



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 21832.3—2024

## 奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管 第3部分：油气输送用管

Welded austenitic-ferritic(duplex) stainless steel tubes and pipes—  
Part 3:Pipes for oil and gas transmission

2024-04-25 发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局  
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。

本文件是 GB/T 21832《奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管》的第 3 部分，GB/T 21832 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：热交换器用管；
- 第 2 部分：流体输送用管；
- 第 3 部分：油气输送用管。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：山西太钢不锈钢钢管有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、江苏武进不锈钢股份有限公司、浙江德威不锈钢管业股份有限公司、浙江宝丰特材股份有限公司、青山钢管有限公司、浙江永上特材有限公司、青拓集团有限公司、太原科技大学、隆达钢业集团有限公司、中钢不锈钢管业科技山西有限公司、江阴市华昌不锈钢管有限公司、上上德盛集团股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、湖南旺坤管业有限公司、浙江博盛钢业集团有限公司、新普特种材料集团有限公司、冶金工业信息标准研究院、河北汇中管道装备有限公司。

本文件主要起草人：王博文、康喜唐、徐阿敏、钱超、马同杰、韩士丰、陈涛、张光金、肖祥勇、楚志兵、田国雄、邬莉华、黄云云、严冬云、罗静、成志坚、王潮声、张丹、董莉、赵健涛、张坛敏、王长城、吉祥、谢祎、张丽英、邓志坚、孔庆毛、拓雷锋、项军炎、王永建、许鹏、徐乐谐、李奇、贺小辉、庞瑞福、薛建忠。

## 引 言

奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管是一类集优良的耐腐蚀、高强度和易于制造加工等诸多优异性能于一身的材料。GB/T 21832《奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管》对于热交换器、流体输送、油气输送的奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管的范围、规格、技术要求、试验方法、检验规则等做了规定。鉴于三种不同用途钢管的使用目的及使用环境不尽相同,适用钢种、规格、技术要求差异较大,GB/T 21832 由三部分构成:

- 第 1 部分:热交换器用管。主要应用于压力容器和换热器设备。
- 第 2 部分:流体输送用管。主要应用于石油炼化厂、化工厂、海洋工程等的腐蚀性工艺管道。
- 第 3 部分:油气输送用管。主要应用于石油、天然气输送。

石油、天然气资源供给保障一直是国家能源安全的重要内容。油气介质二氧化碳及硫化氢含量高,油气管线容易受腐蚀而失效,因此对油气输送用管提出了更高的要求。双相不锈钢兼具奥氏体不锈钢的耐腐蚀性和铁素体不锈钢的高强度优点,是一种性能优良、性价比高的先进材料,在油气输送管道安全性、使用寿命、经济性等方面均具有显著优势,是腐蚀介质油气输送管道的首选材质。为满足我国油气输送用双相不锈钢材料研发和应用的需要,推进奥氏体-铁素体双相不锈钢管的研发与推广应用,制定本文件。

# 奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管

## 第3部分：油气输送用管

### 1 范围

本文件规定了油气输送用奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管的分类与代号、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、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于油气输送用奥氏体-铁素体型双相不锈钢焊接钢管(以下简称钢管)。

### 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 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法  $\alpha$ -安息香肟重量法测定钼量
- GB/T 223.36 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量
- GB/T 223.43 钢铁及合金 钨含量的测定 重量法和分光光度法
- GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
- GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
- GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外线吸收法
- GB/T 223.90 钢铁及合金 硅含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 241 金属管 液压试验方法
- 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 2650 金属材料焊缝破坏性试验 冲击试验
- GB/T 2651 金属材料焊缝破坏性试验 横向拉伸试验
- GB/T 2653 焊接接头弯曲试验方法
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法

- GB/T 5777 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 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管缺欠的自动涡流检测
- GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- GB/T 13305 不锈钢中 $\alpha$ -相面积含量金相测定法
- GB/T 15970(所有部分) 金属和合金的腐蚀 应力腐蚀试验
- GB/T 17897 金属和合金的腐蚀 不锈钢三氯化铁点腐蚀试验方法
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
- GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
- GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)
- GB/T 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量
- GB/T 30062 钢管术语
- GB/T 40385 钢管无损检测 焊接钢管焊缝缺欠的数字射线检测
- GB/T 40791 钢管无损检测 焊接钢管焊缝缺欠的射线检测
- GB/T 42677 钢管无损检测 无缝和焊接钢管表面缺欠的液体渗透检测
- YB/T 4395 钢 钼、铌和钨含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- YB/T 4396 不锈钢 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 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 分类与代号

