 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation 工程设计综合甲级证书编号 A113016099 工程勘察综合甲级证书编号 B113016099</p>	说 明 书	项目号: XAOGE202300106
		文件号: YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
	延 113-延 133 井区产能建设地面集输工程 线路防腐施工技术要求	版次: A 版
		阶段: 施工图
		第 1 页 共 15 页

1 工程概况

本工程包括 4 座集气站、1 座保障点、102.69km 集气管线和 2.6km 进站道路，新增 4 亿方产能建设接入 14 座井场、82 口井，采气管线 84.77km。

本说明为采气管线、集气管线线路部分阴极保护通用设计。

2 设计范围

本设计为采气管线、集气管线线路防腐施工技术要求，由以下几部分内容组成：

- 1) 防腐层施工技术要求；
- 2) 防腐管道存放及运输要求；
- 3) 防腐层完整性检查及交工验收；

采气管线、集气管线线路部分管道的阴极保护施工技术要求见 YA09S02-GI001-A01#EAC-IN-0301（线路阴极保护通用设计）。

3 遵循的标准规范

《钢质管道外腐蚀控制规范》（GB/T 21447-2018）

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》（GB/T 23257-2017）

《钢制管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》（GB/T 39636-2020）

《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》（SY/T 0414-2017）

《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》（SY/T 6854-2012）


《管道防腐层性能试验方法 第 7 部分：厚度测试》（SY/T 4113.7-2020）

《管道外防腐补口技术规范》（GB/T 51241-2017）

《穿越管道防腐层技术规范》（SY/T 7368-2017）

《石油天然气建设工程施工质量验收规范 油气田集输管道工程》（SY/T 4204-2019）

A 版	供招标	容晓菲	单纪松	曹广成		2023.07
版次	说明	编制	校对	审核	审定	日期

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 2 页 共 15 页

《涂装前钢材表面处理规范》（SY/T 0407-2012）

《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3 部分 涂覆涂料前钢材表面的灰尘度评定（压敏粘带法）》（GB/T 18570.3-2005）

《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 9 部分 水溶性盐的现场电导率测定法》（GB/T 18570.9-2005）

《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 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 8923.1-2011）

《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 3 部分：焊缝、边缘和其他区域的表面缺陷的处理等级》（GB/T 8923.3-2009）

4 管道外防腐层设计方案

4.1 防腐方案

4.1.1 直管段外防腐层

工程线路管道全部采用常温型 3LPE 防腐层，防腐层厚度要求如下表所示：

表 4.1-1 三层 PE 防腐层的厚度

钢管公称直径 (mm)	环氧粉末涂层 (μm)	胶粘剂层 (μm)	防护层最小厚度 (mm)	
			普通级	加强级
DN \leq 100	\geq 120	\geq 170	1.8	2.5
100<DN \leq 250	\geq 120	\geq 170	2.0	2.7
250<DN<500	\geq 120	\geq 170	2.2	2.9


除下列地段线路管道采用 3LPE 加强级防腐层外，其它地段的管道都采用普通级：

- 1) 河流大/中型穿越、铁路及等级公路穿越段；
- 2) 高后果区段；
- 3) 施工条件困难、对防腐机械强度要求高的石方地段；
- 4) 专篇或评价明确要求加强保护措施段。

4.1.2 热煨弯管外防腐层

热煨弯管采用无溶剂环氧防腐层进行防腐及防护，防腐层结构为无溶剂环氧涂层（干膜厚度 \geq 1000 μm ）+聚乙烯胶粘带（50%~55%搭接）。

无溶剂环氧涂料、涂层的性能指标要求、施工和检验要求应符合《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》（SY/T 6854-2012）的规定。

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 3 页 共 15 页

4.1.3 焊缝补口防腐结构

本工程线路管道（含开挖、顶管、定向钻穿越）采用热熔胶型辐射交联聚乙烯热收缩带（含固定片）进行补口，底漆干膜厚度不小于 200 μm ，采用干膜补口施工工艺。

热收缩带的施工工艺采用手工喷砂，手工火焰加热安装的方式。

4.1.4 定向钻穿越段管道防腐层外防护及完整性检测

采用光固化玻璃钢涂层对定向钻穿越段管道进行整体防护，玻璃钢的厚度 $\geq 1.8\text{mm}$ 。管道需整体防护的防护层宜工厂预制或现场集中预制，现场包覆光固化玻璃钢进行补口。现场施工时，应先用 300mm 宽光固化玻璃钢片材包裹填平焊口凹陷部位至与 3LPE 防腐层齐平，然后再包裹玻璃钢片材完全覆盖填平部位及裸露的 3LPE 防腐层。

