

TCMCA

中国机械通用零部件工业协会团体标准

T/TCMCA 0033.1—2025

液压蛇形弹簧联轴器 第1部分：设计规范

Hydraulic steelflex coupling—Part 1: Design specification

2025 - 03 - 31 发布

2025 - 03 - 31 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 设计原则和内容	2
4.1 设计原则	2
4.2 设计内容	2
5 型式设计	2
6 参数设计	7
6.1 概述	7
6.2 额定转矩	7
6.3 许用转速	7
6.4 转动惯量	7
6.5 油腔压力	8
6.6 平衡等级	8
6.7 许用补偿量	8
7 结构设计	8
7.1 主体结构	8
7.2 油腔	9
8 主要零件设计	9
9 蛇形弹簧组数设计	10
10 进（出）油嘴设计	10
图 1 轻载型液压蛇簧联轴器	2
图 2 重载型液压蛇簧联轴器	3
图 3 键	3
图 4 单法兰型液压蛇簧联轴器	4
图 5 双法兰型液压蛇簧联轴器	4
图 6 带制动轮式液压蛇簧联轴器	5
图 7 带制动盘式液压蛇簧联轴器	6
图 8 液压蛇簧联轴器许用补偿量图示	8
表 1 液压蛇簧联轴器许用补偿量	8
表 2 两半联轴器端面间隙	8
表 3 主要零件材料/性能等级	9
表 4 蛇形弹簧组数	10

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是T/TCMCA 0033《液压蛇形弹簧联轴器》的第1部分。T/TCMCA 0033已经发布了以下部分：

- 第1部分：设计规范；
- 第2部分：制造规范；
- 第3部分：检测规范。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械通用零部件工业协会提出并归口。

本文件起草单位：大同市巴什卡机械制造有限公司、北京巴什卡科技有限公司、大同市同华矿机制造有限责任公司、江苏理工学院、乐清市重鑫机械制造有限公司、中国矿业大学、中北大学。

本文件主要起草人：李会敬、高冠华、陈伟、黄任杰、孙志英、牟海波、张新、王志伟、贺斌、张景宇、季永明、范博奥、孙庆铎。

液压蛇形弹簧联轴器 第1部分：设计规范

1 范围

本文件确立了液压蛇形弹簧联轴器的设计原则，给出了设计内容，规定了型式设计、参数设计、结构设计、主要零件设计、蛇形弹簧组数设计、进（出）油嘴设计等要求。

本文件适用于液压蛇形弹簧联轴器的产品设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1095 平键 键槽的剖面尺寸
- GB/T 1173—2013 铸造铝合金
- GB/T 1222—2016 弹簧钢
- GB/T 1591—2018 低合金高强度结构钢
- GB/T 1800.2 产品几何技术规范（GPS） 线性尺寸公差ISO代号体系 第2部分：标准公差带代号和孔、轴的极限偏差表
- GB/T 3077—2015 合金结构钢
- GB/T 3098.1—2010 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3098.2—2015 紧固件机械性能 螺母
- GB/T 3452.1 液压气动用O形橡胶密封圈 第1部分：尺寸系列及公差
- GB/T 3452.3 液压气动用O形橡胶密封圈 沟槽尺寸
- GB/T 3507 联轴器公称转矩系列
- GB/T 3852 联轴器轴孔和联结型式与尺寸
- GB/T 3931 联轴器 术语
- GB/T 9239.1—2006 机械振动 恒态（刚性）转子平衡品质要求 第1部分：规范与平衡允差的检验
- GB/T 11345—2023 焊缝无损检测 超声检测 技术、检测等级和评定
- GB/T 11352—2009 一般工程用铸造碳钢件
- GB/T 19418—2003 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南
- GJB 481—1988 焊接质量控制要求
- HG/T 2021 耐高温润滑油O形橡胶密封圈
- HG/T 2181 耐酸碱橡胶密封件材料
- HG/T 2333 真空用O形圈橡胶材料
- HG/T 2579 普通液压系统用O形橡胶密封圈材料

3 术语和定义

GB/T 3931界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蛇形弹簧联轴器 *steelflex coupling*

将蛇形弹簧嵌入两个半联轴器端面凸缘上的齿间内，以实现两个半联轴器联结的一种金属弹性元件弹性联轴器。

[来源：GB/T 3931—2010，2.3.2.1.4，有修改]

