

汽车理论

主编 余晨光 邓宝清



中南大学出版社

汽车理论

主 编 余晨光 邓宝清

副主编 杨 波 汪怡平



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

应用型本科院校汽车服务工程专业“十三五”规划教材
学术委员会

主 任

张国方

专 家

(按姓氏笔画排序)

邓宝清	孙仁云	张敬东	李翔晟
苏铁熊	胡宏伟	徐立友	简晓春
鲍 宇	倪骁骅	高俊国	

应用型本科院校汽车服务工程专业“十三五”规划教材

编委会

主 任

张国方

副主任

(按姓氏笔画排序)

于春鹏	王志洪	邓宝清	付东华
汤 沛	邬志军	余晨光	李军政
李晓雪	胡 林	赵 伟	高银桥
尉庆国	龚建春	蔡 云	

前 言

随着汽车工业在我国的迅速发展,对汽车类专业人才的需求十分旺盛。笔者通过多年的教学实践,对汽车类专业本科生应掌握的汽车理论专业基础知识有了深入的理解。为满足人才培养的需要,根据汽车类专业本科生的培养目标,由武汉理工大学、吉林大学珠海学院等高校的有关教师共同编写了本书。

本书首先论述轮胎与地面的相互作用,即汽车的工作环境,再论述汽车的各项使用性能。每项性能的分析都从评价指标或评价体系开始,然后以受力分析为基础,得到分析方法和结论,找到结构和性能之间的关系,分析影响该项性能的主要因素。在编写过程中,笔者注重理论联系实际,突出基本理论、基本概念,重点介绍汽车的基本使用性能和使用性能的分析方法。本书与同类教材相比,具有如下特点:

①对一些过于复杂的动态分析介绍得相对简单,以利于初学者尤其是本科生阅读。

②将汽车各项性能的试验方法汇总进行说明。

③对改善各项性能的最新的电控系统进行了较为详细的说明,包括各种电控自动变速器、ABS、EBD、VDC 和主动、半主动悬架等。

④考虑到新能源汽车的发展,对电动汽车的动力特性计算以及纯电动汽车、混合动力汽车的换挡规律的制定进行了说明。

本书由武汉理工大学余晨光、吉林大学珠海学院邓宝清任主编,武汉理工大学杨波、武汉理工大学汪怡平任副主编。参加编写的有余晨光(第1章、第6章、第7章)、邓宝清(第3章、第4章、第5章)、杨波(第8章、第10章)、汪怡平(第2章、第9章),全书由余晨光统稿。

本书由武汉理工大学邓亚东教授审阅,他提出了许多宝贵意见,在此深表谢意。

由于编者水平有限,且时间仓促,书中一定存在一些错漏、不妥之处,欢迎使用该书的师生和广大读者批评指正,并希望通过电子邮件(fortune@whut.edu.cn)与我们联系。

编 者

2016年8月

目 录

第1章 绪 论	(1)
1.1 汽车的使用性能	(1)
1.2 汽车动力学基本专业术语	(4)
本章小结	(5)
复习思考题	(6)
第2章 地面－轮胎力学	(7)
2.1 作用在轮胎上的力和力矩	(7)
2.2 轮胎的纵向力学特性	(8)
2.3 轮胎的侧偏特性	(15)
本章小结	(23)
复习思考题	(24)
第3章 汽车的动力性	(25)
3.1 汽车的动力性评价指标	(25)
3.2 汽车的驱动力与行驶阻力	(26)
3.3 汽车的行驶驱动－附着条件与汽车的附着力	(37)
3.4 汽车的动力性评价方法	(40)
3.5 汽车的功率平衡	(44)
3.6 电动汽车的动力性计算	(46)
3.7 汽车的动力性影响因素	(49)
本章小结	(52)
复习思考题	(52)
第4章 汽车的燃油经济性	(54)
4.1 汽车的燃油经济性评价指标	(54)
4.2 汽车的燃油经济性计算	(57)
4.3 汽车的燃油经济性影响因素	(60)
本章小结	(66)
复习思考题	(66)

