



“十四五”职业教育国家规划教材



“十三五”江苏省高等学校重点教材

汽车底盘机械系统检修

(第二版)

主编 李彦 任萍丽



彩色印刷

精品资源

移动终端

互动教学

双语特色

即扫即看



以书会友



教学相长



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘机械系统检修 / 李彦, 任萍丽主编. —2
版. —南京: 南京大学出版社, 2023.9
ISBN 978-7-305-26291-3

I. ①汽… II. ①李… ②任… III. ①汽车—底盘—
机械系统—车辆检修 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 219842 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
出 版 人 王文军
书 名 汽车底盘机械系统检修
主 编 李 彦 任萍丽
责任编辑 吴 华 编辑热线 025-83596997

照 排 南京开卷文化传媒有限公司
印 刷 南京凯德印刷有限公司
开 本 787 mm×1092 mm 1/16 印张 13.75 字数 335 千
版 次 2023 年 9 月第 2 版 2023 年 9 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-26291-3
定 价 79.80 元

网 址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
微信服务号: njuyuexue
销售咨询热线: (025)83594756



教师扫码可免费
获取教学资源

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

我国汽车产业快速发展,急需大量的高素质汽车技术技能应用型人才。汽车底盘机械系统检修是汽车类各专业的必修专业核心课程之一,对学生专业技能的发展非常重要,本书以《国家职业教育改革实施方案》为引领,推进职业教育的课程改革,从就业岗位的实际要求出发,参照国内外相关的职业资格标准,项目引领,以岗位工作任务为中心,充分考虑到职业技能的专项性和专业知识的系统性,突出实践能力培养,将汽车底盘的结构、理论与检修有机融合,以市场主流轿车为主,系统地介绍了现代汽车底盘的总体结构、工作原理与各总成部件的结构、工作原理以及相应的检修方法,突出了现代汽车底盘新技术、新标准和检修操作技能。

本书语言简洁,图文并茂,配套有微课视频,注重职业工作岗位需求,突出工学结合特色,强化了学生职业能力提升和综合素质培养;积极贯彻党的二十大精神,融入思政教育目标和内容,为党育人、为国育才,助推学生社会主义核心价值观的形成。为满足国际化人才培养要求,教材部分内容采用双语形式编写,较好地适应了汽车维修专业双语教学的需求,对提升教材的国际化水平进行了有益探索。

本书可作为高职高专、职教本科和普通高校汽车类专业教材,或作为双语教学试用教材,也可作为职工大学、成人教育等汽车工程、汽车运用类专业教材或维修培训及中专技校参考教材。本书第一版于2020年入选“十三五”职业教育国家规划教材,2023年入选“十四五”职业教育国家规划教材。

常州公路运输集团有限公司乔森担任本书主审,并在编写过程中提出很多修改建议,奇瑞汽车股份有限公司胡庄稳参与编写。此外,本书出版得到南京大学出版社、江苏理工学院等单位的大力支持与帮助,谨此致谢。

由于水平所限,加上汽车技术的快速发展和职业教育理念的不断更新,书中误漏之处在所难免,诚恳期望得到同行专家和广大读者的批评指正。

编 者
2023年8月

南京大学出版社

目 录

项目一 离合器检修	1
任务 1 离合器部件检修	1
任务 2 离合器操纵机构检修	10
项目二 手动变速器检修	17
任务 1 手动变速器传动机构检修	17
任务 2 同步器与操纵机构检修	34
项目三 万向传动装置检修	45
任务 1 万向节检修	45
任务 2 传动轴与中间支承检修	56
项目四 驱动桥检修	62
任务 1 主减速器检修	62
任务 2 差速器、半轴与桥壳检修	70
任务 3 四轮驱动系统检修	79
项目五 车轮与车桥检修	89
任务 1 车轮检修	89
任务 2 轮胎检修	98
任务 3 车桥检修与车轮定位	110
项目六 悬架检修	122
任务 1 减振器与弹性元件检修	122
任务 2 被动悬架检修	133



项目七 转向系统检修	149
任务 1 转向器检修	149
任务 2 转向传动机构与操纵机构检修	159
任务 3 动力转向系统检修	168
项目八 制动系统检修	182
任务 1 液压制动系统操纵机构检修	182
任务 2 车轮制动器检修	191
任务 3 驻车制动系统检修	207
附录 资源清单目录	213
参考文献	214

南京大学出版社



扫码可见
项目一视频

离合器检修

项目 目



项目导入

离合器是汽车机械传动系统中重要的部件,安装在发动机之后、变速器之前,其主要功能是传递动力、切断动力。目前手动挡汽车广泛采用的是摩擦式离合器,按照压紧弹簧的种类,主要分为周布弹簧和膜片弹簧离合器。离合器工作性能决定了发动机动力是否能够正常断开和传递给变速箱,离合器常见的故障有离合器打滑、分离不彻底、异响和起步时抖动等。

任务1 离合器部件检修



学习目标



1. 能够对离合器部件进行检查、装配与调整;
2. 能够对离合器部件进行修复;
3. 掌握摩擦离合器工作原理和结构;
4. 了解离合器分类和应用场合。



思政目标



1. 贯彻党的二十大精神,以立德树人为根本,培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人;
2. 自觉把小我融入大我,把国家的富强、民主、文明、和谐和社会的自由、平等、公正、法治等社会主义核心价值观内化为精神追求、外化为自觉行动。



一、离合器功用及分类

1. 离合器的功用

(1) 传递转矩 在汽车机械式传动系中,发动机转矩是利用离合器的摩擦力矩传递给驱动轮;

(2) 保证汽车平稳起步;

(3) 便于换挡 换挡时切断动力传递,进行换挡操作,以保证换挡操作过程的顺利进行,并减轻或消除换挡的冲击;

(4) 防止传动系过载 当传动系承受载荷超过离合器所能传递的最大转矩时,离合器自动打滑,从而起到过载保护作用;

(5) 减振作用 大多数离合器上还装有扭转减振器,能衰减发动机和传动系的扭转振动。

2. 对离合器的要求

(1) 具有合适的转矩储备能力,能可靠地传递发动机的最大转矩;

(2) 分离迅速彻底,接合平顺柔和,避免汽车发生抖动和冲击;

(3) 具有良好的散热能力,保证离合器可靠工作;

(4) 离合器从动部分的转动惯量要尽可能小,以减轻换挡时齿轮的冲击;

(5) 应具有吸收振动、冲击和减小噪声的能力;

(6) 操纵轻便,工作性能稳定。

3. 离合器的分类

配用机械变速器的汽车多采用摩擦式离合器。摩擦式离合器结构类型较多,且可有多种组合,分类见表 1-1 所示。

表 1-1 摩擦式离合器分类

Tab. 1-1 Classification of friction clutch

分类方法	分类	结构特点
按从动盘片数分	单片式	从动盘为单片
	多片式	从动盘为多片
按压紧弹簧的分布分	周布弹簧	压紧弹簧沿从动盘圆周分布
	中央弹簧	压紧弹簧安装在从动盘中央
按压紧弹簧的结构形式分	螺旋弹簧	压紧弹簧为螺旋弹簧
	膜片弹簧	压紧弹簧为膜片弹簧
按离合器是否浸在油中分	干式	离合器不与油接触
	湿式	离合器浸入油中



二、离合器基本结构和工作原理

1. 离合器的基本结构

如图 1-1 所示,摩擦式离合器由主动部分、从动部分、压紧装置、分离装置和操纵机构五大部分组成。离合器的主动部分包括飞轮 8、离合器盖 7 和压盘 2。离合器盖通过螺钉固定在飞轮后端面上,压盖通过弹性钢片或凸台与离合器盖相连,相对于离合器盖可轴向移动。曲轴旋转,发动机发出的动力就可经飞轮、离合器盖传给压盘,共同旋转。

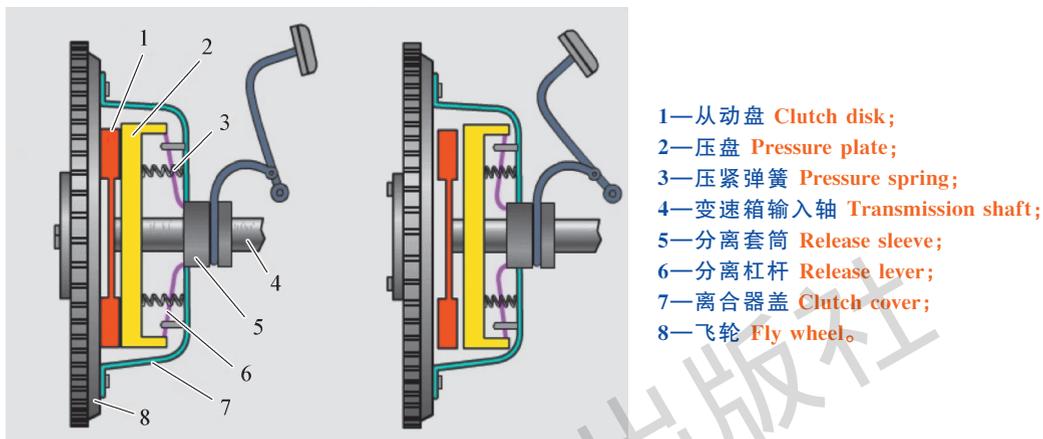


图 1-1 离合器组成和工作原理

Fig. 1-1 Component and operating principle of the clutch

离合器从动部分是从动盘 1,两面带有摩擦片,通过花键与变速箱输入轴 4 相连。离合器压紧装置是装在压盘与离合器之间的压紧弹簧 3,将从动盘夹紧在飞轮与压盘之间。常见的压紧弹簧有膜片弹簧、中央螺旋弹簧及沿圆周均布的螺旋弹簧等。离合器的操纵机构由踏板、分离拨叉、分离套筒等组成。

2. 离合器的工作原理

(1) 接合状态 在自由状态下,离合器处于接合状态,压盘 2 在压紧弹簧 3 的作用下压紧从动盘 1,发动机的转矩经飞轮及压盘传给从动盘,再由从动盘传给变速箱输入轴。离合器所传递的最大转矩取决于从动盘摩擦表面的最大静摩擦力。它与摩擦表面间的压紧力大小、摩擦面积的大小以及摩擦材料的性质有关。对一定结构的离合器而言,其最大静摩擦力是一个定值,若传动系传递的转矩超过这一定值,离合器就会打滑,从而起到了过载保护的作用。

(2) 分离过程 离合器分离时,需踩下离合器踏板,通过操纵机构,使分离杠杆 6 外端拉动压盘,克服压紧弹簧的压力向后移动,压盘与从动盘之间产生间隙,摩擦力矩消失,离合器主、从动部分分离,中断动力传递。

(3) 接合过程 当需要动力传递时,缓慢抬起离合器踏板,在压紧弹簧的作用下,压盘向前移动并逐渐压紧从动盘,摩擦力矩也渐渐增大。压盘与从动盘刚接触时,其摩擦力矩比较小,离合器主、从动部分可以不同步旋转,即离合器处于打滑状态。随着压紧力的逐步加



扫项目一二维码
观看视频离合器原理



大,离合器主、从动部分的转速也渐趋相等,直至完全接合而停止打滑。

三、周布弹簧离合器

采用螺旋弹簧,并沿压盘圆周布置的,称为周布弹簧离合器。其典型构造如图 1-2 所示。

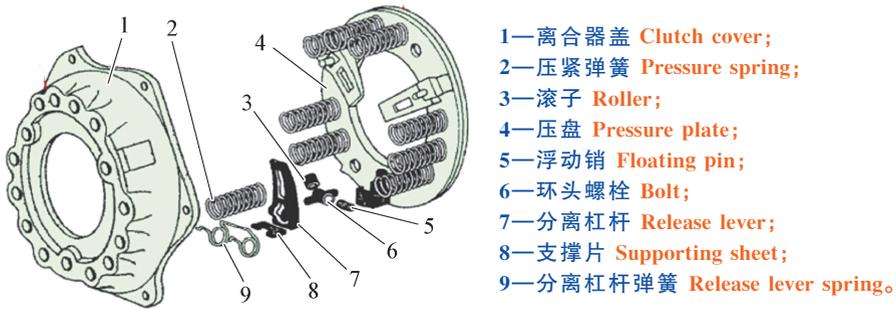


图 1-2 周布弹簧离合器

Fig. 1-2 Multi-coil spring clutch

1. 主动部分

发动机飞轮、离合器盖 1 和压盘 4 是离合器的主动部分。离合器盖和压盘之间是通过若干组传动片来传递转矩的。传动片用弹簧钢片制成(如图 1-3),其一端用传动片铆钉铆在离合器盖上,另一端则用传动片固定螺钉与压盘连接。离合器盖用螺钉固定在发动机飞轮上。在离合器分离时,弹性的传动片产生弯曲变形(其两端沿离合器轴向做相对位移)。为使离合器分离时不至于破坏压盘的对中和离合器的平衡,传动片沿圆周切向呈均匀分布。传动片除具有将离合器盖的动力传给压盘的作用外,还对压盘起导向和定心作用。

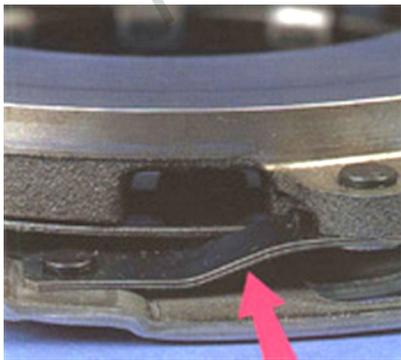


图 1-3 离合器传动片

Fig. 1-3 Leaf spring

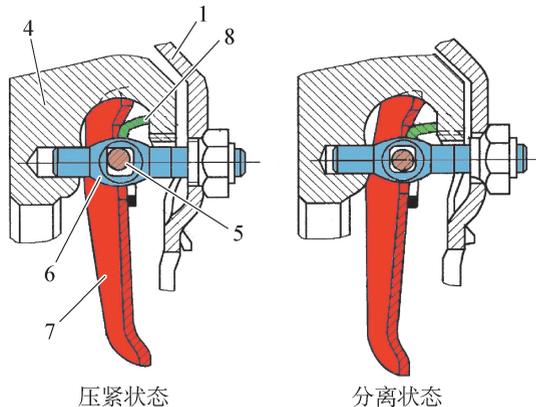


图 1-4 分离杠杆(图注同图 1-2)

Fig. 1-4 Release lever

2. 压紧装置

压紧装置由若干个沿圆周分布于压盘和离合器盖之间的压紧弹簧 2 组成,在其作用下,



离合器处于接合状态。发动机工作时,发动机的转矩一部分由飞轮经与之接触的摩擦衬片直接传给从动盘本体;另一部分则由飞轮通过固定螺钉传给离合器盖,并由此经传动片传给压盘,最后也通过摩擦片传给从动盘本体。从动盘本体再将转矩通过从动盘毂的花键传给变速器输入轴。为了减少压盘向压紧弹簧传热,防止压紧弹簧受热后弹力下降,在压盘与压紧弹簧接触处铸有肋板,以减小接触面积,并在接触面间加装隔热垫。

离合器需与曲轴飞轮组组装在一起进行动平衡校正。为了保持离合器重新组装后的动平衡,离合器盖与飞轮的相对角位置由定位销来确定。

3. 分离杠杆

如图 1-4 所示,分离杠杆沿周向均布并沿径向安装,其中部以环头螺栓 6 孔中的浮动销为支点,外端通过支撑片 8 抵靠在压盘的沟状凸起部。当在分离杠杆内端施加一个向前的水平推力时,分离杠杆绕支点摆动,其外端通过支撑片推动压盘克服压紧弹簧的力而后移,从而解除对从动盘的压紧力,离合器进入了分离状态。分离杠杆支点采用了浮动销,而与压盘之间则采用了刀口支承形式,这一措施即为采用支点移动、重点摆动的综合式防干涉结构。

在离合器分离或接合过程中,压盘应沿轴线做平行移动,否则会使离合器分离不彻底,接合不平顺,汽车起步时产生颤抖现象。为此,所有分离杠杆内端的后端面沿离合器轴线方向的高度应相等(即分离杠杆内端的后端面应处于垂直轴线的同一平面内)。这一高度称为分离杠杆工作高度,转动调整螺母可对工作高度进行调整。

为了及时散出摩擦面间产生的热量,离合器盖一般用钢板冲压成特殊形状,在其侧面与飞轮接触处有多个缺口,当离合器旋转时,空气将不断地循环流动,以使离合器通风散热。

四、膜片弹簧离合器

膜片弹簧离合器是采用膜片弹簧作为压紧元件的离合器。

1. 膜片弹簧离合器工作过程与结构

图 1-5 所示为轿车膜片弹簧离合器。当离合器盖用螺栓固定到飞轮上时,膜片弹簧的外圆周对压盘产生压紧力而使离合器处于接合状态。当踩下离合器踏板时,分离套筒 5 被推向前移,使膜片弹簧产生反向锥形变形,其外圆周向后翘起,通过分离钩拉动压盘后移使离合器分离。

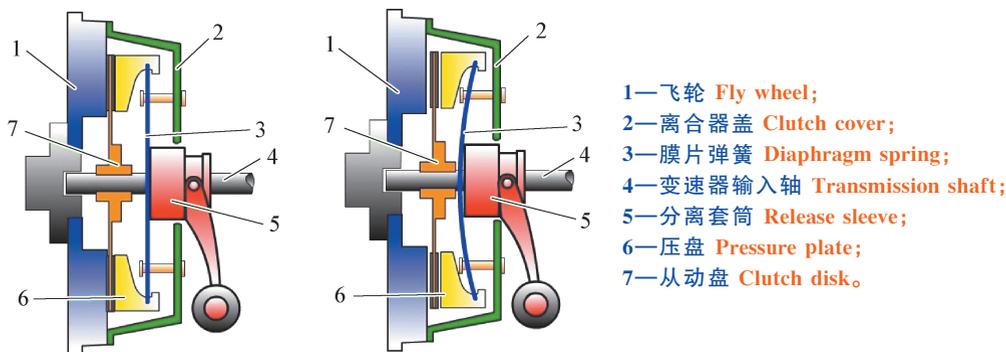


图 1-5 膜片弹簧离合器

Fig. 1-5 Diaphragm clutch



如图 1-6 所示,膜片弹簧 4 靠中心部分开有多个径向切槽,形成多个弹性杠杆,而其余未切槽的部分起弹簧作用。膜片弹簧的两侧有钢丝支承环,膜片弹簧的末端圆孔穿过固定铆钉 7 而处在两个支承环之间,借助于固定铆钉将它们安装在离合器盖 6 上,两个支承环成为膜片弹簧工作的支点。离合器盖和压盘通过传动片 3 连成一体进行传力。

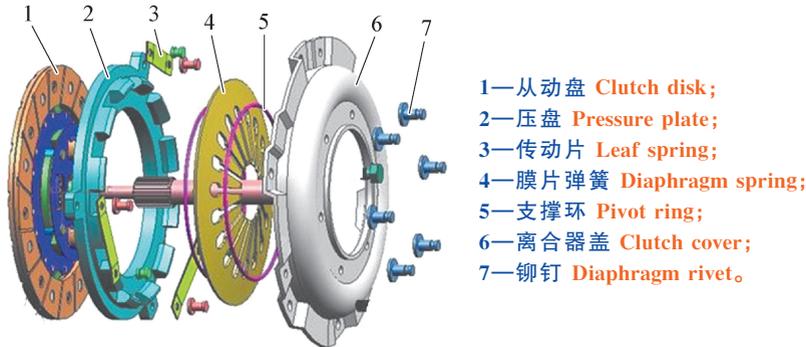


图 1-6 膜片弹簧离合器分解图

Fig. 1-6 Diaphragm clutch assembly

2. 膜片弹簧离合器的特点

(1) 膜片弹簧离合器的优点。

膜片弹簧离合器不需专门分离杠杆,使结构得到简化,零件数目减少,质量减轻,维修保养方便;由于膜片弹簧与压盘以整个圆周接触,使压力分布均匀,与摩擦片的接触良好,磨损均匀;由于膜片弹簧轴向尺寸小,所以可以适当增加压盘的厚度,提高热容量;膜片弹簧的安装位置对离合器轴的中心线来说是对称的,因此,它的压力不受离心力的影响,这一点对高速行驶的车辆十分重要。

(2) 膜片弹簧的弹性特性。

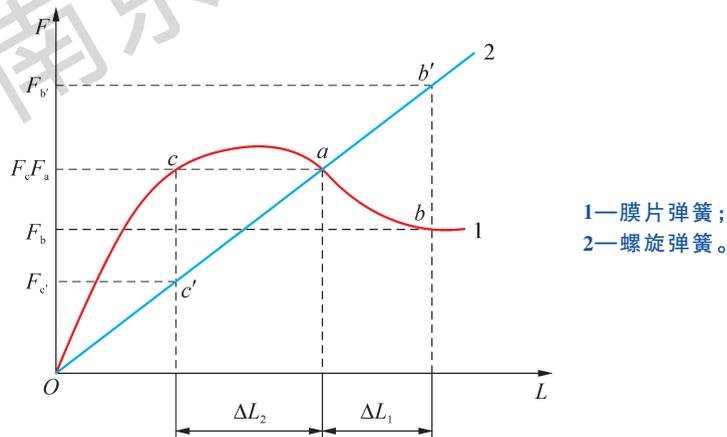


图 1-7 膜片弹簧与螺旋弹簧特性比较

Fig. 1-7 Comparison between diaphragm spring and coil spring

图 1-7 所示为膜片弹簧和螺旋弹簧的弹性特性曲线。当离合器接合压紧力 F_a 相同时(两曲线交点 a),即两种离合器都在 a 点工作。但当离合器分离时,膜片弹簧和螺旋弹簧虽然都附加同一变形量 (ΔL_1) ,然而膜片弹簧所需作用的力 F_b 却较螺旋弹簧所需作用的力 F'_b



小,且 $F_b < F_a$, 即较接合时的力为小,故膜片弹簧的特性是本身操纵轻便。

假设膜片弹簧与螺旋弹簧离合器的摩擦片的磨损储备量(ΔL_2)都相等,则二者在达到正常磨损极限的过程中,弹簧有变形量(ΔL_2)。但是,由于膜片弹簧特性方面的优越,使离合器的压紧力实际上几乎保持不变(由 F_a 变至 F_c),而在螺旋弹簧离合器中,压紧力则直线地下降(由 F_a 降为 F'_c)。因此,膜片弹簧离合器具有自动调节压紧力的特点,在正常磨损的情况下,其工作更可靠。

鉴于上述优点,膜片弹簧离合器在现代汽车上得到了广泛应用,不仅在轿车上采用,而且在轻型、中型货车,甚至在重型货车上也得到应用。

五、从动盘

图 1-8 为带有扭转减振器的从动盘部件。

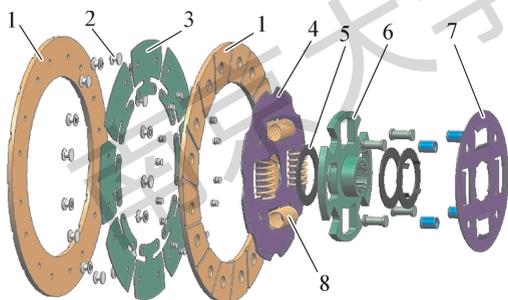
图 1-9 为从动盘分解图,从动盘本体 3 直接铆接在减振器盘 4 上,为了获得足够的摩擦力矩,在从动盘本体两面铆接摩擦片 1,摩擦片常用石棉合成物制成,具有较大的摩擦因数、良好的耐磨性、耐热性和适当的弹性。

