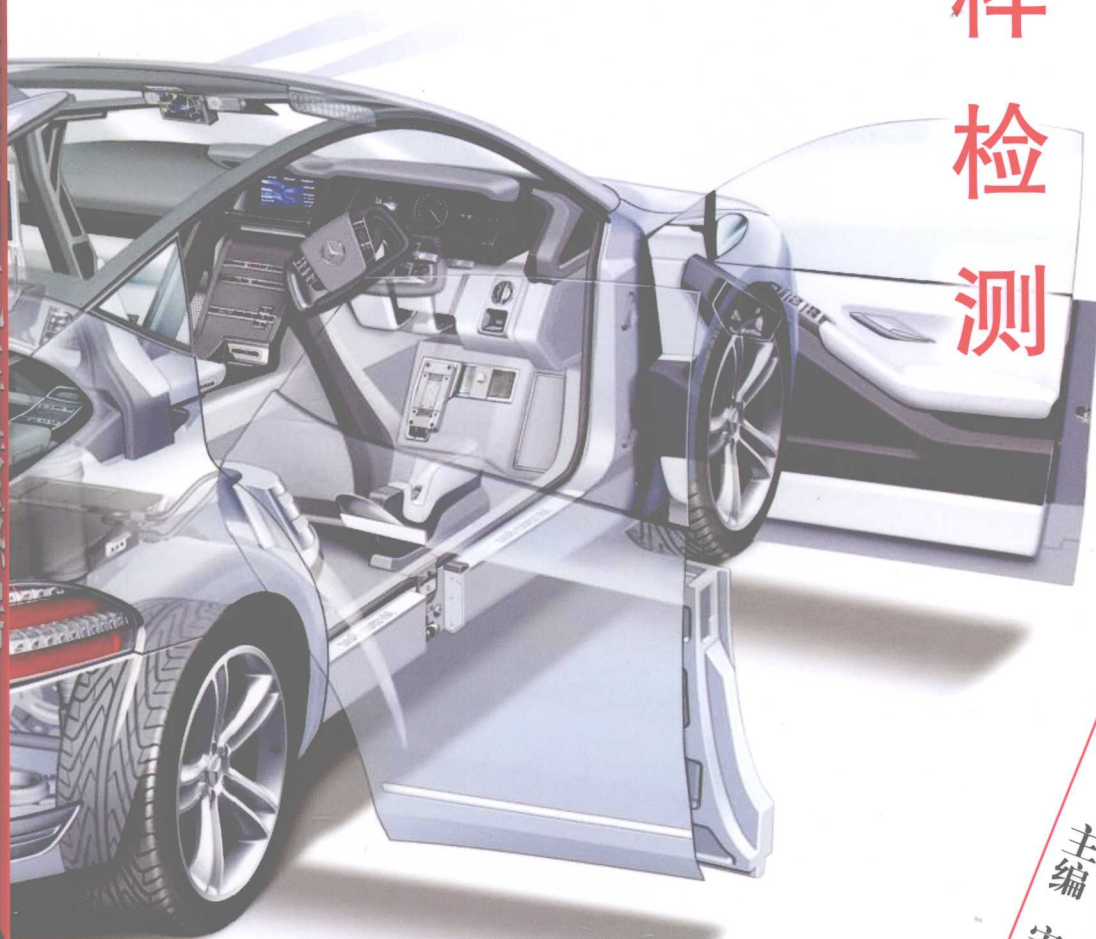


# 汽车传感器

## 怎样检测



主编

宋年秀

刘超

杜彦蕊

最新及常用传感器的  
结构原理

检测方法

更换调整

检测实例



# 汽车



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

# 怎样检测汽车传感器

主编 宋年秀 刘 超 杜彦蕊  
参编 张照文 陈殿辉 陈立辉 赵路平



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)



内  
容  
提  
要

本书从使用和维修的角度出发,系统地介绍了最新及常用汽车传感器的安装位置、结构原理、电路图、检测方法及更换调整等内容,重点讲解了传感器的检测方法和更换调整,并列举了部分国产汽车传感器的检测实例。

全书共分为12章,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;速度与减速度传感器;爆燃与碰撞传感器;其他传感器;利用汽车的自诊断系统来读取传感器的故障码;利用示波器对传感器的波形进行检测;部分国产汽车传感器的检测实例。

本书内容全面、图文并茂,具有较强的实用性和可操作性。适合于现代汽车维修人员及相关技术人员参考使用,也可作为大中专院校汽车专业及相关专业学生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

怎样检测汽车传感器/宋年秀,刘超,杜彦蕊主编.  
北京:中国电力出版社,2007

ISBN 978-7-5083-5449-1

I. 怎… II. ①宋…②刘…③杜… III. 汽车-传感器-检测 IV. U463.607

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第055447号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2007年8月第一版 2007年8月北京第一次印刷