第 5 章 汽车发动机功率和传动系统传动比的选择	(67)
5.1 发动机功率的选择	(67)
5.2 传动系最小传动比的选择	(69)
5.3 传动系最大传动比的选择	(70)
5.4 传动系挡位数与各挡传动比的选择	(71)
5.5 利用燃油经济性 - 加速时间曲线动力装置参数	(74)
5.6 汽车的动力性能参数选择案例	(78)
5.7 汽车自动换挡规律的确定	(82)
本章小结	(88)
复习思考题	(90)
第 6 章 汽车的制动性	(91)
6.1 汽车的制动性评价指标	(91)
6.2 制动时车轮的受力	(92)
6.3 汽车的制动效能及其恒定性	(97)
6.4 制动时汽车的方向稳定性	(102)
6.5 前、后制动器制动力的比例关系	(108)
6.6 制动力的调节和车轮防抱死	(118)
6.7 汽车的制动性影响因素	(125)
本章小结	(127)
复习思考题	(129)
第 7 章 汽车的操纵稳定性	(130)
7.1 概述	(130)
7.2 汽车的转向特性	(133)
7.3 汽车的操纵稳定性与悬架的关系	(146)
7.4 汽车行驶的纵向、横向稳定性	(159)
7.5 提高汽车的操纵稳定性的电子控制系统	(162)
本章小结	(166)
复习思考题	(168)
第 8 章 汽车的平顺性	(169)
8.1 人体对振动的反应和平顺性的评价	(169)
8.2 路面不平度的统计特性	(174)
8.3 汽车振动系统的简化	(177)
8.4 单质量系统的振动	(178)
8.5 车身与车轮双质量系统的振动	(186)
8.6 人体 - 座椅系统的振动	(195)

8.7 影响汽车的平顺性因素	(197)
本章小结	(198)
复习思考题	(200)
第 9 章 汽车的通过性	(201)
9.1 汽车的通过性评价指标及几何参数	(201)
9.2 汽车越过台阶、壕沟的能力	(203)
9.3 多轴驱动汽车的功率循环	(206)
9.4 汽车的通过性影响因素	(208)
本章小结	(212)
复习思考题	(212)
第 10 章 汽车的性能试验	(213)
10.1 汽车的动力性试验	(213)
10.2 汽车的燃油经济性试验	(216)
10.3 汽车的制动性试验	(217)
10.4 汽车的操纵稳定性试验	(220)
10.5 汽车的平顺性试验和数据处理	(223)
本章小结	(226)
复习思考题	(226)
参考文献	(227)

第1章 绪论

汽车理论是一门理论与实践紧密结合的应用科学。汽车理论课程主要研究汽车(含汽车列车)及其机构的运动学与动力学,研究汽车的使用性能,为汽车设计、评价、试验、研究和运用提供理论基础。

汽车的使用性能是评价汽车的基础,汽车的使用性能大致可以分为使用环境条件适应性、技术经济性和安全性三类,此处只做简要概述。

1.1 汽车的使用性能

1.1.1 使用环境条件适应性

汽车对使用环境条件的适应性是保证汽车运输质量的重要性能,主要包括汽车的动力性、通过性、操纵性、机动性以及道路结构的破坏程度等。

(1) 汽车的动力性

汽车的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。汽车的动力性采用最高车速、加速时间和最大爬坡度三个评价指标来评价。

(2) 汽车的通过性

汽车的通过性是指汽车能以足够高的平均速度通过各种坏路和无路地带(松软地面、凸凹不平地面等)以及各种障碍(陡坡、侧坡、壕沟、台阶、灌木丛、水障等)的能力。

汽车的通过性分为支承通过性和几何通过性两个基本方面。汽车的支承通过性是指在潮湿和松软的地面上汽车能正常行驶,而不发生下陷、车轮严重打滑等现象。汽车在潮湿和松软的地面上行驶时,附着性能差、滚动阻力大。当汽车附着力小于其牵引载荷与滚动阻力之和时,汽车就无法行驶;当附着力小于滚动阻力时,空车也无法通过。汽车的支承通过性采用牵引系数、牵引效率以及燃油利用指数来评价。

