

城市燃气钢管防腐层的选择及设计要点

□ 中国石油天然气管道一公司 (065000) 杨 雯

□ 深圳市燃气集团 (518040) 杨印臣

摘 要: 城市燃气钢管的防腐与长输管道有较大差别, 必须根据城市燃气管道的特点进行防腐层设计。论文在分析影响防腐层设计选择因素及各种防腐层特点的基础上, 阐述了城市燃气钢管防腐层的选择及设计要点。

关 键 词: 城市燃气 钢管 防腐层 设计

Choice and Design Points of Coating for City Gas Steel Pipe

China petroleum pipeline no.1 construction company Yang Wen

Shenzhen gas corporation Yang Yinchun

Abstract: The urban steel pipe and long pipeline are different, the coating design must be made based on characteristic of urban gas pipe. This thesis analyzes all influential factor to anti-corrosion design, combining characteristic of various coating, introduces the choice and design point of coating for urban gas steel pipe.

Keywords: city gas steel pipe coating design

1 城市埋地管道的腐蚀与防护特点

随着西气东输、西气东输二线、川气东送等国家级天然气干线工程建设的顺利进展, 沿线各城市掀

起大规模建设配套的城市高压、次高压燃气管道的热潮, 且还在不断持续升温。与以往的中压聚乙烯材质的燃气管道不同, 这些钢质管道埋入地下后直接与土壤接触, 如外腐蚀控制措施不当, 一旦产生穿孔泄

(上接19页)

(3) 作业各环节风险分析: 对装配、运输、操作等各环节进行风险分析, 制定流程, 控制关键作业环节;

(4) 维护、操作人员专业化: 对装配、运输、操作等各环节作业人员加强培训考核, 培养一批技术过硬的专业人员。

(5) 提高作业压力机制: 目前, 逐步试验提升作业压力等级, 提高设备作业压力, 达到满足次高压管网作业的要求。

5 结语

经过适当的改进和提高, 不停输作业工艺在深圳地区推广使用是可行的, 可以大幅度减少停供时间和次数, 提高工作效能的同时减少了工人夜间工作时间, 保障了安全生产, 同时也带来了明显的社会效益和经济效益, 减少了置换排气量, 保护了生态环境。在今后的作业中认真分析、研究、改进, 寻找一套可以全面解决深圳燃气管网不停输作业工艺综合利用方案。

漏将引起严重的后果。防腐层选择作为腐蚀控制的基础，必须予以高度关注。

由于历史原因，目前城市埋地管道的防腐设计，基本上参照长输管道的做法。实际上，城市埋地管道与长输管道的周边环境有较大差别，必须在遵守相关设计标准的基础上，根据城市埋地管道的特点进行相应的调整，才能达到最佳效果。

城市燃气管道与长输管道有以下明显差别^[1]：

（1）长输管道通常为单管，阀门很少，漏点较少。城市燃气管道多为网、枝状，阀门、三通等管件较多，防腐质量相对难以保证。

（2）长输管道通常为一次同期建成，质量相对均衡且缺陷较少。城市燃气管道则随着城市建设的进展逐步形成，且不断拓展，新旧管段交叉连接，容易形成电偶腐蚀。

（3）长输管道通常铺设在郊野，周边地面多为原状土。城市燃气管道周边多为回填土，削峰填谷，导致土质突变频繁，形成氧浓差、盐浓差腐蚀。

（4）长输管道通常远离城区，周边很少有其他管道或构筑物，直流杂散电流源较少。城市燃气管道杂散电流干扰很普遍（地铁、轻轨）且严重。

（5）长输管道周边人员通常较少，伤害主要在于管道本身。城市燃气管道沿线人口稠密，一旦腐蚀穿孔极易导致人身伤害，安全要求更高。

（6）长输管道动辄上千公里，不同防腐措施可能导致建设成本较大差异。城市燃气管道相对较短，对防腐投入的经济性考虑可以适当降低。

2 现有防腐层特点和适用范围

目前，城市燃气钢质管道可以选择的防腐层有

《城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程（CJJ95-2003）》推荐的4种防腐层（胶粘带、夹克、3PE、环氧粉末），加上北京、天津等城市正在推广使用的帕罗特，这些防腐层各有特点，适合于不同的环境条件。

胶粘带比较适合于小口径（一般来说口径小于200mm）管道，但应规定使用防腐厂机械缠绕，严格进行表面处理。这种管道自重较轻，通过加强搬运下沟过程的保护，可以保证较好的防腐效果。现场补口的内带应采用胶层较厚的专用补口带，而不能使用普通的管体内带。该防腐结构适用于土壤较松软，腐蚀等级弱的环境，要求配套阴极保护电流适中。该防腐结构的最大优点是造价较低。

热熔结环氧粉末防腐层具有很好的防腐性能，其机械性能也很好，但由于防腐层很薄，难以承受搬运下沟过程中强烈的碰伤，故较为适合中等口径的（一般为口径200mm~600mm）管道，太粗由于管体自重较大容易碰伤，太细则经济上不合理。该防腐结构的最大优点是 与阴极保护系统配合性能极好，破伤处能够得到有效的保护，而不会发生腐蚀穿孔。

聚乙烯夹克主要用于油气田内部将各采区油气送到长输首站的集输管道，故管道口径一般在400mm以下；其设计寿命较短，一旦采区油气资源采掘完毕，就会废弃；管道维修较方便。该类防腐层机械性能很好，防腐性能一般，与阴极保护匹配性较差，另外，聚乙烯夹克还大量用作保温管道的外保护层。

