



高等职业教育“十三五”精品规划教材 >>>>

汽车制造类专业群

汽车构造与维修（下册）

主 编 王林超 冯增雷

副主编 王 霞 徐 刚 许 建



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等职业教育“十三五”精品规划教材（汽车制造类专业群）

汽车构造与维修 (下册)

主 编 王林超 冯增雷

副主编 王 霞 徐 刚 许 建



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

• 北京 •

内 容 提 要

本书系统地介绍了汽车各系统的作用、组成和原理,以及各零部件和总成的构造、检测方法与维修技术要求等内容。本套教材共两册,上册介绍了发动机基本知识、曲柄连杆机构构造与维修、配气机构构造与维修、汽油机燃料供给系构造与维修、柴油机燃料系构造与维修、发动机冷却系构造与维修、润滑系构造与维修、发动机进排气系统和排放控制装置构造与维修、发动机的装配与调试等内容;下册介绍了汽车传动系构造与维修、汽车行驶系构造与维修、汽车转向系构造与维修、汽车制动系构造与维修等内容。

本书主要供高等工科和高等职业院校汽车专业的师生作教材使用,也可供汽车维修与检测技术人员使用和参考,还可以作为各类汽车维修培训班的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造与维修. 下册 / 王林超, 冯增雷主编. --
北京: 中国水利水电出版社, 2016. 8
高等职业教育“十三五”精品规划教材. 汽车制造类专业群
ISBN 978-7-5170-4537-3

I. ①汽… II. ①王… ②冯… III. ①汽车—构造—
高等职业教育—教材②汽车—车辆修理—高等职业教育—
教材 IV. ①U463②U472.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第161743号

策划编辑: 祝智敏 责任编辑: 陈洁 加工编辑: 封裕 封面设计: 梁燕

书 名	高等职业教育“十三五”精品规划教材(汽车制造类专业群) 汽车构造与维修(下册)
作 者	主 编 王林超 冯增雷 副主编 王霞 徐刚 许建
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658(营销中心)、82562819(万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×240mm 16开本 22.5印张 500千字
版 次	2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

高等职业教育“十三五”精品规划教材（汽车制造类专业群）

丛书编委会

主 任 于明进

副主任 祝智敏

委 员 （按姓氏笔画）

刁立福 王 磊 王林超 王国林

王宝安 叶 芳 田秋荣 冉广仁

白秀秀 刘家琛 刘照军 孙 菲

李清民 吴芷红 何全民 张玉斌

张玉斌 陈 聪 郑 磊 赵长利

赵培全 郭荣春 曾 鑫 颜 宇

潘 毅

I

前言

本书是为适应我国高等职业教育发展的需要，强化职业能力的培养，推行一体化教学而编写的，是将汽车的构造、原理、调整使用与维修等内容整合而成的一体化教材，很好地突出了理论适度够用、强化实践技能培养的高职特点，而且特别符合高职教学规律。

针对汽车技术发展的情况和职业教育的特点，在本书的编写过程中，编者认真总结了多年来汽车维修专业教学经验，吸取了先进的教学模式和方法，对教材内容做了改进：以汽车维修、装配企业关键技术操作岗位的核心能力要求为主，确定专业知识和能力培养目标，使学生的实际操作能力达到中、高级技术工人水平；采用“项目引领、任务驱动”的编写形式，适合理实一体化的教学模式；每个项目都有明确的【项目导读】【任务描述】【相关知识】【案例】【任务实施】【知识拓展】【项目小结】【练一练】等环节，贴近实际，有利于激发学生的学习兴趣；在内容的选择上，车型以典型丰田、大众车系为主，辅以载货车、客车、SUV 等车系的特点，注重教学内容的除旧更新，满足汽车后市场职业岗位对人才的知识与能力要求，力求与相应的职业资格标准衔接；突出学生动手能力的培养和训练，加深学生对汽车结构、原理和维修等知识的理解。

本书为汽车运用与维修系列教材之一，共 13 个项目，34 个任务，分上、下两册，上册介绍发动机基本知识、曲柄连杆机构构造与维修、配气机构构造与维修、汽油机燃料供给系构造与维修、柴油机燃料系构造与维修、发动机冷却系构造与维修、发动机润滑系构造与维修、发动机进排气系统和排放控制装置构造与维修、发动机的装配与调试等内容；下册介绍汽车传动系构造与维修、汽车行驶系构造与维修、汽车转向系构造与维修、汽车制动系构造与维修等内容。