汽车的几何通过性是指汽车因与地面间隙不足而被地面托住、无法通过的情况,也称为间隙失效。当汽车中间底部的零部件碰到地面而被顶住时,称为顶起失效;当汽车前端或尾部触及地面而不能通过时,则分别称为触头失效和托尾失效。与汽车的几何通过性有关的汽车整车几何尺寸称为汽车的通过性几何参数。这些参数包括最小离地间隙、纵向通过角、接

近角、离去角和最小转弯直径等。

(3) 汽车操纵性

汽车的操纵性是指汽车能否按驾驶员的意图沿给定方向行驶的性能。它可用直线行驶性和最小转向半径来衡量。

汽车的直线行驶性,可用不加操纵情况下直线行驶一定距离后,汽车偏离原定方向的偏移量来衡量。汽车的直线行驶性较差时,驾驶员须经常纠正行驶方向,容易产生过度疲劳;转向机构也易磨损。

最小转向半径是指转向盘转至极限位置时从转向中心到前外轮接地中心的距离,是汽车的操纵性、机动性和通过性的主要指标。它在很大程度上表征了汽车能够通过狭窄弯曲地带或绕过不可越过的障碍物的能力。

1.1.2 汽车的技术经济性

汽车的技术经济性主要用生产率和燃油经济性来评价。燃油经济性可用百公里油耗、折旧费和维修费等衡量。折旧费和维修费又与汽车的可靠性和耐久性有关。

(1) 汽车的生产率

汽车的生产率用单位时间内完成的运输吨·千米数来表示,其大小与汽车的行驶速度、装载质量和道路条件等有关。

(2) 油耗

油耗主要包括燃油消耗和机油消耗。燃油消耗用满载时每百公里耗油量来表示,机油消耗量常用占燃油消耗量的百分比来表示。

(3) 汽车的可靠性与耐久性

汽车的可靠性用在一定行驶里程内发生的零部件损坏及故障的性质、严重程度、次数等来衡量。汽车的耐久性用主要零部件需要更换(或修理)时已使用的时间或行驶里程来衡量。

汽车的可靠性与耐久性好,不仅可以保证正常出车,提高生产率,而且可以减少维修费用,延长使用寿命,减少折旧费。

影响汽车的技术经济性的还有汽车的维护方便性。汽车的维护方便性好,用于技术维护、零部件拆装的工时就少。

1.1.3 汽车的安全性

汽车的安全性是指驾驶员工作的安全性和使所载乘客及货物不受损害的性能,主要包括汽车的舒适性、稳定性、制动性和驾驶室的牢固程度等。

(1) 汽车的舒适性

汽车的舒适性是指为乘员提供舒适的乘坐环境和方便安全的操作条件的性能。提高汽车乘坐及工作环境的舒适性,可以提高驾驶员的工作效率、降低事故发生率。汽车的舒适性包括汽车的平顺性、汽车的噪声水平、汽车的空气调节性能、汽车的乘坐环境及驾驶操作性等。

①汽车的平顺性是保持汽车在行驶过程中乘员所处的振动环境具有一定舒适度的性能。对于载货汽车还包括保持货物完好的性能。汽车行驶时,由于路面不平等因素激起汽车的振动,振动影响人的舒适、工作效率和身体健康,并影响所运货物的完好;振动还在汽车上产

生动载荷,加速零件磨损,导致疲劳失效。因此减少汽车振动是汽车的平顺性研究的主要问题。

②汽车噪声造成环境污染,影响乘员的舒适度。随着环保要求日趋严格,研究汽车噪声源特性、传递途径、降噪措施已成为汽车理论不可缺少的内容。噪声主要用分贝值来衡量。

③汽车的空气调节性能是指对车内空气的温度、湿度、粉尘浓度实现控制调节,使车内空气经常保持在乘员舒适状态的性能。

④汽车的乘坐环境及驾驶操作性能是指乘坐空间大小、座椅及操纵件的布置、车内装饰、仪表信号设备的易辨认性等。

与汽车的其他性能不同,汽车的平顺性评价直接与人体主观感觉相关。汽车的平顺性对乘坐舒适性的影响涉及人体工程和汽车振动两个因素,不但与车体传给人体的振动量级及频率有关,也与人体主观感觉反应有关。因此,汽车的平顺性有主观评价和客观评价两种评价方法。主观评价是依据评价者实际乘车的体感反应给出的主观评定。客观评价是以实测振动参数作为评定的客观依据。

