



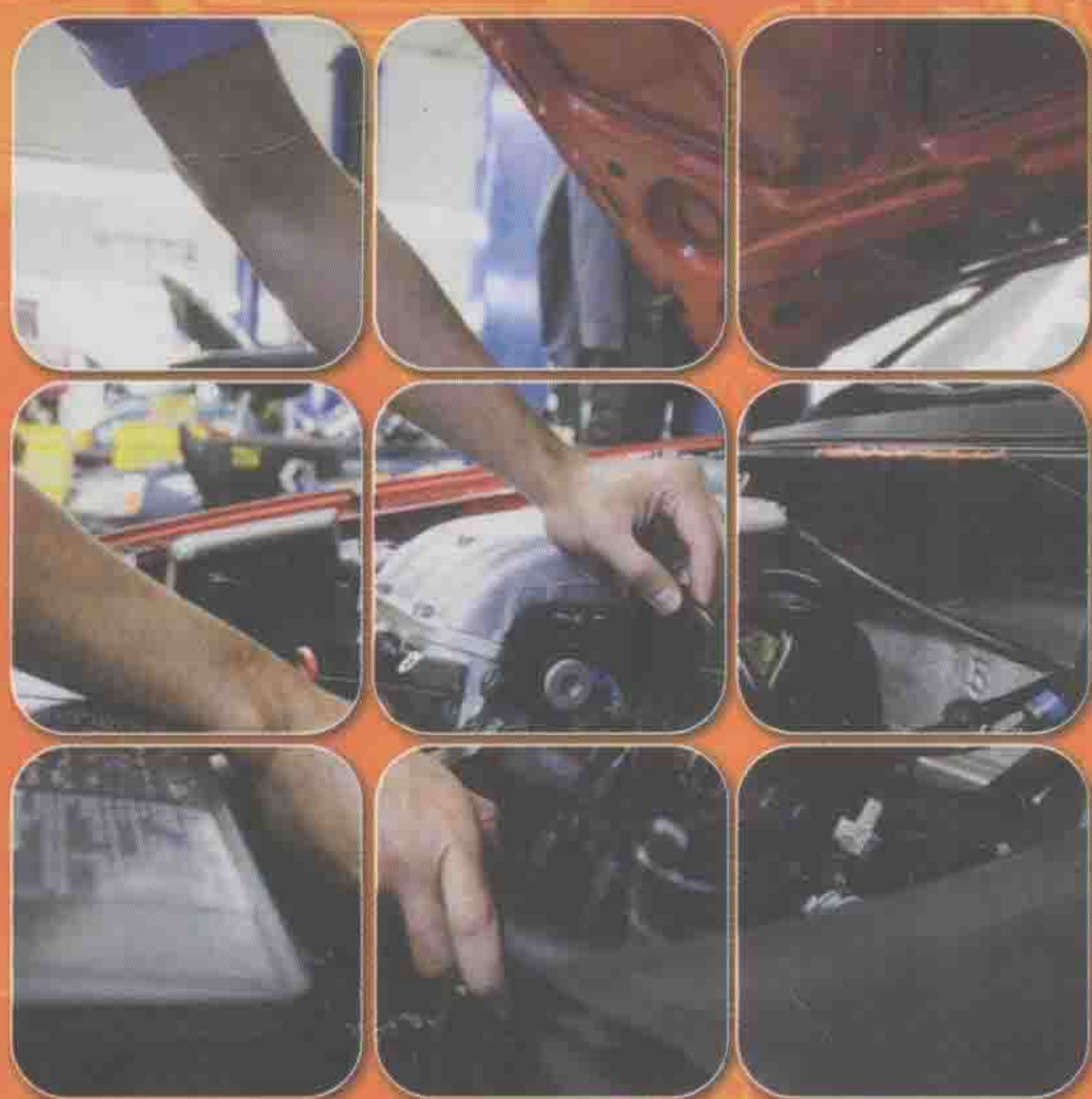
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

汽车故障

诊断技术

(第3版)

仇雅莉 张松青 主 编
贾志新 胡光辉 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

汽车故障诊断技术

（第3版）

仇雅莉 张松青 主 编

贾志新 胡光辉 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以汽车故障诊断技术为主线,分别介绍了汽车故障诊断的基本知识、汽油发动机故障诊断、柴油机故障诊断、汽车底盘的检测与故障诊断、电气系统故障诊断、汽车空调系统故障诊断等内容。本书以常见的丰田、桑塔纳、别克、富康等车型为主,介绍汽车故障诊断方法,力求反映生产实际中的新知识、新技术、新设备、新工艺和新方法。

本书可作为高等职业院校汽车运用技术专业、汽车检测与维修专业的教材或参考用书,也可作为社会培训机构或汽车爱好者的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断技术 / 仇雅莉, 张松青主编. —3 版. —北京: 电子工业出版社, 2011.8

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

ISBN 978-7-121-14292-5

I. ①汽… II. ①仇… ②张… III. ①汽车—故障诊断—高等职业教育—教材 IV. ①U472.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 158788 号

策划编辑: 程超群

责任编辑: 郝黎明 文字编辑: 裴 杰

印 刷: 北京市铁成印刷厂

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 14.5 字数: 371.2 千字

印 次: 2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 27.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着我国科学技术和汽车工业的发展,汽车技术日新月异,特别是大量新技术的应用,促使汽车的结构和性能发生了根本性的变化,新的结构原理和电子控制装置不断出现。它们在大幅度提高汽车综合性能的同时,也使得汽车的故障诊断与维修问题日益突出。本教材是以《高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》为依据,结合高职专业的要求和特点,以及当前汽车故障诊断与维修行业的要求而编写的。

“汽车故障诊断技术”是汽车运用与维修专业的一门实践性很强的专业必修课。本书以丰田、桑塔纳、别克、富康等车型为主,共分为6章,分别介绍了汽车故障诊断的基本知识、汽油发动机故障诊断、柴油机故障诊断、汽车底盘的检测与故障诊断、电气系统故障诊断、汽车空调系统故障诊断。全书内容以现代汽车常见的结构为主,通过举例说明,可使学生初步具备汽车故障诊断与排除的能力。

本书在注重理论的同时又联系实际,通俗易懂、深入浅出;为加强职业院校学生能力的培养,本书的实践知识注重实用和高起点,力求反映生产实际中的新知识、新技术、新设备、新工艺和新方法。

