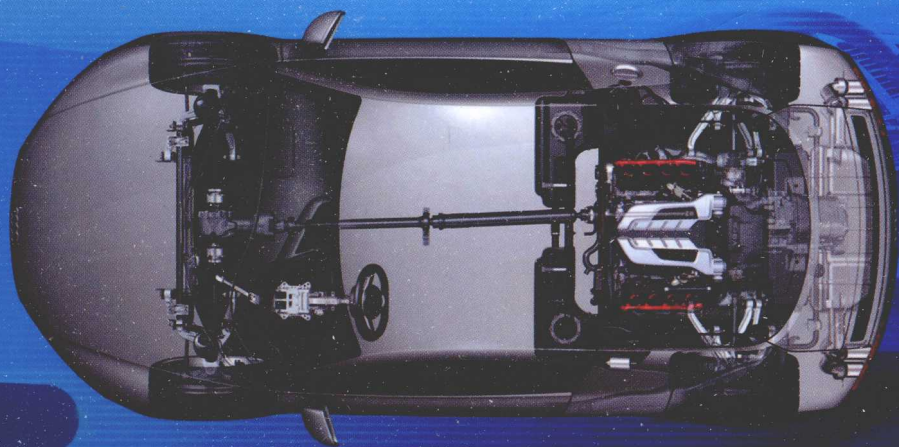


汽车维修与服务高技能人才培养丛书

QICHE WEIXIU YU FUWU GAOJINENG RENCAI PEIYANG CONGSHU

# 汽车传感器 原理与检修

吴文琳 主编



配教学资源包

## AUTO SENSOR



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

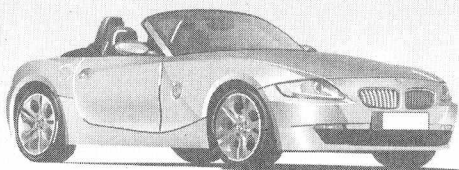


013030378

U463.6  
141

汽车维修与服务高技能人才培养丛书

# 汽车传感器原理



# 与 检修

吴文琳 主编



北航 C1636241

U463.6

141

机械工业出版社

878080810

本书从实用角度出发,全面系统地介绍了汽车常用及新型传感器的作用、结构、工作原理和检修方法等内容,涉及温度传感器、压力传感器、气体和液体流量传感器、位置与角度传感器、气体浓度传感器、速度与加速度传感器、爆燃与碰撞传感器和其他新型传感器等,对每一种传感器的检测方法都给出了具体车型示例,便于读者查阅。

本书内容全面新颖,图文并茂,浅显易懂,实用性强,可作为大专院校、职业学校和培训班的专业教材,也可供汽车维修人员学习、查阅使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车传感器原理与检修/吴文琳主编. —北京:机械工业出版社,2013.1  
(汽车维修与服务高技能人才培养丛书)

ISBN 978-7-111-41251-9

I. ①汽… II. ①吴… III. ①汽车—传感器—理论②汽车—传感器—车辆修理 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第015319号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:齐福江 责任编辑:齐福江

版式设计:张薇 责任校对:刘志文

封面设计:路恩中 责任印制:张楠

北京双青印刷厂印刷

2013年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17.5印张·434千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-41251-9

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

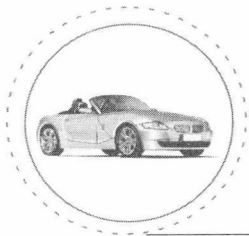
机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版



## 前 言

---

随着电子技术和计算机的普及,为了提高汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性以及减少汽车排放污染,电子控制技术已在汽车控制系统中得到广泛应用,其中汽车传感器是至关重要的元件,担负着信息的采集和传输任务。汽车传感器工作性能的好坏,直接关系汽车的运行状况和车辆行驶的安全性、经济性和舒适性等。

掌握好现代汽车的维修技术,必须很好地了解传感器的结构、原理和维修方法。为了满足广大汽车维修人员的迫切要求,我们编写了本书。

本书从实用角度出发,全面系统地介绍了汽车传感器的作用、结构、工作原理和检修方法等内容,涉及温度传感器、压力传感器、气体和液体流量传感器、位置与角度传感器、气体浓度传感器、速度与加速度传感器、爆燃与碰撞传感器和其他新型传感器;书中对每一种传感器的检测方法都给出了具体车型示例,便于读者查阅。

