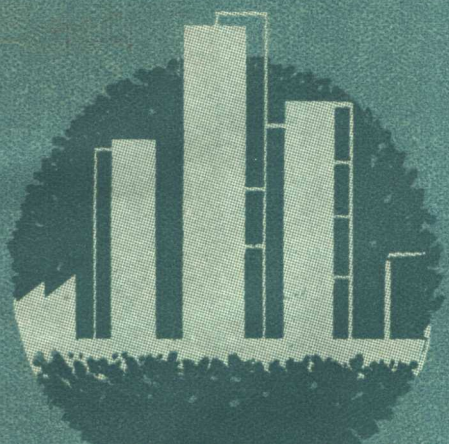




煤的成堆干餾法

北京石油学院红旗快油厂编

中国青年出版社

內 容 提 要

煤的成堆干餾是一種設備簡單、操作容易、能够普遍推广的煤綜合利用的方法。它的產品半焦可以用在小高爐煉鐵和土法煉鋼上，氨可以做化肥，焦油可以煉成輕柴油和重柴油，油里的重餾分可作成潤滑脂供給機器和車軸軸承用，重質殘油還可以用做煉鋼爐爐襯的材料，油焦是制電極的良好原料，還有酚可制塑料，煤氣可作燃料。這本小冊子是根據北京石油學院紅旗煉油廠的生產情況寫成的。開頭先講有關煤成堆干餾的基本知識，以後着重介紹了他們的試驗和改進方法，生產上應該注意的地方，以及他們是怎樣創造104%的采油率記錄的。

写在前面

祖国正在以世界上所从来没有过的速度向前飞驰，工农业大跃进的浪潮日益高涨。为了保证钢铁工业的发展，保证机械动力的来源和机械的润滑，也为了使农业得到充足的化肥，必须把煤的综合利用提高到相当重要的地位。而煤的成堆干馏是一种设备简单、操作容易、能够普遍推广的煤综合利用的方法。

成堆干馏以它的独具的特点能生产种数很多的产品，来满足各种工业的需要。象干馏半焦普遍用在小高炉炼铁和土法炼钢上；生产的氨可以做化肥；生产的焦油可以炼成轻柴油和重柴油，油里的重馏分可以做成润滑脂供给机器和车轴轴承用，重质残油可以用做炼钢炉衬的材料，油焦是制电极的良好原料；此外还可以得到酚、苯、甲苯等，都是重要的化工原料。干馏产生的煤气可以做燃料，也可以用来开动煤气机发电。

3 为了推动煤的动力-化学综合利用，也为了在学校里贯彻党的三勤四结合的教育方针，使教育为政治服务，为生产服务，在我们北京石油学院兴建了年产300吨焦油的煤成堆干馏厂和供试验用的年产10吨焦油的煤成堆干馏装置，前者的投资是17,000元。

有些有保守思想的人認為煤成堆干餾是原始的、落后的方法，不科學。他們說成堆干餾的采油率提不高，最高也超不過60%。可是事實駁斥了這種論調。我們北京石油學院小型成堆干餾裝置的采油率已達到鋁餾出油率的108%，大型堆采油率也已達到104.58%，若再加上輕質油那就更高了。我們完全相信成堆干餾的采油率一定可以更大地提高。

在這本小冊子里，我們先一般地介紹有關煤成堆干餾的一些基本知識，包括原理、設備和方法；然後將我們的一些生產試驗結果加以總結並進行分析，對新生產方案提出我們的意見。我們的工作剛剛開始，缺點和錯誤難免，希望各地同志給我們支持和指教。

目次

一 煤成堆干餾的基本知識..... 5

什么叫煤成堆干餾(5) 干餾方法的分类(6) 煤成堆干餾的設備和
生产方法(8) 干餾过程中煤层所起的变化(12) 煤的含油率和成
堆干餾的采油率(15) 煤成堆干餾的原料(16) 煤成堆干餾操作上
应注意的地方(17) 焦油的加工(19) 煤成堆干餾是科学的煤加工
方法(21)

