

津华线清管作业中存在的问题及分析

檀伟^{1*}, 姜兆昌², 曹伟秋³, 王少博¹, 邵万鹏¹

(1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海分公司, 天津 300457;

2. 中国石油管道公司(管道销售公司), 河北 廊坊 065000;

3. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000)

摘要:在简要介绍津华原油管道及自投产以来清管作业情况的基础上, 重点叙述了冀东原油低输量清管作业的过程和相关数据, 研究分析了清管作业效果, 总结了经验体会, 为同类管道今后清管作业工作提供参考。

关键词:清管球; 皮碗; 流速

中图分类号: TE832

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2016)09-0204-04

DOI: 10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2016.09.051

Analysis and problems about the pigging operation in Jinhua pipeline

TAN Wei^{1*}, JIANG Zhao-chang², CAO Wei-qiu³, WANG Shao-bo¹, SHAOhao WAN-peng¹

(1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;

2. Petrochina Pipeline Company (Pipeline Marketing Company), Langfang 065000, China;

3. CNPC China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang 065000, China)

Abstract: The pigging operation of JinHua crude oil pipeline is briefly introduced since it is put into production. The pigging operation process and related data for Jidong crude oil pipeline with low velocity are highlighted. The pigging operation effect is analyzed. The summerization is also proposed to provide a reference for similar pipeline pigging operation in the future work.

Key words: pigging; leather cup; velocity

清管是保证输油管道能够长期安全运转的基本措施之一。含蜡原油管道运行一段时间后, 管壁上逐渐增厚的蜡沉积物使得管道输送能力下降, 动力消耗增加。例如我国某 $\phi 426$ mm 管道投产 4~5 个月, 由于管壁蜡沉积, 摩阻增大 50% 以上。为了恢复管道的输送能力, 需要进行清管, 通常含蜡原油管道的清管是通过往管道中投放清管器来完成的。清管器在输油站或清管站中通过特定的流程和装置投放进管道, 在油流的推动下前进, 同时将管壁沉积物刮下来^[1]。

天津港-华北石化原油管道工程(简称津华线)的设计输量为 700 万 t/a, 运行初期输量为 165 万 t/a, 为低输量工况。低输量运行的热油管道由于输油量的减少, 管内原油流速下降, 各站进站温度偏低, 管道内壁更易结蜡, 使得清蜡周期缩短^[2]。2015 年 9 月开始投产至今, 津华线共完成了 4 次全线清管作业。第 1 次清管为启输时, 用低凝点进口

原油置换水; 第 2 次清管为管道全线充满进口原油后进行的一次清管。前 2 次清管都在 2015 年 9 月份完成。由于津华线后期需要输送高凝点的冀东原油, 因此, 冀东原油正式投运(2016 年 3 月)后, 2016 年 4 月底, 开始了第 3 次清管作业; 2016 年 5 月底, 完成了第 4 次清管作业。本次重点对冀东原油低输量清管作业相关问题进行分析, 为同类管道今后清管作业工作提供参考。

1 津华线概况

天津港-华北石化原油管道工程(简称津华线), 管道起自天津港汇鑫油库, 终点为华北石化公司附近的任丘合建站。管道线路长约 188 km, 全线设 3 座工艺站场(汇鑫油库首站、青县中间热泵站和任丘合建站, 如表 1 所示)和 8 座线路截断阀室(RTU 阀室 5 座, 手动阀室 3 座), 途经天津市滨海新区、静海县, 沧州市黄骅市、青县, 廊坊市大城

县,沧州市,任丘市。该管道全线地势平坦,地面高差不足 10 m。管道设计输量为 700 万 t/a,设计压力为 6.3 MPa,管径为 D508 × 7.1,采用 40 mm 厚硬质聚氨酯泡沫塑料保温。管道全线共有河流大型穿越工程 2 处,中型穿越工程 9 处,穿越铁路 7 处,穿越高速公路 7 处,穿越国道 2 处,穿越省级公路 6 处。

在首站、中间站和合建站均设有清管设施。津华原油管道各站里程、高程及站间容积如表 1 所示。

表 1 津华原油管道各站里程、高程及站间容积

名称	里程/ km	高程/ m	站间 距/km	与上站间理论 管容积/m ³
汇鑫油库	0	7	—	—
青县中间热泵站	113.5	5	113.5	21725
任丘合建站	188.0	8	74.5	14260

