

2

项目二



汽车机械转向系统检修

【项目说明】

此项目主要是针对机械式转向系统而言。交给学员一个维修任务，要求学员检查并排除车辆出现的转向不灵敏的故障。通过该项目的实施，使学员学会汽车转向系统的功用、类型、组成以及汽车机械转向系统的工作原理等基本知识，掌握汽车机械转向系统的基本检查和维护、常见机械转向器的拆解和检修的技能，具备汽车机械转向系统故障排除能力。

第一部分 相关知识

汽车在行驶中，经常需要改变行驶方向。并且当汽车直线行驶时，往往转向轮也会受到路面侧向干扰力的作用，自动偏转而改变行驶方向，此时，驾驶员需利用一套机构使转向轮向相反方向偏转，从而使汽车恢复原来的行驶方向。这一套用来改变或恢复汽车行驶方向的专设机构即称为汽车转向系统。

转向系统的功用：保证汽车按照驾驶员的需要改变行驶方向，而且还可以克服路面侧向干扰力使车轮自行产生的转向，恢复汽车原来的行驶方向。

转向系统可按转向能源的不同分为机械转向系统和动力转向系统两大类。

机械转向系统以驾驶员的体力（手力）作为转向能源，又称为人力转向系统，其中所有传力件都是机械的，结构如图 2-1 所示。

动力转向系统是兼用驾驶员体力和发动机动力为转向能源的转向系统。在正常情况下，汽车转向所需能量，只有一小部分由驾驶员提供，而大部分是由发动机通过转向加力装置提供的。但在转向加力装置失效时，一般还应当能由驾驶员独力承担汽车转向任务。因此，动力转向系统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，如图 2-2 所示。

本项目中涉及故障车辆的机械转向系统，因此，这里主要针对汽车机械转向系统的结构与原理进行介绍。

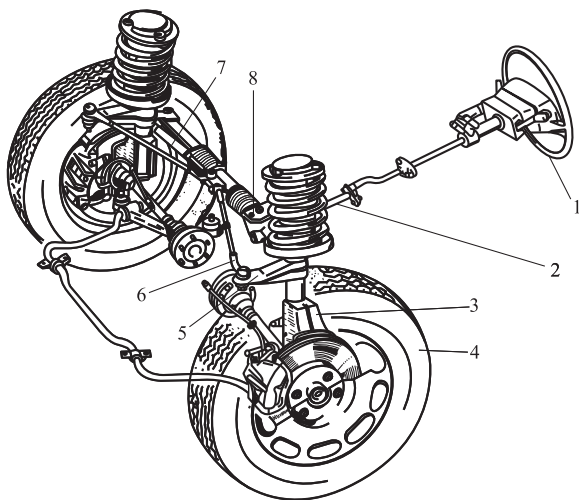


图 2-1 轿车机械转向系统示意图

- 1—转向盘；2—安全转向柱；3—转向节；4—车轮；
5—转向节臂；6—左、右横拉杆；
7—转向减振器；8—转向器

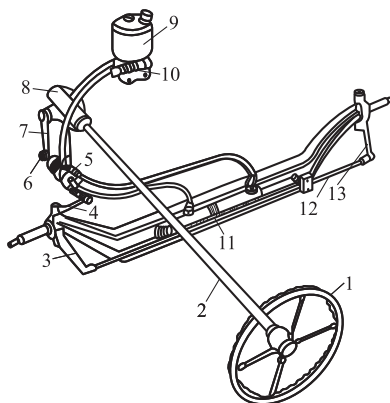


图 2-2 动力转向系统示意图

- 1—转向盘；2—转向轴；3, 13—梯形臂；4—转向节臂；
5—转向控制阀；6—转向直拉杆；7—转向器摇臂；
8—机械转向器；9—储液罐；10—转向油泵；
11—转向动力缸；12—转向横拉杆

2.1 转向系统概述

2.1.1 转向系统的基本组成

汽车转向系统包括转向操纵机构、转向器和转向传动机构三个基本组成部分。转向操纵机构是驾驶员操纵转向器的工作机构，主要由转向盘、转向轴、转向管柱等组成。转向器是将转向盘的转动变为转向摇臂的摆动或齿条轴的直线往复运动，并对转向操纵力进行放大的机构。转向器一般固定在汽车车架或车身上，转向操纵力通过转向器后一般会改变传动方向。转向传动机构是将转向器输出的力和运动传给车轮（转向节），并使左右车轮按照一定关系进行偏转的机构。图 2-3 为机械转向系统示意图。

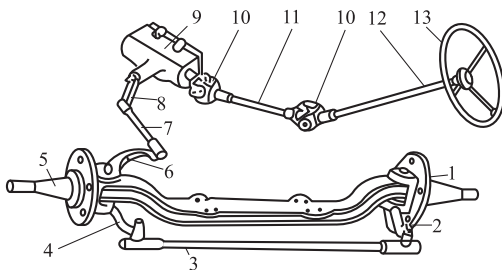


图 2-3 机械转向系统示意图

- 1—右转向节；2, 4—梯形臂；3—转向横拉杆；5—左转向节；
6—转向节臂；7—转向直拉杆；8—转向器摇臂；
9—转向器；10—万向节；11—转向传动轴；
12—转向轴；13—转向盘

2.1.2 机械转向系统的工作原理

如图 2-3 所示, 汽车转向时, 驾驶员转动转向盘 13, 通过转向轴 12、万向节 10 和转向传动轴 11, 将转向力矩输入转向器 9, 转向器 9 中有 1、2 级传动副, 经过转向器减速后的运动和增大后的力矩传递给转向器摇臂 8, 再通过转向直拉杆 7 传给固定于左转向节 5 上的转向节臂 6, 使左转向节及装于其上的左转向轮绕主销偏转。同时, 左梯形臂 4 经过转向横拉杆 3 和右梯形臂 2 使右转向节 1 及右转向轮绕主销同向偏转相应的角度。这其中, 从转向盘 13 到转向传动轴 11 这一系列部件和零件属于转向操纵机构。转向摇臂 8、转向直拉杆 7、转向节臂 6、梯形臂 4、2 和转向横拉杆 3 共同组成转向传动机构。梯形臂 4、2 以及转向横拉杆 3 和前轴构成转向梯形, 其作用是在汽车转向时, 使内、外转向轮按一定的规律进行偏转, 实现汽车的转向。

世界上, 包括我国在内的大多数国家都规定车辆靠右侧通行, 相应地将转向盘置于驾驶室左侧, 使驾驶员左方视野广阔, 有利于安全会车。

2.1.3 转向中心和转弯半径

汽车在转弯时, 要求各车轮相对于地面做纯滚动, 否则如果有滑动的成分, 车轮边滚边滑, 会导致转向行驶阻力增大, 动力损耗和油耗的增加, 更会直接导致轮胎磨损加剧。

汽车转向时, 内侧车轮和外侧车轮滚过的距离是不等的。对于一般汽车而言, 后桥左右两侧的驱动轮由于差速器的作用, 能够以不同的转速滚过不同的距离。但前桥左右两侧的转向轮要滚过不同的距离, 保证车轮做纯滚动就要求所有车轮的轴线都相交于一点才能实现。

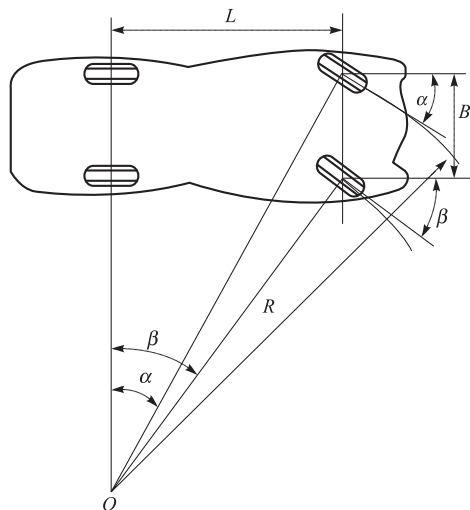


图 2-4 双轴汽车转向示意图

如图 2-4 所示。此交点 O 称为汽车的转向中心, 这个转向中心随前轮转角的变化而变化, 因此也称为瞬时转向中心。由图可看出, 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 的关系是:

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

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。

这一关系是由转向梯形保证的。所有汽车转向梯形的设计实际上都只能保证在一定的车轮偏转角范围内, 使两侧车轮偏转角大体上接近这个关系式。

从转向中心 O 到外侧转向轮与地面接触点的距离 R 称为汽车转弯半径。转弯半径 R 越小, 则汽车转向所需要的平面空间就越小, 汽车的灵活性也就越好。当外侧转向轮偏转角达到最大值 $\alpha_{\max}$ 时, 转弯半径 R 最小, 这个最小值 $R_{\min}$ 就是一辆汽车的最小转弯半径。

汽车内侧转向轮的最大偏转角一般为 $35^\circ \sim 42^\circ$ 。载货车的最小转弯半径一般为 7 ~ 13 m。

三轴或四轴汽车转向时, 与上述情况类似。

对于只用前桥转向的三轴汽车，由于中桥和后桥车轮的轴线总是平行的，故不存在理想的转向中心。它是用一根与中、后轮轴线等距的假想平行线 CD 与前轮轴线交于 O 点，如图 2-5 (a) 所示，转向时所有车轮均绕 O 点滚动。在这种情况下，只有前轮做纯滚动，而中、后桥车轮在滚动的同时还伴有轻微的滑动。

对于用第一、第三桥转向的三轴汽车 [图 2-5 (b)]，以中桥车轮轴线为基线，可分别求出第一、第三桥的转向梯形理论特性关系式（与双轴汽车相同）。若 $L_1 = L_2 = L/2$ ，则汽车的转弯半径仅为同轴距的双轴汽车的转弯半径的一半。

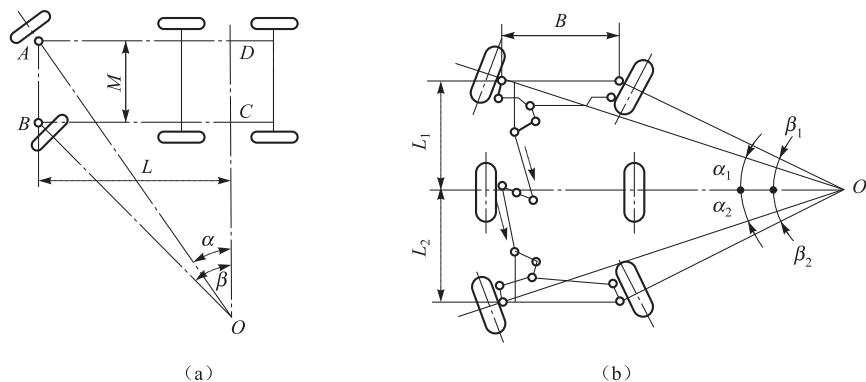


图 2-5 三轴汽车转向示意图

图 2-6 所示为双前桥转向的四轴汽车转向示意图。以第三、四两桥轴线之间的中间平行线为基线，可求出第一桥和第二桥的转向梯形理论特性关系式分别为

$$\cot \alpha_1 = \cot \beta_1 + B_1/L_1$$

$$\cot \alpha_2 = \cot \beta_2 + B_2/L_2$$

显然，以上两个关系式也适用于图 2-5 (b) 所示汽车。

2.1.4 转向盘自由行程

汽车转向系统各连接零件之间和传动副之间，都存在装配间隙。当汽车直线行驶时，转动转向盘首先需要消除这些间隙并克服机件的弹性变形才能使车轮开始偏转，这时转向盘转过的角度称为转向盘自由行程。转向盘自由行程对于缓和路面冲击及避免驾驶员过度紧张是有利的。一般规定转向轮处于直线行驶，转向盘向左、向右的自由行程不超过 15° 。当零件磨损、转向盘自由行程大于规定值时，必须进行调整或换件。转向盘自由行程的大小主要是通过调整转向器传动副的啮合间隙和轴承间隙来实现的。因此，转向器一般都设有传动副啮合间隙和轴承间隙调整装置。

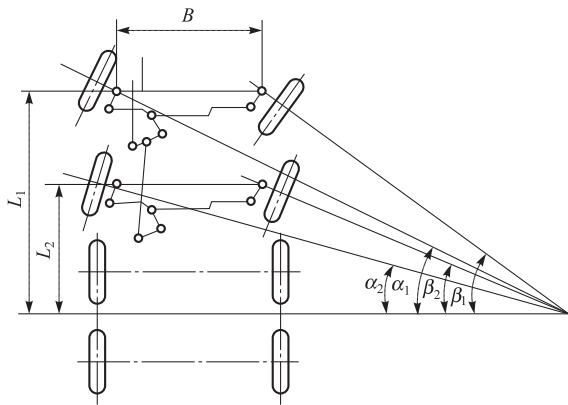


图 2-6 双前桥转向的四轴汽车转向示意图

2.2 机械转向系统主要部件

2.2.1 机械转向器

2.2.1.1 转向器的功用、分类及传动效率

1. 转向器的功用

转向器是转向系统中减速增扭的传动装置，其功用是增大由转向盘传到转向节的力，并改变力的传递方向。

2. 转向器的分类

现代汽车的转向器已逐渐成熟，按转向器中的传动副的结构形式分，可以分为齿轮齿条式、循环球式、蜗杆曲柄指销式、蜗杆滚轮式等几种。目前应用较广泛的有齿轮齿条式、循环球式。

3. 转向器的传动效率

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，所求得的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传动效率。

作用力很容易地由转向盘经转向器传到转向摇臂，而转向摇臂所受的路面冲击也比较容易地经转向器传到转向盘，这种转向器称为可逆式转向器。其正、逆传动效率都很高。可逆式转向器有利于汽车转向后转向轮自动回正，转向盘“路感”很强，但也容易将坏路对车轮的冲击力传到转向盘，出现“打手”现象，所以主要应用于经常在良好路面行驶的车辆。

当作用力可以由转向盘很容易地经转向器传到转向摇臂，而转向摇臂受到的路面冲击只有在很大时，才能经转向器传到转向盘，即正传动效率远大于逆传动效率的转向器称为极限可逆式转向器。采用这种转向器时，驾驶员能有一定的“路感”，转向轮自动回正也可实现，而且路面冲击力只有在很大时，方能部分地传到转向盘，主要应用于中型以上的越野汽车、工矿用自卸汽车等。

逆传动效率很低的转向器是不可逆式转向器，这种转向器使驾驶员不能得到路面的反馈信息，没有“路感”，而且转向轮也不能自动回正，所以很少采用。

2.2.1.2 齿轮齿条式转向器

齿轮齿条式转向器分中间输出式〔图2-7（a）〕和两端输出式〔图2-7（b）〕两种。其结构原理如图2-7所示。

图2-7（a）所示为齿轮齿条式转向器，它主要由转向器壳体8、转向齿轮9、转向齿条5等组成。转向器通过转向器壳体8的两端用螺栓固定在车身（车架）上。齿轮轴6通过球轴承7、滚柱轴承10垂直安装在壳体中，其上端通过花键与转向轴上的万向节（图中未画出）相连，其下部分是与轴制成一体的转向齿轮9。转向齿轮9是转向器的主动件，它与相啮合的从动件转向齿条5水平布置，齿条背面装有压簧垫块4。在压簧3的作用下，压簧

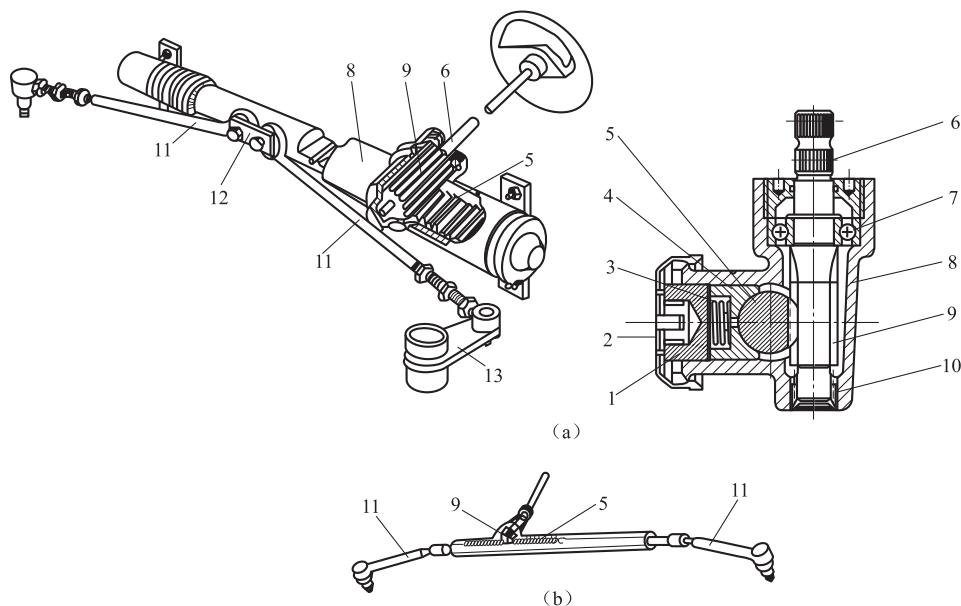


图 2-7 齿轮齿条式转向器

1—调整螺塞；2—罩盖；3—压簧；4—压簧垫块；5—转向齿条；6—齿轮轴；7—球轴承；8—转向器壳体；
9—转向齿轮；10—滚柱轴承；11—转向横拉杆；12—拉杆支架；13—转向节

垫块 4 将齿条 5 压靠在齿轮 9 上，保证二者无间隙啮合。调整螺塞 1 可用来调整压簧的预紧力。压簧 3 不仅起消除啮合间隙的作用，而且还是一个弹性支承，可以吸收部分振动能量，缓和冲击。转向齿条 5 的中部〔有的是齿条两端，如图 2-7 (b) 所示〕通过拉杆支架 12 与左、右转向横拉杆 11 连接。转动转向盘时，转向齿轮 9 转动，与之相啮合的转向齿条 5 沿轴向移动，从而使左、右转向横拉杆带动转向节 13 转动，使转向轮偏转，实现汽车转向。