二 通过我們第一阶段的生产来看煤成堆干餾 的一些問題.....23

我們初建阶段的流程和設備(23) 我們第一阶段生产的一般情
况(25) 怎样插釵子观察火层(26) 关于均匀布料問題(27) 封頂
和扎孔要适当(28) 噴水要适量(29) 为什么目前成堆干餾的采油
率还不高?(31) 对提高成堆干餾采油率的意見(32)

三 內燃煤气式成堆干餾.....34

小型成堆干餾爐試驗內燃煤气的情況(34) 从小型堆試驗看操作中
应当注意的几点(38) 內燃煤气式300吨爐成堆干餾的試驗情
况(39) 內燃煤气式300吨爐操作上应注意的問題(43)

四 煤成堆干餾的各种产品和回收方法.....46

煤成堆干餾的各种产品(46) 氨的回收(48) 輕質油的回收(50)
污水处理(52)

五 煤成堆干餾厂的流程.....54

附录一	低温焦油含酚馏分直接缩合以制取塑料 和液体燃料.....	56
附录二	煤成堆干馏含酚污水中回收酚类.....	63

一 煤成堆干餾的基本知識

什么叫煤成堆干餾

所謂干餾，就是把固体燃料放在特別的裝置里隔絕氧气加熱，使固体燃料里的有机質受熱分解的過程。

煤是各种固体燃料当中最主要的一种。煤里除了含有水分和礦物質(煤完全燃燒以后剩下来的灰就是礦物質)以外，其余的就是有机質。煤如果在空气里加熱，有机質就会燃燒。但如果隔絕空气加熱，有机質会分解产生一种可燃的气体，叫做煤气；同时产生一种粘稠的液体，叫做焦油，它在热时揮发变成蒸气分离出来，冷下来就又凝成液体。剩下来的固体，就是焦炭。

成堆干餾是許多种干餾方法当中最簡單的一种。所以說它簡單，因为別种干餾方法都需要結構复杂的干餾爐，而成堆干餾却只要用磚砌成或用土围成一个可以装煤并进行干餾的方形堆爐就行了。

成堆干餾的方法簡單說來是这样：把煤放在砌成的堆爐中間，象烟斗一样地从上面用木柴引火。空气被从頂部吸入，有一部分煤(或煤干餾所产生的焦炭)就燃燒生成高温的气体。这种气体被抽向下方，用它所帶的热量来干餾下面的煤层。干餾产生的气体和揮发性液体就和热气流一起，被从堆

底的管道抽出，进入冷凝回收系统，回收焦油和其他副产品。

所以，成堆干馏就用被干馏的煤的一部分燃烧发生的热量来完成干馏的过程，不需要外面另加燃料来补充热量。

我们开头说干馏是隔绝氧气加热，在成堆干馏的情况，却是把空气通到煤里去，好象没有隔绝氧气，这是怎么回事呢？

原来在成堆干馏的时候，一部分的煤和干馏产生的焦炭的确没有隔绝氧气，因此它们所发生的变化并不是干馏而是燃烧，正是利用它们燃烧来发生热量，供给干馏的需要。但在燃烧层下部的煤，虽然接触到从上层抽下来的热气流，因为原来空气里的氧气已经基本上被上层的燃烧消耗掉了，所以不会再次发生燃烧。因此在燃烧层下部的煤层是在进行隔绝氧气的干馏。

干馏方法的分类

为了对煤成堆干馏有进一步的了解，我们把各种不同的干馏方法简单说明一下。

干馏由于达到的温度不同，可以分成三种：低温干馏、中温干馏和高温干馏。

把煤加热到 $500-550^{\circ}\text{C}$ 、并且在这个温度下维持一个相当时间的干馏，叫做低温干馏。煤在这个温度分解，除产生煤气外，还会产生大量的焦油。如果煤的温度达到 $550-600^{\circ}\text{C}$ ，以后即使继续加热，也不会再产生焦油。所以干馏的目的如果主要是为了得到焦油，那就可以采用低温。不过这时候产

