

T/GDSS

广东省不锈钢材料与制品协会团体标准

T/GDSS XXXX—XXXX

不锈钢管道抗重金属析出钝化规程

Code of stainless steel pipeline anti-heavy metal precipitation passivation

(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 材料要求	1
5 工艺流程	2
6 工艺记录与追溯	3
7 质量检验	3
8 拒收与重新测试	3
9 标志和报告	3
附录 A（资料性） 钝化工艺参考方案及实验案例	4
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：

不锈钢管道抗重金属析出钝化规程

1 范围

本文件规定了不锈钢管道抗重金属析出钝化工艺的材料要求、工艺流程、工艺记录与追溯、质量检验、拒收与重新测试、标志和报告等。

本文件适用于不锈钢管及管件（以下统称不锈钢管道）的生产、加工及质量检测。

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 3280 不锈钢冷轧钢板和钢带

GB/T 4237 不锈钢热轧钢板和钢带

GB/T 7744—2023 工业氢氟酸

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准

T/GDSS 002—2018 不锈钢管及双卡压式管件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钝化 passivation

通过化学或电化学方法在不锈钢表面形成一层致密的氧化膜，以提高其耐腐蚀性和抗重金属析出性能的过程。

注：重金属析出是指不锈钢管道在模拟的使用环境下释放的重金属离子质量浓度的过程。

4 材料要求

4.1 原材料

4.1.1 不锈钢管道用材料应符合 GB/T 3280 和 GB/T 4237 的规定。

4.1.2 钝化剂应符合相关食品安全标准，且不含有铬、镍、镉、汞等有害成份。

4.2 钝化处理材料准备

4.2.1 基本要求

不锈钢管道的钝化处理应通过以下一种或多种类型工序组成的工艺流程来满足规定的试验要求，实现不锈钢在特定应用中的抗重金属析出处理的效果：

- a) 硝酸溶液处理；
- b) 磷酸溶液处理；
- c) 其他化学溶液中的处理；
- d) 清洗和中和。

4.2.2 钝化剂准备

用于不锈钢管道钝化处理的钝化剂应产生满足本文件的试验要求。同时应确保提供与待处理不锈钢管道的尺寸和数量相适应的足够体积的钝化剂。

注：应注意保持钝化溶液的良好清洁度，以确保能生产出符合试验要求的可接受表面。

5 工艺流程

5.1 概述

5.1.1 不锈钢管道的钝化处理工艺流程分为脱脂与酸洗、钝化处理、中和处理、最终处理四个主要工序。应根据重金属析出抑制的目标要求，选择对应的工艺路线，具体要求见表1。

5.1.2 钝化工艺推荐方案及实验依据见附录A。

表1 不锈钢管道抗重金属析出钝化工艺流程

处理目标	工艺流程步骤（箭头“→”表示顺序）
抑制六价铬(Cr ⁶⁺)和镍(Ni)析出	脱脂 → 过水 → 酸洗 → 过水 → 抑制六价铬/镍钝化 → 过水 → 中和 → 过水 → 纯净水漂洗 → 烘干
抑制锰(Mn)析出	脱脂 → 过水 → 酸洗 → 过水 → 抑制锰析出钝化 → 过水 → 中和 → 过水 → 纯净水漂洗 → 烘干
同时抑制六价铬Cr ⁶⁺ /镍Ni及锰(Mn)析出	脱脂 → 过水 → 酸洗 → 过水 → 抑制锰析出钝化 → 过水 → 抑制六价铬/镍钝化 → 过水 → 中和 → 过水 → 纯净水漂洗 → 烘干
注：必须将抑制六价铬/镍钝化步骤安排在抑制锰析出钝化步骤之后。	

