
《耐 H₂S 腐蚀专用稀土油套管》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。由内蒙古包钢联股份有限公司、冶金工业规划研究院等单位共同参与起草，计划于 2019 年前完成《耐 H₂S 腐蚀用稀土油套管》标准的制定工作。

二、制定本标准的目的和意义

目前易开采的油气资源逐步萎缩，为满足油气需求量的逐年提高，油气天然气的开采呈现向深海、沙漠、南北极地区及含硫化氢、二氧化碳等强腐蚀性介质等环境条件更加苛刻的油气田发展的趋势。随着开采设备工况越来越恶劣，油气田对高钢级、高抗腐蚀、耐低温、耐高温领域系列油井管的需求不断加大。

在油气田开发过程中，腐蚀是自始至终存在的严重问题，不仅能够给油田造成巨大的经济损失，也极易带来灾难性后果，据统计仅采油工业每年因腐蚀而损耗的金属达到总使用量 18%，长庆油田因腐蚀造成的直接经济损失每年达到千万级别，H₂S 是油气开采过程中较为常见的腐蚀性物质，包钢具有较为丰富的稀土资源，通过向钢水中加入稀土元素，能够提升油气管坯钢的耐 H₂S 腐蚀能力，现行《油气天然气工业 油气井套管或油管用钢管》（GB/T 19830-2017）为基础性通用标准，不能代表耐 H₂S 腐蚀领域稀土油套管产品的优异产品性能，同时存在技术指标适用性较差现象。制定本标准能够填补现有标准空白，满足耐 H₂S 腐蚀专用稀土油套管的生产需要，增强标准适用性。

三、标准编制过程

2019年3月~2019年4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；

2019年4月：中国特钢企业协会发布了项目计划；

2019年5月~6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。

2019年6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，形成了征求意见稿并发出征求意见。

2019年7~8月：完成征求意见处理、形成标准送审稿；

2019年8~9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；

2019年9月：完成该标准发布、实施。

四、标准编制原则

充分考虑油气开采行业的发展趋势以及对油气套管的需求情况，通过标准化实现钢材产品高质量发展，保障油气开采领域产品安全耐腐蚀性需求，展现钢铁行业发展水平。本标准以满足油气开采耐H₂S腐蚀产品的需要和发展为前提，向其中添加稀土元素，提高产品使用寿命，体现目前国内耐腐蚀性油气套管的高质量，提高标准的市场适应能力；通过对耐H₂S腐蚀产品的研究，充分满足油气开采用管的实际需求，确定耐H₂S腐蚀专用稀土油套管的各项技术指标，充分考虑彼此之间的联系和影响。

五、标准的研究思路及内容

（一）编制思路

《耐H₂S腐蚀专用稀土油套管》标准的设计与编制主要以问题与

需求为导向，切实从油气开采领域需要出发，进一步细化、补充和完善用于油气开采产品的专用技术指标，增强原料生产企业对下游用户的服务意识，强化细分领域标准的指导意义。通过制定科学、合理、全面、可操作的标准，助力油气开采向安全、耐蚀、抗疲劳的高质量方向发展。

（二）标准技术框架

本标准包含以下部分

前 言

引言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语、定义、符号和缩略语

4 牌号表示方法

5 订货内容

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

7 技术要求

8 试验方法

9 检验规则

10 包装、标志及质量证明书

（三）标准技术内容

1. 范围

本标准规定了抗 H₂S 腐蚀用稀土套管和油管的术语、定义、符号和缩略语、牌号表示方法、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。

本标准适用于 H₂S 腐蚀环境的无缝套管和油管（以下简称油套管），也适用于与油套管配套使用的接箍、接箍料等。

在本标准中没有规定的内容按最新版的 GB/T 19830 中第 2 组产品对应钢级要求执行。

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、定义、符号和缩略语

GB/T 19830 确定的术语、定义、符号和缩略语适用于本标准。

4. 牌号表示方法

本章节针对添加稀土元素的耐 H₂S 腐蚀专用稀土油套管提出牌号表示方法要求，并给出具体示例。

5. 订货内容

本章节对订货的合同或订单内容提出要求，具体内容如下所示：

- a) 标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号；
- d) 尺寸规格及精度；
- e) 交货重量或数量；
- f) 交货状态；
- g) 其他特殊要求。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

油管管的尺寸、外形、重量、允许偏差及表面质量应符合 GB/T 19830 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可提供其他规格、

