

二、工艺分析

管道流体输送、干线分输与河道水流、分流是相似的物理现象,根据相似原理,管道分流也存在选择性,管道分流选择现象又称为“管道都江堰现象”。在管道输送介质存在不均匀分布或者管道内存在液固两相或多相流动时,在分流时有分流选择趋向。

1、含蜡原油管道蜡晶分布

含蜡原油管道输送要充分考虑管壁结蜡对输油工况的影响,国内外学者对蜡晶结构(析蜡与原油其它组分混合物)和沉积机理开展了长期研究,认为有分子扩散、剪切分散、布朗扩散和重力沉降等^[1],从不同角度分析了蜡晶沉积机理。

分子扩散认为油流主体和管壁处存在温度梯度及浓度梯度,在此浓度梯度推动下,溶解于原油中的蜡分子向管壁处扩散。剪切分散认为原油在流动过程中,径向会形成一定的速度梯度,在速度场中,悬浮于油流中的蜡晶在剪切作用下,除了沿流动方向运动外,还会以一定的角速度转动,结果是蜡晶逐渐由流速高处向流速低处迁移,即向管壁处迁移。布朗扩散机理认为悬浮于油流中的蜡晶会受到周围油分子持续不断的撞击,导致蜡晶的布朗运动,如果存在蜡晶浓度梯度,布朗运动便会导致蜡晶的净迁移,似扩散一样。重力沉降机理认为已析出的蜡晶比油重,如果蜡晶颗粒相互间不发生作用,蜡晶颗粒就会在重力场中沉降,沉积在管子底部。

上述分析特别是剪切分散和分子扩散,在说明蜡晶颗粒沉积机理的同时,也进一步说明了含蜡原油在输送过程中蜡晶颗粒在管道断面(特别是在进站端)上是不均匀的、渐变的,并呈一定规律分布。根据以上机理可以得出管道蜡晶颗粒在进出站端的分布,见图 1。

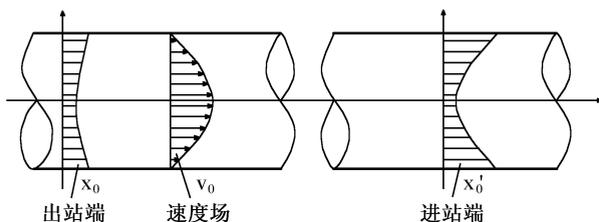


图 1 管道内流速场及进出站蜡晶颗粒分布

2、管道流体的分流选择

管道干线分输布置有多种形式,这里只讨论分输管道与主管道平面正交布置,且分输管道与主管道管径比(小于 10)相差不大的情况,即主管道的介质流速(V_1)和分输管道的介质流速(V_2)的两种不同工况,见图 2。

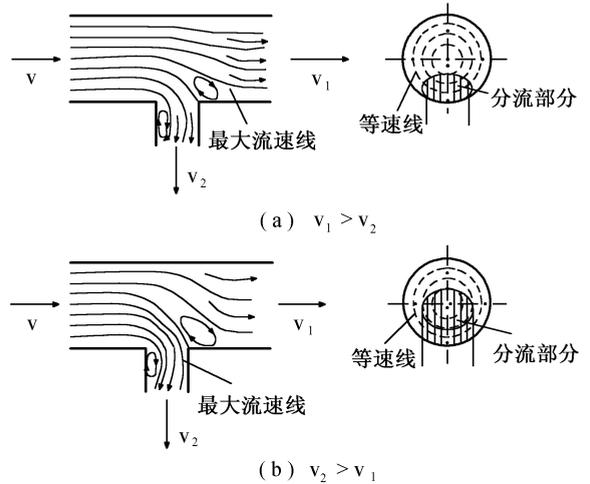


图 2 管道分流选择速度场及分流流量

(1) 工况 1 ($V_1 > V_2$)

如图 2(a),工况 1 ($V_1 > V_2$) 为分流流速小于主流流速,主管道的介质流速(V_1)和分输管道的介质流速(V_2)均小于来油流速(V)。在分流过程中,油流速度将分别从 V 减小到 V_1 、 V_2 ,即油流有一个减速度。由于管中心和靠近管壁部分油流的粘滞阻力不同,管壁部分油流粘滞阻力大,所以管壁部分油流速度先达到分流速度,靠近分流口处原油先分流到分输管道。管中心部分原油由于粘滞阻力小,到达分流速度滞后、历时长,这样在工况 1 情况下,管道原油的最大流速在干线上,相对于来油分输管道原油蜡晶颗粒含量大于干线。

