

高等职业教育“十二五”规划教材
21世纪高等职业教育汽车类规划教材

QICHE DIPAN.....

汽车底盘

刘 军 李红梅 / 主 编
杨晓勇 / 副主编



高等职业教育“十二五”规划教材
21 世纪高等职业教育汽车类规划教材

汽车底盘

主 编 刘 军 李红梅
副主编 杨晓勇



内 容 提 要

本书介绍了汽车底盘各系统的构造、原理及故障诊断与维修方法,包括离合器、变速器和分动器、自动变速器、万向传动装置、驱动桥、行驶系统、车架、车桥和车轮、悬架、转向系统、制动系统等,对各系统、零部件总成的结构组成、工作原理、安全事项、故障诊断与检修都做了透彻的阐述。本书的主要特点是以各种图、表说明问题,在内容层次上注重循序渐进和由表及里,并在编写上注重理论与实践一体化教学的需要,充分体现新技术、新材料、新工艺和新设备的应用;理论部分以“必需、够用”为度,不仅强调自身理论体系,并结合实际维修案例分析,突出方法、技术的运用及职业技能的训练。

本书可作为高职高专院校汽车运用与维修专业领域的教学用书,也可以作为各类汽车维修职业培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘/刘军,李红梅主编. —天津:天津大学出版社,2013. 1

高等职业教育“十二五”规划教材 21 世纪高等职业教育汽车类规划教材

ISBN 978-7-5618-4612-4

I. ①汽… II. ①刘… ②李… III. ①汽车—底盘—高等职业教育—教材 IV. ①U463. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 027625 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647

网 址 publish. tju. edu. cn

印 刷 天津泰宇印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm × 260mm

印 张 16

字 数 399 千

版 次 2013 年 3 月第 1 版

印 次 2013 年 3 月第 1 次

定 价 39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

随着汽车工业快速发展,现代汽车的各项性能正在逐渐完善,甚至趋于完美。但是汽车在复杂的工况和恶劣的运行环境中始终会产生不可避免的问题——故障。随着我国经济快速发展和汽车市场不断扩大,汽车保有量持续增加,随之对汽车售后维修人员的需求也越来越大。这个需求不仅来自于对维修人员的数量,对维修人员的技术水平也提出更高的要求。

《汽车底盘》以底盘构造为主线,仔细、全面地介绍了汽车构造的知识,主要内容包括汽车传动系统概述、离合器、变速器和分动器、自动变速器、万向传动装置、驱动桥、行驶系统、车架、车桥和车轮、悬架、转向系统、制动系统等。编者在编写过程中还走访了大量的汽车综合维修厂,收集了大量的现实案例,得到了行业内众多专家的支持和指导,还有针对性地编写了《汽车底盘实训实习指导与维修案例分析》一书。不仅涉及汽车维修人员必须掌握的汽车底盘构造知识,读者在熟悉底盘结构原理的同时,更能了解其维修技巧。

本套书分为《汽车底盘》和《汽车底盘实训实习指导与维修案例分析》两册,采用理论与实践相结合的编写模式,在介绍理论知识的基础上,大量介绍了汽车维修的实战知识,层层递进,深入浅出。

本书由刘军、李红梅任主编,杨晓勇任副主编。由于编写时间仓促,书中纰漏之处在所难免,希望读者朋友多提意见。

编者

2013 年 1 月

目 录

第1章 汽车传动系统概述	(1)
1.1 汽车传动系统的组成和功用	(1)
1.2 汽车传动系统的布置方案	(2)
1.3 汽车传动系统的类型	(6)
第2章 离合器	(7)
2.1 离合器与摩擦离合器	(7)
2.2 膜片弹簧离合器	(8)
2.3 螺旋弹簧离合器	(11)
2.4 离合器压盘的传力方式和离合器的通风散热	(15)
2.5 从动盘和扭转减振器	(16)
2.6 离合器操纵机构	(19)
第3章 变速器和分动器	(24)
3.1 变速器的功用、组成与类型	(24)
3.2 变速器的变速传动机构	(24)
3.3 同步器	(33)
3.4 变速器操纵机构	(34)
3.5 分动器	(39)
第4章 自动变速器	(41)
4.1 概述	(41)
4.2 液力耦合器与液力变矩器	(42)
4.3 液力机械变速器	(48)
4.4 自动变速器的操纵机构	(52)
4.5 金属带式无级自动变速器	(60)
第5章 万向传动装置	(66)
5.1 概述	(66)
5.2 万向节	(67)
5.3 传动轴的组成和中间支承	(73)
第6章 驱动桥	(77)
6.1 驱动桥的组成、功用及结构类型	(77)
6.2 主减速器	(79)
6.3 普通圆锥齿轮差速器	(85)
6.4 防滑差速器	(87)
6.5 变速驱动桥	(91)

