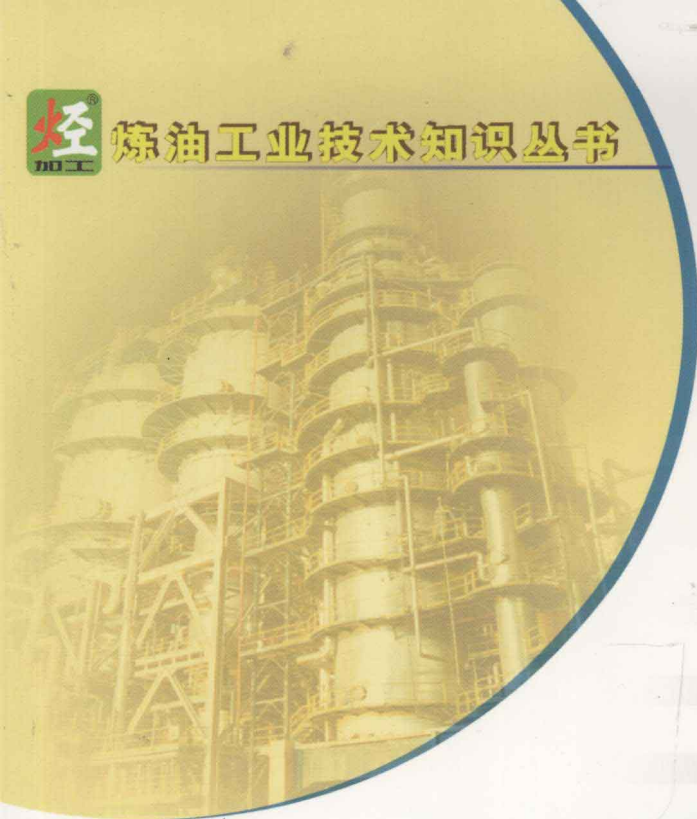




炼油工业技术知识丛书



◇ 梁朝林 梁文雄 编

溶 剂 脱 蜡

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

炼油工业技术知识丛书

溶 剂 脱 蜡

梁朝林 梁文雄 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书为“炼油工业技术知识丛书”之一。详细阐述溶剂脱蜡的目的原理、工艺流程、操作条件及影响因素、主要设备(套管结晶器、过滤器、冷冻机、加热炉、汽提分馏塔、机泵等)结构特点及其操作技术和操作经验、溶剂脱蜡装置工艺核算知识、健康安全环保管理等。结合生产实践,总结了溶剂脱蜡装置开停工及一般事故处理的经验方法,对丁酮-甲苯溶剂脱蜡新技术的发展与应用等也做了适当的介绍,并增加了“控制仪表与计算机”等章节。

本书可供溶剂脱蜡装置生产工人阅读。也适用于溶剂脱蜡装置管理技术人员及有关院校师生作为参考书。

图书在版编目(CIP)数据

溶剂脱蜡 / 梁朝林, 梁文雄编. —北京: 中国石化出版社, 2011. 3
ISBN 978-7-5114-0834-1

I. ①溶… II. ①梁…②梁… III. ①溶剂脱蜡
IV. ①TE624. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 036230 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 8.875 印张 231 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

定价: 25.00 元

前 言

自1976年出版第一版《润滑油溶剂脱蜡》(1992年出修订版)以来,我国的石油炼制事业突飞猛进。特别是改革开放后从加工国内原油为主转向加工进口原油为主,各种工艺技术及设备仪器都发生了巨大变化,溶剂脱蜡生产也不例外。

编者早年曾在炼油厂生产一线工作,现主要从事石油化工工艺的理论教学工作,深感有必要继续编写一些炼油工业技术知识丛书。因此,编者应中国石化出版社之约,欣然承担起新版炼油工业技术知识丛中《溶剂脱蜡》全书的编写任务。其中承蒙茂名石化公司炼油厂技术质量处梁文雄处长亲自编写了“装置的开工与停工”和“控制仪表与计算机”两章。为了满足广大读者的需要,作者在《润滑油溶剂脱蜡》的基础上,根据溶剂组成由原丙酮-苯为主改为现在丁酮-甲苯为主的溶剂脱蜡技术发展情况,删旧增新,对丁酮-甲苯脱蜡、溶剂脱水、多点稀释、冷点稀释、新型过滤机、冷冻机、套管结晶器以及生产操作方面新技术的发展与应用进行了补充;根据现代生产技术需要,体现人文精神,充实“装置健康、安全、环境(HSE)管理操作”,强化节能减排意识;考虑职工队伍不断壮大,新工人不断增多,为了更好地适应计算机与自动控制技术发展的需要,选择性地介绍通用于溶剂脱蜡装置的控制仪表与计算机基本知识。期望本书在很好总结溶剂脱蜡装置生产操作经验的基础上,重点介绍操作工人应知应会的基本原理、基本操作技术及基本的计算方法;力求本书尽可能用比较简洁通俗的语言去表达专业性较强的内容,用清晰的数字层次去阐明严谨的操作顺序。