3.2

液压蛇形弹簧联轴器 hydraulic steelflex coupling

将压力介质高压注入半联轴器油腔，使半联轴器内孔周向产生径向内压力，以实现半联轴器与轴伸胀紧来传递转矩的一种蛇形弹簧联轴器（3.1）。

4 设计原则及内容

4.1 设计原则

液压蛇形弹簧联轴器（以下简称“液压蛇簧联轴器”）宜遵守以下设计原则：

- a) 产品系列化原则；
- b) 模块化设计原则；
- c) 零部件通用化原则。

4.2 设计内容

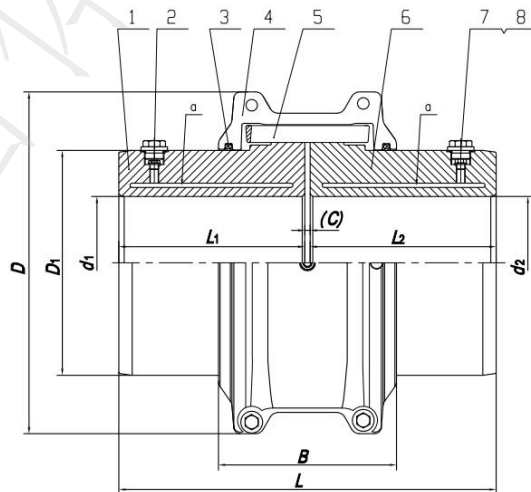
液压蛇簧联轴器的设计内容包括但不限于：

- 型式设计；
- 参数设计；
- 结构设计；
- 主要零件设计；
- 蛇形弹簧组数设计；
- 进（出）油嘴设计。

5 型式设计

5.1 按载荷大小，液压蛇簧联轴器的型式可设计为：

- 轻载型液压蛇簧联轴器，其型式结构及组成见图1；
- 重载型液压蛇簧联轴器，其型式结构及组成见图2。



标引序号说明：

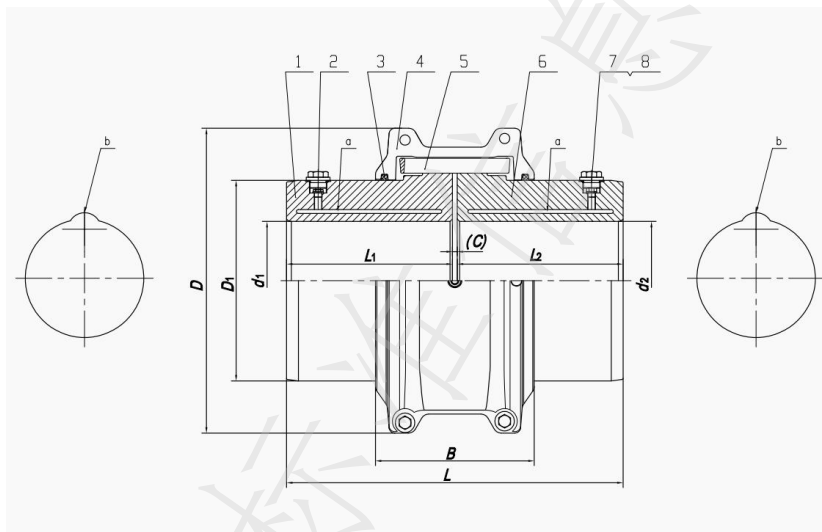
- 1——主动端半联轴器；2——进油嘴；3——密封圈；4——罩壳；5——蛇形弹簧；6——从动端半联轴器；7——出油嘴；8——防尘帽。

图1 轻载型液压蛇簧联轴器

尺寸代号说明：

- D ——最大回转直径，单位为毫米（mm）；
- D_1 ——主动端轴套外径，单位为毫米（mm）；
- B ——罩壳宽度，单位为毫米（mm）；
- C ——安装间隙，单位为毫米（mm）；
- d_1 ——主动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
- d_2 ——从动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
- L_1 ——主动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
- L_2 ——从动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
- L ——液压蛇簧联轴器总长，单位为毫米（mm）。

