

《汽车发动机电控系统检修》电子教材

项目描述

一辆车由于空气供给系统工作不良导致发动机性能故障,需对空气供给系统各元件及控制电路进行检查,确定故障部位,并维修或更换。

任务 2.4 节气门位置传感器的故障诊断与检修

学习目标

1. 能准确讲述节气门位置传感器的作用,并在发动机上指明部件所在位置。
2. 能准确讲述节气门位置传感器的类型。
3. 结合原理图能准确叙述各类节气门位置传感器工作原理。
4. 能准确规范地完成双信号输出的线性电阻式节气门位置传感器的诊断与检修。

任务描述

一辆 2013 款 1.6 自动挡科鲁兹轿车,发动机指示灯点亮,怠速不稳,无法加速,对故障车进行检测,发现节气门位置传感器故障,经维修处理后,车辆运行正常。

知识储备

一、节气门位置传感器的作用及类型

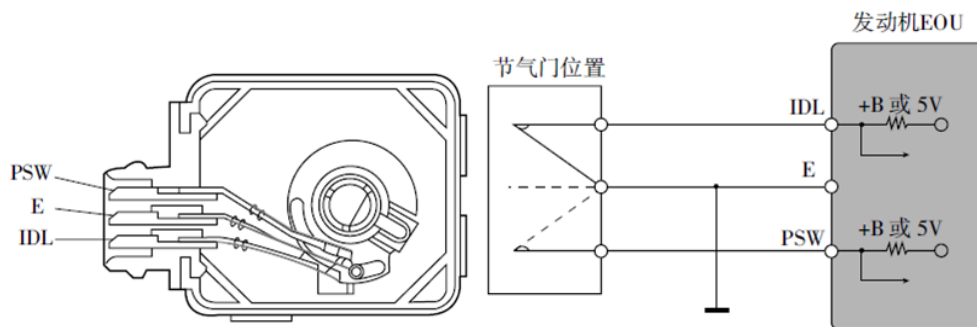
节气门位置传感器(TPS)如图 3-46 所示,通常安装在节气门体上,主要用于检测节气门开度,并将节气门开度(发动机负荷大小)转变为电压信号传输到 ECU,ECU 根据此信号判别发动机的工况,如怠速工况、部分负荷工况和大负荷工况等,并根据发动机不同工况对混合气浓度的需求控制喷油器的基本喷油量。常见的节气门位置传感器有开关触点式、线性电阻式、霍尔元件式三种。



图 3-46 节气门位置传感器

二、开关触点式节气门位置传感器

开关触点式节气门位置传感器内部有三个触点：怠速开关触点 IDL、全负荷开关触点 PSW 和搭铁的动触点 E，如图 3-47 所示。发动机在怠速或突然减速时，怠速触点闭合，ECU 根据此信号对怠速时的混合气进行控制，并修正点火提前角，切断废气再循环系统。减速断油时，暂时切断供油。当节气门开度超过一定角度时，全负荷触点闭合，ECU 根据此信号加浓混合气，提高发动机输出功率。



3-47 开关触点式节气门位置传感器

发动机怠速运转时，IDL 触点闭合，IDL 信号电压为 0V，ECU 以此信号控制发动机怠速时的运转工况。加速时，IDL 触点断开，其电压变为+B 或 5V。当全负荷时，PSW 触点闭合，PSW 电压为 0V，ECU 控制发动机在全负荷工况工作。开关触点式节气门位置传感器的数据见表 3-8。

表 3-8 开关触点式节气门位置传感器数据

节气门位置 触点	全负荷（全开）/V	部分负荷 （部分开启）/V	怠速 （关闭）/V
	IDL	+B 或 5	+B 或 5
PSW	0	+B 或 5	+B 或 5

三、线性电阻式节气门位置传感器

线性电阻式节气门位置传感器结构及原理如图 3-48 所示。采用线性电位计，由节气门轴带动电位计的滑动触点，在不同的节气门开度下，接入回路的电阻则不同。发动机怠速运转时，怠速触点闭合，IDL 信号端子电压为 0，VTA 信号端子与 VC 电源端子间电阻较大，传感器信号电压较低，为 0.6—0.9。随着节气门开度的增加，电位计的滑动触点在电阻膜滑动，从而在该触点上得到与节气门开度成比例的线性电压输出，即 VTA 信号电压。全负荷时 VTA 信号在 3.5—4.7V，ECU 根据全负荷时 VTA 信号进行空燃比修正、加浓修正和燃油切断控制等。线性电阻式节气门位置传感器在各种工况下的数据见表 3-9。

