

模块3

汽车转向系

3.1 概 述

学习目标

掌握转向系的作用与类型,了解转向原理。

汽车行驶中,驾驶员通过操纵转向盘,经过一套传动机构,使转向轮在路面上偏转一定的角度来改变其行驶方向,确保汽车稳定安全地正常行驶。能使转向轮偏转以实现汽车转向的一整套机构称为汽车转向系。

一、转向系的作用与类型

1. 转向系的作用

转向系的作用是通过驾驶员转动转向盘,根据需要改变和保持汽车行驶的方向。

2. 转向系的分类

汽车转向系按其转向能源不同,可分为机械式转向系、液压式动力转向系和电控式动力转向系。

(1) 机械式转向系

机械式转向系的组成如图 3-1 所示,由转向操纵机构、转向器和转向传动机构三部分组成。汽车转向时,驾驶员作用于转向盘上的力,经过转向轴(转向柱)传到转向器,转向器将转向力放大后,又通过转向传动机构的传递,推动转向轮偏转,致使汽车行驶方向改变。机械式转向系是由机械零部件构成的。汽车的转向,完全由驾驶员所施加的操纵力来实现,操纵较费力,劳动强度较大,但其具有结构简单、工作可靠、路感性好、维护方便等优点,多应用于中小型货车或乘用车上。

(2) 液压式动力转向系

液压式动力转向系是在机械式转向系的基础上,增加一套液压助力装置,如图 3-2 所示。

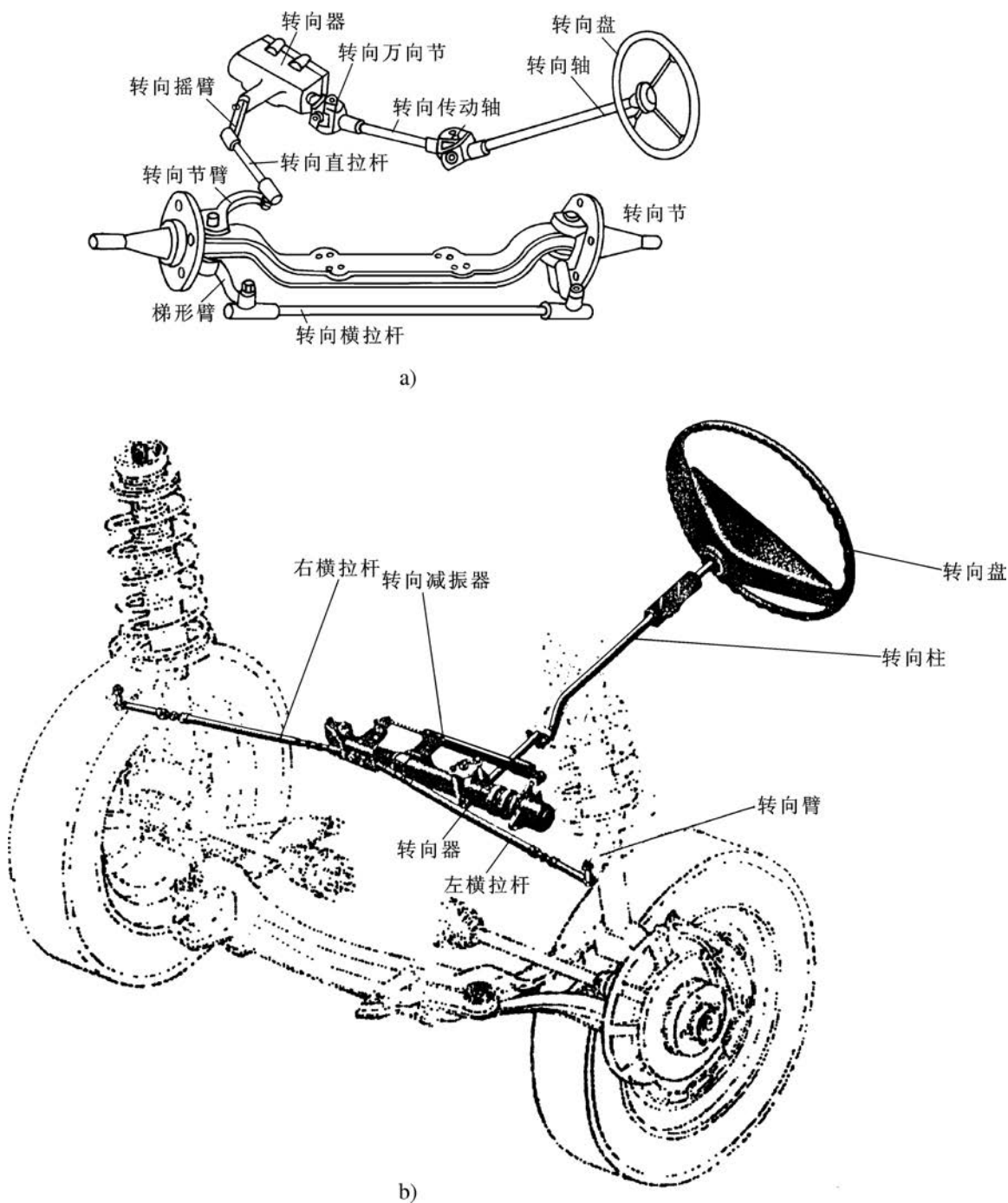


图 3-1 机械式转向系组成

由图中可看出增加了转向控制阀、转向油泵、转向动力油缸等部件。当汽车转向时,由发动机驱动的油泵产生高压油,高压油在控制阀的作用下,进入动力油缸推动转向轮偏转。这时作用在转向盘的作用力就很小,从而减轻了驾驶员的劳动强度。液压式动力转向系操纵轻便,灵活省力,维护简单。目前,广泛应用于高速乘用车和重型货车上。

(3) 电控式动力转向系

电控式动力转向系是现代科学技术发展的产物,如图 3-3 所示。它由电控单元(ECU)、

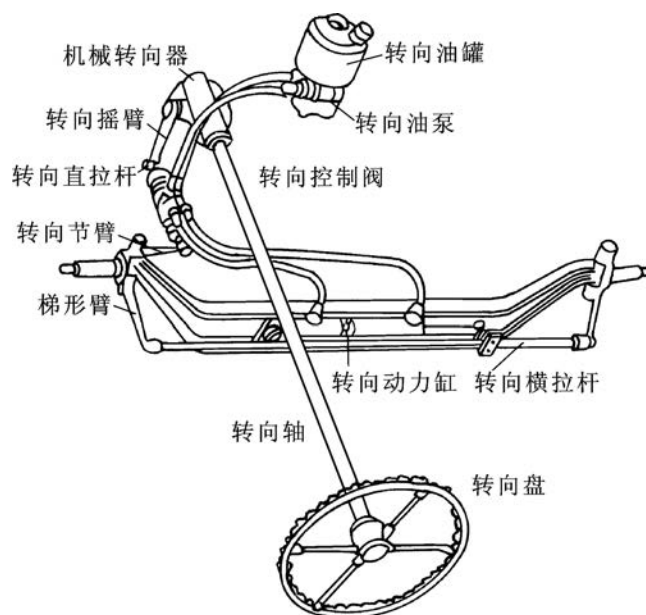


图 3-2 液压式动力转向系示意图

电源、电动机、转向齿轮机构和转向传感器组成。当汽车转向时,ECU 根据传感器检测的转向力矩及转向速度等参数,计算出最佳作用力后,使电动机工作,推动转向,减轻驾驶员的劳动强度。电控式动力转向具有节能、无须油压管路系统、不直接消耗发动机功率、环保优势强、安装自由度大等优点。但电动力不如液压动力大,目前只用于前轴负荷较小的乘用车上。

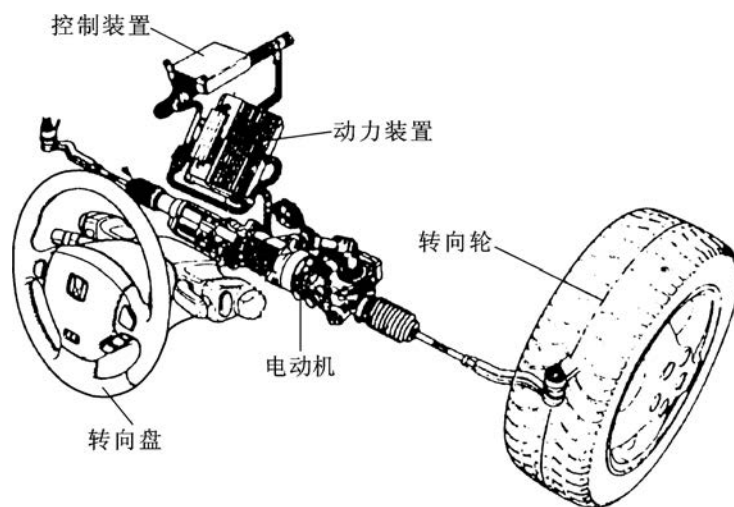


图 3-3 电控式动力转向系

二、转向原理

1. 转向过程(以机械式转向系为例)

汽车转向时,驾驶员对转向盘施加一力矩,该力矩通过转向轴输入转向器。经过减速增力传给转向摇臂,再通过转向纵拉杆传给左转向节上的转向节臂,使左转向节和它所支承的左轮

偏转。由于右转向节与左转向节之间用左、右梯形臂和横拉杆连接,故右转向节及支承的右轮也随之偏转相应的角度,实现了汽车转向。

2. 转向车轮的运动

汽车转向时,要保证每个车轮都是纯滚动而不发生侧滑,必须使汽车车轮转向轨迹符合一定的规律。由于汽车在转弯过程中,内、外车轮滚动的距离不相等,必然会引起车轮边滚动边滑动的现象,造成轮胎加速磨损。为使两侧车轮在转弯时实现纯滚动,必须使各个车轮的轴线都相交于一点,即使所有的车轮能围绕它们的共同圆心转动,如图 3-4 所示。交点 O 称为转向中心,这个转向中心随驾驶员操纵的转向轮转角的变化而改变。因此转向中心也称为瞬时转向中心。由图中可以看出,内转向轮偏转角 β 大于外转向轮偏转角 α ,两偏转角的关系是

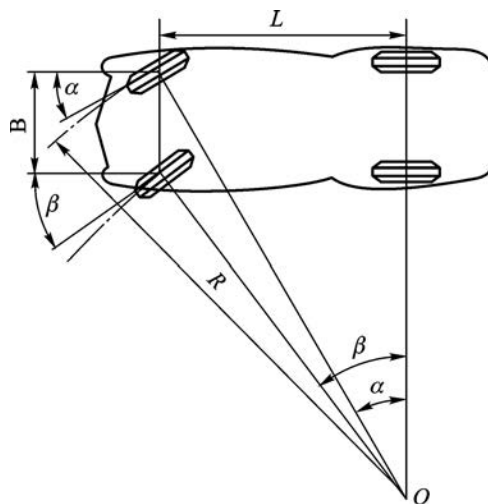


图 3-4 双轴汽车转向示意图

$$\cot \alpha = \cot \beta + \frac{B}{L}$$

式中: B ——两侧主销中心距离;

L ——汽车轴距。

上式称为转向梯形理论特性关系式。

对于一定型号的汽车, L 和 B 是一定的。故每有 1 个 β 角,就近似对应 1 个 α 角,这个关系式是由转向梯形(前轴、左右梯形臂和横拉杆组成)来保证的。

从转向中心到转向外轮中心的距离称为转弯半径,用 R 表示。当外转向轮偏转到最大允许转角时,转弯半径最小,称为最小转弯半径。转弯半径越小,汽车转向机动性越高。

现代汽车左、右转向轮的偏转角,一般从直行位置算起,为 $34^\circ \sim 42^\circ$,中型货车最小转弯半径为 $7 \sim 13$ m,乘用车转弯半径为 $5 \sim 6$ m。

以上为双轴汽车转向时的情况,对于多轴的汽车,其转向情况类似。

三、四轮转向系简介

现代高级汽车功率大、车速高,为改善汽车转向操纵性能,提高高速行驶的安全性和转弯灵活性,已研制出四轮转向系统。当汽车低速行驶转向,转向盘转动角很大时,其后轮相对前轮反向偏转。当汽车急转弯、调头、避障或进出车库时,转向半径减小,转向机动性大为提高。当汽车高速行驶转弯时,后轮相对于前轮同向偏转,从而迫使汽车横摆角度和横摆角速度大为减小,提高了行驶的操纵性、稳定性和舒适性,确保高速行车安全。

四轮转向系主要类型有机械式四轮转向系、液压式四轮转向系、电控式四轮转向系。

小结

1. 汽车转向系分三类:机械式转向系、液压式转向系和电控式转向系。
2. 转向系的作用是通过驾驶员转动转向盘,根据需要改变和保持汽车行驶方向。
3. 转向梯形理论特性关系式为: $\cot \alpha = \cot \beta + \frac{B}{L}$,这一关系式是由转向梯形结构保证的。汽车转向梯形结构都能保证在一定的车轮偏转角范围内,使两侧轮偏转角基本上接近特性关系式。
4. 为改善汽车转向操纵性能,提高汽车高速行驶安全性和转弯灵活性,20 世纪 80 年代研制出了四轮转向的高级汽车。

思考与练习

1. 转向系的作用是什么? 它有几类?
2. 试述汽车转向的过程。
3. 写出转向梯形理论特性关系式。
4. 转向梯形结构由哪些部件组成?