水平定向钻穿越施工完毕后应对穿越段的防腐层完整性进行检测评价，包括检查出土端外涂层的完整性、是否存在贯穿性损伤等，并按照 SY/T 7368 附录 A 规定的方法，对穿越段外涂层电导率进行测试；测试宜在穿越完成 15 天后且穿越段管道与主管线连接前进行，测试结果应满足 SY/T 7368 的要求，即新建管线穿越段防腐层标称电导率 λ （即土壤电阻率为 1000 $\Omega \cdot \text{cm}$ 时的防腐层电导率）不应大于 200 $\mu\text{S}/\text{m}^2$ 或防腐层绝缘电阻 R 不应小于 5000 $\Omega \cdot \text{m}^2$ ，当测试结果 λ 大于 200 $\mu\text{S}/\text{m}^2$ 或 R 小于 5000 $\Omega \cdot \text{m}^2$ 时，应对穿越段管道附加阴极保护措施。

4.1.5 3LPE 防腐层的补伤

对于直径 $D < 10\text{mm}$ 的漏点或聚乙烯层损伤，且损伤深度不超过管体防腐层厚度的 50% 时，在预制厂可用管体聚乙烯供应商提供的配套的聚乙烯粉末或 PE 修补棒修补。

对于 $10\text{mm} < D \leq 30\text{mm}$ 的漏点应使用补伤片进行修补。在使用补伤片之前，应将缺陷区清理至裸露出金属表面，补伤片与聚乙烯层的搭接宽度应不小于 100mm。

对 $D > 30\text{mm}$ 的缺陷，应先用补伤片对缺陷进行修补，然后在修补处包覆辐射交联聚乙烯热收缩带，包覆宽度应比补伤片的两边至少各大 50mm。


4.1.6 无溶剂环氧涂层补伤

对无溶剂环氧涂层损伤，采用刷涂或刮涂进行修补；对防腐层局部厚度不合格的部位，可将防腐层表面打磨粗糙后涂敷加厚至合格。

防腐层修补所用涂料应与原用涂料一致。

4.1.7 定向钻穿越段外防腐层的补伤

定向钻穿越段管道采用普通线路段相同的补口方案，即采用热收缩套体系进行补

 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 4 页 共 15 页

口，然后整体包覆光固化玻璃钢涂层进行防腐层外护，总干膜厚度应不小于 1.8mm。

管道的防护层宜工厂预制或现场集中预制，现场包覆光固化玻璃钢涂层进行防护层补口，防护层的现场补口施工要求同主体管道防护层施工要求，补口处与主体防护层之间应有搭接（宽度不小于 100mm）。

4.2 材料验收

4.2.1 辐射交联聚乙烯热收缩带补口材料

1) 热收缩带补口材料应有产品合格证、使用说明书和通过计量认证的第三方检验机构 12 个月内出具的检验报告，并应满足技术规格书的所有要求。

2) 热熔胶型热收缩带产品使用说明书至少应包括技术指标、使用方法、储存温度、运输及储存过程的注意事项、施工技术要求等。

3) 应对每批到货的每一牌号的热收缩材料及其配套环氧底漆进行性能复检，每 5000 个热收缩材料为一批，不足 5000 的部分按 5000 个计。

4) 到货首批使用前应按技术规格书规定的性能进行一次全面检验。

5) 使用过程中，应对到货的每批热收缩材料进行性能复检，复检项目性能应达到规定要求，具体复检项目及要求详见技术规格书 YA02S02-GI001-QGI#EAC-SP-0106 的相关规定。

