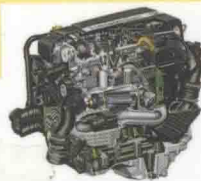
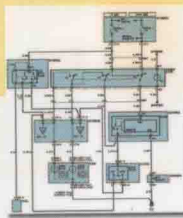


全国高等职业院校汽车类专业规划教材

汽车故障诊断技术

	邹喜红	主 编
张志强	陈哲明	副主编
	黄泽好	主 审



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

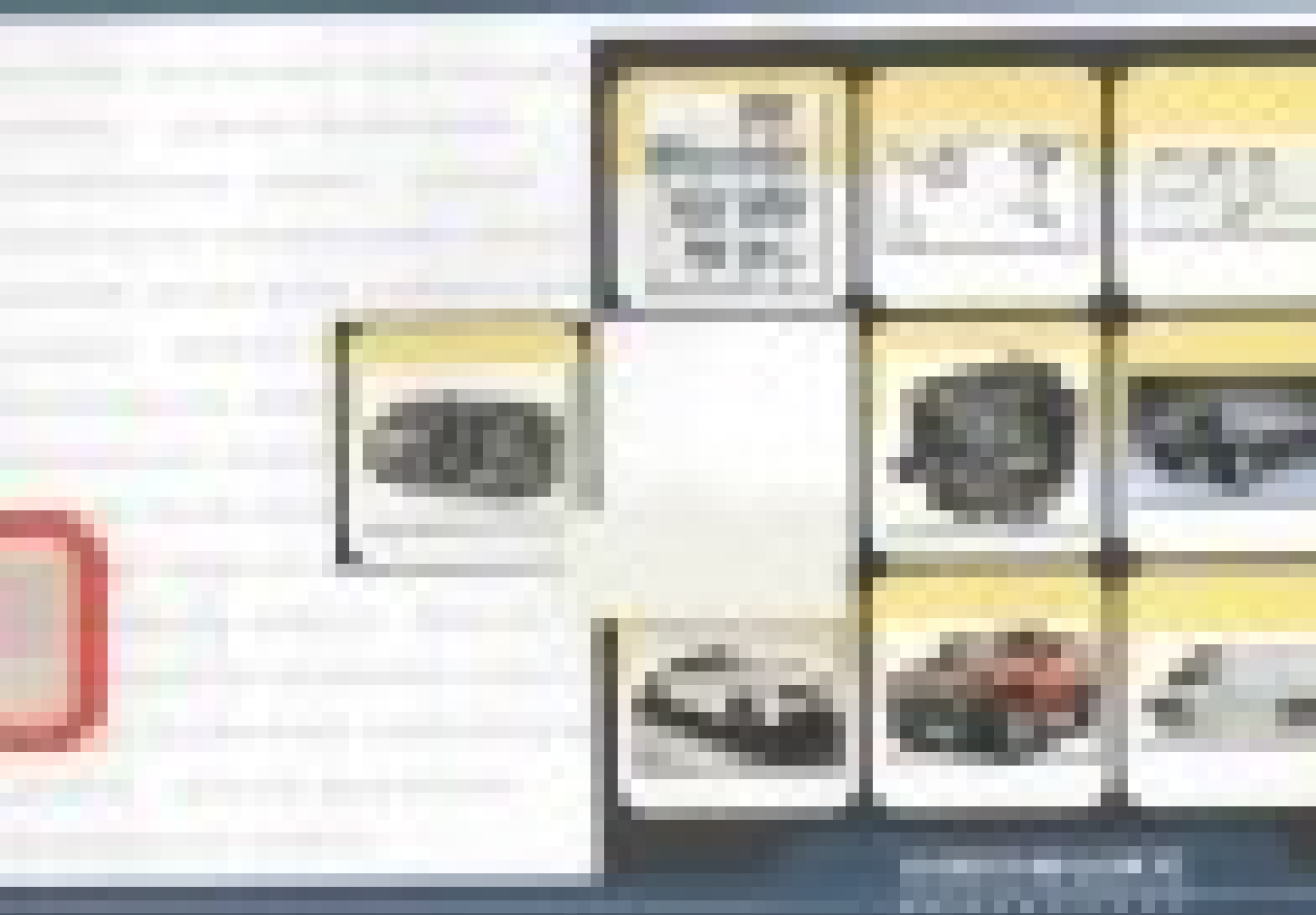
国家“十二五”规划教材
教育部“十二五”规划教材

汽车故障诊断技术

主编 王 强

副主编 王 强 王 强

主审 王 强



国家社会科学基金（教育学科）“十一五”规划课题研究成果
全国高等职业院校汽车类专业规划教材

汽车故障诊断技术

邹喜红 主 编

张志强 陈哲明 副主编

肖 茂 谢云峰 征小梅 杨 英 朱晓燕 参 编

黄泽好 主 审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书系统地介绍了汽车故障诊断的基础知识、故障诊断常用仪器设备的使用方法以及汽车发动机、汽车底盘和汽车电气系统常见故障诊断排除方法。

本书运用丰富的案例阐述故障的具体诊断和排除方法,同时提供了大量有针对性的习题和实训,以培养学生分析和解决实际问题的能力。

本书适合作为高等职业院校汽车类应用工程、汽车服务工程和车辆工程专业的规划教材,也可供汽车维修企业和汽车检测站技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断技术 / 邹喜红主编. —北京: 中国铁道出版社, 2011. 8

全国高等职业院校汽车类专业规划教材 国家社会科学基金(教材学科)“十一五”规划课题研究成果
ISBN 978-7-113-12944-6

I. ①汽… II. ①邹… III. ①汽车—故障诊断—高等教育—教材 IV. ①U472.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 134064 号

书 名: 汽车故障诊断技术
作 者: 邹喜红 主编

策划编辑: 何红艳

责任编辑: 秦绪好

编辑助理: 尚世博

封面设计: 付 巍

责任印制: 李 佳

读者热线: 400-668-0820

封面制作: 白 雪

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河兴达印务有限公司

版 次: 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16.25 字数: 387 千

