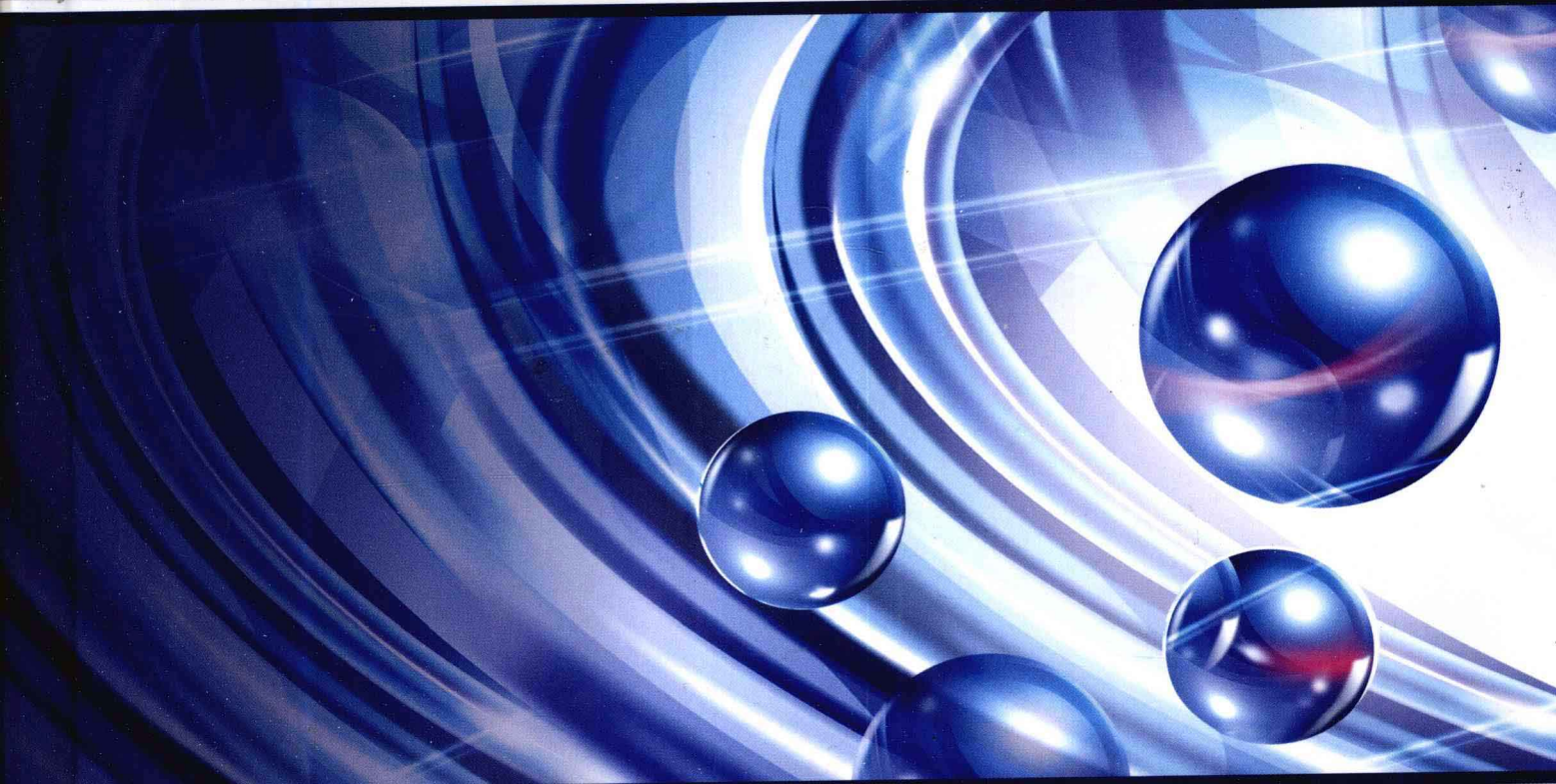




中国汽车工程学会
汽车工程图书出版专家委员会 推荐出版

汽车工程手册 1 基础理论篇



日本自动车技术会 编
中国汽车工程学会 组译

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车工程手册 1

基础理论篇

日本自动车技术会 编
中国汽车工程学会 组译

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车工程手册 .1, 基础理论篇 / 日本自动车技术会编; 中国汽车工程学会组译. —北京: 北京理工大学出版社, 2010. 12

