

柔性复合管在油田集输中的应用

李 凯^{1,2} 张贤波² 李康锐² 曹 宏² 刘 宵²

1. 西安石油大学, 陕西 西安 710065;

2. 中国石油塔里木油田公司开发事业部, 新疆 库尔勒 841000

摘 要:我国许多油田由于地下水矿化度高,对输送用的钢制金属管线有一定的腐蚀。塔里木盆地地表土壤盐碱化程度较高,地下水矿化度高,富含 Cl^- ,有的区块含 H_2S 、 CO_2 ,成为金属管线的主要腐蚀源。随着塔中油田开采年限的增加,含水率逐年上升,对管线腐蚀越来越严重,刺漏现象不断发生,甚至出现爆裂,极大地威胁了油田的安全平稳运行。塔里木油田经过几年的试验、探索,寻找一种能够替代金属管线的新型管材。近几年在塔中油田进行柔性复合管的现场应用试验,取得了良好的效果,值得推广应用。

关键词:柔性复合管;塔中油田;腐蚀;应用

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2013.04.006

0 前言

塔中油田位于塔克拉玛干沙漠中央位置,自从1996年投入开发以来,至今已有16年,各种油气水管道300多条,目前综合含水已达90%。油田产出水矿化度高(90 000 mg/L),以 $(\text{K}^+ + \text{Na}^+)$ 、 Cl^- 离子为主,大部分为含 CaCl_2 水型,pH值低的腐蚀特性。近几年来,随着塔中油田I号坡折带奥陶系油气的大面积开发, H_2S 也伴随着原油、天然气进入输送系统,腐蚀速率远远超过了0.076 mm/a的标准,使得管线腐蚀穿孔频繁,陆续的停产修复不仅严重影响着安全生产,造成人力、物力的极大浪费,而且环境污染也颇为严重。塔中油田每年因腐蚀穿孔刺漏造成的直接经济损失上千万元。为了减轻由于管线腐蚀、结垢等造成的影响,油田公司于2010年开始在塔中油田开展柔性复合管的现场应用试验。

1 柔性复合管的性能和特点

柔性复合管是一种由高分子复合材料制成的具有高强度、高压、耐腐蚀、摩阻系数小、保温性好、柔

性好、寿命长等优特性的石油天然气工业用管材,见图1。其结构由里至外由芯管、增强层、外包层组成,其中芯管为硅烷交联高密度聚乙烯管或纳米改性的聚氯乙烯管;增强层为芯管上编织或者缠绕的增强纤维丝(绳)或钢丝绳,各增强纤维层之间采用粘结剂粘结;外包层为聚乙烯防腐保护层^[1]。工作压力为0~32 MPa;尺寸为17~300 mm(内径)。

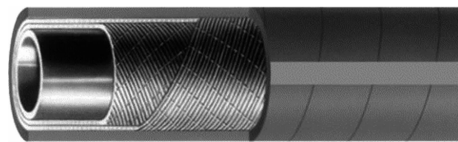


图1 柔性复合管结构

柔性复合管相比钢管和玻璃钢管,其优点主要包括:a)耐腐蚀,抗酸碱性强;b)内壁光滑抗结垢,摩阻系数小,非常适用于高矿化度油气田;c)柔性好,质量轻,输送流体阻力小,使用中可自由弯曲,在实际施工中有效减少了因地形起伏、地质断层等环境对油气管线施工的影响和损害,使用寿命长,一般为30~50 a;d)传热系数低,绝热性能好,最高使用温度可达110℃,

收稿日期:2013-02-07

基金项目:集输管道更换项目(BD13108)

作者简介:李 凯(1983-),男,陕西渭南人,工程师,学士,主要从事油气开采工作。

不用防腐保温;e) 操作方便,施工简单快捷,单根长度可达 1 000 m,现场施工使用不锈钢卡或丝扣连接,可省去焊接工序,减轻工人劳动强度,缩短施工时间;f) 便于运输,弯曲半径小于 1 m,整盘装运;g) 管线长度可根据现场实际进行“定制”生产,不仅增加了对现场的适应性,而且减少了管材的浪费;h) 抗低温冲击性能好,最低工作温度可达 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$;i) 储存方便,占地面积小,可作为应急管道使用,应急功能灵活。

