

汽车维修行业工人技术等级培训教材



高级汽车检测工 培训教材

马强骏 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
www.phei.com.cn

汽车维修行业工人技术等级培训教材

高级汽车检测工 培训教材



马强骏 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书共分八章,主要介绍汽车诊断与检测基础知识,汽车结构和性能基础知识,汽车检测法规和技术要求,汽车安全性能检测,汽车环境性能检测,汽车动力性、经济性检测,新型汽车检测设备与仪表,汽车检测站的自动控制系统等内容。

本书取材新颖,内容实用,条理清楚,图文并茂,可作为高级汽车检测工技术等级培训教材和自学用书,也可供汽车技术管理人员以及有关专业的广大师生阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

高级汽车检测工培训教材/马强骏主编. —北京:电子工业出版社,2003.6

汽车维修行业工人技术等级培训教材

ISBN 7-5053-8864-9

I. 高… II. 马… III. 汽车-检测-技术培训-教材 IV. U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 054371 号

责任编辑:夏平飞 祁祯

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:20 字数:449 千字

版 次:2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:32.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077

前 言

为加强职业技能鉴定工作,加快推行职业资格证书制度,促进劳动者素质的提高,2000年12月8日,劳动和社会保障部对此提出了《关于大力推进职业资格证书制度建设的若干意见》,意见内容对我们组织班子编写《汽车维修行业工人技术等级培训教材》提供了具有指导作用的出版依据。

电子工业出版社是教育部认定的“国家教材出版基地”,本着为企业完成培训计划,开展岗位培训,逐步使所有从事国家规定职业(工种)的职工达到相应职业资格要求,现根据与《交通行业工人技术等级标准》中的五个汽车维修工种相对应的《职业技能鉴定规范》的培训大纲,按各工种初、中、高三个技术等级划分,编写了一套《汽车维修行业工人技术等级培训教材》,分别是《(初级、中级、高级)汽车维修工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修电工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修漆工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车维修钣金工培训教材》,《(初级、中级、高级)汽车检测工培训教材》,共计15分册。

本书共分八章,主要介绍汽车诊断与检测基础知识,汽车结构和性能基础知识,汽车检测法规和技术要求,汽车安全性能检测,汽车环境性能检测,汽车动力性、经济性检测,新型汽车检测设备与仪表,汽车检测站的自动控制系统等内容。

本书由马强骏主编,其中第一章、第六章由马强骏编写,第二章由董元虎编写,第三章由李良儒编写,第五章、第七章由王学志编写,第四章、第八章由宁航、汪贵平编写。参加编写的人员还有金成仁、赵永光、林彩霞、韩莹雪、栗永军、王玫、周燕燕、殷建民等。

限于编者的水平,书中难免有错误和缺点,恳请广大读者批评指正。

编 者

《汽车维修行业工人技术等级培训教材》 编审委员会

主任：刘浩学

委员：龙凤丝 秦 川 董元虎 马强骏 伍少初
王生昌 张美娟 廖学军 王库房 赵春奎
罗金佑 赵社教 陆永良

目 录

第一章 汽车诊断与检测基础知识	1	三、电控汽油喷射系统的发动机	51
第一节 汽车的检测诊断技术基础	2	第四节 汽车的传动系	52
一、诊断参数概述	3	一、离合器	52
二、诊断参数的选择原则	6	二、变速器与分动器	54
三、诊断周期	8	三、万向传动装置	56
四、诊断标准	10	四、主减速器	56
第二节 国内外汽车检测技术发展概况	14	五、差速器	57
一、机械故障诊断技术的现状	14	六、半轴与桥壳	57
二、国外汽车检测诊断技术的历史 与发展	15	第五节 汽车行驶系	58
三、国内汽车检测诊断技术的发展	16	一、车架	58
第三节 汽车的检测和试验	19	二、车桥	58
一、诊断信息及分析方法	19	三、车轮与轮胎	60
二、汽车的道路试验方法	24	四、悬架	61
三、汽车的台架试验方法	38	第六节 汽车转向系	64
第二章 汽车结构和性能基础知识	42	一、转向装置	64
第一节 汽车的分类	42	二、转向助力装置	65
一、轿车	42	第七节 汽车制动系	65
二、客车	42	一、气压制动传动装置	65
三、载货汽车	43	二、助力式伺服制动装置	66
四、牵引车	43	三、挂车气压制动装置	67
五、自卸车	43	四、驻车制动器	67
六、越野车	43	第八节 汽车的主要性能	67
七、专用汽车	43	一、汽车的动力性	67
八、国产汽车的编号	44	二、汽车燃油经济性	70
第二节 汽车总体构造	45	三、汽车的制动性	73
一、汽车的总体构造	45	四、汽车操纵稳定性	75
二、汽车的构造特征和技术参数	46	五、汽车的平顺性	77
三、汽车车身构造	47	六、汽车的通过性	78
第三节 汽车发动机	49	第三章 汽车检测法规和技术要求	81
一、发动机的分类与一般构造	49	第一节 量值和量值的传递	81
二、发动机的总体构造	50	一、量值	81
		二、汽车检测技术	81

