**《石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管》**

**标准编制说明**

一、任务来源

本文件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，由浙江久立特材科技股份有限公司、冶金工业规划研究院等单位共同参与起草，计划于2024年四季度前完成《石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管》标准的制定工作。

二、制定本文件的目的和意义

镍基合金油井管制造工序复杂、生产难度大、品质要求严格。合金含量极高，其中 Ni、MO、Cr 等合金含量高达 80%，一般的超级双相不锈钢中合金含量则不会超过 40%；制造工艺复杂，G3 镍基合金由于高温变形抗力大，靠穿孔工艺根本“穿不动”，只能通过在中间打孔以后一根一根“挤出来”；材料强度突出，镍基合金为单相奥氏体组织，成型之初的强度仅有 200Mpa 左右，而高酸性气田用油井管一般都要求强度在 760MPa 以上，G3 镍基合金就是通过“硬生生”的冷轧工艺极好地提高了自身的材料强度，从而满足高酸性油气田的特殊需求；抗腐蚀性能优异，在 150℃以下，无论二氧化碳和硫化氢的分压有多高，氯离子浓度有多大，G3 镍基合金油井管长期使用后仍然光亮如新；生产要求严格，井深高达 5000m 以上的天然气井，从地面到井底，每一根油套管都是通过特殊螺纹连接，而 G3 镍基合金在加工的过程中，特别容易“粘刀”极易损坏加工用刀具，加工效率不及常规钢铁产品 的 5%。另外，5000 多米的井深，通常会有 20-30°的“狗腿度”，如何保证天然气不泄漏，对特殊螺纹的密封性能也就提出了特别高的要求。

目前，在标准供给领域，GB/T 15007 、GB/T 19830、GB/T 37614为相关产品生产应用提供指导，同时不能满足专用领域使用要求。本文件的制定填补了镍基合金油井管标准的空白，使钢管的设计、制造和检测有标准可循。

三、标准编制过程

2023年3月，中国特钢企业协会团体标准化工作委员会（以下简称团标委）秘书处给各位委员发出团体标准立项函审单。到立项函审截止日期，没有委员提出不同意见。

2023年 4月，团标委正式下达立项计划，组成了标准起草组，提出了标准编制计划和任务分工，并开始标准编制工作。

2023年5- 2024年3月：进行了起草标准的调研、问题分析和相关资料收集等准备工作，完成了标准制定提纲、标准草案。

2024年4月：召开标准启动会，围绕标准草案进行了讨论，并按照与会意见和建议进行了修改。

2024年 ~ 月：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：完成该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

镍基合金油井管的制造技术长期以来被国外少数钢铁制造商所垄断。国外主要供应商为美国特钢、德国曼内斯曼以及日本住友。2006 年，宝钢在国内率先开展 G3 镍基合金油井管的国产化攻关工作，经过课题组成员的共同努力，产品于 2007 年 7 月首次试制成功，并于 2009 年 6 月首次在中石化普光气田成功下井，打破了该领域长期被国外厂商垄断的局面。久立“3000 吨镍基合金油井管”项目 2011 年投产后，成为了国内第二家具备镍基合金油井管生产能力的企业，目前产品市场占有率高，质量优异，具备牵头制定标准的行业影响力和技术实力。久立镍基合金管成功供货于中石化西南局元坝气田高含H2S、CO2的天然气井以及中国石化中原油田普光气田（毛坝区块、大湾区块）高含H2S、CO2天然气井。

在油井管需求持续增加的情况下，特殊油气井开采用的镍基合金油井管随着高酸性油气田开采数量的上升，其需求量也将不断增加，未来国内该领域市场进口替代步伐也将逐步加快。

本文件充分考虑石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管产品的高质量需求，联合下游企业协同攻关，采用标准化手段助力石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管高质量发展，展现我国油井管制造用材先进技术水平。本文件以满足油井行业对镍基合金无缝钢管发展趋势要求为前提，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，了解产品的实际需求，确定各项技术指标，满足下游行业生产需要，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