津华线是我国第一条常年冷热交替密闭顺序输送的原油管道,同时管道还具有大管径低输量、正反输、加热、加剂等输油工况。2017 年 10 月份之前,津华线将只输送冀东原油,其输量为 165 万 t/a。之后,津华线输量达到最大值 665 万 t/a。考虑一定的设计余量,管道设计输量确定为 700 万 t/a。反输冀中原油的输量按照冀中原油的产量,确定为 325 万 t/a。

本工程采用 SCADA 控制系统,对输油管道的生产过程进行实时监测和控制,以保证输油管道的安全、可靠和平稳低耗运行,达到正常运行时由廊坊分控中心统一调控,任丘合建站备控,能够实现分控中心自动启输、停输、事故停输的目的。

津华线所输冀东原油物性如表 2 所示,沿线地温如表 3 所示。

表 2 冀东原油物性表

20℃密度/ (g·cm ⁻³)	凝点/ ℃	50℃黏度/ (mPa·s)	28℃黏度/ (mPa·s)	含蜡 量/%	水含 量/%	沥青质+ 胶质/%
0.8524	26	28.8	437~1110	4.32	0.5	10.49

表 3 津华原油管道沿线地温

月份	1	2	3	4	5	6
深层平均地温(0.8 m)/℃	5.2	4.2	5.2	8.7	13.1	17.7
深层平均地温(1.6 m)/℃	9.3	7.7	7.2	8.6	11.2	14.5
月份	7	8	9	10	11	12
深层平均地温(0.8 m)/℃	21.2	23.0	21.9	18.1	13.4	8.8
深层平均地温(1.6 m)/℃	17.4	19.7	20.2	18.7	15.8	12.4

表 3 中数据从当地气象部门取得。从 2015 年 9 月运行至今,津华线已取得了将近 1 年的地温数据。从取得的地温数据可知,实际地温比表 3 中数据高 1~2℃。因此,全线最低地温为 7℃,最高地温为 23℃。

2 津华线清管作业情况及分析

通过总结津华线冀东原油清管的经验,分析清管过程中的问题,为以后的生产运行和清管作业提供可靠的指导。

2.1 清管时间及流速

为尽量保证管道的清管流速,清管期间,管道输量提高至 460 m³/h 左右。

(上接第 203 页)

参考文献

- [1] 黄中伟. 络合滴定法快速测定铅盐中的铅[J]. 沿海企业与科技, 2004, (1): 62-63.
- [2] HB 5297. 15—2001. 钛合金化学分析方法苦杏仁酸重量法测定铅含量[S]. 北京: 中国航空集团公司 301 所, 2001.
- [3] 陈文. 极谱法测定铝合金中铅[J]. 冶金分析, 2011, 31(8): 31-35.
- [4] 吴天良, 庞书南, 苏丽. ICP-AES 测定金红石中的二氧化铅、三氧化二铁、二氧化硅含量[J]. 光谱实验室, 2010, 27(4): 1294-1296.
- [5] 崔爱瑞, 张弘强. ICP-AES 法测定精选钨钼矿中高含量 Nb₂O₅, ZrO₂ 及稀土总量[J]. 稀土, 2009, (6): 71-73.

- [6] 杨宏, 王俐, 马小明. 二甲酚橙分光光度法测定催化剂中铅含量[J]. 辽宁化工, 2005, 34(7): 316-317, 20.
- [7] Zhai Qing-zhou. Determination of trace amount of oxalic acid with zirconium(IV)-(DBS-arsenazo) by spectrophotometry[J]. Spectrochimica Acta Part a-Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2008, 71(2): 332-335.
- [8] 陈阳国, 方正, 宋玉梅, 等. 分光光度法测定铜汞齐中的镉[J]. 光谱实验室, 2004, 21(1): 138-141.
- [9] 王敏. 偶氮胂(III)光度法测定催化剂中的镉[J]. 光谱实验室, 2004, (2): 390-392.
- [10] 胡美仙, 王文兰. 分光光度法研究偶氮胂 III 与镉、钪的配位反应[J]. 浙江师范学院学报(自然科学版), 1988, (2): 84-88.
- [11] 周原, 刘新玲, 郭林晖. 偶氮胂 III 在光度分析中的应用[J]. 湖南有色金属, 1996, (1): 49-53. ■