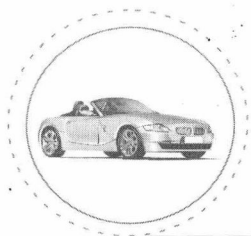
本书内容全面新颖,图文并茂,浅显易懂;具有较强的实用性和可操作性,可作为大专院校、职业学校和培训班的专业教材,也可供汽车维修人员学习、查阅使用。

本书由吴文琳主编,参加编写的还有林瑞元、王元、林国洪、林清国、陈玉山、许宜静、刘燕青、吴荔城、邱宗许、傅瑞聪、陈瑞青、黄国良、施先柏、杨向阳、林莆杨。在编写本书的过程中,参考了一些文献资料,在此,谨向原作者及相关人员表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥和谬误之处,敬请广大读者批平指正。

编 者





# 目 录

## 前言

## 第一章 概述..... 1

- 一、传感器的定义与组成 ..... 1
- 二、汽车传感器的分类与基本特征 ..... 2
- 三、汽车传感器的应用 ..... 4
- 四、汽车传感器的常见故障及影响 ..... 13
- 五、未来汽车传感器的发展 ..... 15

## 复习思考题 ..... 20

## 第二章 传感器的检测方法 ..... 21

### 第一节 传感器的检测程序及注意事项 ..... 21

- 一、传感器的检测程序 ..... 21
- 二、传感器检测及使用注意事项 ..... 22

### 第二节 传感器的检测方法 ..... 23

- 一、解码器检测法 ..... 23
- 二、万用表检测法 ..... 26
- 三、数据流的测试 ..... 27
- 四、传感器波形的检测与分析 ..... 33

## 复习思考题 ..... 62

## 第三章 温度传感器 ..... 63

### 第一节 热敏电阻式温度传感器 ..... 64

- 一、冷却液温度传感器 ..... 64
- 二、进气温度传感器 ..... 67
- 三、车内、外空气温度传感器 ..... 71
- 四、空调蒸发器出口温度传感器 ..... 75

五、排气温度传感器 .....	77
六、废气再循环 (EGR) 系统监测温度传感器 .....	79
七、液压油温度传感器 .....	80
八、燃油温度传感器 .....	81
<b>第二节 热敏铁氧体温度传感器 .....</b>	<b>82</b>
一、热敏铁氧体温度传感器的结构与原理 .....	82
二、热敏铁氧体温度传感器的检测 .....	83
<b>第三节 石蜡式气体温度传感器 .....</b>	<b>84</b>
一、石蜡式气体温度传感器结构与原理 .....	84
二、石蜡式气体温度传感器检测 .....	84
<b>第四节 双金属片式气体温度传感器 .....</b>	<b>85</b>
一、双金属片式气体温度传感器结构与原理 .....	85
二、双金属片式气体温度传感器的检测 .....	85
复习思考题 .....	86
<b>第四章 压力传感器 .....</b>	<b>87</b>
<b>第一节 空气滤清器真空开关 .....</b>	<b>87</b>
一、空气滤清器真空开关的结构与原理 .....	87
二、空气滤清器真空开关的检测 .....	88
<b>第二节 机油压力开关 .....</b>	<b>89</b>
一、机油压力开关的结构与原理 .....	89
二、发动机机油压力开关的检测 .....	89
<b>第三节 进气歧管压力传感器 .....</b>	<b>89</b>
一、半导体压敏电阻式进气压力传感器 .....	90
二、电容式进气歧管压力传感器 .....	93
三、真空膜盒式进气压力传感器 .....	94
<b>第四节 涡轮增压压力传感器 .....</b>	<b>96</b>
<b>第五节 大气压力传感器 .....</b>	<b>97</b>
一、大气压力传感器的结构与原理 .....	97
二、大气压力传感器的检测 .....	98
三、大气压力传感器检测示例 .....	99
<b>第六节 蓄能器压力传感器 .....</b>	<b>100</b>
一、蓄能器压力传感器结构与原理 .....	100
二、蓄能器压力传感器的检测 .....	100
<b>第七节 共轨压力传感器 .....</b>	<b>101</b>
一、共轨压力传感器安装位置和作用 .....	101
二、共轨压力传感器的检测 .....	101
<b>第八节 其他压力传感器 .....</b>	<b>103</b>
一、空调压力开关 .....	103

