

石油焦化經驗汇编

上海炼油厂等著

石油工业出版社

統一書號：15037·888

石油焦化經驗匯編

上海煉油廠等著

*

石油工業出版社出版（地址：北京六條龍石油工業區內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第092號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張2 $\frac{3}{4}$ * 69千字 * 印1—5,000冊

1959年1月北京第1版第1次印刷

定價(10)0.45元

出版者的話

焦化在石油加工业中佔有很重要的位置。因为用这种方法加工重質殘油不仅可以得到大量的輕質餾分，还可以取得貴重的电极用焦。这种石油深度加工的方法，比起其他方法来，無論是在工艺上或在設備上都比較簡單，所以这种方法很有发展前途。

我們为了便利讀者参考，現在把过去二年間陸續在石油煉制雜誌上发表过的有关焦化的文章彙集成这个小册子。这个小册子共包括十一篇文章，其中大部分是我国几个規模較大的煉油厂的經驗。有一篇是談制造电极用石油焦的質量問題，而另一篇則是譯自苏联“燃料和潤滑油化学与工学”雜誌上的，介紹延迟焦化的文章。所有这些文章虽然有的已經过了一年多，但是其內容对讀者來說都有很大参考价值。此外，在石油工业遍地开花之后，地方上建立的一些小型人造石油厂，很多是采用蒸餾焦化来加工焦油，所以这里所介紹的經驗，可以做为这些小厂参考之用。

目 录

出版者的話	
焦化車間試車情况	1
焦化裝置的操作經驗	16
单独管焦化裝置的運轉情况	18
平爐焦化試車情况的介紹	30
平爐焦化的改进和收获	40
釜式与平爐焦化工艺方面的初步比較	46
頁岩油的延迟焦化	57
延迟焦化	68
电极制造工业对石油焦質量的要求	76
拉焦斗的改进	81
上海煉油厂試制成焦化柴油	83

焦化車間試車情況

上海煉油廠

上海煉油廠焦化車間是我國自己設計的釜式焦化裝置，1957年上半年建成以後，以裂化渣油及減壓瀝青為原料，進行了兩個階段的試車。現將試車情況介紹如下。

一、流程簡述

流程如圖1所示。罐中的焦化原料用泵抽出，送入預熱爐，爐出口溫度維持在 $350-400^{\circ}\text{C}$ 之間。加熱後的原料油繼而入緩沖罐，一部份輕質成份從緩沖罐頂部蒸出，經冷凝冷卻器後，進入油氣分离器；熱油泵從緩沖罐底將原料油抽出，送到焦化釜內進行焦化。在焦化過程中所產生的氣體和液體產品，以油氣狀態沿釜頂側出管綫進入冷凝冷卻器，然後分別進入油氣分离器1、