由于发动机转矩的周期性变化,使得传动系中会产生扭转振动。此外,在离合器接合的情况下进行紧急制动或猛烈接合离合器时,瞬间会给传动系造成很大的冲击载荷。为了减少共振和冲击载荷,在离合器从动盘中安装有扭转减振器。



图 1-8 从动盘

Fig. 1-8 Clutch disk



- 1—摩擦片 Friction lining;
- 2—铆 Rivet;
- 3—从动盘本体 Clutch plate;
- 4—减振器盘 Damping plate;
- 5—阻尼片 Damping Shim;
- 6—从动盘毂 Clutch plate hub;
- 7—盖板 Position plate;
- 8—减振弹簧 Torsional damper spring。

图 1-9 带扭转减振器的从动盘

Fig. 1-9 Clutch disk assembly

从动盘本体 3 通过销钉与减振器盘 4、盖板铆接成一个整体,并将从动盘毂 6 及其两侧的阻尼片 5 夹在中间。从动盘本体和减振器盘铆接的整体相对于从动盘毂可以转动一定的角度,减振弹簧沿径向安装于它们开设的窗孔中。当从动盘工作时,由摩擦片传递的转矩首先传到从动盘本体和减振器盘上,再经四个减振弹簧传给从动盘毂,这时弹簧被压缩,借此缓和和冲击。传动系中的扭转振动将导致减振器盘同从动盘毂之间的相对往复扭转,装于其间的阻尼片可以吸收扭转振动能量,使振动迅速衰减。



任务实施

一、从动盘检修

(1) 检查摩擦片表面,有轻微的油污可用汽油清洗后,用喷灯火焰烘干;轻微硬化、烧损可用砂布打磨;磨损严重、铆钉头埋入深度小于规定值,或有油污、裂纹、脱落、严重烧损时,应予换新。

(2) 测量钢片翘曲变形,其外缘端面圆跳动一般应不超过 $0.50\sim 0.80\text{ mm}$,在距从动盘外边缘 2.5 mm 处测量,如图 1-10 所示。超过规定值时可用专用扳钳进行校正或换新,如图 1-11 所示。

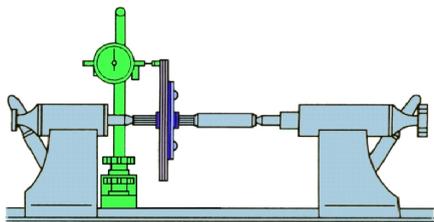


图 1-10 从动盘端面跳动的检查

Fig. 1-10 Measure the end-face runout of clutch disk

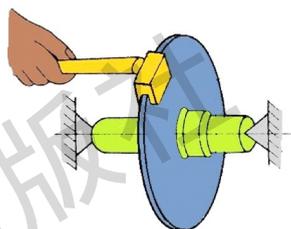


图 1-11 从动盘的校正

Fig. 1-11 Correction of clutch disk

(3) 检查从动盘摩擦片磨损程度,用深度尺(或游标卡)进行测量(如图 1-12)。铆钉头埋入深度应不小于 $0.30\sim 0.50\text{ mm}$ 。花键与变速器第一轴花键的配合间隙应符合原厂规定,过大时应换新。

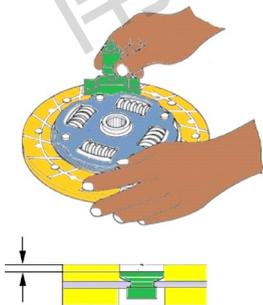


图 1-12 检查摩擦片磨损程度

Fig. 1-12 Check the wear of friction lining

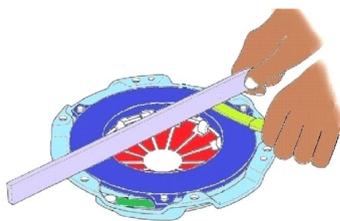


图 1-13 离合器压盘平面的检查

Fig. 1-13 Check the flatness of clutch pressure plate

二、压盘检修

(1) 检查压盘平面度,用直尺搁平后用厚薄规测量,如图 1-13 所示。离合器压盘平面度不应超过 0.20 mm ,压盘工作平面烧蚀、龟裂、划伤不严重时,可用油石打磨光滑。沟槽深



度超过 0.50 mm 或平面度误差超过 0.12~0.20 mm 时应磨削修复,但磨削总量应不超过限度,一般限定为 1~1.5 mm。磨削后的压盘应重新进行动平衡。

(2) 检查离合器压盘弹簧,弹簧因工作时间长久会出现疲劳、弯曲、折断或弹力减弱,而使离合器打滑。发现离合器打滑时应拆下离合器压盘,检查弹簧是否折断,弹力是否减弱,弹簧主要技术参数可查阅相应车型的维修手册。按照图 1-14 所示测量膜片弹簧分离指磨损深度和宽度,超出图示数据则应更换。按照图 1-15 所示,测量分离指平面度,用专用工具盖住分离指内端,然后用塞尺测量分离指与工具之间的间隙,最大不超过 0.50 mm,否则用维修工具将变形过大的分离指撬起进行调整。



扫项目一二维码

观看视频离合器膜片弹簧检查

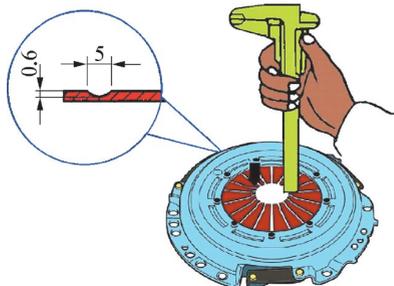


图 1-14 检查分离指磨损情况
Fig. 1-14 Check the wear of tips diaphragm spring

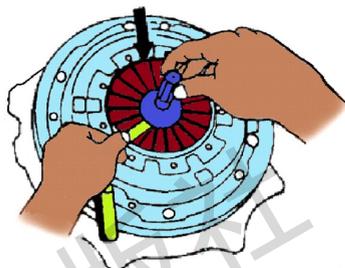


图 1-15 检查分离指平面度
Fig. 1-15 Check the flatness of tips diaphragm spring

三、分离杠杆检修

离合器各个分离杠杆的内端与分离轴承必须同时接触,汽车才能平稳起步。若分离杠杆内端高低不一,离合器接合时将发生抖动现象,磨损是分离杠杆的主要损坏原因。检查分离杠杆高度,即分离杠杆内端至飞轮表面或压盘表面或其他规定平面的距离,应符合原厂规定。装配维护时需查看各分离杠杆内端与分离轴承的接触情况,要求各分离杠杆内端位于同一平面,一般不大于 0.25 mm。如果不符合要求,就应进行调整。分离杠杆高度差的调整方法根据离合器结构有所不同,可以通过分离杠杆环头螺栓的调整螺母(参见图 1-4)进行调整;或者通过分离杠杆外端连接压盘的螺栓螺母进行调整;或者通过分离杠杆内端调整螺钉进行调整。对膜片弹簧离合器,若膜片弹簧分离,即因磨损、锈蚀、破裂等致使膜片弹簧所受载荷不均匀或降低时,必须更换。

四、离合器拆卸与安装

(1) 拆下变速器,用专用工具将飞轮固定,在离合器与飞轮间画好装配标记,然后逐个将离合器压盘的固定螺栓对角拧松,取下离合器盖及压盘总成,并取下从动盘,分解离合器各个部件,进行检查;

(2) 装配前清洁从动盘,各活动关节及摩擦

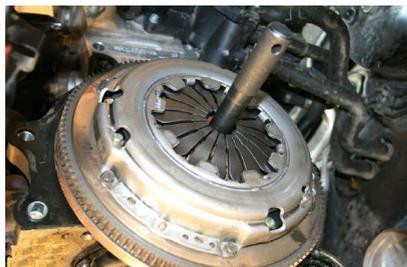


图 1-16 离合器安装定位
Fig. 1-16 Use a pilot tool to align the clutch disc with the pilot bearing



面应涂少许润滑脂；

(3) 装配压紧弹簧时应使用专用工具,防止离合器盖变形,周布弹簧离合器的弹簧应按自由长度分组在周向均匀搭配,以使压紧力均匀;

(4) 在飞轮上安装离合器,注意装配记号,离合器盖与压盘间、平衡片与离合器盖间、离合器盖与飞轮间均按原记号或位置装配,以防破坏平衡;

(5) 用该车型的专用导向心轴插入从动盘,并用曲轴后端导向轴承孔定位,保证从动盘与变速箱轴的同轴度,便于接下来安装变速器,如图 1-16 所示,最后对角分多次拧紧螺栓至规定力矩。



扫项目一二维码
观看视频离合器拆装

注意

大修离合器应在装车前与曲轴飞轮一起进行动平衡校验。

任务 2 离合器操纵机构检修



学习目标

1. 能够对离合器操纵进行检查、装配与调整;
2. 能够对离合器操纵机构故障进行修复;
3. 掌握离合器操纵机构的组成和工作过程;
4. 了解离合器操纵机构分类和应用场合;
5. 培养自主学习意识。



相关知识

一、离合器操纵机构分类

离合器的操纵机构是驾驶员借以使离合器分离,又使之柔和接合的一套机构。它起始于离合器踏板,终止于离合器壳内的分离轴承。

由于离合器使用频繁,因此,离合器操纵机构首先要求操纵轻便,以减轻驾驶员的劳动强度。操纵轻便性包括两个方面:一是加在离合器踏板上的力不应过大,一般为 196~245 N;二是踏板总行程应在一个合适的范围内(一般为 100~150 mm,最大不超过 180 mm)。如果上述两方面要求无法兼顾时,则可采用加力机构。离合器操纵机构的另一个要求是应有踏板行程的校正机构,以便当摩擦片磨损时可以进行校正(使分离套筒上的止推轴承与分离杠杆间能保持正常间隙)。

按照分离离合器时所需的操纵能源的不同,离合器操纵机构分为人力式(机械式、液压式)和



助力式。前者是以驾驶员作用在踏板上的力作为唯一的操纵能源。后者则是以发动机驱动的空气压缩机或其他形式能量作为主要操纵能源,而驾驶员的力只作为辅助或后备操纵能源。

二、机械式操纵机构

机械式操纵机构有杆系传动和绳索传动两种形式。杆系传动机构结构简单,工作可靠,但传动中杆件间铰接多,摩擦损失大,车架或车身变形以及发动机位移时会影响其正常工作。绳索传动机构可消除杆系传动机构的一些缺点,便于传动路线布置,并能采用利于驾驶员操纵的吊挂式踏板,但绳索寿命较短,拉伸刚度较小,故广泛适用于轻型汽车和轿车。图 1-17 所示为轿车离合器所采用的机械式绳索传动机构,主要由分离轴承、分离拨叉、拉索和踏板等零部件组成。踩下离合器踏板时,踏板上端拉动离合器拉索,带动分离拨叉摆动,推动分离轴承,压迫膜片弹簧,离合器分离。

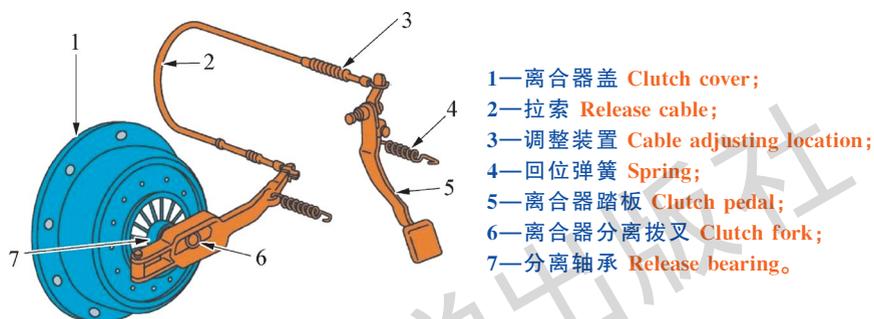


图 1-17 绳系传动机构

Fig. 1-17 Typical cable-operated clutch

分离拨叉的作用是通过固定支点,推动分离套筒。图 1-18 为不同类型的分离拨叉。

分离套筒的作用是直接推动分离杠杆,实现离合器分离,由于其与分离杠杆接触,故两者之间必须安装分离轴承。图 1-19 为一种分离套筒总成。



图 1-18 离合器拨叉

Fig. 1-18 Clutch fork



图 1-19 分离套筒和分离轴承

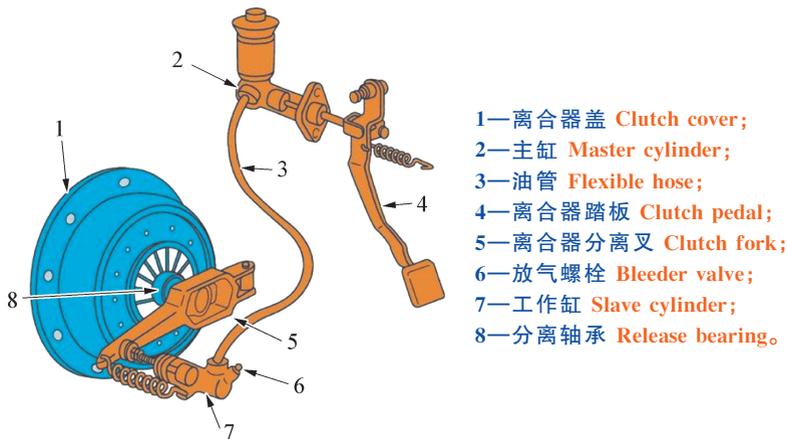
Fig. 1-19 Release sleeve and bearing

三、液压式操纵机构

液压式操纵机构示意图如图 1-20 所示,主要由主缸 2、工作缸 7 以及管路系统组成。液压式操纵机构具有摩擦阻力小、传动效率高、质量轻、接合柔和及布置方便等优点,并且不



受车身车架变形的影响,因此,其应用日益广泛。

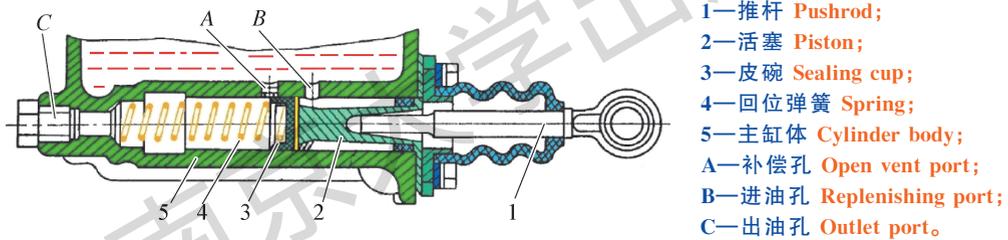


- 1—离合器盖 Clutch cover;
- 2—主缸 Master cylinder;
- 3—油管 Flexible hose;
- 4—离合器踏板 Clutch pedal;
- 5—离合器分离叉 Clutch fork;
- 6—放气螺栓 Bleeder valve;
- 7—工作缸 Slave cylinder;
- 8—分离轴承 Release bearing。

图 1-20 离合器液压操纵系统

Fig. 1-20 Hydraulic clutch linkage

主缸构造如图 1-21 所示。主缸体通过补偿孔 A、进油孔 B 与储液罐相通。主缸体内装有活塞,活塞中部较细,且为“十”字形断面,使活塞右方的主缸内腔形成油室。活塞两端装有皮碗。活塞左端中部装有止回阀,经小孔与活塞右方主缸内腔的油室相通。当离合器踏板处于初始位置时,活塞左端皮碗位于补偿孔 A 与进油孔 B 之间,两孔均开放。



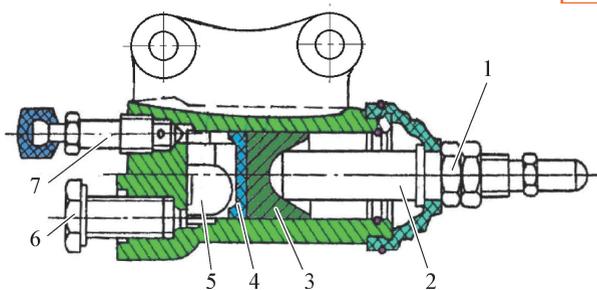
- 1—推杆 Pushrod;
- 2—活塞 Piston;
- 3—皮碗 Sealing cup;
- 4—回位弹簧 Spring;
- 5—主缸体 Cylinder body;
- A—补偿孔 Open vent port;
- B—进油孔 Replenishing port;
- C—出油孔 Outlet port。

图 1-21 主缸

Fig. 1-21 Master cylinder

工作缸构造如图 1-22 所示,缸体上设有放气螺栓,当管路内有空气存在而影响离合器操纵时,可拧松放气螺栓放气。

扫项目一二维码
观看视频离合器液压主缸工作原理



- 1—调整螺母 Adjusting nut;
- 2—推杆 Pushrod;
- 3—活塞 Piston;
- 4—皮碗 Sealing cup;
- 5—限位块 Limit block;
- 6—管接头 Pipe joint;
- 7—放气螺栓 Bleed screw。

图 1-22 工作缸

Fig. 1-22 Slave cylinder



踩下离合器踏板时,通过主缸推杆使活塞向左移动,止回阀关闭。当皮碗将补偿孔 A 关闭后,管路中油液受压,压力升高。在油压作用下,工作缸活塞被推向右移,工作缸推杆顶头直接推动分离拨叉,从而带动分离轴承,使离合器分离。

当迅速放松离合器踏板时,踏板复位弹簧通过主缸推杆使主缸活塞较快右移,而由于油液在管路中流动有一定阻力,流动较慢,使活塞左面可能形成一定的真空度。在左右压力差的作用下,少量油液通过进油孔经过主缸活塞的止回阀流到左面弥补真空。在原先已由主缸压到工作缸去的油液重又流回到主缸时,由于已有少量补偿油液经止回阀流入,故总油量过多。多余的油液即从补偿孔 A 流回储液罐。当液压系统中因漏油或因温度变化引起油液的容积变化时,则借补偿孔 A 适时地使整个油路中油量得到适当的增减,以保证正常油压和液压系统工作的可靠性。



扫项目一二维码
观看视频离合器分离机构

四、离合器踏板自由行程

从离合器的工作原理可知,从动盘摩擦片经使用磨损变薄后,在压紧弹簧作用下,压盘要向前(图 1-23 中向飞轮方向)移动,分离杠杆内端则相应地向后移动,才能保证离合器完全接合。如果分离杠杆内端和分离轴承之间没有预留一定间隙,则在摩擦片磨损后,分离杠杆内端因抵住分离轴承而不能后移,使分离杠杆外端牵制压盘不能前移,从而不能将从动盘压紧,则离合器难以完全接合,传动时会出现打滑现象。这不仅会降低离合器所能传递的最大转矩,而且会加速摩擦片和分离轴承的磨损。因此,当离合器处于正常接合状态时,在分离杠杆内端与分离轴承之间必须预留一定量的间隙,称为离合器自由间隙。

由于自由间隙的存在,踏下离合器踏板时,首先要消除这一间隙,然后才能开始分离离合器。为消除操纵机构中的机械、液压间隙和离合器自由间隙所需的离合器踏板行程,称为离合器踏板自由行程(如图 1-24)。为使离合器分离彻底,需使压盘向后移动足够的距离,这一距离通过一系列杠杆的放大,反映到踏板上就是踏板的有效行程。离合器踏板的自由行程和有效行程之和为踏板总行程。

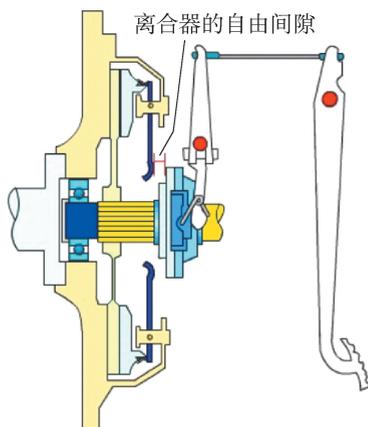


图 1-23 离合器自由间隙

Fig. 1-23 Free clearance of clutch

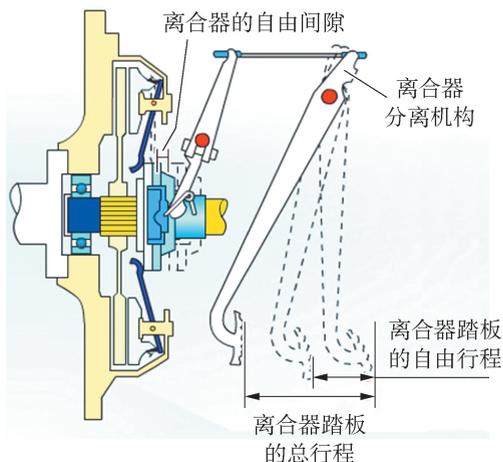


图 1-24 离合器踏板行程

Fig. 1-24 Pedal of stroke clutch



从动盘摩擦片经使用磨损后,离合器的自由间隙及自由行程会变小,应及时调整。



任务实施

一、调整离合器踏板自由行程

检查踏板自由行程的办法如图 1-25 所示,用一个钢直尺抵在驾驶室底板上,先测量踏板完全放松时的高度,再用手轻按踏板,当感到压力增大时,表示分离轴承端面已与分离杠杆内端接触,即停止推踏板,再测量踏板高度。两次测量的高度差,即为踏板的自由行程。测量踏板的自由行程后,应与该车型的技术标准相比较,如果不符合要求,应进行调整。

踏板自由行程的调整,根据结构不一样,调整步骤如下:

(1) 机械操纵式离合器踏板自由行程的调整,一般是通过分离叉拉杆调整螺母,调整拉杆或钢索长度。如大众轿车离合器踏板的自由行程为 15~25 mm,总行程为 150 mm±5 mm。它是靠离合器拉索的调整来进行的,如图 1-26 所示,通过调整螺母 2 进行调整,调整完毕后用锁紧螺母 1 锁紧。

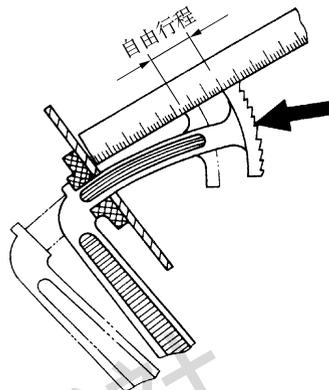


图 1-25 用钢直尺检查踏板的自由行程

Fig. 1-25 Check the pedal free stroke using steel ruler



图 1-26 大众轿车离合器踏板自由行程的调整

Fig. 1-26 Adjust the pedal free stroke of clutch

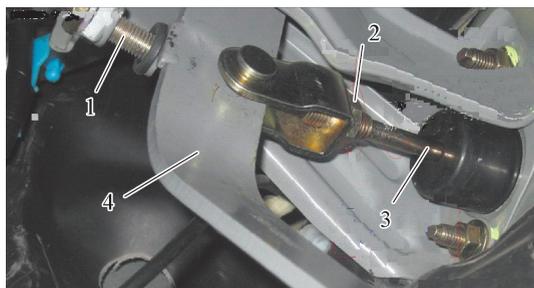
- 1—锁紧螺母 Lock nut;
- 2—调整螺母 Adjusting nut;
- 3—离合器拉索 Release cable;
- 4—分离拨叉传动杆 Transmission rod。

(2) 液压操纵式离合器踏板自由行程一般是主缸活塞与其推杆之间和分离杠杆内端与分离轴承之间两部分间隙之和在踏板上的反映。因此,踏板自由行程的调整实际上就是这两处间隙的调整。