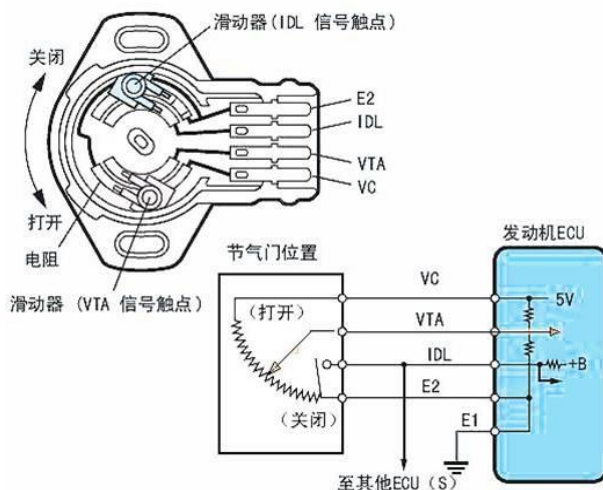


图 3-48 线性电阻式节气门位置传感器

表 3-9 线性电阻式节气门位置传感器数据

节气门位置 触点	全负荷（全开）/V	部分负荷 （部分开启）/V	怠速 （关闭）/V
IDL	+B	+B	0
VTA	3.5—4.7	0.9—3.5	0.6—0.9

开关触点式节气门位置传感器只能检测发动机的怠速和全负荷工况。当 IDL 触点断开 PSW 触点还未闭合时，发动机处于加速状态，该传感器无法输出节气门所在位置的准确信号。线性电阻式节气门位置传感器的设计避免了开关触点式节气门位置传感器的弊端，利用其电位计的变化可检测出节气门所在的准确位置。目前的线性电阻式节气门位置传感器已无 IDL 怠速触点；或虽有怠速触点但并不与发动机 ECU 相连接。这些型号用 VTA 信号探测怠速运行工况，如图 3-49 所示。

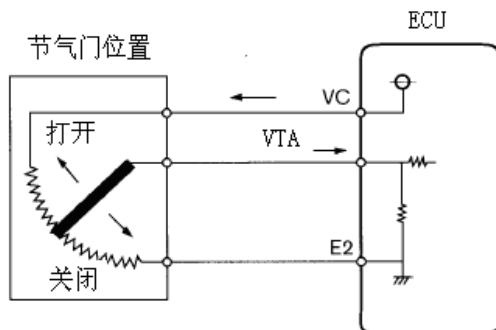


图 3-49 无怠速触点的线性电阻式节气门位置传感器

在智能电控节气门（ETCS—i）系统中，采用双信号输出的线性电阻式节气门位置传感

器，传感器内部有两个电位计、两个滑动触点，并有两个信号 VTA1 和 VTA2，来提高可靠性，如图 3-50 所示。

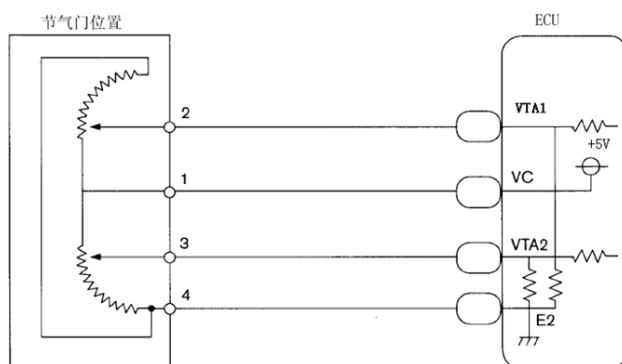


图 3-50 双信号输出的线性电阻式节气门位置传感器电路原理

注意：随着节气门位置的开启，VTA1 和 VTA2 信号都呈比例线性增加，但增加速率不同，VTA2 信号比 VTA1 信号先到达最大值，如图 3-51 所示。发动机 ECU 通过检测这两个信号，来感知节气门的位置，并能通过比较两个信号，及时发现问题，提高工作的可靠性。

