


分类号: XXXXX  	齿轮齿条动力转向器设计手册	编号: XXXXX XXX-XXXX 代替: XXXXX XXX-XXXX  发布日期: XXXX-XX-XX 实施日期: XXXX-XX-XX
---	---------------	--

编写部门: 底盘部 底盘部件工程室  编写人: 岳德明
-----------------------------------

修订次	日期	修订内容描述
V01	2016.11.2	增加基本参数性能及试验方法

# 目 录

## 一、齿轮齿条动力转向器零件结构和参数设计

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 设计原则	1
4 总体设计	2
4.1 输入接口	2
4.2 方案设计	2
4.2.1 结构选定	2
4.2.2 主要参数	2
4.2.3 强度校核	3
4.3 总体参数计算	3
4.3.1 转向器总成角传动比	3
4.3.2 转向器总成输出力	3
4.3.3 齿轮齿条参数确定	4
4.3.4 齿轮旋向判定	4
4.3.5 动力转向器工作流量的选择	5
4.4 结构设计	5
4.4.1 转向阀的选择	5
4.4.2 扭杆	6
4.4.3 转阀转动限位结构	7
4.4.4 密封元件的选择	8
4.4.5 紧固件的选择	8
4.4.6 主要零件设计要求	9
4.4.6.1 齿轮齿条动力转向器总成图	9
4.4.6.2 齿轮	10
4.4.6.3 齿条	11
4.4.6.4 阀组件	11
4.4.6.5 转向轴	12
4.4.6.6 液压缸	13
4.4.6.7 壳体	14
4.4.6.8 调整体组件	14
4.4.6.9 壳体组件/壳体液压缸组件	15
4.4.6.10 阀壳体	15
4.4.6.11 中部球头节 (IBJ) /外部球头节 (OBJ) 组件	16
4.4.6.12 大卡箍	16
4.4.6.13 防护套	16
4.4.6.14 小卡箍	17
4.4.6.15 锁紧薄螺母	17
4.4.6.16 下端压紧螺塞	17
4.4.6.17 支承套	17
4.4.6.18 调整弹簧	17

5	基本参数性能及试验方法	18
5.1	总圈数测定实验	18
5.1.1	样件条件	18
5.1.2	装配条件	18
5.1.3	加载工况	18
5.1.4	试验结果	19
5.2	空载转动力矩试验	19
5.2.1	样件条件	19
5.2.2	装配条件	19
5.2.3	加载工况	19
5.2.4	试验结果	19
5.3	逆向齿条力	19
5.3.1	样件条件	19
5.3.2	装配条件	19
5.3.3	加载工况	19
5.3.4	试验结果	19
5.4	转向器间隙测试	19
5.4.1	样件条件	19
5.4.2	装配条件	19
5.4.3	加载工况	20
5.4.4	试验结果	20
5.5	机械效率	20
5.5.1	样件条件	20
5.5.2	装配条件	20
5.5.3	加载工况	20
5.5.4	试验结果	20
5.6	输入输出特性	21
5.6.1	样件条件	21
5.6.2	装配条件	21
5.6.3	加载工况	21
5.6.4	试验结果	21
6	设计综述	21

## 一、齿轮齿条动力转向器零件结构和参数设计

### 1 范围

本标准是为了规范齿轮齿条式动力转向器的设计而制定的，以确保满足设计要求，提高产品及零部件的综合性能水平，实现最佳综合效能。

本标准适用于齿轮齿条式动力转向器的设计。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成的协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