印 数: 3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-12944-6

定 价: 27.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材研究开发中心批销部联系调换。

国家社会科学基金(教育学科)“十一五”规划课题研究成果 全国高等职业院校汽车类专业规划教材

主 任: 邓泽民

副主任: (按姓氏笔画排序)

尹万建 王世震 李春明 严晓舟

委 员: (按姓氏笔画排序)

丁继斌	于万海	王 会	王 宇
王 强	王文丽	王丽君	付晓光
吉庆山	刘艳梅	刘新宇	刘照军
李友胜	李庆军	李津津	邹喜红
张 军	张东升	张红伟	张自楠
张春英	张贺隆	张景来	周志国
岳国强	赵 宇	胡海玲	骆孟波
秦绪好	高 寒	高吕和	郭 彬
郭瑞莲	梅彦利	梁建玲	曾 鑫
谢 剑	霍志毅		

编
审
委
员
会

序

PREFACE

在国家社会科学基金课题“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”取得理论研究成果的基础上,选取了高等职业教育十个专业大类开展实践研究。高职高专汽车类是其中之一。

本课题研究发现,高等职业教育在专业教育上承担着帮助学生构建起专业理论知识体系、专业技术框架体系和相应职业活动逻辑体系的任务,而这三个体系的构建需要通过专业教材体系和专业教材内部结构得以实现。为此,这套高职高专汽车类专业系列教材的设计,依据不同教材在其构建理论知识、技术方法、职业活动三个体系中的作用,采用了不同的教材内部结构设计和编写体例。

承担专业理论知识体系构建任务的教材,强调了专业理论知识体系的完整与系统,不强调专业理论知识的深度和难度;追求的是学生对专业理论知识整体框架的把握和应用,不追求学生只掌握某些局部内容,而求其深度和难度。

承担专业技术框架体系构建任务的教材,注重让学生了解这种技术的产生与演变过程,培养学生的技术创新意识;注重让学生把握这种技术的整体框架,培养学生对新技术的学习能力;注重让学生在技术应用过程中掌握这种技术的操作,培养学生的技术应用能力;注重让学生区别同种用途的其他技术的特点,培养学生职业活动过程中的技术比较与选择能力。

承担职业活动体系构建任务的教材,依据不同职业活动对所从事人职业特质的要求,分别采用了过程驱动、情景驱动、效果驱动的方式,形成了做学合一的各种教材结构与体例,诸如:项目结构、案例结构等。过程驱动培养所从事人的程序逻辑思维;情景驱动培养所从事人的情景敏感特质;效果驱动培养所从事人的发散思维。