本书上册由王林超、王霞担任主编，冯增雷、徐刚、许建担任副主编；本书下册由王林超、冯增雷担任主编，王霞、徐刚、许建担任副主编。编写组成员（分工）包括：山东交通学院王林超（绪论、项目 4、项目 10）、山东凯文科技职业学院王霞（项目 1、2、3）、山东交通

学院职业技能鉴定所徐刚（项目 5、6、11）、山东凯文科技职业学院冯增雷（项目 8、13）、济南华飞汽车服务有限公司许建（项目 9、12），山东润通汽车销售公司马志庆（项目 7）。另外陈继玲、王晓哲、王万毅等也参与了本书的部分编写工作。

本书在编写过程中，得到了许多相关企业单位、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。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请同行专家和广大读者批评指正。

编 者

2016 年 6 月

II

目 录

前言

项目 10 汽车传动系构造与维修	1	项目 12 汽车转向系构造与维修	239
任务 1 汽车传动系构造与布置形式	1	任务 1 机械式转向系构造与维修	239
任务 2 离合器构造与维修	7	任务 2 液压式动力转向系构造与维修	249
任务 3 手动变速器构造与维修	28	项目 13 汽车制动系构造与维修	270
任务 4 自动变速器构造与维修	61	任务 1 鼓式制动器构造与维修	270
任务 5 万向传动装置构造与维修	111	任务 2 盘式制动器构造与维修	282
任务 6 驱动桥构造与维修	139	任务 3 驻车制动器构造与维修	295
项目 11 汽车行驶系构造与维修	162	任务 4 液压制动传动装置构造与维修	303
任务 1 车桥构造与维修	162	任务 5 气压制动传动装置构造与维修	314
任务 2 独立悬架构造与维修	180	任务 6 防滑控制系统构造与维修	329
任务 3 非独立悬架构造与维修	210	参考文献	351
任务 4 车轮与轮胎构造与维修	220		

汽车传动系构造与维修

【项目导读】

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。对于不同的汽车，其传动系的组成稍有不同：如载货汽车及部分轿车的传动系一般是由离合器、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，而前驱动的轿车，省去了传动轴，同时，主减速器和差速器、变速器安装在一起，使结构更为紧凑。而现在轿车中采用自动变速器的越来越多，其传动系包括自动变速器、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。

