

ICS 75.200; 23.040.20

P E98; P94

备案号: 22003—2007

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 4110—2007

采用聚乙烯内衬修复管道 施工技术规范

Code for construction technical of rehabilitation
exist pipeline using PE liner

2007—10—08 发布

2008—03—01 实施

国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
5 设计	3
6 材料	3
7 安装	4
8 压力试验	4
9 交工资料	5
附录 A (资料性附录) 条文说明	6

前 言

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由石油工程建设专业标准化委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国石油集团工程技术研究院。

参加起草单位：山东胜邦—柯林瑞尔管道工程有限公司、扬州江苏油田三园技术有限公司。

本标准主要起草人：宋连仲、周长山、周拾庆、赵修杰、李丽君、孟春晖。

采用聚乙烯内衬修复管道施工技术规范

1 范围

本标准规定了管道安装聚乙烯内衬对管道进行结构性修复、恢复结构的完整性和进行管道内防腐的施工要求。

本标准可为采用聚乙烯内衬修复管道的建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等用户提供依据。

推荐直径范围为 $DN100\text{mm}\sim DN700\text{mm}$ 的管道，超出此范围可参照本标准执行。

新建管道使用聚乙烯内衬防腐时可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2035 塑料术语及其定义

GB/T 13663 给水用聚乙烯（PE）管材

GB 15558.1 燃气用埋地聚乙烯（PE）管道系统 第1部分：管材

GB/T 18252 塑料管道系统 用外推法对热塑性塑料管材长期静液压强度的测定

CJJ 63 聚乙烯燃气管道工程技术规程

3 术语和定义

GB/T 2035, GB/T 18252 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

变形管 deformed pipe

采用变形模式或径向压缩的方式，使聚乙烯内衬管材经过专用设备后减少其横截面面积的管材。如工厂生产的 U 型内衬管（见图 1）。目前变形管的形式有：U 型变形模式和径向均匀压缩模式，如图 1、图 2、图 3、图 4 所示。

