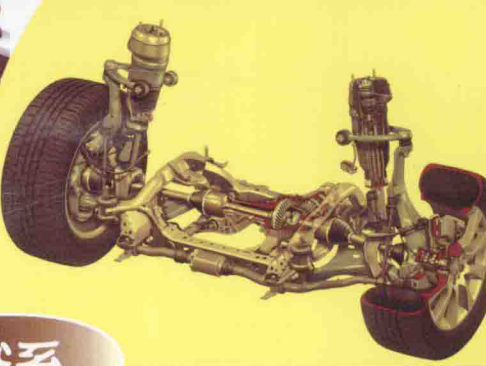
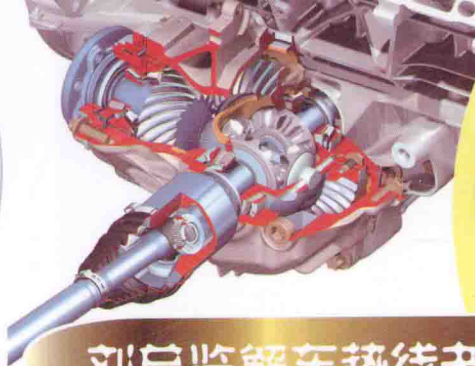




刘总监解车热线书系

汽车底盘

构造与原理精解

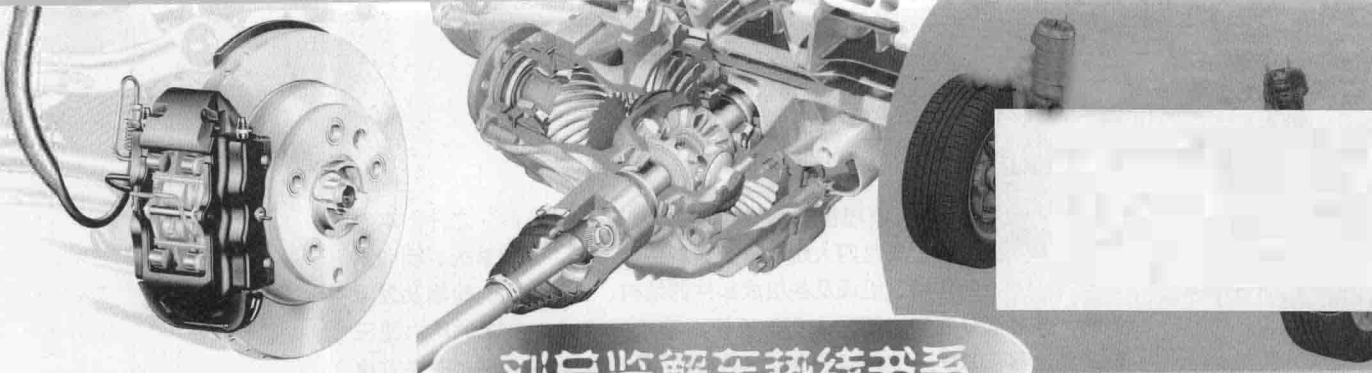
刘汉涛 编著



专业实用
汽车维修技术总监
倾心之作
维修人员必备



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



刘总监解车热线书系

汽车底盘

构造与原理精解

刘汉涛 编著



专业实用
汽车维修技术总监
倾心之作
维修人员必备



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

《汽车底盘构造与原理精解》是“刘总监解车热线书系”之一。本书全面、系统地讲解了底盘四大组成系统,即传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统的作用、组成及各组成部件的结构、工作原理、检修及故障诊断,并对部分内容,如宝来 02T 五速两轴式变速器、途锐 08D 六速三轴式变速器、02M 六速两输出轴式变速器、奥迪 Quattro-Torsen 中央差速器四轮驱动、大众 4Motion-Haldex 离合器四轮驱动、辉腾带减振控制的空气悬架系统、奥迪轮胎压力监控系统、奥迪液压式助力转向系统、速腾电动式助力转向系统、奥迪 A4 动态转向系统、途锐脚踏式驻车制动器、奥迪 A8 电控式驻车制动器、奥迪 Q7 视觉驻车辅助系统、电动制动助力装置、制动辅助系统(BAS)、防抱死制动系统(ABS)、驱动防滑控制系统(ASR)和电子稳定程序控制系统(ESP)等进行了讲解。

本书内容翔实,由浅入深,通俗易懂,适合汽车车主、汽车驾驶人、汽车维修技术人员、汽车生产和科研人员及各类院校汽车专业的广大师生阅读和参考;同时,也可作为现代汽车底盘最新技术的培训教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘构造与原理精解/刘汉涛编著. —北京:
机械工业出版社, 2014. 4
(刘总监解车热线书系)
ISBN 978-7-111-45663-6

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车—底盘—结构②汽车—底盘—理论 IV. ①U463. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 022870 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:李 军 责任编辑:李 军 孙 鹏 版式设计:常天培

责任校对:张 薇 封面设计:路恩中

责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2014 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·21.25 印张·559 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-45663-6

