

综合述评

易凝高粘原油管输技术及其发展

张劲军

(石油大学(北京)油气储运工程系, 北京 102200)

[摘要] 我国所产原油80%以上为凝点较高的含蜡原油和粘稠的重质原油,其节能、安全输送一直是我国油气储运界面临的主要技术难题。简要介绍了这两类原油的流动特性及机理,概括了原油降凝减阻输送技术研究和应用的现状,分析了其发展趋势,提出了进一步研究需重点解决的问题。预计化学降凝剂改性仍将是含蜡原油节能安全输送技术的发展方向,目前需重点攻克大庆原油改性的难关;稠油乳化降粘减阻技术将得到更多的应用,在我国目前应重点针对海上油田的油水混输管道开展研究。现有技术的提升、新技术的涌现,有赖于基础研究的突破、技术路线的大胆创新和相关学科研究人员的协同攻关。

[关键词] 管道输送;石蜡基原油;重质原油;降凝;减阻;化学添加剂

[中图分类号] TE832 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2002)06-0071-06

引言

易凝高粘原油包括含蜡量较高的石蜡基原油(常称含蜡原油)以及胶质、沥青质含量较高、密度较大的重质原油(常称稠油)。大庆、胜利、中原、南海等我国主要油田生产的原油大多为高含蜡原油,胜利、辽河、新疆、渤海等油田有大量的稠油,新近发现的亿吨级渤海蓬莱油田也是稠油油田。易凝高粘原油在我国生产的原油中占80%以上。

易凝高粘原油在常温下流动性较差(例如大庆原油的凝点高达32℃),传统上主要采用加热输送工艺,在管道上隔几十公里设一个加热站。其弊端是输油能耗高、允许的输量变化范围小,且管道停运时间稍长便会因原油降温至凝结,酿成管道堵塞的灾难性后果。我国长距离输油管道每年用于加热的燃料油消耗数十万吨,据粗略测算,输送大庆原油的东北输油管道干线若降低输油温度1℃,每年即可节省用于加热的燃料油费用2000万元以上,但是降低输油温度要以保证运行安全为前提。因

此,易凝高粘原油节能、安全输送一直是我国石油储运界面临的主要技术难题。经过40多年的不懈努力,我国在该领域取得了许多重要成果,含蜡原油添加化学降凝剂改性输送技术处于国际先进水平,但目前大庆高含蜡原油的节能安全输送、海上稠油油田集输等方面仍有许多技术难题亟待解决。在国外,随着全球范围内易凝高粘原油开采量的不断增加,其输送技术和相关的基础理论正日益成为石油工业发达国家研究的热点,易凝高粘原油输送技术将得到进一步的发展。

1 含蜡原油及稠油的流动特性及机理

含蜡原油的组成特点是蜡含量高(大庆原油的 $w_{蜡}$ 约为25%),这使其具有高凝点特性。温度较高时,蜡处于溶解状态,原油呈现牛顿流体流变性质;随着温度降低,蜡逐渐结晶析出,原油粘度随之增大,并转变为非牛顿流体。当 $w_{蜡晶}$ 达到2%~3%时,蜡晶便可形成三维网络结构,导致原油整体失去流动性,同时粘度急剧增大,并表现出屈服应力、触变性、粘弹性、以及剪切历史和热历史

[收稿日期] 2002-01-04

[作者简介] 张劲军(1962-),男,广东南海市人,石油大学(北京)油气储运工程系教授、博士生导师

依赖性复杂的流变性质。

稠油的组成特点是胶质、沥青质含量较高，轻质烃类含量少，故其流动性的显著特点是粘度高，50℃时粘度达 $10^3 \sim 10^5$ mPa·s的稠油并不罕见。一般稠油含蜡量不高，故其凝点较含蜡原油低。稠油凝结的机理是温度较低时粘度极高，导致其整体失去流动性。

