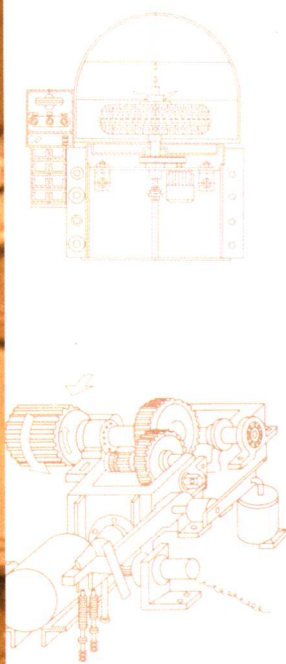
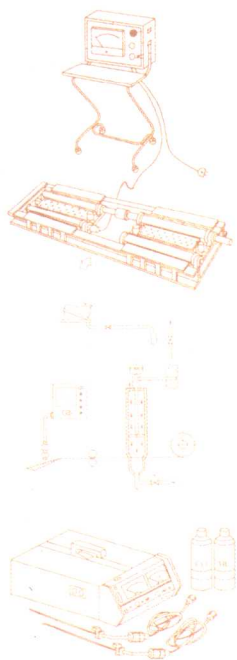


汽车维修职业技能培训教材

依据劳动和社会保障部制定的《国家职业标准》编写

汽车使用 性能与检测

安相璧 主编
唐彦峰 主审



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

汽车维修职业技能培训教材

依据劳动和社会保障部制定的《国家职业标准》编写

汽车使用性能与检测

主 编 安相壁

主 审 唐彦峰

金盾出版社

内 容 提 要

本书共九章,包括:动力性与检测,经济性与检测,制动性与检测,操纵稳定性与相关系统检测,平顺性与相关系统检测,环保特性与检测,发动机技术性能检测,汽车照明、信号装置和其他电气设备技术性能与检测,整车与总成技术性能的一般要求等。

本书可作为职业院校汽车运用与维修专业教材,也可供汽车专业师生和从事汽车设计制造、汽车运输管理、汽车维修管理的工程技术人员以及汽车电工、修理工与驾驶人阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车使用性能与检测/安相璧主编. —北京:金盾出版社,2006.11
ISBN 7-5082-4241-6

I. 汽… II. 安… III. 汽车—性能—检测 IV. U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 103640 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)
邮政编码:100036 电话:68214039 83219215
传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn
封面印刷:北京百花彩印有限公司
正文印刷:北京金盾印刷厂
装订:第七装订厂
各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:11.5 字数:340 千字

2006 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—10000 册 定价:19.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

汽车维修职业技能培训教材

编写委员会名单

主 任	孟金法	孙志诚		
副主任	舒 华	李栓成	高群钦	
委 员	安相璧	姚国平	魏建秋	王海燕
	王建旭	邹长庚	丁鸣朝	李晓华
	蒙留记	李矿理	孙家豪	李春亮
	方心明	陆克久	曹利民	杨智勇
	吴政清	罗俊杰	田 边	徐永振
	张献琛			

编写说明

汽车技术、建筑技术与环境保护是衡量一个国家工业化水平高低的三大标志。汽车作为人类文明发展的标志,从1886年1月29日发明至今,已有120年的历史。近几年来,世界知名汽车企业进入国内汽车市场,大大促进了国内汽车技术的进步与发展。随着国民经济综合实力的提高,我国汽车生产量和销售量都在迅速增大,汽车拥有量大幅度上升。汽车拥有量的急剧增加和汽车技术的快速更新,促使汽车运用与维修行业的服务对象与维修作业形式都发生了新的变化,使得技能型、应用型人才非常紧缺。

为了贯彻国务院《关于大力推进职业教育改革与发展的决定》和教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部等六部委《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神,配合中等职业学校实施紧缺人才培养计划,适应国家“十一五”规划提出的大力发展职业教育和部队“军地两用人才”培训的要求,金盾出版社组织了一批多年在教学一线工作的军内外专家、教授和优秀教师,在总结他们教学和实践经验的基础上,根据教育部等六部委颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》以及劳动和社会保障部培训就业司颁发的《技工学校汽车类专业教学计划与教学大纲》、《国家职业标准》的要求,精心编写了本套丛书。丛书包括:

- 汽车发动机构造与维修
- 汽车底盘构造与维修
- 汽车电气设备构造与维修
- 汽车使用性能与检测
- 汽车驾驶技术教程

在编写本套丛书的过程中,强调应符合汽车专业教育教学改革的要求,注重职业教育的特点,按技能型、应用型人才培养的模式进行设计构思。坚持以读者就业为导向,以服务市场为基础,以能力培养为目标,培养读者的职业技能和就业能力;合理控制理论知识,注重实用性,突出新技术、新工艺、新知识和新方法。本套丛书具有以下特点:

1. 在严格按照本专业教学计划 and 教学大纲编写的基础上,力求处理好普及与提高、共性与个性、理论与实际操作技能的三个关系。

2. 既能满足当前汽车维修的实际需要,又能体现教学内容的先进性和前瞻性。

3. 既介绍共性基础知识,又阐明轿车与载货汽车在结构、维修和技术参数等方面的区别。

4. 针对读者对象缺乏对本专业基础知识和基本理论了解与认识的实际情况,采用图文并茂、深入浅出的笔法阐述构造理论,又根据培训对象的实际需要,突出介绍检测工具、仪器与仪表的使用方法,重点介绍总成拆装、分解、调整与试验、零部件检测与维修、故障诊断与排除以及汽车使用性能的检测等技能培训内容。

本套丛书既可作为中等职业技术学校汽车运用与维修专业的培训教材,又适合于具有初中以上文化程度、热爱汽车维修的社会青年及现役士兵和士官学习阅读。

汽车维修职业技能培训教材编写委员会

前 言

汽车作为现代交通工具,为我们生产效率和生活质量的提高发挥着至关重要的作用;然而在为人类造福的同时,汽车也给我们带来了交通事故和环境污染。为了最大限度地提高使用效率、减少交通事故、降低排放污染,需要一大批专门从事汽车运用与维修专业领域的技能型人才,来保障车辆始终处于良好的技术状态。

作为专门的汽车运用与维修的技能型人才,应当较全面地掌握汽车使用性能,并能利用现代检测诊断仪器设备对其性能与技术状况,做出快速、准确的判断。为此,我们根据教育部等六部委颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》,以及劳动和社会保障部培训就业司颁发的《技工学校汽车类专业教学计划与教学大纲》的要求编写了本书。

本书共九章,包括动力性能与检测,经济性能与检测,制动性能与检测,操纵稳定性与相关系统检测,平顺性与相关系统检测,环保特性与检测,发动机技术性能检测,汽车照明、信号装置和其他电气设备技术性能与检测,整车与总成技术性能的一般要求等内容。为方便复习,在每一章的最后还列出了本章的复习思考题。

在编写过程中,我们针对技能型人才的特点和培训要求,精心编排教学内容,注重技能培养与实际应用,兼顾系统性与全面性,尽量减少理论性知识。

本书由安相璧任主编,唐彦峰任主审,陈成法、但佳璧任副主编。参加编写的还有军事交通学院马效、夏均忠、王大玮、武朋辉、王政荣、杜艾永、孟健,72726 部队张磊,空军装备部北京汽车修理厂杨丹,山东宁阳供电公司张国玉等。

在编写过程中,参阅了有关教材、著作,并得到了军事交通学院汽车试验中心全体同志的大力支持与帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中错漏难免,恳请读者批评指正。

作 者

2006 年 6 月 6 日于天津

目 录

概 述	1	一、燃油经济性道路检测的基本 条件	31
一、汽车检测基本概念与术语	1	二、检测项目及方法	31
二、汽车检测诊断分类	1	三、试验结果的校正	32
三、检测诊断的方法特点	1	复习思考题	34
四、检测诊断技术的发展	2	第三章 汽车制动性与检测	35
第一章 汽车动力性与检测	3	第一节 汽车制动时的受力分析	35
第一节 汽车动力性评价指标	3	一、地面制动力	35
一、最高车速	3	二、制动器制动力	35
二、加速时间(加速路程)	3	三、地面制动力、制动器制动力与 附着力之间的关系	36
三、最大爬坡度	3	四、硬路面上的附着系数	36
第二节 汽车动力性分析	3	第二节 汽车制动性的评价指标	37
一、汽车的驱动力与行驶阻力	3	一、汽车的制动效能及其恒定性	37
二、汽车行驶的驱动与附着条件	5	二、汽车制动时的方向稳定性	39
三、影响汽车动力性的因素	6	第三节 台架检测汽车制动性	42
第三节 台架检测汽车动力性	6	一、检测设备	42
一、检测设备功能与构造	7	二、台试制动力检测标准	47
二、在底盘检测功机上的检测项目与 原理	9	三、台试制动性能检测结果分析	48
三、台架检测动力性的方法	11	第四节 道路检测汽车制动性	49
第四节 道路检测汽车动力性	15	一、路试制动性能检测项目	49
一、检测条件	15	二、路试制动性能检测标准与 方法	49
二、检测仪器	16	三、路试制动性能检测仪器	51
三、道路试验项目及方法	18	复习思考题	53
第五节 传动系统技术状况检测	22	第四章 汽车操纵稳定性与相关系统 检测	54
一、传动系统的技术要求	22	第一节 汽车操纵稳定性的评价	54
二、离合器打滑检测	22	一、操纵性与稳定性	54
三、传动系统游动角度检测	23	二、转向操纵轻便性	54
复习思考题	25	三、最小转弯直径	54
第二章 汽车燃油经济性与检测	26	四、转向车轮的稳定效应	54
第一节 汽车燃油经济性的评价 指标	26	五、汽车转向轮的振动	55
第二节 台架检测汽车燃油经济性	26	第二节 转向系统技术状况检测	55
一、燃油消耗量检测设备	27	一、转向盘转角转矩检测	55
二、台架检测汽车燃油经济性的 方法	28	二、最小转弯直径检测	56
第三节 道路检测汽车燃油经济性	31		

