



面向 21 世纪课程教材  
Textbook Series for 21st Century

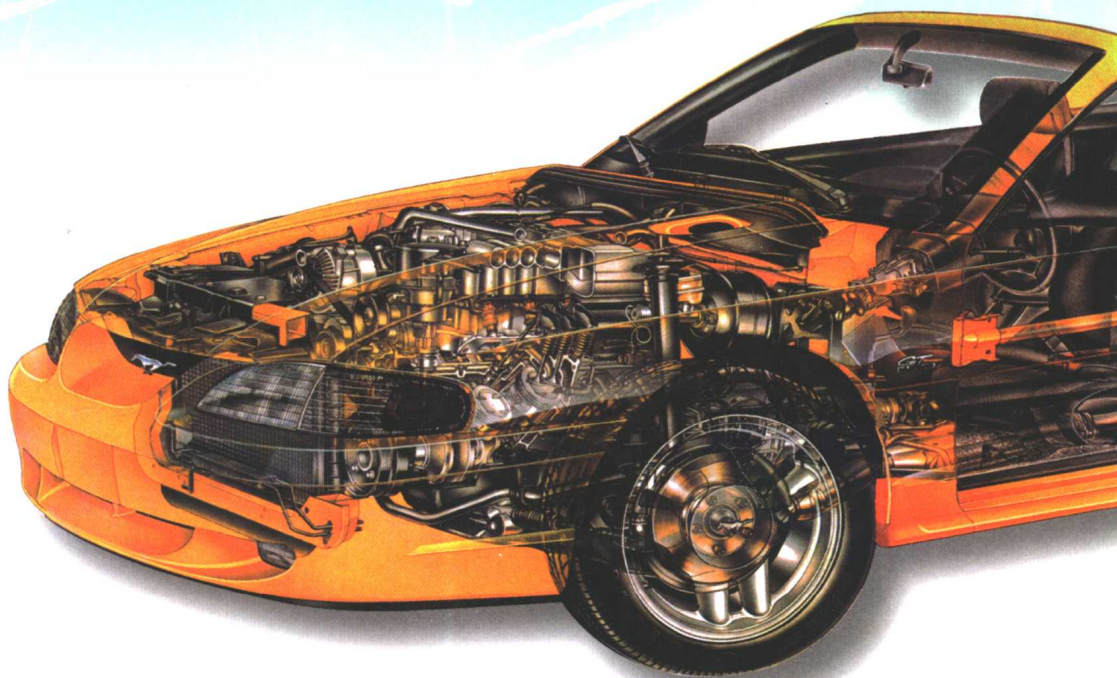


普通高等教育“九五”国家级重点教材  
普通高等教育机电类规划教材

# 汽车构造

下册

吉林工业大学 陈家瑞 主编



机械工业出版社  
China Machine Press

本书出版由上海发展汽车工业教育基金会资助  
其他资助单位：乐泰（中国）有限公司  
吉林工业大学教材建设基金会

面向 21 世纪课程教材  
普通高等教育“九五”国家级重点教材  
普通高等教育机电类规划教材

# 汽 车 构 造

下 册

主编 陈家瑞  
参编 蒋兴阁 张宝生  
林明芳 李卓森  
马淑芝 李红英  
宋传学  
主审 边耀璋



机械工业出版社

本书通过对活塞式内燃机的汽车各总成、部件的典型结构实例之分析，系统地阐述现代汽车的构造和工作原理。全书分五篇二十五章，上册包括总论和第一篇汽车发动机；下册为其余四篇，介绍汽车传动系、行驶系、转向系、制动系、车身及仪表、照明和附属装置等的构造和工作原理。

本书的典型结构实例多以国产轿车（例如，红旗 CA7220 型、捷达、桑塔纳、富康等）为主，并兼顾产量较大的解放 CA1040、CA1091 型系列和东风 EQ1090 型系列轻、中型货车的总成和部件。本书还结合安全和排放法规的要求，扩充了汽油直接喷射和进、排气系统及发动机有害排放物的控制，以及安全转向柱和制动防抱死装置等内容。

本书为高校汽车与拖拉机专业教材，也可作为高专、高职、职大、成教等汽车工程类专业教材，还可供汽车工业部门和汽车运输部门的工程技术人员参考。

## 图书在版编目（CIP）数据

汽车构造. 下册/陈家瑞主编. —北京：机械工业出版社，2000.10

普通高等教育“九五”国家级重点教材。普通高等教育机电类规划教材

ISBN 7-111-07927-2

I. 汽… II. 陈… III. 汽车-构造-高等学校-教材  
IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 70448 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：赵爱宁 版式设计：冉晓华 责任校对：姚培新

封面设计：姚毅 责任印制：郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·13.875 印张·540 千字

0 001—6 000 册

定价：28.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换  
本社购书热线电话（010）68993821、68326677-2527

# 前 言

本书为全国高等学校机械工程及自动化专业的“九五”规划教材，并于1997年被原国家教育委员会立项为“九五”国家级重点教材。本书全面而系统地阐述汽车整体及部件的结构和工作原理，以作为高等院校有关专业的教材，也可以供汽车制造、汽车运用及修理、汽车运输管理等方面的工程技术人员，以及具有中等以上文化和科技理论基础的汽车修理工及驾驶员参考。

