



面向21世纪课程系列
21st Century



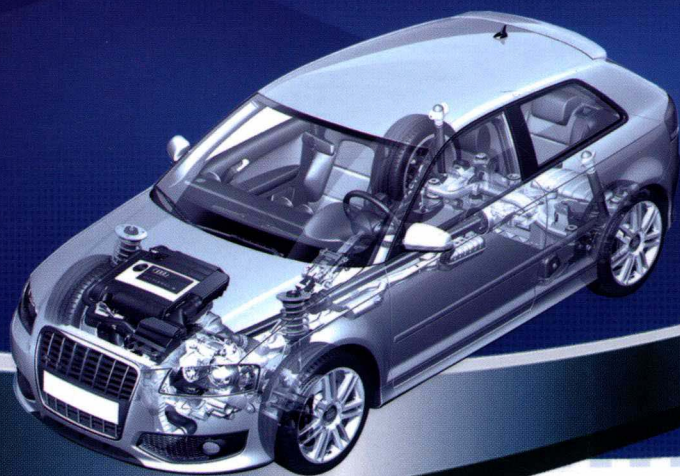
普通高等教育“十五”国家级规划教材

汽车理论

AUTOMOBILE THEORY

第6版

清华大学 余志生 主编



附赠1CD



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

面向21世纪课程教材
普通高等教育“十五”国家级规划教材

汽车理论

第6版

主 编 余志生
副主编 夏群生
参 编 赵六奇 伦景光 刘惟信
 李克强 季学武
主 审 陈朝阳



机械工业出版社

本书为全国高等学校机电类专业教学指导委员会汽车与拖拉机专业小组制订的规划教材，并于“九五”期间被教育部立项为“普通高等教育‘九五’部级重点教材”和“面向 21 世纪课程教材”，于“十五”期间被教育部立项为“普通高等教育‘十五’国家级规划教材”。

本书根据作用于汽车上的外力特性，分析了与汽车动力学有关的汽车各主要使用性能：动力性、燃油经济性、制动性、操纵稳定性、行驶平顺性及通过性。各章分别介绍了各使用性能的评价指标与评价方法，建立了有关的动力学方程，分析了汽车及其部件的结构形式与结构参数对各使用性能的影响，阐述了进行性能预测的基本计算方法。各章还对性能试验方法做了简要介绍。另外，还介绍了近年来新能源汽车技术方面的新发展。本书为学生提供了进行汽车设计、试验及使用所必需的专业基础知识，并配备了汽车试验录像光盘。

本书可作为高等院校车辆工程专业本科教材，也可作为企业、研究所从事汽车设计、试验及使用的工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车理论/余志生主编. —6 版. —北京: 机械工业出版社, 2018.9
面向 21 世纪课程教材 普通高等教育“十五”国家级规划教材
ISBN 978-7-111-60239-2

I. ①汽… II. ①余… III. ①汽车工程-高等学校-教材 IV. ①U461

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 133275 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 冯春生 责任编辑: 冯春生 武晋

责任校对: 王延 封面设计: 张静

责任印制: 孙炜

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2019 年 1 月第 6 版第 1 次印刷

184mm×260mm·21 印张·505 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-60239-2

ISBN 978-7-88709-975-4 (光盘)

定价: 58.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88379833

读者购书热线: 010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

第6版前言

本书为1981年出版的《汽车理论》的第6版，是教育部面向21世纪课程教材、普通高等教育“九五”部级重点教材和普通高等教育“十五”国家级规划教材，也是清华大学全国精品课“汽车理论”的教材。

本书密切联系汽车设计和试验的实际问题，把编者多年的教学、科研经验和体会融入其中。因此，它不但适用于汽车类专业的本科教学，也可作为企业及科研院所工程技术人员的参考书。

本书出版三十余年来，随着教学要求及汽车工业和技术的发展，教材内容也在不断更新。本次修订历经5年多的时间，编者深入企业、高校调研，反复听取不同意见，主要在以下几个方面进行了修改：

1) 内容上的变化：考虑到电动汽车的快速发展，将第5版第二章第五节“电动汽车的研究”改写为“电动汽车的动力性”和“电动汽车的经济性”两节，分别放在第一章和第二章，对电动汽车介绍的内容略有增加；考虑到企业在动力性和经济性的优化上大多都采用国际通用的软件进行计算，第三章增加了第六节“计算机仿真技术在发动机-整车系统性能匹配优化中的应用简介”；考虑到轮胎在汽车性能计算中的重要性，增加了轮胎滚动阻力模型和动力学模型简介，并给出了一组轮胎模型的测试数据，供有这方面需求的读者参考；听取了部分高校老师的意见，增加了一些例题。

