

天然气管道站场防腐新技术

荷兰斯托普 (STOPAQ) 公司

2007 年 6 月

目 录

- 1、 天然气管道站场防腐所面临的问题
- 2、 斯托普粘弹性防腐技术
- 3、 斯托普粘弹性防腐技术在站场防腐的应用
- 4、 权威机构或组织的测试与应用
- 5、 斯托普粘弹性防腐技术给站场防腐带来的改善
- 6、 典型应用照片

一、天然气管道站场防腐所面临的问题

在天然气管道站场建设施工过程中，站场出入地段防腐、埋地阀门防腐、法兰等异型设施防腐、是整个站场防腐施工中十分重要的一部份。其防腐施工质量的好坏直接影响到站场管道防腐层的完整性以及站场的安全可靠运行。通常使用的防腐材料或者除锈要求等级高（Sa2.5）、施工要求高，或者防腐效果不太好，现场施工队伍的施工能力、施工环境和施工人员的责任心对防腐质量有着极大的影响。在过去大量工程的实际应用中，已经发现许多由于施工质量造成的问题。那么是否存在一种对现场施工要求低、操作简单、而且易于用于站场管道及设施的防腐技术呢？事实上，防腐研究人员一直没有停止这方面的研究。斯托普粘弹性防腐技术就是科研人员不段努力的结果。粘弹性防腐技术所采用的防腐材料与以往的防腐材料不同，它是一种全新的高性能粘弹性聚合物材料，既具有类似PE的固体特性，同时仍具有液体的一些特性。与普通液态涂料不同的是，在通常条件下，它可以保持30年以上而不固化，粘弹体液态特性使得它具有优异的粘结性、抗阴极保护剥离性和容易使用的特性。粘弹性防腐技术的这些特征为用户带来了前所未有的好处，一个典型的例子就是几乎无须彻底的表面处理（St2），就可以直接应用于金属设备表面防腐，包括不规则设备表面，诸如三通、弯头、法兰和阀门等等。

荷兰国家燃气公司、壳牌石油、沙特国家石油公司长达10年以上的跟踪测试、应用表明：粘弹性防腐材料用于现场补口防腐、埋地阀门防腐、法兰等异型设施防腐、站场出入地段防腐，大大好于常规的固态或液态防腐材料，现场除锈要求低、操作简单、施工要求低，而且使用寿命长达30年。

二、斯托普粘弹性防腐技术

1、什么是粘弹体？

斯托普粘弹性防腐技术的核心是粘弹体，那么什么是粘弹体呢？事实上，粘弹体是一种高性能聚合物材料，是具有特殊的粘结性绝缘材料。看起来就象一种粘稠的液体，在一定的温度范围内，既不会随意流淌，也不会固化。在30年的

使用期内，它永远保持这种状态，保持良好的气密性和水密性。



图 1 粘弹体的结构

由于斯托普粘弹体的液体特性，其机械强度有限，因此所有的防腐都需要使用外带保护，以提供机械强度。从这个意义上讲，密封或腐蚀保护功能与机械保护功能是分开的。

2. 粘弹体的性能

壳牌石油研究中心、哥罗宁根大学的聚合物服务中心、KIWA 认证与检测机构、以及斯托普公司在欧洲的实验室都对斯托普粘弹体的各种性能进行了测试。

① 测试标准

壳牌公司的 MF 95-0290-REV1，“管道现场补口用热收缩套的规格、施工及检测”，1995 年 7 月制订。虽然它是关于收缩套的标准，但其对材料粘结性、机械性能、阴极剥离性能的要求也同样适用现场用涂层。

