

李东江 宋良玉 编著



现代汽车用传感器及其 故障检修技术



机械工业出版社

现代汽车用传感器及其 故障检修技术

李东江 宋良玉 编著



机械工业出版社

本书详细介绍了现代汽车广泛应用的各种传感器的结构、原理与故障检修技术,结合常见车型介绍传感器故障检修方法以及现代汽车电子控制系统中的故障自诊断系统的使用,并给出了典型车型传感器的故障代码。

本书内容通俗易懂,图文并茂,理论联系实际,实用性强。适合于现代汽车维修工人及技术人员参考使用,亦可作为大中专院校汽车专业师生参考书。

11/18/03

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车用传感器及其故障检修技术/李东江等编著.
—北京:机械工业出版社,1999.11

ISBN 7-111-07332-0

I. 现… II. 李… III. ①汽车-传感器-原理②汽车-传感器-故障检修 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 46636 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:高金生 版式设计:霍永明 责任校对:姚培新

封面设计:姚学峰 责任印制:何全君

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm^{1/32}·18.625 印张·408 千字

0 001—3 000 册

定价:30.00 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、68326677-2527

前 言

现代汽车已是一个相当复杂的机电仪一体化的交通工具,随着电子控制技术在汽车上的广泛应用,传感器就成了必不可少的重要部件,它是电控技术在汽车上得以实现的基础,如果没有传感器,汽车实现电子控制是根本不可能的。因此,掌握现代汽车用传感器结构、原理与故障检修技术是我国汽车使用、管理和维修技术人员尽快掌握现代汽车电子控制系统维修技术的关键。本书以现代汽车用传感器为对象,着重介绍了各种传感器,如空气流量传感器、温度传感器、位置传感器、速度与加速度传感器、压力传感器、气体浓度传感器、振动传感器等的结构、原理,并结合常见车型介绍上述传感器故障检修方法和有关技术参数。对现代汽车电子控制系统中的故障自诊断,介绍了典型车型故障自诊断系统的使用方法和有关传感器的故障代码,使本书的内容更具有完整性和实用性。

本书由李东江、宋良玉同志编写,在编写过程中参阅了国内外大量的参考文献,在此对参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 现代汽车用传感器	1
一、现代汽车电子控制技术	1
(一) 现代汽车电子控制技术的应用现状与发展趋势	1
(二) 现代汽车电子控制系统的基本组成与工作	9
二、现代汽车用传感器的分类、性能及特点	16
(一) 传感器的组成与分类	17
(二) 汽车用传感器的性能与要求	19
(三) 汽车用传感器的特点	21
三、汽车用传感器技术发展趋势	27
四、汽车用传感器的选用原则	33
第二章 现代汽车用温度传感器的结构原理与检修	36
一、热敏电阻式温度传感器的结构原理与检修	36
(一) 概述	36
(二) 热敏电阻式冷却水温度传感器的结构原理与检修	37
(三) 热敏电阻式进气温度传感器的结构原理与检修	42
(四) 热敏电阻式水温表的结构原理与检修	48
(五) 热敏电阻式车内、外温度传感器的结构原理与检修	51
(六) 热敏电阻式蒸发器出风口温度传感器	53
(七) 热敏电阻式排气温度传感器的结构原理与检修	55

(八) 热敏电阻式电流值温度传感器的结构原理 与检修	59
二、石蜡式温度传感器的结构原理与检修	61
(一) 概述	61
(二) 石蜡式水温传感器的结构原理与检修	61
(三) 石蜡式进气温度传感器	67
三、双金属片式温度传感器的结构原理与检修	69
(一) 概述	69
(二) 冷起动喷油器温度时间开关的结构原理 与检修	69
(三) 双金属片式气体温度传感器的结构原理 与检修	74
四、热敏铁氧体温度传感器的结构原理和检修	77
五、温度传感器检修实例	83
第三章 现代汽车用流量传感器的结构原理与 检修	90
一、空气流量传感器的结构原理与检修	90
(一) 感知板式空气流量传感器(计)的结构原 理与检修	91
(二) 旋转翼片式空气流量传感器(计)的结构原理 与检修	107
(三) 卡门涡旋式空气流量传感器的结构原理与 检修	123
(四) 热线式空气流量传感器的结构原理与检修	131
(五) 量芯式空气流量传感器的结构原理与检修	145
(六) 空气流量传感器检修实例	149
二、光电式燃油流量传感器的结构原理与检修	159
三、静电式冷媒流量传感器的结构原理与检修	163

