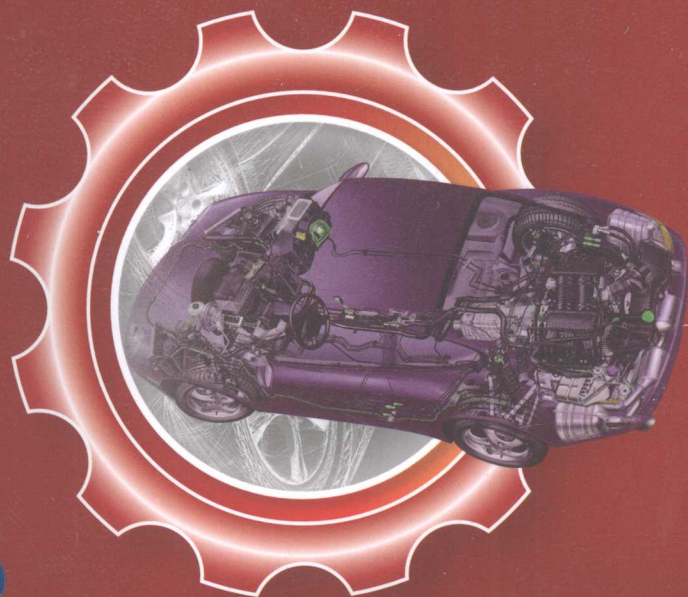


汽车传感器及其应用

(第2版)

姜立标 主编



- 图文并茂：书中配有大量传感器原理图和实物图，加深读者理解。
- 内容新颖：包含有新型传感器的介绍，并介绍传感器的发展方向。
- 实用性强：包括大量具体传感器的检测实例，强化实际操作训练。

013071292

U463.6
124-2

内容简介

汽车传感器及其应用

(第2版)

姜立标 主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

U463.6

124-2

013017285

内 容 简 介

本书介绍最新及常用的汽车发动机、底盘和车身电控系统传感器的作用、结构、原理和检测等内容，重点讲解传感器的结构及原理。全书共分为6章，内容包括：汽车传感器概述，发动机控制系统传感器，底盘控制系统传感器，车身及导航控制系统传感器，利用示波器测试传感器波形，汽车未来传感器。

本书内容全面，图文并茂，具有较强的实用性和可操作性，可作为大专院校和职业学院相关专业师生的教学参考书，也可供汽车设计、制造和维修人员参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

姜立标 主编

图书在版编目(CIP)数据

汽车传感器及其应用 / 姜立标主编. —2版. —北京: 电子工业出版社, 2013.9
ISBN 978-7-121-21157-7

I. ①汽… II. ①姜… III. ①汽车—传感器 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第175692号

策划编辑: 陈韦凯

责任编辑: 陈韦凯

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.5 字数: 448千字

印 次: 2013年9月第1次印刷

印 数: 4000册 定价: 42.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

第 2 版前言

随着电子技术的发展及人们对汽车性能要求的提高,汽车电子控制系统日趋复杂,有些汽车电子控制装置已经占整车造价的 1/3。各大汽车厂商纷纷通过不断完善汽车的电子系统来提高产品的竞争力,汽车的电子化程度已成为衡量汽车档次的主要标志。

汽车传感器作为汽车电子控制系统的信息源,是汽车电子控制系统的关键部件,也是汽车电子技术领域研究的核心内容之一。传感器在汽车上的应用已经由最初的发动机控制扩展到汽车的各个系统。目前,一辆普通的家用轿车上大约安装有几十只传感器,而豪华轿车上的传感器数量可多达二百余只。

汽车传感器主要用于发动机控制系统、底盘控制系统、车身控制系统和汽车导航系统。本书的一大特色就是按照上述四个系统对传感器进行科学的分类,概括各个系统所用传感器的种类,详述每种传感器的结构和原理。这样可以使读者对每个控制系统的传感器有一个清楚的认识,又可以了解各控制系统之间的联系。鉴于广大汽车维修人员对掌握汽车传感器检修技术的迫切要求,本书还讲解了传感器的检测方法,列举一些具体车型的检测实例,这样使本书具有更高的实用价值。

