

新款汽车传感器 检测与维修

李伟 主编

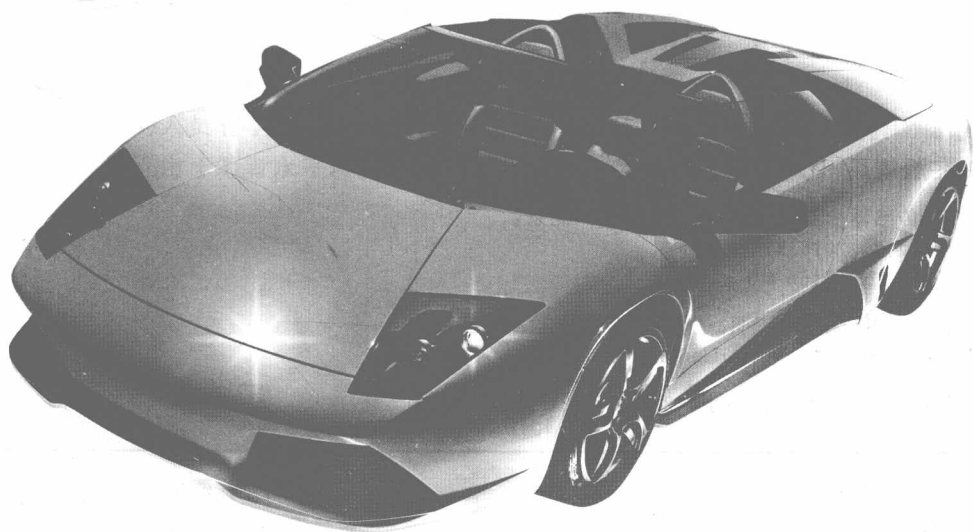
检测实例
故障案例



化学工业出版社

新款汽车传感器 检测与维修

李伟 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书在系统介绍传感器结构与测量原理的基础上,总结了汽车传感器的结构类型、常见故障、故障检测方法,并给出了典型汽车传感器检测实例。内容包括汽车传感器概述,温度传感器,压力传感器,空气流量传感器,气体浓度传感器,位置与角度传感器,速度传感器,爆震与碰撞传感器,扭矩传感器,其他执行器及巡航开关、P/N挡开关的检测,同时讲解了示波器的使用及部分国产汽车传感器的检测实例及故障案例。

本书内容丰富、实用性强,具有较强的可操作性。适合汽车维修人员及相关技术人员参考使用,也可作为相关院校汽车专业学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新款汽车传感器检测与维修/李伟主编. —北京:
化学工业出版社, 2015. 11
ISBN 978-7-122-25166-4

I. ①新… II. ①李… III. ①汽车-传感器-检测②
汽车-传感器-车辆修理 IV. ①U463.607②U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第218099号

责任编辑: 陈景薇 辛 田
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张19 $\frac{3}{4}$ 字数476千字 2016年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00元

版权所有 违者必究

前言

汽车传感器是汽车电子控制系统中的重要部件，在发动机、底盘及车身均有多种电子控制技术的应用，一些电子控制系统具有多项控制功能，每项控制功能均配有若干个传感器。因此，汽车上传感器的数量很大、种类繁多。传感器的好坏，是电控单元能否正常实施各项控制功能的关键。熟悉汽车传感器的结构原理，掌握汽车传感器的检测方法，是汽车使用与维修从业人员必须具备的专业知识和技能。

本书第一至第九章系统、全面地讲述了汽车用各种传感器的构造和工作原理，突出传感器的检测方法；第十章结合具体新车型进行案例讲解。在编写的过程中，我们力求做到以下几点。

- ① 全面性。涵盖新车型上大部分传感器。
- ② 先进性。紧跟新型汽车电子发展步伐，突出介绍新型传感器。
- ③ 实用性。结合新车型进行讲解，具有实用性和针对性，同时，为避免空洞无物的说教，针对每一传感器的检测，提供完整电路图，使学员在具体运用中体会和学习传感器检测的精髓。
- ④ 易懂性。用深入浅出的语言介绍工作原理和检测方法。

参加本书编写的人员有李伟、李校航、李校研、于洪燕、李春山、于洪岩、李微、于忠贵、江春玲、马针。由于笔者水平所限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目录

第一章 概述

/1

第一节 传感器分类及组成	1
一、传感器定义及组成	1
二、传感器分类	1
三、传感器信号	2

第二节 传感器检测	3
一、传感器检测方法	3
二、传感器检测注意事项	5

第二章 空气流量传感器

/7

第一节 热膜式空气流量传感器	7
一、热膜式空气流量传感器结构与工作原理	7
二、新型热膜式空气流量传感器 HFM6	9
三、热膜式空气流量传感器检测	

方法	13
第二节 热线式空气流量传感器	19
一、热线式空气流量传感器结构与工作原理	19
二、热线式空气流量传感器检测	20

第三章 温度传感器

/22

第一节 概述	22
第二节 热敏电阻式温度传感器	23
一、进气温度传感器	23
二、冷却液温度传感器	25
三、车内外温度传感器	31
四、蒸发器出口温度传感器	34
五、排气温度传感器	37