汽车结构复杂、类型繁多，但是目前世界各国生产的商业化汽车，仍然是以活塞式内燃机为动力的传统结构。虽然各个组成系统或部件的结构形式不同，但功能要求相同，因此编写时仍沿用了原《汽车构造》的体系。它是通过对国产汽车，特别是国产轿车有限的几种实例进行分析阐述，使读者较为深入地掌握汽车结构的一般规律，以期取得举一反三，触类旁通的效果。在讨论整车及其各个组成系统或部件时，都特别注意阐述整体功能要求，以及各组成部件之间在结构和功能上的有机联系。在介绍各种不同结构形式时，首先通过一种比较常见的，具有代表性的典型实例，说明在一般使用条件下，为满足主要功能要求而采取的一般结构措施，然后再介绍在某些特定条件和要求下发展而来的某些形式的结构及功能特点。在选用典型实例时，尽量采用国产轿车的结构图，删除中、重型货车的陈旧结构图，但没有合适的轿车结构图时，只好采用中、重型货车的结构图或保留原书的某些图。

本书力求做到文字准确、简练、流畅，符合规范要求，插图正确，文图配合恰当，内容阐述循序渐进，富有启发性，并便于自学。

本书内容包括总论及五篇二十五章。由陈家瑞任主编，编写成员（分工）为：李卓森（总论、第二十四章）、林明芳（第一章、第二章、第三章、第四章、第十三章、第十四章）、蒋兴阁（第五章、第六章、第七章、第八章、第九章、第十二章）、马淑芝（第十章、第十一章）、李红英（第十五章、第二十一章）、宋传学（第十六章）、陈家瑞（第十七章、第二十二章、第二十三章、第二十五章）、张宝生（第十八章、第十九章、第二十章）。全书分上、下两册出版，上册为总论、第一篇（第一章～第十二章）；下册为第二、三、四、五篇（第十三章～第二十五章）。吉林工业大学汽车学院还将为本书制作多媒体教学软件。

在本书编写过程中，全国高等学校机械工程及自动化专业教学指导委员会汽车与拖拉机专业指导小组给予本书关怀与指导，并于1999年12月在北京组织召开了审稿会，与会专家和主审西安交通大学边耀璋教授提出了许多宝贵意见

和建议，对提高本书质量给予了很大帮助，在此致以衷心的感谢。

本书在编写过程中，承蒙第一汽车制造厂、长春汽车研究所、天津中国汽车技术研究中心、一汽—大众汽车有限公司、上海大众汽车有限公司、神龙汽车有限公司、第二汽车制造厂、济南汽车制造厂、北京汽车摩托车联合制造公司、南京汽车制造厂、中国重型汽车集团公司技术发展中心、一汽轿车股份有限公司、一汽吉林轻型车厂、第一汽车制造厂化油器厂、一汽金杯汽车股份有限公司等单位的大力支持和帮助，并提供了有关图样及资料，谨此致谢。

本书的出版得到了上海发展汽车工业教育基金会、乐泰（中国）有限公司以及吉林工业大学教材建设基金会的资助。

最后，殷切期望广大读者对书中误漏之处予以批评指正。

吉林工业大学  
《汽车构造》编写组  
2000年5月于长春

# 目 录

前言

## 第二篇 汽车传动系

<b>第十三章 汽车传动系概述</b> ..... 1	<b>第十六章 液力机械传动和机械</b>
思考题 ..... 9	<b>式无级变速器</b> ..... 72
<b>第十四章 离合器</b> ..... 10	第一节 液力机械传动 ..... 72
第一节 离合器的功用及摩擦离合器	第二节 机械式无级变速器 ..... 95
器的工作原理 ..... 10	思考题 ..... 100
第二节 摩擦离合器 ..... 12	<b>第十七章 万向传动装置</b> ..... 101
第三节 离合器操纵机构 ..... 31	第一节 万向节 ..... 103
思考题 ..... 40	第二节 传动轴和中间支承 ..... 114
<b>第十五章 变速器与分动器</b> ..... 41	思考题 ..... 120
第一节 变速器的变速传动机构 ..... 42	<b>第十八章 驱动桥</b> ..... 121
第二节 同步器 ..... 52	第一节 主减速器 ..... 122
第三节 变速器操纵机构 ..... 62	第二节 差速器 ..... 140
第四节 分动器 ..... 67	第三节 半轴与桥壳 ..... 160
思考题 ..... 71	思考题 ..... 165

## 第三篇 汽车行驶系

<b>第十九章 车架</b> ..... 167	<b>第二十一章 悬架</b> ..... 205
第一节 边梁式车架 ..... 168	第一节 概述 ..... 205
第二节 中梁式车架 ..... 173	第二节 减振器 ..... 207
第三节 综合式车架和承载式	第三节 弹性元件 ..... 212
车身 ..... 174	第四节 非独立悬架 ..... 222
思考题 ..... 176	第五节 独立悬架 ..... 231
<b>第二十章 车桥和车轮</b> ..... 177	第六节 多轴汽车的平衡悬架 ..... 242
第一节 车桥 ..... 177	第七节 主动悬架和半主动
第二节 车轮与轮胎 ..... 188	悬架 ..... 244
思考题 ..... 204	思考题 ..... 246