2 含蜡原油添加降凝剂改性输送技术

含蜡原油输送的主要问题来自其较高的凝点。通过改良蜡晶，使之不易形成三维网络结构，或降低蜡晶结构的强度，可以降低原油凝点及粘度、改善流动性（称为原油改性）。目前，蜡晶改良的主要途径是采用化学添加剂（称为降凝剂、蜡晶改良剂或流动性改进剂）。

2.1 降凝剂改善含蜡原油流动性的机理

降凝剂是高分子聚合物，其分子由极性部分和非极性的烷烃链组成。降凝剂通过共晶和吸附作用，改变蜡晶的形态和结构，从而改善原油的流动性。图1为某含蜡原油添加降凝剂改性前后的蜡晶显微照片，可见降凝剂处理前蜡晶细小、量多，遍布于原油中；改性后，蜡晶颗粒增大并聚集成团，原油中未被蜡晶占据的空间显著增大。

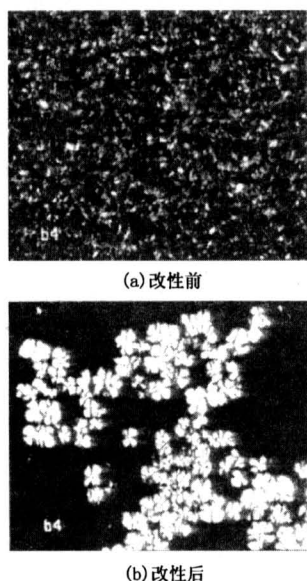


图1 某含蜡原油添加降凝剂改性前后的蜡晶显微照片

Fig.1 Microscopic pictures of wax crystals in a waxy crude before and after PPD-treatment

2.2 降凝剂技术的应用

降凝剂20世纪70年代初开始试用于原油管道。我国在70年代末开始了相关研究，目前对胜利、中原、新疆、长庆等原油已开发出具有良好改性效果的降凝剂，已有10多条管道采用降凝剂改性输送技术。该技术在低输量管道安全运行、节能降耗中发挥了极为重要的作用，例如从山东临邑至南京的鲁宁输油管道在应用降凝剂技术的第一年就获得1000万元的经济效益^[1]。国产降凝剂还成功地通过国际招标应用于苏丹长距离输油管道。

根据降凝剂改性效果的不同，输油管道可采取以下2种方式运行：1) 原油一次处理后输送数百公里甚至更长距离，中途不再重复处理（包括加热），即所谓“常温输送”。这要求管输过程中改性原油的凝点低于地温。2) 降低加热站进站温度、少开热站。在一定条件下，原油改性效果基本不变，但不同季节地温不同，故管道可能按不同方式运行。例如鲁宁输油管道夏季按第一种方式运行，冬季则需按第二种方式运行。

应用降凝剂技术较著名的管道有：1) 澳大利亚Jackson-Brisbane管道：全长1106 km，原油倾点22~24℃、 $w_{蜡}$ 为15%~20%，冬季管道沿线最低地温10~12℃。2) 我国参与建设的苏丹输油管道：全长1506 km，是目前世界上应用降凝剂技术的最长的管道。该管道按降凝剂改性常温输送设计，沿途不设加热站。3) 鲁宁输油管道：全长655 km，是我国采用降凝剂技术的管道中距离最长、输量最大的。4) 库尔勒—鄯善输油管道：全长473 km，是国内第一条按降凝剂改性常温输送设计的长距离输油管道。

2.3 降凝剂改性效果的主要影响因素

2.3.1 原油组成 原油的含蜡量、蜡分子的碳数分布、胶质沥青质的含量及化学组成对改性效果有重要影响。原油含蜡量高，改性难度大；高碳数蜡对降凝剂处理的感受性和改性效果的剪切稳定性都有相当不利的影[2,3]；蜡的碳数分布过于集中也不利^[4]；胶质的成分对降凝剂改性效果有很大影响^[5,6]。

2.3.2 降凝剂添加量和处理温度 每种原油都有其最优降凝剂添加量和最优处理温度，需通过实验确定。降凝剂添加量并不与改性效果成正比。目前我国原油管道降凝剂的添加量一般为每吨原油50 g。根据降凝剂改性机理，处理温度应高于原油中

