

# 浅析气体浓度传感器的识别与检测

◆文/江苏 赵宝平 张爱琴

气体浓度传感器主要应用于汽车电控发动机尾气排放的监测。汽车电控发动机通过氧传感器来监测排气中氧浓度的含量,发动机ECU根据排气中氧浓度的含量不断地对喷油脉宽进行修正,从而使发动机空燃比接近理论空燃比。只有发动机能够正常运作,其才能产生应有的动力,燃油消耗及尾气排放才会降低。

随着汽车发动机技术的发展,很多新型传感器已应用于现代先进的发动机尾气浓度监测,如稀薄混合汽传感器、宽域氧传感器等。为了使广大汽车维修人员更好地了解各种气体浓度传感器的结构与原理以及相应的识别与检测,本文将作出如下介绍。

## 一、氧传感器

### 1. 二氧化锆式氧传感器的识别与检测

#### (1) 二氧化锆式氧传感器的识别

目前汽车上大部分使用带加热器型的氧传感器,主要由二氧化锆( $ZrO_2$ )、陶瓷管(固体电解质,或称为锆管)、电极和护套等组成。它一般安装在发动机排气管上,如图1所示。

不同的发动机排气管上的氧传感器安装

位置有所不同。二氧化锆式氧传感器的电路如图2所示。加热式氧传感器有4根线,两根与ECU相连,另外两根是电源正、负极线。

#### (2) 二氧化锆式氧传感器的检测

①检查二氧化锆式氧传感器加热器电阻  
将点火开关置于OFF挡,拔下氧传感器的导线插接器,用万用表欧姆挡测量氧传感器接线端子中加热器端子与搭铁端子间的电阻,其电阻值应符合标准(一般为4~40 $\Omega$ )。若不符合该标准,则应更换氧传感器。测量后,接好氧传感器线束插接器,以便进一步做检测。

#### ②检查反馈电压。

让发动机以2500r/min左右的转速保持运转,同时检查电压表指针是否在0~1V之间来回摆动,记下10s内电压表指针摆动的次数。正常情况下,随着反馈控制的进行,氧传感器的电压将在0.4V以下不断变化,10s内反馈电压的变化次数应不少于8次。

### 2. 二氧化钛式氧传感器的识别与检测

#### (1) 二氧化钛式氧传感器的识别

二氧化钛( $TiO_2$ )式氧传感器是利用 $TiO_2$ 材料的电阻值随排气中氧含量的变化而变化

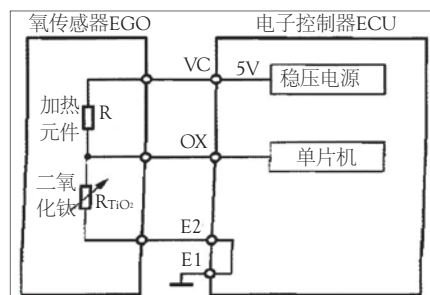


图3 氧化钛式传感器与ECU连接电路

的特性构成的,所以也称为电阻型氧传感器。

二氧化钛式氧传感器的结构与二氧化锆式氧传感器的结构相似,其主要由二氧化钛、钢质壳体、加热元件和接线端子组成。

由于二氧化钛式氧传感器在温度高于300 $^{\circ}C$ 时才能正常工作,因此将其安装在温度较高的排气管上。同时,在二氧化钛式氧传感器内部用一个电加热器对二氧化钛进行加热,以保证二氧化钛式氧传感器在发动机工作过程中保持恒定的温度。

与二氧化锆式氧传感器不同,二氧化钛式氧传感器不需要与气压进行比较,因此,传感元件的密封与防水十分方便,利用玻璃粉末或滑石粉末等密封剂进行密封,可达到使用要求。此外,在电极引线与护套之间设置一个硅橡胶密封衬垫,可以防止水汽浸入传感器内部而腐蚀电极。