6) 所有检测均应由国家计量认证的第三方检测机构进行。

4.2.2 光固化玻璃钢防护层

1) 光固化玻璃钢防护层应有产品合格证、使用说明书和通过计量认证的第三方检验机构 12 个月内出具的检验报告，并应满足技术规格书的所有要求。

2) 光固化玻璃钢防护层产品使用说明书至少应包括技术指标、使用方法、储存温度、保质期、运输及储存注意事项、施工技术要求等。


3) 玻璃钢防护层在使用前及以后每批应对 YA02S02-GI001-QGI#EAC-SP-0111 规定的所有项目进行检验。

4) 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) 所有检测均应由国家计量认证的第三方检测机构进行。

5 防腐施工技术要求

5.1 热收缩套补口施工

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 5 页 共 15 页

本工程底漆采用干膜施工，干膜厚度 $\geq 200\mu\text{m}$ 。

热收缩套补口施工应满足《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》（GB/T 23257-2017）、《管道外防腐补口技术规范》（GB/T 51241-2017）和《辐射交联聚乙烯热收缩带套(热熔胶型)及补伤片技术规格书》（YA02S02-GI001-QGI#EAC-SP-0106）的要求。

5.1.1 一般要求

1) 相关方应合理安排时间，在防腐补口施工前至少 45 天开始进行补口工艺评定，编制防腐工艺规程 APS，并按照规定要求进行补口工艺评定试验（PQT）验证的要求。

2) 在施工管理方面，各单位应：

(1) 加强对施工操作人员的岗前培训和现场质量监督。

(2) 加强施工过程中的质量控制，保证每个施工步骤满足要求。

(3) 在安装过程中，加强对重要环节的检查与检测，特别注意搭接部位的粘结与密封性问题。

5.1.2 环境要求

当存在下列情况之一，且无有效防护措施时，不应进行露天补口施工。

1) 雨天、雪天、风沙天；

2) 风速达到 4 级以上（7.9m/s）；

3) 相对湿度大于 85%；

4) 环境温度低于 0℃。

5.1.3 底漆涂覆


1) 表面处理后，补口部位钢管表面温度应控制在热收缩套产品说明书规定的温度范围内，且高于露点温度 5℃，否则应进行加热，温度测量应采用接触式测温仪或经接触式测温仪比对校准的红外线测温仪测温。

2) 在管体预热的同时，进行环氧底漆的配置。即将 B 组份倒入 A 组份中，充分搅拌均匀备用。如果环境温度较低，应将 A 组份适当预热。

3) 按照热收缩套产品说明书的要求，使用配套的涂装工具进行涂刷。底漆涂敷宜采用多道涂装方式，涂层外观应平整、无漏涂、无气泡，底漆干膜厚度应不低于 200 μm 。

5.1.4 热收缩套安装

1) 热收缩套安装前进行外观检查，表面应无麻坑、无裂纹、无氧化变质等现象，胶层应无裂纹，内衬护膜应完好，且应有明确的标识（生产厂商、产品名称、材料规格

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号: XAOGE202300106
		文件号: YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 6 页 共 15 页

等)，安装时，才能将热收缩套从小包装中取出。

2) 热收缩套安装前，应在管口顶部和时钟 2 点、10 点处放置支撑块。避免热收缩套与管口粘连。

3) 采用手工方式进行热收缩套的安装。首先用火把加热收缩套内搭接端的胶层，然后将内搭接端平行管道轴向粘贴在管口处，保证两侧 PE 搭接区的搭接宽度相同，对搭接部位管体防腐层表面进行火焰加热，加热温度应符合补口施工工艺规程的要求。冬季施工时，可根据现场实际情况对液化气罐等加热设备采取保温措施。

4) 热收缩套的收缩采用手工火焰加热收缩时，应首先烘烤热收缩套中间区域，待中间区域收缩完成后再向两侧扩展逐次加热收缩，收缩过程中应及时撤出支撑物。加热过程中宜控制火焰强度，缓慢加热，不应对热收缩套上任意一点长时间烘烤。

