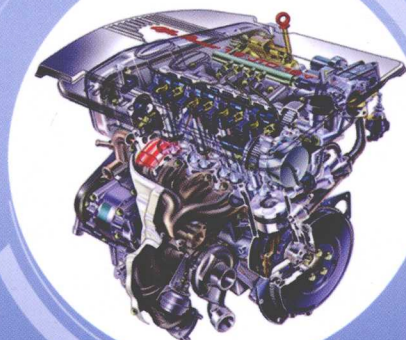
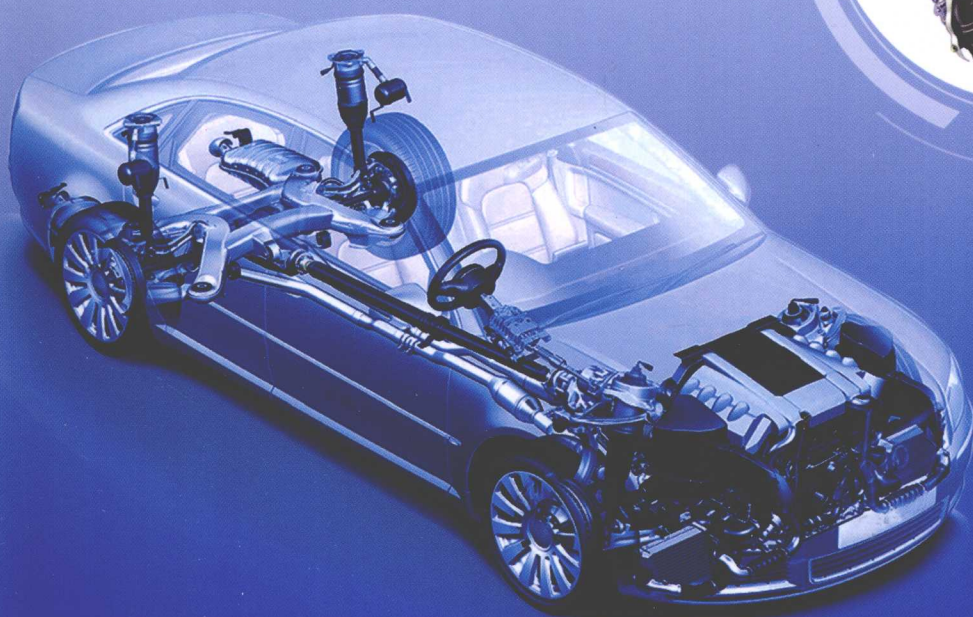


高等学校规划教材

当代汽车电控系统 结构原理与检修

第二版

吴际璋 王林超 编著



人民交通出版社
China Communications Press

光盘
配

高等学校规划教材

Dangdai Qiche Diankong Xitong Jiegou Yuanli Yu Jianxiu

当代汽车电控系统结构原理与检修

(第二版)

吴际璋 王林超 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书对当代汽车的多种电控系统的结构、原理、检测、维修进行了阐述,并对本田乘用车系、丰田乘用车系、通用乘用车系、大众乘用车系的几个特殊结构进行了介绍。本书内容是经生产一线汽车技术人员精心筛选和验证后编撰而成的,适合广大汽车维修人员阅读,也可作为专业院校新技术补充教材。

为配合多媒体电教化的需要,同步制作了 Power Point 专题课件,作为此书的配套光盘。

图书在版编目(CIP)数据

当代汽车电控系统结构原理与检修 / 吴际璋, 王林超

编著. —2 版. —北京: 人民交通出版社, 2009.7

ISBN 978-7-114-07879-8

I. 当… II. ①吴…②王… III. ①汽车—电子系统: 控制系统—构造②汽车—电子系统: 控制系统—检修

IV. U463.603 U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 116209 号

书 名: 当代汽车电控系统结构原理与检修 (第二版)

著 作 者: 吴际璋 王林超

责任编辑: 何 亮

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 18.75

字 数: 466千

版 次: 2002年2月 第1版

2009年8月 第2版

印 次: 2009年8月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07879-8

印 数: 0001—4000册

定 价: 35.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

再 版 前 言

1997年9月由我校主编的高等学校试用教材《汽车构造》,因教学时数和课程分工的限制,电控部分的知识内容不能满足汽车机电检修一体化的教学要求。为此,我们编写了《当代汽车电控系统结构原理与检修》,作为基础教材的一个补充。本书初版自问世以来,已在我院和其他兄弟院校试用了5年。基于完善教材内容的构想,笔者本着“除旧更新”的编写原则,增补了大量的电控系统新内容,再次印刷出版,以满足读者求知需求。本书特点如下:

以机电一体化的模式和检修一条龙的内容,加大应用力度,以规律性知识和典型结构为基础,讲述结构和原理,检测和维修内容也融入其中。

本书的素材来源于常见电控汽车基础教材和生产实践中的心得体会,经过实践验证、综合整理而成,专题专论、针对性强、使用价值高。

本书由山东交通学院汽车检测维修中心(山东省汽车综合性能检测中心站)、克莱斯勒汽车、大宇汽车、本田汽车、雷诺汽车、东南汽车特约维修站总工程师吴际璋教授和山东交通学院汽车工程系王林超副教授合作编写。由于作者水平所限,疏漏在所难免,敬希读者多提宝贵意见。