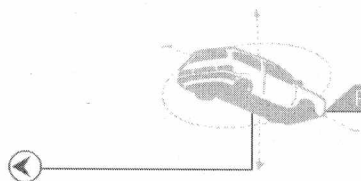
787毫米×1092毫米 16开本 16.875印张 470千字

印数0001—4000册 定价26.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



随着电子技术及计算机技术,即电子控制技术的不断发展,并在汽车上的广泛应用,当今的汽车已成为机电一体化的高科技产品。而在汽车的电子控制系统中,传感器担负着非常重要的工作,它具有信息的采集和传输功能,其技术性能的好坏,会直接影响电子控制系统的工作情况。因此,当汽车发生故障时,对汽车上的各个传感器进行检测便成了维修工作的基础和关键。

不同的电子控制系统中传感器的类型和数量都有所不同,即使是相同类型的传感器,由于应用在不同的控制系统中,其结构形式、安装位置也不尽相同,且检测方法存在差异。所以,了解和掌握汽车上最新及常用传感器的结构原理、检测方法,就成为维修人员的迫切要学习的内容。

在本书第一~第九章中,对汽车上使用的一些最新及常用传感器的结构原理、安装位置、电路图、检测方法及更换调整等进行了全面的介绍,并着重介绍了其检测方法和更换调整。第十章讲解了故障自诊断系统读取传感器的故障码方面的知识。第十一章对传感器的波形示波器测试进行了较为详细的介绍,并给出了传感器的标准波形,使读者除了掌握万用表、诊断仪的使用方法之外,对示波器的使用、波形测试方法也能很快地掌握。第十二章则是对国内一些常用汽车上使用的传感器的检测方法进行了简单地介绍。

本书由青岛理工大学宋年秀、刘超、杜彦蕊主编,参加编写的人员还有陈殿辉、张照文、陈立辉、赵路平。

本书不涉及高深的专业知识,文字简练,通俗易懂,注重实用,力求解决实际问题。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2007.5

# 《中药药物性肝损害》 编委会

主 编 刘树民

副主编 卢 芳 刘大伟

编 委 (按姓氏笔画排序)

