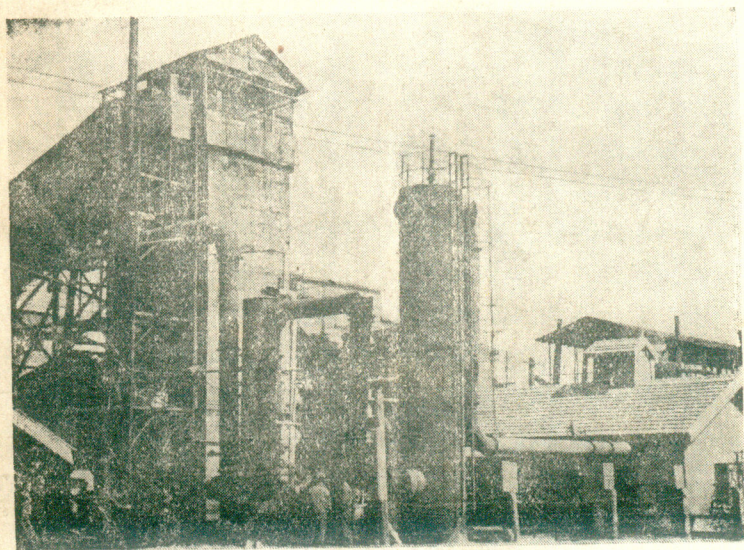


气燃式方型炉

(文件彙編)



石油工业出版社

統一書号：15037·567

气 燃 式 方 型 炉
(文 件 彙 編)

*

石油工业出版社編輯出版 (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088號

石油工业出版社印刷厂印刷 新华書店发行

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 開本 * 印張2 * 40千字 * 印1—4,000册

1958年11月北京第1版第1次印刷

定价 (10)0.28元

編者的話

頁岩干餾是我國石油工業中重要組成部分之一。頁岩油的產量在全國石油產量中佔有很大比例。但是根據目前情況來看，頁岩的潛力還遠沒有挖掘出來。如何提高頁岩的采油率，這更是當前頁岩工業中的一個重要問題。近年來，有很多同志在這方面作了不少的努力，尋求提高頁岩采油率的途徑。在探討過程中，最集中的一點就是爐型的改進問題。在改變爐型方面曾提出過不少的方案，並進行了各種試驗。其中，較為完善的爐型可算是樺甸氣燃式方型爐。它具有很多優點，例如：采油率高（最高可達90%以上）、處理量大、節省鋼材（爐體不用鋼材），以及建造和操作都很簡單。另外，此爐不但可以用頁岩作原料，而且還可以用煤作原料；不但大型工廠可以建立此爐，而且小型石油廠也可以建立。現在石油工業部已經決定在全國內大力推廣此爐。為了配合這一工作，我們在這里彙集了幾篇有關氣燃式干餾爐這方面的文章。其中，前几篇是討論氣燃式干餾及爐型的文章，有二是篇是包括樺甸氣燃式方型爐試驗成功的經驗介紹，另外一篇是北京石油學院氣燃式成堆干餾試驗成功的經驗介紹。這些經驗是十分寶貴的，它解決了采油率低的問題，從而大大改變我國人造石油工業的面貌，給國家生產更多的石油產品。

最後，我們相信，儘管這本小冊子在內容上還不夠完全，但是它对推廣採用氣燃式方型爐方面一定會起到良好的作用。

目 录

編者的話

1. 苏联专家关于頁岩干餾炉炉型改进的高見

..... 苏联专家 康、伊、馬卡洛夫 (1)

2. 气燃式干餾法一頁岩干餾炉发展的一个新方向

..... 原石油九厂 彭承麟 (3)

3. 樺甸式干餾炉“內燃通瓦斯”理論的研究

..... 原石油九厂 彭承麟 (10)

4. 高产量发生式頁岩干餾炉

..... 姆.姆.巴尔施契夫斯基等著 (22)

