

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了波纹金属软管的术语、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于管道工程系统中为补偿位移和安装偏差、吸收振动及降低噪声等所采用的波纹金属软管(以下简称软管)。

## 2 引用标准

- GB 191 包装储运图示标志
- GB 699 优质碳素结构钢 技术条件
- GB 700 碳素结构钢
- GB 1220 不锈钢棒
- GB 3089 不锈钢耐酸钢板薄壁无缝钢管
- GB 3280 不锈钢冷轧钢板
- GB 3323 钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级
- GB 4226 不锈钢冷加工钢棒
- GB 4239 不锈钢和耐热钢冷轧钢带
- GB 4240 不锈钢丝
- GB/T 12469 焊接质量保证 钢熔化焊接头的要求和缺陷分级

## 3 术语

### 3.1 管坯 tubular blank

供制造波纹管的有焊缝或无焊缝的金属管材。

### 3.2 波纹管 corrugated tube

母线呈波纹状的管状壳体。

### 3.3 螺旋波纹管 helically corrugated tube

波纹呈螺旋状的波纹管(见图 1)。

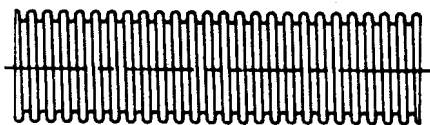


图 1

## 3.4 环形波纹管 annularly corrugated tube

波纹呈闭合圆环状的波纹管(见图 2)。

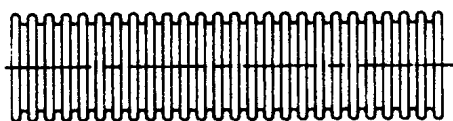


图 2

## 3.5 网套 braid

波纹管外表面的金属编织物(见图 3)。



a. 钢丝网套



b. 钢带网套

图 3

## 3.6 软管 hose assembly

波纹管、网套和接头的组合(见图 4)或波纹管 and 接头的组合。

注: 图 4 所示为法兰接头的软管。

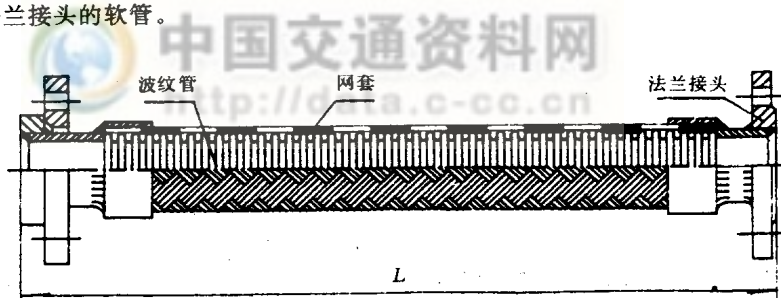


图 4

## 3.7 弯曲半径 bend radius

按软管轴线测量的弯曲半径。

## 3.8 静态弯曲半径 static bend radius

软管在一次弯曲下工作所允许的弯曲半径。

## 3.9 动态弯曲半径 dynamic bend radius

软管在反复弯曲下工作所允许的弯曲半径。

## 4 产品分类

## 4.1 结构

4.1.1 软管按其管坯和波纹分为以下四类:

- a. 由无缝管坯制造的环形波纹软管;
- b. 由无缝管坯制造的螺旋波纹软管;
- c. 由纵缝焊管坯制造的环形波纹软管;
- d. 由纵缝焊管坯制造的螺旋波纹软管。

|



软管主要零件的材料及其适应的工作温度范围见表 2, 根据供需双方协议, 亦可采用其他材料。

表 2

零件名称	材 料			工作温度 ℃
	牌 号	标准号	标 准 名 称	
无缝波纹管	0Cr19Ni9 00Cr17Ni14Mo2 0Cr18Ni11Ti 1Cr18Ni9Ti	GB 3089	不锈钢酸钢板薄壁无缝钢管	-196~450
纵缝焊波纹管		GB 4239	不锈钢和耐热钢冷轧钢带	
		GB 3280	不锈钢冷轧钢板	
钢丝网套		GB 4240	不锈钢丝	
钢带网套		GB 4239	不锈钢和耐热钢冷轧钢带	
接头		0Cr19Ni9 00Cr17Ni14Mo2 0Cr18Ni11Ti 1Cr18Ni9Ti	GB 1220	不锈钢棒
	2Cr13	GB 4226	不锈钢冷加工钢棒	
	Q235-A	GB 700	碳素结构钢	-20~300
	20	GB 699	优质碳素钢 技术条件	

