

交通行业技师培训教材



# 汽车检测技师

## 培训教材

科技教育司  
交通部公路司审定  
人事劳动司



□ 马勇智 汪贵行 主编



人民交通出版社

策划编辑：智景安 文字编辑：钱悦良 美术编辑：孙立宁

## 交通行业技师培训教材

汽车指导驾驶员培训教材

汽车维修技师培训教材

汽车钣金维修技师培训教材

☐ 汽车检测技师培训教材

汽车电器维修技师培训教材



ISBN 7-114-04546-8



9 787114 045462 >

ISBN 7-114-04546-8

定 价：42.00 元

交通行业技师培训教材



# 汽车检测技师

..... 培 训 教 材

□ 马勇智 汪贵行 主编

科技教育司  
交通部公路司审定  
人事劳动司

人民交通出版社



## 内 容 提 要

本书是交通部组织编审的交通行业技师培训教材之一。本书主要内容有:汽车诊断参数与测试技术基础,汽车常用传感器,汽车常用电控执行器,汽车电路与微机基础,发动机检测及其设备的使用,底盘检测与测试设备的使用,整车的检测与检测设备的使用,汽车综合性能检测站微机测控与管理等。本书内容系统完整,新技术突出实用,难度适中,既有汽车检测技术培训的超前性,又兼顾了全国各地汽车使用维修检测水平存在差异的特点,能较好地满足交通行业汽车检测技师培训的需要。

本书可供汽车技术管理人员和汽车维修检测技师培训使用,也可作为汽修专业大中专师生教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车检测技师培训教材/马勇智,汪贵行主编. —北京:人民交通出版社,2003.1  
交通行业技师培训教材  
ISBN 7-114-04546-8

I.汽... II.①马... ②汪... III.汽车—故障检测—技术培训—教材 IV.U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 105541 号

### 交通行业技师培训教材

QICHE JIANCE JISHI PEIXUN JIAOCAI

### 汽车检测技师培训教材

交通部科技教育司 公路司 人事劳动司 审定

马勇智 汪贵行 主编

正文设计:孙立宁 责任校对:尹 静 责任印制:张 恺

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

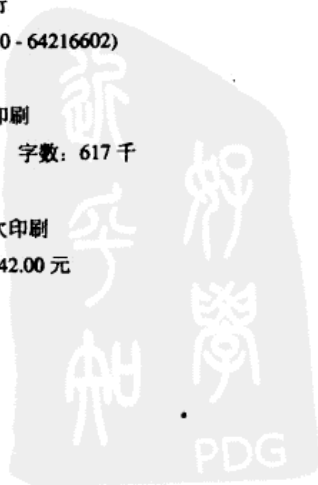
开本:787×1092 1/16 印张:24.75 字数:617 千

2003 年 2 月 第 1 版

2003 年 2 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—4000 册 定价:42.00 元

ISBN 7-114-04546-8



## 《交通行业技师培训教材》编审组

组 长：陈毕伍

副 组 长：费 淳 王水平 李祖平 李兆良 杜 颖

成 员：(按姓氏笔画为序)

王吉江 王振军 朱 军 任晓型 刘 革

刘筱衡 江宗法 李吉栓 何春生 孟 秋

渠 桦

## 《汽车检测技师培训教材》编写领导小组名单

组 长：王新建

副 组 长：刘志娇 刘朝金

成 员：马勇智 汪贵行 王学志 姜 威

## 《汽车检测技师培训教材》编写组成员名单

主 编：马勇智 汪贵行

编写人员：王学志 姜 威 曹家喆 黄炳华 张有兴 汪学慧

缪斌华 吴志文 汪学森 何青平

## 前 言

随着道路运输业和现代汽车新技术的快速发展,对交通行业各工种技师的素质提出了更高要求。为了提高交通行业汽车驾驶和维修人员的技术素质和服务质量,规范交通行业技师培训考核工作,交通部科技教育司、公路司和人事劳动司组织有关专家、按照交通部、原劳动人事部《关于印发〈交通行业实行技师聘任制的实施意见〉的通知》[(88)交劳字 152 号]的要求,编写了《交通行业技师培训教材》丛书。在编写过程中,教材内容注重了新车型、新技术、专业理论与实际操作技能的教学,重点培训各工种高级工解决生产工作中的疑难问题和综合关键性技术难题的能力,提高道路运输业的服务质量和生产、经济效益。在编写方式上,通过深入浅出、图文并茂、模块式教学和有针对性车型的实际操作培训,以期达到通过辅导能自学看懂教材内容的目的。该套教材内容系统完整,新技术突出实用,难度适中的,既有汽车技师培训的超前性,又兼顾了全国各地汽车使用维修水平存在差异的特点,应用该套教材能够较好地满足交通行业汽车指导驾驶员和维修技师培训的需要。