## 第四篇 汽车转向系与制动系

<b>第二十二章 汽车转向系</b> .....	247	<b>第二十三章 汽车制动系</b> .....	287
第一节 概述 .....	247	第一节 概述 .....	287
第二节 转向器及转向操纵 机构 .....	252	第二节 制动器 .....	289
第三节 转向传动机构 .....	261	第三节 人力制动系 .....	319
第四节 转向加力装置 .....	266	第四节 伺服制动系 .....	327
第五节 转向油罐与转向液 压泵 .....	281	第五节 动力制动系 .....	342
思考题 .....	285	第六节 制动力调节装置 .....	370
		第七节 辅助制动系 .....	384
		思考题 .....	390

## 第五篇 汽车车身、仪表、照明及附属装置

<b>第二十四章 汽车车身</b> .....	392	<b>装置</b> .....	413
第一节 车身壳体、车前板制件及 车门、车窗 .....	392	第一节 汽车仪表 .....	413
第二节 车身附属装置及安全防护 装置 .....	400	第二节 照明装置及信号装置 .....	420
第三节 货箱 .....	408	第三节 风窗刮水器与风窗洗 涤器 .....	428
思考题 .....	412	第四节 汽车防盗装置 .....	433
<b>第二十五章 汽车仪表、照明及附属</b>		思考题 .....	436
		<b>参考文献</b> .....	437

## 第二篇 汽车传动系

### 第十三章 汽车传动系概述

#### 一、传动系的基本功用与组成

汽车传动系的基本功用是将发动机发出的动力传给驱动车轮。

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、汽车总体结构形式、汽车行驶系及传动系本身的结构形式等许多因素。目前广泛应用于普通双轴货车上，并与活塞式内燃机配用的机械式传动系的组成及布置形式一般如图 13-1 所示。发动机纵向安置在汽车前部，并且以后轮为驱动轮。图中有标号的部分为传动系。发动机发出的动力依次经过离合器 1、变速器 2、由万向节 3 和传动轴 8 组成的万向传动装置以及安装在驱动桥 4 中的主减速器 7、差速器 5 和半轴 6 传到驱动轮。

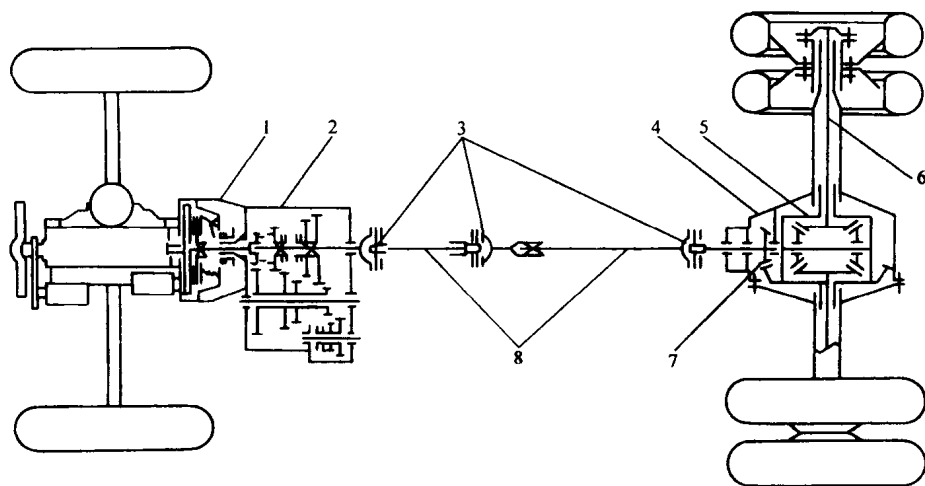


图 13-1 机械式传动系的组成及布置

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

传动系的首要任务是与发动机协同工作，以保证汽车能在不同使用条件下正常行驶，并具有良好的动力性和燃油经济性。为此，任何形式的传动系都必须具有以下的功能。



### 1. 减速增矩

只有当作用在驱动轮上的牵引力足以克服外界对汽车的阻力时，汽车方能起步和正常行驶。由试验得知，即使汽车在平直的沥青路面上以低速匀速行驶，也需要克服数值约相当于 1.5% 汽车总重力的滚动阻力。现以东风 EQ1090E 型汽车为例，该车满载质量为 9290kg（总重力为 91135N），其最小滚动阻力约为 1376N。若要求满载汽车在坡度为 30% 的道路上匀速上坡行驶，则所需要克服的上坡阻力即达 2734N。东风 EQ1090E 型汽车的 6100Q-1 型发动机所能产生的最大转矩为 353N·m（1200~1400r/min 时）。假设将这一转矩直接如数传给驱动轮，则驱动轮可能得到的牵引力仅为 784N。显然，在此情况下，汽车不仅不能爬坡，即使在平直的良好路面上也不可能匀速行驶。