三、量值传递·····	82	三、排放浓度与汽车工作状态的关系·····	151
第二节 误差分析和数据处理·····	86	第二节 汽车排放性能检测方法·····	152
一、误差·····	86	一、怠速工况法·····	152
二、检测中常用的一些术语·····	89	二、双怠速法·····	153
三、数据处理·····	91	三、加速模拟工况法(ASM)·····	154
四、检测设备的可靠性·····	97	四、多工况循环法·····	154
第三节 检测设备的计量检定·····	98	五、排放污染物的取样方法	
一、计量检定的方法·····	98	(CVS系统)·····	155
二、检定工作的法律依据·····	99	第三节 排放检测设备·····	156
三、计量检定的分类·····	101	一、非分散型红外线气体分析仪·····	156
四、强制检定与非强制检定·····	102	二、非分散型红外线气体分析仪的	
五、交通运输行业汽车检测计量器		使用方法·····	158
具的管理·····	103	三、滤纸式烟度计·····	160
第四节 汽车检测法规综述·····	105	四、滤纸式烟度计的使用方法·····	162
一、现代机器设备管理理论·····	105	第四节 噪声的检测·····	164
二、汽车检测法规简介·····	105	一、声级计的构造·····	164
第四章 汽车安全性能检测·····	111	二、声级计校准·····	166
第一节 制动性能检测·····	111	三、车外噪声测量方法·····	166
一、主要指标及评价标准·····	111	四、车内噪声测量方法·····	168
二、滚筒式制动试验台·····	113	第六章 汽车动力性、经济性检测·····	170
三、平板式试验台·····	124	第一节 汽车动力性评价·····	170
四、五轮仪·····	127	一、汽车的驱动力·····	172
五、减速度仪·····	129	二、汽车的功率损耗·····	174
第二节 操纵性能检测·····	131	三、在用车动力性评价指标·····	180
一、侧滑试验台·····	131	第二节 汽车底盘测功机·····	182
二、转向参数检测仪·····	136	一、底盘测功机的构造·····	183
第三节 悬架性能检测·····	138	二、底盘测功机的测量原理·····	191
一、主要指标和评价标准·····	138	三、底盘测功机的试验操作·····	194
二、悬架装置检测台的结构与		四、底盘测功机的使用与维护·····	199
工作原理·····	139	第三节 发动机功率的测定·····	202
三、悬架装置检测台的使用方法·····	140	一、发动机无负荷测功·····	203
第四节 车速表检验·····	141	二、发动机无负荷测功的误差·····	204
一、车速表试验台·····	141	第四节 燃油消耗的台架试验·····	205
二、出租车计价检验·····	145	一、汽车经济性的评价指标·····	205
第五章 汽车环保性能检测·····	149	二、燃油消耗检测的方法和设备·····	207
第一节 汽车公害·····	149	三、整车燃油消耗的台架试验·····	210
一、汽车排放主要污染物·····	149	第七章 新型汽车检测设备与仪表·····	213
二、压缩比和汽车排放·····	150	第一节 汽车专用万用表·····	213

一、概述	213	十二、排气分析功能	267
二、基本结构	214	第八章 汽车检测站的自动	
三、工作原理	214	控制系统	269
四、操作使用	214	第一节 检测控制系统的基本概念	269
五、发动机电控系统万用表检测的		一、测量的基本概念	269
注意事项	215	二、测量方法	270
六、微机万用表检测项目及方法	216	三、检测仪表的组成	271
第二节 汽车示波器及应用	217	四、检测仪表的分类	272
一、概述	217	五、检测仪表的基本性能指标	273
二、示波器在汽车诊断中的应用	218	六、检测控制系统简述	276
三、示波器的主要类型	219	第二节 传感器基础知识	278
四、操作使用	220	一、传感器的定义及其重要性	278
五、示波器使用注意事项	222	二、传感器的组成	279
第三节 传感器模拟测试仪	223	三、传感器的分类	280
一、概述	223	四、传感器的基本特性	281
二、功能及技术指标	223	五、应用于汽车检测线的主要传感器	281
二、结构与工作原理	223	六、汽车自动检测线主要传感器参数	286
四、操作	227	第三节 汽车检测设备智能化仪表的	
五、应用及注意事项	227	基本原理	288
第四节 故障解码器及应用	228	一、汽车检测智能仪表概况	288
一、概述	228	二、检测信号的调制和数据处理	290
二、我国市场上的主要解码器及其		三、智能仪表的人机通道	294
常见功能	229	第四节 检测站的自动控制系统	296
三、解码器工作原理	230	一、汽车检测站检测控制系统概述	296
四、操作步骤	231	二、汽车检测站检测控制系统的主要	
五、使用中有关技巧和注意事项	231	功能	297
第五节 发动机检测	232	三、汽车检测站检测控制系统的结构	297
一、发动机检测的基本内容及特点	232	四、汽车检测对测控系统的要求	298
二、发动机综合性能检测装置的		五、汽车检测站检测控制系统的	
基本组成	233	可靠性	299
三、发动机动力性检测	240	六、汽车检测站检测控制系统分类	300
四、点火系统检测与波形分析	242	第五节 检测线自动控制系统典型	
五、电控燃油信号的加载检测	252	结构	302
六、进气歧管真空波形测试	254	一、系统概述	302
七、各缸相对压缩压力判断	256	二、硬件结构	302
八、各缸工作均匀性判断		三、系统软件	303
(即动力平衡)	257	四、系统启动与关闭	306
九、气缸效率	258	五、主机系统操作	307
十、柴油机燃油压力波形检测	258	六、报检软件使用	310
十一、空气流量传感器的检测	265	七、工位机检测子系统	311

