

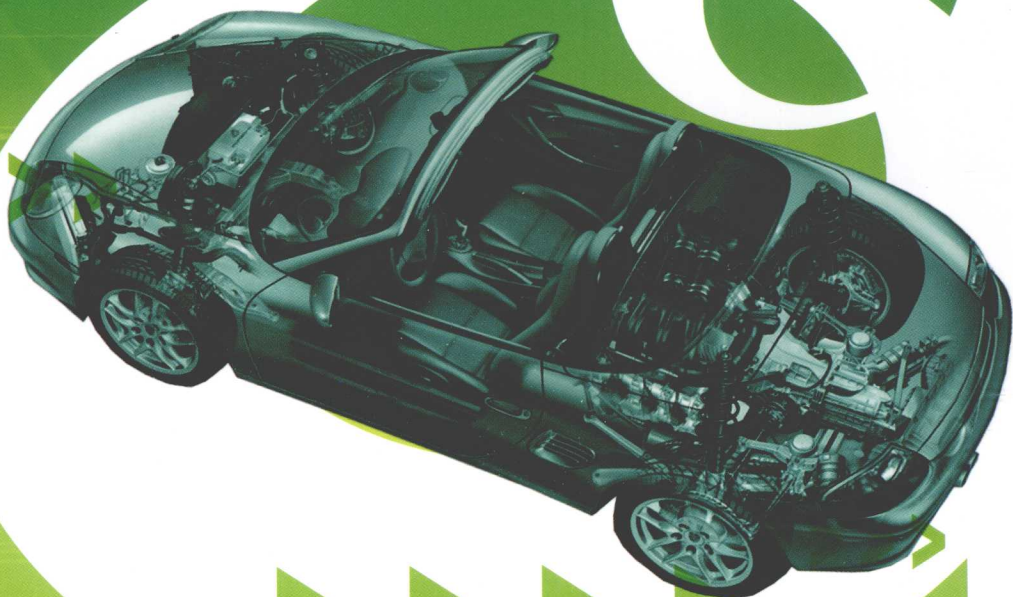


高职高专汽车类规划教材  
国家技能型紧缺人才培养培训系列教材



# 汽车传感器 原理与检修

何金戈 主编



化学工业出版社



机械工业出版社  
北京

00000

# 汽车传感器 原理与维修

第2版



ISBN 7-111-21111-1



高职高专汽车类规划教材  
国家技能型紧缺人才培养培训系列教材



# 汽车传感器 原理与检修

何金戈 主编



化学工业出版社

·北京·

本书从实用角度出发,系统、全面地介绍了现今汽车上比较常用和最新出现的传感器的结构、工作原理和检测方法。全书共分九章,内容包括绪论、温度传感器、位置和角度传感器、气体和液体流量传感器、气体压力和液体压力传感器、速度与加速度传感器、气体浓度传感器、爆震、碰撞和转矩传感器及其他传感器。

本书内容全面、详实具体,且有具体车型实例佐证,实用性强、图文并茂、浅显易懂,可以作为高职高专院校、高等工科院校汽车类专业教材,也可供汽车维修、汽车检测及相关技术人员作为培训用或参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车传感器原理与检修/何金戈主编. —北京:化学工业出版社, 2009.9  
高职高专汽车类规划教材  
国家技能型紧缺人才培养培训系列教材  
ISBN 978-7-122-05731-0

I. 汽… II. 何… III. ①汽车-传感器-理论-高等学校; 技术学院-教材②汽车-传感器-车辆修理-高等学校: 技术学院-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 128915 号

---

责任编辑: 韩庆利

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 郑捷

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: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张13 $\frac{3}{4}$  字数351千字 2009年8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: 25.00 元

版权所有 违者必究

# 高职高专汽车类规划教材 编审委员会

主任 张西振

副主任 张红伟 何乔义 胡 勇 李幸福  
周洪如 王凤军 宋保林 熊永森  
欧阳中和 王贵槐 刘晓岩 黄远雄

委员 (按姓名笔画排序)

于丽颖	上官红喜	王木林	王凤军
王志文	王贤高	王贵槐	王洪章
王晓波	王海宝	韦焕典	卢 华
代 洪	冯 伟	冯培林	伍 静
刘 刚	刘凤波	刘玉清	刘泽国
刘晓岩	刘鸿健	孙晓峰	李 刚
李 彦	李幸福	杨安杰	杨晓波
吴东平	吴东阳	吴英萍	吴喜骊
何乔义	何金戈	沈洪松	宋东方
宋保林	张 军	张 晔	张西振
张红伟	张利民	张忠伟	陈 宣
陈振斌	苗全生	欧阳中和	罗富坤
周 晶	周洪如	郑 劲	赵文龙
赵伟章	胡 勇	胡文娟	胡寒玲
姜 伦	姚 杰	索文义	贾永枢
党宝英	郭秀香	黄 坚	黄远雄
龚文资	崔雯辉	梁振华	董继明
韩建国	惠有利	曾庆吉	谢三山
强卫民	廖忠诚	熊永森	潘天堂
戴晓松			

