中华人民共和国石油天然气行业标准

埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准

Technical standard of polyethylene
coating for buried steel pipeline

SY/T 4013 — 95

主编单位：中国石油天然气总公司工程技术研究院
批准部门：中国石油天然气总公司

石油工业出版社
1996 **北京**

中国石油天然气总公司文件

(95)中油技监字第 731 号

关于批准发布《钢质管道及储罐腐蚀与防护调查方法标准》等二十六项石油天然气行业标准的通知

各有关单位：

《钢质管道及储罐腐蚀与防护调查方法标准》等二十六项石油天然气行业标准(草案)，业经审查通过，现批准为石油天然气行业标准，予以发布。各项标准的编号、名称如下：

1 SY/T 0087 — 95 钢质管道及储罐腐蚀与防护调查方法标准
2 SY/T 0545 — 95 原油析蜡热特性参数的测定 差示扫描量热法
3 SY/T 4013 — 95 埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准(代替 SYJ4013-87)
4 SY/T 4041 — 95 油田专用湿蒸汽发生器安装及验收规范(代替 SYJ 4041-89)
5 SY/T 4084 — 95 滩海环境条件与荷载技术规范
6 SY/T 4085 — 95 滩海油田油气集输技术规范
7 SY/T 4086 — 95 滩海结构物上管网设计与施工技术规范
8 SY/T 4087 — 95 滩海石油工程通风空调技术规范
9 SY/T 4088 — 95 滩海石油工程给水排水技术规范
10 SY/T 4089 — 95 滩海石油工程电气技术规范
11 SY/T 4090 — 95 滩海石油工程发电设施技术规范
12 SY/T 4091 — 95 滩海石油工程防腐技术规范
13 SY/T 4092 — 95 滩海石油工程保温技术规范
14 SY/T 4093 — 95 滩海石油设施上起重机选用与安装技术规范
15 SY/T 4094 — 95 浅海钢质固定平台结构设计与建造技术规范
16 SY/T 4095 — 95 浅海钢质移动平台结构设计与建造技术规格
17 SY/T 4096 — 95 滩海油田井口保护装置技术规范
18 SY/T 4097 — 95 滩海斜坡式砂石人工岛结构设计与施工技术规范
19 SY/T 4098 — 95 滩海环壁式钢模—混凝土人工岛结构设计与施工技术规范
20 SY/T 4099 — 95 滩海海堤设计与施工技术规范
21 SY/T 4100 — 95 滩海工程测量技术规范
22 SY/T 4101 — 95 滩海岩土工程勘察技术规范
23 SY/T 4102 — 95 阀门的检查与安装规范
24 SY/T 4103 — 1995 钢质管道焊接及验收
25 SY 4104-95 石油建设工程质量检验评定标准管道穿跨越工程
26 SY/T 0088 — 95 钢制储罐罐底外壁阴极保护技术标准

以上标准自一九九六年六月一日起施行。

中国石油天然气总公司
1995 年 12 月 18 日

1 总 则

1.0.1 为保证挤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。

1.0.2 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的设计、生产以及施工验收。挤压聚乙烯防腐管道的最高使用温度为 70 ℃。

1.0.3 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 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 3683 — 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 9286 — 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

1.0.4 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

2.0.1 挤压聚乙烯防腐管道的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。

2.0.2 防腐层的厚度应符合表 2.0.2 的规定。焊缝部位的防腐层厚度不宜小于表 2.0.2 规定值的 90%。

防腐层的厚度 表 2.0.2

钢管 公称直径 DN (mm)	环氧涂料涂层 (μm)	胶粘剂层(μm)		防腐层最小厚度 (mm)	
		二层	三层	普通型	加强型
≤ 100	60~80	200~400	170~250	1.8	2.5
100 <(≤ 250				2.0	2.7
250 <(< 500				2.2	2.9
500 ≤(< 800				2.5	3.2
≥ 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。经选定的涂料，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 3.2.2 — 1 的规定，熔结环氧涂层的性能应符合表 3.2.2 — 2 的规定。

环氧粉末的性能指标 表 3.2.2 — 1

序号	项目	性能指标	试验方法
1	粒径(μm)	60~150	见 GB6554
2	挥发份(%)	≤ 0.6	见 GB6554
3	胶化时间(200 ℃)(S)	15~50	见 GB6554
4	固化时间(200 ℃)(min)	≤ 3	见附录 B

熔结环氧涂层的性能指标 表 3.2.2 — 2

序号	项目	性能指标	试验方法
1	附着力(级)	≤ 2	见 GB9286
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 3.2.3 — 1 的规定。

二层结构用胶粘剂的性能指标　　表 3.2.3 — 1

序号	项目	性能指标	试验方法
1	**软化点**(℃)	≥ 90	**见** GB/T 4507
2	**蒸发损失**(160 ℃)(%)	≤ 1.0	**见** GB/T 11964
3	**剪切强度**(PE/**钢**)(MPa)	≥ 1.0	**见** GB 7124
4	**剥离强度**(PE/**钢**)(N/cm)(20(5 ℃)	≥ 35	**见** GB2792

3.2.3.2　**防腐层为三层结构时，胶粘剂的性能应符合表** 3.2.3 — 2 **的规定。**

3.2.4　**聚乙烯**

聚乙烯混合料的压制片材料的性能应符合表 3.2.4 **的规定。对每一批聚乙烯混合料。应对表** 3.2.4 **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。**

三层结构用胶粘剂的性能指标　　表 3.2.3 — 2

序号	项目	性能指标	试验方法
1	**密度**(g/cm^3)	0.920~0.950	**见** GB4472
2	**流动速率**(g/10min) (190 ℃ 2.16kg)	5~10	**见** GB3682
3	**维卡软化点**(℃)	≥ 80	**见** GB1633
4	**脆化温度**(℃)	≤ — 50	**见** GB5470

