

12

汽车转向系构造与维修

【项目导读】

汽车在行驶过程中，在驾驶员操纵下，需要经常改变行驶方向。汽车行驶方向的改变，是通过转向轮（一般是前轮）在路面上偏转一定的角度来实现的，用来控制转向轮偏转的一整套机构称为汽车转向系统。转向系统的功用是按照驾驶员的意愿改变汽车的行驶方向和保持汽车稳定的直线行驶。汽车转向系按转向动力源的不同分为机械转向系和动力转向系两大类。

本项目是通过对转向系的介绍，让学生掌握转向系的结构、原理与维修方法。

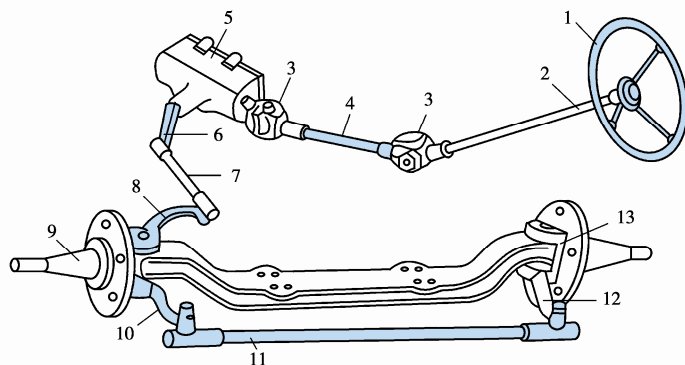
任务 1 机械式转向系构造与维修

【任务描述】

机械式转向系是最常见的一种形式。本任务是让学生学会机械转向系的组成及其工作原理；学会机械转向器构造、检查和维修方法；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】

机械转向系以驾驶员的体力作为转向动力源。机械转向系的能源来源是人体，所有传力件都是机械的，机械转向系由转向操纵机构（包括转向盘、转向轴、转向万向节、转向传动轴）、转向器、转向传动机构（包括转向摇臂、转向主拉杆、转向节臂、左转向节、梯形臂、转向横拉杆、右转向节）三大部分组成，如图 12-1 所示。



1—转向盘；2—转向轴；3—转向万向节；4—转向传动轴；5—转向器；6—转向摇臂；7—转向主拉杆；8—转向节臂；9—左转向节；10、12—梯形臂；11—转向横拉杆；13—右转向节

图 12-1 机械转向系的组成

一、转向系的参数和转向理论

1. 转向系角传动比

转向系角传动比是指转向盘的转角与转向盘同侧的转向轮偏转角的比值，一般用 i 表示。转向系角传动比是转向器角传动比 i_1 和转向传动机构角传动比 i_2 的乘积。转向器角传动比是转向盘转角和转向摇臂摆角之比。转向传动机构角传动比是转向摇臂摆角与同侧转向轮偏转角之比。转向系角传动比越大，转向越轻便，但灵敏性越差；相反，转向系角传动比越小，转向越沉重，但灵敏性越高。

2. 转向盘的自由行程

转向盘的自由行程是指转向盘在空转阶段的角行程，这主要是转向系各传动件之间的装配间隙和弹性变形所引起的。由于转向系各传动件之间都存在着装配间隙，而且这些间隙将随零件的磨损而增大，因此在一定的范围内转动转向盘时，转向节并不马上同步转动，而是在消除这些间隙并克服机件的弹性变形后，才做相应的转动，即转向盘有一空转过程。一般汽车转向盘的自由行程应不超过 $10^\circ \sim 15^\circ$ ，否则应进行调整。

转向盘自由行程对于缓和路面冲击及避免驾驶员过于紧张是有利的，但过大的自由行程会影响转向灵敏性。

3. 转向时车轮运动规律

汽车转向时，内侧车轮和外侧车轮滚过的距离是不等的。为保证转向过程中车轮做纯滚动，要求所有车轮的轴线都交于一点。此交点 O 称为汽车的转向中心，如图 12-2 所示。汽车转向时内侧转向轮偏转角 β 大于外侧转向轮偏转角 α 。 α 与 β 的关系如下：

$$\cot \alpha = \cot \beta + B/L$$

式中 B ——两侧主销中心距（可近似认为是转向轮轮距）；
 L ——汽车轴距。

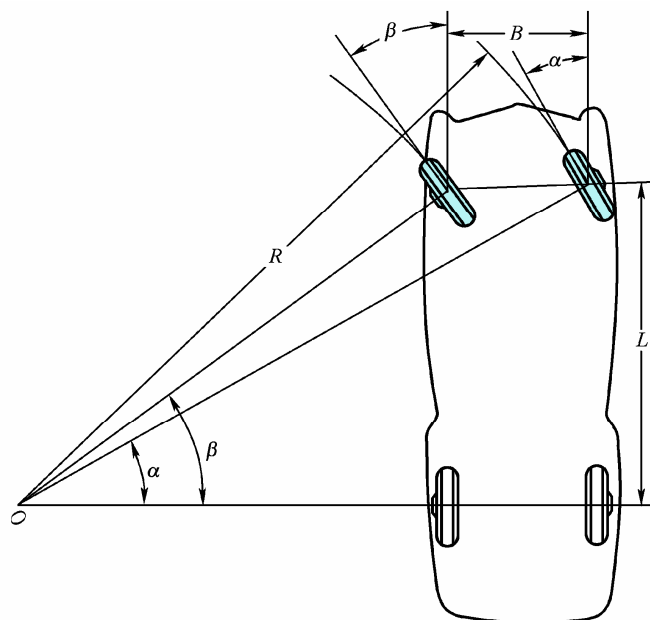


图 12-2 汽车转向示意图

从转向中心 O 到外侧转向轮与地面接触点的距离称为汽车转弯半径。转弯半径 R 愈小，则汽车转向所需要场地就愈小，汽车的机动性也愈好。当外侧转向轮偏转角达到最大值 $\alpha_{\max}$ 时，转弯半径 R 最小。

4. 转向特性

驾驶员将转向盘转过一定角度后固定，保持汽车以某一稳定车速开始转向，可能出现以下四种转向特性，如图 12-3 所示。

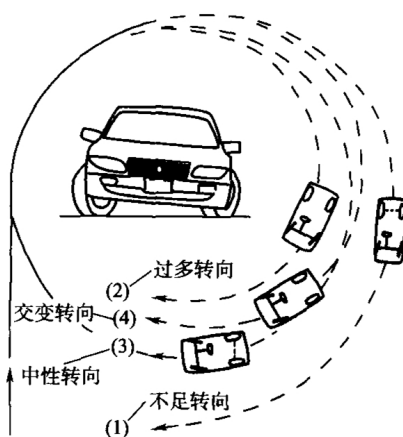


图 12-3 汽车转向特性

- (1) 不足转向：偏离圆周轨迹向外运动，且转弯半径越来越大。
- (2) 过多转向：偏离圆周轨迹向内运动，且转弯半径越来越小。
- (3) 中性转向：沿着圆周轨迹运动。
- (4) 交变转向：最初偏离轨迹向外运动，过一段时间后突然开始向内运动。

对于不足转向，汽车转弯半径越来越大，这种运动状态和人的运动感觉一致。对于过多转向，转弯半径越来越小，这人的运动感觉不一致，转弯时驾驶员重心向内倾斜，使驾驶员难以回打转向盘。因此除了特殊的赛车，一般都将汽车设计成具有轻微的不足转向特性。交变转向特性只极少地应用于后置发动机的汽车。

二、转向操纵机构

汽车转向操纵机构主要由转向盘、转向轴、转向柱管等组成。它的功用是产生转动转向器所必需的操纵力，并具有一定的调节和安全性能。转向操纵机构要将驾驶员操纵转向盘的力传给转向器。为了驾驶员的舒适驾驶，要求转向操纵机构可以进行调节，以满足不同驾驶员的需求；为了防止车辆撞击后对驾驶员的伤害，要求转向操纵机构具有一定的安全保护装置。

汽车的转向操纵机构如图 12-4 所示。转向轴是连接转向盘和转向器的传动件，并传递它们之间的转矩。转向柱管安装在车身上，转向轴从转向柱管中穿过，支承在柱管内的轴承和衬套上。转向盘利用键和螺母将其固定在转向轴的轴端。

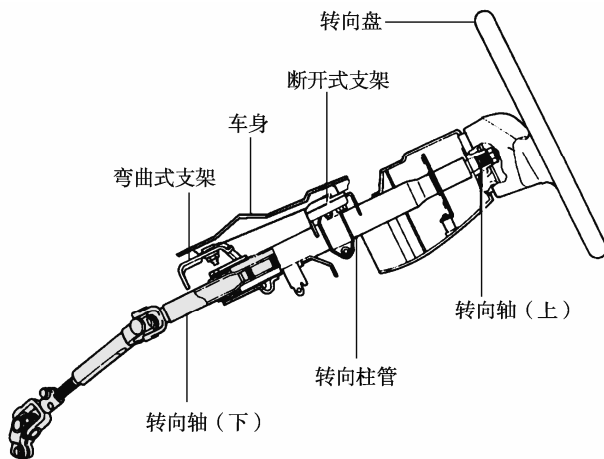


图 12-4 转向操纵机构

三、机械转向器

转向器是转向系中的降速增矩传动装置，其功用是增大由转向盘传到转向节的力，并改变力的传动方向。

转向器传动效率是指转向器输出功率与输入功率之比。当功率由转向盘输入, 从转向摇臂输出时, 所求得传动效率称为正传动效率; 反之, 转向摇臂受到道路冲击而传到转向盘的传动效率则称为逆效率。

