

现 / 代 / 汽 / 车 / 技 / 术 / 丛 / 书

汽车传感器的检测

贺建波 贺展开 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



现代汽车技术丛书

汽车传感器的检测

主 编 贺建波 贺展开

主 审 彭运均



机械工业出版社

本书重点介绍汽车发动机、底盘和车身电控系统传感器的作用、结构、工作原理和检测方法等内容。全书分十一章,内容包括:汽车传感器概述;空气流量传感器;压力传感器;位置传感器;温度传感器;速度与减速度传感器;爆燃与碰撞传感器;气体浓度传感器以及其他汽车用传感器的结构、原理与检测;传感器波形示波器测试;利用电控汽车自诊断系统读取传感器的故障代码。

本书内容新颖、图文并茂,可供汽车维修人员和工程技术人员阅读,也可供大专院校有关专业的师生教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车传感器的检测/贺建波,贺展开主编. —北京:机械工业出版社, 2005.1

(现代汽车技术丛书)

ISBN 7-111-15851-2

I. 汽… II. ①贺…②贺… III. 汽车-传感器-检测

IV. U463.607

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 133913 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: 徐 巍

责任编辑: 刘 焯 版式设计: 霍永明 责任校对: 陈延翔

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·20.75 印张·510 千字

0001—5000 册

定价: 35.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

68326294、68320718

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着汽车技术和电子技术的迅速发展,电子技术和计算机技术在汽车上得到了广泛的应用,发动机的燃油喷射系统、电子点火系统、怠速控制系统、进气控制、废气排放以及传动系统、行驶系统、转向系统、制动系统和车身,普遍采用了电子控制装置。汽车已经成为了一个机电一体化的产品。在汽车电子控制系统中,传感器担负着信息的采集和传输功能,它是电子控制系统中非常重要的部件。例如,空气流量传感器,它用来检测发动机的进气量,并将进气量大小转变成电信号输入电子控制单元,以供电子控制单元计算喷油量和点火时间。为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、作用和维修方法。

本书系统地讲述了汽车传感器的作用、结构、工作原理和检测方法。为了广大读者更容易掌握各传感器的检测方法,在书中对每一种传感器的检测方法都有具体车型示例;并在书的最后面附有常见传感器技术参数,利于维修工在修车过程中随时可以查阅数据。在具体说明问题时,采用了图解的方式,以便于读者阅读和理解。

在本书的第十章,对汽车上使用的各种传感器的波形示波器测试作了较为详细的介绍,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、波形的测试方法也能很快地掌握。通过使用示波器观察传感器输出的信号波形,并与标准波形对比,能更直观地了解传感器的工作状况,可以帮助读者更好地分析、判断故障。

由于电控汽车电控系统的传感器故障内容多以故障码形式贮存于自诊断系统电控单元的存储器中,可以通过读取故障码的方法判断传感器或其相关电路是否产生了故障;因此在第十一章还专门讲解了利用随车自诊断系统或车外自诊断系统调取故障代码方法。

本书的特点是:系统性强、图文并茂、内容适中、知识新、实用性强,适合于大专院校有关专业学生使用,同时也可用于广大汽车维修人员、工程技术人员和汽车培训学校的师生阅读。

