

原油管道防腐保温补口技术选择及质量控制

郭东红^{1*}, 张明瑾², 王萌萌², 李雪¹

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海分公司, 天津 300457;
2. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000)

摘要:以天津港-华北石化原油管道工程为例,介绍了埋地输油管道防腐保温补口的主要方法,阐述了防腐保温补口技术的关键问题及质量控制。通过对该管道沿线地质情况对现场施工的特殊技术要求,确定了适用于本工程管道防腐保温补口技术的最优方案。

关键词:原油管道;补口;防腐保温

中图分类号:TE08

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2015)12-0178-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2015.12.050

Technical selection and quality control of anticorrosion and thermal insulation for weld joint of oil pipeline

GUO Dong-hong^{1*}, ZHANG Ming-jin², WANG Meng-meng², LI Xue¹

(1. China Petroleum Pipeline Engineering Corporation Tianjin Binhai Branch, Tianjin 300457, China;
2. CNPC China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang 065000, China)

Abstract: By taking Tianjin Port-North China petrochemical oil pipeline as an example, the commonly used anticorrosive and thermal insulation repairing methods for the buried ground transportation oil pipeline are introduced. The critical problems and quality control of the anticorrosion and thermal insulation repairing technologies are focused. According to the special technical requirements of geological conditions on the construction site, the optimal solution suitable for anticorrosive and thermal insulation repairing of oil pipeline in this project is determined.

Key words: oil pipeline; weld joint; anticorrosion and thermal insulation

天津港-华北石化原油管道全长 188 km,管径 D508 mm,设计压力 6.3 MPa,管道材质为 L415,设计温度 70℃。管道沿线地貌多属于华北平原,属滨海平原,大沽沙河水系。地势低平、多洼淀、鱼塘、虾池,地下水位高,天津段地下水位一般在 0.7 m 左右。多数地段土壤电阻率 < 20 Ω·m,属强腐蚀区域,其中管线约 27 km 敷设在鱼塘、虾池段。本工程 27 km 鱼塘虾池段埋地保温管道采用吸水率低的普通级聚乙烯 3 层结构防腐层,其余部分埋地保温管道采用加强级熔结环氧粉末防腐层;保温层采用聚氨酯泡沫塑料(厚度 40 mm);外防护层采用聚乙烯夹克保护层[厚度(6.0 ± 0.2)mm]结构。为防止防腐保温管之间“窜水”,采用在每根防腐保温管两端均安装防水帽措施。

1 国内外埋地管道补口技术与应用现状

在管道防腐施工中,补口是保证管道防腐完整性的关键要素,一旦补口失效,极易造成补口部位的腐蚀,甚至发生严重事故。

国内外长输管道分为非保温防腐型和保温防腐

型。常用的防腐型补口材料有石油沥青、环氧煤沥青、煤焦油瓷漆、热收缩带、聚乙烯胶带、聚乙烯热熔套^[1]等。由于环保要求等原因,如石油沥青、环氧煤沥青材料近年来的应用受到一定的限制。从近十几年来的国内保温管道的补口材料来看,热收缩带、聚乙烯冷缠带、聚乙烯热熔套得到了进一步的发展应用。常用的保温层材料有聚氨酯泡沫保温塑料、复合硅酸盐及玻璃棉等,硬质聚氨酯泡沫塑料因其具有导热系数小、质量轻、吸水率小、化学稳定性好等特点,在埋地保温管道中广泛采用。

国内外保温管道常用的补口结构为钢管-防腐层-保温层-防护层。其保温层材料一般为硬质聚氨酯泡沫塑料,埋地管道保温层外的防护层一般采用聚乙烯夹克。补口采用现场泡沫塑料浇注,再用热收缩套和铁皮双重保护^[2]。

2 原油管道防腐保温补口方案确定

2.1 防腐层补口方案

根据以往工程经验,针对本工程特点,优选热收缩类防腐层补口材料。热收缩补口材料是目前埋地

管道应用最广泛的补口方式,热收缩带带有配套底漆,底漆的施工分为干膜施工及湿膜施工,由于干膜施工是指涂层实干后进行热收缩带包覆,因此在热收缩带包覆前可进行涂层厚度及电火花检测,防腐效果可控,该结构等于是采用了双层防腐结构。热收缩带优点是黏结力强、防水性和密封性能好、施工方便、不污染环境,具有优异的耐磨损、耐腐蚀、抗冲击性能,不受环境和气候影响。热收缩带基材在辐射交联后,具有记忆性,由这种基材经加工而成的热收缩带管件拉伸强度、抗拉力大大提高^[3]。