本项目主要是介绍传动系的结构、原理，让学生能够对汽车传动系进行拆装、检查、调整与维修。

任务1 汽车传动系构造与布置形式

【任务描述】

本任务是让学生通过学习、查阅资料和观摩，掌握汽车传动系的功用、类型和组成，掌握各种传动系的特点和适用车型。

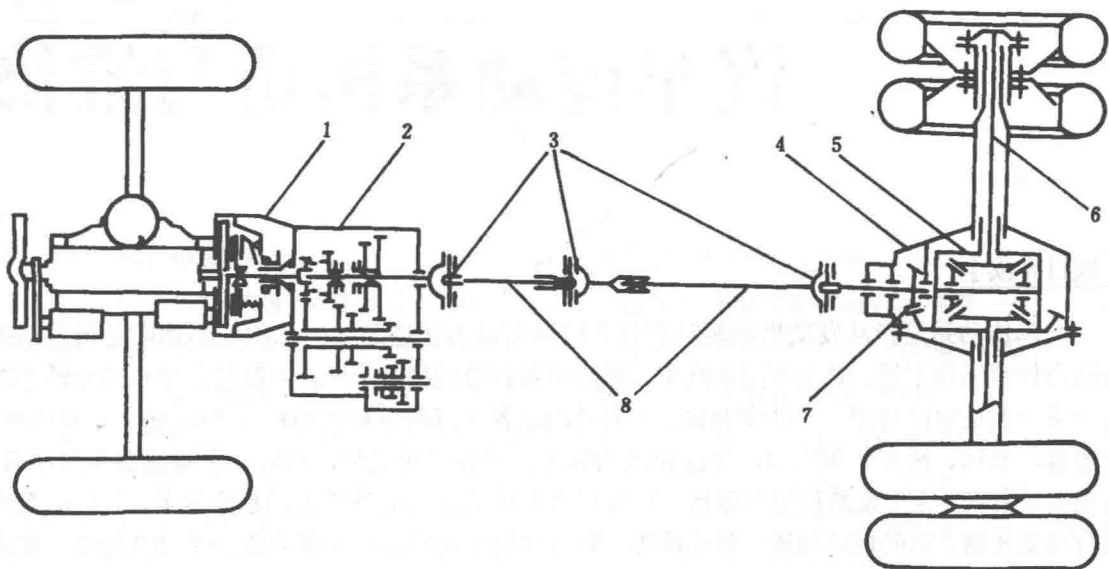
【相关知识】

一、汽车传动系的功用与组成

汽车传动系的功用是将发动机发出的动力传给驱动车轮，使路面对驱动车轮产生一个牵

引力，推动汽车行驶。

图 10-1 所示为普通汽车传动系的组成和布置示意图。发动机纵向布置在汽车的前部，后轮为驱动轮。发动机的转矩经传动系，即离合器 1、变速器 2、由传动轴 8 和万向节 3 组成的万向传动装置、安置在驱动桥 4 内的主减速器 7、差速器 5 和半轴 6，传给驱动轮。驱动轮得到的转矩便给地面一个向后的作用力，并因此而使地面对驱动轮产生一个向前的反作用力，这个反作用力称为驱动力或牵引力。当驱动力足以克服行驶阻力时，汽车才会起步和正常行驶。



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

图 10-1 普通汽车传动系的组成及布置形式示意图

传动系各组成的功用如下：

离合器的功用是使发动机与传动系平顺接合，把发动机的动力传给传动系，或者使两者分开，切断动力的传递。

变速器的功用是实现变速、变扭和变向。因为活塞式发动机转矩变化幅度小且有利转速变化范围窄，必须通过变速器的变扭作用，使车轮获得变化范围较大的牵引力，以适应汽车不同行驶阻力的需要。另外，由于活塞式发动机不能改变旋转方向，变速器则可在发动机旋转方向不变的情况下，改变输出轴的旋转方向，使汽车能够倒退行驶。此外，变速器还可以在发动机运转的情况下切断发动机向驱动轮的动力传递。

万向传动装置的功用是将变速器传出的动力传给主减速器。由于变速器与车架一般是刚性连接，而驱动桥是通过悬架与车架弹性连接的，使得主减速器与变速器之间的距离及二者轴线之间的夹角都经常发生变化。因而万向传动装置的长度是可以伸缩的，且装有能够适应传动夹角变化的万向节。

主减速器的功用是降低转速以增加转矩（保证汽车克服行驶阻力而正常行驶），并且通常要将传动系的旋转方向改变 90° ，把由传动轴传来的动力传给差速器。

差速器的功用是将主减速器传来的动力分配给左右半轴，并允许左右半轴以不同的转速旋转，使汽车既能直行，又能轻便地转弯。

半轴将动力由差速器传给驱动车轮，使驱动轮获得旋转动力。

液力机械式传动系与上述机械式传动系有较大的不同，其具体结构将在任务四中叙述、

二、汽车传动系的布置形式

机械式传动系的常见布置形式主要与发动机的位置及汽车的驱动形式有关。

汽车的驱动形式通常用汽车全部车轮数 $\times$ 驱动车轮数（其中车轮数按轮毂数计）来表示，如图 10-1 中共有四个车轮，其中两个后轮为驱动轮，则其驱动形式为 4×2 。若四个车轮都是驱动的，则表示为 4×4 。另外，也有用车桥数来表示的，即汽车全部车桥数 $\times$ 驱动桥数，如以上两例可表示为 2×1 和 2×2 。

1. 发动机前置、后轮驱动的传动系（FR）

图 10-1 所示的传动系为发动机前置、后轮驱动传动系的典型形式，是除越野汽车以外各种汽车中最为常见的一种布置形式，广泛应用在载货汽车上。另外，它的变形形式有中桥驱动的 6×2 三桥铰接式（客车），带负重轮的 6×2 （大客车）等。

