

润滑油溶剂脱蜡

石油七厂编



石油化学工业出版社

炼油工人技术丛书

润滑油溶剂脱蜡

石油七厂 编

石油化学工业出版社

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否
是决定一切的。

读书是学习，使用也是学习，
而且是更重要的学习。

中国人民有志气，有能力，一
定要在不久的将来，赶上和超过世
界先进水平。

出版者的话

在党的鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义总路线的指引下，我国的石油炼制工业得到了迅速的发展。各种新型装置相继建成投产，已经掌握了现代化的炼油技术。随着炼油工业的发展，工人队伍也相应壮大。为了满足广大新工人的需要，尽快掌握操作技术，不断提高理论水平和操作水平，我们按工艺过程分装置编写了一套《炼油工人技术丛书》。这套丛书是在总结我国炼油工业操作经验的基础上，重点写了工人应知应会的基本原理、基本操作技术以及基本的计算方法。

在编写这套丛书的过程中，得到了各厂领导的大力支持和工人同志的热情帮助，在编写人员的积极努力下，使本丛书得以陆续出版。

由于我们的水平有限，又缺乏组织编写此类丛书的经验，所以书中有些内容，无论在反映我国炼油技术水平方面，还是通俗地表达专业性较强的技术方面都有不足之处。因此，希望广大读者，特别是工人同志提出宝贵的意见，以便再版时修改。

目 录

第一章 润滑油的基本知识	1
第一节 摩擦与润滑	1
第二节 润滑油的质量指标及其意义	7
第三节 润滑油的组成	23
第四节 润滑油的生产知识	35
第二章 石油产品脱蜡概述	48
第一节 石油产品脱蜡发展史	48
第二节 石油产品脱蜡的目的	49
第三节 石油产品脱蜡后的油品性质	51
第四节 石油产品脱蜡的分类	52
第三章 酮苯脱蜡基本知识	54
第一节 溶液的性质	54
第二节 脱蜡原料油的组成	61
第三节 固体烃(蜡)的晶体结构	62
第四节 酮-苯-甲苯溶剂的性质	66
第四章 酮苯脱蜡原理	72
第一节 脱蜡原理	72
第二节 溶剂回收原理	77
第五章 影响酮苯脱蜡效果的因素	94
第一节 原料性质对脱蜡过程的影响	95
第二节 溶剂组成对脱蜡过程的影响	102
第三节 溶剂比对脱蜡过程的影响	104
第四节 溶剂稀释方式对脱蜡过程的影响	107
第五节 冷却速度对脱蜡过程的影响	114
第六节 助滤剂对脱蜡过程的影响	116
第七节 热处理和过滤条件对脱蜡过程的影响	117
第六章 酮苯脱蜡装置工艺流程与设备	118
第一节 结晶系统	119
第二节 真空过滤、密闭系统	125
第三节 回收系统	130

第四节	冷冻系统	136
第五节	机泵和换热器	145
第七章	酮苯脱蜡装置的开工与停工	152
第一节	酮苯装置的开工	152
第二节	酮苯装置的停工	156
第八章	酮苯脱蜡装置的正常操作	160
第一节	操作原理	160
第二节	操作指标	174
第三节	产品质量的控制方法	179
第四节	降低溶剂消耗	180
第九章	酮苯脱蜡装置异常现象的原因与处理	183
第一节	结晶系统	183
第二节	过滤系统	188
第三节	回收系统	190
第四节	冷冻系统	194
第五节	安全气系统	197
第六节	装置突然停水、停汽、停电	198
第十章	酮苯脱蜡装置的安全操作	200
第一节	一般安全常识	200
第二节	装置的防冻防凝	201
第三节	生产操作中的安全事项	203
附表 1	常用计算公式	207
附表 2	丙酮、苯、甲苯和丁酮的比重与温度的关系	210
附表 3	丙酮、苯、甲苯和丁酮的比热与温度的关系	210
附表 4	丙酮、苯、甲苯和丁酮的液体及饱和蒸汽的热焓	211
附表 5	氨的一般性质	212
附表 6	氨的比重及热性质	212
附表 7	各种流体(气体和液体)常用流速	214
附表 8	酮苯脱蜡装置常用物质的导热系数	215
附表 9	酮苯脱蜡装置某些设备压力降的大致范围	215
附表 10	酮苯脱蜡装置某些设备传热系数的大致范围	216
附表 11	酮苯脱蜡装置的其它常用数据	216
参考资料		217