于栋华 王加志 卢 芳

刘大伟 刘学伟 刘树民

罗明媚 杨婷婷 赵 艳

姚 丽 索 晴 崔立然



## 前 言

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>第一章 汽车传感器概述</b> .....    | 1  |
| 第一节 概述 .....                | 1  |
| 第二节 汽车传感器的分类 .....          | 2  |
| 第三节 汽车传感器的使用范围及性能要求 .....   | 3  |
| 第四节 汽车传感器的结构、安装位置及用途 .....  | 8  |
| <b>第二章 温度传感器</b> .....      | 11 |
| 第一节 概述 .....                | 11 |
| 第二节 热敏电阻式温度传感器的检测 .....     | 12 |
| 一、冷却液温度传感器 .....            | 12 |
| 二、进气温度传感器 .....             | 18 |
| 三、水温表（冷却液温度表）传感器 .....      | 22 |
| 四、车内、外空气温度传感器 .....         | 23 |
| 五、蒸发器出口温度传感器 .....          | 25 |
| 六、排气温度传感器 .....             | 27 |
| 七、EGR（废气再循环）系统监测温度传感器 ..... | 29 |
| 第三节 其他温度传感器 .....           | 29 |
| 一、热敏铁氧体温度传感器 .....          | 29 |
| 二、石蜡式气体温度传感器（ITC 阀） .....   | 31 |
| 三、双金属片式气体温度传感器 .....        | 32 |
| <b>第三章 压力传感器</b> .....      | 34 |
| 第一节 概述 .....                | 34 |
| 第二节 进气歧管压力传感器 .....         | 34 |
| 一、半导体压敏电阻式进气压力传感器 .....     | 35 |
| 二、真空膜盒式进气压力传感器 .....        | 40 |
| 三、电容式进气压力传感器 .....          | 42 |
| 四、表面弹性波式进气歧管压力传感器 .....     | 43 |
| 第三节 大气压力传感器 .....           | 43 |
| 一、大气压力传感器的结构与原理 .....       | 43 |
| 二、大气压力传感器的检测方法 .....        | 44 |
| 三、检测方法在具体车型上的应用 .....       | 44 |
| 第四节 油压传感器 .....             | 45 |
| 一、发动机机油压力传感器 .....          | 45 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 二、发动机机油液面传感器 .....        | 46 |
| 三、发动机机油压力开关 .....         | 47 |
| 四、制动主缸油压传感器 .....         | 47 |
| 五、蓄压器压力传感器 .....          | 48 |
| 六、燃油压力传感器 .....           | 49 |
| 第五节 其他压力传感器 .....         | 49 |
| 一、空气滤清器真空开关 .....         | 49 |
| 二、涡轮增压传感器 .....           | 51 |
| 三、绝对压力型高压传感器 .....        | 51 |
| 四、相对压力型高压传感器 .....        | 51 |
| 第四章 空气流量传感器 .....         | 53 |
| 第一节 概述 .....              | 53 |
| 第二节 叶片式空气流量传感器 .....      | 54 |
| 一、叶片式空气流量传感器的结构与原理 .....  | 54 |
| 二、叶片式空气流量传感器的检测方法 .....   | 57 |
| 三、检测方法在具体车型上的应用 .....     | 58 |
| 第三节 卡曼涡流式空气流量传感器 .....    | 59 |
| 一、超声波式卡曼涡流空气流量计 .....     | 60 |
| 二、反光镜式卡曼涡流空气流量计 .....     | 62 |
| 第四节 测量芯式空气流量传感器 .....     | 64 |
| 一、测量芯式空气流量传感器的结构与原理 ..... | 64 |
| 二、测量芯式空气流量传感器的检测方法 .....  | 65 |
| 第五节 热线式空气流量传感器 .....      | 65 |
| 一、热线式空气流量传感器的结构与原理 .....  | 66 |
| 二、热线式空气流量传感器的检测方法 .....   | 67 |
| 三、检测方法在具体车型上的应用 .....     | 69 |
| 第六节 热膜式空气流量传感器 .....      | 71 |
| 一、热膜式空气流量传感器的结构与原理 .....  | 71 |
| 二、热膜式空气流量传感器的检测方法 .....   | 73 |
| 三、检测方法在具体车型上的应用 .....     | 75 |
| 第五章 气体浓度传感器 .....         | 76 |
| 第一节 概述 .....              | 76 |
| 第二节 氧传感器 .....            | 76 |
| 一、二氧化锆式氧传感器 .....         | 76 |
| 二、二氧化钛式氧传感器 .....         | 85 |
| 第三节 稀薄混合气传感器 .....        | 87 |
| 第四节 全范围空燃比传感器 .....       | 88 |
| 第五节 烟尘浓度传感器 .....         | 88 |
| 第六章 位置与角度传感器 .....        | 91 |
| 第一节 概述 .....              | 91 |
| 第二节 曲轴位置传感器 .....         | 91 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 一、磁脉冲式曲轴位置传感器 .....           | 92         |
| 二、光电式曲轴位置传感器 .....            | 101        |
| 三、霍尔式曲轴位置传感器 .....            | 105        |
| 四、同步信号发生器 .....               | 111        |
| 第三节 节气门位置传感器 .....            | 113        |
| 一、触点开关式节气门位置传感器 .....         | 113        |
| 二、可变电阻式节气门位置传感器 .....         | 116        |
| 第四节 光电式车高及转角传感器 .....         | 123        |
| 一、光电式车高传感器 .....              | 123        |
| 二、光电式转角传感器 .....              | 126        |
| 第五节 液位传感器 .....               | 128        |
| 一、浮子舌簧开关式液位传感器 .....          | 128        |
| 二、浮子可变电阻式液位传感器 .....          | 130        |
| 三、热敏电阻式液位传感器 .....            | 130        |
| 四、电容式与电热式液位传感器 .....          | 131        |
| 第六节 其他位置传感器 .....             | 131        |
| 一、溢流环位置传感器 .....              | 131        |
| 二、超声波距离传感器 .....              | 132        |
| 三、方位传感器 .....                 | 133        |
| 四、方向传感器 .....                 | 135        |
| 五、座椅位置传感器 .....               | 135        |
| <b>第七章 速度与减速度传感器 .....</b>    | <b>137</b> |
| 第一节 概述 .....                  | 137        |
| 第二节 车速传感器 .....               | 137        |
| 一、舌簧开关式车速传感器 .....            | 137        |
| 二、可变磁阻式车速传感器 .....            | 138        |
| 三、电磁感应式车速传感器 .....            | 139        |
| 四、光电式车速传感器 .....              | 145        |
| 五、霍尔式车速传感器 .....              | 147        |
| 第三节 轮速传感器 .....               | 149        |
| 一、电磁感应式轮速传感器 .....            | 149        |
| 二、霍尔效应式轮速传感器 .....            | 158        |
| 第四节 减速度传感器 .....              | 159        |