钢管按交货状态分类及代号如下：

- a) 焊接状态:H;
- b) 热处理状态:T。

### 5 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单中包括但不限于下列内容：

- a) 本文件编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢的牌号或统一数字代号；
- d) 尺寸规格(公称外径 $\times$ 公称壁厚,单位为毫米)；
- e) 订购的数量(总重量或总长度)；
- f) 交货状态；
- 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 钢管的公称外径( $D$ )和公称壁厚( $S$ )应符合 GB/T 21835 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应其他外径和壁厚的钢管。

6.1.2 钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 1 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

6.1.3 对于外径大于 508 mm 的钢管,通过测量周长后换算成的外径与公称外径的差值应符合表 1 的规定。

表 1 公称外径和壁厚的允许偏差

单位为毫米

公称外径(D)	外径允许偏差	壁厚允许偏差 <sup>a</sup>
$D \leq 48.3$	$\begin{matrix} +0.4 \\ -0.8 \end{matrix}$	$\pm 12.5\%S$
$48.3 < D \leq 457$	$\pm 0.75\%D$	$\pm 10\%S$ 或者 $\pm 0.2$ , 两者取较大值
$D > 457$	$\pm 1\%D$	
<sup>a</sup> 焊缝区域不受壁厚上偏差限制。		

6.1.4 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可进行管端环规检测。环规检测应符合表 2 的规定。钢管存在焊缝余高的,允许在环规上开缺口或刻槽,以便环规能通过焊缝。

表 2 管端环规检测要求



单位为毫米

公称外径(D)	距管端 100 范围内
$D \leq 273.1$	内径为 $D+1.6$ 的环规通过管端
$273.1 > D \leq 508$	内径为 $D+2.4$ 的环规通过管端
$D > 508$	符合 6.1.3 的要求

## 6.2 长度

6.2.1 钢管的通常长度为 6 000 mm~12 000 mm。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应其他长度范围的钢管。

6.2.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应定尺长度、倍尺长度或其他长度要求的钢管。定尺和倍尺总长度应在通常长度范围内,全长允许偏差为  ${}^{+10}_0$  mm。按倍尺长度交货的钢管,每个切口应留余量 5 mm~10 mm。

## 6.3 弯曲度

钢管的每米弯曲度应不大于 1.5 mm,全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.2%。

## 6.4 不圆度

对于壁厚与外径之比不大于 3% 的薄壁钢管,其不圆度应不超过公称外径的 1.5%;其余钢管的不圆度应不超过外径的公差。

## 6.5 端头外形

6.5.1 钢管两端端面应垂直钢管轴线平切,切口毛刺应予清除。

6.5.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管两端可加工坡口,坡口倒角为  $(30^{+10}_0)^\circ$ ,钝边

宽度为(1.6±0.8)mm。也可在合同中规定其他型式的坡口。

## 6.6 重量

6.6.1 钢管按理论重量交货。经供需双方协商,并在合同中注明,钢管也可按实际重量交货。钢管每米理论重量按式(1)计算:

$$W = \frac{\pi}{1\ 000} \rho S (D - S) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$W$  ——钢管每米理论重量,单位为千克每米(kg/m);

$\pi$  ——取 3.141 6;

$\rho$  ——钢的密度,密度按 7.80 kg/dm<sup>3</sup>,单位为千克每立方分米(kg/dm<sup>3</sup>);

$S$  ——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)。

6.6.2 按理论重量交货时,钢管实际重量与理论重量的允许偏差为 $\begin{matrix} +10 \\ -3.5 \end{matrix} \%$ 。

## 7 技术要求

### 7.1 钢的牌号和化学成分

7.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 3 的规定。



表 3 钢的牌号和化学成分

序号	统一 数字代号	牌号	化学成分(质量分数) %										
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N	Cu	其他
1	S22253	022Cr22Ni5Mo3N <sup>a</sup>	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.020	4.50~ 6.50	21.00~ 23.00	2.50~ 3.50	0.08~ 0.20	—	—
2	S22053	022Cr23Ni5Mo3N <sup>b</sup>	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.020	4.50~ 6.50	22.00~ 23.00	3.00~ 3.50	0.14~ 0.20	—	—
3	S22553	022Cr25Ni6Mo2N	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.030	≤0.030	5.50~ 6.50	24.00~ 26.00	1.20~ 2.50	0.10~ 0.20	—	—
4	S22583	022Cr25Ni7Mo3WCuN	≤0.030	≤0.75	≤1.00	≤0.030	≤0.030	5.50~ 7.50	24.00~ 26.00	2.50~ 3.50	0.10~ 0.30	0.20~ 0.80	W:0.10~0.50
5	S22584	022Cr25Ni7Mo3W2CuN	≤0.030	≤0.80	≤1.00	≤0.030	≤0.020	6.00~ 8.00	24.00~ 26.00	2.50~ 3.50	0.24~ 0.32	0.20~ 0.80	W:1.50~2.50
6	S25073	022Cr25Ni7Mo4N <sup>c</sup>	≤0.030	≤0.80	≤1.20	≤0.035	≤0.020	6.00~ 8.00	24.00~ 26.00	3.00~ 5.00	0.24~ 0.32	≤0.50	—
7	S27603	022Cr25Ni7Mo4WCuN <sup>d</sup>	≤0.030	≤1.00	≤1.00	≤0.030	≤0.010	6.00~ 8.00	24.00~ 26.00	3.00~ 4.00	0.20~ 0.30	0.50~ 1.00	W:0.50~1.00
8	S25554	03Cr25Ni6Mo3Cu2N	≤0.040	≤1.00	≤1.50	≤0.035	≤0.030	4.50~ 6.50	24.00~ 27.00	2.90~ 3.90	0.10~ 0.25	1.50~ 2.50	—