本书第 1 版自出版以来得到广大高校教师、学生和相关工程技术人员的关注及支持,为了使本书及时跟随当今科学技术的发展,与时俱进,本书编者对书的内容、结构做了适当的调整、增删。重编后的《汽车传感器及其应用(第 2 版)》更便于教学和阅读。借此,向教学第一线的教师和工程技术人员过去几年中对本书的支持表示真诚的感谢;并诚请广大读者一如继往地对本书提出建设性意见和批评,使其进一步成熟和完善。

为了保持连续性和持久性,本版与第 1 版相比较,其主要内容和结构体系未作大的变动,只作如下几点调整和增减:

- ① 添加部分插图及其对应的说明文字,更换部分模糊、过时的插图,传承本书图文并茂的特点。
- ② 更新、删除部分过时的正文内容及相关数据,保持内容的新颖性。
- ③ 进一步充实第 6 章“汽车未来传感器”的内容,主要增加纳米技术传感器及其在汽车上的应用相关知识的介绍。
- ④ 在参考文献中添加“推荐网站”一栏,介绍一些相关的网络资源,方便读者学习。
- ⑤ 添加本书配套 PPT,方便教学。

全书由姜立标博士主编并统稿,参加本书编写工作的还有吴斌(第 2 章)、魏韬(第 3 章)、姜思羽(第 4 章)、邱少健(第 5 章)、张可然(第 6 章)。此外,研究生习成、张华等也参加了部分章节的编写工作。在本书的编写过程中,编者参考了国内外许多同行专家论著及论著的研究内容,在此谨表衷心感谢!在本书的出版过程中得到了一汽集团技术中心、广

汽集团汽车工程研究院、一汽大众销售总公司技术支持部、吉利集团汽车工程研究院和电子工业出版社等单位的大力支持，在此表示诚挚的感谢！

本书没有涉及高深的专业知识，文字简练，图文并茂，实用性强，可作为大专院校和职业学院相关专业师生的教学参考书，也可供汽车制造和汽车维修相关工程技术人员参考。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

姜立标

jl620620@163.com

2013年8月

目 录

第 1 章 汽车传感器概述	(1)
1.1 传感器的定义.....	(1)
1.2 汽车传感器的分类与特点.....	(2)
1.2.1 汽车传感器的发展现状.....	(2)
1.2.2 汽车传感器的分类.....	(4)
1.2.3 汽车传感器的性能要求.....	(5)
1.2.4 汽车传感器的选用原则.....	(6)
1.2.5 汽车传感器的种类及特点.....	(7)
1.3 车用传感器的应用.....	(19)
1.3.1 汽车发动机控制.....	(19)
1.3.2 汽车底盘控制.....	(24)
1.3.3 汽车行驶安全系统.....	(28)
1.3.4 汽车信息系统.....	(31)
1.4 汽车传感器易发故障及故障结果.....	(32)
第 2 章 发动机控制系统传感器	(35)
2.1 概述.....	(35)
2.2 温度传感器.....	(37)
2.2.1 热敏电阻式温度传感器.....	(37)
2.2.2 高温用热敏电阻.....	(40)
2.2.3 热电偶式温度传感器.....	(41)
2.2.4 温度传感器的实际应用及其检测.....	(46)
2.3 压力传感器.....	(59)
2.3.1 压力传感器的种类及原理.....	(59)
2.3.2 进气压力传感器.....	(60)
2.3.3 大气压力传感器.....	(68)
2.4 位置传感器.....	(70)
2.4.1 曲轴位置传感器.....	(70)
2.4.2 节气门位置传感器.....	(80)
2.4.3 溢流环位置传感器.....	(87)
2.4.4 液位传感器.....	(88)

