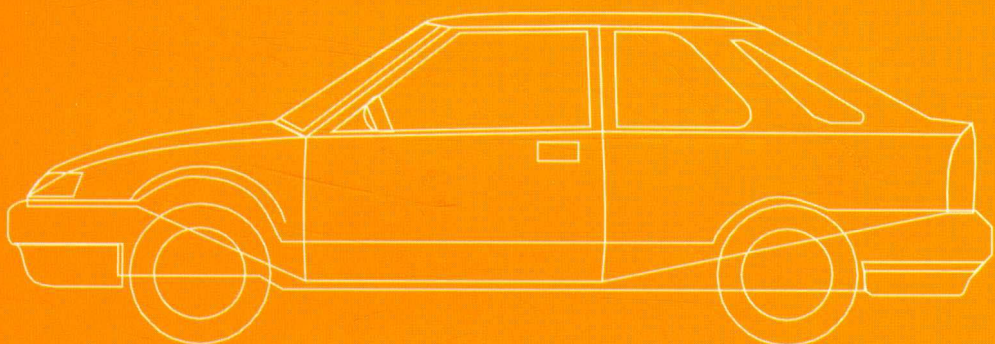




全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材



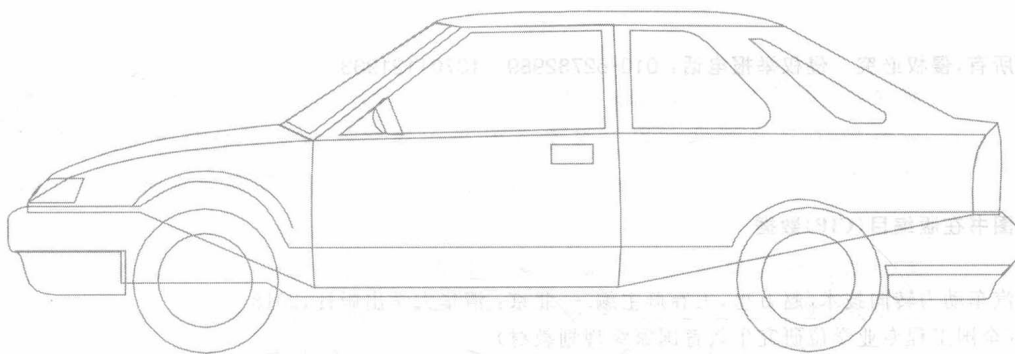
汽车动力转向技术

赵万忠 王春燕 主编

清华大学出版社

内容简介

专业学位研究生教育国家级规划教材



汽车动力转向技术

赵万忠 王春燕 主编

董钊志 崔滔文 张寒 副主编

主 审：李 强
审 稿：王 强
定 稿：张 寒
校 对：王 强

清华大学出版社
社 址：北京清华大学学研大厦A座
电 话：010-62770175
网 址：http://www.tup.tsinghua.edu.cn
邮 政：100084
发 行：清华大学出版社发行部
印 刷：清华大学出版社印刷厂
经 销：全国新华书店

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据动力转向系统的发展现状,对应用较广、研究较热的动力转向系统进行归纳总结,运用现代控制、优化理论和系统方法,结合实例分析,介绍了动力转向系统模型建立、计算机仿真、动态性能分析、结构优化和控制器设计的方法,同时也使读者对常用的车辆设计软件有所了解。内容包括:机械与液压动力转向系统、电动助力转向系统、主动前轮转向系统、线控转向系统、差动助力转向系统。

本书是全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材,也可以作为相关企业、研究所从事汽车设计、分析、优化的工程技术人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车动力转向技术/赵万忠,王春燕主编. —北京:清华大学出版社,2018

(全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材)

ISBN 978-7-302-51397-1

I. ①汽… II. ①赵… ②王… III. ①汽车—动力转向装置—研究生—教材 IV. ①U463.403

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 233826 号

责任编辑:许 龙

封面设计:何凤霞

责任校对:王淑云

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市国英印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:16.75

字 数:409千字

版 次:2018年10月第1版

印 次:2018年10月第1次印刷

定 价:46.00元

产品编号:070489-01

汽车工业是国民经济的支柱产业之一,产业链长、关联度高、就业面广、消费拉动大,在国民经济和社会发展中发挥着重要作用。我国汽车工业企业越来越强调进行自主开发,因此汽车产品的设计、分析、控制技术 etc 日益受到重视。