第四章 现代汽车用位置传感器的结构

原理与检修	165
一、曲轴位置传感器的结构原理与检修	165
(一) 磁脉冲式曲轴位置传感器的结构原理与检修	165
(二) 光电式曲轴位置传感器的结构原理与 检修	180
(三) 霍尔式曲轴位置传感器的结构原理与检修	186
二、节气门位置传感器的结构原理与检修	202
(一) 开关型节气门位置传感器的结构原理与检修	202
(二) 线性可变电阻型节气门位置传感器的结构 原理与检修	211
(三) 综合型节气门位置传感器的结构原理与检修	214
(四) 自动变速器控制系统的节气门位置传感器	221
(五) 红旗轿车 CA488 发动机节气门控制器的检修	222
三、液位传感器的结构原理与检修	229
(一) 浮子笛簧开关式液位传感器的结构原理与 检修	230
(二) 浮子可变电阻式液位传感器的结构原理与 检修	234
(三) 热敏电阻型液位传感器的结构原理与检修	237
(四) 电极式液位传感器的结构原理与检修	240
(五) 其他型式的液位传感器	242
四、光电式车高传感器和转角传感器的结构原理 与检修	244
(一) 光电式车高传感器的结构原理与检修	244
(二) 光电式转角传感器的结构原理与检修	252
五、溢流环位置传感器的结构原理与检修	256
六、其他位置传感器的结构原理与检修	258
(一) 超声波距离传感器	258

(二) 转向盘转角传感器	260
(三) 方位传感器和方向传感器	262
七、位置传感器检修实例	269
(一) 曲轴位置传感器检修实例	269
(二) 节气门位置传感器检修实例	271
第五章 现代汽车用速度和加速度传感器的	
结构原理与检修	280
一、发动机转速传感器的结构原理与检修	280
(一) 电磁感应式发动机转速传感器的结构原理 与检修	280
(二) 笛簧开关式发动机转速传感器的结构原理与 检修	284
(三) 其他型式的发动机转速传感器	286
二、车速传感器的结构原理与检修	287
(一) 可变磁阻式车速传感器的结构原理与检修	287
(二) 光电式车速传感器的结构原理与检修	288
(三) 电磁感应式车速传感器的结构原理与检修	292
(四) 笛簧开关式车速传感器的结构原理与检修	293
(五) 多普勒雷达型车速传感器	296
三、自动变速器输入轴转速传感器的结构原理与检修	299
四、轮速传感器的结构原理与检修	300
(一) 电磁感应式轮速传感器的结构原理与检修	300
(二) 霍尔式轮速传感器的结构原理与检修	316
五、加速度传感器的结构原理与检修	319
第六章 现代汽车用压力传感器的结构原理与	
检修	323
一、进气歧管绝对压力传感器的结构原理与检修	323
(一) 半导体压敏电阻式进气压力传感器的结构 原理与检修	323

(二) 电容式进气压力传感器的结构原理与检修	329
(三) 真空膜盒式进气压力传感器的结构原理与检修	332
(四) 北京切诺基车用压敏电阻型进气压力传感器的 结构原理与检修	336
(五) 表面弹性波式(SAW)进气压力传感器	339
二、大气压力传感器的结构原理与检修	340
三、油压开关传感器的结构原理与检修	341
四、负压开关传感器的结构原理与检修	343
五、涡轮压力传感器	344
六、电控防抱死制动系统用压力传感器的结构 原理与检修	344
(一) 丰田凌志 LS400 车用压力传感器的检修	344
(二) 戴威斯(TEVES)MK II ABS 系统压力传感器的 检修	349
七、机油压力传感器及油压表的结构原理与检修	352
八、电控汽油喷射系统燃油压力传感器(调节器) 结构原理与检修	354
九、压力传感器检修实例	361
第七章 现代汽车用气体浓度传感器的结构原理与 检修	363
一、氧(O_2)传感器的结构原理与检修	363
(一) 概述	363
(二) 氧化锆式氧传感器的结构原理	366
(三) 二氧化钛式氧传感器的结构原理	373
(四) 氧传感器的检修	377
二、稀薄混合气传感器	387
三、广域空燃比传感器	389
四、光电型散射光式烟雾浓度传感器	390
五、柴油机排烟传感器	395

