

ICS 75.200

E 98

备案号：58708—2017

**SY**

中华人民共和国石油天然气行业标准

**P**

**SY/T 7368—2017**

---

# 穿越管道防腐层技术规范

**Specification of external coating for crossing pipeline**

**2017—03—28 发布**

**2017—08—01 实施**

---

**国家能源局 发布**

中华人民共和国石油天然气行业标准

## 穿越管道防腐层技术规范

Specification of external coating for crossing pipeline

**SY/T 7368—2017**

主编部门：中国石油天然气集团公司

批准部门：国家能源局

中国标准出版社

2017 北京

# 国家能源局 公告

2017年 第6号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52号）有关规定，经审查，国家能源局批准《页岩气 储层改造 第2部分：工厂化压裂作业技术规范》等159项行业标准，其中能源标准（NB）34项、电力标准（DL）39项、石油标准（SY）86项，现予以发布。

上述标准自发布之日起施行。国家能源局网站（www.nec.gov.cn）公布。

国家能源局 公告

附件：行业标准目录（节选）

国家能源局  
2017年3月28日

# 前 言

本规范是根据《国家能源局关于 2015 年能源领域行业标准制（修）订项目计划的通知》（国能科技〔2015〕283 号）的要求，由中国石油天然气管道科学研究院有限公司等单位共同编制完成的。

在本规范编制过程中，编制组认真总结了多年来穿越管道防腐层使用经验，借鉴了国内外相关标准，吸收了近年来国内管道穿越工程的经验，并广泛征求了意见，最后经审查定稿。

本规范共分 9 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、防腐层结构、材料要求、涂装及检验、补口、检测与评价、交工文件。

本规范由国家能源局负责管理，由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理，由中国石油天然气管道科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

本规范主编单位：中国石油天然气管道科学研究院有限公司

本规范参编单位：中国石油西气东输管道公司

中国石油天然气管道工程有限公司

中国石油天然气股份有限公司管道分公司

本规范主要起草人员：朱 琳 李建忠 白树彬 赵忠刚

王 超 钟 婷 李正敏 明连勋

吴江桥 黄留群 王本明 王福宾

王文友 董 彬 单慕晓 袁欣然

黄肖林 吕 全 郑大海 廖煜炤

徐华天 王磊磊

本规范主要审查人员：张其滨 罗 锋 张红兵 曹国飞

葛艾天 卜祥军 刘嵬辉 林 竹

陈洪源 徐承伟 屠海波 曾 强  
成 杰 肖丁铭 窦宏强

# 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	防腐层结构	4
5	材料要求	6
5.1	防腐层材料	6
5.2	补口材料	8
6	涂装及检验	14
6.1	管道防腐层	14
6.2	防护层	14
7	补口	16
7.1	热收缩带补口	16
7.2	无溶剂环氧涂料补口	16
8	检测与评价	19
9	交工文件	20
	附录 A 防腐层电导率测试方法	21
	标准用词说明	29
	引用标准名录	30
	条文说明	32
	参考文献	46

# Contents

1	Generals .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic requirements .....	3
4	External coating structure .....	4
5	Material requirements .....	6
5.1	Requirements for external coatings .....	6
5.2	Requirements for joint coatings .....	8
6	Coating application and inspection .....	14
6.1	Anticorrosive coating .....	14
6.2	Armoring coating .....	14
7	Joint coating .....	16
7.1	Application of joint coatings based on HSS .....	16
7.2	Application of liquid epoxy joint coating .....	16
8	Inspection and evaluation .....	19
9	Documents .....	20
	Appendix A Test method of coating conductivity .....	21
	Explanation of wording in this code .....	29
	List of quoted standards .....	30
	Addition ; Explanation of provisions .....	32
	References .....	46

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范穿越管道防腐层的设计、施工及检验，特制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于穿越管道防腐层设计、施工及检验。

**1.0.3** 穿越管道防腐层设计、施工及检验除应符合本规范外，还应符合国家现行有关标准的规定。



## 2 术 语

### 2.0.1 防护层 **armoring coating**

包覆在定向钻穿越管段防腐层外表面的保护性涂层。

### 2.0.2 通路电位 ( $U_{on}$ ) **on potential**

当馈电测试电源启用后，测得的管道对地电位。

### 2.0.3 断路电位 ( $U_{off}$ ) **off potential**

馈电测试电源断电瞬间，测得的管道对地电位。

### 3 基本规定

**3.0.1** 应根据穿越段地质条件比选确定防腐层类型和结构，宜采用三层聚烯烃类或环氧类防腐层，定向钻穿越段应采用加强级防腐层。

**3.0.2** 当穿越地层对防腐层有损伤风险时，宜采用耐磨、耐划伤的防腐层或增加防护层。

**3.0.3** 补口涂层应与管体防腐层材料相匹配。

**3.0.4** 定向钻穿越段施工过程中应采取洗孔或浮力控制等措施，避免防腐层的损伤。

**3.0.5** 定向钻穿越管道在回拖前应进行防腐层外观及漏点检测，穿越完成后宜按本规范附录 A 规定的方法进行馈电测试，评价防腐层绝缘性能。

## 4 防腐层结构

4.0.1 穿越管道防腐层结构及厚度可按表 4.0.1 的规定选用。

表 4.0.1 穿越段管道防腐层结构及厚度

防腐层类型		防腐层结构及厚度
防腐层	防护层	
三层结构聚乙烯	—	符合 GB/T 23257 规定
双层熔结环氧粉末	—	符合 SY/T 0315 规定
三层结构聚乙烯	环氧玻璃钢	加强级三层结构聚乙烯（厚度符合 GB/T 23257）+ 环氧玻璃钢（环氧涂层材料 + 环氧涂层材料 + 玻璃布 + 环氧涂层材料 + 玻璃布 + 环氧涂层材料 + 环氧涂层材料）（ $\geq 1.2\text{mm}$ ）
双层熔结环氧粉末	环氧玻璃钢	底层 FBE（ $\geq 300\mu\text{m}$ ）+ 面层 FBE（ $\geq 500\mu\text{m}$ ）+ 环氧玻璃钢（环氧涂层材料 + 环氧涂层材料 + 玻璃布 + 环氧涂层材料 + 玻璃布 + 环氧涂层材料 + 环氧涂层材料）（ $\geq 1.2\text{mm}$ ）
其他防腐层	环氧玻璃钢	相应防腐层标准规定的厚度 + 环氧玻璃钢（环氧涂层材料 + 环氧涂层材料 + 玻璃布 + 环氧涂层材料 + 玻璃布 + 环氧涂层材料 + 环氧涂层材料）（ $\geq 1.2\text{mm}$ ）

