中华人民共和国石油天然气行业标准

埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准

Standard of coal tar epoxy coating for buried steel pipeline

SY/ T 0447—96

主编单位：中国石油天然气管道科学研究院
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

（96）中油技监字第561号

关于批准发布《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》等五项石油天然气行业标准的通知

各有关单位：

《埋地钢质管道直流排流保护技术标准》等五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：

序号	编　号	名　称
1	SY／T 0017—96	埋地钢质管道直流排流保护技术标准（代替SYJ 17—86）
2	SY／T 0090—96	油气田及管道仪表控制系统设计规范
3	SY／T 0415—96	埋地钢质管道硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温层技术标准（代替SYJ 18—86、SYJ 4015—87、SYJ 4016—87）
4	SY／T 0447—96	埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准（代替SYJ 28—87、SYJ 4047—90）
5	SY／T 0546—1996	腐蚀产物的采集与鉴定

以上标准自 1997 年 6 月 1 日起施行。

中国石油天然气总公司
1996 年 11 月 15 日

目　次

1　总则 …… (1)
2　防腐层等级与结构 …… (3)
3　材料 …… (4)
3.1　环氧煤沥青涂料 …… (4)
3.2　玻璃布 …… (6)
3.3　材料验收 …… (6)
4　施工技术要求 …… (8)
4.1　准备工作 …… (8)
4.2　漆料配制 …… (8)
4.3　涂底漆 …… (9)
4.4　打腻子 …… (9)
4.5　涂面漆和缠玻璃布 …… (9)
5　防腐层检验及修补 …… (11)
5.1　一般要求 …… (11)
5.2　外观检查 …… (11)
5.3　厚度检查 …… (11)
5.4　漏点检查 …… (11)
5.5　粘结力检查 …… (12)
5.6　标志与记录 …… (13)
6　储存及运输 …… (14)
7　补口及补伤 …… (15)
7.1　补口 …… (15)
7.2　补伤 …… (15)
8　下沟及回填 …… (17)
9　竣工资料 …… (18)

附录 A　环氧煤沥青防腐层工频电气强度试验方法 …（19）
附录 B　环氧煤沥青防腐层体积电阻率试验方法 ……（22）
附录 C　环氧煤沥青防腐层吸水率试验方法 ……（25）
附录 D　环氧煤沥青防腐层耐油性试验方法 ……（27）
附录 E　环氧煤沥青防腐层耐沸水试验方法 ……（28）
附录 F　本标准用词说明 ……（30）
附加说明 ……（31）
附件　埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准
　　条文说明 ……（32）

1 总　　则

1.0.1 为正确使用环氧煤沥青涂料，保证环氧煤沥青防腐层的工程质量，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于输送介质温度不超过 110℃ 的埋地钢质管道外壁环氧煤沥青防腐层的设计、施工及验收。钢制储罐采用环氧煤沥青防腐层时，可参照执行。

1.0.3 埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层的设计与施工，除执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准（规范）的规定。

1.0.4 引用标准

GB／T 1408—1989　固体绝缘材料工频电气强度试验方法

GB／T 1410—1989　固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB／T 1720—1979　漆膜附着力测定法

GB／T 1723—1993　涂料粘度测定法

GB／T 1724—1973　涂料细度测定法

GB／T 1725—1979　涂料固体含量测定法

GB／T 1728—1979　漆膜、腻子膜干燥时间测定法

GB／T 1730—1993　漆膜硬度测定法　摆杆阻尼试验

GB／T 1731—1993　漆膜柔韧性测定法

GB／T 1732—1993　漆膜耐冲击测定法

GB／T 1738—1979　绝缘漆漆膜吸水率测定法

GB／T 1763—1979　漆膜耐化学试剂性测定法

GB 3186—1982　涂料产品的取样

SYJ 37—89　管道防腐层阴极剥离试验方法

SYJ 41—89　管道防腐涂料与金属粘结的剪切强度试验方法

SY 0063—92　管道防腐层检漏试验方法

SYJ 4001—90　长输管道线路工程施工及验收规范

SYJ 4007—86　涂装前钢材表面处理规范

JIS K 5664—1983　煤焦油环氧树脂涂料

ANSI/AWWA G 210—78　钢质水管道环氧煤沥青内外防腐层标准

2　防腐层等级与结构

2.0.1　为适应不同腐蚀环境对防腐层的要求，环氧煤沥青防腐层分为普通级、加强级、特加强级三个等级。其结构由一层底漆和多层面漆组成，面漆层间可加玻璃布增强。防腐层的等级与结构见表 2.0.1。

防腐层等级与结构　　**表 2.0.1**

等　级	结　　构	干膜厚度(mm)
普通级	底漆—面漆—面漆—面漆	≥0.30
加强级	底漆—面漆—面漆、玻璃布、面漆—面漆	≥0.40
特加强级	底漆—面漆—面漆、玻璃布、面漆—面漆、玻璃布、面漆—面漆	≥0.60

注："面漆、玻璃布、面漆"应连续涂敷，也可用一层浸满面漆的玻璃布代替。

2.0.2　在腐蚀环境恶劣或用户要求的情况下，防腐层可适当增加面漆层数。

3 材　料

3.1 环氧煤沥青涂料

3.1.1 环氧煤沥青涂料是甲、乙双组分涂料，由底漆的甲组分加乙组分（固化剂）、面漆的甲组分加乙组分（固化剂）组成，并和相应的稀释剂配套使用。

3.1.2 环氧煤沥青涂料的技术指标应符合表 3.1.2-1、表 3.1.2-2 及表 3.1.2-3 的规定。

甲组分技术指标　　表 3.1.2-1

序号	项目		指标		试验方法
			底漆	面漆	
1	粘度(涂-4粘度计，25℃±1℃)(s)	常温型	60～100	80～150[1]	GB/T 1723—1993
		低温型	40～80	50～120	
2	细度(μm)		≤80	≤80	GB/T 1724—1979
3	固体含量(%)	常温型	≥70	≥80	GB/T 1725—1979
		低温型		≥75	

注：[1] 厚浆型涂料面漆粘度大于 150s 时，应建立相应的粘度测量方法。

3.1.3 进厂的每批涂料应提供表 3.1.2-1 的 1～2 项及表 3.1.2-2 的 1～5 项规定的数据。在涂料配方调整、原材料或生产工艺有重大变动时，应提供表 3.1.2-1、表 3.1.2-2 和表 3.1.2-3 规定的全套数据。

漆膜技术指标　　表 3.1.2-2

序号	项目			指标		试验方法
				底漆	面漆	
1	干燥时间(25℃±1℃)(h)	表干	常温型	≤1	≤4	GB/T 1728—1979
			低温型	≤0.5	≤3	
		实干	常温型	≤6	≤16	
			低温型	≤3	≤8	
2	颜色及外观			红棕色，无光	黑色，有光	目测
3	附着力（级）			1	1	GB/T 1720—1979
4	柔韧性(mm)			≤2	≤2	GB/T 1731—1993
5	耐冲击(cm)			≥50	≥50	GB/T 1732—1993
6	硬度			≥0.4	≥0.4	GB/T 1730—1993
7	耐化学试剂性	10%H_2SO_4（室温,3d）		漆膜完整、不脱落		GB/T 1763—1979[1]
		10%NaOH（室温,3d）		漆膜无变化		
		30%NaCl（室温,3d）		漆膜无变化		

