

中国高等职业技术教育研究会推荐
机电类专业高职高专规划教材

吴克刚 主审



中国高等职业技术教育研究会推荐

面向 21 世纪机电类专业高职高专规划教材

汽车故障诊断技术

主 编 王秀贞

副主编 马金刚 罗新闻 李祥峰

参 编 王大鹏 赵 飞 李景蒲

梁春兰 李 英 乔士平

主 审 吴克刚

西安电子科技大学出版社

2007

内 容 简 介

本书以轿车为主,介绍了汽车发动机、底盘、电器、空调、安全气囊等系统的故障诊断技术,大大缩减了传统发动机的相关内容,重点突出了电控喷射发动机、自动变速器、防抱死制动系统(ABS)、安全气囊、空调、中央门锁和防盗系统等故障诊断与检测方法,并介绍了先进新型检测设备和仪器的使用方法等。

本书内容编排新颖、实用,理论联系实际,注重能力培养。

本书可作为大中专院校、职业学校汽车维修、汽车运用及相关专业的教材,也可作为汽车制造、维修、运输、营销企业的从业人员和交通管理部门的工程技术人员及广大汽车爱好者的参考书。

★本书配有电子教案,有需要的老师可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断技术 / 王秀贞主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2007.2
中国高等职业技术教育研究会推荐. 面向 21 世纪机电类专业高职高专规划教材
ISBN 978-7-5606-1784-8

I. 汽… II. 王… III. 汽车—故障诊断—高等学校: 技术学校—教材
IV. U472.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 009043 号

策 划 马晓娟

责任编辑 雷鸿俊 马晓娟

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安市高陵县印刷厂

版 次 2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15.625

字 教 365 千字

印 数 1~4000 册

定 价 19.00 元

ISBN 978-7-5606-1784-8/TK · 0004

XDUP 2076001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

序

进入 21 世纪以来,随着高等教育大众化步伐的加快,高等职业教育呈现出快速发展的形势。党和国家高度重视高等职业教育的改革和发展,出台了一系列相关的法律、法规、文件等,规范、推动了高等职业教育健康有序的发展。同时,社会对高等职业教育的认识在不断加强,高等技术应用型人才及其培养的重要性也正在被越来越多的人所认同。目前,高等职业教育在学校数、招生数和毕业生数等方面均占据了高等教育的半壁江山,成为高等教育的重要组成部分,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。

在高等职业教育大发展的同时,必须重视内涵建设,不断深化教育教学改革。根据市场和社会的需要,不断更新教学内容,编写具有鲜明特色的教材是其必要任务之一。

为配合教育部实施紧缺人才工程,解决当前机电类精品高职高专教材不足的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会在前两轮联合策划、组织编写了“计算机、通信电子及机电类专业”系列高职高专教材共 100 余种的基础上,又联合策划、组织编写了“被控、模具及汽车类专业”系列高职高专教材共 60 余种。这些教材的选题是在全国范围内近 30 所高职高专院校中,对教学计划和课程设置进行充分调研的基础上策划产生的。教材的编写采取在教育部精品专业或示范性专业(数控、模具和汽车)的高职高专院校被中公开招标的形式,以吸收尽可能多的优秀作者参与投标和编写。在此基础上,召开系列教材专家编委会,评审教材编写大纲,并对中标大纲提出修改、完善意见,确定主编、主审人选。该系列教材着力把握高职高专“重在技术能力培养”的原则,结合目标定位,注重在新颖性、实用性、可读性三个方面能有所突破,体现高职高专教材的特点。第一轮教材共 36 种,已于 2001 年全部出齐,从使用情况看,比较适合高等职业院校的需要,普遍受到各学校的欢迎,一再重印,其中《互联网实用技术与网页制作》在短短两年多的时间里先后重印 6 次,并获教育部 2002 年普通高校优秀教材奖。第二轮教材共 60 余种,在 2004 年已全部出齐,且大都已重印,有的教材出版一年多的时间里已重印 4 次,反映了市场对优秀专业教材的需求。本轮教材预计 2006 年全部出齐,相信也会成为系列精品教材。