6.6 驱动车轮的传动装置与桥壳	(92)
第7章 行驶系统	(97)
7.1 行驶系统的功用	(97)
7.2 行驶系统的组成和类型	(97)
第8章 车架	(99)
8.1 车架的功用和类型	(99)
8.2 边梁式车架	(100)
8.3 中梁式车架	(101)
8.4 综合式车架	(103)
8.5 其他类型车架	(103)
8.6 承载式车身	(104)
第9章 车桥和车轮	(106)
9.1 车桥	(106)
9.2 车轮与轮胎	(114)
第10章 悬架	(124)
10.1 概述	(124)
10.2 弹性元件	(125)
10.3 减振器	(131)
10.4 非独立悬架	(134)
10.5 独立悬架	(137)
10.6 多轴汽车的平衡悬架	(146)
10.7 主动悬架与半主动悬架	(148)
第11章 转向系统	(151)
11.1 概述	(151)
11.2 转向操纵机构	(156)
11.3 转向器	(159)
11.4 转向传动机构	(163)
11.5 动力转向系统	(167)
11.6 电动助力转向系统	(174)
第12章 制动系统	(178)
12.1 概述	(178)
12.2 制动器	(180)
12.3 人力制动系统	(195)
12.4 伺服制动系统	(199)
12.5 助力制动系统	(201)
12.6 制动力调节装置	(214)
12.7 汽车防滑控制系统	(218)

课后习题	(231)
一、汽车传动系统	(231)
二、汽车行驶系统	(235)
三、汽车转向系统	(239)
四、汽车制动系统	(242)
参考文献	(248)

第 1 章 汽车传动系统概述

1.1 汽车传动系统的组成和功用

1.1.1 传动系统的组成

机械式传动系统主要由离合器、变速器、万向传动装置和驱动桥组成,如图 1-1 所示。其中万向传动装置由万向节和传动轴组成,驱动桥由主减速器和差速器组成。

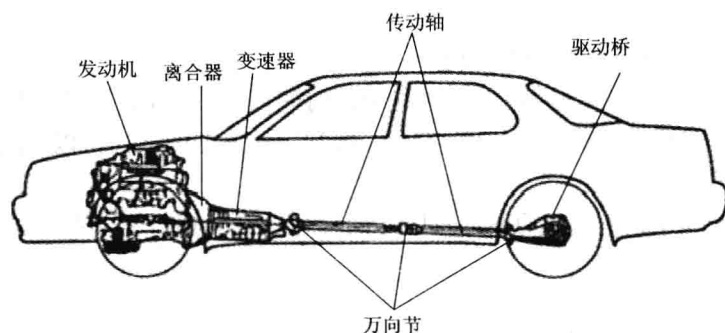


图 1-1 机械式传动系统的组成及布置示意图

液力机械式传动系统主要由液力变矩器、自动变速器、万向传动装置和驱动桥组成,如图 1-2 所示。

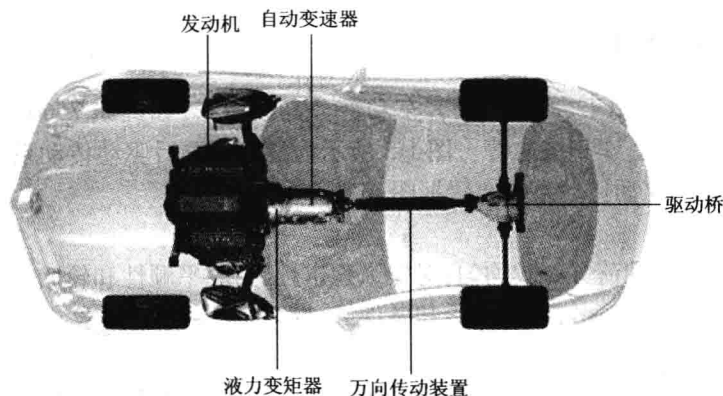


图 1-2 液力机械式传动系统的组成及布置示意图

1.1.2 传动系统的功用

1. 减速增矩

发动机输出的动力具有转速高、转矩小的特点,无法满足汽车行驶的基本需要。通过传动系统的主减速器,可以达到减速增矩的目的,即传给驱动轮的动力比发动机输出的动力转速低、转矩大。