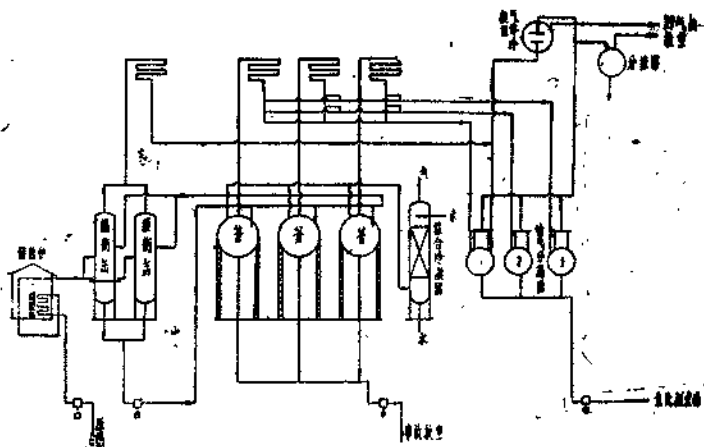


圖1 釜式焦化裝置流程圖

2、3。在分离器中气体分两路排出：一路經冷却器后入气体儲存罐；另一路經分液器后放空。油气分离器中的焦化餾出油則用泵送到貯罐儲存。

焦餅在釜內形成后，通入蒸汽进行冷却。废气及其所带出的重質地蜡狀物質經混合冷凝器排出。当釜內温度降低后，打开釜門，用捲揚机將焦餅卸出，再运到貯焦場地儲存。

二、裂化渣油試車阶段

这个阶段是以裂化渣油为原料进行試車的。試車时，先在釜內装入油墊（焦化餾出油或次柴油），当油墊温度达到200°C时，再装入340°C的裂化渣油，以后則按昇温、餾出、烘焦、均热、吹汽、拉焦、冷却及清焦等步驟进行操作。所用裂化渣油質量見表1。試車操作条件、生产週期及温度曲綫見表2、表3及图2。所获得的产品有焦化餾出油、焦炭和气体。各項产品质量的数据見表4、表5及表6。

裂 化 渣 油 質 量

表 1

項 目	数 据
比重, d_{4}^{20}	0.9547
餾分組成, °C	
初餾点	283
0%	329
20%	350
水份	痕跡
凝固点, °C	+8
灰份, %	0.023
硫份, %	0.13
瀝青質, %	3.4
粘度, E_{50}	7.66

操 作 条 件

表 2

焦 化 釜 编 号	3-001-1	1-001-2	3-002-4	1-002-5
操作温度: °C				
缓冲罐底温度	280	300	200	220
预热罐出口温度	350	350	350	350
焦化釜进料温度	240	260	200	200
进料前釜内温度	208	200	202	190
进料前罐腔温度	530	400	450	520
进料后釜内温度	300	300	300	320
进料后罐腔温度	600	430	560	750
烘焦开始釜内温度	500	500	490	480
烘焦开始罐腔温度	720	750	720	730
烘焦完了釜内温度	390	400	410	420
烘焦完了罐腔温度	590	550	560	570
均热完了釜内温度	320	350	340	380
均热完了罐腔温度	450	485	460	420
吹汽冷却完了釜内温度	160	200	200	130
吹汽冷却完了罐腔温度	370	310	380	350
装油量, 吨	31.8	33.43	32.5	33.4
焦层厚度, 毫米	350—500			

从这一阶段的试车结果来看, 我们获得了以下几个初步结论:

(一) 这次试车基本上达到了预期的目的, 证明新建的设备是好用的, 操作人员初步熟悉了操作和设备。

(二) 证明用玉门原油的裂化渣油做为焦化原料是理想的, 在操作上可以掌握, 在装料量和生产周期上, 都可达到或接近于设计指标。

(三) 可以从所获得的焦化馏出油中得到一些辛烷值为59的汽油, 其他馏份将特别重的成份切割后, 可做为热裂化装置的部

单位: 小时

生 产 週 期

表 3

釜 的 編 号	3-001-1	1-001-2	3-002-4	1-002-5
进料前准备工作	3	3	3	3
装料	1	1	1	1
升温 (升到380°C)	2	4	3	3
出馏分	2.5	2.5	2.5	2.5
烘 焦	1.5	1	1	1
均 热	1.5	1.5	1	1
吹汽 (冷却至200°C)	2.0	3.0	2.0	1.5
拉 焦	0.5	0.5	1	1
冷却 (至50°C)	6	6	6	6
清 焦	2	2	2	2
上人孔	1	1	1	1
共 計	23	26.5	23.5	23

餾 出 油 質 量

表 4

項 目	數 据
比重, d_4^{20}	0.9104
10%, °C	268.5
20%, °C	311
30%, °C	335
204°C, %	4.6
300°C, %	18.1
314°C, %	21.3
350°C, %	41.0

份原料。根据現有的分析項目来看，焦炭可以做为电极的原料。气体目前是当作燃料烧掉。

(四) 在这个阶段，对炼裂化渣油來說，我們初步获得了焦化时成焦的規律，也就是說我們从釜内温度变化的現象上，可以判断焦餅形成的時間，即在焦化过程中，炉膛温度維持在700—750°C，釜底的温度則是慢慢上升（其升温速度約每小时40—50°C），当該温度上升到一定程度时（約达到480°C），又发生突然上昇現象（在几分鐘內約上昇20—30°C），然后又下降，下降后又上昇一点，最后繼續下降（如图2所示）。我們認為当温度突然上昇到最高并开始下降的这一点即为釜内焦餅形成的时

