

Н. Ф. 施洛丹諾夫

А. Н. 佩利維爾澤夫著

石油产品脱蜡

中国工业出版社

石 油 产 品 脱 蜡

Н. Ф. 鲍格丹诺夫 А. Н. 佩利维爾澤夫著

韓瑞興 吳德琰 屠仁一 譯

中国工业出版社

本书詳細地阐述了石油潤滑油的脱蜡过程和石蜡脱油过程。阐述了这些过程的理論基础。列举了各种不同脱蜡方法和工艺流程，提供了选用这些方法的最經濟条件，此外尚探討了脱蜡工艺过程的理論及工艺問題。

本书供煉厂和設計机关从事于潤滑油和石蜡生产的工程技术人員以及科学研究工作者参考用。

Н.Ф.Богданов А.Н.Переверзев

ДЕПАРАФИНИЗАЦИЯ

НЕФТЯНЫХ ПРОДУКТОВ

Гостехиздат Москва 1961

* * *

石油产品脱蜡

韓瑞兴 吳德琪 屠仁一譯

*

石油工业部編輯室編輯 (北京北郊六鋪炕石油工业部)

中国工业出版社出版 (北京德勝門外大街10号)

(北京市書刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $7^{1/8}$ ·字数184,000

1963年 9月北京第一版·1963年 9月北京第一次印刷

印数0001—1,140·定价 (10-7) 1.20元

*

統一書号: 15165·2360 (石油-144)

前 言

所有的石油潤滑油，不管其应用目的如何，对它們的一个共同要求，就是在使用溫度下必須保持流动性。要滿足这一要求，石油潤滑油就不應該含有大量的固体石蜡烴，因為它們会从潤滑油中結晶出来，致使潤滑油喪失流动性而凝固。

为了从含蜡原油中制取凝固点較低的潤滑油，在潤滑油生产工艺中必須采用脫蜡过程。目前，脫蜡过程是加工含蜡原油以生产潤滑油的炼厂的工艺流程中不可缺少的一个环节。

此外，在石油潤滑油中不需要的蜡，在潤滑油脫蜡过程中析出和脫油以后，乃是寶貴的产品（工业石蜡和工业地蜡）。

脫蜡不仅应用在潤滑油生产中。在柴油及某些其他产品里，同样不允許含有固体烴。因此，为了得到这些产品的低凝固点品种，并扩大它們的原料来源，也同样需要采用脫蜡过程。

本书的主要任务之一是对各种脫蜡方法进行評价比較，提出它們的技术和物理-化学特性和决定各个脫蜡过程的最合理的使用范围。

脫蜡过程是属于石油加工工艺中技术上极复杂的过程之一。因此选择实现这些过程的最有利条件和最好的操作規程，就具有特別重要的意义。选择这些条件，只有在正确懂得这些过程的原理和掌握这些过程的規律的基础上才能进行。为此，本书中对涉及脫蜡过程的理論問題給予十分重視。

目 录

前 言

第一章 润滑油的低温性能和脱蜡的任务	1
在低温下对润滑油性能的要求	1
润滑油的流动性和凝固的理论	2
降低石油产品凝固点的途径	8
抗凝剂作用的机理	13
参考文献	15
第二章 润滑油原料油及其组分的物理和化学性能	16
脱蜡原料的分类	16
主要脱蜡原料的技术性能	17
脱蜡原料的组分	26
石油固体组分的化学性质	37
固态烃(石蜡)的晶体结构	49
溶液中石蜡结晶过程的形式	57
石蜡和地蜡	65
溶解度	68
参考文献	77
第三章 脱蜡过程的理论基础	79
脱蜡过程的原理	79
结晶脱蜡	80
尿素脱蜡	120
抽提脱蜡	135
吸附脱蜡	139
用分子筛型吸附剂脱蜡的可能性	143
参考文献	146
第四章 脱蜡过程的工艺流程	149
无溶剂冷冻结晶脱蜡	149
烃类稀释溶剂结晶脱蜡	152