(2) 工况 2 ($V_2 > V_1$)

如图 2(b),工况 2 ($V_2 > V_1$) 为分流速度大于主流速度,在相同分输管径情况下,分输量要大于工况 1。与工况 1 相反,管道原油的最大流速线偏离到分输管道上,除在分输口部分(靠近管壁的部分)原油分流到分输管道上外,一部分管中心原油则分流到分输管道上。此工况分输管道原油蜡晶颗粒含量小于工况 1,在分输流速达到一定数值时,分输原油的蜡晶颗粒含量小于干线的。特殊情况是,分输的原油速度大于来油速度,分输量进一步增大,这时分流

需要一个加速度,因为靠近管壁部分原油的粘滞阻力大,加速慢,管中心部分原油粘滞阻力小,加速快,所以大部分管中心部分原油分流到分输管道上。分输部分原油的蜡晶颗粒含量会因管中心部分原油的增加而小于干线原油蜡晶颗粒含量。

上述分析表明,工况 1 和工况 2 均存在不同的分流选择趋向。

3、垂杨复线向吉化分输

目前庆铁管道输送大庆原油温度在 33~43℃ 范围,为大庆原油析蜡高峰区域。原油呈一定非牛顿流体性质,使管道内被输送介质不均匀程度加大。庆铁复线在垂杨进站端向吉化分输,形成流体分流,按照 2003 年输量计算,干线平均流速垂杨进站端为 1.63 m/s,出站端为 1.43 m/s,垂杨吉化分输段平均流速为 2.94 m/s。为了平衡庆铁老线和复线的输油量,老线要通过连通线向复线分流一部分原油,连通线原油流速为 0.76 m/s。复线农安站来油,在进站端向吉化分输四分之一的油量。根据上述分析,由于分输量和流速加大,干线油流的最大流速线向分流方向严重偏离,管中心部分原油大部分分流到分输管道内。而庆铁老线通过连通线分流到复线的原油,因分流速度小于干线流速,所以该原油属于靠近管壁部分的原油。垂杨站分输分流选择示意图见图 3。

以上分析表明,庆铁管道在垂杨站分输,使得庆铁管道复线原油蜡晶颗粒含量在垂杨站大于老线,据估算,复线原油蜡晶颗粒含量高于老线约 25%,虽然在垂杨、梨树、昌图分别被泵剪切和加热,但与老线同属于一种工况,因此,南三站复线原油蜡晶颗粒含量均大于老线。在铁岭以南因为近几年输量降低,出站温度达到 50℃ 左右,相当于对原油进行一次热处理,可能不存在此问题。同时因为复线原油蜡晶颗粒含量的提高,相当于复线原油运动粘度的增大,所以在同样摩阻损失的情况下,庆铁管道复线输量小于老线。

三、热力分析

庆铁管道南三站热媒炉采用浮头式 U 型管换热器,为了增加换热面积,在换热管外装有顺管方向肋片。传热系数计算式为:

$$k = 1 / (1/\alpha_1 + \delta/\lambda_b + 1/\alpha_2) \quad (1)$$

- 式中 k —— 传热系数;
 α_1 —— 管外壁换热系数;
 δ —— 管壁厚度;
 λ_b —— 管材导热系数;
 α_2 —— 管内壁换热系数。

式(1)中分母中间项相对前后两项很小可以看成常量,因此主要影响换热器换热效果的因素为换热系数 α_1 、 α_2 两项。管外壁因为有平行肋片,可以近似认为是平板紊流强迫对流换热,即:

$$\alpha_1 = Nu_1 \lambda_1 / L \quad (2)$$

$$\alpha_2 = Nu_2 \lambda_2 / d \quad (3)$$

- 式中 Nu_1 、 Nu_2 —— 努谢尔特数;
 λ_1 —— 原油的导热系数;
 λ_2 —— 热媒的导热系数;
 L —— 管道长度, m;
 d —— 管道直径, m。

根据平板流动普朗特—泰勒比拟解公式^[2],假设普朗特数 $Pr=1$ 则可近似为:

$$Nu_1 = 0.0292 Re^{0.8} \quad (4)$$

式中 Re —— 雷诺数。

由于垂杨站复线因向吉化分输使复线南三站原油运动粘度增加,雷诺数减小。根据式(2)和式(4),努谢尔特数(Nu_1)减小,因此管外壁换热系数(α_1)