参加本书编写的人员有贺展开、贺建波、阳小良、谢培甫、马云贵、蒋南希、陈建平、黄清伟、赵进福等同志。彭运均同志主审了全稿。

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。

目 录

前言		第一节 概述	90
第一章 汽车传感器概述	1	第二节 发动机转速传感器	90
第一节 汽车传感器的使用范围	1	第三节 车速传感器	97
第二节 汽车传感器的分类	6	第四节 轮速传感器	107
第二章 空气流量传感器的结构、原理与检测	8	第五节 减速度传感器	112
第一节 概述	8	第七章 爆燃与碰撞传感器的结构、原理与检测	117
第二节 翼片式空气流量传感器和卡尔曼涡流式空气流量传感器	9	第一节 概述	117
第三节 热线式和热膜式空气流量传感器	18	第二节 爆燃传感器	122
第四节 量芯式空气流量传感器	23	第三节 碰撞传感器	127
第三章 压力传感器的结构、原理与检测	25	第八章 气体浓度传感器的结构、原理与检测	136
第一节 概述	25	第一节 概述	136
第二节 进气压力传感器	25	第二节 氧传感器	136
第三节 大气压力传感器	33	第三节 稀薄混合比传感器	145
第四节 制动主缸油压传感器	34	第四节 全范围空燃比传感器	146
第五节 蓄压器压力传感器	34	第五节 烟度浓度传感器	146
第六节 空气滤清器真空开关	36	第六节 柴油机烟度传感器	149
第七节 机油压力开关	37	第九章 其他传感器的结构、原理与检测	152
第四章 位置传感器的结构、原理与检测	38	第一节 湿度传感器	152
第一节 概述	38	第二节 日照强度传感器	153
第二节 曲轴位置传感器	38	第三节 光电式光量传感器	155
第三节 节气门位置传感器	51	第四节 电流检测用传感器	158
第四节 光电式车速传感器和转角传感器	58	第五节 雨滴传感器	163
第五节 液位传感器	62	第六节 制动蹄摩擦片磨损检测传感器	165
第六节 溢流环位置传感器	66	第七节 NO _x 传感器	165
第七节 其他位置传感器	68	第八节 汽车导航传感器	166
第五章 温度传感器的结构、原理与检测	74	第十章 传感器波形的检测	170
第一节 概述	74	第一节 波形检测工具简介	170
第二节 热敏电阻式温度传感器	75	第二节 汽车专用示波器的使用方法	176
第三节 石蜡式气体温度传感器	86	第三节 传感器的波形测试	180
第四节 双金属片式气体温度传感器	87	第十一章 利用汽车电控自诊断系统读取传感器的故障码	200
第五节 热敏铁氧体温度传感器	88	第一节 利用随车自诊断系统读取故障码	200
第六章 速度与减速度传感器的结构、原理与检测	90	第二节 利用车外自诊断系统读取故障码	205
		附录 1996~2000 年常见车型传感器标准值	208

第一章 汽车传感器概述

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,它采集的信息由电脑(电子控制单元)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,它能及时识别外界的变化和系统本身的变化,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。

传感器输出的信号有模拟信号和数字信号两种,其中数字信号直接输入电子控制单元,而模拟信号则要通过 A/D 转换器转换成数字信号后再输入电子控制单元。电子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。

电子控制单元有效地控制着系统的工作,需要具备完整的条件,而传感器的精度、响应性、可靠性、耐久性及输出的电压信号等,对系统的控制稳定性起着至关重要的作用。

传感器按能量关系分为主动型和被动型两大类。汽车上使用的传感器大多是被动型的,这种被动型传感器需要外加电源才能产生电信号。汽车发动机、底盘和车身系统应用着很多种传感器,例如温度传感器、压力传感器、位置传感器、氧传感器、转速传感器等。这些传感器的功能共同作用,使电子控制单元对发动机的汽油喷射、电子点火提前、自动变速器、自动空调等进行集中控制。

第一节 汽车传感器的使用范围

1. 电子燃油喷射控制

(1) 电控燃油喷射(EFI, Electronic Fuel Injection)

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电子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,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(ISC)。发动机在汽车制动、空调压缩机工作、变速器挂入档位,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。

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。

6) 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 NO_x 的排放量。

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。

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。

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动作,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。

7) 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。电控单元可把节气门位置调整在理论值范围,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。

9) 燃油泵控制与燃油泵泵油量控制。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 $2\sim 3\text{s}$,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;当发动机在低转速、小负荷工作时,燃油泵低速运转,以减少供油量。

10) 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。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。

11) 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, 发动机就熄火。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三分之一时, 发动机将再次起动。

12) 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。

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。

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) 电子点火控制

1) 点火提前角 (Electronic Spark Advance) 控制。在 ECU 的存储器中存储着发动机在各种工况下最佳点火提前角。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 (Dwell Control)。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 (Knock Control)。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。

2. 底盘控制

(1) 电控自动变速器 (ECT)

