

《低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管》团体标准编制 说明

一、任务来源

贯彻落实国务院出台的《深化标准化工作改革方案》中发展壮大团体标准的有关要求，制定满足市场和创新需要的团体标准，落实国家关于钢铁行业高质量发展的政策导向，满足生产企业和下游用户对低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管产品标准的实际需求，提出《低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管》团体标准制定项目。

本标准由中国特钢企业协会提出并归口。由天津钢管制造有限公司、靖江特殊钢有限公司、江阴华润制钢有限公司、达力普控股有限公司、鲁丽集团山东磐金钢管制造有限公司、中国石油物资公司、中国石化物资装备部、冶金工业规划研究院等起草，并共同参与前期研究、调研和标准的编制、修改、技术数据验证以及标准推广等工作。

二、制定本标准的目的和意义

CO₂ 腐蚀是石油天然气开采中普遍存在的腐蚀形式，特别是在水介质中，CO₂ 可造成钢材较高的腐蚀速率和严重的局部腐蚀，使得井下管柱发生腐蚀穿孔甚至断裂落井，带来很多安全隐患，造成了严重经济损失。我国油气田中的 CO₂ 腐蚀破坏从 20 世纪 80 年代中期逐步凸显，如华北油田含水量高、伴生气中 CO₂ 含量高，造成

严重的 CO₂ 腐蚀；塔里木油田由于深井及超深井开发中含有一定量 CO₂，CO₂ 腐蚀十分严重；川东、长庆、吉林、中原等油田均发生过因 CO₂ 腐蚀而导致的油气井报废。未来随着深层油气开采不断增多，深层油气伴生 CO₂ 对钢材的腐蚀已成为石油天然气工业发展的重要课题，对油气开采用油套管的耐 CO₂ 腐蚀能力及综合性能提出了越来越高的要求。

国际上油套管产品多参照执行美国石油协会（API）制定的《套管及油管规范》（API 5CT），国内标准则以《石油天然气工业 油气井套管或油管用钢管》（GB/T 19830-2017）为主，国家标准的主要技术内容与 API 标准保持一致，未能对抗二氧化碳腐蚀用无缝油管和套管提出针对性技术指标要求。近年来，随着我国油气开采中深井、超深井逐渐增多，耐 CO₂ 腐蚀成为了油套管产品愈发普遍的特殊质量要求，然而现行 API 标准、国家标准均未对耐 CO₂ 腐蚀油套管产品进行规定。为解决行业内缺少耐二氧化碳腐蚀油套管专用领域产品标准缺失问题，开展本团体标准制定工作。计划在标准中进一步细化油套管产品耐二氧化碳腐蚀的性能指标和试验要求，对油套管内部组织、晶粒度等提出更高具体要求，保障油套管产品的性能和使用安全。

三、标准编制过程

天津钢管制造有限公司、靖江特殊钢有限公司、江阴华润制钢有限公司、达力普控股有限公司、鲁丽集团山东磐金钢管制造有限公司、中国石油物资公司、中国石化物资装备部、冶金工业规划研

究院等等单位共同承担了《低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管》团体标准的编制工作，共同组建了该团体标准起草小组，明确各自的责任和分工并开展工作。在《低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管》标准制定过程中，起草小组认真查阅有关资料、收集相关数据信息，结合国内外低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管生产情况，产品下游用户对低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管的性能要求，进行本团体标准的编制工作。

主要编制过程如下：

2020 年 6 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。

2020 年 8 月，团标委正式下达《低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管》团体标准立项计划（2020 年第六批）。团体标准立项后，天津钢管制造有限公司、靖江特殊钢有限公司、江阴华润制钢有限公司、达力普控股有限公司、鲁丽集团山东磐金钢管制造有限公司、中国石油物资公司、中国石化物资装备部、冶金工业规划研究院等相关人员组成了标准起草组，提出了标准编制计划和任务分工，并开始标准编制工作。

2020 年 8 月~9 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。

2020 年 9 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。

2020年 月：形成征求意见稿并发出征求意见。

2020年 月：完成征求意见处理、形成标准送审稿。

2020年 月：完成该标准审定会，根据审定意见修改。

2020年 月：完成标准报批稿，上报中国特钢企业协会审批。

四、标准编制原则

一是满足用户使用需要的原则。力争达到“科学、合理、先进、实用”。二是实践标准供给侧改革的原则。争取实现团体标准的“及时性”、“先进性”和“市场性”的要求。三是技术创新的原则。在与国家标准体系协调一致的基础上，在标准结构、内容及主要技术指标等方面进行技术创新，在标准中充分体现新产品的技术特点。

五、主要技术内容

（一）标准编写格式

标准内容符合 GB/T 1.1-2020 的规定。

本文件规定了低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀油套管和油管用无缝钢管的术语和定义、钢级表示方法、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。