5. 气燃式方型炉試驗成功..... 樺甸頁岩油公司 (31)

6. 樺甸气燃式方型炉試驗基本总结

..... 樺甸頁岩油公司公郎头炼油厂 (43)

7. 气燃式成堆干餾..... 北京石油学院 (57)

苏联專家关于頁岩干餾爐

爐型改进的高見

苏联專家 康·伊·馬卡洛夫

中华人民共和国的油母頁岩加工工业中，撫順式頁岩干餾爐最为普遍。这种炉型的一个基本原则是將頁岩半焦进行气化，因此往干餾爐的底部送入主风。对加工貧矿頁岩來說，其半焦中的含碳量仅在5%左右，撫順式干餾爐就显示出了严重的缺点。原則上講，含碳量不超过5%的燃料在固定层内未必能进行正常的气化，这不必多談，在实际上，連为正常的气化創造条件都不可能。

根据固定层式煤气发生爐的操作数据可知，为了气化这种半焦，对每吨頁岩來講，需要往气化段送进約100标准米³的空气和15—20公斤左右的蒸汽。这样数量的主风总共只能使气化段出来的炉灰温度降低100°C左右，結果是炉灰大部分的显热將用于使干餾爐底灰盒中的水蒸发。

因此，很明显的是主风的热慣量不足以利用炉灰的显热。实际生产中，为了要增加炉灰显热利用的比例，並保証火层稳定起見，不得不大大增加送往干餾爐底部的空气和蒸汽消耗量。但是，即使这样，炉灰的显热也还远远沒有得到

充分利用。干餾恆定試驗結果和計算數據表明，水份自干餾爐底灰盆蒸发时所消耗的热量要比循环瓦斯所送进的有效热量还要来得多。換句話說，当炉灰的显热得到充分利用时，加热炉系統也就將失去意义。

因此，通过蒸汽-空气流气化的办法来利用半焦中的残炭遇到了一系列无法克服的困难。

除此而外，在撫順式炉内存在的燃料严重偏集現象使頁岩干餾过程更趋复杂。所有这一切带来的后果是采油效率低、干餾过程耗热多、干餾产物回收系統过于庞大。因此有理由認為，撫順式炉远远不是用于頁岩干餾过程的理想設備，必須采用构造更为完善的干餾設備的时机业已成熟。

在研究采用新型頁岩干餾設備时，必須充分考虑世界固体燃料低温干餾工业所已有的丰富經驗。这方面的經驗証明，长方形截面的炉体有着最有利的干餾条件。这类炉型設備的效能已在工业生产实践中获得証实，它們能保証消除燃料的偏集現象，使燃料按截面均匀地“下降”，从而也就保証了炉体截面上温度条件的均匀一致。

很明显，新炉型的炉体也应采用长方形的截面。因为这样一来，我們便有可能采用某些在工业生产中已經檢驗过的某些部件的結構，以便大大縮短設計期限。

至于热操作条件方面，新炉型应考虑更充分利用半焦显热的可能性。干餾过程所不足的热量可采用最簡便的方法，即直接在燃料层内燃烧部分干餾瓦斯的方法，取得並傳遞給干餾段。底部通循环瓦斯冷却炉灰並在干餾完全的半焦上有一瓦斯燃烧段的室式炉，可以满足上述热操作条件的需要。

上面所列举的一些主要原則應該成为新型頁岩干餾炉

型的基础。

按照第二个五年计划的規定，中华人民共和国將大力发展油母頁岩加工工业。这就給頁岩油工业部門的工作者——設計、研究、生产人員——提出了一項战斗任务：要及时設計新炉型，进行試驗並把这种新的更为合理的頁岩干餾設備应用到生产中去。这一問題及时圓滿的解决將給中华人民共和国的国民經济提供更多的液体燃料，並使人造液体燃料工业的基建投資得以节省。

(張戎隆譯)

