

团 体 标 准

T/CECS ×××—202X

给水用不锈钢冶金复合钢管

Metallurgical Bonding Stainless Steel Clad Pipe for Water Supply

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 次

目 次.....	I
前 言.....	II
给水用不锈钢冶金复合钢管.....	1
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 型式、型号和基本参数.....	4
5 技术要求.....	4
6 其它规定.....	10
7 包装、标识和质量证明书.....	14
8 存储与运输.....	14
附录 A（规范性） 复合管理论重量、复合板钢板弹性模量、屈服强度的计算.....	15
附录 B（规范性） 给水用不锈钢冶金复合板材料要求.....	17
附录 C（规范性） 对接钢管规范.....	22

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 和 GB/T 20001.10-2014 给出的规则起草。

本文件按中国工程建设标准化协会《关于印发〈中国工程建设标准化协会 2020 年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字〔2020〕23 号）的要求制定。

本文件的某些内容可能直接或间接涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国工程建设标准化协会管道结构专业委员会归口管理。

本文件负责起草单位：XXX。

本文件参加起草单位：XXX。

本文件主要起草人：

本文件审查人：

给水用不锈钢冶金复合钢管

1 范围

本文件规定了给水用不锈钢冶金复合钢管的术语和定义、材料、尺寸、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检测规则、及包装、标志和质量证明书。

本文件适用于外径径 DN200~DN3600、工作温度为 0°C~50°C 的给水用不锈钢冶金复合钢管的生产、制造及检验。

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 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- 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 13148 不锈钢复合钢板焊接技术要求
- GB/T 13305 不锈钢中 α -相面积含量金相测定法
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 16957 复合钢板焊接接头力学性能试验方法
- 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
- 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 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- GB/T 21835 焊接钢管尺寸及单位长度重量
- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.5 钢铁酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- 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 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量
- 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 223.23 钢铁及合金镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- 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 223.28 钢铁及合金化学分析方法 α -安息香肟重量法测定量
- GB/T 223.37 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量
- GB/T 223.40 钢铁及合金铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法
- GB/T 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量
- 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 223.59 钢铁及合金磷含量的测定 钼磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法

- 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 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠（钾）光度法测定锰量
GB/T 223.64 钢铁及合金锰含量的测定 火焰原子吸收光谱法
GB/T 223.67 钢铁及合金硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量
GB/T 223.69 钢铁及合金碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
GB/T 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
GB/T 223.72 钢铁及合金硫含量的测定重量法
GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
GB/T 228.1 金属材料拉伸试验 第1部分：室温试验方法
GB/T 229 金属材料夏比摆锤冲击试验方法
GB/T 241 金属管液压试验方法
GB/T 246 金属管 压扁试验方法
GB/T 2650 焊接接头冲击试验方法
GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法
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 4334 金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体（双相）不锈钢晶间腐蚀试验方法
GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢火花源原子发射光谱分析方法（常规法）
GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准
GB/T 6396 复合钢板力学及工艺性能试验方法
GB/T 700 碳素结构钢
GB/T 7734 复合钢板超声波检验方法
GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法
GB/T 8165 不锈钢复合钢板和钢带
YB/T 4204 供水用不锈钢焊接钢管（小管径 219mm）
JB/T 4730.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分：渗透检测
NB/T 47013.2 承压设备无损检测 第2部分：射线检测
SY/T 6423.1 石油天然气工业 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第1部分：焊接钢管焊缝缺欠的射线检测
SY / T 6423.2 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第2部分：焊接钢管焊缝纵向和或横向缺欠的自动超声检测
SY/T 6423.3 石油天然气工业 钢管无损检测方法 第3部分：焊接钢管用钢带钢板分层缺欠的自动超声检测
SY/T 6476 输送钢管落锤撕裂试验方法
SY/T 6577.1 管线钢管运输：第一部分 铁路运输
SY/T 6577.2 管线钢管运输：第二部分 内陆及海上船运输
SY/T 6577.3 管线钢管运输：第三部分 卡车运输
T/CECS 492 给水排水工程埋地承插式柔性接口钢管管道技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

不锈钢冶金复合管 metallurgical bonding stainless steel clad pipe

不锈钢冶金复合管是指采用冶金工艺，通过热轧、热挤压或爆炸焊接等方法，使不锈钢和碳钢、合金钢等基材达到冶金复合，形成的兼具内外不同材料特性的管材。管壁由两层或三层具有不同化学成分的金属构成，且相邻两层金属间冶金结合，按制备类型，主要分为轧制复合钢管、爆炸-轧制复合钢管。

3.2

基材 base metal

不锈钢轧制复合管的基体材料，基材可以是外层，也可以是中间层，基材也成称为基层。

3.3

覆材 cladding metal

与基材冶金结合的金属层，覆材也称为覆层。

3.4

复合界面 compound contact interface

复合板基材和覆材的结合面。

3.5

未结合率 percentage of unbounded area

复合界面未结合部分面积总和与复合板总面积的比值，以百分数表示。

3.6

完整和连续结合 complete and continuous bounding

覆材与基材两种金属界面达到冶金结合的完整和连续性。

3.7

屈服强度 yield strength

GB/T 228.1 中的上屈服强度 R_{eH} 、下屈服强度 R_{eL} 、规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 、规定总延伸强度 $R_{t0.5}$ 和规定残余延伸强度 $R_{r0.2}$ 的总称。在确定复合板屈服强度标准值时，基材和覆材分别按相应材料标准选取上述 5 项性能名称中的 1 项标准值作为计算的依据。

