

QICHE DIPAN GOUZAO YU WEIXIU

汽车 底盘构造与维修

李家本 主编



中央广播电视大学出版社

汽车底盘构造与维修

李家本 主编

中央广播电视大学出版社

北 京

内容简介

本书共五章。第一章为绪论，介绍了汽车总体构造，汽车行驶原理。第二章介绍了传动系的构造与维修，第三章介绍了行驶系的构造与维修，第四章介绍了转向系的构造与维修，第五章介绍了制动系的构造与维修。

图书在版编目（CIP）数据

汽车底盘构造与维修 / 李家本主编. —北京：中央广播电视大学出版社，2014.1

ISBN 978-7-304-04513-5

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—底盘—结构
②汽车—底盘—车辆修理 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 111297 号

版权所有，翻印必究。

汽车底盘构造与维修

李家本 主编

出版·发行：中央广播电视大学出版社

电话：营销中心 010-58840200

总编室 010-68182524

网址：<http://www.crtvup.com.cn>

地址：北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编：100039

经销：新华书店北京发行所

策划编辑：苏 醒

责任编辑：刘 恒

印刷：北京云浩印刷有限责任公司

印数：0001~3000

版本：2014 年 1 月第 1 版

2014 年 1 月第 2 次印刷

开本：787×1092 1/16

印张：25.25 字数：535 千字

书号：ISBN 978-7-304-04513-5

定价：55.00 元

（如有缺页或倒装，本社负责退换）

前言

PREFACE

汽车被称为“改变世界的机器”。由于汽车工业具有很强的产业关联度，因而被视为一个国家经济发展水平的重要标志。现阶段，我国汽车工业快速而稳步发展，汽车工业正在成为拉动我国经济增长的发动机。汽车工业的繁荣，使汽车及其相关产业的人才需求量大幅度增长。

随着汽车领域的创新及对汽车再生资源利用的不断提高，汽车技术正发生着日新月异的变化。计算机及其控制技术的广泛应用，使汽车成为典型的机电液一体化产品；汽车新材料、清洁能源的研发，使汽车产品的内涵与以往相比具有质的差别。这就要求在人才培养时既要具有前瞻性，又要与我国汽车技术现有水平相结合。要在注重培养具有自主开发能力的研究型人才的同时，大力培养专业水平高，实践能力强，并有着较强的科技运用、推广、转换能力的应用型人才。

为了满足新形势下对汽车类高等工程技术人才培养的需求，现组织一批具有丰富汽车类专业教学经验的一线教师及在汽车研究机构担任汽车科研工作的工作者编写了此书。

在本书的编写过程中，我们力求做到以下几点：

第一，从“汽车运用、维修企业岗位要求”分析入手，强化针对性和实用性。

第二，根据“以汽车运用与维修技能为主线、相关知识为支撑”的编写思路，精练内容，切实落实“管用、够用、适用”的思想。

第三，根据汽车行业的发展趋势，合理安排内容。在使读者掌握典型汽车的相关知识和运用、检测、维修技能的基础上，介绍其他车型，尤其介绍能够体现先进技术的相关内容，既保证书籍的可操作性，又体现先进性。

本书图文结合，将大量的高难技术术语、工作原理简练化、形象化，便于理解和运用，巧妙解决了汽车运用与维修学习中术语多、难理解的问题；注重实际操作能力和职业技能的培养，理论知识与实训操作并行，以此降低阅读难度，提高读者的阅读兴趣。

本书在编写的过程中参阅了大量的书籍和资料，在此一并表示诚挚的谢意。

编者



Contents

目录

第一章 绪 论	(1)
第一节 汽车总体构造	(1)
一、发动机	(1)
二、底盘	(1)
三、电气设备	(3)
四、车身	(3)
第二节 汽车行驶原理	(4)
一、汽车的驱动力与阻力	(4)
二、汽车的附着条件	(6)
第二章 传动系的构造与维修	(8)
第一节 传动系概述	(8)
一、传动系的功能、组成和类型	(8)
二、传动系统特性对汽车使用性能的影响	(10)
第二节 离合器的构造与维修	(15)
一、离合器的功用、要求和类型	(15)
二、离合器的基本组成与工作原理	(16)
三、离合器的典型结构	(17)
四、离合器的维修	(32)
五、离合器常见故障	(36)
第三节 手动变速器和分动器的构造与维修	(39)
一、变速器的功能与一般结构	(39)
二、变速传动机构与同步器的典型结构及工作原理	(40)
三、变速操纵机构的组成及结构	(51)
四、分动器	(56)
五、变速器的维修	(60)
六、变速器常见故障的分析与判断	(63)