注：[1] 漆膜应先按《管道防腐层检漏试验方法》的方法A进行湿海绵低压检漏，无漏点试件方可进行试验。

防腐层技术指标　　表 3.1.2-3

序号	项目	指标	试验方法
1	剪切粘结强度(MPa)	≥4	SYJ 41—89
2	阴极剥离(级)	1～3	SYJ 37—89
3	工频电气强度(MV/m)	≥20	本标准附录 A
4	体积电阻率(Ω·m)	$\geq 1\times 10^{10}$	本标准附录 B

续表 3.1.2–3

序号	项　目	指　标	试验方法
5	吸水率(25℃.24h)(%)	≤0.4	本标准附录 C
6	耐油性(煤油.室温.7d)	通过	本标准附录 D
7	耐沸水性(24h)	通过	本标准附录 E

3.2 玻　璃　布

3.2.1 采用玻璃布作防腐层加强基布时，宜选用经纬密度为（10× 10）根／cm^2、厚度为 0.10～0.12mm、中碱（碱量不超过 12%）、无捻、平纹、两边封边、带芯轴的玻璃布卷。

3.2.2 不同管径适宜的玻璃布宽度见表 3.2.2。

玻璃布宽度　　表 3.2.2

管径（*DN*)(mm)	≤250	250～500	≥500
布宽（mm）	100～250	400	500

3.3 材 料 验 收

3.3.1 底漆、面漆、固化剂和稀释剂四种配套材料应由同一生产厂供应。

3.3.2 涂料应有包括厂名、生产日期、存放期限等内容完整的商品标志、产品使用说明书及质量合格证，否则应拒收。

3.3.3 涂料说明书内容应包括涂料技术指标、各组分的配合比例、漆料配制后的使用期、涂敷使用方法、参考用量、运输及储存过程的注意事项等。

3.3.4 涂料应按《涂料产品的取样》规定的取样数目进行抽查，质量符合本标准第 3.1.3 条的规定为合格。如不合格，应重新抽查，取样数目加倍，如仍不合格，则该批涂料为不合格，应拒收。

3.3.5 涂料储存期应不小于 1 年。用户应按产品说明书所要求的条件储存，并在储存期内使用。超过储存期的涂料应按本标准第 3.3.4 条的规定重新检查，符合要求时方可使用。

3.3.6 玻璃布应有生产厂名、出厂日期、产品说明书及质量合格证，否则应拒收。

3.3.7 玻璃布应按产品说明书和采购合同验收，一般情况应符合本标准第 3.2.1 条和第 3.2.2 条的规定。

4 施工技术要求

4.1 准 备 工 作

4.1.1 钢管应逐根进行外观检查和测量。钢管弯曲度应小于0.2%钢管长度，椭圆度应小于或等于0.2%钢管外径。

4.1.2 钢管表面如有较多的油脂和积垢，应先按照《涂装前钢材表面处理规范》规定的清洗方法处理。

4.1.3 按《涂装前钢材表面处理规范》规定的喷（抛）射除锈方法和磨料要求，对钢管表面进行喷（抛）射除锈。表面处理最低要求应达到工业级（Sa2级），表面粗糙度宜在40～50μm。

4.1.4 钢管表面处理后，其表面的灰尘应清除干净。焊缝应处理至无焊瘤、无棱角、无毛刺。

4.1.5 施工环境温度在15℃以上时，宜选用常温固化型环氧煤沥青涂料；施工环境温度在−8～15℃时，宜选用低温固化型环氧煤沥青涂料。

4.1.6 施工时，钢表面温度应高于露点3℃以上，空气相对湿度应低于80%。雨、雪、雾、风沙等气候条件下，应停止防腐层的露天施工。

4.1.7 玻璃布的包装应有防潮措施，存放时注意防潮。受潮的玻璃布应烘干后使用。

4.2 漆 料 配 制

4.2.1 底漆和面漆在使用前应搅拌均匀，不均匀的漆料不得使用。

4.2.2 由专人按产品使用说明书所规定的比例往漆料中加入固化剂，并搅拌均匀。使用前，应静置熟化15～30min，熟化时间视温度的高低而缩短或延长。

4.2.3 刚开桶的底漆和面漆，不应加稀释剂。配好的漆料，在必要时可加入少于5%（*m*/ *m*)的稀释剂。超过使用期的漆料严禁使用。

4.3 涂 底 漆

4.3.1 钢管表面预处理合格后，应尽快涂底漆。当空气湿度过大时，必须立即涂底漆。

4.3.2 钢管两端各留100～150mm不涂底漆，或在涂底漆之前，在该部位涂刷可焊涂料或硅酸锌涂料，干膜厚度不应小于25μm。

4.3.3 底漆要求涂敷均匀、无漏涂、无气泡、无凝块，干膜厚度不应小于25μm。

4.4 打 腻 子

4.4.1 钢管外防腐层采用玻璃布作加强基布时，在底漆表干后，对高于钢管表面2mm的焊缝两侧，应抹腻子使其形成平滑过渡面。

4.4.2 腻子由配好固化剂的面漆加入滑石粉调匀制成，调制时不应加入稀释剂，调好的腻子宜在4h内用完。

4.5 涂面漆和缠玻璃布

4.5.1 底漆或腻子表干后、固化前涂第一道面漆。要求涂刷均匀，不得漏涂。

4.5.1.1 对普通级防腐层，每道面漆实干后、固化前涂下一道面漆，直至达到规定层数。

4.5.1.2 对加强级防腐层，第一道面漆实干后、固化前涂第二道面漆，随即缠绕玻璃布。玻璃布要拉紧、表面平整、无皱折和鼓包，压边宽度为20～25mm，布头搭接长度为100～150mm。玻璃布缠绕后即涂第三道面漆，要求漆量饱满，玻璃布所有网眼应灌满涂料。第三道面漆实干后，涂第四道面漆。

也可用浸满面漆的玻璃布进行缠绕，代替第二道面漆、玻璃布和第三道面漆，待其实干后，涂第四道面漆。

4.5.1.3 对特加强级防腐层，先按本标准第 4.5.1.2 款规定的步骤进行，待第三道面漆实干后，涂第四道面漆，并立即缠第二层玻璃布、涂第五道面漆，或缠第二层浸满面漆的玻璃布，待其实干后，涂最后一道面漆。

4.5.2 涂敷好的防腐层，宜静置自然固化。当需要加温固化时，防腐层加热温度不宜超过 80℃，并应缓慢平稳升温，避免稀释剂急剧蒸发产生针孔。

4.5.3 防腐层的干性检查：

表干——手指轻触防腐层不粘手或虽发粘，但无漆粘在手指上；

实干——手指用力推防腐层不移动；

固化——手指甲用力刻防腐层不留痕迹。

5 防腐层检验及修补

5.1 一 般 要 求

5.1.1 应对防腐层进行外观、厚度、漏点和粘结力检验。外观、厚度、漏点检验应在防腐层实干后、固化前进行，粘结力检验可在实干或固化后进行。

5.2 外 观 检 查

5.2.1 防腐管应逐根目测检查。

5.2.2 无玻璃布的普通级防腐层，表面应呈现平整、光滑的漆膜状。对缺陷处应在固化前补涂面漆至符合要求。

5.2.3 有玻璃布的加强级和特加强级防腐层，要求表面平整、无空鼓和皱折，压边和搭边粘结紧密，玻璃布网眼应灌满面漆。对防腐层的空鼓和皱折应铲除，并按相应防腐层结构的要求，补涂面漆和缠玻璃布至符合要求。