3.2

凹窝 dimpling

热塑性变形管在恢复原始的圆形时，在管道的管壁接头或变形处，内衬失去支撑点，膨胀而产生的局部变形。

3.3

插入点 insertion point

作为变形管插入现存管道的入口处。

3.4

内衬层 liner

在结构上连续地与修复管内壁紧密贴合的聚乙烯复原管。

3.5

热压设备 manifolds

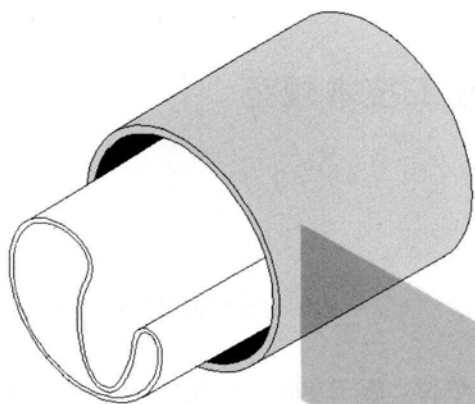


图 1 工厂生产的 U 型内衬管

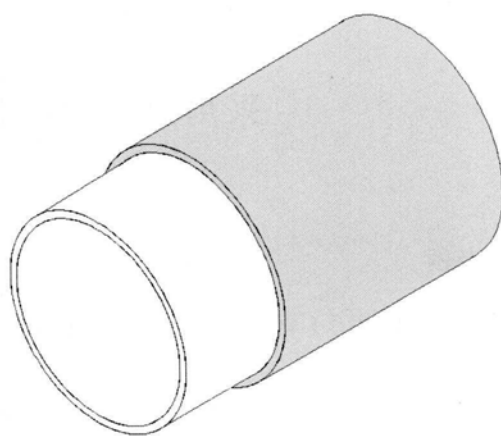


图 2 安装变形管后已形成内衬的管道

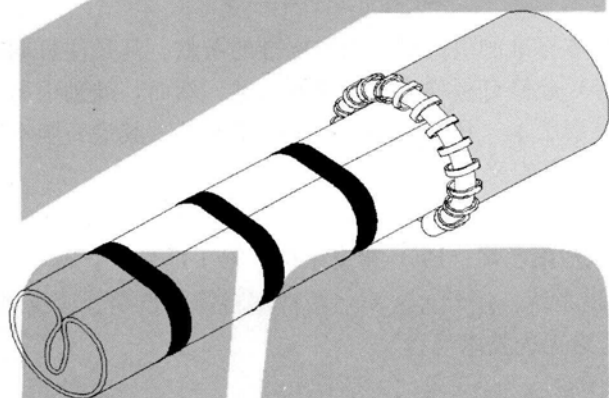


图 3 现场压缩安装 U 型内衬管

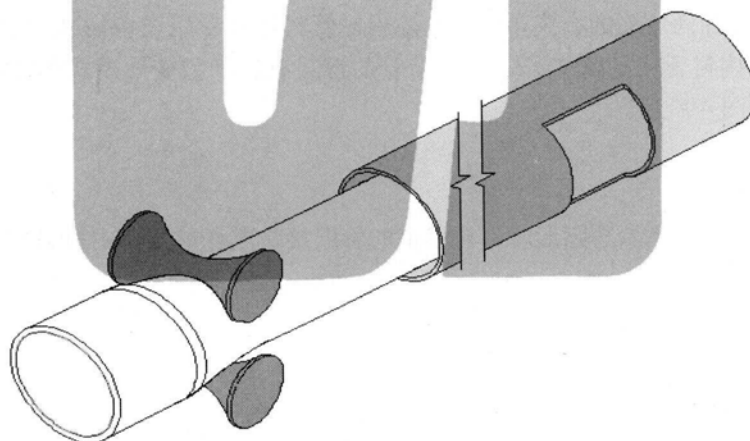


图 4 径向均匀压缩模式安装内衬管

注：本图只是说明本标准所述术语的含义，显示变形管和复原管的形状。

变形聚乙烯内衬在复原过程中所用的升温、加压设备。

3.6

复原管 reformed pipe

变形管插入到管线内经升温 and 加压处理（或自然复原）复原到与现存管线贴合的内衬层。

3.7

终点 termination point

将变形管从现存管道中牵引出的出口。

3.8

部分损坏管道 partially deteriorated pipe

管道存在结构上的缺陷，但整体上能够支持土壤和内部压力。

4 总则

4.1 聚乙烯内衬的使用温度应符合下列规定：

a) 应用于集气或输气管道、多相流体或低蒸汽压流体输送管道时不应超过 50℃；

b) 应用于原油及各种水管道时不应超过 60℃。

4.2 在特殊工作条件下实施工程项目时，建设单位可与有关单位协商提出相应的技术条款。

4.3 本标准应用者在应用前应制定相应的安全健康实施规定。

4.4 在设计管道内衬层时，应对待修复管道进行必要的评估，在能够满足强度要求时方可进行内衬的安装。

4.5 聚乙烯内衬相关产品生产厂家应提供设计和安装所需的技术资料。

5 设计

5.1 设计应采用符合本标准要求的聚乙烯内衬层材料。

5.2 设计时应确定聚乙烯内衬层在安装和使用过程中的适用性。当输送的介质中有影响聚乙烯内衬层机械性能的碳氢化合物或碳氢化合物基的添加剂存在时，应确定聚乙烯内衬层对特定碳氢化合物的适用性。

5.3 聚乙烯内衬层最小壁厚应符合表 1 的要求。

表 1 聚乙烯内衬层最小壁厚

单位为毫米

公称直径	DN100	DN150	DN200	DN250	DN300	DN350	DN400	DN500	DN600	DN700
最小壁厚	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	8.5	9.6	12.5	14.0	16.0

