

汽车动力转向助力异常故障检修



情境描述

王先生的一辆速腾轿车在转向时,驾驶员需要较大力才能转动方向盘,在行驶过程中,明显感觉到操纵忽轻忽重。围绕此故障学习动力转向系统工作异常的检修。主要内容包括:动力转向系统的类型、组成与工作原理;动力转向器的结构和工作原理;动力转向系统主要零部件的检修与调整;动力转向系统常见故障诊断等。

学习目标

熟悉动力转向系统的结构及工作过程;
掌握动力转向系统主要零部件的结构;
会检测转向系统主要零部件;
会分析、诊断及排除动力转向系统常见故障;
会根据故障现象制订维修方案。

工作任务

在老师的指导下,制订转向系统检修的计划;
根据检修计划完成动力转向系统故障的诊断和排除。



学习内容

一、维修接待

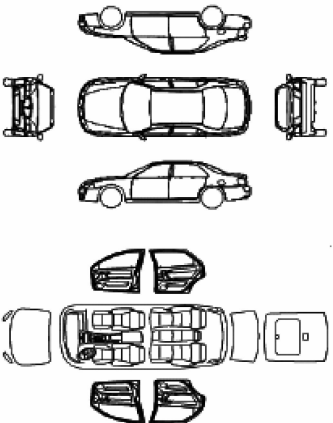
通过与车主交流,了解车辆使用情况和主要故障现象,完成接车预检单。



接车预检单

工单号: _____

日期	VIN	预约	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
客户	车型	车辆预洗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
电话	千米数	最终清洗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
随车工具	牌照号	接车时间	
备用轮胎	燃油	<input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> 1/4 <input type="checkbox"/> 1/2 <input type="checkbox"/> 3/4 <input type="checkbox"/> F	预计交车时间

内部检查	合格	不合格	需要检修	车辆状况 <input type="checkbox"/> 完好 <input type="checkbox"/> 受损  △划伤 ×脱落/开裂 ○凹凸 ✓撞击损伤
仪表显示				
内部/外部灯光				
信号系统(指示器/警告灯/喇叭)				
转向				
驻车制动				
空调-通风系统				
音响系统/导航系统				
电动/手动座椅操控				
电动天窗/车窗/后视镜				
常规检查	合格	不合格	需要检修	
电瓶				
雨刮器/片				
附件皮带				
发动机油、转向液、制动液、冷却液				
可察觉的各类油渗漏				
半举升检查(以下项目可视情况由维修车间执行)	合格	不合格	需要检修	
减振器				
轮胎(气压 bar/花纹深度 mm)				
车辆全举升检查(以下项目可视情况由维修车间执行)	合格	不合格	需要检修	其他检查备注
发动机/变速器渗漏、排气系统				
前/后刹车盘片				
前/后轴、悬架部件				
刹车油管、燃油箱/管路				

客户描述	服务项目		
	估价/元	保存废旧零件	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

本人同意贵公司依据本单所列之项目进行保养、诊断和/或维修,愿意在提车前支付相关的零件、工时、油料、税务等费用。车内无现金或贵重物品,其他车内物品已妥善处理,如有丢失贵公司无须负责。本人亦认知车辆在贵公司场所内得到妥善保管,如因贵公司无法控制之原因而造成之意外损失,贵公司不须负责。若为估价,最后价格可能与所做估价有 10%浮动。

客户签字 _____ 服务顾问/技术顾问签字 _____ 接车日期 _____



二、相关资讯

资讯一 动力转向系统概述

使用机械转向装置可以实现汽车转向,当转向轴负荷较大时,仅靠驾驶员的体力作为转向能源则难以顺利转向。动力转向系统就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。转向加力装置减轻了驾驶员操纵方向盘的作用力。

(一)动力转向系统的种类及特点

常见的动力转向系统有机械液压式、电控液压式和电动式三种。

1. 机械液压动力转向系统

机械液压动力转向系统的主要组成部分有液压泵、油管、压力流体控制阀、V形传动皮带、储油罐等。这种助力方式是将一部分发动机动力输出转化成液压泵压力,对转向系统施加辅助作用力,从而使轮胎转向。机械液压式是最常见的一种助力方式。

2. 电控液压动力转向系统

电控液压动力转向系统是在传统的液压动力转向系统的基础上增设了控制液体流量的电磁阀、车速传感器和电子控制单元等,电子控制单元根据检测到的车速信号控制电磁阀,使转向动力放大倍率实现连续可调,从而满足高、低速时的转向助力要求。

3. 电动式动力转向系统

电动式动力转向系统又可分为电动机械式和电动液压式两种。电动机械式是在传统机械转向系统的基础上发展起来的。它利用电动机产生的动力来帮助驾驶员进行转向操作,系统主要由三大部分构成,信号传感装置(包括转矩传感器、转角传感器和车速传感器)、转向助力机构(电机、离合器、减速传动机构)及电子控制装置。电动机仅在需要助力时工作,驾驶员在操纵方向盘时,转矩传感器、转角传感器根据输入转矩和转向角的大小产生相应的电压信号,车速传感器检测到车速信号,控制单元根据电压和车速的信号,给出指令控制电动机运转,从而产生所需要的转向助力。

电动液压式动力转向系统的转向油泵不再由发动机直接驱动,而是由电动机来驱动,并且在之前的基础上加装了电控系统,使得转向辅助力的大小不仅与转向角度有关,还与车速相关。机械结构上增加了液压反应装置和液流分配阀,新增的电控系统包括车速传感器、电磁阀、转向 ECU 等。

动力转向种类较多,组成各不相同,下面只介绍液压动力转向系统的组成及原理,电子控制动力转向系统在下一资讯中重点讲述。

(二)液压动力转向系统的基本组成及原理

液压动力转向系统分为动力转向装置和转向传动机构两大部分。机械式液压动力系统主要包括齿轮齿条转向结构和液压系统(液压助力泵、液压缸、活塞等)两部分。位于转向装置上的机械阀体(可随转向柱转动),在方向盘没有转动时,阀体保持原位,活塞两侧的油压相同,处于平衡状态。当方向盘转动时,转向控制阀就会相应的打开或关闭,一侧油液不经



过液压缸而直接回流至储油罐,另一侧油液继续注入液压缸内,这样活塞两侧就会产生压差而被推动,进而产生辅助力推动转向拉杆,使转向更加轻松。

(三) 液压动力转向装置主要元件

液压动力转向装置包括转向油泵、动力转向器、方向盘、转向柱、油罐及油管。以下主要介绍转向油泵和动力转向器。

1. 转向油泵

转向油泵的作用是将输入的机械能转换为液压能输出。

转向油泵的结构形式有齿轮式、叶片式、转子式、柱塞式等。其中叶片式转向油泵在现代汽车应用较多,具有结构紧凑、输出压力脉动小、输出量均匀、运转平稳、性能稳定、使用寿命长等优点,且目前最常用的转向油泵是双作用叶片式转向油泵,本书将对此类转向油泵做详细描述。

(1) 结构。双作用叶片式转向油泵的结构如图 2-1 所示。驱动轴 14 上装有一个皮带轮并由曲轴上皮带轮通过皮带驱动转向油泵。油泵主要由转子 27、定子 21、配油盘(19、23)、壳体 1、驱动轴 14 及组合阀(溢流阀 2 和安全阀 3)组成。转子 27 上均匀地开有十个径向叶片槽,槽内装有可径向滑动的矩形叶片 28,叶片顶端可紧贴在定子 21 的内表面上。在转子和定子的两个侧面上各有一配油盘(19、23),由于转子的宽度稍小于定子的宽度,使两配油盘紧压在定子上。两配油盘和定子一起装在壳体内,不能移动或转动。两配油盘与定子相对的端面上各开有对称布置的腰型槽,分别与进油口和出油口相连。定子内表面曲线近似于椭圆形,使得由转子、定子叶片和左右配油盘之间形成若干个密封的工作室。工作室容积大小随转子旋转实现“由小变大,由大变小,再由小变大,由大变小”一直循环。

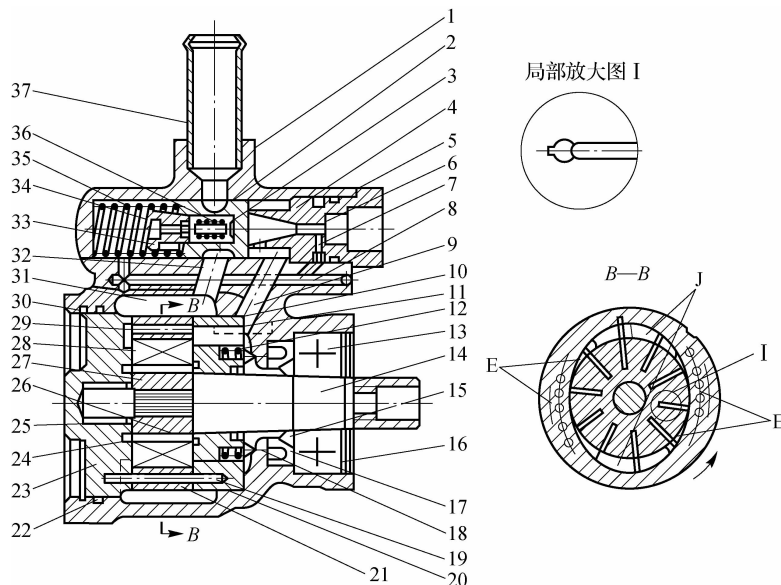


图 2-1 双作用叶片式转向油泵的结构

- 1—壳体; 2—溢流阀; 3—安全阀; 4—出油管接头; 5、10、18、22—O形密封圈; 6—节流孔; 7—感压小孔; 8—横向油道;
9—出油道; 11、20—定位销; 12—配油盘压紧弹簧; 13—轴承; 14—驱动轴; 15—骨架油封; 16—卡圈; 17—隔套;
19—右配油盘; 21—定子; 23—左配油盘; 24、26—环形油槽; 25—滚针轴承; 27—转子; 28—叶片;
29—定子轴向通孔; 30—挡圈; 31—进油腔; 32—进油槽; 33—螺塞; 34—钢球;
35—溢流阀弹簧; 36—安全阀弹簧; 37—进油道; J—吸油凹槽; E—压油凹槽



(2)原理。双作用叶片式转向油泵的工作原理如图 2-2 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。

双作用叶片式转向油泵有两个工作腔,转子每转一周,每个工作腔都各自吸压油一次。溢流阀、安全阀的工作原理如图 2-3 所示。

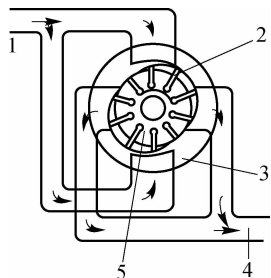


图 2-2 双作用叶片式转向油泵的工作原理

1—吸油口; 2—叶片; 3—定子;
4—压油口; 5—转子

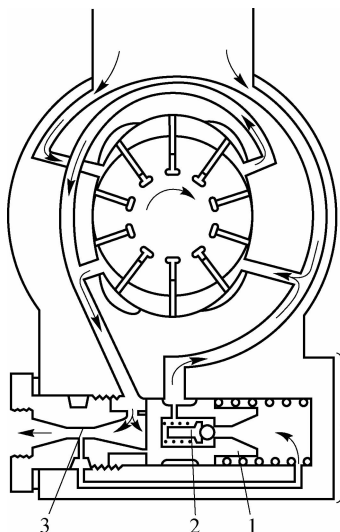


图 2-3 溢流阀、安全阀的工作原理

1—溢流阀活塞(溢流阀); 2—安全阀(球阀);
3—节流孔

溢流阀用以限定转向油泵的最大输出油量。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,使溢流阀左、右侧的压差增大,在压差的作用下,溢流阀压缩弹簧右移,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。安全阀则位于流量控制阀内,用螺纹固定在流量控制阀柱塞上端。球阀门及弹簧所处的柱塞内腔与转向油泵进油腔相通;球阀门上方油腔经泵体内的油道通向量孔外的出油口,用以限定转向油泵输出油液的最高压力。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。当这两个阀出现弹簧过软、折断或不密封时,将会导致转向油泵油压和流量不足而出现故障。

2. 动力转向器

目前,整体式动力转向系统使用比较普遍,即转向控制阀和转向器合为一体,形成整体式动力转向器,按照转向控制阀的结构不同,动力转向器分为滑阀整体式动力转向器和转阀整体式动力转向器两种。

按照转向油泵的供油状态不同,液压动力转向又分为常压式和常流式。其中常压式液压动力转向系统的特点是无论方向盘处于中立位置还是转向位置,无论方向盘保持静止还是运动状态,系统工作管路中总是保持高压。而常流式液压动力转向系统的特点是转向油泵始终处于工作状态,但液压助力系统不工作时,基本处于空转状态。多数汽车都采用常流式液压动力转向系统。



常流分配滑阀式动力转向系统由于结构集中,助力有效,转向轻捷可靠,被广泛地应用在重型汽车及其变型车和少数轿车的转向系统中,实际则更多使用常流转阀式动力转向器。

动力转向器主要由机械转向器、转向控制阀和转向动力缸三者组合而成。

1) 机械转向器

目前常用的机械转向器有循环球式和齿轮齿条式。轿车多用齿轮齿条式。

下面介绍常用的齿轮齿条式动力转向器。

(1)滑阀整体式动力转向器。马自达6采用的动力转向器,其结构形式为带自动调整间隙的齿轮齿条式,上部的阀体为滑阀结构,其分解图如图2-4所示。滑阀的阀体与小齿轮设计加工成为一体。

直线行驶时,方向盘处于中间位置,方向盘辐条处于水平位置,阀芯和阀套之间也处于中间位置,所有控制口接通,液压油毫无阻碍地流经转向滑阀返回到储油罐。方向盘转动时,转向轴带动阀芯相对于阀套运动,由于阀的控制边口位置的变化,液压油将进入转向器的油缸内,推动活塞运动而产生推力。

在齿条与小齿轮啮合位置的背面装有由弹簧压紧的压力块,通过调节螺钉来改变弹簧的预紧力,可消除齿轮齿条啮合的间隙。

(2)转阀整体式动力转向器。如图2-5所示,当向右转动方向盘时,转向力矩使得弹性扭杆扭转,并且转向管柱的转角要比转向小齿轮转得多一点,这就使得旋转柱塞阀芯相对阀体移动,使得向活塞左侧进油通道开大;向右进油通道关闭。