第一章 润滑油的基本知识

第一节 摩擦与润滑

一、干摩擦及其危害

在炼厂生产过程中，有时遇到正在运转的冷冻机，十字头滑板（腰瓦）突然冒烟了，紧急停车后检查，发现油眼被润滑油中的杂质堵塞，十字头滑板与十字头之间没有润滑油，出现了干摩擦。什么叫干摩擦呢？

一个固体沿着另一个固体表面运动（滑动或滚动）时的受阻现象叫摩擦。如果两固体表面之间没有润滑剂，这时的摩擦叫干摩擦。两固体的接触表面叫摩擦面。而摩擦时产生的阻力叫摩擦力。产生摩擦力的原因有两个（见图1—1）：

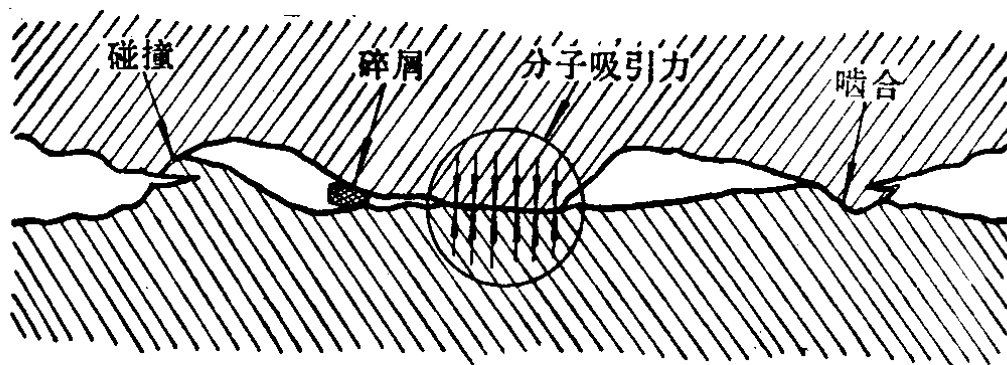


图 1—1 摩擦面互相作用示意图

1. 由于接触面凸凹不平而彼此咬合。
2. 两个固体表面分子的相互吸引。

在干摩擦时，要消耗大量的机械能，并引起摩擦面的磨

损。机械能在摩擦过程中转变成热能，使摩擦面的温度升高，温度的升高反过来又会降低金属表面的强度，加速摩擦面的磨损。这样不断的恶性循环，在很短的时间内，就会造成摩擦面“撕裂”和“烧毁”。冷冻机十字头滑板注不上润滑油产生冒烟就是这个原因引起的。

为了消除干摩擦，节约动力消耗，减少机器摩擦面的磨损，延长机器的使用时间，人们在生产实践中寻找了多种润滑材料，称之润滑剂。常用的润滑材料有三种：

1. 最常用的液体润滑剂是从石油中提炼出来的各种润滑油。
2. 最常用的半液体润滑剂是各种润滑脂。
3. 最常用的固体润滑剂是石墨、二硫化钼等。

由于润滑油使用最广泛，因此，下面只对润滑油加以详细叙述。

二、润滑油的作用

1. 润滑作用

润滑油是应用最普遍的一种润滑剂。润滑油之所以能起到润滑作用，是因为它在一定的条件下能在摩擦面间形成油膜。

摩擦面间的一个完整的油膜，是由边界油膜和流动油膜两部分组成的（见图1—2）。这两种油膜的形成原理完全不同。边界油膜是依靠润滑油分子和金属摩擦表面分子的吸引力，使润滑油牢固地吸附在摩擦表面而形成的薄薄的一层油层（通称为油性）。一般只有0.1~0.4微米厚。边界油膜的厚度和强度，主要取决于润滑油的油性。在相同的条件下，高油性的润滑油所形成的边界油膜较厚，并可承受相当大的负荷而不致破坏。

