

ICS 75.200; 77.140.75

E 16; H 48

备案号: 35153—2012

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6855—2012

含 H_2S/CO_2 天然气田集输管网 用双金属复合管

CRA lined or clad steel pipe for use in H_2S/CO_2 – containing
gas – gathering network

2012—01—04 发布

2012—03—01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 购方须知	2
4 术语和定义	3
5 制造工艺和材料	4
5.1 制造工艺	4
5.2 冷定径	6
5.3 热处理	6
5.4 制造工艺的确认和首批检验	6
6 材料要求与试验	6
6.1 耐蚀合金层材料及其化学成分	6
6.2 耐蚀合金层熔炼分析	7
6.3 基管、耐蚀合金层与焊缝产品分析	7
6.4 复检分析	7
6.5 化学分析规程	7
6.6 基体钢管材料	7
7 力学性能和试验	10
7.1 总则	10
7.2 力学性能	10
7.3 拉伸试验	10
7.4 压扁试验	11
7.5 导向弯曲试验	11
7.6 断裂韧性试验	11
7.7 金相检测	12
7.8 硬度试验	12
8 特殊试验	12
8.1 双相不锈钢的铁素体/奥氏体比率	12
8.2 晶间腐蚀试验	12
8.3 结合强度要求与试验	12
9 基管的耐腐蚀性能要求与试验	12
9.1 总则	12
9.2 HIC/SWC 试验	12
9.3 SSC 试验	13

10 内管的耐蚀性能要求与试验	13
10.1 总则	13
10.2 SSC/SCC 试验	13
10.3 失重腐蚀试验	15
10.4 焊缝耐蚀性能试验	15
11 静水压试验	15
12 尺寸、重量和长度	16
13 无损检测	16
14 工艺质量、外观检验与缺陷修补	16
15 标识	16
16 文档	16
16.1 质量证明书	16
16.2 电子文档质量证明书	16
附录 A (资料性附录) 制造工艺规范 (MPS)	17
附录 B (资料性附录) 内衬复合管结合强度试验	19

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

凡本标准未叙及的条款及内容均按 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 的规定执行。

本标准由石油管材专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油集团石油管工程技术研究院、中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司、成都贝根管道有限责任公司。

本标准主要起草人：魏斌、白真权、方伟、李发根、姜放、王莘、王建军。

含 H_2S/CO_2 天然气田集输管网用双金属复合管

1 范围

本标准规定了石油和天然气行业输送含 H_2S/CO_2 天然气介质双金属复合管的材料、制造、试验、检验及相关要求。

本标准规定的产品公称直径从 25mm (1in) 至 2134mm (84in)。本标准适用于与含 H_2S/CO_2 天然气介质接触的地面采气和集气管线用复合管。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 4157 金属在硫化氢环境中抗特殊形式环境开裂实验室试验 (GB/T 4157—2006, NACE TM0177; 1996, MOD)

GB/T 8650 管线钢和压力容器钢抗氢致开裂评定方法 (GB/T 8650—2006, NACE TM0284; 2003, MOD)

GB/T 9711—2011 石油天然气工业 管线输送系统用钢管 (ISO 3183; 2007, MOD)

GB/T 18590 金属和合金的腐蚀 点蚀评定方法 (GB/T 18590—2001, ISO 11463; 1995, IDT)

GB/T 20972.1 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第1部分：选择抗裂纹材料的一般原则 (GB/T 20972.1—2007, ISO 15156-1; 2001, IDT)

GB/T 20972.2 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第2部分：抗开裂碳钢、低合金钢和铸铁 (GB/T 20972.2—2008, ISO 15156-2; 2003, MOD)

GB/T 20972.3 石油天然气工业 油气开采中用于含硫化氢环境的材料 第3部分：抗开裂耐腐蚀合金和其他合金 (GB/T 20972.3—2008, ISO 15156-3; 2003, MOD)

SY/T 6601 耐腐蚀合金管线钢管 (SY/T 6601—2004, API Spec 5LC; 1998, IDT)

SY/T 6623—2012 内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管规范 (API Spec 5LD; 2009, IDT)

API Spec 5L; 2007 管线钢管规范 (Specification for line pipe)

API Spec 5LD; 2009 内覆或衬里耐腐蚀合金复合钢管规范 (Specification for CRA clad or lined steel pipe)

ASME BPVC 2 锅炉和压力容器规范 第Ⅱ卷 材料 第C部分：焊条、电极和填充金属用规范 (ASME Boiler & Pressure Vessel Code 2—Section II; Materials—Part C; Specifications for welding rods, electrodes and filler metals)

ASTM A264 铬镍不锈钢复合板规范 (Standard specification for stainless chromium-nickel steel-clad plate)

ASTM A265 镍和镍基合金复合钢板规范 (Standard specification for nickel and nickel-base alloy-clad steel plate)

ASTM G39 弯梁应力腐蚀试验试样制备与使用标准做法 (Standard practice for preparation and

use of bent-beam stress-corrosion test specimens)

NACE TM 0171 金属在高温水中的高压釜腐蚀标准试验方法 (Standard test method—Autoclave corrosion testing of metals in high-temperature water)

NACE TM 0177 金属在硫化氢环境中抗硫化物应力开裂和应力腐蚀开裂实验室标准试验方法 (Standard test method—Laboratory testing of metals for resistance to sulfide stress cracking and stress corrosion cracking in H₂S environments)

NACE RP 0775 油田腐蚀试样的准备、安装、分析以及解释的标准推荐做法 (Standard recommended practice—Preparation, installation, analysis and interpretation of corrosion coupons in oilfield operations)

3 购方须知

在采购按本标准生产的内覆或衬里双金属复合管时, 购方应在订货合同中规定如下内容。

要求	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009, GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 (若注明)、本标准 (若未注明)
英制或米制钢管数量	按订货合同规定执行
复合管类型: 内覆或衬里	5.1
制造工艺	第5章
基管材料的钢级 (仅为 PSL2)	GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007, 表 H.1
内覆或衬里耐腐蚀合金材料	表2
基体钢管的公称直径	GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007, 表9
基体钢管的公称壁厚	GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007, 表9
内覆或衬里耐腐蚀合金层的最小壁厚	5.1
管端加工	GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007, 9.12