自动变速器控制系统根据节气门开度和车速信号计算换档时刻, 向相应的电磁阀通电, 使换档阀动作, 接通主油道和执行阀的通路, 挂上相应的档位。电子控制系统按照换档规律精确地控制档位, 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使用多个传感器, 如超速档直接档离合器转速传感器、1 号车速传感器和 2 号车速传感器, 用于换档时间控制; 自动变速器油温度传感器, 用于检测自动变速器油的温度信号, 用作换档控制、油压控制和锁定离合器控制等。

(2) 电控防抱死制动 (ABS)

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、

三个或四个车轮轮速传感器。当车轮旋转时，在传感器线圈中产生一个交变电压，其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，将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（Electronic Control Power Steering）

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。电子控制动力转向系统，由车速传感器、和转矩传感器输入信号给 ECU，ECU 根据输入信号，确定助力转矩的大小和方向，通过电磁离合器和减速机构，将转矩加到转向机构上，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。在电子控制悬架系统中的控制装置主要有 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。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（CC）

汽车行驶中，可利用巡航（Cruise Control）控制装置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 开关即可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。速度传感器是利用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）

辅助乘员保护系统（SRS, Supplemental Restraint System），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，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，输入电脑后经过比较，若实测距离小于安全距离，电脑发出报警信息，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,这样对安全车距进行自动控制。

汽车倒车安全装置用超声波及雷达作为传感器,可分为超声波及雷达倒车安全装置。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,该系统发射超声波脉冲,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, Automatic Slip Regulation)

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,四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电作,关小节气门,即减少发动机输出功率避免滑移;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。该控制系统压力由蓄压器供给,压力大小由ECU控制电磁阀的开闭进行,并由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

前照灯自动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,前照灯会自动关闭。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,为减少来往车灯光的相互干扰。前照灯具有远近光照射功能。这其中,日照传感器可以感受车外明暗情况,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,控制日照传感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。报警系统传感器有机油压力传感器、各类液量传感器、温度传感器等,这些传感器向电脑提供信息,必要时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;
- ⑥为驾驶员提供旅游信息,如旅游指南、路标、旅馆和饭店等信息。

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(车内温度、车外温度、日照强度、发动机冷却液温度等)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、发动机的冷却液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空气的温度值,从而向执行器发出控制指令,控制空气混合板的开度,冷却液阀的开闭,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,使它能适合乘客不同体型、身材,满足乘客舒适性要求。

6. 安全防盗

GPS 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 全球卫星定位系统终端设备,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。

第二节 汽车传感器的分类

传感器本身能检测物理量、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。在国标 GB 7665—1987 中,对传感器定义为:“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”。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。传感器是组成电子控制系统最关键的部件,它的分类可按能量关系、信号转换、输入量、工作原理和输出信号分类。

1. 汽车传感器的分类

(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,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。

(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。

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,汽车用传感器的种类如表 1-1 所示。

表 1-1 汽车用传感器的种类

种 类	检测量或检测对象
温度传感器	冷却液、排出气体(催化剂)、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、制动压力、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(绝对值)、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(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 _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、地磁等

2. 汽车用传感器的特点与要求

1) 有较好的环境适应性。因为汽车是在环境温度变化范围较宽($-40\sim 80^{\circ}\text{C}$),道路表面优劣程度相差较大,烈日、暴雨或冰雪天气造成温度悬殊,有时甚至在强大的电磁场的情况下工作的,因此要求耐振、耐水、耐温、耐冲击、抗电磁干扰等。

2) 批量生产性。

3) 可靠性。同一般传感器一样,汽车传感器的可靠性应是最重要的,并且稳定性要好。

4) 尽可能小型、质量轻,便于安装。

5) 符合有关法规的要求。

第二章 空气流量传感器的结构、原理与检测

第一节 概 述

空气流量传感器（或称空气流量计）是用来直接或间接检测进入发动机气缸空气量大小，并将检测结果转变成电信号输入电子控制单元 ECU，以供 ECU 计算喷油量和点火时间的。为使发动机在各种工况下获得最佳浓度的混合气，必须保持空气流量传感器良好的技术状况。如果空气流量传感器或连接线路出现故障，使 ECU 无法正确地控制发动机的喷油量和点火时间，导致发动机不能正常运转。