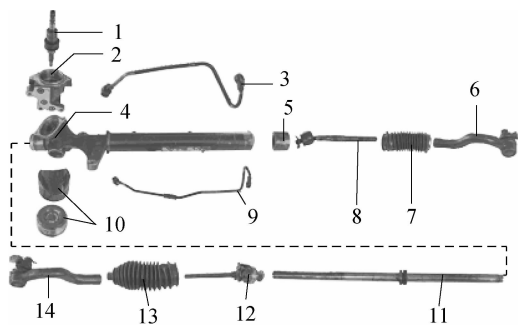


图 2-4 滑阀整体式转向器分解图

1—转向小齿轮和滑阀总成; 2—转向小封套; 3、9—液压助力油管;
4—转向器壳; 5—锁紧螺母; 6、14—转向球头; 7—防尘套;
8、12—横拉杆; 10—支承块与调整塞;
11—齿条; 13—球头防尘套

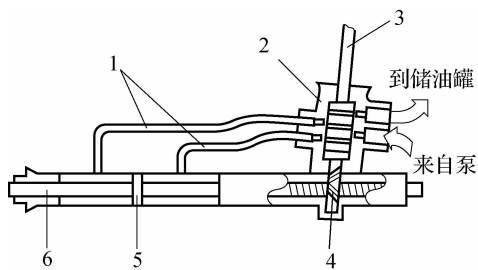


图 2-5 转阀整体式动力转向器结构示意图

1—液体流动线路; 2—转向控制阀; 3—转向柱;
4—小齿轮; 5—活塞; 6—齿条

根据旋转柱塞阀芯进油通道开度大小来控制流入活塞左边的液压油的流量和油压。工作缸左边的液压油推动转向器活塞向右运动,起到向右转向助力作用。转向器活塞移动距离的大小则取决于施加在方向盘上转向力矩的大小。

转向器工作缸右边的液压油在转向器活塞的作用下,通过打开的回油环槽返回到储油罐中。当向左转动方向盘时,情况与向右转动方向盘时相反。

动力转向器的阀孔同时也具有节流阻尼的作用,不需要像机械转向器那样另外加转向避振器。在转向回正时,通过阀的阻尼力来防止转向回正速度过快,增加转向回正的舒适性,或者通过阻尼作用减小汽车直线行驶时由于路面不平对前轮的冲击引起方向盘的抖动



和打手,提高其保持直线行驶的能力。

2) 转向控制阀

转向控制阀用于控制压力油的流动方向。

(1) 滑阀式转向控制阀。阀体沿轴向移动来控制油液流量的转向控制阀称为滑阀式转向控制阀,简称滑阀。主要由阀体(阀芯)、阀套、壳体、输入轴组件及密封件等组成,其结构原理如图 2-6 所示。

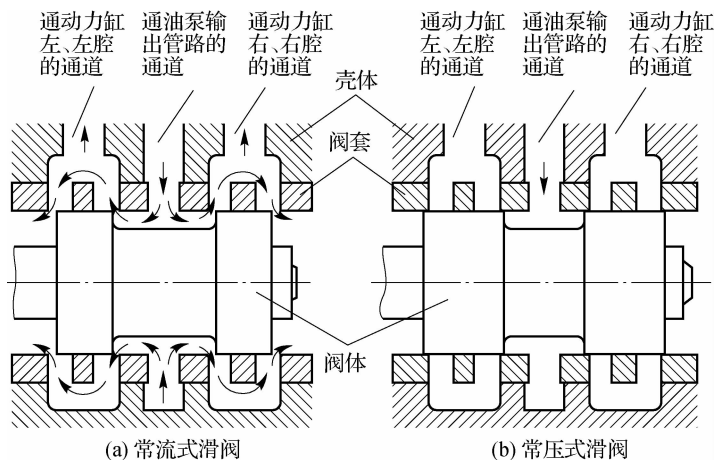


图 2-6 滑阀式转向控制阀结构原理图

(2) 转阀式转向控制阀。阀体绕其轴线转动来控制油液流量的转向控制阀称为转阀式转向控制阀,简称转阀,如图 2-7 所示。转阀结构包括 4 个连通的进油通道 A, 4 个通道 B、C 与动力缸的左右腔相连, 低压腔 D。当阀体转过一个角度后, 阀体封闭 B 和 C 中的一个通道, 打开另一个通道。各种工作状态如图 2-8 所示。

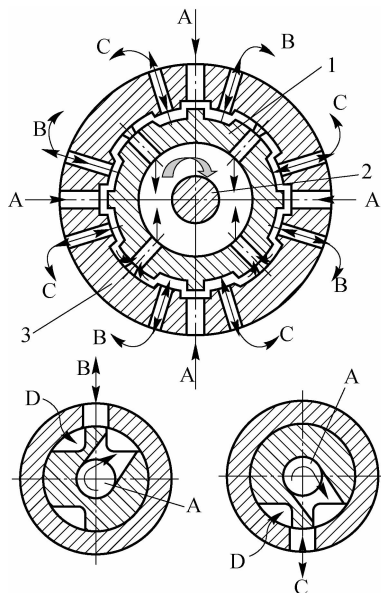


图 2-7 转阀式转向控制阀工作原理图
1—阀芯; 2—扭杆; 3—阀体

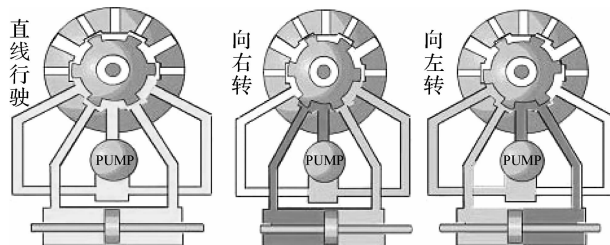


图 2-8 转阀式动力转向器工作状态示意图



3) 转向动力缸

转向动力缸为双向作用型,其作用是利用油压来扩大传送到转向传动机构上的转向力。动力缸缸体即转向器壳体,动力缸活塞即齿条活塞。

资讯二 电子控制动力转向系统检修

(一) 电子控制动力转向系统概述

机械液压式动力转向可以利用较小的方向盘操纵力使车辆转弯。低速时为了省力而规定一定工作压力,如转向比不变,则在高速时,由于转向操纵力减小,使驾驶员失去对车辆的控制,易产生危险。电子控制动力转向系统旨在使车辆低速,尤其是停放车辆时转向轻便;而当车速较高时,电子控制使系统的液压助力作用减弱,转向操纵力增加,使驾驶员对方向盘有更好的控制。电子控制动力转向系统根据车速控制电磁阀来改变动力转向系统中的油压控制回路,低速时转向力小,提高操纵力;在中高速时使之成为与手操纵相适应的转向力,提高操纵稳定性。

根据动力源不同,电子控制动力转向系统可分为电控液压式动力转向系统和电动式动力转向系统。电控液压式动力转向系统是在传统液压动力转向系统的基础上增设了控制液体流量的电磁阀、车速传感器和电子控制单元等,电子控制单元根据检测到的车速信号控制电磁阀,使转向动力放大倍率实现连续可调,从而满足高、低速时的转向助力要求。电动式动力转向系统是利用直流电动机作为动力源,电子控制单元根据转向参数和车速等信号,控制电动机转矩的大小和方向。电动机的转矩由电磁离合器通过减速机构减速增矩后加在汽车的转向机构上,使之得到一个与工况相适应的转向作用力。电动式动力转向系统又可分为电动机械式和电动液压式两种。

(二) 常用电控动力转向系统的组成及工作原理

1. 电控液压式转向系统组成及工作原理

根据控制方式的不同,电控液压式动力转向系统又可分为反力控制式、流量控制式和阀灵敏度控制式三种形式。

1) 反力控制式电控液压式转向系统组成及工作原理

如图 2-9 所示,反力控制式电控液压式转向系统主要由转向控制阀、分流阀、电磁阀、转向动力缸、转向油泵、储油罐及电子控制单元(ECU)等组成。

反力控制式电控液压式动力转向系统具有三种控制状态。ECU 根据车速传感器信号判断出车辆状态,控制电磁阀通电电流。

(1) 停车、低速状态。如图 2-10 所示,汽车在低速范围内运行时,ECU 使电磁阀通电电流增大,经分流阀分流的油液通过电磁阀流回储油罐,柱塞受到的背压小(油压低),柱塞推动阀杆的力矩小,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转阀式转向控制阀打开,转向油泵输出油压作用到转向动力缸右室(左室),使转向动力缸活塞左移(右移),产生转向助力。此时,驾驶员仅需提供一个较小的操纵力,就可以产生一个较大的助力,使转向轻便、灵活。

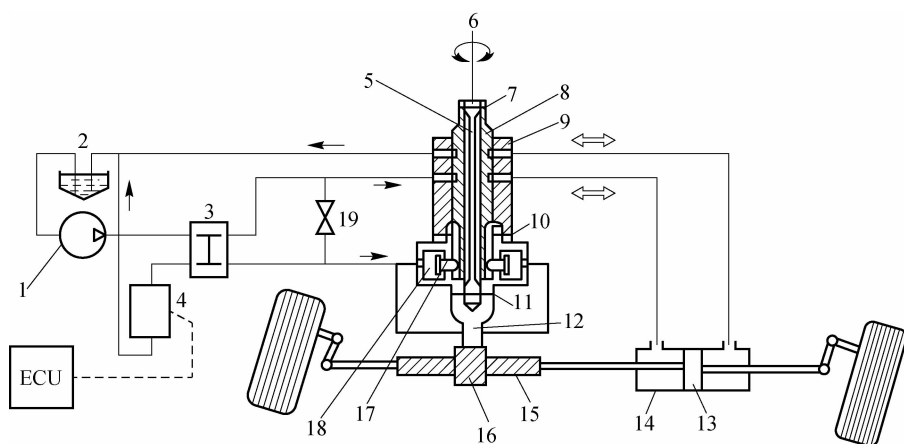


图 2-9 反力控制式电控液式动力转向系统的组成原理示意图

- 1—转向油泵；2—储油罐；3—分流阀；4—电磁阀；5—扭杆；6—方向盘；7、10、11—销；8—转向控制阀阀杆；
9—转向控制阀阀体；12—转向齿轮轴；13—活塞；14—转向动力缸；15—转向齿条；
16—转向齿轮；17—柱塞；18—油压反力室；19—阻尼孔

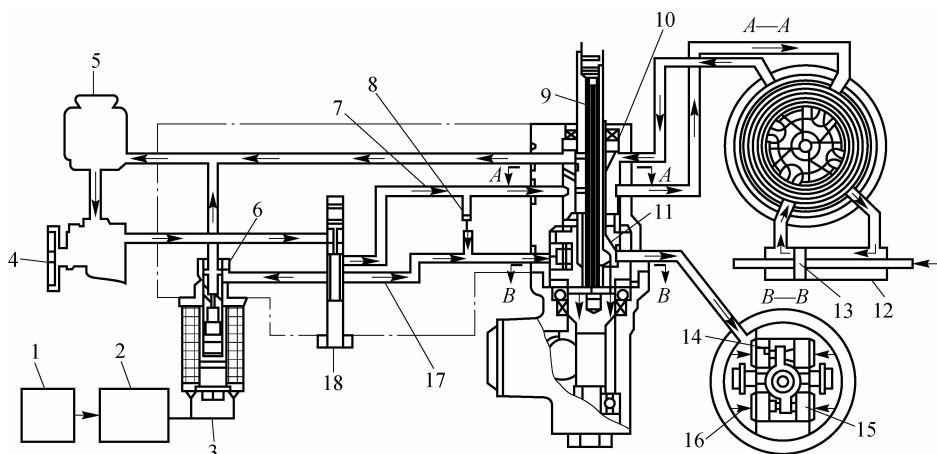


图 2-10 停车、低速状态时的转向作用

- 1—车速传感器；2—ECU；3—电磁阀；4—叶片泵；5—储油罐；6—电磁阀开度(大)；7—压力增加；
8—量孔；9—扭杆；10—转阀式转向控制阀；11—油压反力室；12—转向动力缸；13—活塞；
14—阀杆；15—柱塞；16—压力减小；17—流量减小；18—分流阀

(2)中、高速直行状态。如图 2-11 所示，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，使电磁阀侧油量增加。同时，随着车速的升高，通电电流减小，通过电磁阀流回储油箱的阻尼增大，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，方向盘手感增强。

(3)中、高速转向状态。从存在油压反力的中高速直行状态转向时，扭杆的扭转角更加减小，控制阀开度更加减小，控制阀侧油压进一步升高。随着该油压升高，将从固定阻尼孔向油压反力室供给油液。这样，除从分流阀向油压反力室供给的一定流量油液外，增加了从固定阻尼孔侧供给的油液，导致柱塞推力进一步增强。此时需要较大的转向力才能使阀体与阀杆之间做相对转动而实现转向助力作用，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。

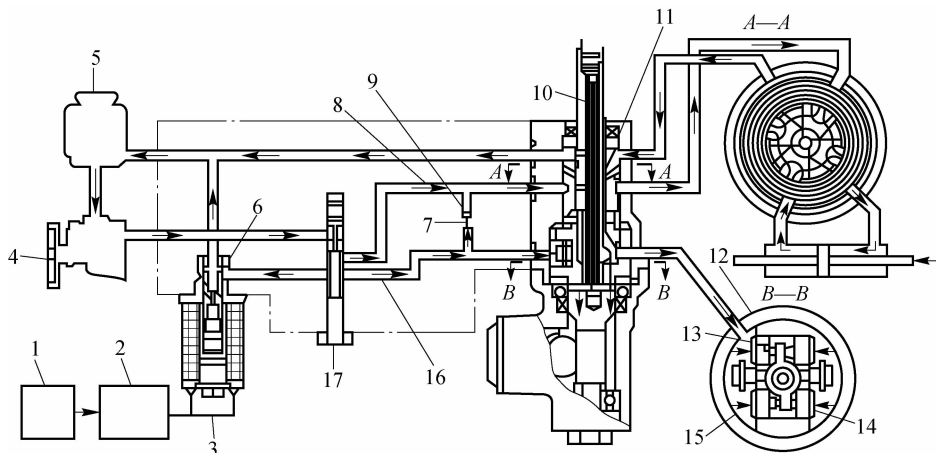


图 2-11 中、高速行驶时的转向作用

1—车速传感器；2—ECU；3—电磁阀；4—叶片泵；5—储油罐；6—电磁阀开度(小)；

7、9—量孔；8—压力增加；10—扭杆；11—转向；12—油压反力室；13—控制阀；

14—柱塞；15—压力增加；16—流量增加；17—分流阀

2) 流量控制式电控液压式转向系统组成及工作原理

如图 2-12 所示,雷克萨斯 LS400 轿车流量控制式电控液压式转向系统主要由车速传感器、电磁阀、整体式动力转向控制阀、动力转向液压泵和 ECU 等组成。如图 2-13 所示为雷克萨斯 LS400 轿车动力转向电路图。

