

浅谈定向钻穿越中管道外防腐层的保护

曾 强¹, 陈彬源¹, 刘海禄¹, 代 卿¹, 况 野²

(1 中国石油工程设计有限公司西南分公司, 四川 成都 610017)

2 四川科宏石油天然气工程有限公司输气分公司, 四川 成都 610213)

摘 要: 近年来, 定向钻穿越已在我国广泛运用。为防止定向钻穿越段管道外防腐层在穿越过程中受到损伤, 通过对现有定向钻施工工艺、外防腐层防腐性能及现场实际情况进行分析, 提出了可行的定向钻穿越管道外防腐层保护方案, 在实际运行中取得了较好的效果, 为定向钻穿越中对外防腐层的保护作了有益的探讨。

关键词: 定向钻穿越; 管道外防腐层; 保护

文章编号: 1006-5539(2008)04-0024-03

文献标识码: B

从 20 世纪 80 年代初第一台 RB5 型钻机引入我国, 至今定向钻穿越技术已经多次应用于长江、黄河、淮河、钱塘江等大型河流穿越及铁路、公路穿越。它具有技术先进、精确度高、穿越距离长、非开挖等特点, 在油气管道建设工程中得到广泛采用, 其发展的前景也越来越广阔。作为管道施工过程中的一个控制点, 如何对定向钻穿越过程中的管道外防腐层进行保护, 成为目前及今后一个时期研究的重点。本文以输气管道为例对定向钻穿越中管道外防腐层的保护问题进行探讨。

1 定向钻穿越简介

定向钻的施工工艺为: 根据设计提出的入土位置、出土位置和管线坐标, 用定向钻钻导向孔, 并逐节加入套管; 对岸出土后, 在套管出土端连接扩孔器和穿越管段, 扩孔器数量根据穿越管段直径选择; 同时管道在出土岸进行分段或整体组装, 检验、试压合格后, 利用钻机拉动扩孔器和穿越管段回拖, 直至使穿越管道完全敷设于扩大的导向孔内到钻机入土处露出端头^[1]。

2 管道外防腐层

2.1 管道外防腐层简介

外防腐涂层是防止管道外壁腐蚀的主要手段,

它对管道的长期安全运行至关重要。国内采用的管道外防腐层主要有: 挤压聚乙烯涂层 (三层 PE)、熔结环氧粉末 (FBE) 涂层、石油沥青涂层和煤焦油瓷漆涂层。这几种涂层各有其优缺点, 其中石油沥青涂层机械强度较低; 煤焦油瓷漆涂层对环境会造成污染, 这两种外防腐层目前使用较少。熔结环氧粉末 (FBE) 涂层较薄, 总抗冲击功远不如挤压聚乙烯涂层 (三层 PE); 熔结环氧粉末 (FBE) 涂层电阻率、抗吸水性能均远低于挤压聚乙烯涂层 (三层 PE)。虽然在硬度方面优于挤压聚乙烯涂层 (三层 PE), 但在抗冲击性、抗水汽渗透性要求较高的工程环境中采用挤压聚乙烯涂层 (三层 PE) 更适宜^[2]。

因此, 根据我国国情, 国内输气管道多采用挤压聚乙烯涂层 (三层 PE) 外防腐层。而对于定向钻穿越管道, 通常采用三层 PE 加强级外防腐层。

2.2 挤压聚乙烯涂层性能

挤压聚乙烯涂层 (三层 PE) 的主要技术参数性能见表 1。

从表 1 可以看出: 三层 PE 防腐层既发挥了熔结环氧对钢管表面的高粘结力 (物理键和化学键)、阴极剥离半径小等优良性能, 又发挥了高密度聚乙烯抗冲击性好、水汽渗透率低、绝缘电阻率高等优良性能, 两层之间通过特殊的接枝型胶粘剂使三者形成化学键结合和相融的复合结构, 汇集两者的优势为一体, 达到防腐性能、机械性能良好的组合。

收稿日期: 2008-02-14

作者简介: 曾 强 (1980-), 男, 四川泸州人, 助理工程师, 学士, 毕业于西南石油大学油气储运专业, 现从事油气储运工程设计工作。电话: (028) 86014427。

