

应用型本科院校汽车服务工程专业“十三五”规划教材
YINGYONGXINGBENKEYUANXIAOQICHEFUWUGONGCHENGZHUANYESHISANWUGUIHUAJIAOCAI

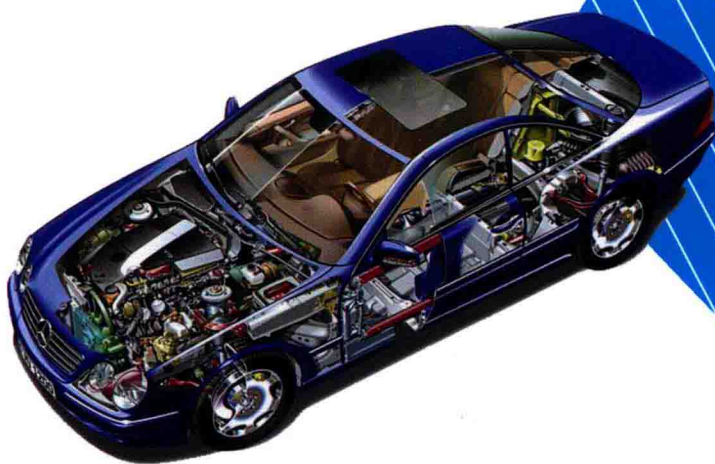
汽车

学指导委员会 张国方 总主编

汽车构造(下)

◎ 主编 徐立友 程广伟

QICHE GOUZA0 (XIA)



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

汽车构造(下)

主 编 徐立友 程广伟

副主编 曹艳玲 郭占正 马心坦 张朝杰

常州大学图书馆
藏书章



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造. 下/徐立友,程广伟主编.

—长沙:中南大学出版社,2016. 11

ISBN 978 - 7 - 5487 - 2413 - 1

I. 汽... II. ①徐... ②程... III. 汽车 - 构造

IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 182909 号

汽车构造(下)

QICHE GOUZA0 (XIA)

主编 徐立友 程广伟

☐责任编辑 韩 雪

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙德三印刷有限公司

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 20.5 ☐字数 518 千字

☐版 次 2016 年 11 月第 1 版 ☐印次 2016 年 11 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 2413 - 1

☐定 价 48.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

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	廖 明

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	李军政	李晓雪
胡 林	赵 伟	高银桥	尉庆国
龚建春	蔡 云		

前 言

当前,我国汽车产业正在高速发展,已成为我国国民经济支柱产业之一。培养造就一大批振兴我国汽车产业所需要的各级各类科技人才,将是车辆工程教育界责无旁贷的历史使命。

随着国内外市场对汽车产品需求的多元化、现代化以及汽车市场细分的加深,在各国政府不断强化的有关汽车安全、环保、节能和健康等法规、标准的推动下,现代汽车新结构、新技术、新工艺、新材料层出不穷,从而使传统的汽车专业教材显得有些陈旧,跟不上飞速发展的汽车新技术,急需改革、更新。

按照高等技术应用型人才的培养目标,本书的编写突出系统性、针对性、实用性和前瞻性,注意内容的选取、主次的选择及难易程度的把握。本书以叙述基本结构和基本原理为主,通过典型车型和结构的分析,以期使读者在掌握基本原理和基本结构的基础上,对汽车各类车型结构具有举一反三、触类旁通的能力,为其从事汽车技术与管理、市场销售或售后服务工作打下坚实的基础。

本书重点加强对汽车传动系、汽车行驶系、汽车转向系和制动系等主要总成的结构与原理的讲解,适当介绍相应系统的电控系统组成与控制原理,并加入一些新型结构与形式,如无级自动变速器技术、汽车防滑控制技术、主动悬架技术、电控转向技术等,并对汽车车身及附属装置做简要介绍和讲解,力图使读者对汽车有一个整体的认识 and 了解。

本书为汽车运用与维修系列教材之一,共14章。内容包括汽车传动系、汽车行驶系、汽车转向系和制动系以及车身与附属装置等。本书从实用并兼顾基础的观点出发,介绍汽车底盘、行驶系、车身等主要总成的作用、组成与工作原理。主要包括传动系概述、离合器、手动变速器与分动器、自动变速器、万向传动装置、驱动桥、车架与车桥、车轮与轮胎、悬架、转向系、制动系、车身与附属装置等内容。