图1（续） 轻载型液压蛇簧联轴器



标引序号说明：

- 1——主动端半联轴器；2——进油嘴；3——密封圈；4——罩壳；5——蛇形弹簧；6——从动端半联轴器；
- 7——出油嘴；8——防尘帽。

尺寸代号说明：

- D ——最大回转直径，单位为毫米（mm）；
- D_1 ——主动端轴套外径，单位为毫米（mm）；
- B ——罩壳宽度，单位为毫米（mm）；
- C ——安装间隙，单位毫米（mm）；
- d_1 ——主动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
- d_2 ——从动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
- L_1 ——主动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
- L_2 ——从动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
- L ——液压蛇簧联轴器总长，单位为毫米（mm）。

^a油腔。

^b轴孔的键槽型式，与其相配的键的型式如图3所示，轴伸的键槽宽度及深度应符合GB/T 1095的规定。

图2 重载型液压蛇簧联轴器

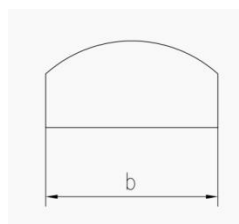
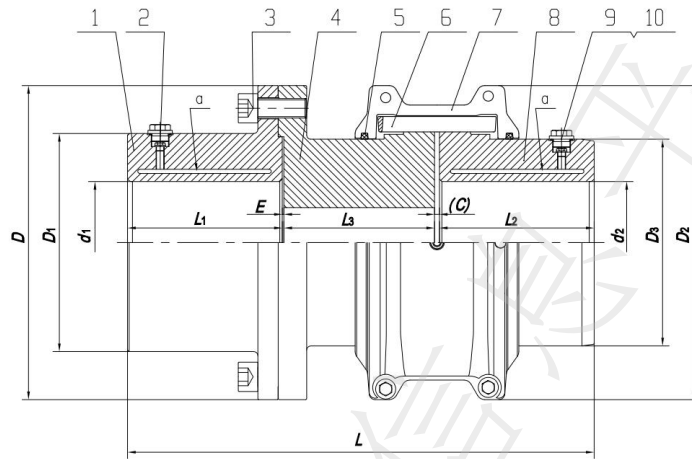


图3 键

5.2 按连接法兰，液压蛇簧联轴器的型式可设计为：

- 单法兰型液压蛇簧联轴器，其型式结构及组成见图4；
- 双法兰型液压蛇簧联轴器，其型式结构及组成见图5。



标引序号说明：

- 1——主动端法兰半联轴器；2——进油嘴；3——内六角螺钉（也可选用六角头螺栓）；4——从动端中间法兰；5——密封圈；6——蛇形弹簧；7——罩壳；8——从动端半联轴器；9——出油嘴；10——防尘帽。

尺寸代号说明：

- D ——最大回转直径，单位为毫米（mm）；
 D_1 ——主动端轴套外径，单位为毫米（mm）；
 D_2 ——罩壳外径，单位为毫米（mm）；
 D_3 ——从动端轴套外径，单位为毫米（mm）；
 C ——安装间隙，单位为毫米（mm）；
 E ——法兰间隙，单位为毫米（mm）；
 d_1 ——主动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
 d_2 ——从动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
 L_1 ——主动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
 L_2 ——从动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
 L_3 ——中间法兰长度，单位为毫米（mm）；
 L ——液压蛇簧联轴器总长，单位为毫米（mm）。

^a 油腔。

图4 单法兰型液压蛇簧联轴器

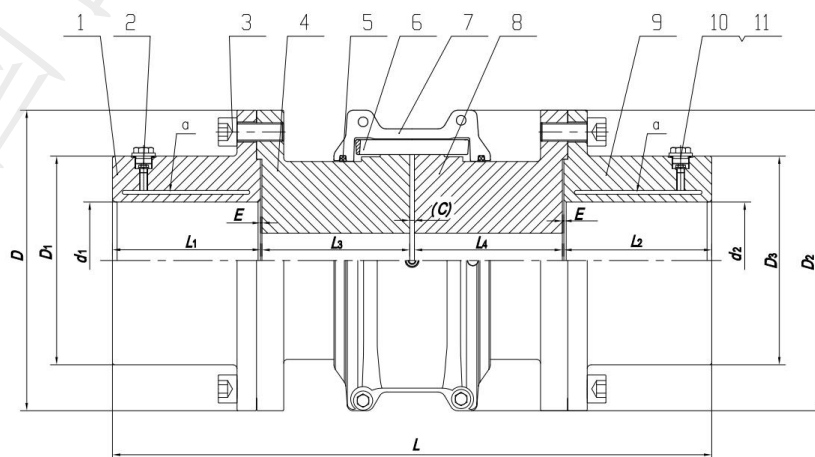


图5 双法兰型液压蛇形弹簧联轴器

标引序号说明:

1——主动端法兰半联轴器; 2——进油嘴; 3——内六角螺钉(也可选用六角头螺栓); 4——主动端中间法兰; 5——密封圈; 6——蛇形弹簧; 7——罩壳; 8——从动端中间法兰; 9——从动端法兰半联轴器; 10——出油嘴; 11——防尘帽。

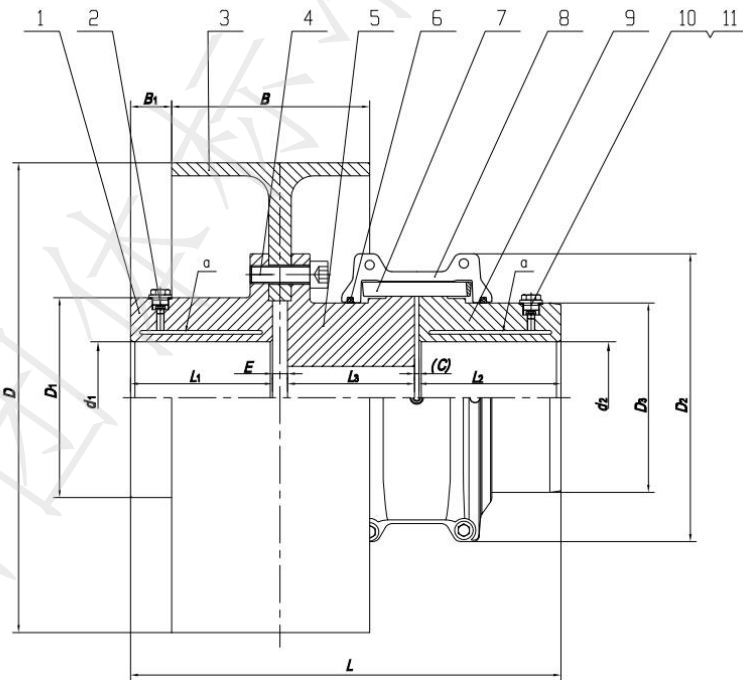
尺寸代号说明:

D ——最大回转直径, 单位为毫米(mm);
 D_1 ——主动端轴套外径, 单位毫米(mm);
 D_2 ——罩壳外径, 单位毫米(mm);
 D_3 ——从动端轴套外径, 单位毫米(mm);
 C ——安装间隙, 单位为毫米(mm);
 E ——法兰间隙, 单位为毫米(mm);
 d_1 ——主动端轴孔直径, 单位为毫米(mm);
 d_2 ——从动端轴孔直径, 单位为毫米(mm);
 L_1 ——主动端轴孔长度, 单位为毫米(mm);
 L_2 ——从动端轴孔长度, 单位为毫米(mm);
 L_3 ——主动端中间法兰长度, 单位为毫米(mm);
 L_4 ——从动端中间法兰长度, 单位为毫米(mm);
 L ——液压蛇簧联轴器总长, 单位为毫米(mm);
^a油腔。

图5(续) 双法兰型液压蛇形弹簧联轴器

5.3 按制动方式, 液压蛇簧联轴器的型式可设计为:

- 带制动轮式液压蛇簧联轴器, 其型式结构及组成见图6;
- 带制动盘式液压蛇簧联轴器, 其型式结构及组成见图7。



标引序号说明:

1——主动端法兰半联轴器; 2——进油嘴; 3——制动轮; 4——内六角螺钉(也可选用六角头螺栓); 5——中间法兰; 6——密封圈; 7——蛇形弹簧; 8——罩壳; 9——从动端半联轴器; 10——出油嘴; 11——防尘帽。

