

全国高等院校创新型“十二五”重点规划教材



• 汽 • 修 • 系 • 列

汽车检测 与诊断技术

主审/陈 凌

主编/王华中 钱 晋 陈明福



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

全国高等院校创新型“十二五”重点规划教材



• 汽 • 修 • 系 • 列

汽车检测 与诊断技术

主 审 / 陈 凌

主 编 / 王华中 钱 晋 陈明福

副主编 / 王满珍 吴炳理 刘洪涛

参 编 / 项菲菲 李红英 李芳丽



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

内容简介

本教材突出“工学结合”教学理念,以项目驱动为引领,以任务为载体,系统介绍了汽车各总成的常见故障现象、原因、诊断思路及故障排除方法,同时配有与故障相适应的故障分析和排除的典型案例分析,加上每个模块有若干实操考核,能实施“学”与“做”结合的人才培养模式。

本教材共分4个模块,分别是:汽车故障诊断基础;汽车发动机故障诊断;汽车底盘故障诊断;汽车电气系统故障诊断。

本教材可作为高职高专教育汽车维修与检测专业及相近专业教材,亦可作本科汽车服务工程、汽车交通运输等专业的教材,还可作为汽车维修人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测与诊断技术/王华中,钱晋,陈明福主编. —长沙:中南大学出版社,2012.12

ISBN 978-7-5487-0788-2

I. 汽... II. ①王...②钱...③陈... III. ①汽车-故障检测-高等职业教育-教材②汽车-故障诊断-高等职业教育-教材
IV. U472.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第020859号

汽车检测与诊断技术

王华中 钱晋 陈明福 主编

☐责任编辑 韩雪

☐责任印制 周颖

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印装 长沙华中印刷厂

☐开本 787×1092 1/16 ☐印张 16 ☐字数 396千字

☐版次 2012年12月第1版 ☐2012年12月第1次印刷

☐书号 ISBN 978-7-5487-0788-2

☐定价 34.00元

图书出现印装问题,请与出版社调换

前言

《汽车检测与诊断技术》是高职高专院校汽车类专业的一门主干课程,为了使此类专业的学生能胜任汽车维修、汽车运用、汽车检测等企业相关岗位的需求,培养职业能力,也便于教师全面、系统地讲授这门课程,我们编写了此教材。

本教材突出“工学结合”教学理念,以项目驱动为引领,以任务为载体,系统介绍了汽车各总成的常见故障现象、原因、诊断思路及故障排除方法。为了便于在教学过程中实施“学”中“做”,强化职业能力,每个任务配有相适应的故障分析与排除的典型案例分析,并在每个模块中加了若干实操考核。因此本教材有如下特点:

1. 按内容的内在联系分为21个典型项目,每个典型项目分解为若干个任务,由各个任务将知识、技能融合为有机的整体。

2. 以过程导向和行为导向为教学的指导思想,围绕汽车故障诊断应用能力培养的目标,结合本课程的特点,以工作过程为主线,设计任务。

3. 通过项目驱动和典型任务引领,对每个典型任务配以案例分析,力求把知识培养与能力培养有机结合,强化培养学生运用所学知识分析问题、解决问题和实际动手能力。

本教材共分4个模块,分别是汽车故障诊断基础、汽车发动机故障诊断、汽车底盘故障诊断、汽车电气系统故障诊断。

本教材可作为高等院校教育汽车维修与检测专业及相近专业教材,亦可作本科汽车服务工程、交通运输等专业的教材,还可作汽车维修人员的参考书。

本书由江西科技学院王华中、景德镇高等专科学校钱晋、泉州理工职业学院陈明福担任主编,江西科技学院王满珍、吴炳理、刘洪涛担任副主编,参编为江西科技学院项菲菲、李红英、李芳丽。王华中编写了模块1,模块4的项目6;王满珍编写了模块2;吴炳理编写了模块3的项目1、4;项菲菲编写了模块3的项目2、3,模块1~4的模块实操考核;钱晋编写了模块4的项目1;陈明福编写了模块4的项目3、4;李芳丽编写了模块4的项目2;李红英编写了模块4的项目5;刘洪涛编写了模块4的项目7。全书由王华中统稿。江西科技学院汽车工程学院院长陈凌副教授为主审。

在本书编写过程中,编者参考了大量的文献资料,获益匪浅,在此向这些作者表示感谢!

