

吴定才 编

# 汽车电子控制系统

# 构造与维护



人民交通出版社

汽车电子控制系统构造与维护

人民交通出版社

Qiche Dianzi Kongzhi Xitong Gouzao yu Weihu

# 汽车电子控制系统构造与维护

吴定才 编

人民交通出版社

---

## 内 容 提 要

本书的主要内容有:汽车发动机电子控制系统、汽车电子控制防抱死制动系统、汽车驱动防滑系统、汽车电子控制自动变速器、悬挂系统、动力转向系统、巡航控制系统、空调、照明、防盗等的功用、组成、结构、原理及维护、检测、故障诊断及排除等方面的基本知识,可供广大汽车管理、使用、维修和教学人员阅读,也可供汽车爱好者自学参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电子控制系统构造与维护/吴定才编. — 北京:  
人民交通出版社, 2000.8  
ISBN 7-114-03709-0

I. 汽… II. 吴… III. ① 汽车-电子控制-构造  
② 汽车-电子控制-车辆修理 IV. U472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 64292 号

24.26/24

### 汽车电子控制系统构造与维护

吴定才 编

正文设计: 王秋红 责任校对: 张捷 责任印制: 张凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京东旭印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张: 16.75 字数: 420千

2000年9月 第1版

2000年9月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—3000册 定价: 26.00元

ISBN 7-114-03709-0

U·02683

# 《汽车电子控制系统构造与维护》 编 委 会

主 任:王立友

副主任:方沛元 阎瑞海

编 委:吴定才 刘念江 刘 爽 杜俊章

王 志 刘施华 邓汉清 王定绪

朱云钟 刘安富

# 前 言

汽车是一种现代化的交通运输工具,而且越来越得到普及发展。因为它不仅是一种灵活机动的运输工具,能给人们的工作、生产、生活带来方便,而且还赢得一定的时间,拓展人们的活动范围。因此,汽车已进入千家万户,成为人们生产、工作、学习、生活的得力工具。如果说发动机是汽车的“心脏”,而电路是汽车的“神经系统”,那么电子控制系统则可以说是汽车的“神经中枢”。汽车的故障有38%左右发生在电器部分,尤其是汽车电子控制系统在缺乏或没有资料的情况下,给用户和维修人员带来了很大困难。基于此,为了满足广大汽车管理、使用、维修和教学人员以及汽车爱好者的需要,特编写了此书。

本书较详细地介绍了汽车发动机电子控制系统、汽车电子控制防抱死制动系统(ABS)、汽车驱动防滑系统(ASR)、汽车电子控制自动变速器、汽车电子控制悬挂系统、汽车电子控制动力转向系统、汽车电子巡航控制系统、汽车信息显示系统、汽车空调及自动控制系统、汽车照明电子控制系统、汽车车速电子控制系统、汽车风窗刮水、洗涤和除雾装置、汽车电动车窗和中央门锁系统、汽车遥控防盗系统、汽车安全气囊、汽车电动座椅、收音机、汽车电动后视镜、汽车电动遮阳顶篷、汽车车身电子调节等的功用、组成、结构、原理及维护、检测、故障自诊断测试及故障判断与排除。

本书内容丰富,文字简明,图文并茂,通俗易懂,切合实用。在编写过程中,得到了许多领导和同志的指导、关心和支持。在此,一并表示衷心的感谢!

鉴于作者水平有限,加之资料欠缺,书中难免有不当之处,恳请同仁及读者斧正。

编 者

# 目 录

绪论	1
第一章 汽车发动机电子控制系统	6
第一节 概述	6
第二节 传感器的结构与工作原理	7
第三节 执行器的结构与工作原理	24
第四节 微机控制装置的构成与控制方式	33
第五节 故障自诊断测试	45
第二章 汽车电子控制防抱死制动系统(ABS)	49
第一节 电子控制防抱死制动系统(ABS)概述	49
第二节 电子控制防抱死制动系统的结构与工作原理	58
第三节 电子控制防抱死制动系统的正确使用与维护	66
第四节 电子控制防抱死制动系统的故障自诊断测试	73
第三章 汽车驱动防滑系统(ASR)	83
第一节 ASR 的基本原理	83
第二节 ASR 的基本结构与功用	84
第三节 ASR 的控制方式	85
第四节 ASR 的控制机构	86
第五节 几种 ASR 系统的比较	87
第四章 汽车电子控制自动变速器	90
第一节 电子控制自动变速器的概述	90
第二节 电子控制自动变速器的组成与结构	91
第三节 电子控制自动变速器的控制原理	97
第四节 电子控制自动变速器系统的结构与原理	99
第五节 电子控制自动变速器的使用与维护	108
第六节 电子控制自动变速器的故障自诊断测试	116
第五章 汽车电子控制悬挂系统	119
第一节 电子控制悬挂系统概述	119
第二节 电子控制悬挂系统的工作原理	120
第三节 主动式空气悬挂系统的结构与原理	126
第四节 丰田电子控制主动式空气悬挂系统	134
第六章 汽车电子控制动力转向系统	137
第一节 电子控制动力转向系统概述	137
第二节 电子控制动力转向系统的结构与工作原理	139
第三节 电子控制动力转向系统实例	142