5.4 聚乙烯内衬层一次作业安装长度应根据地形、连接点、弯头和管道内部状况确定。

6 材料

6.1 聚乙烯内衬层用于油气管道内衬时应符合 GB 15558.1 的规定；用于水管道内衬时应符合 GB/T 13663 的规定。

6.2 聚乙烯内衬层材料的分类应符合表 2 的规定。

表 2 聚乙烯材料的分类

类 型	长期静液压强度 (20℃, 50 年, 97.5%), MPa	最小强度, MPa
PE80 (第二代)	8.00~9.99	8.00
PE100 (第三代)	10.00~11.19	10.00

6.3 工厂生产的 U 型内衬管应连续缠绕；操作和存储应符合产品说明书的规定。

6.4 聚乙烯变形管不应有裂片、窄裂纹、龟裂或碎裂等痕迹。

7 安装

7.1 清洗和检查

7.1.1 现存管道在清洗前，应根据国家的有关安全规定对管道内部气体进行检测，不应有有毒、易燃气体存在。

7.1.2 现存管道内部锈蚀物及污垢应清除掉。清洗可以采用高速喷射清洗机或机械驱动设备进行清洗，也可以采用压缩空气或水等介质推动清管器进行管道内部的清洗。当采用化学手段进行清洗时，清洗后的管道应作钝化处理，防止残余的清洗介质对管道内壁的继续腐蚀。

7.1.3 管道检查应由专业人员用工业内窥电视完成，通过使用工业内窥电视确定任何会妨碍内衬管插入以及正常复原的因素和位置。

7.2 聚乙烯内衬管的连接

需要现场进行热熔焊接的内衬管可按 CJJ 63 有关规定执行。

7.3 插入安装

7.3.1 连接加衬管段的金属法兰或端头连接装置应在加装内衬层前安装。

7.3.2 在管道内衬层安装前应制定对积存在内衬层与原管道夹层环形空间内任何气体的监测和去除的有关方法。

7.3.3 在管道内衬插入前，应采用管道内部尺寸检测仪器检测确定管道内径，并确保变形管在插入安装时不会造成损坏。

7.3.4 变形管应用动力绞盘和缆索直接从插入点拉到终点，穿插过程中应对拉力进行连续监测，测出的拉力应小于屈服强度的 50% 与内衬管管壁横截面积的乘积。

7.4 变形内衬管的复原

7.4.1 U 型内衬管的复原。

7.4.1.1 U 型内衬管的复原应在变形管插入安装合格后进行。

7.4.1.2 复原时应加温加压。当变形管尾端外壁温度通过加温达到 $85^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时，应逐步加压，使变形管复原。复原压力应达到确保变形管完全膨胀并允许在端部接触点出现凹窝，使变形管完全复原，并与管道的内壁紧贴在一起。保持这种复原压力，使复原内衬层冷却到 38°C 并稳压继续冷却，直至达到环境温度后，断开设备。

7.4.1.3 在整个变形管复原过程中应连续检测温度和压力。测温、测压装置应装在插入点和终点。

7.4.2 径向均匀压缩内衬管的复原：可采用内衬管聚乙烯材料自身的记忆特性自然释放恢复的方式进行，也可采用辅助压力温度的方式进行。在采取自然恢复的方式时，管道内衬的恢复复原时间不应少于 24h。采用辅助压力温度的方式进行复原时参见 7.4.1。