第三节 汽车车轮定位检测	57	三、汽油汽车加速模拟工况(ASM)	
一、汽车车轮定位	57	检测方法	103
二、汽车车轮定位仪的结构和		第三节 柴油汽车排气污染物	
工作原理	61	检测	107
三、汽车车轮定位仪的使用和		一、柴油汽车排气污染物检测	
维护	63	设备	107
四、车轮定位参数变化故障原因		二、柴油汽车自由加速烟度的	
分析	67	检测方法	112
第四节 转向轮侧滑检测	69	第四节 汽车噪声检测	113
一、转向轮侧滑	69	一、汽车噪声的检测设备	113
二、转向轮侧滑检验	69	二、汽车噪声的检测方法	116
三、侧滑量过大时的调整	73	三、检测参数标准	117
复习思考题	73	复习思考题	117
第五章 汽车平顺性与相关系统		第七章 发动机技术性能检测	119
检测	74	第一节 发动机功率检测	119
第一节 汽车平顺性及其影响		一、功率检测方法分类	119
因素	74	二、动态测功原理	119
一、平顺性	74	三、动态测功的方法	119
二、影响汽车行驶平顺性的因素	74	四、检测注意事项	120
第二节 车轮不平衡量检测	75	第二节 发动机密封性检测	121
一、车轮不平衡的主要原因	76	一、气缸压缩压力检测	121
二、车轮平衡机	76	二、气缸漏气量(率)检测	123
第三节 汽车悬架装置技术状况		三、曲轴箱窜气量检测	125
检测	84	第三节 汽油发动机燃油供给系统	
一、汽车悬架装置检测的必要性	84	检测	127
二、汽车悬架和转向系统间隙检		一、混合气质量检测	127
测仪	85	二、化油器的检测与调整	129
三、悬架装置检测台	87	三、电控喷油信号和燃油压力的	
复习思考题	90	检测	129
第六章 汽车环保特性与检测	91	四、汽油泵的检测	131
第一节 汽车公害	91	第四节 柴油发动机燃油供给系统	
一、汽车排放污染物的种类和		检测	132
危害	91	一、上止点(TDC)传感器的	
二、汽车排放污染物控制标准的发展		安装	133
及现行国家和地方标准	92	二、喷油提前角测定	133
三、汽车噪声及其危害	96	三、供油压力波	133
第二节 汽油汽车排放污染物检测	97	四、故障喷油压力波的加载	
一、汽油汽车排放污染物检测		分析	134
设备	97	五、故障供油压力波的加载	
二、汽油汽车怠速与双怠速污染物		分析	135
的检测方法	101	六、喷油器技术状况检测	136

第五节 润滑系统技术状况检测	136	第三节 汽车车速表检测	158
一、机油压力检测	137	一、汽车车速表	158
二、机油消耗量检测	137	二、车速表检测的必要性	159
三、润滑油品质检测	137	三、车速表的技术要求	160
第六节 发动机异响检测	144	四、车速表检测台	161
一、发动机异响的性质和特征	144	五、车速表故障的调整	165
二、发动机异响诊断仪	145	复习思考题	165
复习思考题	147	第九章 整车与总成技术性能的一般	
第八章 汽车照明、信号装置和其他电		要求	166
气设备技术性能与检测	148	第一节 整车技术性能要求	166
第一节 照明、信号装置和其他电气		一、整车外观与标志	166
设备技术性能要求	148	二、车辆后悬	166
一、基本要求	148	三、载荷与质量参数	167
二、照明和信号装置的数量、位置、		第二节 车辆总成技术性能要求	167
光色和最小几何可见度	148	一、发动机技术性能的一般要求	167
三、照明和信号装置的一般要求	148	二、转向系统技术性能的一般	
四、前照灯的要求	149	要求	167
五、其他电气设备和仪表的要求	149	三、制动系统技术性能的一般	
第二节 汽车前照灯性能与检测	150	要求	168
一、光的度量	150	四、行驶系统技术性能的一般	
二、前照灯的光学特性	150	要求	170
三、汽车前照灯的检测与调整	152	五、传动系统技术性能的一般	
四、前照灯检测仪	153	要求	171
五、使用前照灯检测仪检测前照灯		六、安全防护装置的一般要求	171
的方法	158	复习思考题	174