教材建设是高职高专院校基本建设的一项重要工作,多年来,各高职高专院校都十分重视教材建设,组织教师参加教材编写,为高职高专教材从无到有,从有到优、到特而辛勤工作。但高职高专教材的建设起步时间不长,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高职高专教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,为不断推出有特色、高质量的高职高专教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

2005 年 10 月

李宗尧

面向 21 世纪

机电类专业高职高专规划教材

编审专家委员会名单

- 主 任:** 刘跃南 (深圳职业技术学院教务长, 教授)
- 副 主 任:** 方 新 (北京联合大学机电学院副院长, 教授)
- 刘建超 (成都航空职业技术学院机械工程系主任, 副教授)
- 杨益明 (南京交通职业技术学院汽车工程系主任, 副教授)

数控及模具组: 组长: 刘建超 (兼) (成员按姓氏笔画排列)

- 王怀明 (北华航天工业学院机械工程系主任, 教授)
- 孙燕华 (无锡职业技术学院机械与汽车工程系主任, 副教授)
- 皮智谋 (湖南工业职业技术学院机械工程系副主任, 副教授)
- 刘守义 (深圳职业技术学院工业中心主任, 副教授)
- 陈少艾 (武汉船舶职业技术学院机电工程系主任, 副教授)
- 陈洪涛 (四川工程职业技术学院机电工程系副主任, 副教授)
- 钟振龙 (湖南铁道职业技术学院机电工程系主任, 副教授)
- 唐 健 (重庆工业职业技术学院机械工程系主任, 副教授)
- 戚长政 (广东轻工职业技术学院机电工程系主任, 教授)
- 谢永宏 (深圳职业技术学院机电学院副院长, 副教授)

汽车组: 组长: 杨益明 (兼) (成员按姓氏笔画排列)

- 王世震 (承德石油高等专科学校汽车工程系主任, 教授)
- 王保新 (陕西交通职业技术学院汽车工程系讲师)
- 刘 锐 (吉林交通职业技术学院汽车工程系主任, 教授)
- 吴克刚 (长安大学汽车学院教授)
- 李春明 (长春汽车工业高等专科学校汽车工程系副主任, 教授)
- 李祥峰 (邢台职业技术学院汽车维修教研室主任, 副教授)
- 汤定国 (上海交通职业技术学院汽车工程系主任, 高讲)
- 陈文华 (浙江交通职业技术学院汽车系主任, 副教授)
- 徐生明 (四川交通职业技术学院汽车系副主任, 副教授)
- 韩 梅 (辽宁交通职业技术学院汽车系主任, 副教授)
- 葛仁礼 (西安汽车科技学院教授)
- 颜培钦 (广东交通职业技术学院汽车机械系主任, 副教授)

项目策划: 马乐惠 **策 划:** 马武装 毛红兵 马晓娟

前 言

在我国汽车工业快速发展的同时,汽车维修行业也在蓬勃而迅速地发展。随着汽车保有量的迅猛增加,汽车的故障诊断与维修就显得尤为重要,高素质的汽车故障诊断与检测人才的短缺问题也变得日益突出。在国家大力发展职业教育的倡导下,全国各地职业技术学院、职业技能培训机构大量涌现,汽车维修已成为重要专业。本书以《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,结合行业发展要求和高职教育特点编写而成。

随着汽车电子技术的飞速发展,汽车的技术含量越来越高,轿车已淘汰了化油器式发动机,防抱死制动系统(ABS)、安全气囊、空调、中央门锁及防盗系统成为汽车的必备装置,自动变速器的装车率也越来越高。因此,本教材在编写过程中对编写内容做了相应调整,特别注重了断技术的应用。如在“发动机的故障诊断”中,对电控燃油喷射发动机的故障特点、诊断与排除方法做了全面论述,面对化油器式发动机的故障诊断仅用一小节内容予以介绍;在“底盘的故障诊断”中,加大了自动变速器和ABS故障诊断的比重。为加强能力培养,还注重了知识的应用性和实用性,将传授理论知识和培养实践操作能力有机地结合在一起。