表 1 挤压聚乙烯涂层主要性能表

序号	项 目	挤压聚乙烯涂层 (三层 PE)
1	断裂伸长率 / (%)	≥ 600
2	压痕硬度 (23℃ ± 2℃) / mm ⁻¹	≤ 0.2 10 MPa
3	剥离强度 (20℃ ± 10℃) / N·cm ⁻¹	≥ 100
4	冲击强度 / J·mm ⁻¹	> 8
5	吸水率 (60 d) / (%)	< 0.01
6	阴极剥离 (65℃, 48 h) / mm ⁻¹	≤ 6
7	体积电阻率 / Ω·m	≥ 1×10 ¹³
8	耐环境应力开裂 (F ₅₀) / h	≥ 1 000
9	耐化学介质特性 (酸碱)	好
10	补口和补伤难移程度	容易
11	对环境的影响	无

3 定向钻穿越对管道外防腐层影响分析

定向钻穿越对管道外防腐层的影响主要有以下几个方面:

3.1 回拖过程的影响

发送沟内杂质未清除干净,管道回拖时未放入沟内,发送沟内未灌水时,管道回拖过程中防腐层易被划伤,包覆焊口的热收缩套(带)也容易被刮翻,影响防腐性能,见图 1。

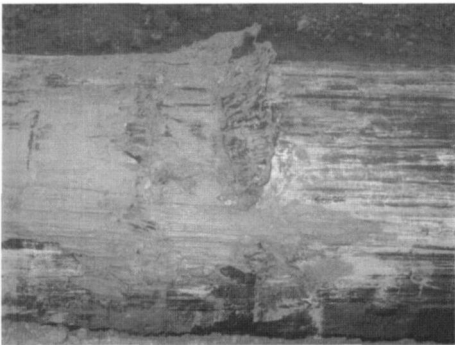


图 1 回拖过程中对防腐层造成的损伤

3.2 特殊措施的影响

对于一些地质构造复杂的定向钻穿越,施工中常常在出入土端夯入钢套管,如钢套管端口在使用时被破坏而未处理,管道回拖进入钢套管时防腐层就可能遭到严重破坏、管体本身也会遭到破坏。

3.3 泥浆配比的影响

泥浆配比是否合理也可能影响到管道外防腐层。由于定向钻钻孔、扩孔过程中,孔洞内壁不可能

达到完全光滑,尤其是基岩地层,会有局部凸出的小岩石,管壁四周与孔洞之间必须由泥浆润滑,若泥浆配比不合理,可能会大大增加回拖阻力,而且会损伤外防腐层^[3]。

3.4 环向焊缝补口质量

三层 PE防腐管现场环焊缝补口一般采用定向钻穿越专用带配套环氧底漆的辐射交联聚乙烯热收缩带(套)。虽然这种辐射交联聚乙烯热收缩带(套)利用了半个热收缩带(套)做为牺牲带(套),但由于施工和各方面的原因,定向钻穿越专用热收缩带(套)与三层 PE防腐层的搭接处的粘结力低于三层 PE与钢管本身的粘结力。国外已经发现由于管道本身热胀冷缩的原因,造成热收缩套长期受到土壤应力和摩擦力影响,在这种情况下热收缩带(套)容易早于干线管道防腐层失效。

特别是采用定向钻穿越河流施工时,在土壤摩擦力增加的情况下,定向钻穿越专用热收缩带(套)很容易起皱,甚至被刮翻。在施工过程中应采取措施严格检查环向焊缝补口质量^[4]。

综上所述,对定向钻穿越而言,泥浆配比是否合理、发送道是否规范、穿越断面地质构造情况、回拖过程中有无对外防腐层产生影响的其它因素以及操作是否规范等,都会影响穿越后的防腐层质量。

4 定向钻穿越过程中对管道外防腐层的保护措施

由于实际工程中工期、成本及技术等原因,定向钻穿越后对破损的防腐层修复是很难进行的,施工对防腐层造成的过度损伤,即使施加了阴极保护也不可能完全避免该处腐蚀的发生。所以合理设计、规范施工是保证穿越段管道外防腐层质量的前提^[5]。

4.1 勘察

地质勘察应尽量准确,为设计提供尽可能准确的地质资料,从而保证设计选择最合理的穿越层位。

4.2 外防腐层的选择

选择经济适用的穿越管段外防腐层,经过近几十年的实践,目前常用的三层 PE防腐层具有性价比高、现场适应性、可操作性强、可靠性高的特点,能够保证管道在预期的使用寿命内不产生由于外腐蚀而引起的功能损失。西气东输、陕京二线、冀宁联络

线、杭甬管线等工程几百处定向钻穿越都采用了三层 PE 作为外防腐层, 其中磨刀门水道穿越管径 $\Phi 660$ 、长度 2 630 m、卫运河穿越管径 $\Phi 1 016$ 、长度 1 434 m、钱塘江穿越管径 $\Phi 813$ mm、长度 2 450 m, 采用三层 PE 外防腐层均很成功。大量工程实例证明, 除个别不规范操作外, 三层 PE 防腐层穿越后损伤很小, 能起到良好的防腐效果^[3]。