第三节 热敏铁氧体式温度传感器	39
一、热敏铁氧体式温度传感器工作原理	39
二、热敏铁氧体式温度传感器结构	39
三、热敏铁氧体式温度传感器检测	40

第四章 压力传感器

/41

第一节 进气压力传感器	41
一、半导体压敏电阻式进气压力传感器	41
二、真空膜盒式进气压力传感器	48
三、电容式进气压力传感器	49
四、表面弹性波式进气压力传感器	50

第二节 其他压力传感器	51
一、机油压力传感器	51
二、制动压力传感器	52
三、大众直喷发动机燃油压力传感器	54
四、电控柴油机共轨燃油压力传感器	58

五、轮胎压力传感器	60
六、增压压力传感器	81

七、制冷剂高压传感器	84
------------------	----

第五章 位置与角度传感器

/86

第一节 节气门位置传感器	86
一、概述	86
二、滑动电阻式节气门位置传感器	87
三、双可变电阻式节气门位置传感器	89
四、霍尔式节气门传感器与加速踏板位置传感器	90
五、大众直喷发动机 EPC 电子节气门	95
六、智能电子节气门	102
第二节 曲轴位置传感器	107
一、曲轴位置传感器功用及安装位置	107
二、磁电感应式曲轴位置传感器结构及工作原理	107
三、曲轴位置传感器检测	109
四、霍尔式曲轴位置传感器	112
第三节 凸轮轴位置传感器	119

一、霍尔式凸轮轴位置传感器	120
二、磁阻元件式凸轮轴位置传感器	122
第四节 其他位置传感器	124
一、电容式液位传感器	124
二、燃油液面传感器	127
三、电极式液面高度传感器	130
四、冷却液液位传感器	132
五、浮子舌簧管开关式液位传感器	133
六、转向盘转角传感器	134
七、霍尔式转向盘转角传感器	137
八、超声波距离传感器	139
九、离合器位置传感器	146
十、乘员位置传感器	148
十一、EGR 废气再循环阀位置传感器	151
十二、水平位置传感器	155

第六章 爆震、碰撞传感器

/159

第一节 概 述	159
第二节 爆震传感器	160
一、爆震传感器控制系统	160
二、磁致伸缩式爆震传感器	162
三、压电式爆震传感器	162
第三节 碰撞传感器	169
一、滚轴式碰撞传感器	170

二、偏心锤式碰撞传感器	171
三、滚球式碰撞传感器	172
四、电阻应变计式碰撞传感器	172
五、压力传感器	173
六、水银开关式碰撞传感器	174
七、碰撞传感器检测	175

第七章 气体浓度传感器

/177

第一节 氧传感器	177
一、二氧化锆式氧传感器	177
二、二氧化钛式氧传感器	180
三、宽量程传感器	181

四、氧传感器检测	186
第二节 NO _x 传感器	188
一、NO _x 传感器结构	188
二、NO _x 传感器工作原理	188

三、NO _x 传感器安装位置、功用、 功能·····	190
第三节 烟雾浓度传感器·····	191

一、烟雾浓度传感器结构与工作 原理·····	191
二、烟雾浓度传感器检测·····	192

第八章 速度传感器

/194

第一节 轮速传感器·····	194
一、电磁感应式轮速传感器·····	194
二、霍尔式轮速传感器·····	198
三、磁阻式轮速传感器·····	201
四、新型的主动型 ABS 车轮	

传感器·····	203
第二节 组合式加速度传感器·····	204
一、组合式加速度传感器安装 位置·····	204
二、组合式加速度传感器检测·····	206

第九章 其他执行器、传感器

/208

第一节 点火系统执行器·····	208
一、点火线圈结构特点·····	208
二、点火系统电路分析·····	209
三、点火系统故障检修·····	211
第二节 09G 自动变速器 P/N 挡 开关·····	212
一、变速器多功能挡位 (TR) 开关 F125 ·····	212
二、变速器多功能开关检测·····	213
第三节 雨量感应传感器·····	214
一、雨量感应传感器 G397 ·····	214
二、雨量感应传感器的工作 原理·····	215
第四节 本田扭矩传感器·····	219
一、本田 EPS 电感式扭矩传感器 结构·····	219
二、本田扭矩传感器工作原理·····	219
三、本田扭矩传感器检测·····	220
第五节 新款皇冠分相器扭矩传 感器·····	221
一、新皇冠电控助力转向系统 结构·····	221
二、电控助力转向系统基本工作 原理·····	225
三、新皇冠分相器扭矩传感器 检测·····	226
第六节 大众磁阻式扭矩传感器·····	228
一、大众磁阻式扭矩传感器	