**GB5179-85** 《汽车零部件术语》

### 3 设计原则

3.1 符合产品使用国家和地区及行业有关法规、标准及技术协议、设计任务书要求。

3.2 设计输出必须满足设计输入（如有关合同、协议、设计任务书等）的要求，保证符合样件性能要求。

3.3 保证样机边界尺寸及安装尺寸，确保转向器与其它零部件的合理间隙，在装车及运行过程中不发生干涉。

3.4 转向器在汽车上应保证足够的安装刚性，保证汽车前束参数的稳定性。

3.4 转向行驶时，驾驶员能够获得关于转向阻力矩的正确感觉，并能提高转向灵敏度。转向后，转向盘应自动回正，并应使汽车保持在稳定的直线行驶状态。

3.5 动力转向失灵时，仍能用机械系统操纵车轮转向。

3.6 应用 VA/VE 进行优化设计，以最小的费用，在不需要增加过多保修工作量的条件下达到上述要求。要充分考虑产品的工艺性能，尽可能提高产品及零部件的系列化、标准化、通用化程度，降低产品成本，提高产品的综合性能。

3.7 零部件名称按《汽车零部件术语》的要求命名。

3.8 另部件材料选择应符合环保要求，不使用有毒有害材料，并可回收利用。对材料有特殊要求的要在零件图中注明。

3.9 包装运输应尽量使用周转箱（架），循环使用，节约资源；包装材料符合环保要求，不使用有毒有害材料，并可回收利用。

## 4 总体设计

### 4.1 输入接口

4.1.1 与相关部门对接，了解整车车型及车型基本参数。

4.1.2 与整车部门对接，确定转向器的相关硬点参数，简单确定转向器的外形及外联接尺寸。

4.1.3 与项目组对接，了解项目整体进度要求。

4.1.4 制定技术协议，准备与供应商讨论细致方案。

### 4.2 方案设计

#### 4.2.1 结构选定

4.2.1.1 根据整车方向盘布置是左舵还是右舵，确定是左置转向器或右置转向器。

4.2.1.2 根据转向器总成安装位置与转向器样机确定转向器结构形式，在满足设计输入的前提下，转向器结构尽量采用系列化设计，目前，通常有四种结构：

- 1) 整体式：底部一般为通孔。
- 2) 分体式通孔式
- 3) 分体式盲孔式
- 4) 铝制液压缸

#### 4.2.2 主要参数

根据车型和前桥负荷，确定具体设计方案。主要设计参数如下表：

主要参数	竞品样机	华晨方案	备注
1.基本形式			
2.传动比			
3.行程/圈数			
4.齿条直径			
5.齿条倾角及方向			
6.油缸内径 / 外径			
7.齿轮模数			
8.齿轮齿数			
9.齿轮螺旋角及旋向			
10.压力角			

11.中心距			
12.安装角(左右)			
13.球间距 (IBJ)			
14.球间距 (OBJ)			
15.使用温度			
16.理论输出力 (8~11Mpa)			
17.额定流量			
18.额定压力			
19.正转力矩平均值			
20.内泄漏			
20.比例负荷 (4.9MPa)			

#### 4.2.3 强度校核

根据样机或现有量产产品类比设计，必要时应用有限元分析软件，对关键的主要受力件建立受力模型，进行静强度、动强度较核。这些零件包括：齿轮、齿条、转向轴、内球头节组件、外球头节组件、壳体、支架等。可根据零件的结构特点，适当增减上述强度较核的零件。

