兰郑长成品油管道郑州站混油量研究

丁俊刚[1] 张 磊[1] 刘 佳[2] 沈 亮[1] 王中良[1] 于 涛[1]

1. 中国石油北京油气调控中心，北京 100007；

2. 中油管道检测技术有限责任公司，河北 廊坊 065000

摘 要：成品油管道在顺序输送中会产生混油，减少混油量是成品油管道运行中必不可少的环节。通过计算兰郑长成品油管道郑州站混油量，整理、分析近两年郑州站实际混油量，并进行比较分析，得出郑州站混油实际切割量大的原因：停输界面位置不合理、阀门行程时间长等。提出将罐区收、发油共用 1 根汇管改为收、发油分别设 1 根汇管，在站外增加 1 台密度计，减少停输次数，统一密度计的标定工作等改进建议。

关键词：兰郑长管道；顺序输送；混油量；切割

DOI: 10.3969/j.issn.1006–5539.2014.02.003

0 前言

兰郑长成品油管道西起兰州，经甘肃、陕西、河南、湖北、湖南 5 省 67 个县市后，抵达长沙末站，输送 –10# 柴油、0# 柴油、93# 汽油，全长 2 086 km，年输送量达 $1\,500\times10^4$ t。干线共设 16 座工艺站场、79 座干线线路截断阀室，油源来自西部成品油管道、长庆石化、庆阳石化，有兰州、庆阳、长庆、咸阳、郑州 5 个罐区，分兰咸、咸郑、郑阳、郑长、庆咸、长庆、小李庄、长沙、湘潭 9 个水力系统。目前全线有咸阳、郑州、小李庄、阳逻、长沙、湘潭 6 个混油切割点，平均 4 d 切割 1 次混油，是成品油管道中混油切割点最多的管道。其中郑州站作为枢纽，其切割实际混油量大于理论计算混油量，给运行带来了一定影响，对比实际与理论混油量差异，分析存在的问题，研究减少实际混油量的措施。

1 顺序输送管道混油机理

在同一条管道内，按时间顺序连续地输送不同种类的油品，称为顺序输送。顺序输送时，不同油品在管道内流动行成界面。成品油管道输送最大特点是不同油品的顺序输送，顺序输送必然存在批次界面，界面处会产生混油。

流态对混油量有很大影响[1]。层流时，管道内油品流动的轴心流速大于管内壁边缘流速，从而使后行油品呈楔形进入前行油品中，由于两种油品密度不同，后行油品的分子将通过前行油品界面，这种扩散使界面临近区域的两种油品密度趋于均匀。紊流时，管道截面上油品的流速接近平均流速，且扩散不单单存在于轴向上，还存在于径向上，对流传递不显著，从而减少了混油量[2]。实验表明，随着雷诺数的增加，相对混油量下降；当雷诺数达到某一数值时，混油量随雷诺数的改变减小[3]。

2 郑州站混油量计算

兰郑长成品油管道郑州分输泵站目前主要功能包括接收咸郑段管道来油调压进罐、油品重新组织批次增压外输至西平分输站、罐区来油增压分输至郑州油库分输计量站、混油处理、清管器收发、油品倒罐、压力泄放等。郑州站功能示意见图 1。

收稿日期：2013–10–29

作者简介：丁俊刚（1982–），男，甘肃武山人，工程师，硕士，主要从事输油管道调控运行工作。

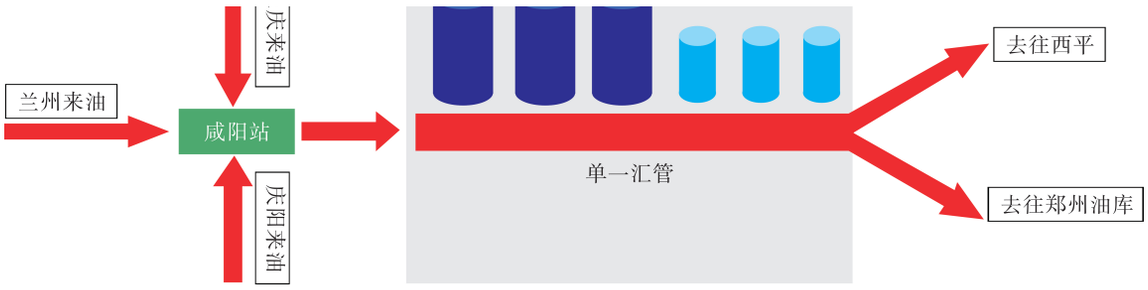

图 1 郑州站功能示意图

目前，大部分混油是计算公式都描述了混油量与输送距离、管径和雷诺数的关系，并不包含某条管道特有的性质，如管径变化、沿线地形和结构等对混油量的影响，计算结果仍与现场数据存在差异，仅适用于等直径水平管道。其中奥斯汀混油公式的应用最广泛，能较为准确地预测混油量[4-5]。GB 50253-2003《输油管道工程设计规范》中也推荐使用英国研究者 J.E.Austin 和 J.R.Palfrey 总结的奥斯汀混油公式，该公式也被国内外一些工程公司在设计成品油管道时普遍采用[6]。