《石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管》标准的设计与编制主要以问题与需求为导向，切实从油井管制造需要出发，进一步确定尺寸精度、化学成分控制指标、力学性能等技术指标要求，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，助力石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管的高质量供给，提升作业的安全性和可靠性。本文件在参考GB/T 15007 、GB/T 19830、GB/T 37614的基础上，结合实际生产的特殊需要，对各牌号钢种成分范围和性能要求、冶炼方法、低倍组织、非金属夹杂物、晶粒度等技术指标进行了规定，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

本文件包含以下部分

前  言

1　范围

2　规范性引用文件

3　术语和定义

4　订货内容

5　尺寸、外形、重量

6　技术要求

7　试验方法

8　检验规则

9　包装、标志及质量证明书

（三）标准技术内容

1. 范围

本文件规定了石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管的订货内容、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H2S分压大于0.0003MPa的服役条件下石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管（以下简称“管材”），也适用于与合金管配套使用的接箍坯料、接箍材料、短节和附件材料等。

2. 规范性引用文件

按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》的有关规定。

3. 术语和定义

GB/T 19830-2017 界定的术语和定义适用于本文件。

4. 分类及代号

5. 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) 本文件编号；

b) 产品名称；

c) 材料牌号和钢级；

d) 尺寸规格；

e) 订货重量或数量；

f) 交货状态；

g) 其他特殊要求。

6. 尺寸、外形、重量

6.1外径、壁厚和重量

随着钢管制造和检验能力的大幅度提高，钢管制造企业有能力生产性能更加优良的钢管，本章节参照规定“钢管的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合GB/T19830的规定细化了不同管径产品外径、壁厚允许偏差及重量要求。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 外径 D/mm | 偏差 | | | | | |
| 外径a/mm | | 壁厚/mm | | 重量b/kg | |
| SA | CH | SA | CH | SA | CH |
| ＜114.3 | ±0.79 | ±0.79 | ≥-12.5%S | ≥-10%S | -3.5%w～+6.5%w | |
| ≥114.3 | -0.5～+1%D | -0.5～+1%D | ≥-12.5%S | ≥-10%S |
| a 不圆度包含在外径公差中。 | | | | | | |
| b 指单根管的重量偏差。订单中每18吨的偏差不超过-1.75%。w为单根管材理论重量。 | | | | | | |

6.2长度

本章节参照GB/T19830附录 C27分套管、油管、短节给出长度规定，并规定定尺偏差和倍尺长度切口余量。

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 管材 | | 范围1（R1） | 范围2（R2） | 范围3（R3） |
| 套管和油管 | 总长度范围 | 4.88～7.62 | 7.62～10.36 | 10.36～14.63 |
| 每18吨管材，长度最大允许变化量 | 1.52 | | |
| 短节 | 长度a | 0.61、0.91、1.22、1.83、2.44、3.05、3.66 | | |
| 公差 | ±0.076 | | |
| 接箍毛坯 | | 按协议 | | |
| a 经供需双方协商，0.91的短节可代替0.61供货，也可供应表2以外尺寸的短节。 | | | | |