第四节 自动变速器的构造与维修	(66)
一、概述	(66)
二、液力传动	(70)
三、行星齿轮变速机构	(77)
四、典型齿轮变速系统	(88)
五、液压控制系统	(96)
六、电子控制系统	(106)
七、自动变速器的维护与试验	(115)
八、无级变速器	(120)
第五节 万向传动装置的构造与维修	(122)
一、概述	(122)
二、万向传动装置的构造和工作原理	(124)
三、万向传动装置的维护与修理	(137)
四、万向传动装置常见故障的判断与排除	(138)
第六节 驱动桥的构造与维修	(139)
一、概述	(139)
二、驱动桥的构造	(140)
三、驱动桥的维修	(160)
四、驱动桥的故障诊断	(167)
第三章 行驶系的构造与维修	(170)
第一节 行驶系概述	(170)
一、行驶系的种类	(170)
二、轮式汽车行驶系的组成	(172)
三、汽车行驶系的受力分析	(172)
第二节 车架与车桥的构造和维修	(182)
一、车架的功用与要求	(182)
二、车架的典型结构	(182)
三、车桥的功用与类型	(185)
四、典型的车桥构造	(186)
五、车轮定位	(190)
六、车架的维修	(196)
七、车桥的维修	(197)
八、车架与车桥的常见故障	(202)

第三节 车轮	(204)
一、车轮的组成和类型	(204)
二、车轮的构造	(204)
三、轮辋	(206)
第四节 轮胎	(208)
一、轮胎的类型	(208)
二、轮胎的结构	(209)
三、特殊功用轮胎	(212)
四、轮胎的规格与标记	(213)
五、轮胎的使用	(216)
六、轮胎的维护与换位	(218)
七、轮胎的检修	(221)
八、车轮与轮胎的故障诊断	(223)
第五节 悬架	(227)
一、悬架的功用、类型与组成	(228)
二、被动式悬架的典型结构	(241)
三、半主动式悬架的类型和结构	(255)
四、主动悬架系统的结构和原理	(256)
五、悬架的维修	(267)
第四章 转向系的构造与维修	(273)
第一节 转向系概述	(273)
一、转向系的功用、类型、组成及工作过程	(273)
二、汽车转向运动分析	(275)
第二节 转向器及转向操纵机构	(278)
一、转向器的功用、类型、传动效率及自由行程	(278)
二、转向器的构造和工作原理	(279)
三、转向操纵机构基本组成	(282)
四、转向柱的主要结构	(283)
五、转向传动机构的功用与构造	(287)
六、动力转向装置的功用、组成和类型	(291)
七、动力转向器的构造及工作原理	(296)
八、电子控制动力转向系统	(302)
九、四轮转向系统	(308)

第三节 转向系的维修	(311)
一、转向系的维护	(311)
二、机械式转向系的维修	(312)
三、动力转向装置的维修	(317)
第四节 转向系的故障诊断	(321)
一、机械式转向系的故障诊断	(321)
二、动力转向装置常见故障	(324)
第五章 制动系的构造与维修	(326)
第一节 制动系概述	(326)
一、制动系的功用、组成及分类	(326)
二、制动系工作原理	(328)
第二节 车轮制动器	(328)
一、鼓式车轮制动器	(328)
二、盘式车轮制动器	(335)
第三节 制动供能、控制、传动装置	(337)
一、人力制动系	(337)
二、伺服制动系	(342)
三、动力制动系	(348)
第四节 制动力分配调节装置	(360)
一、最佳制动状况	(360)
二、常见的制动力调节装置	(362)
第五节 制动防抱死系统	(367)
一、概述	(367)
二、制动防抱死系统的特点	(368)
三、制动防抱死系统的布置形式	(368)
四、制动防抱死系统的结构与工作原理	(370)
五、制动防抱死系统的主要组成部件	(371)
六、制动防抱死系统的维修	(377)
第六节 制动系的维修	(379)
一、车轮制动器的维修	(379)
二、液压制动传动装置的维修	(386)
三、气压式制动传动装置的维修	(389)
四、驻车制动器的维修	(391)

