

汽车发动机

维修经验及故障诊断技巧

周晓飞 主编

汽车维修
经验及故障诊断
技巧系列

QICHE WEIXIU JINGYAN JI GUZHANG
ZHENDUAN JIQIAO XILIE



QICHE FADONGJI WEIXIU
JINGYAN JI GUZHANG ZHENDUAN JIQIAO



化学工业出版社

U472.43
Z801



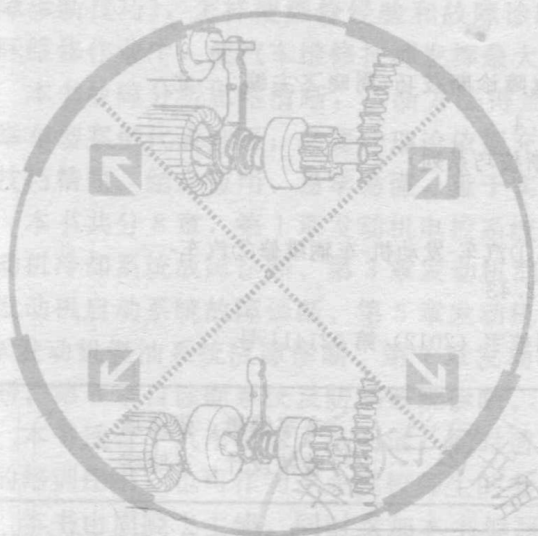
郑州大学 *04010819295\$*

汽车维修
经验及故障诊断
技巧系列

QICHE WEIXIU JINGYAN JI GUZHANG
ZHENDUAN JIQIAO XILIE

车发动机 修经验及故障诊断技巧

周晓飞 主编



QICHE FADONGJI WEIXIU
JINGYAN JI GUZHANG ZHENDUAN JIQIAO



化学工业出版社

北京

U472.43
Z801

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机维修经验及故障诊断技巧/周晓飞主编. —北京: 化学工业出版社, 2012. 4

(汽车维修经验及故障诊断技巧系列)

ISBN 978-7-122-13461-5

I. 汽… II. 周… III. ①汽车-发动机-车辆维修②汽车-发动机-故障诊断 IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 021411 号

责任编辑: 周 红

文字编辑: 张绪瑞

责任校对: 顾淑云

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张 10 字数 286 千字

2012 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

FOREWORD

前言✕



编者走访调查一些社会汽修厂，发现维修技师大多数是单一车型靠经验来排除车辆故障，缺少必要的诊断分析，一旦车型较多或车辆故障复杂就很难准确判断，可以说这是车辆故障诊断技能还没有达到熟练的水平。鉴于此，我们编写了《汽车发动机维修经验及故障诊断技巧》，怎样使维修经验和故障诊断结合到一起并应用到实际维修作业中，使汽车维修技师发挥最大潜能是本书的重点。

本书故障分析思路清晰，诊断方法得当，故障排除结果明确；列举车型案例代表性强；必要的理论依据充分翔实；维修经验和诊断技巧精简，结合应用，易学易懂，重于实践。

本书共分8章，第1章发动机电控系统基本结构原理、第2章发动机冷却系统故障诊断、第3章发动机润滑系统故障诊断、第4章发动机启动系统故障诊断、第5章发动机点火系统故障诊断、第6章发动机燃油系统故障诊断、第7章发动机进气及排放系统故障诊断、第8章自诊断系统及防盗系统诊断。

本书适合于汽车维修人员阅读；同时适用于汽车维修及相关企业的培训用书；也可作为专业院校师生的参考用书。

本书由周晓飞主编，同时参加本书编写的还有万建才、赵鹏、赵小斌、王立飞、张轩、宋东兴、李飞霞、刘振友、梁志全、樊志刚、郭晓庆、温云、彭飞、边先锋、董晓龙、赵义坤、李立强、刘文瑞、宇满斌、张建军。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

