

省级精品课程配套教材
国家示范性 高职院校建设规划教材



汽车故障诊断 与检测技术

杜文锁 冯斌 主 编
潘宗友 柴彬 副主编
郑劲 主 审

配套电子课件

QICHE
GUZHANG
ZHENDUAN YU
JIANCE JISHU



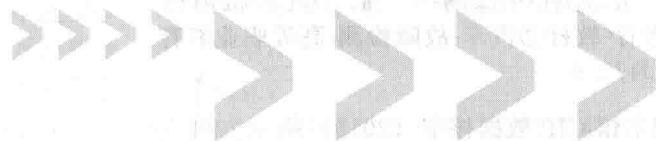
化学工业出版社

省级精品课程配套教材
国家示范性 高职院校建设规划教材



汽车故障诊断 与检测技术

杜文锁 冯 斌 主 编
潘宗友 柴 彬 副主编
郑 劲 主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书介绍汽车、发动机、底盘、电器等系统的故障诊断与检测技术及汽车检测站的相关内容,重点阐述汽车及各系统、总成及主要零部件的故障诊断与排除方法,案例分析等。旨在培养学生在汽车故障诊断过程中的检测、诊断、分析、制定维修方案能力,具有较强的实践指导作用。

本书适用于汽车维修与检测、汽车技术服务与营销、汽车运用与维修等专业的高职高专学生和教师,以及相关专业的从业人员、汽车维修人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断与检测技术/杜文锁,冯斌主编. —北京:化学工业出版社,2015.12

省级精品课程配套教材 国家示范性高职院校建设规划教材

ISBN 978-7-122-25901-1

I. ①汽… II. ①杜… ②冯… III. ①汽车-故障诊断-高等职业教育-教材②汽车-故障检测-高等职业教育-教材 IV. ①U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 307397 号

责任编辑:韩庆利

装帧设计:史利平

责任校对:王素芹

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 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张20 1/4 字数527千字 2016年3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:42.00元

版权所有 违者必究

» 前言

汽车故障诊断与检测技术是以汽车及内燃机理论、汽车故障诊断学为理论指导,以汽车及内燃机结构原理、计算机控制技术以及汽车运用性能为分析依据,以汽车检测及试验技术为测试手段的综合性技术。汽车故障诊断是从故障症状出发,通过问诊试车、分析研究、推理假设、流程设计、测试确认、修复验证,最后达到发现故障原因的目的。

传统的汽车故障诊断采用的是从症状入手,通过检测查找故障点的分析方法,这个诊断方法具有明显的人对车的单方向推进特征。现代汽车计算机控制系统中由于加入了自诊断功能,使得现代的汽车故障诊断可以直接从自诊断结果入手,通过检测查找出故障点,这样的诊断方法具有了人车互动双向对话的特征。这就使得今天的汽车故障诊断技术有了症状分析和自诊断分析两个入手点,这正是现代汽车故障诊断技术的基础和出发点。

故障机理的复杂性分析、诊断手段的多样性运用、诊断参数的精确性测试、分析判断的准确性把握等重要方法和关键技术都已成为汽车故障诊断技术发展所必须追逐的目标。汽车诊断测试技术的提高与汽车诊断分析方法的改进是当前汽车故障诊断技术发展的两个关键方向,也是建立现代汽车故障诊断科学体系的重要基础。

本书介绍汽车、发动机、底盘、电器等系统的故障诊断与检测技术及汽车检测站的相关内容,重点阐述汽车各系统、总成及主要零部件的故障诊断与排除方法,案例分析等。旨在培养学生在汽车故障诊断过程中检测、诊断、分析、制定维修方案的能力,具有较强的实践指导作用,适用于汽车维修与检测、汽车服务与营销、汽车运用与维修等专业的高职高专学生和教师,以及相关专业的从业人员、汽车维修人员。

在编写过程中,我们力争做到以下几点:

(1) 从汽车运用和维修企业的职业标准和岗位需求入手,结合高职高专院校培养高等技术应用型人才的经验,深入企业调研,与企业技术人员共同确定课程体系、教学目标、教材结构和编写内容,把企业的培训内容和案例融入教材,充分体现知识的针对性和实用性。

(2) 本书按照学生的认知规律和汽车知识的连贯性,将知识和技能串联在一起,突出基础性和前瞻性相统一,形成一个完整的学习单元。同时,切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想。

(3) 在多年的教学实践中,不断融入新技术、新材料、新工艺、新检测设备等知识,优化知识和技能比例,突出主流车型和典型案例,追求共性和个性的统一。

(4) 注重中职、高职教学内容的衔接,突出知识的深度和广度,侧重先进检测设备和仪器在汽车故障诊断和故障排除中实际应用。

本书由兰州石化职业技术学院杜文锁、兰州职业技术学院冯斌担任主编,兰州石化职业技术学院潘宗友、酒泉职业技术学院柴彬担任副主编,具体分工为:杜文锁编写第1章、第2章,冯斌编写第3章,潘宗友编写第4章,柴彬编写第5章,孙怀军编写第3章案例和复习思考题。兰州石化职业技术学院郑劲教授担任本书主审。