<sup>a</sup> 022Cr22Ni5Mo3N 的点腐蚀当量(PREN): Cr+3.3Mo+16N≥34。  
<sup>b</sup> 022Cr23Ni5Mo3N 的点腐蚀当量(PREN): Cr+3.3Mo+16N≥35。  
<sup>c</sup> 022Cr25Ni7Mo4N 的点腐蚀当量(PREN): Cr+3.3Mo+16N≥41。  
<sup>d</sup> 022Cr25Ni7Mo4WCuN 的点腐蚀当量(PREN): Cr+3.3(Mo+0.5W)+16N≥41。



7.1.2 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

钢应采用电弧炉加炉外精炼或转炉加炉外精炼方法冶炼。经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用其他冶炼方法。

7.2.2 钢管的制造方法

7.2.2.1 钢管可采用以下一种方法制造:

- a) 添加填充金属的埋弧焊;
- b) 添加填充金属的熔化极气体保护电弧焊;
- c) 添加填充金属或无填充金属的等离子弧焊;
- d) 添加填充金属或无填充金属的钨极气体保护焊;
- e) 添加填充金属或无填充金属的复合焊。

7.2.2.2 需方指定某一种焊接方法时,应在合同中注明。

7.2.2.3 当采用添加填充金属焊接方法时,填充金属应与母材规定的化学成分相匹配;当需方要求更高耐腐蚀性能或其他性能时,需方可指定较高合金的填充金属。

7.2.2.4 经供需双方协商,并在合同中注明,外径不小于 508 mm 的钢管可有两条纵向焊缝,两条纵焊缝的周向间距应不小于 300 mm。

7.3 交货状态

7.3.1 钢管应以热处理并酸洗钝化状态交货。经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可以焊接状态交货,但应在钢管上做出标志“H”。钢管推荐的热处理制度见表 4。

表 4 钢管的推荐热处理制度及力学性能

序号	统一数字代号	牌号	推荐热处理制度		拉伸性能			硬度	
					抗拉强度 ( $R_m$ ) MPa	规定塑性 延伸强度 ( $R_{p0.2}$ ) MPa	断后 伸长率 (A) %	HBW	HRC
					不小于			不大于	
1	S22253	022Cr22Ni5Mo3N	1 020 °C~1 100 °C	急冷	620	450	25	290	30
2	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	1 020 °C~1 100 °C	急冷	655	485	25	290	30
3	S22553	022Cr25Ni6Mo2N	1 050 °C~1 100 °C	急冷	690	450	25	280	29
4	S22583	022Cr25Ni7Mo3WCuN	1 020 °C~1 100 °C	急冷	690	450	25	290	30
5	S22584	022Cr25Ni7Mo3W2CuN	1 025 °C~1 125 °C	急冷	758	552	20	310	32
6	S25073	022Cr25Ni7Mo4N	1 025 °C~1 125 °C	急冷	800	550	15	300	32
7	S27603	022Cr25Ni7Mo4WCuN	1 100 °C~1 140 °C	急冷	750	550	25	300	32
8	S25554	03Cr25Ni6Mo3Cu2N	$\geq 1 040$ °C	急冷	760	550	15	297	31

7.3.2 凡经整体磨、镗的钢管可不经酸洗交货。



## 7.4 力学性能

### 7.4.1 拉伸

钢管应进行母材拉伸试验,其室温纵向拉伸性能应符合表 4 的规定。拉伸试验时,可用母材横向拉伸试验代替纵向拉伸试验,横向拉伸性能应符合表 4 的规定,但仲裁时应以纵向拉伸性能为准。

### 7.4.2 焊缝横向拉伸

外径不小于 219.1 mm 的钢管应进行焊缝横向拉伸试验。试样应沿钢管的横向或从焊接试板上截取,焊接试板应与钢管同一牌号、同一炉号、同一焊接工艺、同一热处理制度。焊缝应位于试样中心,并与试样轴线垂直。焊缝横向拉伸抗拉强度应符合表 4 的规定。