本书共分六章,以捷述、宝来、奥速、桑塔纳、丰田凌志LS400车型为主,介绍了汽车故障诊断的基本知识、发动机的故障诊断、汽车底盘的故障诊断、汽车电器系统的故障诊断、汽车空调及安全气量系统的故障诊断等内容,具有较强的理论性和实践性。本书可作为大中专院校、职业学校汽车维修、汽车运用及相关专业的教材,也可作为汽车制速、维修、运输、营销企业的从业人员和交通管理部门的工程技术人员及广大汽车爱好者的参考书。

本书由邢台职业技术学院王秀贞教授任主编,马金刚、罗新闻、李祥峰任副主编。其中第一章、第二章的第五~八节、第三章的第一~五节和第五章的第一~四节由王秀贞编写,第四章的第一~四节和第六章的第一、二节由马金刚编写,第二章的第一~四节由罗新闻编写,第二章的第九节由李景蒲编写,第二章的第十节由李祥峰编写,第三章的第六节由王大鹏编写,第四章的第五节由赵飞编写,第五章的第五节由梁春兰编写,第六章的第三节由李英编写,备章复习思考题由乔士平编写。

本书由长安大学的吴克刚教授担任主审，他提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中，参考了大量的著作、文献和相关资料，在此对有关作者、编者和同行表示真诚的感谢。

由于编者水平所限，书中难免有不当或疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2006年9月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 汽车故障诊断的基本概念	2
一、汽车故障	2
二、汽车故障诊断	3
第二节 汽车故障的成因及其变化规律	4
一、汽车故障产生的原因	4
二、汽车零件的磨损规律	4
三、汽车故障的变化规律	5
复习思考题	6
第二章 发动机的故障诊断	7
第一节 电子控制汽油喷射系统的故障诊断基础	8
一、电子控制汽油喷射系统的常见故障部位	8
二、电子控制汽油喷射系统的故障诊断方法	9
三、电子控制汽油喷射系统的诊断注意事项	12
四、电子控制汽油喷射系统的自诊断	13
五、电子控制汽油喷射系统的仪器诊断	16
第二节 电子控制汽油喷射系统主要元件的检测	19
一、传感器的检测	20
二、主要执行元件的检测	27
三、电子控制单元的检测	32
第三节 汽油发动机点火系统的故障诊断	33
一、普通电子点火系统的故障诊断	33
二、微机控制点火系统的故障诊断	36
第四节 电子控制汽油发动机供给系统的故障诊断	42
一、电控发动机供给系统的故障诊断	43
二、电子控制排放系统的故障诊断	45
第五节 发动机机械系统的故障诊断	50
一、发动机机械系统的常见故障部位	50
二、发动机汽缸密封性的检测与分析	50
三、发动机异响的故障诊断	52
第六节 发动机润滑系和冷却系的故障诊断	59
一、发动机润滑系的故障诊断	59
二、发动机冷却系的故障诊断	62

第七节 汽油发动机综合故障分析	65
一、发动机启动困难	70
二、发动机怠速不良	73
三、发动机动力不足	75
四、发动机排烟异常	77
第八节 化油器式发动机供给系统的故障诊断	78
一、化油器式发动机供给系统的常见故障部位	78
二、化油器式发动机供给系统的故障诊断	79
三、化油器和膜片式汽油泵的调整与检测	83
第九节 柴油发动机供给系的故障诊断	83
一、柴油机供给系的常见故障部位	84
二、柴油机供给系的故障诊断	85
三、柴油机燃料供给系主要部件的检测	91
第十节 汽油发动机故障诊断实例	95
复习思考题	100
第三章 汽车底盘的故障诊断	102
第一节 传动系的故障诊断	102
一、传动系的常见故障部位	102
二、离合器的故障诊断	103
三、变速器的故障诊断	109
四、万向传动装置的故障诊断	116
五、驱动桥的故障诊断	118
六、传动系异响的综合诊断	121
第二节 自动变速器的故障诊断	121
一、自动变速器的常见故障部位	121
二、自动变速器的故障诊断方法	124
三、自动变速器的性能检测	134
四、自动变速器的常见故障分析	140
第三节 转向系和行驶系的故障诊断	146
一、转向系和行驶系的常见故障部位	146
二、转向系和行驶系的故障诊断	147
三、四轮定位的检测	152
四、车轮平衡的检测	154
第四节 制动系的故障诊断	158
一、制动系的常见故障部位	158
二、液压制动系的故障诊断	160
三、气压制动系的故障诊断	165
第五节 防抱死制动系统的故障诊断	167
一、轿车 ABS 系统的组成	167