典型车型：CA1091、EQ1090 等载货车，微型面包车，奔驰、宝马等高档轿车。

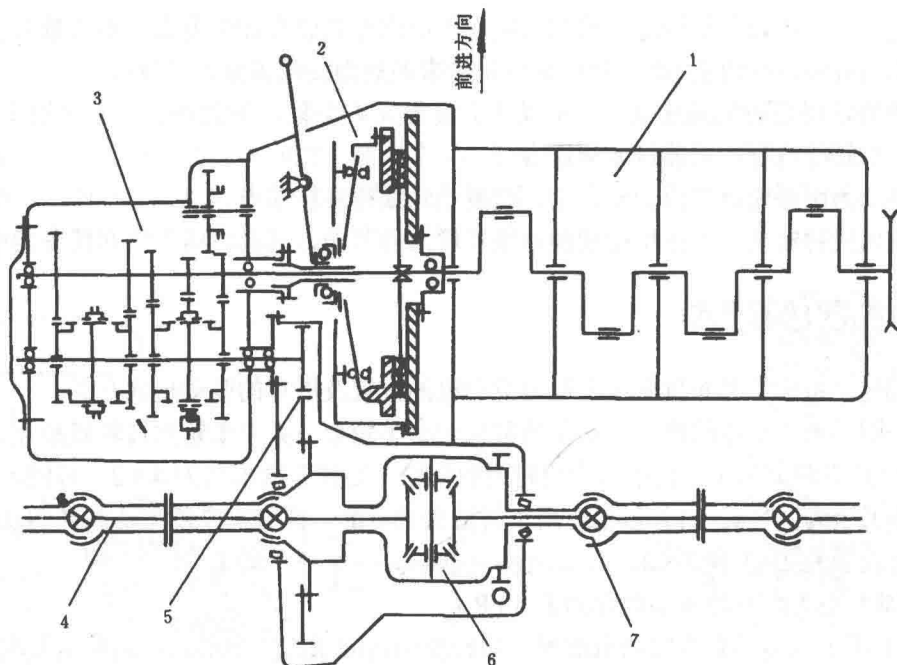
2. 发动机前置、前轮驱动的传动系（FF）

根据发动机布置方向的不同传动系分为发动机横置和纵置两种形式。

图 10-2 是一种发动机前横置、前轮驱动而且采用独立悬架的轿车传动示意图。发动机 1、离合器 2 和变速器 3 都布置在驱动桥（前桥）的前方，而且三者与主减速器 5、差速器 6 装配成一个十分紧凑的整体，固定在车架或车身支架上。这样，在变速器和驱动桥之间就可省去万向节和传动轴。由于变速器的轴线与驱动桥的轴线平行，主减速器可以采用结构和加工较简单的圆柱齿轮副。由于取消了纵贯前后的传动轴，车身底板高度可以降低，有助于提高高速行驶的稳定性。整个传动系集中在汽车的前部，因而其操纵机构比较简单。

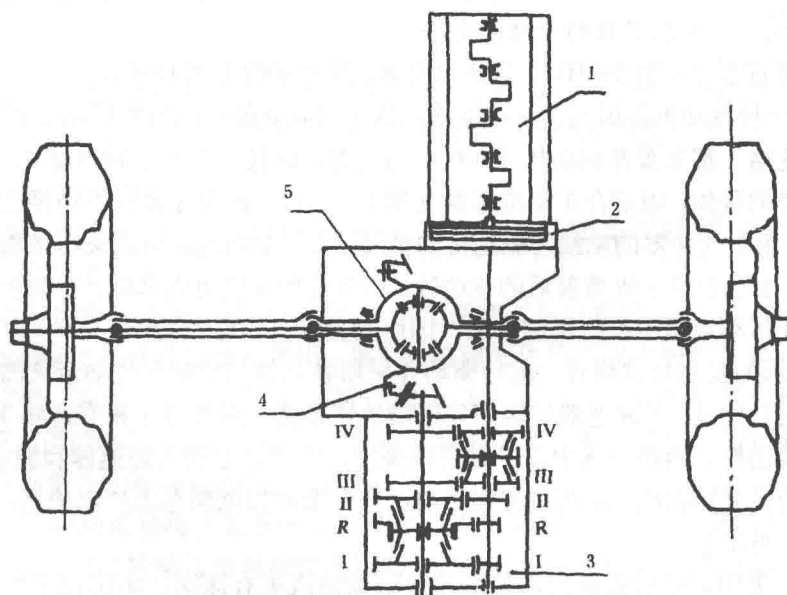
图 10-3 所示为发动机前纵置、前轮驱动并采用独立悬架的轿车传动示意图。与发动机横置传动系的不同之处是：主减速器齿轮和差速器齿轮布置在离合器 2 和变速器 3 之间，主减速器齿轮为螺旋锥齿轮。两种方案中，半轴两端采用万向节，分别与差速器和驱动车轮轴连接，前轮既是驱动轮又是转向轮。这两种方案目前已在微型和轻型轿车上广泛应用，在中、高级轿车上应用的也日见增多。

