

汽车检修技能提高教程丛书

汽车发动机 电控技术与检修

Technology
& Maintenance

主编 王盛良 / 副主编 刘案榕 温轩华

第3版



赠 电子课件

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

汽车检修技能提高教程丛书



汽车发动机电控技术 与检修 第3版

主 编 王盛良

副主编 刘案榕 温轩华

机械工业出版社

本书主要介绍了汽车发动机电控燃油喷射系统、电控发动机主要传感器、电子气门系统、涡轮增压控制系统、可变气门正时系统、电控节气门系统、进气惯性增压及涡流控制系统、发动机燃油系统电控装置、电控发动机点火系统、曲轴箱通风控制系统、燃油蒸气排放控制系统、废气排放控制系统、电控发动机的辅助控制系统、油电混合动力、稀薄燃烧技术等发动机电子控制系统的基本构造、工作原理及检修方法。本书涉及车型均为市面上保有量较大、较新的车型。本书第3版还补充了近年出现的汽车发动机电控新技术,供读者阅读参考。

本书内容系统详实,图文并茂,具有较强的实用性。可作为中、高职类汽车专业教材,也可供汽车维修人员、汽车驾驶人以及汽车管理人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控技术与检修/王盛良主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2017.5

(汽车检修技能提高教程丛书)

ISBN 978-7-111-56691-5

I. ①汽… II. ①王… III. ①汽车-发动机-电子系统-控制系统-车辆修理 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第088863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:连景岩 杜凡如 责任编辑:连景岩 杜凡如 李 然

责任校对:肖 琳

封面设计:鞠 杨

责任印制:李 飞

北京铭成印刷有限公司印刷

2017年6月第3版第1次印刷

184mm×260mm·18.5印张·446千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-56691-5

定价:49.90元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com



丛书序

我国的汽车工业发展为什么远不如高铁工业、工程机械快？在我国汽车产销量均出现井喷式增长的黄金时期，自主品牌汽车为什么没有处于主导地位？与美、日等汽车强国相比，为什么总是形似而神非？这些是值得我们所有汽车行业从业者深思的问题。作为近 30 年我国汽车工业发展的参与者，笔者一直在反思、总结。从 20 世纪 80 年代末至 90 年代中期的手工单台生产，到现在的工业化流水线批量生产；从拥有几千家汽车制造企业和上千个品牌，到现在只剩下几个自主品牌和数十个汽车制造企业；自主品牌的国内市场占有率从 95% 以上，到现在的不足 10%。我们缺技术吗？缺资源吗？缺市场吗？除了上层建筑的问题，面对汽车保有量以每年 10% ~ 20% 的速度递增的庞大市场，作为汽车人，我们还应该思考怎样实现弯道超车。

笔者在编写汽车专业教材时采用了“积木法”，中国的汽车工业要脱颖而出也要走“积木法”路线，这样既能降低研发、生产成本，避免造成资源分散与浪费，又能提高产品品质和市场竞争力。而要走“积木法”路线，就必须以教育为手段，因为汽车上的每一个小“积木”都能成就一番大事业。作为汽车专业人士，作为想进入汽车行业的有志之士，在万众创新、全民创业的大好形势下，成就自我，成就中国汽车产业，已经迎来最好的契机。如何把汽车“积木”变成产业项目，把项目变成特色，把特色变成效果，把效果变成效益。这是我们要不断思考的问题。

在本套教材编写再版时，笔者留下大量空间，供汽车专业的教育者、学习者、读者来补充、完善，也期待与高、中等院校汽车专业老师、学生及汽车从业人士，就专业、就业、创业及汽车企业孵化器等问题开展专题讲座与探讨，解决学与用的问题；与汽车制造企业及汽车售后企业，就项目运营、节能减排、创新发展、特色服务及操作进行面对面的交流，解决提高品牌、企业竞争力的问题。

笔者一直在摸索、一直在努力、一直在开拓，尽管培养了一大批优秀汽车行业从业者，指导了一大批汽车售后企业，也拥有一些投入生产的新项目、新技术、新工艺、新方法，但终归力量有限，中国汽车产业的发展，仍然任重道远，需要大家共同努力。本套教材仍存在许多不足，期待同行与读者批评指正，以惠及更多汽车同仁！