4.0.2 穿越段管道防腐层补口应根据管体防腐层类型结构和地质条件进行选择，定向钻穿越段防腐层补口宜按表 4.0.2 的规定选用。

表 4.0.2 定向钻穿越段管道防腐层补口结构

防腐层类型	补口结构
三层结构聚乙烯	无溶剂环氧底漆 / 纤维增强型热收缩带（牺牲带） 无溶剂环氧底漆 / 普通型热收缩带 + 环氧玻璃钢
双层熔结环氧粉末	无溶剂环氧涂料 无溶剂环氧涂料 + 环氧玻璃钢
三层结构聚乙烯防腐层 + 环氧玻璃钢防护层	无溶剂环氧底漆 / 普通型热收缩带 + 环氧玻璃钢
双层熔结环氧粉末防腐层 + 环氧玻璃钢防护层	无溶剂环氧涂料 + 环氧玻璃钢

## 5 材料要求

### 5.1 防腐层材料

**5.1.1** 三层结构聚乙烯防腐层的技术要求应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的相关规定。

**5.1.2** 双层熔结环氧粉末防腐层的技术要求应符合国家现行标准《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315 的相关规定。

**5.1.3** 环氧玻璃钢防护层由环氧涂层材料和玻璃纤维布组成，材料性能应符合以下要求。

1 玻璃纤维布应选用两侧锁边且无蜡的无碱玻璃纤维布，性能应符合表 5.1.3-1 的要求。

表 5.1.3-1 玻璃纤维布技术指标

序号	项目		性能指标	试验方法
1	单位面积质量 (g/m <sup>2</sup> )		200 ~ 300	GB/T 9914.3
2	含水率 (%)		≤ 0.30	GB/T 9914.1
3	碱金属氧化物含量 (%)		≤ 0.8	GB/T 1549
4	可燃物含量 (%)		≤ 0.20	GB/T 9914.2
5	断裂拉伸强力 (N/25mm)	经向	190	GB/T 7689.5
		纬向	180	
6	织物密度 (根/cm)	经向	16±1	GB/T 7689.2
		纬向	12±1	

2 环氧涂层材料的环氧树脂及固化剂应匹配，性能应符合表 5.1.3-2 的要求。

表 5.1.3-2 环氧涂层材料技术指标

序号	项目		性能指标	试验方法
1	环氧树脂不挥发物含量 (%)		≥ 95	GB/T 1725
2	环氧树脂黏度 (23℃) (mPa·s)		5000 ~ 10000	GB/T 2794
3	固化剂黏度 (23℃) (mPa·s)		300 ~ 3000	GB/T 2794
4	凝胶时间 (23℃) (min)		≥ 15	GB/T 12007.7
5	干燥时间 (23℃ ±1℃) (h)	表干	≤ 2	GB/T 1728
		实干	≤ 8	
6	抗 1° 弯曲 (23℃ ±2℃)		无裂纹、无漏点	SY/T 6854
7	抗冲击 (23℃ ±2℃) (J)		≥ 8	SY/T 0315
8	硬度 (邵氏 D)		≥ 80	GB/T 2411
9	对 PE 黏结强度 (MPa)		≥ 3.5	SY/T 6854
10	对环氧涂层黏结强度 (MPa)		≥ 7	SY/T 6854

注：1 涂层厚度为 500 μm ± 50 μm。

2 将环氧涂层材料涂敷在带有防腐层的试件上，防腐层表面应进行粗糙化处理，3PE 防腐层还应进行极化处理。

3 环氧玻璃钢防护层的性能应符合表 5.1.3-3 的要求。

表 5.1.3-3 环氧玻璃钢防护层技术指标

序号	项目	性能指标	试验方法
1	硬度 (巴氏)	≥ 30	GB/T 3854
2	耐划伤 (50kg) (μm)	≤ 500	SY/T 4113
3	耐磨性 (23℃ ±2℃) (L/μm)	≥ 3	SY/T 0315
4	抗 1° 弯曲 (23℃ ±2℃)	无裂纹	SY/T 6854

注：涂层的厚度为 1200 μm ± 50 μm (结构按本规范表 4.0.1 执行)

4 环氧涂层材料、玻璃纤维布及玻璃钢防护层在使用前及以后的每批 (环氧涂层材料不超过 10t、玻璃纤维布不超过 2t)

应对本规范表 5.1.3-1、表 5.1.3-2 和表 5.1.3-3 的全部项目进行检验，其中对 PE 黏结强度、对环氧涂层黏结强度可根据防腐层类型选择是否进行检验；检验时，如有一项不合格，则加倍检验，若仍有不合格项，则该批产品应为不合格。

## 5.2 补口材料

### 5.2.1 穿越用热收缩带应满足下列要求：

- 1 穿越用热收缩带性能应符合表 5.2.1-1 ~ 表 5.2.1-5 的规定。

表 5.2.1-1 穿越用热收缩带厚度

穿越热收缩带类型		基材厚度 (mm)	胶层 (mm)	总厚度 (mm)
纤维增强型		≥ 1.8	≥ 1.2	≥ 3.0
普通型	中低密度型	≥ 1.5	≥ 1.0	≥ 2.5
	高密度型	≥ 1.0	≥ 1.5	≥ 2.5

表 5.2.1-2 纤维增强型热收缩带的性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法
基材性能			
1	顶破强度 (N)	≥ 2000	GB/T 20027
2	维卡软化点 ( $A_{50}$ , 9.8N) (°C)	≥ 100	GB/T 1633
3	脆化温度 (°C)	≤ -65	GB/T 5470
4	体积电阻率 ( $\Omega \cdot m$ )	≥ $1 \times 10^{13}$	GB/T 1410
5	耐化学介质腐蚀 (浸泡 7d) 顶破强度 (N)	10%HCl	≥ 1700
		10%NaOH	≥ 1700
		10%NaCl	≥ 1700
6	耐热老化 (150°C, 7d) 顶破强度 (N)	≥ 1700	GB/T 20027
7	热冲击 (225°C, 4h)	无裂纹、无流淌、 无垂滴	GB/T 23257

续表 5.2.1-2

序号	项目	性能指标	试验方法
8	硬度 (邵氏 D)	$\geq 50$	GB/T 2411
9	耐环境应力开裂 ( $F_{50}$ ) (h)	$\geq 1000$	GB/T 1842
胶层性能			
10	软化点 (环球法) ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\geq$ 设计温度 +40	GB/T 15332
11	搭接剪切强度 (MPa) ( $23^{\circ}\text{C}$ )	$\geq 1.8$	GB/T 7124
12	搭接剪切强度 (MPa) (最高设计温度)	$\geq 0.3$	GB/T 7124
13	脆化温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\leq -20$	GB/T 23257

- 注：1 除热冲击、脆化温度外，基材性能需经过  $200^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，5min，自由收缩后进行测定，拉伸试验速度为 50mm/min。  
 2 搭接剪切强度试验拉伸速度为 10mm/min。  
 3 搭接剪切强度试验采用产品胶层厚度。