本书由河南科技大学徐立友、洛阳理工学院程广伟任主编,河南科技大学曹艳玲、郭占正、马心坦及河南职业技术学院张朝杰任副主编,编写分工为:徐立友、程广伟(第13章、第14章)、曹艳玲、张朝杰(第9章、第10章、第11章、第12章)、郭占正(第1章、第2章、第

3 章、第 4 章)、马心坦(第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章)。

本书在编写的过程中,得到了河南科技大学学院领导、相关机构及许多相关企业单位、专家和工程技术人员的大力支持与帮助,援引了有关技术资料,在此表示由衷的感谢。此外,研究生崔梦凯、张亚桥、刘恩泽、李强、杜嘉伟、卢礼洋、校金龙、赵思夏等进行了一些文字及图片处理工作,在此表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有疏漏和不当之处,恳请同行专家和广大读者批评指正。

编 者

2016 年 8 月

目 录

第一篇 汽车传动系

第 1 章 汽车传动系概述	(3)
1.1 传动系的功用和组成	(3)
1.2 传动系的布置方案	(6)
复习题	(9)
第 2 章 离合器	(10)
2.1 离合器概述	(10)
2.2 摩擦离合器	(13)
2.3 离合器操纵机构	(30)
复习题	(35)
第 3 章 手动变速器	(38)
3.1 手动变速器概述	(38)
3.2 手动变速器传动机构	(41)
3.3 同步器	(51)
3.4 变速器的操纵机构	(56)
3.5 分动器	(63)
复习题	(66)
第 4 章 自动变速器	(69)
4.1 自动变速器概述	(69)
4.2 液力变矩器	(72)
4.3 齿轮变速传动装置	(75)
4.4 自动变速器控制系统	(84)
4.5 其他类型自动变速器	(92)
复习题	(104)
第 5 章 万向传动装置	(107)
5.1 概述	(107)

5.2 万向节	(109)
5.3 传动轴与中间支承	(118)
复习题	(121)
第6章 驱动桥	(122)
6.1 概述	(122)
6.2 主减速器	(123)
6.3 差速器	(131)
6.4 半轴与桥壳	(141)
复习题	(144)

第二篇 汽车行驶系

第7章 汽车行驶系概述	(147)
复习题	(149)
第8章 车架与车桥	(150)
8.1 车架	(150)
8.2 车桥	(156)
复习题	(166)
第9章 车轮与轮胎	(167)
9.1 车轮	(167)
9.2 轮胎	(170)
复习题	(174)
第10章 悬架	(175)
10.1 概述	(175)
10.2 弹性元件	(176)
10.3 减振器	(184)
10.4 非独立悬架	(186)
10.5 独立悬架	(189)
10.6 多轴汽车的平衡悬架	(196)
10.7 主动悬架和半主动悬架	(198)
复习题	(199)

第 11 章 汽车转向系	(201)
11.1 概述	(201)
11.2 转向操纵机构	(204)
11.3 转向器	(208)
11.4 转向传动机构	(211)
11.5 动力转向装置	(215)
11.6 电子控制动力转向装置	(221)
11.7 四轮转向系统	(224)
复习题	(228)
第 12 章 汽车制动系	(229)
12.1 概述	(229)
12.2 制动器	(232)
12.3 人力制动系	(246)
12.4 伺服制动系统	(252)
12.5 动力制动系统	(257)
12.6 制动力调节装置	(277)
12.7 ABS 防抱死制动系统	(280)
12.8 驱动防滑控制系统	(285)
复习题	(293)
第 13 章 汽车车身	(294)
13.1 车身壳体、车门及其附件	(294)
13.2 空调	(298)
13.3 座椅及安全防护装置	(300)
13.4 货箱	(302)
复习题	(304)
第 14 章 汽车附属装置	(306)
14.1 汽车仪表及照明装置	(306)
14.2 风窗附属装置	(311)
14.3 汽车防盗装置及中控门锁	(311)
复习题	(314)
参考文献	(315)