2) 标准上的更新：从第5版出版后到现在，与汽车各个性能相关的汽车评价和测试方法的标准发生了很大变化，这次修订，全部参照现行标准进行了改写。

3) 配套出版了新录制的汽车试验光盘，介绍了汽车动力性、经济性、制动性、操纵稳定性和平顺性等基本性能试验的现代仪器设备和试验方法，并提供了试验指示书。

4) 修改了第5版中遗留的文字和图形错误，并加强了参考文献的校对、标注与更新。

本修订版由清华大学汽车工程系编写。参加编写的有余志生、夏群生、赵六奇、李克强、伦景光、刘惟信、季学武。主编为余志生，副主编为夏群生。本书由合肥工业大学陈朝阳任主审。

本书在编写过程中，得到一汽技术中心和东风商用车技术中心的大力支持，李骏、黄朝胜等提供了大量精心整理的数据，石绍刚等提供了部分整车数据。宋健、田光宇、王文军、魏道高、许迎光、吴礼军、李静、杜子学、郑玲、郭魁元、丁能根、李理光、杨志刚，以及北京汽车工程学会、奇瑞汽车集团、广汽集团汽车工程研究院等有关同仁为本书的修订提出了宝贵意见与帮助。机械工业出版社收集和整理了大量读者的意见。汽车试验录像光盘和试验指示书由机械工业出版社影像摄制组和仇斌、吴凯辉、赵英、何乐等完成。附录C一个学生的“汽车理论”课程MATLAB习题编程思路由王丹执笔。在此，对他们表示衷心的感谢。

恳切希望使用本书的高校师生与广大读者对本书给予批评指正。

第5版前言

本书为1981年出版的《汽车理论》的第5版，是教育部面向21世纪课程教材、普通高等教育“九五”部级重点教材和普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书出版二十余年来，各个方面都在不断地完善。在教材结构方面，经过几代汽车专业教师在教学中的摸索和实践，形成了目前这样比较完善的教材体系；在教材内容方面，力求将系统性、先进性和完整性相结合，每一次修订都跟随汽车工业技术和工程教学的步伐，弃旧更新。本书密切联系汽车设计和试验的实际问题，把编者多年的教学、科研经验和体会融入其中。因此，本书不但适用于汽车类专业的本科教学，也可作为汽车企业及科研院所工程技术人员参考书。

目前，立体化教学和精品化教材的要求又给我们提出了新的课题。为此，本次修订从以下几个方面进行：

1) 将原教材的单色改为双色，即把教材中的重点内容改为蓝色，以突出重点，使读者更容易学习和掌握。

2) 配套出版教学光盘，包括电子教案、习题集、视频参考材料等。

3) 配套出版汽车试验录像光盘，介绍了汽车动力性、经济性、制动性、操纵稳定性和平顺性等基本性能试验的现代仪器设备和试验方法。

4) 修改《汽车理论》第4版中遗留的文字和图形错误。

本修订版由清华大学汽车工程系编写。参加编写的有余志生、夏群生、赵六奇、伦景光、刘惟信、孙建纲、李克强、季学武，主编为余志生，副主编为夏群生。本书由合肥工业大学陈朝阳审阅。

本书在编写过程中，张红、彭莫、单德福、宋健、林健、陈勇、魏道高、王雷曾对本修订版提出宝贵意见与帮助；东风汽车公司、北京汽车工程学会、跃进汽车集团等有关同仁曾给予大力支持；教学光盘的具体工作由张红完成，汽车试验录像光盘由仇斌、吴凯辉、赵英、何乐、田光宇等完成。在此，对他们表示衷心的感谢。

恳切希望使用本书的高校师生与广大读者对本书给予批评指正。

编者

第4版前言

本书为1981年出版的《汽车理论》的第4版，是教育部面向21世纪课程教材、普通高等教育“九五”部级重点教材和普通高等教育“十五”国家级规划教材。

自《汽车理论》第3版出版以来，汽车技术有了新的发展，特别是近来产业大国能源供应安全问题十分突出，新型节能汽车技术有了很大进展。在教学中，大家也对本书提出了宝贵意见。为此，我们在《汽车理论》第3版的基础上，在以下几个方面进行了修订：