7.5 作业段复原外观质量检验

内衬管安装质量可通过工业内窥电视检查。复原管在管道内部应是连续的，并紧贴在管道的内壁上。

7.6 修复后的连接

管道内衬复原和尺寸稳定后，应按径向均匀压缩模式设计规定的连接方式对修复后的管道进行连接。

8 压力试验

8.1 内衬修复后的管道应按原管道设计要求进行压力试验。

8.2 在整个试压期间，每一个管道端部的内衬环形空间的排气孔阀门应保持开通并在稳定状态下检

测压力为零。

9 交工资料

交工资料应主要包括以下内容：

- 聚乙烯内衬管出厂合格证和质量说明书；
- 工程设计文件；
- 聚乙烯内衬施工记录；
- 试压记录；
- 业主要求的其他相关资料。

附 录 A
(资料性附录)
条文说明

1 范围

本标准所描述的现场安装聚乙烯内衬的工艺方法有：

- a) 通过改变内衬管的截面形状在管道内部安装聚乙烯内衬的工艺方法；
- b) 通过对内衬管径向均匀压缩的方式在管道内部安装聚乙烯内衬的工艺方法。

安装内衬的目的包括：对管道进行结构性修复和提高管道内部的密封防腐性能。

管道安装了聚乙烯内衬之后，由原来单一材质的管道成为复合管道，在设计、施工和验收等方面与单一材质的管道具有了本质上的不同；为指导采用聚乙烯内衬修复现存管道的工程设计、施工和验收工作，确保管道内衬聚乙烯的工程质量，制定本标准。

本标准主要是为石油行业的管道建设服务，石油管道常见直径范围为 DN100mm~DN700mm，所以本标准的推荐应用范围为 DN100mm~DN700mm。管道安装聚乙烯内衬一方面可以用于现有管道的内衬修复，也可以应用于新建管道的内防腐；聚乙烯内衬材料在强度方面比较低，管道安装内衬后，管道的主体强度仍然由原管道承担，内衬材料所起的作用主要是防腐、密封、减磨作用，对局部缺陷具有修复补强效果；由于钢管提供了承受环向应力的强度，所以在进行管道修复或防腐设计时，管道的设计压力可以高于内衬管的承压水平。

在国外油田聚乙烯内衬被广泛地应用于管道的内防腐，内防腐的安装与应用与采用聚乙烯内衬修复管道过程完全相同，本标准也可以作为聚乙烯内衬防腐规范。

4 总则

4.1 聚乙烯材料的特点是受温度的影响较大，温度过高会导致内衬材料变软，耐压强度降低，会加速材料的老化，缩短材料的使用寿命。

4.1 参照加拿大标准 CSA Z662—03《油气管线系统》规定了聚乙烯管的使用温度：

- a) 天然气管道、多相流体或低蒸汽压流体管不应超过 50℃；
- b) 油田油、水管线不应超过 60℃。

本标准据此提出了聚乙烯内衬的使用温度限制。

4.2 本标准所提供的是正常情况下的工程项目内容，由于工程条件的变化，建设单位、设计和施工单位等共同协商，在确保质量的前提下提出相应的技术条款。

4.3 本标准没有特别强调与应用相关的安全规定，本标准应用者在应用前应编制适当的安全健康实施规定，并确定应用范围。

4.4 本条强调的是管道内衬管的作用，主要是对管道的结构完整性进行修复；对于较高压力的管道的主体压力应由原有的金属管道承担，在管道内衬安装前，对管道进行必要的评估，确定现存管道的结构强度是否适宜安装内衬和安装后是否符合使用要求。

4.5 此条规定了内衬管生产厂家有义务提供在设计与安装上所需要的材料的相关性能参数、相关的注意事项等。

5 设计

5.1 设计应采用符合 6.1，6.2 规定的内衬层材料性能。

5.2 聚乙烯内衬对某些碳氢化合物的吸收可以导致在服役条件下机械性能的损失，内衬材料由于吸

收碳氢化合物会造成尺寸变大（胀大），吸收程度受压力、温度、碳氢化合物的性质及聚乙烯的聚合结构的影响。设计应考虑这些因素，以确认聚乙烯内衬层对液态碳氢化合物的适用性。输送流体内化学添加剂对聚乙烯内衬层的影响也必须考虑。