第一章 汽车传动系统概述

第一篇 汽车传动系

第1章 汽车传动系概述

【学习目标】

1. 掌握：传动系的功用。
2. 熟悉：传动系的类型和组成。
3. 掌握：机械式传动系的布置形式。

【主要内容】

传动系：要使汽车能够在道路上行驶，必须有动力驱动车轮转动。一般情况下，驱动轮转动的动力来源于发动机。而将发动机输出的动力传送到驱动轮的装置就是传动系。本章主要讨论传动系的功用、类型、组成及布置方案。

1.1 传动系的功用和组成

1.1.1 传动系的功用

传动系的基本功用是将发动机的动力传递给驱动车轮；同时根据行驶条件的需要，改变驱动转矩的大小和方向。

汽车传动系的组成及其在汽车上的布置形式，取决于发动机的形式和性能、汽车的总体结构形式、汽车行驶系及传动系本身的结构形式等诸多因素。目前广泛应用于普通双轴货车上，并与往复活塞式发动机配用的机械式传动系的组成及布置形式如图1-1所示。发动机纵向布置在汽车前部，并以后轮为驱动轮。图中有标号的部分为传动系。其主要组成部件有离合器1、变速器2、万向传动装置（万向节3和传动轴8组成）、驱动桥壳4、主减速器7、差速器5和半轴6。现代轿车越来越多地采用自动变速器，其传动系包括自动变速器、万向传动装置、驱动桥等，用自动变速器取代了离合器和手动变速器。

传动系各总成的功用如下：

- ①离合器：按照需要，适时地切断或接合发动机与传动系之间的动力传递。
- ②变速器：改变发动机输出转速的高低、转矩的大小及旋转方向，也可以切断发动机与驱动轮之间的动力传递。
- 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：降低转速，增大转矩，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两半轴，并允许左、右两半轴以不同角速

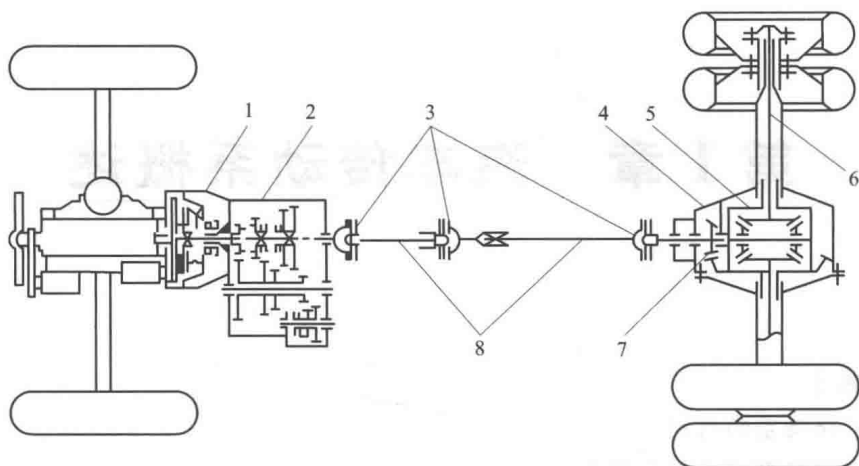


图 1-1 机械式传动系的组成及布置形式

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

度旋转，以满足左、右两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给驱动轮，使驱动轮获得旋转的动力。

对于四轮驱动(或四轮驱动以上)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各个驱动桥。

1.1.2 传动系组成和类型

汽车传动系按结构和传动介质的不同可分为机械式、液力机械式、静液式(容积液压式)和电力式等。

(1) 机械式传动系

图 1-1 所示为常见的机械式传动系的组成及布置形式。发动机纵向布置在汽车前部，并且以后轮为驱动轮。发动机发出的动力依次经过离合器 1、变速器 2、万向传动装置(由万向节 3 和传动轴 8 组成)及安装在驱动桥 4 中的主减速器 7、差速器 5 和半轴 6，最后传到驱动轮。具有结构简单、技术成熟、成本低和工作可靠的优点。

