

樺甸氣燃式方型爐

樺甸頁岩油公司編著

石油工業出版社

內 容 提 要

本書根据桦甸頁岩油公司煉油厂气燃式方型干餾試驗爐試驗報告及后期有关試驗資料写成。主要内容：1. 50吨气燃式方型爐爐体結構变更、試运工作經驗及操作經驗；2. 不同桦甸頁岩干餾試驗結果；3. 桦甸气燃式方型爐工艺計算及技术經濟指标；4. 气燃式方型爐有关問題探討。

本書可供固体燃料低温干餾工作者和中等技术学校学生学习研究与参考。

統一書号：15037·774

桦甸气燃式方型炉

桦甸頁岩油公司編著

石油工业出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 印张2 $\frac{1}{2}$ * 52千字 * 印1—1,000册

1959年7月北京第1版第1次印刷

定价(10)0.43元

目 录

第一章 頁岩乾餾工业炉概况	1
第一节 我国頁岩乾餾爐概要	1
第二节 乾餾爐的供热方法与气燃过程的实质	3
第三节 桦甸方型 爐概况	4
第二章 桦甸气燃式方型炉試运转工作及試驗过程	8
第一节 試运转工作	8
开爐工作	8
一、試运转经过	8
二、結焦原因的分析	12
三、第五次点火开爐及运转情况	16
四、試运转結果及分析数据	17
五、初步結論	19
爐体改装工作	21
一、改装工作及运转情况	21
二、分析数据与化工計算	24
三、試运转結果	26
第二节 大块頁岩乾餾試驗	28
一、原料及产品性状	29
二、試驗情况 及結果	32
三、化工計算	38
四、結論 及討論	40
第三节 貧矿頁岩乾餾 試驗及大块頁岩試生产結果	42
一、試驗情况 及 主要結果	42
二、原料及 产品的性状	46
三、結 論及討論	48
第三章 桦甸气燃式方型炉主要工艺計算	51
第一节 工业 試驗爐	51
第二节 400吨工业爐工艺計算主要結果	55
第四章 技术操作及經濟管理	57
第一节 技术操作順序	57
第二节 生产 操作控制	58
第三节 技术 操作要点	61
第四节 技术經濟定額, 劳动組織机构 及成本計算	64

第一章 頁岩干餾工業爐概況

第一节 我國頁岩干餾爐概要

我國第一個五年計劃時期的石油工業以撫順頁岩干餾為主的
人造石油產量佔全國原油總產量的二分之一（樺甸的產量甚小）。

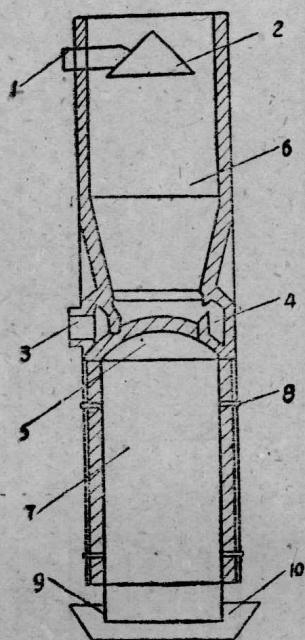


圖 1 撫順爐爐體結構圖

- 1—煤氣管；2—陣傘；
3—循環氣進口；4—循
環氣道；5—拱台；6—
干餾段；7—發生段；
8—電偶孔；9—水封鐵
板；10—水盆。

撫順干餾爐的爐型是日本帝國主義時期
留下來的，如撫順發生式頁岩低溫干餾
爐（見圖 1）。這種爐型的特点是適合
於利用貧礦（低品位）頁岩，在干餾過
程中不僅可以熱量自給自足，且還有大
量剩餘瓦斯供給外部應用。撫順爐以處
理量區分，則可分為日產量 200 噸爐、180
噸爐和 100 噸爐三種；如果按爐體內部
結構來分，則可分為細腰、粗腰和單拱
台、雙拱台等六種。這些爐型的操作管
理與技術經濟指標情況大致相同。自
1957 年起開始收回輕質油，綜合采油效
率曾提高到 80—85%，但是焦油采油效
率仍然相當於鋁甌的 60—70%；每噸頁
岩生硫氮 10 公斤左右，還有吡啶、酚等
副產品，此外，對稀有貴重金屬的提煉
方面也正在進行研究。除撫順爐型外，
還有樺甸管式爐。該爐爐體全為磚結構
爐體（見圖 3），這種爐型用人工出
灰，操作條件不良，采油效率亦僅相當
於鋁甌的 70% 左右，自大躍進後提高到