吴际璋 王林超

目 录

绪论	1
第一章 电控汽油喷射系统结构、原理、检测与维修	4
第一节 电控汽油喷射的优点	4
第二节 影响动力性、经济性、净化性的几个重要因素	4
第三节 最佳空燃比(A/F)的获得	7
第四节 电控汽油喷射系统的分类	8
第五节 典型电控汽油喷射系统的组成	10
第六节 各种电元件和传感器的构造、原理、检测与维修	15
第七节 计算机控制的点火系统	47
第八节 典型乘用车电控汽油喷射系统的电路原理分析	55
第九节 电控汽油喷射系统自诊装置的利用	59
第十节 电控汽油喷射系统正确的检测方法和检测程序	61
第十一节 电控汽油喷射系统故障判断和查找内容	65
第十二节 电控汽油喷射系统的传感器波形分析	68
第十三节 电控元件的故障分析	80
第十四节 电控汽油喷射系统电路检测规律知识初探	82
第十五节 电控汽油喷射系统使用性能的检测内容	87
第十六节 电控汽车的电磁波干扰与防治	92
第十七节 供油系统的重大变革(单管路系统)	96
第十八节 缸内直喷式汽油机工作原理	98
第二章 电喷汽油机增压系统的机理与检修	104
第一节 废气涡轮增压系统的优点	104
第二节 废气涡轮增压系统的组成、工作原理及正确使用	104
第三章 柴油机蓄压式共轨喷油系统(ECD-CR)	107
第一节 柴油机喷油系统的重大变革	107
第二节 ECD-CR 系统的机理特点	108
第三节 共轨喷油系统的组成和工作原理	110
第四章 电控式自动变速器(ECT)	116
第一节 概述	116
第二节 变矩器工作原理	118
第三节 行星齿轮系统	123
第四节 典型自动变速器齿轮系统的特点	126
第五节 电控液动自动换挡系统	135
第六节 典型电控液动式自动变速器的电路系统介绍	145
第七节 电控式自动变速器的性能检验和维修	153

第八节	自动变速器正确的维护 and 操作方法	161
第九节	全速式——手动/自动一体化自动变速器的工作原理	163
第十节	2001 款本田时韵自动变速器特点与故障诊断	164
第十一节	本田飞度车 ECVT 钢带式自动变速器原理	173
第十二节	电控磁粉式电磁离合器	185
第十三节	双离合器式自动变速器(DCT)	187
第五章	汽车的防滑控制系统——ABS & EBD 和 ASR 系统、ESP 系统	192
第一节	滑移率的概念	192
第二节	最好的制动条件和防抱死制动过程	193
第三节	ABS 防抱死制动系统	194
第四节	正确使用 ABS 系统和故障灯偶然点亮的原因分析	198
第五节	制动力的分配和 ABS & EBD 系统的原理分析	199
第六节	汽车的防滑转系统(ASR)	202
第七节	ABS 和 ASR 系统的区别	204
第八节	电控汽车稳定行驶系统(ESP)	205
第九节	气压式制动系统 ABS/ASR 装置的结构原理与检修	208
第十节	重型汽车的辅助制动系统(排气制动与电涡流制动)	211
第六章	汽车的电控动力转向系统(EPS)	215
第一节	概述	215
第二节	液压常流式转向助力系统	216
第三节	电控液压转向助力系统	219
第四节	大众 POLO 车电动油泵液压助力转向系统	220
第五节	电控电动转向助力系统	223
第七章	汽车的电控四轮转向系统(4WS)	228
第一节	概述	228
第二节	机械传动电子控制方式四轮转向系统	229
第三节	液压传动电子控制方式四轮转向系统	230
第八章	本田、丰田、大众等乘用车的结构特点	232
第一节	本田车系可变气门正时与升程电子控制机构(VTEC)	232
第二节	大众车系可变气门正时机构(VVT)原理	234
第三节	丰田车系智能可变气门正时系统(VVT-i)	236
第四节	本田、丰田、大众乘用车系进气系统的特点	239
第五节	大众车系和本田车系发动机冷却系特点	243
第六节	本田、丰田车系四缸机平衡轴的知识	247
第七节	本田 CR-V 乘用车的四轮驱动系统(4WD)	249
第九章	电控巡航系统(CCS 或 SCS)	252
第一节	概述	252
第二节	真空控制式巡航系统	252
第三节	电动机控制式巡航系统	254

第十章 电控空气悬架系统	256
第一节 概述.....	256
第二节 电控空气悬架系统的组成.....	257
第三节 空气悬架刚度及阻尼力调节.....	258
第四节 空气悬架系统主要组成部件结构、工作原理与检修	261
第五节 电控空气悬架的功能检查.....	264
第十一章 电控安全气囊系统(SRS)	266
第一节 安全气囊系统(SRS)的重要性	266
第二节 安全气囊的引爆条件和不引爆条件.....	266
第三节 安全气囊系统(SRS)的组成和工作原理	267
第四节 典型车系智能化安全气囊系统(SRS)原理介绍	270
第五节 安全气囊系统(SRS)的检修要点	271
第十二章 汽车新结构简介	273
第一节 汽车车载网络通信系统(CAN-BUS)简介	273
第二节 混合动力汽车原理简介.....	278
第三节 全球定位系统(GPS)简介	279
第四节 防盗报警系统原理简介.....	280
第十三章 利用真空表诊断汽油喷射发动机故障机理的分析	281
第一节 概述.....	281
第二节 进气系统密封性能的检测方法和比较.....	281
第三节 进气管真空度产生的机理及应用.....	282
第四节 进气管真空度的检测方法及其故障机理分析.....	284
第五节 利用真空表检测电控喷射汽油机故障实例分析.....	285
附录 本书常用缩略语释义	288

绪 论

一、常规系统定型化

物质世界的发展规律有其共性特点,人们筛选出汽车的先进结构,除旧换新,走定型化的道路,这是历史发展的必然。

当代汽车的定型化表现在:

(1)发动机方面——顶置式凸轮轴结构、链条和皮带传动、半球形燃烧室、四气门配气机构、可变配气相位机构(VTEC 或 VVT-i)、液力挺柱、香蕉形进气管、分隔式排气管、电动风扇、硅油风扇、液压风扇、膨胀水箱、计算机控制的各种电气系统、废气涡轮增压系统等;多种能源的开发,液化煤气和双燃料系统的使用,电控汽油喷射系统 EFI 的普及,柴油机蓄压式共轨喷油系统 ECD-CR 的普及,混合动力汽车的开发等,它们使汽车向高转速、大功率、低油耗、低污染这个目标发展。

(2)底盘方面——膜片式离合器、中央弹簧式离合器、两轴式变速器、前轮驱动、四轮驱动自动控制、变速器同步器化、电控自动变速器、行星齿轮式副变速器和轮边减速机构、烛式独立悬架、五连杆定位悬架机构、电控油气悬架和车身高度自调系统、盘式制动器、制动间隙自调机构、制动力调节机构、制动防抱死 ABS 及制动力分配 EBD 系统、防滑转系统 ASR、电控行驶稳定系统 ESP、定速巡航系统 CCS、齿轮齿条式转向系统、循环球式转向器、电控动力转向系统 EPS、四轮转向机构 4WS,它们使汽车的操纵性、稳定性、安全性得到提高。

(3)车身方面——自动门窗控制系统、CAN-BUS 多路传输系统率先使用,空调系统(AC)、音响系统、通信系统、防盗报警系统、安全气囊系统(SRS)、酗酒报警系统、GPS 卫星导航系统,它们有效地提高了汽车的安全性、稳定性、舒适性和居住性。

二、控制系统微机化、自诊化,进入半自动化控制领域

点火、喷油和空燃比(A/F)的控制,采用了微机 EFI 系统;液力式自动变速器采用了微机 ECT 控制系统;定速巡航采用了微机 CCS 控制系统;制动系统采用了防抱死 ABS 控制系统(防滑移);驱动系统采用了微机 ASR 控制系统(防滑转);车身高度和悬架刚度的调节,采用了微机电控空气悬架控制系统;碰撞保护系统采用安全气囊(SRS)控制系统。控制系统微机化和智能化,报警、自诊系统走向了代码化和语言化。它们都离不开传感器,多元化的传感器又叫“转换器”,它把信号传给微机 ECU,ECU 又通过执行元件把电量变为非电量,完成自动化控制的四个过程(图0-1)。

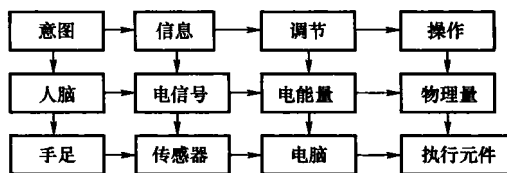


图0-1 自动化控制的四个过程

可见,机电一体化能把机器和人联系起来,人脑和电脑结合为一体,传感器必须多元化。

热敏传感器——冷却液温度传感器、气温传感器、空气流量计;

压敏传感器——进气压力传感器、爆震传感器;

光敏传感器——曲轴位置传感器、转速传感器、转向角度传感器;

磁敏传感器——车速传感器、各式霍尔传感器、液位报警灯等;

气敏传感器——氧传感器、酗酒报警传感器等；
超声波传感器——空气流量计等；
红外线传感器——防盗、报警系统、废气分析仪等；
雷达——倒车保护装置、测速仪器、导航技术等。

三、汽车高速化带来的难题

(1) 高速化后常见的五大难题——转动体动不平衡的消除和抑制(曲轴、传动轴、车轮)，使结构内容和技术标准值达到极限的程度；轮胎的偏磨损、前轮摆动和摇摆行驶问题成为多发病症；行驶跑偏和制动跑偏问题，给安全性、操纵性和稳定性提出新的挑战。

(2) 高速化、立体化公路的出现，使汽车进入了空间行驶的领域。高架交通螺旋引桥的出现、超低压轮胎的使用、轮胎的弹性侧偏角对“不足转向特性”的影响力度、长时间高速加转向盘旋升降行驶、制动加转向综合操纵性能的要求等，都远大于过去。因此，微机控制的防抱死系统、安全气囊系统、防滑转系统、电控动力式四轮转向系统、电控汽车行驶稳定系统(ESP)已成为汽车上的必备装置。

(3) 高速化后的操纵性和稳定性提高了，不仅控制系统提高了档次，普遍地装用了动力转向系统，行路机构也有了新的措施和新的理论概念。如：转向轮的负外倾、负前束、负侧滑量、主销负后倾、主销大内倾。后轮也有外倾和前束，演变为四轮定位悬架系统，为了更好地定位，五连杆悬架系统的出现，实现了三维立体定位的要求。

(4) 高速化后综合性能指标大幅度的提高。汽车工业是综合国力的象征，它是多种工业原料的综合体。其性能好坏的指标应该是：动力性、经济性、净化性、可靠性、使用寿命、结构性能、安全性、舒适性、使用维护方便性、工艺水平和制造成本等。

(5) 高速化、机电一体化后，不解体性能检测技术和电子检测仪器飞速发展。汽车的安全检测线、综合检测线的建立，是机电一体化发展的必然，必须走检修一条龙的道路，才能对使用性能进行有效的监控。耳听、手摸、眼看的落后手段，已无法完成当代汽车性能检测的要求。

①安全性能的检测：车容、车貌、侧滑量、制动力、灯光、排放、车速表试验设备是基本条件。

②综合性能的检测：除安全性能检测设备外，发动机综合测试仪、底盘测功机、四轮定位仪、跑板制动试验台、悬架检测仪、异响分析仪、四气体分析仪、油质分析仪、五轮仪等是不可缺少的设备。