液态烃的吸附作用已经被人们认为是油或气液体的可逆的物理重量增加，它取决于这种烃在聚乙烯中的扩散和溶解常数。因此，按重量算最大吸附作用约为3%~4%时，则在温度为23℃时，高密度聚乙烯内衬按体积计算可近似膨胀8%左右（径向为2%，圆周为2%，轴向为2%）。由于在操作时内衬层全部被限制在金属管内径范围，所以膨胀也受到了限制，从而高密度聚乙烯内衬层逐渐消除了半径方向的应力。

经过一段时间后，随着消除轴向和圆周应力，壁厚将增加约8%左右。对于有液态烃存在的情况下，应把衬层设计成安装和开始时处于残余的张力状态，当原油开始浸润，衬层体积开始膨胀时，衬层中的张力抵消了原有浸润后的膨胀，从而使内衬层处于新的中性状态。

5.3 内衬管的壁厚在设计时应同时考虑到自身支撑的刚度、热熔焊接的可行性，以及管道内衬安装施工的要求等，在综合各种因素的基础上结合国内管道修复工程的实际经验，为确保管道内衬的施工质量，5.3中提出了最小厚度限制。

5.4 一次作业安装的内衬长度与管道的外形尺寸、管道的连接点、弯头，以及管道内部的情况有很大的关系；一次安装的实际长度应根据具体情况确定，为保证管道内衬的安装质量，一次作业的长度应控制在一个合理的范围，不是一次作业的施工长度越长越好；当由于具体情况需要延长管道内衬的安装长度时，必须采取相应的技术措施，降低管道内部的摩擦阻力。

6 材料

6.1 对于聚乙烯材料，密度越高，刚性越好；密度越低，柔性越好。进行内衬修复或内衬防腐的材料，既要有较好的刚性，同时还要有较好的柔韧性，因此国际上用于输气管道的聚乙烯内衬材料一般都采用中密度和高密度聚乙烯材料，尤其是中密度上限、高密度下限居多。ASTM F1533-01规定聚乙烯内衬材料应符合美国ASTM D3350规定的燃气管用中密度、高密度聚乙烯要求，加拿大油气管道系统规定油气管道内衬材料符合美国ASTM D3350规定。GB 15558.1是国内燃气管道专用标准，在材料的规定上与美国ASTM D3350规定基本上一致，符合管道内衬材料的要求，为此6.1中规定用于油气管道内衬修复的材料应符合GB 15558.1的规定；同样，用于水管道内衬时应符合GB/T 13663的规定。

6.2 聚乙烯专用料分类：聚乙烯管道专用料是随着石油化工工业的发展而得到不断发展，相应的材料越来越多，性能越来越好，材料的各项技术指标也得到不断的提高。聚乙烯材料分级、材料的命名和设计基础是以ISO 9080耐液压外推到20℃水中使用50年为基础的。通常PE分为低密度聚乙烯（简称LDPE，密度为0.910g/cm³~0.925g/cm³）、中密度聚乙烯（简称MDPE，密度为0.926g/cm³~0.940g/cm³）、高密度聚乙烯（简称HDPE，密度为0.941g/cm³~0.965g/cm³）。

目前常见的聚乙烯材料分为PE63，PE80，PE100等，其中的中密度聚乙烯（MDPE）PE80级材料、高密度聚乙烯（HDPE）PE80级材料、高密度聚乙烯（HDPE）PE100级材料从材料的性能上能够满足管道内衬的要求，三类PE内衬用材料的主要物理性能典型值见表A.1。

