



普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

汽车运用与维修系列

汽车检测技术

张建俊 编著



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

汽车检测技术

张建俊 编著

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)。全书共分6章,以在用汽车不解体检测技术应用能力的培养为主线,分别介绍了汽车检测技术基础理论知识、发动机检测技术、底盘检测技术、电控系统检测技术、整车检测技术和汽车检测站6个方面的内容,其中包括对现代汽车检测设备的检测原理、基本结构、工作原理和使用方法的介绍,并贯彻了国家和行业标准中的技术要求、检测方法和诊断参数标准。

本教材既有较强的实践性,又有较强的综合性,并根据高职高专教育的特点,在基础理论与基本知识、检测原理与检测方法、检测设备的应用等内容上加强了针对性和实用性,突出了新设备、新技术和应用技术,力求把传授知识和培养能力有机地结合起来,特别注重了对学生分析问题和解决问题能力的培养。

本教材可作为高职高专教育汽车检测与维修及其相近专业教材,亦可作为汽车检测与维修专业和汽车运用技术、汽车运用与管理、汽车电子与电器等相近专业本科教材以及汽车制造、汽车运输、汽车维修、汽车检测站工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测技术/张建俊编著. —北京:高等教育出版社,2003.12

ISBN 7-04-013167-6

I. 汽... II. 张... III. 汽车-检测-高等学校: 技术学校-教材 IV. U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 099581 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京市联华印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 21
字 数 510 000

版 次 2003年12月第1版
印 次 2003年12月第1次印刷
定 价 26.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施;先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前 言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)。本教材编写大纲曾广泛征求了有关高等院校的意见,可作为高职高专教育汽车检测与维修专业教材,亦可作为本专业和相近专业(如汽车运用技术专业、汽车运用与管理专业、汽车电子与电器专业等)本科师生和汽车制造、汽车运输、汽车维修、汽车检测站工程技术人员的参考书。

本书共分6章,以在用汽车不解体检测技术应用能力的培养为主线,分别介绍了汽车检测诊断技术基础理论知识、发动机检测技术、底盘检测技术、电控系统检测技术、整车检测技术和汽车检测站6个方面的内容,其中包括对现代汽车检测设备的检测原理、基本结构、工作原理和使用方法的介绍,贯彻了国家和行业标准中的技术要求、检测方法和诊断参数标准,并在每章之前提出了学习目标,在每章之后列出了本章小结、复习题和思考题。

本教材在编写中加强了针对性和实用性,突出了新设备、新技术和应用技术,力求把传授专业知识和培养专业技术应用能力有机地结合起来,特别注重了对学生分析问题和解决实际问题能力的培养。

本教材有较强的实践性和综合性,内容丰富,使用本教材的院校,在教学过程中可根据具体情况自行取舍教学内容。

本教材由山东交通学院汽车系张建俊高级实验师编著。

本教材由北京理工大学刘昭度教授审阅,对全书给予了充分肯定并提出了建设性意见,深表诚挚谢意。

本教材在编写过程中,参阅了许多国内公开出版、发表的文献和生产厂家提供的检测设备使用说明书,在此一并致谢。

由于时间仓促和编者水平所限,本教材难免有不妥甚至谬误之处,恳请使用本教材的师生和读者批评指正。

编 者
2003年6月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)64014089 64054601 64054588