2.5	气体浓度传感器	(93)
2.5.1	氧传感器	(94)
2.5.2	稀薄混合气传感器	(102)
2.5.3	全范围空燃比传感器	(104)
2.6	爆燃传感器	(106)
2.7	空气流量传感器	(114)
2.7.1	卡曼涡旋式空气流量传感器	(114)
2.7.2	热线式和热膜式空气流量传感器	(122)
2.7.3	叶片式空气流量传感器	(129)
2.7.4	测量芯式空气流量传感器	(133)
第3章	底盘控制系统传感器	(136)
3.1	概述	(136)
3.2	线性加速度惯性传感器	(137)
3.2.1	压阻式 MEMS 加速度传感器	(137)
3.2.2	电容式 MEMS 加速度传感器	(141)
3.2.3	谐振式 MEMS 加速度传感器	(144)
3.3	角速度传感器	(147)
3.3.1	振动型角速度传感器	(147)
3.3.2	音叉型角速度传感器	(149)
3.4	电控变速器系统传感器	(151)
3.4.1	车速传感器	(151)
3.4.2	加速踏板位置传感器	(160)
3.5	电动助力转向系统传感器	(161)
3.5.1	接触式转矩传感器	(162)
3.5.2	非接触式转矩传感器	(163)
3.6	电控悬架系统用传感器	(166)
3.6.1	车高传感器	(167)
3.6.2	光电式转角传感器	(171)
3.7	ABS 系统及其传感器	(174)
第4章	车身及导航控制系统传感器	(180)
4.1	概述	(180)
4.2	汽车空调系统及其传感器	(180)
4.3	雨滴传感器	(189)
4.4	安全气囊系统用传感器	(191)
4.5	倒车用超声波传感器和激光传感器	(201)
4.6	导航系统控制传感器	(208)
4.7	其他车身控制传感器	(212)

4.7.1	烟尘浓度传感器	(212)
4.7.2	湿度传感器	(214)
4.7.3	电流检测用传感器	(215)
4.7.4	光电式光亮传感器	(221)
第 5 章	利用示波器测试传感器波形	(224)
5.1	汽车专用示波器概述	(224)
5.2	汽车专用示波器的使用方法	(227)
5.3	传感器波形测试	(231)
5.4	汽车示波器检测传感器故障实例	(251)
第 6 章	汽车未来传感器	(256)
6.1	概述	(256)
6.2	汽车传感器的发展方向	(256)
参考文献	(270)

第1章 汽车传感器概述

随着科技在汽车上的广泛应用,汽车发动机、底盘和车身中使用了各种电控系统。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给电子控制单元,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,实现了电控系统的自动控制。

汽车用传感器用量大、要求高,而且工作条件又非常恶劣,所以世界各国对它的理论研究、新材料应用、产品的开发都非常重视。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,价格有所下降,并且向固体化、集成化、数字化和智能化方向发展。传感器种类也由从前一般的电磁、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。

1.1 传感器的定义

信息处理技术取得的进展以及微处理器和计算机技术的高速发展,都需要在传感器的开发方面有相应的进展。微处理器现在已经在测量和控制系统中得到了广泛的应用。随着这些系统能力的增强,作为信息采集系统的前端单元,传感器的作用越来越重要。传感器已成为自动化系统和机器人技术中的关键部件,作为系统中的一个结构组成,其重要性变得越来越明显。

广义地说,传感器是一种能把物理量或化学量转变成便于利用的电信号的器件。其组成框图如图 1-1 所示,一般由敏感元件、转换元件、转换电路三部分组成。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。”按照 Gopel 等的说法,“传感器是包括承载体和电路连接的敏感元件”,而“传感器系统则是组合有某种信息处理(模拟或数字)能力的传感器”。传感器是传感器系统的一个组成部分,它是被测量信号输入的第一道关口。

