



21 世纪精品教材系列

汽车检测 与诊断技术

QI CHE J IANCE YU ZHENDUAN J I SHU

主编◎张君智



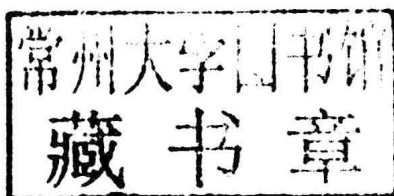
 吉林大学出版社

21 世纪精品教材系列

汽车检测与诊断技术

主 编 张君智

副主编 张建才 何 杰



吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测与诊断技术 / 张君智主编. — 长春: 吉林大学出版社, 2015.3

ISBN 978-7-5677-3257-5

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车—故障检测②汽车—故障诊断 IV. ①U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 052160 号

书 名: 汽车检测与诊断技术
作 者: 张君智 主编

责任编辑:李伟华 责任校对:张云忠
吉林大学出版社出版、发行
开本:787×1092 毫米 1/16
印张:16 字数:300 千字
ISBN 978-7-5677-3257-5

封面设计:可可工作室
北京楠海印刷厂 印刷
2015 年 3 月 第 1 版
2015 年 3 月 第 1 次印刷
定价:35.00 元

版权所有 翻印必究
社址:长春市明德路 501 号 邮编:130021
发行部电话:0431-89580028/29
网址:<http://www.jlup.com.cn>
E-mail:jlup@mail.jlu.edu.cn

前 言

本教材为高等学校汽车类专业教材,由长期从事汽车检测及故障诊断技术课程理论与实践教学的教师编写。在编写过程中,编者参阅了大量技术资料,并借鉴了前人的优秀成果,力求引用最新资料,力求理论联系实际,以能力的培养为主,来充分体现本教材的科学性和实用性。

本教材由张君智任主编,张建才任副主编,编写分工为:何杰编写第一章、第六章;张君智编写第四章、第五章、第八章及第九章;张建才编写第二章、第七章;李彦晶编写第三章,全书由张君智统稿。

本教材在编写过程中借鉴了大量优秀书籍资料,在此向这些作者表示谢意!由于编者水平所限,书中难免存在缺点和不当之处,恳请广大同行专家和广大读者批评指正。

编 者
2015 年 1 月



目 录

第一章 汽车检测技术概论	(1)
第一节 汽车检测技术及其发展	(1)
第二节 汽车检测标准法规和管理制度	(3)
第三节 汽车检测站	(7)
第二章 汽车动力性能检测	(24)
第一节 汽车动力性	(24)
第二节 发动机功率检测	(27)
第三节 底盘输出功率检测	(30)
第四节 汽车动力性能道路试验方法	(34)
第三章 汽车安全性能检测	(38)
第一节 汽车制动性能检测	(38)
第二节 汽车前照灯检测	(48)
第三节 汽车转向轮侧滑检测	(61)
第四节 车速表检测	(67)
第五节 C-NCAP 简介	(71)
第四章 汽车环保性能检测	(76)
第一节 汽车排气污染物的检测	(76)
第二节 汽车噪声检测	(89)
第五章 汽车燃油经济性检测	(101)
第一节 汽车燃油经济性	(101)
第二节 油耗测量的基本原理	(107)
第三节 汽车燃油消耗量试验方法	(112)
第六章 汽车故障诊断技术概述	(117)
第一节 汽车故障诊断技术	(117)
第二节 汽车故障的成因及其变化规律	(120)



第七章 发动机故障诊断	(124)
第一节 发动机气缸密封性故障诊断	(124)
第二节 发动机点火系统故障诊断	(127)
第三节 发动机启动系故障诊断	(137)
第四节 发动机润滑系及冷却系故障诊断	(144)
第五节 发动机异响故障诊断	(151)
第六节 电子控制汽油喷射系统主要元件的检测诊断	(158)
第八章 汽车底盘常见的故障诊断	(169)
第一节 传动系常见的故障诊断	(169)
第二节 自动变速器常见的故障诊断	(178)
第三节 汽车制动系的故障诊断	(194)
第四节 转向系的常见故障诊断	(199)
第五节 汽车行驶系的常见故障诊断	(206)
第九章 常见仪器设备使用方法	(213)
第一节 发动机综合性能分析仪	(213)
第二节 车轮动平衡机	(233)
第三节 四轮定位仪	(236)
第四节 通用型汽车诊断分析仪	(246)