在编写本书过程中，主要参考和引用了原江泽政编著、中国石化出版社出版的《润滑油溶剂脱蜡》一书的内容；也参考和引用了许多企业内部的技术资料；还曾得到茂名石化公司炼油厂溶剂脱蜡装置技术人员的帮助和出版社编辑的指导；修订完稿后又承蒙茂名石化公司炼油厂技术质量处梁文雄处长做了认真的审阅；在此向他们表示最衷心的感谢。

由于编者知识局限、时间创促，书中难免有谬误欠妥之处，敬请读者、特别是工人师傅们提出宝贵意见，以便再版时修改。

编者

目 录

第 1 章 溶剂脱蜡概述	(1)
1.1 润滑油的作用及分类	(1)
1.1.1 润滑油的作用	(1)
1.1.2 润滑油的分类	(2)
1.2 润滑油的质量指标及其意义	(3)
1.2.1 黏度	(3)
1.2.2 黏温特性	(4)
1.2.3 氧化安定性	(4)
1.2.4 油性	(4)
1.2.5 凝点和倾点	(5)
1.2.6 残炭	(5)
1.2.7 酸值	(5)
1.2.8 闪点	(5)
1.2.9 机械杂质	(6)
1.3 润滑油的组成和对其使用性能的影响	(6)
1.3.1 烷烃	(6)
1.3.2 环烷烃	(7)
1.3.3 芳香烃	(7)
1.3.4 非烃化合物	(7)
1.4 润滑油的生产	(9)
1.4.1 润滑油原料的制备	(10)
1.4.2 溶剂精制	(12)
1.4.3 丙烷脱沥青	(12)
1.4.4 溶剂脱蜡	(13)
1.4.5 补充精制	(15)

1.4.6 润滑油调合	(15)
第2章 溶剂脱蜡过程中的原理及基本知识	(16)
2.1 溶剂脱蜡、脱油原理及基本知识	(16)
2.1.1 脱蜡、脱油工艺原理	(16)
2.1.2 蜡的种类、组成、晶形和结晶过程	(17)
2.1.3 溶液的性质	(23)
2.1.4 脱蜡溶剂	(28)
2.2 过滤原理及基本知识	(40)
2.2.1 过滤原理	(40)
2.3 溶剂回收原理及基本知识	(44)
2.3.1 汽化与冷凝	(44)
2.3.2 混合液的组成与饱和蒸气压的关系	(47)
2.3.3 混合气体中总压与分压的关系	(49)
2.3.4 气相非均一系统的分离	(50)
2.3.5 溶剂回收原理	(51)
2.4 溶剂脱水(干燥)原理及基本知识	(55)
2.5 冷冻原理及基本知识	(60)
2.5.1 气体的压缩与膨胀	(60)
2.5.2 传热和传热温差	(61)
2.5.3 节流	(62)
2.5.4 制冷剂	(63)
2.5.5 制冷原理	(65)
2.6 安全气密闭原理及基本知识	(66)
第3章 溶剂脱蜡工艺流程与设备	(68)
3.1 结晶系统	(68)
3.1.1 工艺流程	(68)
3.1.2 主要设备	(71)
3.2 真空过滤与安全气系统	(76)
3.2.1 工艺流程	(76)
3.2.2 主要设备	(78)

3.3	冷冻系统	(84)
3.3.1	容积式压缩制冷	(84)
3.3.2	离心式压缩制冷机	(95)
3.3.3	冷冻机的比较	(99)
3.4	回收系统	(101)
3.4.1	溶剂回收工艺流程	(101)
3.4.2	溶剂脱水工艺流程及设备	(105)
3.4.3	回收系统主要设备	(106)
3.5	机泵和换热器	(110)
3.5.1	机泵	(110)
3.5.2	换热器	(114)
3.6	酮苯蜡脱油工艺流程与设备	(116)
3.6.1	工艺流程	(116)
3.6.2	脱油主要设备	(117)
3.7	酮苯溶剂脱蜡新工艺和新设备	(119)
3.7.1	新工艺	(119)
3.7.2	新设备及计算机控制自动化	(122)
第4章	影响因素分析与生产操作调节	(127)
4.1	脱蜡结晶系统	(127)
4.1.1	脱蜡结晶系统影响因素分析	(127)
4.1.2	生产操作经验	(139)
4.2	脱油结晶系统	(140)
4.2.1	影响因素分析	(140)
4.2.2	生产操作经验	(142)
4.3	真空过滤系统	(142)
4.4	溶剂回收-干燥系统分析与正常操作	(144)
4.5	冷冻系统	(146)
4.6	安全气系统	(150)
4.7	溶剂脱蜡装置操作工艺指标	(150)
4.8	产品质量的控制方法	(154)