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1651 - 7

I. ①汽… II. ①日… ②中… III. ①汽车工程 - 技术手册 IV. ①U46 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 242570 号

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01 - 2008 - 5491 号

Automotive Technology Handbook by Society of Automotive Engineering of Japan, Inc.

Copyright © 2008 by Society of Automotive Engineering of Japan, Inc.

Transaction right arranged with Beijing Institute of Technology Press.

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京中科印刷有限公司

开 本 / 889 毫米 × 1194 毫米 1/16

印 张 / 33

字 数 / 870 千字

责任编辑 / 靳 媛

版 次 / 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

樊红亮

印 数 / 1 ~ 5000 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 220.00 元

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

汽车工程手册

译审委员会

主任 付于武
副主任 李 骏
委员 高 波 于秀敏 张晓艳 杨志坚 樊红亮

翻译委员会

主任 高 波
副主任 黄永和 谢 飞
委员 (按姓氏笔画排序)
王珍英 任世宏 刘璟慧 孙万臣 孙 丽 李云清
李兴虎 何士娟 郑 芬 赵 和 姚为民 殷 悦
彭大庆 程光明

审校委员会

主任 金东瀛
副主任 毛 明 孟嗣宗
委员 (按姓氏笔画排序)
王国力 冯 宇 冯慧华 吕建国 朱 平 朱问锋
刘 忠 安相璧 许 敏 李尔康 李 杰 李彦龙
李炳泉 李晓雷 李淑慧 杨 林 张方瑞 张立军
张建武 陈关龙 罗 勇 殷承良 黄 华 喻 凡
魏春源

汽车产业作为我国的支柱产业，在国民经济中发挥着越来越重要的作用。进入 21 世纪后，中国汽车产业进入了快速发展阶段，现已成为世界第一产销国。中国正在经历从世界汽车生产大国向汽车强国的转变。经过数十年的发展，我国汽车工业的综合技术水平有了很大的提高，但与国际先进水平相比，尚有一定差距。为满足我国汽车工业对国外先进科技信息的需求，缩短与发达国家的差距，中国汽车工程学会与北京理工大学出版社合作，在 2008 年引进了日本《汽车工程手册》的版权，并组织行业专家翻译出版。

《汽车工程手册》是由日本自动车技术会（JSAE）组织专家编写而成。该手册来自 1957 年出版的《自动车工学手册》和《自动车工学概览》，经过 4 次改版，并于 1990 年将两书整理修订并更名为《汽车工程手册》进行出版。为适应世界汽车技术的快速发展，在 2006 年再次重新整理编排，由 4 分册细分为 9 分册。同时在各分册中增加了“汽车诸多形势”和用作参考的“法规、标准”等章节，并将当前最新的汽车技术信息编入手册，使其成为日本汽车工程技术人员必备的工具书。

《汽车工程手册》涵盖了汽车制造的各方面，9 个分册包括《基础理论篇》《环境与安全篇》《造型与车身设计篇》《动力传动系统设计篇》《底盘设计篇》《动力传动系统试验评价篇》《整车试验评价篇》《生产质量篇》《维修保养·再利用·生命周期评价篇》。中文版手册配有丰富的原版插图、表格及大量的图片资料，最大程度地保留了原版手册的编写风格。相信本套手册的出版对我国汽车工程技术人员了解世界汽车最新的发展将有极大的帮助，并为行业技术人员、科研人员提供了一套不可多得的工具书。