第一章 汽车检测技术概论

第一节 汽车检测技术及其发展

一、汽车检测

汽车检测主要指性能检测,一般是在汽车使用过程中,对汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性以及环保性能等方面进行检查测试,以便对相关的性能做出评价,对发现的问题做出及时调整,使汽车保持良好的技术状况,并尽量减少汽车对交通和环保方面的不利影响。

汽车检测的目的主要有以下几个方面:

1. 确保交通安全

汽车已成为人类文明与进步的标志。人类在享受汽车带来的舒适、便捷等优越性的同时也付出了沉重的代价。据不完全统计,当今世界上每年因交通事故死亡 70 多万人,伤残 2000~2500 万人。20 世纪,世界上已有 3300 多万人在车轮下丧生,交通事故已成为一场“无休止的战争”。中国汽车工业协会 2010 年 1 月 11 日发布的统计显示,2009 年中国汽车产销分别完成 1379.10 万辆和 1364.48 万辆,首次超越美国,成为世界汽车产销第一大国,中国成为全球主要的汽车消费市场。然而中国也是世界上道路交通事故死亡人数最高的国家,统计资料表明,近年来,每年因道路交通事故伤亡人数超过 20 万人,交通事故致死率约为 21%,居世界首位。图 1-1 为道路交通事故现场。

道路交通系统是由人、车、路和环境等诸要素构成的一个动态系统。在这个系统中,任何因素的不可靠、不平衡、不稳定都可能导致种种的冲突与矛盾,从而引发交通事故。汽车本身的原因也是导致事故的重要因素,例如:汽车制动失灵、车轮爆胎、转向系统失效等。因此,对汽车进行定期检查和维修,使其处于良好的技术状况,对确保交通安全是十分有利的。

2. 减少环境污染

汽车排放尾气中的污染物主要来自于汽车的发动机汽缸的废气排放、曲轴箱混合气



图 1-1 道路交通事故现场

和燃油蒸发系统三个部分。其中发动机气缸的废气排放约占 65%，汽车排放的尾气成分是非常复杂的混合物，大约有一百多种化合物，其中主要有一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化合物(NO_x)、黑烟、油雾等。随着我国汽车保有量的迅速增加，汽车尾气引起的大气污染日趋严重，人类的健康受到威胁，经济和社会的可持续发展受到影响。汽车尾气污染已成为我国部分城市空气污染源之一，图 1-2 为我国某城市空气状况。



图 1-2 我国某城市空气状况

汽车的噪声对人的心理和生理都会产生不利影响，是一种环境污染，已经成为我国大、中城市噪声的主要来源。

依据国家相关法律法规，定期对汽车进行环保性能检测，对减少环境污染有重要意义。

3. 改善汽车性能

对于在用汽车，随着使用时间和行驶里程的增加，汽车的性能或技术状况会逐渐变差，比如汽车动力性和燃油经济性变差、排放污染物增加，甚至会引发交通事故。

通过对在用车定期检测，不仅可以使汽车处于良好的技术状况、改善汽车性能，还可以延长汽车使用寿命。



二、国外汽车检测技术的发展

汽车工业是 20 世纪初形成的。汽车检测技术伴随着汽车技术的进步,首先在西方工业发达国家开始发展,当时的检测诊断主要由人工进行。20 世纪中叶,开发了以故障诊断和性能调试为主的单项检测技术及检测设备;20 世纪 60 年代以后,出现了智能化的测试仪器设备;20 世纪 80 年代,出现了集检测工艺、操作、数据采集和打印、存储与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;90 年代起,随着计算机信息技术的发展,汽车检测技术已发展到车载诊断系统(OBD)及汽车故障诊断专家系统阶段,1996 年后,许多美国企业生产出的汽车配备普通的 OBD-II 系统的同时,又推出了加强型的诊断系统,在很大程度上提高了检测数据的通讯速度,而且还增加了对自动变速器、ABS 和 SRS 系统的诊断功能。