按转向器中传动副的结构形式, 转向器可以分为齿轮齿条式、循环球式等。

按传动效率的不同, 转向器还可以分为可逆式转向器、极限可逆式转向器和不可逆式转向器。

齿轮齿条式转向器分两端输出式和中间(或单端)输出式, 如图 12-5 所示。齿轮齿条式转向器采用一级传动副, 主动件是齿轮, 从动件是齿条。

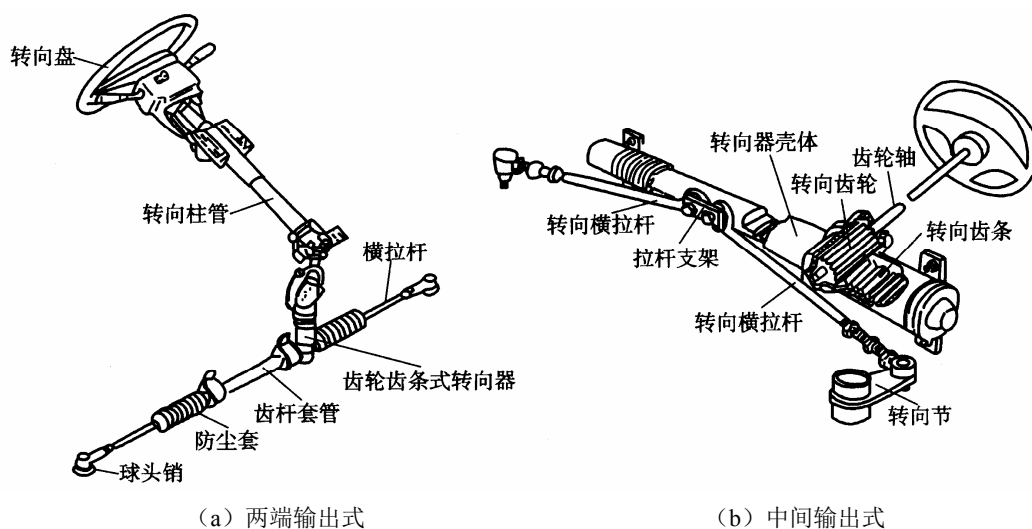


图 12-5 齿轮齿条式转向器结构形式

齿轮齿条式转向器是利用齿轮顺时针或逆时针方向的转动带动齿条左右移动, 再通过横拉杆推动转向节, 达到转向的目的, 如图 12-6 所示。

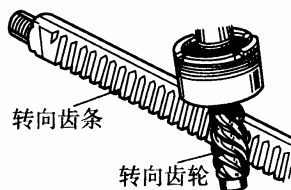


图 12-6 齿轮齿条传动原理

齿轮齿条式转向器结构简单, 可靠性好, 便于独立悬架的布置, 同时, 由于齿轮齿条直接啮合, 转向灵敏、轻便, 齿轮齿条式转向器在各类型汽车上的应用越来越多。

四、转向传动机构

转向传动机构的功用是将转向器输出的力和运动传给转向轮，使两侧转向轮偏转以实现汽车转向，并保证左右转向轮的偏转角按一定关系变化。

图 12-7 为转向横拉杆示意图，转向横拉杆由横拉杆体和两个旋装在两端的拉杆接头组成，其特点是长度可调，通过调整横拉杆的长度，可以调整前轮前束。

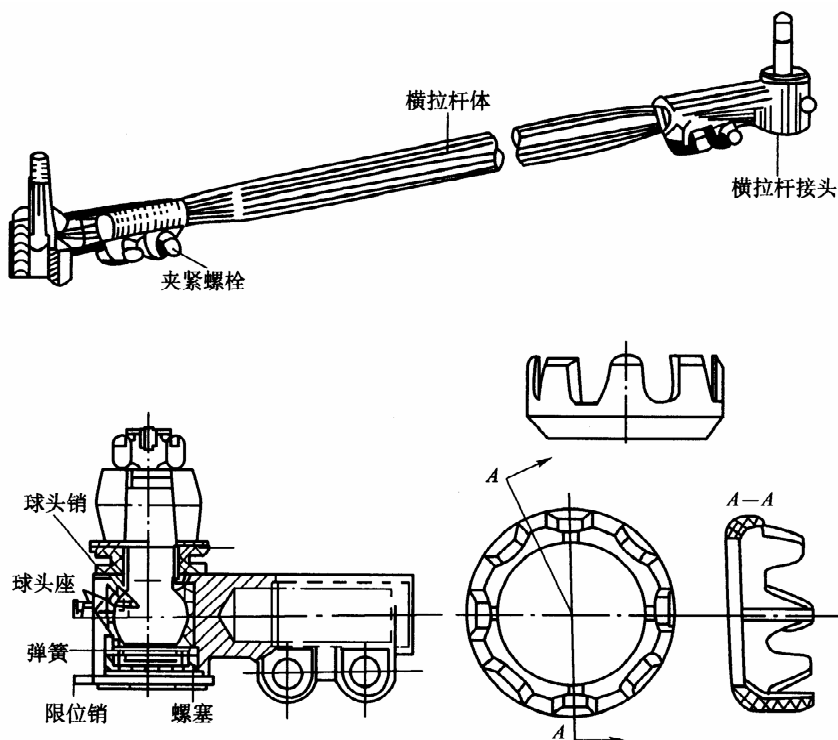


图 12-7 转向横拉杆示意图

图 12-8 所示为断开式转向桥的横拉杆组成。转向器齿条的两端制有内螺纹。转向横拉杆的内端装有带螺纹的球头，并将其旋入齿条中。横拉杆的外端也通过螺纹与横拉杆接头连接，并用螺母锁紧。横拉杆接头外端通过球头销与转向节连接。松开锁紧螺母转动转向横拉杆（左右两侧横拉杆的转动量应相同）可以调整前轮前束。

【案例】

一辆桑塔纳汽车，行驶 39000km，转向器出现异响，有时出现卡滞现象，拆卸分解后，发现转向器内部进入较多泥水，转向齿条严重锈蚀，导致出现异响和卡滞现象，故障原因是壳体与防尘护罩连接位置卡箍松动。更换转向器后，故障消除。

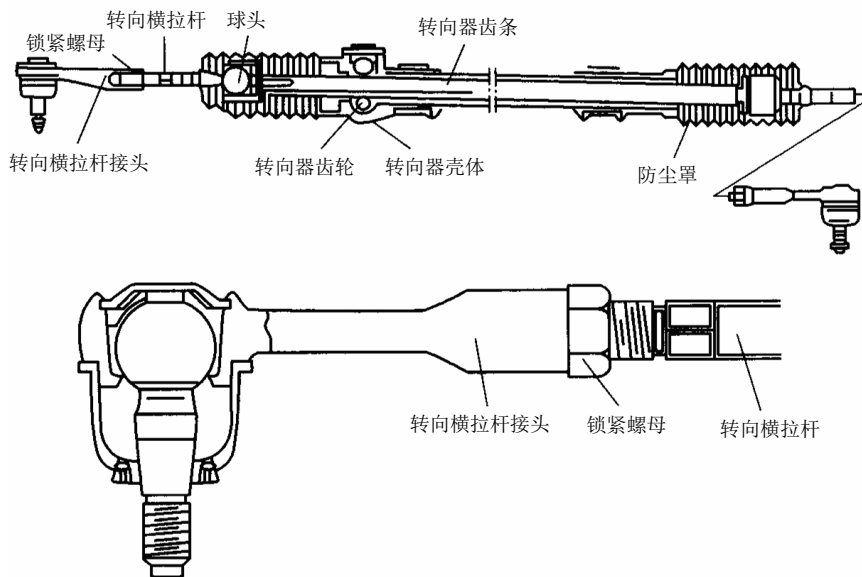


图 12-8 断开式转向桥的横拉杆

【任务实施】

齿轮齿条式转向器拆装、检查与维修

一、实训的目的和要求

- (1) 学会正确使用常用工具和专用工具。
- (2) 掌握齿轮齿条式转向器结构、原理及正确拆装和维修方法。

二、实训的设备及工具

- (1) 设备：无转向助力装置的桑塔纳轿车一辆。
- (2) 普通工具：组合工具、维修手册。
- (3) 专用工具：扭力扳手（定扭矩扳手）等。
- (4) 其他：2 号锂基润滑脂。

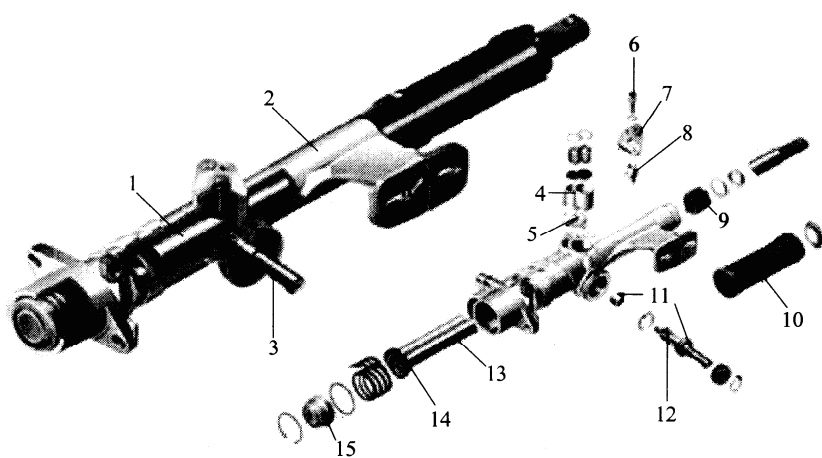
三、步骤及操作方法

1. 准备工作

- (1) 在汽车进入工位前，将工位清理干净，准备好相关的器材。
- (2) 将汽车停驻在举升机中央位置。
- (3) 拉紧驻车制动器操纵杆，并将变速杆置于空挡位置。
- (4) 套上转向盘护套、变速杆手柄套和座位套，铺设脚垫。
- (5) 在车内拉动发动机舱盖手柄，在车外打开并支撑发动机舱盖。
- (6) 粘贴翼子板和前脸磁力护裙。

2. 齿轮齿条式转向器拆卸操作步骤

- (1) 将车轮放在直线行驶的位置上，将转向指示灯开关放在中间位置上。
- (2) 将车辆举升至合适位置，并锁止。
- (3) 拆下转向减振器与转向器壳体间的连接螺栓，取下转向减振器。
- (4) 拆除转向器中部及前端凸缘与车身的连接螺栓，取下转向器总成。
- (5) 拆下补偿机构的紧固螺钉，从转向器上拆下补偿机构各机件。
- (6) 转向器的分解如图 12-9 所示。



1—转向齿条；2—转向器壳；3—转向齿轮；4—压块；5—压块衬片；6—调整螺钉；7—盖板；8—调整螺钉座；9—衬套；10—防尘护套；11—轴承；12—转向齿轮；13—转向齿条；14—挡块；15—挡盖

图 12-9 齿轮齿条式转向器

- ①拆下啮合间隙补偿器。
- ②拆下主动齿轮密封环、卡簧、轴承。
- ③取出主动齿轮。
- ④检查主动齿轮端面及轴承的磨损情况。
- ⑤将齿条行程做上记号。
- ⑥松开齿条端盖帽，拆卸齿条上的防尘罩、挡圈、密封圈，抽出齿条。

3. 转向器的检查

- (1) 检查转向器外壳有无破裂及破损，如破损或磨损严重，则予以更换。
- (2) 检查波形管是否完好，如有破损应更换。
- (3) 自锁螺母和螺栓一经拆卸，安装时必须成对更换。
- (4) 检查各密封圈和密封环，如有溢漏必须更换。
- (5) 不许对转向器零件进行焊接和整形。
- (6) 检查齿条各部分的磨损情况、齿条有无缺齿等。

4. 转向器的装配与调整

(1) 用专用工具将转向器小齿轮装入转向器壳内。

(2) 装入轴承挡圈和新油封。

(3) 装入转向器齿条。齿条齿面及其表面应涂 2 号锂基润滑脂, 如图 12-10 (a) 所示。插入齿条时, 应防止碰伤衬套, 再装上导向块、弹簧和螺栓。

(4) 齿条预紧力的调整。

① 旋转调整螺栓, 拧紧力矩为 $6.86\text{N}\cdot\text{m}$, 如图 12-10 (b) 所示。

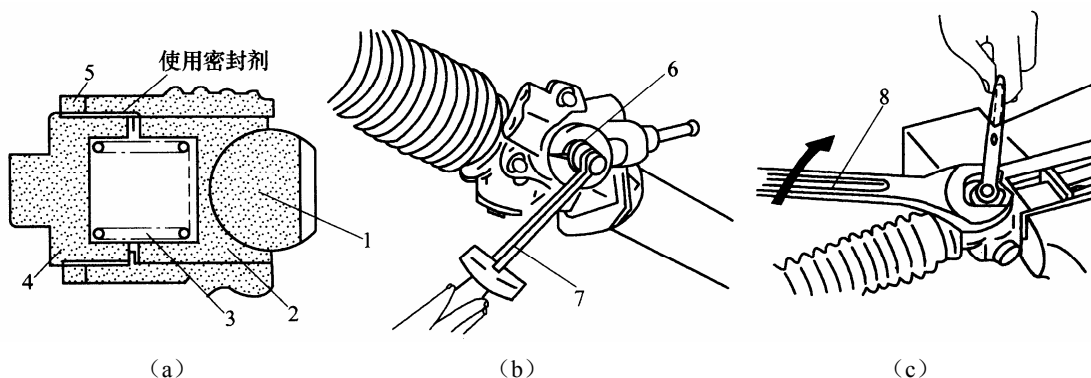
② 前后移动齿条约 15 次, 使齿条处于稳定状态后再继续拧紧调整螺栓, 紧固力矩为 $12.25\text{N}\cdot\text{m}$ 。