二、发动机机油压力传感器 .....	103
三、发动机机油液面传感器 .....	104
四、制动油压力传感器 .....	105
五、燃油压力传感器 .....	106
复习思考题 .....	107

## 第五章 气体和液体流量传感器 .....

第一节 翼片式空气流量传感器 .....	108
一、翼片式空气流量传感器的结构与原理 .....	108
二、翼片式空气流量传感器的检测 .....	110
三、翼片式空气流量传感器检测示例 .....	111
第二节 卡尔曼涡流式空气流量传感器 .....	112
一、超声波式卡尔曼涡流空气流量传感器 .....	113
二、反光镜式卡尔曼涡流空气流量传感器 .....	114
第三节 热线式与热膜式空气流量传感器 .....	116
一、热线式空气流量传感器 .....	116
二、热膜式空气流量传感器 .....	119
第四节 量芯式空气流量传感器 .....	124
一、量芯式空气流量传感器的结构与原理 .....	124
二、量芯式空气流量传感器的检测 .....	124
第五节 光电式燃油流量传感器 .....	125
一、光电式燃油流量传感器的结构与原理 .....	125
二、光电式燃油流量传感器的检测 .....	125
第六节 静电式冷媒流量传感器 .....	125
一、静电式冷媒流量传感器的作用与原理 .....	125
二、静电式冷媒流量传感器的检测 .....	126
复习思考题 .....	126

## 第六章 位置与角度传感器 .....

第一节 曲轴位置传感器 .....	128
一、磁脉冲式曲轴位置传感器 .....	128
二、光电式曲轴位置传感器 .....	130
三、霍尔式曲轴位置传感器 .....	133
第二节 凸轮轴位置传感器 .....	135
一、概述 .....	135
二、磁阻元件式凸轮轴位置传感器 .....	137
第三节 节气门位置传感器 .....	139
一、开关触点式节气门位置传感器 .....	139
二、线性输出型节气门位置传感器 .....	142

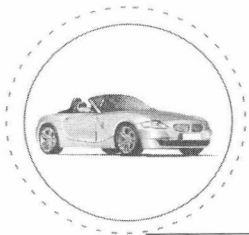
第四节 光电式车高传感器与转角传感器	145
一、光电式车高传感器	145
二、光电式转角传感器	147
第五节 液位传感器	150
一、浮子舌簧开关式液位传感器	150
二、浮子可变电阻式液位传感器	152
三、热敏电阻式液位传感器	153
四、电容式液位传感器	154
五、电热式液位传感器	156
六、电极式液位传感器	156
七、半导体型液位传感器	157
第六节 溢流环位置传感器	158
一、可调电感式溢流环位置传感器的结构与原理	158
二、可调电感式溢流环位置传感器的检测	159
第七节 加速踏板位置传感器	159
一、电位计式加速踏板位置传感器	159
二、双霍尔式加速踏板位置传感器	160
第八节 齿杆位置传感器	162
一、差动变压器式电感位置传感器	162
二、差动自感式齿杆位置传感器	162
三、电涡流式齿杆位置传感器	163
第九节 喷油器针阀升程传感器	164
一、喷油器针阀升程传感器的结构	164
二、喷油器针阀升程传感器的检测	165
第十节 座椅位置传感器	165
第十一节 方位传感器	166
一、磁通量闸门式方位传感器	166
二、双线圈发电机型地磁矢量方位传感器	167
第十二节 EGR 阀位置传感器	169
一、EGR 阀位置传感器的结构	169
二、EGR 阀位置传感器的检测	170
第十三节 超声波距离传感器与激光传感器	171
一、压电式超声波传感器	171
二、激光传感器	174
复习思考题	175
<b>第七章 气体浓度传感器</b>	<b>177</b>
第一节 氧传感器	177
一、二氧化锆型氧传感器	177