欧洲标准 EN 12068 “有阴极保护的埋地和水下钢质管道的有机外防腐层——胶带和收缩套”（1998 年制订）

② 抗冲击性能

两参考标准对抗冲击的性能要求都是 15 焦耳。

KIWA 测试的斯托普抗冲击性能是 16 焦耳，其它测试（ASTM G14）结果是

是 147 磅·英寸（16.8 焦耳）

斯托普完全满足两标准的要求。

③ 耐压陷性

两标准都要求在施压后剩余厚度为 0.6mm。

根据标准叙述的不同方法进行耐压陷试验，在环境温度下，进行重复性试验。剩余的涂层厚度是 0.74mm，这个结果满足所有标准的要求。

④ 绝缘电阻

EN 和 MF 95-290 都要求电绝缘电阻至少为 $10^8 \Omega / m^2$ 。

测试结果是 $10^{12} \Omega / cm$ 。采用 1.8mm 缠带厚度，反算出仅缠带 CZ-H 的表面电阻就达 $1.15 \times 10^8 \Omega / m^2$ 。

斯托普满足两标准的要求。

⑤ 阴极剥离

对于耐阴极剥离性能，要求剥离半径必须小于 10mm。在 EN 标准中对于 C 级涂层的要求取决于剥离强度测试结果，10mm 是最严格的要求。

阴极剥离试验依据标准 ASTM G95 和 ASTM G8 进行，试验结果：在室温，剥离半径是 6.25mm；在 50℃时，9.96mm。在 ASTM 标准中，这个数字包括 0.25 英寸（3.15mm）的原始损伤，也就是说，实际的剥离半径在室温条件下是 3.1mm，在 50℃时是 6.8mm。试验过程中，由于斯托普粘弹体独具的自愈合性能，最终使得人为对它的损伤又重新闭合了。

在此项指标上，斯托普满足所有标准的要求。

⑥ 粘结力

技术标准中的试验对象是固体材料而不是液体（塑性）材料。因此标准中所描述的剥离试验对斯托普粘弹体这样的产品不太适合，由于斯托普材料的粘弹性特征，所以它的剥离强度一般小于标准要求的粘结强度。

虽然斯托普材料在此性能上不满足标准要求，在剥离试验过程中发生粘性断裂，但粘性断裂的特性又表明它与粘结失效有不同之处，因为在粘性断裂后，防腐材料依然粘附在管道表面，防腐作用依然能保持（参看图 2）。

⑦ 剪切强度

同剥离试验一样，技术标准中的试验对象是固体材料而不是液体（塑性）材

料。由于没有近似的技术标准，研究机构参考两种标准进行了测试。



图 2 剥离试验后，斯托普防腐材料仍 99%以上附着在钢管表面

EN 标准对剪切强度的要求是 0.02 N/mm^2 ，壳牌集团标准是 0.05 N/mm^2 ，试验中剪切速率为 10 mm/min 。

测试结果表明：在 10 mm/min 剪切速率下，剪切强度为 0.014 N/mm^2 ，这个值低于 EN 标准的要求；当剪切速率为 20 mm/min 时，剪切强度为 0.024 N/mm^2 ；在剪切速率 100 mm/min 时，结果为 0.058 N/mm^2 ，满足壳牌标准要求。

当剪切速度更高时，得到的剪切强度也更高。其原因和剥离试验一样。

⑧ 老化

EN 标准与壳牌标准 DIN 30-672 对老化性能的要求相同，而 EN 12068 将取代 DIN 30-672。试验采用了 EN 12068 标准。

KIWA 检测认证机构根据其 BRL-K 911 标准进行了热老化和紫外线老化试验，该标准比 EN 12068 标准更严格。斯托普材料通过了老化测试并且经过老化试验后仍保持了所要求的机械性能。