参与本套丛书编写的有王盛良、刘案榕、温轩华、王正红、冯建源、谌刚华。

王盛良

目 录



丛书序

第1章 电控发动机概述	1
1.1 电控发动机的基本结构	1
1.2 应用在发动机上的电子控制系统	2
1.2.1 电控燃油喷射系统	2
1.2.2 电控点火系统	2
1.2.3 其他辅助控制系统	3
1.3 汽油机电控燃油喷射系统概述	4
1.3.1 汽油喷射系统发展概述	4
1.3.2 电控燃油喷射系统的组成与原理	4
1.3.3 电控燃油喷射系统的类型	7
1.3.4 电控燃油喷射系统的功能	12
1.3.5 电控燃油喷射系统的优点	18
练习与思考题	19
第2章 电控发动机的主要传感器	20
2.1 空气流量计的结构原理与检测	21
2.1.1 空气流量计的功用	21
2.1.2 空气流量计的结构与原理	21
2.1.3 空气流量计的常见故障及原因	26
2.1.4 空气流量计的拆装与检测方法	27
2.1.5 空气流量计的案例分析	31
2.2 进气歧管绝对压力传感器的结构原理与检测	31
2.2.1 进气歧管绝对压力传感器的功用	31
2.2.2 进气歧管绝对压力传感器的结构与原理	32
2.2.3 进气歧管绝对压力传感器的常见故障及原因	33



2.2.4	进气歧管绝对压力传感器的拆装与检测方法	34
2.2.5	进气歧管绝对压力传感器的案例分析	37
2.3	曲轴和凸轮轴位置传感器的结构原理与检测	38
2.3.1	曲轴和凸轮轴位置传感器的功用	38
2.3.2	曲轴和凸轮轴位置传感器的结构与原理	38
2.3.3	曲轴和凸轮轴位置传感器的常见故障及原因	42
2.3.4	曲轴和凸轮轴位置传感器的拆装与检测方法	42
2.3.5	曲轴和凸轮轴位置传感器的案例分析	45
2.4	节气门位置传感器的结构原理与检测	46
2.4.1	节气门位置传感器的功用	46
2.4.2	节气门位置传感器的结构与原理	46
2.4.3	节气门位置传感器的常见故障及原因	48
2.4.4	节气门位置传感器的拆装与检测方法	49
2.4.5	节气门位置传感器的案例分析	50
2.5	温度传感器的结构原理与检测	51
2.5.1	温度传感器的功用	51
2.5.2	温度传感器的结构与原理	52
2.5.3	温度传感器的常见故障及原因	53
2.5.4	温度传感器的拆装与检测方法	54
2.5.5	温度传感器的案例分析	56
2.6	氧传感器的结构原理与检测	57
2.6.1	氧传感器的功用	57
2.6.2	氧传感器的结构与原理	58
2.6.3	氧传感器的常见故障及原因	61
2.6.4	氧传感器的拆装与检测方法	63
2.6.5	氧传感器的案例分析	65
2.7	爆燃传感器的结构原理与检测	66
2.7.1	爆燃传感器的功用	66
2.7.2	爆燃传感器的结构与原理	66
2.7.3	爆燃传感器的常见故障及原因	67
2.7.4	爆燃传感器的拆装与检测方法	67
2.7.5	爆燃传感器的案例分析	69
2.8	开关信号及其他类型传感器的结构原理与检测	70
2.8.1	空调开关信号的作用与检测	70
2.8.2	起动信号的作用与检测	70
2.8.3	制动信号与离合器开关信号的作用与检测	70
2.8.4	车速传感器的结构原理与检测	71
2.8.5	电子加速踏板位置传感器	72
2.8.6	案例分析	73



练习与思考题	74
第3章 发动机的电控进气装置	76
3.1 电子气门系统	76
3.1.1 电子气门系统的基本工作原理	77
3.1.2 电子气门系统的基本结构特征及检测	78
3.1.3 案例分析及空气供给系统的检测	83
3.2 涡轮增压控制系统	85
3.2.1 涡轮增压控制系统的功用	85
3.2.2 涡轮增压控制系统的结构与原理	86
3.2.3 涡轮增压控制系统的故障诊断及检修	88
3.3 可变气门正时系统	90
3.3.1 可变气门正时系统的功用	90
3.3.2 可变气门正时系统的结构与原理	91
3.3.3 可变气门正时系统的故障诊断及检修	94
3.4 电控节气门系统	96
3.4.1 电控节气门系统的功用	96
3.4.2 电控节气门系统的结构与原理	96
3.4.3 电控节气门系统的故障诊断及检修	97
3.5 进气惯性增压及涡流控制系统	99
3.5.1 进气惯性增压控制系统的原理及检修	99
3.5.2 进气涡流控制系统的原理及检修	100
练习与思考题	101
第4章 发动机燃油系统电控装置	103
4.1 发动机燃油系统电控装置的基本结构	103
4.2 燃油泵及其控制电路的原理与检修方法	105
4.2.1 燃油泵的结构与原理	105
4.2.2 燃油泵的检修	106
4.2.3 燃油泵控制电路的原理与检修	106
4.3 喷油器及其控制电路的原理与检修	111
4.3.1 喷油器及其控制电路	111
4.3.2 喷油器及其控制电路的检修	115
4.4 燃油供给系统的拆装与故障检测	117
4.4.1 燃油供给系统的拆装	117
4.4.2 燃油供给系统的故障检测	119
练习与思考题	122



