



管道外防腐补口技术规范

最新标准 全网首发

Technical code for field joint coatings of pipeline



资源下载QQ群 : 61754465

资源下载网盘 : www.doc555.com

2017 – 05 – 27 发布

2018 – 01 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准
管道外防腐补口技术规范

GB/T 51241-2017

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3 印张 76 千字

2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

☆

统一书号: 155182·0182

定价: 18.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1582 号

最新标准 全网首发

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《管道外防腐补口技术规范》的公告



现批准《管道外防腐补口技术规范》为国家标准，编号为 GB/T 51241—2017，自 2018 年 1 月 1 日起实施。

资源下载QQ群：61754465

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

资源下载网盘：www.doc555.com

中华人民共和国住房和城乡建设部

2017 年 5 月 27 日

前 言

本规范是根据住房城乡建设部《关于印发 2014 年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标〔2013〕169 号)的要求,由中国石油集团工程技术研究有限公司和中国石油集团海洋工程有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组经广泛调查研究,总结了多年来管道外防腐补口在设计、施工及检验方面的实践经验,借鉴了国内外相关标准,在分析研究、试验验证的基础上,对其有关内容予以采用,并广泛征求意见,最后经审查定稿。

本规范共分 12 章和 4 个附录,主要技术内容包括:总则、术语和缩略语、基本规定、补口防腐层分类和选用、涂敷工艺和评定、表面处理、热收缩材料补口、液体涂料补口、聚合物胶粘带补口、黏弹体胶带补口、环氧粉末补口和交工文件等。

本规范由住房城乡建设部负责管理,由石油工程建设专业标准化委员会负责日常管理,由中国石油集团工程技术研究有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国石油集团工程技术研究有限公司科技规划部(地址:天津市滨海新区塘沽津塘公路 40 号,邮政编码:300451)。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中国石油集团工程技术研究有限公司

中国石油集团海洋工程有限公司

参 编 单 位:中国石油天然气管道科学研究院有限公司

中国石油规划总院

中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司

中国石油管道建设项目经理部

广东大鹏液化天然气有限公司

主要起草人:张其滨 刘金霞 赫连建峰 罗 锋 黄春蓉
朱 琳 卜祥军 屠海波 白树彬 那骥宇
王良军 曾 伟

主要审查人:廖宇平 王国丽 张红兵 曹国飞 殴 莉
常 炜 张晓灵 张国庆 陈守平 张荣兰
冯少广 窦宏强 姜俊荣 郑会保

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和缩略语	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	缩略语	(3)
3	基本规定	(4)
4	补口防腐层分类和选用	(5)
5	涂敷工艺和评定	(7)
5.1	施工工艺规程	(7)
5.2	工艺评定试验	(8)
5.3	施工前试验	(8)
6	表面处理	(9)
6.1	钢材表面处理	(9)
6.2	搭接区的防腐层处理	(10)
7	热收缩材料补口	(11)
7.1	补口材料	(11)
7.2	补口施工	(20)
7.3	补口质量检验	(21)
8	液体涂料补口	(24)
8.1	补口防腐层	(24)
8.2	补口材料	(24)
8.3	补口施工	(28)
8.4	补口质量检验	(29)
9	聚合物胶粘带补口	(32)
9.1	补口材料	(32)

9.2 补口施工	(35)
9.3 补口质量检验	(36)
10 黏弹体胶带补口	(38)
10.1 补口防腐层	(38)
10.2 补口材料	(38)
10.3 补口施工	(41)
10.4 补口质量检验	(42)
11 环氧粉末补口	(45)
11.1 补口防腐层结构	(45)
11.2 补口材料	(45)
11.3 补口防腐层施工和质量检验	(48)
12 交工文件	(50)
附录 A 滴垂试验方法	(51)
附录 B 压敏胶吸水性试验方法	(52)
附录 C 补口防腐层耐热水浸泡试验方法	(54)
附录 D 防腐层绝缘电阻试验方法	(56)
本规范用词说明	(58)
引用标准名录	(59)
附:条文说明	(61)

Contents

1	Provisions	(1)
2	Terms and abbreviations	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Abbreviations	(3)
3	Basic requirements	(4)
4	Classification and selection of joint coatings	(5)
5	Application procedure and qualification	(7)
5.1	Application procedure specification	(7)
5.2	Procedure qualification test	(8)
5.3	Pre-production test	(8)
6	Surface preparation	(9)
6.1	Preparation of steel substrate	(9)
6.2	Preparation of overlap coating	(10)
7	Coatings based on heat-shrinkable materials	(11)
7.1	Coating materials	(11)
7.2	Application of coatings	(20)
7.3	Quality inspection	(21)
8	Liquid coatings	(24)
8.1	Basics of coatings	(24)
8.2	Coating materials	(24)
8.3	Application of coatings	(28)
8.4	Quality inspection	(29)
9	Polymeric tape coatings	(32)
9.1	Coating materials	(32)

9.2	Application of coatings	(35)
9.3	Quality inspection	(36)
10	Elastomer coatings	(38)
10.1	Basics of coatings	(38)
10.2	Coating materials	(38)
10.3	Application of coatings	(41)
10.4	Quality inspection	(42)
11	Fusion bonded epoxy	(45)
11.1	Coating structure	(45)
11.2	Coating materials	(45)
11.3	Application and inspection of coating	(48)
12	Completion documents	(50)
Appendix A	Drip resistance testmethod	(51)
Appendix B	Water absorption test method for pressure sensitive adhesive	(52)
Appendix C	Hot-water immersion test method	(54)
Appendix D	Specific electrical insulation resistance test method	(56)
	Explanation of wording in this code	(58)
	List of quoted standards	(59)
	Addition;Explanation of provisions	(61)

1 总 则

1.0.1 为规范钢质管道外防腐层补口技术应用,统一埋地或水下管道外防腐层补口的设计、材料、施工和检验,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于埋地或水下钢质管道外防腐层补口的设计、施工和检验。

1.0.3 管道防腐层补口的设计、施工和检验除应符合本规范规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

最新标准 全网首发



资源下载QQ群 : 61754465

资源下载网盘 : www.doc555.com

2 术语和缩略语

2.1 术 语

2.1.1 施工工艺规程 application procedure specification

用于描述补口防腐层涂敷程序、方法、设备和工具的文件。

2.1.2 批量 batch

以相同来源和相同等级的原材料,采用连续生产方式生产的产品数量。

2.1.3 检验和试验计划 inspection and testing plan

描述检验和试验资源、程序和计划等的综述性文件。

2.1.4 最高设计温度 maximum design temperature

设计确定的补口防腐层承受的持续最高温度。

2.1.5 工艺评定试验 procedure qualification test

为确认按照施工工艺规程(APS)能够获得规定性能的补口防腐层而进行的补口防腐层涂敷及检验/试验。

2.1.6 施工前试验 pre-production test

补口施工前,在现场按照工艺评定试验(PQT)确认的施工工艺规程(APS)进行的施工及检验。

2.1.7 收缩率 shrinking rate

热收缩材料收缩前后尺寸的变化率。

2.1.8 压敏胶型热收缩带 heat-shrinkable sleeve with pressure sensitive adhesive

将压敏胶粘剂涂敷在经辐射交联的聚乙烯基材上制成的一种热缩自粘带材。

2.1.9 极化处理 polarization treatment

提高材料表面极性的处理方式。

2.2 缩 略 语

APS(application procedure specification) 施工工艺规程。

ITP(inspection and testing plan) 检验和试验计划。

PQT(procedure qualification test) 工艺评定试验。

PPT(pre-production test) 施工前试验。

$T_{\max}$ (maximum design temperature) 最高设计温度。

3 基本规定

3.0.1 外防腐管在现场焊接后、回填前应进行防腐层补口。

3.0.2 补口防腐层及补口材料选择应与管道主体防腐层匹配,并应考虑输送介质温度、管道沿线环境特点等因素通过技术经济比较确定。

3.0.3 防腐层补口材料适用温度应满足管道最高设计温度。

3.0.4 表面处理用的材料应符合现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 的规定,防腐层材料应符合本规范的相关规定。

3.0.5 防腐层补口材料使用前应按本规范的相关规定进行性能检验。

3.0.6 防腐层补口施工方式应根据补口材料的类型选用,结合管道沿线地质环境特点综合确定,管径大于或等于 1000mm 的管道防腐层补口宜采用机具安装或涂敷方式。

3.0.7 防腐层补口现场施工前,应对选用的补口材料和施工方式进行工艺评定试验(PQT)。

3.0.8 补口施工环境应满足材料的施工要求,当存在下列情况之一,且无有效措施时,不应进行露天补口施工:

- 1 雨雪天、风沙天;
- 2 风速达到 5 级以上;
- 3 环境温度低于 0℃;
- 4 相对湿度大于 85%。

3.0.9 补口施工过程中应进行检验和试验,检验项目和频率应按检验和试验计划(ITP)执行,并应做好记录。



4 补口防腐层分类和选用

资源下载QQ群：61754465

4.0.1 补口防腐层可按表 4.0.1 分类。

资源下载网盘：www.doc555.com

表 4.0.1 补口防腐层类型

补口防腐层类型	补口材料	代码
热收缩材料防腐层	玛蹄脂型聚乙烯热收缩材料	1A
	热熔胶型聚乙烯热收缩材料	1B
	热熔胶型聚丙烯热收缩材料	1C
	压敏胶型聚乙烯热收缩材料	1D
	纤维增强型聚乙烯热收缩材料	1E
液体涂料防腐层	液体环氧涂料	2A
	液体聚氨酯涂料	2B
聚合物胶粘带防腐层	聚乙烯防腐胶粘带	3A
	聚乙烯防腐胶粘带+聚乙烯保护外带	3B
	聚乙烯防腐胶粘带+聚丙烯胶粘带	3C
黏弹体防腐胶带防腐层	黏弹体胶带+聚丙烯胶粘带/聚乙烯胶粘带	4A
	黏弹体胶带+压敏胶型热收缩材料	4B
环氧粉末涂料防腐层	单层熔结环氧粉末	5A
	双层熔结环氧粉末	5B

4.0.2 补口防腐层的选用宜符合下列规定：

1 三层结构聚乙烯防腐层管道的补口宜选用热熔胶型聚乙烯热收缩材料、液体环氧涂料、液体聚氨酯涂料，也可选用玛蹄脂型聚乙烯热收缩材料、压敏胶型聚乙烯热收缩材料。

2 三层结构聚丙烯防腐层管道的补口宜选用热熔胶型聚丙烯热收缩材料。

3 单(双)层熔结环氧粉末防腐层管道的补口宜选用单(双)环氧粉末涂料、液体环氧涂料、热收缩材料。

4 聚乙烯胶粘带防腐层管道的补口宜选用聚合物胶粘带材料。

4.0.3 根据工程特点、施工条件,当无法实施喷射除锈时,也可按下列规定选用补口防腐层:

1 山岭隧道段管道支墩方式敷设时,可选用玛蹄脂型聚乙烯热收缩材料、压敏胶型热收缩带、黏弹体防腐胶带+聚合物胶粘带;

2 山岭隧道段管道覆土方式敷设时,可选用黏弹体防腐胶带+聚丙烯胶粘带和黏弹体防腐胶带+压敏胶型热收缩材料;

3 水域隧道穿越段管道的补口可选用玛蹄脂型聚乙烯热收缩材料、压敏胶型热收缩材料、黏弹体防腐胶带+聚合物胶粘带。

4.0.4 定向钻穿越段、石方段管道的补口可选用热熔胶型热收缩材料、纤维增强型热收缩材料、液体聚氨酯涂料、液体环氧涂料、环氧粉末涂料,可对补口防腐层的前端或整体进行保护。

5 涂敷工艺和评定

5.1 施工工艺规程

5.1.1 补口施工前,应预先编制补口施工工艺预规程及检验和试验计划(ITP),并应进行涂敷工艺评定试验(PQT)确认补口质量,形成补口质量达到规定要求的施工工艺规程(APS)。补口施工作业、检验和试验应按照确认的补口施工工艺规程(APS)进行。

5.1.2 补口施工工艺规程(APS)应根据本规范和工程要求、补口材料使用说明书等进行编制,内容应涵盖补口施工各个环节及工艺参数控制,应包括下列主要内容:

- 1 施工时的环境条件;
- 2 管体防腐层和补口防腐层信息;
- 3 补口材料数据单和施工说明书;
- 4 钢管表面处理的预热温度、除锈等级、表面灰尘度要求、磨料特性数据单及安全数据单等;
- 5 搭接区防腐层的表面处理方法及粗糙度等要求;
- 6 补口防腐层的最高设计温度($T_{\max}$);
- 7 补口施工程序、设备和工具;
- 8 补口防腐层与管体防腐层的搭接宽度;
- 9 补口施工所需时间;
- 10 补口防腐层的检验和试验;
- 11 补口防腐层缺陷的修补和检验;
- 12 有缺陷防腐层的剥除;
- 13 标记、可追溯性和文件。

5.2 工艺评定试验

5.2.1 工艺评定试验(PQT)所用的钢管应与待补口的管道工程用钢管相同,工艺评定试验(PQT)宜在工程现场进行。

5.2.2 工艺评定试验(PQT)宜在涂敷有主体防腐层的管道上做3个试验口,试验口的长度应与实际补口长度一致。

5.2.3 工艺评定试验(PQT)使用的所有施工和检验的工具及设备的型号应与实际补口施工中使用的相同。

5.2.4 对补口区域进行加热时,不应使管体防腐层产生起泡或剥离等破坏现象。

5.2.5 工艺评定试验(PQT)期间的涂敷施工时间应与预估的现场补口时间相当。工艺评定试验不在工程现场进行时,应考虑到工艺评定试验环境与实际施工环境和作业条件的重要差异。

5.2.6 工艺评定试验(PQT)结束后,应提交完整的工艺评定试验报告。

5.3 施工前试验

5.3.1 在补口施工前,可在补口现场进行施工前试验(PPT),对补口施工工艺规程(APS)进行验证,应包括下列内容:

- 1 施工环境条件的影响;
- 2 用于表面处理和防腐层施工的材料、工具和设备;
- 3 补口防腐层系统的施工程序;
- 4 补口所需时间。

5.3.2 施工前试验(PPT)的试验结果应满足本规范的相关要求,且应与工艺评定试验(PQT)的结果一致。

6 表面处理

6.1 钢材表面处理

6.1.1 除锈前,应除去影响表面处理或防腐层与钢管附着力的油、油脂、灰尘等污染物;油、油脂等污染物的清洗应按现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 的规定执行;应清除钢管表面焊瘤、毛刺、棱角等缺陷;除锈前管体表面的温度至少应高于露点温度 3℃。

6.1.2 根据补口防腐层材料和设计要求的除锈等级可选择喷射处理和工具除锈的表面处理方法。

6.1.3 表面处理应符合下列规定:

1 表面处理应按现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 的规定执行。

2 表面清洁度等级的评定应按现行国家标准《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 的规定执行,处理等级应达到相应补口防腐层系统的技术要求。

3 除锈后表面锚纹深度的测量应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第 4 部分:ISO 表面粗糙度比较样块的校准和表面粗糙度的测定方法 触针法》GB/T 13288.4 或《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第 5 部分:表面粗糙度的测定方法 复制带法》GB/T 13288.5 的规定,采用粗糙度测量仪或锚纹深度测试拓纸进行,锚纹深度应达到相应补口防腐层系统的技术要求。

4 表面灰尘度的检验应按现行国家标准《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评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3规定的方法执行,灰尘度等级应达到相应补口防腐层系统的技术要求。

5 当施工处于盐碱地带或防腐管经海运或海边堆放时,应按现行国家标准《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的有关要求测量喷射处理的钢管表面的盐分,钢管表面盐分应满足相应补口防腐层系统的技术要求。

6.1.4 表面处理后,待涂表面暴露时间不宜超过2h,超过2h或发现返锈时,应重新进行表面处理。

最新标准 全网首发

6.2 搭接区的防腐层处理

6.2.1 应对搭接区防腐层进行表面处理。

6.2.2 搭接区防腐层表面处理方法、表面粗糙度和处理宽度应满足所用补口材料的要求。

6.2.3 搭接区防腐层表面需要极化处理时,应在施工工艺规程(APS)中规定,并应通过工艺评定试验(PQT)验证。

资源下载QQ群: 61754465
资源下载网盘: www.doc555.com

7 热收缩材料补口

7.1 补口材料

7.1.1 补口热收缩材料应由经过辐照交联的聚烯烃基材和胶层构成,可分为管状的热收缩套和片状的热收缩带两种形式。

7.1.2 补口热收缩材料的适用温度宜符合下列规定:

1 玛蹄脂型聚乙烯热收缩材料(1A)的适用温度宜为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$;

2 带有配套底漆的热熔胶型聚乙烯热收缩材料(1B)的适用温度宜为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$;

3 带有配套环氧底漆的聚丙烯热收缩材料(1C)的适用温度宜为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$;

4 压敏胶型聚乙烯热收缩材料(1D)的适用温度宜为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$;

5 带有配套底漆的纤维增强型聚乙烯热收缩材料(1E)的适用温度宜为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.3 补口热收缩材料应按管径选用配套的规格,其性能应符合下列规定:

1 补口热收缩材料的基材边缘应平直,表面应平整、清洁、无气泡、裂口及分解变色。热收缩材料的厚度应符合表 7.1.3-1 的规定。热收缩带的周向收缩率不应小于 15%,热收缩套的周向收缩率不应小于 50%。

表 7.1.3-1 热收缩材料的厚度(mm)

热收缩材料类型	基材类型	使用管径	基材厚度	胶层厚度
1A	聚乙烯	≤ 400	≥ 1.0	≥ 1.2
		> 400	≥ 1.0	≥ 1.5

续表 7.1.3-1

热收缩材料类型	基 材 类 型	使用管径	基 材 厚 度	胶 层 厚 度
1B	聚乙烯	≤ 400	≥ 1.2	≥ 1.0
		> 400	≥ 1.5	≥ 1.0
	高密度聚乙烯	—	≥ 1.0	≥ 1.5
1C	聚丙烯		≥ 1.0	≥ 1.5
1D	聚乙烯		≥ 1.2	≥ 1.3
1E	纤维增强聚乙烯	—	≥ 1.8	≥ 1.2

2 玛璃脂型聚乙烯热收缩材料(1A)应满足表 7.1.3-2 的要求,带有配套底漆的热熔胶型聚乙烯热收缩材料性能应满足表 7.1.3-3 的要求,带有配套环氧底漆的聚丙烯热收缩材料性能应满足表 7.1.3-4 的要求,压敏胶型聚乙烯热收缩材料性能应满足 7.1.3-5 的要求,带有配套底漆的纤维增强型聚乙烯热收缩材料性能应满足 7.1.3-6 的要求。

表 7.1.3-2 玛璃脂型聚乙烯热收缩材料性能指标(1A)

材料	项 目	性能指标	试 验 方 法
基 材 性 能	拉伸强度(MPa)	≥ 17	《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
	断裂标称应变(%)	≥ 400	
	维卡软化点 ($A_{50}, 9.8N$)($^{\circ}C$)	≥ 90	《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》GB/T 1633
	脆化温度($^{\circ}C$)	≤ -65	《塑料 冲击脆化温度的测定》GB/T 5470
	电气强度(MV/m)	≥ 25	《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
	体积电阻率($\Omega \cdot m$)	$\geq 1 \times 10^{13}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
	耐环境应力开裂 (F_{50})(h)	≥ 1000	《塑料 聚乙烯耐环境应力开裂试验方法》GB/T 1842

续表 7.1.3-2

材料	项 目		性能指标	试 验 方 法
基 材 性 能	耐化学 介质腐 蚀(浸 泡 7d) (%)	10% HCl	≥ 85	《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
		10% NaOH	≥ 85	
		10% NaCl	≥ 85	
	耐热 老化 (150℃, 21d)	拉伸强 度(MPa)	≥ 14	
		断裂标称 应变(%)	≥ 300	
	热冲击(225℃,4h)		无裂纹、 无流淌、 无滴垂	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
胶 层 性 能	胶软化点 (环球法)(℃)		$\geq$ 最高设计 温度+40	《热熔胶粘剂软化点测定法 环球法》 GB/T 15332
	搭接剪切强度 (23℃)(MPa)		≥ 0.3	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性 材料对刚性材料)》GB/T 7124(速率 10mm/min)
	脆化温度(℃)		≤ -20	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257

注:1 除热冲击外,基材性能应经过 200℃ $\pm$ 5℃,5min 自由收缩后进行测定,拉伸试验速度均应为 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 搭接剪切强度试验应采用产品胶层厚度。

表 7.1.3-3 热熔胶型聚乙烯热收缩材料性能指标(1B)

材料	项 目		性能指标	试 验 方 法
基 材 性 能	拉伸 强度 (MPa)	中低密度型	≥ 17	《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
		高密度型	≥ 20	
	断裂标称应变(%)		≥ 400	

续表 7.1.3-3

材料	项 目		性能指标	试 验 方 法
基 材 性 能	维卡 软化点 (A_{50} , 9.8N) ($^{\circ}\text{C}$)	中低密度型	≥ 90	《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》GB/T 1633
		高密度型	≥ 100	
	脆化温度($^{\circ}\text{C}$)		≤ -65	《塑料 冲击脆化温度的测定》 GB/T 5470
	电气强度(MV/m)		≥ 25	《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
	体积电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)		$\geq 1 \times 10^{13}$	《固体绝缘 材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
	耐环境应力 开裂(F_{50})(h)		≥ 1000	《塑料 聚乙烯环境应力开裂试验方法》 GB/T 1842
	耐化学 介质腐 蚀(浸泡 7d)(%)	10% HCl	≥ 85	《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
		10% NaOH	≥ 85	
		10% NaCl	≥ 85	
	耐热 老化 (150°C , 21d)	拉伸强度 (MPa)	≥ 14	
		断裂标称 应变(%)	≥ 300	
	热冲击(225°C , 4h)		无裂纹、 无流淌、 无滴垂	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
胶 层 性 能	软化点		$\geq$ 最高设计 温度+ 40°C	《热熔胶粘剂软化点测定法 环球法》 GB/T 15332
	搭接剪 切强度 (MPa)	23°C	≥ 1.0	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124(速率 10mm/min)
		$T_{\max}$	≥ 0.07	
	脆化温度($^{\circ}\text{C}$)		≤ -20	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257

续表 7.1.3-3

材料	项 目	性能指标	试 验 方 法
底漆性能	不挥发物含量(%)	≥ 95	《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定》GB/T 1725
	搭接剪切强度(MPa)	≥ 5.0	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124(速率 2mm/min)
	阴极剥离(mm)	65℃, 48h	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
		23℃, 30d	

注:1 除热冲击外,基材性能应经过 200℃ $\pm$ 5℃, 5min 自由收缩后进行测定,拉伸试验速度均应为 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 底漆阴极剥离试验的防腐层厚度宜为 300 μ m~400 μ m。

4 搭接剪切强度试验应采用产品胶层厚度。

表 7.1.3-4 聚丙烯热收缩材料性能指标(1C)

材料	项 目	性能指标	试 验 方 法
基材性能	拉伸强度(MPa)	≥ 28	《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
	断裂标称应变(%)	≥ 400	《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
	维卡软化点(A ₅₀ , 9.8N)(℃)	≥ 130	《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》GB/T 1633
	脆化温度(℃)	≤ 20	《塑料 冲击脆化温度的测定》GB/T 5470
	电气强度(MV/m)	≥ 25	《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
	体积电阻率($\Omega \cdot m$)	$\geq 1 \times 10^{13}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
	耐化学介质腐蚀(浸泡7d)(%)	10% HCl	《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
		10% NaOH	
		10% NaCl	
	耐热老化(130℃, 100d)	拉伸强度保持率	
		断裂标称应变保持率	
	热冲击(225℃, 4h)	无裂纹、无流淌、无滴垂	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257

续表 7.1.3-4

材料	项 目		性能指标	试 验 方 法
胶 层 性 能	软化点(℃)		设计温 度+40℃	《热熔胶粘剂软化点测定法 环球法》 GB/T 15332
	搭接剪 切强度 (MPa)	23℃	≥ 3.0	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124(速率 10mm/min)
		$T_{\max}$	≥ 0.5	
	脆化温度(℃)		≤ -20	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
底 漆 性 能	不挥发物含量(%)		≥ 95	《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定》GB/T 1725
	搭接剪切强度 (MPa)		≥ 5	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124(速率 2mm/min)
	阴极 剥离 (mm)	95℃, 48h	≤ 8	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
		23℃, 30d	≤ 15	

注:1 除热冲击外,基材性能应经过 200℃±5℃,5min 自由收缩后进行测定,拉伸试验速度应为 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 底漆阴极剥离试验的防腐层厚度宜为 300 μ m~400 μ m。

4 搭接剪切强度试验应采用产品胶层厚度。

表 7.1.3-5 压敏胶型聚乙烯热收缩材料性能指标(1D)

材料	项 目	性能指标	试 验 方 法
基 材 性 能	拉伸强度(MPa)	≥ 17	《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
	断裂标称应变(%)	≥ 400	
	拉伸屈服应力 (50℃)(MPa)	≥ 7	
	维卡软化点 (A_{50} , 9.8N)(℃)	≥ 95	《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》GB/T 1633
	脆化温度(℃)	≤ -65	《塑料 冲击法脆化温度的测定》 GB/T 5470
	电气强度(MV/m)	≥ 25	《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

续表 7.1.3-5

材料	项 目	性能指标	试 验 方 法
基 材 性 能	体积电阻率 ($\Omega \cdot m$)	$\geq 1 \times 10^{13}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
	耐环境应力开裂 (F_{50})(h)	≥ 1000	《塑料 聚乙烯环境应力开裂试验方法》GB/T 1842
	耐化学 介质腐 蚀(浸泡 7d)(%)	10% HCl	《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
		10% NaOH	
		10% NaCl	
	耐热 老化 (150℃, 21d)	拉伸强度 (MPa)	
		断裂标称 应变(%)	
	热冲击(225℃,4h)	无裂纹、 无流淌、 无滴垂	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
胶 层 性 能	搭接剪 切强度 (MPa)	23℃	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124(速率10mm/min)
		T_{max}	
	滴垂(80℃,48h)	无滴垂	本规范附录 A
	吸水率(%)	≤ 0.2	本规范附录 B

注:1 除热冲击外,基材性能应经过 200℃ $\pm$ 5℃,5min 自由收缩后进行测定。

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 搭接剪切强度试验应采用产品胶层厚度。

表 7.1.3-6 纤维增强型聚乙烯热收缩材料性能指标(1E)

材料	项 目	性能指标	试 验 方 法
基 材 性 能	顶破强度(N)	≥ 2000	《橡胶或塑料涂覆织物 破裂强度的测定 第1部分:钢球法》GB/T 20027.1
	维卡软化点 (A_{50} ,9.8N)(℃)	≥ 100	《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》GB/T 1633
	脆化温度(℃)	≤ -65	《塑料 冲击法脆化温度的测定》 GB/T 5470