策划编辑	赵 亮
责任编辑	李京平
封面设计	于 涛
责任绘图	朱 静
版式设计	张 岚
责任校对	存 怡
责任印制	杨 明

目 录

第1章 概述	1
学习目标	1
1.1 汽车检测技术发展概况	2
1.1.1 国外发展概况	2
1.1.2 国内发展概况	2
1.1.3 我国有关规定	3
1.2 汽车检测诊断技术基础理论	4
1.2.1 诊断参数	4
1.2.2 诊断标准	8
1.2.3 诊断周期	12
1.3 汽车检测设备基础知识	14
1.3.1 检测设备的基本组成	14
1.3.2 智能化检测设备简介	15
1.3.3 检测设备的测量误差与精度简介	18
1.3.4 检测设备的使用维护与故障处理	20
1.4 汽车维修企业应配备的检测设备	21
1.4.1 一类汽车维修企业应配备的检测设备	21
1.4.2 二类汽车维修企业应配备的检测设备	23
1.4.3 三类汽车维修业户应配备的检测设备	24
本章小结	24
复习题和思考题	25
第2章 发动机检测技术	27
学习目标	27
2.1 发动机功率检测	28
2.1.1 稳态测功和动态测功	28
2.1.2 无负荷测功原理	29
2.1.3 无负荷测功仪及测功方法	30
2.1.4 诊断参数标准	33
2.1.5 单缸功率的检测和单缸转速降	33
2.2 气缸密封性检测	34
2.2.1 气缸压缩压力检测	35
2.2.2 曲轴箱漏气量检测	38
2.2.3 气缸漏气量或气缸漏气率检测	41
2.2.4 进气管真空度检测	43
2.2.5 气缸组技术状况窥视	46
2.3 汽油机点火波形观测	50
2.3.1 示波器概述	50
2.3.2 点火波形观测方法	52
2.4 柴油机供油压力波形和针阀升程波形观测	63
2.4.1 柴油机示波器功能	64
2.4.2 供油压力波形和针阀升程波形介绍	64
2.4.3 波形观测方法	66
2.5 汽油机点火正时和柴油机供油正时检测	68
2.5.1 汽油机点火正时检测	68
2.5.2 柴油机供油正时检测	73
2.6 发动机综合性能检测	75
2.6.1 主要检测项目	76
2.6.2 发动机综合性能检测仪	76
本章小结	82
复习题和思考题	85
第3章 底盘检测技术	87
学习目标	87
3.1 传动系游动角度检测	87
3.1.1 概述	87
3.1.2 传动系游动角度检测方法	88
3.2 车轮定位检测	90
3.2.1 检测方法分类	91
3.2.2 气泡水准车轮定位仪及使用方法	92
3.2.3 四轮定位仪及使用方法	100
3.3 转向参数检测	104
3.3.1 用简易转向盘自由转动量检测仪检测转向盘自由转动量	104
3.3.2 用转向参数测量仪检测转向盘自由转动量和转向力	105

3.3.3 诊断参数标准	106	4.4 OBD - II 随车诊断系统	181
3.4 车轮平衡度检测	106	4.4.1 OBD - II 随车诊断系统的目标	182
3.4.1 概述	106	4.4.2 OBD - II 随车诊断系统诊断代 码的组成与结构	183
3.4.2 车轮不平衡检测原理	108	4.4.3 OBD - II 随车诊断系统诊断代 码的显示方法	184
3.4.3 离车式车轮动平衡机及使用 方法	110	4.5 电控自动变速器系统检测诊断 故障的程序和方法	185
3.4.4 就车式车轮动平衡机及使用 方法	111	4.5.1 倾听用户意见	185
3.5 悬架装置和转向系间隙检测	114	4.5.2 进行外观检查	185
3.5.1 悬架装置和转向系间隙检测 仪基本结构和工作原理	114	4.5.3 用故障诊断系统检测诊断故障	186
3.5.2 悬架装置与转向系间隙检测 仪使用方法	116	4.5.4 用传统方法检查、试验、诊断 故障	188
3.6 悬架装置工作性能检测	116	4.6 防抱死制动系统检测诊断的 程序和方法	197
3.6.1 检测方法简介	117	4.6.1 故障诊断系统使用方法	197
3.6.2 共振式悬架装置检测台结构 与工作原理	119	4.6.2 根据诊断代码检测诊断故障	201
3.6.3 诊断参数标准	119	本章小结	202
本章小结	120	复习题和思考题	205
复习题和思考题	122	第5章 整车检测技术	207
第4章 电控系统检测技术	123	学习目标	207
学习目标	123	5.1 汽车动力性检测	207
4.1 电控系统的专用工具和检测 设备	123	5.1.1 底盘测功试验台类型、结构与 工作原理	207
4.1.1 专用工具和检测设备简介	123	5.1.2 底盘测功试验台测功方法	213
4.1.2 万用表	128	5.1.3 计算机传动效率评价传动系 技术状况	214
4.1.3 解码器	132	5.2 燃料经济性检测	215
4.2 电控燃油喷射系统检测诊断的 程序和方法	138	5.2.1 车用油耗计及使用方法	216
4.2.1 电控汽油喷射发动机检修注意 事项	138	5.2.2 汽车燃料消耗量试验方法	221
4.2.2 用故障诊断系统检测诊断故障 的程序和方法	140	5.3 汽车车轮侧滑量检测	222
4.2.3 用传统方法检查诊断故障的程 序和方法	149	5.3.1 侧滑试验台检测原理	223
4.3 电控燃油喷射系统主要电子 器件的检测方法	153	5.3.2 侧滑试验台结构与工作原理	223
4.3.1 电子控制器(ECU)的检测方法	154	5.3.3 侧滑试验台使用方法	227
4.3.2 主要传感器的检测方法	160	5.3.4 诊断参数标准	228
4.3.3 主要执行器的检测方法	173	5.3.5 检测后轴技术状况	228
		5.4 汽车制动性检测	229
		5.4.1 制动距离检测	229
		5.4.2 制动减速度检测	232
		5.4.3 制动力检测	234