蜡的熔点。最优添加量和处理温度的确定应与管道其它运行参数综合考虑。

2.3.3 剪切作用 在原油析蜡高峰区温度范围内, 输油泵的高速剪切和管流剪切都可对改性原油的低温流动性产生不利影响^[2,7,8]。剪切效应的强弱与原油组成、剪切温度及强度和时间等因素有关。对于长距离改性原油输送管道, 累计剪切效应不可忽视。剪切效应的机理是剪切破坏了蜡与降凝剂分子的共晶体, 而非降凝剂分子^[9]。图2为在鲁宁输油管道上实测的各泵站进出站原油凝点。

此外, 原油处理后的降温速率(特别是在析蜡点温度以下的急冷)、改性原油冷却后的温度回升、以及输送过程中混入未改性原油等因素, 也会对改性效果产生不利影响。

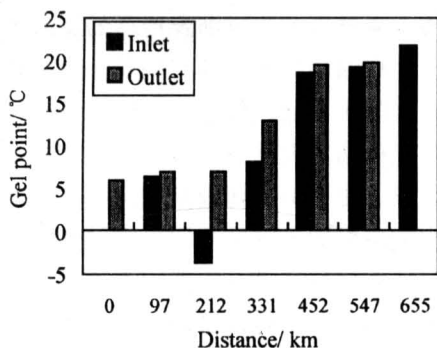


图2 鲁宁输油管道各站进出站原油凝点

Fig.2 Gel points measured at the inlet and outlet of pumping stations along the Lu-Ning pipeline

2.4 目前降凝剂技术发展的特点

在今后一段时间, 降凝剂改性输送技术仍将是含蜡原油节能、安全输送的主导性技术。目前降凝剂技术发展有以下特点:

1) 技术趋于成熟, 应用范围扩大。在我国, 降凝剂技术的应用已由20世纪80年代对低输量老管道进行技术改造, 发展到新建长距离管道按添加降凝剂改性输送设计, 例如1997年建成的库尔勒—鄯善输油管道、我国参与建设的苏丹输油管道。印度孟买近海油田海底集输和长距离管道普遍采用降凝剂。最近, 哈萨克斯坦一条管道也采用降凝剂, 凝点从17℃降至-5℃^[10]。

2) 相关研究方兴未艾。以 pour point depressant 作检索词, 对美国“Petroleum Abstracts”1990年~2001年6月收录的论文进行计算机检索, 查出相关论文及专利99篇, 其中1990~1995年发表的44篇, 1996年~2001年6月发表的55篇;

中国作者的论文24篇(表明我国在这一领域占有重要地位), 欧美国家作者的论文44篇(表明发达国家很重视这项技术)。值得一提的是, 印度作者的论文有12篇, 他们有些基础研究工作很出色。

3) 基础研究很受重视。研究重点为高碳数蜡^[2]及胶质^[5,6]和沥青质^[11~15]对降凝剂改性效果及其剪切稳定性的影响、降凝剂效果的评价^[16~20]等。由于降凝剂改性效果与原油输送过程中经历的热力特别是剪切作用密切相关, 因此, 准确模拟输送过程的剪切和热力效应, 是改性原油输送管道设计与运行的技术关键之一, 但以往长期在经验、定性模拟的阶段徘徊。近年来, 笔者主持对此技术的研究取得重大突破, 实现了在理论指导下对改性原油剪切和热力效应的定量模拟, 领先于同期的国外研究, 得到了产业部门的高度评价。

2.5 面临的主要任务及需要重点解决的问题

目前, 对于蜡含量较高、蜡的碳数较高、或胶质成分特殊的原油, 降凝剂的改性效果还不能令人满意, 例如, 对占我国原油产量近30%的大庆原油, 由于其富含对现有降凝剂具抑制作用的胶质成分^[6], 添加降凝剂改性的难度很大, 目前还没有研制出可以满足东北输油管道干线运行需要的降凝剂产品。毫无疑问, 大庆原油应该是目前我国降凝剂研究的重点对象。

