

渣油减粘裂化

5

先盛 竺宝英 编译



轻工业出版社

87
TE626.25
3
3

渣 油 减 粘 裂 化

徐先盛 竺宝英 编译

烃 加 工 出 版 社

B

392708

内 容 提 要

本书引用大量国外资料,概述了各种重油加工过程及渣油减粘裂化工艺在其中的地位。对国外渣油减粘裂化过程的现状和发展前景、过程的参数及其影响、各种工艺流程、加热炉式和反应塔式减粘裂化工艺的比较、减粘过程产品的性质和利用;船用燃料油的生产 and 劣质减粘渣油的利用等进行了系统的综述。介绍了我国渣油减粘裂化工艺的试验情况、应用前景和研究方向。本书可供从事石油炼制及从事船用燃料油生产和使用的技术人员、研究人员、干部和工人参考。

渣油减粘裂化

徐先盛 竺宝英 编译

烃加工出版社出版

顺义兴华印刷厂排版

顺义曙光印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 9 7/8印张 221千字 印1—1,050

1986年12月北京第1版 1986年12月北京第1次印刷

书号: 15391·54

定价: 1.65元

前 言

当前，世界炼油工业面临着原油供应重质化和产品结构轻质化的实际问题，迫使各炼油公司相继开发各种加工重质馏分油和残渣油的工艺。渣油减粘裂化过程由于工艺成熟、投资少、见效快，并可利用炼厂闲置装置进行改建等有利条件重新引起了人们的注意。此工艺在国外已经东山再起。

我国炼油工业同样面临着重油深度加工问题，也进行了大量的研究工作，其中包括对渣油减粘裂化工艺的研究。但是，由于种种原因，我国迄今尚无一套工业减粘裂化装置可以借鉴。为了满足我国重油深度加工的需要，开发我国渣油减粘裂化工艺，探讨我国重质残渣燃料油和船用燃料油的生产方向，笔者编译了这本书。

本书主要对国外大量资料进行了综述。内容包括国际原油供给情况和产品结构的变化对重质油深度加工的影响；提高原油蒸馏拔出深度及其对常减压渣油性质的影响；国外重油加工技术的发展和渣油减粘裂化工艺在其中的地位；渣油减粘裂化工艺的发展过程、现状和前景；此工艺与其他重油加工工艺的组合；渣油减粘裂化的反应机理、评价方法、主要过程参数、工艺流程；炼厂闲置装置如何改建成减粘裂化装置；减粘裂化装置的消耗与投资；结焦与开工周期、急冷剂的选择等实际操作问题；加热炉式裂化和反应塔式裂化两大主要工艺的比较及上流式反应塔的结构特点；渣油减粘裂化过程的各种产品的组成、性质和应用，并着重叙述减粘渣油

的性质、船用燃料油的生产及劣质残渣的利用方向。同时，本书还根据我国目前和今后重油利用状况，介绍了我国所进行的渣油减粘裂化工艺试验和研究情况，并对该工艺在我国的应用前景和研究方向发表了笔者的看法。

全书由大连石油化工公司总工程师室主任王裕康同志校阅，并得到石油化工科学研究院的帮助。在此，谨向担任本书编辑审校的同志和给予本书关心和支持的同志一并致以衷心的感谢。

由于笔者水平有限，错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

笔者

一九八四年五月于大连

目 录

第一章 重油加工过程概述	(1)
第一节 国外炼油工业面临的新情况	(1)
第二节 提高原油蒸馏拔出深度和渣油的性质 ...	(10)
第三节 国外重油加工技术的发展	(18)
第四节 重油加工工艺组合	(34)
第二章 减粘裂化过程的现状和前景	(43)
第一节 减粘裂化发展过程	(43)
第二节 减粘裂化在重油加工中的地位	(45)
第三节 国外减粘裂化发展状况	(60)
第四节 减粘裂化的发展前景	(62)
第三章 减粘裂化过程的参数	(65)
第一节 减粘裂化过程参数概论	(65)
第二节 减粘裂化反应机理	(68)
第三节 减粘裂化过程的评价方法	(83)
第四节 影响减粘裂化过程的主要参数	(91)
第四章 减粘裂化工艺流程	(116)
第一节 减粘裂化工艺流程概述	(116)
第二节 国外减粘裂化工艺流程	(117)
第三节 将炼厂闲置装置改造为减粘裂化装置 ...	(137)
第四节 减粘裂化工艺流程的几个具体问题	(150)
第五章 带反应塔的减粘裂化	(164)
第一节 加热炉式和反应塔式减粘裂化工艺的应	