| 一、光电式减速度传感器 .....             | 159        |
| 二、水银式减速度传感器 .....             | 161        |
| 三、差动变压器式减速度传感器 .....          | 161        |
| 四、惯性压阻式减速度传感器和开关式加速度传感器 ..... | 162        |
| <b>第八章 爆燃与碰撞传感器 .....</b>     | <b>163</b> |
| 第一节 概述 .....                  | 163        |
| 第二节 爆燃传感器 .....               | 163        |
| 一、爆燃及爆燃控制系统 .....             | 163        |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 二、爆燃传感器 .....                        | 165 |
| 第三节 碰撞传感器 .....                      | 171 |
| 一、碰撞传感器的结构与原理 .....                  | 171 |
| 二、碰撞传感器的检测方法 .....                   | 178 |
| 第九章 其他传感器 .....                      | 181 |
| 第一节 电流检测用传感器 .....                   | 181 |
| 一、晶体管式电流传感器 .....                    | 181 |
| 二、集成电路式灯泡断丝检测传感器 .....               | 181 |
| 三、舌簧开关式电流传感器 .....                   | 181 |
| 四、正温度系数热敏电阻 (PTC) 式电流传感器 .....       | 183 |
| 五、电阻——集成电路式电流传感器 .....               | 184 |
| 第二节 光量传感器 .....                      | 185 |
| 一、日照传感器 .....                        | 185 |
| 二、光电式光量传感器 .....                     | 186 |
| 三、自动控制器用光量传感器 .....                  | 188 |
| 第三节 湿度传感器 .....                      | 189 |
| 一、热敏电阻式湿度传感器 .....                   | 189 |
| 二、结露传感器 .....                        | 189 |
| 第四节 雨滴传感器 .....                      | 190 |
| 第五节 制动蹄摩擦片磨损检测传感器 .....              | 192 |
| 第六节 转矩传感器 .....                      | 193 |
| 一、光电式转矩传感器 .....                     | 193 |
| 二、磁性转矩传感器 .....                      | 193 |
| 三、电涡流式转矩传感器 .....                    | 193 |
| 第十章 利用汽车的自诊断系统来读取传感器的故障码 .....       | 195 |
| 第一节 故障自诊断系统 .....                    | 195 |
| 一、故障自诊断系统概述 .....                    | 195 |
| 二、故障自诊断系统的分类及特点 .....                | 196 |
| 第二节 故障码的读取 .....                     | 197 |
| 一、OBD- I 自诊断系统存储的故障码的随车读取 .....      | 197 |
| 二、OBD- II 自诊断系统存储的故障码的随车读取 .....     | 200 |
| 三、利用电控系统故障诊断仪读取 OBD- I 存储的故障码 .....  | 201 |
| 四、利用电控系统故障诊断仪读取 OBD- II 存储的故障码 ..... | 202 |
| 第十一章 利用示波器对传感器的波形进行检测 .....          | 203 |
| 第一节 汽车专用示波器概述 .....                  | 203 |
| 一、汽车专用示波器的结构与功能 .....                | 203 |
| 二、电控系统输入与输出信号的种类 .....               | 205 |
| 三、电子信号判定依据 .....                     | 206 |
| 四、波形的识别 .....                        | 207 |
| 第二节 汽车专用示波器的使用方法 .....               | 208 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 一、安全操作注意事项 .....                  | 208        |
| 二、键盘的使用 .....                     | 208        |
| 三、示波器的喷油器测试范例 .....               | 209        |
| 四、示波器的氧传感器测试范例 .....              | 209        |
| 五、示波器的节气门位置传感器测试范例 .....          | 210        |
| <b>第三节 传感器的波形测试 .....</b>         | <b>211</b> |
| 一、冷却液与进气温度传感器波形测试 .....           | 211        |
| 二、模拟式进气压力传感器波形测试 .....            | 212        |
| 三、数字式进气压力传感器波形测试 .....            | 212        |
| 四、叶片式空气流量传感器波形测试 .....            | 212        |
| 五、卡曼涡流式空气流量传感器波形测试 .....          | 214        |
| 六、热线式和热膜式空气流量传感器波形测试 .....        | 215        |
| 七、氧传感器波形测试 .....                  | 215        |
| 八、主副氧传感器波形测试 .....                | 219        |
| 九、电磁感应曲轴位置传感器波形测试 .....           | 219        |
| 十、光电式曲轴位置传感器波形测试 .....            | 219        |
| 十一、霍尔式曲轴位置传感器 .....               | 221        |
| 十二、电磁感应式凸轮轴位置传感器波形测试 .....        | 221        |
| 十三、光电式凸轮轴位置传感器波形测试 .....          | 222        |
| 十四、霍尔式凸轮轴位置传感器波形测试 .....          | 222        |
| 十五、线性输出型(可变电阻式)节气门位置传感器波形测试 ..... | 223        |
| 十六、开关型节气门位置传感器波形测试 .....          | 224        |
| 十七、车高位置传感器波形测试 .....              | 225        |
| 十八、EGR 位置传感器波形测试 .....            | 225        |
| 十九、车速传感器波形测试 .....                | 225        |
| 二十、ABS 轮速传感器波形测试 .....            | 227        |
| 二十一、爆燃传感器波形测试 .....               | 227        |
| <b>第十二章 部分国产汽车传感器的检测实例 .....</b>  | <b>229</b> |
| 第一节 一汽马自达 6 轿车传感器的检测 .....        | 229        |
| 一、发动机电控系统用传感器的检测 .....            | 229        |
| 二、底盘电控系统用传感器的检测 .....             | 233        |
| 三、自动空调系统用传感器的检测 .....             | 238        |
| 第二节 北京现代索纳塔/伊兰特轿车 .....           | 239        |
| 一、北京现代索纳塔轿车 .....                 | 239        |
| 二、北京现代伊兰特轿车 .....                 | 248        |
| 第三节 上海别克轿车/GL8 汽车 .....           | 250        |
| 一、发动机(2.5L/3.0L)电控系统用传感器的检测 ..... | 250        |
| 二、底盘电控系统用传感器的检测 .....             | 256        |
| <b>参考文献 .....</b>                 | <b>259</b> |