二、二氧化钛式氧传感器 .....	183
第二节 稀薄混合气传感器 .....	184
一、稀薄混合气传感器的结构及作用 .....	184
二、稀薄混合气传感器的检测 .....	185
第三节 全范围空燃比传感器 .....	185
一、全范围空燃比传感器的结构与原理 .....	185
二、全范围空燃比传感器的检测 .....	187
第四节 烟尘浓度传感器 .....	188
一、烟尘浓度传感器的结构与原理 .....	188
二、烟尘浓度传感器的检测 .....	189
三、烟尘浓度传感器检测示例 .....	190
第五节 柴油机烟度传感器 .....	191
一、柴油机烟度传感器结构与原理 .....	191
二、柴油机烟度传感器检测 .....	192
第六节 NO <sub>x</sub> 传感器 .....	193
复习思考题 .....	194
<b>第八章 速度与加速度传感器 .....</b>	<b>196</b>
第一节 发动机转速传感器 .....	197
一、柴油发动机用转速传感器 .....	197
二、舌簧开关式发动机转速传感器 .....	199
第二节 车速传感器 .....	200
一、舌簧开关式车速传感器 .....	201
二、电磁感应式车速传感器 .....	202
三、光电式车速传感器 .....	205
四、霍尔式车速传感器 .....	207
五、可变磁阻式车速传感器 .....	209
六、多普勒雷达式车速传感器 .....	212
第三节 轮速传感器 .....	213
一、电磁感应式轮速传感器 .....	214
二、励磁式轮速传感器 .....	218
三、霍尔效应式轮速传感器 .....	218
四、磁阻式轮速传感器 .....	220
第四节 加速度与减速度传感器 .....	222
一、光电式减速度传感器 .....	223
二、水银式减速度传感器 .....	224
三、差动变压器式减速度传感器 .....	225
四、压电式减速度传感器 .....	225
五、压阻式减速度传感器 .....	226

六、开关式加速度传感器 .....	228
第五节 横摆角速度传感器与组合传感器 .....	229
一、横摆角速度传感器 .....	229
二、组合传感器 .....	229
复习思考题 .....	232
<b>第九章 爆燃与碰撞传感器</b> .....	<b>234</b>
第一节 爆燃传感器 .....	234
一、压电式爆燃传感器 .....	235
二、共振型磁致伸缩式爆燃传感器 .....	237
三、火花塞座金属垫型爆燃传感器 .....	238
第二节 碰撞传感器 .....	239
一、滚球式碰撞传感器 .....	240
二、滚轴式碰撞传感器 .....	241
三、偏心锤式碰撞传感器 .....	242
四、电阻应变计式碰撞传感器 .....	243
五、压电式碰撞传感器 .....	243
六、水银开关式碰撞传感器 .....	243
七、阻尼弹簧式碰撞传感器 .....	244
八、应变仪式安全传感器 .....	245
九、碰撞传感器的检测 .....	246
复习思考题 .....	248
<b>第十章 其他传感器</b> .....	<b>250</b>
第一节 光量传感器 .....	250
一、日照传感器 .....	250
二、光电式光量传感器 .....	251
三、装有光敏二极管的自动控制器用光量传感器 .....	252
第二节 湿度传感器 .....	254
一、热敏电阻式湿度传感器 .....	254
二、结露传感器 .....	255
第三节 电流检测用传感器 .....	255
一、晶体管式电流传感器 .....	256
二、舌簧开关式电流传感器 .....	256
三、正温度系数热敏电阻式 (PTC) 电流传感器 .....	257
四、电阻-集成电路式电流传感器 .....	258
五、集成电路式灯泡断丝检测传感器 .....	258
六、制动器摩擦片磨损检测传感器 .....	259
第四节 雨滴传感器 .....	259