选择性溶剂结晶脱蜡	161
尿素脱蜡	184
抽提脱蜡	193
吸附脱蜡	198
软蜡和石蜡发汗脱油	201
软蜡乳化脱油	203
溶剂抽提脱油	206
溶剂回收	209
参考文献	220

第一章 潤滑油的低溫性能和脫蜡的任务

在低溫下对潤滑油性能的要求

各种不同用途的石油潤滑油,應該具有的性能尽管各不相同,但其中有一个性能是为任何石油潤滑油所共有和必需的。这就是要求潤滑油在使用溫度下具有流动性,而这个性能,也就是潤滑油与潤滑脂不同的地方。

潤滑油在其使用溫度下对流动性的要求,在不同情况下是由不同的需要所决定的。例如潤滑发动机用的馬达潤滑油,在潤滑油輸送系統中應該保証能正常地輸送到发动机的各个潤滑部件。此外,潤滑油在低溫下應該保持流动,以便在此溫度下启动发动机。在发动机启动溫度下,如果潤滑油的流动性不足,会难于启动并大大加速发动机接触零件的磨損[1, 2]。

流动性能对传动潤滑油來說也是很重要的。这些潤滑油應該在被潤滑的传动装置的操作溫度下保持流动性。传动潤滑油在这些溫度下流动性能的不足,会使潤滑条件恶化,增加摩擦接点的磨損,增加传动中的动力損耗等[3, 4]。

非潤滑用的石油潤滑油,在其使用溫度下同样也应保持流动性,例如变压器油为了能充分地灌滿变压器和在其中进行正常的循环,以及达到散热的目的,也必須具流动性。

根据石油潤滑油使用或操作的不同条件,这些潤滑油的各个品种都應該在十分寬的溫度变化範圍內保持流动性。

对流动性要求較差的一些潤滑油,多半是用作各种配料的潤滑油,例如化装用油和其他等等,它們对流动性能的要求只要便于运输和儲存就行。同样,对于某些潤滑油,例如压缩机油和分离机油,它們一般是用于安装在暖室內的机械上,因此允許有較高的丧失流动性的溫度。例如,分离机油凝固点可以不高于 $+5^{\circ}\text{C}$;而压缩机油12(M)和19(T)的凝固点,在規格标准中根本沒有規

定[5]。

在露天操作的机械中使用的馬达潤滑油，应该根据气候条件的不同而在較低的溫度下仍能保持流动性。例如 柴油机潤滑油 ДП-11 凝固点不应高于 -15°C ，而 ДП-8 不应高于 -25°C 。

在北极地区和高空航行条件下应用的潤滑油，对流动性有极严格的要求。应该具有低凝固点的潤滑油，还有电气絕緣油——变压器油和电容器油，它們的凝固点不应高于 -45°C ，而对于在北极地区使用的某些品种不应高于 -60°C 。

潤滑油的流动性和凝固的理论

潤滑油凝固的形式

对潤滑油以及一般液体的流动性，可以认为是它們的质点在外力作用下作相对移动的性能。为了解释这一定义，我們設想有某一容积的液体（图 1），并假設这一液体的一边 AB 为基础边，固定不动。沿着 AB 层平行方向对这液体施以某力 F 。施加力后，就使液体质点向前移动，例如在 C 点，向着 D 的方向移动，即液体层 CD 就相对于基础边 AB 以某一速度 v 开始移动。在 AB 和 CD 层之間相距 y 和在一定力 F 下，这一速度就体现着該液体的流动性，即速度 v 愈高，則該液体的流动性愈大。