在斯托普欧洲实验室的老化试验也证实了这个结果，斯托普材料浸泡在模拟海水中长达四年而在缠带下却没有一点腐蚀的迹象。（参看图 3）

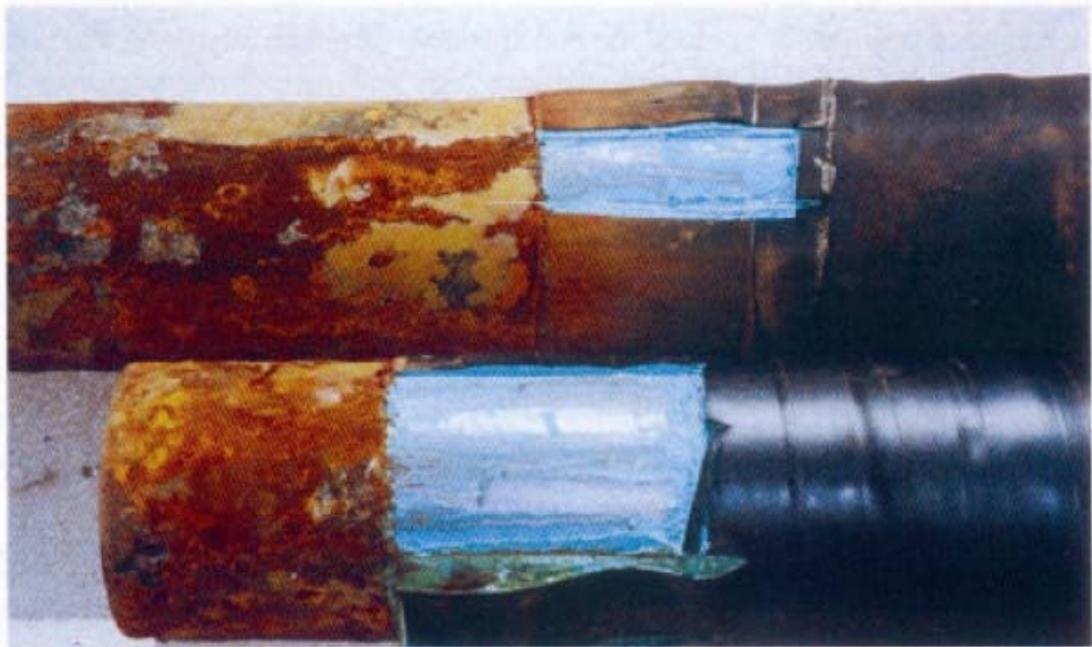


图 3 浸泡在模拟海水环境 4 年之后

3、斯托普产品系列

在粘弹体技术基础上，1996 年，荷兰斯托普公司开发出了全新的粘弹性防腐材料，并在中国、美国、日本、荷兰等 40 多个国家申请了专利。以此为基础，形成了系列防腐产品：

- ① 斯托普防腐胶带
- ② FN4200 地面法兰防腐剂
- ③ FN4100 地下法兰防腐剂
- ④ 斯托普防腐膏
- ⑤ 穿越套管防腐剂

这些产品配合用于以下位置：管道补口补伤，法兰，环焊缝、阀门、泵、以及任何难于防腐的异形设备，操作简单方便，表面除锈要求低（ST2），具有很强的可塑性与黏着力，外观为胶状粘稠物质，施工前后都能保持原本的性质，具有“永久不硬化”与“永久保持高可塑性”的特点，可完全阻止水分浸入埋地管道或站场设施，防腐层使用寿命长达 30 年。无储存期限限制、无安全隐患、无特殊运输要求、无毒，对环境无影响。

4、产品特征

- **30 年的质量保证**

斯托普粘弹性防腐材料物理和化学性能非常稳定，几乎不会与环境发生任何物理化学反应。使用斯托普粘弹性防腐防护系统，用户在未来的 30 年内不需要考虑对防腐层做进一步修复。

- **彻底杜绝水分侵入和微生物腐蚀**

斯托普防腐材料中内含的祛水剂可使其具有非常好的疏水性，对水分产生排斥，水分几乎不可能穿过防腐层到达管道表面。细菌赖以维生的基本要素“水分”被彻底排除。在金属表面粘贴斯托普防腐材料之后，水分将完全被隔绝，细菌无法生长，细菌诱发的腐蚀行为(MIC)自然无法发生。