## 第一章

## 汽车传感器概述

在介绍汽车传感器之前先介绍一下什么是传感器。简单的说,传感器就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。在国标 GB 7665—1987《传感器通用术语》中,将传感器定义为:“能够感受规定的被测量,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。

传感器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,如表 1-1 所示。

表 1-1 传感器与人的感觉器官

| 人的感觉与器官        | 有 关 现 象 | 传 感 器                             |
|----------------|---------|-----------------------------------|
| 视觉——眼睛         | 光       | 光电变换元件:光电池、光导元件<br>光敏二极管<br>光敏三极管 |
| 听觉——耳          | 声 波     | 压电转换元件:压电元件<br>压阻元件<br>压敏三极管      |
| 触觉——皮肤         | 位移压力    | 位移变换元件:应变片                        |
| 肤觉——皮肤         | 温 度     | 热电变换元件:热敏电阻<br>热电偶                |
| 嗅觉——鼻<br>味觉——舌 | 分子吸附    | 气体传感器<br>温度传感器<br>离子检测 FET        |

## 第一节 概 述

现代汽车电子控制系统主要包括 3 部分:

- (1) 信号采集部分。通常是由若干相同或不同功能的传感器所组成,用于采集信号。
- (2) 电子控制单元(简称 ECU)。对传感器采集的信号进行分析处理,然后向被控制装置输出控制信号。
- (3) 执行器。根据 ECU 输出的信号,来完成控制操作。

可见汽车传感器是汽车电子控制系统的关键部件,而电子控制系统又被广泛地应用于汽车的各个部分,如发动机、底盘、车身等,因此掌握常见传感器的结构、原理、应用及检测方法,对于更好地了解汽车、维修汽车有重要的现实意义。

在感性地了解了传感器的定义及汽车传感器在电子控制装置中的重要性后,下面来看看汽车传感器究竟是怎样工作的。

汽车在运行过程中,传感器用来测量各总成和整车的工作状态及其参数的变化情况,并将不断变化的机械运动状态变成电参数(电压、电阻与电流)的变化,从而及时送给电子控制单元

(ECU)、各种仪表和指示灯,以便 ECU 对发动机及其他总成进行控制,使驾驶员及时地了解汽车各部分的工作状况,进而提高车辆的使用性能。汽车各系统中传感器及其使用目的如表 1-2 所示。

表 1-2

汽车各系统中传感器及其使用目的

| 系 统  | 传 感 器                                                                                                    | 使 用 目 的                                                                                   |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 发动机  | 进气压力,空燃比,曲轴角度,爆燃,发动机转速,进气温度,冷却水温阀,冷却水负压阀,冷却水温度,冷却水温度开关                                                   | 燃油喷射,EGR 率,点火时间的程序控制,冷却水温稳定、怠速转速的温度控制,空燃比修正反馈控制,爆燃区控制,停车时停发动机                             |
| 变速器  | 变速器位置开关,节流阀开关                                                                                            | 换挡控制                                                                                      |
| 车身系统 | 车速,车轮速度,车高,结露开关,车内、外开关,车内、外温度,日照量,湿度,冷却水温开关,冷媒压力开关                                                       | 定速行驶控制,车高稳定控制,防抱死控制,防结露车窗,变速锁止控制,悬架系统控制,车内空调控制,前照灯控制,防炫目后视镜,雨滴检测刮水器                       |
| 显示诊断 | 发动机转速,车速,燃油余量,冷却水温,油压,方位,车距,进气压力,燃油流量,排气温度开关,燃油余量开关,冷却水量开关,制动液量开关,洗涤剂量开关,蓄电池液量开关,车门开关,座位皮带开关,行李箱盖开关,油温开关 | 计量显示:车速,里程表,燃油余量,冷却水温,耗油量,进气压力,行车路线<br>诊断显示:机油压力,燃油余量,高速区,排气温度报警区,冷却水位,制动液位,风窗洗涤剂液位,蓄电池液位 |

## 第二节 汽车传感器的分类

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,常见的分类方法有如下几种。

### 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

按信号转换关系分类,可分为由一种非电量转换成另一种非电量的和由一种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,如表 1-3 所示。

### 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

按传感器的输出信号分类,有模拟式和数字式传感器两种。

### 6. 按使用功能分类

汽车用各种传感器按其使用功能又可分为两类,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。



表 1-3 汽车传感器的类型

| 种 类       | 检测量及检测对象                                                              |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------|
| 温度传感器     | 冷却水、排除气体(催化剂)、吸入空气、发动机机油、自动变速器液压油、车内外空气                               |
| 压力传感器     | 进气歧管压力、大气压力、燃烧压力、发动机油压、自动变速器油压、制动压、泵压、轮胎压力                            |
| 转速传感器     | 曲轴转角、曲轴转速、方向盘转角、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、冷媒流量                                          |
| 液量传感器     | 燃油、冷却水、电解液、洗窗液、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(悬架、位移)、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、玻璃结露、鉴别饮酒、睡眠状态、电池电压、蓄电池容量、灯泡断线、荷重、冲击物、轮胎实效、风量、日照、光照、地磁等 |