5.3 厚 度 检 查

5.3.1 用磁性测厚仪抽查，以最薄点符合表 2.0.1 的规定为合格。

5.3.2 防腐管每 20 根为 1 组，每组抽查 1 根（不足 20 根也抽查 1 根）。测管两端和中间共 3 个截面，每个截面测上、下、左、右共 4 点，符合表 2.0.1 的规定为合格；若不合格，再在该组内随机抽查 2 根，如其中仍有不合格者，则全部为不合格。

5.3.3 对厚度不合格防腐管，应在涂层未固化前修补至合格。

5.4 漏 点 检 查

5.4.1 应采用电火花检漏仪对防腐管逐根进行漏点检查，以无

漏点为合格。

5.4.2 检漏电压为：普通级：2000V；加强级：2500V；特加强级：3000V。也可设定检漏探头发生的火花长度至少是防腐层设计厚度的2倍。在连续检测时，检漏电压或火花长度应每4h校正一次。检查时，探头应接触防腐层表面，以约0.2m／s的速度移动。

5.4.3 应对漏点补涂。将漏点周围约50mm范围内的防腐层用砂轮或砂纸打毛，然后涂刷面漆至符合要求。固化后应再次进行漏点检查。

5.5 粘结力检查

5.5.1 普通级防腐层应符合下列规定：

5.5.1.1 用锋利刀刃垂直划透防腐层，形成边长约40mm、夹角约45°的V形切口，用刀尖从切割线交点挑剥切口内的防腐层。

5.5.1.2 符合下列条件之一认为防腐层粘结力合格：

（1）实干后只能在刀尖作用处被局部挑起，其他部位的防腐层仍和钢管粘结良好，不出现成片挑起或层间剥离的情况；

（2）固化后很难将防腐层挑起，挑起处的防腐层呈脆性点状断裂，不出现成片挑起或层间剥离的情况。

5.5.2 加强级和特加强级防腐层应符合下列规定：

5.5.2.1 用锋利刀刃垂直划透防腐层，形成边长约100mm、夹角45°～60°的切口，从切口尖端撕开玻璃布。

5.5.2.2 符合下列条件之一认为防腐层粘结力合格：

（1）实干后的防腐层，撕开面积约50cm^2，撕开处应不露铁，底漆与面漆普遍粘结；

（2）固化后的防腐层，只能撕裂，且破坏处不露铁，底漆与面漆普遍粘结。

5.5.3 防腐管每20根为1组，每组抽查1根（不足20根也抽查1根），每根随机抽查1点。如符合本标准第5.5.1条或第5.5.2条的规定，则该组的粘结力检查合格；如不合格，则在该组内随机抽查2根，如其中仍有不合格者，则该组全部为不合格。

5.5.4 粘结力不合格的防腐管，不允许补涂处理，应铲掉全部防腐层并按本标准第4章的规定重新施工。

5.6 标志与记录

5.6.1 检验合格的防腐管，应在适当位置粘贴合格证并作如下标志：

（1）执行标准号；

（2）钢管材质及规格；

（3）防腐层等级；

（4）防腐层涂敷日期；

（5）用户要求作的补充标志。

5.6.2 对各项检验及修补情况应列表记录，对重大问题应作文字阐述。

6 储存及运输

6.0.1 防腐管应按防腐层等级分类堆放。堆放时应采用宽度不小于 150mm 的垫木和软质隔离垫将防腐管与地面隔开，防腐管层间也应采用软垫隔离，垫具间距为 4m。防腐层必须固化后才能叠放，其层数应符合表 6.0.1 的规定。

防腐管堆放层数 表 6.0.1

直径(DN) (mm)	最大堆放层数
≤200	10
200～300	7
300～400	6
400～500	5
500～600	4
600～800	3
>800	2

6.0.2 未固化的防腐管不应装运。防腐管的装卸、运输应符合《长输管道线路工程施工及验收规范》的规定。

6.0.3 防腐管不宜受阳光曝晒，露天堆放时间不宜超过 3 个月。

7 补口及补伤

7.1 补 口

7.1.1 防腐管线焊接前应用宽度不小于 450mm 的厚石棉布或其他遮盖物遮盖焊口两边的防腐层，防止焊渣飞溅烫坏防腐层。

7.1.2 防腐管线补口使用的环氧煤沥青涂料和防腐结构应与管体防腐层相同。

7.1.3 补口部位的表面预处理应符合本标准第 4.1.3 条的规定。如不具备喷（抛）射除锈条件，经用户同意后，可按《涂装前钢材表面处理规范》的规定方法，用动力工具除锈至 St3 级。焊缝应处理至符合本标准第 4.1.4 条的规定。

7.1.4 补口时应对管端阶梯型接茬处的防腐层表面进行清理，去除油污、泥土等杂物，用砂纸打毛。防腐层涂敷方法应符合本标准第 4.3～4.5 节的规定。补口防腐层与管体防腐层的搭接宽度应大于 100mm。

7.1.5 补口处防腐层固化后，按本标准第 5.2～5.5 节的规定进行质量检验和缺陷处理，其中厚度只测一个截面的 4 个点。

7.1.6 经用户同意，可以使用辐射交联热收缩套（带）进行补口，并执行相应的施工及验收规范。

7.2 补 伤

7.2.1 防腐管线补伤使用的材料及防腐层结构，应与管体防腐层相同。

7.2.2 将已损坏的防腐层清除干净，用砂纸打毛损伤面及附近的防腐层。对破损处已裸露的钢表面，宜喷（抛）射除锈至工业级（Sa 2 级）。当条件不具备时，经用户同意，可用动力工具除锈至 St 3 级。

7.2.3 将表面灰尘清扫干净，按本标准第 4.3～4.5 节规定的顺序和方法涂漆和缠玻璃布，搭接宽度应不小于 50mm。当防腐层破损面积较大时，应按补口方法处理。

