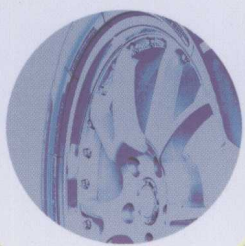




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

汽车检测诊断技术 与设备(第2版)

仇雅莉 胡光辉 主编 郭 彬 王增林 副主编 杨维和 主审



<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

汽车检测诊断技术与设备

(第2版)

仇雅莉 胡光辉 主编

郭 彬 王增林 副主编

杨维和 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以汽车不解体检测诊断技术为主线,介绍了发动机基础理论、汽车主要使用性能、汽车检测诊断基础理论与汽车检测站的相关知识;以丰田、大众车系为主,介绍了发动机综合性能检测、底盘的检测、汽车微机控制系统的检测、汽车车速表的检测、汽车前照灯的检测、汽车排气污染物的检测、汽车噪声的检测、汽车空调的检测等内容;阐述了上述检测项目所用检测设备的结构、工作原理、检测方法、设备日常维护及相关的检测标准和检测结果分析,使学生初步具备对汽车整车性能的检测能力。

本书注重理论联系实际,力求通俗易懂,深入浅出,注重实用,反映生产实际中的新知识、新标准、新技术、新设备、新工艺和新方法。

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

汽车检测诊断技术与设备/仇雅莉,胡光辉主编. —2版. —北京:电子工业出版社,2008.2

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

ISBN 978-7-121-05924-7

I. 汽… II. ①仇…②胡… III. ①汽车—故障检测—高等学校:技术学校—教材②汽车—故障诊断—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(2008)第014001号

策划编辑:程超群

责任编辑:宋兆武 史鹏举

印 刷:北京季峰印刷有限公司

装 订:三河市万和装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:19.75 字数:504千字

印 次:2008年2月第1次印刷

印 数:4000册 定价:28.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

随着科学技术和我国汽车工业的发展,汽车技术日新月异,特别是大量新技术的应用,使汽车的结构、性能发生了根本性的变化。新的结构原理和电子控制装置相继涌现,在大幅度提高汽车综合性能的同时,也使得汽车的故障诊断与维修问题日益突出。本教材以“两年制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,结合高职专业的要求和特点及目前汽车检测诊断与维修行业的要求而编写。

《汽车检测诊断技术与设备》是汽车运用与维修专业的一门实践性很强的必修专业课。本书以汽车不解体检测诊断为主线,介绍了汽车检测诊断所必需的发动机基础理论、汽车主要使用性能、汽车检测基础理论、汽车检测站的相关知识;同时以丰田、大众车系为主,介绍了发动机综合性能检测、底盘的检测、汽车微机控制系统的检测、汽车车速表的检测、汽车前照灯的检测、汽车排气污染物的检测、汽车噪声检测及汽车空调装置检测的方法和设备。重点以现代汽车常见的新结构为主,通过学习使学生具备进行汽车检测诊断的基本能力。

本书注重理论联系实际,力求通俗易懂,深入浅出,注重实用,反映生产实际中的新知识、新技术、新设备、新工艺和新方法。

本书由湖南交通职业技术学院仇雅莉(绪论,第1、2、3章)、胡光辉(第8、9章)担任主编,南京交通职业技术学院郭彬(第5、10、11章)、山西交通职业技术学院王增林担任副主编(第4、6、7、12章),云南交通职业技术学院杨维和担任主审。

本书在编写过程中得到了相关单位领导和技术人员的大力支持,并参考了汽车界同仁的一些著作,在此一并表示感谢。

限于编者经历及水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评、指正。

编 者

2007年11月

目 录

绪论	(1)
0.1 汽车检测诊断技术发展概况	(1)
0.1.1 国外汽车检测诊断技术发展概况	(1)
0.1.2 我国汽车检测诊断技术发展概况	(2)
0.1.3 我国汽车检测诊断技术的发展方向	(2)
0.2 课程的性质、任务、要求	(3)
第1章 发动机基础理论	(4)
1.1 发动机性能指标	(4)
1.1.1 发动机动力性指标	(4)
1.1.2 发动机经济性指标	(5)
1.2 发动机特性	(5)
1.2.1 发动机负荷特性	(6)
1.2.2 发动机速度特性	(7)
1.2.3 柴油机调速特性	(9)
1.2.4 发动机万有特性	(10)
复习思考题	(12)
第2章 汽车的使用性能	(13)
2.1 汽车的动力性	(13)
2.1.1 汽车动力性的评价指标	(13)
2.1.2 汽车的驱动力与行驶阻力	(13)
2.1.3 汽车行驶的驱动与附着条件	(17)
2.1.4 影响汽车动力性的主要因素	(18)
2.2 汽车的燃料经济性	(19)
2.2.1 汽车燃料经济性的评价指标	(20)
2.2.2 汽车燃料经济性计算	(20)
2.2.3 影响汽车燃料经济性的主要因素	(21)
2.3 汽车的制动性	(21)
2.3.1 汽车制动性的评价指标	(21)
2.3.2 制动力学	(22)
2.3.3 制动效能及制动的稳定性	(22)
2.3.4 影响汽车制动性的主要因素	(26)
2.3.5 车轮防抱死制动理论简介	(27)
2.4 汽车的操纵稳定性	(28)
2.4.1 轮胎的侧偏特性	(28)
2.4.2 汽车的转向特性	(29)
2.4.3 汽车的纵向、横向稳定性	(30)