第八章 现代汽车用振动传感器结构原理与

检修	399
一、爆震传感器结构原理与检修	399
(一) 爆震控制	399
(二) 爆震传感器的结构原理	403
(三) 爆震传感器的检修	408
二、碰撞传感器的结构原理与检修	411
(一) 汽车安全气囊装置的传感器系统	411
(二) 碰撞传感器的种类和安装位置	413
(三) 碰撞传感器的结构原理	420
(四) 碰撞传感器的检修	432

第九章 现代汽车用其他传感器的结构原理

与检修	437
一、光量传感器的结构原理与检修	437
(一) 日照传感器的结构原理与检修	437
(二) 光电式光量传感器的结构原理与检修	440
(三) 装有光敏二极管的灯光自动控制器用光量 传感器	442
二、湿度传感器	447
(一) 热敏电阻式湿度传感器	447
(二) 结露传感器	447
三、电流传感器	449
(一) 笛簧开关式电流传感器	449
(二) PTC 式电流传感器	451
(三) 电阻-集成电路式电流传感器	454
四、雨滴传感器	455
五、制动器摩擦片磨损检测传感器	460
第十章 现代汽车用传感器的故障诊断	462
一、传感器故障自诊断原理与故障运行	462

(一) 故障自诊断系统及故障保护功能	462
(二) 传感器故障自诊断原理与故障运行	463
(三) 传感器的故障保护	465
二、传感器故障自诊断测试	468
(一) 进入故障自诊断测试状态的方式	468
(二) 传感器故障自诊断代码的显示方式	469
(三) 故障代码的清除	474
三、典型车系故障自诊断系统应用及传感器的故障	
代码	475
(一) 日本丰田(TOYOTA)汽车故障自诊断系统	
的应用	475
(二) 日本日产(NISSAN)汽车故障自诊断系统的应用	501
(三) 日本三菱(MITSUBISHI)汽车故障自诊断	
系统的应用	509
(四) 日本本田(HONDA)汽车故障自诊断系统的应用	509
(五) 日本马自达(MAZDA)汽车故障自诊断系统的	
应用	516
(六) 日本五十铃(ISUZU)汽车故障自诊断系统的	
应用	520
(七) 日本大发(DAIHATSU)汽车故障自诊断系统的	
应用	523
(八) 日本富士重工(SUBARU)汽车故障自诊断系统	
的应用	524
(九) 韩国现代(HYUNDAI)汽车故障自诊断系统的	
应用	524
(十) 韩国大宇(DAEWOO)汽车故障自诊断系统的	
应用	526
(十一) 美国福特(FORD)汽车故障自诊断系统的	
应用	529
(十二) 美国通用(GM)汽车故障自诊断系统的应用	535

(十三) 美国克莱斯勒(CHRYSLER)汽车及北京切诺基 (Cherokee)汽车故障自诊断系统的应用	544
(十四) 德国奥迪(AUDI)汽车故障自诊断系统的 应用	546
(十五) 德国宝马(BMW)汽车故障自诊断系统的 应用	549
(十六) 德国奔驰(BENE)汽车故障自诊断系统的 应用	550
(十七) 瑞典绅宝(SAAB)汽车故障自诊断系统的 应用	556
(十八) 瑞典沃尔沃(VOLVO)汽车及天津三峰客车 故障自诊断系统的应用	558
(十九) 一汽奥迪 100 型 V6 发动机故障自诊断系统 的应用	562
(二十) 第二代随车电脑诊断系统 OBD-Ⅱ 的应用	569
四、现代汽车电控系统中主要传感器的故障 现象	576
主要参考文献	581

