

模块3

汽油发动机电控系统故障诊断



学习目标

1. 知识目标

- (1) 知道现代汽车发动机电控系统的组成和基本原理；
- (2) 能叙述汽油发动机传感器和执行器件的常见故障现象、原因和诊断方法；
- (3) 能描述汽油发动机控制系统的常见故障诊断方法。

2. 能力目标

- (1) 会使用诊断仪读取和分析发动机电控系统的故障码和数据流；
- (2) 会运用测试灯、二极管灯、万用表等工具诊断发动机电控系统的电路故障；
- (3) 会使用示波器检测发动机电控系统的传感器和执行器波形,并能进行波形分析；
- (4) 会诊断和检测发动机控制系统的常见故障。



案例导入

一辆捷达王轿车在早上出现无法启动的故障,启动机运转强劲有力,但发动机却不能着车。

首先用故障诊断仪 V. A. G 1552 检测发动机,读取故障码,没有故障码输出。然后进行基本检查:检测发动机的燃油压力 and 气缸压力,都在正常范围内;检查喷油器,均能按顺序正常工作;检查配气相位、点火正时和火花塞的跳火情况,均没有发现问题。通过一系列的检查,发现发动机有油、有火,却不能启动着车,到底是什么原因呢?在拆检火花塞时发现,经多次启动发动机,火花塞却没有被燃油浸湿的迹象。显然,喷油器的喷油量过少,从而使混合气过稀造成冷车不能启动。因此必须找出冷车喷油少的原因,再次连接故

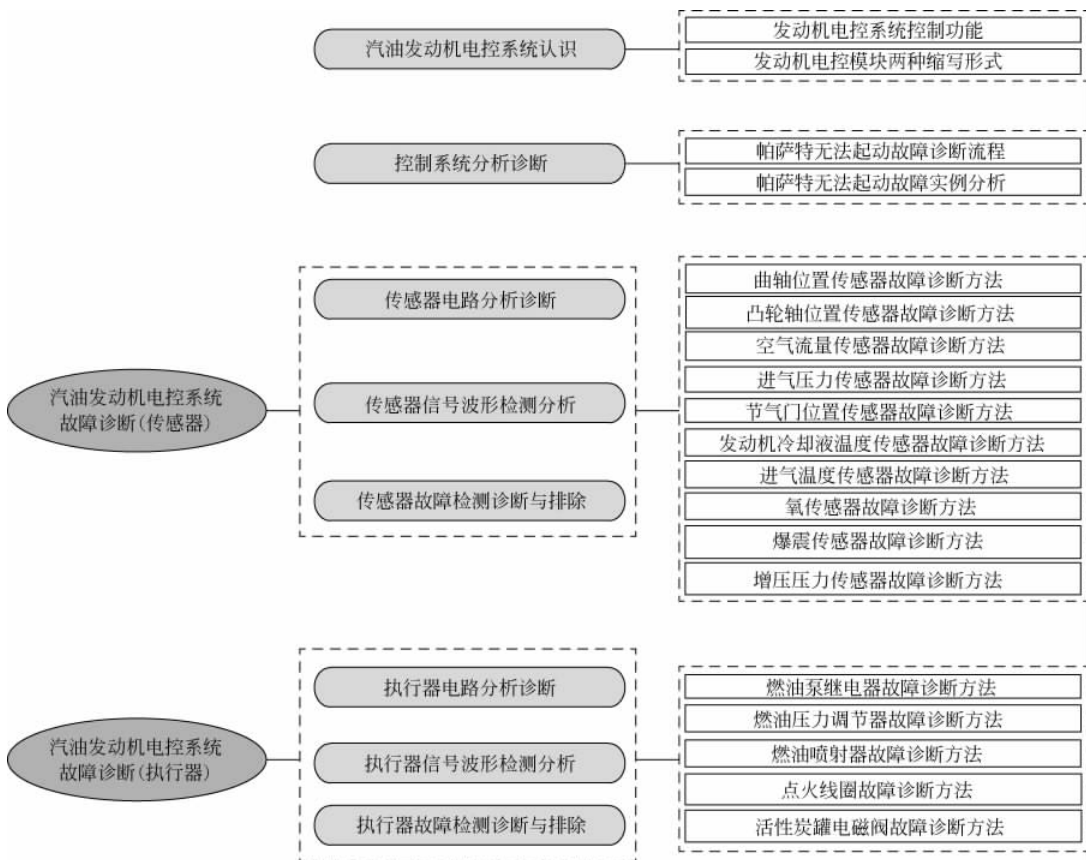
障诊断仪 V. A. G 1552, 读取该车静态发动机数据, 发现 ECU 输出的冷却液温度为 105°C , 而此时发动机的实际温度只有 20°C 。很明显, 水温传感器出现了故障, 为发动机 ECU 提供了错误的水温信号。为了进一步确定, 用万用表测量了水温传感器。水温传感器既没有断路, 也没有短路, 因而没有故障码输出, 但阻值却很小。仔细询问车主才知道, 车主曾在发动机很热的情况下冲洗过发动机, 这恰恰是引起此故障的关键。由于车主的错误操作, 导致冷却液温度传感器输出信号失真。更换已损坏的水温传感器, 故障排除。

