**《深海油气输送用无缝钢管》**

**标准编制说明**

一、任务来源

本标准由中国特钢企业协会提出并归口，冶金工业规划研究院作为标准组织协调单位。根据中国特钢企业协会团体标准化工作委员会团体标准制修订计划，由天津钢管集团股份有限公司、冶金工业规划研究院等单位共同参与起草，计划于2024年前完成《深海油气输送用无缝钢管》标准的制定工作。

二、制定本标准的目的和意义

近年来，随着境外天然气引进量不断增多，以及海底油气资源开发规模不断扩大，我国对海底等特殊应用场景的油气管线用钢需求快速增长。例如与俄罗斯签订中俄天然气管道项目，设计年输送量达到380亿立方米，仅中国境内新建管道长度大3371km，管道输送量大，跨越极寒地区，用来制造输送管道的大量油气管线用钢需要具备高强、耐蚀、耐低温韧性等特殊要求。此外，受海洋领域油气勘探深海化影响，海洋管道工程施工难度愈发加大，深海的恶劣海况及复杂地貌对海底管道用原材料要求越来越高。由于深水油气田开采出的油气成分复杂，温度高、压力大，往往要求输送管道具有高强度、高耐蚀性能、耐高温耐高压的性能特点。依照基础通用标准生产的常规材质海洋用钢管完全无法满足使用需要，亟需强化深海油气用钢管产品的标准化工作，提升标准的有效供给。

目前，围绕海洋、油气等领域制定了GB/T 9948-2013《石油裂化用无缝钢管》、GB/T 9711《油天然气工业 管线输送系统用钢管》石等标准，但对深海油气领域尚未开展相关标准研制。为更好地满足深海油气管道工程建设需要，和下游油气开采行业对高端海洋用钢管的需要，以提高钢管强度、耐酸耐蚀性能为出发点，填补细分领域标准空白、满足产业链上下游标准化需求为目标，中国特钢企业协会团标委组织开展《深海油气输送用无缝钢管》标准制定工作，指导深海油气领域钢管产品生产制造，满足高速发展的下游产业用钢要求。

三、标准编制过程

2023年×月：提出制定标准项目，并进行了标准立项征求意见和论证工作；

2023年×月：中国特钢企业协会发布了项目计划；

2024年×月：进行了文件起草的调研、问题分析和相关资料收集等准备工作；

2024年×月：完成了标准制定提纲、标准草案，并进行了工作组内征求意见和讨论；

2024年×月：召开标准启动会，围绕标准草案进行讨论，并按照与会意见和建议进行修改，形成征求意见稿并发出征求意见；

2024年×月：完成征求意见处理、形成标准送审稿；

2024年×月：完成标准审定会和标准报批稿，上报中国特钢企业协会审批；

2024年×月：完成该标准发布、实施。

四、标准编制原则

充分考虑深海油气用钢管对原材料的高质量需求，联合国内先进无缝管生产企业协同攻关，采用标准化手段助力无缝管产品高质量发展，展现无缝管行业发展水平。本标准以满足深海油气用钢管需要和发展为前提，充分提高标准的市场适应能力，填补标准领域空白；通过对下游用钢行业的研究，了解实际使用需求，确定无缝管产品的各项技术指标，满足下游行业需求，建立彼此之间的联系，扩大影响力。

五、标准的研究思路及内容

（一）编制思路

《深海油气输送用无缝钢管》标准的设计与编制以问题与需求为导向，切实从用钢需要出发，进一步补充无缝管牌号及相关技术要求，完善晶间腐蚀试验方法，强化细分领域标准的指导意义。通过制定满足市场创新需要，并具有科学、合理、全面、可操作性的标准，助力提升无缝管产品高质量供给水平，提升使用安全性、可靠性。

本文件以GB/T 9711《油天然气工业 管线输送系统用钢管》标准为基础，围绕实际生产销售的特殊需要，对技术指标、试验方法进行了加严和扩展，增强了原料生产制造商与下游行业的联系，使标准更具有针对性和实用性。