1) 采用和介绍了一些新标准。例如，汽车的燃油经济性一章中的 GB/T 19233—2003《轻型汽车燃料消耗量试验方法》《乘用车燃油消耗量限值》；汽车的制动性一章中的 GB 7258—2004《机动车运行安全技术条件》等。

2) 增加了一些新内容。例如，在燃油经济性中，介绍了混合动力电动汽车和燃油消耗量测量中所依据的碳平衡原理；在制动性中，增加了辅助制动器和发动机制动对制动力分配和制动效能的影响等方面的论述；在试验仪器方面，介绍了非接触式汽车速度计和燃油流量计传感器的结构原理；此外，还列入了纯电动汽车动力性计算的算例。

3) 精简了一些内容。

本修订版由清华大学汽车工程系编写。参加编写的有余志生、夏群生、赵六奇、伦景光、刘惟信、孙建纲、李克强、季学武，主编为余志生，副主编为夏群生。本书由合肥工业大学陈朝阳审阅。

在编写过程中，彭莫、单德福、宋健、林健、吴凯辉、刘昭度、徐中明、张红、冯樱、魏道高、王雷等曾对本修订版提出宝贵意见与帮助；东风汽车公司、跃进汽车集团、北京汽车工程学会等有关同志曾给予大力支持；此外，还得到上海发展汽车工业教育基金会的热情支持。在此，对他们表示衷心的感谢。

恳切希望使用本书的高校师生与广大读者对本书给予批评指正。

编者

第3版前言

本书为1981年出版的《汽车理论》的第3版，是全国高等学校汽车与拖拉机专业教学指导委员会组织的“九五”规划教材。

自本书于1990年出版了第2版以来，迄今已有10年。10年来汽车技术和车辆动力学均有很大的发展。通过教学实践，我们对教材内容的处理有了一些新的看法，此外，也听取了各校教师 and 同学对本书的宝贵意见。基于上述原因，我们对第2版做了修订。

本书除保持第2版的基本结构与基本内容外，主要在以下几个方面进行了修改：

1) 在一些章节中采用了新标准。例如，平顺性的评价采用1997年公布的ISO 2631—1:1997(E)“人体承受全身振动评价——第一部分：一般要求”，它能与主观感觉更好地符合，评价时的计算方法比原标准简单。制动性中采用了新的国家标准和ECE R13的标准，如利用附着系数、充分发出的平均减速度的定义等。

2) 增加了一些新内容。例如，在动力性中引入了大驱动力工况（强劲加速或爬陡坡）对附着条件的最低要求——附着率的概念；在燃油经济性中介绍了对传统结构汽车发展有巨大影响的“新一代汽车伙伴关系（PNGV）”及高效率节能汽车；制动性中增加了ABS单轮模型的论述；操纵稳定性中增加了转向盘力特性、利用地面切向反作用力控制转向特性的机理、电子控制系统及汽车侧翻等内容；平顺性中路面输入功率谱密度引入侧倾角振动输入功率谱密度与垂直振动输入功率谱密度的比值，车身与车轮两个自由度振动中增加了主动与半主动悬架等内容。

3) 在一些章节中，如汽车动力装置参数的选定一章中，选用了新的数据。

4) 精简了部分内容。

5) 增加了各章习题以供读者参考选做。

本修订版由清华大学汽车工程系编写。参加编写者为赵六奇、夏群生、伦景光、刘惟信、孙建纲、季学武、余志生。主编为余志生。本书由合肥工业大学陈朝阳教授审阅。

在编写过程中，白原新、唐志强、彭莫、吴继常、宋健、王烈、李以盛、林建、陈奎元等曾对本书提出许多宝贵意见与帮助；东风汽车公司、跃进汽车公司、北京汽车工程学会、北京汽车研究所等有关同志曾给予大力支持。编写过程中还得到上海发展汽车工业教育基金会的热情资助。在此，对他们表示衷心的感谢。

恳切希望使用本修订版的高校师生、广大读者对本书给予批评指正。

编者
2000年4月

第2版前言

本书自1980年出版以来，数次重印，并于1984年做了小修改，重排印刷，一直作为各高校汽车专业的教材。1983年12月，11所高校“汽车理论”课程的主讲教师还曾举行教材座谈会，肯定了第1版的内容及其适用性。同时，汽车制造、运输企业以及有关研究机构的工程技术人员也将本书作为常用的专业参考书。

