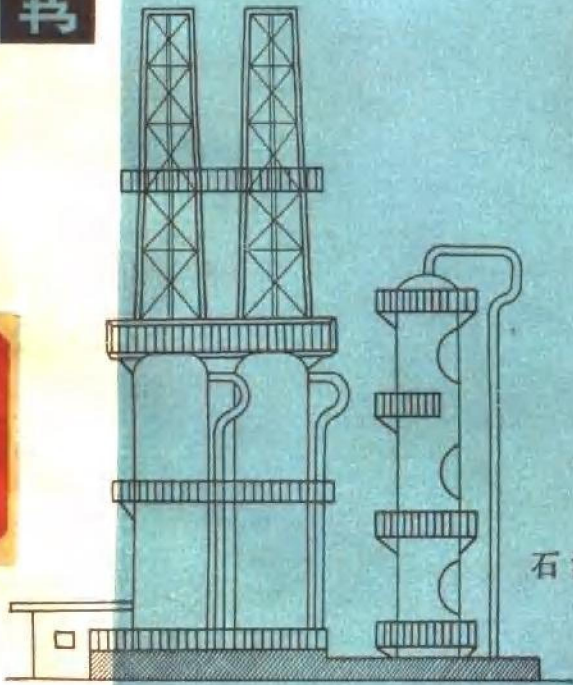


炼
油
工
人
技
术
丛
书

延迟焦化

大庆石油化工总厂编

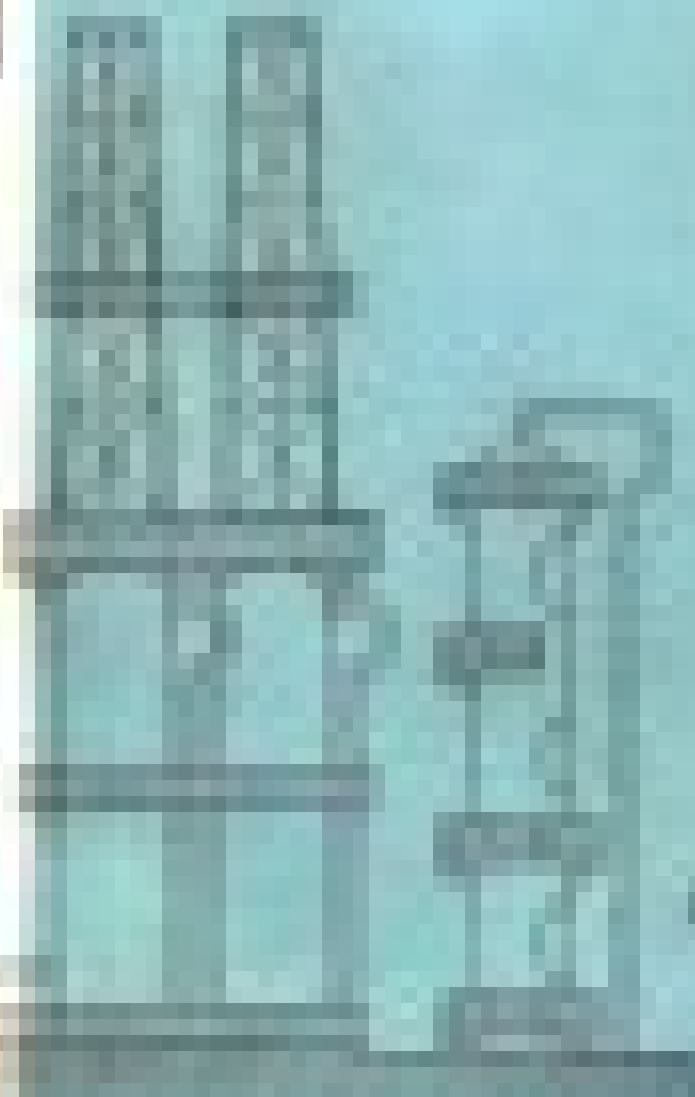


石油化学工业出版社

延迟焦化

王德成 主编

石油工业出版社



炼油工人技术丛书

延迟焦化

大庆石油化工总厂编

石油化学工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍炼油厂延迟焦化装置的工艺流程、设备构造和操作方法。对延迟焦化的反应机理、仪表使用和安全生产知识也作了简要的介绍。

炼油工人技术丛书

延 迟 焦 化

大庆石油化工总厂编

*

石油化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张8¹/₂

字数185千字 印数1—3,800

1977年1月第1版 1977年1月第1次印刷

书号15063·油73 定价0.59元

内部发行

毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

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，已经基本上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意见，以便再版时修改。

