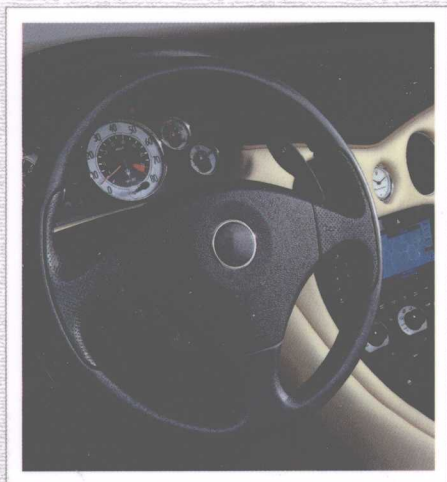


中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材



汽车性能 检测与评价

高等职业技术教育研究会 审定

张爱民 主编

朱道伟 任育刚 副主编

Automotive Performance Detecting and Evaluation

- ◆ 引入项目教学，强调实用性
- ◆ 以汽车使用性能检测为主线
- ◆ 全面、准确评价汽车的性能和技术状况



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

主编：张爱民
副主编：任育刚、朱道伟
出版：2008年
ISBN 978-7-115-20888-0

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材



汽车性能 检测与评价

高等职业技术教育研究会 审定

张爱民 主编

朱道伟 任育刚 副主编

Automotive Performance Detecting and Evaluation

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

汽车性能检测与评价 / 张爱民主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 9

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果. 高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材

ISBN 978-7-115-20888-0

I. 汽… II. 张… III. 汽车—性能—检测—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(2009)第108870号

内 容 提 要

本书以汽车使用性能检测为主线, 采取项目式的教学方法, 在介绍汽车性能的同时, 围绕性能评价、性能检测和检测结果分析组织内容。

本书内容包括汽车的动力性、燃油经济性、制动性、转向系统性能、行驶系统性能、传动系统性能、排放污染物、噪声性能、车速表性能、通过性、照明和信号装置、发动机性能检测与评价以及整车与总成技术性能要求与评价, 共 13 个项目。每个项目按照“项目要求—相关知识—项目实施—拓展知识—小结—习题”的形式安排, 突出了实用性。

本书可作为高职高专院校汽车检测与维修技术、汽车运用技术等专业的教材, 也可作为汽车维修、汽车检测等工程技术人员的培训用书。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
高等职业教育汽车专业“双证课程”培养方案规划教材
汽车性能检测与评价

◆ 审 定 高等职业技术教育研究会

主 编 张爱民

副 主 编 朱道伟 任育刚

责任编辑 赵慧君

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京铭成印刷有限公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.25

字数: 451 千字

印数: 1—3 000 册

2009 年 9 月第 1 版

2009 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-20888-0/U

定价: 29.80 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010) 67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与 “双证课程”的研究与实践课题组

组长：

俞克新

副组长：

李维利 张宝忠 许 远 潘春燕

成 员：

林 平 周 虹 钟 健 赵 宇 李秀忠 冯建东 散晓燕 安宗权
黄军辉 赵 波 邓晓阳 牛宝林 吴新佳 韩志国 周明虎 顾 晔
吴晓苏 赵慧君 潘新文 李育民

课题鉴定专家：

李怀康 邓泽民 吕景泉 陈 敏 于洪文

云代梁 英珍张 罕景改 鑫 曾 杰 袁 扭星干 苗永受 员 委
水辞绿 张楚道 来式群 林高陆 翻半李 平薇改 燕籍工 喇 白
宇 米 姆 米 良 陆 半封燕 青田耐 金即昌 扭味改 咽王莉
外 罗 珍燕王 半育文 罕北昌 数景宋 青僻米 山三恹 概 王
琳主支 园尉莉 童 润 顾文刘 脂 姜 风 林 罕强改 翁春王
拼 片 甄金宋

审主件本

高等职业教育汽车专业“双证课程”

培养方案规划教材编委会

主任：林 平 赵 宇

副主任

副主任：冯建东 散晓燕 安宗权 黄军辉

委员

委员：蔡兴旺	孟庆平	李百华	岳 江	杨永海	程 越	郑鹏飞
谢佩军	陈贞健	陈建宏	高少华	郑建通	黄俊英	吕 玫
沈明南	刘步丰	高俊文	管卫华	陈述官	傅沈文	张南峰
江 洪	陈顺生	焦传君	张 军	曾宪均	田有为	张秋华
吴兴敏	申荣卫	孙海波	袁 杰	张清栋	蒋瑞斌	李 斌
魏 彬	王 固	平 林	李 斌	魏 彬	王 固	平 林