3.2 机械式转向系

学习目标

1. 掌握蜗杆指销式、循环球式、齿轮齿条式转向器的组成,以及拆装与检测。
2. 理解转向传动机构常见故障诊断与排除。

机械转向系是汽车转向系应用较早的一种转向装置,是以驾驶员的体力为转向动力源,所有传力件都是机械的。其主要部件有转向器、转向柱、转向横拉杆、转向臂、转向减振器、转向垂臂等。

一、转向器

1. 转向器的作用与分类

(1) 转向器的作用

转向器是转向系中减速增扭的传动装置,其作用是增大由转向盘传到转向节的力并改变

力的传递方向,获得所要求的摆动速度和角度。

(2) 转向器的分类

转向器按结构形式可分为蜗杆指销式、循环球式和齿轮齿条式三种;按作用力的传递情况,可分为可逆式、不可逆式和极限式三种。

2. 蜗杆指销式转向器

(1) 组成

蜗杆指销式转向器,按传动副中的指销数目,可分为单销式和双销式两种。指销在曲柄孔中的支承形式有滑动结构和滚动结构两种。此种转向器传动副为蜗杆与指销。图 3-5 所示为东风 EQ140 型汽车采用的蜗杆双指销式转向器,主要由壳体、蜗杆、曲柄、指销、转向摇臂轴、上盖、下盖、调整螺栓及螺钉等组成。

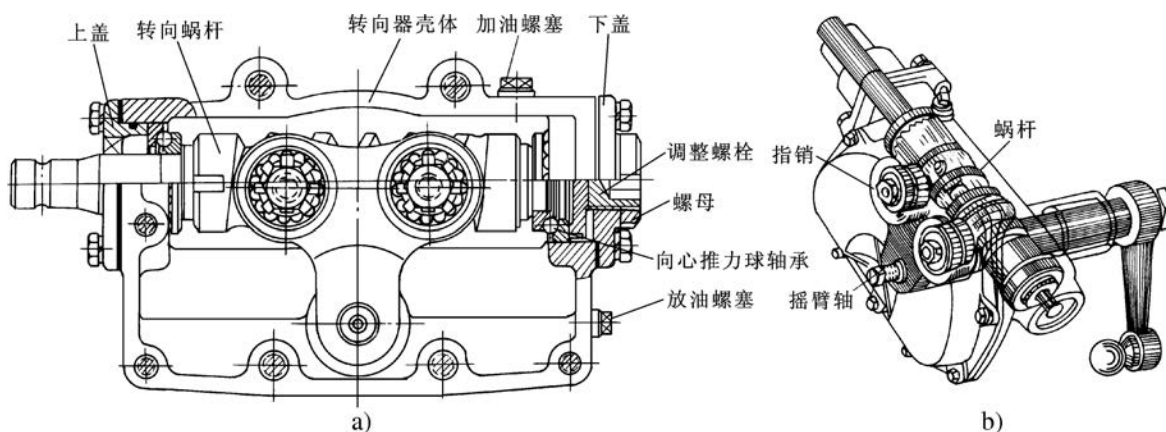


图 3-5 蜗杆双指销式转向器

(2) 工作过程

汽车转向时,通过转向盘和转向轴使蜗杆转动,嵌于蜗杆螺旋槽的锥形指销一边自转,一边绕转向摇臂轴摆动,并通过转向传动机构,使汽车转向轮偏转,实现汽车转向。

3. 循环球式转向器

(1) 组成

循环球式转向器传动效率高,机件磨损小,操纵省力,使用寿命长,广泛应用于轻型、中型汽车(BJ1041、BJ2023、CA1092 型等)上。循环球式转向器由两套传动副组成,一套是螺杆螺母传动副、另一套是齿条齿扇传动副或滑块曲柄销传动副。图 3-6 所示为解放 CA1092 型汽车采用的循环球式转向器。它主要由螺杆、螺母、齿条、齿扇、外壳等组成。

(2) 工作过程

当转动转向盘时,转向螺杆也随之转动,通过钢球将作用力传给螺母,螺母即产生轴向移动。同时,由于摩擦力的作用,所有钢球在螺杆与螺母之间滚动,形成“球流”。钢球在螺母内绕行两周后,流出螺母进入导管,再由导管流回螺母。随着螺母沿螺杆作轴向移动,其齿条带动齿扇运动,齿扇带动垂臂轴转动,从而使转向垂臂产生摆动,通过转向传动机构使转向轮偏

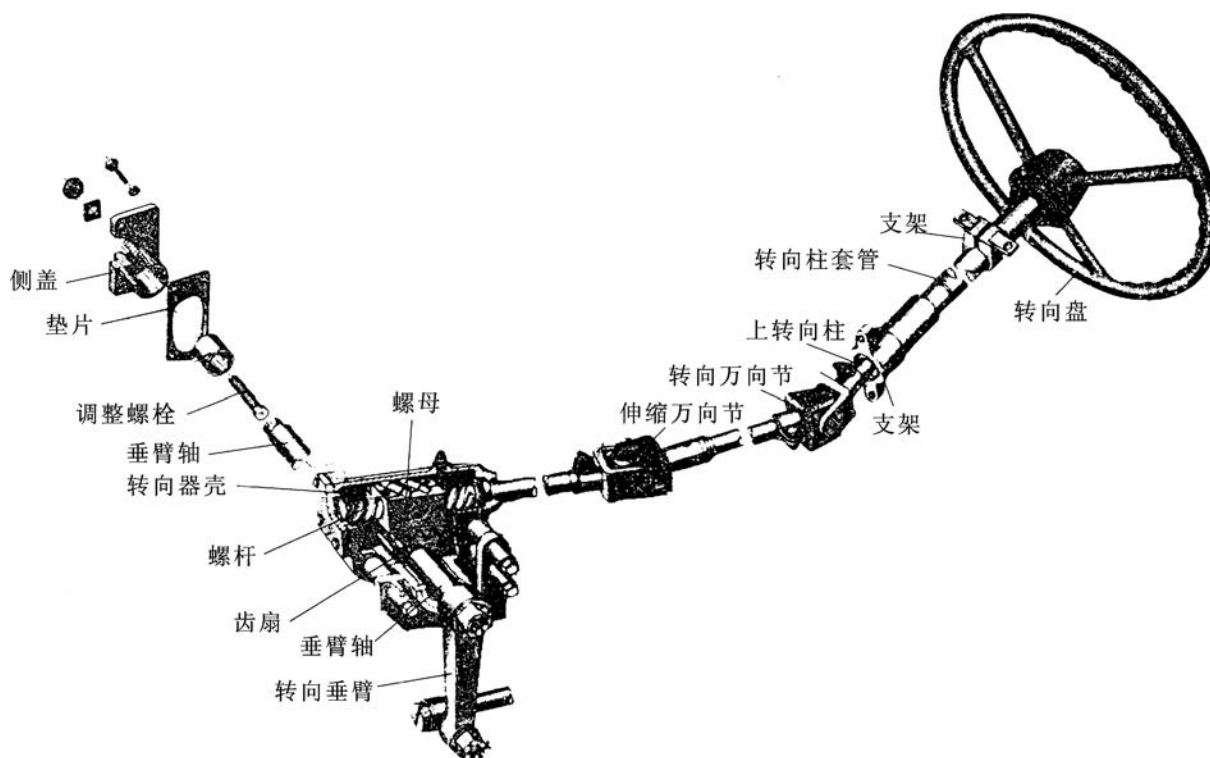


图 3-6 解放 CA1092 型汽车采用的循环球式转向器

转,完成汽车转向。

4. 齿轮齿条式转向器

齿轮齿条式转向器具有结构简单、轻巧、传力杆件少、维修方便、操纵灵敏等优点,目前广泛应用于采用前轮独立悬架的轻、微型汽车和中、高级乘用车上,如上海桑塔纳、一汽奥迪、天津 TJ7100 等车型。此转向器传动副为齿轮齿条。

(1) 组成

图 3-7 所示为上海桑塔纳乘用车转向器,它主要由转向齿轮、转向齿条、转向器壳、调整螺栓等组成。从图中可以看出,弹簧通过转向齿条压块将转向齿条压紧在转向齿轮上,以保证齿轮齿条始终无间隙啮合,有效地减小转向自由行程,提高操纵灵敏度,而其弹力的大小可由调整螺栓调整。防尘套用来防止尘土等杂物进入转向器。为了使齿条轴向运动时,两防尘套内腔压力平衡,壳体上钻有通气孔,使两腔连通。

(2) 工作过程

驾驶员通过转向操纵机构,转向齿轮转动,从而使转向齿条移动,转向齿条通过转向直拉杆、转向摆杆和左右转向横拉杆,使两车轮绕主销偏转。

由于这种形式转向器反冲较大,因此,一般在齿轮与转向轴间加装柔性万向节或在前桥中设置横向减振器,从而达到吸收冲击能量的作用,减轻对驾驶员的伤害。



图 3-7 齿轮齿条转向器

二、转向器的拆装与检修

1. 蜗杆指销式转向器的拆装与检修

(1) 分解要点

先拧下放油螺塞,放尽转向器中的润滑油;再用扳手拧松摇臂轴调整螺栓的锁紧螺母,把调整螺栓逆时针旋转一周,拆下转向器侧盖上的双头螺柱;然后拧下其余固定螺栓,取下侧盖;接着用手抓住摇臂轴扇形块,用力拔出摇臂轴(如果拔不出来,可用木槌敲击摇臂轴输出端头,即可拔出);再拧下转向器下盖螺栓,取下垫圈及下盖;用铜锤或铜棒轻轻敲击蜗杆轴花键端部,取出蜗杆、轴承等(注意:用铜锤敲击时,要保持蜗杆垂直于轴承的位置,以防止碰伤轴承的保持架和油封刃口);最后,松开转向器上盖的螺栓,取出垫片、推力轴承外圈和保持架等。分解后,对全部零件进行彻底清洗。清洗后分开放置,以备检测维修。

(2) 主要部件的检修

① 壳体及盖的检修 用敲击及直观法检查壳体及盖,应无裂损;裂损无法修补的,则换用新件。在平台上用塞尺检测壳体与盖的结合面的平面度误差,限值为 0.10 mm,否则应进行修磨。壳体上两蜗杆轴承孔公共轴线与摇臂轴承孔公共轴线垂直度误差,应符合原厂技术标准,否则进行修理或更换。

② 蜗杆的检修 直观检查蜗杆滚道,若有轻微剥落或明显阶梯形磨损,用油石修磨后可继续使用;若磨损严重,剥落较大,应换用新件。磁力探伤蜗杆应无裂纹,否则换用新件。

③ 蜗杆平面推力轴承的检修 直观检查内外滚道,若有金属剥落、磨损严重或保持架变形、有缺口,一律更换。检查轴承钢球,若有碎裂,能从保持架上脱落,则一律换用新件。更换轴承时注意:内外圈保持架要成套更换。

④ 用游标卡尺检测蜗杆与轴承的配合间隙 其配合间隙应为 0.10 mm ,或符合原厂技术标准;否则可用电镀法进行修复或换用新件。

⑤ 摇臂轴的检修 用磁力探伤法检查,摇臂轴任何部位不得有裂纹,否则换用新件。检查摇臂轴端部花键,应无明显扭曲、变形。若发现有两齿以上扭曲、变形、损坏,一律换用新件。用外径千分尺检测油封轴颈的磨损,应不大于 0.15 mm 。用百分表检测摇臂轴支承轴径的径向跳动,不得大于 0.05 mm ,否则进行修磨或换用新件。

⑥ 摇臂轴主销、支承轴承的检修 直观检查摇臂轴主销工作面,应无金属剥落;若有剥落或严重偏磨或轴承挡片碎裂,应更换主销轴承总成。当摇臂轴主销装入滚道时,其距离要符合技术标准,并对主销轴承预紧度进行调整。

(3) 装复与调整要点

① 装复壳内衬套和油封 当换用新衬套时用图 3-8 所示的芯棒,分别把衬套垂直压入壳体内,如图 3-9 所示。然后对衬套孔铰削,使其与摇臂轴配合间隙符合技术标准。再用图 3-10 所示芯棒在压床上将油封压入转向器前端摇臂轴孔内。压装时,油封端面平的一面必须朝向壳体外,U 形槽一面朝向壳体内,如图 3-11 所示。