32556

目 录

第一章	概述	1
第一节	延迟焦化的发展过程	1
第二节	延迟焦化的特点	2
第三节	延迟焦化的目的和任务	4
第四节	延迟焦化的原料和产品	5
第五节	油品的简单工艺计算	10
第二章	延迟焦化工艺过程及反应机理	41
第一节	工艺生产过程	41
第二节	焦化反应机理	53
第三章	延迟焦化的主要设备及操作	63
第一节	加热炉	63
第二节	焦炭塔	100
第三节	分馏塔	126
第四节	机泵	146
第四章	延迟焦化装置的开工停工及检修	159
第一节	开工	159
第二节	停工	174
第三节	检修	178
第五章	水力除焦	188
第一节	基本原理及焦量计算	188
第二节	除焦设备及操作方法	192
第三节	除焦方法比较	203
第六章	延迟焦化的主要工艺指标及操作因素分析	209

第一节	主要工艺指标	209
第二节	生产因素分析	211
第七章	延迟焦化装置几个问题的讨论	229
第一节	开工周期及延长开工周期的措施	229
第二节	石油焦质量和提高质量的措施	248
第三节	焦化汽油柴油的进一步加工	257

第一章 概 述

第一节 延迟焦化的发展过程

目前，在石油加工工业中，焦化方法主要的有釜式、平炉、延迟、接触和流化等五种。前面两种焦化方法，由于工艺技术落后，间歇生产，劳动条件差，耗钢材多和占地面积大等缺点，而逐渐被淘汰。接触焦化，由于它的工艺及设备结构复杂，投资及维修费用高，技术不够成熟，而发展较少。流化焦化，也因为焦炭收率低，粉焦多，不能满足冶金工业的要求（冶金工业要求大量的优质块焦）。所以，流化焦化的发展也受到一定限制。延迟焦化，由于它的工艺技术简单，操作方便，装置的灵活性大，开工率高及开工周期长等优点，对比之下，发展较快。

延迟焦化，在一九三〇年，第一套工业化生产装置投产，半个世纪以来，发展很快。特别是一九三八年水力除焦技术在延迟焦化装置上应用后，发展更为迅速，据不完全统计，到一九七二年末世界各国延迟焦化装置的加工能力见表1-1-1。

在大跃进的一九五八年，我国工人阶级、革命干部和科学技术人员实行“三结合”，高举鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义总路线的红旗，试验成功了延迟焦化。一九六三年实验成功了有井架水力除焦，其后又实现了无井架除焦、半井架除焦、微型切割器等。从实验研究、设计、

表 1-1-1 1972年末世界各国延迟焦化装置加工能力

国 名	装置数	加工能力, 万吨/年	焦炭产量, 吨/日
美国	56	6233	36282
加拿大	6	99.3	3691
英国	2		1000
日本	4		470
西德	4	472.2	1390
意大利	1	6	40
南斯拉夫	1	16.8	
波兰	4	60	
印度	1	152.94	620
科威特		30	
阿根廷	3	317.4	2200

制造、施工到投产完全是自力更生精神的丰硕成果，被誉为六十年代我国炼油工业五朵金花之一。

十多年来，我们不仅掌握了这一套先进的炼油技术，而且在设计、施工、投产、生产中摸索出了一整套成功的经验。如延长开工周期；增加开工率；改善产品质量；生产优质石油焦；大搞产品的综合利用，大搞设备的改造和完善等方面，都取得了很大的成果。

第二节 延迟焦化的特点

一、工艺特点

延迟焦化和其他形式的焦化共同之点是采用加热裂解，使渣油深度反应转化为气体、汽油、柴油、蜡油和固体产品焦炭的过程。延迟焦化与其他焦化方法的不同点是渣油以高的流速流过加热炉的炉管，加热到反应所需的温度500~505℃，然后进入焦炭塔，在焦炭塔里靠自身带入的热量，进

行裂化，缩合等反应。

热渣油在炉管里虽然已达到反应的温度，但由于渣油的流速很快，停留时间很短，裂化反应和缩合反应来不及发生就离开了加热炉，而把反应推迟到焦炭塔里进行，所以叫做延迟焦化。

热渣油在焦炭塔里处于高温状态，不但压力大大减少，而且有足够的反应停留时间。因此，反应就能很好地进行。裂化、缩合等反应的结果，产生了气体、汽油、柴油、蜡油和石油焦，达到了焦化目的。