结构·····	228
二、转向助力大小的设定方法·····	231
三、大众磁阻式扭矩传感器 检测·····	231
第七节 丰田卡罗拉巡航控制 系统·····	231
一、丰田卡罗拉巡航控制系统组成 及功用·····	231
二、丰田卡罗拉巡航控制系统 检查·····	234
第八节 奥迪 A4 轿车太阳能 天窗·····	237
一、奥迪 A4 轿车太阳能天窗工作 原理·····	238
二、奥迪 A4 轿车太阳能天窗 检修·····	239
第九节 制动器摩擦片磨损 传感器·····	240
一、制动器摩擦片磨损传感器 结构·····	240
二、制动器摩擦片磨损传感器 检测·····	240
第十节 日照光电传感器·····	242
一、日照光电传感器结构·····	242
二、日照光电传感器工作原理·····	242
三、日照光电传感器检测·····	243
第十一节 空气湿度传感器·····	244
一、空气湿度传感器安装位置与	

作用·····	244	要求·····	252
二、空气湿度传感器测量空气湿度·····	244	三、一体式温度传感器·····	252
三、传感器的温度测量·····	245	第十五节 挡位识别传感器·····	253
四、湿度传感器电路图·····	245	一、挡位识别传感器功用·····	253
第十二节 空气质量传感器·····	247	二、挡位识别传感器工作原理·····	253
一、空气质量传感器安装位置和作用·····	247	三、挡位识别传感器结构·····	253
二、空气质量传感器工作原理·····	248	四、改善换挡舒适性·····	253
三、空气质量传感器功能·····	248	五、挡位识别传感器诊断·····	254
四、空气质量传感器控制电路·····	248	六、挡位识别传感器电路控制图·····	254
第十三节 制冷剂温度传感器·····	250	第十六节 智能型蓄电池传感器·····	255
一、制冷剂温度传感器安装位置、功用·····	250	一、智能型蓄电池传感器工作原理·····	255
二、制冷剂温度传感器控制电路·····	250	二、智能型蓄电池传感器结构、安装位置·····	256
第十四节 散热器识别传感器·····	251	三、智能型蓄电池传感器 IBS 功能·····	257
一、散热器识别传感器功能·····	251	四、智能型蓄电池传感器电子分析装置·····	257
二、散热器识别传感器 G611			

第十章 故障案例

/259

一、仪表警告灯点亮·····	259	十四、新款迈腾 EPS 转向助力失效·····	284
二、科鲁兹机油指示灯点亮·····	261	十五、新款帕萨特新领驭车身稳定系统故障·····	286
三、大众车 OBD 灯报警·····	262	十六、大众 CC 倒车影像无显示·····	287
四、途安倒车雷达不工作·····	263	十七、丰田雅力士 ABS 灯亮·····	289
五、2015 款大众高尔夫发动机不能启动·····	265	十八、新款斯柯达明锐转向跑偏·····	291
六、现代名驭水温表故障·····	266	十九、奥迪自动启动控制系统的故障·····	293
七、帕萨特水温传感器损坏·····	268	二十、大众 CC 车主动巡行无法使用·····	301
八、进口尚酷巡航偶尔不工作·····	269	二十一、新款帕萨特 NMS 方向盘锁止系统异常·····	302
九、奇瑞瑞虎 ABS 低速误动作·····	273	二十二、迈腾 B7L 轿车无钥匙进入功能无法使用·····	306
十、新款迈腾 B7L 安全带报警灯点亮·····	274		
十一、新款皇冠智能进入和启动遥控系统失灵·····	278		
十二、速腾轿车停车后燃油表指示不正常·····	281		
十三、新款朗逸轿车加满油后燃油表指示为零·····	283		

第一章

概述

第一节 传感器分类及组成

传感器是一种能测量各种机械运动状态的物理量并把它们转变成电量的装置。它相当于人的感觉器官,通过其感知能正确检测出各种条件下的物理量。

一、传感器定义及组成

1. 传感器定义

传感器是一种信号转化装置,它可以将非电信号转换为电信号,其主要作用是向汽车电脑提供运行的各种工况信息。汽车传感器过去单纯用于发动机上,现在已扩展到底盘、车身和灯光、电气等各个系统。