2. 变速变矩

发动机的最佳工作转速范围很小,但汽车行驶的速度和需要克服的阻力却在很大范围内变化。通过传动系统的变速器,可以在发动机工作范围变化不大的情况下,满足汽车行驶速度变化大和克服各种行驶阻力的需要。

3. 实现倒车

发动机不能反转,但汽车除了前进外,还要倒车。在变速器中设置倒挡,汽车就可以实现倒车。

4. 必要时中断传动系统的动力传递

在启动发动机、行驶过程中换挡、行驶途中短时间停车(如等候交通信号灯)、汽车低速滑行等情况下,都需要中断传动系统的动力传递,利用变速器的空挡可以中断动力传递。

5. 实现差速

在汽车转向等情况下,需要两驱动轮以不同转速转动。通过驱动桥中的差速器可以实现差速功能。

1.2 汽车传动系统的布置方案

汽车传动系统的布置可分为五类:发动机前置后轮驱动(简称前置后驱动,FR)、发动机前置前轮驱动(简称前置前驱动,FF)、发动机中置后轮驱动(简称中置后驱动,MR)、发动机后置后驱动(简称后置后驱动,KK)、四轮驱动(又称全轮驱动,4WD)。

1.2.1 前置后驱动(FR)

此种布置方案主要用于货车、部分客车和部分高级轿车,如红旗 7560、广州标志、伏尔加、日产公爵、丰田皇冠、丰田凌志等。图 1-3 所示为货车前置后驱动传动系统布置示意图,图 1-4 所示为前置后驱动传动系统布置框图。

1. 优点

维修发动机方便,轴荷分配较均匀;对操纵稳定性、行驶平顺性和轮胎寿命比较有利;操纵机构简单,行李箱内较宽敞,发动机冷却条件好。

2. 缺点

需要较长的传动轴,增加整车质量,影响传动系统的效率、踏板的布置和乘坐舒适性。

1.2.2 前置前驱动(FF)

