

指南编号/Guideline No.P-04(201510)



P-04 不锈钢波纹管 and 金属 波纹管膨胀节

生效日期/Issued date:2015 年 10 月 20 日

©中国船级社 China Classification Society

前言

本指南是 CCS 规范的组成部分，规定船舶入级产品，授权法定产品检验适用技术要求，检验和试验要求。

本指南由 CCS 编写和更新，通过网页 <http://www.ccs.org.cn> 发布，使用相关方对于本社指南如有意见可反馈至 ps@ccs.org.cn

历史发布版本及发布时间：

本版本主要修改内容及生效时间：

目 录

1 适用范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
4 图纸资料.....	5
5 焊接工艺评定.....	5
6 设计技术要求.....	5
7 型式试验.....	6
8 单件/单批检验.....	11

不锈钢波纹管管和金属波纹管膨胀节

1 适用范围

1.1 本指南适用于船舶及其相关产品的结构中所使用的通用类不锈钢波纹管管和金属波纹管膨胀节。

1.2 其中通用类不锈钢波纹管管适用于：公称通径(DN)DN4(mm)-DN300(mm)，公称压力(PN)PN0.5(bar)-PN250(bar)。

2 规范性引用文件

2.1 本指南采用的认可和检验依据如下：

(1)中国船级社《钢质海船入级规范》

(2)中国船级社《材料与焊接规范》

(3)中国船级社《船舶焊接检验指南》

(4)ISO 10380:2003(E) 管道工程—槽形金属软管和软管组件

3 术语和定义

3.1 波纹管：母线呈波纹状的管状壳体。一般分为螺旋波纹管和环形波纹管两种。

3.2 金属波纹管膨胀节：由一个或几个波纹管及结构件组成，用来吸收由于热胀冷缩等原因引起的管道和（或）设备尺寸变化的装置。

3.3 设计压力：是最高许用的工作压力，应不小于安全阀或溢流阀的最高设定压力。

3.4 公称压力：产品技术文件中的给定值。

3.5 敏感类波纹管：是对灵敏度或刚度及位移后的残余变形量等指标有较

高要求的波纹管。

3.6 通用类波纹管：是对工作适应温度、位移量及在压力和力作用下的密封性和稳定性指标有严格的要求的波纹管。

4 图纸资料

4.1 申请认可时，下列图纸资料应提交 CCS 批准：

- (1) 产品主要性能规格表（包括申请认可的全系列产品的公称通径、公称压力、设计压力、设计温度、设计疲劳寿命（适用时）、适用介质等）。
- (2) 产品图纸及相关设计计算书
- (3) 主要零件材料理化性能一览表；
- (4) 型式试验大纲。

4.2 下列图纸资料应提交备查：

- (1) 主要工艺文件及产品自检规程；
- (2) 产品说明书、标识情况、出厂合格证（样本）。

4.3 其它应提交的资料：

- (1) 本社《产品检验指南》第 1 篇总则第 3.2.1 条所要求提交的资料。

5 焊接工艺评定

5.1 采用焊接结构的不锈钢波纹软管和金属波纹管膨胀节，其焊接工艺应经 CCS 批准，焊接工艺评定按照 CCS 接受的标准进行。

6 设计技术要求

6.1 船用环境条件

船用不锈钢波纹管软管、金属波纹管膨胀节的设计和选型应符合 CCS《钢质海船入级规范》和《材料与焊接规范》相关规定，以保证其能正常工作。

6.2 材料

- (1) 波纹管用材料应按照工作介质、外部环境、工作压力和工作温度等工作条件选用。
- (2) 对于输送危险化学品介质时，订货方订货时应明确材质要求，或根据制造厂提供的材料性能来选择工作介质，总之，工厂应提供足够的证据表明所选用的材料满足使用的要求。
- (3) 如工厂将不锈钢作为原材料进行采购时，原材料的质量证明书中，应包括晶间腐蚀的试验内容；如质量证明书中没有不锈钢晶间腐蚀的试验内容，那么工厂应按照公认标准的组批原则，每批都进行不锈钢的晶间腐蚀试验。

7 型式试验

7.1 典型样品的选取：

认可时所选的典型样品应能覆盖制造厂的生产水平和加工、试验能力。每种系列的波纹管至少选取 3 个不同尺寸的代表性样件。可以考虑按照结构、用途、设计压力 and 设计温度等参数进行选取。