5) 将热收缩套收缩后与管体防腐层搭接宽度应不小于设计规定。

5.1.5 热煨弯管处管道补口

对于热煨弯管处管道补口，应先将热煨弯管两端预留的涂层表面打磨粗糙，再按照 5.1.7、5.1.8 节的要求进行热收缩套的施工。

5.1.6 气泡排除

1) 火焰加热过程中可用聚四氟辊轮辊压排除热收缩套下焊缝处、PE 层坡口等位置存在的气泡。机械安装应在回火结束后热熔胶处于熔融状态时排出气泡。

2) 热收缩套在收缩、回火和排气泡过程中，应避免出现显著褶皱。


5.1.7 补口质量检验

5.1.7.1 表面处理

1) 应按照 GB/T 8923.1 的规定对补口逐一进行目视检查，表面除锈等级应达到 GB/T 8923.1 规定的 Sa2.5 级。

2) 补口裸露管体表面和 PE 搭接区表面的粗糙度应每 4h 班至少检测 1 次，补口金属表面锚纹深度达到 $40\mu\text{m}\sim 90\mu\text{m}$ ；PE 搭接区表面不应有连续光滑表面。应对每道口检测钢管表面灰尘等级，至少随机选择 2 点，检测结果应不低于 GB/T 18570.3 规定的 2 级。

3) 当对防腐管进行除盐处理时，应对处理后的钢管表面按 GB/T 18570.9 规定的方法进行盐份含量检测，检测结果不应超过 $20\text{mg}/\text{m}^2$ 。

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 7 页 共 15 页

5.1.7.2 安装过程检验

1) 应记录每道口的管口及搭接区聚乙烯预热温度、热收缩套回火温度及时间，检测结果应符合补口工艺规程的要求。

2) 应对每道干膜安装补口的底漆厚度进行检测。厚度检测结果以周向均匀分布 4 点厚度，至少有 1 点处于焊缝处，每个点至少读取 3 个数据，平均值应大于等于设计厚度，低于设计厚度的读数不应超过 20%，最薄点读数值不低于设计厚度规定值的 80% 为合格。对检出厚度不满足要求处应进行补涂。

3) 厚度检测合格后进行底漆电火花检测，底漆检漏电压为 5V/ μm ，无漏点为合格。

5.1.7.3 热收缩套补口安装质量检验

热收缩套补口安装质量检验包括外观、漏点及剥离强度等3项内容，剥离强度检测应在补口安装24h后进行。

1) 外观检验：补口的外观应逐个目测检查，热收缩套表面应平整；无皱折、气泡、空鼓、烧焦炭化等现象；热收缩套轴向应有胶粘剂均匀溢出。热收缩套与管体防腐层搭接宽度应不小于 100mm。

2) 漏点检验：每一个补口均应用电火花检漏仪进行漏点检查，检漏电压 15kV，扫描电极移动速度不应超过 0.3m/s，发现漏点，应重新补口并检漏，直至合格。

3) 剥离强度检验：按 GB/T 23257 规定的方法进行，检测部位包括管体和与管体防腐层搭接区，检测时的管体温度宜为在 15 $^{\circ}\text{C}$ ~25 $^{\circ}\text{C}$ 之间，对钢管和管体防腐层的剥离强度均应不小于 50N/cm 并应有 80% 表面呈内聚破坏，当剥离强度超过 100N/cm 时，基材与胶可以呈界面破坏，剥离面的底漆应完整附着在钢管表面。每天每机组应抽测 1 道口，如不合格加倍抽检，若加倍抽检仍有不合格，该机组当天补口应全部返修。所有检验不合格的热收缩套应重新进行补口。


检查验收方法及质量要求应符合《辐射交联聚乙烯热收缩套套(热熔胶型)及补伤片技术规格书》(YA02S02-GI001-QGI#EAC-SP-0106) 中的要求。

5.1.8 补口防腐层修补

5.1.8.1 修补施工

1) 检验合格后应将剥离条加热恢复到原来的部位，然后再包覆1条热收缩套。所有检验不合格的热收缩套应重新进行补口。

2) 补口防腐层修补施工时，应先除去损伤部位的污物，将损伤部位的热收缩套修切

 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 8 页 共 15 页

圆滑。

3) 在损伤处填满配套的胶粘剂，然后采用热熔胶型热收缩套环状包覆，胶带的覆盖宽度应保证胶带边缘距损伤孔洞边缘不小于100mm。

5.1.8.2 补伤防腐层质量检验

1) 补伤后防腐层的外观应逐个检查，表面应平整，无皱褶，无空鼓，无烧焦碳化、边缘无翘边；胶带两侧溢胶均匀。

2) 每一个补伤处均应采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。

5.1.9 标识

检验合格的补口应在输送介质流向的左侧 10 点钟位置添加标识，标识应清晰、准确、牢固，标识内容包括施工单位（机组）、施工日期、监理单位、热收缩套类型、施工方式等。