4.3 施工检测

管道组装焊接时应保证外防腐层不受损坏, 管道回拖前采用 15 kV 电火花检漏仪对管道进行 100% 的检漏, 对所有发现的漏点必须全部修补, 合格后方能进行回拖。同时应不断提高环向焊缝的补口质量。

4.4 泥浆配比

定向钻钻进、扩孔和回拖阶段均应选择合理的泥浆配比, 管道回拖过程中是不旋转的, 管壁四周与孔洞之间由合理配比的泥浆润滑, 扩好的孔中充满泥浆, 管道在扩好的孔中是处于悬浮状态, 这样即减少了回拖阻力, 又可较好地保护管道外防腐层^[9]。

4.5 扩孔

扩孔成孔时应采用数级预扩孔, 具体可根据施工工艺调整。最小扩孔直径一般应保证大于管道外径约 200 mm; 对于基岩等特殊地层最小扩孔直径最好大于管道外径约 300 mm^[7]。

4.6 清孔检查

定向钻扩孔完成后, 应对所扩孔进行清孔检查, 孔内干净, 检查没有不可逾越的障碍物后, 方可通过发送沟或发送道回拉管道。

4.7 回拖可采用发送沟或发送道的方式

4.7.1 采用发送沟形式

a 发送沟应根据地形、出土角确定开挖深度和宽度。一般情况下, 发送沟的下底宽度宜比穿越管径大 500 mm^[7]。

b 发送沟内应注水。一般情况下, 管沟内最小注水深度宜超过穿越管径的 $1/3$ ^[7]。发送沟内注入水, 可使回拖管道在发送沟内处于悬浮状态, 保持管线在水上匀速行进, 以减少回拖阻力, 保护管道防腐层。

c 回拖前应清除发送道内硬物、树根等杂物, 保证发送道与猫背尽量顺直、平滑。

4.7.2 采用发送道 (托管架或滚轮) 形式

a 根据穿越管段的长度和重量确定托管架或滚轮的跨度和数目^[7]。

b 托管架的高度设计须满足预制管段弯曲曲率的要求。同时托管架或滚轮与管道接触部分应尽量保持光滑, 无凸出^[7], 确保不损伤管道防腐层。

4.7.3 回拖及时连续

回拖管线应及时、连续进行, 除发生不可抗拒原因外, 严禁在施工中无故停拖。

4.8 新措施

针对定向钻穿越的特殊情况, 建议穿越段管道三层 PE 防腐层的压痕硬度由通常的 ≤ 0.2 mm 提高到 ≤ 0.1 mm, 且三层 PE 防腐层的厚度根据管径大小适当加厚, 如 $\Phi 813$ 管道的三层 PE 防腐层厚度增加到 5.0 mm; 穿越段每个环焊缝补口建议先采用 2 个热收缩带进行双层包覆防腐, 再采用 1 个热收缩带作为牺牲带, 与补口套搭接 $1/3$ 与三层 PE 防腐层搭接 $2/3$ 。

5 结论

总之, 针对不同地质情况的定向钻穿越, 选择合理的防腐层、泥浆配比和适当的发送方式, 施工规范操作, 采取不同的有效措施, 既可保证定向钻穿越成功, 又能将对防腐层的损伤降到最小, 确保管道工程正常运行。

参考文献:

- [1] 石油地面工程设计手册编委会. 天然气长输管道工程设计 [M]. 北京: 石油大学出版社, 1995
- [2] SY/T 0413—2002 埋地钢质管道聚乙烯防腐层技术标准 [S].
- [3] 王玉洲, 郭书太. 定向钻穿越工程勘察技术和环境地质问题 [A]. 西气东输冀宁管道工程定向钻穿越研讨会 [C]. 廊坊: 中国石油天然气管道局, 2005 8
- [4] 李 山. 水平定向钻进中的几个重要技术问题 [J]. 非开挖技术, 2006 23(1).
- [5] 黄春蓉. 定向钻穿越防腐层保护技术研讨 [A]. 中国石油西南油气田分公司输气管理处定向钻穿越防腐层保护技术研讨会 [C]. 成都: 中国石油西南油气田分公司输气管理处, 2007 7.
- [6] 孙宏全. 定向钻穿越设计技术问题分析 [A]. 西气东输冀宁管道工程定向钻穿越研讨会 [C]. 廊坊: 中国石油天然气管道局, 2005 8
- [7] GB 50423—2007 油气输送管道穿越工程设计规范 [S].