

ICS 75.010  
E 10  
备案号: 10445—2002

**SY**

# 中华人民共和国石油天然气行业标准

**SY/T 5767—2002**  
代替 SY/T 5767—1995、SY/T 5887—93

---

## 管输原油降凝剂

Pour point depressant for pipelining crude oil

2002 - 05 - 28 发布

2002 - 08 - 01 实施

---

国家经济贸易委员会 发布

## 前 言

本标准是对 SY/T 5767—1995《管输原油降凝剂通用技术条件》和 SY/T 5887—93《原油降凝剂效果评定方法》的修订，并由原来的两项标准合并为一。修订时保留了 SY/T 5767—1995 和 SY/T 5887—93 中仍然适用的内容，同时根据科学技术与生产发展情况做了如下主要修改：

一、增加了前言的专用部分，修改了其基本部分。

二、在第 1 章“范围”中，删去了对原油降凝剂的品种限制和对原油胶质沥青质含量的适用限制。

三、在第 4 章“技术条件”中，增加了 4.1“降凝剂不应含有对管输和炼制设备产生腐蚀及对油品质量带来不良影响的组分和杂质。使用者有要求时，供货方应提供必要的检验数据”；取消原表 1，其内容与原 4.1、4.2 合为本版本 4.2 的文字叙述；项目和指标均有修改，一些指标改为规定范围、由供货方提供实际数据；增加了验收允许范围的规定，并给出可能产生产品质量纠纷时相应的处理办法；对不同含蜡量原油不再规定不同指标。

四、将 SY/T 5887—93 技术要素的基本部分（第 4 章～第 10 章）编入第 5 章“效果评定”。增加了粘温曲线的测定和稳定性试验。其中原油与改性原油的凝点测定改用 SY/T 0541《原油凝点测定法》方法；屈服值的测定改用 SY/T 7547《原油屈服值的测定 旋转粘度计法》方法。

五、增加了第 6 章“实验室模拟实验”。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是规范性附录。

本标准自实施之日起，同时代替 SY/T 5767—1995 和 SY/T 5887—93。

本标准由油气储运专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油天然气股份有限公司管道分公司管道科技研究中心，中国石油天然气管道科学研究院。

本标准主要起草人：时京、权忠舆、赵丽英。

本标准委托中国石油天然气股份有限公司管道分公司管道科技研究中心负责解释。

本标准的历次版本发布情况为：

——SY/T 5767—1995。

## 管输原油降凝剂

### 1 范围

本标准规定了管输原油降凝剂的技术条件，以及对其试验方法、检验规则、包装、标志、运输、贮存等方面的要求。

本标准适用于管输原油用降凝剂。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB 252—2000 轻柴油
- GB 253—1989 煤油
- GB/T 261—1983 石油产品闪点测定法（闭口杯法）
- GB/T 378—1964 发动机燃料铜片腐蚀试验法
- GB/T 510—1983 石油产品凝点测定法
- GB/T 4756—1998 石油液体手工取样法
- GB/T 6003.1—1997 金属丝编织网试验筛
- GB/T 6679—1986 固体化工产品采样通则
- GB/T 6680—1986 液体化工产品采样通则
- GB/T 17039—1997 利用试验数据确定产品质量与规格相符性的实用方法
- SY/T 0520—93 原油粘度测定 旋转粘度计平衡法
- SY/T 0522—93 原油析蜡点测定 旋转粘度计法
- SY/T 0541—94 原油凝点测定法
- SY/T 6005—94 原油降凝剂采购规定
- SY/T 7547—1996 原油屈服值测定 旋转粘度计法
- SY/T 7549—2000 原油粘温曲线的确定 旋转粘度计法

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**管输原油** **pipelining crude oil**

