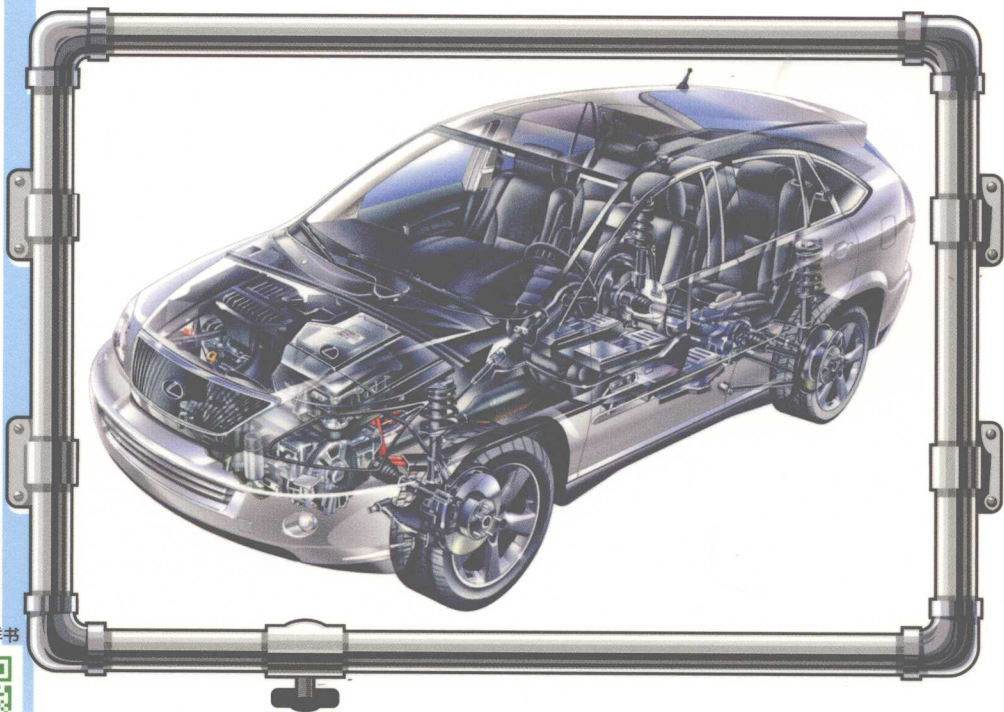




21世纪全国高等院校汽车类**创新型**应用人才培养规划教材

汽车理论

崔胜民 主 编



教材预览、申请样书



微信公众号: pup6book



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材

汽车理论

崔胜民 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

汽车理论是车辆工程专业的核心课程。本书全面系统地论述了汽车动力性、汽车燃料经济性、汽车排放性、汽车制动性、汽车操纵稳定性、汽车平顺性的评价指标和分析方法。全书以汽车最新标准为主线,以工程应用为背景,内容编排新颖,实用性强,反映了现代汽车设计所涉及的理论内容。

本书可作为高等学校汽车类专业教材,也可供从事汽车研究、设计等工作的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车理论/崔胜民主编. —北京:北京大学出版社, 2016. 1
(21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材)
ISBN 978-7-301-26758-5

I. ①汽… II. ①崔… 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(2016)第 009855 号

书 名 汽车理论
Qiche Lilun
著作责任者 崔胜民 主编
策 划 编 辑 童君鑫
责 任 编 辑 黄红珍
标 准 书 号 ISBN 978-7-301-26758-5
出 版 发 行 北京大学出版社
地 址 北京市海淀区成府路 205 号 100871
网 址 <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社
电 子 信 箱 pup_6@163.com
电 话 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667
印 刷 者 三河市博文印刷有限公司
经 销 者 新华书店
787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.5 印张 333 千字
2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷
定 价 32.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题, 请与出版部联系, 电话: 010-62756370

前 言

我国汽车产销量已连续多年居全球第 1 位，产销量突破 2000 万辆。汽车已经成为人们不可缺少的现代交通工具，给人们带来效率、便捷和舒适，使人们的生活更加丰富多彩。但人们对汽车性能的要求在不断提高，企业产品竞争越来越激烈，安全、节能、环保的压力越来越大，这些迫使企业加大产品研发力度，提高汽车产品性能，增强竞争能力。企业在产品开发初期，要对汽车性能进行分析和评价，样车制造出来以后要进行试验，这就要求汽车设计者熟悉国家相关汽车标准，掌握汽车理论是如何与汽车标准衔接的，使设计和生产出来的汽车产品在满足国家标准的前提下，具有尽可能高的性能，以满足消费者的需求。汽车技术飞快发展，汽车理论也在不断更新。

全书共分 6 章，重点阐述和讲授汽车动力性、汽车燃料经济性、汽车排放性、汽车制动性、汽车操纵稳定性、汽车平顺性的评价指标和分析方法。在汽车动力性和汽车燃料经济性方面，增加了电动汽车动力性和电动汽车燃料经济性的评价指标和评价方法；在汽车操纵稳定性方面，增加了三轴汽车操纵稳定性的内容。本书各章内容都是以汽车最新标准为主线，首先介绍标准对汽车各种性能的评价指标和要求，然后对其进行理论分析，建立评价指标的理论模型，分析影响因素，最后介绍试验内容和方法。本书在内容编排上既考虑了现有汽车理论教材中按汽车性能编写的整体思路，又考虑了工程应用和汽车发展的实际背景。