2001 年 7 月和 2002 年 4 月,交通部科技教育司、公路司和人事劳动司组织专家分别对《交通行业技师培训教材》的编写大纲和教材初稿进行了审定,审定专家组认为:《交通行业技师培训教材》的编写,紧密结合我国现阶段交通行业各工种技师的生产实际和汽车新技术应用及发展现状,从提高学员专业理论知识、实际操作技能、分析和解决生产过程中实际问题的能力入手,实用性和可操作性强,教材内容丰富、知识覆盖面较广,符合《交通行业实行技师聘任制的实施意见》中的考核标准要求,可以作为交通行业相应工种的技师培训专用教材。

《汽车检测技师培训教材》是交通部组织编审的《交通行业技师培训教材》丛书之一。主要内容有:汽车诊断参数与测试技术基础、汽车常用传感器、汽车常用电控执行器、汽车电路与微机基础、发动机检测及其设备的使用、底盘检测与测试设备的使用、整车的检测与检测设备的使用、汽车综合性能检测站微机测控与管理等,并附有复习题。通过培训,使学员系统地掌握现代汽车检测设备的结构特点、基本工作原理及综合检测技术,掌握对各种车辆故障的定量检测方法,提高分析汽车故障原因和实际排除疑难故障的能力。

本书由深圳市交通局马勇智、汪贵行主编,由北京市交通局渠桦、朱军、宋双羽同志审定。参加本书编写的同志还有:汪贵行、汪学森、汪学慧(第一、二、三、四、十一、十三章);王学志(第五、六章部分及第九章);黄炳华、曹家喆、张有兴(第五、六、七章);缪斌华(第八、十章);何青平、吴志文(第十二章)等。由于编写时间

仓促,加之编写水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,为使该教材不断完善,恳求读者批评指正。

全国各省交通厅运管局组织专家对编写大纲进行了讨论,提出了许多宝贵的修改意见和建议。

《交通行业技师培训教材》编审组

2003 年 1 月

# 目 录

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第一章 汽车的诊断与测试技术基础              | 1   |
| 第一节 汽车检测技术的发展概述               | 1   |
| 第二节 故障机理和诊断参数                 | 3   |
| 第三节 测试系统与测试任务                 | 7   |
| 第四节 误差分析与数据处理                 | 9   |
| 第二章 汽车常用传感器                   | 13  |
| 第一节 传感器的概述与汽车传感器的分类           | 13  |
| 第二节 空气流量计及进气真空压力传感器           | 17  |
| 第三节 发动机曲轴位置与转速传感器             | 23  |
| 第四节 氧传感器及 NO <sub>x</sub> 传感器 | 28  |
| 第五节 温度传感器                     | 30  |
| 第六节 节气门位置传感器                  | 35  |
| 第七节 爆震传感器                     | 37  |
| 第八节 转矩和功率传感器                  | 40  |
| 第九节 其他常用传感器                   | 44  |
| 第三章 汽车常用电控执行器                 | 49  |
| 第一节 步进电机                      | 49  |
| 第二节 电磁式喷油器                    | 55  |
| 第三节 电磁继电器                     | 61  |
| 第四节 占空比式电磁控制阀                 | 63  |
| 第四章 汽车电路及微机基础                 | 69  |
| 第一节 汽车电气线路                    | 69  |
| 第二节 电子电路基础                    | 84  |
| 第三节 汽车的电信号                    | 90  |
| 第四节 汽车微机及控制                   | 94  |
| 第五节 汽车检测类常用英语缩略语              | 104 |
| 第五章 发动机检测及其设备的使用              | 110 |
| 第一节 发动机功率与油耗的检测               | 110 |
| 第二节 发动机密封性检测                  | 115 |
| 第三节 发动机异响及检测                  | 118 |
| 第四节 发动机综合性能检测                 | 127 |
| 第六章 底盘检测与测试设备的使用              | 136 |
| 第一节 汽车底盘的功率测试                 | 136 |

