



第4版

Dynamik der  
Kraftfahrzeuge

# 汽车动力学

4. Auflage

(德) Manfred Mitschke 著  
Henning Wallentowitz

陈荫三 余强 译



清华大学出版社



Springer

(德) Manfred Mitschke 著  
Henning Wallentowitz

陈荫三 余强 译

# 汽车动力学

第4版



清华大学出版社  
北京

 Springer

## 内 容 简 介

本书内容包括:概述;A篇:驱动和制动;B篇:车辆振动;C篇:行驶的操纵稳定性。

第4版增加了由于传感技术、电子技术、机械电子技术等的发展,使车辆的安全性和舒适性等得到改善的相关内容。

本书可供汽车工程技术人员,高等院校汽车工程专业师生使用和参考。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2006-6731

*Dynamik der Kraftfahrzeuge* by Manfred Mitschke and Henning Wallentowitz

Copyright © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1972, 1990, 1997, 2004

Springer is a part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车动力学:第4版/(德)米奇克(Mitschke, M.), (德)瓦伦托维兹(Wallentowitz, H.)著;陈荫三,余强译. —北京:清华大学出版社,2009.12

ISBN 978-7-302-18851-3

I. 汽… II. ①米… ②瓦… ③陈… ④余… III. 汽车—动力学 IV. U461.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第174698号

责任编辑:梁恩忠

责任校对:王淑云

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:北京铭成印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:175×245 印 张:45.5

字 数:993千字

版 次:2009年12月第1版

印 次:2009年12月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:90.00元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:021985-01

# 译者序

Manfred Mitschke 教授的《汽车动力学》一书，第 1 版于 1972 年问世，该版中译本由桑杰译出，于 1980 年 2 月在机械工业出版社出版。

《汽车动力学》第 2 版分为 A、B、C 三卷，相继于 1982 年、1984 年和 1990 年出版。三卷的中译本由陈荫三翻译，分别于 1992 年 3 月、1994 年 12 月和 1997 年 9 月在人民交通出版社出版。

此次《汽车动力学》第 4 版中译本由清华大学出版社出版。本书作为向国内读者介绍国外学术发展的理论译著，可供汽车工程技术人员、高等院校教师和研究生参考。

陈荫三 余强  
2009 年 9 月于西安

## 第 4 版前言

为了将汽车的行驶特性从理论上进行总结，在 1972 年出版了《汽车动力学》第 1 版。在随后的 1982 年到 1997 年之间又先后出版了新编第 2 版和部分新编的第 3 版，并且将它们分为三卷，即卷 A “驱动和制动”、卷 B “车辆振动”和卷 C “行驶的操纵稳定性”。

根据出版社的希望，在第 4 版中又将所有内容编成一卷，但是重新进行了编排。更重要的是在第 4 版中增加了新的研究成果和新技术。尽管在车辆基础理论方面没有改变，但是由于在车辆上像“传感技术、电子技术、机械电子技术”等的发展，使得车辆的行驶特性得到很大改善。特别是车辆的安全性和舒适性得到改善，并且降低了驾驶员的负荷。以前，人们只是具备足够的想象力，在写字台上描述的对车辆性能改善的方法，今天已经部分实现了。从“防抱死系统 (ABS)”装备到车辆上开始，有许多新的系统都应用到了车辆上，并且这一发展还将持续。

另外，考虑到这本书新版本的延续，我邀请了 Henning Wallentowitz 教授（亨宁·瓦伦托维茨）参加了这本书的编写。Henning Wallentowitz 教授现在在亚琛工业大学 (RWTH) 车辆技术研究所工作，他曾经在布伦瑞克工业大学车辆技术研究所作为我的博士研究生学习并且工作过。

和以前一样，为了使学生和实习的工程师更好地理解理论的实际应用，书中列出了大量的车辆参数、表格、曲线特征参数以及试验结果数据。

我要特别感谢 W. Kellerwessel 博士，他是亚琛工业大学车辆技术研究所的同事，他在本书繁杂的计算机编排和校正方面做了大量的工作。另外还要感谢 C. Wolff 博士，他在“制动”部分给予了大力的支持；A. Apel 博士，在“驾驶员-车辆控制回路”部分给予了大力的支持；A. Hagerodt 博士，帮助完成了部分图表；D. Haney 先生，帮助完成了一些计算实例。