表 5.2.1-3 普通型热收缩带的性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法
基材性能			
1	拉伸强度 (MPa)	中低密度型	$\geq 17$ GB/T 1040.2
		高密度型	$\geq 20$ GB/T 1040.2
2	断裂标称应变 (%)	$\geq 400$	GB/T 1040.2
3	维卡软化点 ( $A_{50}$ , 9.8N) ( $^{\circ}\text{C}$ )	中低密度型	$\geq 90$ GB/T 1633
		高密度型	$\geq 100$ GB/T 1633
4	脆化温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\leq -65$	GB/T 5470
5	电气强度 (MV/m)	$\geq 25$	GB/T 1408.1
6	体积电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )	$\geq 1 \times 10^{13}$	GB/T 1410
7	耐环境应力开裂 ( $F_{50}$ ) (h)	$\geq 1000$	GB/T 1842



续表 5.2.1-3

序号	项目		性能指标	试验方法
8	耐化学介质腐蚀 (浸泡 7d) (%)	10%HCl	≥ 85	GB/T 1040.2
		10%NaOH	≥ 85	
		10%NaCl	≥ 85	
9	耐热老化 (150℃, 21d)	拉伸强度 (MPa)	≥ 14	GB/T 1040.2
		断裂标称应变 (%)	≥ 300	
10	热冲击 (225℃, 4h)		无裂纹、无流淌、无垂滴	GB/T 23257
胶层性能				
11	软化点 (℃)		≥ 最高设计温度 +40	GB/T 15332
12	搭接剪切强度 (MPa) (23℃)		≥ 1.8	GB/T 7124
13	搭接剪切强度 (MPa) (最高设计温度)		≥ 0.3	GB/T 7124
14	脆化温度 (℃)		≤ -20	GB/T 23257

- 注：1 除热冲击外，基材性能需经过 200℃ ± 5℃, 5min, 自由收缩后进行测定，拉伸试验速度均为 50mm/min。
- 2 耐化学介质腐蚀指标为试验后的拉伸强度和断裂标称应变的保持率。
- 3 搭接剪切强度试验拉伸速度为 10mm/min。
- 4 搭接剪切强度试验采用产品胶层厚度。

表 5.2.1-4 热收缩带无溶剂环氧底漆性能指标

序号	项目		性能	试验方法
1	不挥发物含量 (%)		≥ 95	GB/T 1725
2	吸水率 (%)		≤ 0.6	SY/T 6854
3	阴极剥离 (mm)	65℃, 48h	≤ 8	GB/T 23257
		65℃, 28d	≤ 15	
4	对钢黏结强度 (23℃) (MPa)		≥ 10	SY/T 6854
5	搭接剪切强度 (MPa)		≥ 5	GB/T 7124

- 注：1 钢试件涂层厚度为 300 μm ~ 400 μm。
- 2 搭接剪切拉伸速度为 2mm/min。

表 5.2.1-5 纤维增强型和普通型热收缩带安装系统的性能指标

序号	项目	性能指标	试验方法	
1	抗冲击 (J/mm)	$\geq 5$	GB/T 23257	
2	阴极剥离 (23℃, 28d) (mm)	$\leq 8$	GB/T 23257	
3	阴极剥离 (最高设计温度, 28d) (mm)	$\leq 15$	GB/T 23257	
4	剥离强度 (对钢管 / 搭接区防腐层) (N/cm) (内聚)	23℃	$\geq 50$	GB/T 23257
		最高设计温度	$\geq 5$	
5	剥离强度 (最高设计温度热水浸泡, 28d) (23℃) (N/cm)	对钢管 / 底漆	$\geq 50$ 且保持率 $\geq 75\%$	GB/T 23257
		对搭接区防腐层	$\geq 50$ 且保持率 $\geq 75\%$	GB/T 23257
6	剥离强度 (最高设计温度热水浸泡, 120d) (23℃) (N/cm)	对钢管 / 底漆	$\geq 50$ 且保持率 $\geq 75\%$	GB/T 23257
		对搭接区防腐层	$\geq 50$ 且保持率 $\geq 75\%$	GB/T 23257
7	热老化 (最高设计温度 +20℃, 100d)	$P_{100}/P_0$	$\geq 75$	GB/T 23257
	剥离强度保持率 (%)	$P_{100}/P_{70}$	$\geq 80$	

2 每一牌号的热收缩带及其配套无溶剂环氧底漆, 使用前且使用过程中每年至少应由有资质的第三方检验机构按本规范表 5.2.1-1 ~ 表 5.2.1-5 相应的规定项目进行一次全面检验。

3 使用过程中, 不超过 1000 个的每批次材料到货时, 应由有资质的第三方检验机构对热收缩材料的基材、胶层、配套底漆和安装系统的性能进行复检, 复检项目可不包括基材的耐环境应力开裂、安装系统的耐热水浸泡 120d 和热老化性能项目, 性能指标应达到规定的要求。

4 普通型热收缩带外护环氧玻璃钢的检验及验收要求应符合本规范 5.1.3 的规定。

**5.2.2** 无溶剂环氧补口涂料应满足下列要求:

1 无溶剂环氧补口涂料及涂层性能应符合表 5.2.2-1 和表 5.2.2-2 的相关规定。

表 5.2.2-1 无溶剂环氧补口涂料技术指标

序号	项目		性能指标	试验方法
1	细度 ( $\mu\text{m}$ )		$\leq 100$	GB/T 1724
2	不挥发物含量 (%)		$\geq 98$	SY/T 0457
3	干燥时间 ( $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) (h)	表干	$\leq 2$	GB/T 1728
		实干	$\leq 6$	

表 5.2.2-2 无溶剂环氧补口涂层技术指标

序号	项目		性能指标	试验方法
1	外观		平整、光滑、无漏涂、无流挂、无气泡、无色斑	目视检查
2	抗冲击 ( $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) (J)		$\geq 6$	SY/T 0442
3	硬度 (邵氏 D)		$\geq 75$ 且符合生产厂要求	GB/T 2411
4	黏结强度 ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) (MPa)	对钢管	$\geq 10$	SY/T 6854
		对管体环氧类防腐层	$\geq 5$	
5	黏结强度 (最高设计温度热水浸泡 28d) ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) (MPa)	对钢管	$\geq 7$	SY/T 6854
		对管体环氧类防腐层	$\geq 3.5$	
6	柔韧性 ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) (抗 $1^{\circ}$ 弯曲)		无裂纹、无漏点	SY/T 6854
7	体积电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )		$\geq 1 \times 10^{12}$	GB/T 1410
8	电气强度 (MV/m)		$\geq 25$	GB/T 1408.1
9	吸水率 (%)		$\leq 0.6$	SY/T 6854

续表 5.2.2-2

序号	项目	性能指标	试验方法
10	阴极剥离 (mm)	48h, 最高设计温度 +2℃	≤ 8
		28d, 23℃ ±2℃	≤ 8
		28d, 最高设计温度 ±2℃	≤ 15
11	耐划伤 (50kg) (μm)	≤ 500	SY/T 4113
12	耐磨性 (23℃ ±2℃) (L/μm)	≥ 3	SY/T 0315