3.8

爆炸焊接 explosive welding

在爆炸过程中实现覆材和基材间的冶金结合。

3.9

轧制复合 rolled compounding

在轧制过程中实现覆材和基材间的冶金结合。

3.10

埋弧焊钢管 submerged arc-welded steel pipes

采用埋弧焊接工艺制造的带有一条或两条直焊缝，或一条螺旋焊缝的钢管。

3.11

熔化极气体保护电弧焊管 gas metal arc welding

采用熔化极气体保护焊接工艺制造的带有一条直焊缝的钢管产品。

3.12

钨极惰性气体保护焊 gas tungsten arc welding

以钨或钨合金（钍钨、铈钨等）作为电极，用惰性气体作为保护气体，利用电极与工件金属间产生的电弧作为热源，使工件金属熔化并形成连接的一种焊接方法。

3.13

等离子弧焊 plasma arc welding

以钨或钨合金（钍钨、铈钨等）作为电弧的电极，用氩气作为保护气体，利用电极与工件金属间产生的等离子弧作为热源，使工件金属熔化并形成连接的一种焊接方法。

3.14

焊条电弧焊 shield metal arc welding

以焊条作为电极（手工操纵），利用焊条与工件金属产生的电弧作为热源，使工件金属熔化并形成连接的一种焊接方法。

3.15

高频焊 high frequency welding

利用频率等于或大于 70kHz 的高频电流在流经工件时形成集肤效应和邻近效应作用产生的电阻热，并施加压力（或不施加压力），使工件金属形成连接的一种焊接方法。

3.16

激光焊管 laser welded steel pipes

采用激光焊焊接工艺制造的带有一条直焊缝，或一条螺旋焊缝的钢管产品。

3.17

冷扩径 cold-expanded

指在工厂环境温度下，用内部扩张机械装置，或将钢管置于封闭模中通过内部静水压压力使整根钢管外径或周向尺寸获得永久增加。

3.18

冷定径 cold-sized

指在工厂环境温度下，成型（包括 EW 定径）后，整根或部分长度钢管外径或周向尺寸获得永久增加或永久减少。

4 型式、型号和基本参数

按本文件订货的合同或订单应至少包括下列内容：

- a) 标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号：覆层牌号+基层牌号或覆层牌号+基层牌号+覆层牌号；也可采用企业特殊牌号，但仍须在特殊牌号后注明基层和覆层材料的具体牌号，比如 BSW01（覆层牌号+基层牌号/覆层牌号+基层牌号+覆层牌号）；覆层牌号、基层牌号的具体要求见表 B.1、B.2，覆层牌号可采用表 B.2 中的简称；
- d) 尺寸规格：外径×总壁厚（基层壁厚+覆层壁厚/覆层壁厚+基层壁厚+覆层壁厚），单位为毫米；
- e) 订购的数量（总重量或总长度）；
- f) 交货状态；
- g) 其他特殊要求。

5 技术要求

5.1 尺寸、重量及允许偏差

5.1.1 外径和壁厚

复合钢管的外径（D）应为 219mm~3620mm，总壁厚（t）不小于 6mm，内覆层厚度（ t_1 ）和外覆层厚度（ t_2 ）应不小于 0.5mm。具体尺寸规格应符合 GB/T 21835 的规定。

根据需方要求，经供需双方协商，可供应 GB/T 21835 规定以外规格的复合钢管。

5.1.2 外径和壁厚的允许偏差

不锈钢冶金复合管的外径和壁厚允许偏差应符合表 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 规定以外允许偏差的不锈钢冶金复合管。

表 1 外径和壁厚允许偏差（单位：mm）

外 径 (D)	外径 ^c 允许偏差	壁厚允许偏差 ^a
---------	----------------------	---------------------

	管体	管端 ^b	总壁厚	覆层厚度	基层厚度
≥219~610	-0.5%D~+0.3%D, 最大为-3~+1.5	-1.0~+1.5	±9%	±10%	±9%
≥610~1422					
>1422	-0.15%D~+0.3%D, 最大为-3.0~+6.0	-1.0~+3	同上		

a 壁厚偏差不适用于焊缝
b 管端包括钢管每个端头 100 mm 长度范围内的钢管
c 其测量工具使用测径卷尺, 并采用周长法测量

5.1.3 不圆度

5.1.3.1 管端不圆度

管端不圆度应不超过公称外径的 0.6%，且最大不超过 5mm；D/t>75 或外径不小于 1016mm 复合钢管的管端不圆度由供需双方协商确定。

5.1.3.2 管体不圆度

管体不圆度应不超过公称外径的 1%，且最大不超过 10mm；D/t>75 或外径不小于 1016mm 复合钢管的管体不圆度由供需双方协商确定。

5.1.3.3 管端内径不圆度

当复合钢管采用焊接连接时，其管端内径不圆度应不大于公称外径的 0.5%，且不超过 2mm。在交货状态下测量管端不圆度；经双方协议，也可以在带支撑交货状态下进行测量。

5.1.4 直度

5.1.4.1 复合钢管全长直度应不大于复合钢管总长度的 0.2%，管端 1.0m 长度范围局部直度应不大于 2.0mm。

5.1.4.2 根据需方要求，经供需双方协商并在合同中注明，可规定其他弯曲度指标。

5.1.5 长度

5.1.5.1 复合钢管的通常长度为 3000mm~12500mm。

5.1.5.2 定尺长度根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，复合钢管可以定尺长度交货。定尺交货时，定尺长度允许偏差为±500mm。

5.1.6 管端

5.1.6.1 管端切斜

复合钢管的两端面应与轴线垂直切割，切口毛刺应予清除。当外径 D≤1622mm 管端切斜应不大于 1.6mm；外径 D>1622，管端切斜应不大于 3mm。

5.1.6.2 坡口

坡口角度 30°，上偏差 5°，下偏差 0°、钝边尺寸 1.6±0.8mm 或由供需双方协商确定。经供需双方协商，并在合同中注明，也可以加工其它形式的坡口。

5.1.7 重量

5.1.7.1 复合钢管按理论重量交货，也可按实际重量交货。交货方式由供需双方协商，并在合同中注明。按理论质量交货时，理论质量为钢管长度与钢管单位长度质量 M 的乘积。

5.1.7.2 复合钢管的理论重量按附录 A 计算。

5.1.7.3 以理论重量交货的复合钢管，每批或单根复合钢管的实际重量与理论重量的允许偏差为±7.5%。按实际质量交货时，单根钢管实际质量和理论质量的上、下偏差不应超过+10%和-5%。质量大于 18t 的钢管批实际质量和理论质量的偏差不应超过-3.5%。

5.2 高频焊（HFW）管和激光焊（LW）管焊缝处理

所有钢级（未淬火加回火加工的）钢管的焊缝和热影响区应进行热处理，以模拟正火热处理。

5.3 冷定径和冷扩径

5.3.1 除 5.3.2 允许外，冷定径钢管的定径率不应大于 0.015，但以下情况除外：

- a) 钢管随后进行正火或淬火加回火；
- b) 整根冷定径钢管随后进行应力释放。

5.3.2 除另有协议外，冷扩径钢管的定径率不应小于 0.003 且不应大于 0.015。5.4.3 除另有协议外，定径率 S_r 应采用公式（5-3）计算：

$$S_r = \frac{|D_a - D_b|}{D_b} \quad (5-3)$$

式中：

D_a —— 制造商设计的定径后外径，单位为毫米（英寸）[mm（in）]；

D_b —— 制造商设计的定径前外径，单位为毫米（英寸）[mm（in）]；

$|D_a - D_b|$ —— 外径差的绝对值，单位为毫米（英寸）[mm（in）]。

5.4 钢带（卷）/钢板对头焊缝

5.4.1 成品直缝钢管上不应有钢带（卷）/钢板对头焊缝。

5.4.2 成品螺旋焊缝钢管上，钢带（卷）/钢板对头焊缝和螺旋焊缝的交点距管端至少 300 mm（12.0 in）。

5.4.3 如果协议，只要钢带（卷）/钢板对头焊缝和螺旋焊缝在相应管端的环向间隔大于 150 mm（6.0 in），螺旋焊缝钢管管端可带有钢带（卷）/钢板对头焊缝。