(2) 液力机械式传动系

液力机械式传动系是指由液力传动部件和机械部件组成的传动系。液力传动部件是靠液体介质在主动元件和从动元件之间循环流动过程中动能的变化来传递动力，它有液力耦合器和液力变矩器两种。液力耦合器能传递转矩，但不能改变转矩大小；液力变矩器除了具有液力耦合器的全部功能以外，还能实现无级变速。一般液力变矩器不能满足汽车各种行驶工况的要求，往往需要串联一个有级式的机械变速器，以扩大转矩变化范围。液力机械式传动具有自动适应性，可根据外载荷变化自动改变输出转速和驱动转矩；液力传动利用液体作为工作介质，传动非常柔和平稳，能吸收振动和冲击，使传动系统和发动机寿命提高，提高了车辆的使用寿命；起步平稳，振动和冲击小，提高了车辆的舒适性；液力变矩器本身相当于一个无级自动变速器，在变矩器的扭矩变化范围内，不需换挡；超出变矩器的扭矩变化范围时，可用动力换挡变速器换挡。而动力换挡变速器可不切断动力直接换挡，使操纵简化且省力，

大大减轻了驾驶人员的劳动强度。但是液力机械式传动系相对机械式传动系统而言，结构复杂得多、成本高、维修困难。此外，牵引效率也较差，如无特殊装置，无法拖动发动机。

(3) 静液式传动系

静液式传动系又称为容积液压式传动系，主要部件均为液压部件，靠传动介质静压力能的变化来传递能量。图1-2所示为具有液压驱动桥的静液式传动系结构，主要由液压马达2、液压自动控制装置6及液压泵7等组成。液压泵7由发动机带动运转，将机械能转换成压力能，由液压管路输送到液压马达2，液压马达再将压力能转换成机械能传给驱动桥。

静液式传动系的工作过程可分为4个工况，分别为怠速工况、起步工况、加速工况及倒车工况，具体过程如下：

- ①怠速时，液压泵空转，系统内无压力，相当于汽车的空挡。
- ②起步时，液压泵流量较小，建立较高的系统压力，使液压马达输出较大的转矩。
- ③加速时，液压泵流量逐步加大，系统压力降低，液压马达的转速得以提高。
- ④倒车时，通过改变压力油的流向，实现液压马达的反转。

静液式传动系的传动效率较低，造价高，寿命短且工作不可靠，目前只用于少数特种车辆。

(4) 电力式传动系

电力式传动系如图1-3所示，在组成和布置上与静液传动系有些类似。其主动部件是发电机，从动部件则是牵引电动机。发电机由发动机驱动，将机械能转换成电能，由导线传给电动机，电动机再将电能转换成机械能带动驱动轮转动。电动机可以只用一个，与传动轴或驱动桥相连接；也可以在每个驱动轮上单装一个电动机。在后一种情况下电动机输出的动力必须通过减速机构传输到驱动轮上，因为装在车轮内部的牵引电动机的转矩还不够大，转速则显得过高。这种直接与车轮相连的减速机构称为轮边减速器。内部装有牵引电动机和轮边减速器的驱动车轮通称为电动轮。