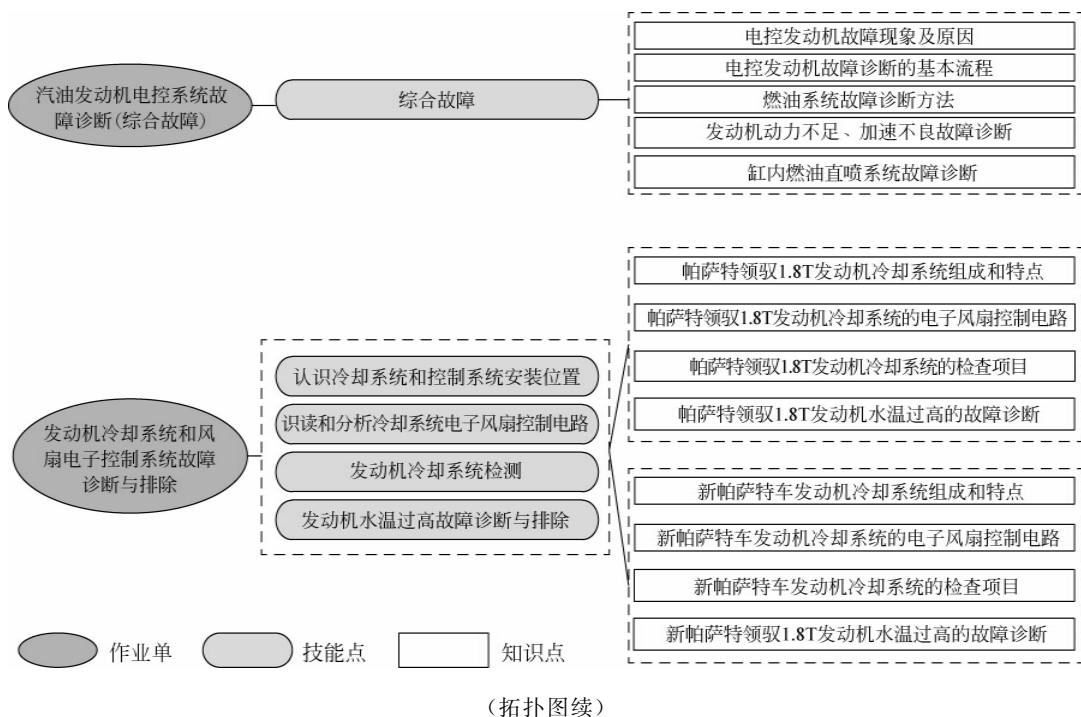


服务方案

- (1) 听取客户报修的故障现象, 请客户填写维修工单;
- (2) 服务顾问填写客户有关数据, 检查并收取行驶证;
- (3) 验证客户反映的故障, 与客户沟通, 初步确定维修方案;
- (4) 拆检后, 根据损坏情况和维修成本确定维修方案。若有修理价值, 则对其进行维修; 若无修理价值, 则更换。