聚乙烯混合料的压制片材性能指标　　表 3.2.4

序号	项目	性能指标	试验方法
1	**拉伸强度**(MPa)	≥ 20	**见** GB/T1040
2	**断裂伸长率**(%)	≥ 600	**见** GB/T1040
3	**维卡软化点**(℃)	≥ 90	**见** GB1633
4	**脆化温度**(℃)	≤ — 65	**见** GB5470
5	**电气强度**(MV/m)	≥ 25	**见** GB1408
6	**体积电阻率**(((m)	≥ 1 × 10^{13}	**见** GB1410
7	**耐环境应力开裂**(F50)h	≥ 1000	**见** GB/T1842
8	**耐化学介质腐蚀**(%) (**浸泡** 7d) 10%HCl 10%NaOH 10%NaCl	 ≥ 85[1)] ≥ 85[1)] ≥ 85[1)]	**见附录** C
9	**耐热老化**(%) (100 ℃， 2400h) (100 ℃， 4800h)	≤ 35[2)]	**见** GB3682
10	**耐紫外光老化**(336h)(%)	≥ 80[1)]	**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 3.3.2 — 1 和表 3.3.2 — 2 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 3.3.2 — 1 的规定。

聚乙烯层的性能指标　　表 3.3.2 — 1

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 1)(%)	＜ 15	
2	断裂伸长率(%)		≥ 600	见 GB/T1040
3	耐环境应力开裂(F50)(h)		≥ 1000	见 GB/T 1842
4	压痕硬度(mm) 23(2 ℃ 50(2 ℃或 70(2 ℃ 2)		 ≤ 0.2 ≤ 0.3	见附录 E

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 3.3.2 — 2 的规定。

防腐层的性能指标　　表 3.3.2 — 2

序号	项目	性能指标		试验方法
		二层	三层	
1	剥离强度(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

4.0.1 钢管表面的预处理应符合下列规定。

4.0.1.1 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 Sa2$\frac{1}{2}$级要求，三层结构防腐层要求锚纹浓度达到 50~75 μm。钢管表面的焊渣、毛刺等应清除干净。

4.0.1.2 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。

4.0.2 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。

4.0.3 应用无污染的热源对钢管加热至合适的涂敷温度。

4.0.4 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。

4.0.5 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。

4.0.6 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 500mm 的钢管，宜采用侧向缠绕工艺。

4.0.7 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。

4.0.8 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。

4.0.9 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。

4.0.10 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 4.0.1.1 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 50~75 μm。

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,无漏点为合格。单管有两个或两个以下漏点时，可按本标准第 7.5 节的规定进行修补；单管有两个以上漏点时，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 2.0.2 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 3.3.2 — 2 的规定。每班应至少在两个温度下各抽测一次。

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 2.0.2 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 3.3.2 — 2 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 的方法进行 1 次阴极剥离性能检验，其结果应符合本标准表 3.3.2 — 2 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 3.3.2 — 1 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

5.3.1　每连续生产 100km 防腐管或连续生产 1~2 年应进行 1 次产品的型式检验。

5.3.2　产品的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、断裂伸长度、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第 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 3.3.2 — 2 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 3.3.2 — 1 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 3.3.2 — 1 和表 3.3.2 — 2 中相应性能指标的规定。

6　标志、堆放和运输

6.0.1　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。

6.0.2 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。

6.0.3 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，支垫最小宽为 100mm，防腐管离地面不得少于 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。

6.0.4 挤压聚乙烯防腐管的允许堆放层数应符合表 6.0.4 的规定。

挤压聚乙烯防腐管的允许堆放层数　　表 6.0.4

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

6.0.5 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 7.1.2 — 1 及 7.1.2 — 2 的规定。

热收缩套(带)的厚度(mm)　　表 7.1.2 — 1

适用管径	基材	胶层
≤ 400	≥ 1.2	≥ 0.8
(400	≥ 1.5	

热收缩套(带)的性能指标　　表 7.1.2 — 2

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(((m)	(1 × 10^{13}	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 ≥ 85 ≥ 85	见附录 C
9	耐热老化(150 ℃， 168h) 拉伸强度(MPa) 断裂伸长率(%)	 ≥ 14 ≥ 300	 见 GB/T 1040 见 GB/T 1040
10	剥离强度(N/cm) 收缩套(带)/聚乙烯层 收缩套(带)/钢	 ≥ 35 ≥ 35	见 GB 2797

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 $Sa2\frac{1}{2}$ 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 7.1.2 — 1 和表 7.1.2 — 2 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。非搭接部位每一点厚度应符合本标准表 7.1.2 — 1 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，则该段管线的补口应全部返修。

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

7.51 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。

7.5.3.2　每一个补伤处均应用电火花检漏仪进行漏点检查，检漏电压为 15KV 。若不合格，应重新修补并检漏，直至合格。

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。常温下的剥离强度不应低于 35N/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　下沟回填

8.0.1　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。

8.0.2　防腐管下沟前，应用电火花检漏仪对管线全部进行检漏，检漏电压为 15kV ，并填写检查记录。

8.0.3　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。

8.0.4　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。

8.0.5　管道回填后，应全线进行地面检漏，发现漏点应进行修补。

9　竣工文件

9.0.1　竣工文件应包括下列资料：

(1)防腐管出厂合格证及质量检验报告；

(2)补口及弯头防腐材料的出厂合格证及检验报告；

(3)补口及弯头防腐施工记录及检验报告；

(4)补伤记录及检验报告；

(5)建设单位所需的其他有关资料。

附录 A　防腐层阴极剥离试验方法

本试验方法用于检测防腐层的耐阴极剥离性能。

A.0.1　主要仪器设备和材料

A.0.1.1　可调直流稳压电源： 0~6V 。

A.0.1.2　恒温装置：温控范围为 50~100 ℃，温控精度为(3 ℃。

A.0.1.3　磁性测厚仪：量程为 0.01~5mm ，在 1mm 及 1mm 以下的分度值为 1 μ m ，在 1mm 以上的分度值为 0.01mm.

A.0.1.4　电火花检漏仪：量程为 5~30KV 。

A.0.1.5　游标卡尺：量程为 0~200mm ，精度为 0.02mm.