由于编者水平所限,书中难免存在不足和错误,敬请各位读者批评指正。

编者

目 录

模块1 汽车故障诊断基础	(1)
项目1 汽车故障诊断的基本认知	(1)
【任务1】 故障诊断的基本术语	(1)
【任务2】 诊断参数、诊断标准和诊断周期	(2)
【任务3】 汽车检测、故障诊断、维修三者的关系	(5)
项目2 汽车故障类型、成因及变化规律	(7)
【任务1】 汽车故障的类型	(7)
【任务2】 汽车故障产生原因	(7)
【任务3】 汽车故障变化规律	(8)
项目3 汽车故障诊断方法与一般步骤	(9)
【任务1】 汽车故障信息获取方法	(9)
【任务2】 汽车故障诊断分析方法	(10)
【任务3】 汽车故障诊断的基本原则及一般程序	(12)
项目4 汽车检测与故障诊断常用仪器	(14)
【任务1】 汽车专用万用表	(14)
【任务2】 汽车专用解码器	(17)
【任务3】 汽车专用示波器	(25)
【任务4】 发动机综合分析仪	(29)
模块实操考核	(35)
练习与思考题	(36)
模块2 汽车发动机故障诊断	(38)
项目1 点火系故障诊断	(38)
【任务1】 霍尔效应式电子点火系的故障诊断	(38)
【任务2】 磁感应式电子点火系的故障诊断	(41)
【任务3】 电子控制电子点火系的故障诊断	(43)
项目2 供给系故障诊断	(47)
【任务1】 电控汽油机燃油供给系的故障诊断	(47)
【任务2】 柴油机燃油供给系的故障诊断	(55)

项目3 冷却系故障诊断	(69)
【任务1】 发动机过热	(69)
【任务2】 发动机过冷	(71)
【任务3】 冷却水消耗过多	(71)
【任务4】 冷却液温度传感器故障	(73)
项目4 润滑系故障诊断	(74)
【任务1】 机油压力过低	(75)
【任务2】 机油压力过高	(77)
【任务3】 机油变质	(77)
【任务4】 机油消耗过多	(79)
项目5 电控发动机综合故障诊断	(82)
【任务1】 发动机不能启动	(83)
【任务2】 发动机动力不足	(86)
【任务3】 发动机油耗过大	(90)
【任务4】 发动机怠速不良	(93)
【任务5】 发动机加速不良	(98)
【任务6】 排气管放炮	(100)
项目6 发动机异响故障诊断	(101)
【任务1】 发动机异响故障现象	(101)
【任务2】 发动机异响故障主要原因	(101)
【任务3】 发动机异响故障诊断	(102)
模块实操考核	(108)
练习与思考题	(112)
模块3 汽车底盘故障诊断	(113)
项目1 传动系故障诊断	(113)
【任务1】 离合器故障诊断	(113)
【任务2】 手动变速器故障诊断	(120)
【任务3】 自动变速器故障诊断	(125)
【任务4】 驱动桥故障诊断	(139)
项目2 行驶系故障诊断	(141)
【任务1】 行驶系的故障诊断	(141)
【任务2】 电控悬架的故障诊断	(145)
【任务3】 汽车巡航控制系统的故障诊断	(148)
项目3 转向系故障诊断	(154)
【任务1】 转向系统的故障诊断	(154)