精度及重量的油套管。

7 技术要求

7.1 本章节对各钢级油套管的化学成分以及允许偏差提出了具体要求，分别如下所示。

7.1.1 油套管的钢级和化学成分（熔炼分析和成品分析）应符合表 1 的规定。

表 1 化学成分（熔炼分析）

单位： %

牌号	化学成分（质量分数）不大于									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Cu	Ni	RE*
RE-80S、RE1-80S RE-80SS、RE1-80SS	≤ 0.35	≤ 0.45	≤ 1.2	≤ 0.020	≤ 0.010	≤ 1.50	≤0.50	≤ 0.25	≤ 0.50	0.0005 ~0.0030
RE-90S、RE1-90S RE-90SS、RE1-90SS	≤ 0.35	≤ 0.45	≤ 1.2	≤ 0.020	≤ 0.010	≤ 1.50	0.25~0.85	≤ 0.25	≤ 0.50	0.0005 ~0.0030

注：* RE 元素加入量，按钢水重量的百分比计算。

7.1.2 中提出油套管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

7.2 冶炼方法中要求采用转炉或电炉冶炼，并经炉外精炼，或更优的冶炼方法。采用铁矿共伴生稀土矿生产铁水或者在冶炼过程中添加稀土元素。

7.3 管坯的制造方法章节中明确提出“油套管和接箍应采用无缝轧制工艺制造。”

7.4 交货状态章节中，本标准要求油套管以热处理状态交货。

7.5 本标准制定了热处理与矫直章节，并提出“油套管应按下表规定进行全管体全长热处理。在最终热处理后，不应进行冷加工。经供需双方协商，并在合同中注明，也可采用其他方式进行热处理及矫直。”

表 2 热处理工艺及矫直

钢级	热处理		矫直
	热处理工艺	最低回火温度℃	
RE-80S 、 RE1-80S	Q	566	不允许冷矫直，热矫直温度应在 500℃以上。
RE-80SS 、 RE1-80SS	Q	566	
RE-90S 、 RE1-90S	Q	621	
RE-90SS 、 RE1-90SS	Q	621	

7.6 力学性能

7.6.1 本章节中本标准结合油套管规定厚度、允许硬度变化等指标提出油套管的屈服强度、抗拉强度、硬度等性能要求，油套管的室温拉伸性能应符合下表的规定。断后伸长率应符合 GB/T 19830 中相应钢级的要求。具体指标如下表所示。

表 3 室温拉伸性能要求

牌号	屈服强度 $R_{t0.5}$ MPa		抗拉强度 /MPa	硬度 max		规定壁厚 mm	允许硬度变化 HRC
	min	max	min	HRC	HBW		
RE-80S RE1-80S RE-80SS RE1-80SS	552	655	655	23.0	24.1	-	-
RE-90S RE1-90S RE-90SS RE1-90SS	621	724	689	25.4	25.5	≤12.70	3.0
12.71-19.04						4.0	
19.05-25.39						5.0	
≥25.4						6.0	

7.6.2 硬度试验章节中，本标准要求油套管进行全壁厚硬度试验，并给出全壁厚上的硬度试验位置。同时对每个象限的平均硬度值提出如上表所示的具体规定。

7.7 冲击试验

7.7.1 本标准中要求各钢级油套管接箍应在 0℃ 下进行冲击韧性

试验。试验程序及方法按照 GB/T 19830 要求执行，最少剪切面积应达到 75 %。

7.7.2 试验温度应为 0℃。本标准中各钢级油套管的全尺寸夏比 V 型缺口冲击吸收能应符合表 4 规定。当钢管壁厚较薄而采用小尺寸试样时，夏比 V 型缺口冲击吸收能应根据表 5 进行相应的折减。当由于钢管外径或壁厚因素无法加工 1/2 小尺寸纵向试样时，可不进行冲击试验，但应加严钢管的硫含量控制。

7.7.3 冲击试样的取向与尺寸的优先选择顺序见表 6。

通用性标准 GB/T 19830 中则主要针对取样位置、试验方法、试验有效性方面提出要求，并没有提出具体指标要求，本标准在通用性标准基础上进行了指标量化，便于生产企业进行采用。

表 4 全尺寸最低吸收能要求

取样部位	全尺寸最低吸收能 J	
	取样方向	
	横向	纵向
套管管体	50	100
接箍	50	100

表 5 适用尺寸冲击试样和吸收能降低系数

试样规格	试样尺寸 mm	降低系数
全尺寸	10.0×10.0	1.00
3/4 尺寸	10.0×7.5	0.80
1/2 尺寸	10.0×5.0	0.55

表 6 试样取向和规格序列

选择顺序	方向	规格
第 1	横向	全尺寸
第 2	横向	3/4 尺寸
第 3	横向	1/2 尺寸
第 4	纵向	全尺寸
第 5	纵向	3/4 尺寸

第 6	纵向	1/2 尺寸
注：对于不足以选取 1/2 尺寸的试样，可不进行冲击试验。		

7.8 淬透性章节中，提出“油套管可按照不同规格、质量、化学成分、奥氏体化及淬火方式组合生产，测定淬透性的全壁厚硬度试验应在每一个生产流程的淬火后、回火前的产品管体上进行。”并针对各钢级油套管提出平均硬度值计算公式。