### 5.3 制造

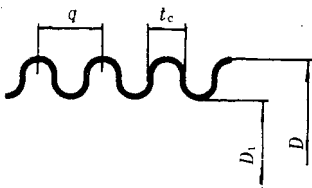
- 5.3.1 管坯不允许有环焊缝, 其纵焊缝条数应符合表 3 规定, 相邻纵焊缝的最小间距应大于 200 mm。
- 5.3.2 波纹管的极限偏差应符合表 4 规定。
- 5.3.3 波纹管表面不允许有剥层、气泡、夹杂、氧化皮、锈斑、裂纹、尖角凹坑、尖锐折叠等缺陷, 也不允许有深度大于壁厚的压痕、深度大于壁厚下偏差的划伤。
- 5.3.4 纵焊缝的焊接质量应符合 GB/T 12469 中 II 级规定, 环焊缝的焊接质量应符合 GB/T 12469 中 III 级规定。

根据供需双方协议, 可按 GB 3323 的规定对焊缝进行射线照相检查。

表 3

公 称 通 径 DN mm	允 许 的 纵 焊 缝 条
<150	1
150~300	2
350~600	3

表 4

机械成型		液压成型		波厚 $t_c$	波距 $q$	简 图
外径 $D$	内径 $D_i$	外径 $D$	内径 $D_i$			
js16	Js18	js18	Js16	Js18		

5.3.5 钎焊焊缝不允许有裂纹、气孔、钎剂夹杂等缺陷。

5.3.6 焊缝同一部位的补焊次数不允许超过两次。

#### 5.4 外观

5.4.1 软管接头的密封表面不允许有裂纹、擦伤、毛刺、砂眼、焊渣等缺陷。

5.4.2 软管内、外表面应清洁干燥,不允许有锈蚀、铁屑等残余物存在。

5.4.3 网套与波纹管应贴合,波纹管表面不允许有碰伤、焊渣等缺陷。

5.4.4 钢丝网套的断(缺)丝总根数应不超过表 5 规定,且每股断(缺)丝数应不超过 1 根。

表 5

公称通径 $DN$ mm	网套长度, mm	
	$\leq 500$	$> 500$
	断(缺)丝总根数	
4~32	3	4
40~100	6	8
125~600	9	12

5.4.5 钢带网套的网花应均匀分布,其表面应平整光滑,不允许有折叠、扭曲等缺陷。

#### 5.5 尺寸偏差

5.5.1 软管长度的极限偏差应符合表 6 规定。

表 6

mm

软管长度 $L$	100 ~400	$>400$ ~800	$>800$ ~1 200	$>1 200$ ~2 000	$>2 000$ ~3 000	$>3 000$ ~4 000	$>4 000$ ~6 000	$>6 000$
极限偏差 $\Delta L$	+20 0	+30 0	+45 0	+60 0	+70 0	+80 0	+90 0	$+1.5\% \times L$ 0

5.5.2 软管接口尺寸应符合图样或相应标准规定。

#### 5.6 性能

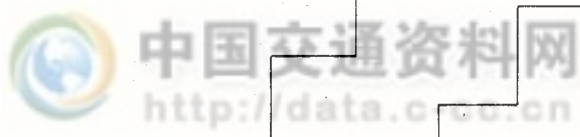
##### 5.6.1 性能参数

软管性能参数见表 7 和表 8。



表 8

公称 通径 <i>DN</i> mm	最 小 爆 破 压 力 MPa												
	公 称 压 力 <i>PN</i> MPa												
	0.6	1.0	1.6	2.0	2.5	4.0	5.0	6.3	10.0	15.0	20.0	25.0	32.0
4	4 <i>PN</i>												
6													
8													
10													
(12)													
15													
(18)													
20													
25													
32													
40	3 <i>PN</i>												
50													
65													
80													
100													
125													
150													
(175)													
200													
250													
300	2 <i>PN</i>												
350													
400													
450													
500													
600													