5.4.4 诊断参数标准	241	原理	277
5.4.5 其他类型制动试验台简介	244	5.8.4 自由加速烟度检测方法	281
5.5 汽车车速表指示误差检测	247	5.8.5 自由加速排气可见污染物试验 方法	282
5.5.1 车速表误差的形成与测量原理	247	5.8.6 诊断参数标准	283
5.5.2 车速表试验台结构与工作原理	248	5.9 汽车噪声检测	283
5.5.3 车速表试验台使用方法	250	5.9.1 概述	284
5.5.4 诊断参数标准	251	5.9.2 声级计结构与工作原理	284
5.6 汽车前照灯检测	251	5.9.3 汽车噪声检测方法	286
5.6.1 汽车灯光光学基础知识	251	5.9.4 诊断参数标准	289
5.6.2 用屏幕法检测前照灯光束照射 位置	253	本章小结	290
5.6.3 前照灯检测仪的检测原理、结 构和工作原理	254	复习题和思考题	293
5.6.4 用前照灯检测仪检测发光强度 和光轴偏斜量	260	第 6 章 汽车检测站	295
5.6.5 诊断参数标准	263	学习目标	295
5.7 汽油车排放污染物检测	263	6.1 汽车检测站概述	295
5.7.1 概述	263	6.1.1 检测站任务	295
5.7.2 不分光红外线分析法的检测 原理	265	6.1.2 检测站类型	296
5.7.3 不分光红外线气体分析仪的 结构与工作原理	265	6.1.3 检测站组成和工位布置	297
5.7.4 汽油车怠速污染物检测方法	268	6.1.4 各工位设备和检测项目	300
5.7.5 汽油车加速模拟工况试验方法	271	6.2 汽车检测站检测工艺	307
5.7.6 诊断参数标准	275	6.2.1 检测工艺路线	308
5.8 柴油车自由加速烟度和可见 污染物检测	277	6.2.2 检测工艺程序	309
5.8.1 概述	277	6.3 汽车检测线的微机控制系统	317
5.8.2 滤纸式烟度计检测烟度的基本 原理	277	6.3.1 微机控制系统的功能和要求	317
5.8.3 滤纸式烟度计的结构与工作 原理	277	6.3.2 微机控制系统的组成	318
		6.3.3 微机控制系统的控制方式	318
		6.3.4 微机控制系统的使用方法	319
		本章小结	321
		复习题和思考题	323
		参考文献	325

第1章 概述

学习目标

1. 了解汽车检测技术的发展概况,我国有关规定,汽车维修企业应配备的检测设备。
2. 理解诊断参数、诊断标准、诊断周期,检测设备的测量误差与精度,检测设备的基本组成。
3. 掌握诊断标准的类型,各级诊断标准的性质,诊断参数的选用要求,检测设备的使用维护与故障处理。

汽车检测技术课程是贯彻我国汽车“定期检测,强制维护,视情修理”的维修制度,积极推广现代汽车检测技术,为提高在用汽车使用性能和技术状况而开设的一门重要课程,是高职高专汽车检测与维修专业的主干专业课之一。

汽车自 1886 年诞生以来,发展速度极快,已成为集机、电、液、气于一体,并能及时、广泛地采用世界最先进技术的交通工具。特别是电子技术、微机技术等先进技术在汽车上的应用,使汽车的动力性、经济性、排放性、安全性、操纵稳定性、行驶平顺性、舒适性、通过性和可靠性等使用性能愈来愈完善,使用寿命愈来愈高。但是,汽车的结构也愈来愈复杂。

汽车检测技术是随着汽车的出现而出现的。最先出现的是传统的汽车检查(人工凭经验)技术,由于不能定量地确定汽车的性能参数或技术状况,因而出现了现代汽车检测技术。现代汽车检测技术是相对于传统的汽车检查技术而言的。现代汽车检测技术不仅可以定量地指示检测结果,而且具有自动控制检测过程,自动采集检测数据,自动分析判断检测结果和自动存储、打印检测报告等功能。带有示波器的检测设备还能显示被测量的曲线、波形和图形等。