注：1 试件防腐层的厚度为  $800\mu\text{m} \pm 50\mu\text{m}$ 。

2 防腐层在常温条件至少放置 7d，达到完全固化后方可进行性能测试。

3 28d 浸泡后的黏结强度试验应在 4h 内完成测试柱的黏结，并在 48h 内完成试验。

2 无溶剂环氧补口涂料的两个组分应由同一生产商配套提供，涂料应在使用前对表 5.2.2-1 和表 5.2.2-2 的全部项目进行检验，检验结果应符合规定；使用过程中不超过 20t 的每批无溶剂环氧补口涂料应按表 5.2.2-1 和表 5.2.2-2 规定的项目进行检验，如不合格不应使用。检验应由具有资质的第三方检验机构承担。

## 6 涂装及检验

### 6.1 管道防腐层

**6.1.1** 三层结构聚乙烯防腐层的涂装及检验应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的规定。

**6.1.2** 双层熔结环氧粉末防腐层的涂装及检验应满足国家现行标准《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315 的规定。

### 6.2 防护层

**6.2.1** 环氧玻璃钢防护层的涂敷应满足下列要求：

1 环氧玻璃钢防护层的涂敷宜在现场补口防腐层安装完成后进行，环氧玻璃钢的结构应符合本规范表 4.0.1 的规定。

2 环氧玻璃钢防护层涂敷前，应在相应的管道防腐层和 / 或补口防腐层上进行环氧玻璃钢涂敷工艺评定，经检验合格后，编制防护层涂敷工艺规程，涂敷工艺规程应包括防腐层表面处理、环氧涂层材料涂敷和玻璃纤维布包覆工艺，以及固化温度和固化时间。

3 环氧玻璃钢防护层的施工应按照所确定的涂敷工艺规程进行。

**6.2.2** 环氧玻璃钢防护层质量检验应满足下列要求：

1 外观检验：应逐根进行目测检查，环氧玻璃钢表面应平整，无开裂、皱褶、空鼓、流挂、脱层、发白以及玻璃纤维外露，压边和搭接应均匀且黏结紧密，玻璃纤维布网孔应充满胶料。

2 厚度检验：环氧玻璃钢实干后，应按照国家现行标准

《复合防腐涂层各层厚度破坏性测量方法》SY/T 4107 规定的方法对环氧玻璃钢防护层进行厚度检验，每班至少抽检两次，每次测量圆周方向均匀分布的任意四点的防护层厚度，厚度应符合规定值。测厚仪应至少每班校正一次。

3 固化程度检验：应采用巴氏硬度计在环氧玻璃钢固化后逐根（口）进行玻璃钢防护层硬度检验。沿管子轴向随机测量3个点，检测结果应不小于30。

4 黏结强度检验：应按照国家现行标准《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854 规定的方法进行黏结强度检验。每连续涂敷100根（口）应至少抽测一次，连续涂敷不足100根（口）时也应抽测一次。对3PE防腐层和热收缩带的黏结强度应不低于3.5MPa，对环氧类防腐层的黏结强度应不低于7MPa。黏结强度检验应在环氧玻璃钢防护层固化后进行。

**6.2.3** 对破损点、大面积气泡或分层应采用与原防护层相同的材料进行修补或重涂。

## 7 补 口

### 7.1 热收缩带补口

**7.1.1** 热收缩带补口的施工应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的相关规定。

**7.1.2** 纤维增强型热收缩带应在定向钻穿越回拖方向安装牺牲带，收缩后与管体防腐层及热收缩带搭接宽度均不应小于100mm。

**7.1.3** 热收缩带补口的质量检验应符合现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的相关规定。

### 7.2 无溶剂环氧涂料补口

**7.2.1** 表面处理应符合下列要求：

1 应将补口部位裸露钢管表面和管体防腐层搭接区表面的油污、油脂和泥土等污物清理干净；应清除钢管表面的毛刺、焊渣、飞溅物、焊瘤等缺陷。

2 在进行表面除锈前，补口部位管体表面的温度应至少高于露点温度 3℃。

3 应采用喷砂除锈方式进行表面除锈，喷砂除锈所采用的磨料应干燥、清洁、无杂质，且不应被铁锈、盐分和其他杂质污染，除锈等级应达到现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 规定的 Sa2.5 级，锚纹深度 40μm ~ 100μm，每 4h 班检测 1 次。除锈后清除表面灰尘应吹扫干净。

4 补口搭接部位的管体防腐层应喷砂或手工打磨至表面粗

糙，处理宽度宜不小于 100mm。

5 表面除锈与补口施工间隔时间宜不超过 2h，超过 2h 或表面返锈时，应重新进行表面处理。

**7.2.2** 无溶剂环氧涂料的涂敷应满足下列要求：

1 无溶剂环氧涂料补口可采用喷涂、刷涂及辊涂等方式进行施工，涂敷施工应符合国家现行标准《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854 的要求。

2 涂层干膜厚度应不小于 800  $\mu\text{m}$ ，与管体防腐层搭接宽度应不小于 100mm。

**7.2.3** 无溶剂环氧涂料补口防腐层质量检验应满足下列要求：

1 外观检验：应逐一目测检查补口防腐层的外观质量，防腐层表面应平整、光滑，无漏涂、流挂、划痕、气泡、色带等外观缺陷；补口防腐层和管体防腐层的搭接宽度应不小于 100mm。

2 厚度检验：补口防腐层实干后，应采用无损测厚仪逐一对厚度进行检测。检测时，沿管道圆周，在钢管部位补口防腐层上测均匀分布的四点，其中一点应布置在焊缝上。补口防腐层的厚度应不小于 800 $\mu\text{m}$ 。补口防腐层边缘的厚度宜逐渐减薄过渡。

3 固化程度检验：补口防腐层固化后，应采用邵氏硬度计对补口防腐层进行硬度检测，测试时的管体温度宜为 20 $^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。每个补口防腐层应至少测量一点。测点宜在管体防腐层搭接部位选择，补口防腐层硬度应不低于 75（邵氏 D）且符合产品说明书的规定。

4 漏点检验：防腐层固化后，应采用电火花检漏仪逐一对补口防腐层进行漏点全面检查，以无漏点为合格；检漏电压应为 5V/ $\mu\text{m}$ 。检查时，探头应接触防腐层表面，探头移动速度约为 0.2m/s。在检测过程中，检漏电压应每 4h 校正一次。

5 黏结强度检验：防腐层固化后应按照国家现行标准《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854 规定的方



法进行黏结强度测试，测试时的管体温度宜不超过 30℃，每 100 道补口至少抽查一道补口，不足 100 道口时按 100 计，补口防腐层对钢管的黏结强度应不小于 10MPa，补口防腐层对管体防腐层的黏结强度应不小于 7MPa。