空气流量传感器根据检测方式不同可以分为质量流量型和速度密度型两大类型。质量流量方式是利用空气流量传感器直接测量吸入发动机的空气量。质量流量型空气流量传感器主要有翼片式、量芯式、卡尔曼涡流式、热线式和热膜式等几种。其中翼片式、量芯式与卡尔曼涡流式空气流量传感器测得的是吸入空气的体积，故还需根据进气温度等信息，由电控单元计算出空气质量。而热线式和热膜式空气流量传感器直接测量吸入空气的质量，故其精度更高。采用质量流量方式的空气供给系统典型结构如图 2-1a 所示。

速度密度方式是利用进气歧管压力传感器测出进气歧管压力，然后电控单元根据该压力和发动机转速，推算出发动机每一循环吸入的空气量，并据此空气量计算汽油的喷射量。由于空气在进气歧管内的压力是变化的，因此不易精确地检测吸入的空气量。采用速度密度方式的空气供给系统与采用质量流量方式的空气供给系统在结构上的主要差别是，用进气歧管压力传感器代替了空气流量传感器。采用速度密度方式的空气供给系统的典型结构如图 2-1b 所示。

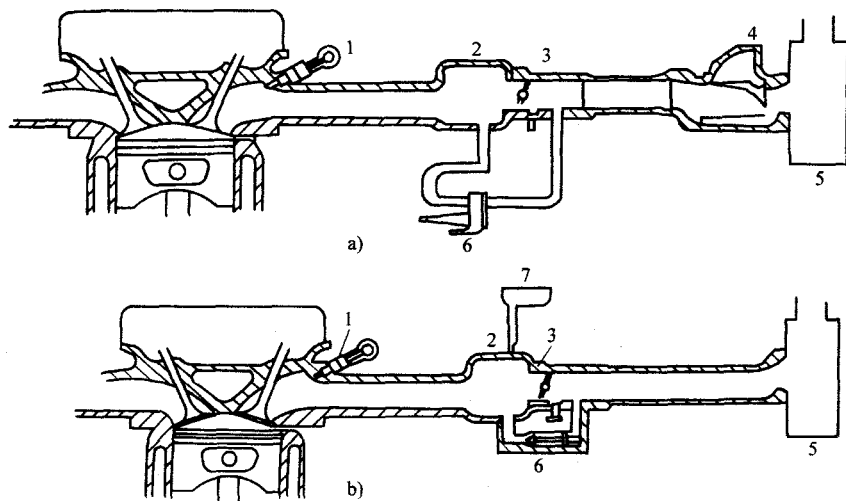


图 2-1 空气供给系统

a) 质量流量方式 b) 速度密度方式

1—喷油器 2—进气歧管稳压室 3—节气门体 4—空气流量传感器
5—空气滤清器 6—怠速空气阀 7—进气歧管压力传感器

第二节 翼片式空气流量传感器和卡尔曼 涡流式空气流量传感器

一、翼片式空气流量传感器

(一) 翼片式空气流量传感器的结构、原理

翼片式空气流量传感器的结构如图 2-2 所示，它主要由测量翼片和电位计组成。