(2) 汽车的稳定性

汽车的稳定性是指汽车在行驶过程中,具有抵抗改变其行驶方向的各种外界干扰,并保持稳定行驶而不失去控制,甚至翻倾或滑移的能力。稳定性的好坏直接影响操纵性,因此通常统称为操纵稳定性。

汽车的稳定性的丧失,表现为汽车的翻倾或滑移。依据抵抗翻倾或滑移的方向不同,汽车的稳定性可分为纵向稳定性与横向稳定性。由于侧向力(重力的侧向分力、侧向风形成的侧向力、离心惯性力等)的作用会破坏横向稳定性的可能性较大,所以横向的稳定性被破坏更为危险。

(3) 汽车的制动性

汽车的制动性是指在给定的坡道上能够停住以及在较短的距离内能制动至停车且维持行驶方向稳定的性能。如果制动性能好,汽车在较大坡度的道路上以及在平路上就可较安全地高速行驶。

(4) 驾驶室的牢固程度

如果驾驶室的强度和刚度很好,则当汽车发生翻倾事故时,仍能保证驾乘人员的人身安全。因此,有些国家对驾驶室的强度和刚度都提出一定要求,需要对驾驶室进行撞击试验和翻车试验。

不同类型的汽车对使用性能的要求是不同的,如越野车对通过性要求较高,而轿车则对最高车速等动力性要求较高。上述各种使用性能是评价汽车的一般要求。在设计、使用和试验中,必须根据汽车的用途、工作环境等具体情况,分清主次,综合衡量。

研究汽车理论的最终目的是使设计制造出的汽车具有良好的使用性能。例如,为了提高汽车的燃油经济性,世界各大汽车制造商都在大力开发研究汽车节能的有关技术。美国通用公司采用减小外形尺寸来减轻整车质量。美国福特汽车公司则通过提高铝等轻合金以及塑料等氧化树脂材料的使用率,达到减轻汽车质量的目的。在整车布置上,采用发动机前置前轮驱动方式或发动机后置后轮驱动方式等,直接传动驱动轴,以提高传动效率,同时减小传动系统的质量;为了减小发动机的空间和质量,采用四缸发动机和V形六缸发动机。奔驰、奥迪开发的直列五缸发动机,宝马开发的直列三缸发动机等都是针对节能问题而开发的。由此

降低比质量(单位输出功率的整车质量),有效地改善了汽车的燃油经济性。再如,随着社会经济的发展,汽车保有量急剧增加,交通事故的发生也在增加。为了提高汽车行驶安全性,各国汽车公司大量研究汽车的主动安全措施,包括防抱死制动系统(Anti-lock Braking System, ABS)、电子稳定性程序等,同时开发座椅安全带和安全气囊等被动安全装置。

人类在 20 世纪前期发明了汽车的基本结构,20 世纪后期直到现在,汽车的发展主要是提高性能,以适应人类社会的要求。汽车理论学科随着汽车结构的改进和新要求的出现而有所发展。例如,随着汽车设计速度的提高以及对安全性、舒适性等问题的重视,人类对汽车振动、操纵的动态稳定性进行了研究;随着微电子技术的发展,自动变速、无级变速及制动防抱死理论与实践得到了发展,从而构成了最大限度地发挥汽车运动性能的复合控制系统。这就要求汽车专业技术人员利用现代科学技术,提出更加符合汽车实际使用状况的理论和办法,使汽车产品更加与人类社会的需求相适应。

1.2 汽车动力学基本专业术语

1.2.1 专业术语

汽车动力学(vehicle dynamics) 系统是由驾驶员(driver)、车辆(vehicle)、载荷(load) 以及环境(environment) 组成的。汽车动力学主要影响主动安全性和驾驶舒适性的改善以及减少道路损坏。汽车动力学研究方法主要是应用计算机模拟、试验测试和道路测试。