## 8 检测与评价

**8.0.1** 水平定向钻穿越施工完毕后，应检查出土端防腐层的完整性、是否存在贯穿性损伤等，并宜按照本规范附录 A 规定的方法，对穿越段防腐层电导率进行测试，测试宜在穿越完成 15d 后、与主管线连接前进行。

**8.0.2** 穿越段防腐层电导率检测结果宜按照表 8.0.2 进行评价。评价结果为一般或差时，应对穿越段管道增设适当的阴极保护措施。

表 8.0.2 防腐层标称电导率  $\lambda$  与防腐层质量比照表

标称电导率 $\lambda$ ( $\mu\text{S}/\text{m}^2$ )	防腐层绝缘电阻 $R$ ( $\Omega \cdot \text{m}^2$ )	防腐层质量评价
$\lambda \leq 100$	$R \geq 10000$	优
$100 < \lambda \leq 200$	$10000 > R \geq 5000$	良
$200 < \lambda \leq 1000$	$5000 > R \geq 1000$	一般
$\lambda > 1000$	$R < 1000$	差

## 9 交工文件

**9.0.1** 防腐施工结束后，应提供下列文件：

- 1 各种防腐材料的质量检验报告及复检报告。
- 2 涂敷过程及防腐层质量检查报告。
- 3 补口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相关材料。

## 附录 A 防腐层电导率测试方法

### A.1 仪器设备

- A.1.1 万用表三块：直流电压量程为 0V ~ 2V，直流电流最小量程为 0 $\mu$ A ~ 200 $\mu$ A。
- A.1.2 中断器一台：中断频率为 1s 断 /3s 通或 3s 断 /12s 通。
- A.1.3 滑动变阻器：0 $\Omega$  ~ 99999 $\Omega$ 。
- A.1.4 便携式饱和铜 / 硫酸铜参比电极两支。
- A.1.5 连接导线和鳄鱼夹若干。
- A.1.6 钢钎接地电极若干支。
- A.1.7 ZC-8 土壤电阻率测量仪一套。
- A.1.8 恒电位仪或 12V 铅酸蓄电池两块。
- A.1.9 对讲机两台。

### A.2 测量步骤

- A.2.1 宜采用 ZC-8 土壤电阻率测量仪四电极法测量穿越段两端土壤电阻率。
- A.2.2 按图 A.2.2 连接临时阴极保护装置，要求临时阳极地床距管道距离不小于 100m，应使恒电位仪或蓄电池的正极接地床，负极接管道，当采用蓄电池，则将滑动变阻器串联接入蓄电池正极与临时阳极地床电路中。
- A.2.3 将电流中断器和电流表分别串联接入恒电位或蓄电池负极与管道连接的电路中。
- A.2.4 在穿越段两端分别连接电压表正极，并使硫酸铜参比电极连接电压表负极和接地，同时应测量和记录两端的管地自然电位。

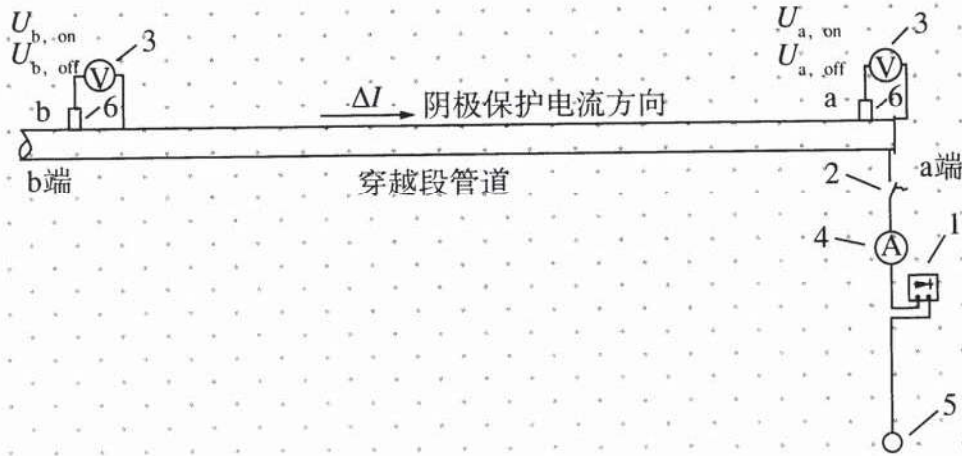


图 A.2.2 防腐层电导率测试接线图

1——恒电位仪；2——电流中断器；3——直流电压表；  
4——直流电流表；5——临时阳极地床；6——硫酸铜参比电极

**A.2.5** 接通临时阴极保护电源，测量并记录穿越段两端通路 ( $U_{on}$ ) 和断路 ( $U_{off}$ ) 电位。调整电流输出，将两端断路电位 ( $U_{off}$ ) 控制在  $-850\text{mV} \sim -1050\text{mV}$  之间，并应记录对应的输出电流。

**A.2.6** 应按 A.2.5 的方法重复测量三次。

### A.3 防腐层电导率计算

**A.3.1** 测试点 a 和 b 的电位变化应按下列公式计算：

$$\text{测试点 a/ 管段 a 端} : \Delta U_a = U_{a, on} - U_{a, off} \quad (\text{A.3.1-1})$$

$$\text{测试点 b/ 管段 b 端} : \Delta U_b = U_{b, on} - U_{b, off} \quad (\text{A.3.1-2})$$

式中： $\Delta U_a$ ——a 点电位变化 (V)；  
 $\Delta U_b$ ——b 点电位变化 (V)；  
 $U_{a, on}$ ——a 点通路电位 (V)；  
 $U_{b, on}$ ——b 点通路电位 (V)；  
 $U_{a, off}$ ——a 点断路电位 (V)；  
 $U_{b, off}$ ——b 点断路电位 (V)。

**A.3.2** 电位变化比应按下式计算：

$$K = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_b} \quad (\text{A.3.2})$$

式中： $K$ ——电位变化比。

**A.3.3** 管道穿越段的电导计算：

1 如果电位变化比  $K$  在 0.625 ~ 1.6 之间，宜采用通用法进行计算评价。

可将两端电位变化的算术平均值认为是管道穿越段的平均电位变化，其平均电位应按下式计算：

$$\Delta U_{(\text{平均})} = \frac{\Delta U_a + \Delta U_b}{2} \quad (\text{A.3.3-1})$$

式中： $\Delta U_{(\text{平均})}$ ——a, b 点电位的平均值 (V)。

管道穿越段的电导应按下式计算：

$$g = \frac{\Delta I}{\Delta U_{(\text{平均})}} \quad (\text{A.3.3-2})$$

式中： $g$ ——电导 (S)；

$\Delta I$ ——电流变化 (A)。

2 当电位变化比  $K$  不在 0.625 ~ 1.6 之间，可采用电位或者电流衰减方法评价，电位衰减法和电流衰减法应按下式计算：

$$\text{电位衰减法：} \alpha = \ln[\Delta U_a / \Delta U_b] / L \quad (\text{A.3.3-3})$$

$$\text{电流衰减法：} \alpha = \ln[\Delta I_a / \Delta I_b] / L \quad (\text{A.3.3-4})$$