5.1.10 注意事项

5.1.10.1 搭接宽度

由于热收缩套有一定的收缩率，为保证补口质量，安装时应严格保证两侧搭接一致，避免收缩后出现一侧搭接长度不够的现象。

5.1.10.2 内搭接端空鼓

热收缩套加热后，在周向存在收缩现象，当管体温度较高时，热收缩套可能会因收缩导致前端空鼓，此时应采用赶压方式消除。

5.1.10.3 3LPE 搭接区回火及赶压

由于 3LPE 涂层的隔热作用，热收缩套与管体涂层搭接区处的热熔胶无法充分熔融时，必须进行火焰回火处理，以保证补口质量。为了提高粘结效果，建议在回火后，用压辊对搭接区进行压实。

5.2 光固化玻璃钢的施工


5.2.1 一般要求

光固化玻璃钢防护层的制作及固化要求应参照厂家提供的作业指导书。

防护层的施工应在管道防腐层完整性检测合格后进行。

5.2.2 防腐层表面的处理

1) 加强级三层结构聚乙烯防腐层的涂装及检验应符合国标 GB/T 23257 及《钢质管

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 9 页 共 15 页

道三层结构聚乙烯防腐层技术规格书》（YA02S02-GI001-QGI#EAC-SP-0104）的规定。

2) 3LPE 防腐层及热收缩套补口检验合格后，可采用喷砂或钢丝刷打磨的方式对热收缩套表面及与直管段 3LPE 防腐层搭接处表面进行打磨处理，具体打磨处理工艺可参考光固化玻璃钢防护层生产厂家的要求。

5.2.3 环氧涂料配制

1) 涂料的配制应按照涂料供应商的要求进行，涂料的两个组分在使用前应分别搅拌均匀，然后应按规定的比例混配，并应充分搅拌均匀后使用。

2) 应指定专人负责涂料的配制，并按产品使用说明书的规定进行配比、混合、搅拌及熟化。

5.2.4 涂装

1) 在管道及设备表面处理达到要求后，应尽快涂装。涂层涂敷应均匀、无漏涂、无气泡、无流挂，涂层厚度应达到本设计的要求。

2) 刷涂时，层间应纵横交错，每层宜往复进行，并满足涂层供应商的相关要求。

3) 无溶剂光固化玻璃钢防护层涂敷前，应在一个 3LPE 防腐管的补口处进行涂敷工艺评定，确定表面处理、各层涂覆的施工工艺，经检验保护涂层厚度和附着力合格后，编制涂敷工艺规程。

4) 按照工艺评定所确定的工艺规程进行光固化玻璃钢防护层的涂敷。

5) 光固化玻璃钢防护层固化温度及时间应符合产品说明书的要求。

6) 保护涂层涂敷后，应按下述方法进行固化程度检查：


- (1) 表干-手指轻触防腐层不粘手或虽发粘，但无漆粘在手指上；
- (2) 实干-手指用力推防腐层不移动；
- (3) 固化-手指甲用力刻防腐层不留痕迹。

5.2.5 保护涂层检验

施工完成后，应对光固化玻璃钢防护层进行外观、厚度、固化度及粘结强度检验，具体要求如下。

5.2.5.1 外观检验

应逐个进行目测检查，光固化玻璃钢防护层表面应平整，无开裂、皱褶、空鼓、流挂、脱层、发白以及玻璃丝布外露，压边和搭接均匀且粘结紧密，玻璃丝纤维布网孔应充满胶料。

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 10 页 共 15 页

5.2.5.2 厚度检验

光固化玻璃钢防护层实干后，应按《管道防腐层性能试验方法 第 7 部分：厚度测试》（SY/T 4113.7-2020）规定的方法对光固化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（防护层厚度=施工后总厚度-施工前厚度），厚度应符合规定值。测厚仪应至少每班校正一次。