第一章 绪 论

学习目标



1. 了解汽车总体构造。
2. 掌握汽车行驶原理。

学习要点



汽车行驶原理。

第一节 汽车总体构造

汽车的总体构造主要由发动机、底盘、电气设备、车身等几部分组成。

一、发动机

发动机是汽车的动力装置；它的作用是使进入燃烧室中的燃料燃烧而发出动力，即将热能转变为机械能，然后通过底盘的传动系驱动车轮，使汽车行驶。大多数汽车都采用往复式活塞式内燃机。现代汽车使用的燃料主要是汽油和柴油，因此，按使用的燃料分类有汽油发动机和柴油发动机两种。发动机一般是由机体、曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、冷却系、润滑系、点火系（汽油发动机采用）和启动系等部分组成的。

二、底盘

汽车底盘主要用于传递发动机发出的动力，使汽车运动和停止，并支撑车辆，保证汽车按照驾驶员的操纵正常行驶。底盘由传动系、行驶系、转向系和制动系组成，如图 1-1 所示。

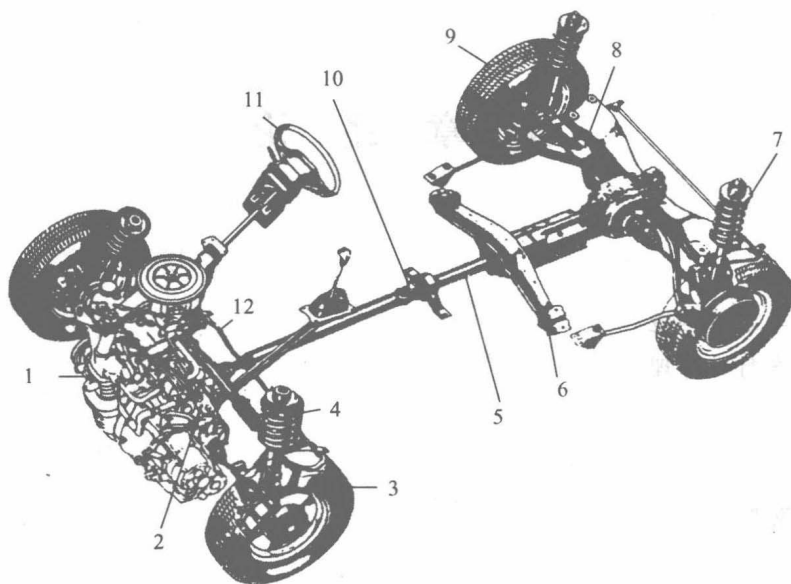


图 1-1 底盘总体构造

1—发动机 2—变速器 3—前轮 4—前悬架 5、10—传动轴
6—车架 7—后悬架 8—后桥 9—后轮 11—转向盘 12—横拉杆

(一) 传动系

传动系是将发动机发出的动力传给驱动车轮而驱动汽车行驶的系统。目前汽车上广泛应用机械式传动系，如图 1-2 所示，它由离合器、变速器、万向节、传动轴和驱动桥等总成构成。发动机发出的动力依次经过离合器、变速器、万向传动装置、主减速器、差速器和半轴传给驱动轮。