汽车维修经验及故障诊断技巧系列

编委会 ✕



主 任 周晓飞

副主任 万建才 赵 鹏

编 委 万建才 宋东兴 边先锋

刘振友 周晓飞 赵 鹏

赵小斌 张 轩 董晓龙

CONTENTS

目录 *



第1章 发动机电控系统基本结构原理

1

1.1 发动机基本结构原理	1
1.1.1 发动机基本结构	1
1.1.2 汽油发动机基本工作原理	4
1.1.3 发动机电控系统基本工作原理	5
1.2 汽油喷射系统分类	7
1.2.1 按进气量的计量方式分类	7
1.2.2 按喷射位置分类	7
1.2.3 按有无反馈信号分类	7
1.3 喷油控制原理	9
1.3.1 喷油控制方式	9
1.3.2 喷油量控制	10
1.3.3 燃油停供控制	12
1.4 发动机燃油系统基本组成	12
1.4.1 燃油系统基本组成	12
1.4.2 电动燃油泵控制	13
1.5 点火控制原理	17
1.5.1 点火系统基本工作原理	17
1.5.2 点火提前角的控制	20
1.5.3 点火提前角的主要修正项目	21
1.5.4 通电时间控制	22
1.6 怠速控制原理	23
1.6.1 怠速控制组成及基本分类	23

1.6.2	节气门直动式怠速控制器	24
1.6.3	步进电机型怠速控制阀	25
1.6.4	旋转电磁阀型怠速控制阀	27
1.7	排放控制	28
1.7.1	三元催化器	28
1.7.2	氧传感器	28
1.7.3	废气再循环	37
1.7.4	二次空气系统	40
1.7.5	燃油蒸发控制系统 EVAP	41

第 2 章 发动机冷却系统故障诊断

42

2.1	诊断说明	42
2.1.1	冷却系统基本结构原理	43
2.1.2	冷却液泵	47
2.1.3	冷却模块装置	48
2.1.4	冷却液散热器	49
2.1.5	冷却液补液罐	49
2.1.6	增压空气冷却	51
2.1.7	冷却液热交换器	51
2.2	故障诊断技巧	52
2.2.1	冷却系统电路故障	53
2.2.2	冷却液泄漏直观诊断	55
2.2.3	诊断技巧典型应用	57
2.3	维修经验	60
2.3.1	冷却系统示意图	60
2.3.2	冷却系统维修	63
2.3.3	维修经验典型应用	69

第 3 章 发动机润滑系统故障诊断

71

3.1	诊断说明	71
-----	------------	----

3.2	故障诊断技巧	73
3.2.1	润滑系统电路故障	73
3.2.2	润滑系统交叉性故障	73
3.2.3	润滑系统机械故障	73
3.2.4	故障技巧典型应用	79
3.3	维修经验	81
3.3.1	润滑系统部件布置及装配图	81
3.3.2	机油泵维修	84
3.3.3	维修经验典型应用	91

第4章 发动机启动系统故障诊断 94

4.1	诊断说明	94
4.1.1	启动系统基本原理	94
4.1.2	发电机基本结构原理	99
4.2	故障诊断技巧	101
4.2.1	启动系统电路故障诊断	101
4.2.2	启动系统交叉性故障诊断	107
4.2.3	诊断技巧典型应用	111
4.3	维修经验	122
4.3.1	启动机的大修	122
4.3.2	发电机的大修	127

第5章 发动机点火系统故障诊断 132

5.1	诊断说明	132
5.1.1	传统点火系统	132
5.1.2	电子点火系统	137
5.2	故障诊断技巧	140
5.2.1	电子点火基本诊断	140
5.2.2	诊断技巧典型应用	141
5.3	维修经验	148

5.3.1	点火系统部件布置及示意图	148
5.3.2	点火系统维修	152

第 6 章 发动机燃油系统故障诊断

155

6.1	诊断说明	155
6.1.1	燃油系统示意图	155
6.1.2	燃油系统诊断说明	156
6.1.3	空燃比在车辆维修中的重要性	163
6.1.4	开环控制和闭环控制	164
6.1.5	空气流量传感器控制策略	167
6.2	故障诊断技巧	170
6.2.1	大众 TSI 燃油控制系统	170
6.2.2	燃油系统交叉性故障	175
6.2.3	燃油系统电路故障	178
6.2.4	诊断技巧典型应用	184
6.3	维修经验	203
6.3.1	燃油供油系统部件及示意图	203
6.3.2	燃油系统维修	208
6.3.3	维修经验典型应用	216

第 7 章 发动机进气及排放系统故障诊断

231

7.1	诊断说明	231
7.1.1	电子节气门	231
7.1.2	循环空气减压及真空系统	234
7.1.3	可变进气歧管	237
7.1.4	三元催化转化器	238
7.2	故障诊断技巧	239
7.2.1	涡轮增压器诊断	239
7.2.2	蒸发排放控制系统的诊断	248
7.2.3	氧传感器的诊断	251

