

发动机 电控汽油喷射系统 及其维修技术

李东江 宋良玉 编著

机械工业出版社

● ISBN 7-111-06017-2/TM-699

封面设计·电脑制作·姚毅

ISBN 7-111-06017-2



9 787111 060178 >

定价: 32.00 元

发动机电控汽油喷射 系统及其维修技术

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发动机电控汽油喷射系统的基本结构、工作原理和检修方法。全书紧密结合我国进口及合资生产的汽车,详细说明了电控系统故障自诊断装置的操作方法,给出了几十种常见车型的故障代码,这对我国进口汽车电控技术的消化、理解和掌握具有实用价值。

本书内容由浅入深、通俗易懂、图文并茂、理论与实践相结合,具有很强的实用性。

本书可供广大汽车修理工、驾驶员、汽车工程技术人员和大中专院校汽车专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

发动机电控汽油喷射系统及其维修技术/李东江等编著.
—北京:机械工业出版社,1998.1

ISBN 7-111-06017-2

I. 发… II. 李… III. 汽车-活塞式发动机-喷油器-车辆修理 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 25534 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:张世琴 责任校对:张媛
封面设计:姚毅 责任印制:路琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2000 年 4 月第 1 版第 2 次印刷
787mm×1092mm¹/₃₂·21.875 印张·483 千字
3 001—5 500 册
定价:32.00 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

在车用发动机上采用电控汽油喷射系统,可以使发动机在任何工况下处于最佳运行状态,是当前综合解决节能和减少汽车排气污染最有效的措施。目前,美、日、德、韩等国家在新生产的轿车上,电控汽油喷射发动机已经普及。而我国 80 年代后期及 90 年代进口的轿车绝大多数装有电控汽油喷射发动机,中外合资生产的切诺基、奥迪、桑塔纳轿车也批量装配了电控汽油喷射系统。一些国产车,如三星、三峰等也相继采用电控汽油喷射发动机,主要轿车生产厂家都计划在 3~5 年内在轿车上装配电控汽油喷射系统,可见电控汽油喷射系统取代化油器供油系统已成为一种不可阻挡的趋势。

汽车上大量采用电控系统,使其结构改变较大,技术含量高,目前国内尚缺乏较系统的资料,广大汽车维修人员也缺乏这方面的知识,大中专院校汽车专业亦很少设这门课程,致使人们对这项技术还缺乏了解,给汽车的使用与维修带来许多困难。为此,作者根据在多年教学、科研中积累的一些国内外资料 and 实践经验,结合我国国情,编写了《发动机电控汽油喷射系统及其维修技术》一书,供从事汽车工程、汽车维修的技术人员和有关院校师生参考。

本书在编写过程中参阅了国内外大量参考文献,并得到上海大众汽车连云港特约维修站的热情帮助。在此,我们谨向本书所参考的各种文献的作者,以及在编写过程中给予大

IV

力帮助的同志，一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免出现缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

目 录

前言

第一章 汽车发动机汽油喷射系统概述	1
第一节 汽车发动机汽油喷射系统的发展	1
第二节 汽油喷射的基本概念	8
一、混合气的产生	9
二、冷起动	9
三、暖机	10
四、加速	10
五、大功率输出	11
第三节 汽油喷射系统的类型	12
一、按空气量检出方式分类	12
二、按汽油喷射方式分类	14
三、按燃油喷射压力分类	18
四、按控制系统有无反馈分类	19
第四节 电控汽油喷射的基本原理	21
第五节 汽油喷射系统的特点	23
第六节 电控汽油喷射发动机的控制功能	25
一、电控汽油喷射 (EFI)	26
二、电子控制点火提前 (ESA)	26
三、怠速控制 (ISC)	26
四、诊断功能	26
五、安全保险功能	26
六、发动机其他辅助控制功能	26