续表 7.1.3-6

材料	项 目		性能指标	试 验 方 法
基 材 性 能	体积电阻率 ($\Omega \cdot m$)		$\geq 1 \times 10^{13}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率 试验方法》GB/T 1410
	耐化学介 质腐蚀(浸 泡 7d)顶 破强度(N)	10% HCl	≥ 1700	《橡胶或塑料涂覆织物 破裂强度的测 定 第 1 部分:钢球法》GB/T 20027.1
		10% NaOH	≥ 1700	
		10% NaCl	≥ 1700	
	耐热老化(150℃, 168h)顶破强度(N)		≥ 1700	
	热冲击 (225℃, 4h)		无裂纹、 无流淌、 无滴垂	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
	硬度(邵氏 D)		≥ 50	《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 层 性 能	耐环境应力开裂 (F_{50})(h)		≥ 1000	《塑料 聚乙烯耐环境应力开裂试验方 法》GB/T 1842
	软化点 (环球法)(℃)		$\geq$ 设计温 度+40	《热熔胶粘剂软化点测定法 环球法》 GB/T 15332
	搭接剪 切强度 (MPa)	23℃	≥ 1.8	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚 性材料对刚性材料)》GB/T 7124(速率 10mm/min)
		T_{max}	≥ 0.3	
底 漆 性 能	脆化温度(℃)		≤ -20	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
	不挥发物含量(%)		≥ 95	《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测 定》GB/T 1725
	搭接剪切强度(MPa)		≥ 5	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性材 料对刚性材料)》GB/T 7124(速率 2mm/min)
	阴极 剥离 (mm)	65℃, 48h	≤ 8	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
		23℃, 30d	≤ 15	

注:1 除热冲击、脆化温度外,基材性能应经过 200℃ $\pm$ 5℃, 5min 自由收缩后进行测定,拉伸试验速度应为 50mm/min。

2 底漆阴极剥离试验的防腐层厚度宜为 300 μ m~400 μ m。

3 搭接剪切强度试验应采用产品胶层厚度。

7.1.4 安装后的热收缩材料补口防腐层性能应满足表 7.1.4 的要求。

表 7.1.4 热收缩材料补口防腐层性能指标

项 目		性 能 指 标					试 验 方 法
		1A	1B	1C	1D	1E	
抗冲击(J/mm)		≥5	≥5	≥8	≥5	≥5	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
阴极剥离 (mm)	65℃, 48h	—	—	—	≤8	—	
	23℃, 28d	≤10	≤8	≤8	—	≤8	
	T_{max} , 28d	≤20	≤15	≤15	≤15	≤15	
剥离强度 (对钢管/ 搭接区防 腐层)(N/ cm)(内聚)	23℃	≥35	≥50	≥100	≥18	≥50	
	T_{max}	≥2	≥5	≥40	≥4	≥5	
剥离强度 (T_{max} 热水 浸泡 28d) (23℃)(N/ cm)	对钢管/ 底漆	≥35 且 保持率 ≥75%	≥50 且 保持率 ≥75%	≥50 且 保持率 ≥75%	≥18 且 胶层覆 盖率 ≥90%	≥50 且 保持率 ≥75%	本规范附录 C 和《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
	对搭接区 防腐层	≥35 且 保持率 ≥75%	≥50 且 保持率 ≥75%	≥50 且 保持率 ≥75%	≥18 且 胶层覆 盖率 ≥90%	≥50 且 保持率 ≥75%	
剥离强度 (T_{max} 热水 浸泡 120d) (23℃)(N/ cm)	对搭接区 防腐层	≥35 且 保持率 ≥75%	≥50 且 保持率 ≥75%	≥50 且 保持率 ≥75%	≥12 且 覆盖率 ≥90%	≥50 且 保持率 ≥75%	本规范附录 C 和《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
	对钢管/ 底漆	≥35 且 保持率 ≥75%	≥50 且 保持率 ≥75%	≥50 且 保持率 ≥75%	≥12 且 覆盖率 ≥90%	≥50 且 保持率 ≥75%	
热老化(T_{max} +20℃, 100d)	P_{100}/P_0	≥75	≥75	≥75	≥75	≥75	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
剥离强度保 持率(%)	P_{100}/P_{75}	≥80	≥80	≥80	≥80	≥80	

注: T_{max} 高于 95℃ 时, 高温阴极剥离和热水浸泡的试验温度应为 95℃。

7.1.5 热收缩材料验收应符合下列规定：

1 每一牌号的热收缩材料及其配套环氧底漆，使用前和使用过程中每年应由有资质的第三方检验机构按本规范第 7.1.3 条和第 7.1.4 条的规定进行一次全面检验。

2 使用过程中，应对到货的热收缩材料进行性能复验，每 5000 个热收缩材料为一批，不足 5000 个的部分按 5000 个计。每批热收缩材料应由有资质的第三方检验机构对热收缩材料的基材（耐环境应力开裂除外）性能、胶层性能、配套底漆性能和安装系统（耐热水浸泡 120d 和热老化性能除外）的性能进行复检，性能应达到规定的要求。

7.2 补口施工

7.2.1 表面处理应符合下列规定：

1 无须配套底漆的热收缩材料（1A、1D）补口，表面处理宜采用喷射除锈方法，也可采用工具除锈。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 规定的相应等级；喷射除锈应达到 Sa2^{1/2} 级，工具除锈应达到 St3 级。除锈后宜使用工具清除表面灰尘。

2 采用环氧底漆的聚乙烯热收缩材料和聚丙烯热收缩材料，表面处理应采用喷射除锈方法，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 规定的 Sa2^{1/2} 级。表面锚纹深度/粗糙度应为 40μm~90μm；表面灰尘度至少应达到现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3 部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定（压敏粘带法）》GB/T 18570.3 规定的 3 级及以上质量。

3 搭接区防腐层表面应按施工工艺规程(APS)的规定打毛处理,粗糙程度应符合补口防腐材料产品说明书的要求。

7.2.2 涂敷及安装应符合下列规定:

1 热收缩材料的施工应按照施工工艺规程(APS)进行。

2 采用管状热收缩套时,焊接前应将热缩套套入焊道的一侧。

3 预热待涂装区域至产品说明书要求的温度,应采用无污染的加热方式对钢管表面和防腐层搭接区进行加热,大口径管道宜采用中频或红外等加热方式。加热不应造成钢管表面氧化或返锈,不应损坏管体预制防腐层。

4 采用环氧底漆时,应按照产品使用说明书和施工工艺规程(APS)的要求调配底漆并均匀涂刷,底漆的湿膜厚度不应小于 $150\mu\text{m}$ 。

5 将热收缩材料搭盖在管体防腐层上,搭接量应保证安装后与管体防腐层搭接不小于 100mm。采用热收缩带时,应采用固定片固定,周向搭接宽度不应小于 80mm。

6 加热收缩应采用火焰加热器或其他热源。收缩过程中应采用指压法检查胶的流动性,手指压痕应自动消失,应按施工工艺规程(APS)规定的加热温度和时间完成烘烤。

7.3 补口质量检验

7.3.1 表面处理质量检验应按照检验和试验计划(ITP)进行,并应符合下列规定:

1 应按现行国家标准《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 的规定对每道口钢管表面进行目视检测。喷射除锈的钢管表面清洁度应达到 $\text{Sa}2^{1/2}$ 级,工具除锈的钢管表面清洁度应达到 St3 级。

2 应每 4h 检测 1 次锚纹深度,宜按现行国家标准《涂覆涂料

前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第 4 部分:ISO 表面粗糙度比较样块的校准和表面粗糙度的测定方法 触针法》GB/T 13288.4 或《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第 5 部分:表面粗糙度的测定方法 复制带法》GB/T 13288.5 的规定,采用粗糙度测量仪或锚纹深度测试纸进行测量,表面锚纹深度应达到 $40\mu\text{m}\sim 90\mu\text{m}$ 。

3 应按现行国家标准《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评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3 规定的方法逐道口进行钢管表面灰尘等级评定,每次至少随机抽测 2 点,表面灰尘度等级应达到 3 级及以上质量要求。

4 搭接区防腐层表面经打磨后,应逐道口进行目视检测,表面应粗糙、状态均匀、无表面光滑的部位,表面应清洁,无沙粒、无灰尘,呈现防腐层本体颜色。

7.3.2 补口安装过程质量检验应按照检验和试验计划(ITP)进行,并应符合下列规定:

1 应采用接触式测温仪或用接触式测温仪校准过的红外测温仪测量钢管表面和搭接区防腐层的预热温度,温度应达到规定要求。

2 湿膜厚度应按现行国家标准《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》GB/T 13452.2 的规定,用湿膜规随机抽测 3 点底漆的湿膜厚度,湿膜厚度应达到规定要求。

7.3.3 补口防腐层质量检验应按照检验和试验计划(ITP)进行,并应符合下列规定:

1 工艺评定试验(PQT)应对防腐层外观、漏点、抗冲击、阴极剥离以及对钢管和搭接区防腐层的剥离强度等性能进行检验,施工前试验(PPT)应对防腐层外观、漏点及对钢管和搭接区防腐层的剥离强度等性能进行检验。

2 施工检验项目应包括外观、漏点和剥离强度,检验宜在补

口安装完成 24h 后进行,并应符合下列规定:

- 1) 补口的外观应逐个目测检查,补口防腐层表面应平整、无皱折、无气泡、无空鼓、无烧焦炭化等现象。热收缩带(套)周向应有胶粘剂均匀溢出。固定片与热收缩带搭接部位的滑移量不应大于 5mm。
- 2) 应用电火花检漏仪逐道口进行漏点检查。检漏电压应为 15kV,扫描电极移动速度不应超过 0.3m/s,发现漏点时应重新补口并检漏,直至合格。
- 3) 剥离强度检测应按现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 规定的方法进行。检测时的管体温度宜为 15℃~25℃,钢管和搭接区防腐层的剥离强度均应符合本规范表 7.1.4 的规定。每机组每天的补口应抽测 1 个,出现不合格时,应加倍抽测。加倍抽测仍有不合格时,该机组当天的补口应全部返修。

8 液体涂料补口

8.1 补口防腐层

8.1.1 液体涂料补口防腐层可分为液体环氧涂料补口防腐层(2A)和液体聚氨酯补口防腐层(2B),液体涂料补口防腐层适用温度宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

8.1.2 液体涂料补口防腐层等级分可为普通级和加强级,补口防腐层的厚度应符合表 8.1.2 的规定。

表 8.1.2 液体涂料补口防腐层厚度

等 级	厚 度(μm)	
	液体环氧涂料(2A)	液体聚氨酯涂料(2B)
普通级	≥ 600	≥ 1000
加强级	≥ 1000	≥ 1500

8.1.3 补口防腐层和聚烯烃防腐层的搭接宽度不应小于 50mm,与聚氨酯或环氧类防腐层的搭接宽度不应小于 20mm,补口防腐层边缘的厚度宜逐渐减薄过渡。

8.2 补口材料

8.2.1 补口用双组分无溶剂环氧涂料和双组分无溶剂聚氨酯涂料性能应满足表 8.2.1 的要求。

表 8.2.1 液体涂料性能指标

项 目	性 能 指 标		试 验 方 法
	液体环氧 涂料(2A)	液体聚氨 酯涂料(2B)	
细度(μm)	≤ 100	≤ 100	《涂料细度测定法》 GB/T 1724

续表 8.2.1

项 目			性 能 指 标		试 验 方 法
			液体环氧 涂料(2A)	液体聚氨 酯涂料(2B)	
不挥发物含量(%)			≥98	≥98	《钢质管道液体环氧涂 料内防腐层技术标准》 SY/T 0457
干燥时间 (23℃± 1℃)(h)	喷涂型	表干	≤1.0	≤0.5	《漆膜、腻子膜干燥时 间测定法》GB/T 1728
		实干	≤4.5	≤2.0	
	刷涂型	表干	≤2.0	≤1.5	
		实干	≤6.0	≤6.0	

8.2.2 液体环氧补口防腐层的性能应满足表 8.2.2-1 的要求,液体聚氨酯补口防腐层的性能应满足表 8.2.2-2 的要求。

表 8.2.2-1 液体环氧补口防腐层性能指标(2A)

项 目		性 能 指 标	试 验 方 法
外观		平整、光滑、 无漏涂、无流挂、 无气泡、无色斑	目视检查
抗冲击(25℃±2℃)(J)		≥6	《钢质管道熔结环氧粉末 内防腐层技术标准》 SY/T 0442
硬度(邵氏 D)		≥75 且符合 生产厂要求	《塑料和硬橡胶 使用硬 度计测定压痕硬度(邵氏硬 度)》GB/T 2411
附着力 (23℃±2℃) (MPa)	对钢管	≥10	《埋地钢质管道液体环氧 外防腐层技术标准》 SY/T 6854
	对管体聚乙烯防腐层	≥3.5	
	对管体环氧类防腐层	≥5	
附着力(T_{max} 热水浸泡 28d)(23℃± 2℃)(MPa)	对钢管	≥7	本规范附录 C 和《埋地钢 质管道液体环氧外防腐层技 术标准》SY/T 6854
	对管体聚乙烯防腐层	≥2	
	对管体环氧类防腐层	≥3.5	

续表 8.2.2-1

项 目		性能指标	试 验 方 法
柔韧性(23℃±2℃)(抗1°弯曲)		无裂纹、无漏点	《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》 SY/T 6854
体积电阻率($\Omega \cdot m$)		$\geq 1 \times 10^{12}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》 GB/T 1410
电气强度(MV/m)		≥ 25	《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
吸水率(%)		≤ 0.6	《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》 SY/T 6854
阴极剥离 (mm)	48h, $T_{max} \pm 2^\circ C$	≤ 8	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
	28d, $23^\circ C \pm 2^\circ C$	≤ 8	
	28d, $T_{max} \pm 2^\circ C$	≤ 15	

注:1 试件防腐层的厚度应为设计防腐层等级最小厚度 $\pm 200\mu m$ 。

2 防腐层在常温条件至少应放置7d,达到完全固化后方可进行性能测试。

3 28d浸泡后的附着力试验应在4h内完成测试柱的粘接,并应在48h内完成试验。

4 当防腐层厚度达到1mm及以上时,阴极剥离试验孔直径应为6.4mm。

表 8.2.2-2 液体聚氨酯补口防腐层性能指标(2B)

项 目		性能指标	试 验 方 法
外观		平整、光滑、 无漏涂、无流挂、 无气泡、无色斑	目视检查
抗冲击	$23^\circ C \pm 2^\circ C (J)$	≥ 5	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 (8kV检漏无漏点)
	$-5^\circ C \pm 2^\circ C (J)$	≥ 3	
压痕	$23^\circ C \pm 2^\circ C (mm)$	≤ 0.2	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
	$T_{max} (\% DFT)$	≤ 30	