生的焦炭里面还含有比較多的可揮发的成分,这种焦炭一般叫做半焦。

把煤加热到 750°C 左右、并且在这个溫度下維持一个相当時間的干餾,叫做中溫干餾。煤在这个溫度分解产生的煤气特別多,所以干餾的目的如果主要为了得到煤气,可以采用中溫。

把煤加热到 $900-1100^{\circ}\text{C}$ 、并且在这个溫度下維持一个相当時間的干餾,叫做高溫干餾。煤达到这个溫度以后,基本上已經分解完全,焦油和煤气都已經不再产生,剩下來的焦炭含的揮发分不超过 1%,如果我們用的煤是适合于炼冶金焦的煤,那么这样就可以得到質量很高的冶金燃料。所以如果干餾的目的主要为了得到質量高的冶金焦,那就要采用高溫干餾。

成堆干餾基本上是一种低溫干餾,不过干餾以后的焦炭在燃燒层里溫度升得比較高,所以也兼有中溫和高溫干餾的作用。

用来干餾的装置——干餾爐还可以依照供应热量的方法不同,分成外热式和內热式两种。

外热式就是把要干餾的煤放在干餾室里,而在干餾室外燃燒燃料加热。在这里,干餾产生的煤气和焦油气并不和燃燒产生的烟气混在一起,所以焦油冷凝和回收比較簡單,同时可以用小块的煤和粘結性强的煤,这是外热式的优点。

內热式就是讓供应热量的热气流直接和要干餾的煤接触。这个方法的优点是传热效率高,热量損失小,爐子直徑不

受限制，处理能力大，同时爐子构造簡單，建筑費用比較低。缺点就是焦油冷凝回收比較麻煩；所用的煤如果块度太小，或者粘結性强，热气流不容易通过，就会影响生产。

此外也有一种内外并热式，就是又在内部又在外部来供給热量。

外热式和內热式相比，內热式更有前途。煤的低溫干餾的将来发展趋势，是發揮內热式的优点，克服內热式的缺点。

煤成堆干餾爐就是一种內热式的装置，所以我們要大規模地发展煤的低溫干餾工业，成堆干餾是一种很好的方法。

煤成堆干餾的設備和生产方法

煤成堆干餾的設備比較簡單。在干餾部分主要是建一个堆爐(图 1)。

堆爐最好建在不透水的土質上，先把地基夯实。如果下面是透水的土层，例如砂土，最好能加上粘土一起夯实。在夯实的地面上鋪上水泥或三合土，就成了堆底。这样做是为了不使干餾产生的焦油滲入地下，造成损失。堆底应当略高于周围地面，并且略向一側傾斜，在低的一边开一条小沟，讓流到堆底的焦油能够自动集中到小沟流出去。

在堆底四周用砖砌上大約 40 厘米(1 尺 2 寸)高的围墙，围墙一般围成长方形，长寬尺寸看煤堆大小斟酌决定。为了装堆扒堆方便，可以在围墙的一面留一个活口，等装好堆以后再砌。围墙的两个长边可以砌得高些，可以砌到和煤堆一样高，不过要下寬上窄，砌成梯形。