（二）标准技术框架

本标准包含以下部分

前 言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语和定义

4 分类和代号

5 订货内容

6 尺寸、外形、重量

7 技术要求

8 试验方法

9 检验规则

10 包装、标志和质量证明书

附录 A（资料性）本文件牌号与国外文件牌号对照表

（三）标准技术内容

1. 范围

本文件规定了深海油气输送用无缝钢管的术语和定义、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。

本文件适用于深海油气输送用无缝钢管，外径范围60.3~711mm，壁厚范围4mm~50mm，输送石油、天然气的无缝钢管（以下简称钢管）。

本文件不适用于不锈钢管、镍基合金管和双金属复合管。

2. 规范性引用标准

按《GB/T 1.1 -2009 标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》的有关规定。

3．术语和定义

本文件提出如下术语和定义：

3.1

管体 pipe body

对于无缝管，指整根钢管。

[来源：GB/T 9711-2017，4.43]

3.2

钢管等级 pipe grade

表明钢管强度水平的名称。

注：同一等级的钢管可能具有不同的额化学成分和或不同的热处理状态。

[来源：GB/T 9711-2017，4.45]

3.3

试块 sample

为制取一个或多个试样，从待检测产品上街区的足够数量的材料。

[来源：GB/T 9711-2017，4.51]

3.4

试样 test piece

具有规定尺寸的试块的一部分，经机加工或非机加工方法，使其满足试验所要求的条件。

[来源：GB/T 9711-2017，4.61]

3.5

除另有协议外 unless otherwise agreed

使用的要求，除制造商和购方双方协商有替代要求并在订货合同中规定外。

[来源：GB/T 9711-2017，4.66]

4. 订货内容

本章节对订货的合同或订单内容提出要求，应包含：

a) 产品名称；

b) 本文件编号；

c) 钢级；

d) 尺寸外形；

e) 重量或数量；

f) 交货状态；

g) 特殊要求。

5. 尺寸、外形、重量

5.1 提出钢管的外径和不圆度要求，详见表1。

5.2 提出钢管的壁厚偏差要求，详见表2。

1. 外径和不圆度偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 规定外径D  mm | 外径偏差（mm） | | 不圆度偏差c | |
| 除管端外a | 管端a,b,d | 除管端外a | 管端a,b,d |
| ≥60.3  ~≤610 | ±0.5或±0.0075D取最大者 | ±0.5mm或±,0.005D取最大值,但最大值为±1.0mm， | 0.015D | 0.010D |
| ＞610~  ≤711 | ±0.0075D | ±2.0mm |
| a 管端包括钢管每个端头100mm长度范围内的钢管。  b 此偏差适用于壁厚≤25mm的钢管，针对于壁厚t＞25.0mm的偏差应依照供需双方的协议。  c 管端直径为内径，内径可以为名义内径或者采用测量内径确定。  d 管端直径偏差及不圆度，应以测量内径（规定外径减去两倍的规定壁厚）为准。 | | | | |

1. 壁厚偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 钢管公称壁厚 | 允许偏差 | 壁厚不均度 |
| 4<t≤15 | ±12.5%t | ≤壁厚公差的80% |
| 15<t<25 | ±10%t | ≤壁厚公差的80% |
| t≥25 | -3.0~+3.7 | ≤壁厚公差的80% |

5.3章节提出钢管的其他尺寸、外形、重量应符合GB/T 9711附录J的规定。

6 技术要求

6.1 牌号及化学成分

本章节结合下游深海油气输出工程中钢管产品实际使用情况，提出钢级和化学成分含量要求，同牌号产品含碳量由GB/T 9711中最大＞0.20%收窄至最大＞0.14，P、S两元素由≥0.030%分别收窄至≥0.020%、≥0.008%，其余Mn、Si等元素则根据企业实际生产情况，进行元素含量范围调整，详见下表。