A.0.1.6　氯化钠：按 GB 1266 — 86 《化学试剂　氯化钠》规定的化学纯。

A.0.2　试件制备

A.0.2.1　规格和数量：

(1)实验室制备的平板试件尺寸为 150mm × 150mm × 4mm.

(2)管段加工成的试件尺寸为 150mm × 150mm ×管壁厚，其中两个 150mm 分别为沿管子轴向和圆周方向的切割宽度。

(3)每组试件不应少于两个。

A.0.2.2　制备：按所检验涂层的涂敷要求制备涂层试件。单层环氧涂层厚度应大于 100 μm。

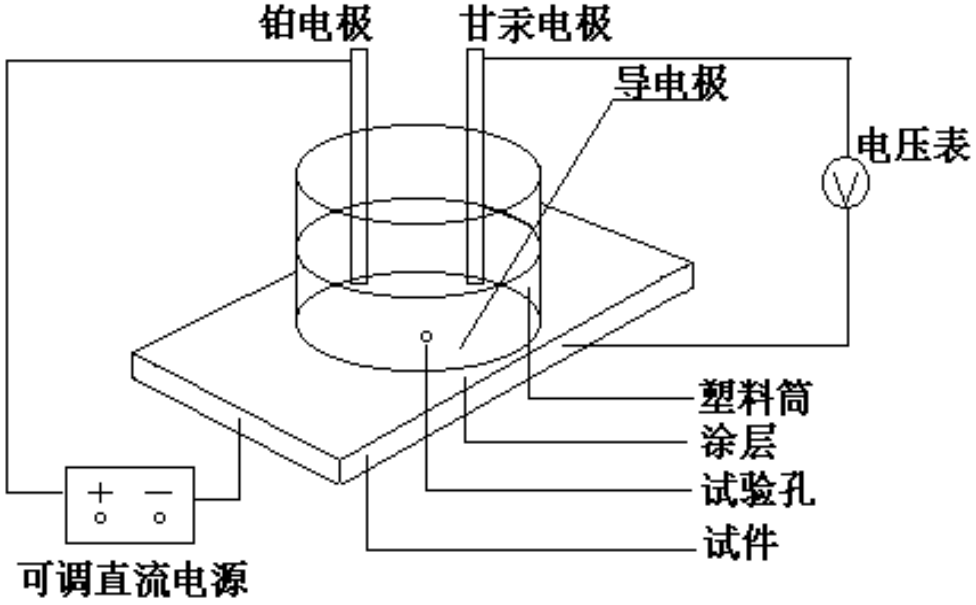
A.0.3　试验步骤

A.0.3.1　用电火花检漏仪对试件进行针孔检查。试件为单层环氧涂层时，检漏电压为 300V ；试件为含聚乙烯层的多层结构时，检漏电压为 25kV 。无针孔的试件才能使用，并用磁性测厚仪测量涂层厚度。

A.0.3.2　在试件中部钻一个试验孔，应钻透涂层并露出基材。试件为单层环氧涂层时，试验孔直径为 3.2mm ；试件为多层结构时，试验孔直径为 6.4mm 。

A.0.3.3　用强力胶将预制好的塑料圆筒与试件同心粘结，形成一试件为底的试验槽，在槽内加入浓度为 3%(m/m)的氯化钠溶液，至槽高的 4/5 。试验过程添加蒸馏水保持液位。

A.0.3.4　将试件与直流稳压电源的负极相连接；将辅助电极插入溶液，并与直流稳压电源的正极连接(如图 A.0.3)。



A.0.3.5　对试件施加－ 1.5V 的电压(相对于甘汞电极)，试验温度为 65 ± 3 ℃。

A.0.3.6　试验进行 48h 后，取下试件并冷却到室温，冷却时间不应少于 1h 。用小刀以试验孔为中心沿 360°圆周的八个等分径向向外延伸划割涂层，要划透涂层并露出基材，划割距离应至少为 20mm 。

A.0.3.7　把小刀从试验孔处插入涂层下面，以水平力相继向各划割线格局橇剥涂层，直至涂层表现出明显的抗橇剥性为止。

A.0.3.8　从试验孔边缘开始，测量每条划割线的剥离距离，并求出其平均值，即为该试件的阴极剥离距离。

A.0.4　试验结果

结果用两个平行试验试件阴极剥离距离的算术平均值表示，精确至毫米。

附录 B　环氧粉末涂料固化时间测定方法

本方法适用于测定环氧粉末涂料的固化时间，并获得固化曲线。

B.0.1　仪器设备

B.0.1.1 **差示扫描量热仪**(DSC **仪**)。

B.0.1.2 **分析天平，精度为** 0.1mg 。

B.0.1.3 DSC **带盖固体试样皿。**

B.0.1.4 **试样密封压力器。**

B.0.2 **试验步骤**

B.0.2.1 **将干燥无结块的环氧粉末涂料约** 10mg **放入预先称量过的试样皿中，称量，准确至** 0.1mg 。

B.0.2.2 **盖好第** B.0.2.1 **条称量的试样皿盖，并置于试样密封压力器小槽中，按下加压把手使其密封，密封后应无缝隙，保证试样不泄漏。**

B.0.2.3 **待** DSC **仪温度达到第** B.0.2.4 **条要求时，将试样皿及同样密封的空皿**(**即以空气为参比物**)**置于** DSC **池中相应的热台上，盖好池内盖、外盖及玻璃罩。**

A.0.2.4 **以生产厂家规定的固化温度为测试温度，待由第** B.0.2.3 **条装样引起的** DSC **仪温度下降恢复至测试温度值时开始恒温，恒温时间为生产厂家规定的固化时间再加长** 5~10min 。

B.0.2.5 **经第** B.0.2.4 **条测试可获得热流量**(A)**与时间**(t)**对应的固化曲线，由此确定下列值：**

A_{max} ——**固化曲线峰值热流量；**

A_O ——**基线与纵坐标交点对应的热流量；**

A_t ——**曲线在某一时刻** t **处对应的热流量。**

B.0.3 **结果计算**

以生产厂家规定的固化时间 t **，用下式计算热流量变化率** **ε** **：**

$$\varepsilon = \left(\frac{A_{max} - A_t}{A_{max} - A_o} \right) \times 100\% \qquad \text{(B.0.3)}$$