定价:49.80 元



凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版



前言

随着汽车工业的飞速发展,我国汽车行业迎来了一个发展高峰,轿车已成为人们不可缺少的交通工具。底盘作为汽车的重要组成部分,其结构日益复杂,机电一体化水平不断提高。要想高效快速地解决底盘故障,传统的维修经验和方法受到极大的挑战,现代维修技术人员应具有扎实的理论基础和丰富的维修经验。鉴于上述原因,本人编写了《汽车底盘构造与原理精解》一书。本书与以往介绍底盘的书籍有明显的不同之处,主要表现在以下几个方面:

- 1) 模块化学习:本书共由五章组成,每章可独立成系,使其具有最大的灵活性。
- 2) 内容充实:本书系统地阐述了汽车底盘的构造、工作原理、检修方法,以及常见故障的原因、诊断和排除方法,且图文并茂,增加了读者的学习积极性。
- 3) 注重实用:本书主要突出实图与实例、结构与原理、检测与维修三结合。对底盘的正确使用与保养、结构与原理、检修与更换、故障诊断与排除等均进行了详细讲解。

本书全面、系统地讲解了底盘四大组成系统,即传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统的作用、组成及各组成部件的结构、工作原理、检修及故障诊断,并对部分内容,如宝来 02T 五速两轴式变速器、途锐 08D 六速三轴式变速器、02M 六速两输出轴式变速器、奥迪 Quattro-Torsen 中央差速器四轮驱动、大众 4Motion-Haldex 离合器四轮驱动、辉腾带减振控制的空气悬架系统、奥迪轮胎压力监控系统、奥迪液压式助力转向系统、速腾电动式助力转向系统、奥迪 A4 动态转向系统、途锐脚踏式驻车制动器、奥迪 A8 电控式驻车制动器、奥迪 Q7 视觉驻车辅助系统、电动制动助力装置、制动辅助系统(BAS)、防抱死制动系统(ABS)、驱动防滑控制系统(ASR)和电子稳定程序控制系统(ESP)等进行了讲解。对于传动系统中的自动变速器内容在《汽车自动变速器精品学习教程》一书中有专门、详细的讲解,本书不再涉及。