在学习本课程时,应明确以下名词、术语的含义:

汽车使用性能——定量测得的表征某一时刻汽车动力性、经济性、排放性、安全性、操纵稳定性、行驶平顺性、舒适性、通过性和可靠性等性能的参数值。

汽车技术状况——定量测得的表征某一时刻汽车外观和使用性能的参数值的综和。

汽车检测——确定汽车使用性能或技术状况进行的检查和测量。

汽车诊断——在不解体(或仅卸下个别小件)条件下,确定汽车技术状况或查明故障部位、原因进行的检测、分析和判断。

在不解体条件下对汽车检查、测量、分析、判断的全过程,称为汽车诊断。

一般地讲,诊断的基础是检测,检测的目的是诊断,这就是检测与诊断的关系。汽车检测技术在我国也有称为汽车检验技术的,国际上不少国家将汽车检测技术和汽车诊断技术统称为汽车诊断技术。

现代汽车检测技术——用现代检测设备检测并能定量指示检测结果的检测技术。

现代检测设备,包括现代各种用于检测(检查、测量)的仪器、仪表、装置和设备,有便携式的、移动式的和固定安装式的。在检测设备中,对检测结果具有判断功能的称为诊断设备。

1.1 汽车检测技术发展概况

汽车检测技术是随着汽车的发展,从无到有逐渐发展起来的一门应用技术。

1.1.1 国外发展概况

国外一些发达国家,早在 20 世纪 40、50 年代就研制成功一些功能单一的检测或诊断设备,发展成为以性能调试和故障诊断为主的单项检测、诊断技术。20 世纪 60 年代后,检测设备的应用获得较大发展,设备使用率大大提高,逐渐将单项检测、诊断设备联线建站(出现汽车检测站),成为既能进行安全环保检测,又能进行维修诊断的综合检测技术。随着微机的发展,不仅单个检测、诊断设备实现了微机控制,而且于 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、检测结果自动存储并可打印的现代综合检测技术,检测效率极高。进入 20 世纪 80 年代后,一些先进国家的现代检测诊断技术已达到广泛应用的阶段,不仅社会上针对在用汽车的专职汽车检测站众多,而且汽车制造厂装配线终端和汽车维修企业内部也都建有汽车检测线,给交通安全、环境保护、节约能源、降低运输成本和提高运力等方面,带来了明显的社会效益和经济效益。

1.1.2 国内发展概况

我国的现代汽车检测技术起步较晚。在 20 世纪 60、70 年代,国家有关部门虽然也从国外引进过少量现代检测设备,国内不少科研单位和企业对汽车检测设备也组织过研制,但由于种种原因,该项技术一直发展缓慢。跨入 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。车辆增加必然带来一系列社会问题,如何保证这些车辆安全运行和降低社会公害,逐渐提到了政府有关部门的议事日程上来,因而促进了汽车检测诊断技术的发展,使之成为国家“六五”期间重点推广的项目,并视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交通运输系统筹建汽车综合性能检测站,取得了很大成绩。公安部门在全国中等以上城市中,也建成了许多安全性能检测站。到 20 世纪 90 年代初,除交通、公安两部门外,机械、石油、冶金、煤炭、林业、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。进入 21 世纪以后,交通、公安两部门的汽车检测站已建至县市级城市。可以说,中国已基本形成了全国性的汽车检测网,汽车检测诊断技术已初具规模。不仅如此,全国各地的汽车维修企业使用的检测诊断设备,也日益增多。

可以预见,随着公路交通运输企业、汽车维修企业、汽车制造企业和整个国民经济的发展,我国的汽车检测诊断技术,在 21 世纪必将获得进一步发展,而且会取得更加明显的经济效益和社会效益。

1.1.3 我国有关规定

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,对在用汽车检测诊断技术、汽车检测维修制度、汽车检测诊断设备和汽车综合性能检测站等均有明确规定,将有关条款节录如下:

1) 车辆技术管理应坚持预防为主和技术与经济相结合的原则,对运输车辆实行“择优选配、正确使用、定期检测、强制维护、视情修理、合理改造、适时更新和报废”的全过程综合性管理。