2.4.4	汽车转向轮的摆振与稳定	(31)
2.4.5	影响汽车操纵稳定性的主要因素	(32)
2.5	汽车的舒适性	(32)
2.5.1	汽车的行驶平顺性	(33)
2.5.2	汽车噪声	(35)
2.5.3	汽车空气调节	(36)
2.6	汽车的通过性	(39)
2.6.1	汽车通过性的参数	(39)
2.6.2	影响汽车通过性的主要因素	(41)
	复习思考题	(42)
第3章	汽车检测诊断基础理论	(43)
3.1	检测诊断参数及标准	(43)
3.1.1	检测诊断参数	(43)
3.1.2	检测诊断参数的标准	(45)
3.1.3	国家检测诊断相关标准和法规	(47)
3.2	检测系统	(47)
3.2.1	检测系统的基本组成	(47)
3.2.2	智能化仪表简介	(48)
3.2.3	检测工作的任务和检测方法分类	(49)
3.3	误差分析与数据处理	(50)
3.3.1	误差分析的基本知识	(51)
3.3.2	数据处理的基本方法	(52)
3.4	汽车检测设备中常用传感器	(54)
3.4.1	常用传感器的分类	(54)
3.4.2	汽车检测设备中常用传感器的工作原理及应用	(55)
	复习思考题	(63)
第4章	汽车检测站	(64)
4.1	汽车检测站综述	(64)
4.1.1	汽车检测站的任务	(64)
4.1.2	汽车检测站的类型及设备	(64)
4.1.3	汽车检测站的组成及工位设置	(66)
4.2	汽车检测站的工艺组织	(68)
4.2.1	汽车综合检测站	(68)
4.2.2	汽车安全环保检测站	(69)
4.3	检测线的微机控制系统	(73)
4.3.1	微机控制系统的功能和要求	(74)
4.3.2	微机控制系统的组成	(74)
4.3.3	微机控制系统的控制方式	(75)
4.4	汽车检测站实训	(78)
	复习思考题	(78)

第5章 发动机综合性能检测与检测设备	(79)
5.1 发动机功率检测	(79)
5.1.1 稳态测功和动态测功	(79)
5.1.2 无负荷测功测量原理	(80)
5.1.3 无负荷测功设备和测功方法	(81)
5.1.4 检测标准及检测结果分析	(92)
5.2 发动机汽缸密封性检测	(93)
5.2.1 汽缸密封性对发动机性能的影响	(93)
5.2.2 汽缸密封性检测	(93)
5.2.3 检测标准及检测结果分析	(97)
5.3 发动机起动系统检测	(99)
5.3.1 用发动机综合性能分析仪检测起动系统故障的方法	(99)
5.3.2 检测标准及检测结果分析	(100)
5.4 发动机点火系统的检测	(101)
5.4.1 点火系统检测项目	(101)
5.4.2 点火示波器的测量原理	(101)
5.4.3 用发动机综合性能分析仪检测点火系统的方法	(102)
5.4.4 点火正时的检测	(112)
5.4.5 检测标准及检测结果分析	(115)
5.5 发动机燃油供给系统的检测	(121)
5.5.1 电控汽油机燃油供给系统的检测	(121)
5.5.2 柴油机燃油供给系统的检测	(124)
5.5.3 检测标准及检测结果分析	(128)
5.6 发动机润滑系统的检测	(130)
5.6.1 机油压力的检测	(130)
5.6.2 机油品质的检测	(130)
5.6.3 机油消耗量的检测	(132)
5.6.4 检测标准及检测结果分析	(132)
5.7 发动机冷却系统的检测	(134)
5.8 发动机异响的检测	(135)
5.8.1 发动机异响的类型及影响因素	(135)
5.8.2 发动机异响仪器检测法	(136)
5.8.3 检测标准及检测结果分析	(139)
5.9 发动机综合性能检测实训	(140)
5.9.1 实训一: 汽车发动机功率检测	(140)
5.9.2 实训二: 汽缸压缩压力检测	(140)
5.9.3 实训三: 发动机点火系统检测	(141)
5.9.4 实训四: 汽油发动机燃油喷射系统供油压力检测	(141)
复习思考题	(141)