此种布置方案主要用于微型和中型轿车(广泛应用)、中高级和高级轿车(应用日渐增多)。汽车整体十分紧凑,前轮为驱动轮,在变速器和驱动桥之间省去了万向节和传动轴,

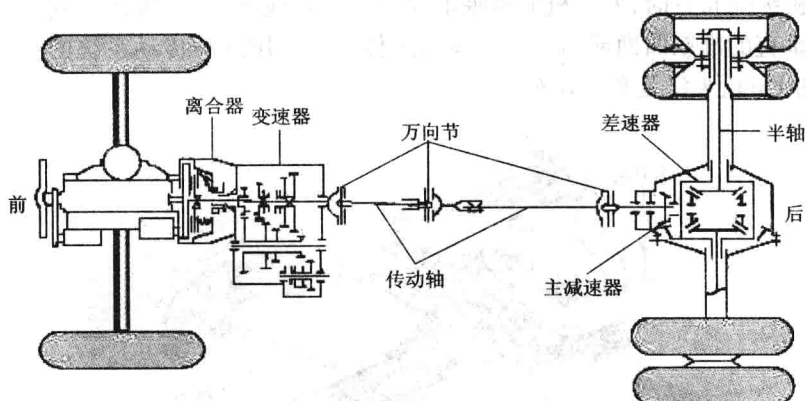


图 1-3 货车前置后驱动传动系统布置示意图

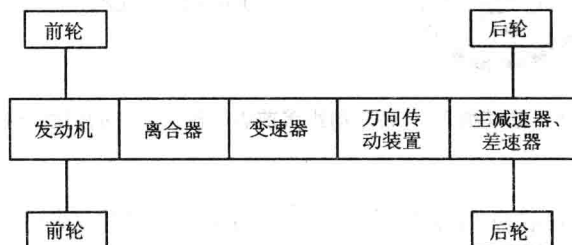


图 1-4 前置后驱动传动系统布置框图

发动机可以横置,也可以纵置。图 1-5 所示为轿车前置前驱动传动系统布置示意图。

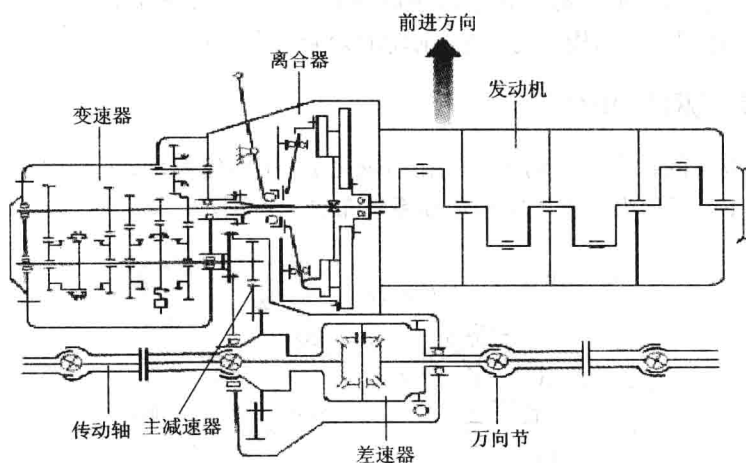


图 1-5 轿车前置前驱动传动系统布置示意图

在发动机横向布置时,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斜齿轮副传动。采用这种传动系统的有福特探索者、丰田卡雷娜、丰田赛利卡、丰田佳美、日产千里马、本田雅阁等轿车。

在发动机纵向布置时,发动机的曲轴轴线与车身轴线平行,主减速器则大多采用主、从动齿轮轴线垂直的准双曲面或曲线圆锥齿轮副传动。采用这种传动系统的有一汽奥迪、上海桑塔纳(图 1-6)、天津夏利等轿车。

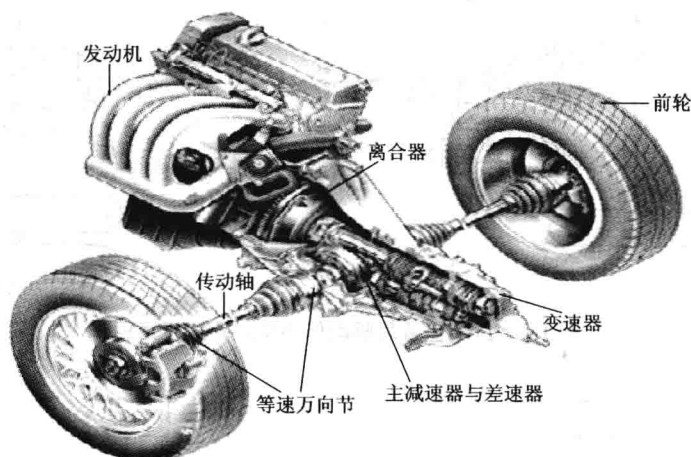


图 1-6 桑塔纳 2000 轿车前纵置前驱动传动系统的组成及布置

1. 优点

结构十分紧凑,车身底盘高度降低,有助于提高汽车的乘坐舒适性和高速行驶的稳定性;操纵简便,发动机散热条件好。

2. 缺点

坡道行驶性能差,如上坡时重量后移,前驱动轮的附着重量减小,易打滑,下坡时重量前移,前轮负荷过重,制动不当易引起车辆颠覆(故货车不用);前轮既是驱动轮又是转向轮,需要使用等速万向节,使结构较为复杂;前轮的轮胎寿命较短。

1.2.3 后置后驱动(RR)

此种布置方案的特点是发动机布置在后轴之后,用后轮驱动,主要用于大、中型客车和少数跑车。图 1-7 所示为后置后驱动传动系统布置示意图。

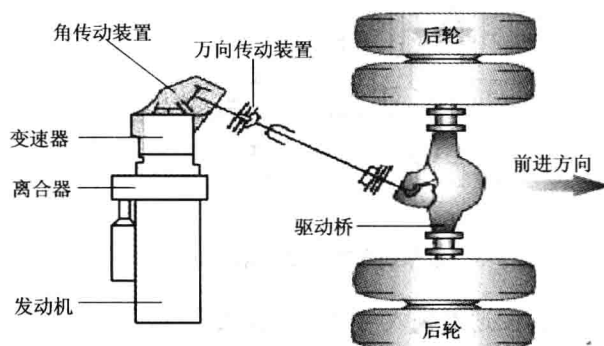


图 1-7 后置后驱动传动系统布置示意图

1. 优点

前、后轴荷载分配合理,车内噪声低,空间利用率高,行李箱体积大。

2. 缺点

发动机冷却条件差,发动机和离合器、变速器的操纵机构都较复杂且维修调整不便。

1.2.4 中置后驱动(MR)

