

石油产品应用知识丛书

石 蜡

抚顺石油研究所编



石油化学工业出版社

石 蜡

抚顺石油研究所编

石油化学工业出版社

出 版 说 明

在党的十一大路线指引下，在以华主席为首的党中央抓纲治国战略决策的推动下，我国社会主义革命和社会主义建设已进入新的发展时期。随着国民经济新跃进局面的出现，各行各业都在大干快上，使用石油产品的单位越来越多，对石油产品的品种、数量和质量的要求也越来越高。为了帮助油品使用、供销人员学习石油产品应用知识，以达到合理用油、节约用油、普及用油知识的目的，我们组织有关单位主要按品种编写了一套《石油产品应用知识丛书》，将分册陆续出版。

由于本套丛书涉及面较广，我们的水平又有限，书中定会出现错误及不足之处，希望读者提出宝贵意见，以便再版时修改和补充。

目 录

第一章 概述	1
第二章 石蜡的组成及其生产过程	3
一、石蜡的组成	3
二、石蜡的生产过程	4
第三章 我国的石蜡产品	9
一、石蜡产品系列标准	9
二、主要质量指标	9
第四章 石蜡的使用性能	15
一、硬度和抗张强度	15
二、收缩率和热膨胀	17
三、流动性及粘温性能	18
四、石蜡的结晶和光泽	19
五、氧化安定性	20
六、化学安定性	21
七、溶解度	22
八、可挠性和透湿性	23
九、耐寒性和耐热性	24
十、结合力和结块性	25
十一、可塑性和韧性	26
十二、耐润滑脂及耐油性	26
十三、比重、比热、熔化热、传热系数、电性能和燃点	27
第五章 石蜡的调配和添加剂	29
一、合成树脂	30
二、抗氧剂和紫外线吸收剂	34

三、其他蜡类	35
四、其他物质	39
第六章 石蜡的应用	41
一、造纸及纸制品加工用蜡	41
二、蜡烛	45
三、橡胶制品用蜡	47
四、火柴用蜡	50
五、纺织针织品用蜡	51
六、防水布用蜡	52
七、医药用蜡	53
八、文教用品用蜡	56
九、上光蜡	59
十、电讯材料用蜡	60
十一、木材加工用蜡	63
十二、食品工业用蜡	64
十三、失蜡铸造用蜡	66
十四、防锈剂用蜡	68
十五、润滑用蜡	69
第七章 石蜡的包装、贮存和运输	72

第一章 概 述

石蜡是石油产品之一。我国石油资源丰富，多数原油含蜡量较高，在石油炼制过程中可以生产各种牌号的石蜡。我国是世界上主要产蜡国之一，石蜡生产除满足国内市场需要外，还向许多国家和地区出口。

因为石蜡具有独特的物理化学性质，所以在工农业生产、科学研究和人民生活上，都有广泛的用途。譬如：石蜡具有可熔性和结晶性，使它成为精密铸造及许多蜡制品行业的重要材料；石蜡具有良好的电阻系数、介电常数、功率因素等电性质，历来是电气工业的原料；石蜡的化学安定性良好，耐水性和液相时低粘度，故大量用于涂敷和包装材料；还由于石蜡的光泽及粘附性，使它成为各种上光剂的重要组成部分。

除此以外，石蜡在橡胶、聚氯乙烯塑料制品中还常作为防老剂、增塑剂、软化剂。在纺织品中用作抗磨剂。用石蜡制成的各种蜡乳液，在纺织、针织品中用作柔软剂，也可作为造纸用的抗水剂。在医药上常用作包装或瓶剂的密封，以及用作蜡疗，制作中药丸的蜡壳、牙科材料、清凉油、蛤蚧油等。在国防工业中，石蜡用于炸药、雷管包装及封口，枪托及手榴弹把的防潮。在农业上用于蜂巢、果树嫁接和植物保护。石蜡生产中的半成品和中间产品还是重要的石油化工原料，而且范围愈来愈广。现代工业微生物科学的发展，利用石蜡制取石油蛋白的研究取得了明显的结果。随着工农业