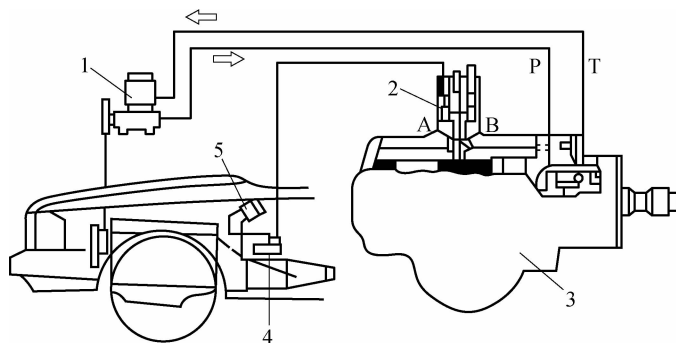


图 2-12 雷克萨斯 LS400 轿车流量控制式电控液压式转向系统

1—动力转向液压泵；2—电磁阀；3—整体式动力转向控制阀；4—ECU；5—车速传感器

电磁阀安装在通向转向动力缸活塞两侧油室的油道之间,当电磁阀的阀针完全开启时,两油道就被电磁阀旁路。流量控制式电控液压式动力转向系统就是根据车速传感器的信号控制电磁阀阀针的开启程度,从而控制转向动力缸活塞两侧油室的旁路液压油流量,来改变方向盘上的转向力。车速越高,流过电磁阀电磁线圈的平均电流值越大,电磁阀阀针的开启程度越大,旁路液压油流量越大,液压助力作用越小,转动方向盘的力也随之增加。驱动电磁阀电磁线圈的脉冲电流信号频率基本不变,但随着车速增大,脉冲电流信号的占空比将逐渐增大,使流过电磁线圈的平均电流值随车速的升高而增大。

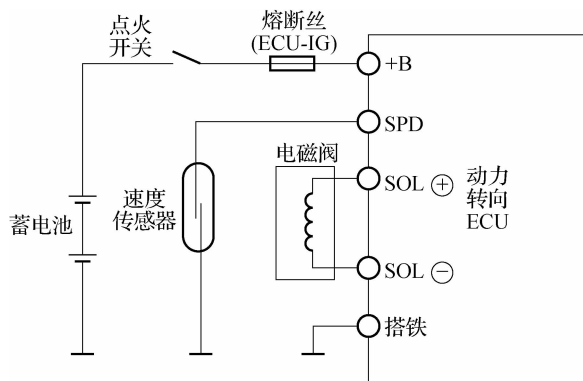


图 2-13 雷克萨斯 LS400 轿车动力转向电路图

3) 阀灵敏度控制式电控液压式动力转向系统组成及工作原理

阀灵敏度控制式电控液压式动力转向是根据车速控制电磁阀，直接改变动力转向控制阀的油压增益(阀灵敏度)来控制油压的方法。这种转向系统结构简单、部件少、价格便宜，而且具有较大的选择转向力的自由度，可以获得自然的转向手感和良好的转向特性。

阀灵敏度控制式电控液压式动力转向系统的示意图如图 2-14(a)所示，主要由转子阀、电磁阀及 ECU 等组成。转子阀的可变小孔分为低速专用小孔(1R、1L、2R、2L)和高速专用小孔(3R、3L)两种，在高速专用可变孔的下边设有旁通电磁阀回路。如图 2-14(b)所示为该系统的阀部等效液压回路，其工作过程如下。

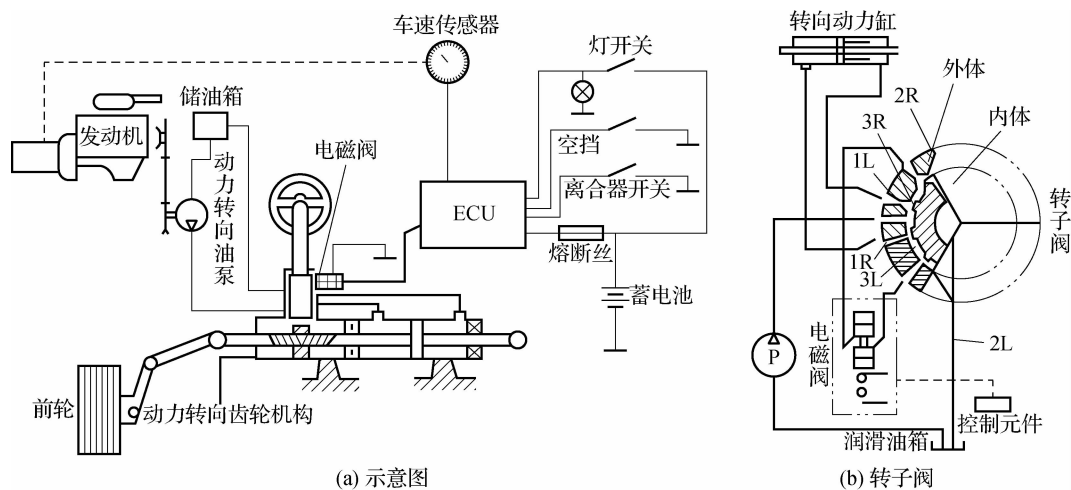


图 2-14 阀灵敏度控制式电控液压式动力转向系统

如图 2-15 所示，当车辆停止时，电磁阀完全关闭，如果此时向右转动方向盘，则高灵敏度低速专用小孔 1R 及 2R 在较小的转向转矩作用下即可关闭，转向油泵的高压油液经 1L 流向转向动力缸右腔室，其左腔室的油液经 3L、2L 流回储油箱，此时具有轻便的转向特性。而且施加在方向盘上的转向力矩越大，可变小孔 1L、2L 的开口面积越大，节流作用越小，转向助力作用越明显。

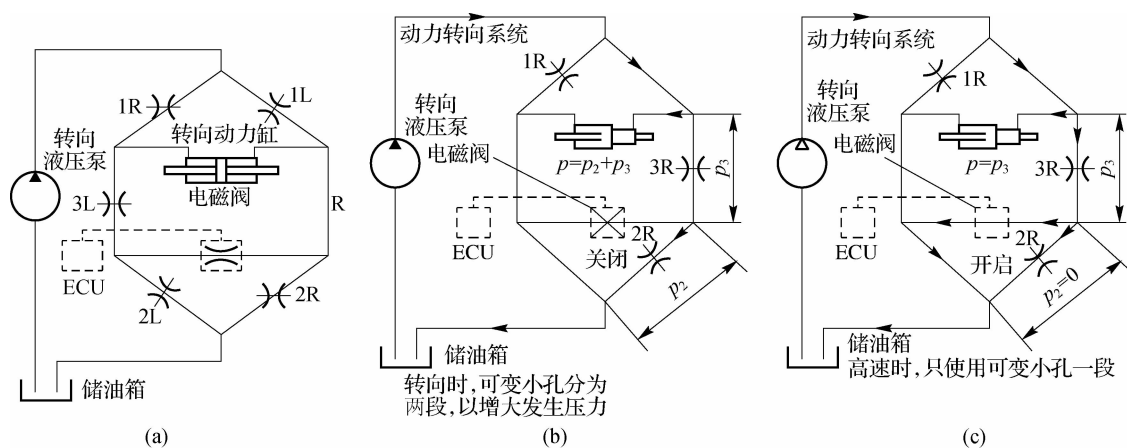


图 2-15 阀灵敏度控制式电控液压式动力转向系统阀部的等效液压回路

随着车辆行驶速度的提高,在电子控制单元的作用下,电磁阀的开度也线性增加,如果向右转动方向盘,则转向油泵的高压油液经 1L、3R 旁通电磁阀流回储油箱。此时,转向动力缸右腔室的转向助力油压就取决于旁通电磁阀和灵敏度低的高速专用可变孔 3R 的开度。车速越高,在电子控制单元的控制下,电磁阀的开度越大,旁路流量越大,转向助力作用越小;在车速不变的情况下,施加在方向盘上的转向力越小,高速专用小孔 3R 的开度越大,转向助力作用也越小,当转向力增大时,3R 的开度逐渐减小,转向助力作用也随之增大。由此可见,阀灵敏度控制式电控液压式动力转向系统可使驾驶员获得非常自然的转向手感和良好的速度转向特性。

2. 电动液压式动力转向系统的组成及工作原理

电动液压式动力转向系统的结构原理与机械液压式动力系统大体相同,最大的区别在于提供油压油泵的驱动方式不同。机械液压式动力系统的液压泵直接通过发动机皮带驱动的,而电动液压式动力采用的是由电子系统驱动的电子泵,如图 2-16 所示。

电动液压式助力的电子泵不用消耗发动机本身的动力,而且电子泵是由电子系统控制的,不需要转向时,电子泵关闭,进一步减少能耗。电动液压式动力转向系统的电子控制单元利用对车速传感器、转向角传感器等传感器的信息处理,可以通过改变电子泵的流量来改变转向助力的力度大小。

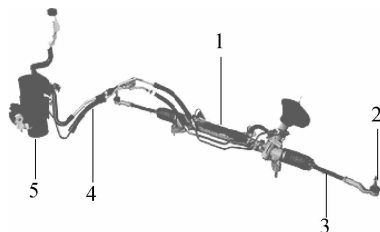


图 2-16 电动液压式动力转向系统结构

- 1—转向执行机构; 2—球头; 3—横拉杆;
- 4—助力油管; 5—电子泵

3. 电动机械式动力转向系统组成及工作原理

如图 2-17 所示,电动机械式动力转向系统主要由传感器、控制单元和助力电机构成,没有了液压动力系统的液压泵、液压管路、转向柱阀体等结构,结构非常简单。

转动方向盘时,位于转向柱位置的转向力矩传感器将转动信号传到控制器,控制器通过运算修正给电机提供适当的电压,驱动助力电机转动。而电动机输出的转矩经减速机构放大后推动转向柱或转向拉杆,从而提供转向助力。电动机械式动力转向系统可以根据速度改变助力的大小,能够让方向盘在低速时更轻盈,而在高速时更稳定。

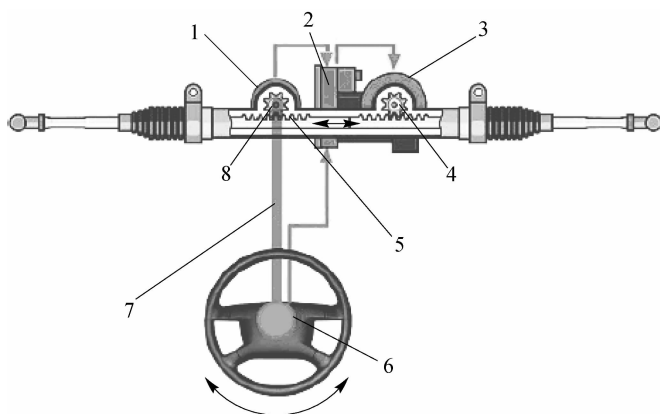


图 2-17 电动机械式动力转向系统结构图

1—转向力矩传感器；2—控制单元；3—助力电机；4—驱动小齿轮；5—转向齿条；
6—方向盘；7—转向柱；8—转向小齿轮

电动助力转向有两种实现方式，一种是对转向柱施加助力，将助力电机经减速增矩后直接连接在转向柱上，电机输出的辅助转矩直接施加在转向柱上，相当于助力电机直接转动方向盘；另一种是对转向拉杆施加助力，将助力电机安装在转向拉杆上，直接用助力电机推动拉杆使车轮转向。后者结构更为紧凑、便于布置，目前使用比较广泛。

(三) 电控动力转向系统的主要部件

1. 电控液压式动力转向系统的主要部件

1) 反力控制式电控液压式动力转向系统的主要部件

(1) 分流阀。分流阀的结构示意图如图 2-18 所示，主要由阀门、弹簧和进、出油口组成。分流阀的主要功用是将来自转向油泵的液流分送到转向控制阀、油压反力室和电磁阀。送到电磁阀和油压反力室中的油液流量是由转阀中的油压来调整的，当转动方向盘时，转阀中的油压增大，此时，分配到电磁阀和油压反力室中的油液流量随转向控制阀中的油压增大而增加；当转向控制阀中的油压达到一定值后，转阀中的油压便不再升高，而分配给电磁阀和油压反力室的油液流量则保持不变。

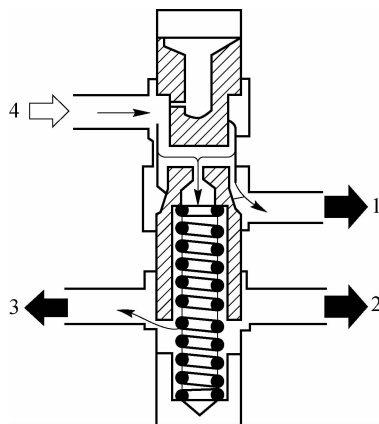


图 2-18 分流阀的结构示意图

1—至转向控制阀；2—至油压反力室；
3—到电磁阀；4—来自转向油泵

(2) 电磁阀。电磁阀油路的阻尼面积可随电磁线圈通电电流占空比(通断比)变化。车速较低时，通电电流大，电磁阀的节流面积(开度)变大，流回储油罐的油液流量增加，分到油压反力室的油液流量减少，而油压减少，使转向轻便。随着车速升高，电流减小，油液回流量也减少，而使分流阀分到油压反力室的流量增加，油压增大，使转向“沉重”。当车速超过 120 km/h 时，ECU 则保持恒流控制。