二、ABS 系统自诊断	168
三、无故障码输出时 ABS 系统的故障诊断与排除	171
第六节 汽车底盘故障诊断实例	172
复习思考题	176
第四章 汽车电器系统的故障诊断	178
第一节 电源系统的故障诊断	178
一、电源系统的常见故障部位	178
二、电源系统的典型故障分析	178
第二节 启动系统的故障诊断	182
一、启动系统的常见故障部位	182
二、启动系统的典型故障分析	183
第三节 中央门锁及防盗系统的故障诊断	184
一、中央门锁及防盗系统诊断基础	184
二、中央门锁系统的故障诊断	186
三、防盗系统的故障诊断	187
第四节 汽车其它电器系统的故障诊断	191
一、照明系统的故障诊断	191
二、信号系统的故障诊断	195
三、仪表报警系统的故障诊断	200
第五节 汽车电器系统故障诊断实例	204
复习思考题	207
第五章 汽车空调系统的故障诊断	208
第一节 汽车空调系统故障诊断基础	208
一、汽车空调系统的组成和工作原理	208
二、汽车空调系统的故障诊断方法	210
第二节 汽车空调系统的性能测试	213
一、检查制冷剂的数量	213
二、空调系统检漏	214
三、压缩机冷冻机油量的检查	216
四、空调系统的性能试验	216
第三节 汽车空调系统常见故障诊断	218
一、空调系统不制冷	218
二、空调系统制冷不足	219
三、空调系统异响或振动	221
第四节 捷达轿车空调系统的检查与故障诊断	222
一、制冷剂的充注与排故	222
二、空调系统主要部件的检查	225
三、空调系统常见故障诊断	226
第五节 汽车空调系统故障诊断实例	227

复习思考题229

第六章 汽车安全气囊系统的故障诊断231

第一节 安全气囊系统故障诊断基础231

一、安全气囊系统检测注意事项231

二、安全气囊系统的诊断方法232

第二节 安全气囊系统的故障诊断233

一、安全气囊系统的故障诊断程序233

二、宝来轿车安全气囊系统的故障诊断234

第三节 安全气囊系统故障诊断实例238

复习思考题239

参考文献240

第一章 绪 论

随着科学技术的发展,汽车的技术含量越来越高,其结构也日趋复杂。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、安全性逐渐或迅速下降,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。因此,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使用技术的一项重要内容。而汽车故障诊断技术则是汽车使用技术的中心环节,是恢复汽车使用寿命的关键。