# 前 言

从第一辆汽车诞生到现在已有一百多年的历史，随着社会和科学技术的发展，传统机械工艺和技术在汽车领域的应用基本已趋于成熟，有些甚至已达到其物理极限，要进一步发展存在成本等方面的局限性，使得人们把目光投向汽车电子技术方面。电子技术和计算机控制技术的发展，为汽车技术性能的提高，经济性、安全性和舒适性的改善，汽车废气污染的降低创造了良好的条件。目前，汽车上，特别是轿车上的电子控制部件越来越多，基本上占汽车总成本的 1/3 甚至更多。

在汽车电子控制系统中，汽车传感器是重要的组成部分，担负着信息的采集和传输的功能，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。因此，要掌握好现代汽车的维修和检测技术，必须掌握传感器的作用、构造、工作原理、故障症状和检测方法。

本书系统、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。结合具体车型进行讲解，是本书的一大特色。在编写的过程中，我们力求做到以下几点。

① 全面性：尽量涵盖汽车上大部分传感器。

② 先进性：跟上汽车电子发展步伐，突出介绍新型传感器。

③ 实用性：结合具体车型进行讲解，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，尽量提供线路图，使大家在具体运用中体会和学习传感器检测的精髓。

④ 易读性：尽量避免复杂的公式和高深理论，用深入浅出的语言介绍工作原理和检测方法。

本书由何金戈担任主编并编写了第一、三、四、六、七、八章，第二章、第五章、第九章分别由宋世军、崔雯辉、吴顺利编写，参加编写的人员还有王晓波、胡文娟，李劲松、张建珍、肖明伟在审稿过程中，也提出了许多宝贵意见，在此一并致谢！

本书有配套电子教案，可赠送给用本书作为授课教材的院校和老师，如有需要，可发电子邮件到 [hqlbook@126.com](mailto:hqlbook@126.com) 索取。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在疏漏、不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 6 月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> ..... 1	<b>第三章 位置和角度传感器</b> ..... 33
<b>第一节 汽车电子控制基础</b> ..... 1	<b>第一节 曲轴位置传感器</b> ..... 33
一、汽车电子控制的一般过程..... 1	一、概述 ..... 33
二、汽车电子控制系统的组成..... 1	二、磁电感应式曲轴位置传感器 ..... 34
<b>第二节 传感器概述</b> ..... 3	三、光电式曲轴位置传感器 ..... 37
一、传感器的定义和组成..... 3	四、霍尔式曲轴位置传感器 ..... 39
二、传感器的分类..... 3	<b>第二节 凸轮轴位置传感器</b> ..... 42
三、传感器信号..... 4	一、磁电式凸轮轴位置传感器 ..... 43
四、传感器的检测方法..... 6	二、霍尔式凸轮轴位置传感器 ..... 44
五、传感器检测顺序 ..... 11	三、光电式凸轮轴位置传感器 ..... 44
六、传感器检测注意事项 ..... 11	四、磁阻元件式凸轮轴位置传感器 ..... 45
七、车用传感器的发展趋势 ..... 12	<b>第三节 节气门位置传感器</b> ..... 46
<b>复习思考题</b> ..... 14	一、概述 ..... 46
<b>第二章 温度传感器</b> ..... 15	二、开关式节气门位置传感器 ..... 47
<b>第一节 概述</b> ..... 15	三、滑动电阻式节气门位置传感器 ..... 47
一、温度和温度的单位 ..... 15	四、霍尔式节气门位置传感器 ..... 50
二、温度传感器的分类 ..... 16	<b>第四节 液位传感器</b> ..... 52
<b>第二节 热敏电阻式温度传感器</b> ..... 17	一、浮子舌簧开关式液位传感器 ..... 52
一、进气温度传感器 ..... 17	二、浮子可变电阻式液位传感器 ..... 53
二、冷却液温度传感器 ..... 19	三、热敏电阻式液位传感器 ..... 56
三、车内、车外温度传感器 ..... 21	四、电热式液位传感器 ..... 57
四、水温表温度传感器 ..... 22	五、电容式液位传感器 ..... 57
五、蒸发器出口温度传感器 ..... 24	六、电极式液面高度传感器 ..... 59
六、排气温度传感器 ..... 25	七、半导体型液位传感器 ..... 60
七、EGR 监测温度传感器 ..... 27	<b>第五节 转向盘转角传感器</b> ..... 60
<b>第三节 双金属片式气体温度传感器</b> ..... 27	一、滑动电阻式转向盘转角传感器 ..... 60
一、双金属片式气体温度传感器的结构、 工作原理 ..... 28	二、磁感应式转向盘转角传感器 ..... 61
二、双金属片式气体温度传感器的检测 ..... 29	三、光电式转向盘转角传感器 ..... 61
<b>第四节 热敏铁氧体温度传感器</b> ..... 29	四、霍尔式转向盘转角传感器 ..... 64
一、热敏铁氧体温度传感器的结构、 工作原理 ..... 29	五、各向异性磁阻式转向盘转角传感器 ..... 64
二、热敏铁氧体温度传感器的检测 ..... 30	<b>第六节 超声波距离传感器</b> ..... 66
<b>第五节 石蜡式温度传感器</b> ..... 30	<b>第七节 加速踏板位置传感器</b> ..... 68
一、石蜡式温度传感器的结构、工作 原理 ..... 30	一、电位计式加速踏板位置传感器 ..... 68
二、石蜡式温度传感器的检测 ..... 31	二、双霍尔式加速踏板位置传感器 ..... 69
<b>复习思考题</b> ..... 32	<b>第八节 EGR 位置传感器</b> ..... 70
	<b>第九节 其他位置传感器</b> ..... 72
	一、电机位置传感器 ..... 72
	二、制动踏板位置传感器 ..... 74

