



中华人民共和国国家标准

GB/T 3625-XXXX

代替 GB/T 3625-2007

换热器及冷凝器用钛及钛合金管

Titanium and Titanium alloy tube for condensers and heat exchangers

(讨论稿)

XXXXX-XX-XX发布

XXXXX-XX-XX实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会

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。

本文件代替GB/T 3625—2007《换热器及冷凝器用钛及钛合金管》。与GB/T 3625—2007相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了术语和定义（见第3章）；
- b) 删除了TA1、TA2、TA3的产品技术要求（见2007年版的表1、表2、表3、表9、3.5）；
- c) 增加了TA1G、TA2G、TA3G、TA8、TA8-1的产品技术要求（见表1、表2、表3、表9、5.4）；
- d) 更改了管材的规格范围（见表1、表2、表3、表4、表5，2007年版的表1、表2、表3、表5、表6）；
- e) 更改了外形尺寸及其允许偏差；（见表6、表7、表8，2007年版的表4、表7、表8）
- f) 增加了弯曲试验的技术要求（见5.4.4）；
- g) 更改了无损检测要求（见5.5，2007年版的3.6）；
- h) 更改了化学成分、外形尺寸及其允许偏差、室温拉伸性能的试验方法（见第6章，2007年版的第4章）；
- i) 更改了检查和验收要求（见7.1，2007年版的5.1）；
- j) 更改了取样要求（见7.4，2007年版的5.4）。

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：XXX。

本文件于1983年首次发布，1995年第一次修订，2007年第二次修订。本次为第三次修订。

换热器及冷凝器用钛及钛合金管

1 范围

本文件规定了换热器及冷凝器用钛及钛合金管的要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存及订货单内容等。

本文件适用于冷轧(冷拔)方法生产的钛及钛合金无缝管和焊接法及焊接—轧制法生产的钛及钛合金管(以下简称产品)。

本文件适用于制作换热器、冷凝器及各种压力容器所使用的钛及钛合金管。

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 228.1-2021 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 244 金属材料 管 弯曲试验方法

GB/T 246 金属材料 管 压扁试验方法

GB/T 3620.1 钛及钛合金属牌号和化学成分

GB/T 3620.2 钛及钛合金加工产品化学成分允许偏差

GB/T 4698(所有部分) 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法

GB/T 6611 钛及钛合金术语和金相图谱

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

GB/T 23604 钛及钛合金产品力学性能试验取样方法

GB/T 34647 钛及钛合金产品状态代号

GB/T 38982 钛及钛合金加工产品外形尺寸检测方法

YS/T 1262 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

3 术语和定义

GB/T 6611、GB/T 34647、GB/T 38982界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类和标记

4.1 产品分类

4.1.1 产品的牌号、状态和规格

4.1.1.1 冷轧(冷拔)法生产的钛及钛合金无缝管的牌号、状态和规格应符合表1的规定。

表1 钛及钛合金无缝管

牌号	状态	外径 mm	壁厚 mm														
			0.5	0.6	0.8	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	
TA1G、 TA2G、 TA3G、 TA8、 TA8-1 TA9、 TA9-1、 TA10、 TA27、 TA27-1	退 火 态 (M)	6~10	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		>10~15	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-
		>15~20	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
		>20~30	-	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-
		>30~40	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-
		>40~50	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-
		>50~60	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
		>60~80	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		>80~110	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○

注：“○”表示可以按本文件生产的规格。

4.1.1.2 焊接法生产的钛及钛合金管的牌号、状态和规格应符合表2的规定。

表2 焊接管

牌号	状态	外径 mm	壁厚 mm										
			0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5	3.0	
TA1G、TA2G、TA3G、TA8、 TA8-1、TA9、TA9-1、TA10	退 火 态 (M)	6~10	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		>10~20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
		>20~40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		>40~60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		>60~80	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		>80~110	-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○

注：“○”表示可以按本文件生产的规格。

4.1.1.3 焊接—轧制法生产的钛及钛合金管应符合表3的规定。

表3 焊接—轧制管

牌号	状态	外径 mm	壁厚 mm									
			0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.25	1.5	2.0	2.5	3.0
TA1G、TA2G、TA3G、TA8、 TA8-1、TA9、TA9-1、TA10、	退 火 态 (M)	6~10	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-
		>10~20	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
		>20~40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		>40~60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		>60~80	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