7.3 维修经验	279
7.3.1 涡轮增压器维修	279
7.3.2 三元催化器 (TWC) 的维修	280

第8章 自诊断系统及防盗系统 287

8.1 第二代随车诊断系统 (OBD-II)	287
8.1.1 故障诊断系统的组成	287
8.1.2 故障诊断系统基本工作原理	288
8.1.3 电控单元自诊断系统	290
8.2 大众第四代防盗系统	292
8.2.1 大众迈腾第四代防盗系统	292
8.2.2 大众奥迪 A8 第四代防盗系统	292
8.3 故障诊断技巧	298
8.3.1 高级钥匙无法启动	298
8.3.2 故障排除与检测设定	302

参考文献 306

发动机基本结构原理

1.1 发动机基本结构

发动机基本结构见图 1-1 及表 1-1。

图 1-1 发动机基本结构

名称	功用	主要部件
进气系统	将新鲜空气吸入气缸，并使其在压缩过程中，完成燃烧前的混合过程。	进气歧管、节气门、空气滤清器等。
燃烧系统	将混合气点燃，使其在气缸内燃烧，产生高压，推动活塞做功。	火花塞、喷油器、气门等。
排气系统	将燃烧后的废气排出气缸，并使其在排气过程中，完成燃烧后的净化过程。	排气歧管、三元催化器、消声器等。

发动机电控系统基本结构原理



小贴士

1867 年在巴黎的一个展览中, 奥托向世人推出了世界上第一台真正的内燃机, 不过它是一台煤气内燃机。1876 年, 奥托终于推出一款可以使用汽油的发动机, 从此开创了现代汽车用发动机的先河。

奔驰将燃气发动机改为汽油发动机, 又将汽油发动机装在三轮车上, 反复改进后终于在 1885 年造出第一辆汽车, 并于 1886 年 1 月 29 日获得汽车制造专利权, 专利人为奔驰公司。后来人们就把 1886 年 1 月 29 日定为世界首辆汽车誕生日。

1.1

发动机基本结构原理

1.1.1 发动机基本结构

发动机基本结构见图 1-1 及表 1-1。

表 1-1 发动机基本结构

名 称	功 用 原 理	主要部件
机体组件	发动机的骨架, 支撑着所有发动机的零部件	汽缸体、汽缸盖等
曲柄连杆机构	曲柄连杆机构是发动机实现工作循环、完成能量转换的主要运动零件。在做功行程中, 活塞承受燃气压力在汽缸内作直线运动, 通过连杆转换成曲轴的旋转运动, 并从曲轴对外输出动力。而在进气、压缩和排气行程中, 飞轮释放能量又把曲轴的旋转运动转化成活塞的直线运动	由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成



续表

名 称	功 用 原 理	主要部件
配气机构	配气机构的功用是根据发动机的工作顺序和工作过程,定时开启和关闭进气门和排气门,使可燃混合气或空气进入汽缸,并使废气从汽缸内排出,实现换气过程	配气机构大多采用顶置气门式配气机构,一般由气门组、气门传动组和气门驱动组组成
燃料供给系统	汽油机燃料供给系统的功用是根据发动机的要求,配制出一定数量和浓度的混合气,供入汽缸,并将燃烧后的废气从汽缸内排出到大气中去;柴油机燃料供给系统的功用是把柴油和空气分别供入汽缸,在燃烧室内形成混合气并燃烧,最后将燃烧后的废气排出	汽油机:燃油箱、汽油泵、汽油滤清器、汽油压力调节器、燃油分配器、传感器、电控单元等
润滑系统	润滑系统的功用是向作相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油,以实现液体摩擦,减小摩擦阻力,减轻机件的磨损。并对零件表面进行清洗和冷却	润滑系统通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和一些阀门等组成
点火系统	在汽油机中,汽缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的,为此在汽油机的汽缸盖上装有火花塞,火花塞头部伸入燃烧室内。能够按时在火花塞电极间产生电火花的全部设备称为点火系统	点火系统通常由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈和火花塞传感器、电控装置等组成
冷却系统	冷却系统的功用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去,保证发动机在最适宜的温度状态下工作	水冷发动机的冷却系统通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成
启动系统	要使发动机由静止状态过渡到工作状态,必须先用外力转动发动机的曲轴,使活塞作往复运动,汽缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功,推动活塞向下运动使曲轴旋转。发动机才能自行运转,工作循环才能自动进行。因此,曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程,称为发动机的启动。完成启动过程所需的装置,称为发动机的启动系统	蓄电池、启动机、点火开关等。