“传感技术就像人的眼睛一样重要,且远不止是眼睛”,这是堡盟(Baumer)电子(上海)有限公司总经理做出的形象比喻。和人一样,具有灵敏的感觉器官,机器才能测量并感

知更准确的信息，才能更可靠地运行。传感器就相当于人的感觉器官，通过其感知正确检测出各种条件下的物理量，如表 1.1 所示。

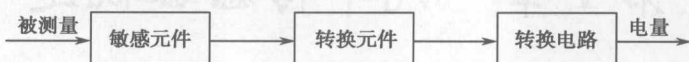


图 1-1 传感器组成框图

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、光敏二极管、光敏三极管
听觉—耳	声波	压电转换元件：压电元件、压阻元件、压敏二极管
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、热电偶
嗅觉—鼻 味觉—舌	分子吸附	气体传感器、温度传感器、离子检测 FET

1.2 汽车传感器的分类与特点

汽车传感器是汽车电子控制系统的关键部件，是汽车电子控制系统信息的主要来源，它的主要功能是利用安装在汽车各部位的信号转换装置，测量或检测汽车在各种运行状态下相关机件的工作参数，并将它们转换成计算机能接受的电信号后送给 ECU，ECU 根据这些信息进行运算处理，进而发出指令对执行元件进行适时传感器控制。

1.2.1 汽车传感器的发展现状

近二三十年来，随着电子信息技术的快速发展和汽车制造业的不断变革，汽车电子技术的应用和创新极大地推动了汽车工业的进步与发展，国际汽车专家指出，近 10 年来汽车产业 70% 的创新来源于汽车电子技术及其产品的开发应用。汽车传感器是汽车电子的基础，它与汽车电子的发展相辅相成。图 1-2 是近年来汽车传感器市场的发展情况，从图中可以看出，汽车传感器市场近年来保持稳定增长。