若计算所得 **ε** ≥ 98%**，则表明** t **即为试样的固化时间；若计算所得** **ε** ＜ 98%**，则表明** t **预设不正确，将** t **后延，每次** 1min **，直至** **ε** ≥ 98%**时的** t **为正确的试样固化时间。**

B.0.4 **试验结果**

以两次测定结果的算术平均值为试样的固化时间，单位为分钟，取整至个位数。连续两次测定所得固化时间的误差不得大于 1min 。

附录 C 聚乙烯片耐化学介质腐蚀试验方法

本试验方法适用于检验聚乙烯混合料压制片材和热收缩套(**带**)**的耐化学介质腐蚀性能**

C.0.1 **仪器设备**

C.0.1.1 **万能试验机或拉力试验机。**

C.0.1.2　恒温水浴，精度为(2 ℃。

C.0.1.3　天平，精度为 0.01g 。

C.0.1.4　化学试剂(化学纯)。

C.0.2　溶液及试件的制备

C.0.2.1　盐酸溶液(10%)的配制：将相对密度为 1.19 的浓盐酸 239mL(283g)加入 764mL 蒸馏水中。

C.0.2.2　氢氧化钠溶液(10%)的配制：将 111g 氢氧化钠溶解于 988mL 蒸馏水中。

C.0.2.3　氯化钠溶液(10%)的配制；将 107g 氯化钠溶解于 964mL 蒸馏水中。

C0.2.4　试件制备：按《塑料拉伸性能试验方法》的规定制备拉伸试件并进行外观检查，至少应准备 4 组试件，每组不应少于 5 个。

C.0.3　试验步骤

C.0.3.1　按《塑料拉伸性能试验方法》的规定测定样品的初始拉伸强度和断裂伸长率。

C.0.3.2　采用恒温水浴调节腐蚀溶液的温度到 23(2 ℃，在 3 种溶液中分别侵入一组试件，试件表面不应有气泡或露出液面，各试件间及试件与容器壁间不应密贴接触。

C.0.3.3　每天转动、振动一次容器，浸泡 7d 后从腐蚀溶液中取出试件，用水冲洗试件表面，然后用滤纸吸干水分，检查试件外观是否有变化。

C0.3.4　将浸泡后的 3 组试件按《塑料 拉伸性能试验方法》的规定测定样品的拉伸强度和断裂伸长度率。

C.0.4　数据处理

按下式计算试件耐化学介质腐蚀 7d 后的性能保持率：

$$C=b/a \times 100 \qquad (C.0.4)$$

式中　C ——性能保持率，%

a ——浸泡前的拉伸强度或断裂伸长率；

b ——浸泡后的拉伸强度或断裂伸长率。

附录 D　耐紫外光老化试验方法

本试验方法用于评定聚乙烯防腐层的耐紫外光老化性能。

D.0.1　仪器

D.0.1.1　试验箱：由 8 根荧光紫外灯管、加热槽、试样架及控制和记录操作时间与温度

的系统所构成，能进行荧光紫外和冷凝循环。推荐装置为 Q — U — V 型加速老化试验仪。

D.0.1.2 灯管：采用光谱能量分布在 280~350mm 的波长范围，最大强度的波长为 313nm 的灯管，如 FS — 40 荧光紫外灯管。

D.0.1.3 万能试验机或拉力试验机

D.0.2 试验

D.0.2.1 试样应按《塑料拉伸性能试验方法》的要求制作。

D.0.2.2 试验条件采用 60 ℃、 4h 荧光紫外照射与 40 ℃、 4h 冷凝暴露交替循环。

D.0.2.3 试验时间为 336h 。

D.0.2.4 测试：试验后按《塑料拉伸性能试验方法》测试拉伸强度和断裂伸长率。

D.0.3 数据处理公式

$$C=b/a \times 100 \qquad (D.0.3)$$

式中 C ——性能保持率，%

a ——试验前的拉伸强度或断裂伸长率；

b ——试验后的拉伸强度或断裂伸长率。

附录 E 压痕硬度测定方法

本方法适用于测定挤塑聚乙烯防腐层的压痕硬度。

E.0.1 仪器

E.0.1.1 压痕仪：压头为底部直径 1.8mm 或截面积 2.5mm^2 的金属棒，加载后向下总应力为 10MPa 。刻度指示器的读数精度为 0.1mm 。

E.0.1.2 恒温装置：控温精度为(2 ℃。

E.0.2 试验

将试件置于测定温度下 1h 后，将压头(不带附加荷载)缓慢且小心降落在试件上，在 5s 之内将刻度指示器设置零位值，然后将附加荷载施加在压头上， 24h 后读取刻度指示器的指示值，该值即为试件压痕深度。

E.0.3 结果

以三个试件的压痕深度平均值表示该样品的压痕硬度，单位为毫米。

附录 F 剥离强度测定方法

本方法适用于测定管道聚乙烯防腐层的粘结力。

F.0.1 仪器

F.0.1.1 管形测力计：最大量程为 300N ，最小刻度为 10N 。

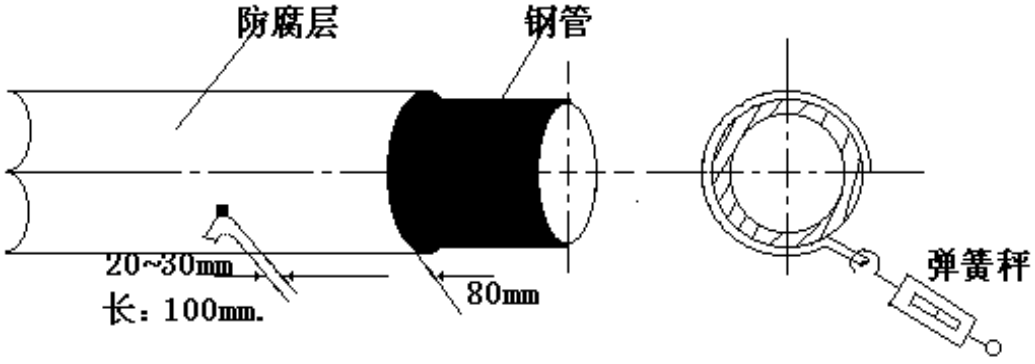
F.0.1.2 钢板尺：最小刻度为 1mm 。

F.0.1.3 裁刀：可以划透防腐层。

F.0.1.4 表面温度计：精度为 1 ℃。

F.0.2 试验

先将防腐层沿环向划开宽度为 20~30mm 、长为 10mm 以上的长条，划开时应划透防腐层，然后撬起一端。将测力计垂直钢管表面并以 10mm/min 的速率匀速拉起聚乙稀层，记录测力计数值，如图 F.0.2 所示。