由于本书涉及的知识面广、讲解内容新,书中提出的观点、方法均是作者个人的看法,不当与疏漏之处在所难免,恳请广大读者给予谅解与宽容。

刘汉涛

目 录



前言

第一章 底盘基础知识 1

第一节 汽车底盘的发展状况 1

一、汽车底盘技术的应用与发展 1

二、汽车行驶原理 2

三、汽车行驶条件 4

第二节 汽车底盘的作用与组成 5

一、汽车底盘的作用 5

二、汽车底盘的组成 5

【回顾与总结】 6

【思考与练习】 7

第二章 汽车传动系统 8

第一节 传动系统概述 8

一、传动系统的作用与组成 8

二、传动系统的布置形式 9

第二节 离合器 12

一、为什么要有离合器 12

二、离合器的作用 13

三、离合器的性能要求 13

四、离合器的类型 14

五、推式膜片弹簧离合器 14

六、拉式膜片弹簧离合器 17

七、离合器操纵机构 18

八、离合器主要零部件的检修 18

九、离合器的故障诊断与排除 20

第三节 手动变速器 22

一、为什么安装变速器 22

二、变速器的作用 23

三、变速器的性能要求 23

四、变速器的类型 23

五、变速器的组成 24

六、变速器的工作原理 25

七、变速器操纵机构 27

八、变速器传动机构 30

九、变速器换档装置 31

十、变速器壳体和盖 35

十一、变速器的润滑和密封 35

十二、变速器的装配与调整 36

十三、变速器主要零部件的检修 37

十四、变速器的故障诊断与排除 38

十五、宝来 02T 五速两轴式变速器 40

十六、途锐 08D 六速三轴式变速器 50

十七、02M 六速两输出轴式变速器 55

十八、赛车用碰撞式变速器 61

第四节 万向传动装置 62

一、万向传动装置的作用及组成 62

二、万向传动装置的应用 62

三、万向节 62

四、传动轴 67

五、中间支承 68

六、万向传动装置的检修 68

七、万向传动装置的故障诊断与排除 69

第五节 驱动桥 70

一、驱动桥的作用 71

二、驱动桥的组成 71

三、驱动桥的类型 71



四、主减速器	72	十一、轮胎的拆装、检查及故障诊断	127
五、差速器	75	十二、车轮动平衡试验	129
六、奥迪 Quattro-Torsen 中央差速器 四轮驱动	80	第五节 悬架	131
七、大众 4Motion-Haldex 离合器四轮 驱动	82	一、悬架的作用及组成	131
八、分动器	96	二、对悬架的要求	132
九、半轴	97	三、悬架的类型	132
十、桥壳	99	四、弹性元件	133
十一、驱动桥的检修	99	五、减振器	137
十二、驱动桥的故障诊断与排除	100	六、电磁式减振器	139
【回顾与总结】	102	七、独立悬架	140
【思考与练习】	103	八、横向稳定器	144
第三章 汽车行驶系统	104	九、辉腾带减振控制的空气悬架 系统	145
第一节 行驶系统概述	104	十、悬架的检修	172
一、行驶系统的作用	104	十一、悬架的故障诊断与排除	174
二、行驶系统的组成	105	第六节 奥迪轮胎压力监控系统	177
第二节 车架	105	一、轮胎压力监控系统概述	177
一、车架的作用	105	二、奥迪轮胎压力监控系统组成	177
二、设计要求	106	三、金属气门嘴	179
三、车架的类型	106	四、轮胎压力传感器	179
四、车架变形的修理	108	五、轮胎压力监控天线	181
五、车架常见的损伤及原因	108	六、轮胎压力监控控制单元	181
第三节 车桥	109	七、轮胎压力监控系统操纵	181
一、车桥的作用	109	八、轮胎压力监控系统信号	182
二、车桥的类型	109	九、轮胎压力监控系统轮胎识别	186
三、转向桥	109	十、轮胎压力监控系统位置识别	186
四、转向驱动桥	110	十一、备胎	187
五、转向车轮定位	111	十二、系统信息交换	187
六、车桥的故障诊断与排除	115	十三、系统自诊断	188
第四节 车轮和轮胎	117	十四、系统电路图	188
一、车轮的作用及组成	117	【回顾与总结】	189
二、车轮的类型及结构	118	【思考与练习】	189
三、车轮的拆装	119	第四章 汽车转向系统	191
四、轮胎的作用及类型	120	第一节 转向系统概述	192
五、轮胎的结构	121	一、转向系统的作用与类型	192
六、应急轮胎	122	二、对转向系统的要求	193
七、轮胎性能	123	三、转向系统的参数	193
八、轮胎规格的表达方法	124	第二节 转向操纵机构	194
九、常见轮胎品牌	126	一、转向操纵机构的作用	194
十、轮胎的使用与换位	126	二、转向操纵机构的组成	194
		三、转向操纵机构的检修	199



第三节 转向器	199	四、对制动系统的要求	249
一、转向器的作用	199	五、对制动系统影响最大的因素	249
二、转向器的类型	199	六、确保制动性能达标的条件	249
三、齿轮齿条式转向器	199	七、制动系统的工作原理	249
四、循环球式转向器	200	第二节 车轮制动器	251
五、蜗杆曲柄指销式转向器	201	一、鼓式车轮制动器	251
六、转向器的检修	202	二、盘式车轮制动器	255
第四节 转向传动机构	202	三、陶瓷式制动盘	258
一、转向传动机构的作用	202	四、车轮制动器的检修	259
二、转向传动机构的类型与组成	202	第三节 驻车制动器	260
第五节 助力转向系统	203	一、驻车制动器的作用	260
一、助力转向系统的作用及类型	203	二、驻车制动器的类型	260
二、奥迪液压式助力转向系统	204	三、驻车制动器的性能检查	260
三、速腾电动式助力转向系统	206	四、手操纵式驻车制动器	260
四、电动液压式助力转向系统	218	五、途锐脚踏式驻车制动器	261
第六节 奥迪 A4 动态转向系统	223	六、奥迪 A8 电控式驻车制动器	263
一、动态转向系统概述	223	七、驻车制动器的检修	268
二、动态转向系统基本结构及功能	227	八、驻车制动器常见故障诊断与排除	269
三、动态转向系统控制单元 J792	228	第四节 奥迪 Q7 视觉驻车辅助 系统	269
四、执行元件的结构及功能	229	一、视觉驻车辅助系统概述	269
五、电动机	230	二、视觉驻车辅助系统控制单元 J446	270
六、动态转向锁	231	三、视觉驻车辅助系统传感器	271
七、传感器	232	四、视觉驻车辅助系统的功能	271
八、操作和驾驶人信息	234	五、视觉驻车辅助系统的操纵	271
九、带有 ECO 功能的转向泵	236	六、给驾驶人的反馈	272
十、CAN 数据交换图	238	七、视觉驻车辅助系统的通信结构	272
十一、系统电路图	238	八、视觉驻车辅助系统电路图	273
第七节 转向系统的故障诊断与 排除	239	第五节 制动传动装置	273
一、机械式转向系统的故障诊断与 排除	239	一、液压式制动传动装置	273
二、液压式助力转向系统的故障诊断与 排除	243	二、液压式制动系统排气	278
【回顾与总结】	246	三、液压式制动系统各部件的检修	279
【思考与练习】	246	四、液压式制动系统故障诊断与排除	279
第五章 汽车制动系统	247	第六节 电动制动助力装置	281
第一节 制动系统概述	248	一、为什么采用电动制动助力装置	281
一、制动系统的作用	248	二、电子真空泵的结构和功能	282
二、制动系统的类型	248	三、叶片泵的结构和功能	282
三、制动系统的组成	248	四、开环控制真空泵	282
		五、闭环控制真空泵	284
		六、自诊断	287



第七节 制动辅助系统(BAS)	287	三、驱动防滑控制系统的组成	315
一、制动辅助系统因何而生	287	四、驱动防滑控制系统的控制方式	316
二、制动辅助系统概述	287	五、ASR 与 ABS 的异同	317
三、制动辅助系统的类型	288	第十节 电子稳定程序控制	
四、液压式制动辅助系统	288	系统(ESP)	317
五、机械式制动辅助系统	295	一、电子稳定程序控制系统的优势	317
第八节 防抱死制动系统(ABS)	297	二、电子稳定程序控制系统的功能	
一、防抱死制动系统为何成为标配	297	特点	318
二、防抱死制动系统的理论基础	297	三、电子稳定程序控制系统的物理	
三、防抱死制动系统的优点	299	原理	318
四、防抱死制动系统的组成、控制		四、电子稳定程序控制系统的概述	321
方式和分类	300	五、电子稳定程序控制系统的构造与	
五、防抱死制动系统的主要部件结构		功能	322
和工作原理	303	六、电子稳定程序控制系统的工作	
六、防抱死制动系统的工作原理	308	原理	328
七、防抱死制动系统的故障诊断	310	七、电子稳定程序控制系统总览图	329
第九节 驱动防滑控制系统(ASR) ...	314	八、电子稳定程序控制系统电路图	329
一、为什么会出现滑转现象	314	【回顾与总结】	331
二、驱动防滑控制系统的理论基础	315	【思考与练习】	332