<b>第七章 汽车电子巡航控制系统 (CCS)</b> .....	148
第一节 汽车电子巡航控制系统概述 .....	148
第二节 汽车电子巡航控制系统的基本原理 .....	150
第三节 汽车电子巡航控制系统的结构与原理 .....	151
第四节 丰田凌志汽车电子巡航控制系统 .....	155
<b>第八章 汽车信息显示系统</b> .....	159
第一节 汽车传统仪表 .....	159
第二节 汽车信息显示系统 .....	164
第三节 电子显示器件及电子仪表 .....	176
第四节 汽车仪表的正确使用与检验 .....	189
<b>第九章 汽车空调及自动控制系统</b> .....	193
第一节 汽车空调技术概述 .....	193
第二节 汽车空调系统的结构与工作过程 .....	194
第三节 汽车空调系统的控制 .....	203
第四节 电控气动的自动空调系统 .....	206
第五节 全自动汽车空调系统 .....	210
第六节 微型计算机控制的汽车自动空调系统 .....	212
第七节 汽车空调电路 .....	215
<b>第十章 汽车电子控制辅助电器系统</b> .....	218
第一节 汽车照明与电子控制照明系统 .....	218
第二节 汽车电子控制风窗刮水、洗涤和除霜装置 .....	223
第三节 汽车电动车窗和中央门锁系统 .....	230
第四节 遥控汽车防盗系统 .....	236
第五节 汽车安全气囊 .....	242
第六节 汽车电动座椅 .....	247
第七节 汽车收音机 .....	249
第八节 汽车电动后视镜 .....	252
第九节 汽车电动遮阳顶篷 .....	253
第十节 汽车车身电子调平系统 .....	253
<b>第十一章 车身微机系统</b> .....	256
第一节 车身微机的信息来源及信息处理 .....	256
第二节 车身微机的控制功能 .....	256
第三节 车身微机的防干扰措施 .....	257
第四节 车身微机系统的诊断功能 .....	258
<b>参考文献</b> .....	259

# 绪 论

本书是以汽车构造、电工学、电子学、计算机、控制技术与通讯技术为基础,研究现代汽车电器电子系统的组成、结构、原理、特性、检测和使用维修的实用技术。汽车电子技术是汽车技术与电子技术相结合的产物,在汽车技术进入机电一体化阶段的今天,其地位极为重要。它正在汽车技术领域发展成为一门独立的分支学科。

电子控制系统是汽车的重要组成部分,其性能的优劣将直接影响汽车的动力性、经济性、可靠性、安全性、排气净化及舒适性等。

## 1. 汽车电器概况

汽车在 1886 年发明时,是纯机械产品。当时除汽油机和煤气机使用了磁电机或蓄电池点火器外,还没有其它的车用电器。

随着汽车的逐步成型,特别是自 1901 年正式装车使用铅蓄电池后,汽车电器便不断发展,不仅装上了灯光、喇叭、转向信号灯及制动信号灯,也装上了直流发电机和直流起动机,汽车电器基本趋于定型。但当时,汽车仍属于纯机械产品,其所配的电器都属于“辅助设备”。直到 1950 年前后,汽车电器才被列为汽车的四大总成之一,即发动机、底盘、车身、电器。

汽车电器分为电源系、起动系、点火系、照明系、信号系、仪表系和辅助电器。

传统的汽车电器虽然并不复杂,但由于采用单线制,且属于低压大电流系统,使用条件又十分恶劣,故障率高(约占汽车故障 2/3)。究其原因,既有设计上的原因(新型电器开发困难),制造上的原因(伪劣产品多);也有使用上的原因(懂机不懂电,使用不当)。

## 2. 汽车电子技术的发展过程

汽车电子技术的发展大致可分为三个阶段:

第一阶段活跃时期(1960~1975年)。1960年后随着半导体技术的新突破,电子技术也开始在汽车上得到运用。汽车上最初采用的电子装置只是收音机。1962年美国开发了交流发电机用整流器,从此开始在汽车上采用交流发电机,揭开了电子化时代的序幕。1971年又开始采用晶体管电压调节器和晶体管点火装置。1967年波许公司开发生产了用进气管绝对压力控制空-燃比的 D-Jetronic 模拟式电子控制汽油喷射系统,率先达到美国加州排放法规要求,开创了汽油喷射电子控制新时代。1973年又改进成精度更高的 L-Jetronic 电控汽油喷射系统。

60年代末至70年代初,美国、日本还相继开发出电子控制防抱死制动装置(ABS)和发电机集成电路调节器。

这一阶段的汽车电子装置,一般由分立元件和集成电路 IC 组成,主要是代替机械部件的作用。但产品成本高,且采用模拟电路,控制较复杂,所以,未能在汽车上进一步推广使用。

第二阶段成长发展时期(1975~1985年)。这时期由于计算机技术的迅速发展,1976年,美国在汽车上装用了微电脑,当时装用微电脑的目的在于用于电子化油器及电控汽油喷射系统,以降低油耗和排污。在汽车上成功地装用微电脑并越来越多地装用微电脑,标志着汽车的电子化开始了,汽车进入了微机控制时代。