自工业发达国家建立机动车监测站和检测线以来,汽车检测便开始向制度化、标准化和智能化方向发展,检测结果注重科学、准确、公开、公正。

三、我国汽车检测技术的发展

我国汽车检测技术的发展经历了萌芽、发展和逐步完善的过程。20 世纪 60 年代,我国开始研究汽车检测技术。70 年代,汽车不解体检测技术及设备列为国家科委的开发应用项目。“六五”期间,国家重点推广了汽车检测和诊断技术。1984 年 5 月,大连建立了国内第一个汽车检测站。随之,国内展开了筹建汽车检测站的任务,形成了全国的汽车检测网。进入 90 年代,全国开始迅速建设汽车综合性能检测站。与此同时,汽车的检测技术和设备也得到了大力发展。

为配合汽车检测工作,国内已发布实施了有关汽车检测的标准、规程等 100 多项。国家和相关部委出台了一系列的法律法规,从汽车检测站的建立到具体的检测项目,都做出了相关规定。随着检测方法的更加科学,检测标准和监督管理水平的更加完善,我国汽车检测技术的发展也逐渐走向成熟,对确保汽车道路行驶的安全和环保性能等方面起到重大作用。

第二节 汽车检测标准法规和管理制度

一、汽车检测法律法规和标准

1. 相关法律法规

1)2000 年 4 月 29 日全国人民代表大会常务委员会第十五次会议修订通过的《中华



《中华人民共和国大气污染防治法》，自 2000 年 9 月 1 日起施行。该法律指出，汽车的使用和维修单位都应确保车辆达到规定的污染物排放标准；在用汽车不符合当时的排放标准的，不得上路行驶；国家鼓励生产和消费使用清洁能源的汽车；鼓励和支持生产使用优质燃油等。

2)2003 年 10 月全国人大通过了《中华人民共和国道路交通安全法》，国务院于 2004 年 4 月 28 日发布，自 2004 年 5 月 1 日起开始施行，同时还发布了相关的《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》。该法规对机动车登记上牌、上路行驶以及车辆的安全检验等问题都做了具体规定。

2. 有关标准

近年来国家和各部委颁布的，与汽车检测技术相关的标准很多，而且随着社会发展不断在增加和更新。以下做些重点介绍。

1)2004 年 7 月 12 日发布，2004 年 10 月 1 日实施的国家标准 GB 7208—2004《机动车运行安全技术条件》。这是一个非常重要的、强制性的标准，是车辆检验部门对新注册登记和在用车辆进行定期安全技术检验的主要依据。该标准对在用汽车整车外观和技术参数、发动机、转向系、制动系、行驶系、传动系、照明与信号装置、车身和安全防护装置以及汽车环保等方面提出了全面系统的技术要求，对保证机动车正常行驶、提高道路交通安全水平和保护环境方面起到了重要的作用。

2)2008 年 5 月 26 日发布，2009 年 6 月 1 日实施的 GB 21861—2008《机动车安全技术检验项目和方法》。这是按照《中华人民共和国道路交通安全法》的规定并参照 GB 7258—2004《机动车运行安全技术条件》对机动车的要求而制定的机动车安全技术检验国家标准，提出了机动车安全检测站进行的具体检验项目、检测设备、检验方法以及检验结果审核等方面的技术规范。在全国范围内统一机动车安全技术检验的项目和方法，既是进一步规范机动车安全技术检验行为的客观要求，也是切实贯彻《中华人民共和国道路交通安全法》及其实施条例的具体举措之一。

3)2004 年 9 月 2 日批准发布，2005 年 7 月 1 日正式实施的国家标准 GB 19578—2004《乘用车燃料消耗量限值》。该标准按照整备质量的大小对乘用车燃料消耗量的限值做出了具体规定，是我国控制汽车燃料消耗量的第一个强制性国家标准。