三、制动行程传感器 .....	75	第二节 车速传感器 .....	119
四、乘员位置传感器 .....	75	一、舌簧开关式车速传感器 .....	120
复习思考题 .....	76	二、电磁感应式车速传感器 .....	121
<b>第四章 气体和液体流量传感器 .....</b>	<b>78</b>	三、光电式车速传感器 .....	122
第一节 空气流量传感器 .....	78	四、霍尔式车速传感器 .....	123
一、旋转翼片式空气流量传感器 .....	79	五、磁阻元件式车速传感器 .....	125
二、量芯式空气流量传感器 .....	79	六、多普勒雷达式车速传感器 .....	129
三、卡门涡流式空气流量传感器 .....	80	第三节 轮速传感器 .....	129
四、热线式空气流量传感器 .....	84	一、电磁感应式轮速传感器 .....	130
五、热膜式空气流量传感器 .....	87	二、励磁式轮速传感器 .....	135
第二节 液体流量传感器 .....	88	三、霍尔效应式轮速传感器 .....	135
一、舌簧开关式液体流量传感器 .....	88	四、磁阻式轮速传感器 .....	137
二、光电式燃油流量传感器 .....	89	五、电涡流式转速传感器 .....	139
三、静电式冷媒流量传感器 .....	89	第四节 加速度与减速度传感器 .....	140
复习思考题 .....	90	一、光电式减速度传感器 .....	140
<b>第五章 气体压力和液体压力传感器 .....</b>	<b>91</b>	二、水银式减速度传感器 .....	141
第一节 概述 .....	91	三、差动变压器式减速度传感器 .....	143
第二节 进气歧管压力传感器 .....	92	四、压电式减速度传感器 .....	143
一、半导体压敏电阻式进气歧管压力		五、压阻式减速度传感器 .....	144
传感器 .....	92	六、开关式加速度传感器 .....	146
二、真空膜盒式进气压力传感器 .....	96	七、差动电容式加速度传感器 .....	146
三、电容式进气压力传感器 .....	98	第五节 横摆角速度传感器与组合	
四、表面弹性波式进气歧管压力		传感器 .....	147
传感器 .....	99	一、横摆角速度传感器 .....	148
第三节 其他气体压力传感器 .....	100	二、组合传感器 .....	149
一、大气压力传感器 .....	100	复习思考题 .....	153
二、增压压力传感器 .....	101	<b>第七章 气体浓度传感器 .....</b>	<b>154</b>
三、空气滤清器真空开关 .....	103	第一节 氧传感器 .....	154
四、负压传感器 .....	104	一、二氧化锆式氧传感器 .....	155
五、轮胎压力传感器 .....	104	二、二氧化钛式氧传感器 .....	160
第四节 液体压力传感器 .....	107	第二节 宽域氧传感器 .....	162
一、概述 .....	107	一、宽域氧传感器的工作原理 .....	162
二、机油压力传感器 .....	107	二、宽域氧传感器的检测 .....	165
三、机油压力开关传感器 .....	107	第三节 NO <sub>x</sub> 传感器 .....	166
四、制动压力传感器 .....	107	一、柴油车用 NO <sub>x</sub> 传感器 .....	166
五、燃油压力（汽油机电子喷射用）		二、汽油车用 NO <sub>x</sub> 传感器 .....	166
传感器 .....	109	第四节 烟雾浓度传感器 .....	169
六、共轨燃油压力（柴油机电用）		一、烟雾浓度传感器的构造与工作	
传感器 .....	110	原理 .....	169
七、蓄压器压力传感器 .....	112	二、检测方法 .....	170
八、制冷剂（空调）压力传感器 .....	113	复习思考题 .....	171
复习思考题 .....	115	<b>第八章 爆震、碰撞和扭矩传感器 .....</b>	<b>172</b>
<b>第六章 速度与加速度传感器 .....</b>	<b>116</b>	第一节 爆震传感器 .....	172
第一节 发动机转速传感器 .....	116	一、概述 .....	172
一、柴油发动机用转速传感器 .....	116	二、磁致伸缩式爆震传感器 .....	173
二、舌簧开关式发动机转速传感器 .....	118	三、压电式爆震传感器 .....	173



