



21 世纪精品规划教材系列

汽车底盘构造 与维修

QI CHEDI PANGOUZAOYUWEI XIU

主编◎李小燕



 吉林大学出版社

21 世纪精品规划教材系列

汽车底盘构造与维修

主 编 李小燕
副主编 张建才 高 珊



 吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘构造与维修 / 李小燕主编. — 长春: 吉林大学出版社, 2015. 4

ISBN 978-7-5677-3618-4

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—底盘—结构—高等职业教育—教材②汽车—底盘—车辆修理—高等职业教育—教材 IV. ①U463.1②U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 095328 号

书 名: 汽车底盘构造与维修
作 者: 李小燕 主编

责任编辑: 李伟华 责任校对: 李凤翔
吉林大学出版社出版、发行
开本: 787×1092 毫米 1/16
印张: 22 字数: 520 千字
ISBN 978-7-5677-3618-4

封面设计: 可可工作室
北京市楠海印刷厂印刷
2015 年 4 月 第 1 版
2015 年 4 月 第 1 次印刷
定价: 45.00 元

版权所有 翻印必究
社址: 长春市明德路 501 号 邮编: 130021
发行部电话: 0431-89580028/29
网址: <http://www.jlup.com.cn>
E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

前 言

汽车底盘构造与维修是汽车类专业的一门核心基础课程。本书本着培养学生具备扎实的专业知识和基本操作技能,全面介绍了现代汽车底盘的结构、工作原理、拆装、日常使用维护与主要检查调整等内容,并根据汽车维修行业的发展现状和维修领域的职业要求,确定了内容框架,突出了汽车维修岗位的针对性和实用性。可作为普通高等院校应用型本科汽车类专业的专业基础教材或专业教材,也可以作为高职高专、成教、职大、中专技校及汽车培训机构的参考教材。

本教材由甘肃畜牧工程职业技术学院车辆工程系李小燕组织汽车专业教师编写,内容总共八章,其中第一章由机电与工程技术教研室高姗老师编写,第二、三、四、五、六章由汽车检测与电子技术教研室张建才老师编写,第七、八章由机电与工程技术教研室李小燕老师编写。

在编写过程中,我们参阅了国内许多有关汽车方面的书籍,在各大中型维修企业做了许多实践案例调查,总结吸收了许多宝贵的实践经验。在此,编者谨向本书所参考、借鉴资料的作者及各合作企业致以深深的谢意!

由于编者经验和水平有限,希望读者在积极选用和推广国家规划教材的同时,及时提出修改意见和建议,我们将努力改进缺点与不足,以不断完善本教材。

编者
2015年3月



目 录

第一章 汽车底盘概述	(1)
1.1 汽车的总体构造、分类与编号	(1)
1.2 汽车底盘的基本组成	(6)
1.3 汽车底盘的总体布置	(8)
1.4 汽车行驶的基本原理	(10)
1.5 汽车维修流程及维修工作原则	(11)
1.6 汽车维修基础	(16)
第二章 离合器和变速箱	(23)
2.1 汽车传动系概述	(23)
2.2 离合器	(25)
2.3 手动变速器	(40)
2.4 同步器	(53)
2.5 手动变速器的故障诊断	(65)
2.6 四轮驱动汽车的变速传动机构	(68)
第三章 万向传动装置	(74)
3.1 万向传动装置概述	(74)
3.2 万向节	(76)
3.3 传动轴和中间支承	(80)
3.4 万向传动装置的故障诊断	(83)
第四章 驱动桥	(86)
4.1 驱动桥的组成、功用和分类	(86)
4.2 主减速器	(87)
4.3 差速器	(98)
4.4 半轴和桥壳	(103)
4.5 驱动桥的故障诊断	(106)
4.6 手动变速驱动桥及驱动轴的维护项目	(108)
第五章 汽车自动变速器	(109)
5.1 电控自动变速器概述	(109)
5.2 液力变矩器	(113)
5.3 行星齿轮变速机构	(119)



5.4	自动变速器的日常使用及注意事项	(148)
5.5	自动变速器的检修	(154)
第六章	汽车行驶系	(161)
6.1	车架与车桥	(161)
6.2	车轮与轮胎	(173)
6.3	汽车悬架	(182)
6.4	汽车电控悬架控制系统	(189)
第七章	汽车转向系	(198)
7.1	转向系概述	(198)
7.2	机械式转向系	(202)
7.3	转向器	(206)
7.4	转向操纵机构	(216)
7.5	转向传动机构	(221)
7.6	动力转向装置	(227)
7.7	电控动力转向系统	(235)
7.8	四轮转向控制系统	(242)
7.9	转向系的故障及检查与调整	(248)
7.10	转向系的检查与调整	(250)
第八章	汽车制动系	(261)
8.1	制动系概述	(261)
8.2	车轮制动器	(263)
8.3	液压制动系统	(282)
8.4	气压制动系	(297)
8.5	伺服制动系与制动力调节装置	(312)
8.6	汽车防抱死制动系统	(322)
8.7	驱动防滑转系统(ASR)	(342)