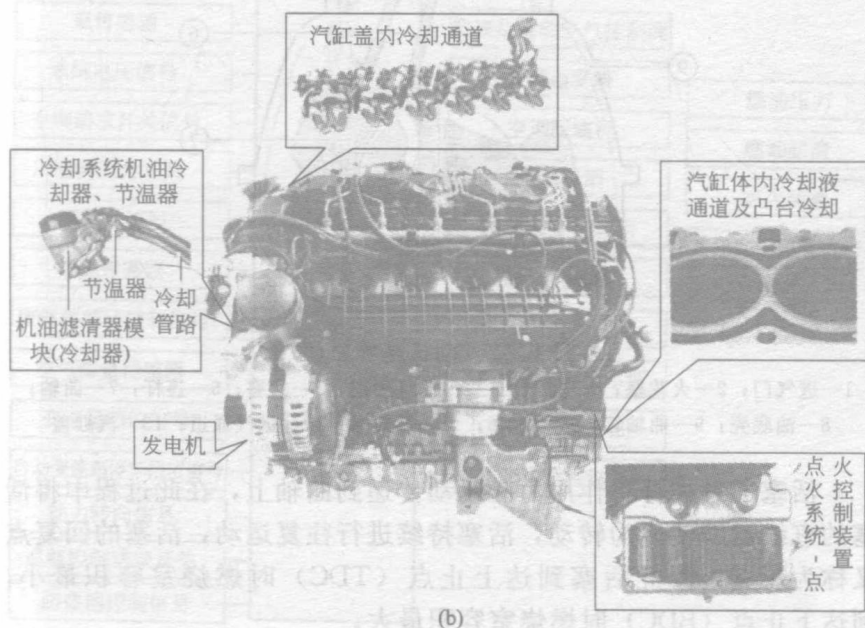
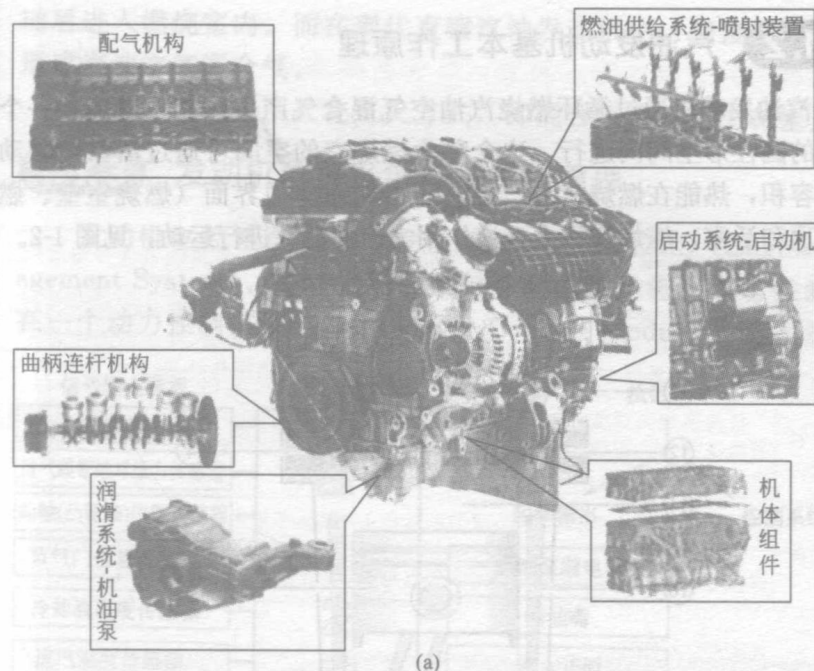


图 1-1 发动机基本结构



1.1.2 汽油发动机基本工作原理

汽油发动机通过循环燃烧汽油空气混合气产生热能。燃烧在一个封闭的圆柱形空间内进行，这个称为燃烧室的空间可通过活塞的移动改变容积，热能在燃烧室内产生高压，从而向边界面（燃烧室壁、燃烧室顶和活塞）施加作用力，该作用力促使活塞进行运动，见图 1-2。