5.4.4 成品螺旋焊缝钢管上的钢带（卷）/钢板对头焊缝应：

- a) 采用埋弧焊或埋弧焊与熔化极气体保护电弧焊组合焊接方法焊接；
- b) 采用与螺旋焊缝相同的验收极限进行检验。

5.5 对接钢管

5.5.1 如果协议，可供应对接钢管。

5.5.2 制造对接钢管的钢管长度不应小于 1.5 m（5.0 ft）。

5.5.3 用于焊接对接钢管的各管段应检验合格（包括静水压试验），可用完整对接钢管的静水压试验代替。

5.6 交货状态

5.6.1 复合钢管的交货状态，按焊态交货。

5.6.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，复合钢管的覆层也可经磨（抛）光或酸洗后交货。

5.6.3 根据需方要求可对复合钢管外表面涂层，涂层要求由供需双方协商规定。

5.7 力学性能

5.7.1 总则

复合钢管基层可采用基层或包括覆层在内的全壁厚试验试样，当包括覆层时其屈服强度应符合附录 A 要求，抗拉强度满足基层材料相对应标准要求。

5.7.2 拉伸试验

5.7.2.1 复合钢管管体拉伸试验应按照 GB/T 228.1 和 GB/T 2651 进行，试验应测定屈服强度、抗拉强度、断后伸长率。焊接接头拉伸试验只测定抗拉强度，其值应符合表 2 的规定。

5.7.2.2 拉伸试验应截取管体横向试样和焊缝试样。

表 2 复合钢管的力学性能

基层材料 ^a	下屈服强度 ^b R _e L/MPa	抗拉强度 R _m /MPa	断后伸长率 A/%
	不小于		
Q195	195c	315	33
Q215A、B	215	335	31
Q235A、B、C、D	235	370	26
Q275A、B、C、D	275	410	22
Q355A、B、C、D	t≤16	355	470
	16<t≤40	345	

a 对于高频焊管、激光复合焊管等基层材料拉伸性能应符合相应标准要求；
b 屈服现象不明显时，按 R_{p0.2}；
c Q195 的屈服强度值仅供参考，不作交货条件。

复合钢管管体拉伸试样应在复合钢管上距焊缝 180°的位置截取，SAWH 钢管管体拉伸试样应在复合钢管上距螺旋焊缝至少 1/4 个板宽位置处截取。焊缝（包括 SAWL、SAWH 及钢带对接焊缝）拉伸试样应在复合钢管上垂直于焊缝截取，且焊缝位于试样的中间。

5.7.3 冲击试验

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，对质量等级为 B 级、基层壁厚不小于 6 mm 且能制取 10mm×5mm×55mm 及以上尺寸冲击试验试样时，基层的管体、焊缝及热影响区按照基层母材标准要求做冲击试验，冲击试验应按照 GB/T 229 和 GB/T 2650 进行，焊缝及热影响区的冲击吸收能量 KV₂，应符合基层对应厚度材料标准的规定。

5.7.4 硬度试验

根据需方要求，经供需双方协商并在合同中注明，复合钢管可按 GB/T 16957 规定进行硬度试验，取样方法、硬度指标由供需双方协商确定。

5.7.5 复合界面结合强度

按 GB/T 6396 进行试验，复合界面结合强度应不小于 140MPa，截取位置参照 5.7.2.2 并压平。经供需双方协商，可用压扁试验代替结合强度试验，并在合同中注明。压扁试验覆层与基层结合面分离或开裂长度的验收条件由供需双方协商确定。

5.8 焊缝导向弯曲试验

焊缝导向弯曲试验按照 GB/T 2653 进行，参照 5.7.2.2 规定截取管体焊缝进行焊缝弯曲试样，并保留覆层，弯曲试样的焊缝位于试样中间，试样上不应有补焊焊缝，焊缝余高应去除，试样在弯模内弯曲 180°，弯芯直径为总壁厚的 8 倍，其中一个为焊缝正面弯曲，另一个焊缝背面弯曲，试验后应符合以下规定：

——试样不允许完全断裂；

——焊缝金属上不允许出现长度大于 3.2mm 的裂纹或破裂（不考虑深度大小），或

——基层、覆层、热影响区或熔合线上不允许出现任何长度大于 3.2mm 或深度大于规定壁厚 10% 的裂纹和破裂。

试验期间出现在试样边缘，且长度不大于 6.4mm 的裂纹不应成为拒收的依据。

5.9 压扁试验

压扁试验按照 GB/T 246 进行基层钢级 \geq L210/A 的电焊（EW）管和 $D < 323.9$ mm（12.750 in）的激光焊（LW）管， $t \geq 12.7$ mm（0.500 in）且钢级 \geq L415/X60 的钢管，在两平板间的距离小于钢管原始外径（OD）的 66%之前，焊缝不应出现开裂。对所有其他钢级与规定壁厚组合的钢管，两平板间的距离小于钢管原始外径（OD）的 50%之前，焊缝不应出现开裂； $D/t > 10$ 的钢管，在两平板间的距离小于钢管原始外径（OD）的 33%之前，焊缝之外的部位不应出现裂纹或断裂；在整个压扁试验过程中，钢管相对两壁接触之前，试样不应产生分层或过烧金属迹象。

注 1： $D \geq 60.3$ mm（2.375 in）的钢管，焊缝是指焊线两侧各 13mm（0.5in）范围内的金属。

注 2：术语“焊缝开裂”包括压扁试验过程形成且可以看见的任何裂纹、断裂或撕裂，但不包括试样边缘微小的发纹。

5.10 腐蚀性能

5.10.1 中性盐雾试验

根据需方要求，经供需双方协商并在合同中注明，复合钢管的覆层、覆层焊缝可做中性盐雾试验。按照 GB/T 10125 标准，试样进行连续中性盐雾试验。经过 48 小时 5% NaCl 溶液中性盐雾试验后，试样不允许有锈斑。