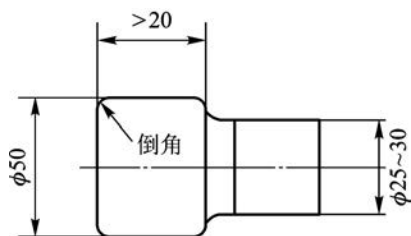


图 3-8 芯棒

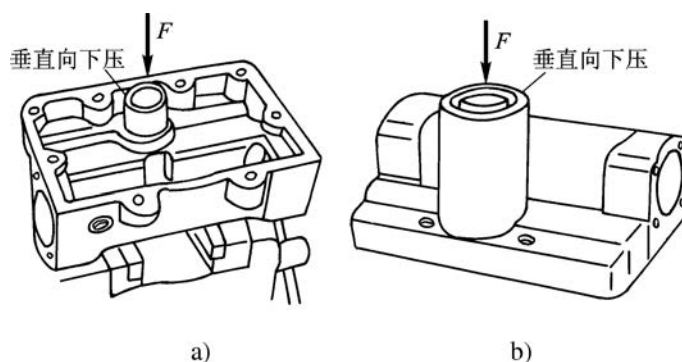


图 3-9 摇臂轴衬套的更换

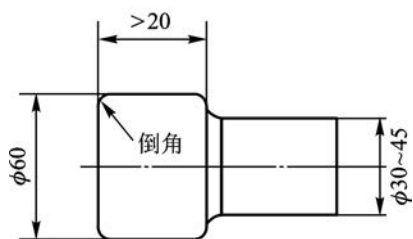


图 3-10 芯棒

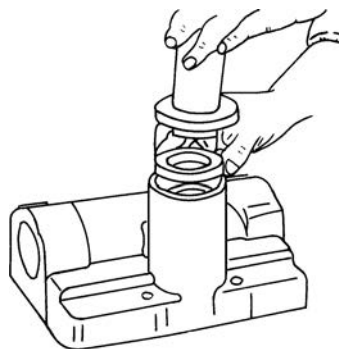


图 3-11 摇臂轴油封的装复

② 装复转向器下盖 先把转向器壳体竖立放置固定,将新轴承外圈压入壳体轴承孔内(注意:轴承外圈有滚道一面朝壳体内)。外圈压入后距端面距离为 12.5~13 mm,如图 3-12 所示。接着把新的 O 形密封圈套入轴承垫块的槽中,然后装入轴承垫块(注意:O 形密封圈光滑的外缘,不要被轴承孔边划坏,更不得反装)。再把转向器下盖、调整螺栓、锁紧螺母依次装入轴承孔中,最后以 30~60 N·m 的力矩对角扭紧固定螺栓。再把转向器壳旋转 180°使上盖轴承孔朝上,将下轴承的保持架总成装到壳体下盖的轴承外圈轨道上,如图 3-13 所示。

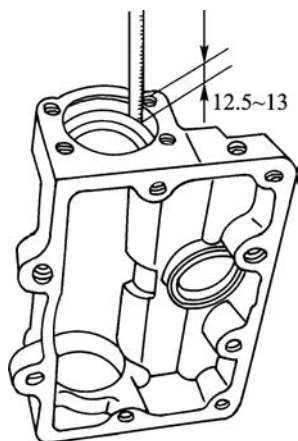


图 3-12 蜗杆轴承外圈的装复

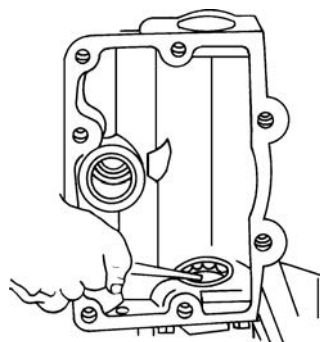
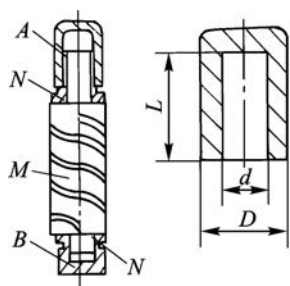


图 3-13 下盖轴承保持架的装复

③ 装复蜗杆 装复蜗杆时,一般不需要更换蜗杆轴承。若更换新轴承,利用压力机套管(图 3-14)把新轴承压入蜗杆两端。然后,把蜗杆从转向器壳体上盖轴承孔中装入。这时,蜗杆输入端朝上,另一端内圈与下盖平面轴承保持架总成应吻合,如图 3-15 所示。注意:保持架方向应符合规定要求,如图 3-16 所示。



	L /mm	d /mm	D /mm
A	80	31	42
B	10	31	42

N—轴承内圈
M—蜗杆

图 3-14 套管

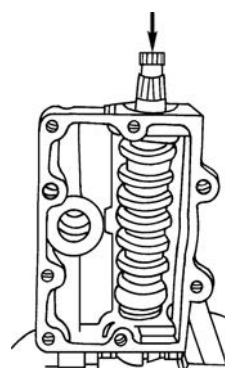


图 3-15 蜗杆的装复

④ 装复上盖总成 装好蜗杆的上轴承保持架,用压床压入轴承外圈,使其到壳体上端面距离达到 12.5~13 mm,如图 3-17 所示。一般情况下,上盖密封圈不需要更换。用新 O 形密封圈时,注意密封圈方向不要装错。

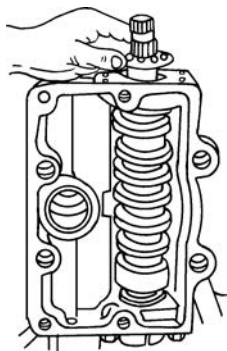


图 3-16 上盖轴承保持架的装复

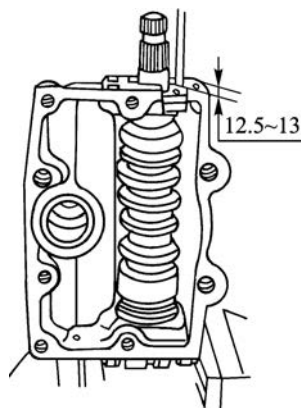


图 3-17 上盖轴承密封圈的装复

当上盖油封更换时,取出旧油封压入新油封即可,但要注意油封安装方向。正确的安装方法是,把油封的 U 形端面朝向壳体,平端面朝外,转向器端面均匀地涂上密封胶,最后把装有调整垫片的上盖(注意:调整垫片或垫片总厚度为 1.2 mm,垫片不要漏装,0.50 mm 垫片 1 个,0.20 mm、0.10 mm、0.05 mm 垫片各 2 个)对准壳体端面上的螺孔,并在壳体端面上均匀涂上密封胶,再用专用的固定螺栓,以 $30 \sim 60 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的力矩对角均匀拧紧。在拧紧螺栓时,边拧边观察下盖上的调整螺栓是否拧紧。此螺栓应处在旋松的位置。

⑤ 蜗杆轴承预紧度的调整 装好上盖后,在摇臂轴装入之前,必须对蜗杆轴承预紧度进行调整。它是利用转向器下盖处的调整螺栓来调整的。调整时,先用内六角扳手把调整螺栓拧到底,再退回 $1/8 \sim 1/4$ 圈,使蜗杆在输入端具有 $1.0 \sim 1.7 \text{ N} \cdot \text{m}$ 预紧力矩,然后以 $50 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的力矩拧紧调整螺栓的锁紧螺母。

当摇臂轴主销总成检修后,若重新进行组装或更换主销轴承,必须检查并调整轴承预紧度。调整时,主销轴承要洗干净,清洗后,加足润滑脂,并换用新的主销轴承止动垫片。然后,把主销轴承装入摇臂孔中,认真调整主销上的螺母,使主销转动自如,无卡滞,无轴向间隙,最后用钳子翻起止动垫片 2~3 齿锁住,如图 3-18 所示。

⑥ 装复摇臂轴总成 首先把转向蜗杆螺纹槽、轴承和摇臂轴轴颈涂满润滑油,然后把摇臂轴插入壳体的支承孔中(摇臂轴主销与蜗杆螺纹槽要互相啮合),最后用手转动蜗杆数圈,蜗杆应转动自如,无发卡现象及沉闷感觉。

⑦ 装复侧盖 先在侧盖平面上涂抹一层密封胶,再放上衬垫,然后把带有衬垫的侧盖扣合在转向器壳体上,并将带有弹簧垫圈的各螺栓拧入相对应的螺栓孔中(注意:双头螺柱长的一端朝壳体里面),如图 3-19 所示。当侧盖上的调整螺栓处在旋松的位置时,由中间向两端拧紧侧盖上的紧固螺栓,并达到扭力标准(中间 4 个螺栓 M4 力矩为 $70 \sim 106 \text{ N} \cdot \text{m}$,其余 4 个 M10 力矩为 $30 \sim 60 \text{ N} \cdot \text{m}$)。

⑧ 调整蜗杆与摇臂轴主销啮合间隙 调整其啮合间隙时,应使摇臂轴主销与蜗杆处在中间啮合位置上。首先松开摇臂轴调整螺栓的锁紧螺母,用手握住蜗杆输入端,使蜗杆行程到中

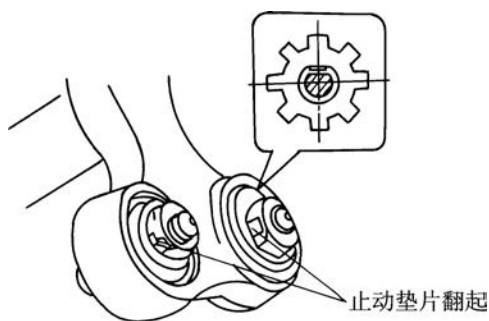


图 3-18 主销轴承止推垫片

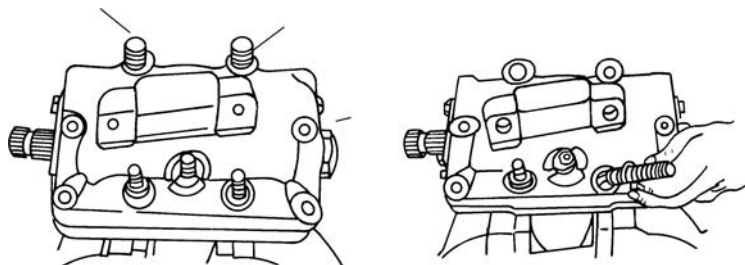


图 3-19 双头螺柱与侧盖螺栓装复

间位置,来回转动蜗杆,同时用旋具顺时针方向转动调整螺栓。当感到有摩擦阻力时停止旋转螺栓,再检测蜗杆输入端的旋转扭矩不大于 $2.7 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。最后以 $50 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的力矩拧紧锁紧螺母,如图 3-20 所示。

⑨ 加注润滑油 装复完毕,必须向转向器内加入 1.1 L 90 号或 85 W/90 车辆齿轮油或加入 18 号馏分型双曲线齿轮油。

2. 循环球式转向器的拆装与检修

(1) 转向器的分解

- ① 将转向器除去油污,把外部清洗干净;
- ② 拆下转向器侧盖,取出齿扇及转向垂臂轴;
- ③ 拆下转向器前盖,取出转向螺杆与螺母总成;
- ④ 拆下循环球导管夹,拔出导管,取出全部钢球,再从螺杆上取下螺母。

要注意的是,一般情况下,转向螺杆螺母总成不要分解;检查时,若转向不灵活,阻力较大,发卡或出现异常时,才能将其分解。

(2) 主要零部件的检修

① 壳体与盖 直观检查壳体与盖,应无裂纹,否则应换用新件。用塞尺检测壳体与盖结合平面的平面度误差,为 0.1 mm ,若大于此规定值,应进行磨修。

② 摇臂轴 必须用磁力探伤方法进行检测,若有裂纹,一律更换。用检视法检查齿扇,若有轻微剥落麻点腐蚀,可用油石磨平,继续使用。齿面若严重剥落,磨损变形,应予更换。检查摇臂轴端部花键,不得有明显扭曲,端部螺纹的损伤不得超过两牙,否则进行修理或更换。检查摇臂轴与其轴承的配合间隙、摇臂轴承与壳体及侧盖的配合间隙,均不得大于技术标准。更换摇臂轴衬套时,必须使两衬套的同轴度达到技术标准。

③ 转向螺杆螺母总成 用检视法检查转向螺杆螺母上的钢球滚道,应无金属剥落,若有脱层剥落、刻痕或压坑,应予以更换。检查转向杆轴颈对其中心的跳动量时应把转向杆轴颈用 V 形铁支起,再用百分表进行检测。一般跳动量不得大于 0.08 mm 。检测钢球直径差不得大于 0.01 mm ,钢球与轨道配合间隙不得大于 0.05 mm 。若钢球磨损,配合间隙超过 0.10 mm 或