【任务2】 电控动力转向系的检测与故障诊断	(158)
项目4 制动系故障诊断	(164)
【任务1】 制动系常见的故障诊断	(164)
【任务2】 防抱死制动系统(ABS)的故障诊断	(167)
模块实操考核	(182)
练习与思考题	(184)
模块4 汽车电气系统故障诊断	(186)
项目1 充电系统故障诊断	(186)
【任务1】 不充电故障诊断与排除	(186)
【任务2】 充电电流过小故障诊断与排除	(190)
【任务3】 充电电流过大故障诊断与排除	(191)
【任务4】 充电电流不稳定故障诊断与排除	(193)
【任务5】 充电指示灯不亮故障诊断与排除	(194)
【任务6】 蓄电池自行放电的故障诊断与排除	(196)
【任务7】 蓄电池不充电的故障诊断与排除	(197)
项目2 启动系统故障诊断	(198)
【任务1】 启动机不转	(198)
【任务2】 启动机运转无力	(199)
【任务3】 启动机空转	(201)
【任务4】 启动机异响	(202)
项目3 中控门锁及防盗系统故障诊断	(203)
【任务1】 中控门锁常见故障诊断	(203)
【任务2】 车身防盗系统常见故障诊断	(207)
【任务3】 发动机防盗系统常见故障诊断	(210)
项目4 汽车空调系统故障诊断	(211)
【任务1】 制冷系统常见故障诊断	(212)
【任务2】 供暖系统和控制系统常见故障诊断	(216)
项目5 汽车照明与信号装置的故障诊断	(218)
【任务1】 照明信号灯系的故障诊断与排除	(219)
【任务2】 电喇叭的故障诊断与排除	(225)
【任务3】 仪表故障的诊断与排除	(229)
【任务4】 故障诊断与排除实例	(231)
项目6 汽车导航系统故障诊断	(233)
【任务1】 汽车导航系统组成	(233)
【任务2】 汽车导航系统常见故障诊断	(235)

【任务3】 汽车导航系统的检修实例	(236)
项目7 汽车安全气囊系统故障诊断	(238)
【任务1】 安全气囊系统组成和原理	(238)
【任务2】 安全气囊系统故障诊断方法与检测注意事项	(239)
【任务3】 安全气囊系统故障诊断与排除	(240)
【任务4】 安全气囊系统故障排除实例	(241)
模块实操考核	(245)
练习与思考题	(246)
参考文献	(248)

模块
1

汽车故障诊断基础

学习目的与要求

- 理解汽车故障诊断的基本概念；
- 了解汽车检测与诊断系统，了解汽车故障的分类及变化规律；
- 掌握汽车故障诊断方法与一般步骤；
- 掌握汽车检测与故障诊断常用仪器使用。

学习重点

汽车故障诊断方法；诊断参数、诊断标准和诊断周期；汽车故障诊断的一般步骤；故障树分析法及检测分析法。

学习难点

诊断参数、诊断标准和诊断周期；故障树分析法。

项目1 汽车故障诊断的基本认知

【任务1】 故障诊断的基本术语

汽车故障诊断技术是指在整车不解体(或仅卸下个别小件)的情况下，确定汽车的技术状况，查明故障原因和故障部位而进行检测、分析与判断的汽车应用技术。汽车故障诊断工作中常涉及以下术语：

- (1) 汽车技术状况：定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能的参数值的总和。
- (2) 汽车故障：汽车部分或完全丧失工作能力的现象。
- (3) 故障现象：故障的具体表现。
- (4) 故障树：表示故障因果关系的分析图。
- (5) 故障率：使用到某行程的汽车，在该行程之后单位行程内发生故障的概率。
- (6) 诊断参数：供诊断用的，表征汽车、总成及机构技术状况的参数。
- (7) 诊断标准：对汽车诊断的方法、技术要求和限值等的统一规定。
- (8) 诊断周期：汽车诊断的间隔期。
- (9) 汽车检测：确定汽车技术状况或工作能力的检查。
- (10) 汽车诊断：指在整车不解体(或仅卸下个别小件)的情况下，确定汽车的技术状况或

查明故障原因和故障部位进行的检测、分析与判断。

【任务2】 诊断参数、诊断标准和诊断周期

1. 诊断参数

(1) 诊断参数的概念及其分类

汽车诊断参数是表征汽车、总成及机构技术状况的可测物理量和化学量。可分为工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

①工作过程参数：是汽车、总成和机构在工作过程中输出的、表征诊断对象主要功能和质量的一种参数。如发动机功率、汽车制动距离、油耗等。

工作过程参数提供的信息比较广泛，是深入诊断的基础，汽车不工作时，工作过程参数无法测得。

②伴随过程参数：是伴随工作过程输出的一些可测量的参数。伴随过程参数提供诊断对象的局部信息，常用于复杂系统的深入诊断。如振动、噪声、发热量等。

③几何尺寸参数：可提供总成、机构中配合零件之间或独立零件的技术状况的参数。提供的信息量有限，但能表明诊断对象的具体状态。如配合间隙、圆度、圆柱度、圆跳动等。

汽车常用参数如表 1-1 所示。

(2) 诊断参数的选取原则

在汽车使用过程中，诊断参数的变化规律与汽车技术状况的变化规律有一定的关系，能够表征汽车技术状况的参数很多，为了保证诊断结果的可信性和准确性，应该选择符合下列要求的特征参数作为诊断参数。