在本书编写过程中，编者引用了参考文献中的部分内容及网上的一些资料和图片，特向其作者表示深切的谢意。

由于编者学识有限，书中不当之处在所难免，恳盼读者给予指正。

编者

2015 年 10 月

目 录

第 1 章 汽车动力性	1	2.5 电动汽车经济性	70
1.1 汽车动力性评价指标	2	思考题	77
1.2 汽车行驶驱动力和行驶阻力	6	第 3 章 汽车排放性	78
1.2.1 汽车驱动力	6	3.1 汽车排放性评价指标	79
1.2.2 汽车行驶阻力	10	3.1.1 汽油车排放性评价指标	79
1.2.3 汽车行驶方程式	13	3.1.2 柴油车排放性评价指标	81
1.2.4 汽车行驶条件	13	3.1.3 汽车排放限值	81
1.3 汽车动力性分析方法	16	3.2 汽车排放性影响因素	84
1.3.1 汽车驱动力-行驶阻力 平衡图	16	3.2.1 燃料类型和质量对汽车 排放的影响	84
1.3.2 汽车动力特性图	20	3.2.2 发动机对汽车排放的 影响	87
1.3.3 汽车功率平衡图	22	3.2.3 使用因素对汽车排放的 影响	89
1.3.4 解析法求解汽车动力性	24	3.3 汽车排放控制途径	92
1.4 自动变速汽车的动力性	25	3.3.1 机前控制	92
1.5 汽车动力性影响因素	30	3.3.2 机内净化技术	93
1.5.1 发动机性能参数的影响	30	3.3.3 机外后处理技术	95
1.5.2 汽车结构因素的影响	30	3.4 汽车排放试验	96
1.5.3 汽车使用因素的影响	32	思考题	99
1.5.4 牵引力控制系统的影响	32	第 4 章 汽车制动性	100
1.6 汽车动力性试验	33	4.1 汽车制动性评价	101
1.6.1 汽车动力性路上试验	33	4.1.1 汽车制动性评价指标	101
1.6.2 汽车动力性室内试验	37	4.1.2 标准对汽车制动性评价 指标的要求	103
1.7 电动汽车动力性	37	4.2 汽车制动时车轮受力	104
思考题	40	4.3 汽车制动性评价指标分析	107
第 2 章 汽车燃料经济性	41	4.3.1 汽车制动效能	107
2.1 汽车燃料经济性评价指标	43	4.3.2 汽车制动效能的 恒定性	109
2.1.1 等速行驶百公里燃料 消耗量	44	4.3.3 汽车制动时的方向 稳定性	111
2.1.2 综合燃料经济性	44	4.4 汽车制动力分配及调节	113
2.1.3 汽车燃料消耗限值	52		
2.2 汽车燃料经济性计算方法	56		
2.3 汽车燃料经济性影响因素	61		
2.4 汽车燃料经济性试验	68		



4.4.1	汽车理想制动力分配	114
4.4.2	汽车实际制动力分配	116
4.4.3	汽车制动过程分析	117
4.4.4	标准对汽车制动器制动力分配的要求	120
4.4.5	汽车制动力调节装置	122
4.5	汽车防抱死制动系统	124
4.5.1	汽车 ABS 的功用	124
4.5.2	汽车 ABS 的组成	125
4.5.3	汽车 ABS 的工作原理	126
4.5.4	汽车 ABS 的逻辑门限值控制	126
4.6	汽车制动性试验	131
4.6.1	汽车路检制动试验	131
4.6.2	汽车台检制动试验	133
	思考题	135
第 5 章	汽车操纵稳定性	136
5.1	汽车操纵稳定性的评价	137
5.1.1	汽车操纵稳定性评价的基本概念	137
5.1.2	汽车操纵稳定性的基本内容和评价指标	139
5.2	轮胎动力学模型	141
5.2.1	轮胎六分力	141
5.2.2	轮胎动力学模型类型	142
5.2.3	轮胎侧偏特性理论模型	143
5.2.4	轮胎魔术公式	146
5.3	汽车操纵稳定性数学模型	147
5.3.1	三轴汽车操纵稳定性数学模型	148
5.3.2	二轴汽车操纵稳定性数学模型	149
5.4	汽车稳态响应	151
5.4.1	汽车稳态响应评价	151
5.4.2	三轴汽车稳态响应	156
5.4.3	四轮转向汽车稳态响应	158
5.5	汽车角阶跃输入下的瞬态响应	158
5.5.1	汽车角阶跃输入下的瞬态响应评价指标	158
5.5.2	汽车角阶跃输入下的瞬态响应	160
5.5.3	三轴汽车瞬态响应	165
5.5.4	四轮转向汽车瞬态响应	167
5.6	汽车脉冲输入下的瞬态响应	168
5.6.1	汽车脉冲输入下的瞬态响应评价指标	168
5.6.2	汽车脉冲输入下的瞬态响应	170
5.7	汽车稳定性控制系统	171
5.7.1	概述	171
5.7.2	汽车稳定性控制系统的结构	172
5.7.3	汽车稳定性控制系统的工作原理	172
5.7.4	汽车稳定性控制系统的工作过程	174
5.8	汽车操纵稳定性试验与评价	176
5.8.1	汽车稳态回转试验与评价	176
5.8.2	汽车阶跃输入的瞬态响应试验与评价	179
5.8.3	汽车脉冲输入的瞬态响应试验与评价	180
5.8.4	汽车转向回正试验与评价	182
5.8.5	汽车转向轻便性试验	185
5.8.6	汽车蛇行试验与评价	187
5.8.7	汽车操纵稳定性综合评价	190
	思考题	191
第 6 章	汽车平顺性	192
6.1	汽车平顺性的评价	193
6.1.1	汽车平顺性评价指标	193
6.1.2	汽车平顺性要求	198