4)2001 年 12 月 13 日发布，2002 年 8 月 1 日实施的国家标准 GB 18065—2001《营运车辆综合性能要求和检验方法》。这是依据国家有关安全、节能及环保等方面的政策、法规和我国汽车运输车辆技术管理有关规定，并参照先进国家相关标准制定的。该标准结合营运汽车的特点和我国的实际技术水平和要求，对营运车辆的整车装备、动力性、经济性、制动性、操纵稳定性、可靠性、排放和噪声控制等综合性能提出了基本技术要求并规定了相应检验方法。



5)由国家环境保护总局与国家质量监督检验检疫总局联合于2005年6月7日发布,2005年7月1日实施的国家标准 GB 18285—2005《点燃式发动机汽车排气污染物限值及测量方法(双怠速法及简易工况法)》。该标准为强制性国家标准。为了有效限制汽车尾气排放,标准规定对安装了闭环控制和三元催化净化系统的车辆应采用双怠速法检验代替传统的怠速方法,以后还应逐步实行更加完善的简易工况法。该标准制定过程中,参考了美国和欧洲等发达国家地区的相关测试方法。

6)2005年12月12日发布,2006年1月1日实施的 HJ/T 240—2005《确定点燃式发动机在用汽车简易工况法排气污染物排放限值的原则和方法》。这是国家环保总局提出的环境保护行业标准,可以看作是 GB 18285—2005 的附加说明,具体提出点燃式发动机汽车逐步采用简易工况法的原则和具体方法。

7)由国家环境保护总局与国家质量监督检验检疫总局联合于2005年6月7日发布,2005年7月1日实施的 GB 3847—2005《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》。该标准也是强制性国家标准,标准中吸收了联合国欧洲经济委员会(UNECE)和欧共体委员会发布的有关压燃式汽车尾气排放相关法规中的主要技术内容,对于我国在用柴油车传统的尾气检测方法做了重大改进,提出了针对柴油车排气测试的简易工况法——加载减速法。

8)2005年12月12日发布,2006年1月1日实施的 HJ/T 241—2005《确定压燃式发动机在用汽车加载减速法排气烟度排放限值的原则和方法》。这是国家环保总局提出的环境保护行业标准——可以看作是 GB 3847—2005 的附加说明,具体提出了压燃式发动机汽车逐步采用加载减速方法的原则和具体方法。

9)2001年4月29日批准,2001年12月1日实施的国家标准系列 GB/T 11798. 1~11798. 9—2001《机动车安全检测设备检定技术条件》。该标准提出了对滑板式汽车侧滑试验台、滚筒反力式制动试验台、汽油车排气分析仪、滚筒式车速表试验台、滤纸式烟度计、对称光前照灯检测仪、轴(轮)重仪、平板制动试验台等检测仪器设备的检定方法。

二、关于在用汽车的检查制度

1. 国外的车辆检查制度

对在用汽车实行检查的制度是各国惯例。为了使汽车保持良好的技术状况,减少汽车故障,保证行车安全,延长车辆使用寿命,有效地控制汽车排放污染物,许多国家都根据本国具体情况制定了车辆定期检查和及时维修保养的制度。

例如,美国、加拿大等美洲汽车大国,全国都有机动车辆管理厅对机动车进行管理,但车检制度并不统一。美国有的州有自己的车检法规,而在用车检测大部分在民间检



测站进行。欧洲许多国家也都有自己的车检制度,车辆检验采用社会技术监督机构负责监管,不以赢利为目的,具有良好的公正性和权威性。日本有较完善的车检制度和标准,对检测的内容、方法、设备等都有规定。

2. 我国在用汽车的检查制度

我国实行在用汽车的定期检查制度,多年来基本上沿用了“定期检查、强制维护、视情修理”的原则,并以保证行车安全、减少运行故障、延长使用寿命和降低排放污染为目的,于2001年制定了国家标准 GB/T 18344—2001《汽车维护、检测、诊断技术规范》。

定期检查主要在机动车检测站进行。我国自改革开放以后,相继建设了两类机动车检测站:主要对在用汽车“年检”的安全与环保性能检测站和主要对营运车辆进行性能检验的综合性能检测站,分别接受公安、交通部门和环保部门的委托和监管。