受限于管道输油计划与首末站库存,津华线采用两段管道同时发球方式进行清管作业。冀东原油第 1 次清管:4 月 23 日 15:18 汇鑫油库发球,23 日 15:37 青县中间热泵站发球,津华线汇鑫-青县段、青县-任丘段几乎同时开始清管。25 日 0:24 清管器到达任丘合建站,25 日 16:28 清管器到达青县中间热泵站,津华线首次常规清管顺利结束。汇鑫-青县段清管球运行约 49 h,前进速度约 443 m³/h,青县-任丘段清管球运行约 32.75 h,前进速度约 435 m³/h。冀东原油第 2 次清管:5 月 21 日 15:57 汇鑫油库发球,16:26 青县中间热泵站发球,津华线汇鑫-青县段、青县-任丘段开始同时清管。5 月 23 日 2:41 清管器到达任丘合建站,18:31 清管器到达青县中间热泵站,津华线清管顺利结束。汇鑫-青县段清管球运行约 50.5 h,前进速度约 430 m³/h,青县-任丘段清管球运行约 34.25 h,前进速度约 416 m³/h。

经分析,在清管器运行方向上,主要受到前后油流的作用力、自身重力分力、管壁的摩擦阻力和结蜡层的抗剪阻力共同作用^[3]。以上力的共同作用,导致清管器的运行速度稍低于冀东原油的流速。

2.2 清管清出物情况

4 月份清管结束后,青县中间热泵站收球筒取出约 8 kg 蜡,任丘合建站收球筒取出约 75 kg 蜡。2 座站场收到的清管器现场情况如图 1 和图 2 所示。5 月份清管结束后,青县中间热泵站收球筒内基本无蜡,任丘合建站收球筒取出约 2 kg 蜡。



图 1 青县中间热泵站收到的清管器



图 2 任丘合建站收到的清管器

从以上情况可以看出,4 月份清管清出物明显多于 5 月份清管清出物;且汇鑫-青县段析蜡量高于青县-任丘段的析蜡量。

经分析,3 月份,冀东原油进入管道后,输油温度升高,逐步建立温度场,在这个过程中,冀东原油析蜡较多;4 月份开始第 1 次清管。温度场建立后,4—5 月期间,冀东原油输油温度稳定,析蜡量减少。同时,4 月份之前,地温较低,5 月份地温较高,这些都是导致冀东原油输油温度升高的原因。输油温度升高,则析蜡量减少。同时,汇鑫-青县段平均输油温度高于青县-任丘段平均输油温度,因此,汇鑫-青县段析蜡量高于青县-任丘段的析蜡量。

2.3 清管器跟踪

因津华线清管分段同时进行,清管器跟踪也分为 2 个管段分别进行,既汇鑫-青县段和青县-任丘段,阀室、穿跨越等特殊地点为高风险点,进行重点跟踪。因 4 月份清管为津华线投产首次常规清管,按照《清管作业手册》7.3.4 规定,每隔 5 km 设置 1 个监听点,汇鑫-青县段设置 26 个监听点,青县-任丘段设置 18 个监听点,全线共计 44 个监听点。5 月份清管时,每隔 10 km 设置 1 个监听点,汇鑫-青县段设置 12 个监听点,青县-任丘段设置 9 个监听点,全线共计 21 个监听点。跟球人员跟到球后,汇报跟踪信息,汇报内容包括时间+管段+序号+位置,管道公司廊坊中控调度接到清管器通过某跟踪点的汇报后,根据清管器通过该点的时间、球速和两点间距,计算出清管器到达下一跟踪点的时间,通知跟球人员。

中石油管道公司作为专业的管道运行单位,在管道清管方面有着非常丰富的运行经验,清管器跟踪工作也有相应的操作手册。按照相关清管作业操作要求,此 2 次清管作业清管器跟踪,时间计算准确,跟踪及时到位。

2.4 清管器磨损

清管器技术指标:采用 6 直板清管器,2 支撑板,4 直皮碗,支撑板直径 492 mm,密封板直径 515 mm,管道内径为 493.8 mm,根据密封板直径和管道内径核算,清管器过盈量 4.3%。汇鑫至青县段清管器前部泄流孔面积 2 031 mm²,后泄流孔面积 3 051 mm²,分别占管道流通面积的 1.06% 与 1.59%。青县至任丘段清管器前部泄流孔面积 2 130 mm²,后泄流孔面积 3 966 mm²,分别占管道流通面积的 1.11% 与 2.07%。

4月份清管结束后:青县中间热泵站收到的汇鑫-青县段清管器,支撑板和密封板直径为485 mm;任丘合建站收到的青县-任丘段的清管器,支撑板直径为480 mm,前部密封板直径为480 mm,后部密封板直径为490 mm。清管结束后,2个清管器的密封板直径均小于管道内径,不具备过盈量,下次清管,需更换皮碗等配件。5月份清管结束后:青县中间热泵站收到的汇鑫-青县段清管器,支撑板直径为488 mm,密封板直径为495 mm;任丘合建站收到的青县-任丘段的清管器,支撑板直径为480 mm,前部密封板直径为480 mm,后部密封板直径为490 mm,前后支撑板各有4处刮伤。津华线清管结束后,汇鑫-青县段和青县-任丘段的清管器的支撑板和密封板磨损较严重,下次清管需更换皮碗等配件。