2. 传感器组成

传感器一般是由敏感元件、转换元件和其他辅助元件组成。有时也将信号调节与转换电路及辅助电源作为传感器的组成部分。

① 信号调节与转换电路一般是指能把传感元件输出的电信号转换为便于显示、记录、处理和控制的有用电信号的电路,信号调节与转换的电路选择要视传感元件的类型而定,常用电路有信号放大器电桥、振荡器、阻抗变换器等。

② 敏感元件指直接感受被测量(一般为非电量),并输出与被测量成确定关系的其他量(一般为电量)的元件。如应变式压力传感器的弹性膜片就是敏感元件,它的作用是将压力转换成膜片的变形。

③ 转换元件指传感器中能将敏感元件感受(或响应)的被测量转换成适合于传输和(或)测量的电信号部分。当输出为规定的标准信号时,则一般称为变送器,又称转换器,一般情况下不直接接受被测量,而是将敏感元件输出的量转换为电量输出的元件。如应变式压力传感器的应变片,它的作用是将弹性膜片的变形转换为电阻值的变化。

二、传感器分类

汽车传感器的种类很多,且一种被测参数可用多种不同类型的传感器来测量,而同工种传感器往往也可以测量多种被测参数。传感器的分类有多种方法,常见的分类方法如下。

(1) 按能量关系分类 传感器按能量关系可分为主动型和被动型两类。汽车上使用的传感器大多数属被动型传感器,这种被动型传感器需要外加输入电源才能产生电信号,所以这类传感器实际上是一个能量控制器。

(2) 按信号转换关系分类 按信号转换关系可分为由一种非电量转换成另一种非电量的和由非电量转化为电量的两种。由一种非电量转换成另一种非电量的传感器,如弹性敏感元件和气动传感器;由非电量转换成电量的传感器,如热电偶温度传感器、压电式加速度传感器等。

(3) 按输入量分类 按输入量即按被测量可分为位移、速度、加速度、角位移、角速度、力、力矩、压力、真空度、温度、电流、气体成分、浓度等传感器。

(4) 按工作原理分类 按传感器的工作原理可分为电阻式、电容式、应变式、电感式、光电式、光敏式、压电式、热电式等传感器。

(5) 按输出信号分类 按传感器的输出信号可分为模拟式和数字式传感器两种。

模拟电压信号是指随时间延续而连续变化的电信号。在汽车电脑控制系统中,大多数的传感器以产生模拟电压信号为主。

数字电压信号是指随时间延续而不连续变化的电信号。该信号只有两种状态,即高电平和低电平,同时也包括一些开关信号。数字电压信号不需要经过 A/D 转换也可以处理,能够被 ECU 直接处理。

(6) 按使用功能分类 汽车用各种传感器按其使用功能可分为两类,一类是使驾驶员了解汽车各部分状态的传感器;另一类是用于控制汽车运行状态的传感器。

三、传感器信号

汽车上传感器的电子信号可以分为直流、交流、频率调制、脉宽调制和串行数据信号。电子信号是控制系统中各个传感器、控制电脑和其他设备之间相互通信的基本语言,电子信号各有不同的特点,用于不同的通信目的。

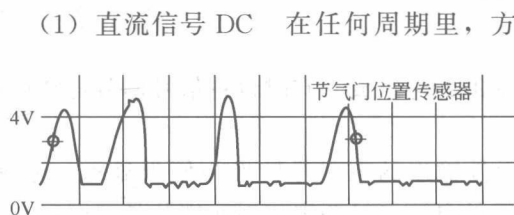


图 1-1 非恒压直流信号波形

(1) 直流信号 DC 在任何周期里,方向不随时间变化的电压、电流信号属于直流信号。直流信号可以分为恒压直流信号和非恒压直流信号两种。在汽车中产生恒压直流信号的电源装置有蓄电池电压和控制电脑 PCM 输出的传感器参考电压。图 1-1 所示是非恒压直流信号波形。

(2) 频率调制信号 保持波的幅度恒定而改变频率称为频率调制。在汽车中产生可变频率信号的传感器主要是光电式传感器和霍尔式传感器。

(3) 交流信号 AC 交流信号 AC 大小和方向随时间变化的信号属于交流信号。在汽车中产生交流信号的传感器主要是磁电式传感器和爆震传感器等。图 1-2 所示是磁电式传感器产生的交流信号波形。



图 1-2 磁电式传感器产生的交流信号波形

(4) 串行数据信号 串行数据信号是按时序逐位将组成数据和字符的码元予以传输的信

③ 通过解码器查出的故障码，只是说明某一系统或相关系统有故障，不要看到故障码就断定是该传感器或执行器有故障，就要更换，其他与之相关系统同样会造成同样故障而出现相同的故障码。

