

中华人民共和国国家标准

SY/T 4013-1995

# 埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准

1995—12—18 批准

1996—06—01 实施

国家质量技术监督局

发布

## 项 次

项 次.....	2
1 总则 .....	3
2 防腐层结构 .....	4
3 材料 .....	5
4 防腐层涂敷 .....	9
5 质量检验 .....	10
6 标志、堆放和运输 .....	12
7 补口及补伤 .....	13
8 沟回填 .....	16
9 竣工文件 .....	17

## 1 总则

1.1 为保证剂压聚乙烯防腐管道的质量，延长其使用寿命，提高经济效益，特制定本标准。

1.2 本标准适用于采用挤压法包覆聚乙烯二层结构和三层结构防腐层的埋地钢质管道设计、生产以及施工验收。剂压聚乙烯防腐管道的最高使用温度为 70 ℃。

### 1.3 引用标准

GB 1040-90 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 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/T 4507-84 石油沥青软化点测定法

GB 5470-85 塑料冲击脆化温度试验方法

GB 6554-86 电气绝缘涂敷粉末试验方法

GB 7124-86 胶粘剂拉伸剪切强度测定方法（金属对金属）

GB/T 8923-88 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB 2986-88 色漆和清漆漆膜的划格试验

GB/T 11964-89 石油沥青蒸发损失测定法

1.4 挤压聚乙烯防腐层埋地钢质管道的设计、生产及施工验收除应符合本标准的规定外，尚应符合国家或行业现行有关标准的规定。

## 2 防腐层结构

2.1 挤压聚乙烯防腐层分二层结构和三层结构两种。二层结构的底层为胶粘剂，外层为聚乙烯；三层结构的底层为环氧涂料，中间层为胶粘剂，面层为聚乙烯。三层结构中的环氧涂料可以是液体环氧涂料，也可以是环氧粉末涂料。

2.2 防腐层的厚度应符合表 1 的规定。焊缝部位的防腐层厚度不宜小于表 1 规定值的 90%。

表 1 防腐层厚度

钢管公称直径 DNmm	环氧涂料涂层 $\mu\text{m}$	胶粘剂层, $\mu\text{m}$		防腐层最小厚度, mm	
		二层	三层	普通型	加强型
$\leq 100$	60~80	200~400	170~250	1.8	2.5
$100 < \cdot \leq 250$				2.0	2.7
$250 < \cdot < 500$				2.2	2.9
$500 \leq \cdot < 800$				2.5	3.2
$\geq 800$				3.0	3.7

### 3 材料

#### 3.1 钢管

- 3.1.1 钢管应符合国家现行有关标准的规定，并有出厂合格证。
- 3.1.2 应对钢管逐根进行外观检查，不合格的钢管不能涂敷防腐层。

#### 3.2 防腐层材料

##### 3.2.1 一般规定

- 3.2.1.1 防腐层的各种原材料均应有出厂质量证明书、检验报告、使用说明书、出厂合格证、生产日期及有效期。
- 3.2.1.2 防腐层的各种原材料均应包装完好，并存放在阴凉、干燥处，严防受潮；防止日光直接照射，并隔绝火源，远离热源。
- 3.2.1.3 对同一牌（型）号的每一批涂料和胶粘剂以及每种牌（型）号的聚乙烯混合料，在使用前均应由通过国家计量认证的检验机构，按本节中规定的性能项目进行检测，性能达不到规定要求的不能使用；性能达到规定要求的，按本标准第 3.3 节的规定进行适用性试验。

##### 3.2.2 环氧涂料

- 3.2.2.1 采用液体环氧涂料作三层结构底层时，必须使用无溶剂型环氧涂料。经选定涂料，应进行适用性试验，满足各项要求后方可使用。
- 3.2.2.2 采用环氧粉末涂料作三层结构底层时，环氧粉末涂料的质量应符合表 2 的规定，熔结环氧涂层的性能应符合表 3 的规定。

表 2 环氧粉末的性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法
1	粒径， $\mu\text{m}$	60~150	见 GB 6554
2	按发分，%	$\leq 0.6$	见 GB 6554

3	胶化时间（200℃）， s	15~50	见 GB 6554
4	固化时间（200℃）， min	≤3	见附录 B

表 3 溶结环氧涂层的性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法
1	附着力，级	≤2	见 GB 9286
2	阴极剥离（65℃， 48h）， mm	剥离距离 ≤10	见附录 A