50(5 ℃的粘结力可在防腐层涂敷后的冷却过程中测定，也可将防腐层加热后测定。测定时，应使用表面温度计监测防腐层的外表温度，剥离试验应在 45~55 ℃之间进行并完成。

F.0.3 测定结果

将测定时记录的力值除以防腐层的剥离宽度，即为剥离强度，单位为牛/厘米。测定结果以三次测定的平均值表示。

附录 G 冲击强度试验方法

本试验方法用于测定聚乙烯防腐层的冲击强度性能。

G.0.1 仪器设备

G.0.1.1 冲击试验机：

(1)冲击锤垂直导向管：直径为 48mm ，长为 1200mm ，标尺分度值为 5mm 。管内应光滑，保证冲击锤自由下落。

(2)冲击锤：质量为 2000(2g 或 1000(2g ，冲击直径为 25mm 。

G.0.1.2 电火花检漏仪：检漏电压为 25Kv 。

G.0.1.3 **磁性测厚仪：测量范围为** 20~5 × 10^3 μ m。

G.0.2 **试验步骤**

G.0.2.1 **从防腐管上截取试件，试件的尺寸为** 350mm × 170mm ×**管壁厚，其中** 350mm **为沿管子轴向的切割长度。试件不应少于** 5 **个。用** 25kV **的直流电压进行电火花检漏，无漏点的试件才能使用。**

G.0.2.2 **用磁性测厚仪测量防腐层厚度，要求在每个试件上距各边缘的距离大于** 38mm **的范围内均匀测量四点，用一组试件所测各点厚度的平均值代表该样品的防腐层厚度(以毫米计)。用测量的防腐层厚度乘以** 5J **，作为试验冲击能。**

G.0.2.3 **在冲击试验机上用计算的冲击能对试件表面进行冲击，冲击点可以任意选择，但离试件边缘的距离不应小于** 30mm **，相邻冲击点之间的距离不应小于** 30mm **。**

G.0.2.4 **用同组试件冲击** 30 **次,然后对试件施加** 25kV **的检漏电压,检查是否出现漏点。**

G.0.3 **试验结果**

用 25kV **的直流电压对** 30 **个冲击点进行检漏，没有发现漏点时，表明该组试件的冲击强度大于** 5 **倍的防腐层厚度值**(mm)，**以** J **表示。**

附录 H 防腐层抗弯曲试验方法

本试验方法用于检验管道防腐层的抗弯曲性能。

H.0.1 **仪器设备**

H.0.1.1 **弯曲试验机：主要由压力机及弯曲角为** 2.5(**的弯曲模具(包括凸模和凹模)组成，其中凸模的曲率半径按下式确定：**

$$R=22.43t$$

式中 R **——凸模半径，** mm;

t **——试件厚度，** mm **。**

H.0.1.2 **低温箱：最低温度为－** 40 **℃，控温精度为**(3 **℃。**

H.0.2 **试件**

试件应从试验管段或实际防腐管上截取，并加工成 25mm × 200mm ×**管壁厚。其中** 200mm **为沿管子轴向切割的长度，试件边缘应光滑无缺陷。每组试件不应少于** 5 **个。**

H.0.3 **试验步骤**

H.0.3.1 **将试件放入低温箱，冷却至－** 30(3 **℃并保持** 1h **以上。**

H.0.3.2 **把试件放到弯曲试验机上进行弯曲试验，每个试件的弯曲试验必须在** 30s **内完**

成。

H.0.3.3　将弯曲后的试件在 20 ± 5 ℃的环境中放置 2h 以上，用目测法检查防腐层是否有开裂现象。

H.0.4　试验结果

弯曲试验后的 5 个试件均无开裂现象时，该样品的弯曲性能为合格。

附录 J　本标准用词说明

J.0.1　执行本规范条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待：

J.0.1.1　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 ”。

J.0.1.2　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 ”。

J.0.1.3　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 ”或“ 可 ”；

反面词采用“ 不宜 ”。

J.0.2　条文中指明必须按其他有关标准和规定执行的写法为：“ 应按……执行 ”或“ 应符合……要求或规定 ”。非必须按所指定的标准和规定执行的写法为“ 可参照…… ”。

附　加　说　明

本标准主编单位和主要起草人名单

主编单位：中国石油天然气总公司工程技术研究院

主要起草人：陈　立　张其滨　何　炜

埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准

条文说明

修订说明

本标准是根据(94)中油技监字第 79 号文的要求，由中国石油天然气总公司工程技术研究院主编，对 SYJ 4013-87 《埋地钢质管道包覆聚乙烯防腐层施工及验收规范》进行修订而成的。中国石油天然气总公司于 1995 年 12 月 18 日以中油技监字第 731 号文批准发布，自 1996 年 6 月 1 日起实施。

鉴于本标准的应用范围由原标准的两层结构扩大至三层结构，因此，本标准对原标准的条款做了较大的修改，并增补了较多新的条款。本标准的编制以德国 DIN30670-91 标准为基础，参考了加拿大 CAN/CSA-Z245.21-M92 标准、法国 NFA49-710(88 年)标准、德国 eupec(MAPEC)NO.F/1.P.1.PE2(92 年)标准、日本 JISG 3469 标准、意大利 SOCOTHERM 公司技术要求以及国外有关聚乙烯防腐管道的施工要求和应用报告，并广泛征求了国内外有关专家的意见，经反复修改定稿。