第三节 汽车传感器的使用范围及性能要求

前面简单地介绍了汽车各电控系统所用的传感器及其使用目的，下面来较为详细地说明在各电控系统中所用的不同传感器及其控制过程。

1. 电子汽油喷射控制（EFI）

（1）电控燃油喷射的控制。电控燃油喷射的控制类型及控制方式如表 1-4 所示。

表 1-4 电控燃油喷射的控制类型及控制方式

| 编 号 | 控 制 类 型 | 控 制 方 式                                                                                                                                                                                                   |
|-----|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 喷油量控制   | 电子控制单元（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、冷却水温度传感器等所提供的信号，计算喷油脉宽，即喷油量。发动机各种工况的最佳喷油量是存放在电子控制单元的存储器中的                                                                                                   |
| 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，电子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随发动机工况的不同而将喷油时间控制在最佳时刻                                                   |
| 3   | 怠速控制    | 发动机在汽车制动、空调压缩机工作、变速器挂入挡位，或发动机负荷加大等不同的怠速工况下，由 ECU 控制怠速控制阀，使发动机处在最佳怠速稳定转速下运转                                                                                                                                |
| 4   | 进气增压控制  | 进气谐波增压控制是 ECU 根据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关，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。涡轮增压控制是装有电子控制涡轮增压器的发动机，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 |



续表

| 编 号 | 控制类型          | 控 制 方 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5   | 发电机输出电压的控制    | 电子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,控制磁场电流,实现对发电机输出电压的控制。当发电机的输出电压超过额定值时,ECU 使磁场电路接通时间变短,减弱磁场电流,降低发电机电压;相反,当输出电压低于额定值时,ECU 使磁场电路的接通时间变长,增强磁场电流,提高发电机电压                                                                                                                                                                                                                    |
| 6   | 排放控制          | <p>废气再循环控制 (EGR) 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 <math>\text{NO}_x</math> 的排放量。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>活性炭罐清污电磁阀控制是 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汽吸入进气管,进入发动机燃烧,降低蒸发排放</p> |
| 7   | 电子油门控制        | 在电控加速踏板中安装有一个电位器作传感器,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。电控单元可把节气门位置调整在理论值范围内,这样可以避免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                                                                                                                                                                                                       |
| 8   | 冷起动喷油器控制      | 为了提高发动机低温时冷机的起动性能,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,或由电子控制单元和起动喷嘴定时开关同时控制。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 根据发动机冷却水温度信息,在冷机起动时加浓混合气,以使起动顺利                                                                                                                                                                                                                               |
| 9   | 燃油泵控制与汽油泵油量控制 | 在电控燃油喷射系统中,油泵的控制方式有两种,一种是当点火开关打开后,ECU 使油泵运转 2~3s,以产生必要的油压,若发动机没有起动,没有信号输入 ECU,ECU 会立即切断燃油泵继电器控制电路,使油泵停止工作。另一种是只有发动机运转时,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,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,油泵低速运转,以减少供油量                                                                                                                                                    |
| 10  | 断油控制          | <p>发动机的断油控制分为减速断油控制和超速断油控制。</p> <p>减速断油控制是在汽车正常行驶中,驾驶员突然放松加速踏板,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。</p> <p>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值时,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</p>                                                                                                                                     |
| 11  | 停车起动控制        | 在汽车停车时间达数秒后,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/s 时,发动机就停机。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                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12  | 自我诊断与报警       | 当电子控制系统出现故障时,ECU 会点亮仪表盘上的“发动机检查 (Check Engineering Soon)”指示灯,提醒驾驶员,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                                                                                                                                                                                                                     |



续表

| 编 号 | 控 制 类 型   | 控 制 方 式                                                                                                                                       |
|-----|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13  | 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。<br>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 (Limp-home) 状态, 以便将车开到维修站检修 |

(2) 电子点火控制。电子点火控制的控制类型及控制方式如表 1-5 所示。

表 1-5 电子点火控制的控制类型及控制方式

| 编 号 | 控 制 类 型          | 控 制 方 式                                                                                                                                                                               |
|-----|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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, 再根据其他信号进行修正, 最后确定点火提前角。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<br>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             | 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                                                                                               |

2. 底盘控制

(1) 电控自动变速器。自动变速器控制系统根据节气门开度和车速信号计算换挡时刻, 向相应的电磁阀通电, 使换挡阀动作, 并接通主油道和执行油缸的通路, 进而挂上相应的挡位。电子控制系统按照换挡规律精确地控制挡位, 保证汽车获得良好的动力性和经济性。自动变速器控制系统中使用了多个传感器, 如超速挡直接挡离合器转速传感器、1 号车速传感器和 2 号车速传感器, 用于换挡时间控制; 自动变速器液压油温度传感器, 用于检测液压油的温度信号, 用作换挡控制、油压控制和锁定离合器控制等。

