



图说汽车维修快速入门丛书

全彩印刷

汽车发动机电控系统

维修就这么简单

QICHE FADONGJI
DIANKONG XITONG WEIXIU
JIU ZHEME JIANDAN

杨智勇 边伟 主编



学得快

起点低

从零学起，基础入门
一看就会，一学就懂



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图说汽车维修快速入门丛书



汽车发动机电控系统维修 就这么简单

杨智勇 边伟 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以大众、丰田等国产主流轿车为主,从初学者的角度,以图解的形式讲述了发动机电控系统的基础知识、基本结构、故障诊断与维修,以及发动机点火控制系统、辅助控制系统的维修知识。

本书可供初学汽车发动机电控系统维修人员使用,也可供职业技术学院汽车相关专业师生和汽车工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机电控系统维修就这么简单 / 杨智勇, 边伟主编. —北京: 机械工业出版社, 2014.7

(图说汽车维修快速入门丛书)

ISBN 978-7-111-47001-4

I. ①汽… II. ①杨… ②边… III. ①汽车—发动机—电子系统—控制系统—维修—图解
IV. ①U472.43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 123928 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: 赵海青 责任编辑: 赵海青 责任校对: 张玉琴

封面设计: 张 静 责任印制: 乔 宇

北京汇林印务有限公司印刷

2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

148mm × 210mm · 9.25 印张 · 268 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-47001-4

定价: 39.90 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

社服中心: (010) 88361066

销售一部: (010) 68326294

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

网络服务

教材网: <http://www.cmpedu.com>

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

机工微博: <http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版



中国汽车工业已有了飞速的发展。通过技术引进、国产化和技术改造,汽车的生产能力、市场占有率和社会保有量均有大幅度的提高。随着机动车数量的增多,汽车使用与维修技术人员,尤其是初学汽车维修人员迫切需要学习汽车专业知识。为了使广大初学汽车维修人员全面系统地了解汽车的基础知识,增强维护修理、排除故障的实际能力,掌握汽车维修技巧等知识,特编写本套丛书。本套丛书由以下十册图书组成:

- ❏ 《汽车发动机维修就这么简单》
- ❏ 《汽车底盘维修就这么简单》
- ❏ 《汽车电气系统维修就这么简单》
- ❏ 《汽车维护就这么简单》
- ❏ 《汽车发动机电控系统维修就这么简单》
- ❏ 《汽车自动变速器维修就这么简单》
- ❏ 《汽车空调系统维修就这么简单》
- ❏ 《汽车钣金就这么简单》
- ❏ 《汽车喷漆就这么简单》
- ❏ 《汽车美容与装饰就这么简单》

本套丛书以通俗易懂的语言、图解的方式,围绕初学汽车维修人员所关心的问题,对汽车维修基础知识、维修工具的使用、汽车的一般维护方法、汽车常见故障维修、汽车主要部件的检查、汽车主要部件的拆装、车身磕碰的修补、美容等方面的知识进行了详细的介绍。

本套丛书有以下特点:

(1) 起点低,针对性强。丛书中每本书的内容均包括从事本工种人员应明确的汽车结构原理和应掌握的实际技能训练内容,低起点,针对性、实用性强。





(2) 突出重点。本套丛书的选材和编写内容充分体现以就业为导向,以职业技能训练为核心的目标要求,既介绍了具有共性的基础知识,又讲述了有代表性车型的维修技术。

(3) 在满足实际需要的前提下,内容选择突出了汽车维修技术的先进性。

(4) 浅显易懂,便于自学。在编写本套丛书时,尽量采用浅显易懂的语言,从最基础的内容开始,全面而透彻地讲解汽车维修各工种所必须掌握的基础知识和专业知识,便于自学。