图 1-3 是汽车所用各类传感器的产值情况，从图中可以看出汽车上各类传感器具体的市场发展情况。

图 1-4 是传感器在汽车各系统应用量的发展情况，从图中不难看出各主要系统传感器的应用量都有明显的增长。

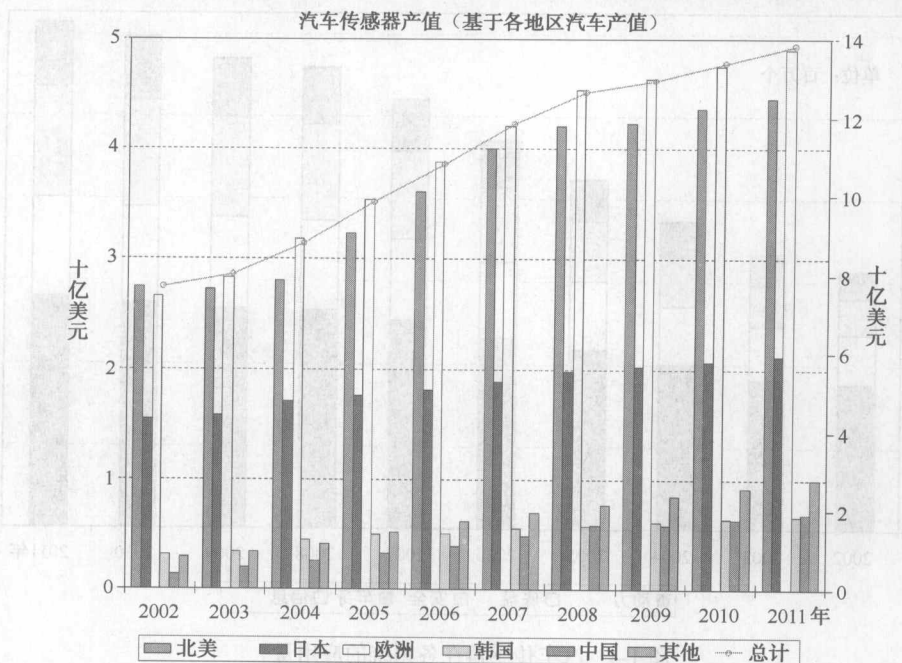


图 1-2 汽车传感器产值

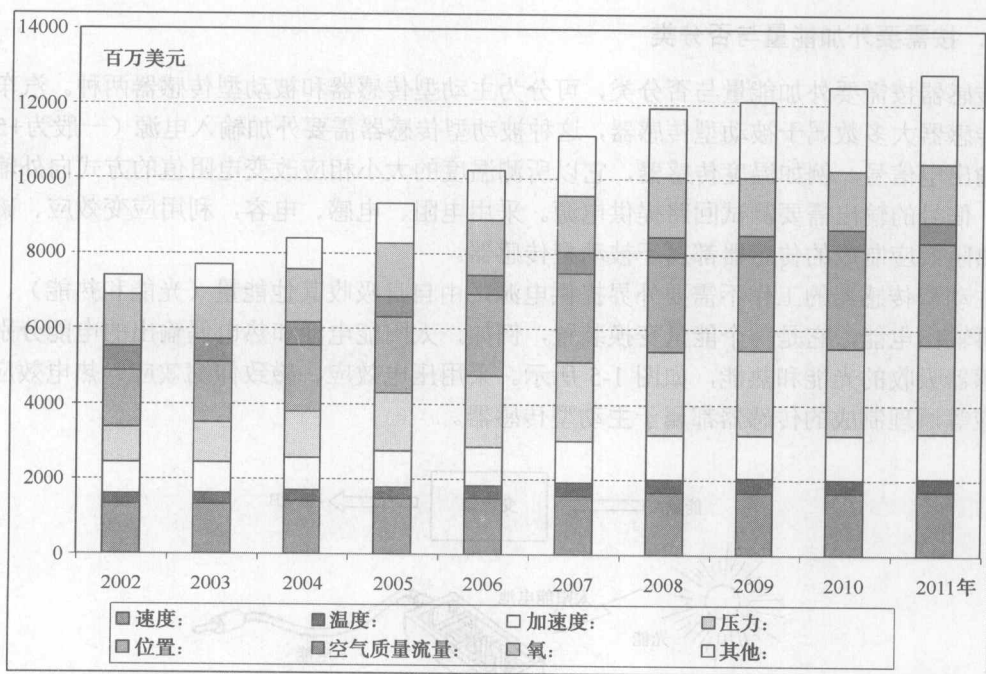


图 1-3 各类传感器的产值

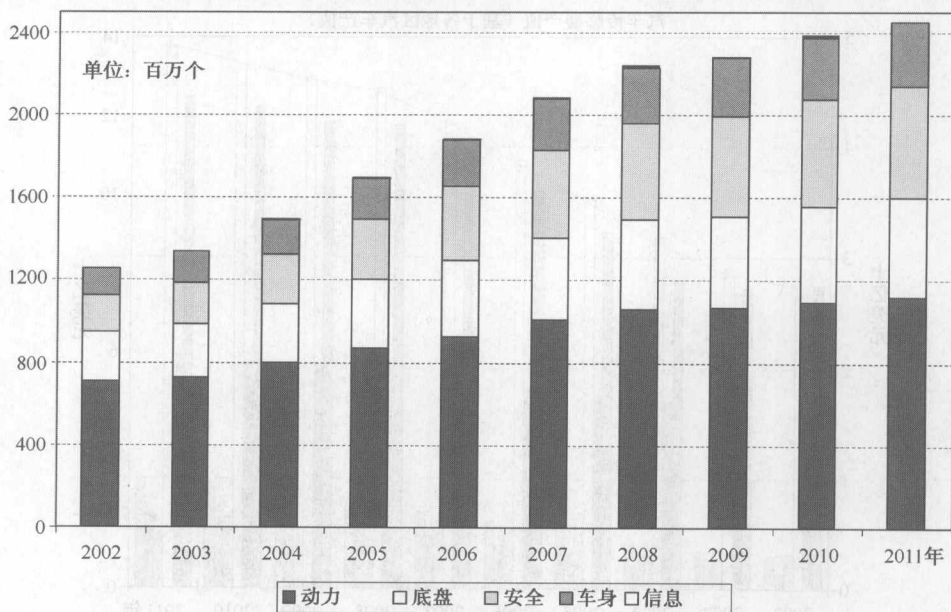


图 1-4 汽车传感器在各系统的应用量

1.2.2 汽车传感器的分类

1. 按需要外加能量与否分类

传感器按需要外加能量与否分类，可分为主动型传感器和被动型传感器两种。汽车上使用的传感器大多数属于被动型传感器，这种被动型传感器需要外加输入电源（一般为+5V），才能输出电信号。例如温度传感器，它以所测温度的大小相应改变电阻值的方式向外输出电信号，信号的输出需要测试回路提供电源。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，例如，太阳能电池和热电偶输出的电能分别来源于传感器吸收的光能和热能，如图 1-5 所示。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。

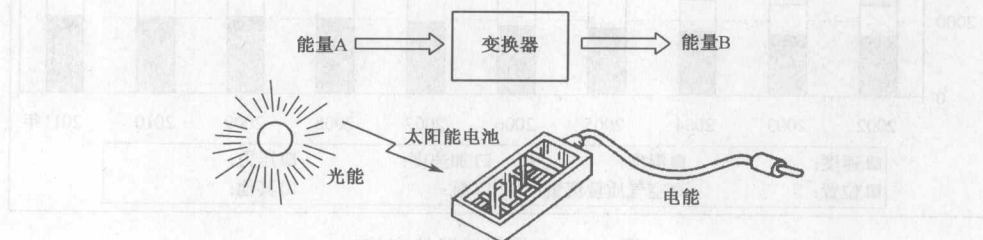


图 1-5 能量的转换

2. 按信号转换分类

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传感器,如弹性敏感元件和气动传感器等;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. 按输入量不同分类

按输入量不同(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、气体成分和浓度传感器等。