拓 扒 图





3.1 汽油发动机电控系统概述

汽油发动机电控系统主要由电控模块(ECU)、传感器(Sensor)和执行器组成。

电控模块是发动机电控系统的核心。它采集发动机各种参数,控制喷油量、喷油定时和点火时刻,决定整个电控系统的主要使用性能。

传感器将发动机工况与环境的信息通过各种信号即时、真实地传递到 ECU,所以传感器信息的准确性、再现性与即时性就直接决定了控制结果的好坏。汽油喷射系统传感器有发动机转速传感器、霍尔传感器、空气流量计或进气歧管绝对压力传感器、节气门位置传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器、爆震传感器、带加热器的 λ 传感器等。

电控系统要完成的各种控制功能,是靠各种执行器来实现的。在控制过程中,执行器将 ECU 传来的控制信号转换成某种机械运动或电气运动,从而改变发动机运行参数,完成控制功能。汽油喷射系统的执行器件有节气门控制组件或怠速控制阀、喷油器、点火线圈总成、活性炭滤清器电磁阀、增压压力控制电磁阀等。

ECU 以发动机转速和负荷作为反映发动机实际工况的基本信号,参照由试验得出的发动机各工况相对应的喷油量和喷油定时脉谱图来确定基本的喷油量和喷油定时,然后根据各种因素(水温、油温、大气压力等)对其进行各种补偿,从而得到最佳的喷油量、喷油正时和点火定时,再通过执行器控制输出。

为减少发动机控制模块受到外界因素的干扰,特别是高温和雨水侵蚀的影响,大多数乘用车将发动机控制模块安装在车厢内,如仪表台下方、驾驶员或乘客脚坑处。也有将控制模块安装在发动机舱内的,如防火墙内侧、发动机进气系统的空气滤清器盒内。上海大众帕萨特发动机控制模块的安装位置如图 3-1 所示。



图 3-1 上海大众帕萨特发动机控制模块的安装位置图

3.2 汽油发动机控制模块的故障诊断

发动机控制模块是电控系统的控制核心。发动机控制模块常见故障现象有发动机不能启动运行、发动机运行不良(怠速不稳、加速不良、动力差、油耗高等)、发动机无规律的熄火等。下面以帕萨特车为例介绍发动机控制模块的故障诊断方法。

1. 故障现象

一辆上海大众帕萨特领驭 1.8T 轿车,搭载了型号 CED 的发动机。故障现象为启动机运转正常,但发动机无法启动运行。

2. 故障诊断流程

车辆无法启动的原因可分为机械系统和电控系统两大类。机械系统故障诊断与排除方法见模块 2。电控系统的故障原因有控制模块损坏、传感器无信号或信号错误、执行器件损害,以及电源、接地、导线损坏等。帕萨特车无法启动着车的故障诊断流程如图 3-2 所示。

3. 故障诊断实例

1) 首先对车辆进行常规检查

检查发动机机油液位和冷却液位是否正常;进气管路、曲轴箱通风管路连接是否完好;各传感器、执行器安装是否牢固,导线插件有无松脱;发动机控制线路有无明显老化现象,检查车辆电源和接地是否良好。

2) 检查燃油系统

打开点火开关,燃油表显示油箱内剩余汽油量约 40L,启动中发动机无着车迹象。连接诊断仪查询发动机系统故障存储器,系统显示无故障码。读取“发动机数据流”中的发动机转速信号,启动中发动机转速显示 200~300r/min。进入诊断仪的“动作器测试功能”驱动燃油泵运转,可明显听到燃油供给管路中燃油流动的声音,初步判断燃油泵控制