6.3 工厂生产的U型内衬管应连续缠绕，说明书应明确指出运输、储存注意事项，主要性能指标以及安装过程中的注意事项。

6.4 裂片、窄裂纹、龟裂或碎裂痕迹的存在说明聚乙烯内衬管存在质量上的问题，不符合内衬材料的要求，出现这种现象时内衬已经不能用于管道的内衬修复，必须进行更换。

7 安装

7.1 清洗和检查

7.1.1 对于油气管道或污水管道在清洗前，一般会存在有毒、易燃气体，为保证施工的安全，防止

发生爆炸、中毒等事故的发生，确保生命财产的安全，提出 7.1.1 的规定。

表 A.1 三类 PE 内衬用材料的主要物理性能典型值

性能		单位	试验方法	中密度聚乙烯 PE80	高密度聚乙烯 PE80	高密度聚乙烯 PE100
密度 (基础树脂)		g/cm ³	GB/T 1033	0.940	0.949	0.950
密度 (混配料)		g/cm ³	GB/T 1033	0.950	0.958	0.959
熔体质量 流动速率 (MFR)	2.16kg	g/10min	GB/T 3682—2000	0.2	0.10	0.03
	5kg	g/10min		0.8	0.45	0.25
屈服强度		MPa	GB/T 1040—1992	>18	>20	>22
断裂强度		MPa		>30	>30	>30
断裂伸长率		%		>600	>600	>600
简支梁缺口 冲击强度	23℃	kJ/m ²	ISO 179-1—2000 ISO 179-2—1997	不断	不断	不断
	-20℃	kJ/m ²	ISO 179-1—2000 ISO 179-2—1997	>50	>30	>50
弯曲模量		MPa	ISO 178	600	800	900
氧化诱导时间 (OIT) (210℃)		min	ISO 11357-6	>20	>20	>20
耐环境应力开裂 (ESCR) F ₅₀		h	GB/T 1842	>10000	>10000	>10000

注：MFR 为熔体质量流动速率；OIT 为氧化诱导时间；ESCR 为耐环境应力开裂。

7.1.2 目前常见的管道清洗技术有：高压水射流清洗技术、机械刮垢清管技术、PIG 清管技术以及管道化学清洗技术，这些技术基本上都能够满足管道内衬修复的要求；无论采取何种管道内衬修复技术，管道内壁必须达到基本上没有成块的腐蚀物以及污垢，尤其是不能有凸出硬垢的存在，防止在进行安装内衬施工时及修复后对管道内衬造成损伤。采用化学清洗技术进行管道的清洗时，残留的酸、碱清洗液会对管道继续腐蚀；为防止管道发生腐蚀，采用化学清洗后管道应用清水进行清洗，然后对管道进行钝化处理，确保修复后管道的使用寿命不受影响。

7.1.3 管道清洗后，清洗状况的检查是保证管道内衬安装成功的一个关键环节，目前的检验手段普遍采用的是用工业内窥电视进行检查，检查过程中应将管道内部存在的可能会影响内衬安装质量的因素和位置调查清楚，以便采取措施进行处理。

7.2 聚乙烯内衬管的连接

热熔焊接时应确保：

- 进行聚乙烯内衬管焊接操作的操作工必须持有上岗许可证；
- 调节热熔焊机处于规范的工艺条件下。

热熔焊接时的外界环境条件应符合聚乙烯管道施工的要求：

- 环境温度低于 5℃ 时，应将聚乙烯内衬管的管端部 2m 范围内在大于 5℃ 的温度下预热 40min 以上；
- 环境温度高于 30℃ 时，应使焊机在帐篷下工作以避免日光光线的直射暴晒；
- 在雨天环境下施工时，应使焊机在帐篷下工作并做到聚乙烯内衬管内外均无水滴。

d) 聚乙烯内衬管在施工场地的堆放应保证管道不受到应力损坏和污染。

计算机控制的热熔焊接连接的工艺参数，应符合热熔连接工具生产厂和聚乙烯内衬管材厂家的规定，对接焊接的连接符合 CJJ 63—95 中的规定。

聚乙烯内衬管完成对接焊接工艺后应保证焊接管的冷却时间大于 20min，在冷却期间并确保整个内衬管段不受任何外力的作用。

聚乙烯内衬管焊接完成后，用专用工具将聚乙烯内衬管外侧的热熔焊瘤切割掉，聚乙烯内衬管内侧的焊瘤可以保留。塑料的热熔焊接目前缺少焊接质量的定量检测手段，目前常用的检测方式是从焊接接口处的外观质量进行判断。在将聚乙烯内衬管焊接完成后，进行外观质量检验，焊缝处无气泡、裂纹、脱皮和明显的痕纹、凹陷，且色泽一致为合格焊缝，否则为不合格焊缝，不合格焊缝应重新焊接。作为热熔焊接质量检验的辅助手段，还可以进行内衬管的气密性试验，试验介质为空气，试验压力为 0.1MPa，稳压 1h，无泄漏为合格。