(3) 车速传感器。车速传感器的主要功用是检测汽车行驶速度，通常安装在变速器输出轴上，常用的有光电式、霍尔式和磁感式。



(4)ECU。ECU 输入信号为车速传感器提供的车速信号,执行器为比例电磁阀,ECU 通过控制通入比例电磁阀的电流实现相应的控制功能。车速提高时,为了增大转向操纵力,需要加大电磁阀的电流;而当车速超过 120 km/h 时,为了防止电流过大而过载,ECU 则使通往电磁阀的电流保持恒定。

2) 流量控制式电控液压式动力转向系统的主要部件

旁通流量控制阀的结构如图 2-19 所示。阀体内装有主滑阀 2 和稳压滑阀 7,主滑阀的右端与电磁线圈柱塞 3 连接,主滑阀与电磁线圈的推力成正比移动,从而改变主滑阀左端流量主孔 1 的开口面积。调整调节螺钉 4 可以调节旁通流量的大小。稳压滑阀的作用是保持流量主孔前后压差的稳定,以使旁通流量与流量主孔的开口面积成正比。当因转向负荷变化而使流量主孔前后压差偏离设定值时,稳压滑阀阀芯将在其左侧弹簧张力和右侧高压油压力的作用下滑移。如果压差大于设定值,则阀芯左移,使节流孔开口面积减小,流入到阀内的液压油量减少,前后压差减小;如果压差小于设定值,则阀芯右移,使节流孔开口面积增大,流入到阀内的液压油量增多,前后压差增大。流量主孔前后压差的稳定,保证了旁通流量的大小只与主滑阀控制的流量主孔的开口面积有关。

3) 阀灵敏度控制式电控液压式动力转向系统的主要部件

(1)转子阀。转子阀的结构如图 2-20 所示,圆周上有 6 或 8 条沟槽,各沟槽利用阀外体与油泵、动力缸、电磁阀及油箱连接。

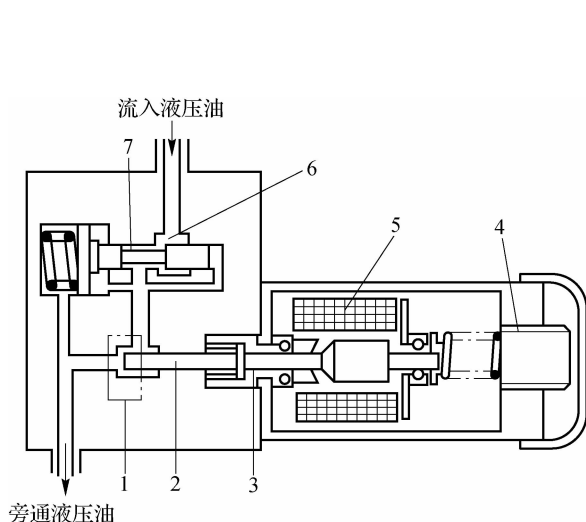


图 2-19 旁通流量控制阀的结构

1—流量主孔; 2—主滑阀; 3—电磁线圈柱塞; 4—调节螺钉;
5—电磁线圈; 6—节流孔; 7—稳压滑阀

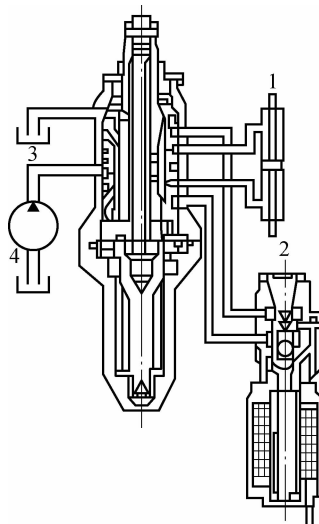


图 2-20 转子阀的结构

1—动力缸; 2—电磁阀;
3—油箱; 4—油泵

(2)电磁阀。电磁阀上设有控制上下流量的旁通油道,是可变的节流阀。在低速时向电磁线圈通以最大的电流,使可变孔关闭,随着车速升高,依次减小通电电流,可变孔开启;在高速时,开启面积达到最大值。该阀在左右转向时,油液流动的方向可以逆转,所以在上下流动方向中,可变小孔必须具有相同的特性。为了确保高压时液体有效作用于阀,必须提供稳定的油压控制。



(3)ECU。ECU 接收来自车速传感器的信号,控制向电磁阀和电磁线圈输出电流。阀灵敏度控制式电控液压式动力转向系统电路图如图 2-21 所示。

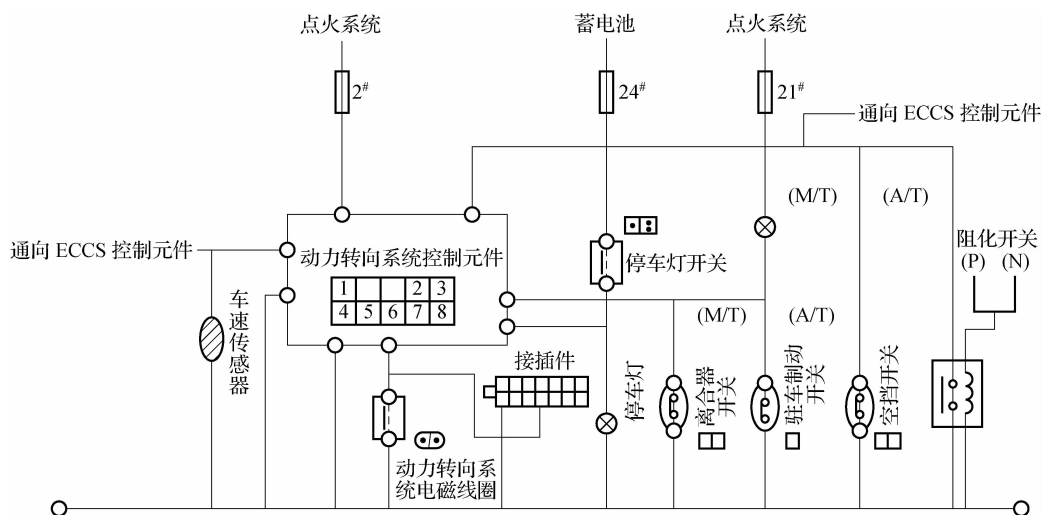


图 2-21 阀灵敏度控制式电控液压式动力转向系统电路图

2. 电动液压式动力转向系统的主要部件

电动液压式动力转向系统是在传统的液压动力转向系统的基础上增设电子控制装置而构成的。系统由电气装置和机械装置两部分组成,电气部分由转向角速度传感器、动力转向控制单元和电动液压泵总成、故障报警灯组成;机械装置包括转向传动装置、储液罐和电动液压泵等。上海大众 POLO 轿车配用的电动液压动力转向系统的组成如图 2-22 所示,其工作原理如图 2-23 所示。

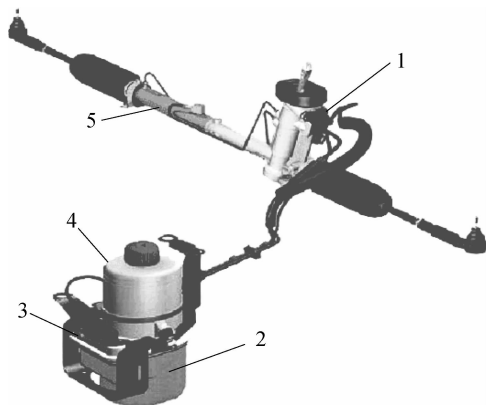


图 2-22 电动液压式动力转向系统的组成

- 1—转向角速度传感器 G250; 2—电动液压泵;
- 3—动力转向控制单元 J500; 4—储液罐;
- 5—转向传动装置

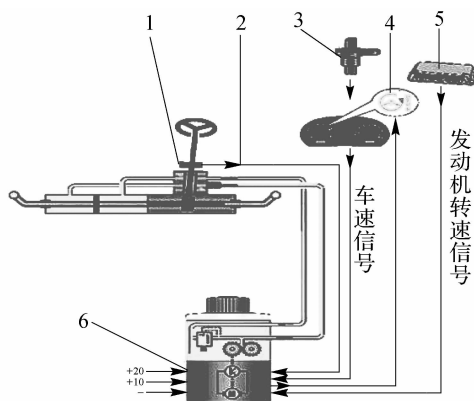


图 2-23 电动液压式动力转向工作原理

- 1—转向角速度传感器; 2—转向角速度信号;
- 3—车速传感器; 4—故障报警灯; 5—ECU;
- 6—动力转向控制单元电动机、油泵、油罐



1) 转向角速度传感器 G250

G250 是可变电容器式转向角速度传感器,其工作原理示意图如图 2-24 所示,固定在输入轴上的转子在 9 个小型平板电容器之间旋转,平板电容器的电容将由此发生变化。传感器电子元件根据此电容变化计算出助力转向装置控制单元所需的信号(转向角及转向角速度),如果出现故障,助力转向系统即进入程序设定的紧急运行状态,此时转向功能得以保证,但转向较重。

此外,一些车型上(如通用别克君威)使用方向盘转角传感器来获得转向信号,一般安装在方向盘下方,与安全气囊滑环接合在一起,其信号传送至 ABS 的 ECU,主要为带 EDS/ASR/ESP 的 ABS 提供输入信号,再由 CAN-BUS 传输给电控液压动力转向系统的控制单元,其外观如图 2-25 所示。

2) 电动液压泵总成

电动液压泵总成包括带有齿轮泵、限压阀及电动机的液压单元、液压油的储液罐、助力转向控制单元。电动液压泵总成无须维护,其内部润滑由液压油来完成,它不可拆卸且不提供修理说明。泵通过压力管道与助力转向传动装置相连接,液压油的回油管道通向储液罐。

3) 动力转向控制单元总成

一般动力转向控制单元总成和电动液压泵合成一个总成,属于不可拆卸和维修部件,损坏只可更换总成,外观如图 2-26 所示。

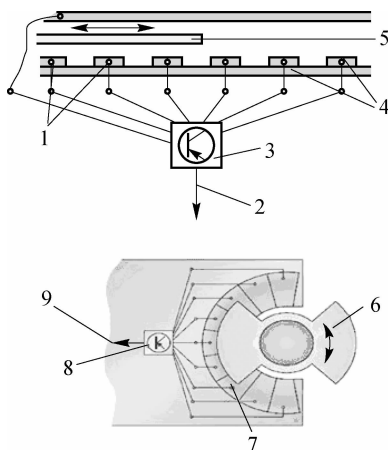


图 2-24 G250 工作原理示意图

1、4—电容器电极; 2、9—到控制单元 J500;
3、8—传感器电子元件; 5、6—转子;
7—带转子的输入轴

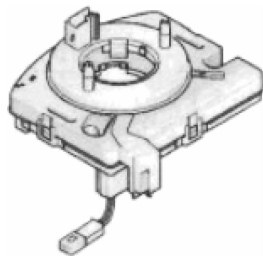


图 2-25 方向盘转角传感器外观

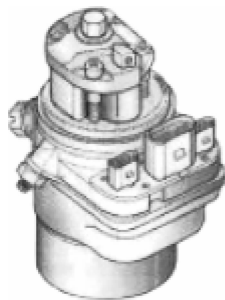


图 2-26 动力转向控制单元与电动液压泵总成外观

4) 故障报警灯

故障报警灯安装在仪表总成内,由 EPHS 控制单元通过 CAN-BUS 传送控制信息至仪表控制单元,通过仪表控制单元控制该灯点亮或熄灭。

接通点火开关后,故障报警灯亮,EPHS 系统进行内部检测,在发动机发动及系统测试结束后,故障报警灯应当熄灭,如果依然亮着,则指示系统可能有故障。

机械部分与一般的液压助力转向装置基本相同,主要由扭杆、转向控制阀、转向工作缸等组成,结构和原理基本相同。



3. 电动机械式动力转向系统主要部件

电动机械式动力转向系统主要由传感器、转向控制单元和助力电机构成。如图 2-27 所示为新捷达车上配有的电动机械式动力转向系统。

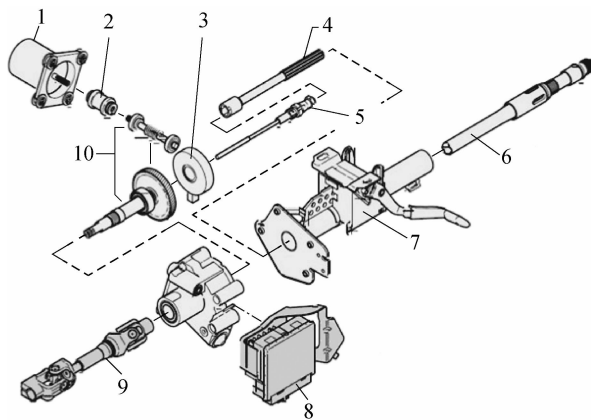


图 2-27 新捷达车上配有的电动机械式动力转向系统

- 1—助力电机；2—联轴器；3—转向转矩传感器的外壳；4—中间轴；5—扭杆；6—转向柱；
- 7—带有高度调节器的套管；8—转向控制单元；9—万向轴；10—蜗轮蜗杆传动机构

1) 扭杆

电动机械式动力转向系统的核心部件是扭杆,其结构如图 2-28 所示。可以根据其自身的材料特性在纵轴方向上获得一个明显的弹性变形。中间轴和蜗轮蜗杆传动机构传动轴通过扭杆机械连接。通过扭杆,中间轴和蜗轮蜗杆传动机构的传动轴之间会发生一个很小角度的相对扭转,如图 2-29 所示。通过这个小角度,系统就能够识别出转向过程的开始。

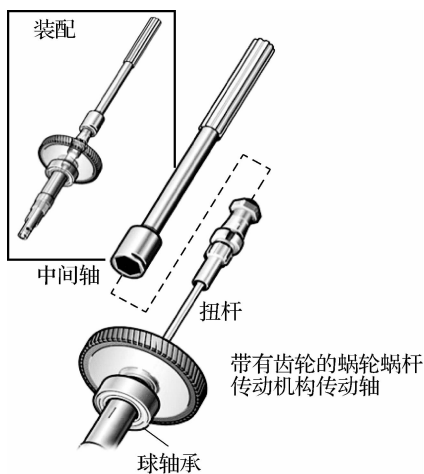


图 2-28 扭杆结构



图 2-29 扭杆工作原理

2) 转向转矩传感器 G269

转向转矩传感器 G269(见图 2-30)将方向盘转矩直接传递给转向小齿轮。传感器根据磁阻原理进行工作。为了确保最高的安全性,它采用了双重结构(冗余结构)。



如图 2-31 所示,转向柱连接在转向转矩传感器上,转向器通过扭杆连接在转向转矩传感器上。连接转向柱的元件上有一个电磁的磁极转子,在这个转子中不同电磁极的 24 个区域轮流交替。每次使用两个磁极来进行转矩分析。固定件是一个磁阻传感器元件,它通过连接元件固定在转向器上。