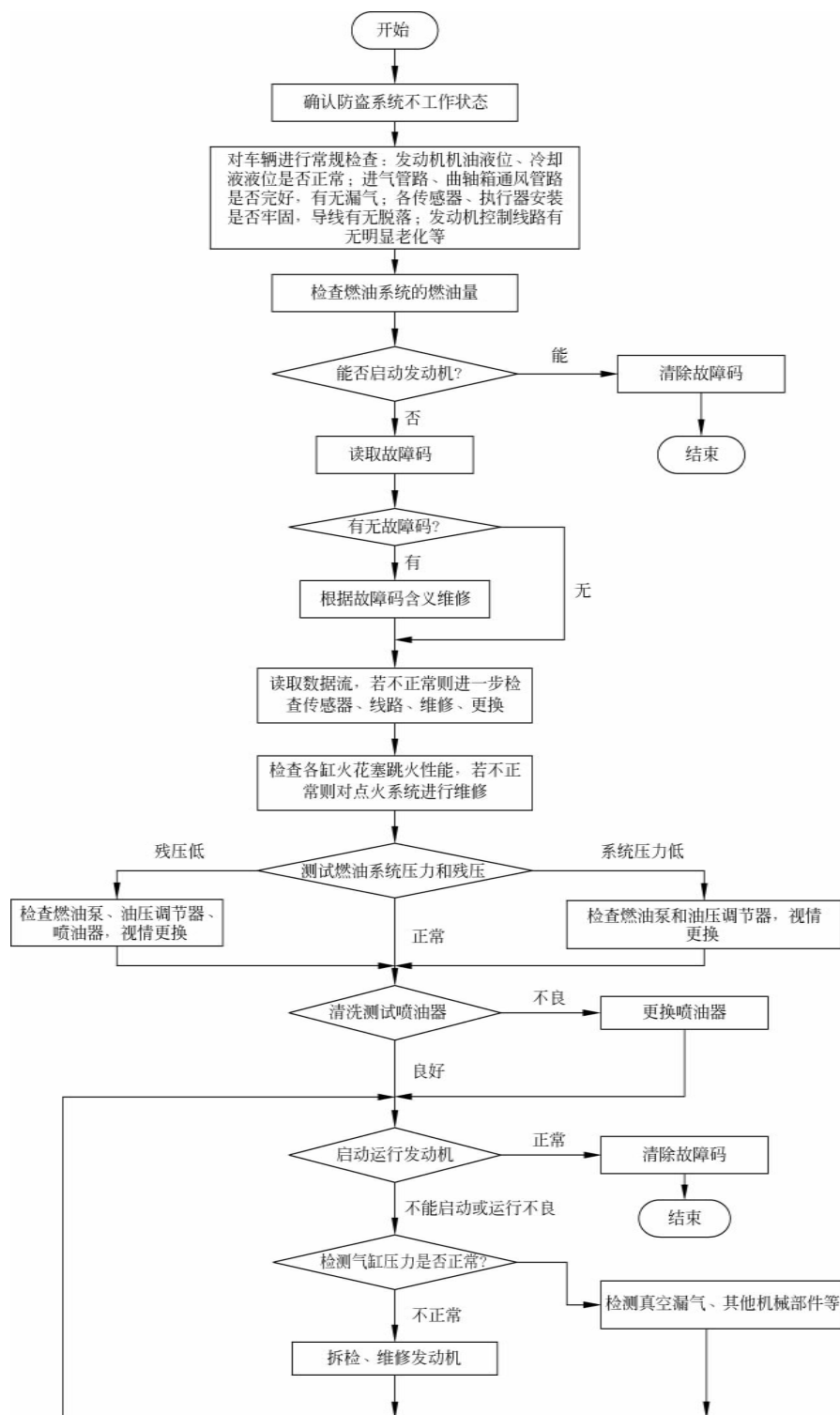


图 3-2 帕萨特车无法启动着车的故障诊断流程

电路正常。连接燃油压力表,检测到燃油系统压力为 0.28MPa,正常,接着依次驱动 1 缸、2 缸、3 缸、4 缸的燃油喷射器,各缸喷油器均能动作,说明电控模块控制喷油信号也正常,这样基本排除了燃油供给的系统故障。