第5章 电控发动机的点火系统	124
5.1 电控点火系统的原理与检修	124
5.1.1 电控点火系统概述	124
5.1.2 电控点火系统的原理	125
5.1.3 电控汽油喷射发动机的点火控制	132
5.1.4 电控点火系统的故障	137
5.2 用示波器检查点火系统的故障	138
5.2.1 单缸点火次级波形	138
5.2.2 点火次级阵列波形	139
5.2.3 点火初级波形分析	141
5.2.4 点火次级波形检查故障案例	142
练习与思考题	142
第6章 电控发动机的排放控制系统	144
6.1 曲轴箱通风控制系统	144
6.1.1 曲轴箱通风控制系统的结构与原理	144
6.1.2 曲轴箱通风控制系统的故障诊断及检修	145
6.2 燃油蒸气排放控制系统	146
6.2.1 燃油蒸气排放控制系统的结构与原理	146
6.2.2 燃油蒸气排放控制系统的故障诊断及检修	147
6.3 废气排放控制系统	152
6.3.1 三元催化转化器	153
6.3.2 废气再循环控制系统	158
6.3.3 二次空气喷射系统	162
练习与思考题	168
第7章 电控发动机的辅助控制	170
7.1 电控发动机的怠速控制系统	170
7.1.1 怠速控制系统的基本部件	170
7.1.2 怠速电子控制阀的结构原理与检修	173
7.1.3 怠速控制过程	178
7.1.4 怠速的检查调整和设定	179
7.2 定速巡航控制系统	181
7.2.1 定速巡航控制系统的结构与原理	181
7.2.2 定速巡航控制系统的故障及检修	186
7.3 电控单元的其他控制	188
7.3.1 电控单元对电源的监控	188
7.3.2 失效保护功能及备用功能	188



7.3.3 起动控制	189
7.3.4 其他控制	189
练习与思考题	191
第8章 电控单元与自诊断系统	193
8.1 电控单元的原理与检修	193
8.1.1 电控单元的基本原理	193
8.1.2 电控单元的匹配和升级	195
8.1.3 电控单元的电源电路	196
8.1.4 电控单元的外部电路检修方法	199
8.1.5 电控单元内部电路的初步检修方法	205
8.2 电控单元的自诊断系统	207
8.2.1 自诊断系统概述	207
8.2.2 第二代随车自诊断系统 OBD-II	210
8.2.3 OBD-III 展望	213
练习与思考题	213
第9章 电控发动机的常见故障分析	215
9.1 电控发动机的故障特征及分析方法	215
9.1.1 电控发动机常见故障的分类	215
9.1.2 电控发动机常见故障的分析方法	217
9.1.3 电控发动机常用故障诊断设备介绍	231
9.2 电控发动机疑难故障的基本检查项目	249
9.2.1 点火系统的检查	250
9.2.2 燃油压力及滤清器的检查	250
9.2.3 尾气排放的检查	250
9.2.4 进气系统泄漏的检查	251
9.2.5 气缸压力的检查	252
9.3 常见故障分析方法及案例	252
9.3.1 发动机不能起动及起动困难的故障分析及排除	253
9.3.2 怠速不良的故障分析及排除	255
9.3.3 动力不足的故障分析及排除	259
练习与思考题	262
第10章 电控发动机的新技术	264
10.1 稀薄燃烧技术	264
10.1.1 采用稀薄燃烧技术的优缺点	264
10.1.2 稀薄燃烧技术的种类	264
10.1.3 实现稀薄燃烧的关键技术	265



10.1.4 直喷式发动机范例·····	267
10.2 发动机电控冷却系统·····	268
10.2.1 电控冷却系统的特点·····	269
10.2.2 电控冷却系统的主要组成部件·····	270
10.2.3 电控冷却系统的控制·····	272
10.3 油电混合动力·····	274
10.3.1 油电混合动力概述·····	274
10.3.2 电动机及其他主要部件·····	275
10.3.3 油电混合动力的工作原理·····	277
10.4 动力传动局域网系统·····	278
10.4.1 CAN 数据传输系统的原理·····	279
10.4.2 动力传动局域网系统·····	280
10.4.3 动力传动局域网系统故障案例·····	280
练习与思考题·····	282
参考文献·····	283



第1章

电控发动机概述

基本思路:

电控发动机从大的角度来说可分为两部分:发动机和电控系统。发动机由两大机构五大系统(柴油发动机为四大系统)组成,电控系统由传感器、电控单元、执行部件三部分组成。根据已掌握的发动机两大机构和五大系统,电控发动机与传统发动机相比,曲柄连杆机构、润滑系统没有变动,配气机构、起动、冷却、点火和燃料供给系统都增加了较多的控制技术,在以后的章节中我们采用“积木法”按三个问题四条线专题介绍。

▶▶▶ 1.1 电控发动机的基本结构

电控发动机是为了改善发动机的动力性、燃油经济性,降低排放污染,提高发动机加速和减速性能及改善发动机的起动性能,在传统发动机的基础上发展起来的。主要利用现代的电子控制技术对原有传统发动机的两大机构五大系统进行改进和改造,在原有传统发动机基础上增加了电子控制系统。而电子控制系统主要由三大“积木”组成:传感器、电控单元、执行部件,如图 1-1 所示。

传感器的功能是检测发动机运行状态的各种电量、物理量和化学量等参数,并将这些参数转变为电信号通过线路输送给电控单元。

执行器是执行电控单元发出的命令,能够完成某项功能的装置。例如,喷油器的通电时间受电控单元控制,能够准确地喷油。

电控单元(俗称电脑)的英文缩写为 ECU(或 ECM),有的发动机电控单元与自动变速器的电控单元集成在一起,称为动力控制模块(PCM)。它是一种综合控制电子装置,其功用是为各传感器提供参考电压,接受传感器或其他输入装置的电信号,并对所接受的电信

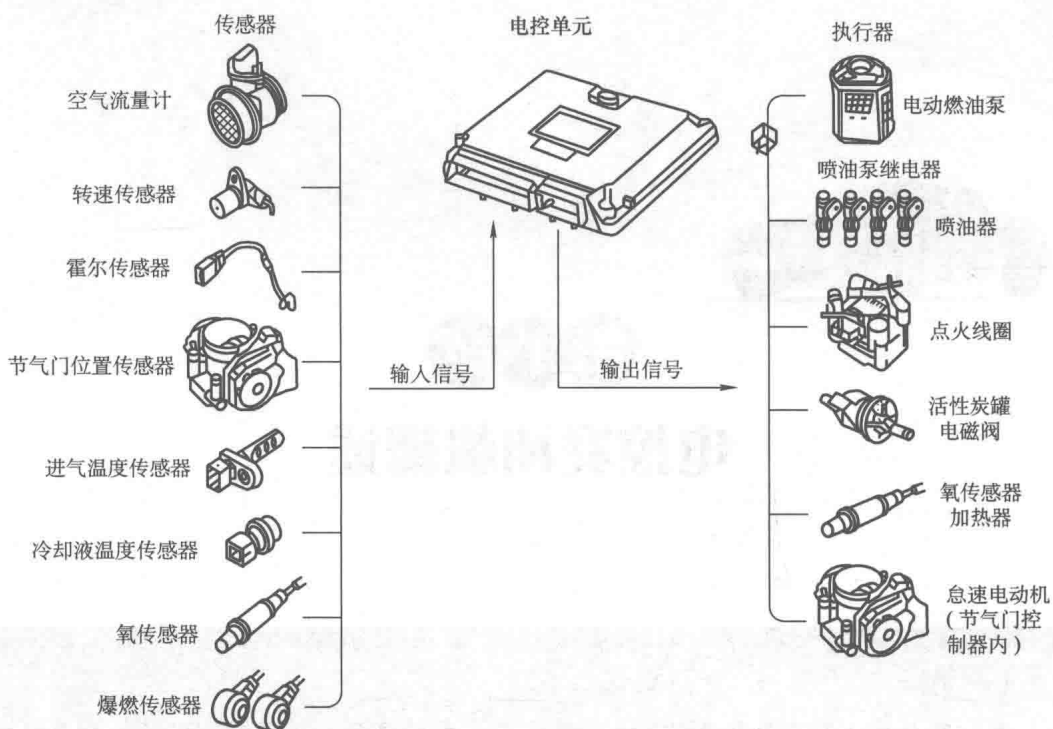


图 1-1 桑塔纳 2000 GSi 轿车发动机电子控制系统

号进行存储、计算和分析处理，根据计算和分析结果对执行部件发出指令。

▶▶▶ 1.2 应用在发动机上的电子控制系统

电控发动机的控制系统主要包括电控燃油喷射系统和电控点火系统，除此以外还包括怠速控制系统、排放控制系统、进气控制系统、增压控制系统、巡航控制系统、警告系统、自诊断与报警系统、失效保护系统、应急备用系统等。