75% 以上。瓦斯中輕質油也正准备回收，氮的回收也正在作試驗。本炉自55年以来采取了往炉內通內燃瓦斯的措施，此为操作上的重大改进，对減輕或避免結焦和提高采油效率起了很大的作用。

这两种炉型操作条件都不好，采油效率低，不能符合当前国家大力发展頁岩低温干餾工业的需要。

自党中央提出社会主义建設总路綫，並在全国范围内掀起工业大跃进的高潮以后，祖国的地下資源处处发现，其中煤和頁岩的儲藏量极为丰富，这样为我国人造石油

工业迅速发展，提供了重要条件。在这种新的情况下，給我們全体干餾工作者，提出了一个急待解决的問題——需要創造一种新的炉型。目前在世界上还没有一种能够适合于我国当前具体条件，並在技术上是先进的，經濟上也是很合算

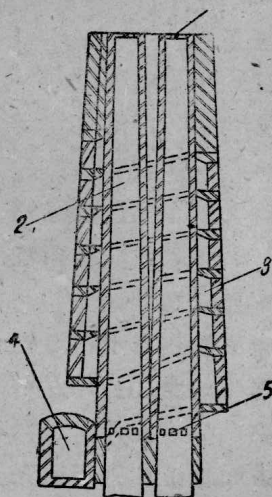


图2 棒甸管状爐結構图

1—装料口；2—干餾爐；3—外燃烟道；4—燃烧室；5—內燃瓦斯孔。

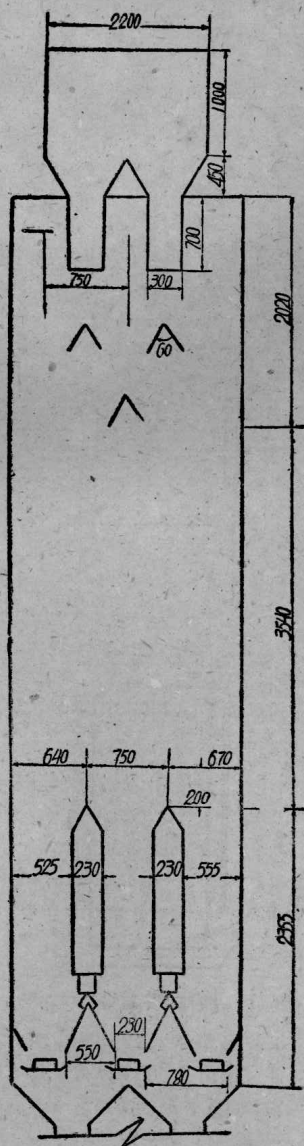


图3 气燃式方型爐爐体結構图

的低溫干餾爐型。面臨着這樣的情況，樺甸頁岩公司的全體職工，根據中央指示的方針，在石油工業部、省委和公司黨委的正確領導下，根據本廠生產車間內燃通瓦斯的經驗，結合在魯奇爐內處理撫順頁岩的結果，並參考國外氣燃爐的資料，僅在三個月時間內，便試驗成功了一種樺甸氣燃式方型爐（見圖3），樺甸方爐的試驗成功，為我國低溫干餾工業飛躍發展尤其對中小型頁岩油廠的興建，創造了有利條件。