概 述

按照汽车理论的分类方法,汽车性能可分为动力性、经济性、制动性、操纵稳定性、通过性和平顺性等六大基本性能;按照实际使用还可分为使用经济性、安全性、可靠性、环保特性、保障性、机动性等。无论如何分类,作为汽车使用者,我们所关心的是其性能是否良好,是否满足我们的使用要求。因此,为了及时掌握汽车的性能变化与各系统的技术状况,就必须对其进行准确检测诊断。由此可见,汽车检测是确定车辆技术状况、寻找故障原因的技术手段,检测诊断结果是合理使用、维护、修理车辆工作的科学依据。

一、汽车检测基本概念与术语

汽车检测诊断是在不解体(或仅卸下个别小件)条件下,为确定汽车技术状况或查明故障部位、原因所进行的检查、分析、判断工作。

汽车检测诊断工作中常涉及以下术语:

- (1)汽车技术状况:定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能的参数值的总和。
- (2)汽车故障:汽车部分或完全丧失工作能力的现象。
- (3)检测参数:供检测用的,表征汽车、总成及机构技术状况的参数。
- (4)检测标准:对汽车检测的方法、技术要求和限值等的统一规定。
- (5)检测规范:对汽车检测作业技术要求的规定。
- (6)汽车检测:确定汽车技术状况或工作能力的检查。

二、汽车检测诊断分类

根据检测诊断目的,汽车检测诊断可分为以下类型:

(1)安全性能检测:对汽车实行定期和不定期的安全性能检测诊断,目的在于确保汽车具有符合要求的外观、良好的安全性能和符合污染物排放标准的排放性能,以强化汽车的安全管理。

(2)综合性能检测:对汽车实行定期和不定期的综合性能检测诊断,目的是在不解体情况下,确定运输车辆的工作能力和技术状况,对维修车辆实行质量监督,以保证运输车辆的安全运行,提高运输效能及降低消耗,使运输车辆具有良好的经济效益和社会效益。

(3)与维修有关的汽车检测诊断:根据交通部《汽车运输业车辆技术管理规定》的要求,汽车定期检测诊断应结合维护定期进行,以此确定维护附加项目,掌握汽车技术状况变化规律;并通过对汽车的检测诊断和技术鉴定,确定汽车是否需要大修,以实行视情修理;同时,在汽车维修过程中,利用设置在某些工位上的诊断设备,可使检测诊断和调整、维修交叉进行,以提高维修质量;对完成维护或修理的车辆进行性能检测和诊断,并对维修质量进行检验。

总之,汽车检测诊断有两个不同的目的:对显现出故障的汽车,通过检测诊断查找故障的确切部位和发生的原因,从而确定排除故障的方法;对汽车技术状况进行全面检查,确定汽车技术状况是否满足有关技术标准的要求及与标准相差的程度,以决定汽车是否继续行驶或采取何种措施延长汽车的使用寿命。对汽车运行中故障的检测诊断和汽车维修前及维修过程中的检测诊断,属于前一种检测诊断;汽车维修作业后的竣工检验和定期或不定期进行的安全性能检测诊断、综合性能检测诊断,则属于后一种检测诊断。

三、检测诊断的方法特点

汽车诊断是由检查、分析、判断等一系列活动完成的。从完成这些活动的方式看,汽车检测诊断主要有两种基本方法,其一是传统的人工经验检测诊断法,其二是利用现代仪器设备检测诊断法。

(1)人工经验检测诊断法:是通过路试和对汽车或总成工作情况的观察,凭借诊断人员丰富的实践经验和一定的理论知识,利用简单工具以及眼看、手摸、耳听等手段,边检查、边试验、边分析,进而对汽车技术状况进行定性分析或对故障部位和原因进行判断的诊断方法。该方法不需要专用仪器设备,可随时随地应用,但其缺点在于:检测诊断速度慢,准确性差,并要求诊断者具有丰富的实践经验和较高的技术水平。