汽车故障诊断技术是指在整车不解体的情况下,确定汽车技术状况,查明故障原因和故障部位的汽车应用技术,它包括汽车故障诊断和检测两部分内容。

汽车故障诊断技术是随着汽车的发展从无到有逐渐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 年代就形成了以故障诊断和性能调试为主的单项检测技术。进入 20 世纪 60 年代后,故障诊断与检测技术获得了较大发展,声学、光学、电子技术、理化与机械相结合的光机电、理化机电一体化检测技术的大量应用,逐渐将单项检测技术联线建站(出现汽车检测站)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。随着电子计算机的发展,20 世纪 70 年代初出现了检测控制自动化、数据采集自动化、数据处理自动化、检测结果自动打印的现代综合故障检测技术,检测效率极高。进入 20 世纪 80 年代后,发达国家的汽车故障诊断技术已达到广泛应用的阶段,在管理方面实现了“制度化”,在基础技术方面实现了“标准化”,在检测技术上向“智能化、自动化检测”方向发展,给交通安全、环境保护、节约能源、降低运输成本和提高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技术起步较晚,在 20 世纪 60~70 年代开始引进和研制汽车检测设备,进入 20 世纪 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,我国的机动车保有量迅速增加,汽车故障诊断技术成为国家“六五”重点推广项目,并视其为推进汽车维修现代化管理的一项重要技术措施。交通部门自 1980 年开始,有计划地在全国公路运输系统筹建汽车综合性能检测站,公安部门也在全国的中等以上城市建成了许多安全性能检测站。20 世纪 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建成了相当数量的汽车检测站。到 20 世纪 90 年代末,我国汽车故障诊断技术已初具规模,基本形成了全国性的汽车检测网。与此同时,在 20 世纪 90 年代初我国交通部颁布了第 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》,对汽车故障诊断与检测技术、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。如今,除少数专用设备外,绝大部分检测设备

都已实现了国产化,满足了国内需求。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技术在本世纪必将获得更大的发展。

第一节 汽车故障诊断的基本概念

一、汽车故障

1. 定义

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。

汽车的工作能力是动力性、经济性、工作可靠性及安全环保等性能的总称。

2. 汽车故障的分类

汽车故障的分类方法多种多样,常见的分类方法如下:

(1) 按汽车丧失工作能力的程度可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了工作能力,不能行驶的故障。

(2) 按故障发生的后果可分为轻微故障、一般故障、严重故障和致命故障。

轻微故障不会导致停驶,暂不影响正常行驶,故障排除时不需要更换零件,可用随车工具在短时间内排除。一般故障不会导致主要零部件损坏,虽未造成停驶,但已影响汽车的正常行驶,可在短时间内用随车工具通过调整或更换低值易耗件进行修复。严重故障会导致整车性能严重下降及主要零部件损坏,且不能用随车工具在短期内修复。致命故障会造成汽车重大损坏及主要总成报废,还可能导致人身伤亡。

(3) 按故障发生的性质可分为自然故障和人为故障。

自然故障是指在汽车使用期内,由于内、外部不可抗拒的自然因素的影响而产生的故障。人为故障是指在汽车制造和维修中,由于使用了不合格的零件或违反了装配技术要求,或在使用中没有遵守使用条件和操作工艺规程及运输、保管不当等人为因素所造成的故障。

(4) 按故障发生的速度可分为突发性故障和渐进性故障。

突发性故障是指零件在损坏前没有可以察觉到的征兆,故障是瞬间产生的,具有偶然性和突发性,一般不受运行时间的影响,难以预测。但这种故障容易排除,通常不影响汽车的使用寿命。渐进性故障是由于汽车某些零件的初始参数逐渐恶化,其参数值超出允许范围而引起的故障,其故障率与运行时间有关,在汽车有效寿命的后期才会明显地表现出来。渐进性故障是汽车需进行大修的标志,通过诊断和检测,可以预测故障发生的时间。

(5) 按故障表现的稳定程度可分为持续性故障和间歇性故障。

持续性故障的症状稳定,故障规律明显,其故障部位技术状况稳定,一般较易诊断和排除。间歇性故障时有时无,具有突发性,且无明显规律可循,其故障部位的技术状况会发生不规则变化。

(6) 按故障显现程度可分为可见性故障和潜在性故障。

可见性故障是指已经导致汽车功能丧失或性能下降的故障。潜在性故障是指逐渐发展但尚未对汽车性能产生影响的故障。

二、汽车故障诊断

1. 汽车故障诊断的涵义

汽车故障诊断是指在不解体(或仅拆下个别小零件)的情况下,确定汽车的技术状况,查明故障部位及故障原因的汽车应用技术。

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. 汽车故障诊断方法

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人工经验诊断法和现代仪器设备诊断法。

(1) 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,借助简单工具和仪表,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) 现代仪器设备诊断法: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。