#### 4.3 总体参数计算

##### 4.3.1 转向器总成角传动比

$$i = \frac{\pi m z}{\cos \theta} \dots\dots\dots (1)$$

式中：i ——角传动比，mm/Rev

m ——模数；

z ——齿数；

θ ——齿倾角；

##### 4.3.2 转向器总成输出力

$$W = W_m + W_p \dots\dots\dots (2)$$

式中：W ——理论输出力，N；

$W_m$  ——机械输出力，N；

$W_p$  ——动力的输出力，N；

$$W_m = \frac{2\pi T}{i} \dots\dots\dots (3)$$

$$W_p = \frac{\pi P}{4} (D^2 - d^2) \dots\dots\dots (4)$$

式中：T——转向力矩，Nm

D——液压缸内径，mm

d——齿条外径，mm

P——额定压力，MPa

#### 4.3.3 齿轮齿条参数确定

根据确定的中心距、安装角、行程应用设计软件计算齿轮齿条齿形参数。

考虑传动的连续性和承载能力，校核齿轮齿条传动的重合度，重合度应大于1，否则会产生不连续传动，使传动不平稳，产生噪声。一般选取重合度为1.2左右。

考虑齿轮的齿形弯曲强度，校核齿轮齿顶宽度，避免齿顶过尖。齿顶宽度一般大于1。锯切强度安全系数要在1.5以上。

#### 4.3.4 齿轮旋向判定

安装角α大小和方向由车型布置确定。已知安装角α大小和方向，确定齿轮螺旋角β大小和方向，如下图1，用做图法即可判定出齿条倾角θ大小和方向。

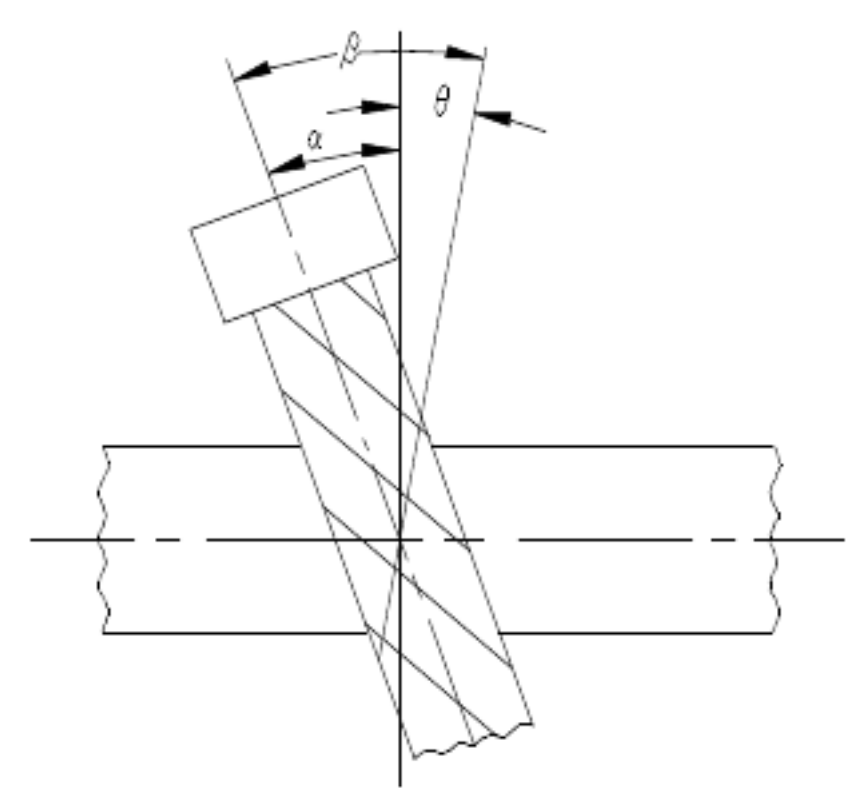


图 1

#### 4.3.5 动力转向器工作流量的选择

根据资料介绍，驾驶员在危急情况下的转动方向盘的最大转速为：轿车 n=120 转/分，中、重型车 n=100 转/分。所需流量为：

$$Q = nA \cdot i \cdot 10^{-6} + \Delta Q \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: n —— 方向盘最大转速, 转/分;

A —— 活塞缸有效面积, 单位 mm<sup>2</sup>;

i —— 传动比, 单位 mm/Rev

$\Delta Q$  —— 允许的最大泄漏量, 单位 L/min; 一般不大于泵流量的 15%;

Q —— 配套泵的最小工作流量, 单位 L/min。

#### 4.4 结构设计

##### 4.4.1 转向阀的选择

4.4.1.1 一般情况下, 动力转向器的转向阀要优先选用, 目前有“拉槽+堵头”结构和“挠槽”结构, 优先选用“挠槽”结构。转阀基本结构见图 2。

4.4.1.2 阀的设计要特别注意提高阀的稳定性和安静性, 适当增加阀的阻尼, 降低转向器的振动和噪音。对于经济型轿车、微型车等对噪音要求高的车型优先选用双平面阀保证低噪音要求。对于轻客、轻卡等车型可选用单平面阀。