汽车转向系统的设计属于汽车底盘设计的关键技术。转向系统的性能直接影响到汽车的驾驶感受和操纵稳定性,这对于确保车辆的安全行驶、减少交通事故以及保护驾驶员的人身安全、改善驾驶员转向感觉起着重要的作用。特别是在车辆高速化、驾驶人员非职业化、车流密集化的今天,针对更多不同水平的驾驶人群,汽车的易操纵性和安全性设计显得尤为重要。虽然国内外已出版不少涉及汽车转向系统设计的专著、教材,但是主要针对传统的机械转向和液压动力转向,没有涵盖目前转向系统的研究热点,如线控转向、主动前轮转向、差动助力转向等。本书全面系统地介绍现有各类转向系统,希望通过本书的学习,读者能够比较全面、深入地学习、理解和掌握汽车转向系统设计的基本理论和方法。

本书详细介绍了各动力转向系统结构原理、数学模型、优化设计、控制策略等相关内容,希望能为车辆工程专业高年级本科生、研究生和汽车工程师针对转向系统设计问题提供帮助。

本书由南京航空航天大学赵万忠、王春燕主编,南京金龙客车制造有限公司董钊志、南京航空航天大学崔滔文、张寒为副主编。编写过程中南京航空航天大学张子俊、吴刚、王衍圣、陈青云、衡波、钱兴国等同学提供了素材,并进行文字编写工作,特此说明并表示感谢。

由于作者学识所限,书中内容难免存在漏误,敬请广大读者批评指正。

编者

2018年1月

第 1 章 机械与液压动力转向系统 1

1.1 机械转向系统 1

- 1. 转向系统的作用与组成 1
- 2. 汽车转向条件 2
- 3. 转向操纵机构 3
- 4. 转向器 5
- 5. 转向传动机构 8

1.2 液压动力转向系统 13

- 1. 液压动力转向系统的分类 14
- 2. 液压动力转向系统的助力特性 15

1.3 电控液压动力转向系统 16

- 1. EHPS 系统分类 16
- 2. EHPS 系统主要部件及工作原理 21
- 3. EHPS 系统及整车动力学模型 43
- 4. EHPS 系统匹配优化 49
- 5. EHPS 系统控制策略 63

第 2 章 电动助力转向系统 73

2.1 概述 73

- 1. EPS 系统特点 73
- 2. EPS 系统工作原理 73
- 3. EPS 系统关键部件 74
- 4. EPS 系统分类 75

2.2 EPS 系统建模与模型验证 78

- 1. EPS 系统及整车动力学模型 78
- 2. EPS 系统性能试验与模型验证 84

2.3 EPS 系统助力特性 89

- 1. EPS 系统助力特性及设计原则 89
- 2. EPS 系统助力控制策略 90

3.	助力电机角速度估计	95
2.4	EPS 系统跟踪控制策略	103
1.	基本控制方法	103
2.	基于遗传算法优化的 TSK 型模糊跟踪控制	106
第 3 章	主动前轮转向系统	121
3.1	概述	121
1.	主动前轮转向系统结构原理	121
2.	主动前轮转向系统应用现状	122
3.2	主动前轮转向系统与整车动力学模型	124
1.	主动前轮转向系统动力学模型	124
2.	轮胎模型	127
3.	整车二自由度模型	128
4.	驾驶员模型	129
3.3	主动前轮转向系统位移特性控制策略	130
1.	主动前轮转向系统变传动比规律	131
2.	基于主动前轮转向系统的车辆稳定性控制	135
3.	仿真分析	145
3.4	位移特性控制下的系统力特性控制策略	150
1.	位移特性控制对路感的影响	150
2.	转向盘转矩前馈补偿策略	154
3.	转向盘转矩直接控制策略	156
4.	仿真分析	165
第 4 章	线控转向系统	168
4.1	概述	168
1.	线控转向系统结构原理	168
2.	线控转向系统特点	169
3.	线控转向系统应用现状	170
4.2	线控转向系统模型	172
1.	转向盘与转向轴模型	172
2.	路感电机模型	173
3.	转向电机模型	173
4.	齿轮齿条模型	173
4.3	线控转向系统路感控制策略	174
1.	线控转向系统路感特性与规划	174
2.	线控转向系统路感控制器设计	185
3.	仿真分析	188

4.4	线控转向系统稳定性控制策略	191
1.	横摆角速度与质心侧偏角估计	192
2.	线控转向系统稳定性控制器设计	194
3.	仿真分析	199
4.5	线控转向系统容错控制	208
1.	传感器故障分析	208
2.	转向执行模块及整车联合状态估计	209
3.	动态故障决策门限值	210
第5章	差动助力转向系统	213
5.1	概述	213
1.	差动助力转向系统结构原理	213
2.	差动助力转向系统特点	214
3.	差动助力转向系统应用现状	215
5.2	差动助力转向系统及整车动力学模型	215
1.	转向盘和转向输入轴模型	215
2.	轮毂电机模型	216
3.	整车模型	217
5.3	差动助力转向系统差动转矩控制策略	219
1.	差动助力特性	219
2.	差动助力转向鲁棒控制器设计	220
3.	仿真分析	226
5.4	差动助力转向系统稳定性控制策略	229
1.	系统稳定性分析	229
2.	伪变角传动比策略	229
3.	稳定性控制器设计	233
4.	仿真分析	236
5.5	差动助力转向系统多目标优化设计	239
1.	差动助力转向系统性能指标	239
2.	设计变量对各性能指标影响分析	244
3.	差动助力转向系统多目标优化设计	249
参考文献	256

