起, 喷油过程开始。针阀最大升程不超过0.1mm。当喷油脉冲截止时, 回位弹簧的压力使针阀重又关上。

4). 安装提示 :

针对一定的喷油器必须使用一定的插头, 不得混用。为了便于安装, 推荐在与燃油分配管相连接的上部O 型圈的表面涂上无硅的洁净机油。注意不要让机油污染喷油器内部及喷孔。将喷油器以垂直于喷油器座的方向装入喷油器座, 然后用卡夹将喷油器固定在喷油器座上。

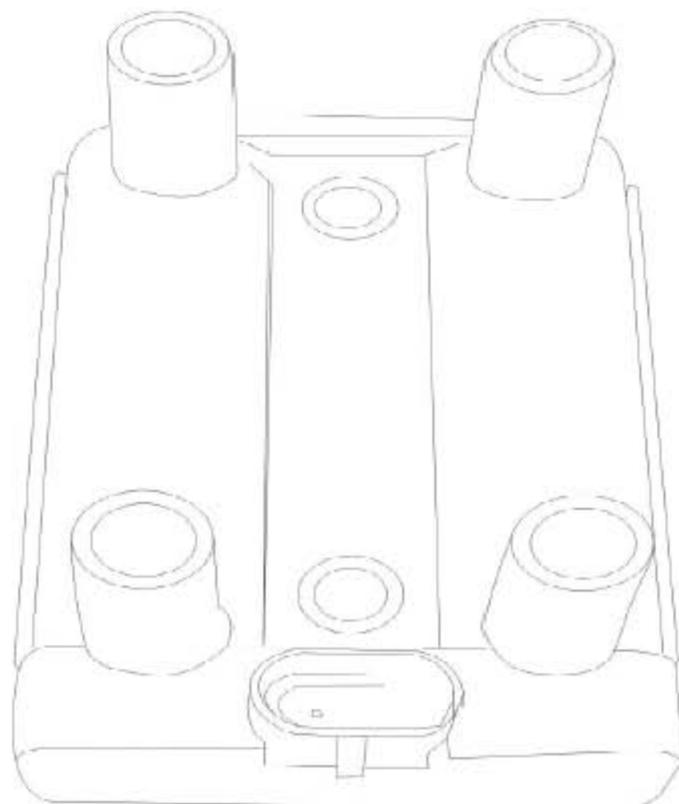
注意: 对于长期停用的车辆, 由于喷油器内汽油黏结, 导致车辆在长期停用后不能正常启动请仔细检查是否为喷油器黏结。

5). 故障诊断:

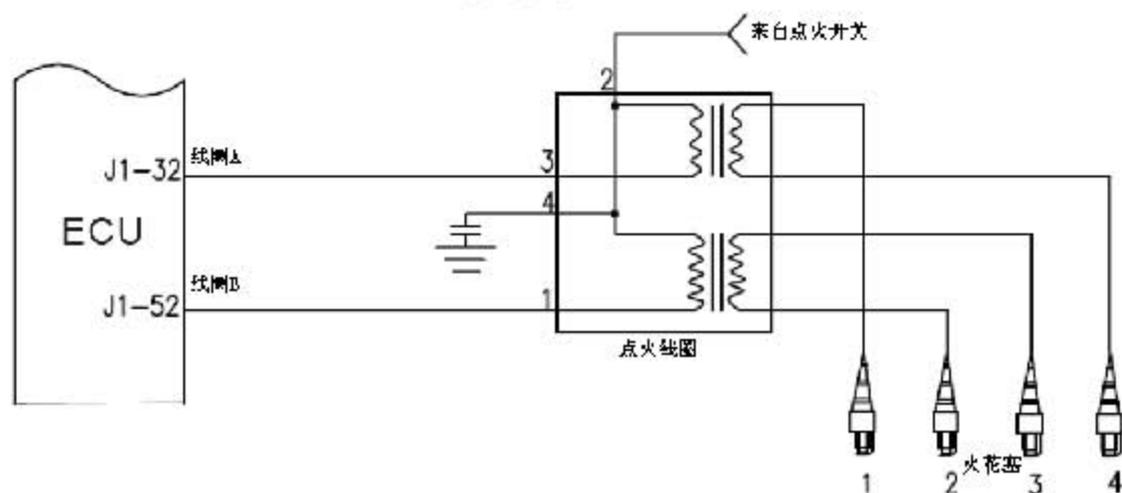
电喷系统对喷油器本身并不实施故障诊断, 但是对喷油器驱动级实施故障诊断。当喷油器驱动级对蓄电池电压短路或超载、对地短路以及断路时, 故障标志位置位。此时关闭氧传感器闭环控制及其自学习预控制, 最后一次的自学习数据有效。待故障排除之后, 故障标志位复位。

1.2.11 点火线圈

1). 接口电路



电喷系统



2). 功能:

点火线圈将初级绕阻的低压电转变成次级绕阻的高压电，通过火花塞放电产生火花，引燃气缸内的燃油空气混合气。

3). 独立点火:

车上总共有三个这样的点火线圈，发动机ECU根据曲轴位置和凸轮轴位置传感器的信号分别控制这三个点火线圈的搭铁，来控制发动机的点火。

4). 组成和原理:

点火线圈由初级绕组、次级绕组和铁芯、外壳等组成。当蓄电池的电压加到初级绕组上时，初级绕组充电。一旦ECU 将初级绕组回路切断，则充电中止，同时在次级绕组中感应出高压电。

5). 故障诊断:

ECU 没有对点火线圈实行故障诊断的功能，因此点火线圈如果出问题的话在是没有故障码的，只有检查点火线圈电阻，才能判断点火线圈是否工作正常，在正常情况下点火线圈工作时发热量比较大，但是点火线圈温度过高会导致点火线圈电阻阻值增大，会出现发动机工作不稳、自动熄火等故障。

6). 初级绕组:

0.47欧姆

7). 次级绕组:

8欧姆

1.2.12 制燃油分配管总成

1). 用途:

存储和分配燃油，并让多余的燃油流回燃油箱，喷油器和燃油压力调节器安装在其上面，为燃油喷射系统提供一个比较稳定的压力环境，使各缸的供油压力和供油量均衡，发动机运转平稳。

2). 组成:

系统燃油分配总管由喷油器和供油总管组成，由于系统采用无回油控制，供油总管上没有油压调节器。

3). 装装要求:

进出油管与橡胶管连接用卡箍卡紧，选用的卡箍型号要与橡胶管匹配，保证进出油管与橡胶管连接的密封。

4). 故障诊断:

一般情况下供油总管出现故障的机率极小，大部分是由于装配不当，导致燃油系统泄露，因此在装配时一定要注意：用过的喷油嘴油封（O型圈不能再次使用。）