典型车型：采用发动机前横置前轮驱动传动系的汽车有捷达、丰田花冠等多数轿车，采用发动机前纵置前轮驱动传动系的汽车有桑塔纳等轿车。



1—发动机；2—离合器；3—变速器；4—半轴；5—主减速器；6—差速器；7—万向节

图 10-2 发动机前横置、前轮驱动的传动系示意图



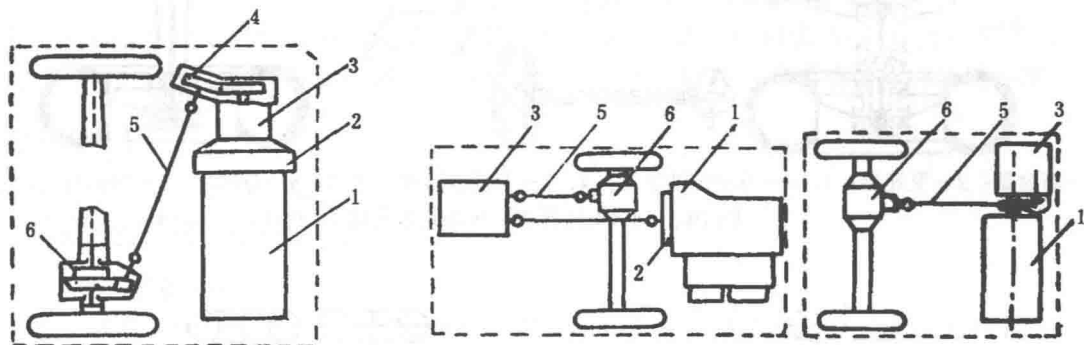
1—发动机；2—离合器；3—四挡变速器（1、2、3、4 挡有同步器）；4—主减速器；5—主减速器壳

图 10-3 发动机前纵置、前轮驱动的传动系示意图

3. 发动机后置、后轮驱动的传动系 (RR)

在一些大型客车上,从使整个汽车具有较理想的总体布置设计出发,汽车总质量应较合理地分配在前、后轴上,前轴不易过载,并应充分地利用车厢面积,可采用发动机横置在后驱动桥6之后,发动机动力经离合器2、变速器3、角传动装置4、万向传动装置5和后驱动桥6传到驱动轮上。为降低高度便于布置,常采用卧式发动机。

对于小客车来说,除上述原因之外,为使整个结构布置简化和紧凑,也有的采用了这种方案,如图10-4(b)、(c),其中图10-4(b)所示的变速器放在前部,使变速器操纵机构变得简化,前后轴的负荷分配也更合理。



(a) 大型客车

(b) 轿车

(c) 轿车

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—后驱动桥

图 10-4 发动机后置、后轮驱动的传动系示意图

采用发动机后置、后轮驱动方案的传动系的缺点是发动机散热条件差,且行车中的某些故障不易被驾驶员察觉。

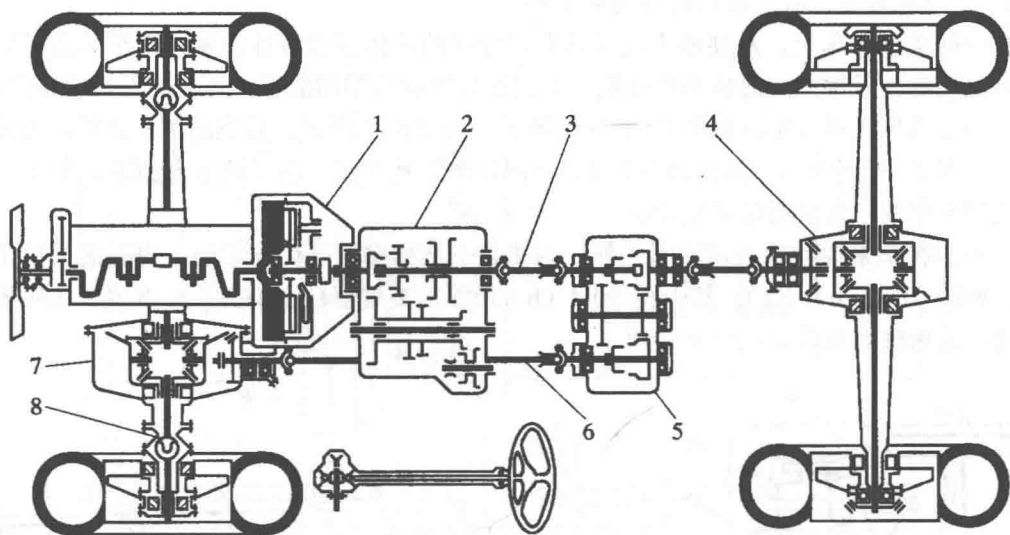
典型车型: 黄海 DD6112H4、厦门金龙、公交车等。

4. 越野汽车的传动系 (nWD)

越野汽车为了提高其在无路和坏路地区越野行驶的能力,都采用全轮驱动。另外,某些大型三轴自卸车和牵引车也采用全轮驱动。图10-5、图10-6为几种越野汽车传动系示意图。