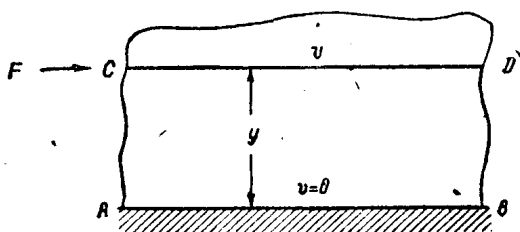


图 1 二液体层相对移动示意图

对于液体的任何一点來說，其流动性能在一定力 F 下，将以

$\frac{dv}{dy}$ 的比值来代表。

上述数值之間量的关系，可以由众所周知的牛頓方程式表示〔6〕：

$$\frac{F}{S} = \mu \frac{\partial v}{\partial y} \quad \text{或} \quad \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{F}{\mu S} \quad (1 \cdot I)$$

式中 μ ——粘度系数； v ——距离固定不动的液层为 y 的液体质点的速度； F ——平行于該固定层、面积为 S 的液层的相互作用力； $\frac{\partial v}{\partial y}$ ——液体质点移动速度梯度，它表示在力 F 作用下的流动性能。

服从于牛頓方程式的液体叫做“牛頓液体”，以有别于以下将談的結構液体。

从方程式 (1 · I) 看出，由 $\frac{\partial v}{\partial y}$ 比例表示的牛頓液体的流动性与粘度系数有关，液体的粘度愈高，則它們的流动性愈小。由此方程式得出，不管牛頓液体的粘度是多么大，即使流动性可以消滅到极小，但在施加任何力 F 后均能保持流动性。

此結論只不过在理論上是完全正确的。实际上，粘度极高的物质在很大的力作用下，移动性极其微小，在任何情况下也不能认为是流动的。

这样对任何一种液体（这里指的是石油潤滑油），就产生了实际丧失流动性的概念。即当流动性降低到某一特定限度以下时，可以认为該液体（潤滑油）已經凝固。这种流动性限度的数值，代表該种液体的具有某种条件性的质量指标。对于石油潤滑油來說，流动性能随着溫度的改变而改变，随着溫度的降低而降低。当溫度降低而潤滑油流动性达到上述一特定限度时，这一溫度就叫做液体流动性能丧失溫度，或叫做粘稠凝固溫度。

严格地說，石油潤滑油凝固点与結晶体的融点不同，它不是一个物理常数。不过，尽管凝固点是具有条件性的，但在严格規

定的測定条件下，对于任何一种潤滑油也均具有完全的一致性和重复性。这样，在应用意义上來說，潤滑油的这一质量指标实际上是和液体的物理常数具有同样意义的。

服从于方程式(1·1)的，只是完全均衡的(均相的)液体，它既不含有胶体状的，又不含有肉眼可見的分散相(悬浮物)。当液体中存有分散相时，牛頓方程式就不能适用。这是由于分散相质点会引起液体层相对移动的附加阻力。同时这种附加阻力和取决于該分散系液相的真粘度的主要阻力間的比例，将随液体层相对移动的速度或作用于液体的力而改变。此时，在力減小时，由分散相所决定的附加阻力的相对值会增加。

这样，在液体中含有分散相时，在外表上所表现的，就是这种液体流动的体积速度(流量)，例如在毛細管中层流条件下，不再与实际压力降成比例，因而就产生了这种液体的粘度(确切地說是其視粘度)与作用于此液体的力或压力降相关的一种效应。

这种现象称作粘度的反常，而分散系統本身的粘度叫做“視粘度”、“假粘度”、“結構粘度”等等[7]。

分散相的浓度增加时，能够出現一种情况，即在分散相质点之間产生一种极其牢固的联结力，足以抵抗施于液体的力。在这种情况下，該力已不能引起质点之間的相对位移，也就是液体丧失了流动性，而只有施加更大的力时才能重新使它具有流动性。

因此，含有分散相的液体与均相牛頓液体不同，不是在施加任何力的时候均具有流动性，而只是当力超过某一特定的最低值，能够克服和破坏由分散相所构成的能使液体不流动的某种結構时，才具有流动性。

含有胶体状或肉眼可見的分散相，具有液体反常现象的液体，叫做“結構液体”。为了表现結構液体的特性，宾加姆[7]提出了方程式：

$$\frac{F}{S} - \theta = \mu_1 \frac{\partial v}{\partial y} \quad \text{或} \quad \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{F - Q_s}{\mu_1 S} \quad (2 \cdot 1)$$