齿轮齿条式转向器结构简单；可靠性好，质量轻；传动效率高，由于齿轮齿条直接啮合，转向灵敏、操纵轻便；由于不需要转向摇臂和转向直拉杆，还使转向传动机构得以简化；齿轮齿条无间隙啮合且无需调整，也便于独立悬架的布置。所以在各类型汽车上的应用越来越多。

2.2.1.3 循环球式转向器

循环球式转向器是目前国内外应用最广泛的结构形式之一。与其他形式的转向器相比，循环球式转向器在结构上的主要特点是有两级传动副，第一级是螺杆螺母传动副，第二级是齿条齿扇传动副。

解放 CA1092 型汽车的循环球—齿条齿扇式转向器如图 2-8 所示。它的第一级传动副是转向螺杆 12—转向螺母 3；转向螺母 3 的下平面加工成齿条，与齿扇轴 21 内的齿扇相啮合，构成齿条—齿扇第二级传动副。显然，转向螺母 3 既是第一级传动副的从动件，也是第二级传动副的主动件。通过转向盘转动转向螺杆 12 时，转向螺母 3 不能随之转动，而只能沿杆 12 移动，并驱使齿扇轴（即摇臂轴）21 转动。

转向螺杆 12 支承在两个推力球轴承 10 上，轴承的预紧度可用调整垫片 14 调整。转



- 1—螺母；2—弹簧垫圈；3—转向螺母；4—转向器壳体密封垫圈；5—转向器壳体底盖；6—转向器壳体；
7—导管夹；8—加油（通气）螺塞；9—钢球导管；10—球轴承；11，23—油封；12—转向螺杆；
13—钢球；14—调整垫片；15—螺栓；16—调整垫圈；17—侧盖；18—调整螺钉；
19—锁紧螺母；20、22—滚针轴承；21—齿扇轴（摇臂轴）

向螺母 3 的内径大于转向螺杆 12 的外径，故能松套在螺杆上。为了减少它们之间的摩擦，二者的螺纹并不直接接触，其间装有许多钢球 13，以实现滚动摩擦。转向螺杆和螺母都加工成断面轮廓近似半圆的螺旋槽，二者的螺旋槽能配合形成近似圆形断面的螺旋管状通道。转向螺母侧面有两对通孔，可将钢球从此孔塞入螺旋形通道内。转向螺母外有两根钢球导管 9，每根导管的两端分别插入转向螺母侧面的一对通孔中，导管内也装满了钢球。这样，两根导管和转向螺母内的螺旋管状通道组合成两条各自独立的封闭的钢球“流道”。

当转动转向螺杆 12 时, 通过钢球 13 将力传给转向螺母 3, 使转向螺母 3 沿转向螺杆 12 轴向移动。同时, 在转向螺杆及转向螺母与钢球间的摩擦力作用下, 所有钢球便在螺旋管状通道内滚动, 形成“球流”。钢球在管状通道内绕行 1.5 周后, 流出转向螺母而进入导管的一端, 再由导管另一端流回螺旋管状通道。故在转向器工作时, 两列钢球只是在各自的封闭流道内循环, 而不致脱出。随着转向螺母 3 沿转向螺杆 12 做轴向移动, 其齿条便带动齿扇绕着转向摇臂轴 21 做圆弧运动, 从而使转向摇臂轴 21 连同摇臂产生摆动, 通过转向传动机构使转向轮偏转, 实现汽车转向。

转向螺母 3 下平面上加工出的齿条是倾斜的, 与之相啮合的是变齿厚齿扇。只要使齿扇轴 21 相对于齿条做轴向移动, 便可调整二者的啮合间隙。调整螺钉 18 旋装在侧盖 17 上。齿扇轴 21 靠近齿扇的端部切有 T 形槽, 调整螺钉 18 的圆柱形端头嵌入此切槽中, 端头与 T

形槽的间隙用调整垫圈 16 来调整。旋入调整螺钉 18, 则齿条与齿扇的啮合间隙减小; 旋出调整螺钉 18 则啮合间隙增大。调整好后用锁紧螺母 19 锁紧。转向器的第一级传动副(转向螺杆—转向螺母)因结构所限, 不能进行啮合间隙的调整, 零件磨损严重时, 只能更换零件。

上述循环球—齿条齿扇式转向器的传动比是固定不变的, 即转向盘在任何位置转动时它的传动比都是相同的。这种转向器的结构特点是它的齿条的齿顶面是一个平面, 它的齿扇上的每个齿的节圆是相等的。有的汽车上使用的循环球—齿条齿扇式转向器的传动比是可变的, 它的齿条的齿顶(节圆)面是一个鼓形弧面, 如图 2-9 所示。

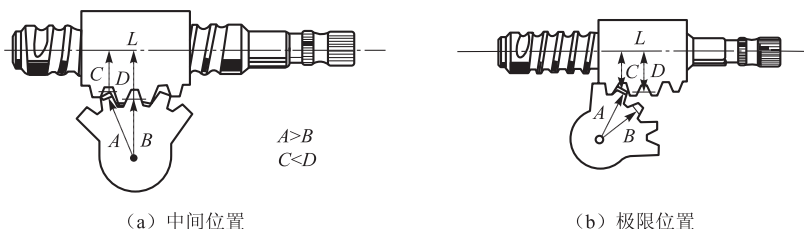


图 2-9 变传动比循环球—齿条齿扇式转向器示意图

从图中可以看出, 齿扇上的每一个齿的节圆半径是不等的, 中央节圆半径小、两端齿节圆半径大。当转向盘或转向摇臂处于中间位置时(相当于汽车直行状态), 转向器的传动比小, 转向盘稍有转动, 转向车轮就有明显反应, 因此转向非常灵敏, 这一点对经常良好路面上高速行驶的汽车非常重要。当汽车要急转弯时(例如汽车要入库停车), 随着车速的降低和转向盘转角的加大, 转向器的传动比也加大, 这样可以减轻转动转向盘的操纵力, 使转向轻便。显然这种转向器很适合经常在城市和高速公路上行驶的轿车和小客车使用。

循环球式转向器的正传动效率很高(最高可达 90% ~ 95%), 故操纵轻便, 转向结束后自动回正能力强, 使用寿命长。但其逆传动效率也很高, 容易将路面的冲击力传给转向盘, 产生“打手”现象, 不过, 随着道路条件的不断改善, 对于较轻型的、前轴载重量不大而又经常良好路面上行驶的汽车而言, 这一缺点影响不大。因此, 循环球式转向器广泛应用于各类各级汽车。

2.2.2 转向操纵机构

2.2.2.1 转向操纵机构的功用和组成

1. 转向操纵机构的功用

转向操纵机构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; 同时为了驾驶员的舒适驾驶, 还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损伤, 还要求转向操纵机构具有一定的安全保护装置。

2. 转向操纵机构的组成

如图 2-10 所示, 转向操纵机构一般由转向盘总成 1、上转向轴 11、转向柱管 9、转向传动轴 27、转向万向节叉 20、转向万向节滑动叉 28 等组成。

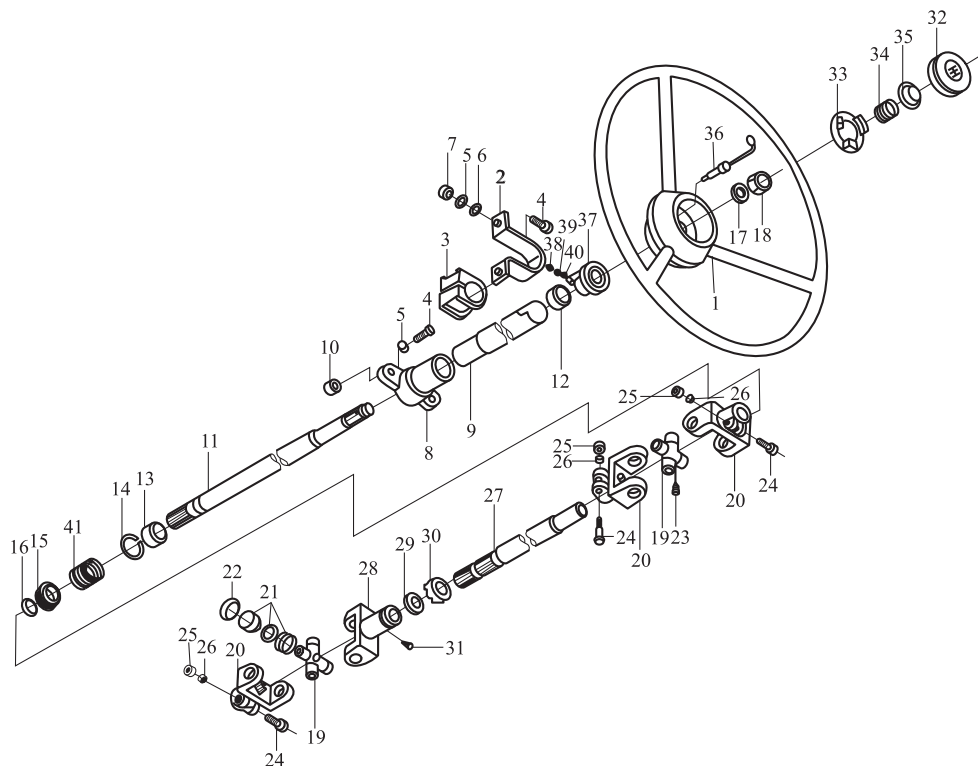


图 2-10 解放 CA1091 型汽车转向操纵机构

- 1—转向盘总成; 2—盖板; 3—橡胶套; 4, 24—螺栓; 5, 26, 40—弹簧垫圈; 6, 39—垫圈;
7, 18, 25—螺母; 8—下固定支架; 9—转向柱管; 10—楔形螺母; 11—上转向轴; 12—衬套;
13—球轴承; 14, 22—孔用弹性挡圈; 15—轴承挡圈; 16—轴用钢丝挡圈; 17—平垫圈;
19—十字轴; 20—转向万向节叉; 21—滚针轴承总成; 23, 31—滑脂嘴总成;
27—转向传动轴; 28—转向万向节滑动叉; 29—油封; 30—防尘套;
32—喇叭按钮盖; 33—搭铁接触板总成; 34—接触弹簧;
35—接触罩; 36—电刷总成; 37—集电环总成;
38—螺钉; 41—弹簧

转向盘总成 1 由塑料制成, 内有钢制骨架, 通过花键将转向盘毂与上转向轴 11 相连, 用螺母 18 固定。上转向轴上端支承在衬套 12 内, 下端支承在球轴承 13 中, 由孔用弹性挡圈 14 和轴用钢丝挡圈 16 进行轴向定位。转向柱管 9 下端压配在下固定支架 8 中, 并通过两个螺栓将下固定支架紧固在驾驶室地板上, 上端通过橡胶套 3、盖板 2, 由两个螺栓固定在驾驶室仪表板上。弹簧 41 可消除转向管柱与上转向轴间的轴向间隙。

下端的转向万向节叉 20 通过花键与转向器的转向螺杆相连接, 转向万向节滑动叉 28 通过内花键与转向传动轴 27 的外花键相连, 转向传动轴可轴向移动, 以适应驾驶室与车架的相对位移。滑动叉一端焊有塞片, 另一端装油封 29 和防尘套 30 防止灰砂和泥水进入, 并由滑脂嘴总成 31 对滑动叉与转向传动轴的花键进行润滑。

十字轴 19 有两个, 上装滑脂嘴 23, 润滑 4 个滚针轴承总成 21, 由孔用弹性挡圈 22 固定在万向节叉上。万向节叉的结构与滑动叉基本相同, 只是多一锁紧螺栓与上端的万向节叉和上转向轴相连。

2.2.2.2 安全式转向柱

为了保证驾驶员的安全, 同时也为了更加舒适、可靠地操纵转向系统, 现代汽车(特别是乘用车)通常在转向操纵机构上增设相应的安全、调节装置。这些装置主要反映在转向轴和转向柱管的结构上。为了叙述方便, 将转向轴和转向柱管统称为转向柱。

安全式转向柱有可分离式安全转向操纵机构和缓冲吸能式转向操纵机构。

1. 可分离式安全转向操纵机构

有很多轿车的转向操纵机构都采用了可分离式安全转向操纵机构, 如图 2-11 就是上海桑塔纳轿车可分离式安全转向操纵机构示意图。

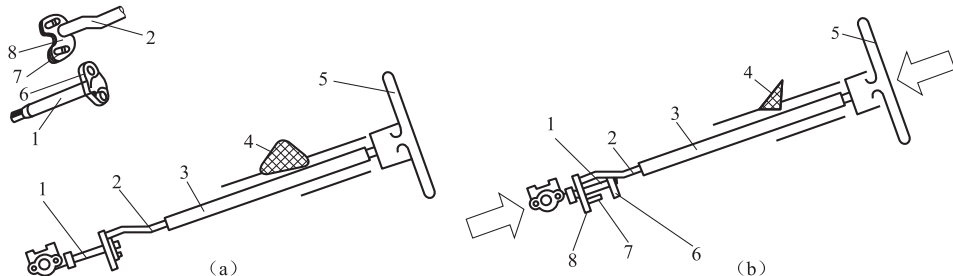


图 2-11 上海桑塔纳乘用车可分离式安全转向操纵机构

1—下转向轴; 2—上转向轴; 3—转向柱管; 4—可折叠安全元件; 5—转向盘;
6—凸缘; 7—驱动销; 8—半月形凸缘盘

图 2-11 (a) 所示为转向操纵机构的正常工作位置。此类转向操纵机构的转向轴分为上下两段, 用安全联轴节连接, 上转向轴 2 下部弯曲并在端面上焊接有半月形凸缘盘 8, 盘上装有两个驱动销 7, 与下转向轴 1 上端凸缘 6 压装尼龙衬套和橡胶圈的孔相配合, 形成安全联轴节。一旦发生撞车事故, 驾驶员因惯性而以胸部扑向转向盘 5 时, 迫使转向柱管 3 压缩位于转向柱上方的可折叠安全元件 4 而向下移动, 使两个驱动销 7 迅速从下转向轴凸缘 6 的孔中退出, 从而形成缓冲以减少对驾驶员的伤害。如图 2-11 (b) 所示为转向盘受撞击时, 安全元件被折叠、压缩, 同时与安全联轴节脱开使转向柱产生轴向移动的情形。

一汽红旗、奥迪乘用车的转向操纵机构与此类似, 如图 2-12 所示, 只是无可折叠的安全元件。

2. 缓冲吸能式转向操纵机构

缓冲吸能式转向操纵机构从结构上能使转向轴和转向柱管在受到冲击后, 轴向收缩并吸收冲击能量, 从而有效地缓和转向盘对驾驶员的冲击, 减轻其所受伤害的程度。汽车撞车时, 首先车身被撞坏(第一次碰撞), 转向操纵机构被后推, 从而挤压驾驶员, 使其受到伤害; 接着, 随着汽车速度的降低, 驾驶员在惯性力的作用下前冲, 再次与转向操纵机构接触(第二次碰撞)而受到伤害。缓冲吸能式转向操纵机构对这两次冲击都具有吸收能量、减轻驾驶员受伤害程度的作用。

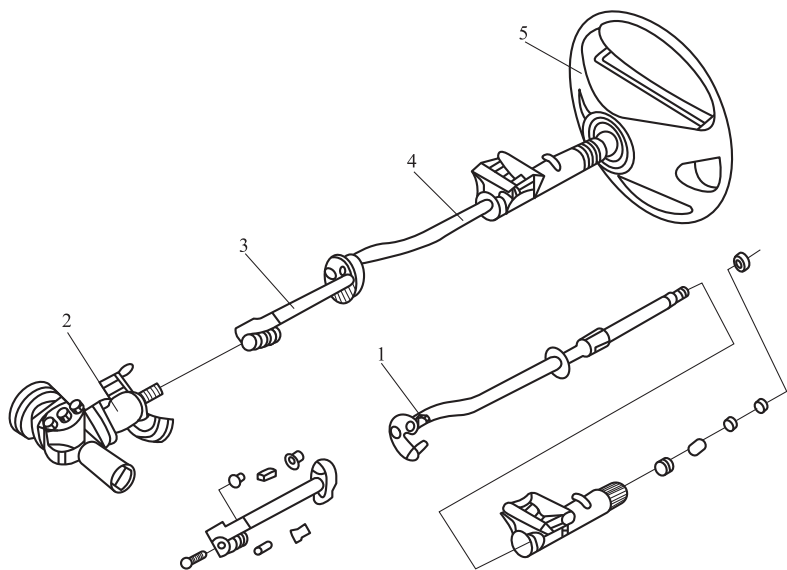


图 2-12 一汽红旗、奥迪乘用车转向操纵机构

1—驱动销；2—转向器；3—下转向轴；4—上转向轴；5—转向盘

1) 网状管柱变形式

这种转向操纵机构的转向轴分为上下两段，如图 2-13 (a) 所示。上转向轴 2 套装在下转向轴 3 的内孔中，两者通过塑料销 1 结合在一起（也有采用细花键结合的），并传递转向力矩。塑料销的传力能力受到严格限制，它既能可靠地传递转向力矩，又能在受到冲击时被剪断，起到安全销的作用。