另一方面，6100Q-1 发动机在发出最大功率 99.3kW 时的转速为 3000r/min。假如将发动机与驱动轮直接连接，则对应这一曲轴转速的汽车速度将达 510km/h。这样高的车速既不实用，又不可能实现（因为相应的牵引力太小，汽车根本无法起步）。

为解决上述矛盾，必须使传动系具有减速增矩作用，亦即使驱动轮的转速降低为发动机转速的若干分之一，相应地驱动轮所得到的转矩则增大到发动机转矩的若干倍。在机械式传动系中，若不计摩擦，则驱动轮转矩与发动机转矩之比等于发动机转速与驱动轮转速之比。二者统称为传动比，以符号  $i$  表示。

传动系传动比的最小值  $i_{\min}$  应保证汽车能在平直良好的路面上克服滚动阻力和空气阻力，并以相应的最高速度行驶。轿车和轻型货车的  $i_{\min}$  一般为 3~6，中、重型货车的  $i_{\min}$  一般为 6~15。最小传动比通常是依靠装在驱动桥中的主减速器来实现的。在轿车和轻、中型货车中，广泛采用一对大小不等，轴线互相垂直的圆锥齿轮作为主减速器（如图 13-1 中标号 7 所指）。大小两齿轮的齿数比即为主减速器的传动比  $i_0$ ，其数值一般应等于所要求的传动系最小传动比  $i_{\min}$ 。东风 EQ1090E 型汽车的主减速器传动比  $i_0 = 6.33$ 。这样，即使发动机转速高达 3000r/min，相应的车速也只有 80.5km/h。当发动机转速为 1200r/min，相应的最大转矩为 353N·m 时，汽车的牵引力可达 4961N。这样大的牵引力可以使该车在沥青路面上，以 40km/h 的匀速爬越 4% 左右的坡度。

当要求牵引力足以克服最大行驶阻力，或要求汽车具有某一最低稳定速度时，传动系传动比就相应取最大值  $i_{\max}$ 。 $i_{\max}$  在轿车上约为 12~18，在轻、中型货车上约为 35~50（EQ1090E 汽车的  $i_{\max} = 47.35$ ）。由于驱动桥尺寸受到离地间隙要求的限制，单靠主减速器来实现  $i_{\max}$  是不可能的。因此，除了主减速器以外，在传动系中还应设置一对或两对减速齿轮组成的传动比为  $i_g$  的辅助减速机构，并与主减速器串联，这样，整个传动系的传动比便等于  $i_g$  与  $i_0$  的乘积。只要  $i_g$  值足够大，便可实现  $i_{\max}$ 。

汽车的使用条件，诸如汽车的实际装载质量、道路坡度、路面状况以及道路宽度和曲率、交通情况所允许的车速等等，都在很大范围内不断变化。这就要求汽车牵引力和速度也有相当大的变化范围。另一方面，从第一章可知，就活塞式内燃机而言，在其整个转速范围内，转矩的变化不大，而功率及燃油消耗率的变化却很大，因而保证发动机功率较大而燃油消耗率较低的曲轴转速范围，即有利转速范围是很窄的。为了使发动机能保持在有利转速范围内工作，而汽车牵引力和速度又在足够大的范围内变化，应当使传动系传动比在最大值和最小值之间变化，即传动系应起变速作用。

若传动比在一定范围内的变化是连续的和渐进的，则称为无级变速。无级变速可以保证发动机保持在最有利的工况下工作，因而有利于提高汽车的动力性和燃油经济性。但对机械式传动系而言，实现无级变速比较困难。因此，机械式传动系大部分是有级变速的，即传动比挡数是有限的。一般轿车和轻、中型货车的传动比有3~5挡，越野汽车和重型货车的传动比可多达8~10挡。实现有级变速的结构措施，大多数是只在主减速器之前的辅助减速机构中设置并联的若干对减速齿轮，其传动比 $i_g$ 各不相同，而且任何一对齿轮都可以在驾驶员操纵下加入或退出传动。在汽车行驶过程中，驾驶员可根据需要，选用其中一对齿轮与主减速器串联传动，以获得不同的传动系总传动比 $i=i_0i_g$ 。这种辅助减速机构即称为变速器（如图13-1中标号2所指）。在良好道路上欲使汽车以较高速度行驶时，则可选用变速器中传动比较小的挡位（高速挡，简称高挡）；在艰难道路上行驶或爬越较大坡度时，则可选用变速器中传动比较大的挡位（低速挡，简称低挡）。绝大多数变速器的最高挡传动比为1，即变速器不起减速作用，仅依赖于主减速器实现减速。

有些汽车在变速器与主减速器之间还加设一个辅助变速机构——副变速器，必要时还将主减速器也设计成多挡的，借以增加传动系传动比挡数。

## 2. 实现汽车倒驶

汽车在某些情况下（如进入停车场或车库，在窄路上调头时），需要倒向行驶。然而，内燃机是不能反向旋转的，故与内燃机共同工作的传动系必须在发动机旋转方向不变的情况下，使驱动轮反向旋转。一般结构措施是在变速器内加设倒挡（具有中间齿轮的减速齿轮副）。