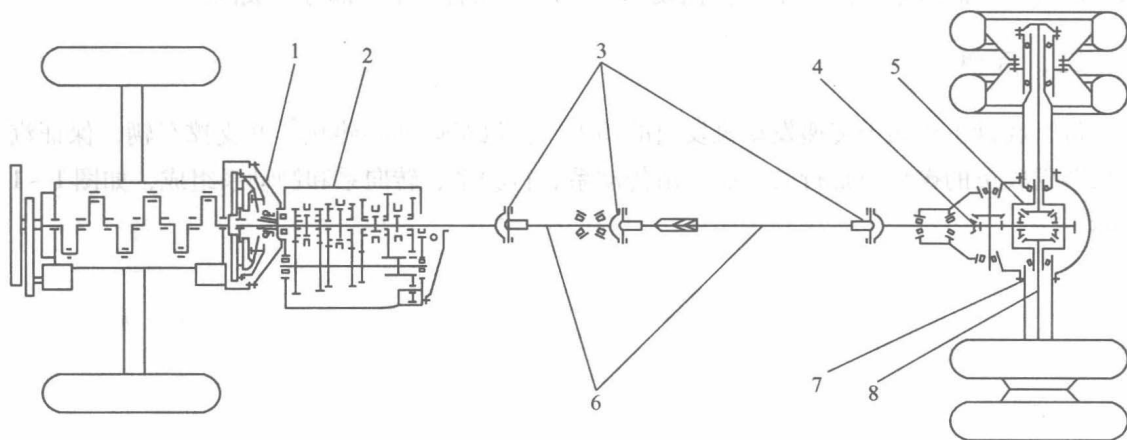


图 1-2 传动系组成

1—离合器 2—变速器 3—万向节 4—主减速器
5—差速器 6—传动轴 7—桥壳 8—半轴

（二）行驶系

行驶系的作用是将汽车各总成及部件连成一个整体并对全车起支承作用，以保证汽车正常行驶。行驶系包括车架、前轴、驱动桥的壳体、车轮（转向车轮和驱动车轮）和轮胎、悬架（前悬架和后悬架）等部件。

（三）转向系

转向系的作用是保证汽车能按照驾驶员选择的方向行驶，它由转向器及转向传动机构组成。转向器由转向盘、转向轴、啮合传动副、转向臂轴、壳体等组成；转向传动机构由转向垂臂，纵拉杆，转向节臂，横拉杆，左、右梯形臂等组成。

（四）制动系

制动系的作用是根据需要使汽车减速或在最短距离内停车，并保证驾驶员离去后汽车能可靠地停驻。每辆汽车的制动装备都包括若干套（至少两套）相互独立的制动系统，每套制动系统都由产生制动作用的制动器和制动传动机构两部分组成。

三、电气设备

汽车的电气设备主要由蓄电池、发电机、调节器、启动机、点火系、仪表、照明装置、音响设备、雨刮器等组成。其中蓄电池和发电机为电源设备，其他为用电设备。

此外，在现代汽车上愈来愈多地装设了各种电子设备，包括微处理机、各种人工智能装置等，显著地提高了汽车的性能。

汽车电气设备分布于全车各个部位，综合起来有以下3个共同特点：

（1）两个电源。由蓄电池和发电机这两个电源协调供电。

（2）低压直流。其电源电压采用6V、12V、24V 3种，其中以12V、24V居多，且都采用直流供电。

（3）并联单线、负极搭铁。汽车电气设备采用并联连接。车架及与其相通的金属基件为各种电器的公共端，与电源负极相连，即负极搭铁；另一端用导线连接成单线制。

四、车身

车身包括驾驶室和各种形式的车厢，用以容纳驾驶员、乘客和装载货物。车身应为全体乘坐者提供安全、舒适的乘坐环境，因此车身应具有隔音、减振、保温等功能。车身应具有合理的外部形状，应考虑空气动力学的要求，在汽车行驶时能有效地引导周围气流，以减少空气阻力和燃料消耗，如图1-3所示。