例如，在检查 ABS 系统时，如果出现“轮速传感器信号不良”故障码时，不要立即更换轮速传感器，首先要检查电路各连接插头与插座针脚接触是否良好，传感器触发轮是否有脏污、锈蚀、断路或短路等现象。有些安装在车轮上的传感器其磁芯经常会吸附一些制动鼓磨掉的铁屑而导致工作不良，此时只需拆下传感器并清除磁芯上的污垢即可解决问题。同时还要观察感应齿圈是否有变形、缺齿等现象，这些都是导致出现“轮速传感器信号不良”故障码的原因，而轮速传感器本身并不一定损坏。

④ 要弄清楚是历史性故障码还是当前的故障码，以及故障码出现的次数。如果是历史性故障码，就表示故障较早之前出现过，现在不出现了，但在 ECU 里面有一定的存储记忆；而当前故障码则表示是最近出现的故障，当前故障码绝大部分和目前出现的系统故障有很大关系。

大众公司的解码器上故障码前显示“SP”，均表示临时的偶发性故障。

⑤ 当读不出故障码但车辆依旧有故障症状，此时要利用解码器的数据流对传感器和执行器进行深入的分析判断。所谓数据流，简单来说就是电控系统中的一些主要传感器和执行器的当前工作参数值（如发动机转速、蓄电池电压、空气流量、喷油时间、节气门开度、点火提前角、水温等）。维修过程中，可以通过阅读数据流来分析、发现故障所在，特别是当电控系统无故障码可供参考时，数据流分析就更加重要。每个传感器和执行器在一定条件下的工作参数值是有一定标准范围的，可以通过实际值与标准值的比较来判断某传感器和执行器是否存在异常。

⑥ 当参考故障码排除故障后，要利用解码器来清除故障码，也就是从 ECU 内部记忆体中清除其故障码记忆，并在发动机运转一段时间后（有条件的话，可以进行路试），再通过解码器来测试是否还会出现相似的故障现象，或者存储同样的故障码。

2. 测试灯检测法

测试灯有自制的测试灯和检测专用的测试灯；可以自带电源，也可以不带电源。自制的测试灯可以用发光二极管（LED）外接 650Ω 电阻串联制成，测试灯主要有以下几个功能。

① 检查传感器、电控元件本体或连接电路的通、断。

② 检测传感器参考电压供给是否正常。

③ 根据测试灯发光二极管频闪信号，可以检查传感器是否有脉冲输出，或 ECU 是否有执行信号输出。

3. 故障征兆现象判断检测法

依据故障征兆，运用经验判断，是最直观、最简单的方法。但其有两个缺点：一是经验积累时间长，短时间内不可能达到很高水平；二是判断结果准确率低，误判的可能性较大。在维修大众车系发动机时，如果出现发动机油耗和排气污染增加，发动机出现怠速不稳、缺火、喘振等故障现象，则很大可能是氧传感器出现故障。这是因为，一是从车型来看，该车型出现氧传感器故障的概率比较高；二是从现象上来看，氧传感器出现故障，将使电子燃油喷射系统的电脑不能得到排气管中氧浓度的信息，因而不能对空燃比进行反馈控制，从而出现上述症状。

4. 万用表检测法

汽车上使用万用表,一般都不主张使用指针式万用表,甚至在检测某些元件时,特别是半导体元件、有关 ECU 电路时,强调必须使用数字式万用表。这是因为数字式万用表阻抗大,通过元器件的电流小,可以避免在测量时烧毁其他元器件。

(1) 电阻检测法 电阻检测法主要用于可变电阻、电位计传感器、磁电式传感器电阻的检测,对于半导体元件,一般要与标准元件的测量值对比才能得出结论。对于磁电式轮速传感器,可以用欧姆表检查其电阻值,一般在室温时,电阻在 $600 \sim 2300 \Omega$ 范围内为正常。电阻太小为线圈短路;电阻过大为连接不良;电阻非常大为断路;线圈与外壳导通为搭铁。

(2) 电流检测法 电流检测法主要用于产生电流调制信号的新型的集成电路传感器,如轮速传感器,通过万用表也可以对传感器进行检测。将万用表拨至量程在 200mA 以上的电流挡处,将表笔串在其中一根输出线上,另一根输出正常接线(注意指针式万用表要注意极性),接通汽车电路使 ABS 系统通电,用手缓慢转动传感器安装侧的车轮,正常情况下,电流指示应在 $8 \sim 15\text{mA}$ 之间来回波动。如果读数只固定在 8mA 或 15mA 上,同时调整空气间隙无效时,则说明传感器失效。另外,如果接通电路后电流数值直接显示为 0 或 100mA 以上时,在确认万用表接线无误后,可以判定传感器已经断线或短路。