用	(164)
第二节 上流式反应塔工艺的发展和作用原理 ...	(164)
第三节 反应塔裂化和加热炉裂化过程的比较 ...	(175)
第四节 反应塔的结构	(184)
第六章 减粘裂化过程的产品	(193)
第一节 减粘裂化气体、汽油和馏分油的性质和 利用	(193)
第二节 减粘渣油的性质和利用	(208)
第三节 减粘渣油和残渣燃料油安定性测定方法	(221)
第四节 减粘渣油生产船用燃料油	(236)
第五节 劣质减粘渣油的利用	(260)
第七章 减粘裂化工艺在我国的应用和研究方向 ...	(265)
第一节 我国重油加工工艺	(265)
第二节 我国减压渣油性质和残渣燃料油的生产	(273)
第三节 减粘裂化工艺在我国的应用	(277)
第四节 减粘裂化工艺的研究方向	(296)

第一章 重油加工过程概述

第一节 国外炼油工业面临的新情况

当前，国际炼油工业面临着石油需求量下降，原油供应重质化，产品结构轻质化，炼厂经济指标变差等一系列新问题，促使炼油工业向重油深度加工方向发展。

一、国际原油供需情况的变化

目前，发达国家原油储量约5850• 亿桶，其主要产区在中东和北非，占总量的72%，而美国仅占5%。因此，尽管世界原油质量越来越低，美国炼油厂商仍不得不依靠这些地区提供原油，也不得不接受进口原油中按一定比例搭配的劣质原油。在1969年美国加工原油中，有约35%的高硫原油，到1978年，其比例提高到约45%，而且这种趋势估计还将继续下去⁽¹⁾。根据美国佩斯公司预测，美国加工原油的平均性质如表1-1所示。

表 1-1 美国炼厂加工原油的平均性质

指 标 \ 年 度	1979年	1981年	1985年	1990年	2000年
比 重 d_4^{20}	0.8472	0.8544	0.8623	0.8661	0.8679
>538°C馏分含量, %(重)	17.2	17.9	19.3	20.0	20.9

• 约806.7亿吨。

对依赖进口原油的日本来说，由于产油国保存轻质原油，进口的阿拉伯轻质原油由1976年的75.2％下降到1980年的51.6％，而日本重质馏分产率则相应由49.12％上升到51.98％。其进口原油平均性质参见表1-2。

表 1 - 2 日本进口原油的平均性质〔2〕

指 标	年 度	1975年	1976年	1977年	1978年	1979年	1980年
比 重 d_4^{20}		0.8529	0.8560	0.8513	0.8521	0.8525	0.8528
渣油产率(校定), %		50.89	49.12	49.88	50.70	51.51	51.98

• 渣油产率(校定)：将渣油的运动粘度调整到150厘斯(50℃)的产率。

可利用原油的组成也有了很大变化，从图 1-1 看出，所列四种原油含的渣油就有很明显的差别。

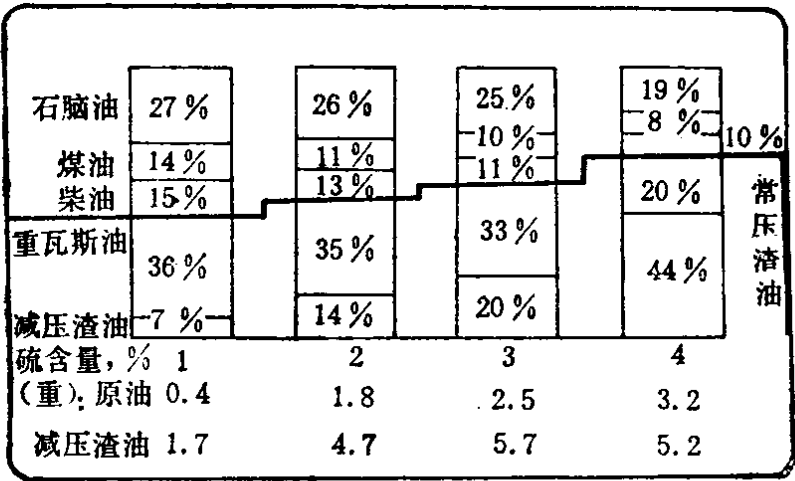


图 1-1 各种原油的组成〔1〕

1—路易斯安纳州轻质低硫原油； 2—阿拉伯轻质原油；
3—阿拉伯重质原油； 4—墨西哥玛雅原油

因此，不仅是原油进口国，甚至包括原油出口国，在权衡国家长远利益之后，也在考虑炼制重质原油的问题。委内瑞拉已经决定其四个石油子公司炼制更多的委内瑞拉重质原油和生产更多的轻油^{〔3〕}。而墨西哥石油公司从1979年以来已经显著地增加重质玛雅原油加工的百分比，在1980年就已经达到20%以上^{〔4〕}。

