



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

汽车使用性能与检测

第二版

(汽车运用与维修专业)

主编 王 勇



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

汽车使用性能与检测

第二版

(汽车运用与维修专业)

主 编 王 勇
责任主审 冯晋祥
审 稿 陈 雯 戴汝泉

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》中的《汽车使用性能与检测教学基本要求》的精神,并参照相关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写而成的中等职业教育国家规划教材。

本书内容包括汽车动力性及检测、汽车燃油经济性及检测、汽车行驶安全性及检测、汽车舒适性和汽车通过性、汽车前照灯检测、汽车车速表检测、汽车排气污染物和噪声检测、汽车的合理使用等。

本书可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车使用性能与检测/王勇主编. —2 版. —北京:高等教育出版社,2007.5

汽车运用与维修专业

ISBN 978 - 7 - 04 - 021068 - 2

I. 汽… II. 王… III. 汽车 - 性能 - 检测 - 专业学校 - 教材 IV. U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 036381 号

策划编辑	席东梅	责任编辑	贺 玲	封面设计	于 涛	责任绘图	朱 静
版式设计	王艳红	责任校对	杨雪莲	责任印制	朱学忠		

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 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 山东沂南县汇丰印刷有限公司

购书热线 010 - 58581118

免费咨询 800 - 810 - 0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

网上订购 <http://www.landaco.com>

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

畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 9.75

字 数 230 000

版 次 2002 年 7 月第 1 版

2007 年 5 月第 2 版

印 次 2007 年 5 月第 1 次印刷

定 价 12.40 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

物料号 21068 - 00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写。从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均做了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为学校选用教材提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

第二版前言

当前,汽车检测理论日益丰富,汽车检测标准不断更新,汽车检测方法更加科学。为了使中等职业学校学生能更加系统、完整地学习汽车使用性能和检测理论及方法,及时更新知识,适应时代的需求,对本书进行了修订。

本书修订后具有以下特色:

1. 本书的内容涵盖了汽车的主要使用性能与检测的基本理论和基本方法,选材以“适用、够用”为原则,把传授专业理论知识和培养职业实践能力有机地结合起来,突出实践技能和职业素养的提高。

2. 吸收新知识、新技术,采用最新标准。尽量将国内外最新的检测标准、相关技术、检测仪器引入本书。增加了四轮定位的知识,加大了安全环保检测内容的篇幅。力求在内容上体现出先进性、科学性和新颖性,加强了本书的针对性和实用性。

3. 本书的体系与内容符合教学规律,合理地调整了全书的结构,重点突出、语言通俗易懂。

4. 本书增加了学习目标、本章小结、思考与练习及答案,便于学生学习和阅读。

本书由吉林机电工程学校王勇(绪论、第1、8章)、李景明(第2、3章)、刘岩(第4、5章)、刘洋(第6、7章)修订。王勇任主编,李景明任副主编。在修订的过程中,沈阳市汽车工程学校的杜瑞丰提出了很多宝贵意见,并得到了同行们的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2007年3月

第一版前言

本书是根据教育部 2001 年颁发的《中等职业学校汽车运用与维修专业教学指导方案》中主干课程《汽车使用性能与检测教学基本要求》,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的中等职业教育国家规划教材。在内容安排上以够用为度、实用为主、应用为本,既重基础知识,又重实践。全书讲述了汽车主要使用性能与检测的基本理论和基本方法,突出教材的先进性、实用性和灵活性。

本书共 64 学时,建议学时分配如下:

章 次	学时数	章 次	学时数
第一章	4	第九章	4
第二章	2	第十章	2
第三章	4	第十一章	6
第四章	2	第十二章	4
第五章	2	第十三章	4
第六章	2	第十四章	6
第七章	6	第十五章	4
第八章	6	机动	6

参加本书编写的有(以参编章节为序):吉林机电工程学校王勇(第一章),北京汽车工业学校朱春红(第二、三、四章),安徽汽车工业学校阚萍(第五、六、十三、十四章),北京汽车工业学校张锦良(第七、八、九、十章),吉林机电工程学校刘洋(第十一、十二章),吉林机电工程学校李景明(第十五章)。由王勇主编,李景明副主编。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由山东交通学院冯晋祥教授担任主审,山东交通学院陈雯、戴汝泉副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2002 年 4 月

