

团 体 标 准

T/QGCML 4006—2024

舰船用冷拔无缝钢管生产技术规范

Technical specification for production of cold-drawn seamless steel tubes for ships

2024 - 03 - 30 发布

2024 - 04 - 15 实施

全国城市工业品贸易中心联合会 发 布

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 分类和代号 1

5 订货内容 2

6 尺寸、外形、重量及允许偏差 2

7 技术要求 3

8 试验方法 6

9 检验规则 7

10 标志、包装 8

11 质量证明书 8

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。

本文件由山东永安昊宇制管有限公司提出。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会归口。

本文件起草单位：山东永安昊宇制管有限公司、山东美鑫金属科技有限公司、山东华耀经贸有限公司、山东安永国际贸易有限公司。

本文件主要起草人：朱孟尧、林世鑫、李志刚、李秀琴、于海亮、沈福涛、耿纪亮、李静、鲍传圣、张玉。

本文件为首次发布。

舰船用冷拔无缝钢管生产技术规范

1 范围

本文件规定了舰船用冷拔无缝钢管的分类和代号、订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和质量证明书。

本文件适用于舰船用冷拔无缝钢管的生产和检验。

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 222 钢的成品化学成分允许偏差
GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法
GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第 2 部分：高温试验方法
GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
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 245 金属管 卷边试验方法
GB/T 246 金属材料 管 压扁试验方法
GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
GB/T 5312-2009 船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管
GB/T 5777—2019 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测
GB/T 7735—2016 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管缺欠的自动涡流检测
GB/T 12606—2016 无缝和焊接（埋弧焊除外）铁磁性钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动漏磁检测
GB/T 17395—2008 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 30062 钢管术语
GB/T 40080 钢管无损检测 用于确认无缝和焊接钢管（埋弧焊除外）水压密实性的自动电磁检测方法

3 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类和代号

4.1 钢管类别和代号：冷拔 WCD（轧 WCR）钢管。

- 4.2 钢管按用途分为：承压管系用无缝钢管和锅炉及过热器用无缝钢管。
- 4.2.1 承压管系用无缝钢管按设计压力和设计温度分为 3 级，如表 1 所示。

表 1 管系等级

等级	I 级		II 级		III 级	
介质	设计压力/MPa	设计温度/℃	设计压力/MPa	设计温度/℃	设计压力/MPa	设计温度/℃
	大于		——		不大于	
蒸汽和热油	1.6	300	0.7~1.6	170~300	0.7	170
燃油	1.6	150	0.7~1.6	60~150	0.7	60
其他介质	4.0	300	1.6~4.0	200~300	1.6	200
注1：当管系的设计压力和设计温度其中一个参数达到表中 I 级规定时，即定为 I 级管；当管系的设计压力和设计温度两个参数均满足表中 II 级规定时，即定为 II 级管。						
注2：其他介质是指空气、水、润滑油和液压油等。						
注3：III 级管系用无缝钢管可根据船检部门认可的国家标准制造。						

- 4.2.2 锅炉及过热器用无缝钢管管壁的工作温度应不超过 450 ℃。
- 4.2.3 表示方法如下：
- a) 承压管系用无缝钢管在钢级后面分别加 “I”、“II” 或 “III” 表示；
 - b) 锅炉及过热器用无缝钢管在钢级后面加 “G” 表示。

5 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单应包括下列内容：

- a) 标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢级及管系级别；
- d) 订购数量（总重量或总长度）；
- e) 尺寸规格；
- f) 制造方法；
- g) 特殊要求。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

6.1 外径和壁厚

- 6.1.1 钢管应优先选用 GB/T 17395—2008 表 1 中系列 1 的尺寸。根据需方要求，经供需双方协商，可供应其他尺寸的钢管。
- 6.1.2 钢管外径和壁厚的允许偏差应符合 GB/T 5312—2009 表 2 的规定，外径允许偏差应为 ± 0.2 mm，壁厚允许偏差应为 ± 10 %。
- 6.1.3 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供 GB/T 5312—2009 表 2 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

6.2 长度

钢管的通常长度、定尺长度和倍尺长度应符合 GB/T 17395 的规定，长度允许偏差等级为 L2。

6.3 弯曲度

6.3.1 钢管的每米弯曲度应符合表 2 的规定。

表 2 钢管每米弯曲度

钢管壁厚/mm	每米弯曲度/ (mm/m)
≤15	≤1.5
>15~30	≤2.0
>30或D≥351	≤3.0

6.3.2 钢管的全长弯曲度应不大于钢管总长的 1.5 %。

6.4 管端外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直，切口毛刺应予清除。

6.5 不圆度和壁厚不均

根据需方要求，并在合同中注明，钢管同一截面的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径公差和壁厚公差的 80 %。

6.6 交货重量

6.6.1 钢管按实际重量交货，亦可按理论重量交货。钢管的每米理论重量按 GB/T 17395 的规定（钢的密度为 7.85 kg/dm³）。

6.6.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，交货钢管的实际重量与理论重量的偏差应符合如下规定：