第 6 章 底盘的检测与检测设备	(143)
6.1 底盘输出功率的检测	(143)
6.1.1 底盘测功试验台的结构与原理	(143)
6.1.2 底盘测功试验台的测功方法	(146)
6.1.3 检测标准及检测结果分析	(148)
6.2 转向系统的检测	(150)
6.2.1 四轮定位的检测	(150)
6.2.2 车轮定位的动态检测	(154)
6.2.3 检测标准及检测结果分析	(158)
6.3 车轮平衡的检测	(159)
6.3.1 车轮的静平衡与动平衡	(159)
6.3.2 车轮不平衡的检测原理	(161)
6.3.3 车轮动平衡仪及使用方法	(162)
6.3.4 检测标准及检测结果分析	(165)
6.4 制动系统的检测	(166)
6.4.1 制动性能的道路试验设备和方法	(166)
6.4.2 制动性能的室内试验设备和方法	(169)
6.4.3 检测标准及检测结果分析	(174)
6.5 汽车悬架装置的检测	(177)
6.5.1 汽车悬架装置试验台的结构和工作原理	(177)
6.5.2 检测标准及检测结果分析	(179)
6.6 汽车底盘检测实训	(180)
6.6.1 实训一: 汽车四轮定位检测	(180)
6.6.2 实训二: 汽车侧滑量检测	(181)
6.6.3 实训三: 车轮平衡检测	(181)
6.6.4 实训四: 汽车制动性能检测	(181)
复习思考题	(182)
第 7 章 汽车微机控制系统的检测与检测设备	(183)
7.1 汽车微机控制系统故障检测基础	(183)
7.1.1 微机控制系统故障检测诊断的基本方法	(183)
7.1.2 故障代码的读取和清除	(184)
7.2 汽车微机控制系统故障检测诊断设备	(188)
7.2.1 发动机综合性能分析仪	(188)
7.2.2 “电眼睛”汽车电控系统检测仪	(193)
7.2.3 “修车王”汽车故障电脑诊断仪	(196)
7.2.4 “红盒子”汽车电控系统检测仪	(198)
7.2.5 汽车万用示波表	(200)
7.3 发动机微机控制系统的检测	(203)
7.3.1 发动机微机控制系统检测的注意事项	(203)
7.3.2 利用自诊断系统检测发动机故障的方法	(203)

7.3.3	利用诊断仪检测发动机故障的方法	(205)
7.4	微机控制自动变速器的检测	(207)
7.4.1	微机控制自动变速器诊断的原则和程序	(207)
7.4.2	自动变速器微机控制系统的检测	(209)
7.4.3	微机控制自动变速器性能检测	(214)
7.4.4	检测标准及检测结果分析	(218)
7.5	微机控制防抱死制动和牵引力控制系统的检测	(222)
7.5.1	检测的程序和基本方法	(222)
7.5.2	ABS 系统的检测	(222)
7.5.3	ASR 系统的检测	(226)
7.6	安全气囊系统检测	(227)
7.6.1	安全气囊系统的组成和工作原理	(227)
7.6.2	安全气囊系统的检测	(229)
7.7	汽车微机控制系统检测实训	(234)
7.7.1	实训一: 发动机微机控制系统检测	(234)
7.7.2	实训二: 自动变速器性能检测	(234)
7.7.3	实训三: 自动变速器微机控制系统的检测	(235)
7.7.4	实训四: 微机控制防抱死制动和牵引力控制系统检测	(235)
	复习思考题	(235)
第 8 章	汽车车速表的检测与检测设备	(237)
8.1	汽车车速表的测量原理	(237)
8.1.1	车速表检测的意义	(237)
8.1.2	车速表误差的形成与测量原理	(237)
8.2	车速表的检测与检测设备	(239)
8.2.1	车速表试验台	(239)
8.2.2	车速表的检测方法	(240)
8.2.3	检测标准及检测结果分析	(241)
8.2.4	检测设备的使用及维护	(241)
8.3	汽车车速表检测实训	(242)
	复习思考题	(242)
第 9 章	汽车前照灯的检测与检测设备	(243)
9.1	汽车前照灯的检验指标及配光特性	(243)
9.1.1	前照灯的检验指标	(243)
9.1.2	前照灯的配光特性	(244)
9.2	前照灯的检测与检测设备	(244)
9.2.1	汽车前照灯检测仪	(244)
9.2.2	汽车前照灯的检测方法	(248)
9.2.3	检测标准及检测结果分析	(249)
9.2.4	检测设备的使用及维护	(250)
9.3	汽车前照灯检测实训	(251)