审稿委员会

主任：李春明

副主任

副主任：张西振 刘景锐 刘景锐 刘景锐

委员：罗永前	于星胜	袁 杰	曾 鑫	刘景军	张红英	梁乃云
白 柳	丁群燕	刘新平	李华楹	胡高社	祁先来	彭梦珑
赵福水	陈玉刚	刘利胜	马明金	杨佰青	张桂华	胡 勇
张 敏	王 琳	谢三山	张松青	朱景建	马洪军	文有华
罗 伦	王春锋	刘照军	林 凤	姜 能	侯文顺	陈 瑄
陈保国	宋金虎	卢 艳				皮连根

本书主审：安相璧 张 敏

丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育,提出要全面贯彻党的教育方针,以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路,为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此,以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施,教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高〔2006〕16号)中也明确提出,要推行“双证书”制度,强化学生职业能力的培养,使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是,由于基于双证书的专业解决方案、课程资源匮乏,双证书课程不能融入教学计划,或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程,因此,“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施双证书制度工作,推进示范校建设,中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上,联合向中国职业技术教育学会申报了《职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践》课题(中国职业技术教育学会科研规划项目,立项编号 225753)。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来,使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书,拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头,邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家,以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校,一起进行课题研究,目前已召开多次研讨会,将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类,按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务,进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能,再将这些核心技能进行分解,进而推出各专业的专业核心课程与双证课程,最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果,课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究,拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果—专业人才培养方案开发的,每个专业各门课程的教材内容既相互独立又有机衔接,整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中,使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势,专业核心课程、双证

经过近两年的课题研究与探索,本套教材终于正式出版了,我们希望通过本套教材,为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案。我们也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正,提出修改意见,并积极与我们联系,共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

2

前言

“汽车性能检测”是高职高专院校汽车类专业的一门主干课程,为了使此类专业的学生能够胜任汽车生产制造、汽车维修、交通运输、汽车检测等企业相关岗位的工作要求,也便于教师全面、系统地讲授这门课程,我们编写了这本《汽车性能检测与评价》。

本书在研究汽车整车性能的基础上,详细介绍用各种先进的检测仪器设备对汽车技术状况进行不解体检测的方法,并通过诊断出的各种性能参数,全面、准确评价汽车的性能和技术状况。

本书的参考学时为 100 学时,其中理论学时为 60 学时,实训环节为 40 学时,各项目的参考学时参见下面的学时分配表。

项 目	课 程 内 容	学 时 分 配	
		讲 授	实 训
项目一	汽车动力性检测与评价	6	4
项目二	汽车燃料经济性检测与评价	4	4
项目三	汽车制动性检测与评价	6	4
项目四	汽车转向系统性能检测与评价	6	4
项目五	汽车行驶系统性能检测与评价	6	2
项目六	汽车传动系统性能检测与评价	2	2
项目七	汽车排放污染物检测与评价	8	4
项目八	汽车噪声性能检测与评价	2	1
项目九	汽车车速表性能检测与评价	2	1
项目十	汽车通过性检测与评价	2	4
项目十一	汽车照明、信号装置检测与评价	4	2
项目十二	汽车发动机性能检测与评价	8	6
项目十三	整车与总成技术性能要求与评价	4	2
课时总计		60	40

本书由张爱民主编,朱道伟、任育刚副主编,安相璧、张敏主审。参加编写的人员有徐来春、孙兴齐、伊洪冰、刘增勇、蔡强、张旭涛、聂建红和中国汽车技术研究中心的王仁广等。

本书在编写过程中参阅了大量国内外的技术资料、教材和著作,得到了军事交通学院汽车试验中心领导和同志们的大力支持,在此谨向所有参考资料的作者及关心支持本书编写的同志表示感谢。