驾驶员可通过各种操作来控制车辆行驶,如操纵转向盘(steering wheel) 改变汽车横向动力学,通过加速踏板(accelerator pedal)、制动踏板(brake pedal)、离合器踏板(clutch pedal)、变速操纵杆(gear lever) 控制汽车的纵向动力学。

汽车为驾驶员提供的信息包括纵向、横向和垂直方向的振动,也包括噪声(由发动机、空气动力学、轮胎等产生)、仪表显示的信息(速度和环境温度) 等。同时,汽车的运行环境如空调、交通流密度、道路线形等也对驾驶员的驾驶行为产生作用。

驾驶员的反应是非常复杂的。为了实现驾驶员的驾驶意图,“理想的驾驶员”需要借助于计算机仿真手段。在试验测试中需要使用“试验驾驶员(机器人) ”。如果现场试验是由“试验驾驶员”完成的,则将试验测试结果转换为普通驾驶员完成的结果是相当困难的。普通驾驶员完成的现场试验必须通过统计方法进行评价。在各种汽车现场试验中,驾驶员安全置于优先考虑的地位。驾驶模拟器提供了一种分析驾驶员操作行为的先进技术,即使在极限试验状态下也不会发生危险。人们长期尝试通过建立复杂的驾驶员模型,用驾驶模拟器来分析驾驶员和汽车之间的相互作用。

汽车只有通过数学描述才能有效地进行计算机模拟,但构建汽车系统运动学方程组和数值求解以及采集数据的成本很高。随着计算机技术的发展,计算成本已不成问题,在汽车开发前期,仅须采用原型车即可进行现场试验和实验室试验。试验测试结果可能因安全装置而与实际不符。

载货汽车用于装载货物,其行驶行为随载荷不同而发生变化。汽车载荷包括装载质量、惯性、质心、动载(液体)。在计算机模拟时,会遇到转动惯量的确定和液体载荷的建模等问

题。试验汽车在加载和卸载时也存在惯性和载荷确定的问题。当对液罐车进行试验时,罐内液体必须用水替代,这使得测试结果不能完全等效于实际装载。

环境对汽车的主要影响因素包括道路(不平度和附着系数)和空气(空气阻力、横风)。环境也会通过气候和视距等影响驾驶员。根据汽车与道路之间存在互相作用的原理,若汽车超载会很快破坏道路。道路试验和实验室试验的最大问题在于环境因素的影响不能重现。计算机模拟的主要问题是难以描述随机道路不平度、轮胎和道路之间的相互作用以及空气动力学和力矩的计算。

1.2.2 车辆坐标系

汽车的主要运动形式可用图 1-1 所示的车辆坐标系来描述。图中 $OXYZ$ 坐标系是一个惯性坐标系,固定在车身上,原点 O 为汽车的质心, XOZ 处于汽车左右对称平面内, X 轴为车身纵向水平轴,方向向前。 Z 轴通过质心指向上方, Y 轴水平向左。在车辆坐标系中描述的汽车运动包括汽车质心速度在 X 轴、 Y 轴和 Z 轴上的分量(分别称为前进速度 u 、侧向速度 v 和垂直速度 w),以及车身角速度在 X 轴、 Y 轴和 Z 轴上的分量(分别称为侧倾角速度 ω_p 、俯仰角速度 ω_q 和横摆角速度 ω_r)。

在车辆坐标系中定义了纵向 OX 、侧向 OY 和垂向 OZ 。在国际上,汽车动力学通常分为汽车纵向动力学、汽车侧向动力学和汽车垂向动力学。其中,汽车纵向动力学主要包括汽车的动力性、汽车的制动性和汽车的通过性等使用性能,汽车侧向动力学主要是指汽车的操纵稳定性,汽车垂向动力学主要指汽车的行驶平顺性。