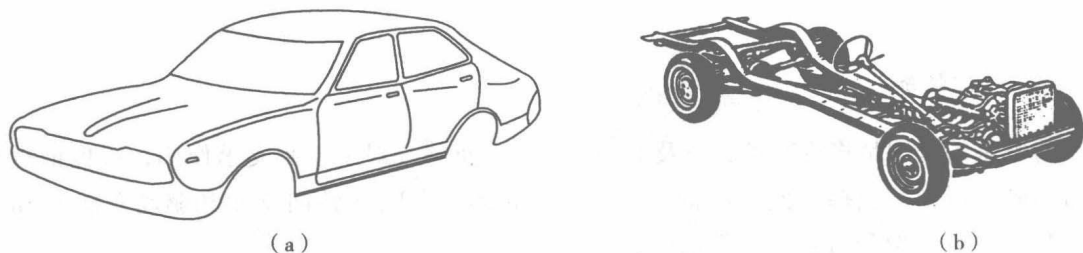


图 1-3 汽车车身和底盘

(a) 车身 (b) 底盘

车身的造型和色彩应能起到美化生活和环境的作用。车身是一件精致的综合艺术品，应以其明晰的雕塑形体、优雅的装饰件和内部装饰材料以及赏心悦目的色彩使人获得美的享受。汽车车身主要由车身壳体、车门、车窗、车前钣金制件、车身内外装饰件、车身附件、座椅和通风装置（包括冷暖风、空调装置）等组成。在货车类专用汽车上还包括车厢和其他装备。

第二节 汽车行驶原理

汽车向前行驶时，承受较复杂的各种力的作用，有纵向力、横向力和垂直力等。为解释汽车向前行驶的基本原理，本节只讨论汽车直线行驶时各种纵向力的相互关系。

一、汽车的驱动力与阻力

(一) 驱动力 F_t

汽车的动力来自发动机。发动机发出的转矩经过汽车传动系施加给驱动车轮的转矩为 M_t （图 1-4），力图使车轮旋转。在 M_t 的作用下，驱动车轮在与地面接触处对地面施加的作用力为 F_0 ，其方向与前进方向相反，其数值为 M_t 与车轮滚动半径 r_r 之比。即

$$F_0 = M_t / r_r$$

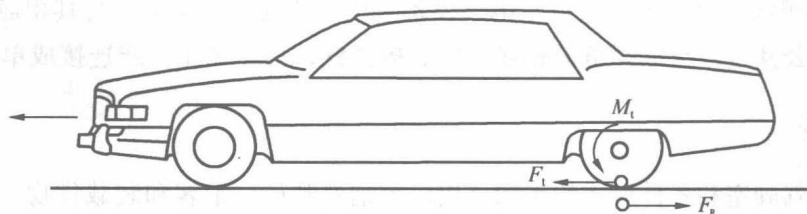


图 1-4 驱动力产生示意图

在车轮向地面施加力 F_0 的同时，地面向汽车车轮沿切向施加一个与 F_0 大小相等、方向相反的反作用力 F_R ，这就是促使汽车行驶的驱动力。为便于理解，图中把 F_0 与 F_t 绘在不同的物体上，其实它们应在同一直线上。

当驱动力增大到能克服汽车静止状态的最大阻力时,汽车便开始起步。汽车在行驶中会遇到各种阻力,主要有滚动阻力、空气阻力、坡度阻力和加速阻力。

(二) 滚动阻力 F_R

滚动阻力是由于车轮滚动时轮胎与地面发生变形而产生的。车轮沿坚硬的路面滚动时,驱动汽车的一部分动力消耗在轮胎变形的内摩擦上,而路面变形很小;车轮沿松软地面(如软土路、沙地、雪地等)滚动时,地面变形较大,所产生的阻力就成为滚动阻力的主要部分。滚动阻力用 F_R 表示,其数值与汽车的总重力、轮胎的结构与气压以及地面的性质有关。

(三) 空气阻力 F_w

汽车向前行驶时,前部承受气流的迎面压力,而后部空气呈现涡流状态,前后因此产生压力差;此外,空气与车身表面以及各层空气之间存在着摩擦,再加上引入车内冷却发动机和车内通风以及外伸零件引起气流的干扰,就形成空气阻力。空气阻力以 F_w 表示,它与汽车的形状、汽车的正面投影面积,特别是与汽车和空气相对速度的平方成正比。可见,汽车速度很高时,空气阻力相应较大,并将成为总阻力的主要部分。

(四) 坡度阻力 F_i

汽车在坡道上行驶时,其总重力沿坡道方向的分力称为坡度阻力,以 F_i 表示。汽车只有在上坡时才存在坡度阻力,但汽车上坡所做的功并没有白白耗费,而是转化为位能——当汽车下坡时,位能促使汽车下坡并转化为动能。