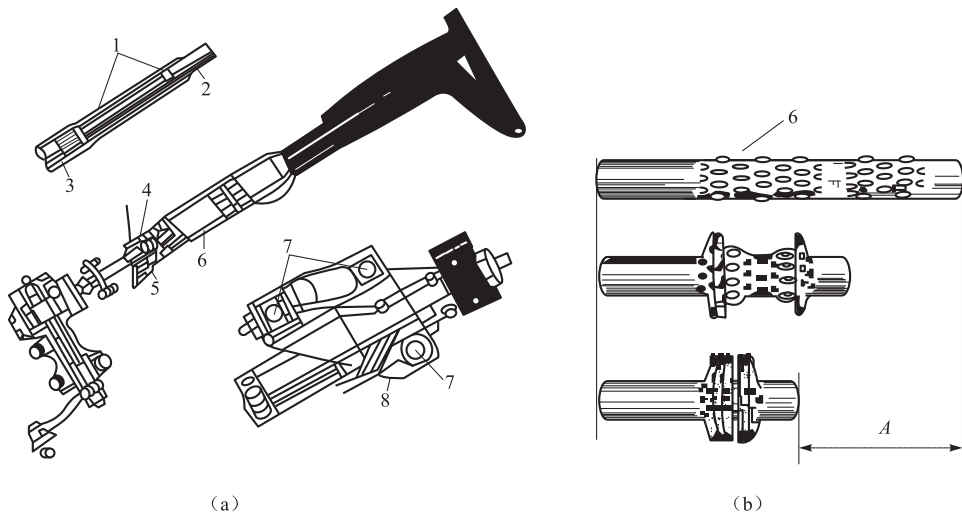


图 2-13 网状管柱变形式转向操纵机构

1—塑料销；2—上转向轴；3—下转向轴；4—凸缘盘；5—下托架；6—转向柱管；7—塑料安全销；8—上托架

这种转向操纵机构的转向柱管 6 的部分管壁制成网格状，使其在受到压缩时很容易轴向变形，并消耗一定的变形能量，如图 2-13 (b) 所示。另外，车身上固定柱管的上托架 8

也是通过两个塑料安全销 7 与柱管连接的。当这两个安全销被剪断后, 整个柱管就能前后自由移动。当发生第一次碰撞时, 其一, 塑料销 1 被剪断, 上转向轴 2 将沿下转向轴 3 的内孔滑动伸缩。其二, 转向柱管 6 上的网格部分被压缩而变形, 这两个过程都会消耗一部分冲击能量, 从而阻止了转向柱管 6 整体向上移动, 避免了转向盘对驾驶员的挤压伤害。第二次碰撞时, 固定转向柱管的塑料安全销 7 被剪断, 使转向柱管和转向轴的上端能自由移动。同时, 当转向柱管 6 受到来自上端的冲击力后, 会再次被轴向压缩变形并消耗冲击能量, 如图 2-13 (b) 所示。这样, 由转向系统引起的对驾驶员的冲击和伤害被大大降低了。

2) 钢球滚压变形式

这是一种用钢球连接的分开式转向柱, 如图 2-14 所示。

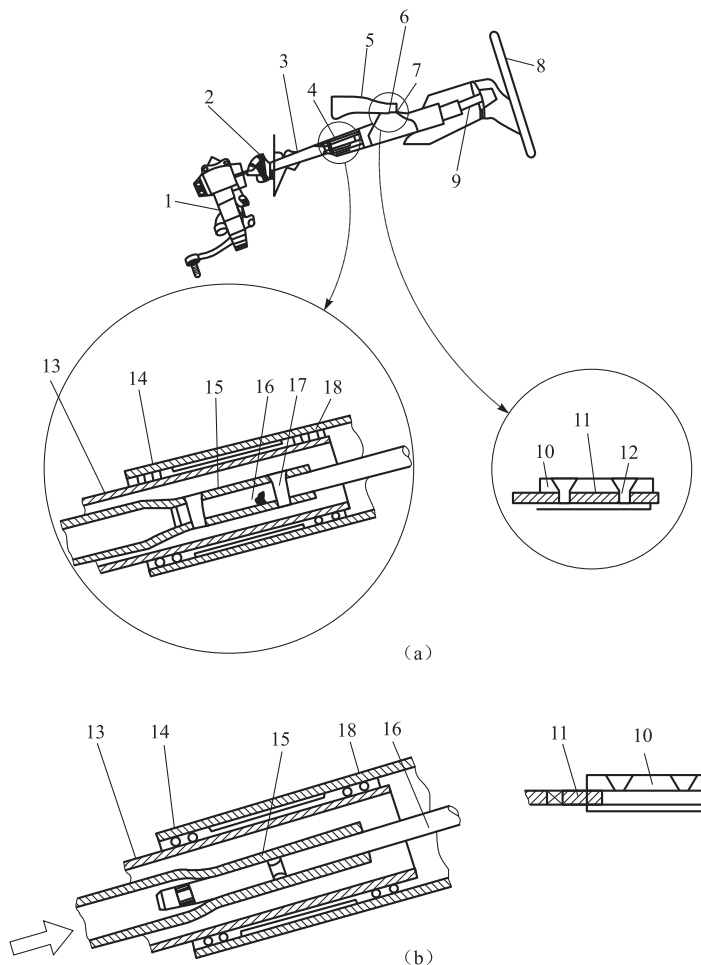


图 2-14 钢球滚压变形式转向管柱

- 1—转向器总成; 2—挠性联轴节; 3, 13—下转向柱管; 4, 14—上转向柱管; 5—车身;
6, 10—橡胶垫; 7, 11—转向柱管托架; 8—转向盘; 9, 16—上转向轴;
12, 17—塑料销钉; 15—下转向轴; 18—钢球

如图 2-14 (a), 转向轴分为上转向轴 16 和套在轴上的下转向轴 15 两部分, 二者用塑料销钉 17 连成一体。转向柱管也分为上转向柱管和下转向柱管两部分, 上、下转向柱管之间

装有钢球，下转向柱管的外径与上转向柱管的内径之间的间隙比钢球直径稍小。上、下转向柱管连同柱管托架通过特制橡胶垫固定在车身上，橡胶垫则利用塑料销钉与托架连接。

当发生第一次碰撞时，将连接上、下转向轴的塑料销钉切断，下转向轴便套在上转向轴内向上滑动，如图 2-14 (b) 所示。在这一过程中，上转向轴和上转向柱管的空间位置没有因冲击而上移，故可使驾驶员免受伤害。第二次碰撞时，则连接橡胶垫与柱管托架的塑料销钉被切断，托架脱离橡胶垫，即上转向轴和上转向柱管连同转向盘、托架一起，相对于下转向轴和下转向柱管向下滑动，从而减缓了对驾驶员胸部的冲击。在上述两次冲击过程中，上、下转向柱管之间均产生相对滑动。因为钢球的直径稍大于上、下柱管之间隙，所以滑动中带有对钢球的挤压，冲击能量就在这种边滑动边挤压的过程中被吸收。日本丰田汽车的一些车型采用这种装置。

3) 波纹管变形吸能式

如图 2-15 (a) 所示，波纹管变形吸能式转向操纵机构的转向轴和转向管都分成两段，上转向管柱 4 和下转向管柱 7 之间通过细齿花键 5 结合并传递转向力矩，同时这两者之间可以做轴向伸缩滑动。在下转向轴 1 的外边装有波纹管 6，它在受到冲击时能轴向收缩变形并消耗冲击能量。下转向管柱 7 的上端套在上转向管柱里面，但两者不直接连接，而是通过管柱压圈和限位块 2 分别对它们进行定位。

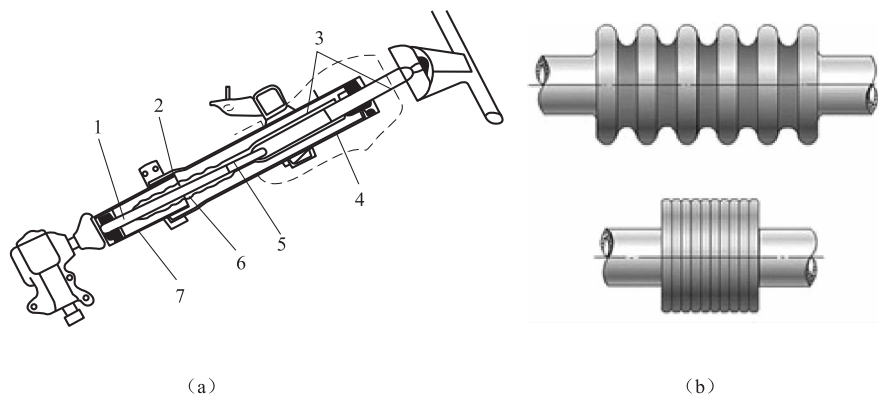


图 2-15 波纹管变形吸能式转向操纵机构

1—下转向轴；2—限位块；3—上转向轴；4—上转向管柱；
5—细齿花键；6—波纹管；7—下转向管柱

当汽车撞车时，下转向管柱 7 向上移动，在第一次碰撞力的作用下限位块 2 首先被剪断并消耗能量，在此同时转向管柱和转向轴都作轴向收缩。在受到第二次碰撞时，上转向轴 3 下移，压缩波纹管 6 使之收缩变形并消耗冲击能量，如图 2-15 (b) 所示。

2.2.2.3 可调节式转向柱

驾驶员不同的驾驶姿势和身材对转向盘的最佳操纵位置有不同的要求。而且，转向盘的这一位置往往会与驾驶员进、出汽车的方便性发生矛盾。为此，一些汽车装设了可调节式转向柱，使驾驶员可以在一定的范围内调节转向盘位置。

转向柱调节的形式分为倾斜角度调节和轴向位置调节两种。图 2-16 所示为转向轴倾斜角度调整机构。转向柱管 2 的上段和下段分别通过倾斜调节支架 7 和下托架 6 与车身相连，

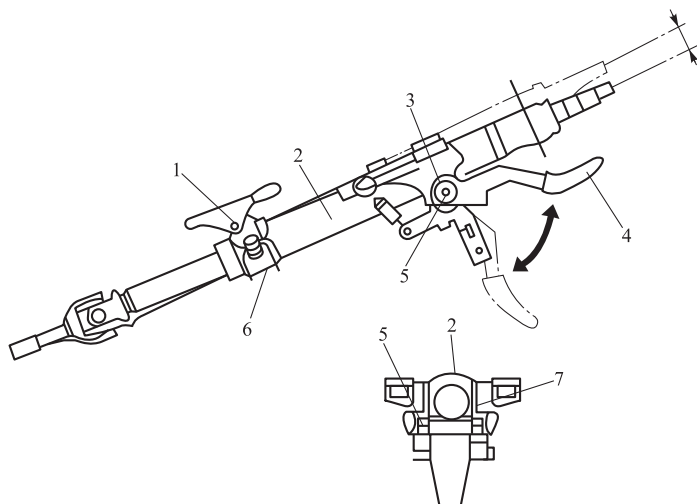


图 2-16 转向轴倾斜角度调整机构

1—枢轴；2—转向柱管；3—长孔；4—调整手柄；5—锁紧螺栓；6—下托架；7—倾斜调节支架

而且转向柱管由倾斜调节支架夹持并固定。倾斜调节用锁紧螺栓 5 穿过倾斜调节支架 7 上的长孔 3 和转向柱管 2，螺栓的左端为左旋螺纹，调整手柄 4 即拧在该螺纹上。当向下扳动手柄时，锁紧螺栓的螺纹放松，转向柱管即可以下托架上的枢轴 1 为中心在装有螺栓的支架长孔范围内上下移动。确定了转向柱管的合适位置后，向上扳动调整手柄，从而将转向柱管定位。

如图 2-17（a）所示的是一种转向轴伸缩机构。转向轴分为上下两段，二者通过花键连接。上转向轴 2 由调节螺栓 4 通过楔状限位块 5 夹紧定位。调节螺栓的一端拧有调节手柄 3。当需要调整转向轴的轴向位置时，先向下推调节手柄 3，使限位块松开，再轴向移动转向盘，调到合适的位置后，向上拉调节手柄，将上转向轴锁紧定位。如图 2-17（b）所示。

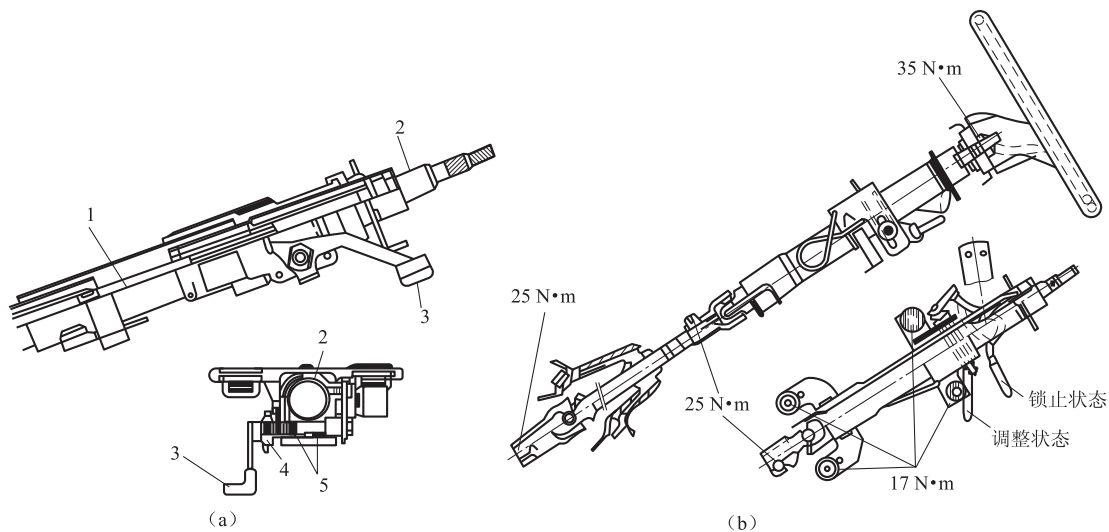


图 2-17 转向轴伸缩机构

1—下转向轴；2—上转向轴；3—调节手柄；4—调节螺栓；5—楔状限位块

2.2.3 转向传动机构

2.2.3.1 转向传动机构的功用

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，使两侧转向轮偏转角按一定关系变化，以实现汽车顺利转向。

2.2.3.2 转向传动机构的组成和构造

转向传动机构的组成因转向器的结构形式、安装位置和悬架类型而异。转向传动机构按照悬架的分类可分为与非独立悬架配用的转向传动机构和与独立悬架配用的转向传动机构两大类。

1. 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如图 2-18 所示，它一般由转向摇臂 2、转向直拉杆 3、转向节臂 4、两个转向梯形臂 5 和转向横拉杆 6 等组成。各杆件之间都采用球形铰链连接，并设有防止松动、缓冲吸振、自动消除磨损后的间隙等的结构。

当前桥仅为转向桥时，由左、右梯形臂 5 和转向横拉杆 6 组成的转向梯形一般布置在前桥之后，如图 2-18 (a) 所示，称为后置式；这种布置简单方便，且后置的横拉杆 6 有前面的车桥做保护，可避免直接与路面障碍物相碰撞而损坏。当发动机位置较低或前桥为转向驱动桥时，往往将转向梯形布置在前桥之前，如图 2-18 (b) 所示，称为前置式。若转向摇臂 2 不是在汽车纵向平面内前后摆动而是在与路面平行的平面内左右摆动（如北京 BJ2020N 型汽车），则可将转向直拉杆 3 横向布置，并借球头销直接带动转向横拉杆 6，从而推动左右梯形臂 5 转动，如图 2-18 (c) 所示。

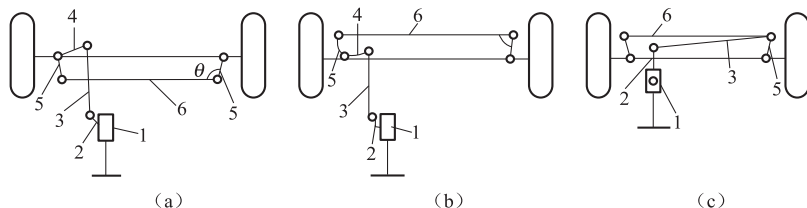


图 2-18 与非独立悬架配用的转向传动机构示意图

1—转向器；2—转向摇臂；3—转向直拉杆；4—转向节臂；5—转向梯形臂；6—转向横拉杆

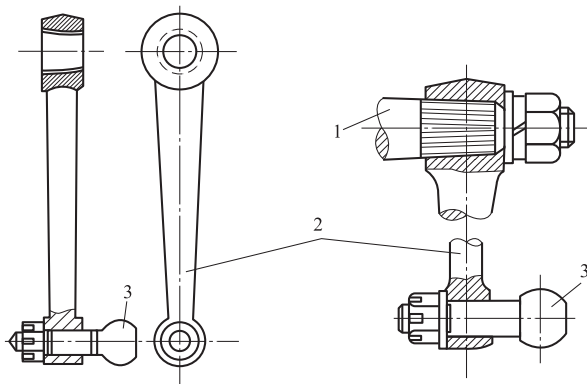


图 2-19 转向摇臂

1—转向摇臂轴；2—转向摇臂；3—球头销

1) 转向摇臂

转向摇臂的作用是把转向器输出的力和运动传给转向直拉杆和转向横拉杆，进而推动转向轮偏转。转向摇臂的典型结构如图 2-19 所示，它多采用中碳钢经锻造和机械加工制成。其大端具有锥形的三角形细花键孔，用以与转向摇臂轴外端连接，并用螺母固定。其小端用锥形孔与球头销柄部连接，也用螺母固定，球头再与转向直拉杆作空间铰链连接。转向摇臂安装后从中间位置到两边的摆角范围

应大致相同,故在向转向摇臂轴上安装时,二者的安装记号应对正。为此,常在摇臂大孔外端面上和摇臂轴的外端面上各刻有短线,或是在二者的花键部分上都少铣一个齿作为装配标记,装配时应将标记对齐。

2) 转向直拉杆

转向直拉杆的作用是将转向摇臂传来的力和运动传给转向梯形臂或转向节臂。它所受的力既有拉力、又有压力,因此转向直拉杆都是采用优质特种钢制造的,以保证工作可靠。图2-20为常见汽车的转向直拉杆。在转向轮偏转或因悬架弹性变形而相对于车架跳动时,转向直拉杆、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,三者之间的连接都采用球头销。

直拉杆体7由两端扩大的钢管制成,在扩大的端部里,装有由球头销13、球头座2、弹簧座4、压缩弹簧3和端部螺塞1等组成的球铰链。球头销的锥形部分与转向摇臂12连接,并用螺母固定;其球头部分的两侧与两个球头座配合,前球头座靠在端部螺塞上,后球头座在弹簧的作用下压靠在球头上,这样,两个球头座就将球头紧紧夹持住。为保证球头与座的润滑,可从油嘴注入润滑脂。拆装时供球头出入的直拉杆体上的孔口用油封垫的护套盖住,以防止润滑脂流出和污物侵入。