3.2.3 胶粘剂

3.2.3.1 防腐层为一二层结构时，胶粘剂的性能应符合表 4 的规定。

表 4 二层结构用胶粘剂的性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法
1	软化点， ℃	≥90	见 GB/T 4472
2	蒸发损失（160℃）， %	≥1.0	见 GB/T 11964
3	剪切强度（PE/钢）， MPa	≥1.0	≤7124
4	剥离强度（PE/钢）， N/cm （20±5℃）	≥35	见 GB 2792

3.2.3.2 防腐层为三层结构时，胶粘剂的性能应符合表 5 的规定。

3.2.4 聚乙烯

聚乙烯混合料的压制片材的性能应符合表 6 的规定。对每一批聚乙烯混合料，应对表 6 规定的第 1、2、3 项性能进行复验。对其他性能指标有怀疑时，亦可进行复验。

表 5 三层结构用胶粘剂的性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法
1	密度， g/cm <sup>3</sup>	0.920~0.950	见 GB 4472
2	流动速率， g/10min(190□·2.16kg)	5~10	见 GB 3682
3	维卡软化点， ℃	≥80	见 GB 1633

4	脆化温度，℃	≦ -50	见 GB 5470
---	--------	-------	-----------

表 6 聚乙烯混合料的压制片材性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法
1	拉伸强度，MPa	≥20	见 GB/T 1040
2	断裂伸长率，%	≥600	见 GB/T 1040
3	维卡软化点，℃	≥90	见 GB 1633
4	脆化温度，℃	≦ -65	见 GB 5470
5	电气强度，MV/m	≥25	见 GB 1408
6	体积电阻率，Ω·m	≥1×10 <sup>13</sup>	见 GB 1410
7	耐环境应力开裂（F50），h	≥1000	见 GB/T 1842
8	耐化学介质腐蚀，% （浸泡 7d） 10%HCl 10%NaOH 10%NaCl	≥85 <sup>1)</sup> ≥ 85 <sup>1)</sup> ≥85 <sup>1)</sup>	见附录 C
9	耐热老化，% （100℃，2400h） （100℃，4800h）	≦ 35 <sup>2)</sup>	见 GB 3682
10	耐紫外光老化（336h），%	≥80 <sup>1)</sup>	见附录 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。最高设计温度为 50℃时，试验条件为 100℃，2400h；最高设计温度为 70℃时，试验条件为 100℃，4800h。

### 3.3 防腐层材料适用性试验

3.3.1 涂敷厂家应对所选定的防腐层材料在涂敷生产线上做防腐层材料适用性试验，并对防腐层性能进行检测。当防腐层材料的生产厂家或牌（型）号改变时，应重新进行适用性试验。

3.3.2 聚乙烯层的防腐层性能检测应按表 4 和表 5 规定的项目进行，各项性能满足要求后方可投入正式生产。

3.3.2.1 从防腐管上割取聚乙烯层进行性能检测，其结果应符合表 7 的规定。

表 7 聚乙烯层的性能指标

序号	项目		性能指标	试验方法
1	拉伸强度	轴向，MPa	≥20	见 GB/T 1040
		周向，MPa	≥20	见 GB/T 1040
		偏差 <sup>1)</sup> ，%	<15	
2	断裂伸长率，%		≥600	见 GB/T 1040
3	耐环境应力开裂 (F50)，h		≥1000	见 GB/T 1842
4	压痕硬度，mm 23℃±2℃		≦0.2	见附录 E
	50℃±2℃或 70℃±2℃ <sup>2)</sup>		≦0.3	

注：1) 偏差为轴向和周向拉伸强度的差值与两者中较低者之比。

2) 最高设计温度为 50℃时，试验条件为 (50±2)℃；最高设计温度为 70℃时，试验条件为 (70±2)℃。

3.3.2.2 从防腐管上截取试件或在防腐管上对防腐层整体性能进行检测，其结果应符合表 8 的规定。

表 8 防腐层性能指标

序号	项目	性能指标		试验方法
		二层	三层	
1	剥率强度，N/cm 20±5℃ 50±5℃	≥35 ≥25	≥60 ≥40	见附录 F
2	阴极剥离，mm (65℃，48h)	≦15	≦10	见附录 A
3	冲击强度，J/mm	≥5		见附录 G
4	抗弯曲 (2.5°)	聚乙烯无开裂		见附录 H



## 4 防腐层涂敷

4.1 钢管表面的预处理应符合下列规定。

4.1.1 在防腐层涂敷前,应先清除钢管表面的油脂和污垢等附着物,并对钢管预热后进行表面预处理。涂敷二层结构防腐层和三层结构防腐层时,其表面预处理的质量应分别达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》中规定的 Sa2 级和 Sa2<sup>1/2</sup> 级要求,三层结构防腐层要求锚纹深度达到 50~75 μm。钢管表面的焊渣、毛刺等应清除干净。