③ 用扳手将调整螺栓向回拧 $45^\circ\sim 55^\circ$ 。

④ 用专用工具测量齿条的预加载荷。标准起动力矩为 $29.4\sim 58.8\text{N}\cdot\text{m}$ 。

⑤ 如果起动力矩没有符合标准值, 应重复以上的操作步骤。

(5) 安装调整螺栓锁紧螺母, 紧固力矩为 $34.3\sim 44.1\text{N}\cdot\text{m}$, 如图 12-10 (c) 所示; 再一次检查小齿轮起动力矩, 起动力矩应为 $29.4\sim 58.8\text{N}\cdot\text{m}$ 。



1—齿条; 2—顶块; 3—弹簧; 4—调整螺栓; 5—螺母; 6—主动齿轮; 7—扭力扳手; 8—扳手

图 12-10 齿条调整螺栓的安装与调整

(6) 装配齿条接头总成, 螺母的紧固力矩为 $49\sim 63\text{N}\cdot\text{m}$ 。

(7) 装入齿条防尘罩、防尘罩锁簧和管箍。

(8) 装上转向拉杆接头。

5. 按照拆卸转向器总成相反的顺序对转向器总成进行装配

四、清洁整理

将实习场地必要的物品留下, 依照规定的合理位置放置, 并明确标示, 将不必要的物品清除掉; 对垃圾进行分类处理; 将实习场地清扫干净, 并保持卫生; 使每位成员养成良好习惯, 遵守规则做事。

【知识拓展】

中重型汽车转向系统

中重型汽车转向系统如图 12-1 所示，主要总成如下所示。

一、循环球式转向器

循环球式转向器由侧盖、底盖、壳体、钢球、带齿扇的垂臂轴、圆锥轴承、制有齿形的螺母、转向螺杆等组成，如图 12-11 所示。

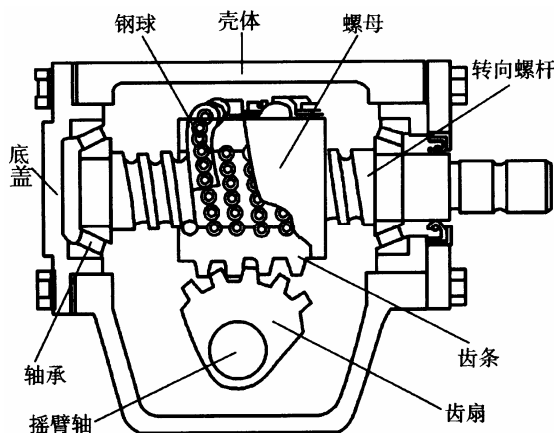


图 12-11 循环球式转向器

循环球式转向器采用两级传动副：第一级是螺杆与螺母；第二级是齿条与齿扇。循环球式转向器工作时，转向螺杆转动，在摩擦力的作用下，所有钢球在螺母与螺杆之间形成“球流”，并推动齿形螺母沿螺杆轴线前后移动，然后通过齿条带动齿扇摆动，并使摇臂轴旋转，带动摇臂摆动，最后将力矩由传动机构传至转向轮，使转向轮偏转以实现转向。

齿扇采用变齿厚结构，通过移动摇臂轴可调整转向器的自由间隙，从而改变转向盘的自由行程。

循环球式转向器的最大优点是传动效率高、操纵轻便，且工作可靠、使用寿命长。其主要缺点是结构复杂、制造精度要求高，且逆效率也高。

二、转向摇臂

图 12-12 所示为常见转向摇臂的结构形式。循环球式转向器通过转向摇臂与转向直拉杆相连。转向摇臂的大端用锥形三角细花键与转向器中摇臂轴的外端连接，小端通过球头销与转向直拉杆做空间铰链连接。

三、转向直拉杆

图 12-13 所示为汽车的转向直拉杆，它是连接转向摇臂和转向节臂的杆件，具有传力和缓冲作用。在转向轮偏转且因悬架弹性变形而相对于车架跳动时，转向直拉杆与转向摇臂及转向

节臂的相对运动都是空间运动，为了不发生运动干涉，三者之间的连接件都是球形铰链。

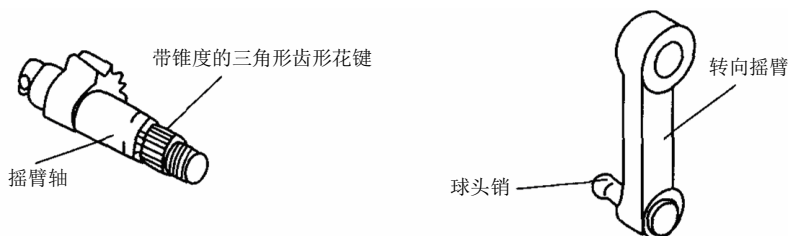


图 12-12 转向摇臂

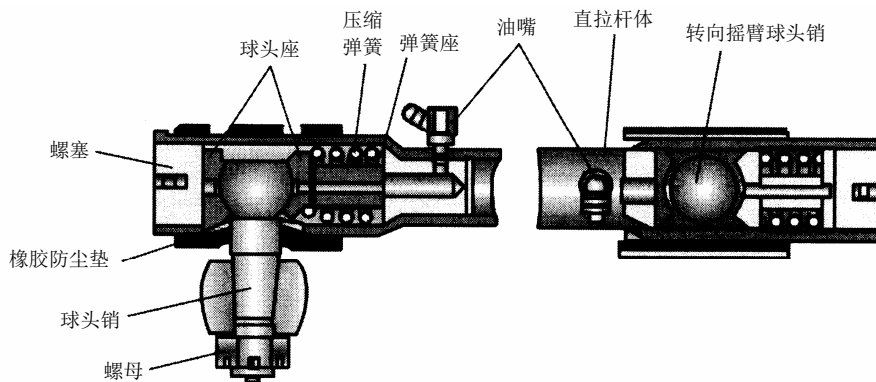


图 12-13 转向直拉杆

任务 2 液压式动力转向系构造与维修

【任务描述】

液压式动力转向系广泛应用于轿车、大客车及重型货车上。本任务是让学生学会液压式动力转向系的组成及其工作原理；学会液压式动力转向系的拆装与维修方法；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】

为了减轻驾驶员的疲劳强度，改善转向系的技术性能，目前很多汽车都采用了动力转向装置。采用动力转向装置的汽车转向时，所需的能量在正常情况下，只有小部分是驾驶员提供的体能，而大部分是发动机驱动转向油泵旋转，将发动机输出的部分机械能转化成的压力能。转向加力装置可在驾驶员控制下，对转向传动装置或转向器中某一传动件施加不同方向的随动渐进压力，从而实现转向。

一、动力转向装置的分类

动力转向装置按传能介质的不同，可以分为电动式和液压式。液压式动力转向装置广泛采用常流转阀式。

根据转向加力装置的零部件布置和连接组合方式的不同，动力转向系可以分为整体式动力转向系、半整体式动力转向系和组合式动力转向系，如图 12-14 所示。

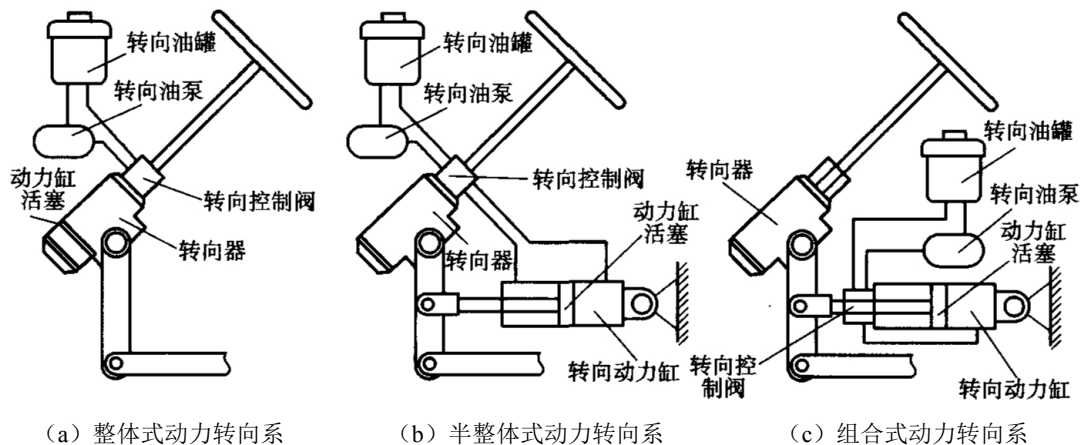


图 12-14 动力转向系三种类型

二、液压式动力转向系的组成、原理

图 12-15 所示为轿车的动力转向系统，它由转向器、转向控制阀（转阀式）、转向动力缸以及将发动机输出的部分机械能转换为压力能的转向油泵、转向储油罐等组成。转向油泵安装在发动机上，由曲轴通过传动带驱动运转向外输出油压。转向油罐有进、出油管接头，通过油管分别和转向油泵和转向控制阀连接。动力转向器为整体式动力转向器，其转向控制阀用以改变油路。

三、液压式动力转向装置

液压常流转阀式转向控制阀的结构如图 12-16 所示。转向控制阀的转子安装在转向齿轮轴上，在中间插入控制阀扭杆并固定。转向齿轮上部有控制阀体，它和控制阀扭杆相连。控制阀体和转向油泵相通，且在其两端有与动力缸相通的阀门孔，由其所处位置决定是否向动力缸供油。转向盘转动时，根据控制阀扭杆的扭转量提供相应的油压辅助力。转向油泵的供油压力由转向控制阀控制。高压油经过控制阀内的空隙进入动力活塞两端，使活塞左右运动，带动转向齿条运动。