## 3. 必要时中断传动

内燃机只能在无负荷情况下起动，而且起动后的转速必须保持在最低稳定转速上，否则即可能熄灭。所以，在汽车起步之前，必须将发动机与驱动轮之间的传动路线切断，以便起动发动机。发动机进入正常怠速运转后，再逐渐地恢复传动系的传动能力，亦即从零开始逐渐对发动机曲轴加载，同时加大节气门开度，以保证发动机不致熄灭，且汽车能平稳起步。此外，在变换传动系传动比挡位（换

挡)以及对汽车进行制动之前,也都有必要暂时中断动力传递。为此,在发动机与变速器之间,可装设一个依靠摩擦来传动,且其主动和从动部分可在驾驶员操纵下彻底分离,随后再柔和接合的机构——离合器(图13-1中标号1所指)。

在汽车长时间停驻以及在发动机不停止运转情况下,使汽车暂时停驻,或在汽车获得相当高的车速后,欲停止对汽车供给动力,使之靠自身惯性进行长距离滑行时,传动系应能长时间保持在中断传动状态。为此,变速器应设有空挡,即所有各挡齿轮都能自动保持在脱离传动位置的挡位。

#### 4. 差速作用

当汽车转弯行驶时,左右车轮在同一时间内滚过的距离不同,如果两侧驱动轮仅用一根刚性轴驱动,则二者角速度必然相同,因而在汽车转弯时必然产生车轮相对于地面滑动的现象。这将使转向困难,汽车的动力消耗增加,传动系内某些零件和轮胎加速磨损。所以,驱动桥内装有差速器5(图13-1),使左右两驱动轮可以不同的角速度旋转。动力由主减速器先传到差速器,再由差速器分配给左右两半轴6,最后传到两侧的驱动轮。

此外,由于发动机、离合器和变速器固定在车架上,而驱动桥和驱动轮一般是通过弹性悬架与车架联系的,因此在汽车行驶过程中,变速器与驱动轮经常有相对运动。在此情况下,两者之间不能用简单的整体传动轴传动,而应采用如图13-1所示的由万向节3和传动轴8组成的万向传动装置。

根据汽车传动系中传动元件的特征,传动系可分为机械式、液力机械式、静液式(容积液压式)、电力式等。

## 二、机械式传动系的布置方案

图13-1所示的机械式传动系是4×2型汽车的传统总体布置方案,即发动机前置、后轮驱动的FR方案,它结构简单,工作可靠,在各类汽车上得到广泛的应用。此外,还有发动机前置、前轮驱动的FF方案,发动机后置、后轮驱动的RR方案以及发动机中置、后轮驱动的MR方案。现分别介绍如下。

### 1. 发动机前置前轮驱动的FF方案

FF方案是将发动机、变速器、主减速器等都装置在汽车的前面,前轮为驱动轮的方案,如图13-2所示。发动机、离合器与主减速器、差速器装配成十分紧凑的整体,固定在车架或车身底架上,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加工都较简单的圆柱齿轮副。发动机纵置时,则大多需采用螺旋锥齿轮副。由于取消了纵贯前后的传动轴,车身底板高度可以降低,有助于提高汽车高速行驶时的稳定性。整个传动系集中在汽车前部,因而其操纵机构比较简单。这种发动机和传动系的布置方案目前已在微型和普及型轿车上广泛应用,在中、高级轿车上应用的也日

渐增多。货车没有采用这种方案是因为上坡时作为驱动轮的前轮附着力太小，不能获得足够的牵引力。

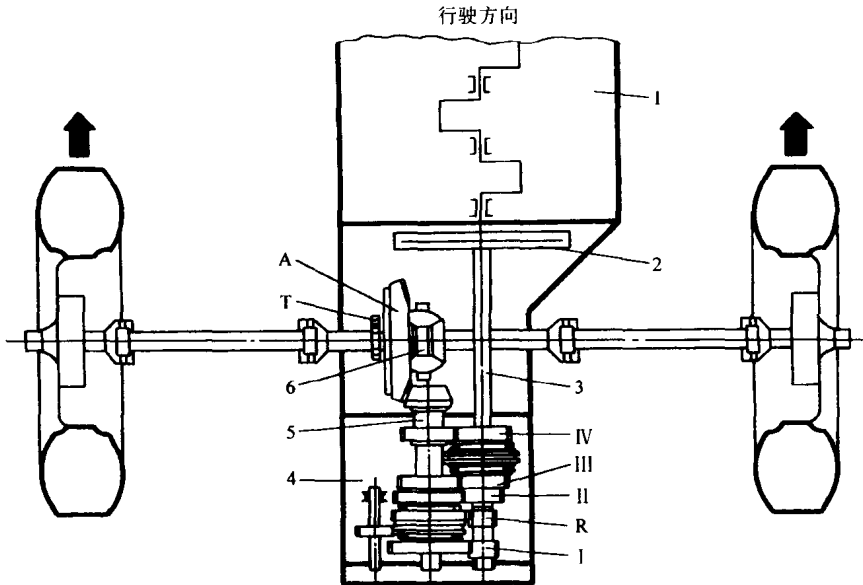


图 13-2 桑塔纳 LX 型轿车传动系布置示意图

1—发动机 2—离合器 3—变速器输入轴 4—变速器 5—主动齿轮(输出轴) 6—差速器  
I、II、III、IV——四挡齿轮 R—倒挡齿轮 A—主传动齿轮 T—车速表传动齿轮