在本书编写过程中,得到了兰州石化职业技术学院汽车工程系孙国君副教授、冯志祥副教授、胡天明副教授、张维军老师和部分维修企业技术人员的支持和帮助,并参阅了一些书籍和资料,在此表示诚挚的谢意。

本书配套电子课件,可赠送给用书的院校和老师,如果需要,可登录 www.cipedu.com.cn 下载。

由于本书涉及内容较多,范围较广,加之编者水平有限,疏漏之处在所难免,恳请读者指正。

编 者



目录

◎ 第1章 汽车故障诊断检测基础知识

1

1.1 汽车检测基本知识	1
1.1.1 汽车检测概念	1
1.1.2 汽车检测项目	2
1.1.3 汽车检测的类型	2
1.2 汽车故障基本知识	2
1.2.1 汽车故障概念	2
1.2.2 汽车故障的类型	3
1.2.3 汽车故障的变化规律	3
1.2.4 汽车故障生成的成因	5
1.2.5 汽车故障症状	6
1.3 汽车故障诊断方法	7
1.3.1 人工经验诊断法	7
1.3.2 仪器设备诊断法	7
1.3.3 症状诊断分析法	8
1.3.4 故障征兆模拟试验法	8
1.3.5 OBD-II 简介	9
1.4 汽车故障诊断流程	10
1.4.1 最初症状	10
1.4.2 问诊试车	10
1.4.3 分析研究	14
1.4.4 推理假设	16
1.4.5 流程设计	17
1.4.6 测试确认	19
1.4.7 修复验证	21
1.4.8 最终原因	22
1.4.9 交车	23
1.5 汽车维修基础知识	23
1.5.1 汽车维修基础概念	23
1.5.2 汽车修理主要工作	24
1.5.3 汽车检测、汽车维修与汽车故障诊断的关系	24
1.6 汽车检测诊断参数	25
1.6.1 检测诊断参数概述	25
1.6.2 检测诊断参数类型	25

1.7 常用检测诊断设备简介	28
1.7.1 常用仪器设备的使用	28
1.7.2 主要性能检测、诊断仪器设备	30
复习思考题	32

◎ 第2章 发动机故障诊断与排除

33

2.1 发动机故障诊断基础	33
2.1.1 发动机典型故障症状	33
2.1.2 电控发动机故障检测诊断的方法和流程	34
2.2 发动机电控系统主要元件故障诊断与检测	38
2.2.1 发动机电控系统主要元件故障现象	38
2.2.2 发动机电控系统主要传感器故障码诊断与检测	40
2.2.3 发动机电控系统主要执行器故障码诊断与检测	50
2.3 进气系统故障诊断与检测	63
2.3.1 进气系统的故障机理	63
2.3.2 进气系统的故障诊断与检测	63
2.4 燃油系统故障诊断与检测	66
2.4.1 燃油供给系统的故障机理	66
2.4.2 燃油供给系统检修注意事项	66
2.4.3 燃油供给系统及主要部件的故障检查	67
2.5 汽缸密封性检测	73
2.5.1 汽缸压缩压力的检测	73
2.5.2 进气真空度的检测	75
2.6 点火系统故障诊断与检测	78
2.6.1 电子点火系统故障检查注意事项	78
2.6.2 诊断步骤及故障机理分析	80
2.6.3 电子点火系统主要装置故障诊断与检测	80
2.7 怠速控制系统故障诊断与检测	82
2.7.1 怠速控制故障机理	82
2.7.2 基本怠速检查与调整	83
2.7.3 怠速控制的主要零部件故障诊断与检测	84
2.7.4 电脑控制系统学习设定	88
2.8 排放系统故障诊断与检测	89
2.8.1 汽油机排放故障诊断与检测	89
2.8.2 柴油机排放故障诊断与检测	91
2.8.3 典型零部件故障诊断与排除	91
2.9 润滑、冷却系统故障诊断与检测	98
2.9.1 润滑系统故障诊断与检测	98
2.9.2 冷却系统故障诊断与检测	103
2.10 发动机异响故障诊断与检测	105
2.10.1 异响的基本概念	105
2.10.2 发动机主要零部件异响故障诊断与检测	107
2.11 发动机综合故障诊断	113

2.11.1 发动机不能发动	114
2.11.2 发动机减速不良	115
2.11.3 发动机怠速不良	115
2.11.4 发动机燃油消耗过大	115
2.11.5 发动机动力不足	115
复习思考题	119