中国第一汽车集团公司技术中心、吉林大学、北京航空航天大学、中国汽车技术研究中心、中国北方车辆研究所、中国汽车工程研究院、北京理工大学、军事交通学院等单位为手册的出版给予了鼎力支持。

在此谨向以上单位和个人表示感谢，并向他们表示衷心的感谢！同时，感谢北京理工大学出版社对手册的出版给予的大力支持，特在本书出版之际向他们表示深深的谢意！

中国汽车工程学会 付于武
汽车工程图书出版专家委员会

2010 年 12 月

增强自主创新能力，是提升中国汽车工业水平的关键。学习和吸收国外的先进技术经验无疑可以加快我们的自主研发进程。中国汽车工业虽然比国外落后，但后发优势明显，古人云：“吾尝终日而思矣，不如须臾之所学也”。只要我们认真地向汽车技术更先进的国家学习，一定能在学习中求进步，在进步中求提高，在提高中求创新，变“中国制造”为“中国创造”。

我们深知，科技进步靠的是合力，一万人前进进一步的合力，远远大于一个人前进一万步的力量。引领并推动中国汽车工业科技进步，中国第一汽车集团公司有着义不容辞的责任。从知识分享的角度，中国第一汽车集团公司近两年向汽车行业推荐了几本有价值的资料，并受到行业图书出版专家委员会的普遍认可。中国第一汽车集团公司技术中心在组织人员对日文版全套《汽车工程手册》的章节标题及主要内容进行翻译后，发现该书内容翔实、图文并茂、深浅结合，并涵盖了最新技术，内容全面而系统，是一套对中国汽车工业有较强学习与借鉴作用的汽车工程和技术专著。因此我们向中国汽车工程学会推荐引进出版这套手册的中文版，让国内汽车行业的从业人员能够从中受益。

《汽车工程手册》是由日本自动车技术会（JSAE）组织出版。自1957年首次出版后，至20世纪90年代初，历经几次修订，由1册发展为4分册。伴随世界汽车技术的长足发展及环境的变化，2003年开始，日本自动车技术会又对《汽车工程手册》进行了全新改版，历经4年时间完成了9个分册的出版。新版手册不仅囊括了混合动力汽车的产业化、燃料电池车的发展、控制技术的高端化、再利用技术的发展等最新技术信息，每一分册还增加了能够反映汽车发展趋势的法规、标准等相关章节。各分册均由活跃在日本汽车各专业领域研发一线的专家执笔，不仅质量高，而且非常系统。该书对于国内工作在一线的研究和技术人员，以及承担着未来汽车技术开发的年轻人和学生来说都无疑是一本非常好的参考资料。相信该书必然会成为了解和掌握日本汽车技术，以及审视未来技术发展所不可缺少的工具书。

2008年，由中国汽车工程学会牵头，组织行业各单位和专家对《汽车工程手册》的9个分册进行翻译。其中，《造型与车身设计篇》《动力传动系统设计篇》《底盘设计篇》《动力传动系统试验评价篇》4个分册由中国第一汽车集团公司技术中心翻译完成，《基础理论篇》由北京航空航天大学翻译完成，《维修保养·再利用·生命周期评价篇》由中国汽车技术研究中心翻译完成，《环境与安全篇》《整车试验评价篇》《生产质量篇》3个分册由吉林大学和中国汽车工程研究院翻译完成。

本套手册由日本自动车技术会从2004年9月至2006年11月间陆续出版的《汽车工程手册》9个分册的日文修订版直接译成，也是国内首次出版该书的中文版。本分册由李云清、崔洪、刘本义、高英杰、胡平、张可、周立勤、黄明哲、李骏、许健、林长军、李兴虎翻译。在此感谢北京理工大学出版社给予机会翻译这套工具书，更感谢付于武理事长对此书出版的大力支持。译、校者虽在译文、专业内容、名词术语等方面进行了反复斟酌，并向有关专业人员请教，但限于译、校者的水平与对新知识的理解程度，谬误和不当之处恳请读者批评、指正。