M. Mitschke (M. 米奇克)

2003 年 5 月，布伦瑞克

# 常用符号一览表

符 号	单 位	意 义
<b>拉丁字母</b>		
$A$	$m^2$	迎风面积
$B$	$N$	制动力
$B/L$	$L/100 \text{ km}$	百公里油耗
$B, B_{\text{stoch}}$	$\frac{K \text{ 值}}{m/s^2}$ 或 $\frac{K \text{ 值}}{\text{rad}/s^2}$	简谐振动的敏感性评价函数, 随机振动的敏感性评价函数
$C$	$N \cdot m/\text{rad}$	扭转弹簧刚度, 侧倾刚度
$C_L$	$N \cdot m/\text{rad}$	转向系统刚度
$C_{S0}$	$N \cdot m/\text{rad}$	装备横向稳定杆的侧倾刚度
$c$	$N/m$	弹簧刚度
$c_\sigma$	$N/\text{rad}$	侧向力-侧偏角系数
$c_{\sigma V}, c_{\sigma H}$	$N/\text{rad}$	前轮、后轮的侧向力-侧偏角系数
$c_\gamma$	$N/\text{rad}$	侧向力-车轮外倾角系数
$c_{Mz}$	1	车辆绕垂直轴的空气力矩系数
$c_w$	1	在 $\alpha_L=0$ 时的空气阻力系数 $c_r$
$c_r$	1	空气阻力系数
$c_y$	1	侧向空气阻力系数
$c_z$	1	空气升力系数
$c_1$	$N/m$	轮胎径向弹簧常数
$c_2$	$N/m$	车身弹簧常数
$c_3$	$N/m$	座椅弹簧常数
$D, D_f$	1	阻尼常数, 固定控制
$d$	1	弹滞系数(橡胶弹簧)
$e_0, e_{sp}$	$m$	压力中心-关联点-总的质心之间距离
$F$	$N$	作用力
$F_{\text{ax}}$	$N$	加速阻力
$F_{\text{ij}}$	$N$	挂钩牵引力
$F_K$	$N$	曲线行驶阻力
$F_{Lx}$	$N$	空气阻力
$F_{Ly}$	$N$	空气侧向力
$F_{Lz}$	$N$	空气升力

续表

符号	单位	意义
$F_p$	N	制动踏板力
$F_R$	N	滚动阻力
$F(s)$		车辆传递函数
$F_{Sch}$	N	车轮穿水阻力
$F_{St}$	N	爬坡阻力
$F_{vS}$	N	车辆前束阻力
$F_w(s)$	1	干扰的传递函数
$E_x$	N	车轮或车轴的切向力
$E_y$	N	车轮或车轴的侧向力
$F_z$	N	轴荷或轮荷
$F_{zstat}, F_{zdyn}$	N	静态、动态轮荷
$\tilde{F}_z, \tilde{F}_x$	N	复数、实数形式的轮荷幅值
$f_k$	1	曲线行驶阻力系数
$f_R$	1	滚动阻力系数
$f_{vS}$	1	前束阻力系数
$G$	N	重力, 总重
$G(s)$		开环系统传递函数
$g$	9.81 m/s <sup>2</sup>	重力加速度
$h$	m	不平路面高度, 不平度函数
$h$	m	重心高度
$h$	m	瞬时中心轴与车身重心之间距离
$h_V, h_H$	m	前、后轴重心距地面的高度
$\tilde{h}, \tilde{h}$	m	复数、实数形式的地面不平度幅值
$h_{\Sigma}, h_{\Delta}$	m, rad	双车辙的垂直、侧倾激励(同相和反相)
$i$	1	传动比, 驱动扭矩或者制动力之间比例, 内燃机的缸数
$i$	m	惯性半径
$i_A, i_G, i_K$	1	主减速器传动比, 变速器传动比, 特性转化装置总传动比
$i_L$	1	转向系传动比
$J$	kg · m <sup>2</sup>	绕一个轴的转动惯量
$J_A$	kg · m <sup>2</sup>	随主减速器输入转速转动部分、两个前轮以及转向轴总的转动惯量
$J_L$	kg · m <sup>2</sup>	转向盘转动惯量
$J_M$	kg · m <sup>2</sup>	随发动机转速转动部分质量的转动惯量
$J_R$	kg · m <sup>2</sup>	随车轮转速转动部分质量的转动惯量
$J_z$	kg · m <sup>2</sup>	车辆绕通过质心的垂直轴的转动惯量
$j$	1	虚数单位
$K$	N · m · s/rad	旋转减振器的阻尼常数
$K_A$	N · m · s/rad	转向系减振器扭矩常数
$K_M$	1	乘员的放大系数