◎ 第3章 底盘故障诊断与检测

121

3.1 底盘故障症状	122
3.1.1 功能性故障症状	122
3.1.2 警示性故障症状	122
3.1.3 检测性故障症状	122
3.2 传动系统故障诊断与检测	123
3.2.1 离合器故障诊断与检测	123
3.2.2 手动变速驱动桥故障诊断与排除	128
3.2.3 万向传动装置故障诊断与排除	134
3.2.4 驱动桥故障诊断与排除	137
3.3 电控自动变速器故障诊断与检测	140
3.3.1 电控自动变速器诊断检测基本原则	140
3.3.2 电控自动变速器的故障诊断程序	140
3.3.3 电控自动变速器的故障诊断方法	140
3.3.4 电控自动变速器的检测	143
3.3.5 电控自动变速器常见故障诊断与检测	148
3.4 行驶系统故障诊断与检测	158
3.4.1 行驶系统常见故障诊断与检测	158
3.4.2 车轮动平衡检测	160
3.4.3 电子控制悬架系统的检测与故障诊断	164
3.5 转向系统故障诊断与检测	172
3.5.1 转向系统的常见故障诊断与检测	173
3.5.2 汽车转向盘自由转动量和转向力的检测	176
3.5.3 汽车侧滑检测	178
3.5.4 汽车转向轮定位参数的检测	182
3.5.5 电动动力转向系统故障诊断与检测	187
3.6 制动系统故障诊断与检测	196
3.6.1 常规制动系统的故障诊断	196
3.6.2 ABS的故障诊断	200
3.6.3 驱动防滑系统的故障诊断	212
3.6.4 汽车制动性能检测	215
复习思考题	224

◎ 第4章 汽车电器系统故障诊断与检测

230

4.1 电源系统故障诊断与检测	230
-----------------	-----

4.1.1	电源系统主要元件的检测	230
4.1.2	常见电源系统故障的诊断与排除	236
4.2	启动系统故障诊断与检测	244
4.2.1	启动机的检测	245
4.2.2	常见启动系统故障的诊断与排除	246
4.3	灯光照明、信号、仪表系统故障诊断与检测	250
4.3.1	汽车灯光照明系统故障诊断	250
4.3.2	汽车信号系统故障诊断	252
4.3.3	汽车仪表系统故障诊断	255
4.3.4	汽车灯光照明、信号和仪表系统的维护	258
4.4	中控门锁及防盗系统故障诊断与检测	261
4.4.1	汽车中控门锁系统的故障诊断	261
4.4.2	汽车防盗系统故障诊断	264
4.5	汽车空调系统故障诊断与检测	271
4.5.1	汽车空调系统的结构原理	271
4.5.2	汽车空调保养及检测	273
4.5.3	汽车空调总成零部件检测	278
4.5.4	汽车空调系统主要元件故障诊断与排除	279
4.5.5	汽车空调系统常见故障诊断与排除	281
4.6	汽车安全气囊故障诊断与检测	287
4.6.1	汽车安全气囊的结构及工作原理	287
4.6.2	安全气囊故障诊断与检测	289
4.7	车载网络故障诊断与检测	293
4.7.1	车载网络的组成及分类	293
4.7.2	CAN 数据总线系统	295
4.7.3	典型车辆(大众 POLO 乘用车) CAN 数据传输系统的检修	299
4.7.4	车载网络总线典型故障诊断与检测	300
	复习思考题	302

◎ 第 5 章 汽车检测站

304

5.1	汽车检测制度和检测标准	304
5.1.1	汽车检测制度化	304
5.1.2	汽车检测标准化	305
5.2	汽车检测站的总体认识	305
5.2.1	汽车检测站的类型和职能	305
5.2.2	汽车检测站的组成	306
5.3	车辆检测工艺流程的设计与实施	306
5.3.1	汽车检测线的工位设置	306
5.3.2	汽车检测站的检测工艺	307
5.3.3	汽车检测线的微机控制系统	308
5.3.4	检测工艺流程	310
	复习思考题	312

◎ 参考文献

313

第1章



汽车故障诊断检测基础知识

情境描述：

近年来汽车保有量迅速增长，汽车新技术大量应用，汽车维修企业都在大量招聘员工，要求培训上岗。公司请你作为培训师，完成对维修技师和前台维修业务接待员的故障检测诊断培训任务。

学习目标：

通过本情境的学习，你将做到：

1. 明确汽车故障检测、诊断的目的、方法、专业术语的含义；
2. 熟悉汽车故障类型、故障产生的规律、故障检测、诊断、分析方法；
3. 理解诊断参数、诊断标准、诊断周期的概念及内容，熟悉汽车常用诊断参数、汽车检测诊断与维修的相关标准和法规；
4. 了解汽车维修企业常用检测设备。

能力目标：

作为汽车维修企业的维修技师或前台维修业务接待员，应该具备的相关知识和技能有：

1. 能分析汽车检测诊断参数的含义；
2. 能应用汽车检测诊断相关标准和法规；
3. 能正确应用汽车故障检测设备；
4. 能依据汽车故障症状、故障现象，分析故障类型、故障产生的原因及规律、进行故障诊断；
5. 安全、环保意识。