5.10.2 晶间腐蚀试验

根据需方要求，经供需双方协商并在合同中注明，复合钢管的覆层、覆层焊缝可做晶间腐蚀试验。覆层厚度小于或等于 2.0 mm，可按 GB/T 4334-2020 中方法 A 的规定或按合同规定采用其他耐腐蚀试验方法，覆层厚度大于 2.0 mm，可按 GB/T 4334-2020 中方法 E 的规定或按合同规定采用其他耐腐蚀试验方法，试验后试样不允许出现晶间腐蚀裂纹。

5.11 水压试验

复合钢管应逐根进行水压试验，试验压力按式（5-11）计算，修约到最邻近的 0.1MPa，最大试验压力为 5.0MPa。试验压力保持时间不少于 10s，在试验过程中复合钢管不允许出现渗漏现象。

$$P = \frac{2tR}{D} \quad (5-11)$$

式中：

P —— 试验压力值，单位为兆帕（MPa）；

t —— 复合钢管的总壁厚，单位为毫米（mm）；

R —— 允许应力，5.7.2 规定屈服强度的 60%，单位为兆帕（MPa）；

D —— 复合钢管的外径，单位为毫米（mm）。

经供需双方协商，可用超声波探伤检验或射线探伤检验代替水压试验，或对于 $D > 1422$ mm 每 100 根为一批，随机选取 1 根进行水压试验。

5.12 无损检测

5.12.1 焊缝检测

复合钢管应按照 SY/T 6423.1 或 NB/T 47013.2 的规定进行射线检测，或按照 SY/T 6423.2 的规定进行超声波探伤检验，经供需双方协商确定的其它检测方法和验收标准进行焊缝全长检测。采用超声波探伤进行焊缝检测时，还需对焊缝两侧至少 25mm 范围母材未结合缺陷进行检测。

射线探伤检验应符合 SY/T 6423.1 中图像质量级别 A 的规定，或 NB/T 47013.2 中规定的 AB 级；射线检验合格判定按 SY/T 6423.1 或 NB/T 47013.2 执行，其中 NB/T 47013.2 按质量等级 II 级验收。超声波探伤应符合 SY/T 6423.2 中验收等级 U2 的规定。

5.12.2 母材检测

经供需双方协商，还可以按照 SY/T 6423.3 要求，按照要求的覆盖率对母材缺陷进行检测。

5.12.3 管端检测

应对管端 100mm 范围进行超声波探伤检验，不允许存在超过 6.4mm 的未结合缺陷。

5.13 表面质量

5.13.1 基本要求

复合钢管的内外表面应光滑，不允许有折叠、裂纹、结疤、扭曲、气泡及其他深度超过总壁厚或覆层壁厚允许偏差的缺陷存在。允许有深度不超过总壁厚以及覆层壁厚下偏差的轻微麻点、轻微划伤、凹坑和辊痕等局部缺欠存在，对无法判明深度的缺陷，应采用修磨法完全清除后进行测量。

5.13.2 摔坑

钢管管壁上不应有深度超过 6.4mm 的摔坑，且摔坑长度在任何方向不应超过 0.5D。凹陷部分带有尖锐划伤时，凹陷深度不应超过 3.2 mm。当凹陷部分带有小于 3.2mm 的尖锐划伤时，应将尖锐划伤磨去，但修磨后的凹坑深度、长度应符合本条规定。

5.13.3 焊缝高度

5.13.3.1 内外焊缝应完全焊透和熔合，当采用埋弧焊工艺方法制造的复合钢管，焊缝高度应符合表 3 的规定。

表 3 埋弧焊允许焊缝高度（单位：mm）

基层厚度 t1	焊缝高度最大值	
	内焊缝	外焊缝
≤13.0	3.0	3.0
>13.0	3.0	3.5

5.13.3.2 距管端 100mm 范围内，内焊缝应磨平，剩余高度应控制在 0~0.5mm。

5.13.3.3 复合钢管的内外焊缝与邻近钢管表面平滑过渡，除咬边处外，熔敷的内外焊缝顶部应不低于邻近钢管表面。

5.13.4 焊偏量

当复合钢管总壁厚不大于 20mm 时，焊缝最大焊偏量应不超过 3mm，当复合钢管总壁厚大于 20mm 时，焊缝最大焊偏量应不超过 4mm。

5.13.5 错边量

当复合钢管总壁厚不大于 15mm 时，复合钢管焊缝处钢带边缘的径向错边应不大于 1.2mm；当复合钢管壁厚大于 15mm 时，径向错边不超过 0.1t，且不超过 2.0mm。

5.13.6 焊缝缺陷和缺欠

5.13.6.1 焊缝不应有裂纹、断弧、烧穿和弧坑等缺陷。焊缝外形应均匀平整，过渡平缓。

5.13.6.2 下列尺寸的咬边在钢管上允许存在：

——深度 $\leq 0.4\text{mm}$ 的咬边应接收（不考虑咬边长度）；

——深度 $> 0.4\text{mm}$ 且 $\leq 0.8\text{mm}$ 的咬边，单个长度 $\leq 0.5t$ ，深度 $\leq 0.1t$ 任意 300mm 长度的焊缝上不超过两个的应接收。

5.13.6.3 超过 5.13.6.2 规定的焊缝咬边（缺陷）应采用下列方法处理：

——深度不超过 0.8mm，且不超过 9%t 咬边应修磨，且修磨保证最小壁厚要求。

——深度超过 0.8mm，或超过 9%t 咬边管段应切除或整根钢管拒收。

5.13.7 其他表面缺陷和缺欠

——外观检查发现除摔坑外，深度小于 9%t 且不影响最小壁厚的缺欠允许存在，可不经处置保留在钢管上，也可采用修磨方法修整磨除，但剩余壁厚应在规定范围内。

5.13.8 复合钢管缺陷的修补

——在缺陷处，基层管体剩余厚度 $\geq 4\text{mm}$ 时允许对基层管体进行补焊。

——覆层管体划伤等机械损伤，可用与覆层材料相匹配或 Ni、Cr 合金元素含量更高的焊丝采用 GTAW 等小线能量焊接方法进行堆焊修补，修补后焊缝修磨处应不低于母材。

——管端 200mm 范围内的修补，需经供需双方协商。

5.14 卫生性能

用于生活饮用水输送的复合钢管，应符合 GB/T 17219 的有关规定。管道不得污染水质，并应符合 GB 5749 的要求。

5.15 其他要求

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明。

6 其它规定

6.1 一般规定

钢管的化学成分分析取样按照 GB/T 20066 的规则进行。化学成分的光谱分析方法按 GB/T 4336 和 GB/T 11170 的规定进行，化学成分的化学分析方法按 GB/T 223.3、GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.12、GB/T 223.17、GB/T 223.18、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.25、GB/T 223.28、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.54、GB/T 223.58、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.64、GB/T 223.67、GB/T 223.68、GB/T 223.69、GB/T 223.71、GB/T 223.72、GB/T 20123、GB/T 20124 的规定进行，但仲裁分析时应按化学分析方法的规定进行。