7.3 插入安装

7.3.1 采用金属法兰或其他方式进行内衬后管道作业段之间的连接时，考虑到内衬后金属管道的法兰或其他连接装置的焊接温度会损伤管道内衬层，因此，连接附件应在加装内衬层前安装。

7.3.2 由于管道内衬层与原有管道之间没有粘结，对于用机械方法啮合的衬里来说，重要的是需要使内衬层和钢管间的环形空间通向大气层，从而不仅使少量空气和渗透蒸汽压排泄出来，而且也会使衬层膨胀排出空气。如果有空气截留的话，那么它就会单独膨胀，由于具有高的环形压力从而导致衬里压裂。所以，这些环形空间排气孔也经常用作内衬层完整性的质量控制检查和安全部件，以便及时发现万一内衬层损坏而出现泄漏的情况。7.3.2 规定对于内衬层安装和正常使用非常重要。

7.3.3 检测管道内部尺寸的目的是确认管道内径的一致性，有时管道由于历史的原因会出现管道变径连接的情况，管道内部尺寸不一致的情况必须进行处理，否则会造成管道内衬安装的失败。在进行工业内窥电视检查时，由于属于图像检查，无法判断管道内部可能存在的一些焊瘤、残留硬垢等的具体尺寸。采用管道内部尺寸检测仪器可以确认管道内部是否存在影响管道内衬安装的因素。

7.3.4 安装聚乙烯内衬管的最大牵引力不得超过安全许用应力，最大的牵引拉力等于内衬摩擦阻力及管道弯曲产生的弯曲应力之和。在牵引过程中，需要监控牵引力的变化，预防内衬的拉力过大。这里需要注意的是聚乙烯内衬层材料的弹性模量与拉伸强度的时间依赖行为。聚乙烯内衬耐短期载荷能力强，而耐长期荷载能力相对要低，在安装过程中应考虑管道内衬对牵引力的耐久性。在牵引过程中，内衬管的拉伸强度随牵引时间而降低，安全的牵引应力是时间的函数。

表 A.2 是高密度聚乙烯和中密度聚乙烯的弹性模量和安全的牵引应力随时间变化的典型值。

表 A.2 高密度聚乙烯和中密度聚乙烯的弹性模量和安全的牵引应力随时间变化的典型值

典型弹性模量			典型的安全牵引应力		
时间	高密度聚乙烯	中密度聚乙烯	时间	高密度聚乙烯	中密度聚乙烯
短期	800MPa	600MPa	30min	9.0MPa	7.3MPa
10h	400MPa	300MPa	60min	8.3MPa	6.7MPa
100h	350MPa	250MPa	12h	7.9MPa	6.4MPa
50年	200MPa	150MPa	24h	7.6MPa	6.2MPa

内衬管拉入管道内部后可能要花费数小时（典型值 24h）从轴向应变恢复过来，推荐内衬管宜拉出原衬管端口 4%~5% 的额外长度。

7.4 变形内衬管的复原

7.4.1 U 型内衬管的复原。

7.4.1.1 聚乙烯内衬的插入安装应严格按照 7.3 的要求进行。

7.4.1.2 聚烯烃类材料多为半结晶性，聚合物被加热到高弹态温度区域时，可以施加外力使其变形，在其变形状态下冷却后，结晶复出，冻结应力；当再加热到高弹态温度以上时，结晶融化，应力释放，材料恢复到原来的赋形状态，完成一个记忆循环。常见的 PE 材料的最低响应温度在 80℃ 以上，为确保内衬充分恢复原有的形状，所以要求内衬管尾端外侧的温度为 $85^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。7.4.1.2 是针对工厂生产预制的 U 型内衬管而言，对于现场压制的 U 型内衬技术可以参考 7.4.1.2 执行。在内衬复原时，压力选择依据是必须能够使内衬管充分扩展，在内衬与管壁之间不留任何间隙，露出管道端头部分内衬的尺寸应大于管道的内径，在端部接触点聚乙烯内衬管会出现凹窝。

