

中华人民共和国石油天然气行业标准

钢质管道水泥砂浆衬里技术标准

Technical standard of cement mortar
lining of steel pipeline

SY/T 0321—2000

主编单位：胜利石油管理局工程建设一公司
批准部门：国家石油和化学工业局



石油工业出版社

2000 北京

国家石油和化学工业局文件

国石化政发(2000)110号

关于批准《陆上石油工业安全术语》等 44项石油天然气行业标准的通知

中国石油天然气集团公司:

你公司报批的《陆上石油工业安全术语》等44项石油天然气行业标准草案,业经我局批准,现予发布。标准名称、编号为:

推荐性标准

- | | |
|------------------|--|
| SY/T 6455—2000 | 陆上石油工业安全术语 |
| SY/T 0032—2000 | 埋地钢管道交流排流保护技术标准
(代替 SYJ 32—88) |
| SY/T 0069—2000 | 原油稳定设计规范
(代替 SY/T 0069—92) |
| SY/T 0321—2000 | 钢管道水泥砂浆衬里技术标准 |
| SY/T 0460—2000 | 天然气净化装置设备与管道安装工程
施工及验收规范
(代替 SY 4060—93) |
| SY/T 5053.1—2000 | 防喷器及控制装置 防喷器
(代替 SY 5053.1—92) |
| SY/T 5331—2000 | 石油地震勘探解释图件
(代替 SY/T 5331—94) |

SY/T 5355—2000	油藏地质特征描述技术要求 岩潜山油藏部分 (代替 SY/T 5355—91)	碳酸盐	取资
SY/T 5366—2000	油田开发井网工程技术要求 (代替 SY/T 5366—89)		料的内容及要求 (代替 SY/T 6102—94)
SY/T 5388—2000	碳酸盐岩储层的划分方法 (代替 SY/T 5388—91)		天然气气藏开发方案经济评价方法 (代替 SY/T 6177—1995)
SY/T 5426—2000	岩石可钻性测定及分级方法 (代替 SY 5426—91)		天然气气藏流体物性分析方法 易挥发原油物性分析方法 天然气开发规划编制技术要求 开发实验用岩样的取样方法及质量要求
SY/T 5539—2000	油井管产品质量评价方法 (代替 SY/T 5539—92)		求
SY/T 5579—2000	碎屑岩油气储层精细描述方法 (代替 SY/T 5579—93)		R24 浅层地震仪检验项目和技术规定 地震勘探数据处理成果验收规程
SY/T 5613—2000	泥页岩理化性能试验方法 (代替 SY/T 5613—93)		石油管材常见缺陷术语 石油工业用油轮受限空间进入指南 执行承包商安全和健康计划 易燃和可燃液体基本分类
SY/T 5806—2000	油、气层层位代码 (代替 SY 5806—93)		湿蒸汽发生器的安装与操作推荐作法 原油粘度曲线的确定 旋转粘度计法 原油中蜡、胶质、沥青质含量测定法
SY/T 5927—2000	石油物探全球定位系统 (GPS) 测量 规范 (代替 SY/T 5927—94)		石油建设工程质量检验评定标准 天然气净化厂建设工程 石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范 (代替 SYJ 4002—90, SYJ 4023—89, SY/T 4067—93)
SY/T 5934—2000	地震勘探构造成果钻井符合性检查 (代替 SY/T 5934—94)		石油建设工程质量检验评定标准
SY/T 5938—2000	地震反射层地质层位标定 (代替 SY/T 5938—94)		石油天然气站内工艺管道工程施工及验收规范 (代替 SYJ 4002—90, SYJ 4023—89, SY/T 4067—93)
SY/T 6051—2000	山区二维地震勘探资料采集技术规范 (代替 SY/T 6051—1994)		石油天然气管道跨越工程施工及验收 规范 (代替 SY 4070—93)
SY/T 6052—2000	地震勘探资料采集现场处理技术规范 (代替 SY/T 6052—1994)		石油钻井井架分级评定规范 (代替 SY 6442—2000)
SY/T 6054—2000	水陆交互带地震勘探资料采集技术规范 (代替 SY/T 6054—94)		

SY 6443—2000 压裂酸化作业安全规定
SY 6444—2000 石油工程建设施工安全规定
SY 6456—2000 含硫天然气集气站安全生产规定
SY 6457—2000 含硫天然气管道安全规程

以上标准自 2000 年 10 月 1 日起实施。

国家石油和化学工业局
2000 年 3 月 31 日

前 言

本标准是根据原中国石油天然气总公司文件 [98] 中油技监字第 33 号文《1998 年石油天然气工业国家标准行业标准制修订项目计划的通知》要求,由胜利石油管理局工程建设一公司主编,石油工程技术研究院参编而成的。

在本标准编制过程中,编制组成员遵照国家有关方针政策,进行了广泛的调查研究。在总结了多年来石油工程建设中钢管管道水泥砂浆衬里的设计及施工经验的基础上,非等效地采用美国石油学会标准 API RP 10E《钢管管道水泥砂浆衬里施工、装卸、安装、连接的推荐作法》(第 3 版,1994 年 9 月),提出标准的征求意见稿,并以多种方式广泛征求了有关石油天然气行业设计和施工单位的意见,对主要问题进行了反复修改,最后由石油工程建设施工专业委员会会同有关部门审查定稿。