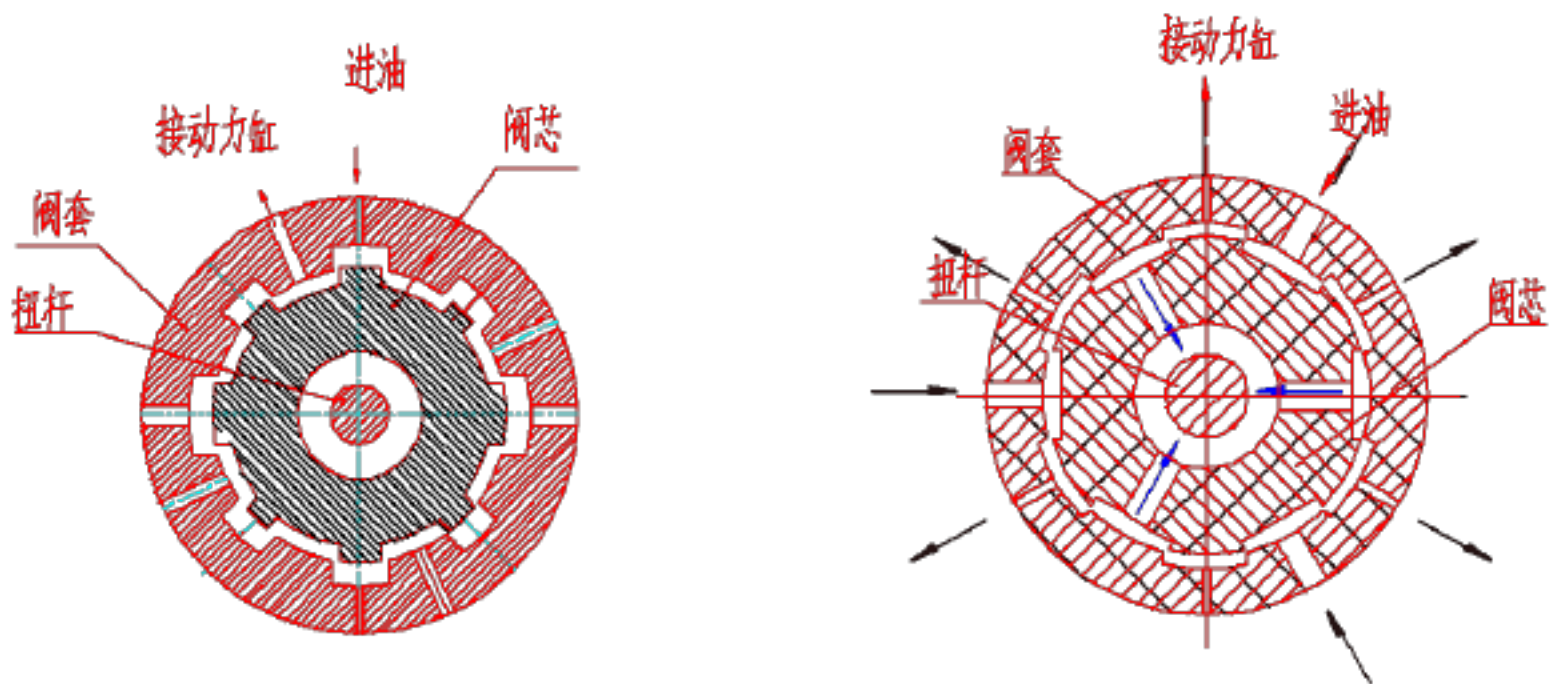
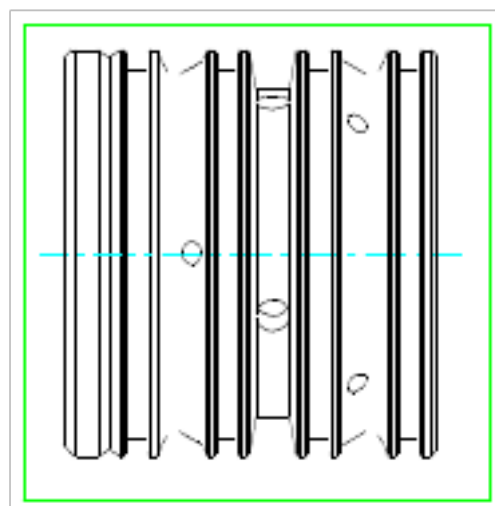


