

# EP系列减阻剂在原油管道中的应用

李浩宇 薛延军

中国石油北京油气调控中心, 北京 100007

**摘 要:**为了缓解 M 原油进口管道长期满负荷运行的压力,提高管道紧急工况的应对能力,进行了添加减阻剂试验,在各输油泵站添加一定量的 EP 系列减阻剂降低管道运行压力,增加管道输量。试验结果表明添加 10 g/t 减阻剂时管道输量可提高 14%左右。在试验的基础上进行了减阻剂应用,当添加 10 g/t 减阻剂时,在保持出站压力不变的情况下,管道输送能力提高了 15%;在保持管道输量不变的条件下,管道摩阻损失降低 16%。应用结果表明,添加减阻剂后实现了管道减阻增输的目的,提高了紧急工况的应对能力。

**关键词:**减阻剂;原油管道;应用

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2013.06.008

## 0 前言

M原油管道是中国四大进口原油通道之一,担负着输送进口俄罗斯原油的任务。根据原油进口计划,M原油管道全年将处于满负荷运行状态,因此,一旦管道发生异常,出现非计划停输,首站库存会急剧升高。受输送能力限制,管道启输后很难按计划完成输油任务。因此,在常规输油方式之外,必须具备管道异常停输条件下的一种增输技术,以解决可能出现输油任务突然加大的问题,确保国家原油的供应。减阻剂作为一种有效的减阻增输药剂是首选的技术手段。

## 1 M原油管道概况

M原油管道起自我国东北中俄边境,止于黑龙江省某市。全长926.5 km,设有1#泵站、2#清管站、3#泵站、4#清管站和5#末站,共5座工艺场站。管径为813 mm,设计压力8.0 MPa,局部8.5~10 MPa,采用常温密闭输送工艺,设计输送能力 $1\ 500\times 10^4$  t/a。

M原油管道输送原油主要物性见表1。

## 2 减阻剂及注入工艺

在输油管道运行中,流动摩擦阻力限制了流体在管道中的流动<sup>[1]</sup>。减阻剂是一种具有黏弹性的高分子聚合

表1 原油主要物性参数

项 目	数 值
凝 点/℃	-30
标准密度/( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )	850
硫含量/(%)	0.6~1.0
黏度 -10℃/( $\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ )	48.86
黏度 -5℃/( $\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ )	26.6
黏度 0℃/( $\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ )	13.2
黏度 10℃/( $\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ )	7.06
黏度 20℃/( $\text{mm}^2\cdot\text{s}^{-1}$ )	5.02

物,注入管道后减阻剂中的聚合物分子充分展开,通过改变管壁附近(过渡区)油分子的运动状态,使其向同一方向运动,扩大已有层流区,干扰薄层间的液体分子从缓冲区进入湍流核心,减弱湍流程度,从而减少油品的流动阻力,达到减阻增输的目的<sup>[2]</sup>。

EP系列减阻剂为直长链大分子结构,具有良好的拉伸变形性、抗剪切性,其溶于油品后迅速分散,长链自然延伸<sup>[3]</sup>。避免了聚合物分子长链之间相互纠缠,以达到最佳减阻效果<sup>[4]</sup>。

为避免弯头、阀门等装置对减阻剂的剪切破坏,M原

收稿日期:2013-08-15

基金项目:漠大线适应性改造工程(HGPE201201406)