汽车之所以要电子化,其根本的原因在于:汽车作为一种日益普及的热力机械、现代化的交通工具,已经遇到了致命的难题。一是能源危机,越来越多的汽车与日益枯竭的石油资源形成了尖锐的矛盾。因为全世界至今已探明的并可开采的石油贮藏量仅为 1000 亿 t,而全世界在用汽车保有量已达 6 亿辆。接近几年来每年石油开采量 30 亿 t 计算,如果不能发现新的油田,那么大约只需再过 30 年,世界上就没有石油了。而在这 30 年中,如果没有可靠实用的新型代用燃料,如原子能或太阳能汽车尚未成熟,那么汽车怎么办?这就是迫使汽车必须降低油耗。二是环境污染,众多的汽车所排放的有毒物质(如 CO、HC、NO)越来越多,不仅直接危害人类健康,也直接破坏人类赖以生存的地球环境,这就迫使汽车必须排气净化。汽车要节油及净化,若仅从传统的机械结构上想办法几乎已无能为力,且仅以传统的机械手段也不可能再有更大的突破,如果没有材料上的革命和燃烧理论的突破,内燃机的热效率仅有 30%(汽油机)~40%(柴油机)。正在汽车技术一筹莫展的时候,电子技术的突飞猛进给汽车技术带来了希望。因为很明显,电子控制技术不仅功能多,成本低;而且其控制精度远远优于机械控制。所以,尽管美国加州 1966 年首先颁发了极其严格的汽车排放法规,曾令一些汽车厂减产和停产,但由于成功地装车使用了电子点火系统和电控燃油喷射系统,1976 年又成功地装车使用了电子计算机,不仅排放合格,油耗更低;而且使用性能更好。于是,从此后各国都竞相研制汽车电子产品。

汽车电子控制装置开发最早、最重要部分是从发动机控制开始的。而发动机的电子控制技术又首先是从控制点火时刻开始的。它从单一项目的控制,发展到功能的控制,即从单一的控制点火时刻开始,逐步扩展到控制排气再循环、空-燃比、怠速转速等到多项内容的发动机综合控制系统,后来称为发动机集中控制系统。由于电子技术在发动机控制中取得了成功经验,尔后在汽车上展开了全面应用。电子控制技术已渗透到汽车的各个组成部分,底盘、车身、辅助电器系统。

这一阶段的特点是主要发展专用的独立控制系统。

第三阶段迅速发展时期(1985 年~现在)。这一时期是高科技迅速发展的时期,汽车电子产品研制开发的竞争十分激烈,主要侧重于汽车性能的进一步提高和各种功能的进一步完善,以及减少汽车重量。新推出的具有代表性的产品主要是:车速自动控制、动力转向控制、信息显示控制、驱动防滑系统(ASR)、电子门锁控制、安全气囊、自动空调系统、自动车窗和座椅调节系统、导航系统、汽车电话以及汽车故障自诊断系统等。在控制系统开发上则由原来单一功能的控制转向各种功能的综合控制以及车辆整体系统的控制。

### 3. 汽车电子化发展方向

21 世纪汽车电子控制技术发展的目标是:环境保护、节约能源、安全性和智能性。汽车电子控制技术的发展方向是:发展整车控制技术,使整车控制智能化。为了在各个控制系统间进行信息交换,采用汽车内部网络作为解决当前分散控制问题的方法。因为通过汽车内部网络的信息通讯可实现汽车高度的集中控制及故障集中诊断,完成系统间各种必要的信息传递与交换。同时,控制系统应具有很高的可靠性,为此,正在考虑采用诸如双系统的概念或控制监视功能。目前,有些国家正在研制一种无人驾驶汽车,这种汽车具有很高智能程度的全自动操纵系统,包括在各种车速下,在安全距离范围内的路面及障碍的自动检测系统、自动处理系统及自动控制系统(如自动控制车速、自动转向、自动制动、自动换档、自动牵引及自动防撞、故障自诊断系统与工况自调整系统等)。为此,不仅车用传感器不断增多,车用微处理机也不断增多,并逐步向集中控制的“机器人”方向发展。

#### 4. 汽车电子控制系统的应用

随着汽车电子化的发展,发达国家在汽车的各个系统上竞相采用电子控制装置,可以说是日新月异,层出不穷,令人眼花缭乱了。但是他们的发展也是不平衡的,且各有特点,而且就某一厂家的某一车型来说,过去和现在也有较大差别,即使是同时期生产的某一车型,销售地区不同,采用的电子控制装置数量也可能不一样。目前比较多见、成熟的汽车电子系统,主要是电子控制系统,由发动机电子控制、底盘电子控制,车身电子控制、信息传递部分组成。

##### 1) 汽车发动机电子控制

发动机电子控制包括燃油喷射控制、点火时间控制(ESA)、怠速运转控制(ISC)、排气再循环控制(EGR)、发动机爆燃控制和其它相应的控制以及自诊断系统、后备系统等。发动机电子控制能最大限度地提高发动机的动力性,改善发动机运转的经济性,同时尽可能降低汽车尾气中有害物质的排放量。