购方还应在订货合同中指明下列要求。

化学成分分析报告	第6章
耐腐蚀合金层的化学成分要求	表2及其注
抗点蚀指数 (如有要求)	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009, 6.1
耐腐蚀合金层和基管材料的力学性能	第7章
夏比冲击试验要求	7.6
落锤撕裂试验	7.6
耐腐蚀合金层结合强度试验	8.3
基管的耐腐蚀性能	第9章
内管的耐腐蚀性能	第10章
和内径相对应的外径公差	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009, 10.2、表7
对接钢管接头	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009, 10.7
焊接内覆复合管的无损检测	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009, 11.1

续表

无缝内覆复合管的无损检测	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD; 2009, 11.2
衬里复合管的无损检测	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD; 2009, 11.3
耐腐蚀合金层的连续性	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD; 2009, 12.2
耐腐蚀合金层的缺陷修补	SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD; 2009, 12.3
质量证明书	16.1
附录	
制造工艺规范	附录 A
内衬复合管结合强度试验	附录 B

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

4.1

耐蚀合金 corrosion-resistant alloy (CRA)

在对碳钢和低合金钢有腐蚀性的油田环境中能够耐全面腐蚀和局部腐蚀的合金材料。

4.2

双金属复合管 bimetal pipe

由外层基体钢管和内层的耐腐蚀合金层两部分组成的钢管, 包括内覆和衬里两种工艺类型。

4.3

基管 backing pipe

复合管的外层钢管, 也称作基体钢管。

4.4

内管 inner pipe

复合管的内表面内覆或衬里的耐蚀合金管(或层)。

4.5

内覆复合管 clad steel pipe

指使耐腐蚀合金层(或管)以冶金结合的形式包覆在碳钢基体钢管内表面所形成的双金属复合管。

4.6

衬里复合管 lined steel pipe

通过将内管扩径或碳钢钢管缩径或其他方法将耐腐蚀合金层以机械方式粘附在碳钢基体钢管的内表面所形成的复合管。

4.7

耐蚀合金层 CRA layer

钢管内表面耐腐蚀合金层的总称。

4.8

均匀腐蚀 general corrosion

腐蚀均匀分布在金属表面, 使金属质量损失, 截面尺寸减小, 直至完全破坏的一种腐蚀形态。

4.9

点蚀 pitting corrosion

在腐蚀介质中金属材料大部分表面不发生腐蚀或腐蚀很轻微，在表面个别的点或微小区域内形成了小孔状腐蚀坑。

4.10

失重腐蚀 mass loss corrosion

由电化学机理所引起的金属质量损失的一种腐蚀形态，包括均匀腐蚀、点蚀等。

4.11

晶间腐蚀 intergranular corrosion

金属材料在腐蚀介质中，发生在晶间区域的腐蚀形态。晶间区域指的是包括晶界在内和晶粒尺寸相比又很小的区域。

4.12

硫化物应力开裂 sulfide stress cracking (SSC)

在有水和 H_2S 存在的情况，与腐蚀和拉应力〔残留的和（或）外加的〕有关的一种金属开裂。

注：SSC 是氢应力开裂的一种形式，它与在金属表面的因酸性腐蚀所产生的原子氢引起的金属脆性有关。在硫化物存在时，会促进氢的吸收。原子氢能扩散进金属，降低金属的韧性，增加裂纹的敏感性，高强度金属材料和较硬的焊缝区域易发生 SSC。

4.13

应力腐蚀开裂 stress corrosion cracking (SCC)

在有水和 H_2S 存在的情况下，与局部腐蚀的阳极过程和拉应力（残留的或施加的）相关的一种金属开裂。

注：氯化物和（或）氧化剂与高温能增加金属产生应力腐蚀开裂的敏感性。

4.14

氢致开裂 hydrogen-induced cracking (HIC)

当氢原子扩散进钢铁中并在陷进处结合成氢分子（氢气）时，所引起的在碳钢和低合金钢中平面裂纹。

注：裂纹是由于氢的聚集点压力增大而产生的。氢致开裂的产生不需要施加外部的应力。能够引起 HIC 的聚集点常常在于钢中杂质水平较高的地方，那是由于杂质偏析和在钢中合金元素形成的具有较高密度的平面型夹杂和（或）具有异常显微组织（如带状组织）的区域。这种类型的氢致开裂与焊接无关。

4.15

阶梯裂纹 stepwise cracking (SWC)

在钢材中连接相邻平面内的氢致开裂的一种裂纹。

注：这个术语描述了裂纹的外貌。连接氢致开裂而产生的阶梯裂纹取决于裂纹间的局部应变和裂纹周围钢由于溶解的氢引起的脆性。HIC/SWC 往往与生产钢管和容器的低强度钢板有关。

4.16

分压 partial pressure

在同样温度下，混合气体中一种组分单独充满该混合气体所占的体积产生的压力。

注：对于一种理想的混合气体，每一种组分的分压等于总压力乘以其在混合气体中的摩尔百分数，而此时摩尔百分数等于其体积百分数。

5 制造工艺和材料

5.1 制造工艺

5.1.1 总则

按本标准交货的内覆或衬里复合管应为下面规定的工艺制造。焊接材料应满足 ASME BPVC 第

II 卷 C 部分要求。经购方与制造商协商,也可交付其他工艺生产的复合管。

除非另有协议,耐蚀合金层(或管)厚度应不小于 2.5mm。

5.1.2 内覆复合管

5.1.2.1 复合钢板卷焊法

用复合钢板按 SY/T 6601 中定义的一种或几种工艺生产的、带有一条直焊缝的钢管,电焊钢管除外。对有填充金属的钢管,应至少有一条内焊缝和一条外焊缝。若采用定位焊,应采用切削加工方法将定位焊缝清除或由后续工序的电弧焊将定位焊缝重熔。定位焊不受本标准后面对焊缝要求条款的限制。

5.1.2.2 钎焊法

在基体钢管与内覆层(或管)之间设有一层铜基或镍基钎料,通过加热钎焊层使基管与耐蚀合金层(或管)形成冶金结合的双金属复合管。

5.1.2.3 离心铸造法

是按 SY/T 6601 中定义的离心铸造工艺生产的钢管,离心铸造钢管的整个内表面应进行机械加工,经购方与制造厂协商,也可对钢管外表面进行机械加工。

5.1.3 衬里复合管

5.1.3.1 总则

衬里复合管是通过将衬里内管扩径或其他方法将耐蚀合金层(或管)贴合在碳钢基体钢管的内表面。耐蚀合金钢管与碳钢钢管应分别按 SY/T 6601 和 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 的规定生产,本标准另有规定时除外。