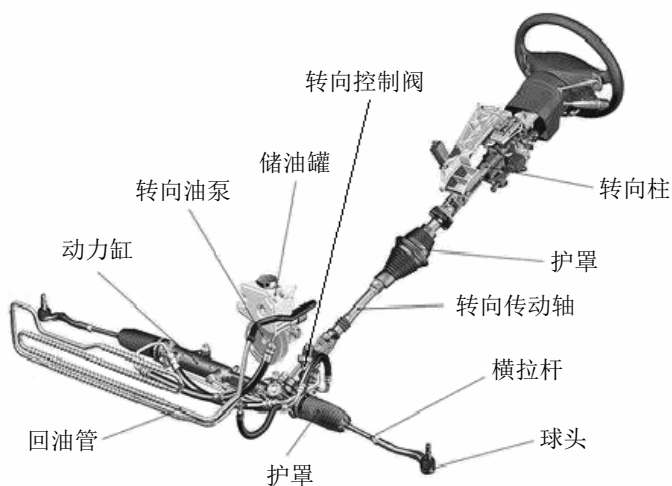


图 12-15 轿车液压动力转向系统

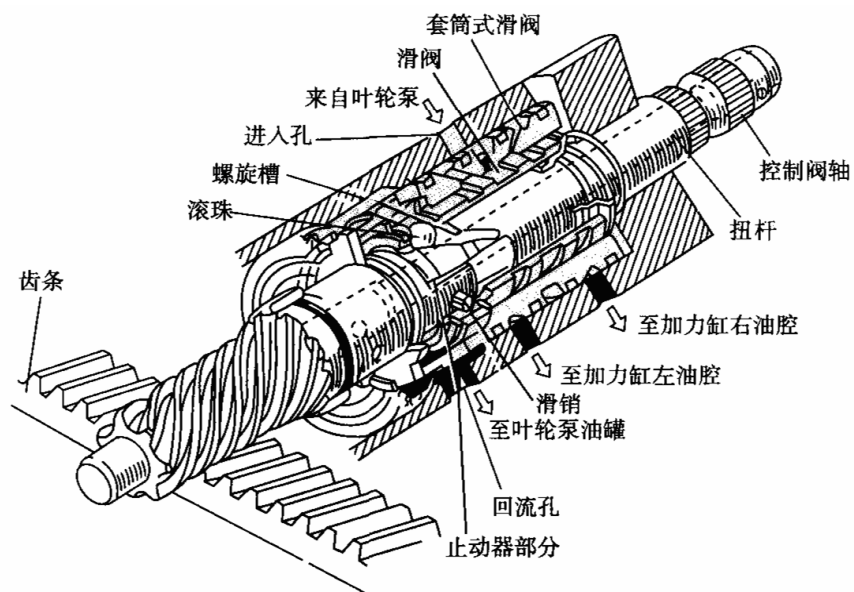


图 12-16 转向控制阀的结构

动力转向装置的工作原理如图 12-17 所示。转向盘旋转时，带动控制阀扭杆旋转，使控制阀缸体旋转，阀门孔打开，开始供油。当转向盘转角很大时，控制阀扭杆转角大，进入动力缸的油液多，推动动力活塞运动，从而减轻转向操纵力。高速时，转向盘转角小，进入动力缸的油液很少，转向操纵力大。当进入动力缸的油液流量很大时，过剩油液通过电磁阀流回储油罐。当转向盘旋转停止时，阀门孔被关闭，动力活塞两端的油压相同。

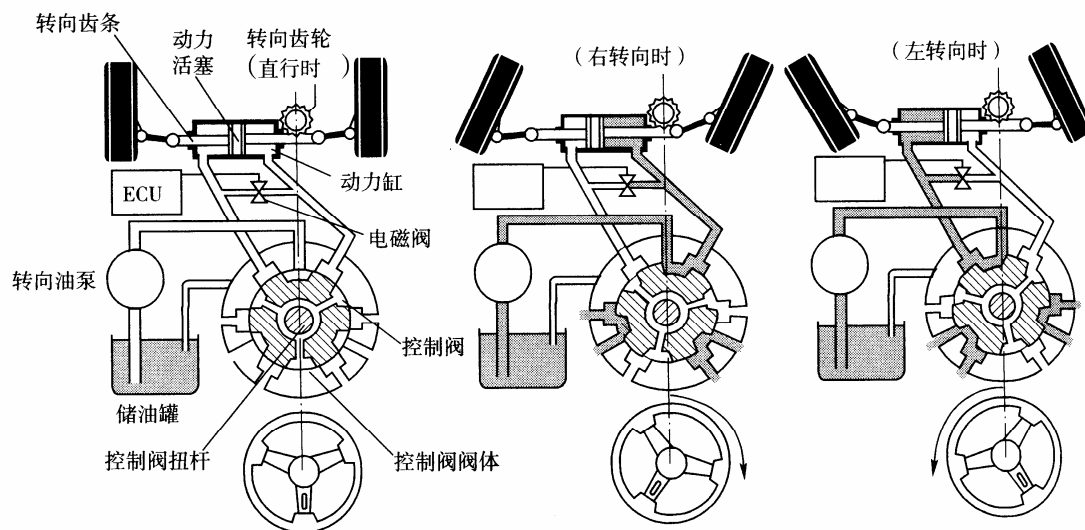


图 12-17 动力转向系工作原理

四、转向油泵

转向油泵是动力转向装置的动力源，其功用是将发动机的机械能变为驱动转向动力缸工作的液压能，再由转向动力缸输出的转向力驱动转向车轮转向。

转向油泵的结构类型有多种，常见的有齿轮式、转子式和叶片式。目前最常用的是双作用叶片式转向油泵，其工作原理如图 12-18 所示。当发动机带动油泵逆时针旋转时，叶片在离心力的作用下紧贴在定子的内表面上，工作容积开始由小变大，从吸油口吸进油液，而后工作容积由大变小，压缩油液，经压油口向外供油。再转 180°，又完成一次吸压油过程。

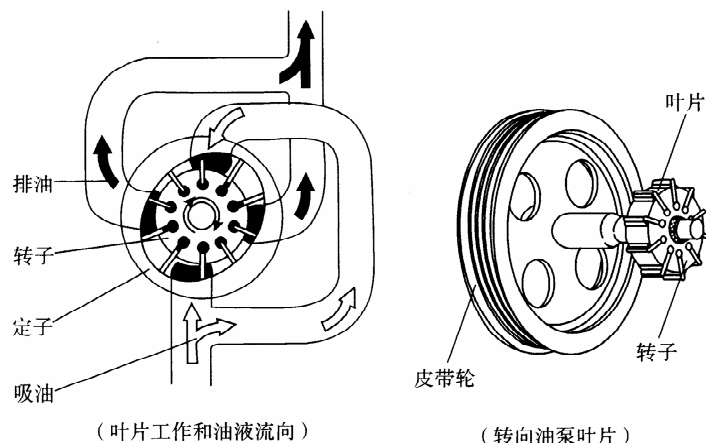


图 12-18 双作用叶片泵的结构及工作原理

油泵的转子是通过发动机驱动或电动机驱动的,工作时油压及流量的变化是通过安全阀和溢流阀来实现的,如图 12-19 所示。当输出压力过高时,这个压力传到溢流阀右侧,使安全阀左移开启,高压油流回进油腔,降低了输出油压。当输出油量过大时,节流孔处油液的流速很高,但该处的压力很小,此压力经横向油道传到溢流阀右侧,使节流阀左右两侧的压差增大,在压差的作用下,节流阀压缩弹簧右移,使进油道和出油道相同,部分油液在泵内循环流动,减少了出油量。当溢流阀和安全阀出现弹簧过软、折断或不密封时,将会导致油泵油压和流量不足而出现故障。

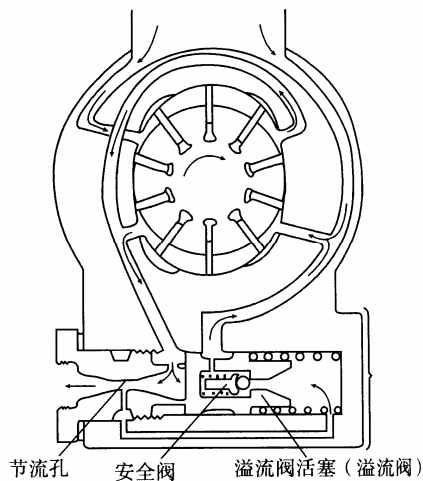


图 12-19 双作用卸荷式叶片泵结构、原理示意图

【案例】

转向沉重，助力不足

一辆上海桑塔纳 2000 轿车,行驶里程为 34000km。该车行驶中发动机前部突然发出“吱吱”的刺耳响声,同时感到转向沉重。皮带张紧力正常,检查后发现转向油泵带轮发卡(不转)。拆下多楔带,用手转动油泵不发卡,但运转起来带上负荷后又转不动,说明转向助力系统高压管路有堵塞。拆下转向油泵与转向器之间的高压油管,用压缩空气吹,发现其内部不通。增加空气压力,最后从管中吹出 2 块半熔化的塑料状异物。更换此管后发动机运转正常,传动带不再发响,但试车时发现转向沉重,好像没有助力作用。更换转向油泵后,上述故障彻底排除,说明转向油泵已经损坏。用户要求对液压式动力转向系进行全面检修。

【任务实施】

液压式动力转向系拆装、检查与维修

一、实训的目的和要求

- (1) 学会正确使用常用工具和专用工具。
- (2) 掌握液压式动力转向系的结构、原理及正确拆装和维修方法。

二、实训的设备及工具

- (1) 设备:带转向助力装置的桑塔纳轿车一辆。
- (2) 普通工具:组合工具、扭力扳手(定扭矩扳手)、维修手册。
- (3) 专用工具:VW605 和塑料铆头。
- (4) 其他:2 号锂基润滑脂。

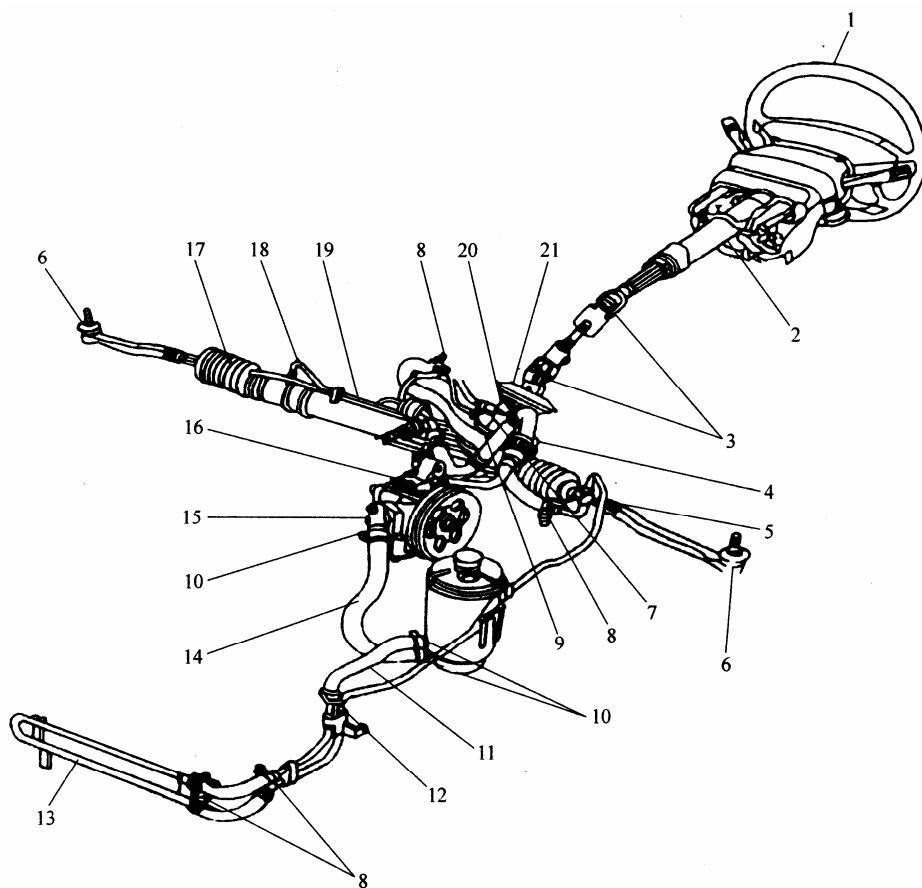
三、步骤及操作方法

1. 准备工作

- (1) 在汽车进入工位前，将工位清理干净，准备好相关的器材。
- (2) 将汽车停驻在举升机中央位置。
- (3) 拉紧驻车制动器操纵杆，并将变速杆置于空挡位置。
- (4) 套上转向盘护套、变速杆手柄套和座位套，铺设脚垫。
- (5) 在车内拉动发动机舱盖手柄，在车外打开并支撑发动机舱盖。
- (6) 粘贴翼子板和前脸磁力护裙。