本套丛书内容丰富,可读性强,实用性强,既可作为初学汽车维修人员的入门指导,也可供广大汽车爱好者、驾驶人员以及大中专院校相关专业的师生阅读和参考。

前言



PREFACE

目前,中国汽车工业已有了飞速的发展。通过技术引进、国产化和技术改造,汽车的生产能力、市场占有率和社会保有量均有大幅度的提高。随着机动车数量的增多,汽车服务前景广阔。汽车使用与维修技术人员尤其是初学汽车修理人员迫切需要学习汽车专业知识。为了使广大初学汽车修理人员全面系统地了解汽车的基础知识,增强维护修理、排除故障的实际能力,掌握汽车维修技巧等知识,特编写此书。

本书以大众、丰田等国产主流车型为主,以通俗易懂的语言,围绕初学汽车修理人员所关心的问题,从初学者的角度,以图解的形式讲述了汽车发动机电控系统的结构、简单工作原理、维修及常见故障诊断方法,内容包括发动机电控系统基础知识、基本结构、故障诊断与维修,以及发动机点火控制系统、辅助控制系统的维修知识。

本书内容丰富,可读性强,实用性强,既可作为初学汽车发动机电控系统维修人员的入门指导,也可供广大汽车爱好者、驾驶人员以及大中专院校相关专业的师生阅读和参考。

本书由杨智勇、边伟主编。参加编写的还有侯伟、王海、孙艳丽、徐维东、田立加、刘柱、韩伟、季成久、张磊、王晓红、刘波、王丽梅、张凤云、李培军、康爱琴、王文丽。

在编写过程中,我们参考并引用国内外一些汽车厂家的技术资料 and 有关出版物,在此对参考文献的作者和为本书编写过程提供帮助的同志表示衷心的感谢。

由于水平所限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者



目录



CONTENTS

丛书序

前言

第一章 汽车发动机电控系统基础知识 1

第一节 维修安全操作规程	1
一、汽车维修工作准备	1
二、安全操作要点	2
第二节 发动机电控系统总体认识	5
一、发动机电控系统的分类	5
二、发动机电控系统的组成	13
三、发动机缸内直喷及稀薄燃烧技术	25
第三节 维修常用工具与设备	30
一、维修常用工具	30
二、维修常用设备	36

第二章 发动机电控系统 49

第一节 空气供给系统结构与维修	49
一、空气供给系统的组成	49
二、空气供给系统主要部件	50
三、空气供给系统的维修	52
第二节 燃油供给系统结构与维修	54
一、燃油供给系统结构	54
二、燃油供给系统的维修	65
第三节 控制系统结构与维修	75
一、控制系统结构	75
二、控制系统维修	105



第三章 发动机电控点火系统 137

- 第一节 有分电器电控点火系统结构与维修 137
- 一、有分电器电控点火系统的组成与结构 137
- 二、有分电器电控点火系统的维修 152
- 第二节 无分电器电控点火系统结构与维修 161
- 一、无分电器电控点火系统结构 161
- 二、无分电器电控点火系统维修 164

第四章 发动机辅助控制系统 169

- 第一节 怠速控制系统结构与维修 169
- 一、怠速控制系统的结构 169
- 二、怠速控制系统的维修 181
- 第二节 排放控制系统结构与维修 185
- 一、排放控制系统的结构 185
- 二、排放控制系统的维修 202
- 第三节 进气增压系统结构与维修 210
- 一、进气增压系统的结构 210
- 二、进气增压系统的维修 216

第五章 发动机电控系统故障诊断 225

- 第一节 发动机电控系统故障诊断基本知识 225
- 一、发动机电控系统常见故障类型 225
- 二、发动机电控系统维修注意事项 228
- 三、发动机电控系统故障诊断的基本原则与故障诊断流程 229
- 第二节 发动机电控系统故障诊断方法 233
- 一、汽车电路图的识读 233
- 二、控制电路与插接器的检查 252
- 三、发动机电控系统故障自诊断 254
- 四、发动机电控系统常见故障诊断 267
- 五、发动机电控系统典型故障诊断与排除方法 280