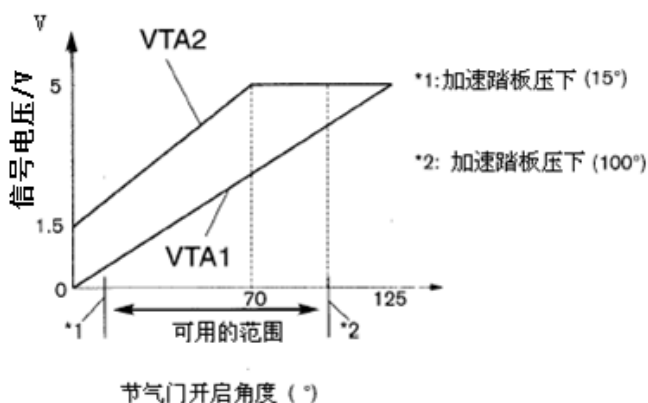


图 3-51 双信号输出的线性电阻式节气门位置传感器信号变化趋势

四、霍尔元件式节气门位置传感器

霍尔元件式节气门位置传感器由霍尔集成芯片 IC 和可绕其转动的磁铁构成，磁铁与节气门轴同轴，即和节气门一齐转动。当节气门开启时，磁铁也一同转动，改变位置，如图 3-52 所示。此时，霍尔集成芯片 IC 探测磁铁位置变化所造成磁通量的变化并产生霍尔效应，从 VTA1 端子和 VTA2 端子输出信号电压。此传感器不仅能准确地探测节气门开启程度，还采用了无接触方式，简化了构造，所以不易发生故障。而且，为了确保此传感器的可靠性，还具有不同输出特性的两个系统输出信号，如图 3-53 所示。