6.2 汽车平顺性模型	199
6.2.1 汽车单质量振动模型	199
6.2.2 1/4 汽车平顺性模型	199
6.2.3 1/2 汽车平顺性模型	200
6.2.4 汽车平顺性整车模型	202
6.3 汽车路面输入模型	205
6.4 汽车单质量振动系统的 平顺性分析	207
6.4.1 汽车单质量振动系统的频率 响应特性	207
6.4.2 汽车单质量振动系统的平顺性 指标分析	208

6.5 基于 1/4 模型的汽车平顺性 分析	209
6.5.1 汽车频响特性	209
6.5.2 随机路面的汽车平顺性 时域分析	210
6.5.3 随机路面的汽车平顺性频域 分析	212
6.6 汽车平顺性的影响因素	213
6.7 汽车平顺性试验	217
思考题	219
参考文献	220

第 1 章

汽车动力性



教学目标

通过本章的学习，读者能够掌握汽车动力性的评价指标和分析方法，分析汽车动力性的影响因素，了解汽车动力性试验内容和方法，建立电动汽车动力性评价指标模型。



教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
汽车动力性评价	掌握汽车动力性评价指标	汽车最高车速、加速能力和爬坡能力
汽车行驶驱动力和行驶阻力	建立汽车驱动力和行驶阻力数学模型	汽车驱动力、滚动阻力、空气阻力、坡度阻力、加速阻力
汽车动力性分析方法	掌握汽车动力性各种分析方法	汽车驱动力-行驶阻力平衡图、汽车动力特性图、汽车功率平衡图、解析法求解汽车动力性
汽车动力性影响因素	分析汽车动力性影响因素	发动机、汽车结构和使用因素与汽车动力性的关系
汽车动力性试验	了解汽车动力性试验内容和方法	汽车动力性道路试验和台架试验
电动汽车动力性	建立电动汽车动力性评价指标模型	电动汽车电动机特性



导入案例

图 1.1(a)所示为某汽车在作 45° 极限爬坡运动,为什么有的汽车能顺利爬过去,而绝大部分汽车爬不过去?图 1.1(b)所示为汽车在冰雪路面上行驶,为什么汽车在冰雪路面上不能正常行驶?安装不同功率的发动机,对汽车行驶性能有什么影响?如何评价和分析汽车的动力性?通过本章的学习可以得到这些问题的答案。



(a) 极限爬坡



(b) 冰雪路面行驶

图 1.1 汽车极限运动

汽车动力性是指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。汽车是一种高效率的运输工具,运输效率的高低很大程度上取决于汽车的动力性。所以,汽车动力性是汽车各种性能中最基本、最重要的性能之一。

1.1 汽车动力性评价指标

汽车动力性评价指标如图 1.2 所示,它分为未用汽车的动力性评价指标和在用汽车的动力性评价指标。未用汽车的动力性评价指标主要有汽车最高车速、汽车加速能力和汽车爬坡能力,它们是通过道路试验按规定方法测试出来的,主要用于汽车定型;在用汽车的动力性评价指标主要是汽车驱动轮输出功率,是通过台架试验按规定方法测试出来的,主要用于评价汽车动力性的变化,保障汽车处于良好技术状态。未做特殊说明,汽车动力性评价指标主要是指未用汽车的动力性评价指标,即汽车最高车速、汽车加速能力和汽车爬坡能力。