## 2. 发动机后置后轮驱动 RR 方案

RR 方案是将发动机装于车身的后部，后轮驱动，如图 13-3 所示。该布置多用于大型客车上。发动机 1、离合器 2 和变速器 3 都横置于驱动桥之后，驱动桥采用非独立悬架。主减速器与变速器之间距离较大，其相对位置经常变化。由于这些原因，有必要设置万向传动装置 5 和角传动装置 4。大型客车采用这种布置方案更容易做到汽车总质量在前后车轴之间的合理分配。但是，在此情况下，发动机冷却条件较差，发动机和变速器、离合器的操纵机构都较复杂。

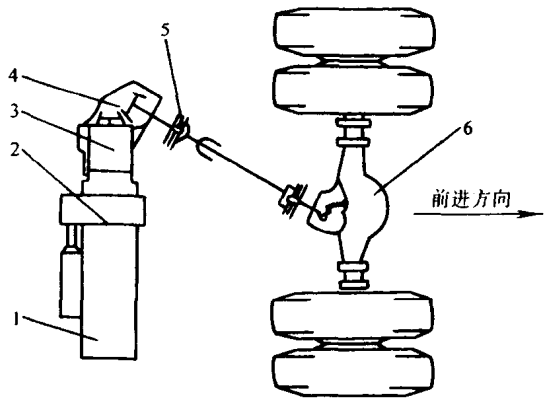


图 13-3 发动机后置后轮驱动的传动系示意图

1—发动机 2—离合器 3—变速器 4—角传动装置 5—万向传动装置 6—驱动桥

此外，还有发动机中置、后轮

驱动 MR 方案，它的发动机装置于驾驶室后面（汽车的中部），后轮驱动，是赛车和部分客车采用的发动机和传动系的布置方案。其优缺点介于 FF 和 RR 之间。

### 3. 四轮驱动

四轮驱动形式又称 4WD (Wheel Drive)，起源于很早以前的军用车。因为它经常行驶在坏路或无路地带，要求越野能力强，因此为了充分利用所有车轮与地面之间的附着条件，以获得尽可能大的牵引力，总是将全部车轮都作为驱动轮。

图 13-4 是 4×4 轻型越野汽车传动系示意图。从图中可以看出，与图 13-1 所示的 4×2 汽车相比较，不同的是前桥 1 也是驱动桥。为了将变速器输出的动力分配给前后两驱动桥，在变速器与两驱动桥之间设置有分动器 3，并且相应增设了自分动器通向前驱动桥的万向传动装置。分动器虽然也装在车架上，但若不与变速器直接连接，且相距较远时，考虑到安装精确度和车架变形的影响，二者之间也需要采用万向传动装置。前驱动桥半轴与前驱动轮之间设置万向节 2 是由于前轮兼充转向轮的需要。

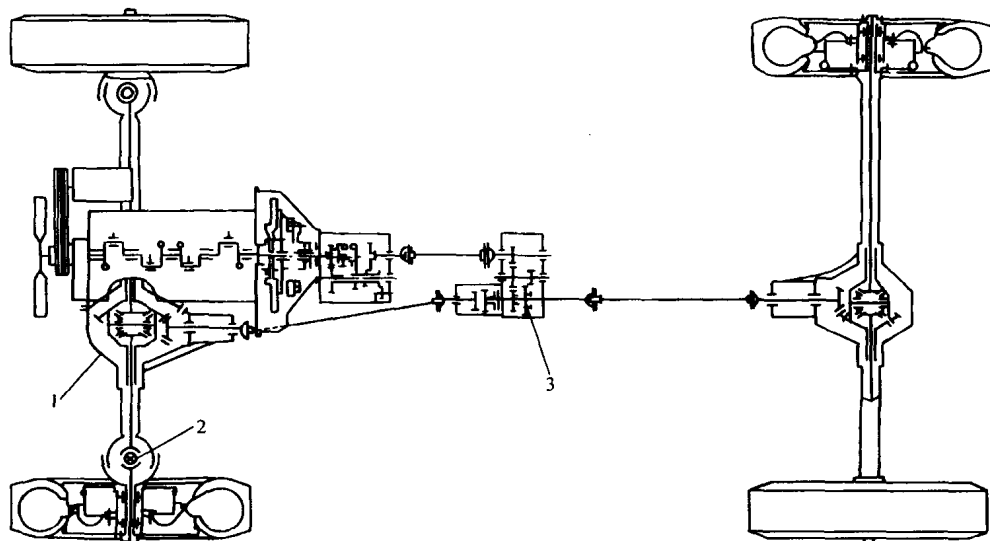


图 13-4 4×4 汽车传动系示意图

1—前桥 2—万向节 3—分动器

## 三、液力式传动系

液力式传动系又分为液力机械式和静液式传动系。

### 1. 液力机械式传动系

液力机械式传动系的特点是组合运用液力传动和机械传动。此处，液力传动单指动液传动，即以液体为传动介质，利用液体在主动元件和从动元件之间循环流动过程中动能的变化来传递动力。动液传动装置有液力耦合器和液力变矩器两