第一章 汽车底盘概述

1.1 汽车的总体构造、分类与编号

1.1.1 汽车的分类

汽车是指由动力装置驱动,一般具有四个或四个以上车轮,可以单独行驶并完成运载任务的非轨道无架线的车辆。现代汽车的类型很多,为便于管理,可将汽车分为载货汽车、越野汽车、自卸汽车、牵引汽车、专用汽车、客车、轿车和半挂车及专用半挂车 8 类。

1. 载货汽车(货车)主要用于运载货物,也可牵引挂车。货车按最大总质量分级,分为微型($\leq 1.8\text{t}$)、轻型($1.8\sim 6\text{t}$)、中型($6\sim 14\text{t}$)和重型($> 14\text{t}$)4 级。

2. 越野汽车是能在复杂的无路地面上行驶的高通过性汽车,所以一般都是全轮驱动。按驱动轴数分为双轴、三轴和四轴驱动越野车,按越野总质量分为轻型($\leq 5\text{t}$)、中型($5\sim 13\text{t}$)、重型($13\sim 24\text{t}$)和超重型($> 24\text{t}$)4 级。

3. 自卸汽车具有可倾卸货箱的汽车,分后倾、侧倾两种。按最大总质量分为轻型($\leq 6\text{t}$)、中型($6\sim 14\text{t}$)和重型($> 14\text{t}$)3 级。

4. 牵引汽车是用于牵引挂车的汽车,可分为半挂牵引车和全挂牵引车。前者由半挂(鞍式)牵引车与载货半挂车组成,后者由全挂牵引车或一般货车与全挂车组成。

5. 专用汽车装有专用设备,具备专用功能,是用于承担专门运输任务或专项作业的汽车,如厢式车、罐式车、起重举升车、特种结构车等。按完成特定任务的不同,常见的有救护车、冷藏车、洒水车、消防车、油罐车、起重车、工程车等。

6. 客车是乘坐 9 人以上,具有长方箱形车厢的载客汽车。按车辆长度分级,分为微型($\leq 3.5\text{m}$)、轻型($3.5\sim 7\text{m}$)、中型($7\sim 10\text{m}$)和大型($> 10\text{m}$)4 级。铰接和双层客车属特大型客车。

7. 轿车是指乘坐 2~9 个乘员(含驾驶员),座位布置在两轴之间的四轮汽车。按发动机工作容积(排量)分级,分为微型($\leq 1.0\text{L}$)、普通级($1.0\sim 1.6\text{L}$)、中级($1.6\sim 2.5\text{L}$)和中高级(3.0L 以上)。

8. 半挂车是指由半挂牵引车牵引,并且其部分总质量由牵引车承受的挂车。其前部通过鞍式牵引座支撑在牵引车上。按总质量分为轻型($\leq 7.1\text{t}$)、中型($7.1\sim 19.5\text{t}$)、重型($19.5\sim 34\text{t}$)和超重型($> 34\text{t}$)4 级。

1.1.2 汽车编号规则

为了在生产、使用和维修时便于区别不同车型,以简单的编号来表示各种不同汽车厂牌、用



途和基本特征。根据国标 GB9417—88《汽车产品型号编制规则》的规定,国产汽车的产品型号由企业名称代号、车辆类别代号、主参数代号、产品序号、专用汽车分类代号、企业自定代号组成,如图 1-1 所示。

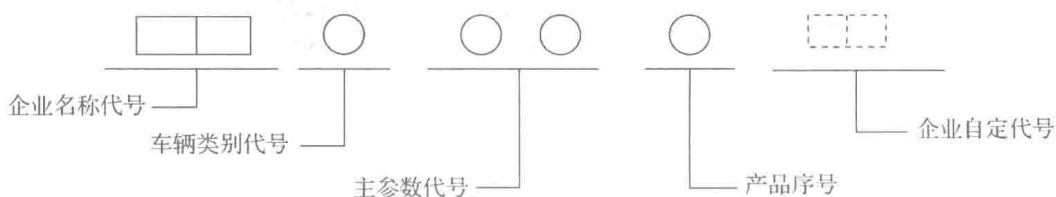


图 1-1 汽车编号规则

1. 企业名称代号用企业名称的 2 个或 3 个汉语拼音字母表示。
2. 车辆类别代号由表 1-1 中规定的阿拉伯数字表示。

表 1-1 车辆类别代号

车辆类别代号	车辆种类	车辆类别代号	车辆种类	车辆类别代号	车辆种类
1	载货汽车	4	牵引汽车	7	轿车
2	越野汽车	5	专用汽车	8	
3	自卸汽车	6	客车	9	半挂车

3. 主参数代号用两位阿拉伯数字表示:载货汽车、越野汽车、自卸汽车、牵引汽车、专用汽车与半挂车的主参数代号是车辆的总质量(t)。当总质量在 100t 以上时,允许用 3 位数字表示。

客车的主参数代号为车辆长度(m)。当车长小于 10m 时,应精确到小数点后一位,并以长度的 10 倍数值表示;轿车的主参数代号是发动机排量(L),应精确到小数点后一位,并以其数值的 10 倍数值表示。主参数的数字按《数字修约规则》的规定修约。不足规定位数时,在参数前以“0”占位。