气燃式干餾法—頁岩干餾爐发展

的一个新方向

原石油九厂 彭承麟

一、气燃式干餾法

气燃式干餾法，就是利用可燃气体的燃烧产物作为气体热载体以供給干餾所需全部或一部分热量的方法。从广义方面來說，又可分为外燃式和內燃式两种。外燃式就是在炉子外部另設燃烧室，气体在外部燃烧室燃烧后，和冷煤气混至預定温度，再通入炉內，炉內不再通入空气。內燃式就是

把燃烧室砌在炉内，或利用炉内燃料层中的空间，使气体在炉内燃烧，这就必然要把空气通入炉内，因而一部分空气将和炉内燃料中的有机残留炭反应，发生燃烧热以辅助干馏所需热量。前者如德国鲁奇式煤低温干馏炉及苏联室式竖井形煤砖干馏炉。后者如美国科罗拉多气燃炉，通瓦斯内燃以后的我国桦甸页岩干馏炉及通瓦斯内燃以后的苏联爱沙尼亚宾差式页岩干馏炉。

气燃式干馏法，本来很早就已用于煤的低温干馏，並得到优良的效果。但用于油页岩的低温干馏，还只是最近几年的事，特别是内燃式的页岩气燃炉。

气燃式干馏法，具有以下优点：

(一) 可以保证供给干馏所需的足够的热量。气体的燃烧是比较容易控制的，不像单纯利用干馏半焦燃烧供热的发生式干馏炉那样，严重地受着结焦的限制，因而常常由于半焦中有机炭的利用有限，而造成热量不足。气体燃烧法，却可以根据干馏所需热量来设计燃烧室，计算所需空气和燃烧瓦斯量，以保证足够的气体热载体。如果能和发生式炉干馏法同时应用，那对于干馏所需热量的供应就更有保证了。所以桦甸炉和宾差式炉在兼施气燃式过程以后，干馏作业都得到了显著的改善。

(二) 可以有效地控制干馏温度。我们知道，控制化学反应速度的手段有三：温度、压力、触媒。页岩干馏作业，一般在常压下进行，又是非触媒反应，而主要是油母的热分解作用，所以温度是控制页岩干馏作业的唯一手段。温度如不适当，就很难得到预期的产品和良好的效果。例如温度过高，会产生大量的气体，温度过低，又会使油母分解不充

分。只有温度适宜时，才能获得最高的焦油收率。因此，控制干馏温度就成为頁岩干馏作业的首要工作。而气燃式干馏法就恰能够满足这一要求，它可以利用燃烧产物和循环的冷瓦斯以不同比例混合来有效地调节气体热载体的入炉温度（外燃式），也可以利用空气和瓦斯的的不同比例，控制瓦斯在炉内的燃烧温度（内燃式）。这也就有效地控制了炉内干馏段的温度，使达到并保持最有利的干馏条件。

（三）可以提供充分的干馏时间。干馏时间也就是頁岩在炉内相当于干馏温度的高度内停留的时间。頁岩干馏所需热量，須经过一定的时间，才能传到頁岩内部。因此干馏时间也是干馏作业的一个重要因素。如果时间不足，干馏也就难以充分。气燃式干馏法，可以利用调节頁岩和气体热载体的比例，来调节气体和固体的热交换速度。如果热交换的速度适当，不致使气体热载体被迅速冷却到干馏所需温度（一般为450—600°C）以下，则可使气体热载体保持在干馏温度的时间较长，使炉子有相当长的高度保持在干馏温度范围之内，也就是延长了干馏时间。所以气体和固体的比例，即供给单位原料的气体热载体的数量，是气燃式炉的一个重要的技术指标。

（四）可以有效地避免結焦。低温干馏炉，不管有没有发生段，結焦（即炼炉）都是阻碍炉子作业的最头痛的现象。差不多每一种炉型，成每座新建的炉子，在投入生产时，要达到正常运转的头一关，都須先解决結焦问题。由于气燃式炉可以利用稀释瓦斯来调节空气中氧的浓度，从而控制燃烧速度，使炉内温度低于半焦和灰分的熔点，因此对于防止結焦是有效的。在具有发生段的气燃炉内，可以不依