本套教材无论从课程标准的开发、教材体系的建立、教材内容的筛选、教材结构的设计还是到教材素材的选择,都得到了汽车行业专家的大力支持,他们在职业资格标准和各类技术在我国应用广泛程度,提出了十分有益的建议;倾注了国内知名职业教育专家和全国多所高职高专院校汽车类专业一线老师心血,他们对高职高专汽车类专业培养的人才类型提出了可贵意见,对高职高专汽车类专业教学提供了丰富的素材和鲜活的教学经验。

这套教材是我国高职高专教育近年来从只注重学生单一职业活动逻辑体系构建,向专业理论知识体系、技术框架体系和职业活动逻辑体系三个体系构建的转变的有益尝试,也是国家社会科学研究基金课题“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”研究成果的具体应用之一。

如本套教材有不足之处,敬请各位专家、老师和广大同学不吝赐教。希望通过本套教材的出版,为我国高等职业教育和汽车产业的发展做出贡献。



2009年12月

前言

FOREWORD

随着汽车工业的飞速发展,汽车故障诊断已发展成为一门重要的技术,并在汽车制造、汽车使用、汽车维修和车辆管理部门获得广泛应用。自20世纪70年代以来,由于传感器技术、电子控制技术、数据通信技术在汽车中的大量应用,汽车功能日趋完善而结构却越来越复杂,诊断、维修难度大大增加。同时,随着电子技术与测控技术的快速发展,电子化、集成化与智能化测量仪器设备在汽车故障诊断中用得越来越多。这就要求故障诊断人员不仅具有汽车构造、汽车理论等方面的专业知识,而且还要有现代汽车故障诊断方面的系统化专业知识,尤其是现代汽车诊断方法与常用诊断仪器的灵活应用技巧。

汽车工业的发展对汽车专业人才的培养提出了新的要求。从汽车教育发展趋势来看,在培养具有鲜明的理论基础扎实、专业知识面广、实践能力强、综合素质高、具有较强的科技运用推广能力的高素质人才的同时,也必须培养专业知识扎实、实践能力强的应用型人才和操作型人才。后者对我国高等职业教育提出了很高的要求,为此,国家社会科学基金(教育学科)“十一五”规划课题,对我国高等职业教育进行了深入研究,取得了大量成果,并编写了全国高等职业院校汽车类专业规划系列教材,本书正是系列教材之一。

本书结合全国高等职业教育的特点和发展趋势,根据长期的教学经验,在参阅大量技术资料基础(包括Bosch光学式四轮定位仪使用说明书, MEXA-324F CO/HC红外线气体分析仪使用说明书, QFC-4型发动机综合测试仪使用说明书, FG-1型汽车发动机无负荷测功仪使用说明书)上,去除了大量数学推导和智能仪器设备原理等复杂内容的介绍,重点介绍了汽车故障诊断的基础知识、汽车故障诊断常用仪器设备的使用方法以及汽车零部件常见故障及其诊断方法。书中穿插了丰富的故障诊断案例、思考与练习和实训,重点培养学生的实践能力和动手操作能力,具有完整性、系统性、针对性和实用性。

本书共分五个单元:第1单元介绍了汽车故障诊断基础知识,包括汽车故障诊断基本概念,故障诊断及特点,汽车故障诊断参数等;第2单元讲述了现代汽车故障诊断的常用仪器和设备,重点介绍了仪器设备的使用和维护方法;第3单元讲述了汽车发动机各大系统常见故障、诊断及综合诊断技术;第4单元围绕汽车底盘系统,重点讲解了传动系、制动系、转向系和行驶系的常见故障及其诊断方法;第5单元主要介绍了汽车电气故障诊断,包括充电系统、灯光照明系统、中央门锁及防盗系统、仪表系统、电子巡航控制系统、空调系统、安全气囊系统、辅助电器系统等常见故障及其诊断方法。