### 7.4.3 硬度

7.4.3.1 钢管应进行母材洛氏硬度或布氏硬度试验,其硬度值应符合表 4 的规定。

7.4.3.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可做焊缝硬度试验,其硬度值由供需双方协商确定。

7.4.3.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管也可做维氏硬度试验,其硬度值由供需双方协商确定。

### 7.4.4 焊缝冲击

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可进行焊缝冲击试验,试验温度和冲击吸收能量由供需双方协商。当采用小尺寸冲击试样时,试样的最小夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值应为全尺寸试样冲击吸收能量要求值乘以表 5 中的递减系数。

表 5 小尺寸试样冲击吸收能量递减系数

试样规格	试样尺寸(宽度×厚度) mm×mm	递减系数
标准	10×10	1
小试样	10×7.5	0.75
小试样	10×5	0.5

## 7.5 工艺性能

### 7.5.1 压扁

外径不大于 219.1 mm 的钢管应进行压扁试验。试验时,焊缝应位于与施力方向成 90°的位置,试样应压至两平板间距为  $H$ ,按式(2)计算。试验后,试样不应出现裂缝或裂口。

$$H = \frac{(1 + \alpha)S}{\alpha + S/D} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$H$  ——压扁后两平行压板间距离,单位为毫米(mm);

$\alpha$  ——单位长度变形系数,取 0.07;

$S$  ——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)。

### 7.5.2 焊缝弯曲

7.5.2.1 外径大于 219.1 mm 的钢管应进行焊缝弯曲试验。弯曲试样从钢管或焊接试板上截取,焊接试板应与钢管同一牌号、同一炉号、同一焊接工艺、同一热处理制度。

7.5.2.2 一组弯曲试验应包括一个面弯试验和一个背弯试验(即钢管外焊缝和内焊缝分别位于最大弯曲表面)。壁厚大于 10 mm 的钢管,可采用一组两个侧向弯曲试验代替面弯试验和背弯试验。

7.5.2.3 弯曲试验时,弯心直径为 4 倍试样厚度,弯曲角度为 180°。弯曲后焊缝区域不应出现裂缝或裂口。

### 7.6 液压

钢管应逐根进行液压试验。试验压力按式(3)计算,最大试验压力为 20 MPa。在试验压力下,稳压时间应不少于 10 s,钢管不应出现渗漏现象。液压试验用水中氯离子(Cl<sup>-</sup>)的含量(质量分数)应不大于 0.005%。

$$P = 2SR/D \dots\dots\dots(3)$$

式中:

P —— 试验压力,单位为兆帕(MPa),当  $P < 7$  MPa 时,修约到最接近的 0.5 MPa,当  $P \geq 7$  MPa 时,修约到最接近的 1 MPa;

S —— 钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

R —— 允许应力,为表 4 规定最小塑性延伸强度( $R_{p0.2}$ )的 75%,单位为兆帕(MPa);

D —— 钢管的公称外径,单位为毫米(mm)。

### 7.7 金相组织

钢管应进行金相检验,其金相组织应为奥氏体和铁素体,母材区域的铁素体含量应为 40%~60%。根据需方要求,经供需双方协商,可规定焊缝区域(含热影响区)的铁素体含量。

### 7.8 无损检测

7.8.1 钢管应进行焊缝全长 100%射线检测,并按 GB/T 40791 或 GB/T 40385 进行判定,检测技术等级应符合 A 级的规定。

7.8.2 外径小于 219.1 mm 的钢管可采用涡流或超声检测代替射线检测。涡流检测时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 E3H 或 E3 的规定。超声检测时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 5777 中验收等级 U3 的规定。

7.8.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,管端坡口面可进行渗透检测,渗透检测应符合 GB/T 42677 的规定。

### 7.9 表面质量

#### 7.9.1 表面缺陷

钢管的内外表面应光滑,不应有裂纹、未焊透、焊缝内凹、折叠和分层。上述缺陷应完全清除,清除深度应不超过公称壁厚的下偏差,清理处的实际壁厚应不小于壁厚允许的最小值。允许不影响壁厚允许最小值的其他局部缺欠存在。

#### 7.9.2 补焊

7.9.2.1 钢管焊缝缺陷允许修补,焊缝同一位置补焊应不超过 3 次。补焊焊缝长度应不超过焊缝总长

度的 20%。

7.9.2.2 以热处理状态交货的钢管补焊后应进行热处理。

7.9.2.3 补焊后的焊缝应按 7.6、7.8 和 7.9 的要求进行液压、局部无损检测和表面质量检查。

### 7.9.3 焊缝余高

7.9.3.1 钢管外焊缝余高应不超过 2 mm。

7.9.3.2 钢管内焊缝余高应符合以下规定：

- a)  $D < 139.7$  mm 的钢管,不大于壁厚的 10%；
- b)  $139.7 \text{ mm} \leq D \leq 323.9$  mm 的钢管,不大于壁厚的 15%,且不大于 2 mm；
- c)  $D > 323.9$  mm 的钢管,不大于壁厚的 20%,且不大于 3 mm。