首先调整主缸活塞与推杆间隙,如图 1-27 所示,通过限位螺母 1 调整好踏板高度,再旋转推杆 3 改变其长度,使其与活塞间的间隙为 0.5~1.0 mm,反映到踏板上的自由行程应为 3~6 mm,调整到位后通过锁紧螺母 2 锁紧。

再调整分离杠杆端部与分离轴承平面的间隙。该间隙的规定值一般为 2.0~3.5 mm,反映在踏板上为 30~40 mm,这一间隙通过调整螺母 1(如图 1-22)改变工作缸推杆 2 的长度来实现。



1—限位螺栓 Limit nut;
2—锁紧螺母 Lock nut;
3—主缸推杆 Push rod;
4—离合器踏板 Clutch pedal。

图 1-27 主缸活塞与推杆间隙调整

Fig. 1-27 Adjust the clearance between the push rod and piston

二、液压系统排气

离合器液压操纵系统在经过检修之后,管路内可能进入空气,在添加油液时也可能使液压系统中进入空气。空气进入后,由于缩短了主缸推杆行程即踏板工作行程,从而使离合器分离不彻底。因此,液压系统检修后或判断液压系统进入空气时,就要排除液压系统中的空气。排除方法如下:

- (1) 用千斤顶顶起汽车,然后用支架将汽车支住,将主缸储液罐中的制动液加至规定高度;
- (2) 在工作缸的放气阀上安装一条软管,接到一个盛有制动液的容器内;
- (3) 排空气需要两个人配合工作,一人慢慢地踏离合器踏板数次,感到有阻力时踏住不动,另一人拧松放气阀直至制动液开始流出,然后再拧紧放气阀;
- (4) 连续按上述方法操作几次,直到流出的制动液中不见气泡为止;
- (5) 空气排除干净之后,需要再次检查及调整踏板自由行程。

三、离合器打滑故障检查与排除

对一台装有膜片弹簧离合器的轿车进行检查,用低挡起步,放松离合器踏板后,汽车不能灵敏起步或起步困难。汽车加速时,车速不能随发动机转速提高而加快及行驶无力。当载重上坡时,打滑较明显,严重时会从离合器内散发出焦臭味。对该车进行如下检查:

- (1) 拉紧手制动器,挂上低速挡,慢慢放松离合器踏板,逐渐加大油门,若汽车不动,发动机仍继续运转而不熄火,说明离合器打滑。
- (2) 检查离合器踏板自由行程,如不符合规定应予以调整。
- (3) 若自由行程正常,应拆下变速器罩壳,检查离合器与飞轮连接螺栓是否松动,如松动应予以拧紧。



(4) 经上述检查排除后仍然打滑时,应拆下离合器检查摩擦片的状况。若有油污,一般应用汽油清洗并烘干,然后找出油污来源,并设法排除。若摩擦片磨损过薄或多数铆钉头外露,应更换摩擦片。

(5) 如摩擦片完好,则应分解离合器,检查压盘膜片弹簧,若弹力过软应予更换。



一、选择题

- 离合器的摩擦衬片磨损后()。
 - 压盘的总压力减小
 - 压盘的总压力保持不变
 - 压盘的总压力将增加
 - 压盘总压力忽大忽小
- 汽车周布弹簧离合器中的分离杠杆支点采用浮动销的主要目的是()。
 - 避免运动干涉
 - 利于拆装
 - 提高强度
 - 节省材料
- 离合器分离轴承与分离杠杆之间的间隙是为了()。
 - 实现离合器踏板的自由行程
 - 减轻从动盘磨损
 - 防止热膨胀失效
 - 保证摩擦片正常磨损后离合器不失效
- 下列哪一个或许不是离合器振动的原因()。
 - 曲轴轴向间隙过大
 - 压盘不平稳
 - 飞轮跳动过大
 - 飞轮螺栓松动
- 当汽车加速时,车速没有随发动机的转速提高而加快,行驶中感到无力,则可能是()所致。
 - 离合器打滑
 - 离合器分离不彻底
 - 离合器发抖
 - 离合器发响

二、判断题

- 分离杠杆内端高低不一致将导致离合器分离不彻底,并且汽车在起步时车身发生颤抖现象。 ()
- 离合器须与曲轴飞轮组组装在一起进行动平衡校正。 ()
- 离合器部分压紧弹簧折断或弹力不均,将会造成离合器分离不彻底。 ()
- 空气进入液压系统后,会造成离合器打滑。 ()
- 膜片弹簧在离合器中既作为压紧弹簧,又起分离杠杆的作用。 ()

三、问答题

- 简述摩擦式离合器的基本组成和工作原理。
- 离合器从动盘常见损伤有哪些?
- 分析膜片弹簧离合器的优点。
- 分析离合器踏板自由行程对离合器工作的影响。
- 分析离合器打滑故障的原因,以典型轿车为例,说明诊断和排除程序。



扫码可见
项目二视频

手动变速器检修

项目二

项目导入

变速器与发动机配合工作,保证汽车具有良好的经济性和动力性。现代汽车上广泛采用的是汽油或柴油发动机作为动力源,其转矩和转速变化范围较小,但汽车在起步和上坡时,需要较大的转矩;而在平坦路面上高速行驶时,则只需要较小的转矩,如果不把发动机输出的转矩和转速进行调整,使汽车的牵引力和车速能在相当大的范围内变化,汽车可能无法起步、上坡或高速行驶。此外,所有发动机的曲轴始终是向同一方向转动,而汽车实际行驶过程中常常需要倒车。为解决这一矛盾,在传动系中设置了变速器,变速器主要由变速传动机构和变速操纵机构组成。

任务1 手动变速器传动机构检修

学习目标

1. 能够对手动变速器传动机构进行检查、装配与调整;
2. 能够对手动变速器传动机构部件进行检测与检修;
3. 掌握常见手动变速器传动机构的工作原理和结构;
4. 熟悉变速箱润滑油的分类及使用;
5. 培养创新意识。

思政目标

1. 培养爱国主义精神,通过民族汽车工业的发展历程,强化民族自主精神和以改革创新为核心的时代精神;
2. 深刻理解中华优秀传统文化中讲仁爱、重民本、守诚信、崇正义、尚和合、求大同的思想精华和时代价值,传承中华文脉,树立国家和民族自信心。



一、手动变速器分类及工作过程

1. 手动变速器功用

(1) 改变传动比 扩大驱动轮转矩和转速的变化范围,以适应经常变化的行驶条件,如起步、加速、上坡等,同时使发动机在动力性和经济性比较有利的工况下工作;

(2) 实现倒车 利用倒挡,在发动机旋转方向不变的前提下,使汽车能倒退行驶;

(3) 中断动力 利用空挡,中断动力传递,以使发动机能够起动、怠速并便于变速器换挡或进行动力传输。

2. 手动变速器分类

(1) 按照手动变速器传动齿轮轴的数目,可分为两轴式变速器 and 三轴式变速器。

(2) 按手动变速器前进挡位个数的不同,可分为四挡手动变速器、五挡手动变速器、六挡手动变速器等。

3. 手动变速器工作原理

手动变速器通常采用平行轴式,由齿轮传动的原理可知,一对齿数不同的齿轮啮合传动时可以变速变矩,如图 2-1 所示。主动齿轮转速与从动齿轮转速之比值称为传动比,用 i_{12} 表示,对于啮合传动,传动比可用齿轮 1 和齿轮 2 的齿数 Z_1 和 Z_2 表示,公式如下:

$$i_{12} = n_1/n_2 = z_2/z_1$$

式中: n_1 、 z_1 为主动齿轮的转速、齿数;

n_2 、 z_2 为从动齿轮的转速、齿数。

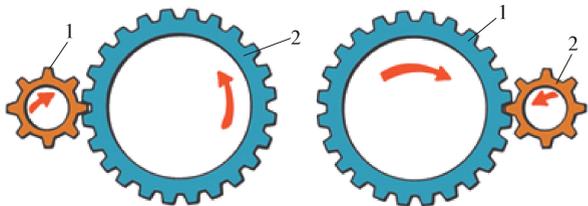
如图 2-1(a)所示,小齿轮为主动齿轮,齿数为 8,大齿轮为从动齿轮,齿数为 24,当小齿轮带动大齿轮转动时,则传动比为 $i_{12} = Z_2/Z_1 = 3$, $i > 1$ 称为减速传动,即 $n_2 < n_1$ 。

如图 2-1(b)所示,大齿轮为主动齿轮,齿数为 24,小齿轮为从动齿轮,齿数为 8,当大齿轮带动小齿轮转动时,则传动比为 $i_{12} = Z_2/Z_1 = 0.33$, $i < 1$ 称为加速传动,即 $n_2 > n_1$ 。这就是齿轮变速的基本原理。

由于功率 $P = nM/9550$ (单位: P 为千瓦、 n 为转/分),如传动无效率损失,则传动比还可以为

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_2}{M_1}$$

式中: M_1 为主动齿轮转矩, M_2 为从动齿轮转矩。



(a) 减速传动 Deceleration drive (b) 加速传动 Acceleration drive

1—主动齿轮 Driving gear;
2—从动齿轮 Driven gear。

图 2-1 齿轮传动原理

Fig. 2-1 The principle of gear transmission



由上式可知, 降速则增矩, 增速则降矩, 齿轮式变速器在改变转速的同时也改变了输出转矩, 传动比既是变速比, 也是变矩比, 汽车手动变速器就是利用这一原理, 通过改变各挡传动比来改变输出转速, 从而改变其输出转矩, 以适应汽车行驶阻力的变化。

汽车手动变速器是通过多组一对或一对以上不同齿数的齿轮啮合来实现传动比的变化。变速器传动比小的挡位称为高档, 传动比大的挡位称为低挡, 一般变速器有 4~6 个挡位。齿轮安装在不同的平行轴上, 齿轮的安装方式有 2 种, 一种是齿轮通过键或花键与轴固定, 可以直接传递转矩; 一种是齿轮通过滚针轴承空套在轴上, 通过结合装置将空套的齿轮固定来实现不同挡位的动力传递。

二、两轴式变速器

两轴式变速器多应用在发动机前置前轮驱动的轿车上, 或发动机后置后轮驱动(客车)的汽车上。

两轴式手动变速器的动力传递主要依靠两根相互平行的轴(输入轴与输出轴)完成, 如图 2-2 所示。此外, 还有一根比较短的倒挡轴来帮助汽车实现倒退行驶。动力从输入轴(第一轴)输入, 经一对齿轮传动后, 直接由输出轴(第二轴)输出。其特点是结构比较紧凑, 机械效率高, 噪声小。

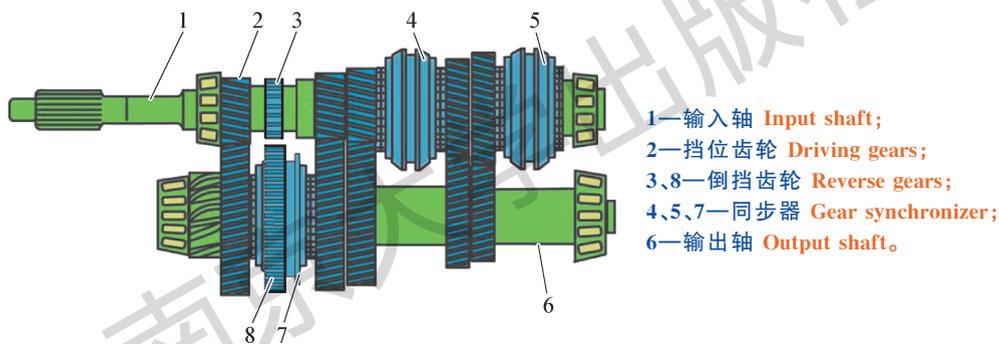


图 2-2 两轴五挡变速器齿轮机构

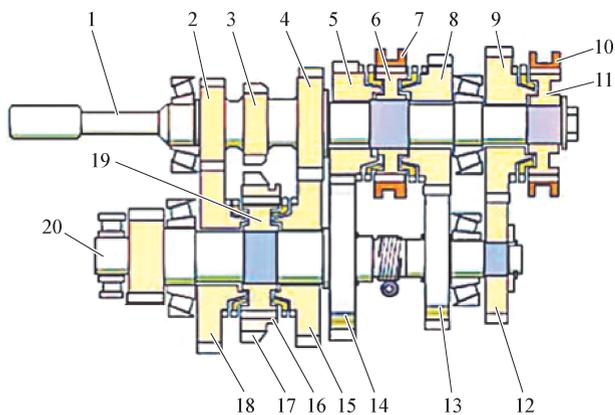
Fig. 2-2 Gear mechanism of two-axle five-gear transmission

1. 基本结构

图 2-3 为二轴五挡变速器的齿轮机构结构图。

第一轴也叫输入轴或主动轴, 前端与离合器从动盘通过花键连接。第一轴上共有六个齿轮两个同步器。其中三、四、五挡齿轮(见图中序号 5、8、9)分别用滚针轴承空套在第一轴上, 三、四挡中间有一个同步器, 五挡有一个同步器, 一、二挡齿轮, 倒挡齿轮(见图中序号 2、4、3)与第一轴固定。第二轴 20 也叫输出轴或从动轴, 上有七个齿轮, 一个同步器。其中, 六个圆柱齿轮与第一轴齿轮对应, 最左端的齿轮作为主减速器的主动齿轮。三、四、五挡从动齿轮(见图中序号 14、13、12)与第二轴固定, 一、二挡从动齿轮(见图中序号 18、15)用滚针轴承空套在第二轴上, 同步器位于一、二挡从动齿轮中间, 倒挡齿轮 17 与同步器接合套 16 连成一体。

在第二轴中部一侧, 还装有一根较短的倒挡轴。它是固定式轴, 倒挡齿轮空套在倒挡轴上, 它可在倒挡拨叉的作用下左右移动。



- 1—输入轴 Input shaft;
- 2—输入轴一档齿轮 Input shaft 1st gear;
- 3—输入轴倒档齿轮 Input shaft reverse gear;
- 4—输入轴二档齿轮 Input shaft 2nd gear;
- 5—输入轴三档齿轮 Input shaft 3rd gear;
- 6—三、四档同步器花键毂 3rd,4th gear synchronizer splined hub;
- 7—三、四档同步器接合套 3rd,4th gear synchronizer joint sleeve;
- 8—输入轴四档齿轮 Input shaft 4th gear;
- 9—输入轴五档齿轮 Input shaft 5th gear;
- 10—五档同步器接合套 5th gear synchronizer joint sleeve;
- 11—五档同步器花键毂 5th gear synchronizer splined hub;
- 12—输出轴五档齿轮 Output shaft 5th gear;
- 13—输出轴四档齿轮 Output shaft 4th gear;
- 14—输出轴三档齿轮 Output shaft 3rd gear;
- 15—输出轴二档齿轮 Output shaft 2nd gear;
- 16—一、二档同步器接合套 1st,2nd gear synchronizer joint sleeve;
- 17—输出轴倒档齿轮 Output shaft reverse gear;
- 18—输出轴一档齿轮 Output shaft 1st gear;
- 19—一、二档同步器花键毂 1st,2nd gear synchronizer splined hub;
- 20—输出轴 Output shaft。

图 2-3 二轴五挡变速器的齿轮机构

Fig. 2-3 Gear mechanism structure of two-axle five-gear transmission

2. 动力传递路线及传动比

(1) 各挡位动力传递路线分析。

当挂一档时，一、二档同步器接合套左移，如图 2-4 所示。

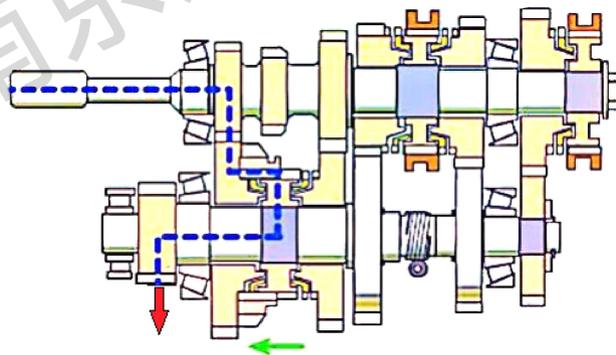


图 2-4 两轴式变速器一档动力传递路线图

Fig. 2-4 1st gear power flow for two-axle transmission

动力传递路线为：

第一轴→第一轴一档齿轮→第二轴一档齿轮→一、二档同步器接合套→一、二档同步器花键毂→第二轴输出。

一档传动比 $i=3.5$ 左右，为降速传动。



当挂二挡时,一、二挡同步器接合套右移,如图 2-5 所示。

动力传递路线为:

第一轴→第一轴二挡齿轮→第二轴二挡齿轮→一、二挡同步器接合套→一、二挡同步器花键毂→第二轴输出。

二挡传动比 $i=2$ 左右,为降速传动。

当挂三挡时,三、四挡同步器接合套左移,如图 2-6 所示。

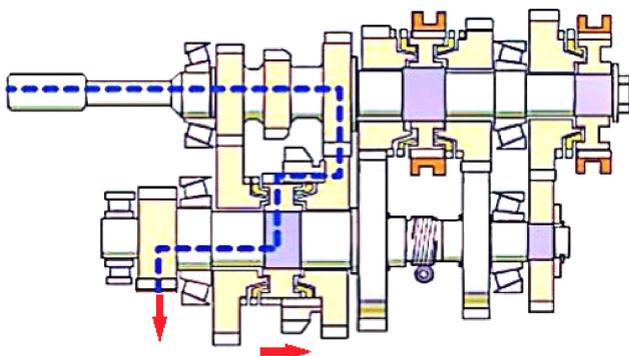


图 2-5 两轴式变速器二挡动力传递路线图

Fig. 2-5 2nd gear power flow for two-axe transmission

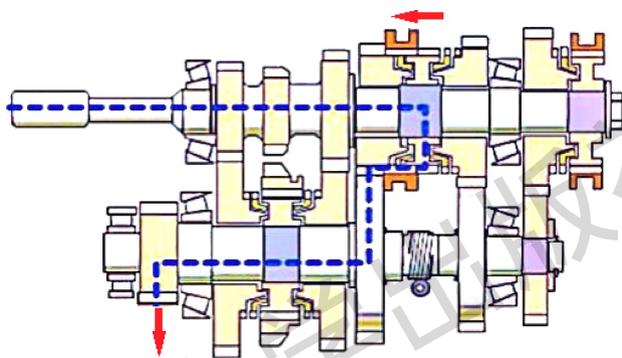


图 2-6 两轴式变速器三挡动力传递路线

Fig. 2-6 3rd gear power flow for two-axe transmission

动力传递路线为:

第一轴→三、四挡同步器的花键毂→三、四挡同步器的接合套→第一轴三挡齿轮→第二轴三挡齿轮→第二轴输出。

三挡传动比 $i=1.3$ 左右,为降速传动。

当挂四挡时,三、四挡同步器接合套右移,如图 2-7 所示。

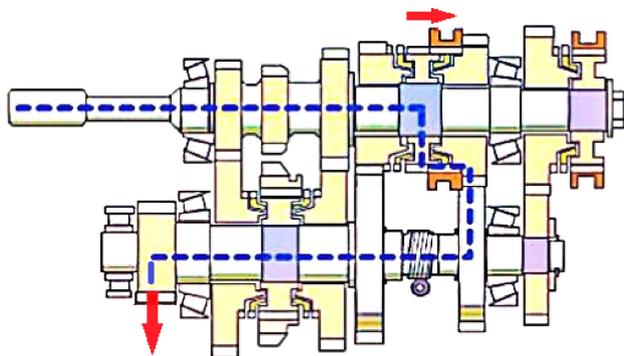


图 2-7 两轴式变速器四挡动力传递路线

Fig. 2-7 4th gear power flow for two-axe transmission



动力传递路线为：

第一轴→三、四挡同步器花键毂→三、四挡同步器接合套→第一轴四挡齿轮→第二轴四挡齿轮→第二轴输出。

四挡传动比 $i=0.95$ 左右,为增速传动。

当挂五挡时,五挡同步器接合套左移,如图 2-8 所示。

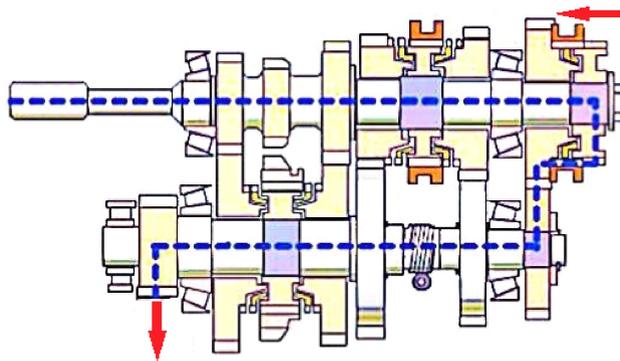


图 2-8 两轴式变速器五挡动力传递路线

Fig. 2-8 5th gear power flow for two-axle transmission

动力传递路线为：

第一轴→五挡同步器花键毂→五挡同步器接合套→第一轴五挡齿轮→第二轴五挡齿轮→第二轴输出。

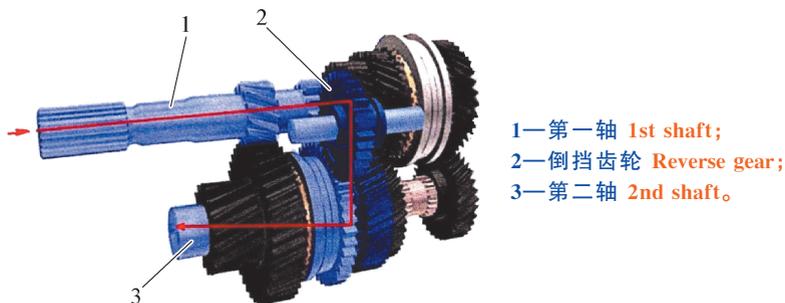
五挡传动比 $i=0.8$ 左右,为增速传动。

当挂倒挡时,通过拨叉拨动倒挡轴上的惰轮,使其同时与第一轴和第二轴上的倒挡齿轮啮合,如图 2-9 所示。

其动力传递路线为：

第一轴→第一轴倒挡齿轮→倒挡轴倒挡齿轮→第二轴倒挡齿轮→一、二挡同步器接合套→一、二挡同步器花键毂→第二轴输出。

倒挡传动比 $i=3.2$ 左右,为降速传动。



1—第一轴 1st shaft;
2—倒挡齿轮 Reverse gear;
3—第二轴 2nd shaft。

图 2-9 两轴式变速器倒挡动力传递路线

Fig. 2-9 Reverse gear power flow for two-axle transmission

倒挡原理:由于倒挡位的齿轮传递中多一个中间惰轮,因此,第二轴的旋转方向与前进位时相反,如图 2-10 所示。



(2) 挡位传动比分析。

当传动比 $i > 1$ 时,为减速挡,且 i 越大,挡位越低;

当传动比 $i = 1$ 时,为直接挡;

当传动比 $i < 1$ 时,为超速挡。

可以看出该手动变速器 1、2、3 挡为减速传动,4、5 两挡为增速传动,即超速挡。

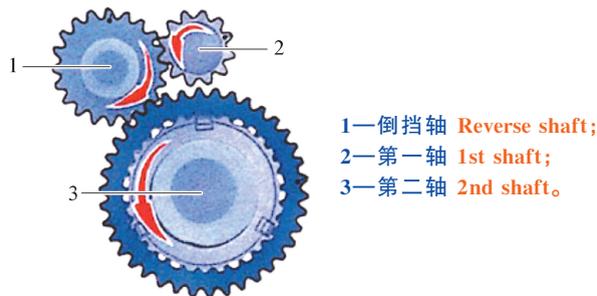


图 2-10 倒挡原理图

Fig. 2-10 The principle diagram of reverse gear

三、三轴式变速器

三轴式变速器主要有三根轴:第一轴(输入轴)、中间轴和第二轴(输出轴)。第一轴和第二轴在同一轴线上,并且与中间轴平行。此外,还有一根倒挡轴。其特点是空间布置比较灵活,传动比的范围大,可设有直接挡传动,适用于发动机前置、后轮驱动布置形式。