全书言简意赅,浅显易懂,特别适合于高等职业院校汽车类应用工程、汽车服务工程专业学生,以及汽车维修企业和汽车检测站技术人员,也可供汽车维修企业和汽

车检测站技术人员参考。

本书由重庆理工大学副教授、博士邹喜红担任主编，负责全书统稿，并编写第1单元和第2单元。第3单元由重庆市九龙坡职业教育中心张志强、朱晓燕编写，第4单元由重庆理工大学陈哲明、征小梅、杨英编写，第5单元由重庆市九龙坡职业教育中心肖茂、谢云峰编写。本书由重庆理工大学黄泽好教授担任主审。在本书编写过程中，参阅了国内外同行的教材、资料与文献，有关单位、厂家及高等院校也给予了大力支持和热情帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编者水平有限，书中难免出现遗漏和错误之处，恳请各位读者批评指正。

编 者

2011年6月

目 录

CONTENTS

单元 1 汽车故障诊断基础知识	1
1.1 汽车故障诊断概述	1
1.1.1 汽车故障诊断的基本概念	1
1.1.2 汽车故障诊断的步骤	3
1.1.3 汽车故障诊断安全操作	3
1.2 汽车故障诊断方法及特点	4
1.2.1 汽车故障诊断常用方法	4
1.2.2 故障树诊断法	5
1.3 汽车故障诊断参数	8
1.3.1 汽车诊断参数	8
1.3.2 诊断参数标准	11
小结	12
思考与练习	12
单元 2 汽车故障诊断常用仪器设备	14
2.1 测试系统的基本组成及原理	14
2.2 汽车诊断常用仪器与设备	17
2.2.1 汽车万用表	17
2.2.2 汽车专用示波器	21
2.2.3 汽车解码器	25
2.2.4 其他仪器设备	30
小结	35
思考与练习	35
实训	36
单元 3 汽车发动机故障诊断	39
3.1 概述	39
3.2 燃油供给系	42
3.2.1 常见故障及诊断	42
3.2.2 案例分析	58
3.3 点火系	64
3.3.1 常见故障及诊断	64
3.3.2 案例分析	69



3.4 起动系	71
3.4.1 常见故障及诊断	72
3.4.2 案例分析	75
3.5 润滑系	76
3.5.1 常见故障及诊断	77
3.5.2 案例分析	80
3.6 冷却系	84
3.6.1 常见故障及诊断	84
3.6.2 案例分析	87
3.7 综合诊断	89
3.7.1 发动机不能起动	89
3.7.2 发动机起动困难	92
3.7.3 发动机怠速不良	94
3.7.4 发动机急减速时怠速不良	99
3.7.5 发动机燃油消耗过大	99
小结	100
思考与练习	100
实训	102
单元4 汽车底盘故障诊断	109
4.1 概述	109
4.2 传动系的故障诊断	110
4.2.1 手动变速器常见故障及诊断	110
4.2.2 自动变速器常见故障及诊断	114
4.2.3 自动变速器的自诊断	128
4.2.4 离合器常见故障及诊断	130
4.2.5 驱动桥常见故障及诊断	135
4.2.6 案例分析	138
4.3 转向系的故障诊断	140
4.3.1 转向系常见故障及诊断	140
4.3.2 案例分析	144
4.4 制动系的故障诊断	145
4.4.1 制动系常见故障及诊断	146
4.4.2 制动防抱死系统的故障诊断	152
4.4.3 案例分析	161
4.5 行驶系的故障诊断	163
4.5.1 行驶系常见故障及诊断	163
4.5.2 案例分析	169
小结	170

思考与练习	171
实训	172
单元 5 汽车电气系统故障诊断	177
5.1 概述	177
5.2 充电系统	178
5.2.1 常见故障及诊断	179
5.2.2 案例分析	182
5.3 灯光照明系统	184
5.3.1 常见故障及诊断	184
5.3.2 案例分析	187
5.4 中央门锁及防盗系统	188
5.4.1 常见故障及诊断	189
5.4.2 案例分析	196
5.5 仪表系统	198
5.5.1 常见故障及诊断	198
5.5.2 案例分析	200
5.6 电子巡航控制系统	202
5.6.1 常见故障及诊断	202
5.6.2 案例分析	206
5.7 空调系统	209
5.7.1 常见故障及诊断	209
5.7.2 案例分析	218
5.8 安全气囊系统	220
5.8.1 常见故障及诊断	224
5.8.2 案例分析	226
5.9 辅助电器系统	227
5.9.1 常见故障及诊断	227
5.9.2 案例分析	230
小结	233
思考与练习	233
实训	235
参考文献	247