作者简介:李浩宇(1980-),男,北京人,工程师,硕士,主要从事长距离油气管道调度和输送技术研究工作。

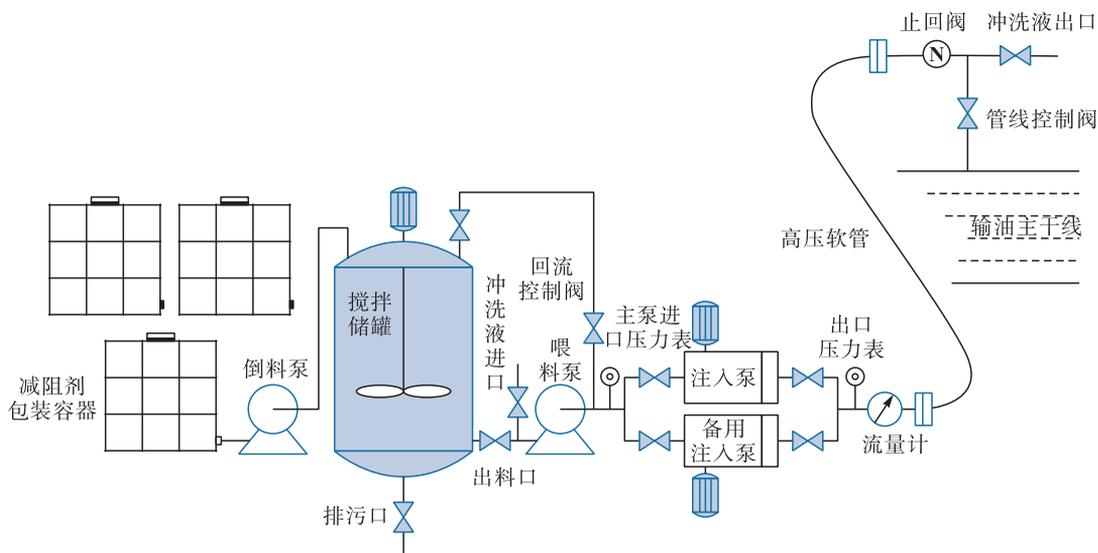


图1 减阻剂注入装置工艺流程图

油管道减阻剂注入点选择在泵站出站清管发球装置后直管段<sup>[5]</sup>。注入装置工艺流程图,见图1。

### 3 工业增输试验及分析

2011年M原油管道进行了减阻剂增输试验。由于减阻剂过泵剪切后减阻效果基本失效<sup>[1]</sup>,所以试验采取在1#泵站和3#泵站同时注入减阻剂的方式,加剂量均为10 g/t,加剂过程中首站出站压力稳定在8.40 MPa,通过调节3#泵站进站压力,使高点压力稳定在0.05 MPa。加剂油头到达末站并稳定运行4 h后,记录管道运行参数,并与加剂前管道运行参数进行对比,详细数据见表2。增输率计算公式为:

$$\delta = \frac{Q_1 - Q_0}{Q_0} \quad (1)$$

式中: $\delta$ 为增输率,%; $Q_0$ 为不加剂时输量, $\text{m}^3/\text{h}$ ; $Q_1$ 为加剂时输量, $\text{m}^3/\text{h}$ 。

表2 减阻剂增输实验结果

运行工况	1# 泵站出站压力 / MPa	高点压力 / MPa	3# 泵站进站压力 / MPa	3# 泵站出站压力 / MPa	5# 泵站进站压力 / MPa	输量 / ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )	加剂量 / ( $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$ )	增输率 / (%)
不加剂	8.24	0.05	1.77	5.31	0.24	2 100	0	-
加剂	8.24	0.05	1.45	5.61	0.26	2 400	10	14.29

表3 减阻剂工业应用增输效果

运行工况	1# 站出站压力 / MPa	高点压力 / MPa	3# 站进站压力 / MPa	3# 站出站压力 / MPa	5# 站进站压力 / MPa	输量 / ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )	加剂量 / ( $\text{g} \cdot \text{t}^{-1}$ )	增输率 / (%)
不加剂	8.05	0.05	1.81	5.21	0.22	1 990	0	-
加剂	8.03	0.05	1.79	5.27	0.19	2 300	10	15.58

在首站出站压力不变的情况下,管道输量从2 100  $\text{m}^3/\text{h}$ 提高到2 400  $\text{m}^3/\text{h}$ ,增输率为14.29%,由于输油泵的最大排量为2 400  $\text{m}^3/\text{h}$ ,所以该输量为M原油管道的最大极限输量。该工况下,M原油管道年输量可达1 714 $\times 10^4$  t,比设计年输量多214 $\times 10^4$  t<sup>[6]</sup>。

### 4 减阻剂应用及分析

经过现场增输试验后,M原油管道于2012年开始减阻剂的应用。应用分为增输和减阻两部分。

#### 4.1 管道增输应用

管道增输采取在1#泵站和3#泵站同时注入减阻剂的方式<sup>[7]</sup>,注入量为10 g/t,首站出站压力控制在8.05 MPa,高点压力控制在0.05 MPa。在1#泵站保持出站压力不变的情况下,管道输量由不加剂时的1 990  $\text{m}^3/\text{h}$ 增加到2 300  $\text{m}^3/\text{h}$ ,增输率达到15.58%。管道运行参数见表3。

由于输油泵最大输量为2 400  $\text{m}^3/\text{h}$ ,为保证设备长时

间平稳运行,减阻剂增输应用的持续输量定为2 300 m<sup>3</sup>/h,比设计输量2 100 m<sup>3</sup>/h提高了9.5%,有效缓解了首站库存压力和管道运行压力。