种。液力耦合器只能传递转矩，而不能改变转矩的大小，可以代替离合器的部分功能，即保证汽车平稳地起步和加速，但不能保证在换挡时变速器中的齿轮不受冲击。液力变矩器除了具有液力耦合器全部功能外，还可以实现无级变速，故目前应用得比液力耦合器广泛得多。但是，液力变矩器的输出转矩与输入转矩的比值变化范围还不足以满足使用要求，故一般在其后串联一个有级机械式变速器而组成液力机械变速器，(详见第十六章)以取代机械式传动系中的离合器和变速器。

液力机械式传动系能根据道路阻力的变化，自动地在若干个车速范围内分别实现无级变速，而且其中的有级式机械变速器还可以实现自动或半自动操纵，因而可使驾驶员的操作大为简化。但是，由于其结构较复杂、造价较高、机械效率较低等缺点，因此目前除了高级轿车和部分重型汽车外，中级以下的轿车和一般货车采用较少。

## 2. 静液式传动系

静液式传动系又称为容积式液压传动系(图 13-5)，是通过液体传动介质的静压力能的变化来传动的，主要是由发动机驱动的液压泵 7、液压马达 2 和液压自动控制装置 6 等组成。油泵和液压马达一般采用轴向柱塞式。发动机输出的机械能通过油泵转换成液压能，然后再由液压马达重又转化成机械能。在图示的方案中，只用一个液压马达将动力传给驱动桥的主减速器，再经差速器和半轴传到驱动轮；另一种方案是每一个驱动轮上都设置一个液压马达。采用后一种方案时，主减速器、差速器和半轴等机械传动部件都可取消。

驾驶员通过变速操纵杆 5 操纵控制装置 6，以控制液压泵输出的压力油的流量。汽车起步前起动发动机时，可以使液

压泵处于空转，即流量为零的状态，这相当于机械变速器的空挡。汽车起步时所受阻力最大，故应将液压泵流量控制在最小值，从而在系统中建立最大的液压，以使液压马达的输出转矩和驱动轮上的牵引力最大。起步后，行驶阻力减小，故可逐渐加大液压泵流量，使系统中的液压和液压马达转矩逐渐减小，同时液压马达

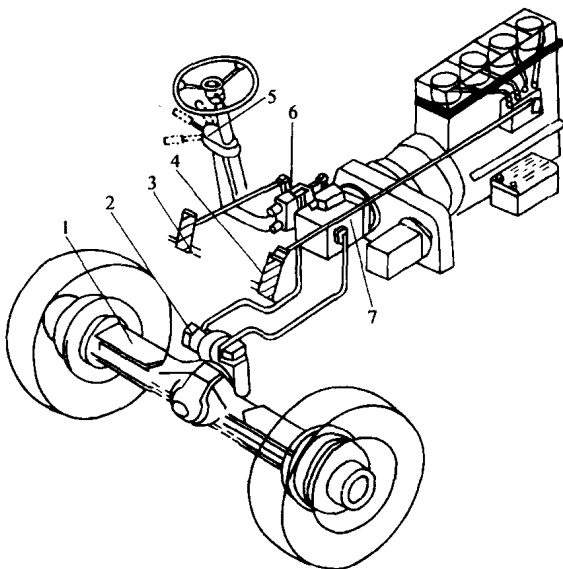


图 13-5 静液式传动系示意图

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

和驱动轮转速逐渐升高，从而实现汽车加速。液压变化是渐进的，因而这种传动系可以在不中断传动的情况下实现无级变速。

轴向柱塞式液压泵可在输入轴旋转方向不变的情况下，改变压力油在系统中的流动方向，从而改变液压马达的旋转方向，借以实现汽车倒向行驶。

静液式传动系存在着机械效率低、造价高、使用寿命和可靠性不够理想等缺点，故除了在某些军用车辆上开始采用外，如何克服这些缺点使之能在一般汽车上推广应用的问题，还有待于进一步研究。

#### 四、电力式传动系

电力传动是很早采用的一种无级传动装置，其布置如图 13-6 所示。它是由汽车发动机带动发电机发电，将发出的电能送到电动机。可以只用一个电动机，与传动轴或驱动桥连接；也可以在每个驱动轮上单独安装一个电动机。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，统称为电动轮。

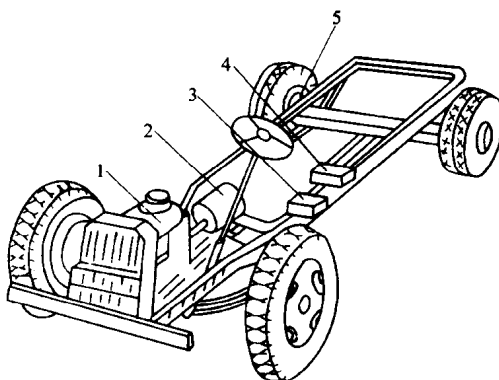


图 13-6 电动式传动系的布置

1—发动机 2—发电机 3—晶闸管（可控硅）  
整流器 4—逆变装置 5—电动轮

电力传动系的优点是：由于从发动机到车轮只由电器连接，可使汽车的总体布置简化；此外，它的无级变速特性有助于提高平均车速，使操纵简化以及驱动平稳，冲击小，有利于延长车辆的使用寿命等。