本书由仇雅莉和张松青老师担任主编,贾志新和胡光辉老师担任副主编。具体分工为仇雅莉老师编写第1章、第2章的3~5节和第5章;张松青老师编写第4章;贾志新老师编写第2章1~2节和第3章;胡光辉老师编写第6章。

在本书编写过程中,编者参考了汽车界同人的一些著作,在此一并表示感谢。

由于编者在汽车维修领域工作的时间只有十几年,经历及水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 汽车故障诊断的基本知识	(1)
1.1 汽车故障诊断的基本概念	(1)
1.2 汽车故障的成因、症状及变化规律	(2)
1.3 汽车故障的诊断方法	(5)
复习思考题	(7)
第 2 章 汽油发动机故障诊断	(8)
2.1 电控汽油喷射系统的组成和工作原理	(8)
2.1.1 空气供给系统的组成和工作原理	(9)
2.1.2 燃油供给系统的组成和工作原理	(10)
2.1.3 电控系统的组成和工作原理	(11)
2.2 汽油发动机故障诊断方法	(12)
2.2.1 故障诊断注意事项	(12)
2.2.2 故障诊断的原则和步骤	(13)
2.2.3 故障诊断的方法	(15)
2.3 汽油发动机整车及电控系统故障的诊断	(26)
2.3.1 发动机常见整车故障的诊断	(26)
2.3.2 发动机电控系统故障的诊断	(34)
2.4 汽油发动机润滑系统故障的诊断	(68)
2.4.1 机油压力过低	(68)
2.4.2 机油压力过高	(69)
2.4.3 机油消耗过多	(70)
2.4.4 机油变质	(70)
2.5 汽油发动机冷却系统故障的诊断	(71)
2.5.1 发动机过热	(71)
2.5.2 冷却液升温缓慢	(72)
2.5.3 冷却液消耗过多	(72)
2.6 发动机异响故障的诊断	(73)
2.6.1 发动机异响的原因和部位	(73)
2.6.2 发动机异响的诊断	(73)
2.7 汽油发动机故障的诊断实训	(77)
实训 2.1 故障诊断仪的使用	(77)
实训 2.2 汽油发动机不能起动的故障诊断与排除	(77)
实训 2.3 汽油发动机怠速不良的故障诊断与排除	(78)
实训 2.4 汽油发动机加速不良的故障诊断与排除	(78)
实训 2.5 汽油发动机故障自诊断故障码的调取	(79)
复习思考题	(79)

第 3 章 柴油机故障诊断..... (80)

3.1 柴油机不能发动故障的诊断 (80)

3.1.1 起动机能带动柴油机，但柴油机无发动征兆 (81)

3.1.2 柴油机有起动征兆，但不能起动 (83)

3.2 柴油机无力故障的诊断 (86)

3.2.1 发动机游车 (86)

3.2.2 发动机工作无力，排气管大量冒黑烟 (87)

3.2.3 发动机工作无力，排气管排出大量白烟 (88)

3.2.4 柴油机超速 (89)

3.2.5 柴油机燃油供给系的检测 (89)

3.3 柴油机不能起动故障的诊断实训 (92)

复习思考题 (93)

第 4 章 汽车底盘的检测与故障诊断..... (94)

4.1 传动系的检测与故障诊断 (94)

4.1.1 离合器的检测与故障诊断 (95)

4.1.2 变速器的检测与故障诊断 (97)

4.1.3 万向传动装置故障诊断 (98)

4.1.4 驱动桥故障诊断 (99)

4.1.5 传动系异响综合诊断 (102)

4.1.6 传动系的仪器检测 (102)

4.2 自动变速器故障诊断 (105)

4.2.1 自动变速器的组成及工作原理 (105)

4.2.2 自动变速器的性能检测 (108)

4.2.3 自动变速器故障自诊断及举例 (114)

4.2.4 自动变速器常见故障的诊断 (117)

4.3 转向系统的检测与故障诊断 (122)

4.3.1 转向系统的常见故障检测与诊断 (122)

4.3.2 转向系统的仪器检测 (124)

4.3.3 车轮定位的检测 (125)

4.3.4 电控转向系统（PSS）的检测与故障诊断 (126)

4.4 电子巡航控制系统故障诊断 (139)

4.4.1 电子巡航控制系统的组成及工作原理 (140)

4.4.2 电子巡航控制系统常见故障诊断 (142)

4.4.3 电子巡航控制系统故障自诊断及举例 (142)

4.5 行驶系统的检测与故障诊断 (145)

4.5.1 行驶系统常见故障检测与诊断 (145)

4.5.2 车轮平衡检测 (147)

4.5.3 电控悬架的检测与故障诊断 (150)

4.5.4 电控悬架故障自诊断及举例 (153)

4.6 制动系统的检测与故障诊断 (157)

4.6.1	气压制动系统故障诊断	(157)
4.6.2	液压制动系统故障诊断	(159)
4.6.3	制动防抱死系统 (ABS) 的检测与故障诊断	(161)
4.6.4	驻车制动故障诊断	(175)
4.7	汽车底盘故障诊断实训	(175)
实训 4.1	离合器故障诊断与排除	(175)
实训 4.2	自动变速器试验	(176)
实训 4.3	转向系统故障诊断与排除	(176)
实训 4.4	液压制动系统故障诊断与排除	(176)
	复习思考题	(177)
第 5 章	电气系统故障诊断	(178)
5.1	起动系统故障诊断	(178)
5.1.1	起动系统电路的一般检测	(178)
5.1.2	起动机不转故障的诊断	(179)
5.1.3	起动机运转无力故障的诊断	(180)
5.1.4	起动机空转故障的诊断	(180)
5.1.5	起动机有异响	(181)
5.2	充电系统故障的诊断	(181)
5.2.1	充电指示灯电路故障的诊断	(182)
5.2.2	不充电故障的诊断	(184)
5.2.3	充电电流过小故障的诊断	(185)
5.2.4	充电电流过大或不稳	(187)
5.3	汽车灯系统故障诊断	(187)
5.3.1	照明灯系统故障的诊断	(187)
5.3.2	安全灯系统故障诊断	(191)
5.4	中央门锁及防盗系统故障的诊断	(194)
5.4.1	中央门锁及防盗系统的组成和工作原理	(194)
5.4.2	中央门锁及防盗系统故障的诊断方法及举例	(196)
5.5	辅助电气故障的诊断	(200)
5.5.1	组合仪表系统故障的诊断	(200)
5.5.2	喇叭故障诊断	(203)
5.5.3	其他电器故障诊断	(205)
5.6	电气系统故障诊断实训	(205)
实训 5.1	起动机不工作的故障诊断与排除	(206)
实训 5.2	充电系统不充电的故障诊断与排除	(206)
实训 5.3	汽车灯系的故障诊断与排除	(206)
	复习思考题	(206)
第 6 章	汽车空调系统故障诊断	(208)
6.1	汽车空调系统的组成和工作原理	(208)
6.1.1	汽车空调系统的组成和分类	(208)