不同输量由奥斯汀混油公式算得各自混油长度，进而确定理论混油量的大小。不同输量下的理论混油量计算值见表 1。

表 1 不同输量下的理论混油量

输量/($m^3 \cdot h^{-1}$)	80	140	200	266	320	380	440	500	560	620	680	740	800
混油量/m^3	2 140	1 290	936	725	713	701	691	682	674	668	661	656	651

通过曲线拟合，郑州站不同输量下的理论混油量见图 2。

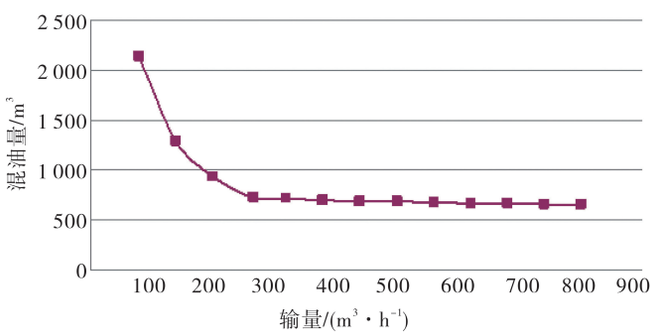

图 2 不同输量下的理论混油量

由图 2 可见，当油品运行在低输量时，产生的混油量明显增多，而输量大于临界输量时，产生的混油量相差不大约 700 m^3。

3 郑州站实际混油量及切割难度分析

对比分析兰郑长成品油管道郑州站近两年混油量数据发现：郑州站每次实际切割的混油量均大于理论混油量。

郑州站 2011 年共切混油 25 次，平均单批混油量为 973.24 m^3；2012 年共切混油 25 次，平均单批混油量为 948.65 m^3。2011、2012 年郑州站混油切割具体数据见图 3。

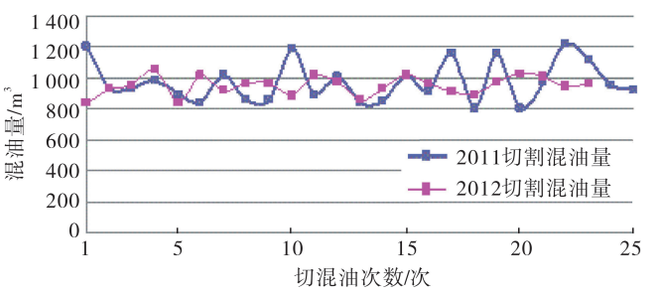

图 3 2011、2012 年郑州站单批次混油量统计

郑州站正常情况下混油量可控制在 980 m^3 内，个别混油量较大是因为供油不足导致停输界面不理想所致。通过中控调度 SCADA 系统工作站截图可知某次柴油推汽油切割混油时密度变化，见图 4。

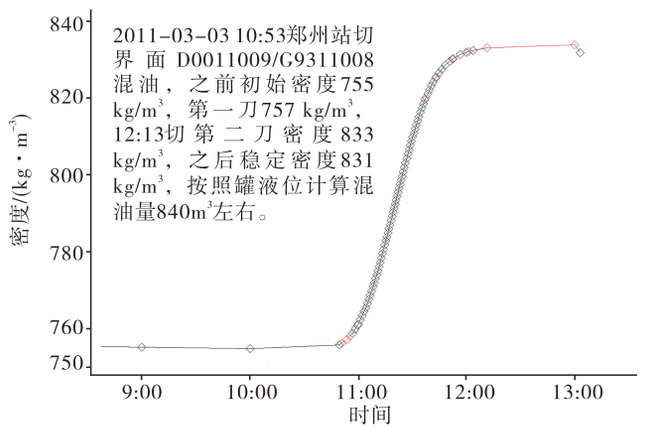

图 4 某次切割混油时密度变化趋势图

根据某次切割油品时密度变化的趋势图看，并不存在大的问题，但大部分切割实际混油量比理论计算值稍大，主要原因有：

a）在线密度计是顺序输送过程中混油切割的主要设施，但介质的密度与其成分直接相关。管道中的机械杂质及介质中所携带的水分等均会使密度产生变化，在线密度计示值偏离纯介质密度，造成切割操作困难。特别是郑州站上游油源较多，目前锦郑成品油管道尚未投产，郑州站油源就有 3 个，3 个油源的油品差异导致同种油品的密度不稳定，每次切割时并不能严格按照某一密度数值切割，而是根据比例要求，上一站的密度显示值及变化分别计算。由于各站密度计的显示差异，同种油品在不同站的密度显示值也不尽相同。