◇没有水分，细菌无法得到养份；

◇防腐材料制造时经过高温杀菌；

◇防腐材料酸碱值 pH=8，此酸碱值可以防止 SRB 细菌的生长。

- **用于不规则设备表面，操作简单方便**

斯托普防腐材料可直接用于不规则表面的防腐，无须特殊处理，简单方便。

- **自我修复轻微损伤部位**

由于粘弹性防腐材料具有液态的特性，在遭受石块、沙砾的破坏时，防腐材料具有自我修补的功能，即使外界环境变化(例如土压力改变或者地震等)，防腐胶布也不会因为环境改变而龟裂或剥离，而仍然可以永远保持与钢管表面紧密贴合的状态，密封性几乎不受影响。

- **优异的粘结性能，可直接粘接于所有的基底表面，无须底漆**

- **完全兼容其它涂层（3 层 PE、环氧、沥青等等）**

用于 3PE 防腐层破损的现场修复，是一种十分经济有效的方式。

- **要求很低的金属表面处理（ST2 标准），无须喷砂**

斯托普防腐材料对基底表面的处理要求很低，达到 St2 标准就可以满足施工要求，无须喷砂，只需要去除金属表面的松散污物即可。

- 不需要涂刷底漆，现场施工非常简单，不需要专用工具
- 无阴极保护剥离现象
- 良好的耐化学性

斯托普防腐材料具有良好的耐化学性，在 PH 值 4-12 之间性能非常稳定，可用于高盐分环境。

- 可长期存放，无保质期限制
- 无须固化时间

斯托普防腐材料无须等待固化，施工完毕可立即回填。

- 完全环保，无毒、无致癌物质

5、技术指标

性能	数值	参考标准
安装温度（短期）	+5 °C ~ +70°C (85°C)	
使用温度（短期）	-30 °C ~ +70°C (85°C)	
厚度	> 1.8 mm	SQL(*), ISO 9001
密度	1.4 - 1.6 g/cm ³	NEN 1183
电阻率	> 10 ⁸ ohm/m ²	NEN 6902 (EN 12068)
吸水率	0.02 - 0.08%	BRLK-911/02 (ASTM D 570)
脆化温度	- 64.7 °C	ISO 11357 (ASTM D 3418)
黏着力	0.12-0.16N/mm ²	BRLK-911/02 (EN 12068)
抗阴极剥离	0 mm (23 °C) 0 mm (85 °C)	ASTM G95, ASTM G8, (EN 12068)
耐压强度（冲击力作用）	施加压力至10 N/mm ² at 23° C 和 85° C 无漏电现象 (15 kV.)	EN 12068, annex G
耐碰撞强度（能量作用）	施加能量至15J at 23° C 和 85° C 无漏电现象 (15 kV.)	EN 12068, annex H

剪切强度	粘性断裂	EN 12068, annex D
皂化反应	0.93 mg KOH/g sample	EN 12068, annex L
抗紫外线 (17.5GJ/m ²)	粘性断裂	EN 12068, annex F
低温工作性测试	-30° C 无分离、老化、脆化	EN 12068, annex P
低温柔性测试	-30° C 无分离、老化、脆化	EN 12068, annex N
滴垂温度	85° C仍不会滴垂(72 小时)	EN 12068, annex Q
盐水试验 (720 小时, 5% 的 NaCl)	未发现锈蚀迹象	ASTM B 117

表 1 斯托普防腐胶带基本技术指标

三、斯托普粘弹性防腐技术在站场防腐的应用

1、在站场出入地段应用

在天然气站场内，管道出入地段（管道系统的土壤-大气过渡部位），属于腐蚀较为严重的部位，普通的涂层受到大气环境和紫外线辐射的影响，极易出现老化变质。NAM 公司（Nederlandse Aardolie Maatschappij BV）（是荷兰皇家壳牌公司（Royal Dutch Shell）和埃克森美孚石油公司（Exxon Mobil）的合资企业）和荷兰国家天然气公司采用斯托普防腐材料对许多土壤-大气过渡管线重新作了防腐，自 1996 年以来的应用表明，斯托普防腐材料没有老化变质的迹象，管体也没有发生腐蚀。NAM 和荷兰国家天然气公司都批准了使用斯托普防腐材料，并且公布了用于出入地段防腐蚀保护的实施细则。



