

# Discussion on the Application of Crude Oil Pour Point Depressant in the Collection and Transportation of Crude Oil

Shizhang Cui<sup>1</sup> Zongming Xiu<sup>1</sup> Liming Wang<sup>1</sup> Zhifeng Lv<sup>2</sup> Zhiwei Zheng<sup>2</sup>

1. Deshi Energy Technology Group Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

2. Shandong Deshi Chemical Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

## Abstract

As one of the main energy resources, crude oil plays a pivotal role in the global energy structure. However, the crude oil in many oil fields is characterized by high freezing point and high viscosity, which brings a series of technical difficulties to the exploitation, transportation and processing of crude oil. This paper introduces the causes of crude oil pour point depressant, and discusses the adverse effects of crude oil pour point depressant on your crude oil exploitation and transportation. The classification, properties and action mechanism of crude oil pour point depressant are systematically reviewed. With the continuous progress of science and technology and the continuous change of demand, crude oil pour point depressant will be continuously optimized and innovated to better meet the special needs of different oil fields and different crude oil, and promote the sustainable development of crude oil industry.

## Keywords

crude oil pour point depressant; high setting crude oil; extraction; delivery; application description

## 原油降凝剂在原油开采集输中的应用阐述

崔仕章<sup>1</sup> 修宗明<sup>1</sup> 王黎明<sup>1</sup> 吕志凤<sup>2</sup> 郑志微<sup>2</sup>

1. 德仕能源科技集团股份有限公司, 中国·山东 东营 257000

2. 山东德仕化工有限公司, 中国·山东 东营 257000

## 摘要

原油作为主要能源资源之一, 在全球能源结构中占据着举足轻重的地位。然而, 许多油田的原油具有高凝固点和高黏度等特点, 给原油的开采、输送和加工带来了一系列技术难题。论文介绍了原油高凝的成因, 并针对原油高凝现象给原油开采和输送造成的不利影响进行了探讨。系统梳理了原油降凝剂的分类、性质及其作用机理。随着科技的不断进步和需求的不断变化, 原油降凝剂将不断优化和创新, 以更好地满足不同油田、不同原油的特殊需求, 推动原油产业的可持续发展。

## 关键词

原油降凝剂; 高凝原油; 开采; 输送; 应用阐述

## 1 引言

原油在支撑人类社会的能源需求和工业发展中发挥着不可替代的作用。然而, 在众多油田中, 一些原油因其特有的物化性质, 如高凝固点、高黏度等, 给原油的开采、输送和加工带来了一系列严重的技术挑战。特别是在低温环境下, 这些问题更加显著, 容易导致管道堵塞、设备损坏以及生产中断, 极大地影响了原油产业的可持续发展。论文将着眼于“原油降凝剂在原油开采集输中的应用阐述”这一主题, 旨在系统分析原油降凝剂在解决原油高凝难题中的关键作用。通过深入探讨原油高凝的影响机理、降凝剂的分类与性质, 以及其在实际应用中的效果, 旨在为原油产业提供科学合理的解决方案, 推动油田技术的进步与创新。

**【作者简介】**崔仕章(1973-), 男, 中国山东滨州人, 硕士, 正高级工程师, 从事油田化学品研发及提高采收率技术研究。

## 2 原油高凝问题的成因及影响

### 2.1 原油的组成和特性

#### 2.1.1 不同原油的物化性质差异

原油作为地球内部生物和有机物质的降解产物, 其物化性质的多样性主要受到产地、地质形成和沉积条件等多方面因素的影响。这导致不同原油之间存在显著的差异, 涉及密度、粘度、硫含量等方面的变化。这种差异直接影响着原油的流动性和处理难度, 因此对于原油的分类和特性的深入了解成为开采和处理工程的基础。不同地区的油田在地质构造和地层条件上存在明显的差异, 因此原油在形成过程中接触到的岩石、矿物质等成分不同。这种地域性的差异导致了原油的成分和性质上的差异<sup>[1]</sup>。原油的地质形成过程中, 受到地壳运动、生物活动等多种因素的影响。这些影响使得原油中的有机物质和矿物质含量有所不同, 进而影响了其物化性质。油田的沉积环境和沉积条件会影响原油中杂质的含

量,如泥质、硫化物等。这些杂质的存在会显著改变原油的密度和硫含量,进而影响原油的特性。因此,不同原油的物化性质差异不仅仅是地球地质和化学演变的结果,更是影响着原油在采收、输送和加工中行为的关键因素。

### 2.1.2 高凝原油的主要特征

高凝原油通常表现出一系列独特的物化性质,这些特征使得高凝原油在油田操作中具有一定的挑战性。高凝原油的显著特征之一是其较高的凝固点。在相对较低的温度下,高凝原油中的蜡质物质更容易结晶,导致原油的凝固,降低了原油的流动性。高凝原油通常具有较高的黏度,这意味着原油的黏稠度较大。高粘度不仅影响了原油的泵送和输送效率,还在储存和加工过程中产生了一系列技术难题。高凝原油中的分子量较大,这与其较高的密度和黏度密切相关。大分子量的原油在流动性方面存在挑战,尤其在低温条件下更容易形成流动性差的油膏。相比常规原油,高凝原油中蜡质物质的含量相对较高。这使得在低温环境下,蜡质物质更容易形成结晶,增加了管道结垢的风险。