1.1 汽车检测基本知识

1.1.1 汽车检测概念

汽车检测是指使用现代检测技术和设备对汽车进行的不解体检查与测试，其目的是确定汽车的技术状况和工作能力。即为确定汽车技术状况或工作能力而进行的检查和测量。

① 汽车技术状况：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。

② 汽车工作能力：汽车按技术文件规定的使用性能指标，即执行规定功能的能力，是动力性、经济性、工作可靠性及安全环保等性能的总称。

③ 汽车检测站：从事汽车检测的事业性或企业性机构。

通过对汽车进行检测，可以为汽车继续运行或进厂维修提供依据。

1.1.2 汽车检测项目

- ① 安全性：汽车安全性检测项目有制动、侧滑、转向和前照灯检测。
- ② 可靠性：汽车可靠性检测项目有汽车异响、磨损、变形和裂纹检测。
- ③ 动力性：汽车动力性检测项目有车速、加速性能（加速时间）、底盘输出功率、发动机功率、转矩以及点火系、供油系的状况检测。
- ④ 经济性：汽车经济性检测内容是燃油消耗量的检测。
- ⑤ 法规适应性（环保性）：汽车法规适应性检测项目有汽车噪声和尾气排放状况检测。

1.1.3 汽车检测的类型

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。根据汽车检测诊断的目的，汽车检测可分为以下类型。

(1) 安全性能检测

把只检测汽车安全性、环保性和动力性指标中车速这一项的检测称为安全性能检测。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。

对汽车实行定期和不定期的安全性能检测，其目的在于确保汽车具有符合要求的外观、良好的安全性能并符合噪声、尾气排放法规标准的规定，以强化汽车的安全管理。检测主要依据是 GB 7285—2012《机动车运行安全技术条件》，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。

(2) 综合性能检测

把检测汽车安全性、可靠性、动力性、经济性和环保性五种主要性能的检测称为综合性能检测。

对汽车实行定期和不定期的综合性能检测，其目的是在汽车不解体的情况下，确定运输车辆的工作能力和技术状况，考查汽车是否符合安全性、可靠性、动力性和经济性法规适应性的要求，以提高运输效能及降低消耗，使运输车辆具有良好的经济效益和社会效益。

综合性能检测主要依据是 GB 18565—2001《运营车辆综合性能要求和检验方法》，针对运营车辆定期实施强制检测。另外，综合性能检测还依据 JT/T 198—1995《汽车技术等级评定标准》和 JT/T 199—1995《汽车技术等级评定的检测标准》，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测和汽车发动机、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。

(3) 与维修有关的汽车检测

在汽车维修行业中，通过对汽车检测，以实行视情修理。依据汽车故障现象，通过检测诊断查找发生故障的原因和故障的确切部位，从而确定排除故障的方法。同时，在汽车维修过程中，利用检测设备，可提高维修质量。

总的来说，汽车检测有两个不同的目的：对显现出故障的汽车，通过检测查出原因，找出故障部位，从而排除之；对汽车技术状况进行全面检查，确定汽车技术状况是否满足有关技术标准的要求及与标准相差的程度，从而决定汽车是否继续运行或通过维修延长其使用寿命。

1.2 汽车故障基本知识

1.2.1 汽车故障概念

- ① 汽车故障：是指汽车零部件或总成，部分或完全地丧失工作能力的现象。

- ② 故障现象：故障的具体表现。
- ③ 诊断参数：供诊断用的，表征汽车、总成及机构技术状况的量。
- ④ 诊断周期：汽车诊断的间隔期。
- ⑤ 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。
- ⑥ 汽车诊断站：从事汽车诊断的企业性机构。

1.2.2 汽车故障的类型

从汽车故障存在形式和发生过程分析，汽车故障具有多种类型。

(1) 按照故障存在的时间可分为间歇性故障和持续性故障

间歇性故障是在引发其发生的原因短期存在的条件下才显现的故障；而持续性故障是只有在更换零部件后才能排除的故障。例如供油系气阻就属于间歇性故障；发动机拉缸等故障则属于持续性故障。

(2) 按照故障发生快慢可分为突发性故障和渐发性故障

突发性故障发生前无任何征兆，具有偶然性，不能通过诊断来预测；渐发性故障则是由于零件磨损、疲劳、变形、腐蚀、老化等原因导致技术状况恶化，故障有一个逐渐发展的过程。渐发性故障是能够通过早期诊断来预测的。