第二节 碰撞传感器	177	二、光电式光量传感器	196
一、滚球式碰撞传感器	177	三、装有光敏二极管的自动控制器用 光量传感器	197
二、滚轴式碰撞传感器	178	第二节 湿度传感器	198
三、偏心锤式碰撞传感器	179	一、热敏电阻式湿度传感器	198
四、电阻应变计式碰撞传感器	179	二、结露传感器	199
五、压电效应式碰撞传感器	180	第三节 电流检测传感器	199
六、水银开关式碰撞传感器	180	一、晶体管式电流传感器	199
七、阻尼弹簧式碰撞传感器	181	二、舌簧开关式电流传感器	200
八、应变仪式安全传感器	181	三、PTC热敏电阻式电流传感器	201
九、碰撞传感器的检测	182	四、电阻-集成电路式电流传感器	202
第三节 扭矩传感器	183	五、(ABS)集成电路式灯泡断丝检测 传感器	203
一、光电式扭矩传感器	183	六、制动器摩擦片磨损检测传感器	204
二、电位计式扭矩传感器	184	第四节 雨滴传感器	204
三、电感式扭矩传感器	188	第五节 CCD图像传感器	206
四、分相器型扭矩传感器	190	第六节 空调压缩机锁定传感器	207
五、磁阻式扭矩传感器	193	复习思考题	208
复习思考题	193	参考文献	209
第九章 其他传感器	195		
第一节 光量传感器	195		
一、日照传感器	195		

# 第一章 绪 论

## ◎学习目标

- ◆ 掌握传感器的基本组成
- ◆ 掌握汽车传感器信号的五种类型和判断依据
- ◆ 掌握检测传感器的一般方法
- ◆ 掌握传感器的检测顺序
- ◆ 掌握传感器在检测和修理时的注意事项
- ◆ 了解车用传感器的发展趋势

## 第一节 汽车电子控制基础

随着汽车向电子化、集成化、信息化、网络化、智能化方向发展，现代汽车采用电子控制技术已越来越普遍。现代汽车是以计算机为控制中心的高度自动化控制系统，该系统随着汽车功能的不断增多而日臻完善和复杂。

### 一、汽车电子控制的一般过程

汽车电子控制也称为汽车电脑控制，它是利用各种传感器探测各种信息，经过电子控制单元（ECU）信息处理，推动执行元件工作的过程。

电子控制的一般过程：汽车在运行时，各传感器不断检测汽车运行的工况信息，并将这些信息实时地通过输入接口传送给 ECU，ECU 接收到这些信息后，根据内部预先编写好的控制程序，进行相应的决策和处理，并通过其输出接口输出控制信号给相应的执行器，执行器接收到控制信号后，执行相应的动作，实现某种预定的功能。图 1-1 是发动机电子控制原理示意图。

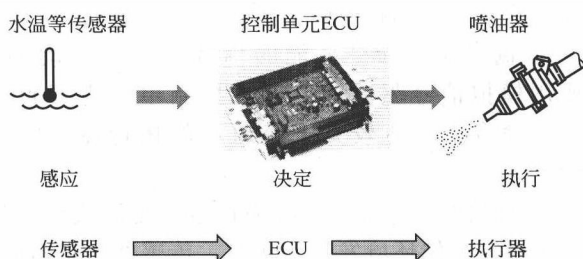


图 1-1 发动机电子控制原理示意图

图 1-1 是发动机电子控制原理示意图。

### 二、汽车电子控制系统的组成

电子控制系统在一般由三部分组成：传感器、控制单元（电脑）和执行机构。

#### 1. 传感器

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. 执行器 (Actuator)