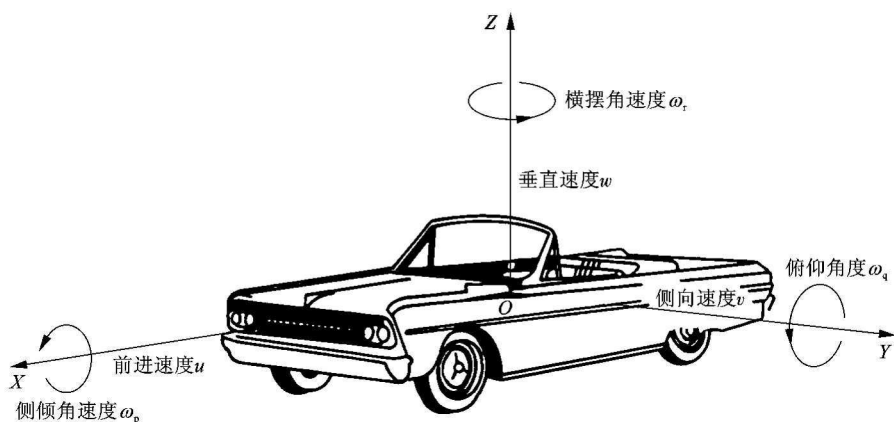


图 1-1 车辆坐标系与汽车的主要运动形式

本章小结

1. 汽车的使用性能: 使用环境条件适应性、技术经济性和安全性。
2. 使用环境条件适应性: 汽车的动力性、通过性、操纵性、机动性以及道路结构的破坏程度。
3. 技术经济性: 汽车的生产率、燃油经济性、汽车的可靠性与耐久性。

4. 安全性: 汽车的舒适性、稳定性、制动性和驾驶室的牢固程度。
5. 车辆坐标系及运动分量: 前进速度 u 、侧向速度 v 、垂直速度 w 、侧倾角速度 ω_p 、俯仰角速度 ω_q 、横摆角速度 ω_r 。

复习思考题

1. 汽车理论主要研究汽车的哪些使用性能?
2. 使用环境条件适应性、技术经济性和安全性各自包含哪些汽车基本性能?
3. 什么是车辆坐标系? 如何定义?
4. 车辆坐标系定义哪些运动参量?

第2章 地面 - 轮胎力学

轮胎是连接汽车车身与道路的唯一部件，其基本职能是支承车辆质量、传递驱动力矩和制动力矩、减轻振动以及保证转向稳定性。

汽车运动依赖于轮胎所受的力。例如，纵向驱动或制动力、侧偏力和侧倾力、回正力矩及翻转力矩等。它们是滑转(动)率、侧偏角、侧倾角、垂直载荷、地面附着系数和汽车运动速度等参数的函数。

轮胎的结构、材料和力学特性对汽车的动力性、燃油经济性、制动性、操纵稳定性、平顺性以及通过性等都有较大影响。

轮胎力学主要研究轮胎受力、变形和运动响应之间的关系，主要任务是建立精确实用的数学模型，以描述轮胎的力学特性。

2.1 作用在轮胎上的力和力矩

2.1.1 轮胎坐标系

为了分析作用在轮胎上的各种力和力矩，需要建立一个如图2-1所示的在平直路面上行驶的汽车轮胎的坐标系。轮胎胎面与路面的接触区域称为接地印迹。垂直于车轮旋转轴线的轮胎中分平面称为车轮平面。坐标系原点 O 为车轮平面和地平面的交线与车轮旋转轴线在地平面上投影线的交点。车轮平面与地平面的交线取为 X 轴，规定向前为正。 Y 轴在地平面上，为车轮旋转轴线在地平面上投影线，规定面向车轮前进方向时指向左方为正。 Z 轴与地平面垂直，规定指向上方为正。