目 录

绪论	1	学习目标	76
第 1 章 汽车动力性及检测	4	第一节 汽车行驶平顺性的评价指标及 评价方法	76
学习目标	4	第二节 影响汽车行驶平顺性的主要因素	78
第一节 汽车动力性的评价指标	4	第三节 影响汽车通过性的几何参数	79
第二节 汽车动力性理论分析	5	第四节 影响汽车通过性的主要因素	81
第三节 汽车动力性台架检测	12	本章小结	82
第四节 汽车动力性的路试检测	14	思考与练习	82
本章小结	19		
思考与练习	20	第 5 章 汽车前照灯检测	84
第 2 章 汽车燃油经济性及检测	21	学习目标	84
学习目标	21	第一节 前照灯检测的作用、要求及国标 规定	84
第一节 汽车燃油经济性的评价指标	21	第二节 前照灯发光强度和光束照射位置 的检测	87
第二节 影响燃油经济性的因素和节油 途径与技术	22	第三节 前照灯检测仪的类型、结构及使 用方法	90
第三节 车辆燃料(油)消耗量的试验 方法	26	第四节 前照灯检测实验	95
第四节 汽车燃油经济性台试检测	28	本章小结	99
本章小结	32	思考与练习	99
思考与练习	33		
第 3 章 汽车行驶安全性及检测	34	第 6 章 汽车车速表检测	101
学习目标	34	学习目标	101
第一节 汽车的制动性	34	第一节 概述	101
第二节 汽车的操纵稳定性	39	第二节 车速表误差的形成及测量原理	102
第三节 汽车制动性能检测	47	第三节 车速表试验台的类型、结构与工作 原理	104
第四节 汽车车轮侧滑检测	57	第四节 车速表误差的检测方法	106
第五节 车轮动平衡检测	64	第五节 车速表误差的检测实验	109
第六节 四轮定位检测	69	本章小结	109
本章小结	74	思考与练习	110
思考与练习	74		
第 4 章 汽车舒适性和汽车通 过性	76	第 7 章 汽车排气污染物和噪声 检测	111

学习目标	111	第三节 汽车在高温条件下的使用	133
第一节 汽车排气污染物检测	111	第四节 汽车在高原山区条件下的使用	135
第二节 汽车噪声检测	123	第五节 汽车在坏路和无路条件下的使用 ...	137
本章小结	128	本章小结	138
思考与练习	129	思考与练习	139
 第 8 章 汽车的合理使用	130	 思考与练习答案及解答思路	140
学习目标	130	 参考文献	146
第一节 汽车走合期的使用	130		
第二节 汽车在低温条件下的使用	131		

绪 论

汽车的使用性能,是指汽车在一定使用条件下以最高效率工作的能力。

随着我国法制建设的不断完善,与汽车性能检测管理相关的法律、法规也在不断健全。自20世纪80年代以来,随着运输市场发生的各种变化,汽车检测发展成为一个行业而进入了市场。近年来,为提高汽车检测质量,确保行业持续、健康、稳定地发展,交通部和公安部发布了一系列行业规章和命令,为行业管理提供了政策依据和行为准则。汽车检测是执法过程,属技术监督性质,因此检验人员必须懂法,熟悉有关法律、法规,并严格执行。

交通部于1990年3月7日发布了第13号部令《汽车运输业车辆技术管理规定》,该部令于1990年10月1日起开始施行。《汽车运输业车辆技术管理规定》是道路运输管理规章的重要组成部分,是从事汽车使用、检测、维修等各项技术管理工作的行为准则。与汽车综合性能检测管理相关的法律有《中华人民共和国计量法》、《中华人民共和国产品质量法》、《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》等。汽车检测所依据的主要国家标准包括《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2004)、《汽车安全检测设备检定技术条件》(GB/T 11798.1~11798.6—2001)、《汽车技术等级评定标准》(JT/T 198—1995)、《汽车技术等级评定的检测方法》(JT/T 199—1995)、《在用车排气污染物限值及测试方法》(GB 18285—2000)和《运营车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001)等。

一、汽车检测的分类

汽车检测可分为安全环保性能检测和综合性能检测两大类。

安全环保性能检测是在汽车不解体的情况下,对影响汽车安全性能和涉及环境保护方面的项目进行检查和测试,主要检测汽车的制动、侧滑、车速表、前照灯、排放、噪声等安全环保项目。