式中： $L$ ——测点 a 与 b 之间的距离 (m)；

$\alpha$ ——所测管段的衰减系数。

管道穿越段的电导应按下式计算：

$$g = \alpha^2 / r \quad (\text{A.3.3-5})$$

式中： $r$ ——所测管段长度的纵向电阻 ( $\Omega$ )；

$g$ ——所测管段漏失电导 (S)；

$\alpha$ ——衰减系数。

**A.3.4** 平均电导应按下式计算：

$$G = \frac{g}{A} \quad (\text{A.3.4})$$

式中： $G$ ——穿越段管道涂层的平均电导 ( $\text{S}/\text{m}^2$ )；

$A$ ——穿越段管道的表面积为  $\pi dL$ ， $d$  为管道外径 (m)，

$L$  为管道穿越长度 (m)。

**A.3.5** 穿越段管底深度的平均土壤电阻率应按下式计算：

$$\rho_{(\text{平均})} = \frac{\rho_a + \rho_b}{2} \quad (\text{A.3.5})$$

式中： $\rho_{(\text{平均})}$ ——管底深度的平均土壤电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )；

$\rho_a$ ——管底深度 a 点的土壤电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )；

$\rho_b$ ——管底深度 b 点的土壤电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )。

**A.3.6** 当计算  $1000 \Omega \cdot \text{cm}$  特定土壤电阻率中的涂层标称电导率时，应按下式进行：

$$G_n = \frac{G\rho_{(\text{平均})}}{1000} \quad (\text{A.3.6})$$

式中： $G_n$ ——在电阻率为  $1000 \Omega \cdot \text{cm}$  土壤中，标称电导率；

$G$ ——穿越段管道涂层的比平均电导 ( $\text{S}/\text{m}^2$ )。

**A.3.7** 标准管道参数按表 A.3.7 的规定确定。

表 A.3.7 标准管道数据表

管道外径		管道壁厚		重度		电阻		电导		表面积			
cm	in	mm	in	kg/m	lb/ft	$\mu\Omega/\text{m}$	$\mu\Omega/\text{ft}$	(A/ mV)/ m	(A/ mV)/ ft	$\text{m}^2/\text{m}$	$\text{ft}^2/\text{ft}$	$\text{m}^2/\text{km}$	$\text{ft}^2/\text{mile}$
6.350	2.500	5.232	0.206	8.616	5.790	122.281	37.271	8.178	26.830	0.199	0.65	199.5	3456
7.303	2.875	7.010	0.276	11.399	7.660	92.429	28.172	10.819	35.496	0.229	0.75	229.4	3974
8.890	3.500	5.486	0.216	11.280	7.580	93.404	28.470	10.706	35.125	0.279	0.92	279.3	4838

续表 A.3.7

管道外径		管道壁厚		重度		电阻		电导		表面积			
cm	in	mm	in	kg/m	lb/ft	$\mu\Omega/m$	$\mu\Omega/ft$	(A/ mV)/ m	(A/ mV)/ ft	$m^2/m$	$ft^2/ft$	$m^2/km$	$ft^2/mile$
11.430	4.500	6.020	0.237	16.057	10.790	65.617	20.000	15.240	50.000	0.359	1.18	359.1	6220
		8.560	0.337	22.293	14.980	47.263	14.406	21.158	69.416				
16.828	6.625	5.563	0.219	22.278	14.970	47.295	14.415	21.144	69.370	0.529	1.73	528.7	9158
		7.112	0.280	28.230	18.970	37.322	11.376	26.794	87.905				
		7.925	0.312	31.355	21.070	33.603	10.242	29.760	97.637				
		9.525	0.375	37.249	25.030	28.286	8.622	35.353	115.987				
		10.973	0.432	42.532	28.580	24.773	7.551	40.367	132.437				
21.908	8.625	6.350	0.250	33.275	22.360	31.664	9.651	31.582	103.614	0.688	2.26	688.2	11920
		7.938	0.313	33.841	22.740	31.135	9.490	32.118	105.375				
		8.179	0.322	42.487	28.550	24.799	7.559	40.325	132.298				
		9.525	0.375	49.169	33.040	21.429	6.531	46.666	153.105				
27.305	10.750	6.350	0.250	41.728	28.040	25.250	7.696	39.604	129.935	0.858	2.81	857.8	14860
		9.271	0.365	60.241	40.480	17.490	5.331	57.175	187.581				
		9.525	0.375	61.833	41.550	17.040	5.194	58.686	192.539				
		11.125	0.438	71.714	48.190	14.692	4.478	68.064	223.309				
		12.700	0.500	81.462	54.740	12.934	3.942	77.316	253.661				
32.385	12.750	6.350	0.250	49.675	33.380	21.210	6.465	47.147	154.680	1.017	3.34	1017	17620
		7.137	0.281	55.731	37.450	18.905	5.762	52.895	173.540				
		7.938	0.313	61.773	41.510	17.056	5.199	58.630	192.354				
		9.525	0.375	73.753	49.560	14.286	4.354	69.999	229.657				
		12.700	0.500	97.355	65.420	10.822	3.299	92.400	303.151				



续表 A.3.7

管道外径		管道壁厚		重度		电阻		电导		表面积			
cm	in	mm	in	kg/m	lb/ft	$\mu\Omega/m$	$\mu\Omega/ft$	(A/ mV)/ m	(A/ mV)/ ft	$m^2/m$	$ft^2/ft$	$m^2/km$	$ft^2/mile$
35.560	14.000	6.350	0.250	54.630	36.710	25.605	7.804	39.055	128.133	1.117	3.67	1117	19350
		7.925	0.312	67.979	45.680	20.577	6.272	48.598	159.442				
		9.525	0.375	81.209	54.570	17.225	5.250	58.056	190.471				
40.640	16.000	6.350	0.250	62.577	42.050	22.353	6.813	44.736	146.771	1.277	4.19	1277	22120
		7.925	0.312	77.920	52.360	17.952	5.472	55.704	182.757				
		9.525	0.375	93.129	62.580	15.020	4.578	66.577	218.429				
		16.662	0.656	159.977	107.500	8.744	2.665	114.366	375.218				
45.720	18.000	6.350	0.250	70.524	47.390	19.835	6.046	50.417	165.410	1.436	4.71	1436	24880
50.800	20.000	6.350	0.250	78.470	52.730	17.826	5.433	56.098	184.049	1.596	5.24	1596	27650
		7.137	0.281	88.143	59.230	15.870	4.837	63.013	206.736				
		7.925	0.312	97.393	65.452	14.283	4.355	69.970	229.699				
		9.525	0.375	116.969	78.600	11.959	3.645	83.621	274.346				
55.880	22.000	6.350	0.250	86.417	58.070	16.187	4.934	61.779	202.688	1.756	5.76	1756	30410
59.373	23.375	9.525	0.375	137.193	92.190	10.196	3.108	98.079	321.780	1.865	6.12	1865	32310
		11.913	0.469	170.751	114.740	8.192	2.497	122.069	400.489				
60.960	24.000	7.137	0.281	106.031	71.250	13.192	4.021	75.801	248.691	1.915	6.28	1915	33180
		7.925	0.312	117.654	79.060	11.889	3.624	84.110	275.951				
		8.738	0.344	129.246	86.850	10.823	3.299	92.397	303.141				
		10.312	0.406	152.343	102.370	9.182	2.799	108.909	357.312				
		11.913	0.469	175.320	117.810	7.979	2.432	125.335	411.204				
		12.700	0.500	186.749	125.490	7.490	2.283	133.506	438.010				
		15.875	0.625	232.227	156.050	6.023	1.836	166.018	544.677				