在原油供给重质化的同时，由于发达国家经济情况不景气，油价较高，节能和代用能源取得了较大进展，近几年石油需求量有所下降（参见表1-3），炼油装置开工率经常不足。这就促使炼油企业把闲置装置转向重油深度加工方面。

表 1-3 几个国家石油需求量变化（亿吨）〔5〕

国 别	年 度	年 度			
		1979年	1980年	1981年	1981年比1979年减少%
美 国		9.26	8.50	7.99	13.72
日 本		2.09	1.88	1.73	17.23
法 国		1.05	0.99	0.87	17.14
西 德		1.33	1.17	1.07	18.05
英 国		0.84	0.71	0.66	21.43

二、油品需求结构的显著变化

由于环境控制、耗能设备的要求和化工原料的需要，使得油品需求结构向轻质化方向发展。中间馏分需要量增加，重质燃料油需要量下降。几个国家油品需求结构见表 1-4。

日本能源经济学会在1981年对日本现有油品结构进行了统计，并对1990年的石油产品供需情况进行了预测，进一步证实了燃料油，特别是重质油的需要量正在迅速减少（表

表 1-4 几个国家油品需求结构

国 别	油 品 种 类	1979年		1980年		1981年	
		万 吨	%	万 吨	%	万 吨	%
美 国	汽 油	30200	32.6	28390	33.3	28600	35.8
	柴 油	15548	16.7	13565	15.7	13300	16.6
	燃 料 油	15239	16.4	13462	15.8	11300	14.1
日 本	汽 油	2554	12.2	2533	13.5	2636	15.2
	柴 油	1734	8.30	1748	9.3	1758	10.2
	燃 料 油	11214	53.65	9817	52.2	8580	49.8
法 国	汽 油	1770	16.8	1775	18.0	1815	20.9
	柴 油	4011	38.1	3778	38.2	3391	39.0
	燃 料 油	2898	27.5	2545	25.8	1891	21.6
	其 它	1853	17.6	1777	18.0	1616	18.5
西 德	汽 油	2331	17.5	2389	20.4	2235	20.8
	柴 油	6335	47.5	5381	46.0	4976	46.3
	燃 料 油	2234	16.8	1940	16.6	1611	15.0
	其 它	2422	18.2	1978	17.0	1925	17.9
英 国	汽 油	1868	22.1	1911	26.9	1872	28.5
	柴 油	1986	23.5	1766	24.8	1672	25.4
	燃 料 油	2749	32.5	1916	26.9	1560	23.7
	其 它	1852	21.9	1521	21.4	1472	22.4

注：柴油项内包括柴油机燃料和炉用馏分燃料。

1-5)。例如1981年财政年度上半年重油的销售量比 1980 年同期降低了15%。

欧洲经济共同体的统计资料也表明〔8〕，瓦斯油的消耗量比燃料油的消耗量增长更快。图 1-2 表明瓦斯油和燃料油消耗量增长情况。图 1-3 表示按某一基础年比较时两种油增长情况，图 1-4 表示西德，法国，英国，意大利和整个共同体的瓦斯油与燃料油消耗比的关系。

表1 - 5 日本石油产品实际需要及其预测〔2〕 (1000米³)

项 目	1975年		1980年		1985年		1990年	
	数 量	%	数 量	%	数 量	%	数 量	%
汽 油	28995	13.7	34543	16.5	38230	16.2	38166	16.2
石 脑 油	32031	15.0	26291	12.6	33602	14.2	32763	13.9
喷气燃料	2058	1.0	2968	1.4	3892	1.7	4950	2.1
煤 油	21663	10.2	23566	11.3	27706	11.8	30642	13.0
瓦 斯 油	15996	7.5	21564	10.3	25795	10.9	31113	13.2
燃 料 油	18993	8.9	21083	10.1	24907	10.6	23571	10.0
四种中间 馏分总量		27.6		33.1		35.0		38.3
E燃料油	10618	5.0	5243	2.5	3789	1.6	3789	1.6
C燃料油	82285	38.7	73955	35.3	77785	33.0	70712	30.0
燃料总量	212639	100.0	209219	100.0	235706	100.0	235706	100.0