2) 车辆技术管理应依靠科技进步,采取现代化管理方法,建立车辆质量监控体系,推广检测诊断和微机应用等先进技术。

3) 车辆检测诊断技术,是检查、鉴定车辆技术状况和维修质量的重要手段,是促进维修技术发展、实现视情修理的重要保证,各地交通运输管理部门和运输单位应积极组织推广检测诊断技术。

4) 检测诊断设备应能满足车辆在不解体情况下确定其工作能力和技术状况,以及查明故障或隐患的部位和原因。检测诊断的主要内容包括:汽车的安全性(制动、侧滑、转向、前照灯等)、可靠性(异响、磨损、变形、裂纹等)、动力性(车速、加速能力、底盘输出功率;发动机功率、转矩和供给系、点火系状况等)、经济性(燃油消耗)及噪声和废气排放状况等。

5) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)应建立运输业车辆检测制度。根据车辆从事运输的性质、使用条件和强度以及车辆老旧程度等,进行定期或不定期检测,确保车辆技术状况良好,并对维修车辆实行质量监控。

6) 建设汽车综合性能检测站是加强车辆技术管理的重要措施。各省、自治区、直辖市交通厅(局)是汽车综合性能检测站的主管部门,负责规划、管理和监督。

7) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)应对汽车综合性能检测站进行认定。经认定的检测站可代表交通运输管理部门对车辆行使质量监控。

8) 汽车综合性能检测站经认定后,交通运输管理部门应组织对运输和维修车辆进行检测。

9) 经认定的汽车综合性能检测站在车辆检测后,应发给检测结果证明,作为交通运输管理部门发放或吊扣营运证依据之一和确定维修单位车辆维修质量的凭证。

10) 车辆二级维护前应进行检测诊断和技术评定,根据结果确定附加作业或修理项目,结合二级维护一并进行。

11) 车辆修理应贯彻视情修理的原则,即根据车辆检测诊断和技术鉴定的结果,视情况按不同作业范围和深度进行。既要防止拖延修理造成车况恶化,又要防止提前修理造成浪费。

12) 各级汽车维修行业管理部门应建立健全汽车维修质量监督检验体系,实行分组管理。建立汽车维修质量监督检测站(中心),为汽车维修质量监督和汽车维修质量纠纷的调解或仲裁提供检测依据。汽车维修质量监督检测站必须是经当地交通主管部门会同技术监督部门认定后颁发了《检测许可证》的汽车综合性能检测站。

13) 各级汽车维修行业管理部门应制定并认真执行汽车维修质量检验制度,对维修车辆实行定期或不定期的质量检测,并将检测结果作为评定维修业户维修质量和年审《技术合格证》的主要依据之一。

14) 检测站应根据国家和行业标准进行检测,确保检测质量。未制定国家、行业标准的项目,可根据地方标准进行检测;没有国家、行业、地方标准的项目,可根据委托单位提供的资料进行检测。

15) 检测站使用的计量检测设备应按技术监督部门的有关规定,组织周期检定,保证检测结果准确可靠。

16) 各省、自治区、直辖市交通厅(局)可指定一个A级站作为本地区的中心站,直接管理。该中心站应经交通部汽车维修设备质量监督检验测试中心的认定,并接受其业务指导;认定后的中心站可对本地区其他各级检测站进行业务指导。

17) 对不严格执行检测标准、弄虚作假、滥用职权、徇私舞弊的检测站,交通厅(局)或其授权的当地交通运输管理部门可根据《道路运输违章处罚规定(试行)》的有关规定处理。

1.2 汽车检测诊断技术基础理论

从事汽车检测诊断技术工作,不仅要有完善的检测手段和分析、判断的方法,而且要有正确的理论指导和必备的基础理论知识。

诊断参数、诊断标准、诊断周期,是从事汽车检测诊断技术工作者必须掌握的基础理论知识。

1.2.1 诊断参数

(1) 诊断参数概述

参数是表明某一种重要性质的量。汽车诊断参数是供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的量。

尽管有些结构参数(如磨损量、间隙量等)可以表征技术状况,但在不解体情况下直接测量汽车、总成和机构的结构参数往往受到限制。如气缸间隙、气缸磨损量、曲轴和凸轮轴各轴承间隙、曲轴和凸轮轴各道轴颈磨损量、各齿轮间隙及磨损量、各轴向间隙及磨损量等,都无法在不解体情况下直接测量。因此,在检测诊断汽车技术状况时,需要采用一种与结构参数有关而又能表征技术状况的间接指标(量),该间接指标(量)称为诊断参数。可以看出,诊断参数既与结构参数紧密相关,又能够反映汽车的技术状况,是一些可测的物理量和化学量。