从以上情况可以看出,津华线所选的6直板清管器满足了津华线输送冀东原油的清管作业要求。管道清管磨损较为严重,每次清管均需要更换皮碗等配件。

2.5 清管器取出

2次清管结束后,青县中间热泵站和任丘合建站的清管器均停留在筒体变径处,距离收球筒盲板处较远(约6 m)。同时,清管器前部堆积一定数量的蜡及杂质,导致将清管器拉出球筒较为困难。采用加长的钩子,多人合力拉动清管器,才将清管器从收球筒拽出。以任丘合建站为例,4月25日0:24收到清管器,打开盲板后,约100 kg蜡及杂质,进行人工清除。取清管器时,采用加长的钩子,8个人合

力拉动清管器,26日19:30才将清管器从收球筒拽出。

经分析,根据中国石油的企标《油气管道清管作业手册》QSY GD 1003—2014中第5.2.4条规定,清管器的运行速度宜控制在1.0~2.0 m/s。从现场实测数据可知,清管器的运行速度为0.67 m/s以下,运行速度较低,使得清管器不能到达收球筒盲板附近。建议类似管道清管时,必须保证清管器的运行速度控制在1.0 m/s以上。

3 总结

本次清管作业,在中国石油管道公司各部门密切沟通、积极配合下,流程切换平稳有序,清管器跟踪及时到位,津华线常规清管工作顺利结束,为今后的清管工作总结了经验,为今后清管作业工作提供了参考。

(1)5月份清管清出物明显少于4月份,建议适当加大津华线的清管周期,减少清管作业次数,降低运行的劳动强度。

(2)建议类似管道清管时,必须保证清管器的运行速度控制在1.0 m/s以上。

参考文献

- [1] 杨筱蓓. 输油管道设计与管理[M]. 东营: 中国石油大学出版社, 2006.
- [2] 缪娟, 吴明. 含蜡原油管道清管器卡堵事故原因分析[J]. 清洗世界, 2007, (2): 8-13.
- [3] 吕平, 吴明, 栗佳, 等. 清管器在输油管道中的运动规律研究[J]. 管道技术与设备, 2006, (5): 42-44. ■

陶氏助力江西省建材集团“绿色升级”

2016年8月16日,陶氏化学(中国)投资有限公司与大型国有企业江西省建材集团正式签署战略合作协议,未来3年内双方将利用江西省建材集团丰富的产品开发和生产能力、陶氏创新的绿色建筑解决方案,打造更环保、更健康、更优质的建筑材料,以满足不断增长的市场需求。这是陶氏与中国企业合作、助力中国建筑材料产业升级的又一重要举措。

根据协议,江西省建材集团将利用陶氏水性环保产品和技术,结合自身在水泥、混凝土方面的技术专长,开发和生产更安全 and 更具可持续性的绿色建材产品,更好地服务于校园跑道、运动和休闲步道、建筑屋面等领域。陶氏将提供售前、售中和售后每一个环节的全方位技术支持和服务,并根据地域特性对原材料配方进行必要的调整和改进,使江西省建材集团的产品更加符合本地市场需求。双方还将逐步加强联合创新,合作研发创新的产品和解决方案。陶氏将向江西省

建材集团提供的绿色环保整体解决方案主要包括:

(1)陶氏易广道™(ECOGROUND™)新型水性环保跑道胶黏剂系统:产品不使用、不添加苯、甲苯等有害物质,对人体和环境友好,具有干燥速度快、施工效率高、耐老化性优异的特点。

(2)陶氏易广道™(ECOGROUND™)新型水性复合NEH树脂:用于制备地坪系统,铺设更环保绿色的自行车道、人行过道、停车区域等,具有较强的耐侵蚀性、耐水性、优异的耐冲击性和高耐磨性,不含甲醛、溶剂和增塑剂,绿色环保,持久如新。

(3)ERC丙烯酸弹性屋面涂料:将为屋面渗水、漏水、锈蚀以及屋面寿命短等问题提供简便和有效的整体解决方案,目前已广泛运用于工业厂房、楼宇及住宅屋面,具有优异的弹性、耐久、耐候性能和耐污性能,对基材具有很好的附着力。(王彤兮)