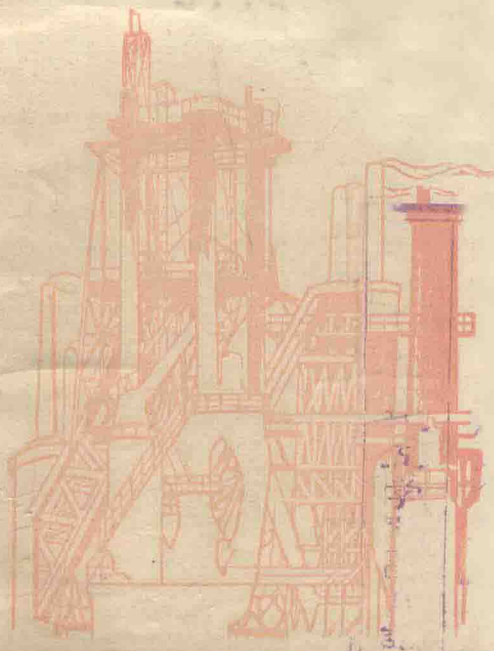


鋼鐵工業生產知識叢書

怎樣煉焦

浙江省輕工業廳煉焦辦公室編



浙江人民出版社

編者的話

高速度地發展鋼鐵工業，完成和超額完成今年的鋼鐵生產計劃，這是全黨全民面臨着的一項偉大任務。當前保證鋼鐵生產計劃完成的條件之一，就是保證礦石燃料和焦炭的供應。煉焦工業在我省還是一種新興的工業，大家對煉焦都缺乏經驗和基本知識，迫切需要這方面的材料。因此，我們將山東、上海等有關單位關於煉焦方面的材料選了一部分，並稍加修改編成此書，以供各地參考。

由於我們的水平有限，又急於付印，沒有很詳細的校正，錯誤和不妥之處一定不少，望讀者及時提出批評。

編者

目 录

第一部分：煤、焦、油生产的一般知識.....	(1)
甲、煤的基本性質.....	(1)
烟的成因——煤岩成份——煤的研究，——煤的分类	
乙、煤的干餾.....	(6)
什么是煤的干餾——干餾的一般反映——干餾的供热方式——高溫干餾。	
丙、煉焦化学主要产品及用途.....	(11)
丁、煉焦化学工业的綜合利用.....	(14)
戊、煉焦生产过程.....	(16)
甬的結構及火力的发展——焦炭燒制中經常發生的事故及其原因——影响炭化时间的因素	
己、有关采油方面的几个問題.....	(21)
煤气道的位置——煤气道的形狀——煤气道的砌法——冷却溫度——有关分餾方面的几个問題。	
第二部分：煉焦、蒸餾的生产过程及其操作規程.....	(35)
焦的生产过程概況——煉焦技术操作規程——焦油蒸餾的过程——焦油蒸餾操作規程	
第三部分：煤及焦炭的檢驗規程：.....	(65)
甲、煤：采样——制样——儲样——測定專供分析总水份的實驗室試样中总水份——測定全分析試样中的水份含量——揮发物——灰份的緩慢灼燒測定法或标准測定法——灰份的快速測定法——固定碳——硫份——膨脹度。	
乙、焦炭：試样制备——專为測定水份用样品中总水份的測定——焦炭的分析样品中水份含量的測定——揮发物——灰份——硫份——篩分試驗——墜落試驗。	

第一部分：煤、焦、油生产的一般知識

甲、煤的基本性質

一、煤的成因

煤是由有机化合物和无机矿物質所組成的一种复杂的混合物。煤的起源問題，从理論上与实验上，都証明煤是由古代时植物堆积，埋藏到地下，再經地質变化而形成。

了解煤的性質，必須研究煤的成因与生成过程。一般分为菌解作用和变質作用的两个阶段。

1. 菌解作用：即生物化学作用，植物在隔絕空气的条件下，进行緩慢的菌解而腐爛。这种作用，能使植物中的各种有机物起腐蝕、同化、溶解、消化作用，放出一氧化炭、二氧化碳和氧气。而使殘留体中的氫氧减少，炭素相对的增加，結果就完成了第一阶段造泥炭的过程。