第一章

底盘基础知识

精解目标

- 1) 了解汽车底盘技术的发展状况。
- 2) 掌握汽车能够行驶的原理。
- 3) 理解汽车行驶的条件。
- 4) 熟悉汽车行驶时都会受到哪些阻力的影响。

精解要点

- 1) 驱动力是如何产生的。
- 2) 汽车底盘的作用及组成。

第一节 汽车底盘的发展状况

一、汽车底盘技术的应用与发展

最初的车辆，都是由人力来推动的，称为人力车；后来人们开始用牛、马拉车，称为畜力车。

现在的车辆大多数都是机动车，它将产生的能量转换为机械能。随着对空气动力学原理研究的不断深入，以及人们对车型美观多样化的追求，从 20 世纪 30 年代起，汽车外形向流线型发展。20 世纪 60 年代，随着汽车保有量和汽车速度的增加，交通事故频发成了比较严重的社会问题。为了防止交通事故的发生，除制定新的交通法规加以限制外，还改造了制动装置并添加了许多安全装置。20 世纪 70 年代后，能源危机和环境保护是汽车业的重大问题。汽车设计强调轻量化、低油耗和在底盘方面如何减少行驶阻力，此时的汽车以机械控制系统或液压控制系统为主。到了 20 世纪 80 年代，随着电子技术的发展，电子控制成为汽车上的主要控制方式。现代汽车广泛采用电脑及先进的传感器等电子部件，使汽车性能大为改善，提高了经济性和操作方便性、工作可靠性、维修简便性与乘坐舒适性，排气污染也得到较好的控制，尤其是汽车的安全性、操作智能化方面更加突出。进入 21 世纪，汽车设计主要解决的问题仍然是环保和安全问题。电子技



术的发展,为汽车向电子化、智能化、网络化、多媒体化的发展创造了条件。现代汽车上装用电子装置的成本将占整车成本的 25% 以上,汽车由单纯机械产品向高级的机电一体化产品方向发展。

底盘作为汽车的一个重要组成部分,其工作性能的好坏直接影响到汽车行驶的动力性、经济性、平顺性、操纵稳定性以及安全可靠。其结构和性能特点随车型、发动机的安装位置、驱动方式、用途等的不同而不同。早期汽车底盘是在马车的基础上发展演变而来的。由于敞篷式马车形汽车难以遮风挡雨,后来,工程技术人员便设计出了箱形汽车,将一个装有门和窗的箱子安装在一个车架上。对于高速行驶的汽车,由于箱形汽车的结构不适应空气动力学要求,所引起的空气阻力会很大,于是,人们又开发出了船形汽车等适应空气动力学要求的汽车。一开始汽车所装用的发动机功率很小,行驶速度较低,因此,对车辆底盘的要求并不高。随着装用发动机功率的增大,车速的不断提高,对车辆的底盘提出了不同的要求,如有效平稳地传递动力至驱动轮、提高车辆行驶的平顺性和安全性、便于操作等。为此,在大批工程技术人员的不懈努力下,相继发明了齿轮式变速器、差速器、离合器、万向传动装置、独立悬架、助力转向系统、自动变速器、防抱死制动系统等。

目前,汽车底盘电子控制技术已得到了迅速发展。防抱死制动系统(ABS)和安全气囊(SRS)的使用,对汽车的制动安全性和碰撞后的安全性起到了很大的改善作用。因此,防抱死制动系统(ABS)和安全气囊(SRS)已经成为现代轿车的标准配备。近些年来,汽车驱动防滑控制系统(ASR)以及电子稳定程序控制系统(ESP)的应用,提高了汽车的起步、加速、通过滑溜路面的能力和汽车在这些情况下的操纵稳定性。电子控制悬架可根据不同的路面、车速等情况,自动控制悬架的刚度和阻尼以及车身的高度,使得汽车的乘坐舒适性和操纵稳定性进一步提高。此外,助力转向电子控制系统、汽车行驶速度控制系统等电子控制装置的使用都使汽车的操纵性、安全性和舒适性等得到了进一步提高。

综上所述,汽车底盘电子控制系统在汽车上的应用越来越普遍,这对汽车的使用与维修提出了更高的要求。因此,检修这些装备了电子装置的汽车,除需要具备相应的机械知识外,还需要具备电子技术和电子设备知识及故障检修的基本技能。