|             |                               |            |
|-------------|-------------------------------|------------|
| 第二节         | 汽车制动性检测与制动试验台的使用 .....        | 141        |
| 第三节         | 四轮定位检测与定位仪的使用 .....           | 151        |
| 第四节         | 汽车悬架装置的检测 .....               | 160        |
| 第五节         | 车轮动平衡的测试与车轮平衡机的使用 .....       | 164        |
| 第六节         | 底盘异响诊断 .....                  | 169        |
| 第七节         | 电涡流缓速器的特点、原理与应用 .....         | 179        |
| <b>第七章</b>  | <b>整车的检测与检测设备的使用 .....</b>    | <b>187</b> |
| 第一节         | 汽车废气污染物检测及废气分析仪的使用 .....      | 187        |
| 第二节         | 汽车车速表的测试 .....                | 195        |
| 第三节         | 前照灯测试与测试仪的使用 .....            | 198        |
| 第四节         | 车轮侧滑检测 .....                  | 203        |
| 第五节         | 汽车噪声的检测与声级计的使用 .....          | 209        |
| 第六节         | 轿车车身的定位检测 .....               | 212        |
| 第七节         | 车辆外观检测及路试 .....               | 217        |
| <b>第八章</b>  | <b>汽车综合性能检测站微机测控与管理 .....</b> | <b>222</b> |
| 第一节         | 检测站微机测控系统结构 .....             | 222        |
| 第二节         | 微机测控系统特点及原理 .....             | 227        |
| 第三节         | 微机测控系统的操作规程 .....             | 229        |
| 第四节         | 微机测控系统的标定与标准 .....            | 231        |
| 第五节         | 网络系统电器设备的维护 .....             | 244        |
| <b>第九章</b>  | <b>汽车检测的诊断仪器仪表 .....</b>      | <b>249</b> |
| 第一节         | 汽车专用万用表 .....                 | 249        |
| 第二节         | 汽车示波器及应用 .....                | 253        |
| <b>第十章</b>  | <b>特种车辆的检测 .....</b>          | <b>259</b> |
| 第一节         | 集装箱牵引车及挂车的检测 .....            | 259        |
| 第二节         | 自卸车辆的检测 .....                 | 260        |
| 第三节         | 其他专用车辆的检测 .....               | 261        |
| <b>第十一章</b> | <b>汽车微机控制系统检测与诊断 .....</b>    | <b>266</b> |
| 第一节         | 汽车微机故障诊断基础 .....              | 266        |
| 第二节         | OBD 随车检测诊断技术 .....            | 273        |
| 第三节         | 汽油喷射发动机电控系统的检测 .....          | 278        |
| 第四节         | 自动变速器的机械性能检测和电控系统检测 .....     | 291        |
| 第五节         | 柴油机电控系统的检测与诊断 .....           | 302        |
| 第六节         | ABS 与 ASR 系统的检测与诊断 .....      | 307        |
| 第七节         | 汽车稳速行驶电控系统的检测与诊断 .....        | 316        |
| 第八节         | 安全气囊电控系统的检测与诊断 .....          | 322        |
| 第九节         | 汽车自动空调的控制及检测 .....            | 328        |
| 第十节         | 现代汽车音响概述 .....                | 336        |
| 第十一节        | 汽车防盗技术概述 .....                | 342        |
| <b>第十二章</b> | <b>汽车维修光盘与网络的应用 .....</b>     | <b>350</b> |

|             |                          |            |
|-------------|--------------------------|------------|
| 第一节         | 汽车维修光盘的应用 .....          | 350        |
| 第二节         | 计算机网络的介绍 .....           | 355        |
| 第三节         | 网络在现代汽车维修业的应用 .....      | 359        |
| <b>第十三章</b> | <b>智能交通介绍 .....</b>      | <b>362</b> |
| 第一节         | 智能交通 ITS 系统应用及发展概况 ..... | 363        |
| 第二节         | 道路交通的不停车收费系统 .....       | 368        |
| 第三节         | 车用 GPS 卫星导航系统 .....      | 373        |
| 第四节         | 智能交通 ITS 在我国的应用与发展 ..... | 378        |
| 第五节         | 车辆运行中的载重检测 .....         | 382        |
| <b>参考文献</b> | <b>.....</b>             | <b>386</b> |

# 第一章 汽车的诊断与测试技术基础

汽车已成为现代人们生活不可缺少的工具,汽车在为人类社会造福的同时,也带来大气污染、噪声和交通安全等一系列的严重问题。汽车本身是一个复杂的系统,随着行驶里程和使用时间的增加,其技术状况将不断恶化。因此,一方面要不断研制性能优良的汽车;另一方面要借助维护和修理,恢复其技术状况。汽车的性能检测就是在汽车使用、维护和修理过程中对汽车的技术状况进行测试、检验和故障诊断的一门技术。汽车诊断与检测,包括汽车诊断技术和汽车检测技术两方面的内容,所谓的诊断技术主要是针对汽车故障而言,而检测技术主要是针对汽车使用性能而言。通过诊断与检测,可以在不解体情况下判明汽车的技术状况,为汽车继续运行或维修提供可靠依据。随着汽车科技含量的迅速增长及汽车保有量的不断增加,汽车维修方式已转变为“预防为主、定期检测、强制维护、视情修理”新的维修理念和维修方式,这给汽车的检测与诊断作出了科学的定位。本章主要介绍检测技术的发展,讲述汽车诊断参数、测试系统、测试误差及数据处理等方面的基础知识。

## 第一节 汽车检测技术的发展概述

随着现代汽车科学技术的进步,特别是计算机技术的应用,过去对汽车进行检测的“望”、“闻”、“摸”、“切”方式,已经被安全、迅速、准确的利用各种先进仪器设备和对汽车进行不解体检检测所代替。