7.2.4 补伤处防腐层固化后，按本标准第 5.2～5.4 节的规定进行质量检验，其中厚度只测 1 个点。

8 下沟及回填

8.0.1 现场施工的防腐管应在防腐层固化后方能下沟。

8.0.2 下沟前应根据防腐层等级，按本标准第 5.4 节的规定用电火花检漏仪对全线检查一遍，发现损伤必须修补合格。

8.0.3 防腐管下沟、回填过程的保护应符合《长输管道线路工程施工及验收规范》的有关规定。

8.0.4 管沟回填后，应按《长输管道线路工程施工及验收规范》的规定，使用低频信号检漏仪检查漏点及对漏点处进行处理。

9 竣 工 资 料

9.0.1 防腐施工结束后，施工单位对用户应提供下列文件：

(1) 防腐管出厂合格证及质量检验报告；

(2) 涂料和玻璃布出厂合格证及检验报告；

(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有关资料。

附录 A 环氧煤沥青防腐层工频电气强度试验方法

本方法等效采用《固体绝缘材料工频电气强度试验方法》，适用于环氧煤沥青防腐层的工频电气强度试验。

A.1 方 法 概 述

连续均匀升压对环氧煤沥青防腐层试件施加工频电压至击穿，击穿电压值与承受外施电压两电极间防腐层的平均厚度值之商为电气强度（MV／m）。

A.2 试 件 制 备

A.2.1 试件尺寸：

A.2.1.1 钢板：100mm× 100mm,厚度不小于 1mm，平整，无裂纹。

A.2.1.2 防腐层厚度：符合本标准表 2.0.1 的规定。

A.2.2 制备方法：

用砂布打磨钢板至见金属光泽，用无水乙醇擦净。试件的防腐层结构和涂敷工艺按本标准执行，要求防腐层外观平整，厚度均匀，无缺陷。

A.2.3 每组试件不少于 5 个。

A.3 电 极

A.3.1 电极材料为黄铜或不锈钢。

A.3.2 试件与电极配置见图 A.3.2（单位：mm)。

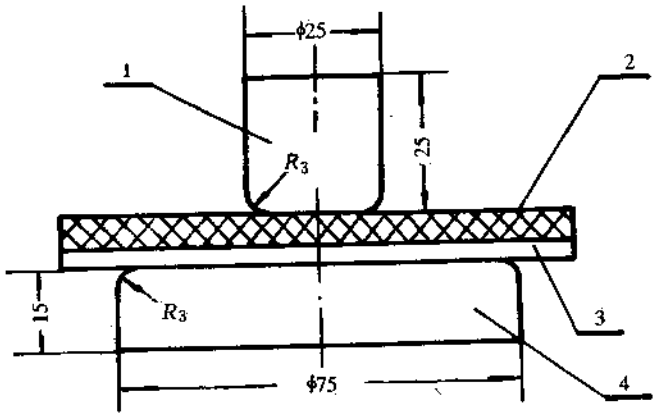


图 A.3.2　试件与电极配置

1—高压电级；2—防腐层；3—钢板；4—接地电极

A.4　仪 器 设 备

仪器设备包括：

（1）高压试验设备：应符合《固体绝缘材料工频电气强度试验方法》中第 5 章的要求；

（2）电火花检漏仪：检漏电压 0.5～3kV；

（3）磁性测厚仪：量程 0～2mm，精度为读值的 5%。

A.5　试 验 步 骤

A.5.1　试验条件：环境温度为 23℃ ± 2℃，相对湿度为 50% ± 5%。

A.5.2　试验检漏：防腐层固化后，用电火花检漏仪检漏，检漏电压按本标准第 5.4.2 条的规定执行，无缺陷的试件方可使用。

A.5.3　试验步骤：按《固体绝缘材料工频电气强度试验方法》第 7 章规定的试验步骤进行。

A.6　试 验 结 果

A.6.1　工频电气强度计算：

$$E_b = U_b / t \qquad (A.6.1)$$

式中　E_b——工频电气强度，MV／m；

U_b——工频击穿电压，MV；

t——防腐层厚度，m。

A.6.2　以每组试件 5 个计算结果的算术平均值作为电气强度。如有任一个计算结果超过平均值 15%，应再做一组试件，然后以 10 个计算结果的平均值作为电气强度。

附录 B　环氧煤沥青防腐层体积电阻率试验方法

本方法等效采用《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》，适用于环氧煤沥青防腐层体积电阻率试验。

B.1　方 法 概 述

对环氧煤沥青防腐层试件施加直流电压，测定体积电阻，计算出体积电阻率。

B.2　试 件 制 备

B.2.1　试件尺寸及制备方法同本标准附录 A 的第 A.2.1～A.2.2 条。

B.2.2　每组试件不少于 3 个。

B.3　电　　极

B.3.1　电极尺寸：电极为三电极系统，其尺寸应符合《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》中第 6.1 节的规定。

B.3.2　电极材料及技术要求应符合《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》第 7 章的有关规定。

B.3.3　试件配置：试件与电极配置见图 B.3.3。

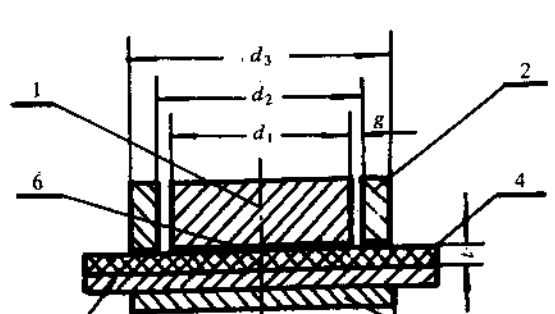


图 B.3.3　试件与电极配置

1—测量电极；2—保护电极；3—不保护电极；4—防腐层；5—钢板；6—电极材料；d_1—测量电极直径；d_2—保护电极内径；d_3—保护电极外径；d_4—不保护电极直径；t—防腐层厚度；g—测量电极与保护电极间隙宽度

B.4　仪 器 设 备

B.4.1　高阻计：应符合《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》第 5 章的规定。

B.4.2　电火花检漏仪：检漏电压 0.5～3kV。

B.4.3　磁性测厚仪：量程 0～2mm，精度为读数的 5%。

B.4.4　电源：应符合《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》第 4 章的规定。

B.5　试 验 步 骤

B.5.1　试验条件：环境温度 23℃± 2℃，相对湿度 50%± 5%。

B.5.2　试件的检漏方法同本标准附录 A 的第 A.5.2 条。

B.5.3　试验按《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方

法》第9、10、11章规定的步骤进行。

B.6 试 验 结 果

B.6.1 体积电阻率计算：

$$\rho_v = R_v A / t \qquad \text{(B.6.1-1)}$$

式中 ρ_v——体积电阻率，Ω·m；

R_v——体积电阻，Ω；

t——防腐层厚度，m；

A——测量电极的有效面积，m^2。

$$A = \pi(d_1 + g)^2 / 4 \qquad \text{(B.6.1-2)}$$

式中 d_1——测量电极直径，m；

g——测量电极与保护电极间隙宽度，m。

B.6.2 试验结果取每组试验数值的几何平均值，用科学计数法表示，取二位有效数字。

附录C 环氧煤沥青防腐层吸水率试验方法

本方法等效采用《绝缘漆漆膜吸水率测定法》，适用于环氧煤沥青防腐层吸水率试验。

C.1 方 法 概 述

将试件浸入保持一定温度的蒸馏水中，经过一定时间后，以其质量增加的百分数表示试件的吸水率。

C.2 仪 器 设 备

仪器设备包括：

(1) 天平：感量0.1mg；

(2) 鼓风干燥箱：100℃±1℃；

(3) 恒温水浴：25℃±1℃；

(4) 浸泡槽；

(5) 干燥器。

C.3 试 件 制 备

C.3.1 底板选用马口铁，120mm×50mm，厚0.2～0.3mm。

C.3.2 底板用砂布打磨，无水乙醇清洗，在干燥箱内100℃±1℃恒温30min，放入干燥器内30min，称量。

C.3.3 试件的防腐层结构和涂敷工艺应符合本标准相应规定。试件中的玻璃布四边应距底板边缘5mm，并用面漆封边。试件表面应清洁、平整、光滑。

C.3.4 涂敷好的试件室温放置24h，在干燥箱内100℃±1℃恒温30min，放入干燥器内30min，称量。

C.3.5 每组试件不少于3个。

C.4 试 验 步 骤

C.4.1 将试件垂直地全部浸入蒸馏水内，其表面不应有气泡，试件之间和试件容器壁之间不应接触。

C.4.2 在25℃±1℃浸泡24h。

C.4.3 将试件用镊子取出，迅速用滤纸吸干防腐层表面水分，立即称量，每块试件从水中取出到称量完毕的时间不得超过2min。

C.5 试 验 结 果

C.5.1 防腐层吸水率按式（C.5.1)计算。

$$W = 100(M_2 - M_1)/(M_1 - M) \qquad (C.5.1)$$

式中 W——防腐层吸水率，%；

M——底板质量，g；

M_1——浸泡前试件质量，g；

M_2——浸泡后试件质量，g。

C.5.2 以三次测定的算术平均值作为试验结果，取二位有效数字。

C.5.3 平行试验结果之差不应大于平均值的20%。

附录D 环氧煤沥青防腐层耐油性试验方法

本方法等效采用《煤焦油环氧树脂涂料》的第5.15节，适用于环氧煤沥青防腐层的耐油性试验。

D.1 方 法 概 述

将防腐层已充分固化的试件在煤油中室温浸泡7d，检查防腐层外观，判断其耐油性。

D.2 试 件 制 备

D.2.1 钢试板：碳钢板，150mm×70mm×1mm，3片。

D.2.2 用砂布打磨钢试板至见金属光泽，用无水乙醇擦净。

D.2.3 在室温条件下，在钢试板单面涂刷面漆2遍，间隔24h，耗漆量2ml/100cm^2。24h后在试片四周涂面漆封边至少3遍，封边宽度5mm以上，放置6d。