👉 1.2.1 电控燃油喷射系统

电控燃油喷射 (Electronic Fuel Injection, EFI) 系统以一个 ECU 为控制中心，控制喷油器的喷油时刻和喷油时间，使发动机在各种工况下都能获得最佳浓度的混合气。在电控燃油喷射系统中，喷油量控制是最基本也是最重要的控制内容，ECU 主要根据进气量确定基本喷油量，再根据其他传感器（如冷却液温度传感器、节气门位置传感器等）信号等对喷油量进行修正，使发动机在各种运行工况下均能获得最佳浓度的混合气，从而提高发动机的动力性、经济性和排放性。此外，EFI 系统还包括喷油正时控制、断油控制和燃油泵控制。

👉 1.2.2 电控点火系统

电控点火系统 (Electronic Spark Advance, ESA) 最基本的功能是控制点火提前角。该系统根据各相关传感器信号，判断发动机的运行工况和运行条件，选择最理想的点火提前角点



燃混合气,从而改善发动机的燃烧过程,以实现提高发动机动力性、经济性和降低排放污染的目的。此外,电控点火系统还具有闭合角控制和爆燃控制功能。

1.2.3 其他辅助控制系统

(1) 怠速控制系统 怠速控制 (Idle Speed Control, ISC) 系统为发动机辅助控制系统,其功能是在发动机怠速工况下,根据发动机冷却液温度、空调压缩机是否工作、变速器是否挂入档位等,通过怠速控制阀对发动机的进气量进行控制,使发动机随时以最佳怠速转速运转。

(2) 排放控制系统 其功能主要是对发动机排放控制装置的工作实行电子控制。排放控制的项目主要包括:废气再循环 (EGR) 控制,活性炭罐电磁阀控制,氧传感器和空燃比闭环控制,二次空气喷射控制等。

(3) 进气控制系统 其功能是根据发动机转速和负荷的变化,对发动机的进气进行控制,以提高发动机的充气效率,从而改善发动机的动力性。

(4) 增压控制系统 其功能是对发动机进气增压装置的工作进行控制。在装有废气涡轮增压装置的汽车上,ECU 根据检测到的进气管压力,对增压装置进行控制,从而控制增压装置对进气增压的强度。

(5) 巡航控制系统 其功能是当驾驶人设定巡航模式后,ECU 根据汽车运行工况和运行环境信息,自动控制发动机工作,使汽车自动维持一定车速行驶。

(6) 警告系统 其功能是由 ECU 控制各种指示和报警装置,一旦控制系统出现故障,该系统能及时发出信号以警告提示。

(7) 自诊断与报警系统 在发动机控制系统中,ECU 都具有自诊断系统,以对控制系统各部分的工作状况进行监控。当 ECU 检测到来自传感器或输送给执行部件的故障信号时,立即点亮仪表板上的“CHECK ENGINE”故障指示灯,以提示驾驶人发动机存在故障。同时,系统将故障信息以设定的数码 (故障码) 形式储存于存储器中,以便维修人员确定故障类型和范围。对车辆进行维修时,维修人员可通过特定的操作程序调取故障码。

(8) 失效保护系统 失效保护系统的功能主要是当传感器或传感器线路发生故障时,控制系统自动按 ECU 中预先设定的参考信号工作,以使发动机能继续运转。例如,冷却液温度传感器电路有故障时,可能会向 ECU 输入低于 -50°C 或高于 139°C 的冷却液温度信号,失效保护系统将自动按设定的标准冷却液温度信号 (80°C) 控制发动机工作,否则会引起混合气过稀或过浓,导致发动机不能工作。

此外,对发动机工作影响较大的传感器或电路发生故障时,失效保护系统则会自动停止发动机工作。例如,若 ECU 没有收到点火器返回的点火确认信号,失效保护系统则立即停止燃油喷射,以防止大量燃油进入气缸而不能点火。

(9) 应急备用系统 其功能是当控制系统 ECU 发生故障时,自动启用备用系统 (备用集成电路),按设定的信号控制发动机转入强制运转状态,以防车辆停驶在路途中。

除上述控制系统外,应用在发动机上的电控系统还有冷却风扇控制系统、配气相位控制系统、发电机控制系统等。应当说明的是,上述各控制系统在不同的汽车发动机上,只是或多或少地被采用。此外,随着汽车技术和电子技术的发展,发动机电子控制系统的功能将日益增多。