此种布置方案的特点是发动机布置在前后轴之间,用后轮驱动,主要用于跑车和少数大、中型客车。图1-8所示为中置后驱动传动系统布置示意图。

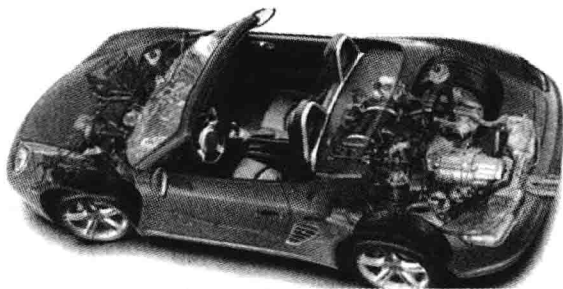


图 1-8 中置后驱动传动系统布置示意图

将发动机布置在驾驶室后面、汽车的中部,由后轮驱动,有利于实现前、后轴较为理想的轴荷分配。客车采用这种布置方案时,能达到车厢有效面积的最高利用。

1.2.5 全轮驱动(4WD)

此种布置方案的特点是传动系统增加了分动器,动力可以同时传给前后轮,充分利用所有车轮与地面之间的附着条件,以获得尽可能大的驱动力,提高其通用性,主要用于越野车及重型货车。图1-9所示为发动机前置全轮驱动传动系统布置示意图。

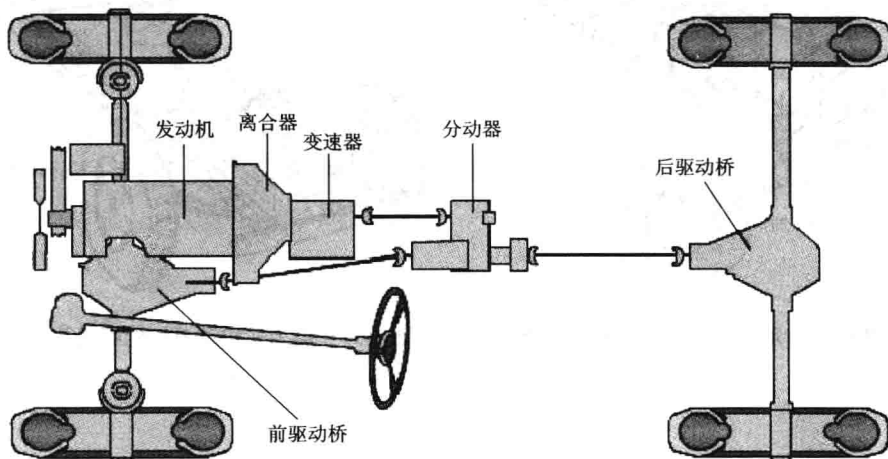


图 1-9 发动机前置全轮驱动传动系统布置示意图

1.3 汽车传动系统的类型

根据汽车传动系统中传动元件的特征,汽车传动系统可分为机械式、液力式和电力式等。

1. 机械式传动系统

其组成及布置如图 1-1 所示,发动机发出的动力经离合器、变速器、方向传动装置传到驱动桥,又经主减速器、差速器和半轴等到达驱动车轮。

2. 液力式传动系统

液力式传动系统可分为液力机械式和静液式。

液力机械式传动系统的特点是组合运用液力传动和机械传动。其中液力传动是指利用液力变矩器传动,机械传动是指利用自动变速器、万向传动装置和驱动桥传动。其组成和布置如图 1-2 所示。

静液式传动系统的特点是通过液体传动介质静压力能的变化传递动力,利用发动机带动油泵产生静压力,通过控制装置控制液压马达转速,用一个液压马达带动驱动桥或用两个液压马达直接驱动两个驱动轮。静液式传动系统的主要缺点是机械效率低、造价高、使用寿命短、可靠性差等,故还没有得到广泛应用。其组成和布置如图 1-10 所示。

3. 电力式传动系统

电力式传动系统是一种无级传动装置,由汽车发动机带动发电机发电,将发出的电能送到电动机,再由电动机驱动驱动桥或驱动带有减速器的驱动轮。其组成和布置如图 1-11 所示。