随着改革的深入,国家对各类检测站的管理办法做了调整。2004年5月1日实施的《中华人民共和国道路交通安全法》规定,在用机动车应当依照法律规定定期进行安全技术检验,并提出机动车的安全技术检验工作实行社会化。同时在相应的《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》中规定,机动车安全技术检验机构应当按照国家机动车安全技术检验标准对机动车进行检验,对检验结果承担法律责任。同时提出,质量技术监督部门负责对机动车安全技术检验机构实行资格管理和计量认证管理,对机动车安全技术检验设备进行检定,对执行国家机动车安全技术检验标准的情况进行监督。从此,机动车安全技术检测站成为受质量技术监督部门监督的、社会化的、具有第三方公正性和权威性的检验机构。

3. 在用汽车排放检查与维护制度(I/M 制度)

I/M(inspection/maintenance,检测/维护)制度是对在用车排放进行监督、检查和及时维护的高效的管理制度。基本做法是:在专门的检测站(I站)检查汽车的排放控制系统(包括燃油蒸发排放控制系统、曲轴箱排放控制系统以及尾气排放控制系统)工作是否正常、排放是否超标,然后根据检测结果,排放不合格的车辆进入维修站(M站)进行维修,再进入检测站(I站)复测,合格后方可上路行驶。I/M制度体系是美国20世纪80年代前后研究发展起来的。建立I/M制度的出发点是:城市中汽车尾气污染,主要来自那些“高排放”车辆(指排放高于标准值10倍以上的车辆)。据统计,占汽车总数10%~15%的高排放车辆所排放的污染物,占了排放总量的50%~60%。为了加强对高排放车辆的排气控制,必须实行重点的监督、检查和及时维护,使车辆保持良好的技术状态,达到或接近出厂时的排放水平。为此美国在20世纪80年代研究发展了适合在用车排放检测的简易工况法,并在此基础上建立了检测/维护站网和一套完整的监控、管理制度。美国国家环保局自1992年起以立法形式确立实施I/M制度体系。执行I/M制度后,对汽车尾气排放总量产生了显著的影响。例如,美国科罗拉多州实行I/M制度后,



CO 的排放减少了 59%。另外,据美国 1992 年对轻型车的统计,实行 I/M 制度后,车龄达 24 年的高排放车 HC 的排放已经减少到原来的 20% 左右。

目前,我国在吸收国外先进管理经验的基础上,率先在北京、上海等城市研究和试验适合我国的 I/M 制度,建设了若干权威性的 I 站和 M 站,试行定期检查、强制维护和监控评价相结合的管理体系,并采用了给车辆确认黄、绿色环保标志的方法,用于识别高、低排放汽车(见图 1-3)。



图 1-3 绿色环保标志

根据车型、购买时间及排放达标水平,达到较高排放标准的车辆发给绿色环保标志,否则发给黄色环保标志。对黄、绿不同标志的车辆在检测频度甚至行驶道路方面都有区别限制。经过试行,已经取得了良好的效果。据统计,1998 年年底北京市在用车路检合格率为 40%,1999 年年底提高到 68%,2000 年 9 月已达到 82%。

第三节 汽车检测站

汽车检测站是按照国家有关法律、法规和标准,在不解体的情况下对在用车性能进行检测的机构。检测站结合现代的检测设备和检测方法,能够客观地对在用车的技术状况和使用性能做出检测并评价。

按规模大小分类,汽车检测站可分为大、中、小三种类型;按检测线的自动化程度分类,汽车检测站可分为手动式、半自动式和全自动式三种类型。按职能的不同,汽车检测站可分为综合性能检测站和安全技术检测站。

一、综合性能检测站

汽车综合性能是指在用汽车动力性、安全性、燃料经济性、使用可靠性、排气污染物



和噪声以及整车装备完整性与状态、防雨密封性等多种技术性能的组合。

根据国家标准 GB/T 17993—2005《汽车综合性能检测站能力的通用要求》，综合性能检测站是指按照规定的程序、方法，通过一系列技术操作行为，对在用汽车综合性能进行检测(验)评价工作并提供检测数据、报告的社会化服务机构，简称综检站。