目前使用的二氧化钛传感元件主要有芯片式和厚膜式两种。芯片式将铂金属线埋入二氧化钛芯片中,金属铂兼作催化剂。厚膜式采用半导体封装工艺中的氧化铝层压板工艺制成。

二氧化钛式氧传感器与ECU的连接电路如图3所示。二氧化钛式氧传感器正极信号线与ECU插座一端相连,负极信号线与ECU插座另一端相连,另一根线搭铁。

二氧化钛式氧传感器和二氧化锆式氧传感器的主要区别在于二氧化锆式氧传感器将废气中氧分子含量的变化转换成电压的变化,而二氧化钛式氧传感器则是将废气中氧分

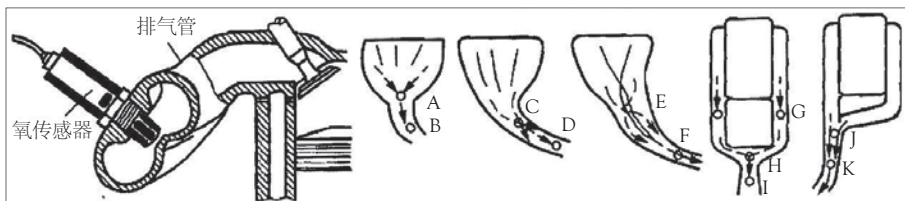


图1 氧传感器在排气管上的安装位置

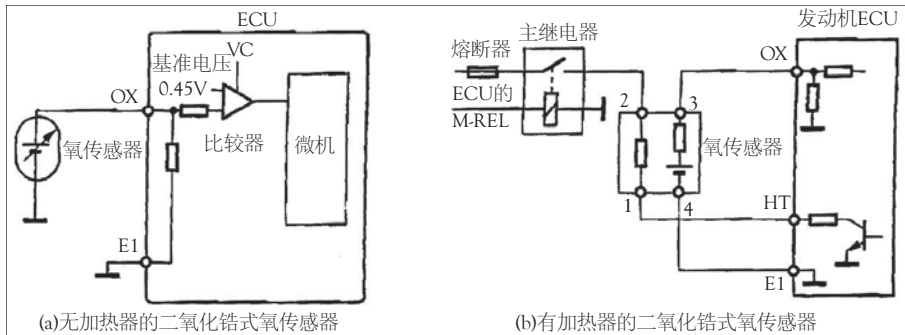


图2 氧化锆式氧传感器的电路

子含量的变化转换成传感器电阻的变化。

在发动机运转过程中,并不是在任何时刻或任何工况下,氧传感器和反馈控制系统都起作用,ECU是通过开环和闭环两种方式对发动机的喷油量进行控制的。发动机在启动、大负荷及暖机运转过程中,需要浓混合汽,此时ECU处于开环控制状态,氧传感器不起作用。因为氧传感器只有在高温(一般在390℃)下才投入工作,产生可靠信号,而发动机启动后,在氧传感器未达到一定的工作温度时,ECU处于开环控制状态。当发动机达到正常工作温度后,ECU才进行闭环控制,氧传感器才起反馈作用。

含铅汽油中的铅在低温下呈固体状态,堆积在传感器元件的表面使传感器元件铅中毒,进而出现老化的现象。汽油或润滑油硫化产生的硅酮堆积在传感器元件的表面使氧传感器硅中毒,进而出现失效的现象。因此,当汽车行驶一定的里程(约80000~100000km)后,应更换氧传感器。

### (2) 二氧化钛式氧传感器的检测

当氧传感器出现故障,输出信号异常时,ECU会自动切断氧传感器的反馈功能,使发动机进入开环控制工作状态。

#### ① 检查加热器电阻

用高阻抗数字式万用表欧姆挡对氧传感器的加热电阻值进行测试。拔下氧传感器线束插头,测试氧传感器A、B接线柱间的电阻值。正常情况下,其阻值为5~7Ω。如果电阻为∞,说明加热电阻烧断,应更换氧传感器。