由于编者水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 7 月

目 录

项目一 汽车动力性检测与评价	1	(二) 汽车制动时的受力分析	60
一、项目要求	1	(三) 汽车制动力台架检测设备	63
二、相关知识	1	(四) 汽车制动力道路试验与设备	72
(一) 汽车动力性评价指标	1	三、项目实施	74
(二) 汽车的动力性分析	2	(一) 检测仪器与实施要求	74
(三) 台架检测的仪器与项目	8	(二) 检测实施步骤	74
(四) 道路试验的仪器与项目	17	四、拓展知识	76
三、项目实施	22	(一) 自动防抱死制动技术	76
(一) 检测仪器与实施要求	22	(二) 驱动力控制系统技术	77
(二) 检测实施步骤	22	小结	78
四、拓展知识	27	习题	78
小结	29	项目四 汽车转向系统性能检测与评价	79
习题	29	一、项目要求	79
项目二 汽车燃料经济性检测与评价	31	二、相关知识	79
一、项目要求	31	(一) 汽车转向系统性能评价指标	79
二、相关知识	31	(二) 转向系统技术状况检测标准及仪器	81
(一) 汽车燃料经济性评价指标	31	(三) 汽车车轮定位与检测设备	83
(二) 汽车燃料经济性检测设备	32	(四) 转向轮侧滑原理与检测设备	93
(三) 影响燃油经济性的因素	38	三、项目实施	97
三、项目实施	46	(一) 检测仪器与实施要求	97
(一) 检测仪器与实施要求	46	(二) 检测实施步骤	98
(二) 检测实施步骤	46	四、拓展知识	104
四、拓展知识	49	小结	105
小结	51	习题	106
习题	51	项目五 汽车行驶系统性能检测与评价	107
项目三 汽车制动性检测与评价	53	一、项目要求	107
一、项目要求	53		
二、相关知识	53		
(一) 汽车制动性评价指标	53		

二、相关知识	107	三、项目实施	164
(一) 汽车平顺性评价指标及其影响因素	107	(一) 检测仪器与实施要求	164
(二) 车轮不平衡及检测设备	111	(二) 检测实施步骤	164
(三) 汽车悬架装置技术状况及检测设备	120	四、拓展知识	170
三、项目实施	131	(一) 汽油发动机排气的净化	170
(一) 检测仪器与实施要求	131	(二) 柴油发动机排气的净化	173
(二) 检测实施步骤	131	小结	174
四、拓展知识	133	习题	174
小结	134	项目八 汽车噪声性能检测与评价	175
习题	135	一、项目要求	175
项目六 汽车传动系统性能检测与评价	136	二、相关知识	175
一、项目要求	136	(一) 汽车噪声检测评价指标	175
二、相关知识	136	(二) 机动车噪声简介	176
(一) 传动系统性能评价指标与技术要求	136	(三) 声级计	179
(二) 离合器打滑检测仪器	137	三、项目实施	185
(三) 传动系统游动角度检测仪器	138	(一) 检测仪器与实施要求	185
三、项目实施	139	(二) 检测实施步骤	185
(一) 检测仪器与实施要求	139	四、拓展知识	190
(二) 检测实施步骤	140	小结	194
四、拓展知识	141	习题	195
小结	142	项目九 汽车车速表性能检测与评价	196
习题	142	一、项目要求	196
项目七 汽车排放污染物检测与评价	143	二、相关知识	196
一、项目要求	143	(一) 汽车车速表性能的国家评价标准	196
二、相关知识	143	(二) 汽车车速表的结构及误差原因	197
(一) 汽车排放污染物的种类与危害	143	(三) 汽车车速表检测台	198
(二) 汽车排放污染物的排放标准	148	三、项目实施	202
(三) 汽油车排放污染物检测原理与设备	153	(一) 检测仪器与实施要求	202
(四) 柴油车排放污染物检测原理与设备	158	(二) 检测实施步骤	203
		四、拓展知识	204
		小结	204
		习题	205
		项目十 汽车通过性检测与评价	206
		一、项目要求	206

二、相关知识	206
(一) 汽车通过性的评价指标	206
(二) 汽车通过性的影响因素	209
(三) 汽车通过性检测种类与条件	210
三、项目实施	211
(一) 检测仪器与实施要求	211
(二) 检测实施步骤	211
四、拓展知识	217
小结	217
习题	218

项目十一 汽车照明、信号装置检测与评价

一、项目要求	219
二、相关知识	219
(一) 照明、信号装置和其他电气设备	219
技术性要求	219
(二) 前照灯的结构和光学特性	222
(三) 前照灯检测仪的结构和	225
工作原理	225
三、项目实施	228
(一) 检测仪器与实施要求	228
(二) 检测实施步骤	228
四、拓展知识	230
(一) 视野安全系统技术简介	230
(二) 光度学简介	231
小结	232
习题	233