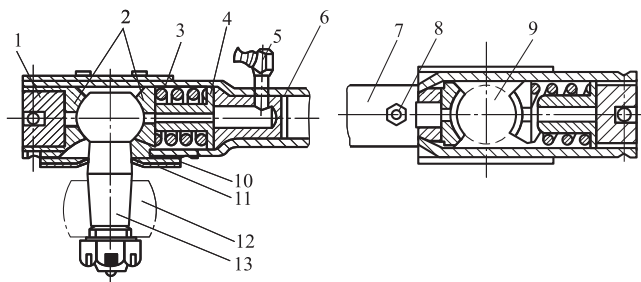


图2-20 转向直拉杆

- 1—端部螺塞; 2—球头座; 3—压缩弹簧; 4—弹簧座; 5, 8—油嘴;
6—座塞; 7—直拉杆体; 9—转向节臂球头销; 10—油封垫;
11—油封垫护套; 12—转向摇臂; 13—球头销

压缩弹簧3随时补偿球头及球头座的磨损,保证二者间无间隙,并可缓和经车轮和转向节传来的路面冲击。弹簧预紧力可用端部螺塞1调节,调好后用开口固定住螺塞的位置。当球头销作用在内球头座上的冲击力超过压缩弹簧预紧力时,弹簧便进一步变形而吸收冲击能量。弹簧变形增量受到弹簧座自由端的限制,这样可以防止弹簧过载超载,并保证在弹簧折断的情况下球头销不致从管腔中脱出。直拉杆体后方(图中为右端)可以嵌装转向节臂球头销9。这一端的压缩弹簧也装在球头座后方(图中为右方)。这样,两个压缩弹簧可分别在沿轴线的不同方向上起缓冲作用。自球头销13传来的向后的冲击力由前压缩弹簧承受,当球头销13受到向前的冲击力时,冲击力即依次经前球头座2、前端部螺塞1、直拉杆体7和后端部螺塞传给后压缩弹簧。

3) 转向横拉杆

转向横拉杆是联系左、右梯形臂并使其协调工作的连接杆。它在汽车行驶过程中反复承受拉力和压力,因此多采用高强度冷拉钢管制造。

图 2-21 (a) 所示为解放 CA1092 型汽车的转向横拉杆, 横拉杆体 8 用钢管制成, 其两端切有螺纹, 一端为右旋, 一端为左旋, 与横拉杆接头 9 旋装连接。两端接头结构相同, 如图 2-21 (b) 所示。接头的螺纹孔壁上开有轴向切口, 故具有弹性, 旋装到杆体上后可用螺栓夹紧。旋松夹紧螺栓 7 以后, 转动横拉杆体, 可改变转向横拉杆的总长度, 从而调整转向轮前束。

在横拉杆两端的接头上都装有球头销等零件组成的球形铰链。球头销 10 的球头部分被夹在上、下球头座 2 内, 球头座用聚甲醛制成, 有较好的耐磨性。球头座的形状如图 2-21 (c) 所示。装配时上、下球头座凹凸部分互相嵌合。弹簧通过弹簧座压向球头座, 以保证两球头座与球头的紧密接触, 在球头和球头座磨损时能自动消除间隙, 同时还起缓冲作用。弹簧 13 的预紧力由螺塞 14 调整。球铰上部有防尘罩 3, 以防止尘土侵入。球头销的尾部锥形柱与转向梯形臂连接, 并用螺母 5 固定, 开口销 6 锁紧。

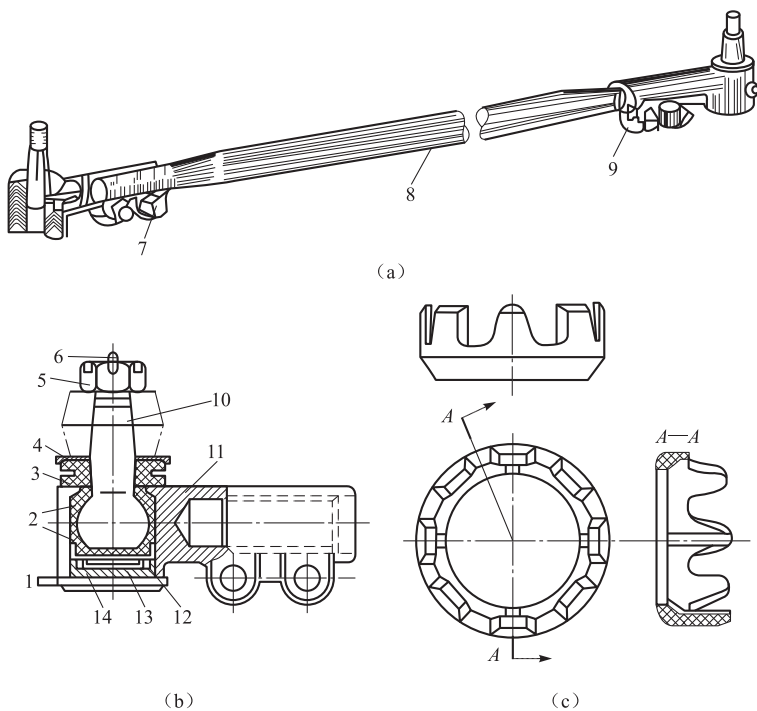


图 2-21 解放 CA1092 型汽车转向横拉杆

1—限位销; 2—球头座; 3—防尘罩; 4—防尘垫; 5—螺母; 6—开口销; 7—夹紧螺栓; 8—横拉杆体;
9, 11—横拉杆接头; 10—球头销; 12—弹簧座; 13—弹簧; 14—螺塞

4) 转向节臂和梯形臂

解放 CA1092 型汽车的转向节臂和梯形臂如图 2-22 所示, 转向横拉杆通过转向节臂 5 与转向节 2 相连。转向横拉杆两端经左、右梯形臂与转向节相连。转向节臂和梯形臂带锥形柱的一端与转向节锥形孔相配合, 用键防止螺母松动。臂的另一端带有锥形孔, 与相应的拉杆球头销锥形柱相配合, 同样用螺母紧固后插入开口销 4 锁住。

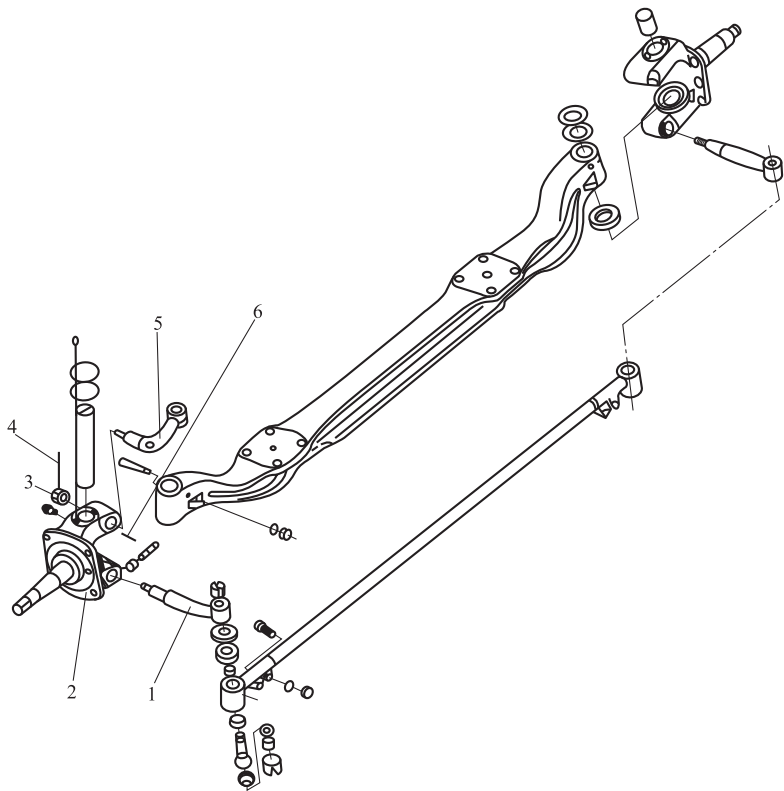


图 2-22 解放 CA1092 型汽车转向节臂和梯形臂

1—左转向梯形臂；2—转向节；3—锁紧螺母；4—开口销；5—转向节臂；6—键

5) 转向减振器

随着汽车车速的提高，现代汽车的转向轮有时会产生摆振，即转向轮绕主销轴线往复摆动，进而引起整车车身的振动，这不仅影响汽车行驶的稳定性，而且还影响汽车的舒适性，加剧前轮轮胎的磨损。在转向传动机构中设置转向减振器是克服转向轮摆振的有效措施。

转向减振器的一端与车身或前桥铰接，另一端与转向直拉杆或转向器铰接。图 2-23 是一种转向减振器的结构及零件分解图，其结构和工作原理类似于悬架减振器，这里不再赘述。

2. 与独立悬架配用的转向传动机构

当转向轮采用独立悬架时，由于每个转向轮都需要相对于车架（或车身）做独立运动，所以转向桥也必须是断开式的。相应地，转向传动机构中的转向梯形也必须是断开式的。图 2-24 为几种与独立悬架配用的转向传动机构示意图。其中图 2-24 (a)、(b) 所示机构与循环球式转向器配用，图 2-24 (c)、(d) 所示机构与齿轮齿条式转向器配用。

图 2-25 所示红旗 CA7560 型轿车的转向传动机构即采用了图 2-24 (a) 所示的结构方案。摇杆 7 前端固定于车架横梁中部，后端借球头销与转向直拉杆 2 和左、右转向横拉杆 3、4 连接。转向直拉杆外端与转向摇臂球头销 1 相连。左、右横拉杆外端也用球头销分别与左、右梯形臂 5、6 铰接，故能随同侧车轮相对于车架和摇杆在横向平面内上下摆动。转向直拉杆仅在外端有球头座，故有必要在两球头座背面各设一个压缩弹簧，分别吸收由横拉杆 3 和 4 传来的两个方向上的路面冲击，并自动消除球头与座之间的间隙。

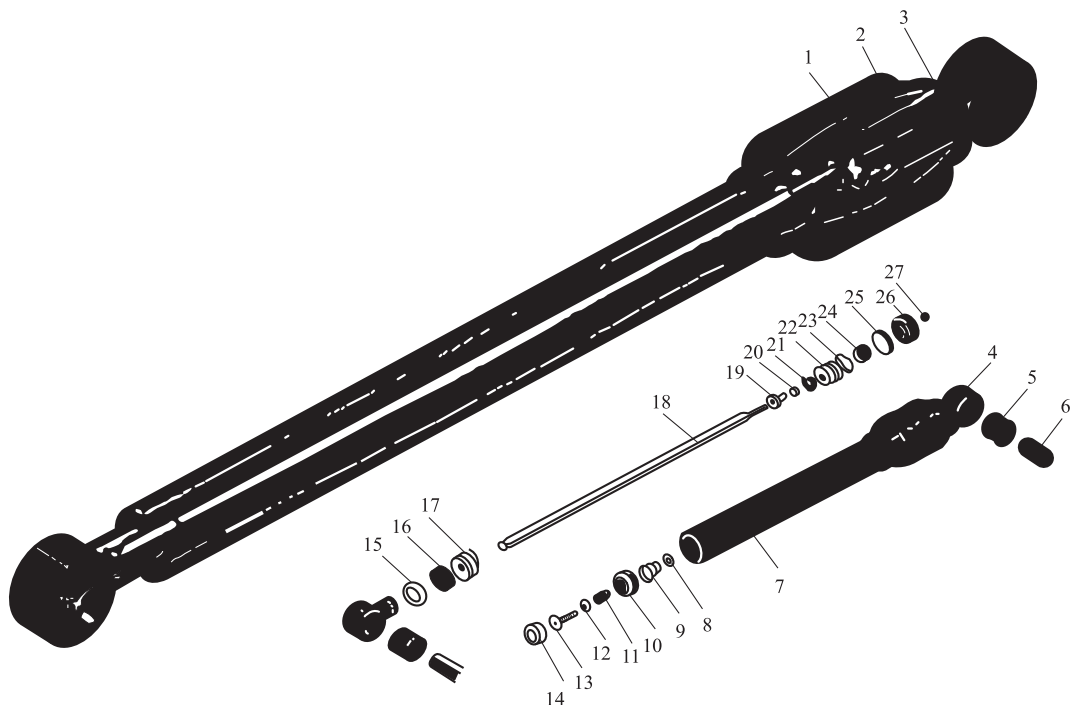


图 2-23 转向减振器

- 1—套筒；2—橡胶储液囊；3—底盖；4—吊环；5—橡胶支承圈；6—衬套；7—缸筒；8—垫片；9—锥形弹簧；
10—压缩阀体；11—柱形弹簧；12—压缩阀片；13—压缩阀杆；14—压缩阀座；15—固定垫圈；
16—密封圈；17—导向座；18—活塞杆；19—伸张阀杆；20—垫片；21—星形阀片；22—阀片；
23—节流阀片；24—伸张阀弹簧；25—活塞环；26—活塞；27—螺母

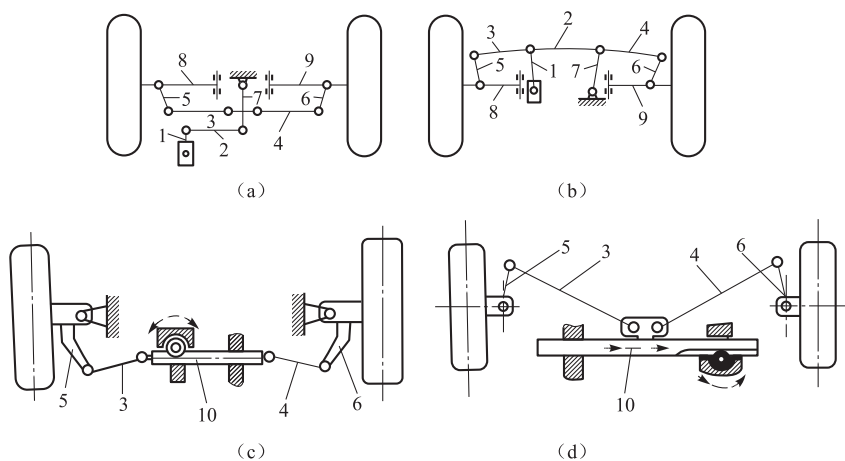


图 2-24 与独立悬架配用的转向传动机构示意图

- 1—转向摇臂；2—转向直拉杆；3—左转向横拉杆；4—右转向横拉杆；5—左梯形臂；6—右梯形臂；
7—摇杆；8—悬架左摆臂；9—悬架右摆臂；10—齿轮齿条式转向器

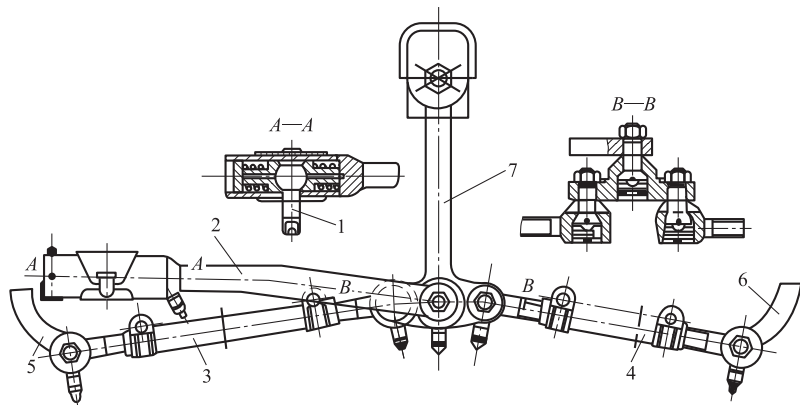


图 2-25 红旗 CA7560 型轿车转向传动机构

- 1—转向摇臂球头销；2—转向直拉杆；3—左转向横拉杆；4—右转向横拉杆；
5—左梯形臂；6—右梯形臂；7—摇杆

采用齿轮齿条式转向器时，相应的转向传动机构形式如图 2-24 (c)、(d) 所示。若齿轮齿条式转向器为两端输出式（如捷达和卡罗拉轿车），转向器齿条本身就是转向传动机构的一部分，转向横拉杆的内端通过球头销与齿条铰接（图 2-7），外端通过螺纹与连接转向节的球头销总成相连。图 2-26 为与两端输出的齿轮齿条式转向器齿条配用的转向横拉杆，当需要调前束时，松开锁紧螺母 5，转动横拉杆体 4，达到合理的前束值时，再将锁紧螺母锁死。

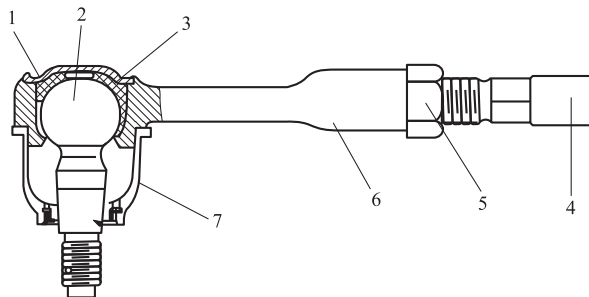


图 2-26 与两端输出的齿轮齿条式转向器配用的转向横拉杆

- 1—堵盖；2—球头销；3—球头销座；4—横拉杆体；5—锁紧螺母；
6—横拉杆接头总成；7—防尘套

图 2-27 是与中间输出的齿轮齿条式转向器配用的转向传动机构示意图。桑塔纳轿车、红旗 CA7220 型轿车采用的就是这种转向传动机构。横拉杆总成 9 的内端通过托架 2、8 和螺栓 7 与转向器齿条的一端相连，外端通过球头销总成 4 与转向节铰接。由于横拉杆体 6 不能绕自身轴线转动，为调整前束，在横拉杆体与球头销总成 4 之间装有双头螺栓 3，螺栓两端的螺纹旋向相反，并各旋装一个锁紧螺母 5。当需要调前束时，先拧松两端的锁紧螺母，然后转动调节螺栓，达到合理的前束值时，再将锁紧螺母锁死。