第二節 干餾爐的供熱方法與氣燃過程的實質

方型干餾爐的氣燃過程是干餾爐上最基本問題之一，不同的干餾設備上有着各種不同的供熱方式。在實驗室普遍應用電熱，或者瓦斯燃燒外部加熱。在工業上有用固體和氣體作為熱載體進行加熱，至於電熱與液體加熱的方法至今還極少應用。氣體加熱的方法應用最為廣泛，其中又分為外熱與內熱兩種。近代內熱式塊狀原料干餾爐上有下列四種供熱方法：（一）外燃煙道氣內熱。此法缺點較多，設備複雜，效率不高，低熱值瓦斯，不能應用，在暫時性停爐時恢復操作困難；（二）熱循環氣內熱。此法熱能利用不經濟，且無法單獨使用；（三）發生爐內熱。此法設備龐大，導致操作上千餾條件混亂，采油效率低；（四）內燃氣內熱。此法設備簡單，操作管理容易，采油效率與熱效率都較高，低熱值瓦斯可以利用。上述四種供熱方式在工業上都不是單獨應用的。如魯奇爐的供熱情況，瓦斯和空氣在外部燃燒室中燃燒，制取熱煙道氣送入爐內供給頁岩干餾所需要的熱量，燃燒煙道氣給熱量佔全爐用熱量的三分之二以上，其餘熱量由冷卻段循環瓦斯供給。撫順爐的供熱情況是發生爐氣體供給熱量的佔三分之二，從加熱爐來的熱循環氣供給的熱佔三分之一。氣燃式方型爐的供熱情況在換熱良好的條件下，冷卻瓦斯可換熱為溫度較高的熱循環瓦斯，供給的熱在五分之一以上，內燃氣給熱約為五分之四左右。這些是干餾爐供熱方法的典型例子。另外還有一種形式，如樺甸

管式炉是内外並热的。可以清楚的看出，冷却段换热的好坏是重要操作条件之一，它能直接影响干餾炉上的供热系統。从干餾炉的工艺条件与技术經濟方面来考虑，綜觀上述几种供热方法，气燃供热是十分优越的。利用能够严格控制並使热气体均匀分配的炉膛内的花牆，在整个炉面上供給，由气燃反应所产生的800℃以下的无氧的气体热载体，此外不需要任何其他加热設備，同时操作上亦十分簡便。

低热值瓦斯的应用在我国干餾工业上有着丰富的經驗，一般瓦斯燃烧操作，是用少量过剩空气进行的，不容易保持在理論空气条件下进行燃烧作叶。在內燃式干餾炉上，为了有利于获得多量焦油与副产品，而采用过剩瓦斯燃烧，如魯奇炉上經常过剩50—70%。樺甸气燃式方型炉上的瓦斯內燃，实际上早在几年前在樺甸管式炉的操作上就已采用。具体說来，气燃过程的實質是，瓦斯与空气的混合物在高温块料間与固体燃料一起进行着燃烧与气化反应。块料的存在有利于反应的进行，在燃烧反应中消耗于瓦斯和固定碳的氧气量随反应温度而有不同的比例，温度越高，固定碳燃烧的比例也随之增加。炉气中的 CO_2 及水蒸汽能使为量不少的固定碳气化，而得到有用的可燃性气体。因而气燃流程不但在操作上易于控制，而且具有很高的热效率。气燃过程的情况与原料的性質也有关系。

第三节 樺甸方型炉概况

樺甸方型炉結構和流程都很簡單，干餾炉炉体由耐火砖和普通紅砖砌成，里层耐火砖层厚度为370毫米，外层紅砖层为450毫米，中間保温层30毫米，沒有单独干餾設備。干餾炉高10.87米，炉頂設有帶水封的貯料槽，炉体內部有三排炉料与空气分配板（簡称拱道）；下部就是炉体的主要部位——花牆，空气和瓦斯的混合气体即由此引入，並均匀的分配到炉內。花牆下部为魯奇式出灰机与冷却层。最底是灰斗，水封与刮板式排灰設備。气燃式方

型炉设备流程图见图4。方形试验炉的炉体截面积为 3.59米^2 (2.02×1.76)；页岩料层总高度为 7.915米 ，有效容积 23.32米^3 。页岩焦油回收设备，包括有泡沫塔及瀑布冷却塔各一座，此外各塔有油水分离槽，以及相应的循环水泵，油泵等动力设备。瓦斯