③密封性能的检测：它是发动机基础检测的主要内容。汽缸压力表、汽缸漏气量仪、曲轴箱窜气量仪、真空表、内窥镜等仪器是密封性好坏不可缺少的检查仪器，单一的检测方法往往会误判，其中真空表的功能是不容忽视的。

④点火性能的检测：点火性能的好坏是指火花的强、弱、早、晚。发动机综合性能试验台应大量普及，就车检测感应式转速仪和点火正时灯是简便有效的仪器，而示波器应大力推广使用。最终点火性能的好坏，还应落实在排放污染值的检查上。

⑤空燃比例(A/F)的检测：检码器、传感器检测仪、四气体排放分析仪等，能对 ECU 和传感器的性能进行监控。只有对 CO、HC、NO_x 这三种有害气体进行有效的综合治理，才能满足动力性、经济性、净化性的要求。

⑥异响的诊断：高速化后因“四急工况”(急起步、急加速、急转向、急制动)的出现，异响诊断是个难题。因此，汽车悬架检测仪和异响分析仪成为必备仪器。音位、音频、音幅的大小，已不能用耳听、手摸来判定分辨。

四、维修制度的重大变革

汽车高速化、高档化、电控化后,维修费用、耗损力度、技术含量、难度系数、质量标准、人员素质、检测设备等都发生了变化。由加工式的维修方式,转化为换件式的维修方式,取消了三级保养过程,二级维护加小修成为主体,换中段和四配套的大修方式普遍实行。维护过程包括了上线检测,维护的内容和检测的内容远比传统的内容多。根据交通部 13 号部令精神,落实为:“正确使用、定期检测、强制维护、视情修理、换件为主”二十字令。例如:

(1)必须使用优质冷却液。发动机的正常冷却液温度已不是 80 ~ 90℃,而是 95 ~ 105℃。不管冬季或夏季,都应使用高沸点、低冰点、防水垢的冷却液,避免发动机过热。

(2)必须使用 93 号以上的无铅汽油。应根据压缩比的高低,使用指定的汽油标号,电喷发动机的压缩比多大于 8.0,应使用 93 号或 95 号汽油;压缩比接近 10,应使用 97 号汽油,防止“爆震”的产生,延长发动机的使用寿命。

(3)必须使用指定的润滑油。高档车不能使用低档油,机油的质量等级应为 SG 或 SJ;其黏度等级应为 5W/30(低温区)或 10W/30(一般地区)。定期换油,不要迷信各种添加剂的作用,树立“好车用好油”的观念。

(4)必须使用指定的齿轮油和 MTF、ATF 传动油。不同车系因结构的需要,对润滑、传力油液有不同的要求,不能乱加混用,只能使用指定油种、定期更换。

(5)必须使用合成型高沸点制动液。因醇类制动液易产生热气阻,使制动踏板的有效行程减小,一脚不能完成全制动的要求,危险性大。高速乘用车的制动管路都是对角排列,必须先后再前地对角放气,而且最好用真空泵抽吸放气。

(6)定期维护,定期检测,定里程换油、换液、换“三滤”(汽油、机油、空气滤芯),应形成制度。

五、给我们的启迪

只有知识更新,跨上机电一体化台阶,走检修一条龙的道路,才能跟上时代的步伐。科技是根,人才是本,创新是魂。维修行业的竞争,归根结底就是人才的竞争。当务之急,管、用、养、修人员的思想,必须和先进的汽车维修理念接轨;由于维修对象已经机电一体化,维修设备必须现代化,维修人员必须高素质化,维修资讯必须网络化,维修管理必须计算机化,维修故障诊断必须专家化。

当代汽车的维修方式,是综合优势的结晶体,各种指标的综合统一,相辅相成。犹如远古时代周易中的八卦图排列方式,存在着相生相克的关系,相生是相互促进;相克是相互制约。一个当代汽车修理厂的必备条件,如图 0-2 所示。

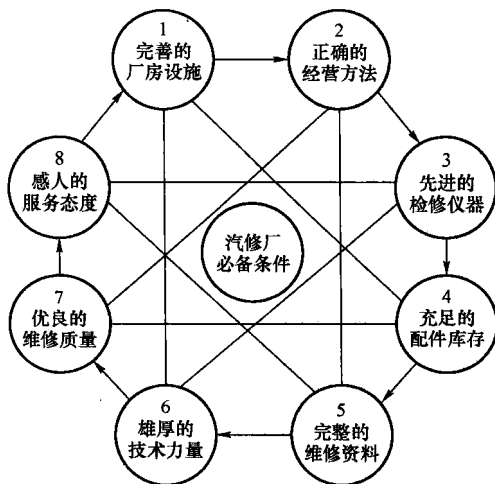


图 0-2 汽车修理厂必备条件

第一章 电控汽油喷射系统结构、原理、检测与维修

电控汽油喷射系统简称 EFI,是英文 Electronic Fuel Injection 的缩写,就是用计算机控制的汽油喷射系统,它是中小型汽车电控系统的主体。

第一节 电控汽油喷射的优点

(1) 进气系统无喉管和预热的影响;无流动损失、换向和抢气的影响;无雾化不良,分配不均的影响。

(2) 充气效率高、燃烧条件好、热效率高。

(3) 利用电脑 ECU 计量控制,均匀点喷,随机修正,能使空燃比(A/F)控制在 14.7 最佳区域内。

(4) 获得了“动力性”、“经济性”、“净化性”三丰收。动力性提高了 15% ~ 20%;油耗降低了 5% ~ 10%;净化性提高了 20% 以上(CO 、 HC 、 NO_x)。