进入汽车高速发展的时代以来，众多汽车行业前辈凭自己的劳动和自己的努力，攻克了汽车的耐用性、可靠性、降低排放、安全性等许多难题，追赶并超越汽车先进国家，造就了日本的汽车工程技术。1990年出版了第一版《汽车工程手册》。在泡沫经济与经济危机之际，国际性的大厂商进行了强强联合，这一时期确立了日本汽车产业在世界的领先地位。《汽车工程手册》在任何时候都以非常重要的基本原理与技术为基础，并涉及了汽车安全、环境、信息化、智能化和全球化等多个领域。

随着汽车技术的进一步发展，《汽车工程手册》搜集和整理了所有最新的汽车技术。日本汽车界专家和编写委员会委员抱着“技术是为人类解决难题”这种坚定的信念，在首次出版14年之后又对手册重新进行修订。这版《汽车工程手册》凝聚了众多先辈的劳动结晶，希望通过汽车研发人员和技术人员的学习和努力造就下一个汽车新时代。

如果本书能够为人们追求汽车生活的便利性，为人们实现梦想发挥一定作用的话，那将会不胜荣幸。

最后，对在百忙之中抽出宝贵时间给予本书的出版以大力帮助的各位执笔专家、编写委员会委员和事务局的各位表示深深地感谢和敬意。同时，也祝愿汽车行业更快更好地发展。

日本自动车技术会
会长 萩野道义

日本自动车技术会将汽车技术集大成为目标，编辑出版本套手册和文献。1957年，经过反复修改首次出版了《汽车工学手册》。1990年对其进行了大量的修改，出版了《汽车工程手册》。该手册由《基础理论篇》，《设计篇》，《试验和评价篇》，《生产、质量、维修和保养篇》4个分册构成，总页数达到1758页。

以后的14年里，汽车技术不断发展，汽车工业发生了很大的变化。因此，必须出版一本符合时代要求的手册。2003年，成立了手册编写委员会，对手册的编写内容和分册结构进行了分析和研究。根据分析研究结果，把手册划分为9个分册，成立了相关的编写委员会，并开始进行修订版的编写工作。

《汽车工程手册》的编写特点：①涵盖了混合动力车辆的实用技术、燃料电池车的相关技术、高性能的控制技术、再生利用等最新技术；②由活跃在汽车各个领域从事开发、设计的一线专家执笔，系统而全面地介绍了多个领域的前沿技术；③在各个分册中增加了汽车相关的发展趋势和相关的法律、法规篇章；④增加了摩托车技术等内容。另外，考虑到读者的经济承受能力，细分为9个分册出版，可以按分册销售。

我们相信本套手册能使活跃在一线的研究、技术人员更加受益，使肩负着下一代汽车技术重任的年轻技术人员和汽车专业学生对目前的汽车技术有所了解。

最后，在本套手册出版之际，向给予本套手册大力协助的委员会诸位委员、各位执笔专家深表谢意！

《汽车工程手册》编委会
主任委员 小林敏雄

根据 2003 年 7 月编写会议的决定，成立了手册编委会，同时成立《基础理论篇》分册委员会。

本次修订，将原来的 4 个分册细化为 9 个分册，将原基础理论篇中“碰撞安全性的基础和理论”内容移到第 2 分册——《环境与安全篇》。此外，对各章进行了修订。

从上次出版到现在已经过了 14 年，对汽车的要求以及汽车应用条件等都发生了很大变化，技术也取得了显著进步，即使普遍适用的基础理论篇也在参考文献、图表以及国际单位制的应用等方面做了很大变化和修正。此外，本次修订还增加了摩托车的内容。