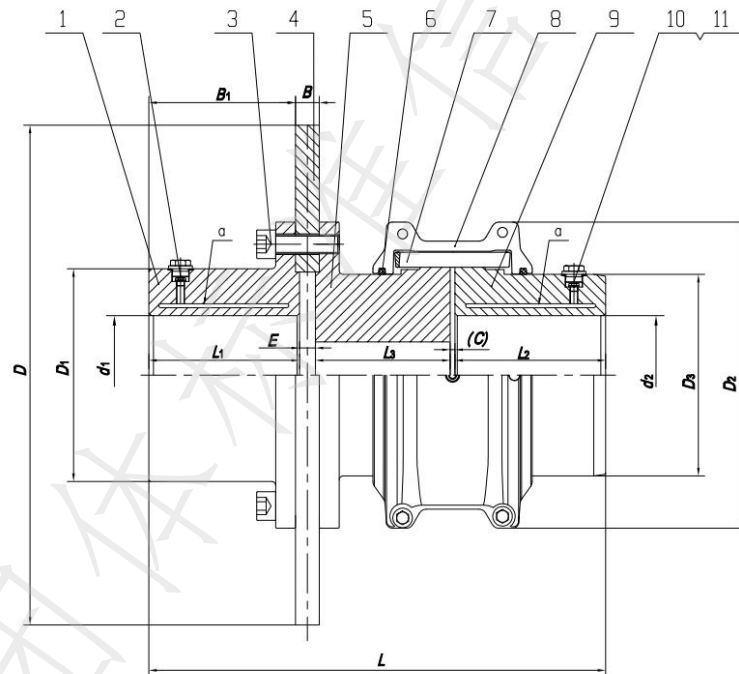
尺寸代号说明:

D ——制动轮直径, 单位为毫米(mm);
 D_1 ——主动端轴套外径, 单位为毫米(mm);
 D_2 ——罩壳外径, 单位为毫米(mm);

图6 带制动轮式液压蛇簧联轴器

- D_3 ——从动端轴套外径，单位为毫米（mm）；
 C ——安装间隙，单位为毫米（mm）；
 E ——法兰间隙，单位为毫米（mm）；
 d_1 ——主动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
 d_2 ——从动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
 L_1 ——主动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
 L_2 ——从动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
 L_3 ——中间法兰长度，单位为毫米（mm）；
 B ——制动轮宽度，单位为毫米（mm）；
 B_1 ——制动轮距轴套端面距离，单位为毫米（mm）；
 L ——液压蛇簧联轴器总长，单位为毫米（mm）。
^a油腔。

图6（续） 带制动轮式液压蛇簧联轴器



标引序号说明：

- 1——主动端法兰半联轴器；2——进油嘴；3——内六角螺钉（也可选用六角头螺栓）；4——制动盘；
 5——中间法兰；6——密封圈；7——蛇形弹簧；8——罩壳；9——从动端半联轴器；10——出油嘴；
 11——防尘帽。

尺寸代号说明：

- D ——制动盘直径，单位为毫米（mm）；
 D_1 ——主动端轴套外径，单位为毫米（mm）；
 D_2 ——罩壳外径，单位为毫米（mm）；
 D_3 ——从动端轴套外径，单位为毫米（mm）；
 C ——安装间隙，单位为毫米（mm）；
 E ——法兰间隙，单位为毫米（mm）；
 d_1 ——主动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
 d_2 ——从动端轴孔直径，单位为毫米（mm）；
 L_1 ——主动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；
 L_2 ——从动端轴孔长度，单位为毫米（mm）；

图7 带制动盘式液压蛇形弹簧联轴器

L_3 ——中间法兰长度，单位为毫米（mm）；
 B ——制动盘厚度，单位为毫米（mm）；
 B_1 ——制动盘距轴套端面距离，单位为毫米（mm）；
 L ——液压蛇簧联轴器总长，单位为毫米（mm）。
^a油腔。

图7（续） 带制动盘式液压蛇形弹簧联轴器

6 参数设计

6.1 概述

液压蛇簧联轴器的设计参数项主要有：

——额定转矩；
 ——许用转速；
 ——转动惯量；
 ——液压力；
 ——许用补偿量；
 ——平衡等级。

6.2 额定转矩

液压蛇簧联轴器的额定转矩按公式（1）计算。

$$T = \mu \cdot P_s \cdot \pi \cdot (d^2/2) \cdot L \cdot 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

