

# 石蜡基润滑油基础油高压加氢装置侧线产品开发及应用

张 刚 (中海油气(泰州)石化有限公司, 江苏 泰州 225300)

**摘要:** 随着润滑油基础油的质量的不断提升, API II+ 和 API III 的市场份额逐渐扩大, 润滑油基础油生产企业应利用好石蜡基润滑油加氢装置侧线产品多开发新的产品。做好润滑油基础油细分市场, 提升整个装置的经济效益, 增强产品抵抗市场风险的能力, 并且为基础油的销售找到最佳方向。

**关键词:** 产品开发; 食品级白油; 化妆品级白油; 标准规范

## 1 石蜡基润滑油基础油高压加氢装置简介

某 40 万 t/a 石蜡基润滑油基础油高压加氢装置, 以常减压装置加工的石蜡基混合原油的减三线、减四线馏分油为原料, 以生产 API II+ 或 API III 类标准的石蜡基润滑油基础油为主要目的产品。

装置由加氢裂化单元、异构脱蜡/加氢后精制单元以及公用工程组成, 其中加氢裂化单元主要负责对原料蜡油进行第一步处理。通过加氢裂化反应, 使得高沸点、高粘度指数的基础油分子得到保留, 作为异构脱蜡原料。

异构脱蜡/后精制单元, 通过润滑油异构脱蜡技术, 将大分子正构烷烃(蜡)异构化成分子量相同或略小的异构烷烃之后, 通过减压分馏塔及侧线塔进行产品分离得到合格的润滑油基础油产品。

设计以减三线和减四线混合原料生产符合 API II+ 标准的轻润、中润、重润产品。具体设计指标如表 1:

表 1

项目	2cst	4cst	6cst	8cst	10cst	分析方法
闪点, °C	135					ASTM D93
粘度 @40°C, cSt(max)	12					ASTM D445
粘度 @100°C, cSt		4.0~4.5	5.5~6.5	7.5~8.5	> 10.0	ASTM D445
粘度指数		110	110	110	110	ASTM D2270
倾点, °C		-15	-15	-15	-15	ASTM D97
蒸发损失, wt% Noack 法	-					ASTM D5800
硫含量, ppmw(max)		10	10	10	10	ASTM D2622
饱和烃含量, wt%(min)		99	99	99	99	ASTM HPLC
芳烃含量, wt%(max)		1	1	1	1	ASTM HPLC
浊点, °C (max)				-5	-5	ASTM D5773

在实际的生产过程中, 以减三线 + 减四线混合原料生产的轻润(2cst)和中润(8cst)以及减底油(10cst)为主要产品, 按照市场需求间断生产 4cst, 6cst 基础油。

## 2 侧线产品开发的指导思想

新开发的基础油产品应以《中华人民共和国国家标

准》、《中华人民共和国石油化工行业标准》、《中华人民共和国化工行业标准》等标准作为制定新开发产品的标准规范, 同时根据市场需求导向, 新开发的产品应具有广阔的市场前景和相应的高附加值, 低税收等, 能最大的限度的提升产品的经济效益。本文以装置大规模、常生产的轻润(2cst)、中润(8cst)、重润(10cst)基础油产品为例, 通过研究各种标准规范, 进行侧线产品的开发和应用。

通过对各类标准的深入研究发现, 基础油类的标准基本都以 100°C 或 40°C 运动粘度的不同划分为各种牌号, 虽然食品添加剂白油的牌号是按照低中粘度(1号、2号、3号、4号), 高粘度(5号)进行划分, 但是其最终还是以 100°C 运动粘度作为低、中、高粘度来进行各类牌号的区分。

在研究各类基础油牌号的同时还要兼顾各类产品的一些特点, 例如调制内燃机油的基础油对闪点、倾点、粘度指数等指标要求较高。而化妆品级白油和食品级白油对易碳化合物、闪点、颜色、重金属、铅、砷、稠环芳烃的含量有着严格的要求。尤其是稠环芳烃的含量, 控制的越低越好。

## 3 各侧线基础油的生产指标与所对相应的国家标准

### 3.1 轻润产品的开发

石蜡基润滑油基础油高压加氢装置的轻润产品侧线, 设计产出 2cst 的产品, 在实际生产过程中, 100°C 运动粘度在 2-2.5cst 左右, 40°C 运动粘度在 7-10cst 左右, 闪点控制在 140°C 以上, 与相应的行业标准进行对比, 见表 2:

表 2

产品指标	侧线产品生产指标	1号食品添加剂白油	10号化妆品白油	15号化妆品白油	U-20 变压器油
密度(20°C)/kg/m <sup>3</sup>	835				> 895
运动粘度(100°C)/mm <sup>2</sup> /s	2.5	2.0-3.0			
运动粘度(40°C)/mm <sup>2</sup> /s	7.8	符合声称	7.6-12.4	12.5-17.5	< 12
闪点(闭口)/°C	142		> 150	> 150	> 135
赛波特比色	> +30	+30	+30	+30	
外观	清澈透明				清澈透明
倾点/°C	< -30				< -30
初馏点/°C	275	> 230			

5%(质量分数)蒸馏点温度		> 235			
5%(质量分数)蒸馏点碳数		14			
稠环芳烃, 紫外吸光度 (260nm-420nm)/cm	< 0.1	0.1	0.1	0.1	
铅 (Pb)/(mg/kg)		≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	
砷 (As)/(mg/kg)		≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	
重金属 (以 Pb 计)/(mg/kg)		≤ 10	≤ 10	≤ 10	
易炭化物		通过	通过	通过	