5.1.3.2 机械法

将预加工好的耐蚀合金内管嵌套入基管钢管内组装成复合管坯,然后通过拉拔、旋压或滚压等机械的方式使耐蚀合金管贴合在基管内壁上。

5.1.3.3 爆炸成型法

将预加工好的耐蚀合金内管嵌套入基管内组装成复合管坯,内管中化学介质发生爆炸,瞬间化学能以爆炸波的形式通过介质传递给耐蚀合金内管,内管发生扩径变形从而使内管贴合到基管内壁上。

5.1.3.4 水压复合法

将预加工好的耐蚀合金内管嵌套入基管内组装成复合管坯,然后通过向内管注入高压水的方法使内管紧密地贴合在基管内壁上。

5.1.4 复合管的基管

5.1.4.1 总则

按本标准交货的复合管钢管的基管都应符合 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 中 PSL2 产品规范要求。所有钢管都应按购方认可的制造方法制造。

不允许交付对接管。交货钢管中不允许带有钢带对头焊缝。

5.1.4.2 无缝管

无缝钢管应是连铸坯或钢锭制造,当采用冷精加工工艺时应在检验报告中指出。

5.1.4.3 焊管

焊管包括直缝埋弧焊(SAWL)、螺旋埋弧焊(SAWH)和直缝高频焊(HFW)钢管。

5.1.5 内衬管制造工艺

5.1.5.1 总则

衬里复合管的耐腐蚀合金层内管应按 SY/T 6601 生产,本标准另有规定时除外。

5.1.5.2 无缝管

无缝钢管是按 SY/T 6601 定义的工艺生产的钢管。当采用冷精加工工艺时,应在检验报告中指出。

5.1.5.3 焊管

焊管是按 SY/T 6601 定义的工艺生产的钢管。这里所说的焊管包括电阻焊钢管、埋弧焊钢管和熔化极气体保护电弧焊钢管。

5.2 冷定径

除非另有协议,基体钢管的冷定径率不允许超过 1.5%,除非该基体钢管在冷定径后整体进行正火、淬火、回火或消除应力处理。定径率根据 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 计算。

5.3 热处理

5.3.1 依据本标准提供的钢管可以是轧制状态或热处理状态。对于衬里复合管,在嵌入内衬管之前,热处理可分别应用于内衬钢管和基体钢管。除非另有协议,耐蚀合金内衬管应按退火处理状态交付,其他适当的热处理方法可由生产方与购方商讨决定。

5.3.2 生产方应将热处理时间和温度偏差控制在最小范围。经过热处理之后,耐腐蚀合金材料应体现出良好的微观组织结构和抗腐蚀性能。

5.4 制造工艺的确认和首批检验

5.4.1 制造厂按本标准生产复合管前,可参照附录 A 提供关于制造工艺规范(MPS 文件)的文件供购方审查认可。

5.4.2 复合管在投入使用前,首批生产的产品应通过第三方机构的检验与评价,首批检验项目由用户与制造厂协商确定。首批检验合格后方可进行正式生产。

6 材料要求与试验

6.1 耐蚀合金层材料及其化学成分

耐腐蚀合金层材料可包括 LC1812, LC2205, LC2506, LC2242, LC2262, UNS S31703, UNS N08904, UNS N06059, UNS S31254, UNS N08367 和 UNS N08926,以及经购方和制造方协商确定的其他材料。

按本标准交付的复合管耐蚀合金层化学成分应符合表 1 规定（按熔炼分析确定）要求。焊缝或对接钢管环焊缝覆层的化学成分也应在耐蚀合金层的允许偏差内或由制造方与购方协商确定。

6.2 耐蚀合金层熔炼分析

制造厂应向购方提交用于合同钢管生产的所有炉批耐蚀合金层材料的熔炼分析报告，熔炼分析结果应符合 6.1 的规定。除为脱氧目的外，为得到特定钢级而添加表 1 所列以外的其他合金元素，报告中应包括合金元素的添加量。

6.3 基管、耐蚀合金层与焊缝产品分析

制造厂应按表 2 规定，从不同规格的炉批中，抽取两根钢管或制管用钢板或钢坯各取一个试样进行产品分析。基体钢管和耐蚀合金层均应进行分析，分析试样可从成品复合管上取得，也可从轧制成复合管前的覆层复合钢板、衬里复合管的内/外层钢管（耐蚀合金衬管嵌套进基体钢管前）上取得。耐蚀合金层产品分析结果应符合表 1 要求。如需检验点蚀当量指数（PREN），此性能应符合 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 要求。

6.3.1 对于焊接内覆复合管，钢管的焊缝金属也应进行化学分析，试验频次应按每批焊材检验不少于 2 根钢管。

6.3.2 对于倍尺长度的钢管，一根钢管应是从一个特定的倍尺长度钢管上切下的一个管段，且应按以下方式取样：

- a) 无缝内覆/衬里复合管。由制造厂选择，用于耐蚀合金层产品分析的试样应取自拉伸试样或成品钢管。
- b) 焊接内覆/衬里复合管。由制造厂选择，用于耐蚀合金层产品分析的试样可取自成品钢管、钢带、制管用钢坯、拉伸试样或压扁试样。取样位置应与直缝钢管的焊缝至少相隔 90°。
- c) 产品分析也可由钢板或钢坯供应商按上述规定的频次进行。

6.4 复检分析

按照 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 相关规定进行。

6.5 化学分析规程

按照 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 相关规定进行。

6.6 基体钢管材料

本标准所规定的基管材料应满足 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 PS1.2 级别要求。基管材料包括 X42, X46, X52, X56, X60, X65, X70 和 X80 钢级，以及这些钢级的中间钢级。

复合管在交货时，复合管生产厂应向购买方提供基管的产品分析结果。基体材料的产品分析结果应满足 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 表 H.1 对化学成分的要求，中间钢级的化学成分应符合与之相邻的较高钢级的化学成分。

基管材料化学分析、复检分析和试验报告应满足 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 中 9.2 要求。

表 1 耐腐蚀合金熔炼分析化学成分要求(质量分数,%)