实际上目前国内城市燃气管道都是采用3PE，该类防腐结构的聚乙烯外层具有很强的抗击搬运下沟过程中碰伤的能力，也可以抗击管体下沟后自重压在基岩沟槽内引起的硌伤，但其相对柔软的聚乙烯外层抗拖拉划伤的能力稍差；底层的环氧粉末除起防腐作用

表1 各类防腐层适用范围

防腐层名称	适用范围
聚乙烯胶粘带	小口径，土壤较松软，腐蚀等级弱
热熔结环氧粉末防腐层	中等口径，土壤较松软，腐蚀等级中等或强
聚乙烯夹克	中等口径，基岩段，腐蚀等级中等
复合防腐层（3PE）	中等及以上口径，基岩段，腐蚀等级强或特强
复合防腐层（帕罗特）	各种口径，基岩段定向钻穿越管段

外,更极大提高了胶粘剂层对钢管的附着力。其主要缺点在于超高的绝缘电阻率形成电屏蔽,使得管道破伤处不能得到有效的阴极保护。

帕罗特防腐层主要用于定向钻段,其兼具了环氧粉末防腐层与3PE的特点,抗击碰伤的能力稍逊于3PE,但抗拖拉划伤的能力极强,且没有阴极屏蔽问题。帕罗特的突出优势,在于其他防腐层需用热收缩套补口(图1),形成的凸出部分回拖时可能被划伤或翻起,甚至整个热收缩套滑移离位,而帕罗特补口采用现场喷涂或刷涂帕罗特补口涂料,保持补口部分与管体为平滑过渡(图2),这些特点很好满足了定向钻穿越段防腐层的要求。



图1 热收缩套补口凸台

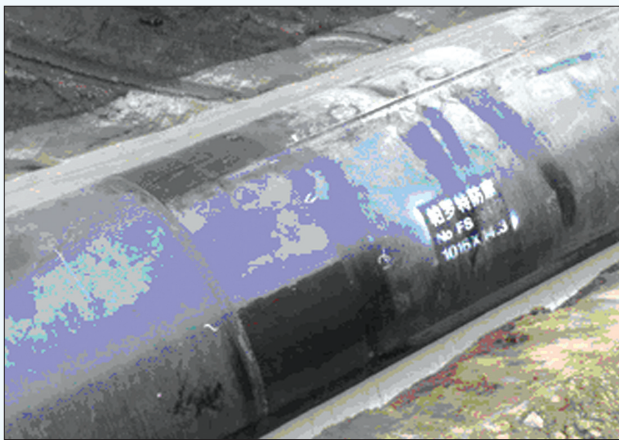


图2 帕罗特补口平滑

3 埋地钢管防腐层种类的选择

技术可行是防腐层设计的基本出发点,其余因素

都必须服从于这个前提的要求。因为防腐工程投资一般仅占管道建设总投资的3%~5%,也就是说,选用不同防腐层对管道工程建设总投资的极限影响在2%以内^[2]。防腐层一旦失效,管道的运行和维修费用将显著增加。防腐层大修更换的直接费用为建设时防腐工程费用的数倍,重要的是,穿孔可能引起人身伤害和社会动荡,因而对防腐层性能指标的牺牲以换取节省建设投资的任何企图,最终都可能导致严重的后果。在对某种防腐层的技术可行性存有怀疑时,宁可选用其它技术可行的防腐层,在其它因素方面加以调整,而不宜在技术可行性上稍有将就。夹克的聚乙烯层与钢管的热膨胀系数有较大差异,当环境温度波动时二者间会产生错移应力,温变剧烈时可能导致防腐层破裂。所以,除非确认管道施工期间和运营工况下,环境温变幅度较小且温和,才可以选择夹克,否则应选择3PE,虽然其价格稍高,但底层的环氧粉末可以大大消除防腐聚乙烯层破裂的危险。

同样道理,对于定向钻穿越段,除非确认地质条件为均一淤泥沙土(如冲积平原河床)且施工环境良好,才可以选择3PE以降低建设投资,否则还是选择帕罗特为宜。

在现有防腐层中不存在适用于各种环境条件的万能防腐层,一种防腐层在某段管道上使用效果好,是由于其符合了具体环境、施工及运行等条件的要求,若简单地将之套用到其它管道,就可能出现问題。美国腐蚀工程师学会曾进行问卷调查,专家们的一致意见是即使抛开经济方面的考虑,也不可能对各种防腐层进行优劣排序,必须根据具体工程条件具体选择。要针对各种防腐层的特点及适用范围,因地制宜进行设计。埋地管道在经历不同的地质单元或具有不同的施工及运行参数时,应分段选用不同防腐层。比如城市燃气管道大开挖施工时,选用3PE是合适的,因为其有良好的抗冲击性;但在定向钻穿越时,更强调其耐划伤性能,帕罗特就是更好的选择。

当然,防腐层的选择也不宜五花八门,分段过多即不便于组织施工,又由于各种防腐层的机械费用摊销过多,导致防腐工程费用的增加。比如两个定向钻段间隔很短,就可以将两段之间也选用帕罗特。虽然略显浪费,但便于将来的运行管理,还是合适的。总之,要根据具体情况,灵活掌握。