(2) 电控防抱死制动。电控防抱死制动系统可以防止车辆制动时车轮抱死, 提高制动效能, 防止汽车侧滑, 保证行车安全, 防止发生交通事故。电控防抱死制动装置已从模拟式发展到数字式, 其电子线路也已集成化。在现代轿车上, ABS 系统多采用双回路控制, 即在车轮上安装使用两个、3 个或 4 个车轮轮速传感器。当车轮旋转时, 在车轮轮速传感器的线圈中产生一个交变电压, 交变电压的频率与车轮转速成正比。电脑 (ECU) 不断接收车轮轮速传感器输入的信号, 并检测车轮的运动状态和汽车制动时车轮被制动的运动情况。当某一个车轮将被抱死时, ECU 根据车速信号发出指令, 使控制电磁阀打开或关闭控制油路, 实行防抱死制动控制。

(3) 电控动力转向。电子控制动力转向系统可在低速时减轻转向操纵力, 在高速时又可增加转向力, 以提高操纵稳定性。在液压式动力转向系统中有车速传感器, 它将车速信号不断输入 ECU, 由 ECU 控制液压油量实现助力作用。在电子控制动力转向系统中, 由车速传感器和扭矩传感器输入信号给 ECU, ECU 根据输入信号, 确定助力扭矩的大小和方向, 通过电磁离合器和减速机构, 将扭矩加到转向机构上, 实现电子动力转向。

(4) 电控悬架。电子控制悬架在汽车行驶过程中, 它的刚度和阻尼可以随时调节, 使其达到最佳行驶平顺性和操纵稳定性。在电子控制悬架系中的控制装置主要有电子控制悬架 ECU、信

号输入装置和输出装置。信号输入装置主要有车速传感器、高度传感器、转角传感器、节气门位置传感器等,信号输出装置即执行器主要是进、排气阀、高度控制排气阀等。传感器将信号输入 ECU,经 ECU 处理后发出指令,由执行器控制悬架的刚度和阻尼力,使汽车平稳行驶。

(5) 巡航控制。汽车在行驶中,可利用巡航(Cruise Control)控制系统对车速进行自动控制,即驾驶员的脚离开加速踏板后,汽车仍能按选定的速度稳定行驶,不需要反复调节节气门大小,这样可以减少速度变化和驾驶员长时间操作带来的疲劳。而在需要解除定速控制时,可按下 off 开关使自动控制系统停止。当需要提高或降低车速时,可按一定的操作方法,保持车辆按选定速度行驶。

巡航控制系统主要由电子模块、速度控制传感器、电磁阀等组成。速度控制传感器是由速度表轴驱动的装置,产生与车速成正比的电压,传感器输出的电压输入电子模块。电子模块接收驾驶员控制开关与速度传感器输入的信号,根据接收的信号,电子模块通过电磁阀调整供给伺服装置的真空程度,进行车速控制。

### 3. 安全行驶控制

(1) 安全气囊系统。SRS(Supplemental Restraint System)辅助乘员保护系统,简称 SRS 安全气囊。SRS 属于被动式安全系统,它是由安全气囊和带预紧装置的安全带或安全气囊组成。当车辆发生前方一定角度的高速碰撞时,汽车前端的碰撞传感器和与 SRS 电脑安装在一起的安全传感器就会检测到汽车突然减速的信号,并将信号传送到 SRS 电脑;SRS 经过计算和比较后,立即向 SRS 气囊组件内的电热引爆管发出点火指令,引爆电雷管,使点火药粉受热爆炸,产生的气体充入气囊,使气囊打开,保护驾驶员和乘客的安全。与此同时安全带预紧装置也引爆,使安全带收缩,减少二次冲击对乘员的伤害。

(2) 防撞系统。为防止汽车追尾事故的发生,安全车距自动控制装置中的多卜勒雷达(用作测速和测距传感器)可以测出两车的距离、车速、相对车速等有关信息,输入电脑后进行比较,若实测距离小于安全距离,电脑发出报警信息,提醒驾驶员采取措施,若驾驶员未采取措施,执行器就会自动对汽车的制动系统起作用,使汽车减速,防止事故发生。当车距超过安全车距时,制动系统恢复正常,从而实现对安全车距的自动控制。

汽车倒车安全装置可分为超声波及雷达倒车安全装置,分别用超声波及雷达作为传感器。目前超声波倒车安全装置应用较多,该系统有两对超声波传感器,并列安装在后保险杠上,该系统中的超声波发射脉冲能在汽车后方有障碍物时发出报警信号,提醒驾驶员,保证倒车安全。