6.2 检测仪器

复合管的尺寸检测应采用测径卷尺、游标卡尺、千分尺、光学测量仪等符合精度要求的量具。

6.3 检测条件

复合管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查，内外焊缝偏差应采用宏观金相检验。

6.4 试样截取及检测频次

6.4.1 试样截取

按照 ISO 14284 或 ASTM E1806 进行试块的截取和试样的制备，试块应取自钢管、钢板或钢带(卷)。

6.4.2 检验频次

复合管检验项目的取样数量、取样方法及试验方法应符合表 4 规定。

表 4 复合管检验项目的取样数量、取样方法及试验方法

序号	检验类型	钢管类型	检验频次 e
1	熔炼分析	所有钢管	每熔炼炉的钢分析一次。
2	产品分析	SAW 或 COW、HFW、LW	每熔炼炉的钢分析两次（取自隔开的产品上）。
3	焊管管体拉伸试验	SAW 或 COW、HFW、LW	相同冷扩径率 a 钢管为一试验批，每批一次。
4	焊管直焊缝或螺旋焊缝拉伸试验	SAW 或 COW、HFW、LW	相同冷扩径率 a,b,c 钢管为一试验批，每批一次。
5	焊管用钢带（卷）/钢板对头焊缝拉伸试验	SAWH 或 COWH	相同冷扩径率 a,c,d 每 50 个带钢带（卷）/钢板对头焊缝钢管为一试验批，每批至少一次。
6	规定材质、外径及壁厚钢管管体 CVN 冲击试验	SAW 或 COW、HFW、LW	相同冷扩径率 a 钢管为一试验批，每批一次。
7	规定材质、外径及壁厚焊管直焊缝 CVN 冲击试验	HFW、LW	相同冷扩径率 a,b 钢管为一试验批，每批一次。
8	规定材质、外径及壁厚焊管直焊缝或螺旋焊缝 CVN 冲击试验	SAW 或 COW、LW	相同冷扩径率 a,b,c 钢管为一试验批，每批一次。
9	规定材质、外径及壁厚焊管钢带（卷）/钢板对头焊缝 CVN 冲击试验	SAWH 或 COWH	相同冷扩径率 a,b,d 每 50 个带钢带（卷）/钢板对头焊缝钢管为一试验批，每批至少一次。
10	焊管直焊缝或螺旋焊缝导向弯曲试验	SAW 或 COW	相同钢级不超过 50 根为一试验批，每批一次。
11	焊管钢带（卷）/钢板对头焊缝导向弯曲试验	SAWH 或 COWH	相同冷扩径率 a,c,d 每 50 个带钢带（卷）/钢板对头焊缝钢管为一试验批，每批至少一次。
12	焊管管体界面结合强度	SAW 或 COW、HFW、LW	每批次 1 个
13	焊管压扁试验	HFW 或 LW	每批次 1 个
14	中性盐雾试验	SAW 或 COW、HFW、LW	每批次 2 个
15	晶间腐蚀试验	SAW 或 COW、HFW、LW	每批次 2 个
16	冷成型焊管的硬块硬度试验	SAW 或 COW、HFW、LW	任何方向超过 50 mm（2.0 in）的硬块。
17	静水压试验	SAW 或 COW、HFW、LW	每根钢管。
18	焊管直焊缝或螺旋焊缝宏观检验	SAW 或 COW、LW	每工作班至少一次，该班钢管尺寸发生变化时加做一次；如果协议，可采用替代方法（如超声检验）进行焊偏检验，在每个规定外径和规定壁厚尺寸组合的钢管开始生产时做检验。
19	焊管直焊缝金相检验	HFW，全管体正火钢管除外	每工作班至少一次，发生以下情况加做一次：当钢管钢级、规定外径或规定壁厚发生变化时；当热处理的条件发生较大的变化时。
20	外观检验	SAW 或 COW、HFW、LW	除 10.2.7.2 允许外，检查每根钢管。
21	钢管直径和不圆度	SAW 或 COW、HFW、LW	管端每根测量一次；管体工作班每 4 小时至少进行一次，当班生产期间钢管尺寸发生变化时加做一次。
22	壁厚测量	SAW 或 COW、HFW、LW	每根钢管
23	其他尺寸检验	SAW 或 COW、HFW、LW	随机检测，具体细节由制造商决定。
24	钢管的称重	SAW 或 COW、HFW、LW	每根钢管。
25	钢管长度	SAW 或 COW、HFW、LW	逐根测量。
26	无损检验	SAW 或 COW、HFW、LW	按照附录 E。

表 4 复合管检验项目的取样数量、取样方法及试验方法（续）

a 冷扩径率（适用时）用钢管扩径前外径或圆周长度与扩径后外径或圆周长度推导出，由制造商设定。冷扩径率增加或减少量超过 0.002 时，则要求建立一个新的试验批。
b 对于双缝焊管，被选作试验批代表的钢管的两条焊缝均应进行试验。
c 每个焊管机组生产的钢管每周至少应检验一次。
d 仅适用于含有钢带（卷）/钢板对头焊缝的成品螺旋缝焊管。
e “试验批”的定义见 6.5。

6.5 组批规则

复合钢管应按批进行检查和验收。每批应由同一组合炉号、同一组合牌号、同一规格和同一制造和复合工艺的复合钢管组成。每批复合钢管的数量应不超过以下规定：

- a) 外径 219~355.6mm, 200 根；
- b) 外径大于 355.6mm, 除另有协议外, 不超过 100 根钢管为一试验批。

6.6 强制检验

根据用户要求确定。

7 包装、标识和质量证明书

7.1 标识

距管端 150mm 处开始, 采用模板漆印或喷印等方法在复合钢管内表面或外表面做标志。标志内容和顺序应符合如下规定：

- a) 制造厂名称或标识、标记；
- b) 标准编号；
- c) 外径×公称总厚度（覆层厚度）×长度, 单位为毫米（mm）；
- d) 覆层材料牌号/基层材料牌号；
- e) 管号或批号；
- f) 其他附加标志。

7.2 包装和质量证明书

包装和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

8 存储与运输

8.1 存储

8.1.1 复合管存储时应在管端增加管端保护器, 管端保护器应为适宜的纤维包裹或适宜的金属、纤维或塑料保护器。

8.1.2 复合管管端保护器材料不应含有引起腐蚀螺纹的成分, 或与引起保护器与管端产生粘结的成分, 且适于在 $-45^{\circ}\text{C}\sim+65^{\circ}\text{C}$ ($-50^{\circ}\text{F}\sim+150^{\circ}\text{F}$) 范围内使用。