二、汽车行驶原理

1. 驱动力的产生

当汽车行驶时,发动机的输出转矩 M_e 通过传动系统传给驱动轮,使驱动轮得到一个转矩 M_1 ,由于汽车轮胎与地面接触,在转矩的作用下,接触面上轮胎边缘对地面产生一个向后的圆周力 F_e ,它的方向与汽车的行驶方向相反。根据作用力与反作用力的关系,地面对轮胎边缘施加一个向前的反作用力 F_1 ,其大小与 F_e 相等但方向相反。则 F_1 为驱动汽车的外力,称为汽车的驱动力,如图 1-1 所示,其大小为

$$F_1 = M_1 / R$$

式中, M_1 表示作用于车轮上的转矩($N \cdot m$); R 表示车轮半径(m)。

由上式可知,汽车的驱动力 F_1 与发动机的转矩 M_e 成正比,与车轮半径 R 成反比。

充气轮胎的车轮,在不同状态下有不同的半径。

- 1) 自由半径 R_0 : 指车辆处于无载状态下的车轮半径。
- 2) 静力半径 R_s : 在车重状态下,轮心到地面的距离。
- 3) 滚动半径 R_r : 在满载行驶状态,根据车轮滚过的圈数 n_w 和汽车驶过的距离 s ,由下式计



算滚动半径, 即 $R_r = s/2\pi n_w$ 。

显然, 对汽车作运动学分析时, 应用滚动半径; 而作动力学分析时应用静力半径; 作粗略分析时, 通常不计其差别, 统称车轮半径 R , 即认为 $R_r \approx R_s \approx R$ 。

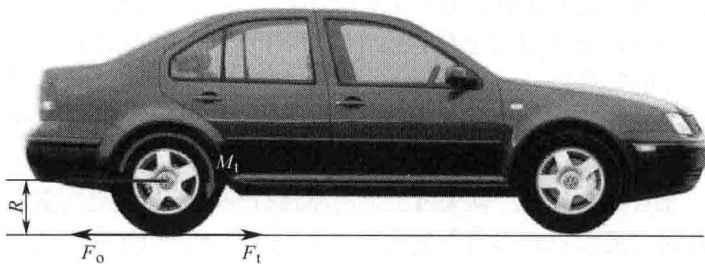


图 1-1 汽车的驱动力

2. 附着力

附着力是指由路面提供的切向反作用力的最大值, 其大小取决于轮胎与地面的附着系数和轮胎所受的载荷。影响附着力大小的因素有轮胎气压、花纹、运动状态、道路质量、载荷大小等。通常轮胎的气压越低、车速越慢、越野花纹、干燥水泥或柏油路面以及增加载荷质量等都能使附着力增大。

3. 汽车行驶阻力

汽车在水平道路上等速行驶时, 必须克服来自地面的滚动阻力 F_r 和来自空气的空气阻力 F_w ; 当汽车在坡道上上坡行驶时, 还必须克服重力沿坡道的分力, 称为上坡阻力 F_i ; 汽车加速行驶时, 还需要克服其惯性力, 称为加速阻力 F_j 。因此, 汽车行驶的总阻力为:

$$\Sigma F = F_r + F_w + F_i + F_j$$

注: 滚动阻力和空气阻力是在任何行驶条件下均存在的。上坡阻力和加速阻力仅在一定行驶条件下存在。如在水平路面上等速行驶时就没有加速阻力和上坡阻力。

(1) 滚动阻力

1) 滚动阻力的产生。滚动阻力主要是由于车轮滚动时路面与轮胎的变形以及车轮轴承内的摩擦所引起的阻力。它包括道路塑性变形损失; 轮胎弹性迟滞损失; 其他损失, 如轴承、油封损失, 悬架零件间摩擦和减振器内损失等。如汽车在松软路面上行驶时, 滚动阻力主要是由路面变形引起的; 汽车在硬路面上行驶时, 滚动阻力主要是由轮胎变形引起的。

2) 影响滚动阻力的因素。滚动阻力的大小与轮胎结构、轮胎气压、路面性质及汽车总质量有关。

① 轮胎的结构、帘布层及橡胶品种对滚动阻力都有影响。在保证轮胎有足够的强度和寿命的前提下, 减少帘布层数, 可以使胎体减薄而减小滚动阻力系数。子午线轮胎因帘布层数少, 因此, 其滚动阻力系数较一般轮胎的滚动阻力系数小, 而且随车速的变化小。胎面花纹磨损的轮胎比新轮胎的滚动阻力系数小。

② 轮胎气压对滚动阻力影响很大。气压降低时, 在硬路面上轮胎变形大, 因此, 滚动阻力增大; 气压过高, 在松软路面上行驶时, 路面产生很大的塑性变形, 将留下车辙, 同样会使滚动阻力增大。

③ 路面的种类和状况不同, 使滚动阻力在很大范围内变化。坚硬、平整而干燥的路面, 滚动阻力最小。路面不平, 滚动阻力将成倍增加, 这是因为路面不平会引起轮胎和悬架系统的附加变形及减振器内产生的阻力要成倍地消耗能量。松软路面由于塑性变形很大, 使滚动阻力增加



很多。

④ 行车速度对滚动阻力影响很大。车速在 100km/h 以下时,滚动阻力变化不大;车速在 100km/h 以上时,滚动阻力增加较快;车速达到某一高速时,如 150 ~ 200km/h,滚动阻力迅速增加,因为这时轮胎将发生驻波现象,即轮胎周缘不再是圆形而呈明显的波浪状。出现驻波后,滚动阻力显著增加,而且轮胎的温度也很快增加,胎面与轮胎帘布层会产生脱落,出现爆胎现象,这对高速行驶的车辆很危险。