1. 基本结构

图 2-11 所示为三轴式手动变速器总成图。该变速器有 5 个前进挡位和 1 个倒挡位。变速器第一轴(输入轴)7 前后端用轴承分别支承在曲轴后端的中心孔及变速器壳体的前轴承盖 1 上,其前部花键部分装离合器的从动盘。第一轴轴承盖的外圆面与离合器壳相应的孔配合,保证第一轴和曲轴的轴线重合。中间轴两端用轴承支承在壳体 6 上,第二轴 4(输出轴)前后端分别用轴承支承于第一轴后端中心孔内和壳体上,驾驶员通过变速杆 3 操纵换挡机构换挡。

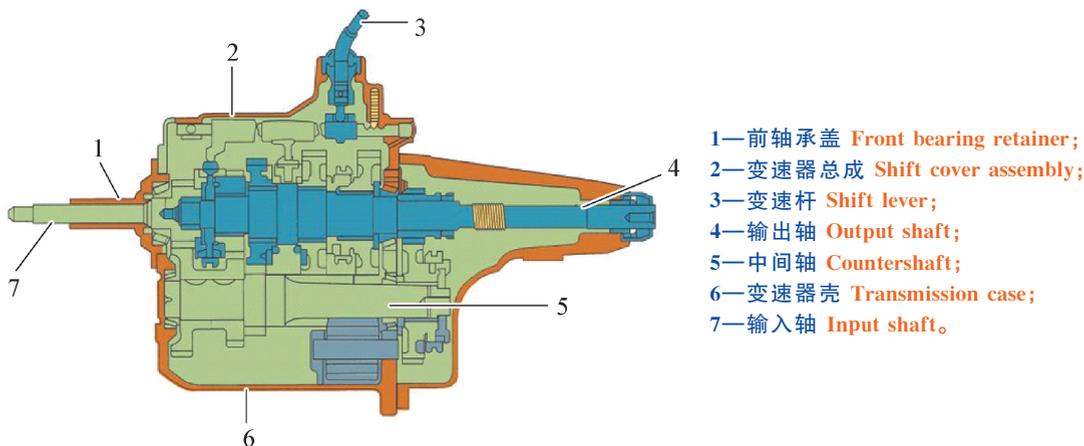


图 2-11 三轴式变速器的结构简图

Fig. 2-11 The structure of three-axle transmission



图 2-12 为该变速器的齿轮传动机构,第一轴后部有常啮合齿轮 2,常啮合齿轮 2 后端有一圈接合齿,用作挂直接挡。与第一轴齿轮常啮合的中间轴常啮合齿轮 11 和中间轴二、三挡齿轮(见图中 14、13)用半圆键安装在中间轴上,中间轴五挡齿轮 19 通过滚针轴承空套在中间轴上,一档齿轮 18 和倒挡齿轮 16 与中间轴固定连接。第二轴上倒挡齿轮 7 与一、二挡同步器 6 的接合套连成一体,第二轴三、二、一档齿轮(见图 4、5、8)分别以滚针轴承形式与轴配合,并分别与中间轴上的齿轮 13、14、18 常啮合,其侧面均有接合齿圈,五挡齿轮 9 与输出轴固定连接,与中间轴五挡齿轮 19 常啮合。

第二轴前端花键上套装三、四挡同步器 3 的花键毂,用卡环轴向定位,接合套在花键毂上轴向滑动实现挡位转换。同步器 6 实现一、二挡动力传递。后轴承盖内装有里程表驱动螺旋齿轮,轴后端花键上装有凸缘,将动力传递给万向传动装置。倒挡轴 17 固定在壳体上,倒挡齿轮 15 在拨叉的作用下沿倒挡轴轴向移动,与倒挡齿轮 16、7 同时啮合,实现倒挡传递。

空挡时,第一轴旋转,通过齿轮 2 带动中间轴及其上的齿轮旋转,其从动齿轮 4、5、8 随第一轴的旋转而在第二轴上空转,因此,第二轴不能被驱动。

在该变速器中,除倒挡外,各挡均采用同步器换挡,保证变速器在汽车行进中换挡时不发生接合齿的冲击。

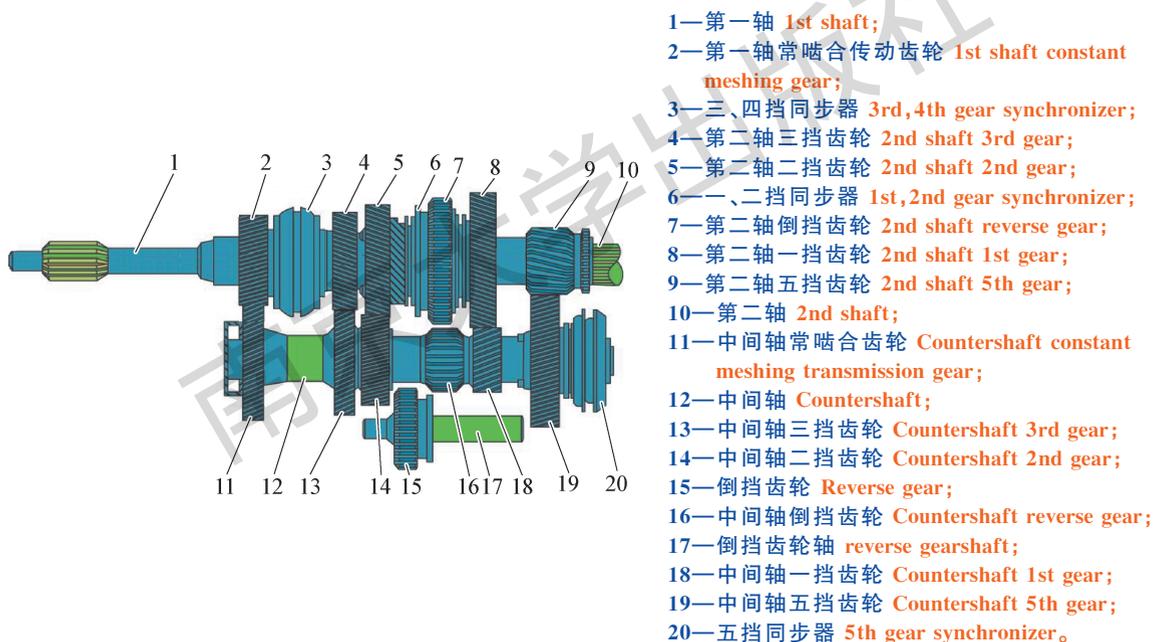


图 2-12 三轴式变速器的齿轮传动机构

Fig. 2-12 Gear mechanism of three-axle transmission

2. 动力传递路线

当挂 1 挡时,可操纵变速杆,通过拨叉使第二轴上的一、二挡同步器接合套右移,与第二轴一档齿轮的接合齿圈接合,如图 2-13 所示。



扫二维码

观看视频变速器工作过程

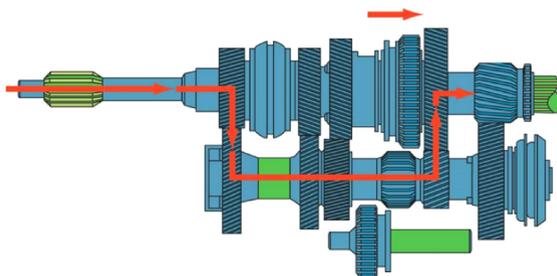


图 2-13 三轴式变速器一档动力传递路线图

Fig. 2-13 1st gear power flow for three-axle transmission

动力传递路线：

第一轴→第一轴常啮合齿轮→中间轴常啮合传动齿轮→中间轴→中间轴一档齿轮→第二轴一档齿轮→一、二挡同步器接合套→一、二挡同步器花键毂→第二轴输出。

当挂二挡时，可操纵变速杆，通过拨叉使第二轴上的一、二挡同步器接合套左移，与第二轴二挡齿轮的接合齿圈接合，如图 2-14 所示。

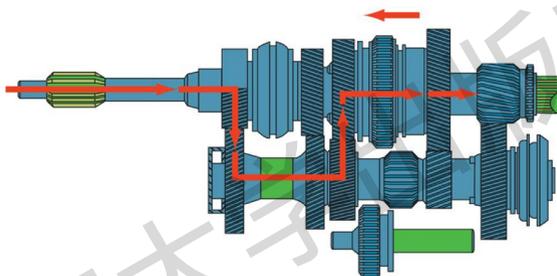


图 2-14 三轴式变速器二挡动力传递路线图

Fig. 2-14 2nd gear power flow for three-axle transmission

动力传递路线：

第一轴→第一轴常啮合齿轮→中间轴常啮合传动齿轮→中间轴→中间轴二挡齿轮→第二轴二挡齿轮→一、二挡同步器接合套→一、二挡同步器花键毂→第二轴输出。

当挂三挡时，可操纵变速杆，通过拨叉使第二轴上的三、四挡同步器接合套右移，与第二轴三挡齿轮的接合齿圈接合，如图 2-15 所示。

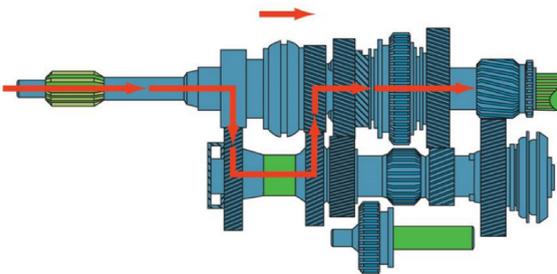


图 2-15 三轴式变速器三挡动力传递路线图

Fig. 2-15 3rd gear power flow for three-axle transmission



动力传递路线：

第一轴→第一轴常啮合齿轮→中间轴常啮合传动齿轮→中间轴→中间轴三挡齿轮→第二轴三挡齿轮→三、四挡同步器接合套→三、四挡同步器花键毂→第二轴输出。

当挂四挡时，可操纵变速杆，通过拨叉使第二轴上的三、四挡同步器接合套左移，与第一轴上的常啮合齿轮的接合齿圈接合，把动力直接传给第二轴，而不再经过中间齿轮传动，故这种挡位称为直接挡，其传动比 $i=1$ ，如图 2-16 所示。

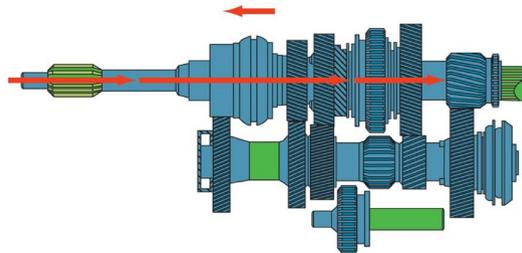


图 2-16 三轴式变速器四(直接)挡动力传递路线图

Fig. 2-16 4th(direct) gear power flow for three-axle transmission

当挂五挡时，可操纵变速杆，通过拨叉使中间轴上五挡同步器接合套左移与中间轴五挡齿轮的接合齿圈接合，则可得到五挡，如图 2-17 所示。五挡传动比 $i<1$ ，为超速挡。

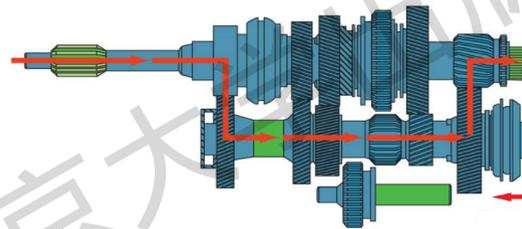


图 2-17 三轴式变速器五挡动力传递路线图

Fig. 2-17 5th gear power flow for three-axle transmission

动力传递路线：

第一轴→第一轴常啮合传动齿轮→中间轴常啮合传动齿轮→中间轴→五挡同步器花键毂→五挡同步器接合套→中间轴 5 挡齿轮→第二轴 5 挡齿轮→第二轴输出。

当挂倒挡时，可操纵变速杆，通过拨叉使倒挡轴上的倒挡齿轮与中间轴和第二轴上的倒挡齿轮同时啮合，实现倒挡，如图 2-18 所示。

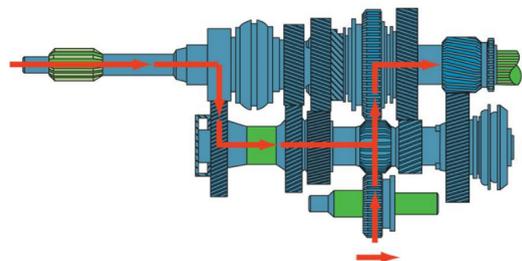


图 2-18 三轴式变速器倒挡动力传递路线图

Fig. 2-18 Reverse gear power flow for three-axle transmission



动力传递路线:

第一轴→第一轴常啮合齿轮→中间轴常啮合齿轮→中间轴→中间轴倒挡齿轮→倒挡轴倒挡齿轮→第二轴倒挡齿轮→一、二挡同步器花键毂→第二轴输出。

由于倒挡位的齿轮传递中多了一次外啮合,因此,第二轴的旋转方向与前进位时相反。倒挡的传动比数值较大,一般与一挡的传动比相近。这是考虑到安全,希望倒车时速度尽可能慢些。

四、变速器齿轮油

齿轮油是指用于汽车机械变速器、驱动桥和传动机构的润滑油。它以精制润滑油为基础油,加入抗氧化、防腐蚀、防锈、消泡、耐用抗磨等多种添加剂调和而成,因此,具有良好的润滑性能。它与其他润滑油一样,具有减磨、冷却、清洗、密封、防锈和降低噪声等作用,其工作条件与发动机机油不一样,因此,对性能的要求也不一样。

1. 齿轮油的基本性能

(1) 对齿轮油的使用要求。

齿轮油具有很好的润滑性能、较高的耐挤压性,具有适当的黏度(比发动机机油高)和较好的黏温特性、较好的低温流动性、较好的防腐性和抗氧化安定性、良好的消泡性。

(2) 对齿轮油的性能要求。

对齿轮油的性能要求主要有黏度、黏温性和抗磨性等几项指标。齿轮油的黏度应使得传动机构工作时消耗于油内摩擦的能量很少,同时又能保证齿轮及轴承摩擦面不发生擦伤及噪声,油封及接合面不漏油。

抗磨性是指油品能在运动部件上保持油膜,防止金属与金属直接接触的能力。齿轮油极压抗磨性可以用油的负荷承载能力来评定。

2. 齿轮油的分类

目前,国际上采用美国汽车工程师协会(SAE:黏度标号)与美国石油学会(API:质量标号)的分类标准来标定齿轮油。

例如:“API GL-4 SAE 80W”

API——美国石油学会简称;

GL-4——齿轮油质量标号,适用于双曲线齿轮传动的润滑;

SAE——美国汽车工程师协会简称;

80W——齿轮油黏度,适用于最低-26℃的温度。

(1) SAE 黏度标号。

SAE 齿轮油黏度标号分为 70W、75W、80W、85W、90、140、250 等七个指标。带 W 字母的为冬季用油,详见表 2-1 所示。

表 2-1 SAE 齿轮油黏度分类
Tab. 2-1 SAE classification of gear oil viscosity

黏度标号	适用的最低温度	动力黏度 100℃/s	
		最大	最小
70W	-55℃	4.1	—



续表

黏度标号	适用的最低温度	动力黏度 100℃/s	
		最大	最小
75W	-40℃	4.1	—
80W	-26℃	7.0	—
85W	-12℃	11.0	—
90	—	13.5	—
140	—	24.0	<24.0
250	—	41.0	<41.0

(2) API 质量标号。

按齿轮负荷承载能力和使用场合不同,API(美国石油学会)将齿轮油分为 GL-1、GL-2、GL-3、GL-4、GL-5、GL-6 等六个等级,详见表 2-2 所示。

表 2-2 API 齿轮油质量使用标号及性能
Tab. 2-2 API gear oil quality grade

标号	适用范围
GL-1	低齿面压力、低滑动速度下运行的汽车螺旋锥齿轮、蜗轮后轴和各种机械变速器
GL-2	汽车蜗轮后轴,其负荷、温度及滑动速度的状况用 GL-1 不能满足使用要求
GL-3	中等速度及负荷运转的汽车机械变速器和后桥螺旋圆锥齿轮
GL-4	在高速低转矩及低速高转矩下运转的小客车和其他车辆的各种齿轮,特别是准双曲线齿轮
GL-5	在高速冲击负荷、高速低转矩及低速高转矩下运转的小客车和其他车辆的各种齿轮,特别是准双曲线齿轮
GL-6	在高速冲击负荷运转中汽车的各种齿轮,特别是高偏置准双曲线齿轮,偏置大于从动齿轮直径的 25%



任务实施

一、大众宝来二轴五挡 02T 型手动变速器拆装

02T 型手动变速器是大众公司为 MQ200 系列开发的新一代超轻量化双轴变速箱,最大传递扭矩 200 N·m,主传动比与各挡传动比能与各种发动机的动力输出相匹配,总体结构如图 2-19 所示。

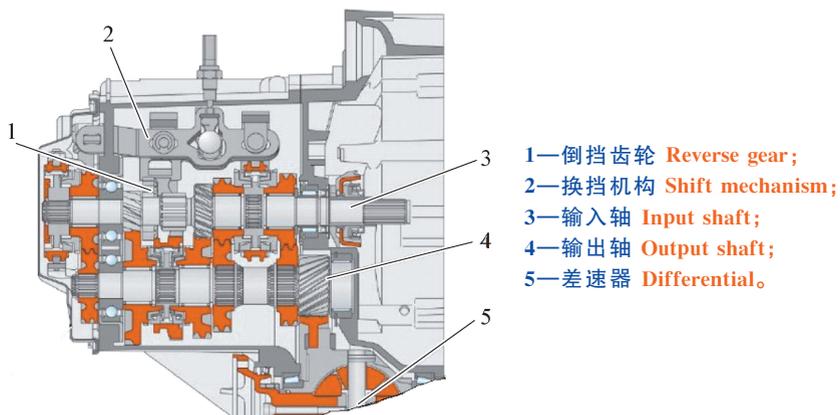


图 2-19 大众 02T 手动变速器

Fig. 2-19 02T Manual transmission

1. 拆卸前的准备

- (1) 防护装备: 工作服、手套、劳保鞋;
- (2) 手动变速器总成;
- (3) 拆装工具一套。

2. 手动变速器的拆解和装配

- (1) 手动变速器拆解。

- ① 从车上拆下手动变速器, 将其固定在翻转架上, 如图 2-20 所示。



扫项目二二维码

观看视频手动变速器的拆装

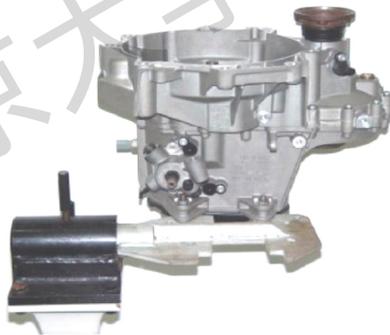
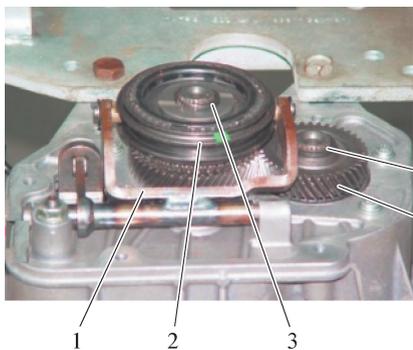


图 2-20 将手动变速器安装于翻转架

Fig. 2-20 Manual transmission mounted on overturning frame

- ② 放掉变速器油。
- ③ 同时拆下离合器分离轴承、撬板和导套。
- ④ 拆下离合器壳体处的传动轴法兰。
- ⑤ 拆掉变速器壳体后盖。
- ⑥ 拆下五挡拨叉和五挡齿轮的两个卡簧, 如图 2-21 所示。



- 1—五挡拨叉 5th gear shift fork;
- 2—五挡同步器 5th gear synchronizer;
- 3、5—卡簧 Key springs;
- 4—输出轴五挡齿轮 Output shaft 5th gear。

图 2-21 02T 型变速器五挡齿轮和拨叉结构

Fig. 2-21 The structure of 5th gear and fork of transmission

- ⑦ 拆下输入轴和输出轴上的五挡齿轮。
- ⑧ 拆下轴承支架固定螺栓和内拨叉架总成螺栓。
- ⑨ 拆下变速器壳体处的传动轴法兰。
- ⑩ 拆下变速器壳体和离合器壳体的固定螺栓。
- ⑪ 取出离合器壳体和差速器。
- ⑫ 拆下换挡轴及其支架,拆下倒挡灯开关和内拨叉架总成的四个固定轴销。
- ⑬ 拆下倒挡轴径向固定螺栓。
- ⑭ 用专用工具将输入轴、输出轴和轴承支架总成压出变速箱壳体,再把输入轴、输出轴压出轴承支架,如图 2-22 所示,输入轴、输出轴和轴承支架总成结构如图 2-23 所示。

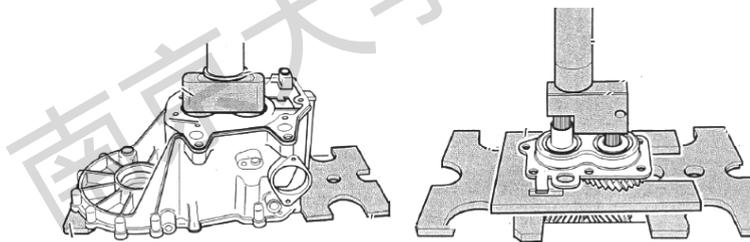
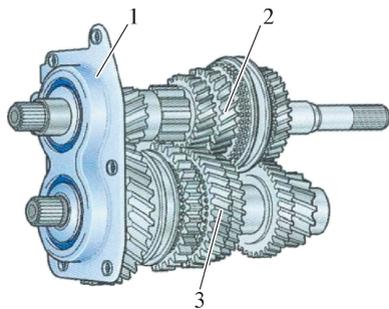


图 2-22 压出轴承支架总成

Fig. 2-22 Press-out bearing bracket assembly



- 1—轴承支架 Bearing bracket;
- 2—输入轴 Input shaft;
- 3—输出轴 Output shaft。

图 2-23 轴承支架和传动轴总成结构

Fig. 2-23 The structure of bearing bracket and transmission shaft assembly



⑮ 分解输入轴。

- I. 用卡簧钳拆下卡簧。
- II. 用油压机和专用工具拆下四挡齿轮、滚柱轴承内圈及平垫片,如图 2-24 所示。
- III. 用油压机和专用工具将三、四挡同步器花键毂和三挡齿轮一起压出,如图 2-25 所示。
- IV. 检查三、四挡同步器齿环磨损情况。



图 2-24 分解四挡齿轮

Fig. 2-24 Decompose the 4th gear



图 2-25 分解花键毂及三挡齿轮

Fig. 2-25 Decompose the spline hub and 3rd gear

⑯ 分解输出轴。

- I. 用卡簧钳拆下卡簧,取出一挡齿轮。
- II. 用专用工具拆下一、二挡同步器花键毂和二挡齿轮,结构如图 2-26 所示。
- III. 拆下卡簧,压出三挡、四挡齿轮。