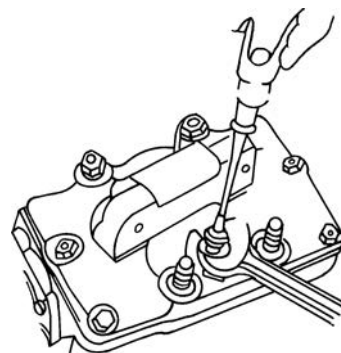


图 3-20 蜗杆与摇臂轴
主销啮合调整

钢球剥落破碎,则钢球一律更换。更换钢球时,钢球的规格、数量、材质等必须符合原技术标准。检查转向螺母上的钢球导管,若破裂、凹陷等,应予更换。

④ 转向螺杆轴承 检查轴承滚道表面,若有裂痕、压坑或金属剥落,钢球碎裂或凹陷、金属剥落,保持架扭曲变形、断裂等,若以上检查有其中现象之一者,一律更换轴承总成。

(3) 装配与调整的要点

装配前,应对所有零部件进行彻底清洗,橡胶零件均不可用汽油清洗。

① 螺杆螺母的装配 装配时,首先按拆卸时的标记方向,把螺杆装入螺母中,然后装钢球。装钢球时,可用木棒或塑料棒把钢球轻轻敲入循环轨道内,并在导管口涂上润滑脂,要按标记一条滚道一条滚道地装复,切不可混装。若没有异常,用导管夹把导管固定。然后再试转螺杆,检查钢球在滚道内是否转动灵活,有无上下卡滞或松旷,并用百分表检测螺杆轴向跳动量。转向螺杆两端轴颈径向和端面跳动量均应符合技术标准。检测时,转向螺母必须在螺杆滚道对称中心上。然后把螺杆轴承内座圈装到螺杆轴颈上,并使其靠近止推面,再把轴承外座圈压装到上下盖止推面上,从壳体上端装入螺杆螺母总成。

② 螺杆轴承紧度调整要点 转向器装复后,必须对螺杆轴承紧度进行调整。转向器结构不同,其调整方法也不同。有的利用上部调整螺母进行调整,旋进螺母,轴承紧度增加,反之减小;有的利用下盖与壳体间的垫片来调整。

③ 摇臂轴装复要点 先把摇臂轴孔内涂抹润滑脂,再按顺序安装调整螺钉,装复后用手轻轻转动调整螺栓,再用百分表检测调整螺栓轴向间隙,当窜动量大于 0.12 mm 时,应选配垫圈调整至 0.08 mm。然后,转动螺杆螺母上的齿条处于中间位置。这时,再把摇臂轴装入壳体内,齿扇与齿条应相互啮合(装配时要注意,防止摇臂轴另一端油封弹簧跳出,造成漏油)。最后按规定力矩拧紧侧盖上的紧固螺母螺栓,并在上、下盖及侧盖结合处及密封垫两面,涂以密封胶。

④ 齿扇与齿条的啮合间隙调整要点 调整时,齿条与齿扇的啮合,必须处在中间位置,否则间隙不准确。一般是利用摇臂轴轴向位移调整螺栓进行调整。调整螺栓旋进,啮合间隙减小;调整螺栓旋出,啮合间隙增大。当齿扇在中间位置时,不允许有间隙,但应转动自如,无轻重不均匀感觉或卡滞现象,最后拧紧锁紧螺母。

3. 齿轮齿条式转向器的拆装与检修

(1) 齿轮齿条式转向器分解要点

齿轮齿条式转向器有机械式和动力式两种。其操纵机构略有区别。机械式转向器操纵机构如上海桑塔纳 LX 型乘用车(图 3-21)。分解时,应先断开蓄电池电源线,并使车轮处于直线行驶位置,此时转向灯开关处于中间位置。

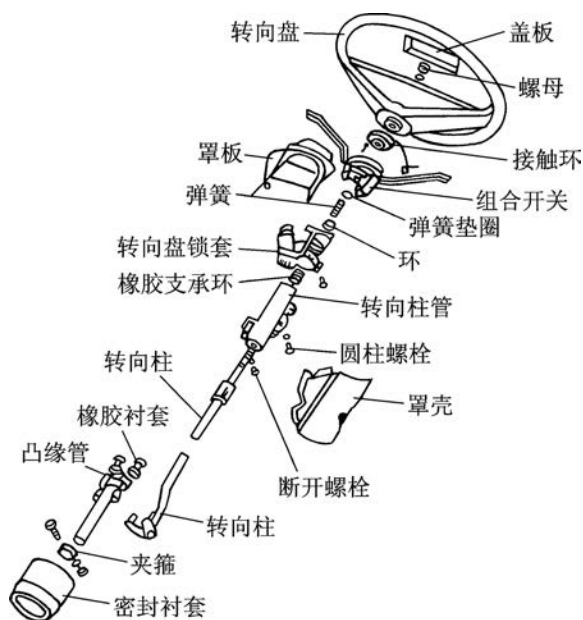


图 3-21 分解后的机械式转向器操纵机构

① 转向操纵机构的分解 先按住转向盘中间盖板的橡胶边缘撬出盖板,再拧下转向盘固定螺母,取出垫片,拔下喇叭线,用专用拉器拉下转向盘,严禁敲击取下。再拆下组合开关,拧出 3 个平口螺钉,并用水泵钳拆下弹簧垫圈,如图 3-22 所示。用冲子冲出阻风门把手上的弹簧销,旋出把手及环形螺母,如图 3-23 所示。接着拧下仪表板下饰板固定螺钉,拆下下饰板,注意保护饰板的完整。再从前围穿线板中向上拉出密封衬套,松开凸缘管与转向器主动齿轮间的夹箍,取出其所有螺栓,如图 3-21 所示。最后,旋出转向柱管左边的内六角螺栓,用标准钻头钻出右边的断开螺栓,然后将转向柱管、转向轴及转向盘锁圈等逐一拆下。

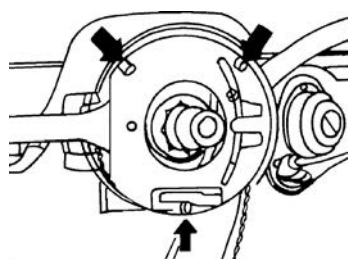


图 3-22 拆卸组合开关

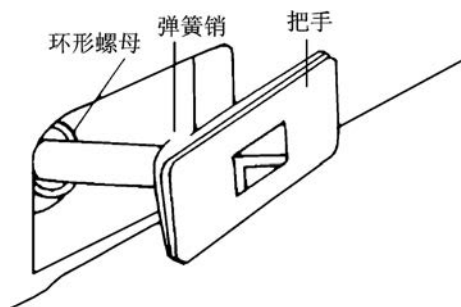


图 3-23 拆卸阻风门把手

② 转向器的分解 先拆下转向减振器两端的连接螺栓,从转向器壳上拆下转向减振器,从转向齿条上拆下横拉杆支架,再拆下转向传动机构支架与齿条间的连接螺栓,使转向器与传动机构分离。并拆除转向器左、右凸缘与车身的连接螺栓、螺母,最后从车上取下转向器总成。机械式转向器的结构如图 3-24 所示。上海桑塔纳 LX 型乘用车动力转向器拆卸方法与机械式基本相同。液压助力式转向器的结构如图 3-25 所示。

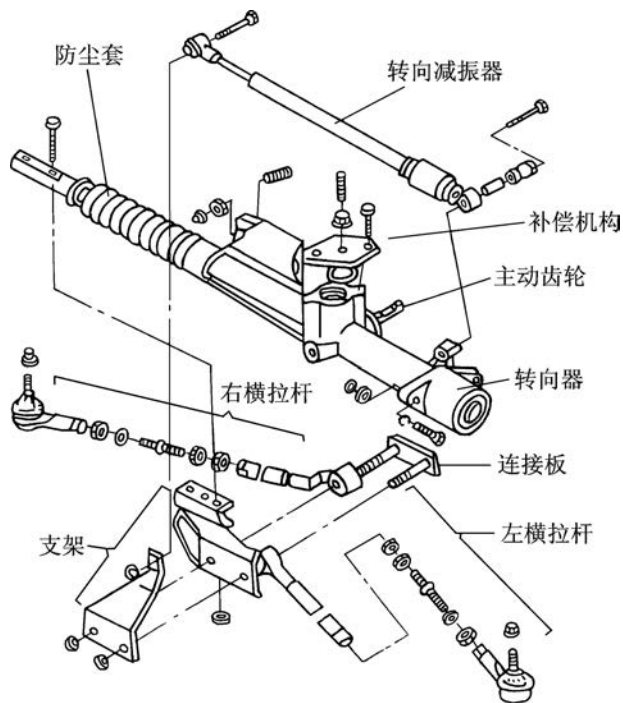


图 3-24 机械式转向器的结构

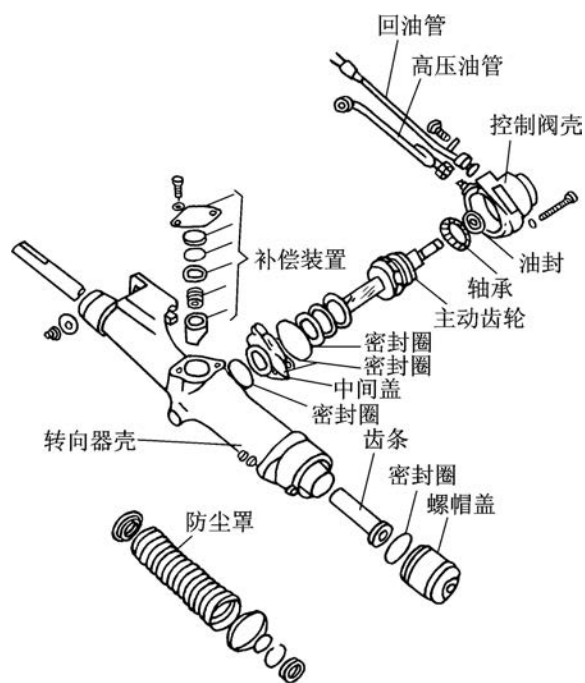


图 3-25 液压助力式转向器的结构

(2) 主要零部件的检修

① 转向操纵机构的检修 用百分表检测转向柱的直线误差,应不大于 1.00 mm,否则应予以校正。检查接触环、弹簧、转向柱驱动销、橡胶衬套、塑料衬套及所有密封套橡胶支承环等,若老化、破裂、磨损严重等,一律换用新件。

② 转向器的检修 用检视法检查转向器外壳,应无裂纹及磨损,主动齿轮与齿条应运动灵活,无卡滞现象,若无法修复,必须更换转向器总成。齿条密封罩及防尘套若老化、破损及补偿机构弹簧等失效,一律换用新件。自锁螺栓、螺母一经拆卸,必须换用新件。为确保转向装置安全可靠,转向器各零部件不允许进行焊修或整形。

③ 转向减振器的检修 用检视法检查转向减振器,应无漏油现象。对其性能检查时,应符合技术标准。上海桑塔纳 LX 型乘车型减振器,最大行程为 556 mm,最小行程为 344.5 mm,最大阻尼载荷为 560 N,最小阻尼载荷为 180 N;否则换用新减振器总成,检查减振器两端衬套老化、破裂、损伤情况,应及时换用新件。

(3) 转向器及其操纵机构装配与调整

转向器及其操纵机构装复按分解的相反顺序进行,在装配过程中应注意以下几点:

① 安装转向盘时,车轮必须处于直行位置上,转向灯开关应放在中间位置,以防分离爪通过接触环上的簧片时引起破损。

② 转向器凸缘管应推靠到主动齿轮上,不得留有间隙,用夹箍夹紧,不允许用手掰开夹箍的开口,开口应朝外安装。

③ 紧固转向柱管时,应先将断开螺栓拧至螺栓头,然后再拧紧圆柱螺栓。

④ 各螺栓、螺母应按规定力矩拧紧,其数据见表 3-1。

表 3-1 转向系主要螺纹件的拧紧力矩

N · m

连接件	机械式 转向器	动力转 向器	连接件	机械式 转向器	动力转 向器
转向盘固定螺母	40		转向减振器连接螺栓	35	
转向盘锁套螺栓	10		转向器螺帽盖		50
转向柱管圆柱螺栓	20		控制阀壳紧固螺栓		20
凸缘管夹紧箍及万向节螺栓	25	30	回油管接头螺栓		30
横拉杆锁紧螺母	40		高压油管接头螺栓		40
横拉杆球头销螺母	30		低压油管接头螺栓		30
转向支架紧固螺母	45		液压泵壳紧固螺栓		72
转向器固定螺母	前	35	液压泵支架固定螺栓		47
	后	20			
补偿机构压盖紧固螺栓	20		液压泵固定螺栓		35