①灵敏性。诊断参数的灵敏性是指诊断对象的技术状况从正常状态到进入故障状态的整个使用时期内，诊断参数相对于技术状况参数的变化率。诊断参数的灵敏性越高，在汽车技术状况参数变化时对应的诊断参数变化也就越大。

②单值性。诊断参数的单值性是指诊断对象的技术状况参数从初始值变化到极限值的过程中，诊断参数值与技术参数值是一一对应的，即诊断参数无极值点。

③稳定性。诊断参数的稳定性是指在多次测试同一个技术状态参数时，测出的诊断参数值具有重复性、一致性。诊断参数的稳定性越高，每次测出的诊断参数值就越接近，离散度就越小。

④信息性。诊断参数的信息性是指诊断参数对汽车技术状况具有的表征性，表征性越好的诊断参数，就越能揭示出汽车技术状况的特征和本质，反映出汽车技术状况的准确信息。

表 1-1 汽车常用诊断参数

诊断对象	诊断参数
发动机总体	功率, kW 曲轴角加速度, rad/s^2 单缸断火时功率下降率, % 油耗, L/h 曲轴最高转速, r/min 废气成分和浓度, %

续表 1-1

诊断对象	诊断参数
汽缸活塞组	曲轴箱窜气量, L/min 曲轴箱气体压力, kPa 汽缸与活塞间隙(按振动信号测量), mm 汽缸压力, MPa 汽缸漏气率, % 发动机异响 机油消耗量, L/100km
曲柄连杆组	主油道机油压力, MPa 主轴承间隙(按油压脉冲测量), mm 连杆轴承间隙(按振动信号测量), mm
配气机构	气门间隙, mm 气门行程, mm 配气相位, (°)
柴油机供油系	喷油提前角(按油管脉动压力测量)(°) 曲轴转角, (°) 单缸杆塞供油延续时间(按油管脉动压力测量)(°) 各缸供油均匀度, % 每一工作循环供油量, mL/工作循环 高压油管中压力波增长时间, (s) 曲轴转角, (°) 按喷油脉冲相位测定喷油提前角的不均匀度, (°) 喷油嘴初始喷射压力, MPa 曲轴最小和最大转速, r/min 燃油细滤器出口压力, MPa
供油系及滤清器	燃油泵清洗前的油压, MPa 燃油泵清洗后的油压, MPa 空气滤清器进口压力, MPa 涡轮增压机的压力, MPa 涡轮增压器润滑系油压, MPa
启动系	在制动状态下, 启动机电流、电压, A、V 蓄电池在有负荷状态下的电压, V 振动特性, m/s ²
点火系	初级电路电压, V 初级电路电压降, V 电容器容量, μF 断电器触点闭合角及重叠角, (°) 点火电压, kV 次级电路开路电压, kV 点火提前角, (°) 发电机电压、电流, V、A
冷却系	冷却液工作温度, °C 散热器入口与出口温差, °C 风扇皮带张力, N/m 曲轴与发电机轴转速差, %

续表 1-1

诊断对象	诊断参数
润滑系	润滑系机油压力, MPa 曲轴箱机油温度, ℃ 机油含铁(或铜、铬、铝、硅等)量, % 或 10^6 机油透光度, % 机油介电常数
传动系	车轮驱动力, N 底盘输出功率, kW 滑行距离, m 传动系噪声, dB
制动系	制动距离, m 制动力, N 制动减速度, m/s^2 左右轮制动力差值, N 制动滞后时间, s 制动释放时间, s
转向系	主销内倾角, (°) 主销后倾角, (°) 车轮外倾角, (°) 车轮前束, mm 车轮侧滑量, mm/m, m/km
行驶系	车轮静平衡 车轮动平衡 车轮振动, m/s^2
照明系	前照灯照度, lx 前照灯发光强度, cd 光轴偏斜量, mm