(3) 电压检测法 对于有源传感器,由于在工作时自身可以产生电压,因此可以使用电压检测法来检测传感器工作是否正常。例如,氧气传感器、磁电式曲轴位置/凸轮轴位置传感器、爆震传感器等。仍以 ABS 用磁电式轮速传感器为例,拆开 ABS ECU 接线插座或拔下轮速传感器的接线插头,使被测车轮以 1r/s 的速度转动时,使用万用表交流 mV 挡,测量各车轮的轮速传感器对应端子间的电压,万用表指示值应为 70mV 以上。如测量值低于规定值,原因可能是传感器与轮齿的间隙过大或传感器本身有问题,需要更换新件。

5. 示波器检测法

示波器主要用来显示控制系统中输入、输出信号的电压波形,以供维修人员根据波形分析判断电控系统故障。示波器比一般电子设备的显示速度快,是唯一能显示瞬时波形的检测仪器,是电控系统故障诊断中的重要设备。示波器检测是最准确、最直观的检测方法,可以将传感器的输出电流或电压以波形的形式显示出来,也是传感器等电气元件检测的发展方向。

6. 替代法

替代法就是对于可疑传感器,通过试换的方法来查找故障,又称试换法。替代法可确定故障部位或缩小故障范围,但不一定能确定故障原因。在检修传感器时,最好使用相同车型、相同年款、相同型号、相同规格的传感器,暂时替代有疑问的传感器。替代后如故障现象消失,说明该故障是因传感器引起的,被替代传感器存在问题。如果故障现象依然存在,说明该故障并不是因传感器而引起,故障在其他部分。

使用替代法检验传感器的好坏,简单又直接,但要求有一定的维修经验和可以用来替换的正常的传感器。替换时需要注意两点,一是不能用不同输出特性的传感器来替代,容易引起错误判断;二是不要绝对地认为新的零件就是好的零件,最终导致误判,因为有的新零件本身就是坏的。

二、传感器检测注意事项

① 蓄电池搭铁极性切不可接错,必须负极搭铁。严禁在发动机高速转动时将蓄电池从电路中断开,以防产生瞬时过电压将 ECU 和传感器损坏。

② 在车身上进行电弧焊时，应先断开 ECU 电源。在靠近 ECU 或传感器的地方进行车身修理作业时，更应特别注意。

③ ECU 和传感器必须防止受潮。不允许将微机或传感器的密封装置损坏，更不允许用水冲洗。ECU 必须防止受剧烈振动。

④ 电控系统中，故障多的不是 ECU、传感器和执行部件，而是连接器。连接器常会因松旷、脱焊、烧蚀、锈蚀和脏污而接触不良或瞬时短路，因此当出现故障时不要轻易地更换电子器件，而应首先检查连接器的状况。

⑤ 当断开蓄电池时需注意几点，一是必须关闭点火开关，如果在点火开关接通的状态下断开蓄电池连接，电路中的自感电动势会对电子元器件有击穿的危险；二是检查自诊断故障码是否存在，若有故障码，应记下代码后再断开蓄电池；三是断开蓄电池前，应牢记带防盗码的音响设备的编码，否则在下次使用中，音响系统自锁会影响使用。

⑥ 在拆卸或安装电感性传感器时，应将点火开关断开，以防止其自感电动势损伤 ECU 和产生新的故障。

⑦ 注意检查搭铁线的状况，其电阻值一般不应大于 1.5Ω 。

⑧ 带有安全气囊系统的汽车，对安全气囊进行检修时，如果操作不当将会使安全气囊意外张开，因此必须严格按操作程序进行，对安全气囊进行检修作业时，将点火开关置于关闭位置，断开蓄电池负极，等待 90s 后再进行操作，以免发生意外。

⑨ 检修氧传感器时，要注意不要让氧传感器跌落碰撞到其他物体，不要用水冷却。换氧传感器时，一定要用专用的防粘胶液刷涂螺纹，以免下次拆卸困难。

⑩ 某些故障报警灯的功率不得随意改变，否则会出现异常情况。

⑪ 注意屏蔽线。对于电磁式凸轮轴位置传感器输出信号情况，单单通过测量电压或电阻来确定其是好是坏是不全面的。有很多电磁式传感器测量电阻、电压都正常，但线路屏蔽不好也会导致故障。

⑫ 在点火开关接通的情况下，不要进行断开任何电气设备的操作，以免电路中产生的感应电动势损坏电子元件。

第二章

空气流量传感器

空气流量传感器又称空气流量计，一般安装在进气管上。其作用是检测发动机进气量的大小，并将进气量信息通过电路的连接转化为电信号输入给 ECU，以供 ECU 确定喷油量和点火时间。空气流量传感器获得的进气量信号是 ECU 进行喷油控制的主要依据，若其损坏或其电路连接出现故障，则会使发动机的进气量测量不准确，使进入气缸的混合气过浓或过稀，从而导致 ECU 无法对喷油量进行准确的控制，导致发动机运转不正常，排放超标。