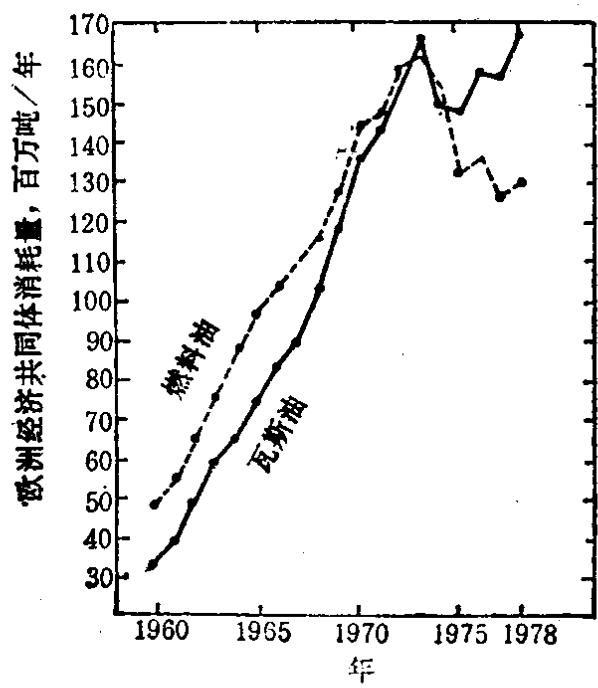


图1-2 欧洲经济共同体 (EEC) 瓦斯油消耗量增大的趋势〔6〕

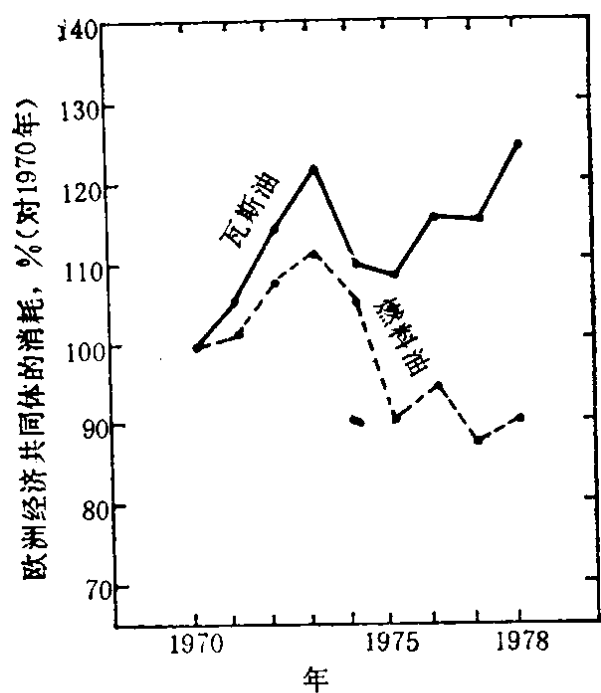


图1-3 瓦斯油消耗量与燃料的增长情况(6)

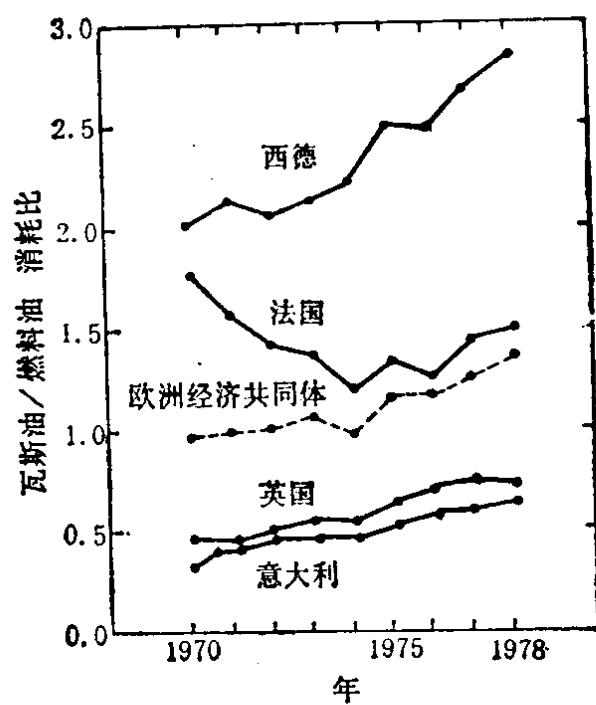


图1-4 欧洲经济共同体一些国家的消耗比(6)