6.1.2	汽车空调系统的工作原理	(209)
6.2	汽车空调系统的性能检测	(212)
6.2.1	汽车空调系统的检测方法	(212)
6.2.2	制冷剂的检查	(213)
6.2.3	制冷剂泄漏的检查	(214)
6.2.4	冷冻机油的检查	(215)
6.2.5	空调系统的性能测试	(215)
6.3	汽车空调系统的故障诊断	(216)
6.3.1	汽车空调系统常见的故障诊断	(216)
6.3.2	用歧管压力表诊断空调系统故障	(218)
6.3.3	汽车空调系统故障的自诊断	(219)
6.3.4	汽车空调系统故障自诊断举例	(220)
6.4	汽车空调系统的抽真空及检漏实训	(221)
	复习思考题	(221)
	参考文献	(222)

第 1 章 汽车故障诊断的基本知识

汽车是一个复杂的技术系统,是许多总成、机构和元件的有序构成。在汽车的使用过程中,由于某一种或几种原因的影响,其技术状况将随行驶里程的增加而变化,其动力性、经济性、可靠性和安全性将逐渐或迅速下降,排气污染和噪声加剧、故障率增加,这不仅对汽车的运行安全、运行消耗、运输效率、运输成本及环境造成极大的影响,甚至还直接影响到汽车的使用寿命。所以,研究汽车故障的变化规律,定期检测汽车的使用性能,及时而准确地诊断出故障部位并排除故障,就成为汽车应用技术的一项重要内容。

1.1 汽车故障诊断的基本概念

汽车故障诊断技术是指在整车不解体的情况下,确定汽车的技术状况,查明故障原因和故障部位的汽车应用技术。

汽车故障诊断技术是随着汽车的发展从无到有而逐步发展起来的一门技术。国外的一些发达国家,早在 20 世纪 40~50 年代就发展起以故障诊断和性能调试为主的单项检测技术。进入 60 年代后,汽车故障诊断与检测技术获得较大发展,逐渐由单项检测技术、联线建站(出现汽车检测站)技术演变成为既能进行维修诊断又能进行安全环保检测的综合检测技术。随着信息技术的发展,70 年代初出现了集检测控制自动化、数据采集自动化、数据处理自动化、检测结果自动打印等功能为一体的现代综合故障检测技术,使检测效率获得了极大提高。进入 20 世纪 80 年代后,一些先进国家的现代诊断检测技术已达到广泛应用的阶段,为交通、环境、能源、运输成本和运输力等方面带来了明显的社会效益和经济效益。

我国的汽车故障诊断与检测技术起步较晚,在 20 世纪 30 年代,汽车故障诊断完全依靠工人和技术人员掌握的知识和经验来分析、判断;60~70 年代,我国开始引进和研制汽车故障诊断与检测设备;进入 80 年代以后,随着国民经济的发展,特别是随着汽车制造业、公路交通运输业的发展和进口车辆的增多,我国机动车的保有量迅速增加,汽车故障诊断与检测技术成为国家“六五”重点推广项目,并视其为推进汽车维修管理现代化的一项重要技术措施;90 年代初,除交通、公安两部门外,机械、石油、冶金、外贸等系统和部分大专院校,也相继建成了相当数量的汽车检测站;到 90 年代末,我国的汽车诊断与检测技术已初具规模,基本形成了遍布全国的汽车检测网。与此同时,交通部颁布了第 13 号部令《汽车运输业车辆技术管理规定》、第 28 号部令《汽车维修质量管理办法》和第 29 号部令《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》,对汽车故障诊断检测技术、检测制度和综合性能检测站等均做出了明确规定,其组织管理也步入正轨。随着公路交通运输企业、汽车制造企业和整个国民经济的发展,我国的汽车故障诊断检测技术在 21 世纪必将获得进一步发展。

1. 汽车故障

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象,其实质是汽车零件本身或零件之间的配合状态发生了异常变化。

汽车的工作能力是其动力性、经济性、工作可靠性及安全环保等性能的总称。



汽车故障有如下分类。

(1) 按丧失工作能力的程度分为局部故障和完全故障。局部故障是指汽车部分丧失了工作能力,降低了使用性能的故障。完全故障是指汽车完全丧失工作能力,不能行驶的故障。

(2) 按产生后果的严重程度分为一般故障、严重故障和致命故障。一般故障是指在汽车运行中能及时排除的故障或不能排除的局部故障。严重故障是指在汽车运行中无法排除的完全故障。致命故障是指导致汽车产生严重损坏的故障。

2. 汽车故障诊断

汽车故障诊断是指在汽车不解体(或仅拆下个别零件)的情况下,确定汽车的状况,查明故障部位及故障原因的汽车应用技术。

汽车的技术状况是指定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能参数值的总和。

汽车技术状况的诊断是通过检查、测量、分析、判断等一系列活动完成的,其基本方法主要分为两种:直观诊断法和现代仪器设备诊断法。

(1) 直观诊断法。直观诊断法又称为人工经验诊断法,是指诊断人员凭丰富的实践经验和一定的理论知识,在汽车不解体或局部解体的情况下,依靠直观的感觉印象,借助简单的工具,采用眼观、耳听、手摸和鼻闻等手段,进行检查、试验、分析,确定汽车的技术状况,查明故障原因和故障部位的诊断方法。

(2) 仪器设备诊断法。仪器设备诊断法是在人工经验诊断法的基础上发展起来的一种诊断方法,是指在汽车不解体的情况下,利用测试仪器、检测设备和检验工具,检测整车、总成或机构的参数、曲线和波形,为分析、判断汽车技术状况提供定量依据的诊断方法。

