气田采出水输送管道的选材及应用

张鹏飞

四川科宏石油天然气工程有限公司（四川 成都 610000）

摘要：目前国内部分油气田产水不断上升，产水矿化度急剧升高，同时气田水中还含有腐蚀性物质（如CO2，H2S，Cl-等），气田水输送管道腐蚀、结垢问题，不仅制约着油气田的正常生产，而且还会造成经济损失，兼具环保风险。随着注水流程逐渐增大，管网趋于复杂，管网所处环境多样，对注水系统管网材质要求逐渐也随之多样化，目前使用管材存在各自优缺点，使用过程中具有一定局限性，所以注水系统管网铺设过程中，选材成为突出问题［1］。现以国内某气矿气田水回注工程为例，通过对常用的几种气田水输送管道研究、比选，最终确定使用柔性复合高压输送管输送气田水。该管道不仅能够满足气田水的输送要求，且施工简单，后期维护成本低。

关键词：气田水；输送；比选；柔性复合高压输送管

1 概述

本文以选取的气田水回注工程转水站水质分析报告为例，产水为CaCl2水型，其中阳离子总值33163mg/L，阴离子总值60803mg/L，总矿化度93.966 g/L，pH值6.691。总体而言，气田水矿化度较高，且水中含有硫化氢，有较强的腐蚀性及结垢性。

2 管材比选

目前常用于输送气田水的管材有柔性复合高压输送管、玻璃钢管、钢骨架聚乙烯塑料复合管、无缝钢管、双金属复合管。

2.1 柔性复合高压输送管

柔性复合高压输送管是一种由高分子复合材料制成的具有一定高强度、高压力、耐腐蚀、耐结垢、摩阻系数小、保温性好、柔性好、寿命长的一种石油天然气工业用管件。柔性复合高压输送管具有多层结构，主要由聚合物内衬层、增强层、外护套构成，典型的管层结构如图一所示［2］。

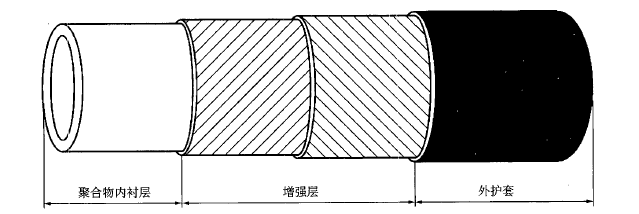


图1 柔性复合高压输送管管层典型结构［3］

柔性复合高压输送管光滑的内表面，使其具有不易结垢、输送能力高的优良性能。管道聚合物内衬层可耐含酸、碱、盐等腐蚀性介质，可广泛应用于各种不同的腐蚀或非腐蚀性介质的输送，在正常条件下使用，寿命可达20年以上。管道有增强层，公称压力从2.5MPa~32 MPa不等，该压力范围可满足工程使用需要。管道外护套可对管道进行的保护，可在一定程度上抵御外力。管道安装时基本不使用弯头，且接头少减少漏点，安装简便无需焊接、探伤作业。管道单根长度一般不小于20米，在满足其运输要求的弯曲半径情况下，可盘卷式运输，大大降低运输成本。柔性复合高压输送管耐腐蚀、柔韧性好，适合在地形起伏较大、易塌方、腐蚀严重的地区使用［4］。

2.2 玻璃钢管

玻璃钢管具有优良的物理力学性能，玻璃钢管材的密度约为钢的1/4，比钢材、铸铁和塑料等的强度都高，且耐腐蚀，内壁光滑，不易结垢。但是材料特性为脆性，抗冲击性和抗震性差。

玻璃钢管不需要特殊的防腐处理，管道比较轻，但是管道连接中弯头、接头使用较多，后期易发生泄漏。安装相对简单快捷，但对管沟要求高，需要安装人员较多，且需要专业技术人员、熟练技术工人及辅助人员，造成其安装费用较高。管道一旦发生泄漏，维修困难，使用年限为10-15年。

本文介绍工程所在气矿，在使用柔性复合高压输送管之前，多使用玻璃钢管作为气田水输送管道，但是使用过程中，多出现第三方外力破坏、地质滑坡等原因引起的管道泄漏，且维修困难。

2.3钢骨架聚乙烯塑料复合管

以钢骨架为增强体、以热塑性塑料( 聚乙烯) 为连续基材，采用挤出塑料真空填注一次成型、在生产线上连续拉膜成型的生产工艺，将金属和塑料两种材料复合在一起成型［5］。