综合性能检测是在汽车不解体的情况下,综合运用现代检测技术、电子技术、计算机应用技术,定期和不定期对汽车的动力性、经济性、安全性和安全环保等进行检测。

二、汽车检测站的分类

汽车检测站是综合运用现代检测技术和设备,对汽车进行不解体检测的场所。它作为实现汽车管理的现代化机构,采用科学的检测技术与检测设备,快速准确地诊断汽车多项技术性能,为正确使用汽车、提高维修质量、保障交通安全、保护环境、节约能源、降低运输成本和提高运输能力等方面带来了明显的效果。

将汽车检测站的检测用设备按一定的检测顺序组成流水式的检测工艺路线,称为汽车检测线。检测线有单线式、双线式或多线式。

根据用途的不同,汽车检测站可分为两种:一种是专门从事定期检测运行车辆是否符合有关的安全标准和防止公害等法规的规定,执行监督任务的检测站,简称汽车安全环保检测站;另一种是配备有综合性、多功能检测机械、仪器、仪表,进行多项检测或单项、定项的专题性检测的检测站,它既能承担车辆保修前后的技术状况的检测,又能查明具体故障,并进行相应的调整和排除,必要时可以接受公安交通管理部门的委托,承担车辆运行安全环保检测,也可承接科研、制造、教学等部门性能试验和参数检测。这种检测站的设备与功能往往比较齐全,可以检测车辆的多种参数,称为汽车综合性能检测站。

汽车综合性能检测站根据职能可分为 A、B、C 三级。

A 级站能承担在用车辆技术状况的检测诊断;对汽车维修行业的维修车辆进行质量检测;接受委托,对车辆改装、改造、报废及其有关新工艺、新技术、新产品、科研成果等项目进行检测,提供检测结果;接受公安、环保、商检、计量和保险等部门的委托,为其进行有关项目的检测,提供检测结果。具体来讲,A 级站能检测车辆的制动、侧滑、灯光、转向轮定位、车速、车轮动平衡、底盘输出功率、燃油消耗、发动机功率和点火系统状况及异响、磨损、变形、裂纹、噪声、排气污染物的排放等。

B 级站能承担在用车辆技术状况和车辆维修质量的检测,即能检测车辆的制动、侧滑、灯光、转向、车轮动平衡、燃油消耗、发动机功率和点火系统状况及异响、变形、噪声、排气污染物的排放等。

C 级站能承担在用车辆技术状况的检测,即能检测车辆的制动、侧滑、灯光、转向、车轮动平衡、燃油消耗、发动机功率及异响、噪声、排气污染物的排放等。

汽车安全环保检测站(线)主要设备有轴荷计、制动试验台、车速表试验台、侧滑试验台、汽油车 CO/HC 分析仪、柴油车烟度计、前照灯检测仪和声级计等。

根据汽车检测线的自动化程度,汽车检测站(线)可分为以下三种:

手动式检测站(线):它的各种检测设备(同汽车安全环保检测线的设备)都各自带有指示仪表。各检测设备的工位排列顺序没有一定的要求,可以自由配置,且各检测设备可以单独使用,由人工进行操作。

简易型自动式检测站(线):它是将手动式检测线接上计算机,即在原有的各检测设备基础上加入先进的电子设备,实现计算机控制检测过程和打印输出检测数据。在不使用计算机时,各检测设备可单独使用。它的主要设备除拥有汽车安全环保检测线所有的检测设备外,还有计算机及打印机、彩色显示器和无线电遥控装置等。

全自动式检测站(线):它不仅具有简易型自动式检测线的全部检测设备,而且有全计算机控制装置和各个工位的检测程序指示器。全计算机控制装置可以自动计数、自动判断,并将检测值及判断结果自动记入检测记录表内,并打印出来。因此,它可以避免人为造成的错误。全计算机控制装置还装有特别附置的外部记忆用计算机,它可将每日检测的车辆数以及受检车的检测数据做出记录,以备调用。