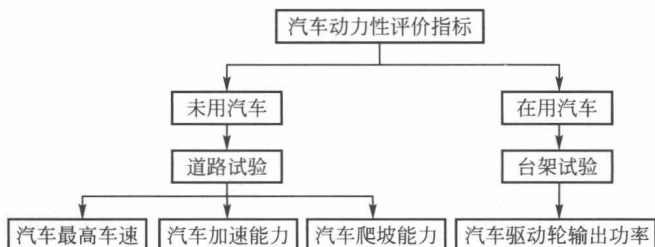


图 1.2 汽车动力性评价指标

1. 汽车最高车速

汽车最高车速是指汽车在水平良好路面(混凝土或沥青)上,汽车能达到的最高行驶速度,它表示汽车的极限行驶能力。此时变速器处于最高挡,发动机节气门全开或高压油泵处于最大供油位置。相同类型汽车发动机排量越大,汽车最高车速越高;配置相同发动机的前提下,手动挡比自动挡汽车最高车速更高;发动机排量相同的前提下,车身越小,最高车速越高。一般轿车最高车速为130~220km/h,客车最高车速为90~130km/h,货车最高车速为80~110km/h。

图1.3列举了发动机排量在2.0~2.5L的7款中型轿车的最高车速。可以看出,在同级别车型中,汽车最高车速并不一定完全与发动机排量成正比,它还取决于传动系统的传动比。

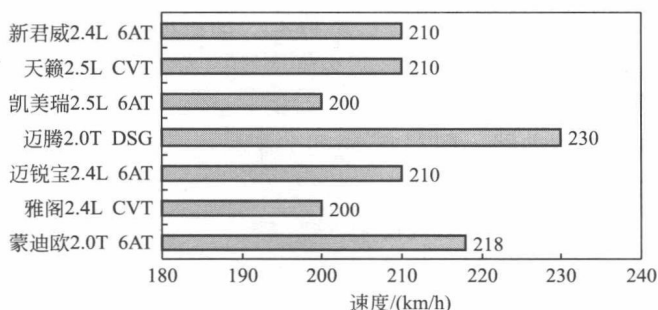


图 1.3 中型轿车的最高车速

图1.4列举了发动机排量在1.6L的7款紧凑型轿车的最高车速。可以看出,同一级别汽车的最高车速差别不大,但不同级别汽车的最高车速差别较大,这主要与发动机和变速器的配置有关。

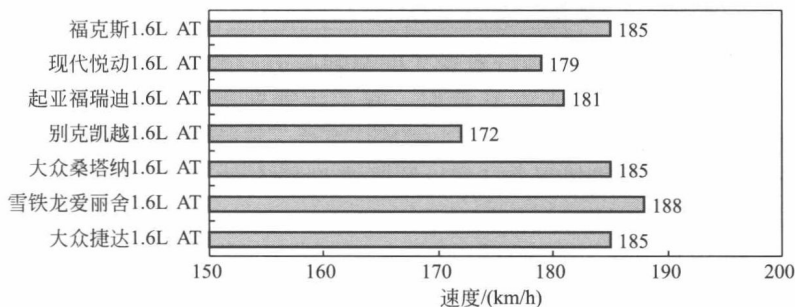


图 1.4 紧凑型轿车的最高车速

最高车速是一些跑车特别是超级跑车所追求的一个重要参数之一,其最高车速的纪录也不断被打破,英国工程师研制出一辆超音速汽车(图1.5),采用劳斯莱斯喷气发动机作为动力,车速达到1610km/h。对于量产的超级跑车,最高车速已突破400km/h。

2. 汽车加速能力

汽车加速能力是指汽车在水平良好路面上所能达到的最大加速度,常用汽车加速时间来表示,它对平均行驶车速有很大影响。加速时间又分为原地起步加速时间与超车加速时



图 1.5 超音速汽车

间。原地起步加速时间是指汽车从静止状态下，由Ⅰ挡起步，并以最大的加速强度(包括选择最恰当的换挡时机)逐步换至高挡后，达到某一预定的距离或车速所需的时间。一般用0~100km/h所需的时间来表明汽车原地起步加速能力。超车加速时间是用最高挡或次高挡由某一较低车速全力加速至某一高速所需要的时间。汽车加速时间越短，则其加速能力越好。常用汽车加速过程曲线，即车速-时间关系曲线来全面反映汽车的加速能力。

轿车对加速能力十分重视，是其重要指标之一。目前中级轿车原地起步加速时间一般在10s左右。图1.6列举了7种发动机排量在2.0~2.5L的中型轿车的0~100km/h的加速时间，可以看出，它们的原地起步加速时间都在10s之内。