本篇作为本次修订版中最先出版的一本，以普遍适用的基础理论为主体，也是后续设计篇以及试验评价篇的入门书。与现象论、经验论相比，本篇的重点放在了基本原理和基本方法的解读上。因此，本篇的内容几乎适用于所有汽车技术领域的研究者和技术人员。

本篇是所有分册中内容最多的一册，因此在本篇出版之际，再次向百忙之中完成原稿创作、校阅、修订工作的人士以及整理原稿的编委们表示诚挚的感谢！

《基础理论篇》编委会
主任委员 永井正夫

目 录

第1章 汽车相关社会背景与发展趋势 / 1

- 1.1 序言 / 1
- 1.2 社会发展状况 / 1
- 1.3 道路交通 / 2
- 1.4 汽车产业 / 3
- 1.5 环境 / 5
- 1.6 安全 / 5
- 1.7 设计制造技术 / 6

第2章 发动机性能的基础与理论 / 7

- 2.1 发动机概论 / 7
 - 2.1.1 汽车发动机的历史 / 7
 - 2.1.2 发动机的分类及工作原理 / 8
 - 2.1.3 对发动机性能要求 / 10
 - 2.1.4 现状和发展趋势 / 11
- 2.2 循环与热效率 / 13
 - 2.2.1 效率、功率及平均有效压力的定义 / 13
 - 2.2.2 理论空气循环 / 13
 - 2.2.3 燃料空气循环 / 15
 - 2.2.4 实际循环 / 16
- 2.3 燃油经济性与燃烧 / 20
 - 2.3.1 热效率与燃油经济性的关系 / 20
 - 2.3.2 运转条件对燃油经济性的影响 / 20
 - 2.3.3 汽油机燃烧 / 23
 - 2.3.4 提高汽油机燃油经济性的技术 / 31
 - 2.3.5 柴油机燃烧 / 34
 - 2.3.6 提高柴油机燃油经济性的技术 / 39
 - 2.3.7 利用混合动力技术降低油耗 / 40
- 2.4 功率与转矩 / 42
 - 2.4.1 影响功率的因素 / 42
 - 2.4.2 提高充填效率 / 43
 - 2.4.3 提高发动机转速 / 46
- 2.5 排气 / 47
 - 2.5.1 汽油机排气系统 / 47
 - 2.5.2 柴油机排气系统 / 53
- 2.6 增压 / 55
 - 2.6.1 增压的作用 / 55
 - 2.6.2 增压发动机循环 / 56
 - 2.6.3 废气涡轮增压汽油机与增压柴油机的比较 / 57

- 2.7 传热与冷却 / 58
 - 2.7.1 热负荷与冷却 / 58
 - 2.7.2 燃烧室传热 / 58
 - 2.7.3 燃烧室内对流换热 / 59
 - 2.7.4 燃烧室各部温度 / 60
 - 2.7.5 水冷式冷却装置 / 61
 - 2.8 摩擦与润滑 / 62
 - 2.8.1 润滑目的 / 62
 - 2.8.2 润滑理论 / 62
 - 2.8.3 弹性流体润滑理论 / 64
 - 2.8.4 发动机润滑 / 65
 - 2.8.5 摩擦损失 / 69
 - 2.9 发动机控制 / 72
 - 2.9.1 发动机控制历史 / 72
 - 2.9.2 发动机控制现状 / 72
 - 2.10 发动机模拟技术 / 75
 - 2.10.1 流体流动模拟的对象与逼近方法 / 75
 - 2.10.2 基于零维和准维模型的汽油机性能模拟 / 76
 - 2.10.3 基于零维和准维模型的柴油机性能模拟 / 77
 - 2.10.4 基于进排气系气体交换过程模型的充填效率模拟 / 78
 - 2.10.5 多维模拟模型的理论 / 78
 - 2.10.6 多维模拟模型的应用 / 87
 - 2.11 发动机机构力学 / 91
 - 2.11.1 活塞与曲轴机构 / 91
 - 2.11.2 配气机构 / 98
- 第3章 动力传动系统的基础与理论 / 103**
- 3.1 动力传动系统概述 / 103
 - 3.1.1 动力传动装置功能 / 103
 - 3.1.2 与发动机特性的匹配 / 104
 - 3.1.3 发展动向 / 105
 - 3.2 传动机构 / 106
 - 3.2.1 摩擦离合器 / 106
 - 3.2.2 液力传动装置 / 107
 - 3.2.3 万向节 / 109
 - 3.3 变速机构 / 111
 - 3.3.1 手动变速器 / 111
 - 3.3.2 自动变速器 / 113
 - 3.3.3 CVT / 114