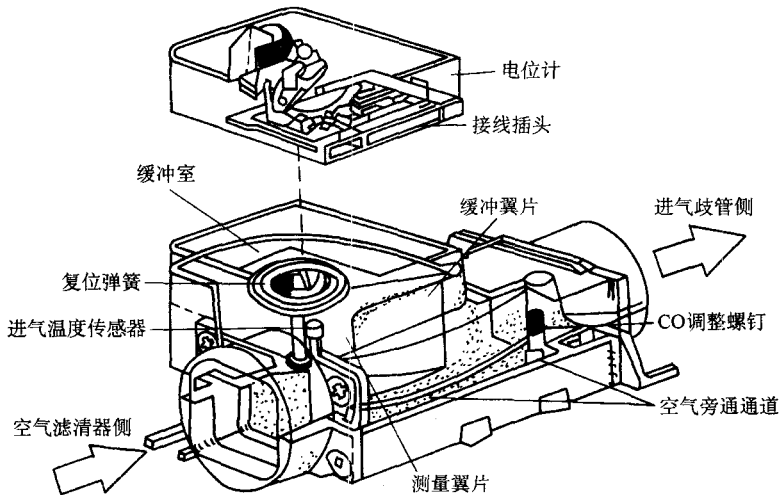


图 2-2 翼片式空气流量传感器的结构

该空气流量传感器在主进气道内安装有一个可绕轴旋转的翼片（测量翼片），如图 2-3 所示。在发动机工作时，空气经空气滤清器过滤后进入空气流量传感器并推动翼片（测量翼片）旋转，使其开启。翼片开启角度由进气量产生的推力大小和翼片轴上卷簧（复位弹簧）弹力的平衡情况决定。当驾驶员操纵加速踏板来改变节气门开度时，进气量增大，进气气流对翼片的推力也增大，这时翼片开启的角度也增大。在翼片轴上安装有一个电位计，它与叶片同轴旋转，而电位计上滑片的电阻的变化转变成电压信号输入 ECU。电位计的结构如图 2-4 所示。翼片式空气流量传感器的电路原理如图 2-5 所示，它的内部电路有两种。一种是模拟式，一种是数字式。它们的区别是数字式控制系统采用的空气流量传感器在电路中取消了限流电阻，接线插座上连接端子的位置略有变化。接线插座一般有七个接线端子，它们与电位计、进气温度传感器和燃油泵开关触点相连接。

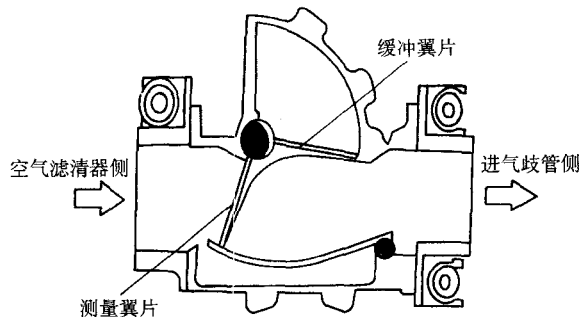


图 2-3 翼片的部分结构

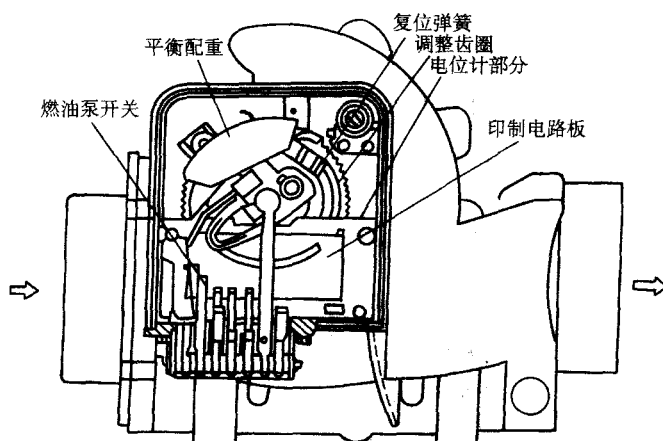


图 2-4 电位计部分结构

在空气流量传感器中还有一个燃油泵开关，在图 2-5 上已标明。当发动机启动时，翼片旋转，燃油泵开关触点闭合，使电动燃油泵触点接通开始运转；当发动机熄火后，翼片回转到关闭位置，电动燃油泵开关被断开，停止运转。这时如果点火开关处于接通位置，燃油泵也不会运转。这样，可以防止燃油外溢。