我国原油进口量正逐年增加。所进口的原油大部分流动性很好, 凝点在-20℃以下。这些进口原油与国产原油混合输送虽在输送技术上没有大的困难, 但可能会影响炼制加工产品的品质。例如拟大量进口的某原油若与大庆原油混合, 则难以再生产出优质润滑油。在这种情况下, 不同原油应该分储分输。分输不外乎两种方案: 一是新建管道, 这将耗资巨大; 二是利用现有管道, 实现不同原油的顺序输送, 但若国产原油要采用加热方式输送, 则冷、热油交替输送安全运行的难度极大, 若国产原油改性后可常温输送, 则问题迎刃而解。

降凝技术进一步发展需重点解决的问题包括:

1) 加强机理研究。与同期的国外研究相比, 近几年我们在这方面投入不足, 具新意的成果不多。机理研究是长期性的工作, 需要持之以恒。

2) 需要研究新剂型。目前EVA型降凝剂处于主导地位。

3) 从化学剂和处理工艺两方面着手, 研究降低加剂处理温度的可行性和方法。这是进一步提高

降凝剂改性输送经济效益的重要途径。

4) 从化学剂及注入工艺两方面着手, 研究充分发挥降凝剂作用的措施。降凝剂溶解不良, 不仅导致注入系统经常性堵塞, 还给管道安全运行造成隐患。国外有专利提出用超声处理增强降凝剂效果^[21,22], 道理恐怕正在于此。

5) 降凝剂的研究应与输油工艺更密切结合。应通过对有关工艺参数的优化, 充分发挥降凝剂的作用, 并趋利避害。

6) 研究改性原油流动性预测技术, 以掌握输送过程中改性原油流动性的变化, 为采用降凝剂技术的长距离新建管道设计与运行提供可靠依据。

7) 大胆创新研究技术路线, 各有关学科研究人员密切合作, 是取得突破性进展的重要基础。

3 稠油的降粘减阻输送技术

稠油的主要特点是高粘度, 其输送技术研究主要围绕降粘减阻展开。

3.1 掺稀释剂降粘

典型稠油粘度太高, 仅加热往往不能达到管输粘度要求 (否则加热温度太高)。掺入轻质油 (包括天然气凝析液、原油的馏分油、含蜡原油等) 稀释一直是稠油降粘减阻输送的主要方法。轻质油来源方便并且充足时, 稀释降粘减阻技术是最简单且有效的。为解决轻质油不足的矛盾, 20 世纪 80 年代起, 国外大力开展替代稀释剂和其它降粘减阻技术的研究, 例如曾研究 MTBE (甲基叔丁基醚) 对稠油的降粘效果^[23]: 在加拿大冷湖原油中掺入 25% ~ 30% 的 MTBE 可将 4 ℃ 时粘度降至 270 mPa·s 的管输指标, MTBE 可通过简单蒸馏回收。

3.2 乳化降粘减阻

水包油乳化降粘减阻技术是作为稠油稀释降粘的替代技术开发的, 在委内瑞拉等国已较成熟: 在该国奥里诺科重质原油中加入体积分数为 30% 的水及少量乳化剂, 制备出名 Orimulsion (奥里乳化油) 的水包油乳状液, 其 50 ℃ 粘度 300 ~ 500 mPa·s (相同温度下原油粘度 6 000 ~ 40 000 mPa·s), 可以稳定储存一年以上。乳化剂和乳化工艺是这项技术的关键。因地层水矿化度很高, 故要求乳化剂耐盐, 多用非离子型表面活性剂。乳状液须经受储存、运输过程中各种剪切和热力作用而不被破坏。但应用于井筒和油田短距离集输管路减阻时, 对乳状液稳定性的要求可适当降低。