三、汽车检测的主要内容

(1) 汽车主要技术参数检测包括整车技术参数、主要总成技术状况参数、照明与信号装置技术参数等。

(2) 汽车主要技术性能检测包括动力性检测、燃油经济性检测、制动性检测、平顺性和操纵稳定性检测等。

(3) 汽车排气污染物排放、噪声检测。

以上内容确保和控制汽车安全性、动力性、经济性以及环境保护等技术指标达到规定的要求。

四、汽车检测的方法

汽车检测包括道路试验(简称路试)检测和台架试验(简称台试)检测两种方式。两种检测方式各具特色,互为补充,有些检测项目两种方式可以相互代替,而很多项目则不能,如操纵稳定性试验大部分项目只能采用路试检测方式进行。两种不同的检测方式各自运用不同的检测方法和检测参数,但对于同一检测项目,对检测结果的评价是一致的。

汽车综合性能检测的具体检测业务由汽车综合性能检测站承担。汽车综合性能检测站所出具的检测报告是交通运输管理部门或其他委托部门行政执法的凭证,因此汽车综合性能检测站应对所出具的检测报告承担相应的法律责任,必须保证检测工作的公正性、科学性和先进性。加强汽车综合性能检测的管理对提高检测技术水平和服务水平具有重要意义。

第 1 章

汽车动力性及检测

学习目标

了解汽车动力性的评价指标。

理解发动机和传动系统与汽车动力性的关系。

掌握汽车行驶阻力产生的原因及影响因素。

了解汽车动力性的检测方法。

汽车的动力性是汽车最基本、最重要的性能。它直接影响汽车的平均速度,因而对汽车的运输效率有决定性的影响。

本章将介绍汽车动力性的评价指标、汽车驱动力与行驶阻力以及二者之间的关系,并分析各种因素对汽车动力性的影响。

第一节 汽车动力性的评价指标

1. 最高车速

最高车速 $v_{\max}$ (单位: km/h) 是指汽车以额定最大总质量状态,在风速 ≤ 3 m/s 的条件下,在干燥、清洁、平坦的混凝土或沥青路面上能够达到的最高稳定行驶速度。

2. 加速能力

加速能力 t (单位: s) 是指汽车在行驶中迅速增加行驶速度的能力,通常用汽车加速时间来评价。加速时间是指汽车以额定最大总质量状态,在风速 ≤ 3 m/s 的条件下,在干燥、清洁、平坦的混凝土或沥青路面上,由某一低速加速到某一高速所需的时间。

(1) 原地起步加速时间

原地起步加速时间,亦称起步换挡加速时间,是指用规定的低挡起步,以最大的加速度(包括选择适当的换挡时机)逐步换到最高挡后,加速到某一规定的车速所需的时间,或用规定的低挡起步,以最大加速度逐步换到最高挡后,达到一定距离所需的时间,其规定距离一般为 400 m、800 m、1 000 m。原地起步加速时间越短,汽车的动力性越好。

(2) 超车加速时间

超车加速时间,亦称直接挡加速时间,指用最高挡或次高挡,由某一预定车速开始,全力加速到某一高速所需的时间。超车加速时间越短,汽车的超车加速性能越好。

我国对汽车超车加速性能没有明确规定,但是在《汽车大修竣工出厂技术条件》(GB 3798—

1983)中规定,大修后带限速装置的汽车以直接挡空载行驶,从初速 20 km/h 加速到 40 km/h 的加速时间,应符合表 1-1 的规定。

表 1-1 直接挡加速时间

发动机额定功率与 汽车整备质量之比 /(kW/t)	7.36 ~ 11.03	> 11.03 ~ 14.71	> 14.71 ~ 18.39	> 18.39 ~ 36.78	> 36.78
加速时间/s	< 30	< 25	< 20	< 15	< 10

3. 最大爬坡度
最大爬坡度 $i_{\max}$ (%) 是指汽车满载的情况下,在良好的混凝土或沥青路面的坡道上,以最低前进挡能够爬上的最大坡度。由于受道路坡道条件的限制,汽车综合性能检测站通常不作汽车爬坡测试。

4. 发动机最大输出功率
发动机最大输出功率 $P_{\max}$ (单位: kW) 是指发动机在全负荷状态下,仅带动维持运转所必需的附件时所输出的功率,又称总功率。此时,被测试的发动机一般不带空气滤清器、冷却风扇等附件。新出厂发动机的最大输出功率一般是指发动机的额定功率。额定功率是发动机在全负荷状态和规定的额定转速下所输出的总功率。在国外,有些厂家所谓的额定功率是指发动机在额定转速下输出的净功率。因此,常在额定功率后注有“净”字,以示区别。净功率是指在全负荷状态下,发动机带动全套附件时所输出的功率。