经脱水、稳定、混合后，含水量不高于1.5%，在管道输送过程中物性基本保持稳定的原油。本标准以下提到的“原油”均指“管输原油”。

#### 3.2

**改性原油** **modified crude oil**

经添加降凝剂处理后，流动特性有所改变的原油。

#### 3.3

**终冷温度** **final cooling temperature**

在降凝剂效果评定试验中，原油添加降凝剂处理过程的最低温度，同时也是处理过程结束取样、测试的温度。一般取原油凝点或凝点以下 5℃ 的温度作为终冷温度。

### 3.4

#### 降凝幅度 magnitude of pour point depression

按本标准规定测得的原油凝点与改性原油凝点的差值。

### 3.5

#### 降粘率 ratio of viscosity reduction

在终冷温度和相同剪切速率下，原油与改性原油的表观粘度（或粘度）之差值对原油表观粘度的百分比。

### 3.6

#### 屈服值下降率 ratio of yield value reduction

在终冷温度下，原油与改性原油的屈服值之差值对原油屈服值的百分比。

## 4 技术条件

4.1 降凝剂不应含有对管输和炼制设备产生腐蚀及对油品质量带来不良影响的组分和杂质。使用者有要求时，供货方应提供必要的检验数据。

4.2 降凝剂物性应符合表 1 要求。如为固态产品，应是树脂状均匀颗粒，需按附录 A 进行油溶性试验，技术指标应达到合格。油溶后产品，其物性也应符合表 1 要求。表 1 中指标项由供货方提供实际的具体数据。

当事双方由于验收试验结果落在允许范围之外而产生纠纷时，应按 GB/T 17039—1997 处理。

表 1 原油降凝剂物性要求及试验方法

项 目	指 标	验收允许范围	试 验 方 法
外 观	均匀、无沉淀、不分层	—	目 测
凝 点 ℃	满足使用要求	±4℃	GB/T 510
表观粘度 mPa·s	满足使用要求	±10%	SY/T 0520
闪点（闭口） ℃	≥40	±2℃	GB/T 261
有效组分的质量分数（ω） %	满足使用要求	±2%	附录 B <sup>a</sup>
铜片腐蚀	合格	—	GB/T 378

<sup>a</sup> 如供需双方同意，可用其它方法试验，或免去此项要求。

4.3 实验室效果评定要求：降凝剂实验室效果评定的各项指标要求列于表 2。实际数据由供货方提供。

表 2 降凝剂的实验室效果评定要求

项 目	技 术 要 求	试 验 方 法
加剂处理最高温度 ℃	≤70	按第 5 章的要求
加剂量（折合纯量） mg/kg	≤100	
降凝幅度 ℃	≥10	

表 2 (续)

项 目		技术要求	试验方法	
降粘率 %		$\geq 70$	按第 5 章的要求	
屈服值下降率 %		$\geq 90$		
稳 定 性	静 态	降凝幅度回升值 ℃	$\leq 3$	
		降粘率回升值 %	$\leq 8$	
	高 速 剪 切	降凝幅度回升值 (℃)	$\leq 3$	见附录 C
		降粘率回升值 %	$\leq 8$	
	重 复 加 热	降凝幅度回升值 ℃	$\leq 2$	
		降粘率回升值 %	$\leq 3$	

## 5 效果评定

### 5.1 方法概述

原油添加适量降凝剂，加热至原油中蜡晶全部溶解，再按一定方式降温，使降凝剂在原油降温析蜡过程中发挥作用。在处理的终冷温度下取样测定改性原油的凝点、表观粘度、屈服值，并与原油低温流动特性作相应对比；进行稳定性试验，从而得出该降凝剂对该种原油的降凝幅度、降粘率、屈服值下降率以及稳定性数据；以此作为其实验室常规评定的结果。