2. 液压式动力转向系统的检查

动力转向系统的组成如图 12-20 所示。



1—转向盘；2—转向柱；3—转向万向节；4—动力缸油管；5—锁紧螺母；6—球形接头；7—回油管；8—可调卡箍；9—供油管；10—止箍；11—回油软管；12—卡箍；13—冷却器；14—进油软管；15—动力转向油泵；16—出油软管；17—防尘罩；18—动力缸油管；19—动力转向器；20—阀体；21—防尘密封件

图 12-20 动力转向系统的组成

大众系列轿车动力转向系统中的转向油泵和转向器都相当于液压元件,对液压油和其他零部件有相当高的要求。因此,应定期对转向系统进行检查和调整。

(1) 转向盘。当汽车前轮处于直线行驶状态时,在转向盘边缘处测量转向盘自由行程,其值应为 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。当自由行程过大时,说明动力转向器齿轮与齿条啮合间隙偏大,或各连接处松旷,或齿轮和齿条磨损。调整弹簧压力可使齿条微量变形,实现无侧隙或小侧隙啮合。用双手握住转向盘,在轴向和直角方向上用力摇动,观察此时转向盘是否移出,由此了解转向盘与转向柱的装配情况、主轴承的松旷量及转向柱支架的连接状况。

(2) 动力转向器。检查动力转向器是否漏油,盖板螺栓是否松动。若螺栓松动,应拧紧。如果转向轴轴承松旷,应进行调整或更换损坏、磨损的轴承。动力转向器啮合副间隙过大或过小,可通过螺栓改变补偿弹簧的预紧力来调整齿条与主动齿轮的啮合间隙。应注意,补偿弹簧的弹力出厂时已调好,一般不需要另行调整,只有在确实有问题时才进行调整。转向轴如有龟裂,应采用磁性探伤法进行检查。

(3) 储油罐。

①液面高度的检查。使发动机怠速运转,反复将转向盘从一侧极限位置转到另一侧极限位置,以提高液压温度,使油温达到 $40\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。这时检查储油罐内的油量,油面应在储油罐的“MAX”处。油量不足时,检查各部位无泄漏后,按规定牌号补充液压油至“MAX”处。

②液压系统的排气。检查液面高度,必要时添加液压油。使发动机怠速运转,反复使转向盘从左极限位置转到右极限位置,直至储油罐内无气泡和泡沫为止。如液面有下降,应继续添加液压油,直至达到规定液面高度(“MAX”处)。

③液压油的更换。顶起汽车前桥,从储油罐及回流管中排出液压油;使发动机怠速运转,一边排油,一边将转向盘转到极限位置,直至液压油排尽;添加液压油;排尽液压系统中的空气。

(4) 转向油泵。转向油泵(叶片泵)泵送压力的检查方法如下:

①将压力表装到连接在阀体和软管之间的压力管中。

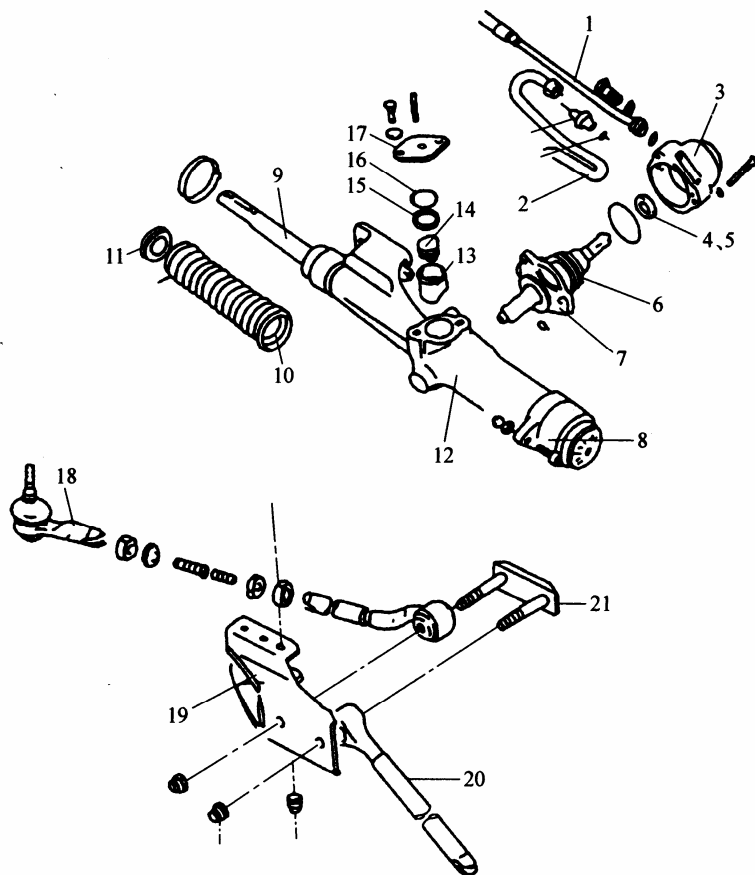
②起动发动机。如果需要,向储油罐补充液压油。

③急速关闭截止阀(不超过 5min),并读出泵送压力数。泵送压力额定值为 $6.8\sim 8.2\text{MPa}$ 。如果没有达到额定数值,应检查限压阀和溢流阀是否完好。如不正常,应更换限压阀和溢流阀,或更换叶片泵。

④系统的密封性。起动发动机,将转向盘分别向左、右两侧转至极限位置,在瞬间将其固定,以便在转向系统中产生额定压力。此时用目测法检查转向系统各管路和阀连接处的密封性,如有渗漏应更换密封件。

3. 动力转向器的检修

动力转向器零部件分解图如图 12-21 所示。



1—进油管；2—回油管；3—阀体罩壳；4—密封圈；5—轴承；6—转向齿轮；7—连接盖；8—密封罩；9—齿条；10—防尘罩；11—固定环；12—转向器；13—压块；14—补偿弹簧；15—补偿垫片；16—密封压座；17—压盖；18—右转向横拉杆；19—转向支架；20—左转向横拉杆；21—连接件

图 12-21 动力转向器零部件分解图

(1) 拆卸。

- ① 支撑起车辆。
- ② 排放转向液压油。
- ③ 拆下转向横拉杆的固定螺母，如图 12-22 所示。
- ④ 拆下左前轮罩处的转向器固定螺栓，如图 12-23 所示。
- ⑤ 松开在转向器控制阀外壳上的进油管，如图 12-24 所示。
- ⑥ 拆下后横板上固定转向器的自锁螺母，如图 12-25 所示，把车辆放下。
- ⑦ 拆下紧固齿条与转向横拉杆的螺栓，如图 12-26 所示。
- ⑧ 拆卸仪表板侧边下盖、通风管和踏板盖。
- ⑨ 拆下紧固转向齿轮轴与下联轴器的螺栓，如图 12-27 所示，并使各轴分开。

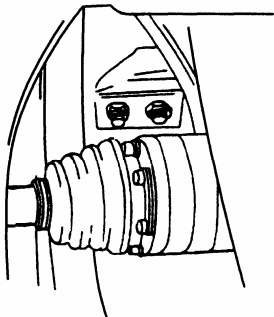


图 12-22 拆下转向横拉杆的固定螺母

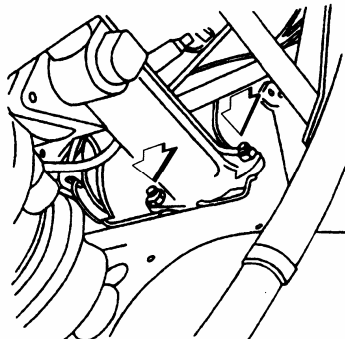


图 12-23 拆下左前轮罩处的转向器固定螺栓

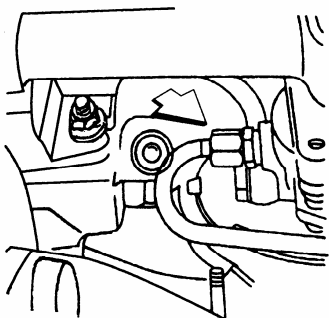


图 12-24 松开在转向器控制阀外壳上的进油管

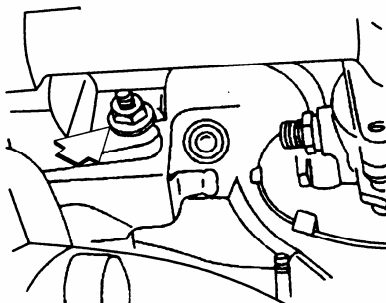


图 12-25 拆下后横板上固定转向器的自锁螺栓

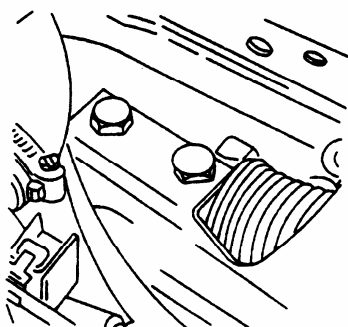


图 12-26 拆下紧固齿条与转向横拉杆的螺栓

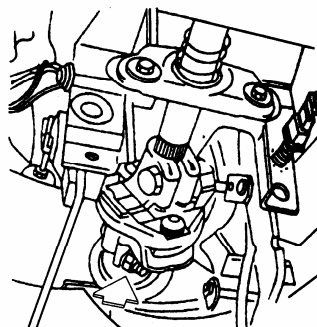


图 12-27 拆下紧固转向齿轮轴与下联轴器的螺栓

⑩拆卸防尘套，从车厢内部拆下固定转向器控制阀外壳上回油管的排放螺栓，如图 12-28 所示。拆下后横板上固定转向器的自锁螺母，拆下转向器，如图 12-29 所示。