5.6.5 爆破

软管的爆破压力值应不小于表 8 规定。

6 试验方法

以下试验应在常温下进行。

6.1 外观检查

软管外观用目视法检查。

## 6.2 尺寸检查

软管的长度及接口尺寸用通用量具检查。

## 6.3 耐压试验

6.3.1 试验介质为洁净的自来水,其氯离子含量不应超过 25 ppm。

6.3.2 试验装置为电动或手动泵、压力表(量程为 1.5~4 倍试验压力,下同)。

6.3.3 将软管试样平直放置,一端安装带有排气阀的堵头,另一端和泵出口管连接。将水注入管内,排尽空气,关闭排气阀,然后缓慢增加压力至规定值。

6.3.4 保压 5 min 后,检查试样有无渗漏,零件有无损坏。

## 6.4 气密试验

6.4.1 耐压试验合格后的软管应进行气密试验。

6.4.2 试验介质为干燥、洁净的空气,亦可根据用户使用氮气或其他惰性气体。

6.4.3 试验装置为电动泵(或气瓶组)、压力表、水槽。

6.4.4 将软管试样一端安装堵头,另一端与进气口相接,通入压力等于公称压力的气体,将试件浸没于水槽中,除去吸附在网套上的气泡。

6.4.5 保压 10 min 后检查试样有无漏气。

## 6.5 弯曲试验

6.5.1 试验介质为水或液压油。

6.5.2 试验装置为弯曲试验台、电动或手动泵、压力表。

6.5.3 软管试样长度应按以下规定计算并在规定的极限偏差范围内选择。

6.5.3.1 试样长度的计算方法如下:

a. 公称通径不大于 80 mm 的软管,其试样长度按式 1 进行计算:

$$L = 4R_d + A_1 + A_2 + S/2 \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $L$ ——软管试样长度,mm;

$R_d$ ——软管最小动态弯曲半径,mm;

$A_1$ 、 $A_2$ ——软管试样的刚性端长度,mm;

$S$ ——试验行程,250 mm。

b. 公称通径大于 80 mm 的软管,其试样长度按附录 B(参考件)进行计算。

6.5.3.2 试样长度的极限偏差应为表 6 规定值的 6 倍。

6.5.4 公称通径不大于 80 mm 的软管,其试样应按图 5 安装,进行试验;公称通径大于 80 mm 的软管应按附录 B(参考件)安装,进行试验。

6.5.5 启动电动或手动泵,将水或液压油注入管内,排尽空气,关闭排气阀,然后缓慢增加压力至 1.5 倍公称压力,保压 1 min,检查软管试样有无渗漏现象。

6.5.6 卸压至公称压力,启动弯曲试验台,以 10~60 次/min 的频率进行弯曲试验。

6.5.7 在达到表 7 规定的最少弯曲次数后检查试样有无渗漏或其他异常现象。



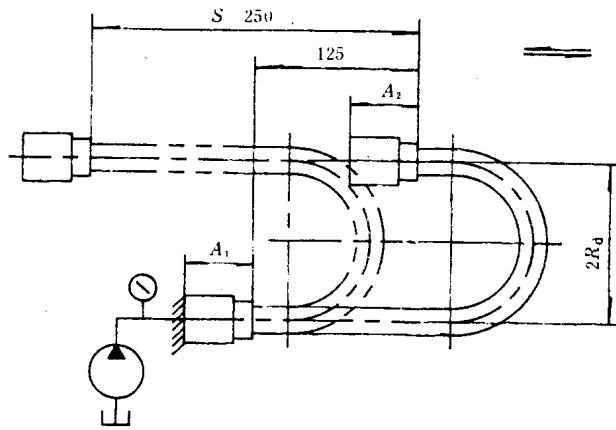


图 5

6.6 爆破试验

6.6.1 试验介质为洁净的自来水。

6.6.2 试验装置为电动或手动泵、压力表。

6.6.3 将软管试样平直放置，一端安装带有排气阀的堵头，另一端和泵出口管连接将水注入管内，排尽空气，关闭排气阀。

6.6.4 缓慢增加压力，直至软管破坏，记录试样的破坏压力和破坏情况。若压力超过规定值时软管试样仍未爆破，允许不将试验持续至软管破坏。

7 检验规则

7.1 检验分类

软管检验分出厂检验和型式检验，其检验项目按表 9 规定。

7.2 出厂检验

7.2.1 每根软管均应进行出厂检验，合格后方可出厂。

7.2.2 出厂检验时，若发现不合格项目，允许进行返修，次数不得超过两次。

表 9

序号	项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观	5.4	6.1	○	○
2	尺寸	5.5	6.2	○	○
3	耐压	5.6.2	6.3	○	○
4	气密	5.6.3	6.4	○	○
5	弯曲	5.6.4	6.5	—	○
6	爆破	5.6.5	6.6	—	○

注：“○”表示进行该项试验。

7.3 型式检验

7.3.1 凡有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a. 新产品试制鉴定；
- b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c. 正常生产每满三年时；
- d. 产品停产超过一年，再恢复生产时；
- e. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.3.2 进行型式检验的软管试样,应从出厂检验合格的软管中任选一种规格随机抽取,其数量为3根。根据需方要求,亦可增加试样数量。