5.2.5.3 固化度检验

光固化玻璃钢防护层固化后应采用巴氏硬度计逐个补口进行硬度检验。沿管子轴向随机测量 3 个点，检测结果应不小于 30。

5.2.5.4 粘结强度检验

每连续涂敷 100 个补口至少抽一个（不足 100 个时以 100 个计）按照《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》（SY/T 6854）规定的方法进行粘结强度检验。对 3LPE 防腐层和热收缩套的粘结强度应不低于 3.5MPa。若不合格，应加倍检验，并应及时调整外护层涂敷工艺。粘结强度检验应在光固化玻璃钢防护层固化后进行。

5.2.6 保护涂层的修补、复涂和重涂

5.2.6.1 修补

1) 检出防护层破损点以及气泡等缺陷应进行修补，修补用材料应与主体防护层相同，修补处并做好标记。

2) 直径不超过 5mm 且每平方米不超过 3 个的气泡可以不予修补，超过时应将气泡铲除，并采用木挫或砂布将铲除气泡的边缘打毛处理成过渡面，再进行修补处理。如有大面积气泡或分层时，应清除带缺陷防护层，并进行重涂。

3) 待修补防护层表面应干净、干燥，并进行打毛处理，打毛处理区域至少应包括周围 50mm 范围内的无缺陷防护层。


4) 直径不超过 5mm 的单个修补点可只采用无溶剂环氧涂料修补，其它应同时采用无溶剂环氧涂料和玻璃纤维布修补。补涂防护层应与周围无缺陷防护层搭接不少于 50mm。

5) 同一部位的修补次数不得超过两次。

6) 修补后防护层总厚度应满足 5.2.4 的要求，修补情况应予以记录。

5.2.6.2 复涂

1) 厚度不足时可做复涂，复涂区域应通过喷扫或打磨处理将原防护层打毛，并清

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 11 页 共 15 页

除表面粉尘。

- 2) 按 5.2.4 的要求规定涂覆环氧层或玻璃纤维纤维布。
- 3) 复涂防护层按 5.2.5 的规定重新进行检验，并做好记录。

5.2.6.3 重涂

1) 对粘结强度检验不合格的补口，应清除不合格防护层后重新涂覆防护层。去除已涂覆完的防护层后，应先检验防腐层的性能满足要求，再按第 5.2.4 节的要求进行涂覆施工。

- 2) 重涂防护层按 5.2.5 的规定重新进行检验，并做好记录。

5.3 防腐层补伤

5.3.1 3LPE 防腐层补伤

- 1) 3LPE 防腐层现场补伤要求如下：

补伤可采用辐射交联聚乙烯补伤片、热收缩套、聚乙烯粉末、热熔修补棒和粘弹体加外护带等方式。

(1) 对于小于或等于 30mm 的损伤，可采用辐射交联聚乙烯补伤片修补。补伤片的性能应达到热收缩套的规定，补伤片对聚乙烯的剥离强度应不低于 50N/cm。

(2) 修补时，应先除去损伤部位的污物，并将该处的聚乙烯层打毛。然后将损伤部位的聚乙烯层修切圆滑，边缘应形成钝角，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。


(3) 对于大于 30mm 的损伤，可按照 (2) 的规定贴补伤片，然后在修补处包覆一条热收缩套，包覆宽度应比补伤片的两边至少各大 50mm。

(4) 对于直径不超过 10mm 的漏点或损伤深度不超过管体防腐层厚度 50% 的损伤，施工现场宜用热熔修补棒修补。

- 2) 3LPE 外防腐层补伤后，应检验外观、漏点和剥离强度等三项内容：

(1) 补伤后的外观应逐个检查，表面应平整、无皱折、无气泡、无烧焦碳化等现象；补伤片四周应粘结密封良好。不合格的应重补；

(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；

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 12 页 共 15 页

(3) 采用补伤片补伤的剥离强度按《钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2017 附录 K 规定的方法进行检验，管体温度为 15℃~25℃时的剥离强度应不低于 50N/cm。补伤片修补后，按照规范，1/20 比例剥离试验，试验检测后即使合格也需要剥离掉全部重新修补。