上述两种方法往往同时综合使用,故称为综合诊断法。

(3) 故障自诊断法。汽车故障自诊断法是随汽车电子控制技术的发展而产生的。汽车上安装的电子控制装置在汽车运行时,根据各种传感器信号是否正常来判断系统运行状态,当故障出现时就会点亮仪表板上相应的故障指示灯,以警告驾驶员,同时指明发生故障的系统。

1.2 汽车故障的成因、症状及变化规律

1. 汽车故障的成因

汽车故障的成因主要有自然因素和人为因素。

(1) 自然故障。自然故障是指汽车在正常的使用和维护条件下,由于不可抗拒的原因而形成的故障。例如,在汽车的使用过程中,零件会产生自然磨损;在长期交变载荷下,零件会产生疲劳;在外载荷及温度残余内应力的作用下,零件会产生变形;此外,非金属零件及电气元件会产生老化等,这些原因均会引起故障。

(2) 人为故障。人为故障是指由于人为的不慎而造成的汽车故障。这类故障起因于在汽车设计、制造和维护过程中的人为因素,具体如下。

① 汽车设计制造上的因素。在汽车设计中,尽管车辆设计者们考虑得很周全,但也难免在设计中存在薄弱环节和不足之处。例如,发动机水套内的冷却水流向欠合理而影响散热,导致个别汽缸磨损剧烈;因空气压缩机结构不合理而上机油;因总体布局不合理或其他原因而导致制动侧滑;有的进口汽车不符合我国国情而造成大客车的车身强度不足等。

② 维修配件质量的因素。随着我国汽车保有量的急剧增长,维修配件的需求量也大大增加了。汽车零配件常常是大批量购买并由不同厂家生产的,不可避免地存在质量差异,甚至难



免有伪劣产品鱼目混珠，引发各种各样的故障。例如，同一发动机汽缸盖各燃烧室容积不等，导致发动机动力不足或爆震；凸轮轴正时齿轮的键槽位置超差，会破坏正常的配气相位，降低发动机的动力性；空气滤清器的滤清效果差，会引起汽缸早期磨损；前轮左右钢板弹簧的刚度、挠度不一致和不标准，会影响前轮的定位参数，破坏汽车的操纵稳定性等。

③ 燃油、机油选用因素。根据车型选用燃油和机油，是保证汽车正确使用的必要条件。例如，要求使用 97 号汽油的车辆，若选用了 93 号汽油，发动机就会产生爆震，冲坏汽缸垫或烧毁活塞顶，并使动力性下降；若压缩比高、热负荷大的汽油发动机使用了与之不配套的机油，会使汽缸活塞的配合副产生早期磨损；若柴油车在严寒地区使用高凝固点的柴油，会导致汽车起动困难等。

④ 管理方面的问题。由于使用单位和个人不了解或不严格执行车辆技术管理规定，导致车辆使用不合理，维护不定期，修理不及时，从而导致人为故障丛生。在汽车使用中不重视日常维护，新车或大修车不走合，不执行出车前、行驶中、收车后的“三检”工作，不定期进行“三清”工作等，均会使随机故障频发，不但影响了汽车的使用寿命，而且会危及行车安全。

2. 汽车故障的症状

汽车故障的症状也称为故障现象，是故障的具体表现。汽车故障有下面一些症状。

(1) 使用性能异常。使用性能异常是指汽车的动力性和经济性变差，主要表现在汽车最高行驶速度明显降低，汽车加速性能差；汽车燃油消耗量大和机油消耗量大；汽车乘坐舒适性差，汽车振动和噪声明显加大；汽车操纵稳定性差，汽车易跑偏，车头摆振；制动跑偏，制动距离长或无制动等。

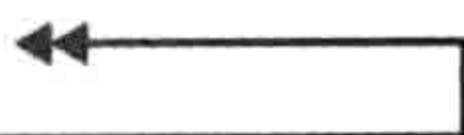
(2) 工况突变。所谓工况突变，是指汽车的工作状况突然出现不正常的现象，这是比较常见的故障症状。例如，发动机突然熄火后再发动困难，甚至不能发动；发动机在行驶中动力突然降低，使汽车行驶无力；汽车在行驶中突然制动失灵或跑偏等。这种故障虽然症状明显，容易察觉，但其成因复杂，而且往往是由渐变到突变，因此在诊断时，必须认真调查分析突变前有无可疑症状，去伪存真，判明故障的位置。

(3) 声响异常。有些故障，往往可以引起汽车发动机或底盘部分的不正常响声，这种故障症状明显，一般可以及时发现。应当指出的是，有些声响异常的故障可能酿成机件事故，故必须认真对待。经验表明，凡声响沉重并伴有明显振抖的现象，多数是恶性故障，应立即停车并查明原因。一般的声响常因成因不同而带有不同的特征，在判断时，应当仔细查听，正确分辨。

(4) 过热现象。过热现象通常表现在发动机、变速器、驱动桥和制动器等总成上。在正常情况下，无论汽车工作多长时间，这些总成均应保持一定的工作温度。除发动机外，若用手触试时，感到烫疼难忍，即表明该处过热。发动机过热说明冷却系存在故障，如不及时排除，会引起爆震、早燃、行驶无力，甚至造成活塞等部件烧熔的事故。驱动桥过热通常是由装配不良或缺少机油等故障所致，如不及时排除，将引起齿轮及轴承等零件烧损。因此，对过热症状切不可掉以轻心。

(5) 渗漏现象。渗漏是指汽车的燃油、润滑油、冷却液、制动液（或压缩空气）以及动力转向系油液的渗漏现象。这也是一种明显可察的故障症状。渗漏易造成过热、烧损及转向、制动失灵等故障，一旦发现应及时排除。

(6) 排烟颜色不正常。发动机在工作过程中，正常的燃烧生成物的主要成分应当是二氧化碳和少量的水蒸气。如果发动机燃烧不正常，废气中会掺有未燃烧完全的碳粒、碳化氢、一氧化碳及氮氧化物等。对于汽油机而言，正常的废气应无明显的烟雾。但是，汽缸上机油时，



废气呈蓝色;燃烧不完全时,废气呈黑色;油中掺水时,废气呈白色。柴油发动机的排气颜色不正常时,通常是发动机无力或不易发动的伴随现象。因此,烟色为诊断柴油机故障的重要依据之一。