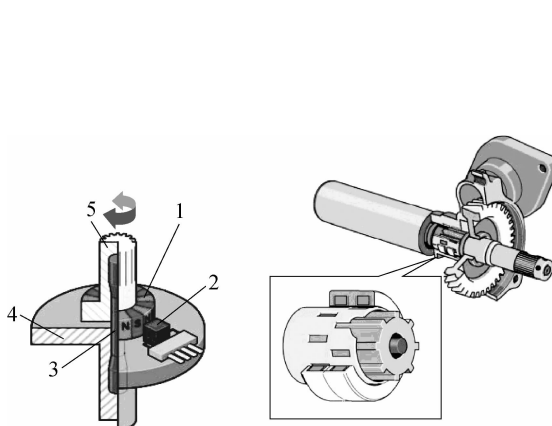


图 2-30 转向转矩传感器 G269 结构图

1—电磁磁极转子; 2—冗余的磁阻的传感元件; 3—扭杆;
4—转向器连接块; 5—转向柱连接元件

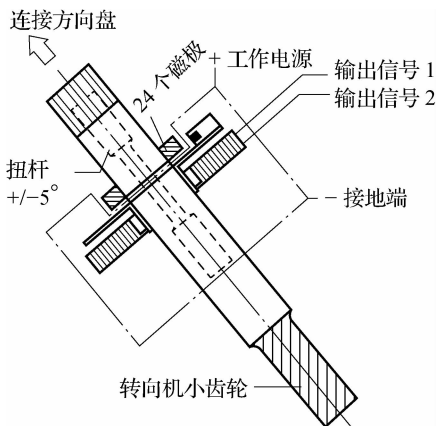


图 2-31 转向转矩传感器 G269 工作示意图

当方向盘操作时,根据出现的转矩,两个连接元件以相反的方向转动。如图 2-32 所示,由于这时磁极转子也往传感器元件相反的方向转动,可以测量转向转矩,并将测得的转矩作为输出信号传递给控制单元 J500。输出信号如图 2-33 所示。

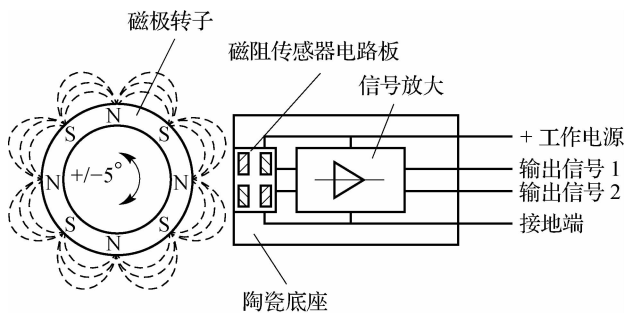


图 2-32 G269 工作原理

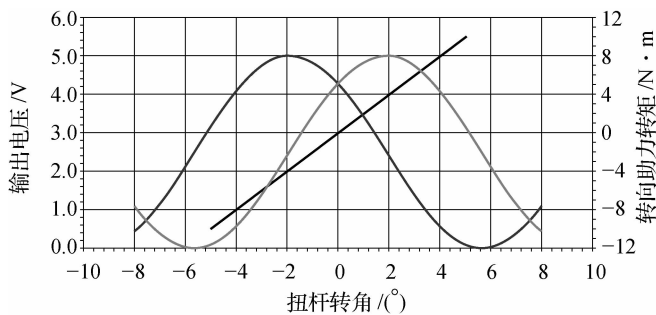


图 2-33 输出信号



3) 转子转速传感器

转子转速传感器是电动机械式动力转向系统电机 V187 的组成部分,无法从外部接触到转子转速传感器。

如图 2-34 所示,转子转速传感器根据磁阻原理进行工作,它的结构和转向转矩传感器一致。它获悉电控机械助力转向系统电机的转子转速,这个转速是能够准确起动电机所必需的。

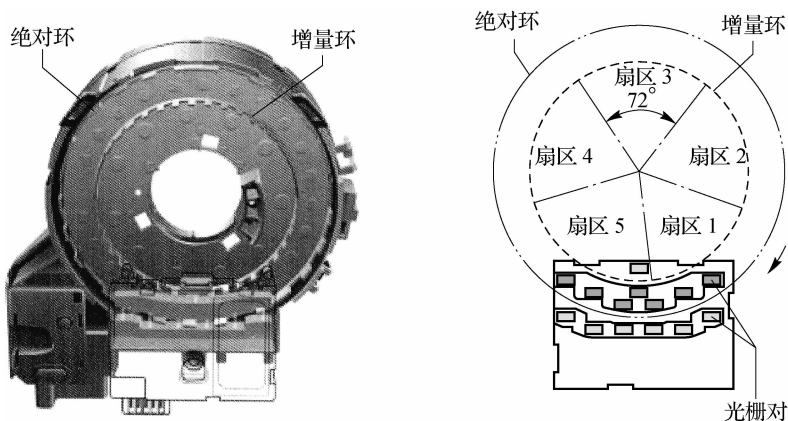


图 2-34 转子转速传感器结构及原理

4) 电动机械式转向系统电机 V187

电动机械式转向系统电机 V187(见图 2-35)用螺栓联接到蜗轮壳体。它是三相同步电机,产生 $2.9 \text{ N} \cdot \text{m}$ 的转矩以支持转向。电动机械式转向助力器电机用转向控制单元 J500 供电。

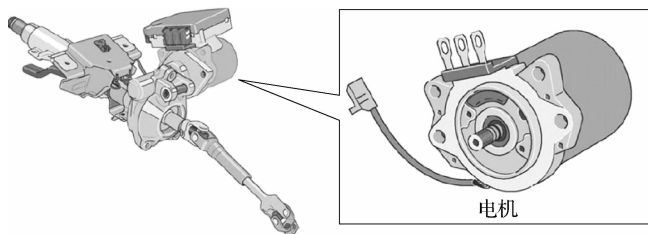


图 2-35 电动机械式转向系统电机 V187

5) 控制单元 J500

如图 2-36 所示,控制单元 J500 直接固定在电机上,因此省去了和助力转向系统零件间复杂的导线敷设。根据仪表盘显示单元控制单元 J285 的输入信号,控制单元决定当前需要多少转向支持。控制单元计算出起动电流的大小并起动电机 V187。转向控制单元 J500 如果损坏,可以整体更换,但必须用车辆诊断、测试和信息系统 V. A. S 5051 激活控制单元永久程序存储器中相应的综合特性曲线。

(四) 动力转向系统主要部件的检修

1. 动力转向器的检修

动力转向器分解后应对控制阀组件、支座组件、滚珠轴承、管道组件、转向横拉杆、转向器壳体、压力密封垫和弹簧、齿条组件、防尘套进行检查,如有明显损伤,应更换。



2. 流量控制阀的检修

(1) 流量控制阀的机械故障。检查流量控制阀凹槽边缘有无磨损、毛刺及其他损坏；检查转向泵壳体流量控制阀阀孔有无刮伤和磨损；将流量控制阀装入泵壳体内，检查进出移动是否平滑，有无卡滞现象，若不能平滑移动或有其他机械损伤，应更换转向泵总成。

(2) 流量控制阀密封性故障。将软管接至流量控制阀一端，将流量控制阀浸入装有液压油的容器内，并从软管中吹入压缩空气。如果压缩空气压力低于 98 kPa 时，流量控制阀中有气泡冒出，则说明流量控制阀有泄漏。此时可对流量控制阀进行分解，并彻底清洗，用压缩空气吹干后重新组装进行再次密封性测试。

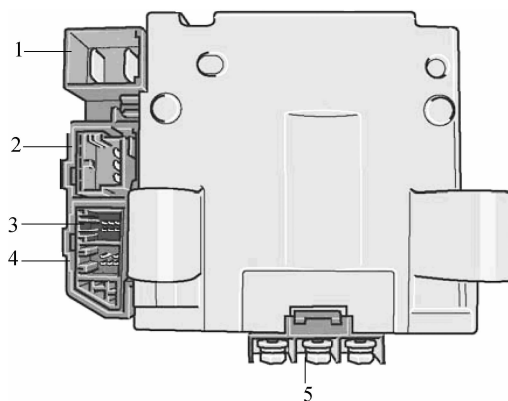


图 2-36 控制单元 J500 示意图

1—控制单元电源线和地线；2—CAN 高线和地线、15 号线；
3—电机 V187 的 G268 转子位置传感器(6 针)；
4—三相电机(3 针)；5—G269(5 针)

3. 驱动轴的检修

(1) 检查驱动轴是否磨损、弯曲，有无裂纹或其他损伤，如驱动轴磨损严重、弯曲变形或损坏，应予以更换。

(2) 检查驱动轴上的滚珠轴承，缓慢转动外座，如果感觉有间隙或转动不顺畅，应更换轴承。更换轴承应使用压力机或专用工具。

(3) 检查转向泵叶片磨损情况，如果叶片磨损严重或有表面划伤，应更换转向泵总成。

(4) 检查转向泵壳体和盖是否有裂纹、破损或变形，检查壳体轴承座孔、流量控制阀座孔、辅助阀座孔是否有磨损、刮伤或其他损伤，如果有上述缺陷，应更换转向泵总成。

(5) 检查转子与侧盘接触面是否平整，不允许有任何裂缝和划痕，否则应更换转向泵总成。

资讯三 动力转向系统的检查与常见故障排除

(一) 动力转向系统的检查

1. 动力转向器的检查

检查所有漏油处，更换全部 O 形圈及密封垫。液压分配阀若有问题必须整体更换或更换分配阀上的密封环。检查小齿轮、齿条是否损坏。检查轴承、油封是否损坏。检查防尘罩是否损坏与老化。检查转向器外壳是否有裂纹和漏油处。

2. 动力转向油泵的检查

(1) 检查流量控制阀，保证其能在泵壳、泵体孔滑动自如。若卡住，检查流量控制阀的泵壳、泵体孔是否存在杂质、刮痕和毛刺。毛刺可用细砂布去掉，若阀或泵壳、泵体有损坏而不能修复，则对损坏件进行更换。流量控制阀只能作为一总成来维修，不能对它解体。从阀的进口加液压时，应能顺利进入。当堵住一个阀孔，从阀孔朝阀内反方向加压时(400～



490 kPa),空气不应从阀孔流出。

(2)检查前压力板和后压力板表面是否与泵环接触良好。安装时要保证其与泵环(定子)平行,检查所有零件是否有裂纹和擦伤,更换损坏的零件。前压力板、后压力板及泵环(定子)上抛光度高的表面总是存在正常的摩擦痕迹,不要把这些看成是擦伤。

(3)检查泵轴轴套、轴承,若损坏则更换。将轴承从泵轴上压出,再压入新轴承。

(4)检查所有转子叶片在转子槽中是否运动自如,叶片与转子的槽侧隙,使用间隙为0.028 mm,超过使用间隙应更换叶片。

(5)检查泵轴花键是否磨损,泵轴是否有裂纹和其他损坏,更换所有过度磨损和损坏的零件,更换一新泵轴卡环。

(6)检查泵壳是否有磨损、裂纹、铸造砂眼和损坏,有任一情况,则更换泵壳。

(7)检查压力软管和控制阀塞子,若损坏则更换。

(8)检查端盖卡环,若损坏则更换。若卡环发生扭曲或变形,则不能再用。若不能肯定卡环好坏,则予以更换。

(9)检查转子与定子的径向间隙。用塞尺检查转子与定子的径向间隙,使用极限为0.06 mm,超过时应优先更换定子(与转子有相同标记)。

需要注意的是,动力转向油泵所有金属元件的清洗只能使用酒精。

3. 电控动力转向系统 ECU 端故障检查

(1)打开点火开关(ON),察看 ECU 熔断丝是否正常。如果烧毁,重新更换后又烧毁,表明此熔断丝与电控单元 ECU 的+B 脚之间短路。

(2)切断点火开关(OFF),从电控单元 ECU 上拔下导线连接器线束插座,将电压表正表笔接插接器+B 脚,负表笔搭铁。再打开点火开关(ON),电压表指示电压应为11~14 V(蓄电池电压)。如果无电压,表明 ECU-IG 熔断丝与 ECU 的+B 脚之间有断路。

(3)将电阻表正表笔接插接器插头的 GND 脚,负表笔仍接地,此时电阻值应为零,否则应对 ECU 的 GND 脚与车身接铁之间有断路或接触不良现象。

(4)顶起一侧前轮,将电阻表的正表笔接插接器 SPD 脚,负表笔接 GND 脚。然后转动支起的车轮,电阻表值应在0~∞之间交替变化。否则,说明 ECU 的 SPD 端与车速传感器之间有断路或短路,或车速传感器有故障。

(5)将电阻表的正表笔接插接器的 SOL(+)脚,负表笔接 GND 脚。电阻表所显示电阻值应为∞(无穷大),否则说明电磁线圈与 GND 脚之间的线路有短路或电磁阀有故障。

(6)将电阻表的正表笔接插接器的 SOL(+)脚,负表笔接 SOL(-)脚。两脚之间的电阻应为6~11 Ω,否则这两脚之间的线路有断路或电磁阀有故障。

4. 电控部件故障的检查

1) 电磁阀的检查

(1)切断点火开关(OFF),拔下电磁阀(装在转向器处)上的线束插头,用电阻表测量电磁线圈的电阻(插座上两端子间),电阻应为6~11 Ω。

(2)从转向器内拆下电磁阀,将蓄电池正极接电磁线圈的 SOL(+)脚,负极接 SOL(-)脚,这时针阀应缩回约2 mm,否则应更换电磁阀。

2) ECU 的检查

(1)顶起汽车,拆下 ECU,但不拔下 ECU 上的导线插接器,然后起动发动机。



(2)在发动机怠速运转的情况下,首先用电压表测量 ECU 的 SOL(-)和 GND 两脚之间的电压(电压表测笔从背面插入)。然后将变速器挂上挡,并使车速达到 60 km/h,仍按上述接法再测电压,电压应比原来增加 0.07~0.22 V。如果无电压或电压增值不对,则应更换 ECU。