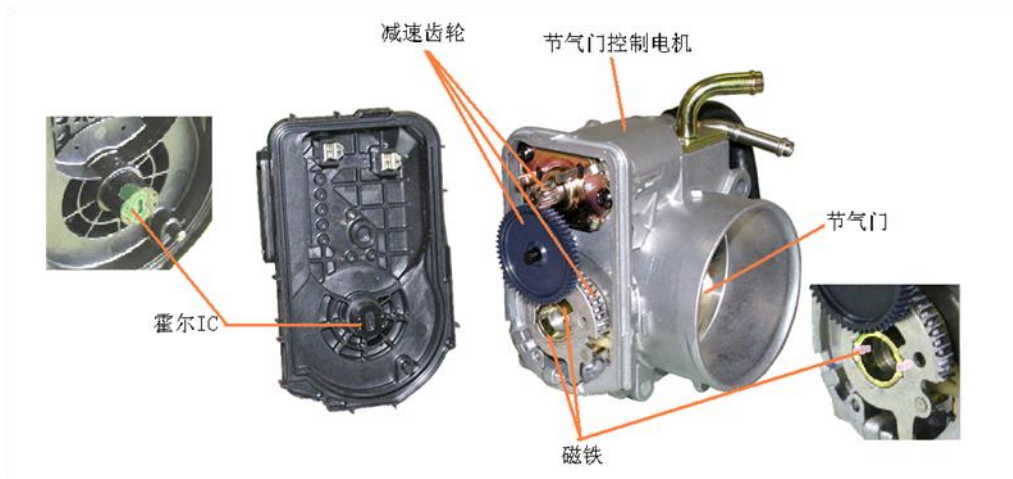


图 3-52 霍尔元件式节气门位置传感器实物图

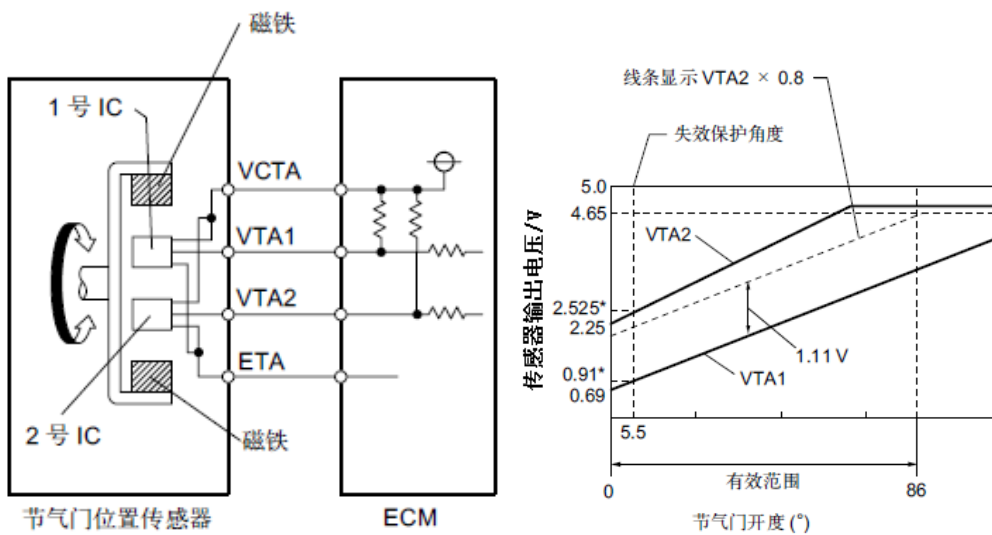


图 3-53 霍尔元件式节气门位置传感器电路原理图

任务实施

解析 1 科鲁兹轿车节气门位置传感器

以雪佛兰 2013 款科鲁兹发动机采用的节气门位置传感器的检测为例，加以说明，图 3-54 为其实物图。



图 3-54 节气门位置传感器实物图

解析 2 科鲁兹轿车节气门位置传感器电路图解读

图 3-55 为节气门位置传感器系统电路图

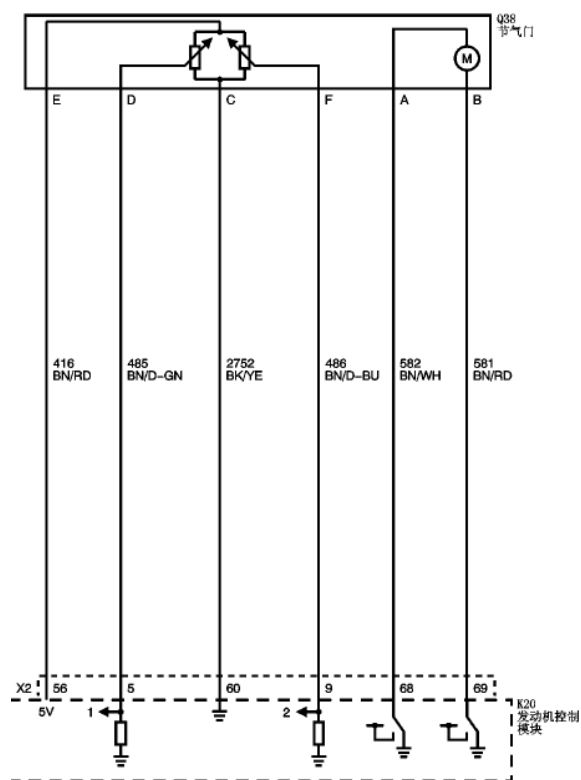


图 3-55 节气门位置传感器系统电路图

节气门体总成包含 2 个节气门体位置传感器。节气门体位置传感器安装在节气门体总成上且不可维修。节气门位置传感器将提供一个相对节气门叶片角度变化的信号电压。发动机控制模块 (ECM) 向节气门位置传感器提供 1 个通用 5V 参考电压电路、1 个通用低电平参考

电压电路和 2 个独立的信号电路。两个节气门位置传感器的功能相反。当踩下加速踏板至节气门全开(WOT)位置时,节气门位置传感器 1 信号电压降低,节气门位置传感器 2 信号电压升高。

C 号线: 低电平参考电压电路(搭铁电路) E 号线: 5V 参考电压电路

D 号线: 1 信号电路 F 号线: 2 信号电路

科鲁兹轿车节气门位置传感器维修过程

- 1) 读取静态故障码、冻结帧和数据流。
- 2) 检查节气门位置传感器的安装状态。
- 3) 确认故障症状。起动发动机前,确认车辆周围环境是否安全。起动发动机时,观察起动状况,确认故障症状并记录症状现象。
- 4) 动态下再次读取故障码、冻结帧和数据流。
- 5) 将点火开关置于“OFF(关闭)”位置,所有车辆系统关闭,断开 Q38 节气门体处的线束连接器,如图 3-56 所示,可能需要 2 分钟才能让所有车辆系统断电。测试低电平参考电压电路端子 C 和搭铁之间的电阻是否小于 5 欧。



图3-56 Q38节气门体处的线束连接器

如果等于或高于 5 欧,点火开关置于“OFF(关闭)”位置,断开蓄电池负极接线柱,断开 K20 发动机控制模块的线束连接器。测试低电平参考电压端对端的电阻是否小于 2 欧。如果为 2 欧或更大,如图 3-57 所示(图中数值为无穷大),则修理电路中的开路/电阻过大故障(断路故障)。如果小于 2 欧,如图 3-58 所示(图中数值为 1.4Ω),则更换 K20 发动机控制模块。