4. 产品序号用阿拉伯数字表示,数字由 0,1,2,⋯依次使用。

5. 企业自定代号由两部分组成,前一部分由汉语拼音字母组成,表示专用汽车分类代号;后一部分为企业自定代号。分类代号用反映专用汽车车辆结构和用途特征的 3 个汉语拼音字母表示,结构特征代号为:X—厢式汽车,G—罐式汽车,Z—专用自卸汽车,T—特种结构汽车,J—起重举升汽车,C—仓栅式汽车。

6. 举例。

- (1)CA1091 的含义:中国第一汽车制造厂生产的第二代载货汽车,总质量为 9310kg。
- (2)EQ2080 的含义:第二汽车制造厂生产的越野汽车,越野时总质量为 7720kg。
- (3)TJ6481 的含义:天津客车厂生产的第二代车长为 4770mm 的客车。
- (4)CA7180 的含义:中国第一汽车制造厂生产的轿车,排量为 1.8L。



1.1.3 车辆识别代码

车辆识别代码(Vehicle Identification Number, VIN),也称为 17 位编码,是国际上通行的标识机动车的代码,是制造厂为每一辆车指定的一组数据,可谓一车一码,具有在世界范围内对一辆车的唯一识别性。每一辆新出厂的车辆都被刻上 VIN,此代码将伴随车辆的注册、保险、年检、维修与保养,直至回收或报废而载入每辆车的服役档案。利用 VIN 可以很方便地查找车辆的制造者、销售者。

VIN 位于易于看到并且能够防止磨损或替换的部位。所选择的部位一般在仪表与风挡左下角的交界处、发动机的前横梁上、左前门或立柱上、驾驶员左腿前方或前排左座椅下方等处。

国家标准 GB《道路车辆识别代号(VIN)》规定,VIN 由 3 部分组成:

1. 第 1~3 位是世界制造厂识别代号(world manufacturer identifier, WMI),代表车辆制造厂所在地理区域、国家及制造厂标识。例如,最高位 1 或 4 代表美国,J 代表日本,V 为法国,W 为德国,K 为韩国等,我国代码为 L。一些厂家常使用前 3 位的组合表示特定的品牌,例如 WDB(BENZ),YVI(VOLVO),LSV(上海大众),LFV(一汽大众),LEN(北京吉普),LHG(广州本田),LSG(上海通用)等。

2. 第 4~8 位是车辆特征部分(vehicle descriptor section),由 5 位代码组成,它提供说明车辆种类、系列、发动机和底盘类型以及基本配置等特征资料。对于每位的定义,各汽车生产厂家可以有不同的规定。

3. 第 9 位是按一定标准加权计算的校验位,一般是 0~9。设置校验码可以防止 VIN 代码被擅自伪造或修改。

4. 第 10~17 位是车辆指示部分(vehicle indicator section, VIS),由 8 位代码组成,表示生产年份、装配厂信息以及生产顺序号。其中,第 10 位为生产年份,详见表 1-2。

表 1-2 生产年份代号(VIN 码第 10 位)

代号	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
年份	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
代号	M	N	P	R	S	T	V	W	X	Y
年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010

应该指出,此表为 30 年内的年份代号,其他年份与此重复。例如,1971 年的代号与 2001 年同为 1,1980 年与 2010 年同为 A,等等。VIN 的组合足以保证每个制造厂在 30 年之内生产的每辆车的识别代号具有唯一性。

下面举例说明。若某车的 VIN 为 LSVHJ133022221760,由前 3 位 LSV 可知生产厂家是上海大众汽车有限公司,第 4~8 位包含了车型配置方面的有关信息,从第 10 位的“2”可知该车为 2002 年生产,第 11 位的“2”表示在上海大众公司装配,第 12~17 位的“221760”为出厂编号。这是一款 2002 年生产的桑塔纳 2000 型轿车。



1.1.4 汽车的总体构造

虽然现代汽车类型很多,构造也不尽相同,但它们的基本组成是一致的,通常都是由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成。图 1-2 和图 1-3 所示分别为常见商用车与常见乘用车的总体构造。