（二）关于适用范围

本文件适用于制造中度或轻度 CO₂ 腐蚀环境情况下套管和油管用的管体和接箍坯料（以下简称钢管）。

（三）关于术语和定义

GB/T 19830 界定的术语和定义适用于本文件。

（四）关于钢级表示方法

钢级由代表规定材料的最小屈服强度值（英制单位：ksi）和钢中铬含量的平均值（以百分之几计）组成。

示例 1：80-1Cr。其中：

80——材料规定最小屈服强度值为 80 ksi；

1Cr——钢中平均铬含量为 1.00 %。

示例 2：110-9Cr。其中：

110——材料规定最小屈服强度值为 110 ksi；

9Cr——钢中平均铬含量为 9.00 %。

（五）关于订货内容

按本文件订货的合同或订单应提供下列信息：产品名称、本标准编号、钢级、尺寸外形、重量（或数量）、其他特殊要求。

（六）关于尺寸、外形、重量及允许偏差

钢管的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合 GB/T 19830 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可提供其他尺寸的钢管。

（七）关于技术要求

1. 牌号和化学成分

钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表 1 的规定。根据需方要求，也可供应其他化学成分要求的钢管。钢管的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

本标准给出的牌号和化学成分均为国家标准中未规定的，详见下表。

钢级	化学成分（质量分数）/ %								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu

80-1Cr 95-1Cr 110-1Cr	≤ 0.35	≤0.45	0.60~0.80	≤0.020	≤ 0.010	0.90~1.25	0.15~0.25	≤0.25	≤0.20
80-3Cr 95-3Cr 110-3Cr	≤ 0.30	≤0.45	0.50~0.70	≤0.020	≤ 0.010	3.00~3.50	0.30~0.50	≤0.25	≤0.20
80-5Cr 95-5Cr 110-5Cr	≤ 0.15	≤0.50	0.30~0.50	≤0.020	≤ 0.010	4.50~6.00	0.45~0.60	≤0.25	≤0.20
80-9Cr 95-9Cr 110-9Cr	≤ 0.15	≤0.50	0.30~0.60	≤0.020	≤ 0.010	8.50~ 10.00	0.90~1.10	≤0.25	≤0.20

2. 制造方法

钢应采用转炉或电弧炉冶炼，并经炉外精炼。管坯采用连铸或热轧（锻）方法制造，钢锭也可直接用做管坯。钢管应采用热轧（挤压、扩）或冷拔（轧）无缝方法制造。需方指定某一制造方法时，应在合同中注明。

3. 交货状态

钢管以调质状态交货。

4. 力学性能

钢管的室温拉伸性能应符合表 2 的规定。

钢级	规定总延伸率 %	屈服强度 R_e/MPa	抗拉强度 R_m/MPa	断后伸长率 A/%
80-1Cr 80-3Cr 80-5Cr 80-9Cr	0.5	552~758	≥689	应符合 GB/T 19830 中 N80 钢级的要求。
95-1Cr 95-3Cr 95-5Cr 95-9Cr	0.5	655~862	≥724	应符合 GB/T 19830 中 R95 钢级的要求。
110-1Cr 110-3Cr 110-5Cr 110-9Cr	0.6	758~965	≥862	应符合 GB/T 19830 中 P110 钢级的要求。

管体和接箍毛坯应进行夏比 V 型缺口冲击试验，试验温度应为 0℃。所有钢级的试样取向、尺寸和最低吸收能要求应符合表 3 规

定。

钢级	取样部位	试样取向、尺寸和最低吸收能 ^{a,b}
80-1Cr 80-3Cr 80-5Cr 80-9Cr	管体	应符合GB/T 19830中N80钢级的管体要求
	接箍坯料	应符合GB/T 19830中N80钢级的接箍坯料要求
95-1Cr 95-3Cr 95-5Cr 95-9Cr	管体	应符合GB/T 19830中R95钢级的管体要求
	接箍坯料	应符合GB/T 19830中R95钢级的接箍坯料要求
110-1Cr 110-3Cr 110-5Cr 110-9Cr	管体	应符合GB/T 19830中P110钢级的管体要求
	接箍坯料	应符合GB/T 19830中P110钢级的接箍坯料要求
^a 应选择尽可能大的试样尺寸。当不足以选取10.0mm×5.0mm 试样时，可不进行冲击试验。		
^b 试样取向和尺寸的序列、试验结果的评价应符合GB/T 19830的规定。		

5. 无损检验

钢管应按照 GB/T 5777 规定的方法逐支进行内、外表面纵向和横向缺欠的超声波检验，验收等级为 U2/C。

对于接箍坯料除进行上述的超声波检验外，还应采用超声压缩波技术从外表面进行全管体、全长缺欠的检验和标识，参考缺陷应为 GB/T 19830 规定的内表面上的 6.4 mm 平底圆孔，其最小覆盖范围应为所检表面的 100 %。