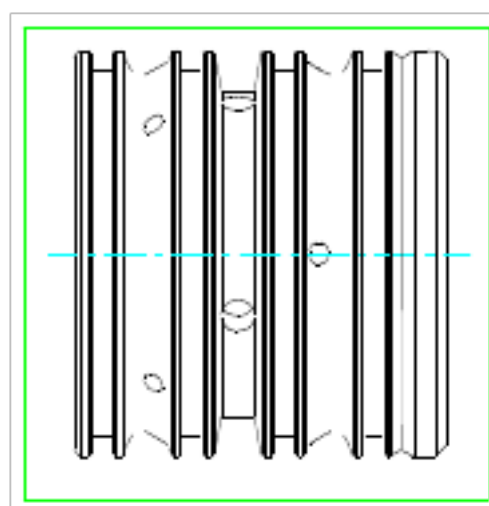
图 2

4.4.1.3 阀套旋向选择要根据转向器总成布置, 我公司阀套旋向有左旋和右旋两种, 见图 3。右旋阀套, 顺时针转动输入轴, 高压通下腔。左旋阀套, 与右旋阀套正好相反。





右旋阀套 (ZDZ7G/ZDZ7H/CD7A)



左旋阀套 (CD4A/CD1B/CD7AR)

图 3

4.4.1.4 要合理选择阀芯、阀套的配合间隙以及预开隙、密封尺寸、节流孔等参数，以提高转向器的综合性能及合格率。

4.4.1.5 阀芯、阀套的配合属高精度配合，其直径间隙一般在  $(0.007 \sim 0.011)$  mm 之间，阀套内孔的表面粗糙度应为  $Ra0.4$ ，精度应达到 IT6。阀槽分度精度为  $15'$ ，每个槽的对称度不大于  $0.025$ mm。注意预防其因内部组织不稳定或其它原因发生卡死现象。

4.4.1.6 阀芯、阀套的材料一般选择 40CrGB/T3077-1999 或 S45C JIS G 4051，局部高频淬火，配磨部位表面硬度  $550 \sim 720HV$  端面槽部位表面硬度不小于  $515HV$

4.4.1.7 转阀组件转向力：

- 1)  $P0+0.5MPa$  转向力  $T \pm 0.4$ ，左右差  $0.4$  Nm
- 2)  $4.9MPa$  转向力  $T \pm 0.3$ ，左右差  $0.4$  Nm
- 3) 滞后差  $0.1 \sim 0.8$  Nm，不允许有异常交叉