### 7.10 首件检验

7.10.1 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可进行首件检验。首件检验还可包括以下一项或多项对母材和/或焊缝的检验项目：

- a) 点腐蚀试验；
- b) 应力腐蚀试验；
- c) 有害沉淀相试验。

7.10.2 首件检验的结果对相同制造方法、相同交货状态、相同牌号的钢管有效。

### 7.11 特殊要求

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可增加以下特殊要求：

- a) 调整表 3 规定的化学成分范围；
- b) 规定不同于 7.7 要求的铁素体含量；
- c) 其他要求。

## 8 试验方法

8.1 钢管化学成分分析的取样遵守 GB/T 20066 的规则。化学成分分析通常遵守 GB/T 11170、GB/T 20123、GB/T 20124、YB/T 4395、YB/T 4396 或其他通用方法的规定,仲裁时应遵守 GB/T 223.11、GB/T 223.18、GB/T 223.19、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.43、GB/T 223.58、GB/T 223.60、GB/T 223.62、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 223.90、YB/T 4395、YB/T 4396 的规定。

8.2 钢管的尺寸和外形、焊缝余高应逐根测量,公称外径大于 508 mm 的钢管可采用测径卷尺进行外径测量。

8.3 钢管的内外表面质量应在充分照明条件下逐根目视检查。

8.4 钢管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 钢管检验项目的取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目		取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分	熔炼分析	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	8.1
		成品分析	每炉取 1 个试样		
2	拉伸		每批取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.1

表 6 钢管检验项目的取样数量、取样方法和试验方法 (续)

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
3	焊缝拉伸	每批取 1 个试样	GB/T 2651	GB/T 2651
4	硬度	每批取 1 个试样	GB/T 230.1、GB/T 231.1、 GB/T 4340.1	GB/T 230.1、GB/T 231.1、 GB/T 4340.1
5	焊缝冲击	每批取一组 3 个试样	GB/T 2650	GB/T 2650
6	压扁	每批取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
7	焊缝弯曲	每批取一组 2 个试样	GB/T 2653	GB/T 2653
8	液压	逐根	—	GB/T 241
9	金相组织	每批取 1 个试样	GB/T 13305	GB/T 13305
10	射线	逐根	—	GB/T 40791、GB/T 40385
11	涡流	逐根	—	GB/T 7735
12	超声	逐根	—	GB/T 5777
13	液体渗透	逐根	—	GB/T 42677
14	点腐蚀	协议	GB/T 17897	GB/T 17897
15	应力腐蚀	协议	协议	GB/T 15970(所有部分)
16	有害沉淀相	协议	协议	附录 A

## 9 检验规则

### 9.1 检查和验收

钢管的检查和验收应由供方质量技术监督部门进行。

### 9.2 组批规则

钢管应按批检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一焊接工艺和同一热处理制度(炉次)的钢管组成,每批钢管的数量应不超过以下规定:

- a) 外径不大于 60.3 mm,400 根;
- b) 外径大于 60.3 mm 但不大于 219.1 mm,200 根;
- c) 外径大于 219.1 mm,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。

### 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 包装、标志和质量证明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。



## 附 录 A

(规范性)

## 有害沉淀相试验方法及结果评定

## A.1 概述

A.1.1 本附录规定了奥氏体-铁素体双相不锈钢及焊缝有害沉淀相检测的两种试验条件和检测方法,分别为:

试验方法 A —— 氢氧化钠浸蚀试验,用于检测双相不锈钢中有害沉淀相的存在;

试验方法 B —— 三氯化铁腐蚀试验,用于检测双相不锈钢中有害沉淀相的存在及其对耐蚀性能的影响。

A.1.2 试验方法 A、试验方法 B 适用于奥氏体-铁素体双相不锈钢在生产、制造过程(如热处理和焊接)中或长期在一定温度下使用析出有害相的检验,不适用于其他原因导致的奥氏体-铁素体双相不锈钢耐蚀性降低的情况。试验方法 A 可用于在试验方法 B 之前进行快速筛查。

A.1.3 本附录所述试验方法的适用牌号包括 022Cr22Ni5Mo3N(S22253)、022Cr23Ni5Mo3N(S22053)、022Cr25Ni7Mo4N(S25073)、022Cr25Ni7Mo4WCuN(S27603)、03Cr25Ni6Mo3Cu2N(S25554)。