##### (1) 燃油喷射控制

燃油喷射控制主要是最佳空-燃比的控制。它能有效的控制混合气空-燃比,使发动机在各种工况下及有关因素的影响下,空-燃比达到最佳值,从而实现提高功率、降低油耗、减少排气污染度功效。

该系统可分为开环与闭环两种控制。闭环控制是在开环控制的基础上,在一定条件下,由微机根据氧传感器输出的混合气(空-燃比)信号,修正燃油供给量,使混合气空-燃比保持在理想状态。

该系统分电子反馈式化油器系统和电子燃油喷射系统两种,其中电子燃油喷射系统的性能显得更优越,化油器式已趋于淘汰。

##### (2) 点火时间控制(ESA)

该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,使发动机能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。闭环是在开环的基础上,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高,但排气净化稍差些。

##### (3) 怠速控制(ISC)

该系统能根据发动机冷却水温度及其它有关参数,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。

##### (4) 排气再循环控制(EGR)

该系统是将一部分废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 $\text{NO}_x$ )生成。该系统能根据发动机工况,适时的调节排气再循环的流量,以减少排气中的有害气体 $\text{NO}_x$ 。它是一种排气净化的有效手段。

##### 2) 汽车底盘电子控制

底盘电子控制包括防抱死制动控制(ABS)、驱动防滑控制(ASR)、自动变速器电子控制、悬挂系统控制、电子控制动力转向、四轮转向(4WS)控制、巡航控制系统(CCS)。

##### (1) 制动防抱死(ABS)和驱动防滑系统(ASR)

ABS和ASR都是汽车的主要安全装置,ABS可防止汽车制动时车轮被抱死,产生侧滑,提高车辆的行驶稳定性的操纵性;ASR是用来防止汽车起步和加速时驱动轮打滑,从而使车辆在起步或加速时的操纵性和稳定性处于最佳状态。

##### (2) 电子控制自动变速器

该装置有多种形式。它能根据发动机节气门开度和车速等行驶条件,由微机按照换挡特性和换挡规律,精确控制变速比,使汽车达到最佳档位。它与机械系统比较,具有高精度动力传动效率、低油耗,改善换挡舒适性,汽车行驶的平稳性以及延长使用寿命等优点。

### (3)电子控制悬挂系统

悬挂系统控制可根据不同的路面状况和车辆运行工况,自动控制车身高度,调整悬挂的弹性刚度和阻尼,改善车辆行驶稳定性、平顺性、操纵性和乘坐舒适性。

### (4)电子控制动力转向系统

该系统是一种转向动力放大装置,可根据车速、转向角、转矩等传感器信号自动控制施加在转向盘上的转向力,使汽车在停车或低速行驶时转动转向盘所需的力减小,而汽车在高速行驶时转动转向盘所需的力增大,即在各种行驶条件下实现转向上所需的力都是最佳值。全电子控制动力转向可提供回正力矩和阻尼力矩,从而获得最优转向回正特性,且大大改善车辆行驶稳定性。此外,电子控制动力转向还可获得最优化的转向作用力特性,提高转向响应性。

### (5)四轮转向(4WS)控制

四轮转向(4WS)控制是由安装在后悬挂处,用于操纵后轮转向机构及前轮转向机构。它可使驾驶员能对汽车前、后四个车轮进行转向操纵,改善车辆低速行驶时转向的灵活性,提高高速行驶时的稳定性和可控制性。

### (6)巡航控制(CCS)

巡航控制(CCS)是指汽车的恒速行驶控制。该控制系统是根据车速传感器、定速控制开关及定速取消开关信号,通过进气管的真空气度或直流电机控制节气门开度来保持预先设定车速的,而驾驶员不需脚踩加速踏板。汽车在高速公路上长时间行驶时,可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,以减轻驾驶员驾车的疲劳。

### 3)汽车车身电子控制

汽车车身电子控制包括车用空调控制、车辆信息显示,挡风玻璃的刮水器控制、灯光控制、汽车门锁控制、汽车车窗控制、电动座椅控制、安全气囊与安全袋控制、防撞与防盗安全系统等。

#### (1)汽车空调控制系统

车用全自动空调的电子控制器是根据各种温度传感器(车内温度、车外温度、太阳辐射强度、蒸发器温度、发动机冷却液温度等)输入的信号,计算出经过空调热交换器后送入车内应该达到的出风温度。对混合气调节器开度、风扇驱动电机转速、冷却器风门(或加热器风门)、压缩机等进行控制、自动地将车内温度保持在设定的温度值范围内,使车内的温度、湿度始终处于最佳值,为驾驶员和乘员提供一个舒适的乘坐环境。