本标准分为 8 章,主要内容有总则、设计、施工、安全与环保、质量检验、修补、装卸、运输及堆放以及交工文件等。在本标准附录 A 中给出了水泥砂浆衬里施工中水泥和砂子用量的计算。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由石油工程建设施工专业委员会归口。

本标准主编单位:胜利石油管理局工程建设一公司。

本标准参编单位:中国石油天然气集团公司工程技术研究院。

本标准主要起草人 刘鸿升 田笑盈 洪碧文 何 炜
李丽君

本标准由胜利石油管理局工程建设一公司负责解释。

1 总则	1
2 设计	2
2.1 材料	2
2.2 配合比	4
2.3 衬里	4
3 施工	6
3.1 一般规定	6
3.2 水泥砂浆	6
3.3 内表面清理	6
3.4 内表面冲洗湿润	7
3.5 衬里施工	7
3.6 衬里补口	8
3.7 衬里养护	11
4 安全与环保	13
5 质量检验	14
6 修补	16
7 装卸、运输及堆放	17
8 交工文件	18
附录 A 水泥砂浆衬里施工中水泥和砂子用量的计算	19
标准用词和用语说明	21
附件 钢管管道水泥砂浆衬里技术标准 条文说明	22

1.0.1 为提高钢管管道水泥砂浆衬里（以下简称衬里）的设计和施工质量，延长钢管管道的使用寿命，编制本标准。

1.0.2 本标准适用于油田外径不小于60.3mm的钢管输水管道衬里的设计、施工及验收。所输送水的pH值不得低于5，且温度不宜高于60℃。

1.0.3 钢管管道衬里的设计、施工、安全及检验，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

1.0.4 钢管管道的设计强度应按无衬里时的强度计算。

1.0.5 钢管管道的设计水力计算应考虑加衬里后管道内径的减小和衬里内表面的摩擦系数。

2 设计

2.1 材料

2.1.1 需涂装水泥砂浆的钢管和管件应符合下列规定:

- 1 钢管和管件必须有质量证明书及合格证。没有质量证明书及合格证的钢管和管件不得使用。
- 2 钢管质量应符合现行的国家或行业相应标准的规定。管件的质量应不低于相应钢管的质量。

2.1.2 衬里用水泥应符合下列规定:

- 1 输送不含可溶性硫酸盐的水时, 应选用标号不低于 425 号的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥, 其质量应分别符合《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175、《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》GB 1344 的规定。

- 2 输送含可溶性硫酸盐的水时, 可选用油井水泥。当水中可溶性硫酸盐含量低于 1000mg/L 时, 可选用《油井水泥》GB 10238 中规定的 B 级、C 级或 G 级中抗硫酸盐型 (MSR) 水泥。

当输送的水中可溶性硫酸盐含量不低于 1000mg/L 时, 可选用《油井水泥》GB 10238 中规定的 B 级、C 级或 G 级高抗硫酸盐型 (HSR) 水泥。

- 3 衬里用水泥应有质量证明书和复验报告。

- 4 衬里用水泥应不过期、无凝块。

2.1.3 衬里用砂应符合下列规定:

- 1 衬里用砂应为天然细砂, 其质量应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》JGJ 52 的规定。但云母含量不应大于 1%, 坚固性循环检验后的质量损失率应小于 8%。

- 2 衬里用砂应有良好的级配。砂应能全部通过 1.25mm 的方孔筛; 对于 0.63mm 的方孔筛, 筛余量应为 0~5%; 对于 0.315mm 的方孔筛, 筛余量应为 49%~60%; 对于 0.16mm 的方孔筛, 通过量应不超过 5%。

2.1.4 衬里用粉煤灰应符合下列规定:

- 1 衬里用粉煤灰应有质量证明书和复验报告。

- 2 衬里用粉煤灰应为火力发电厂燃烧煤粉的副产品, 其质量应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的规定。

2.1.5 衬里用火山灰应符合下列规定:

- 1 衬里用火山灰应有质量证明书和复验报告。
- 2 衬里用火山灰的质量应符合《用于水泥中的火山灰质混合材料》GB/T 2847 的规定。

2.1.6 衬里用外加剂应符合下列规定:

- 1 衬里用外加剂应有质量证明书及使用说明书。
- 2 输送饮用水时, 应选用经卫生部门鉴定, 并确认为稳定无毒的外加剂。

- 2.1.7 如果施工单位选用其他材料 (包括水泥、砂、粉煤灰、火山灰、外加剂), 则必须与用户和设计单位协商。在征得用户和设计单位同意后, 仍应按本标准规定的工艺做涂覆管段试验, 只有试验管段的衬里符合本标准规定时方可采用。

- 2.1.8 水泥砂浆用水不得含有降低水泥砂浆强度、寿命和质量要求的有害杂质, 其水质应符合表 2.1.8 的规定。

表 2.1.8 衬里用水的水质

序号	项 目	指 标
1	总含盐量 (mg/mL)	<5
2	SO ₄ ²⁻ (mg/mL)	<2.7
3	pH	5~9

2.2 配合比

2.2.1 水泥砂浆配合比可根据不同材料按表 2.2.1 选取。

表 2.2.1 水泥砂浆配合比表 (质量比)

序号	水 泥		火山灰	砂	外加剂
	硅酸盐水泥	油井水泥			
1	—	100	—	15	170
2	—	100	—	67	—
3	100	—	10	—	150
4	100	—	—	—	100