靠在鼓风中通入大量蒸汽，就能夠避免結焦現象的发生。我們知道，在炉內通入大量的蒸汽，是害多利少的。

(五) 可以有效地控制炉頂干餾瓦斯出口温度，干餾瓦斯离开炉頂的温度，是衡量炉子热經濟效率的一个重要指标。也是防止再凝縮再蒸餾現象的有效手段。这种現象最易于損失焦油，致使采油率降低。所以防止这种現象，也是改善干餾作业的有效方法之一。为了防止这种現象，干餾工业者提出了两条截然不同的道路。一条是提高炉頂温度达 $200-250^{\circ}\text{C}$ ，降低干餾瓦斯(气体、蒸汽及油蒸气混合物)中油蒸气的饱和度，以免其中焦油因遇到冷的燃料层而凝縮在燃料块表面上。例如魯奇炉就規定炉出口瓦斯温度須在 200°C 以上。另一条道路是使干餾瓦斯迅速冷至較低温度，使形成油霧，保持安定的过饱和状态，这样，即使通过燃料层，油滴也不致冷凝在燃料块表面上。这种油霧的形成，主要借調节气体和固体水当量的比率，以使气体得以迅速冷却。这个比率須通过試驗求得。例如科罗拉多6吨气燃炉在采油率最高时，每吨頁岩所需的循环气体量为 530米^3 ，这时在炉子上层气体的冷却速度为 $33.4^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，炉頂瓦斯出口温度仅为 51°C ，低于或高于这个循环气体量，采油率都会下降。由于气燃式干餾法可以利用气体和頁岩水当量的比率(或单位重量頁岩的循环瓦斯量)来控制炉頂温度，所以可以有效地避免或減輕再凝再蒸餾現象的发生。自然，在采油率相同的情况下，以后一条道路为宜，因其瓦斯出口温度低，在热經濟上是比較合算的。

当然，气燃式干餾法也有其缺点，那就是由于炉內蒸汽通得少，气体热載体全靠不凝瓦斯，因而就使每吨頁岩所需

的循环瓦斯量增高，回收系统和排送设备相应增大。另外是由于大量燃烧产物通入炉内，使干馏瓦斯热值降低，并稀释了瓦斯中焦油、轻油和氨等产品的浓度。不过这并不致影响到低温干馏主要产品——液体燃料的产率，同时由于其构造简单，操作容易，因此逐渐在各国的頁岩干馏工业上得到重视和广泛的应用。

二、气燃式干馏法在世界頁岩干馏

工业上的发展和应用

自1944—1954年，美国先后在科罗拉多頁岩矿区试建了许多种干馏炉型，主要是间歇式的N.T.U.頁岩干馏炉和劳爱司特頁岩干馏炉，连续式的瓦斯流动式和气燃式干馏炉。根据试验结果，在以上四种炉型中，以气燃干馏炉为最有前途。图1和图2所示为最初建立的6吨气燃炉的流程和炉内等温层剖面图。这种炉子的研究约开始于1950年。