(2)现代仪器设备检测诊断法:是在人工经验检测诊断法的基础上发展起来的检测诊断方法。该法可在不解体情况下,利用建立在机械、电子、流体、振动、声学、光学等技术基础上的专用仪器设备,对汽车、总成或机构进行测试,并通过对诊断参数测试值、变化特性曲线、波形等的分析判断,定量确定汽车的技术状况。采用微机控制的专用仪器设备能够自动分析、判断、打印诊断结果。现代仪器设备检测诊断法的优点是检测诊断速度快、准确性高,能定量分析;缺点是投资大、占用固定厂房等。

本书主要介绍利用仪器设备对汽车进行检测诊断的技术和方法。

四、检测诊断技术的发展

(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。随着计算机的发展,不仅单个检测、诊断设备实现了计算机控制,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。

(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,我国已基本形成了全国性的汽车检测网。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。

第一章 汽车动力性与检测

第一节 汽车动力性评价指标

汽车的动力性是汽车各种性能中最基本、最重要的性能。它反映汽车在良好路面上直线行驶时,由汽车受到的纵向外力决定的所能达到的平均行驶速度,也称为平均技术速度。由于汽车行驶条件非常复杂、多变,如直接用汽车平均技术速度来评价汽车的动力性,将非常困难,甚至不可能。目前主要采用与平均技术速度直接有关的以下三个指标来评价。

一、最高车速

最高车速是指汽车满载,在良好的水平路面上行驶时,所能达到的最高速度,其单位是千米/小时(km/h)。现代载货汽车的最高车速一般在 100km/h 左右。总质量愈大的汽车其最高车速将愈低。现代轿车的最高车速,一般在 140~200km/h 之间,甚至 300km/h。

二、加速时间(加速路程)

加速时间(加速路程)是指汽车由某一车速加速至另一车速所需要的时间,其单位是秒(s)或路程,其单位是米(m)。通常用两种加速时间来表明汽车的加速能力。一个是汽车原地起步连续换档加速至某一高速所需的时间;另一个是汽车在最高档或次高档由某一低速加速至另一高速所需的时间。后者主要反映汽车超车能力的强弱。

三、最大爬坡度

最大爬坡度是指汽车满载在良好路面上,使用最低档所能爬上的最大坡度,其单位是道路坡道高度与水平长度的百分比。现代载货汽车的最大爬坡度一般为 30% 左右,越野汽车的最大爬坡度为 60% 左右。

上述三个指标,特别是前两个,对于不同用途的汽车,其影响汽车平均技术速度的程度是不相同的。例如,对于主要行驶在高速公路上的汽车,其平均技术速度将主要取决于最高车速的高低。公共汽车的平均技术速度将不决定于最高车速,而取决于其加速能力的大小。

第二节 汽车动力性分析

一、汽车的驱动力与行驶阻力

汽车的驱动力是由发动机发出的转矩,经传动系统传给驱动轮,然后与路面发生相互作用而产生的。它的大小与发动机动力性、传动系统的技术状况有关。

汽车的行驶阻力有滚动阻力、空气阻力、坡度阻力和加速阻力等。汽车在水平道路上等速行驶时,必须克服来自地面的滚动阻力和来自四周空气的空气阻力。只要汽车行驶,这两个阻力即存在,并转化为热能,消耗掉。汽车上坡时,还必须克服汽车重力沿坡道的分力,称为坡度阻力,当汽车下坡时,坡度阻力将转化为推力,它推动汽车向前行驶。汽车加速行驶时,还必须克服汽车的惯性力,即加速阻力。汽车减速行驶时,加速阻力变为推动汽车行驶的力。因此汽车行驶时要克服的总阻力为:

总阻力 = 滚动阻力 + 空气阻力 + 坡度阻力 + 加速阻力

上式中,汽车在水平道路上行驶时,坡度阻力为零;等速行驶时,加速阻力为零。

1. 滚动阻力 F_f

车轮滚动时,轮胎与地面的接触部分将产生复杂的相互作用力,并将引起轮胎与地面的变形,在它们的变形过程中,由于其内部分子间摩擦的存在,将造成能量的损失,这种能量损失,就是产生滚动阻力的原因,当轮胎在坚硬良好路面上滚动时,可以认为只有轮胎发生变形,也就是只有轮胎内部分子摩擦所引起的能量损失。轮胎在松软路面滚动时,将形成车辙,可以认为主要是松软土壤发生变形,能量损失主要是土壤分子间的摩擦造成。

一辆汽车行驶时总的滚动阻力将等于每个车轮滚动阻力之和。对于一辆双轴汽车来说,其滚动阻力为:

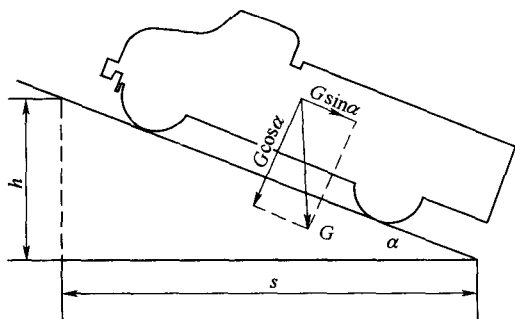


图 1-1 汽车上坡行驶

$$F_f = F_{f1} + F_{f2} = Z_1 \cdot f + Z_2 \cdot f \\ = (Z_1 + Z_2) f = G \cdot f \quad (1-1)$$

式中: G ——汽车总质量(N);

F_f ——汽车总滚动阻力(N);

F_{f1} 、 F_{f2} ——汽车前、后轮滚动阻力(N);

Z_1 、 Z_2 ——地面对前、后轴车轮的作用力(N);

f ——滚动阻力系数。

当汽车在坡度为 α 角的路面上行驶时,如图1-1所示,由于

$$Z_1 + Z_2 = G \cdot \cos \alpha \quad (1-2)$$

所以计算滚动阻力的公式(1-1)变为:

$$F_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f \quad (1-3)$$

滚动阻力系数通常由试验测得。它的数值与路面种类、行驶车速、轮胎结构和轮胎气压有关。常用的一些滚动阻力系数值列于表 1-1 中。

表 1-1 滚动阻力系数 f 的数值

路面类型	滚动阻力系数	路面类型	滚动阻力系数
良好的沥青或混凝土路面	0.010~0.018	压紧土路:雨后的	0.050~0.150
一般的沥青或混凝土路面	0.018~0.020	泥泞土路(雨季或解冻期)	0.100~0.250
碎石路面	0.020~0.025	干砂	0.100~0.300
良好的卵石路面	0.025~0.030	湿砂	0.060~0.150
坑洼的卵石路面	0.035~0.050	结冰路面	0.015~0.030
压紧土路:干燥的	0.025~0.035	压紧的雪道	0.030~0.050

从表 1-1 中看出,路面愈松软,滚动阻力系数值愈大。这是因为此时除轮胎产生迟滞损失以外,还由于土壤分子产生摩擦,使能量损失大大增加的缘故。

2. 空气阻力 F_w

汽车行驶时,必然受到空气的阻碍作用,空气对汽车的作用力在行驶方向的分力称为空气阻力。空气阻力由摩擦阻力和压力阻力两部分组成。空气分子相对于汽车表面发生摩擦所产生的摩擦力沿汽车行驶方向的分力称为摩擦阻力。空气分子作用于汽车表面的法向压力的合力沿汽车行驶方向的分力称为压力阻力,压力阻力又可分为形状阻力、干扰阻力、内循环阻力和诱导阻力四部分。

如行驶车速 v_a 以 km/h 计,则空气阻力为:

$$F_w = \frac{C_D \cdot A \cdot v_a^2}{21.15} \quad (1-4)$$

式中: C_D ——空气阻力系数;

A ——迎风面积(m^2);

v_a ——车速(km/h);

F_w ——空气阻力(N)。

汽车的迎风面积 A 可以用以下公式近似计算:

小客车: $A \approx 0.94B \cdot H$

载货车: $A \approx 1.05B \cdot H$

公共汽车: $A \approx 1.20B \cdot H$

式中: B ——轮距(m);

H ——车高(m)。

空气阻力系数是用试验测定的。

3. 坡度阻力 F_i

汽车上坡行驶时,汽车重力沿坡道的分力与汽车行驶方向相反(见图 1-2),形成行驶阻力,故称为坡度阻力 F_i ,即:

$$F_i = G \cdot \sin \alpha \quad (1-5)$$

道路坡度常用坡高 h 与底长 s 之比来表示。

$$i = \frac{h}{s} = \tan \alpha \quad (1-6)$$

当坡度较小时,可以认为:

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha = i \quad (1-7)$$

故(1-5)式又可写成:

$$F_i = G \cdot i \quad (1-8)$$

4. 加速阻力 F_j

汽车加速行驶时,需要克服其质量加速运动时的惯性力,这就是加速阻力。汽车的质量分为平移质量与旋转质量两部分。汽车加速时不仅平移质量(汽车的总质量)产生惯性力,旋转质量(主要是发动机飞轮和车轮)也要产生惯性力偶矩。