第一章 汽车发动机 电控系统基 础知识

第一节 维修安全操作规程

一、汽车维修工作准备

汽车维修工作准备内容如图 1-1 所示。

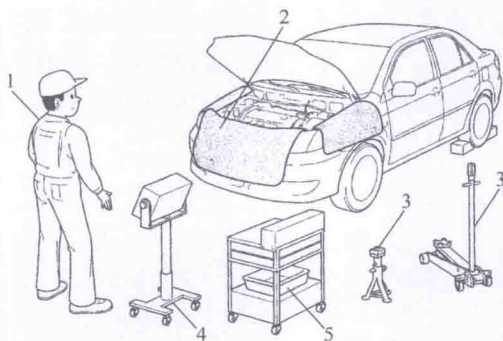


图 1-1 汽车维修工作准备内容

1—着装 2—车辆保护 3—举升设备
4—测量仪器 5—工具

(1) 着装 进行汽车修理时，务必穿着干净的工作服，必须戴好帽子，穿好安全鞋。

(2) 车辆保护 修理作业开始维修前，准备好散热器格栅罩、翼子板保护罩、座椅护面、地板垫、转向盘罩及变速杆罩等物品。

(3) 举升设备的安全操作 两个或两个以上人员一起工作时，一定要相互检查安全情况。发动机运转的情况下进行工作时，确保工作间通风，以排出废气。维修高温、高压、旋转、

CHAPTER 1



第一节 维修安全操作规程

第二节 发动机电控系统总体认识

第三节 维修常用工具与设备



移动或振动的零件时，一定要佩戴适当的安全设备，并且格外注意不要碰伤自己或他人。顶起车辆时，一定要使用安全底座支撑规定部位。举升车辆时，使用适当的安全设备。

(4) 准备工具和测量仪表 开始操作前，准备好工具台、工具、专用工具、仪器仪表、耗材和更换的零件。

(5) 拆卸和安装、拆解和组装操作 拆下零件前，检查总成的总体状况以确认是否变形或损坏。对于复杂的总成，要做记录。例如，记录拆下的电气连接、螺栓或软管的总数，并做上装配标记，以确保重装时各零部件装到原位置上。必要时，可对软管及其接头做临时标记。如有必要，则清洗拆下的零件，并且在全面检查后进行组装。

(6) 拆下零件的处理 应将拆下的零件放在一个单独的盒子内，以免与新零件混淆或弄脏新零件。对于不可重复使用零件，如衬垫、O形圈、自锁螺母，要按照本手册中的说明用新件进行更换。

二、安全操作要点

1. 机修工安全操作要点

● 工作前应检查所使用工具是否完整无损，施工中工具必须摆放整齐，不得随地乱放，工作完后应将工具清点检查并擦干净，按要求放入工具车或工具箱内。

● 拆装零部件时，必须使用合适工具或专用工具，不得大力蛮干，不得用锤子直接敲击零件，所有零件拆卸后要按一定顺序整齐安放，不得随地堆放。拆装车辆做到油、水、零件不落地，保持双手、零件、工具、场地的清洁。

● 废油应倒入指定的废油桶收集，不得随地倒泼或倒入排水沟内，防止废油污染。

● 修理作业时应注意保护汽车漆面光泽装饰，对地毯及座椅必要时要使用保护垫布、座椅套，以保持修理车辆的整洁。

● 在车上修理作业及用汽油清洗零件时，不得吸烟；不准在修理汽车的旁边烘烤零件或点燃喷灯等。

● 用千斤顶进行底盘作业时，必须选择平坦、坚实场地并用三角木将前后轮塞稳，然后用搁车凳将车辆支撑稳固，严禁单纯用千斤顶顶起车辆在车底作业。放松千斤顶时，要先看车下及周围是否有人，只有确认人员都在安全位置时，才能放松千斤顶。