8.1.3 如果协议, 基材在复合管最外层时应以临时外涂层储存, 防止基材生锈, 涂层摸起来应是硬实的和光滑的, 无多余的流挂。

8.1.4 如果协议, 基材在复合管最外层时复合管应以特殊协议要求的涂层状态储存。

8.1.5 除 8.2.1-8.2.2 允许外, 复合管以光管（无涂层）存储。

8.1.6 除另有协议外, 复合管堆放和装卸应符合 T/CECS 492 《给水排水工程埋地承插式柔性接口钢管管道技术规程》。

8.2 运输

除另有协议外, 复合管运输应符合 SY/T 6577.1、SY/T 6577.2 或 SY/T 6577.3 的规定。

附录 A
(规范性)

复合管理论重量、复合板钢板弹性模量、屈服强度的计算

A.1 复合钢管理论重量

复合钢管理论重量按式 (A.1) 计算:

$$W = \frac{\pi}{1000} [t_1(D-2t_2-t_1)\rho_1 + t_2(D-t_2)\rho_2] \quad (\text{A.1})$$

式中:

W — 复合钢管的重量, 单位为千克每米 (kg/m);

π — 3.1416;

D — 复合钢管的外径, 单位为毫米 (mm);

t_1 — 复合钢管复层的壁厚, 单位为毫米 (mm)

ρ_1 — 复合钢管复层的密度, 单位为千克每立方分米 (kg/dm³),
复层不锈钢的密度按表 A.1 规定;

t_2 — 复合钢管基层的壁厚, 单位为毫米 (mm);

ρ_2 — 复合钢管基层的密度, 单位为千克每立方分米 (kg/dm³),
基层碳素钢或低合金钢的密度按 7.85kg/dm³。

表 A.1 典型覆层不锈钢牌号的密度

序号	统一数字代号	牌号	密度, 20°C (kg/dm ³)
1	S30408	06Cr19Ni10	7.93
2	S30403	022Cr19Ni10	7.90
3	S30458	06Cr19Ni10N	7.93
4	S30453	022Cr19Ni10N	7.93
5	S31603	022Cr17Ni12Mo2	8.00
6	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	7.90
7	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	8.00
8	S31703	022Cr19Ni13Mo3	7.98
9	S31753	022Cr19Ni13Mo4N	8.00
10	S32168	06Cr18Ni11Ti	8.03
11	S11972	019Cr19Mo2NbTi	7.75
12	S22152	022Cr21Mn5Ni2N	7.80
13	S22294	03Cr22Mn5Ni2MoCuN	7.80
14	S23043	022Cr23Ni4MoCuN	7.80
15	S22053	022Cr23Ni5Mo3N	7.80

A.2 复合板弹性模量的计算

t : 复合板材料厚度

t_b : 基层板件厚度

t_c : 覆层板件厚度

则 $t = t_b + t_c$

$\beta = t_c / t$ 为复合板的复合比参数

A : 复合板的截面面积

B : 复合板的宽度

E : 复合板弹性模量

E_b : 基层材料弹性模量

E_c : 覆层材料弹性模型

ε : 复合板拉伸测试的材料应变

ε_c : 复合板拉伸测试的覆层材料应变

ε_b ：复合板拉伸测试的基层材料应变

则拉伸测试的端部荷载 $F = \sigma A = E \varepsilon B t$

端部荷载可分解为基层承担的荷载 F_b 与覆层承担的荷载 F_c

可知： $F = F_c + F_b = E_c \varepsilon_c B t_c + E_b \varepsilon_b B t_b$

$$E \varepsilon B t = E_c \varepsilon_c B t_c + E_b \varepsilon_b B t_b$$

材料弹性范围内的均匀拉伸，即 $\varepsilon = \varepsilon_c = \varepsilon_b$

$$E = \frac{E_b t_b + E_c t_c}{t} = \frac{E_b (t - t_c) + E_c t_c}{t}$$

引入复合比参数，则：

$$E = \beta E_c + (1 - \beta) E_b$$

A.3 复合板材料屈服强度的选定

σ_y ——复合板的屈服强度标准值，

σ_b ——（碳钢）基层材料的屈服强度标准值，

σ_c ——（不锈钢）覆层材料的名义屈服强度标准值，取为 $\sigma_{0.2}$

基于复合比 β ，同时考虑结合层应变强化对强度的影响，得到如下公式

$$\sigma_y = \begin{cases} \sigma_b, & \beta < 0.05 \\ (1.05 - \beta)\sigma_b + (\beta - 0.05)\sigma_c, & 0.05 \leq \beta \leq 0.2 \\ (1.05 - \beta)\sigma_b + e^{(0.5\beta - 0.1)}(\beta - 0.05)\sigma_c, & 0.2 \leq \beta \leq 0.5 \end{cases}$$

本文件所使用的复合板屈服强度计算方法的算例如下：

复合比 β	σ_b (MPa)	σ_c (MPa)	σ_y (MPa)
0	500	300	500
0.05	500	300	500
0.1	500	300	490
0.15	500	300	480
0.2	500	300	470
0.25	500	300	462
0.3	500	300	454
0.35	500	300	447
0.4	500	300	441
0.45	500	300	436
0.5	500	300	432

附录 B
(规范性)
给水用不锈钢冶金复合板材料要求

B.1 基层材料

B.1.1 基层的牌号和化学成分应满足表 B1 所示的范围。

表 B1

强度级别 (MPa)	牌号	质量等级	化学成分 (质量分数) /%														
			C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Ti	Cr	Ni	Cu	N	Mo	Als	
						不大于										不小于	
200	Q235	A	≤0.22	≤0.35	≤1.40	0.045	0.050	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		B	≤0.20				0.045										
		C	≤0.17				0.040										0.040
300	Q345	A	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.035	0.035	0.07	0.15	0.20	0.30	0.50	0.30	0.012	0.10	—	
		B					0.030									0.030	0.015
		C					0.030									0.030	0.015
400	Q420	A	≤0.20	≤0.50	≤1.70	0.035	0.035	0.07	0.20	0.20	0.30	0.80	0.30	0.015	0.20	—	
		B					0.030									0.030	0.015
		C					0.030									0.030	0.015
500	Q500	C	≤0.18	≤0.60	≤1.80	0.030	0.030	0.11	0.12	0.20	0.50	0.80	0.55	0.015	0.20	0.015	

B.1.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应其他基层牌号和/或化学成分的复合钢板。

B.1.3 化学成分应按熔炼成分验收。当需方要求进行成品分析时，应在合同中注明，成品化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