⑤ 汽车总质量对滚动阻力影响很大。这是由于汽车总质量越大,路面的塑性变形和轮胎的弹性变形将越大,从而引起滚动阻力增加。

(2) 空气阻力 如图 1-2 所示,空气阻力是汽车在行驶时,其表面与空气相摩擦,同时,车身前部受到迎面气体压力及车身后部因空气涡流而产生真空度所引起的阻力。因此,空气阻力包括摩擦阻力和压力阻力两大部分。

摩擦阻力是由于空气的粘性在车身表面产生的切向力的合力在行驶方向的分力。摩擦阻力与车身表面粗糙度及表面积有关。

压力阻力是作用在汽车外形表面上的法向压力的合力在行驶方向的分力,它包括以下 4 部分:

1) 形状阻力:汽车行驶时,空气流经车身,在汽车前方空气相对被压缩,压力升高;车身尾部和圆角处空气压力较低,形成涡流而引起负压。由于汽车前后部压力差所引起的阻力称为形状阻力。形状阻力的大小与车身主体形状有很大关系,例如,车头、车尾的形状及车窗玻璃的倾角等。

2) 干扰阻力:突出于车身表面的部分所引起的空气阻力,如门把手、后视镜等。

3) 诱导阻力:汽车上下部压力差在水平方向的分力。

4) 内循环阻力:发动机冷却系统、车身内通风等需空气流经车体内部时形成的阻力。

综上所述,空气阻力的大小与汽车迎风面积、汽车与空气的相对速度、汽车外廓形状和表面摩擦系数有关。

(3) 上坡阻力 上坡阻力是指汽车上坡时,由于汽车重力和坡度所引起的阻力,其大小与汽车总质量和道路纵向坡度角有关。

注:当汽车下坡时,上坡阻力变为汽车行驶的动力。

(4) 加速阻力 加速阻力是指汽车在起步和加速时由于惯性所引起的阻力,其大小与飞轮的转动惯量、车轮的转动惯量以及传动系统的传动比有关。

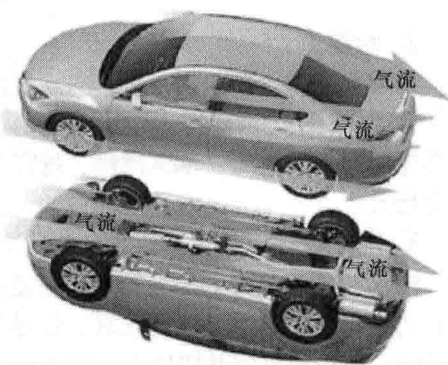


图 1-2 空气阻力示意图

☞ 三、汽车行驶条件

1. 汽车行驶的驱动条件

汽车必须有一定的驱动力以克服各种行驶阻力,才能正常行驶。表示汽车驱动力与行驶阻力之间关系的等式,称为汽车的驱动力平衡方程,即汽车的行驶方程:

$$F_t = F_f + F_w + F_i + F_j$$

上式说明了汽车行驶中驱动力与各行驶阻力的平衡关系,其平衡关系不同,则汽车的运动状态也不同。



若 $F_t > F_f + F_w + F_i$ 时, 汽车将加速行驶;

若 $F_t = F_f + F_w + F_i$ 时, 汽车将等速行驶;

若 $F_t < F_f + F_w + F_i$ 时, 汽车将无法起步。

所以, 汽车行驶的第一个条件为:

$$F_t \geq F_f + F_w + F_i$$

上式被称为汽车的驱动条件, 但还不是汽车行驶的充分条件。

2. 汽车行驶的附着条件

要提高汽车的动力性, 可以采用增加发动机转矩、加大传动系统的传动比等措施以增大汽车的驱动力来实现。但是, 这些措施只有在驱动轮与路面不发生滑转现象时才有效。如果驱动轮在路面滑转, 则增大驱动力只会使驱动轮加速旋转, 地面切向反作用力并不会增加, 汽车仍不能行驶。这种现象说明: 地面作用在驱动轮上的切向反作用力受地面接触强度的限制, 并不能随意加大, 即汽车行驶除受驱动条件制约外, 还受轮胎与地面附着条件的限制。

地面对轮胎切向反作用力的极限值称为附着力, 记作 F 。在硬路面上附着力取决于轮胎与路面间的相互摩擦, 它与驱动轮法向反作用力 F_z 成正比, 常写成:

$$F = F_z$$

附着系数是由轮胎和路面的结构特性决定的, 表示轮胎与路面的接触强度。在硬路面上, 附着系数反映了轮胎与路面的摩擦作用。当轮胎与路面接触时, 路面的坚硬微小凸起能嵌入变形的轮胎中, 增加了轮胎与路面的接触强度, 对轮胎滑转有一定的阻碍作用。

在松软路面上, 附着系数值不仅取决于轮胎与路面间的摩擦作用, 同时还取决于路面的抗剪切强度。因为只有当嵌入轮胎花纹沟槽的路面被剪切脱离基层时, 轮胎在接地面积内才产生相对滑动, 车轮发生相对滑转。