▶▶▶ 1.3 汽油机电控燃油喷射系统概述

✎ 1.3.1 汽油喷射系统发展概述

燃油喷射技术最早应用于飞机发动机上,第二次世界大战结束后,燃油喷射技术才逐渐被应用于汽车发动机上。1954年,德国奔驰汽车公司在其生产的300BL四冲程发动机上使用了燃油喷射技术,该车装用的机械式汽油喷射系统与柴油机供给系统基本相同,利用柱塞泵和喷油器直接向气缸内喷油,此后改进为向进气管喷油。

机械式汽油喷射系统采用连续喷射方式,即发动机运转过程中,喷油器连续不断地将汽油喷入进气管。机械式汽油喷射系统简称为K型汽油喷射系统,K是德语Kontinuum(连续)的第一个字母。K型汽油喷射系统是利用机械方式控制汽油喷射量的。

机电结合方式汽油喷射系统是20世纪60年代末,在机械式汽油喷射系统的基础上加以改进的产品,简称“KE型”汽油喷射系统,其中“E”代表电子控制。它与机械式汽油喷射系统的主要区别在于:在燃油分配器上增加了一个由ECU控制的电液式压差调节器,ECU根据冷却液温度、节气门位置等传感器的输入信号控制电液式压差调节器的动作,调节燃油供给量,达到对不同工况混合气空燃比修正的目的。KE型汽油喷射系统研制成功后,主要应用在德国奔驰380SE、500SL型汽车上。

电控燃油喷射技术的研究与开发始于20世纪50年代,1953年美国本迪克斯(Bendix)公司开始着手开发电子控制燃油喷射装置(Electrojector),并在四年后公布了成果。德国博世(Bosch)公司于1967年推出了D-Jetronic电控燃油喷射装置,1968年,德国大众汽车公司首次将博世公司研制的D-Jetronic应用在轿车上。此后,美国、日本等国的汽车公司也纷纷在自己生产的轿车上装用电子控制燃油喷射装置。1972年,博世公司又推出了博世L-Jetronic电控燃油喷射装置。到目前为止,各种汽车上应用的电控燃油喷射系统都是以博世公司产品为原形发展而来的。近几年来,性能更好、技术要求更高的缸内喷射式电子控制燃油喷射技术也已在研究与开发之中。

电控燃油喷射系统技术日趋完善,性能优越,使电控燃油喷射从20世纪70年代末开始得到迅猛发展,并广泛应用于现代汽车发动机上,成为现代车用汽油燃料供给系统的主流。

✎ 1.3.2 电控燃油喷射系统的组成与原理

电控燃油喷射系统由燃油供给系统、空气供给系统和电子控制系统三部分组成。典型的电控燃油喷射系统构成如图1-2所示。

1. 燃油供给系统

燃油供给系统主要由燃油箱、电动燃油泵、燃油滤清器、燃油压力调节器及喷油器等组成,如图1-3所示。工作时,电动燃油泵将燃油箱的汽油源源不断地泵出,经燃油滤清器滤除杂质和水分后,在燃油压力调节器的调节作用下,使喷油器内的燃油压力差始终保持为一定值。喷油器在ECU的控制脉冲作用下间歇喷油,将适量的燃油喷入进气管,与空气混合形成空燃比适当的可燃混合气。

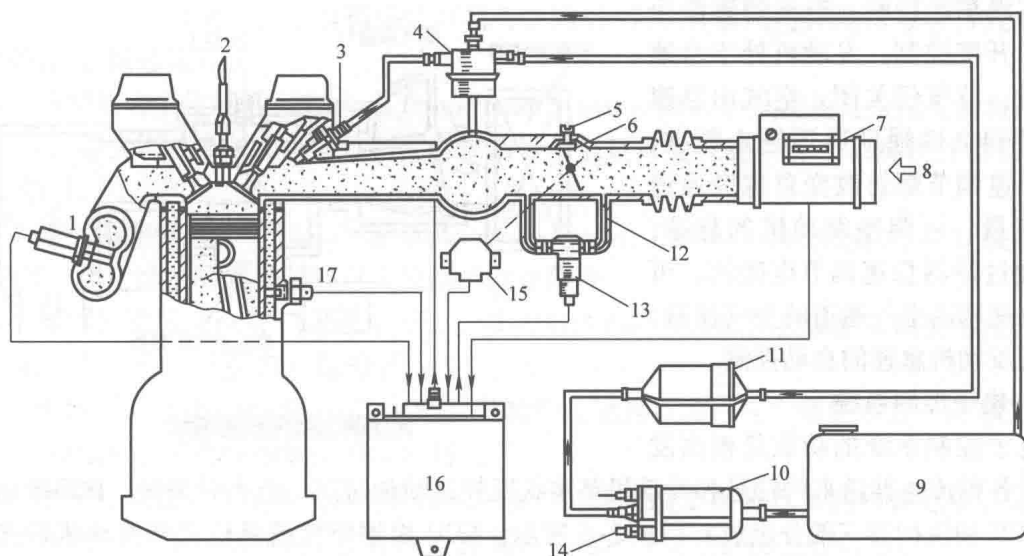


图 1-2 典型的电控燃油喷射系统组成

- 1—氧传感器 2—火花塞 3—喷油器 4—燃油压力调节器 5—怠速调整螺钉 6—怠速旁通道
7—空气流量计 8—空气进入 9—燃油箱 10—电动燃油泵 11—燃油滤清器
12—怠速辅助空气通道 13—怠速控制阀 14—燃油泵电动机连接导线
15—节气门位置传感器 16—ECU 17—冷却液温度传感器