(二)动力转向系统常见故障诊断与排除

动力转向系统出现故障会影响汽车行驶方向和行驶稳定性,还关系到汽车的行驶方向。转向系统常见的故障为助力不足转向沉重,方向盘抖动,转向不灵敏,前轮摆振等。

1. 动力转向系统助力不足或转向沉重

动力转向系统助力不足或转向沉重的主要现象有:装有液压助力转向器的车辆,转向时方向盘沉重或者忽轻忽重。

可能的故障原因:转向油泵驱动皮带松弛或者损坏;转向油泵工作不良,油泵压力过低;储油罐油面过低;液压助力系统内有空气或者泄漏;液压管路扭曲、折皱或者破裂漏油;压力流量限制阀弹簧弹力下降或者密封不良;转向控制阀、转向助力缸工作不良;转向器润滑不良或者轴承啮合间隙调整不当;转向柱弯曲变形,转向器或者转向柱的轴承损坏;齿条弯曲变形或者与衬套配合过紧;横直拉杆球头润滑不良或者调整不当;转向销、转向节润滑不良;轮胎气压过低等。

故障诊断与排除:检查转向油泵驱动皮带,损坏或者断裂应更换;若皮带过松,应调整驱动皮带张紧度;检查储油罐液面高度,过低应及时添加补充;检查液压管路有无扭曲、折皱或者破裂,各连接处有无漏油现象,并视情况予以恢复;排除液压助力系统中的空气;检查液压泵的泵油压力,不符合要求时应对液压泵及压力流量限制阀进行修复或者更换;检查转向控制阀和转向助力缸,若工作不良或者损坏应维修或者更换转向器。

2. 怠速时原地转动方向盘抖动或停车的瞬间抖动

怠速时原地转动方向盘,方向盘抖动或停车的瞬间方向盘抖动主要是工作油压过低造成的,而油压过低的故障原因有下列几种:油液液面过低;油液内存有空气,储液罐内有气泡;液压泵皮带过松或沾有油液(快速转向时有较大的皮带尖叫声,方向盘阻力陡增);溢流阀被卡滞。溢流阀应在泵体内滑动自如,如阀卡滞,应用 1200 # 金相砂纸沿周围方向打磨。还要注意溢流阀端部的防松螺栓是否有松动,弹簧是否过软;安全阀失效(弹簧坏或阀球被粘在开放状态)。

滑阀磨损,更换控制阀总成;泵压不足或转向机构外部泄漏,检查动力转向机构外部泄漏点时,擦干净动力转向系统外部的油迹,检查并拧紧所有软管的接头,起动发动机并使其快怠速运转,支起前桥将方向盘从一个止端打到另一个止端,打到止端时停留时间不要超过 5 s。随着油压的升高就能较快地查到漏油部位。

3. 方向盘不灵敏

1) 故障现象

汽车行驶转向时,需较大幅度转动方向盘才能控制汽车的行驶方向,感到方向盘松旷量很大,有明显的间隙感,且在行驶时汽车方向不稳定。

2) 故障原因

方向盘自由行程过大;液压系统中有空气,油液中有乳化气泡;动力转向系统内部泄漏,溢流阀或安全阀失效。出现这种故障,汽车无论是低速行驶还是中高速行驶,若工作油压不



足,均会使转向沉重;左右转向轻重不同;助力缸活塞一侧有空气;滑阀通往助力缸侧的油管堵塞或高压油管接头有漏损。

3)故障诊断与排除

(1)检查方向盘自由行程。若正常,则晃动转向拉杆,检查各接头球销;检查转向摇臂、转向节臂固定松动或前轮轴承松旷,如有异常,更换相应部件。若自由行程不正常,则转向器主、从动齿轮齿条配合间隙过大,应进行调整或更换。

(2)检查液压油箱中油面高度,若油液不足,则添加。

(3)检查液压油中是否有泡沫,若有,应做排气处理。

(4)检查各油管接头是否有漏损,若有则更换相应部件。

(5)检查转向控制阀和转向助力缸,若工作不良或损坏应修复或更换转向器。

4. 行驶中动力转向泵内有异响声

1)故障现象

发动机启动后或者车辆行驶过程中,液压助力装置发出不正常的响声。

2)故障原因

液压泵内有空气或形成真空,如油液液面过低,油中有气泡,都会造成泵内有空气;油滤器堵塞,中高速时供油不足,在泵内会形成真空;皮带打滑,过松或沾有油污,方向盘回位差;液压控制阀调整不当,油液严重氧化,滑阀被粘住或发生卡滞,定位弹簧过软或损坏都有可能导致动力转向泵内有异响。

3)故障诊断与排除

(1)检查液压油箱中油面高度。

(2)检查液压油中是否有泡沫,若有,则做排气处理。

(3)检查管道和接头是否破裂或松动以至吸入空气,若有,则更换相应部件。

(4)检查液压泵是否损坏或磨损严重,若损坏或磨损,则更换液压泵。

(5)转向液压泵有“嘶嘶”声。液压泵驱动皮带过松或皮带轮上有油而打滑,若只有停车时明显,则属正常现象。

(6)转向液压泵有轰鸣声。油管或转向控制阀内部阻力大,回油压力过高;配油盘或转子有损伤,定子磨损严重等。若停车时明显,说明压力板、止推板或转子划伤;液压泵轴承损坏。

(7)转向液压泵有“嘎吱”声。储油罐缺油,油管连接不良而渗漏,油路中有空气,叶片卡在转子槽中,溢流阀卡住。

(8)液压泵有“嚓嚓”声,转向液压泵的流量控制阀有故障。

5. 左右转向轻重不同

1)故障现象

汽车行驶时,向左和向右转向操纵力不相等。

2)故障可能原因

(1)转向控制阀阀芯(滑阀)偏离中间位置,或虽然在中间位置但与阀体槽肩的缝隙大小不一致。

(2)控制阀内有污物阻滞,使左右转动阻力不同。

(3)液压系统中动力缸的某一油腔渗入空气。



(4)油路漏损。

3)故障诊断与排除

左右转向轻重不同多是油液脏污所致,应按规定更换新油后进行检查。

(1)如果油质良好或更换新油后故障没有消除,应对液压系统进行排气并检查系统有无油液泄漏,液压系统中出现泄漏时,应更换泄漏部位的零部件。

(2)如果故障仍不能排除,则可能是由于控制阀定中不良造成的。滑阀式转向控制阀可在动力转向器外部进行排除,通过改变转向控制阀阀体的位置来实现。如果滑阀位置调整后仍不见好转,应拆检滑阀测量其尺寸,若偏差较大,应更换滑阀;转阀式转向控制阀必须通过分解检查来排除故障。

6. 直线行驶方向盘跑偏

1)故障现象

汽车直线行驶时,难以保持正前方向而总向一边跑偏。

2)故障原因

(1)油液脏污、转向控制阀回位弹簧折断或变软,使转向控制阀不能及时回位。

(2)转向控制阀阀芯(滑阀)偏离中间位置,或虽在中间位置但与阀体槽肩的缝隙大小不一致。

(3)流量控制阀卡滞使油泵流量过大或油压管路布置不合理,造成油压系统管路节流损失过大,使动力缸左右腔压力差过大。

3)故障诊断与排除

(1)首先检查油液是否脏污。新车或大修以后的车辆,不认真执行磨合期换油规定会使油液脏污。

(2)对于使用较久的车辆,则可能是流量控制阀或转向控制阀回位弹簧失效所致,此时可在不起动发动机的情况下转动方向盘,凭手感判断控制阀是否开启运动自如,若有怀疑一般应拆卸检查。

(3)最后检查转向油泵流量控制阀是否卡滞和油压管路布置是否合理,发现故障予以修理。

资讯四 动力转向系统主要部件的拆装与检查

下面以速腾轿车的动力转向系统为例介绍动力转向系统主要部件的拆装及检测。

(一)拆卸和安装方向盘

1. 拆卸方向盘

如图 2-37 所示,拆下驾驶员侧安全气囊单元,将螺旋弹簧的插头连接 1 和 2 分开。旋转在中间位置的方向盘(在直线行驶位置的车轮)。将螺栓 3 拧出并将方向盘从转向柱上拉紧。

2. 安装方向盘

将方向盘插入转向柱中,方向盘和转向柱的中间定位标记箭头必须重合。将转向角传感器 G85 的插头触点导入到方向盘底板规定的开口内。将带有插头 1 与转向角传感器 G85



的插头触点 2 连接。在拧紧力矩作用下用螺栓 3 固定方向盘, 用一个定心标记来标记螺栓, 螺栓只可以使用 5 次。

(二) 拆卸和安装转向柱

速腾轿车转向柱装配情况如图 2-38 所示。

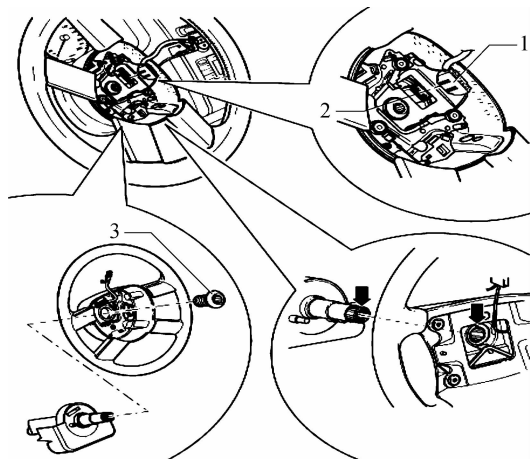


图 2-37 方向盘的拆装

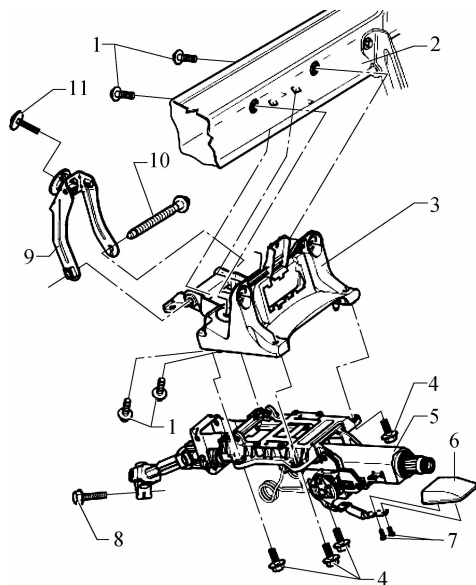


图 2-38 速腾轿车转向柱装配情况

1、4、8、10、11—六角头螺栓；2—转向柱横梁；
3—支承座；5—转向柱；6—支承板；
7—螺栓；9—减频支承

1. 拆卸转向柱

使车轮处于正前打直位置。向下拉转向柱下的拨杆, 将转向柱尽可能向下摆并拉出。将转向柱下面的拨杆重新向上推, 拆下方向盘中的安全气囊。拆下方向盘, 拆卸转向杆饰板, 将驾驶员侧的左挡板拆掉, 拆卸驾驶员左侧的垫板、盖板和挡板; 拆卸转向杆, 拆下转向柱下的放脚空间出风口, 脱开插头连接 1, 如图 2-39(a) 所示。将转向柱的电缆管道 2 拆下, 如图 2-39(b) 所示。将两侧上的凸缘(箭头位置)轻轻抬起, 并将电缆管道从转向柱导向件中拉出。将固定螺母按箭头方向拧下并将脚部空间饰板 3 拆卸下来, 如图 2-39(c) 所示。

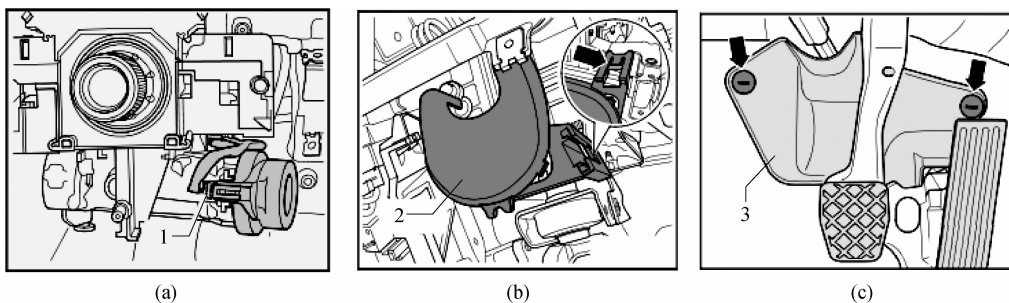


图 2-39 转向柱拆卸示意图(一)

1—插头连接；2—电缆管道；3—脚部空间饰板



拧出螺栓 1,并将十字万向节 2 从转向器上拆下,如图 2-40(a)所示。将搭铁线(箭头位置)和电缆管道 3 从转向柱上拆下,如图 2-40(b)所示。拆下螺栓 4,将转向柱稍微放下并小心向上拉出。

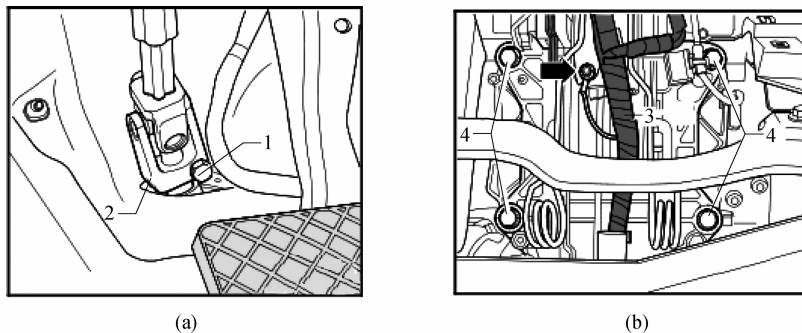


图 2-40 转向柱拆卸示意图(二)

1、4—螺栓; 2—十字万向节; 3—电缆管道

转向柱作为配件只能整套供应,无法进行修理。转向锁止器壳体可改装。

2. 安装转向柱

将转向柱在装配帮助下挂在支承座上。把转向柱对准支承座,然后装上。轴承座销(箭头 A)和转向柱的孔(箭头 B),相互定位并放置其中,如图 2-41 所示。只有这样才能保证转向柱对于轴承座正确的安装位置。安装并拧紧转向柱的螺栓 4,如图 2-40(b)所示。将搭铁线(箭头位置)和电缆 3 安装在转向柱上。