3) 检查点火系统

燃油系统正常,但发动机仍然无法启动的原因应该是在点火系统或者发动机机械故障等方面。拆卸各缸火花塞,观察火花塞电极上有大量未燃烧的汽油,将火花塞连接到点火线圈上,对准气缸体进行高压点火检查,启动发动机四个火花塞时都出现不点火的现象。查阅电路图,对点火线圈的供电线路和点火控制线路进行检测,检查发现不点火的原因是发动机控制模块未对四个点火线圈输出点火信号。

4) 故障排除

在准备拆下发动机控制模块时,在发动机舱的防火墙内侧发现有大量的积水,且积水已经渗入发动机控制模块防水盒内。打开发动机模块,看到控制模块板有少量水渍,更换发动机模块进行相关编程设定,并清理蓄电池下方的排水口及周边杂物,保证水流的畅通。启动发动机后,发动机运转正常,故障顺利排除。

3.3 汽油发动机传感器故障检测诊断

3.3.1 曲轴位置传感器故障检测诊断

1. 曲轴位置传感器的作用和结构类型

曲轴位置传感器(CKP 或 CPS)又称发动机转速与曲轴转角传感器,其作用是采集曲轴转角度和发动机转速信号,并转换成电子信号输入发动机控制模块。发动机控制模块根据该信号来确定喷油顺序、喷油正时、点火顺序和点火正时。同时发动机控制模块能够根据检测到的曲轴转角波动大小来判断发动机是否有失火现象。它是发动机控制系统中最重要的传感器之一。

曲轴位置传感器按工作原理可分为磁电式(磁脉冲式、可变磁阻式)曲轴位置传感器、光电式曲轴位置传感器和霍尔式曲轴位置传感器。其中,使用最多的是磁电式曲轴位置传感器和霍尔式曲轴位置传感器。

2. 曲轴位置传感器的电路和波形分析

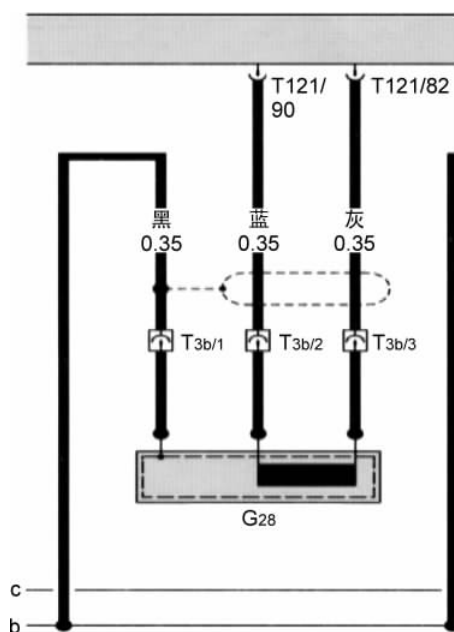
1) 上海大众帕萨特曲轴位置传感器电路和波形分析

(1) 电路分析。

上海大众帕萨特的磁电式曲轴位置传感器的电路如图 3-3 所示。

帕萨特曲轴位置传感器 G28 有三根导线。其中,T3b/1 黑色导线为接地屏蔽线,T3b/2 蓝色导线与 T3b/3 灰色导线分别向发动机控制模块 T121/90 和 T121/82 提供交流信号电压。