⑤ 齿轮齿条间隙的调整。转向器一经拆卸,必须调整齿轮齿条间隙。调整方法是:将车轮着地并置于直线行驶位置,松开锁紧螺母,向里拧动调整螺栓,直至螺栓与垫圈挡块接触为止。此时,转向盘应处于间隙啮合状态,转动灵活。调好后,拧紧锁紧螺母,如图 3-26 所示。

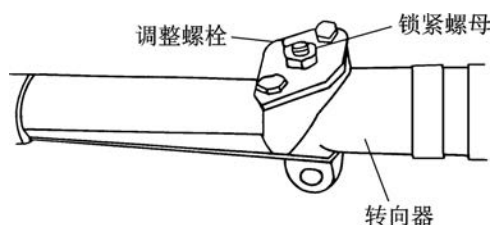


图 3-26 啮合间隙的调整

⑥ 动力转向机构安装后,应加注自动变速器油,并检查系统的密封性。当发动机怠速运转时,油面应达到“MAX”处,在热车状态下,快速转动转向盘至左、右极限位置,使管路中产生最高压力。此时,油面不降低,系统内无漏油现象。

三、转向传动机构

转向传动机构的作用是将转向装置输出的转向力传递给转向轮,使之偏转而实现汽车转向,还要承受、衰减及路面不平而引起的冲击振动,并能自动消除因磨损而产生的间隙,保证汽车行驶的方向。

根据汽车转向轮悬架的类型,转向传动机构可分为与非独立悬架和与独立悬架配用的转向传动机构两大类。

1. 与独立悬架配用的转向传动机构

当汽车转向轮采用独立悬架时,两个转向轮都需要相对于车身作独立运动,与转向轮相连的转向横拉杆必须用断开式的,才能传递转向力。目前,现代乘用车广泛应用这种转向传动机构,如上海桑塔纳、一汽奥迪、奔驰、本田等。图 3-24 所示为上海桑塔纳乘用车转向传动机构结构图,主要部件有转向横拉杆、转向减振器、前桥转向臂、转向齿轮轴、防尘套等。该车由于采用了齿轮齿条式转向器,省略了转向传动机构中的直拉杆等部件,从而使转向传动机构简单、实用。

(1) 转向横拉杆

转向横拉杆分左、右两根,其内端是与横拉杆压接成一体的不可调节的圆孔接头,孔内压装有橡胶-金属缓冲环,与转向齿条上的连接支架下部的两孔用螺栓铰接。

转向横拉杆外端为带球头销的可调式接头,球头销与转向臂相连,用防松螺母拧紧。通过调节横拉杆长度可调整前轮前束值。

球头销的球碗采用耐磨材料聚甲醛或聚甲醛和氨脂合成材料制作。球碗由弹簧顶紧球头以消除间隙,如图 3-27 所示。

(2) 转向减振器

为衰减由于道路不平而传给转向盘的冲击振动,防止转向盘打手,保证汽车行驶方向,汽车均装有减振器。图 3-28 所示为上海桑塔纳乘用车装用的减振器结构图,此减振器为液压阻尼装置。减振器缸筒一端固定在转向器壳体上,活塞一端则与转向横拉杆支架连接,通过活塞杆和活塞在筒内的往复运动,使油液在活塞的节流阀上、下流动而产生阻尼,来吸收路面不

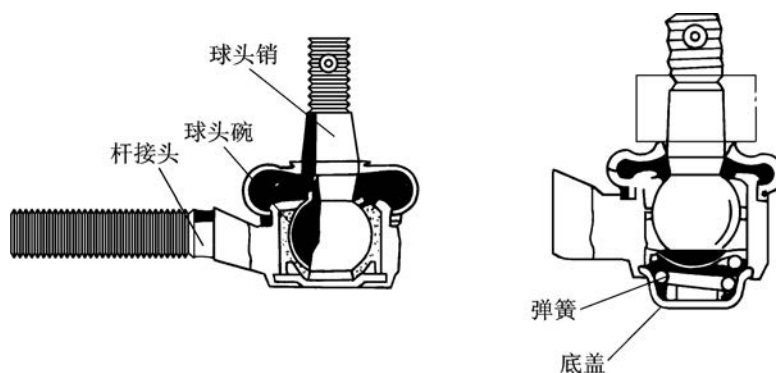


图 3-27 球头销

平而产生的冲击和振动,稳定转向盘的振动。



图 3-28 转向减振器

(3) 前桥转向臂

前桥转向臂直接焊在前桥悬架支柱上,转向臂与横拉杆之间采用球头销连接。

2. 与非独立悬架配用的转向传动机构

与非独立悬架配用的转向传动机构主要由转向垂臂、转向横拉杆、转向直拉杆、转向节臂,梯形臂及球头销等部件组成。图 3-29 所示为解放 CA1092 型汽车转向传动机构的结构图。

(1) 转向垂臂

图 3-30 所示为汽车常见的转向垂臂。其大端用锥面的三角形细花键与转向垂臂轴连接,并用螺母固定,小端用锥形孔与球头销柄部连接。转向垂臂安装时,应对正标记,使从中间往两边的摆角范围大致相等。

(2) 转向直拉杆

图 3-31 所示为解放 CA1092 型汽车转向直拉杆。为减弱由于转向轮偏转造成悬架形变时车轮对车架的跳动,由于转向直拉杆、转向垂臂、转向节臂的相对运动都在空间进行,所以为了防止运动的相互干涉,直拉杆两端均采用球头销连接。

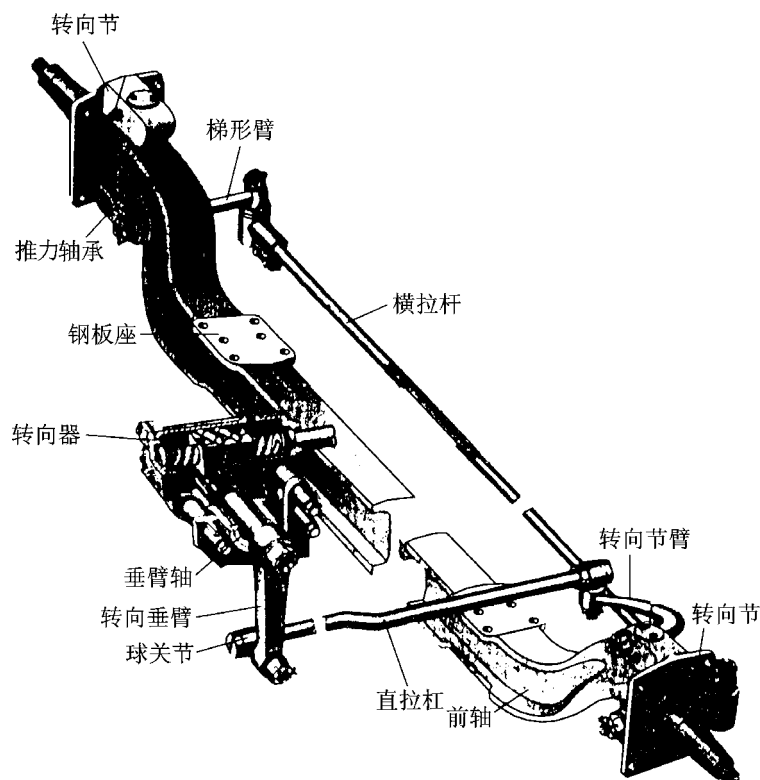


图 3-29 解放 CA1092 型汽车转向传动机构

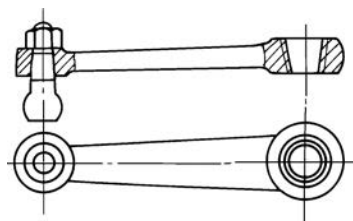


图 3-30 转向垂臂

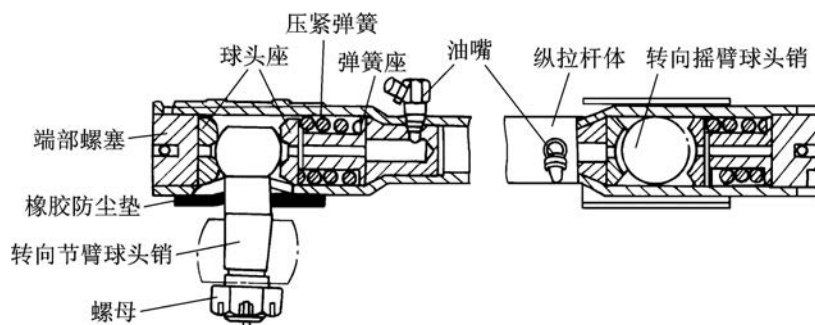


图 3-31 转向直拉杆

直拉杆由两端扩大的钢管制成,在扩大的端部内装有球头销、球头碗、弹簧、弹簧座、螺塞、开口销等,组成铰接。

① 压紧弹簧 随时补偿球头与球碗的磨损产生的间隙,保证二者达到无间隙配合,缓和冲击力,保持平稳。所以,两端弹簧应分别装在球头的同一侧。

② 弹簧座 弹簧座用以支承弹簧,同时,限制弹簧超载形变,或弹簧折断时防止球头从管孔中脱落。

③ 螺塞 螺塞作用主要是调节弹簧的预紧力。调整后必须用开口销锁定螺塞。

(3) 转向横拉杆

图 3-32 为解放 CA1092 型汽车转向横拉杆结构图。

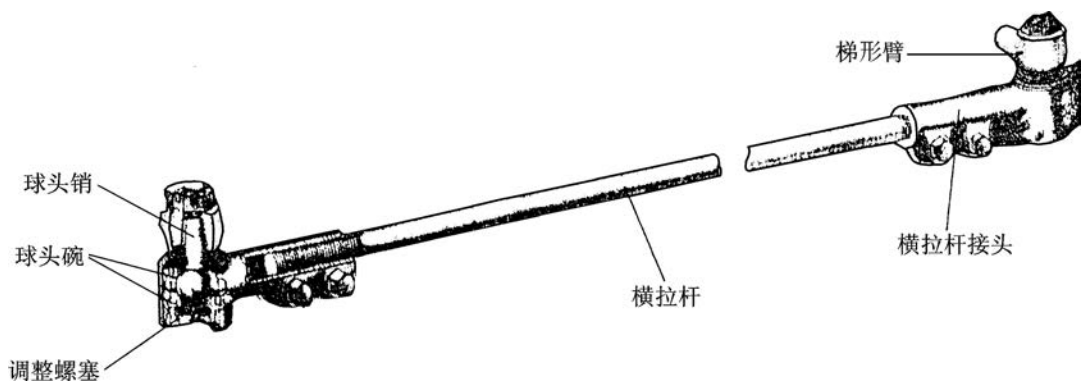


图 3-32 转向横拉杆结构图

转向横拉杆杆身由钢管制成,两端加工有左、右螺纹,与其相配的两杆接头,一个制成左旋螺纹,另一个制成右旋螺纹,所以旋转横拉杆时,可使两端接头同时向里或向外移动,即可改变横拉杆的工作长度,以此可调整前轮前束值。在两端头上都装有球头销等零件组成的球形铰链,分别与左、右梯形臂相连。球头销球部分夹紧在球头座内。弹簧通过弹簧座压向球头座,保证其预紧力,在球头与球头座磨损时,能自动消除间隙,可防止左、右球头中心距离的改变。其预紧力可由调整螺塞调整。

(4) 转向节臂与梯形臂

转向直拉杆通过转向节臂和转向节相连,转向横拉杆两端通过左、右梯形臂与转向节相连,转向节臂和梯形臂的锥形柱部分与转向节锥形孔相配合,用键防止相对转动,端部用螺母紧固,并用开口销锁住。另一端的锥形孔和相应的拉杆球头锥形部位相配合,也用螺母紧固后,插入开口销锁住螺母。

四、转向传动机构的拆装与检修

1. 独立悬架汽车转向传动机构的拆装与检修(上海桑塔纳 LX 型乘用车为例)

(1) 转向传动机构的拆卸

现以上海桑塔纳 LX 型乘用车转向传动机构为例,说明其拆卸要点,如图 3-33 所示。首先拆下左、右转向横拉杆外端球头销的紧固螺母,在转向臂上用压力机压出球接头,再拧下连接板与横拉杆内端的紧固螺母,使左、右转向横拉杆分离,旋下横拉杆外端的球接头及调整螺杆,接着拧出转向减振器及转向器齿条与齿轮支架间的连接螺栓,取下转向器支架。