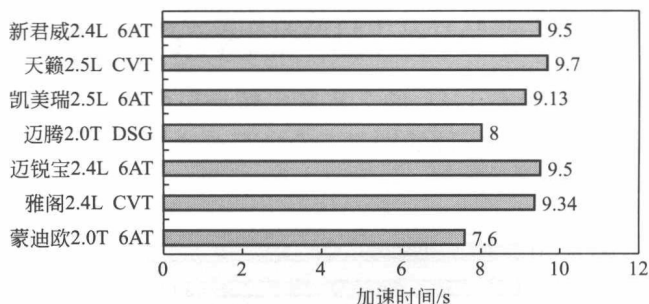


图 1.6 中型轿车的原地起步加速时间

图1.7列举了7种发动机排量在1.6L的紧凑型轿车的0~100km/h的加速时间，可以看出，它们的原地起步加速时间都超过10s。

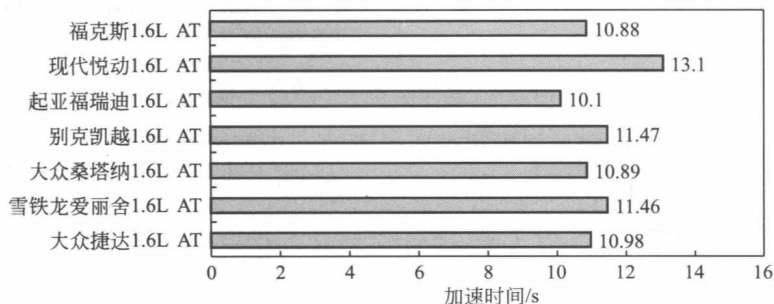


图 1.7 紧凑型轿车的原地起步加速时间

加速时间是跑车追求的重要参数之一。跑车 0~100km/h 的加速时间都在 5s 之内。目前世界上加速最快的跑车是美国雪佛兰品牌的 Dagger GT, 如图 1.8 所示, 其 0~100km/h 加速时间为 1.5s, 搭载多燃料双涡轮增压发动机, 最大功率可达 1491kW, 最大扭矩可达 2710N·m, 极限速度更是达到了 483km/h。

3. 汽车爬坡能力

道路坡度如图 1.9 所示, 可用坡度的角度值 [以(°)表示] 或以坡高与其水平距离之比的百分数来表示。

$$\alpha_G = \arctan \frac{h}{s} \quad (1-1)$$

$$i_G = \frac{h}{s} \times 100\% \quad (1-2)$$

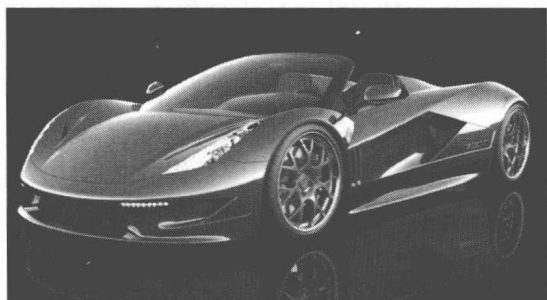


图 1.8 加速时间最短的跑车

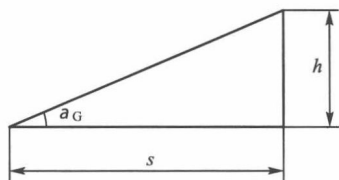


图 1.9 道路坡度

坡度 40% 表示坡道直线长度距离为 100m、坡高为 40m 的坡度, 其角度为 21.8°。一般情况下, 寒冷、积雪地区道路坡度不应大于 8%, 二级城市道路纵坡不超过 5%, 高速公路平原小于 3%, 山区小于 5%, 最差的山区道路约为 10%, 看似最陡的地下停车场坡道也小于 20%。

汽车爬坡能力是指汽车满载时在良好路面上等速行驶能爬上的最大坡度, 简称最大爬坡度。汽车变速器挡位不同, 爬坡能力不同, 通常是指汽车变速器最低挡的最大爬坡能力, 它代表了汽车的极限爬坡能力, 它应比实际行驶中遇到的道路最大爬坡度超出很多。这是因为应考虑到汽车在坡道上停车后, 顺利起步加速、克服松软坡道路面的大阻力等要求的缘故。

轿车的最高车速高, 发动机功率大, 经常在较好的路面上行驶, 一般不强调它的最大爬坡度; 货车在各种路面上行驶, 要求它具有足够的爬坡度, 一般为 30%, 即 16.7°; 越野汽车要在各种坏路或无路条件下行驶, 对爬坡度要求更高, 可达 60%, 即 31°。有时也以汽车在一定坡道上必须达到的车速来表示爬坡能力。

最大爬坡度对于 SUV 和越野汽车来说是一个极为重要的参数, 这个参数数值的高低, 在表征汽车爬坡能力高低的同时, 也可以说是界定越野汽车和非越野汽车的一个重要指标。例如, 业界通常认为只有最大爬坡度不小于 57.73%(30°) 的汽车才称得上是真正的越野汽车。

图 1.10 列举了一些 SUV 和越野汽车的最大爬坡度。可以看出, 不同类型的汽车, 爬坡度差别较大。

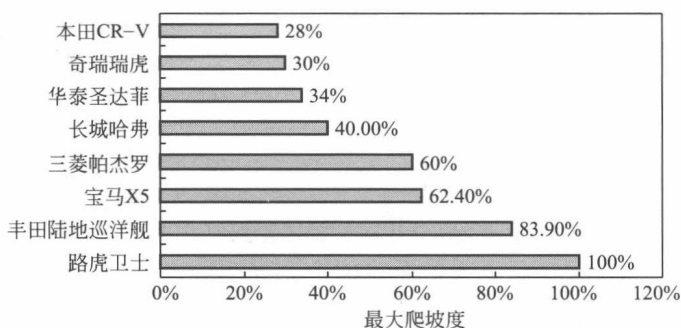


图 1.10 汽车最大爬坡度

汽车动力性评价指标与汽车类型有关,在设计汽车时,应根据汽车类型和用途,合理确定汽车动力性评价指标。一般应参考同类型汽车的动力性指标进行初选,通过优化设计和试验评估,确定汽车最终的动力性指标。

