

T/GDSS

广东省不锈钢材料与制品协会团体标准

T/GDSS XXXX—XXXX

生活饮用水不锈钢管道内表面处理工艺选用指南

Guidance for the selection of domestic drinking water stainless steel pipeline inner surface treatment process

（征求意见稿）

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

广东省不锈钢材料与制品协会 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 水质参数分级 1

5 工艺选择 2

6 质量评价指标及要求 3

7 质量检验方法 3

附录 A （资料性） 测量程序及结果计算..... 5

参考文献 6

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。

本文件由广东省不锈钢材料与制品协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

生活饮用水不锈钢管道内表面处理工艺选用指南

1 范围

本文件提供了不同水质条件下不锈钢管道内表面处理工艺的水质参数分级、工艺选择、质量评价指标及要求、质量检验方法等方面指导。

本文件适用于输送生活饮用水等流体介质的不锈钢管道内表面处理工艺的选用、质量评价和质量检验。

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 2523 冷轧金属薄板和薄带表面粗糙度、峰值数和波纹度测量方法

GB/T 5750.6—2023 生活饮用水标准检验方法 第6部分：金属和类金属指标

GB/T 20016—2005 金属和其它无机覆盖层 不锈钢部件平整和钝化的电抛光法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

水质分级 water quality classification grade

根据总硬度和氯离子浓度对不同水质划分为不同等级。

3.2

酸洗钝化 pickling passivation

通过酸液去除氧化层并形成钝化膜的化学处理工艺。

3.3

表面粗糙度 (Ra) surface roughness

轮廓算术平均偏差，表征表面光滑程度。

3.4

钝化 passivation

用温和氧化剂（如硝酸溶液）对不锈钢进行化学处理，去除游离铁或其他杂质的过程。

3.5

电解抛光 electrolytic polishing

把不锈钢作阳极浸入电解液，通直流电使阳极溶解，整平微观不平处，提高光洁度与耐腐蚀性，呈现镜面光泽的过程。

4 水质参数分级

4.1 水质按总硬度（以 CaCO_3 计）、氯离子浓度划分为 9 类，分别是 H1C1、H1C2、H1C3、H2C1、H2C2、H2C3、H3C1、H3C2、H3C3。水质参数分级与工艺匹配矩阵见表 1。

表1 水质参数分级与工艺匹配矩阵表

硬度等级	氯离子等级		
	低氯 ($C1 \leq 20 \text{ mg/L}$)	中氯 ($20 \text{ mg/L} < C2 \leq 200 \text{ mg/L}$)	高氯 ($200 \text{ mg/L} < C3 \leq 300 \text{ mg/L}$)
H1 (<80 mg/L)	酸洗钝化	酸洗钝化+钝化	机械抛光+钝化
H2 (80 mg/L~170 mg/L)	酸洗钝化	机械抛光+钝化	机械抛光+钝化
H3 (>170 mg/L)	酸洗钝化+钝化	机械抛光+钝化	电解抛光/机械抛光+钝化

4.2 技术文档编号采用 HnCm 的方式精准编码，确保工艺标准匹配的准确性，标记方法见图 1，应用示例见表 2。

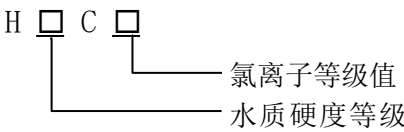


图1 技术文档标记方法图

表2 应用示例表

城市举例	水质硬度	氯离子浓度	水质编码	内表面工艺选择
城市A	H2: 120 mg/L	C1: 20 mg/L	H2C1	机械抛光+钝化处理
城市B	H2: 120 mg/L	C2: 120 mg/L	H2C2	酸洗+钝化处理