第七节 电控汽油喷射系统的组成和功用	27
一、进气系统的组成和功用	27
二、燃油系统的组成和功用	27
三、电子控制系统的功用	27
第八节 实用汽油喷射系统简介	28
一、机械式汽油喷射系统	28
二、机电混合式汽油喷射系统	29
三、多点式电控汽油喷射系统	31
四、单点式电控汽油喷射系统	33
五、点火与汽油喷射相结合的电控汽油喷射系统	33
第二章 机械式汽油喷射系统的结构与工作	37
第一节 机械式汽油喷射系统	37
一、机械式汽油喷射系统概述	37
二、机械式汽油喷射系统主要部件分析	41
三、机械式汽油喷射系统混合气的配剂	54
第二节 机电混合式汽油喷射系统	71
一、机电混合式汽油喷射系统概述	71
二、机电混合式汽油喷射系统主要装置的结构与工作	74
三、机电混合式汽油喷射系统的控制原理	87
第三章 电控汽油喷射系统的组成及工作原理	97
第一节 电控汽油喷射系统的组成	97
第二节 进气系统	100
一、进气系统的组成与功用	100
二、进气系统主要零部件的结构和工作	103
第三节 燃油系统	142
一、燃油系统的功用与组成	142
二、燃油系统主要零部件的结构和工作	143
第四节 电控系统	171
一、水温传感器 (THW)	173

二、进气温度传感器 (THA)	175
三、曲轴位置传感器和发动机转速传感器	176
四、车速传感器 (SPD)	184
五、节气门开度传感器	188
六、爆震传感器	194
七、氧传感器	198
八、稀薄混合比传感器	208
九、大气压力传感器	210
十、冷起动喷油器温度时间开关 (冷起动喷 油器控制传感器)	210
十一、开关信号	212
十二、可变电阻器型传感器	213
十三、喷油器附加电阻	214
十四、主继电器	216
十五、断路继电器	217
十六、电子综合控制装置 (ECU)	220
第五节 点火系统	233
一、普通点火系统	234
二、采用 ECU 控制的点火系统	234
三、无分电器点火系统 (DLI)	239
四、集成点火系统 (IIA)	246
五、电子点火提前控制系统 (ESA)	248
第四章 电控汽油喷射发动机的控制原理	253
第一节 汽油喷射发动机控制单元的功能	253
一、汽油喷射控制	253
二、点火控制	253
三、怠速控制	254
四、废气再循环 (EGR) 控制	254
五、空燃比 (A/F) 闭环控制	254

六、二次空气控制	254
七、自动驾驶	254
八、自诊断控制	255
九、应急备用系统	255
第二节 燃油喷射控制	255
一、喷油方式和喷油正时	255
二、喷油持续时间	258
第三节 汽油喷射发动机点火控制	287
一、点火信号的形成及基准信号	288
二、点火正时信号与初始点火定时角	291
三、点火提前角的计算与控制	292
四、点火提前角的控制方式	299
第四节 汽油喷射发动机的怠速控制	300
一、步进电动机型怠速控制阀的怠速控制	300
二、旋转滑阀型怠速控制阀的怠速控制	304
三、占空比控制型真空开关阀 (VSV) 的怠速控制	306
四、开关控制型真空开关阀的怠速控制	307
第五章 机械式汽油喷射系统的检修	309
第一节 机械式汽油喷射系统的检修	309
一、机械式汽油喷射系统检修技术资料	309
二、机械式汽油喷射系统的基本检查	310
三、机械式汽油喷射系统主要部件的检查	312
四、机械式汽油喷射系统的检测与调整 (以奥迪 5 缸机为例)	317
五、机械式汽油喷射系统故障诊断	322
第二节 机电式汽油喷射系统检修	332
一、机电式汽油喷射系统检修技术参数 (以奥迪 5000S 型为例)	332
二、常规检查及注意事项	333

三、怠速状态调整	334
四、空气系统的检修	336
五、燃油系统的检修	339
六、燃油计量分配器性能检查	340
七、工况适应性检查	342
八、控制线路的检查	345
九、各电器元件的检测 (以奔驰 420、560 为例)	349
十、怠速稳定控制阀检测	352
十一、点火模块接脚说明	353

第六章 电控汽油喷射系统故障检测程序和判断

方法	354
----------	-----

第一节 电控汽油喷射发动机故障检测基础

一、电控汽油喷射发动机诊断测试基本原则	354
二、与电控系统无关的典型故障及其可能原因	356
三、电控汽油喷射发动机使用维修注意事项	357
四、故障检修提示	363