### 5.2 仪器、试剂

- 恒温水浴：控温范围  $0^{\circ}\text{C} \sim 95^{\circ}\text{C}$ ，精度  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。
- 试瓶：250mL~500mL 的三口烧瓶或广口瓶。
- 微量注射器：0.1mL~1mL，分度值 0.002mL~0.02mL。
- 天平：感量 0.1g。
- 温度计： $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ ，分度值不大于  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。
- 搅拌器：转速范围 50r/min~100r/min。
- 同轴圆筒型旋转粘度计：剪切速率范围  $5\text{s}^{-1} \sim 200\text{s}^{-1}$ ，仪器重现性不大于  $\pm 2\%$ ，控温精度  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。
- 溶剂：二甲苯或煤油。

### 5.3 样品准备

#### 5.3.1 原油样品

按 GB/T 4756—1998 取得原油样品，每评定一种降凝剂至少需要原油样品 2kg。

#### 5.3.2 降凝剂样品

按 GB/T 6680—1986 取得已知密度的降凝剂样品，每批量至少 50g；若样品粘稠不易用注射器抽取时，取 20g~40g，按溶剂与降凝剂之比为 1:1 至 3:1 的比例稀释；当样品为固态颗粒时，用溶剂按 7:1 至 9:1 的比例溶解，备用。

### 5.4 原油物性参数测定

对 5.3.1 原油样品进行下列各项测定。

5.4.1 析蜡点

按 SY/T 0522—93 测定。

5.4.2 凝点

按 SY/T 0541—94 测定。

5.4.3 表观粘度

按 SY/T 0520—93 测定原油在加剂处理终冷温度下的表观粘度，剪切速率范围  $5s^{-1} \sim 80s^{-1}$ 。

5.4.4 粘温曲线

按 SY/T 7549—2000 确定 70℃ 至加剂处理终冷温度范围的原油粘温曲线，剪切速率范围  $5s^{-1} \sim 80s^{-1}$ 。

5.4.5 屈服值

按 5.6.1 测定改性原油凝点后，在改性原油凝点以上 3℃ 温度下按 SY/T 7547—1996 测定原油的屈服值。

5.5 改性原油制备

5.5.1 取 5.3.1 原油样品 150g 装入清洁干燥试瓶。

5.5.2 用微量注射器按所需量抽取 5.3.2 制备的降凝剂，注入 5.5.1 试瓶中。降凝剂添加量以每千克原油添加降凝剂毫克计。

5.5.3 将试瓶固定于水浴中，在瓶口内装好温度计及搅拌桨，适当密封。启动水浴加热。加热最高温度应高于原油析蜡点 10℃ 以上，通常为 50℃ ~ 70℃，恒温 5min，同时启动搅拌器适度搅拌。

5.5.4 将浴温降至原油析蜡点以下 5℃，使试油从处理最高温度起，以约 1℃ /min 的降温速率降至原油析蜡点温度。

5.5.5 控制浴温，使试油降温速率为 0.3℃ /min ~ 0.5℃ /min，降至加剂处理的终冷温度。如有特殊要求时，该温度由供需双方协商确定。

5.6 改性原油物性参数测定

在加剂处理的终冷温度下，取改性原油试样进行下列各项测定。

5.6.1 凝点

按 SY/T 0541—94 测定。

5.6.2 表观粘度（或粘度）

按 SY/T 0520—93，直接测定终冷温度下的表观粘度，剪切速率范围  $5s^{-1} \sim 80s^{-1}$ 。

5.6.3 屈服值

按 SY/T 7547—1996，不经预热，直接测定终冷温度下的屈服值。

5.6.4 稳定性

按附录 C 测定。

5.6.5 粘温曲线

按 SY/T 7549—2000 确定从加剂处理最高温度至终冷温度范围的改性原油粘温曲线，剪切速率范围  $5s^{-1} \sim 80s^{-1}$ 。

5.7 结果计算

按 5.5 进行两次重复试验，取由 5.4 和 5.6 测得的凝点、表观粘度及屈服值的算术平均值，按下列各式进行计算。

5.7.1 降凝幅度

$$\Delta T_N = T_{NO} - T_{NI} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\Delta T_N$ ——降凝幅度，℃；