## A.2 试验方法

## A.2.1 试验方法 A 氢氧化钠浸蚀试验

## A.2.1.1 试验装置

试验装置包括以下内容:

a) 直流电源:约 15 V 电压、20 A 电流的蓄电池、发电机及整流器;

b) 电流表:测量范围为 0 A~30 A;

c) 可变电阻器;

注:试样浸蚀时在回路中放置电流表和可变电阻来测量和控制电流的大小。

d) 电极:被浸蚀的金属做正极,一块与被浸蚀试样大小形状相同的金属做负极;

e) 电夹钳:用来夹紧要浸蚀的试样;

f) 金相显微镜:最大放大倍数不小于 500 倍;

g) 浸蚀用电解槽;

h) 电解液:试剂等级的氢氧化钠(NaOH)。

## A.2.1.2 试验方法

A.2.1.2.1 选取一个纵向或横向的剖面进行试验。除另有规定外,试样尺寸由供方确定。试样应包含母材、热影响区和焊缝金属。试样截取后,任何影响材料与切割有关的高温或变形应在试验之前通过打磨或加工去除。

A.2.1.2.2 试样应便于对断面在整个厚度上进行检查;当断面较大时,试样应便于从一侧表面到一半厚度之间(含一半厚度)对断面进行检查。

A.2.1.2.3 试样横断面的表面应抛光,抛光后的表面应满足 500 倍金相显微镜进行检查的要求。

A.2.1.2.4 浸蚀用的溶液可通过在 100 g 蒸馏水中加入 40 g 试剂级别的 NaOH 进行制备。

A.2.1.2.5 已抛光的试样应在 1 V~3 V 直流电压下浸蚀 5 s~60 s。当采用铂做负极,在 1 V~3 V 直

流电压下进行 5 s~60 s 的浸蚀时,任何有害金属间相都会显现出黄色,随着铁素体颜色变暗然后呈棕色,变暗。

A.2.1.2.6 浸蚀后,试样应用热水、丙酮或酒精彻底清洗,并在空气中晾干。

### A.2.1.3 浸蚀组织

A.2.1.3.1 经浸蚀的表面应全部采用金相显微镜在 500 倍下进行检查。

A.2.1.3.2 有焊缝的试样检查时应经过整个试样的所有区域,如焊缝区、热影响区及母材。

A.2.1.3.3 浸蚀组织分为以下几类:

- a) 未受影响组织(图 A.1):铁素体已被浸蚀,无有害金属间相,相间边界平滑;

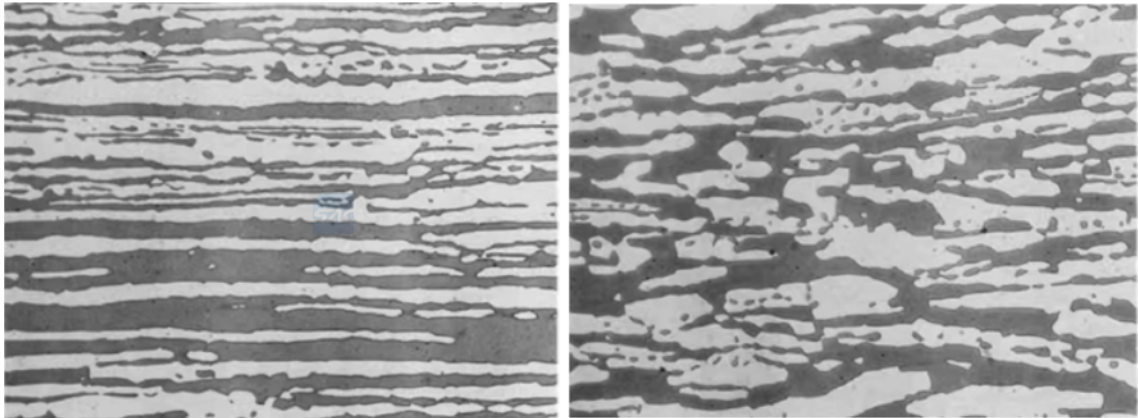


图 A.1 S22253 未受影响组织纵向剖面(左)及横向剖面(右)(原片为 500×)

- b) 有可能受影响组织(图 A.2):铁素体已被浸蚀,显示有游离的可能为有害金属间相的组织,相间边界可能显现出细微的波浪状;