D.2.4 用低压湿海绵检漏仪检漏或用电火花检漏仪1000V检漏，应无漏点。

D.3 试 验 步 骤

D.3.1 将3片试件垂直全部浸入装有灯用煤油的试验槽内，试件之间及与槽壁均不应接触，试验槽加盖密封，20℃±5℃浸泡7d。

D.3.2 取出试件，目测观察防腐层变化情况。

D.4 试验结果

3片试件中至少有2片漆膜不出现皱褶、破裂、溶胀或脱落，认为耐油性试验通过。

附录 E　环氧煤沥青防腐层耐沸水试验方法

本方法等效采用《钢质水管道环氧煤沥青内外防腐层标准》的第 5.2.6 条，适用于环氧煤沥青防腐层耐沸水试验。

E.1　方 法 概 述

将防腐层已充分固化的试件浸入沸水 24h，检查防腐层有否起泡或剥离，判断其耐沸水性。

E.2　试 件 制 备

E.2.1　钢试板：碳钢板，100mm× 100mm× 1.6mm，2 片。

E.2.2　对钢板的一面喷砂处理至近白级（$Sa2^{1}/_{2}$级）。

E.2.3　涂底漆至干膜厚度 0.025～0.038mm，室温固化 4h。涂面漆至干膜厚度 0.25～0.30mm，在 24± 1℃空气中固化 150h，然后 54℃加热固化 24h。

E.2.4　用低压湿海绵检漏仪检漏或用电火花检漏仪 1000V 检漏，应无漏点。

E.3　试 验 步 骤

E.3.1　在防腐层上钻直径 9.5mm 孔，钻至钢板内约 0.25mm。

E.3.2　将 2 片试件垂直全部浸入装有自来水的试验槽内，试件之间及与槽壁均不应接触，将水加热至 98℃± 2℃，保持 24h。

E.3.3　取出试件，冷却至室温，用自来水冲洗防腐层至无污物和铁锈。

E.3.4　目视检查防腐层有无起泡。用锋利小刀从钻孔处开始划两道切口呈"V"形，用刀尖小心挑剥，观察是否能将面漆层从底漆表面剥离或整个底漆、面漆层从钢板上剥离。

E.4　试 验 结 果

防腐层不起泡、不剥离，认为耐沸水试验通过。

附录 F　本标准用词说明

F.0.1　执行本标准条文时，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：

（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”或“可”；

反面词采用“不宜”。

附 加 说 明

本标准主编单位、参编单位和主要起草人名单

主编单位：中国石油天然气管道科学研究院

参编单位：中国石油天然气管道职工学院

主要起草人：汤星朝　廖宇平　林　建

附件

埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准

条 文 说 明

修 订 说 明

本标准是根据中国石油天然气总公司（95）中油技监字 35 号文的要求，将原 SYJ 28—87《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准》和原 SYJ 4047—90《埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层施工及验收规范》合并修订为一项标准。修订工作由中国石油天然气管道科学研究院负责，中国石油天然气管道职工学院参加。

在修订过程中，编制人员在广泛调查研究的基础上，认真总结了近 10 年来国内大规模使用环氧煤沥青防腐层的实践经验，按照规范市场、提高工程质量、满足设计和施工要求的原则，提高了涂料的技术指标，改进了施工方法。在广泛征求中国石油天然气总公司内外各有关单位意见后，经中国石油天然气总公司规划设计总院会同有关部门审查定稿。

希望各单位在施行过程中总结经验，积累资料，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄交中国石油天然气管道科学研究院（地址：河北省廊坊市，邮编：102849），以便今后修改时参考。

中国石油天然气管道科学研究院

1996 年 4 月

目　次

1　总则 …… (.36)
2　防腐层等级与结构 …… (40)
3　材料 …… (41)
3.1　环氧煤沥青涂料 …… (41)
3.2　玻璃布 …… (43)
3.3　材料验收 …… (43)
4　施工技术要求 …… (44)
4.1　准备工作 …… (44)
4.2　漆料配制 …… (45)
4.3　涂底漆 …… (45)
4.4　打腻子 …… (46)
4.5　涂面漆和缠玻璃布 …… (46)
5　防腐层检验及修补 …… (48)
5.1　一般要求 …… (48)
5.4　漏点检查 …… (48)
5.5　粘结力检查 …… (48)
6　储存及运输 …… (49)
7　补口及补伤 …… (50)
7.1　补口 …… (50)
8　下沟及回填 …… (51)
9　竣工资料 …… (52)
附录 A　环氧煤沥青防腐层工频电气强度试验方法 … (53)
附录 B　环氧煤沥青防腐层体积电阻率试验方法 …… (54)
附录 C　环氧煤沥青防腐层吸水率试验方法 …… (55)

附录 D　环氧煤沥青防腐层耐油性试验方法 …… (56)
附录 E　环氧煤沥青防腐层耐沸水试验方法 …… (57)

1 总　　则

1.0.1 环氧煤沥青涂料在国外自60年代起已成为一种高性能防腐涂料，在钢制储罐、油轮压载舱、埋地和水下钢质管道、钢构件及混凝土结构的防腐蚀工程中得到较广泛的使用。在国内，中国石油天然气管道勘察设计研究院、兰州涂料工业研究所和沈阳油漆厂合作研制，用于埋地钢质管道外壁防腐的环氧煤沥青涂料是1978年通过原石油工业部、化学工业部联合鉴定，开始使用的。由于其原材料充足、生产工艺简单、施工方便、防腐蚀性能较好，使用日益扩大。近十余年，生产厂多达数十家，产量每年数千吨，在石油化工和城建部门的输油、输气、自来水、热力、煤气等系统的埋地钢质管道和钢制储罐防腐蚀工程中广泛使用。

原SYJ 28—87和原SYJ 4047—90都是这种涂料在国内使用初期编制的，其技术内容有一定局限性。为了及时反映该涂料近年来在品种增加、质量提高、施工验收规范完善等方面的进展，按照中国石油天然气总公司1995年标准制、修订计划，将上述两项标准合并进行修订。根据近年该涂料的生产厂和施工单位很多，其素质各不相同，致使涂料产品和防腐工程质量差异很大，对该涂料的评价褒贬不一的实际情况，在本标准修订过程中总结了各单位在产品开发、推广应用过程中所积累的经验，对涂料的质量指标合理地适当提高，对施工验收要求尽量作出具体规定，以达到规范市场、保证工程质量、满足设计和施工要求的目的。