图3-57 线路断路检查



图3-58 线路断路检查

6) 如果小于 5 欧, 如图 3-59 所示 (图中数值为 0.9Ω), 将点火开关置于 “ON (打开)” 位置。测试 5V 参考电压电路端子 E 和搭铁之间的电压是否为 4.8 - 5.2V。



图3-59 低电平参考电压电路检查

如果小于 4.8V, 点火开关置于 “OFF (关闭)” 位置, 断开蓄电池负极接线柱, 断开 K20 发动机控制模块的线束连接器。测试 5V 参考电压电路端子和搭铁之间的电阻是否为无穷大, 如果电阻不为无穷大, 则修理电路上的对搭铁短路故障。如果电阻为无穷大, 如图 3-60 所示 (图中数值为无穷大)。测试 5V 参考电压电路端对端的电阻是否小于 2 欧。如果为 2 欧或更大, 则修理电路中的开路/电阻过大故障 (断路故障)。如果小于 2 欧, 如图 3-3-61 所示 (图中数值为 0.7Ω), 则更换 K20 发动机控制模块。



图3-60 线路短路检查



图 3-61 线路断路检查

如果大于 5.2V，将点火开关置于“OFF（关闭）”位置，断开蓄电池负极接线柱，断开 K20 发动机控制模块的线束连接器，再将点火开关置于“ON（打开）”位置。测试 5V 参考电压电路和搭铁之间的电压是否低于 1V。如果是 1V 或更高，则修理电路上的对电压短路故障。如果低于 1V，则更换 K20 发动机控制模块。

7) 如果在 4.8 - 5.2V 之间，如图 3-62 所示（图中数值为 5.04Ω），将点火开关置于“ON（打开）”位置。测试节气门位置传感器 1 信号电路端子 D 和搭铁之间的电压是否低于 1V。

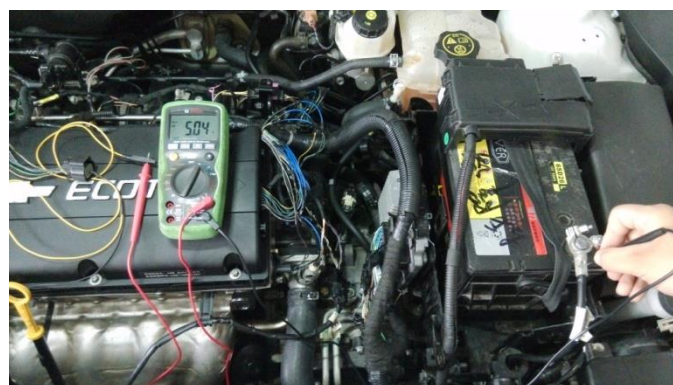


图3-62 5V参考电压电路检查

如果等于或高于 1.0V，将点火开关置于“OFF（关闭）”位置，断开蓄电池负极接线柱，断开 K20 发动机控制模块的线束连接器，再将点火开关置于“ON（打开）”位置。测试信号电路和搭铁之间的电压是否低于 1V。如果是 1V 或更高，则修理电路上的对电压短路故障。如果低于 1V，则更换 K20 发动机控制模块。

8) 如果等于或小于 1.0V，在节气门位置传感器 1 信号电路端子 D 和 5V 参考电压电路端子 E 之间安装一条带 3 安培保险丝的跨接线。确认故障诊断仪的节气门位置传感器 1 的电压参数高于 4.8V。

如果等于或小于 4.8V，如图 3-63 所示（图中数值为 0.0V），点火开关置于“OFF（关闭）”位置，断开蓄电池负极接线柱，断开 K20 发动机控制模块的线束连接器。测试信号电路和搭铁之间的电阻是否为无穷大。如果电阻不为无穷大，则修理电路上的对搭铁短路故障。如果电阻为无穷大，测试信号电路端对端的电阻是否小于 2 欧。如果为 2 欧或更大，则修理电路中的开路/电阻过大故障（断路故障）。如果小于 2 欧，如图 3-64 所示（图中数值为 0.8Ω），则更换 K20 发动机控制模块。