发动机最大输出功率是汽车动力性的基本参数。汽车在使用一定时期后,技术状况发生变化,发动机的最大输出功率变小,可以用其变小的差值来评价发动机技术状况下降的程度。如《汽车技术等级评定标准》(JT/T 198—1995)就是按在用车的发动机最大输出功率与额定功率相比较小于 75% 时,将该车的技术状况定为三级。所以,用发动机最大输出功率的大小作为一辆汽车在使用前、后和维修前、后动力性的评价指标是很合理的,但应注意在汽车综合性能检测站用无外载测功法或底盘测功机所测定的发动机功率,必须换算为总功率后才能与额定功率相比较。

5. 底盘输出最大驱动功率
底盘输出最大驱动功率 $DP_{\max}$ (单位: kW) 是指汽车在使用直接挡行驶时,驱动轮输出的最大驱动功率(相应的车速在发动机额定转速附近)。

底盘输出最大驱动功率一般简称为底盘输出最大功率,是汽车实际克服行驶阻力的最大能力,是汽车动力性评价的一项重要指标。汽车在使用过程中,发动机本身、发动机附件及传动系统的技术状况都会下降,其底盘输出最大功率将因此减小。

第二节 汽车动力性理论分析

一、汽车的驱动力

1. 驱动力的产生

汽车发动机产生的扭矩经传动系统传至驱动轮,驱动轮便产生一个作用于路面的圆周力 F ,路面则对车轮产生一个反作用力 F_t , F_t 与 F 大小相等、方向相反,分别作用在车轮和路面上,如图1-1所示。 F_t 即为汽车的驱动力,其数值为

$$F_t = F = \frac{M_t}{r} \quad (1-1)$$

式中 F_t ——驱动力, N;
 F ——车轮作用于路面的圆周力, N;
 M_t ——作用于驱动轮的扭矩, N·m;
 r ——车轮半径, m。

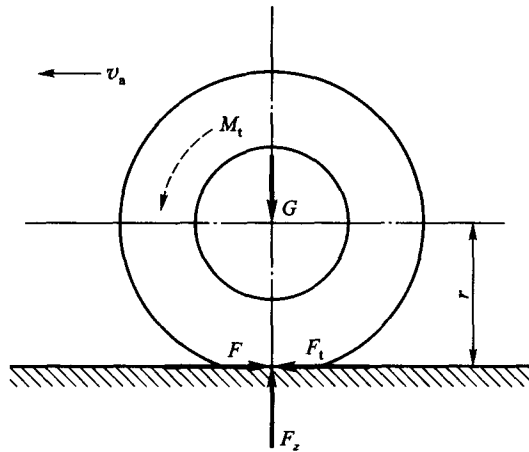


图 1-1 汽车在硬路面上滚动时的受力图

2. 驱动力与发动机扭矩和功率的关系

M_t 是由发动机产生经传动系统传至驱动轮的扭矩,由传动过程可知

$$M_t = M_e i_k i_0 \eta_T \quad (1-2)$$

式中 M_e ——发动机的有效扭矩, N·m;

i_k ——变速器的传动比;

i_0 ——主减速器的传动比;

η_T ——传动系统的机械效率。

将式(1-2)代入式(1-1),得

$$F_t = \frac{M_e i_k i_0 \eta_T}{r} \quad (1-3)$$

由式(1-3)可知,汽车的驱动力与发动机的扭矩、传动系统的各传动比及机械效率成正比,与车轮半径成反比。

因为 $M_e = \frac{9550 P_e}{n}$, 所以

$$F_t = \frac{9\,550\,P_e i_k i_0 \eta_T}{nr} \quad (1-4)$$

式中 P_e ——发动机在转速为 n (单位: r/min) 时的功率, kW。

由此可见, 汽车的驱动力与发动机功率之间也成正比关系。

3. 传动系统的机械效率

发动机输出的功率传至驱动轮, 部分功率将消耗于克服传动机构中产生的各种阻力, 因而损耗一部分功率。此部分损耗的功率称为传动系统的功率损失 P_T 。功率损失由离合器、变速器、万向传动机构及主减速器的功率损失组成。传动系统的机械效率为

$$\eta_T = \frac{P_e - P_T}{P_e} = 1 - \frac{P_T}{P_e} \quad (1-5)$$

离合器在不打滑的情况下, 其功率损失很小。万向传动机构的机械效率取决于两传动轴间的夹角, 现代汽车的这个夹角很小, 如滚针润滑正常, 则功率损失很小。汽车各部分轴承润滑调整正常, 功率损失也很小。