注：材料的计量误差应不大于材料总质量的 1%。

2.2.2 水的用量应以保证水泥砂浆的稠度 90~110mm 为准，可先用水泥质量的 32%~40% 试配。水泥砂浆稠度的试验方法应符合《建筑砂浆基本性能试验方法》JGJ 70 的规定。

2.3 衬 里

2.3.1 衬里的外观应平整，无脱落。

对于外径不小于 711.0mm 的钢管衬里，其表面缺陷（麻面、砂穴、空窝等）每处不得大于 5cm²，单个缺陷的深度不得大于表 2.3.4 中规定的衬里厚度公差数值；空窝面积每处不得大于 400cm²。

2.3.2 衬里因收缩引起的裂纹的宽度不得大于 1.6mm，且沿管道轴向的长度不得大于管道的周长或不得大于 5m。

2.3.3 衬里的抗压强度不得低于 38MPa，质量密度不得低于 2.16kg/dm³。抗压强度和质量的试验方法应符合《建筑砂浆基本性能试验方法》JGJ 70 的规定。

2.3.4 用户可根据需要，并与施工单位协商确定衬里的厚度，也可选用表 2.3.4 推荐的厚度。表 2.3.4 中未列出的钢管，可按该表中外径之最接近的钢管选择其衬里的厚度及公差。

表 2.3.4 衬里厚度 (mm)

钢管外径	衬 里	
	最小厚度	最大厚度
60.3	3.2	6.4
73.0	3.2	6.4
88.9	4.0	7.9
114.3	4.0	9.5
168.3	4.8	11.1
219.1	6.4	15.9
273.1	9.5	22.2
323.9	9.5	22.2
406.4	11.1	25.4
426.0	11.1	25.4
457.2	11.1	25.4
508.0	12.7	28.6
559.0	12.7	28.6
711.0	12.7	28.6
820.0	12.7	28.6
914.0	14.3	31.8
1060.0	15.9	34.9
1420.0	17.5	38.1
1820.0	19.1	41.3

注：外径为 60.3~168.3mm 的钢管，衬里厚度的公差为 ±0.8mm；外径为 219.1~508.0mm 的钢管，衬里厚度的公差为 ±1.6mm；外径为 559.0~1820.0mm 的钢管，衬里厚度的公差为 +3.0mm，-1.6mm。采用风送挤浆法施工时，管道底部衬里厚度的公差可为 +3.0mm。

3 施 工

3.1 一般规定

3.1.1 衬里施工,可根据不同情况分别采用离心成型法、风送挤涂法、涂敷机涂敷法、机械喷涂法或人工涂抹法。离心成型法适用于在预制厂内成型的单根钢管,风送挤涂法、涂敷机涂敷法和机械喷涂法适用于施工现场成型的施工管段(一般长度大于500m);人工涂抹法主要适用于弯头衬里的施工或对衬里的补口和修补。

3.1.2 施工环境温度低于4℃时,不得进行衬里施工。

3.1.3 现场施工管段中,钢管应同径同壁厚。不同直径的钢管应分别组对,分段进行衬里施工。

3.1.4 现场施工管段,在衬里施工前应按有关标准的规定完成清扫、组对、焊接、耐压试验、严密性试验、外防腐层补口补伤,而且除现场施工管段两端外,其余部分的管沟已回填。

3.2 水泥砂浆

3.2.1 水泥石灰的配合比应符合本标准第2.2节的规定。施工时,水泥石灰的温度不得低于10℃,且不得高于32℃。

3.2.2 水泥砂浆必须搅拌均匀,搅拌时间应为2~5min。

3.2.3 搅拌好的水泥砂浆必须在初凝前用完。

3.2.4 下一遍衬里的施工应在上一遍施工的衬里初凝后、终凝前进行。

3.3 内表面清理

3.3.1 衬里施工前应先清管,清除现场施工管段内的石块、木头、泥、水等杂物,并使现场施工管段内表面干燥。

3.3.2 现场施工管段或预制成型钢管及弯头等管件的内表面如有可见的油、油脂、润滑油和其它可溶污物,除锈前可采用《涂装前钢材表面预处理规范》SY/T 0407中规定的化学清洗法清除。

也可采用火焰法清理钢管内表面可见的油、油脂、润滑油和其它可溶污物,但不得影响钢管的材质。

3.3.3 现场施工管段或预制成型钢管及弯头等管件的内表面的除锈方法、除锈等级应符合下列规定:

1 采用风送挤涂法、涂敷机涂敷法、机械喷涂法和手工涂抹法时,现场施工管段内表面应采用除锈器或手工工具除锈,除锈等级应达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T 8923中规定的S2级。

2 采用离心成型法时,钢管内表面应采用喷射除锈,除锈等级应达到GB/T 8923中规定的Sa1级。

3 也可采用SY/T 0407中规定的酸洗法清除现场施工管段或预制成型钢管内表面可见的氧化皮、锈和旧涂层。

4 弯头等管件的内表面应采用工具除锈,除锈等级应达到GB/T 8923中规定的S2级。

3.4 内表面冲洗湿润

3.4.1 内表面清理后应进行冲洗湿润。冲洗湿润用的水应符合本标准表2.1.8的规定。冲洗湿润后的内表面不得有灰尘,也不得有积水。

3.4.2 内表面冲洗湿润后应立即进行衬里施工。如果不立即进行衬里施工,则应将现场施工管段或预制成型的钢管的两端封住。

3.5 衬里施工

3.5.1 不同的施工方法适用于不同外径的钢管,其对应关系可参照表3.5.1。

表 3.5.1 施工方法与钢管外径的对应关系

施工方法	钢管外径 (mm)	施工方法	钢管外径 (mm)
风送砂浆	≤426.0	机械喷涂	≥508.0
涂覆砂浆	406.4~820.0	离心成型	114.3~508.0