续表 8.2.2-2

项 目		性能指标	试 验 方 法
硬度(邵氏 D)		≥ 70 且符合生产厂要求	《塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度(邵氏硬度)》GB/T 2411
附着力 (23℃±2℃) (MPa)	对钢管	≥ 10	《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》 SY/T 6854
	对管体聚乙烯防腐层	≥ 3.5	
	对管体环氧类防腐层	≥ 5	
附着力($T_{\max}$ 热水浸泡 28d)(23℃± 2℃)(MPa)	对钢管	≥ 7	本规范附录 C 《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》 SY/T 6854
	对管体聚乙烯防腐层	≥ 2	
	对管体环氧类防腐层	≥ 3.5	
抗弯曲(1°)(23℃±2℃)		无裂纹、无漏点	《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》 SY/T 6854
吸水率(%)		≤ 0.6	
耐绝缘电阻 ($\Omega \cdot \text{m}^2$)	23℃±2℃, R_{s100}	$\geq 1 \times 10^6$	本规范附录 D
	$T_{\max} \pm 2^\circ\text{C}$, R_{s30}	$\geq 1 \times 10^4$	
阴极剥离 (mm)	48h, $T_{\max} \pm 2^\circ\text{C}$	≤ 8	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
	28d, 23℃±2℃	≤ 8	
	28d, $T_{\max} \pm 2^\circ\text{C}$	≤ 15	

注:1 试件防腐层的厚度应为设计防腐层等级最小厚度 $\pm 200\mu\text{m}$ 。

2 防腐层在常温条件至少应放置 7d,达到完全固化后方可进行性能测试。

3 %DFT 是压痕深度和试件防腐层原始厚度的比值。

4 28d 浸泡后的附着力试验应在 4h 内完成测试柱的粘接,并应在 48h 内完成试验。

5 R_m 为 n 天后的防腐层绝缘电阻。

6 当防腐层厚度达到 1mm 及以上时,阴极剥离试验孔直径应为 6.4mm。

7 阴极剥离试验的剥离区域应按金属表面颜色变深的区域判定。

8.2.3 材料验收及储存应符合下列规定:

1 液体涂料质量检测报告应包括本规范表 8.2.1、表 8.2.2-1 或表 8.2.2-2 规定的性能项目,报告应由有资质的第三方检验机构在 18 个月内出具。

2 涂料的两个组分应由同一生产商配套提供,涂料性能应满足本规范表 8.2.1、表 8.2.2-1 或表 8.2.2-2 规定的性能指标。

3 涂料使用前及使用过程中,应按生产批抽检,每 20t 宜抽查一次,不足 20t 的按 20t 计。应由有资质的第三方检验机构进行检测。

4 应对首批液体环氧涂料产品按本规范表 8.2.1 和表 8.2.2-1 中规定的项目逐项检验,以后的每批液体环氧涂料应按本规范表 8.2.1 和表 8.2.2-1 中的抗冲击、硬度、23℃附着力、抗弯曲、吸水率和 48h 阴极剥离等性能进行检验,检验不合格时不应使用。

5 应对首批液体聚氨酯涂料产品按本规范表 8.2.1 和表 8.2.2-2 中除常温绝缘电阻之外的性能逐项检验,以后的每批液体聚氨酯涂料应按本规范表 8.2.1 和表 8.2.2-2 中的抗冲击、压痕、硬度、23℃附着力和 48h 阴极剥离等性能进行检验,检验不合格时不应使用。

6 应按产品说明书要求的条件储存涂料。涂料宜储存在通风、干燥的室内环境中;室外存放时,应避免日晒和雨雪等的影响。配套清洗设备用的溶剂应分区存放,存放处应通风、干燥,并应采取遮盖保护措施。

8.3 补口施工

8.3.1 表面处理应按照施工工艺规程(APS)进行,并应符合下列规定:

1 补口部位钢管表面应进行喷砂除锈,喷砂除锈磨料粒径宜在 0.2mm~2.0mm 之间;当采用密闭循环喷砂除锈时,宜采用钢砂作为磨料。

2 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 规定的 Sa2^{1/2} 级。采用液体环氧补口时,表面锚纹

深度应达到 $40\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$;采用液体聚氨酯补口时,表面锚纹深度应达到 $50\mu\text{m}\sim 110\mu\text{m}$ 。

3 管体聚烯烃防腐层处理宽度应超出搭接宽度 20mm,管体环氧防腐层及聚氨酯防腐层表面处理宽度不宜超过搭接宽度。

4 补口部位钢管表面灰尘应达到现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3 部分:涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3 规定的 2 级及以上质量。

5 表面处理后宜随即进行补口涂装,间隔时间不应超过 2h。

6 补口涂装作业前,宜对聚烯烃防腐层搭接面采用火焰极化、电晕极化或氧化性气体极化处理等方式进行极化处理。

8.3.2 涂敷应按照施工工艺规程(APS)进行,并应符合下列规定:

1 宜采用喷涂或刷涂方式进行液体涂料补口涂敷。

2 采用喷涂方式补口时,应按照生产商涂料使用说明书的要求进行。

3 采用手工刷涂方式时,应严格按产品使用说明书的规定进行配料、混合,并在适用期内涂刷涂料。

4 补口防腐层固化前,不应下沟回填。

8.4 补口质量检验

8.4.1 防腐补口工艺评定试验(PQT)和施工前检验(PPT)应进行外观、厚度、硬度、漏点及附着力检查。

8.4.2 补口部位表面处理的质量检验应按照检验和试验计划(ITP)进行,并应符合下列规定:

1 应按现行国家标准《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 的规定对每道口进行目视检查,表面除锈质量应达到 $\text{Sa}2^{1/2}$ 级的要求。

2 应每 4h 至少检测 1 次锚纹深度,采用液体环氧补口时,表面锚纹深度应达到 $40\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$;采用液体聚氨酯补口时,表面锚纹深度应达到 $50\mu\text{m}\sim 110\mu\text{m}$ 。

3 应逐道口检测钢管表面灰尘等级,每次至少随机选择 2 点进行检测,应按现行国家标准《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评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3 规定的方法进行表面灰尘等级评定,表面灰尘等级应达到 2 级及以上质量要求。

4 施工现场处于盐碱地带或防腐管经海运或海边堆放时,应按现行国家标准《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 规定的方法或其他适宜的方法检测钢管表面的盐分含量,每天应检查 1 次,可溶盐含量不应超过 $20\text{mg}/\text{m}^2$ 。

5 管体防腐层搭接面经处理后,应逐道口检测表面处理情况,采用目视检测,表面应粗糙、状态均匀,无表面光滑的部位,表面应清洁,无沙粒、无灰尘,呈现防腐层本体颜色。聚乙烯防腐层搭接面处理宽度应超出涂敷搭接边缘 20mm 以上,表面应无毛刺。

8.4.3 补口防腐层质量检验应包括外观、厚度、硬度、漏点和附着力,并应符合下列规定:

1 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、无流挂、无划痕、无气泡、无色差斑块等外观缺陷;补口防腐层和管体防腐层的搭接宽度不应小于 50mm,补口防腐层边缘应无缝隙。

2 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。在补口防腐层圆周方向上检测均匀分布的 4 点,其中 1 点应位于焊缝上。4 个点厚度平均值应大于或等于设计厚度,最薄点读数应不低于设计厚度的 80%,且不宜超过 1 个点。

3 补口防腐层固化后,应采用邵氏硬度计逐一检测补口防腐

层的硬度,每个补口防腐层应至少检测 1 点,且宜在管体防腐层搭接部位选择测点,检测时防腐层表面温度宜为 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。防腐层硬度不应低于本规范表 8.2.2-1 或表 8.2.2-2 的相应要求,且应符合产品说明书的规定。硬度不合格时,补口防腐层应为不合格。

4 补口防腐层固化后,应采用电火花检漏仪逐口进行漏点全面检查,无漏点为合格;检漏电压应为 $5\text{V}/\mu\text{m}$,扫描电极移动速度不应超过 0.3m/s 。

5 补口防腐层固化后,应按现行行业标准《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854 规定的方法进行附着力检测,每班应检测 1 道。每道口应分别检测补口防腐层对钢管、补口防腐层对管体防腐层的附着力。检测时管体温度不宜高于 30°C 。补口防腐层对钢管的附着力不应小于 10.0MPa ,对聚烯烃管体防腐层的附着力不应小于 3.0MPa ,对环氧类及聚氨酯类管体防腐层的附着力不应小于 4.0MPa 。出现不合格时,应加倍抽检,加倍抽检仍有不合格时,应对该班内涂敷的补口防腐层逐一进行附着力检查。附着力不合格时,补口防腐层应为不合格。

9 聚合物胶粘带补口

9.1 补口材料

9.1.1 补口防腐带宜选用厚胶带隔离纸型的聚乙烯胶粘带,补口防腐等级不应低于管体防腐层,适用温度宜为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 。补口防腐层结构及厚度应满足表 9.1.1 的要求。

表 9.1.1 补口防腐层结构及厚度

代码	补口防腐层类型	总厚度(mm)
3A	底漆+聚乙烯防腐胶粘带	≥ 2.0
3B	底漆+聚乙烯防腐胶粘带+聚乙烯保护胶粘带	≥ 2.0
3C	底漆+聚乙烯防腐胶粘带+聚丙烯胶粘带	≥ 3.0

9.1.2 底漆应由胶粘带供货商配套提供,其性能应满足表 9.1.2 的要求。

表 9.1.2 底漆性能指标

项目名称	性能指标	试验方法
不挥发物含量(%)	≥ 15	《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定》GB/T 1725
粘度(涂-4杯)(s)	10~30	《涂料粘度测定法》GB/T 1723
表干时间(min)	≤ 5	《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728

9.1.3 聚乙烯胶粘带性能应满足表 9.1.3 的要求。

表 9.1.3 聚乙烯胶粘带性能指标

项目名称	性能指标	试验方法
厚度(mm)	符合厂家规定, 厚度偏差 $\leq \pm 5\%$	《塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法》GB/T 6672
基膜拉伸强度(MPa)	≥ 18	《塑料 拉伸性能的测定 第3部分:薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3(5型试件,拉伸速度 50mm/min)
基膜断裂拉伸应变(%)	≥ 200	

续表 9.1.3

项 目 名 称		性能指标	试 验 方 法
剥离强度 (23℃) (N/cm)	对底漆钢	≥ 20	《胶粘带剥离强度的试验方法》 GB/T 2792
	对背材	≥ 20	
	对管体防腐层	≥ 20	
基膜电气强度(MV/m)		≥ 30	《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
体积电阻率($\Omega \cdot m$)		$\geq 1 \times 10^{12}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
吸水率(%)		≤ 0.2	《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层 技术标准》SY/T 0414
水蒸气渗透率 [mg/(24h·cm ²)]		≤ 0.45	《塑料薄膜和片材透水蒸气性试 验方法(杯式法)》GB 1037
耐热老化 ($T_{\max} + 20^\circ\text{C}$, 2400h)(%)		≥ 75	《钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层 技术标准》SY/T 0414
耐紫外光老化(600h)(%)		≥ 80	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T 23257

注:1 保护胶粘带,不要求对底漆钢、管体防腐层的剥离强度性能。

2 耐热老化指标是指试样在 $T_{\max} + 20^\circ\text{C}$ 、2400h 老化后,基膜拉伸强度、基膜断裂拉伸应变以及胶带剥离强度的保持率。

3 耐紫外光老化指标是指光老化后,基膜拉伸强度、基膜断裂拉伸应变的保持率。与保护胶粘带配合使用的防腐胶粘带可以不考虑这项指标。

9.1.4 聚丙烯胶粘带性能应满足表 9.1.4 的要求。

表 9.1.4 聚丙烯胶粘带性能指标

项 目 名 称		性能指标	试 验 方 法
厚度(mm)		符合厂家规定, 厚度偏差 $\leq \pm 5\%$	《塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法》GB/T 6672
基膜拉伸强度(MPa)		≥ 60	《塑料 拉伸性能的测定 第3部 分:薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3(2型试件,拉伸速度 50mm/min)
剥离强度 (23℃) (N/cm)	对聚乙烯背材	≥ 20	《胶粘带剥离强度的试验方法》 GB/T 2792
	对聚丙烯背材	≥ 20	

续表 9.1.4

项 目 名 称	性能指标	试 验 方 法
击穿电压(kV)	≥ 20	《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
吸水率(%)	≤ 0.35	《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414
体积电阻率($\Omega \cdot m$)	$\geq 1 \times 10^{12}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
水蒸气渗透率 [mg/(24h·cm ²)]	≤ 0.45	《塑料薄膜和片材透水蒸气性试验方法(杯式法)》GB 1037
耐热老化 ($T_{max} + 20^\circ C, 2400h$)(%)	≥ 75	《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414
耐紫外光老化(600h)(%)	≥ 80	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257

注:1 耐热老化指标是指试样老化后,基膜拉伸强度、剥离强度的保持率。

2 耐紫外光老化指标是指光老化后,基膜拉伸强度保持率。

9.1.5 聚合物胶粘带防腐层性能应满足表 9.1.5 的要求。

表 9.1.5 聚合物胶粘带防腐层性能指标

项 目 名 称		性 能 指 标			试 验 方 法
		3A	3B	3C	
厚度(mm)		符合设计规定			《钢管防腐层厚度的无损测量方法(磁性法)》SY/T 0066
抗冲击(23℃)(J/mm)		≥ 4	≥ 4	≥ 4	《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414
剥离强度(对背材和管体防腐层)(N/cm)	23℃	≥ 20	≥ 20	≥ 20	《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414(剥离速度 100mm/min)
	T_{max}	≥ 2	≥ 2	≥ 2	
剥离强度(对底漆钢)(N/cm)	23℃	≥ 20	≥ 20	≥ 20	
	T_{max}	≥ 3	≥ 3	≥ 3	
阴极剥离(23℃,28d)(mm)		≤ 15	≤ 15	≤ 15	《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315