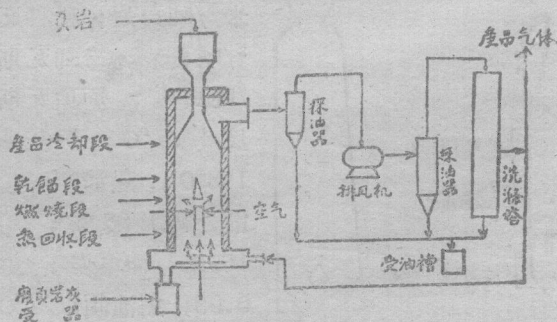


图1 6吨气燃爐試驗工厂流程图

这个炉子的干馏作业的主要技术指标如下：处理能力5.4—6吨/日；炉高3.7米；截面为圆形，直径520毫米；截

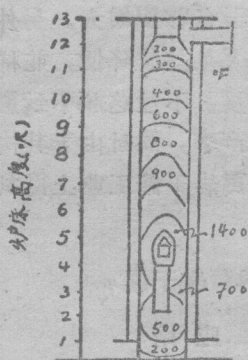


图2 6吨气燃爐等
溫层縱切面图

面干餾強度 1140 公斤/小时/米²；
原料頁岩块度 5—32毫米；空气125
米³/吨頁岩；循环瓦斯 530 米³/吨
頁岩；干餾瓦斯出口温度 51℃；頁
岩炉灰排出 温度 85℃；焦油收率
(对費氏鋁甌分析) 94%；焦油比
重 0.933；瓦斯产率 181 米³/吨頁
岩；瓦斯热值 801 仟卡/米³。

根据 6 吨炉試驗数据，1953 年
在科罗拉多又建立了日处理能力为
150—300 吨的工业化大型試驗炉。

这种炉子的构造如图 3 所示。其主要技术指标如下：原料頁
岩含油率 10% (費氏鋁甌分析)；块度 9.5—76 毫米；日处理

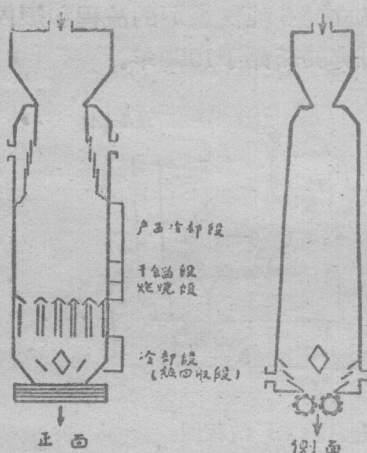


图3 科罗拉多室式气燃爐

量 214 吨/日；断面干餾強度
1456 公斤/米²/时；空气 83
米³/吨頁岩；稀釋瓦斯 80 米³
/吨頁岩；冷却瓦斯 368 米³
/吨頁岩；炉頂瓦斯出口温
度 67.5℃；炉灰排出温度
158℃；焦油产率 (費氏鋁
甌分析) 85%；瓦斯产率
169 米³/吨頁岩；焦油比重
0.93；焦油傾点 27℃；焦油
含流 0.7%；焦油餾程：—
10% 餾出温度 260℃，50%
餾出温度 434℃，90% 餾出

温度 574°C 。

不过到现在为止，美国气燃式頁岩干餾炉尚处于試驗阶段。而苏联已經把气燃式干餾法用于工业生产的愛沙尼亚宾差式頁岩干餾炉，得到了良好的效果。宾差式頁岩干餾炉是一种和撫順炉相似的发生炉式頁岩干餾炉。在用气燃过程以前，这种炉子炉内的温度不易控制，时常发生炼炉現象。炉灰中可燃物損失大，热量不足，因此采油效率低，仅达到70%左右。最近按照图4所示改建炉的结构，在炉内沿直径方向砌筑气体燃烧室，向炉内通入循环瓦斯，使部分瓦斯在炉内燃烧，補助干餾所需热量，並借以控制炉内温度，因此干餾作业大大改善，采油率較改建前提高15%；此外，並具有以下的优点：

- (一) 干餾炉处理能力提高30—40%；
- (二) 炉灰中可燃物的热量損失降低了；
- (三) 有可能方便地調节炉内温度；
- (四) 操作的管理工作減輕了，因为再不用进行繁重的操作，特别是处理炼炉的操作；
- (五) 車間的卫生条件也得到了改善；
- (六) 蒸汽煤气混合物带出的灰尘減少了；
- (七) 由于处理量的加大，商品頁岩油和煤气产量也增多了。