式中， θ ——极限切变应力(流动极限)； $Q_s = \theta S$ ； F ——全部面

积 S 上的剪切力；其他符号与公式 (1·1) 中相同。

宾加姆方程式与牛頓方程式不同之处只在于 θ 值，該值考虑了克服結構液体的切变阻力及使其流动时所需的力。

宾加姆方程式属于理想情况，即分散系統克服了切变阻力，也就是說在破坏了結構以后，立即就开始按牛頓液体运动，而此时粘度已与推动的力无关。实际上，只是极少数的分散系統才接近于这种理想情况。在絕大多数真实的分散系統中，粘度与对此液体施加的力只有在使用較大的力时才无关，而当力較小时，只会出现粘度的反常。对于某些其他分散系統，例如液体介质真粘度高的分散系統和分散相浓度比較低时，并且在沒有极限切变应力时（即 $\theta=0$ 时），才能出现粘度的反常。換句話說，这些具有粘度反常特征的分散系統，能够在很小的力作用下，表现出流动性。

为了用数学方式写下上述真实分散系統的特点，对宾加姆方程式必須明确以下两点：

1) 視粘度 μ ，是作用于液体单位面积的力 $\frac{F}{S}$ 、液体介质（分散介质）真粘度 μ 、分散相浓度、质点的大小以及这些质点間联結的函数；

2) θ 值可以一直变到为零。

考虑到上述两点說明，作者提出以下結構液体的流动方程式：

$$\frac{F}{S} - \theta = f\left(\mu, \varphi, \frac{F}{S}\right) \frac{\partial v}{\partial y} \quad \text{或} \quad \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{F - Q_s}{S f\left(\mu, \varphi, \frac{F}{S}\right)} \quad (3 \cdot 1)$$

式中 μ ——液体（分散）介质的真粘度； φ ——考虑到分散相浓度，质点型式和这些质点間联結的参数； θ ——极限切变应力，能由零变为相应的正值；其他符号与方程式 (1·1) 中相同。

在个别情况下，方程式 (3·1) 可用埃津希茨^[8]或費里波夫^[9]和其他等等的方程式来表示。

因此，結構液体的流动性不仅决定于液体介质，諸如牛頓液体的粘度，同时也决定于所含分散相的特性和数量。这是指胶体

状态或肉眼可见的分散状的分散相。按此原因，当结构液体中含有浓度足够高的分散相以及其质点之间存在应有的联结时，结构液体就会丧失其流动性，即使其液体介质的粘度不高也是如此。而这种粘度不高的液体介质要是不含有分散相，即便条件和前者相同也是完全流动的。

在温度改变时，结构液体流动性的改变趋向就像牛顿液体一样，是随着温度的降低而下降，因为在冷却时液相介质粘度就会提高，而对于石油液体，特别是对石油润滑油来说，由于石蜡的析出也就增高了分散相的浓度，并增长着质点间的联结，从而最终在测定温度下导致流动性能的丧失。

根据温度条件的不同，多数石油润滑油能在高温时表现为牛顿液体，而在冷却时则为结构液体。石油润滑油在温度变化时的这种性能改变情形是这样的：润滑油在高温范围时，由于完全呈均相液体，它服从牛顿方程式；在冷却时，由于此润滑油中石蜡的溶解度降低，开始生成分散相。起初，当分散相浓度很低时，质点间联结还很微弱，在沒有极限切变应力的情况下仅仅出现粘度的反常。如继续冷却，分散相浓度随之增加，质点间的联结也随之增强，并出现了因极限切变应力存在而特有的塑性性能。再进一步冷却时，极限切变应力就继续增长，到最后就会出现在该条件下，特别是在该推力数值下，润滑油丧失流动性而开始凝固。