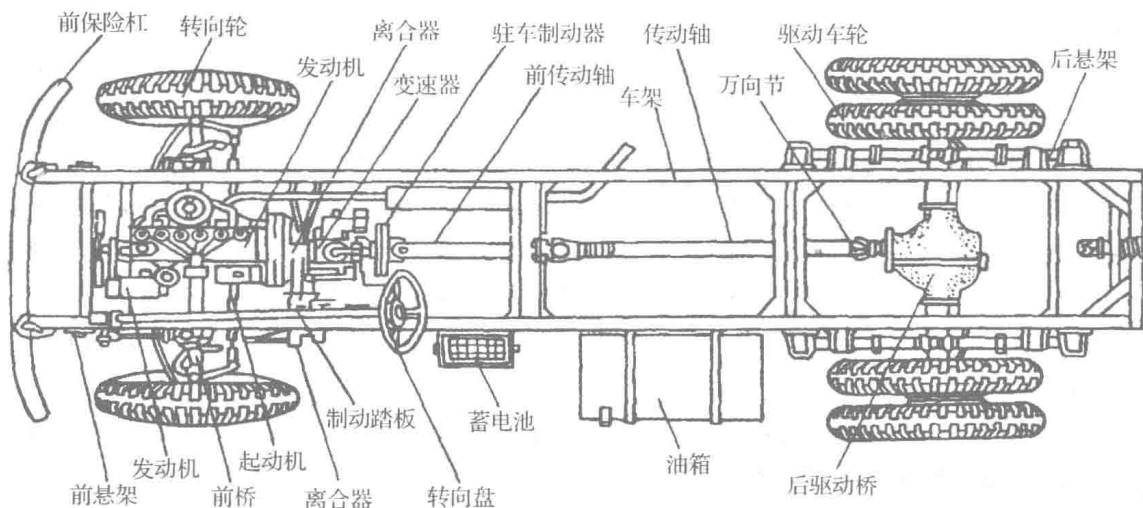


图 1-2 常见商用车的总体构造

1. 发动机

发动机是汽车的动力装置,其作用是将燃料燃烧产生的热能转变为机械能并通过底盘驱动汽车行驶。现代汽车普遍采用往复式活塞式发动机,所用燃料以汽油和柴油为主。

2. 底盘

底盘是汽车装配与行驶的基体,是汽车构成的基础。其作用是支承、安装发动机及汽车的其他总成与部件形成汽车的整体,并接受发动机的动力使汽车行驶。

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。

3. 车身

驾驶员工作的场所及安置乘客与货物。轿车和客车的车身一般是整体结构,货车的车身一般由驾驶室和货箱两部分组成。

4. 电气设备

汽车上的用电设备及供给用电设备用电的电源。电源包括蓄电池和发电机。用电设备包括发动机起动系统、汽油机的点火系统、汽车电子控制装置和照明、信号、仪表、辅助电气等。

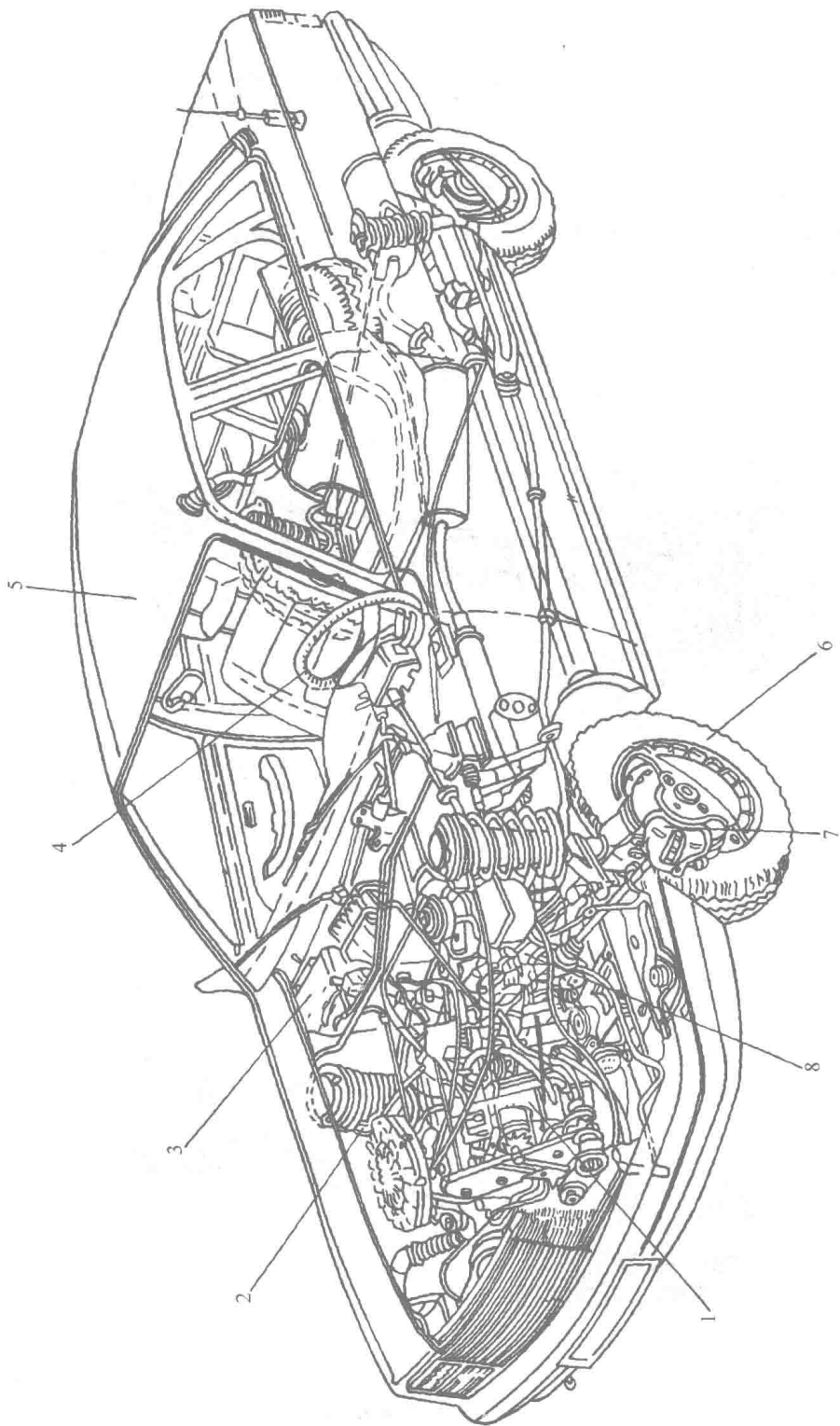


图 1-3 常见乘用车的总体构造

1—发动机；2—悬架；3—空调装置；4—转向盘；5—车身；6—前轮；7—制动器；8—变速器

1.2 汽车底盘的基本组成