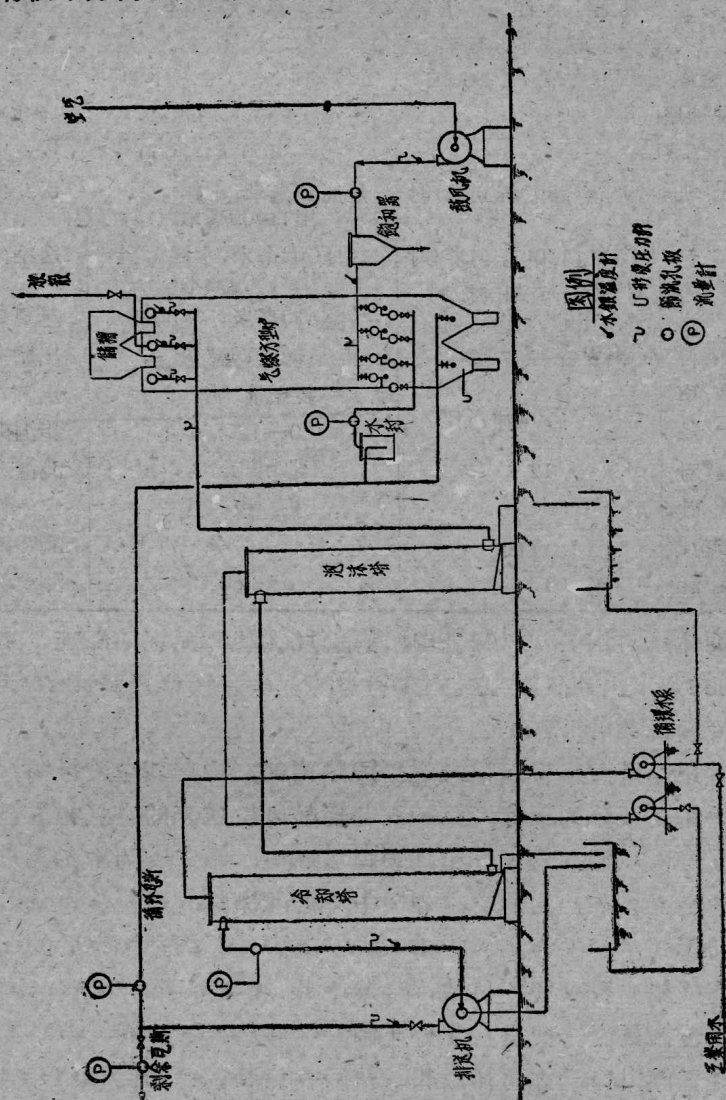


图4 试验设备流程图

及空气分別用排送机抽送。頁岩由皮带运输机等运输。設備規格見表1。

主要設備及仪表規格

表 1

設備及 仪表名称	动力	能 力	主 要 規 格	用 途
干餾爐体		45—60吨	7.915×1.76×2.02	干餾
1号洗油塔			$\phi = 960, h = 6000$	收焦油
2号冷却塔			$\phi = 1400, h = 8000$	冷瓦斯
排 送 机	40KW	2500标立方米/时	风压45毫米(水銀柱), 出口400毫米	送瓦斯
鼓 风 机	4KW	1200标立方米/时	风压300毫米(水柱), 出口300毫米	送空气
皮带运输机	8KW	5—10吨/时	寬510毫米, 长50米	运頁岩
出 灰 机	4.2KW		轉数1轉/分	出爐灰
运 灰 車			装灰量1吨/車	运爐料
毫 伏 計		4吨/时	0—1200°C	指溫度
热 电 对		12支	常用900°C	測溫度
流 量 計		4个	孔 板 式	量气体
奥式分析器		1台	七 項 分 析	測瓦斯
溫 度 計		10支	0—250°C	測溫度

炉体建造用去鋼材11.80吨, 鑄鉄5.9吨, 耐火砖62吨, 筑炉費32000元, 焦油回收系統用鋼材34吨, 設備及仪表費20000元, 全部投資費共計88700元。