3.3.4	电动车与混合动力车中的动力传动装置 / 118
3.4	分动机构 / 119
3.4.1	差速器与分动装置 / 119
3.4.2	差动限制装置功能 / 121
3.5	动力传动系统的控制 / 122
3.5.1	液力式自动变速器控制 / 122
3.5.2	驱动力控制 / 123
3.6	传动效率 / 124
3.6.1	传动损失 / 124
3.6.2	传动效率计算 / 125
3.7	摩托车动力传动装置 / 127
3.7.1	摩托车动力传动装置特征 / 127
3.7.2	手动变速器 / 128
3.7.3	自动变速器 / 128
第4章	动力性能的基础与理论 / 130
4.1	动力性能概述 / 130
4.1.1	动力性能的现状与发展 / 130
4.1.2	环保汽车的动力性能 / 131
4.1.3	驱动力 / 132
4.1.4	行驶阻力 / 133
4.1.5	行驶性能曲线 / 135
4.2	动力性 / 137
4.2.1	加速性 / 137
4.2.2	最高车速 / 138
4.2.3	爬坡性能 / 138
4.3	驾驶性 / 139
4.3.1	驾驶性的表述 / 139
4.3.2	环境对驾驶性的影响 / 141
4.3.3	汽油特性与驾驶性 / 141
4.4	燃油经济性 / 142
4.4.1	燃油经济性表达方式 / 142
4.4.2	实用油耗 / 142
4.4.3	影响燃油经济性的因素 / 143
4.4.4	燃油经济性法规 / 146
4.4.5	改善燃油经济性措施 / 147
第5章	制动性能的基础与理论 / 150
5.1	制动概述 / 150



- 5.2 制动力学 / 150
 - 5.2.1 制动能力 / 150
 - 5.2.2 制动力分配 / 151
 - 5.2.3 驻车制动力学 / 153
- 5.3 制动力的计算 / 154
 - 5.3.1 制动器效能因数 / 154
 - 5.3.2 制动效能系数计算 / 154
- 5.4 制动发热 / 156
 - 5.4.1 能量负荷 / 156
 - 5.4.2 制动器温升 / 156
- 5.5 稳定性 / 157
 - 5.5.1 制动效能恒定性 / 157
 - 5.5.2 制动方向稳定性 / 158
- 5.6 制动性能控制 / 160
 - 5.6.1 踏板力控制 / 160
 - 5.6.2 前后轮制动力分配控制 / 161
 - 5.6.3 防抱死控制 / 163
- 5.7 摩托车制动系统 / 168
 - 5.7.1 摩托车制动系统特性 / 168
 - 5.7.2 摩托车制动控制 / 169

第6章 材料和结构强度的基础与理论 / 171

- 6.1 材料 / 171
 - 6.1.1 概要 / 171
 - 6.1.2 金属材料 / 171
 - 6.1.3 非金属材料 / 188
- 6.2 材料强度 / 201
 - 6.2.1 静载破坏 / 201
 - 6.2.2 疲劳破坏 / 203
 - 6.2.3 破坏力学 / 206
- 6.3 结构力学 / 209
 - 6.3.1 有限元法 (FEM) / 209
 - 6.3.2 其他结构分析方法 / 222
 - 6.3.3 优化设计 / 224
- 6.4 行驶载荷 / 228
 - 6.4.1 路面 / 228
 - 6.4.2 路面不平的响应 / 230
 - 6.4.3 驾驶载荷 / 231
 - 6.4.4 异常载荷 / 233