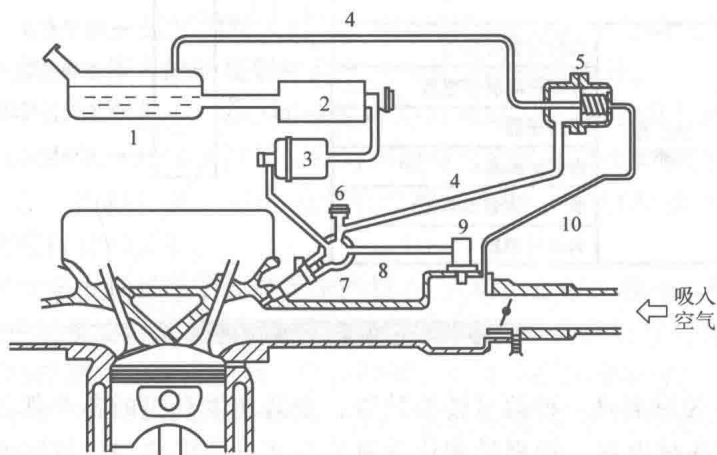


图 1-3 燃油供给系统

- 1—燃油箱 2—电动燃油泵 3—燃油滤清器 4—回油管 5—燃油压力调节器
6—阻尼减振器 7—喷油器 8—输油管 9—冷起动喷油器 10—真空管

2. 空气供给系统

空气供给系统主要由空气滤清器、空气流量计、节气门及怠速空气调整器等组成,如图 1-4 所示(以 L 型 EFI 系统为例)。在气缸进气行程真空吸力作用下,适量的空气经空气滤清器滤清后,经节气门和(或)怠速通道至进气歧管,与喷油器喷出的汽油混合后从进气门进入气缸。



在汽车运行时,空气的流量由节气门开度控制。发动机处于怠速工况时,节气门关闭,空气由怠速旁通道和怠速辅助通道进入气缸,通过怠速调节螺钉改变怠速旁通道的通气量,可调整发动机的怠速;ECU 通过控制怠速调节电磁阀,可调节怠速辅助空气通道的空气流量,以实现发动机怠速的自动控制。

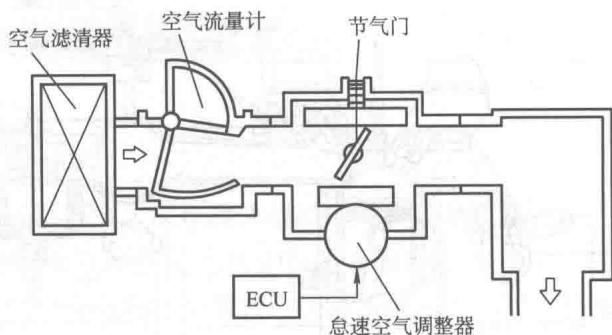


图 1-4 空气供给系统

3. 电子控制系统

电子控制系统的功能是根据发动机中各种传感器送来的信号和发动机基本状况控制喷油时间、点火时刻等。该系统由传感器、ECU 和执行器三部分组成,如图 1-5 所示。ECU 根据空气流量信号和发动机转速信号确定基本的喷油时间(喷油量),再根据其他传感器(如冷却液温度传感器、节气门位置传感器等)对喷油时间进行修正,并按最后确定的总喷油时间向喷油器发出指令,使喷油器喷油(通电)或断油(断电)。