第一章 汽车诊断与检测基础知识

汽车是人们工作和生活的重要工具,2002年全世界的汽车保有量已经达到7亿辆,我国的汽车保有量也达到近2000万辆。汽车技术发展到现在是和汽车的检测诊断技术密不可分的。早期汽车检测技术主要用于新制造车辆性能的检验,采用道路试验的方法,后来为了满足规模化生产的需要,开始出现了一些台架试验设备,如转鼓试验台、疲劳试验台等,这些设备的基本原理一直沿用至今。现在汽车检测和诊断技术已经更多地用于故障查找、维修质量评定和车辆技术状况的定期检测,是公路交通运输中必不可少的环节。

汽车检测诊断是汽车维修必不可少的手段。交通部第13号令《汽车运输业车辆技术管理规定》指出:“汽车维修应贯彻视情修理的原则,即根据车辆检测和鉴定的结果,视情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。”“车辆检测诊断技术,是检查、鉴定车辆技术状况的重要手段,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。”视情维修制度最大限度地发挥了汽车零部件的潜力,减少了不必要的拆装作业,极大地提高了机器的使用可靠性和经济效益。如果没有一定的检测手段,就谈不上汽车维修制度的改革。由于汽车保有量大幅度增长和汽车大量采用新装置和新技术,造成了熟练汽车维修工的大量不足,单纯凭经验修理和现代的要求不适应,这就必须采用检测和诊断设备,提高维修效率。

采用检测诊断技术可以使检验时间大幅度地减少,从而缩短维修时间,提高了车辆使用的有效度;采用检测诊断技术可以比较方便地对维修质量进行监督以减少维修作业中的偷工减料现象,是维修行业管理的一项重要措施;采用检测诊断技术可以大幅度地提高诊断的准确率,减少误换件,把误换件引起的汽车故障降低到最低限度,这对降低汽车维修费用起到很大的作用。

汽车检测诊断是保证汽车安全行使的有效方法。目前由于机动车保有量的大幅度增长,排放、噪声造成的公害已经到了非治理不可的时候了,同时全世界公路车辆交通事故每年的死亡人数已超过50万人,直接经济损失超过5亿美元。我国的年交通事故死亡人数也超过了10万人,经济损失十分惊人。在交通事故中与车辆技术状况有关的因素大约占20%。目前车辆的年度检验都通过机动车安全检测站进行,采用先进的检测设备对车辆的安全性能做出判断,废弃单凭眼看、手摸等人工经验判断的方法。通过安全检测,及时发现存在安全隐患和排放超标的车辆,责成其对故障维护、修理,使其保持良好的车辆技术状况,以减少交通安全事故的发生。

现代汽车是由各种不同材料制成的结构复杂、零件加工精度高、组合件装配严格的交通工具,它在各种道路、气候条件下工作,受到温度、机械、化学的强烈作用,其初始性能、质量、参数逐渐变化,如果不及时发现并给予处置,将会越演越烈,行驶安全得不到保障,故障率增高,社会资源耗费增大,运输效能下降,而且会缩短使用寿命,造成早期报废。所以检测的结果一是提出维护、修理和使用建议;二是预测使用寿命;三是监督和评定维护和修理质量;四是交通主管部门发放有关证件。世界各国,尤其汽车运输发达的国家都很重视汽车使用过程中监控而强制进行定期检测。