#### ② 检查氧传感器电源电压

如图4所示,打开点火开关至ON挡,用万用表电压挡测量传感器的电源电压,其标准值为1V。

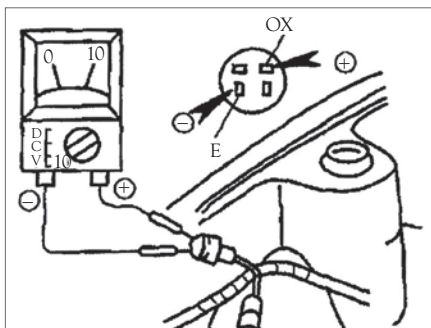


图4 检查氧传感器电源电压图

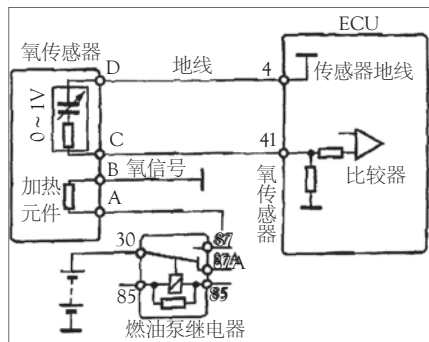


图5 检查氧传感器加热器电源电压

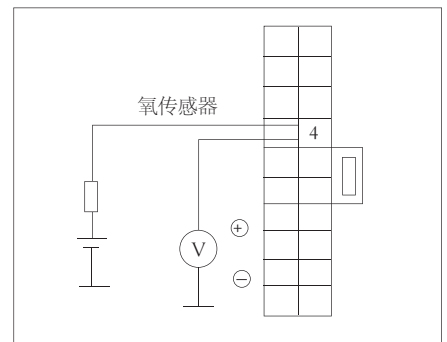


图6 检查氧传感器的反馈电压

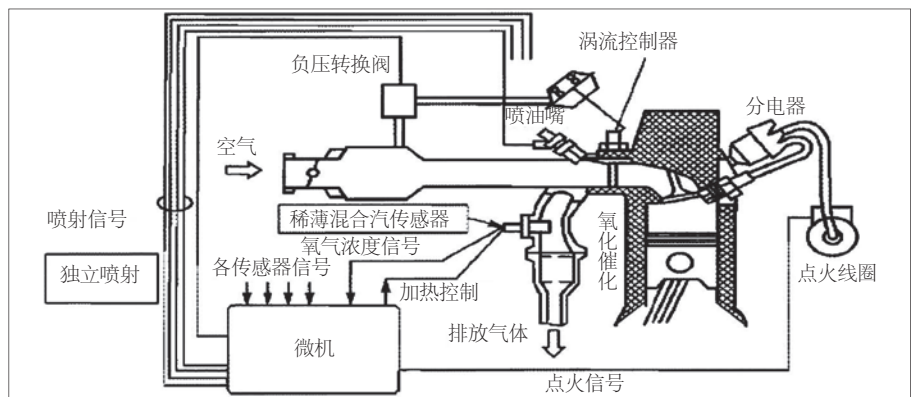


图7 T-LCS系统的构成

#### ③ 检查氧传感器加热器电源电压

如图5所示,打开点火开关至ON挡,用万用表电压挡测试传感器的加热器电源电压,其标准值应为12V。

#### ④ 检查氧传感器反馈电压

如图6所示,接通点火开关,并启动发动机使其在怠速状态下正常运转,然后用电压表测量ECU的4号接线端子与搭铁之间的电压值,其值应在0.2~0.8V之间。当发动机提高转速后,其电压值应在0.6~1.0V之间,否则应更换氧传感器。

#### ⑤ 动态测试

使发动机充分预热,拔下燃油压力调节器的真空软管,堵上歧管,使混合汽加浓(空燃比减小)。在怠速状态下测量ECU插接器的端电压,氧传感器上的电压应大于0.5V,否则应更换氧传感器。

热器,使用氧化锆元件测定排气中的氧浓度,从而测定空燃比。该传感器的特点是在超稀薄燃烧领域进行空燃比的反馈控制,与氧化催化剂结合,达到降低燃料消耗的目的。

丰田卡利那牌汽车上的T-LCS系统装用了稀薄混合汽传感器,用以在稀薄混合汽状态下对空燃比进行反馈控制,其系统的构成如图7所示。

## 2. 稀薄混合汽传感器的检测

### (1) 检查传感器的加热器电阻

将点火开关关闭至OFF挡,拔下氧传感器的导线连接器,用万用表欧姆挡测量氧传感器接线端子中加热器端子与搭铁端子间的电阻,其电阻值应符合标准(一般为4~40Ω),如不符合标准,则应更换氧传感器。

### (2) 检查传感器输出电流信号

用万用表的电流挡测试传感器的输出电流信号,电流值应随空燃比的增大而增大。

## 二、稀薄混合汽传感器

### 1. 稀薄混合汽传感器的识别

发动机稀薄燃烧型空燃比反馈控制系统中,采用了稀薄混合汽传感器。该传感器与氧传感器一样,内部装有氧化锆陶瓷元件和加

## 三、宽域氧传感器

### 1. 宽域氧传感器的识别

宽域氧传感器(UEGO)又称为宽量程氧传感器、宽带氧传感器、全范围空燃比

传感器。对于普通氧传感器而言,当混合汽接近理论空燃比时,输出电压为0.45V,尾气偏浓时,输出电压就突变到0.6~0.9V之间;反之,尾气变稀时,输出电压突变到0.1~0.3V之间。如果尾气进一步增浓,或尾气进一步变稀,普通氧传感器已无法测量,0.1~0.9V的电压信号已无法满足对汽车排放的控制。而宽域氧传感器是一种线性的、电流型的新型氧传感器,其工作曲线平滑。