(五) 加速阻力 F_j

当汽车起步或加速时,需要克服其整体质量的惯性力,才能实现由停止到运行、由低速到高速等运动状态的转变。通常将阻碍汽车速度状态转变的惯性力称为加速阻力。汽车加速时,遇到的加速阻力有来自汽车整体质量沿路面平移的惯性力,也有因车轮加速旋转而在传动系和行驶系中引发转动零部件的旋转质量惯性矩。

汽车在加速过程中,其整体质量的动能增加,当切断动力时,其依靠所获得的动能可以继续向前减速滑行,直到动能被其他阻力消耗尽才停止行驶。

(六) 驱动力与总阻力的关系

汽车的总阻力 ΣF 是上述各项阻力之和:

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

当 $F_t > \Sigma F$ 时,汽车匀速行驶;

当 $F_t > \Sigma F$ 时,汽车速度增加,总阻力亦随空气阻力而增加,在某个较高的车速时达到新的平衡,然后匀速行驶;

当 $F_t < \Sigma F$ 时, 汽车将减速或停止。

因此, 汽车行驶所需的动力条件应为:

$$F_t \geq \Sigma F$$

此不等式可称为汽车行驶的驱动条件。

二、汽车的附着条件

汽车能否充分发挥其动力性能, 还受到车轮与地面附着作用的限制。

在平整的干硬路面上, 车轮的附着作用是由于轮胎与路面间在法向载荷作用下相互紧密贴合而产生的。轮胎与路面相互能够传递的作用力称为附着力 F_ϕ 。

汽车可获得的驱动力最大值等于其驱动轮与地面间的附着力 F_ϕ , 当驱动车轮对地面的作用力 F_0 大于 F_ϕ 时, 车轮与路面之间就会发生滑动。在松软的地面上, 除了轮胎与地面的摩擦阻碍车轮滑动外, 还有嵌入轮胎花纹凹处的软地面凸起部所起的抗滑作用也将阻碍车轮滑动。

附着力 F_ϕ 与驱动车轮所承受垂直于地面的法向力 G (称为附着重力) 成正比, 即

$$F_\phi = G \cdot \phi$$

式中, ϕ ——附着系数, 其值与轮胎的类型及地面的性质有关。

由此可知, 附着力限制了汽车驱动力的发挥, 其表达式为:

$$F_t \leq F_\phi$$

此式称为汽车行驶的附着条件。

若将汽车行驶的驱动条件和附着条件联系起来, 可表示为:

$$\Sigma F \leq F_t \leq F_\phi$$

由此不等式可知, 汽车行驶的充要条件是, 在任何情况下, 汽车由地面获得的驱动力都要足以克服汽车的行驶阻力。

在冰雪或泥泞地面上, 由于附着力很小, 汽车受到附着力的限制而不能获得克服较大阻力所需要的驱动力, 导致汽车减速甚至不能前进。即使加大节气门开度或换入低挡, 车轮也只会滑转而驱动力仍不能增大。为了增加车轮在冰雪路面的附着力, 可采用特殊花纹轮胎、镶钉轮胎或在普通轮胎上绕装防滑链, 以提高其对冰雪路面的附着力。

越野汽车在野外坏路或无路地区行驶时, 由于行驶阻力过大, 为能够从地面获得足够大的驱动力, 多采用全轮驱动的办法。在车重同样的条件下, 全轮驱动的汽车可以充分利用全车重量获得附着重量, 因而可以较非全轮驱动的汽车获得更大的驱动力, 所以就能表现出优越的动力性能和通过性能。

思考题



1. 汽车是由哪几部分组成的?
2. 汽车底盘包括哪几大部分?
3. 什么是汽车的驱动力?
4. 汽车的行驶阻力有哪些?
5. 汽车行驶的驱动条件和充要条件是什么?