(4) 现场施工过程的补伤，每 20 个补伤抽查一处剥离强度，不合格时，应加倍抽查。加倍抽查仍出现不合格时，则对应的 20 个补伤应全部返修。

5.3.2 无溶剂环氧涂层的补口、补伤

1) 无溶剂环氧涂层现场补口要求如下：

(1) 在防腐管焊接前应采用遮盖物遮盖焊口两边的防腐层，以防止焊渣飞溅烫坏防腐层。

(2) 液体环氧防腐管道的补口应采用与管体防腐层同种类的涂料和相同的防腐层等级，涂敷施工应符合本标准第 4 章的规定。

(3) 补口防腐层与管体防腐层的搭接宽度应不小于 50mm，涂敷前应将搭接部位的管体防腐层表面打磨粗糙。

(4) 补口防腐层应按照本标准第 5 章进行质量检验。对每个补口防腐层均应进行外观、厚度和电火花检漏；每 20 个口进行 S 抽检 2 个口，如仍有不合格者，则应逐个补口进行检查。

2) 无溶剂环氧涂层现场补伤要求如下：


(1) 防腐层有漏点、机械损伤等缺陷时应进行修补。修补时，应先对漏点或损伤进行清理，并将其周围 50mm 范围内搭接处的防腐层用粗砂纸打磨粗糙，然后采用刷涂或刮涂进行修补。对破损处已裸露的钢表面应进行除锈处理。补涂涂层实干后应再次进行漏点检查并合格；补涂涂层还应进行附着力的抽查，检测结果应符合 SY/T 6854 的要求。

(2) 防腐层局部厚度不合格，可将防腐层表面打磨粗糙后涂敷加厚至合格。补涂涂层应进行层间附着力的抽查，按照本标准第 5.2.6 条的规定方法，检查补涂涂层和原防腐层的黏结性能。

(3) 防腐层修补所用涂料应与原用涂料一致。

6 防腐管道存放及运输要求

1) 防腐管的吊装，应采用尼龙吊带或其它不损坏防腐层的吊具。

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号: XAOGE202300106
		文件号: YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 13 页 共 15 页

2) 堆放时,成品防腐直管堆放层数应符合表 6.1-1 要求。底部应采用两道(或以上)支垫垫起,支垫间距为 4m~8m,支垫最小宽度为 100mm,防腐管离地面不应少于 100mm,支垫与防腐管之间以及防腐管相互之间应垫上柔性隔离物;成品防腐弯管堆放要求应符合表 6.1-2,底部应采用三道以上柔性支撑垫,支撑的最小宽度为 200mm,其高度应高于自然地面 150mm。

表 6.1-1 挤压聚乙烯防腐管的允许堆放层数

公称直径 DN	DN<200	200≤DN<300	300≤DN<400	400≤DN<600	600≤DN<800	800≤DN<1200
堆放层数	≤10	≤8	≤6	≤5	≤3	≤2

表 6.1-2 弯管成品堆放层数

公称直径 DN	DN<400	400≤DN<600	600≤DN<800	800≤DN
最大堆放层数	4	3	2	1

3) 成品防腐管露天存放时间不宜超过 6 个月,若需要存放 6 个月以上时,应用不透明的遮盖物对防腐管加以保护。

4) 防腐管运输时,宜使用尼龙带等捆绑固定,应避免硬物和防腐层直接接触。直管段防腐管不应与弯管一起装运,在现场应分别堆放。防腐管存放时间超过 2 年以上应进行产品质量检测。


5) 防腐管出厂前,应由驻厂监理工程师监督检查防腐管吊装、倒运、装卸与存放等环节中对防腐层的保护措施。对发现防腐层损伤的应按本节损伤修补要求处理,对防腐层的保护措施不合格的应按照相关规范要求整改。驻厂监理工程师核对本批防腐管发运单后,对符合出厂要求的,应在规定要求的质量证明书上进行签认。

7 防腐层完整性检查及交工验收

7.1 下沟前防腐层检漏

管道下沟前,应用电火花检漏仪对管线全部进行检漏,3LPE 防腐层防腐层检漏电压为 15 kV,热煨弯管处无溶剂环氧防腐层的检漏电压为 5V/μm。如有漏点应进行修补至合格,并填写记录。该部分工作由施工单位负责。