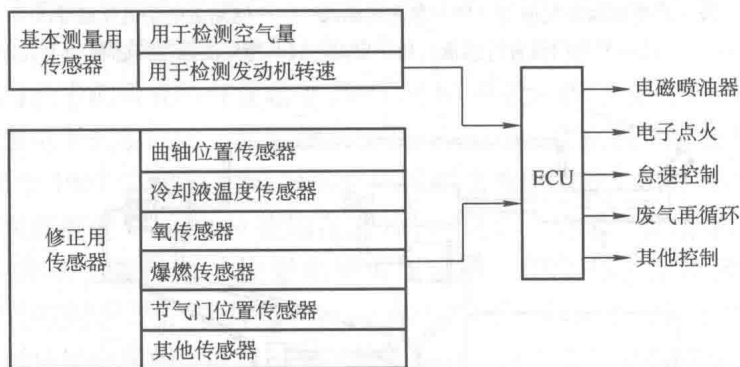


图 1-5 电子控制系统原理框图

(1) 传感器 传感器是一种信号转换装置,安装在发动机的各个部位,其功用是检测发动机运行状态的各种电量、物理量和化学量等参数,并将这些参数转变为电信号输送给 ECU。发动机电控系统常用传感器和开关信号如下:

1) 空气流量计 (Air Flow Sensor, AFS) 或进气歧管绝对压力传感器 (进气压力传感器) (Manifold Absolute Pressure Sensor, MAPS)。其功用是检测进入发动机的进气量信号,空气流量计可直接检测进气量信号,进气压力传感器只能间接测量进气量信号。

2) 曲轴位置传感器 (Crankshaft Position Sensor, CPS) 和凸轮轴位置传感器 (Cylinder Identification Sensor, CIS)。曲轴位置传感器的功用是检测发动机曲轴转角和转速信号,凸轮轴位置传感器的功用是检测活塞上止点位置信号,故称为气缸识别信号。在相当一部分汽车上,曲轴位置传感器与凸轮轴位置传感器做成一体,统称为曲轴位置传感器。

3) 节气门位置传感器 (Throttle Position Sensor, TPS)。其功用是检测节气门开度和加、



减速信号,如节气门全开、全闭和部分开启等,通过 ECU 对节气门开度信号进行处理,即可得到加速、减速信号。

4) 冷却液温度传感器 (Coolant Temperature Sensor, CTS)。其功用是检测发动机冷却液温度信号,作为燃油喷射和点火控制的修正信号,也是其他控制系统 (如怠速控制系统等) 的控制信号。

5) 进气温度传感器 (Intake Air Temperature Sensor, IATS)。其功用是向 ECU 提供进气温度信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

6) 爆燃传感器 (Knock Sensor, KS)。其功用是检测汽油机是否爆燃及爆燃强度,作为点火正时控制的修正 (反馈) 信号。

7) 氧传感器 (Oxygen Sensor, O_2S)。其功用是通过检测排气中氧的含量,向 ECU 输送空燃比反馈信号,进行喷油量的闭环控制。

8) 车速传感器 (Vehicle Speed Sensor, VSS)。其功用是检测汽车的行驶速度,为 ECU 提供车速信号,用于巡航控制和限速断油控制,也是自动变速器的主控信号。

9) 起动开关 (Start, STA)。发动机起动时,通过起动开关为 ECU 提供起动信号,作为燃油喷射和点火控制的修正信号。

10) 空档安全开关 (Neutral Safe Switch, NSW)。其功用是检测自动变速器的档位选择开关是否处于空档位置。

11) 制动灯开关。在制动时,由制动灯开关向 ECU 提供制动信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

12) 空调开关 (A/C)。当空调开关打开,空调压缩机工作,发动机负荷增大时,由空调开关向 ECU 输入信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

13) 动力转向开关。当转向盘由中间位置向左右转动时,由于动力转向油泵工作而使发动机负荷加大,此时向 ECU 输入信号,作为燃油喷射控制和点火控制的修正信号。

14) 巡航 (定速) 控制开关。当进入巡航控制状态时,向 ECU 输入巡航控制状态信号,由 ECU 对车速进行自动控制。

(2) ECU ECU 是发动机电子控制系统的核心,其功用是根据各种传感器和控制开关输入的信号,对喷油量和喷油时刻进行实时控制。ECU 还可对多种信息处理,实现 EFI 系统以外其他诸多方面的控制,如点火控制、怠速控制、废气再循环控制等。

(3) 执行器 执行器是控制系统的执行机构,其功用是接受 ECU 输出的各种控制指令完成具体的控制动作,从而使发动机处于最佳工作状态。发动机电子控制系统主要的执行部件有电动燃油泵、喷油器、点火器、怠速控制阀、节气门控制电动机、废气再循环阀、进气控制阀、二次空气喷射阀、活性炭罐电磁阀、油泵继电器、风扇继电器、空调压缩机继电器、自诊断显示与报警装置、仪表显示器等。

1.3.3 电控燃油喷射系统的类型

电控燃油喷射系统发展至今,已有多种结构形式,下面按不同的分类方法予以介绍。

1. 按喷射位置分类

按喷射位置不同,电控燃油喷射系统可分为进气管喷射 (图 1-6) 和缸内喷射 (图 1-7) 两种类型。