所用原料由皮带运输机送到炉体頂部, 均匀装进貯料槽, 下部供热用瓦斯分为三支, 第一支与經鼓风机送来的空气相混合, 並分支导入花牆, 均匀分布到炉膛里燃烧; 第二支为冷却瓦斯, 由炉底进入, 經過出灰机冷却炉中下落的熾热的炉灰。冷却后的炉灰即落到水封中被刮板式排灰机推到炉外。經過换热后的瓦斯与燃烧气相汇合成气体热载体繼續上昇, 並与下移的炉料相接触, 把热量传给頁岩, 使进行充分干餾。这些混合气体同干餾产物一起經過干餾出口, 去焦油回收系統回收焦油。第三支为剩余瓦斯,

供給其他裝置使用。

关于实验炉的操作指标与主要結果見表2和表3。

操 作 指 标

表 2

日 处 理 量	45—60吨
单 位 风 量	280—310HM ³ /T ^c
內 燃 瓦 斯	508—620HM ³ /T ^c
冷 却 瓦 斯	200—320HM ³ /T ^c
爐 出 溫 度	70—85°C
上 排 溫 度	500—650°C
中 排 溫 度	700—800°C
下 排 溫 度	700—850°C
瓦 斯 終 溫	32—36°C
爐 出 压 力	0—5毫米水柱

主 要 結 果

表 3

产油量,公斤/T ^c			采 油 率, %			硫 化 氢		氨 量		瓦 斯
焦 油 量	輕 質 油	总 油 量	焦 油	輕 質 油 ^①	总 油 量	产 量 公 斤 / T ^c	轉 化 率 %	产 量 公 斤 / T ^c	轉 化 率 %	产 量 公 斤 标 立 米 / T ^c
82.45	11.13	93.58	86.8	11.73	98.50	/	/	1.65	45	301

①此量系根据分析数据与瓦斯量計算值,扣除入爐循环瓦斯分解輕質油量后拆算所得。

从表2中可見,炉出口瓦斯溫度較低,瓦斯中焦油容易回收,干餾炉的有效干餾层厚,干餾終点温度高至850°C,其干餾条件优越于一般干餾炉。由此認為方型气燃炉不仅可以获得很高的采油效率,并且还都做到令人滿意的干餾炉截面強度。表3中所列的氨和硫化氢的产量与一般工业生产炉相比不相上下。

在1958年9、10月份樺甸頁岩油公司掀起的高产运动中,由于

不断改善操作与加强仪表計器工作，在迎接国庆节的前夕創造了97%的采油效率；在以后較长的時間的運轉中都稳定在95%以上。这种炉型具有下列优点：（1）投資省，建筑速度快；（2）建筑材料以砖为主，可以不用或少用鋼材；（3）采油效率与热效率高；（4）附屬設備少，操作管理容易，劳动效率高；（5）应用原料的范围广，无论貧矿或者富矿頁岩，以及一般不粘結煤均可使用；（6）处理能力可大可小，操作調节十分灵敏，对炉体的供热操作完全能加以控制。总之，气燃式方型炉的主要优点在于布料，出料与气流分布均匀和均匀地供給頁岩以足夠的热量。这是获得高产率的最主要因素。

第二章 樺甸气燃式方型爐試 運轉工作及試驗过程

第一节 試運轉工作

开 炉 工 作

一、試 運 轉 經 过

試驗設備流程及炉体結構見图4、5。新建方形炉經過冷運轉，解决了均匀下料与气流均匀分配后，于三月十五日起，第一次点火开炉，首先遇到“炼焦”的困难，繼后于三月二十五日，又用木柴点火，四月四日用木柴、木炭及焦油点火，都未能使全炉順利的連續運轉。从表4可見，阻碍开炉主要因素为“炼焦”，每次運轉的时间仅为2—5个班，炉内物料与气流运动急趋于恶化，严重到无法維持操作。由图6中可以明显看出炉内結焦的情况，結焦一次比一次严重。历次点火，炉内布料情况如图7所示。

試運轉工作是在石油設計院馬卡洛夫专家等亲自指导下进行的，且及时总结每次开炉的教訓对本炉原有設備及仪表，在几次停炉中作了若干改修装改补充，詳見附表10。

1. 試驗設備流程及炉体結構，見第5頁所示；

2. 試运經過表及結焦示意图:

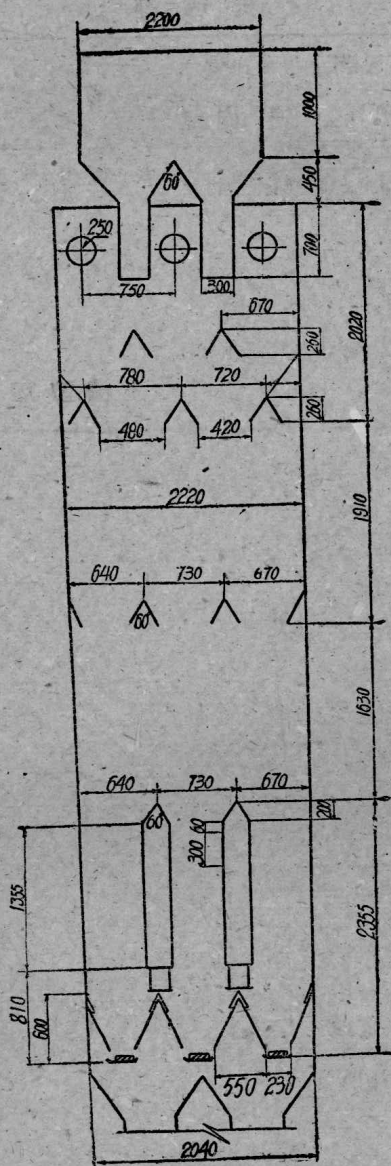


图 5 爐体結構

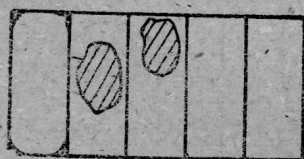
試 運 轉 經 過

表 4

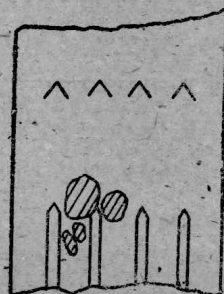
日 期	運轉時間 (班)	停車主要 原 因	備 註
15—19/3	9	煉 焦	點火後四小時發現輕微結焦
25—29/3	9	〃	
4—5/4	3	〃	
8—10/4	5	〃	
12/4—			繼續運轉

第 一 次

地

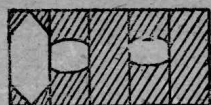


俯視圖

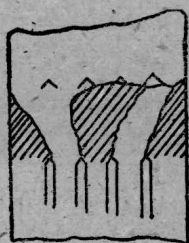


正視圖

第 二 次



平面图

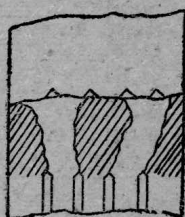


立面图

第 三 次



平面图

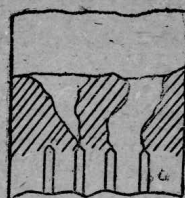


立面图

第 四 次



平面图



立面图

图 6 四次开爐爐內結焦示意图

3. 两次点火布料图和开炉供热操作表:

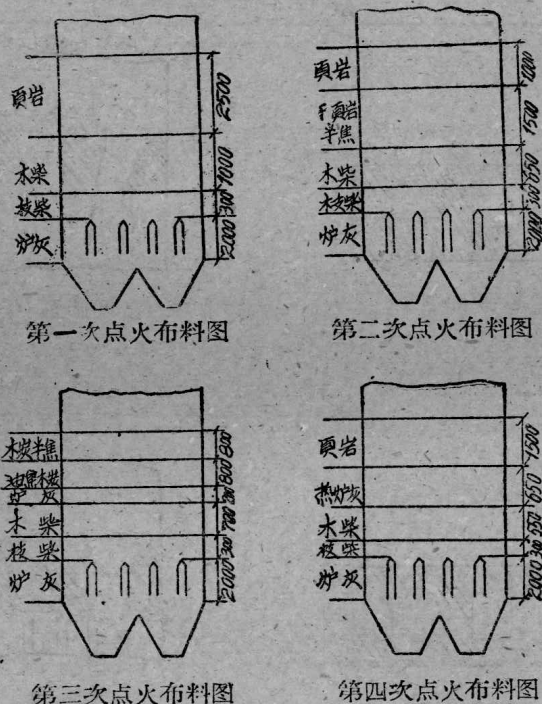


图 7 四次点火布料图

前面四次点火开炉，炉内有效等温层仅为一米上下，确实显示了炉内热量不足，结焦的部位几乎都发生在点火燃料与原页岩层互相交界之处，在炉体四周页岩运动缓慢，气体容易畅流的区间尤为利害。