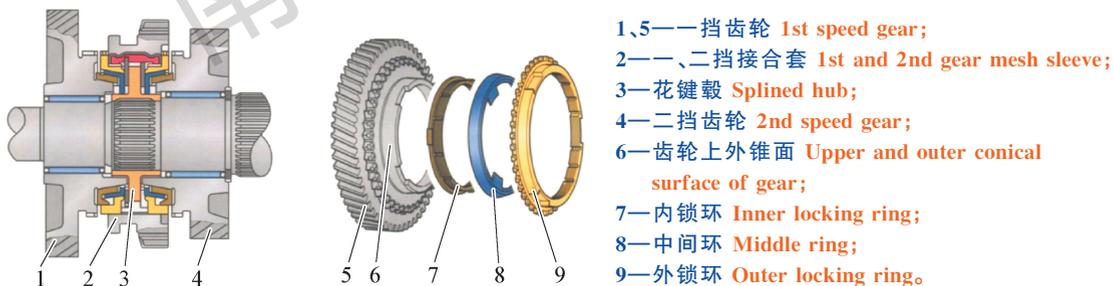


图 2-26 一、二挡同步器结构

Fig. 2-26 The structure of 1st and 2nd gear synchronizer

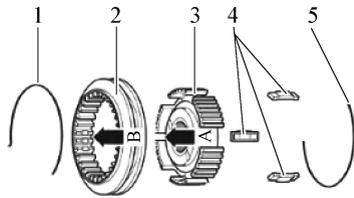
(2) 手动变速器装配。

① 装配输入轴。

- I. 装入三挡齿轮、同步器锁环。
- II. 组装三、四挡同步器花键毂、接合套和滑块等,注意花键毂上较深的槽(箭头“A”)对准接合套上的中间凹槽(箭头“B”),如图 2-27 所示。



Ⅲ. 安装三、四挡同步器花键毂、接合套和滑块时,三、四挡同步器花键毂端面的标志槽(如图 2-28 箭头所示)应朝向四挡。



1、5—弹簧圈 Spring coil;
2—三、四挡接合套 3rd and 4th gear mesh sleeve;
3—花键毂 Splined hub;
4—滑块 Slider。

图 2-27 三、四挡同步器装配



图 2-28 标志槽位置

Fig. 2-27 Assembly diagram of 3rd and 4th gear synchronizer Fig. 2-28 Location of marking slot

Ⅳ. 用油压机等专用工具压入三、四挡同步器花键毂和四挡滚针轴承内圈,注意花键毂端面标志槽朝四挡。

Ⅴ. 用油压机等专用工具(如图 2-29 箭头所指)压入四挡滚针轴承内圈。

Ⅵ. 装四挡滚针轴承、四挡齿轮、同步器锁环和平垫片。

Ⅶ. 用油压机等专用工具压入滚柱轴承内圈。

Ⅷ. 选出合适厚度的卡簧,用卡簧钳安装卡簧。

② 装配输出轴。

Ⅰ. 压入四挡齿轮,齿轮端面凸台朝向三挡,装上两个卡簧。压入三挡齿轮,齿轮端面凸台朝向四挡,装卡簧。

Ⅱ. 装二挡齿轮和同步器,用专用工具压入一、二挡同步器花键毂和接合套,同步锁环的安装。

Ⅲ. 装卡簧,装一档同步器锁环和一档齿轮。

③ 将轴承支架加热到 100℃,用专用工具将轴承支架压入输入、输出轴上,用专用工具将滚针轴承内圈压入输入轴上。

④ 将装好轴承支架的输入、输出轴放到专用的支架上,装上内拨叉架总成和带倒挡齿轮的倒挡轴,注意倒挡齿轮嵌入倒挡拨叉中,各拨叉嵌入接合套的拨叉槽内。

⑤ 将引导专用工具拧在内拨叉架总成上,如图 2-30 所示。



图 2-29 压装四挡滚针轴承

Fig. 2-29 Press the 4th gear needle roller bearing



⑥ 将带有轴承支架的输入、输出轴和带倒挡齿轮的倒挡轴及内拨叉架总成装入变速器壳体中,检查各拨叉是否进入各挡接合套的槽中。

⑦ 用专用工具小心地将输入、输出轴的轴承支架压入变速器壳体中,注意倒挡轴和各拨叉的位置。

⑧ 安装倒挡轴径向固定螺栓和四个内拨叉架总成的固定轴销。

⑨ 装上倒车灯开关,在空挡位置时安装拨叉轴。

⑩ 用 6 个新螺栓固定轴承支架,注意从中间对角交叉逐步拧紧,然后装上内拨叉架总成的固定螺栓。

⑪ 装上差速器,在变速器壳体与离合器壳体安装的结合面上清除掉旧的密封胶残余物,再均匀涂上一层密封胶,安装离合器壳体,更换新的离合器体和变速器壳体的螺栓并按规定扭矩拧紧。

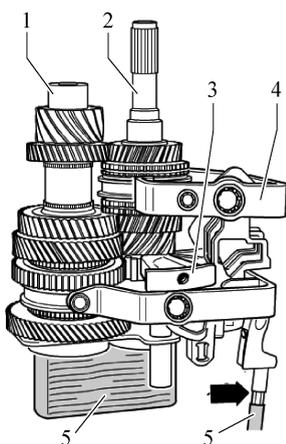
⑫ 安装输出轴上的五挡齿轮,齿轮上高台阶的端面朝后盖。

⑬ 安装输入轴上五挡齿轮的滚针轴承和五挡齿轮及五挡同步器锁环花键毂和接合套,花键毂端面的标志槽和宽凸肩安装时朝向五挡齿轮。

⑭ 安装五挡拨叉及拨叉轴。

⑮ 将卡簧装入输入、输出轴上。

⑯ 安装变速器后盖、传动轴法兰、离合器分离轴承和导套等外部零件。



1—输出轴 Output shaft;
2—输入轴 Input shaft;
3、4—拨叉架 Fork frame;
5—专用工具 Special tool。

图 2-30 齿轮机构总成图

Fig. 2-30 Gear mechanism assembly

二、手动变速器传动机构零部件检修

1. 传动齿轮检修

齿轮的损伤形式主要有齿面磨损、齿端磨损、疲劳剥落、腐蚀斑点、轮齿破碎或断裂等。其原因主要是由于齿轮间的摩擦、齿轮工作时所受的机械应力以及润滑油变质腐蚀所致。修理齿轮时应按照以下要求:

(1) 齿轮齿面不允许有明显的磨损、不规则的磨损,表面疲劳点蚀部分不超过齿面面积的 25%,超过时需更换;

(2) 当齿顶磨损超过 0.2 mm 或齿长磨损超过原齿长的 15%时,应更换;

(3) 装好滚针轴承和内座圈后,用百分表检查齿轮与内座圈的间隙,如图 2-31 所示,标准间隙 0.009 ~ 0.06 mm,极限间隙为 0.15 mm,超过极限应更换轴承;

(4) 齿轮上无论何处产生裂纹,必须更换,且应成对更换。

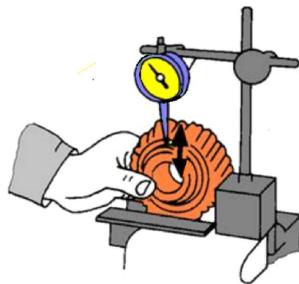


图 2-31 齿轮与内座圈间隙测量

Fig. 2-31 Gap measurement between gear and inner seat ring



2. 输入、输出轴的检修

在工作过程中,由于受转矩、弯矩、冲击和滑磨等影响,变速器轴往往产生弯曲变形、轴颈磨损及花键齿磨损等。

(1) 将输入、输出轴装在水平的 V 型架上,用百分表检查其弯曲度(如图 2-32),若其中部摆差超过 0.10 mm 时,应进行校正或更换。

(2) 花键磨损超过使用极限时应予更换。

(3) 轴承、轴承挡圈及轴颈如有损坏,或轴颈磨损超过轴颈与轴承配合间隙允许的极限时,必须更换,检查轴颈磨损情况,如图 2-33 所示。

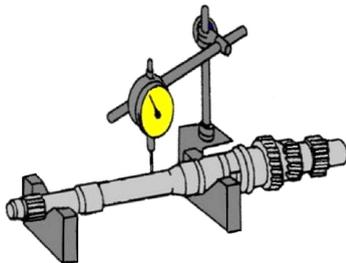


图 2-32 轴弯曲度的检查

Fig. 2-32 Inspect the axis bending

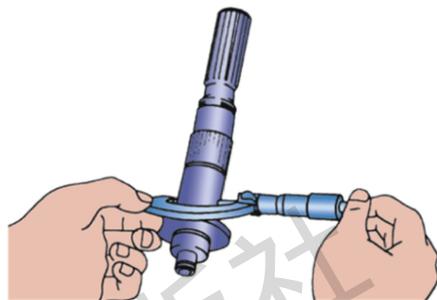


图 2-33 轴颈磨损的检查

Fig. 2-33 Inspect the journal wear

(4) 输入、输出轴轴体上不得有任何性质的裂纹,否则应更换。

任务 2 同步器与操纵机构检修



学习目标

1. 能够对同步器与操纵机构进行检查、装配与调整;
2. 能够对同步器与操纵机构零件进行检测、修复;
3. 掌握常见同步器与操纵机构的工作原理和结构;
4. 培养独立思考能力。



相关知识

一、同步器结构与工作原理

同步器是使接合套与对应接合齿圈的圆周速度达到并保持一致(同步)的机构,以及阻止两者在达到同步之前接合以防止冲击的结构。由于同步器能消除或减轻齿轮间的冲击和噪声,并使换挡轻便,故目前为各类汽车所采用。



同步器有常压式、惯性式、自行增力式等种类,广泛采用的是惯性式同步器。

惯性式同步器有锁环式和锁销式等形式,惯性式同步器是依靠摩擦作用实现同步的。

1. 锁环式同步器

该同步器构造如图 2-34 所示,它由锁环 1 和 5、滑块 3、弹簧圈 11、花键毂 2 及接合套 4 等组成。

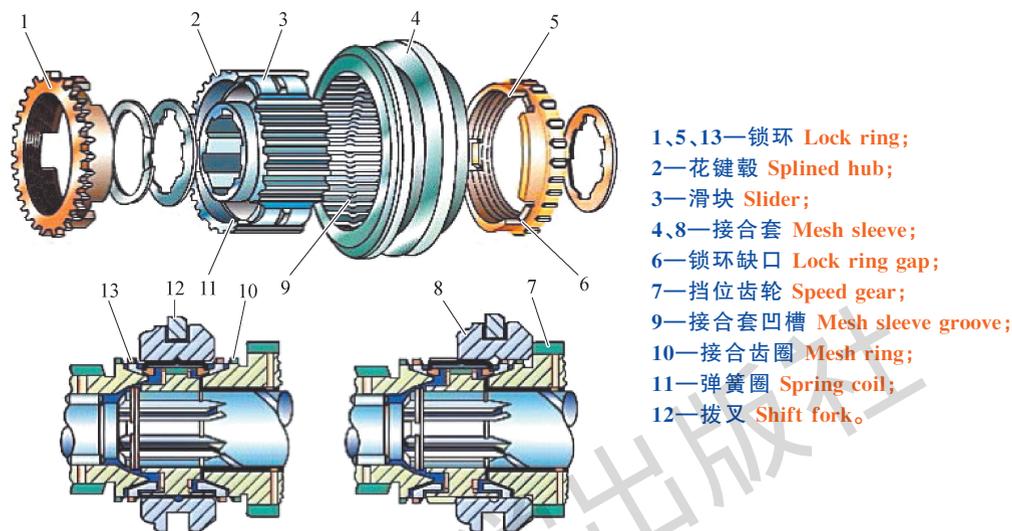
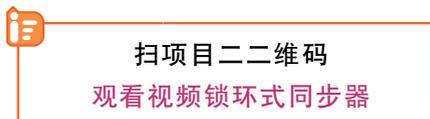


图 2-34 锁环式惯性同步器结构

Fig. 2-34 The structure of lock ring type inertial synchronizer

接合套的外圆柱面加工有与换挡拨叉配合的环槽,在换挡拨叉的拨动下,接合套可以沿花键毂 2 做轴向移动。同步器花键毂 2 的内孔和外圆柱面上都加工有花键,内花键与轴上的外花键配合,用垫圈和卡环轴向固定。接合齿圈 10 可以与齿轮加工成一体,也可单独加工后与齿轮焊接在一起。在花键毂两端与接合齿圈之间各有一个青铜制成的锁环(同步环)1 和 5,锁环上的花键齿的断面齿廓、尺寸及齿数与接合齿圈及花键毂的外花键齿均相同,两个锁环上的花键齿在对着接合套的一端都有倒角(称锁止角),且与接合套齿端的倒角相同。锁环具有与接合齿圈上的锥形面锥度相同的内锥面,锥面上制出细牙的螺旋槽,以便两锥面接触后能破坏油膜,增加锥面间的摩擦,缩短同步时间。三个滑块 3 分别嵌合在花键毂的三个轴向槽中,并可沿轴向移动。滑块的中部有凸起,在两个弹簧圈的径向弹力作用下,将滑块压在接合套的内表面上,使滑块中部凸起正好嵌在接合套中部的内环槽 9 中。此外,滑块的两端伸入锁环的缺口 6 中,只有当滑块位于缺口的中央时,接合套方能穿过锁环挂挡。

锁环式惯性同步器工作过程:以变速器由四挡挂入五挡(由低速挡挂入高速挡)时来说明该同步器的工作过程。当接合套刚从四挡退到空挡时(如图 2-35(a)),接合齿圈 2(与齿轮 1 制成一体)、接合套 4、锁环 3 都在其本身及其所联系的一系列运动件的惯性作用下,继续沿原方向旋转。设它们的转速分别为 n_2 、 n_4 和 n_3 ,则此时 $n_3 = n_4$, $n_2 > n_4$,即 $n_2 > n_3$ 。锁环 3 在轴向是自由的,故其内锥面与齿圈 2 的外锥面并不接触。



若要挂入五挡,驾驶员通过操纵机构拨动接合套 4 并带动滑块 5 一起向左移动。当滑块 5 左端面与锁环 3 缺口的内端面接触时,便推动锁环移向接合齿圈 2,使具有转速差($n_2 > n_4$)的两锥面一经接触便产生摩擦作用。接合齿圈 2 通过摩擦作用带动锁环相对于接合套超前转过一个角度,直到锁环缺口在另一个侧面与滑块接触时,锁环便与接合套同步转动。此时,由于滑块已紧靠锁环缺口的一侧,较位于缺口中央时,接合套花键齿与锁环的齿错开了约半个齿厚,从而使接合套的齿端倒角与锁环相应的齿端倒角正好相互抵触而不能进入啮合(如图 2-35(b))。

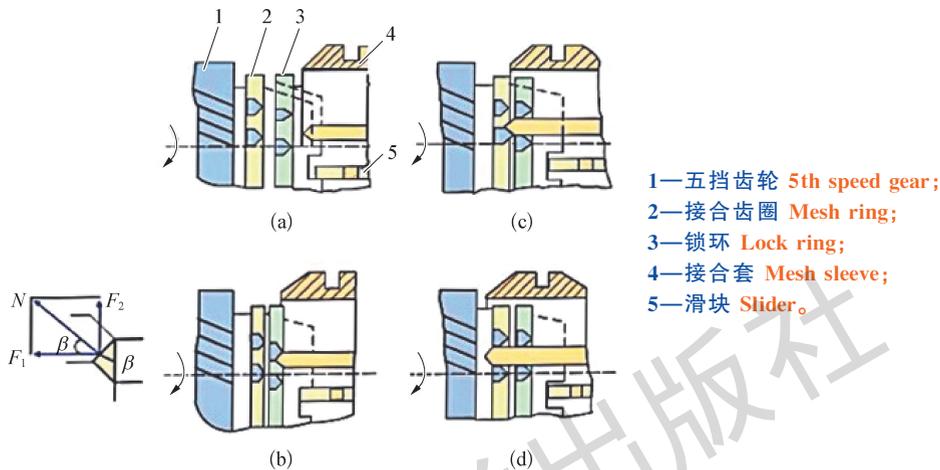


图 2-35 锁环式惯性同步器工作过程

Fig. 2-35 Working process of lock ring type inertial synchronizer

在上述锁环与接合套齿端倒角相互抵触的作用下,若要将接合套齿圈与锁环齿圈接合上,必须使锁环相对于接合套后退一个角度。由于驾驶员始终对接合套施加一个轴向力,使接合套齿圈倒角压紧锁环齿圈倒角,于是在锁环的锁止角斜面上作用有法向压力 N (如图 2-35(b) 左侧的局部放大图)。力 N 可分解为轴向力 F_1 和切向力 F_2 。切向力 F_2 所形成的力矩试图使锁环相对于接合套向后退转,称为拨环力矩。轴向力 F_1 欲使锁环 3 与接合齿圈 2 的锥面产生摩擦力矩,使二者转速 n_3 、 n_2 迅速接近,并且实际上可认为 n_3 不变,只是 n_2 趋近于 n_3 。这是因为锁环 3 连间接合套 4 通过花键毂与整个汽车相连,转动惯量大,转速下降很慢,而接合齿圈 2 只与离合器从动部分相联系,转动惯量很小,速度降低较前者快得多。因此,接合齿圈 2 是减速旋转,根据惯性原理,所产生惯性力矩的方向与旋转方向相同。此惯性力矩通过摩擦锥面作用到锁环上,阻止锁环相对接合套向后旋转。亦即在锁环上作用着两个方向相反的力矩:其一为切向力 F_2 形成的力使锁环相对于接合套向后退转的拨环力矩 M_2 ;另一个为摩擦锥面上阻止锁环向后退转的惯性力矩 M_1 。在 n_2 尚未等于 n_3 之前,两个锥面间摩擦力矩的数值与接合齿圈 2 的惯性力矩相等。如果 $M_2 > M_1$,则锁环 3 即可相对于接合套向后退转一个角度,以便二者进入接合;若 $M_2 < M_1$,则二者不可能进入接合。摩擦力矩 M_1 与轴向力 F_1 的垂直于摩擦锥面的分力成正比,而 M_2 则与切向力 F_2 成正比。 F_1 和 F_2 都是法向力 N 的分力,二者的比值取决于花键齿锁止角 β 的大小。因此,在设计同步器时,适当地选择锁止角和摩擦锥面的锥角,便能保证在同步($n_2 = n_3$)之前,接合齿圈 2 施加在锁环 3 上的惯性力矩 M_1 总是大于切向力 F_2 形成的拨环力矩 M_2 ,因而不论驾驶员通过



操纵机构加在接合套上的推力有多大,接合套齿端与锁环齿端总是互相抵触而不能接合。这说明锁环 3 对接合套的锁止作用是接合齿圈 2 的惯性力矩造成的,因此,称为惯性式同步器。

只要驾驶员继续加力于接合套上,摩擦作用就迅速使接合齿圈 2 的转速降到与锁环 3 的转速相同,保持同步旋转,即接合齿圈 2 相对于锁环的转速和角减速度均为零,于是其惯性力矩便消失。但由于轴向力 F_1 的作用,两个摩擦锥面还是紧密接着的,因而此时切向力 F_2 形成的拨环力矩便使锁环 3 连同齿圈 2 及与之相连的所有零件一起相对于接合套向后退转一个角度,使滑块又移到锁环缺口中央,两个花键齿圈不再抵触。此时接合套压下弹簧圈继续左移,与锁环的花键齿进入接合(如图 2-35(c)),锁环的锁止作用即自行消失。

接合套与锁环接合后,轴向力 F_1 不再存在,锥面间的摩擦力矩也就消失。如果此时接合套花键齿与接合齿圈 2 的花键齿发生抵触,如图 2-35(c) 所示,则与上述相似,作用在接合齿圈 2 花键齿端斜面上的切向分力,使接合齿圈 2 及其相连零件相对于锁环及接合套转过一个角度,使接合套与接合齿圈 2 进入接合(如图 2-35(d)),从而最后完成换挡(由低速挡换入高速挡)的全过程。

考虑结构布置上的合理性、紧凑性及锥面间产生的摩擦力矩不大的因素,锁环式同步器多用于轿车和轻型货车上,但近年来在中型货车变速器的中、高速挡中也开始被采用。

2. 锁销式同步器

在中型及大型载货汽车的变速器中,目前较多地采用锁销式惯性同步器。当变速器中间轴上的常啮齿轮及其接合齿圈直径较大时,装用锁销式同步器不仅使齿轮的结构形式合理,而且还可在摩擦锥面间产生较大的摩擦力矩,缩短同步时间。

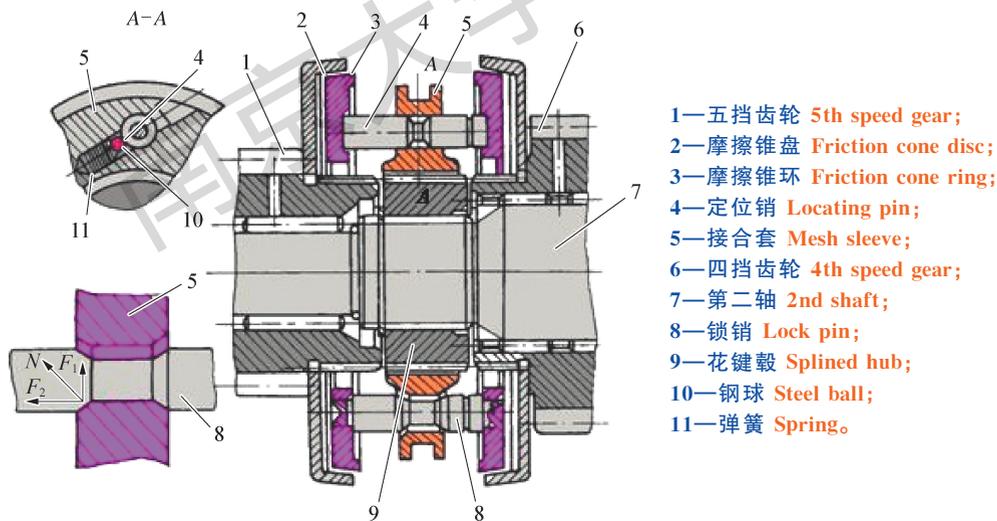


图 2-36 锁销式惯性同步器

Fig. 2-36 Lock-pin type inertial synchronizer

现以东风 9T 汽车五挡变速器中所用的锁销式同步器的四、五挡同步器为例,说明其结构及工作原理(如图 2-36)。两个有内锥面的摩擦锥盘 2 分别固定在带有外花键齿轮的斜齿齿轮 1 和 6 上,随齿轮一同旋转。与之相配合的两个有外锥面的摩擦锥环 3,通过三个锁销 8 和三个定位销 4 与接合套 5 连接。锁销 8 与定位销 4 在同一圆周上相互间隔地均匀分



布。锁销 8 的两顶端伸入摩擦锥环 3 的孔中并铆固,而两端的工作表面直径与接合套凸缘上相应的销孔的内径相等,其中部直径则小于孔径。只有在锁销和接合套孔对中时,接合套方能沿锁销轴向移动。锁销 8 中部和接合套 5 上相应的销孔两端有角度相同的倒角——锁止角。在接合套上的定位销孔中部钻有斜孔,内装弹簧 11,把钢球 10 顶向定位销中部的环槽(如 A-A 剖面图所示),以保证同步器处于正确的空挡位置。定位销 4 与接合套 5 的相应孔为间隙配合,即接合套 5 可沿定位销轴向移动,定位销两端深入锥环内侧面,但是有轴向间隙,可使摩擦锥环 3 相对于接合套 5 在一定范围内做轴向摆动。