● 在修理过程中应认真检查原零件或更换件是否符合技术要求，并严格按照修理技术规范精心进行施工和检查调试。

● 指挥车辆行驶、移位时，不得站在车辆正前与后方，并注意周围障碍物。

2. 检验试车员（质量检验员）安全操作要点

● 路试起步前，首先检查保修项目完成情况及车轮周围情况，检查油、水，拉紧驻车制动器，挂入空档并踏下离合器踏板后方可起动，待起动后慢慢松离合器踏板，注意仪表工作是否正常。

● 起步前必须关好车门，系好安全带。路试之前要确保制动系统工作可靠。

● 倒车时必须前后看清楚通道情况，并与指挥倒车人员取得联系，按手示进行。

● 试车车辆必须前后挂试车牌，并选择合适的地点进行路试，参加路试随车人员不得超过3人。

● 踩试制动踏板进行紧急制动时应先与车上人员示意后再进行试验，以免随车人员受伤。

● 试车完好后，应按规定再次检查相关部位。待被检内容全部合格后，将车辆停放在指定地点，手动变速器变速杆挂入低档位，自动变速器变速杆放在P位，拉紧驻车制动器。最后通知车主前来接车。

3. 车辆事故预防措要点

● 不管车辆驻车制动性能好坏，一定要在车轮前、后部垫三角木或采取其他防车辆下溜的措施。

● 不能在车辆后方作业或站立其他人员。

● 不允许维修人员在生产区随便乱动车辆和随便乱试车。必须持相应证照的人方可试车，试车时应按指定路线行驶，路试时不得搭乘客和货物等。

● 在把车辆举升到离开地面时，按安全操作规定，应在车身下面加设硬性支撑。

● 在维修车间内人工移动车辆时，必须有专人指挥。

● 人工移动车辆的指挥人员，必须熟悉车间内被移动车辆周围环境，并选择安全位置操作。

● 严禁用软连接的方式拖拉、救援有转向、制动操纵机构故障的车辆。





4. 烫伤的预防要点

(1) 引起烫伤的原因

● 如图 1-2 所示, 发动机温度过高, 冷却液沸腾, 操作人员打开散热器盖时被喷射出的蒸气烫伤。

● 工件局部焊补后, 操作人员疏忽而使身体裸露部分烫伤。

● 拆卸发生高温故障的零部件(如气缸盖、制动鼓、排气管等)时灼伤皮肤。

● 检查和排除运行性故障时, 裸露皮肤接触到温度较高的部件(如气缸体、排气管等)被烫伤。

● 身体接触蓄电池电解液等被灼伤。



图 1-2 冷却液沸腾

(2) 预防措施 预防此类事故, 主要是加强个人防护, 注意操作技巧。

● 在车辆维修时, 对冷却液温度过高的发动机, 不得在水泵停转的情况下不加防护地直接开启散热器盖。

● 尽量避免对刚熄火、零件温度尚未降低下来的车辆进行维修作业。

● 作业时按规定穿戴防护用品, 不得随意抚摸车身表面和将身体靠在维修车辆的车身上。

● 避免身体直接接触蓄电池电解液、冷却液等化学品。

5. 用电安全要点

● 检修电气设备或更换熔丝时, 应首先切断电源, 并在电源开关处挂上“严禁合闸”的警告牌; 在没有采取足够的安全措施的情况下, 严禁带电工作。

● 使用各种电气设备, 应采取相当的安全措施。如使用手提式电钻时, 必须戴上橡胶手套或站在绝缘垫上。

● 电热设备应远离易燃物, 用毕即断开电源。