根据进气量检测方式的不同，计量空气流量的方法有两种类型，即 D 型（压力型）和 L 型（空气流量型）。

D 型是利用检测进气歧管内的绝对压力来计算吸入气缸的空气量，所用的传感器是进气歧管绝对压力传感器，测量方法属于间接测量法。

L 型采用直接测量的方法，即利用空气流量传感器直接测量吸入进气管的空气流量。L 型传感器又分为体积流量型传感器和质量流量型传感器两种。

体积流量型传感器有翼片式、量芯式、卡门涡流式。如以前丰田 CAMRY（凯美瑞）用翼片式，丰田 PREVIA 旅行车用量芯式，三菱车系、现代车系、丰田凌志 LS400 轿车用卡门涡流式。

质量流量型传感器有热线式和热膜式两种，捷达、奔驰、大众等现在的大多车型都使用热膜式空气流量传感器。

第一节 热膜式空气流量传感器

一、热膜式空气流量传感器结构与工作原理

1. 结构

热膜式空气流量传感器是热线式空气流量传感器的改进型（大众 CC、新帕萨特），它的发热体是热膜（由发热金属铂固定在薄的树脂膜上制成），而不是热线。热膜式空气流量传感器发热体不直接承受空气流动所产生的作用力，增加了发热体的强度，提高了流量计的可靠性。同时与热线式空气流量传感器相比，热膜式空气流量传感器的热膜电阻的阻值较大，消耗电流较小，使用寿命也较长。但是由于其发热元件表面的一层保护薄膜存在辐射热传导作用，因此响应特性稍差。热膜式空气流量传感器的结构如图 2-1 所示。

热膜式空气流量传感器内部的进气通道上设有一个矩形护套（相当于取样套），热膜电阻设在护套中。为了防止污物沉积到热膜电阻上影响测量精度，在护套的空气入口一侧设有空气过滤层，用以过滤空气中的污物。为了防止空气温度变化使测量精度受到影响，在热膜

电阻附近的气流上游设有铂金属膜式温度补偿电阻。温度补偿电阻和热膜电阻与传感器内部控制电路连接，控制电路与线束连接器插座连接，线束设在传感器壳体中部。

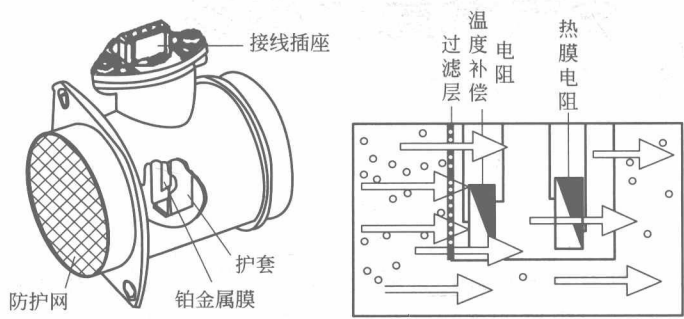


图 2-1 热膜式空气流量传感器结构及内部元件

2. 工作原理

热膜式空气流量传感器与热线式空气流量传感器的工作原理大致一样。传感器的热膜电阻 R_H 、温度补偿电阻 R_T 、精密电阻 R_1 及 R_2 、信号取样电阻 R_s 在电路板上以惠斯顿电桥的方式连接，如图 2-2 所示。当空气气流流经发热元件并使其受到冷却时，发热元件即热膜电阻温度降低，阻值减小，电桥电压失去平衡，控制电路将增大供给发热元件的电流，使其温度保持高于温度补偿电阻温度一个固定值（一般仍为 100°C ）。电流增量的大小取决于发热元件受到冷却的程度，即取决于流过传感器的空气量。当电桥电流增大时，信号取样电阻 R_s 上的电压就会升高，从而将空气流量的变化转化为电压信号 U_s 的变化。信号电压输入 ECU 后，ECU 可根据信号电压的高低计算出空气流量的大小。

