

# 双金属复合管道在牙哈凝析气田的应用

刘勇 侯远盛 王义 赵福俊 (中油辽河工程有限公司)

## 1. 前言

在天然气田的开采过程中,由于管道内部长期受到  $H_2S$ 、 $CO_2$ 、 $Cl^-$  等介质的腐蚀,加上其它因素(如温度、压力)的共同作用,易使管道发生穿孔、泄漏和开裂,极易发生火灾、爆炸等灾难性事故。

牙哈凝析气田位于新疆库车县境内,于2000年10月建成投产。该凝析气田属于高产凝析气田,凝析气流体复杂、地层压力高。原设计时各采气井的井口温度为  $24\sim 45^\circ C$ ,  $CO_2$  的腐蚀速率较低,地面采、集气管道材质采用 16Mn。但实际生产运行后各采气井的井口温度均大于  $65^\circ C$ ,加上  $CO_2$  的分压较高,加剧了腐蚀速度。

牙哈凝析气田首次发现腐蚀严重情况是在2002年3月,截止到2006年5月,采气管道腐蚀穿孔共计50井次。

## 2. 牙哈凝析气田的腐蚀环境及腐蚀机理

牙哈凝析气田所产天然气中含有  $CO_2$ ,投产后各采气井井口温度高达  $60\sim 65^\circ C$ ,大部分井都含有游离水,游离水中含有  $Cl^-$ ,  $CO_2$  含量很高,分压在  $0.18MPa$  左右。实际腐蚀监测中发现点蚀居多。因此,可以判定牙哈管线流体介质为甜气腐蚀介质。在这种情况下,影响二氧化碳腐蚀的主要因素有温度、 $CO_2$  分压、介质流速等。

(1) 温度对  $CO_2$  腐蚀的影响。在湿气  $CO_2$  环境下的碳素钢和低合金钢的腐蚀都可以导致产生碳酸盐这种反应产物。温度与腐蚀产物对  $CO_2$  腐蚀的影响基于以下因素:介质中  $CO_2$  浓度随温度的升高而减小;反应的速度随温度的升高而加快;温度的变化影响了基体表面氧化亚铁晶核的数量及核晶粒生长速度,从而改变了腐蚀产物膜的结构和附着力,即改变了膜的保护性。

(2)  $CO_2$  分压的影响。 $CO_2$  分压对碳钢、低合金钢腐蚀速率随  $CO_2$  分压的增加而增大。在温度大于  $60^\circ C$  时,根据下面的经验规律判断腐蚀情况:分压超过  $0.21MPa$  为严重腐蚀;分压在  $0.021\sim 0.21MPa$  之间为中等腐蚀;分压在  $0.021MPa$  以下不产生腐蚀。牙哈凝析气田采气管道中的  $CO_2$  分压在  $0.075\sim 0.11MPa$  范围内,属

中等腐蚀区。

(3) 介质流速的影响。随着流速的增大,腐蚀速度加快。

## 3. 防腐措施的选用

为了解决牙哈集输管线的腐蚀问题,塔里木油田分公司目前正在进行多方面的试验研究。管道内涂层的现场试验正在进行,尚无明确结论。

管径较大的玻璃钢管道耐压强度较低,韧性和可施工性差,国内应用在高压天然气管道当中尚无先例。

缓蚀剂的注入对于缓解  $CO_2$  的腐蚀具有一定的防腐作用,目前塔里木油田分公司正在进行筛选。

高 Cr 合金钢管道对于抵抗各种腐蚀具有优良的效果,但在产量不大的天然气田中,管道整体采用不锈钢进行防腐受到投资的限制。

因此,针对目前牙哈凝析气田的产能规模和该凝析气田在塔里木油田的重要地位,为了既有效又比较经济地解决采、集气管道的腐蚀穿孔问题,可行方式为采用复合管道。

双金属复合管道是由两种材质管道复合而成,即内管道和外管道。外管道起承受压力作用,为无缝钢管、焊接钢管等普通钢管,壁厚选用时可以不加腐蚀余量,管道材质为常用的 20# 钢、16Mn 或 L360 等;内管道起着防腐作用,管道材质为 304 或 316L 等耐腐蚀不锈钢。

复合管道的防腐效果与整体采用不锈钢的防腐效果相同,工程投资却远远低于整体不锈钢管道,选择合适材质的内衬管道能够有效抵御含  $H_2S$ 、 $CO_2$ 、 $O_2$ 、 $Cl^-$  介质的腐蚀。

2005年,在采气管道和集输管道的改造中设计采用了双金属复合管道。外管道选用 20# 锅炉钢,内管道材质采用 316L,厚度为 1.5mm。工程实施后,分别于2005年9月10日及2006年4月26日对复合管道的实际运行情况进行检查,结果表明,管道内壁和焊缝表面光洁、无腐蚀现象。

(栏目主持 樊丽华)