第二章 传动系的构造与维修

学习目标



1. 了解传动系的功能、组成和类型。
2. 掌握离合器的构造与维修。
3. 掌握手动变速器和分动器的构造与维修。
4. 掌握自动变速器的构造与维修。
5. 掌握万向传动装置的构造与维修。
6. 掌握驱动桥的构造与维修。

学习要点



1. 离合器的构造与维修。
2. 手动变速器和分动器的构造与维修。
3. 自动变速器的构造与维修。
4. 万向传动装置的构造与维修。
5. 驱动桥的构造与维修。

第一节 传动系概述

一、传动系的功能、组成和类型

汽车传动系的基本功用是将发动机发出的动力按照需要传给驱动车轮从而驱动汽车行驶。

当代汽车传动系主要由离合器、变速器、万向传动装置、主减速器、差速器和半轴组成。在发动机前置后桥驱动的汽车上，这些装置从发动机到后桥按顺序依次串联连接，主减速器、差速器和半轴装置在驱动桥壳内。而在发动机前置前桥驱动的汽车上，一般将主减速器、差速器装置在变速器内，称为变速驱动器。图 2-1 所示为发动机前置后桥驱动汽车的传动系示意图。

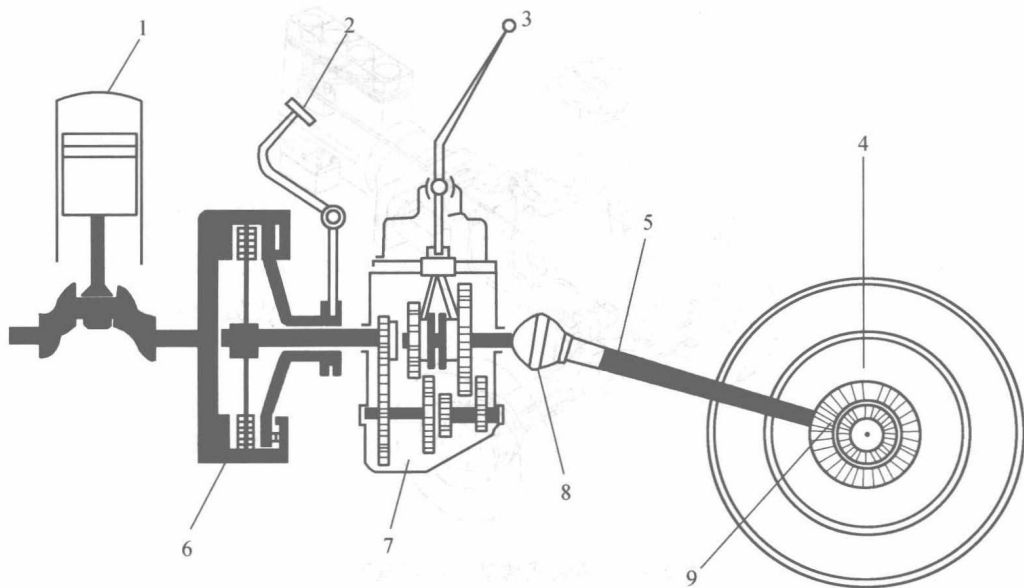


图 2-1 发动机前置后桥驱动汽车传动系示意图

1—发动机 2—离合器踏板 3—变速器手柄 4—驱动轮
5—传动轴 6—离合器 7—变速器 8—万向节 9—主减速器

按传动元件的特征不同，汽车传动系可分为机械式传动系、液力式传动系和电力式传动系 3 类。

（一）机械式传动系

发动机发出的动力经离合器、机械式变速器、万向传动装置传到驱动桥。在驱动桥处，动力经过主减速器、差速器和半轴传给驱动车轮。

（二）液力式传动系

液力式传动系又分为液力机械式传动系和静液式传动系两种。

液力机械式传动系的特点是综合运用液力传动和机械传动。它的液力传动部分以液体作为传动介质，利用液体在主动元件和从动元件之间循环流动过程中的动能变化传递动力，并能根据道路阻力的变化自动地在一定范围内实现无级变速，取代了机械式传动系的摩擦式离合器。其他组成部件及布置形式均与机械式传动系相同。图 2-2 所示为静液式传动系统示意图。静液式传动系统是通过液体静压力的变化来传动的，主要由发动机驱动的油泵、液压马达和控制装置等组成。发动机输出的机械能通过油泵转换成液压能，然后再由液压马达转换成机械能。在有些方案中，只用一个液压马达将动力传给驱动主减速器，再经差速器和半轴传动驱动轮。而另一些方案则是在每一个驱动轮上都装设一个液压马达。采用后一种方案时，主减速器、差速器和半轴等机械传动件都可取消。