7.2 试验项目

- (1) 波纹管型式试验项目应包括：
 - ① 外观检查；
 - ② 几何尺寸检查；
 - ③ 焊缝无损检测；（如适用）
 - ④ 不锈钢焊缝晶间腐蚀试验；
 - ⑤ 耐压试验；

⑥ 气密试验；

⑦ 弯曲试验；

⑧ 爆破试验；

⑨ 拉伸试验；

(2) 膨胀节型式试验项目如下：

① 外观检查

② 几何尺寸检查 ；

③ 焊缝无损检测（如适用）

④ 不锈钢焊缝晶间腐蚀试验

⑤ 耐压试验

⑥ 气密试验；

⑦ 疲劳试验

7.3 试验方法和技术要求应满足下列要求：

(1) 外观检验

① 产品的表面应无视觉可见的、明显能引起应力集中的、对强度、寿命有影响的尖锐压坑、压痕、划伤、裂纹等缺陷。轻微模具压痕除外。

② 产品的外观形状应无视觉可见的波距不均的缺陷。

③ 产品的表面应无视觉可见的锈斑、氧化皮。

④ 产品的表面应无视觉可见的大片水渍、颜色不均等缺陷。

⑤ 产品的表面应无视觉可见的裂纹、焊接飞溅物及大于板厚下偏差的划痕和凹坑等缺陷。不大于板厚下偏差的划痕和凹坑应修

磨使其圆滑过渡。

(2) 几何尺寸检验

按照产品的设计图纸及 CCS 接受的标准检查主要产品的结构尺寸及加工精度。

(3) 焊缝无损检测（如适用）

按照 CCS 接受的标准进行。

(4) 不锈钢焊缝晶间腐蚀试验

可参照 CCS《材料与焊接规范》，第一篇，第二章，第七节的要求进行，或按照本社接受的标准进行。

(5) 耐压试验

① 不锈钢波纹管：

试验按照 ISO 10380:2003(E) (7.2)条款要求进行。

② 金属波纹管膨胀节：

(a) 原则上应进行水压试验，在不适用于水压试验的场合应进行气压试验，进行气压试验时须采取有效的安全措施。

(b) 试验时试验装置应保证膨胀节两端固定和有效密封，波纹管处于直线状态。

(c) 水压试验后应将水渍清除干净。当无法达到这一要求时，应控制试验用水的氯离子含量不超过 25mg/L。气压试验介质应为干燥洁净的压缩空气或惰性气体。

(d) 内压膨胀节的水压试验按以下公式计算，取其中的较小值：

$$P_t = 1.5 p_d (\sigma) b / (\sigma) b t \quad \text{-----(1)}$$

$$P_t = 1.5 p_s c (E) b / (E) b t \quad \text{-----(2)}$$

内压膨胀节的气压试验按以下公式计算，取其中的较小值：

$$P_t = 1.1 p_d (\sigma)_{bt} / (\sigma)_{bt} \quad \text{-----}(3)$$

$$P_t = 1.1 p_{sc} (E)_{bt} / (E)_{bt} \quad \text{-----}(4)$$

P_t : 试验压力 MPa

p_d : 设计压力 MPa

$(\sigma)_{bt}$: 试验温度下波纹管材料的许用应力。MPa

$(\sigma)_{bt}$: 设计温度下波纹管材料的许用应力。MPa

p_{sc} : 波纹管两端固支时柱失稳的极限设计压力。MPa

$(E)_{bt}$: 试验温度下波纹管材料本指南的弹性模量，MPa

$(E)_{bt}$: 设计温度下波纹管材料的弹性模量，MPa

(e) 外压膨胀节的水压试验按照公式（1）计算，气压试验按照公式（3）计算

(f) 试验时应缓慢升压，达到规定的试验压力后保压时间至少 10min。膨胀节应无泄漏、结构件应无明显变形，波纹处应无失稳现象。对于无加强的 U 形波纹管，试验压力下的波距与加压前的波距相比最大变化率大于 15%，即认为产品已失稳；对于有加强 U 形波纹管和 Ω 形波纹管，试验压力下的波距与加压前的波距相比最大变化率大于 20%，即认为产品已失稳。