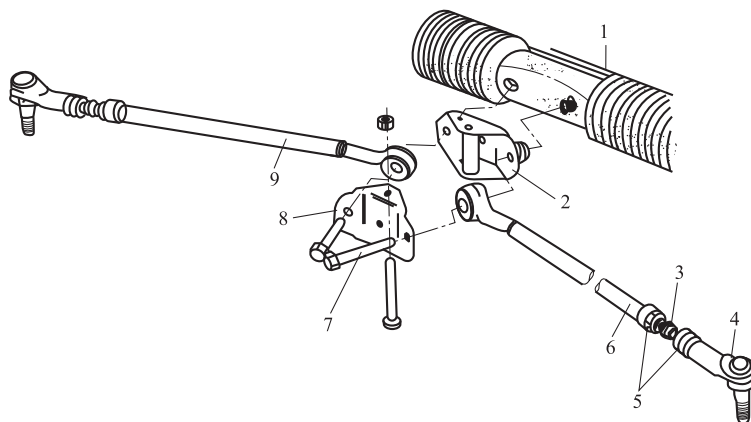


图 2-27 与中间输出的齿轮齿条式转向器配用的转向传动机构

1—转向器壳体；2—内托架；3—调节螺栓；4—球头销总成；5—锁紧螺母；
6—横拉杆体；7—螺栓；8—外托架；9—横拉杆总成

第二部分 项目实施

汽车机械转向系统检修项目主要包括两项工作任务，分别为机械转向系统的基本检查与部件检修，机械转向系统常见故障检修。

【项目实施目标】

- (1) 学会转向盘自由行程、转动阻力的检查方法。
- (2) 学会转向系统传动机构的检查方法。
- (3) 学会转向器润滑油、润滑脂渗漏的检查方法。
- (4) 掌握齿轮齿条式转向器的拆装与调整。
- (5) 掌握循环球式转向器的拆装与调整。

【项目实施条件】

- (1) 直尺、弹簧秤。
- (2) 采用机械转向系统的轿车。
- (3) 举升架。
- (4) 三角木块。
- (5) 齿轮齿条式转向器、循环球式转向器。
- (6) 拆装工作台。
- (7) 专用、常用工具。

【项目实施内容】

2.3 机械转向系统的基本检查与部件检修

2.3.1 机械转向系统的基本检查与维护

2.3.1.1 转向盘自由行程检查

汽车每行驶 12 000 km 左右, 应检查转向盘的自由行程, 检查方法是:

- (1) 转动转向盘使前轮处于直线行驶位置。
- (2) 轻轻转动转向盘, 在转向轮就要开始转动时 (或感觉到阻力时), 使用直尺测量转向盘外缘的转动量。一般为 15 ~ 20 mm, 如图 2-28 所示。
- (3) 如果不符合要求, 应该检查转向器间隙、调整转向球头销等。

2.3.1.2 转向盘转动阻力的检查

转向盘转动阻力的检查可以用经验法。用右手拇指和食指捏住转向盘外边缘, 轻轻地向顺时针和逆时针两个方向转动, 如果转动不吃力, 说明阻力正常。

也可以用弹簧秤勾住转向盘辐和外边缘交合点处进行测量, 如图 2-29 所示。

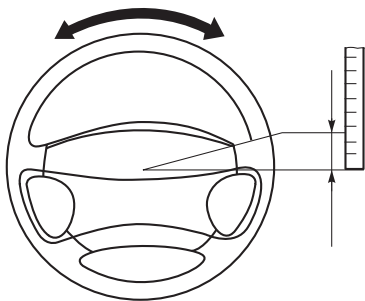


图 2-28 转向盘自由行程的测量

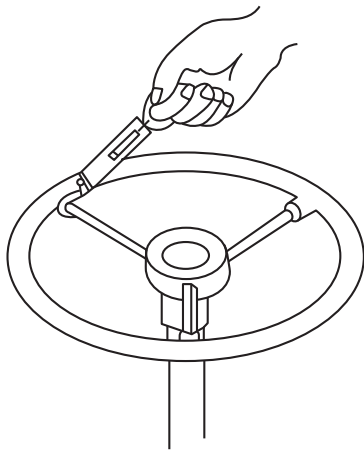


图 2-29 用弹簧秤测量转向盘转动阻力

$$\text{转动阻力} = M/r$$

式中 M ——转动力矩;
 r ——转向盘半径。

2.3.1.3 转向传动机构的检查

- (1) 目视检查。目视检查转向传动机构是否弯曲、损坏, 防尘罩是否有裂纹或破损。
- (2) 松动、摆动检查。用手摇晃转向传动机构, 检查是否松动或摆动。
- (3) 转向横拉杆的检查。检查横拉杆是否弯曲, 必要时校正; 检查调整螺栓有无裂纹现象。

转向横拉杆球头销的检查如图 2-30 所示, 检查转向横拉杆的摆动力与内、外球接头 (球头销) 的转动力矩。用弹簧秤 3 检查内、外球头销 2 和 1 的摆动力分别应为 5.9 ~ 51 N 和

6.9 ~ 64.7 N。用扭力扳手 4 检查转向横拉杆外球头销 1 的轴向间隙应力, 转动力矩应在 0.3 ~ 4.0 N·m, 若达不到要求, 则应更换球头销。

2.3.1.4 转向器润滑油、润滑脂渗漏的检查

目视检查转向器、转向传动机构球笼罩是否漏油, 润滑脂是否有渗漏。

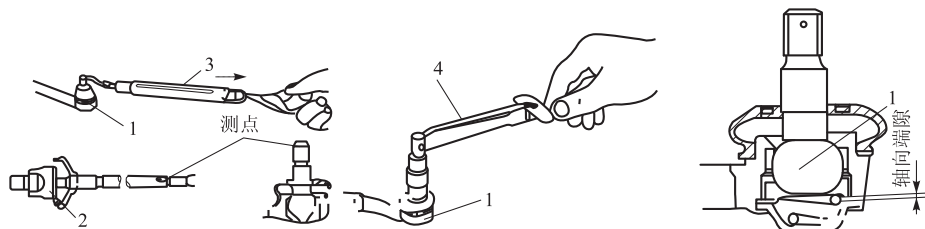


图 2-30 转向横拉杆球头销的检查

1—外球头销; 2—内球头销; 3—弹簧秤; 4—扭力扳手

2.3.2 转向器的拆检与调整

2.3.2.1 齿轮齿条式转向器的拆检与调整

齿轮齿条式机械转向器因其结构简单、可靠性好; 转向结构又几乎完全封闭, 维修工作量少, 也便于独立悬架的布置; 转向齿条和转向齿轮直接啮合, 无须中间传动, 所以, 其操纵灵敏性好。同时, 转向齿条的节距由齿条端头起至齿条中心由大变小, 转向齿轮与转向齿条的啮合深度逐渐变大, 在转向盘转动量相同的条件下, 齿条的移动距离在靠近齿条端头要比靠近齿条中心部位稍短些, 从而使转向力变化微小, 使转向器转矩传递性能好, 转向非常轻便, 转向器的这种传动比称为“可变传动比”(图 2-31)。目前, 轿车已经广泛采用可变传动比的齿轮齿条式转向器, 如图 2-32 所示。

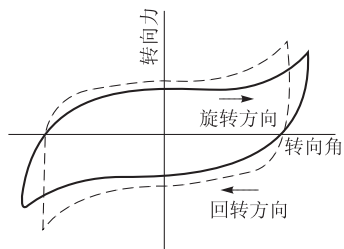


图 2-31 转向角与转向力的关系

“虚线”——固定传动比; “实线”——可变传动比

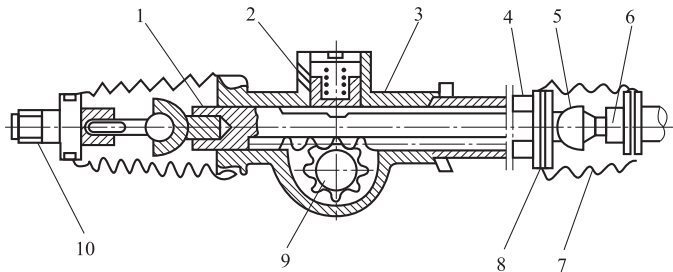


图 2-32 齿轮齿条式转向器

1—转向齿条; 2—齿条导块; 3—转向器壳体;
4—衬套; 5—齿条端头; 6, 10—横拉杆;
7—齿条防尘罩; 8—弹簧; 9—转向齿轮

1. 转向器的拆卸

拆卸分解时, 应先在转向齿条端头与横拉杆连接处打上安装标记; 然后, 拆卸转向齿条端头, 但不能碰伤转向齿条的外表面; 拆下转向齿条导块组件后, 拉住转向齿条, 使齿对准转向齿轮, 再拆卸转向齿轮; 最后抽出转向齿条。抽出时, 注意不能让转向齿条转动, 防止碰伤齿面。

2. 主要零件的检修

- (1) 零件出现裂纹应更换, 横拉杆、齿条在总成修理时应进行隐伤检验。
- (2) 转向齿条的直线度误差不得大于 0.30 mm。
- (3) 齿面上无疲劳剥落及严重的磨损, 其转向角与转向力的关系应符合图 2-31 所示, 若出现左右大转角转向沉重、又无法调整时应更换。
- (4) 更换转向齿轮轴承。

3. 转向器的装配与调整 (图 2-33)

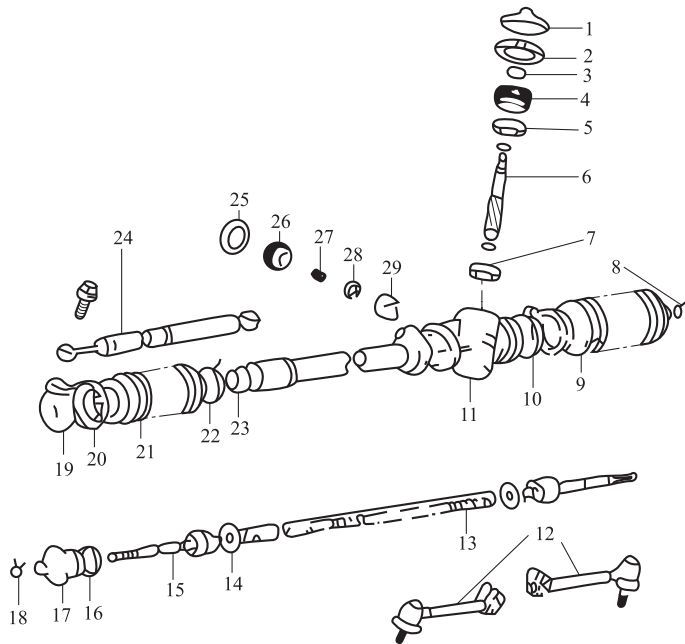


图 2-33 齿轮齿条式机械转向器分解图

- 1—防尘罩; 2—锁紧螺母; 3—油封; 4—调整螺塞; 5—上轴承; 6—转向齿轮; 7—下轴承; 8—夹子; 9—齿条防尘罩;
10—箍带; 11—齿条壳体; 12—横拉杆; 13—转向齿条; 14—垫圈; 15—转向齿条端头; 16—固定环; 17—防尘罩;
18—夹子; 19—减振器支架; 20—防尘套护圈; 21—防尘罩; 22—箍带; 23—齿条衬套; 24—转向减振器;
25—锁紧螺母; 26—调整螺塞 (弹簧帽); 27—导块压紧弹簧; 28—隔环; 29—齿条导块

(1) 安装转向齿轮 6。

- ① 将上轴承 5 和下轴承 7 压在转向齿轮轴颈上, 轴承内座圈与齿端之间应装好隔圈。
- ② 把油封 3 压入调整螺塞 4。
- ③ 将转向齿轮与轴承一块压入齿条壳体 11。
- ④ 装上并调整螺塞及油封, 调整转向齿轮轴承紧度。手感应无轴向窜动, 转动自如, 转向齿轮的转动扭矩应符合原厂规定, 一般约为 $1.5 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。
- ⑤ 按原厂规定扭矩紧固锁紧螺母 2, 并装好防尘罩 1。

(2) 装入转向齿条 13。

(3) 安装齿条衬套 23, 转向齿条与衬套的配合间隙不得大于 0.15 mm。

- (4) 装入转向齿条导块 29、隔环 28、导块压紧弹簧 27、调整螺塞 (弹簧帽) 26 及锁紧螺母 25。

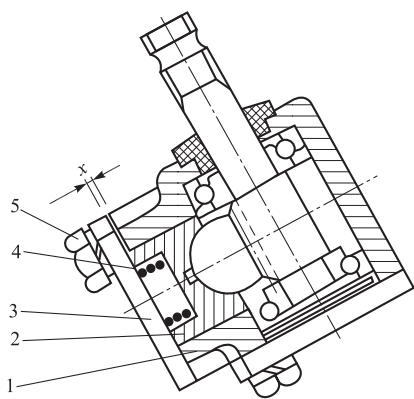


图 2-34 预紧力调整机构

1—转向器壳体；2—导块；3—盖；
4—导块压紧弹簧；5—固定螺母；
 x —盖与壳体之间的间隙，调整
预紧力时不装弹簧和调整垫片

(5) 调整转向齿条与转向齿轮的啮合间隙（也称为转向齿条的预紧力），其调整机构如图 2-34 所示。因结构的差异，调整方法也有所不同。但常见的有两类：一是改变转向齿条导块 2 与盖 3 之间的垫片厚度来调整转向齿条与转向齿轮轮齿的啮合深度，完成预紧力的调整；二是用盖上的调整螺塞改变转向齿条导块与弹簧座之间的间隙值，完成啮合深度，即预紧力的调整。

图 2-34 所示的结构形式，其预紧力的调整步骤是：先不装导块压紧弹簧 4 以及壳体与盖之间的垫片，进行 x 值的调整，使转向齿轮轴上的转动力矩为 $1 \sim 2 \text{ N} \cdot \text{m}$ ；然后用厚薄规测量 x 值；最后在 x 值上加 $0.05 \sim 0.13 \text{ mm}$ ，此值就是应加垫片总厚度。

结构有弹簧座时，先旋转盖上的调整螺塞，使弹簧座与导块接触，再将调整螺塞旋出 $30^\circ \sim 60^\circ$ 之后，检查转向齿轮轴的转动力矩，如此重复操作，直至转向

向齿轮的转动力矩符合原厂规定，最后紧固锁紧螺母。

(6) 安装垫圈 14 和转向齿条端头 15（图 2-33）时，应特别注意转向齿条端头和齿条必须连接紧固、锁止可靠。

(7) 安装横拉杆和横拉杆端头，并按原厂规定检查调整左、右横拉杆 12 的长度，以保证转向轮前束正确；另外，横拉杆端头球销的夹角应符合原厂规定；调整合格后，必须按原厂规定的扭矩紧固并锁止横拉杆夹子。

2.3.2.2 循环球式转向器的拆检与调整

1. 循环球式转向器主要零件的检修

(1) 转向器壳体的检修。

① 壳体、侧盖产生裂纹应更换，二者结合平面的平面度公差为 0.10 mm 。

② 修整壳体变形。壳体变形的特点是摇臂轴轴承孔的公共轴线对于转向螺杆两轴承孔公共轴线的垂直度误差超限（公差为 $0.04 \sim 0.06 \text{ mm}$ ），两轴线的轴心距变大（公差为 0.10 mm ）。不但会引起转向沉重的故障，同时减少了转向器传动副传动间隙可调整的次数，缩短了转向器的使用寿命。修整变形时，先修整结合平面；然后更换摇臂轴衬套，（图 2-35）

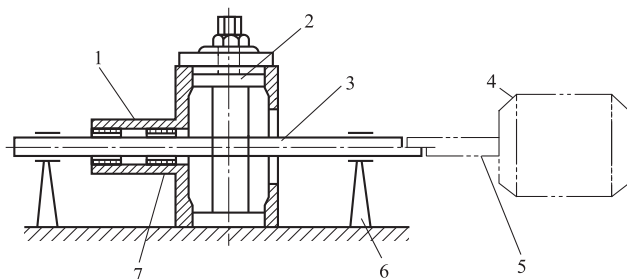


图 2-35 摇臂轴衬套键模

1—转向器壳体；2—定位模具；3—镗轴；4—动力头；5—联轴器；6—镗轴支承；7—摇臂轴衬套

在镗模上镗削摇臂轴衬套,利用镗模校正两衬套的同轴度(公差为0.01 mm)和两轴线的垂直度与轴心距。

摇臂轴衬套镗削后与摇臂的配合间隙较原厂规定的值的增大量不得大于0.005 mm,与使用的滚针轴承的配合间隙不得大于0.10 mm。汽车二级维护时应检查摇臂轴与衬套的配合间隙,其限度为:轿车为0.15 mm,载货汽车为0.20 mm。如配合间隙超限,应更换衬套,衬套与承孔的过盈配合为0.110~0.051 mm。

(2) 转向螺杆与转向螺母的检修。

① 检查转向螺杆与转向螺母的钢球滚道是否存在疲劳磨损、划痕等耗损,钢球与滚道的配合间隙是否大于0.10 mm这一限度。检验钢球与滚道配合间隙的方法有两种:一种方法是把转向螺母夹持固定后,把转向螺杆旋转到一止点,然后检验转向螺杆另一端的摆动量,其摆动量不得大于0.10 mm,转向螺杆的轴向窜动量也不得大于0.10 mm。另一种方法是将转向螺杆和转向螺母配合副清洗干净后,把转向螺杆垂直提起,如转向螺母在重力作用下,能平稳地旋转下落,说明配合副的传动间隙合格。若无其他损耗,传动副组件一般不进行拆检。