二、结焦原因的分析

第一次开车发生结焦的原因:

1. 风量在开始阶段给得过大，供热强度高。
2. 页岩直接加于木棒子上，未干馏即降入高温区燃烧而导致结焦。

3. 操作波动較大。

4. 测温点不适合，不知道炉内实际温度。

第二次結焦的原因：

1. 总的热量不足，頁岩未干餾完即掉入燃烧层内，虽然較上次增加炉灰，但不过是推后了結焦的发生，而仍未能避免結焦。

2. 操作波动，机械故障，不能維持正常，因而影响火层忽进忽退，助长結焦。

3. 計量分析控制不好，計器不能严格控制点火初期的气体配量与反映炉内的情况。

4. 测温点不适合，不知道炉内实际情况。

第三次結焦的原因：

1. 出料与风量配合不好，后期风量过大而产生了熔炼。

2. 未通内燃瓦斯，无法控制炉温，而且测温点不适合，测不到炉最高温度。

第四次結焦的原因：

1. 用瓦斯向炉内供热尚不足炉内吸热与装炉頁岩的需要。

2. 炉内木柴因出灰过早，未燃烧完而下降，卡住出焦机上口，使出灰不均，而助长結焦。

3. 成堆干餾引来的瓦斯中含氧較大，使用初期沒有很好掌握配量操作。引用瓦斯后炉灰在还原性气流中熔点降低，但温度控制未作相应的改变以致灰分熔結。

綜合上所述，这几次开炉后不久即結焦，其原因主要是对炉内的需热量还不太明确，而在供热的方式上則是偏多偏少，炉出口与炉内料层温度低，产生严重的焦油回流，容易燃烧生頁岩同时热量未能均匀迅速往外传递。因而不是“油炼”就是“熔炼”，或是前后相伴产生結焦，采用頁岩直接点火是不易滿足大量的热量需要的，在操作經驗不足的炉上应当采取瓦斯点火的方法較為方便。

对計器仪表，分析的准确性的認識不足，因而控制計量上缺

开 爐 供

	点火后時間, 时	处理量, 吨/时	空气量, 米/时	主风溫度, ℃	稀釋瓦斯量, 米/时
第一次	0—10	数 据 不 全	400	数 据 不 全	
	10—20		500		
	20—24				
	24—26		480		
	26—29		240		
	29—33	0.125 0.475 数据不全 0.875	780	70	
	33—35		350		
	35—40				
	40—48		数据不全		
	48—56				
56—64					
64—72		340			
第二次	0—14	1.00	230	70	
	14—19	0.45	200	86	
	19—25	0.75	210	72	
	25—29	0.5	250	70	
	29—33	0.6	270	65	
	33—37	1.2	320	64	
	37—39	1.5	455	64	
	39—45	1.0	465	65	
	45—54	1.7	570	70	
	54—61	1.0			
	61—64	2.35	650	70	
	64—72	1.13	490	73	
	72—77	0.8	300	72	
	77—86				
第三次	0—2	1.0	122	40	
	2—4	1.0	149	40	
	4—7	0.56	300	40	
	7—11	0.56	380	37	
	11—13	0.3	900	37	
	13—17	0.755	1000	60	
	17—23	0.85	510		
第四次	0—2		300		350 370 400 410 420 400 310
	2—10		180	40	
	10—14	1.6	240	43	
	14—22	1.5	350	50	
	22—26	0.9	438	50	
	26—32	1	500		
	32—36	1.1	550		
	36—40	1.1	290		

說明：第一、二次点火时的下层溫度系指着花牆1米处的一点溫度以后电对分布与第五次相同。