

中华人民共和国国家标准

SY/T 4015-1996

埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准

1996—11—15 批准

1997—06—01 实施

中国石油天然气总公司

发布

项 次

项 次.....	2
1 总则.....	3
2 防腐保温层结构.....	5
3 材料.....	6
4 防腐保温管预制.....	11
5 质量检验	14

1 总则

1.1 为保证埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料(以下简称泡沫塑料)防腐保温层的质量,制定本标准。

1.2 本标准适用于输送介质温度不超过 100℃的埋地钢质管道泡沫塑料防腐保温层的设计、施工与验收。

1.3 埋地钢质管道采用泡沫塑料防腐保温层时,除执行本标准外,尚应符合国家现中的有关标准(规范)的规定。

1.4 引用标准

- GB/T 1040-92 塑料拉伸性能试验方法
- GB 1408-89 固体绝缘材料工频电气强度的试验方法
- GB 1410-89 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法
- GB 1633-79 热塑性塑料软化点(维卡)试验方法
- GB/T 1720-79 漆膜附着力测定法
- GB/T 1731-93 漆膜柔韧性测定法
- GB/T 1732-93 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 1763-79 漆膜耐化学试剂性测定法
- GB/T 1842-80 聚乙烯环境应力开裂试验方法
- GB 2792-81 压敏胶带 180° 剥离强度测定方法
- GB 3682-83 热塑性塑料熔体流动速率试验方法
- GB 4472-84 化工产品密度、相对密度测定通则
- GB 5470-85 塑料冲击脆化温度试验方法
- GB/T 6112-85 热塑性塑料管材和管件耐冲击性能的测定方法(落锤法)
- GB/T 6343-95 泡沫塑料和橡胶 表观(体积)密度的测定
- GB/T 8813-88 硬质泡沫塑料压缩试验方法
- GB/T 8923-88 涂塑前钢材表面锈蚀等除锈等级和除锈等级
- GB/T 12008.1-89 聚醚多元醇命名
- GB/T 12008.2-89 聚醚多元醇规格
- GB/T 12008.3-89 聚醚多元醇中羟值测定方法

GB/T 12008.4-89 聚醚多元醇中钠和钾测定方法

GB/T 12008.5-89 聚醚多元醇中酸值测定方法

GB/T 12008.6-89 聚醚多元醇中水分含量测定方法

GB/T 12009.1-89 异氰酸酯中总氯含量测定方法

GB/T 12009.2-89 异氰酸酯中水解氯含量测定方法

GB/T 12009.3-89 多亚甲基多苯基异氰酸酯粘度测定方法

GB/T 12009.4-89 多亚甲基多苯基异氰酸酯中异氰酸根含量测定方法

SB/T 4013-95 埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准

2 防腐保温层结构

2.1 埋地钢质管道泡沫塑料防腐保温层（以下简称防腐保温层）是由防腐层——保温层——防护层组成的复合结构。

防腐层——指防腐涂料或具有防腐性能的热熔胶层；

保温层——指泡沫塑料层；

防护层——指聚乙烯塑料层；

2.2 防腐层材料及厚度由设计确定，但厚度不应小于 $80\mu\text{m}$ 。

2.3 保温层厚度应采用经济厚度算法确定（计算公式见本标准附录 A），但不应小于 25mm。

2.4 防护层厚度应根据管径及施工工艺确定，但不应小于 1.2mm。

2.5 防腐保温层端面必须用防水帽密封防水。

3 材料

3.1 防腐涂料

3.1.1 防腐涂料性能应符合表 1 的规定。

表 1 防腐涂料性能指标

序号	项目	指标	测试方法
1	附着力 (级)	1~2	GB/T 1720
2	柔韧性, mm	1	GB/T 1731
3	耐冲击强度, J	≥4.9	GB/T 1732
4	耐 10%HCl 溶液 (80℃)	300h 无变化	GB/T 1763
5	耐 10%NaOH 溶液 (80℃)	300h 无变化	GB/T 1763
6	耐 3%NaCl 溶液 (80℃)	300h 无变化	GB/T 1763