汽车检测是对汽车技术状况用定量或定性进行评价,GB5624—85《汽车维修术语》中定义:汽车检测——确定汽车技术状况或工作能力的检查。汽车检测不同于汽车诊断,汽车检测的对象、范围是对无故障汽车进行性能测试,不包括汽车故障诊断的内容。例如,汽车年度审验、汽车维修质量的评定、营运车辆等级的评定、汽车安全与防止公害性能的检查、进口汽车的商品检验、新车或改装车的性能检验等,检测的目的是确定汽车整体技术状况或工作能力,而不是寻找具体故障的原因,是为了确定汽车技术状态和标准值的相差程度,从而确定汽车是否继续行驶或采取某种技术措施,它通常检验的是无故障的汽车,是汽车制造或维修后的竣工检验,或为了保障汽车行驶安全及防止公害对车辆性能的检测。汽车诊断一般是针对故障已经暴露,通过诊断确定具体的部位和产生的原因的一种检查。诊断内容确定为两方面,一是确定汽车技术状况,包括汽车无故障时的技术状况;二是查明故障所在。前者检查对象是无故障汽车,目的是判明汽车目前的技术状况;后者检查的对象是有故障汽车,目的是找到故障的原因。汽车检测是汽车故障诊断的基础,只有进行认真的检测和分析才能准确地查明故障原因。

第一节 汽车的检测诊断技术基础

汽车技术状况是某一时刻汽车外观和性能参数值的总和。评价汽车使用性能的物理量和化学量称为汽车状况参数。基于研究汽车状况变化的规律,汽车检测技术采用先进仪器设备和技術,在汽车不解体条件下,通过检测汽车有关技术参数,迅速准确地反映整车和各个总成的技术状况,以便确定汽车的技术性能和故障原因,使其保持或恢复良好的技术状态和使用性能。

汽车诊断所得数据与诊断作业技术条件有关,例如在制动试验台上所测得的车轮制动力大小与测量时车辆轮胎的安置角度、制动系统的压力、轮胎载荷及轮胎气压等有关。因此,为获得准确诊断结果,对各项汽车诊断作业都要制定出具体的作业技术要求。近年来随着汽车电子技术的发展,汽车上出现了电子控制系统,它除了对汽车控制之外还有自诊断功能,在发生故障后控制系统能够以一定的方式显示,为尽快发现故障赢得了时间。

汽车的检测与故障诊断,是确定汽车技术状况的重要手段,不仅要求有完善的检测、分析手段和方法,而且要有正确的理论指导。为此,在检测诊断汽车技术状况时,必须选择合适的诊断参数标准和最佳诊断周期。诊断参数、诊断周期、诊断标准是从事汽车检测诊断工

作必须掌握的基础理论知识。

一、诊断参数概述

1. 汽车诊断参数

参数是表明某一种重要性质的量,汽车诊断参数是汽车技术状况的反应,它是供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的参数,通过对它们的测量,可以了解汽车的技术状况。它们是一些可供了解汽车技术状况的标志,是一些可供了解汽车技术状况的可测物理量或化学量。

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、各轴向间隙磨损量等,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,需要用一种与结构参数有关而又能表征技术状况的间接指标,该间接指标称为诊断参数。可以看出,诊断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、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、制动减速度、滑行距离等,往往能表征诊断对象总的技术状况,适合于总体诊断。如通过检测,底盘输出功率符合要求,说明汽车输出功率符合要求,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,如通过检测,底盘输出功率不符合要求,说明汽车输出功率不符合要求,也说明发动机输出功率不足或传动系技术状况不佳。所以,工作过程参数也是深入诊断的基础。汽车不工作时,工作过程参数无法测得。

(2) 伴随过程参数

该参数是伴随工作过程输出的一些可测量的参数。例如,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。汽车不工作或工作后已停驶较长时间时,无法检测该参数。

(3) 几何尺寸参数

该参数可提供总成、机构中配合零件之间或独立零件的技术状况。例如,间隙、自由行程、圆度、圆柱度、端面圆跳动、径向跳动等,虽然提供的信息量有限,但却能表征诊断对象的具体状态。

诊断参数、测量条件、测量方法是不可分割的整体,不同的测量条件、测量方法,可以得出不同的诊断参数值。测量条件中,一般有温度、速度、负荷等。多数诊断参数需要汽车走热至正常工作温度时才可测量,而有少量诊断参数可在冷温下进行。除温度条件外,速度条件和负荷条件也很重要,如发动机初速度和载荷(空载或满载)。对诊断参数的测量方法也有规定,如汽油车排放物的测量采用怠速法,规定柴油车排放黑烟应采用滤纸烟度计进行等

等。未规范的测量条件和测量方法,无法统一尺度,因而测得参数值也就无法评价汽车的技术状况。所以诊断参数及其测量条件、测量方法被看成是一个不可分割的整体。汽车常用诊断参数如表 1-1 所列。