单元 1

汽车故障诊断基础知识

引言

汽车在使用过程中，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、安全性等主要性能将逐渐或迅速地下降，排气污染和噪声加剧，故障率增加，这不仅对汽车的行驶安全、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，因而研究汽车故障的变化规律，定期检测汽车的使用性能，快速、准确、有效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。

学习目标

- ☑ 熟悉汽车故障诊断的基本概念。
- ☑ 掌握汽车故障诊断的步骤。
- ☑ 熟悉汽车故障树诊断的基本方法。
- ☑ 掌握汽车故障诊断参数。

1.1 汽车故障诊断概述

1.1.1 汽车故障诊断的基本概念

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。汽车故障常见的分类方法如下：

按丧失工作能力的程度汽车故障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。

按造成后果的严重程度汽车故障分为一般故障、严重故障和致命故障。一般故障：不影响行车安全，非主要零部件故障，可用备件的随车工具在较短时间内排除的故障。严重故障：影响行车安全，引起主要零部件、总成严重损坏，不能用易损备件和随车工具在短时间内排除的故障。致命故障：危及人身安全，引起主要总成报废，造成重大经济损失，对周围环境造成严重危害的故障。

(1) 汽车故障产生的原因

汽车的运用条件十分复杂，形成故障的原因也多种多样，总结起来主要有以下几种：

- ① 零件之间的自然磨损或异常磨损；

- ② 零件与腐蚀性物质接触形成化学腐蚀；
- ③ 零件在规则和不规则的外力作用及残余内应力作用下形成的变形；
- ④ 塑料、橡胶等非金属零件和电器元件老化；
- ⑤ 其他偶然原因造成的零件损伤等。

汽车故障广泛地存在于汽车的制造、使用、维护和修理工作的全过程，特别是在使用中要注意汽车故障的发生，有故障要及时发现、及时排除，才能使汽车在使用过程中减少安全事故。

（2）汽车故障的特征

汽车的各组成部分按性能和部位可分为转动配合部分、滑动配合部分、密封部分、导电部分和啮合部分等。要准确地判断汽车故障，必须首先熟悉这些部位表现出来的不同的内在和外表的特征，并根据这些症状来迅速排除。虽然故障症状错综复杂，但结合实践经验归纳起来大致可分为以下几类，如表 1-1 所示。

表 1-1 汽车故障的特征

故障部位	故障特征
转动配合部位	磨损、不平衡、发热、变形、振动、异响
滑动配合部位	松动、磨损、发热、熔焊
密封部位	泄漏、分离、漏气
导电部位	接触不良、断线、脱落、电压下降、短路、发热
啮合传动部位	磨损、破损、发热、异响、位移
摩擦力配合部位	磨损、打滑、发热、衰损、振动、异响
弹簧推顶部位	衰损、老化、打滑、磨槽、弯曲、多个弹簧间弹力不均
弹簧拉吸部位	衰损、老化、多个弹簧间拉力不均
弹簧支撑部位	衰损、老化、破损、冲击、变形
液体流通部位	泄漏、堵塞、蒸发、气阻、渗漏
高温部位	磨损、烧蚀、熔焊、变形、硬度变软、附着异物
大负荷部位	弯曲、扭曲、磨损、破损、断裂、发热、异响

有许多故障现象同时具有多种特征，在诊断时应进行具体研究和区分。

2. 汽车故障诊断

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。

汽车故障诊断有两个不同的目的：其一是对显现出故障的汽车，通过检测诊断查找故障的确切部位和发生的原因，从而确定排除故障的方法；其二是对汽车的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，以决定汽车是否继续行驶或采取何种措施延长汽车的使用寿命。对汽车运行中故障的检测诊断和汽车维修前和维修过程中的检测诊断，属于前一种检测诊断；汽车维修作业后的竣工检验和定期或不定期进行的安性能检测诊断、综合性能检测诊断，则属于后一种检测诊断。