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、压电式和热电式传感器等。

5. 按输出信号形式分类

按传感器输出信号形式分类,有模拟式传感器和数字式传感器两种。

6. 按使用功能分类

汽车各种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。汽车传感器的种类如表 1.2 所示。

表 1.2 汽车传感器的种类

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、车外空气
压力传感器	进气歧管压力、大气压力、燃烧压力、发动机机油压力、自动变速器油压、自动压力、各种泵压、轮胎压力
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 _x 、HC、柴油烟度
其他传感器	转矩、爆燃、燃料成分、湿度、玻璃结霜、鉴别饮酒、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、电磁等

1.2.3 汽车传感器的性能要求

汽车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。

对汽车传感器的性能有如下要求。

(1) 有较好的环境适应性。汽车工作环境温度在 $-40\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，且在各种复杂道路条件下运行，经受着各种变化载荷的冲击，其中发动机承受的热负荷、热冲击、振动、油液腐蚀等更为严重，因此要求传感器能适应温度、湿度、冲击、振动、腐蚀及油液污染等恶劣工作环境。

(2) 有较高的工作稳定性及可靠性。

(3) 再现性好。由于微机在汽车上的应用，所以要求传感器再现性一定要好。在再现性好的基础上，即便传感器线性特性不良，通过系统也可以进行修正。

(4) 批量生产和通用性。伴随汽车工业的发展，要求传感器应具有批量生产的可能性。一种传感器可用于多种控制，如把速度信号微分可得到加速度信号等，所以传感器应具有通用性。