含缺欠钢管的处置应符合 GB/T 19830 的规定。

6. 通径试验

管体应逐支进行通径试验，标准通径规尺寸见表 4。

规格代号		标准通径规最小尺寸 mm	
		长度	直径
用作套管的管体	<9-5/8	152	d-3.18
	≥9-5/8~≤13-3/8	305	d-3.97
	>13-3/8	305	d-4.76
用作油管的管体	≤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

7. 静水压试验

管体应在最终热处理后进行全长静水压试验，全压试验状态保持时间不少于 5 秒。试验压力要求应符合表 5 的规定。

钢级	静水压试验压力要求
80-1Cr 80-3Cr 80-5Cr 80-9Cr	应符合GB/T 19830中N80钢级的静水压试验压力要求
95-1Cr 95-3Cr 95-5Cr 95-9Cr	应符合GB/T 19830中R95钢级的静水压试验压力要求
110-1Cr 110-3Cr 110-5Cr 110-9Cr	应符合GB/T 19830中P110钢级的静水压试验压力要求

8. 表面质量

钢管应按照 GB/T 13680 规定的方法在最终热处理后逐支进行内、外表面检验。检验方法和缺欠的处置应符合 GB/T 19830 的规定。

9. 抗 CO₂ 腐蚀试验

当用户要求，并在合同中注明时，应由供方选择适当的方法进行高压釜试验以检验抗 CO₂ 腐蚀性能，合格指标由供需双方协商。推荐的试验做法是在溶液 A (Cl^- :20000 mg/L、 SO_4^{2-} :2000 mg/L、 HCO_3^- :1000 mg/L、 CO_3^{2-} :50 mg/L、其余为 $Na^+ + K^+$) 和溶液 B (Cl^- :20000 mg/L、 SO_4^{2-} :5000 mg/L、 HCO_3^- :1000 mg/L、 CO_3^{2-} :50 mg/L、 Ca^{2+} :61000、 Mg^{2+} :5600 mg/L、其余为 $Na^+ + K^+$) 中进行动态和静态试验。

10. 标记

除非合同另有规定，钢管漆印内容和顺序应参照 GB/T 19830 的

规定执行。除非合同另有规定，管体应按照表 6 的规定标记钢级色标。

（八）关于试验方法

钢管的化学成分试验方法应按 GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.12、GB/T 223.19、GB/T 223.26、GB/T 223.54、GB/T 223.59、GB/T 223.64、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 20123、GB/T 20125 或通用方法的规定进行，但仲裁时应按 GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.12、GB/T 223.19、GB/T 223.26、GB/T 223.54、GB/T 223.59、GB/T 223.64、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定进行。

检验项目、取样数量、取样方法及试验方法应符合表 7 规定。

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）	1 个/炉	GB/T 20066	见 8.1
2	化学成分（成品分析）	1 个/炉	GB/T 20066	见 8.1
3	拉伸试验	2 个/批	任一根钢管，GB/T 2975	GB/T 19830、GB/T 228.1
4	冲击试验	2 个/批	任一根钢管，GB/T 2975	GB/T 19830、GB/T 229
5	静水压试验	逐根	—	GB/T 19830
6	超声波检验	逐根	—	GB/T 19830、GB/T 5777
7	表面质量	逐根	—	目视
8	尺寸外形	逐根	—	合适的量具
9	抗 CO ₂ 腐蚀试验	供需双方协商	供需双方协商	T/CSTM 00127、7.9

（九）关于检验规则

1、检查和验收。钢管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。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。

2、组批规则。每批钢管应由同一钢级、同一炉号、同一规格、同一热处理制度的钢管组成。对于外径 $\leq 4-1/2"$ ，管子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 $>4-1/2"$ ，管子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。

3、复验和判定。钢管的复验和判定应符合 GB/T 19830 相应钢级（钢级对应关系同表 2、表 3）的规定。

4、数值修约。数值判定采用修约值比较法进行修约，修约规则应符合 GB/T 8170 的规定。

（十）包装、涂层防护和质量证明书

钢管的包装、涂层防护和质量证明书应符合 GB/T 19830 的规定。

六、与国内其它法律、法规的关系

制定本标准时依据并引用了国内有关现行有效的标准，也不违背国内其它行业标准、法律、法规及强制性标准的有关规定。

七、标准属性

本标准属于中国特钢企业协会团体标准。

八、标准水平及预期效果

该标准的制定能有效规范低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管的生产、销售和使用，对低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管产品的有序发展具有重要意义。同时该标准对产品的质量提升具有

意义，有利于促进下游产品的质量提升与推广应用，体现团体标准的引领作用。

九、贯彻要求及建议

本标准归口单位为中国特钢企业协会，经过审定报批后，由中国特钢企业协会发布。建议在对低 Cr 耐 CO₂ 腐蚀套管和油管用无缝钢管的生产、贸易和使用等相关单位进行宣贯执行。