(2) 转向齿轮轴密封圈的更换。

①拆卸动力转向器。

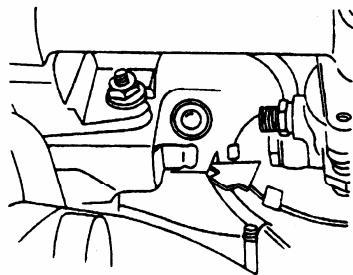


图 12-28 拆下排放螺栓

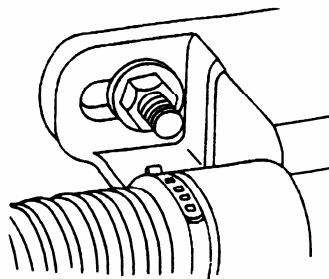


图 12-29 拆下后横板上固定转向器的自锁螺母

②把转向器固定在台虎钳上，并拆下转向齿轮轴的锁销，如图 12-30 所示。

③拆下转向器控制阀总成，如图 12-31 所示。

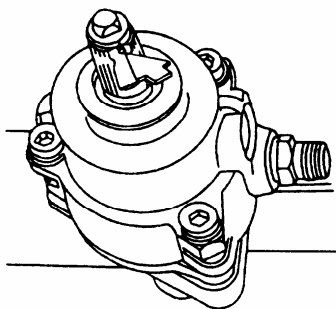


图 12-30 拆下转向齿轮轴的锁销

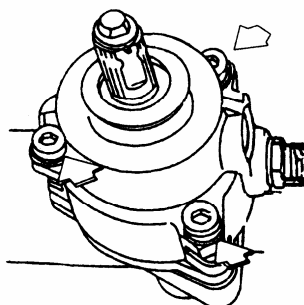


图 12-31 拆下转向器控制阀总成

④拆下转向齿轮轴的密封圈，如图 12-32 所示。

⑤使用专用工具 VW605 和塑料铆头，把新的密封圈安装在转向器控制阀外壳上，如图 12-33 所示。

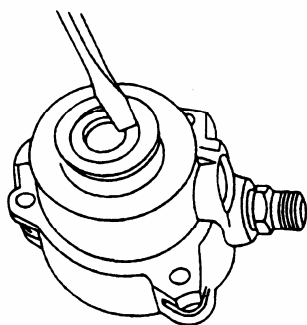


图 12-32 拆下密封圈

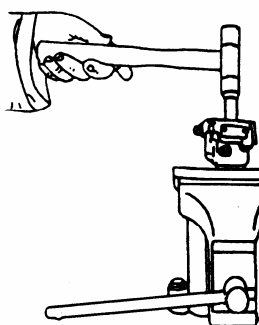


图 12-33 安装密封圈

(3) 安装。

安装时应注意：转向油泵和转向器控制阀上固定排放螺栓的密封圈只要被拆卸，就必须更换。

①在后横板上安装转向器，自锁螺母不必完全拧紧，支撑起车辆。

②在转向油泵上安装进油管 and 回油管，使用新的密封圈，并用 $40\text{N}\cdot\text{m}$ 的力矩拧紧螺栓。

③安装左前轮罩上的转向器固定螺栓，并用 $20\text{N}\cdot\text{m}$ 的力矩拧紧螺母。

④安装后横板上固定转向器的自锁螺母，并用 $40\text{N}\cdot\text{m}$ 的力矩拧紧螺母。

⑤把进油管固定在转向器控制阀外壳上，把车辆放下。

⑥安装转向横拉杆支架固定螺栓，并用 $45\text{N}\cdot\text{m}$ 的力矩拧紧。从车厢内把回油管安装在转向器控制阀外壳上，安装防尘套。

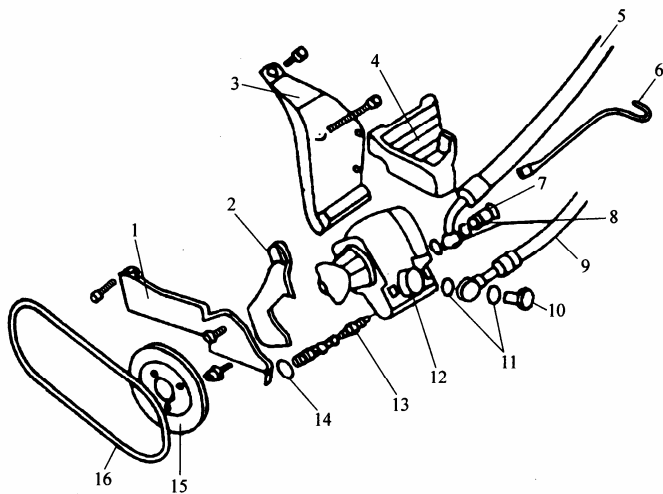
⑦连接联轴器，安装固定螺栓并用 $25\text{N}\cdot\text{m}$ 的力矩拧紧。安装踏板盖、通风管和仪表板盖。向储油罐内注入液压油，直至“MAX”处（注意：绝不能再使用排出的液压油）。

⑧举升起车辆，在发动机停止的情况下转动转向盘数次，以便把系统中存在的空气排出。补充液压油，达到储液罐上的“MAX”处。

⑨起动发动机，完全向左和右转动转向盘，观察油面高度，一直操作到油面稳定在“MAX”处为止。

4. 转向油泵的更换

转向油泵（叶片泵）及其附件如图 12-34 所示。



1—夹紧夹板；2—前摆动夹板；3—支架；4—后摆动夹板；5—至控制阀；6—支架；7—管接头螺栓；8—更换油封环；9—进油管；10—管接头螺栓；11—更换密封环；12—叶片泵；13—限压阀和溢流阀；14—密封环；15—带轮；16—V形带

图 12-34 叶片泵及其附件

（1）拆卸。

①支撑起车辆。

②拆下转向油泵上回油管和进油管的排放螺栓，排放液压油，如图 12-35 所示。

③拆下转向油泵前支架上的张紧螺栓，如图 12-36 所示。

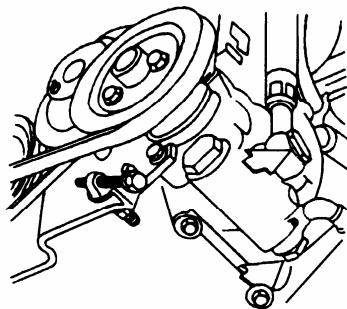


图 12-35 拆下排放螺栓

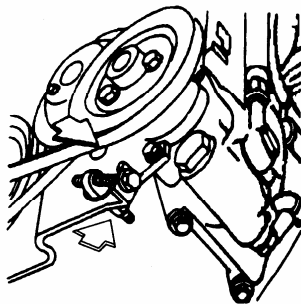


图 12-36 拆下前支架上的张紧螺栓

④拆下转向油泵后支架上的固定螺栓，如图 12-37 所示，支撑起车辆。

⑤松开转向油泵中心支架上的固定螺母和螺栓，如图 12-38 所示。

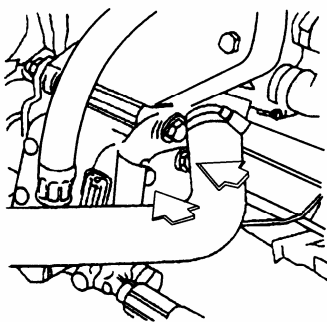


图 12-37 拆下后支架上的固定螺栓

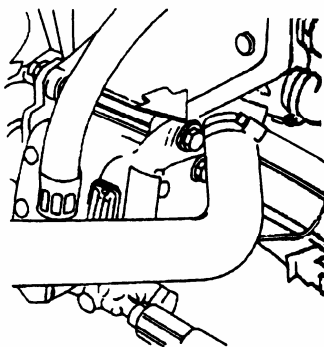


图 12-38 松开中心支架上的固定螺母和螺栓

⑥把转向油泵固定在台虎钳上，拆卸 V 形带轮和中间支架。

(2) 安装。

转向油泵的安装按照与拆卸相反的顺序进行。安装完毕后，应调整转向油泵 V 形带的张紧度，并加注液压油。

(3) 转向油泵 V 形带的调整。

①松开转向油泵支架上的后固定螺栓，如图 12-39 所示。

②松开张紧螺栓的螺母，如图 12-40 所示。

③通过张紧螺栓把 V 形带张紧，如图 12-41 所示，压在 V 形带中间处，以 10mm 的挠度为合适。

④拧紧张紧螺栓的螺母。

⑤拧紧转向油泵支架上的固定螺栓。

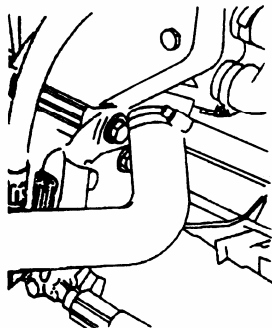


图 12-39 松开支架上的后固定螺栓

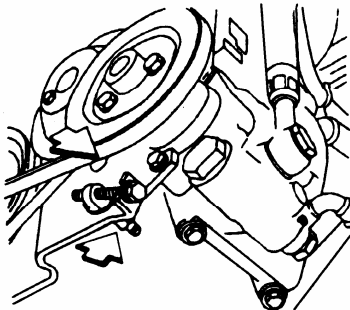


图 12-40 松开张紧螺栓的螺母

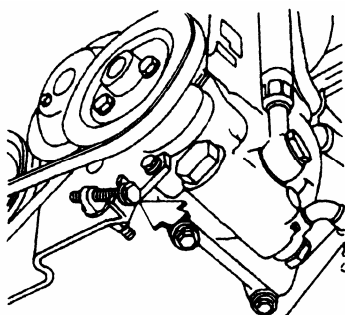


图 12-41 张紧 V 形带

四、清洁整理

将实习场地所必要的物品留下，依照规定的合理位置放置，并明确标示，将不必要的物品清除掉；对垃圾进行分类处理；将实习场地清扫干净并保持卫生；使每位成员养成良好习惯，遵守规则做事。

【知识拓展】

电子控制动力转向系统

电子控制动力转向系统（Electronic Control Power Steering，EPS）可分为液压式电控动力转向系和电动式电控动力转向系等多种形式。

一、液压式电控动力转向系

液压式电子控制动力转向系是在传统的液压动力转向系的基础上增设了电子控制装置而制成的，根据控制方式的不同，可分为流量控制式、反力控制式和阀灵敏控制式三种形式。本部分仅介绍反力控制式电控动力转向系。

1. 基本组成

图 12-42 所示为反力控制式动力转向系的组成，它主要由转向控制阀、电磁阀、分流阀、转向动力缸、转向油泵、储油罐、车速传感器和电子控制单元等组成。

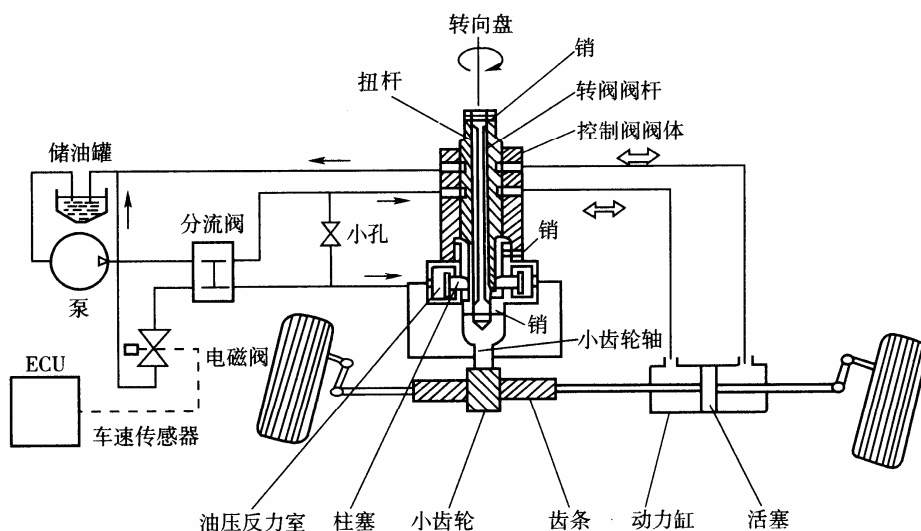


图 12-42 反力控制式动力转向系的组成

反力控制式动力转向系是按照车速的变化，由电子装置控制油压反力，调整动力转向器，从而使各种条件下汽车转向盘上所需的转向操纵力都达到最佳状态。有时也把这种动力转向系称为渐进型动力转向系（Progressive Power Steering, PPS）。