- a) 单根钢管：±10 %；
- b) 每批最小为 10 t 的钢管：±7.5 %。

7 技术要求

7.1 钢级和化学成分

7.1.1 钢的级别和化学成分（熔炼分析）应符合表 3 的规定。

表 3 钢级和化学成分

钢级	化学成分/%									
	C	Si	Mn	S	P	残余元素				
						Cr	Mo	Ni	Cu	总量
320	≤0.16	—	0.40~0.70	≤0.020	≤0.025	≤0.25	≤0.10	≤0.30	≤0.30	≤0.70
360	≤0.17	≤0.35	0.40~0.80	≤0.020	≤0.025					
410	≤0.21	≤0.35	0.40~1.20	≤0.020	≤0.025					
460	≤0.22	≤0.35	0.80~1.20	≤0.020	≤0.025					
490	≤0.23	≤0.35	0.80~1.50	≤0.020	≤0.025					

7.1.2 当需方要求做成品分析时，应在合同中注明，成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

7.2 制造方法

7.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电炉加炉外精炼或氧气转炉加炉外精炼方法冶炼。

7.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用冷拔（轧）无缝方法制造。需方指定某一种方法制造钢管时，应在合同中注明。

7.3 交货状态

钢管以正火状态交货。

7.4 力学性能

7.4.1 交货状态钢管的室温纵向力学性能应符合表 4 的规定。

表 4 钢管的力学性能

钢级	抗拉强度 R _m / MPa	下屈服强度 R _{el} / MPa	断后伸长率 A/ %
320	320~440	≥195	≥25
360	360~480	≥215	≥24
410	410~530	≥235	≥22
460	460~580	≥265	≥21
490	490~610	≥285	≥21

7.4.2 供设计用的无缝压力管的高温力学性能参见 GB/T 5312—2009 附录 A。

7.4.3 冲击试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，壁厚大于 10 mm 的钢管可做冲击试验。

7.5 液压试验

钢管应逐根进行液压试验，试验压力按式（1）计算，最大试验压力为 14 MPa。在试验压力下，稳压时间应不少于 10 s，钢管不允许出现渗漏现象。

$$P = \frac{2SR}{D} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
P——试验压力，单位为兆帕（MPa）；
S——钢管的公称壁厚，单位为毫米（mm）；
D——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）；
R——允许应力，为 GB/T 5312—2009 表 5 定的最小下屈服强度的 80%，单位为兆帕（MPa）。
注：经需方同意，供方可用无损检测（涡流探伤或漏磁探伤）代替液压试验。

7.6 工艺性能

7.6.1 压扁试验

钢管应作压扁试验，试样压扁后平板间距离 H（单位为毫米）按式（2）计算：

$$H = \frac{(1+a) S}{a+S/D} \dots\dots\dots (1)$$

式中：
S——钢管的公称壁厚，单位为毫米（mm）；
D——钢管的公称外径，单位为毫米（mm）；
a——单位长变形系数，320、360钢级取 0.10；410 钢级取 0.08；460、490 钢级取 0.07。
注：压扁试验后，试样上不允许出现裂缝或裂口。

7.6.2 弯曲试验

- 7.6.2.1 外径大于 400 mm 或壁厚大于 40 mm 的钢管可以横向弯曲试验代替压扁试验。弯曲试验分别为钢管外表面（或尽量靠近外表面的机加工表面）受拉变形的正向弯曲和内表面（或尽量靠近内表面的机加工表面）受拉变形的反向弯曲。
- 7.6.2.2 弯曲试验的弯芯直径应为钢管公称壁厚的 4 倍，在室温下弯曲到 180°。弯曲试验后试样上应无裂缝或裂口。
- 7.6.2.3 弯曲试验的试样应从钢管的一端横向截取，一个试样尽量靠近外表面截取，另一个试样尽量靠近内表面截取。试样弯曲受拉变形表面可机加工为光亮表面，但应尽可能靠近原始轧制面（钢管的内、外表面）。试样弯曲受拉变形表面不允许有明显伤痕和其他缺陷。
- 7.6.2.4 试样加工后的截面尺寸为宽度（b）25 mm，厚度（a）12.5 mm；截面上的四个角应倒成圆角，圆角半径不大于 1.6 mm。试样外表面弧长应保证在规定的试验条件下进行弯曲，并可按式（3）估算。

$$L = \pi (d+2.2a) / 2 + (40 \sim 80) \dots\dots\dots (1)$$

式中：
L——试样外表面弧长，单位为毫米（mm）；
π——圆周率，其值取 3.1；
d——弯芯直径，单位为毫米（mm）；
a——试样厚度，单位为毫米（mm）。

7.6.3 扩口试验或卷边试验

- 7.6.3.1 外径为 18 mm~146 mm，且内径大于 15 mm 的 I 级管和锅炉及过热器管应作扩口试验或卷边试验。扩口试验的扩口率或卷边试验的卷边率应符合表 5 的规定。