汽车旋转质量很多,如发动机飞轮,离合器压盘,变速器齿轮、轴,万向节、传动轴,主减速器齿轮、半轴及车轮等,其中飞轮和车轮的转动惯量很大,因而主要把飞轮和车轮的旋转惯性力偶矩转换成平移质量惯性力。

汽车在行驶过程中,滚动阻力和空气阻力是在任何条件下存在的,而坡度阻力和加速阻力只在汽车上坡或加速行驶时存在。因此在分析汽车受力时,必须考虑汽车的运动状态和行驶条件。

二、汽车行驶的驱动与附着条件

汽车要正常行驶,驱动力必须等于或大于滚动阻力、空气阻力、坡度阻力之和。相等时汽车等速行驶;大于时汽车加速行驶。故汽车行驶的必要条件可写成:

$$\text{驱动力 } F_t \geq \text{滚动阻力 } F_r + \text{空气阻力 } F_w + \text{坡度阻力 } F_i \quad (1-9)$$

上式称为汽车的驱动条件。

从前面分析可以看出,增大 F_t 可以通过增大发动机转矩和传动系统传动比来达到。但这些措施只有在驱动轮与地面接触处不发生滑转时才有可能。车轮与路面不发生滑动(即滑转)的条件应是路面作用于驱动轮的切向反力必须小于或等于附着力 $Z_2 \cdot \varphi$,即:

$$\text{切向反力} \leq \text{附着力 } Z_2 \cdot \varphi$$

式中: φ ——附着系数;

Z_2 ——作用于所有驱动轮上的法向反作用力。

在轮胎与路面不发生滑移时,切向反力的最大值等于附着力 $Z_2 \cdot \varphi$ 。

由于滚动阻力系数 f 与附着系数 φ 相比小得多(在好路上),所以可以忽略滚动阻力 F_r ,故:

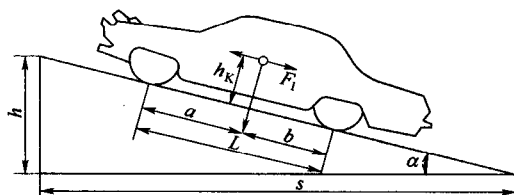


图 1-2 汽车的坡度阻力

$$F_t \approx Z_2 \cdot \varphi \quad (1-10)$$

上式称为汽车行驶的附着条件,是汽车行驶的充分条件。式中 Z_2 为作用于所有驱动轮上的法向反作用力。

把式(1-9)和(1-10)连列起来,则有:

$$F_f + F_w + F_i \leq F_t \leq Z_2 \cdot \varphi \quad (1-11)$$

上式总称为汽车的驱动与附着条件。地面作用于驱动轮的法向反力及其附着系数愈大,则汽车愈容易满足附着条件。

附着系数主要取决于路面的种类和状况,以及轮胎花纹结构。在良好的混凝土或沥青路面上,路面干燥时 φ 值为 0.7~0.8,潮湿时为 0.5~0.6;干燥的碎石路面为 0.6~0.7;干燥土路为 0.5~0.6;潮湿的土路为 0.2~0.4。

三、影响汽车动力性的因素

影响汽车动力性的主要因素有以下几方面。

(1) 发动机。

①比功率。汽车单位总质量所具有的功率称为比功率,单位是千瓦/吨(kW/t)。汽车的比功率愈大,其最高车速和加速度均高,因此动力性愈好,比功率是一个经常用来评定汽车动力性最简单而又最具有综合性的指标。

②发动机的转矩适应性。发动机的最大转矩 M_{emax} 与最大功率时转矩 M_p 之比称为转矩适应性系数,即 $\frac{M_{\text{emax}}}{M_p}$ 。

该比值愈大,汽车动力性愈好。因为汽车后备功率大,加速性好;汽车偶遇外界阻力增大,发动机转速将降低,但转矩升高,这有利于克服外界阻力,稳定汽车的行驶速度。

③发动机最大功率时的转速与最大转矩时的转速之比值。该比值愈大,汽车偶遇外界阻力时发动机转速降低的允许值较大,这样飞轮放出的惯性力矩较大,有利于克服外界阻力,稳定汽车的行驶速度。

(2)驱动桥减速器主传动比:一辆汽车主减速器主传动比的选择,必须与发动机和整车很好匹配,才能使汽车动力性和燃油经济性取得满意的结果。

(3) 变速器。

①变速器档数。变速器档数增多,会使汽车动力性提高。档位增加愈多,汽车的动力性愈好。当增加到无穷多个档时,即所谓的无级变速,汽车在任何车速下,发动机都能在最大功率下工作,后备功率最大,具有理想的、最高的动力性。