第1章 机械与液压动力转向系统

1.1 机械转向系统

汽车通过传动系统和行驶系统,将发动机的动力转变为汽车行驶的驱动力,使汽车产生运动。汽车在行驶过程中,需要经常改变行驶方向,这就必须有一套用来控制汽车行驶方向的机构——汽车转向系统。

1. 转向系统的作用与组成

转向系统的作用是实现汽车行驶方向的改变和保持汽车稳定的行驶路线。

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作为转向能源,其中所有传动件都是机械的。机械转向系统由转向操纵机构、转向器和转向传动机构三大部分组成,如图 1-1 所示。

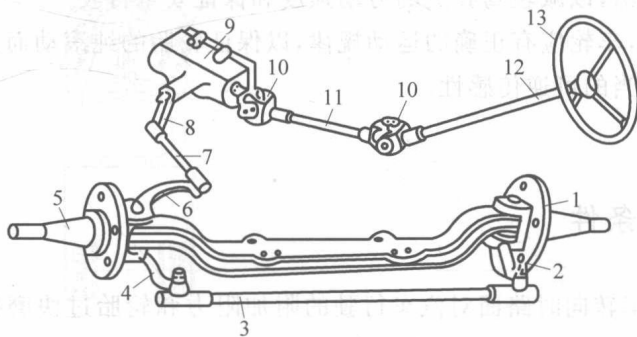


图 1-1 汽车转向系统示意图

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—转向摇臂;
9—转向器; 10—转向万向节; 11—转向传动轴; 12—转向轴; 13—转向盘

转向操纵机构由转向盘、转向轴、转向万向节、转向传动轴组成。转向传动机构由转向摇臂、转向直拉杆、转向节臂、左右转向节、转向横拉杆、左右梯形臂等组成。

当驾驶员转动转向盘时,通过转向轴、转向万向节、转向传动轴,将转向力矩输入转向器,经转向器将转向力矩增大后传到转向摇臂、转向直拉杆、转向节臂,使左转向节绕主销偏转。与此同时,左梯形臂带动转向横拉杆、右梯形臂,使右转向节绕主销向同一方向偏转,从

构实际上都只能在一定的车轮偏转角范围内,使两侧车轮偏转角的关系大体上接近于理想关系。

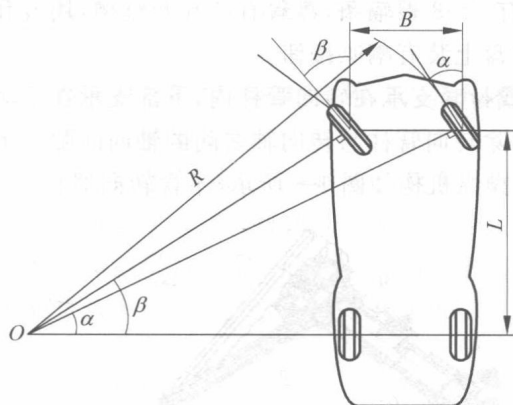


图 1-3 双轴汽车转向示意图

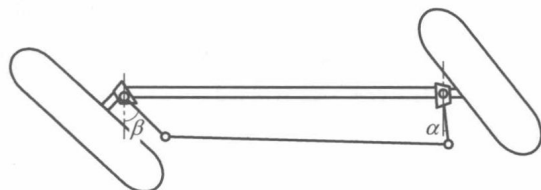


图 1-4 转向梯形机构工作示意图

由转向中心到外转向轮与地面接触点的距离称为汽车的转弯半径。转弯半径越小,则汽车转向所需的空间就越小,汽车的机动性就越好。

当外侧转向轮偏转角达到最大值时,转弯半径最小;但转向轮偏转角过大时,轮胎会碰撞翼子板和钢板弹簧或转向直拉杆等,故转向轮偏转角大小可通过旋动转向节上的限位螺钉进行调整。