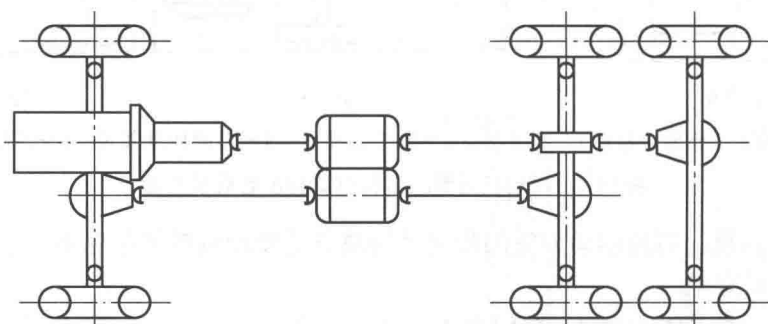
典型车型: BJ2020、切诺基等。

这类传动系的特点是:由于有多个驱动桥,所以变速器后面加了一个分动器5。其功用是把变速器输出的动力经几套万向传动装置分别传给所有的驱动桥,并可进一步降速增扭,以适应越野条件下阻力变化范围更大的需要;分动器和变速器虽然固定在车架上,但二者之间一般有一段距离。考虑到安装误差及车架变形的影响等,在二者之间也有一套万向传动装置3;由于前驱动桥同时又是转向桥,不能用整体式半轴,所以前驱动桥的两根半轴都由两段组成,中间一般用等角速万向节8连接。

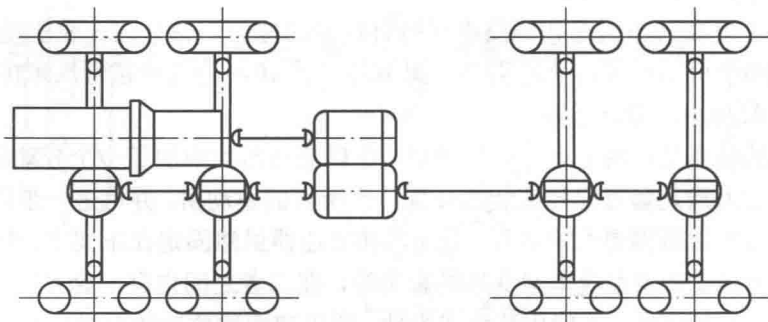


1—离合器；2—变速器；3、6—万向传动装置；4、7—主减速器和差速器；5—分动器；8—等角速万向节

图 10-5 4×4 越野汽车传动系示意图



(a) 6×6 越野汽车



(b) 8×8 贯通式驱动桥越野汽车

图 10-6 多桥驱动汽车传动系示意图

【任务实施】

观看普通载货汽车、轿车、大客车、越野车底盘传动系的结构,认识各总成,掌握各总成的作用,指出其传动系的布置形式,并能介绍其优缺点。

任务 2 离合器构造与维修

【任务描述】

离合器是传动系中重要的组成部分,安装在发动机与变速器之间,用来接通与切断动力。本任务是让学生学会离合器的组成及其工作原理;通过查阅资料和观摩,让学生学会离合器的结构、拆装、调整与维修方法;根据环保要求,妥善处理辅料、废弃液体和损坏的零部件。

【相关知识】

一、离合器的功用、种类及要求

1. 离合器的功用

离合器是汽车传动系的重要组成部分,安装在发动机与变速器之间,其功用如下:

- (1) 使发动机与传动系逐渐接合,保证汽车平稳起步。
- (2) 暂时切断发动机的动力传动,保证变速器换挡平顺。
- (3) 限制所传递的转矩,防止传动系过载。
- (4) 保证发动机的动力传给变速器。

手动变速器利用摩擦式离合器传输动力;自动变速器则利用液力变矩器传输动力。

2. 离合器的种类

汽车上应用的离合器主要有以下三种形式:

- (1) 摩擦式离合器。摩擦式离合器是指利用主、从动部分的摩擦作用来传递转矩的离合器,目前在汽车上被广泛采用。
- (2) 液力耦合器。液力耦合器是指利用液体作为传动介质的离合器,原来多用于自动变速器,目前在汽车上几乎不采用。
- (3) 电磁离合器。电磁离合器是指利用磁力传动的离合器,汽车空调应用的就是这种离合器。

摩擦离合器可以从不同的角度来分类,具体分类如下:

- (1) 按从动盘的数目。按从动盘的数目,摩擦离合器可以分为单片离合器和双片离合器。轻型汽车多采用单片离合器,双片离合器多用于重型车辆上。
- (2) 按压紧弹簧的形式。按压紧弹簧的形式,摩擦离合器可以分为周布弹簧离合器、中

央弹簧离合器和膜片弹簧离合器。周布弹簧离合器和中央弹簧离合器采用螺旋弹簧，弹簧分别沿压盘的圆周和中央布置；膜片弹簧离合器采用膜片弹簧，目前应用最广泛。

3. 对离合器的要求

根据离合器的功用，它应满足下列要求：

(1) 具有合适的储备能力，既能保证可靠地传递发动机的最大转矩，又能防止传动系过载。

(2) 接合时应平顺柔和，以保证汽车平稳起步，减少冲击。

(3) 分离时应迅速彻底，以保证变速器换挡平顺和发动机顺利起动。

(4) 具有良好的通风散热能力，防止离合器温度过高。

(5) 旋转部分的平衡性好，且从动部分的转动惯量小。

(6) 操纵轻便，以减轻驾驶员的疲劳。

二、离合器的基本结构和工作原理

1. 离合器的基本结构

离合器的基本结构如图 10-7 所示。根据各元件的动力传递和作用不同，离合器可分为主动部分、从动部分、压紧机构、分离机构和操纵机构。压紧机构（膜片弹簧）将从动盘压紧在飞轮端面上，发动机转矩靠飞轮与从动盘接触面之间的摩擦而传递到从动盘上，再经过从动轴等传给驱动轮。