4.9	降低溶剂消耗	(156)
4.9.1	国内外溶剂消耗水平	(156)
4.9.2	溶剂跑损的分布与原因	(157)
4.9.3	降低溶剂消耗的途径	(157)
4.10	降低能耗	(158)
4.10.1	能耗水平	(158)
4.10.2	能耗分布与能流图	(159)
4.10.3	节能途径与措施	(160)
第5章	装置的开工与停工	(163)
5.1	正常开工的操作	(163)
5.1.1	开工前准备工作	(163)
5.1.2	开工步骤	(164)
5.1.3	开工注意事项	(166)
5.2	正常停工的操作	(167)
5.2.1	停工前准备工作	(167)
5.2.2	停工步骤	(167)
5.2.3	停工吹扫原则及注意事项	(169)
5.3	装置的非正常停工及其开工	(170)
5.3.1	非正常停工的范围	(170)
5.3.2	非正常停工的处理要点	(170)
5.3.3	非正常停工后的开工	(171)
第6章	异常现象的原因与处理	(172)
6.1	结晶系统	(172)
6.2	过滤系统	(176)
6.3	回收系统	(179)
6.4	冷冻系统	(183)
6.5	安全气系统	(188)
6.6	装置突然停水、停汽、停电	(189)
第7章	健康安全环境(HSE)管理	(191)
7.1	装置开、停工检修 HSE 管理规定	(191)

7.1.1	装置停工前检修 HSE 管理规定	(191)
7.1.2	装置停工吹扫处理安全管理要求	(192)
7.1.3	装置开工过程的 HSE 管理	(193)
7.1.4	边生产、边施工过程装置的 HSE 管理	(194)
7.1.5	正常生产过程中的 HSE 管理	(195)
7.2	巡检制度与事故(及异常情况)制度的 执行管理	(195)
7.2.1	巡检制度的执行和检查管理	(195)
7.2.2	事故报告制度	(196)
7.2.3	装置异常情况汇报程序	(197)
7.2.4	事故应急程序	(197)
7.3	车间生产装置重点危险部位	(198)
7.3.1	酮苯脱蜡脱油装置重点危险部位	(199)
7.3.2	装置危险源点区域可能发生的重大事故	(199)
7.3.3	危险源(点)防范措施	(199)
7.4	安全技术装备及安全附件管理	(203)
7.5	环境保护与职业卫生的检测管理	(204)
7.6	消防、气防设施的使用管理	(205)
7.6.1	消防设施的使用管理	(205)
7.6.2	气防器材的使用和管理	(206)
7.7	有毒有害物质的性质、中毒症状及应急 处理措施	(209)
7.7.1	甲苯	(209)
7.7.2	丁酮	(210)
7.7.3	氨	(211)
7.7.4	硫化氢	(212)
第8章	控制仪表与计算机	(214)
8.1	控制仪表与装置的分类及特点	(214)
8.2	信号制	(217)
8.3	控制器	(218)

8.4	变送器	(223)
8.5	执行器	(225)
8.6	计算机控制系统的基本知识	(226)
8.7	CS 3000 系统介绍	(228)
第9章	常用工艺计算	(240)
9.1	物料平衡计算	(240)
9.2	结晶系统核算	(242)
9.3	过滤系统核算	(246)
9.4	回收系统核算	(247)
9.5	安全气系统核算	(251)
9.6	冷冻系统核算	(253)
附表		(263)
参考文献		(272)

第 1 章 溶剂脱蜡概述

1.1 润滑油的作用及分类

1.1.1 润滑油的作用

1. 润滑作用

润滑油之所以能起润滑作用，是因为它在摩擦表面间形成了油膜，使其不相互接触。

摩擦面间的一个完整的油膜，是由边界油膜和流动油膜组成的(见图 1-1)。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上而形成的薄薄的一层油层。通常只有 $0.1 \sim 0.4\mu\text{m}$ 。