1.1.2 汽车故障诊断的步骤

故障诊断的步骤阐明了逻辑程序和诊断流程，可用于任何情形。故障诊断流程通常分为六步：

- ① 鉴定故障；
- ② 进一步收集信息；
- ③ 评估证据；
- ④ 按照逻辑顺序进一步试验；
- ⑤ 校正故障；
- ⑥ 检查所有系统。

六步诊断流程如图 1-1 所示。

以下以发动机机油使用过多故障为例，介绍六步诊断的使用方法。

① 询问用户，查明用了多少机油，确定机油使用过多。

② 检查车辆是否机油渗漏，发动机排气中是否有蓝烟。

③ 如果发现渗漏，发动机可能还在烧机油，但渗漏还是一个可能的原因。

④ 如果结果可以接受，发动机压缩试验将表明渗漏是最有可能的故障。清洁发动机，并短时运行发动机，渗漏问题较之前改善了。

⑤ 更换衬垫或油封等。

⑥ 运行并观察车辆系统，特别是与发动机相关的部分，仔细检查，确保故障得到解决，并没有引起其他的问题。

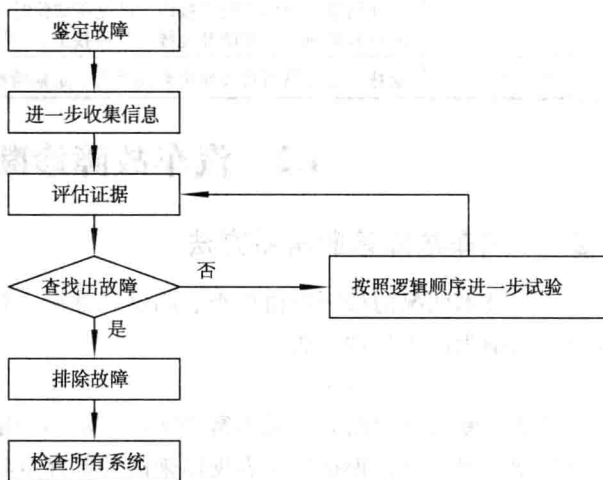


图 1-1 六步诊断流程

1.1.3 汽车故障诊断安全操作

在进行汽车诊断时，安全操作是必不可少的。表 1-2 列出了常见的危险和规避危险的措施，在汽车故障诊断过程中必须遵循。

表 1-2 常见的危险和规避危险的措施

危险隐患	规避危险的措施
蓄电池酸液	硫酸具有腐蚀性，因而要始终使用必要的个人防护用品（PPE），即要穿工装裤，且如必要的话还要戴橡胶手套。如果频繁地进行蓄电池作业，理想的方法是戴橡胶围裙，同时戴护目镜
电击	二次电火线（即高压区）是最有可能遭受电击的场所，一般情况下，电压都高达 25 000 V，如果必须在发动机运转情况下检修高压电路，务必使用绝缘工具。注意，当电路被断开时，由于存在反电动势，包括绕组的电路上也存在高压，几百伏特的电压是常有的。为动力工具供电的电线和导线的情况应保持良好的，强烈建议接地线，防止漏电
排气	如果发动机在室内运转，必须采取适当的通风措施。记住，不仅仅是一氧化碳（CO）可能使你患病甚至丧命，其他废气成分也能诱发哮喘甚至癌症

续表

危险隐患	规 避 危 险 的 措 施
着火	检修汽车时, 不要吸烟, 有燃油渗漏, 就必须立即处理。记住着火的三个条件——高温、燃油和氧, 不要让三者同时出现
移动负载	只提升对你而言比较舒适的重量。如果必要的话, 可以寻求帮助或使用提升设备。一般的原则是, 如果觉得太重, 就不要凭一己之力移动
举升车辆	当用千斤顶举升车辆或车辆在举升机上时, 应用制动器或制动蹄制动车轮。在底盘和悬架结构很坚固时, 可以仅使用千斤顶。为防止千斤顶失效, 可以使用车桥支架
运转的发动机	不要穿宽松的衣服, 合体的工装裤是最理想的工作服。检修发动机时, 要自己保管好钥匙, 以免其他人起动机。在运转的传动带附近工作时, 也要格外小心
短路	使用带线内熔丝的跨接线, 以免在试验时因电路短路而受伤。如果存在任何短路的危险, 应马上断开蓄电池(首先断开地线, 然后接上)。从车辆蓄电池可以输出很强的电流, 足以烧毁你及车辆
皮肤问题	涂抹合适的隔离霜或使用乳胶手套。定期清洗皮肤和衣物