表 1-1 汽车常用诊断参数

诊断对象	结构参数	诊 断 参 数	诊断对象	结构参数	诊 断 参 数
发动机总成	排量	功率 (kW) 曲轴角加速度 (rad/s^2) 单缸断火时功率下降率 (%) 油耗 (L/h) 曲轴最高转速 (r/min)	点火系	火花塞电极 间隙 初级与次级电路 电阻 点火级次级 电压 高压导线电阻 电容器电阻 点火提前角 断电器闭合角 断电器触点 间隙 发电机功率 整流器正反向 电阻	点火系次级电路电压 (kV) 点火系初级电路电压 (V) 发电机电压、电流 (V、A) 整流器输出电压 (V)
气缸活塞组	气缸活塞组综合 状况	曲轴箱窜气量 (L/min) 曲轴箱气体压力 (kPa) 气缸间隙 (按振动信号测量) (mm) 气缸压缩压力 (MPa)			
曲柄连杆组	连杆大小头 轴承间隙	主油道机油压力 (MPa) 主轴承间隙 (按油压脉冲测量) (mm) 连杆轴承间隙 (按振动信号测量) (mm)			
配气机构	气门间隙	气门间隙 (mm) 气门行程 (mm) 配气相位 ($^{\circ}$)	起动系	起动机工作能力 蓄电池状况 起动机轴承磨损	在制动状态下,起动机电 流与电压 (A、V) 蓄电池有负荷状态下的电压 (V) 振动特性 (m/s^2)
柴油机供油系	供油时刻 各缸供油 均匀性 供油量 喷油泵柱塞与 套筒间隙	滤清器工作喷油提前角 (按油管 脉动压力测量) ($^{\circ}$) 单缸柱塞供油延续时间 (按油管 脉动压力测量) ($^{\circ}$) 各缸供油均匀度 (%) 每个工作循环供油量 (mL/工作 循环)	传动系	传动系效率 传动系磨损	底盘测功 (或牵引力) (kW) 滑行距离 (m) 传动系噪声 (dB)
柴油机供油系	喷油嘴磨损量	高压油管中压力波增长时间,曲轴 转角 ($^{\circ}$) 按喷油脉冲相位测定喷油提前角 的不均匀度,曲轴转角 ($^{\circ}$) 喷油嘴初喷油压力 (MPa) 曲轴最小和最大转速 (r/min) 燃油细滤器出口压力 (MPa)	制动系	制动系工作 能力 制动力不平衡 制动力增长 速度 制动器拖滞	制动距离 (m) 制动力 (N) 制动减速度 (m/s^2) 跑偏 (m) 左右轮制动力差 (N) 制动滞后时间 (s)

续表

诊断对象	结构参数	诊断参数	诊断对象	结构参数	诊断参数
供油系及滤清器	燃油泵供油能力 空气滤清器 堵塞情况 涡轮增压器 轴承磨损	燃油泵清洗前油压 (MPa) 燃油泵清洗后油压 (MPa) 空气滤清器进口压力 (MPa) 涡轮增压机的压力 (MPa) 涡轮增压器润滑油压力 (MPa)	转动系	前轮定位	主销内倾角 (°) 主销后倾角 (°) 车轮外倾角 (°) 车轮前束 (mm) 车轮侧滑量 (mm/m, m/km)
润滑系	机油泵工作能力与润滑状况 机油散热	润滑系机油压力 (MPa) 油箱机油温度 (°C) 机油中含铁 (或铜、铬等) 量	行驶系	车轮平衡 轮毂轴承磨损	车轮静平衡 车轮动平衡 车轮振动 (m/s^2)
冷却系	散热器工作情况 风扇工作情况	冷却液工作温度 (°C) 散热器入口与出口温差 (°C) 风扇皮带张力 (N/cm) 曲轴与发电机轴转速差 (%)	照明系	亮度 照射方向	前照灯照度 (lx) 前照发光强度 (cd) 光轴偏斜量 (mm)

2. 诊断方法

汽车诊断的方法很多,按其诊断状态、测量参数、进行顺序和使用仪表的情况,大致可分为下述几种类型。

(1) 静态诊断与动态诊断

按诊断时汽车所处状态,可分为静态诊断与动态诊断。例如汽车前轮定位技术状况的诊断,可以在汽车静止的状态下,利用车轮倾角仪与前束尺,测量车轮及转向节主销的几何角度和车轮前束值;也可以在汽车处于运动状态时,利用侧滑试验台检验车轮外倾角与车轮前束的配合情况;或者利用滚筒试验台检验车轮滚动时车轮与主销的倾角值。静态诊断测试条件稳定,设备简单,容易安装,操作方便。但是,静态测量结果常与动态的真实情况有一定差异。动态诊断条件比较接近实际的工作情况,能如实反映汽车实际的技术状况,然而动态诊断设备比较复杂,试验条件难于稳定,在汽车诊断中全面推广尚有一定难度。