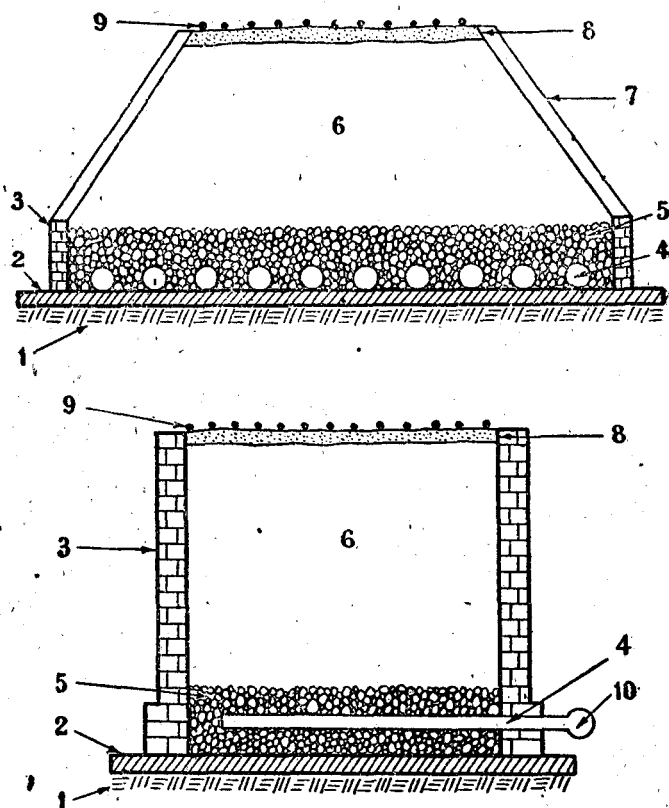


图1. 堆爐和装堆方法。上,縱剖面;下,側剖面。1. 夯实的土层;2. 水泥或三合土堆底;3. 围墙;4. 有孔的誘导管;5. 卵石层;6. 煤层;7. 黄土封蓋层;8. 煤末层;9. 木柴;10. 集合管

在堆底上，按相等的距离放上一根根有許多小孔的鉄管子或陶土管子，这些是抽气和收集干餾产物的通道，叫做誘导管。也可以不用現成的管子，改用砖搭成拱道来代替。在誘导管的兩側和上下都鋪上2-5厘米(0.6-1.5寸)大小的卵石或碎石，用来保护誘导管。

誘导管的一端通出到围墙外面，接上管徑比較大的一根鋼管，这根鋼管叫做集合管。如果堆不大，只有七八根誘导管，只要一根集合管就够了；如果堆大，每七八根誘导管配上一根集合管，再把几根集合管通到一根总管。集合管或总管再通过焦油回收系統連向抽气机。

干餾的煤就堆在卵石上面。煤块的大小以0.5-5厘米(0.15-1.5寸)的比較合适，事先要經過适当的破碎和篩分。煤块太大了，气流容易透过，太小了，对气流的阻力比較大，这些都会影响干餾的过程。装煤的时候，可以把0.5-5厘米的煤块不分大小一层一层堆上去，也可以先把它篩分成两部分，一部分是3-5厘米(0.9-1.5寸)的，鋪在底下，一部分是0.5-3厘米(0.15-0.9寸)的，鋪在上面。最上面可以鋪一层0.5厘米(0.15寸)以下的煤末。煤堆的两个长边是靠着围墙直上去的，两个短边却是斜上去的。

装好堆以后，就把堆的傾斜的兩側用湿的黃土封严，留着堆頂不封。現在在堆頂均匀放上一层木柴和干树枝，就可以准备点火。

点火的时候要由几个人同时在几处点，最好短時間內就能將堆頂木柴全部点着，使火势能够四面均匀。木柴点着后，

就可以开动抽气机，抽入空气帮助燃烧，把堆顶的煤末全部引燃。

煤末引燃之后，堆顶也可以用黄土薄薄封盖一层。

上层煤的燃烧热量借燃烧产生的烟气逐渐传布到下部的煤层，使下部的煤层进行低温干馏。干馏产生的煤气、焦油气、水蒸气等混合气体和烟气一起借抽气机的抽力由堆底的诱导管抽出。诱导管进入集合管时先经过一个水封。水封就是一个盛水的管，让诱导管的口没入水里，诱导管口出来的气体先通过水，然后从水面以上的出口流出进入集合管。设置水封的目的是要降低气体的温度，回收焦油，消灭在不正常情况下气体在堆底出来时可能会带来的火焰。