管道无毒无味，不滋生细菌，在正常条件下使用，寿命可达30年之久。安全可靠、重量轻、安装简便、密封性能好、运输及施工成本低、抗非正常突发载荷能力强，可广泛应用于各种不同的腐蚀或非腐蚀性介质的输送。但是其输送介质温度不应高于70℃，且公称压力范围为1.0MPa~4.0 MPa，承压能力较低，单根长度有限，不可弯曲等原因，限制其在油气田输水管道上大规模使用。

2.4无缝钢管

无缝钢管内外壁无氧化层、承受高压、无泄漏，虽然采取了外防腐措施，但是国内油气田产水多含腐蚀性介质，各种腐蚀现象同时发生，易发生腐蚀穿孔，导致气田水泄漏，且无缝钢管施工程序复杂。

2.5双金属复合管

其为普通钢管内衬耐腐蚀合金。由外基管承担管道系统的压力，内衬管承担管道系统的耐腐蚀要求，极大的降低了原材料的成本，其平均价格仅为耐腐蚀合金（CRA）管材的1/6～1/3。双金属复合管根据腐蚀介质的不同选择不同的耐腐蚀合金作为内衬，完全具备耐腐蚀合金的耐腐蚀性能。其采用水下爆燃加衬技术，通过水的不可压缩性传递能量，极大地提高了复合管的结合强度，且制造过程节能、环保。此外，通过材料匹配性选择，可保证基管和衬管在复合过程中物理和化学性能的稳定性。但施工工序太为复杂，且管材价格昂贵。

3 可选管材比选

以上5种管材用于气田水输送进行比较，详见表1。

表1 管材比选

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 柔性复合高压输送管 | 玻璃钢管 | 钢骨架聚乙烯塑料复合管 | 无缝钢管 | 双金属复合管 |
| DN100 | DN100 | DN100 | DN100 | DN100 |
| 1 | 耐腐蚀性能 | 好 | 好 | 好 | 差 | 好 |
| 2 | 抗结垢性能 | 好 | 好 | 好 | 较好 | 好 |
| 3 | 抗外力破坏性能 | 好 | 较差 | 较好 | 好 | 好 |
| 4 | 使用寿命 | 20年以上 | 10-15年 | 10年 | 10年以下 | 25年以上 |
| 5 | 接头使用 | 少 | 多 | 多 | 多 | 多 |
| 6 | 泄露 | 不易泄露 | 容易泄露 | 不易泄露 | 易泄漏 | 不易泄露 |
| 7 | 维护维修 | 不维护或少维护 | 维修困难 | 少维护 | 多维护 | 少维护 |
| 8 | 工程费用（万元/km） | 85 | 75 | 90 | 95 | 125 |

气田水具有一定的腐蚀性，矿化度较高，柔性复合高压输送管有耐腐蚀、不易结垢的特性。施工过程中采用弹性敷设，使用少量接头，基本不使用弯头，单根长度大于20米，方便抬布管施工。基本不需要维护或者少维护，便于后期管理。制管、施工技术成熟，虽然投资费用稍高于玻璃钢管道，但是基于安全运行的长远考虑，推荐采用柔性复合高压输送管。

4 注意事项

线路施工时应注意以下问题：

（1）应对金属接头内防腐材料、粘合力等进行检测，各项数据应满足相应工况使用要求；管道接头不规则，推荐使用粘弹体防腐；

（2）管道穿越水田地段每隔10米制作一个防浮墩，用混凝土将管道现浇在防浮墩内，管道外壁处用橡胶套进行保护隔离；

（3）为防止管道发生移位，在管道穿越溪沟两侧或高陡边坡处转角处各设置1个止推座，采用C20砾石混凝土将管道现浇于止推座内，管道外壁处用橡胶套进行保护隔离；

（4）进出站时宜转换为钢质管道，使用钢质管道时应根据水质条件选择适合的管材，且需考虑足够大的腐蚀裕量；

[1]柯红峰,黄新杰,李爱玲,孙坤,阿福.柔性复合高压输送管的研究与利用[J].化工管理,2015(05):19.

［2］［3］国家能源局.石油天然气工业用非金属复合管第2部分:

柔性复合高压输送管:SY/T 6662.2—2012[S].北京:石油工业出版社,2012.

[4]张永强,刘立,王成达,薛建伟.柔性复合高压输送管在油田的应用[J].现代塑料加工应用,2013,25(06):26-27.

[5]何慧.油田采出水输送管道的选材分析[J].中国石油大学胜利学院学报,2019,33(04):35-38.

作者简介：张鹏飞（1990-），男（汉族），河南省舞阳县，四川科宏石油天然气工程有限公司，助理工程师，本科，主要从事石油天然气地面设计工作.

通讯地址：四川省遂宁市船山区明星大道石油南苑A2区，邮编：629000

电话：18282510192，E-mail：171604561@qq.com