由以上分析可知, 传动系统的功率损失主要产生在变速器和主减速器。这些部位的功率损失有机械损失和液力损失两种类型。机械损失是指齿轮传动副、轴承、油封等处的摩擦损失, 与传动副的数量、机件制造质量及传递的扭矩有关。液力损失是指消耗于润滑油的搅动、润滑油与旋转零件表面的摩擦等功率损失, 与润滑油的粘度、机件的浸油深度及旋转速度有关。

传动系统的机械效率可以在台架上试验测出。试验证明, 将齿轮副的啮合间隙和轴承油封的松紧度调整适当, 并正确地控制润滑油油面的高度, 能使机械效率得到提高。润滑油的粘度大、温度低, 会使液力损失增加。

同时, 试验也证明, 当选用较高挡位时, 机械效率也较高, 直接挡的机械效率最高; 在相同发动机转速和变速器挡位下, 机械效率随传递扭矩的增加而增加; 而在相同扭矩下, 则随转速的增加而降低。因此, 合理使用汽车也是改善机械效率值得注意的一个方面。

4. 车轮的工作半径

现代汽车装用的弹性充气轮胎, 在各个方向上 (径向、切向、横向) 都有弹性, 故车轮的半径因其受力和运动状态的不同而发生变化。

自由半径 r_0 : 车轮无载荷情况下的半径, 通常指标准充气压力下的半径。

静力半径 r_s : 车轮承受法向载荷、不转动、只有径向变形时, 轮轴中心至支承面间的距离。显然 $r_s < r_0$ 。静力半径与法向载荷、轮胎气压和轮胎的径向刚度有关。

动力半径 r_g : 汽车在行驶时, 车轮既承受法向载荷作用, 又承受扭矩作用, 轮胎有切向和径向变形时, 轮轴中心与支承面间的距离。动力半径与法向载荷、轮胎气压及扭矩有关。

滚动半径 r_r : 这是一个假想的刚性车轮的半径。在车轮不滑转、也不滑移、只作纯滚动, 并且具有与实际车轮相同的角速度及线速度的情况下, 滚动半径按下式求得, 即

$$r_r = \frac{s}{2\pi n_r} \quad (1-6)$$

式中 r_r ——车轮的滚动半径, m;

s ——轮轴中心行走的距离, m;

n_r ——在该距离内车轮转过的圈数。

车轮的滚动半径受车轮上各种外力和扭矩的影响。

弹性车轮在刚性路面上滚动,并受切向力作用时,在扭矩或制动力的作用下引起的变形是不同的。在驱动力的作用下,滚动半径减小;在制动力的作用下,滚动半径增大。

作动力学分析时,应用动力半径;作运动学分析时,应用滚动半径;一般在进行车辆性能的粗略估算时,普遍采用车轮的滚动半径作为车轮的工作半径。

车轮的工作半径 r (单位:m) 可以用下式估算:

$$r = 0.00254 \left[\frac{D}{2} + B(1 - \lambda) \right] \quad (1-7)$$

式中 D ——轮辋直径, in (1 in = 2.54 cm);

B ——轮胎断面宽度, in;

λ ——轮胎变形因数(轿车 $\lambda = 0.12 \sim 0.14$, 载货汽车 $\lambda = 0.10 \sim 0.12$, 超低压轮胎 $\lambda = 0.12 \sim 0.18$)。

二、汽车的行驶阻力

汽车在行驶过程中遇到的阻力分为滚动阻力、空气阻力、坡度阻力和加速阻力四种。其中,滚动阻力和空气阻力在任何条件下总是存在的,克服这两项阻力消耗的能量是不能回收利用的;克服坡度阻力和加速阻力所消耗的能量可分别在下坡和滑行时重新利用。