锁销式同步器的工作原理与上述锁环式惯性同步器基本相同。在由四挡换入五挡时,接合套 5 受到拨叉的轴向推力作用,通过钢球 10 和定位销 4 带动摩擦锥环 3 向左移动,使之与对应的摩擦锥盘接触。具有转速差的摩擦锥环与摩擦锥盘一经接触,靠接触面的摩擦使锥环连同锁销一起相对接合套转过一个角度,因而锁销 8 的轴线相对接合套上销孔的轴线偏移,于是锁销中部倒角与销孔端的倒角互相抵触,以阻止接合套继续前移。此时,锁止面上法向压紧力 N 的轴向分力 F_2 作用在锥环上,并使之与锥盘压紧,因而接合套与待接合的花键齿圈迅速达到同步。只有达到同步时,起锁止作用的齿轮 1 的惯性力消失,作用在锁销上的切向分力 F_1 才能通过锁销使摩擦锥环 3、摩擦锥盘 2 和齿轮一同相对于接合套转过一个角度,使锁销重新与销孔对中。于是,接合套便能轻易地克服钢球 10 的阻力而沿锁销移动,直至与齿轮 1 的花键齿圈接合,实现挂挡。

二、变速器操纵机构

变速器操纵机构应保证驾驶员能准确可靠地使变速器挂入所需要的任一挡位工作,并可随时使之退到空挡。

1. 变速器操纵机构的分类

根据变速杆与变速器的相对位置不同,变速器操纵机构可分为直接操纵式和远距离操纵式两种类型。

(1) 直接操纵式。

汽车变速器布置在驾驶员座位附近,变速杆由驾驶室底板伸出,驾驶员可直接操纵。

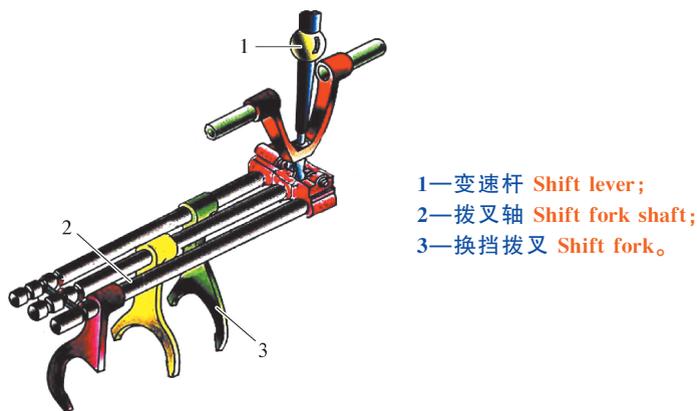


图 2-37 直接操纵式变速器操纵机构

Fig. 2-37 Direct-operated type shift mechanism



这种操纵机构称为直接操纵式变速器操纵机构。它一般由变速杆 1、换挡拨叉 3 以及安全装置等组成,多集装于上盖或侧盖内,结构简单,操纵方便,如图 2-37 所示。

(2) 远距离操纵式。

有些汽车上,由于变速器离驾驶员座位较远,则需要在变速杆与拨叉之间加装一套传动杆或钢索,构成远距离操纵的形式,这种操纵机构称为远距离(间接)操纵式变速器操纵机构。该操纵机构应有足够的刚性,且各连接件间隙不能过大,否则换挡时手感不明显。如图 2-38 所示,为拉索式远距离操纵机构。

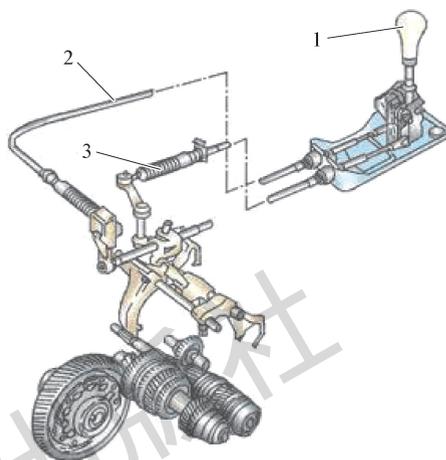
2. 手动变速器安全装置

为保证变速器在任何情况下都能准确、安全、可靠地在所选挡位上工作,变速器操纵机构都设有定位锁止装置,包括自锁装置、互锁装置和倒挡锁装置。通常自锁装置和互锁装置设置在变速器盖或换挡拨叉机构上,倒挡锁装置与变速杆位置有关。

(1) 自锁装置。

挂挡过程中,若操纵变速杆推动拨叉前移或后移的距离不足时,齿轮将不能在全齿宽上啮合而影响齿轮的寿命。即使达到全齿宽啮合,也可能由于汽车振动等原因,齿轮产生轴向移动而减少了齿的啮合长度,甚至完全脱离啮合。自锁装置对各挡拨叉轴进行轴向定位锁止,以防止其自动产生轴向移动而造成变速器的自动挂挡或自动脱挡,保证全齿宽啮合。

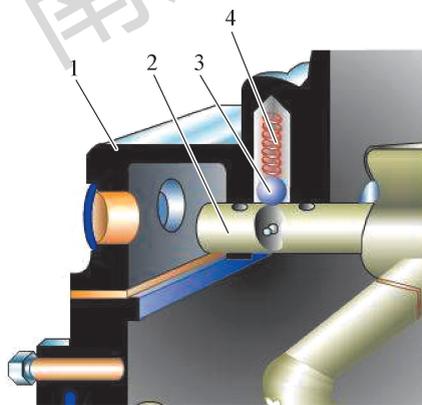
图 2-39 所示为汽车变速器的自锁装置。



1—变速杆 Shift lever;
2、3—换挡拉索 Shift stay cable。

图 2-38 拉索式远距离操纵机构

Fig. 2-38 Cable-type remote control mechanism



1—变速器壳体 Transmission case;
2—拨叉轴 Shift fork shaft;
3—自锁钢球 Self-locking steel ball;
4—自锁弹簧 Self-locking spring。

图 2-39 汽车变速器自锁装置

Fig. 2-39 The self-locking device of automotive transmission

自锁装置由自锁钢球 3 和自锁弹簧 4 组成。每根拨叉轴的上表面沿轴向分布三个凹槽。当任一根拨叉轴连同拨叉轴向移动到空挡或某一工作位置时,必有一个凹槽正好对准



自锁钢球 3。于是,钢球在弹簧压力下嵌入该凹槽内,拨叉轴的轴向位置即被固定,从而拨叉连同接合套也被固定在空挡或某一工作挡位置,不能自行脱出。当需要换挡时,驾驶员必须通过变速杆对拨叉或拨叉轴施加一定的轴向力,克服弹簧的压力,将钢球由拨叉轴的凹槽中挤出推回孔中,拨叉轴和拨叉方能再进行轴向移动。

(2) 互锁装置。

若变速杆能同时推动两个拨叉,即同时挂入两个挡位,则必将造成齿轮间的机械干涉,变速器将无法工作甚至损坏。为此,应设置互锁装置,当拨动一个拨叉轴轴向移动时,其他拨叉轴都被锁止,从而可防止同时挂入两个挡位而造成乱挡。

图 2-40 所示的互锁装置是由互锁钢球 2、4 和互锁销 6 组成的。每根拨叉轴的朝向互锁钢球的侧表面上均制出一个深度相等的凹槽,任一拨叉轴处于空挡位置时,其侧面凹槽都正好对准互锁钢球。两个互锁钢球直径之和正好等于相邻两轴之间的距离加上一个凹槽的深度。中间拨叉轴上两个侧面凹槽之间有孔相通,孔中有一根可以移动的互锁销 6,销的长度等于拨叉轴直径减去一个凹槽的深度。

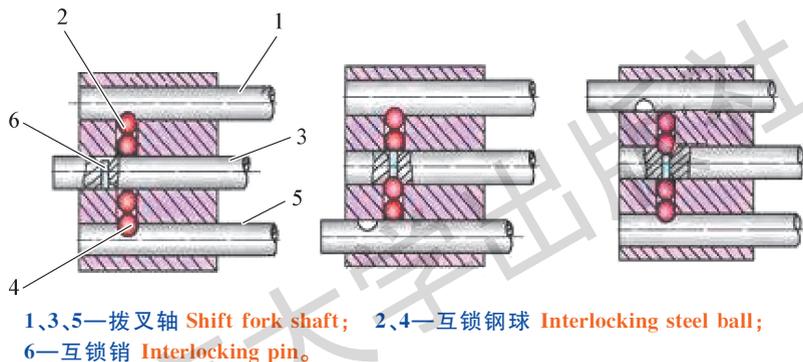


图 2-40 互锁装置工作示意图

Fig. 2-40 Working schematic diagram of interlocking device

当变速器处于空挡位置时,所有拨叉轴的侧面凹槽同钢球、互锁销都在一条直线上。当移动中间拨叉轴 3 时,其两侧的内钢球从侧凹槽中被挤出,而两外侧钢球 2 和 4 则分别嵌入拨叉轴 1 和 5,刚性地锁止在其空挡位置。若欲移动拨叉轴 5,则应先将拨叉轴 3 退回到空挡位置。于是,在移动拨叉轴 5 时,钢球 4 便从轴 5 的凹槽中被挤出,同时通过互锁销 6 和其他钢球将拨叉轴 3 和 1 均锁止在空挡位置。同理,当移动拨叉轴 1 时,拨叉轴 3 和 5 被锁止在空挡位置。由此可知,互锁装置的作用是当驾驶员用变速杆推动某一拨叉轴时,自动锁止其他所有拨叉轴。

(3) 倒挡锁。

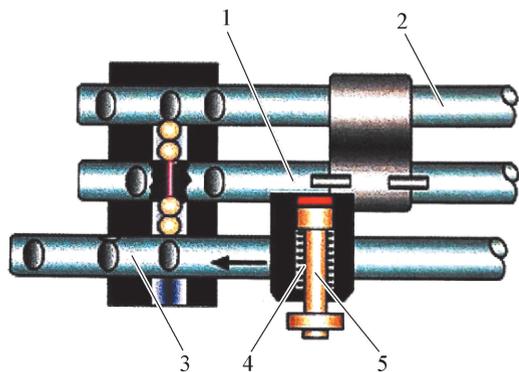
汽车行进中若误挂倒挡,变速器轮齿间将发生极大冲击,导致零件损坏。汽车起步时若误挂倒挡,则容易发生安全事故,为此,应设有倒挡锁。

图 2-41 所示为五挡变速器中常用的倒挡锁装置。它由倒挡锁装置中的倒挡锁销 5 及倒挡锁弹簧 4 组成。因此,驾驶员要挂五挡或倒挡时,必须用较大的力使变速杆的下端压缩弹簧 4,将锁销 5 推向下后,才能使变速杆下端进入倒挡拨块的凹槽内,以拨动倒挡、五挡拨叉轴而挂入五挡或倒挡。

由此可见,倒挡锁的作用是使驾驶员必须对变速杆施加更大的力,方能挂入倒挡,起到



提醒注意的作用,以防止误挂倒挡。



- 1—3、4 挡拨叉轴 3rd,4th gear shift fork shaft;
 2—1、2 挡拨叉轴 1st,2nd gear shift fork shaft;
 3—倒挡、五挡拨叉轴 Reverse,5th gear shift fork shaft;
 4—倒挡锁弹簧 Reverse lock spring;
 5—倒挡锁锁销 Reverse lock pin.

图 2-41 倒挡锁装置工作示意图

Fig. 2-41 Working schematic diagram of reverse lock device

近年来,随着电子计算机技术的发展,国外已研制成各种形式的由微处理机(电子计算机)控制的自动、半自动同步换挡机构,大大简化了换挡操作。



任务实施

一、同步器检修

1. 锁环式同步器的检修

① 锁环内锥面螺旋槽磨损的检查方法:将锁环分别套在相对应的传动齿轮的锥面上并压紧,测量锁环与齿轮端面之间的间隙 A ,如图 2-42 所示,见表 2-3 所示,当 A 值超过 0.5 mm 时应更换新件。

② 锁环外花键齿磨损后,锁环花键齿沿轴线方向磨薄、齿端劈尖、形状磨圆,如不符合标准时更换。

③ 锁环后端三个轴向槽与滑块磨损后,配合间隙增大,同步作用降低或消失,应更换新件。

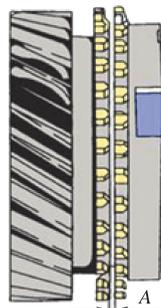


图 2-42 锁环与齿轮端面间隙

Fig. 2-42 Clearance between lock ring and gear end face

表 2-3 锁环与齿轮端面间隙标准

Tab. 2-3 Clearance between lock ring and gear end face

A 的尺寸	安装尺寸	磨损限度
三、四挡和五挡	1.1~1.7 mm	0.5 mm
一档和二挡	1.2~1.8 mm	0.5 mm

2. 锁销式同步器的检修

① 锥环与锥面的沟槽磨损后,其磨损虽然没有超过标准,但锥盘与锥环端面间隙消失而发生接触时,就会使同步器失去作用,因此,应更换新件。



② 接合套与定位销为滑动配合,长期使用会因磨损而松旷,弹簧弹力减弱,定位钢珠磨损,这一切都会造成定位失效,应更换新件。

③ 锁销是铆接在锥环上的,不允许松动,铆接端部不得突出于锥环平面。结合套上通过锁销的孔两端有倒角,销中部直径处也有倒角,同步器结合套轴向移动时,倒角处斜面间相抵触,以使锥环与锥盘压紧。长期使用后,倒角处磨损,使压力降低,同步作用减弱,失去同步作用,应更换新件或进行修复。

二、变速器操纵机构检修

(1) 变速器换挡拨叉检修。

变速器换挡拨叉的损坏主要是叉的弯曲和扭曲。一旦产生弯曲和扭曲变形,可采用敲击或冷压方法进行校正。当变速叉上端导动块凹槽磨损及下端端面磨损后,往往影响齿轮的正常啮合,使齿面产生不均匀磨损,严重时会导致变速器产生自动脱挡故障,因此,变速叉上端导动块凹槽及下端端面磨损超过其使用极限,或其相应的配合间隙超过使用极限时,必须修复或更换新件。测量拨叉与接合套凹槽相接触处配合间隙如图 2-43 所示。

(2) 变速叉轴磨损与变形检查。

变速叉轴弯曲变形可用百分表或平板进行检查。测量的摆差值或缝隙值若超过车辆的使用极限(国产中型货车通常为 0.20 mm)时,应进行冷压校正或更换。轴颈磨损量超过 0.15 mm,不能继续使用,应更换。

(3) 变速叉轴上定位凹槽、互锁凹槽轴向磨损后有明显沟痕,应更换。

(4) 互锁销、定位球磨损,定位弹簧变软或折断,都应及时更换。检查定位弹簧的简便方法是:可将弹簧放入变速器盖定位弹簧孔内,当弹簧与孔口基本齐平时,说明弹簧仍可使用。

(5) 检查变速器内、外操纵机构各零件的联接情况,发现松动及时紧固。

三、变速器异响故障诊断与维修

1. 现象

变速器的异响是指变速器工作时发出的不正常声响,如金属的干摩擦声、不均匀的碰撞声等。

2. 原因

(1) 轴承响。轴承使用日久或维护不当,致使轴承磨损松旷、疲劳剥落或轴承滚动体破裂而产生响声。

(2) 齿轮响。齿轮、轴承或与齿轮配合的轴上花键磨损严重,使两啮合齿轮中心距或间隙增大,运转时有冲击;齿轮啮合不良,齿轮齿面有金属剥落或个别齿损坏折断等。

(3) 其他原因发响,如变速器缺油,润滑油过稀、过稠或质量变坏,变速器内掉入异物,某些紧固螺栓松动,车速表软轴或齿轮发响等。

3. 诊断与排除方法

在排除变速器异响时,要根据响声的特点、出现响声的时机和发响的部位判断发出响声



扫项目二二维码

观看手动变速器操纵机构安装及调整视频



图 2-43 拨叉与接合套配合间隙测量

Fig. 2-43 Measure the fit clearance between fork and mesh sleeve



的原因,然后予以排除。

(1) 变速器换入某一挡位时,运转有明显响声,应进行以下检查:

- ① 该挡齿轮和同步器的磨损情况,若磨损严重,予以更换。
- ② 检查啮合齿轮是否接触不当,必要时更换一对新齿轮。

(2) 变速器各挡均有异响,多为基础件、轴、齿轮、花键磨损使形位误差超限,应酌情修理或更换。

(3) 变速器工作时有撞击声,可根据撞击声的特点进行以下检查:

- ① 响声周期性发生,则为齿轮个别齿损坏,应更换该齿轮。
- ② 变速器工作时有间断性的异响,可能为变速器内掉入异物所引起。
- ③ 响声突然发生,多为齿轮损坏,应及时更换该齿轮。

④ 不属于上述情况,可以考虑是否为以下情况:同步器损坏、离合器不能分离、怠速过高以及变速杆调整不当或导向套过紧等。遇以上情况,应先检查离合器,再分别调整怠速和变速杆位置,检查导向套和分离轴承配合的松紧度。

(4) 空挡时发响,可进行下列检查:

- ① 踏下离合器踏板后响声消失,多为第一轴(输入轴)前、后轴承或常啮合齿轮响。
- ② 踏下离合器踏板后响声不消失,可能为第二轴(输出轴)后轴承响。

遇到上述情况,应分析轴承发响的原因,必要时更换轴承。



扫项目二二维码
观看DSG双离合变速器工作原理视频

DSG双离合变速器

双离合变速器使用两个离合器,但没有离合器踏板。先进的电子系统和液压系统像控制标准自动变速器那样对离合器进行控制,但在双离合变速器中,各离合器单独运转。一个离合器控制奇数挡(一挡、三挡、五挡和倒挡),另一个离合器控制偶数挡(二挡、四挡和六挡)。驾驶员可以选择完全自动模式,从而将所有换挡工作交给计算机完成,在这种模式下,驾驶体验非常类似于普通自动挡汽车。由于双离合变速器可以“逐渐退出”一个挡位并“逐渐接入”另一个挡位,因此,减少了换挡冲击。更重要的是,换挡是在负载下完成的,因此,可以始终维持动力输出。

图3-44为大众6速DSG变速箱,含有两台电子控制的离合器以及关联的齿轮。

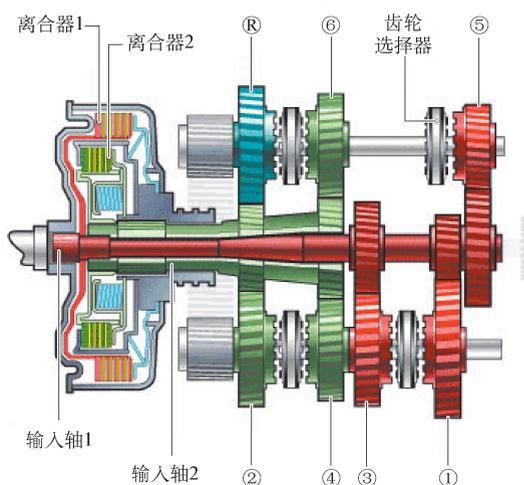


图2-44 DSG齿轮机构

Fig. 2-44 Gear mechanism of DSG



输入轴 1 被设计为实心传动轴,输入轴 2 则为空心传递轴,输入轴 1 连接一、三、五及倒挡,输入轴 2 传动轴连接二、四、六挡。当变速器动力传递时,如果离合器 1 被啮合,输入轴 1 开始工作,而此时离合器 2 分离,输入轴 2 不工作,但此时它已经通过齿轮选择器被预选至高一挡或低一挡位置,条件成熟后通过离合器切换完成换挡。整个过程中确保至少有一组齿轮在输出动力,从而不会导致动力传递的间断。



课后练习



一、选择题

- 变速器中超速挡的齿轮传动比()。
 - 大于 1
 - 小于 1
 - 等于 1
 - 以上都不是
- 在三轴式变速器各挡位中,输入轴的动力不经中间轴齿轮直接传递给输出轴的是()。
 - 倒挡
 - 低速挡
 - 高速挡
 - 直接挡
- 互锁装置的作用是()。
 - 防止变速器自动换挡或自动脱挡
 - 防止同时换入两个挡
 - 防止误换倒挡
 - 减小零件磨损和换挡噪声
- 变速器保证工作齿轮在全齿宽上啮合的是()。
 - 自锁装置
 - 互锁装置
 - 倒挡锁
 - 差速锁
- 两轴式变速器适用于()的布置形式。
 - 发动机前置前轮驱动
 - 发动机前置全轮驱动
 - 发动机中置后轮驱动
 - 发动机前置后轮驱动

二、判断题

- 变速器中的传动齿轮和传动轴一定是刚性相连的。 ()
- 变速器齿轮正常磨损的规律是齿轮齿面磨损比花键磨损快,滑动齿轮比常啮齿轮磨损快。 ()
- 同步器能够保证变速器换挡时,待啮合齿轮的圆周速度迅速达到一致,以减少冲击和磨损。 ()
- 为改善变速器的磨合质量,允许在齿轮面上涂放研磨膏。 ()
- 变速器的某一挡位的传动比既是该挡的降速比,也是该挡的增矩比。 ()

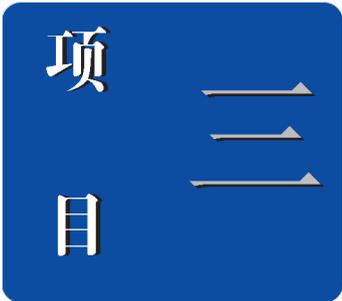
三、问答题

- 两轴式和三轴式变速器各有何特点?各用于什么场合?
- 简述锁环式惯性同步器的工作过程。
- 变速器装配时应注意哪些问题?
- 分析变速器操纵机构安全装置的工作原理。
- 跳挡的原因是什么?如何诊断?