7.3.3 型式检验的顺序应按表10规定。

表 10

试样编号	出厂检验	弯曲试验	爆破试验
1	○	—	○
2	○	○	—
3	○	○	—

注:①“○”表示进行该项试验。

②公称通径大于80 mm的软管,允许将试样2和3按试样1作爆破试验。

7.3.4 型式检验结果,若发现不合格项目时,应重新抽取双倍数量的试样,进行不合格项目的复验,若复验结果仍有不合格项目时,则判型式检验不合格。

## 8 标志、包装、运输、贮存

8.1 每根软管均应标明产品型号、商标、制造厂名和制造日期(或批号)。

8.2 软管应有产品合格证和产品使用说明书。

8.3 软管两端应有防尘包装。

8.4 软管若采用包装箱时,包装箱应标明:

- a. 制造厂名;
- b. 产品名称;
- c. 商标;
- d. 产品型号;
- e. 制造日期;
- f. 产品标准号;

8.5 包装箱的标志应符合 GB 191 规定。

8.6 包装箱内应有装箱单,若需提供备件时还应有备件清单。

8.7 软管在运输过程中应避免碰撞并防止雨雪直接侵袭。

8.8 软管应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体的库房内。

**附录 A**  
**高温下的工作压力**  
(参考件)

**A1 计算公式**

高温下的工作压力按公式 A1 进行计算：

$$P_0 = K \cdot PN \dots\dots\dots(A1)$$

式中： $P_0$ ——工作压力,MPa；

$PN$ ——公称压力,MPa；

$K$ ——温度修正系数。

**A2 温度修正系数**

A2.1 波纹管、网套的温度修正系数参见表 A1 规定。

表 A1

材料牌号	温度修正系数 $K$											
	温度, $^{\circ}\text{C}$											
	20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
0Cr18Ni11Ti	1	0.86	0.81	0.76	0.71	0.66	0.64	0.61	0.59	0.58	0.57	0.50
00Cr17Ni14Mo2	1	0.84	0.78	0.72	0.69	0.64	0.62	0.60	0.58	0.57	0.56	0.50

A2.2 接头的温度修正系数按相应接头标准规定。

A2.3 软管温度修正系数应按波纹管、网套及接头的温度修正系数分别确定后取其较小值。

**附录 B**  
**软管摆动弯曲试验**  
(参考件)

**B1 试样长度**

摆动弯曲试验的软管试样长度按公式 B1 进行计算：

$$L = \pi\alpha R_d / 180^{\circ} + 4DN + A_1 + A_2 \dots\dots\dots(B1)$$

式中： $L$ ——软管试样长度,mm；

$\alpha$ ——软管试样的弯曲角,  $^{\circ}$ ；

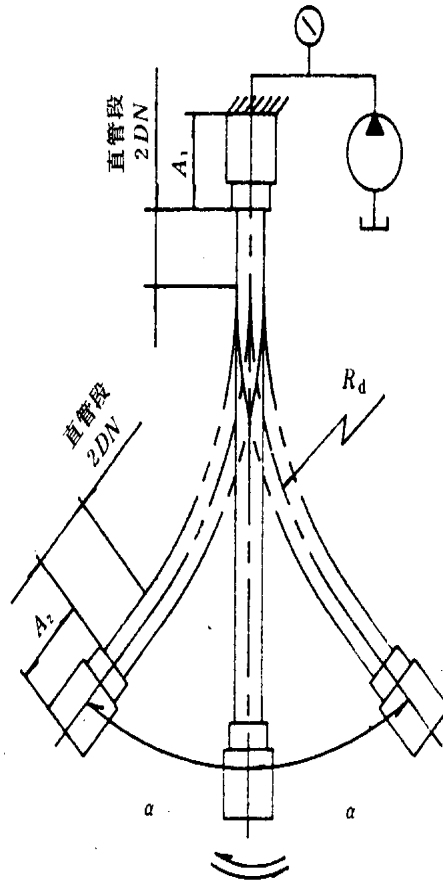
$R_d$ ——软管最小动态弯曲半径,mm；

$DN$ ——软管公称通径,mm；

$A_1, A_2$ ——软管试样的刚性端长度,mm。

**B2 试样安装**

软管试样按下图所示进行安装。



**附加说明:**

本标准由航空航天工业部提出。

本标准由南京晨光机器厂负责起草,北京首都机械厂、沈阳弗·泰金属波纹管有限公司、沈阳国家仪器仪表元器件质量检测中心参加起草。

本标准主要起草人任赤兵、徐长荣、郁忠海。

本标准参照采用英国标准 BS 6501 Part1 1984《波纹金属软管技术条件》。