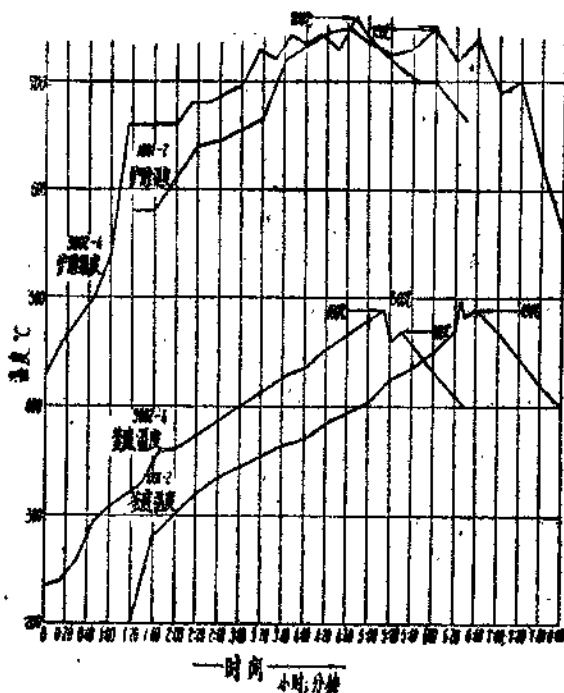


图2 温度曲线

焦 炭 質 量

表 5

項 目	上 层	中 层	下 层	混 合 样
水份, %	0.215	1.45	1.57	0.54
揮发份, %	9.23	1.54	0.37	3.45
硫份, %	0.178	0.191	0.175	0.178
灰份, %	0.33	0.48	3.65	0.366

气 体 分 析, %

表 6

CO ₂ + HS	0.94
NH ₃	0.73
O ₂	—
N ₂	—
H ₂	22.9
CH ₄	41.7
C ₂ H ₆	9.62
C ₂ H ₄	4.21
C ₃ H ₈	6.60
C ₃ H ₆	3.25
C ₄ H ₁₀	2.98
C ₄ H ₈	3.48
C ₅ 以上	5.53

間，也就是焙焦开始的时间，经过这个阶段試車的实际驗證，說明了这个判断是正确的。

三、減压瀝青試車阶段

在裂化渣油試車取得了一定的經驗后，就开始进行了以減压瀝青为原料的試車工作，瀝青質量的分析如表 7。

由于減压瀝青焦化比較困难，焦餅烘不干，因此我們采用了

瀝青質量

表 7

項 目	數 据
比重, d_4^{20}	0.987
軟化点, $^{\circ}\text{C}$	50
灰份, %	0.233
硫份, %	0.23
水份	痕跡
瀝青質, %	6.6
炭青質, %	0.6
伸長度, 厘米	46
針入度	65
含鹽量, 毫克/升	410

生 產 週 期

單位: 小時: 分鐘

表 8

項 目	原 料		
	純瀝青	瀝青: 渣油=1:1	瀝青: 渣油=4:1
進料前准备工作	0:40	1:30	0:50
裝料	2:10	1: 5	2:01
昇溫 (昇到380 $^{\circ}\text{C}$)	0:30	0:20	0:30
出爐份	16:00	8:15	11:00
烘焦	3:15	2:25	1:50
均熱	1:00	1:00	2:25
吹汽 (冷卻至200 $^{\circ}\text{C}$)	5:15	2:45	3:10
拉焦	1:30	1:10	0:40
冷卻 (至50 $^{\circ}\text{C}$)	4:30	2:45	3:55
清焦	6:30	1:40	2:00
上入孔	1:30	1:35	3:20
共計	42:55	42:00	31:10

以下几个方案:

1. 純瀝青焦化; 2. 瀝青与裂化渣油以1:1混合焦化; 3. 瀝青与裂化渣油以4:1混合焦化等。

經過了这些方案試車后, 現將生产週期数据列于表 8。操作条件列于表 9。焦炭分析数据列于表10。

从这个阶段的試車結果, 我們获得以下几个初步結論:

(一) 玉門原油的減压瀝青, 在釜式焦化設備中不易进行焦化, 主要表現在先期結焦、焦餅烘不干、生产週期长和处理量降低等方面。

操 作 条 件

表 9

項 目	方 案 1	方 案 2	方 案 3	方 案 4
原料溫度, °C	400	450	400	350
裝料前釜底溫度, °C	—	400	170	200
爐腔最高溫度, °C	650—680	800	750—900	750
裝料量, 吨	25	25	25	—

焦 炭 的 分 析

表 10

原 料	瀝青: 裂化渣油 = 4:1		純 瀝 青				瀝青: 渣油 = 1:1		
	上中部 混合样	底部	上部	中部	下部	混合	上部	下部	混合
水份, %	1.23	2.3	2.24	2.67	5.27	2.51	—	—	1.7
灰份, %	0.92	1.48	1.5	1.57	3.88	2.2	—	—	0.68
硫份, %	—	—	—	—	—	0.33	—	—	—
揮发份, %	6.03	5.07	4.4	3.03	0.89	2.78	—	—	4.2

(二) 減压瀝青与裂化渣油以 1:1 的比例混合炼制时, 从其操作情况看, 与純裂化渣油焦化时的情况相近, 生产週期約 24 小时。

(三) 減压瀝青与裂化渣油以 4:1 的比例混合炼制时, 在操作上基本上很順利, 焦餅可以烘干, 惟在釜端还或多或少的存留一些液体瀝青, 今后我們还須要在这方面摸索, 以求改进。

(四) 操作条件方面, 以下列数据为合适:

原料温度 350—400°C

原料入釜时釜底温度 140—170°C

原料装完后炉膛温度达到 750°C

当釜底温度低于 400°C 时 800°C

炉膛温度可提到 800°C 装料量 25—27 吨

(五) 从所获得的焦炭質量来看, 純瀝青原料所获得的焦炭主要是灰分不合格, 4:1 原料所得的焦炭, 其灰份接近于指标。

操 作 条 件 表 1)

每釜装料量, 吨	25—27 (其中 15% 裂化渣油)
操作温度: °C	
緩冲罐底温度	350
預热罐出口温度	380
装料前釜內温度	150—160
装料前爐膛温度	400
装料后釜內温度	390
装料后爐膛温度	750
烘焦开始釜底温度	360
烘焦开始爐膛温度	770
烘焦开始入冷却槽温度	50—70
烘焦完了釜內温度	390
烘焦完了爐膛温度	500
吹汽冷却完了釜內温度	200
焦化过程中釜底最高温度	430

以上是我們焦化車間試車的簡單情況。從這個情況來看，以裂化渣油為焦化原料是最理想的，但是，由於裂化渣油產量少，並且有其他用途，因此只能以減壓瀝青為主要原料，裂化渣油僅允許混合15%。我們在第二階段試車的基礎上，進一步摸索和改進，已基本上解決了這個問題，現將這種操作條件列於表11，生產週期列於表12。

單位：小時

生 產 週 期

表 12

進料前准备工作	1
裝料	2
出鑄份	10
烘焦	3
均熱	1
吹汽	3
拉焦	1
冷卻	3
清焦	2
上人孔	1
共計	27

總的說來，我們在約一個月的試車過程中，工作還是比較順利，問題在於今後如何將各項指標提高到設計標準，特別是在處理量和生產週期方面。

焦化裝置的操作經驗

獨山子煉油廠

獨山子煉油廠的焦化車間是以蘇聯供給的設計和設備所興建的釜式焦化裝置，從兩年來的實際生產情況來看，我們認為原料油的性質對釜式焦化過程有很大的影響。對於不同性質的原料油

选择正确的操作条件（如装料量，升温速度，烘焦时间等）是保证焦化装置能够平稳生产的关键。因此，我们对于处理各种原油的操作方法进行了较长时间的摸索，在操作技术上和设备上陆续作了一些改进。这样，对提高产率、降低损失、缩短周期、减轻工人劳动强度和节约材料等方面都起了一定作用。现将部分经验和改进叙述于下：