1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13	14	15	16
							Si	Ni	Cr	Mo	N	Cu	其他	min	max	min	max	min	max	材料分类
材料	UNS	C	Mn	P	S	max	max	min	min	max	max	min	max	min	max	min	max	min	max	材料分类
LC 1812	S31603	0.03	2.00	0.040	0.030	0.75	10.0	15.0	16.0	18.0	2.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	奥氏体 不锈钢
ASTM A240 TP 316L	S31603	0.03	2.00	0.045	0.030	0.75	10.0	14.0	16.0	18.0	2.0	3.0	—	—	—	—	—	—	—	奥氏体 不锈钢
ASTM A240 TP 316LN	S31603	0.03	2.00	0.045	0.030	0.75	10.0	14.0	16.0	18.0	2.0	3.0	0.10	0.16	—	—	—	—	—	奥氏体 不锈钢
317L	S31703	0.03	2.00	0.045	0.030	0.75	11.0	15.0	18.0	20.0	3.0	4.0	0.10	0.10	—	—	—	—	—	奥氏体 不锈钢
LC 2205	S31803	0.03	2.00	0.030	0.020	1.00	4.5	6.5	21.0	23.0	2.5	3.5	0.08	0.20	—	—	—	—	—	双相 不锈钢
LC 2506	S31804	0.03	1.00	0.030	0.030	0.75	5.5	7.5	24.0	26.0	2.5	3.5	0.10	0.30	—	—	—	—	—	双相 不锈钢
ASTM A240 25-6 (双相)	S32740	0.03	1.00	0.030	0.030	0.75	5.5	7.5	24.0	26.0	2.5	3.5	0.10	0.30	0.2	0.8	W	0.1	0.5	双相 不锈钢
LC 2242	N08825	0.05	1.00	0.030	0.030	0.50	38.0	46.0	19.5	23.5	2.5	3.5	—	—	1.5	3.0	Ti	0.6	1.2	镍基 合金
ASTM B424 合金 825	N08825	0.05	1.00	0.030	0.030	0.50	38.0	46.0	19.5	23.5	2.5	3.5	—	—	1.5	3.0	—	—	—	镍基 合金
904L	N08904	0.02	2.00	0.045	0.035	1.00	23.0	28.0	19.0	23.0	4.0	5.0	—	—	1.0	2.0	—	—	—	奥氏体 不锈钢
6-Mo	N08926	0.02	2.00	0.030	0.010	0.50	24.0	26.0	19.0	21.0	6.0	7.0	0.15	0.25	0.5	1.50	—	—	—	奥氏体 不锈钢
LC 2262	N06625	0.10	0.50	0.015	0.015	0.50	58.0	—	20.0	23.0	8.0	10.0	—	—	—	—	Cb+Ti	3.15	4.15	镍基 合金
ASTM B443 合金 625	N06625	0.10	0.50	0.015	0.015	0.50	58.0	—	20.0	23.0	8.0	10.0	—	—	—	—	—	—	—	镍基 合金
ASTM B622/B619	N10276	0.10	1.00	0.040	0.030	0.80	bal	bal	14.5	16.5	15.0	17.0	—	—	—	—	—	—	—	镍基 合金

表 1(续)

1	2	3	4	5	6	7	8		9		10		11		12		13	14	15	16
材料	UNS ^a	C	Mn	P	S	Si	Ni		Cr		Mo		N		Cu		其他	min	max	材料分类
							min	max	min	max	min	max	min	max	min	max				
ASTM B622 合金 59	N06059	0.10	0.5	0.015	0.005	0.1	bal	bal	22	24	15	16.5	—	—	—	—	—	—	—	镍基合金
Alloy 317 ^b	N08031	0.015	2.00	0.02	0.01	0.3	30	32	26	28	6	7	0.15	0.25	1	1.4	—	—	—	超级奥氏体不锈钢
Alloy 254 SMO ^{1c}	S31254	0.020	1.00	0.03	0.01	0.08	17.5	18.5	19.5	20.5	6.0	6.5	0.18	0.22	0.5	1.0	—	—	—	奥氏体不锈钢
ASTM B675	N08367	0.03	2.0	0.04	0.03	1.0	23.5	25.5	20.0	22.0	6.0	7.0	0.18	0.25	—	0.75	—	—	—	奥氏体不锈钢
DIN 14529	N08367	0.02	1.00	0.03	0.01	0.5	24.0	26.0	19.0	21	6	7.0	0.15	0.25	0.5	1.5	—	—	—	奥氏体不锈钢
合金 400	N04400	0.15	2.00	—	0.02	0.50	63.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	镍铜合金

^a UNS 编号不能精确表示本表所示化学成分。^b 合金 31 是 Carpenter Technology 公司的注册商标。^c 254 SMO 是 Avesta Sheffield 公司注册商标。^d 对 ASTM B424 合金 825, Ti 的最小含量为 0.6, 最大含量为 1.2; Fe 的最大含量为 22%。^e 对 ASTM B443 合金 625, Co 的最大含量为 1.0%, Fe 的最大含量为 5.0%。^f 对 ASTM B622/B619, Fe 的最小含量为 4.0%, 最大含量为 7.0%; W 的最小含量为 3.0%, 最大含量为 4.5%; Co 的最大含量为 2.5%; V 的最大含量为 0.36%。^g 对 ASTM B622 合金 59, Co 的最大含量为 0.3%; Al 的最小含量为 0.1%, 最大含量为 0.4%。^h 对合金 400, Cu 的最小含量为 28%, 最大含量为 34%; Fe 的最小含量为 1.0%, 最大含量为 2.5%; Ti 的最大含量为 0.30%; Al 的最大含量为 0.05%。

表 2 耐腐蚀合金层产品分析批的确定

尺寸 mm (in)	批的大小 ^a
25.4 (1) ~ 323.9 (12 ³ / ₄)	≤200 根
≥355.6 (14)	≤100 根

^a批的大小是指均属于同一炉批的基体钢管或耐腐蚀合金层数量。

7 力学性能和试验

7.1 总则

所有力学性能指的是基体的力学性能或复合管的力学性能。

7.2 力学性能

7.2.1 所有钢级的基体钢管应满足 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L, 2007 附录 H. 4. 2 的拉伸试验要求。对 X42 及以上钢级, 以及所列钢级的中间钢级应满足经购方和制造厂协商确定的拉伸试验要求, 且拉伸试验要求应与 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L, 2007 中表 H. 2 的规定相一致。

7.2.2 基体钢管屈服强度应为试样标距长度内产生 0.5% 总伸长量时所需的拉应力, 伸长量可用引伸计测量。当记录或报告伸长量时, 如采用板状试样, 记录或报告中应注明试样宽度; 如采用全尺寸, 试样也应予以注明。