1.2 汽车故障诊断方法及特点

1.2.1 汽车故障诊断常用方法

汽车技术状况的诊断是由检查、测试、分析、判断等一系列活动完成的。目前, 汽车故障诊断可归纳为以下几种方法:

(1) 人工经验诊断法

经验诊断法是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情况下借助简单工具, 根据汽车表现出来的外部异常状况, 用眼睛观察、耳听、手摸等手段, 边检查、边实验、边分析, 进而对汽车技术状况做出判断的一种方法。这种方法具有不需要专用仪器设备, 可随时随地应用和投资少、见效快等优点。但这种方法必须依赖于维修检测人员长期积累的经验和反复观察, 因而诊断速度慢、准确性差、不能进行定量分析。尽管如此, 经验法仍然是一种简单实用的方法, 而且现代部分诊断技术是根据经验法发展起来的, 比如现在的专家诊断系统, 它是把人脑的分析判断通过计算机来实现分析判断, 从而得出结论。人工经验诊断法多适用于中、小维修企业和驾驶人员等, 通常是与现代测试仪器结合使用。

(2) 检测诊断法

检测诊断法是在不解体情况下, 利用各种检测设备和仪器获取汽车、总成和机构的各种参数、曲线或波形, 并根据这些信息来分析判断汽车的性能技术状况。随着电子技术的发展, 汽车检测设备仪器也越来越先进, 汽车检测通常用的仪器设备有底盘测功机、发动机综合检测仪、侧滑试验台、制动试验台、四轮定位仪、烟度计、气体分析仪、示波器与声级计等。这种方法的优点是检测速度快、准确性高、能定量分析, 其缺点是投资大, 占用厂房, 操作人员需要进行培训。检测诊断法通常用于汽车检测站和大型维修行业。

(3) 故障自诊断法

故障自诊断法是利用计算机本身可以迅速监测控制系统的工作状况和储存数据这一特点, 通过一定的操作程序, 把汽车电脑的故障码提取出来, 从而得到汽车故障信息, 然后对症下药, 进行故障排除。这种方法主要是针对汽车电控技术的发展而发展起来的, 主要对汽车的电子控制系统进行诊断, 具有快速准确的优点。随着汽车诊断技术的进一步发展, 出现了一种汽车电脑故障诊断仪,

它能把汽车电控单元 ECU (Electronic Control Unit) 储存的各种信息提取出来, 然后进行整理、比较和翻译, 以清晰的文字、曲线或图表方式显示出来。可以根据这些传送出来的信息, 判断故障的类型和发生部位。这种方法可以进行静态和动态诊断, 是未来诊断技术的发展方向之一。

以上三种汽车故障诊断方法, 仍然在不断发展和变化, 在目前各自保持着不可替代的特点。在应用中通常是几种方法的相互结合, 在重视传统经验诊断法的同时, 充分利用现代检测检测诊断技术, 取长补短, 以提高诊断效率和诊断效果。

1.2.2 故障树诊断法

1. 基本概念

故障树诊断法是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方法, 它是汽车故障诊断最常用的分析方法。具体来说, 就是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, 一直追查到那些最基本的、无须再探究细解的原因为止, 形成了反映汽车故障因果关系的树枝状图形——故障树, 见图 1-2。故障树是通过推理分析判明故障的原因和部位, 是对复杂系统进行故障分析的有力工具。