(3) 按照影响汽车性能的情况可分为功能故障、参数故障和警示性故障

① 功能故障是指汽车不能继续完成本身的功能，即功能丧失或性能下降的故障，如转向失灵、行驶跑偏等。

② 参数故障是指汽车的性能参数达不到规定的指标，如发动机功率下降、油耗增加、排放超标等，参数故障也称为检测性故障。

③ 警示性故障是指自诊断警示灯常亮，机油、水温、蓄电池充电灯报警，各类异响和异味等。

(4) 按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

① 轻微故障只需作适当调整即可排除，如怠速过高、点火不正时、气门脚响等。

② 一般故障可更换易损件或用随车工具在短时间内即可排除，如个别传感器损坏、来油不畅、滤清器堵塞等。

③ 严重故障会导致主要零件严重损坏，如拉缸、抱轴、烧瓦等。

④ 致命故障会导致恶性重大事故，如制动失效、活塞破碎、连杆螺栓断裂等。

(5) 汽车故障还可分为人为故障和自然故障

人为故障是由于使用不当造成的，而自然故障是由于自然磨损、老化等因素造成的。

1.2.3 汽车故障的变化规律

汽车是由机电液一体化构成的复杂产品，故障类别繁多、原因复杂，但从可靠性角度分析，其故障发生的概率遵循一定的规律。

(1) 汽车故障率

汽车行驶到一定里程后，有百分之几的汽车会发生故障呢？于是引入故障率来表征汽车发生故障的几率。把行驶在某一里程内，单位里程发生故障的汽车数，相对于行驶在这个里程内还在行驶的未发生故障的汽车数的百分比值，称为行驶在该里程内汽车的瞬时故障率，习惯上称之为汽车故障率。

(2) 汽车故障规律

汽车零件的磨损是以故障形式表现出来的，通过对汽车故障的统计分析，用可靠度、不

可靠度、故障率、故障密度等指标来进行度量,对汽车的维修时机、维修周期、使用寿命、维修方法进行确定。汽车故障规律通常是以使用时间或行驶里程为横坐标,以故障率为纵坐标的一条曲线,因该曲线两头高,中间低,有些像浴盆,故称“浴盆曲线”,如图 1-1 所示。故障率随使用时间(或行驶里程)的变化分为三个阶段:

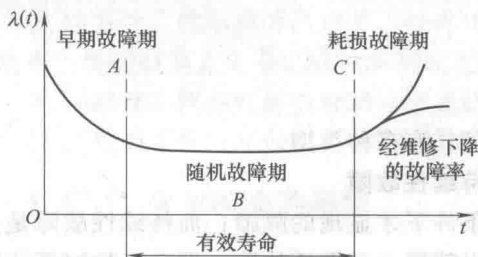


图 1-1 故障率曲线

① 早期故障期 该故障期出现在汽车投入使用后的一段较短的时间内。其特点是故障率比较高,且随使用时间或行驶里程的延续而迅速下降。

新车出现这种现象是由于设计或制造上的缺陷等原因引起的,如材料有缺陷、工艺质量问题、装配不当、质量检查不认真等。这些故障在汽车磨合期内反应得特别明显。

刚刚大修过的汽车出现这种现象,是由于装配不当、修理质量不高所致。刚出厂的新车和刚大修的汽车,在最初一段使用期常出故障就是这个道理。

② 随机故障期 在早期故障期之后,是产生随机故障的时期,其特点是故障率低且稳定,近似常数,与汽车使用时间(或行驶里程)的增长关系不大,即该阶段的故障并不随时间的增加而增加。这个时期的故障多是偶然因素引起的,所以无法预料,无法事先采取预防措施加以消除或控制。汽车在正常使用的过程中所出现的故障,多属于此类故障。

③ 耗损故障期 该故障期出现在随机故障期之后,其特点是故障随使用时间(或行驶里程)的延长而增加。它是由于汽车机件本身磨损、疲劳、腐蚀、老化等原因造成的。汽车一旦进入这个阶段,就很容易产生故障。所以,防止产生耗损故障的唯一办法就是在汽车机件进入耗损故障期之前或之后进行及时的维修或更换。因此,确定汽车机件何时进入耗损故障期对汽车维修具有重要意义。

(3) 典型零部件故障表现特点

上述“浴盆曲线”的三个故障期是针对汽车整体情况而言的。图 1-2 所示五种情况,则反映了汽车不同部位的故障变化情况。

① 汽车发动机的故障表现基本符合“浴盆曲线”的三个时期,如图 1-2 (a) 所示。发动机在磨合期故障较多,正常使用时期故障较少且无法预测和控制,接近大修时故障越来越多。

② 其他零部件不一定都有三个故障期,例如驱动桥部分基本上只有随机故障期和耗损故障期,如图 1-2 (b) 所示。驱动桥在投入使用时,在使用初期(磨合期)和正常使用期间,故障较少且发生无规律,待到驱动桥齿轮磨损、零件配合间隙增大失调时,故障发生越来越多。