7.2.3 尽管本标准只对基体钢管的力学性能作了规定, 但耐腐蚀合金层的力学性能也可按购方与复合管制造厂达成的协议予以规定。

7.3 拉伸试验

7.3.1 总则

拉伸试验取样位置应如 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L, 2007 中图 5 所示。由制造厂选择, 拉伸试样可采用 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L, 2007 中 10. 2. 3 规定的全截面、板状或圆棒试样。试样上的耐腐蚀合金层应予以清除。报告应注明试样的类型、尺寸、取样方位以及是否清除了耐腐蚀合金层。

7.3.2 试验频次

按照 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L, 2007 中相关规定进行。

7.3.3 纵向拉伸试验

按照 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L, 2007 中相关规定进行。

7.3.4 横向拉伸试验

按照 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L, 2007 中相关规定进行。

7.3.5 焊缝拉伸试验

按照 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L, 2007 中相关规定进行。焊缝拉伸试验应只在基体钢管焊缝上进行。

7.3.6 控制拉伸试验

作为一种控制检验项目,制造方用于复合管生产的基体钢管应按每熔炼批进行一次控制拉伸试验。该控制拉伸试验的记录应备购方查询。对于焊接基体钢管,由制造方决定,控制拉伸试样应取自钢卷、钢板或成品管。

7.3.7 复验

拉伸试验的复验应按 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 的规定执行。

7.4 压扁试验

7.4.1 HFW 基体钢管

用作基体钢管的 HFW 钢管应按照 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 中图 6 所示进行压扁试验。压扁试验应按 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 表 18 的要求进行验收。压扁试验的复验应按 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 中 10.2.12 的规定进行。

7.4.2 无缝、无填充金属焊接内覆或衬里复合管压扁试验

7.4.2.1 总则

无缝、无填充金属焊接内覆或衬里复合管应进行压扁试验。对无填充金属焊接钢管,由制造厂选择,可用导向弯曲试验代替压扁试验。应将长度不小于 63.5mm (2.5 in) 的管段放置在两平行板之间分两步进行冷压扁试验;试样应保留耐腐蚀合金层。

第一步,延性试验。在两板间距离小于 H 之前,压扁样的内表面、外表面或边缘无裂纹和断裂出现。 H 按式 (1) 计算:

$$H = 1.09t / (0.09 + t/D) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

H ——两压扁板间距离,单位为毫米(英寸) [mm (in)];

t ——规定壁厚,单位为毫米(英寸) [mm (in)];

D ——规定或计算(根据内径和壁厚)的外径,单位为毫米(英寸) [mm (in)]。

第二步,坚固性试验。应继续压扁直至试样断裂或两相对管壁贴合,除衬里复合管外,不得出现耐腐蚀合金层与基体钢管的剥离现象。

7.4.2.2 试验频次

无缝管和无填充金属焊管,最多每 50 根为一批,取两个试样进行压扁试验。

7.4.2.3 复验

应在征得用户或购方同意的前提下,才能进行复检。每批试样合格性的复检不能超过一次。

7.5 导向弯曲试验

按照 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 进行。

7.6 断裂韧性试验

按照 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 进行。

7.7 金相检测

按照 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 进行。

7.8 硬度试验

按照 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 进行。

8 特殊试验

8.1 双相不锈钢的铁素体/奥氏体比率

应符合 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 的规定。

8.2 晶间腐蚀试验

应符合 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 的规定。

8.3 结合强度要求与试验

8.3.1 内覆复合管

应进行剪切强度试验。针对剪切强度的特殊试验按照 ASTM A264 和 ASTM A265 所述。使用的试验方法应得到购方认可。生产过程中应以每 50 根钢管为一批次进行试验。允许的最小剪切强度为 137.8MPa (20 000psi)。

经过制造方和购方的共同认可, 可用压扁试验替代剪切强度试验, 可接受的最小内覆层剥离或开裂长度由制造方和购方协商确定。

8.3.2 衬里复合管

衬里复合管的结合强度实际为内衬管与基管的接触应力。在制造过程能力评定 (简称 MPQT) 阶段应对接触应力进行一次测量, 且在生产过程中每 50 根钢管进行一次测量。衬里复合管的结合力测量方法由购方与制造厂协商确定。可采用 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 中规定的接触应力测量法或本标准附录 B 所述的剪切法测试结合强度。

衬里复合管的结合力的最低指标由购方与制造厂协商确定。

9 基管的耐腐蚀性能要求与试验

9.1 总则

对于输送含 H_2S 油气介质的双金属复合管, 基管选材应满足 GB/T 20972.2, 并应进行 HIC/SWC 试验和 SSC 试验。取样频率应按 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 表 1 规定的组批方式, 从各不同规格的炉批中, 抽取 1 根成品管或制管用钢板取样进行试验。取样位置、试样要求分别依据 GB/T 8650 和 GB/T 4157 或 NACE TM 0177 进行。

9.2 HIC/SWC 试验

9.2.1 HIC/SWC 试验依据 GB/T 8650 的要求进行。通常, 试验在 A 溶液中进行, 且每个试样的 3 个截面的各个最大允许平均值应符合下列技术指标:

- a) 裂纹敏感率 (CSR) $\leq 2\%$ 。

b) 裂纹长度率 (CLR) $\leq 15\%$ 。

c) 裂纹厚度率 (CTR) $\leq 5\%$ 。

9.2.2 经协议, HIC/SWC 试验可在模拟特定服役条件的替代介质 (包括溶液 B) 中进行, 可协商确定替代验收指标。

9.2.3 试验结果应报告裂纹敏感率 (CSR)、裂纹长度率 (CLR) 和裂纹厚度率 (CTR)。经协议, 报告应提供任何值得报告的裂纹照片。

9.3 SSC 试验

SSC 试验应按照 GB/T 4157 或 NACE TM 0177 进行。通常, 试验在室温 ($24^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) 下进行。对于在升高温度下进行的试验, 可以使用 GB/T 20972.3—2008 或 ISO 15156-3 给出的试验环境。

SSC 依据以下技术指标验收:

a) 试验进行 720 h, $72\%R_{m5}$ 。

b) 在放大 10 倍镜下观察不能有裂纹或断裂。

10 内管的耐蚀性能要求与试验

10.1 总则

10.1.1 对于输送含 H_2S 油气介质的双金属复合管, 内管母材和焊缝均应满足 GB/T 20972.3—2008 或 ISO 15156-3 要求, 具有抗 SSC/SCC 性能、抗失重腐蚀和点腐蚀能力。对内管母材和焊缝应按 10.2~10.4 进行 SSC/SCC、失重腐蚀和焊缝腐蚀评价。