续表

符 号	单 位	意 义
$K_y$	1	车辆侧向加速度的放大系数
$K_{\text{Site}} = KZ$	1	座椅垂直加速度的用以评价的振动强度
$K_{\varphi}, K_{\kappa}$	1	俯仰、侧倾加速度的用以评价的振动强度
$K_{\text{Foot}}, K_{\text{Hand}}$	1	双脚处和双手处加速度的用以评价的振动强度
$K_{\text{ges}}$	1	总的用以评价的振动强度
$k$	$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}$	减振器阻尼常数
$k_2$	$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}$	悬架减振器阻尼常数
$k_3$	$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}$	座椅减振器阻尼常数
$k_y$	$\text{kg}/\text{m}$	线性化侧向空气力系数
$k \cdot \omega$	$\text{N}/\text{m}$	弹胶物(橡胶)减振器阻尼系数
$L$	m	距离
$L$	m	地面不平度激励的波长
$l$	m	连杆长度
$l$	m	轴距
$l_P$	m	理想驾驶员前视点到前轴的距离
$l_S$	m	坐姿乘员脊椎到两轴中点的距离
$l_V, l_H$	m	总重心到前轴、后轴的距离
$l_{2V}, l_{2H}$	m	车身重心到前轴、后轴的距离
$M$	$\text{N} \cdot \text{m}$	扭矩
$M_P$	$\text{N} \cdot \text{m}$	侧倾弹簧扭矩
$M_L, M_L'$	$\text{N} \cdot \text{m}$	转向盘扭矩, 相对转向盘扭矩
$M(s)$		驾驶员传递函数
$M_M$	$\text{N} \cdot \text{m}$	发动机扭矩
$M_R$	$\text{N} \cdot \text{m}$	车轮或车轴上的扭矩
$M_{\text{Rbrems}}$	$\text{N} \cdot \text{m}$	制动器上的残余扭矩
$M_z$	$\text{N} \cdot \text{m}$	车轮上的回正力矩
$m$	kg	质量, 总质量
$m_K$	kg	关联质量
$m_S$	kg	一个气缸中的往复质量(内燃机)
$n$	1	车轮载荷冲击系数
$n$	r/min	转速
$n_K$	m	结构上的主销前指
$n_M$	r/min	发动机转速
$n_R$	r/min	车轮转速
$n_R$	m	轮胎拖距
$n_V$	m	前轮总拖距
$P$	kW	功率
$P_M$	kW	发动机功率
$P_R$	kW	车轮或车轴上的功率



续表

符 号	单 位	意 义
$Pr(s)$		预视系统的传递函数
$p$	1	道路坡度
$p_V, p_H$	m	前、后瞬心到地面的距离
$p_n$	1	道路的超高
$p_e$	$N/m^2$	接地印迹面压强
$R$	m	有滑移时的车轮动态半径
$R_0$	m	滑移为 0 时的车轮动态半径(滚动一周距离/ $2\pi$ )
$R_L$	$N \cdot m$	转向系摩擦力矩
$r$	m	半径, 曲轴半径
$\bar{r}$	m	静态车轮半径
$r_L$	m	转向滚动半径
$\Delta r$	m	冲击高度
$S(S_z), S_c$	1	滑移(纵向), 极限滑移
$S$	1	超过预定范围的频率
$SQ$	1	刚度系数
$s$		拉普拉斯变换因子
$s$	m	距离, 绝对停车距离
$s^t$	m	制动距离
$s_D, s_F$	m	左右侧车轮减振器、弹簧之间距离
$s, s_V, s_H$	m	轮距、前、后轮轮距
$s_1 = F_{zmax}/c_1$	m	轮胎次切距
$T$	s	作用时间, 行驶时间, 反应时间, 振动时间
$T_A$	s	预期时间
$T_P$	s	预视时间
$T_{\dot{\psi}max}$	s	峰值时间
$t$	s	时间
$t_a$	s	协调时间
$t_b$	s	踏板力增长时间
$t_r$	s	反应时间
$t_s$	s	制动力增长时间
$U_{\dot{\psi}}$	1	相对于稳态值 $\dot{\psi}_{stat}$ 的超调量
$V_L$	1	转向系统放大系数
$V_{MS}$	1	具有操纵的系统放大系数
$\hat{V}_r, \hat{V}_z$	1	复数、实数形式的放大系数
$v = \dot{x}$	m/s	车辆行驶速度
$v = \dot{x}$	m/s	车辆重心切向行驶速度
$v^2/\rho$	$m/s^2$	车辆重心向心加速度
$v_{ch}$	m/s	车辆特征速度
$v_{km}$	m/s	极限行驶速度