4.1.2 表面预处理后,应将钢管表面附着的灰尘及磨料清扫干净,并防止涂敷前钢管表面受潮、生锈或二次污染。

4.2 开始生产时,先用试验管段在生产线上分别依次调节预热温度及防腐层各层厚度,各项参数达到要求后方可开始生产。

4.3 应用无污染的热源对钢管加热至合适的涂敷温度。

4.4 三层结构防腐层涂敷环氧涂料时,环氧涂料应均匀地涂敷在钢管表面。

4.5 底层采用环氧粉末涂料时,涂敷必须在环氧粉末胶化过程中进行;底层采用液体环氧涂料时,涂敷应在环氧涂料终凝前进行。

4.6 聚乙烯层的包覆可采用纵向挤出工艺或侧向缠绕工艺。公称直径大于 500 mm 的钢管,宜采用侧向缠绕工艺。

4.7 采用侧向缠绕工艺时,应确保搭接部分的聚乙烯及焊缝两侧的聚乙烯完全辊压密实,并防止压伤聚乙烯层表面。

4.8 聚乙烯层包覆后,应用水将钢管冷却至温度不高于 60℃。三层结构防腐层采用环氧粉末涂料作底层时,涂敷环氧粉末至对防腐层开始冷却的间隔时间应确保熔结环氧粉末涂层固化完全。

4.9 防腐层涂敷完成后,应除去管端部位的聚乙烯层。管端预留长度应为 100~150mm,且聚乙烯层端面应形成小于或等于 45° 的倒角。

4.10 管端处理后,根据用户要求可对裸露的钢管表面涂刷防锈可焊涂料。防锈可焊涂料应按产品说明书的规定涂敷。

## 5 质量检验

### 5.1 生产过程质量检验

5.1.1 防腐层的涂敷厂家应负责生产质量检验,并做好记录。

5.1.2 表面预处理质量检验:表面预处理后的钢管应逐根进行表面预处理质量检验,用《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》中相应的照片或标准样板进行目视比较,表面预处理应达到本标准第4.1.1条的要求,涂敷三层结构防腐层时,表面粗糙度应每班至少测量两次,每次测两根钢管表面的锚纹深度,宜采用粗糙度测量仪测定,锚纹深度应达到 $50\sim 75\mu\text{m}$ 。

5.1.3 防腐层外观采用目测法逐根检查。聚乙烯层表面应平滑,无暗泡、麻点、皱折及裂纹,色泽应均匀。

5.1.4 防腐层的漏点采用在线电火花检漏仪检查,检漏电压为25kV,无漏点时,该管为不合格。

5.1.5 采用磁性测厚仪测量钢管圆周方向均匀分布的四点的防腐层厚度,其结果应符合本标准表1的规定。每连续生产批至少应检查第1, 5, 10根钢管的防腐层厚度,之后每10根至少测一根。

5.1.6 防腐层的粘结力按本标准附录F的方法通过测定剥离强度进行检验,其结果应符合本标准表8的规定。每班应至少在两个温度不各抽测一次。

### 5.2 产品的出厂检验

5.2.1 产品的出厂检验是在生产过程中质量检验的基础上进行的,每批产品出厂前均应进行出厂检验。

5.2.2 产品的出厂检验项目应包括防腐层外观、厚度、漏点、粘结力、阴极剥离性能及聚乙烯层的拉伸强度和断裂伸长率。

5.2.2.1 防腐层的外观按本标准第5.1.3条的要求进行检验。

5.2.2.2 漏点按本标准第5.1.4条的要求进行检验。

5.2.2.3 采用磁性测厚仪测量管道圆周方向均匀分布的四点的防腐层厚度,其结果应符合本标准表1的规定。按每批50根防腐管抽查1根,不合格时,应加倍抽查;若仍不合格,则该批产品为不合格品。

5.2.2.4 防腐层的粘结力按本标准附录 F 的方法通过测定两个温度下的剥离强度进行检验，其结果应符合本标准表 8 的规定。按每批 50 根防腐管抽查 1 根，若不合格，应加倍抽查；若仍不合格，则该批防腐管为不合格品。

5.2.2.5 每连续生产批生产的防腐管应按本标准附录 A 的文法进行 1 次阴极剥离性能检验，其结果应符合本标准表 8 的规定。如不合格，应加倍检验。加倍检验全部合格时，该批防腐管为合格；否则，该批防腐管为不合格。