气体经过水封和集合管时有大部分（约70%）的焦油被冷凝下来。集合管里通有循环水，就是用水泵把冷水从一头打进去，从另一头出来。冷凝的焦油就随着集合管里的循环水流流出去，流到一个油水分离槽。焦油因为比水轻，在油水分离槽里就和水分离。分出焦油后的水再送回集合管循环使用。如果焦油重，分不开，可以在水里加些食盐，提高水的比重。

从集合管出来的气体流到冷却塔。冷却塔是使气体冷却的装置。在冷却塔的塔顶有冷水（一般温度是30°C）喷洒下来。气体从塔的下部进入往上升，遇到喷洒下来的冷水，气体的温度就继续下降，同时气体里所含的焦油气也冷凝下来。冷凝下来的焦油和上面喷洒下来变热了的水一起流到油水分离槽，在槽里进行油水分离。分离出焦油以后的热水用水泵

送到一个凉水塔(凉水塔就是使热水冷却的装置),冷却以后再用泵送到冷却塔循环使用。

从冷却塔出来的气体就进入抽气机,从抽气机出来,就可以送到需要的地方当燃料去燃烧,这就是煤气。

从集合管出来的气体也可以先经过一个分水槽,把可能带来的水气分出以后,就进入抽气机。从抽气机出来再经过冷却塔,从冷却塔出来又经过一个分水槽,送到需要的地方去燃烧。

煤在堆炉里一层一层地干馏,等到最底下一层干馏完毕以后,就停止抽风,并在堆顶喷水灭火冷却,然后扒堆。先除去堆顶和堆侧的煤灰和黄土层,然后把半焦扒出来送到贮焦场去贮存或直接运出工厂去。

堆底的卵石应该看情况斟酌清理。诱导管或砖砌通道一般可以不必每次检查,但过一个时期应该把整个堆底全部检查一次。围墙应该检查有没有裂缝,坏了的地方应该修补好。以后就可以再装堆干馏了。

煤成堆干馏的整个过程大概就是这样。

干馏过程中煤层所起的变化

煤在成堆干馏的过程中,在堆炉里所起的变化究竟怎样呢?

干馏开始以后不久,煤堆里大体可以分成五层(图2):