执行器又叫执行元件,其任务是根据 ECU 输出的控制信号执行相应的动作,以实现某种预定的功能。按照构造可以分为四类:电磁阀式、电机式、继电器式、显示器式。

### 3. 电子控制单元 (Electronic Control Unit——ECU)

电子控制单元就是俗称的电脑,或直接称为 ECU,较早的汽车电子控制几乎是一个系统一个电子控制单元,随着汽车电子系统集成化,许多系统的电脑也整合在一起。例如原先的电子控制点火系统 ESA、燃油喷射系统 MPI、自动变速器系统 ECT,已经整合为动力控制单元 Power Control Module,简称 PCM。

汽车电子控制单元能在几毫秒内,迅速改变输出信号,亦即输入信号变化时,电脑几乎是立刻改变输出信号,控制作用迅速又精确。随着计算机技术的发展,其处理数据的能力也越来越快,由原来的 8 位、16 位、32 位,已经发展到 64 位,运算速度更高。

不同系统的电子控制单元,其安装的位置也不同,如燃油喷射系统的电子控制单元多置于仪表板下方,以避免高热、湿气及振动的影响,安全气囊的电子控制单元多置于座椅或者中央操控台下,制动防抱死 ABS 的电子控制单元多置于发动机室或行李舱等处。

电子控制单元是控制系统的核心,其主要作用如下。

① 接受传感器或其他装置输入的信息,并将输入信号处理成电子控制单元能够处理的信号,如将模拟信号处理为数字信号。

② 给传感器提供参考基准电压。参考基准电压有 2V、5V、8V、9V、12V 等几种类型,常见的主要是 5V 参考基准电压,如绝大部分车系的节气门位置传感器、光电式曲轴或凸轮轴传感器。个别的,如北京切诺基凸轮轴霍尔传感器则使用 8V 参考电压。

③ 存储、计数、分析处理信息。电子控制单元能够存储处理程序、该车型的特性参数及运算中的数据(随存随取)和故障信息。根据信息参数求出执行命令数值,将输入的信号与标准值对比并储存故障信息。

④ 输出执行命令。能够用数字信号驱动的执行器,电子控制单元直接进行驱动,需要用模拟信号驱动的,电子控制单元需要首先把数字信号转化为模拟信号,使执行器执行命令。需要较大电流通过的执行器,电子控制单元需要利用控制继电器来驱动执行器。

⑤ 自我修正功能。又称为自适应功能或学习功能。主要是当系统各部件由于磨损、脏污、积炭等工作环境发生变化时,传感器的初始值发生相应的偏差,而电子控制单元具有检测、记忆、自动修正、调整的功能,使车辆能够在一定程度上适应这种变化,仍能够在较佳的情况下工作。

例如,当节气门或步进电机脏污后,发动机怠速时节气门的开度或步进电机开启步数会自动增大。这是因为节气门体脏污后,在相同的开度下,进气量会减少,将不足以维持额定的怠速转速,由于自适应功能,ECU 会将节气门的开度或步进电动机开启步数增大以维持额定的怠速转速,使发动机控制单元记忆了当前最佳学习值。但是,当节气门体被清洗后,发动机控制单元仍控制节气门或步进电机以清洗前开度进行供气,发动机将出现怠速过高现象,严重时还将产生游车。因此,发动机需要重新进行匹配,使 ECU 重新进行自适应,回复正常怠速。

## 第二节 传感器概述

在现代汽车电子控制系统中，传感器是一个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，而这些信息的采集又是利用各种传感器来实施监测，并发送汽车工况参数的信号。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。可以说，汽车电子技术成功与否在很大程度上取决于传感器。

### 一、传感器的定义和组成

#### 1. 定义

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”。

GB 7665—87 对传感器下的定义是：传感器是指能够感受规定的被测量，并按一定的规律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。传感器能检测物理量、电量和化学量等信息，并把其转换成微机能够理解的电信号。

在英文中，传感器一般用 transducer 或 sensor 表示，在汽车上常用 sensor 一词。

#### 2. 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，如图 1-2 所示。

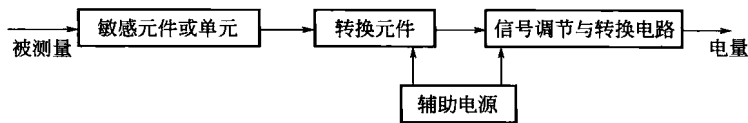


图 1-2 传感器组成框图

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。

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、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，常见的分类方法如下。

(1) 按输入量分类 即按被测量的量来分类，有位移、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。

(2) 按传感器工作原理分类 有应变式、电容式、电阻式、电感式、压电式、热电式、光敏式、光电式传感器等。

(3) 按能量转换关系分类 可以分为能量控制型和能量转换型两类。

① 能量控制型传感器 在信息变化过程中,其能量需要外部提供工作电源,才可以产生电信号给电脑的传感器,因此又称为无源传感器(传感器自己不能产生电压信号)。电阻、电感、电容等电路参数传感器、霍尔传感器、磁阻传感器、热阻传感器、应变电阻传感器、光电效应传感器都属于这一类。