在实际的故障诊断过程中,上述两种方法往往同时综合使用,也称为综合诊断法。人工经验诊断法简单实用,不需要专用仪器设备,投资少、见效快,但对复杂故障诊断速度慢、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和丰富的实践经验。现代仪器设备诊断法检测速度快、准确性高、能定量分析、可实现快速诊断,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,但其投资大、检测成本高。

现代仪器设备诊断法是汽车故障诊断检测技术发展的必然趋势。人工经验诊断法虽然有一定不足,但在相当长的历史时期内仍有十分重要的实用价值,即使普遍使用了现代仪器设备诊断法,也不能完全脱离人工经验诊断法。现代仪器设备诊断法也是把人脑的分析、判断,通过计算机语言变成了电脑的分析、判断,所以,不能鄙薄人工经验诊断法,更不能忽视其实用性,只有将二者有机结合,才能提高故障诊断效率。

3. 汽车故障分析

汽车故障分析就是根据汽车的故障现象,通过检测、分析和推理判断出故障原因和故障部位之所在。而清晰的检测思路、缜密的综合分析和逻辑推理就是实现快速、准确判断的关键。汽车故障诊断过程中常用故障树分析法和故障诊断流程图进行故障分析。

(1) 故障树分析法。将系统故障形成的原因由总体至部分按树枝状逐级细化的分析方法即为故障树分析法,它是汽车故障诊断最常用的分析方法。

故障树分析法又称故障树诊断法,它将汽车的故障现象作为分析目标,找出导致此故障发生的全部直接原因,然后再找出导致下一级故障的全部直接原因,一直追查至那些最

基本的、无需再深究细解的原因为止,形成了反映汽车故障因果关系的树枝状图形——故障树。故障树是对复杂系统进行故障分析的有效方法,其目的是通过推理分析判明故障原因和故障部位。

(2) 汽车故障诊断流程图。根据汽车故障征兆和技术状况间的逻辑关系,反映汽车故障诊断的综合分析、逻辑推理和判断思路,描述汽车故障诊断操作顺序和具体方法,从原始故障现象到具体故障部位和原因的顺序框图即为汽车故障诊断流程图,它是汽车故障诊断过程中检测思路、综合分析、逻辑推理和判断方法最常用的具体表达方式。

在进行具体的故障分析时,较为有效的分析方法是将故障树分析法和故障诊断流程图结合起来使用。先绘制出故障树,然后根据汽车故障诊断和维修经验,剔除故障率很小的那些故障原因(视车型和具体故障征兆而定),按照从总体到局部、由表及里、先易后难、层层推进的故障诊断原则,找出汽车故障诊断的最佳操作顺序,阐明具体操作方法,并用流程图的形式表示出来。

第二节 汽车故障的成因及其变化规律

一、汽车故障产生的原因

零件失效是汽车故障产生的主要原因,除此之外,一些人为因素如设计上的缺陷,制造、维修及配件、燃料质量,非正常维护与使用等均可导致故障产生。

汽车零件失效的主要形式为零件之间的自然磨损或异常磨损、零件与有害物质接触造成的腐蚀、零件在长期交变载荷下的疲劳断裂、在外载荷及温度残余内应力下的变形、非金属零件及电器元件的老化、偶然的损伤等等。其中,老化是非金属零件及电器元件失效的主要原因,而金属零件失效的主要原因是磨损,且汽车零件的内在磨损有一定的规律性。