9年来，汽车工业有了很大的发展。通过教学实践，我们对汽车专业本科生应掌握的专业基础理论知识有了更明确的理解；我们通过科学研究工作以及对国内、外车辆动力学发展的了解，对本书各章内容有了进一步的认识；各校老师与同学也对本书提出了宝贵意见。上述原因促使我们感到有必要对第1版进行修订。

本书除保持第1版的基本结构与基本内容外，主要对以下几个方面进行了修改：

1) 在一些章节中，采用了新的评价与分析方法以及有关新标准。例如在第三章中引入了“绘制燃油经济性-加速时间曲线”的方法，较好地解决了汽车动力装置（发动机-传动系）参数的选定问题；第四章中介绍了有关制动法规，并讨论了如何提高制动性能以满足制动法规的要求；第六章中明确了平顺性新的评价方法，介绍了新的ISO 2631标准与路面分级标准，分析中采用了国际上普遍应用的“双对数坐标”。各章中还介绍了一些我国新制订的性能试验标准，增添了一些有关数据。

2) 突出基本要求与概念，精简了部分内容。例如在第五章中引入了“侧偏柔度”的概念，因此可以对包括悬架与转向系影响因素在内的时域响应进行初步定量分析，使学生对汽车的稳态响应与瞬态响应具有更为完整与深入的理解。这一章中还删去了刚体运动微分方程与线性三自由度汽车模型对前轮转角输入的响应等节。

3) 各章附有习题作业，可供使用本书的师生参考。

4) 考虑到随机振动已在许多院校单独设课，故删去附录I“随机振动的基本知识”。

本修订版由清华大学汽车工程系汽车教研组编写。主编为余志生，参加编写者为余志生、伦景光、孙建纲、赵六奇、刘惟信。本书由武汉工学院吴业森教授审阅。编写中曾得到吉林工业大学罗邦杰教授的指导，清华大学的李以盛、蔡世芳、倪佑民、李修曾、夏群生、陈全世等曾为本书提供材料或参加讨论。编写过程中还得到长春第一汽车厂、湖北第二汽车厂、四川汽车厂、北京汽车厂、北京第二汽车厂等有关同志的大力支持。在此，对他们表示衷心感谢。

恳切希望使用本修订版的高校师生、广大读者对本书给予批评指正。

编者

1989年4月于清华大学

第1版前言

本书是根据1978年4月在天津召开的高等学校一机部对口专业座谈会精神和1978年6月在镇江召开的汽车、拖拉机、农机专业教材会议制订的“汽车理论”教材编写大纲编写的。它可作为高等工业学校汽车专业“汽车理论”课程的教材，也可供有关的工程技术人员参考。

全书分七章，中心内容是以力学为基础，阐述汽车的主要性能——动力性、燃油经济性、制动性、操纵稳定性、行驶平顺性以及通过性，并在满足这些整车性能要求的基础上提出选择汽车设计参数的一些原则，诸如汽车发动机功率的选择、传动系传动比的确定、制动器制动力的分配、悬架参数、重心位置、轮胎型式、车辆几何参数的确定等。另外，还讨论了这些主要性能的试验方法。为了便于第六章“汽车的行驶平顺性”的教学，将“随机振动的基本知识”附于附录，仅供参考。附录中还提供了“美国试验安全车的操纵稳定性性能要求及其试验方法”，作为汽车操纵稳定性的参考资料。

本书一律采用国际单位制。例如力的单位为牛顿(N)，而不用公斤力(kgf)；功率的单位为千瓦(kW)，而不用马力(PS)；压力的单位为千帕(kPa)，而不用工程大气压(at)。但是考虑到有一个过渡，书中随时给出了单位换算。有些转引的图表和资料虽然沿用原著的单位制，但也为读者进行了单位换算。表示单位时一律用符号而不写汉字。

本书由清华大学汽车教研组编写。参加编写者为余志生、伦景光、刘惟信、孙建纲、魏克严、赵六奇，并由余志生负责主编。在编写过程中，曾得到倪佑民同志的热心帮助。

本书初稿完成后，由武汉工学院吴业森同志负责主审，初稿修改后由吴业森同志，吉林工业大学洪宗林、王志新同志，江苏工学院王德杉同志等参加会审定稿。他们在审稿过程中提出了许多宝贵意见。在编写过程中还请教了有关工厂和研究所的同志，并请汽车工程学会常务理事、清华大学宋镜瀛教授一起讨论、确定所用的汽车工程术语。在此一并表示感谢。