(5) 开环控制与闭环控制相结合,改善了使用性能:冷起动性能、热起动性能、加速性能、急减速防污染性能、负荷自调性能、防止不熄火性能等。

(6) 扩大了控制功能,还具有故障报警、存储和自诊功能、失效保护功能及备用系统功能,如点火、喷油程序控制,缓慢回家应急措施等。

(7) 减少了发动机油路和电路的故障率:因其关键部件是电脑 ECU,10 万 km 的故障率仅为 1/1 000。其他部件制造精密、可靠性好,如使用维护合理,故障率远小于化油器式燃料系统和点火系统。

第二节 影响动力性、经济性、净化性的几个重要因素

众所周知,判断汽油机使用性能好坏的指标,是动力性、经济性、净化性。其主要影响因素有三个:一是进气系统的密封性;二是点火性能的好坏(早、晚、强、弱);三是空燃比(A/F)的大小。而进气管真空度 Δp_x 的大小是三要素好坏的度量值。即:最高进气管真空度所对应的必然是最好的密封性能、最佳的点火性能、最佳的空燃比(A/F)。其因果反馈如图 1-1 所示。

理论和实践都证明,当密封性一定时,下列因素是影响使用性能好坏的关键。

一、空燃比(A/F)的大小

最佳空气和燃油的比例为 14.7:1,空燃比过大、过小(过稀、过浓)都会影响 CO 、 HC 、 NO_x 三害气体的排放值,其分布情况如图 1-2 所示。

当空燃比偏小时, CO 、 HC 增加;当空燃比偏大时, CO 明显减小,但 HC 明显增加; NO_x 的

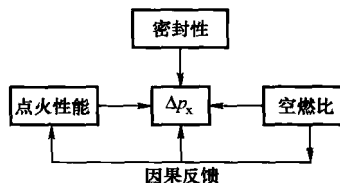


图 1-1 因果反馈框图

高峰是在稀区。

为此,为了有效地控制三害气体,氧传感器随机投入工作,用来修正空燃比。同时,还需装置三元催化转换器和废气再循环 EGR 系统,将大部分三害气体氧化还原为 CO_2 、 H_2O 、 N_2 ,再排入大气,以提高净化性能。

二、负荷的大小

发动机的负荷(节气门开度)大小和转速高低,都直接影响喷油量值和功率的高低。

发动机的负荷,是指其内、外阻力矩的总和。通常以节气门开度(θ)的大小来表示(%)。负荷的改变,造成空气流入量的改变,可燃混合气的质和量随之改变,以满足发动机各工况的要求,如图 1-3 所示。

(1) 起动工况:节气门开度为零,由怠速旁通道提供必要的空气量。当进气温度为 20°C 时, $A/F = 9:1$; 低于 20°C 时, $A/F = 3:1$ 。可见,起动工况尚处于开环控制状态,是最费油和排放污染最大的工况。

(2) 怠速工况:节气门开度为零,可燃混合气应偏浓而少, $A/F = 11$ 。保证怠速的稳定性,它又分低怠速和高怠速状态。

(3) 小负荷工况:节气门开度为 $0 \sim 25\%$,可燃混合气仍处于浓态, $A/F = 11$ 。保证工况良好地过渡,防止起步加速犯闯。

(4) 中等负荷工况:节气门开度为 $25\% \sim 85\%$,可燃混合气稀而多, $A/F = 14.7 \sim 18$ 。因此,中等负荷工况为省油和低污染工况。

(5) 大负荷和全负荷工况:节气门开度为 $85\% \sim 100\%$ 时,为大负荷工况和全负荷工况,可燃混合气应偏浓而多, $A/F = 12 \sim 13$ 。

可燃混合气变化曲线如图 1-4 所示。

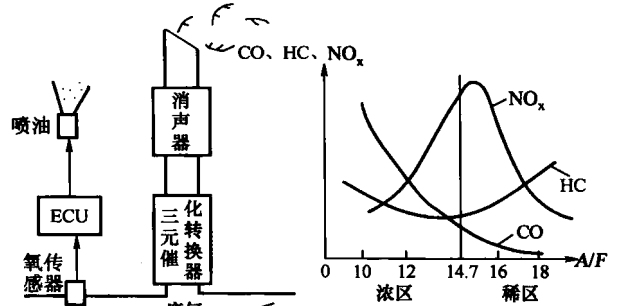


图 1-2 三害气体的分布规律图

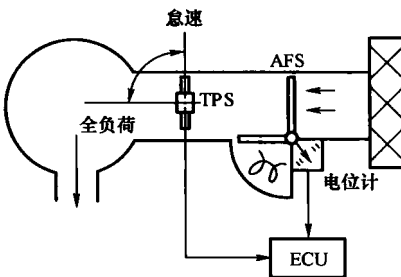


图 1-3 负荷大小的影响

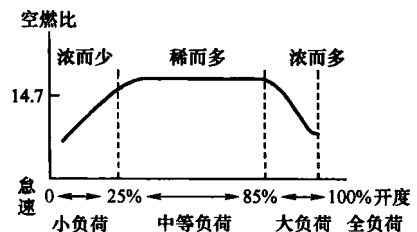


图 1-4 可燃混合气变化曲线

为此,对流入的空气量,必须用空气流量计(AFS)进行准确计量;对节气门开度的大小和快慢应有感知能力。节气门位置传感器(TPS)和空气流量计(AFS)的电压信号传给电脑 ECU,才能有效地控制各工况空燃比(A/F)的大小。

三、转速和车速的高低

发动机功率的调节,不单是节气门开度的变化。当节气门开度(θ)一定时,如发动机转速

升高,功率升高,车速即升高,活塞的运动速度加快,可燃混合气的运动速度即加快,热损失减小,有效温度和有效压力即提高。此时,应使用经济混合气 $A/F = 16 \sim 18$ 。