复习思考题	(251)
第 10 章 汽车排气污染物检测与检测设备	(252)
10.1 汽车排气污染物的主要成分及其危害	(252)
10.2 汽车排气新标准简介	(254)
10.3 汽油机排气污染物的检测	(256)
10.3.1 汽油机排气污染物的检测设备	(256)
10.3.2 汽油机排气污染物的检测方法	(259)
10.3.3 检测标准及检测结果分析	(265)
10.4 柴油机排气污染物的检测	(267)
10.4.1 柴油机排气污染物的检测设备	(267)
10.4.2 柴油机排气污染物的检测方法	(269)
10.4.3 检测标准及检测结果分析	(271)
10.5 汽车排气污染物检测实训	(273)
10.5.1 实训一: 汽油机排气污染物检测	(273)
10.5.2 实训二: 柴油机烟度检测	(273)
复习思考题	(273)
第 11 章 汽车噪声检测与检测设备	(275)
11.1 汽车噪声及其影响	(275)
11.1.1 汽车噪声的评价指标	(275)
11.1.2 汽车噪声的产生及其影响	(276)
11.2 汽车噪声检测与检测设备	(278)
11.2.1 汽车噪声检测设备	(278)
11.2.2 汽车噪声检测方法	(281)
11.2.3 检测标准及检测结果分析	(287)
11.3 汽车噪声检测实训	(290)
复习思考题	(291)
第 12 章 汽车空调系统检测	(292)
12.1 汽车空调系统的组成及工作原理	(292)
12.1.1 汽车空调系统的组成	(292)
12.1.2 汽车空调系统的基本工作原理	(294)
12.2 汽车空调系统的检测	(296)
12.2.1 汽车空调系统的直观检查与自诊断检测	(296)
12.2.2 汽车空调整车性能检测	(299)
复习思考题	(305)
参考文献	(306)

绪 论

汽车已成为现代生活中不可缺少的工具,目前全世界汽车保有量已超过5亿辆,且还在不断增加。汽车的大量使用,在提高运输效率,促进经济发展,改善人们生活的同时,也带来了排气污染、噪声污染、交通事故和能源紧张等引起全球关注的问题。

人们为了解决这些问题,一方面要从技术上入手,努力研究开发高性能、低污染的汽车,这是汽车研究、生产部门孜孜以求的目标;另一方面要加强对在用汽车的定期检测,以便及时维修调整,使汽车处于良好的工作状态,这就是汽车检测技术要解决的问题。

汽车检测技术是利用各种检测设备,在不解体情况下确定汽车技术状况或工作能力而进行的检查和测量。现代汽车科技含量迅速提高,传统的“望”、“闻”、“摸”、“切”式的汽车检测方式已不适应维修形势发展的要求。现代汽车检测技术依靠先进的传感与检测技术,采集汽车的各种具有某些特征的动态信息,并对这些信息进行各种分析和处理,区分、识别并确认其异常表现,预测其发展趋势,查明其产生原因、发生部位和严重程度,提出针对性的维修措施和处理方法,达到“预防为主、定期检测、强制维护、视情修理”。采用现代汽车检测技术可提高汽车的利用率,最大限度地减少维修的次数,延长汽车使用寿命,确保汽车运行的安全性、可靠性和经济性。

0.1 汽车检测诊断技术发展概况

汽车检测诊断技术是伴随着汽车技术的发展而发展的。随着现代科学技术的进步,特别是计算机技术的进步,汽车检测诊断技术也飞速发展。目前人们已能依靠各种先进的仪器设备,对汽车进行不解体检检测诊断,而且安全、迅速、准确。

0.1.1 国外汽车检测诊断技术发展概况

汽车检测诊断技术是从无到有逐步发展起来的,早在20世纪50年代,在一些工业发达国家就形成了以故障诊断和性能调试为主的单项检测诊断技术,并生产单项检测设备。20世纪60年代初期进入我国的汽车检测试验设备有美国的发动机分析仪、英国的发动机点火系统故障诊断仪和汽车道路试验速度分析仪等,这些都是国外早期发展的汽车检测设备。20世纪60年代后期,随着汽车技术的进步,国外汽车检测技术发展很快,并且大量应用了声学、光学、电子技术、理化与机械相结合的光机电和理化机电一体化检测技术。例如,非接触式的车速仪、前照灯检测仪、车轮定位仪、废气分析仪等都是光机电、理化机电一体化的检测设备。

进入20世纪70年代以来,随着计算机技术的发展,出现了汽车检测诊断、数据采集处理自动化、检测结果直接打印等功能的汽车性能检测仪器和设备。在此基础上,为了加强汽车管理,各工业发达国家相继建立汽车检测站和检测线,使汽车检测制度化。