3.2 泡沫塑料

3.2.1 泡沫塑料的原材料同多异氰酸酯、聚醚多元醇和助剂组成。

3.2.2 多异氰酸酯质量应符合表 2 的规定。

表 2 多异氰酸酯质量指标

-NCO%	酸值%	水解氯%	粘度 Pa·s·25℃	测试方法
29~32	≤0.3	≤0.5	0.25	GB/T 12009.1~12009.4

3.2.3 聚醚多元醇的质量应符合表 3 的规定。

表 3 聚醚多元醇的质量指标

羟值 mgKOH/g	酸值 mgKOH/g	水分%	测试方法
470~510	≤0.1	≤0.1	GB/T 12008.1~12008.6

3.2.4 泡沫塑料层的性能指标应符合表 4 的规定

表 4 泡沫塑料层的性能指标

项目	指标	测试方法
----	----	------

表观密度, kg/m ³		40~60	GB/T 6343
抗压强度, MPa		≥0.2	GB/T 8813
吸水率, g/cm ³		≤0.03	附录 B
导热系数, W/m·℃		≤0.03	附录 C
耐热性	尺寸变化率, %	≤3	附录 D
	重量变化率, %	≤2	附录 D
	强度增长率, %	≥10	附录 D

注：1 耐热性试验条件为 100℃，96h。

2 泡沫塑料性能试验试件制作见本标准附录 E。

3.3 聚乙稀塑料

3.3.1 聚乙稀原料及压制片材的性能应符合表 5 的规定。

表 5 聚乙稀原料及压制片材的性能指标

序号	项目	指标	测试方法
1	密度, g/cm ³	0.935~0.950	GB/T 4472
2	熔体指数（负荷 5kg），g/10min	1.000~1.600	GB/T 3682
3	拉伸强度, MPa	≥20	GB/T 1040
4	断裂伸长率, %	≥600	GB/T 1040
5	落球冲击强度, J	≥12.74	GB/T 6112
6	维卡软化点, ℃	≥90	GB/T 1633
7	脆化温度, ℃	≤-65	GB/T 5470
8	耐环境应力开裂时间（F50），h	≥1000	GB/T 1842
9	耐击穿电压强度, MV/m	≥25	GB/T 1408
10	体积电阻率, Ω·m	≥1×10 ¹⁴	GB/T 1410
11 ^①	耐化学介质腐蚀（浸泡 7d），% 10%HCl	≥85 ^① ≥85 ^①	SY/T 4013-95 的附录 C

	10%NaOH 3%NaCl	≥85 ^①	
12 ^③	耐热老化（100℃，2400h），%	≤23 ^②	GB/T 3682
13 ^③	耐紫外光老化（336h），%	≥80 ^①	SY/T 4013-95 的附录 D

注：①耐化学介质腐蚀及耐紫外光老化指标为试验后的拉伸强度和断裂伸长率的保持率。

②耐热老化指标为试验前与试验后的熔融流动速率偏差。

③聚乙烯原料不作本表 11、12、13 项性能要求。

3.3.2 防护层的性能应符合表 6 的规定。

表 6 防护层的性能指标

序号	项目		性能指标	测试方法
1	拉伸强度	轴向，MPa	≥20	GB/T 1040
		环向，MPa	≥20	GB/T 1040
		偏差 ^① ，%	<15	—
2	断裂伸长率，%		≥600	GB/T 1040
3	耐环境应力开裂（F50），h		≥1000	GB/T 1842
4	压痕硬度，mm		≤0.2	SY/T 4013-附录 E
	23℃±2℃		≤0.3	
	50℃±2℃			

注：①偏差为轴向和环向拉伸强度的差值与两者中较低者之比。

3.4 辐射交联热缩材料

3.4.1 热缩防水帽（以下简称防水帽）、热缩包管带（以下简称补口带）和热缩补口套（以下简称补口套）统称为辐射交联热缩材料。

3.4.2 辐射交联热缩材料由基材和底胶两部分组成。基材为经过辐射交联并具有收缩性的聚乙烯材料；底胶为橡胶型热熔胶粘剂。

3.4.3 辐射交联热缩材料的使用温度不宜大于 70℃，当使用温度不于 70℃ 时，可采用其他材料。

3.4.4 辐射交联热缩材料的的热缩比（收缩后：收缩前）应小于 0.45。

3.4.5 防水帽、补口带和补口套应按管径选用配套的规格，其性能应符合表 7 的规定。

表 7 防水帽、补口带、补口套的性能指标

序号	项目	指标	测试方法
1	拉伸强度, MPa	≥17	GB/T 1040
2	数裂伸长率, %	≥400	GB/T 1040
3	维卡软化点, °C	≥90	GB/T 1633
4	脆化温度, °C	≤-65	GB/T 5470
5	耐环境应力开裂时间 (F50), h	≥1000	GB/T 1842
6	耐击穿电压强度, MV/m	≥25	GB/T 1408
7	体积电阻率, Ω·m	≥1×10 ¹³	GB/T 1410
8	耐化学介质腐蚀 (浸泡 7d), % 10%HCl 10%NaOH 3%NaCl	≥85 ≥85 ≥85	SY/T 4013-95 附录 C
9	耐热老化 (150°C 168h) 拉伸强度, MPa 断裂伸长率, %	≥14 ≥300	GB/T 1040 GB/T 1040
10	剥离强度, N/cm 对有底漆的钢管 对聚乙烯层	≥35 ≥35	GB/T 2792