由于我们的水平有限，且时间仓促，书中一定有错漏之处，欢迎使用本书的师生和广大读者批评指正。

编者

1980年4月

常用符号表

第一章 汽车的动力性

物理量	代号	单位	物理量	代号	单位
汽车质量	m	kg	地面法向反作用力	F_z	N
汽车重力	G	N	空气阻力	F_w	N
汽车速度	u	m/s	坡度阻力	F_i	N
	u_a	km/h	加速阻力	F_j	N
驱动力	F_t	N	滚动阻力	F_f	N
车轮半径	r	m	滚动阻力系数	f	
发动机转矩	T_{tq}	N·m	空气阻力系数	C_D	
发动机功率	P_e	kW	道路阻力系数	Ψ	
发动机转速	n	r/min	旋转质量换算系数	δ	
变速器传动比	i_g		附着系数	φ	
主减速器传动比	i_0		动力因数	D	
传动效率	η_T		液力变矩器的变矩比	K	
坡度	i		液力变矩器的透过度	p	
直线行驶加速度	$a, \frac{du}{dt}$	m/s ²			

第二章 汽车的燃油经济性

物理量	代号	单位	物理量	代号	单位
燃油消耗率	b	g/(kW·h)	汽车百公里油耗	Q_s	L/100km

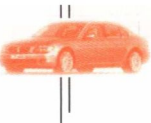
第四章 汽车的制动性

物理量	代号	单位	物理量	代号	单位
制动器摩擦矩	T_μ	N·m	侧向力系数	φ_1	
地面制动力	F_{xb}	N	同步附着系数	φ_0	
制动器制动力	F_μ	N	峰值附着系数	φ_p	
附着力	F_φ	N	滑动附着系数	φ_s	
滑动率	s		制动器制动力分配系数	β	
制动力系数	φ_b		制动减速度	a_b	m/s ²

(续)

第五章 汽车的操纵稳定性

物理量	代号	单位	物理量	代号	单位
质心侧向速度	v	m/s	转向盘转角	δ_{sw}	rad 或 ($^{\circ}$)
侧向加速度	a_y	m/s ² 或 g	转向半径	R	m
侧倾角	Φ_r	rad 或 ($^{\circ}$)	弹簧刚度	k_s	N/m
侧倾角速度	ω_p	rad/s 或 ($^{\circ}$)/s			
横摆角速度	ω_r	rad/s 或 ($^{\circ}$)/s	悬挂质量	m_s	kg
地面切向反作用力	F_x	N	非悬挂质量	m_u	kg
侧偏角	α	rad 或 ($^{\circ}$)	轮距	B	m
外倾角	γ	rad 或 ($^{\circ}$)	临界车速	u_{cr}	m/s
侧偏力	$F_{y\alpha}$	N	无阻尼圆频率	ω_0	rad/s
外倾侧向力	$F_{y\gamma}$	N	阻尼比	ζ	
侧偏刚度	k	N/rad 或 N/($^{\circ}$)	侧倾转向系数	$\frac{\partial \delta}{\partial \Phi_r}$	($^{\circ}$)/($^{\circ}$)
外倾刚度	k_{γ}	N/rad 或 N/($^{\circ}$)	侧倾外倾系数	$\frac{\partial \gamma}{\partial \Phi_r}$	($^{\circ}$)/($^{\circ}$)
稳态横摆角速度增益	$\left. \frac{\omega_r}{\delta} \right)_s$	rad · s ⁻¹ /rad 或 ($^{\circ}$) · s ⁻¹ /($^{\circ}$)	侧向力变形转向系数	$\frac{\partial \delta}{\partial F_y}$	($^{\circ}$)/kN
稳定性因数	K	s ² /m ²	回正力矩变形转向系数	$\frac{\partial \delta}{\partial T}$	($^{\circ}$)/(100N · m)
静态储备系数	S. M.		侧向力变形外倾系数	$\frac{\partial \gamma}{\partial F_y}$	($^{\circ}$)/kN
特征车速	u_{ch}	m/s	悬架侧倾角刚度	K_{Φ_r}	N · m/rad
地面侧向反作用力	F_y	N	侧倾力矩	M_{Φ_r}	N · m
翻转力矩	M_x	N · m	汽车绕 OZ 轴的转动惯量	I_z	kg · m ²
回正力矩	T_z	N · m	反应时间	τ	s
垂直载荷	W	N	峰值反应时间	ε	s
轴距	L	m			
质心至前轴的距离	a	m			
质心至后轴的距离	b	m			
前轮转角	δ	rad 或 ($^{\circ}$)			