由表 2 可以看出, 生产的轻润产品, 除了正常指标外, 稠环芳烃含量非常低, 完全能达到食品级白油的标准。轻润产品作为 10 号、15 号化妆品级白油, 其闪点较低, 40℃运动粘度达不到要求。但是这两个指标可以通过优化减压塔参数来进行调整。

### 3.2 中润产品的开发

实际生产过程中, 中润的 100℃运动粘度在 7-7.5mm<sup>2</sup>/s 左右, 40℃运动粘度在 45-55mm<sup>2</sup>/s 左右, 闪点在 240℃以上。产品指标达到 3 号食品级白油、50 号化妆品级白油、PS50 号白油 (聚苯乙烯填充油)、LP50 锂电池隔膜专用油等。具体指标见表 3:

表 3

产品指标	侧线产品生产指标	3号食品添加剂白油	50号化妆品白油	PS50白油	LP50锂电池隔膜专用油
密度 (20℃)/kg/m <sup>3</sup>	860			报告	> 895
运动粘度 (100℃)/mm <sup>2</sup> /s	7.3	7.0-8.5		报告	
运动粘度 (40℃)/mm <sup>2</sup> /s	50.5	符合声称	45-55	40-60	40-60
闪点 (闭口)/℃	245		> 200	> 220	
赛波特比色	> +30	+30	+30	+30	+30
外观	清澈透明				清澈透明
倾点 /℃	-27			< -10	< -30
初馏点 /℃	400	> 230		> 240	> 230
5%(质量分数)蒸馏点温度		> 356		> 300	> 287
5%(质量分数)蒸馏点碳数		22		20	17
稠环芳烃, 紫外吸光度 (260nm-420nm)/cm	< 0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
粘度指数	105				
铅 (Pb)/(mg/kg)		≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0
砷 (As)/(mg/kg)		≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0
重金属 (以 Pb 计)/(mg/kg)		≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
易炭化物		通过	通过	通过	通过

由表 3 各产品指标对比可以看出, 中润产品的各类指标非常稳定, 产品指标达到甚至优于国家指标。尤其是 50 号化妆品级白油, 作为公司长期生产的一种基础油类。

LP50 锂电池隔膜白油随着新能源的电池的进一步增长, 市场前景非常广阔。在以后的生产过程中, 稳定的产品质量会进一步的扩大市场份额。

### 3.3 重润产品的开发

作为石蜡基润滑油基础油高压加氢的减压塔底油, 此类产品的运动粘度 (40℃) 在 85 左右, 按照表 4 列举的部分标准来看, 既可作为 4 号食品添加剂白油, 又可作为 70 号化妆品级白油和 PS70 白油, 具体的生产要求, 视市场要求来决定, 实际生产中主要以 API II 类 500N 作为主要生产指标。

表 4

产品指标	减底产品生产指标	4号食品添加剂白油	70号化妆品白油	PS70白油	通用润滑油基础油 500N
密度 (20℃)/kg/m <sup>3</sup>	860			报告	报告
运动粘度 (100℃)/mm <sup>2</sup> /s	10.5	8.5-11		报告	10.0- < 12.0
运动粘度 (40℃)/mm <sup>2</sup> /s	85	符合声称	63-77	60-80	≥ 83
闪点 (闭口)/℃	276		> 200	> 230	> 250
赛波特比色	> +30	+30	+30	+30	+30
外观	清澈透明				清澈透明
倾点 /℃	-20			< -5	< -12
初馏点 /℃	450	> 230		> 240	
5%(质量分数)蒸馏点温度		> 391		> 400	
5%(质量分数)蒸馏点碳数		25		22	
稠环芳烃, 紫外吸光度 (260nm-420nm)/cm	< 0.1	0.1	0.1	0.1	报告
粘度指数	105				105-115
铅 (Pb)/(mg/kg)		≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	
砷 (As)/(mg/kg)		≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0	
重金属 (以 Pb 计)/(mg/kg)		≤ 10	≤ 10	≤ 10	
易炭化物		通过	通过	通过	

重质润滑油产品在市场上也是属于比较稀缺的产品。此类产品在生产过程中, 受工艺条件等影响, 产品收率较低, 但是价格较高, 经济效益比较明显。所以, 做好重质润滑油产品的分类开发工作是提高效益的重中之重。

### 4 小结

①石蜡基润滑油基础油高压加氢装置以稳定的石蜡基原油作为原料, 生产的产品具有硫、氮、重金属含量低。所产产品闪点较高, 安全性较高, 各类产品的运动粘度范围使用, 能涵盖市场上绝大多数润滑油基础油产品;

②从上表的各类指标中可以看出, 我国白油标准的体系非常完善, 石蜡基润滑油基础油高压加氢装置所产的白油, 经过生产调整之后可以满足各类要求白油标准的需求。经过细化开发之后可以为公司带来较大的利益。对于使用者而言, 可以让他们有更好的用户体验;

③涉及到对人身安全的一些技术指标, 在化妆品级白油和食品级白油中都设定了砷、铅和重金属等对人体有伤害的技术指标。这些指标在实际生产过程中都能够达到要求, 甚至优于国家指标。保证了用油安全。