### 1. 发达国家检测技术的发展概况

随着计算机技术的发展,现代的汽车检测技术水平也随之有很大的提高,在一些发达国家,现在已基本实现汽车检测、诊断和控制的自动化、数据采集处理自动化、检测结果直接打印等现代检测技术,广泛使用如汽车制动检测仪、发动机分析仪、发动机诊断仪、全自动前照灯检测仪、电脑四轮定位仪等检测设备,它们有的还具有先进的全自动功能。尤其是计算机技术在汽车检测技术领域的广泛应用,现已出现集检测工艺、操作、数据采集和打印、存储、显示等功能于一体的系统软件,使汽车检测线实现了全自动化。这样不仅可避免人为的判断错误,提高检测准确性,而且还可以把受检汽车的技术状况储存在计算机中,既可作为下次检验参考,还可供处理交通事故的参考。总的来讲,发达国家的汽车检测在技术上向智能化、自动化检测方向发展,在检测基础技术方面已实现了标准化,在管理上已实现了制度化。这些已为交通安全、环境保护、降低运输成本、提高燃油经济性和运力利用率等方面,带来了明显的社会效益和经济效益。

### 2. 现在国内检测技术概况

我国自 20 世纪 60 年代以来就开始了汽车检测技术研究,进行了部分检测仪器的研究和开发,但由于种种原因,总的来讲,诊断和检测技术起步和发展较晚较慢。自从跨入 20 世纪 80 年代以来,我国国民经济得到快速的发展,特别是随着汽车制造业和公路交通运输业的发展,机动车保有量也迅速增加到目前的约 2000 万辆水平。汽车检测技术有很大的提高:从单一性

能检测到综合性能检测,取得了很大的进步;尤其是检测设备的研制、开发、生产得到了快速发展,缩小了与先进国家的差距。检测通用的制动试验台、侧滑试验台、底盘测功机等,已大量使用国产设备。我们虽然已经取得了很大的进步,但与世界先进水平相比,还有一定距离。而且由于各地经济发展的不平衡,沿海发达省份与内地不够发达地区仍然有相当大的差距。

①汽车造成的安全和环境问题日益受到政府的重视:如何保证车辆安全运行和不造成社会公害,特别是对大城市形成的环境问题,已逐渐提到政府的议事日程并受到社会的广泛重视,因而极大的促进了汽车诊断与检测技术的发展,使之成为国家“六五”期间重点推广的项目。

②已基本形成全国性的汽车技术性能和安全性能的检测网:交通部门开始有计划地在全国公路运输系统筹建数百家汽车综合检测站,同时公安、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安全检测站和其他专业检测站,已基本形成全国性的检测网。

③研究、开发、应用检测设备已有相当的规模,全国各地的维修企业使用的国产和进口检测设备已很普遍,有的国产仪器设备已销售国外。可以预见,随着交通运输业和整个国民经济的发展,我国的汽车诊断与检测技术必将获得进一步发展,而且会取得十分明显的经济效益和社会效益。

④已经形成了一批汽车的检测法令和法规,交通部在 13 号部令《汽车运输业车辆技术管理规定》、28 号部令《汽车维修质量管理办法》和 29 号部令《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》中,对汽车诊断与检测技术、检测制度和综合性能检测站等均有明确规定,为规范汽车检测行为制定了法律依据。

### 3. 我国汽车检测技术的发展方向

纵观发达国家的汽车检测技术的进步,我国汽车检测技术要发展,应该从汽车检测技术标准、汽车检测设备智能化和汽车检测管理网络化等方面进行研究和发展,主要应包括以下几方面的内容。

#### 1) 检测管理应向网络化方向进步

目前我国汽车综合性能检测站虽部分已实现了计算机管理系统检测,但各站的计算机测控方式千差万别,即使采用计算机网络系统技术,也仅仅是一个站内部实现了网络化。随着技术和管理的进步,今后汽车检测应实现真正的局域网络化,做到信息资源共享、硬软件资源共享。在此基础上,利用信息高速公路将全国的汽车综合性能检测站联成一个广域网,使上级交通管理部门可以即时了解各地区车辆技术状况。

#### 2) 加强基础检测技术的规范化要求

在检测技术发展过程中我们既要重视硬件技术,还应加强检测方法、限值标准等基础性技术的研究,随着检测手段的完善,应完善与硬件相配套的检测技术软件的建设。为此应重点开展汽车检测技术基础研究,主要项目有:①制定和完善汽车检测项目的检测方法和限值标准,如准确有效的发动机排放检测、驱动轮输出功率、底盘传动系的功率损耗、加速时间和距离、发动机燃料消耗率、悬架性能、可靠性等;②制定营运汽车技术状况检测评定细则,统一规范全国各地的检测要求及操作技术;③制定用于综合性能检测站大型检测设备的形式认证规则,以保证综合性能检测站履行其职责。