2 柔性复合管的实际应用

2.1 应用情况

随着单井含水的上升,高矿化度的污水加剧了管线的腐蚀穿孔,塔中油田在 2010 年对站外部分单井集输管线采用柔性复合管进行更换,首先对 TZ16-5、TZ161 这 2 口自投产以来腐蚀穿孔累计达 30 次以上的单井进行更换,其主要应用情况见表 1。

表1 TZ16-5、TZ161井柔性复合管情况表

应用地点	管线规格	长度 / m	工作压 力 / MPa	管线埋 深 / m	投产 时间
TZ16-5	RFY-115×12.5-6.4	800	1.6	1.2	2010-08
TZ161	RFY-115×12.5-6.4	3 300	1.6	1.2	2010-08

2.2 集输管线的施工要点

2.2.1 管沟开挖

因该复合管在塔中油田首次应用,为取得最佳使用效果,施工更加谨慎安全,将管线深埋 -1.2 m ,穿越公路处加钢套管,以防止外力(机械挖沟、钻井、作业打地锚等)损坏管线。若沟底有不易清除的坚硬物体(岩石、砾石等)应铲除至设计标高以下 $0.15\sim 0.2\text{ m}$,然后铺上沙土整平夯实,平整后方可用吊带吊复合管下沟。

2.2.2 管线铺设

复合管铺设时,先将复合管套在专制的转盘上,由施工人员拉着管头走,让其自然分散,每间距 10 m 设 1 人,直至复合管放完为止。铺设时使其尽可能自然敷设在管沟内,管体决不能进行反弯。不能对复合管进行强硬的弯曲或者固定,防止发生塑变。

2.2.3 管线连接

复合管与复合管之间需用管件进行连接,常用的连接方式有扣压式、丝扣式,法兰式和由壬式,根据其压力等级不同选择不同的连接方式。

2.2.4 管沟回填

回填管沟时,必须用细土或沙(最大粒径不得超

过 3 mm)回填至管顶 $0.2\sim 0.3\text{ m}$ 处,然后用原土回填压实,应注意不要让落石、冻土或其他重物碰坏或划伤复合管;管沟回填应有沉降余量,一般应高出地面 0.3 m ;回填时应从一端开始,另一端结束,禁止从两端开始至中间结束的回填方式,避免复合管扭曲变形^[2]。

2.2.5 试压

管线施工后进行现场试压,试压合格后进行二次回填,然后才能进行投产试运。

3 柔性复合管应用建议

a) 塔中油田处于全球第一大流动性沙漠塔克拉玛干沙漠中央,每年 3~10 月为风沙季节,沙丘运动平均速度可达 6 m/a ^[3],沙堆的迁移对管线运行造成很大的影响,见图 2。在铺设管道时,管线埋深均符合要求,但处于风口位置的不出半年时间经过风沙的搬运,造成管线悬空见图 3,影响复合管线的使用寿命,因此在设计和施工中要避免将管线铺设在风口位置处。

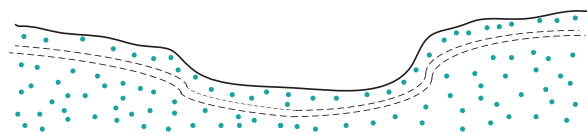


图2 管线施工埋深

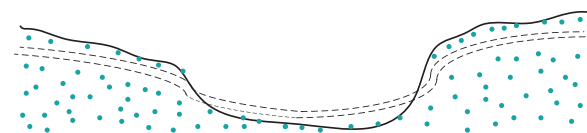


图3 管线风沙侵蚀埋深

b) 在铺设管道的位置两侧编织防沙带——草方格沙障,草方格尺寸 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$,总体宽度必须在上风向 6 m ,下风向 3 m 。草方格沙障是将芦苇插入沙层内,直立于沙丘上。在流沙上扎成方格状的半隐蔽式沙障。芦苇埋入沙中的深度约 $12\sim 13\text{ cm}$,上露地面高度约 $12\sim 13\text{ cm}$ ^[4]。