汽车动力性评价指标在产品的参数配置中给出,供用户参考。实际上,汽车使用一段时间以后,由于汽车磨损和发动机性能下降等原因,汽车动力性评价指标会降低,所以,它们不适合对在用汽车的动力性进行评价。

1.2 汽车行驶驱动力和行驶阻力

汽车动力性主要取决于作用于汽车行驶方向上的外力,即汽车驱动力和行驶阻力。

1.2.1 汽车驱动力

汽车驱动力是由发动机的转矩经传动系统传至驱动轮上得到的。汽车驱动力与发动机转矩之间的关系为

$$F_t = \frac{T_{eq} i_t \eta_t}{R} \quad (1-3)$$

式中, F_t 为汽车驱动力(N); T_{eq} 为发动机转矩(N·m); i_t 为传动系统总传动比; η_t 为传动系统的机械效率; R 为车轮半径(m)。

1. 发动机外特性

发动机的有效功率、转矩和燃油消耗率随转速变化的关系称为发动机的速度特性。节气门全开或高压油泵在最大供油位置时的速度特性称为发动机的外特性。节气门部分开启或高压油泵部分供油时的速度特性称为发动机部分负荷特性。

发动机外特性表示发动机所能达到的最高性能,根据外特性可以找出发动机最大功率、最大转矩及其相应转速。发动机外特性与汽车动力性密切相关。

图 1.11 所示为汽油发动机的外特性曲线。图中, $n_{\min}$ 为发动机最低稳定工作转速; n_P 为发动机最大功率所对应的转速; n_{Tq} 是发动机最大转矩所对应的转速; $n_{\max}$ 为发动机最高转速; $P_{e\max}$ 为发动机最大功率; $T_{eq\max}$ 为发动机最大转矩。可以看出,随着发动机转速的增加,发动机的功率和转矩都在增加;当发动机转矩达到最大值时,再增大发动机转速,

发动机转矩有所下降,但功率继续增加,一直达到最大功率;继续增加转速,其功率有所下降,一般汽油发动机的最高转速不大于最大功率时相应转速的10%~12%。

图1.12所示为汽油发动机部分负荷特性曲线。发动机外特性曲线只有一条,但部分负荷特性曲线可以有无数条。汽车用发动机经常处于部分负荷下工作,所以它对汽车燃油经济性有重要影响。

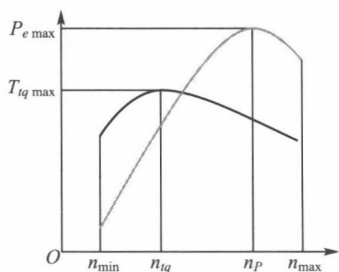


图 1.11 汽油发动机的外特性曲线

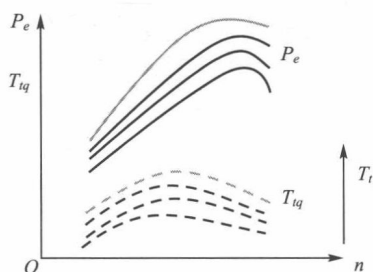


图 1.12 汽油发动机部分负荷特性曲线

发动机转矩与转速之间的关系是进行汽车动力性计算的主要依据,可由发动机台架试验来测定。发动机台架试验所得到的一系列发动机转速与转矩的离散数据点,用回归法找出描述转矩与转速的函数,通常用多项式来描述,即

$$T_{iq} = a_0 + a_1 n + a_2 n^2 + \dots + a_k n^k \quad (1-4)$$

式中, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_k$ 为待拟合系数,可由最小二乘法来确定;拟合阶数 k 随特性曲线而异,一般在2、3、4、5中选取; n 为发动机转速(r/min)。

如果找不到发动机转矩-转速特性曲线的数据,但已知发动机最大功率和所对应的转速、发动机最大扭矩和所对应的转速,则可用式(1-5)估算发动机的转矩-转速特性。

$$T_{iq} = T_{iq max} - \frac{T_{iq max} - T_P}{(n_P - n_{iq})^2} (n_{iq} - n)^2 \quad (1-5)$$

式中, $T_{iq max}$ 为发动机最大扭矩(N·m); n_{iq} 为发动机最大扭矩所对应的转速(r/min); T_P 为发动机最大功率所对应的转矩(N·m); n_P 为发动机最大功率所对应的转速(r/min)。

发动机最大功率所对应的转矩为

$$T_P = \frac{9549 P_{e max}}{n_P} \quad (1-6)$$

将式(1-6)代入式(1-5)得发动机转矩与转速的关系为

$$T_{iq} = a_1 n^2 + a_2 n + a_3 \quad (1-7)$$

式中, $a_1 = -\frac{T_{iq max} - T_P}{(n_P - n_{iq})^2}$; $a_2 = 2n_{iq} \frac{T_{iq max} - T_P}{(n_P - n_{iq})^2}$; $a_3 = T_{iq max} - n_{iq}^2 \frac{T_{iq max} - T_P}{(n_P - n_{iq})^2}$ 。