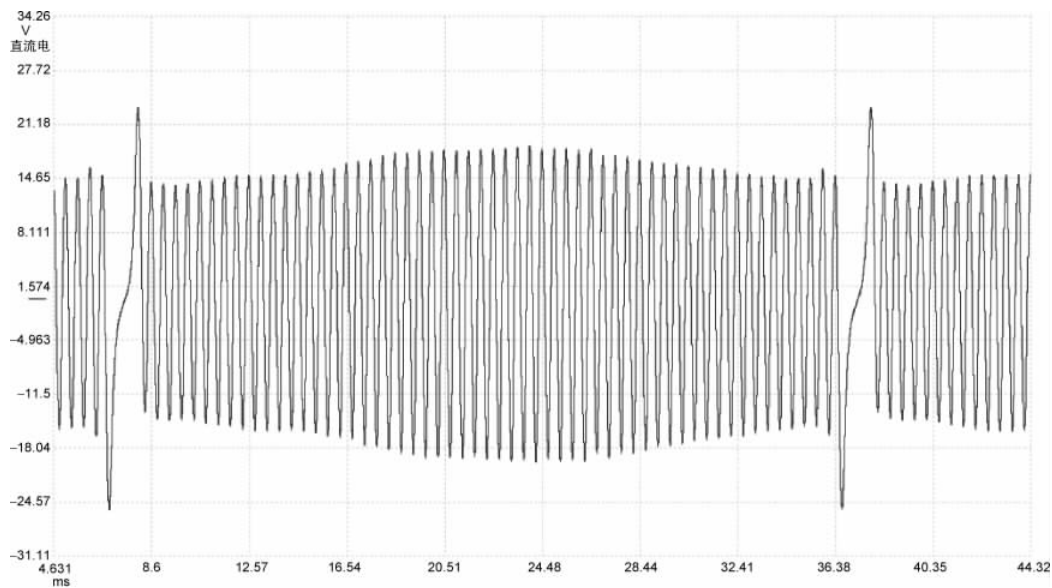
G28 传感器的电阻值为 $800\sim 1000\Omega$,启动中万用表测量其交流信号电压为 $2\sim 3V$ 。



怠速时交流信号电压 10V 左右,加油门电压上升。如果需要更加精确地对该传感器的性能进行检测,可以通过汽车专用示波器来测试波形图。

(2) 波形分析。

上海大众帕萨特的曲轴位置传感器波形如图 3-4 所示。



从波形上看,曲轴在旋转一周(360°)时产生了 58 个周期相等的信号和 2 个缺齿信号,也就是说该车的曲轴位置信号触发轮为 60 个齿,每两个齿之间为 6° ,共 360° 。若其中缺失一个触发信号,则表示触发轮上缺一个齿(12°)。当 ECU 根据该缺齿信号判断出 1 缸和 4 缸活塞距离气缸上止点还有 90° 时(包括缺口的 12°),在缺口后的第 11 个或第 12 个信号(至上止点前 $12^{\circ}\sim 6^{\circ}$)开始确定点火时间。