汽车底盘由传动系、行驶系、转向系和制动系四大系统组成。其功用为接受发动机的动力，使汽车产生运动并保证汽车能够按照驾驶员的操纵意图正确行驶。图 1-4 和图 1-5 所示为常见货车和轿车的底盘结构图。

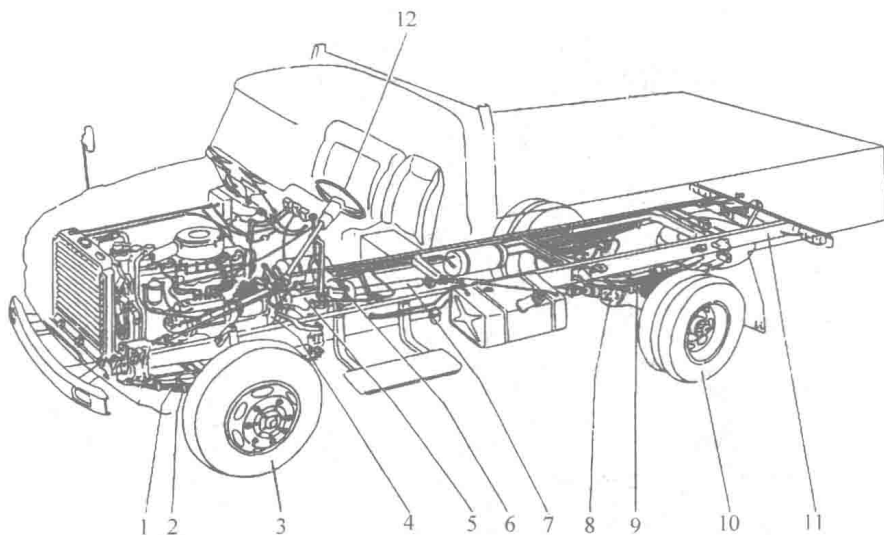


图 1-4 货车底盘结构

1—前轴；2—前悬架；3—前轮；4—离合器；5—变速器；6—驻车制动器；7—传动轴
8—驱动桥；9—后悬架；10—后轮；11—车架；12—转向盘

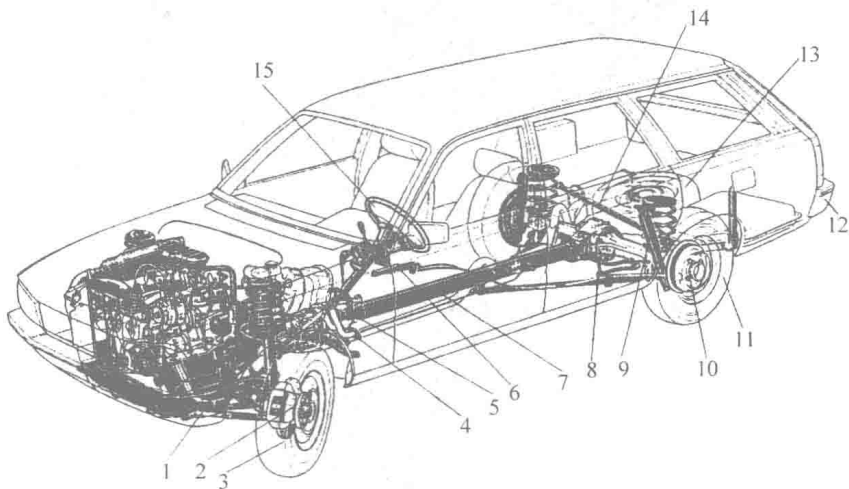


图 1-5 轿车底盘结构

1—前悬架；2—前轮制动器；3—前轮；4—离合器踏板；5—变速器操纵机构
6—驻车制动手柄；7—传动轴；8—后桥；9—后悬架；10—后轮制动器；11—后轮
12—后保险杠 13—备胎；14—横向稳定器；15—转向盘



1.2.1 传动系

汽车传动系是指从发动机到驱动车轮之间所有动力传递装置的总称。其功用是将发动机的动力传给驱动车轮。不同的汽车,其底盘的组成稍有不同,如载货汽车及部分轿车,其底盘一般是由离合器、手动变速器、万向传动装置(万向节和传动轴)、驱动桥(主减速器、差速器、半轴、桥壳)等组成,如图 1-6 所示。而现在的轿车中采用自动变速器的越来越多,其底盘包括自动变速器、万向传动装置、驱动桥等,即用自动变速器取代了离合器和手动变速器;如果是越野汽车(包括 SUV,即运动型多功能车),还应包括分动器。