例如,已知本田雅阁 2.4L 发动机的最大功率和所对应的转速为 137kW/6400r/min,最大扭矩和所对应的转速为 243N·m/3900r/min,则本田雅阁 2.4L 发动机的转矩-转速特性可用式(1-8)估算。

$$T_{iq} = -6.17 \times 10^{-6} n^2 + 4.81 \times 10^{-2} n + 149.15 \quad (1-8)$$

2. 传动系统总传动比

汽车传动系统总传动比与动力传动路线有关,也就是与汽车动力传动系统布置形式有



关。汽车传动系统常见布置形式主要有 4×2 后驱、4×2 前驱和 4×4 全驱，如图 1.13～图 1.15 所示。

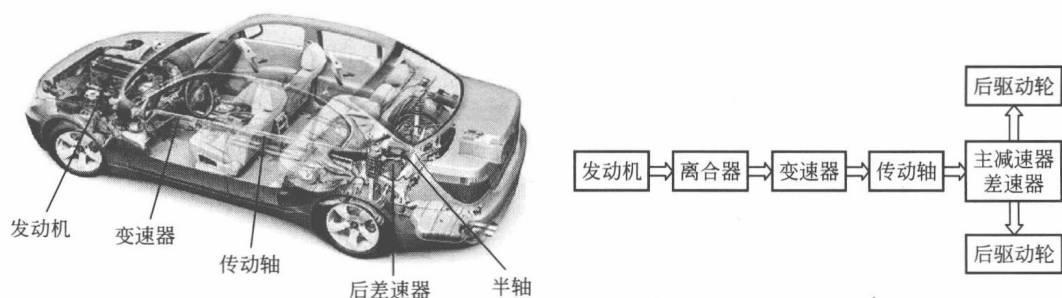


图 1.13 4×2 后驱汽车动力传递路线

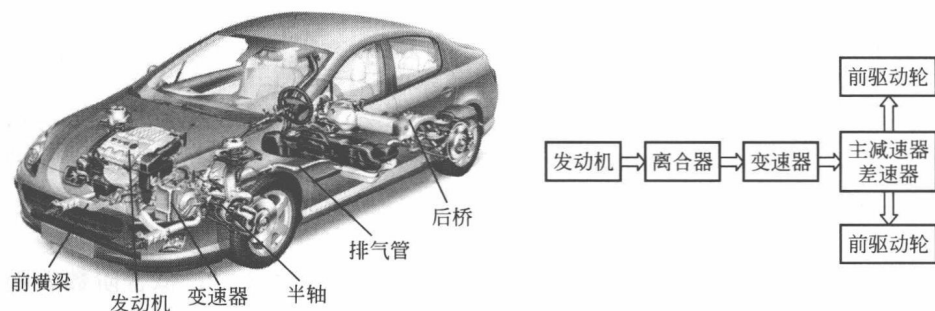


图 1.14 4×2 前驱汽车动力传递路线

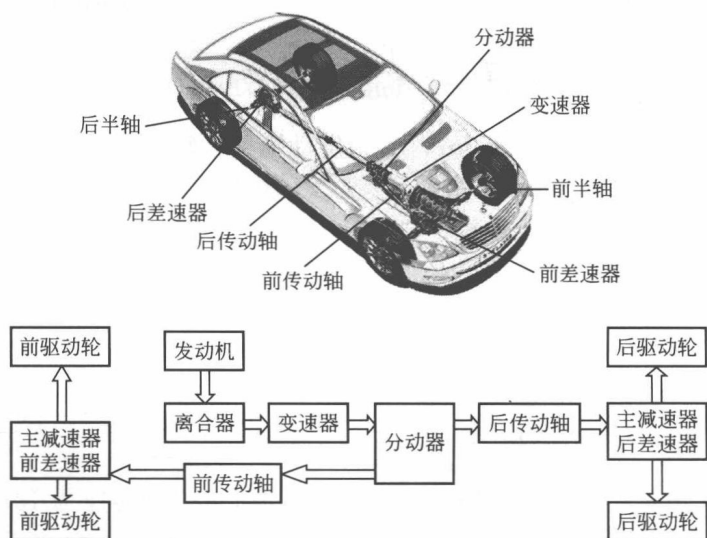


图 1.15 4×4 全驱汽车动力传递路线

对于 4×2 汽车，传动系统总传动比等于变速器传动比和主减速器传动比的乘积。

$$i_t = i_g i_0 i_k \quad (1-9)$$

式中， i_t 为传动系统总传动比； i_g 为变速器传动比； i_0 为主减速器传动比； i_k 为轮边减速器

传动比。

轮边减速器主要用于载重货车、大型客车、越野汽车及其他一些大型工矿用车，结构形式如图 1.16 所示；对于一般乘用车，没有轮边减速器， $i_k=1$ 。

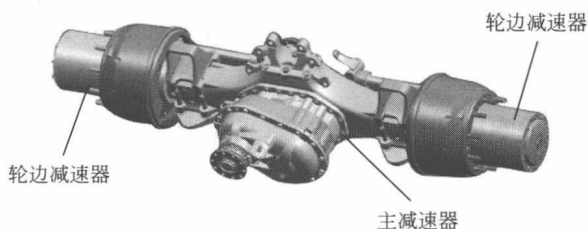


图 1.16 轮边减速驱动桥

对于 4×4 全驱汽车，传动系统总传动比等于各变速机构的传动比乘积。

$$i_t = i_g i_0 i_k i_i \quad (1-10)$$

式中， i_i 为分动器传动比。

3. 传动系统的机械效率

传动系统的机械效率是驱动轮上的功率与发动机输出功率之比，即

$$\eta_t = \frac{P_t}{P_e} = \frac{P_e - P_c}{P_e} = 1 - \frac{P_c}{P_e} \quad (1-11)$$

式中， η_t 为传动系统的机械效率； P_t 为驱动轮上的功率； P_e 为发动机输出功率； P_c 为传动系统中损失的功率。