② 总成修理时,应检查转向螺杆的隐伤,若产生隐伤、滚道疲劳剥落、三角键有台阶形磨损或扭曲,应更换。

③ 转向螺杆的支承轴颈若产生疲劳磨损,会引起明显的转向盘沉重、转向迟钝,可按原厂的规定进行锥角磨削修整轴颈,然后刷镀修复。实践证明,其使用耐久性可达100 000 km以上。

(3) 摇臂轴的检修。

① 总成大修时,必须进行隐伤检验,如有裂纹应更换,不许焊修。

② 轴端花键若出现台阶形磨损、扭曲变形,应更换。

③ 支承轴颈磨损超限,但无其他耗损可进行刷镀修复或喷焊修复。

2. 循环球转向器的装配与调整

(1) 安装转向螺杆组件。转向螺杆螺母组件在维修时一般不拆散。若拆散重新组装时,先平稳地逐个装入钢球。在装钢球的过程中,转向螺杆和转向螺母不要相对运动;必要时,只能稍许转动转向螺母(图2-36)或用塑料棒将钢球轻轻冲进滚道内,然后给装满钢球的导管口涂压润滑脂防止钢球脱出,并用导管卡将导管固定在转向螺母上。所装钢球的直径和数量必须符合原厂规定。

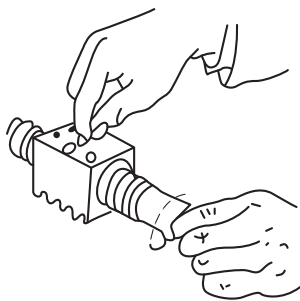


图 2-36 钢球的装入

(2) 装入钢球后,转向螺母的轴向窜动量不得大于0.10 mm。

(3) 将轴承内圈压在转向螺杆的轴颈上。

(4) 组装摇臂轴(图2-37)。

① 检查用于转向螺母与齿扇啮合间隙的调整螺钉的轴向间隙,此间隙若大于0.12 mm,在调整螺钉与摇臂上的承孔端面间加止推垫片调整。

② 摇臂轴承预润滑之后,将摇臂装入壳体内,并按顺序装入止推垫片、调整螺钉、垫圈、孔用弹簧挡圈。

(5) 安装转向器下盖、上盖。

① 把轴承装入下盖承孔中,如图2-37所示。

② 安装调整垫片2和下盖1,从壳体孔中放入转向螺杆组件,安装下盖。装下盖之前在

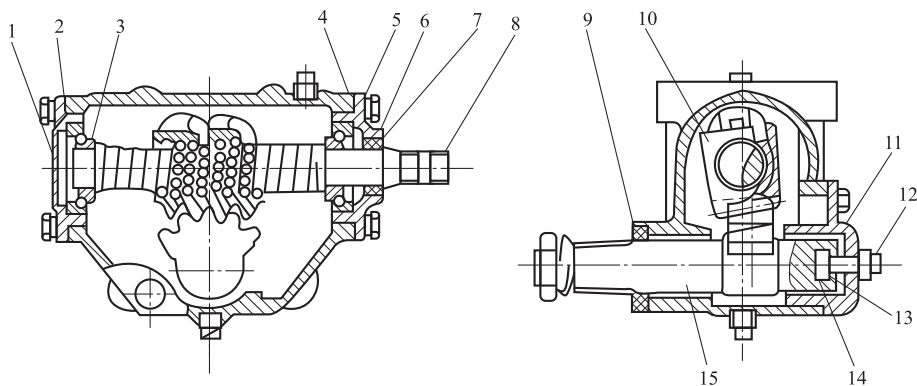


图 2-37 循环球式转向器装配图

1—下盖；2—调整垫片；3，5—轴承；4—上盖调整垫片；6—上盖；7—螺杆油封；8—转向螺杆；9—摇臂轴油封；10—转向螺母；11—侧盖；12—调整螺钉；13—孔用弹簧挡圈；14—止推垫片；15—摇臂

结合平面上涂以密封胶。

③ 把轴承外圈和转向螺杆油封 7 压入上盖，并装入上盖调整垫片 4 和上盖 6。

④ 通过增减下盖调整垫片或用下盖上的调整螺塞调整转向螺杆的轴承预紧度。然后检查转向盘的转向力矩，一般为 $0.6 \sim 0.9 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

(6) 安装转向器侧盖。

① 给油封 9 涂密封胶后，将油封唇口向内，均匀地压入壳体上的承孔内。

② 将转向螺母移至中间位置（转向器总圈数的 $1/2$ ），使扇形齿的中间齿与转向螺母的中间齿相啮合，装入摇臂轴组件。

③ 侧盖密封垫涂以密封胶，安装、紧固。

(7) 调整转向器转向间隙。

① 使转向器的传动副处于中间位置（直行位置）。

② 通过调整螺钉 12，调整转向器传动副的啮合间隙，在直行位置上应无间隙啮合。

③ 中间位置上，转向器转动力矩应为 $1.5 \sim 2.0 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。转向器转动力矩调整合格后，按规定转矩锁紧调整螺钉。

(8) 安装摇臂时，应注意摇臂与摇臂轴二者的装配记号对正，应特别注意摇臂固定螺栓应确实做到紧固、锁止可靠。

(9) 按原厂规定加注润滑油。

(10) 有条件时，应检查转向器反驱动力矩（转向轴处于空载状态时，使摇臂轴转动的力矩）。转向器的反驱动力矩应符合原厂规定。

2.4 机械转向系统常见故障检修

机械转向系统在使用过程中由于维护调整不当、磨损、碰撞变形等原因，会使转向器过紧、转向传动机构和转向操纵机构松旷、变形、发卡等，从而造成转向不灵敏、转向沉重、

行驶跑偏、低速摆振、高速摆振、单边转向不足等故障。

2.4.1 转向不灵敏

1. 故障现象

汽车在行驶时，转向盘需要转过较大的角度才能控制汽车的行驶方向。

2. 故障原因

1) 转向器故障

- (1) 啮合副主、从动件配合间隙过大。
- (2) 转向器总成安装松动。

2) 转向传动机构故障

- (1) 转向盘与转向轴连接部位松旷。
- (2) 转向垂臂与转向垂臂轴连接松旷（花键磨损）。
- (3) 横、直拉杆球头松旷。
- (4) 转向节主销与衬套磨损后松旷。

3) 其他故障

- (1) 车架弯曲变形。
- (2) 前轮定位调整不当。
- (3) 车轮轮毂轴承间隙过大。

3. 诊断与排除

采用分段方法，诊断出何处间隙过大。

① 应先检查转向盘的自由转动量，若过大，说明转向系统内存在间隙过大的故障；若正常，故障原因可能是前轮毂轴承间隙过大、主销与转向节衬套孔间隙过大、主销与转向节轴向间隙过大及前束过大等原因。

② 一人原地转动转向盘，另一人观察垂臂摆动，当垂臂开始摆动时转向盘自由转动量不大，说明是转向传动机构松旷；否则，是转向器松旷。

③ 检查前轮毂轴承、主销等处，找出松旷部位。

④ 必要时检查前束，前束值过大时，伴随有轮胎异常磨损。

图 2-38 为转向不灵敏故障诊断流程。

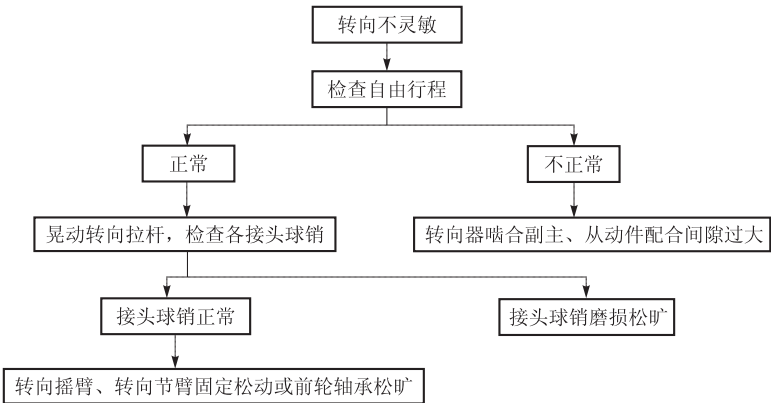


图 2-38 转向不灵敏故障诊断流程

2.4.2 转向沉重

1. 故障现象

汽车在行驶中，转动转向盘感到沉重费力，转弯后又不能及时回正方向。

2. 故障原因

1) 转向器方面的原因

- (1) 转向器缺润滑油。
- (2) 转向轴弯曲或转向轴管凹陷碰擦，有时会发出“吱吱”的摩擦声。
- (3) 转向摇臂与衬套配合间隙过小或无间隙。
- (4) 转向器输入轴上下轴承调整过紧，或轴承损坏受阻。
- (5) 转向器啮合间隙调整过小。

2) 转向传动机构的原因

- (1) 各处球头销缺润滑脂。
- (2) 转向直拉杆和横拉杆上球头销调整过紧，压紧弹簧过硬或折断。
- (3) 转向直拉杆或横拉杆弯曲变形。
- (4) 转向节主销与衬套配合间隙过小，或衬套转动使油道堵塞，润滑脂无法进入，使衬套与转向节主销烧蚀。

- (5) 转向节止推轴承调整过紧或缺少润滑脂或损坏。

- (6) 转向节臂变形。

3) 前桥（转向桥）和车轮方面的原因

- (1) 前轴变形、扭转，引起前轮定位失准。
- (2) 轮胎气压不足。
- (3) 前轮轮毂轴承调整过紧。
- (4) 转向桥或驱动桥超载。

4) 其他部位的原因

- (1) 车架弯曲、扭转变形。
- (2) 前钢板弹簧或是前悬架变形。
- (3) 前轮定位不正确。

3. 诊断与排除

(1) 顶起前桥，转动转向盘，若感到转向盘变轻，则说明故障部位在前桥、车轮或其他部位。此时应首先检查轮胎气压，如气压偏低，则应充气使之达到正常值，接下来应用前轮定位仪检查前轮定位，尤其应注意后倾角和前束值，如果是因为前束过大造成的转向沉重，同时还能发现轮胎有严重的磨损。

(2) 若转向仍感沉重，说明故障在转向器或转向传动机构，可进一步拆下转向摇臂与直拉杆的连接，此时若转向变轻，说明故障在转向传动机构，应检查各球头销是否装配过紧或止推轴承是否缺油损坏，各拉杆是否弯曲变形等，通常检查时，可用手扳动两个车轮左右转动察看各传动部分，并转动车轮检查车轮轴承松紧度。

(3) 拆下转向摇臂后，若转向仍沉重，则转向器本身有故障，可检查转向器是否缺油，转动转向盘时倾听有无转向轴与柱管的碰擦声，检查调整转向器主动轴上下轴承预紧度和啮

合间隙，转向摇臂轴转动是否发卡等，如不能解决就将转向器解体检查内部有无部件损坏。

(4) 经过上述检查，如仍不见减轻，可检查车桥、车架或下控制臂（独立悬架式）与转向节臂，看其有无变形，如发现变形，应予修整或更换。同时检查前弹簧（板簧或螺旋弹簧），看其是否折断，若发现折断现象，应更换。

图 2-39 为转向沉重故障诊断流程。

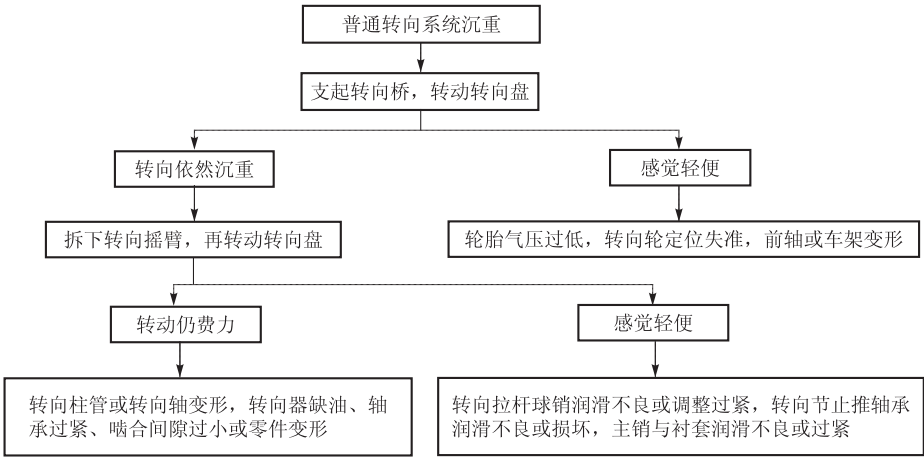


图 2-39 转向沉重故障诊断流程

2.4.3 转向轮低速摆振

1. 故障现象

汽车在低速行驶时，感到方向不稳，产生前轮摆振。

2. 故障原因

- (1) 转向器传动副啮合间隙过大。
- (2) 转向传动机构横、直拉杆各球头销磨损松旷、弹簧折断或调整过松。
- (3) 转向节主销与衬套的配合间隙过大或前轴主销孔与主销配合间隙过大。
- (4) 前轮轮毂轴承装配过松或紧固螺母松动。
- (5) 后轮胎气压过低。
- (6) 车辆装载货物超长，使前轮承载过小。
- (7) 前悬架弹簧错位、折断或固定不良。

3. 诊断与排除

1) 外观检查

- (1) 检查车辆是否装载货物超长，而引起前轮承载过小。
- (2) 检查后轮胎气压是否过低，若轮胎气压过低，应充气使之达到规定值。
- (3) 检查前悬架弹簧是否错位、折断或固定不良，若错位应拆卸修复；若折断应更换；若固定不良，应按规定力矩拧紧。

2) 检查转向盘自由行程

- (1) 由一人握紧转向摇臂，另一人转动转向盘，若自由行程过大，说明转向器啮合传动副间隙过大，应调整。

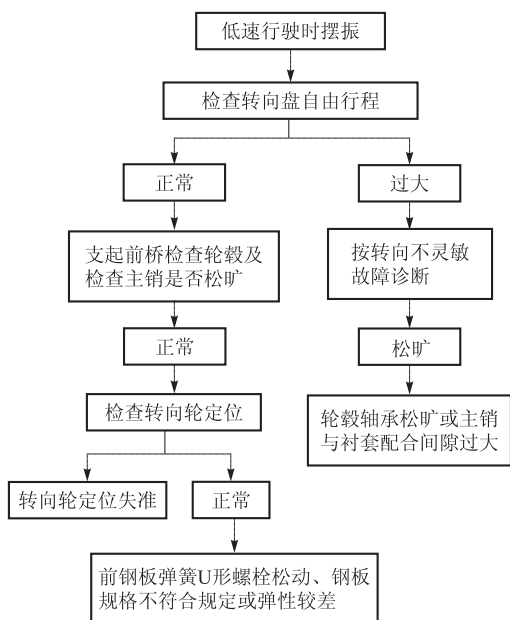


图 2-40 转向轮低速摆振故障诊断流程

(2) 放开转向摇臂，仍有一人转动转向盘，另一人在车下观察转向拉杆球头销，若有松旷现象，说明球头销或球碗磨损过甚、弹簧折断或调整过松，应先更换损坏的零件，再进行调整。

3) 检查前轮是否松旷

通过以上检查均正常，可支起前桥，并用手沿转向节轴轴向推拉前轮，凭感觉判断是否松旷。若有松旷感觉，可由另一人观察前轴与转向节连接部位。

(1) 若此处松旷，说明转向节主销与衬套的配合间隙过大或前轴主销孔与主销配合间隙过大，应更换主销及衬套。

(2) 若此处不松旷，说明前轮毂轴承松旷，应重新调整轴承的预紧度。

图 2-40 为转向轮低速摆振故障诊断流程。

2.4.4 转向轮高速摆振

1. 故障现象

汽车行驶中出现转向盘发抖，车头在横向平面内左右摆动、行驶不稳等。有下面两种情况：

- (1) 在高速范围内某一转速时出现。
- (2) 转速越高，上述现象越严重。

2. 故障原因

- (1) 转向轮动不平衡。
- (2) 前轮定位不正确。
- (3) 车轮偏摆量大。
- (4) 转向传动机构运动干涉。
- (5) 车架、车桥变形
- (6) 悬架装置出现故障：左右悬架刚度不等、弹簧折断、减振器失效、导向装置失效等。

3. 诊断与排除

1) 外观检查

- (1) 检查减振器是否失效，若漏油或失效，应更换。
- (2) 检查左右悬架弹簧是否折断、刚度是否一致，若有折断或弹力减弱，应更换。
- (3) 检查悬架弹簧是否固定可靠，并检查转向传动机构有无运动干涉，若有应排除。

2) 检查车身和转向盘是否抖动

支起驱动桥，用三脚架塞住非驱动轮，启动发动机并逐步使汽车换入高速挡，使驱动轮

达到车身摆振的车速。

(1) 若此时车身和转向盘出现抖动,说明传动轴严重弯曲或松旷,转向轮动不平衡或偏摆量大(前驱动)。

(2) 若此时车身和转向盘不抖动,说明故障在车架、车桥变形或前轮定位不正确。

3) 检查前轮是否偏摆

(1) 支起前桥,在前轮轮辋边上放一划针,慢慢地转动车轮,察看轮辋是否偏摆过大,若轮辋偏摆量过大,应更换。

(2) 拆下前轮,在车轮动平衡仪上检查前轮的动平衡情况,若不平衡量过大,应加装平衡块予以平衡。

4) 检查车架,车桥是否变形,并调整前轮定位

经上述检查均正常,应检查车架、车桥是否变形,并用前轮定位仪检查调整前轮定位。

图 2-41 为转向轮高速摆振故障诊断流程。

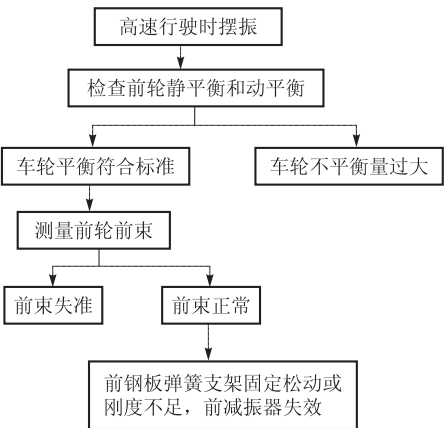


图 2-41 转向轮高速摆振故障诊断流程

2.4.5 行驶跑偏

1. 故障现象

汽车直线行驶时,转向盘不居中间位置;必须紧握转向盘,预先校正一角度后,汽车才能保持直线行驶,若稍放松转向盘,汽车会自动向一侧跑偏。

2. 故障原因

- (1) 左右前轮气压不相等或轮胎直径不等。
- (2) 两前轮的定位角不等。
- (3) 两前轮轮毂轴承的松紧度不等。
- (4) 前束过大或过小。
- (5) 前桥(整轴式)弯曲变形或下控制臂(独立悬架式)安装位置不一致。
- (6) 前后车轴不平行。
- (7) 车架变形或左右轮距相差太大。
- (8) 一边车轮制动拖滞。
- (9) 转向轴两侧悬架弹簧弹力不等。