在西德，亦已利用魯奇式低温干餾炉改建为带发生段的頁岩干餾炉，其采油率在85%以上，处理能力可达450—500吨/日。这对于大規模从頁岩制取液体燃料工业的发展，是极有帮助的。所以气燃式干餾法，特别是室式气燃炉，由于其处理能力大，气体和固体在炉内分配与运动情况良好，采油效率高，已成为当前頁岩干餾炉发展的一个新方向。

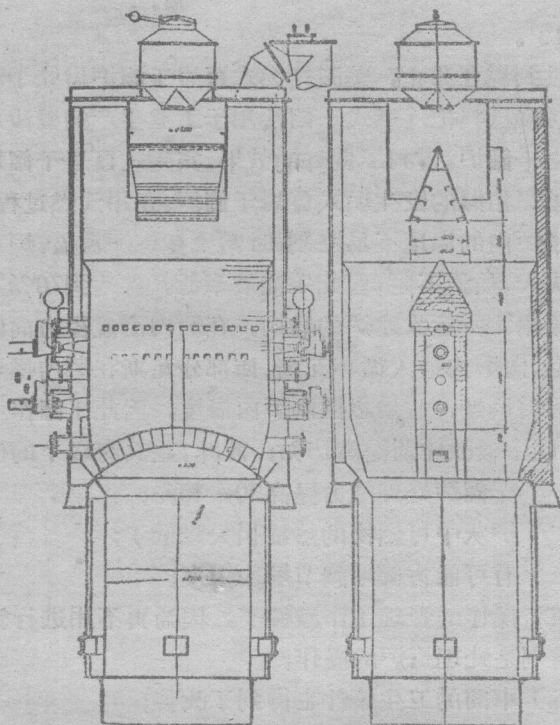


图 4 增加气燃过程后的宾差式頁岩干餾爐

樺甸式干餾爐“內燃通瓦斯”理論的研究

原石油九厂 彭承麟

一、前 言

“內燃通瓦斯”就是把洗滌过的干餾瓦斯循环通入頁岩

干餾爐內燃（發生爐部分）中去，以控制爐內溫度和補助干餾需要熱量。這一經驗是根據近年頁岩干餾工業上所新創造的瓦斯內燃式爐的原理而具體運用到樺甸頁岩干餾爐上去的結果。方法非常簡單，但效果却很顯著。

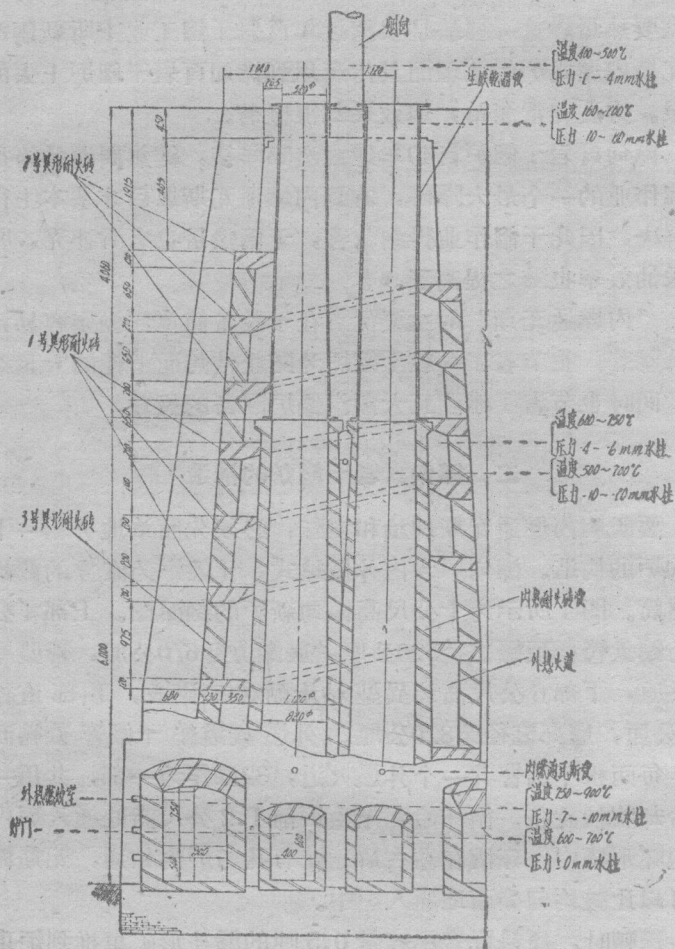
樺甸頁岩干餾爐自49年建設迄55年初，結焦問題始終是干餾作業的一個最大障礙，直到內燃通瓦斯以後才基本上得到解決，因此干餾作業得到改善，干餾熱量也有所補充，所以采油效率也隨之提高了。