(7) 失控或振抖。汽车或总成工作时,可能出现操纵困难或失灵,有时可能出现自身振抖。例如,由于前轮定位不正确而出现前轮振摆或跑偏;由于曲轴或传动轴动不平衡而相应地使发动机或传动系统在运转中产生振抖等。

(8) 燃油、润滑油消耗异常。燃油、润滑油消耗异常,也是一种故障症状。燃油消耗增多,一般为发动机工作不良或底盘(传动系、制动系)调整不当所致。

润滑油的消耗过甚,除了渗漏原因之外,多数是发动机存在故障,这时常常伴有加机油口处大量冒烟或脉动冒烟,排气烟颜色不正等现象,其原因主要是活塞与汽缸壁的配合间隙过大或活塞与汽缸壁有严重损伤。若发动机在工作中,润滑油的消耗量有增无减,可能是润滑系统中掺入冷却水或汽油。因此,燃油、润滑油消耗异常是发动机存在故障的一个重要标志。

(9) 有特殊气味。汽车在运行中,如有制动拖滞或离合器打滑等故障,则会散发出摩擦片的焦臭味;发动机过热或润滑油、制动液(带有真空增压器的液压制动系)燃烧时,会散发出一种特殊的气味;电路短路、搭铁导致导线烧毁时,也会产生异味。行车过程中一经发觉车内有特殊气味,应立即停车并查明故障的位置。

(10) 汽车外观异常。将汽车停放在平坦的场地上,检查其外形状况,如有横向或纵向歪斜等现象,即为外观异常,其原因多数是车架、车身、悬挂、轮胎等出现异常。汽车外观异常会引起方向不稳、行驶跑偏、重心转移和车轮吃胎等故障。

3. 汽车故障的变化规律

汽车故障的变化规律是指汽车故障率随行驶里程变化的规律。

汽车故障率是指使用达到某行驶里程的汽车,在单位行驶里程内发生故障的概率,也称失效率或故障程度。它是衡量汽车可靠性的一个重要参数,体现了汽车在使用中丧失工作能力的程度。

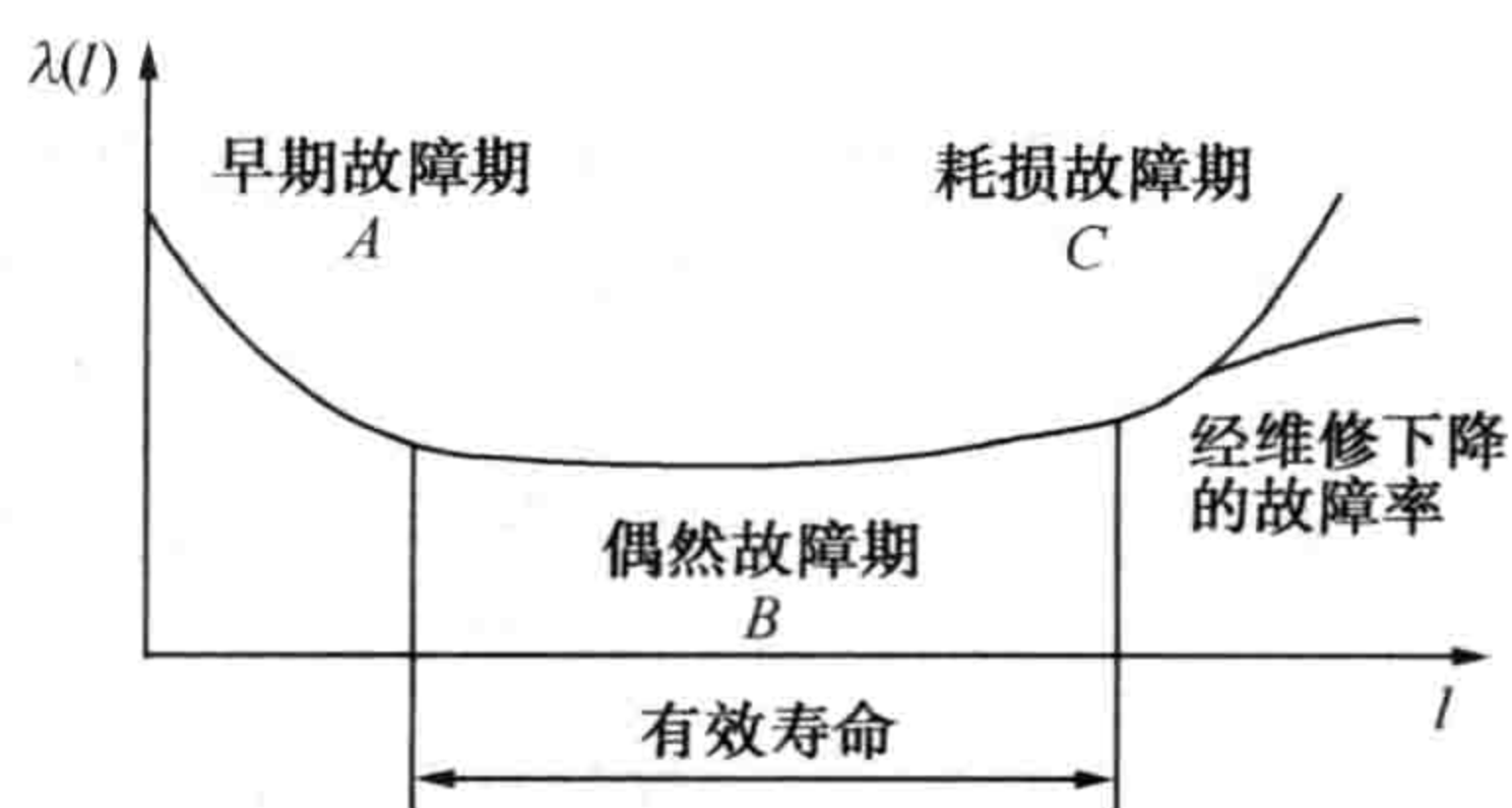


图 1.1 汽车故障变化规律曲线

在正常的使用和维护条件下,汽车故障率 $\lambda(l)$ 与行驶里程 l 之间的关系呈“浴盆”形曲线,如图 1.1 所示。由图 1.1 可见,汽车故障变化规律呈现出三个明显的阶段。