(续)

第六章 汽车的平顺性

物理量	代号	单位	物理量	代号	单位
悬架刚度	K	N/m	相干函数	$\text{coh}_{xy}^2(f)$ 或 $\text{coh}_{xy}^2(\omega)$	
路面不平度系数	$G_q(n_0)$	m^2/m^{-1}			
频率	f	Hz 或 s^{-1}	阻尼比	ζ	
悬架动挠度	f_d	m	频率比	λ	
悬架静挠度	f_s	m	车轮部分垂直位移	z_1	m
车轮与路面间的动载	F_d	N	固有圆频率	ω_0	rad/s
长度变量或转动惯量	I	m 或 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	有阻尼固有圆频率	ω_d	rad/s
阻尼系数	C	$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}$	激振频率	ω	rad/s
车身质量 (悬挂质量)	m_2	kg	车身纵向摆角或初位相	φ	rad
车轮质量 (非悬挂质量)	m_1	kg	相位角	Φ	($^\circ$)
座垫上人体的位移	p	m	标准差	σ	
路面不平度函数	q	m	空间频率	n	m^{-1}
自功率谱密度函数	$G_{xx}(f)$ 或 $G_{xx}(\omega)$		双轴汽车车身振动主频率	Ω	rad/s
			回转半径	ρ	m
互功率谱密度函数	$G_{xy}(f)$ 或 $G_{xy}(\omega)$		悬挂质量分配系数	ε	
			刚度比	γ	
频率指数	W		质量比	μ	
车身垂直位移	z_2	m	频率响应函数	$H(j\omega)$ 或 $H(f)$	

第七章 汽车的通过性

物 理 量	代 号	单 位	物 理 量	代 号	单 位
土壤推力	F_x	N	土壤的压实阻力	F_{rc}	N
驱动轮胎的接地面积	A	m^2	推土阻力	F_{rb}	N
土壤的黏聚系数	c	kPa	土壤单位体积重量	γ_s	N/m^3
垂直载荷	W	N	土壤承载能力系数	N_c, N_r	
土壤的摩擦角	φ	($^\circ$)	轮胎刚度产生的压力	p_c	kPa
土壤的切应力	τ	kPa	轮胎充气压力	p_i	kPa
剪切面法向压力	σ	kPa	轮胎弹滞损耗阻力	F_{rt}	N
土壤剪切变形	j	mm 或 m	单位负荷弹滞损耗阻力	f_i	
土壤剪切变形模数	K	cm 或 m	滑转率	s_r	
土壤沉陷量	z	mm 或 m	车辆的实际速度	u	m/s
单位面积压力	p	kPa	车辆的理论速度	u_t	m/s
土壤的黏聚变形模数	k_c	kN/m^{n+1}	挂钩牵引力	F_d	N
土壤的摩擦变形模数	k_φ	kN/m^{n+2}	土壤阻力	F_r	N
承载面积的短边长度	b	mm 或 m	沉陷指数	n	

目 录

第 6 版前言	
第 5 版前言	
第 4 版前言	
第 3 版前言	
第 2 版前言	
第 1 版前言	
常用符号表	

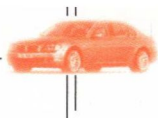
第一章 汽车的动力性	1
第一节 汽车的动力性指标	1
第二节 汽车的驱动力与行驶阻力	2
一、汽车的驱动力	3
二、汽车的行驶阻力	7
三、汽车行驶方程式	17
第三节 汽车的驱动力-行驶阻力平衡图与 动力特性图	20
一、驱动力-行驶阻力平衡图	20
二、动力特性图	22
第四节 汽车行驶的附着条件与汽车的 附着率	23
一、汽车行驶的附着条件	23
二、汽车的附着与地面法向反作用力	24
三、作用在驱动轮上的地面切向反 作用力	27
四、附着率	28
第五节 汽车的功率平衡	32
第六节 装有液力变矩器汽车的动力性	33
第七节 电动汽车的动力性	40
一、概述	40
二、电动汽车的结构和特点	41
三、电动汽车的动力性指标	45
四、纯电动汽车的动力性	45