汽车转弯时,内侧前轮轨迹和内侧后轮轨迹的半径之差,称为内轮差,如图 1-5 所示。

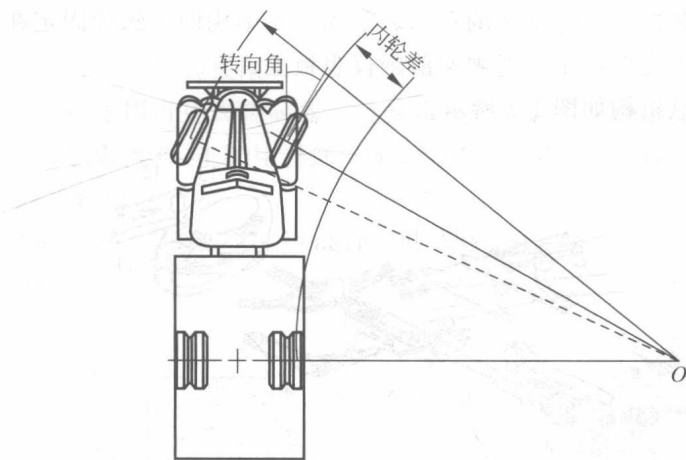


图 1-5 双轴汽车内轮差示意图

内轮差的大小,同车轮的转向角大小及轴距长短有关。转向角越大,内轮差越大;轴距越长,内轮差亦越大。反之则小。

3. 转向操纵机构

转向操纵机构由转向盘、转向轴、转向万向节等部件组成。

转向盘又称转向盘,安装在驾驶室内。因我国交通法规规定机动车靠右侧通行,故国产

车辆转向盘都安装在驾驶室的左侧,这样驾驶员在超车和会车时视野较为开阔,有利于安全行车。转向盘由钢管骨架外包醋酸纤维等可塑材料制成,有的采用整体泡沫聚氨酯表皮,内部填充聚氨酯硬泡沫,本体为钢骨架结构。一般有2~3根辐条,盘毂有圆孔及键槽,用键和螺母将转向盘固定在转向轴的锥形轴端上。转向盘上装有喇叭按钮。

转向轴多用无缝钢管制成,它的上部用轴承或衬套支承在转向管柱内,下部支承在下固定支架内的轴承中,轴承下端装有弹簧,可自动消除转向管柱与转向轴之间的轴向间隙。下端与转向万向节相连。解放 CA1092 型汽车转向操纵机构如图 1-6 所示(不含转向器)。

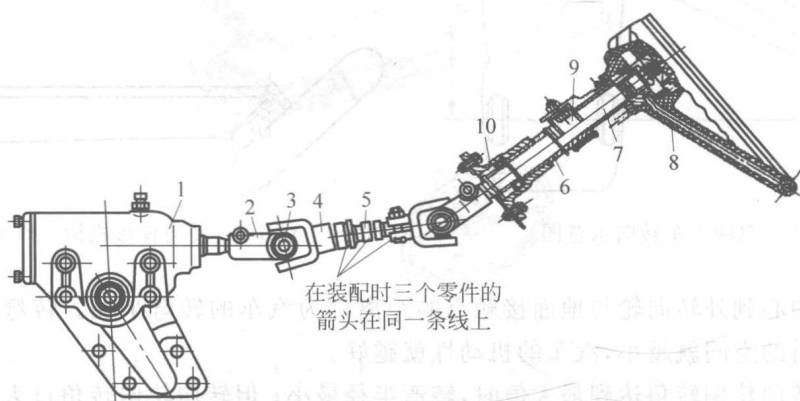


图 1-6 解放 CA1092 型汽车转向操纵机构

1—转向器总成；2—万向节叉；3—十字轴；4—滑动叉；5—转向传动轴；6—转向管柱；7—转向轴；
8—转向盘；9—转向管柱上支架；10—下固定支架

转向管柱的下端压装在下固定支架的孔内。下固定支架用两个螺栓固定在驾驶室底板上。转向管柱上端通过上支架固定在驾驶室前围仪表板上。

奥迪轿车的转向操纵机构如图 1-7 所示。

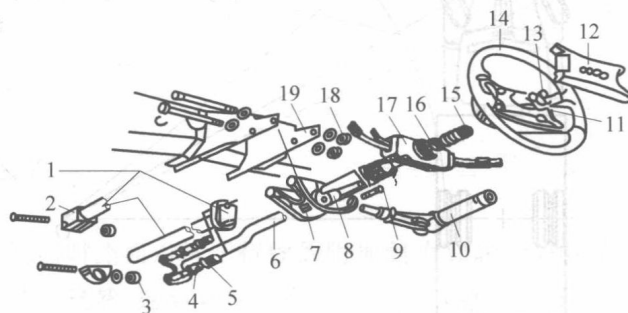


图 1-7 奥迪轿车转向操纵机构

1—法兰套管；2—夹箍；3—自锁螺母；4—聚四氟乙烯衬套；5—橡胶衬套；6—安全转向柱；7—转向柱夹箍；
8—转向柱套管；9—保险螺钉；10—转向角限位器外壳；11—喇叭线；12—喇叭控制板；13—螺母；14—转向盘；
15—锁止垫圈；16—轴承；17—转向柱转换器；18—自锁螺母；19—安全支架