热收缩压敏带采用“辐射交联聚乙烯+丁基橡胶改性压敏胶”。与热收缩带相比,密封性能相当,施工性能优于热收缩带,对管体及PE搭接部位不需要预热,烘烤温度低,只需烘烤到基材收缩,具有抱紧力即可,不像热收缩带需将热熔胶烤至充分融化,因此适用于低温施工^[4];缺点是与热收缩带相比,其搭接剪切强度与对管道防腐层的剥离强度均低于热收缩带的性能指标,且价格高于热收缩带。

从经济性、可靠性考虑,热收缩补口仍是国内成熟的、广泛采用的管道补口方式。根据以往的工程经验,为防止防护层破损、保温层浸水,防腐层现场补口采用带环氧底漆的高温型热收缩带补口;环氧底漆厚度 $\geq 400 \mu\text{m}$ 。

2.2 保温层补口方案

硬质聚氨酯泡沫具有很低的导热系数,其优异性能在诸多保温材料中占主导地位。此外,硬质聚氨酯泡沫还具有绝缘性能好、质轻、耐热、耐腐蚀,与金属、非金属黏结性能好等优点,其与复合硅酸盐二者保温材料主要性能指标比较见表1^[5]。本工程直管段管线选用硬质聚氨酯泡沫塑料保温层,经计算得知,保温层厚度确定为40 mm,直管段防腐保温管采用“管中管”法预制。补口处保温层厚度与直管

段一致,考虑到现场施工因素影响,补口处保温层采用聚氨酯泡沫瓦块代替现场发泡工艺,将工厂预制成型的聚氨酯泡沫瓦块在现场扣接,以缩短现场施工时间。

表1 保温材料性能比较

性能指标	硬质聚氨酯泡沫	复合硅酸盐
导热系数/($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)	0.023~0.029	0.059~0.060
容重/($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	30~50	200~250
吸水率/($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	<0.03	7.5
机械强度(抗压)/MPa	0.25~0.50	0.50~1.00

2.3 防护层补口方案

对于长输管线,要想保证取得实际的保温效果,减少输油过程中热能的损失,防护层材料的质量也尤为重要。虽然硬质聚氨酯泡沫塑料的闭孔率达92%以上,但如果长时间浸润在水中,也存在吸水情况,现场施工人员将其形象地称为“穿湿棉袄”。为解决这一问题,提出以下方案。

(1)防护层补口采用电热熔套袖,并应用电熔焊技术加热安装^[6],但此法在不安装防腐保温层端面的防水帽时还可以做到与防护层密封贴合紧密,一旦安装有防水帽,防水帽会影响电热熔套袖与主管外壳之间的贴合,干扰电热熔套袖的焊接效果,给施工带来困难。

(2)防护层补口采用高密度聚乙烯(HDPE)套袖管+热缩带形式,其中HDPE套袖管(壁厚不小于主管外壳壁厚)采用口径稍大于直管外壳的尺寸,能够套在主管上,且长度要能覆盖掉防水端帽与主管外壳搭接部分(与主管搭接长度超出防水端帽与主管搭接的100 mm以上),之后再按常规工艺在套袖管两侧环向加装热缩带,并完成保温材料浇注。

需要的阴极保护电流之和。

参考文献

- [1] 杜艳霞,张国忠. 输油泵站区域性阴极保护实施中的问题[J]. 腐蚀与防护,2006,27(8):417-421.
- [2] 杨小光,刘连光,曹锦红. 全户内GIS变电站接地材料的选择[J]. 科技情报开发与经济,2010,20(35):166-167.
- [3] 马光,韩钰,聂京凯,等. 电气工程接地用铜覆盖钢腐蚀性能研究[J]. 华东电力,2010,38(11):1736-1738.
- [4] 葛艾天,刘权,陈国桥,等. 铜接地系统对输油气站场埋地管道的影晌[J]. 天然气与石油,2010,28(2):15-17. ■

(上接第177页)

4 结语

接地系统对油气站场内区域性阴极保护系统的保护效果影响很大,因此必须在设计阶段考虑采取措施保证电力接地系统与阴极保护系统的兼容。

由于采用铜包钢接地需要安装大量隔直流通交流的装置,而经过计算采用镀锌钢接地极需要的电流并不是不大。因此,推荐采用镀锌钢作为任丘合建站区的接地极,同时阴极保护设备的输出电流量包括接地材料所消耗的阴极保护电流和埋地管道所

(3) 热收缩带补口, 保温层采用泡沫瓦块^[7]。安装时先缠绕一层聚乙烯冷缠带(对泡沫保温层起到固定保护作用), 再采用常温型热收缩带, 补口套(带)与防护层搭接长度不小于 100 mm。常温型热收缩带安装完毕后, 聚乙烯冷缠带与其成为一体, 增加了外保护层的强度。