● 判断电线或用电设备是否带电，必须用验电器，如测电笔（一般在250V以下使用）等检查判断，不允许用手去摸试。

● 电灯开关应接在相线上，用螺旋灯头时不可把相线接在跟螺旋套相连的接线柱上，以免调换灯泡时触电。

● 电线或电气设备失火时，应迅速切断电源。在带电状态下，不能用水和泡沫灭火器灭火，否则会使人触电。这种情况可用黄沙，二氧化碳灭火器和1211灭火器进行灭火。

● 发现有人触电时，首先应使触电者脱离电源，然后进行现场抢救。

第二节 发动机电控系统总体认识

一、发动机电控系统的分类

发动机电控系统的类型有多种分类方法，可根据喷射方式、喷射位置、测量空气量方式、喷油器数量、有无反馈信号等内容进行分类。

1. 按喷射方式不同分类

在多点电控燃油喷射系统中，按各缸喷油器的喷射顺序可分为同时喷射、分组喷射和顺序喷射。

(1) 同时喷射 如

图1-3所示，同时喷射是将各缸的喷油器并联，在发动机运转期间，所有喷油器由电控单元的同一个喷油指令控制，同时喷油、同时断油。采用此种喷射方式，对各缸而言，喷油时刻不可能都是最佳的，其性能较差，一般用在部分缸数较少的汽油发动机上。

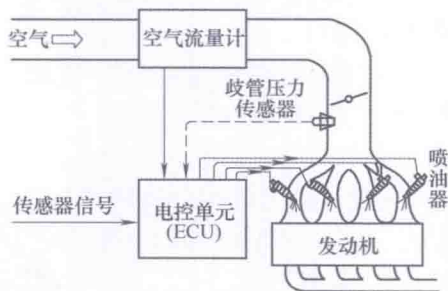


图1-3 同时喷射

要点

● 采用同时喷射方式的电控燃油喷射系统，一般都是曲轴每转一圈各缸同时喷油一次。

● 对每个气缸来说，每一次燃烧所需的供油量需要喷射两次，即曲轴每转一圈喷射1/2的油量。



(2) 分组喷射 如图 1-4 所示, 分组喷射是指将各缸的喷油器分成几组, 它是同时喷射的变形方案, 电控单元向某组的喷油器发出喷油或断油指令时, 同一组的喷油器同时喷油或断油。

(3) 顺序喷射 如图 1-5 所示, 顺序喷射是指各喷油器由电控单元分别控制, 按发动机各缸的工作顺序喷油; 多缸发动机电控燃油喷射系统采用分组喷射或顺序喷射方式较多。

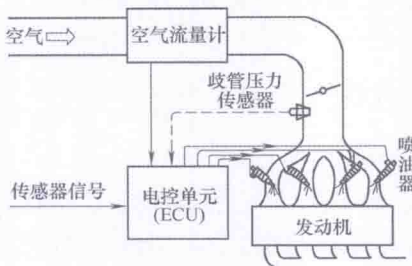


图 1-4 分组喷射

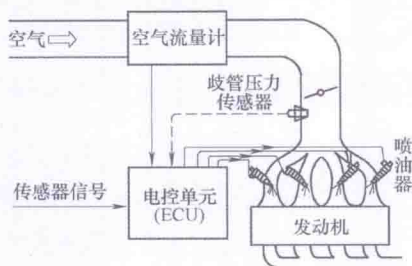


图 1-5 顺序喷射

2. 按喷射位置不同分类

按喷射位置不同, 电控燃油喷射系统可分进气管喷射和缸内直接喷射两种类型。

(1) 进气管喷射 (MFI) 如图 1-6 所示, 进气管喷射是将汽油喷在进气门前, 喷射压力较低, 一般不超过 1MPa, 目前大部分汽油喷射发动机主要采用这种喷射方式, 喷油器喷油时可以连续喷射, 也可断续喷射。

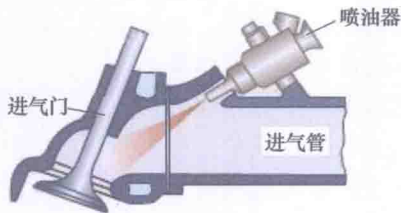


图 1-6 进气管喷射

(2) 缸内直接喷射 (FSI)

在经历了化油器、单点电喷、多点电喷技术阶段之后, 油气混合技术终于进入了直喷时代, 包括大众、通用等越来越多的车型发动机开始采用缸内直接喷射技术。

FSI 是 “Fuel Stratified Injection” 的缩写, 意为燃油分层喷射, 亦称 “汽油缸内直喷”, 是大众公司将其首创的柴油机缸内直接喷射技术移植到汽油发动机领域的一项革命性的创新技术。通俗地说就是将汽