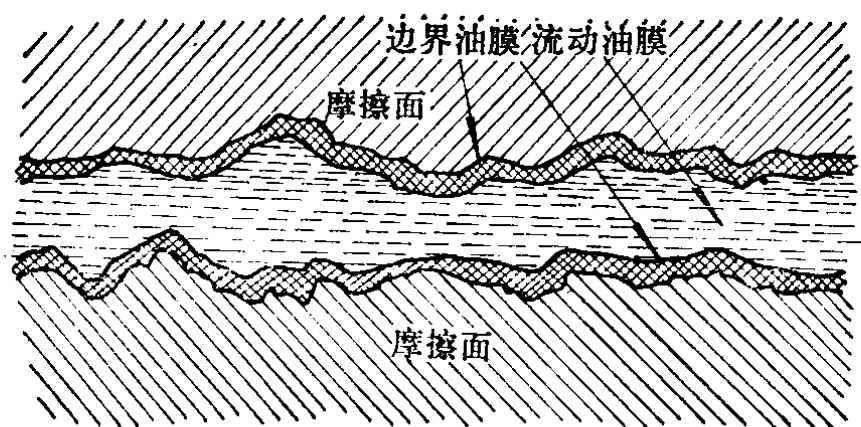


图 1—2 油膜示意图
(在液体润滑状态下)

在两个边界油膜之间的油膜叫做流动油膜。流动油膜内部润滑油的分子，不吸附在金属的表面，可以自由流动。从本质上讲，流动油膜是依靠润滑油的压力形成的。在现代机器润滑中，形成油压的方法有两种：一种是依靠润滑油本身的运动来产生油压，形成流动油膜，这叫动压润滑。离心泵轴和轴瓦之间的润滑就是这种类型，如图1—3所示。当轴未转动时，润滑油被挤在轴的两侧，当轴转动后，轴带着润滑油运动起来。这同一杯水中，放入一根筷子沿杯壁旋转时水

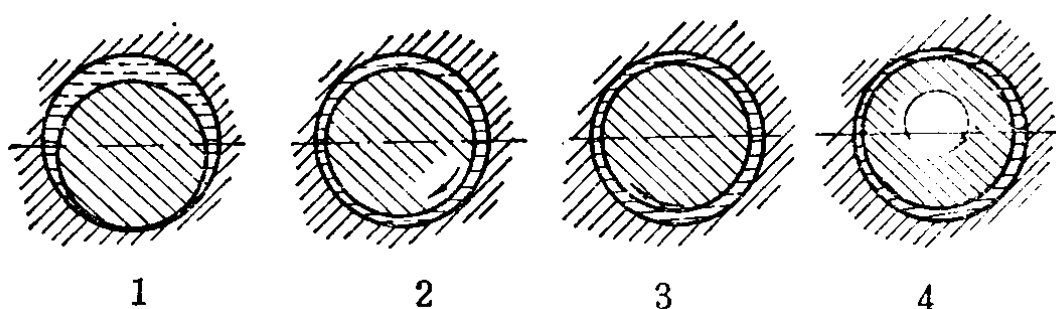


图 1—3 滑动轴承中油层的形成过程

1—在静止状态下，轴垂直的停在轴承上；2—轴开始转动时的位置；
3—轴旋转速度加快时的状态；4—轴旋转速度正常

也跟着旋转起来的情形相似。这种润滑方式形成的油膜和润滑油的粘度有关，如果机器润滑部位的结构、负荷和转速一定，则动压润滑时形成的流动油膜的厚度，随着润滑油的粘度的增加而增加。另一种是用泵将润滑油打入摩擦面形成流动油膜，这叫静压润滑，如图1—4所示。一般摩擦面工作条件极其苛刻的，大型设备都采用这种方法润滑。采用这种润滑方式时形成的流动油膜的厚度和润滑油的粘度无直接关系。

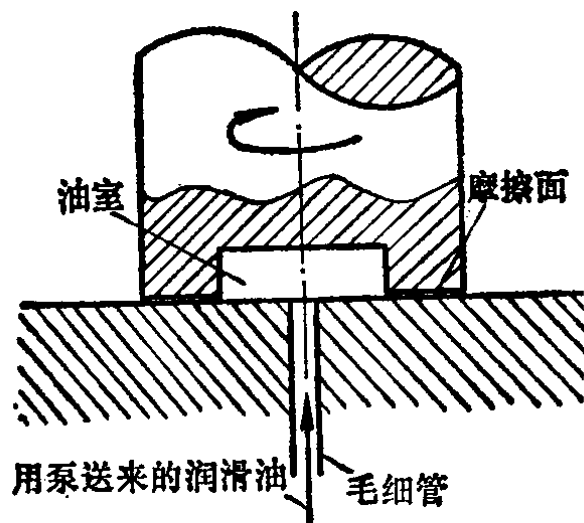


图 1—4 静压润滑示意图

摩擦面间形成的油膜，将摩擦表面凹凸不平之处填平，并使固体的两摩擦表面被分开，这就好象船在水里，船底和河底被水隔开，不会接触一样。例如冷冻机十字头滑板与十字头之间润滑就属于这一类。