⑤方便性。诊断参数的方便性是指对诊断对象进行测试时的难易程度, 它包括诊断设备的普及性, 以及诊断参数测试的复杂程度。

⑥经济性。诊断参数的经济性是指对诊断对象进行检测时的费用高低程度, 它包括诊断设备的价值高低, 以及每次使用设备所消耗的费用多少。

2. 诊断标准

诊断标准是汽车技术标准的一部分, 诊断标准是对汽车诊断的方法、技术要求和限值等的统一规定, 而诊断参数标准仅是对诊断参数限值的统一规定, 诊断标准中包括诊断参数标准, 有时也把诊断参数标准简称为诊断标准。

(1) 诊断标准的类型

汽车诊断标准与其他技术标准一样, 分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

①国家标准。国家标准是国家制定的标准, 冠以中华人民共和国国家标准字样。国家标准一般由某行业部委提出, 由国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会批准、发布, 全国各级各有关单位和个人都要贯彻执行, 具有强制性和权威性。例如: GB/T 3845—

1993《汽油车排放污染物的测量怠速法》。

②行业标准。行业标准也称为部、委标准，是部级或国家委员会级制定、发布并经国家技术监督局备案的标准，在部、委系统内或行业内贯彻执行，一般冠以中华人民共和国某某部或某某行业的标准，也在一定范围内具有强制性和权威性，有关单位和个人也必须贯彻执行。例如：JB 3352—1983《载货汽车燃油消耗量试验方法》是中华人民共和国原机械工业部部标准，属于强制性标准；JT/T 201—1995《汽车维护工艺规范》是中华人民共和国原交通部部标准，属于推荐性标准。

③地方标准。地方标准是省（直辖市、自治区）级、市地级、市县级制定并发布的标准，在地方范围内贯彻执行，也在一定范围内具有强制性和权威性，所属范围内的单位和个人必须贯彻执行。地方标准中的限值可能比上级标准中的限值要求还要严格。例如：DB 11/T 136—2001《汽车维护竣工出厂技术条件》是北京市地方标准，属于推荐性标准。

④企业标准。企业标准由汽车制造厂推荐标准和汽车检测设备制造厂推荐的参考性标准两部分组成。

（2）诊断参数标准的组成

为了定量地评价汽车、总成、系统、机构的技术状况，确定维护、修理的范围和深度，单有诊断参数是不够的，还必须建立诊断参数标准，提供一个可供参考比较的尺度，只有这样才能在检测出诊断参数后与诊断参数标准值进行对照，进而确定是否应该进厂维修。

诊断参数标准一般由初始值、许用值和极限值三部分组成。

①初始值。初始值是无故障新车或大修车的诊断参数值，往往是最佳值，可以作为新车和大修车的诊断标准。当诊断参数测量值处在初始值范围内时，表明诊断对象技术状况良好，符合新车出厂或大修出厂标准。

②许用值。许用值是在用汽车的诊断参数值，当诊断参数处在许用值范围内时，表明诊断对象的技术状况虽然已经发生了变化但尚属处在正常范围之内，无须维修，可以继续行驶。假若超过了许用值，就有可能发生故障，应及时安排维修。

③极限值。极限值也是在用汽车的诊断参数值，当诊断参数超过极限值时，表明诊断对象技术状况严重恶化，汽车应立即停驶修理。此时，汽车的动力性、经济性和环保性大大降低，行驶安全性得不到保证，甚至可能发生重大的机械事故，造成更加严重的后果。

3. 诊断周期

诊断周期是汽车诊断的间隔期，以汽车行驶里程或使用时间（月或日）表示。

最佳诊断周期是指能保证车辆的完好率最高而消耗的费用最少的诊断周期。确定最佳诊断周期，应考虑汽车技术状况、汽车使用条件，还要考虑汽车检测诊断、维护修理、停驶损耗的费用等诸多因素。大量统计资料表明，实现单位行程费用最小和技术完好率最高，二者是可以求得一致的，因此，最佳诊断周期可以通过统计分析方法来确定。根据有关资料显示，汽车二级维护周期是我国目前的最佳诊断周期，约在 1500 ~ 10000 km 范围内。