③ 汽车油、电气部分一般只有一个故障期,如图 1-2 (c) 所示。油、电气部分在使用中无法预料其故障发生时间,因此表现为随机故障期的特点。

④ 汽车的紧固件只有早期和随机两个故障期,如图 1-2 (d) 所示。早期故障期间由于装配或零件材质等原因,表现为故障初期较多,随使用时间的延

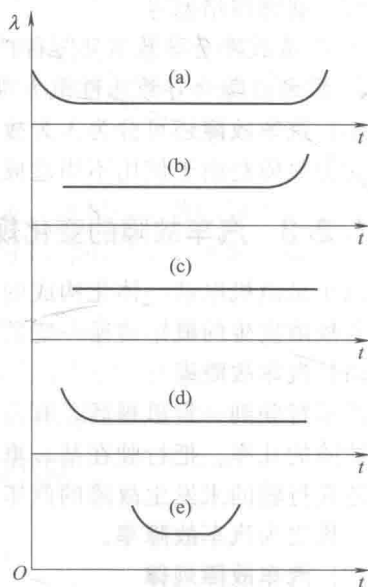


图 1-2 汽车各部位的故障变化率曲线

续,故障率逐渐下降;当排除故障后,紧固件便进入随机故障期,此时故障发生较少且无法控制和预测。

⑤ 部分质量低劣的汽车或零部件随机故障期很短,甚至在早期故障期后,紧接着就进入耗损故障期,如图1-2(e)所示。

从上述分析来看,随机故障期越长,说明汽车或零部件的质量越高,可靠性越好。由于各种零部件工作环境的不同,材质不一,故符合同一曲线的零部件,其故障期的时间也不相同。因此,了解并掌握汽车故障变化的规律和特点,控制影响汽车可靠性下降的诸多因素,改进汽车的使用方法与维修措施,对延长汽车的使用寿命和提高汽车维修的经济效益是非常有益的。

1.2.4 汽车故障生成的成因

汽车故障生成原因由外因和内因两个部分组成,其中外部原因主要由环境因素、人为因素和时间因素引发,而内部原因则主要由物理、化学或机械的变化因素导致。导致汽车故障生成的内部原因称为故障机理。

(1) 汽车故障生成的外因

汽车故障生成的外部原因主要由环境因素、人为因素和时间因素三个方面引发。

外界施加于汽车的各种条件、客观环境等均称为环境因素。因而环境因素可以包括力、能、温度、湿度、振动、污染物等外界因素。这些环境因素将以各种能量的形式对汽车产生作用,并使机件发生磨损、变形、裂纹以及腐蚀等各种形式的损伤,最终导致故障的发生。

汽车在设计、制造、使用和维修过程中,始终都包含着人为因素的作用在内,特别是早期故障的发生大部分都可以归因于人为因素。

时间因素。通常都把机械指标(如强度、精度、功率等)当作随时间而变化的内容来考虑。因为即使是和设计要求完全相符的机械经过长年累月的使用,其特性指标都会因为温度、湿度、负荷等影响而随时间发生变化。

上述的环境因素、人为因素等是促使汽车发生故障的诱因,就其广义来讲也都将时间因素考虑在内。如施加应力的先后顺序、单位时间内应力循环的频率、疲劳裂纹扩展的速度以及负荷时间与无负荷时间的比例等都是故障诱因的时间因素。

(2) 汽车故障生成的内因(故障机理)

① 机械零件 根据机械零件的类型、使用环境和故障表现形式,机械零件的故障机理通常可以归纳为磨损、变形、断裂、裂纹和腐蚀等几个方面。

a. 磨损是指相对运动的零件物质由于摩擦而不断损耗的现象。按照磨损的机理,磨损又可分为磨粒磨损、粘着磨损、疲劳磨损和腐蚀磨损。

b. 变形是指机件在外部载荷以及内部应力作用下发生形状和尺寸变化的现象。根据外力去除后变形能否恢复而分为弹性变形和塑性变形两种。

c. 断裂是指机件在承受较大静载荷或动载荷时,达到材料的强度极限或疲劳极限时断成两个或几个部分的现象。断裂又可分为疲劳断裂、静载断裂和环境断裂三种。

d. 裂纹是指机件表面出现局部断裂的现象。裂纹的发展过程为:裂纹产生、裂纹扩展和最终断裂三个阶段。裂纹属于可挽救故障,断裂属于无可挽救故障。裂纹的形态和成因都很复杂,很难区分裂纹的类型。

e. 腐蚀是指金属机件表面接触各种介质后相互之间发生某种反应而逐渐遭到损坏的现象。腐蚀按照损坏机理可分为化学腐蚀和电化学腐蚀两种。

② 电器元件 根据电器元件的类型、使用环境和故障表现形式,电器元件的故障模式

和机理通常可以按照电器元件的种类来划分类别。常见电器有：电阻器、电容器、接插件、焊接件、线圈、集成电路芯片、电机及变压器等。

a. 电阻器在电子设备中使用的数量很大，而且是一种发热元器件。在电气设备故障中电阻器失效导致的占有一定的比例。电阻器大多数情况是致命失效，常见的有：断路、机械损伤、接触损坏、短路、击穿等。

b. 接触件是指用机械压力使得导体与导体接触，并具有导通电流功能的元器件。通常它包括：开关、插接件、继电器和启动器等。接触件的可靠性较差，往往是电子设备或系统可靠性不高的关键因素。开关件和插接件以机械故障为主，电气故障为次，故障模式主要是磨损、疲劳和腐蚀等。