(2) 直接诊断与间接诊断

汽车的技术状况,既可以用直接测量参数进行诊断,也可以用间接测量参数进行诊断。例如在确定汽车燃油经济性而检查发动机油耗时,可以用质量或容积式油耗计直接测量发动机油耗的质量或容积;也可以用流速计进行间接测量,然后通过换算得出发动机的实际油耗。另外,有些表征汽车技术状况的参数无法直接测量,如发动机的功率,多是通过测定发动机的转速与扭矩,换算成发动机的功率值。

(3) 顺源诊断与逆源诊断

按诊断汽车故障原因的工作顺序,可以分为顺源诊断与逆源诊断两种形式。例如对于汽车气压制动失灵故障的诊断,可以按照制动系统的组成,首先由空气压缩机开始,然后按系统逐步检验储气筒、控制阀、管路及接头、制动气室,最后检查制动蹄与鼓的状况,可参见图 1-1。

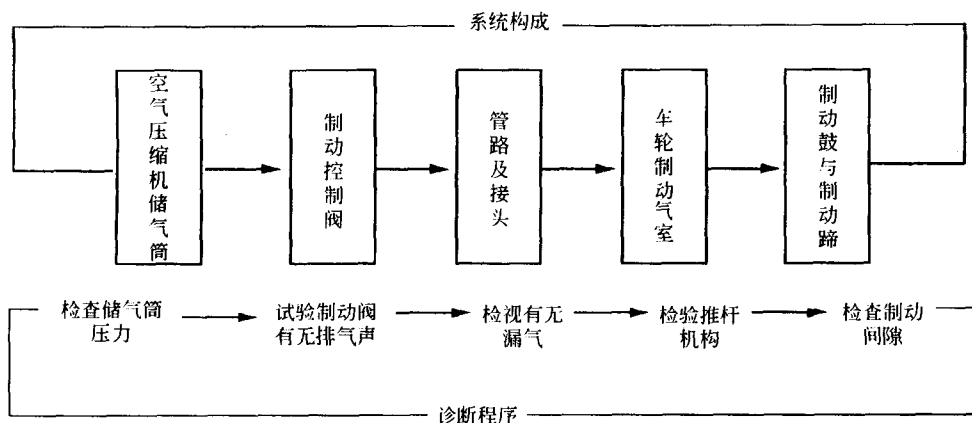


图 1-1 汽车故障诊断过程

又例如,汽油机点火系火花塞断火故障诊断的次序,大多采用逆源诊断法,即首先检查火花塞跳火情况,然后依次检查高压线、分电器、点火线圈、断电器触点、低压电路,最后检查蓄电池,恰好按点火电路电流方向相反的次序进行。顺源诊断与逆源诊断方法的采用,要根据具体的系统或机构的情况而定。其目的是要尽快找到故障的原因。

(4) 人工诊断与仪表诊断

人工诊断一般无需仪表设备,可以用实车进行试验,如汽车制动性能的路试。如采用仪表诊断法检验汽车制动性能,可以在滚筒试验台上测量汽车的制动力,再依次来评价汽车制动性能。用仪表诊断法,试验条件比较稳定和容易控制,受自然条件影响小,结果比较准确。人工诊断方便易行,不需设备,诊断结果直观,易于被人们接受。汽车有些技术状况或故障的诊断,至今尚未发明出有效的诊断仪器,如螺丝的松动、液体的渗漏等,人工诊断仍是最简便的方法,因此,不能盲目地认为人工诊断就是技术落后的代名词。

二、诊断参数的选择原则

在汽车的使用过程中,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有很多,为了保证诊断结果的可信性和准确性,应该选择哪种符合下列要求或具有下列特性的诊断参数,其选用原则如下:

(1) 诊断参数的灵敏性

汽车技术状况的微小变化,若能通过诊断参数的变化表现出来,则这种诊断参数是具有灵敏性的,汽车诊断参数相对于技术状况的变化率,可称为诊断参数的灵敏度 K_r ,它可用下式表示:

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

式中 K_r ——诊断参数的灵敏度;

dy ——诊断参数 y 相对于 du 的增量;

du ——汽车技术状况参数的微小增量。

在进行汽车诊断时,选用灵敏度高的诊断参数进行测量,可以提高诊断的可靠性。例如气缸活塞配合副磨损后引起结构参数——配合间隙的增加,从而导致发动机功率下降和气缸漏气率增加,然而后者的变化比前者更为显著。因此,为了诊断气缸活塞环配合副的磨损量,选取气缸漏气率作为诊断参数是适宜的。