一、压电式雨滴传感器 .....	260
二、利用静电电容量变化的雨滴检测传感器 .....	262
三、利用光量变化的雨滴检测传感器 .....	262
第五节 CCD 图像传感器 .....	262
第六节 存储式反射镜用传感器 .....	263
一、存储式反射镜用传感器的结构 .....	263
二、存储式反射器用传感器的检测 .....	263
第七节 燃油含水率传感器 .....	264
一、燃油含水率传感器的作用与原理 .....	264
二、燃油含水率传感器的检测 .....	265
第八节 空调压缩机锁定传感器 .....	265
第九节 汽车导航传感器 .....	265
一、罗盘传感器 .....	266
二、车轮转差方向传感器 .....	267
三、陀螺仪 .....	268
复习思考题 .....	269
<b>参考文献</b> .....	<b>270</b>



# 第一章 概 述

随着电子和计算机技术的发展,在汽车发动机、底盘和车身上应用了各种电控系统。电控系统主要由传感器、电子控制单元和执行器组成。传感器在这些系统中承担了信息的采集和传输工作。它将采集到的信息传送到电子控制单元(ECU),电子控制单元根据这些信息向执行器发出指令,使执行器相应动作,完成电子控制。汽车传感器可以及时识别汽车本身和周围环境的变化,进行信息反馈,从而实现电控系统的自动控制。

在现代汽车电子控制系统中,传感器是相当重要的关键部件。电子控制装置要实现各类精确控制,需要各种必要的信息来提供判断依据,而这些信息的采集和发送就是利用各种传感器来实施的。如果没有各类传感器提供发动机、汽车工作状况和外部环境等信息,电子控制装置就失去了决策依据。

目前,汽车用传感器和传感器技术都得到了迅速发展,敏感器件的种类越来越多,捕捉信息的范围也越来越宽,精度不断提高,寿命逐渐增加,价格也有所下降,并且向固体化、集成化、数字化和智能化方向发展。

## 一、传感器的定义与组成

### 1. 定义

汽车传感器是一种能检测物理量、电量和化学量等信息,并能把它转换成 ECU 能接收的电信号,也就是对信息进行采集和传输的器件。在国标 GB7655—1987《传感器通用术语》中,将传感器定义为:“能够感觉规定的被测量,并按一定的规律将其转换成输出信号的器件或装置,通常由敏感元件和转换元件组成”。敏感元件指传感器中能直接感受或响应的被测量的部分;转换元件指传感器中能将敏感元件感受的或响应的被测量转换成适合于传输的电信号的部分。国际电工委员会的定义为:“传感器是测量系统中的一种前置部件,它将输入变量转换成可供测量的信号”。

### 2. 组成

传感器一般由敏感元件、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,如图 1-1 所示。

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。



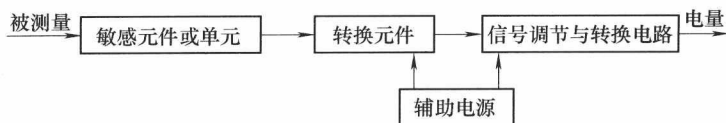


图 1-1 传感器组成框图

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。

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。

## 二、汽车传感器的分类与基本特征

### 1. 汽车传感器的分类

汽车传感器的种类很多，已由从前一般的电磁、光电传感器等发展为用激光、光导纤维、磁敏、气敏、力敏、热敏、陶瓷、霍尔效应、半导体、光栅、雷达等做成的各类传感器，精度也有很大提高，且一种被测参数可用多种不同类型的传感器来测量，而同一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，常见的分类方法可按能量关系、信号转换、输入量、工作原理、输出信号和制造工艺进行分类。

#### （1）按能量关系分类

传感器按能量关系分类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。采用电阻、电感、电容，利用应变效应、磁阻效应、热阻效应制成的传感器都属于被动型传感器。

主动型传感器的工作不需要外界提供电源，由自身吸收其他能量（光能和热能），经变换后再输出电能，它是一个能量变换装置。采用压电效应、磁致伸缩效应、热电效应、光电效应等原理制成的传感器都属于主动型传感器。

#### （2）按信号转换分类

传感器按信号转换关系分类，可分为由一种非电量转换成另一种非电量，如弹性敏感元件和气动传感器；另一种是由非电量转换成电量的传感器，如热电偶温度传感器、压电式加速传感器等。