图3-63 节气门位置传感器1信号电路检查

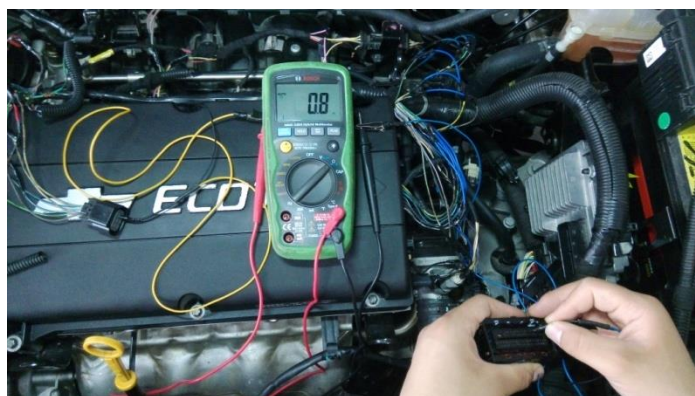


图3-64 线路断路检查

9) 如果等于或高于 4.8V，如图 3-65 所示（图中数值为 5.00V），测试节气门位置传感器 2 信号电路端子 F 和搭铁之间的电压是否为 4.8 - 5.2V。



图3-65 节气门位置传感器1信号电路检查

如果小于 4.8V，点火开关置于“OFF（关闭）”位置，断开蓄电池负极接线柱，断开 K20 发动机控制模块的线束连接器。测试信号电路和搭铁之间的电阻是否为无穷大。如果电阻不为无穷大，如图 3-66 所示（图中数值为 0.5Ω），则修理电路上的对搭铁短路故障。如果电阻为无穷大，测试信号电路端对端的电阻是否小于 2 欧。如果为 2 欧或更大，则修理电路中的开路/电阻过大故障（断路故障）。如果小于 2 欧，则更换 K20 发动机控制模块。

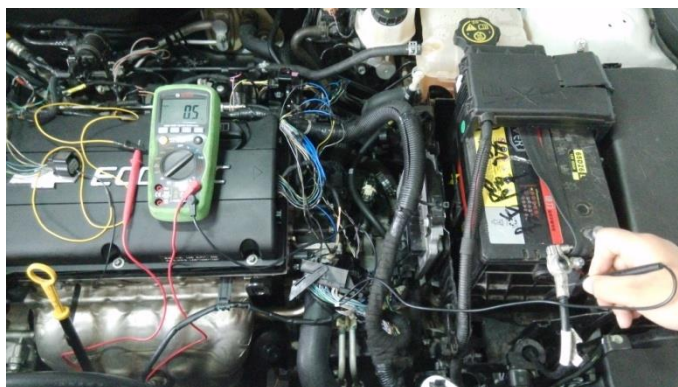


图3-66 线路短路检查

如果大于 5.2V，将点火开关置于“OFF（关闭）”位置，断开蓄电池负极接线柱，断开 K20 发动机控制模块的线束连接器，再将点火开关置于“ON（打开）”位置。测试信号电路和搭铁之间的电压是否低于 1V。如果是 1V 或更高，则修理电路上的对电压短路故障。如果低于 1V，则更换 K20 发动机控制模块。

10) 如果在 4.8 - 5.2V 之间，如图 3-67 所示（图中数值为 4.91V），测试或更换 Q38 节气门体。

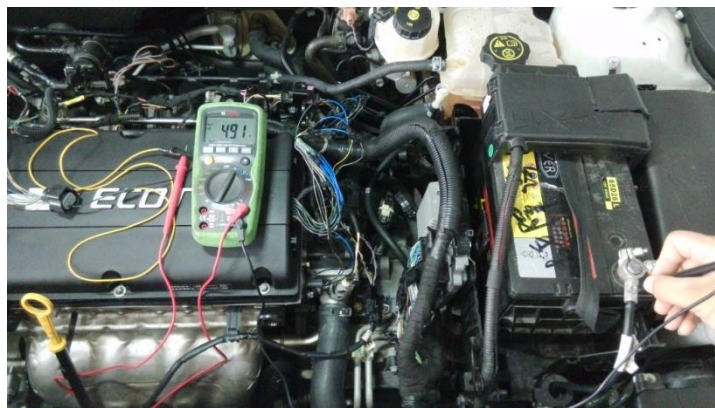


图3-67 节气门位置传感器2信号电路检查

11) 修复后再次检查故障码和数据流。

任务评价

表 3-10 任务评价表

任务名称	节气门位置传感器的故障诊断与检修	姓名		日期	
序号	评价内容	要求	分值	自评	互评
1	讲述节气门位置传感器的作用，并在发动机上指明部件所在位置	表达清楚准确	20		
2	讲述节气门位置传感器的类型	表达清楚准确	20		
3	结合原理图叙述霍尔元件式节气门位置传感器的工作原理	原理图解析要清楚，思路要清晰	20		
4	操作完成双信号输出的线性电阻式节气门位置传感器的诊断与检修	思路清晰，操作规范	20		
5	操作过程 5S	工具摆放，场地整理按 5S 要求	20		
6	总分				
教师评语					