在转向盘下方左侧装有转向信号灯和变光开关拨杆及照明开关。在转向盘下方右侧装有紧急信号灯拨杆、风窗刮水器和洗窗器拨杆。转向盘中间位置装有喇叭按钮。

安全转向柱的上端加工有螺纹和花键,它穿过转向盘中心孔,然后用螺母将其固定。安全转向柱的下端连接转向器。安全转向柱分为上下两段,在它们中间有过渡法兰相连接,其

(1) 构造

转向螺杆用两个推力球轴承支承在壳体内,轴承预紧度可用调整垫片调整。转向螺母的下平面加工成齿条,与转向摇臂轴内端的齿扇部分啮合。可见转向螺母既是第一级传动副的从动件,也是第二级传动副(齿条齿扇传动副)的主动件。

为了减少转向螺杆和转向螺母之间的摩擦,两者的螺纹并不直接接触,其间装有许多钢球,以实现滚动摩擦。在转向螺杆的外圆柱面和转向螺母的内圆柱面上分别制出断面近似为半圆形的螺旋槽,两者的槽配合既成近似圆形断面的螺旋通道。螺母侧面有两对圆孔,可将钢球从此孔塞入螺旋通道内。螺母外有两根钢球导管,每根导管的两端分别插入螺母侧面的一对圆孔中,以组成两条管状的封闭循环通道,通道内装有一定数量的钢球。

转向螺母的下平面切有倾斜的等齿厚齿条,与之相啮合的是齿扇,齿扇与齿扇轴制成一体,用滚针轴承支承。

(2) 工作情况

当转动转向盘时,转向螺杆也随之转动,通过钢球将运动传给转向螺母,转向螺母即产生轴向移动。由于摩擦力的作用,所有钢球便在螺杆与螺母之间的通道内滚动,形成“球流”。钢球在螺母内绕行两圈后,流出螺母而进入导管,再由导管流回螺母通道内,如此循环。

随着转向螺母沿转向螺杆轴向移动,其下面的齿条便带动齿扇绕齿扇轴转动,并带动转向摇臂摆动,再通过转向传动机构使车轮偏转,实现汽车转向。

(3) 调整

传动副的啮合间隙(即齿条与齿扇的间隙)是通过双向调整螺钉来调整的。调整螺钉的圆柱形端头嵌在齿扇轴内端的切槽内,其螺纹部分在侧盖外,并用锁紧螺母锁紧。将螺钉旋入,则啮合间隙减小;反之则啮合间隙增大。

循环球式转向器传动效率较高,可达 90%~95%,且转向操纵轻便,零件使用寿命长,故在汽车上广泛应用。

2) 蜗杆指销式转向器

蜗杆指销式转向器的传动副是蜗杆和指销。按指销的数目不同,可分为单销式和双销式两种,如图 1-10 所示。

(1) 构造

转向蜗杆具有梯形螺纹,通过两个滚动轴承支承在壳体内,在壳体下盖上装有调整螺塞,用以调整轴承的预紧度。

蜗杆与两个锥形指销相啮合,指销均用双列圆锥滚子轴承支承在转向摇臂轴的曲柄上。轴承无内座圈,轴承滚子直接与销颈接触。指销装在滚子轴承上可以减轻蜗杆和指销的磨损,并提高传动效率,使转向轻便。

转向摇臂轴与曲柄制成一体,并用两个衬套支承在壳体内,其外端装有自紧式油封,以防漏油。转向摇臂轴的端部刻有标记,装配时应与转向摇臂上的刻度标记对正。

(2) 工作情况

当汽车直线行驶时,两个指销分别与蜗杆的螺旋槽相啮合。在汽车转向时,蜗杆轴转动,嵌于蜗杆螺旋槽内的锥形指销一边自转,一边使转向摇臂轴转动,并通过转向传动机构使汽车转向轮偏转而实现汽车转向。