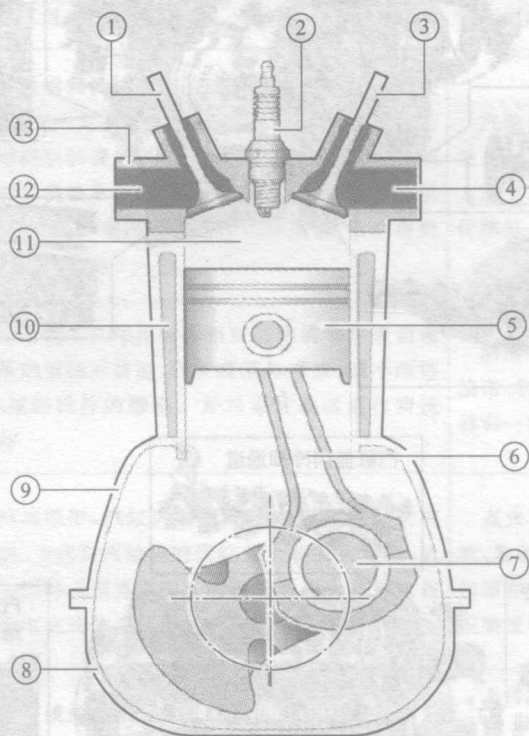


图 1-2 发动机基本原理

1—进气门；2—火花塞；3—排气门；4—排气通道；5—活塞；6—连杆；7—曲轴；
8—油底壳；9—曲轴箱；10—水套；11—燃烧室；12—进气通道；13—汽缸盖

活塞通过连杆将作用力和运动传递到曲轴上，在此过程中将活塞的直线运动转化为转动，活塞持续进行往复运动，活塞的回复点又称为止点。因此活塞到达上止点（TDC）时燃烧室容积最小，到达下止点（BDC）时燃烧室容积最大。

在传统汽油发动机中，汽油和空气的混合气在燃烧室外部混合



随后进入燃烧室内。而在现代直喷汽油发动机中，直接在燃烧室内形成汽油空气混合气。

汽油发动机采用火花点火方式，即混合气通过电火花塞点燃。

1.1.3 发动机电控系统基本工作原理

发动机电控系统，又称发动机管理系统 EMS (Engine Management System)、发动机集中控制系统，就是将多项目控制集中在一个动力控制模块 PCM (Power Control Module) 或发动机控制