②一档传动比。变速器一档传动比的大小,决定了汽车最大爬坡度和汽车最低稳定车速的大小。一档传动比愈大,在附着条件允许的条件下,汽车的最大爬坡度愈大。汽车的最低稳定车速是越野汽车能否通过松软地区的重要参数之一,通常为 3km/h 左右。

(4) 其他。

①汽车的总质量。汽车装载愈多,或牵引愈多,汽车的动力性愈差。

②汽车空气阻力系数。汽车流线型愈差,空气阻力系数愈大,汽车动力性就愈差,这对高速汽车表现尤为突出。

③汽车的维护保养。汽车的维护保养差,如发动机维护不好,动力不足;前束不合标准、轮胎气压不足、轮毂轴承调整不当等,均会降低汽车的动力性。

第三节 台架检测汽车动力性

汽车动力性检测通常有两种方法,即在试验台架检测和在实际道路检测。台架检测汽车动力性能在实验室内进行,主要设备是底盘测功机;道路检测主要在室外实际道路上检测,主要设备是汽车

车速测量仪。

台架检测,由于是在室内进行,所以不受外界道路、环境等影响,与实车道路试验相比,有以下优点:①不受外界试验条件与环境条件的影响;②试验周期短;③节省财力及人力;④精度高。

一、检测设备功能与构造

底盘测功机是台架检测汽车动力性的主要设备,其主要功能与构造分述如下:

1. 底盘测功机的功能

底盘测功机是汽车底盘综合性能诊断设备,其基本功能为:

- (1)测试汽车驱动轮输出功率。
- (2)测试汽车的加速能力。
- (3)测试汽车的滑行能力和传动系统传动效率。
- (4)检测校验车速表。

辅以油耗计、废气分析仪等设备,还可以对汽车的燃油经济性和废气排放性能进行检测。

2. 底盘测功机的构造

底盘测功机一般由滚筒装置、测功装置、飞轮机构、测速装置、控制与指示装置等构成。其机械部分的结构如图 1-3 所示。

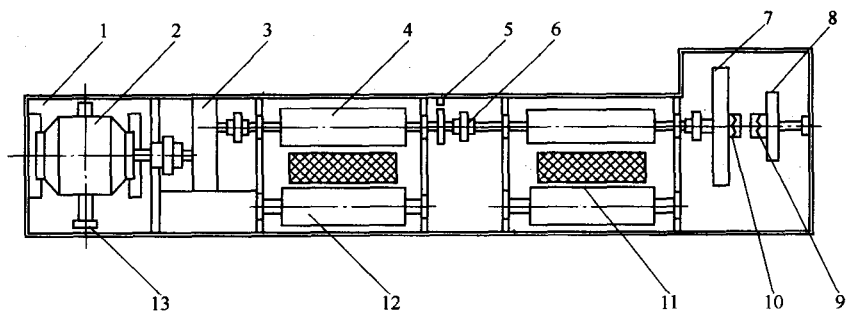


图 1-3 底盘测功机械部分结构示意图

1. 框架 2. 电涡流测功器 3. 升速器 4. 主动滚筒 5. 速度传感器 6. 联轴器
7. 飞轮 8. 飞轮 9. 电磁离合器 10. 电磁离合器 11. 举升器 12. 从动滚筒 13. 压力传感器

(1)滚筒装置:测功试验时,汽车驱动轮在滚筒上滚动,驱动滚筒旋转。因此,滚筒装置的作用相当于能够连续移动的路面。底盘测功机的滚筒装置有单滚筒和双滚筒两种类型,如图 1-4 所示。

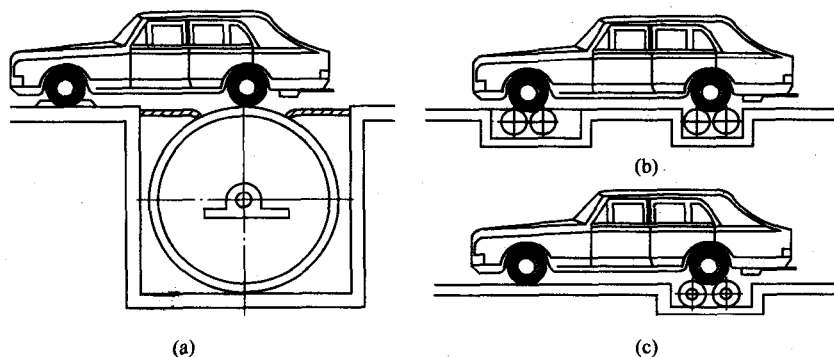


图 1-4 滚筒装置的结构类型

- (a) 单轮单滚筒式 (b) 双轮双滚筒式 (c) 单轮双滚筒式