3. 诊断与排除

1) 外观检查

(1) 检查左、右两前轮轮胎气压是否一致,若不一致,应按规定充气,使两前轮轮胎气压保持一致。

(2) 检查左、右两前轮轮胎的磨损程度,若磨损程度不一致,应更换磨损严重的轮胎。

(3) 检查左、右两前轮轮胎的花纹是否一致,若花纹不一致,应更换轮胎,使花纹一致。

(4) 将汽车停放在平坦的地面上,察看汽车前部高度是否一致,若高度不一致,说明

悬架弹簧折断或弹力不一致，应更换。

2) 用手触摸跑偏一方的车轮制动鼓和轮毂轴承部位，感觉温度情况

(1) 若感觉车轮制动鼓特别热，说明该轮制动器间隙过小或制动回位不彻底，应检查调整。

(2) 若感觉轮毂特别热，说明该轮轴承过紧，应重新调整轴承预紧度。

3) 测量前后桥左右两端中心的距离

测量前后桥左右两端中心的距离是否相等，若不相等，说明轴距短的一边钢板弹簧错位，车轴或半轴套管弯曲等，应检查维修。

4) 检查前轮定位是否正确

用前轮定位仪检查前轮定位是否正确，若不正确，应调整。

图 2-42 为行驶跑偏故障诊断流程。

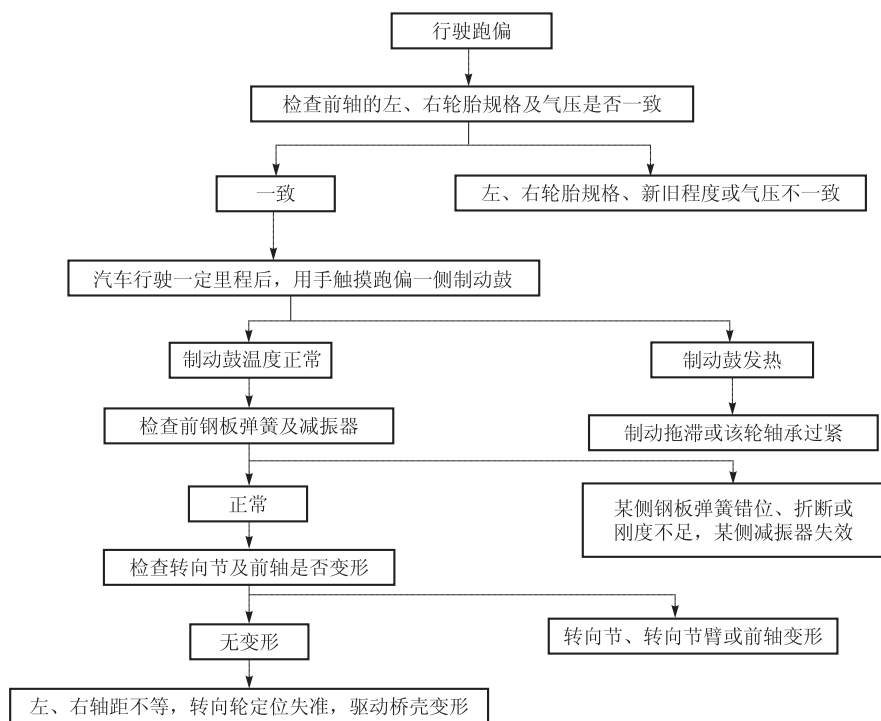


图 2-42 行驶跑偏故障诊断流程

2.4.6 单边转向不足

1. 故障现象

汽车转弯时，有时会出现转向盘左右转动量或车轮转角不等。

2. 故障原因

(1) 转向摇臂安装位置不对。

(2) 转向角限位螺钉调整不当。

- (3) 前钢板弹簧、骑马螺栓松动，或中心螺栓松动。
- (4) 直拉杆弯曲变形。
- (5) 钢板弹簧安装时位置不正，或是中心不对称的前钢板弹簧装反。

3. 诊断与排除

诊断这类故障，主要根据车辆使用维修情况。

1) 外部检查

若汽车转向原来良好，由于行驶中的碰撞而造成转向角不足或一边大一边小时，应检查直拉杆、前轴、前钢板弹簧有无变形和中心螺栓是否折断等现象。

2) 检查转向摇臂安装是否正确

若维修后出现转角不足，可架起前桥，先检查转向摇臂安装是否正确。将转向盘从左边极限位置转到右边极限位置，记住总圈数，再回转总圈数的一半，察看转向轮是否处于直线行驶位置，如不是则应重新安装转向摇臂。

(1) 若左右转向角不等，则应相应调整。

(2) 当前轮转向已靠到转向限位螺栓时，最大转向角还不够，则转向限位螺栓过长，应予调整或更换。

(3) 如前钢板弹簧中心不对称，则应检查是否装反。

图 2-43 为单边转向不足故障诊断流程。

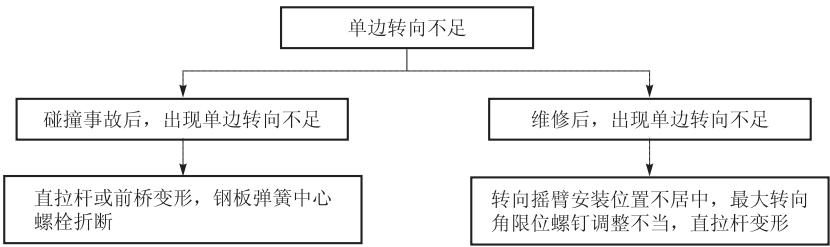


图 2-43 单边转向不足故障诊断流程

第三部分 拓展知识

2.5 四轮转向系统

四轮转向系统使汽车低速行驶转向并且转向盘转动角度很大时，后轮相对于前轮反向偏转，并且偏转角度随转向盘转角增大而在一定范围内增大，如汽车急转弯、调头行驶、避障行驶或进出车库时，从而使汽车转向半径减小，转向机动性能提高。汽车在高速行驶转向时，后轮应相对于前轮同向偏转，从而使汽车车身的横摆角度和横摆角速度大为减小，使汽

车高速行驶时的操纵稳定性显著提高。

从后轮转向装置的控制方法上,四轮转向系统可分为转角随动型四轮转向系统和车速感应型四轮转向系统。转角随动型四轮转向系统都是采用机械式的;而车速感应型四轮转向系统有液压式、电子控制液压式和全电子控制式。下面介绍不同类型的四轮转向系统。

2.5.1 机械式四轮转向系统

1. 机械式四轮转向系统的组成

如图2-44所示,机械式四轮转向系统主要由转向盘、前轮转向器、后轮转向取力齿轮箱、后轮转向传动轴、后轮转向器等组成。后轮转向也是绕转向节主销偏转的,其结构与前轮相似。

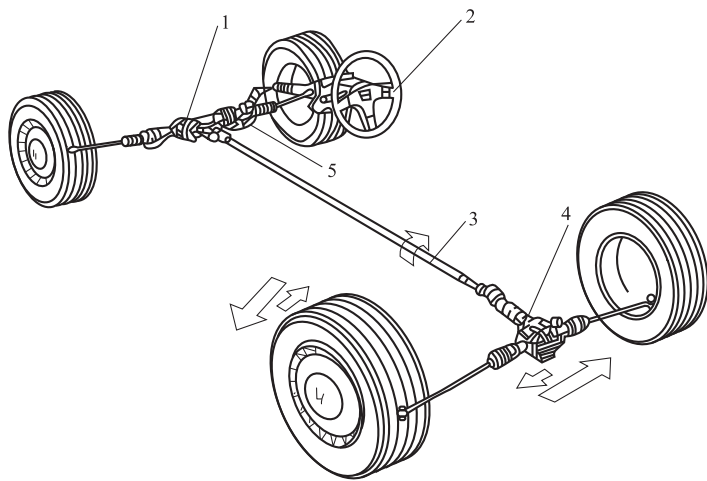


图2-44 机械式四轮转向系统的组成

1—后轮转向取力齿轮箱; 2—转向盘; 3—后轮转向传动轴; 4—后轮转向器; 5—前轮转向器

2. 后轮转向取力齿轮箱

后轮转向取力齿轮箱的结构如图2-45所示。后轮转向取力齿轮箱中只有一组齿轮——齿条传动机构,其齿条与前轮转向器中的齿条同步运动,取力齿轮固定在与后轮转向传动轴相连的齿轮轴上,齿轮轴通过衬套支承在齿轮箱壳的轴承孔中,后轮转向取力齿轮箱固定在车架上。

当转动转向盘使前轮转向时,后轮转向取力齿轮箱中的齿条在前轮转向器中转向齿条的带动下左、右移动,驱动与其啮合的取力齿轮旋转,并带动后轮转向传动轴旋转,转向盘的转向操纵力的方向、大小、快慢就由后轮转向传动轴传给后轮转向器。

3. 后轮转向器

后轮转向器的功用是利用后轮转向传动轴传来的转向操纵力,驱动后轮偏转并实现后轮转向。另外,还要控制后轮在转向盘的不同转角下,相对于前轮做同向或异向偏转。

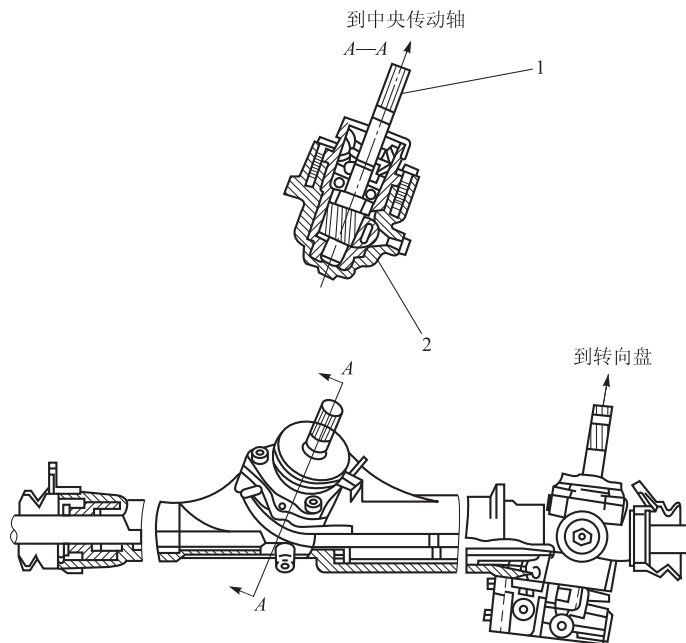


图 2-45 后轮转向取力齿轮箱

1—小齿轮输出轴；2—齿条

后轮转向器的结构如图 2-46 所示，主要由偏心轴、齿圈、行星齿轮、滑块、导向块、转向横拉杆和后轮转向器壳等组成。

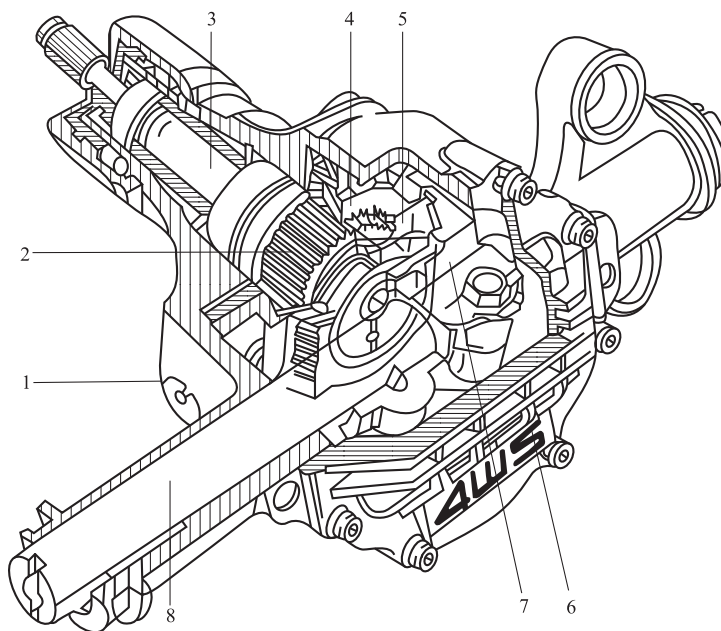


图 2-46 后轮转向器结构

1—后轮转向器壳；2—行星齿轮；3—偏心轴；4—齿圈；5—滑块；6—齿轮箱盖；7—导向块；8—转向横拉杆

后轮转向器的工作原理如图 2-47 所示。

后轮转向传动轴输入的转向操纵力首先驱动偏心轴 1 使其绕轴线 OO' 转动, 这时行星齿轮 3 在偏心销 8 的带动下绕轴线 OO' 公转, 同时还与齿圈 2 啮合绕轴线 PP' 自转, 偏置在行星齿轮上的偏心销 7 穿过滑块 4 的中心孔并带动滑块运动, 滑块的水平运动通过导向块 6 传给转向横拉杆 5, 驱动后轮做转向运动。

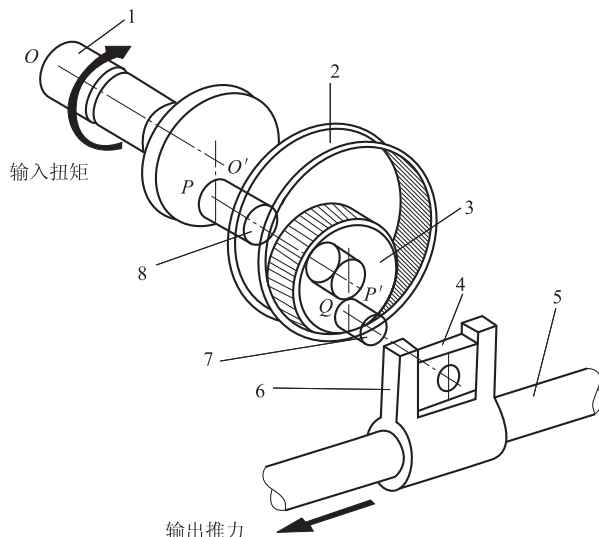


图 2-47 后轮转向器的工作原理

1—偏心轴；2—齿圈（固定）；3—行星齿轮；4—滑块；
5—转向横拉杆；6—导向块；7、8—偏心销

当转向盘转角很大时（行驶速度很低，处于急转弯状态），后轮相对于前轮反向偏转，汽车转向半径减小，转向机动性能提高。当转向盘转角很小时（高速调整行车方向或移线行驶），后轮与前轮同向偏转，使汽车高速行驶的操纵稳定性显著提高。

2.5.2 液压式四轮转向系统

机械式四轮转向系统的后轮偏转是依靠机械传动将前轮偏转运动传到后轮上。由于机械部分不可避免地存在磨损，传动间隙增大，而使后轮实际偏转角不准确，性能下降，因此将被车速感应型四轮转向装置所取代。

1. 液压式四轮转向系统的结构

液压式四轮转向系统的结构如图 2-48 所示，主要由前轮动力转向器、前轮转向油泵、控制阀及后轮转向动力缸、后轮转向油泵等组成。

后轮转向系统由控制阀、后轮转向油泵和后轮转向动力缸组成。控制阀的内腔被柱塞分割成几个工作油腔，左、右油腔分别与前轮转向动力缸的左、右油腔相通，柱塞的位置由前轮动力缸内的油压进行控制。后轮转向油泵由后轴差速器驱动，其输出油量只受车速影响。

前轮为齿轮齿条式动力转向器，其结构与普通液压动力转向系统相同。

液压式四轮转向系统的特点是低速时汽车只采用两轮转向，只在汽车行驶达到一定车速（50 km/h）后才进行四轮转向。

2. 液压式四轮转向系统的工作原理

当向左转动转向盘时,如图 2-49 所示,前轮动力缸及控制阀侧压力腔压力升高;控制柱塞向右移动,柱塞的移动量受前轮动力缸左右腔压力差以及转向盘操纵力大小的控制,同时后轮转向动力缸输出的油液经过控制阀的相应通道进入后轮转向动力缸的右腔,使动力缸活塞向左移动,通过活塞杆将作用力作用于后轮悬架的中间球铰接头,使后轮与前轮同向偏转。当向右转动转向盘时,情况则与上述相反,后轮与前轮仍同向偏转。因后轮转向油泵送油量与车速成正比,高速时送油量大,反应快,后轮转角也大。在低速或倒车时,则不产生作用。当油压系统发生故障时,控制阀柱塞会保持在中间位置,保持两轮转向。