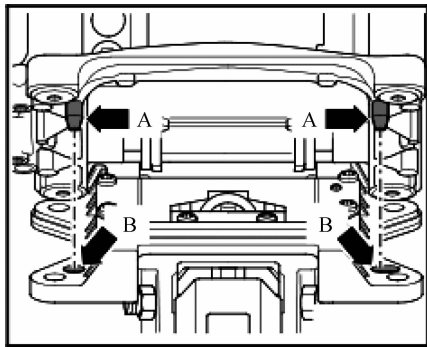


图 2-41 转向柱安装示意图

将图 2-40(a)所示的十字万向节 2 安装在转向器的小齿轮上并将螺栓 1 拧紧。安装图 2-39(c)所示的脚部空间饰板 3 并用螺母固定。安装图 2-40(b)所示的转向柱的电缆管道 3。凸缘必须卡在两侧的导口中。将图 2-39(a)所示的插头 1 插上。安装转向柱下的放脚空间出风口,安装转向杆,安装转向杆饰板,安装驾驶员侧的左挡板,安装方向盘,将安全气囊安装在方向盘中。

完成以下装配工作后必须检查转向角传感器 G85 的基本设置。

- (1) 转向角传感器 G85 被拆卸或更换后。
- (2) 拆卸或更换了转向柱之后。
- (3) 拆卸或更换了带有转向杆的转向柱之后。



(4) 拆卸或更换了转向器之后。

(5) 移动方向盘后。

(三) 拆卸和安装转向器

电动机械式转向器分解图如图 2-42 所示。

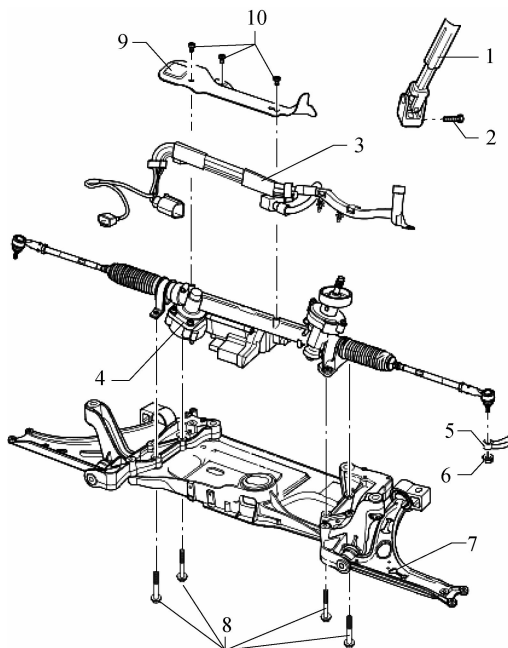


图 2-42 电动机械式转向器分解图

1—十字万向节；2、8—六角螺栓；3—电线；4—转向助力器；5—车轮轴承壳体；
6—六角螺母；7—带托架的副车架；9—隔板；10—星形螺栓

1. 拆下转向器

断开蓄电池接线，拆下图 2-39(c) 所示的脚部空间饰板 3，然后将螺母拆下。拧下图 2-40(a) 所示的螺栓 1，并将图 2-40(a) 所示的万向节 2 从转向器上拆下。拆下前车轮。将螺母从转向横拉杆头上松开，但不要拧下。如图 2-43(a) 所示，将转向横拉杆头用球形万向节拔出器 3287A 从车轮轴承壳体上顶出，并将螺母拧下。拆下下部隔音垫，从稳定杆上拆下连接杆。拧松图 2-43(b) 中箭头所示的螺母。

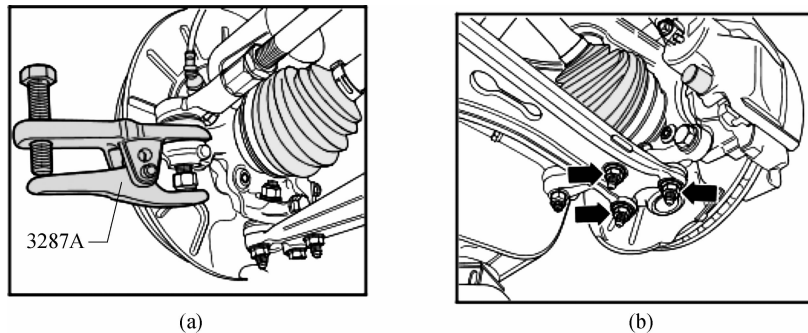


图 2-43 转向器拆卸示意图(一)



拧出如图 2-44(a)所示的螺栓 14,从变速箱上拆下摆动支承。从副车架上拆下排气装置支架。拆卸隔热板上图 2-44(b)中箭头所示的螺栓。将隔热板从副车架上拆下。现在将图 2-44(a)中转向器和稳定杆的螺栓 3、6、11 和 16 拧出,固定副车架和托架。将发动机/变速箱举升装置安装在副车架下。将图 2-44(a)中的螺栓 4 和 5 拧下,并用托架将副车架降低些。同时观察电线。将图 2-44(c)所示的隔热板 A 穿过转向器拆下。拧出图 2-44(a)所示的螺栓 A。将电缆导向件从副车架上拆下[图 2-44(d)所示的箭头方向]。脱开所有在转向器上的其他电缆固定点。从转向器上断开所有电气连接。将发动机和变速箱举升装置安装在副车架下。将转向器从副车架往下降。水平放置转向器,防止控制器受到损伤。

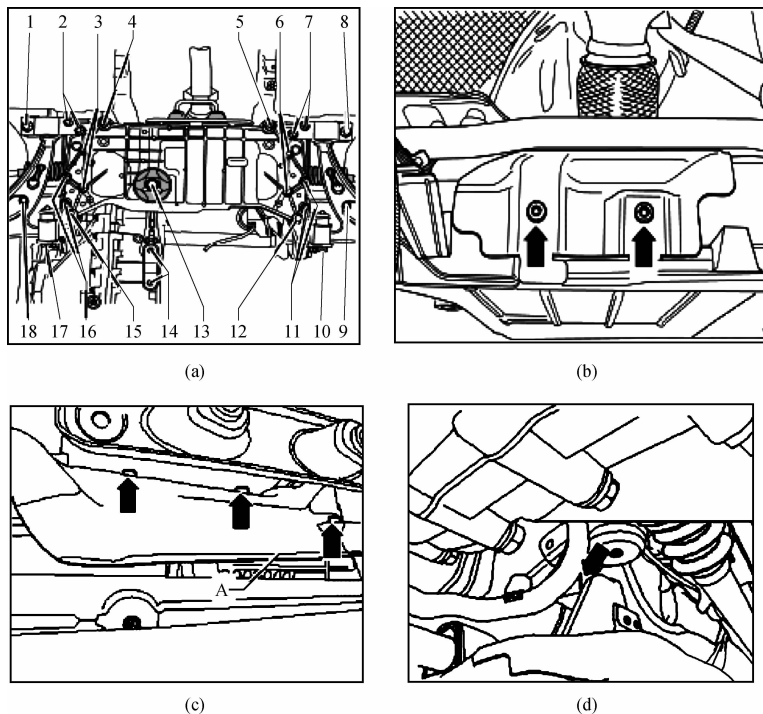


图 2-44 转向器拆卸示意图(二)

2. 检查修理转向器

速腾轿车配用电动机械转向器分解如图 2-45 所示。

- (1)检查横拉杆,如果失灵,同时更换转向横拉杆头。
- (2)检查防尘帽是否损坏,位置是否正确。
- (3)检查螺母的拧紧力矩,必须符合要求,在拧松和拧紧螺母时必须用扳手顶住转向横拉杆头。
- (4)检查橡胶防尘套是否损坏,前束调整后不允许扭转。
- (5)卡箍每次拆卸后更换,用转向器夹钳夹紧。
- (6)检查转向器与汽车内厢之间密封条是否完好,如有损坏,更换新件。
- (7)密封环 11 每次都要更换。
- (8)检查右侧转向横拉杆头防尘帽是否损坏,位置是否正确。
- (9)带螺母的卡箍在螺纹损坏时更换。



(10)密封环 19 每次都要更换。

(11)可以在“引导型故障查询”中用车辆诊断、测量和信息系统检测带有控制单元的伺服电机的工作性能。

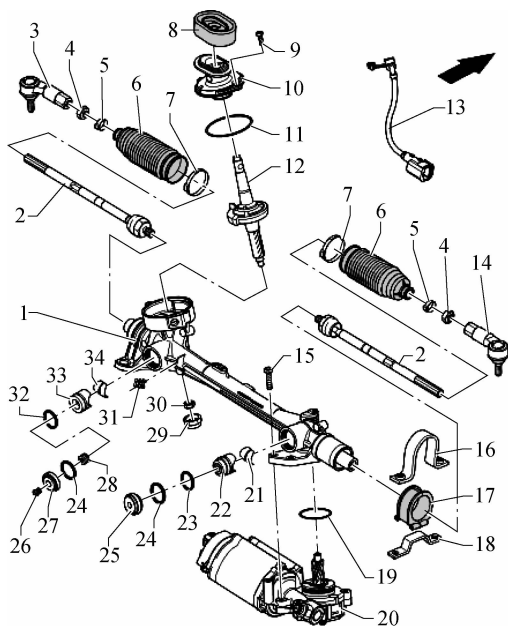


图 2-45 速腾配用电动机械转向器分解图

- 1—转向器壳体；2—转向横拉杆；3—左侧转向横拉杆头；4—螺母；5—弹簧卡箍；6—橡胶防尘套；7—卡箍；
8—密封条；9、15—螺栓；10—盖板；11、19、23、24、32—密封环；12—带有转向力矩传感器的转向小齿轮；
13—传感器导管；14—右侧转向横拉杆头；16—带螺母的卡箍；17—橡胶支座；18—支架；
20—带有控制单元的伺服电机；21、34—支承薄膜；22—液压承压件；
25、27—调整螺钉；26—橡皮塞；28—弹簧；29—螺旋塞；
30—六角螺母；31—固定夹；33—机械承压件

3. 安装转向器

安装倒序进行。转向器的螺纹套必须位于托架的孔内。

安装转向器前在转向器的密封件上涂润滑剂，如润滑皂。转向器安装到十字万向节后要注意，转向器的密封件应无弯折地紧贴装配板，并且脚部空间的开口正确密封。否则会有水进入或有噪声，注意密封面应干净。

在安装螺栓于副车架上之前定位并安装用于转向器和稳定杆的螺栓。将十字万向节安装在转向器上。连接蓄电池接线。用车辆自诊断、测量与信息系统对转向角传感器进行基本设置。安装后，试车时必须检查方向盘的位置。如果方向盘倾斜，或更换了新的转向器，则必须对车辆进行四轮定位。对汽车进行定位检测，如果安装了新的转向器，必须用车辆自诊断、测量与信息系统对转向辅助控制单元 J500 进行基本设置。

(四)拆卸和安装橡胶防尘套

1. 拆卸橡胶防尘套

橡胶防尘套失灵时，湿气和污渍会进入转向器中。在齿条上的范围内必须有可感觉到的润滑膜。若无润滑膜则必须更换转向器。当出现锈蚀、损坏或磨损时必须更换转向器



的齿条。

在直线行驶中旋转方向盘,拆下车轮,清洁橡胶防尘套区域中的转向器外部。其中污渍不得通过失灵的橡胶防尘套进入转向器中。如图 2-46 所示,标记螺母 3 在转向横拉杆上的位置。拧松螺母,其中用转向横拉杆头 2 顶住。将弹簧带卡箍 1 用软管连接夹头从橡胶防尘套上拧松并推到转向横拉杆上。拆下卡箍并将橡胶防尘套从转向器壳体上拆下。将转向横拉杆从转向横拉杆头上拧下。将带有弹簧带卡箍的橡胶防尘套从转向横拉杆上拆下。

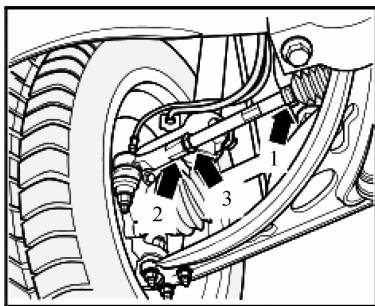


图 2-46 橡胶防尘套拆卸示意图

1—弹簧带卡箍; 2—转向横拉杆头; 3—螺母

2. 安装橡胶防尘套

在安装之前必须用附带在维修套装中的润滑油涂抹齿条 A 处,如图 2-47(a)所示。切勿使用其他润滑油。其中先后将转向系统旋转到两面至止挡位。润滑在齿牙侧的齿条 A 并润滑承压件侧。在直线行驶中旋转方向盘。将新的卡箍和橡胶防尘套 2 安装在转向横拉杆 1 上,如图 2-47(b)所示。将转向横拉杆拧至拆卸时设定的标记。拧紧螺母,用转向横拉杆头顶住,推拉橡胶防尘套至转向横拉杆上。

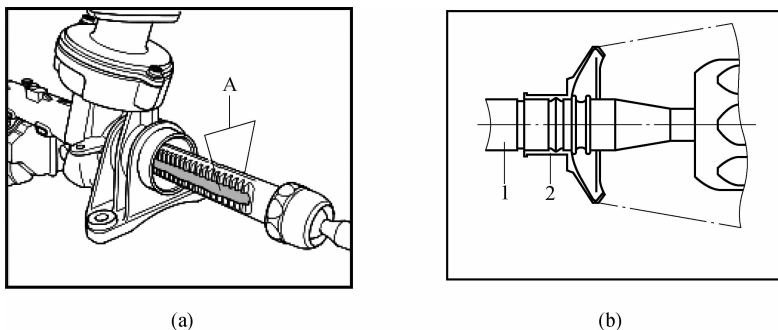


图 2-47 橡胶防尘套安装示意图

1—转向横拉杆; 2—橡胶防尘套

用软管连接夹头将弹簧带卡箍固定在橡胶防尘套上。将橡胶防尘套推到转向器壳体上。将新的卡箍用转向器夹钳夹紧。其余的安装以拆卸倒序进行。在安装之后必须对汽车进行重新定位检测。