防护层补口采用 HDPE 套袖管 + 热缩带结构需事先订做聚乙烯管且需套在保温管外面, 综合考虑, 3 种方案中采用热收缩带补口施工最方便, 现场质量容易控制, 因此防护层补口推荐采用热收缩带补口结构。

故本工程管道补口防腐保温层采用带环氧底漆的高温型热收缩带 + 硬质聚氨酯泡沫塑料瓦块 + 聚乙烯冷缠带 + 常温型热收缩带结构, 补口结构形式见图 1。

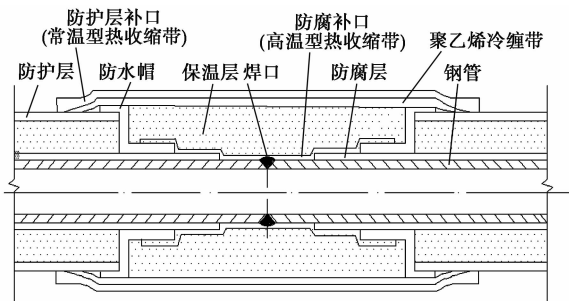


图 1 防腐保温层补口结构

3 原油管道防腐保温补口质量控制

3.1 补口工艺流程

表面清理—管口预热—喷砂除锈—灰尘清除—管体预热—涂敷底漆—高温型热收缩带—聚氨酯泡沫瓦块—聚乙烯冷缠带—常温型热收缩带。

3.2 质量控制要点

首先要保证材料本身的质量, 在材料采购和预制过程中, 有关单位应严把质量关, 施工单位应严格按照技术标准与操作程序进行预制。此外, 现场施工过程中, 严格控制每道工序, 确保管道补口的质量。

(1) 表面清理: 应将环向焊缝及其附近的毛刺、焊渣、飞溅物、焊瘤等清理干净; 并将补口金属表面、防腐层、防水帽表面及防护层搭接区域的污物、油和杂质清理干净。

(2) 防水帽完整性及密封状态检查: 检查补口

两端防水帽的完整性, 如有破损, 应进行更换; 检查防水帽与管体防腐层及防护层的黏接状况, 如发现翘边、开裂等缺陷时, 应重新烘烤或更换防水帽。

(3) 现场施工时对与防腐层接触处的防水帽做倒角处理, 以防止烘烤高温型热收缩带时产生气泡。

(4) 热收缩带安装时应严格按照标准及施工操作规程进行施工, 同时烘烤热收缩带时, 应注意避免对防水帽造成破坏。

(5) 低温环境下施工时, 应采取缓冷措施(如保温被等), 避免温降过快对热收缩带的性能产生影响。

(6) 将聚氨酯泡沫塑料保温瓦块安装在防腐层补口热收缩带上, 保温瓦块纵向搭接缝位置应位于管道侧部。环向、纵向缝的缝隙应密实嵌缝, 缝隙不得大于 2 mm。

(7) 采用聚乙烯冷缠胶带对保温管壳进行缠绕固定, 聚乙烯冷缠胶带轴向缠绕长度应超出两侧防水帽各 50 mm。

4 结语

(1) 根据管道实际情况, 防腐保温补口采用高温型热收缩带 + 硬质聚氨酯泡沫塑料瓦块 + 聚乙烯冷缠带 + 常温型热收缩带结构。

(2) 严格控制原材料的预制质量, 加强现场施工质量控制, 对于保证补口质量尤为重要。

参考文献

[1] 陈守平, 莫荣. 开发喷涂补口新技术提高整体防腐新水平[J]. 石油科技论坛, 2006, (6): 41-44.

[3] 张月静, 刘伟, 李彤民. 管道防腐保温技术综述[J]. 管道技术与设备, 2001, (2): 34-36.

[3] 古小平, 龙东, 邱永波, 等. 油气管道补口技术综述[J]. 腐蚀与防护, 2009, 30(4): 261-263.

[4] 叶春艳. 国外热缩压敏补口材料的性能分析[J]. 腐蚀与防护, 2012, 33(2): 155-158.

[5] 中国石油天然气总公司. 石油地面工程设计手册[M]. 北京: 石油大学出版社, 1999: 323-324.

[6] 赵其新, 马起莹, 马向前, 等. 硬质聚氨酯泡沫塑料防腐保温管道的电热熔缩复合补口技术[J]. 石油工程建设, 2001, (3): 30-33.

[7] 中国石油天然气集团公司. GB/T 50538—2010. 埋地钢质管道防腐保温层技术标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010. ■