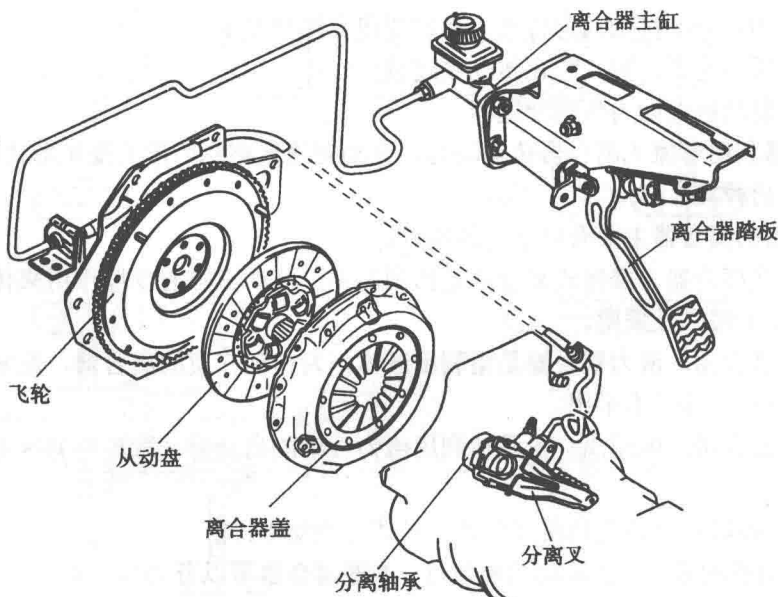


图 10-7 离合器的基本结构

2. 离合器的工作原理

离合器的工作原理如图 10-8 所示。从动盘通过花键和变速器主动轴相连，可以前后运动。在压紧弹簧的作用下，离合器处于接合状态。

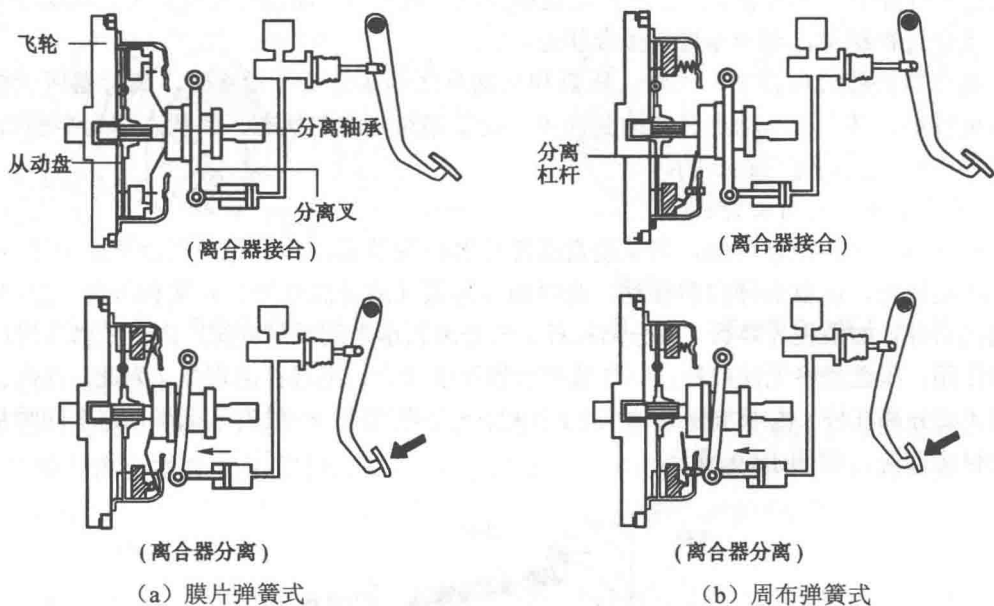


图 10-8 离合器工作原理

离合器除了在结构与尺寸上保证传递最大转矩外，设计时还应考虑到其在使用过程中因摩擦系数的下降、摩擦件磨损变薄和弹簧本身的疲劳致使弹力下降等因素的影响，其所能传递的最大转矩会下降，因此离合器所能传递的最大转矩 M_C 应适当高于发动机的最大转矩 M_{emax} ，其间的关系为：

$$M_C = ZP_Z \mu R_C = \beta M_{emax}$$

式中：Z——摩擦面数；

P_Z ——压盘对从动盘的总压紧力；

μ ——摩擦系数；

R_C ——从动盘的平均摩擦半径；

β ——后备系数。

轿车及轻型货车

$$\beta = 1.25 \sim 1.75$$

中型及重型货车

$$\beta = 1.60 \sim 2.25$$

带拖挂的重型货车及牵引车

$$\beta = 2.0 \sim 4.0$$

但后备系数也不宜过高，以便在紧急制动时，能通过滑转来防止传动系过载。

当驾驶员踩下离合器踏板，分离套筒和分离轴承在分离叉的推动下，推动从动盘克服压

紧弹簧的力而后移，使离合器处于分离状态，中断动力传动。

逐渐抬起离合器踏板，压盘在压紧弹簧的作用下前移逐渐压紧从动盘，此时从动盘与压盘、飞轮的接触面之间产生摩擦力矩并逐渐增大，动力由飞轮、压盘传给从动盘，经输出轴输出。在这一过程中，从动盘及输出轴转速逐渐提高，直至与主动部分相同，主、从动部分完全接合，接合过程结束，离合器处于接合状态。

在离合器的接合过程中，飞轮、压盘和从动盘之间接合还不紧密时，离合器所能传递的摩擦力矩较小，其主、从动部分未达到同步，处于相对打滑的状态，此状态称为半联动状态。这种状态在汽车启动时是必要的。

3. 离合器踏板的自由行程

由离合器的工作原理可知，当从动盘摩擦片磨损变薄后，为了保证离合器处于接合状态，传递发动机转矩，压盘必须向前移动。此时膜片弹簧（或分离杠杆）外端和压盘一起向前移，其内端向后移。如果膜片弹簧（或分离杠杆）与分离轴承之间没有间隙，由于机械式操纵机构的干涉作用，压盘最终无法前移，即导致离合器不能接合，出现打滑现象。为此，在离合器膜片弹簧（或分离杠杆）内端与分离轴承之间预留一定的间隙，一般为几毫米，这个间隙称为离合器的自由间隙，如图 10-9 所示。

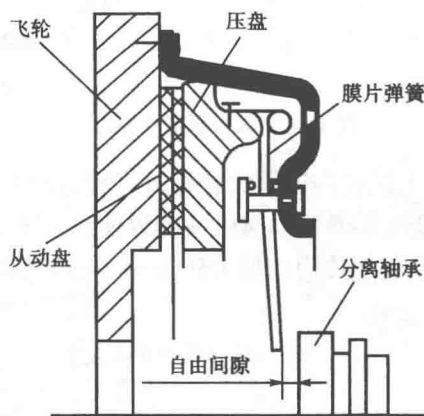


图 10-9 离合器自由间隙

离合器分离过程中，为消除离合器自由间隙和分离机构、操纵机构零件的弹性变形所需要踩下的踏板行程称为离合器踏板自由行程。

三、膜片弹簧式离合器

1. 结构

膜片弹簧式离合器以膜片弹簧取代螺旋弹簧及分离杠杆，构造简单，免除了调整分离杠杆高度的麻烦，且膜片弹簧弹性极佳，操作省力，故膜片弹簧离合器为目前使用最广的离合器。