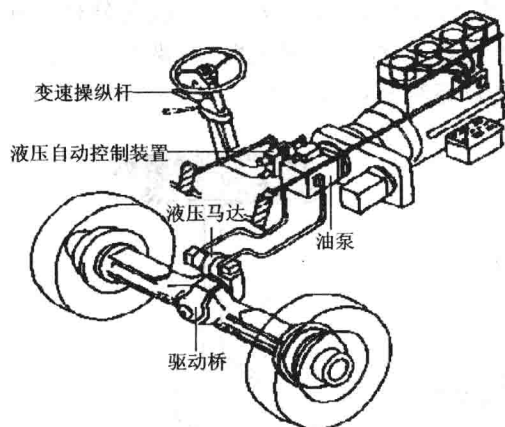


图 1-10 静液式传动系统的组成及布置示意图

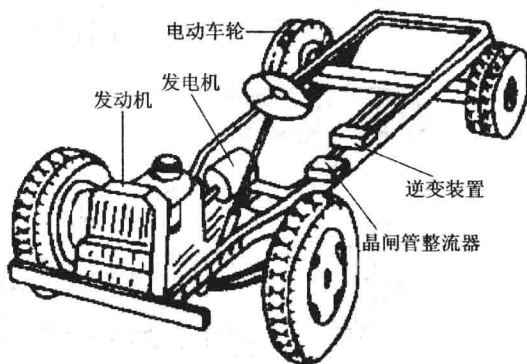


图 1-11 电力式传动系统的组成及布置示意图

第2章 离合器

2.1 离合器与摩擦离合器

2.1.1 离合器

离合器的功用体现在以下几方面：

- (1) 平顺接合动力, 保证汽车平稳起步;
- (2) 临时切断动力, 保证换挡时工作平顺;
- (3) 防止传动系统过载。

离合器有以下传递动力的方式：

- (1) 摩擦作用——摩擦离合器;
- (2) 液体传动——液力耦合器;
- (3) 磁力传动——电磁离合器。

汽车上使用最多的是摩擦离合器。

2.1.2 摩擦离合器

1. 摩擦离合器的工作原理

摩擦离合器依靠摩擦原理传递发动机动力。当从动盘与飞轮之间有间隙时, 飞轮不能带动从动盘旋转, 离合器处于分离状态; 当压紧力将从动盘压向飞轮后, 飞轮表面对从动盘表面的摩擦力带动从动盘旋转, 离合器处于接合状态, 如图 2-1 所示。

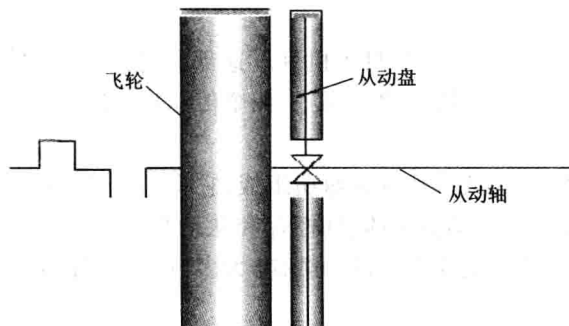


图 2-1 离合器的工作原理示意图

2. 对摩擦离合器的基本性能要求

(1) 具有合适的转矩储备能力。在保证能传递发动机输出的最大转矩而不打滑的同时, 又能防止传动系统过载。

(2)分离迅速彻底,接合平顺柔和。踩下离合器踏板后,主、从动部分应迅速彻底地分离,便于发动机启动和变速器换挡平顺。离合器由分离状态进入接合状态,应使传递的转矩平稳地增加,保证汽车平稳起步,以免汽车起步时过猛或抖动。

(3)离合器从动部分的转动惯量要尽可能小。离合器分离后,从动部分仍与变速器相连,若转动惯量小,将使变速器啮合齿轮副转速迅速下降,便于换挡平顺,以减轻换挡时齿轮的冲击。