5.2 脱脂与酸洗

5.2.1 脱脂

5.2.1.1 应将不锈钢管道浸泡在酸性或碱性的脱脂溶液中脱脂，脱脂后的不锈钢管道表面能通过28号达因笔测试不断线。

5.2.1.2 脱脂剂应符合相关环保标准，不应含有重金属及氯化物成份。

5.2.2 酸洗

5.2.2.1 应使用无机酸（或无机酸+有机酸）的酸洗液去除不锈钢管道表面的锈迹、高温焊接斑等，不应使用含氯化物的酸洗液。

5.2.2.2 若酸洗液中含氢氟酸，氢氟酸应符合GB/T 7744—2023中的I类要求，氟硅酸含量应≤0.05%。

5.2.3 工序间水洗

完成脱脂或酸洗后，应立即用自来水漂洗至表面无残留药液。

5.3 钝化处理

5.3.1 钝化溶液要求

用于“抑制六价铬/镍钝化”和“抑制锰析出钝化”步骤的溶液技术要求应满足表2的规定。

表2 钝化溶液技术要求

钝化处理步骤	溶液类型	关键成份范围	处理温度范围	处理时间范围
抑制六价铬/镍钝化	硝酸基	硝酸25%~35% (WT)和其他化学品，包括催化剂、抑制剂合成的混合液。	20℃~30℃	≥10 min
	柠檬酸基	柠檬酸5%~20%和其他化学品，包括催化剂、抑制剂合成的混合液。	20℃~30℃	≥10 min
抑制锰析出钝化	磷酸基	2%~5% (v/v)和其他化学品，包括催化剂、抑制剂合成的混合液。	45℃~55℃	15 min~25 min

5.3.2 钝化操作

5.3.2.1 应将不锈钢管道完全浸泡在钝化溶液中，钝化溶液的体积应覆盖所有待钝化的表面，且在规定的温度下保持所需处理的时间。

5.3.2.2 若钝化时需要加热的，钝化溶液应做好恒温，确保温度均匀。

5.4 中和处理

5.4.1 中和一般应在常温条件下采用 2%~5%的氢氧化钠溶液或碳酸钠溶液进行，时间宜为 1 min~3 min。

5.4.2 中和后应用自来水漂洗，最后用电导率 <100 uS/cm 纯净水冲洗至表面呈中性（pH=7）。

5.5 烘干

应采用热纯水或热风烘干时，温度应 ≤ 100 °C，时间应 ≤ 5 min。也可以自然晾干于无尘的洁净环境。

6 工艺记录与追溯

生产企业宜建立钝化工艺控制文件，并记录以下信息：

- 钝化剂浓度、温度、时间及批次号；
- 溶液 pH 值的监测数据；
- 钝化膜检测结果或第三方出具的重金属迁移量测试报告；
- 记录保存期限应超过产品保质期，最低不少于 1 年。

7 质量检验

7.1 外观检查

应在光照强度 ≥ 300 LX的条件下对钝化处理完成后的不锈钢管道进行外观检查，不锈钢管道内外表面应颜色均匀，且表面无结霜、无水渍斑点、无异物残留。

7.2 钝化膜完整性检查

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。

7.3 六价铬、镍锰离子迁移量检查

经过钝化处理后的不锈钢管道应按照表3规定的限值及测试方法测定重金属的析出量。

表3 六价铬、镍锰离子迁移量检查指标表

重金属指标	标准依据	限值
六价铬	GB/T 17219	≤ 0.005 mg/L
镍		≤ 0.01 mg/L
锰		≤ 0.002 mg/L

8 拒收与重新测试

不符合选定试验规程要求的批次，购买方可予以拒收。被拒收的批次生产企业应重新钝化并检验直到符合试验标准为止。

9 标志和报告

9.1 对已按本规程进行钝化处理的不锈钢管，企业应按 T/GDSS 002—2018 中 4.1 所规定的标记方法进行标记。

9.2 当采购订单中有规定时，企业应向购买方提供钝化所用工艺条件的记录和第三方测试报告。

附 录 A
(资料性)
钝化工艺参考方案及实验案例

A.1 概述

本附录中引用的工艺数据及案例仅为说明特定钝化方案的可行性和效果示例，不构成对任何企业、产品或技术的唯一性认可。任何符合本文件第4~8章技术要求的等效工艺方案均可采用。