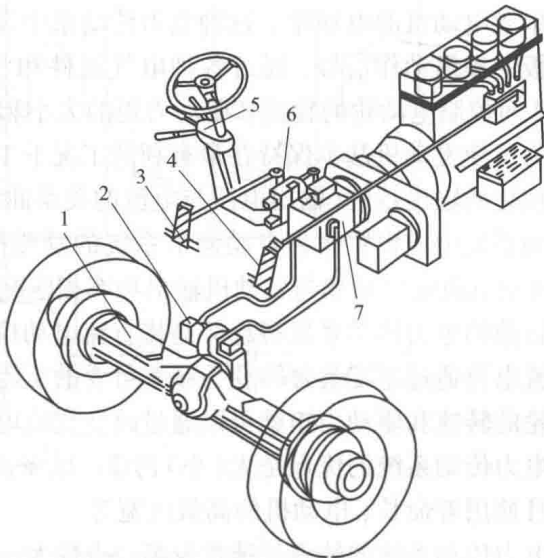


图1-2 静液式传动系的结构

- 1—驱动桥；2—液压马达；3—制动踏板；4—加速踏板；
5—变速器操纵杆；6—液压自动控制装置；7—液压泵

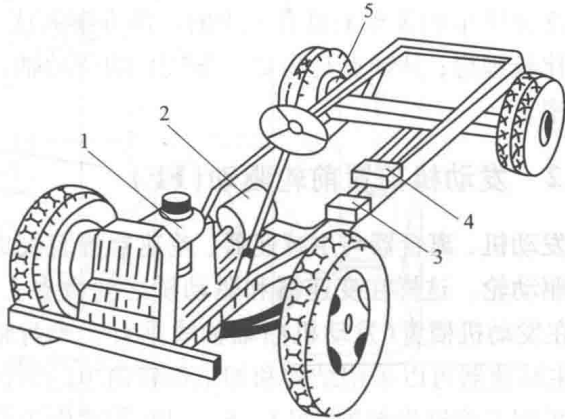


图1-3 电力式传动系统示意图

- 1—发动机；2—发电机；3—可控硅整流器；
4—逆变装置；5—电动机

早期采用的发电机和电动机都是直流的,因为直流电机的特性可以直接满足汽车的无级变速要求。但由于直流发电机太重,体积也过于庞大,故现在多用专设的直流励磁发电机和励磁的三相交流同步发电机。发电机发出的交流电通过可控硅全波整流器整流后,输入装有直流串激电动机的电动轮。这种电力传动系中设有操纵控制电路,其作用是根据驾驶员对加速踏板的操纵动作信号,通过各种电气元件和气动元件来控制发动机和发电机的转速和转矩,从而控制电动轮的转速和驱动力矩的大小和方向,以实现汽车的起步、加速和倒车。

为了使发动机基本保持在最有利的工况下工作,同时保证交流发电机安全工作,并具有接近理想的输出特性(输出电压与电流的关系曲线接近于双曲线,即输出功率接近恒定),电力传动系统中应设置作为自动调节系统的励磁控制电路,通过对励磁发电机输出电压的调节,使发电机输出功率与发动机输出功率相匹配。

目前的电力传动系发展趋势是将直流电动机也改成交流电动机。为此,应将经整流所得的直流电再通过逆变装置转变为频率可变的交流电,以驱动装有交流电动机的电动轮,因而电动轮的转速和驱动力矩就可以通过改变交流电频率而得到调节。

电力传动系统的优点是无(小)污染、效率高、能实现无级调速、驱动平稳、冲击小、噪声低且使用寿命长、电动机的高效区宽等。

电力传动系统的缺点是造价较高、质量大、效率低、消耗有色金属——铜较多等。目前电池技术、充电技术及电池管理技术还不成熟,对于燃料电池来说,还有氢设施、氢安全、氢加注及催化剂等技术尚待研究。

1.2 传动系的布置方案

汽车传动系的布置方案与汽车总体布置方案是相适应的,可归纳为以下几种。

1.2.1 发动机前置后轮驱动(FR)

FR方案是4×2型汽车的传统布置方案(图1-1),主要应用于轻、中型载货汽车上,但是在部分轿车和客车上也有采用的。该方案的优点是,结构简单、工作可靠、前后轮的质量分配比较理想;其缺点是需要一根较长的传动轴,这不仅增加了车重,而且也影响了传动系的效率。

1.2.2 发动机前置前轮驱动(FF)

发动机、离合器与主减速器、差速器等装配成十分紧凑的整体,布置在汽车的前面,前轮为驱动轮。这样在变速器和驱动桥之间就省去了万向节和传动轴。发动机可以纵置或横置,在发动机横置(发动机曲轴轴线垂直于车身轴线)时,由于变速器轴线与驱动桥轴线平行,主减速器可以采用结构和加工都较简单的圆柱齿轮副(图1-4)。发动机纵置时,则大多数需采用螺旋锥齿轮副(图1-5)。FF方案由于前轮是驱动轮,有助于提高汽车高速行驶时的操纵稳定性,而且因整个传动系集中在汽车前部,使其操纵机构简化。这种布置方案目前已广泛地应用于微型和中级轿车上,在中高级和高级轿车上的应用也日渐增多。