生产和科学技术的发展为进一步扩大石蜡的应用开辟了更广阔的途径。

近年来，为了适应工农业生产发展的需要，石蜡生产发展很快，产量、质量、品种都有了很大的增长，基本上满足了日益增长的需要。同时也正是由于石蜡用途广，使用分散，产品复杂，不仅不同行业之间，而且相同产品之间，由于用途、原料、技术条件的不同，以及由于地区不同、季节不同、需要对象不同，而对石蜡的品种、质量都有不同的要求。尤其是新的用途的增加和蜡制品质量不断提高，也必然在石蜡的使用方面提出更多的新课题。这就需要使用石蜡时，应对石蜡的化学组成、生产工艺过程、商品石蜡的各项质量指标的意义和石蜡的使用性能以及各种改性添加剂的应用有所了解。同时不断总结和推广在实际使用中的经验，促进石蜡的合理使用。这对提高石蜡制品的质量，充分利用石蜡都是十分重要的。

第二章 石蜡的组成及其生产过程

一、石蜡的组成

石蜡是从石油中提炼出来的固体结晶的产品。它是多种碳氢化合物，即不同分子量烃类的混合物。主要由正构烷烃组成，此外还含有一些固体异构烷烃、环烷烃以及少量的芳烃。商品石蜡的碳原子数一般为22~36，分子量范围为360~540，沸点范围为300~550℃。随着石蜡的分子量、沸点和熔点增高，组成中的正构烷烃减少而异构烷烃和固体环烷烃增多。不同原油的石蜡化学组成也有所差异。

黄石蜡或精制不好的蜡，尚含有微量的非烃组分，这些复杂的硫、氮、氧有机化合物，虽然只含有微量，但使石蜡的安定性大为降低。石蜡中所含少量芳烃中的某些稠环芳烃，是对人体有害的，所以作为食品工业和医药用的石蜡，务必将其中稠环芳烃（以3,4-苯并芘为代表）降到规定指标以下才允许使用。

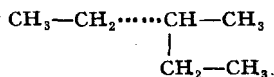
在实验室内用质谱仪分析某些石蜡中，以分子中碳原子数划分的各馏分的化学组成数据表明，分子中碳原子数较小的馏分全为正构烷烃，随着碳原子数增加，异构烷烃和环烷烃含量上升，蜡中芳烃也只有在高碳原子数的馏分中出现。所以精制条件相同时，一般商品石蜡中，低牌号石蜡中稠环芳烃含量比高牌号蜡低。

石蜡中各族烃的分子结构式举例如下：

1. 正构烷烃

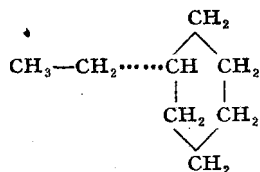


2. 异构烷烃



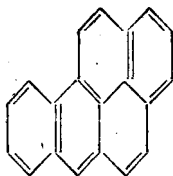
2-乙基烷

3. 环烷烃



烷基-环己烷

4. 芳烃



3,4-苯并茚

二、石蜡的生产过程

石蜡是石油炼制工业的一种产品。石油主要是由碳氢和少量的氧、硫、氮等元素构成的极为复杂的混合物。在石油炼制中，根据国家的需要和原油的性质，采用不同的加工手段，以取得不同质量的汽油、煤油、柴油、润滑油、石蜡、沥青、石油焦、燃料油等各种石油产品及苯类等石油化工产品。从石油中取得石蜡的过程，一般是将蒸馏石油得到的润滑油馏分，经脱蜡、脱油工艺所得石蜡，再经精制、成型即