(g) 当波纹管公称通径大于等于 1500mm 且公称压力小于等于 0.25MPa 时，可用喷气-皂泡试验或煤油渗漏试验代替压力试验。喷气试验压力不低于 0.8MPa；煤油涂浸时间不小于 30min。

(h) 用于真空条件的膨胀节的压力试验可以用内压试验代替，试验压力为 1.5 倍设计压差（压差等于大气压值减真空度值）

(6) 气密试验

① 不锈钢波纹软管：

试验按照 ISO 10380:2003(E) (7.3)条款要求进行。

② 金属波纹管膨胀节：

(a) 试验时试验装置应保证膨胀节两端固定和有效密封，波纹管以其自由长度处于直线状态。

(b) 试验介质为干燥洁净的压缩空气或惰性气体。

(c) 气密试验压力等于设计压力。

(d) 试验时应缓慢升压，达到规定的试验压力后保压时间至少10min. 膨胀节应无泄漏。

(e) 可以用皂泡和水槽来进行检漏。

(7) 弯曲试验

试验按照 ISO 10380:2003(E) 6.3 中规定进行试验。

(8) 爆破试验

① 软管的试件长度应不小于 500mm 或 5 倍的公称通径(DN)，选大者。

② 试验介质为洁净的自来水或液压油

③ 将试样平直放置，一端安装带有排气阀的堵头，另一端和泵的出口管连接将水或液压油注入管内，排尽空气，关闭排气阀。

④ 缓慢增加压力至 4 倍的设计压力后，至少保持 1 分钟，在此期间波纹管应无泄漏出现。然后继续加压直至软管破坏，记录试样的破坏压力和破坏情况；但经现场验船师同意，允许不将试验持续至软管破坏。

(9) 拉伸试验

① 软管的试件长度应不小于 500mm 或 5 倍的公称通径 (DN)，选大者。

② 选择一标定长度样品，并缓慢加压至 1.5 倍设计压力，保载不小于 1 分钟。然后缓慢卸压。待完全卸压后，测量样品长度，永久性伸长量不应超过试验前样品长度的 1%。

(10) 疲劳试验

① 试验应在专用的疲劳试验装置上进行，疲劳试验装置应保证能约束波纹管压力推力与位移反力，并能保证施加的轴向循环位移与波纹管轴线同轴。

② 试验波纹管应为所有其他型式试验项目合格的波纹管，波数不少于三个。试件中其他部件的结构可根据试验装置设计，以符合试验要求。

③ 试验介质可为自来水、压缩空气、惰性气体和油等。

④ 对于波纹管设计温度低于材料蠕变温度的膨胀节，试验温度为室温。

⑤ 试验压力等于设计压力，试验时压力波动值不大于试验压力的±10%

⑥ 试验循环位移应为轴向位移，试验循环位移范围应等于设计轴向位移量或设计相当轴向位移量。试验循环速率应以使位移在各波纹中均匀分配所需时间确定，且应小于 25mm/s。

⑦ 试验循环次数：圆形波纹管循环次数应大于设计疲劳寿命的 2 倍；矩形波纹管循环次数应大于设计疲劳寿命。波纹管在规定的试验循环次数内应无泄漏。试验介质为水时，波纹管应无漏水的现象；试验介质为气体时，皂泡检查波纹管表面应无漏气现象。

8 单件/单批检验

8.1 签发船用产品证书的检验应在制造厂业已完成规定的检验/试验并合格已达到可交付状态下进行。

8.2 对获得 CCS 型式认可的制造厂的产品单件/单批检验

(1) 检验项目应按照已在认可时获得批准的检验计划（质量控制计划

中相关内容) 进行, 试验项目为:

- ① 外观尺寸检查;
- ② 耐压试验;
- ③ 气密试验。

(2) 上述试验由制造厂按照工厂的检验规程(内控标准)独立完成, 并出据完整的试验报告提交验船师审核。

(3) 并且验船师应按照每批/每规格产品的 1-3%, 最少 1 件。随机选取该批产品中的部分产品进行上述检验和试验项目的复验, 并在制造厂进行试验时现场见证。

(4) 每次申请单件/单批检验时应同时提交该批产品的《主要零部件原材料质量证明文件》由 CCS 验船师进行审核。