宽域型氧传感器是利用氧浓度差和氧气的泵电原理,连续检测混合汽从过浓到理论空燃比再到稀薄状态整个过程的一种传感器。当混合汽过浓时,氧气泵就会吸入氧气到测定室中;而当排放气体比混合汽稀薄时,则从测定室中放出氧气到排放气体中。宽域氧传感器就是利用这一特点用氧气泵供给测定室氧气,使排放保持在理论空燃比。

## 2. 宽域氧传感器的检测

下面以宝来汽车为例说明宽域氧传感器的检修方法,其电路如图8所示。

宽域氧传感器性能的检测可用3种方法,一是观察氧传感器外观的颜色,二是检测氧传感器加热电阻,三是测量氧传感器电压输出信号。

### (1) 检查外观颜色

通过观察氧传感器顶部的颜色,可以判断其故障原因。氧传感器顶部的正常颜色为淡灰色,如果发现氧传感器顶部颜色发生变

化,则预示着氧传感器存在故障隐患或已经出现故障;氧传感器顶部呈黑色,是由积炭污染造成的,可拆下氧传感器后清除其上的积炭;氧传感器顶部呈红棕色,说明氧传感器受铅污染。

### (2) 检查氧传感器加热器电阻

当发动机温度达到正常温度后,拔下氧传感器插接器,用万用表欧姆挡检测传感器端子之间的电阻值。前氧传感器加热器电阻“3”与“4”脚的电阻值在2.5~10Ω之间,后氧传感器加热器电阻“1”与“2”脚的电阻值在6.4~47.5Ω之间。若电阻值不符合规定,则应更换氧传感器。

### (3) 检查单元泵电阻

用万用表欧姆挡检测前氧传感器单元泵电阻(即“2”与“6”脚间的电阻),其值应为77.5Ω。

### (4) 检查氧化锆参考电池输出电压

用万用表直流电压挡检测“1”与“5”脚间的电压,氧传感器电压应在0.4~0.5V之间。

### (5) 检查宽域氧传感器输出电压

宽域氧传感器输出电压不能用万用表直接测量,而应通过专用解码器读取数据流。发动机ECU将宽域氧传感器的电流信号转化为电压值显示出来,其规定电压值为1.0~2.0V。发动机运转时,宽域氧传感器的输出电压应为1.0~2.0V。电压值大于1.5V时,表示混合汽过稀;电压值小于1.5V

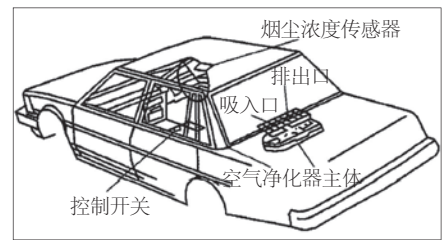


图9 空气净化系统的组成

时,表示混合汽过浓;当电压值为0、1.5V、4.9V的恒定值时,表明氧传感器本身或其线路有故障。

## 四、烟尘浓度传感器

### 1. 烟尘浓度传感器的识别

在汽车驾驶室内,吸烟者吸烟发出的烟雾以及车外侵入的灰尘都会造成车内空气的污染,从而严重危害人体健康。为此,汽车上需要安装空气净化器以除去空气中的烟尘。烟尘浓度传感器是空气净化器的配套使用装置,用于检测烟雾。当烟尘浓度传感器从车室内感知到烟尘的存在时,可自动使空气净化器运转;没有烟尘时,使空气净化器停止运转,从而使室内空气始终保持清新。

烟尘浓度传感器由发光元件、光敏元件和信号处理电路等组成。应用烟尘浓度传感器的空气净化器其组成如图9所示。它主要由空气净化器主体、控制开关和烟尘浓度传感器组成。空气净化器主体由鼓风机电动机、过滤器、鼓风机调风门及壳体等构成。过滤器内装有活性炭滤纸,以发挥除臭的作用。活性炭(相当于空调风道上的过滤网)一般使用3~6个月或汽车行驶5000km就需更换。