b）郑州站只在进站处设有 1 台密度计泵作为在线密度计。仅依靠这 1 台设备显示的示值进行切割，反应时间短，难度较大，且存在密度计管路堵塞致示数不变的风险。

c）混油切割需要在中控调度下切割 2 次，第 1 次切割因前行油品密度变化仪表监测报警，容易判断，但第 2 次即将到来的后行油品的密度值不是严格的固定值，因此很难判断切割点密度。

d）郑州罐区设计采用单一汇管，“一进两出”的输送方式极大地增加了控制风险，也导致兰郑长管道郑州站没法实现每罐必化验，合格后再外输的要求。

e）兰郑长成品油管道上游分输量大，导致下游流量较小，且存在不同原因停输，停输时界面位置如果不合适则会导致混油长度增加。

f）混油切割阀有一定的行程时间，根据管道控制原则，在混油切割时一个切割阀门全开后才能关闭另外一个切割阀门，因此阀门启、闭行程时间长必导致混油量的增大。

4 结论

控制郑州站混油量技术性较强，涉及兰郑长管道顺序输送过程中的众多环节。减少混油量不仅能保证成品油质量，还可提高企业经济效益。建议从以下几方面进行混油量的控制：

a）对郑州站罐区单一汇管进行改造，进油和发油分成两条汇管，可避免混油直接进入下游。同时先对站内油品进行化验后再外输，并调整混油切割比例。

b）在郑州站外再加 1 台密度计，既可避免单一密度计出故障的风险，又可增加观察、反应时间，有利于监测混油界面，减少混油量。

c）减少非计划停输次数，每次停输仔细核对停输界面的位置，减少因停输界面不合理而增加的混油量。

d）对全线密度计进行统一标定，根据上一站的密度值进行切割，则可提前计算得到两次切割的密度值。

e）缩短混油切割阀行程时间，加强对混油切割阀的维护保养，防止切割过程中阀门卡堵。

参考文献：

[1] 王 昆，陈保东，郭淑娟，等. 管道顺序输送产生混油的问题研究[J]. 油气储运，2007, 26(8): 8-12.
Wang Kun，Chen Baodong，Guo Shujuan, et al. A Study on the Product Oil Contamination Caused by Batching Transportation[J].Oil & Gas Storage and Transportation, 2007, 26(8): 8-12.

[2] 徐燕萍，左志恒，徐光春. 成品油长输管道的混油下载与切割[J]. 油气储运，2010, 29(7): 505-508.
Xu Yanping，Zuo Zhiheng，Xu Guangchun. Contamination Unloading and Cutting of Long-Distance Oil Product Pipeline[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2010, 29(7): 505-508.

[3] 王 昆，陈保东，王占黎，等. 管道顺序输送中混油及混油量的研究[J]. 管道技术与设备，2007, (2): 8-12.
Wang Kun，Chen Baodong，Wang Zhanli, et al. Research on Contamination Caused by Batching Transportation[J]. Pipeline Technique and Equipment，2007, (2): 8-12.

[4] 戴福俊，胡 煊，纪荣亮. 西南成品油管道混油量的计算[J]. 油气储运，2009, 28(2): 40-42.
Dai Fujun，Hu Xuan，Ji Rongliang .Calculation and Analysis on Contaminated Volume of Southwestern Products Oil Pipeline[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2009, 28(2): 40-42.

[5] 殷炳纲. 优化成品油管道设计减少混油量[J]. 油气储运，2011, 30(11): 834-836.
Ying Bingang. Optimizing the Design of Products Pipeline to Reduce the Contaminated Volume[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2011, 30(11): 834-836.

[6] 陈世一，崔艳星，崔艳雨. 成品油顺序输送管道混油量计算方法[J]. 油气储运，2007, 26(8): 16-19.
Chen Shiyi，Cui Yanxing，Cui Yanyu. Research on the Calculation Method of Contaminated Volume in Multi-Product Pipeline[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2007, 26(8): 16-19.