电子控制渐进型动力转向系结构如图 12-43 所示，除了旧式动力转向装置中用来控制压力的主控制阀之外，又增设了反力油压控制阀和油压反力室。

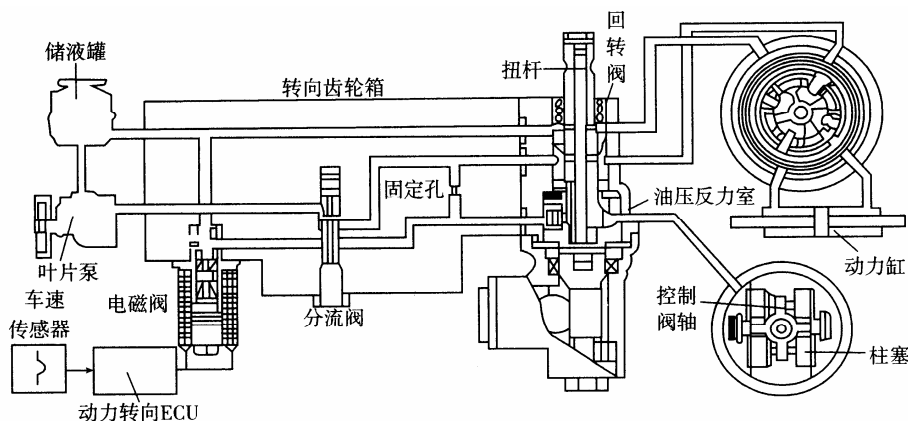


图 12-43 电子控制渐进型动力转向系结构

转向控制阀的结构如图 12-44 所示，其基本结构是在传统的整体式动力转向控制阀的基础上，在内部增加了油压反力室和 4 个小柱塞，4 个小柱塞位于控制阀阀体下端的油压反力室内。输入轴部分有两个小凸起顶在柱塞上。油压反力室受到高压作用时，柱塞将推动控制阀阀杆。

此时,扭杆即使受到转矩作用,由于柱塞推力的影响,也会抑制控制阀阀杆与阀体的相对回转。

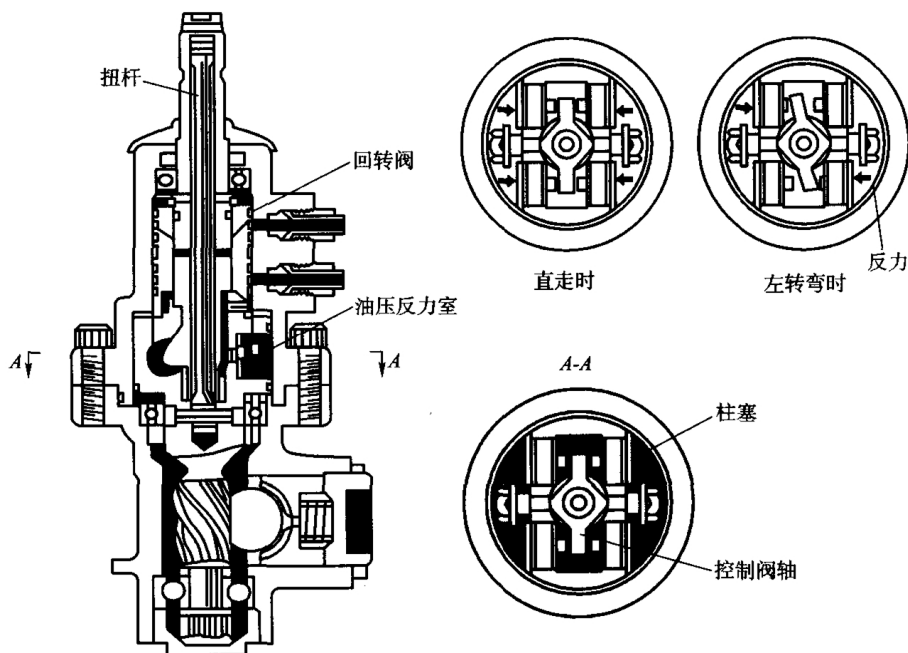


图 12-44 反力控制式动力转向控制阀结构

经反力油压控制阀调整后的油压加到油压反力室内,扭杆与转向轴相连,当 PPS 根据油压反力的大小改变转向扭杆的扭曲量时,就可以控制转向时所要加的力。动力转向用的微机安装在电子控制器(ECU)内,微机根据车速传感器的信号控制电磁阀的输入电流,电磁阀设在反力控制阀上。

2. 工作原理

(1) 汽车静止或低速行驶时。

如图 12-45 所示,汽车在低速范围内运行时,ECU 输出一个大的电流,使电磁阀的开度增加,分流出来的液体流过电磁阀回到储油罐中的流量增加。油压反力室的压力减小,柱塞推动控制阀杆的力减小,因此只需要较小的转向力就可使扭杆扭转变形,使阀体与阀杆发生相对转动而使控制阀打开,油泵输出油压作用到动力缸右室(或左室),使动力缸活塞左移(或右移),产生转向助力。

(2) 汽车中、高速行驶时。

如图 12-46 所示,此时转向盘微量转动,控制阀杆根据扭转角度而转动,转阀的开度减小,转阀里面的压力增加,流向电磁阀和油压反力室的液体流量增加。当车速增加时,ECU 输出电流减小,电磁阀开度减小,流入油压反力室的液体流量增加,反力增大,使得柱塞推动控制阀杆的力变大。液流还从量孔流进油压反力室中,这也增大了油压反力室中的液体压力,故转

向盘的转动角度增加时，将要求一个更大的转向操纵力，使得在中高速时驾驶员可获得良好的转向手感和转向特性。

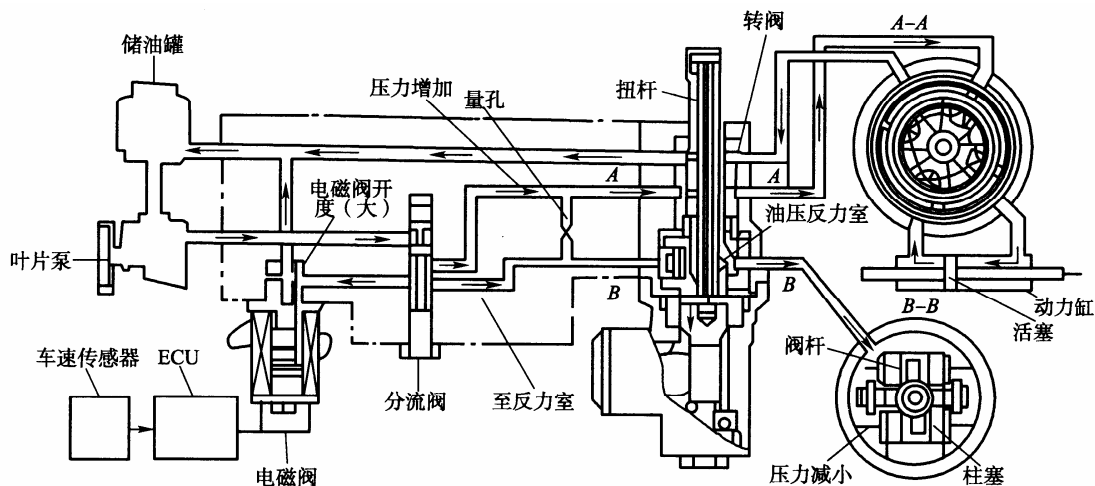


图 12-45 停车或低速行驶时的工作情况

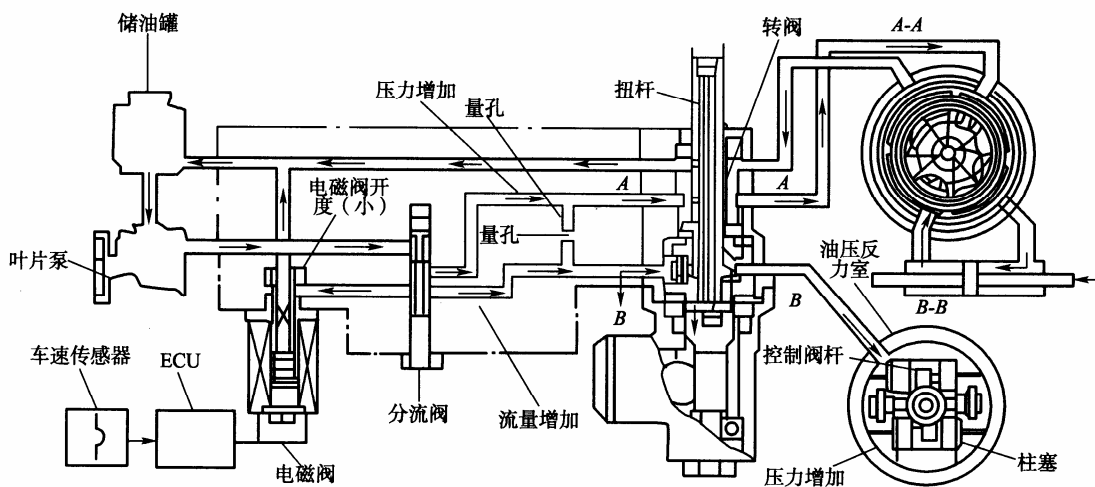


图 12-46 中、高速行驶时的工作情况

（3）中高速直行状态。

车辆直行时，转向偏摆角小，扭杆相对转矩小，控制阀油孔开度减小，控制阀侧油压升高。由于分流阀的作用，电磁阀侧油量增加。同时，随着车速的升高，通电电流减小，通过电磁阀流回油箱的阻尼增大，油压反力室的反力增大，使柱塞推动控制阀阀杆的力矩增大，转向盘手感增强。