(2) 诊断参数的单值性

诊断参数的变化同结构参数的变化有一一对应关系。在汽车技术状况参数(结构参数)从开始 u_i 变到终了 u_f 的范围内,诊断参数没有极值,即 $dy/du \neq 0$,即在上述范围内,诊断参数不会由上升变为下降,或由下降变为上升,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。具有非单值的诊断参数没有实际意义,图 1-2 中的 y_s 为非单值性参数,不可作为诊断用的参数。

(3) 诊断参数的稳定性

诊断参数的稳定性系指对同一对象多次测量的结果,测得值具有良好的一致性,即通常所说的重复性好。诊断参数稳定性的好坏,可用均方差来衡量,诊断参数的稳定性越好,其离散性(即方差)应越小,即:

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

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;

$y(u)$ ——汽车技术状况为 u 状态下诊断参数的测量值;

$\bar{y}(u)$ ——上述测量值的平均值;

n ——测量次数。

(4) 诊断参数的信息性

诊断参数的信息性是一个很重要的性能。在汽车诊断中,是根据诊断测量的结果来得出诊断结论,其诊断结论可靠性将取决于诊断参数信息。如图 1-3 所示,若显示无故障诊断参数分布函数为 $f_1(y)$,而显示有故障的诊断参数分布函数为 $f_2(y)$,则 $f_1(y)$ 与 $f_2(y)$ 分布曲线重叠区域越小,诊断产生的结论差错可能性越小,也就是说诊断参数的信息性越强。图 1-3 (a) 所示诊断参数 y 的信息性最好;图 1-3 (b) 所示的诊断参数 y' 的信息性比 y 小;而图 1-3 (c) 所示的诊断参数 y'' 的信息性最差。

以上是对诊断参数信息性的定性描述,而要对诊断参数信息进行衡量时,必须根据具体情况计算出曲线分布重合区域的大小,从而得出诊断失误概率。显示无故障诊断参数 y_1 的平均

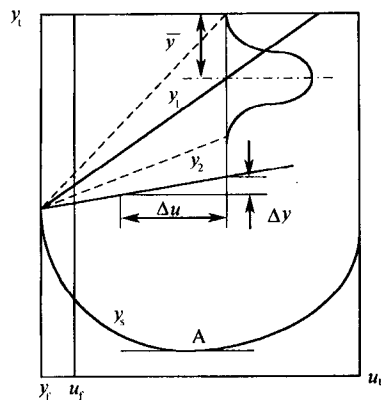


图 1-2 诊断参数 y 随结构参数 u 变化规律

y_1 ——诊断参数稳定性的变化趋势; y_2 ——诊断参数灵敏性的变化趋势; y_s ——诊断参数非单值性的变化趋势; $\bar{y}$ ——诊断参数稳定性 y_1 的数学期望; $\Delta y/\Delta u$ ——诊断参数灵敏度 y_2 的变化率; u_i ——汽车工作到使用极限时的技术状况参数; A——诊断参数非单值性 y_3 在 $u_i \sim u_f$ 范围内的极值; $y_i \sim y_f$ ——汽车诊断参数的变化范围

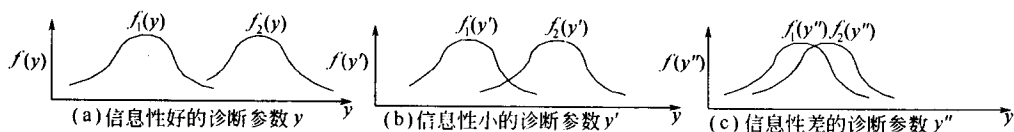


图 1-3 诊断参数 y 的分布规律

f_1 —显示无故障的诊断参数分布函数；

f_2 —显示有故障的诊断参数分布函数

值与显示有故障诊断参数 y_2 的平均值之差越大,以及这两种诊断参数的离散性越小,则诊断失误的概率也就越小,诊断参数信息性越好。因此,诊断参数信息性的大小可用下式表示:

$$I(y) \approx \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad (1-3)$$

式中 $I(y)$ ——诊断参数 y 的信息性;

$\bar{y}_1$ ——显示无故障诊断参数的平均值;

$\bar{y}_2$ ——显示有故障诊断参数的平均值;

σ_1 —— y_1 的均方差;

σ_2 —— y_2 的均方差。

诊断参数的信息性越好,诊断目标状况的不稳定性越小,诊断结果越可靠。此外,在汽车诊断中所选择的参数,还要具有便于测量和经济性好等特点。否则,诊断参数“再好”,难于实现测量,也是无用的,同样,实现某种诊断参数测量的费用大,是不可取的。

三、诊断周期

1. 最佳诊断周期

诊断周期是汽车诊断的间隔期,以行驶里程或使用时间表示。诊断周期的确定应满足技术和经济两方面的条件,获得最佳诊断周期。最佳诊断周期,是能保证车辆完好率最高而消耗的费用最少的诊断周期。确定最佳诊断周期的工作是非常重要的,它既能使车辆在无故障状态下运行,又能使维修的费用降之最低,因此要在定期上做好文章。确定最佳诊断周期,应考虑汽车技术状况、汽车使用条件、汽车检测诊断、维护修理、行驶损耗的费用等因素。