7.9 静水压试验章节中，本标准提出“油套管应在最终热处理后进行全长度范围的静水压试验，在全压试验状态下油套管应至少保持 5s，同时不发生渗漏现象。”的具体要求，并给出标准静水压试验压力公式。

7.10 硫化物应力腐蚀开裂试验章节中，本章节主要参照 GB/T 4157 中方法 A 进行试验，并针对采用 A 溶液测得的抗硫化物应力腐蚀开裂性能提出试样直径、加载载荷和最小承载时间的具体指标要求，并细化了加载载荷的应力范围；通用性标准 GB/T 19830 中则主要指导试验方法，试验、复验要求、试样选取位置以及试验溶液等方面提出要求，具体指标对比如下表所示。

表 7 抗硫化物应力腐蚀开裂标准指标对比情况

钢级	试样直径 mm	加载载荷 MPa	最小承载时间 h
RE-80S 、 RE1-80S	3.81	77% YSmin	720
RE-80SS 、 RE1-80SS	3.81	82% YSmin	720
RE-90S 、 RE1-90S	3.81	77% YSmin	720
RE-90SS 、 RE1-90SS	3.81	82% YSmin	720
RE-80S 、 RE1-80S	6.35	85%YSmin	720
RE-80SS 、 RE1-80SS	6.35	90%YSmin	720
RE-90S 、 RE1-90S	6.35	85%YSmin	720
RE-90SS 、 RE1-90SS	6.35	90%YSmin	720

注：应采用全尺寸光滑试样进行拉伸试验，因油套管规格限制可采用小尺寸光滑试样，具体尺寸要求应

符合 GB/4157 标准中相关规定。

7.11 晶粒度章节中要求参照 GB/T 19830 中相关规定执行。

7.12 无损检验章节要求油套管产品 GB/T 19830 中相关要求进行无损检验。并针对各钢级油套管提出具体检测方法和验收等级，具体要求如下表所示。

表 8 无损检测方法

产品	钢级	外观检验	壁厚验证	超声检测	漏磁检测	磁粉检验 ^a
管体 ^a	所有钢级	R	R	C	R	R
管端盲区	所有钢级	R	R	C	-	R
接箍毛坯	所有钢级	R	R	A	A	A

R——要求检验；A——应使用一种方法或几种方法结合；C——应使用超声方法检验内、外表面。

^a 所有钢级油套管最终都应采用超声波的方法检验内、外表面缺陷。

表 9 验收（检验）等级

材料	钢级	外表面缺陷		内表面缺陷	
		纵向	横向	纵向	横向
管体	所有钢级	L2	L2	L2	L2
接箍毛坯	所有钢级	L2	L2	-	-

注：Lx——验收（检验）等级。

7.12 通径要求章节中提出油套管应进行全长度范围的通径检验。并针对通径棒尺寸（长度和直径）提出如下表所示的具体要求。

表 7 通径棒尺寸

产品和代号 1		通径棒最小尺寸	
		长度	直径
套管	<9-5/8	152	d-3.18
	≥9-5/8~≤13-3/8	305	d-3.97
	>13-3/8	305	d-4.76
油管	≤2-7/8	1067	d-2.38
	>2-7/8≤8-5/8	1067	d-3.18
	>8-5/8<10-3/4	1067	d-3.97

8 试验方法

本章节针对油套管的试验项目、取样数量、试验方法应符合表 11 的规定。取样位置以及试验结果评价等指标应符合 GB/T 19830 中相应钢级 PSL2 的等级规定。试验项目、试验数量和试验方法要求如下表所示。

表 8 取样部位与试验方法

序号	检验项目	取样数量	试验方法
1	化学成分（熔炼分析）	每炉 1 个试样	GB/T 223、GB/T 4336
2	化学成分（成品分析）	每炉 2 个试样	
3	力学性能	GB/T 19830	GB/T 228
4	硬度	每批 2 个试样	GB/T 19830
5	冲击试验	每批 1 组试样	GB/T 229
6	淬透性试验	每一生产流程 1 个试样	SY/T 6857.1
7	静水压试验	逐根	GB/T 19830
8	硫化物应力腐蚀开裂试验	每炉 1 组三个试样	GB/T 4157
9	晶粒度	每批 1 个试样	GB/T 6394
10	无损检测	逐根	GB/T 19830
11	通径要求	逐根	GB/T 19830
12	表面质量	逐根	目视
13	外形、尺寸	逐根	卡尺、千分尺、塞尺