3.5.2 衬里施工前, 应检查并调试好有关机器设备。采用风送砂浆涂法时, 施工前应检查压缩空气的质量。

检查方法为: 将白布或白漆板置于压缩空气流中 1min, 用肉眼观察, 白布或白漆板的表面上无油污、水珠或黑点, 压缩空气为合格。

3.5.3 弯头等管件的衬里所用材料及配合比必须与管道的相同。

对于外径大于或等于 457.2mm 的弯头等管件, 应在其内表面点焊钢丝网。

3.5.4 管端衬里的处理应适应补口工艺的需要。采用离心法施工的衬里, 其两端应平整, 且应与钢管轴线垂直。当采用“开孔补口法”补口时, 应把距管端部 20mm 内的衬里去掉。

3.5.5 衬里成形后应随时检查其外观和厚度。如发现不合格, 应按本标准第 6 章的规定进行修补。

3.6 衬里补口

3.6.1 衬里的补口可选用本标准推荐的补口方法, 也可选用设计确认的其他方法。补口所用的水泥砂浆材料及配合比应与衬里的相同。

3.6.2 外径大于 711.0mm 的管道, 操作者宜进入管道内采用手工涂抹的方法完成补口。

3.6.3 外径不大于 711.0mm 的管道, 当采用离心法成型工艺时, 可选择“复合金属环法”补口; 当采用其它成型工艺时, 可选择“开孔补口法”补口。

1 复合金属环补口法。

复合金属环补口法的原理如图 3.6.3-1 所示。这种方法是在钢管端部焊接不锈钢圈及不锈钢复合层, 然后施工衬里。焊接不锈钢圈及不锈钢复合层的操作要点如下:

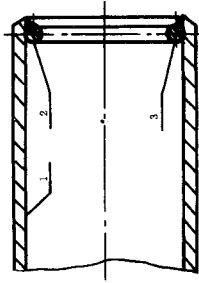


图 3.6.3-1 复合金属环补口法

结构原理图

1—钢管; 2—不锈钢圈; 3—不锈钢复合层

1) 预制不锈钢圈: 用直径与衬里厚度相同的不锈钢丝制成不锈钢圈, 其外径应比钢管内径稍小 (间隙不得大于 1mm), 材料可选择 0Cr18Ni9Ti 或 1Cr18Ni9Ti 不锈钢。

2) 安装不锈钢圈: 按图 3.6.3-1 所示的位置把不锈钢圈放入钢管内, 应保证不锈钢圈的外侧到管端的距离比不锈钢丝的半径大 1~2mm。

3) 不锈钢复合层: 按图 3.6.3-1 所示的形状和位置, 用不锈钢焊条把不锈钢圈与钢管焊接在一起, 形成不锈钢复合层, 其厚度不得小于 2mm。

4) 加工坡口: 如果管端需要加工坡口, 则加工完坡口后, 不锈钢圈的外侧到管端的距离不宜小于不锈钢丝的半径。

管节的长度宜为100mm左右,内径应以伸进手去完成衬里补口为宜,壁厚不得小于管道的壁厚,材料应与管道的相同。

管节盲板的直径宜大于管节外径,厚度不得小于管道壁厚,材料应与管道的相同。

弧板的直径宜比管节内径小1mm左右,厚度宜为2mm,弧度应与管道内表面的弧度相同。

2) 开口: 用开口机在离焊口一定距离处开口,并开坡口。孔的直径应等于管节直径与2倍焊接间隙之和。

3) 焊管节: 把管节插入孔中,管节底部不得超过管道内表面,并按照与管道焊接相同的工艺把管节焊接到管道上。

4) 湿润: 补口前应用毛刷蘸着清水使焊缝两侧的衬里充分湿润,但焊缝底部不得有积水。

5) 补口: 应采用手工工具完成焊缝处衬里的补口。补口后,应保证衬里连续、平整、光滑。

6) 焊弧板支杆: 把三根弧板支杆按120°的间隔焊接到弧板背面,三根弧板支杆的另一端焊接到管节内表面上,应保证弧板背面与原衬里内表面齐平。

7) 装水泥砂浆: 把水泥砂浆装入管节内。

8) 焊管节盲板: 最后把管节盲板焊到管节上。

3.7 衬里养护

3.7.1 对于风送挤涂法、涂敷机涂敷法、机械喷涂法和手工涂抹法施工的管道衬里,应采用自然养护法;对于离心法施工的衬里和管件的衬里,应采用蒸汽养护法或自然养护法。

3.7.2 采用自然养护法时,应在衬里施工后2h内密封,直到接口时才可去掉。养护温度不得低于10℃,养护时间不得少于8d。

未回填的部分现场施工管段,当管道表面温度超过35℃时,应用湿草袋等物品覆盖。

5) 复合金属环补口法应符合下列规定:

- 所用不锈钢丝应有质量证明书或复验报告;
- 所用焊条应有质量证明书、出厂日期及有效期,其质量应符合《不锈钢焊条》GB/T 983的规定,使用前必须烘干;
- 焊接前应进行焊接工艺评定;
- 焊接前应清理钢管端部内表面,使其无锈蚀、无油污等;

——焊接时,宜选用直流电焊机,焊条应按正接;

——焊接时环境温度不得低于0℃。当低于0℃时,应将距管端100mm左右的范围预热到15~50℃。

2) 开口补口法。

开口补口法的结构示意图如图3.6.3-2所示。其操作要点

如下:

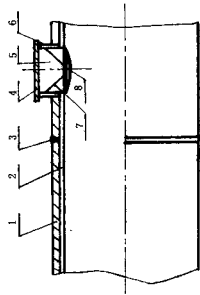


图3.6.3-2 现场施工管段接口处衬里补口结构图

- 1—现场施工管段; 2—衬里; 3—焊条; 4—管节盲板;
- 5—水泥砂浆; 6—管节; 7—弧板支杆; 8—弧板

1) 预制: 补口前应先制作管节、管节盲板、弧板和弧板支杆。

3.7.3 蒸汽养护应符合下列规定:

- 1 养护前,应于衬里施工后 2h 之内,用密封套把钢管两端密封住,到现场安装后方可去掉。
- 2 蒸汽养护应在衬里施工后 2~4h 之间开始。若环境温度高或湿度低,可缩短上述时间;相反应延长上述时间。
- 3 养护室的温度应为 $57\sim 74^{\circ}\text{C}$,养护时间不得少于 18h,用户可以要求延长养护时间。
- 4 养护室的升温或降温速度不得超过 $0.6^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

4 安全与环保

- 4.0.1 施工队伍中必须设一名专职或兼职安全员,检查安全技术措施的落实。
- 4.0.2 当采用风送挤涂法施工时,应在挤涂器出口端设专人警戒,挤涂器出口端不得有行人和车辆通过;现场施工管段末端必须安装一个接收清管器、除锈器和挤涂器等的接收装置;施工人员不得在发送装置和现场施工管段的连接处停留。
- 4.0.3 在衬里施工过程中,施工场所的噪声应符合《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87 的有关规定。
- 4.0.4 酸洗用过的水必须经过处理,达到《工业企业设计卫生标准》TJ 36 中规定的排放标准后方可排放。

5 质量检验

- 5.0.1** 在衬里养护期满后应对其外观、裂纹和厚度进行检验。
对现场施工管段和弯头等管件应逐条和逐件检验。
对预制成型的钢管衬里，应抽检每班产量的5%，但最小检验数量为3根。如果有一根不合格，应加倍抽检。如仍有一根不合格，应进行100%的检验。
- 5.0.2** 如用户对预制成型衬里的质量有怀疑，可与施工单位协商是否抽取一定比例作破坏性试验。
- 5.0.3** 衬里的抗压强度和密度应符合本标准第2.3.3条的规定。

检验方法：检查每批水泥砂浆试块的抗压强度和密度试验报告。

5.0.4 衬里的外观应符合本标准第2.3.1条的规定。

检验方法：对于外径小于711.0mm的管道，应用肉眼或内窥镜观察两端衬里的外观；对于外径不小于711.0mm的管道，检查人员可进入管道内，用肉眼观察全部衬里的外观，用尺测量表面缺陷，用敲击法检查空鼓。

5.0.5 衬里的裂纹宽度和长度应符合本标准第2.3.2条的规定。

检验方法：对于外径小于711.0mm的管道，应用裂缝检查仪或尺检查两端衬里；对于外径不小于711.0mm的管道，检查人员可进入管道内，用裂缝检查专用工具或尺检查全部衬里。

5.0.6 衬里的厚度应符合本标准第2.3.4条的规定。

检验方法：

- 1 对于外径小于711.0mm的现场施工管段或预制成型钢管及弯头等管件的衬里，应采用测厚仪或游标卡尺检查两端的衬里。每沿管道周向取上、下两个点。两端共4个点处厚度均合

格，则衬里厚度为合格。如果4个点中有一个点处厚度不合格，应在靠近两端处再各取两个断面，每个断面取上、下两个点，测量其衬里厚度。若4个断面共8个点中仍有两个点处厚度不合格，则衬里厚度为不合格。

- 2 对于外径不小于711.0mm的现场施工管段衬里，检查人员可进入管道内，在每100m范围内，抽检2个断面，每个断面上应用测厚仪检查上、下两个点处的厚度。若上、下两个点处的厚度均合格，则该100m管段的衬里厚度为合格；若其中一个点处衬里厚度不合格，应再抽检4个断面，若其中仍有两个点处的衬里厚度不合格，则该100m管段的衬里厚度为不合格。

- 3 对于外径不小于711.0mm的预制成型的钢管衬里，除检查两端衬里外，还应检查中间部位的衬里。合格品的判定同本条第2款。

6 修 补

6.0.1 不合格的衬里应进行修补。修补应符合下列规定:

- 1 采用离心法施工的衬里,应在成型后 15min 内完成修补。
- 2 采用其它方法施工的衬里,宜在水泥砂浆终凝前完成修补。
- 3 宽度大于 1.6mm 的裂纹,如果有充分根据证明,经水中浸泡可自动愈合,则经用户同意后可不进行修补。
- 4 修补所用的材料及配合比应与原衬里的相同。修补前,应使衬里充分湿润。
- 5 修补后应按本标准第 3.7 节的规定进行养护。