6.3 弯曲度

本章节参照GB/T19830直度的有关规定。每端弯曲度要求覆盖修改为1.52m。

6.4通径

本章节参照GB/T19830附录 C28指标。

7技术要求

7.1 牌号及化学成分

本章节参考GB/T 15007 选取常用油井管用合金牌号，加严S指标，调整部分指标，满足客户采购需要。

| 序号 | 组别 | 统一数字代号 | 牌号 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| C | Cr | Ni | Fe | Mo | W | Cu | Al | Ti | Nb | Co | Si | Mn | P | S | | 其它 |
| 1 | 1 | H08028 | NS1404 | ≤0.030 | 26.0～28.0 | 30.0～32.5 | 余量 | 3.0～4.0 | -- | 0.6～1.4 | -- | -- | -- | — | ≤1.00 | ≤2.50 | ≤0.030 | ≤0.015 | | — |
| 2 | H08535 | NS1405 | ≤0.030 | 24.0～27.0 | 30.0～36.5 | 余量 | 2.5～4.0 | -- | ≤1.50 | -- | -- | -- | — | ≤0.50 | ≤1.00 | ≤0.030 | ≤0.015 | | — |
| 3 | 2 | H08825 | NS1402 | ≤0.05 | 19.5～23.5 | 38.0～46.0 | ≥22.0 | 2.5～3.5 | -- | 1.5～3.0 | ≤0.20 | 0.60～1.20 | — | — | ≤0.50 | ≤1.00 | ≤0.030 | ≤0.015 | | — |
| 4 | H06985 | NS3403 | ≤0.015 | 21.0～23.5 | 余量 | 18.0～21.0 | 6.0～8.0 | ≤1.5 | 1.5～2.5 | -- | -- | (Nb+Ta)≤0.50 | ≤5.00 | ≤1.00 | ≤1.00 | ≤0.030 | ≤0.015 | | Nb为Nb+Ta |
| 5 | H06625 | NS3306 | ≤0.10 | 20.0～23.0 | ≥58.0 | ≤5.0 | 8.0～10.0 | -- | — | ≤0.40 | ≤0.40 | 3.15～4.15 | ≤1.00 | ≤0.50 | ≤0.50 | ≤0.015 | ≤0.015 | | — |
| 6 | H10276 | NS3304 | ≤0.010 | 14.5～16.5 | 余量 | 4.0～7.0 | 15.0～17.0 | 3.0～4.5 | — | -- | -- | -- | ≤2.50 | ≤0.08 | ≤1.00 | ≤0.030 | ≤0.015 | V≤0.35 | |

7.2 制造方法

本章节对冶炼、管坯、无缝管制造给出细化规定。

7.3交货状态

本章节规定“合金管应按冷作硬化态交货，代号“CH”。”

7.4 力学性能

7.4.1本章节参考GB/T 37614加严提出屈服强度、抗拉强度、断后伸长率、平均硬度指标以保证管材服役性能和加工要求。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 组别 | 统一数字代号 | 材料牌号 | 钢级 | 交货状态 | 屈服强度b Rp0.2/MPa | | 抗拉强度Rm/MPa | 断后伸长率a A/% | 平均硬度值/HRC |
| 最小值 | 最大值 | 最小值 | 最小值 | 最大值 |
| 1 | H08028 | NS1404 | 110 | CH | 758 | 965 | 793 | 11 | 33 |
| 125 | CH | 862 | 1000 | 896 | 10 | 35 |
| H08535 | NS1405 | 110 | CH | 758 | 965 | 793 | 11 | 33 |
| 125 | CH | 862 | 1000 | 896 | 10 | 35 |
| 2 | H08825 | NS1402 | 110 | CH | 758 | 965 | 793 | 11 | 35 |
| 125 | CH | 862 | 1000 | 896 | 10 | 35 |
| H06985 | NS3403 | 110 | CH | 758 | 965 | 793 | 11 | 35 |
| 125 | CH | 862 | 1034 | 896 | 10 | 37 |
| H06625 | NS3306 | 110 | CH | 758 | 965 | 793 | 11 | 35 |
| 125 | CH | 862 | 1034 | 896 | 10 | 37 |
| H10276 | NS3304 | 110 | CH | 758 | 965 | 793 | 11 | 35 |
| 125 | CH | 862 | 1034 | 896 | 10 | 37 |
| 140 | CH | 965 | 1103 | 1000 | 9 | 38 |
| a  式中：  A—标距为50.8 mm时的最小伸长率，以百分数表示； S—拉伸试样的横截面积，单位为平方毫米(mm2)，根据规定外径或试样的名义宽度和规定壁厚计算，圆整到最接近的10 mm2。S值取计算值或490 mm2 中较小者。 | | | | | | | | | |
| b 经供需双方协商，可采用其他值。 | | | | | | | | | |