10.1.2 如果复合管已经在具备检验资质的试验室按照第 10 章规定进行了评价, 经购方同意, 可不再进行购方检验。

10.2 SSC/SCC 试验

10.2.1 一般要求

应根据预期使用环境, 采取以下 3 种途径中一种来选择抗 SSC/SCC 复合管内管材质:

a) 使用 GB/T 20972.3—2008 附录 A 来选择复合管的内管材质, GB/T 20972.3—2008 附录 A 给出了抗开裂 CRA 允许的冶金状态和有关 H_2S 分压、湿度、氯离子浓度和元素硫的环境限制。

b) 不同于 GB/T 20972.3—2008 附录 A 给出的冶金状态 (较高的强度、不同的热处理状态等) 下使用的 CRA, 或者在比 GB/T 20972.3—2008 附录 A 给出的环境限制更苛刻的操作条件下使用的耐蚀合金, 应通过 GB/T 20972.3—2008 附录 B 进行试验评定。按附录 B 进行的评定文件应符合 GB/T 20972.1—2007 第 9 章的要求。

c) 基于满意的现场使用经验的评定也是允许的。该评定应遵循 GB/T 20972.1 的规定。

10.2.2 试验方法

10.2.2.1 本标准规定了以下 4 种方法对内管进行 SSC/SCC 性能试验:

a) 单轴拉伸法, 依据 GB/T 4157 或 NACE TM 0177 中规定的方法 A 进行。

b) 三点弯曲法, 依据 GB/T 4157 或 NACE TM 0177 中规定的方法 B 进行。

c) C 形环法, 依据 GB/T 4157 或 NACE TM 0177 中规定的方法 C 进行。

d) 四点弯曲法, 依据 ASTM G39 进行。

通常, 采用单轴拉伸法是试验焊管母材或者无缝管管体材料的首选方法。采用 C 形环法对焊管

进行试验,焊缝应位于C型环顶点部位。

10.2.2.2 对于单轴拉伸法和C形环法试验,试样应承受试验温度下试验材料的90%AYS(AYS表示实际屈服强度)的载荷。对于三点弯曲法和四点弯曲法试验,试样应承受试验温度下材料的100%AYS的载荷。特定应用的材料可选择较低的外加应力,但应征得购买方同意并应有证明文件。当选择试样和确定试验应力时,应考虑材料性能的方向性。

10.2.2.3 对于焊接试样,通常用母材的屈服强度来确定试验应力。对不同材料的焊接接头,通常应采用较低的母材的屈服强度。当设计应力是基于焊缝区的屈服强度,而该屈服强度又低于任一对接的母材屈服强度时,应采用焊接区的屈服强度来确定试验应力。

10.2.3 试验环境

10.2.3.1 为了能评定和选择复合管的内管材质,可要求购买方向复合管生产厂提供复合管暴露条件的相关资料。在确定含 H_2S 环境的苛刻程度时,还应考虑在系统运行失常或停工等期间可能发生的暴露条件。该暴露条件可能包括了非缓冲的低pH的冷凝水和用于生产井增产的酸液。在有增产酸液情况下,应考虑返排期间出现的环境条件。

10.2.3.2 应控制和记录下列环境试验的变量:

- p_{H_2S} ;
- p_{CO_2} ;
- 温度;
- 试验溶液的pH值,酸化方法和pH值控制(应记录所有pH值的测量结果);
- 试验溶液的组成;
- 添加单质硫(S^0);
- 不同金属的电耦合(应记录面积比和耦合合金类型)。

10.2.3.3 在所有情形下, p_{CO_2} 、 p_{H_2S} 、氯化物和单质 S^0 浓度至少应与预期使用的环境一样苛刻。试验期间所达到的最大pH应不超过工程设计使用环境的pH。为完成对特定使用的评定,有必要采用多种试验环境。

10.2.3.4 当预期的应用环境不够明确时,可采用GB/T 20972.3—2008表E.1指定的试验环境(表E.1列出7个等级试验环境,可适用于不同环境条件下的SSC, GHSC, SCC和中间温度的SSC/SCC试验)。试验环境等级由购方和供货方双方协商确定。

10.2.4 试验周期

试验的最短周期应为720h。试验期间不应中断试验。选择较短的试验周期,应征得购买方同意并应有证明文件。

10.2.5 试验频次

应按SY/T 6623—2012或API Spec 5LD: 2009表1的规定组批方式,从各不同规格的炉批中,抽取1根成品管或制管用钢板作为样品进行试验,从每个样品上应至少取3个平行试样。

10.2.6 合格判据

试样没有断裂或放大10倍没有发现裂纹为通过该项检验,标距段(或C环顶部)如果有裂纹应采用金相显微镜观察以确定裂纹是否属于环境敏感断裂。

应有3个试样都满足试验验收标准,该试验批才被认为合格。

在所有情形下,导致金属损失的任何腐蚀迹象,包括点蚀或缝隙腐蚀都应被报告。

注:在试样受力区之外发生的点蚀或缝隙腐蚀可能会抑制试样的SCC。

10.2.7 复验

若一试验批有 1 个或 2 个试样不能通过 10.2.6 所规定的合格判据,应在征得用户或购方同意的前提下,才能进行复检。

每组试样合格性的复检不能超过 1 次,若有任何一炉/批的受检样品不能通过试验,则须从同炉或同热处理批中随机抽取 1 个样品(1 个样品中取 3 个平行试样)进行复检,通过复检检验应报告,若其中任何 1 个试样仍不能通过检验,则该炉/批管材判为不合格产品。

10.3 失重腐蚀试验

10.3.1 试验方法

采用高温高压挂片法,依据 NACE TM 0171 进行。也可利用 10.2 在进行 SSC/SCC 试验同时,测量 SSC/SCC 试样取得失重腐蚀结果。试验方法应由购方和供货方双方协商确定。

10.3.2 取样

应从耐腐蚀合金层上取一组试样,如果为冶金结合复合管,应去除基管层的影响。对焊接管,应从焊缝区另取 1 个包括焊缝的试样;相对于钢管轴向而言,试样既可以为垂直于钢管轴向的横向试样,也可以为平行于钢管轴向的纵向试样;每炉或热处理批应按 SY/T 6601 取一组试样进行试验;每一试验批相同工艺状态下至少应有 3 个平行试样。