扫码可见
项目三视频

万向传动装置检修



项目导入

万向传动装置一般由万向节和传动轴组成,有时还要有中间支承,是用来在工作过程中相对位置不断改变的两根轴间传递动力,并保证在两轴之间的夹角和距离经常变化的情况下,仍能可靠地传递动力的装置。万向传动装置在汽车上的应用,连接变速器与驱动桥,连接变速器与分动器,连接断开式驱动桥或转向驱动桥,连接转向操纵机构等。

任务1 万向节检修



1. 能够对万向节进行拆装与调整;
2. 能够对万向传动装置零部件进行检修;
3. 掌握常用万向节的结构和工作原理;
4. 了解万向传动装置分类及应用场合;
5. 培养客户服务意识。



1. 培养法制意识,牢固树立法治观念,学思践悟习近平全面依法治国新理念新思想新战略;
2. 提升对法治理念、法治原则、法律概念的认知水平,提高运用法治思维和法治方式维护自身权利、参与社会公共事务、化解矛盾纠纷的意识和能力。



一、万向传动装置在汽车上的应用

1. 连接变速器与驱动桥

在发动机前置后轮驱动的汽车上,变速器常与发动机、离合器连成一体支承在车架上,而驱动桥则通过弹性悬架与车架连接(如图3-1)。变速器输出轴轴线与驱动桥的输入轴轴线难以布置得重合,并且在汽车行驶的过程中,弹性悬架系统产生振动,使两轴相对位置经常变化,故变速器的输出轴与传动桥的输入轴不可能刚性连接,而必须采用万向传动装置。在变速器与驱动桥距离较远的情况下,应将传动轴分成两段,且在中间传动轴后端设置中间支承,这样可避免因传动轴过长而产生的自振频率降低,高转速下产生共振,同时提高了传动轴的临界转速和工作的可靠性。

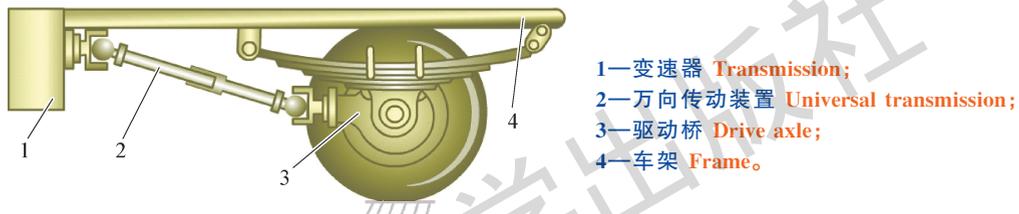


图3-1 变速器与驱动桥之间的万向传动装置

Fig. 3-1 Universal transmission between transmission and drive axle

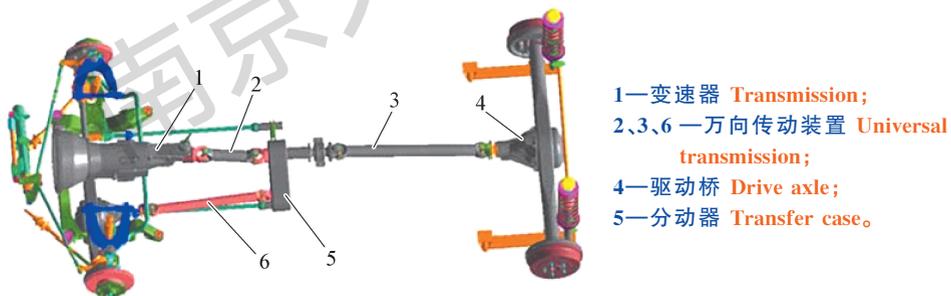


图3-2 变速器与分动器之间的万向传动装置

Fig. 3-2 Universal transmission between transmission and transfer case

2. 连接变速器与分动器

对于双轴驱动的越野汽车(如图3-2),当变速器1和分动器5分开布置时,为了消除制造、装配误差以及车架变形时对传动的影晌,在其间设有万向传动装置2、3。为了传递动力,在分动器与转向驱动桥之间又设置了连接到前桥的万向传动装置6。

3. 连接断开式驱动桥

对于转向驱动桥,前轮既是转向轮又是驱动轮。作为转向轮,要求它能在最大转角范围内任意偏转某一角度;作为驱动轮,则要求半轴在车轮偏转过程中不间断地把动力从主减速



器传到车轮。因此,转向驱动桥的半轴不能制成整体而要分段,且用万向节连接,以适应汽车行驶时半轴各段的交角不断变化的需要,如图 3-3 所示。

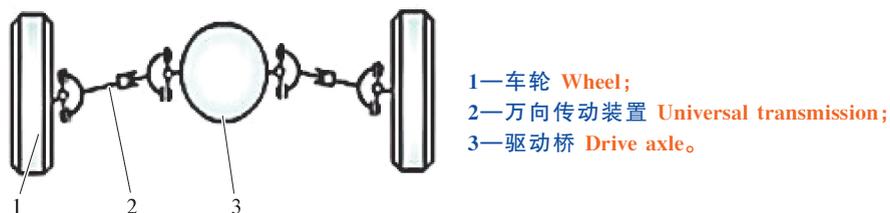


图 3-3 断开式驱动桥

Fig. 3-3 Disconnected drive axle

4. 连接转向操纵机构

万向传动装置除用于汽车的传动系外,还可用于转向操纵机构。由于受整体布置的限制,转向柱轴线与转向器输入轴轴线不能重合,也常设置万向传动装置(如图 3-4)。



图 3-4 转向操纵机构

Fig. 3-4 Steering control mechanism

二、万向节

万向节的功用是实现汽车上任何一对轴线相交且相对位置经常变化的转轴之间的动力传递。万向节是实现变角度动力传递的机件,用于需要改变传动轴线方向的位置。

万向节按其在扭转方向上是否有明显的弹性,可分为刚性万向节和挠性万向节。刚性万向节又可分为不等速万向节(常用的为十字轴式)、准等速万向节(双联式、三销轴式等)和等速万向节(球叉式、球笼式、自由三枢轴式万向节等)。

1. 刚性万向节

(1) 十字轴式万向节。

十字轴式万向节因其构造简单,传动可靠,效率高,且允许两传动轴之间有较大的夹角(一般为 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$),故普遍应用于各类汽车的传动系中。

扫项目三二维码
观看视频万向节

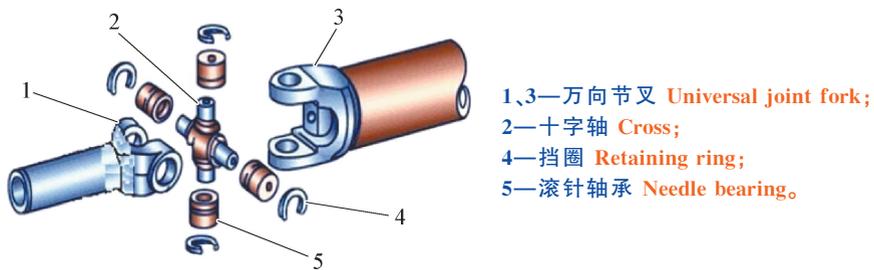


图 3-5 十字轴式万向节
Fig. 3-5 Cross-axle universal joint

① 十字轴式万向节结构。

图 3-5 所示为十字轴式刚性万向节,两万向节叉 1 和 3 上的孔分别活套在十字轴 2 的两对轴颈上。这样,当主动轴转动时,从动轴既可以随之转动,又可以绕十字轴中心在任意方向上摆动。为了减小摩擦损失,提高传动效率,在十字轴颈和万向节叉孔间装有滚针轴承 5,然后用挡圈 4 固定在万向节叉上,以防止轴承在离心力的作用下从万向节叉内脱出。

为了润滑轴承,十字轴做成空心的,并有油路通向轴颈,如图 3-6 所示。润滑油从注油嘴 4 注入十字轴内腔,为避免润滑油流出及尘垢进入轴承,在十字轴的轴颈上套着装在金属座圈 3 的油封 2,油封下面装有油封挡盘 1。十字轴式万向节的损坏是以十字轴轴颈和滚针轴承的磨损为标志的,因此,润滑与密封直接影响万向节的使用寿命。

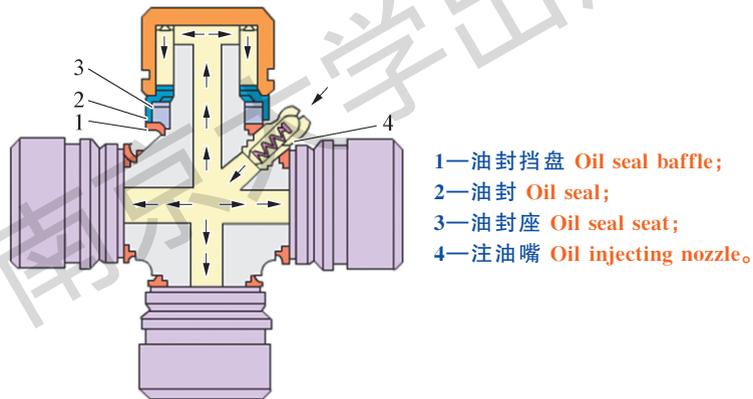


图 3-6 十字轴润滑油道及密封装置
Fig. 3-6 Lubricating oil passage and sealing device of cross axle

② 十字轴式万向节传动特性。

单个十字轴式万向节在输入轴和输出轴之间有夹角的情况下,其两轴的角速度是不相等的。以下来分析其传动的不等速性。

I. 主动叉在垂直位置,如图 3-7 所示,设主动叉轴 1 为垂直布置且以 ω_1 等角速旋转,从动叉轴 2 与主动叉轴 1 有一夹角 α ,其角速度为 ω_2 。十字轴旋转半径 OA 与 OB 相等,均为 r 。当万向节转动到图 3-7(a)所示位置时,十字轴上 A 点的线速度为:

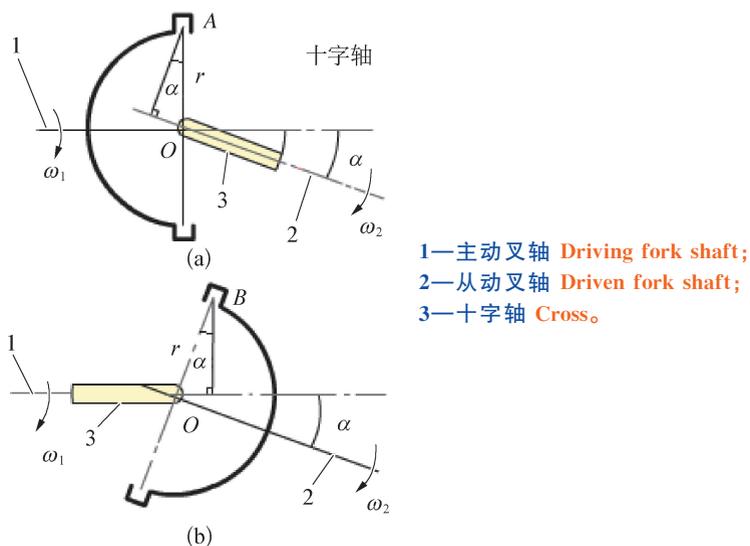


图 3-7 十字轴式万向节传动示意图

Fig. 3-7 Schematic diagram of cross axle universal joint drive

十字轴随主动叉轴 1 一起转动时

$$v_{A1} = r\omega_1$$

十字轴随从动叉轴 2 一起转动时

$$v_{A2} = r\omega_2 \cos \alpha$$

由于 $v_{A1} = v_{A2}$, 故有 $\omega_2 = \omega_1 / \cos \alpha$, 此时 $\omega_2 > \omega_1$ 。

Ⅱ. 主动叉处于水平位置、十字轴平面与从动叉轴 2 相垂直。当万向节再转动 90° 到图 3-7(b) 所示位置时, 十字轴上 B 点的线速度也可视转轴的不同分别求出:

$$v_{B1} = r\omega_1 \cos \alpha, \quad v_{B2} = r\omega_2$$

由于 $v_{B1} = v_{B2}$, 故有 $\omega_2 = \omega_1 \cos \alpha$, 此时 $\omega_2 < \omega_1$ 。

由此可知, 当主动叉轴 1 以等角速度转动时, 从动叉轴 2 是以不等角速转动的。

这就是十字轴式万向节的速度特性——传动的不等速性, 且从动轴角速度的变化以 180° 为一个周期, 在 180° 内时快时慢, 但两轴的平均速度相等, 即主动轴转一周, 从动轴也转一周。因此, “传动的不等速性”是指主动轴与从动轴在转动一周内的瞬时角速度不能保持相等。由上述速度公式可知, 两轴交角 α 越大, 转角差越大, 即万向节传动的不等速性越严重。

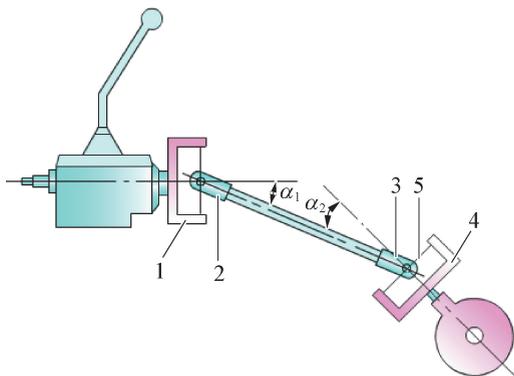
单万向节传动的不等速性, 将使从动轴及与其相连的传动部件产生扭转振动, 从而产生附加的交变载荷, 影响部件寿命。

③ 双十字轴万向节传动的等速条件。

从以上分析可以想到, 在两端(例如变速器的输出轴和驱动桥的输入轴)之间, 若采用如图 3-8 所示的双十字轴式万向节传动, 则第一万向节的不等速效应就有可能被第二万向节的不等速效应所抵消, 从而实现两轴间的等角速传动。根据运动学分析得知, 要达到这一目



的,必须满足以下两个条件:



1、3—主动叉 Driving fork;
2、4—从动叉 Driven fork;
5—十字轴 Cross。

图 3-8 双万向节等速传动布置

Fig. 3-8 Constant speed transmission arrangement by double universal joints

I. 第一万向节两轴间夹角 α_1 与第二万向节两轴间夹角 α_2 相等。

II. 第一万向节的从动叉与第二万向节的主动叉处于同一平面内。后一条件完全可以由从动轴和万向节叉的正确装配来保证。但是,前一条件($\alpha_1 = \alpha_2$)只有在采用驱动轮独立悬架时,才有可能通过整车的总布置设计和总装配工艺的保证来实现,因为在此情况下,主减速器和变速器的相对位置是固定的。在驱动轮采用非独立悬架时,由于弹性悬架的振动,驱动桥输入轴与变速器输出轴的相对位置不断变化,不能在时时刻刻都保证 $\alpha_1 = \alpha_2$,因而此时两部件之间的万向传动只能做到使传动的不等速性尽可能小。

(2) 等速万向节。

等速万向节的基本原理是从结构上保证万向节在工作过程中的传力点永远位于两轴交角的平分面上。如图 3-9 所示,两齿轮的接触点 P 位于两齿轮轴线交角 α 的角平分面上,由 P 点到两轴的垂直距离都等于 r 。在 P 处两齿轮的圆周速度是相等的,因而两个齿轮旋转的角速度也相等。因此,若万向节的传力点在其交角变化时始终位于角平分面上,则可使两万向节叉保持等角速的关系。

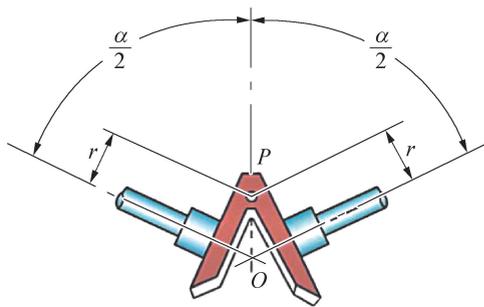


图 3-9 等速万向节传动原理

Fig. 3-9 Transmission principle of constant velocity universal joint

目前汽车上广泛应用的等速万向节有球叉式、球笼式、自由三枢轴式三种。

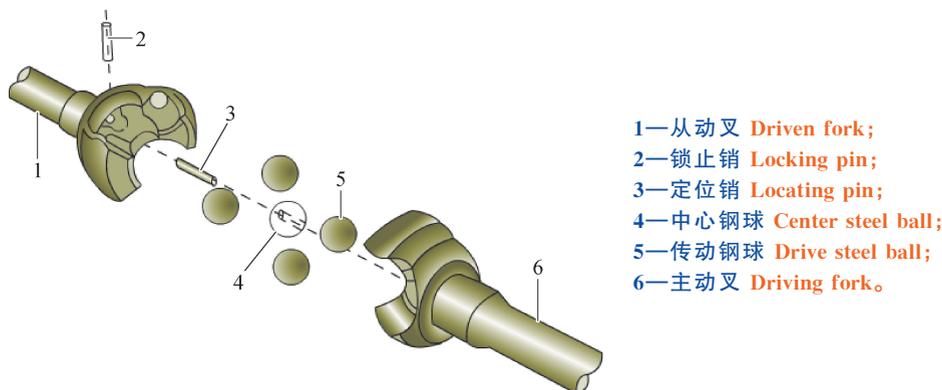
① 球叉式万向节。

球叉式万向节的构造如图 3-10 所示。主动叉 6 与从动叉 1 分别与内、外半轴制成一体。在主、从动叉上,各有四个曲面凹槽,装合后形成两个相交的环形槽作为钢球滚道。四个传动钢球 5 放在槽中,中心钢球 4 放在两叉中心的凹槽内以定中心。

为了顺利地将钢球装入槽内,在中心钢球 4 上铣出一个凹面,凹面中央有一深孔。装合时,先将定位销 3 装入从动叉内,放入中心钢球,然后在两球叉槽中陆续装入三个传动钢球,再将中心钢球的凹面朝向未放钢球的凹槽,以便装入第四个传动钢球,而后再将中心钢球 4



的孔对准从动叉孔,提起从动叉轴使定位销 3 插入球孔中,最后将锁止销 2 插入从动叉上与定位销垂直的孔中,以限制定位销轴向移动,保证中心钢球的正确位置。



- 1—从动叉 Driven fork;
- 2—锁止销 Locking pin;
- 3—定位销 Locating pin;
- 4—中心钢球 Center steel ball;
- 5—传动钢球 Drive steel ball;
- 6—主动叉 Driving fork。

图 3-10 球叉式万向节

Fig. 3-10 Spherical fork universal joint

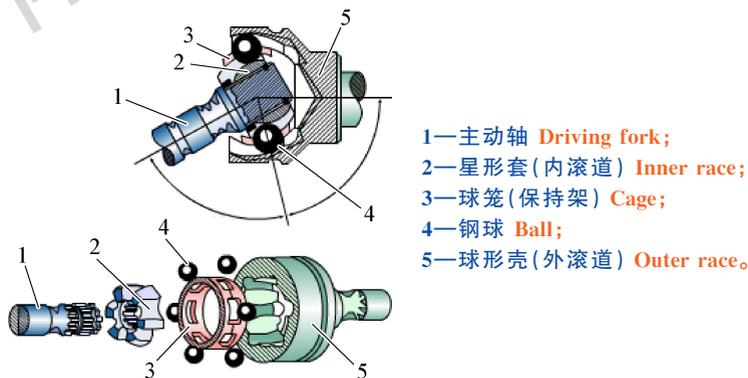
球叉式万向节结构简单,允许轴间最大交角为 $32^{\circ}\sim 33^{\circ}$,一般应用于转向驱动桥中。

近年来,有些球叉式万向节中省去了定位销和锁止销,中心钢球上也没有凹面,靠压力装配。这样结构更为简单,但拆装不便。

球叉式万向节工作时,只有两个传动钢球传力,反转时,则由另两个钢球传力。因此,钢球与滚道之间接触压力大,磨损快,影响其使用寿命,所以球叉式万向节通常用于中小型越野汽车转向驱动桥。

② 球笼式万向节。

图 3-11 所示为固定型球笼式万向节,简称 RF 节。星形套 2 以内花键与主动轴 1 相连,其外表面有 6 条凹槽,形成内滚道。球形壳 5 的内表面有相应的 6 条凹槽,形成外滚道。6 个钢球分别装在各条凹槽中,并由保持架 3(球笼)使之保持在一个平面内。动力由主动轴 1 经钢球 4、球形壳 5 输出。



- 1—主动轴 Driving fork;
- 2—星形套(内滚道) Inner race;
- 3—球笼(保持架) Cage;
- 4—钢球 Ball;
- 5—球形壳(外滚道) Outer race。

图 3-11 球笼式万向节

Fig. 3-11 Ball cage universal joint

球笼式万向节的等速传动原理,如图 3-12 所示。外滚道的中心 A 与内滚道的中心 B 分别位于万向节中心 O 的两边,且与 O 等距离。钢球中心 C 到 A、B 两点的距离相等。保

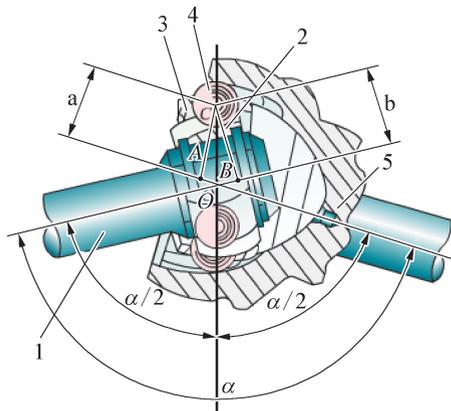


持架的内外球面、星形套的外球面和球形壳的内球面,均以万向节中心 O 为球心。因此,当两轴交角变化时,保持架可沿内、外球面滑动,以保持钢球在一定位置。

由图 3-12 可见,由于 $OA=OB, CA=CB, CO$ 是共边,则两个三角形 $\triangle COA$ 与 $\triangle COB$ 全等。因此, $\angle COA=\angle COB$, 即两轴相交成任意角 α 时,其传力钢球 C 都位于交角平分面上。此时,钢球到主动轴和从动轴的距离 a 和 b 相等,从而保证从动轴与主动轴以相等的角速度旋转。

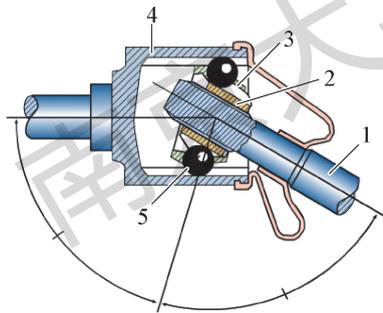
球笼式万向节在两轴最大交角达 47° 的情况下,仍可传递转矩,且在工作时,无论传动方向如何,6 个钢球全部传力。与球叉式万向节相比,改善了受力状况,其承载能力强,减轻了磨损,且结构紧凑,拆装方便,因此,应用越来越广泛。

伸缩型球笼式万向节(简称 VL 节)的结构如图 3-13 所示。该结构形式的内、外滚道是圆筒型的,在传递转矩过程中,星形套 2 与筒形壳 4 可以沿轴向相对移动,故可省去其他万向传动装置中必须有的滑动花键。这不仅使结构简化,而且由于星形套 2 与筒形壳 4 之间的轴向相对移动是通过钢球 5 沿内、外滚道滚动来实现的,与滑动花键相比,其滑动阻力小,最适用于断开式驱动桥。



图注同图 3-11

图 3-12 球笼式万向节等角速传动原理
Fig. 3-12 Equal angular speed transmission principle of ball-cage universal joint



1—主动轴 Driving fork;
2—星形套(内滚道) Inner race;
3—球笼(保持架) Cage;
4—筒形壳(外滚道) Fixed joint housing;
5—钢球 Ball。

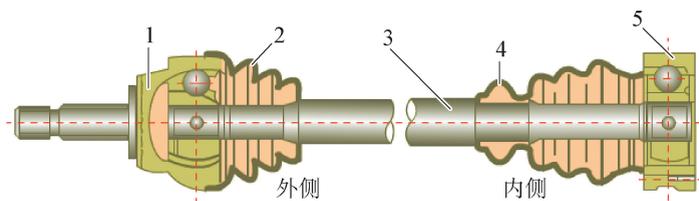
图 3-13 伸缩型球笼式万向节(VL 节)
Fig. 3-13 Telescopic ball cage universal joint

这种万向节保持架的内球面中心 B 与外球面中心 A 位于万向节中心 O 的两边,且与 O 等距离。钢球中心 C 到 $A、B$ 距离相等,以保证万向节做等角速传动。

国产轿车所采用的伸缩型球笼式万向节(VL 节),在转向驱动桥中均布置在靠差速器的一侧(内侧),而轴向不能伸缩的固定型球笼式万向节(RF 节)则布置在转向节处(外侧),如图 3-14 所示。

③ 三枢轴式万向节。

其结构如图 3-15 所示。三个枢轴位于同一平面内成 120° ,枢轴的轴线垂直于传动轴并且与传动轴轴线交于同一点。漏斗形轴的筒形部分加工出三个均匀分布的槽形轨道,轨道配合面为部分圆柱面。三个滚子轴承分别装入槽形轨道中。



- 1—球笼式万向节(RF节) Ball cage universal joint (RF joint);
 2、4—防尘罩 Boot;
 3—传动轴(半轴) Half shaft;
 5—伸缩型球笼式万向节(VL节) Telescopic ball cage universal joint (VL joint)。