4.4.2 扭杆

4.4.2.1 扭杆结构

扭杆基本结构见图 4

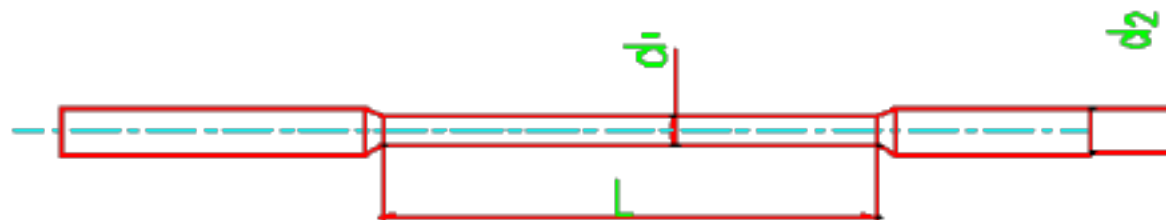


图 4

目前，扭杆加工采用磨削，长度采用一定宽度的砂轮磨削成型，长度系列如下表：

扭杆长度 L	68	76	92	104	126
--------	----	----	----	-----	-----

4.4.2.2 扭杆尺寸的计算

扭杆尺寸的确定主要取决于它的刚度，其刚度可根据式 (16) 进行计算。

$$\pi \frac{Gd_1^4 \Psi 10^{-2}}{32L} \dots\dots\dots(16)$$

式中：M——扭杆两端作用力矩（转向轴扭矩），单位 N·m

G ——扭杆剪切模量（钢为 8000Kgf/mm）；

d<sub>1</sub> ——扭杆本体直径，单位 mm

L ——扭杆计算长度，单位 mm

Ψ——扭杆两端相对转角，单位 rad。

扭杆剪切应力的计算

扭杆剪切应力计算公式：

$$\tau = \frac{16M}{\pi d_1^3} \dots\dots\dots (17)$$

式中：τ ——扭杆剪切应力，Kgf/mm。

M ——扭杆两端作用力矩（转向轴扭矩），单位 N·m

d<sub>1</sub> ——扭杆本体直径，单位 mm

扭杆尺寸计算时，杆体两端的过渡部分也起扭转变形作用，但其影响不大，可以按公式（16）近似计算，然后通过实际测量，进行效验后确定。由于扭杆的刚性与转向手力有直接关系可以通过调整扭杆的本体直径和长度来改变扭杆的刚性，从而调整转向手力特性。

#### 4.4.2.4 扭杆其它要求

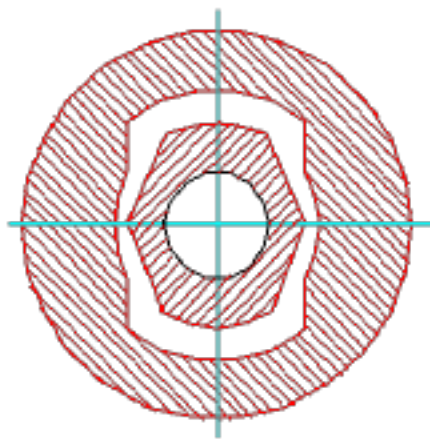
扭杆材料一般选用 50CVAGB/T3077-1999。扭杆热处理硬度 372~423HV<sub>r</sub> 与转向轴配合端进行退火，c 点硬度 ≥350HV<sub>r</sub> a、b 点硬度 270~350HV<sub>r</sub> b、c 点之间的距离 ≥3mm 以保证足够的退火过渡区域。根据工艺需要，夹头长度 ≥8mm

扭杆与转向轴配合端直径 φ 8.5（-0.008/-0.022），倒角 C1。

要求表面喷丸。，喷丸强度大于 0.25A，覆盖率大于 90%，技术要求按 JB/Z255-1985 执行，喷丸前粗糙度 0.8。

#### 4.4.3 转阀转动限位结构

转向动作开始后，转向轴（阀芯）克服扭杆弹性，相对阀套产生圆周方向相对位移使阀打开，使转向器产生相应的油压，进行助力转向。为避免在某些情况下扭杆过度扭转出



5

现疲劳或断裂，需要设置限位机构，限制扭杆的最大转角，同时在液压助力不足或失效状态下，设限位机构起到传递机械转向力矩的作用，常见结构如图 5 所示，转向限位角一般两侧各为  $5^\circ$  左右，略大于阀完全打开角度。

#### 4.4.4 密封元件的选择

动力转向器中的密封一般有以下几种：油封（皮碗）、O型密封圈、组合密封等。

皮碗油封一般有带骨架及不带骨架两种，根据唇口形式又可分为单唇口与多重唇口两种。多重唇口油封，既防止油外溢，又防止外部灰尘侵入，常用于低压密封部位，也有和其它形式密封组合用于高压处密封，常用于输入轴处的密封。这类油封采取过盈配合压入相应油封座孔内。