因此，在石油润滑油冷却时，可以看到两种丧失流动性或凝固的形式：第一种形式是粘稠凝固，即润滑油由于粘度增长而丧失（条件性的）其流动性能；第二种形式是结构凝固，即润滑油由于其中生成分散相浓度的增加和增强了它们质点间的联结，变为非流动性。

可能，还会有两种兼有的凝固形式，但它们不需要在这里单独研究。

润滑油的凝固形式不同时，所采用降低凝固点的方法也不同，例如在结构凝固时为了降低润滑油的凝固点，应该降低在冷却时生成分散相的石蜡的含量，或者是应该加入能降低分散相质点间

联結的降凝剂。在粘稠凝固时，上述方法就无效，为了降低潤滑油的粘稠凝固溫度，必須采用在低溫下降低凝固点的方法。这点在以下将要詳細叙述。

如所指出，粘稠凝固是有条件性的概念。而結構凝固的条件性并不比粘度凝固弱。这里的条件性有以下两种原因。

第一种原因是：极限切变应力虽然可以用作评价結構潤滑油丧失流动性能的客观指标，但它并不是单一的，而是在不同潤滑油溫度下有不同的值。因此就必须規定潤滑油凝固时的极限切变应力。

第二种原因是：在一定溫度下极限切变应力与很多外界因素有关，特别是与用于試驗的潤滑油样的制备条件、試驗的技术及方法等有关。潤滑油的冷却速度，試驗时对其施加的推力等等也都起着重要的作用。只有多方面严格地控制潤滑油切变应力或其結構凝固溫度的測定条件，才可以得到单一和能重复的质量指标。

測定石油潤滑油的流动性丧失溫度，無論是粘稠性的还是結構性的，均有着很多不同的方法^[10-12]。

測定潤滑油丧失流动性最常用的一类方法，就是在試管中測定凝固点。在苏联，測定潤滑油和深色石油产品的凝固点是采用ГОСТ1533-42規定的方法。

其他一类方法，就是所謂測定潤滑油流动性能丧失溫度的方法。在此类方法中包括在不同溫度下和在一定压力降下測定在毛細管中潤滑油的位移值。該类方法比起測定凝固点的方法稍复杂些。最成熟和普遍采用的方法，要算是富斯克和斯莫林娜方法(ГОСТ 3336-46)。

在上述几类方法中，測定凝固点或潤滑油丧失流动性溫度的条件，与該潤滑油在机器中实际使用的条件有很大的不同。因此，測定的結果并不是在所有情况下都能代表潤滑油在机器中的实际情况。大家都知道，例如某些石油产品能很成功地在比凝固点低得多的溫度下用管綫輸送。而在另一方面，也出現这种情况，即潤滑油在其凝固点以上的溫度下，就已不能在机器中进行

循环。

为了评价润滑油在工作条件下的流动性能，曾提出许多所谓输送性能的测定方法。这些方法在一定程度上体现了某种发动机的润滑油输送系统，所测出的参数可代表润滑油在发动机中的操作特性。属于这一类方法的有如拉瑪依法^[1]，按此方法，用模拟汽车发动机润滑油输送系统的仪器来测定输送性能。还有利瑪略和西多罗夫法^[13]，用于测定航空发动机润滑油的输送性能。这些方法比起上述实验方法要复杂和麻烦得多，它们主要是用作润滑油使用试验的一些预测和辅助方法。

由于这个原因，直到目前为止，表示石油产品低温流动性最普遍采用的指标是凝固点。特别是在炼油工艺中，凝固点是规格标准中所规定的主要指标，也是一定生产条件下控制产品低温性能的主要指标。油品所必需的低溫性能，在很多情况下是通过相应地降低加工原料凝固点的方法来达到。

降低石油产品凝固点的途径

要确定降低石油产品凝固点的方法，必须弄清凝固点与石油产品中所含的那些组分有关系。研究本问题时应该记住，石油产品，特别是石油润滑油，是一种宽馏份组成的混合物，其中包含性能极为多样的组分。在这些混合物中既有低凝固点组分，也有能提高全部产品凝固点的物质。因此，解决降低石油产品凝固点的任务在于或是从这些产品中除去能提高凝固点的物质，或是将它们的作用抵销掉。