(1) 早期故障期。早期故障期相当于汽车的磨合期。因初期磨损量较大,所以故障率较高,但随行驶里程增加而逐渐下降。

(2) 随机故障期或偶然故障期。在随机故障期,汽车故障的发生是随机性的,没有一种特定的故障起主导作用,多由于使用不当、操作疏忽、润滑不良、维护欠佳,以及材料内部隐患或工艺和结构缺陷等偶然因素所致。在此期间,汽车或总成处于最佳状态,其故障率低而稳定,其对应的行驶里程一般被称为汽车的有效寿命。

(3) 耗损故障期。在耗损故障期,由于零件磨损量急剧增加,大部分零件老化耗损严重,特别是大多数受交变载荷作用而极易磨损的零件已经老化,因而故障率急剧上升,出现大量故障,若不及时维修,将导致汽车或总成报废。因此,必须把握好耗损点,制定合理的维修周期。

由上述可知,早期故障期和随机故障期所对应的行驶里程即为汽车的修理周期或称为修理间隔里程。



1.3 汽车故障的诊断方法

在汽车故障诊断中，目前有人工经验诊断法、仪器设备诊断法和故障自诊断三种。

1. 人工经验诊断法

人工经验诊断法是诊断人员凭借一定的理论知识和积累的实践经验，利用简单工具诊断汽车故障的方法。

人工经验诊断汽车故障的特点是不需要任何仪表器具或其他条件，在任何场合下都可以进行，特别是对汽车运行过程中出现的随机故障，不失为一种行之有效的诊断方法。然而，它只能对故障进行定性的分析，而对于因诸多因素导致的复杂故障则诊断困难，诊断的准确性与速度取决于诊断技术人员的技术水平。人工经验诊断法经过不断地积累、总结和完善，已朝着人工智能分析、逻辑推理的方向发展。在使用本方法时，一般应先了解汽车的使用和维护情况，搞清故障特征及其伴随现象，然后由简到繁、由表及里地进行推理分析，做出判断。其诊断方法大致分为望问法、观察法、听觉法、嗅觉法、触摸法和试验法六种。

(1) 望问法，即查看和询问。看和问是快速诊断汽车故障的有效方法。除驾驶员诊断自己驾驶的车辆之外，其他人在诊断前，必须先了解情况，包括车辆的型号、使用的年限和行驶里程、使用条件、近期维护修理情况、故障的预兆和现象，以及故障是渐变还是突变、发生故障后做了哪些检查和修理等。此外，车辆的技术档案是一个重要的调查资料和依据。即便是有丰富经验的诊断人员，若不先问清楚情况就着手诊断，就难免会出现错误。

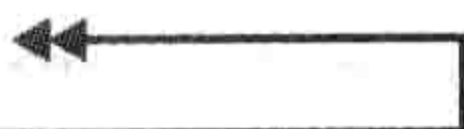
(2) 观察法，即按照汽车使用者指出的故障发生部位仔细观察故障现象，而后对故障做出判断，这是一种应用最多的、最基本的也是最有效的故障诊断法。例如，观察整车和发动机有无油或水泄漏，有无连接松动，排气颜色是否正常，空气滤清器有无被堵塞，车轮有无偏磨等。在观察的过程中，可以用理论知识和积累的经验，做出周密的思考和推证，由表及里，把故障现象看透。

(3) 听觉法，即凭听觉判断汽车或总成在工作时有无异响。汽车运行时，发动机以不同的工况运转，汽车和发动机这个整体发出一种嘈杂却有规律的声音。当某一个部位发生故障时就会出现异常响声，有经验者可以根据发出的异常响声，立即判断汽车故障。例如，发动机曲轴和连杆机构异响、主传动器异响、传动轴异响，都可以轻易地判断出来。对于一个好的维修工或驾驶员应在行车中锻炼听觉，听清汽车各部位发出的声音，并从中判断出异响和故障。

(4) 嗅觉法，即凭汽车或总成在运转时所发出的某些特殊气味来判断故障的位置。例如，发动机烧机油和发动机燃烧不完全，在发动机排出的废气中会有异味；制动器摩擦片烧损、离合器摩擦片烧损或电线烧毁，会产生非金属材料烧糊的特殊气味。汽车运行中一旦发生异味，或者异味较大时应停车进行检查，以查清故障根源，采取相应的措施，使之消除异味，如是汽车故障则应排除或将汽车送修。

(5) 触摸法，即用手、脚触试可能产生故障的部位，判断其工作是否正常。例如，驾驶员用手摸制动鼓，凭温度判断车轮阻滞情况；用脚踹车轮轮胎，凭轮胎的弹力、偏斜和摆振情况判断轮胎气压、轮毂轴承的紧固情况；用手摸高压油管脉动检查高压油管的供油情况；用手指感觉燃油泵的工作等。

(6) 试验法，即以试来验证。例如，用单缸断火（油）法判定发动机产生某些异响的部位；用突然加速法查听异响的变化；用试换零件法，找出故障的部位；在道路试验中，根据加



速性能、滑行距离判断发动机的动力性和底盘的调整润滑情况等。

人工经验诊断法不需要专用的仪器设备,投资小,见效快;但诊断速度慢,准确性差,不能进行定量分析,需要诊断人员有较高的技术水平。人工经验诊断法多适用于中小型维修企业和运输企业,虽然有一定的缺点,但它在相当长的时期内仍有十分重要的实用价值,即使普遍使用现代仪器设备进行故障诊断,也不能完全脱离人工经验诊断法。近年来刚刚起步研制的专家诊断系统,也是把人脑的分析、判断功能通过计算机语言变成微机的分析、判断功能。所以,不能轻视人工经验诊断法,更不能忽视其实用性。

2. 仪器设备诊断法

仪器设备诊断法是利用仪器和设备(其中包括常用仪器、仪表和专用设备)诊断汽车故障的方法。

仪器设备诊断法是在传统的人工经验诊断法的基础上随着社会和科学技术的进步,逐渐发展起来的。与人工经验诊断法相比较,其不同点在于:一是要借助于仪器;二是将检查结果定量化了。

目前可供利用的仪器设备有:万用表、点火正时灯、汽缸压力表、真空表、油压表、声级计、流量计、油耗仪、示波器、汽缸漏气量检测仪、曲轴箱窜气量检测仪、气体分析仪、烟度计,以及功能比较齐全的测功机、四轮定位仪、制动试验台、侧滑试验台、发动机综合检测仪、底盘测功机等。这些仪器设备给人们提供了可靠的工具,使汽车故障诊断从定性诊断发展为定量诊断。