为了保证在炉管里不发生反应或很少发生反应，在工艺上采用炉管注水（或汽），以加快流速，缩短停留时间，而避免在炉管内产生裂化反应而结焦。

从以上可知延迟焦化的工艺特点是：既结焦又不结焦。要求结焦在焦炭塔里，而不要在炉管里或其他地方。

二、延迟焦化的操作特点

工艺流程上采用的是一个加热炉配两个焦炭塔。热渣油进入其中一个焦炭塔，生焦一定高度后，将热渣油切换到另一个焦炭塔去。对于加热炉和后面的分馏系统来说，是连续操作，而对于焦炭塔来说就要进行新塔准备，切换，老塔处理，除焦等间歇操作。所以，延迟焦化是既连续又间歇的生产过程。

焦炭塔生焦一定高度后，就需切换另一个焦炭塔，这样就必然要造成加热炉、分馏塔等周期性波动。为了保证平稳操作，产品质量合格，在操作上必须做好每一步骤的工作，尽量减少这种周期性的波动。如新塔的预热要缓慢；换塔前要加强岗位间的联系；加热炉温度烧高一点。全装置要保持平稳操作，加强调节，同时在波动的情况下，要使操作适应

波动后的情况。

及时调节分馏塔底温度；适当降低产品（抽出油）出装量等。

虽然操作发生周期性的波动，只要及时调节，认真操作，仍然可以保证生产平稳，产品质量合格。

第三节 延迟焦化的目的和任务

一、提高轻质油收率

多年来，延迟焦化装置都是加工渣油，多产轻质油为主要目的。而生产出来的石油焦，没有更多的用途，只作燃料。

一般原油中 350°C 以前的轻质油拔出率约 $20\sim 30\%$ ，满足不了需要。而且，一般原油在常减压蒸馏后，减压渣油产率约 $35\sim 45\%$ ，这么多的渣油只能作普通燃料。若将减压渣油经过延迟焦化进行二次加工，又可以在减压渣油中得到 $45\sim 50\%$ 的轻质油（汽油 + 柴油）。所以，延迟焦化装置不但给过剩的渣油找到出路，而且在提高轻质油收率方面起到很好的作用。

二、生产优质石油焦

近几年来，由于石油焦在冶金、原子能、宇宙科学等方面的广泛使用，改变了石油焦作为延迟焦化副产品的地位。同时也对延迟焦化装置提出了新的要求。随着我国社会主义建设的迅速发展，国民经济的大跃进，冶金工业电极焦用量大大增加，就要求石油焦的导电性、机械强度、热膨胀性能都比较高。所以，在延迟焦化装置改变生产方案，即改变原料性质、改变操作条件以生产针状焦或优质的（1号或2号）石油焦，已经成了延迟焦化的重要目的和任务。

第四节 延迟焦化的原料和产品

一、原料的种类及性质

延迟焦化的原料归纳起来大致有减压渣油（直馏渣油）、二次加工渣油（其中包括热裂化渣油、催化裂化渣油、轻油裂解渣油）、各种原油和全厂污油。目前，大多数的延迟焦化装置以减压渣油为原料，部分延迟焦化装置以减压渣油中混对一定比例的热裂化渣油，少数的延迟焦化装置加工原油和全厂污油。

各种原油的性质不同，而它们的减压渣油性质也不一样。就是同一种原油，经过不同的常减压装置后，渣油的性质也有很大的差异，这是因为各厂的加工方案不同，原油在常减压装置的拔出率也不同。但是，我国延迟焦化装置所用的原料，各种减压渣油，其比重（ d_4^{20} ）都小于1；其残炭值不太大，最大的也只有15~18%，含盐量都比较高；含硫量除个别的原油外都是比较小的。大庆和胜利减压渣油的性质见表1-4-1。

表 1-4-1 渣油的性质

项 目	大 庆 渣 油	胜 利 渣 油
比重 (d_4^{20})	0.9241	0.9612
残炭, %	7.978	12.09
凝固点, °C	28	42.8
含盐, 毫克/升	100.52	70~90
含硫, %	0.0371	1.36
渣油占原油, %	39.0	49.6

二、产品及性质

延迟焦化装置主要产品有气体、汽油、柴油、蜡油和石

油焦。而这些主要产品的分布和性质，都与原料性质、生产方案、操作条件有关，现以大庆和胜利渣油为例说明之。

1. 产品的分布

大庆渣油和胜利渣油的产品分布见表1-4-2。

表 1-4-2 产品的收率

项 目	大 庆 渣 油	胜 利 渣 油
气体, %	6.6	7.58
汽油, %	15.4	10.9
柴油, %	28.0	30.3
蜡油, %	32.0	25.5
石油焦, %	16.0	23.7
甩油+损失, %	2.0	2.02

从表 1-4-2 可知，焦化气体的收率都在 7% 左右，汽油收率约 10~16%，柴油收率约 28~30%，蜡油收率约 25~30%，石油焦收率约 16~24%。