节气门位置传感器(TPS)和转速传感器(SP)及车速传感器(VSS)的信号传给电脑 ECU,使 ECU 有了对道路状态及发动机工况的感知能力和逻辑分析能力,了解驾驶员的意图。随机调节 A/F 大小,即喷油器(INJ)喷油量的多少和点火修正量,并能控制自动变速器(AT)及时换挡。这种因果判断关系的成立是有条件的,只要条件成熟,计算机的逻辑门电路即发出指令,完成对 A/F 的调节任务,如图 1-5 所示。

例如: $VSS \downarrow SP \downarrow TPS \uparrow$ 时,判定为加油; $VSS \uparrow TPS \downarrow SP \downarrow$ 时,判定为减油或急减速断油。

四、点火时刻的早晚

因可燃混合气燃烧过程的需要,点火需要提前一定角度。传统的点火系统,点火提前角只随转速(n)和节气门开度(θ)的变化而变化,没有其他修正参数的修正值,很难实现最佳控制。而最佳的点火提前角 $\theta_{点}$,应为始终保证活塞在上止点后 $10^\circ \sim 15^\circ$ 出现最高压力点(p_{max})时,如图 1-6 所示。

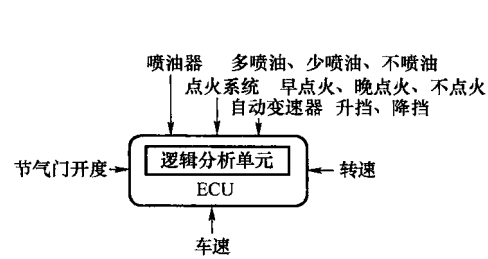


图 1-5 逻辑分析能力的建立

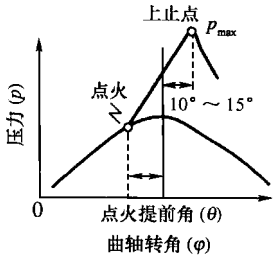


图 1-6 最佳点火提前角

因此,用电脑 ECU 控制的点火系统,除转速、开度基本信号外,还附加若干随机修正的综合修正值,如爆震传感器(KNK)信号、冷却液温度信号、进气温度信号、空气流量计信号,这样,才能保持最佳的点火时刻控制。

实际最佳点火提前角 = 初始装配提前角 + 基本点火提前角 $\pm$ 修正点火提前角。

五、进气温度的高低

它影响空气密度和空燃比(A/F)的大小。

当进气温度高时,密度小、缺氧、 A/F 减小,CO 和 HC 排放污染加大,喷油量应减少。

当进气温度低时,密度大、富氧、 A/F 加大,冷激效应加大,燃速减小,HC 排放污染加大,喷油量应增多。

为此,在进气系统中装有进气温度传感器(ATS),随时给电脑 ECU 提供气温信号,如图 1-7 所示。

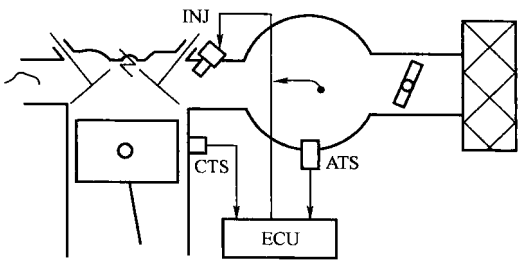


图 1-7 进气温度传感器(ATS)和冷却液温度传感器(CTS)

六、冷却液温度的高低

冷却液的温差范围很大,要求空燃比(A/F)调节范围也大,形成了关键参数。

冷态时,汽化条件和燃烧条件差,喷油量应适当增加,点火提前角应增大,形成快怠速状态,以便热起。

热态时,喷油量应减少,点火提前角应适当减小,维持正常平稳的怠速和减小排放污染。

为此,应有冷却液温度传感器(CTS)及时传给电脑 ECU 冷却液温度高低的信号,以便调节喷油量和点火时间,改善发动机的使用性能(冷起动性能和快怠速热起性能),如图 1-7 所示。

第三节 最佳空燃比(A/F)的获得

电控汽油喷射系统是由各种传感器对进入的空气进行准确的计量,通过 ECU 控制喷油量的多少和点火时刻的早晚,完成喷油和点火一体化程序控制的要求。其最佳空燃比的获得,是多项信号参数的综合值。

电控汽油喷射系统的实际喷油量,应包括三个内容:一为基本喷油量;二为修正喷油量;三为额外喷油量(额外增量或减量)。

$$\text{实际喷油量} = \text{基本喷油量} \pm \text{修正喷油量} \pm \text{额外喷油量}$$

1. 基本喷油量

基本喷油量应与进气量(开度)成正比,而与转速成反比。

因为,基本工况 = 开度(θ) + 转速(n)。

所以,当转速(n)一定时,节气门开度(θ)加大,喷油增多;节气门开度(θ)减小,喷油减少。

结论:当节气门开度(θ)一定时,转速(n)下降,喷油增多;转速(n)升高,喷油减少。

2. 修正喷油量

它包括:进气温度修正量(20℃为基准)、冷却液温度修正量(60℃为基准)、氧浓度修正量、额外负荷修正量(空调、转向助力、灯光等)、大气压力修正量(101kPa 为基准)、蓄电池电压修正量(12V 为基准)。

3. 额外喷油量

在特殊工况时,以异步喷射的方式,额外喷油加浓混合气,改善冷起动性能、加速性能、行驶稳定性能,如:冷机起动和热起增量、急起步加速增量、行驶中急加速增量;另外,为了运转的安全性、减小燃油耗量、提高净化功能和起动性能,尚有超速断油、急减速断油和清缸断油功能、AT 换挡减扭、断油或减油控制功能。