② 能量转换型传感器 主要由能量变换元件组成,不需要外部提供工作电源或激励源,传感器本身可以将一种能量形式直接转变成另一种能量,产生电压给电脑的传感器,如氧气传感器、爆震传感器、磁电式传感器等,因此又称为有源传感器。

(4) 按输出信号分类 有模拟式和数字式传感器两种。

模拟电压信号(analog voltage signals)是指随时间延续而连续变化的电信号,如图 1-3 所示。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(digital voltage signals)是指随时间延续而不连续变化的电信号,如图 1-4 所示。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,能够被 ECU 直接处理。

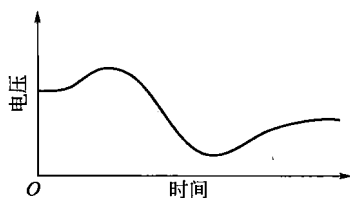


图 1-3 模拟电压信号

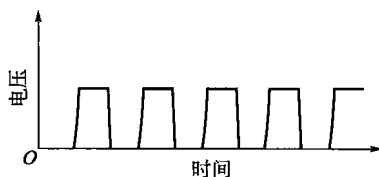


图 1-4 数字电压信号

(5) 按制造工艺分类 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。

集成传感器是用标准的生产硅基半导体集成电路的工艺技术制造的,通常还将用于初步处理被测信号的部分电路也集成在同一芯片上。

薄膜传感器则是通过沉积在介质衬底(基板)上的相应敏感材料的薄膜形成的。使用混合工艺时,同样可将部分电路制造在此基板上。

厚膜传感器是利用相应材料的浆料涂覆在陶瓷基片上制成的,基片通常是由  $Al_2O_3$  制成的,然后进行热处理,使厚膜成形。

陶瓷传感器采用标准的陶瓷工艺或其某种变种工艺(溶胶-凝胶等)生产。

### 三、传感器信号

#### 1. 汽车传感器信号的五种类型

汽车上传感器的电子信号可以分为五种类型:直流、交流、频率调制、脉宽调制和串行数据信号。五种类型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,五种类型电子信号各有不同的特点,用于不同的通信目的。

(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。

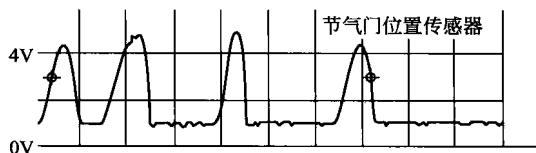


图 1-5 节气门位置传感器  
直流信号波形

直流信号可以分为恒压直流和非恒压直流信号两种。在汽车中产生恒压直流信号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 1-5 是节气门位置传感器非恒压直流信号波形。

(2) 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 (KS) 等。图 1-6 是磁电式传感器产生的交流信号波形。

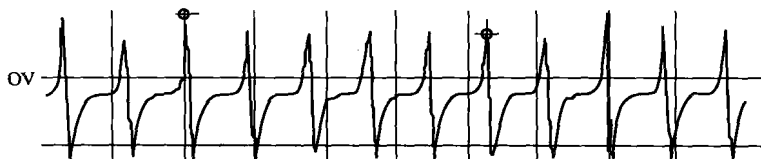


图 1-6 磁电式传感器交流信号波形

(3) 频率调制信号 (frequency modulated signal) 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和霍尔式传感器。图 1-7 是超声波卡门涡流式空气流量传感器的波形。

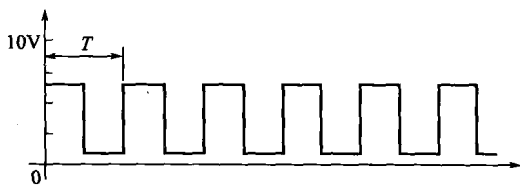


图 1-7 频率调制信号波形

(4) 脉宽调制信号 脉冲宽度调制 (PWM) 是英文 “Pulse Width Modulation” 的缩写, 简称脉宽调制。脉宽调制信号就是经过脉冲宽度调制的信号。脉冲宽度就是在一个周期内元件持续的工作时间, 如图 1-8 所示。

在这里, 要注意脉冲宽度与占空比的区别, 占空比 (duty cycle) 表示脉冲宽度 (导通时间) 占周期时间的百分数。不同占空比波形信号如图 1-9 所示。