1.0.2 明确了环氧煤沥青防腐层的下列适用范围：

（1）输送介质温度

本标准规定为不超过110℃。依据之一为中国石油天然气管道科学研究院曾委托化学工业部广州合成材料老化研究院进行过

系统试验，选择的温度点为110℃、130℃和150℃，时间为3个月，试验方法为GB/T 1735—1979《漆膜耐热性测定法》，试验结果为：

150℃，试件经过490h(20d)，防腐层已破坏，出现皱纹、裂纹和凹坑；

130℃，试件经过1600h(66d)，防腐层局部出现小皱纹；

110℃，试件经过2500h(104d)，防腐层完好无变化（由于经费问题，未能继续延长）。

依据之二为环氧煤沥青防腐层已在许多城市的热力管道长期使用，有冬季使用温度达120℃使用十余年仍完好的实例。

因此，可以认为环氧煤沥青防腐层在不超过110℃长期使用是有保证的。有些厂家认为其产品可以在110℃以上长期使用，可以在其产品说明书中说明并承担责任。

（2）使用范围

原SYJ 28—87只规定了环氧煤沥青作为埋地钢质管道外防腐层的使用要求，本标准总结了国内近年的推广应用经验和国外长期实践经验，扩大至钢制储罐采用环氧煤沥青防腐层时可参照执行。

（3）接触介质种类

环氧煤沥青防腐层可用于与原油、重质油品（即柴油、润滑油、渣油等）、污水、煤气相接触的场合，不包括饮用水和轻质油品（即汽油、航空煤油、煤油），其原因为：

a. 在国外同类标准中，包括日本水工协会标准JWWA K115—1974和美国水工协会标准ANSI/AWWA C210—78都有这种防腐层可与饮用水相接触的规定。由于在国内该涂料并未进行过系统的无毒性试验，且各生产厂的配方不完全相同，故本标准不能规定可用于饮用水。如有生产厂的产品已通过无毒性试验并得到卫生管理部门的使用批准，可自行在其产品说明书中说明并承担责任。

b. 环氧煤沥青防腐层中，环氧树脂与固化剂分子交联反

应，形成三维立体大分子网络结构，把煤沥青、防锈颜料、填料等微料包覆在网络内，固化后的环氧树脂网络耐油性是极其稳定的，防锈颜料、填料都是无机材料，也不溶于油类。煤沥青是煤焦油蒸馏后的残余物，是组成极为复杂的稠环芳香烃混合物，主要为四元环以上的稠环芳香烃，其化学性质极为稳定，但也有少量三元环以下的相对分子质量较低的芳香化合物，可以溶解于族组成相同的芳香烃溶剂（如苯、甲苯、二甲苯等），但在烷烃（石蜡基原油的主要组分）中溶解性很差。

当用汽油浸泡固化后的环氧煤沥青涂层时，由于汽油含有一定数量的芳香烃，而防腐层表面会有一些暴露于固化后的环氧树脂网络之外的煤沥青微粒，其中低分子芳香化合物会溶于汽油，从而使汽油略变色，泛绿色荧光。这种溶解只发生于表面的一极薄层，随着可溶物的溶出，溶解作用变得越来越弱，最终趋近于零，防腐层外观无起皱、开裂或脱落现象，未受到破坏性影响，能够长期起到对基底的保护作用。因此日本、美国的相应标准都准许在油罐、油轮舱的内壁使用环氧煤沥青防腐层。在我国的汽油、航空煤油、煤油的国家标准中，对这些产品的颜色并无要求，即使略变色也不影响其质量评价，但考虑到总有不少人对此有疑虑，故本标准未推荐将环氧煤沥青防腐层用于与汽油、航煤等轻质油品相接触的场合；如有此需要，可使用纯环氧型（即不含煤沥青）的涂料。

我国原油的族组成主要是烷烃和环烷烃，芳香烃含量很少，而且在装油后油罐内壁粘附厚厚一层石蜡，对煤沥青的溶解性远远比汽油差，再由于对原油并无色泽要求，原油组成中本来就含有大量沥青，即使微溶进一些低分子煤沥青也绝不影响原油质量及以后的炼制过程。重要的是环氧煤沥青防腐层长期与原油接触时，防腐层不会损坏，不影响对钢板的保护作用。日本工业标准 JIS K5664—1983《煤焦油环氧树脂涂料》和美国腐蚀工程师协会标准 NACE RP03—72《环氧煤沥青涂料用于油田集油罐内壁防腐的推荐施工方法》都明确规定，环氧煤沥青涂料可以用在

原油储罐和油轮油舱的内壁防腐。中国石油天然气管道局铁岭泵站一个容量 $5\times 10^4 m^3$ 和秦皇岛泵站一个容量 $10\times 10^4 m^3$ 的原油储罐的罐底和至 1.5m 高边板内壁是使用中国石油天然气管道科学研究院的 G_2 型涂料防腐的，分别在 1984 年、1987 年投入使用，至今完好。因此，环氧煤沥青防腐层可用于与原油相接触的场合。

2 防腐层等级与结构

2.0.1 原 SYJ 28—87 规定普通级为一层底漆、二层面漆、厚度不小于 0.2mm。实践证明，防腐层电火花检漏时漏点较多。本标准采用日本水工协会标准 JWWA K115—1974 的规定，要求厚度不小于 0.3mm，施工方法是涂三层面漆，并规定每道面漆实干后，固化前涂下一道面漆来保证达到此指标。在国外，这是使用最普遍的结构，防腐效果较好。

加玻璃布的管道外壁环氧煤沥青防腐层在国外是没有的，是我国仿效石油沥青玻璃布防腐层的结构而创造的，对增加防腐层厚度、提高防腐层的耐磨损性，减少装卸过程的破损有一定好处，但并不提高防腐层的抗冲击性。加玻璃布防腐层漏点检查经常出问题，本标准总结长期施工实践的经验，规定：

（1）对加强级和特加强级防腐层，在底漆上先涂一道面漆，待其实干后，固化前再涂下一道面漆；

（2）对特加强级防腐层，在涂面漆，缠第一层玻璃布后，要等到玻璃布上的面漆实干，再接着涂面漆和缠第二层玻璃布。

这样做施工工序比原先麻烦，耗时增多，但可以确保漏点检查合格，提高工程质量。

3 材　　料

3.1 环氧煤沥青涂料

3.1.1 环氧煤沥青涂料为双组分涂料，即甲组分为漆料，乙组分为固化剂，平时分别储存，使用时按比例混合并尽快涂刷施工。漆料又分底漆、面漆，组合使用。为了避免由于对该种涂料不够了解，在使用时出现混乱，故在本条中加以明确。

3.1.2 表 3.1.2-1、表 3.1.2-2、表 3.1.2-3，规定了环氧煤沥青涂料的技术指标。

表 3.1.2-1 是甲组分的技术指标，即未加固化剂时本身的物性指标；表 3.1.2-2 是甲、乙两组分按比例混合后，用规定的涂刷方法，在薄马口铁或钢试棒上形成的漆膜测出的技术指标；表 3.1.2-3 是甲、乙两组分按比例混合后，用规定的涂刷方法，在钢板上涂出的防腐层（可以带或不带玻璃布）所测出的技术指标。