7.4.2 冲击性能

为保证管材服役安全性，增加低温冲击要求。本章节给出接箍毛坯全尺寸试样最小吸收能量、油套管的全尺寸试样最小吸收能量计算公式和相关要求。

7.4.3 压扁试验

本章节给出完整性试验内容。

7.4.4硬度

本章节给出硬度试验方法，满足油井管采购测试要求。

7.5晶间腐蚀

本章节参考用户采购技术规范，增加了晶间腐蚀要求。

7.6硫化氢应力腐蚀开裂试验

本章节考虑井下服役环境，容易发生氢脆，增加相关检测。

7.7 金相组织

本章节考虑组织控制要求，新增钢管实际晶粒度显微组织检测及规定。要求“a) 显微组织中晶界处应无连续的析出相；b) 金属间相、氮化物和碳化物总含量应不超过1.0%；σ相应不超过0.5%。”

7.8 非金属夹杂物

本章节考虑钢管纯净化要求，避免钢管在服役过程因夹杂物影响在氢元素聚集导致开裂，新增非金属夹杂物控制指标。

7.9贫Cr检验

参照ISO 13680:2010 标准要求，对冷加工后的成品管采用 EDX 方法进行内外表面贫Cr检测是客户要求。

7.11表面质量

本章节在参考GB/T 37614有关规定的基础上，细化表面质量要求。

8. 试验方法

8.1 管材的化学成分分析方法按GB/T 38939或通用的方法进行，但仲裁分析时应按GB/T 223.11、GB/T 223.13、GB/T 223.16、GB/T 223.18、GB/T 223.21、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.42、GB/T 223.43、GB/T 223.58、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.62、GB/T 223.68、GB/T 223.72、GB/T 223.79、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 223.9等方法进行。

8.2 钢管的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法应符合下表的规定。

表 检验项目、取样数量、取样方法及试验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样方法 | 试验方法 |
| 1 | 成分分析 | 每批取1个试样 | GB/T 20066 | 8.1 |
| 2 | 拉伸试验 | 每批取1个试样 | GB/T 2975 | 7.4.1、GB/T 228.1 |
| 3 | 硬度试验 | 每批取1个试样 | GB/T 2975 | 7.4.2、GB/T 230.1 |
| 4 | 冲击试验 | 每批取2个试样 | GB/T 229 | 7.4.3、GB/T 229 |
| 5 | 压扁试验 | 每批取2个试样 | GB/T 246 | 7.4.4、GB/T 246 |
| 6 | 晶间腐蚀试验 | 每批取3个试样 | GB/T 4334 | GB/T 4334 |
| 7 | 硫化氢应力腐蚀开裂试验 | 首次生产每种规格取1组试样 | GB/T 4157 | GB/T 4157 |
| 8 | 晶粒度 | 每批取1个试样 | GB/T 6394 | GB/T 6394 |
| 9 | 显微组织检验 | 每批取1个试样 | GB/T 13298 | 7.6.2、GB/T 13298 |
| 10 | 非金属夹杂物检验 | 每批取1个试样 | GB/T 10561 | 7.6.3、GB/T 10561 |
| 11 | 贫铬试验 | 每批取1个试样 | GB/T 13298 | 7.6.4、GB/T 13298 |
| 12 | 液压试验 | 逐根 | - | 7.7、GB/T 241 |
| 13 | 超声检验 | 逐根 | - | GB/T 5777-2019、GB/T 20490、GB/T 11344 |
| 14 | 渗透检测 | 仅修磨或机加工区域 | - | NB/T 47013.5-2015 |

1. 检验规则及包装、标志和质量证明书

本章节参照GB/T 37614的有关规定。

六、标准的应用领域

本文件规定了石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管的订货内容、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。适用于H2S分压大于0.0003MPa的服役条件下油井管用镍基合金无缝管（以下简称“管材”），也适用于与合金管配套使用的接箍坯料、接箍材料、短节和附件材料等。同时，结合下游对石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管的特殊需要，对技术参数进行了优化设计和补充，对下游行业的基础材料采购、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，为石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管制造领域提供基础材料保障，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，能够为我国钢铁产业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基础材料产品的升级需要，引导双方形成合力，共同助力我国钢铁行业快速发展。

七、标准属性

本文件属于钢铁行业团体标准。

《石油天然气工业油气井套管或油管用铁镍基及镍基合金无缝管》标准编制工作组

2024年11月