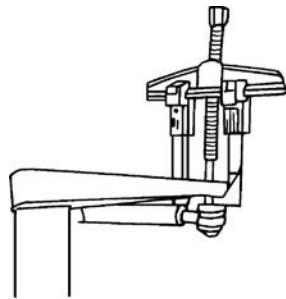


图 3-33 压出横拉杆球接头

(2) 主要零部件的检修

上海桑塔纳乘用车的转向臂焊接在前桥悬架柱上,这个焊接部位不能整形,也不能补焊。应及时检查横拉杆上紧固螺母、开口销、盖等装配情况,随时进行维修。若横拉杆出现裂纹,或横拉杆内端橡胶金属衬套损坏及球头销松旷,或转向支架转向臂有裂纹或弯曲变形,均应换用

新件。拆卸后,各自锁螺栓一律换用新件。

(3) 转向传动机构的装配

各零部件经检修后,先在横拉杆外端装好调整螺杆及球接头,对其长度进行调整,应达到技术标准。左横拉杆的长度为 $597.6\text{ mm}\pm 8\text{ mm}$,右横拉杆的长度为 $553.9\text{ mm}\pm 8\text{ mm}$ 。当前轮处于直线位置、转向器在中间位置啮合时,方可拧紧夹箍螺母。

接着将转向支架安装到转向器齿条上,连接好转向减振器,并用连接板固定好横拉杆内端。最后将球头销装入转向臂销孔中,拧紧紧固螺母。

安装时,各螺栓、螺母必须按规定力矩拧紧,详见表 3-1。

2. 非独立悬架传动机构的拆装与检修

(1) 转向传动机构分解要点

首先拆下横拉杆球头锁紧螺母的开口销,拧下紧固螺母,用拉器从转向梯形臂锥孔中拉下球头销及直拉杆,取下横拉杆,再拆球头销等零件,如图 3-34 所示。再拆下直拉杆两端的开口销,逐一拆下球头销座、止推垫等零件,如图 3-35 所示。最后从转向摇臂轴上拆下转向垂臂,拆转向垂臂前,必须做好记号,以便于安装。

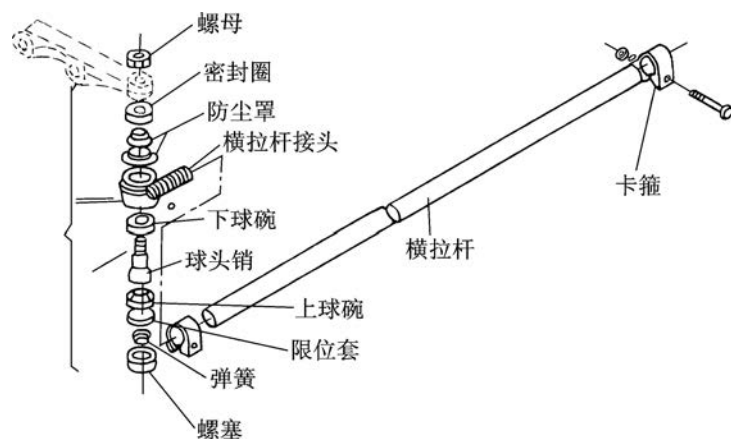


图 3-34 转向横拉杆

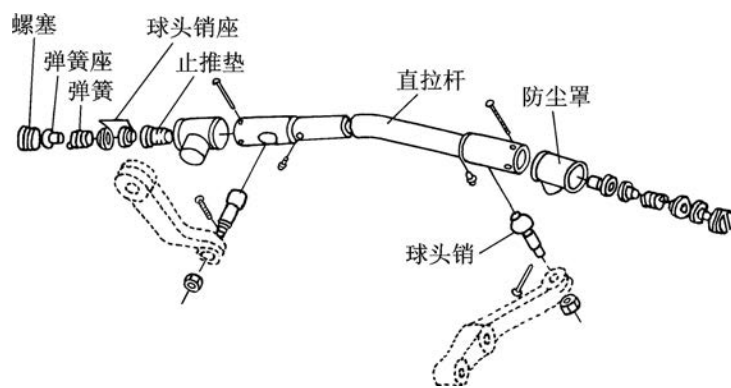


图 3-35 转向直拉杆

(2) 主要零部件的检修

① 应用磁力探伤法检查横拉杆、直拉杆、球头销、转向节臂及转向垂臂是否有裂纹,若有裂纹,一律换用新件。

② 用百分表检测横拉杆的直线度误差,应符合技术标准;若大于 2 mm,应进行冷压校正。

③ 用游标卡尺测量,直拉杆球头销孔磨损超过 2 mm 时,可堆焊修复或换用新件;同样,检测球头销球面的圆度误差,应不大于 1 mm,否则换用新件。

④ 球头销装入转向节臂及转向垂臂的锥孔中时,其轴颈小端应低于锥孔上端面 1~2 mm,否则换用新件。

⑤ 检查转向垂臂的花键,应无明显扭曲或金属剥落。螺纹损伤 2 牙以上、弹簧失效或折断、橡胶防尘罩老化破裂,一律换用新件。

(3) 转向传动机构的装配与调整

① 横、直拉杆的组装与调整 首先在球头销及球碗配合表面涂抹润滑脂,然后按图 3-34、图 3-35 所示进行装复。装复后,必须进行调。当调整球头销预紧度时,用一字旋具,将调整螺塞拧到底,再退回 1/4~1/2 圈,使螺塞上的槽与开口销孔对正。此时,用手扳动检查,应能转动自如,不发卡,无松旷感。最后装好开口销。

② 转向盘自由行程检测与调整 转向盘自由行程是指处于直线行驶位置的前轮不发生偏转的情况下,转向盘所能转过的角度。转向盘自由行程检测,首先将汽车停在平坦地面上,使前轮保持直线位置,将测量仪安装于转向盘上,如图 3-36 所示。将测量仪接好电源,按下“角测”按钮。驾驶员向一个方向缓慢转动转向盘直至车轮开始摆动,停止转动转向盘,这时仪器显示出转向盘的自由转动角度再将转向盘回正,然后再测出另一个方向的自由转动角度。也可将转向盘打到一个车轮即将开始摆动到另一个使车轮即将开始摆动的极限位置,即可测出自由行程。CA1092 型汽车转向盘自由行程为 $\pm 15^\circ$ 。

转向盘自由行程调整,要由两人协作进行。一人在驾驶室左右摆动转向盘,另一人在车下观察。如果转向臂摆动了很多,而前轮摆动很少或不摆动,则故障在传动机构;如果转向盘转动了很大角度,而转向臂并不转动,则故障在转向器。经检查诊断后,再确定调整部位。

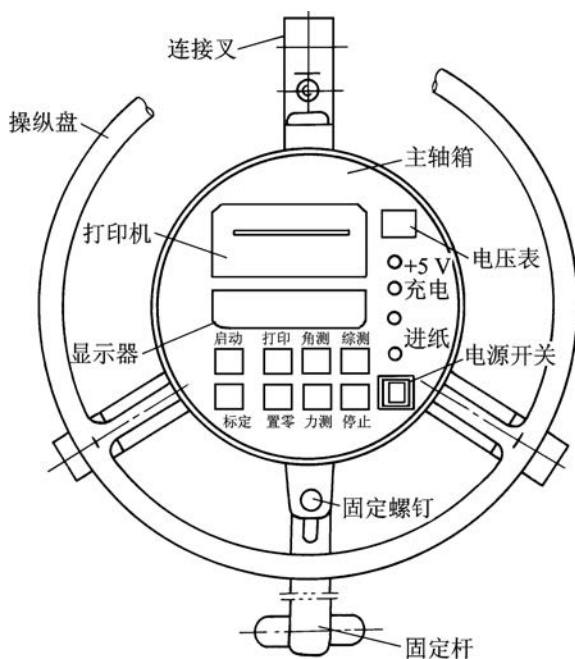


图 3-36 转向盘自由行程检测用转向参数测量仪

五、转向传动机构常见故障的诊断与排除

1. 转向沉重

(1) 现象

汽车左右转弯时,转动转向盘沉重费力,驾驶员体力消耗增加。

(2) 原因

转向拉杆球头销装配过紧或缺油,转向节主销与衬套装配过紧或缺油,转向节推力轴承缺油或损坏,转向节臂变形,横拉杆弯曲。

针对上述原因,应检查各部连接处是否过紧而运动发卡,检查各拉杆及转向节有无变形及转向节主销轴向间隙是否过小,或缺润滑油。

2. 前轮摆头

(1) 现象

行驶中有蛇行现象,转向操纵不稳,慢速时感到前轮摇摆,高速时前轮摆动,转向盘抖动,手发麻。

(2) 原因

转向节主销与衬套或横拉杆球头销磨损松旷,前束过大,车轮外倾角,主销后倾角变小,转向垂臂与摇臂轴紧固螺母松动。

针对上述原因,应检查直拉杆是否变形、松旷,应予以调整。检查前束值是否失准,车轮外倾角、主销后倾角是否变小,应严格检测,认真调整。

3. 汽车行驶跑偏

(1) 现象

汽车直线行驶,驾驶员需不断向一边轻转转向盘才能保持直线行驶,否则汽车自动向另一边跑偏。

(2) 原因

左右两轮气压、轮胎、磨损及规格不等,两前轮的定位角及前束值不合格,车架变形或轮毂轴承紧度过紧。

针对上述原因,应检查轮胎、气压、规格及磨损状况,检查轮毂轴承紧度是否达标,检测前轮定位的有关数据。然后对有关部件更换或进行调整。

小 结

1. 汽车转向器有三种类型:蜗杆指销式、循环球式、齿轮齿条式。

2. 转向传动机构有两种形式:与独立悬架配用的转向传动机构、与非独立悬架配用的转向传动机构。

3. 转向传动机构一般由转向盘、转向轴和转向管组成。其作用是操纵转向器和转向传动机构使转向轮偏转,现代汽车的转向轴还装有改变转向盘工作角度和转向盘高度的机构。
4. 循环球式转向器检修的主要部件是转向壳体、转向螺杆和转向螺母总成及摇臂轴。
5. 蜗杆指销式转向器检修的主要部件是转向螺杆、摇臂轴、指销轴承组件。
6. 齿轮齿条式转向器检修的主要部件是横拉杆、转向齿条总成、转向齿轮。
7. 机械转向系主要故障有转向沉重、行驶跑偏、前轮摆头等。
8. 转向传动机构即将转向力传递给转向轮使之偏转,还能承受衰减路面而引起的冲击振动。

思考与练习

1. 转向器的作用是什么? 有哪几种类型?
2. 什么是转向盘自由行程?
3. 转向盘自由行程怎样检测与调整?
4. 常见转向器主要调整项目有哪些?
5. 上海桑塔纳(LX 型)乘用车转向器主要由哪些部件组成? 试述其工作过程。
6. 转向传动机构有何作用?
7. 与独立悬架相比,非独立悬架配用的转向传动机构有何区别?
8. 试述“转向沉重”的现象、原因及诊断过程。

3.3 液压式动力转向系

学习目标

1. 掌握液压常流式转向系作用及工作过程。
2. 理解动力转向器的检修,了解常见故障的诊断与排除。

液压式动力转向系按液流的形式不同,可分为常流式和常压式两种。按其动力转向装置结构的不同,可分为整体式和分开式两种。

一、液压动力转向系的装置

液压动力转向系装置如图 3-37 所示。该装置图为北京切诺基吉普车采用的液压动力转向系统。该系统分为动力转向装置和转向传动机构两大部分。液压动力转向装置包括转向盘、转向柱、动力转向器、转向油泵、流量控制阀、安全阀、贮油罐及油管。