第二节 电控汽油喷射系统检修常用工具和专用

仪器	368
----------	-----

一、跨接线	368
二、测试灯	369
三、万用表	371
四、手持式真空泵	371
五、压力表	372
六、喷油器清洗器	372
七、专用测试仪	374

第三节 电控汽油喷射系统故障检测程序和判断

方法	377
----------	-----

一、电控汽油喷射系统故障检测程序	377
二、客户意见调查	377

三、目测检查	377
四、基本检查	381
五、故障征兆的模拟方法	384
六、故障诊断表	386
七、常见故障的判断方法	398
第四节 用万用表检测电控汽油喷射系统	407
一、用万用表测试时的注意事项	415
二、检查电源电压	417
三、检查节气门开度传感器的电压	419
四、检查进气歧管压力传感器的电压	421
五、检查喷油器电路的电压	422
六、检查进气温度传感器电压	424
七、检查水温传感器电压	425
八、检查起动电路	425
九、检查点火电路	427
十、检查怠速控制阀电压	430
十一、检查发动机故障指示灯电压	431
第五节 电控汽油喷射系统主要零部件的检查	432
一、进气系统各主要零部件的检查	432
二、燃油系统各主要总成的检查	452
三、电控系统各主要总成的检查	463
第七章 电控汽油喷射故障自诊断系统	486
第一节 故障自诊断系统	486
一、概述	486
二、故障自诊断系统的工作原理	487
三、故障自诊断结果的显示	490
四、进入故障自诊断状态的方法	501
五、故障代码的清除	502
六、故障运行系统	502

第二节 亚洲汽车故障自诊断测试	507
一、丰田 (TOYOTA) 轿车故障自诊断测试	507
二、日产 (NISSAN) 轿车故障自诊断测试	537
三、日本三菱 (MITSUBISHI) 汽车故障自诊断测试	563
四、本田 (HONDA) 汽车的故障自诊断测试	585
五、韩国现代 (HYUNDAI) 轿车故障自诊断测试	589
六、韩国大宇 (DAEWOO) 轿车故障自诊断测试	596
七、国产轿车故障自诊断测试	602
第三节 美国汽车故障自诊断测试	626
一、福特 (FORD) 轿车故障自诊断测试	626
二、通用公司凯迪拉克 (Cadillac 4.9L) 轿车自诊断 测试	635
三、通用公司汽车灯显故障自诊断测试	644
四、美国克莱斯勒 (CHRYSLER) 轿车故障自诊断 测试	646
第四节 欧洲汽车故障自诊断测试	650
一、奥迪 (AUDI) 轿车故障自诊断测试	650
二、奔驰 (BENZ) 轿车故障自诊断测试	655
三、德国宝马 (BMW) 轿车故障自诊断测试	663
四、瑞典绅宝 (SAAB) 轿车故障自诊断测试	664
五、瑞典沃尔沃 (VOLVO) 轿车故障自诊断测试	667
第五节 世界统一的故障代码	670
一、OBD-Ⅱ型故障代码的标准	671
二、故障自诊断测试	672
三、统一的 OBD-Ⅱ型故障代码的含义	673
附录 A 名词缩写注释	678
附录 B 电线颜色缩写识别	684
一、国产车电线颜色	684
二、美国车电线颜色	685

XII

三、日本车电线颜色	686
四、欧洲车电线颜色	686
主要参考文献	687

第一章 汽车发动机汽油喷射系统概述

第一节 汽车发动机汽油喷射系统的发展

传统的汽油汽车，汽油是经过化油器后和空气混合而进入气缸的，现在比较高级和豪华的汽车（如美国的林肯、顺风牌；德国的奔驰牌；日本的皇冠牌；英国的劳斯莱斯牌以及我国的奥迪牌等），汽油不是通过化油器，而是像柴油机一样是通过喷油器喷进气缸的，其中有的是直接喷入气缸，有的是喷在进气管内，这种系统，我们称之为汽车的汽油喷射系统。随着汽车技术的发展，这种汽油喷射供油系统正在逐渐取代传统化油器式供油系统。

汽油喷射技术早在 30 年代就已应用于军用飞机活塞式发动机上了，1934 年德国成功地研制了第一架装有汽油喷射发动机的军用战斗机。第二次世界大战后期，军用作战飞机已广泛装用汽油喷射发动机。