#### （3）按输入量分类

传感器按输入量分类即按被测量分类，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、浓度传感器等。

#### （4）按工作原理分类

按传感器的工作原理分类，有电阻式、电容式、应变式、电感式、光电式、光敏式、压

电式、热电式传感器等。

#### (5) 按输出信号分类

按传感器输出信号分类，有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。在汽车控制单元控制系统中，大多数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 转换即可以处理，能够由 ECU 直接处理。

#### (6) 按制造工艺分类

按制造工艺可以将传感器分为集成传感器、薄膜传感器、厚膜传感器、陶瓷传感器等类型。

#### (7) 按使用功能分类

传感器按其使用功能又可分为两类：一类是使驾驶、维修人员了解汽车各部分状态的传感器，如温度、车速、发动机转速、液体压力传感器等；另一类是用于控制汽车运行状态的传感器，如节气门位置传感器、轮速传感器、减速度传感器、偏航率传感器等。汽车用传感器的种类见表 1-1。

表 1-1 汽车用传感器的种类

传感器种类	检测量或检测对象
温度传感器	冷却液、排出气体、吸入空气、发动机机油、自动变速器油、车内空气、燃油
压力传感器	进气歧管压力、大气压力、燃烧压力、发动机机油压力、自动变速器油压力、各种泵压力、轮胎压力、燃油压力、共轨压力、冷却液压力
转速传感器	曲轴转角、曲轴转速、转向盘转角、车轮速度
速度、加速度传感器	车速、加速度
流量传感器	吸入空气量、燃料流量、废气再循环量、二次空气量、制冷剂流量
液量传感器	燃油、冷却液、电解液、洗涤液、机油、制动液
位移方位传感器	节气门开度、废气再循环阀开度、车辆高度、行驶距离、行驶方位、GPS 全球定位
气体浓度传感器	氧气、二氧化碳、NO <sub>x</sub> 、HC、柴油烟度
其他传感器	转矩、爆燃、燃料成分、湿度、玻璃结霜、饮酒状态、睡眠状态、蓄电池电压、蓄电池容量、灯泡断线、荷重、冲击物、轮胎失效、风量、日照、光照、电磁、雨滴等

## 2. 汽车传感器的基本特征

汽车传感器的基本特征有静态特性和动态特性两种。

### (1) 静态特性

传感器的静态特性是指被测量的值处于稳定状态的输入、输出关系。只考虑传感器的静态特性时，输入量与输出量之间的关系中就不含时间的变量。衡量静态特性的主要指标是线性度、灵敏度、迟滞和重复性等。理想的传感器线性度好，灵敏度高，迟滞不明显，重复性好。

### (2) 动态特性

传感器的动态特性是指其输出对随时间变化的输入量的响应特性。当输入量随时间变化时（即属于时间函数时），则传感器的输出量也是时间函数，其时间关系用动态特性来表示。一个理想的传感器其输出信号与输入信号具有相同形态的时间函数。

### 三、汽车传感器的应用

现代汽车电子控制中，传感器广泛应用在发动机、底盘和车身各个系统中。汽车传感器在这些系统中担负着信息的采集和传输功用，它采集的信息由控制单元（ECU）进行处理后，形成向执行器发出的指令，完成电子控制。传感器在电子控制和自诊断系统中是非常重要的装置，它能及时识别外界和系统本身的变化，再根据变化的信息去控制系统本身的工作。各个系统控制过程正是依靠传感器进行信息的反馈，实现自动控制工作的。

控制单元不断地检测各个传感器的信号，一旦检测出某个输入信号不正常，就可将错误的信号存入存储器内，需要时可以通过专用诊断仪或采取人工方法读取故障信息，再根据故障信息内容进行维修。

车用传感器所检测的信息包括车辆运动状态以及驾驶操纵、车辆控制、运动环境、异常状态监控等所需信息。汽车电子控制系统上应用了多种传感器，如空气流量传感器、压力传感器、位置传感器、速度传感器、温度传感器、气体浓度传感器等。在这些传感器的共同作用下，汽车电子控制系统对发动机、底盘、行驶安全、信息等进行集中控制。