两摩擦表面完全被油膜分隔开而不直接接触的状态叫做液体润滑（见图1—4）。液体润滑是最理想的润滑状态。由于油膜分子之间的相互摩擦完全代替了两固体摩擦面的摩擦，两摩擦面不会发生磨损。液体分子之间的摩擦阻力是很小的，这样当摩擦面相对运动时，机器的动力消耗就比干摩擦时大大降低。

必须强调指出，油膜的形成和保持是有条件的。机器工作、润滑的条件不同，油膜在摩擦面间的分布情况就不相同，润滑状况也就不一样了。

当摩擦面间仅能保持边界油膜而不能形成流动油膜时，这种润滑状态叫做边界润滑。蒸汽往复泵活塞环和缸套之间的润滑状态就是典型的边界润滑。边界油膜很薄，很容易破裂，它的强度取决于油的油性、负荷大小、表面的光滑度等等。当摩擦面的凸出部位的边界油膜破裂后，会出现局部的干摩擦，这就好象船在浅滩上搁浅了一样，如图1—5所示。

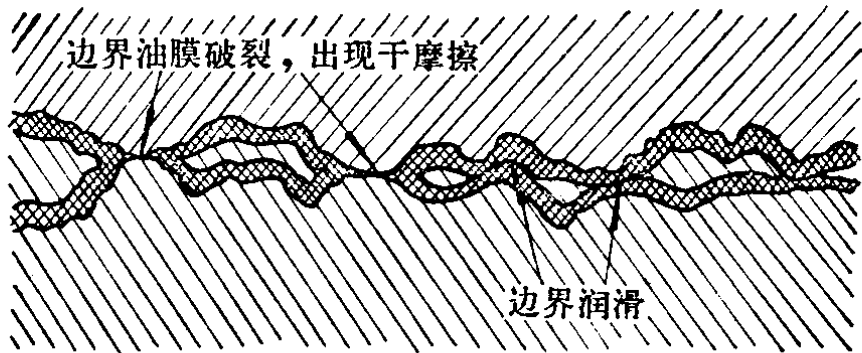


图 1—5 边界润滑示意图

如果在摩擦面间形成的流动油膜的厚度不能把两摩擦表面凸凹不平的沟纹完全填平，在摩擦面上部分凸出的部位就保持不住流动油膜而互相接触，这就象船在水中触了暗礁一样。这种润滑状态叫做半液体润滑，如图1—6所示。半液体

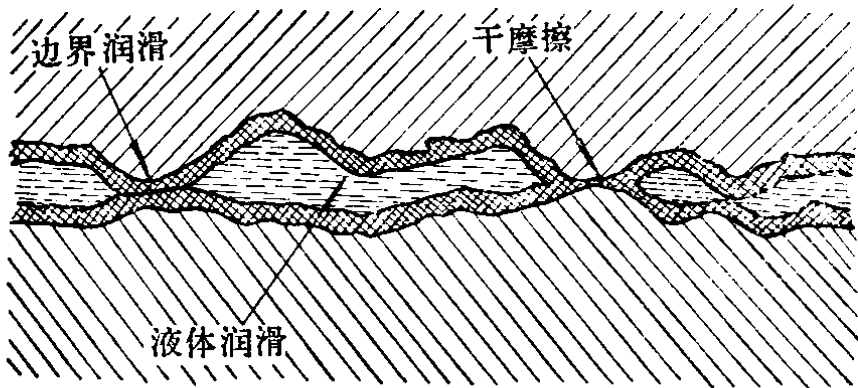


图 1—6 半液体润滑示意图

润滑时，摩擦面上同时存在着局部的液体润滑和局部的边界润滑，一般还会出现局部的干摩擦。

液体润滑、半液体润滑和边界润滑的状态，在机器润滑中都是存在的。液体润滑占的比重越大，润滑的效果也就越好。为了提高润滑的效果，我们应力图保证机器在液体润滑状态下工作。

2. 冷却作用

机器在运转时，因摩擦而消耗的机械能转化成热能，引起摩擦面温度的升高。摩擦阻力越大，温度升高越显著。在润滑油润滑时，由于降低了摩擦阻力，使因摩擦产生的热量减少，摩擦面的温度就会相应降低。同时，润滑油还不断从摩擦面上吸取热量，并将热传送到冷却水和其他较冷的零件上，加速热量的散发，使摩擦面的温度进一步降低。正如机床在切削时加切削液将切削时产生的热量带走一样。