实际喷油量的构成要素及影响因素如图 1-8 所示。

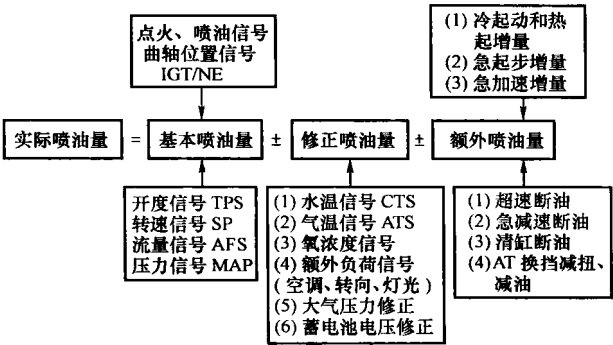


图 1-8 实际喷油量的构成要素及影响因素

第四节 电控汽油喷射系统的分类

一、按喷射部位分类

1. 多点喷射 (MPI)

多点喷射又叫“分缸喷射”，每缸一个喷油器，将燃油喷射在各缸进气门外侧的气道中，如图 1-9 所示。

2. 单点喷射 (SPI 或 TBI)

利用一个或两个喷油器，将燃油按进气顺序，喷射在节气门体的混合室中，再经进气歧管分配到各汽缸中。类似化油器式供油方式，又称节气门体喷射，如图 1-10 所示。

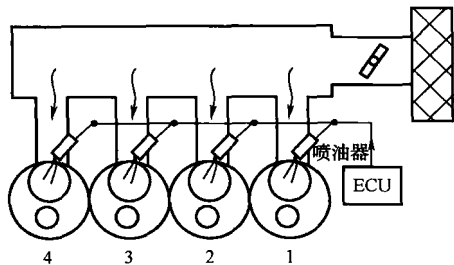


图 1-9 多点喷射

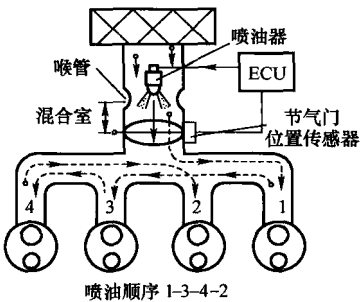


图 1-10 单点喷射

二、按喷油器的组合方式分类

1. 同时喷射

同时喷射多用于四缸机或备用系统。4 个喷油器并联用 1 个大功率三极管控制喷油。1 个工作循环喷油两次，又叫“半油量喷射”。ECU 控制的点火喷油系统，是利用点火确认信号 (IGF) 的反馈，实现程序控制，两次点火，喷油一次。目的是防止燃油过量存储，造成各缸分配不均，燃烧不完全，如图 1-11 所示。

从图中得知：若发动机工作顺序为 1—3—4—2 时，1 缸和 3 缸点火工作后，ECU 即发生一次喷油脉冲；4 缸和 2 缸点火工作后，又发生一次喷油脉冲。1、4 缸是交替式顺序喷射，2、3 缸是存储式喷射。

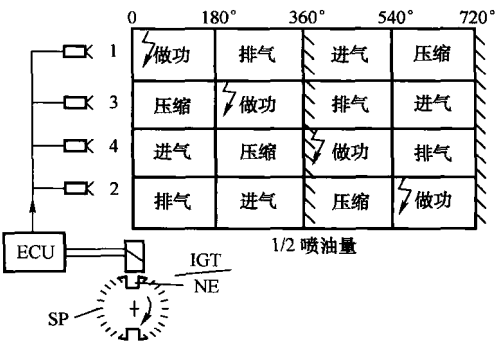


图 1-11 同时喷射

2. 分组喷射

分组喷射多用于六缸机或八缸机。六缸机 1、3、5 缸为一组；2、4、6 缸为另一组，每组用一个功率三极管控制；也可分 3 组交替喷油，也是一个工作循环喷油两次，3 次点火产生一次喷油脉冲，如图 1-12 所示。

汽缸的排列顺序因车而异。分组喷射有两组、三组或四组之分。但总的规律是：前、后、左、右交叉点火，交叉喷油。这样，在城市内行车时，因限速行驶，电脑 ECU 能自动关断一组或

两组,以便节省燃油,平稳地运转。

可见,同时喷射和分组喷射,汽油不能直接都进入汽缸,在进气门外被加热汽化,体积被增加了许多倍,随之密度也下降了许多倍,使充气效率降低,减少了进入汽缸的汽油量。如果按进气顺序进行喷射,无加热汽化损失,油耗低、响应性较高。

3. 顺序喷射

顺序喷射是按进气顺序进行间歇喷射,多用于单点式节气门体喷射系统或多点式的喷射系统。如四缸机间隔 180° 曲轴转角喷油一次,间歇地喷入节气门体内或进气门的外侧。这样,大功率三极管的数量与喷油器相等,点火系统中需有同步信号发生器,以便确认一缸点火、喷油的曲轴位置,按顺序导通喷油电路,如图 1-13 所示。

应该说明:点火和喷油都是程序控制。按喷油正时信号喷油,叫“同步喷射”,其喷油脉冲的长短,随工况而变;不按喷油正时信号喷油,叫“异步喷射”,它的喷油脉冲时间固定(1ms),为的是改善工况变化时瞬间的使用性能,又叫“提前额外喷油”(增量修正),如图 1-14 所示。例如:

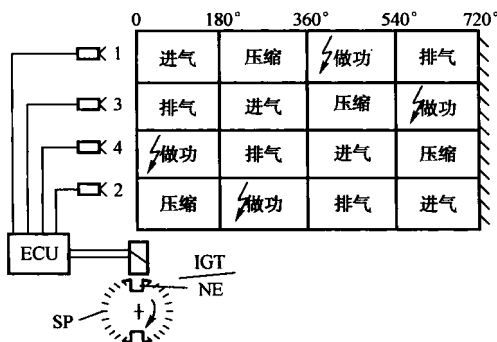


图 1-13 顺序喷射

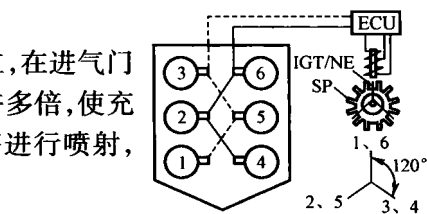


图 1-12 分组喷射图

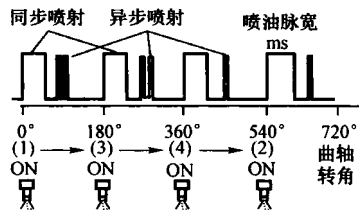


图 1-14 同步喷射和异步喷射

(1) 起动时,当出现第一个转速信号 SP 时,增加一次或多次异步喷油脉冲,改善了起动性能。

(2) 怠速向小负荷工况过渡时,为改善起步加速性能,当节气门位置传感器的怠速触点由 ON 变为 OFF 时,增加一次或多次异步喷油脉冲(决定于 CTS 和 ATS 的信号)。

(3) 急加速时,为了提高响应性,节气门位置传感器的加速率信号传给 ECU,又增加一次或多次异步喷油脉冲。

这样,在一个工作循环中,除同步喷油量外,尚有一次或多次异步喷油量。相当于化油器式燃油供给系统的加速泵,瞬时使工况油量的变化更为合理。

可见,不管喷油器的组合方式如何,第一缸点火和喷油信号是关键因素。异步喷射的功能都存在,同时向各汽缸定量喷射,仅电脑 ECU 的控制单元的程序各异。

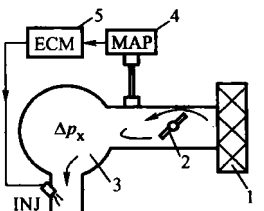


图 1-15 压力型(D型)
1-空气滤清器;2-节气门;3-进气主管;4-压力传感器;5-电脑

三、按控制方式分类

有四种方式,后两种是前两种的发展变型。

1. 压力型(D型)

压力型以计量进气管内压力的高低(kPa)来控制喷油量的多少。它的压力传感器 MAP 装在节气门后方的进气管上,如图 1-15 所示。

压力传感器(MAP)为压敏电阻型,它的安装位置因车而异,其连接软管应在节气门的后方,以便使进气管的负压 Δp_x 传入它的真空室中,有的车型是将 MAP 直接固定在进气主管上,避免了软管漏气的故障。

2. 流量型(L型)

流量型以空气流量多少(计量单位为 g/s)来控制喷油量的多少。它的空气流量计(AFS)安装在节气门的前方。

(1)热线型或热膜型(LH型)——是以热线或热膜的冷热变化程度,感知空气流量的多少,用其补偿电流值的大小来度量喷油量的多少。它的空气流量计(AFS)也装在节气门的前方,如图 1-16 所示。

白金热线在一个取样管中,它不受海拔高度的影响,计量较准,这是它的特点。热膜式与热线式原理相同,耐用可靠,使用寿命长,目前广泛使用。

(2)卡门涡流型(LD型)——在进气管的节气门前方,装一涡流发生体,涡流串的大小与流速流量成正比,超声波通过涡流区后,相位发生变化,取出其声波值(Hz),作为喷油多少的度量值。可用超声波传感器或光电传感器来计量,如图 1-17 所示。

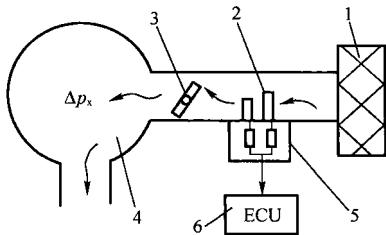


图 1-16 热线型或热膜型(LH型)
1-空气滤清器;2-热线;3-节气门;4-进气主管;5-热线流量计;6-电脑

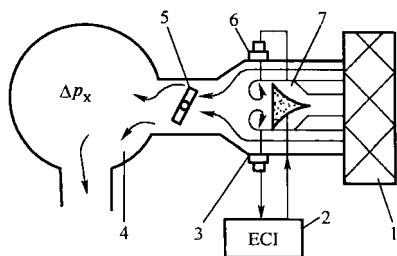


图 1-17 卡门涡流型(LD型)
1-空气滤清器;2-电脑;3、6-超声波传感器;4-进气主管;5-节气门;7-涡流发生体

超声波卡门涡流计量方式,是利用涡流发生体和超声波信号发生器及接收器进行声波的产生和采样,进而决定喷油量的多少。光电式卡门涡流计量方式,是利用涡流的振动,使光敏三极管产生断续的疏密波,其振动频率值(Hz)即喷油度量值。

由于对空气计量方式的不同,控制范围的不同,电脑可分为 ECU、ECM、ECI、PCM 等形式。

第五节 典型电控汽油喷射系统的组成

不论电控汽油喷射系统是何种形式(L、D、LH、LD等型),都是由供油系统、进气系统、控制系统和点火系统四大部分组成。

一、D型喷射系统的组成

D型喷射系统的组成如图 1-18 所示。

1. 供油系统

供油系统包括油箱、油泵、滤油器、油压调节器、分配管、喷油器等。它的任务是供油、滤油、调压、喷油。

2. 进气系统

进气系统包括空气滤清器、进气主管、节气门、怠速旁通道、怠速空气调节器等。如 L 型,在节气门前方装有空气流量计 AFS(流量板式、热线式、卡门涡流式)。它的任务是滤清空气、计量、调节和均匀分配。

3. 控制系统