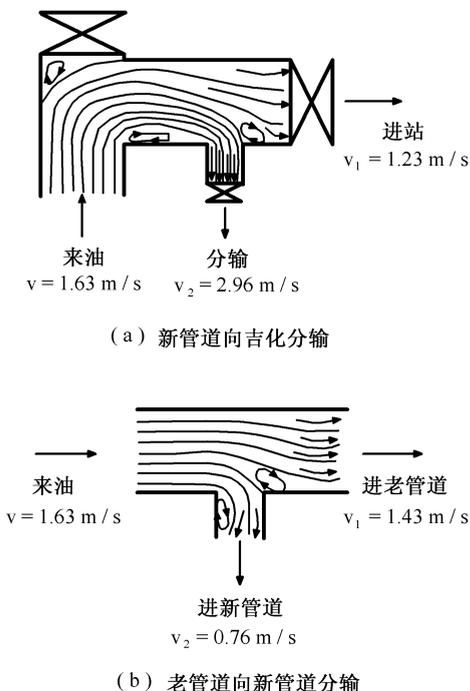


图 3 垂杨站分输分流选择示意图

管式密封技术在石油储罐中的应用

李建军*

(中国石油化工集团公司管道储运公司工程质量监督站)

李建军:管式密封技术在石油储罐中的应用,油气储运,2005,24(11) 45~47。

摘要 介绍了管式密封基本原理和构成,管式密封在石油储罐中的安装方法和使用注意事项。对比分析了安装管式密封前后取得的效益,指出了应用管式密封时须注意的问题,并对今后使用管式密封技术提出了建议。

关键词 油罐 管式密封 安装 应用

一、概述

近年来,随着国内大型储罐的建设,管式充液密封作为一种新技术在油罐密封中的应用越来越多。大型立式钢制焊接浮顶油罐是存储液态石油及类似产品的重要设备,环向密封装置又是浮顶油罐的重

要部件,其密封效果直接影响到油品的挥发损失及油罐的安全运行。目前常用的环向密封装置主要有机械密封、弹性密封和管式密封三种形式,其中管式密封的特点最为突出。石油储罐中一般浮船漂移较大,管式密封的适应性最强,浮顶在横向移动时,充液管受到挤压,而使液体流向环形间距较大的位置,这种自由补偿流动使得密封与罐壁始终保持良好接

减小。

管外壁侧换热效果降低,导致热媒温度寻找新的平衡,以提高热媒温度。根据热媒特性曲线(见图4),热媒温度提高,导热系数减小,根据式(3),管内壁换热系数(α_2)减小,管内壁换热效果降低。可见庆铁管道南三站复线热媒温度升高,是由垂杨站分输引起换热器管程和壳程换热效果下降双重作用的结果。同时,热媒温度的升高,会加快热媒的分解,并在管程积炭,加厚管程边界层,影响换热效果。

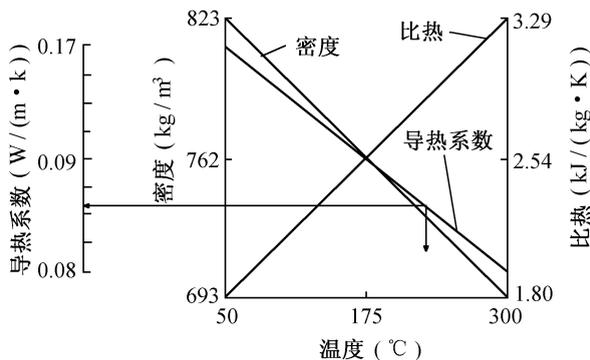


图4 热媒特性曲线

要部件,其密封效果直接影响到油品的挥发损失及油罐的安全运行。目前常用的环向密封装置主要有机械密封、弹性密封和管式密封三种形式,其中管式密封的特点最为突出。石油储罐中一般浮船漂移较大,管式密封的适应性最强,浮顶在横向移动时,充液管受到挤压,而使液体流向环形间距较大的位置,这种自由补偿流动使得密封与罐壁始终保持良好接

四、结论

(1)影响管道分流选择的主要因素为流体的不均匀程度、分流流速和干线管道与分流管道的管径比。

(2)庆铁管道南三站加热炉热媒温度的升高,是垂杨站分输加热炉换热器管程和壳程换热效果下降引起的。消除这种现象的方法有,一是在介质流速变化不大的前提下,适当加大南三站复线加热炉换热器的换热面积或改变换热器结构,提高换热效果;二是更换一段分输管道,适当加大其管径,调整分输流速,减小分流选择的影响。

参考文献

1. 严大凡:输油管道设计与管理,石油工业出版社(北京),1986。
2. 翁仲杰等:传热学,上海交通大学出版社(上海),1987。

(收稿日期:2004-07-07)

编辑:仇斌