续表 A.3.7

管道外径		管道壁厚		重度		电阻		电导		表面积			
cm	in	mm	in	kg/m	lb/ft	$\mu\Omega/m$	$\mu\Omega/ft$	(A/ mV)/ m	(A/ mV)/ ft	$m^2/m$	$ft^2/ft$	$m^2/km$	$ft^2/mile$
66.040	26.000	7.239	0.285	116.523	78.300	12.005	3.659	83.301	273.298	2.075	6.81	2075	35940
		7.925	0.312	127.461	85.659	11.062	3.373	90.400	296.512				
		8.255	0.325	132.624	89.120	10.547	3.215	94.812	311.065				
		9.525	0.375	152.729	102.630	9.159	2.792	109.185	358.220				
		12.700	0.500	202.642	136.170	6.903	2.104	144.868	475.288				
76.2	30.000	7.925	0.312	147.447	99.080	9.478	2.892	105.409	345.829	2.394	7.85	2394	41470
		8.255	0.325	153.116	102.890	9.136	2.785	109.462	359.127				
		8.738	0.344	162.030	108.880	8.633	2.631	115.835	380.035				
		9.144	0.360	169.590	113.960	8.248	2.514	121.239	397.766				
		9.525	0.375	176.570	118.650	7.922	2.415	126.229	414.136				
		10.312	0.406	191.079	128.400	7.321	2.231	136.601	448.168				
		11.125	0.438	205.559	138.130	6.805	2.074	146.953	482.129				
		12.700	0.500	234.429	157.530	5.967	1.819	167.592	549.843				
91.44	36.000	8.738	0.344	194.800	130.900	7.181	2.189	139.261	456.894	2.873	9.42	2873	49760
		9.525	0.375	212.330	142.680	6.588	2.008	151.794	498.010				
		10.312	0.406	229.816	154.430	6.087	1.855	164.294	539.023				
		11.913	0.469	264.713	177.880	5.284	1.611	189.242	620.873				
		12.700	0.500	282.110	189.570	4.958	1.511	201.679	661.675				
		14.275	0.562	316.814	212.890	4.415	1.346	226.488	743.072				
		15.875	0.625	351.398	236.130	3.981	1.213	251.213	824.188				
		17.450	0.687	385.849	259.280	3.625	1.105	275.841	904.991				

续表 A.3.7

管道外径		管道壁厚		重度		电阻		电导		表面积			
cm	in	mm	in	kg/m	lb/ft	$\mu\Omega/m$	$\mu\Omega/ft$	(A/ mV)/ m	(A/ mV)/ ft	$m^2/m$	$ft^2/ft$	$m^2/km$	$ft^2/mile$
106.68	42.000	9.525	0.375	248.120	166.730	5.638	1.718	177.380	581.955	3.351	11.00	3352	58060
		9.906	0.390	257.912	173.310	5.424	1.653	184.380	604.921				
		11.125	0.438	289.298	194.400	4.835	1.474	206.817	678.534				
		12.700	0.500	329.835	221.640	4.241	1.293	235.797	773.613				
		14.275	0.562	370.104	248.700	3.779	1.152	264.586	868.063				
		15.875	0.625	411.058	276.220	3.403	1.037	293.863	964.119				
121.92	48.000	12.700	0.500	377.515	253.680	3.705	1.129	269.884	885.445	3.830	12.57	3830	66350
		15.875	0.625	470.659	316.270	2.972	0.906	336.472	1103.909				
		19.050	0.750	563.297	378.520	2.483	0.757	402.698	1321.187				

## 标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对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”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《塑料 拉伸性能的测定 第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件》GB/T 1040.2

《绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分：工频下试验》GB/T 1408.1

《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410

《纤维玻璃化学分析方法》GB/T 1549

《热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定》GB/T 1633

《涂料细度测定法》GB/T 1724

《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定》GB/T 1725

《漆膜，腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728

《塑料 聚乙烯环境应力开裂试验方法》GB/T 1842

《塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）》GB/T 2411

《胶粘剂黏度的测定 单圆筒旋转黏度计法》GB/T 2794

《增强塑料巴氏（巴柯尔）硬度试验方法》GB/T 3854

《塑料 冲击法脆化温度的测定》GB/T 5470

《胶粘剂 拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）》GB/T 7124

《增强材料 机织物试验方法 第2部分：经、纬密度的测定》GB/T 7689.2

《增强材料 机织物试验方法 第5部分：玻璃纤维拉伸断裂强力和断裂伸长的测定》GB/T 7689.5

《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的

锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1

《增强制品试验方法 第1部分：含水率的测定》GB/T 9914.1

《增强制品试验方法 第2部分：玻璃纤维可燃物含量的测定》GB/T 9914.2

《增强制品试验方法 第3部分：单位面积质量的测定》GB/T 9914.3

《环氧树脂凝胶时间测定方法》GB/T 12007.7

《热熔胶粘剂软化点的测定法 环球法》GB/T 15332

《橡胶或塑料涂覆织物 破裂强度的测定》GB/T 20027

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257

《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315

《钢制管道熔结环氧粉末内防腐层技术标准》SY/T 0442

《钢质管道液体环氧涂料内防腐层技术标准》SY/T 0457

《复合防腐涂层各层厚度破坏性测量方法》SY/T 4107

《防腐涂层的耐划伤试验方法》SY/T 4113

《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854

中华人民共和国石油天然气行业标准

# 穿越管道防腐层技术规范

**SY/T 7368—2017**

条文说明

## 制定说明

《穿越管道防腐层技术规范》SY/T 7368—2017 经国家能源局 2017 年 3 月 28 日以第 6 号公告批准发布。

为便于广大设计、施工、科研等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，本规范编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行过程中需注意的有关事项进行了说明。但是条文说明不具备与本规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握本规范规定的参考。



# 目 次

1	总则 .....	35
2	术语 .....	36
3	基本规定 .....	37
4	防腐层结构 .....	38
5	材料要求 .....	39
5.1	防腐层材料 .....	39
5.2	补口材料 .....	39
6	涂装及检验 .....	42
6.1	管道防腐层 .....	42
6.2	防护层 .....	42
7	补口 .....	43
7.1	热收缩带补口 .....	43
7.2	无溶剂环氧涂料补口 .....	43
8	检测与评价 .....	44
9	交工文件 .....	45

# 1 总 则

- 1.0.1** 本条旨在说明制定本规范的目的。
- 1.0.2** 本条说明本规范的适用范围。
- 1.0.3** 本条说明本规范与其他国家、行业现行有关标准的关系。