注：接箍的成品分析、拉伸试验、冲击试验、全壁厚硬度试验和硫化物应力腐蚀开裂试验等实验项目在接箍毛坯上进行。

9. 检验规则

本章节针对检查和验收、组批规则、复验和判定等三个方面提出具体要求。

9.1 检查和验收章节中提出“油套管的检查由供方进行，需方有权对本标准或合同中所规定的任一检验项目进行检查和验收。”

9.2 组批规则中提出“每批油套管应由同一钢级、同一炉号、同一规格、同一热处理制度的油套管组成。对于外径 $\leq 4-1/2$ "，油套管的每批数量应不大于 200 根，接箍毛坯的每批数量应不大于 100 根。

对于外径 $>4\text{-}1/2$ "，油套管的每批数量应不大于 100 根，接箍毛坯的每批数量应不大于 50 根。”

9.3 复验与判定中分别提出化学成分、拉伸实验、冲击试验、硬度试验、硫化物应力腐蚀开裂试验的具体要求。

9.3.1 化学成分章节，明确提出“复验用试样的取法应与规定的产品分析取样方法相同。若复验用两个试样符合规定要求，则除最初分析不合格的产品外，该炉钢制造的其余油套管合格。若一个或两个复验用试样不符合规定要求，则由油套管生产商选择，或该炉钢制造油套管报废，或将剩余的油套管逐根检验。逐根检验任一炉的剩余油套管时，只检验不合格的元素或需要检验的元素。”的具体要求。

9.3.2 拉伸试验章节，明确提出“若代表一批油套管的拉伸试验不符合规定要求，则可从同一批油套管中另取 3 根进行复验。若 3 根油套管的复验结果都符合要求，则除最初取样的那根油套管外，该批油套管合格。若最初的一个以上试样或复验一个或多个试样结果不符合规定要求，则油套管生产商可选择将该批剩余管子逐根进行试验，或将该批重新热处理，并作为新的批次进行试验。”的具体要求。

9.3.3 冲击试验章节，明确提出“若一个以上试样的结果低于规定最低吸收能要求，或一个试样的结果低于规定最低吸收能要求的 $2/3$ ，则应从同一件油套管上另取三个试样进行复验。复验的每一个试样冲击吸收能都应不小于规定最低吸收能要求，否则应拒收该件产品。若复验试验中有一根或多根不符合规定要求，则油套管管生产商可选择将该批剩余油套管逐根进行试验，或将该批重新热处理，并作为新的批次进行试验。”的具体要求。

9.3.4 硬度试验章节中明确提出对于 RE-80S/SS、RE1-80S/SS 钢

级产品，若代表一批的全壁厚硬度试样结果不符合规定要求，则制造厂可选择从同一批另取两件产品，在与初次取样的同一端取样进行复验。若所有复验试样符合要求，则除初次试验不合格的那一件外，该批可接收。若复验中一个或多个试样不符合规定要求，则制造厂可选择对该批剩余产品逐件试验或整批拒收。

对于 RE-90S/SS、RE1-90S/SS 钢级，若任何平均硬度值落在 25.4 HRC 与 27.0 HRC 之间（包括 27.0 HRC），则应在紧邻区域另打三个压痕，得到一个新的平均硬度值。若该新的平均硬度值不超过 25.4 HRC，则该产品应可接收。若新的平均硬度值超过 25.4 HRC，则该产品应拒收。

9.3.5 硫化物应力腐蚀开裂试验章节中，提出“若最初的试样中只有一个不符合要求，则可进行复验。若最初的试样中有一个以上不符合要求，则该批应拒收。复验可在该产品靠近最初试验不合格的试样取样区域另取的两个试样上进行。若复验的任何一个试样不符合要求，则该批应拒收。拒收的批次产品可重新热处理，并作为新的批次进行试验。”的具体要求。

10. 包装、标志及质量证明书

本章节中要求“油套管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 19830 的规定。”

六、标准的应用领域

本标准确立了耐 H₂S 腐蚀专用稀土油套管的范围、术语、定义、符号和缩略语、订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求以及检验规则等，适用于耐 H₂S 腐蚀专用稀土油套管的生产和质量管控。同时，结合使用环境的特殊需要，对技术参数进行了优化设计和

规定，对油气开采行业的发展提供支撑，有助于油气开采产业链的协同与融合。本标准的实施，顺应了我国钢铁工业由高速度发展向高质量发展的整体趋势，为保障我国油气开采的安全性以及复杂工况下的开采效率提供有力支撑，使原料生产企业和下游用户对油气开采用套管产品的各参数指标有了清晰的了解，引导双方形成合力，共同助力我国油气开采行业向安全高效发展。

七、标准属性

本标准属于钢铁行业团体标准。

《耐 H₂S 腐蚀用稀土油套管》标准编制工作组

2019 年 8 月