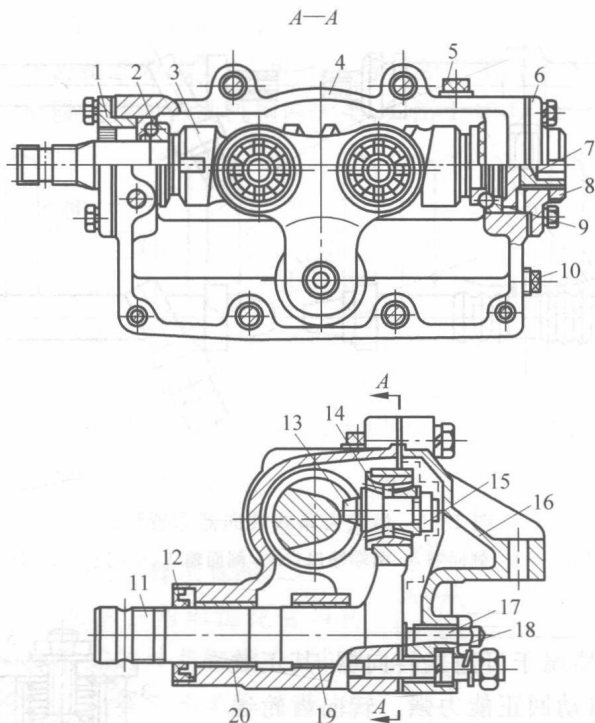


图 1-10 蜗杆指销式转向器

1—上盖；2,9—滚动轴承；3—转向蜗杆；4—壳体；5—加油螺塞；6—下盖；7—调整螺塞；8,15,18—螺母；10—放油螺塞；11—摇臂轴；12—油封；13—指销；14—双列圆锥滚子轴承；16—侧盖；17—调整螺钉；19,20—衬套

转向盘在中间及附近位置时,其两指销均与蜗杆啮合,当摇臂转角相当大时,一个指销与蜗杆脱离啮合,另一指销仍保持啮合。因此,双指销式的摇臂轴转角范围较单指销式大,而且相对于单指销式指销所受载荷较小,因而其工作寿命较长,但结构复杂,加工精度要求高。

(3) 调整

指销与蜗杆的啮合间隙是用转向器侧盖上的调整螺钉来调整的。调整时,将转向盘置于中间位置,先将固定螺母松开,用旋具将调整螺钉拧到底,再退回 $1/8$ 圈左右,然后将固定螺母锁紧。

3) 齿轮齿条式转向器

齿轮齿条式转向器结构简单、紧凑,在前轴载荷较小的车辆上应用广泛。根据输入齿轮位置和输出特点的不同,齿轮齿条式转向器有四种布置形式:中间输入,两端输出(图 1-11(a));侧面输入,两端输出(图 1-11(b));侧面输入,中间输出(图 1-11(c));侧面输入,一端输出(图 1-11(d))。

(1) 构造

齿轮齿条式转向器的结构如图 1-12 所示,其由转向齿轮、转向齿条等组成。转向器壳体由一根钢管和压配在其两端的接头组成,用两个螺栓固定在车架上。转向齿轮垂直地安装在壳体接头中,其顶端通过花键与转向轴上的柔性万向节连接,齿条端部装有连接叉,与转向传动机构相连,为避免齿条移动时防尘套内气压不平衡,用防尘罩通气管将两侧防尘罩内腔接通。

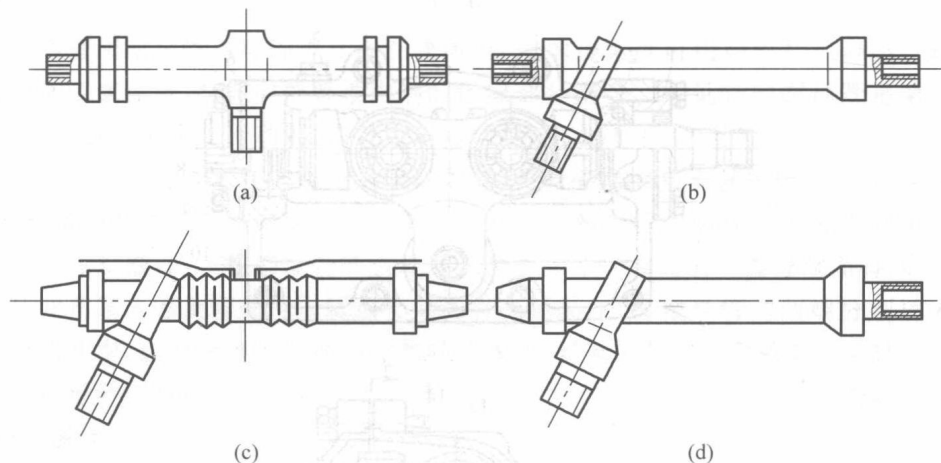


图 1-11 齿轮齿条式转向器布置形式

(a) 中间输入、两端输出；(b) 侧面输入、两端输出；(c) 侧面输入、中间输出；(d) 侧面输入、一端输出

(2) 工作情况

齿轮齿条式转向器属于可逆式转向器，其正效率与逆效率都很高，自动回正能力强。转向齿轮通过轴承支承在壳体内，转向齿轮的一端与转向轴连接，将驾驶员的转向操纵力输入，另一端与转向齿条直接啮合，形成一对传动副，并通过转向齿条传动，带动横拉杆，使转向节转动。