从总体上讲,工业发达国家的汽车检测在管理上已实现了“制度化”;在检测基础技术方面已实现了“标准化”;在检测技术上向“智能化、自动化”方向发展。

0.1.2 我国汽车检测诊断技术发展概况

我国从 20 世纪 60 年代开始研究汽车检测诊断技术,为满足汽车维修需要,当时交通部主持进行了发动机汽缸漏气量检测仪、点火正时灯等检测仪器的研究、开发。

20 世纪 70 年代,我国大力发展了汽车检测技术,汽车不解体检测技术及设备被列为国家科委的开发应用项目。由交通部主持研制开发了反作用力式汽车制动试验台、惯性式汽车制动试验台、发动机综合检测仪、汽车性能综合检验台(具有制动性检测、底盘测功、速度测试等功能)等。

进入 20 世纪 80 年代,随着国民经济的发展,科学技术在各个领域都有了较快的发展,汽车检测及诊断技术也随之得到快速发展;我国的汽车制造业和公路交通运输业发展迅猛,对汽车检测诊断技术和设备的需求也与日俱增。我国机动车保有量迅速增加,随之而来的是交通安全和环境保护等社会问题。如何保证车辆运行快速、经济、灵活,并尽可能减轻环境污染等问题,已逐渐被提到政府有关部门的议事日程。交通部主持研制、开发了汽车制动试验台、侧滑试验台、轴(轮)重仪、速度试验台、灯光检测仪、发动机综合分析仪、底盘测功机等。国家在“六五”期间重点推广了汽车检测与诊断技术。

在单台检测设备研制成功的基础上,为了保证汽车技术状况良好,加强在用汽车的技术管理,充分发挥检测设备的作用,交通部从 1980 年开始有计划地在全国公路运输和车辆管理系统(交通部当时负责汽车监理)筹建汽车检测站,检测内容以汽车安全性检测为主。

20 世纪 80 年代初,交通部在大连市建立了国内第一个汽车检测站,从工艺上提出将各种单台检测设备安装组合,构成功能齐全的汽车检测线,其检测目标为 30 000 辆次/年。

继大连检测站之后,作为“六五”科技项目,交通部先后要求十多个省市、自治区交通厅(局)筹建汽车检测站。20 世纪 80 年代中期,汽车监理由公安部主管,公安部在交通部建设汽车检测站的基础上,进行了推广和发展。仅 1990 年年底,全国已有汽车检测站 600 多个,形成了全国的汽车检测网。

1990 年交通部发布第 13 号令《汽车运输业车辆技术管理规定》和 1991 年交通部发布第 29 号令《汽车运输业车辆综合性能检测站管理办法》后,全国又掀起了建设汽车综合性能检测站的高潮。到 1999 年,全国已建立汽车综合性能检测站 1000 多家,其中 A 级站 140 多家,完成检测量 700 万辆。

我国汽车检测诊断技术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。1985 年以前,在检测设备方面,我国以进口为主。到 20 世纪 80 年代后期,我国东南沿海和内地大城市,如深圳、广州、肇庆、西安、北京、武汉等,逐渐从引进消化到自行研制,先后推出了部分国产和全部国产化的检测设备。如今,除少数专用设备外,绝大部分检测设备都已经实现了国产化,基本满足了国内需求。

0.1.3 我国汽车检测诊断技术的发展方向

我国汽车检测诊断技术要赶超世界先进水平,应该从汽车检测技术基础规范化、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。

1. 汽车检测技术基础规范化

在检测技术发展过程中既要重视硬件技术,还要加强检测方法、限值标准等基础性技术

的研究,随着检测手段的完善,与硬件相配套的检测技术软件的建设也进一步完善。为此应重点开展汽车检测技术的基础研究,其主要内容如下。

(1) 制定和完善汽车检测项目的检测方法和限值标准,如发动机排放、驱动轮输出功率、底盘传动系统功率损耗、滑行距离、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认证规则,以保证综合性能检测站履行其职责。

2. 汽车检测设备智能化

目前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,今后要在这方面加快发展速度。

3. 汽车检测管理网络化

目前我国汽车综合性能检测站部分已实现了计算机管理系统的检测,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、软硬件资源共享。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连成一个广域网,使上级交通管理部门可以及时了解各地区车辆技术状况。

0.2 课程的性质、任务、要求

《汽车检测诊断技术与设备》是汽车运用与维修专业学生在进入最后学习阶段时,为向汽车检测技术领域纵深发展和就业奠定坚实基础而设置的专修课程。其任务是:通过学习使学生具备汽车检测诊断的基本理论和基本技能,培养学生的创新精神和实践能力。