可包装为产品。

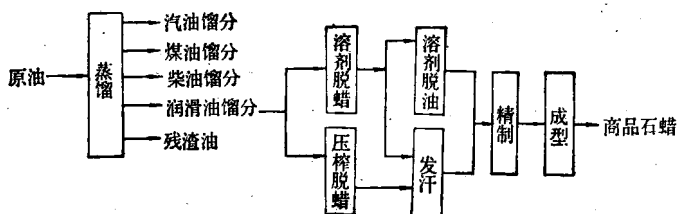


图 1 石蜡生产流程示意图

1. **蒸馏** 在炼油厂，原油先在蒸馏装置中进行初步分离。在蒸馏塔中石油各组分按其沸点范围分成各种馏分，但是要从石油中分离出所有单个化合物，目前几乎是办不到的，同时也无必要。就拿石蜡来说，它是由上百种化合物所组成，每种化合物都有各自的沸点、熔点，但在使用时作为商品石蜡只要求它具有一定的熔点范围就可以了。因此，在蒸馏装置中不是分离出各个化合物，而只是把石油按沸点范围分割成适合某种石油产品要求的各个馏分，如汽油馏分、煤油馏分、柴油馏分、润滑油馏分（亦称含蜡油馏分）等。每个馏分只是沸点范围缩小了的各种烃类的混合物。润滑油馏分中含有多种长链烷烃，它经过加工分离后即可取得润滑油和石蜡。由于石蜡与润滑油为同一馏分的产物，因此，石蜡中所含烃类组成取决于润滑油馏分的某些性质。石蜡的沸点范围基本上与含此石蜡的润滑油沸点范围一致。由于实际上蜡脱油过程不可能将油分完全脱净，因此，石蜡中含有的微量环状烃类和非烃类杂质的类型亦取决于该润滑油馏分。

润滑油馏分按不同沸点范围和粘度可以分为重质、中质、轻质润滑油馏分。大庆原油中一般沸点较低的轻质润滑

油，如机械油馏分中所含的蜡，经进一步加工可以得到熔点在 58°C 以下各品种石蜡。在沸点较高、粘度较大的机油馏分中可以得到熔点在 60°C 以至 70°C 以上的石蜡。而残渣润滑油馏分中脱除的蜡膏，则是进一步加工制取地蜡的原料。

2. 油蜡分离 含蜡多的润滑油馏分凝点较高。为了得到低凝点的油品，必须将其中的蜡去掉。同样，在润滑油馏分中只有正构烷烃才是商品石蜡的理想组分。虽然不可能取得纯正构烷烃的固体石蜡，但是必须除去馏分中的以液态油存在的环烷烃、异构烷烃、芳烃等各种烃类。同时为了得到一定熔点的石蜡，还必须从其中分离出较低熔点的烃类。在加工中，油蜡的分离是根据油和蜡的凝点不同或对溶剂的溶解度不同进行的。在我国通常是将润滑油馏分先行脱蜡，然后再将所得的蜡膏进一步脱油而得到一定熔点和硬度的石蜡。但最好是先将润滑油馏分通过溶剂精制再脱蜡，这样做虽然溶剂精制装置的处理量需要加大，然而脱蜡装置的处理量可以减小，更主要的是对蜡膏的进一步脱油和精制更为有利，当生产食品工业和医药用蜡时，尤其是这样。

含蜡油馏分的脱蜡，可用压榨和溶剂两种方法。压榨脱蜡是先把原料冷冻到较低温度，让油中所含的蜡形成固体结晶，然后用板框压榨或其他机械方法把油和结晶出来的蜡分离。这种脱蜡过程按结晶温度不同，称为冷榨、中榨或温榨。但是粘度较高的重质润滑油馏分在冷冻结晶后，生成的蜡结晶细小，无法用一般的压滤法进行分离，因而必须采用溶剂脱蜡的方法。目前我国燃料型炼厂一般采用压榨法脱蜡，而生产润滑油的炼厂则都用溶剂法脱蜡。由于溶剂脱蜡工艺比较先进，国外有的燃料型炼厂，从高含蜡原油生产石蜡时，亦采用此方法，这主要决定于各国的技术经济条件，

如溶剂的来源和价格等。通常溶剂脱蜡工艺所采用的溶剂是甲基乙基酮和甲苯的混合物或丙酮和苯的混合物，这些溶剂在一定的冷冻温度下对油的溶解度大，而对蜡的溶解度小，且由于溶剂的加入，油品被稀释，粘度减小，因而当油品冷冻到一定温度后，蜡结晶出来。再经过真空鼓式过滤机过滤，便能把结晶的蜡和油分离。润滑油馏分脱蜡所得到的油进一步精制即成润滑油，分离出来的蜡称为蜡膏，它是一种膏状的蜡和油的混合物，一般含油量在10~20%左右，还需进一步脱油才能生产商品石蜡。

蜡膏的脱油，在生产上常采用的有溶剂脱油和发汗脱油两类方法。溶剂脱油的工艺是紧随着溶剂脱蜡工艺之后，将溶剂脱蜡得到的滤饼再加溶剂，按所需石蜡产品的规格要求升温过滤，以取得较低含油的粗蜡，亦称脱油蜡。

发汗脱油的方法，是将压榨或溶剂脱蜡得到的含油蜡膏加热熔化，装入发汗皿或发汗罐，使其冷却结晶，然后再缓慢升温到低于所需蜡的熔点以下1~2℃。这时目的产品石蜡还呈结晶状态，而蜡中所含的油就会因温度升高而粘度降低，同时低熔点蜡也逐渐熔化成液体，顺着蜡晶体间的缝隙渗流出来，最后剩下的为粗蜡，亦称精汗蜡。