汽车诊断参数包括工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

1) 工作过程参数 该参数是汽车、总成或机构工作过程中输出的一些可供测量的物理量和化学量。例如发动机功率、驱动车轮输出功率或驱动力、汽车燃料消耗量、制动距离或制动力或制动减速度、滑行距离等,往往能表征诊断对象工作过程中总的技术状况,适合于总体诊断。举例:通过检测得知底盘输出功率符合要求,这说明汽车动力性符合要求,也说明发动机技术状况和传动系技术状况均符合要求;反之,通过检测得知底盘输出功率不符合要求,说明汽车动力性不符合要求,也说明发动机输出功率不足或传动系损失功率太大。因此,可以整体上确定汽车和总成的技术状况。

汽车不工作时,工作过程参数无法测得。

2) 伴随过程参数 该参数是伴随汽车、总成或机构工作过程输出的一些可测量。例如,汽车、总成或机构工作过程中出现的振动、噪声、异响、过热等,可提供诊断对象的局部信息,常用于复杂系统的深入诊断。

汽车不工作(过热除外)时,伴随过程参数无法测得。

3) 几何尺寸参数 该参数可提供总成或机构中配合零件之间或独立零件的技术状况。例如,总成或机构中的配合间隙、自由行程、圆度、圆柱度、端面圆跳动、径向圆跳动等,都可以作为诊断参数使用。它们提供的信息量虽然有限,但却能表征诊断对象的具体状态。

汽车常用诊断参数见表 1-1。

(2) 诊断参数选用原则

在汽车使用过程中,诊断参数的变化规律与汽车技术状况变化规律之间有一定的关系。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,应该选择那些符合下列要求或具有下列特性的诊断参数。选用原则如下:

1) 灵敏性 灵敏性亦称为灵敏度,是指诊断对象的技术状况在从正常状态到进入故障状态之前的整个使用期内,诊断参数相对于技术状况参数的变化率。用下式表示:

$$K_r = \frac{dP}{du} \quad (1-1)$$

式中 K_r ——诊断参数的灵敏性;

表 1-1 汽车常用诊断参数

诊断对象	诊 断 参 数	诊断对象	诊 断 参 数
汽车整体	最高车速/(km/h) 加速时间/s 最大爬坡度/(°), % 驱动车轮输出功率/kW 驱动车轮驱动力/kN 汽车燃料消耗量/(L/km)或(L/100km) 或(km/L) 汽车侧倾稳定角/(°) 汽车排放 CO 容积百分数/% 汽车排放 HC 容积百万分数/ 10^{-6} 汽车排放 NO _x 容积百分数/% 汽车排放 CO ₂ 容积百分数/% 汽车排放 O ₂ 容积百分数/% 柴油车 柴油车自由加速烟度/Rb	发动机总成	额定转速/(r/min) 怠速转速/(r/min) 发动机功率/kW 发动机燃料消耗量/(L/h) 单缸断火(油)转速 平均下降值/(r/min) 排气温度/℃
		曲柄连杆机构	气缸压力/MPa 气缸漏气量/kPa 气缸漏气率/% 曲轴箱窜气量/(L/min) 进气管真空度/kPa
汽油机供油系	空燃比 汽油泵出口关闭压力/kPa 供油系供油压力/kPa 喷油器喷油压力/kPa 喷油器喷油量/mL 喷油器喷油不均匀度/%	配气机构	气门间隙/mm 配气相位/(°)