B.2 覆层材料

B.2.1 覆层材料的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表 B2 的规定，其中按照表中标注对指定元素成分进行加严要求。

B.2.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应覆层为其他不锈钢牌号和化学成分的复合钢管。

B.2.3 当需方要求进行成品分析时，应在合同中注明，成品化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的有关规定。

B.2.4 为避免基层的污染，针对复合板产品的覆层化学成分检测，试样应去除基层和靠近基层的 50% 覆层部分，对获得的横截面进行成分分析。

B.2.5 不锈钢覆层厚度须 ≥ 0.6 mm。

B.3 制造工艺

B.3.1 复合板的基层和覆层为采用爆炸复合或轧制复合工艺形成的冶金结合。复合板如交货状态采购方不做明确要求，可由供货方自行决定生产。

B.3.2 复合板基层和覆层应为整张板，覆层不允许拼焊，基层和覆层不允许补焊。

B.3.3 所有复合板采用 UT 进行基层的分层检测以及基层和内覆层结合处的剥离检测，应沿边长为 25.4mm 的正交格子线进行连续扫查。如果底面反射完全消失并伴随着出现复合层与基体钢板界面的反射信号，则该复合层应判为未结合。分层检测应满足表 B3 规定的要求。

表 B2 不锈钢覆层的牌号和化学成分

序号	类型	统一数字代号	牌号	牌号简称	化学成分(质量分数)/%										
					C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其它元素
1	奥氏体型	S30408	06Cr19Ni10	304	0.07	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.50	17.50~19.50	-	-	0.10	-
2		S30403	022Cr19Ni10	304L	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~12.00	17.50~19.50	-	-	0.10	-
3		S30458	06Cr19Ni10N	304N	0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~10.50	18.00~20.00	-	-	0.10~0.16	-
4		S30453	022Cr19Ni10N	304LN	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	8.00~12.00	18.00~20.00	-	-	0.10~0.16	-
5		S31603	022Cr17Ni12Mo2	316L	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	-	0.10	-
6		S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	316Ti	0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	-	-	Ti≥5C
7		S31653	022Cr17Ni12Mo2N	316LN	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	10.00~14.00	16.00~18.00	2.00~3.00	-	0.10~0.16	-
8		S31703	022Cr19Ni13Mo3	317L	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00	-	0.10	-
9		S31753	022Cr19Ni13Mo4N	317LMN	0.030	0.75	2.00	0.045	0.030	11.00~15.00	18.00~20.00	3.00~4.00	-	0.10~0.22	-
10		S32168	06Cr18Ni11Ti a	321	0.08	0.75	2.00	0.045	0.030	9.00~12.00	17.00~19.00	-	-	0.10	Ti≥5C
11	铁素体型	S11972	019Cr19Mo2NbTi	444	0.025	1.00	1.00	0.040	0.030	1.00	17.50~19.50	1.75~2.50	-	0.035	Ti+Nb: [0.20+4(C+N)] ~0.80
12	双相型	S22152	022Cr21Mn5Ni2N	2001	0.030	1.00	4.00~6.00	0.040	0.030	1.00~3.00	19.50~21.50	0.60	-	0.05~0.17	-
13		S22294	03Cr22Mn5Ni2MoCuN	2101	0.040	1.00	4.00~6.00	0.040	0.030	1.35~1.70	21.00~22.00	0.10~0.80	0.10~0.80	0.20~0.25	-
14		S23043	022Cr23Ni4MoCuN	2304	0.030	1.00	2.50	0.040	0.030	3.00~5.50	21.50~24.50	0.05~0.60	0.05~0.60	0.05~0.20	-
15		S22053	022Cr23Ni5Mo3N	2205	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	-

其它未列入本表的不锈钢牌号，由甲乙双方协商确定。

表 B3 复合板基层分层检测的验收要求

服役条件	单个缺陷长度		考虑的最小缺陷尺寸			最大分布密度
	面积 mm ²	长度 mm	面积 mm ²	长度 mm	宽度 mm	
钢板						
酸洗环境	500	无规定	150	15	8	10 (每 500mm × 500mm 正方形)
钢板边缘						
酸性环境	100	20	--	10	--	3 (每 1000mm 长度上)

B.3.4 对所有的复合板进行检查，内部均不应有裂纹或剥离缺陷。

B.3.5 复合板（卷）

制造不锈钢冶金复合管的原料板（卷）应符合 GB/T 8165 的规定。

B.4 力学性能

描述复合板性能，考虑制管方式，根据制管工艺进行划分、表述。

B.4.1 拉伸试验

按 GB/T 6396 标准中第 5 部分的内容进行，当复合钢板总厚度 T 不大于 40 mm 时，采用全厚度试样试验；当复合钢板总厚度 T 大于 40 mm 且试验机能力不足时，可从基层和覆层两面按比例将厚度加工至 40 mm，但试样覆层厚度不得小于 3 mm，当钢板覆层厚度小于等于 3 mm 时，只减薄基层厚度。

B.4.2 硬度试验

根据需方要求，经供需双方协商并在合同中注明，复合板按 GB/T 6396 标准中第 11 部分的内容进行硬度试验，提供基材、覆材显微硬度。

B.5 冲击功

按 GB/T 6396 标准中第 10 部分的冲击试验要求进行。试样应在靠近基材表面处切取，如果需要，可在靠近结合面处的基材上取样。

B.6 结合强度

当不锈钢覆层厚度 > 2.0 mm 时，基、覆层结合强度按 GB/T 6396 复合钢板力学及工艺性能试验方法进行；当不锈钢覆层厚度 ≤ 2.0 mm，采用 GB/T 6396 标准中第 8 部分的结合度试验进行替代。

B.7 腐蚀试验

根据需方要求，经供需双方协商并在合同中注明，复合钢管的覆层、覆层焊缝可做晶间腐蚀、盐雾腐蚀及点腐蚀浸泡试验。

B.7.1 晶间腐蚀

本检测项目主要针对奥氏体不锈钢及双相不锈钢覆层材料。覆层材料为奥氏体不锈钢且覆层厚度 ≤ 2.0 mm 复合钢管，耐晶间腐蚀试验推荐采用 GB/T 4334 标准 A 法进行，晶界形态呈阶梯组织为耐晶间腐蚀性能最优，混合组织为次，沟状组织判定为不合；不锈钢覆层厚度 2.0 mm 以上复合钢管，采用