5 工艺选择

5.1 H2C2、H3C2、H1C3 和 H2C3 类水质

5.1.1 表面处理要求

应机械整平内表面同时除净焊接区焊接斑，应再钝化处理消除不锈钢表面的电池差，防止微电池腐蚀。

5.1.2 工艺流程

机械抛光→除油脱脂→过水→钝化处理→过水→纯水冲洗→烘干。

5.2 H1C2、H3C1 类水质

5.2.1 表面处理要求

应采用酸洗+钝化处理工艺在不锈钢表面形成均匀致密的钝化膜，抑制重金属离子（六价铬）因发生腐蚀而析出。

5.2.2 工艺流程

酸洗钝化→过水→钝化→过水→纯水冲洗→烘干。

5.3 H1C1、H2C1 类水质

5.3.1 表面处理要求

采用酸洗钝化消除不锈钢内表面的焊接斑，并在不锈钢表面生成均匀致密的富铬钝化膜，提高不锈钢水管在H1C1、H2C1中的耐蚀性。

5.3.2 工艺流程

酸洗钝化→过水→纯水冲洗→烘干。

5.4 H3C3 类水质

5.4.1 表面处理要求

应用电解抛光的处理工艺，提高内表面的平整度和铬含量，达到提高不锈钢水管在H2C3和H3C3水质中的稳定性

5.4.2 工艺流程

酸洗钝化→过水→电解抛光→过水→钝化→过水→纯水冲洗→烘干。

6 质量评价指标及要求

6.1 宜对生活饮用水不锈钢管道外观、内面粗糙度、六价铬 Cr⁶⁺、铬铁比、钝化膜完整性等方面进行评价。

注：铬铁比是指Cr/Fe——钝化氧化层中总铬与总铁的比值。

6.2 生活饮用水不锈钢管道内表面通用评价指标应符合表 3 的要求。

表3 通用评价指标表

工艺类型	外观	内面粗糙度 Ra (μ m)	六价铬Cr ⁶⁺ (mg/L)	铬铁比 (Cr/Fe)	钝化膜完整性（蓝 点试验）
机械抛光+钝化	内表面目视焊接部位与非 焊接部位颜色光亮均一、无 可见纹理。	≤0.5	≤0.005	—	30s内无蓝点出现
电解抛光+钝化		≤0.35		≥1.0	
酸洗钝化+钝化	内表面目视呈银白色、焊接 部位与非焊接部位允许有 轻度色差。	—	—	—	
酸洗钝化		—		—	

7 质量检验方法

7.1 外观检验

7.1.1 抛光类

在光照强度≥300 LX的条件下对不锈钢管道内壁进行目视检查，不锈钢管道内面焊接部位应与非焊接部位颜色均一，且表面光亮、无可见材料纹理。

7.1.2 酸洗类

在光照强度≥300 LX的条件下对不锈钢管道内壁采用折光仪进行检查，不锈钢管道内壁表面应颜色均匀，光泽度仪测试值60°：50 GU～250 GU（焊缝区域允许±50 GU偏差）。

7.2 粗糙度检验

粗糙度测量应符合GB/T 2523规定。

7.3 六价铬检验

六价铬析出量检测应符合GB/T 5750.6—2023中13.1的规定。

7.4 铬铁比检验

应采用电子能谱分析法XPS检测不锈钢表面的铬与铁的含量，得出Cr/Fe的比值。测量程序及结果计算参见附录A。

7.5 钝化膜完整性检查蓝点试验

7.5.1 检测方法应符合 GB/T 20016—2005 中 7.5 的规定。

7.5.2 应采用蓝点法对钝化膜的完整性进行检查和验证，每根待检验的不锈钢管道分别取 3 个不同部位的 3 个点进行试验，点滴时间 ≥ 30 s 均无深蓝色出现为合格。

注1：测试溶液的配制：在500 ml蒸馏水中加入10 g铁氰化钾，再加入30 ml浓度为70%的硝酸溶液，搅拌直至所有的铁氰化物溶解，然后用蒸馏水稀释该溶液至1000 ml。

注2：该溶液应现配现用。

附 录 A
(资料性)
测量程序及结果计算

A.1 测量程序

- A.1.1 将样品放入ESCA (X-射线光电子能谱仪) 进样室进行抽真空处理。按照制造商推荐的基础压力值转移至分析室。确保样品与X射线束及分析器对齐, 从而获得目标分析位置的最佳计数率。
- A.1.2 若条件允许, 待分析的样品表面应尽量清除可见颗粒和大尺寸缺陷特征。
- A.1.3 为确保测量表面具有代表性, 应使用接近1 mm的光束尺寸。
- A.1.4 为了对Cr/Fe的相对比例进行有意义的比较, 应采用一致的高分辨率表面光谱数据缩减方法。
- A.1.5 应根据Cr (2p_{3/2}) 的最大值为577 eV对光谱进行电荷补偿。
- A.1.6 宜采用自动化数据缩减方法以提高结果可重复性。
- A.1.7 成分分布应足够深入样品的深度, 以达到316L材料的母材成分, 但与硅酸盐中校准的溅射速率相比, 距离表面至少为100 Å。

A.2 结果计算

- A.2.1 应使用与仪器、每个元素和每次测量的分辨率设置相适应的灵敏度系数来计算元素组成。
- A.2.2 铬/铁比值的计算方法如下: 首先根据表面分析数据, 将各元素的所有物质峰面积相加, 调整扫描次数和灵敏度因子后, 将铬含量结果除以铁含量结果。铬氧化物/铁氧化物比值的计算方式类似。

参 考 文 献

[1] GB/T 20972.3 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第3部分：抗开裂耐蚀合金和其他合金

[2] ISO 4287 产品几何量技术规范(GPS) 表面结构：轮廓法 表面结构的术语、定义和参数 (Geometrical Product Specifications(GPS)-Surface texture: Profile method-Terms, definitions and surface texture parameters)

[3] ISO 15730 金属及其他无机涂层-不锈钢电解抛光及钝化处理的试验方法(Metallic and other inorganic coatings - Electropolishing as a means of smoothing and passivating stainless steel)

[4] SEMI F60 钝化316L不锈钢部件湿表面表面成分ESCA评估的测试方法 (Test method for ESCA evaluation of surface composition of wetted surfaces of passivated 316L stainless steel components)