续表

符 号	单 位	意 义
$v_r$	m/s	空气合成流速
$v_w$	m/s	风流速
$W$	J	功
$w$	l	道路波度性系数
$w_y$	m/s	侧向风速度
$X$	m	周期长度, 车辆行驶距离, 行程
$x$	m	车辆行驶方向坐标
$\ddot{x}$	m/s <sup>2</sup>	车辆行驶方向加速度
$y$	m	水平且与行驶方向垂直的坐标
$\ddot{y}$	m/s <sup>2</sup>	车辆侧向加速度
$y_{sp}$	m	质心侧偏量
$Z$	N	牵引力
$z$	l	相对减速度
$z$	m	铅垂方向坐标
$\ddot{z}$	m/s <sup>2</sup>	铅垂方向加速度
$\Delta z$	m	相对位移, 大多数情况下为弹簧行程
<b>希腊字母</b>		
$\alpha$	rad	道路纵向坡度; 加速、制动踏板位置
$\alpha$	rad	侧偏角
$\beta$	rad	质心处侧偏角
$\beta + \psi$	rad	航向角
$\gamma$	rad	外倾角
$\gamma_b$		两车辙不平度的相干函数
$\Delta\delta(F_x)$	rad	切向力转向
$\Delta\delta(F_y)$	rad	侧向力转向
$\Delta\delta(\kappa)$	rad	侧倾、滚动转向
$\delta$	rad	使用橡胶元件时的损失角度
$\delta_L, \delta_L^*$	rad	转向盘转角, 相对转向盘转角
$\delta_{v_0}, \delta_{s10}$	rad	前、后轮前束角
$\delta_v, \delta_{11}$	rad	前、后轮转向角
$\delta_{vL}$	rad	转向横拉杆中间摆臂转向角
$\delta_{v0}$	rad	阿克曼转向角
$\epsilon$	rad	相角延迟
$\eta, \eta_M$	l	效率, 发动机效率
$\eta_\lambda, \eta_s, \eta_c$	l	主减速器传动效率, 变速器传动效率, 特性转换系统总传动效率
$\eta = \omega/v$	l	频率比
$\theta$	N <sup>4</sup>	道路载荷影响数
$\kappa$	rad	侧倾角

续表

符 号	单 位	意 义
$\lambda$	1	纵向加速时的旋转质量换算系数
$\lambda^*$	1	与车轮载荷变换关联的旋转质量换算系数
$\lambda_P = r/l$	1	连杆曲柄比
$\mu$	1	附着率
$\mu_k$	1	滑移系数
$\mu_h$	1	附着系数
$\nu, \nu/2\pi$	rad/s, Hz	无阻尼固有圆频率, 无阻尼固有频率
$\nu_0, \nu_0/2\pi$	rad/s, Hz	有阻尼固有圆频率, 有阻尼固有频率
$\nu_i, \nu_{id}$	rad/s	固定控制时无阻尼固有圆频率, 有阻尼固有圆频率
$\rho$	m	弯道曲率半径
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	空气密度
$1/\rho$	1/m	弯道曲率
$\sigma$	rad	前轮主销内倾角
$\sigma, \sigma_i$	rad/s	衰减系数, 固定控制的衰减系数
$\sigma_q$	div	一般振动函数 $q$ 的标准差 ( $\sigma_q^2 = \text{方差}$ )
$\tau$	rad	主销后倾角
$\bar{\tau}$	s	在行驶状态中的滞后时间
$\tau_L$	rad	空气流入角
$\varphi$	rad	角度、车身俯仰角
$\varphi, \varphi_R$	rad	车轮角位移
$\varphi(\omega)$	rad	控制回路中的相角
$\varphi_R$	rad	控制回路中的相角储备
$\Phi_q, \Phi_{\omega}$	div	振动量 $q$ 的功率谱密度函数、自功率谱密度函数
$\Phi_{\varphi}$	div	函数 $q$ 和 $\rho$ 的互功率谱密度函数
$\Phi_h(\omega)$	m <sup>2</sup> s	地面不平度和车速的功率谱密度函数
$\Phi_h(\Omega)$	m <sup>3</sup>	地面不平度的功率谱密度函数
$\Phi_h(\Omega_0)$	m <sup>3</sup> , cm <sup>3</sup>	地面不平度尺度
$\Phi_{w_y}(\Omega)$	grad · m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	侧向风速的功率谱密度函数
$\Phi_K$	s	用以评价的振动强度的功率谱密度函数
$\Phi_P$	N <sup>2</sup> s	车轮载荷的功率谱密度函数
$\chi$	1	悬架的关联系数
$\psi, \dot{\psi}$	rad, rad/s	横摆角, 横摆角速度
$\Omega$	1/m	行程圆频率
$\Omega_0$	1/m	标准行程圆频率 (= 1 m <sup>-1</sup> )
$\omega, \omega/2\pi$	rad/s, Hz	激励圆频率, 激励频率
$\omega_c$	rad/s	分割频率
<b>角标</b>		
$\Delta$		主减速器, 驱动, 挂车, 车身, 预期, 输出
a		外部