5.2.2.6 每连续生产批生产的防腐管应截取聚乙烯层样品，并按《塑料拉伸性能试验方法》的要求检验其拉伸强度和断裂伸长率，结果应符合本标准表 7 的规定。若不合格，可再截取 1 次样品；若仍不合格，则该批防腐管为不合格品。

5.2.3 出厂检验查出的不合格品应重新进行防腐层涂敷，并经检验合格后再出厂。若经设计认定，也可降级使用。

### 5.3 产品的型式检验

5.3.2 产品型式检验项目包括防腐层的厚度、剥离强度、阴极剥离、冲击强度和抗弯曲性能，聚乙烯层的拉伸强度、断裂伸长率、压痕硬度和耐环境应力开裂。

5.3.3 检验方法：防腐层的厚度按本标准处 5.2.2.3 条规定的方法进行检验；防腐层的剥离强度、阴极剥离、冲击强度和抗弯曲性能按本标准表 8 规定的方法进行检验。聚乙烯层的压痕硬度和耐环境应力开裂按本标准表 7 规定的方法进行检验。

5.3.4 型式检验的结果应符合本标准表 7 和表 8 中应性能指标的规定。

6 标志、堆放和运输

- 6.1 检验合格的防腐管应标有产品标志，并随带产品合格证，产品标志应包括制造厂名、产品名称、产品规格和生产日期。产品合格证应包括生产厂及厂址、产品名称、产品规格、防腐层结构、防腐层等级、防腐层厚度及检验员编号等。
- 6.2 挤压聚乙烯防腐管的吊装应采用尼龙吊带或其他不损坏防腐层的吊具。
- 6.3 堆放及运输时，防腐管底部应采用两根支垫垫起，支垫间距为 4~8m，支垫最小宽度为 100mm，防腐管离地面不得小于 100mm，支垫与防腐管及防腐管相互之间应垫上橡胶板或草袋等，运输时，宜使用尼龙带捆绑固定。
- 6.4 挤压聚乙烯防腐管的允许堆放层数应符合表 9 的规定。

表 9 挤压聚乙烯防腐管的允许堆放层数

公称直径 DN（mm）	<200	200≤<300	300≤<400	≥400
堆放层数	≤10	≤8	≤6	≤5

- 6.5 挤压聚乙烯防腐管在出厂前不应受阳光曝晒，在施工现场的露天存放时间不应超过 3 个月。

## 7 补口及补伤

### 7.1 补口材料

- 7.1.1 补口宜采用具有感温颜色显示功能的辐射交联聚乙烯热收缩套（带）。
- 7.1.2 辐射交联聚乙烯热收缩套（带）应按管径选用配套的规格，产品的基材边缘应平直，表面应平整、清洁，无气泡、疵点、裂口及分解、变色。周向收缩率不应小于 15%；基材在（200±2）℃下经 5min 自由收缩后，其厚度及性能应符合表 10 及 11 的规定。

表 10 热收缩套（带）的厚度

适用管径	基材	胶层
≤400	≥1.2	≥0.8
<400	≥1.5	

表 11 热收缩套（带）的性能指标

序号	项目	指标	试验方法
1	拉伸强度，MPa	≥17	见 GB/T 1040
2	断裂伸长率，%	≥400	见 GB/T 1040
3	维卡软化点，℃	≥90	见 GB 1633
4	脆化温度，℃	<-65	见 GB 5470
5	电气强度，MV/m	≥25	见 GB 1408
6	体积电阻率,Ω·m	>1×10 <sup>13</sup>	见 GB 1410
7	耐环境应力开裂（F50），h	≥1000	见 GB/T 1842
8	耐化学介质腐蚀，% （浸泡 7d）	≥85	见附录 C
	10%HCl	≥85	
	10%NaOH	≥85	
	10%NaCl	≥85	
9	耐热老化（150℃·168h）	≥14	见 GB/T 1040

	拉伸强度, MPa 断裂伸长率, %	$\geq 300$	见 GB/T 1040
10	剥离强度, N/cm 收缩套(带)/聚乙烯层 收缩套(带)/钢	$\geq 35$ $\geq 35$	见 GB 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。

### 7.2 补口施工

7.2.1 补口前，必须对补口部位进行表面预处理，表面预处理的质量宜达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》中规定的 Sa21/2 级。经设计选定，也可用电动工具除锈处理至 St3 级。焊缝处的焊渣、毛刺等应清除干净。