(5) 要求小型化，便于安装使用，检测识别方便。

(6) 应符合有关行业标准要求。

(7) 传感器数量不受限制。

(8) 有较高的精度。

表 1.3 为部分汽车传感器的检测项目和精度要求。

表 1.3 汽车传感器的检测项目和精度要求

检测项目	检测范围	精度要求	分辨能力	响应时间
进气歧管压力	10~100 kPa	$\pm 2\%$	0.1%	2.5 ms
空气流量	6~600 kg/h	$\pm 2\%$	0.1%	2.5 ms
冷却液温度	$-50\sim 150^{\circ}\text{C}$	$\pm 2.5\%$	1°C	10 s
曲轴转角	$10^{\circ}\sim 360^{\circ}$	$\pm 0.5\%$	1°	20 μs
节气门开度	$0\sim 90^{\circ}$	$\pm 1\%$	0.2°	10 ms
排气中氧浓度	0.4~1.4	$\pm 1\%$	1%	10 ms

1.2.4 汽车传感器的选用原则

1. 量程的选择

量程是传感器测量上限和下限的代数差。例如，检测车高用的位移传感器，要求测量上限为 40 mm，测量下限为 -40 mm，则选择位移传感器的量程应为 80 mm。

2. 灵敏度的选择

传感器输出变化值与被测量的变化值之比称为灵敏度。例如，测量发动机冷却液温度的传感器，它的测量变化值为 170°C ($-50\sim 120^{\circ}\text{C}$)，而它的输出电压值要求为 $0\sim 5$ V，所以选择其灵敏度为 $5\text{V}/170^{\circ}\text{C}$ 。

3. 分辨率的选择

分辨率表示传感器可能检测出的被测信号的最小增量。例如，发动机的曲轴位置传感器，要求分辨率为 0.1° ，也就是表示设计或选择数字传感器时，它的脉冲当量选择为 0.1° 。

4. 误差的选择

误差是指测量指示值与真实值之间的差。有的用绝对值表示,例如温度传感器的绝对误差为 0.2°C ;有的用相对于满量程之比来表示,例如空气流量传感器的相对误差为 $\pm 1\%$ 。传感器误差是系统总体误差所要求的,应当得到满足。

5. 重复性的选择

重复性是传感器在工作条件下,被测量的同一数值在一个方向上进行重复测量时,测量结果的一致性。例如,检测发动机在转速上升时期对某一个速度重复测量时,数值的一致性 or 误差值应满足规定要求。

6. 线性度的选择

汽车传感器的线性度是指它的输入/输出关系曲线与其理论拟合直线之间的偏差。这种偏差的选择要大小一定,重复性好,而且有一定的规律,这样在计算机处理数据时可以用硬件或软件进行补偿。

7. 过载的选择

过载表示传感器允许承受的最大输入量(被测量)。在这个输入量作用下传感器的各项指标应保证不超过其规定的公差范围,一般用允许超过测量上限(或下限)的被测量值与量程的百分比表示,选择时只要实际工况超载量不大于传感器说明书上的规定值即可。

8. 可靠度的选择

可靠度的含义是在规定条件(规定的时期,产品所处环境条件、维护条件和使用条件等)下,传感器正常工作的可能性。例如压力传感器的可靠度为 $0.997(2000\text{ h})$,它是指压力传感器符合上述条件时,工作 2000 h ,它的可靠性(概率)为 $0.997(99.7\%)$ 。在选择时,要求传感器的工作时间长短及概率两指标都要符合要求,以保证整个系统的可靠性指标。

9. 响应时间的选择

传感器的响应时间(或称建立时间)是指阶跃信号激励后,传感器输出值达到稳定值的最小规定百分数(如 5%)时所需时间。例如压力传感器响应时间要求 $\leq 10\text{ ms}$,也就是要求该传感器在工作条件下,输入信号加入 10 ms 以内输出值达到所要求的数值。该参数太小直接影响汽车工况变换的时间,如汽车启动时间的大小。