T ——额定转矩的数值，单位为牛顿米（N·m）；
 P_s ——轴套接触正压力的数值，单位为兆帕（MPa）；
 d ——轴伸直径的数值，单位为毫米（mm）；
 L ——接触长度的数值，单位为毫米（mm）；
 π ——圆周率；
 μ ——摩擦系数，按0.07~0.16设计取值。

额定转矩计算完成后，应进行标准系列化，其公称数值应符合GB/T 3507的规定。

6.3 许用转速

液压蛇簧联轴器的许用转速按公式（2）计算。

$$[n] = 60 \cdot 10^3 \cdot [v] / (\pi \cdot D_{\max}) \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$[n]$ ——许用转速的数值，单位为转每分钟（r/min）；
 $[v]$ ——许用圆周速度的数值，单位为米每秒（m/s），对于结构钢材料，按60m/s~70m/s设计取值；
 π ——圆周率；
 D_{\max} ——最大回转直径的数值，单位为毫米（mm）。

6.4 转动惯量

液压蛇簧联轴器的转动惯量按公式（3）计算。

$$I = \frac{1}{2} \int r^2 dm \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

I ——转动惯量的数值，单位为千克平方米（kg·m²）；
 r ——质点距旋转轴的距离的数值，单位为米（m）；

dm ——质量元素的数值，单位为千克（kg）。

6.5 液压力

在360°环形油腔高压注入介质，设计压力值不应小于65MPa。

6.6 平衡等级

液压蛇簧联轴器的平衡等级不应低于GB/T 9239.1—2006中表1规定的G16。

6.7 许用补偿量

液压蛇簧联轴器许用补偿量（见图8）的设计值不应低于表1规定的数值。

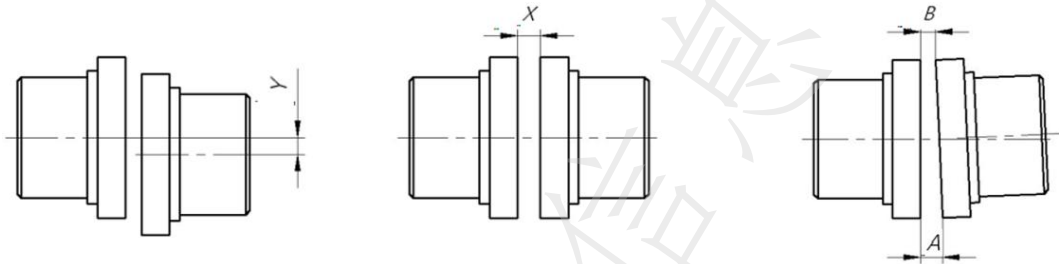


图8 液压蛇簧联轴器许用补偿量图示

表1 液压蛇簧联轴器许用补偿量

单位为毫米

齿顶圆直径	许用补偿量		
	径向偏移 Y	轴向偏移 X	角向偏移 $A-B$
150~210	0.51	5	0.90
>210~310	0.56	6	1.25
>310~460	0.61	6	2.00
>460~620	0.76	6	2.50
>620~1 020	0.97	13	3.60

注：许用补偿量是指在液压蛇簧联轴器在工作状态下，允许的由于安装误差、振动、冲击、温度变化等综合因素所形成的两轴相对的偏移量。

7 结构设计

7.1 主体结构

7.1.1 根据电机功率、转速、速比以及轴径等参数计算出液压蛇簧联轴器额定转矩（见6.2），确定液压蛇簧联轴器整体外形尺寸和主体结构。其中：

- 轴孔型式和尺寸设计应符合GB/T 3852的规定；
- 最大回转直径按4~5.5倍轴伸的直径设计取值；
- 两个半联轴器端面间的间隙按表2设计取值；

表2 两半联轴器端面间隙

单位为毫米

最大回转直径	≤600	>600~1 000	>1 000~1 500
端面间隙	2~8	3~12	5~15

注：对于带有法兰的液压蛇簧联轴器，其最大回转直径是以罩壳或法兰的回转直径设定，取两者尺寸的大者。

- 齿的节圆直径按0.7~0.8倍最大回转直径设计取值；
- 齿数按50~100设计取值；
- 齿厚按公式（4）计算取值；
- 齿宽按3.5倍齿厚设计取值；

——齿距按 1.5 倍齿厚设计取值。

$$B = 2.1D_0/z \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

B ——齿厚的数值，单位为毫米（mm）；

D_0 ——齿的节圆直径的数值，单位为毫米（mm）；

Z ——齿数。

7.1.2 半联轴器由内套和外套组焊而成，焊缝的：

- a) 接头等级按 GJB 481—1988 中附录 A 规定的 II 级选用；
- b) 缺陷质量等级按 GB/T 19418—2003 中表 1 规定的 B 级选用；
- c) 检测等级按 GB/T 11345—2023 中表 5 规定的 A 级选用。