续表

符 号	单 位	意 义
Aggr		驱动系统(发动机和特性转换系统)
B		制动
bel		装载的车辆
D		减振器,挂车牵引杆
dyn		动态的,动力的
E		输入
eff		有效值
F		弹簧,车轮载荷波动
Fa		驾驶员
Fuß		双脚部位
G		换挡变速器
g		气体(燃烧)
ges		总的
H, HA		后部,后轮或后轴
h		不平度
Hand		双手部位
Hub		往复运动
i, i		数字变量,内部
id		理想的、理想驾驶员
Im		虚部
imp		脉冲形式或者单个障碍
ist		实际值
j		数字变量
K		与用以评价的振动强度相关的
K		特性转换装置
L		驱动系统支撑,转向,转向盘,空气
l		左边
leer		空载车辆(包括驾驶员)
lin		线性的,线性化的
M		乘员(驾驶员),发动机
m		质量
Nick		俯仰运动
q		与 $q$ 相关的量
R		车轮
r		右边
Re		实部
rel		相对的
Sitz		座椅上的
soll		期望值

续表

符 号	单 位	意 义
SP		重心
St		扭力稳定杆
stat		静态的、稳态的
V, VA		前部, 前轮或前轴
W		风
Wank		侧倾运动
w		干扰
$x$		在 $x$ 方向上, 绕 $x$ 轴的, 切向的
$y$		在 $y$ 方向上, 绕 $y$ 轴的, 侧向的
Z		牵引车
$z$		在 $z$ 方向上, 绕 $z$ 轴的
0		初始的, 输出的, 基础值
0.5~2		0.5~2 内燃机的阶数
1		车轮
2		车身
3		座椅
100		车辆发动机满负荷
$\kappa$		绕 $x$ 轴转动
$\varphi$		绕 $y$ 轴转动、绕曲轴中心线转动
$\Delta$		差值
$\Sigma$		和的值
<b>矩阵和向量</b>		
$C$		刚度矩阵
$h$		不平度激励向量
$K$		阻尼矩阵
$M$		质量矩阵
$z^T$		$z$ 方向坐标向量
<b>缩写</b>		
DP		压力中心
exp		指数函数
K 值		舒适度
M		曲率中心点
MP		瞬时极点
MZ		瞬时中心, 滚动中心
PSD		功率谱密度
$\dot{q}$		$dq/dt$
$\ddot{q}$		$d^2q/dt^2$
$\tilde{q}, \bar{q}, \hat{q}$		$q$ 复数形式, $q$ 共轭复数, 实数幅值

续表

符 号	单 位	意 义
$\tilde{q}, q_{\text{eff}}$		$q$ 的有效值
$ q $		$q$ 的绝对值
$\bar{q}$		$q$ 的线性平均值
$\bar{q}$		$q$ 的线性化的值(在第 XX. 2 章)
SP		总的重心
SPA		车身重心
SPR		车轮重心
TNU		轮胎非均匀性
o.T., u.T.		上止点, 下止点
$\Delta$		差值
IF		布伦瑞克工业大学车辆技术研究所