#### 3) 汽车检测设备智能化

现国外的汽车检测设备已大量应用光、机、电一体化技术,并采用计算机测控,有些检测设备具有专家系统和智能化功能,能对汽车技术状况进行检测,并能诊断出汽车故障发生的部位

和原因,引导维修人员迅速排除故障。我国目前的汽车检测设备在采用专家系统和智能化诊断方面与国外相比还存在较大差距,如四轮定位检测系统,电喷发动机综合检测仪等,还主要依靠进口,今后我们要在汽车检测设备智能化方面加快发展速度。

#### 4. 加速培养高层次的汽车检测及管理人才

我国加入 WTO 后随着进口关税的逐步降低,使具有高技术含量的进口汽车将大量涌入,汽车维护市场势必更加开放,国外汽车维修企业也将迅速进入中国市场。对我国汽车维修业的技术和质量提出了更高、更严的要求,我国汽车维修业也将面临前所未有的竞争压力和发展机遇,也提出了挑战。当前我们面临的核心问题是如何提高企业服务的科技含量和专业技术水平,采用先进的手段和设备,提高经营管理现代化水平。同时随着汽车电子技术的发展,高科技含量的电子化检测维修设备将在维修业迅速得到普及。充分运用现代检测手段,提高维修技术水平的做法,体现了现代汽车维修、检测技术水平的发展方向。

由于形势的发展,科学技术的进步,汽车维修的内涵正在发生着革命性的变化。要适应这种挑战,教育是基础,加速培养具有较高学历层次的汽车维修、检测技术与管理人才,是我国汽车维修业实现可持续发展的基本要求。

## 第二节 故障机理和诊断参数

汽车从新车投入使用到最终报废,其整体技术状况将会由于自然衰退或不正常事故而不断恶化,但汽车又是一个可维修系统,维修是指为保持或恢复汽车能正常完成规定功能的能力采取的技术和管理措施。汽车技术状况检测、诊断是识别汽车技术状态的科学,为了正确识别汽车的技术状态,充分发挥汽车的潜力,提高汽车运行的可靠性。不仅要求有完善的检测、监视手段,而且要求建立正确的识别和诊断方面理论。

### 1. 汽车故障的产生机理

汽车及其部件在使用过程中不能完成规定功能的现象,即为发生了故障,如汽车出现了异常的振动和噪声、制动性能超过标准规定的数值、螺栓松动造成漏油、刮水器失灵造成雨天不能正常清洁玻璃、发动机的排放超过国家标准规定的数值等,均为不能完成规定功能而处于故障状态。所谓故障是一种不合格的状态,汽车总成或零部件的技术指标变化超出了允许限度,即为故障。

#### 1) 汽车故障的一般分类

通常汽车故障可从产生故障的原因或故障造成的危害程度来对故障进行分类。

①按故障发生的原因分类:可分:人为故障和自然故障。前者是指汽车在制造或维修时由于使用了不合格的零件,或违反了装配技术条件,在使用中没有遵守使用条件和操作技术规程,没有执行规定的维修制度,以及由于运输、保管不当等原因,而使汽车过早地丧失了它应有的功能,以上均属人为故障。而自然故障则指在使用期间,由于外部或内部不可抗拒的自然原因而引起的故障,如自然情况下的氧化、磨损、腐蚀、老化等损坏形式均为自然故障。

②根据故障的危害程度分类:按我国规定,可分为:致命故障、严重故障、一般故障和轻微故障。汽车行业标准还规定了检验评定方法及分类的原则,提出了故障模式范例和评定方法等。

#### 2) 故障与可靠性的关系

①汽车工作的可靠性:指汽车在规定条件下和规定时间内完成规定功能的能力,当然能力

不仅包括完成必要功能的能力,而且还包括将产品各项功能的输出参数保持在允许的范围内的能力。故可靠性是产品综合性能的反映,既包括了产品的无故障性,又包括了产品的耐久性。汽车的无故障性是指在某一段时间内,连续保持汽车工作能力的性能;汽车产品的耐久性则指产品达到报废之前,保持其工作的性能,即在整个使用期内并在规定的维护、修理制度条件下保持工作能力的性能。

②汽车故障决定了汽车产品的可靠性:故障和可靠性是同一事物矛盾的两个方面,因此要研究产品的可靠性必须研究故障发生的规律性。由于汽车产品的强度和承受载荷的随机性,以及使用环境工况的不确定性,因此汽车的故障也具有随机性,即故障本身是一个随机事件。对于随机事件,必须用概率论和数理统计的方法研究其统计规律性。可靠性理论就是以概率论和数理统计等为理论基础,以试验和调查数据为基本资料,以计算机为辅助手段,按照系统分析的方法,权衡经济得失,进行精确设计,合理制造,正确地使用、维修和科学管理,保证和提高汽车产品可靠性的一门新兴学科。应用可靠性理论,研究故障发生、发展的规律性,统计、分析汽车整车及总成部件的使用寿命,预测预报故障及产品的剩余寿命,确定汽车最佳检测、维修周期等是汽车检测与维修技术的一个重要课题。