【任务3】 汽车检测、故障诊断、维修三者的关系

汽车故障诊断包含了“诊”和“断”两个环节，汽车故障诊断的过程就是由诊断技术人员从汽车的故障现象出发，熟练应用各种检测设备对汽车进行全面综合的检测，完成“诊”的环节，然后运用对汽车原理与结构的深刻理解，对测试结果进行综合分析后，再对故障部位和

原因作出确切的判断,完成“断”的环节。

汽车故障诊断中的第一环节“诊”应该比汽车检测的内容更深入一些,它不是一个单纯的“检测”过程,而是一个综合的“测试”过程。测试包括参数检测和性能试验两个部分。因为汽车检测的目的是判断被测汽车是否符合安全环保检测或综合性能检测的规定,检测参数超标为不合格,未超标为合格,检测是定性分析,它只有通过和不通过两个结果。汽车诊断的目的是判断汽车的故障部位和原因,对检测参数作出定量分析,然后通过性能试验才能为找到故障部位查明故障原因提供充分的根据。诊断的结果是故障可能由多个部位和多种原因造成。所以,汽车诊断应该包括技术检测、性能试验和结果分析三个部分。技术检测的主要任务是通过测试仪器和设备对汽车的诊断参数进行测量。性能试验的主要任务是对被检测系统进行功能性动态试验,通过改变系统的状态进行对比试验分析,旨在发现系统故障与诊断参数之间的关系。结果分析的目的是对诊断的最终结果作出因果关系的客观分析,也就是对故障生成的原因机理与故障现象特征之间的必然联系,以及故障现象与诊断参数之间的内在联系作出理论分析。

通常,到汽车检测场检测的车辆不一定是故障现象的车辆。汽车检测的结果只有两个,即通过或不通过。而到汽车诊断中心或修理厂诊断的车辆一般都是有故障现象的车辆,汽车诊断的结果只有一个,就是找到故障点并查明故障原因。

在我国,汽车检测已经发展成为一个独立的行业。汽车检测分为安全环保检测和综合性能检测。安全环保检测是在不解体的情况下对机动车有关安全性能及涉及环境保护方面的项目进行的检查和测量,主要包括制动性能检测、转向轮侧滑检测、车速表校核、前照灯检测及汽车排放与噪声的检测。安全环保检测主要依据是《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2004),针对所有上路行驶的机动车定期实施强制检测。安全环保检测隶属于公安交通管理部门。综合性能检测是在不解体的情况下对营运车辆进行的有关综合性能方面的检查和测试,在安全环保检测项目的基础上,又增加了发动机功率检测、底盘输出功率检测、燃油消耗量检测、滑行距离与时间检测、转向角与车轮定位检测、悬架性能检测等。综合性能检测主要依据是《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001),针对营运车辆定期实施强制检测。另外,综合性能检测还依据《营运车辆技术等级划分和评定要求》(JT/T 198—2004),担负车辆技术等级评定的工作。同时,综合性能检测还可以担负车辆维修质量检验和汽车发动机、底盘故障诊断的工作。综合性能检测隶属于交通运输管理部门。

汽车故障诊断是汽车维修和汽车检测中的一个环节。汽车维修包括汽车维护和汽车修理两种类别,维护作业主要包括维护和检验两个环节,修理作业则包括诊断、修理和检验三个环节。这是因为定期维护的车辆通常是没有故障的车辆,而视情况修理的车辆都是带有故障的车辆。维护的车辆一般不需要经过诊断的环节,只需根据行驶里程就可以确定要实施的维护项目。修理的车辆通常都必须经过诊断,才能确定要修理的项目。所以,汽车故障诊断是汽车维修工作中维护、修理、检验、诊断四个环节中技术水准最高的一个重要环节,既要求诊断人员有较高的理论水平,又要求具备丰富的实践经验,其检测手法应“灵活”,试验手段应“巧妙”,分析思路应“清晰”。还要求从事汽车故障诊断工作的汽车维修工程师(汽车医生)具备出类拔萃的诊断技艺。汽车故障诊断技术的研究与应用将会成为现代汽车维修技术的重要组成部分,同时还将是现代汽车维修技术的主要发展方向。