2. 变質作用：即地質化学作用，是以压力、溫度为主的地質作用，使前阶段所造成的泥炭进一步变化到褐煤、烟煤、无烟煤。

变質作用是使煤受到压缩与坚固的过程，同时煤中的水分与揮发物也就逐漸的减少。

煤的炭化作用，随着埋藏愈深，压力愈高，則所受到的炭化程度亦愈高。炭化程度最高的煤是无烟煤，所含固定炭（即固体状态的可燃物質；煤的揮发物为气体状态的可燃物質）达90%以上，相对地揮发物的含量却很少，一般則小于8%。

二、煤岩成分

煤的岩相：把煤的薄片放在顯微鏡下分析和觀察，可以分為四種成分，每種成分是由造煤時的原始物質的不同，以及成煤的變化程度不同而形成的。

1. 鏡煤：是由木質素、纖維素、經弱菌解作用後，繼續炭化而成膠質的透明體。

2. 暗煤：是由木質素、纖維素、經強菌解作用後，繼續炭化而形成的。其內包有樹角質、臘松、芽包等殘留體。

3. 亮煤：菌解作用程度介於上述兩者之間。

4. 絲炭：經強烈的菌解作用而形成的。

各種不同的煤，含有不同的成分。無煙煤中的主要成分是鏡煤，煙煤中上述四種成分都有。隨各種成分比率的不同，可分為各種不同種類的煙煤。褐煤的成分主要是暗煤。燭煤和藻煤亦是屬於褐煤類的。

三、煤的研究

煤的研究可分為兩個方面，在化學上的研究分為工業分析、元素分析與干餾。在工藝上的研究分為煉焦性試驗與發熱量的測定。

下面對煤的研究所用的一般指標作簡要的說明：

1. 煤的工業分析是測定煤中的水分、灰分和揮發分以及煤的發熱量指標。

水分：燃料煤中所含的全部水分，可稱為普通水分。常用（WP表示）煙煤全部水分一般為10%左右。

WJ表示煤的實驗室水分。即在實驗室內相對濕度的條件下，所測得的水分含量。

灰分：煤的灰分是煤中可燃物質經燃燒後的殘渣，常用AC%來表示干燥煤中的灰分。煤的灰分可分為兩種：內在灰分，其來源於成煤植物中的灰分；外在灰分，其來源於雜混着的礦物質及煤層開采中的矸石。

被开采的煤层，其所含灰分指标，一般规定最高不得超过40%。但是对一些含油性很高的煤层，如燧煤或藻煤在需要时，灰分达到50%，也可开采。

挥发物：煤中的有机物质，能在高热下分解，挥发出来的物质称为挥发物，常用VL%来表示。

计算煤的挥发物和元素分析时，都是按试样煤的重量除去水分与灰分后来计算的。

随着成煤的炭化程度不同，而各种煤所含挥发物亦不相同，炭化程度高的煤，则所含挥发物就愈少，相对的所含固定炭就增多。例如泥炭挥发物一般为70%，最高达93%，褐煤45—55%，烟煤10—35%，无烟煤8%以下。

煤的发热量：煤的发热量对其评价有着很大的作用。无烟煤和烟煤的一般发热量为6,000—8,000大卡/公斤；低质煤的发热量则小于4,000大卡/公斤。

2 煤的元素分析：

煤炭可用化学分析方法，把它分成若干化学元素，并可确定它们在煤中的含量。

煤中主要元素包括炭、氢、氧、氮、硫、磷等，其中硫分指标对冶金工业影响很大，如含硫分每增高0.1%，则对炼铁用焦要多耗1.8—2.4%的焦炭，另外高炉的生产效率要下降3%。

四、煤的分类

煤的分类方法要满足各个不同地区煤层特点的要求，要能概括煤的基本性质和物理化学性质，同时要能确定各种各样煤的工业用途。

煤的分类方法有化学分类法、成因分类法、工业用途分类法三种。

1 化学分类法：

西欧19世纪末叶“郭聶尔”工业分类法，被广泛的采用着。

各种煤的发热量、挥发分、固定炭、水分含量、灰分含量（大概数）及低温焦油出率的指标。

	发 热 量 大卡/公斤	煤的可燃有机 物为 100 %		试样煤重量为 100%		低温焦油 出率(为 干燥煤%)
		挥发分%	固定炭%	水分%	灰分%	
木 材	2,400					
泥 炭	2,600	70~90	30~10		0.5~5	7.7~1.26
褐 煤	4,000~7,000	45~55	55~45		5~30	4.8~16.9
烟 煤	6,900~8,900	10~35	90~65	3.2~3.5	5~30	2.0~18.1
无烟煤	8,000~8,600	0.1~8	92~100	0.1~1	5~20	~
藻 煤						1.2~48.8