汽车传动系统中的功率损失主要是由变速器、分动器、传动轴、驱动桥等部件的机械损失和液力损失造成的，可在专门试验台上测定，如图 1.17 所示。

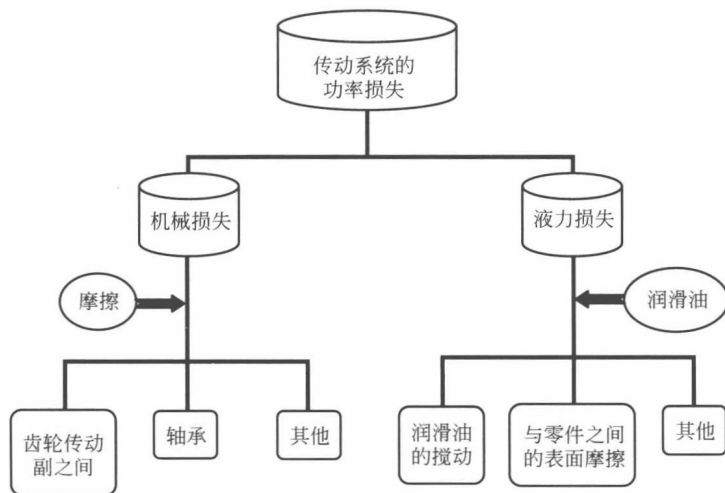


图 1.17 汽车传动系统中的功率损失

汽车传动系统的机械效率受多种因素的影响而不断变化，但对汽车进行一般动力性分析时可将它视为常数。轿车传动系统的机械效率取 $0.9\sim 0.92$ ；单级主减速器的货车取 0.9 ；双级主减速器的货车取 0.85 ； 4×4 汽车取 0.85 ； 6×6 汽车取 0.8 ；越野汽车取 $0.8\sim 0.85$ 。



4. 车轮半径

车轮半径分为自由半径、静力半径和滚动半径。车轮无载荷时的半径称为自由半径；车轮静止不动时，车轮中心至轮胎与道路接触面之间的距离称为静力半径；车轮运动时，汽车运动速度与车轮角速度的比值称为车轮滚动半径，如图 1.18 所示。

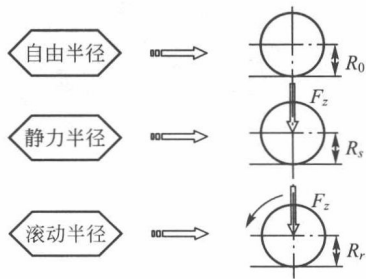


图 1.18 车轮半径

对汽车进行动力学分析时，应该用静力半径；进行运动学分析时应该用滚动半径。但在一般的分析中常不计它们的差别，统称为车轮半径，即 $R_0 \approx R_s \approx R_r \approx R$ 。

车轮滚动半径可以查常见轮胎滚动半径表。汽车常用轮胎滚动半径见表 1-1。

表 1-1 汽车常用轮胎滚动半径

轮胎规格	滚动半径/m	轮胎规格	滚动半径/m
6.50R15LT	0.355	185R14LT	0.318
6.50R16LT	0.360	145/70R12	0.247
9.00R20	0.484	155/80R12	0.268
10.00R20	0.500	165/70R13	0.273
11.00R20	0.512	175/70R13	0.280
12.00R20	0.531	185/60R14	0.281
145R12LT	0.262	185/70R13	0.286
155R12LT	0.267	195/75R14	0.315
155R13LT	0.278	215/70R14	0.319
175R13LT	0.290	215/70R15	0.332

1.2.2 汽车行驶阻力

汽车行驶过程中，受到的阻力主要有轮胎滚动阻力、空气阻力、坡度阻力和加速阻力。

1. 轮胎滚动阻力

汽车轮胎滚动阻力是指轮胎行驶单位距离的能量损失，主要是由轮胎和路面的变形引