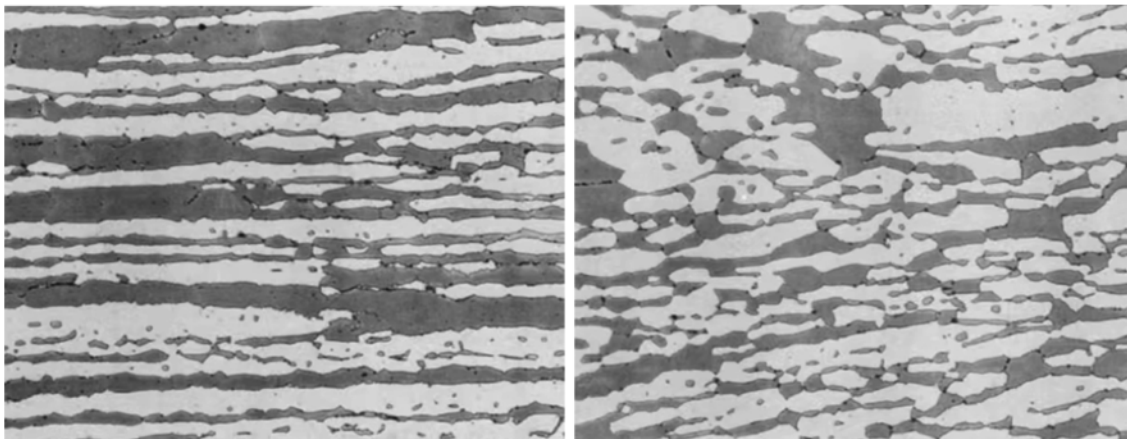


图 A.2 S22253 可能受影响组织纵向剖面(左)及横向剖面(右)(原片为 500×)

- c) 已受影响组织(图 A.3):浸蚀过程中,铁素体变暗之前或同时,有害金属间相很快显现出来;



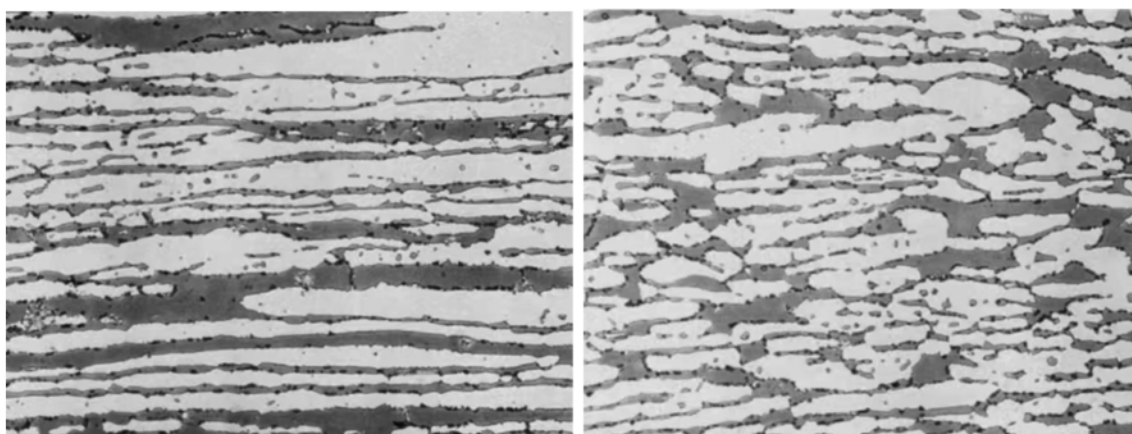


图 A.3 S22253 已受影响组织纵向剖面(左)及横向剖面(右)(原片为 500×)

- d) 中心线组织(图 A.4):在产品二分之一厚度的区域,观察到一种连续或不连续的金属间相,该区域以外,可有或无受影响组织显示有成分偏析。

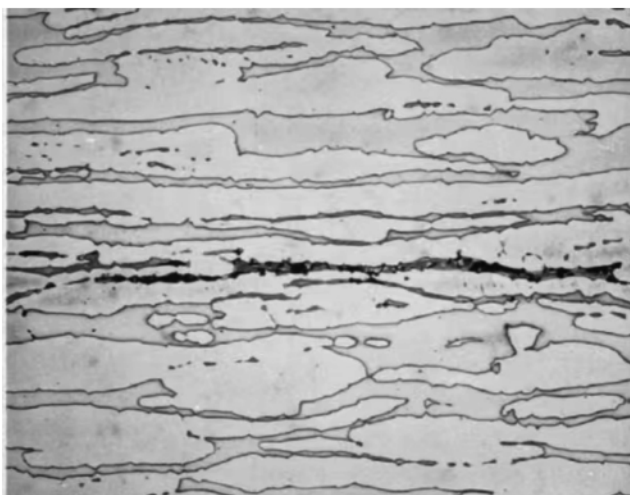


图 A.4 S22253 纵向剖面(原片为 500×)