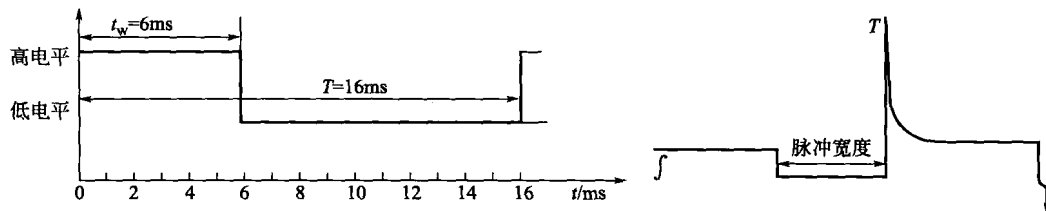


图 1-8 脉宽调制信号波形

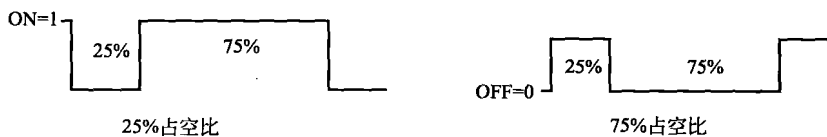


图 1-9 不同占空比波形信号

$$q(\%) = \frac{t_w}{T} \times 100\%$$

式中,  $q$  为占空比;  $t_w$  为脉冲宽度;  $T$  为周期。

(5) 串行数据 (多路) 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号。串行数据传输, 所需通信线少, 串行传送的速度低, 但传送的距离可以很长, 因此串行适用于长距离而速度要求不高的场合。

若汽车中具备有自诊断能力和其他串行数据送给能力的控制模块, 则串行数据是由发动机控制电脑 (PCM)、车身控制电脑 (BCM)、防盗和防滑制动系统 (ABS) 或其控制模块产生, 以及配备自我诊断的各种电脑之间传递的信号。

在汽车发动机控制电脑和其他电子智能设备中用来通信的串行数字信号是最复杂的信号，它是包含在汽车电子信号中的最复杂的“电子句子”，在实际中，要用专门的解码器读取。发动机冷却液温度传感器故障时 PCM 输出的串行数据（多路）信号波形如图 1-10 所示。

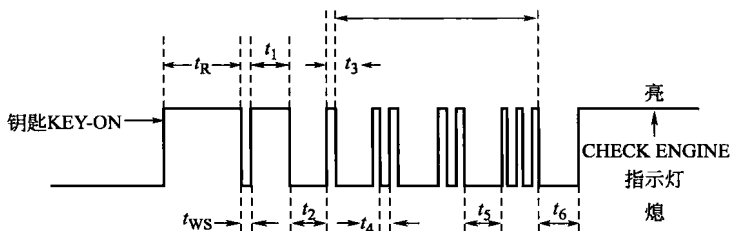


图 1-10 串行数据（多路）信号波形

## 2. 汽车电子信号的五个判定依据

汽车电子信号到底属于以上的哪一种信号类型，可用五个“判定依据”即五种尺度判定。每个“五要素”电子信号都可以用五种判定尺度中的一个或多个特征组成，如图 1-1 所示。五个判定依据如下。

- (1) 幅值 电子信号在一定点上的瞬时电压。
- (2) 频率 电子信号在两个事件或循环之间的时间，一般指每秒的循环数 (Hz)。
- (3) 形状 电子信号的外形特征，它的曲线轮廓和上升沿、下降沿等。
- (4) 脉冲宽度 电子信号所占的时间或占空比。

(5) 阵列 组成专门信息信号的重复方式，例如 1# 缸传送给发动机控制电脑的上止点同步脉冲信号，或传给解码器的有关冷却水温度的串行数据流等。

表 1-1 电子信号的判定依据

信号类型	判定依据				
	幅值	频率	形状	脉冲宽度	阵列
直流	✓				
交流	✓	✓	✓		
频率调制	✓	✓	✓		
脉宽调制	✓	✓	✓	✓	
串行数据	✓	✓	✓	✓	✓

注：“✓”表示该信号包含的判定依据。

## 四、传感器的检测方法

对于传感器的检测，主要有以下几种方法。

### 1. 故障征兆现象判断法

依据故障征兆，运用经验判断，是最直观、最简单的解决车辆故障和判断传感器好坏的方法。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。

例如，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。

## 2. 解码检测法

汽车上的电子控制系统一般都具有自诊断功能。以前的车辆,大部分都能通过手工调码的方法查出故障代码,但随着汽车的发展,尤其是进口高档车的电子控制系统只有靠仪器等专用设备才能进行诊断,而在众多的仪器设备当中使用最普遍的是电控系统检测仪,俗称解码器。

解码器通常分为原厂解码器和非原厂解码器。原厂汽车解码器是指由汽车制造厂家提供或指定的解码器,如大众(奥迪)汽车用 VAG1551、丰田汽车用 Intelligent Tester 等。非原厂解码器则指不是汽车制造厂家提供或指定,而由其他仪器设备厂商生产的汽车解码器,如德国博世公司的 KTS300/500、美国的红盒子 Scanner MT2500、瑞典的 AUTODGAG-NOS 及国内公司生产的电眼睛、修车王、车博士等。部分原厂解码器和通用解码器如图 1-11 和图 1-12 所示。