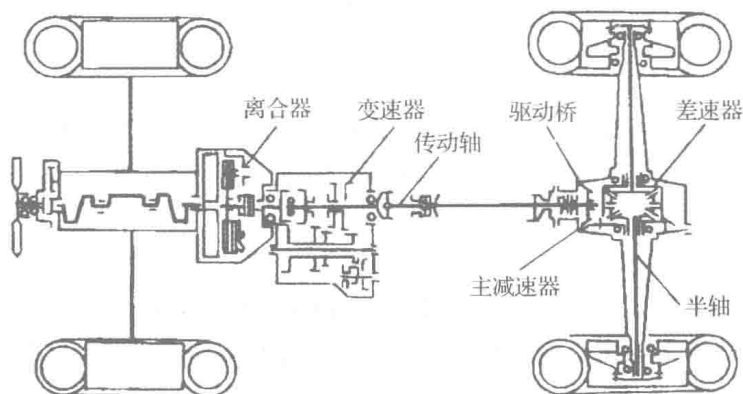


图 1-6 汽车传动系的组成

传动系各部分的组成及功用如下。

1. 离合器:保证换挡平顺,必要时中断动力传输。
2. 变速器:变扭、变速、变向、中断动力传输。
3. 万向传动装置:实现有夹角和相对位置经常发生变化的两轴之间的动力传输。
4. 主减速器:将动力传给差速器,并实现增扭减速、改变动力的传输方向。
5. 差速器:将动力传给半轴,并允许左右半轴以不同的速度旋转。
6. 半轴:将差速器的动力传给驱动车轮。

1.2.2 行驶系

汽车行驶系一般由车架、悬架、车桥和车轮等组成,如图 1-7 所示。车轮通过轴承安装在车桥两边,车桥通过悬架与车架(或车身)连接,车架(或车身)是整车的装配基体。

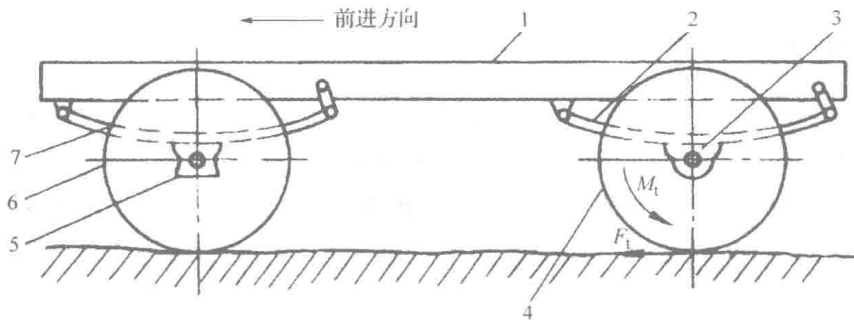


图 1-7 汽车行驶系的组成

1—车架;2—后悬架;3—驱动桥;4—后轮;5—转向桥;6—前轮;7—前悬架



汽车行驶系的功用为:

- (1) 支承汽车的重量并承受、传递路面作用在车轮上的各种力和力矩;
- (2) 接受传动系传来的转矩并转化为推动汽车行驶的牵引力;
- (3) 缓和冲击,减少震动,保证汽车平顺行驶。

1.2.3 转向系

转向系的功用是保证汽车能够按照驾驶员选定的方向行驶。主要由转向操纵机构、转向器、转向传动机构组成。现在的汽车普遍采用动力转向装置。

1.2.4 制动系

制动系的功用是使高速行驶的汽车减速、停车,并能保证静止车辆的可靠驻停。汽车制动系一般包括行车制动系和驻车制动系。有的车辆还有辅助制动系、第二制动系等。现在汽车的行车制动系一般都装配有制动防抱死系统(ABS)。

转向系和制动系都是由驾驶员来操控的,一般可以合称为控制系。

现代汽车中电子控制技术的应用越来越广泛,如在底盘中普遍采用了电子控制自动变速器(EAT 或 ECT)、电子控制防滑差速器(EDL)、电子控制制动防抱死系统(ABS)、电子制动力分配系统(EBD)、电子控制悬架系统(EMS)、电子控制转向系统(EPS)等。

1.3 汽车底盘的总体布置

汽车底盘的总体布置与发动机的位置及汽车的驱动方式有关。一般有发动机前置后轮驱动、发动机前置前轮驱动、发动机后置后轮驱动、发动机前置全轮驱动等。

1.3.1 发动机前置后轮驱动

发动机前置后轮驱动简称前置后驱,英文简称为 FR。如图 1-6 所示,发动机布置在汽车前部,动力经过离合器、变速器、万向传动装置、后驱动桥,最后传到后驱动车轮,使汽车行驶。

这是一种传统的布置型式,应用广泛,适用于除越野汽车外的各类型汽车,如大多数的货车、部分轿车和部分客车都采用这种型式。

1.3.2 发动机前置前轮驱动

发动机前置前轮驱动简称前置前驱,英文简称 FF。发动机布置在汽车前部,动力经过离合器、变速器、前驱动桥,最后传到前驱动车轮。这种布置型式在变速器与驱动桥之间省去了万向传动装置,使结构简单紧凑,整车质量小,高速时操纵稳定性好。大多数轿车采用这种布置型式,但这种布置型式的爬坡性能较差,豪华轿车一般不采用,而是采用传统的发动机前置后轮驱动。