(4)具有良好的散热能力。离合器靠摩擦传递动力,因而滑转将产生大量的热量,应及时散热,保证离合器工作可靠。

(5)操纵轻便。在汽车行驶过程中,驾驶员操纵离合器的次数很多,操纵轻便可以减轻驾驶员的疲劳程度。

3. 摩擦离合器的类型

1) 按从动盘的数目分类

(1)单盘式离合器:只有一个从动盘。

(2)双盘式离合器:有两个从动盘,摩擦面数目多,可传递的转矩较大。

2) 按压紧弹簧的结构形式分类

(1)螺旋弹簧离合器:压紧弹簧是常见的螺旋弹簧。

(2)膜片弹簧离合器:压紧弹簧是膜片弹簧。

2.2 膜片弹簧离合器

2.2.1 膜片弹簧离合器的构造和工作原理

1. 膜片弹簧离合器的构造

采用膜片弹簧作为压紧弹簧的离合器称为膜片弹簧离合器。它由主动部分、从动部分、压紧机构和操纵机构四部分组成,如图 2-2 所示。

1) 主动部分

主动部分包括飞轮、离合器盖、压盘等机件。这部分与发动机曲轴连在一起,离合器盖与飞轮靠螺栓连接,压盘与离合器盖之间靠三、四个传动片传递转矩。

2) 从动部分

从动部分是由单片、双片或多片从动盘所组成,它将主动部分通过摩擦传来的动力传给变速器的输入轴。从动盘由从动盘本体、摩擦片和从动盘毂三个基本部分组成。为了避免转动方向的共振、缓和传动系统受到的冲击载荷,大多数汽车都在离合器的从动盘上附装有扭转减振器。

为了使汽车能平稳起步,离合器应能柔和接合,这就需要从动盘在轴向具有一定弹性。为此,往往在从动盘本体圆周部分沿径向和周向切槽,再将分割形成的扇形部分沿周向翘曲成波浪形,两侧的两片摩擦片分别与其对应的凸起部分相铆接,这样从动盘被压缩时,压紧力随翘曲的扇形部分被压平而逐渐增大,从而达到接合柔和的效果。

离合器接合时,发动机发出的转矩经飞轮和压盘传给从动盘两侧的摩擦片,带动从动盘本体和与从动盘本体铆接在一起的减振器盘转动。从动盘本体和减振器盘又通过六个减振

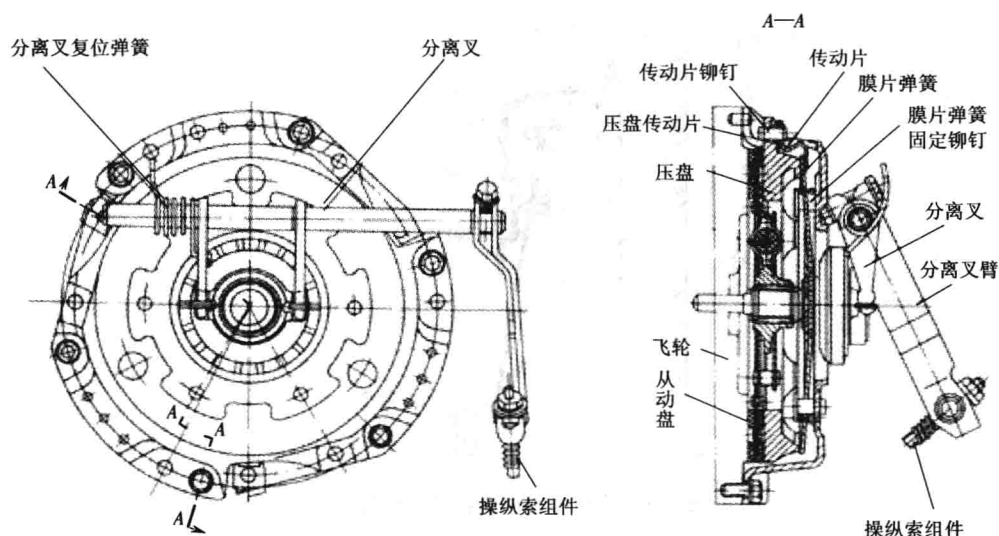


图 2-2 膜片弹簧离合器组成

器弹簧把转矩传给从动盘毂。因为有弹性环节的作用,所以传动系统受到的转动冲击可以在此得到缓和。传动系统中的扭转振动会使从动盘毂相对于从动盘本体和减振器盘来回转动,夹在它们之间的阻尼片靠摩擦消耗扭转振动的能量,将扭转振动衰减下来。

3) 压紧机构

压紧机构主要由螺旋弹簧或膜片弹簧组成,与主动部分一起旋转。它以离合器盖为依托,将压盘压向飞轮,从而将处于飞轮和盘压间的从动盘压紧。螺旋弹簧分为沿周向布置和在中央布置两种。将一个圆柱形或圆锥形弹簧布置在中央的离合器称为中央弹簧离合器。