STOPAQ® WRAPPINGBAND CZ (H)

图 4 用于站场管道出入地段

2、在埋地阀门、法兰、异型设施应用

埋地阀门、法兰、三通等异型设施，一直是站场防腐中较为困难的部分。普通的防腐材料在实际应用中存在很多问题，频繁的防腐层维修给站场管理带来了更多风险。斯托普粘弹性防腐材料专门为法兰或难于防腐的异形设备设计开发了防腐产品系列，用于保护具有不规则外型的金属结构物，例如法兰、阀、各种管配件、人孔或吊环等等。现场使用简单方便，只需要对设备表面进行简单的除锈（ST2）即可，可完全阻止水分浸入埋地设施，防腐层使用寿命长达 30 年。无储存期限限制、无安全隐患、无特殊运输要求、无毒，对环境无影响。



图 5 用于埋地阀门、法兰等设施

3、与补强材料结合应用

在部分应用中，用户希望既能有良好的防腐效果，也要有较高的机械强度，斯托普公司为此专门开发设计了以纤维增强复合材料作为外带的解决方案。在防腐层外面形成一层固坚硬的、耐化学品、耐侯及耐紫外线的外保护层。主要用于最大机械载荷（管线的支撑）或环境影响的地方（飞溅区）。



图 6 结合补强材料用于站场管道出入地段

四、权威机构或组织的测试与应用

1、壳牌石油全球认证

荷兰壳牌石油对荷兰斯托普公司的产品进行了跟踪测试及评价。评价的目的是确定其防腐性能、根据壳牌集团采用的涂层标准（MF 94-0290-REV1 和 EN 12068）研究其性能、就该系统用于管道涂装以及涂层大修工程的稳定性向壳牌集团公司及其它用户提供建议。

评价认为斯托普的防腐性能优于现有的现场用产品。在此基础上，壳牌全球战略公司将斯托普作为现有管道防腐蚀保护系统的补充产品或替代产品。斯托普特别适合于保护复杂形状、不规则的表面以及安装于套管内的成品油管线。

壳牌全球战略公司认为斯托普防腐材料是一种极具开发价值的防腐产品，2006 年，壳牌石油向斯托普公司颁发了壳牌全球认证批准文件。

2、沙特国家石油认证批准

沙特国家石油公司是世界上最大的石油生产企业之一。它的许多管线处于高盐分地区。该地区的特殊难题是现场防腐很难达到防腐材料生产商要求的管道表面处理标准：在涂层施工之前除去所有的盐沉积物，这就需要在表面处理之前用

淡水或其它溶剂仔细清洗。否则，沉积在管道表面的盐分，其中含的氯化物或硫酸盐能够穿过涂层吸取自然环境中的水分。一旦和水分结合，就会形成一个十分优秀的电极并在涂层和金属表面之间构成一个电池，最终由于渗入压力的存在，涂层将会被剥离金属表面。因此，许多防腐材料都无法满足用户的需求。而斯托普防腐胶带具有水分无法渗透的特性，在沙特使用长达 7 年以后挖开检视，管道依然如新。

第五十届欧洲防腐会议([Eurocorr 2005](#))上，沙特国家石油公司的研究发展部门公开肯定斯托普的优异性能。他们在演说中提到以下这段文字，“无论是实验室模拟测试或者是现场实际使用经验，斯托普都被证明是一种最值得信赖的防腐保护材料”。

3、荷兰国家天然气公司批准

荷兰国家天然气公司自 1996 年开始使用，现在斯托普防腐材料已经成为荷兰国家天然气公司站场出入地段、埋地阀门等设施防腐首先选择的防腐材料，荷兰国家天然气公司为此还制定了相应的技术标准。