根据发动机布置的方向可以分为发动机前横置前轮驱动和发动机前纵置前轮驱动,分别如图 1-8 和图 1-9 所示。

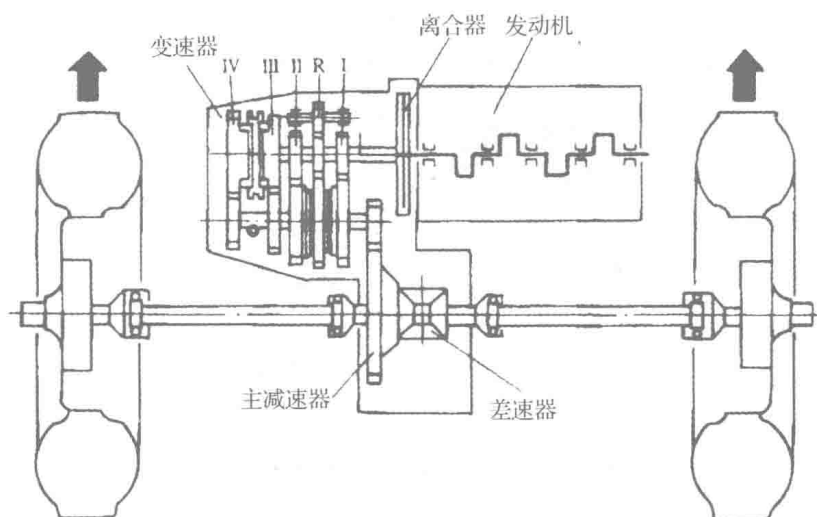


图 1-8 发动机前横置前轮驱动示意图

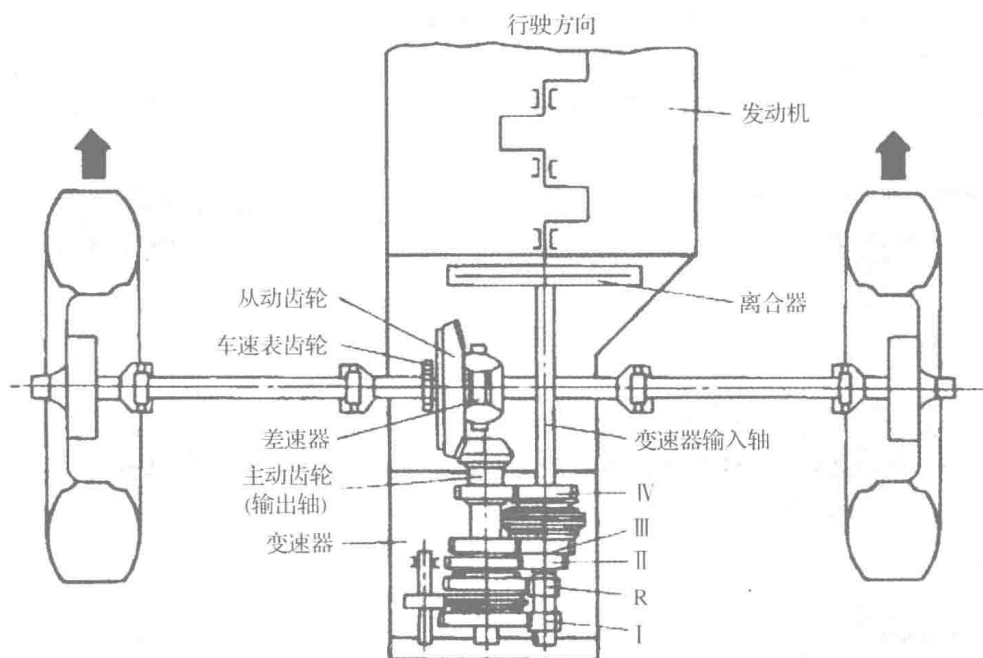


图 1-9 发动机前纵置前轮驱动示意图

提示: 请注意这两种布置型式主减速器的不同。

1.3.3 发动机后置后轮驱动

发动机后置后轮驱动简称后置后驱, 英文简称 RR。如图 1-10 所示, 发动机布置在汽车后部, 动力经过离合器、变速器、角传动装置、万向传动装置、后驱动桥, 最后传到后驱动车轮, 使汽车行驶。这种布置型式便于车身内部的布置, 减小室内发动机的噪声, 一般用于大型客车。

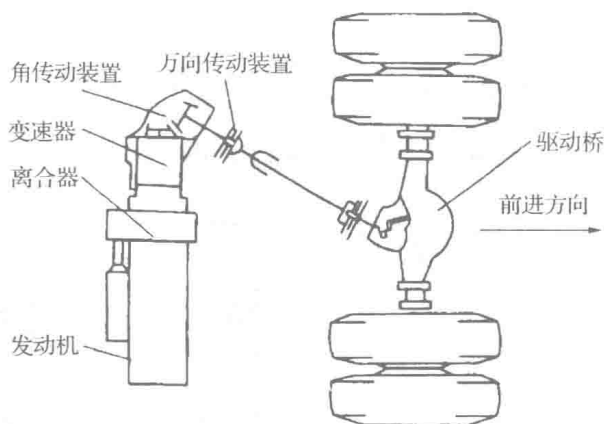


图 1-10 发动机后置后轮驱动示意图

1.3.4 发动机前置全轮驱动

发动机前置全轮驱动简称全轮驱动,英文简称 XWD。如图 1-11 所示,发动机布置在汽车前部,动力经过离合器、变速器、分动器、万向传动装置分别到达前后驱动桥,最后传到前后驱动车轮,使汽车行驶。由于所有的车轮都是驱动车轮,提高了汽车的越野通过性能,这是越野汽车采取的布置型式。