注：“○”表示可以按本文件生产的规格。

4.1.1.4 管材的长度应符合表 4 和表 5 的规定。

表 4 无缝管和焊接-轧制管长度

单位为毫米

种类	无缝管			焊接-轧制管	
	外径 ≤ 15	外径 > 15		壁厚	
		壁厚 ≤ 0	壁厚 $> 2.0 \sim 5.5$	0.5~0.8	$> 0.8 \sim 3.0$
长度	500~4000	500~9000	500~6000	500~8000	500~5000

注：超出表中规定的长度时，可协商供货。

表 5 焊接管长度

单位为毫米

种类	焊接管		
	壁厚 0.5~1.25	壁厚 $> 1.25 \sim 2.0$	壁厚 $> 2.0 \sim 3.0$
长度	500~15000	500~6000	500~4000

注：超出表中规定的长度时，可协商供货。

4.1.2 产品标记

产品标记按产品名称、牌号、生产方式、状态、规格、标准编号的顺序表示。标记示例如下：

示例 1：按本文件生产的 TA2G 冷轧无缝管，退火状态，外径为 36mm，壁厚为 4mm，长度为 3000mm，标记为：

管 TA2G S M $\Phi 36 \times 4 \times 3000$ GB/T 3625—XXXX。

示例 2：按本文件生产的 TA1G 焊接管，退火状态，外径为 25mm，壁厚为 0.6mm，长度为 4000mm，标记为：

管 TA1G W M $\Phi 25 \times 0.6 \times 4000$ GB/T 3625—XXXX。

示例 3：按本文件生产的 TA1G 焊接-轧制管，退火状态，外径为 19mm，壁厚为 0.5mm，长度为 4000mm，标记为：

管 TA1G WR M $\Phi 19 \times 0.5 \times 4000$ GB/T 3625—XXXX。

5 技术要求

5.1 化学成分

5.1.1 管材的化学成分应符合 GB/T 3620.1 的规定。

5.1.2 需方从管材上取样进行化学成分复验时，其成分允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。

5.2 外形尺寸及其允许偏差

5.2.1 管材外径及壁厚的允许偏差应符合表 4 的规定。管材壁厚的允许偏差不适用于焊接管的焊缝处。

表 6 外径及壁厚的允许偏差

单位为毫米

外径	外径允许偏差	壁厚允许偏差
6~25	± 0.10	$\pm 10\%$ 名义壁厚
$> 25 \sim 28$	± 0.13	
$> 38 \sim 50$	± 0.15	
$> 50 \sim 60$	± 0.18	
$> 60 \sim 80$	± 0.25	
$> 80 \sim 110$	± 0.35	

5.2.2 管材的定尺或倍尺长度应在其不定尺长度范围内。定尺长度不小于 6000mm 时，允许偏差为 $(+10, 0)$ mm；定尺长度小于 6000mm 时，允许偏差为 $(+6, 0)$ mm。倍尺长度还应计入管材的切口量，每一切口量为 5mm。

5.2.3 管材两端应切平整，不应有毛刺，切斜度应符合表7的规定。

表7 切斜度

单位为毫米

外径	切斜度
6~30	≤2
>30~60	≤3
>60~110	≤4

5.2.4 管材的每米平直度应符合表8的规定。

表8 平直度

外径 mm	平直度 mm/m
≤30	≤2
>30~110	≤3

5.2.5 管材的圆度及壁厚不均不应超出外径和壁厚的允许偏差。

5.3 室温拉伸性能

管材在供应状态下的室温拉伸性能应符合表9的规定。

表9 室温拉伸性能

牌号	状态	室温室温拉伸性能		
		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_{gt} %
TA1G	退火态(M)	≥240	140~310	≥24
TA2G		≥400	275~450	≥20
TA3G		≥500	380~550	≥18
TA8		≥400	275~450	≥20
TA8-1		≥240	140~310	≥24
TA9		≥400	275~450	≥20
TA9-1		≥240	140~310	≥24
TA10		≥460	≥300	≥18