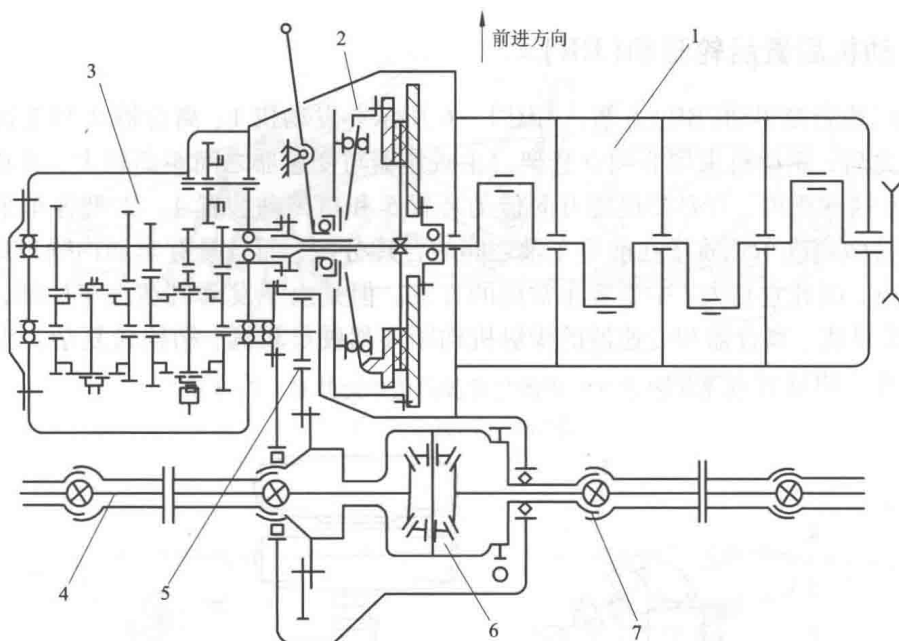


图 1-4 发动机前置(横置)前轮驱动的轿车传动系布置示意图

1—发动机; 2—离合器; 3—变速器; 4—传动轴(半轴); 5—主减速器; 6—差速器; 7—等速万向节

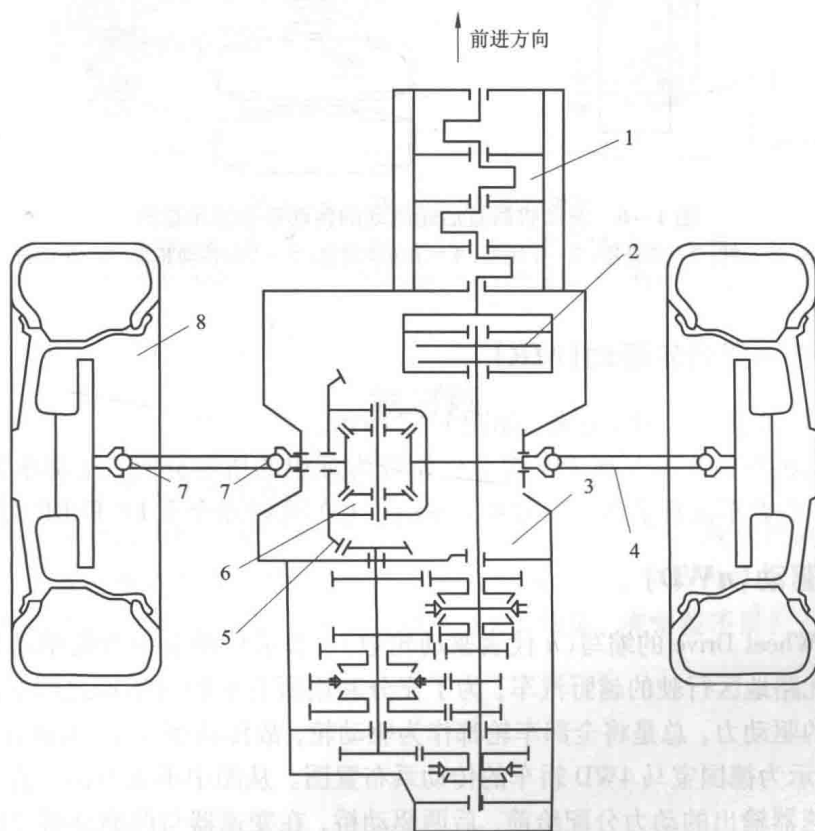


图 1-5 发动机前置(纵置)前轮驱动的轿车传动系布置示意图

1—发动机; 2—离合器; 3—变速器; 4—传动轴(半轴); 5—主减速器; 6—差速器; 7—等速万向节; 8—驱动轮