O形橡胶密封圈多用于固定密封（和其它密封件组合用与滑动处密封），密封作用主要靠与密封槽的压缩量起作用，结构简单，应用广泛。对于固定密封，压缩量一般控制在  $15\% \sim 17\%$ ；对于滑动密封，压缩量一般为  $11\% \sim 13\%$ 。密封槽的表面粗糙度不低于  $Ra1.6$ 。

组合密封结构主要用于转动和滑动部位的密封，常用于转阀的阀套各油槽之间的密封和齿条活塞外圆与液压缸内孔之间的密封，它由密封环和 O形橡胶圈组成。密封环置于接触面作为耐磨层，橡胶圈放在里面作为弹性基体，起到将密封环压紧到摩擦面上的作用，压缩量一般为  $11\% \sim 13\%$ 。对用在转阀上的旋转密封，过盈量应尽可能小甚至采用过渡配合或间隙配合，以免影响回正力。

根据密封部位选择 O形橡胶密封圈和皮碗油封橡胶材料，一般常用 NBR和 H-NBR。H-NBR较 NBR弹性好，适应高低温度范围更广，重要部位的密封或出口高寒地区产品尽量选择 H-NBR 但同时要考虑成本，H-NBR比 NBR材料成本要高。

#### I、低压油封 II 均选用 H-NBR

密封环材料一般常用有聚四氟乙烯和填充聚四氟乙烯。填充聚四氟乙烯材料因含有一定比例的玻璃纤维而耐磨损性能更好，阀套、活塞上的密封环材料选用填充聚四氟乙烯。

要特别注意与油封配合的零部件相应部位的倒角和抛光，以免损伤油封。安装油封部

15° ~30° ，以便于安装。

#### 紧固件的选择

4.4.5.1 紧固件要尽可能选用标准件，但必须仔细校核其强度。联结螺栓的性能等级不宜选用低于 8.8 级的。

阀壳体与壳体结合面连接螺钉 9.8 级；

拉杆并紧螺母 6 级。

4.4.5.2 要注意控制紧固件的预紧力矩。

4.4.5.3 紧固件应采用合适的防松措施。

4.4.5.4 紧固件进行表面处理：镀锌或发蓝。

4.4.6 主要零件设计要求

4.4.6.1 齿轮齿条动力转向器总成图

1) 结构：按整车布置情况，选择以下基本结构中最合适的进行设计：

① 阀壳+贯通式壳体+液压缸

② 阀壳+盲孔式壳体+液压缸

③ 整体式壳体+液压缸

2) 行程/传动比/总圈数按性能分解目标

3) 动力转向系统工作压力/流量/最大输出力按性能目标并进行计算

4) 转向力和阀曲线按性能目标调试，具体要求见总成性能标准

5) 油管组件与阀壳油口及液压缸管嘴连接拧紧力矩：

① M12×1： 10~16N·m

② M14×1.5： 12~18N·m

6) 与壳体联结螺栓(M8×1)拧紧力矩： 20~28N·m

7) 啮合间隙：按装配调整规范中的规定的方法，百分表显示间隙值在 0.10 以下。

8) 齿轮齿条啮合部、调整体与齿条结合部涂 NEW MOLINOC 润滑脂适量，注意不要堵住齿条小孔和涂在调整螺纹部。

9) 试制生产前总成图或总成数模必须与供应商确认。

10) 有中位对中角度要求的产品要在图中明确，公差按  $\gamma \pm 5^\circ$  。

11) 转向器保证足够的安装刚性。安装支架或座套与壳体或液压缸的配合不能出现晃动、扭曲等：

(1) 橡胶材料：NR/BR 橡胶硬度：座套和壳体处胶套按 76±5HS 液压缸胶套 60

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/066100102001010044>