图 3-4 所示波形的峰峰值大约为 26V,这表明曲轴位置传感器的电阻值和传感器与触发轮之间的间隙均正常。

2) 别克凯越车曲轴位置传感器电路和波形分析

(1) 电路分析。

别克凯越车的磁电式曲轴位置传感器电路如图 3-5 所示。

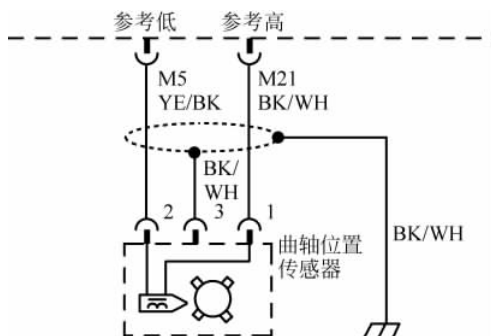


图 3-5 别克凯越车的磁电式曲轴位置传感器电路

(2) 波形分析。

别克凯越车磁电式曲轴位置传感器的波形如图 3-6 所示。

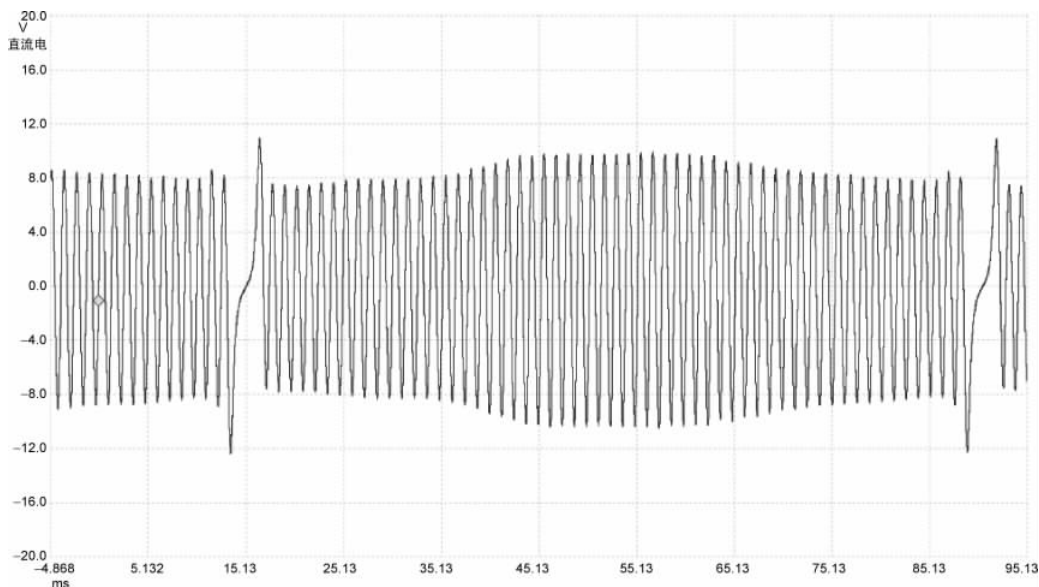


图 3-6 别克凯越车的磁电式曲轴位置传感器波形图

3. 上海大众帕萨特的曲轴位置传感器故障检测诊断

1) 故障现象

曲轴位置传感器损坏或其信号线路出现问题时,ECU 检测不到发动机转速及曲轴转角位置,大多数车辆会出现发动机无法启动的故障现象。也有一些车辆(通用英朗、新君威)的发动机模块 PCM(美国通用汽车动力控制模块的英文缩写是 PCM)可以根据凸轮轴位置传感器的信号来确定喷油和点火顺序,发动机可以顺利启动,但在低速和怠速时的发动机稳定性较差。

2) 分析和诊断

出现发动机无法启动的故障现象时,首先可以观察启动时仪表盘上面的发动机转速指示指针是否有变化,如果发动机转速指示指针没有反应,则说明曲轴位置传感器可能没有信号发生,应该先检测曲轴位置传感器。也可以连接汽车故障检测仪,进入发动机控制系统读取相应的故障码,可能会出现 00513 故障码(发动机转速传感器 G28 故障码)。如果没有故障码,则可以进入数据流菜单读取数据流。启动发动机,观察启动中故障检测仪数据流发动机转速信号是否变化。如果始终显示 0r/min,则说明发动机 ECU 未收到发动机转速信号,可先检测曲轴位置传感器。

3) 检测步骤

(1) 拆卸蓄电池负极,拔下曲轴位置传感器的连接导线,并将曲轴位置传感器从发动机上拆卸下来。观察传感器磁头表面是否有大量污垢,如果有污垢,则清理干净。

(2) 查阅电路图,将万用表调整至电阻 $2k\Omega$ 量程,测量传感器 2 号针脚与 3 号针脚之间的电阻值是否在标准范围($800\sim 1000\Omega$)之内。如果电阻值过大或过小,则说明传感器损坏。