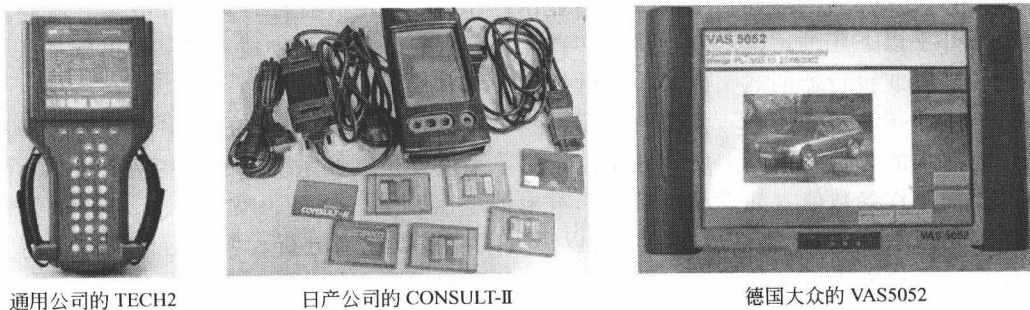


图 1-11 专用解码器

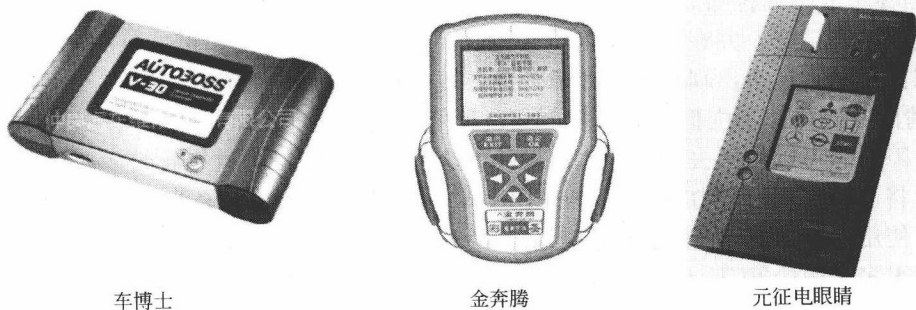


图 1-12 通用解码器

读取与清除故障码是解码器的主要功能,因此很容易判断出故障的大致方向和部位,为传感器的检测和排查提供了方向。但有以下几点需要注意。

① 并不是所有的故障都会出现故障码。例如,三菱 V73 的 6 线式步进电机由于是 ECU 以脉冲方式进行控制,因此没有监控装置,所以出现故障后,没有故障码。又如,当水温传感器的电阻发生漂移而不准确时,如果电阻总值没有超出规定范围,虽然有故障,但不会显示故障码。

② 故障码的含义说明需弄清楚,是传感器或执行器自身故障还是线路故障;线路故障要分清是短路还是断路,是与电源短路或断路,还是与接地短路或断路等。只有清楚、明白故障码的确切含义,才能更好地利用故障码排除故障,维修起来也可以少走弯路。

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。

例如, 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。故障发生的原因不外乎以下几种情况: 发动机运转或点火钥匙打开的过程中拔下了某个电气插头, 或者某个传感器或执行器的插头虚接, 是软故障, 不是硬故障。

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 and 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。

⑦ 清除故障码, 不提倡用拔掉蓄电池负极的办法来进行。早期的车辆, 如三菱和现代, 在清除故障码时可以使用去掉蓄电池负极的方法来进行, 但随着汽车技术的发展, 越来越多的车辆已将故障代码存储在 ECU 中 EEPROM 中, 用去掉蓄电池负极的方法是消除不掉故障码的。使用去掉蓄电池负极的方法来清除故障码, 不但清除不掉故障码, 还会导致许多问题: 一是很多车辆的 ECU 具备了自适应和自学习功能, 去掉蓄电池负极后, 存储在 KAM(可保持存储器)中的自适应信息丢失, 导致车辆运行不稳定; 二是会触发音响防盗等的防盗功能起作用导致锁死, 如果不知道密码, 音响便不能正常使用, 预先设置在音响中的播放顺序、座椅的预定设置位置也会因此丢失。

### 3. 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 300~500Ω 电阻串联制成, 其形式如图 1-13 所示。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。

④ 对具有手工调码自诊断功能的车辆, 进行手工调阅故障代码。

### 4. 万用表检测法

汽车上使用万用表, 除了早期手工调码读取故障码要求使用指针式万用表外, 一般都不