9.1.6 材料验收应符合下列规定:

1 每种牌(型)号的聚乙烯/聚丙烯胶粘带及底漆应由有资质的第三方检验机构按本规范表 9.1.2、表 9.1.3、表 9.1.4、表 9.1.5 的规定进行检验,性能达不到规定要求的不应使用。

2 应对每批到货的聚乙烯胶粘带产品进行检验,每种规格的批量应不超过 1000 卷,应按本规范表 9.1.2 规定的性能、表 9.1.3 规定的除耐热老化和耐紫外光老化以外的性能及表 9.1.5 规定的性能进行检验;应对每批聚丙烯胶粘带产品按照本规范表 9.1.4 规定的除耐热老化和耐紫外光老化以外的性能及表 9.1.5 规定的性能进行检验,当对产品质量有怀疑时,应按进行全部性能检验。

9.2 补口施工

9.2.1 钢管表面处理应符合下列规定:

1 钢管表面除锈前,应清除钢管表面的焊渣、毛刺,并应将附着在钢管外表面的油、油脂及任何其他杂质清理干净。除锈前钢管表面温度应高于露点温度 3℃ 以上。

2 钢管表面除锈宜采用喷射除锈方式,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 规定的 Sa2^{1/2} 级。经设计选定,也可采用动力工具除锈方法,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 规定的 St3 级。

3 除锈后,应对可能刺伤防腐层的尖锐部分进行打磨,并将附着在金属表面的磨料和灰尘清理干净。

4 钢管表面处理后至涂底漆前的时间间隔宜控制在 2h 内,出现返锈或表面污染时,应重新进行表面预处理。

5 搭接区防腐层的表面处理应按照确定的施工工艺规程 (APS) 进行处理。

9.2.2 补口防腐层施工应按照施工工艺规程 (APS) 进行, 并应符合下列规定:

1 应按照底漆使用说明书的要求涂刷底漆, 使用前底漆应充分搅拌均匀, 且均匀地涂刷在补口区域的管道表面。待底漆表干后再缠绕胶粘带, 期间应防止表面污染。

2 胶粘带的解卷温度应符合胶粘带材料说明书的规定。宜使用专用缠绕机或手动缠绕机进行缠绕施工。在缠绕胶粘带时, 宜采用胶粘带制造商配套供应的填充材料填充焊缝两侧。螺旋焊缝管缠绕胶粘带时, 胶粘带缠绕方向应与焊缝方向一致。

3 应在涂好底漆的管道补口区域按照搭接要求缠绕胶粘带。与工厂预制防腐层的搭接宽度不应小于 100mm, 且至少应原位缠绕 2 圈。胶粘带始末端搭接长度不应小于 $1/4$ 管子周长, 且不应小于 100mm。两层缠绕时, 搭接缝应相互错开, 搭接宽度应满足设计要求, 且不应低于 25mm。缠绕时胶粘带搭接缝应平行, 不得扭曲皱褶, 带端应压贴, 使其不翘起。

9.3 补口质量检验

9.3.1 表面处理质量应按现行国家标准《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 的规定对补口逐一进行目视检查, 表面处理质量应达到本规范第 9.2.1 条的规定。

9.3.2 工艺评定试验 (PQT)应对补口区管道防腐层外观、漏点及本规范表 9.1.5 规定的性能进行检验。施工前试验 (PPT) 应对补口区管道防腐层外观、漏点及本规范表 9.1.5 规定的除阴极剥离以外的性能进行检验。

9.3.3 施工完毕后的检验应符合下列规定:

1 应采用无损测厚仪逐一对厚度进行检测。应在补口防腐层圆周方向上检测均匀分布的 4 点,其中至少 1 点应位于焊缝上。管体补口防腐层厚度不应低于设计厚度,焊缝处防腐层厚度不应低于设计厚度的 80%。

2 每一个补口均应进行电火花检漏,检漏时,探头移动速度不应大于 0.3m/s。检漏电压应按现行行业标准《管道防腐层检漏试验方法》SY/T 0063 的规定确定。

3 每 100 个补口至少应抽测 1 个补口的剥离强度,剥离强度检测应在缠好胶粘带 24h 后进行,测试温度宜为 15℃~25℃。应按现行行业标准《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414 规定的方法进行检验,剥离强度不应低于 20N/cm。不合格时,应加倍抽测,加倍抽测仍有不合格时,则该段管线应全部重新补口。

10 黏弹体胶带补口

10.1 补口防腐层

10.1.1 采用黏弹体胶带补口时应与保护外带配套使用,现场补口防腐层结构宜为黏弹体胶带+聚丙烯胶粘带/聚乙烯保护外带(4A)或黏弹体胶带+压敏胶型热收缩材料(4B)。

10.1.2 黏弹体胶带+聚丙烯胶粘带/聚乙烯保护外带(4A)和黏弹体胶带+压敏胶型热收缩材料(4B),适用温度宜为 $-40^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

10.2 补口材料

10.2.1 黏弹体胶带的性能应符合表 10.2.1 的规定。

表 10.2.1 黏弹体胶带性能指标

项 目	性能指标		试 验 方 法
外观	边缘平直,表面平整、清洁		目测
胶带厚度(mm)	≥ 1.8		《塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法》GB/T 6672
滴垂($T_{\max}+20^{\circ}\text{C}$, 且 $\geq 80^{\circ}\text{C}$,48h)	无滴垂		本规范附录 A
绝缘电阻(23℃)	$R_{s100}(\Omega\cdot\text{m}^2)$	$\geq 1\times 10^8$	本规范附录 D
	R_{s100}/R_{s70}	≥ 0.8	
剥离强度(对钢/管 体防腐层)(N/cm)	-45°C	≥ 50 ,胶层 覆盖率 $\geq 95\%$	《胶粘带剥离强度的试验方法》 GB/T 2792
	23°C	≥ 2 ,胶层 覆盖率 $\geq 95\%$	
	$T_{\max}$	≥ 0.2 ,胶层 覆盖率 $\geq 95\%$	

续表 10.2.1

项 目		性能指标	试 验 方 法
热水浸泡($T_{\max} + 20^{\circ}\text{C}$, 100d)剥离强度(23°C)(N/cm)	对钢	≥ 2 , 胶层覆盖率 $\geq 95\%$	本规范附录 C 和《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
	对管体防腐层	≥ 2 , 胶层覆盖率 $\geq 95\%$	
干热老化($T_{\max} + 20^{\circ}\text{C}$, 100d)剥离强度(23°C)(N/cm)	对钢	≥ 2 , 胶层覆盖率 $\geq 95\%$	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257
	对管体防腐层	≥ 2 , 胶层覆盖率 $\geq 95\%$	
搭接剪切强度(MPa)	23°C	≥ 0.02	《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124
	-45°C	≥ 1.0	
体积电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)		$\geq 1 \times 10^{12}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
吸水率(%)		≤ 0.03	《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414
耐化学介质浸泡(常温, 90d)	10%NaOH	无鼓泡、无剥离	《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315
	3%NaCl	无鼓泡、无剥离	

注:仅当 70d 防腐层绝缘电阻率小于 100d 防腐层绝缘电阻率指标的 10 倍时,需要满足 $R_{s100}/R_{s70} \geq 0.8$ 的要求。

10.2.2 聚乙烯保护外带/聚丙烯胶粘带性能应符合本规范表 9.1.3、表 9.1.4 的规定。

10.2.3 压敏胶型热收缩材料性能应符合本规范表 7.1.3-5 的规定。

10.2.4 黏弹体胶带 + 外护带防腐层性能应符合本规范表 10.2.4 的规定。

表 10.2.4 黏弹体胶带+外护带防腐层性能指标

项 目		性 能 指 标		试 验 方 法
		黏弹体+聚 合物胶粘带	黏弹体+压敏 胶型热收缩带	
抗冲击(23℃,检漏电压 15kV)(J)		≥3	≥15	《埋地钢质管道 聚乙烯防腐层》 GB/T 23257
压痕(23℃,1MPa,检漏 电压 5kV/mm+5kV),剩 余厚度(mm)		≥0.6,无漏点	-	
压痕(23℃,10MPa,检 漏电压 5kV/mm+5kV), 剩余厚度(mm)		-	≥0.6,无漏点	
阴极剥离(T_{max} , 28d) (mm)		≤15	≤15	
剥离强度(对 钢/管体防腐 层)(N/cm)	23℃	≥4,胶层 覆盖率≥95%	≥4,胶层 覆盖率≥95%	《埋地钢质管道聚 乙烯防腐层》 GB/T 23257(拉伸 速度 10mm/min)
	T_{max}	≥0.4,胶层 覆盖率≥95%	≥0.4,胶层 覆盖率≥95%	

注:剩余厚度为试验前防腐层厚度与压痕深度之差。

10.2.5 黏弹体胶带、保护外带验收应符合下列规定:

1 黏弹体胶带使用前应由有资质的第三方检验机构按本规范表 10.2.1 和表 10.2.4 的规定进行检验。使用过程中每批批量不超过 1000 卷的黏弹体胶带应按本规范表 10.2.1 规定的外观、厚度、滴垂、剥离强度、搭接剪切强度、体积电阻率和吸水率等性能和本规范表 10.2.4 规定的性能进行检验。

2 聚乙烯保护外带使用前应由有资质的第三方检验机构按本规范表 9.1.3 规定的(对底漆钢的剥离强度除外)性能进行检验。使用过程中每批批量不超过 1000 卷的聚乙烯保护外带应对本规范表 9.1.3 规定的厚度、基膜拉伸强度、基膜断裂拉伸应变和剥离强度等性能进行检验。

3 聚丙烯胶粘带使用前应由有资质的第三方检验机构按本

规范表 9.1.4 规定的(聚乙烯背材剥离强度除外)性能进行检验。使用过程中每批批量不超过 1000 卷的聚丙烯胶粘带应按本规范表 9.1.4 规定的厚度、基膜拉伸强度、剥离强度和击穿电压等性能进行检验。

4 压敏热收缩材料使用前应由有资质的第三方检验机构按本规范表 7.1.3-5 规定的性能以及表 7.1.4 规定的各试验条件下对搭接区防腐层的剥离强度性能进行检验。使用过程中每批批量不超过 5000 个的压敏热收缩材料应按本规范表 7.1.3-5 规定的(耐环境应力开裂除外)性能及表 7.1.4 中 28d 热水浸泡前后对搭接区防腐层的剥离强度性能进行检验。

10.3 补口施工

10.3.1 钢管表面处理应符合下列规定：

1 应按现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407中规定的手工除锈或喷砂除锈方式对管道表面进行处理,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 规定的 St3 级或 Sa2^{1/2} 级,锚纹深度宜不大于 50 μ m;除锈后应清除表面灰尘,表面灰尘度等级应达到现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3 部分:涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3 规定的 3 级及以上质量要求。

2 搭接区防腐层表面处理应按照确定的施工工艺规程(APS)进行。

10.3.2 涂敷安装应符合下列规定：

1 黏弹体胶带补口施工应按照确定的施工工艺规程(APS)进行。

2 黏弹体胶带轴向搭接宽度不应小于 10mm,胶带始末端搭

接长度不应小于 50mm,黏弹体胶带与管体防腐层搭接宽度不应小于 50mm。

3 保护外带安装前,应按本规范第 10.4.3 条的要求对黏弹体胶带防腐层进行检验合格,且表面应保持干燥、洁净。

4 采用聚丙烯胶粘带/聚乙烯保护外带时,轴向相互搭接宽度不应小于带宽的 50%,轴向包覆宽度应超出黏弹体胶带防腐层两侧各 100mm。采用热收缩带外护带时,其轴向包覆宽度应超出黏弹体胶带防腐层两侧各 50mm。

10.4 补口质量检验

10.4.1 表面处理质量检验应按照检验和试验计划(ITP)进行,并应符合下列规定:

1 应按现行国家标准《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 的规定对每道口钢管表面进行逐一目视检查,表面除锈质量应达到 Sa2^{1/2}级或 St3 级的要求。

2 喷射除锈时,应每 4h 至少检测 1 次锚纹深度,宜按现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后钢材表面粗糙度特性 第 4 部分:ISO 表面粗糙度比较样块的校准和表面粗糙度的测定方法 触针法》GB/T 13288.4 或《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第 5 部分:表面粗糙度的测定方法 复制带法》GB/T 13288.5 的相关规定,采用粗糙度测量仪或锚纹深度测试纸进行测量,表面锚纹深度不宜大于 50 μ m。

3 应按现行国家标准《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评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3 规定的方法逐道口进行钢管表面灰尘等级评定,每 20 道补口至少应检测 1 次钢管表面灰尘度,每道补口至少应随机抽查 1 点,表面灰尘度等级应达到 3 级及以上质量要求。

10.4.2 工艺评定试验(PQT)应对补口防腐层外观、漏点、抗冲击、压痕和阴极剥离等性能进行检验。施工前试验(PPT)应对补口防腐层外观、漏点、抗冲击和阴极剥离等性能进行检验。

10.4.3 黏弹体胶带施工完成后,保护外带施工前质量检验应按照检验和试验计划(ITP)进行,并应符合下列规定:

1 补口部位外观应逐个目视检查,黏弹体胶带防腐层表面应平整、搭接均匀、无皱褶、无气泡,黏弹体胶带与管体防腐层搭接宽度不应小于 50mm。

2 每道补口至少应选择一个截面上均匀分布的 4 点采用无损测厚仪进行厚度检测,黏弹体胶带防腐层厚度不应小于 1.5mm。若不合格,应缠绕黏弹体胶带至规定厚度。

3 应采用电火花检漏仪对黏弹体胶带防腐层进行全面检查,以无漏点为合格;检漏电压应为 10kV,探头移动速度宜约为 0.3m/s,连续检测时检漏电压应每 4h 校正 1 次。有漏点时,应采用黏弹体胶带进行修补并检漏,直至合格。

10.4.4 保护外带施工完毕后的质量检验应按照检验和试验计划(ITP)进行,并应符合下列规定:

1 补口部位外观应逐个目测检查,聚合物胶粘带表面应平整、搭接均匀、无皱折、无空鼓,与管体防腐层搭接宽度不应小于 100mm;压敏胶型热收缩带表面应平整、无皱褶、无空鼓、无烧焦炭化等现象,两侧应有胶粘剂均匀溢出,与管体防腐层搭接宽度不应小于 50mm。

2 应采用无损测厚仪逐一对厚度进行检测。在补口防腐层圆周方向上检测均匀分布的 4 点,其中至少 1 点应位于焊缝上。管体补口防腐层厚度不应低于设计厚度,焊缝处防腐层厚度不应低于设计厚度的 80%。

3 每一个补口应采用电火花检漏仪进行漏点检查,以无漏点为合格;检漏电压应为 15kV,探头移动速度宜为 0.3m/s,连续检测时检漏电压应每 4h 校正 1 次。

4 每 100 道补口至少应抽测 1 道补口的剥离强度,检测宜在外护带施工完毕 72h 后进行。应按现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 规定的方法进行检测,检测时的管体温度宜为 15℃~25℃。补口防腐层对钢管、搭接区防腐层的剥离强度均不应小于 4N/cm,胶层覆盖率不应小于 95%;聚丙烯胶粘带/聚乙烯保护外带对搭接区防腐层的剥离强度不应小于 20N/cm,压敏胶型热收缩材料对搭接区防腐层的剥离强度不应小于 18N/cm,且 80%表面应呈内聚破坏。有不合格时,应加倍抽查。加倍抽查仍有不合格时,该段管线的补口应全部返修。

11 环氧粉末补口

11.1 补口防腐层结构

11.1.1 单层环氧粉末补口防腐层应为一次成膜结构。双层环氧粉末补口防腐层应由内、外两种环氧粉末涂料依次喷涂成膜而构成。环氧粉末补口防腐层的适用温度宜为 $-30^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

11.1.2 环氧粉末补口防腐层等级和厚度应符合表 11.1.2-1 或表 11.1.2-2 的规定。补口搭接宽度不应小于 25mm。

表 11.1.2-1 单层环氧粉末补口防腐层厚度(μm)

防腐层等级	最小厚度
普通级	300
加强级	400

表 11.1.2-2 双层环氧粉末补口防腐层厚度(μm)

防腐层等级	最小厚度		
	内层	外层	总厚度
普通级	250	350	600
加强级	300	500	800

11.2 补口材料

11.2.1 环氧粉末涂料性能应符合表 11.2.1-1 的要求,防腐层性能应符合表 11.2.1-2 的要求。

表 11.2.1-1 环氧粉末涂料的性能指标

项 目		性 能 指 标			试 验 方 法
		单层环氧粉末涂料	双层环氧粉末涂料		
			内 层	外 层	
外观		色泽均匀,无结块	色泽均匀,无结块		目测
固化时间(min)		≤2 且符合粉末 生产商给定范围	≤2 且符合粉末 生产商给定范围	≤1.5 且符合粉末 生产商给定范围	《钢质管道熔结环氧粉末外涂层 技术规范》SY/T 0315
胶化时间(s)		≤30 且符合粉末 生产商给定范围	≤30 且符合粉末 生产商给定范围	≤20 且符合粉末 生产商给定范围	《电气绝缘用树脂基反应复合物 第 2 部分:试验方法 电气用涂敷 粉末方法》GB/T 6554
热 特 性	反应热 $\Delta H(\text{J/g})$	≥45 且符合粉末 生产商给定特性	≥45 且符合粉末生产商给定特性		《钢质管道熔结环氧粉末外涂层 技术规范》SY/T 0315
	玻璃化温度 $T_{g2}(\text{℃})$	≥95	≥95		
不挥发物含量(%)		≥99.4	≥99.4		《电气绝缘用树脂基反应复合物 第 2 部分:试验方法 电气用涂 敷粉末方法》GB/T 6554
粒度分布(%)		150 μm 筛上粉末≤3.0 250 μm 筛上粉末≤0.2	150 μm 筛上粉末≤3.0 250 μm 筛上粉末≤0.2		
密度(g/cm ³)		1.3~1.5 且符合粉末 生产商给定值±0.05	1.3~1.5 且符合粉末 生产商给定值±0.05	1.4~1.8 且符合粉末 生产商给定值±0.05	《化工产品密度、相对密度的测 定》GB/T 4472
磁性物含量(%)		≤0.002	≤0.002		《普通磨料 磁性物含量测定方 法》JB/T 6570

注:胶化时间和固化时间的测试温度应为产品说明书指定的涂敷温度。未指定时,常温涂敷粉末试验温度应为 230℃。

表 11.2.1-2 环氧粉末防腐层性能指标

项 目		性 能 指 标		试 验 方 法
		单层防腐层	双层防腐层	
外观		平整、色泽均匀、无气泡、无开裂及缩孔、允许有轻度桔皮状花纹	平整、色泽均匀、无气泡、无开裂及缩孔、允许有轻度桔皮状花纹	目测
热特性	玻璃化温度变化值 $ \Delta T_g $ (°C)	≤ 5	≤ 5 (内层、外层)	《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315
	固化百分率(%)	≥ 95	≥ 95 (内层、外层)	
阴极剥离 (mm)	65°C, 48h	≤ 6.5	≤ 6.5	
	65°C, 28d	≤ 15	≤ 15	
抗弯曲		3°弯曲, 无裂纹	2°弯曲, 无裂纹	
抗冲击		1.5J(-30°C), 无漏点	10J(23°C), 无漏点	
断面孔隙率(级)		1~4	1~4	
粘结面孔隙率(级)		1~4	1~4	
附着力(对钢)(24h)级		1~3	1~3	
附着力(对钢)(28d)级		1~3	1~3	
耐划伤(30kg)(μm)		-	≤ 350 , 无漏点	《管道防腐层的耐划伤试验方法》SY/T 4113
耐磨性(落砂法)($1/\mu\text{m}$)		≥ 3	-	《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315
电气强度(MV/m)		≥ 30	≥ 30	《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
体积电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)		$\geq 1 \times 10^{13}$	$\geq 1 \times 10^{13}$	《固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法》GB/T 1410
弯曲后涂层耐阴极剥离(28d)		2.5°, 无裂纹	1.5°, 无裂纹	《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315
耐化学腐蚀		合格	合格	

注:1 材料检验用试件的涂层厚度宜按普通级确定。

2 弯曲试验温度可选-30°C、-18°C、0°C。

11.2.2 双层环氧粉末防腐层的内、外层环氧粉末涂料应使用同一生产商的配套产品,并应有明显色差。

11.2.3 环氧粉末补口施工前,每批批量不超过 20t 的粉末应进行取样,应由有资质的第三方检验机构进行检验。首批环氧粉末应按本规范表 11.2.1-1 和表 11.2.1-2 规定的性能进行检验,使用过程中每批宜对本规范表 11.2.1-1 规定的外观、固化时间和胶化时间等性能,以及本规范表 11.2.1-2 规定的外观、热特性、48h 阴极剥离、抗弯曲、抗冲击、断面孔隙率、粘结面孔隙率和 24h 附着力等性能进行检验,结果应符合本规范的要求。

11.3 补口防腐层施工和质量检验

11.3.1 环氧粉末补口的表面处理质量检验应符合现行行业标准《钢质管道熔结环氧粉末外防腐层技术规范》SY/T 0315 的规定。

11.3.2 环氧粉末补口施工应符合现行行业标准《钢质管道熔结环氧粉末外防腐层技术规范》SY/T 0315 的规定,并应符合下列规定:

1 正式补口涂敷作业前,应按照确定的施工工艺规程(APS)进行施工前试验(PPT)。管道补口防腐层的涂敷施工应按照环氧粉末产品说明书的要求及所确定防腐补口施工工艺规程(APS)进行。

2 补口加热温度应满足钢管的加热温度限制,且不应因工厂预制 FBE 防腐层造成损伤。

11.3.3 补口质量检验应按照检验和试验计划(ITP)进行,并应符合下列规定:

1 工艺评定试验(PQT)应对防腐层厚度、外观、漏点和表 11.3.3 规定的性能进行检验。施工前试验(PPT)应对防腐层厚度、外观、漏点和表 11.3.3 规定的热特性和附着力性能进行检验。

表 11.3.3 工艺评定试验防腐层性能指标

项 目	性 能 指 标		试验方法
	单层涂层	双层涂层	
热特性:玻璃化温度 变化值 $ \Delta T_g $ (°C)	≤ 5	≤ 5 (内层、外层)	《钢质管道熔 结环氧粉末外涂 层技术规范》 SY/T 0315
阴极剥离(65°C, 24h)(mm)	≤ 8	≤ 8	
抗弯曲	2.5°, 无裂纹	普通级: 2°, 无裂纹	
		加强级: 1.5°, 无裂纹	
抗冲击	-30°C, 1.5J, 无漏点	普通级: 23°C, 10J, 无漏点	
		加强级: 23°C, 15J, 无漏点	
断面孔隙率(级)	1~4	1~4	
粘结面孔隙率(级)	1~4	1~4	
附着力(24h)(级)	1~3	1~3	
耐划伤(μm)	—	普通级(30kg): ≤ 350 , 无漏点	《管道防腐层 的耐划伤试验方 法》SY/T 4113
		加强级(50kg): ≤ 500 , 无漏点	

注:弯曲试验温度可选-30°C、-18°C、0°C。

2 应对每道口的表面处理、加热温度、防腐层外观、厚度、漏点及与工厂预制 FBE 防腐层的搭接宽度进行检验,检验结果应符合本规范的相关技术规定。

3 每 100 道口应至少抽检 1 道口的防腐层附着力。附着力检验时,管体温度应降至环境温度,应用刀尖在涂层上沿钢管轴线方向划两条相距 10mm 的平行线,再划与前两条线相交成 30°角的两条相距 10mm 的平行线,形成一个平行四边形;各条刻线应划透涂层。然后,把刀尖插入平行四边形各内角的涂层下,施加水平推力,涂层以碎末状剥离时为合格。

12 交 工 文 件

12.0.1 工程交工验收前,施工单位应按照规定向建设单位提交交工文件。

12.0.2 交工文件应包括下列内容:

- 1 补口材料出厂合格证及质量检验报告;
- 2 补口施工记录及检验报告;
- 3 建设单位所需的其他有关资料。

附录 A 滴垂试验方法

A.0.1 本方法适用于压敏胶热收缩带、黏弹体胶带的滴垂性试验。

A.0.2 仪器设备应符合下列规定：

- 1 烘箱的可控制温度应为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 试样架上试样应能自由无摩擦地垂直悬挂，试样间距应确保试样不能互相接触。

A.0.3 试样的制备应符合下列规定：

- 1 切割 3 个长 150mm、宽 50mm 的试样；
- 2 对宽度 50mm 及以下的窄胶带，直接采用整条胶带；
- 3 每组试样 3 个。

A.0.4 试验步骤应符合下列规定：

- 1 将试样自由悬挂在规定温度的恒温烘箱里，静置 48h；
- 2 试验结束，取出试样；
- 3 观察是否出现滴垂；
- 4 2 个及以上试样出现滴垂，则判为不合格；如果 1 个试样出现滴垂，应另外制备一组试样重复试验，不出现任何滴垂现象应为合格。

A.0.5 试验结果应报告合格或不合格。

附录 B 压敏胶吸水性试验方法

B.0.1 本方法适用于压敏胶型热收缩带胶层的吸水性试验。

B.0.2 仪器设备应符合下列规定：

- 1 分析天平的精度应为 0.1mg；
- 2 烘箱的温度范围应为常温~200℃；
- 3 恒温水浴应适用于常温~100℃，控温精度应为±2℃；
- 4 干燥器可采用无水氯化钙或硅胶作干燥剂。

B.0.3 试样的制备应符合下列规定：

- 1 将胶层切割成 50mm×50mm 的试件，试件的厚度应为胶层的厚度；
- 2 试样表面应清洁，无裂纹；
- 3 每组试样应至少 3 个。

B.0.4 试验步骤应符合下列规定：

- 1 将试件在 50℃±2℃ 的烘箱中或常温干燥器中干燥 24h 进行预处理；
- 2 称量预处理后的试件质量 m_1 ，读数至 0.1mg；
- 3 将试件垂直浸没在 25℃±2℃ 的蒸馏水中，试件表面不应有气泡，试件相互间或试件与容器壁间不应接触；
- 4 浸泡 24h 后取出试件，应去除试件表面的水分，立即称量试件质量 m_2 ，读数至 0.1mg；
- 5 将称量后的试件放在 50℃±2℃ 的烘箱中或常温干燥器中进行 24h 干燥，然后取出称量干燥后的质量 m_3 ，读数至 0.1mg。

B.0.5 试验结果的计算应符合下列规定：

- 1 浸水后试件质量增加率 W_{pcl} 按照公式(B.0.5-1)计算：

$$W_{\text{pcl}}(\%) = [(m_2 - m_1) / m_1] \times 100 \quad (\text{B.0.5-1})$$

2 浸水后试件可溶物质质量损失率 S 按照公式(B. 0. 5-2)计算:

$$S(\%) = [(m_1 - m_3) / m_1] \times 100 \quad (\text{B. 0. 5-2})$$

3 试件的吸水率 W_{pc} 按照公式(B. 0. 5-3)计算:

$$W_{pc}(\%) = W_{pcl} + S \quad (\text{B. 0. 5-3})$$

4 试验结果应以每组试件计算结果的算术平均值表示,应将数值修约成 2 位有效数字。

附录 C 补口防腐层耐热水浸泡试验方法

C.0.1 本方法适用于补口防腐层的耐热水浸泡试验。

C.0.2 仪器设备应符合下列规定：

- 1 恒温的试验槽的温度控制精度应为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 试验槽的尺寸应满足浸泡一定数量试验管段要求。

C.0.3 试样的制备应符合下列规定：

1 从防腐管补口处截取，试件的尺寸宜为 $200\text{mm}\sim 300\text{mm}\times 200\text{mm}\times$ 管壁厚，试件数量应不少于 3 个；