$T_{NO}$ ——原油凝点，℃；

$T_{NI}$ ——改性原油凝点,℃

### 5.7.2 降粘率

$$\epsilon_{\mu} = \frac{\mu_0 - \mu_1}{\mu_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\epsilon_{\mu}$ ——降粘率;

$\mu_0$ ——原油表观粘度, mPa·s;

$\mu_1$ ——改性原油表观粘度 (或粘度), mPa·s。

$\mu_0$  及  $\mu_1$  应取  $5s^{-1} \sim 80s^{-1}$  范围内相同剪切速率条件下的测定值。若找不出相同剪切速率下的测定值, 可按几个剪切速率下测定值的回归方程, 计算出所需剪切速率下试样的表观粘度 (或粘度)。

### 5.7.3 屈服值下降率

$$\epsilon_{\tau} = \frac{\tau_0 - \tau_1}{\tau_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\epsilon_{\tau}$ ——屈服值下降率;

$\tau_0$ ——原油屈服值, Pa;

$\tau_1$ ——改性原油屈服值, Pa。

## 5.8 报告

必需内容包括表 2 各项的实际数据及 5.4.4 与 5.6.6 确定的粘温曲线。

## 6 实验室模拟试验

### 6.1 应依据拟使用降凝剂的管道实际运行工况进行实验室模拟试验。

模拟试验内容可包括:

- a) 经过管道输送全过程的剪切和热历史条件, 包括经历过泵、温度回升、重复加热以及静止等, 改性原油的流动特性。
- b) 掺和未加降凝剂的原油或原油组分改变导致效果的变化。

### 6.2 向使用者提交的试验报告应注明模拟方法及具体的模拟试验条件。

## 7 采样、检验

### 7.1 采样

固态降凝剂的采样应符合 GB/T 6679—1986 中 2.3.1.1 对袋装小颗粒物料的采样规定; 非固态降凝剂的采样应符合 GB/T 6680—1986 中 2.1.3 对流动态液体的大桶装产品 (不大于 200L) 和第 3 章对稍加热即可成为流动态的粘稠液体产品的采样规定。

### 7.2 检验

降凝剂的检验规则应符合 SY/T 6005—94 第 5 章的规定。

## 8 包装、标志、运输、贮存

### 8.1 包装

固态降凝剂应使用牛皮纸袋或聚乙烯塑料袋密封, 外包聚丙烯编织袋保护; 非固态降凝剂宜使用 200L 铁桶或适当的容器包装, 容器盖应密封不泄漏。

### 8.2 标志

包装袋或铁桶外应印有生产厂名、产品名称及代号、标准编号、生产日期、批号、有效期和净质量等标志。

**8.3 运输**

在运输降凝剂产品时应注意防火，避免暴晒和包装件损坏。

**8.4 贮存**

贮存时应置放在防火、通风、干燥的仓库内。降凝剂产品应在有效期内使用。过期应复检，性能符合第4章要求仍可使用。



**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**固态降凝剂油溶性试验**

### A.1 原理

将固态降凝剂在指定条件下配制成指定浓度的轻柴油或原油溶液，观测降凝剂溶解状况并评定其油溶性。

### A.2 仪器和试剂

- A.2.1 水浴：室温 $\sim$ 80℃，精度 $\pm$ 1℃。
- A.2.2 搅拌器：转速 50r/min $\sim$ 120r/min。
- A.2.3 天平：感量 0.2g。
- A.2.4 温度计：0℃ $\sim$ 100℃，分度值不大于 0.5℃。
- A.2.5 试瓶：250mL 广口瓶。
- A.2.6 轻柴油：符合 GB 252—2000 中对 0 号或 -10 号轻柴油的要求。
- A.2.7 原油：拟添加降凝剂进行改性处理的原油。