本标准按建设部《工程建设技术标准编写暂行办法》(91)编制，共分九章和九个附录，包括总则，防腐层结构，材料，防腐层涂敷，质量检验，标志、堆放和运输，补口及补伤，下沟回填，竣工文件以及附录。

为了使有关人员能正确理解本标准的条文规定，编写人员按本标准的章、节顺序编制了相应的《条文说明》，以供参考。在使用中，如发现本标准有欠妥之处，请将意见函寄天津市塘沽区津塘公路 40 号中国石油天然气总公司工程技术研究院标准室，以便今后修订时参考。

中国石油天然气总公司工程技术研究院

1995 年 12 月

1 总 则

1.0.1 (增加条文) 根据 SYJ 4039-89 《石油工程建设基本术语》的规定，“ 挤出聚乙烯 ”应改为 “ 挤压聚乙烯 ”，在标准名称中简称为 “ 聚乙烯 ”，在正文中称 “ 挤压聚乙烯 ”。

1.0.2 (原规范第 1.0.1 条，修改条文) 挤压聚乙烯防腐管道的使用温度与采用的聚乙烯的种类和特性有关。根据 DIN 30670-91 《钢管和管件聚乙烯防腐层的技术要求与试验》的规定，挤压聚乙烯防腐管道的最高使用温度为 70 ℃，本标准也规定为 70 ℃。

2 防腐层结构

2.0.1 (增加条文) 国内外挤压聚乙烯防腐层包括二层和三层两种结构，本标准对两种结构的防腐层均提出了技术要求。

2.0.2 (原规范第 2.0.2 条,修改条文) 本标准的防腐层厚度按 DIN 30670 作了规定。DIN 30670 未规定胶粘剂及三层结构底层的厚度。

胶粘剂的厚度,加拿大在三层结构中规定为 50 μm,德国 Hoesch 公司规定为 170~250 μm,意大利 SOCOTHEERM 公司按 MAPEC 标准规定大于或等于 250 μm。本标准对三层结构防腐层的胶粘剂厚度规定为 170~250 μm,二层结构防腐层的胶粘剂厚度根据国内的施工经验规定为 200~400 μm。

三层结构防腐层中环氧涂料底层的厚度,加拿大和法国的标准均规定不小于 50 μm,德国 Hoesch 公司的规定为 60~80 μm,意大利 SOCOTHERM 公司的规定为 80~100 μm,本标准规定为 60~80 μm。

DIN 30670 未规定焊缝处防腐层的厚度,本标准参照法国三层结构防腐层标准,对焊缝部位防腐层的厚度作了规定。考虑到实际生产中的难度,该指标只作为推荐值,用户可根据实际情况与涂敷厂家协商确定具体的要求。

3 材料

3.2 防腐层材料

3.2.2 (增加条文) 本条是根据 CAN/CSA-Z245.21 — M92《管道聚乙烯外防腐层》第 5.5 条的规定编写的。但该标准中的指标表示方式(厂家给定值的百分数)不适用于国内情况。为此,本标准对三层结构防腐层的环氧粉末涂料和涂层的性能指标要求是根据国外的成功经验和主要产品的性能进行规定的;而液体环氧涂料的性能指标由于没有得到国外的有关数据,无法提出具体的指标,只作了原则规定,有待今后在实际生产中总结经验后加以确定。在测定环氧粉末涂料的固化时间时,还应测取固化曲线,环氧粉末涂料的固化曲线应符合生产厂家的规定。

3.2.3 (原规范第 2.0.5 条,修改条文) DIN 30670-91 未规定对胶粘剂的技术要求。本标准规定的三层结构胶粘剂的性能测试项目是根据加拿大 CAN/CSA-Z245.21-M92 第 5.6 条的规定编写的,指标是根据国外的成功经验和主要产品的性能进行规定的;二层结构防腐层的胶粘剂的性能指标是根据国内的应用经验加以确定的。

3.2.4 (原规范第 2.0.3 条,修改条文) 本条是根据 DIN 30670 的写法,没有规定聚乙烯原料性能,而只是规定聚乙烯混合料的压制片材应达到的性能。DIN 30670 规定的聚乙烯防腐层的性能为;

①连续性:通过 25KV 电火花检漏

②粘结强度:采用剥离强度试验: 20 ± 5 ℃,≥ 35N/cm

50 ± 5 ℃,对最高设计温度 50 ℃,≥ 15N/cm

对最高设计温度 70 ℃,≥ 25N/cm

③冲击强度：通过 30 次冲击，无漏点

④压痕硬度：压痕深度： 23 ± 2 ℃，≤ 0.2mm

对最高设计温度 50 ℃， 50 ± 2 ℃，≤ 0.3mm

对最高设计温度 70 ℃， 70 ± 2 ℃，≤ 0.3mm

⑤断裂伸长率：≥ 200%

⑥绝缘电阻： A.≥ 10^8 Ω · m^2(0.1M NaCl 浸泡 100 天)

B.浸泡 100 天的绝缘电阻值与浸泡 70 天的绝缘电阻值之比不应小于 0.8

⑦耐热老化： A.最高设计温度 50 ℃时： 100 ℃、 2400h ，熔体指数的变化率≤ 35%

B.最高设计温度 70 ℃时： 100 ℃、 4800h ，熔体指数的变化率≤ 35%

⑧耐紫外光老化(辐照量为 7GJ/m^2)：熔体指数的变化率≤ 35%

对以上第①、②、③、④项，本标准已在有关章节中采用；对第⑤项，本标准提高了要求；对第⑥项，本标准根据各国挤塑聚乙烯防腐层性能要求，改为测定体积电阻率；对第⑦项，本标准已等同采用；对第⑧项，鉴于国内无专用设备，本标准对此项的规定是根据国内已有的条件，并在实验基础上确定的。