4) 操纵机构

操纵机构是为驾驶员控制离合器分离与接合程度专设的一套机构,它是由位于离合器壳内的分离杠杆(在膜片弹簧离合器中,膜片弹簧兼起分离杠杆的作用)、分离轴承、分离套筒、分离叉、回位弹簧等机件组成的分离机构和位于离合器壳外的离合器踏板及传动机构、助力机构等组成。

2. 膜片弹簧离合器的工作原理

膜片弹簧是近年来广泛采用的离合器压紧元件。膜片弹簧为碟形,其上开有若干个径向开口,形成若干个弹性杠杆。弹簧中部两侧有钢丝支承圈,用铆钉将其安装在离合器盖上。在离合器盖未固定到飞轮上时,膜片弹簧处于自由状态,离合器盖与飞轮接合面间有一定距离 L 。用螺栓将离合器盖固定到飞轮上时,离合器盖通过后钢丝支承圈把膜片弹簧中部向前移动一段距离。由于膜片弹簧外端位置没有变化,所以膜片弹簧被压缩变形。膜片弹簧外缘通过离合器压盘把从动盘压靠在飞轮后端面上,这时离合器为接合状态。在分离离合器时,分离轴承前移,膜片弹簧将以前钢丝支承圈为支点,其外缘向后移动,在分离钩的作用下,压盘离开从动盘后移,离合器就变为分离状态。其工作原理如图 2-3 所示。

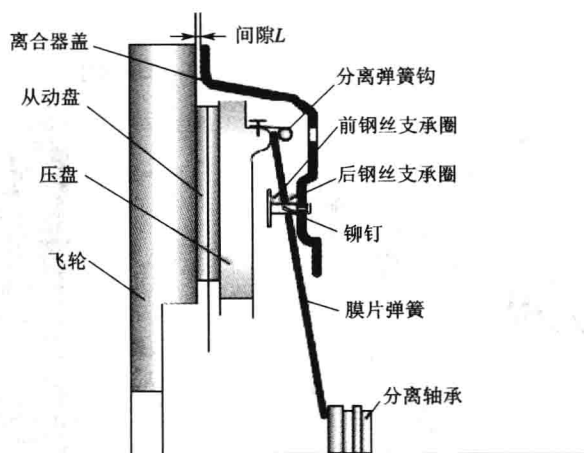


图 2-3 膜片弹簧离合器的工作原理

2.2.2 膜片弹簧离合器的优缺点

图 2-4 所示为膜片弹簧和螺旋弹簧的弹性特性曲线,横轴表示压缩变形量,纵轴表示弹簧作用力。螺旋弹簧的作用力与其压缩变形量成正比关系(曲线 2 所示),膜片弹簧的弹性特性如曲线 1 所示。设离合器新装好时,两种弹簧的压缩量都是 λ_b ,两种离合器接合的压紧力都是 F_b 。在分离离合器时,弹簧被进一步压缩变形,若最大变形量为 λ_c ,则螺旋弹簧的作用力将达到 F'_c ,而膜片弹簧的作用力只有 F_c ,这说明膜片弹簧离合器比螺旋弹簧离合器操纵起来要轻便。

当摩擦衬片磨损至极限时,弹簧的压缩量减小到 λ_a ,则螺旋弹簧的作用力减小到 F'_a ,而膜片弹簧的作用力还有 F_a ,与工作压紧力相差很小。这说明在摩擦衬片磨损后,膜片弹簧离合器比螺旋弹簧离合器能更可靠地传递转矩。

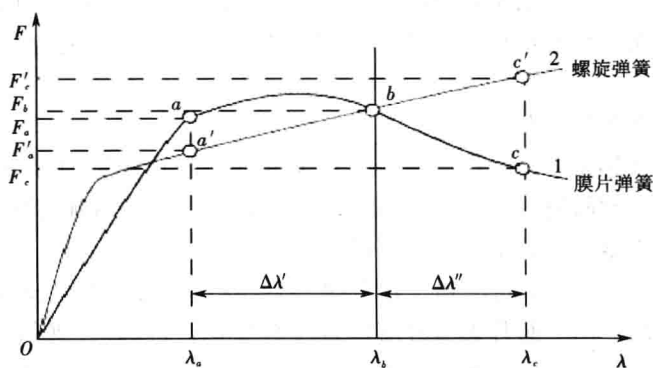


图 2-4 膜片弹簧和螺旋弹簧的弹性特性曲线

膜片弹簧离合器的特点可以从螺旋弹簧和膜片弹簧的弹性特性进行分析。螺旋弹簧具有线性特征,膜片弹簧具有非线性特征。