现代仪器设备诊断法具有检测速度快、准确性高、能定量分析和可实现快速诊断等优点,而且采用微机控制的现代电子仪器设备能自动分析、判断、存储并打印出汽车各项性能参数。但其缺点是投资大,需有专用厂房,需要培训操作人员,检测成本高等。这种诊断方法适用于汽车检测站和大中型维修企业。使用现代仪器设备诊断法是汽车诊断与检测技术发展的必然趋势。

3. 故障自诊断

故障自诊断法是利用汽车本身装备的电子控制装置对系统产生的故障进行自行诊断的方法。

随着现代科学技术特别是计算机技术的进步,20世纪末,汽车故障的自诊断随汽车电子控制技术的进步而发展起来。汽车电子控制系统机理与结构的复杂性,要求其自身必须建立可靠的故障自诊断系统。1979年美国通用公司首次在汽车上运用电子控制装置“ECU”自诊断系统。该系统由存储于ECU中的软件及相应的硬件构成。当汽车运行时,ECU不断监控系统中各部分的工作情况,如果发生故障,ECU根据故障的性质和程度,首先进入失效安全模式(也称安全回家模式),使汽车有可能行驶到附近的维修点排除故障。同时,将故障信息以代码的形式存储,在汽车维修时,利用专门的仪器和方法提取故障代码,据此排除故障后再将其清除。这种汽车故障自身诊断系统又称OBD。

OBD有OBD、OBD-I、OBD-II三种汽车电控系统故障自诊断系统,1996年世界各汽车制造厂商全面执行OBD-II标准。OBD-II系统具有标准相同的16脚诊断座,统一了各车型的故障代码及其含义,具有行车记录器功能和数值分析资料的传输功能。其资料传输线有两个标准,即欧洲标准ISO和美国统一标准SAE,1996年后,许多美国生产的汽车在配备普通的OBD-II系统的同时,又增设了加强的Enhanced OBD-II诊断系统,它在很大程度上提高了通信速度,而且增加了对自动变速器、ABS和SRS系统的诊断。



复习思考题

1. 什么是汽车故障？汽车故障怎样分类？
2. 什么原因会造成汽车的人为故障？
3. 举例说明汽车各总成有故障时会产生哪些症状。
4. 汽车故障有什么变化规律？
5. 对汽车故障进行人工诊断时可采用哪几种方法？

第 2 章 汽油发动机故障诊断

目前,大部分汽油发动机均采用电子燃油喷射(EFI, Electronic Fuel Injection)系统,简称 EFI 系统。它是用电子控制装置(ECU)控制燃油喷射以代替非电控汽油机的燃油供给系统,对汽油机来说,也称为电控汽油喷射系统。电子控制装置(ECU)又称电子控制单元,又简称电控单元。

采用电控汽油喷射系统的发动机控制原理是以电控单元为控制核心,以空气流量和发动机转速为控制基础,以喷油器和点火时刻为控制对象,使发动机在各种工况下都能得到与工况相匹配的最佳空燃比和最佳点火时刻,实现空燃比和点火的高精度控制。

现代电控汽油喷射系统具有带闭环控制的供油特性,即为了达到指定的目标,在电控汽油喷射系统的控制过程中,采用有结果参与的反馈控制,使得电控汽油喷射系统的发动机功率得到了较大的提高,降低了燃料消耗,并获得最低的废气排放量。