## 2.2 原油高凝的成因

### 2.2.1 温度对原油高凝的影响

温度是影响原油高凝的主导因素之一。在相对较低的温度条件下,原油中的蜡类物质容易发生结晶,引发原油凝固的过程,从而产生高凝的特性。这一现象与温度降低导致原油中的蜡质物质失去流动性直接相关。温度的波动对原油的流动性产生直接而显著的影响,使得在低温环境下的采收、输送和加工过程更为复杂。

### 2.2.2 原油组分对高凝的影响

原油的组分差异是影响高凝性的重要因素。含有较多重质组分的原油更容易形成蜡质结晶,导致原油的凝固点升高。这种现象与原油中蜡类物质在低温下逐渐结晶形成固态的过程密切相关。因此,原油中不同的有机组分含量直接影响了原油的高凝性,决定了在不同温度下原油可能遇到的凝固问题的程度。

### 2.2.3 地质条件对高凝的影响

地质条件,包括沉积环境和油藏深度,对原油的高凝性产生显著的影响。在高温环境下形成的原油通常具有较低的高凝风险,因为较高的温度有助于保持蜡类物质的流动性。相反,在低温环境下形成的原油更容易出现高凝问题,因为低温环境促使蜡质物质迅速凝固。因此,地质条件的变

化将在原油的高凝性方面产生显著的差异,影响原油在不同地理区域的开采和处理<sup>[3]</sup>。

其中,图1为利用色谱图版识别高凝油的方法示意图。

## 3 原油降凝剂的分类、性质及作用机理

### 3.1 物理降凝剂

#### 3.1.1 作用原理和机制

物理降凝剂通过改变原油的流体性质,降低凝固点,从而防止原油在输送过程中的结晶沉积。其主要作用原理在于通过添加物质改变原油的物理状态,防止蜡质等高凝组分形成结晶,降低凝固点,提高原油的流动性。

#### 3.1.2 物理降凝剂的分类

物理降凝剂可分为多种类型,包括溶剂、分散剂和共沸剂等。这些物质通过不同的机制影响原油的凝固性质,如溶解蜡质、阻止蜡晶体的生长等。具体的分类有助于根据不同原油的性质选择合适的物理降凝剂。

### 3.2 化学降凝剂

#### 3.2.1 作用原理和机制

化学降凝剂通过与原油中的重质组分发生反应,改变其分子结构,降低凝固点,使原油保持较低的流动性。化学降凝剂在分子水平上与原油中的蜡质等高凝组分发生化学反应,阻止其结晶,从而有效降低原油的凝固点。

#### 3.2.2 化学降凝剂的分类

化学降凝剂通常分为热稳定剂、溶解剂、蜡质抑制剂等多种类型。不同类型的化学降凝剂在对原油的作用机理上存在差异,可以根据具体的油田情况和原油性质选择最为适用的化学降凝剂。

### 3.3 原油降凝剂的选择原则

#### 3.3.1 不同原油对降凝剂的需求差异

不同原油的组成和性质导致其对降凝剂的需求存在显著差异。一些原油可能对物理降凝剂更为敏感,而另一些则可能更适合化学降凝剂。了解原油的性质,包括其蜡质组分的类型和含量,是选择合适降凝剂的关键。

#### 3.3.2 降凝剂的环境适应性

考虑降凝剂的环境适应性同样至关重要。环境条件,如温度和压力的变化,可能对降凝剂的性能产生影响。因此,选择具有较高环境适应性的降凝剂,可以确保在不同操作环境下仍然保持高效的降凝效果。

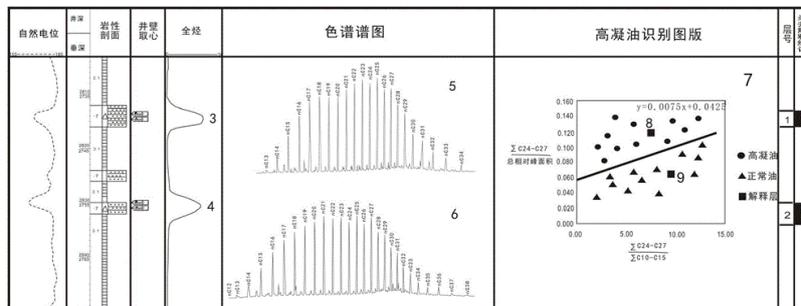


图1 利用色谱图版识别高凝油的方法

## 4 原油降凝剂在实际应用中的效果

### 4.1 开采过程中的应用

#### 4.1.1 提高原油采收率

原油在地下形成的过程中,可能因为温度的变化而产生高凝问题,导致原油黏度增加,降低了采收率。通过在开采过程中添加适当的降凝剂,可以有效地提高原油的采收率。降凝剂能够阻止蜡质等高凝组分的结晶,使得原油更容易流动,提高了开采效率。