对于特殊地段,如顶管穿越、大开挖穿越及定向钻穿越等地段,在穿管前,应重点复核检漏结果;如出现漏点等损伤应严格按照第 6 章要求进行修补,确保穿管前防腐层

 中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation	<h1>说 明 书</h1>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 14 页 共 15 页

的完整性。

7.2 下沟回填后管道防腐层验收

根据国家标准 GB/T 21447 的相关规定，埋地管道防腐层验收时，应进行外防腐层地面检漏；检测应在管道下沟回填密实后，宜由具有检测资质的第三方检测机构进行。

可采用交流地电位梯度法（PCM 带 A 字架）进行地面检漏测量，准确确定破损点位置，也可采用其他有效的地面检漏测试方法进行检漏测量，一旦发现漏点应及时进行开挖修补。

7.3 定向钻穿越处防腐层电导率测试

根据现行国家标准 GB 50424 的相关规定，定向钻穿越施工完毕后，应对穿越段外涂层电导率进行测试；测试宜在穿越完成 15d 后且穿越段管线与主管线连接前，委托具有检测资质的第三方检测机构进行。

定向钻穿越段外涂层电导率测试结果应按表 7.3-1 的规定进行评价。新建管线穿越段防腐层标称电导率 λ （即土壤电阻率为 $1000\Omega\cdot\text{cm}$ 时的防腐层电导率）不应大于 $200\mu\text{S}/\text{m}^2$ 或防腐层绝缘电阻 R 不应小于 $5000\Omega\cdot\text{m}^2$ ；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 7.3-1 防腐层标称电导率 λ 与防腐层质量对比表

标称电导率 λ ($\mu\text{S}/\text{m}^2$)	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

7.4 交工验收


7.4.1 验收要求

- 1) 管道线路防腐和补口竣工验收主要采取资料验收和抽查的方式。
- 2) 管道线路防腐和补口质量抽查应满足 SY/T 4208 的相关要求。
- 3) 对下沟回填埋地管道防腐层进行地面检漏，并对所有漏点进行修补至合格。

7.4.2 资料验收

管道线路防腐和补口竣工资料应真实、图物相符、数据准确、齐全可靠、手续完备、相互关联紧密。资料验收至少应检查以下内容：

- 1) 防腐成品管出厂合格证汇总表；
- 2) 管道防腐施工记录；

 <p>中国石油天然气管道工程有限公司 China Petroleum Pipeline Engineering Corporation</p>	<p>说 明 书</p>	项目号：XAOGE202300106
		文件号： YA09S02-GI001-A01#EAC-RP-0201
		第 15 页 共 15 页

- 3) 防腐层电火花检漏记录；
- 4) 防腐补口施工记录；
- 5) 现场防腐补口质量检验汇总资料；
- 6) 补口材料抽检报告；
- 7) 管道防腐补口、补伤统计；
- 8) 埋地管道防腐层地面检漏及修复记录。

8 健康、安全和环保

防腐层施工单位应具有一整套全面、切实可行的健康、安全和环保体系，并在防腐层施工过程中有专门的人员负责贯彻、实施。

健康、安全和环保的具体要求包括，但不限于如下的内容：

- 1) 防腐层操作人员应配备专门的防护装备，避免在钢管表面处理、涂敷补口材料配套底漆等过程中，吸入有毒的废气、废尘等；
- 2) 施工单位应编制切实可行的施工操作规程，保证防腐层施工期间施工人员的安全；
- 3) 除锈、涂敷生产过程中，各种设备产生的噪声，应符合国家标准 GB/T 50087 的有关规定；
- 4) 除锈、涂敷生产过程中，空气中粉尘含量应符合国家标准 GBZ 1 的有关规定；
- 5) 除锈、涂敷生产过程中，空气中有害物质浓度不应超过 $8\text{mg}/\text{m}^3$ ；
- 6) 涂敷区电气设备应符合国家有关爆炸危险场所电气设备的安全规定，操作部分应设触电保护器；
- 7) 除锈、涂敷生产过程中，所有机械设施的转动和运动部位应设置保护；
- 8) 所有操作人员应按规定佩戴劳动保护用品；
- 9) 防腐层施工的环保要求还需满足当地的法律、法规及当地环保部门的要求。