2 公称直径 $\text{DN}\leq 168\text{mm}$ 的防腐管可直接截取试验管段，试件数量应不少于 2 个；

3 实验室制备补口防腐层试件时，应按照产品说明书要求安装模拟补口管段或涂敷试板，其中：

- 1) 液体涂料补口防腐层试件宜采用普通低碳钢板，尺寸宜为 $150\text{mm}\times 150\text{mm}\times 6\text{mm}$ ，试件数量应不少于 3 个；
- 2) 热收缩材料和黏弹体材料等补口防腐层宜采用管段试件，管径宜为 $\phi 89\text{mm}\sim \phi 168\text{mm}$ ，长度宜为 $250\text{mm}\sim 300\text{mm}$ ，试件数量应不少于 2 个。

C.0.4 试验步骤应符合下列规定：

- 1 应按本规范的相关规定对防腐层试件进行检漏；
- 2 应将水温调至规定的试验温度，恒温；将无漏点的防腐层试件放入试验槽中，应加水至完全浸没试件；
- 3 试验过程中应补充水，应保持试件完全浸没水中。

C.0.5 浸泡试验后的性能测试应符合下列规定：

- 1 在规定的试验时间后，可取出试件，进行外观检查；
- 2 液体涂料补口防腐层试件应在取出后 4h 内完成测试柱的

粘接,并应在 48h 内按现行行业标准《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854 规定的方法进行附着力测定;

3 热收缩材料和黏弹体等补口防腐层按现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 规定的方法进行剥离强度测定。

附录 D 防腐层绝缘电阻试验方法

D.0.1 本方法适用于补口防腐层绝缘电阻试验。

D.0.2 仪器设备应符合如下规定：

- 1 直流电源的额定电压应大于或等于 50V；
- 2 电压表的精度应为 0.1V；电流表的精度应为 5%，或直流欧姆表的精度应为 5%；
- 3 辅助铜电极的表面积应大于或等于 10cm^2 。

D.0.3 试样制备应符合下列规定：

- 1 试件宜为 3 块钢板或长 0.5m、直径至少为 50mm 的管段；
- 2 对试件进行表面喷砂除锈，除锈等级应达到 $\text{Sa}2^{1/2}$ 级，锚纹深度应达到补口材料产品说明书的要求；
- 3 按照补口材料产品说明书的要求制备防腐层，有效浸泡面积应大于或等于 0.03m^2 ，防腐层厚度应符合本规范中相应防腐层的规定。

D.0.4 试验步骤应符合下列规定：

- 1 配备的氯化钠(NaCl)溶液的浓度应为 0.1mol/L；
- 2 应按照本规范的相关规定方法对防腐层进行检漏，试件防腐层应无漏点；
- 3 管状试件应穿过塑料容器两个相对侧壁的孔洞，水平放置在容器中，使用绝缘密封胶将容器侧壁试件入口处的缝隙封闭；或将管状试件一端用绝缘密封胶密封后垂直浸入溶液中，金属部分应不与氯化钠溶液接触；或将塑料筒用绝缘密封胶粘接并密封在试件防腐层表面，倒入配备好的氯化钠，溶液高度应保证辅助铜电极浸没面积大于或等于 10cm^2 ；
- 4 应将辅助铜电极浸在氯化钠溶液里，直流电源正极应连接

在试件裸露钢表面,负极应连接在铜电极上;

5 每次测量时,打开直流电源,应采用欧姆表测量电阻或在接通电源 1min 后记录电压(U)和电流(I)。3d 应进行第一次测量,然后每周进行一次监视测量,当绝缘电阻低于本规范的相关规定时,应采用 3 个新的试件重复此试验;

6 常温试验应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行,试验应持续 100d,记录第 100d 时的测量值;高温试验应在设计最高温度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下进行,试验应持续 30d,记录第 30d 时的测量值;

7 实际测量的电阻值或电流值仅是电流流过浸在水里的防腐层的值,不能满足此要求时,应检查电流有无泄漏。

D.0.5 试验结果的计算应符合下列规定:

1 以 $\Omega \cdot \text{m}^2$ 为单位,用公式(D.0.4)计算绝缘电阻 R_s :

$$R_s = U \times S / I = R_l \times S \quad (\text{D.0.4})$$

式中: R_l ——实际测量出的浸在溶液中的防腐层电阻(Ω);

U ——铜电极与钢板间的电压(V);

S ——浸在溶液中的防腐层表面积(m^2);

I ——实际测量出的电流(A)。

2 计算常温试验第 100d 时每个试件的防腐层绝缘电阻及 3 个试件绝缘电阻的平均值,计算设计最高温度试验第 30d 的防腐层绝缘电阻,数值修约到 3 位有效数字。

本规范用词说明

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:

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:

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:

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,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《塑料薄膜和片材透水蒸气性试验方法(杯式法)》GB 1037
- 《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
- 《塑料 拉伸性能的测定 第3部分:薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
- 《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
- 《热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定》GB/T 1633
- 《涂料粘度测定法》GB/T 1723
- 《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
- 《胶粘带剥离强度的试验方法》GB/T 2792
- 《化工产品密度、相对密度的测定》GB/T 4472
- 《塑料 冲击法脆化温度的测定》GB/T 5470
- 《电气绝缘用树脂基反应复合物 第2部分:试验方法 电气用涂敷粉末方法》GB/T 6554
- 《塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法》GB/T 6672
- 《胶粘剂 拉伸剪切强度测定方法(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124

《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

《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第4部分:ISO表面粗糙度比较样块的校准和表面粗糙度的测定方法 触针法》GB/T 13288.4

《涂覆涂料前钢材表面处理 喷射清理后的钢材表面粗糙度特性 第5部分:表面粗糙度的测定方法 复制带法》GB/T 13288.5

《色漆和清漆 漆膜厚度的测定》GB/T 13452.2

《热熔胶粘剂软化点测定法 环球法》GB/T 15332

《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评定(压敏粘带法)》GB/T 18570.3

《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

《橡胶或塑料涂覆织物 破裂强度的测定 第1部分:钢球法》GB/T 20027.1

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257

《普通磨料 磁性物含量测定方法》JB/T 6570

《管道防腐层检漏试验方法》SY/T 0063

《钢管防腐层厚度的无损测量方法(磁性法)》SY/T 0066

《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315

《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407

《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414

《钢质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

《管道防腐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

中华人民共和国国家标准

管道外防腐层补口技术规范

GB/T 51241 - 2017

条 文 说 明

编制说明

《管道外防腐补口技术规范》GB/T 51241—2017,经住房和城乡建设部 2017 年 5 月 27 日以第 1582 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,《管道外防腐补口技术规范》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规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目 次

1	总 则	(67)
2	术语和缩略语	(68)
2.1	术语	(68)
3	基本规定	(69)
4	补口防腐层分类和选用	(70)
5	涂敷工艺和评定	(71)
5.1	施工工艺规程	(71)
5.2	工艺评定试验	(71)
5.3	施工前试验	(72)
6	表面处理	(73)
6.1	钢管表面处理	(73)
6.2	搭接区的防腐层处理	(73)
7	热收缩材料补口	(74)
7.1	补口材料	(74)
7.2	补口施工	(75)
7.3	补口质量检验	(76)
8	液体涂料补口	(78)
8.1	补口防腐层	(78)
8.2	补口材料	(78)
8.3	补口施工	(79)
8.4	补口质量检验	(79)
9	聚合物胶粘带补口	(80)
9.1	补口材料	(80)
9.2	补口施工	(80)

9.3	补口质量检验	(81)
10	黏弹体胶带补口	(82)
10.1	补口防腐层	(82)
10.2	补口材料	(82)
10.3	补口施工	(82)
10.4	补口质量检验	(83)
11	环氧粉末补口	(84)
11.1	补口防腐层结构	(84)
11.2	补口材料	(84)
11.3	补口防腐层施工和质量检验	(84)
12	交工文件	(86)

1 总 则

1.0.1 本条说明了制订本规范的目的。

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 术语和缩略语

2.1 术 语

2.1.1~2.1.6 这几条的定义引自 ISO 21809—3:2016,并作部分修正。

2.1.7 定义来源于原石油天然气行业标准《辐射交联聚乙烯热收缩带(套)》SY/T 4054—2003。

2.1.8 定义来源于《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。

2.1.9 极化处理一般用于聚烯烃防腐层搭接区域,通过处理材料表面提高补口涂层与聚烯烃材料的粘接效果。

3 基本规定

3.0.1 本条要求预制的外防腐管道焊接后应进行防腐补口,是为了保证防腐层的完整性。

3.0.2~3.0.4 这几条对补口防腐层结构和材料的选用作出了基本规定。

3.0.5 本条对材料使用前进行质量检验提出了要求。

3.0.6 本条规定了补口施工方式的选用原则,对大口径($DN \geq 1000\text{mm}$)的补口施工,建议采用机具施工以减少人为因素对质量的影响。

3.0.7 本条明确了补口施工前进行工艺评定试验(PQT)的要求。

3.0.8 本条强调补口施工环境应满足材料对施工环境的要求。

3.0.9 编制补口施工工艺流程(APS)的同时,应编制检验和试验计划(ITP),补口过程中按(ITP)进行检验和试验,并做好记录,以此证明表面处理、防腐层施工过程控制和施工完成的补口防腐层达到规定要求。

4 补口防腐层分类和选用

4.0.1 本条仅列出了工程中已经使用过以及相应防腐层标准推荐的补口防腐层类型。其中聚合物胶粘带,国内常用类型为一体带型,根据 BS EN12068 标准列出了内外带型。工程中补口部位很少采用聚丙烯作为防腐带的结构,因此未列出。

4.0.2 本条主要根据与主体防腐层性能相近相似的原则提出,同时考虑工程中可能出现的特殊工况。天然气压缩机站出口段埋地管道温度各项目温度并不统一,防腐层类型有多种选择,因此这里未专门针对压缩机出口段补口防腐层作规定。

4.0.3 本条是对特定环境下选用的补口防腐层选择的补充规定。

4.0.4 本条提出的定向钻穿越段和石方段管道补口防腐层主要考虑与主管防腐层的匹配,实际应用中应评估相应补口防腐层的性能。

5 涂敷工艺和评定

本章参照 ISO 21809—3:2008 的规定,并结合《油气管道工程钢质管道防腐层补口补伤技术规范》Q/SY GJX140—2012 附录 A 的规定。

5.1 施工工艺流程

5.1.1 补口施工开工前,施工单位应预先编制补口施工工艺预规程(APS)和检验/试验计划(ITP),编制 APS 时,要取得补口材料供应商的指导,并通过涂敷工艺评定试验(PQT)进行验证,补口施工质量应达到本规范的要求,并通过涂敷工艺评定试验完善预先编制的补口施工工艺,最终确定补口施工工艺规程(APS)。只有通过 PQT 验证的工艺规程(APS)才能指导补口施工。一旦确认了补口施工工艺规程(APS),正式补口施工作业、检验/试验都应按照确定的补口涂敷施工工艺规程(APS)进行。

检验/试验计划(ITP)是根据规范编制的,明确所有的检验工作和检验项目,包括检验试验频率、检验方法等要求。

5.1.2 补口涂敷施工工艺规程(APS)应根据本规范和设计要求、补口材料使用说明书等进行编制,内容应充分考虑补口施工的影响因素,涵盖补口施工各个环节及工艺参数控制要求和检验/试验内容。

5.2 工艺评定试验

5.2.1~5.2.3 工艺评定试验(PQT)所用的防腐管、工具和设备(包括检验设备)、补口程序、方法、控制要求、检验要求尽可能与实际补口施工过程一致。

5.2.4 对补口区域进行加热时,对主管道防腐层采取保护措施,避免管体防腐层产生起泡或剥离等破坏现象。

5.2.5 工艺评定试验(PQT)期间的涂敷施工时间应与预估的现场补口时间相当。工艺评定试验不在工程现场进行时,应分析评定试验环境与实际施工环境和作业条件的重要差异及可能的影响,如可能遇到的最高、最低环境温度等的影响。

5.2.6 工艺评定试验(PQT)结束后,应提交完整的评定试验结果报告。

5.3 施工前试验

5.3.1 如果工艺评定不是在施工现场进行,或施工现场环境与工艺评定时差异较大,可在补口施工前,在补口现场进行预生产试验,对补口施工工艺规程(APS)进行再次验证确认。

5.3.2 验证结果应满足本规范的相关要求,并与先前进行的涂敷工艺评定试验(PQT)的结果一致。如果试验结果不符合本规范的相关要求,说明施工现场的环境条件超出了工艺评定试验(PQT)的范围,需重新进行工艺评定试验。

6 表面处理

6.1 钢管表面处理

6.1.1 除锈前,钢管表面清理应按照现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407 的相关规定进行。除锈前管体表面的温度应至少高于露点温度 3℃。潮湿地区、冬季施工,预热温度适当提高有利于防腐层质量的提高。

6.1.2 根据补口防腐层材料和设计要求的表面除锈等级选用适宜的 surface 处理方法,如工具除锈、喷砂除锈等。选择除锈方式需要考虑的因素参见现行行业标准《涂装前钢材表面处理规范》SY/T 0407。

6.1.3 本条提出了表面处理质量要求。

6.1.4 表面处理 after,要尽快涂敷防腐层。待涂表面暴露时间不宜超过 2h,超过 2h 或发现返锈时,应重新进行表面处理。

6.2 搭接区的防腐层处理

6.2.1~6.2.3 不同防腐层系统对搭接区防腐层表面处理范围、处理方法和要求不尽相同,根据材料说明书规定制订 APS,并经工艺评定试验验证。

7 热收缩材料补口

7.1 补口材料

7.1.1 本条说明了补口热收缩材料的构成。

7.1.2 补口热收缩材料按照基材和胶的不同,分为以下类型:

1 以玛蹄脂为胶粘剂的聚乙烯热收缩材料,无须配套底漆(1A)。本规范规定的玛蹄脂型热收缩材料,适用温度范围宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。玛蹄脂胶气密性、防水性好,但剪切强度较低,施工容易。宜用于剪切要求较低的运行环境(水封隧道等)。

2 以热熔胶为胶粘剂的聚乙烯的热收缩材料(1B),带有配套环氧底漆,本规范规定的热熔胶型热收缩材料适用温度范围宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。三层结构聚乙烯防腐层(3PE)最高设计温度 80°C ,主要涉及运输、储存、施工、运行期间可能达到的最高温度,高温性能涉及高温下压痕硬度、耐热老化。热收缩材料补口不同,补口只涉及施工和运行期间可能达到的高温,收缩材料基材本身耐高温(本规范要求热老化 150°C ,21d),高温性能只涉及胶层的高温剥离、剪切性能等高温粘结性能,补口最高设计温度宜根据管道运行温度确定。

3 以热熔胶为胶粘剂,以聚丙烯为基材的热收缩材料(1C),带有配套环氧底漆,适用温度范围宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 110^{\circ}\text{C}$ 。

4 压敏胶型辐射交联聚乙烯的热收缩材料(1D),无须配套底漆。适用温度范围宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

5 纤维增强型聚乙烯热收缩带(1E),可用于穿越地段的补口,适用温度范围宜为 $-20^{\circ}\text{C}\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。

7.1.3 本条规定了补口热收缩材料的性能:

1 表 7.1.3-1 规定了不同类型补口材料的厚度要求。玛蹄

脂型热收缩材料厚度参照 DNV—RP—F102—2003 及 CANUSA K 系列产品和国内产品实际规定。1B 热熔胶型补口材料的厚度要求参照现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257 的规定。聚丙烯补口材料的厚度要求参照 DNV—RP—F102—2003 及 CANUSA GTS PP、国内产品、中海油规格书(DD—SPC—SP—CC—0004)制订,压敏胶型热收缩材料厚度按照《油气管道工程钢制管道防腐层补口补伤技术规范》Q/SY GJX 140—2012,纤维增强型聚乙烯热收缩材料的参照《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012 规定。

表 7.1.3-2~表 7.1.3-6 分别规定了各种热缩材料的性能,其中玛脂型热收缩补口材料性能指标参照以往使用经验,并结合 Canusa K60 和国内产品质量水平作了规定,胶的搭接剪切强度规定为不小于 0.3MPa,高于 ISO 21809—3:2008 的规定;热熔胶型材料(1B)性能来源于现行国家标准《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257、近期工程的设计规定及相关实验研究验证;聚丙烯热收缩补口材料性能参照 ISO 21809—3:2008、DNV—RP—F102—2003、Canusa 产品说明书及国内产品实验结果作了规定;压敏胶热收缩带(1D)性能参照《油气管道工程钢制管道防腐层补口补伤技术规范》Q/SY GJX 140—2012 的规定;纤维增强型热收缩带(1E)性能参照《定向钻穿越管道外涂层技术规范》Q/SY 1477—2012 及《油气管道工程钢制管道防腐层补口补伤技术规范》Q/SY GJX 140—2012 的规定。

7.1.4 安装系统的性能(1D 除外)参照 ISO 21809—3 及实验室验证结果确定。1D 安装系统的性能参照《油气管道工程钢制管道防腐层补口补伤技术规范》Q/SY GJX 140—2012 的规定;

7.1.5 本条规定了热缩材料的验收要求。

7.2 补口施工

7.2.1 本条是对表面处理的规定:

1 无须配套底漆的热收缩材料(1A、1D)补口推荐采用喷射除锈,条件受限时,也可采用工具除锈,除锈等级应达到现行行业标准《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防腐层后的钢材表面等级和处理等级》GB/T 8923.1 规定的 St3 级,除锈后用适宜的工具清除表面灰尘。

2 采用环氧底漆的聚乙烯热收缩带和聚丙烯热收缩带,表面处理应采用喷射除锈方法。

7.2.2 本条是对补口防腐层涂敷及安装的规定:

1 规定了热收缩材料的施工应按照施工工艺规程(APS)进行。

2 采用管状热收缩套时,焊接前应将热缩套套入焊道的一侧,并防止热收缩套胶层受污染。

3 强调预热待涂装区域时,要采用无污染热源,不能污染钢管表面,不应造成钢管表面氧化或返锈,不应损坏管体预制防腐层。

4 底漆涂刷应均匀,无漏涂,用湿膜规检测湿膜厚度。

5 规定了热收缩材料与管体防腐层搭接量。采用热收缩带时,应采用固定片固定,热收缩带周向搭接宽度应不小于 80mm。

6 规定了收缩过程中应用指压法检查胶的流动性,手指压痕应自动消失,还应按照施工工艺规程(APS)规定的加热温度和时间完成烘烤。

7.3 补口质量检验

7.3.1 本条规定了表面处理质量检验及质量要求。

7.3.2 本条规定了补口安装过程质量检验要求,包括测量热收缩材料安装前钢管表面和搭接区防腐层的预热温度以及涂敷底漆的湿膜厚度。

7.3.3 本条规定了补口防腐层质量检验要求。

- 1 规定了工艺评定试验(PQT)和预生产试验(PPT)的检验要求。
- 2 规定了日常补口施工的检验要求。

8 液体涂料补口

8.1 补口防腐层

8.1.1 本条规定了液体涂料补口防腐层类型和适用温度范围。

8.1.2 本条规定了液体涂料补口防腐层的等级和厚度。

8.1.3 本条规定了液体涂料补口防腐层与管道主体防腐层搭接宽度及过渡形式。

8.2 补口材料

8.2.1、8.2.2 规定了补口用液体涂料和涂层的性能指标。表 8.2.1 和表 8.2.2-1 中液体环氧涂料指标参考《埋地钢质管道液体环氧外防腐层技术标准》SY/T 6854—2012、《油气管道工程钢制管道防腐层补口补伤技术规范》Q/SY GJX 140—2012 及现有产品质量水平。喷涂型干燥时间和硬度指标结合产品质量水平及工程实践经验确定。表 8.2.1 和表 8.2.2-2 中液体聚氨酯补口涂料指标参考中石油企业标准《埋地钢质管道液体聚氨酯补口防腐层技术规范》Q/SY 1694—2014、《油气管道工程钢制管道防腐层补口补伤技术规范》Q/SY GJX 140—2012 及现有产品质量水平。参考 ISO 21809—3 中液体聚氨酯涂层阴极剥离测试方法及产品实测情况对液体聚氨酯涂层耐阴极剥离实验的结果判定作出了规定。

8.2.3 本条规定了材料的验收和储存要求。液体涂料的质量检验报告的内容应涵盖本规范中所列出的涂料和涂层相关的全部性能指标,报告的出具机构和有效期应该有规定和限制。根据涂料抽检的通用原则,对抽检的批次情况进行了规定。首批检验和之后的每批次检验的项目有所差异,首批检验应提供包括长期试验

在内的相关性能指标的检验,之后每批为避免耽误工期,一般进行短期试验检查。

8.3 补口施工

8.3.1 表面处理在第6章中已经进行了规定,本条是结合液体涂料特性对补口的表面处理提出了更加详细具体的要求。明确了与聚烯烃搭接部位宜进行极化处理,以提高粘接可靠性。

8.3.2 本条根据液体涂料的施工特点规定了涂覆的要求。

8.4 补口质量检验

8.4.1 本条规定了液体涂料补口工艺评定试验(PQT)和施工前检验(PPT)至少应进行的测试。硬度的测试主要考察的是涂料配比是否合理。

8.4.2 本条规定了补口表面处理后的检验要求及频次。检验包括表面除锈质量、锚纹深度、灰尘等级、盐分含量、搭接部位表面处理情况和宽度要求等。

8.4.3 本条规定了补口防腐层质量检验的要求。外观检查包括外观缺点和搭接情况检验。厚度检测按照通常做法进行多位置分布取点测试,规定最薄点的可接受范围和数量。由于野外和实验室条件的差异,现场附着力测试的可接受范围与实验室测试性能指标存在允许范围内的差异。

9 聚合物胶粘带补口

9.1 补口材料

9.1.1 本条规定了聚合物胶粘带补口防腐层的适用温度范围、结构及厚度。最低温度是基于 EN12068 常规胶粘带提出的,当施工环境温度低于 -5°C 时,应采用特定的耐低温胶粘带。最高温度是基于现行行业标准《钢质管道聚烯烃胶粘带防腐层技术标准》SY/T 0414 提出的,当连续运行温度大于 50°C (增量为 10°C)时,应特别注意与温度相关的性能。

9.1.2 本条规定了聚乙烯胶粘带配套底漆的性能要求。

9.1.3 本条规定了聚乙烯胶粘带的性能要求。

9.1.4 本条规定了聚丙烯胶粘带的性能要求。根据聚丙烯胶粘带本身特点及以往工程经验,本规范仅推荐将其作为补口防腐层的外护层使用。

9.1.5 本条规定了聚合物胶粘带防腐层的性能要求。

9.1.6 本条规定了胶粘带产品的验收要求。

9.2 补口施工

9.2.1 本条对钢管表面处理进行了规定。

9.2.2 本条对胶粘带缠绕施工进行了规定。一般来说,胶带的宽度取决于管径,应选择适当宽度的胶带,以避免因胶带过宽产生褶皱。胶粘带也称压敏冷缠带,防腐层质量与胶层受到的挤压力大小有关,缠绕施工时的张力对提高粘结力十分有利,因此要求采用使用缠绕工具。调节缠绕工具的张紧度,可均匀地对胶粘带施加张力,也易于缠绕均匀。根据俄罗斯规范《干线和油矿管道施工 防腐蚀层和隔热》BCH008—88,张力值在 20°C 时为 $1.5\text{kgf/cm}\sim 2.0\text{kgf/cm}$ 。

9.3 补口质量检验

9.3.1 本条规定了聚合物胶粘带防腐层底漆涂敷前表面处理的质量检验要求。

9.3.2 本条规定了工艺评定试验(PQT)、施工前试验(PPT)质量检验要求。

9.3.3 本条规定了聚合物胶粘带防腐层在补口过程中及完成后的检验内容。

10 黏弹体胶带补口

10.1 补口防腐层

10.1.1 本条规定了黏弹体胶带补口防腐层的结构。

10.1.2 本条规定了黏弹体胶带补口防腐层的适用温度,最低温度是根据现行行业标准《石油天然气站管道及设备外防腐层技术规范》SY/T 7036 中在 -45°C 时具有大于或等于 50N/cm 的剥离强度值且考虑一定的裕量而提出的;最高温度是基于 ISO 21809-3:2011 的 18.2 提出的。当设计温度高于本规范规定的最高温度时,应确保相应温度下材料的性能满足本规范要求。

10.2 补口材料

10.2.1 表 10.2.1 规定了黏弹体胶带的性能要求。其中,滴垂性能测试方法采用 ISO 21809-3:2011 附录 J 的方法进行测试,在本规范对应的试验方法为附录 A 的方法。绝缘电阻的试验方法参考 ISO 21809-3:2011 附录 K,见本规范附录 D。热水浸泡试验方法参考《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2009 附录 N 的试验方法,由于该标准中试件的尺寸没有涵盖所需的试件尺寸,所以本规范重新编写,见附录 C。

10.2.4 表 10.2.4 规定了黏弹体胶带+外护带防腐层的性能要求。

10.2.5 本条规定了黏弹体胶带及外护带材料性能的验收要求。

10.3 补口施工

10.3.1 本条对管道表面处理进行了规定。

10.3.2 本条对黏弹体胶带缠绕、搭接宽度进行了规定。外护带

应在黏弹体胶带防腐层检验合格后进行施工。一般来说,黏弹体胶带、聚合物胶粘胶带的宽度取决于管径,应选择适当宽度的胶带,避免因胶带过宽产生褶皱。聚合物胶粘胶带缠绕时保持足够的张力,确保其紧箍力和层间良好粘结。

10.4 补口质量检验

10.4.1 本条对表面处理质量检验进行了规定。采用抛(喷)射除锈时,过大的锚纹对于材料造成浪费,因此规定了上限。

10.4.2 本条工艺评定试验(PQT)和施工前试验(PPT)进行了规定。

10.4.3 本条对黏弹体胶带施工完成后的检验进行了规定。

10.4.4 本条对保护外带施工完成后补口防腐层整体质量检验进行了规定。

11 环氧粉末补口

11.1 补口防腐层结构

11.1.1 本条对单、双层环氧粉末补口防腐层的结构进行了定义和区分。

11.1.2 本条根据《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315—2013 等国内外主要标准作为参考依据,规定了环氧粉末补口防腐层的等级、厚度、搭接宽度要求。

11.2 补口材料

11.2.1 本条规定了粉末涂料性能和防腐层质量的指标。指标的确定参考了国内外该类材料的通用性能指标并以实验室验证作为依据,规定了材料检验涂层厚度等级和弯曲试验的温度条件选择。

11.2.2 由于材料及施工特点,环氧粉末涂层通常存在漏点,双层涂层的内外层采用明显色差处理,可以帮助识别涂层漏点。

11.2.3 本条规定了环氧粉末施工前检验、首批检验和后续检验的要求。

11.3 补口防腐层施工和质量检验

11.3.1 现行行业标准《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315 是环氧粉末石油行业标准,表面处理质量检验的规定与其相同。

11.3.2 补口施工条款在符合现行行业标准《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315 规定的基础上增加了对工艺评定内容、加热温度限制、环境条件限制等的具体要求。对于对温度敏感的高强钢和防腐层,应考虑具体情况,在施工工艺规程(APS)

中提出对温度的限制要求,避免对钢材和主体防腐层产生影响。

11.3.3 本条规定了环氧粉末补口质量检验的内容、判定依据和检验频次。所涉及的检验内容均为质量控制关键点。

12 交 工 文 件

12.0.1 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。

12.0.2 本条列出了交工文件的内容。

S/N:155182·0182



统一书号: 155182·0182

定 价: 18.00 元

9 155182 018204