第一章 现代汽车用传感器

现代汽车用传感器广泛地应用于汽车电子控制系统中，为了更好地了解传感器在汽车电子控制系统中的重要作用，首先有必要介绍一下现代汽车广泛应用的电子控制技术。

一、现代汽车电子控制技术

汽车电子控制技术是汽车技术与电子技术相结合的产物。随着汽车工业与电子工业的不断发展，在现代汽车上，电子控制技术的应用越来越广泛，汽车电子化的程度越来越高。为了实现对汽车工作的实时控制，人们不得不求助于微型计算机（亦称电脑）和传感器。70年代中期，微机在汽车上成功应用后，给汽车工业带来划时代的变化，可以说，今天的汽车已进入了微机控制的年代，且日趋成熟。

（一）现代汽车电子控制技术的应用现状与发展趋势

随着汽车工业的发展，在汽车的各个系统中广泛采用了电子控制技术。下面就目前较为多见，且比较成熟的汽车电子控制技术的情况介绍如下：

1. 发动机部分

（1）最佳点火提前角（ESA）控制 点火系统可使发动机在不同转速、进气量等因素下，实现最佳点火提前角，使发动机发出最大的功率或转矩，而油耗和排放降低到最低限度。

该系统分开环和闭环两种控制。闭环控制是在开环控制的基础上，增加一个爆震传感器进行反馈控制，其点火时刻的精确度比开环控制高，但排气净化稍差些。

(2) 最佳空燃比控制 空燃比的控制是电控汽油喷射发动机的一项主要内容。它能有效地控制混合气空燃比,使发动机在各种工况及各种因素的影响下,空燃比都能达到最佳值,从而实现提高功率、降低油耗、减少排气污染等功效。

闭环控制是在开环控制的基础上,在一定条件下,由电控单元 ECU (微机) 根据氧传感器输出的混合气(空燃比)信号,修正燃油供应量,使混合气空燃比保持在理想状态。

该系统分电子反馈化油器系统和电子控制汽油喷射系统两种,其中电子控制汽油喷射系统的性能更优越,化油器式已趋于淘汰。

(3) 排气再循环(EGR)控制 该系统是将一部分排气引入到进气侧的新鲜混合气中,以抑制发动机有害气体(氮的氧化物 NO_x) 生成。该系统能根据发动机的工况,适时的调节排气再循环的流量,以减少排气中的有害气体 NO_x ,它是一种排气净化的有效手段。

(4) 怠速控制 (ISC) 该系统能根据发动机冷却水温及其他有关参数,如空调开关信号、动力转向开关信号等,使发动机的怠速转速处于最佳状态。

(5) 断缸控制 当发动机处于部分负荷下运行时,电控单元 ECU 指令切断几个气缸的燃油供应与点火,停止几个气缸工作,则剩下各缸的工作效率得到增大,从而提高了发动机的效率并降低了燃油消耗。而当功率不能满足要求时,再恢复一个或几个气缸工作。电控单元 ECU 根据从空气流量传感器传来的负荷信号,可以判定何时需要断缸,并实现从一个工况转移到另一个工况。

(6) 涡轮增压发动机增压压力的控制 在有些涡轮增压汽油发动机上,装有电子增压压力控制装置。在发动机工作

中，能保证得到最佳增压值，它可以通过降低增压压力阻止爆震燃烧。由于增压发动机上的排气温度较高，不大可能单纯地用点火调节来控制爆震，若单一地用降低增压压力来防止爆震，又可能引起发动机性能降低，一般采用点火正时调节和降低增压压力相结合的办法。控制系统进行的调节是：当电控单元鉴别出爆震之后，即刻将点火提前角向延迟方向推移，同时又平行地降低增压充气压力。在点火提前角改变已经生效时，充气增压压力可以慢慢下降。随着增压压力的降低，通过爆震调节器又将点火提前角调到最佳值。

(7) 发电机输出电压的控制 电控单元 ECU 根据发动机转速、蓄电池温度及有关信息，通过控制磁场电流的方法来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 使磁场电路接通的相对时间变短，减弱磁场电流，降低发电机电压；当发电机输出电压低于额定值时，ECU 使磁场电路接通的相对时间变长，增强磁场电流，提高发电机电压。