显而易见, 地面切向反作用力不能大于附着力, 否则, 会发生驱动力滑转, 汽车将不能行驶, 即

$$F_t \leq F = F_z$$

式中, F_t 表示汽车驱动力; F 表示附着力; F_z 表示地面作用在所有驱动轮上的法向反作用力。

此即为汽车行驶的第二个条件——附着条件。将汽车的驱动条件与附着条件联立, 则得:

$$F_f + F_w + F_i \leq F_t \leq F$$

这就是汽车行驶的必要与充分条件, 称为汽车行驶条件。

注: 汽车的行驶条件归纳为: 驱动力必须大于等于各阻力之和且小于等于附着力。

第二节 汽车底盘的作用与组成

一、汽车底盘的作用

汽车底盘是支承、安装发动机和部分电器设备与附件等, 形成汽车的整体造型, 并接受发动机输出的动力, 通过各机构传送给驱动轮, 使汽车产生运动, 保证正常行驶。

二、汽车底盘的组成

如图 1-3 所示, 汽车底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四部分组成。

1. 传动系统

传动系统的功用是将发动机的动力传递给驱动轮。传动系统具有减速、变速、倒车、中断动

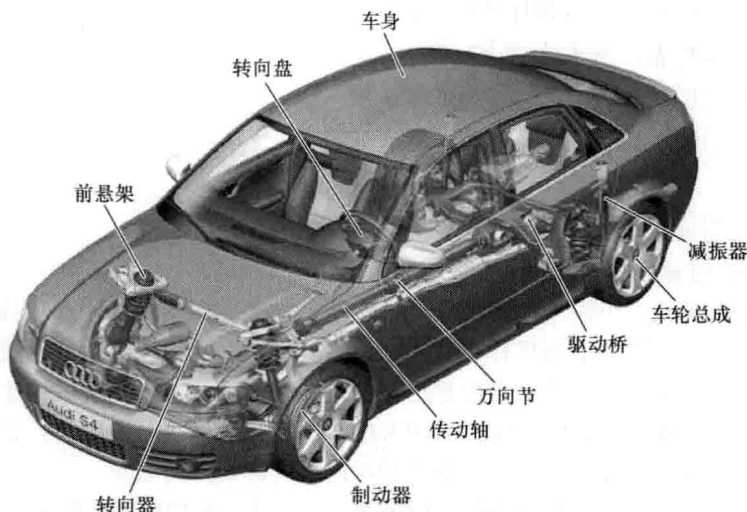


图 1-3 汽车底盘的组成

力、轮间差速和轴间差速等功能，与发动机配合工作，能保证汽车在各种工况条件下的正常行驶，并具有良好的动力性和经济性。

普通传动系统由离合器、变速器、万向传动装置和驱动桥等部分组成。现代轿车越来越普遍采用液力式自动变速器。

2. 行驶系统

行驶系统的功用是支承汽车的质量并承受、传递路面作用在车轮上各种力的作用；接受传动系统传来的转矩并转化为汽车行驶的驱动力；缓和冲击，减少振动，保证汽车平顺行驶。

行驶系统一般由车架、车桥、车轮和轮胎、悬架等部分组成。现代轿车越来越普遍采用电子控制悬架系统。

3. 转向系统

转向系统的功用是保证汽车能够按照驾驶人选定的方向行驶。

转向系统一般由转向操纵机构、转向器、转向传动机构等部分组成。现代轿车越来越普遍采用助力转向装置。

4. 制动系统

制动系统的功用是根据驾驶人的要求使汽车减速或停车，确保行车安全和汽车可靠停放。

制动系统一般由行车制动装置和驻车制动装置等部分组成。防抱死制动系统(ABS)已经成为轿车的标配装置，现代轿车越来越普遍采用 ASR 以及 ESP 等装置。

【回顾与总结】

1. 汽车底盘工作性能的好坏直接影响到汽车行驶的动力性、经济性、平顺性、操纵稳定性以及安全可靠。

2. 汽车的驱动力 F_t 与发动机的转矩 M_e 成正比，与车轮半径 R 成反比。

3. 附着力是指由路面提供的切向反作用力的最大值。其大小取决于轮胎与地面的附着系数和轮胎所受的载荷。

4. 滚动阻力和空气阻力是在任何行驶条件下均存在的。上坡阻力和加速阻力仅在一定行驶条件下存在。



5. 滚动阻力主要是由于车轮滚动时路面与轮胎的变形以及车轮轴承内的摩擦所引起的阻力。
6. 空气阻力的大小与汽车迎风面积、汽车与空气的相对速度、汽车外廓形状和表面摩擦系数有关。
7. 上坡阻力是指汽车上坡时, 由于汽车重力和坡度所引起的阻力, 其大小与汽车总质量和道路纵向坡度角有关。
8. 加速阻力是指汽车在起步和加速时由于惯性所引起的阻力, 其大小与飞轮的转动惯量、车轮的转动惯量以及传动系统的传动比有关。
9. 汽车的行驶条件为: 驱动力必须大于等于各阻力之和且小于等于附着力。

【思考与练习】

一、填空题

1. 汽车在松软路面上行驶时, 滚动阻力主要是由()引起的; 汽车在硬路面上行驶时, 滚动阻力主要是由()引起的。
2. 滚动阻力的大小与()、()、()及()有关。
3. 汽车底盘由()、()、()、()四部分组成。

二、问答题

1. 汽车总质量与滚动阻力之间存在什么关系?
2. 汽车底盘能起到哪些作用?
3. 汽车底盘由哪几部分组成? 各组成部分的作用是什么?
4. 请说明电子技术在汽车底盘上的应用有哪些?