重质馏分的蜡膏，因为蜡的结晶较小，不能直接采用发汗法脱油。另外，地蜡由于结晶过细，并且与油有较大的亲和力，因此地蜡蜡膏也不能采用发汗法脱油，可以采用喷雾蜡脱油新工艺。喷雾脱油的新工艺的特点是首先将原料蜡膏加热熔化，通过喷嘴雾化，在喷雾塔内与冷溶剂蒸汽接触形成细小球体。形成的蜡粒自上而下落入喷雾塔下面抽提段，与自下而上移动的液体溶剂充分接触，以达到脱油目的。经抽提后蜡球的含油可降到0.5%以下。抽提后的溶剂经回收

系统可循环使用。

喷雾脱油工艺比酮苯法简单，溶剂易取得，不需要复杂机械，投资较少、建设快。在工艺技术上比发汗法优越，产品硬蜡收率高，可进行连续性生产，对原料有较广泛的适用性。

采用溶剂及发汗法脱油，根据原料的质量，采用不同的操作条件，可以得到不同熔点和含油量的石蜡。

3. 石蜡的精制 蜡膏经脱蜡、脱油等工序后，熔点及含油量等已达到了商品石蜡质量指标。但这时蜡中一般还含有在加工过程中所残留下来的物质，主要是少许的胶质、沥青质，它们都是一些含硫、含氧、含氮的高分子化合物。此外还残留有微量的不安定的烯烃和芳烃聚合物，以及在容器或管道中因过热而生成的有色杂质。精制的目的就是要除去这些有色和不安定以及有气味的杂质。目前采用石蜡精制的方法，主要有吸附精制、加氢精制等。

吸附精制是用一种活性较高的吸附剂来脱除石蜡中的一些杂质。白土吸附精制就是用活性白土作为吸附剂，用量一般为2~8%。首先使白土与熔融石蜡充分混合并加热到一定温度，保持一段时间，让蜡中杂质充分吸附在白土表面，然后滤去蜡中的白土和其他机械杂质，以使其色泽达到白蜡的质量指标。

加氢精制是在催化剂的作用下，在一定温度、氢压条件下，通过加氢反应，使蜡中所含硫、氧、氮的非烃组分及不饱和烃组分转化或去除，从而改进石蜡的质量。在某些石蜡中含对人体有害的稠环芳烃，经加氢精制后可以大为减少，以至几乎不含这种烃类。

第三章 我国的石蜡产品

过去，我国的石蜡产品标准、品种繁多，质量指标规定不严。随着石蜡使用的不断扩大和生产的迅速发展，不但石蜡产量上有了很大增长，并且产品的品种和质量也有了很大的提高。因此在一九七五年重新修订了石蜡标准，并且初步形成了我国自己的石蜡产品系列。

一、石蜡产品系列标准

我国的石蜡产品系列按加工深度和熔点的不同，分别列为精白蜡、白石蜡、黄石蜡三种标准，共十九个牌号（表1）。

三种标准在质量上的主要差别是：

1. 精白蜡、白石蜡经过较深度的脱油和精制过程，因此色泽较白。黄石蜡只经过过滤除去其中机械杂质，而未经白土精制，因此色泽一般呈淡黄色。

2. 三种标准的含油量不相同，精白蜡含油量较低为0.5%，而同一牌号的白石蜡含油量比黄石蜡低0.2%。由于白石蜡含油量比较高，虽经精制，但色泽一般不及精白蜡，光安定性也稍差。

二、主要质量指标

石蜡产品的各项质量指标，主要是根据我国石蜡特点和生产的技术条件以及使用上的需要而制定的，它与石蜡本身

表 1 石 蜡 系 列 标 准

质 量 指 标		精 白 蜡 牌 号						白 石 蜡 牌 号						黄 石 蜡 牌 号				试 验 方 法			
		52	54	56	58	60	62	66	70	50	52	54	56	58	60	62	52		54	56	58
熔 点, ℃	不 低 于	52	54	56	58	60	62	66	70	50	52	54	56	58	60	62	52	54	56	58	SYB2851-60
	低 于	—	—	—	—	—	—	—	—	52	54	56	58	60	62	—	54	56	58	—	
含 油 量, % 不 大 于		0.5						2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.4	SY 2855-75S	
色 度, 号 不 大 于		1						4						8				SY 2853-75S			
光 安 定 性, 号 不 大 于		4	4	4	4	5	5	5	5	6						—				SY 2854-75S	
臭 味		无						无						无				SYB2851-60			
机 械 杂 质		无						无						无				SYB2851-60			
水 分		无						无						无				SYB2851-60			
水 溶 性 酸 及 碱		无						—						—				SYB2851-60			