3. 冲洗作用

摩擦面间的油膜一般是很薄的，如果进入摩擦面间的金属碎屑以及灰尘、砂粒停留在摩擦面上，就会破坏油膜，形成干摩擦，造成机器零件的磨损。润滑油的流动油膜能把这些杂质从摩擦面上冲洗出来，并将它们送入油箱或润滑油滤清器中，这样就使摩擦面能经常保持清洁。

4. 密封作用

金属表面不可能是十分平滑的。采用极复杂的加工步骤才可能制造出一种不平度小于几百分之一微米的金属表面，即使是这样的金属表面，在显微镜下观察也是凸凹不平的。可见，靠机械的精密加工来达到严密的密封是十分困难的。因此在机器中，许多零件都借助于润滑油来增强密封作用。例如往复泵的汽缸套和活塞环、活塞环和活塞槽之间，都存

在一定的间隙。当润滑油填满这些间隙后，便形成了油封，使蒸汽无法漏出，这样就提高了泵的效率。

5. 减振作用

润滑油在摩擦面上形成油膜，轴在油层上转动，这样对设备的振动起到一定的缓冲作用。

6. 卸荷作用

作用在机器摩擦面上的负荷，通过油膜比较均匀地作用在摩擦面上，油膜的这种作用叫卸荷作用。即使当摩擦面上的油膜遭到局部破坏而出现局部的干摩擦时，由于油膜仍承担着部分或大部分负荷，作用在局部干摩擦点上的负荷就不会象干摩擦时那样集中。

7. 保护作用

由于空气中氧气的作用，特别是有水存在的情况下，铁和钢表面很容易锈蚀。当使用润滑油后，由于润滑油的分子能牢固地吸附在金属的表面，使氧难于和金属表面接触，金属便不会锈蚀了。

第二节 润滑油的质量指标及其意义

润滑油的性能在很大程度上决定着机器的工作状况和使用时间。现代各种机器的工作条件差别很大，对润滑油性能的要求各不相同。因此，根据润滑油的不同使用要求，采用一些指标来评定润滑油的性能。就是同一机器的不同润滑部位，对润滑油的要求也是不一样的。

我国生产的几种常用润滑油的牌号规格见表 1-1 至表 1-5。

从表中可以看出，各种品种的润滑油几乎都有粘度、粘度比、凝固点、残炭、酸值、水分、闪点等各项质量指标。

表 1-1 汽 油 机 润 滑 油

项 目	质 量 指 标				试 验 方 法
	HQ-6D	HQ-6	HQ-10	HQ-15	
运动粘度 (100℃), 厘沲	6.0~8.0	6.0~8.0	10~12	14~16	GB 265-64
运动粘度比, ν_{50}/ν_{100}	5.5	5.0	7.0	8.0	GB 265-64
残炭 (未加添加剂), %	0.20	0.20	0.35	0.65	GB 268-64
酸值 (未加添加剂), 毫克KOH/克	0.15	0.15	0.15	0.20	GB 264-64
灰分, %					
未加添加剂	0.01	0.01	0.02	0.25	GB 508-65
加添加剂	0.25	0.25	0.25	0.25	
水溶性酸或碱					
未加添加剂	无	无	无	无	GB 511-65
加添加剂	中性或碱性	中性或碱性	中性或碱性	中性或碱性	
机械杂质, %					
未加添加剂	无	无	无	无	GB 511-65
加添加剂	0.01	0.01	0.01	0.1	
水分, %	痕迹	痕迹	痕迹	痕迹	GB 260-64
闪点 (开口), °C	185	185	200	210	
凝点, °C	-30	-20	-15	-5	GB 510-65
腐蚀性, 克/米 ²	10	10	10	10	GB 391-64
浮游性, 级	2.5	2.5	2.5	2.5	SYB 2655-605