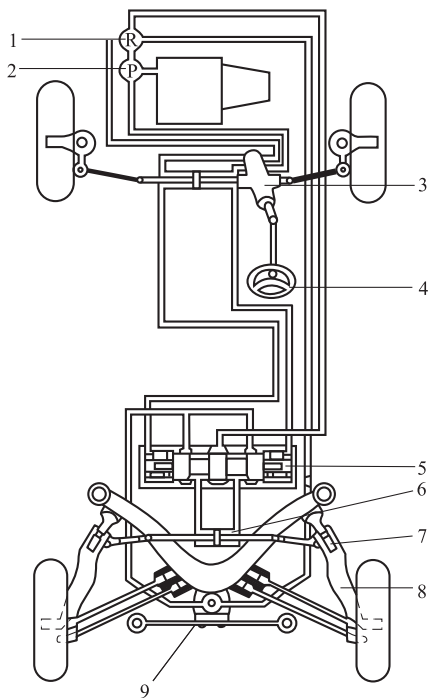


图 2-48 液压式四轮转向系统示意图

- 1—储油缸; 2—转向油泵; 3—前轮动力转向器; 4—转向盘;
5—后轮转向控制阀; 6—后轮转向动力缸; 7—铰接头;
8—从动臂; 9—后轮转向专用油泵

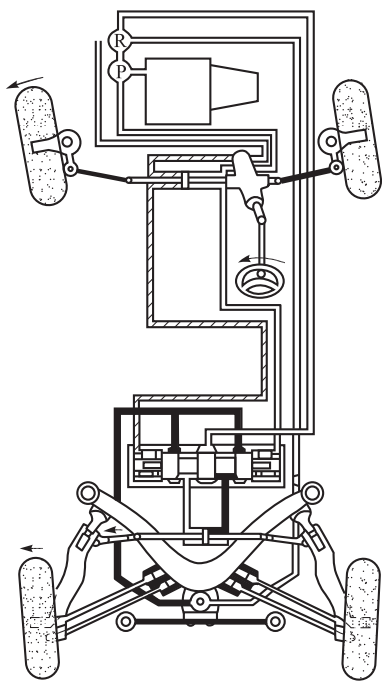


图 2-49 液压式四轮转向系统的工作原理

2.5.3 电子控制液压式四轮转向系统

随着电子技术的发展,电子控制技术也应用于四轮转向系统。在前两种四轮转向系统中,由于采用机械和随车速变化的油压控制,使后轮偏转角度的控制不够精确。在电子控制液压式四轮转向系统中,由于采用了电子相位控制系统,使后轮偏转角度控制更精确。

1. 电子控制液压式四轮转向系统的组成

如图 2-50 所示,该系统主要由转向盘、转向油泵、前轮转向器、后轮转向传动轴、车速传感器、后轮转向系统、电子控制单元组成。

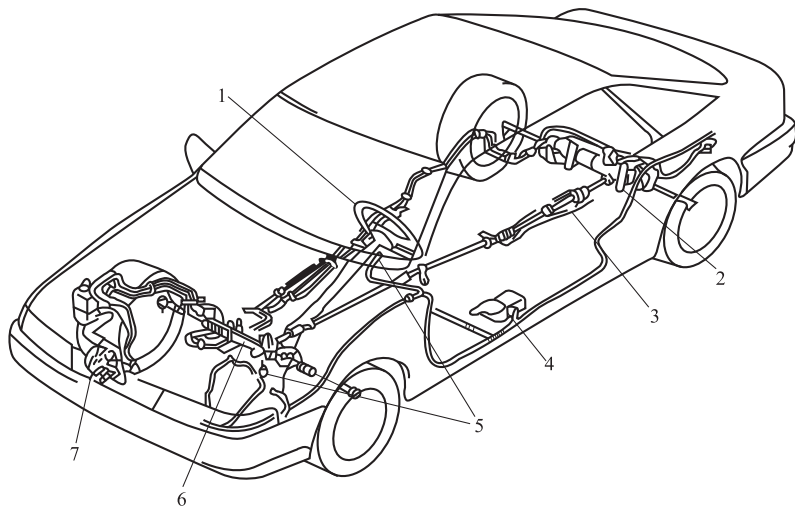


图 2-50 电子控制液压式四轮转向系统

1—转向盘；2—后轮转向系统；3—后轮转向传动轴；4—电子控制单元；
5—车速传感器；6—前轮转向器；7—转向油泵

2. 前轮转向器和后轮转向传动轴

前轮转向器为齿轮齿条式，但将齿条加长，与固定在后轮转向传动轴上的小齿轮啮合。当转动转向盘使齿条水平移动时，齿条一方面控制前轮转向动力缸工作，推动前轮转向，同时将转向盘转动的方向、快慢和转动的角度传给后轮转向传动轴，驱动该轴转动，以控制后轮转向，如图 2-51 所示。

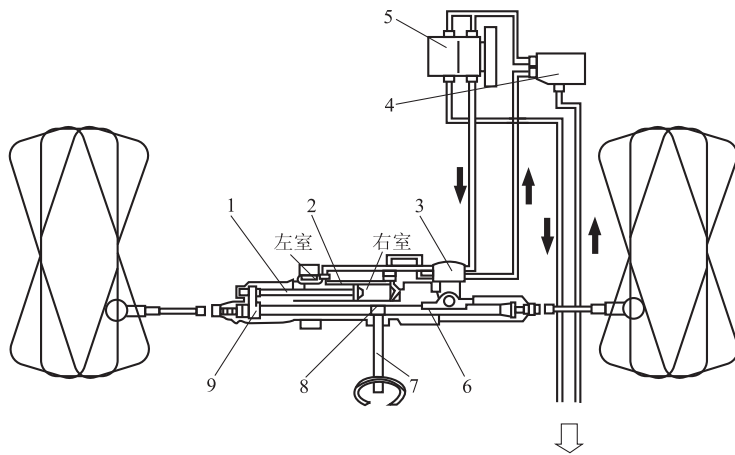


图 2-51 前轮转向器

1—转向动力缸活塞杆；2—转向动力缸；3—转向控制阀；4—转向油泵；5—贮油罐；
6—转向齿条；7—后轮转向传动轴；8—转向齿轮；9—连接板

后轮转向传动轴的结构如图 2-52 所示。

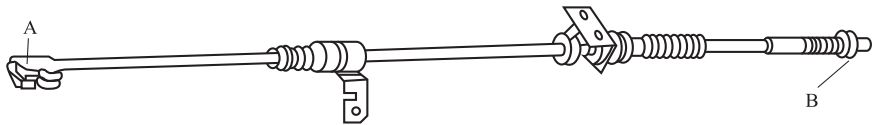


图 2-52 后轮转向传动轴

A—接前轮转向系统；B—接后轮转向系统

3. 后轮转向系统

后轮转向系统如图 2-53 所示，它主要包括相位控制系统、液压控制阀、后轮转向动力缸等。

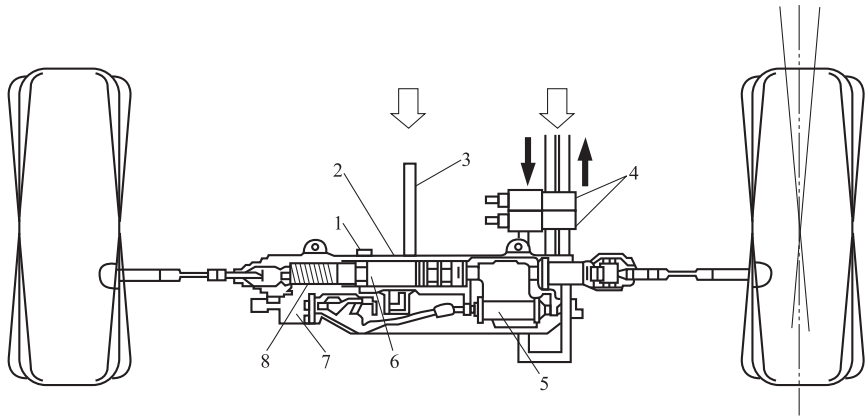


图 2-53 后轮转向系统

1—转角比传感器；2—后轮转向动力缸；3—后轮转向传动轴；4—电控油阀；
5—液压控制阀；6—动力输出杆；7—步进电动机；8—回位弹簧

1) 相位控制系统

相位控制系统包括步进电动机、扇形控制齿板、摆臂、大锥齿轮、小锥齿轮、液压控制阀连杆等组成，如图 2-54 所示。后轮转向传动轴与转向齿轮连接并输入前转向齿条的运动状态。一个前、后车轮转角比传感器安装在扇形控制齿板旋转轴上。

步进电动机：用螺栓固定在壳体一端，电动机输出轴上装有一锥齿轮，与固定在蜗杆轴上的另一锥齿轮啮合，蜗杆轴的转动将使扇形控制齿板摆动。步进电动机接受车速传感器的电信号而转动，转动结果使扇形控制齿板正向摆动或逆向摆动一定角度，从而将摆臂拉向或推离步进电动机。

液压控制阀连杆：其一端连接摆臂，中间穿过大锥齿轮上的孔，另一端与液压控制阀主动杆连接。大锥齿轮的旋转运动是由小锥齿轮驱动的，而小锥齿轮的转动是由后轮转向传动轴驱动的。由此可见，液压控制阀连杆的运动是摆臂运动和大锥齿轮运动的合成，即液压控制阀连杆的运动受车速和前轮转向运动的综合影响。

2) 液压控制阀

如图 2-55 所示，液压控制阀是一滑阀结构，其滑阀的位置取决于车速和前轮转向系统转角。图中表示滑阀向左移动的过程，此时油泵送来的油液通过液压控制阀进入动力缸右腔，同时动力缸左腔通过液压控制阀与贮油罐相通。在动力缸左右腔压力差的作用下，动力

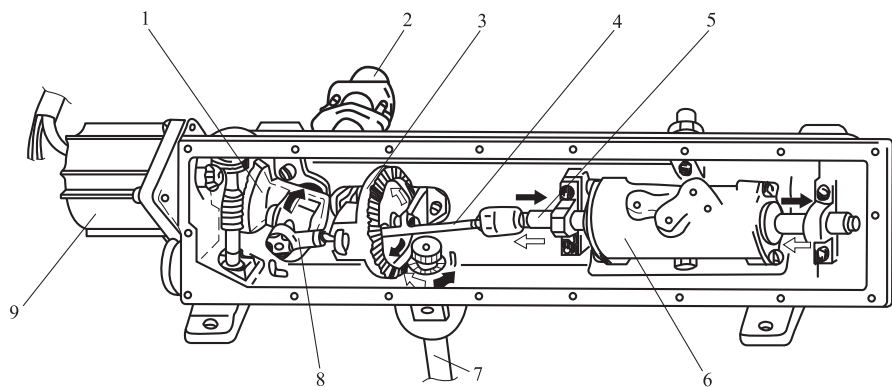


图 2-54 相位控制系统

1—扇形控制齿板；2—转角比传感器；3—大锥齿轮；4—液压控制阀连杆；5—液压控制阀主动杆；
6—液压控制阀；7—后轮转向传动轴；8—摆臂；9—步进电动机

输出杆左移，使后轮向右偏转。因为阀套与动力输出杆固定在一起，所以当动力输出杆左移时将带动阀套左移，从而改变油路通道大小，当油压与回位弹簧恢复力及转向阻力的合力达到平衡时，动力输出杆（连同阀套）停止移动。

上述作用原理与液压常流式动力转向装置基本一致。

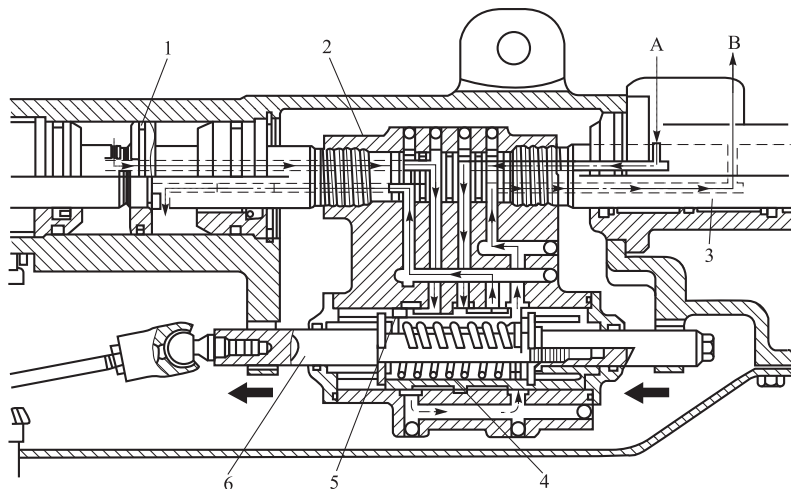


图 2-55 液压控制阀结构示意图

1—动力缸活塞；2—阀套；3—动力输出杆；4—滑阀；5—回油道；6—液压控制阀主动杆；
A—进油口；B—回油口

3) 后轮转向动力缸

阀套将滑阀密封，阀套内含有连接相位控制系统和动力缸的油道。输出杆穿过动力缸活塞（输出杆与动力缸活塞固定连接），两端分别与左、右转向横拉杆连接，在动力缸两腔的压差作用下，输出杆向左或向右移动，从而使得后轮做相应偏转。当汽车直线行驶时，在动力缸两腔的回位弹簧恢复力及油压作用下，使后轮处于直线行驶位置。此功能也使得当电子控制系统或液压回路出现故障时，后轮回到直线行驶位置，使四轮转向变成一般的两轮转向

工作状态。

4. 后轮转向系统的工作原理

当车速低于 35 km/h 时，如图 2-56 (a) 所示。扇形控制齿板在步进电动机的控制下向负方向偏转。假设转向盘向右转动，则小锥齿轮、大锥齿轮分别向空白箭头方向转动，摆臂在扇形控制齿板和大齿轮的带动下最终向右上摆动，液压控制阀输入杆和滑阀也向右移动，由转向油泵输送的高压油液进入后轮转向动力缸的左腔，使后轮向左偏转，即后轮相对于前轮反向偏转。使车辆转向半径减小，提高了低速时的机动性。液压控制阀移动的行程大小与扇形控制齿板的转角大小成正比。

当车速高于 35 km/h 时，如图 2-56 (b) 所示。扇形控制齿板在步进电动机的控制下向图中正方向移动。假设这时转向盘仍向右转动，摆臂向左上方摆动，将液压控制阀输入杆和滑阀向左拉动，由转向油泵输送的高压油液进入后轮转向动力缸的右腔，结果使后轮向右偏转，即后轮相对于前轮同向偏转。使汽车高速行驶时的操纵稳定性显著提高。

当车速等于 35 km/h 时，如图 2-56 (c) 所示。扇形控制齿板处于中间位置，摇臂处于与大锥齿轮轴线垂直的位置。不管转向盘向左还是向右转动，液压控制阀输入杆均不产生

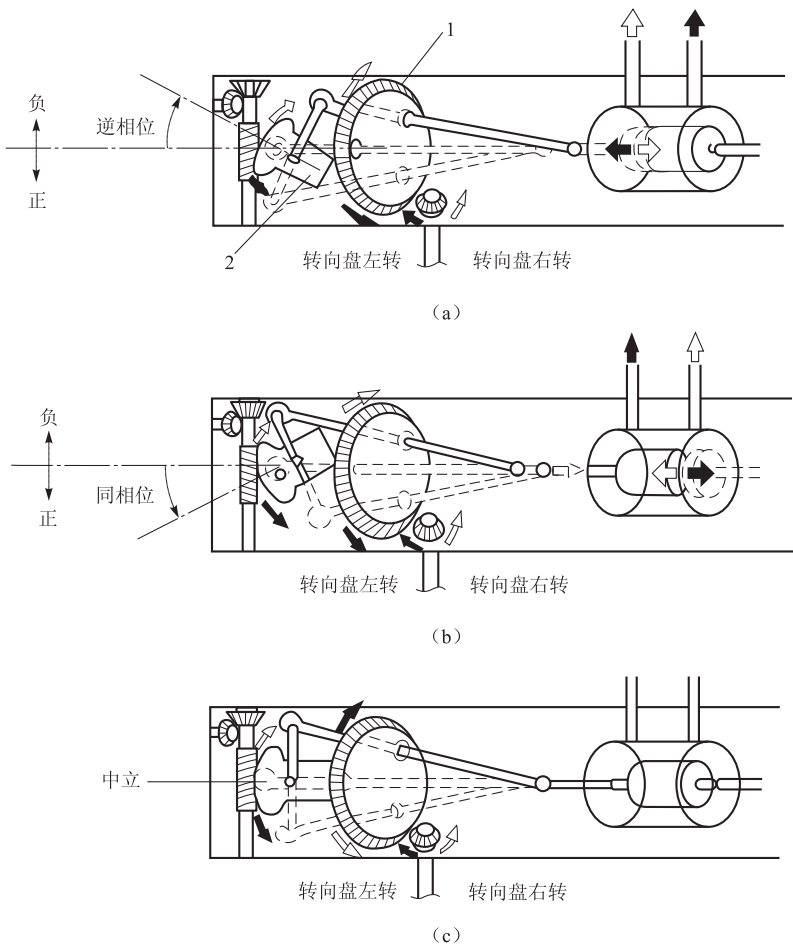


图 2-56 后轮转向系统的工作原理

1—大锥齿轮；2—扇形控制齿板

轴向位移，后轮保持与汽车纵向轴线平行的直线行驶状态。

5. 电子控制系统

电子控制系统由四轮转向电子控制单元、转角比传感器和电控油阀组成。

1) 四轮转向电子控制单元

四轮转向电子控制单元的功用是：

(1) 根据车速传感器送来的电脉冲信号计算汽车的车速，再根据车速的高低计算汽车转向时前后轮的转角比。

(2) 比较前后轮理论转角比与当时的前后轮实际转角比，并向步进电动机发出正转或反转及转角大小的运转指令。另外还起监视控制四轮转向电控系统工作是否正常的作用。

(3) 发现四轮转向机构工作出现异常时，点亮警告信号灯，并断开电控油阀的电源，使四轮转向处于两轮转向状态。

2) 转角比传感器

转角比传感器的功用是检测相位控制系统中的扇形控制齿板的转角位置，并将检测出的信号反馈给四轮转向电子控制单元，作为监督和控制信号使用。

3) 电控油阀

电控油阀的功用是控制由转向油泵输向后轮转向动力缸的油路通断。当液压回路或电子控制线路出现故障时，电控油阀就切断由转向油泵通向液压控制阀的油液通道，使四轮转向装置处于一般两轮转向工作状态，起到失效保护的作用。