1.2.5 汽车故障症状

汽车故障症状是在汽车操纵过程中可以感觉和察觉到的汽车异常现象。我们能够感觉到的是功能性故障症状，如启动不着，行驶跑偏等；能够察觉到的是警示性故障症状如仪表 MIL 灯闪亮等；有些故障症状可能不明显，既不能感觉到也不能察觉到，但是故障却存在，这样的故障是隐蔽性故障，如缸压偏低、雾化不好、排放轻微超标等，它只能通过检测的方式才能发现，因而也称之为检测性故障。对汽车故障症状进行分析分类，是进行汽车故障诊断的出发点，对故障症状描述的准确性和同一性是分析判断汽车故障的基础。

(1) 汽车技术状况变差的功能性故障症状

汽车技术状况可分为汽车完好技术状况和汽车不良技术状况。

① 动力性变差。如加速时间增加 25% 以上；发动机有效功率或转矩低于 75%。

② 燃料消耗量和润滑油消耗量显著增加。

③ 制动性能变差。

④ 操纵稳定性能变差。

⑤ 排放污染物和噪声超过限值。

⑥ 行驶中出现异响和异常振动，存在着引起交通事故或机械事故的隐患。

⑦ 可靠性变差，使汽车因故障而停驶的时间增加。

汽车故障症状的种类很多，造成故障的原因更是多种多样，但是对各种各样的故障原因进行汇总时就会发现，千变万化的故障原因归结到根本上就是汽车故障的模式。故障的模式是对故障原因的本质性描述。

(2) 汽车常见的故障模式

① 元件损坏型：由于元器件、零部件损坏、变形导致的故障模式。

② 元件退化型：由于元器件、零部件老化、退化导致的故障模式。

③ 元件错用型：由于元器件、零部件被错用、错换导致的故障模式。

④ 安装松脱型：由于安装不到位、锁定不牢导致的故障模式。

⑤ 装配错误型：由于装配失误、装配不当导致的故障模式。

⑥ 调整不当型：由于调整参数及间隙不当导致的故障模式。

⑦ 润滑不良型：由于润滑油质量、黏度及压力流量不当导致的故障模式。

⑧ 密封不严型：因磨损引起机械部件间密闭不严导致的故障模式。

⑨ 油液亏缺型：由各种油液亏损导致的各总成机构装置等工作失常导致的故障模式。

⑩ 气液漏堵型：由于各种气体液体管路泄漏、堵塞导致的故障模式。

⑪ 结焦结垢型：由于各部分结焦、结垢、生锈、氧化等导致的故障模式。

⑫ 相互干涉型：由于机械部件发生运动干涉导致的故障模式。

- ⑬ 控制失调型：由于机械控制及电子控制失调导致的故障模式。
- ⑭ 匹配不当型：因控制电脑软硬件及动力传动匹配不当导致的故障模式。
- ⑮ 紧急模式型：因控制电脑处于备用模式导致故障现象发生的故障模式。
- ⑯ 短路断路型：由于汽车各部电路短路、断路导致的故障模式。
- ⑰ 漏电击穿型：由于电器、电子元器件漏电击穿、搭铁导致的故障模式。
- ⑱ 接触不良型：由各种开关、插头、接地点接触不良导致的故障模式。
- ⑲ 线路损伤型：由于线路烧坏、机械破损等原因导致的故障模式。
- ⑳ 虚焊烧蚀型：由于虚焊和烧蚀导致的电路板及插头插座故障模式。

1.3 汽车故障诊断方法

汽车故障诊断方法按照检测手段的不同可分为人工经验诊断法和仪器设备诊断法两种，按照诊断切入点的不同可分为故障码诊断分析法和症状诊断分析法两种。

1.3.1 人工经验诊断法

人工经验诊断法是诊断人员凭借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，借助简单的检查工具进行检查、试验、分析和确定汽车故障原因和部位的诊断方法。人工经验诊断法既是汽车故障诊断的传统方法也是基本方法，即使在现代仪器诊断技术飞速发展的今天也不可能取消人工经验诊断方法。

人工经验诊断法主要有几种方法：

- ① 问诊法 向用户调查询问汽车故障出现的全过程及变化情况。
- ② 观察法 用眼或相关设备观察汽车外部状况或运行时有无异常状况或各液体的品质变化情况。
- ③ 听诊法 利用听诊工具或人工直接监听汽车在不同工况交变时是否存在异响和异响的变化规律。
- ④ 触摸法 通过触摸来感觉汽车各部位、各元件的温度或各液体的品质变化情况。
- ⑤ 嗅觉法 检查汽车运行时的各种异常气味。