表 1-2 柴 油 机 润 滑 油

项 目	质 量 指 标		
	HC-8	HC-11	HC-14
运动粘度 (100℃), 厘沲	8~9	10.5~11.5	13.5~14.5
运动粘度比, ν_{50}/ν_{100} 不大于	6	6.5	7.0
酸值 (未加添加剂), $\frac{\text{毫克KOH}}{\text{克}}$ 不大于	0.1	0.1	0.1
残炭 (未加添加剂), % 不大于	0.2	0.4	0.55
灰分, %			
未加添加剂 不大于	0.005	0.005	0.006
加添加剂 不大于	0.25	0.25	0.25
闪点 (开口), ℃ 不低于	195	205	210
凝点, ℃ 不高于	-20 -15	-15	0
水溶性酸或碱			
未加添加剂	无	无	无
加添加剂	中性或碱性	中性或碱性	中性或碱性
机械杂质, %			
未加添加剂	无	无	无
加添加剂 不大于	0.01	0.01	0.01
水分, % 不大于	痕迹	痕迹	痕迹
腐蚀度, 克/米 ² 不大于	13	13	13
热氧化安定性 (250℃), 分钟 不小于	20	20	25
糠醛或酚	无	无	无

现将它们的几种主要质量指标分述如下:

一、粘度

液体分子在外力作用下发生相对运动时, 在分子之间会产生一种阻力, 阻碍液体分子的相对运动, 液体的这种性质叫做液体的粘滞性。液体的粘滞程度, 在工业上用粘度来表示。液体分子之间的这种阻力, 是液体分子相互吸引、碰撞和阻碍而产生的, 叫做液体分子的“内摩擦阻力”。液体粘

表 1-3 汽轮机油（透平油）

项 目		质 量 指 标			
		HU-22	HU-30	HU-46	HU-57
运动粘度（50℃），厘泡		20~23	28~32	44~48	55~59
酸值，毫克KOH/克	不大于	0.02	0.02	0.02	0.05
闪点（开口），℃	不低于	180	180	195	195
凝点，℃	不高于	-15	-10	-10	0
抗氧化安定性					
氧化后沉淀物，%	不大于	0.1	0.1	0.15	—
氧化后酸值， $\frac{\text{毫克KOH}}{\text{克}}$	不大于	0.35	0.35	0.45	—
灰分，%	不大于	0.005	0.005	0.02	0.04
抗乳化度，分钟	不大于	8	8	8	8
水溶性酸或碱		无	无	无	无
机械杂质，%		无	无	无	无
苛性钠抽出，级	不大于	2	2	2	2
透明度（5℃）		透明	透明	透明	透明

表 1-4 机 械 油

项 目		质 量 指 标						
		HJ-10	HJ-20	HJ-30	HJ-40	HJ-50	HJ-70	HJ-90
运动粘度50℃，厘泡		7~13	17~23	27~33	37~43	47~53	67~73	87~93
凝点，℃	不高于	-15	-15	-10	-10	-10	0	0
残炭，%	不大于	0.15	0.15	0.25	0.25	0.3	0.5	0.6
灰分，%	不大于	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
水溶性酸或碱		无	无	无	无	无	无	无
酸值， $\frac{\text{毫克KOH}}{\text{克}}$	不大于	0.14	0.16	0.20	0.35	0.35	0.35	0.35
机械杂质，%	不大于	0.005	0.005	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
水分，%		无	无	无	无	无	痕迹	痕迹
闪点（开口），℃	不低于	165	170	180	190	200	210	220
腐蚀（T ₃ 铜法，100℃，3 小时）		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

表 1-5 20 号 航 空 润 滑 油

项 目		质 量 指 标
运动粘度 (100℃), 厘沲	不小于	20
粘度比, ν_{50}/ν_{100}	不大于	7.80
残炭, %	不大于	0.3
酸值, 毫克KOH/克	不大于	0.03
灰分, %	不大于	0.003
选择性溶剂		无
水溶性酸或碱		无
机械杂质, %		无
水分, %		无
闪点(闭口), °C	不低于	230
凝点, °C	不高于	-18
色度, 毫米	不小于	15
密度, (20°C), 克/厘米 ³	不大于	0.895
热氧化安定性 (250°C), 分钟	不小于	25
腐蚀度, 克/米 ²	不大于	45
粘度温度系数	不大于	55

度的大小, 决定于液体分子的内摩擦阻力。内摩擦阻力大, 液体的粘度大, 流动性能便差; 反之, 液体的粘度小, 流动性能就好。任何液体都有一定的粘度。因此“润滑油有粘度, 水没有粘度”的说法是不正确的。正确的说法应该是: 凡是液体都有粘度, 不过随着液体性质的不同, 粘度值的大小不同罢了。

粘度的表示方法分为绝对粘度和相对粘度两大类。

1. 绝对粘度

绝对粘度包括动力粘度和运动粘度两种。

(1) 动力粘度 在液体中取两个平行液体层, 面积都是 1 平方厘米, 距离为 1 厘米, 使这两个液体层保持 1