#### 1. 汽车发动机控制

##### （1）电控汽油喷射（电喷 EFI）

电控汽油喷射系统根据空气流量传感器或进气压力传感器、发动机转速传感器、节气门位置传感器、凸轮轴位置传感器、进气温度传感器、冷却液温度传感器、氧传感器等信号计算喷油量。该系统能使发动机在各种工况下实现空气与燃油匹配最佳、提高功率、降低油耗、减少排气污染等功效。在一定条件下，控制单元可根据氧传感器输出的含氧浓度信号修正燃油供给量，使混合气浓度保持在理想状态。

1) 喷油量控制。控制单元（ECU）根据空气流量传感器或进气压力传感器、发动机转速传感器、进气温度传感器、冷却液温度传感器等所提供的信号，计算喷油脉冲宽度即喷油量。发动机各种工况下的最佳喷油量存储在控制单元的存储器中。

2) 喷油正时控制。当发动机采用多点顺序燃油喷射系统时，ECU除了控制喷油量以外，还要根据发动机的各缸点火顺序，将喷油时间控制在最佳时刻，以使汽油充分燃烧。但在电子控制间歇喷射系统中，采用独立喷射时，控制单元还要对喷射燃油的气缸辨别信号进行分析，根据发动机各缸的点火顺序和发动机工况的不同而将喷油时间控制在最佳时刻。

3) 进气增压控制。进气谐波增压控制是 ECU 根据发动机转速传感器检测到的发动机转速信号，控制增压控制阀的开闭，改变进气管的有效长度，实现中低转速区和高转速区的进气谐波增压，提高发动机的充气效率。涡轮增压控制装在有电子控制涡轮增压器的发动机上，在发动机工作中，能保证获得最佳增压值。涡轮增压发动机排气温度高，容易产生爆燃，电子控制装置可以通过降低增压压力和调节点火正时相结合的办法阻止爆燃，使发动机的功率不会下降，而得到稳定发挥。

4) 发电机输出电压的控制。控制单元根据发动机转速传感器输入的转速、蓄电池温度等信息,控制励磁电流实现对发电机输出电压的控制。当发电机输出电压超过额定值时,ECU 使励磁电路接通时间变短,减弱励磁电流,降低发电机电压;相反,当输出电压低于额定值时,ECU 使励磁电路接通时间变长,增强励磁电流,提高发电机电压。

5) 电子节气门控制。在电控加速踏板中安装有一个电位器作为传感器,它可把加速踏板的位置信息输入 ECU,ECU 再根据发动机的工况,计算节气门位置的理论值,该理论值与发动机运行参数、加速踏板位置有关。控制单元可把节气门位置调整在理论值范围,这样可以避免在加速踏板传动机构中由于间隙、磨损产生的误差,可在燃油消耗优化的前提下,发挥较好的加速性。

6) 冷起动喷油器控制。为了提高发动机低温时冷机起动性能,在进气总管上安装了一个冷起动喷油器,其喷油时间由定时开关控制,或由控制单元和起动喷油器定时开关同时控制。有些电控发动机已经取消了冷起动喷油器,在低温起动过程中,ECU 根据发动机冷却液温度信息,在冷机起动时加浓混合气,以使起动顺利。

7) 燃油泵控制与燃油泵油量控制。在电控燃油喷射系统中,燃油泵的控制方式有两种:一种是当点火开关打开后,ECU 使燃油泵运转 2~3s,以产生必要的油压,若发动机没有起动,就没有信号输入 ECU,ECU 会立即切断燃油泵继电器控制电路,使燃油泵停止工作;另一种控制方式是只有发动机运转时,燃油泵才投入运转。

有的燃油泵控制系统是使泵油量随发动机的负荷而变化,即当发动机高转速、大负荷工作时,燃油泵高速运转以增加供油量;当发动机低转速、小负荷工作时,燃油泵低速运转,以减少供油量。