为防止烟尘浓度传感器受外部干扰而错误启动,传感器内部采用了脉冲振荡电路,即射入相同波长的红外光,因脉冲周期不同传感器也不会判断有烟雾。另外,传感器内部还设有定时、延时电路,即使没有烟雾,鼓风机一旦启动,也只能连续旋转2min后自动停止工作。

### 2. 烟尘浓度传感器的检测

#### (1) 检查传感器的电源电压

如图10所示,打开点火开关至ON挡,用万用表电压挡测量传感器电源的电压,其标准值应为12V。

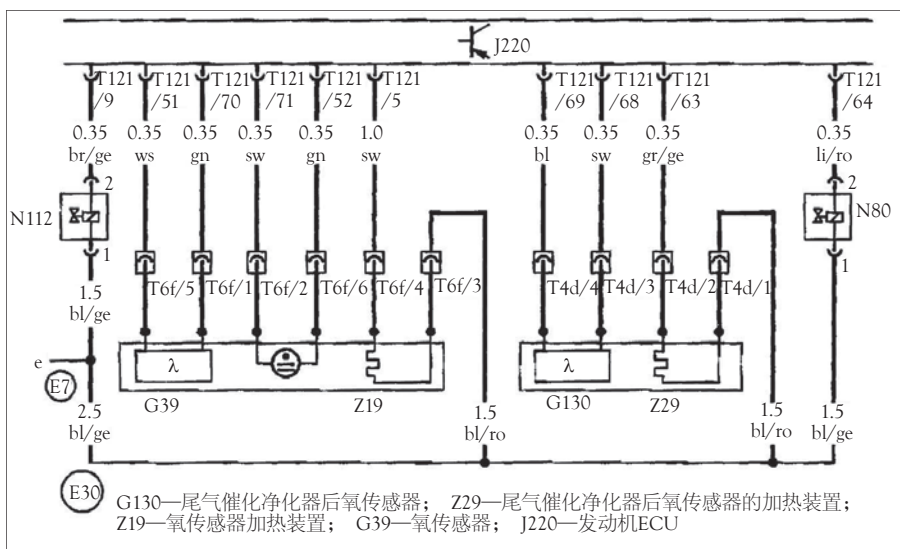


图8 宽域氧传感器的电路图

## (2)检查传感器工作性能

如图11所示, 将点燃的香烟放在传感器附近, 若听到通风机转动的声音, 说明传感器良好。

## 五、柴油机烟度传感器

### 1. 柴油机烟度传感器的识别

柴油机烟度传感器可以连续测量柴油机的烟度, 用它来检测发动机排放气体中形成的炭烟和未燃烧的炭粒, 并把表示炭烟存在的电信号输入ECU, ECU根据烟度信号调节空气和柴油的供给量以达到完全燃烧、减少炭烟的目的。该传感器由绝缘材料和两个贵金属电极组成, 暴露在烟气中的电极周围涂有强化催化剂材料, 使沉积在电极上的炭能迅速地被氧化, 以保持电极的清洁, 满足连续测量的要求。

### 2. 柴油机烟度传感器的检测

随柴油机负荷变化的排温、烟度和传感器电流值的变化应符合要求(发动机转速保持在2000r/min, 传感器用24V直流电源), 如表1所示。随着柴油机负荷的增加, 排温、烟度传感器电流都相应增加。烟度与传感器电流间的关系, 应满足下列关系式, 即  $R = KI$ , 其中R表示波许烟度, I表示传感器电流值, K表示比例常数。

## 六、NOx传感器

NOx是可燃混合汽在高温、高压下燃烧后的产物, 是NO和NO<sub>2</sub>等的总称。NOx主要是在高温富氧条件下生成的, 当空气过量时, N<sub>2</sub>与O<sub>2</sub>在电火花的作用下, 产生了NO, 而NO被空气中O<sub>2</sub>氧化为NO<sub>2</sub>。燃烧过程排放的NOx, 95%以上可能是NO, 其余

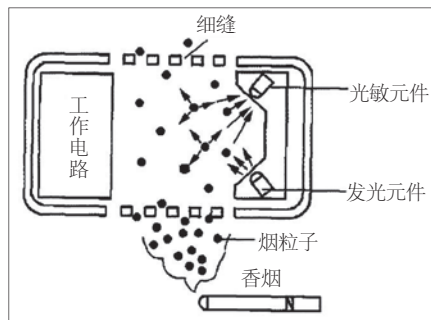


图11 传感器工作性能检查

的是NO<sub>2</sub>。尾气中NOx的排放量取决于燃烧温度、时间和空燃比等因素。

### 1. 柴油车用NOx传感器

为控制柴油机排气中的NOx, 采用薄膜技术研制成功了SnO<sub>2</sub>薄膜式NOx传感器, 在铝制底板表面贴上作为传感器的SnO<sub>2</sub>薄膜, 背面则贴上加热器。