4、德国 TUV 认证

产品质量获得德国 TUV 认证。

5、KIWA 认证

KIWA 根据其 BRL-K 911 标准对斯托普防腐材料进行了热老化和紫外线老化试验，BRL-K 911 标准比壳牌 EN 12068 标准更严格。KIWA 的建议表明斯托普通过了老化测试并且经过老化试验后仍保持了所要求的机械性能。涂装了斯托普产品的钢样在较宽范围内进行的盐雾和气候老化（-20~80℃）试验表明：系统粘结连续且斯托普防腐材料下没有发生腐蚀。

五、斯托普粘弹性防腐技术给站场防腐带来的改善

1、现场施工要求低、施工造成的质量问题大大降低

斯托普防腐材料要求相当于 St2（ISO 8501-1）的表面处理，现场采用钢丝刷作机械清除。因为防腐材料本身具有良好的粘结性，所以不需要通过喷砂处理来获得必要的锚纹。表面洁净无尘、无松散物和水份即可。

缠绕带以螺旋方式缠绕在干净的钢管表面，无须施加张力，缠带就可以和管

壁紧密粘结。不管缠带有多宽，后续缠绕都要与已缠绕部分保持 1cm 的搭接。

外带需要以一定张力缠绕于外面，以确保其与底层缠带平滑接触而不起泡和皱折，外缠带需要 50% 的搭接。