7.2.2 补口搭接部位的聚乙烯层应打磨至表面粗糙，然后用火焰加热器对补口部位进行预热，应按热收缩套（带）产品说明书的要求控制预热温度，并进行补口施工。

7.2.3 热收缩套（带）与聚乙烯层的搭接宽度不应小于 100mm。采用热收缩带时，应用固定片固定，周向搭接宽度不应小于 80mm。

### 7.3 补口质量检验

7.3.1 同一牌号的热收缩套（带）首批使用时，应按本标准表 10 和表 11 规定的项目进行一次全面检验。

7.3.2 补口质量应检验外观、厚度、漏点及粘结力等四项内容。

7.3.2.1 补口的外观应逐个检查，热收缩套（带）的表面应平整、无皱折、气泡及烧焦炭化等现象，热收缩套（带）周向及固定片四周应有胶粘剂均匀溢出。

7.3.2.2 每一个补口均应用涂层测厚仪测量圆周方向均匀分布的任意四点的厚度。非搭接部位每一点的厚度应符合本标准表 10 的规定。任何一点的厚度不符合规定，均应再包覆一层热收缩带，使厚度达到要求。

7.3.2.3 每一个补口均应用电火花检漏仪进行漏点检查，检漏电压为 15kV。若有漏点，应重新补口并检漏，直至合格。

7.3.2.4 补口后热收缩套（带）的粘结力应按本标准附录 F 规定的方法进行检验，常温下的剥离强度不应小于 35N / cm。每 500 个补口应至少抽测一个。如不合格，应加倍抽测：若加倍抽测时仍有一个口不合格，则该段管线的被口应全部返修。

### 7.4 管件防腐

7.4.1 管件防腐的等级及性能应达到管体防腐层的要求。

## 7.5 补伤

7.5.1 对小于或等于 30mm 的损伤，用聚乙烯补伤片进行修补。先除去损伤部位的污物，并将该处的聚乙烯层打毛，然后在损伤处用直径 30mm 的空心冲头冲缓冲孔，冲透聚乙烯层，边缘应倒成钝角。在孔内填满与补伤片配套的胶粘剂，然后贴上补伤片，补伤片的大小应保证其边缘距聚乙烯层的孔洞边缘不小于 100mm。贴补时应边加热边用辊子滚压或戴耐热手套用手挤压，排出空气，直至补伤片四周胶粘剂均匀溢出。

7.5.2 对大于 30mm 的损伤，应先除去损伤部位的污物，然后将该处的聚乙烯层打毛，并将损伤处的聚乙烯层修切成圆形，边缘应倒成钝角。在孔洞部位填满与补伤片配套的胶粘剂，再按第 7.5.1 条的要求贴补补伤片。最后在修补处包覆一条热收缩带，包覆宽度应比补伤片的两边至少各大于 50mm。

7.5.3 补伤质量应检验外观、漏点及粘结力等三项内容。

7.5.3.1 补伤后的外观应逐个检查，表面应平整，无皱折、气泡及烧焦炭化等现象。补伤片四周应有胶粘剂均匀溢出。不合格的应重补。

7.5.3.3 补伤后的粘结力应按本标准附录 F 规定的方法进行检验。常温正气剥离强度不应低于 35 N / cm。每 100 个补伤处均应抽查一处，如不合格，应加倍抽查；若加倍抽测时仍有一处不合格，则该段管线的补伤处应全部返修。检验后应立即按本标准第 7.5.1 条或第 7.5.2 条的要求重新进行修补并检漏。

## 8 沟回填

- 8.1 铺设挤压聚乙烯防腐管道的管沟尺寸应符合设计要求、沟底应平整，无碎石、砖块等硬物。沟底为硬层时，应铺垫细软土，垫层厚度应符合有关管道施工行业标准的规定。
- 8.2 防腐管下沟前，应用电火花检漏仪对管线全部检漏电压为 15kV，并填定检查记录。
- 8.3 防腐管下沟时，应采用尼龙吊带，并应防止管道撞击沟壁及硬物。
- 8.4 防腐管下沟后，应先用软土回填，软土厚度应符合有关管道施工行业标准的规定，然后才能进行二次回填。
- 8.5 防腐回填后，应全线进行地面检漏，发现漏点应进行修补。



## 9 竣工文件

### 9.1 竣工文件应包括下列资料：

- a) 防腐管出厂合格证及质量检验报告；
- b) 补口及弯头防腐材料的出厂合格证及检验报告；
- c) 补口及弯头防腐施工记录及检验报告；
- d) 补伤记录及检验报告；
- e) 建设单位所需的其他有关资料。