ICS 07.060
CCS A 45

HY

中 华 人 民 共 和 国 海 洋 行 业 标 准

HY/T XXXXX—XXXX

蒸馏海水淡化用钛及钛合金热交换管

Titanium and titanium alloy heat exchange tube for distillation desalination

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（报批稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中华人民共和国自然资源部　　发 布

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。

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会（SAC/TC 283）归口。

本文件起草单位：自然资源部天津海水淡化与综合利用研究所、云南钛业股份有限公司、中国人民解放军海军工程大学、天津大学、江苏金环科技有限公司、张家港华裕有色金属材料有限公司、宝钛集团有限公司、湖南湘投金天新材料有限公司、山东国辰实业集团有限公司、德阳市中嘉实业股份有限公司、中国电子工程设计院有限公司、无锡朗盼环境科技有限公司。

本文件主要起草人：吕庆春、王鑫、李楠、尹立辉、齐春华、邢玉雷、吕宏卿、韩克鑫、刘洪锟、史亚鸣、曹占元、刘昆、李志敏、苏永生、李雁飞、马丹丹、孙杰、尚鸣、蒋超、刘守田、李华、王俭、马忠贤、彭丹、段凌宇、张望成、马良、杨朋、曲向民、陈强、刘学忠、张风友、王春军、刘治川、鲍天钧、卢丽君。

蒸馏海水淡化用钛及钛合金热交换管

1 范围

本文件规定了蒸馏海水淡化用钛及钛合金热交换管（以下简称“钛管”）的分类与型号、要求、试验方法、检验规则、标志及随行文件、包装、运输及贮存。

本文件适用于蒸馏海水淡化用钛管的生产、检验和验收，其他蒸馏脱盐装置用钛管可参照执行。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 241 金属管 液压试验方法

GB/T 242 金属管 扩口试验方法

GB/T 246 金属材料 管 压扁试验方法

GB/T 3620.1 钛及钛合金牌号和化学成分

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 4698(所有部分） 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法

GB/T 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 12969.1 钛及钛合金管材超声波探伤方法

GB/T 12969.2 钛及钛合金管材涡流探伤方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 分类与型号

钛管按制造类别分类、代号如下：

a） 无缝管，S；

b） 焊接-轧制管，WR；

c） 焊接管，W。

5 要求

5.1 外观

5.1.1 钛管内、外表面应洁净，无裂纹、折叠、起皮、针孔等目视可见的缺陷。焊接管焊缝处应填充充分，过渡圆滑。钛管表面允许有局部轻微的擦伤、划伤、凹坑、凸点和矫直痕迹，其深度不应超过公称壁厚的允许负偏差。

5.1.2 无缝管和焊接-轧制管允许管材酸洗后存在轻微的色差。

5.2 尺寸

5.2.1 外径及外径允许偏差

钛管的公称外径及外径允许偏差见表 1。

表1 公称外径及外径允许偏差

公称外径，mm	外径允许偏差，mm
6～25	±0.10
>25～38	±0.13
>38～50	±0.15
>50～60	±0.18

5.2.2 壁厚及壁厚允许偏差

钛管的公称壁厚应为 0.3 mm～4.5 mm，允许偏差±10%。

5.2.3 焊缝余高

公称壁厚不大于 2 mm 的焊接管，焊缝余高不应超过公称壁厚的 15%；公称壁厚大于 2 mm，不大于 4.5 mm 的焊接管，焊缝余高不应超过公称壁厚的 12.5%。

5.2.4 不圆度

钛管的不圆度应不超过公称外径允许偏差。

5.2.5 弯曲度

钛管的弯曲度应符合表 2 的规定。

表2 弯曲度

公称外径，mm	弯曲度，mm/m
6~30	≤1.5
>30～60	≤2.0

5.2.6 长度

钛管的定尺或倍尺长度应在其不定尺长度范围内。定尺长度小于 6000 mm 时，允许偏差为 $^{+3.2}_{0}$mm；定尺长度大于或等于 6000 mm 时，每增加 3000 mm，其长度允许偏差相应增加 $^{+3.2}_{0}$mm，最大不超过 13 mm。