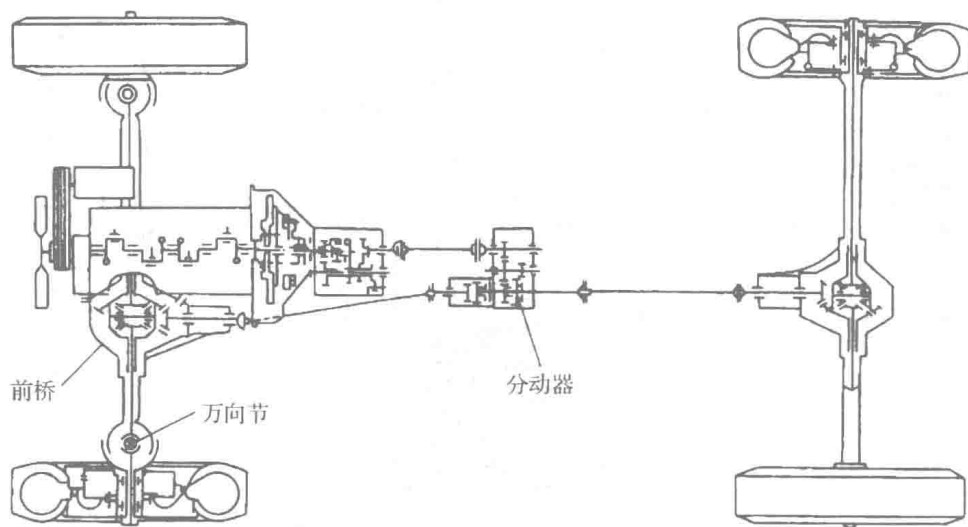


图 1-11 发动机前置全轮驱动示意图

1.4 汽车行驶的基本原理

欲使汽车行驶,必须对汽车施加一个驱动力以克服各种阻力,驱动力产生的原理如图 1-12 所示。发动机经由传动系在驱动车轮上施加了一个驱动力矩使驱动车轮旋转。在 T_t 的作用下,驱动车轮将对地面施加一个与汽车行驶方向相反的圆周力 F_0 。根据作用与反作用原理,地面也将对驱动车轮施加一个与 F_0 大小相等、方向相反的反作用力 F_t , F_t 就是使汽车行驶的驱动



力,或称牵引力。驱动力作用在驱动轮上,再通过车桥、悬架、车架等行驶系传到车身上,使汽车行驶。

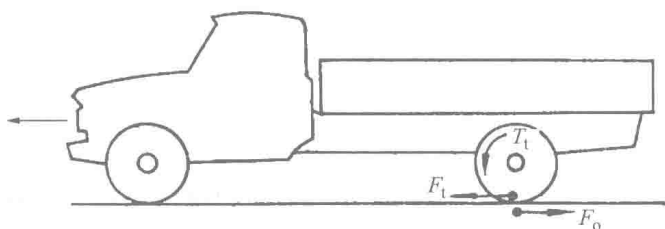


图 1-12 汽车行驶的基本原理示意图

1.5 汽车维修流程及维修工作原则

1.5.1 汽车维修流程

1. 汽车维修部门团队合作

汽车维修部门包括四部分工作人员:业务接待、调度/维修经理、维修班组长/维修技师、维修工。

业务接待在前台,负责预约、接待,做好初步维修准备工作后将后续工作转交调度或维修经理。

调度、维修经理根据维修工作的技术水平等给维修班组长或维修技师下派任务,并监督每项工作的进程。

维修班组长、维修技师组织维修工进行修理并检查每项工作的质量。

维修工进行维护工作,并在维修班组长、维修技师的指导下进行必要的维修工作。

这四部分人员必须彼此理解各自的工作角色和职责,并相互协作、及时沟通,作为一个团队来工作为客户提供最优质的服务,使客户满意。

2. 汽车维修基本流程

汽车维修基本流程如图 1-13 所示。

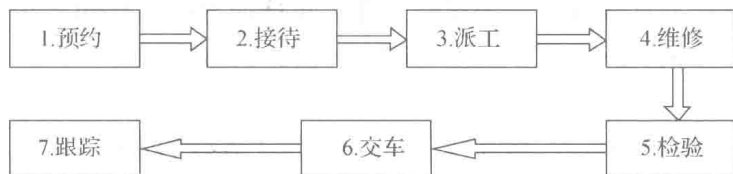


图 1-13 汽车维修基本流程

(1) 预约

预约工作由业务接待完成,主要包括:

- 1) 询问用户及车辆基础信息(核对老用户数据、登记新用户数据);
- 2) 询问行驶里程;