任务拓展

油门踏板位置传感器安装在油门踏板支架上，如图 3-68 所示。在正常情况下，油门踏板位置传感器将踏板踩下的量（角度）转换成电信号输送到发动机 ECU，发动机 ECU 根据此信号控制节气门电机，电机控制节气门开度呈正比例比于油门踏板位置传感器，即司机踏下油门越深，电机控制节气门开度越大。

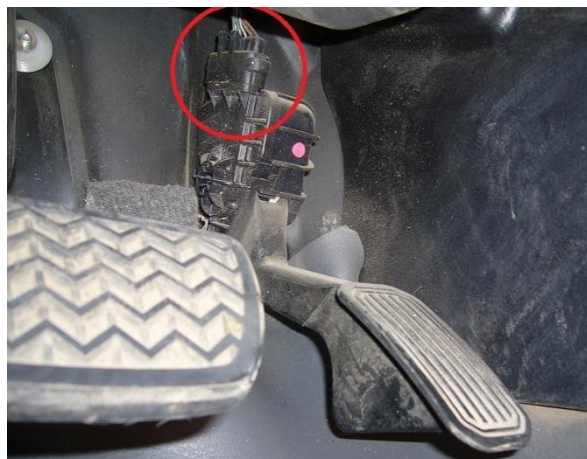


图 3-68 油门踏板位置传感器

油门踏板位置传感器的类型与节气门位置传感器基本相同，可分为线性型和霍尔元件型。

以一汽丰田 2010 款卡罗拉发动机为例，利用课上时间进行油门踏板位置传感器的检测，并完成工单，图 3-69 为油门踏板位置传感器系统电路图。

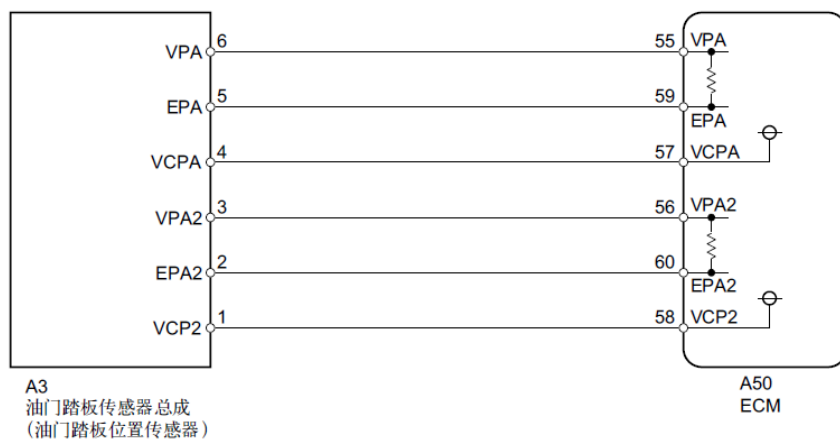


图 3-69 油门踏板位置传感器系统电路图

- 1) 读取静态故障码、冻结帧和数据流。
- 2) 检查油门踏板位置传感器的安装状态。
- 3) 确认故障症状。起动发动机前，确认车辆周围环境是否安全。起动发动机时，观察起动状况，确认故障症状并记录症状现象。
- 4) 动态下再次读取故障码、冻结帧和数据流。
- 5) 使用智能检测仪读取数值（1 号油门踏板位置和 2 号油门踏板位置），将智能检测仪连接到 DLC3，将点火开关置于“ON（打开）”位置，开启诊断仪并进入系统，通过脚踩油门分别读取检测数值，如图 3-70 所示，并与表 3-11 作对比。