5.4 工艺性能

5.4.1 压扁试验

5.4.1.1 管材应进行压扁试验。压至规定的间距H时，管材表面不应出现裂纹。压板之间的距离H按公式(1)计算：

$$H = \frac{(1+e)t}{e+t/D} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H — 压板间距，单位为毫米（mm）；

t — 管材名义壁厚，单位为毫米（mm）；

D — 管材名义外径，单位为毫米（mm）；

e — 常数，其值对于TA1G、TA2G、TA8、TA8-1、TA9、TA9-1取0.07；对于TA3G，当管材直径小于等于25.4mm时，e取0.04，当管材直径大于25.4mm时，e取0.06；对于TA10，e取0.05。

5.4.1.2 对于 $D/t < 10$ 的管材进行压扁试验时,由于几何学的原因,在管材内表面相当于“6点钟”和“12点钟”的位置产生极高的应力,因此,在这些位置产生的裂纹应不作为拒收的依据。

5.4.1.3 焊接管压扁方向及焊缝位置如图1所示。

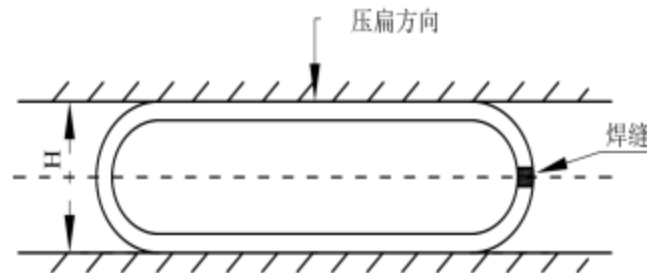


图1 压扁示意图

5.4.1.4 焊管和焊接—轧制管应进行展平试验,展平后试样焊缝处不应出现裂纹。

5.4.2 扩口试验

管材应进行扩口试验,扩口采用顶芯锥度 60° 的工具,扩口后试样内径的扩大值符合表 10 的规定时,试样不得出现裂纹。

表 10 扩口试验

牌号	管内径扩大率, %, 不小于
TA1G、TA8-1、TA9-1	22
TA2G、TA8、TA9	20
TA3G、TA10	17

5.4.3 液(气)压试验

5.4.3.1 管材应进行水压或气压试验。需方选定的试验方式应在订货单中注明。

5.4.3.2 液压试验时,需方选定的试验压力应在订货单中注明。订货单中未注明时,试验压力按公式(2)计算:

$$P = \frac{SEt}{D/2 - 0.4t} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P — 试验压力,单位为兆帕(MPa);

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 — 管材名义外径,单位为毫米(mm);

t — 管材名义壁厚,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。

试验时,压力保持5秒钟,管材不应发生畸变或泄漏。当管材名义外径不大于76mm时,水压试验的最大压力不大于17.2MPa;当管子名义外径大于76mm时,水压试验的最大压力不大于19.3MPa。

5.4.3.3 气压试验时,管材内部气压试验的压力为0.7MPa,试验时压力保持5秒,管材应不发生畸变或泄漏。

5.4.4 弯曲试验

当需方要求并在订货单中注明时,名义直径不大于60mm的管材应进行弯曲试验。弯曲直径为管材名义外径的12倍,弯曲角为 90° ,弯曲后试样表面应无裂纹。

5.5 无损检测

管材应进行超声波或涡流探伤检验，并应符合GB/T 12969.1或GB/T 12969.2的规定，需方选择的检验方法应在订货单中注明。订货单中未注明时，由供方自行确定一种方法检测。

5.6 外观质量

5.6.1 管材内、外表面应洁净，无裂纹、折叠、起皮、针孔等目视可见的缺陷。焊接管焊缝处应过渡圆滑。

5.6.2 管材表面的局部缺陷允许清除，但清除后不得使外径和壁厚超出其允许偏差。

5.6.3 管材表面允许有不超出外径和壁厚允许偏差的划伤、凹坑、凸点和矫直痕迹。允许管材酸洗后存在不同的颜色。

6 试验方法

6.1 化学成分分析按GB/T 4698或YS/T 1262进行，化学成分仲裁分析按GB/T 4698进行。

6.2 外形尺寸及其允许偏差的测量按GB/T 38982的规定进行。

6.3 室温拉伸试验按GB/T 228.1-2021进行。对于外径不大于35mm的管材采用GB/T 228.1-2021中的S8试样；对于外径大于35mm、壁厚小于4mm的管材采用S4试样；壁厚4mm~6mm的管材采用R8试样；壁厚大于6mm的管材采用R7试样。