决定石油产品凝固的物质，对于不同凝固形式，其特性是不同的。粘稠凝固是由于这样一些物质所引起的，它们在冷却时一般由于粘度较高，或粘温曲线较陡（即低的粘度指数），而使粘度提高到很大值。在通用的测定方法的条件下，达到粘稠凝固时的粘度是完全可以测定的数值。例如Д.С.維利科夫斯基^[14]，测定此粘度的数值界于 2×10^5 — 6×10^5 厘沱間，亨宁戈費尔得出的粘度数值为 3×10^6 厘沱等等。

本书作者研究得出，对于脱芳香烃的航空润滑油 MC-20 深度脱蜡所得到馏份，其粘稠凝固开始于 -34 — -38°C ，在此温度下的粘度为 3×10^6 — 4.5×10^6 厘沲，这与亨宁戈费尔所指出的数值相符合。

润滑油在通常标定的温度下（例如 $+50^{\circ}$ 或 $+100^{\circ}\text{C}$ 下）的粘度愈高，则它达到粘稠凝固时的粘度的温度也愈高。因此，高粘度的润滑油，比起低粘度润滑油要允许有较高的凝固点。

对于在标定温度下粘度低的润滑油，在粘稠凝固方面具有决定意义的是粘温曲线的平缓程度或粘度指数。对于低粘度指数的润滑油来说，达到粘稠凝固的粘度的温度，比高粘度指数润滑油为高。因此，能提高石油润滑油粘稠凝固的组份，是润滑油中所含粘温曲线最陡的物质。

无论是单体烃或石油润滑油馏份，它们的粘温关系特性同化学性能和结构间的联系，已由很多研究人員进行了多年的研究，根据这些研究，就能总结这种联系的主要原理^[15—18]。在石油及某些石油产品中的高分子 瀝青-胶质 以及多环烃类，特别是短侧链的多环芳香烃，具有最坏的粘温关系性能。粘温性能最好的烃类是长烷基链的烃类，特别是烷基芳香烃和烷基环烷烃。增加侧链的数目及其分枝能使烃类粘温性能变坏。

关于烃类组成中所含环数及烷链长度对粘度指数的影响，可参考罗西宁^[19]或米盖斯克^[20]等著作。

石油产品的结构凝固，是在冷却时生成固相所引起的，而当固相颗粒达到一定浓度后，相互联结起来，形成一种结构，使产品整个物质固定起来。能够自石油及石油产品中析出的上述物质，是其中所含的结晶石蜡烃。这些物质的性能早在二十年代就由 B.C. 特维尔秦^[21]，B.Г. 蒂钦宁^[22]，Л.Г. 古尔维奇^[23]，H.Д. 格拉緬尼茨基^[24]，戈尔德^[25]及其他研究工作者所阐明，而此后又被很多的著作所证实。这里仅仅应该弄清“石蜡”的术语^①，在

① 术语 *парафин* 是指石蜡的名称，但在早先的文献中又称作石蜡烃，烷烃——译者注。

这种情况下不应该只理解为烷烃，而是一种能结晶的石油固体烃类，其中含有的不仅只是烷烃一种，而且还有固体的结晶环烷烃和芳香烃，这些烃类的共同特点是在冷却时能够由油品溶液中，以某种晶体形式析出。

由石蜡析出而引起石油产品凝固的特性，其主要之点已由Л.Г.古尔维奇^[23]说明，此后A.H.薩哈諾夫在格罗兹内石油研究所的著作中进一步加以完善^[26, 27]。这里A.H.薩哈諾夫指出，位于饱和温度以上的含蜡油品是石蜡的真溶液，位于饱和温度以下的是结晶石蜡在饱和溶液中的悬浮液，当石蜡晶体相互结合并在油品中生成结晶晶网，而晶网的晶核又使其他不凝液体也固定了起来时，油品就开始凝固。为了证实即使在石蜡浓度不高时也存在这种可能性，A.H.薩哈諾夫举了一个例子，在醋酸中石蜡浓度达到0.2%时即生成了结晶的晶网。