表 5 钢管扩口试验的扩口率和卷边率

钢级	扩口率和卷边率/%		
	内径/外径		
	≤0.6	>0.6~0.8	>0.8
320	≥12	≥15	≥19
360	≥12	≥15	≥19
410	≥10	≥12	≥17
460	≥8	≥10	≥15

- 7.6.3.2 扩口试验后，试样的扩口处应无目视可见的裂纹。
- 7.6.3.3 卷边试验后，试样的卷边处应无目视可见的裂纹。

7.7 密实性

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按 GB/T 40080 的规定做密实性检验。

7.8 表面质量

7.8.1 钢管的内外表面应光滑、平整，无裂纹、折叠、结疤等缺陷。这些缺陷应完全清除，清除部位的实际壁厚应不小于壁厚偏差所允许的最小值。钢管的内外表面均应进行抛光或酸洗处理，以提高其耐腐蚀性。钢管的两端应使用管帽进行封口，以防止水分和杂质的进入。

7.8.2 钢管内外表面的直道深度冷拔（轧）钢管应不大于公称壁厚的 4 %，最大为 0.2 mm。

7.8.3 冷加工状态交货钢管的内外表面允许有来自制造过程的磷酸盐和润滑剂附着层存在。热处理状态交货钢管的内外表面允许存在不影响表面检查的氧化膜层，但不应有疏松氧化皮。

7.9 无损检测

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可进行涡流、漏磁，一级管和锅炉及过热器管应逐根进行超声检测。涡流检测时，验收等级应符合 GB/T 7735—2016 中 E2H 的规定；漏磁检测时，验收等级应符合 GB/T 12606—2016 中 F2 的规定；超声检测时，验收等级应符合 GB/T 5777—2019 中 U2 的规定。

8 试验方法

8.1 化学成分

按 GB/T 222、GB/T 4336 的规定进行检验。

8.2 力学性能

8.2.1 室温拉伸

按 GB/T 228.1 的规定进行检验。

8.2.2 高温拉伸

按 GB/T 228.2 的规定进行检验。

8.2.3 冲击试验

按 GB/T 229 的规定进行检验。

8.3 液压试验

按 GB/T 241 的规定进行检验。

8.4 工艺性能

8.4.1 压扁试验

按 GB/T 246 的规定进行检验。

8.4.2 弯曲试验

按 GB/T 232 的规定进行检验。

8.4.3 扩口试验

按 GB/T 242 的规定进行检验。

8.4.4 卷边试验

按 GB/T 245 的规定进行检验。

8.5 密实性

按 GB/T 40080 的规定进行检验。

8.6 表面质量

钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

8.7 无损检测

涡流检验按 GB/T 7735 的规定进行检验，漏磁检验按 GB/T 12606 的规定进行检验，超声波检验按 GB/T 5777 的规定进行检验。

9 检验规则

9.1 检查和验收

产品的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

9.2 组批规则

9.2.1 钢管按批检查和验收。

9.2.2 若钢管切成单根后不再进行热处理，则从一根管坯轧制的钢管截取的所有管段都应视为一根。

9.2.3 每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度（炉次）的钢管组成。对于 I 级管，外径不大于 325 mm 时，每批应不超过 200 根；外径大于 325 mm 时，每批应不超过 100 根。

9.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 6 的规定。

表 6 检验项目、取样数量

检验项目	取样数量
化学成分	每炉取1个试样
室温拉伸	每批在两根钢管上各取1个试样
高温拉伸	每批在两根钢管上各取1个试样
冲击试验	每批在两根钢管上各取3个试样
液压试验	逐根
压扁试验	每批在两根钢管上各取1个试样
弯曲试验	每批在两根钢管上各取1组试样
扩口试验	每批在两根钢管上各取1个试样
卷边试验	每批在两根钢管上各取1个试样
密实性	逐根
涡流检验	逐根
漏磁检验	逐根
超声波检验	逐根

9.4 复验与判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

10 标志、包装

产品的标志、包装应符合 GB/T 2102 的规定。

11 质量证明书

- 11.1 每批交货的钢管应附有证明该批钢管符合订货合同（或订单）和产品标准规定的质量证明书。
 - 11.2 质量证明书应由制造厂技术质量监督部门盖章，或由指定的负责人签发。
 - 11.3 质量证明书应至少包括以下内容：
 - a) 制造厂名称；
 - b) 需方名称；
 - c) 合同（或订单）号；
 - d) 产品标准编号、品种名称；
 - e) 钢的牌号（复合钢管还应包括复合材料牌号或代号）；
 - f) 交货状态；
 - g) 尺寸规格及精度等级（适用时）；
 - h) 炉号批号、重量、根数（或件数）；
 - i) 产品标准中所规定的各项检验结果（包括参考性指标）；
 - j) 技术质量监督部门标记；
 - k) 质量证明书签发日期或发货日期。
 - 11.4 质量证明书的内容还宜包括可识别和采集信息的一维条码或二维码。
-