3.3 液环减阻

在管壁附近形成稳定低粘液环, 把稠油与管壁隔开, 有极为显著的减阻作用。其技术关键是液环的稳定性。水中加入适当聚合物后具有粘弹性, 便于液环稳定。试验表明^[24] v (H_2O) 占管输量的 8% ~ 12% 时较好 (88% ~ 92% 为原油), 其输送摩阻约为同等输量输水时的 1.5 倍。长距离输送经过泵增压时如何不破坏液环是一个难题。该技术已在美国、委内瑞拉的短管道 (40 km 左右) 试用。

3.4 面临的主要任务及稠油减粘减阻输送技术的发展方向

我国陆上稠油的集输主要采用掺含蜡原油降粘的方法。稠油开采成本高, 且用于生产燃料油时收率较低。不少稠油是生产高质量道路沥青的好原料, 但掺入含蜡原油将对沥青产品的品质产生明显影响。有些稠油油田附近没有轻质油, 采用掺蒸汽加热的方法降粘集输, 但长距离输送问题较大。海底管道输送稠油难度更大, 新近探明的渤海稠油油田的大开发, 对稠油输送技术提出了迫切的要求。

现有的主要稠油降粘减阻输送技术都有一定的局限性。选用何种技术, 一要根据原油、管道及其它具体条件, 二要进行技术经济比较。

当稀释剂来源有保证时, 简便易行的掺稀释剂降粘减阻技术仍有很强的竞争力。

当输送距离较长、或对油田的油水混输管道, 乳化降粘减阻技术有较强的竞争力。由于油井产出的油中一般含有不少水。 v (H_2O) 在 30% ~ 40% 以下时一般为油包水乳状液; 含水率再高, 管内一般为水漂油状的流动, 油中含有乳化水 (油包水乳状液彻底反相为水包油乳状液的情况不多见)。只要注入适当的乳化剂, 必要时安装适当的在线混合设备, 便可实现水包油乳化。这项技术对于海上稠油油田 (例如渤海油田) 的开发尤其具有优越性, 但还需解决耐高矿化度的乳化剂、乳化工艺、以及水包油乳状液的高效破乳脱水问题, 输送过程中 (尤其是管道停输时) 水包油乳状液必须有足够的稳定性。

液环技术的减阻效果具有很强吸引力, 但其固有缺陷 (即过泵加压时保持液环) 不易解决, 因此主要适用于短距离管道。如何确保液环稳定, 的技术关键还需要更多的工业性试验加以检验和完善。

在脱水后的净化稠油中, 添加少量化学剂降低其粘度是多年追求的目标, 但至今未见有突破性进

展。文献上报道的所谓稠油降粘剂,其机理多是形成水包油乳状液降粘^[25,26]。净化稠油的化学降粘剂应该作为今后研究的方向。

有研究发现^[27], $v(\text{H}_2\text{O})$ 为 1%~3% 的稠油在一定剪切应力下可出现流动阻力突降现象(减小至 1/3~1/4),推测其原因与形成液晶微结构有关;加入丁醇、戊醇有助于液晶相稳定。已在直径为 1 $\frac{1}{4}$ 英寸(约 3.18 cm)和 6 英寸(15.24 cm)管道进行过试验,尚未见工业应用。

另一类降粘方法是改变稠油的分子结构,即所谓轻度改质,例如加氢、轻度裂解等。由于成本原因,这类技术还没有得到普遍应用。

4 对原油降凝减阻化学添加剂的要求

化学添加剂是易凝高粘原油降凝减阻输送技术的主要组成部分。除了一般石油添加剂必须满足的基本条件,例如不影响原油炼制加工、对管道设备无害、不污染环境、不危害操作人员健康等,用于原油降凝减阻的添加剂还有以下特点:

1) 效果必须高度可靠、稳定,尤其是用于长距离改性输送的添加剂。如果降凝剂的实际降凝效果与提供设计的数据有显著差异,则可能导致管道无法运行、甚至凝管的灾难性后果。相对而言,对于油田集输的短小管道,出现同样问题的后果要轻些。长距离管道输送中,原油多次经受过泵加压的强烈剪切以及长时间管流剪切,对降凝减阻效果稳定性的要求是短管道中不可比拟的。这也说明了客观、准确评价添加剂效果的重要性。