10.3.3 试验环境

依据 10.2.3 进行。

10.3.4 试验周期

除非购方和供货方双方达成协议,失重腐蚀在高压釜中最短周期宜为 720h,试验期间不应中断试验。

10.3.5 验收标准

计算 3 个试样的平均失重腐蚀速率,腐蚀程度判定依据 NACE RP 0775 规定,要求平均失重腐蚀速率小于或等于 0.025mm/a 。若试样表面观察到点蚀,应测量并报告点蚀坑深度和点蚀密度,点蚀程度依据 GB/T 18590 进行。

10.4 焊缝耐蚀性能试验

复合管的内管若采用焊接管,或复合管生产时采用焊接工艺,内管材质在焊接时发生的冶金变化会影响它们对 SSC/SCC 的敏感性。焊缝处比其相连的母材具有更大的腐蚀敏感性。焊接耐腐蚀合金层的焊缝及临近区域的抗腐蚀性能可以不同于耐蚀合金层母材,但焊缝金属应具有与耐腐蚀合金层母材相同或更高的抗腐蚀性能。应依据 GB/T 20972.3—2008 进行焊缝耐蚀性能评价。

11 静水压试验

应符合 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 中第 9 章的规定。

12 尺寸、重量和长度

应符合 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 中第 10 章的规定。

13 无损检测

应符合 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 中第 11 章的规定。

14 工艺质量、外观检验与缺陷修补

应符合 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 中第 12 章的规定。

15 标识

按本标准制造的钢管，应由制造厂按 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 中第 13 章以及下列规定进行标识。

基体钢管若采用 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 表 H.1 中所列的酸性服役条件钢管，应采用 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 表 H.1 所列钢管表示符号，譬如 L360QS 或 X52QS。

示例：

国际单位：

355.6mm 外径，基体钢管壁厚 9.5mm，耐腐蚀合金层壁厚 3.2mm，基体直缝埋弧焊管钢级 L360QS，直缝耐腐蚀合金衬管钢级 LC2242，固溶退火状态，生产商 ABCO，静水压试验压力 20.7 MPa 的衬里复合管模板漆印如下：

ABCO SY/T 6623 或 Spec 5LD 355.6 9.5/3.2

81.08 L360QS EL 或 LC2242 ELH 20.7MPa

英制单位：

14in 外径，基体钢管壁厚 0.375 in，耐腐蚀合金层壁厚 0.125in，基体无缝钢管钢级 X52QS，内覆无缝耐腐蚀合金层钢级 LC2242，固溶退火状态，生产商 ABCO，静水压试验压力 3 190psi，且满足 GB/T 9711—2011 或 API Spec 5L: 2007 附录 G 和附录 J 要求的无缝衬里复合管模板漆印如下：

ABCO SY/T 6623/Spec 5LD 14.0 0.375/0.125

71.68 X52QS S/LC 2242 SH 3190psi G J

注：钢管单位重量 (71.68) 按 SY/T 6623—2012 或 API Spec 5LD: 2009 中 10.1 公式计算得出。

16 文档

16.1 质量证明书

制造厂应向购方提供产品质量证明书，质量证明书至少应注明产品的生产、取样，试验及检验均按本标准进行并满足本标准的要求。

16.2 电子文档质量证明书

通过电子数据交换 (EDI) 传输系统以打印或电子形式使用的材料试验报告、质量证明书或类似的文件印刷品在出具质量证明书的工厂印制的副本具有同等效力。

附录 A

(资料性附录)

制造工艺规范 (MPS)

制造工艺规范应包括制造工艺及影响成品质量和可信度的操作过程。

制造工艺规范是一个信息性、非强制性的文件。制造工艺规范可包括但不限于下列项目：

- a) 将要生产碳钢基体材料、耐腐蚀合金和内覆/衬里钢管的炼钢厂和其他生产厂家。
- b) 内覆方法和衬里方法。
- c) 预热温度。
- d) 冷轧板热处理状态 (如适用)。
- e) 母材或复合板材超声波检测技术, 覆盖范围和验收标准。
- f) 超声波法校准方法和校准频次。
- g) 耐腐蚀合金的表面粗糙度。
- h) 整个钢管制造过程中避免耐腐蚀合金受到铁污染的预防措施。
- i) 钢板或板卷制造钢管的方法。
- j) 定位焊的方法和定位焊间距 (如果有的话)。
- k) 引弧板和熄弧板的连接与清除的方法与步骤。
- l) 基管和内覆层或内衬管的纵向焊缝焊接工艺 (如适用, 应包括环焊缝工艺), 包括所有的焊接参数和现有工艺评定报告。
- m) 清除焊缝缺陷方法, 补焊工艺规程和工艺评定报告。
- n) 所有焊接材料的牌号、尺寸、型号。
- o) 对于衬里复合管:
 - 1) 组装之前钢管或钢板干燥和清洁的方法;
 - 2) 组装技术;
 - 3) 钢管定径的方法;
 - 4) 几何尺寸的控制方式;
 - 5) 夹持力测量方法 (如适用);
 - 6) 在满足最大允许应变条件下控制钢管扩径方法;
 - 7) 封焊细则和焊缝检验规程。
- p) 管端超声检测技术与验收标准。
- q) 超声波检测设备和纵向焊缝检测技术的全部细则, 包括管端盲区的检测方法、校准频次, 以及缺陷标记方法和耦合方式。
- r) 干/湿磁粉检验的程序和方法, 包括引用的标准。
- s) 管端超声波检验设备的校验方法及频次。
- t) 钢管壁厚测量方法, 包括灵敏度和校验方法。
- u) 射线检验设备的详细资料, 包括胶片型号。
- v) 管端内径的测量和控制方法。
- w) 推荐的测量管端切斜和焊缝摆嘴的方法。
- x) 如使用无缝钢管, 确保钢管全长上覆层厚度一致性的方法细则和/或详细的过往生产经验。
- y) 如果适用, 制造工艺规程附件部分应包括以下的工艺:
 - 1) 碳钢板材及钢管的制造工艺规程;
 - 2) 整个制造过程中材料的可追溯性和识别;

- 3) 质量控制计划和工艺流程图；
- 4) 焊接材料存储和使用规程，包括保持可追溯性的方法；
- 5) 钢管椭圆度的校正；
- 6) 所使用的无损检测技术的检验规程；
- 7) 焊缝焊接规程和补焊规程及资质要求；
- 8) 腐蚀试验和铁污染试验规程；
- 9) 钢管交库和存储；
- 10) 船舶、铁路或卡车运载方案。