二、汽车零件的磨损规律

零件的磨损规律是指两个相配合零件的磨损量与汽车行驶里程的关系,又称为零件的磨损特性。图 1-1 为二者的关系曲线——汽车零件的磨损特性曲线。

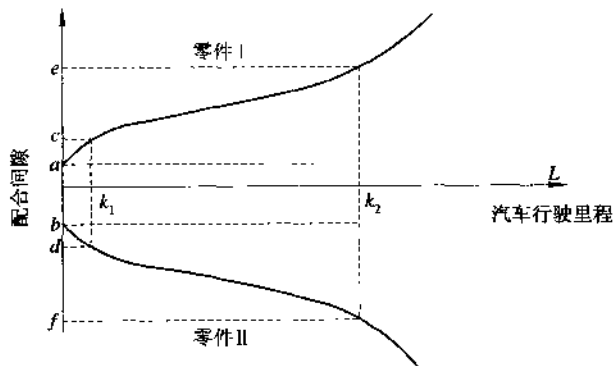


图 1-1 汽车零件的磨损特性曲线

零件的磨损可分为如下三个阶段。

1. 零件的磨合期

由于零件表面粗糙度的存在,在配合初期,其实际接触面积较小,比压力极高,因此初期磨损量较大。但随着行驶里程的增加,配合质量不断提高,磨损量的增长速度开始减慢。零件在磨合期的磨损量主要与零件的表面加工质量及对磨合期的使用有关。

2. 正常工作期

在正常工作期(k_1k_2),由于零件已经过了初期磨合阶段,零件的表面质量、配合特性均达到最佳状态,润滑条件也得到相应改善,因而磨损量较小,磨损量的增长也比较缓慢,就整个阶段的平均情况来看,其单位行驶里程的磨损量变化不大。零件在正常工作期的磨损属于自然磨损,磨损程度取决于零件的结构、使用条件和使用情况,合理使用将会使正常工作期相应延长。

3. 加速磨损期

加速磨损期又称极限磨损期。随着磨损量的不断积累,零件间的配合间隙不断增大,当配合间隙达到极限值时,润滑条件恶化,磨损量急剧增加,若继续使用,将会由自然磨损发展为事故性磨损,造成零件恶性损坏。

由上述分析可知,要延长零件的使用寿命,应降低磨合期的磨损,减缓正常工作期的磨损,推迟加速磨损期的到来。

三、汽车故障的变化规律

汽车故障的变化规律是指汽车的故障率随行驶里程的变化规律。

汽车故障率是指使用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。它是度量汽车可靠性的一个重要参数,体现了汽车在使用中工作能力的丧失程度。

汽车故障的变化规律曲线就是汽车的故障率 $\lambda(L)$ 与行驶里程 L 的关系曲线,也称浴盆曲线,它与汽车零件的磨损特性曲线存在一定的对应关系,见图 1-2。

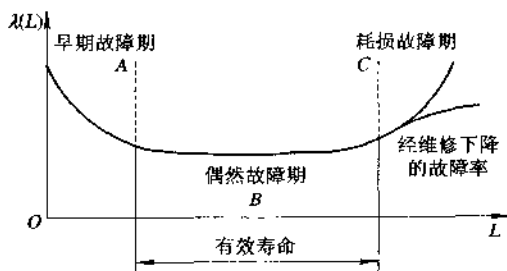


图 1-2 汽车故障变化规律曲线

与零件的磨损规律相对应,汽车故障的变化规律也分为如下三个阶段。

1. 早期故障期

早期故障期相当于汽车的走合期。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. 偶然故障期

在偶然故障期其故障的产生是随机的，没有一种特定的因素起主导作用，多由于使用操作不当、润滑不良、未正常维护及材料内部隐患、工艺和结构缺陷等偶然因素所致，此阶段又称随机故障期。在此期间，汽车或总成处于最佳状态，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。

3. 耗损故障期

在耗损故障期，由于零件磨损量急剧增加，大部分零件严重耗损，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衰竭，导致故障率急剧上升，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，制定合适的维修周期。

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修理间隔里程。

复习思考题

1. 解释汽车故障和汽车故障诊断的概念，并简述各是如何进行分类的。
2. 汽车产生故障的内在原因是什么？
3. 如何进行汽车故障分析？
4. 现在常用的故障诊断方法有哪几种？各有何优缺点？
5. 作图分析汽车零件的磨损特性。
6. 分析汽车故障的变化规律，其各阶段有何特点？