### A.3 轻柴油油溶性试验

- A.3.1 试瓶内加入轻柴油 75g，置于恒温 70℃ $\pm$ 1℃的水浴中，向试瓶内加固态降凝剂 25g，装好搅拌器并将瓶口合适密封，以 80r/min $\sim$ 120r/min 搅拌，观察其溶解状况并记录从开始搅拌至完全溶解的时间。
- A.3.2 将 A.3.1 制备的溶液在室温下静置 24h，目测溶液是否分层。
- A.3.3 溶解时间不大于 5h，且 A.3.2 目测溶液的结果不分层，认为固态降凝剂的轻柴油油溶性试验合格。

### A.4 原油油溶性试验

- A.4.1 试瓶内加入原油 90g，置于恒温 80℃ $\pm$ 1℃的水浴中，向试瓶内加入固态降凝剂 10g，装好搅拌器并将瓶口合适密闭，以 80r/min $\sim$ 120r/min 搅拌至 8h。
- A.4.2 将 A.4.1 制备的溶液趁热用滤网过滤，滤网规格为 SSW 0.40/0.25（符合 GB/T 6003.1 的规定）。目测，筛网上和试瓶壁是否有颗粒或胶状附着物。
- A.4.3 筛网上和试瓶壁无颗粒或胶状附着物，认为固态降凝剂的原油油溶性试验合格。

### A.5 试验报告

根据 A.3.3 或 A.4.3 结果，报告固态降凝剂油溶性试验结果。

**附 录 B**  
(规范性附录)  
降凝剂浓度的测定

**B.1 原理**

选择一种能与降凝剂溶液中的煤油或轻柴油等溶剂充分互溶，但又不溶解降凝剂中的高分子聚合物的溶剂（如乙醇），将降凝剂中的有效成分——高分子聚合物沉析出来，将沉析物过滤、烘干、恒量，计算非固态降凝剂的浓度。

**B.2 仪器和试剂**

- B.2.1** 烘箱：控温  $35^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。  
**B.2.2** 天平：感量 0.1g。  
**B.2.3** 量筒：50mL。  
**B.2.4** 烧杯：100mL，400mL。  
**B.2.5** 玻璃表面皿：直径 100mm。  
**B.2.6** 定性滤纸：直径 125mm。  
**B.2.7** 无水乙醇：化学纯。  
**B.2.8** 煤油：符合 GB 253—1989 中对煤油的要求。

**B.3 样品处理**

将玻璃瓶内的降凝剂样品（不超过容积的 3/4）摇匀。对粘稠样品应预热至  $50^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ ，用玻璃棒搅拌后摇匀。

**B.4 测定**

- B.4.1** 用已知质量的 100mL 烧杯，称取降凝剂样品 15g~20g（精确至 0.1g）。加煤油 20mL~25mL，搅拌均匀。  
**B.4.2** 量取无水乙醇 200mL，倒入 400mL 烧杯中。  
**B.4.3** 将 B.4.1 制备的降凝剂溶液，以细线流状缓慢倒入 B.4.2 烧杯内的无水乙醇中，倒入过程用玻璃棒快速搅拌，倒入完毕继续搅拌约 1min。如沉析物呈大块胶团状，可用不锈钢剪刀剪碎，继续用玻璃棒搅拌、静置各 3min~5min。  
**B.4.4** 将烧杯内上层清液倒入 B.4.1 的 100mL 烧杯，用玻璃棒涮洗残留的降凝剂溶液。然后缓慢倒入 B.4.2 烧杯内，搅拌、静置各 3min~5min。  
**B.4.5** 将烧杯内上层清液倒入已知质量的定性滤纸过滤。对烧杯内的沉析物加入约 500mL 无水乙醇，用玻璃棒挤压搅拌 1min~2min。  
**B.4.6** 依次将烧杯内的清液和沉析物倒入 B.4.5 的定性滤纸上过滤。  
**B.4.7** 将滤纸和滤出的沉析物放在表面皿上，放入  $30^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$  的烘箱内烘干至恒量（前后两次称量之差不大于 0.1g）。