油和空气单独注入燃烧室，空燃比的控制更加精确，从而使得燃烧更彻底，以此达到更加节油、更加环保的目标。

FSI 汽油直喷技术代表着汽油发动机的最新发展方向。通常的发动机采用的是将汽油和空气在进气歧管中混合后喷入燃烧室的，而汽油直喷技术则是将汽油直接注入燃烧室（如图 1-7 所示），通过均匀燃烧和分层燃烧，降低了燃油消耗，动力也有很大提升。

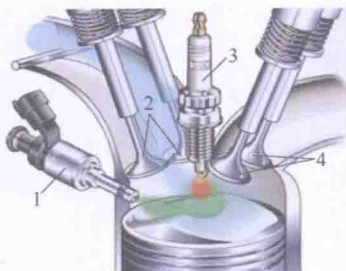


图 1-7 缸内直接喷射

1—喷油器 2—进气门
3—火花塞 4—排气门

要点

● 缸内喷射要求喷射压力较高，一般约在活塞到达上止点后 30° 开始喷油，一直延续到压缩过程。

几年来的应用证明，在同等排量下，FSI 比传统的 MFI（多点燃油进气管喷射）动力性显著提高、输出更高的功率和转矩、燃油消耗可降低 15%，从而实现了发动机动力性和燃油经济性的完美结合，是当今汽车工业发动机技术中最为成熟、最先进的燃油直喷技术，并引领并延伸了汽油发动机的发展趋势。

3. 按测量空气量方式不同分类

按测量空气量方式不同分为 D 型电控燃油喷射系统和 L 型电控燃油喷射系统。

(1) D 型电控燃油喷射系统
统 D 是德语 Druck（压力）的第一个字母。D 型电控燃油喷射系统利用进气歧管绝对压力传感器检测进气管内的绝对压力，电控单元（电控单元）根据进气管内的绝对压力和发动机转速计算出发动机的进气量，再根据进气量

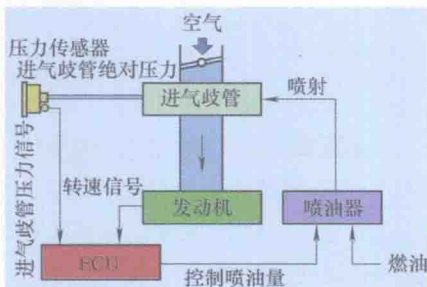


图 1-8 D 型电控燃油喷射系统





和发动机转速确定基本喷油量。D型喷射系统的基本工作原理如图1-8所示。

D型发动机电控系统的组成如图1-9所示，D型发动机电控系统零部件在车上的布置如图1-10所示（桑塔纳2000GLi轿车AFE发动机D型Motronic1.5.4电子控制多点汽油顺序喷射系统）。