此后，个别研究工作者不同意上述对石油油品结构凝固机理所作的解释，而企图对这一现象进行另一种解释。例如指出，在很多情况下，润滑油的结构凝固是在石蜡晶体生成致密的空間晶网前就产生。И.С.拉馬雅^[28]认为，已凝固油品的结构不是决定于石蜡的结晶晶网，而是决定于在润滑油中生成的高度締合的润滑油分子的胶体粒子。按拉馬雅的意见，这些胶体粒子决定着胶状结构的生成和润滑油的凝固。Л.О.高尔德别尔克^[29]并不反对石蜡在石油产品凝固中的作用，但他解释该凝固现象是由于在石蜡晶粒（粒子）周围生成溶剂化膜所产生。按高尔德别尔克的意见，即溶剂化膜达到这样的大小，使得润滑油所有物质都能固定起来。

然而，结构凝固机理的詳細解释，有很大部份是以理論学說为基础的，而并没有为应有的直接的試驗所证实。如若深刻的分析这些解释和用試驗来证实它們时，就产生了一些矛盾，使这些解释說不通，而却又再一次证实格罗兹内石油研究所A.H.薩哈諾夫所提出的结晶晶网理論的正确性。特别是，作者进行的研究和观察表明，石油油品的结构凝固經常与石蜡生成結合晶体晶网同时出现。同时，組成此晶体晶网架的单个晶粒的可見度是不同

的：最看得清楚的晶粒是側立在視野面上的晶粒，看不太清楚的是堆聚在視野面上的晶粒，最难分辨的是平置在視野面上的晶粒。当在石蜡結晶結構很小，試样准备得不很好和观察条件不太有利的条件下，平置和堆聚不多的晶粒也可能是看不見，这样就会造成一种印象：結晶晶网架是断断續續的。事实上，不联結的晶体和石蜡結晶聚結体，却只有在分散介质的粘度达到接近于粘稠凝固的数值，并在生成联結的石蜡晶体网架以前，才可以在凝固点时观察得到。尽管潤滑油在凝固前由于析出分散相可以从中观察到某些現象，特别是結構凝固发生前的粘度反常。然而这种情况下将不是結構凝固，而是粘稠凝固。

这里应该指出，潤滑油中以晶粒形式出現的固相石蜡的产生，虽然其相互間并不联系，但能稍稍提高这种混合物总的結構粘度，这无疑对提高凝固点有影响。但即使如此，这种凝固情况是属于粘稠凝固形式，而不是結構凝固形式。

致于企图假設溶胶的生成是由于在胶体质点溶胶粒子周围生成溶剂化膜的结果，以此来解释石油油品的粘稠凝固过程，則这种假設未必是正确可靠的。在胶体溶液中分散相溶胶粒子的大小，在一定程度上与溶剂化膜的可能厚度或是吸附在溶胶粒子表面的溶剂組份层厚度是可比的。而在石油油品中析出的石蜡晶粒，甚至是最小的晶粒，比起溶剂化膜來說也是大得不可比，因此，溶剂化膜就不能固定这样多的液相，使得全部溶液物质都能凝固起来。

关于石油油品由于石蜡晶粒的析出并进而結合为晶体网架产生結構凝固的这一观点，是能够較詳細地解释結構凝固时所产生的全部現象。例如，对于在石油油品进入結構凝固前不久由于冷却而产生的粘度反常現象，可以用这个观点解释为由于出現了石蜡晶粒（在很多情况下是超显微鏡晶核）的分散相的緣故，虽然这些晶粒由于本身浓度不够或者是含有影响晶体結合的物质（瀝青质，降凝剂等等），相互还没有結合起来，但已經能引起粘度反常的产生。