#### 4.1.2 防止管道结垢和设备损坏

在开采过程中,原油通过管道系统输送至地面。对于高凝原油,输送过程中可能发生结晶和沉积,导致管道结垢和设备损坏的风险增加。添加适当的降凝剂可以防止蜡类物质在管道内结晶,减少管道结垢问题,同时有效降低设备受损的可能性。

### 4.2 输送过程中的应用

#### 4.2.1 降低原油黏度

高凝原油的主要问题之一是其较高的黏度,这会降低原油在输送管道中的流动性。通过在输送过程中添加降凝剂,特别是物理降凝剂,可以有效地降低原油的黏度,保持管道内原油的流动性,减少输送阻力,提高输送效率。

#### 4.2.2 保障原油的流动性

输送过程中的高凝原油可能在管道中形成块状物质,阻碍原油的正常流动。降凝剂的应用有助于防止这些块状结晶的形成,维持原油的流动性,确保原油能够顺畅地从油田输送至处理设施或储罐<sup>[3]</sup>。

### 4.3 储存和加工过程中的应用

#### 4.3.1 保持原油质量

在储存过程中,高凝原油可能因温度变化而发生结晶,影响原油的质量。添加降凝剂有助于防止原油在储存过程中的结晶问题,维持原油的液态状态,确保储存过程中原油质量的稳定性。

#### 4.3.2 提高生产效率

在加工过程中,降凝剂的使用可以提高生产效率。原油的高凝性会导致生产线的停工和设备的损坏,而降凝剂的应用有效地减少了这些问题,确保加工过程的连续性和效率。这有助于降低生产成本,提高整体生产效能。

其中,图2为一种降凝剂的性能数据。

名称	密度 (20℃) (g/cm <sup>3</sup> )	凝点 (℃)	黏度 (45℃) (mPa·s)	胶质沥青 质含量 (%)	蜡含量 (%)	硫含量 (%)
尼日尔 原油	0.8647	33.5	237.5	19.9	28.9	0.096
乍得原 油	0.8726	36.5	218.5	17.4	32.4	0.084

图2 一种降凝剂的性能数据

## 5 关键因素及实际应用问题的研究

### 5.1 降凝剂的添加量控制

#### 5.1.1 影响因素

降凝剂的添加量直接关系到其在原油中的分散和反应

效果。不同原油性质、温度条件和降凝剂种类都会对最佳添加量产生影响。添加量过少可能无法有效应对高凝问题,而过量则可能引起浪费、环境污染等问题。

#### 5.1.2 研究方法

通过实验室研究和模拟,可以确定在不同条件下最佳的降凝剂添加量。对原油的物性、成分进行全面的分析,结合实际生产情况,制定科学合理的添加量控制策略。同时,应关注添加量与降凝效果之间的非线性关系,以确保在不同工况下都能取得良好的降凝效果。

#### 5.1.3 实际应用问题

在实际应用中,降凝剂的添加量受到原油性质的波动、生产环境的变化等多因素的制约<sup>[4]</sup>。因此,实现对添加量的精准控制需要结合先进的自动控制技术,并在实际生产过程中根据反馈数据及时调整,以确保降凝剂能够在最佳状态下发挥作用。

## 5.2 施工工艺优化

### 5.2.1 工艺参数优化

降凝剂的效果受到工艺参数的直接影响。例如,在输送过程中,管道的温度、压力等参数变化可能影响降凝剂的性能。因此,对施工工艺进行优化是提高降凝效果的关键。

### 5.2.2 设备优化

不同的设备结构和工艺流程对降凝剂的应用效果有直接影响。优化设备设计和工艺流程,确保降凝剂能够均匀、高效地与原油发生反应,是提高降凝效果的重要手段。

### 5.2.3 实际应用问题

在实际应用中,降凝剂的施工工艺往往面临一些问题,如设备老化、工艺流程不合理等。这些问题可能导致降凝剂无法充分发挥作用,甚至引起生产事故。因此,需要通过定期的设备维护和工艺优化,确保降凝剂能够在实际生产中取得最佳效果。

## 6 结语

综上所述,原油降凝剂的研究和应用在油田开采和输送领域具有广阔的前景。通过深入理解原油的性质和高凝机制,不断改进降凝剂的分类、性质和应用技术,有望为原油产业的可持续发展和能源供应的稳定性作出更为显著的贡献。

### 参考文献

- [1] 张春生.原油降凝剂在无人井口保护架至井口平台混输海管中运用方案[J].石油石化物资采购,2021(3):2.
- [2] 张安石.原油降凝剂的发展概况[C]//中国力学学会中国化学会,2018.
- [3] 高峰.对原油集输脱水处理工艺的优化研究[J].中国化工贸易,2018,10(7):71-72.
- [4] 钱劲军.原油降凝剂的工业应用进展[J].石油石化物资采购,2022(14):16-18.