A.2 硝酸基钝化对六价铬迁移量的影响

硝酸基钝化对六价铬迁移量的影响见表A.1。

表A.1 硝酸基钝化对六价铬迁移量的影响

序号	材质	规格	测试编号	钝化使用的药剂及条件	Cr ⁶⁺ (mg/L)
1	S30408	ø22×1200	Z-1-0	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.018
2			Z-1-1	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.0023
3			Z-1-2	六价铬抑制钝化剂KM1510C (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.0007
4			Z-1-3	六价铬抑制钝化剂KM1510C (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.0036
5	S31603	ø22×1200	Z-2-0	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	
6			Z-2-1	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	
7			Z-2-2	六价铬抑制钝化剂KM1510C (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	
8			Z-2-3	六价铬抑制钝化剂KM1510C (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	

注：以上信息基于广东凯盟钝化防锈技术有限公司提供的工艺及测试数据，该数据为一般性或解释性信息。

A.3 硝酸基钝化对镍迁移量的影响

硝酸基钝化对镍迁移量的影响见表A.2。

表A.2 硝酸基钝化对镍迁移量的影响

序号	材质	规格	测试编号	钝化使用的药剂及条件	Ni ⁺ (mg/L)
1	SUS30408	ø22×1200	Z-1-0	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.008
2			Z-1-1	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.0014
3			Z-1-2	镍抑制钝化剂KM1510C (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.0018
4			Z-1-3	镍抑制钝化剂KM1510C (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.0017
5	S31603	ø22×1200	Z-2-0	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	
6			Z-2-1	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	
7			Z-2-2	镍抑制钝化剂KM1510C (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	
8			Z-2-3	镍抑制钝化剂KM1510C (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	

注：以上信息基于广东凯盟钝化防锈技术有限公司提供的工艺及测试数据，该数据为一般性或解释性信息。

A.4 磷酸基钝化对奥氏体不锈钢锰迁移量的影响

磷酸基钝化对奥氏体不锈钢锰迁移量的影响见表A.3。

表A.3 磷酸基钝化对奥氏体不锈钢锰迁移量的影响

序号	材质	规格	测试编号	钝化使用的药剂及条件	Mn ⁺ (mg/L)
1	SUS30408	ø22×1200	Z-2-0	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.001
2			Z-2-1	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	0.0003
3			Z-2-2	浸泡15 min。	0.0032
4			Z-2-3	锰抑制钝化剂KM0612 (45 °C~55 °C) 浸泡15 min。	0.0018
5	S31603	ø22×1200	Z-2-0	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15 min。	
6			Z-2-1	不锈钢管道专用酸洗剂KM0448TS (20 °C~30 °C) 浸泡15min。	
7			Z-2-2	浸泡15min。	
8			Z-2-3	锰抑制钝化剂KM0612 (45 °C~55 °C) 浸泡15 min。	

注：以上信息基于广东凯盟钝化防锈技术有限公司提供的工艺及测试数据，该数据为一般性或解释性信息。

参 考 文 献

[1] ISO 3651-2 不锈钢耐晶间腐蚀的测定 第2部分:铁素体、奥氏体和铁素体奥氏体(二重)不锈钢-在含硫酸介质中的腐蚀试验 (Determination of resistance to intergranular corrosion of stainless steels - Part 2: Ferritic, austenitic and ferritic-austenitic (duplex) stainless steels - Corrosion test in media containing sulfuric acid)

[2] ASTM A380/A380M 不锈钢零件、设备及系统的清洗和除垢的标准实施规程 (Standard Practice for Cleaning, Descaling, Pickling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems)

[3] ASTM A967/A967M 不锈钢零件化学钝化处理的标准规范 (Standard Specification for Chemical Passivation Treatments for Stainless Steel Parts)

[4] ASTM B254 不锈钢制备和电镀的标准实践规程 (Standard Practice for Preparation of and Electroplating on Stainless Steel)

[5] 生活饮用水输配水设备及防护材料卫生安全评价规范 (2001) (国家卫生健康委员会)