2) 添加剂对处理条件的要求不能脱离管道的现实可能。例如降凝剂处理后原油在管道流动过程中的降温速率、剪切条件往往是难以控制的;对处理温度的要求既要考虑设备的加热能力,还要照顾管道的耐温范围。

3) 管道(尤其是长距离管道)输送量大,添加剂的用量和处理成本对输油成本可产生显著影响。对于易凝高粘原油输送,一个添加剂产品或一项技术是否具有竞争力,往往和加热输送的成本作比较。在目前的技术水平条件下,在设计输量下输送含蜡原油的短管道以加热方式运行的经济性不见得比加降凝剂改性输送差,但加热输送时隔几十公里原油要加热一次,因此,对于短距离管道不经济的处理工艺,对更长距离管道有可能是经济可行的(如果添加剂改性效果稳定)。换言之,与长距离管

道相比,短距离管道可接受的一次处理成本要低。

5 结束语

鉴于我国原油 80% 以上是易凝高粘原油,降凝减阻输送技术对我国油气储运工业具有特殊重要意义。当前,如何在确保安全的前提下进一步降低大庆高含蜡原油的输送能耗、以及海上稠油输送管道的安全高效运行,仍然是我国油气储运界面临的重要技术问题。化学添加剂是原油降凝减阻输送技术的重要组成部分,这一领域的研究还涉及其它多个学科。希望本文能对相关学科的研究人员了解原油降凝减阻输送问题提供一点帮助,并对此产生兴趣,以便共同努力,将这一技术推上一个新台阶。

参考文献

- [1] 王可中,裘冬平,李春光等.鲁宁管道添加 CE-S 原油流动性改进剂工业性试验[J]. 油气储运,1998,17(2):13~18
- [2] Fellow C, Liang K K. Quantitative application of live crude rheology for waxy crude [A]. Proceedings of Off-shore Southeast Asia 10th Conf. & Exhibition[C], Dec 1994.
- [3] Zhang Jingjun, Liu Zhonghui, Zhang Fan, et al. Waxy crude treated with pour-point- depressants: flow behavior and its evaluation [A]. Proceedings of ISMNP' 97 [C]. Beijing: International Academic Press, 1997.
- [4] Irani C, Zajac J. Pipeline transportation of high pour Handil crude (SPE10145) [A]. Preprints of the 56th SPE Annual Fall Technical Conference and Exhibition [C], Oct 1981
- [5] 刘清林,张冬敏,高艳清.降凝剂在含蜡原油中作用规律的研究[J]. 油气储运,1993,12(3):1~5
- [6] 庞万忠,王彪,陈立滇.大庆、大港原油对降凝剂的感受性及其非烃组分对降凝剂效果的影响[J]. 石油学报,1995,16(2):125~133
- [7] 张劲军.含蜡原油添加降凝剂输送中剪切作用的影响及其模拟[D].北京:石油大学,1998
- [8] 张劲军,刘忠晖,赵堂华.管输剪切作用对剂原油流动性的影响[J]. 油气储运,1996,15(9):13~17
- [9] 夏惠芳,张劲军.低速剪切影响剂原油低温流动性机理研究[J]. 油气储运,2001,20(2):32~34
- [10] Zettlitzer M. Successful field application of chemical flow improvers in pipeline transportation of highly paraffinic crude oil in Kazakhstan (SPE 65168) [A]. Preprints of SPE European Petroleum Conference [C], Oct 2000