1.3.2 仪器设备诊断法

(1) 仪器设备诊断

这是诊断人员在汽车不解体或局部解体的情况下，采用现代检测诊断仪器设备，对汽车各种诊断参数进行检测、试验、分析，最终确定汽车故障原因和部位的诊断方法。仪器设备诊断法既是汽车故障诊断的现代方法也是精确方法。随着汽车安全性、环保性、经济性要求的不断提高，汽车故障诊断参数的精确度也越来越高，因而汽车故障诊断必然要从传统的定性分析向现代的定量分析发展。仪器设备诊断法正是在这样的前提下发展而来的，它可以对汽车故障做出精确判断和定量分析。利用仪器设备对汽车进行的多参数动态分析，可以迅速准确地诊断出汽车复杂的综合性故障，为汽车故障诊断技术从传统的经验体系向现代的科学体系发展奠定了坚实的基础。

(2) 故障码诊断分析法

这是仪器设备诊断法的一种特殊形式，它以汽车电脑故障诊断仪调出的汽车电子控制系统故障码为切入点，进行汽车故障诊断分析的一种方法。故障码诊断分析法又称电脑自诊断分析法，它是采用汽车电脑故障诊断仪调取故障码后，按照维修手册中提供的故障码诊断流程图表进行故障诊断分析的方法。汽车电脑故障诊断仪在自诊断分析中最重要的是故障码和

数据流（含波形分析）这两种显示方式，故障码可以定性地给出故障点的描述，数据流可以定量地给出批数据参数的显示。这些参数不仅能对计算机输入输出信息进行多通路的即时显示，还可以对计算机控制过程的参数进行动态变化的显示。

1.3.3 症状诊断分析法

症状诊断分析法是以故障所表现出来的症状为切入点，以汽车结构原理为基础，用故障症状与故障原因之间的逻辑关系进行分析，然后用测试试验的手段进行故障点诊断分析的一种方法。这种方法适用于汽车非电子控制系统和无故障码输出的电子控制汽车的各个部分及系统的故障诊断。传统汽车故障诊断是以症状诊断分析法为基础的故障诊断，症状诊断分析法同样采用人工经验诊断法和仪器设备诊断法相结合的综合诊断方式来完成。症状诊断分析法是最基础的诊断分析方法，特别对自诊断系统不能准确把握的故障诊断项目具有十分重要的意义。也就是说，症状诊断分析法无论过去、现在还是将来，都将是汽车故障诊断中的重要组成部分。

1.3.4 故障征兆模拟试验法

在故障诊断中往往会遇到所谓隐性故障，即有故障但没有明显的故障征兆。利用故障代码法进行诊断时，无法读出故障代码，或者所读故障代码所示位置和原因不正确，而故障却仍然存在，且没有明显的故障征兆。此时，利用征兆模拟法就是一种很好的诊断方法。这种方法就是要在充分分析和了解故障的基础上，采用与故障车辆相同或相似的条件和环境进行模拟，再现故障，来进行故障部位和原因的诊断。

必须注意：在模拟试验时，要根据不同故障对象采用不同的模拟试验，模拟试验的强度和持续的时间要严格掌握；模拟试验的范围也要严格控制。这些必须建立在维修人员具有较高的技术和基础理论的基础上，诊断时必须耐心细致，仔细分析故障模拟表现形式，不要错过故障。

故障征兆模拟试验法主要有以下四种方法。

(1) 振动法

当振动可能是故障的主要原因时，即可采用振动法进行试验。振动法主要检查连接器、配线、零部件和传感器，施加适度的振动，观察故障征兆是否再现。连接器可沿垂直和水平方向轻轻敲击或轻轻摇动；配线和连接器的接头、支架和穿过开口的连接器都可施加垂直和水平方向的振动或轻轻摆动，并对各部位都应仔细检查；零部件和传感器可用手指轻轻拍打，检查是否失灵，对继电器要注意不要用力拍打，否则可能会使继电器开路，产生新的故障。

(2) 加热法

当怀疑某一部位是因为受热而引起的故障时，可用电吹风或相似的电加热器等加热可能有故障的零件，特别是那些对温度比较敏感的零件，检查故障是否重现。但必须注意，加热温度不应超过电子器件正常工作的最高温，一般不得高于 60℃；不可直接加热 ECU 中的零件。

(3) 水淋法

当有些故障是在雨天或高湿度的环境下产生时，可使用水淋法。用水喷在怀疑有故障的零件上或在怀疑有故障的零件附近喷雾，检查是否出现故障。使用此方法时应注意：不可将水直接喷淋在发动机电控部件上，应喷在散热器前面，间接改变温度和湿度；不可直接将水喷在电子器件上，试验时要防止水侵入 ECU。