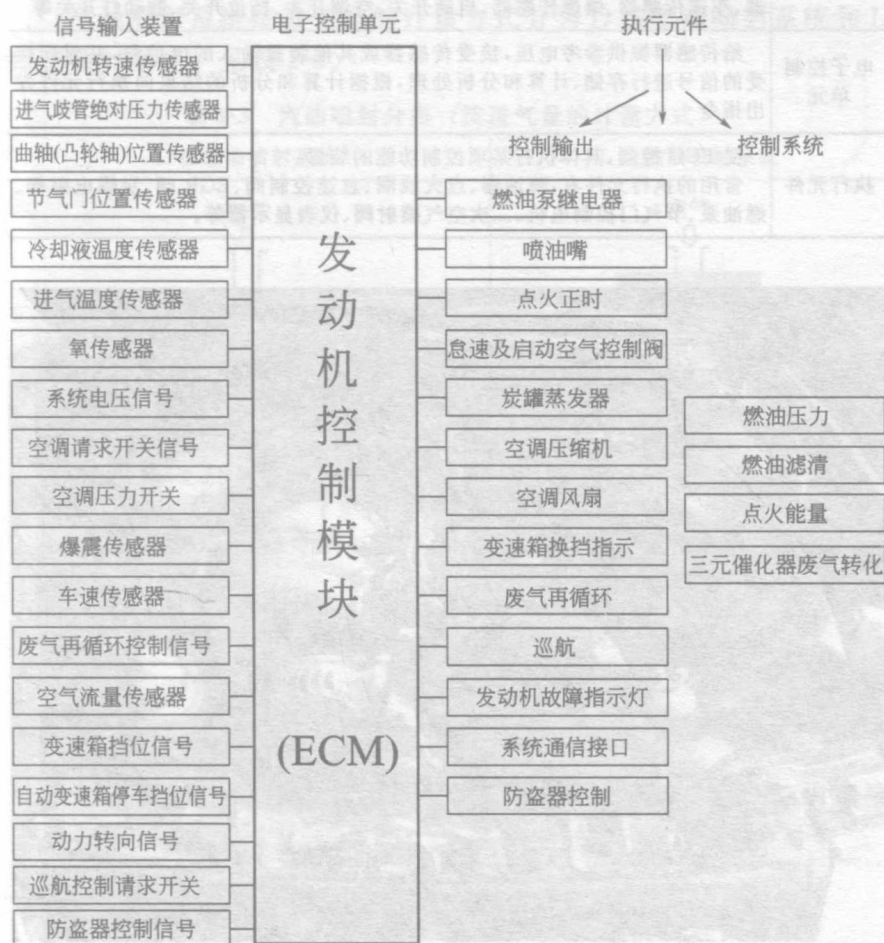


图 1-3 发动机电控系统



制单元 ECU (Engine Control Unit) 上完成, 共用传感器。其主要组成都可分为信号输入装置、电子控制单元 (ECU) 和执行元件三部分 (见表 1-2)。发动机电控系统见图 1-3、图 1-4。

表 1-2 发动机电控系统

项 目	内 容
信号输入装置	各种传感器, 用于采集控制系统所需的信息, 并将其转换成电信号通过线路输送给 ECU 常用的传感器有: 空气流量计、进气管绝对压力传感器、节气门位置传感器、凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器、进气温度传感器、冷却液温度传感器、车速传感器、爆燃传感器、启动开关、空调开关、挡位开关、制动灯开关等
电子控制单元	给传感器提供参考电压, 接受传感器或其他装置输入的电信号, 并对所接受的信号进行存储、计算和分析处理, 根据计算和分析的结果向执行元件发出指令
执行元件	受 ECU 控制, 具体执行某项控制功能的装置 常用的执行元件有: 喷油器、点火线圈、怠速控制阀、EGR 阀、炭罐电磁阀、燃油泵、节气门控制电机、二次空气喷射阀、仪表显示器等。

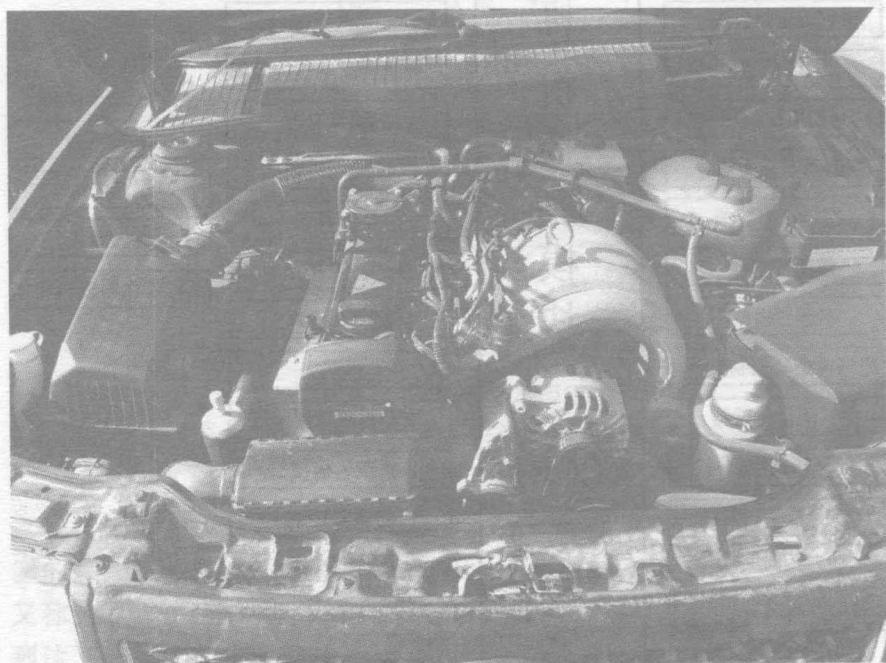


图 1-4 发动机电控系统实物



1.2

汽油喷射系统分类

1.2.1 按进气量的计量方式分类

汽油喷射系统按进气量的计量方式分为 D 型燃油喷射系统和 L 型燃油喷射系统，见表 1-3。

表 1-3 汽油喷射分类（按进气量的计量方式）

D 型燃油喷射系统	L 型燃油喷射系统

1.2.2 按喷射位置分类

汽油喷射系统按喷射位置分为多点喷射、单点喷射及缸内直接喷射技术，见表 1-4。

1.2.3 按有无反馈信号分类

(1) 开环控制系统 对发动机及控制系统的精度要求高，控制精度低。无氧传感器当使用工况超出预定范围时，不能实现最佳控制。ECU 根据传感器的信号对执行器进行控制，而控制的结果是