《汽车检测诊断技术与设备》是一门实践性很强的课程,应做到理论与实践紧密结合,根据条件加强现场教学环节。

通过本课程的学习,培养学生达到以下能力。

- (1) 具有正确使用汽车检测诊断仪器、仪表和设备的能力。
- (2) 具有独立主持完成汽车各项检测作业、正确处理检测结果、提出技术处理方案的能力。
- (3) 初步具备汽车检测工作的组织管理能力。

第1章 发动机基础理论

1.1 发动机性能指标

建立发动机性能指标是为了便于评价其质量。发动机性能指标有两种。一种是以工质对活塞做功为基础的性能指标,简称指示指标,主要有:平均指示压力 p_i ,指示功率 P_i ,指示燃油消耗率 g_i 和指示热效率 η_i 。指示指标不受动力输出过程中机械摩擦和附件消耗等各种外来因素的影响,直接反映由燃烧到热功转换的工作循环进行的好坏,因而在工作过程的分析研究中得到广泛的应用。另一种是以曲轴输出功率为基础的性能指标,简称有效指标。有效指标被用来直接评定发动机实际工作性能的优劣,因而在生产实践中获得广泛的应用。发动机有效指标包括动力性指标和经济性指标两类。本节主要介绍发动机有效指标。

1.1.1 发动机动力性指标

1. 有效功率

发动机曲轴上输出的功率称为有效功率 P_e ,由发动机台架试验得出,它总是小于指示功率 P_i 。因为在指示功率的机内传输过程中,不可避免地有机械损失,这些损失包括发动机内部运动件的摩擦损失、驱动附属机构的损失及泵气损失等,机械损失所消耗功率的总和称为机械损失功率 P_m 。因此,有效功率 P_e 为

$$P_e = P_i - P_m \quad (\text{kW}) \quad (1-1)$$

为了表明由于机械损失使发动机有效功率减小的程度,引入机械效率 η_m 的概念。它等于发动机有效功率与指示功率的比值

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = 1 - \frac{P_m}{P_i} \quad (1-2)$$

机械效率值越高,则发动机功率利用程度越高。

2. 有效转矩

发动机曲轴输出的转矩称为有效转矩 M_e ,可由测功器测得。根据所测得的有效转矩 M_e ($\text{N} \cdot \text{m}$)和发动机转速 n (r/min),可以得出有效功率 P_e ,即

$$P_e = M_e \times 2\pi \times \frac{n}{60} \times 10^{-3} = \frac{M_e n}{9550} \quad (\text{kW}) \quad (1-3)$$

或

$$M_e = \frac{9550 P_e}{n} \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (1-4)$$

3. 平均有效压力

发动机单位汽缸工作容积输出的有效功,称为平均有效压力 p_e ,其表达式为

$$p_e = \frac{W_e}{V_h} \quad (\text{kPa}) \quad (1-5)$$

式中, V_h 为汽缸工作容积,单位为L。

设一台发动机的缸数为 i ，汽缸工作容积为 V_h (L)，转速为 n (r/min)，平均有效压力为 p_e (kPa)，则发动机的有效功率为

$$P_e = \frac{p_e V_h i n}{30\tau} \times 10^{-3} \text{ (kW)} \quad (1-6)$$

式中， τ 为发动机的冲程数，四冲程 $\tau=4$ ，二冲程 $\tau=2$ 。

或

$$p_e = \frac{30P_e \tau}{V_h i n} \times 10^3 \text{ (kPa)} \quad (1-7)$$

通过 P_e 与 M_e 之间的关系， p_e 还可写成

$$p_e = 3.14 \frac{M_e \tau}{V_h i} \text{ (kPa)} \quad (1-8)$$

发动机的有效功率、有效转矩、平均有效压力越大，动力性越好。

1.1.2 发动机经济性指标

1. 有效燃料消耗率

有效燃料消耗率 g_e 是单位有效功的耗油量。通常以每千瓦小时有效功的耗油量表示，以 $[g/(kW \cdot h)]$ 为单位。有效燃料消耗率按下式计算

$$g_e = \frac{G_T}{P_e} \times 10^3 \text{ (g/kW} \cdot \text{h)} \quad (1-9)$$

式中， G_T 为发动机的每小时耗油量，单位为 kg/h。

2. 有效热效率

有效热效率 η_e 是发动机实际循环的有效功与所消耗燃料的热量之比

$$\eta_e = \frac{W_e}{Q_1} \quad (1-10)$$

式中， Q_1 为得到有效功所消耗的热量，单位为 kJ； W_e 为发动机的有效功，单位为 kJ。

1 kW · h 的能量为 3 600 kJ，而完成 1 kW · h 的功所需要消耗的热量为 $g_e H_\mu / 1\,000$ (kJ)，其中 H_μ 为燃料低热值 (kJ/kg)，则有效热效率为