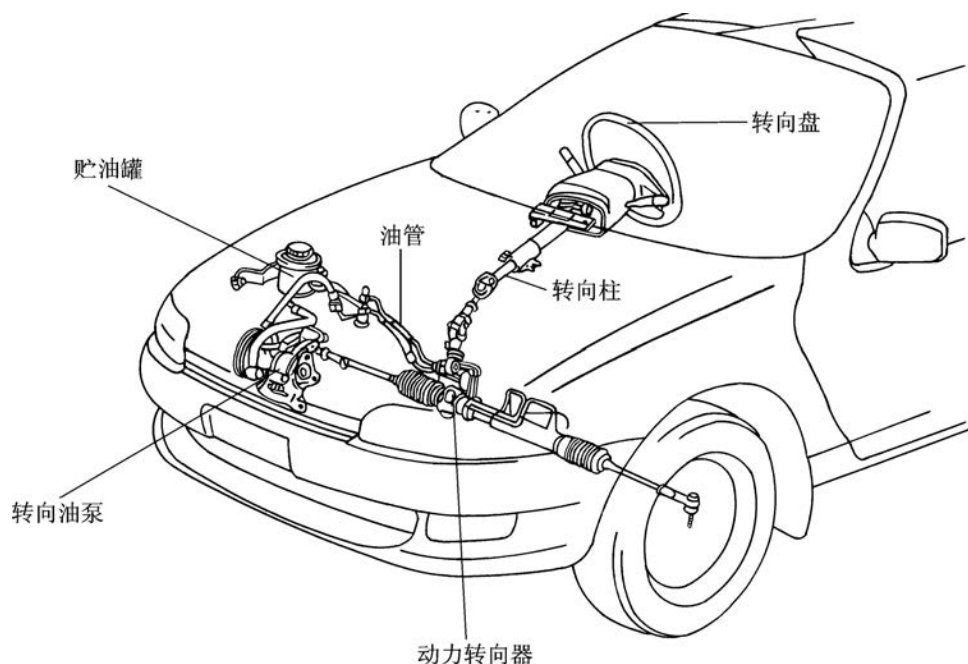


图 3-37 液压动力转向系装置

动力转向器主要由转向螺杆、齿条活塞、齿扇轴、转阀、转向器壳、补偿装置等部件组成。

1. 转向油泵

该泵为叶片转子式结构,固定于发动机缸体上,由发动驱动产生转向动力油压,供给转向机正常工作。

2. 流量控制阀

控制油泵最大输油量,并能将流量控制在规定范围内,满足转向动力的需要。

3. 安全阀

安全阀限制最高油压。当油泵输出油压过高时,安全阀便自动打开,使出油口、进油口连通,从而降低输出油压,保证了转向系安全正常工作。

4. 贮油罐

贮油罐贮存定量的油液,保证供给充足的油量,并有散热冷却油液的作用。

二、液压动力转向系的工作原理

图 3-38 所示为常流式液压动力转向的工作原理图。当汽车直线行驶时,如图 3-38a 所示,滑阀依靠阀体内的定中弹簧(回位弹簧)保持在中间位置。由油泵输送出来的工作油,从滑阀和滑体环槽边缘的环形缝隙进入动力缸的左右腔室,又通过回油管流回油罐。这时油路保持畅通,油泵负荷小,工作油处于低压状态。

当汽车右转弯时,如图 3-38b 所示,驾驶员操纵转向盘向右转,使转向杆也向右转。此时,与转向轴连成一体滑阀和左旋螺杆便克服回位弹簧弹力和反作用柱塞一侧的油压力而向右移动。这时动力缸左腔与进油道相通,而右腔则与回油道相通,左腔油压推动动力缸内活

塞向右移动,使转向垂臂作逆时针转动,从而也使转向螺母随螺杆的转动而向左移动,同时通过纵拉杆带动转向轮向右偏转。为转向盘转过一定角度保持不变时,螺母也不再继续相对于螺杆左移,但动力缸中活塞在油压作用下继续右移,从而带动螺母、螺杆和滑阀一起左移,直到滑阀位于中间稍偏右的位置。此时,活塞推力和回正力平衡,动力转向系停止工作。

当汽车左转弯时,如图 3-38c 所示。滑阀左移,动力缸向相反方向加力。

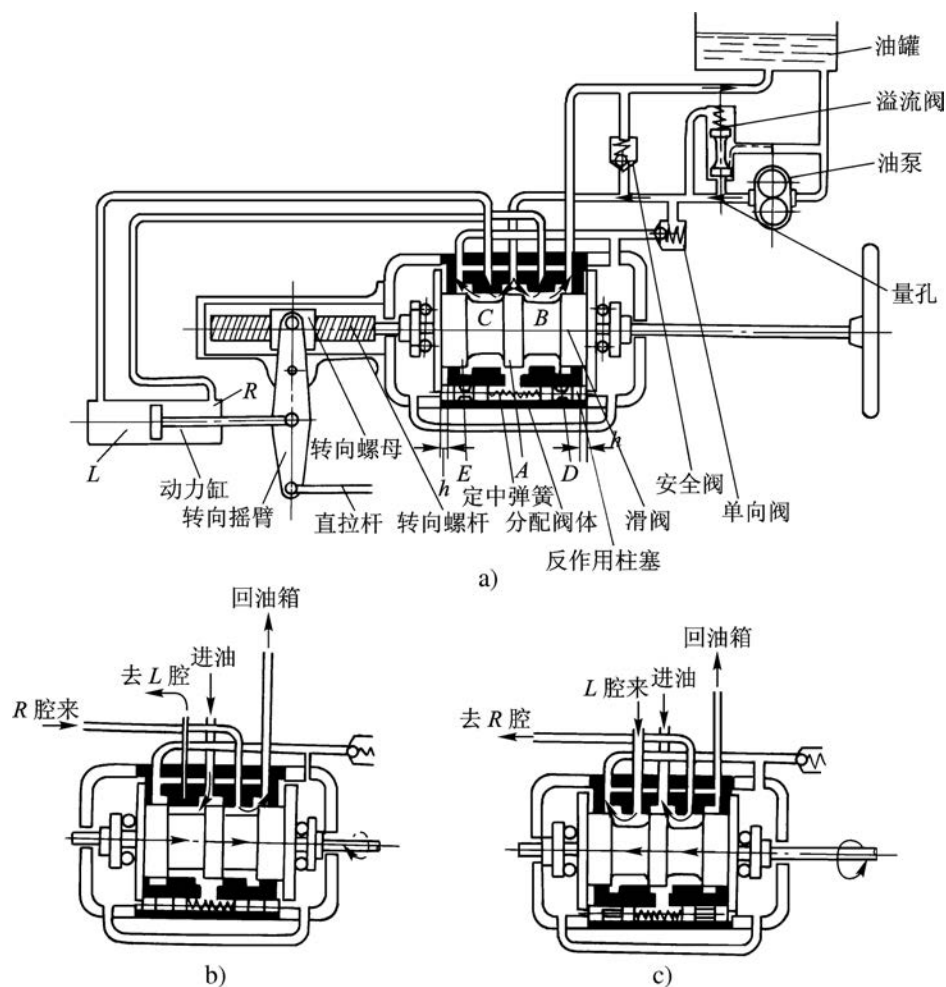


图 3-38 常流式动力转向的工作原理图

三、液压动力转向装置主要部件检查调整要点

1. 动力转向器拆装要点(以上海桑塔纳 LX 型乘用车为例)

先拆下仪表板下的饰板,然后用钳子夹住贮油罐回油管,拆下进油管及套管。再拆转向器壳体左右固定螺栓、转向器支架上与左右横拉杆球头销及齿条连接的螺母,然后把齿条推入转向器壳体中的止位块上,最后拆下转向器。其装复与拆卸时的相反顺序进行。

2. 动力转向器检查要点

应检查动力转向器是否漏油及轴承是否松动。若阀体密封圈,齿条密封圈有破裂老化或

损伤,则一律换用新件。注意,拆卸的密封圈,衬垫不得再用。动力转向器,出厂前已作过严格调整,一般不需另行调整。

3. 贮油罐检查要点

当转向器重新装配后,必须更换液压油及贮油罐中的滤清器。起动发动机运转时,加注液压油至贮油罐“MAX”标记处,然后将发动机熄火。再把转向盘左右反复转动数次,排尽系统内空气,这时应再加注液压油,使油面达到“MAX”处,再起动机怠速运转数分钟,观察贮油罐液压油油面是否下降,若下降继续加注液压油直至液面停止在“MAX”处。同时再转动转向盘,贮油罐内不再有气泡为止,此时,关闭发动机。

4. 液压泵检查要点

液压泵主要检查输出油液压力是否达到技术标准。检查限压阀、流量控制阀和叶轮磨损情况,若有老化、破裂、损伤必须换用新件。当发动机怠速运转时,关闭接在液压泵输出油管处的压力表截止阀,压力表读数应在 637~784 kPa,注意截止阀关闭时间不得超过 5 min。在热车状态下,快速转动转向盘至左右极限位置,管路中产生最高压力,此时系统内应无漏油现象。

动力转向系统其他部件拆装检修要点与机械式齿轮齿条转向器系统相应的部位基本相同,不再赘述。

四、液压式动力转向系常见故障诊断与排除

1. 动力转向沉重

- ① 泵磨损或传动带打滑,使油压下降,则应更换油泵或传动带。
- ② 系统内油液不足,油面过低,应补充加注液压油至标记“MAX”处。
- ③ 液压系统内有空气,造成气阻,应及时将空气排除,消除气阻。
- ④ 发动机怠速过低,应检查发动机怠速是否达到技术标准,并进行调整。

2. 转向系统噪声

- ① 传动带松弛,产生与带轮的摩擦声,应进行调整传动带的松紧度或更换传动带。
- ② 泵轴承间隙增大,发出机械噪声,应更换轴承。
- ③ 控制阀有故障,可更换控制阀或转向器整体。
- ④ 液压泵安装不牢固,螺栓螺母松动或其他部位连接不紧固,而导致噪声,应正确安装泵体,紧固所有松动部位。

- ⑤ 系统内有空气,应及时排尽空气,即可消除噪声。

3. 左右转向轻重不同

- ① 转向控制阀(或液阀)不在中间位置,或虽在中间位置但与阀体摸肩的间隙不相等。
- ② 液压系统,油腔内渗入空气。
- ③ 转向控制阀内有杂物、污垢,使左右转动阻滞阻力大小不同。
- ④ 液压系统中有漏油之处。

小结

1. 液压式动力转向系应用较广,常见的液压常流式主要由动力转向器、转向油泵、贮液罐、转向盘、转向柱等组成。

2. 液压常流式工作过程,当汽车转向时主要是由动力转向器油压的作用,使活塞移动带动螺母螺杆和滑阀移动,从而使左右腔油压不相等,通过传动机构改变汽车行驶方向,当汽车直线行驶时滑阀保持在中间位置,滑阀与滑体各环槽模肩之间的间隙相等,油路通畅,油缸左右腔油压相等不起助力作用,汽车不改变行驶方向。

3. 液压式动力转向常见故障有:动力转向沉重、转向系统噪声,左右转向轻重不同等。

思考与练习

1. 液压式动力转向系有哪几种类型?
2. 试述液压常流式动力转向的工作过程。
3. 试述“动力转向沉重”故障的诊断过程。

3.4 电控式动力转向系

学习目标

1. 掌握电控式动力转向系作用、组成。
2. 理解电控式动力转向系的工作过程。
3. 了解电控式动力转向系的故障检测。

随着电子控制技术在汽车上的大量应用及机电技术的不断发展,直接依靠电动机提供辅助扭矩的电控式动力转向系(EPS)应用越来越多,由于利用了电子控制单元(ECU)提供较高的自由度,EPS 具有广泛的发展前景。

根据电动机安装位置不同,电控式动力转向系分三类:转向轴助力式、齿条助力式、小齿轮助力式。

一、电控式动力转向系的组成与工作过程

1. 电控式动力转向系的组成

电控式动力转向系组成如图 3-39 所示,由转向扭矩传感器、车速传感器、电磁离合器、电子控制单元(ECU)、电动机和减速器等组成。

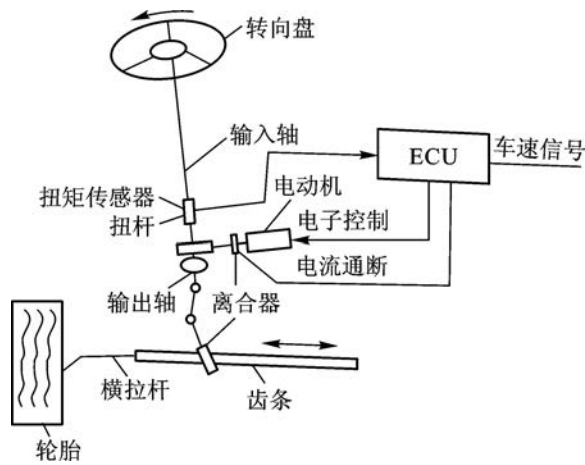


图 3-39 电控式动力转向系组成

上述部件的主要参数见表 3-2。由于电控式动力转向系各部件的配置、结构与汽车的设计应相适应,因此,各部件的参数及安装部位略有不同。

表 3-2 EPS 的主要参数 (Minica)

项 目		规 格
电动机	励磁方式	永磁铁励磁式
	额定电压(V)	DC
	额定扭矩(kgf·cm)	10
	额定电流(A)	30
电磁离合器	形式	干式单片电磁式
	额定电压(V)	DC12
	线圈电阻(Ω)	19.5/20℃
	额定传递扭矩(kgf·cm)	15/12V, 20℃
转向传感器	额定电压(V)	5
	额定输出电压(V)	2.5(中立时)
	全电阻(kΩ)	2.18±0.66
车速传感器	输出特性(V)	>9.5/1 000 r/min
	内阻(Ω)	165/20℃
电控助力 转向控制组件	控制方式	微机控制(8位)12
	额定电压(V),工作电压范围(V)	DC10-16