二、电动式电控动力转向系

1. 基本组成和工作原理

电动式电控动力转向系的基本组成如图 12-47 所示，它主要由转矩传感器、转角传感器、车速传感器、电动机、电磁离合器、减速机构、电子控制单元等组成。

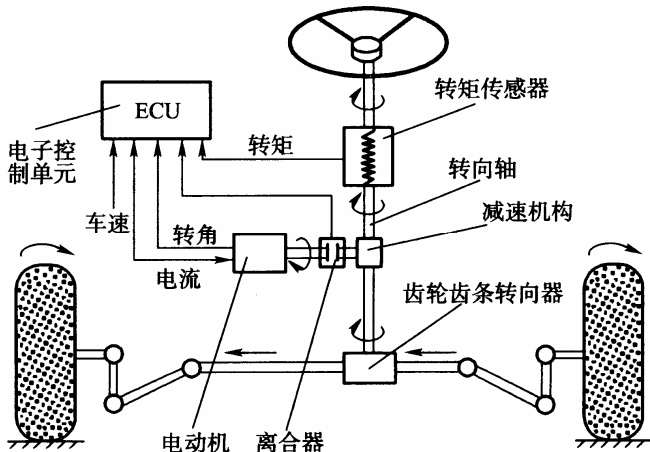


图 12-47 电动式电控动力转向系的组成

电动式电控动力转向系的基本原理是根据汽车行驶速度（车速传感器输出信号）、转矩及转角信号，由 ECU 控制电动机及减速机构产生助力转矩，使汽车在低、中和高速下都能获得最佳的转向效果。

电动机连同离合器和减速齿轮一起，通过一个橡胶底座安装在左车架上。电动机的输出转矩由减速齿轮增大，并通过万向节、转向器中的助力小齿轮把输出转矩送至齿条，向转向轮提供转矩。

ECU 根据各传感器的信号确定助力转矩的幅值和方向，并且直接控制驱动电路去驱动电动机。

转矩传感器、转角传感器和车速传感器等为助力转矩的信号源。

根据电动机布置位置的不同，直接助力式电动转向系可以分为转向轴助力式、齿轮助力式和齿条助力式三种类型，如图 12-48 所示。

2. 上海大众 TOURAN（途安）电动机械式助力转向系

上海大众 TOURAN 的电动机械转向助力器与传统的液压转向器相比具有许多优点。它可以协助驾驶员行车，并减轻身体和心理负担。同时，它仅在需要时进行工作，也就是说，只有当驾驶员需要转向助力时，它才会自动提供帮助。此外，转向助力与车速、转向力矩和转向角等有关。

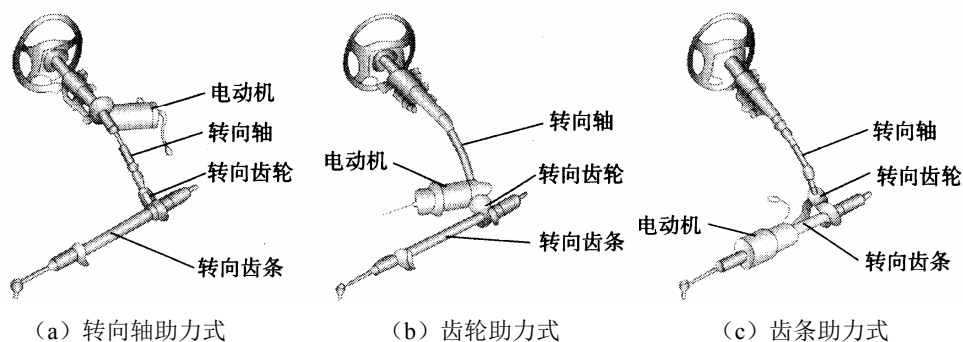


图 12-48 直接助力式电动转向系的类型

带双小齿轮的电机械式助力转向系统如图 12-49 所示。转向系统的部件主要包括转向盘、带转向角度传感器 G85 的组合开关、转向柱 G527、转向力矩传感器 G269、电机械转向助力器电动机 V187、转向器、转向辅助控制单元 J500 等。转向器由一个转向力矩传感器 G269、一根扭转棒、一个转向齿轮和一个驱动小齿轮、一个蜗轮传动装置，以及一个带控制单元的电动机等组成。电机械式助力转向系统的核心部件是一根齿条，它由两个花键啮合在转向器中。

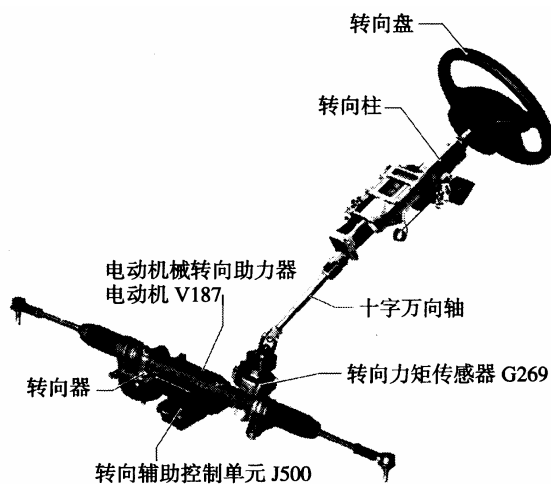


图 12-49 TOURAN（途安）电机械式助力转向系组成

如图 12-50 所示，在带双小齿轮的电机械转向助力器上，需要的转向力是通过转向小齿轮和驱动小齿轮传送到齿条上的。转向小齿轮负责传送驾驶员施加的转向力矩，驱动小齿轮则通过一个蜗轮传动装置，传送由电机械转向助力器电动机提供的助力力矩。该电动机具有用于转向助力的控制单元和传感装置，并安装在第二个小齿轮上。这种结构可以使转向盘和齿条之间形成机械连接，所以，当伺服电动机失灵时，可以确保车辆仍能够进行机械转向，但此时电机械转向助力器不具备转向助力的功能，转向时会感到很沉重。

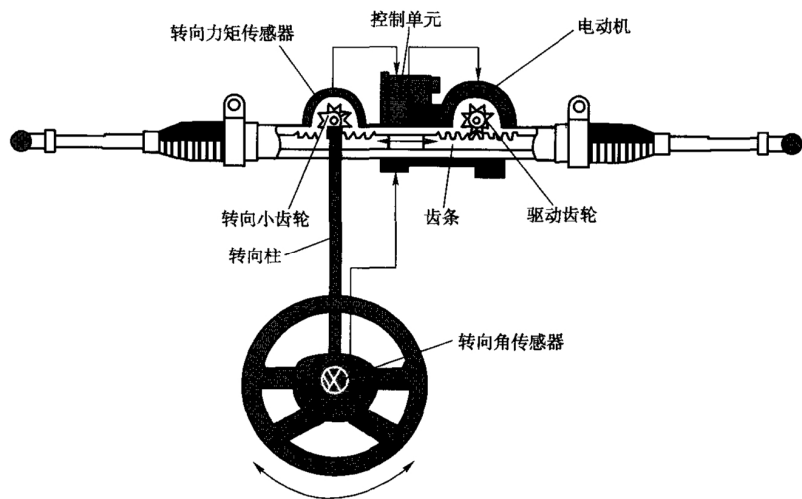


图 12-50 电动机械助力转向系统各零件的布置

【项目小结】

转向系是指由驾驶员操纵，能实现转向轮偏转和复位的一套机构。转向系的功用是按照驾驶员的意愿改变汽车的行驶方向和保持汽车稳定地直线行驶。

汽车转向系按转向动力源的不同分为机械转向系和动力转向系。机械转向系以驾驶员的体力作转向动力源，系统的所有传动件都是机械的。动力转向系是兼用驾驶员体力和发动机（或电动机）的动力作为转向能源的转向系。动力转向系是在机械转向系统的基础上加设一套转向加力装置而形成的。

转向系角传动比是指转向盘的转角与转向盘同侧的转向轮偏转角的比值。转向系角传动比是转向器角传动比和转向传动机构角传动比的乘积。转向盘的自由行程是指转向盘在空转阶段的角行程。汽车转向时，内侧车轮和外侧车轮滚过的距离是不等的。为保证转向过程中车轮做纯滚动，要求所有车轮的轴线都交于一点，此交点称为汽车的转向中心。汽车的转向特性包括不足转向、过多转向、中性转向和交变转向。

汽车机械转向系由转向操纵机构、机械转向器和转向传动机构组成。转向器是转向系中的降速增矩传动装置，其功用是增大由转向盘传到转向节的力，并改变力的传动方向。按转向器中传动副的结构形式分，转向器可以分为循环球式、齿轮齿条式、蜗杆曲柄指销式、蜗杆滚轮式等几种。

齿轮齿条式转向器分两端输出式和中间（或单端）输出式。齿轮齿条式转向器采用一级传动副，主动件是齿轮，从动件是齿条，利用齿轮顺时针或逆时针方向的转动带动齿条左右移动，再通过横拉杆推动转向节，达到转向的目的。循环球式转向器采用两级传动副，第一级是螺杆与螺母，第二级是齿条与齿扇。循环球式转向器工作时，转向螺杆转动，在摩擦力的作用

下，所有钢球在螺母与螺杆之间形成“球流”，并推动齿形螺母沿螺杆轴线前后移动，然后通过齿条带动齿扇摆动，并使摇臂轴旋转，带动摇臂摆动，最后将力矩由传动机构传至转向轮，使转向轮偏转以实现转向。

汽车转向操纵机构主要由转向盘、转向轴、转向柱管等组成。它的功用是产生转动转向器所必需的操纵力，并具有一定的调节和安全性能。

转向传动机构的功用是将转向器输出的力和运动传给转向轮，使两侧转向轮偏转以实现汽车转向，并保证左右转向轮的偏转角按一定关系变化。

液压式动力转向装置按液流形式，可分为常压式和常流式；根据转向加力装置的零部件布置和连接组合方式的不同，可以分为整体式动力转向系、半整体式动力转向系和组合式动力转向系；按其转向控制阀阀芯的运动方式，还可分为滑阀式和转阀式。

液压式电子控制动力转向系是在传统的液压动力转向系的基础上增设了电子控制装置而制成的，根据控制方式的不同，可分为流量控制式、反力控制式和阀灵敏控制式三种形式。

电动式电控动力转向系主要由转矩传感器、转角传感器、车速传感器、电动机、电磁离合器、减速机构、电子控制单元等组成。电动式电控动力转向系根据汽车行驶速度（车速传感器输出信号）、转矩及转角信号，由 ECU 控制电动机及减速机构产生助力转矩，使汽车在低、中和高速下都能获得最佳的转向效果。

【练一练】

一、选择题

1. 汽车在不转向时，液压式动力转向系统内工作油是高压油，而控制阀又处于关闭状态，此种液压式转向助力器为（ ）。
A. 常流式 B. 常压式 C. 混合式 D. 变压式
2. 液压动力转向叶轮的输油量与转子转速成（ ）。
A. 正比 B. 反比 C. 等比 D. 两倍关系
3. 在液压动力转向系统中，（ ）是在驾驶员的操纵下，控制转向动力缸输出动力大小、方向和增力快慢的控制阀。
A. 转向 B. 转向控制阀 C. 转向油泵 D. 以上答案都不正确
4. 动力转向系统的（ ）可以表示转向油泵和流量控制阀的技术状况。
A. 油压 B. 转向力矩 C. 油压降 D. 以上答案都不正确
5. 液压式转向助力装置按液流的形式可分为（ ）。
A. 常流式 B. 常压式 C. 滑阀式 D. 转阀式
6. 在转向系中，转向器采用的是齿轮齿条式液压动力转向器，当转向油泵出故障时，转向系将（ ）实现转向功能。
A. 还能 B. 不能

- 二、判断题（对的打“√”，错的打“×”）

- ### 三、填空题

- #### 四、简答题

- 12
-
- 项目