由于现场施工要求很低，经过简单培训的工人就可以手工完成全部作业，因此大大降低了施工作业可能造成的质量问题。

2、彻底杜绝水分侵入，大大提升站场出入地段和球阀、法兰防腐质量

斯托普防腐材料彻底杜绝水分侵入，保证了站场埋地设施的安全平稳运行。

3、地面防腐外带可按照客户要求涂色，美观

斯托普防腐材料 EZ Wrap 外带，可以在外带外面涂色，美观醒目。

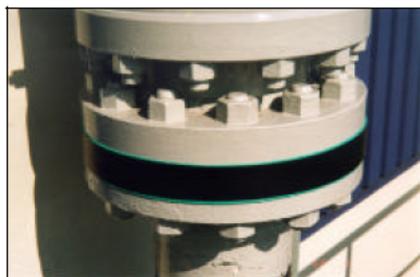
4、防腐层使用寿命可长达 30 年

使用寿命长达 30 年，减少了站场内部频繁防腐施工所带来的管理问题和安全风险。

六、典型应用照片



图 7 站场地面法兰螺栓腐蚀防护



STOPAQ® FN 4200

图 8 地面法兰腐蚀防护

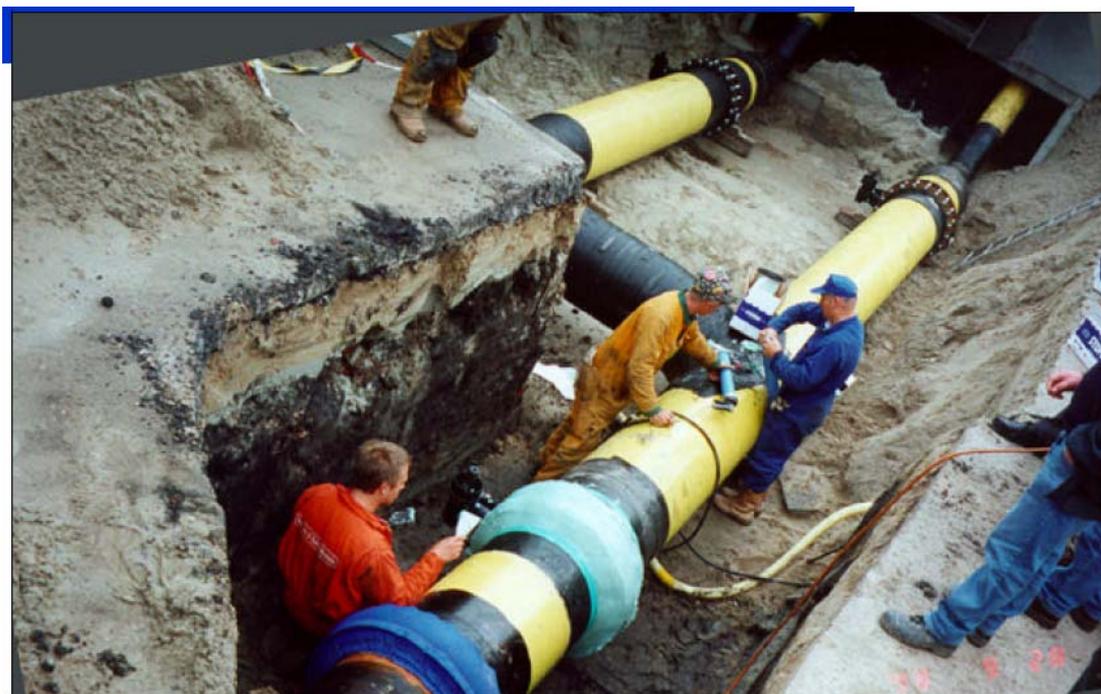


图 9 地下法兰、异型设施腐蚀防护



图 10 三通、弯头现场防腐

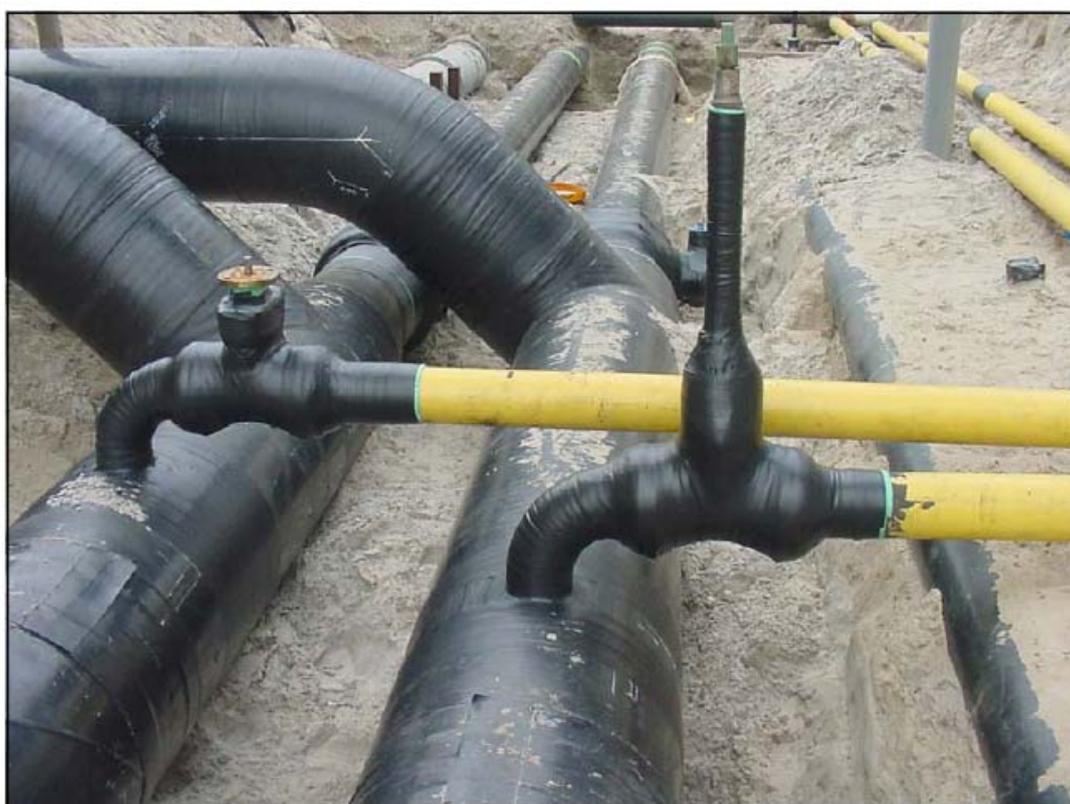


图 11 埋地阀门防腐



图 12 埋地绝缘法兰防腐



图 13 埋地异型设施防腐



图 14 站场阀门应用