c) 定期对风沙侵蚀裸露管线进行检查和掩埋,并在掩埋后进行草方格防沙处理,一方面确保其符合管线埋深要求,另一方面保证柔性复合管的寿命。

d) 投运试压及应用过程中发现,管线接头部位容易出现渗漏现象,造成打不起压。究其原因,主要是施工不规范引起。故应规范现场施工作业,提高施工质量。严格执行 SY/T 6716-2008《石油天然气工业用柔性复合高压输送管》规范中的相关规定和要求。

e) 为了避免因吊装、磕碰、铲伤等原因造成柔性复合管外防护层破坏,建议对柔性复合管的外层结构

增加一层硬质防护层,以确保外防腐层的完好。

4 应用效果评价

由于柔性复合管相比其他管材具有更多的优点,在塔中油田得到大面积的推广应用,其效果主要体现在以下几个方面:

a) 柔性复合管可以弯曲,铺设管道时节省人力,与钢管相比,减少了钢管的焊接、探伤、补口、防腐等施工工序,施工时间可节约50%以上。

b) 就裸管而言,钢制管线比柔性复合管价格便宜12%左右,但加上钢制管线的其他工序费用,综合估算,钢制管线比柔性复合管线综合建设成本高25%以上^[5]。

c) 现场施工工序简单,无明火作业,极大提高了油田施工的安全系数,降低了操作危险性。

d) 钢制管线投产3~5 a后发生腐蚀穿孔现象,维修工程量大,费用高,而柔性复合管生产运行过程中,维修费低廉,在修复时不依赖动力电源,有效缩短了安全维修周期,可迅速恢复生产。

e) 柔性复合管的隔热性能较好,远小于金属管的导热系数,可节省保温费用,能够得到较好的经济效益和社会效益。

5 结论

目前该柔性复合管在塔中油田的使用已达30 km,主要应用于单井集输、污水回灌、单井注水等方面,应

用效果良好,管线运行平稳,值得推广借鉴使用。

参考文献:

- [1] 田建峰,王兴龙,郝小云,等. 柔性复合高压注醇软管在长庆气田的应用[J]. 石油化工应用,2008,27(5):86-88.
Tian Jianfeng, Wang Xinglong, Hao Xiaoyun, et al. Application of the Flexibility Compound High Pressure Hose to Add Methanol in Changqing Gas Field [J]. Petrochemical Industry Application, 2008, 27(5): 86-88.
- [2] SY/T 6716-2008, 石油天然气工业用柔性复合高压输送管[S].
SY/T 6716-2008, Flexible Composite Pipe for High Pressure Transmission for Petroleum and Natural Gas Industries[S].
- [3] 张 力,李道德,彭顺斌. 单侧沉管在沙漠地段长输管道施工中的应用[J]. 天然气与石油,2011,29(4):23-25.
Zhang Li, Li Daode, Peng Shunbin. Application of Lowering Pipeline at Single Side to Long-Distance Pipeline Construction in Desert Areas[J]. Natural Gas and Oil, 2011, 29(4): 23-25.
- [4] 朱国承,夏 政,郝海霞,等. 毛乌素沙漠油气管道的工程机械防护措施[J]. 天然气与石油,2011,29(4):20-22.
Zhu Guocheng, Xia Zheng, Qie Haixia, et al. Protective Measures for Construction Machineries of Oil and Gas Pipelines in Mu Us Desert[J]. Natural Gas and Oil, 2011, 29(4): 20-22.
- [5] 罗贞礼. 柔性复合管在油气田中的开发应用探讨[J]. 新材料产业,2011,13(6):55-57.
Luo Zhenli. Discussion on Development and Application of Flexible Composite Pipe in Oil and Gas Fields [J]. Advanced Materials Industry. 2011, 13(6): 55-57.

声 明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。本刊著作权使用费用与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意上述声明。

《天然气与石油》编辑部