续表

诊断对象	诊 断 参 数	诊断对象	诊 断 参 数
柴油机 供给系	输油泵输油压力/kPa 喷油泵高压油管最高压力/kPa 油泵高压油管残余压力/kPa 喷油器针阀开启压力/kPa 喷油器针阀关闭压力/kPa 喷油器针阀升程/mm 各缸喷油器喷油量/mL 各缸喷油器喷油不均匀度/% 供油提前角/(°) 喷油提前角/(°)	冷却系	冷却液温度/℃ 冷却液液面高度 风扇传动带张力/kN 风扇离合器接合、断开时的温度/℃
		润滑系	机油压力/kPa 机油池液面高度 机油温度/℃ 机油消耗量/kg 或 L 理化性能指标变化量 清净性系数 K 的变化量 介电常数的变化量 金属微粒的容积百分数/%
传动系	传动系游动角度/(°) 传动系功率损失/kW 机械传动效率 总成工作温度/℃		
制动系	制动距离/mm 充分发出的平均减速度/(m/s^2) 制动力/N 制动拖滞力/N	转向桥与 转向系	车轮侧滑量/(m/km) 车轮前束值/mm 车轮外倾角/(°) 主销后倾角/(°) 主销内倾角/(°) 转向轮最大转向角/(°) 最小转弯直径/m 转向盘自由转动量/(°) 转向盘最大转向力/N
行驶系	车轮静不平衡量/g 车轮动不平衡量/g 车轮端面圆跳动量/mm 车轮径向圆跳动量/mm 轮胎胎面花纹深度/mm		
点火系	断电器触点间隙/mm 断电器触点闭合角/(°) 点火波形重叠角/(°) 点火提前角/(°) 火花塞间隙/mm 各缸点火电压值/kV 各缸点火电压短路值/kV 点火系最高电压值/kV 火花塞加速特性值/kV	制动系	驻车制动力/N 制动时间/s 制动协调时间/s 制动完全施放时间/s
		其他	前照灯发光强度/cd 前照灯光束照射位置/mm 车速表允许误差范围/% 喇叭声级/dB 客车间内噪声级/dB 驾驶员耳旁噪声级/dB

du ——汽车技术状况参数的微小增量;

dP ——汽车诊断参数 P 相对于 du 的增量。

可以看出, K_i 值越大, 表明诊断参数的灵敏性越好。选用灵敏性高的诊断参数诊断汽车的技术状况时, 可使诊断的可靠性提高。

图 1-1 中的 $\Delta P/\Delta u$ 表示诊断参数 P_2 的灵敏性。

2) 单值性 单值性是指汽车技术状况参数从开始值 u_i 变化到终了值 u_f 的范围内, 诊断参数的变化不应出现极值, 即不应出现 $dP/du = 0$ 。否则, 同一诊断参数将对应两个不同的技术状况参数, 给诊断技术状况带来困难。所以, 具有非单值的诊断参数没有实际意义, 如图 1-1 中的 P_3 所示。

3) 稳定性 稳定性是指在相同的测试条件下, 多次测得的同一诊断参数的测量值, 具有良好的一致性(重复性)。诊断参数的稳定性越好, 其测量值的离散度(或方差)越小。因此, 诊断参数的稳定性可用均方差衡量, 即

$$\sigma_{P(u)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [P_i(u) - \bar{P}(u)]^2}{n-2}} \quad (1-2)$$

式中 $\sigma_p(u)$ ——汽车技术状况为 u 状态下诊断参数测量值的均方差;

$P_i(u)$ ——汽车技术状况为 u 状态下诊断参数的测量值;

$\bar{P}(u)$ ——上述状态下诊断参数测量值的平均值;

n ——测量次数。

诊断参数的稳定性如图 1-1 中的 P_1 所示。均方差越小, 诊断参数的稳定性越好。稳定性不好的诊断参数, 其灵敏性也降低。诊断参数的实际灵敏性可用下式计算:

$$K'_i = \frac{K_i}{\sigma_p} \quad (1-3)$$

式中 K'_i ——诊断参数的实际灵敏性;

K_i ——诊断参数的灵敏性;

σ_p ——诊断参数测量值的均方差。

可以看出, K'_i 与 σ_p 成反比, 即 σ_p 越大(稳定性越差), 实际灵敏性 K'_i 越小。

4) 信息性 信息性是指诊断参数对汽车技术状况具有的表征性。表征性好的诊断参数, 能表明、揭示汽车技术状况的特征和现象, 反映汽车技术状况的全部信息。所以, 诊断参数的信息性越好, 包含汽车技术状况的信息量越高, 得出的诊断结论越可靠。如图 1-2 所示, 如果以 $f_1(P)$ 表示无故障诊断参数的分布函数, 以 $f_2(P)$ 表示有故障诊断参数的分布函数, 则 $f_1(P)$ 和