的化学组成有很大关系，并且不同质量的石蜡也有着不同的使用性能。了解石蜡各项指标的意义与以上几方面的关系，对合理选用石蜡是很有必要的。

石蜡的主要质量指标有熔点、含油量、色度、光安定性、臭味、水分、机械杂质、水溶性酸及碱。

1. **熔点** 是石蜡最主要的质量指标，它一般的表示固体蜡向液体转化的平均温度。石蜡的牌号是以熔点来划分的，我国的石蜡产品以熔点间隔 2°C 而分为50号、52号、54号、56号、58号、60号、62号、66号、70号。

前边已经讲过，用来生产石蜡的馏分在蒸馏装置中是按沸点范围来切割的，因而用某一沸点范围的馏分生产的石蜡，是由不同沸点和熔点的很多化合物所组成的。石蜡的主要组分是正构烷烃。正构烷烃的分子量越大，则熔点越高，沸点也越高。石蜡的熔点就是这些不同熔点的蜡的平均熔点。石蜡的馏分范围愈宽，则熔点范围愈宽，如58号石蜡，它可能是由 50°C 至 70°C ，也可能是由 52°C 至 62°C 范围内的各种不同熔点的石蜡所组成的。同一熔点的石蜡，也由于它的熔点范围的宽、窄和组分不同而性质不同，因而不同来源的石蜡即使是熔点相同，在某些使用性能方面也可能不一样。

正因为石蜡不是单一熔点组成的物质，加热时它不立刻熔化，而是在一定温度范围内逐渐熔化。石蜡的馏程愈宽和含油量越高，则此温度范围也愈宽。所以目前通称的石蜡熔点只是大致表示其平均熔化温度，测定熔点的方法是根据预先溶化的石蜡在完全凝固时放出的潜热的原理而制定的。取熔化的石蜡在熔点瓶中凝固时出现的温度变化最小值即为其熔点。

测定熔点的标准试验方法是SYB 2851-60。

2. 含油量 含油量系指在一定的试验条件下,能用丙酮-苯溶剂(或甲基乙基酮)抽出的石蜡中的组分。从物化性质来看,蜡中所含的油,大体上也都是相当的润滑油组分。

石蜡含油量的大小,是表示油蜡分离程度的重要质量指标,油、蜡分离的程度高,不但含油量较低,并且对同一原料生产的蜡往往含油量愈低,其中低熔点组分愈少,熔点范围较窄。在使用中高温性能较好,适用于高频瓷、电容器、铁笔蜡纸等。一般用户对石蜡只要求适当的熔点和硬度。含油量大小比较适中的白石蜡基本是可以满足很多用户要求的。同时在石蜡生产中,含油量指标也是影响产品收率的主要因素,尤其在发汗脱油中,要获得含油 $<0.5\%$ 低含油石蜡,不但生产周期长,而且收率也较低。一般用发汗法生产的商品石蜡若操作后期含油量往下降 0.1% ,收率将减少 5% 左右。生产精白蜡所占用的设备、时间若用来生产含油量稍大的白石蜡,则产量几乎可以增加一倍。因此,按使用要求合理选用不同含油量的石蜡,对节约利用资源有很大意义。

我国测定石蜡含油量的标准试验方法是SY2855-75S。由于采用的是丙酮-苯作溶剂,与目前国际上所通用的ASTM法(即甲基乙基酮法)相比,含油量测定结果要偏高 0.15% 左右。即用我国的方法测定的石蜡含油量若为 0.5% ,用ASTM法测定为 0.35% 左右。

3. 色度 未经精制的石蜡一般呈淡黄色,有时原料中混入了某种较重的馏分,蜡会稍带灰色。

精白蜡和白石蜡是经过精制后的产品。精制后的色度,精白蜡不大于1号,白石蜡不大于4号。

测定石蜡色度的标准试验方法是SY2853-75S。它是用一定厚度试样的颜色与规定的一组标准色板的色片相比较,