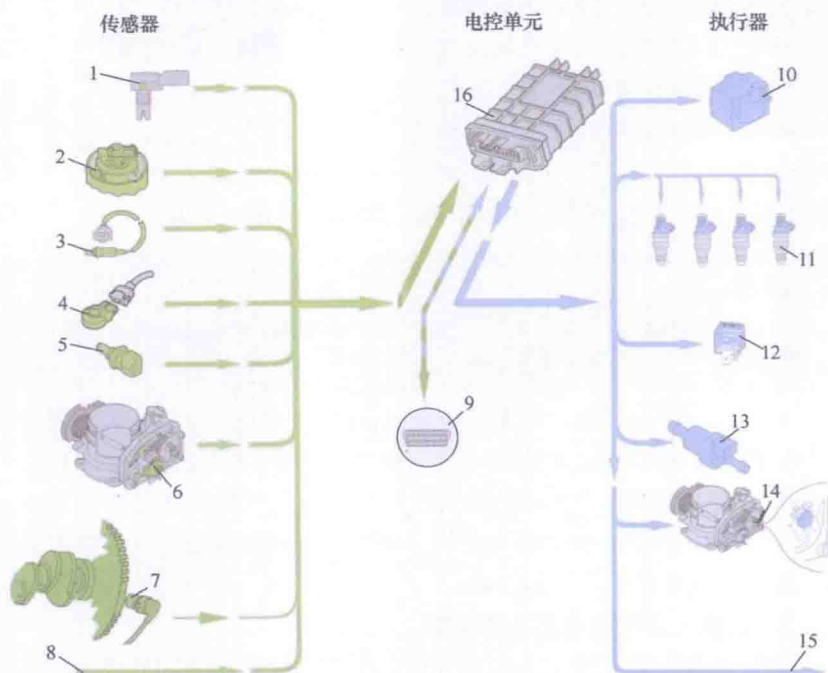


图1-9 发动机电控系统的组成（D型）

1—进气压力传感器与进气温度传感器 2—凸轮轴位置传感器 3—氧传感器 4—爆燃传感器
5—冷却液温度传感器 6—节气门位置传感器（在节气门控制单元内） 7—曲轴位置传感器
8—附加信号 9—自诊断接口 10—点火线圈 11—喷油器 12—油泵继电器 13—活性炭罐电磁阀
14—怠速控制阀（在节气门控制单元内） 15—附加信号 16—电控单元

（2）L型电控燃油喷射系统 L是德语Luft（空气）的第一个字母。L型电控燃油喷射系统利用空气流量计直接测量发动机的进气量，电控单元不必进行推算，可直接根据空气流量计信号计算出与该空气量相对应的喷油量。



要点

● 由于消除了推算进气量的误差影响，其测量的准确程度高于D型，故对混合气浓度的控制更精确。

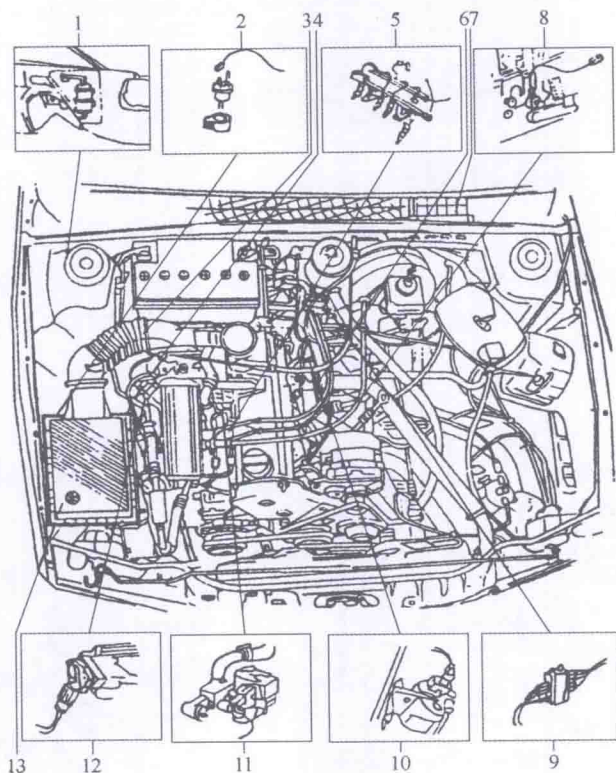


图 1-10 D 型发动机电控系统布置图

1—活性炭罐（位于右前翼子板内侧） 2—活性炭罐电磁阀（位于空气滤清器旁） 3—进气歧管 4—节气门位置传感器 5—燃油分配管 6—喷油器 7—电控单元（ECU，位于驾驶人侧仪表板下） 8—爆燃传感器 9—4 针插接器（用于氧传感器） 10—分电器 11—怠速控制阀 12—进气压力和进气温度传感器 13—空气流量计

L 型电控燃油喷射系统的基本工作原理如图 1-11 所示。