(3) 驱动防滑系统(ASR)。在汽车驱动防滑控制系统中,ASR 的作用是防止汽车起步、加速过程中驱动轮打滑,特别是防止汽车在非对称路面或转弯时驱动轮打滑。ABS 和 ASR 都需要轮速传感器输入信号,都是对车轮滑移进行控制,因此 ABS 和 ASR 的 ECU 组合在一起,4 个轮速传感器产生的车轮转速信号输入 ECU,ECU 确定驱动车轮的滑移率等。当滑移率超过规定值时,ECU 使副节气门步进电机动作,关小油门,即减少供油避免滑移;或者对发生滑移的驱动轮直接制动。在装有电子控制防滑差速器的车辆上,可对防滑差速器(LSD)进行控制,防止打滑。该控制系统的压力由蓄压器供给,压力大小由 ECU 控制电磁阀的开闭进行控制,并将压力传感器和轮速传感器产生的信号反馈给 ECU,实行反馈控制,进一步降低驱动轮的滑移率,使之达到防止驱动轮滑转的要求。

(4) 前照灯控制。前照灯控制系统包括前照灯自动开关和自动调光系统。前照灯自动开关的作用是当车外日光暗到一定程度时,前照灯自动开启,而当日光增强到一定程度时,前照灯会自动关闭。在该控制系统中,安装在仪表板上的日照传感器在受到日光照射时会产生微弱电流,电流大小与受光量成正比。这个电流经放大后控制继电器,即控制前照灯的打开或关闭。在夜间行车时,为减少来往行车灯光的相互干扰,前照灯具有远近光照射功能。其中,日照传感器可以感受车外的明暗情况,实现远近光自动调节。驾驶员也可根据需要调整室内控制器,控制日照传



器放大器作用时所需光的强弱,以使系统根据环境灯光的明暗程度进行远近光的自动调节。

#### 4. 信息传输

(1) 信息的显示与报警。电子信息中心可以监控发动机的工况及其他信息,当出现不正常情况时,可随时报警。报警系统用传感器有机油压力传感器、液量传感器、温度传感器等,这些传感器向汽车电脑提供信息,必要时汽车电脑启动报警电路进行报警。

(2) 语音提示。语音提示包括语音警告和语音控制。语音警告通过开关型传感器监测车内部件的工作情况,一旦出现故障,开关闭合,控制器被触发,语音电路被启动,同时发出报警声音信号。

语音控制是指驾驶员可用声音指挥、控制汽车的某个部件的工作,进行指令性动作。

(3) 车辆定位和导航。车辆定位和导航技术已经应用在汽车上,它将全球定位系统(GPS)接收机安装在车辆上,并使用推算技术,即利用各种传感器,如相对传感器、绝对传感器、转向角传感器、车轮转速传感器(测距)、地磁传感器、陀螺盘(测方向)、罗盘等精确测定汽车目前所在的位置。

使用车辆定位和导航系统,可以完成下列各项任务。

1) 数字地图显示。

2) 利用城市街区地址、各交叉路口确定要到达的目的地。

3) 计算行驶路径。

4) 沿着预先计算出的行驶路线为驾驶员导航。

5) 各种传感器检测到的车辆行驶轨迹和已知道路网进行匹配,以便更准确地确定车辆的实际位置。

#### 5. 驾驶舒适性

(1) 自动空调的控制。汽车自动空调是用温度设定开关设定所需要的温度,再把各种传感器(车内外温度、日照射强度、发动机水温等)所测出的汽车室内温度、汽车室外空气温度、太阳光的照射强度、发动机的冷却水的温度等信息输入电子控制单元(ECU),ECU经过数据处理后,计算出自动空调所输送的空氣的温度值,从而向执行器发出控制指令,控制空气混合板的开度、冷却水阀的开闭、风机的转速、空气吸入口和送出口挡板的开度变换等。根据乘客需要,使车内温度、湿度等处在最佳值,让人感到舒适。

(2) 自动座椅。自动座椅控制是根据人体工程学和电子技术设计,使它能适合乘客的不同体型、身材,满足乘客的舒适性要求。

#### 6. 安全防盗

GPS(全球卫星定位系统)机动车防盗系统是具有网络报警功能的汽车电子防盗系统。在汽车上安装一台GPS终端设备,卫星监控中心对车辆24小时不间断、高精度监控。该系统由指挥中心的中央控制系统、安装在车辆上的GPS终端机以及GSM通信网络组成。该系统可计算出移动目标的经度、纬度、速度、方向,并利用GSM网络的短消息平台作通信媒介来实现定位信息的传输。如果汽车被盗,控制中心将自动对车辆进行被盗确认,报告110,协助警方确定车辆位置,甚至可以遥控熄火,使汽车不能行驶。

对汽车传感器的使用范围有了初步的了解后,我们来看看其性能要求。汽车用传感器的性能指标包括精度指标、响应性、可靠性、耐久性、结构紧凑性、适应性、输出电平和制造成本等。传感器的性能要求如下:

(1) 有较好的环境适应性。汽车工作环境的温度范围是 $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ ,在各种道路条件下运行,特别是发动机承受着巨大的热负荷、热冲击、振动等,因此要求传感器能适应温度、湿度、冲击、振动腐蚀及油污污染等恶劣工作环境。

(2) 汽车传感器的工作稳定性好、可靠性高。