**B.5 计算**

**B.5.1** 降凝剂的质量分数按式 (B.1) 计算：

$$\omega = \frac{W_2}{W_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$\omega$ ——降凝剂质量分数；

$W_2$ ——沉析物质量，g；

$W_1$ ——降凝剂样品质量，g。

**B.5.2** 取平行测定两个结果的算术平均值作为试样的浓度。

#### **B.6 精密度**

同一操作者平行测定两个结果之差应不大于 2%。

**附 录 C**  
**(规范性附录)**  
**改性原油稳定性试验**

**C.1 原理**

将按 5.5 制备的改性原油分别经静置、高速剪切及重复加热处理，测定其降凝幅度和降粘率的回升值，以评定改性原油的静置、高速剪切及重复加热的稳定性。

**C.2 仪器和试剂**

**C.2.1** 水浴：0℃～80℃，精度±1℃。

**C.2.2** 搅拌器：转速 50r/min～1500r/min，桨叶 65mm×17mm。

**C.2.3** 天平：感量 0.1g。

**C.2.4** 同轴圆筒型旋转粘度计：剪切速率范围  $5s^{-1}$ ～ $200s^{-1}$ ，仪器重现性不大于±2%，控温精度±1℃。

**C.2.5** 试瓶：250mL～500mL 的三口烧瓶或广口瓶。

**C.2.6** 微量注射器：量程 0.1mL～1mL，分度值 0.002mL～0.02mL。

**C.2.7** 温度计：0℃～100℃，分度值不大于 0.5℃。

**C.2.8** 煤油：符合 GB 253—1989 对煤油的要求。

**C.3 静置稳定性试验**

**C.3.1** 按 5.5 处理原油，并按 5.6.1，5.6.2 测定终冷温度下的凝点  $T_{N1}$  及表观粘度  $\mu_1$ 。

**C.3.2** 将 C.3.1 剩余样品在终冷温度密闭静置 72h，按 5.6.1，5.6.2 测定凝点  $T_{N2}$  及表观粘度  $\mu_2$ 。

**C.3.3** 按 C.6 计算经静置稳定性试验后降凝幅度和降粘率的回升值。

**C.4 高速剪切稳定性试验**

**C.4.1** 同 C.3.1。

**C.4.2** 另取油样，执行 5.5.1～5.5.4，当油温降至原油凝点以上 5℃ 时，用搅拌器以 1200r/min～1500r/min 搅拌 1min，然后以 0.3℃/min～0.5℃/min 降至终冷温度，测定其凝点及表观粘度。

**C.4.3** 按 C.6 计算经高速剪切稳定性试验后降凝幅度和降粘率的回升值。

**C.5 重复加热稳定性试验**

**C.5.1** 同 C.3.1。

**C.5.2** 将 C.5.1 得到的改性原油，重复 5.5.3～5.5.4 一次，测定其凝点及表观粘度。

**C.5.3** 按 C.6 计算经重复加热稳定性试验后降凝幅度及降粘率的回升值。

**C.6 结果计算**

**C.6.1** 稳定性试验要求做平行试验。两次试验的凝点、表观粘度的测定结果应符合其相应测定方法的误差规定，并取两次的算术平均值作为测试结果。

**C.6.2** 降凝幅度回升值按式 (C.1) 计算：

$$\Delta T = T_{N2} - T_{N1} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$\Delta T$ ——降凝幅度回升值,℃

$T_{N1}$ ——改性原油凝点,℃

$T_{N2}$ ——改性原油经稳定性试验后的凝点,℃

**C.6.3** 降粘率回升值按式 (C.2) 计算:

$$C = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\mu_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

$C$ ——降粘率回升值;

$\mu_0$ ——原油在终冷温度的表观粘度, mPa·s;

$\mu_1$ ——改性原油在终冷温度的粘度, mPa·s;

$\mu_2$ ——改性原油经稳定性试验后在终冷温度的粘度, mPa·s。