“內燃通瓦斯”的主要優點在於設備簡單，操作容易，效果顯著，並節省了一般干餾爐為防止結焦而消耗的大量蒸汽。同時也節省了建設巨大蒸汽鍋爐設備的投資。

二、樺甸頁岩干餾爐的構造

要說明內燃通瓦斯理論和實際，必須先簡單地介紹一下樺甸爐的構造。樺甸爐為內外併熱式，干餾爐為直立的截椎形圓筒。圖1所示為十公尺高樺甸新爐的剖面圖。上部4公尺為鑄鐵管，頂端直徑520公厘，底端直徑670公厘，管壁厚25公厘，下部6公尺高為異型粘土耐火磚砌成，頂部直徑670公厘，底部直徑為820公厘。外燃火道繞干餾管旋轉而上，每两根干餾管共一個外燃火道，32根作為一部，共用一套冷卻收油設備。循環冷瓦斯由爐前1.2公尺高处通入爐內密閉環形槽中，環槽在左右后三處有孔與爐內相通，瓦斯經此可以比較均勻分布地通入爐中。

運轉時，原料頁岩用容量0.5噸的漏斗形礦車推到爐頂由管口加入。原料靠重力自動下降，經過干燥、預熱、干餾、還原和氧化各層後，所余爐灰由下端前面的爐門掏出。干



桦甸新爐剖面图

餾瓦斯經洗滌收油后一部分循環通入爐內，其餘瓦斯全部引回外燃燒室作燃料，整個作業不需另由外部補充燃料。所發生瓦斯及頁岩中固定炭含量的熱值基本上可以滿足自身熱平衡與需要。

各處的溫度、壓力等作業條件如圖 1 中所示。內燃通瓦斯量，視頁岩原料之不同而異，例如對於含油率較高的二層頁岩（含油率 14%）為 160—170 公尺³/噸頁岩，含油率較低的一、三層頁岩（含油率 6—8%）為 260—270 公尺³/噸頁岩。

三、內燃通瓦斯以前的情況

樺甸爐在內燃通瓦斯前，爐內結焦情況很嚴重。爐子中間經常發生因結焦而挂起來的現象。為了處理焦子，工人們常打連勤（因為交接班制度中規定焦子處理不下來，下班工友不接班）。甚至有時當工人正在用鐵鉤子通焦子時，焦子忽然下落，甚至造成人身事故。當焦子處理不下來時，便須停爐出空。停爐後，因焦子仍托住頁岩不下來，怕火層繼續上升至上部把鐵管燒壞，就不得不採取向爐內通水熄灭火層的做法。因此爐體常遭受驟冷的作用，耐火磚強度降低，磚和鐵管的接口脫開；許多鑄鐵干餾管發生炸裂隙縫，造成內外串漏現象。因此爐體損壞日劇，生產逐日下降。所以有的工人說簡直是“老太太過年，一年不如一年”。內燃通瓦斯前，從 54 年 9 月至 55 年 3 月爐體損壞逐月加劇和采油率與爐子設備利用率也隨之下降。

結焦情況，隨處理頁岩塊度的降低而加劇，因此限制了塊度較小的頁岩不能單獨處理，只得把塊徑 20—100 公厘的