项目十二 汽车发动机性能检测与评价

一、项目要求	234
二、相关知识	234
(一) 发动机性能要求	234
(二) 发动机技术性能常用	237
检测设备	237
(三) 发动机综合性能检测仪	245
(四) 发动机台架检测	250
三、项目实施	253
(一) 检测仪器与实施要求	253
(二) 检测实施步骤	254
四、拓展知识	261
(一) 汽车发动机电控系统技术	261
(二) 代用燃料发动机技术	262
小结	263
习题	264

一、项目要求	234
二、相关知识	234
(一) 发动机性能要求	234
(二) 发动机技术性能常用	237
检测设备	237
(三) 发动机综合性能检测仪	245
(四) 发动机台架检测	250
三、项目实施	253
(一) 检测仪器与实施要求	253
(二) 检测实施步骤	254
四、拓展知识	261
(一) 汽车发动机电控系统技术	261
(二) 代用燃料发动机技术	262
小结	263
习题	264

项目十三 整车与总成技术性能要求与评价

一、项目要求	265
二、相关知识	265
(一) 整车装备技术性能要求与	265
评价标准	265
(二) 车辆总成技术性能要求	267
三、项目实施	275
(一) 检测仪器与实施要求	275
(二) 检测实施步骤	275
四、拓展知识	278
小结	279
习题	280

参考文献

参考文献	281
------	-----

项目一

汽车动力性检测与评价

一、项目要求

汽车是一种高效率的运输工具，其运输效率的高低主要取决于汽车的动力性，动力性越好，汽车以最快的运输速度完成运输工作的能力越高，所以，动力性是汽车各种性能中最基本、最重要的性能，它代表了汽车行驶可发挥的极限能力。因此，加强对汽车动力性的检测，成为保持与发挥汽车动力的有效途径。

通过本项目内容的学习，读者能够掌握汽车动力性的基本概念、评价指标、影响因素；掌握汽车的驱动力、行驶阻力产生原因，汽车行驶的附着力和附着条件；了解底盘测功机的工作原理、构造及检测方法；掌握汽车道路检测的条件、检测仪器及检测方法。

二、相关知识

(一) 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，它反映了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，甚至是不可能的，因此，目前主要采用与平均技术速度直接有关的以下 3 个指标来评价。汽车动力性的检测主要依据 GB/T 18276—2000 规定的程序进行。

1. 最高车速

最高车速是指汽车满载时，在水平良好的路面上行驶所能达到的最高稳定行驶速度。现代载货汽车的最高车速一般在 100km/h 左右。总质量越大，汽车的最高车速将越低。现代轿车的最高车速为 140km/h ~ 200km/h。

2. 加速时间

加速时间（或加速路程）是指汽车由某一车速加速至另一车速所需要的时间（或路程）。通常用两种加速时间来表明汽车的加速能力：一种是汽车从原地起步，连续换挡加速至某一高速所需的时间；另一种是汽车在最高挡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。

3. 最大爬坡度

最大爬坡度是指汽车满载在良好路面上，使用最低挡所能爬上的最大坡度。现代载货汽车的最大爬坡度为 30%（即坡度角为 16.5° ）左右，越野汽车的最大爬坡度为 60%（即坡度角为 30° ）左右。

上述 3 个指标，特别是前两个，对于不同用途的汽车，影响汽车平均技术速度的程度是不相同的。例如，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；而公共汽车的平均技术速度将不取决于最高车速，而取决于其加速能力的大小。

（二）汽车的动力性分析

1. 汽车的驱动力与行驶阻力

确定每辆汽车动力性指标的大小，必须根据力学原理，先找出沿汽车行驶方向的所有外力，即与汽车行驶方向相同的驱动力和与行驶方向相反的行驶阻力，并使驱动力与行驶阻力相等，建立汽车行驶方程式。最后解该方程式，即可求得汽车在各种工况下的速度、加速度和爬坡度。