1. 滚动阻力

滚动阻力 F_f 是车轮在路面上滚动时所引起的阻力的总称。其产生的原因主要是汽车在行驶过程中轮胎和路面的变形、轮胎和路面之间的相对滑移、汽车传动件的摩擦。

装用弹性轮胎的汽车大多数行驶于坚硬路面上,此时滚动阻力主要是由轮胎变形引起的。汽车在松软路面上行驶时,滚动阻力主要来自路面的塑性变形,其次是轮胎变形。松软路面上滚动阻力显著增大。轮胎变形的同时,轮胎各组成部分之间也产生摩擦阻力。此外,胎面与路面接触部位的相对滑移引起的摩擦阻力,以及悬架弹簧变形时悬架机构各零件之间的摩擦阻力都要消耗能量。

滚动阻力一般用下式计算:

$$F_f = Gf \quad (1-8)$$

式中 F_f ——滚动阻力, N;

G ——汽车重力, N;

f ——滚动阻力系数。

滚动阻力系数的数值由试验确定。其数值与轮胎(结构、材料、气压)、道路(路面的种类与状况)及使用条件(行驶速度与受力情况)有关。

2. 空气阻力

汽车在行驶时,空气作用力在行驶方向上的分力称为空气阻力,用 F_w 表示。空气阻力可分为摩擦阻力和压力阻力两部分。摩擦阻力是由于空气与车身表面的摩擦所致;压力阻力是由于车身迎面气流的压力和汽车车身后部空气稀薄产生的涡流负压所致。因此,空气阻力与汽车的行驶速度及外形有关,可用下式计算:

$$F_w = \frac{C_D A v_r^2}{21.15} \quad (1-9)$$

式中 F_w ——空气阻力, N;

C_D ——空气阻力系数, 即单位动压在每平方米迎风面积上产生的空气阻力, $N \cdot s^2/m^4$;

A ——汽车的迎风面积, m^2 ;

v_r ——汽车与空气的相对速度, km/h。

式(1-9)表明, 空气阻力是与空气阻力系数及汽车迎风面积成正比的。汽车迎风面积受到使用空间的限制, 不易进一步减小, 所以降低空气阻力系数是降低空气阻力的主要手段。随着设计车速的提高和降低油耗的要求, 降低空气阻力系数的试验与研究已成为重要课题。

3. 坡度阻力

在具有纵向坡度的路面上, 汽车上坡时其重力在平行于路面方向的分力与汽车前进方向相反(图1-2), 称为坡度阻力 F_i 。其值为

$$F_i = G \sin \alpha \quad (1-10)$$

式中 F_i ——坡度阻力, N;

G ——汽车重力, N;

α ——坡度角, ($^\circ$)。

道路坡度常用坡高 h 与底长 s 之比 i 表示, 即

$$i = \frac{h}{s} \times 100\% = \tan \alpha \quad (1-11)$$

当 $\alpha < 10^\circ \sim 15^\circ$ 时, 有

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha$$

故

$$F_i = G \tan \alpha = Gi \quad (1-12)$$

通过对汽车行驶阻力的分析可知, 滚动阻力和坡度阻力均与道路条件有关, 因此将滚动阻力与坡度阻力之和称为汽车的道路阻力, 用 F_ϕ 表示。即

$$F_\phi = F_f + F_i = G(f \cos \alpha + \sin \alpha) \quad (1-13)$$

令

$$f \cos \alpha + \sin \alpha = \phi \quad (1-14)$$

式中 ϕ ——道路阻力系数。

当 α 较小时, $\cos \alpha \approx 1$, $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx i$, 所以

$$\phi \approx f + i$$

则得

$$F_\phi = G(f + i) \quad (1-15)$$

4. 加速阻力

加速阻力 F_j 是汽车加速行驶时, 其质量加速运动的惯性力。加速阻力包括汽车平移质量惯性力 F_{j1} 和旋转质量惯性力 F_{j2} 。因此

$$F_j = F_{j1} + F_{j2} = \frac{\delta G}{g} \frac{dv}{dt} \quad (1-16)$$

式中 δ ——旋转质量换算系数;

G ——汽车重力, N;

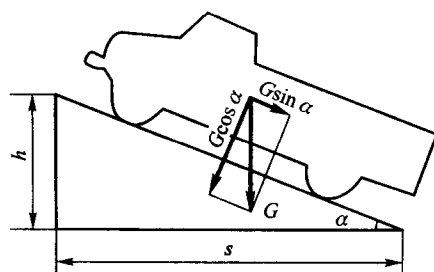


图1-2 汽车的坡度阻力