GB/T 4334 标准 E 法进行, 进行 E 法试验时, 不锈钢覆层试样靠近碳钢基层界面一侧的渗碳层需打磨干净。试验后试样不允许出现晶间腐蚀裂纹。

B.7.2 盐雾腐蚀

按 GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验中的中性盐雾试验 (NSS 试验) 进行, 腐蚀试样不锈钢覆层表面应经过清洗 (含超声清洗), 去除脏污、油渍等外来物, 但不允许机械打磨、化学腐蚀等损伤性处理。试验时, 试样碳钢部分可通过有机树脂、胶带密封等措施进行处理, 仅露出不锈钢表面, 试验周期 48 h, 不锈钢表面不允许有锈斑。

B.7.3 其它腐蚀试验

根据进一步需要, 可对覆层厚度 >2.0 mm 的不锈钢进行点腐蚀浸泡试验, 采用 GB/T17897 金属和合金的腐蚀 不锈钢三氯化铁点腐蚀试验方法标准, 提供检测结果数据。

B.8 尺寸公差

复合板覆层的壁厚允许偏差、允许偏差、宽度允许偏差应符合 GB/T 8165 要求, 整板对角线偏差 (方正度) 不超过 5 mm。

B.9 表面质量

复合板覆层应是酸洗钝化态或通过喷砂, 或研磨, 或打磨处理, 并要求处理后的覆层表面没有裂纹或任何破坏的特征。

复合板表面点坑深度不应超过 0.1mm, 不允许有划伤, 允许通过打磨处理, 但去除缺陷后的覆层及整个复合板壁厚应在最小壁厚公差范围内。

附录 C
(规范性)
对接钢管规范

C.1 方法和评定

C.1.1 按照本附录对接的管段应具有相同的公称壁厚和钢级。

注：对接管由非钢管制造商将多根钢管焊接在一起，或由制造商按照非本附录中的要求将多根钢管焊接在一起的管段。

C.1.2 除购方规定特定的方法外，应采用公认可靠的填充金属焊接方法。

C.1.3 应建立文件化的程序以避免焊材被环境污染。

C.1.4 应按照 API 1104、ASME 第 IX 卷或 ISO 15614-1 或由购方批准的等效标准，对焊接工艺、焊工和焊机操作者（此后称操作者）进行评定。

焊接工艺评定时，进行焊缝和热影响区 CVN 冲击试验和硬度试验是好的作法。制造商和购方协议，宜考虑将这些附加试验制定为验收标准。

C.1.5 购方要求时，应提供 WPS 和工艺评定记录的复印件。

C.2 工艺试验

C.2.1 钢管对接焊缝应进行破坏性试验，每种壁厚和钢级组合生产批至少进行一次焊缝试验，至少每 100 条对接焊缝进行一次试验。评定试验焊缝可用于初始工艺试验。工艺试验至少应包括一个焊缝拉伸，一个背弯以及一个面弯试验。这些试验至少应符合评定标准的要求。

C.2.2 如果焊缝试验结果不合格时，应在紧靠不合格焊缝前后对接焊缝上分别加取一个焊缝试验用试块。如果初始不合格对接焊缝的前一个对接焊缝复验不合格，则应在紧靠该不合格对接焊缝前再次加取两个对接焊缝进行复验，如果二次复验结果有一个不合格时，应继续（向前）对每个对接焊缝进行复验，直至连续两个对接焊缝复验结果均符合要求。如果初始不合格对接焊缝的后一个对接焊缝复验不合格，则应在紧靠该不合格对接焊缝后再次加取两个对接焊缝进行复验，如果二次复验结果有一个不合格时，应继续（向后）对每个对接焊缝进行复验，直至连续两个对接焊缝复验结果均符合要求。

C.3 工艺质量和检验

C.3.1 应清楚标识每个对接钢管，以识别焊工或焊机操作工。

C.3.2 准备好的管端在对焊前不要求对钢管焊缝进行射线检验。

C.3.3 完成对焊的对接管直度应在规定的限度内。不应采用弯曲方法在对接焊缝处对接管进行矫直。

C.3.4 焊缝截面沿钢管圆周应均匀规整。任意位置的熔敷焊缝凸起表面不应低于母材外表面，埋弧焊缝高出母材外表面的数值应符合表 16 的规定，采用其他焊接方法的焊缝高度不应大于 1.6 mm (0.063 in)。

C.3.5 除另有协议外，在对接管环焊缝上，直焊缝间的环向间隔应为 50 mm~200 mm (2.0 in~8.0 in)。

C.3.6 在对接管环焊缝上，螺旋焊缝间、钢带（卷）/钢板对头焊缝间以及螺旋焊缝与钢带（卷）/钢板对头焊缝间的最小环向间隔应为 50 mm (2.0 in)。

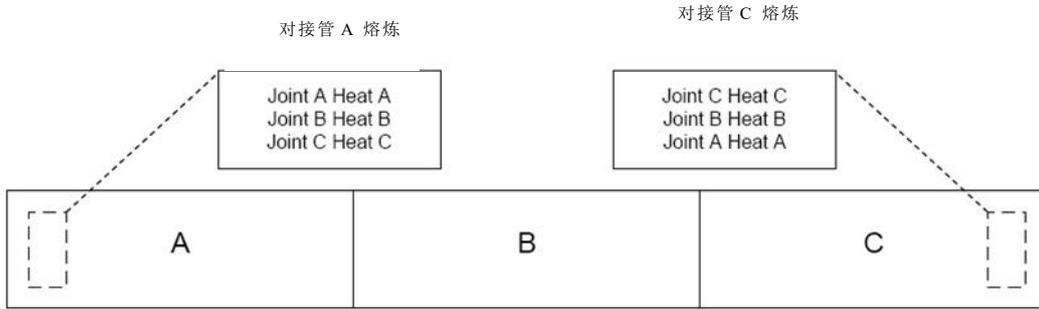
C.3.7 对接管环焊缝上，管段之间的错边不应大于 3.2 mm (0.125 in)，但以下情况除外：由于管端尺寸偏差导致的错边，且偏差在钢管订货规范的偏差范围内，同时这样的错边沿钢管周向基本均匀分布。

C.3.8 咬边应按照标准规定进行处置。

C.4 标志

C.4.1 应清晰地标识每根对接管，以识别焊工或操作者。

C.4.2 为识别对接管每根管段的管号及熔炼炉号，应在每个管端沿周向标志钢管标识信息，从观察者角度看按照以下顺序，见图 C1：



最顶行（距离观察者最远）-距离观察者最近的管段
 中间行-中间管段
 最底行-距离观察者最远的管段

图 C1 管段标志顺序示例

C.5 无损检验

应根据 API 5L 46th 附录 E 或附录 K（选适用附录），进行对接钢管环焊缝全长（100%）无损检验。无损检验采用射线检验或超声检验方法，或者采用两种方法联合检验。