5.2.7 端头

钛管两端应平整，无毛刺。在不使钛管长度超出其允许偏差的条件下，端头切口允许切斜应符合表3的规定。

表3 切斜

公称外径，mm	允许切斜，mm
6～30	≤1.0
>30～60	≤1.5

5.3 技术要求

5.3.1 钛管的牌号和化学成分

钛管的牌号及状态应符合表4的规定，其化学成分应符合GB/T 3620.1的规定。

表4 牌号及化学成分

牌号	状态	化学成分（质量分数），%										
		Ti	Fe	C	N	H	O	Ni	Mo	Pd	其他元素	
											单一	总和
TA1G	退火态	余量	≤0.20	≤0.08	≤0.03	≤0.015	≤0.18	-	-	-	≤0.10	≤0.40
TA2G		余量	≤0.30	≤0.08	≤0.03	≤0.015	≤0.25	-	-	-	≤0.10	≤0.40
TA3G		余量	≤0.30	≤0.08	≤0.05	≤0.015	≤0.35	-	-	-	≤0.10	≤0.40
TA8		余量	≤0.30	≤0.08	≤0.03	≤0.015	≤0.25	-	-	0.04~0.08	≤0.10	≤0.40
TA9		余量	≤0.30	≤0.08	≤0.03	≤0.015	≤0.25	-	-	0.12~0.25	≤0.10	≤0.40
TA9-1		余量	≤0.20	≤0.08	≤0.03	≤0.015	≤0.18	-	-	0.12~0.25	≤0.10	≤0.40
TA10		余量	≤0.30	≤0.08	≤0.03	≤0.015	≤0.25	0.6~0.9	0.2~0.4	-	≤0.10	≤0.40

5.3.2 力学性能

5.3.2.1 钛管应进行室温拉伸试验，其力学性能应符合表5的规定。

表5 力学性能

牌号	状态	抗拉强度 R_m/ MPa	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ / MPa	断后伸长率 $A_{50\ mm}$ / %
TA1G	退火态	≥240	140～310	≥24
TA2G		≥345	275～450	≥20
TA3G		≥450	380～550	≥18
TA8		≥345	275～450	≥20
TA9		≥345	275～450	≥20
TA9-1		≥240	140～310	≥24
TA10		≥460	≥300	≥18

5.3.2.2 钛管应进行硬度测试，其结果应符合表6的规定。

表6 硬度（$HV_{1.0}$）

牌号	基材硬度	焊缝硬度与基材硬度差
TA1G、TA2G	≤180	≤30
TA3G、TA8、TA9、TA9-1、TA10	≤220	≤50

5.3.3 压扁

5.3.3.1 钛管应进行压扁试验，压扁后两平行压板间距（H）按式（1）计算。试样压扁后不应出现裂纹。

$$H = \frac{(1 + e)\delta}{e + \delta/D_o} \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

H——两压板之间的距离，单位为毫米（mm）；

δ—— 钛管公称壁厚 ，单位为毫米（mm）；

D_o—— 钛管公称外径，单位为毫米（mm）；

e —— 常数，其值对于TA1G、TA2G、TA8、TA9、TA9-1取0.07；对于TA3G，当钛管直径小于等于25.4mm时，e取0.04，当钛管直径大于25.4mm时，e取0.06；对于TA10，e取0.04。