③汽车可靠性指标:可靠性是产品的重要性能,必须给出其数值化指标才能利用各种数学方法对其进行研究,可靠性指标的数值化是可靠性学科的主要标志。汽车可靠性指标常用可靠度、故障率、平均寿命、维修度、有效度等来表示。

### 3)汽车故障的分布规律

汽车因故障失效或总成故障失效、零部件故障失效,其故障按失效时间随机变量所服从的分布规律,通常用指数分布、正态分布、威布尔分布等来统计。①故障失效的指数分布规律,是指按时间连续性随机变量分布形式中,最基本的一种分布规律,适用于一般经过筛选和调试后的系统,如汽车总成、电气系统的故障。这种规律指出:故障率与平均故障间隔时间即平均寿命两者是互为倒数的,可见按指数规律分布的特征寿命即为它的平均寿命,它计算简单方便,在实际工作中得到广泛应用;②正态分布常适用于磨损零件如轴承、轮胎等,它也是一种常见的连续性分布规律,对描述零件强度和应力分布、受磨损件的失效分布及可靠性方面都起重要作用;③威布尔分布常用于疲劳零件的故障分析,它在可靠性工程中应用较广,其“失效概率密度”为形状参数、发生故障的时间、尺度参数和位置参数的函数。

### 4)故障树诊断法

汽车故障是随机发生,具有偶然性,如能建立起一种称为“故障树”的诊断方法,用以分析故障,则不但能弄清故障发生的机理,进行定量分析,而且还可以按照故障树中故障原因出现的概率,定量的计算出故障发生的机率,它是一种诊断汽车故障的有效手段。

①故障树诊断法的基本概念:它是一种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,其目的是判明基本故障,确定故障的原因、影响和发生的概率。这是一种属于可靠性的分析技术,是对复杂的动态系统失效进行可靠性分析的工具,被普遍应用于汽车等复杂动态系统的分析。故障树分析法用于汽车诊断,是根据汽车的工作特性与技术状况之间的逻辑关系构成的树枝状图形,来对故障发生原因进行定性分析,并能用逻辑代数运算对故障出现的条件和概率进行定量分析。它可对汽车的故障进行预测和诊断,找出其薄弱环节,以便防患于未然,使汽车的技术状况处于良好状态。

用故障树对汽车故障进行分析,可以用于分析系统组成中除硬件以外的其他成分,例如可以考虑维修质量、人员因素的影响。同时,它不仅可以分析由单一缺陷所引起的系统故障,而

且还可以分析由两个以上零件同时发生故障时才会发生的系统故障。

②故障树分析法的优点:能帮助弄清某种故障发生的机理及可能引起的后果;可指出系统中能产生故障的薄弱环节,即能发现潜在故障,从而为消除和防止故障提供资料;能对所研究的系统进行定量的可靠性分析。

③故障树的绘制方法:故障树是把故障作为一种事件,按其故障原因进行逻辑分析的树枝状图形。图 1-1 所示为发动机冷却系水温过高故障绘制故障树的例子。绘制“故障树”时,首先把分析目标即系统故障事件扼要地写在故障树的顶端,称为“顶事件”或称“终端事件”,并用符号“ $T$ ”表示,如图中发动机水温过高事件作为故障树的第一级;在顶事件的下面,通过分析写出引起顶事件直接原因的中间事件,用符号“ $A$ ”表示,如图中的  $A_1$ 、 $A_2$  作为故障树的第二级;继续分析还可以列出第三级、第四级……,直至列出最基本原因的初始事件为止,并用符号“ $x$ ”表示,于是就形成了故障分析的“故障树”。