汽车的行驶方程式可用下式表示：

$$F_t = \Sigma F \quad (1-1)$$

式中： F_t ——驱动力（N）；

ΣF ——行驶阻力之和（N）。

驱动力是由发动机发出的转矩，经传动系传给驱动轮，然后与路面发生相互作用而产生的。行驶阻力有滚动阻力、空气阻力、坡度阻力和加速阻力等。下面分别讨论上述各力的产生和各种参数对其产生的影响，并使 $F_t = \Sigma F$ 方程式具体化，以便求解出汽车行驶时的速度、加速度和爬坡度。

（1）汽车的驱动力

汽车发动机发出的转矩，经传动系传给驱动车轮，此时作用于驱动车轮上的转矩（ M_t ）可由下式求得：

$$M_t = M_e \cdot i_g \cdot i_0 \cdot \eta_t \quad (1-2)$$

式中： M_e ——发动机转矩（ $N \cdot m$ ）；

i_g ——变速器传动比；

i_0 ——主减速器传动比；

η_t ——传动系机械效率。

驱动车轮在 M_t 的作用下，在其与地面的接触处，驱动车轮对地面作用，产生一圆周力 F_0 ，与此同时，地面给驱动车轮一反作用力 F_t ，如图 1-1 所示。

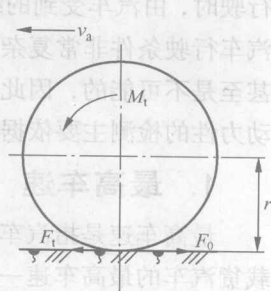


图 1-1 汽车的驱动力

F_t 即为驱动力,其值为

$$F_t = \frac{M_t}{r} \quad (1-3)$$

式中: r ——车轮半径(m)。

将公式(1-3)代入公式(1-2),最后得

$$F_t = \frac{M_e \cdot i_g \cdot i_0 \cdot \eta_t}{r} \quad (1-4)$$

公式(1-4)即为驱动力的基础公式。但要运用此公式,还必须对发动机转矩、传动效率和车轮半径作进一步的讨论。

(2) 汽车的行驶阻力

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 F_f 和来自四周空气的空气阻力 F_w 。只要汽车行驶,两个阻力就存在,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 F_i ;当汽车下坡时,坡度阻力 F_i 将转化为推力,即为负值,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 F_j ;汽车减速行驶时,加速阻力 F_j 为负值,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

$$\text{即 } \Sigma F = F_f + F_w + F_i + F_j$$

上式中,汽车在水平道路上行驶时, $F_i=0$;等速行驶时, $F_j=0$ 。

① 滚动阻力。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,并引起轮胎与地面的变形。在它们的变形过程中,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。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

$$\begin{aligned} F_f &= F_{f1} + F_{f2} = Z_1 \cdot f + Z_2 \cdot f \\ &= (Z_1 + Z_2) f = G \cdot f \end{aligned} \quad (1-5)$$

式中: G ——汽车总重量(N);

F_f ——汽车总滚动阻力(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。

如图1-2所示,当汽车在坡度为 α 角的路面上行驶时,由于

$$Z_1 + Z_2 = G \cdot \cos \alpha \quad (1-6)$$

所以计算滚动阻力的公式(1-5)变为

$$F_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f \quad (1-7)$$

滚动阻力系数通常由试验测得,它的数值与路

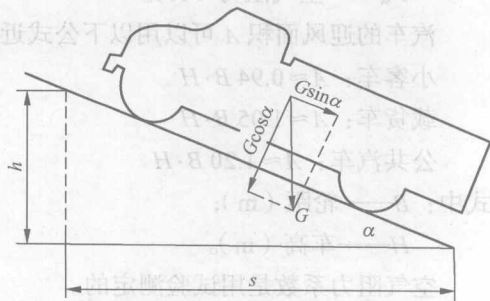


图1-2 汽车上坡行驶

面种类、行驶车速、轮胎结构和轮胎气压有关。常用的滚动阻力系数值如表 1-1 所示。

从表 1-1 中看出，路面越松软，滚动阻力系数值越大，这是因为此时轮胎除产生的迟滞损失，还与土壤分子产生摩擦，使能量损失大大增加。

表 1-1 滚动阻力系数 f 的数值

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

② 空气阻力。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 4 部分。

如行驶车速 v_a 以 km/h 计，则空气阻力 (F_w) 为

$$F_w = \frac{C_D \cdot A \cdot v_a^2}{21.15} \text{ (N)}$$

(1-8)

- 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： $A \approx 0.94 B \cdot H$
- 载货车： $A \approx 1.05 B \cdot H$
- 公共汽车： $A \approx 1.20 B \cdot H$