#### 4.2 管道减阻应用

管道减阻应用同样采取在1#泵站和3#泵站同时注入减阻剂的方式,注入量为10 g/t,控制首站出站流量稳定在2 100 m<sup>3</sup>/h,高点压力稳定在0.05 MPa。在管道流量不

表4 减阻剂工业应用减阻效果

运行工况	1# 泵站出站 压力 / MPa	高点压力 / MPa	3# 泵站进站 压力 / MPa	3# 泵站出站 压力 / MPa	5# 末站进站 压力 / MPa	输量 / (m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup> )	加剂量 / (g·t <sup>-1</sup> )	减阻率 / (%)
不加剂	8.60	0.05	1.87	5.70	0.17	2 100	0	-
加剂	7.58	0.05	1.92	4.70	0.17	2 100	10	16.88

管道添加减阻剂运行后,在输量保持不变的情况下,可以大幅度降低运行压力。在管道设计输量下,1#泵站出站压力降低1.0 MPa,3#泵站出站压力降低1.0 MPa,大大降低了管道运行风险,管道安全性得到了提升。

#### 4.3 添加减阻剂经济分析

添加减阻剂运行,增加了药剂费用,但由于降低了管道摩阻损失,可减少泵站所需电耗费用。在管道设计输量下加剂运行与不加剂运行相比:每天增加药剂费用4.5万元,泵站电耗费用减少5万元,总费用降低0.5万元。

## 5 结论

经过现场应用证实,EP系列减阻剂具有良好的减阻效果和增输效果,添加减阻剂运行可提高M原油管道的最大输量,降低管道运行压力。在减少管道运行风险的同时提高了对紧急工况的应对能力。对类似管道运行管理具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 喻西崇,赵金洲,胡永全,等. 油气水多相管流中降阻剂机理研究[J]. 天然气与石油,2001,19(4):7-9.  
Yu Xichong,Zhao Jinzhou,Hu Yongquan,et al. Study of Drag Reducing Agents in Multiphase Pipelines[J]. Natural Gas and Oil,2001,19(4):7-9.
- [2] 李国平,杨睿,汪昆华. 国内外减阻剂研制及生产新进展[J]. 油气储运,2000,19(1):3-7.  
Li Guoping,Yang Rui,Wang Kunhua.The New Progress of Drag Reducer in Research and Production at Home and

变的情况下,首站出站压力由不加剂时8.60 MPa降低到加剂稳定时7.58 MPa,全线平均减阻率为16.88%。管道详细参数见表4。减阻率计算公式为:

$$\gamma = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \quad (2)$$

式中: $\gamma$ 为全线平均减阻率,%; $P_0$ 为不加剂时沿程摩阻损失,MPa; $P_1$ 为加剂时沿程摩阻损失,MPa。

- Abroad[J].Oil & Gas Storage and Transportation,2000,19(1):3-7.
- [3] 关中原. 我国油气储运相关技术研究新进展[J]. 油气储运,2012,31(1):1-7.  
Guan Zhongyuan. New Progress in Relevant Technology Research of Oil & Gas Storage and Transportation in China[J]. Oil & Gas Storage and Transportation,2012,31(1):1-7.
- [4] 张华平. 减阻剂的研究现状及应用[J]. 化学工业与工程技术,2011,32(5):28-33.  
Zhang Huaping. Research Status and Application of Drag Reducing Agents [J]. Journal of Chemical Industry & Engineering,2011,32(5):28-33.
- [5] 姜海斌,邹永胜,杨永和,等. EP系列减阻剂在库鄯输油管道的应用[J]. 油气储运,2009,28(9):30-32.  
Jiang Haibin, Zou Yongsheng, Yang Yonghe, et al. Application of EP Series DRA in Korla-Shanshan Oil Pipeline[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2009,28(9):30-32.
- [6] 罗旗荣,张帆,肖博元,等. 减阻剂减阻效果的评价与分析[J]. 天然气与石油,2010,28(2):8-11.  
Luo Qirong, Zhang Fan, Xixiao Boyuan, et al. Evaluation and Analysis on Drag Reduction Effect of Drag Reduction Agent [J]. Natural Gas and Oil, 2010, 28(2):8-11.
- [7] 税碧垣,关中原,赵丽英,等. 苏丹 GNPOC 原油管道减阻剂工业试验及应用[J]. 油气储运,2005,24(1):29-34.  
Shui Biyuan, Guan Zhongyuan, Zhao Liying, et al. The Industrial Experiment and Application of DRA in Sudan GNPOC Oil Pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation,2005,24(1):29-34.