注：耐化学介质腐蚀指标为试验后的拉伸强度和断裂伸长率的保持率。

4.6 补口带、补口套和防水帽的厚度应符合表 8 的要求。

表 8 补口带、补口套和防水帽的厚度要求

序号	项目	厚度	允许偏差
1	基材, mm	1.0	+0.1 0
2	底胶, mm	0.6	+0.2 0

注：耐化学介质腐蚀指标为试验后的拉伸强度和断裂伸长率的保持率。

4.6 补口带、补口套和防水帽的厚度应符合表 8 的要求。

表 8 补口带、补口套和防水帽的厚度要求

3.5 材料验收

3.5.1 进厂时聚乙烯、多异氰酸酯、聚醚多元醇、防腐涂料及补口材料等主要原材料应的生产厂家、生产日期、质量证明书及合格证，否则不得验收。

3.5.2 桶装泡沫塑料原材料应按表 9 的规定进行抽查。多异氰酸酯、聚醚多元醇的测试项目及测试指标应符合表 2、表 3 的规定。

表 9 桶装原材料抽查比例

总桶数	1	2~10	11~30	31~60	61~130
抽查桶数	1	2	3	4	5
总桶数	131~220	221~350	351~520	521~730	731~1000
抽查桶数	6	7	8	9	10

3.5.3 组合聚醚进厂时每釜应至少抽查 1 桶，测试发泡时间、固化时间、表观密度、抗压强度、吸水率及导热系数六项指标。发泡时间、固化时间两项指标必须满足工艺要求。表观密度、抗压强度、吸水率及导热系数四项指标应符合表 4 的规定。

3.5.4 防腐涂料抽查率应按表 9 的规定进行。柔韧性、附着力、耐冲击强度三项指标应符合表 1 的规定。

3.5.5 聚乙烯原料每 25t 为一批抽取一组试样，测试密度、拉伸强度、断裂伸长率、维卡软化点、剥离强度四项指标，测试指标应符合表 7 的规定。

4 防腐保温管预制

4.1 准备工作

4.1.1 钢管弯曲度应小于或等于钢管长度的 0.2%，但最大不得超过 20mm，椭圆度应小于或等于钢管外径的 0.2%，长度不宜小于 6.5m。

4.1.2 钢管表面预处理：

4.1.2.1 在喷（抛）射除锈前，应先清除钢管表面的油脂和污垢等附着物。

4.1.2.2 应用喷（抛）射除锈，质量应达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》中规定的 Sa2 级的要求。钢管表面的焊渣、毛刺等应清除干净。

4.1.2.3 彻底清除钢管表面的灰尘。

4.1.2.4 钢管表面预处理后，应在 8h 内涂上防腐涂料。如果涂防腐涂料前钢管表面已返锈，则必须重新进行表面预处理。

4.1.3 涂防腐涂料：

4.1.3.1 涂防腐涂料时，钢管表面必须干燥、洁净。

4.1.3.2 防腐涂料可采用刷涂、喷涂或其他适当方法施工。

4.1.3.3 防腐层应均匀连续，不得漏涂，不得小于设计厚度。

4.1.4 组合聚醚进厂超过三个月应重复 3.5.3 检查，不合格不得使用。

4.1.5 应根据管径大小和不同的成型工艺，选用相应发泡时间、固化时间以及表观密度的组合聚醚和作业线机具工艺参数。

4.1.6 泡沫塑料涂敷时钢管表面温度宜为 $(35 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，组合聚醚和异氰酸酯温度宜为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