(8) 电控加速踏板 在电控加速踏板中装一个电位器作为传感器，用传感器将加速踏板位置的信息传送给电控制单元 ECU，同时采集发动机工况参数的其他传感器，也把信息分别输入电控单元 ECU，微机计算出节气门位置的理论值，这个理论位置与发动机运行参数、加速踏板位置都有关。随后电控制单元 ECU 又通过一个外部控制装置，把节气门位置调到计算的理论值处，从而避免了加速踏板传动机构中，由于间隙、摩擦磨损所产生的误差，可以在燃油消耗优化的前提下，得到较好的加速性能。

(9) 停车起动控制 停车起动控制是降低怠速燃油消耗量的一种方法，它使发动机在需要输出功率时才运转，在汽车不需要驱动功率时，关闭发动机，这样就可以降低燃油消

耗，同时达到降低排气污染和降低噪声的目的。该控制系统是通过一个附加电控单元输出信号，根据发动机停车或起动来抑制喷油脉冲。在汽车停车时间长达数秒之后，该装置将喷油切断。其工作方式是：当离合器脱开，汽车停车或车速约为 2km/h 时，发动机就停机。如再次起动，将离合器踏板踩到底，踏下加速踏板，只要加速踏板踩到其总行程的三分之一，发动机由起动机起动。

除以上控制装置外，对发动机部分进行控制的内容还有：电动汽油泵控制、冷却风扇控制、发动机排量控制、节气门正时控制、二次空气喷射控制、油气蒸发及系统自我诊断等，这些控制在不同类型的汽车上，已经逐渐地被采用。

另外，随着微机技术的进一步发展，微机将会在现代汽车上承担更重要的任务，如控制燃烧室的容积和形状、控制压缩比、检测汽车零件逐渐增加的机械磨损等。

2. 底盘部分

(1) 电控防抱死制动系统 (ABS) 该系统能在各种路面上，在汽车制动时防止车轮抱死，提高制动效能，防止汽车在制动和转弯时产生侧滑，它是保证行车安全，防止事故发生的重要设备。国外汽车上多作为标准设备采用。

(2) 电控自动变速器 该装置能根据发动机节气门开度和车速等行驶条件，按照换档特性，精确的控制变速比，使汽车处于最佳档位。它具有提高传动效率、降低油耗、改善换档舒适性、汽车行驶平稳性以及延长变速器使用寿命等优点。

(3) 电控动力转向 电控动力转向的型式较多，目前有电子控制前轮、后轮及前后四轮转向系统。它们分别具有不同的优点，如可获得最优化的转向作用力特性、最优化的转向回正特性、改善行驶的稳定性以及节能降低成本等；有的

主要是为了提高转向能力和转向响应性；有的主要用来改善高速行驶时的稳定性。

(4) 电控悬架 该系统能根据不同路面状况和驾驶情况，控制车辆高度，调整悬挂的阻尼特性及弹性刚度，改善车辆行驶的稳定性、操纵性和乘座的舒适性。

(5) 巡航控制系统 (CCS) 该系统一般称为恒速行驶系统。汽车在高速公路上长时间行驶时，打开该系统的自动操纵开关后，恒速行驶装置将根据行车阻力自动增减节气门开度，使汽车行驶速度保持一定。

3. 行驶安全方面

(1) 安全气囊系统 (SRS) 该系统是国外汽车上的一种常见的被动安全装置。在车辆相撞时，由电控单元 ECU 用电流引爆安置在方向盘中央（有的在仪表板杂物箱后边）气囊中的氮化合物，像“火药”似的迅速燃烧产生氮气，瞬间充满气囊，所有动作在 0.02s 内完成。安全气囊的作用是在驾驶员与方向盘之间，前座乘员与仪表板间形成一个缓冲软垫，避免硬性撞击而受伤。此装置一定要与安全带配合使用，否则效果大为减小。

(2) 防撞系统 该系统有多种型式：在汽车行驶中，当两车间的距离小到某一距离时，即自动报警，若继续行驶，则会在即将相撞的瞬间，自动控制汽车制动器将汽车停住；有的是在汽车倒车时，显示车后障碍物的距离，有效地防止倒车事故发生。

(3) 驱动防滑系统 该装置是在防抱制动系统的基础上开发的，两系统有许多共用组件。当驱动轮上的轮速传感器，感受到驱动轮打滑时，电控单元便通过制动或通过油门降低转速，使其不再打滑，实质上是一种速度调节器。它可以在起