第二章

汽车传动系统

我们把汽车发动机与驱动轮之间的动力传递装置称为汽车传动系统。传动系统作为汽车底盘的四大系统之一，承担着将发动机的动力按汽车正常行驶需要传送至驱动轮的工作，是汽车正常行驶的动力保障。

精解目标

- 1) 掌握传动系统的布置形式。
- 2) 掌握膜片弹簧干摩擦式离合器的结构及工作原理。
- 3) 掌握手动变速器的功用、分类及工作原理。
- 4) 掌握两轴式手动变速器的结构及各档位动力传递原理。
- 5) 掌握三轴式手动变速器的结构及各档位动力传递原理。
- 6) 熟悉锁环式同步器的结构及工作原理。
- 7) 掌握常用万向节的结构及工作原理。
- 8) 掌握差速器的组成及工作原理。

精解要点

- 1) 离合器踏板的检查与调整方法。
- 2) 离合器片和离合器压盘的检查与更换。
- 3) 手动变速器的维护、检修方法。
- 4) 手动变速器油的检查方法。
- 5) 球笼式万向节总成的拆装方法。
- 6) 驱动桥的装配与调整。

第一节 传动系统概述



一、传动系统的作用与组成

1. 传动系统的作用



传动系统的作用是将发动机产生的动力按照需要传递给驱动轮，并保证汽车正常行驶。

2. 传动系统的组成

按结构和传动介质不同，汽车传动系统的类型可分为机械式、液力液压式、静液式、电力式等，其中，机械式和液力机械式应用最广泛。

本书主要讲解机械式传动系统，那么，我们就一起来学习一下机械式传动系统的组成。

如图 2-1 所示为普通轿车机械式传动系统的组成和布置示意图。它由离合器、变速器、万向传动装置(包括传动轴和万向节)、驱动桥(包括主减速器、差速器和半轴)等组成。

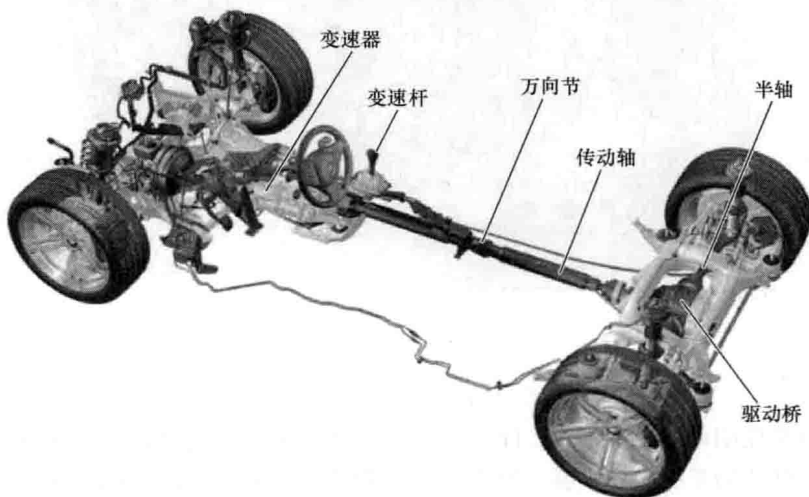


图 2-1 普通轿车机械式传动系统的组成和布置示意图

- (1) 离合器 按照需要适时地切断或接合发动机与变速器之间的动力传递。
- (2) 变速器 改变发动机输出转速的高低、转矩的大小以及输出轴的旋转方向，也可以切断发动机的动力传递。
- (3) 万向传动装置 将变速器输出的动力传递给主减速器，并适应两者之间距离和轴线夹角的变化。
- (4) 主减速器 降低变速器的转速，增大其转矩，改变动力的传递方向。
- (5) 差速器 将主减速器传来的动力分配给左、右半轴，并允许左、右驱动轮以不同的速度旋转，以满足左、右驱动轮在行驶过程中差速的需要。
- (6) 半轴 将差速器传来的动力传递给驱动轮，使驱动轮获得旋转的动力。

注：使用了自动变速器的车辆就没有离合器，取而代之的是液力变矩器。对于四轮驱动的汽车，在变速器与万向传动装置之间还装有分动器，其作用是将发动机的动力分配给前、后驱动桥。

二、传动系统的布置形式

汽车传动系统的布置形式主要与发动机的安装位置及汽车的驱动形式有关。汽车的驱动形式通常用汽车车轮总数 $\times$ 驱动轮数来表示。现代轿车多采用 4 个车轮，其中只有 2 个驱动轮，其驱动形式可表示为 4×2 。一般越野汽车的 4 个车轮全部为驱动轮，其驱动形式可表示为 4×4 。

1. 发动机前置前轮驱动

发动机前置前轮驱动简称为前置前驱，英文缩写为 FF。图 2-2 所示为该传动系统布置形式示意图。其变速器、主减速器和差速器制成一体，称为变速驱动桥，它同离合器、发动机一起集