#### (2)信息显示系统

车辆信息显示系统也称驾驶员信息系统。该系统正处于发展和完善阶段,由车况监测部件、车载计算机和电子仪表3部分组成。汽车车况监测是使传统仪表盘报警功能的发展,主要通过液位、压力、温度、灯光等传感器,监测发动机系统,制动系、电源系统以及车灯的故障。车载计算机提供的信息能提高行车的安全性,燃油经济性及乘坐舒适性。它能使驾驶员获得平均油耗、瞬时油耗、平均车速、可行驶里程、驾驶时间、时钟温度等有关正确驾驶的信息。这些信息在需要时才能通过键盘和按钮调出。电子仪表为驾驶员提供汽车行驶时最基本的操作信息(车速、发动机、机油温度、水温、行驶里程等),且这些信息连续在仪表板上显示。

### (3)汽车电子灯光控制系统

汽车电子灯光控制系统可根据光传感器检测到的车外天气光亮情况的信号,自动的将后灯和前照灯接通或切断,以提高汽车使用的便利性和行驶安全性。

### (4)安全气囊控制系统

安全气囊控制系统是一种被动安全保护装置。其功用是当传感器检测到撞车事故发生时,即向控制器发送信号,而当判断电路根据传感器送来的信号值判断为严重撞车情况时,即触发。装在转向盘内的氮气发生器(膨胀器),点燃气体发生剂,产生与高压氮气迅速吹胀气囊。吹胀的气囊将驾驶员与转向盘和挡风玻璃隔开,以防止撞车过程中,驾驶员的头部和胸部直接撞在转向盘或挡风玻璃上发生伤亡事故。

### 4)汽车信息传递

汽车信息传递系统通常包括多路信息传递,汽车导航和蜂窝式移动电话部分。

#### (1)多路信息传递系统

多路信息传递系统由显示器电子控制器、具有操作开关的显示器(监视器)和其它各种电子控制器(光盘、电视、音响、全球定位系统、移动电话等控制器)组成。每个电子控制器通过通讯网络与其它电子控制器相连。显示器电子控制器作为主控制器,通过多路通讯网络进行通讯及整个系统的控制,由显示器显示诸如行车用的交通地图信息资料、汽车油耗情况以及车辆行驶过程的信息等。

#### (2)汽车导航系统

汽车导航系统由 GPS 接收机、电子地图等组成。

导航定位系统通过 GPS 接收机接收卫星信号,解算出自身经纬度坐标,然后与微机内的电子地图匹配,在屏幕上动态显示车辆运行轨迹,驾驶员便可对当前车位一目了然。GPS 系统和地理信息系统(GIS)可提供大量有用信息,满足车辆定位与导航,交通管理与监控的需要,并为驾驶员提供旅馆、加油站、修车厂等信息服务。

#### (3)蜂窝式移动电话

蜂窝式移动电话与常规电话不同。首先,蜂窝式移动电话的话机及拨号的按键直接与无线电发射接收器相连,不采用电话线;其次,是电话可随汽车移动。当通讯开始时,移动电话需要选择一个适合的无线电波的频道,且必须通过基地站的程控电子开关板来控制蜂窝式移动电话与基地站连接。由于蜂窝式移动电话是四处移动,因此,还必须了解移动电话所处的位置(即汽车所处位置)。这样蜂窝式移动电话才能被覆盖该地区的基地站所接通,同时还与汽车所用的移动电话的计费问题相联系。美国的蜂窝式移动电话系统从基地站发射出的无线电频率在 870 ~ 890MHz 之间,而车载无线电话发射/接收两用机的发射频率在 825~845MHz 之间。

# 第一章 汽车发动机电子控制系统

## 第一节 概 述

### 1. 发动机电子控制系统的控制内容及种类

随着汽车电子化的发展,发达国家在汽车的各个系统上竞相采用电子控制装置,其中发动机电子控制技术开发应用得最早。发动机可燃混合气的空-燃比和点火时刻是影响发动机动力性、经济性和排气净化性能的两个主要因素。因此,精确地控制空-燃比和点火时刻自然是发动机电子控制的主要内容,其辅助控制内容还有:怠速、排气再循环、发电机、电动燃油泵、冷却风扇、二次空气喷射、进气增压、极限转速、闭缸工作及系统自诊断等功能。它们在不同类型的汽车上,或多或少的被应用。但是,60年代末至70年代初发动机上使用的是模拟电路控制装置,用来进行多种功能的控制并不简单。在模拟电路中,如果要追加控制功能,就需要追加与实现这种功能相应的控制逻辑电路。如果组合两种以上的功能,电子控制装置的尺寸就变得过大,这对安装空间受限制的汽车来说不够现实。因此,那个时代的发动机电子控制系统一般是由具备各自控制机能的多个单独控制装置构成。直到70年代末期,在汽车电子控制领域开始应用微机技术,使得追加控制功能变得非常容易。这样,可以使以控制空-燃比和点火时刻为主的多种控制功能集中在一个电子控制单元上,发动机的这种多功能控制系统被称作为集中控制系统。若发动机的空-燃比和点火时刻等功能分别由各自独立的电子控制单元控制,则称作为单独控制系统。发动机电子控制系统是从单独控制系统发展到集中控制系统的。1979年是发动机电子控制技术硕果累累的一年。世界主要汽车公司在这一年都相继推出了集中控制系统。表1-1列出了世界主要汽车公司发动机电子控制系统的应用情况。