一、关于装油量和装油速度问题

釜的装油量与所炼原料的性质有关。如原料愈重、胶质含量愈大、原料温度愈低，则装油量应愈少。几年来我们根据不同的原料比重、原料温度及用不同原油的裂化渣油作为原料获得了一些经验数据。如表1及表2所示。

表1

原 料 比 重 d_{4}^{20}	每釜装油量佔釜容量的百分数 (焦化釜全容量为53米 ³)
0.94—0.97	47—52
0.97—0.99	42—47
0.99以上	40—42

表2

原 料	每釜装油量佔釜容量的百分数	
	冷 油	热 油
独山子原油的裂化渣油	33—40	42.5—47
克拉玛依原油的裂化渣油	35	38—42
独山子与克拉玛依原油混合的裂化渣油	36—42	42—50

装油时间的长短，即装油速度的快慢，也影响着操作週期。因为原料沒有装完，就不能將操作条件維持到正常程度。因此，装油速度应快一些。

二、关于脱水問題

炼冷油时，原料及釜中存水，如加火控制不好，易发生溢沫現象，若加火太慢，又延长了操作週期。目前我們采用二次装油法来炼冷油，效果很好。該法第一次先装90厘米高度（約为釜容量的26%）的原料，加火使釜温提到 $170-180^{\circ}\text{C}$ 后，再进行第二次装油，装到規定指标。第二次装油速度要看原料中含水量的多少，多則慢，少則快，目的是边装边脱水。

三、关于升温問題

焦化原料大多是石油的重質残渣，如裂化渣油、減压渣油等，而这些原料又因其性質不同，其焦化反应过程也就各異，最突出的表現是在先期結焦問題上。如克拉玛依的裂化渣油，其含胶量高达80%左右，且該原料仅經过輕度裂化，寬馏分在釜內停留的时间长，当釜内温度提高，原料粘度降低时，易成焦的胶質、瀝青質和炭青質因重力作用而沉积于釜底（約有 $0.5-3.2$ 公斤/厘米²之沉积物），形成先期焦层。先期生成的焦炭連續不断的被原料浸漬，使其具有較紧密的結構（即焦餅下部的厚焦皮）。先期焦层的热阻很大，降低了釜内反应温度，其結果使焦化反应不澈底，減少了馏份产率；焦炭質量不合格；損失增加；延长了生产週期；降低了設備处理能力；造成拉焦、清焦工作的困难。此外，还促使釜底发生过热現象，引起严重的变形和破坏。总之，先期結焦是釜式焦化裝置的致命要害，如何防止先期結焦是操作上的一个关键問題。

为解决这一問題，我們曾运用了快速升温的方法。加快升温速度的目的是在釜内尽早形成一較为劇烈的沸騰层，使胶質、瀝

青質和炭青質不致因下沉而形成先期結焦。这样也改善了传热情况，及时供給反应所需的热能。不过在加快升温速度上，应根据原料性質、入釜时原料温度及装料量进行調节。

表3的升温速度快，成焦也快，焦化週期也就短，此外焦餅烘得較干，焦炭質量較好；而表4升温速度慢，获得了相反的结果。

表3

時間，小时										
溫度，℃		1	2	3	4	5	6	7	8	9
釜	頂	150	250	272	283	350	388	400	392	375
釜	底	270	350	358	382	400	433	417	423	404
擋	墙	360	435	503	592	676	700	700	665	570

表4

時間，小时															
溫度，℃		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
釜	頂	120	210	210	220	233	260	575	310	360	375	382	388	392	360
釜	底	250	323	283	290	300	322	340	365	390	403	412	395	400	410
擋	墙	290	320	355	475	535	580	660	690	700	700	700	700	700	645

四、关于烘焦問題

(一) 如何判断烘焦阶段的开始：在炼独山子裂化渣油的实际操作中，发现焦化过程中釜底溫度的变化是特殊的。在升温 and 餾出时，釜底溫度直線上昇，达到 420—440℃时，发生一次跳動，其溫度差約为 10—20℃。这一跳動現象，我們判断为焦化过