2. 产品的性质

(1) 气体

焦化气体中含有 20~35% 的不饱和烃和 30% 左右的甲烷，是制氢的很好原料。气体的性质见表 1-4-3。

(2) 汽油

延迟焦化是热解加工过程，其汽油中含有较多的烯烃组分，表现为安定性差，这种汽油即使贮存很短时间，汽油的颜色也会发生变化。

从表 1-4-4 可以看出，延迟焦化汽油的辛烷值很低，而溴价很高，诱导期很短。

延迟焦化汽油由于性质不好，不能直接出厂作为商品汽油，必须经过酸碱洗涤再蒸馏，或经过加氢精制，才能作为

表 1-4-3 焦化气体的性质

项 目	大庆渣油	胜利渣油	项 目	大庆渣油	胜利渣油
N ₂ , %	15.7	3.11	C ₃ H ₈ , %	12.1	8.04
H ₂ , %	4.5	9.2	C ₃ H ₆ , %	10.5	4.38
CH ₄ , %	30.5	32.56	C ₄ H ₁₀ , %	4.0	11.33
C ₂ H ₆ , %	16.6	12.12	C ₄ H ₈ , %	1.16	9.17
C ₂ H ₄ , %	4.17	2.16			

注: 1.表中的数据, 单位为体积百分数;
 2.表中的数据, 来源于两厂的标定报告;
 3.表中的数据, 为贫气分析数据。

表 1-4-4 焦化汽油的性质

分 析 项 目	大 庆 渣 油	胜 利 渣 油
比重 (d ₄ ²⁰)	0.7152	0.7384
诱导期, 分钟	155	—
酸度, 毫克KOH/100毫升	0.1079	0.12
腐蚀	合格	不合格
水溶性酸碱	无	—
硫, %	0.0346	0.942
胶质, 毫克/100毫升	3.40	1.00
蒸汽压, 毫米汞柱	430	—
辛烷值 (马达法)	57.4	60.9
溴价, 克Br/100克	88.24	70.2
馏程, °C		
初馏点	36	41
10%	64	74
50%	120	127
干点	192	181

出厂的汽油的调合组分。

(3) 柴油

延迟焦化的柴油也因为安定性能不好, 还要再次加工。

其中有的炼厂是经酸碱洗涤再蒸馏，直接作调合组分。有的炼厂经过加氢精制生产-35号柴油；有的炼厂经过加氢裂化，生产航煤；有的炼厂催化裂化装置缺原料，用作催化精制，生产高标号的柴油。焦化柴油的性质见表1-4-5。

表 1-4-5 焦化柴油的性质

项 目	大 庆 渣 油	胜 利 渣 油
比重 (d_4^{20})	0.8180	0.8307
酸度, 毫克KOH/100毫升	1.484	7.2
腐蚀	合格	不合格
硫, %	0.0788	1.132
胶质, 毫克/100毫升	24.8	108.80
残碳, %	0.0825	—
16烷值	57.07	49.1
溴价, 克/100克	42.09	43.9
粘度 ν_{20} , 厘沲	3.73	4.15
凝固点, $^{\circ}\text{C}$	-13	-12
灰分, %	0.003	—
馏程, $^{\circ}\text{C}$		
初馏点	179	198
10%	228	222
50%	264	255
90%	310	299
干点	330	313

(4) 蜡油

蜡油是给其他二次加工装置做原料，很少直接出厂。要直接出厂也是和其他渣油调合，作为锅炉燃料。蜡油的性质见表1-4-6。

(5) 石油焦

石油焦是焦化装置的独有产品。多数炼油厂，石油焦是

表 1-4-6 蜡油的性质

项 目	大 庆 渣 油	胜 利 渣 油
比重 d_4^{20}	0.8615	0.8709
残碳, %	0.079	0.434
粘度 ν_{50} , 厘沲	9.74	(80℃)6.59
凝固点, °C	30.5	—
硫, %	0.0099	—
溴价, 克Br/100克	23.27	—
馏程, °C		
初馏点	280	230
10%	340	355
350℃, %	17.5	—

全厂单线的固体产品, 是完成国家计划的重要指标之一, 所以, 对它的产量及质量是应给予特殊的重视。

石油焦的经常分析项目有: 挥发分、灰分、水分、硫分。石油焦的性质见表 1-4-7。

表 1-4-7 石油焦性质

项 目	大 庆 渣 油	胜 利 渣 油
挥发分, %	9~16.13	8.62
灰分, %	0.05~0.21	0.17
水分, %	0.1~0.33	0.45
硫分, %	0.33~0.37	1.49

从表 1-4-7 中我们可以看出, 原料不同, 石油焦的挥发分变化很大。硫分与原油的含硫量和硫存在的方式有关。灰分与原油的含盐量有关。