因此，产品需求结构变化的直接结果便反映到各炼厂残渣燃料油的产率上来，从表1-6获得了肯定的结果。

表1-6 炼油厂原油的残渣燃料的产率，%〔7〕

年度\国别	美国	南美	亚欧区域	西欧	除社会主义国家以外世界合计
1974年	7	48	38	32	28
1975年	8	43	37	31	27
1976年	9	43	36	30	26

三、馏分油和残渣油的价格变化

由于原油价格上涨，石油产量的价格也随之上涨。但是，各油品的价格上涨幅度是不相同的。法国研究船用内燃机的S.E.M.T公司对从1945年到1980年的燃料油价格演变进行了统计(参看图1-5)，并指出柴油与重油的价格差距也愈来愈大〔10〕。这个论点也可从荷兰鹿特丹港油品离岸价格所证实

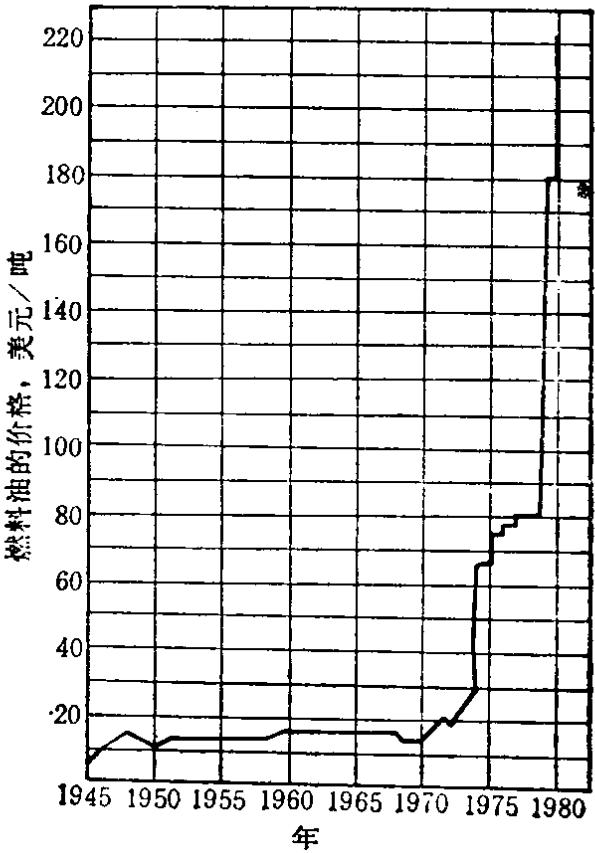


图1-5 燃料油价格的演变〔8〕

(图1-6)。从图1-6看出，瓦斯油与燃料油价格差的总趋势愈来愈大。此外，从图1-7更可以看出，从1974年后，美国

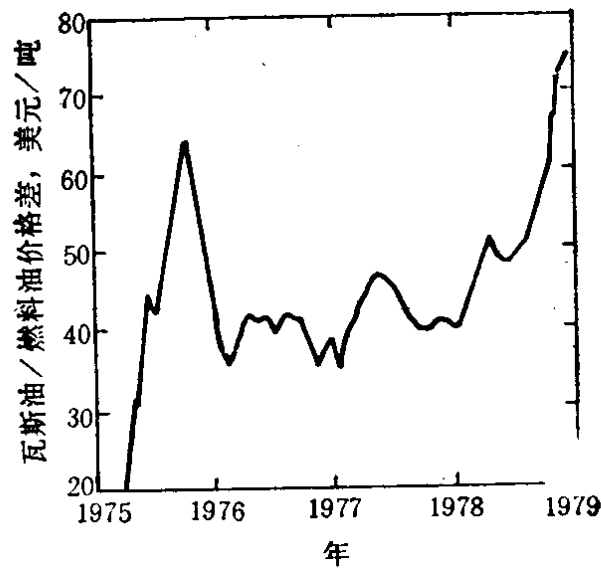


图1-6 瓦斯油和燃料油之间价格差(6)