$$\eta_e = \frac{3.6}{g_e H_\mu} \times 10^6 \quad (1-11)$$

发动机有效燃料消耗率越小、有效热效率越高，经济性越好。

1.2 发动机特性

发动机的性能指标随发动机调整情况和运转工况而变化的关系称为发动机特性。其中性能指标随调整情况变化的关系称为调整特性；性能指标随运转工况变化的关系称为性能特性。发动机特性通常用曲线表示，称为发动机特性曲线。通过特性曲线可以分析在不同使用工况下，发动机特性变化的规律及影响因素，评价发动机性能，从而提出改善发动机性能的途径。

发动机工况即发动机工作状态，通常用发动机功率与转速或发动机负荷与转速来表示。

发动机随使用工况的不同，发出的功率和转矩不同。实际上，有效燃料消耗率 g_e ，有效热效率 η_e ，平均有效压力 p_e 及其他工作过程参数也将随之变化。

1.2.1 发动机负荷特性

发动机负荷特性表示发动机在某一转速下，燃油经济性指标及其他参数随负荷（可用功率 P_e ，转矩 M_e 或平均有效压力 p_e 等表示）的变化关系。

1. 汽油机负荷特性

在点火提前角最佳、供油系统、进气系统及控制系统工作正常的情况下，保持汽油机转速一定，每小时耗油量 G_T ，有效燃料消耗率 g_e 随负荷而变化的关系，称为汽油机负荷特性。

汽油机的负荷调节方法称为“量调节”，即靠改变节气门开度，从而改变进入汽缸的混合气数量来适应负荷变化。如图 1.1 所示为某汽油机负荷特性。

由图可知，每小时耗油量 G_T 随发动机负荷增大而增加，大负荷时由于混合气加浓上升更快。而有效燃料消耗率 g_e 随负荷增大逐渐减小，在小负荷区域减小得快（曲线陡），在大负荷区域减小得缓慢（曲线平缓），在接近全负荷时，有效燃料消耗率 g_e 又有所增大。

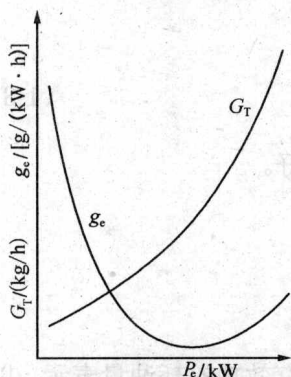


图 1.1 某汽油机负荷特性

2. 柴油机负荷特性

柴油机转速一定，每小时耗油量 G_T ，有效燃油消耗率 g_e 随负荷而变化的关系称为柴油机的负荷特性。

转速一定时，进入汽缸的空气量不变，改变负荷相应改变的是每循环供油量 Δg ，使混合气成分变化。因此，柴油机是通过改变混合气的过量空气系数（浓度）来适应负荷的变化的。其负荷调节方法称为“质调节”。如图 1.2 所示为柴油机的负荷特性。

由图 1.2 可知，柴油机负荷特性中的 G_T 、 g_e 曲线变化趋势与汽油机一致。

有效燃料消耗率 g_e 曲线中的 1 点为最低油耗点，2 点为冒烟界限。

3. 负荷特性曲线的特点

负荷特性曲线具有如下特点。

(1) 负荷特性是发动机的基本特性，常用它评价发动机工作的经济性。根据需要可测定发动机不同转速下的负荷特性，其特点是转速变化时各条负荷特性曲线的变化趋势相同，只是各条曲线的路径不同。

(2) 负荷特性可反映发动机工作的经济性。希望发动机经常处于或接近耗油率低、负荷较大的经济区域运行，因此应注意提高发动机的功率利用率。如在选配发动机时，应注意在满足发动机要求的前提下，不宜装功率过大的发动机。

(3) 由负荷特性可以看出：低负荷时，耗油率很高，经济性差，同一转速下最低耗油率 g_{emin} 愈小、曲线变化愈平坦，经济性愈好。柴油机 g_{emin} 比汽油机低 10%~30%，而且燃料消