6.4.5 汽车载荷计算基准 / 235

第7章 操纵稳定性的基础与理论 / 236

7.1 汽车操纵稳定性 / 236

7.1.1 汽车模型及其运动 / 236

7.1.2 车辆运动控制 / 237

7.1.3 驾驶员运动控制 / 237

7.2 轮胎转向特性 / 237

7.2.1 稳态特性 / 238

7.2.2 动态特性 / 240

7.2.3 对驱动和制动力的影响 / 242

7.2.4 滑水现象 (hydroplaning) / 244

7.2.5 轮胎模拟模型 / 245

7.3 悬架系统的基础 / 245

7.3.1 悬架系统定义 / 245

7.3.2 悬架的坐标系与位移 / 246

7.3.3 悬架几何结构的变化 / 249

7.3.4 悬架的柔性与刚度 / 254

7.4 转向系统的基础 / 255

7.4.1 转向盘角位移输入与转向盘力矩输入 / 255

7.4.2 转向几何结构 / 257

7.4.3 转向力 / 260

7.5 车身空气动力特性 / 262

7.5.1 车身周围的气流与压力分布 / 262

7.5.2 六分力特性 / 263

7.5.3 侧风输入 / 268

7.6 运动学基础 / 269

7.6.1 悬架特性的简化 / 269

7.6.2 二自由度模型与运动方程式 / 270

7.6.3 二自由度模型的运动特性 / 272

7.6.4 轮胎非线性对侧偏转向响应性的影响 (蛇形曲线图) / 276

7.6.5 侧倾自由度与转向系自由度 / 277

7.6.6 多自由度模型与运动力方程式 / 279

7.6.7 多自由度模型的运动特性 / 281

7.7 考虑驱动和制动的运动 / 281

7.7.1 驱动和制动力学模型与运动方程式 / 282

7.7.2 驱动和制动与运动性能 (稳态特性) / 288

7.7.3 驱动力分配和制动力分配与圆周行驶性能 / 290

7.7.4 驱动力和制动力控制 / 294



- 7.8 主动控制与操纵稳定性 / 296
 - 7.8.1 主动控制概要 / 296
 - 7.8.2 四轮转向操作系统 / 296
 - 7.8.3 主动悬架 / 303
 - 7.8.4 横摆力矩控制 / 305
 - 7.9 极限运动特性 / 308
 - 7.9.1 极限运动研究状况 / 308
 - 7.9.2 极限圆周行驶 / 309
 - 7.9.3 动态方向稳定性 / 311
 - 7.9.4 侧翻 / 314
 - 7.9.5 其他极限运动 / 315
 - 7.10 汽车列车的运动 / 315
 - 7.10.1 汽车列车力学模型与运动方程式 / 315
 - 7.10.2 汽车列车稳定性 / 318
 - 7.10.3 汽车列车制动稳定性 / 320
 - 7.10.4 汽车列车倒车性能 / 322
 - 7.11 驾驶员—汽车系统 / 323
 - 7.11.1 驾驶员转向操纵控制操作模型 / 323
 - 7.11.2 驾驶员—汽车系统运动特性与控制效果 / 327
 - 7.11.3 响应参数与控制难易度 / 328
 - 7.11.4 感官评价的模型化尝试 / 329
 - 7.12 摩托车的运动特性 / 330
 - 7.12.1 摩托车的运动特性 / 330
 - 7.12.2 摩托车前轮转向系统 / 331
 - 7.12.3 摩托车侧倾运动 / 332
 - 7.12.4 摩托车力学模型与运动方程式 / 333
 - 7.12.5 摩托车直线行驶稳定性 / 334
 - 7.12.6 考虑车架刚度及驾驶员振动特性的多自由度模型 / 335
 - 7.12.7 驾驶者—摩托车系统 / 336
- 第8章 振动、噪声和乘坐舒适性的基础与理论 / 339**
- 8.1 汽车的振动噪声概述 / 339
 - 8.1.1 振动噪声现象的种类 / 339
 - 8.1.2 汽车振动噪声现象的分析方法 / 340
 - 8.1.3 汽车振动噪声现象的对策 / 340
 - 8.2 车身的振动噪声 / 340
 - 8.2.1 低频振动噪声 / 340
 - 8.2.2 车身的中高频振动噪声及声响特性 / 351
 - 8.2.3 空气动力学噪声 / 361