# 目 录

概述	1
1 动力学问题概述	1
2 局部问题的划分	2
3 整书的编排	4
I 轮胎	5
I.1 轮胎的切向特性	5
4 车轮阻力	6
4.1 滚动阻力	6
4.2 穿水阻力	10
4.3 轴承摩擦,残余制动力矩	11
4.4 车轮其他阻力	12
4.5 总的车轮阻力	13
5 切向附着、滑移	13
5.1 附着系数 $\mu_b$ 的数值	18
5.2 对 $\mu$ -S 曲线的认识	20
I.2 轮胎的垂直特性	21
6 接地印迹面压力分布	22
7 轮胎弹性和阻尼	23
7.1 轮胎弹性常数,次切距	23
7.2 轮胎阻尼	25
I.3 轮胎的侧向特性	25
8 侧向力,回正力矩,侧偏角	26
8.1 对侧偏特性的理解	29
8.2 侧偏刚度	31
9 车轮外倾的影响	33
10 静止状态下的转向力矩	34

11	切向力对轮胎特性的影响 .....	34
12	轮胎模型 .....	38
13	轮胎的导入特性 .....	41
<b>II</b>	<b>车辆空气动力学 .....</b>	<b>43</b>
14	空气阻力和力矩 .....	43
14.1	流入速度和流入角,空气密度 .....	44
14.2	迎风面积 .....	46
15	空气阻力,空气阻力系数 $c_d$ 和 $c_w$ .....	47
16	空气升力,扰流罩 .....	51
17	侧向风,压力中心 .....	53
<b>A 篇</b>	<b>驱动和制动 .....</b>	<b>57</b>
<b>III</b>	<b>行驶阻力,功率需要 .....</b>	<b>59</b>
18	驱动的基本方程,牵引力 .....	59
19	车辆的车轮阻力 .....	61
20	上坡阻力 .....	62
21	加速阻力 .....	62
22	驱动轮上的总的阻力和力矩 .....	65
23	驱动轮上的功率 .....	66
23.1	忽略滑移率情况下的车轮功率 .....	67
23.2	考虑滑移率时的车轮功率 .....	68
23.3	常用换算 .....	68
<b>IV</b>	<b>功率的提供,汽车驱动特性场 .....</b>	<b>70</b>
24	特性场基础,理想供应特性场 .....	70
25	动力装置(车辆发动机)的特性 .....	73
25.1	蒸汽机 .....	73
25.2	电力驱动 .....	74
25.3	内燃机 .....	76
25.4	燃气轮机 .....	79
26	特性转换装置及其与内燃机的共同工作 .....	80
26.1	对传动比的要求 .....	81
26.2	转速转换器,一般性讨论 .....	83
26.3	机械式(摩擦式)离合器 .....	83
26.4	液力耦合器 .....	85



26.5	扭矩-转速转换器,一般性讨论 .....	86
26.6	内燃机和有级变速器的共同工作 .....	87
26.7	无级变速器 .....	88
26.8	内燃机和液力变矩器的共同工作 .....	89
27	各种动力装置对汽车行驶的适用性 .....	91
27.1	全负荷特性曲线的比较 .....	91
27.2	质量比较,不同的能量储备系统,续驶里程 .....	93
27.3	有害物质的排放,燃料电池 .....	95
<b>V</b>	<b>行驶功率和燃料消耗 .....</b>	<b>97</b>
28	行驶工况图 .....	97
29	平路上最高车速,最小传动比 .....	100
30	一定速度下的上坡能力 .....	103
30.1	最高挡上坡能力,发动机和车辆的弹性 .....	104
30.2	最大上坡能力,最大传动比,展开度 .....	106
31	下坡行驶 .....	107
32	加速性能 .....	108
32.1	速度,路程,时间 .....	109
32.2	对车辆加速性能的影响 .....	112
32.3	中间挡传动比 .....	115
32.4	牵引力的中断 .....	118
33	燃料消耗 .....	119
33.1	对燃料消耗重要的影响 .....	119
33.2	发动机效率不是常数时的燃料消耗 .....	122
33.3	按最低油耗确定的特性转换装置传动比 .....	129
33.4	节能挡传动比 .....	130
33.5	发动机特性场的改进 .....	131
<b>VI</b>	<b>行驶极限 .....</b>	<b>132</b>
34	双轴车辆的运动方程 .....	132
35	前轴和后轴的附着率 .....	133
36	前轴驱动和后轴驱动时的附着率 .....	136
36.1	平路上的匀速行驶 .....	137
36.2	上坡匀速行驶 .....	138
36.3	平路加速行驶 .....	141
37	牵引辅助系统,车轮滑移控制系统,差速锁 .....	142
38	全轮驱动 .....	143