7.2 油腔

7.2.1 半联轴器的油腔结构设计应根据联轴器整体结构来确定。油腔的设计主要是确定薄壁圆筒的深度与长度参数。

注 1：根据弹性力学对壁厚的规定，当壁厚与内直径之比小于 1/10 时才可称为薄壁。

注 2：深度和长度不仅决定了油腔的体积，也对油腔薄壁受压后的变形量有很大影响。

7.2.2 油腔薄壁厚度设计宜综合考虑材料强度、加工工艺和传力能力等三方面。

注：壁厚并不是越薄越好。当薄壁圆筒厚度过薄时，不仅其强度达不到要求，也会给薄壁的加工制造提高难度。如果薄壁厚度太大，会导致传递转矩能力下降。

8 主要零件设计

8.1 液压蛇簧联轴器主体的材料要求具备较高强度和良好的弹性恢复能力，还需兼顾切削加工性和焊接性能。为确保材料满足上述要求，应综合考虑碳素结构钢、合金结构钢和低合金高强度结构钢的力学性能、特性及应用情况，通过对比分析选择适合的材料。

液压蛇簧联轴器主要零件的材料或性能等级按表 3 设计选用。

表 3 主要零件材料/性能等级

序号	零件名称	材料/性能等级	执行标准
1	半联轴器外套	40Cr	GB/T 3077—2015
2	半联轴器内套	Q355	GB/T 1591—2018
3	中间法兰	40Cr	GB/T 3077—2015
4	制动轮	ZG310-570	GB/T 11352—2009
	制动盘		
5	罩壳	铸铝	GB/T 1173—2013
6	蛇形弹簧	60Si2MnA 或 50CrVA	GB/T 1222—2016
7	法兰连接螺钉或螺栓	12.9 级	GB/T 3098.1—2010
8	罩壳连接螺栓	不低于 5.6 级	GB/T 3098.1—2010
9	螺母	不低于 5 级	GB/T 3098.2—2015
10	密封圈 ^a	橡胶	HG/T 2579
			HG/T 2333
			HG/T 2021
			HG/T 2181

^a 罩壳用密封圈材料应根据工况要求选择具体橡胶品种。

8.2 半联轴器凸缘齿面与蛇形弹簧接触面表面粗糙度 Ra 值不应大于 $6.3 \mu\text{m}$ 。

8.3 半联轴器轴孔公差带代号按 GB/T 1800.2 规定的 E6，轴孔表面粗糙度 Ra 值不应大于 $1.6 \mu\text{m}$ 。

8.4 蛇形弹簧材料热处理硬度设计取值应为 43HRC~47HRC。

8.5 罩壳密封圈沟槽设计应符合 GB/T 3452.3 的规定。设计选用密封圈的规格尺寸应符合 GB/T 3452.1 的规定。

8.6 罩壳结合面表面粗糙度 Ra 值不应大于 $3.2 \mu\text{m}$ 。

8.7 制动轮外圆和制动盘表面淬火硬度设计取值应为 45HRC~50HRC，淬火深度设计值应在 2mm~3mm 之间。

9 蛇形弹簧组数设计

液压蛇簧联轴器当中的蛇形弹簧的组数设计应符合表 4 的规定。

表 4 蛇形弹簧组数

齿顶圆直径 mm	组数
150~310	2
>310~410	3
>410~750	4
>750~1 020	6

10 进（出）油嘴设计

10.1 在满足材料强度要求和使用安全可靠前提下，宜尽可能提高液压蛇簧联轴器腔体压力，进（出）油嘴所承受的压力值不应小于 100MPa。

10.2 出油嘴应设计阻尼孔，防止泄压时液压介质喷出对人体造成损害。