世界主要汽车公司发动机电子控制系统

表 1-1

控制类型	公 司	系统名称	应用年份	主要控制功能
单独控制系统	克莱斯勒	ELBS	1976	点火时刻
	通用	MISAR	1977	点火时刻
	福特	EEC	1977	点火时刻,废气再循环
	波许	D - Tetriconic	1967	燃油喷射
	波许	L - Jetronic	1973	燃油喷射
	波许	KE - Jetronic	1982	燃油喷射
集中控制系统	日 产	ECSS	1979	点火正时,燃油喷射
	福 特	EEC - IV	1979	点火正时,燃油喷射
	通用	DEFI	1979	点火正时,燃油喷射
	波许	Motronic	1979	点火正时,燃油喷射
	丰 田	TCCS	1980	点火正时,燃油喷射
	三 菱	ECI	1980	点火正时,燃油喷射
	五 十 铃	I - TEC	1981	点火正时,燃油喷射
	卢卡斯	EMS	1982	点火正时,燃油喷射

## 2. 发动机电子控制系统的组成及功用

发动机电子控制系统主要由以下 3 个部分组成:

### 1) 传感器

传感器是装在发动机各部位的信号转换装置,用来测量或检测表征发动机运转状态的各种物理、化学和电参数,并将它们转换成计算机能接受的信号后传送给电控单元。主要的传感器有:空气流量计、进气歧管绝对压力传感器、进气温度传感器、冷却水温度传感器、曲轴位置传感器、节气门位置传感器、氧传感器和爆震传感器等。

### 2) 电控单元

电控单元是以微处理器为核心的微机控制装置。它的功用是对各种传感器输送来的信息进行运算、处理和分析判断,然后发出各种控制指令,使执行器按规定动作。电控单元还具有故障监测功能,能将系统中发生的故障存贮记忆下来,为维修提供依据。它还能在系统中发生某些故障时自动的启用发动机的后备系统,防止车辆停驶。

### 3) 执行器

执行器是根据电控单元的控制指令来完成各种相应动作,对发动机运转进行调整的装置。主要的执行器有:电磁喷油器、点火装置、怠速空气调整器、废气再循环控制阀、电动燃油泵和增压压力控制阀等。

## 第二节 传感器的结构与工作原理

用于汽车发动机电子控制系统的传感器有:流量传感器、压力传感器、速度传感器、加速度传感器、位置传感器、温度传感器、浓度传感器和爆震传感器等,不同型号或不同生产年代的发动机电子控制系统所采用的传感器数量多少不一,即使是同一类的传感器也有多种结构型式。

传感器的性能指标包括精度、响应特性、可靠性、耐久性、结构是否紧凑、适应性、输出电平 and 制造成本等。由于现代发动机电子控制系统已大多采用数字式微型计算机,因此对传感器的性能要求已变得宽松一些,如下所述:

①线性特性不一定重要。因为即使线性特性不良,只要再现性好,通过微机也能修正计算。

②传感器的数量不受限制。发动机电子控制系统能把传感信号完全变成电信号,则无论数量怎样多,也能轻易地处理。事实上,随着微型计算机在汽车上的应用,传感器的数量已飞速增加。只要把各种传感器的信号送入微机处理,就可以实行发动机的高精度控制。

③传感器信号可以共用和加工。一种传感器信号,可以用于多个因素的控制,如可以把速度信号微分,求得加速信号等,进行类似的信号加工。

④可以进行间接测量。例如,获得进气歧管绝对压力(密度)、转速以及作为转速的函数的充气系数,并把这些数值事先存入微机的存贮器里,就能通过微机计算求得充气量(质量流量)。

表 1-2 举例列出了汽车用传感器所要求的测量范围和精度。

现将介绍发动机电子系统中常见传感器的结构、原理及信号输出特性。

### 1. 空气流量传感器

空气流量传感器是将吸入的空气量转换成电信号送至微机(TCU),作为决定喷油量的基本信号之一,按其结构型式可以分为以下 4 种:

汽车用传感器的测量范围和精度

表 1-2

测定项目	测定范围	精度要求 (%)
进气歧管压力(kpa)	10 ~ 100	±2
空气流量(kg/h)	6 ~ 600	±2
温度(℃)	-50 ~ 150	±2.5
曲轴转角(°)	10 ~ 360	±0.5°
燃油流量(L/h)	0 ~ 110	±1
排气中的氧浓度	$\lambda = 0.4 \sim 1.4$	±1