各国挤压聚乙烯防腐层的性能如下表：

表 1

序号	防腐性能	日本 JIS	日本新日铁		日本 NKK	加拿大 SHAW	德国 MAPEC	美国 PRICE
1	聚乙烯类型	LD	HD	LD	HD	HD	MD	HD
2	熔体指数 (g/10min)	—	＜0.3	＜0.15	0.22	0.25~0.4	0.35~0.55	—
3	拉伸强度 (MPa)	＞12	＞20	＞12	30	＞20	17	19
4	断裂伸长率 (%)	＞300	＞300	＞300	815	＞600	600	825
5	维卡软化点 (℃)	＞85	＞100	＞95	120	125	111	—
6	脆化温度(℃)	—	＜-50	＜-76	＜-80	-115	-72	—

续表

序号	防腐性能	日本 JIS	日本新日铁		日本 NKK	加拿大 SHAW	德国 MAPEC	美国 PRICE
7	环境应力开裂 (h)	＞96	＞100	＞500	1000	＞60	—	1000
8	电气强度 (MV/m)	＞30	—	—	40	＞20	—	28
9	体积电阻率 (Ω·m)	—	＞10^{13}	＞10^{15}	10^{15}	10^{15}	—	—
10	吸水率(%)	＜0.01	—	—	＜0.01	＜0.01	＜0.1	—
11	屈服强度 (MPa)	—	—	—	21.5	＞20	11	—
12	抗冲击 (kg·cm/cm)	无破损	—	—	30	＞2	—	—
13	肖氏硬度	＞40	＞65	＞45	61	＞60	85	—
14	耐酸碱盐	优	优	优	优	优	—	—

综合国外标准的要求，本标准在 DIN 30670 的基础上，并参照原 SYJ 4013-87 ，对聚乙烯混合料的压制片材性能作了十项规定。

3.3 防腐层材料适用性试验

3.3.1 (增加条文) DIN 30670 未规定防腐层材料的适用性试验。本标准参考加拿大标准 CAN/CSA-Z245.21-M92 第 6.1 条规定，在选定防腐层材料后，对防腐层材料在涂敷生产线上进行适用性试验。一方面检验与工艺的适用性；另一方面通过对防腐层进行性能检验，来验证防腐层材料的匹配性。

3.3.2 (增加条文) 鉴于聚乙烯混合料已进行压制片材性能全面检测，因此，聚乙烯层的性能检验只测试拉伸强度、断裂伸长率、压痕硬度和耐环境应力开裂四项。对防腐层的纵、横向拉伸强度值的偏差作规定是因为两者的偏差过大，会造成环境应力开裂的可能性增大。偏差值是按照国内化工专家所提出的数值。压痕硬度的指标采用 DIN 30670 第 4.2.5 条的规定。

防腐层的性能检验，按加拿大标准 CAN/CSA-Z245.21-M92 第 6.1.2 条规定了四项检验项目：二层结构防腐层的剥离强度指标采用 DIN 30670 第 4.2.3 条的规定；对三层结构防腐层， 20 ± 5 ℃下的剥离强度指标按照 CAN/CSA-Z245.21-M92 第 7.5.3 条的规定， 50 ± 5 ℃下的剥离强度指标参照国外有关参数确定，该指标高于 DIN 30670 的要求；冲击强度参照 DIN 30670 第 4.2.4 条的规定； DIN 30670 未规定阴极剥离和弯曲性能要求，此两

项指标参照加拿大标准 CAN/CSA-Z245.21-M92 第 6.1.2 条的规定。

4 防腐层涂敷

4.0.1 (原规范第 3.1.1 条，修改条文) 表面预处理：表面清洁度按 DIN 30670 和加拿大标准作了规定。 DIN 30670 未规定表面粗糙度的要求，其他国家和公司对三层结构防腐层的表面粗糙度规定为：

加拿大标准 35~100 μm；

法国标准 40~80 μm；

德国 eupec 标准 50~75 μm。

本标准的规定是参照德国 eupec 标准给出的。

4.0.2 (增加条文) 根据国外公司的实际做法，各项工艺参数必须在开始生产时先进行调试，包括各段温度及防腐层各层厚度等，正常生产时，只要严格控制各项参数，就可连续生产。

4.0.3 (增加条文) 钢管的加热温度应根据所用胶粘剂或三层结构底层所用环氧涂料的工艺要求，在涂敷作业线调试时确定。

4.0.4 (增加条文) 应根据所用涂料采用相应的涂敷工艺。

4.0.5 (增加条文) 国外胶粘剂的涂敷基本采用纵向挤出、侧向缠绕或喷涂工艺，国内对二层结构防腐层胶粘剂的涂敷都采用刮涂工艺，本标准未作具体规定，由涂敷厂家根据技术条件选择适当的工艺。对于三层结构防腐层，底层采用液体环氧涂料时，胶粘剂的涂敷必须在液体环氧涂料终凝前进行；底层采用环氧粉末涂料时，胶粘剂的涂敷必须在环氧粉末未胶化过程中进行，以确保胶粘剂与环氧涂料能相互渗透并起反应，这是三层结构防腐层涂敷工艺的关键。

4.0.6 (原规范第 3.1.2 条~第 3.1.6 条，修改条文) 目前，挤压聚乙烯防腐管的生产工艺有纵向挤出和测向缠绕两种。国外从技术和经济上考虑，公称直径大于 500mm 的钢管，宜采用侧向缠绕工艺。

4.0.8 (原规范第 3.1.7 条，修改条文) 冷却对聚乙烯的结晶形成有很大影响，必须确保足够冷却。三层结构防腐层底层采用环氧粉末涂料时，由于环氧粉末在胶化时即连续涂敷胶粘剂及聚乙烯层，为确保熔结环氧的完全固化，必须在工艺上保证熔结环氧所需的固化温度和时间。

4.0.9 (增加条文) DIN 30670 规定留端宽度不超过 150mm，本标准规定留端宽度为 100~150mm。防腐层端部修切成小于 45° 的倒角是按国外的一般要求。

4.0.10 (增加条文) 参照国外有关公司的规定，若用户要求，对裸露的钢管表面可涂刷防锈可焊涂料。

5 质量检验

5.1 (增加条文) 为了加强对挤压聚乙烯防腐层的质量控制，本标准按国外对防腐层的质量控制作法，规定了生产过程的质量检验要求，并由涂敷厂家负责。

DIN 30670 未规定生产质量的检验要求，本标准生产质量的检验内容主要参考加拿大标准 CAN/CSA-Z245.21-M92 的作法，各项目的检验频率参照采用该标准的要求，并结合国内的实际情况作了规定。