## 2 术 语

**2.0.1** 定义来源于《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012。

**2.0.2, 2.0.3** 定义参考现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448 中对通电电位、断电电位的定义，结合本规范中测试内容进行定义。

## 3 基本规定

**3.0.1** 强调了穿越段地质条件是防腐层类型和结构选择的依据，并且推荐了类型和结构。

**3.0.2** 推荐了当穿越地层对防腐层有损伤风险时，防腐层、防护层的选用原则。

**3.0.3** 规定了补口涂层的选用原则。

**3.0.4** 强调了定向钻穿越施工过程中避免防腐层损伤应采取的措施。

**3.0.5** 规定了定向钻穿越工程中回拖前防腐层应进行的检验，推荐了防腐层绝缘性能评价方法。

## 4 防腐层结构

**4.0.1** 本条列出了在实际工程中已经应用过及相应防腐层标准推荐的防腐层结构及厚度。本规范表 4.0.1 中规定了环氧玻璃钢的结构及厚度。

**4.0.2** 本条规定了穿越段管道防腐层补口选择依据并推荐了相关的补口结构。

## 5 材料要求

### 5.1 防腐层材料

**5.1.1, 5.1.2** 规定了三层结构聚乙烯防腐层和双层熔结环氧粉末防腐层的技术要求。

**5.1.3** 本条规定了环氧玻璃钢防护层的组成和材料性能要求和检验要求，本规范表 5.1.3-1 ~ 表 5.1.3-3 参考了《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012 中的规定。在表 5.1.3-2 中增加对 PE 和对环氧涂层的黏结强度。性能指标参照《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012 中的规定和《Petroleum and natural gas industries — External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems —Part 3 : Field joint coatings》ISO 21809-3 : 2016，并根据穿越工程的实际需求结合实际测试结果进行了调整。本规范表 5.1.3-2 中所有涉及黏结强度的指标的试验方法均为《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854—2012 附录中所提供的方法，平板试件的涂层厚度按照本规范表 5.1.3-2 中的注释执行。本规范中涉及的“黏结强度”指标与其他规范中所涉及的“拉开法附着力”或“附着力（拉拔法）”指标含义相同。同一批次的环氧涂层材料数量超过 10t，每 10t 检测一次；同一批次的玻璃纤维布数量超过 2t，每 2t 检测一次。

### 5.2 补口材料

**5.2.1** 本条规定了穿越用热收缩带的类型及材料检验要求。穿越用热收缩带分为纤维增强型和普通型两种，其中普通型又分为中低密度型和高密度型两种。本规范表 5.2.1-1 中分类及参

数参照《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012、《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257—2009 及《油气管道工程钢质管道防腐层补口补伤技术规范》Q/SY GJX 140—2012 的规定。根据穿越工程实际情况对普通型中的中低密度型基材厚度仅按照最高等级列出。本规范表 5.2.1-2 和表 5.2.1-3 指标参照《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012 及最新的补口规范，其中胶层性能中 23℃ 和最高设计温度条件下的搭接剪切强度根据穿越工程的实际需求结合实际测试结果进行了调整。脆化温度根据最新的补口规范调整为  $\leq -20^{\circ}\text{C}$ 。本规范表 5.2.1-4 指标参照《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012、《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257—2009 及最新的补口规范。对 PE 附着力（黏结强度）及其热水浸泡后附着力（黏结强度）要求并不适用于所有施工工艺的要求，故在本规范中没有采用。本规范表 5.2.1-4 中所有涉及黏结强度的指标的试验方法均为《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854—2012 附录中所提供的方法，平板试件的涂层厚度按照本规范表 5.2.1-4 中的注释执行。本规范表 5.2.1-5 指标参照《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012、《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257—2009 及最新的补口规范。同一批次的热收缩带数量超过 1000 个，每 1000 个检测一次。

**5.2.2** 本条规定了穿越用无溶剂环氧补口涂料及涂层性能和检验要求。本规范表 5.2.2-2 指标参照《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012 及最新的补口规范。根据多年使用经验，耐化学介质腐蚀性能不再要求。增加耐磨性与耐划伤指标，其性能要求与《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012 的聚氨酯涂层要求一致。热水浸泡方法可参考最新的补口规范中相关的试验方法。本规范规定穿越工程中无溶剂环氧补口涂层的干膜厚度应不小于  $800\mu\text{m}$ ，故试片涂层厚度规定为  $800\mu\text{m} \pm 50\mu\text{m}$ 。本规范表 5.2.2-2 中所有涉及黏结强

度的指标的试验方法均为《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854—2012 附录中所提供的方法，平板试件的涂层厚度按照本规范表 5.2.2-2 中的注释执行。同一批次的无溶剂环氧补口涂料数量超过 20t，每 20t 检测一次。



## 6 涂装及检验

### 6.1 管道防腐层

规定了管道主体防腐层的涂装及检验要求。

### 6.2 防护层

**6.2.1** 本条规定了环氧玻璃钢防护层应满足的要求。推荐其宜在现场补口防腐层安装完成后整体完成。同时强调了涂敷前应进行工艺评定。注意区别只增加补口防腐层环氧玻璃钢防护层的情况与增加管道防腐层和补口防腐层整体环氧玻璃钢防护层的情况。

**6.2.2** 本条规定了环氧玻璃钢防护层质量检验要求。采用国家现行标准《复合防腐涂层各层厚度破坏性测量方法》SY/T 4107 规定的破坏性检测方法进行环氧玻璃钢防护层厚度检验。采用巴氏硬度计进行固化程度检验。

**6.2.3** 本条规定了环氧玻璃钢防护层修补或重涂的条件。

## 7 补 口

### 7.1 热收缩带补口

本节规定了热收缩带补口施工及质量检验应符合的要求。强调了牺牲带安装的要点。

### 7.2 无溶剂环氧涂料补口

本节规定了无溶剂环氧涂料补口的表面处理、涂敷及检验要求。强调了涂层干膜厚度，与管体防腐层搭接宽度及过渡的要求。固化程度采用邵氏硬度计评价。

## 8 检测与评价

本章推荐了水平定向钻穿越施工完毕后防腐层电导率评价方法。方法来源于《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424—2015 和《埋地管道防腐层电导率的测试》NACE TM 0102 : 2002。

$\Delta I$  在本规范中表示测试中施加电流的通断之差，即电流的变化。注意土壤电阻率单位换算。

## 9 交工文件

工程竣工，施工单位应提交补口的交工文件，便于管道运行管理和质量追溯。本章列出了推荐的交工文件内容。

## 参 考 文 献

- [1] 《油气输送管道穿越工程施工规范》 GB 50424—2015
- [2] 《定向钻穿越管道外涂层技术规范》 Q/SY 1477—2012
- [3] 《油气管道工程钢质管道防腐层补口补伤技术规范》  
Q/SY GJX 140—2012
- [4] 《Petroleum and natural gas industries—External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems—Part 3 : Field joint coatings》 ISO 21809—3 : 2016
- [5] 《埋地管道防腐层电导率的测试》 NACE TM 0102 : 2002