6.4 压扁试验按GB/T 246进行。

6.5 扩口试验按GB/T 242进行。

6.6 液压试验按GB/T 241进行。

6.7 气压试验按供需双方商定的方法进行。

6.8 弯曲试验按GB/T 244进行。

6.9 超声检测按GB/T 12969.1进行，涡流检测按GB/T 12969.2进行。

6.10 外观质量用目视检查。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 产品应由供方或第三方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定。

7.1.2 需方可对收到的产品按本文件的规定进行检验。当检验结果与本文件或订货单的规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。属于外形尺寸及其允许偏差、外观质量的异议，应在收到产品之日起一个月内提出；属于化学成分、室温拉伸性能、工艺性能、无损检测的异议，应在收到产品之日起三个月内提出。如需仲裁，应由供需双方在需方共同取样或协商确定。

7.2 组批

产品应成批提交验收，每批应由同一牌号、熔炼炉号、规格、制造方法、状态和热处理炉批的产品组成。

7.3 检验项目

每批产品均应进行化学成分、外形尺寸及其允许偏差、室温拉伸性能、工艺性能、无损检测和外观质量检验。订货单中注明的检验项目也应进行检验。

7.4 取样

产品的取样方法应符合GB/T 23604的规定，取样要求应符合表11的规定。

表 11 取样

检验项目	取样规定	要求的章条号	试验方法章条号
化学成分 ^a	每批1份	5.1	6.1
外形尺寸及其允许偏差	逐根进行。	5.2	6.2
室温拉伸性能	每批任取两根管材，每根各取1个试样。	5.3	6.2
压扁试验	每批任取两根管材，每根各取1个试样。	5.4.1	6.4
扩口试验	每批任取两根管材，每根各取1个试样。	5.4.2	6.5
液压试验或气压试验	逐根进行。	5.4.3	6.6
弯曲试验	订货单要求时，每批任取两根管材，每根各取1个试样。	5.4.4	6.7
无损检测	逐根进行。	5.5	6.8
外观质量	逐根进行。对于内径不大于20mm的管材，允许采用每批管材任取5根，每根各取150mm管段，沿纵向剖为两半，测量壁厚及作内表面检查，代替逐根检验。	5.6	6.9
^a 氢含量在成品上取样；其他化学成分供方以原铸锭的分析结果报出，需方复验可在管材上取样分析。			

7.5 重复试验和检验结果的判定

7.5.1 化学成分不合格时，判该批产品不合格。

7.5.2 室温拉伸性能检验、压扁试验、扩口试验、弯曲试验中，如有一个试样检验结果不合时，则从该批取双倍试样对不合格项目进行复验，试验结果全部合格，判该批产品合格；如复验结果仍有试样不合格，判该批产品不合格，但允许供方逐根对不合格项目进行检验，合格者重新组批。

7.5.3 外形尺寸及其允许偏差、液（气）压试验、无损检测及外观质量不合格时，判该根管材不合格。

8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

8.1 标志

8.1.1 产品标志

在检验合格的产品上应贴标签或挂牌，其上应至少注明下列内容：

- 生产厂名称、商标；
- 牌号；
- 规格；
- 状态；
- 批号；
- 本文件编号。

8.1.2 包装标志

产品的包装标志应符合GB/T 8180的规定。

8.2 包装、运输和贮存

产品的包装、运输和贮存应符合GB/T 8180的规定。

8.3 随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

- 质量证明书，内容如下：

- 产品名称、牌号、规格和状态；
 - 产品锭号、批号、批重和数量；
 - 产品的主要性能及技术参数；
 - 各项分析检验结果及质量检验部门印记；
 - 其他。
- b) 合格证，内容如下：
- 锭号或批号；
 - 检验日期；
 - 检验员签名或盖章；
 - 其他。
- c) 其他。

9 订货单内容

需方可根据自身的需要，在订购本文件所列产品的订货单内，列出如下内容：

- a) 产品名称；
 - b) 牌号；
 - c) 规格；
 - d) 状态；
 - e) 重量；
 - f) 数量；
 - g) 本文件编号；
 - h) 其他。
-