(3) 拆卸蓄电池负极,拔下发动机控制模块 ECU 插件,观察 ECU 线束插件是否有氧化腐蚀现象。

(4) 将万用表调整至电阻 200Ω 量程,分别测量曲轴位置传感器插件 T3b/2 与 ECU 模块 T121/90 之间的导线、插件 T3b/3 与 ECU 模块 T121/82 之间的导线的电阻值是否在标准范围($<0.5\Omega$)之内。

(5) 如果电阻值过大,则说明线路有断路或接触不良故障,需要对线路进行修理或更换。

3.3.2 凸轮轴位置传感器故障检测诊断

1. 凸轮轴位置传感器的作用和结构类型

凸轮轴位置传感器(CMP)又称相位传感器或判缸传感器,主要作用是检测凸轮轴位置和转角,从而确定第一缸活塞压缩上止点位置。发动机控制模块根据启动中凸轮轴位置传感器和曲轴位置传感器提供的信号,识别出各个气缸活塞的位置和冲程,控制燃油喷射顺序和点火顺序。

凸轮轴位置传感器按其工作原理的不同可分为:磁电式凸轮轴位置传感器、光电式

凸轮轴位置传感器、磁阻元件式凸轮轴位置传感器和霍尔式凸轮轴位置传感器。

凸轮轴位置传感器信号盘一般安装在凸轮轴正时齿轮之后和凸轮轴的末端。

2. 凸轮轴位置传感器的电路分析和波形分析

1) 电路分析

上海大众帕萨特的凸轮轴位置传感器电路图如图 3-7 所示。

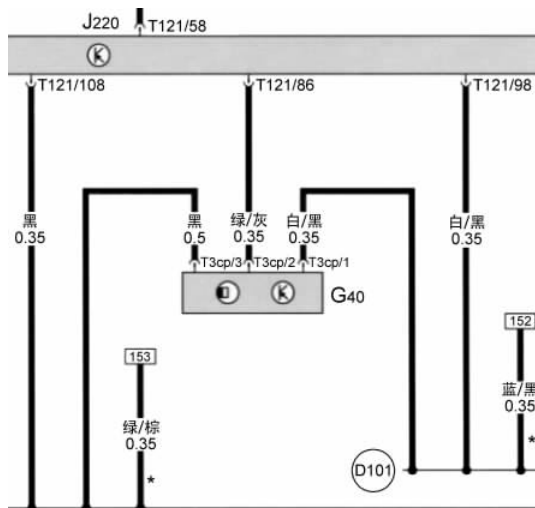


图 3-7 上海大众帕萨特凸轮轴位置传感器电路图

凸轮轴位置传感器 G40 有三根导线。其中,G40/1 号脚由 ECU 模块 T121/98 提供 5V 工作电源,G40/3 号脚由 ECU 模块 T121/108 提供接地回路,G40/2 号脚向 ECU 模块 T121/86 输出凸轮轴位置信号。打开点火开关,发动机静态时测量 G40/2 号脚对地信号电压为 12V 或 0V,这取决于传感器与触发轮之间的位置关系。启动发动机后,测量 G40/2 号脚对地信号电压,万用表显示为 6~7V。

2) 波形分析

如果需要更加精确地判断凸轮轴位置状态,可通过汽车专用示波器来测试其波形图。上海大众帕萨特的凸轮轴位置传感器波形如图 3-8 所示。

3. 上海大众帕萨特的凸轮轴位置传感器故障检测诊断

1) 故障现象

当凸轮轴位置传感器或其线路有故障时,发动机控制模块 ECU 的故障存储器会保存故障代码,同时点亮仪表上的发动机故障警告灯。大众 CED、BGC 型发动机会出现启动困难、怠速不稳、动力不足的现象,但有的发动机没有明显的故障现象。如果是其他机械原因导致凸轮轴位置传感器信号异常,例如 VVT 调整机构卡滞、配气相位正时偏差、凸轮轴触发轮安装错位等,也会出现上述故障现象。

2) 分析和诊断

连接汽车故障诊断仪,读取发动机控制系统故障码,了解故障代码的具体含义。如果