空气流量传感器内安装的进气温度传感器用于测量进气温度，它有两条线，分别与搭铁端子和温度信号端子 THA 相连接。它的作用就是为进气量做温度补偿。

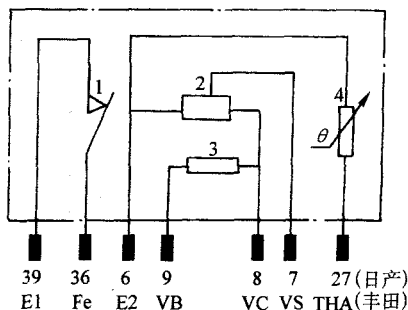


图 2-5 翼片式空气流量传感器电路

1—燃油泵控制触点 2—可变电阻
3—固定电阻 4—热敏电阻（进气温度传感器）

图 2-6 为翼片式空气流量传感器的工作原理图。当空气流量增大时，进气气流对翼片产生的推力也增大，推力克服复位弹簧力使翼片旋转角度 α 增大，直到推力与弹簧力平衡为止。进气量越大，翼片偏转角度也越大。因为翼片和电位计的滑动片都被固定在转轴上，在翼片偏转的同时，滑动片也偏转。当空气量增大时，其端子 VC 和 VS 之间的电阻值减小、两端子之间输出的信号电压 U_s 降低。当进气量减小时，进气气流对翼片的推力减小，推力克服弹簧弹力使翼片偏转的角度 α 也减小，端子 VC 与 VS 之间的电阻值增大，使两端子间输出的信号电压 U_s 升高。

（二）翼片式空气流量传感器检测

翼片式空气流量传感器的检测方法主要有开路检测和在路检测两种。开路检测主要是在传感器与线路不连接的情况下，对传感器内部情况进行检测。一般是通过检测有关端子之间的电阻值或通断情况来判断。在路检测是传感器在工作状态时，通过检测有关端子的电压，对传感器、ECU 及连接导线进行综合检测。

1. 开路检测方法

- 1) 点火开关关闭，拔开翼片式空气流量传感器配线连接器，从车上拆下传感器。
- 2) 检查 FC 端子与 E1 端子之间的电阻，当叶片不转动时（翼片完全关闭），FC 与 E1

之间应不通,用手稍稍拨动叶片(翼片打开),FC与E1之间应导通电阻为0,说明燃油泵开关正常。否则说明燃油泵开关已损坏。

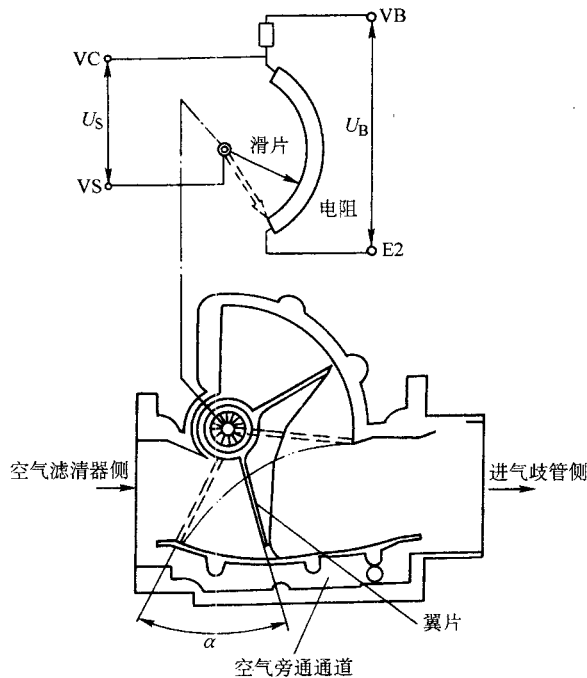


图 2-6 翼片式空气流量计工作原理

3) 检查 VC 端子(或 VCC 端子)与 E2 端子之间的电阻,翼片在任何位置时,VC 与 E2 间电阻应均为 $200 \sim 400\Omega$ 。

4) 检查 VS 端子与 E2 端子之间的电阻,在翼片完全关闭时,VS 与 E2 两端子间电阻应为 $200 \sim 600\Omega$;翼片由完全关闭位置逐渐打开到完全开启位置时,VS 与 E2 两端子间的电阻应在 $200 \sim 1200\Omega$ 之间连续变动。

如果检查结果与上述规律不符,说明空气流量传感器和燃油泵开关有故障,应进行修理或重换新的翼片式空气流量传感器总成。

2. 开路加温检测方法

所谓开路加温检测,就是用加温和用制冷剂改变翼片式空气流量传感器的温度,同时用万用表测量 THA 与 E2 两端子间在不同温度时的电阻值,以此来判断翼片式空气流量传感器中进气温度传感器是否损坏。