5.2~5.3 根据产品标准的编制要求，本标准规定了挤压聚乙烯防腐管出厂检验和型式检验的内容。当连续生产 100Km 防腐管时，应进行一次产品的型式检验；在不能连续生产时，涂敷厂家应在 1~2 年进行 1 次型式检验。

6 标志、堆放和运输

6.0.3 (原规范第 3.4.1 条、第 3.4.2 条，修改条文) 为避免堆放及运输时的防腐层损伤，参照国外有关标准的要求对堆放和运输作了规定。

6.0.4 (增加条文) 表 6.0.4 规定的允许堆放层数是按 API5L5，并根据聚乙烯层的最大允许负荷 5MPa 来计算的。

例如：φ 529 × 7 的钢管，按 12m 长一根，每根约 1.5t 重。按防腐管与枕木接触面积为 60cm^2 计算，可支撑 3.0t，用两根枕木可支撑 6.0t，相当于 4 根管的重量，因此规定堆放高度不应大于 5 层。

6.0.5 (原规范第 3.4.3 条，保留条文) 根据研究试验，紫外光对聚乙烯层的使用寿命影响较大，应避免长期户外暴露。

7 补口及补伤

7.1 补口材料

7.1.1 (原规范第 3.5.1 条，修改条文) 根据国外对聚乙烯防腐管的施工要求，本标准规定补口采用辐射交联聚乙烯热收缩套(带)。同时为便于施工时控制加热程度，推荐采用有感温颜色显示的热收缩套(带)。聚乙烯防腐管的补口材料和方法还有其他种类，如专用补口带等，本标准中未提出具体要求，在补口质量满足要求时，经设计或选定也可采用。

7.1.2 (增加条文) 为确保补口质量，应选用与管径配套的产品规格。对补口采用辐射交联聚乙烯热收缩套(带)的性能要求，主要参照了目前国际上较先进的加拿大 CANUSA 公司及美国 Raychem 公司的辐射交联聚乙烯热收缩套(带)的技术指标。其中的耐环境应力开裂和耐化学介质腐蚀两项指标，是考虑与聚乙烯层的性能要求相一致。规定基材在 200 ± 2 ℃、5min 、自由收缩后进行检验，是为了统一试验条件。

7.2 补口施工

7.2.1~7.2.3 (原规范第 3.5.1 条、第 3.5.2 条，修改条文) 补口施工的要求主要参照了国外热收缩套(带)施工的操作要求。对补口部位的表面处理等级，应按所选定的补口材料的

技术要求确定，一般应达到 $Sa2^{1/2}$ 级；当某些产品的胶粘剂性能较好，表面处理达到 St3 级就可以满足要求。

7.3 补口质量检验

7.3.1 (增加条文) 补口质量对防腐管的使用寿命至关重要。除首次使用时应进行全面性能检验外，在采购和使用过程中尚应按出入库的规定及其他有关要求进行必要的检验。

7.3.2 (原规范第 3.5.3 条，修改条文) 补口现场质量检查有四项，对外观、厚度粘结力和漏点进行逐项检查。国外对热收缩套(带)针孔检漏电压的规定，加拿大 CANUSA 公司为 5~10KV 日本日东公司为 8KV ;意大利 SOCOTHERM 公司为 15KV ;本标准规定为 15KV 。粘结力的检查规定为每 500 个补口应至少抽查一个口。

7.4 管件防腐

7.4.1 (增加条文) 管件的防腐施工有其特殊性，可采用的方法也有多种，而且近几年又有新的技术推出，本标准对此未作具体规定，只作原则规定，以强调管件防腐的重要性。

7.5 补伤

7.5.1 (原规范第 3.6.1 条，修改条文) 对小于或等于 30mm 的损伤，规定采用聚乙烯补伤片进行修补。为确保补伤片贴补平整严密，规定先采用与补伤片配套的胶粘剂填充缓冲孔。补伤片的尺寸要求参照了日本 NKK 公司对聚乙烯防腐管补伤措施的规定。

7.5.2 (原规范第 3.6.2 条，修改条文) 对大于 30mm 的损伤，在第 7.5.1 条要求的基础上，增加了热收缩带包覆。

7.5.3 (原规范第 3.6.3 条，修改条文) 补伤的质量检查规定了三项内容，对外观和漏点逐个检查，对粘结力每 100 个补伤处抽查一处。

附录 A 防腐层阴极剥离试验方法

本试验方法是参照加拿大国家标准 CAN/CSA-Z245.20 — M92《钢管外壁熔结环氧涂层》第 12.8 条编制的。

附录 B 环氧粉末涂料固化时间测定方法

本试验方法是参照加拿大国家标准 CAN/CSA-Z245.20 — M92《钢管外壁熔结环氧涂层》第 12.7 条编制的。

附录 C 聚乙烯片耐化学介质腐蚀试验方法

本试验方法采用了 SYJ 4015-87 《埋地钢质管道聚乙烯、硬质聚氨脂泡沫塑料一次成型防腐保温层施工及验收规范》中附录一的方法。

附录 D 耐紫外光老化试验方法

本试验方法的仪器和试验条件是参照 ASTM G53 的推荐作法制定的，其评价方法以拉伸强度和断裂伸长率的变化进行衡量。

附录 E　压痕硬度测定方法

本试验方法采用了 DIN 30670 中的规定。

附录 F　剥离强度测定方法

本试验方法按通常的作法进行了规定，高温条件下的作法参考 DIN 30670 作了规定。

附录 G　冲击强度试验方法

本试验方法是参考 DIN 30670 第 5.3.4 条的要求制定的。

附录 H　防腐层抗弯曲试验方法

本试验方法是参照加拿大国家标准 CAN/CSA-Z245.20 — M92《钢管外壁熔结环氧涂层》第 12.11 条编制的。