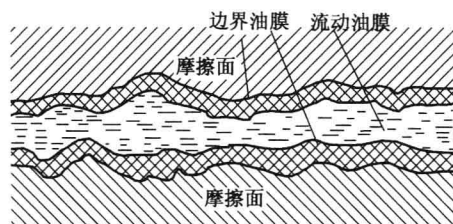


图 1-1 油膜示意图(在液体润滑状态下)

在两个边界油膜之间的油膜叫做流动油膜。流动油膜内部的润滑油分子，不吸附在金属的表面，可以自由流动。两摩擦面间的边界油膜和流动油膜构成了液体润滑。

2. 其他作用

润滑油除润滑作用外，在一定场合下，还具有密封、冷却、冲洗、防锈等作用。例如，往复泵的汽缸套和活塞环之间、活塞

环和活塞槽之间，无论加工精度多高，也会存在间隙。当润滑油填满这些间隙后，便形成了油封，使蒸汽无法漏出，从而提高了泵的效率。再如，大型冷冻机所用的循环油，将摩擦面上的热量带出，循环油经冷却后再返回到摩擦面上，如此不断循环，取走摩擦面上的热量。

1.1.2 润滑油的分类

石油产品及润滑剂，国际上按使用场合分为 18 类，几十个系列，一百多个品种，详见表 1-1。我国现已采用这种分类方法。

表 1-1 润滑油和润滑剂的总分类

代号字母	应 用 场 合
A	全损耗系统用油(如机械油)
B	脱膜用油
C	齿轮用油
D	压缩机(包括冷冻机和真空泵用)油
E	内燃机用油
F	锭子、轴承和联合离合器用油
G	导轨用油(机床用)
H	液压系统用油
M	金属加工用油
N	电气绝缘用油
P	风动工具用油
Q	热传导用油
R	暂时保护、防腐蚀用油
T	汽轮机用油
U	热处理用油
X	需要润滑脂的应用场合用油
Y	其他应用场合用油
Z	蒸汽汽缸用油

由表 1-1 可知,一些并非用于润滑的油品(例如电气绝缘用油、热传导用油)也包括在润滑油之中,这是因为它们和润滑油同属石油重馏分,制造方法也基本上一样,习惯上也归入润滑油之列。

在上述 18 类油品中,内燃机油量最大,我国约占 40% ~ 50%;其次是全损耗系统用油,约占 30% 左右;再次是变压器用油,约占 8%。

内燃机油、车用齿轮油的品种以 100℃ 黏度划分,其他油类的品种以 40℃ 粘度来划分。

1.2 润滑油的质量指标及其意义

润滑油的质量指标主要有黏度、黏度指数(或黏度比),其次是凝点、残炭、酸值、水分、闪点等。

1.2.1 黏度

黏度是用来评定油品流动性的指标,它表示润滑油发生相对运动时,液体分子“内摩擦力的大小”。内摩擦力大,液体黏度大,流动性能差;反之黏度小,流动性能就好。

黏度的表示方法分为绝对黏度和相对黏度两大类。绝对黏度又分为动力黏度和运动黏度两种。相对黏度有恩氏、赛氏、雷氏黏度等数种,我国常用的是恩氏黏度。相对黏度又叫条件黏度。

各种黏度在数值上的对应关系,可以通过图表进行换算。

黏度是润滑油的一项最主要的指标,它是分割润滑油馏分的依据,也是选用润滑油的主要依据。润滑油的品种一般按用途命名,而牌号则是根据 40℃ (或 100℃) 的运动黏度来划分。

一般来说,为了保证良好的润滑状态,减少动力消耗和降低摩擦面间的温度,高负荷、低转速的润滑部位用高黏度的润滑油;低负荷、高转速的润滑部位用低黏度的润滑油。

1.2.2 黏温特性

当温度升高时，润滑油的黏度减小；温度降低时，润滑油的黏度增大。温度变化相同时，不同油品的黏度变化数值不同。润滑油黏度随温度变化而变化的性质称为润滑油的黏温特性。

黏温特性是润滑油的重要指标，因为油品需要在不同的温度条件下工作。衡量润滑油黏温特性的指标是黏度比或黏度指数。

在两个特定温度下，油品运动黏度之比，称为黏度比。在较高温度下使用的油品用其 50℃ 和 100℃ 运动黏度之比 (ν_{50}/ν_{100})，如车用机油和柴油机油。对较低温度下的油品，用其 20℃ 和 50℃ 下运动黏度之比 (ν_{20}/ν_{50})，如变压器油。黏度比小，说明油品黏度随温度变化小，黏温特性好。