①翼片式空气流量传感器 - 为体积流量型,60~70年代较为流行。

②卡门旋涡式空气流量传感器 - 为体积流量型,多见于三菱和丰田汽车。

③热线式空气流量传感器 - 为质量流量型,80年代初开发研制,现已广泛应用。

④热膜式空气流量传感器 - 为质量流量型,美国通用汽车公司研制,大多应用在通用公司和日本五十铃公司生产的汽车上。

1)翼片式空气流量传感器

(1)结构

翼片式空气流量传感器又称活门式或叶片式空气流量计,由翼片部分、电位计部分和接线插头3部分组成,如图 1-1 所示。

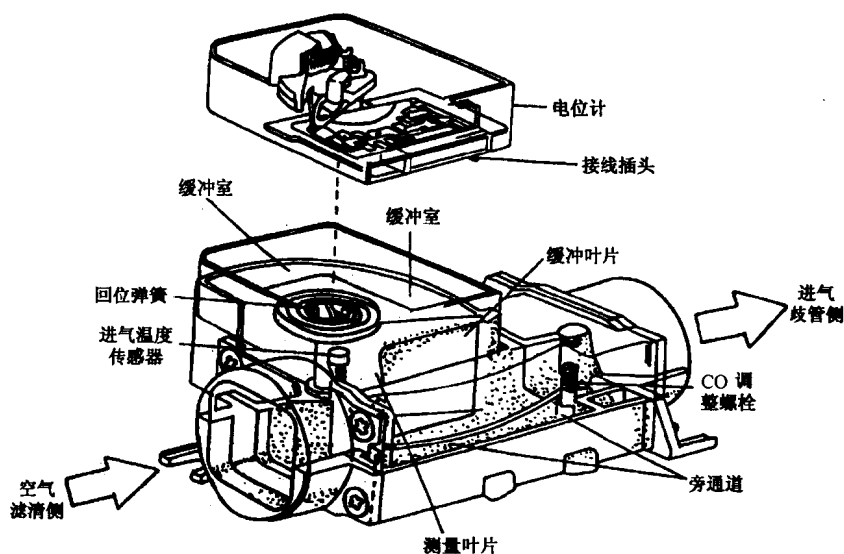


图 1-1 翼片式空气流量传感器的构造

①翼片部分

如图 1-2 所示,翼片由测量叶片和缓冲叶片构成,两者铸成一体。翼片转轴安装在空气流量传感器的壳体上,转轴一端有螺旋回位弹簧(安装在电位计部分内)。回位弹簧的弹力与吸入空气气流对测量叶片的推力平衡时,翼片即处于稳定位置。测量叶片随空气流量的变化在

空气主通道内偏转,同时,缓冲叶片在缓冲室内偏转,缓冲室对翼片起阻尼作用。其设计目的在于,当发动机吸入空气量急剧变化和气流脉动时,减小翼片的脉动,使翼片运转平稳。

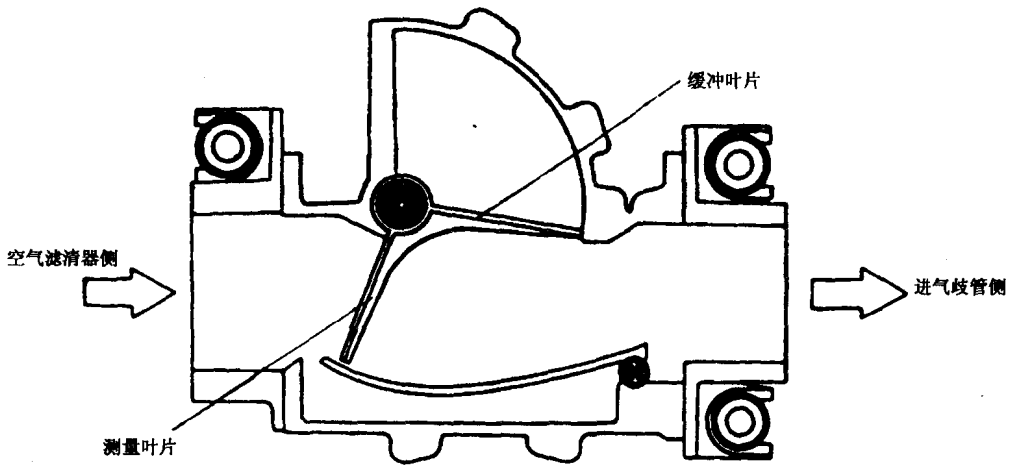


图 1-2 翼片部分的构造

在空气流量传感器主空气道下方设置有空气旁通通道,在旁通通道的一侧设有可改变旁通空气量的 CO 调整螺钉,用于调整发动机怠速时的混合气空-燃比。当排气中 CO 含量过高时,说明混合气过浓,则应通过 CO 调整螺钉的调整,使旁通空气量增大,从而使混合气变稀。

### ②电位计部分

电位计在空气流量传感器壳体上方,内有平衡配重、滑臂、回位弹簧、调整齿圈和印刷电路板等。如图 1-3 所示,螺旋回位弹簧的一端固定在翼片转轴上,另一端固定在调整齿圈上。调整齿圈被一卡簧定位,且调整齿圈上有刻度标记,改变调整齿圈的固定位置,可调整回位弹簧的预紧力,使用中用以调整空气流量传感器的输出特性。翼片转轴上端固装着平衡配重和滑臂,随翼片一起动作,滑臂与印刷电路板上的镀膜电阻接触,并在其上滑动。