(五)拆卸和安装转向横拉杆

1. 拆下转向横拉杆

在直线行驶中旋转方向盘。清洁橡胶防尘套区域中的转向器外部。拧松图 2-46 所示



的螺母 3,其中用转向横拉杆头 2 顶住。拆下前车轮。将螺母从转向横拉杆头上松开,但不要拧下。为了保护螺纹,将螺母留在轴颈上几圈。

将转向横拉杆头用球形万向节拔出器从车轮轴承壳体上顶出,并将螺母拧下。将弹簧带卡箍用软管卡箍钳从橡胶防尘套上拧松并推到转向横拉杆上。拆下卡箍并将橡胶防尘套从转向器壳体上拆下。将转向横拉杆用螺母扳手从夹头上拆下,如图 2-48 所示。

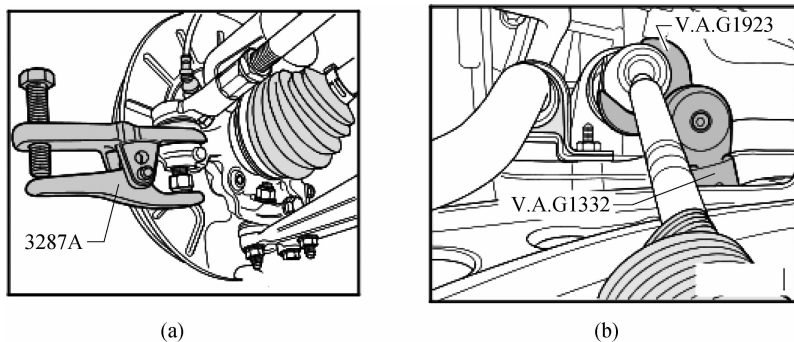


图 2-48 转向横拉杆拆卸示意图

2. 安装转向横拉杆

当出现锈蚀、损坏或磨损时必须整体更换转向器。如果在齿条上无法看到润滑膜,则同样须整体更换转向器。

在直线行驶中旋转方向盘,将新的卡箍和橡胶防尘套安装在转向横拉杆上。如图 2-49(a)所示,旋转转向横拉杆直至达到尺寸 a 。尺寸 $a=371\pm 1$ mm。旋转转向横拉杆至齿条中并用转矩拧紧。将橡胶防尘套推到转向横拉杆上,其中注意正确位置。将橡胶防尘套推到转向器壳体的止挡位。将新的卡箍用转向器夹钳夹紧,如图 2-49(b)所示。其余的安装以倒序进行。

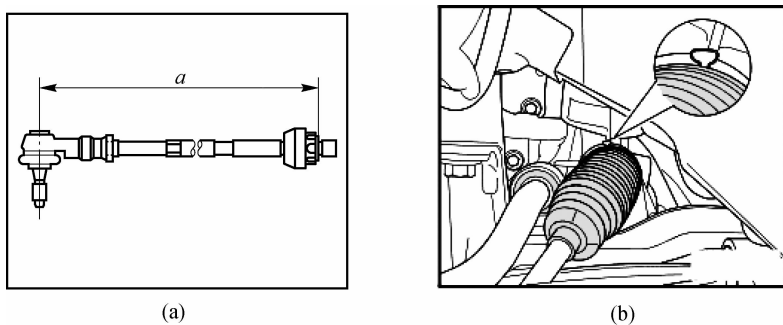


图 2-49 转向横拉杆安装示意图

(六) 拆卸和安装带有控制器的伺服电机

1. 拆卸带有控制器的伺服电机

拆下转向器。清洁在带有控制器的伺服电机范围内的转向器。将转向器用两个 $M10\times 60$ 螺栓拧紧。拆下液压承压件。在安装座内旋转转向器,直至带有调整螺栓的承压件向上。将转向助力控制单元上的传感器导管插头连接件拆下。将按键 A 在如图 2-50(a)所示



箭头方向上并将插头拉出。拧出如图 2-50(b)所示固定螺栓 B,并将带有控制器的伺服电机从转向器壳体上取下。

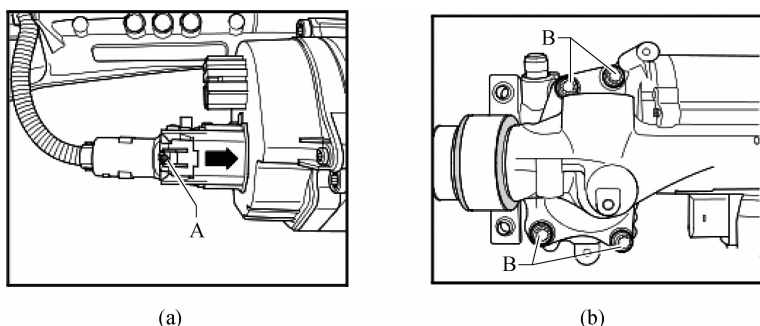


图 2-50 伺服电机拆卸示意图

需要注意的是,在旋转出螺栓时将带有控制器的伺服电机固定好防止滑落。当出现锈蚀、损坏或磨损时必须整体更换转向器。如果在齿条上无法看到润滑膜,则同样须整体更换转向器。有带有 3 个或 4 个钻孔的转向器壳体和带有 3 个或 4 个螺纹的伺服电机,注意相应的螺栓联接。三个螺栓联接是允许的,当在一个转向器壳体中或在一个伺服电机中只可以有 3 个螺栓。

2. 安装带有控制器的伺服电机

将新的密封环拉在带有控制器的伺服电机上。在安装之前必须用附带在维修套装中的润滑油涂抹齿条。将带有控制器的伺服电机安装在转向器壳体中并用十字改锥将新的螺栓 B[见图 2-50(b)]拧紧。将转向助力控制单元上的传感器导管连接件拆下。安装插头时必须可以听到定位的声音。安装新的液压承压件,配件套装包含一个新的液压承压件。

(七) 拆装带有 G269 的转向小齿轮

1. 拆卸带有 G269 的转向小齿轮

拆下转向器。拆下转向小齿轮内侧的承压件,用密封螺栓将转向器向上转。如图 2-51(a)所示,必须安装转向横拉杆。将密封螺栓拧出并清洁螺纹。将连接杆的六角螺母[如图 2-51(b)中箭头所示],从减振支柱上拧下。其中齿条移动到止挡位。用转向小齿轮将转向器向上转。拆下传感器导管。标记转向小齿轮对于转向器壳体的位置。

将用于转动力矩的传感器从转向器壳体中拉出。固定线圈弹簧,如用粘纸防止旋转,如图 2-51(c)所示。

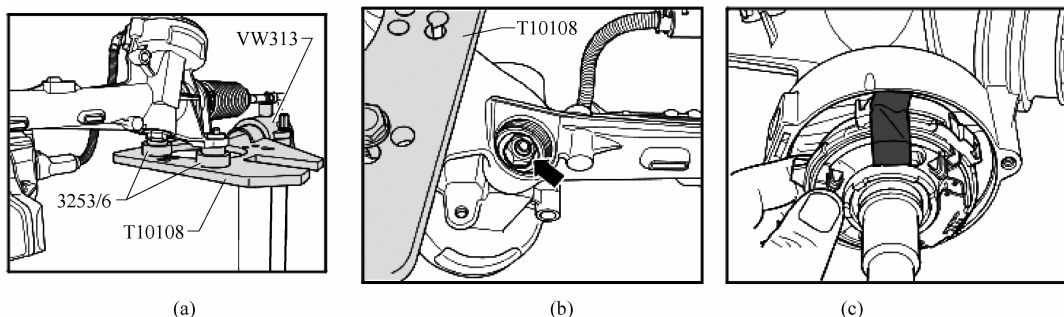


图 2-51 转向小齿轮拆装示意图



2. 安装带有 G269 的转向小齿轮

用专用润滑油涂抹轴承以及转向小齿轮的齿牙,润滑油不得涂抹在传感器或其周围。带有转向力矩传感器的转向小齿轮包含一个防旋转保险装置,这个装置只有在安装了传感器导管后才可被拉紧。

新的转向小齿轮只有在安装时才能从包装中取出,防止与电子零部件接触。

将转向小齿轮安装到转向器壳体中。旋转转向小齿轮直至带有传感器导管[如图 2-52(a)箭头所示]的线圈弹簧被激活。必须在清除了转向器壳体上的标记后才可调整。安装传感器导管。必须更换传感器导管,它必须在配件套装中。将防旋转保险装置从线圈弹簧上拉出。用六角螺母将转向小齿轮拧紧,其中齿条移动到止挡位。用润滑油填充密封螺栓的空腔。将专用润滑油环绕涂抹在密封螺栓的螺纹上并安装密封螺栓。

在直线行驶中旋转带有测量工具转向系统。为此,尺寸 a [见图 2-52(b)]必须为 28 mm。更换和调整转向小齿轮侧的承压件拧紧力矩,安装转向器。对汽车进行定位检测。对转向角传感器 G85 通过汽车诊断系统、测量和信息系统 V. A. S 5051B、“引导型故障查询”进行基本设置。

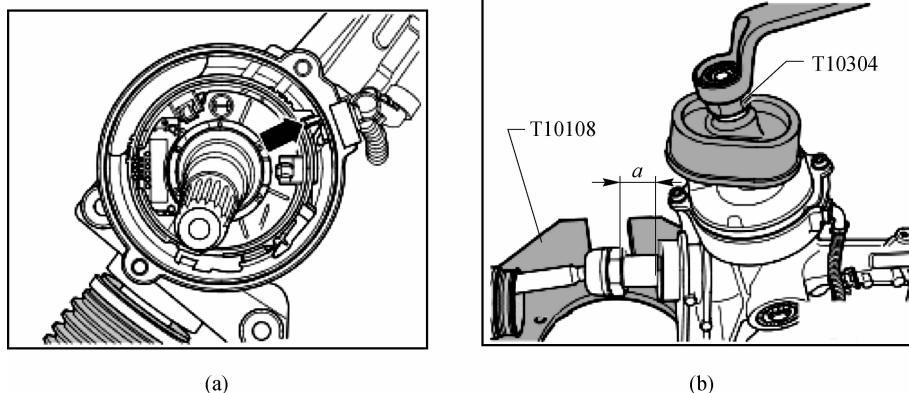


图 2-52 转向小齿轮安装示意图

三、决策与计划

结合以上内容,分析王先生车辆故障的可能原因,组织学生分组,每个小组各自查资料,讨论,制订维修计划,完成以下维修计划书。



维修计划书

任务名称		专业	汽车检测与 维修技术	班 级	
学生姓名		学生学号		任务成绩	
车辆型号		发动机型号			
项目	具体内容				
前期准备	工具	设备		辅助材料	
安全检查					
故障诊断	1. 现象描述 2. 部件检测 3. 分析原因				
故障排除计划	步骤	检修项目	操作要领	操作要求及标准	
	1				
	2				
	3				
	4				

四、实施步骤

小组分工合作,按照所制订的维修计划对车辆进行检查及故障排除。

五、检测与评估

综合整个学习过程,对学生的表现进行成绩评定。可采用同学互评、老师评价相结合的方式。

项目实施考核表

监考员签字: _____

时间 _____

专业		姓名	班 级	学号	
序号	评分项目	配分	评判标准	评分记录	扣分 得分
1	工具及设备的准备	10	未检查工具设备扣 5 分		
			工具准备错误扣 3 分		
			工具摆放不整齐扣 2 分		



续表

专业	姓名	班 级	学号	得分		
序号	评分项目	配分	评判标准	评分记录	扣分	得分
2	动力转向器的拆装	45	没有先放出转向器油扣 5 分			
			拆装顺序错误扣 10 分			
			拆装动作不规范扣 5 分			
			零件掉地一次扣 3 分			
			工具使用错误扣 2 分			
			没有按规定扭紧螺栓扣 5 分			
			零件摆放不整齐扣 5 分			
			装好后没能排出空气扣 5 分			
			没有按规定加入足量的转向器油扣 5 分			
3	动力转向器的检查	30	漏检一项扣 5 分			
			测量数据误差大扣 5 分			
			使用量具不正确扣 5 分			
			检测动作不规范扣 5 分			
			不会判断是否正常扣 10 分			
4	操作现场整洁	5	实训车辆或实训台未恢复原状扣 2 分			
			工具没整理扣 2 分			
			操作现场没整理扣 1 分			
5	安全生产	10	因违规操作造成触电、火灾、人身和设备事故,本项目全程否定			
完成时间		分 秒				
总分						

注意: 没有按照安全生产流程操作, 出现人身伤害或设备严重事故, 本项目考核为 0 分。

情境小结

本情境主要介绍了汽车动力转向系统的结构、种类、特点, 动力转向系统的原理及检查, 动力转向系统常见故障的诊断和排除。目前, 汽车基本上都采用了动力转向系统, 特别是对于轿车而言, 采用电控、电动动力转向系统是今后的发展方向。

思考与练习

一、判断题

- () 1. 装用电控动力转向系统的汽车, 高速行驶时转向助力较小。
- () 2. 装用电控动力转向系统的汽车, 在低速行驶时, 转向操纵力较小。



- ()3. 分流阀的作用是将来自转向油泵的液流分送到转阀、油压反力室和电磁阀。
- ()4. 装用电控动力转向系统的汽车,高速行驶时可使转向轻便。
- ()5. 电磁离合器的功用是保证电动助力只有在预定的车速范围内起作用。

二、选择题

- 装用电控动力转向系统的汽车,在低速行驶时转向()。
 - 轻便
 - 沉重
 - 取决于转向器的形式
 - 以上都不对
- ()动力转向系统,有助于四轮转向的实现,并能促进悬架系统的发展。
 - 电控液压式
 - 电控电动式
 - 液压反力式电控
 - 流量控制式电控
- 装用电控动力转向系统的汽车,车速提高时,为了增大汽车转向的操纵力,ECU()注入比例阀的电流。
 - 增大
 - 减小
 - 保持恒流
 - 视需而调整
- 电动动力转向系统的缩写是()。
 - EPS
 - ESP
 - EDS
 - ABS
- 装用电控动力转向系统的汽车,车速高于 80 km/h 越多,动力转向系统的电动机()。
 - 转得越快
 - 转得越慢
 - 不工作
 - 转速恒定

三、简答题

- 说明动力转向系统的组成和功用。
- 电控液压和电动式动力转向系统有何不同?
- 电控液压式动力转向系统有哪几种类型?各有何特点?
- 对电子控制动力转向系统有何要求?
- 试述液压式动力转向系统的组成与工作原理。
- 试述 EPS 的组成与工作原理。
- 分析转向沉重的原因,列出故障诊断和排除操作方案。