4.1.7 露天作业时，钢管表面温度应高于露点温度 3°C 以上，施工环境的相对湿度应低于 80%，雨、雪、雾、风沙等气候条件下应停止施工。

4.2 “一次成型”工艺

4.2.1 聚乙烯原料受潮后必须烘干后方可使用。

4.2.2 聚乙烯原料中应按规定比例加紫外线吸收剂、光屏蔽剂、抗氧剂、润滑剂等助剂。各组分应称量准确，混合均匀。

4.2.3 挤出机各段加热温度及挤出温度应根据聚乙烯熔体指数确定，挤出温度宜为 $(205 \pm 10)^\circ\text{C}$ 。

4.2.4 根据钢管直径调整作业线,应使钢管中心、挤出机机头中心及纠偏环中心保持在一条水平线上。

4.2.5 测定比例泵输送的多异氰酸酯和组合聚醚的配比。多异氰酸酯与组合聚醚配合比宜为(1.0~1.1):1.0。

4.2.6 泡沫塑料原料宜用喷枪连续混合,喷枪空气压力不得低于0.5MPa。

4.2.7 根据聚乙烯层厚度确定钢管的送进速度及泡沫塑料原料供料量。发泡液面距定径套跑离宜为0.5~1.0m,且保持相对稳定。纠偏环应处在泡沫开始固化的位置,宜位于泡沫液面后50~100mm。

4.2.8 接头切割点与复合机头之间距离应大于7m。

4.3 “管中管”成型工艺

4.3.1 按设计要求,防护层管长度宜比钢管短300mm。

4.3.2 防护层管用专用设备套在做好防腐层的钢管上。

4.3.3 固定好钢管和防护层管,使钢管两端均露出150mm。扣上防护层管外定心卡子及一端钢管定500mm处。

4.3.4 启动发泡小车,使喷枪进入钢管与防护层管的环形空间至钢管另一端,喷枪头距定心500mm处。

4.3.5 托管发泡架宜有15°左右的斜度,便于环形空间内的空气逸出,同时也可防止泡沫液料倒流,堵塞喷枪。

4.3.6 泡沫塑料原料用喷枪连续混合,喷枪空气压力不得低于0.2MPa。

4.3.7 用比例泵制组合聚醚和多异氰酸酯的配合比。

4.3.8 在发泡位置安装特制照明灯,用来观察发泡情况,便于及时调整小车倒退速度和泡沫喷涂量。

4.3.9 喷完一根管应迅速抽出喷枪,并将钢管定心堵板扣上。停放1min后方可打开定心卡子,将防腐保温管运走。

4.4 防腐保温管端头处理

4.4.1 带有防腐保温层的钢管两端应预留一段光管管头,长度宜为150mm。对于焊接时需要预热的高强钢管,长度宜为200mm。端面应垂直平整。

4.4.2 防腐保温管端头结构见图1,防水帽性能指标及其要求见3.4。

4.4.3 防水帽应在防腐保温管堆入前安放。防水帽的规格应与管径相配套。防水帽及与防水帽搭接粘接部分必须清洁干燥。与防水帽搭接的防护层应打磨至表面粗糙，然后用火焰加热器对防水帽加热，按防水帽产品说明书的要求控制加热温度。

5 质量检验

- 5.1 生产过程质量检验
- 5.1.1 生产过程质量检验应有检验记录，本道工序不合格的管道禁止进入生产方式下道工序施工。
- 5.1.2 对钢管表面预处理质量逐根进行检查，钢管表面应无油污、灰尘，除锈质量用《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》中的照片或标准板进行目视比较，应不低于 Sa2 级。
- 5.1.3 对钢管防腐层质量逐根检查，防腐层外观应均匀连续，无漏涂，防腐层厚度应用磁性测厚仪进行质量检查，厚度不得小于设计厚度。
- 5.1.4 防腐保温管外观质量应符合 5.2.2 的要求。保温层应无收缩、发缩、泡孔不均、烧芯等缺陷，空洞不应超过 5.2.2.2 的规定。防护层和保温层的厚度及偏差应符合表 10 的规定。

表 10 防护层及保温层的厚度及偏差

成型工艺	钢管直径 mm	防护层厚度及偏差 mm	泡沫厚度 偏差 mm	一次成型	$\lt \phi 159$	1.4 ± 0.2	± 3
$\geq \phi 159$	1.6 ± 0.2	± 5					
管中管	$\phi 159$	2.0 ± 0.2		± 3			
	$\phi 219\sim \phi 273$	3.0 ± 0.2		± 4			
	$\phi 325\sim \phi 377$	4.0 ± 0.2					
	$\geq \phi 426$	4.5 ± 0.2		± 5			
检测工具			游标卡尺	钢直尺			

- 5.1.5 对钢管防腐保温层质量逐根检查，作好自检记录。并在成品管上作出标记，如编号、班次、生产日期、检验员代号等，此标记应至少在 12 个月内清晰可辨。当产品不符合标准时，除做好自检记录及标记外，应及时反馈到有关工序加以调整。
- 5.1.6 逐个检查防水帽的施工质量，防水帽外观应无烤焦、鼓包、皱纹、翘边，两端搭接处四周应有少量胶均匀溢出。
- 5.2 产品出厂质