表3 钢级和化学成分

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢级 | 化学成分（质量分数）/%，最大 | | | | | | | | | 碳当量a，  最大值 % | |
| Cb | Si | Mnb | P | S | V | Nb | Ti | 其他c,d | CEIIW | CEPCM |
| L245NO/BNO | 0.14 | 0.40 | 1.35 | 0.020 | 0.008 | e | e | 0.04 | f | 0.36 | 0.22 |
| L245QO/BQO | 0.14 | 0.40 | 1.35 | 0.020 | 0.008 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | — | 0.34 | 0.22 |
| L290NO/X42NO | 0.14 | 0.40 | 1.35 | 0.020 | 0.008 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | — | 0.36 | 0.22 |
| L290QO/ X42QO | 0.14 | 0.40 | 1.35 | 0.020 | 0.008 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | — | 0.34 | 0.22 |
| L320NO/X46NO | 0.14 | 0.40 | 1.40 | 0.020 | 0.008 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | f | 0.38 | 0.23 |
| L320QO/X46QO | 0.15 | 0.45 | 1.40 | 0.020 | 0.008 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | — | 0.36 | 0.23 |
| L360NSO/X52NO | 0.16 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.10 | 0.05 | 0.04 | f | 0.43 | 0.25 |
| L360QO/X52QO | 0.14 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | f | 0.39 | 0.23 |
| L390QO/X56QSO | 0.14 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | f | 0.40 | 0.24 |
| L415QO/X60QO | 0.14 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.08 | 0.05 | 0.04 | f;g;h | 0.41 | 0.25 |
| L450QO/X65QO | 0.14 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | f;g;h | 0.42 | 0.25 |
| L485QO/X70QO | 0.16 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | f;g;h | 0.42 | 0.25 |
| L555QO/X80QO | 0.16 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.10 | 0.06 | 0.04 | f;g;h | 0.48 | 0.28 |
| L625QO/X90QO | 0.14 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.10 | 0.06 | 0.04 | f;g;h | 0.55 | 0.32 |
| L690QO/X100QO | 0.14 | 0.45 | 1.65 | 0.020 | 0.008 | 0.10 | 0.06 | 0.04 | f;g;h | 0.68 | 0.34 |
| 1. 依据成品分析结果，碳含量大于0.12%使用CEIIW，碳含量小于等于0.12%使用CEPCM 。 2. 碳含量不规定最大碳含量每减低0.01%，则允许锰含量比规定最大锰含量提高0.05%，最大增加0.20%。 3. Altotal≤0.060%;N≤0.012%;Al/N≥2:1（不适用钛镇静钢或钛处理钢）；Cu≤0.35%(如果有协议，Cu≤0.10%);Ni≤0.30%;Cr≤0.30%;Mo≤0.15%;B≤0.0005%。 4. 钙含量应≤0.006%。 5. 除另有协议外，.Nb+V≤0.06%。 6. Nb+V+Ti≤0.15%。 7. 如果有协议，钼含量应≤0.35% 8. 如果有协议，铬含量应≤0.45%且镍含量应≤0.50% | | | | | | | | | | | |

6.2 制造方法~6.3交货状态

本章节根据企业生产需求，提出钢的冶炼要求，以及管坯和钢管的制造方法，具体内容如下：

6.2.1　钢采用转炉或电炉冶炼，并经炉外精炼和真空脱气。

6.2.2　管坯采用连铸或热轧（锻）方法制造。

6.2.3　钢管应采用热轧（挤压、扩）或冷拔（轧）无缝方法制造。

6.2.4　需方指定某一制造方法时，应在合同中注明。

交货状态则要求钢管应以正火或调质状态交货。对于调质状态交货的，回火温度应不低于630℃。

6.4力学性能

本章节结合钢管使用需求，提出屈服强度、抗拉强度、屈服比、吸收能量、硬度等指标要求，其中L245NO/BNO~ L485QO/X70QO屈强比由≤0.93加严至≤0.90，并补充全尺寸CVN吸收能、夏比冲击平均剪切面积指标要求，具体指标如下表所示。