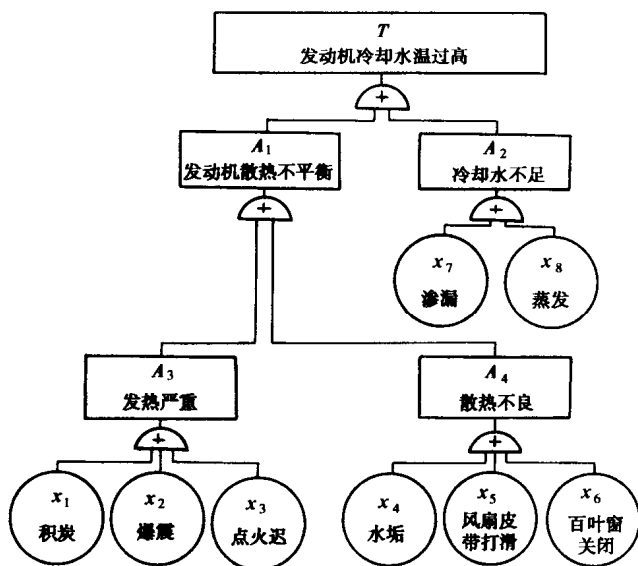


图 1-1 发动机冷却系水温过高的故障树

“故障树”中每一级故障都是上一级的直接原因;而上一级故障是下一级故障引起的结果。上下级故障间存在着“或”、“与”关系,用逻辑门符号进行联系,故障树是连接初始事件和顶事件,用以分析汽车产生某种故障原因的一种逻辑结构,它能把故障事件与直接原因间的关系系统的表示出来。

④使用故障树分析法应注意的问题:由于该方法理论性较强,逻辑性较严密,当分析人员本身的经验和知识水平不一时,所得结论可能会有区别;因为分析时所列举的系统故障种类不同,可能会漏掉某些部件或零件的故障;同时它无法表示出时间的概念;故障树分析图有一定的局限性,它只能表示出事件之间的“或”、“与”关系,无法表现其他关系。尽管如此,利用故障树进行汽车故障的分析,仍不失为一种较好的分析方法。

## 2. 汽车诊断参数

汽车技术状况检测、诊断对识别汽车状态有重大意义,为正确的识别汽车的技术状态,必须选择合适的汽车技术状况诊断参数、合理地确定出诊断参数的标准、诊断方法和汽车的最佳诊断周期。

### 1) 诊断参数的概念与分类

①诊断参数的概念:它是汽车诊断技术的重要组成部分,进行汽车诊断时,需要采用一些能够反映汽车技术状况的间接指标,这些间接指标就叫做“诊断参数”。它是供汽车诊断用的,是表征汽车、总成及机构当前技术状况的参数。其实在汽车或总成不解体的条件下,直接测量汽车结构参数,如对磨损量、间隙等的诊断是极少的。当然诊断参数与结构参数紧密相关,它代有关于诊断对象技术状况的足够信息,是一些能够反映汽车技术状况的可测物理量和化学量。

②汽车常用诊断参数的分类:包括有工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数等。工

作过程参数,如发动机功率、汽车制动距离、油耗等,能表征诊断对象总的状况,显示诊断对象主要功能的质量;伴随过程参数是指汽车运行过程中发生的一些相关信息,如振动、噪声、发热等,提供的信息较窄,但这种参数较为普遍,常用于复杂系统的深入诊断;几何尺寸参数能决定机构零件之间最起码的关系,如间隙、自由行程等,提供的信息量有限,但确能表明诊断对象的具体状态。

③汽车的检测、诊断参数有相对稳定值和周期变化值之分:诊断中所测得的检测诊断参数是随机的,有连续的或是离散的,但所采用的检测诊断参数可以是相对稳定值,也可能是周期变化值。前者如间隙等,只要知道检测、诊断参数的额定值及随行驶里程的变化规律,通过定期诊断,就可以基本确定其故障和预测该诊断对象无故障工作的寿命;后者如振动、脉冲等是随周期性变化的,例如用点火示波器诊断点火系故障时,要预测诊断对象的无故障工作寿命是困难的,这时应知道实际示波图像与标准示波图像的平均统计允许偏差来进行诊断。

## 2)检测诊断参数的选择原则

在汽车的使用过程中,检测、诊断参数值的变化规律与汽车技术状况变化规律之间有一定的关系。在选择检测、诊断参数时应掌握以下原则:①诊断参数的灵敏度,是指诊断对象的技术状况在正常状态到故障状态之前的整个使用期间,检测诊断参数相对于技术状况参数的变化率;②检测、诊断参数的单值性,是指诊断对象的技术状况参数从开始值变化到终了值的范围内,是有限值的,即对应于同一个检测诊断参数值,不会出现两种技术状况参数;③重复性,指在相同的测试条件下,对诊断对象的多次测量中,测量的结果具有良好的一致性,即稳定性好,测量的离散度小,可用均方差来衡量;④信息性是检测、诊断参数的另一个重要性质之一,它表明通过测量所获得参数值的诊断可信性及可靠程度;⑤经济指标是指实现所选参数的测量需要的诊断作业费用,应视情采用相应的维修措施,以便提高汽车的使用经济性,如果诊断费用很高,则这种检测、诊断参数也是不可取的。

## 3)诊断参数的标准

为了定量地评价汽车及其机构的技术状况,确定维护措施和预报其无故障工作寿命,单有检测、诊断参数是不够的,还必须建立检测、诊断参数的标准。检测、诊断参数标准的用途是提供一个比较尺度,如果将测得的参数值与相应的检测、诊断参数标准相比较,就可确定汽车能否继续使用或预测在给定的行驶里程内汽车的工作能力。汽车检测、诊断参数标准可分为:国家标准、制造厂推荐的标准及企业标准3种。