项目2 汽车故障类型、成因及变化规律

【任务1】 汽车故障的类型

汽车故障是指汽车零部件或总成完全或部分丧失工作能力的现象，其故障现象是故障的具体表现。尽管汽车故障错综复杂、多种多样，但按一定的方法可将汽车故障划分为下述几种主要类型。

(1)按故障存在的系统可分为汽车电器故障和汽车机械故障。现代汽车电器故障又分为数字电路故障和模拟电路故障。汽车机械故障范围较广，通常是利用汽车运行过程中的二次效应所提供的信息，如温升、噪声、润滑油状态、振动及各种物理、化学特性的变化来进行诊断。一般来说，现代汽车电器故障不解体检测相对容易，而汽车内部的机械故障的不解体检测相对较难。

(2)按故障形成的速度可分为突发性故障和渐发性故障。突发性故障是指发生前无任何征兆的故障，它不能靠早期的诊断来预测，其故障的发生具有偶然性，如汽车行驶时，铁钉刺破轮胎，钢板弹簧突然折断等。而渐发性故障，是指汽车技术状况连续变化，最终导致恶化而引起的故障，这种故障常有一个逐渐发展的过程，其故障的发生具有必然性，因此，能够通过早期诊断来预测，如发动机气缸磨损或曲轴轴颈磨损而出现的声响，就属于渐发性故障。渐发性故障一经发生，就标志着产品寿命的终结，对于汽车而言，则往往是需要大修或报废的标志。

(3)按故障存在的时间可分为间歇性故障和永久性故障。间歇性故障有时发生，有时消失，如汽油机供油系气阻故障是一种典型的间歇性故障；而永久性故障则只有在修复或更换某些零部件后，才能使得故障排除，功能恢复，如曲轴轴瓦烧损、发动机拉缸是永久性故障。

(4)按故障显现的情况可分为功能故障和潜在故障。导致汽车功能丧失或性能下降的故障称为功能故障，这类故障可通过直接感受或测定其输出参数而判定，如发动机不能启动或发动机输出功率下降均属功能故障。潜在故障是指正在逐渐发展但尚未对功能产生影响的故障，如曲轴、连杆的裂纹，当尚未扩展到极限程度使其断裂时，为潜在故障。

(5)按故障造成后果的严重程度可分为轻微故障、一般故障、严重故障和致命故障。轻微故障一般不会导致汽车停车或性能下降，不需要更换零件，用随车工具作适当调整即可排除，如气门脚响、点火不正时、怠速过高等。一般故障可能导致汽车性能下降或汽车停车，但不会导致主要部件和总成的严重损坏，可更换易损零件或用随车工具在短时间内排除，如来油不畅、滤清器堵塞、个别传感器损坏等。严重故障可能导致主要零件的严重损坏，必须停车，并且不能用更换零件或用随车工具在短时间内排除，如发动机拉缸、烧瓦等。致命故障可能引起车毁人亡的恶性重大事故，如柴油飞车、制动系统失效、转向系统失控等。

上述故障的分类有些是相互交叉的，而且随着故障的发展，一种类型的故障可以转化为另一种类型故障。

【任务2】 汽车故障产生原因

汽车各部件产生的故障是由某些零件失效引起的。引发汽车零件失效的因素很多，主要

是工作条件恶劣、设计制造存在缺陷以及使用维修不当等三个方面。

1. 工作条件恶劣

汽车零件工作条件包括零件的受力状况和工作环境。汽车运行时,绝大多数汽车零件(如活塞、曲轴、齿轮、轴承等)是在动态应力下工作,由于汽车起步、停车以及速度经常变化,使汽车零件承受着冲击和交变应力,从而加速零件的磨损或变形而引发故障。另外,汽车零件往往不只承受一种载荷作用,而是同时承受几种类型载荷的复合作用,若零件的载荷超过其允许承受能力,则会导致零件失效。

汽车零件在不同的环境介质和不同的温度下工作,容易引起零件的腐蚀磨损、磨料磨损以及热应力引起的热变形、热疲劳等失效。某些工作介质还可以使汽车零件材料脆化、高分子材料老化而引发故障。