6.0.2 修补后的衬里应按本标准第 5 章的规定进行检验。

7 装卸、运输及堆放

7.0.1 在衬里养护期内不得进行装卸和运输。

7.0.2 装卸和运输前必须用保护帽将钢管两端的衬里保护好。

7.0.3 装卸时,应使用配备专用吊具的起重设备,并应轻装、轻卸,不得损坏衬里。

7.0.4 运输时应使用专用车辆。允许钢管的长度超过车体,但超过的部分不得大于 1m。

7.0.5 应在具有多个支撑点的平地上堆放,堆放时不得撞击。

8 交工文件

8.0.1 交工文件应包括以下资料:

- 1 设计变更通知单、施工修改联络单。
- 2 材料变更通知单、施工修改报告。
- 3 防腐管出厂合格证。
- 4 衬里的修补及补口记录。
- 5 水泥砂浆衬里质量检验报告。

附录 A 水泥砂浆衬里施工中水泥和砂子用量的计算

A.0.1 施工一遍水泥砂浆衬里所需水泥砂浆的体积 V 应按式 (A.0.1) 计算。

$$V = K\pi T(d - T)L \quad (\text{A.0.1})$$

式中 V ——施工一遍水泥砂浆衬里所需水泥砂浆的体积 (m^3);

T ——施工一遍衬里的厚度 (m);

d ——管道内径 (m);

L ——现场施工管段长度 (m);

K ——水泥砂浆的损失系数, 一般取 1.1~1.2。

A.0.2 施工一遍水泥砂浆衬里所需水泥的质量 G_1 应按式 (A.0.2) 计算。

$$G_1 = \frac{V\rho_1\rho_2}{K_1(\rho_2 + A\rho_1)} \quad (\text{A.0.2})$$

式中 G_1 ——施工一遍水泥砂浆衬里所需水泥的质量 (kg);

V ——按式 (A.0.1) 计算出的水泥砂浆体积 (m^3);

ρ_1 ——水泥的松散表观密度 (kg/m^3), 一般为 1000~1300 kg/m^3 ;

ρ_2 ——砂子在干燥状态下的松散表观密度 (kg/m^3), 一般取 1400 kg/m^3 ;

A ——砂子与水泥的质量比;

K_1 ——搅拌成水泥砂浆后体积的缩小系数, 应根据水泥砂浆的配合比实际测量, 一般可取 0.75。

A.0.3 施工一遍水泥砂浆衬里所需砂子的质量 G_2 应按式 (A.0.3) 计算。

$$G_2 = AG_1 \quad (\text{A.0.3})$$

式中 G_2 ——施工一遍水泥砂浆衬里所需砂子的质量 (kg)。

标准用词和用语说明

为便于在执行本规范条文时区别对待,对于要求严格程度不同的用词,说明如下:

1 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

钢质管道水泥砂浆衬里技术标准

制定说明

根据原中国石油天然气总公司文件〔98〕中油技监字第33号文件精神,由胜利石油管理局工程建设一公司主编、中国石油天然气集团公司工程技术研究院参编的《钢质管道水泥砂浆衬里技术标准》SY/T 0321—2000,经国家石油和化学工业局于2000年3月31日以中国石化政发(2000)110号文件发布,自2000年10月1日实施。

在制定过程中,编制组成员遵照国家有关方针政策,进行了广泛的调查研究,并广泛征求有关单位和专家的意见,力求做到技术先进、经济合理、安全适用、确保质量,既考虑到目前的施工水平,又考虑到今后的发展方向。经过反复讨论,前后形成了标准编制大纲、征求意见稿、送审稿、报批稿,最后由石油工程建设施工专业标准化委员会同有关部门审查定稿。

为便于广大设计和施工单位在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,本标准编制人员依据国家有关编制标准、规范条文说明的统一要求,按正文的章、节、条顺序编制了本条文说明,供各有关单位参考。

希望各单位在执行本标准过程中,结合工程实践,认真总结经验,注意积累资料,在使用过程中如发现需要修正和补充之处,请将意见和有关资料寄交山东省东营市胜利石油管理局工程建设一公司标准室,邮编257073。

胜利石油管理局工程建设一公司
2001年3月

1 总则	25
2 设计	26
2.1 材料	26
2.2 配合比	26
2.3 衬里	26
3 施工	31
3.1 一般规定	31
3.2 水泥砂浆	31
3.3 内表面清理	31
3.4 内表面冲洗湿润	31
3.5 衬里施工	31
3.6 衬里补口	32
3.7 衬里养护	32
5 质量检验	33
6 修补	34
7 装卸、运输及堆放	35

1.0.1 目前我国石油天然气行业水泥砂浆衬里的施工方法主要有工厂预制和现场施工两种。工厂预制主要指离心成型法；现场施工主要指风送挤涂法、涂敷机涂敷法、机械喷涂法及手工涂抹法。上述这些方法，虽然都有相应的行业标准，但不够统一，与国外标准也有差别，尤其是与 API RP 10E (1994 年版) 有较大差别。为统一标准，提高工程质量，实现与国际标准接轨，非等效采用 API RP 10E (1994 年版) 编制此标准。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。钢管外径规定为 60.3mm 以上，所输送水的 pH 值不低于 5，是参照 API RP 10E 规定的。