表 3-11 标准电压

油门踏板的操作	1号油门踏板位置	2号油门踏板位置
松开	0.5 至 1.1V	1.2 至 2.0V
踩下	2.6 至 4.5V	3.4 至 5.0V

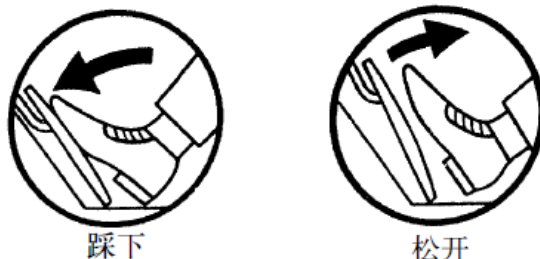


图 3-70 脚踩油门踏板图

6) 检查线束和连接器（油门踏板位置传感器—ECM），将点火开关置于“OFF（关闭）”位置，断开油门踏板位置传感器连接器，断开蓄电池负极接线柱，断开 ECM 连接器，根据表 3-12、表 3-13 测量电阻，测量结果异常，维修或更换线束或连接器（油门踏板位置传感器—ECM）。重新连接 ECM 连接器，连接蓄电池负极接线柱，连接油门踏板位置传感器连接。

表 3-12 标准电阻（断路检查）

检测仪连接	条件	规定状态
A3-6 (VPA) — A50-55 (VPA)	始终	小于 1 Ω
A3-5 (EPA) — A50-59 (EPA)	始终	小于 1 Ω
A3-4 (VCPA) — A50-57 (VCPA)	始终	小于 1 Ω
A3-3 (VPA2) — A50-56 (VPA2)	始终	小于 1 Ω
A3-2 (EPA2) — A50-60 (EPA2)	始终	小于 1 Ω
A3-1 (VCP2) — A50-58 (VCP2)	始终	小于 1 Ω

表 3-13 标准电阻（短路检查）

检测仪连接	条件	规定状态
A3-6 (VPA) 或 A50-55 (VPA) — 车身搭铁	始终	10K Ω 或更大
A3-5 (EPA) 或 A50-59 (EPA) — 车身搭铁	始终	10K Ω 或更大
A3-4 (VCPA) 或 A50-57 (VCPA) — 车身搭铁	始终	10K Ω 或更大
A3-3 (VPA2) 或 A50-56 (VPA2) — 车身搭铁	始终	10K Ω 或更大
A3-2 (EPA2) 或 A50-60 (EPA2) — 车身搭铁	始终	10K Ω 或更大
A3-1 (VCP2) 或 A50-58 (VCP2) — 车身搭铁	始终	10K Ω 或更大

7) 检查 ECM (VCPA 和 VCP2 电压)，将点火开关置于“OFF（关闭）”位置，断开油门踏板位置传感器连接器，再将点火开关置于“ON（打开）”位置，根据表 3-14 测量电压，线束连

接器前视图（至油门踏板位置传感器）如图 3-71 所示，测量结果异常，更换 ECM，重新连接油门踏板位置传感器连接器。

表 3-14 标准电压

检测仪连接	开关状态	规定状态
A3-4 (VCPA) — A3-5 (EPA)	点火开关置于 ON 位置	4.5 至 5.5V
A3-1 (VCP2) — A3-2 (EPA2)	点火开关置于 ON 位置	4.5 至 5.5V

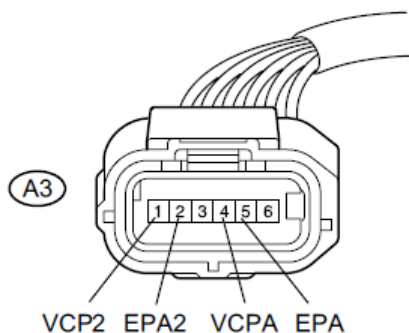


图 3-71 线束连接器前视图（至油门踏板位置传感器）

- 7) 测量结果正常，更换油门踏板位置传感器总成。
- 8) 以上测量结果都正常，更换 ECM。
- 9) 修复后再次检查故障码和数据流。

课后测评

一、填空题

1. 节气门位置传感器通常安装在_____，常见的节气门位置传感器有_____、_____、_____三种。
2. 开关触点式节气门位置传感器内部有三个触点：_____、_____和_____，只能检测发动机的_____和_____。
3. 在智能电控节气门系统中，采用_____输出的线性电阻式节气门位置传感器，传感器内部有两个_____、两个_____，并有两个_____和_____，来提高可靠性。
4. 霍尔元件式节气门位置传感器由_____和_____构成，_____与节气门轴同轴，即和_____一齐转动。
5. 油门踏板位置传感器安装在_____，油门踏板位置传感器的类型与节气门位置传感器基本相同，可分为_____和_____。

二、简答题

1. 节气门位置传感器的作用？

2. 油门踏板位置传感器的作用？