最上面的一层是已经燃烧完了的一层。这一层因为刚烧过,温度还很高,从堆顶抽进来的空气通过这一层,就被加热,

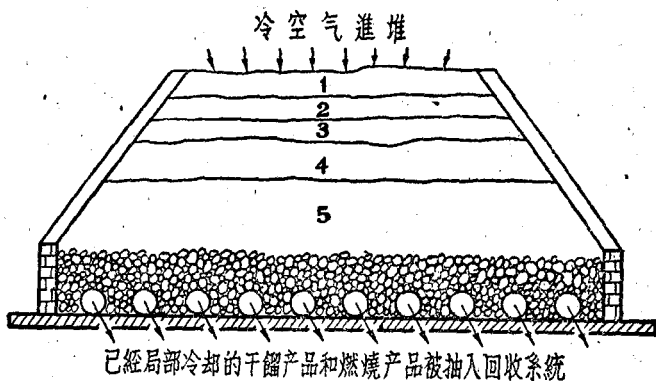


图2. 干餾煤堆的分层。1.空气預热层;2.燃燒层;3.干餾层;
4.煤預热层;5.冷煤層

所以这一层叫做空气預热层。空气經過預热,供給下面一层的煤或焦炭燃燒就更好。

第二层是正在燃燒的一层,所以叫做燃燒层,也叫火层。这一层在燃燒的主要是一部分干餾产生的焦炭,因为这一层煤受到第一层煤燃燒产生的热气流的作用,已經发生了干餾过程。

燃燒层的下面是干餾层。这里的煤得到从上面下来的热,同时因为抽进来的空气里的氧气被上面燃燒消耗掉了,所以不会燃燒,只能进行干餾。

第四层是煤預热层。这一层在干餾层的下面,上面下来的气流到这里溫度已經不很高,不能使这一层煤发生干餾,但煤的溫度还是升高了,就为下一步的干餾創造了条件。

最下面的一层是冷煤層。这一层基本上是冷的,上面下

来的气流温度已经更低，干馏出来的焦油气可能有一部分在这一层里冷凝成液体，落在堆底，顺着倾斜的堆底流出，收集在堆外的焦油缸里。

上面所说的分层，实际上并不是完全有很明显的界限的，只是一个大体的情形罢了。

从煤分层的情况可以看出，原来冷的煤先经过预热，温度逐步升高，以后就进行干馏。在低温干馏的时候，随着温度的提高，煤所起的变化是这样：

1. 在 115°C 之前，煤放出了所含的水分，进行了干燥。

2. 在 $150-200^{\circ}\text{C}$ 的范围里，吸附在煤里的气体被释放出来。

这两步变化就是在煤预热过程里发生的，这时候煤的干馏过程还没有真正开始。

3. 温度达到 200°C 以上时，煤才开始分解。这时候放出的主要是二氧化碳，其次是一氧化碳和水蒸气（这些水蒸气是煤分解产生的，不是原来吸附在煤里的）。

4. 温度到 300°C 左右，开始有焦油气出现。到 350°C 时，焦油气已经相当多，同时产生的气体也增加很多。这时气体里除了二氧化碳外，还有大量的氢、甲烷和不饱和的碳氢化合物象乙烯、乙炔之类，这些气体都可以燃烧，所以煤气可以当燃料。同时气体里还出现有含氮和含硫的化合物。有一种含氮的化合物是氨，可以回收做化肥。

5. 温度达到 $425-475^{\circ}\text{C}$ 时，焦油的产生最激烈。直到 $550-600^{\circ}\text{C}$ ，焦油才停止产生。以后温度如果继续升高，就只

产生气体了。这时候煤已经变成了半焦。等到所有的煤都变成半焦，一个干馏的周期就算进行完了。

应该说明，上面所说的温度，也只是就一般的情况来说的，实际上也要看煤的组成而变。煤里含的氧越多，开始分解的温度越低。比方年青的褐煤在 220°C 就开始分解，年老的褐煤到 270°C 才开始分解。

煤的含油率和成堆干馏的采油率

煤成堆干馏基本上是一种低温干馏，它的目的主要是得到焦油，所以能得到的焦油量多少，是大家都关心的问题。说明能得到的焦油量多少的指标，叫做采油率。

但是，采油率一般并不是依照多少煤出多少焦油来计算的。因为煤的种类不同，它含的油多少（叫做含油率）也不同。一种含油率 15% 的煤，每 100 斤煤应该可以出 15 斤油，如果我们实际每 100 斤煤出的油是 9 斤，我们说采油率是 $9 \text{ 斤} \div 15 \text{ 斤} \times 100\% = 60\%$ 。又如一种含油率只有 10% 的煤，如果我们实际每 100 斤煤出的油是 8 斤，它的采油率就是 $8 \text{ 斤} \div 10 \text{ 斤} \times 100\% = 80\%$ ，比出 9 斤油的还高。

那么怎么知道一种煤的含油率呢？现在大家用的是一种叫做铝钵干馏的方法。把磨成一定块度大小的 20 克左右的煤样放在铝制的钵里，用煤气灯或电炉加热 20 分钟，使铝钵温度升高到 260°C ，然后每分钟升高温度 5°C ，升到 510°C 以后，停留 10 分钟，在这样条件下干馏出来的焦油量和所用煤样的重量的比值，就叫做这种煤的含油率，也叫铝钵出油率。