5.3.3.2 焊接管进行压扁试验时，压扁方向及焊缝位置如图 1 所示。

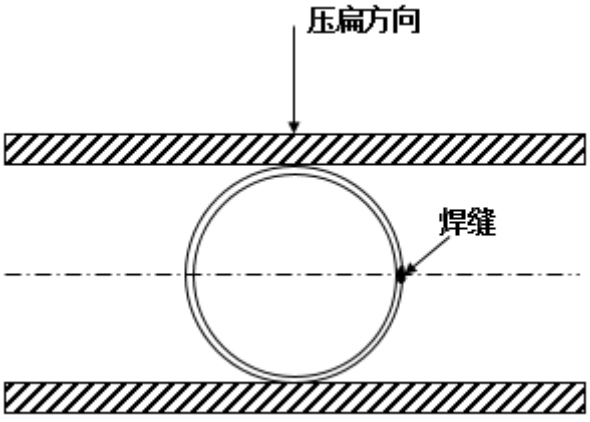


图 1 压扁方向及焊缝位置

5.3.3.3 展平

焊接管和焊接-轧制管应进行展平试验，展平后试样焊缝处不应出现裂纹。

5.3.4 扩口

按表7规定的内径扩口率进行扩口试验，试样不应出现裂纹。

表7 内径扩口率

牌号	内径扩口率，%
TA1G	≥22
TA2G	≥20
TA3G	≥17
TA8	≥20
TA9	≥20
TA9-1	≥22
TA10	≥17

5.3.5 液压

钛管应逐根进行液压试验，试验压力按式（2）计算，最大试验压力为17.2MPa。试验时压力保持5秒，钛管应不发生畸变或泄漏。

$$P = \frac{P_s E\delta}{D_o/2 - 0.4\delta} \qquad (2)$$

式中：

P——试验压力，单位为兆帕（MPa）；

P_S——允许应力，取相应规定非比例延伸强度最小值的50%，单位为兆帕（MPa）；

D_0——钛管公称外径，单位为毫米（mm）；

δ——钛管公称壁厚，单位为毫米（mm）；

E——常数，无缝管取1.0，焊接管和焊接-轧制管取0.85。

5.3.6 气密

对于壁厚小于2 mm的钛管，可用气密试验代替液压试验。用气密试验时，钛管内部气压试验的压力为0.7 MPa，试验时压力保持5秒，钛管应不发生畸变或泄漏。

5.3.7 无损检测

5.3.7.1 焊接管、无缝管和焊接-轧制管均应进行超声波检测，结果应符合GB/T 12969.1的规定。

5.3.7.2 焊接管应进行涡流探伤检测，其人工标准钻孔尺寸要求及检测结果应符合GB/T 12969.2的规定。

6 试验方法

6.1 外观检测

钛管的表面采用目视方法检测其外观，其结果应符合5.1的要求。

6.2 尺寸检测

钛管的尺寸检验用相应精度的量具进行，其结果应符合5.2的要求。

6.3 试验方法和取样要求

6.3.1　钛管的化学成分、力学性能、硬度、压扁、展平、扩口、液压、气密性、超声波探伤、涡流探伤试验的取样规定和试验方法应符合表 8 的规定。

表8　钛管检验的取样规定和试验方法

试验项目	取样规定	取样方法	试验方法
化学成分	每炉批按原铸锭的分析结果，亦可在成品钛管上取样分析	GB/T 4698	GB/T 4698
力学性能	每批任取两根钛管，每根各取一个试样	GB/T 228.1	GB/T 228.1
硬度	每批任取两根钛管，每根各取一个试样	GB/T 4340.1	GB/T 4340.1
压扁	每批任取两根钛管，每根各取一个试样	GB/T 246	GB/T 246
展平	每批任取两根钛管，每根各取一个试样	6.3.2	6.3.2
扩口	每批任取两根钛管，每根各取一个试样	GB/T 242	GB/T 242
液压试验	逐根	-	GB/T 241
气密试验	逐根	-	5.3.6
超声波探伤	逐根	-	GB/T 12969.1
涡流探伤	逐根	-	GB/T 12969.2

6.3.2 进行展平试验时，截取 100mm 长的一段钛管，沿焊缝 90°位置纵向切开，内焊缝朝上。切开及焊缝位置如图 2 所示。

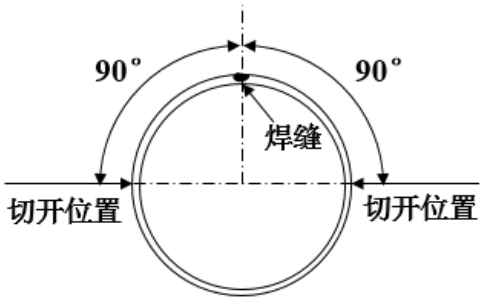


图 2 切开及焊缝位置

6.3.3 扩口试验的顶心锥度为 60°。

7　检验规则

7.1　检查与验收

钛管的检查与验收由供方质量技术监督部门进行。

7.2　组批规则

钛管应按批进行检查和验收。每批应由同一牌号、熔炼炉号、规格、制造方法、状态和同一热处理炉批的钛管组成。

7.3 复验与判定规则

7.3.1 化学成分不合格时，判定该批不合格。

7.3.2 室温力学性能、压扁、展平、扩口检验中，如有一个试样检验结果不合格时，则从该批取双倍试样对不合格项目进行复验，如复验结果仍有一个试样不合格时，则该批钛管不合格，但允许供方逐根对不合格项目进行检验，合格者重新组批。

7.3.3 钛管的外形尺寸、外观质量、涡流探伤和超声波探伤检验不合格时，判单根不合格。

8 标志及随行文件

8.1 标志

钛管的标志应包含以下内容：

a）厂家名称；
b）牌号；
c）类别代号；
d）规格（外径×壁厚×长度 mm）；
e）生产批号；
f）执行标准；
g）其他附加要求。

8.2 随行文件

随行文件应包括质量证明书，质量证明书的内容如下：

a）供方名称；
b）牌号、规格、制造方法和交货状态；
c）熔炼炉号、生产批号；
d）重量和数量；
e）分析检验结果及质量检验部门印记；
f）标准编号；
g）包装日期；
h）其他附加要求。

9 包装、运输及贮存

钛管的包装、运输、贮存应符合GB/T 8180的规定。