- [11] Prah U. Influence of asphaltenes on the crystallization of paraffins [J]. ERDOEL ERDGAS KOHLE, 2000, 116(2):95
- [12] Chanda D, Sarmah A, Borthakur A, et al. Combined effect of asphaltenes and flow improvers on the rheological behavior of Indian waxy crude oil[J]. Fuel, 1998, 77(11):1163~1167
- [13] Borthakur A. Flow characteristics of waxy Indian crude oil: effect of asphaltene[A]. Proceedings of the 2nd Indian Oil & Natural Gas Corp Ltd et al Int Petrol Conference[C], Jan 1997
- [14] Soderberg D J. Pour point depression of crude oils by addition of tar sand bitumen[P]. CAN:1284466. 1991
- [15] Zhang Jingjun, Zhao Tanghua, Wu Haihao. Addition of a heavy crude may facilitate pipelining of some waxy crudes [A], Proceedings of the 6th UNITAR Int. Conf. on Heavy Crude & Tar Sands[C], Feb 1995
- [16] Nenniger J. Method and apparatus for measurement and prediction of waxy crude characteristics [P], U. S. 5959194, 1999
- [17] Forsdyke I N. Controlling deposition: the world of wax [A]. Proceedings IBC UK Conf Ltd Focus on Controlling Hydrates, Waxes & Asphaltenes Conference[C], Oct 1999
- [18] Wang S L, Flamberg A, Kikabhai T. Selecting the optimum pour point depressant. Hydrocarbon Process, 1999, 78(2):59~62
- [19] Jonhson C. Laboratory techniques for selecting inhibitor for field applications[A]. Proceedings of the 5th Int Energy Found Miditer Petrol Conference[C], Nov 1997
- [20] Carniani C, Merlini M. Basic design of waxy oil transportation through improved lab testing (SPE 36836) [A]. Preprints of SPE European Petroleum Conference [C], Oct. 1996
- [21] Scribner M E. Use of ultrasonic energy in the transfer of waxy crude oil[P]. US:4945937, 1990
- [22] Scribner M E. Use of ultrasonic energy to decrease the gel strength of waxy crude oil[P]. US:4982756, 1991
- [23] Anhorn J, Badakhshan A. MTBE (methyl t-butyl ether), a carrier for heavy oil transportation and viscosity mixing rule applicability[A]. Preprints of 43rd Annu. CIM Petrol Soc Tech Meeting, June 1992
- [24] Guevara E, Zagustin K, Zublillaga V, et al. Core-annular flow: the most economical method for the transportation of viscous hydrocarbons[A], Proceedings of the 4th UNITAR/UNDP Conference on Heavy Crude and Tar Sands[C], Aug 1988
- [25] 杨服民, 王惠敏, 底国彬. HRV-2 稠油降粘剂的研制与评价[J]. 石油钻采工艺. 1996, 18(3):93~96
- [26] Xie H, Zhang F, Dong L. Study and application of the viscosity reducer used in production of the viscous crude oil(SPE 65382)[A]. Preprints of the 2001 SPE Int. Symposium on Oilfield Chemistry[C], Feb. 2001
- [27] Storm D A, McKeon R J, McKinzie H L, et al. Drag reduction in heavy oil[J]. J Energy Resources Tech. 1999, 121(3):145~148

Technologies for Pipelining High-Pour-Point and Viscous Crudes and Their Development

Zhang Jinjun

(University of Petroleum, Beijing 102200, China)

[Abstract] More than 80% of crude produced in China are those crudes with poor flowability, either waxy crudes with high pour points or viscous heavy crudes. How to transport these crudes safely and with less energy consumption has been a topic for research and development to the petroleum pipeline industry in China, and significant technology development has been made in the past over 40 years, typically the pour-point depressant (PPD) technology for waxy crudes. Flow characteristics of these two kinds of crude and the mechanism for their poor flowability are briefly introduced. The up-to-date research and application of technologies for pour point depression and drag reduction in crude pipelining are summarized, including the PPD technology for waxy crudes, and the dilution pipelining, the oil-in-water emulsion technology and the core annular flow technology for heavy crudes. Development tendency for these technologies is discussed. Suggestions are made to further studies. It is expected that the PPD technology will continue to be a dominant technology for pipelining waxy crudes safely and with less energy-consumption.

(cont. on p. 91)