汽车上应用汽油喷射系统开始使用于竞赛汽车上，经过实际使用，证明效果良好，有很多优点是化油器所不及的。但因当时的汽油喷射系统机构复杂，制造精度要求高，造价昂贵，因此不能普遍推广。虽然如此，很多国家，如美国、英国、德国，后来又有日本、法国等都分别对汽油喷射系统作了大量的实验研究和改进。1950 年至 1953 年，批量生产的轿车用汽油发动机中，在两缸二行程发动机上最先采用汽油喷射技术的是 Goliath 和 Gutbrod 两公司。此后，德国奔驰

(Benz) 公司于 1957 年在四行程发动机上采用了汽油喷射技术。当时轿车用汽油喷射系统，全部是采用柴油喷油泵的机械式汽油喷射装置，由德国波许 (Bosch) 公司开发生产。

电控汽油喷射系统的最初设想是从 1953 年美国本迪克斯 (Bendix) 公司试制电控喷油器开始的，但这套系统并未付诸实用，以后德国波许 (Bosch) 公司购取此项专利，于 1962 年着手开发电子控制汽油喷射系统，经过几年的努力，于 1967 年推出了 D 型叶特朗尼克 (D-Jetronic) (速度密度方式) 电控汽油喷射系统，并装在大众 (VW) -1600 轿车上，向美国出口，于是电子控制汽油喷射技术得到了发展。

波许公司在推出 D-Jetronic 5 年后的 1972 年，又推出了两种质量流量式的汽油喷射系统：一种是机械式的连续喷射系统即 K-Jetronic；另一种是电子控制式的间断喷射系统即 L-Jetronic。为了提高空燃比控制精度，在质量流量式汽油喷射系统中采用空气流量计直接检测进入发动机的空气量，以代替速度密度式汽油喷射系统 (D-Jetronic) 中的进气量间接测量方法，从而确保了汽车排放法规规定的空燃比控制精度。

70 年代后期，微电子技术迅速发展，大规模、超大规模集成电路和微电脑相继出现，促使电控汽油喷射发动机有了突飞猛进的发展。1976 年，美国的通用 (GM) 汽车公司最先在点火控制 (MISAR) 中使用微机，它能够根据运转条件精确地控制点火时刻。

为了适应日趋严格的汽车排放限制法规的要求，除了采用排气后处理技术之外，还需进一步提高空燃比控制精度的技术。当时出现的是氧 (O_2) 传感器和三元催化剂，所谓三元催化剂，就是能使排气中的有害成分碳氢化合物 (HC) 及

一氧化碳(CO)的氧化反应与氮氧化物(NO_x)的还原反应同时进行的催化剂,它是排气净化的一种有效措施。但是,其净化作用仅限于空燃比接近于理论空燃比的狭窄范围内。把催化剂入口处的氧浓度用氧传感器检测出来,而后反馈,修正喷油器的汽油喷射量,可以把空燃比控制在能够充分发挥三元催化剂作用的范围内。在质量流量式汽油喷射系统中,加入 O_2 传感器的技术,在1977年由日本日产、丰田两汽车公司使其达到实用化,后来在多种车辆上采用。

1981年,波许公司把L型汽油喷射系统中的叶片式空气流量计改进为热线式空气流量计,成为LH型汽油喷射系统。该系统对空气流量的测量精度更高,控制也更精确。与此同时,美国和日本各大汽车公司也开始研制电控汽油喷射系统,美国通用汽车公司的DEFI系统,福特汽车公司的EEC-Ⅲ系统,日本日产汽车公司的ECCS系统,丰田汽车公司的TCSS系统等竞相出现,这些系统的工作原理与波许公司的电控汽油喷射系统的原理相似。

为将电控汽油喷射技术应用到原安装化油器的发动机上,以便对这种发动机进行改造,1980年美国通用汽车公司推出一种结构简单,价格低廉的TBI节气门体式汽油喷射系统,1983年波许公司推出了Mono型汽油喷射系统,这两种系统都是集中式汽油喷射系统。

近年来,特别是90年代,由于电子技术发展很快,小型电脑的出现,电控汽车汽油喷射发动机得到了广泛的应用。在美国,采用电子控制汽油喷射发动机的汽车已占90%;在日本以及西欧也占60%,已基本取代了传统化油器式发动机。汽油喷射技术发展的历史见表1-1。

在我国早在50年代后期,吉林工业大学内燃机教研室就