(3) 调整

为保证齿轮齿条无间隙啮合，弹簧 3 产生的压紧力将转向齿轮 1 和转向齿条 2 压靠在一起。弹簧的预紧力可以通过调整螺栓 4 进行调整。这不仅消除了齿间间隙、提高转向系统刚度，还可以防止工作时产生冲击和噪声。

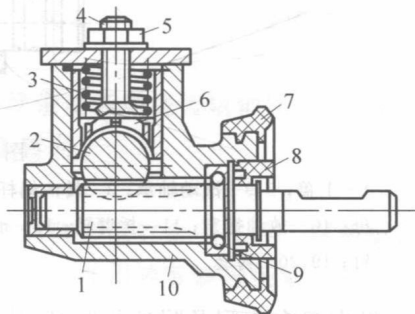


图 1-12 齿轮齿条式转向器

1—转向齿轮；2—转向齿条；3—弹簧；
4—调整螺栓；5—锁紧螺母；6—压块；
7—防尘罩；8—油封；9—轴承；10—壳体

5. 转向传动机构

转向传动机构的功用是将转向器输出的运动和动力传给转向车轮，使之偏转，以实现汽车的转向。

转向传动机构一般包括转向摇臂、转向直拉杆、转向横拉杆、转向节臂、转向节及左右梯形臂。

汽车在行驶过程中，转向传动机构除传递转向力外，还承受转向车轮在不平道路上行驶时所造成的冲击和振动。由于各传力杆件不在同一平面内运动，为避免发生运动干涉，它们之间的连接都采用球形铰链。

转向传动机构的零件一般布置在前轴之后。其优点是结构简单，并能保证两转向轮之间必要的转角关系，故得到广泛应用。若发动机的位置很低或前桥为转向驱动桥时，传动机

构零件的后置有困难,也可布置在前轴之前。

转向传动机构根据转向桥悬架的类型,可分为与非独立悬架配用的整体式转向传动机构和与独立悬架配用的分段式转向传动机构两大类,如图 1-13 所示。

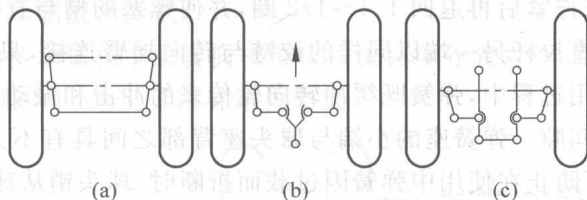


图 1-13 转向传动机构示意图

(a) 与非独立悬架配用; (b) 与独立悬架配用; (c) 与独立悬架配用

1) 与非独立悬架配用的转向传动机构

(1) 转向摇臂

图 1-14 所示为常用的转向摇臂示意图。

转向摇臂大端的内锥面的三角形细花键与转向摇臂轴外端锥面上同样形式的外花键配合,并用螺母固定。其小端的锥形孔与球头销柄部连接,也用螺母紧固,并用开口销保险,球头销与直拉杆作铰链连接。

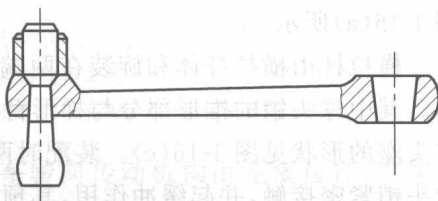


图 1-14 转向摇臂

为了使转向摇臂与转向器连接后从中间位置到两边极限位置的摆角范围大致相同,通常在转向摇臂与摇臂轴上刻有安装记号,或者两者的花键部分上都少铣一个或几个齿,安装时应对正记号。在无法识别记号的情况下,可采用以下方法进行安装:

- ① 将已装好的转向传动机构的转向轮摆在直线行驶的位置。
- ② 记取转向盘从一侧极限位置转到另一侧极限位置的总圈数,并使转向盘停在总圈数一半的中间位置上。
- ③ 将转向摇臂垂直套入转向摇臂轴上,用螺母紧固,并锁好保险。东风 EQ1092 型汽车的转向摇臂大端采用切口,用螺栓夹紧固定。