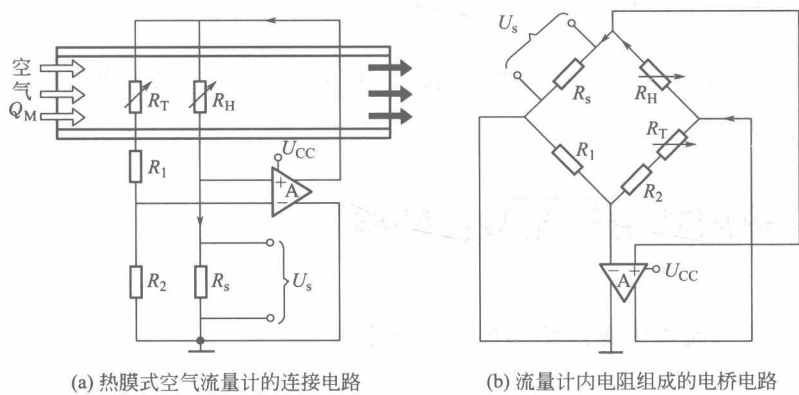


图 2-2 热膜式空气流量传感器电路

R_T —温度补偿电阻； R_H —热膜电阻； R_s —信号取样电阻；
 R_1 、 R_2 —精密电阻； U_{CC} —电源电压； U_s —信号电压；A—控制电路

当发动机怠速或空气为热空气时，因为怠速时节气门关闭或接近全闭，所以空气流速低，空气量少；又因空气温度越高，空气密度越小，所以在体积相同的情况下，发热元件受到冷却的程度小，阻值减小的幅度小，所以电桥平衡需要的电流小，如图 2-3 所示，故信号取样电阻上的信号电压低。控制单元 ECU 根据信号电压即可计算出空气量。

当发动机负荷增大或空气为冷空气时，因为节气门开度增大，空气流速加快使空气流量增大；冷空气密度大，在体积相同的情况下冷空气质量大，所以发热元件受到冷却的程度增大，

阻值减小幅度大,保持电桥平衡需要的电流增大,因此当发动机负荷增大时,信号电压升高。

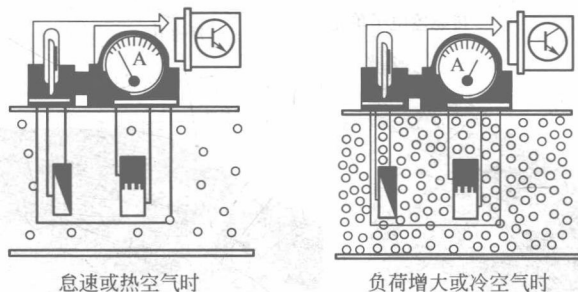


图 2-3 热膜式空气流量传感器的测量原理

二、新型热膜式空气流量传感器 HFM6

1. 结构

它的主要部件包括,具有回流识别功能的微型机械式传感器元件和进气温度传感器;一个具有数字信号处理功能的传感器电子单元;一个数字接口。如图 2-4 所示。

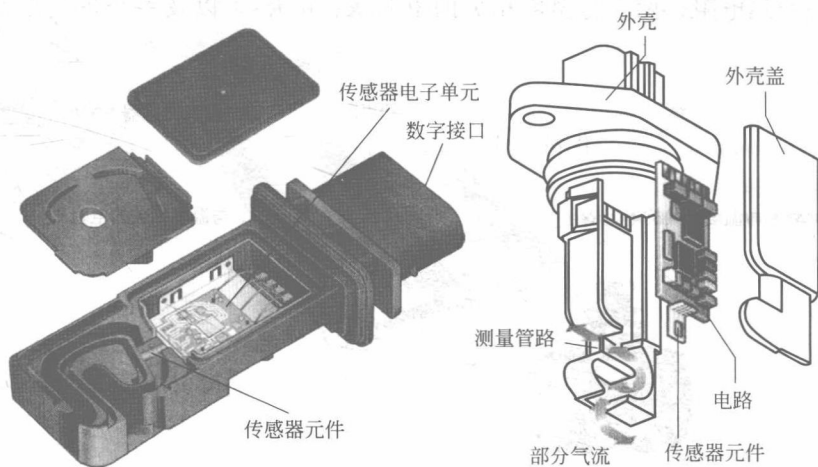


图 2-4 热膜式空气流量计 HFM6 结构

与先前的空气流量传感器相比,新一代空气流量传感器的信号可以通过数字接口传递给发动机控制单元进行准确、稳定的分析。空气流量传感器的电路和传感器元件安装在一个紧凑的塑料外壳上。

在空气流量传感器总成的最下端是一条测量管路,伸入到传感器元件组中。测量管路从进气歧管的气流中引入一部分气流并引导其流经传感器元件。

传感器元件测量这部分气流中进气以及反方向的空气流量。对于空气流量的测算信号由电路进行处理分析,并传递给发动机控制单元。

2. 旁路通道

与以往的型号 HFM5 相比,新一代空气流量传感器的旁路通道在流动性方面进行了优化。用于空气流量测量的空气分流在阻流边后面被吸入旁路通道,如图 2-5 所示。

通过阻流边这种结构在其后产生负压。在这个负压的作用下,空气分流被吸入旁路通道,以进行空气流量测量。迟缓的污粒跟不上这种快速的运动,通过分离孔被重新导入到进