图 3-14 RF 节与 VL 节在转向驱动桥中的布置

Fig. 3-14 Arrangement of RF and VL joints in steering drive axles

当输出轴与输入轴交角为 0° 时,由于三枢轴的自动定心作用,能自动使两轴轴线重合。当输出轴与输入轴交角不为 0° 时,滚子轴承既可沿枢轴轴线移动,又可沿槽形轨道滑动,这样就保证了输入轴和输出轴之间始终可以传递力。因滚子轴承外表面为球面,与之配合的轨道为圆柱面,所以可以保证枢轴轴线与相应槽形轨道的轴线始终相交,并且是等速传动。

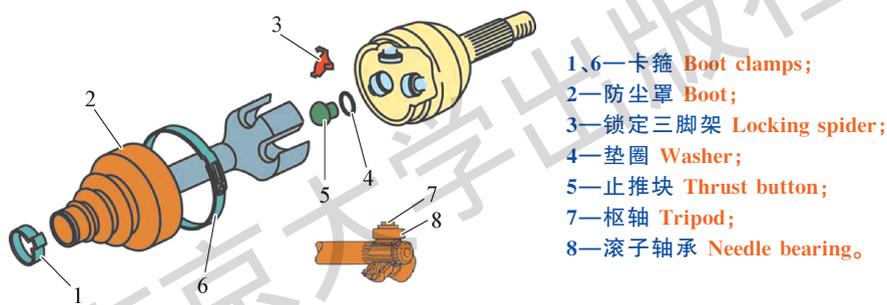


图 3-15 三枢轴式万向节

Fig. 3-15 Tripod type plunge joint

2. 挠性万向节

挠性万向节依靠其中弹性件的弹性变形来保证在相交两轴间传动时不发生机械干涉。弹性件可以是橡胶盘、橡胶金属套筒、六角形橡胶圈或其他结构形式。由于弹性件的弹性变形量有限,故挠性万向节一般用于两轴间夹角不大于 $(3^\circ \sim 5^\circ)$ 和只有微量轴向位移的万向传动场合。

图 3-16 所示为挠性万向节。弹性橡胶件 2 交错地用螺栓 1 分别与主、从动轴上的万向节叉相连。在主、从动件之间装有定心装置,即在主动轴叉的轴心孔中装有球座定心钢球 3、锁止卡环、油封,从动叉轴通过油封内孔、定心钢球起定心作用。这样避免了因万向节刚度较小,高速行驶时引起轴线偏离增大产生的振动和噪声。

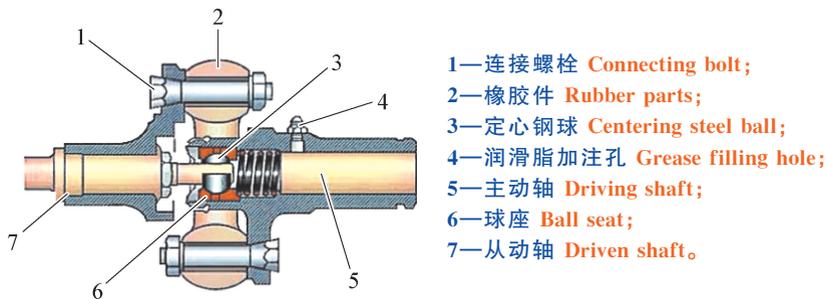


图 3-16 挠性万向节

Fig. 3-16 Flexible universal joint

任务实施

一、十字轴式万向节检修

1. 十字轴式万向节拆装

- (1) 松开连接螺母。
- (2) 取下万向节总成。
- (3) 拆卸前做好万向节的原始位置标记,如图 3-17(a)所示。
- (4) 拆除卡环,如图 3-17(b)所示。
- (5) 取下所有卡环。
- (6) 分解万向节。
- (7) 清洗万向节。
- (8) 十字轴上涂上专用润滑脂,如图 3-17(c)所示。
- (9) 安装十字轴。
- (10) 安装卡环。
- (11) 按标记安装万向节总成。

扫项目三二维码
观看视频万向节的拆装

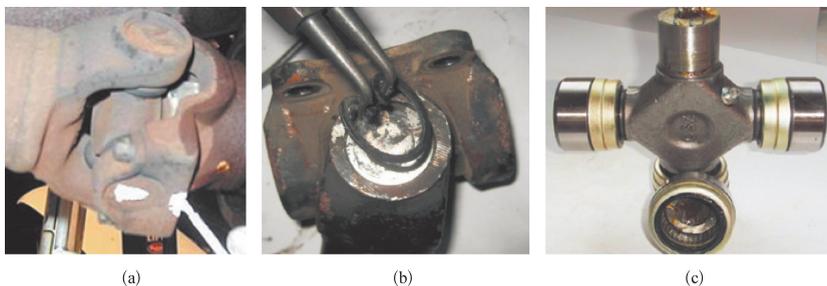


图 3-17 十字轴式万向节拆装图

Fig. 3-17 Disassembly and assembly diagrams of cross-axis universal joint



2. 十字轴式万向节检修

(1) 清洗全部零件,并用压缩空气吹干。
 (2) 万向节叉和十字轴不得有裂纹,否则应更换。

(3) 检查十字轴轴颈表面,若有疲劳剥落、磨损沟槽或滚针压痕深大于 0.1 mm 时,应更换。

(4) 按图 3-18 所示的方法,将万向节向各个方向移动,检查十字轴轴承是否磨损或损坏,否则应更换。

(5) 检查十字轴与轴承的最小配合间隙应符合原厂规定,最大配合间隙应符合表 3-1 的规定。

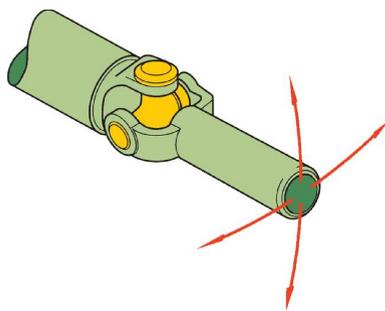


图 3-18 十字轴轴承的检查

Fig. 3-18 Examination of Cross Shaft Bearings

表 3-1 十字轴与轴承的配合间隙(单位:mm)

Tab. 3-1 Matching clearance between cross shaft and bearing(mm)

十字轴轴颈直径	≤18	18~23	>23
最大配合间隙	符合原厂规定	0.10	0.14

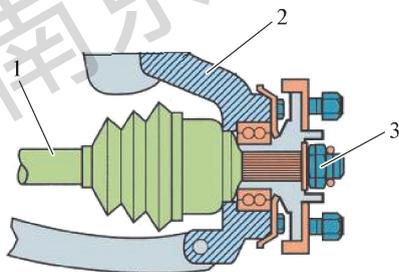
(6) 滚针轴承的油封老化失效、滚针断裂、轴承内圈有疲劳剥落时,应更换。

(7) 万向节叉孔和轴承套筒外径的配合为过渡配合,否则应更换轴承。

二、球笼式万向节检修

1. 球笼式万向节拆装

(1) 拆半轴轮毂螺母,如图 3-19 所示。



1—驱动轴 Drive;
 2—转向节 Steering knuckle;
 3—轮毂螺母 Hub nut.

图 3-19 驱动轴结构图

Fig. 3-19 Structural diagram of driving axle shaft

(2) 在举升机上支起汽车,并将汽车提升到适当高度。

(3) 松开内球笼式万向节六个固定螺栓。

(4) 从转向节上拆下控制臂球头。

(5) 从外球笼式万向节的一侧取下半轴,取下时应避免损坏防尘罩。

(6) 分解半轴与球笼式万向节。

扫项目三二维码

观看视频外球笼万向节更换、
外球笼分解与组合



① 分解前,在防尘罩安装位置做好标记,如图 3-20(a)所示。

② 拆下卡簧,如图 3-20(b)所示。

③ 用锤子沿花键方向敲击球笼外座圈,使球笼与半轴分离,如图 3-20(c)所示。

(7) 分解球笼式万向节,用铜锤敲击球笼式万向节内座圈,使球笼及内座圈垂直,取下内座圈、球笼及钢球,如图 3-20(d)所示。

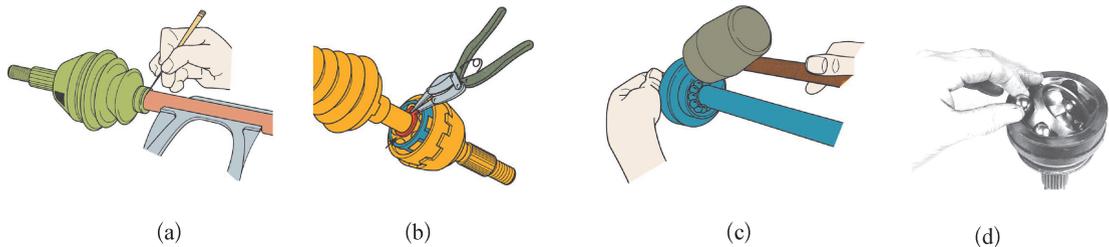


图 3-20 球笼式万向节拆装图

Fig. 3-20 Disassembly and assembly diagrams of ball cage universal joints

(8) 安装球笼式万向节,先在内、外球笼的滚道上涂以少量的专用润滑脂,再将内座圈有倒角的一侧与球笼有倒角的一侧安装在同一方向,二者垂直装入外座圈,并分别将六个钢球间隔安装在球笼上,将球笼、内座圈及钢球推入外座圈中,注意内座圈有倒角的一侧和球笼有倒角的一侧朝向外座圈的大端,安装后使球笼内充满球笼专用润滑脂。

(9) 安装球笼式万向节的防尘罩。

(10) 安装半轴。

(11) 将球笼防尘罩用卡箍固定。

2. 球笼式万向节检修

(1) 清洗全部零件,并用压缩空气吹干;

(2) 检查球形壳、星形套及滚道是否磨损,如有则更换;

(3) 检查球笼内、外球面是否磨损,球笼各孔表面是否有起伏、裂纹和破碎,如有则更换;

(4) 检查钢球表面是否有麻点、裂纹、磨亮和磨损,钢球表面暗淡无光为正常,如有则更换;

(5) 检查防护罩是否有刺破、撕裂或箍得过紧,可用排气孔检查防护罩的裂纹,如发现问题及时更换。

任务 2 传动轴与中间支承检修



学习目标

1. 能够对传动轴进行拆装;
2. 能够对传动轴常见故障进行调整和检修;



3. 掌握传动轴与中间支承结构；
4. 树立良好的公共道德观。



一、传动轴

传动轴是万向传动装置中的主要传力部件。通常连接变速器与驱动桥,在转向驱动桥和断开式驱动桥中则用来连接差速器和驱动轮。

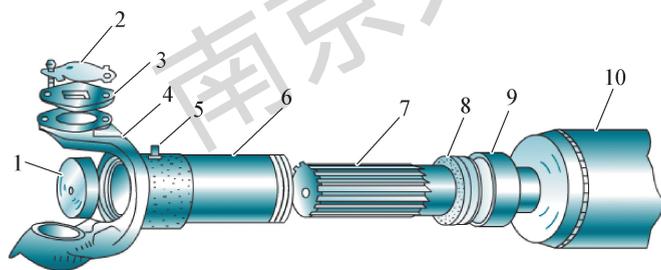
传动轴一般有以下特点:

汽车行驶过程中,变速器与驱动桥的相对位置经常变化,为避免运动干涉,传动轴中设有由滑动叉和花键轴组成的滑动花键连接,以实现传动轴长度的变化,为减少磨损,还装有已加注润滑脂的油嘴、油封、堵盖和防尘套,如图 3-21 所示。

传动轴在高速旋转时,由于离心力作用将产生剧烈振动。因此,当传动轴与万向节装配后,必须满足动平衡要求。平衡后,在万向节滑动叉与主传动轴上刻上装配位置标记,以便拆卸后重装时保持二者的相对角位置不变。

为了得到较高的强度和刚度,传动轴多做成空心,一般用厚度为 1.5~3.0 mm 的薄钢板卷焊而成,超重型货车的传动轴则直接采用无缝钢管。在转向驱动桥、断开式驱动桥或微型汽车的万向传动装置中,通常将传动轴制成实心轴。为减小传动轴中花键连接的轴向滑动阻力和磨损,可对花键进行磷化处理或喷涂尼龙层。

扫项目三二维码
观看视频传动轴



- 1—盖 Cover;
- 2—盖板 Cover plate;
- 3—轴承盖 Bearing cap;
- 4—万向节叉 Universal joint fork;
- 5—注油嘴 Oil injecting nozzle;
- 6—伸缩套 Telescopic sleeve;
- 7—滑动花键 Sliding spline;
- 8—油封 Oil seal;
- 9—油封盖 Oil seal cover;
- 10—传动轴管轴 Drive shaft pipe shaft.

图 3-21 传动轴

Fig. 3-21 Transmission shaft

2. 中间支承

传动轴过长时,自振频率降低,易产生共振,故常将其分为两段并加中间支承,许多带有长驱动轴的车辆(如长卡车)都使用中心支撑轴承的中间支承,如图 3-22 所示。前段称中间传动轴 5,后段称主传动轴 4。通常中间支承安装在车架横梁 2 上,中间支承应能补偿传动轴轴向和角度方向的安装误差以及车辆行驶过程中由于发动机窜动或车架变形等所引起的位移。

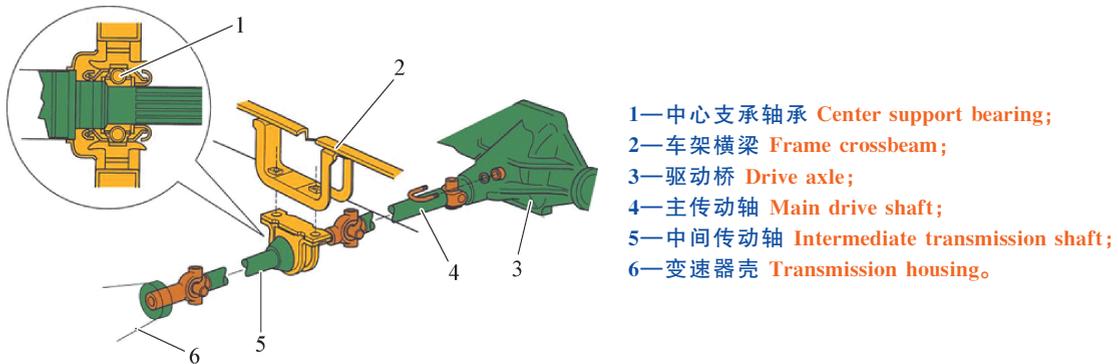


图 3-22 中间支承结构图

Fig. 3-22 Structural diagram of intermediate support



一、传动轴和中间支撑检修

1. 传动轴检修

传动轴的主要损伤形式有弯曲、凹陷和裂纹等。传动轴轴管、花键齿均不得有裂纹,传动轴轴管表面不得有明显凹痕,严重时要更换。

(1) 传动轴弯曲程度的检查,用 V 型架支起传动轴,用百分表在轴的中部测径向跳动量。传动轴全长的径向全跳动公差应符合规定(见表 3-2),轿车传动轴相应减小 2 mm。

表 3-2 传动轴全长的径向全跳动公差(单位:mm)

Tab. 3-2 Radial full runout tolerance of full length of drive shaft (mm)

轴长	<600	600~1 000	>1 000
径向全跳动公差	0.6	0.8	1.0

(2) 安装滑动叉后,应保证同一传动轴两端万向节叉轴承孔轴线位于同一平面内,其位置度公差应符合原设计规定。

(3) 检查传动轴花键轴与滑动叉的侧隙,轿车应不大于 0.15 mm,其他类型的汽车不大于 0.30 mm,装配后要滑动自如,否则应更换。

(4) 传动轴装上万向节后,应进行动平衡试验。传动轴焊接组合件经修理后,原有的动平衡已不复存在。因此,传动轴焊接组合件应重新进行动平衡试验,传动轴两端任一端的动不平衡量:轿车应不大于 10 g·cm;其他车型应不大于表 3-3 的规定。传动轴焊接组合件的平衡可在轴管的两端加焊平衡片,每端最多不得多于 3 片。

表 3-3 传动轴焊接件的允许动不平衡量(单位:g·cm)

Tab. 3-3 Permissible dynamic unbalance of welded parts of transmission shaft (g·cm)

传动轴轴管外径(单位:mm)	≤58	58~80	>80
允许动不平衡量	30	50	100



(5) 传动轴应装备齐全可靠,防尘罩必须完好并用卡子紧固,两只卡子的锁扣应装在传动轴径向相对位置上。

2. 中间支承检修

(1) 检查中间支承轴承的旋转是否灵活,有无异响;油封和橡胶衬垫是否损坏,否则应更换。

(2) 拆下中间支承前,可以在中间支承附近摇动传动轴,检查中间支承轴承的松旷程度。分解后,可进一步检查中间轴承的轴向和径向间隙,其轴向间隙应小于 0.5 mm,径向间隙应小于 0.05 mm。

二、传动轴维护

万向传动装置在使用过程中会出现各种损伤,尤其是对于传动轴管长度大、工作条件恶劣、润滑条件极差、行驶在不良道路上的汽车,冲击载荷的峰值往往会超过正常值的一倍以上,以致造成万向传动装置的弯曲、扭转和磨损,产生振动异响等故障,破坏万向传动装置的动平衡特性、速度特性,使万向传动装置技术状况变差、传动效率降低,从而影响汽车的动力性和经济性。

一级维护时,应进行润滑和坚固作业。对万向节的十字轴、传动轴滑动叉、中间支承轴承等加注润滑脂(通常为锂基 2 号润滑脂);检查传动轴各部螺栓和螺母的紧固情况,特别是万向节叉凸缘连接螺栓和中间支承支架的固定螺栓等,应按规定的力矩拧紧。

二级维护时,检查十字轴轴承的间隙。十字轴轴承的配合应用手不能感觉出轴向移动量。对传动轴中间支承轴承,应检查其是否松旷及运转中是否有异响,当其径向松旷超过规定或拆检轴承出现黏着磨损时,应更换中间支承轴承。

三、传动轴拆装

1. 传动轴的拆卸

拆卸传动轴前,车辆用举升器举起或车辆停在水平的路面上(楔住汽车的前后轮,防止拆卸传动轴时汽车移动)。同时,在每个万向节叉的凸缘上做好标记,如图 3-23 所示,以便原位装复,否则会破坏传动轴的动平衡。

拆卸传动轴时,应从传动轴后端与驱动桥开始,先把与后桥凸缘连接的螺栓拧松取下,然后将与中间传动轴凸缘连接的螺栓拧下,拆下传动轴总成。接着,松开中间支承支架与车架的连接螺栓,最后松下前端凸缘盘,拆下中间传动轴。

2. 万向传动装置的装配

万向传动装置装配时,要按做好的记号原位装复。同时要注意以下问题:

(1) 清洗零件 待装零件应彻底清洗,特别是十字轴的油道、轴颈和滚针轴承,最好用清洁的煤油清洗后,再用压缩空气吹干。装配时,应防止磕碰,并注意平衡片是否脱落。



图 3-23 传动轴拆卸前的标记

Fig. 3-23 Marking of transmission shaft before disassembly



(2) 核对零件的装配标记 应认真核对万向节、伸缩节等处的装配记号。在安装传动轴时,特别要注意传动轴两端的万向节叉应位于同一平面内。

(3) 十字轴的安装 十字轴上的加油孔要朝向传动轴,以便加注润滑脂;两偏置油嘴应相隔 180° ,以保持传动轴的平衡;螺栓应按规定力矩拧紧。

(4) 中间支承的安装 将中间支承轴承对正压入中间传动轴的花键的凸缘内。紧固中间支承的前后轴承盖上的螺栓时,应支起后轮,边转动驱动轮边坚固,以便自动找正中心。

(5) 加注润滑脂 用油枪加注汽车通用的锂基 2 号或二硫化钼基脂。加注时,既要充分又不过量,以从油封刃口处或中间支承的气孔能见到少量润滑脂被挤出为止。

四、万向传动装置故障诊断和排除

万向传动装置在使用中常见的故障有传动轴振动和噪声、起步撞击及滑行异响等,产生这些故障的主要原因是零件的磨损、动平衡被破坏、材料质量不佳和加工缺陷等。

1. 传动轴振动和噪声

(1) 故障现象

汽车在行驶过程中,传动轴产生振动并传递给车身,从而引起车身振动和噪声。其振动一般与车速成正比例关系。

(2) 故障原因

- ① 万向节磨损严重;
- ② 传动轴产生弯曲或扭转变形;
- ③ 传动轴不平衡或连接部件松动;
- ④ 变速器输出轴花键齿磨损严重;
- ⑤ 中间支承轴承磨损或中间支承松动。

(3) 故障的排除方法

① 检查万向节磨损情况,如果磨损严重,对于普通十字轴万向节,应更换十字轴轴承。对于等速万向节,应更换整个万向节。

② 传动轴弯曲和扭转变形也常常引起振动和噪声,在高速行驶时还有可能使花键脱落,检查传动轴直线度误差或径向跳动量,如果超过标准极限,应更换或进行校正。

③ 在排除上述故障后,传动轴工作仍不正常,应对传动轴进行动平衡检测,重新对平衡进行调整。

④ 如果由于传动轴连接部件松动引起振动,只需拧紧安装螺母即可。检查花键齿磨损情况,超过规定极限时,应更换相关部件。

⑤ 中间支承轴承磨损、缓冲橡胶垫损坏时,应予以更换,如果安装松动,需按规定力矩拧紧。

2. 汽车起步时撞击和滑行时有异响

万向传动装置在汽车起步时撞击和滑行时有异响,其主要原因及排除方法如下:

- (1) 万向节产生磨损或损伤,应更换零件;
- (2) 变速器输出轴花键磨损,酌情修理或更换相关零件;
- (3) 滑动叉花键磨损或损伤,应更换零件;
- (4) 传动轴连接部位松动,紧固螺栓即可消除故障。



课后练习



一、选择题

- 单个十字轴式刚性万向节在有夹角时的“不等速性”是指主动轴等角速旋转时()。
 - 从动轴的转速不相等
 - 从动轴在一周中的角速度是变化的
 - 从动轴的转速是相等的
 - 从动轴在一周中的角速度是相等的
- 以下()万向节允许的轴间夹角最大。
 - 十字轴式刚性万向节
 - RF 节
 - 球叉式万向节
 - VL 节
- 十字轴式刚性万向节属于()万向节。
 - 不等速
 - 等速
 - 准等速
 - 挠性
- 球笼式万向节属于()万向节。
 - 等速
 - 不等速
 - 准等速
 - 固定型
- RF 节常用于前置前驱轿车靠近车轮处是因为其()。
 - 允许两轴交角大
 - 可轴向伸缩
 - 是准等速的
 - 是刚性万向节

二、判断题

- 固定型球笼式万向节可以轴向伸缩。()
- 球叉式万向节的传力钢球数比球笼式万向节多,所以承载能力强、耐磨、使用寿命长。()
- 挠性万向节一般用于主、从动轴间夹角较大的万向传动的场合。()
- 传动轴两端的万向节叉,安装时应在同一平面内。()
- 传动轴在高速旋转时,由于离心力的作用将产生剧烈振动。因此,当传动轴与万向节装配后,必须满足动平衡的要求。()

三、问答题

- 简述万向传动装置的基本功用,列举其使用场合。
- 为什么传动轴采用滑动花键连接?
- 传动轴为什么要进行动平衡?使用中用什么措施保证动平衡?
- 万向传动装置由哪些部分组成?如何分类?
- 叙述十字轴式万向节结构及工作原理,如何使用十字轴式万向节实现等角速传动的?