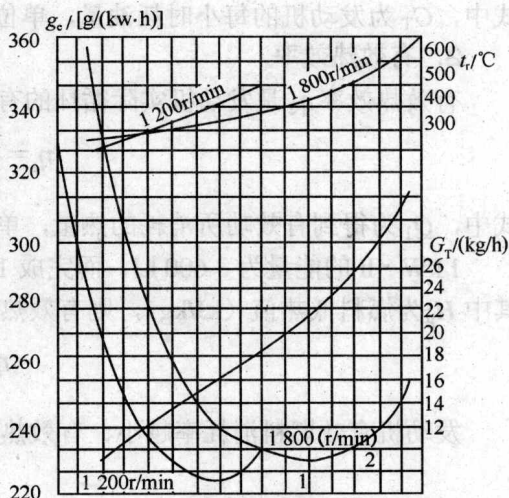


图 1.2 柴油机的负荷特性

耗率曲线比较平坦。相比之下，柴油机经济性较好。

1.2.2 发动机速度特性

发动机性能指标随转速变化的关系称为发动机的速度特性。

1. 汽油机速度特性

汽油机节气门开度固定不动，点火提前角最佳、供油系统、进气系统及控制系统工作正常的情况下，有效功率 P_e ，有效转矩 M_e ，燃油消耗率 g_e 随转速 n 变化的关系称为汽油机的速度特性。节气门全开时的速度特性称为外特性。节气门部分打开时的速度特性称为部分负荷速度特性。

(1) 外特性。如图 1.3 所示为汽油机外特性曲线的一般趋势。

有效转矩 M_e 曲线为一上凸形状，在某一转速下达到最大值，然后随之下降，且下降程度随转速升高而加快，曲线变化较陡。

有效功率 P_e 曲线也是一上凸形状，某一转速下具有最大值。

有效燃料消耗率 g_e 曲线为一下凹曲线，在某一转速下达最小。

(2) 部分负荷速度特性。如图 1.4 所示为 EQ6100 汽油机速度特性。

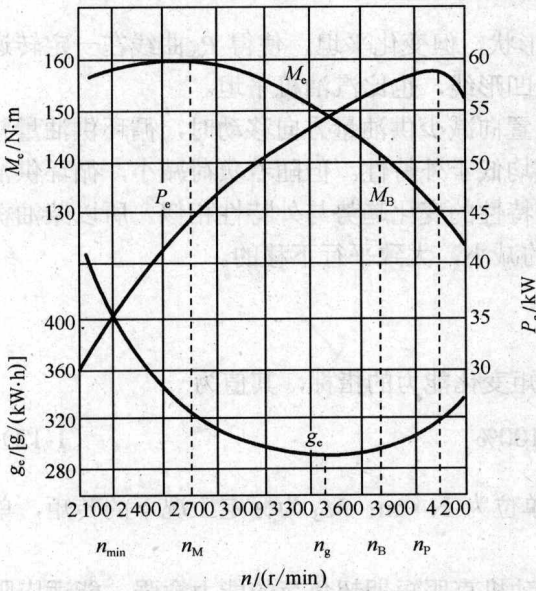


图 1.3 汽油机外特性

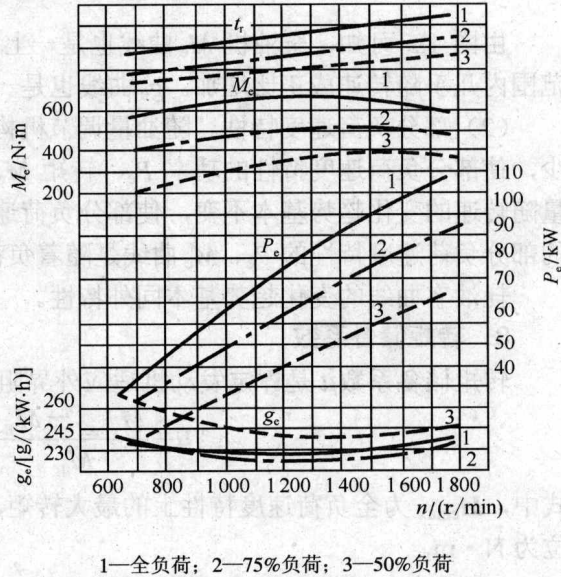


图 1.4 EQ6100 汽油机速度特性

由图可知，部分负荷速度特性与外特性变化趋势相同。部分负荷速度特性上的 M_e 、 P_e 值均低于外特性值，负荷越小，数值越小，且最大功率、最大转矩点向低速方向移动。

g_e 曲线以节气门 80% 左右开度时为最低。

2. 柴油机速度特性

喷油泵油量调节机构（供油拉杆或齿条）位置固定不动，柴油机性能指标（有效功率 P_e ，有效转矩 M_e ，燃油消耗率 g_e ，每小时耗油量 G_T ）随转速 n 变化的关系称为柴油机速度特性。当油量调节机构固定在标定循环供油量位置时的速度特性称为柴油机外特性。当油量调节机构固定在小于标定循环供油量位置时的速度特性称为柴油机部分负荷速度特性。

(1) 外特性。如图 1.5 所示为 6130 型柴油机外特性曲线。