附 录 B
(资料性附录)
内衬复合管结合强度试验

B.1 取样

从检验的每批复合管中,任取 2 根复合管段作为本试验的试样,试样表面应清洗干净。

B.2 试样加工

B.2.1 试验机

应准备材料试验机,试验拉伸速率为 3mm/min。

B.2.2 试样

B.2.2.1 方法 I: 取 65mm 长试样一段,放在车床上车削,一端留下长约 30mm,其上端实测长度为 H_1 ,然后在试样中间的约 6mm 长度内,把碳钢基管车削掉,留下内衬完整的耐蚀合金内管,在其一端把内衬管车削掉长度 10mm 留下碳钢基管,车削掉部分实测长度为 H_2 ,上部外层基管和内衬管结合部分长度为 H , $H = H_1 - H_2$,详见图 B.1。

B.2.2.2 方法 II: 取 65mm 长试样一段,放在车床上车削,一端留下长约 30mm,其实测长度为 H ,然后在试样中间的约 5mm 长度内,把外层碳钢基管车削掉,留下内衬完整的内管,详见图 B.2。顶环的内径 D_1 略大于内管的外径 D ,详见图 B.2。

B.2.2.3 方法 III: 对于 $DN \geq 25$ 的内衬复合管,取 120mm 长试样一段,两端留下各 55mm,其上端实测长度为 H_1 ,在试样中间约 10mm 长度内,把外层碳钢管车削掉,留下内衬完整的内管,详见图 B.3。在其一端把内衬管车削掉长度 35mm,留下外层碳钢基管,车削掉部分实测长度为 H_2 ,上部外层基管和内管结合部分长度为 H , $H = H_1 - H_2$,详见图 B.3。侧向钻两个通孔,通孔直径为 $\phi 20$,通孔穿过试样管轴中心,上端钻通外层钢管,下端钻通外层钢管和内层不锈钢管,通孔中心离试样两端为 20mm。另准备 $\phi 15$ 圆钢两根,其长度 = 试样管外径 + 60mm。

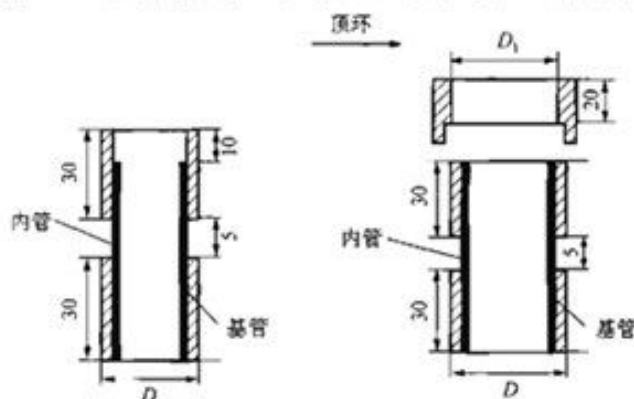


图 B.1 方法 I 试样图

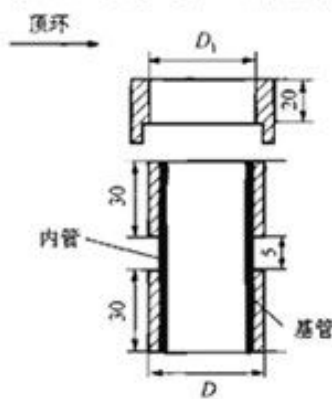


图 B.2 方法 II 试样图

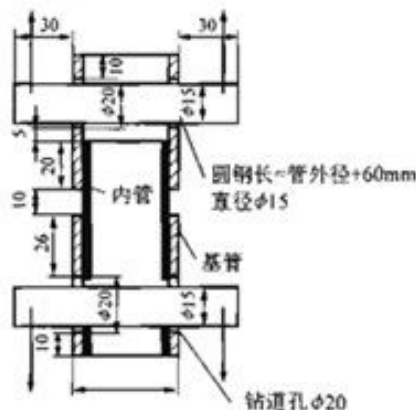


图 B.3 方法 III 试样图

B.3 试验方法

B.3.1 具体操作方法如下：

- a) 试验操作方法Ⅰ：按图 B.1 所示，把顶环放置于材料试验机压缩夹具内，给试样以压力，使试样上端的外层钢管与内层不锈钢管分离，测试分离和移动时的最大应力。
- b) 试验操作方法Ⅱ：按图 B.2 所示，把顶环放置于试样顶端，再放置于材料试验机压缩夹具内，给顶环施以向下的压力，顶环推动试样上端的外层钢管与内层不锈钢管分离，并向下移动，测试分离和移动时的最大应力。
- c) 试验操作方法Ⅲ：按图 B.3 所示，把圆钢导入试样的两个通孔内，让材料试验机夹具夹住圆钢的两端。然后给两根圆钢施以上下分离的拉力，外层钢管和内层不锈钢管在两根圆钢的拖动下开始分离。测试分离和移动时的最大应力。

B.3.2 在装卡过程中应保证试样位于卡具的中心位置，试样轴线与卡具压下或拉伸轴线一致。

B.3.3 压下分离或拉伸过程保持同一速率。

B.3.4 观察记录仪压下分离曲线，当压下分离曲线突然改变方向时该点即为不锈钢管、外层钢管发生位移的特征点，所对应的力即为不锈钢管与外层钢管界面结合力。

B.3.5 基管与内管之间的结合强度 p (单位为 MPa) 按式 (C.1) 计算：

$$p = \frac{F}{\pi D \cdot H} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

F ——使试样内管与基管之间发生移动而测得的最大界面结合力，单位为牛顿 (N)；

D ——内管的外径，单位为毫米 (mm)；

H ——实测试样上端外管与内管结合的高度，单位为毫米 (mm)。

中华人民共和国
石油天然气行业标准
含 H_2S/CO_2 天然气田集输管网
用双金属复合管
SY/T 6855—2012

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京中石油彩色印刷有限责任公司排版印刷
新华书店北京发行所发行

880×1230 毫米 16 开本 1.75 印张 47 千字 印 1—1000
2012 年 4 月北京第 1 版 2012 年 4 月北京第 1 次印刷
书号: 155021·6706 定价: 24.00 元
版权专有 不得翻印