本标准包括设计、施工及验收，而 API RP 10E (1994 年版) 仅包括施工及验收，这是两者的区别。

2 设计

2.1 材料

2.1.1.2 本条规定水泥质量应符合三个标准。在这三个标准中, GB 175、GB 1344 是我国自行制定的国家标准; 而 GB 10238 是等效采用 API Spec 10。

2.1.1.3 本条规定砂的质量应符合 JGJ 52 的规定。考虑到衬里应具有较高抗渗性, 故本标准规定砂中云母含量较低, 应不大于 1%; 考虑到衬里应具有较高耐磨性, 故本标准规定砂的坚固性循环试验后的质量损失率较低, 应小于 8%。

本条规定砂应具有相应的级配是参照采用了美国标准 API RP 10E 的规定。

2.2 配合比

2.2.1 本条推荐了四种配合比, 前两种与 API RP 10E 中推荐的一样, 而后两种是国内常用的。

因为粉煤灰和火山灰可以延长水泥砂浆的凝结时间, 降低发热量, 减少干缩, 提高和易性、抗裂能力、抗硫酸盐侵蚀能力、抗渗能力, 增加后期极限拉伸变形等, 所以在硫酸盐浓度不高时, 可以用添加粉煤灰或火山灰的方法达到抗硫酸盐侵蚀的目的。

2.2.2 本条规定, 水的用量“可先用水泥质量的 32%~40% 试配”, 其含义是, 因砂中有水, 水的用量只能按 32%~40% 试配, 最终保证水泥砂浆的稠度为 90~110mm。

2.3 衬里

2.3.1 本条规定钢管外径不小于 711.0mm, 主要是当钢管外径

小于 711.0mm 时, 人无法进入管道检查衬里表面缺陷和空鼓。对表面缺陷和空鼓的规定与《埋地给水钢管道水泥砂浆衬里技术标准》CECS 10 (1989 年版) 的规定相同。对于钢管外径小于 711.0mm 的管道衬里, 因目前无法检查, 故本标准未规定其表面缺陷和空鼓。

2.3.2 本条规定, “衬里裂纹宽度不得大于 1.6mm, 且沿管道轴向上的长度不得大于管道的周长或不得大于 5m。”这是因为在湿润条件下养护或充水浸泡早期, 水泥的水化作用继续进行, 裂缝宽度不大于 1.6mm 时能自动愈合, 这与国内外标准规定的相同。本条关于裂纹宽度大于 1.6mm 的处理方法与 CECS 10 的规定相同。

2.3.3 本条规定, 衬里抗压强度不得低于 38MPa, 密度不得低于 2.16kg/dm³, 是参照采用 API RP 10E。

2.3.4 本条规定了衬里的厚度。

现将美国 API RP 10E、《钢质管道及储罐腐蚀控制工程设计规范》SY 0007、CECS 10、《钢质管道水泥砂浆衬里涂敷机涂敷工艺》SY/T 4074、《钢质管道粉煤灰水泥砂浆衬里离心成型施工工艺》SY/T 4075 及《钢质管道水泥砂浆衬里风送挤涂工艺》SY/T 4077 规定的衬里厚度分别列表如下 (见表 1)。

表 1 API RP 10E 规定的衬里厚度

钢管规格直径		衬里最小厚度		衬里最大厚度	
(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)
2 1/2	60.3	1/8	3.2	1/4	6.4
2 3/4	73.0	1/8	3.2	1/4	6.4
3 1/4	88.9	5/32	4.0	5/16	7.9
4 1/4	114.3	5/32	4.0	3/8	9.5
6 5/8	168.3	3/16	4.8	7/16	11.1
8 3/4	219.1	1/4	6.4	5/8	15.9
10 3/4	273.1	3/8	9.5	7/8	22.2

表 1 (完)

钢管规格直径 (in)	衬里最小厚度 (mm)		衬里最大厚度 (in)	
	(mm)	(in)	(in)	(mm)
12 3/4	323.9	3/8	9.5	7/8
16	406.4	7/16	11.1	1
20	508	1/2	12.7	11/8
				28.6

注: 衬里厚度公差: 外径为 60.3~168.3mm 之间的钢管, 公差为 $\pm 0.8\text{mm}$; 外径为 219.1~508.0mm 之间的钢管, 公差为 $\pm 1.6\text{mm}$ 。

表 3 (完)

钢管公称直径	衬里厚度	厚度允许偏差
2000~2200	15.0	+4 -3
2400~2600	16.0	+4 -3
2600 以上	18.0	+4 -3

表 2 SY 000 7 规定的衬里厚度 (mm)

钢管外径	衬里厚度	衬里最小厚度
≤ 300	5.0	2.5
350~600	6.0	3.0
700~1200	7.0	4.0
1400~1800	9.0	5.0

表 4 SY/T 4074 规定的衬里厚度 (mm)

钢管公称直径	衬里厚度	厚度允许偏差
400~600	6.0	+1.5 -1.5
700~1200	7.0	+2.0 -2.0
1400~1800	9.0	+3.0 -3.0

表 3 CBSC 10 规定的衬里厚度 (mm)

钢管公称直径	衬里厚度	厚度允许偏差
500~700	8.0	+2 -2
800~1000	10.0	+2 -2
1100~1500	12.0	+3 -2
1600~1800	14.0	+3 -2

表 5 SY/T 4075 规定的衬里厚度 (mm)