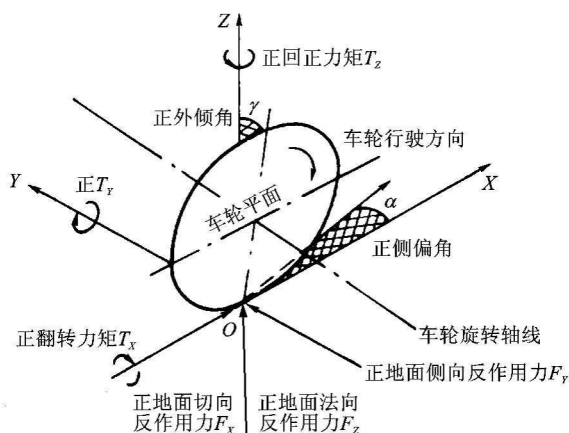


图2-1 轮胎的坐标系与地面作用于轮胎的力和力矩

2.1.2 作用在轮胎上的力和力矩

地面通过接地印迹作用在轮胎上的应力既有垂直于路面的正应力,也有沿着地面的切向应力,切向应力又可分为沿 X 轴方向的纵向应力和沿 Y 轴方向的侧向应力。如果将印迹上各点的应力向印迹中心(轮胎坐标系原点)简化,可得到沿轮胎坐标系的作用在轮胎上的力和力矩。

在轮胎坐标系中,地面作用在轮胎上的主要力、力矩包括:地面切向反作用力沿 X 轴的分量——纵向力 F_X ;地面切向反作用力沿 Y 轴的分量——侧向力 F_Y ;地面法向反作用力 F_Z ;地面反作用力绕 X 轴的力矩——翻转力矩 T_X ;地面反作用力绕 Y 轴的力矩——滚动阻力矩 T_Y (即2.2节中介绍的滚动阻力矩 T_f)以及地面反作用力绕 Z 轴的力矩——回正力矩 T_Z 。它们均按轮胎坐标系规定的方向确定正、负方向。

纵向力 F_X 按照作用方向或作用形式的不同可称为驱动力(实际应是向前的地面切向作用力)或制动力。驱动力来源于汽车发动机。发动机产生的有效转矩经过传动系统传到驱动轮上,因此地面作用有反作用力,即第3章定义的驱动力作用在车轮上。驱动力是维持汽车行驶的外力,它与汽车的行驶方向一致。而制动力为阻碍汽车行驶的作用在车轮上的纵向力,制动力的方向与汽车的行驶方向相反。

侧向力 F_Y 是地面作用在车轮上的作用力沿 Y 轴的分量。汽车做曲线行驶时会受到离心力的作用,为了维持汽车的曲线运动,路面作用在车轮上有与离心力相平衡的侧向力。

地面的法向反作用力 F_Z 反映了各个车轮所承受的轴荷大小。一般来说,作用在各个车轮上的地面法向反作用力的大小与汽车的纵向加速度、侧向加速度以及汽车的总体布置有关,同时地面的法向反作用力的大小也将影响汽车的纵向力和侧向力的大小。

翻转力矩 T_X 也称为侧倾力矩,它的大小说明了汽车将发生翻转趋势的大小。特别是汽车在做曲线行驶时,由于离心力的存在而形成的翻转力矩可能使汽车发生侧倾现象。

滚动阻力矩 T_Y 描述了阻碍轮胎滚动的力矩的大小。滚动阻力矩与路面的状态、轮胎的结构以及行驶的车速等有关。

回正力矩 T_Z 是在汽车做曲线行驶时使车轮恢复到直线行驶位置的力矩。汽车在曲线行驶状态下,轮胎将发生侧偏现象,因此将产生作用于轮胎上绕 Z 轴的力矩。

随着现代车辆速度的不断提高,汽车的主动安全性、行驶动力性和乘坐舒适性在汽车性能中占有越来越重要的位置,而轮胎力学特性是影响汽车动力学特性的重要特性之一,因此改善汽车性能的重点取决于更好地调节和控制各个分力的大小。

2.2 轮胎的纵向力学特性

轮胎的纵向力学特性主要从轮胎在纵向的受力情况进行轮胎特性分析,研究滚动阻力、穿水阻力、前束阻力等与轮胎参数的关系,另外驱动力和制动力将在后面的章节中介绍。

2.2.1 滚动阻力

汽车行驶时,轮胎与路面在接触区域的径向、切向和侧向均产生相互作用力,轮胎与支