#### A.2.1.4 结果评定

该方法的结果评定见表 A.1。

表 A.1 合格组织

合格的浸蚀组织	不合格的浸蚀组织
未受影响组织:图 A.1	可能受影响组织:图 A.2 已受影响组织:图 A.3 中心线组织:图 A.4

#### A.2.2 试验方法 B 三氯化铁腐蚀试验

##### A.2.2.1 试验前快速筛选

在进行三氯化铁腐蚀试验之前,可先用氢氧化钠浸蚀试验(详见方法 A)进行快速筛选。试验方法

A 中呈现未受影响组织的试样,可不再进行方法 B 所述的三氯化铁腐蚀试验,除此以外的其他试样都应进行三氯化铁腐蚀试验。

#### A.2.2.2 试验装置

A.2.2.2.1 玻璃烧杯(1 000 mL)、长形或锥形烧瓶(1 000 mL)、宽颈或 50 mm 直径试管或其他合适的容器。

A.2.2.2.2 适当形状的玻璃托架,使试样保持于试验溶液的中部。

A.2.2.2.3 水浴或油浴,恒温。

#### A.2.2.3 三氯化铁试验溶液

A.2.2.3.1 将 100 g 试剂级三氯化铁( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )溶解在 900 mL 蒸馏水( $\text{FeCl}_3$  重量约占 6%)中制备试验溶液。用玻璃棉或滤纸过滤溶液,以去除不溶性颗粒。

A.2.2.3.2 开始试验之前,根据需要加入 HCl 或 NaOH,将试验溶液的 pH 值调整到大约 1.3。

#### A.2.2.4 试样

A.2.2.4.1 用游标卡尺测量试样的尺寸,计算试样总面积及有效试验面积。试样的总表面积应在 10  $\text{cm}^2$  以上。

A.2.2.4.2 根据试验需要,切割出便于测试的试样,试样表面应包含产品的全厚度,对于特别厚的产品,至少应包含二分之一以上厚度。

A.2.2.4.3 试样截取后,任何影响材料与切割有关的高温或变形应在试验之前通过打磨或加工去除。

A.2.2.4.4 试样上有氧化皮附着时,应用切削或研磨方法去除。

A.2.2.4.5 如果试样表面有粗糙度一致要求时,可用磨床加工。

A.2.2.4.6 试样表面不应用硝酸、柠檬酸或磷酸等进行钝化处理,也不应用氢氟酸等进行酸洗。

A.2.2.4.7 加工好的试样应用氧化镁膏或其他相似的物质进行清洗,而后用水冲洗干净,浸入酒精或丙酮,风干。试样称重,精确至 0.1 mg 或更高,并保存在干燥的容器里直到使用。

#### A.2.2.5 试验步骤

A.2.2.5.1 进行测试的三氯化铁溶液体积至少为 20  $\text{mL}/\text{cm}^2$  乘以试样表面积。

A.2.2.5.2 试验温度和验收标准见表 A.2。

表 A.2 试验温度和验收标准

统一数字代号	适用牌号	条件	试验温度 ℃	腐蚀速率 $\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$
S22253	022Cr22Ni5Mo3N	母材	25±1	≤10
		焊缝	22±1	
S22053	022Cr23Ni5Mo3N	母材	25±1	≤10
		焊缝	22±1	
S25073	022Cr25Ni7Mo4N	母材	40±1	≤10
S27603	022Cr25Ni7Mo4WCuN	母材	40±1	≤10
S25554	03Cr25Ni6Mo3Cu2N	母材	40±1	≤10

A.2.2.5.3 试验周期为 24 h。

A.2.2.5.4 在 24 h 试验周期结束时,将试样从溶液中取出,用水冲洗,并用软的鬃毛刷在自来水的冲洗下刷出腐蚀产品,在丙酮或者酒精溶液中浸泡,然后在空气中干燥。

A.2.2.5.5 试样称重,精确至 0.1 mg 或更高,并保存到复验。

#### A.2.2.6 结果评定

A.2.2.6.1 腐蚀速率按照单位面积、单位时间的失重表示,按式(A.1)计算。除非另外说明,计算出的腐蚀速率不应超过 10 mdd[ $\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$ ]。

$$\text{腐蚀速率} = \frac{W_{\text{前}} - W_{\text{后}}}{St} \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

$W_{\text{前}}$ ——试验前试样的质量,单位为毫克(mg);

$W_{\text{后}}$ ——试验后试样的质量,单位为毫克(mg);

$S$  ——试样总面积,单位为平方分米( $\text{dm}^2$ );

$t$  ——试验时间,单位为天(d)。

A.2.2.6.2 如果试样显示的腐蚀率超过 10 mdd[ $\text{mg}/(\text{dm}^2 \cdot \text{d})$ ],允许从同一个产品上取两个新的试样重新进行试验,试验结果应符合 A.2.2.6.1 的规定。

A.2.2.6.3 三氯化铁腐蚀试验不合格的产品,可进行一次固溶处理后重新取样进行试验。