7.4.1.3 整个安装过程都应检测温度和压力，以保证每个步骤都满足工艺要求。测温装置应放在插入点和终点，测量内衬层的外壁温度。

7.4.2 聚乙烯材料是粘弹性材料，应变滞后于应力，当外力（牵引力）消失后应变的恢复需要一个过程，在自然恢复的条件下需要 24h，当采用加温或加压等辅助手段时，可以缩短应变的恢复时间，关于压力与温度的辅助方式与 7.4.1 相同。

7.5 作业段复原外观质量检验

每一个作业段完成后都应进行管道内衬的外观质量检验，一般来讲现在通用的检查手段是用工业内窥电视进行外观质量检验；从外观上来讲，内衬安装后的表面状况应在一定程度上反映出管道内壁的状况。例如，对于螺旋钢管而言，内衬后应可以隐约地看到螺旋线的位置；当管道是椭圆状态时，内衬自然会呈现出相同的形状，不规则的变形也会呈现出来。

7.6 修复后的连接

在管道内衬管复原和尺寸稳定后，现存的管道应再次接通。一般来讲可以通过压力试验的方式检验接口部位的质量，而不必采用工业内窥电视对管道接头部位进行检查。

8 压力试验

8.1 由于本标准并不针对某一种管道类型或单纯的某一种介质，所以 8.1 中没有给出具体的压力试验模式，内衬后的管道需要根据修复管道的具体情况按照原管道的设计要求进行压力试验。

8.2 在使用过程中内衬与金属管道内壁之间必须紧密贴合在一起，不能有任何的空隙存在才能保证管道内衬的使用安全，当存在没有排净的液体或气体时，在高压下有可能会造成衬里的破裂。检查内衬与管道之间是否有气体或液体流出也是确认内衬密封可靠的重要依据。在试压开始时内衬环形空间排气时可能有小的明显的原始压力或液体流出，但内衬全面膨胀后应该消失。

9 交工资料

安装聚乙烯内衬施工过程记录包括工业内窥电视检测录像资料、现场内衬热熔连接记录、内衬插入过程牵引力记录、内衬复原温度、压力记录等。

参考文献

- [1] GB/T 1033 塑料密度和相对密度试验方法
- [2] GB/T 1040—1992 塑料拉伸性能的测定
- [3] GB/T 1842 聚乙烯环境应力开裂试验方法
- [4] GB/T 3682—2000 热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定
- [5] ASTM F1533 - 01 变形的聚乙烯内衬标准规范
- [6] ASTM D3350 聚乙烯塑料管和配件材料规格规定
- [7] ISO 178 塑料 弯曲性能测定
- [8] ISO 179 - 1—2000 塑料 摆式冲击性能的测定 第1部分：无水冲击试验
- [9] ISO 179 - 2—1997 塑料 摆锤式冲击性能的测定 第2部分：仪器冲击试验
- [10] ISO 11357 - 6 塑料 差示扫描量热法 (DSC) 第6部分：氧化传导时间的测定
- [11] ISO 9080 塑料管和管道系统 用外推法测定长期耐静液压强度

中华人民共和国
石油天然气行业标准
采用聚乙烯内衬修复管道
施工技术规范
SY/T 4110—2007

*

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

880×1230 毫米 16 开本 1 印张 28 千字 印 1—2000
2008 年 3 月北京第 1 版 2008 年 3 月北京第 1 次印刷
书号：155021·6128 定价：8.00 元

版权专有 不得翻印