但是电力传动系也有质量大、效率低、消耗较多的有色金属——铜等缺点。

电力传动系根据装用的发电机和牵引电动机的形式，可以分为以下几种。

##### 1. 直流发电机—直流电动机系统（直一直系统）

在直一直电力传动中，采用的是直流发电机和直流牵引电动机。这种系统的优点是：发电机发出的电能可以不通过任何装置的转换，而直接送到牵引电动机，因此系统的结构简单。其缺点是：直流电动机的体积大，质量大且成本高，转速不能太高等。

##### 2. 交流发电机—直流电动机（交一直系统）

为了避免直流发电机在结构上所固有的缺点，在多数电动汽车上采用了交一直电力传动系统。采用交流发电机后，可以达到提高转速、缩小体积、运行可靠

和维修简便等效果，从而更适用于汽车。

该系统的发电机为三相交流发电机，经过大功率的硅整流器整流后，把直流电输送给直流牵引电动机。目前，国内、外生产的大吨位矿用汽车的电力传动，绝大多数属于这种结构。

### 3. 交一直一交流电力传动系统

交流发电机输出的电能经过整流及变频装置以后，又输送给交流电动机，这称之为交一直一交流电力传动系统。即交流发电机发出的三相交流电，经过硅整流器整流成直流电以后，直流电再通过晶闸管逆变器，把直流电变成预定可变频率的三相交流电，以供给各个交流牵引电动机使用。逆变后的三相交流电的频率，根据需要是可控制的。例如，可对交流牵引电动机进行调频和调速。

交流牵引电动机（特别是笼型电动机）与直流电动机相比，由于没有换向器，结构简单，外形尺寸小，所以可以设计和制造出功率较大、转速较高的电动机。这种电动机运行可靠，维护方便。

### 4. 交—交流电力传动系统

该系统没有直流环节，是直接的交流电传动系统。汽车发动机驱动一台同步交流发电机，交流发电机的输出输送给变频器，变频器向交流牵引电动机输送频率可控的交流电。在交—交系统中，对变频技术和电动机的结构都有较高的要求，因此目前尚未得到广泛应用。

## 思 考 题

- 13-1 汽车传动系的基本功用是什么？
- 13-2 汽车传动系有几种类型？各有什么特点？
- 13-3 越野汽车传动系  $4\times 4$  与普通汽车传动系  $4\times 2$  相比，有哪些不同？



## 第十四章 离 合 器

### 第一节 离合器的功用及摩擦离合器的工作原理

#### 一、离合器的功用

离合器是汽车传动系中直接与发动机相联系的部件，其功用已在前一章中提及，在本节中再进一步阐述。

在汽车起步前，先要起动发动机，这时应使变速器处于空挡位置，将发动机与驱动车轮之间的联系断开，以卸除发动机负荷。待发动机已经起动并开始正常的怠速运转后，方可将变速器挂上一定挡位，使汽车起步。汽车起步时，是从完全静止的状态逐步加速的。如果传动系（它联系着整个汽车）与发动机刚性地联系，则变速器一挂上挡，汽车将突然向前冲一下，但并未起步。这是因为汽车从静止到前冲时，产生很大惯性力，对发动机造成很大的阻力矩。在这种惯性阻力矩作用下，发动机在瞬间转速急剧下降到最低稳定转速（一般为300~500r/min）以下，发动机即熄火而不能工作，当然汽车也不能起步。在传动系中装设了离合器后，在发动机起动后，汽车起步之前，驾驶员先踩下离合器踏板，将离合器分离，使发动机与传动系脱开；再将变速器挂上挡，然后逐渐松开离合器踏板，使离合器逐渐接合。在离合器逐渐接合过程中，发动机所受阻力矩也逐渐地增加，故应同时逐渐踩下加速踏板，即逐步增加发动机的燃料供给量，使发动机的转速始终保持在最低稳定转速以上，不致熄火。由于离合器的接合紧密程度逐渐增大，发动机经传动系传给驱动车轮的转矩便逐渐增加。到牵引力足以克服起步阻力时，汽车即从静止开始运动并逐步加速。因此，保证汽车平稳起步是离合器的首要功用。

离合器的另一功用是保证传动系换挡时工作平顺。在汽车行驶过程中，为了适应不断变化的行驶条件，传动系经常要换用不同的挡位工作。实现齿轮式变速器的换挡，一般是拨动齿轮或其它换挡机构，使原用挡位的某一齿轮副退出传动，再使另一挡位的齿轮副进入工作。在换挡前也必须踩下离合器踏板，中断动力传递，便于使原用挡位的啮合副脱开，同时有可能使新挡位啮合副的啮合部位的速度逐渐趋于相等（同步），这样，进入啮合时的冲击可以大为减轻。

另外，当汽车进行紧急制动时，若没有离合器，则发动机将因和传动系刚性相连而急剧降低转速，因而其中所有运动件将产生很大的惯性力矩（数值可能大大超过发动机正常工作时所发出的最大转矩），对传动系造成超过其承载能力的载