2.1 电控汽油喷射系统的组成和工作原理

电控汽油喷射系统由空气供给系统、燃油供给系统、电子控制系统组成。电控汽油喷射发动机的总体结构示意图如图 2.1 所示。

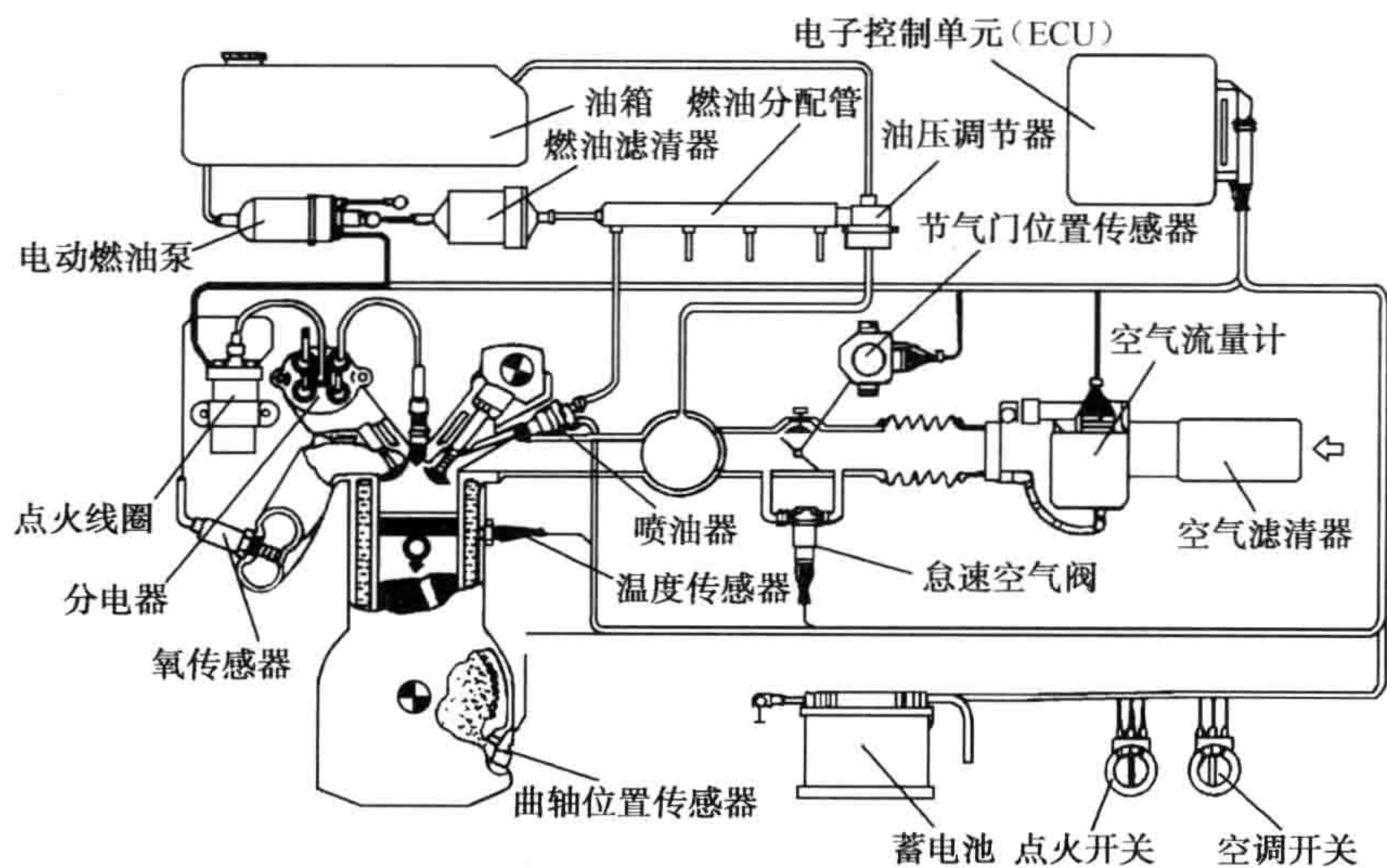


图 2.1 电控汽油喷射发动机总体结构示意图

空气供给系统的作用是根据发动机运行工况提供适量的空气,并根据发动机 ECU 的指令完成空气量的调节。

燃油供给系统的作用是根据发动机的各种工况提供适量的燃油,并根据发动机 ECU 的指令完成燃油量的调节。

电子控制系统(电控单元)是整个电控汽油喷射系统的核心器件,发动机的状态信息经由各种传感器收集后被输入电控单元,电控单元对其进行处理后发出相应的指令来控制执行

元件的动作。

电控汽油喷射发动机的基本工作过程是：当发动机在某一工况下工作时，电控单元从模/数转换器获得空气流量信号、冷却水温度、进气温度等信息，再将这些信息与预先存储于存储器中的标准信息（通过对发动机实验数据进行优化而获得的一系列数据）做比较，然后进行判断，并向各个执行器发出在这种工况下发动机所需的供油量和点火提前时间的执行指令。

电控汽油喷射系统的设计者预先将发动机所有可能的工作状况进行优化，并以数据形式全部存储在存储器内。这样，电控汽油喷射系统就可以控制发动机总是在最佳工况下工作。设计者还可以按照汽车的使用目的，将确定的优化实验数据进行预先存储。例如，记录那些以节油、减少废气排放（即经济性指标）为目的的发动机实验数据，或以缩短汽车行驶时间（即动力性）为目的的发动机实验数据，并将这些控制数据经过优化存储后，发动机的工作性能也就不随发动机的使用而改变了。

空气流量信号和发动机转速信号是汽油喷射系统的主要信号。ECU 根据它们确定发动机在各种工况下的基本燃油供给量和基本的点火时刻。

2.1.1 空气供给系统的组成和工作原理

在电控汽油喷射系统中，有采用空气流量计对进气量进行测量的空气供给系统，称为 L 型电喷控制系统；有采用歧管绝对压力传感器对进气量进行测量的空气供给系统，称为 D 型电喷控制系统。

1. 空气供给系统的组成

空气供给系统主要由空气滤清器、空气计量装置、节气门（包括怠速控制阀）、节气门位置传感器（TPS）等装置组成，如图 2.2 所示。

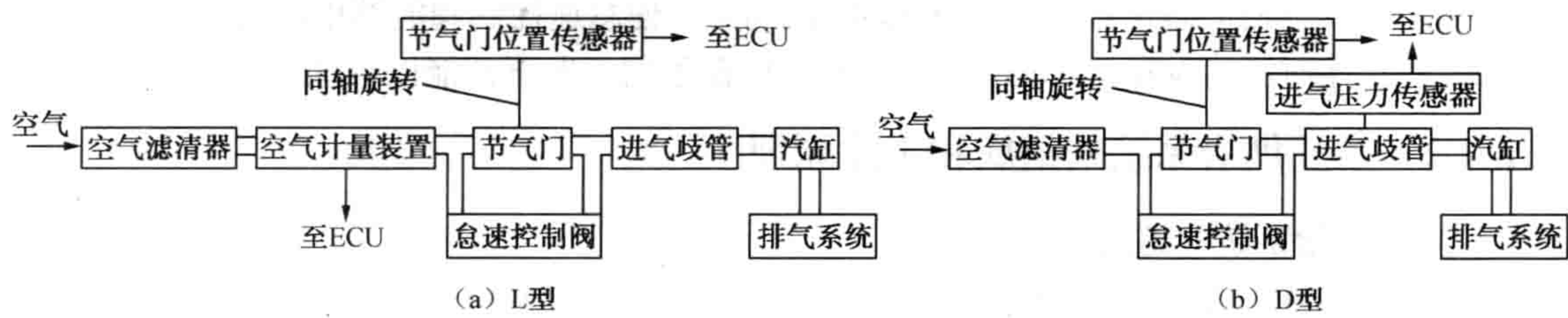


图 2.2 电控发动机空气供给系统方框图

汽油喷射发动机的空气滤清器与一般发动机的空气滤清器相同，其作用是净化进气。

空气计量装置的作用是测量发动机吸入的空气量，并将该信号输入发动机 ECU，作为燃油喷射和点火控制的主控制信号。空气计量装置有两种：空气流量计和进气歧管压力传感器。空气流量计用在 L 型或 Mono 燃油喷射系统中，主要有翼片式、卡门漩涡式、热线式和热膜式。其中，翼片式、卡门漩涡式空气流量计属于体积流量测量方式，可直接测量单位时间内发动机吸入的空气体积流量；而热线式、热膜式空气流量计属于质量流量测量方式，可直接测量单位时间内发动机吸入的空气质量流量。进气歧管压力传感器用在 D 型燃油喷射系统中，主要有半导体压敏电阻式、膜盒传动的可变电感式等。进气歧管绝对压力传感器是一种间接检测空气流量的传感器。

节气门体包括控制进气量的节气门通道和怠速运行的空气旁通道。节气门体安装在空气流量计和发动机进气歧管之间的进气管上。它由节气门、怠速旁通气道、怠速调整螺钉和怠速控