①国家标准:它是由国家机关制定和颁布的检验标准,具有法制性,一般来说,这类标准可以反映汽车或某些机构系统的工作能力,如制动距离可以反映汽车制动系统的工作效能;废气中CO、HC的含量可以反映供给系的调整及燃烧状况。这类标准在使用中需要严格控制,以保证国家标准的严肃性。

②制造厂推荐的标准:这类标准一方面与汽车制造中结构参数的工艺误差有关,另一方面与汽车工作的最佳可靠性、寿命及经济性的优化指标有关。因此主要是一些结构参数的标准,如气门间隙、分电器触点间隙、火花塞电极间隙、车轮定位角等标准。这些标准一般在设计阶段确定,最终经样车或样机的台架或使用试验修订,并在技术文件中规定下来。

③企业标准:是指汽车运输企业根据车辆的实际使用条件制定的,因为在不同使用条件下工作的车辆,不能使用统一的标准,如在平原地区行驶的汽车,其油耗显然比山区行驶的汽车要低;在矿区行驶的汽车,其润滑油的污染度显然比在公路上行驶的汽车要高。因此,应根据汽车的常用工况,合理制定油耗标准和润滑油更换标准。

此外,按照汽车维修工艺的需要又可把检测、诊断参数的标准分为检测、诊断参数的初始标准、极限标准和许用标准等。

### 第三节 测试系统与测试任务

为了获得有关研究汽车的状态、运动和特征等方面的信息,就要选择合适的测量仪表组成检测系统,采用一定的检测方法去进行测量。本节主要介绍测试系统的基本组成、汽车智能化仪表和测试工作的任务等方面的内容。

#### 1. 测试系统的基本组成

一个具体的测试系统,通常是由传感器、变换及测量装置、记录及显示装置、实验结果的分析处理装置等组成,有时还有试验激发装置,如图 1-2 所示。

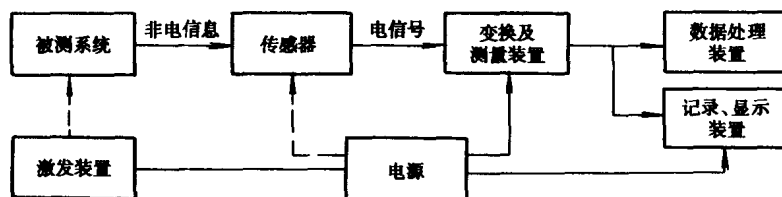


图 1-2 测试系统的基本组成

①传感器是一种能把被测对象的非电量信息检测出来,并将其转换成电信号的装置。在现代汽车上它是一种获得电信号的极重要的手段,在整个测试系统中占有首要的地位,而且它处于检测系统的输入端,所以它的性能直接影响着整个检测系统的工作可靠性。传感器也有称为变送器、发送器或检测头,在生物医学及超声检测仪器中,常被称为换能器。

②变换及测量装置,其作用是把传感器送来的电信号变换成具有一定功率的电压或电流信号,以便推动下一级的记录和显示装置。这类装置常包括电桥电路、调制电路、解调电路、阻抗匹配电路、放大电路、运算电路等,在检测系统里是比较复杂的部分。在这一装置里,可对一些简单信号进行测量、比较,即把要测的量与某一标准量进行比较,获得被测量与标准量若干倍的数量概念,对于传感器送来的变化频率很低、近似直流的信号,为了传输方便,可在这一装置里把它调制成高频放大信号等。

③记录及显示装置的作用是把变换及测量装置送来的电压和电流信号不失真地记录下来和显示出来。这类装置有光线示波器,它可以实现记录和显示两种功能;电子示波器,它只能显示而不能记录;磁记录器,它只具有记录功能而不能显示。记录和显示的方式一般有模拟和数字两种,前者是记录一条或一组曲线,后者是记录一组数字或代码。

④数据处理装置,是用来对测试所得的结果进行分析、运算、处理,如对大量数据的数理统计分析,曲线的拟合,动态测试结果的频谱分析、幅值谱分析或能量谱分析等。

⑤试验激发装置,是人为地模拟某种条件把被测系统中的某种信息激发出来,以便检测。如用激振器来模拟各种条件的振动,并将其作用在机械或构件上,把机械或构件产生的振动幅度、应力变化等信息激发出来,以便检测后对其在振动中的状态及特性进行研究分析。

#### 2. 智能化仪表简介

①智能化仪表的含义:所谓智能化仪表一般是指以微处理器为基础而设计制造出来的一代新型仪表。由于微机在仪表中的使用,可大大增强仪表的性能,简化仪器仪表的电路,从而