(2) 转向直拉杆

转向直拉杆是连接转向摇臂和转向节臂的杆件。图 1-15 为解放 CA1092 型汽车的直拉杆。

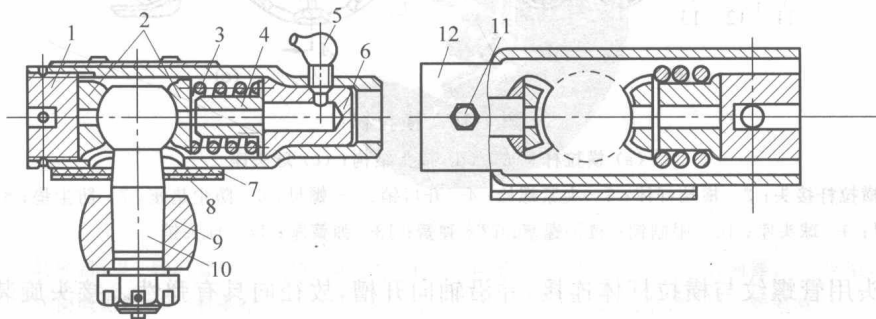


图 1-15 解放 CA1092 型汽车转向直拉杆

1—螺塞; 2—球头座; 3—弹簧; 4—弹簧座; 5,11—注油盅; 6—座塞; 7—油封垫;
8—油封垫护套; 9—转向摇臂; 10—球头销; 12—直拉杆

转向直拉杆用两端扩大的钢管制成。在扩大的端部里,装有球头销、球头座、弹簧座、弹簧和螺塞等,组成球铰链,并分别与转向节臂和转向摇臂连接。球头销的球头部与钢管内前后两个球头座配合,在螺塞和弹簧作用下,球头销与球头座紧靠。螺塞可用以调整弹簧的预紧度,调整时可将螺塞拧紧后再退回 $1/4 \sim 1/2$ 圈,并使螺塞的槽与直接杆头上的小孔对正,然后用开口销锁住。直拉杆另一端以同样的铰链与转向摇臂连接,只是弹簧的安装位置在靠螺塞的方向。在使用过程中,弹簧既缓冲转向轮传来的冲击和振动,又自动消除球头销和球头座磨损后产生的间隙。弹簧座的小端与球头座背部之间具有不大的缝隙,用以限制弹簧的最大预紧力,并可防止在使用中弹簧因过载而折断时,球头销从球头座中脱出。直拉杆两端装有注油盅以润滑球头销和球头座。在球头销伸出端上套有油封垫,并用油封垫护罩保护,以防润滑油流出和尘土侵入。

(3) 横拉杆

横拉杆是连接左右梯形臂的杆件,它与左右梯形臂及前轴构成转向梯形机构,如图 1-16(a)所示。

横拉杆由横拉杆体和旋装在两端的接头组成。两端的接头结构相同,如图 1-16(b)所示。其中球头销的锥形部分与梯形臂相连。上、下球头座用聚甲醛制成,有良好的耐磨性。球头座的形状见图 1-16(c)。装配时两球头座的凸凹部分相互嵌合。弹簧保证两球头座与球头销紧密接触,并起缓冲作用,其预紧力由螺塞调整。

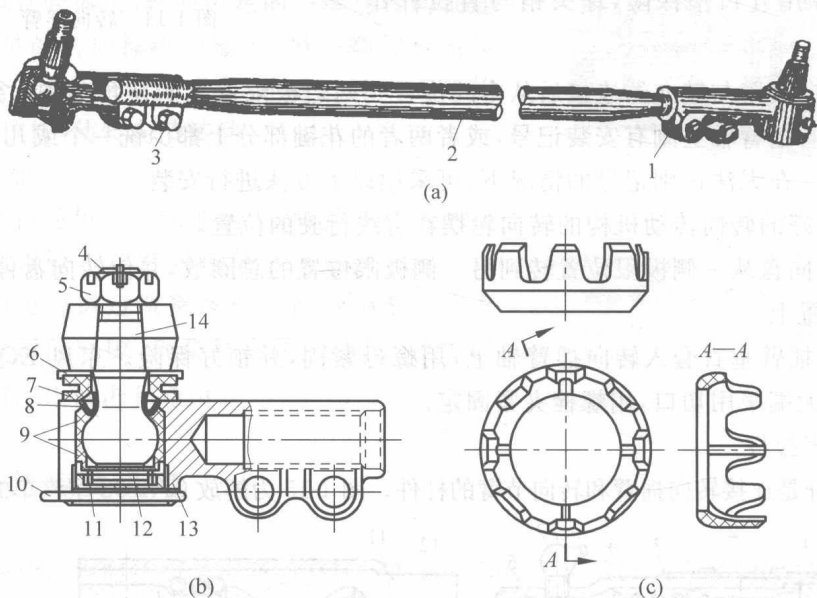


图 1-16 横拉杆

(a) 横拉杆总成; (b) 接头结构; (c) 球头座

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

两接头用管螺纹与横拉杆体连接,并沿轴向开槽,故径向具有弹性。接头旋装到横拉杆体上后,用夹紧螺栓夹紧。横拉杆体两端的管螺纹,一端为右旋,另一端为左旋。因此,在旋松夹紧螺栓后,转动横拉杆体即可改变横拉杆的总长度,用以调整前束。

前桥驱动的汽车,因其主减速器占去了一定的空间,故其后置横拉杆是弯曲的。为调整