- 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。汽车上坡行驶时，如图 1-3

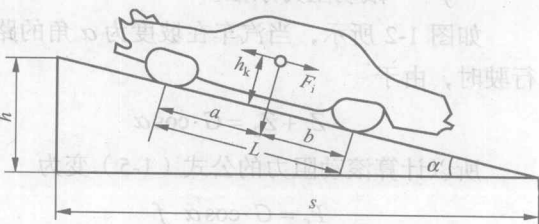


图 1-3 汽车的坡度阻力

所示,汽车重力沿坡道的分力与汽车行驶方向相反,形成行驶阻力,故称为坡度阻力(F_i),即

$$F_i = G \cdot \sin \alpha \quad (1-9)$$

道路坡度(i)常用坡高(h)与底长(s)之比来表示:

$$i = \frac{h}{s} \times 100\% = \tan \alpha \quad (1-10)$$

当坡度较小时,可以认为

$$\sin \alpha \approx \tan \alpha = i \quad (1-11)$$

故公式(1-9)又可写成:

$$F_i = G \cdot i \quad (1-12)$$

值得注意的是:当汽车下坡时, F_i 为负值,即行驶阻力变为动力。

④ 加速阻力。汽车加速行驶时,需要克服其质量加速运动时的惯性力,这个惯性力就是加速阻力(F_j)。汽车的质量分为平移质量与旋转质量两部分。汽车加速时,平移质量(汽车的总质量)要产生惯性力,旋转质量(主要是发动机飞轮和车轮)要产生惯性力偶矩。为了便于计算,一般把旋转质量的惯性力偶矩转化为平移质量惯性力,并以系数 δ 作为旋转质量转换系数。因而汽车加速时的加速阻力为

$$F_j = \delta m \frac{dv}{dt} \quad (\text{N}) \quad (1-13)$$

式中: δ ——汽车旋转质量转换系数($\delta > 1$);

m ——汽车总质量(kg);

$\frac{dv}{dt}$ ——汽车行驶加速度(m/s^2)。

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。

2. 汽车行驶的驱动与附着条件

汽车要正常行驶,驱动力(F_t)必须等于或大于滚动阻力(F_f)、空气阻力(F_w)、坡度阻力(F_i)之和。两者相等时,汽车等速行驶;驱动力大于各阻力之和时汽车加速行驶。故汽车行驶的必要条件可写成:

$$F_t \geq F_f + F_w + F_i \quad (1-14)$$

公式(1-14)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(X_2)必须小于、等于附着力($Z_2 \cdot \varphi$),即

$$X_2 \leq Z_2 \cdot \varphi \quad (1-15)$$

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) 比 φ 小得多 (在良好的路面上), 因此可以略去滚动阻力, 即

$$F_{t\max} \approx Z_2 \cdot \varphi \quad (1-16)$$

公式 (1-16) 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。地面作用于驱动轮的法向反作用力及其附着系数越大, 则汽车越容易满足附着条件。

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 φ 值为 0.5~0.6; 干燥碎石路面的 φ 值为 0.6~0.7; 干燥土路的 φ 值为 0.5~0.6; 潮湿土路的 φ 值为 0.2~0.4。

把公式 (1-15) 和公式 (1-16) 连列起来, 则有:

$$F_f + F_w + F_i \leq F_t \leq Z_2 \cdot \varphi \quad (1-17)$$

公式 (1-17) 总称为汽车的驱动与附着条件。

3. 影响汽车动力性的因素

影响汽车动力性的主要因素可以从下列几个方面讨论。

(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, 即 P_e/m (kW/t)。汽车的比功率越大, 其最高车速和加速度越高, 因此动力性越好。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。发动机最大转矩与最大功率的转矩之比称为转矩适应性系数, 即 $\frac{M_{e\max}}{M_p}$ 。该比值越大, 汽车动力性越好。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 变速器挡数。变速器挡数增多, 会使汽车动力性提高。挡位增加越多, 汽车的动力性越好。当增加到无穷多个挡时, 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, 此时后备功率最大, 具有理想的、最高的动力性。

② I 挡传动比。变速器 I 挡传动比的大小, 决定了汽车最大爬坡度和汽车最低稳定车速的大小。I 挡传动比越大, 在附着条件允许的条件下, 汽车的最大爬坡度越大。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。