SnO<sub>2</sub>薄膜一旦吸附有NOx, 传感器的电阻就会产生变化。这种传感器的电阻对NOx的响应很灵敏, 这种随NOx而变化的电阻通过电路的变换产生随NOx变化的电压信号, 并将其发送给ECU, 作为柴油机优化控制的一个指标。

### 2. 汽油车用NOx传感器

奥迪A8L、A4L车型采用了燃油分层喷射(FSI)技术, 这项技术能够提升动力并节约燃油, 但在分层充气模式、均质稀薄充气模式和均质充气模式中, 特别是在λ=1~1.5的均质稀薄充气模式、λ=1.6~3的分层充气模式中, 高温富氧条件下更加容易生成NOx。因此, 必须对NOx进行控制。传统的闭环三元催化器不能快速地将燃烧过程中产生的NOx高效地转换成N<sub>2</sub>, 新开发的NOx存储式催化器能使FSI发动机在各种模式下的排放都符合欧IV排放标准。

表1柴油机负荷与排温、烟度、传感器电流值变化表

功率/kW	排温/℃	烟度/BSU	传感器电源/μA
0	0	0	1.0
5.00	190	0.3	2.5
5.74	200	0.5	3
7.79	240	0.8	5.5
8.75	260	1.1	7
9.04	290	1.3	10
9.41	300	1.5	12
9.71	325	1.8	15
10.29	350	2.0	19
11.47	390	2.7	33
11.84	405	3.0	42
12.13	420	3.4	50
12.35	430	4.3	65
12.57	440	5.0	80

奥迪A8L、A4L在发动机上安装了两个催化式排气转化器, 其中一个离发动机很近, 是多级三元催化转化器, 位于排气歧管的排放近端; 另一个为NOx存储式催化转化器, 位于盘形地板上。在λ=1的均质操作模式中, NOx存储式催化转化器的功能与普通闭环催化转化器的功能基本相同。在分层充气模式和均质稀薄充气模式中, NOx存储式催化转化器不再对NOx进行转换, 而是进行NOx的存储。

NOx传感器被直接拧紧在NOx存储催化转化器的后面, 它用于确定废气中NOx和氧气的残留量, 并把此信号发送给NOx传感器ECU。

NOx传感器的主要功能如下。

①用来识别和检查催化转化器的功能是否正常。

②用来识别和检查催化转化器前端宽域氧传感器节点是否正常或是否需要修正。

③检测NOx浓度。传感器产生的信号被传送至NOx传感器ECU。

④当NOx传感器测到NOx存储式催化转化器的存储空间达到饱和时, 就会启动一个NOx再生周期, 并将信号提供给ECU, ECU控制发动机在短时间内生成更浓的混合气体, 会使排气温度升高, 转化器钒涂层便开始释放NOx, NOx会随之被转化为无害的N<sub>2</sub>。

⑤如果NOx传感器的信号发生故障, 发动机仅能在均质充气模式中运行。M

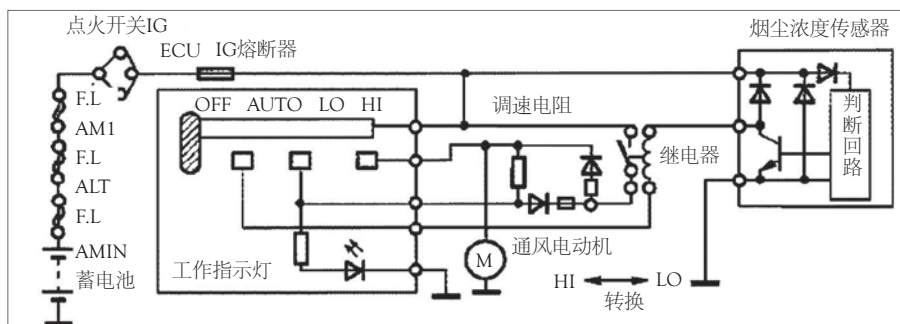


图10 检查传感器电源电压