1.2.5 汽车传感器的种类及特点

1. 空气流量传感器

空气流量传感器的作用是将吸入发动机的空气量转换成电信号送给ECU,作为基本喷油量的主要依据。空气流量传感器主要有以下4种(如图1-6所示)。



图 1-6 空气流量传感器

(1) 叶片式

叶片式空气流量传感器为体积流量型，这种传感器结构简单、成本低，20 世纪六七十年代较为流行。由于该传感器运动件叶片占据进气道的大量面积，降低了进气系统的流动性，增大了进气阻力，所以现已基本淘汰。

(2) 卡曼涡旋式

卡曼涡旋式空气流量传感器为体积流量型，多见于三菱和丰田汽车，具有响应较快、体积小、质量轻、进气道简单、进气阻力小、无磨损、测量精度高等优点，但成本较高，多用于高档轿车上。

(3) 热线式

热线式空气流量传感器为质量流量型，可以直接测量进气空气的质量流量，无须进行进气温度和大气压力的修正；无运动件，进气阻力小，响应特性较好，可正确测出急减速时空气进气量，20 世纪 80 年代开始研发，现已得到广泛应用（多用在欧洲厂商生产的汽车上）。

(4) 热膜式

热膜式空气流量传感器为质量流量型，美国通用公司研制，大多数应用在通用和日本五十铃公司生产的车辆上。其原理与热线式基本相同，只是将发热体的热线改为热膜（由发热

金属铂固定在薄的树脂膜上构成)。这种结构可使发热体不直接承受空气流动所产生的阻力,增加了强度,提高了工作可靠性。

2. 进气歧管绝对压力传感器

该传感器用在 D 型 EFI 系统中。与空气流量传感器不同的是,进气歧管绝对压力传感器采用的是间接测量方式,即依据发动机的负荷变化测出进气歧管内绝对压力的相对值,进而测算发动机的进气量,其外形如图 1-7 所示。

常用的绝对压力传感器有半导体压敏电阻式、电容式、膜盒传动的可变电感式和表面弹性波式等。前两种应用的更为广泛,它们具有尺寸小、精度高、成本低、响应性能好、通用性强及测量范围广等优点。

3. 油液压力传感器

(1) 油轨燃油压力传感器

油轨燃油压力传感器安装在共轨式电控喷射系统的油轨上,提供油轨燃油压力信息。

图 1-8 为博世公司所产高压油液压力传感器,可应用于电喷系统和制动系统。

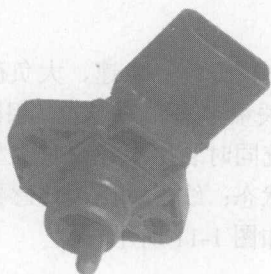


图 1-7 进气歧管压力传感器外形

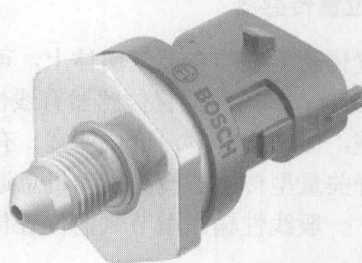


图 1-8 高压油液压力传感器

(2) 储油箱压力传感器

储油箱压力传感器安装在燃油箱内,提供燃油箱压力信息。

(3) 机油压力传感器

机油压力传感器安装在发动机主油道内,用以提供机油压力信息。

(4) 自动变速器油压传感器

自动变速器油压传感器安装在自动变速器输油泵内(或输出油道内),提供液压油压力信息。

4. 发动机温度传感器

(1) 发动机冷却液温度传感器

发动机冷却液温度传感器安装在汽缸体上,提供发动机冷却液温度信息,外形如图 1-9 所示。



图 1-9 NTC 液体温度传感器

(2) 进气温度传感器

L 型发动机 EFI 系统中该传感器安装在空气流量传感器内; D 型发动机 EFI 系统中该传