表 3.1.2-1 和表 3.1.2-2 共 10 个项目，相当于原 SYJ 28—87 的表 2.0.2，但内容更完善，部分指标适当提高，包括：

（1）原来只有常温型涂料，现在增加了低温型涂料，并列出其粘度、固体含量和干燥时间的不同要求，其余 7 项指标与常温型涂料相同。

（2）常温型涂料有 6 项指标适当提高，即：

a. 粘度从 80～150s 改为底漆 60～100s，面漆 80～150s，并注明厚浆型涂料可大于 150s；

b. 固体含量；面漆从不小于 70%改为不小于 80%；

c. 干燥时间：表干从不大于 6h 改为不大于 4h，实干从不大于 24h 改为不大于 16h；

d. 硬度：从不小于 0.3 改为不小于 0.4；

e. 柔韧性：从试棒直径不大于3mm改为不大于2mm；

f. 耐冲击：面漆从不小于40cm改为不小于50cm。

另外，加注规定做耐化学试剂性的试片应先经低压湿海绵检漏，避免由于存在针孔而干扰试验结果。

表3.1.2-3相当于原SYJ 28—87的表4.0.1，是评价实验室制成的环氧煤沥青防腐层试件的技术指标。原8项指标现修改为7项，即：

（1）5项保持不变，包括剪切粘结强度、阴极剥离、工频击穿强度、体积电阻率、吸水率。

（2）取消3项，包括：

a. 抗冲击强度。原因是常温自然固化的环氧煤沥青防腐层（即使加缠玻璃布）抗冲击强度较差，用ASTM G 14—88《管道涂层抗冲击标准试验方法》（即原SYJ 28—87的附录二）规定的方法测不出有效值。加温固化后，抗冲击强度显著提高，但其数值是现场施工的防腐层无法达到的，无实际意义。在表3.1.2-2已有漆膜耐冲击的要求，可用以衡量涂料的抗冲击性。因此表3.1.2-3取消此项。这表明常温自然固化的环氧煤沥青防腐层尽管已达到实干或固化，其抗冲击性仍很差，在装卸、运输、施工过程，应切实加以保护。

b. 耐化学介质浸泡。表3.1.2-2已对漆膜进行了同类试验，实践证明：只要通过表3.1.2-2的试验，长期耐化学介质浸泡是没有问题的。而且此试验时间长达90d，对产品质量检验太不及时，所以取消。

c. 耐好气性微生物侵蚀。实践证明：由于煤沥青的主要组成稠环芳香烃对微生物有毒性，耐微生物侵蚀试验结果很好，没有必要列为评定指标。

（3）增加2项，包括：

a. 耐油性。由于会用于原油罐，所以等效采用日本工业标准JIS K5664—1983的相应条文，编成本标准附录D。

b. 耐沸水性。由于要在110℃内长期使用，所以等效采用美国水工协会标准ANSI／AWWA C210—78的相应条文，编成本标准附录E。

3.2 玻 璃 布

3.2.1 总结十余年大量使用实践认为：经纬密度10×10根／cm^2的中碱玻璃布最适宜，故作明确规定。玻璃布的纺织工艺中，玻璃丝要用蜡浸润才易织成布，玻璃布原则上都带蜡，要对玻璃布脱蜡是很困难的、不彻底的。因此，原SYJ 28—87要求"无蜡"实际上从未执行过。而十余年实践证明：使用不脱蜡的玻璃布涂敷出的防腐层其粘结力也能符合要求。所以，本标准实事求是地取消"无蜡"的规定。

3.2.2 为了保证缠绕平整，小管径宜用窄幅玻璃布。目前国内生产的管道防腐用玻璃布，宽度主要为250、400、500mm三种，故作此规定。

3.3 材 料 验 收

3.3.1 由于各生产厂的涂料配方和选用的固化剂并不完全相同，为了避免漆料配制时出现质量问题，应该使用由同一生产厂配套供应的产品，并按该厂提供的说明书正确使用。

3.3.5 明确超过储存期的涂料，应按本标准第3.3.4条的规定重新取样，符合本标准第3.1.3条的规定方可使用。

4 施工技术要求

4.1 准 备 工 作

4.1.2 钢管表面处理包括清除钢表面的氧化皮、锈蚀、油脂和污垢，并在钢表面形成适宜的粗糙度，使防腐层与钢表面间除了涂料分子与金属表面极性基团的相互引力之外，还存在着机械的咬合作用，这对增大防腐层的粘附力效果显著。

本标准引用 SYJ 4007—86，该标准等效采用美国钢结构涂装委员会（SSPC)制定的《表面处理规范》，并附有瑞典标准 SIS 655900 的彩色标准照片，在石油行业各种防腐层技术标准中采用较广泛。钢表面清洗油垢按照 SYJ 4007—86 第 3 章的具体规定执行。

4.1.3 原 SYJ 28—87 规定钢表面处理应达到近白级（$Sa2^1/_2$ 级），本标准按照 SYJ 4007—86 的规定，要求表面处理最低应达到工业级（Sa2 级），除锈质量用彩色标准照片目视对照确定，表面粗糙度用锚纹深度测定仪确定。

4.1.4 避免防腐层覆盖不住焊缝表面的尖锐处而出现漏点。

4.1.5 在编制 SYJ 28—87 时，只有常温固化型涂料（如 G_2 型），到编制 SYJ 4047—90 时，已有了低温固化型涂料（如 G_3 型），本标准包括了这两类涂料，并推荐其各自适宜使用的温度范围，互为补充。应该说明的是：常温固化型涂料宜在 15℃以上使用，但 15℃以下也可使用，只是固化时间太长，引起施工安排的诸多不便。低温固化型涂料宜在-8～15℃使用，但 15℃以上也可使用，只是调漆后的使用期太短，可能来不及涂敷就固化在漆桶内，造成浪费；在-8℃以下施工，因天寒手冻，不易保证工程质量，且固化时间也较长，所以也不推荐使用。

4.1.6 在潮湿的钢表面涂漆，对粘结力有很不利的影响。未固化的防腐层易粘着其他物体，机械强度变差，透水性增大，受雨水浸淋会出现多种表面缺陷，故在雨、雪、雾、风沙等气候条件下，应停止防腐层的露天施工，或者在固化前应提供有效的保护措施。

4.1.7 潮湿的玻璃布易使防腐层出现针孔，因此保持玻璃布干燥是很重要的。

4.2 漆 料 配 制

4.2.1 底漆和面漆都含有数量相当多的多种填料，久放会产生沉淀，使用时应搅拌均匀，不能将沉淀搅起并搅匀的漆料不得使用。

4.2.2 不同厂家生产的涂料，其配方、环氧树脂牌号、固化剂种类及浓度都不尽同，应按厂家说明书的规定正确配漆。在配漆时，配比是否准确，事后是无法核查的，实践证明指定专人配漆是较好的措施。漆料和固化剂搅拌混合均匀后，不宜立即使用，要求静置一段时间，术语称为"熟化"，目的是使交联反应预进行，然后用于涂刷，日本、美国的标准都规定为 30min。未经"熟化"而涂刷，防腐层表面易出现缺陷。

4.2.3 过量加入稀释剂是造成防腐层针孔多的最主要原因，应该禁止。环氧树脂和固化剂一旦混合，便开始交联反应，无法停止，直至胶结成固体。加入固化剂的底漆和面漆均应在生产厂说明书所规定的使用期内涂敷，粘结力才有保证。超过使用期的漆料，不允许用稀释剂勉强调稀使用。因此，必须根据当天用量分批配制，确保在使用期内用完，避免造成浪费。

4.3 涂 底 漆

4.3.1 经表面预处理合格的钢管，如立即涂刷底漆，其附着力最佳；如间隔时间过长，除锈表面极易生锈或落上灰尘，都影响粘结力。根据经验，间隔时间不宜超过 8h，若在潮湿空气中，更应缩短。钢管两端留下的裸管长度并无严格规定，多以焊接时