2. 设计制造缺陷

设计制造缺陷主要是指零件因设计不合理、选材不当、制造工艺不良而存在的先天不足。设计不合理是汽车零件失效的主要原因之一,例如轴的台阶处过渡圆角过小,会造成应力集中,这些应力可能会成为汽车零件破坏的起源。花键、键槽、油孔、销钉孔等设计时如果没有充分考虑到这些形状对截面削弱而造成的应力集中,也将会引起零件早期疲劳损坏。材料选择不当及制造工艺过程中因操作不当而使零件产生的裂纹、较大的残余内应力以及较差的表面质量都将可能成为零件失效的原因。某些过盈配合零件的装配精度不够,导致相互配合零件之间的滑移和变形,将会产生微动磨损,加速零件的失效。某些间隙配合零件的装配间隙过大,则会导致汽车零件冲击过大而引发故障,并容易产生异响,使汽车的使用性能下降;而装配间隙过小,则零件运转时摩擦力、摩擦热过大,容易加快配合件的损坏,如发动机拉缸、烧瓦等。

3. 使用维修不当

汽车在使用过程中的超载、润滑不良、滤清效果不好、违反操作规程、汽车维护和修理不当等,都会引起汽车零件的早期损坏。

【任务3】 汽车故障变化规律

汽车故障的变化规律是指汽车故障率随行驶里程的变化规律。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。

在正常的使用和维护条件下,汽车故障率与行驶时间(里程)之间的关系呈“浴盆”形曲线,如图1-1所示。由图可知,汽车故障变化规律呈现出三个明显的阶段:

1. 早期故障期(Ⅰ阶段)

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(Ⅱ阶段)

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在起主导作用,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、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称为汽车的有效寿命。

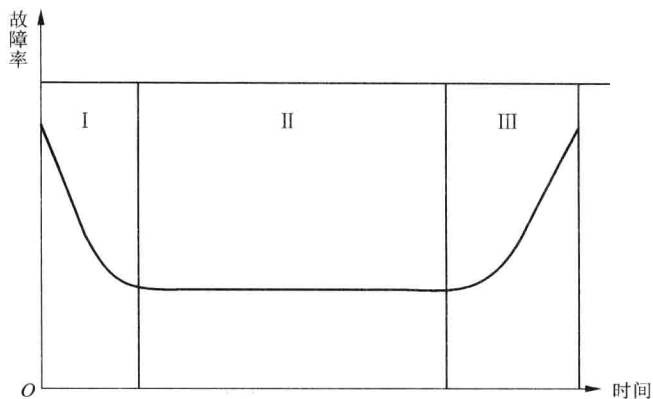


图 1-1 汽车故障率与行驶时间

3. 耗损故障期(Ⅲ阶段)

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。

项目3 汽车故障诊断方法与一般步骤

【任务1】 汽车故障信息获取方法

汽车诊断是由检查、分析、判断等一系列活动完成的。诊断故障需要故障信息，获取故障信息主要有两种基本方法：一是传统的人工经验诊断法；二是利用现代仪器设备诊断法。

1. 人工经验诊断法

人工经验诊断法是通过路试和对汽车或总成工作情况的观察，凭借诊断人员丰富的实践经验和一定的理论知识，利用简单工具以及眼看、手摸、耳听等手段，边检查、边试验、边分析，进而对汽车技术状况进行定性分析或对故障部位和原因进行判断的诊断方法。这种方法不需要专用仪器设备，可随时随地应用，具有投资少、见效快等优点。但是，该方法也有诊断速度慢、准确性差、不能进行定量分析以及要求诊断者具有丰富的实践经验和较高的技术水平等缺点。

2. 现代仪器设备诊断法

现代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诊断方法。该方法可在汽车不解体的情况下，利用建立在机械、电子、流体、振动、声学、光学等技术基础上的专用仪器设备，对汽车、总成或机构进行测试，并通过对诊断参数测试值、变化特性曲线、波形等的分析判断，定量确定汽车的技术状况。采用微机控制的专用仪器设备能够自动分析、判断、打印诊断结果。现代仪器设备诊断法的优点是诊断速度快、准确性高、能定量分析；缺点是投资大、需占用固定厂房等。

本书主要介绍利用仪器设备对汽车进行检测诊断的技术和方法。