1. 综合性能检测站的服务功能

- 1) 依法对营运车辆的技术状况进行检测；
- 2) 依法对车辆维修竣工质量进行检测；
- 3) 接受委托，对车辆改装(造)、延长报废期及其相关新技术、科研鉴定等项目进行检测；
- 4) 接受交通、公安、环保、商检、计量、保险和司法机关等部门、机构的委托，为其进行规定项目的检测。

2. 检测项目及要求

综合性能检测站的检测项目比安全与环保性能检测站的检测项目多。GB/T 17993—2005《汽车综合性能检测站能力的通用要求》对汽车综合性能检测站在组织管理、技术能力和场地设施等方面都有明确要求。

1) 车辆唯一性确认

表 1-1 车辆唯一性确认能力

序号	项目	确认方式	计算机控制管理方式
1	车牌号码/颜色/车主(单位)	人工检验	人工录入 检验结果
2	整备质量或座位数		
3	车型类别/整车外廓尺寸		
4	厂牌型号和出厂编号(或 VIN 代码)		
5	车架号码/悬架型式		
6	发动机型式/号码		
7	驱动型式		
8	燃油类别		
9	车身颜色		
10	制动型式		
11	车辆轴数		
12	前照灯制式		



2) 整车装备完整有效性检测

表 1-2 整车装备完整有效性基本检验能力

序号	项目或参数	检验方式	仪器设备 & 主要技术要求				计算机控制管理方式
			名 称	测量范围	分辨力	准确度等级或允许误差	
1	车容、漆面	人工使用量具实施测量与检验	—	—	—	—	人工录入测量与检验结果
2	后、侧、下视镜						
3	车门、行李舱门、车窗及门窗玻璃						
4	车门手把、车门锁、行李舱锁						
5	安全门、安全窗、安全带、灭火器						
6	刮水器/洗涤剂						
7	灯光、仪表、信号装置及控制						
8	车内地板						
9	车身外缘对称部位左右差		钢卷尺 (铅锤)	0~5000m	1mm	3 等或 ±0.15mm	
10	车身对称部位高度差			0~20000mm			
11	左右轴距差		—	—	—	—	
12	挡泥板		—	—	—	—	
13	轮胎气压		轮胎压力表	0~1000kPa	10kPa	2.5 级 或±2%	
14	备胎		—	—	—	—	



序号	项目或参数	检验方式	仪器设备及主要技术要求				计算机控制管理方式
			名 称	测量范围	分辨力	准确度等级或允许误差	
15	轮胎规格及胎冠花纹深度		轮胎花纹深度尺	0~15mm	0.1mm	2 等或±0.02mm	
16	牵引车与挂车联接机构						
17	可见螺栓、管、线紧固		—	—	—	—	
18	漏油、漏水、漏气、漏电						
19	离合器操纵装置自由行程						
20	行车制动系统操纵装置自由行程		钢直尺	0~500mm	1mm	3 等或±0.1mm	
21	应急制动系统操纵装置自由行程						
22	驻车制动系统操纵装置自由行程						



3) 发动机技术性能检测

表 1-3 发动机技术性能检测能力

序号	项目或参数	检验方式	仪器设备及主要技术要求				计算机控制管理方式
			名 称	测量范围	分辨力	准确度等级或允许误差	
1	起动、燃料供给、润滑、冷却、排气系统机件齐全及功能	人工检验	—	—	—	—	人工录入
2	柴油机停机装置及功能						
3	发动机功率	仪器有线连接、规定工况采样、数据自动处理、记忆、输出	发动机综合性性能检测仪	应符合 JT/T 503 和 JJG(交通) 013 的规定			受 控
4	最低稳定转速						
5	最高转速						
6	单缸转速降						
7	相对气缸压力						
8	点火提前角						
9	触点闭合角						
10	分电器重叠角						
11	供(喷)油提前角						
12	火花塞点火电压						
13	起动电流						
14	起动电压						
15	电喷系						
	a) 电压						
	b) 电阻						
	c) 脉冲频率						
	d) 脉宽						