- 8.3 悬架、转向系统的振动噪声与乘坐舒适性 / 363
 - 8.3.1 概述 / 363
 - 8.3.2 弹簧上、下振动 / 364
 - 8.3.3 悬架及转向系统振动特性 / 373
 - 8.3.4 轮胎的振动、噪声特性 / 381
 - 8.3.5 制动振动与噪声 / 390
- 8.4 发动机的振动噪声 / 398
 - 8.4.1 发动机的激振力 / 398
 - 8.4.2 发动机的缸体振动 / 401
 - 8.4.3 发动机的弹性振动 / 408
 - 8.4.4 发动机的燃烧噪声 / 418
 - 8.4.5 其他振动噪声 / 420
- 8.5 驱动系统的振动噪声 / 421
 - 8.5.1 基础理论 / 421
 - 8.5.2 驱动系统的振动噪声的激振力 / 422
 - 8.5.3 传动轴、驱动轴的振动噪声 / 423
 - 8.5.4 齿轮引起的噪声 / 427
 - 8.5.5 CAE 技术 / 430
 - 8.5.6 新型驱动系统的振动噪声问题 / 432
- 8.6 进排气系统的振动噪声 / 433
 - 8.6.1 排气管振动 / 433
 - 8.6.2 进排气噪声现象及产生原因 / 434
 - 8.6.3 进排气系统消声器的特征 / 437
 - 8.6.4 进排气声的控制 / 441
- 8.7 噪声振动的主动控制技术 / 442
 - 8.7.1 控制方法 / 442
 - 8.7.2 应用举例 / 444
- 8.8 未来动力总成的振动噪声 / 445
 - 8.8.1 混合动力车的振动噪声特征 / 445
 - 8.8.2 发动机启动停止时的振动 / 446
 - 8.8.3 电动机的电磁噪声 / 447
 - 8.8.4 怠速振动、隆隆声 / 447
 - 8.8.5 混合动力用辅机的噪声 / 448
- 8.9 摩托车的振动噪声 / 448
 - 8.9.1 摩托车振动的起因及影响因素 / 448
 - 8.9.2 发动机引起的振动 / 449
 - 8.9.3 发动机的防振支撑 / 450
 - 8.9.4 车辆各部位的振动对策 / 452
 - 8.9.5 车辆行驶振动预测 / 452



- 8.9.6 摩托车的噪声的起因及影响因素 / 453
- 8.9.7 减少加速行驶噪声的对策 / 453
- 8.9.8 噪声预测技术 / 455
- 8.10 音质评价 / 456
 - 8.10.1 音质评价的基础知识 / 456
 - 8.10.2 音质评价系统 / 457
 - 8.10.3 音质评价的实例及其应用 / 458
- 8.11 车外噪声 / 460
 - 8.11.1 汽车噪声规范 / 460
 - 8.11.2 车外噪声的影响因素及其贡献率 / 460
 - 8.11.3 车外噪声的测定分析技术 / 461
 - 8.11.4 车外噪声的预测技术 / 462

参考文献 / 465

国际单位制 (SI) / 499