黏度指数是另一种广泛用来表示油品黏温特性的指标，它是同标准油比较而得到的相对数值。最初选定的标准油，一个是美国宾夕法尼亚石蜡基原油，将用它制得的润滑油黏度指数定为 100；另一个是美国的环烷基原油，将用它制得的润滑油的黏度指数定为 0。用试油与以上两种油比较，即可得出试油的黏度指数。

润滑油黏度指数要求在 95 以上。黏度指数和黏度比可用图表换算。

1.2.3 氧化安定性

润滑油在使用和储存的过程中，不可避免地会和空气中的氧分子接触。在一定条件下，润滑油就会和空气中的氧起化学反应，使润滑油的质量变坏，这种反应叫做润滑油的氧化。

润滑油的氧化深度与其化学组成、氧化温度、氧化时间、金属和其他物质的催化作用有关。

1.2.4 油性

油性是指润滑油不能形成液体润滑时的抗磨能力，即处于边

界润滑或半液体润滑时的润滑能力。油性的大小取决于润滑油本身的润滑性(滑动性)、形成油膜的强度(粘附性)以及工作环境的温度。如果润滑油的滑动性好、工作温度低、黏附能力强,则润滑油的油性好。

1.2.5 凝点和倾点

油品在低温下失去流动性的原因之一是由于其中含有蜡。当温度适当时,油品中的固体蜡可溶解于油中,油品的温度低于固体蜡的熔点时,它们就可以从油中析出。由于油品是个复杂的混合物,大分子石蜡首先析出,生成少量的细微结晶,使原来透明的油品产生云雾状的混浊现象,这时的温度为浊点。此后,结晶逐渐长大,到结晶明显可辨时,此温度即称为结晶点(或冰点)。再进一步降温,则油品中形成的大量结晶连接成网,构成结晶骨架,此骨架把当时处在液体状态的油包在其中,致使全部油品失去流动性,此时的温度则称凝点。润滑油的凝点只能在一定程度上反映出润滑油所能正常工作的最低温度界限。

倾点也是用来表示油品低温流动性的指标,是油品保持流动的最低温度,它比凝点高出 2.5°C 或 3°C 。

1.2.6 残炭

油品在试验条件下加热蒸发和燃烧后形成的焦黑色残留物,称为残炭。其大小用残留物所占试油的质量分数来表示。

1.2.7 酸值

中和 1g 润滑油所需氢氧化钾(KOH)的 mg 数,称为润滑油的酸值。润滑油的酸值以 $\text{mg} \cdot \text{KOH}/\text{g}$ 为单位来表示。酸值是避免机械腐蚀,也是控制润滑油精制深度的指标。

1.2.8 闪点

在规定的条件下加热润滑油,随着温度的升高,润滑油蒸发

量随着加大，在油表面形成的油蒸气的压力也就越高。当油蒸气与周围空气所形成的混合气遇火即发生闪火时，此时的温度即为该润滑油的闪点。闪点分开杯、闭杯两种。同一油品闭杯闪点比开杯闪点低。重油品混入少量轻油品时，其闪点会大大降低。润滑油中混入溶剂也会使其闪点下降。闪点是润滑油的一项安全指标。

1.2.9 机械杂质

能生成沉淀和悬浮于润滑油中，不溶于汽油(或苯)，可以过滤出来的物质，统称为机械杂质。炼油厂生产的润滑油，机械杂质的含量微不足道。但是在润滑油储存、运输和使用过程中，往往会混入机械杂质。因此，润滑油使用前必须过滤。

以上指标都是在生产润滑油基础油的过程中需要严格把关的。除此之外，润滑油质量指标还有灰分、抗乳化度、梯姆肯负荷 OK 值、承载能力(四球法)、平均击穿电压 U 和绝缘强度 E 、介质损失角、抗泡沫性等，在调合配制润滑油过程中是需要加以控制的。

1.3 润滑油的组成和对其使用性能的影响

润滑油馏分是多种烃类的混合物，主要有烷烃、环烷烃、芳香烃(分子中的碳原子数大约为 20 ~ 40)，还有少量的非烃化合物(含氮化合物、含氧化合物、含硫化合物)。

1.3.1 烷烃

烷烃由正构和异构两类组成，正构烷烃的熔点比较高，是碳原子数相同的各族烃类中凝点最高的烃类。润滑油馏分所含正构烷烃的凝点均在 40℃ 以上，在常温下呈固态，又叫做固态烃(蜡)。异构烷烃的熔点比正构烷烃低，它与异构烷烃分支的多