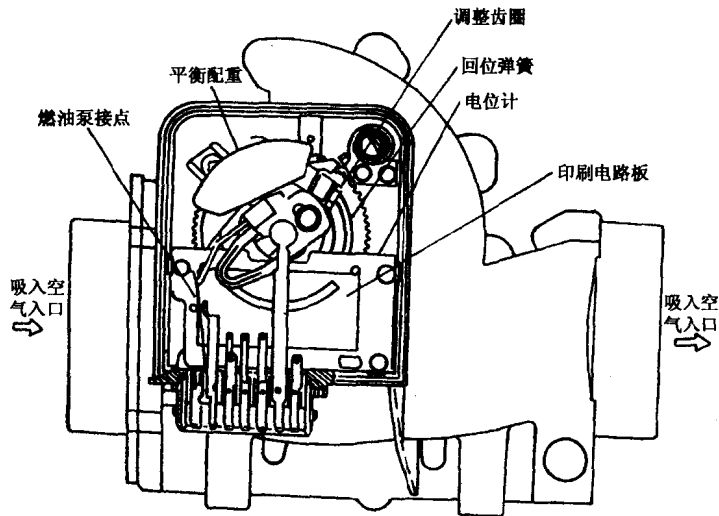


图 1-3 电位计部分的结构



印刷电路板采用陶瓷基镀膜工艺制成,其电路如图 1-4 所示。可变电阻 2 的中央抽头是与翼片轴联动的滑臂,滑臂与接线插头“7”用导线连接,则接线插头“7”为电压信号输出端。燃油泵控制触点 1 受翼片转轴的控制,当翼片处于静止位置时,燃油泵控制触点被项开,当翼片偏转时,触点闭合。热敏电阻 4 安装在空气流量传感器主空气道进气口上,用两根导线连接在电位计部分的接线插头“6”和“27”上,根据进气温度输出电信号。

### ③接线插头

翼片式空气流量传感器的接线插头一般有 7 个,但也有的将电位计部分内部的燃油泵控制触点 1 取消后,其接线插头变为 5 个。图 1-5 示出日产和丰田车上翼片式空气流量传感器接线插头的标记图。其插头名称一般在插头的护套上标示。

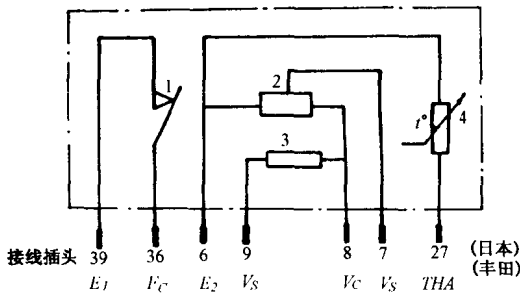


图 1-4 翼片式空气流量传感器电路原理

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)

### (2)工作原理

空气通过空气流量传感器主通道时,翼片将受到吸入空气气流的压力及回位弹簧的弹力控制。当空气流量增大,则气流压力增大,使翼片偏转(图 1-6),翼片转角  $\alpha$  增大,直到两力平衡为止。与此同时,电位计中的滑臂与翼片转轴同轴偏转,使接线插头“ $V_c$ ”与“ $V_s$ ”间的电阻减小,  $U_s$  电压值降低,电脑根据空气流量传感器送入的  $U_s/U_B$  的信号,感知空气流量的大小。  $U_s/U_B$  的电压比值与空气流量成反比,且线性下降(图 1-7)。

当吸入空气的空气流量减小时,翼片转角  $\alpha$  减小,接线插头“ $V_c$ ”与“ $V_s$ ”间的电阻值增大,  $U_s$  电压值上升,则  $U_s/U_B$  的电压比值随之增大。

使用  $U_s/U_B$  电压比作为空气流量传感器的输出,其目的在于:当加给电位计的电源电压  $U_B$  发生变化时,因信号  $U_s$  与  $U_B$  成比例变化,所以作为空气流量传感器的输出信号  $U_s/U_B$  仍保持不变,即不受电源电压的影响。确保空气流量传感器的测量准确。

### 2)卡门旋涡式空气流量传感器

#### (1)结构

卡门旋涡式空气流量传感器通常与空气滤清器外壳安装成一体,在其空气通道中央设置

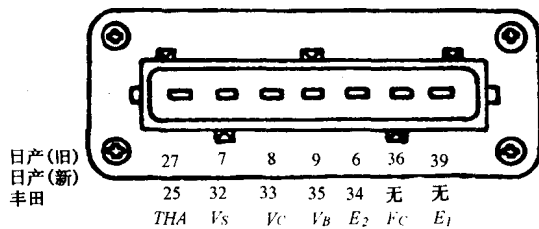


图 1-5 翼片式空气流量计接线插头

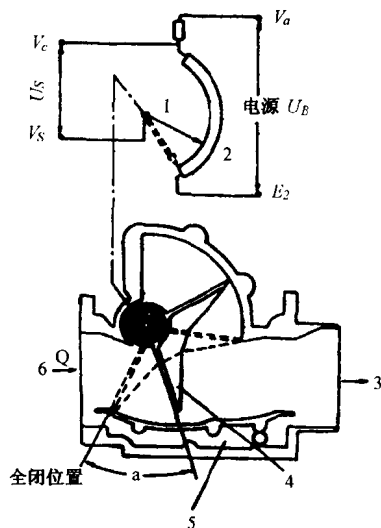


图 1-6 翼片式空气流量工作原理