钢管公称直径	衬里厚度	厚度允许偏差
100~500	6.0	+1.5 -1.5

表 6 SY/T 4077 规定的衬里厚度 (mm)

钢管公称直径	衬里厚度	厚度允许偏差
150~250	4.0	+2.0 -1.0

表 6 (续)

钢管公称直径	衬里厚度	厚度允许偏差
300~350	5.0	+3.0 -1.5
400~500	96.0	+4.0 -2.0

由这些表格可见,国内标准规定的衬里厚度比美国 API RP 10E 规定的衬里厚度小。

本标准规定的衬里厚度,从 60.3~508.0mm,参照采用 API RP 10E;而从 559.0~1820.0mm,是根据 CECS 10 和 API RP 10E 导出的。

本条规定,“用户可根据需要,并与施工单位协商确定衬里的厚度,也可选用表 2.3.4 推荐的厚度。表 2.3.4 中未列出的钢管,可按该表中外径与之最接近的钢管选择其衬里的厚度及公差。”其含义是,一方面,如果按表 2.3.4 推荐的厚度施工,对于 $\phi 426$ 的管道,则衬里厚度最小应为 11.1mm,而我国施工的用户根据往住仅有 6.0mm 就够了。所以,本条的规定是允许用户根据自己的需要,选择较薄的衬里厚度。另一方面,考虑到与国际标准接轨,也必须在表 2.3.4 中推荐较大衬里厚度。

3 施工

3.1 一般规定

3.1.2 本条参照采用 API RP 10E。规定水泥砂浆和环境温度的下限是指水泥砂浆中无添加剂的情况。

3.2 水泥砂浆

3.2.2 本条规定的搅拌时间是参照采用 API RP 10E。

3.3 内表面清理

3.3.1 本条规定,清管后应“使施工管段内表面干燥”的含义是,如果管内有泥土,在用除锈器或手工工具清理时不容易把泥土除净;如果内表面是干燥的,那么经除锈器或手工工具清理后,再用压缩空气吹,便可把管内的土除净。因此,这里的“使施工管段内表面干燥”与“内表面冲洗湿涸”并不矛盾。

3.3.2 本条规定“也可采用火焰法清理钢管内表面可见的油、油脂、润滑油和其它可溶污物”,是因为 API RP 10E 有类似规定,为与国际接轨,本标准也作了类似规定。

3.4 内表面冲洗湿涸

3.4.1 涂装水泥砂浆前,应对现场施工管段或钢管内表面进行冲洗湿涸,主要是把内表面上的灰尘洗掉,否则水泥砂浆不会牢固地粘在内表面上。但内表面的底部不得留有积水。

3.5 衬里施工

3.5.2 采用风送挤涂法施工时,压缩空气中不能有油和水,否

则会对衬里的质量有影响。所以,本条规定,施工前应检查压缩空气的质量。

3.6 衬里补口

3.6.1 本条规定“衬里的补口可选用本标准推荐的补口方法,也可选用设计确认的其他方法”。本标准推荐的补口方法是“复合金属环法”和“开孔补口法”。设计确认的其他方法包括 API RP 10E 推荐的“填充剂法”、“石棉垫圈法”、“可焊接头法”。这三种补口方法,目前在国内还未应用。

3.7 衬里养护

本节等效采用 API RP 10E 推荐的养护方法。

5 质量检验

5.0.1 本条规定了衬里的检验规则。因为,对于现场施工管段和弯头,数量较少,故规定进行逐条和逐件的检验。对于预制成型的钢管衬里,本条规定的抽检数量是根据国内实际作业线的生产情况制定的。

5.0.6 本条规定了衬里厚度的检查方法。

1 对于用离心法施工的各种直径钢管衬里,因为厚度较均匀,正常检验时只需检查两端的衬里厚度就够了。另外,对于用其它方法成型的、直径小于 711.0mm 的管道衬里,检验人员无法进入,无法检查钢管内部的衬里厚度。因此,本标准规定,“对于外径小于 711.0mm 的管道衬里,应采用测厚仪或游标卡尺检查两端的衬里”。

2 对于除离心法之外,用其它方法施工的、外径不小于 711.0mm 的较长现场施工管段的衬里,检验人员可进入管道内检查衬里厚度,但是,没有必要检查全部衬里的厚度,只需每隔一定距离进行检查。本标准规定的检查点的取法和合格品的判定与 CECS 10 的规定基本相同。

一般说来,用涂敷机涂敷法、离心成型法和机械喷涂法施工的衬里,厚度在周向上比较均匀,而用风送挤涂法施工时,管道底部衬里较厚,这是水泥砂浆流淌造成的,实际施工中很难避免。在检查时,如果发现用风送挤涂法施工的衬里下部厚度偏大,也可判定衬里厚度合格。

3 对于外径不小于 711.0mm 的离心法成型的钢管衬里,因为检验人员可以进入,所以为保险起见,本条规定除两端外,还应检查中间部位。

6 修 补

6.0.1 本条规定,“对于离心法成型的钢管衬里,应在成型后15min内完成修补”,这是参照采用API RP 10E。

本条规定“对于宽度大于1.6mm的裂纹,如果有充分根据证明,经水中浸泡可自动愈合,则经用户同意后可不进行修补。”这是参照采用CECS 10。

7 装卸、运输及堆放

本章是参照采用API RP 10E。