如果检测结果与附录中的规范值不符,说明空气流量传感器中的进气温度传感器有问题,应进行修理(更换进气温度传感器)或重换翼片式空气流量传感器总成。

3. 在路检测方法

1) 接通点火开关,不起动发动机,用万用表检查 ECU 连接器 +B 端子(供电电压输入端)与车身接地(搭铁)间是否有电压。如果没有电压,应检查 ECU 电源电路是否断路,必要时应修理或更换 ECU。

2) 如果检查 ECU 的供电电压正常,可关闭点火开关,用万用表电阻档检查 ECU 连接器端子 E1 与车身接地(搭铁)间的连接导线是否导通。

3) 如果检查 E1 与车身接地良好, 接通点火开关, 用万用表测传感器各相关端子间的电压, 应符合附录中的规范值。

如果检查结果与规定正常值不符, 应更换翼片式空气流量传感器。

4) 关闭点火开关, 拨开空气流量传感器配线连接器和 ECU 配线连接器, 用万用表电阻档检查传感器与 ECU 间的连接导线是否短路、断路或接触不良。

(三) 具体车型检测示例

1. 红旗 CA7220E 轿车空气流量传感器的检测方法

(1) 传感器的检测

1) 关闭点火开关, 拨开空气流量传感器线束连接器, 从进气道上拆下传感器。

2) 用导线将蓄电池正极与传感器 3 号端子相连, 负极与 4 号端子相连, 给传感器加上蓄电池电压。

3) 使用万用表 DC 电压档, 按图 2-7 所示测量传感器 1、2 号端子间的电压, 该电压应为 0.03V。

4) 将 450W 电吹风机的出风口靠近传感器进气口, 用吹风机冷风档向传感器内吹风, 用万用表电压档检查, 其电压应为 2.2~2.4V。

5) 将电吹风机出风口逐渐离开传感器, 其电压值应随之减小。当电吹风机出风口与传感器间的距离为 0.2m 时, 其电压值应为 1.4~1.6V。

如果检测结果与上述规律不符, 应修理或更换空气流量传感器。

(2) 检查配线及连接器

1) 关闭点火开关, 拆下右前轮护板, 拉出电控单元 ECU 线束连接器固定锁架, 拨开 ECU 线束连接器。

2) 用万用表电阻档按图 2-8 所示检查传感器线束连接器 2 号端子与 ECU 线束连接器 14 号端子间的电阻, 检查传感器线束连接器 4 号端子与 ECU 线束连接器 26 号端子间的电阻。其电阻值均应小于 1.5Ω。

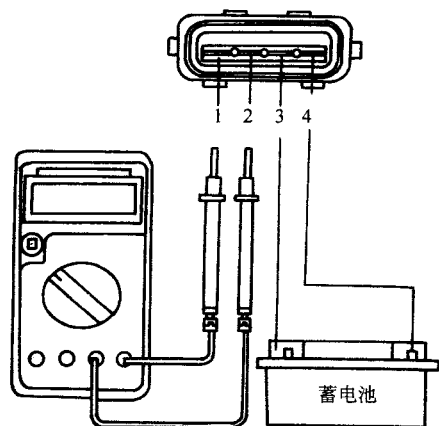


图 2-7 空气流量传感器的检测方法

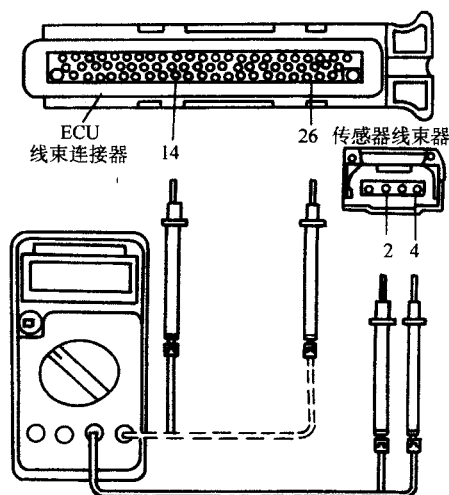


图 2-8 配线与连接器的检查示意图