产生的高温不损坏防腐层为准留出裸管，但带来现场补口时增加除锈工作量的负担；另一种安排是在钢管除锈后，两端涂刷可焊涂料或硅酸锌涂料。

4.4 打 腻 子

4.4.1 实践证明，对钢管表面高于 2mm 的焊缝，打腻子是保证缠玻璃布时在焊缝两侧不出现空鼓的可靠手段。

4.5 涂面漆和缠玻璃布

4.5.1 涂底漆后至涂面漆的间隔时间，国内外各标准无统一规定，ANSI／AWWA C 210—78 规定在 4～24h 之间，如超过 24h 则要用钢丝刷清除并重新涂底漆；原 SYJ 28—87 规定为室温下不应超过 24h；原 SYJ 4047—90 规定为后一遍漆应在前一遍漆实干后、固化前涂敷。考虑到在不同地域、不同季节施工时环境温度差异较大，涂层的固化速度也差异较大，统一规定间隔时间反而不合理。故本标准采取按干性状况确定涂漆间隔。

4.5.1.1 与原 SYJ 28—87 相比，普通级防腐层增加了一道面漆。涂料固化过程中，由于溶剂挥发，会形成微小针孔。实践证明：在前一层面漆实干后、固化前涂下一层面漆，是既减少针孔，又保持各层漆间粘结力的有效手段。

4.5.1.2 本标准对原 SYJ 28—87 有关加强级防腐层的涂敷步骤有变化，即增加了一道面漆，涂在底漆层之上，在这层面漆实干后、固化前，才进行原 SYJ 28—87 规定的各涂敷步骤。整个涂敷过程为：底漆—面漆—面漆、缠玻璃布、面漆—面漆，或底漆—面漆—缠浸过面漆的玻璃布—面漆。

先涂一遍面漆，马上缠玻璃布，然后再涂一遍面漆的施工方法，可以使面漆将玻璃布的所有网眼灌满，避免防腐层出现针孔。如果将玻璃布浸满面漆（面漆量一定要够）缠绕到管子上，再用刷子将缠绕好的玻璃布表面上渗出的面漆涂抹均匀，赶去气泡，使表面光滑平整，也可以达到同样目的。这两种方法均可使用。

规定要等到玻璃布上的面漆实干后才涂最后一道面漆，目的是确保防腐层漏点检查合格。

4.5.1.3 本标准对原 SYJ 28—87 有关特加强级防腐层的涂敷步骤有两点变化。

（1）增加了一道面漆，涂在底漆层之上，在这层面漆实干后、固化前才进行原 SYJ 28—87 规定的各涂敷步骤。整个涂敷过程为：底漆—面漆—面漆、缠玻璃布、面漆—面漆、缠玻璃布、面漆—面漆，或底漆—面漆—缠浸过面漆的玻璃布—缠浸过面漆的玻璃布—面漆。

（2）规定第一层玻璃布上的面漆实干后，才能进行第二层玻璃布的涂敷，第二层玻璃布上的面漆实干后，才能涂最后一道面漆。

玻璃布压边宽度应大于 20mm 指的是单层缠绕时的压边宽度。如果采用玻璃布浸面漆的方法施工，特加强级防腐层的压边宽度可为 50%，这样缠绕一遍即相当于缠两层玻璃布，可简化施工过程。有的单位采用两层玻璃布缠绕方向相反的做法，实践证明，可使防腐层更为牢固。

4.5.2 固化时间太长是环氧煤沥青的最大缺点，加热烘烤固化可以缩短固化时间、提高防腐层机械强度，但要避免过高的加热温度和过快的升温速度，否则会引起稀释剂急剧蒸发，增加针孔数量，以至固化后还必须补涂一遍面漆并静置自然固化。

4.5.3 防腐层的干性检查方法有多种，由于指触法简便易行，为各施工单位普遍采用，故本标准确定其为现场防腐层干性的检查方法。

5 防腐层检验及修补

5.1 一 般 要 求

5.1.1 外观、厚度、漏点检查不合格是可以修补的，但应在防腐层固化前修补；粘结力检查不合格则无法修补，故只能铲除重新施工。

5.4 漏 点 检 查

5.4.2 漏点检查检漏电压的确定应考虑到既要查出微小针孔，又要保证不击穿完好的防腐层。本标准采用 SY 0063—92 第 7.0.1 条中的计算公式（等效采用 ASTM G 62—87《管道防腐层检漏标准试验方法》）。

$$V = M\sqrt{t}$$

式中 V——检漏电压，V；

M——系数，取 3294（防腐层厚度小于 1mm 时）；

t——防腐层厚度，mm。

经计算：普通级为 1804V，取整为 2000V；加强级为 2083V，取整为 2500V；特加强级为 2550V，取整为 3000V。

5.5 粘结力检查

粘结力检查是破坏性的，如果对检查点的补伤做不好，反而在此处造成隐患，故只能数量较少地抽查。本条文中分别按实干后或固化后两种情况，规定了不同的合格标准，施工中可根据实际情况选用。粘结力不合格不准修补。

6 储存及运输

6.0.1 防腐层固化前，机械强度仍较低，故不准叠放。固化后叠放层数的规定，是采用英国曼彻斯特大学工业性腐蚀和防护服务中心编写的《钢管外壁熔结环氧防腐层和双组分环氧漆内壁防腐层通用技术规范》的第 5.4.1.11 款，这是所有标准中最详细明确的规定。

6.0.3 长期露天堆放并受阳光曝晒时，防腐层内所含的蒽、萘类组分会升华而产生针孔，导致漏点检查不合格。

7 补口及补伤

7.1 补　口

7.1.2 规定补口使用的涂料和防腐层结构应与管体相同，是为了保证有良好的粘结和相同的使用寿命。

7.1.3 补口处钢管表面预处理的要求，原则上应与管体相同。对不具备喷（抛）射除锈条件的情况，在确保一定要求的前提下可适当放宽。

7.1.6 近年，国内外使用辐射交联热收缩套（片）补口已日趋普遍，经用户同意，可以用于补口并执行相应的施工及验收规范。其他补口方法（如冷缠胶粘带、石油沥青热浇涂、石油沥青卷材等）难以保证质量，不应使用。

8 下沟及回填

8.0.1 管线在沟上施工时，最好是等到防腐层固化后再下沟。为了缩短工期，实干后下沟是最起码的要求，此时防腐层的机械强度仍较差，应采取一定的保护措施。

9 竣 工 资 料

9.0.1 完整可靠的竣工资料对于工程验收及日后维修管理都有着十分重要的作用。因此，本条文中所列各项资料应从工程开工之日起即设专人汇集整理，保证各项记录详细、齐全。

附录 A 环氧煤沥青防腐层工频电气强度试验方法

本附录等效采用 GB／T 1408—1989，将适用于环氧煤沥青防腐层工频电气强度试验的内容摘出整理而成。

附录 B　环氧煤沥青防腐层体积电阻率试验方法

本附录等效采用 GB／T 1410—1989，将适用于环氧煤沥青防腐层体积电阻率试验的内容摘出整理而成。

附录 C　环氧煤沥青防腐层吸水率试验方法

本附录等效采用 GB／T 1738—1979。

附录 D　环氧煤沥青防腐层耐油性试验方法

本附录等效采用 JIS K5664—1983 的第 5.15 节，技术要求完全相同，按标准格式编写。

附录 E　环氧煤沥青防腐层耐沸水试验方法

本附录等效采用 ANSI/AWWA C 210—78 的第 5.2.6 条，技术要求完全相同，按标准格式编写。