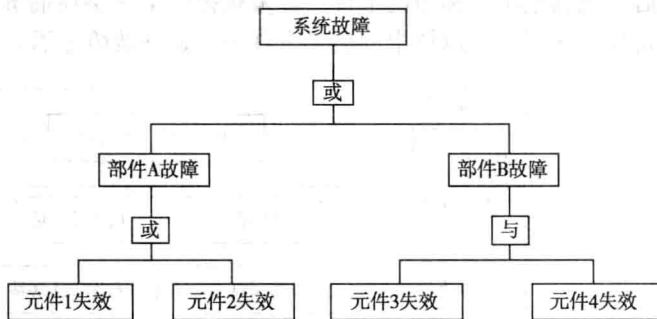


图 1-2 故障树示意图

2. 故障树分析法的步骤

其步骤通常因评价对象、分析目的、精确程度等不同而异, 但故障树分析流程基本相同如图 1-3 所示。

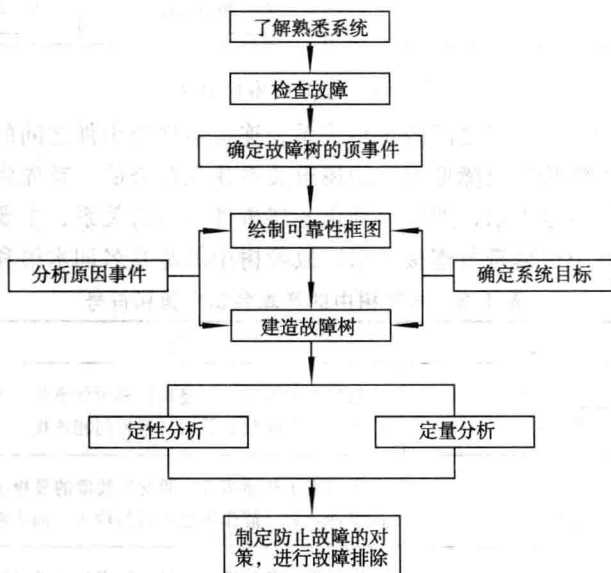


图 1-3 故障树分析流程框图

具体步骤如下：

- ① 建造故障树；
- ② 建立故障树的数学模型；
- ③ 定性分析；
- ④ 定量分析。

3. 故障树的建造

故障树诊断法的关键是建造故障树，故障树越完善越周全越好，完善程度直接影响定性和定量分析的准确性。

(1) 由故障症状、故障原因的层级关系，确定从顶端到中间、再到底端事件的全部事件列表

在故障树中，首先要分析的系统故障事件称顶端事件，在汽车故障中顶端事件是指最初故障症状。其次，把不能再分开的基本事件称底端事件，在汽车故障中底端是指最小故障点。最后，把其他事件称中间事件。故障树是由第一层顶端事件、多层中间事件、最后一层底端事件构成。注意：故障树中的底端事件不是最终故障原因，而仅仅是最小故障点，如图 1-4 所示。

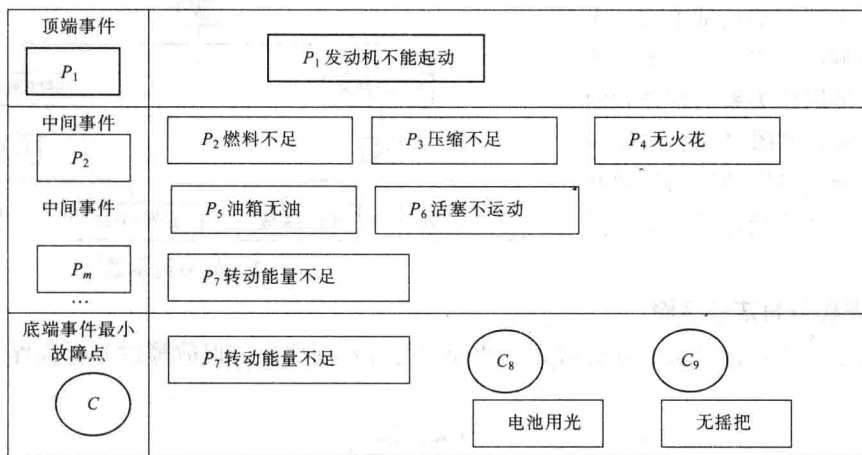


图 1-4 故障树事件列表

(2) 由故障症状与故障原因之间的逻辑关系，连接事件与事件之间的逻辑图

故障树是根据故障症状与故障原因间的逻辑关系建立起来的，首先将顶端事件用矩形符号表示，底端事件用圆形符号表示，然后再确定各层事件的逻辑关系，主要由“与”和“或”两种组成，并将各层事件用逻辑符号连接起来。故障树中的基本名词术语和符号见表 1-3 所示。

表 1-3 故障树中的基本名词术语和符号

符号类别	符 号	说 明
事件 符号	 矩形符号	用以表示故障的最终事件和中间事件、通常是因为系统中元件失效或人为失误所致。前后与逻辑门相连接
	 圆形符号	用以表示初始事件，即发生故障的最根本原因，是再也找不出原因的事件。它只能作为逻辑门的输入，而不能作为逻辑门的输出
	 屋形符号	用以表示条件事件，只有给定条件满足时，这一事件才成立，是偶然发生的非故障性事件