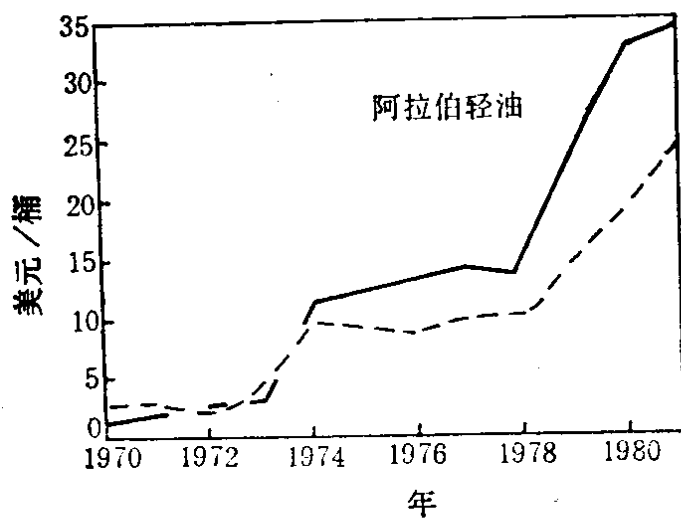


图1-7 船用燃料油与阿拉伯轻质原油售价•(1)

船用燃料油的到货牌价要低于进口原油牌价。这些资料均说明，现代炼厂需要有相当灵活的加工技术和装置，以适应渣油加工的需要。

四、炼厂经济指标变差

原油供给的重质化，产品结构的轻质化，原油和油品价

• 美国墨西哥湾沿岸价格

表 1-7 美国海湾区不同类型炼厂经济汇总表 (按1978年美元计) (9)

	拔头加氢型, 100万吨/年		浅度加工型, 250万吨/年		深度加工型, 500万吨/年		深度加工型, 1675万吨/年	
	万美元/年	美元/桶	万美元/年	美元/桶	万美元/年	美元/桶	万美元/年	美元/桶
原料费用								
原油	10340	14.77	25900	14.80	51800	14.80	172590	14.72
丁烷	—	—	740	6.42	1400	6.40	4100	4.35
小计	10340	14.77	26640	21.22	53200	21.20	176690	19.07
加工费用								
劳务费	230	0.33	570	0.32	750	0.21	1680	0.14
公用系统	50	0.07	200	0.12	440	0.13	1950	0.17
维修/供应	150	0.21	500	0.29	990	0.28	3370	0.29
催化剂/化学药剂	30	0.04	210	0.12	490	0.14	1990	0.17
税收和保险	90	0.13	300	0.17	600	0.17	2000	0.17
小计	550	0.78	1780	1.02	3270	0.93	10990	0.94
总成本	10890	15.55	28420	16.24	56470	16.13	187680	16.01
产品收入	9300	13.41	25470	15.13	54880	15.68	189290	16.15
所得税	—	—	—	—	—	—	800	0.07
净盈利	—1500	—2.14	—1950	—1.11	—1590	—0.45	810	0.07

格的变化和炼厂开工能力不足的综合结果使得炼厂经济指标变差。美国佩斯公司和曼哈顿银行1981年的报告表明,小型或浅度加工型炼厂在经济上是站不住脚的,只有大型、深度加工型炼厂才有薄利可图。佩斯公司提供的数据见表1-7。

第二节 提高原油蒸馏拔出深度和渣油的性质

提高馏分油产量和压缩残渣油产量的最经济和方便的办法是提高原油蒸馏拔出深度,特别是减压蒸馏的拔出深度。而拔出深度的提高又反过来直接影响了渣油的性质,使渣油进一步变重,从而给重油加工的下游装置带来一定的影响,故有必要在此综述一下国内外提高原油蒸馏拔出深度的最近研究成果和目前国内外某些渣油的性质,以便为重油的深度加工技术提供依据。

一、提高常减压深拔的经济性

国外常减压蒸馏拔出深度大多在 565°C ,而国内大多在 510°C 左右。根据我国某些原油实沸点蒸馏曲线延伸推算,在实沸点 500°C 前后,温度每增加 10°C ,馏出量增加 $2\sim 3\%$ 。因此,如提高到 565°C ,则可多拔出约 10% 。北京石油化工科学研究院在小装置上对我国某原油进行了减压闪蒸试验,常压沸点从 504°C 提到 572°C 时,总拔出率增加 14.7% ;在工业装置上的试验亦证明,可提高拔出率 $8\sim 10\%$ 〔13〕。即使按提高总拔出率 7% 计,全国亦可多拔出500余万吨催化原料,相当于40万吨/年脱沥青装置约30套,而这些丙烷脱沥青装置的投资和消耗每年需数亿元。但是,如果在原有常减压装置上进行技术改造来达到同样目的的话,则基本上不需增加