五、混合动力电动汽车的动力性	49
参考文献	53

第二章 汽车的燃油经济性	54
第一节 汽车燃油经济性的评价指标	54
第二节 汽车燃油经济性的计算	61
第三节 影响汽车燃油经济性的因素	65
一、使用方面	65
二、汽车结构方面	66
第四节 装有液力变矩器汽车的燃油经济性 计算	72
第五节 电动汽车的经济性	73
一、电动汽车的经济性指标	73
二、纯电动汽车的经济性	74
三、混合动力电动汽车的经济性	78
第六节 汽车动力性、燃油经济性试验	82
一、路上试验	82
二、室内试验	87
参考文献	88

第三章 汽车动力装置参数的选定	90
第一节 发动机功率的选择	90
第二节 最小传动比的选择	93
第三节 最大传动比的选择	95
第四节 传动系档数与各档传动比的选择	95
第五节 利用燃油经济性-加速时间曲线 确定动力装置参数	99
一、主减速器传动比的确定	100
二、变速器与主减速器传动比的确定	100
三、发动机、变速器与主减速器传动比的 确定	101
第六节 计算机仿真技术在发动机-整车系统 性能匹配优化中的应用简介	103

一、发动机的性能匹配优化	104	一、汽车操纵稳定性包含的内容	155
二、发动机-整车系统性能匹配优化	107	二、车辆坐标系与转向盘角阶跃输入下的时域响应	157
三、驾驶性能的计算机仿真	109	三、人-汽车闭路系统	159
参考文献	111	四、汽车试验的两种评价方法	160
第四章 汽车的制动性	113	第二节 轮胎的侧偏特性	160
第一节 制动性的评价指标	113	一、轮胎的坐标系	160
第二节 制动时车轮的受力	114	二、轮胎的侧偏现象和侧偏力-侧偏角曲线	161
一、地面制动力	114	三、轮胎的结构、工作条件对侧偏特性的影响	163
二、制动器制动力	114	四、回正力矩——绕 OZ 轴的力矩	165
三、地面制动力、制动器制动力与附着力之间的关系	115	五、有外倾角时轮胎的滚动	167
四、硬路上的附着系数	115	六、轮胎模型简介	168
第三节 汽车的制动效能及其恒定性	121	第三节 线性二自由度汽车模型对前轮角输入的响应	170
一、制动距离与制动减速度	121	一、线性二自由度汽车模型的运动微分方程	170
二、制动距离的分析	121	二、前轮角阶跃输入下进入的汽车稳态响应——等速圆周行驶	172
三、制动效能的恒定性	125	三、前轮角阶跃输入下的瞬态响应	178
第四节 制动时汽车的方向稳定性	126	四、横摆角速度频率响应特性	185
一、汽车的制动跑偏	127	第四节 汽车操纵稳定性与悬架的关系	187
二、制动时后轴侧滑与前轴转向能力的丧失	128	一、汽车的侧倾	188
第五节 前、后制动器制动力的比例关系	132	二、侧倾时垂直载荷在左、右侧车轮上的重新分配及其对稳态响应的影响	194
一、地面对前、后车轮的法向反作用力	132	三、侧倾外倾——侧倾时车轮外倾角的变化	196
二、理想的前、后制动器制动力分配曲线	133	四、侧倾转向	198
三、具有固定比值的前、后制动器制动力与同步附着系数	134	五、变形转向——悬架导向装置变形引起的车轮转向角	200
四、前、后制动器制动力具有固定比值的汽车在各种路面上制动过程的分析	135	六、变形外倾——悬架导向装置变形引起的外倾角的变化	201
五、利用附着系数与制动效率	138	第五节 汽车操纵稳定性与转向系的关系	202
六、对前、后制动器制动力分配的要求	141	一、转向系的功能与转向盘力特性	202
七、辅助制动器和发动机制动对制动力分配和制动效能的影响	144	二、不同工况下对操纵稳定性的要求	204
八、防抱制动装置	146	三、评价高速公路行驶操纵稳定性的试验——转向盘中心区操纵稳定性试验	205
第六节 汽车制动性的试验	151	四、转向系与汽车横摆角速度稳态响应的关系	207
参考文献	154	第六节 汽车操纵稳定性与传动系的	
第五章 汽车的操纵稳定性	155		
第一节 概述	155		