表4 力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢级 | 屈服强度  Rt0.5 MPa | | 抗拉强度  Rm MPa | | 屈强比Rt0.5/Rm最大 | 伸长率Af %  最小 | 全尺寸CVN吸收能，0℃  最小值 J | 夏比冲击平均剪切面积，% | 硬度  最大 |
| 最小 | 最大 | 最小 | 最大 |
| L245NO/BNO  L245QO/BQO | 245 | 450 | 415 | 655 | 0.90 | 20 | 27 | / | 270HV10  或  25HRC |
| L290NO/X42NO  L290QO/X42QO | 290 | 495 | 415 | 655 | 0.90 | 27 | / |
| L320NO/X46NO  L320QO/X46QO | 320 | 525 | 435 | 655 | 0.90 | 27 | / |
| L360NO/X52NO  L360QO/X52QO | 360 | 530 | 460 | 760 | 0.90 | 27 | / |
| L390QO/X56QO | 390 | 545 | 490 | 760 | 0.90 | 48 | ≥85 |
| L415QO/X60QO | 415 | 565 | 520 | 760 | 0.90 | 48 | ≥85 |
| L450QO/X65QO | 450 | 600 | 535 | 760 | 0.90 | 48 | ≥85 |
| L485QO/X70QO | 485 | 635 | 570 | 760 | 0.90 | 48 | ≥85 |
| L555QO/X80QO | 555 | 675 | 625 | 825 | 0.93 | 15 | 55 | ≥85 | 300HV10  或  30HRC |
| L625QO/X90QO | 625 | 745 | 695 | 895 | 0.97 | 63 | ≥85 | 325HV10  或  33HRC |
| L690QO/X100QO | 690 | 810 | 760 | 960 | 0.97 | 69 | ≥85 |
| 注：1、钢管的拉伸性能取样为纵向样；冲击性能取样为优先横向，优先全尺寸，若无法取横向则取纵向，纵向的冲击吸收能为横向的1.5倍；  2、单个冲击吸收能及剪切面积应不低于平均值的80%； | | | | | | | | | |

6.5腐蚀试验

深海油气存在产品不纯现象，常常混有酸性介质，运输过程中如若要考虑酸性环境，钢管应按GB/T 9711的规定进行腐蚀试验，腐蚀性能应符合表5的规定。

表5 钢管的腐蚀性能要求

|  |  |
| --- | --- |
| 抗氢致开裂试验（HIC） | 试验标准：GB/T 8650；  试验溶液：A 溶液；  试验温度：25±3℃；  试验持续时间：96 小时；  试验频次：前三炉每炉取一组试样，后十炉取一组试样；  验收标准：CLR≤5%，CTR≤1.5%，CSR≤0.5%；  试验报告：试验报告中应注明试验前后溶液的 PH 值，试验开始时和结束时的硫化氢浓度，如在轻腐蚀200倍放大金相显微观察发现HIC 裂纹应提供金相照片。 |
| 硫化物应力开裂试验（SSC） | SSC试验应按照GB/T 4157 使用A溶液进行试验。按GB/T 9711规定的四点弯曲试样，试验时间应为720小时。试样加载应力为规定最小屈服强度的80%或由购方与制造商协商确定。如取不出115.0（±1.3mm）×15.0（±0.13mm）×5.0（±0.13mm）试样，可以采用67.3（±1.3mm）×4.57（±0.13mm）×1.52（±0.13mm）小试样，加载应力为规定最小屈服强度的72%或由购方与制造商协商确定；  试验频次：用于制造工艺评定时一组；  应在×10放大倍数的低倍显微镜下对试样的拉伸面进行检查。拉伸表面上出现任何表面开裂或裂纹的试样应为不合格试样，能证明这些开裂或裂纹不是由硫化物应力开裂引起的除外。 |

6.6晶粒度

晶粒度大小将对钢材冷却过程中发生转变及转变产物的性能产生较大影响，较细的晶粒有助于提升钢材产品的力学性能，本文件将晶粒度作为产品技术要求。指标方面规定：钢管应按GB/T 6394的规定检验奥氏体晶粒度或者实际晶粒度，其合格级别应为7级或更细。

6.7 非金属夹杂物

本章节要求钢管应按GB/T 10561-2023中A法检验非金属夹杂物，其合格级别应符合表6的规定。

表6 非金属夹杂物合格级别

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 夹杂物类型 | A | | B | | C | | D | |
| 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 |
| 合格级别  （不大于） | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |

6.8 钢管焊接性

长距离运输往往需要对钢管进行焊接，良好的焊接性能能够保障运输管道的安全，提高使用寿命。本文件提出：根据需方要求，制造商应提供钢的焊接性数据，否则应进行焊接性评价试验，因此，订货合同中应规定焊接性试验的细节和验收极限。