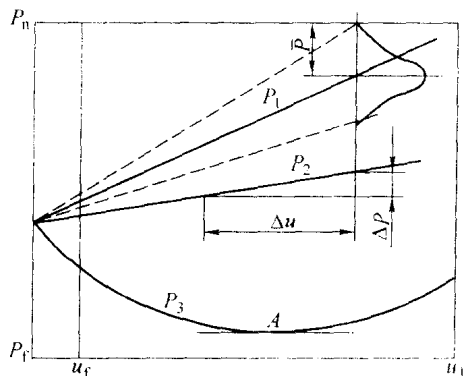


图 1-1 汽车诊断参数随技术状况参数的变化规律

$\bar{P}$ ——评价稳定性诊断参数 P_1 的数学期望;

$\Delta P/\Delta u$ ——稳定性诊断参数 P_2 的变化率;

A——评价非单值诊断参数 P_3 在 $u_i \sim u_f$ 范围内的极值;

$u_i \sim u_f$ ——汽车技术状况参数的变化范围;

$P_f \sim P_n$ ——汽车诊断参数的变化范围

$f_2(P)$ 两分布曲线重叠区域越小,诊断参数的信息性越强,诊断结论的正确性越大。由图可见,图1-2a所示诊断参数 P 的信息性最好;图1-2b所示诊断参数 P' 的信息性次之;图1-2c所示诊断参数 P'' 的信息性最差。这是对诊断参数信息性的定性分析。如对诊断参数的信息性进行定量分析,必须计算出两分布曲线重叠区域面积的大小,从而得出诊断失误的概率。如果显示无故障诊断参数 P_1 的平均值与显示有故障诊断参数 P_2 的平均值之差越大,或这两种诊断参数的离散度越小,则诊断失误的概率就越小,即诊断参数的信息性就越好。因此,诊断参数的信息性可用下式表示:

$$I(P) = \frac{|\bar{P}_1 - \bar{P}_2|}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad (1-4)$$

式中 $I(P)$ ——诊断参数 P 的信息性;

$\bar{P}_1$ ——显示无故障诊断参数 P_1 的平均值;

$\bar{P}_2$ ——显示有故障诊断参数 P_2 的平均值;

σ_1 —— P_1 的均方差;

σ_2 —— P_2 的均方差。

$I(P)$ 值越大,诊断参数的信息性越好,诊断结果越正确。

5) 经济性 经济性是指获得诊断参数的测量值所需要的诊断作业费用的多少,包括人员、工时、场地、设备和能源消耗等项费用。经济性高的诊断参数,所需要的诊断作业费用低。如果诊断作业费用很高,这种诊断参数是不可取的,它没有经济意义。

(3) 诊断参数与测量条件、测量方法的关系

不同的测量条件和不同的测量方法,可以测得不同的诊断参数值。测量条件中,一般有温度条件、速度条件、负荷条件等。多数诊断参数的测得需要汽车运行至正常工作温度,只有少数诊断参数可在冷温下进行。除了温度条件外,速度条件和负荷条件也很重要。如发动机功率的检测,需在一定的转速和节气门开度下进行;汽车制动距离的检测,需在一定的制动初速度和载荷(空载或满载)下进行。对诊断参数的测量方法也有规定,如汽油车排放污染物的测量,按照国家标准 GB/T 3845—1993《汽油车排气污染的测量 怠速法》的规定,应采用怠速法,并特别指出各排气组分均要采用不分光红外线吸收型(NDIR)监测仪进行;柴油车自由加速烟度的测量,按照国家标准 GB/T 3846—1993《柴油车自由加速烟度的测量 滤纸烟度法》的规定,应采用滤纸烟度法,并要求采用滤纸式烟度计进行。没有规范的测量条件和测量方法,无法统一尺度,因而测得的诊断参数值也就无法评价汽车的技术状况。所以,要把诊断参数及其测量条件、测量方法看成是一个不可分割的整体。

1.2.2 诊断标准

汽车诊断标准是汽车技术标准中的一种。汽车诊断标准,是对汽车诊断的方法、技术要求和

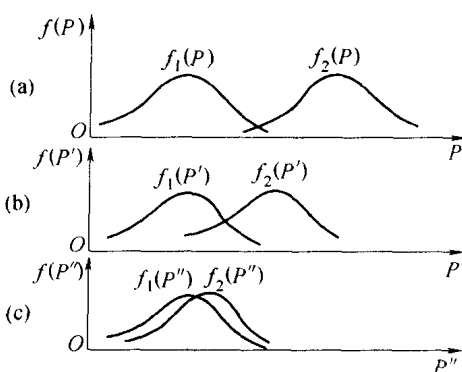


图1-2 诊断参数的信息性

(a)信息性强;(b)信息性弱;

(c)信息性差