关系	208	二、单质量系统的自由振动	241
一、地面切向反作用力与“不足-过多 转向特性”的关系	208	三、单质量系统的频率响应特性	242
二、地面切向反作用力控制转向特性的 基本概念简介	210	四、单质量系统对路面随机输入的 响应	243
第七节 提高操纵稳定性的电子控制 系统	213	第四节 车身与车轮双质量系统的振动	249
一、极限工况下前轴侧滑与后轴侧滑的 特点	215	一、运动方程与振型分析	249
二、横摆力偶矩及制动力的控制效果	216	二、双质量系统的传递特性	253
三、各个车轮制动力控制的效果	218	三、车身加速度、悬架弹簧挠度和车轮 相对动载的幅频特性	254
四、四个车轮主动制动的控制效果	219	四、在路面随机输入下系统振动响应 均方根值的计算	256
五、VSC 系统的构成	219	五、系统参数对振动响应均方根值的 影响	257
六、装有 VSC 系统汽车的试验结果	219	六、主动悬架与半主动悬架	260
第八节 汽车的侧翻	220	第五节 双轴汽车的振动	266
一、刚性汽车的准静态侧翻	221	一、振型分析	266
二、带悬架汽车的准静态侧翻	222	二、使 $\omega_\varphi < \omega_z$, 减小俯仰角加速度	269
三、汽车的瞬态侧翻	223	三、计算前、后轮双输入系统振动响应时 的单轮输入折算幅频特性	270
第九节 汽车操纵稳定性的路上试验	224	四、轴距中心处垂直位移 z_0 和车身 俯仰角位移 φ 对前轴上方车身 位移 z_{2f} 的幅频特性	271
一、低速行驶转向轻便性试验	224	五、车身上任一点 P 的垂直位移 z_{2p} 对 前轴上方车身位移 z_{2f} 的幅频特性	273
二、稳态转向特性试验	224	六、 \ddot{z}_{2p} 及 φ 功率谱密度和均方根值的 计算	274
三、瞬态横摆响应试验	225	第六节 “人体-座椅”系统的振动	276
四、汽车回正能力试验	225	一、“人体-座椅”系统的传递特性	276
五、转向盘角脉冲试验	226	二、“人体-座椅”系统的参数选择	277
六、转向盘中心区操纵稳定性试验	227	第七节 汽车平顺性试验和数据处理	278
七、电子稳定控制系统的正弦停滞 试验	227	一、平顺性试验的主要内容	278
参考文献	228	二、平顺性试验数据的采集和处理	279
第六章 汽车的平顺性	230	参考文献	281
第一节 人体对振动的反应和平顺性的 评价	230	第七章 汽车的通过性	282
一、人体对振动的反应	230	第一节 汽车通过性评价指标及几何 参数	282
二、平顺性的评价方法	232	一、汽车支承通过性评价指标	282
第二节 路面不平度的统计特性	233	二、汽车通过性几何参数	282
一、路面不平度的功率谱密度	234	第二节 松软地面的物理性质	284
二、空间频率功率谱密度 $G_q(n)$ 化为时间 频率功率谱密度 $G_q(f)$	235	一、土壤切应力与剪切变形的关系	284
三、路面对四轮汽车的输入功率谱 密度	237	二、土壤法向负荷与沉陷的关系	285
第三节 汽车振动系统的简化, 单质量 系统的振动	239	三、半流体泥浆及雪的密度对通过性的	
一、汽车振动系统的简化	239		

影响	286	二、土壤参数的测定	299
第三节 车辆的挂钩牵引力	287	参考文献	301
一、车辆在松软地面上的土壤阻力	287	习题	302
二、松软地面给车辆的土壤推力	290	附录	310
三、挂钩牵引力	293	附录 A 简化的 PAC2002 魔术公式轮胎	
第四节 牵引通过性计算	293	模型	310
第五节 间隙失效的障碍条件	295	附录 B 根据 SAE J2452 标准拟合的部分	
一、顶起失效的障碍条件	295	轮胎参数	314
二、触头失效的障碍条件	296	附录 C 一个学生的“汽车理论”课程	
第六节 汽车越过台阶、壕沟的能力	297	MATLAB 习题编程思路	315
第七节 汽车的通过性试验	299		
一、通过性试验的主要内容	299		