①汽车技术状况。汽车新旧程度不一,行驶里程不一,技术状况等级不一,甚至还有使用性能、结构特点、故障规律、配件质量不一等情况下,制定的最佳诊断周期显然也不会一样。凡是新车或大修车,行使里程较少的车,技术状况等级为一级的车,其最佳诊断周期长,反之则短。

②汽车使用条件。它包括气候条件、道路条件、装载条件、驾驶技术、是否拖挂、燃料质量等条件。凡是气候恶劣、道路状况极差、经常超载、驾驶技术不佳、拖挂行驶、燃料质量得不到保障的汽车,其最佳诊断周期短,反之则长。

③费用。它包括检测诊断、维护修理、停驶损耗的费用。若使检测诊断、维护修理费用降低,则应使最佳诊断周期延长,但汽车因故障停驶的损耗费用增加;若使停驶损耗的费用

降低,则应使最佳诊断周期缩短,但检测诊断、维护修理费用增加。

2. 确定最佳诊断周期的方法

大量统计资料表明,实现单位里程费用最小和技术完好率最高,两者是可以求得一致的,如果下列条件成立,就可以确定最佳诊断周期。即

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{M[u(\tau)]}{M[V(\tau)]} \right] = 0$$

式中 $M[u(\tau)]$ ——在诊断周期 τ 下,检测诊断和维修费用的数学期望值;

$M[V(\tau)]$ ——在诊断周期 τ 下,系统(车辆或机构)工作里程的数学期望值。

上面的公式经过处理后,可得到确定最佳诊断周期的一般方程式。

$$\frac{F'(\tau)}{[1 - F(\tau)]^2} \int_0^{\tau} [1 - F(I)] dI + \ln[1 - F(\tau)] - \frac{C_z}{C_x} = 0 \quad (1-4)$$

式中 C_z ——完成检测诊断和维护的费用;

C_x ——完成小修的费用;

τ ——所求得最佳诊断周期;

L ——故障间行驶里程。

上面的公式计算比较繁琐,如用图解法确定最佳诊断周期是比较方便的。为此,要引入一个最佳系数 t , $t = \tau/\bar{L}$, 即最佳诊断周期 τ 与故障间平均行程 $\bar{L}$ 的比值。它表示最佳诊断周期在方程中各参数值的情况下 τ 对 $\bar{L}$ 的大小。最佳系数 t 与各个参数之间的关系曲线,称为最佳周期曲线。图 1-4 表示在正态分布规律下,不同偏差系数 $v = \sigma/\bar{L}$ 条件下, C_z/C_x 费用比与最佳系数 t 的关系曲线。

由上图可见随着 C_z/C_x 费用比增加, t 也增加。也就是说,最佳周期 τ 增加,并越来越接近故障间平均行程 $\bar{L}$ 。即诊断和维护费用增加,能够有效地抑制故障的发生,因此最佳周期延长了。反之,偏差系数 v 增加, t 降低, τ 缩短。因为偏差系数 v 增加表示故障间平均行程与平均值的离散度增加,为了同样有效地抑制故障发生,显然应缩短诊断周期。由上图还可以看出,随着 C_z/C_x 比值的增加,偏差系数 v 的增量减少,最佳系数 t 趋于 0.75~0.90,也就是说对随机正态分布最佳诊断周期不应该超过 0.90 $\bar{L}$ 。一般情况下,不能取 $t = 1$, 即 $\tau = \bar{L}$, 此时最佳诊断周期等于故障间平均行程。

汽车经过走合期后建立的使用状况能经历一个相当长的使用期。在这一使用期内,虽然故障(或失效)具体磨损特性不同,但按指数规律相关的形式分布。最佳系数 t 与费用比 C_z/C_x 曲线也按指数规律分布,使最佳系数曲线变得直观、明了。只要从统计资料中得知费用比 C_z/C_x 值,即从图 1-5 中查对应的 t 值,然后按 $\tau = t/\lambda$ 计算最佳诊断周期 τ 值,式中的 λ 为单位时间(里程)内发生故障的比率。

例如: $C_z/C_x = 0.28$, $\lambda = 10^{-4}$, 从图中查得 $t = 0.67$, 经计算

$$\tau = t/\lambda = 0.67/10^{-4} \text{ km} = 6700 \text{ km}$$

计算出的最佳诊断周期 τ , 还要根据前述因素进行分析、修正后试用。

根据交通部《汽车运输业技术管理规定》,汽车实行“定期检测、强制维护、视情修理”