2. 电控式动力转向系工作过程

当驾驶员操纵转向盘时,装在转向盘轴上的转向扭矩传感器,根据输入力的大小,产生相应的电压信号,该信号与车速信号同时输入电控单元(ECU),经电控单元(ECU)运算确定阻力转矩的大小和转向,即控制电动机的电流和转向,形成与工况相适应的转向助力加在转向机构上,使汽车转向行驶。

二、电控式动力转向系主要部件及工作过程

1. 转向扭矩传感器

① 在 Mira 车上,把转向扭矩传感器与传动齿轮是分开的,电动机和减速器合为一体,安装在与传动齿轮相对应的齿条箱上,电动机的驱动力直接传给齿条轴,控制件安装在司机助手侧的仪表盘背板上,如图 3-40 所示。

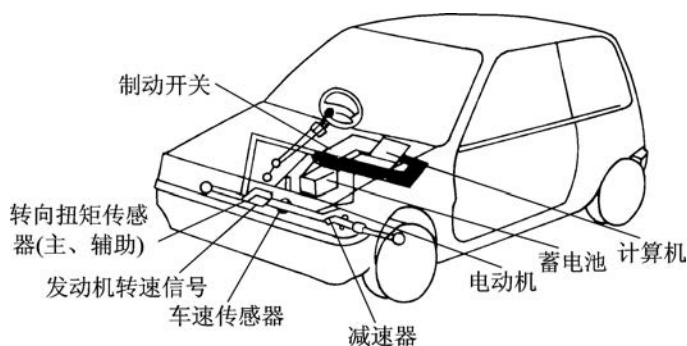


图 3-40 Minica 车 EPS 的布置

② 在 Alto 车上,转向扭矩传感器、电动机和减速器制成一个整体,装在转向柱上,电磁离合器装在电动机的输出端边,控制件装在驾驶员座位下。

③ 电控式转向系的转向器,目前主要有齿轮齿条式和循环球式转向器,如图 3-41 所示。

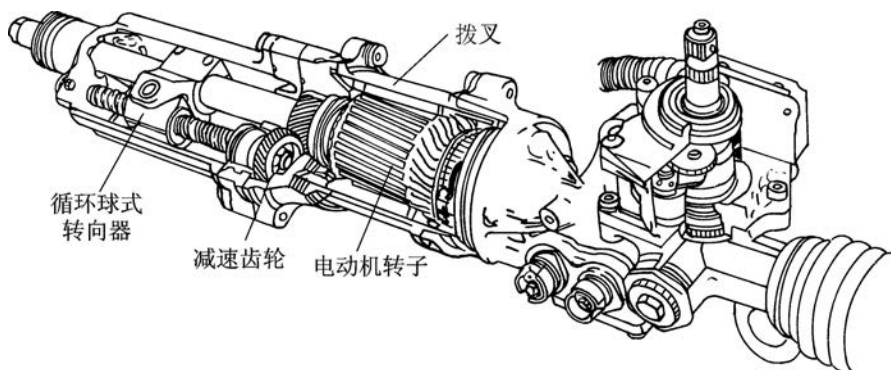


图 3-41 电控式动力转向系

转向扭矩传感器具有检测转向盘的操纵方向和操纵力的功能。在任何情况下,利用电位表即可检测出该传感器的信号。如图 3-42 所示,为某种转向扭矩传感器输出特性。从图中

可以看出,左旋、右旋扭杆扭曲角不同,转向扭矩传感器传递信号参数在电位表指示的电压不同,则说明转向助力不同。

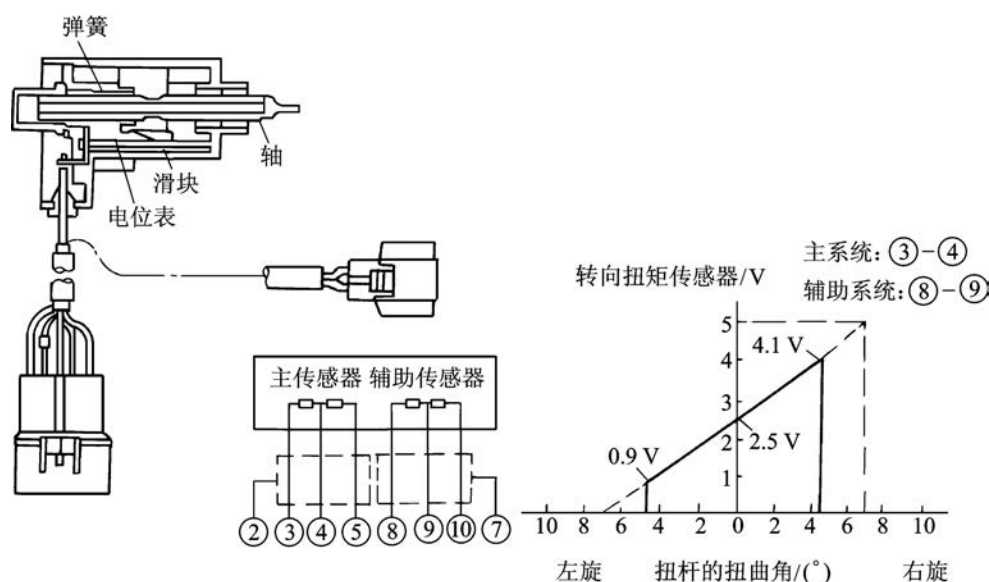


图 3-42 转向扭矩传感器与输出特性

2. 电动机

电控式转向系所用的电动机是将汽车用电动机加以改进。有的电动机转子外圆表面开有斜槽,有的则改变定子磁铁的中心处或端部的厚度。电动机工作时有一定速度范围,若超出规定速度范围,则由离合器使电动机停转并消除电动机惯性的影响。同时,当转向系发生故障时,离合器分离,即应恢复手动控制转向,保证汽车正常行驶。

3. 减速机构

如图 3-43 所示,减速机构是把电动机的输出功率放大后,再传递给齿轮箱的主要部件。目前应用的有两级行星齿轮与传动齿轮驱动组合式、蜗轮蜗杆与转向轴驱动组合式等,并部分采用树脂材料齿轮和特殊齿形,以抑制噪声和提高耐磨性。

4. 电磁离合器

单片式电磁离合器如图 3-44 所示,其工作电压为 12 V(DC),额定转速时,传递的转矩为 15 N·m,线圈电阻为 19.5 Ω(20℃)。

工作过程,当电流经滑环通过线圈时,主动轮产生电磁吸力,从而吸引带花键的压板,同时与主动轮压紧,此时,电动机的动力经过主动轴,主动轮、压板、花键、从动轴传给执行机构。

5. 电控元件(ECU)

转向扭矩传感器的扭矩及电动机的信号及电动机的电流参数,通过变换器输入到 ECU 中。而车速信号参数、发动机转速、蓄电池电压和起动机开关的通断状态及交流发电机的 L 端子电压则通过接口电路输入到 ECU 中。

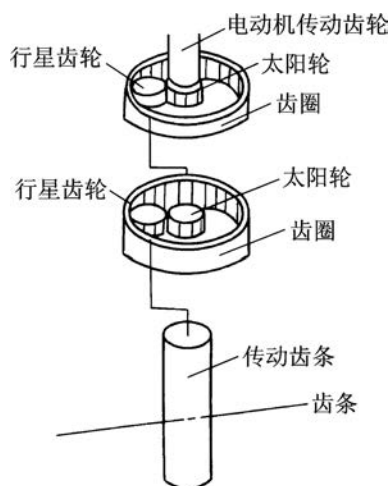


图 3-43 减速机构 (Minica)

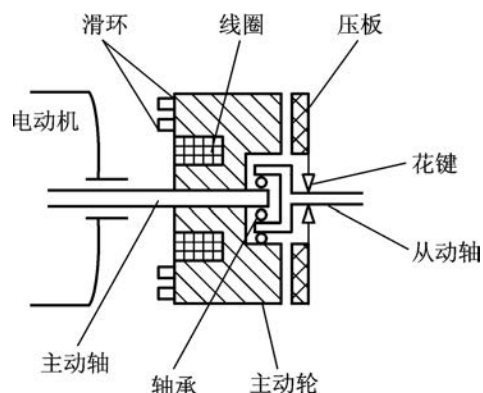


图 3-44 电磁离合器工作原理

扭矩信号参数通过变换器输入到 ECU 后,ECU 根据车速范围按照规定的扭矩——电动机电流变换值,确定出电动机的电流指令值,再把电流指令值输入到变换器,变换为模拟信号,然后输入到电流控制电路中去。同时,ECU 还输出电动机旋转方向指示信号参数,这个信号参数输入电动机的驱动电路后,便决定了电动机的旋转方向。

电流控制电路把上述的已成为模拟信号参数的电流指令与电动机的实际电流相比较后,产生二者幅度相同的斩波信号,驱动电路收到斩波信号与旋转方向指令信号之后,则输出指令驱动功率电路,控制电动机的电流,使其按规定的方向旋转。

当超过规定的车速时,离合器的驱动信号被切断,电动机与减速机构分离,同时电动机也停止工作。

三、电控式动力转向系故障的检测

1. 电控单元 (ECU)

ECU 具有故障自诊断功能,当发生异常时能停止助力。同时,ECU 可以记录异常内容,并将其用脉冲个数显示出来,见表 3-3。

表 3-3 诊断显示 (Mira 牌车)

序号	测试灯亮灭次数	诊断项目	诊断内容
1	1 次	正常	
2	2 次	转向扭矩传感器信号系统	转向扭矩传感器本身异常,转向扭矩传感器的信号线开路或短路
3	3 次	计算机组件电动机的信号线开路或短路	

续表

序号	测试灯亮灭次数	诊断项目	诊断内容
4	4 次	车速传感器信号	车速传感器信号本身不正常 车速信号线开路或短路
5	5 次	电动机	温度传感器线开路或短路以及有异常信号,到电动机的信号线开路或短路
6	6 次	继电器	继电器本身不正常 整车线束有开路或短路
7	7 次	电源系统	蓄电池电能耗尽 发电机故障
8	8 次	制动器信号系统	制动器信号线开路或短路
9	9 次	点火脉冲信号系统	点火线圈束的信号线开路或短路

2. 主要部件检测

下面以三菱“Minica”微型车(EPS)为例介绍 EPS 系统主要部件检测。

(1) 转向扭转传感器的检测

① 转向扭转传感器线圈的检测。

从转向器上拔开转向扭矩传感器插接器,其端子排列如图 3-45 所示,用万用表电阻挡测 3 号与 5 号、8 号与 10 号端子间的电阻,若所测值不符合原厂标准值,则转向扭转传感故障。

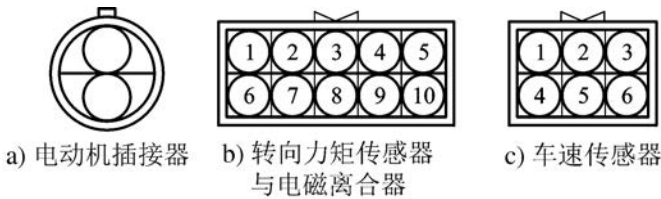


图 3-45 EPS 各部件插接器端子排列

② 转向扭转传感器电压的检测。

用万用表电压挡对上述各端子之间电压测试时,需将转向盘位于中间位置,若测得电压 2.5 V 为良好,4.7 V 以上为断路,0.3 V 以下为短路。

(2) 电磁离合器检测

从转向器上断开电磁离合器,插接器如图 3-45b 需将蓄电池正极接在 1 号端子,当负极与 6 号端子接通或断开的瞬间,此时,电磁离合器有工作声响,若没有声响则电磁离合器有故障,应更换电磁离合器总成。

(3) 电动机检测

从转向器上断开电动机插接器,其端子排列如图 3-45a 所示,给电动机加上蓄电池电压

(12 V),此时,电动机应有转动声音,若没有声音更换电动机总成。

(4) 车速传感器检测

拨开车速传感器插接器,其端子排列如图 3-45c 所示,用万用表电阻挡测 1 号与 2 号、4 号与 5 号端子间电阻,若所测值不符合原厂标准值,则车速传感器损坏须更换新件。

小 结

1. 电控式动力转向系主要由转向扭矩传感器、车速传感器、电控单元(ECU)、电动机、减速器、电磁离合器等组成。

2. 电控式动力转向系工作过程是由转向扭矩传感器,车速传感器、电动机、减速器、电磁离合器的模拟信号输入到 ECU 中,由电控单元(ECU)转变为数字信号,使其按规定的方向旋转。

3. 以微型车(Minica)电控式动力转向系应用较多,其主要部件检修、端子选择、电压、电阻等数据检测应参阅有关资料。

思考与练习

1. 电控式动力转向系由哪些部件组成?
2. 试述电控式动力转向工作过程。
3. 转向扭矩传感器如何检测?