8) 断油控制。发动机的断油控制分为减速断油控制和超速断油控制。减速断油控制是汽车在正常行驶中,驾驶人突然放松加速踏板,ECU 根据转速信号将自动切断燃油喷射控制电路,使燃油喷射中断,目的是降低减速时 HC 和 CO 的排放量;而当发动机转速下降到临界转速时,又能自动恢复供油。超速断油控制是发动机加速时,当转速超过安全转速或汽车车速超过设定的最高车速时,ECU 将会在临界转速时切断燃油喷射控制电路,停止喷油,防止超速。

9) 停车起动控制。在汽车停车数秒后,停车起动系统会发出控制信号将燃油切断。具体工作过程是当离合器脱开,汽车停车或车速约为 2km/h 时,发动机熄火。若要使发动机起动,可将离合器踩到底,再踏下加速踏板,当加速踏板踩到总行程的 1/3 时,发动机将再次起动。

10) 排放控制。废气再循环 (EGR) 控制是当发动机的废气排放温度达到一定值时,ECU 根据发动机的转速和负荷信号,控制 EGR 阀的开启动作,使一定数量的废气进行再循环燃烧,以降低排气中  $\text{NO}_x$  的排放量。

① 开环与闭环控制是在装有氧传感器及三元催化转化器的发动机中,ECU 根据发动机的工况及氧传感器反馈的空燃比浓稀信号,确定开环控制或闭环控制。

② 二次空气喷射控制是 ECU 根据发动机的工作温度,控制新鲜空气喷入排气歧管或三元催化转化器,用以减少排气造成的污染。

③ 燃油蒸气回收控制是 ECU 根据发动机的工作温度、转速和负荷信号,控制清污电磁阀的开启工作,将活性炭吸附的汽油蒸气吸入进气管,进入发动机燃烧,降低燃油蒸发排放。

11) 自诊断与报警。当电子控制系统出现故障时,ECU 会点亮仪表板上的“发动机检查 (CHECK ENGINE SOON)”指示灯,提醒驾驶人发动机已经出现故障,应立即停车检修。



ECU 将故障以故障码的形式存储在 ECU 的存储器中，维修人员通过诊断插座，使用专用诊断仪或采用人工方法读取故障信息。

12) 安全保险与备用功能。当 ECU 检测到电控系统出现的故障时，会自动按照 ECU 预先设置的数据，使发动机保持运转（但发动机的性能有所下降），以便尽快送到维修站检修。

当 ECU 本身出现故障时，会自动启用备用系统，使发动机进入跛行状态，以便将车开到维修站检修。

### (2) 电控点火装置

发动机运转时，控制单元根据空气流量传感器或进气压力传感器、发动机转速传感器、凸轮轴位置传感器、温度传感器等信号，使发动机在最佳点火提前角工况下工作，输出最大功率和转矩，将油耗和排放降到最低限度。该系统可通过爆燃传感器进行反馈控制；其点火时刻的控制精度比无反馈控制时高，但排气净化差。

1) 点火提前角控制。在 ECU 的存储器中存储着发动机在各种工况下的最佳点火提前角。发动机运转时，ECU 根据发动机的转速和负荷信号确定基本提前角，并再根据其他信号进行修正，最后确定最佳点火提前角。然后向电子点火控制器输出点火信号，以控制点火系统的工作。

2) 通电时间（闭合角）与恒流控制。点火线圈初级电路在断开时需要保证足够大的断开电流，以使次级线圈产生足够高的次级电压。与此同时，为防止通电时间过长而使点火线圈过热损坏，ECU 根据蓄电池电压及发动机转速信号等，控制点火线圈初级电路的通电时间。

在现代汽车高能点火系统电路中，还增加了恒流控制电路，使初级电流在极短的时间内迅速增长到额定值，减少转速对次级电压的影响，改善点火特性。

3) 爆燃控制。当 ECU 接收到爆燃传感器输入的电信号后，ECU 对该信号进行处理并判断是否即将产生爆燃。当检测到爆燃信号后，ECU 立即推迟发动机点火提前角，采用反馈控制避免爆燃产生。

### (3) 柴油机电控喷射控制

柴油机电子控制系统通常具有以下控制功能。