6.9静水压试验

为保障运输管道承压性能，本文件要求钢管应按GB/T 9711-2017中10.2.6的规定进行静水压试验，不应出现渗漏。

6.10无损检测

无损检测是保障钢管质量的重要手段，本文件要求钢管在热处理后应按GB/T 9711-2017附录K.3的规定进行无损检测，管体分层缺欠检验、厚度超声检验的覆盖面均应达到钢管表面的100%。

6.11表面质量

本文件要求钢管的内外表面不允许有目视可见的裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。如有以上缺陷应完全清除，清除深度应不超过公称壁厚的负偏差，清理处的实际壁厚应不小于壁厚偏差允许的最小值。

7. 试验方法

7.1中规定了钢管的化学成分试验方法，具体指标如下：钢的化学成分试验方法应按GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125或通用方法的规定进行，但仲裁时应按GB/T 223.11、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.69、GB/T 223.72、GB/T 223.76、GB/T 223.77、GB/T 223.81、GB/T 223.84的规定进行。

7.2钢管的检验项目、取样部位和试验方法应符合表7的规定。

表7 钢管的检验项目、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 | 2个/批 | GB/T 20066 | 见7.1 |
| 2 | 拉伸试验 | 1个/批 | 任一根钢管，GB/T 2975 | GB/T 228.1 |
| 3 | 冲击试验 | 1个/批 | 任一根钢管，GB/T 2975 | GB/T 9711 |
| 4 | 抗氢致开裂试验  （HIC）（如适用） | 前三炉每炉取一组试样，后十炉取一组试样 | 任一根钢管 | GB/T 8650 |
| 5 | 硫化物应力开裂试验（SSC）（如适用） | 用于制造工艺评定时一组 | 任一根钢管 | GB/T 4157 |
| 6 | 晶粒度 | 每一生产流程或热处理作业1个试样 | 任一根钢管 | GB/T 6394 |
| 7 | 非金属夹杂物 | 1个/炉 | 任一根钢管 | GB/T 10561 |
| 8 | 静水压试验 | 逐根 | — | GB/T 9711 |
| 9 | 无损检测 | 逐根 | — | GB/T 9711 |
| 10 | 表面质量 | 逐根 | — | 目视 |
| 11 | 尺寸外形 | 逐根 | — | 合适的量具 |

8. 检验规则

本章节对检查和验收、组批规则、复验和判定规则等三个方面提出具体要求。

8.1检查与验收中规定了“钢管的检查由供方质量技术监督部门进行。”

8.2 组批规则提出“钢管应成批验收。每批由同一炉号、同一钢级、同一规格、同一交货状态、同一热处理炉批的钢管组成”。

8.3 取样数量中提出钢管的数量要求。

8.4复验与判定中，规定了“钢管的复验和判定规则应符合GB/T 9711的规定”。

8.5数值修约

钢管的各项检测结果采用修约值比较法，修约规则应符合GB/T 8170的规定。

9. 包装、标志及质量证明书

本章节按照GB/T 9711的有关规定对钢管的包装、标志、质量证明书提出具体要求。

六、标准的应用领域

本文件确定了光深海油气输送用无缝钢管的尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求以及检验规则等，适用于低温高压环境下无缝管的生产和质量管控。同时，结合产品生产制造过程中的特殊需要，对技术参数、试验方法进行了优化设计和补充，对下游行业的原材料采购、加工和制造具有科学指导意义。

本文件强化了上下游行业间的衔接和联系，为深海油气输送用无缝钢管高质量发展提供原材料保障，有助于产业链的协同发展。本文件的实施，符合我国钢铁工业由高速度发展向高质量发展的整体趋势，能够为我国深海油气运输安全以及高质量发展提供有力支撑，使原料生产企业充分满足下游行业对原材料产品的升级需要，引导双方形成合力，共同助力石化行业安全快速发展。

七、标准属性

本标准属于钢铁行业团体标准。

《深海油气输送用无缝钢管》

标准编制工作组

2023 年12月