2 煤的工业用途分类法，可分为化工用煤、冶金用煤、动力用煤三种。

3 煤的成因分类可分为陆植煤及腐泥煤两种。

附表 1

煤 的 种 类	揮 发 分 V Γ %	炭 (C)	氫 (H)	氧 和 (O+N)	O+N H	焦 炭 夹 出 率	焦 炭 性 質
1. 干 長 烟 煤	50—40%	75—80%	5.5—4.5	19.5—15	4—3	50—60%	粉 末 狀
2. 油 性 長 烟 煤 及 瓦 斯 煤	40—32%	80—85%	5.8—5	14—0	3—2	60—68%	熔 融 有 裂 紋
3. 油 性 煤 及 鐵 煤	32—26%	84—89%	5.5—4	11—5.5	2—1	68—74%	熔 融 稍 有 裂 紋
4. 焦 炭 煤	26—18%	88—91%	5.5—4.5	6.5—5.5	1	74—82%	熔 融 裂 紋 少
5. 貧 煤 或 半 烟 煤	18—10%	90—93%	4.5—4	5.5—3	< 1	82—90%	粉 末 狀

附：

工业分析指标的計算說明：

$$\text{水分 (WP)} = \frac{\text{吸着水分重量}}{\text{試样煤重量}} \times 100 \text{ 百分率。}$$

$$\text{灰分 (AC)} = \frac{\text{灰分 (矿物質) 重量}}{\text{試样煤重量} - \text{吸着水分重量}} \times 100 \text{ 百分率。}$$

$$\text{揮发分 (VT)} = \frac{\text{可燃物量重量} - \text{一个固定炭重量}}{\text{試样煤重量} - (\text{水分灰分的重量})} \times 100 \text{ 百分率。}$$

乙、煤的干餾

一、什么是煤的干餾

將煤在隔絕空气及氧气的条件下加热，使煤分解的过程就叫做干餾。干餾結果可以得到固体焦炭、煤气、焦油、苯、氨、臘等产品。所以煉焦化学工业与冶金工业、化学工业、石油工业等的发展，有着极其密切关系，并且与民用燃料和动力燃料也有着重要的連系。

二、干餾的一般反应

煤的化学構造十分复杂，它的有机質分子構造还未十分清楚，无法用若干化学方程式来描述干餾的反应过程。煤的干餾过程通常分成下列五个阶段。

1. 120°C 以前为干燥阶段，此时主要是蒸发原料表面所吸附的水分。

2. 120—200°C 为解吸阶段（注1），此时將原料細小孔隙中所包含与吸附的气体逐出，并釋出一部分結晶水，所以可发现少量的二氧化碳、甲烷、硫化氢以及水蒸气等。

以上二阶段，煤中的有机質尚未起显著的变化。

3. 200—300°C 为热解初期，煤开始分解，放出一氧化碳、

二氧化碳、水及少量焦油。

4. 300—550°C 时有机質剧烈分解，放出大量揮发物，絕大部分的焦油在此时生成，固体残余物中碳含量迅速增加形成半焦。气体中除各种氧的化合物外，还有不飽和烴类（ C_mH_f ）（注 2）以及甲烷氫气等。

5. 550—1,000°C 或更高溫度为热解后期，焦油已生成完毕，半焦中的有机物不断剧烈分解与縮合，放出大量气体，其中主要成分为氫气与甲烷，半焦則增炭成为焦炭，有机物中的氮分則大部在此时轉化为氮气、氨及氰酸而逸出。

以上五个阶段所起反应，总是相互交錯的。各阶段的反应情况，主要是指干餾过程中的“初次反应”，而实际上不可避免地有不同程度的“再次反应”的发生。

煤的干餾，在目前被广泛应用的有兩種，一是高溫干餾（煉焦），一是低溫干餾（半煉焦）。它們之間主要差別在于干餾过程的最終加热溫度不同，高溫干餾最終加热溫度在 1,000°C 以上；低溫干餾最終加热溫度为 550—600°C。兩種方法对爐型及原料煤的要求以及生产的目的性都不同。

三、干餾的供热方式

供給干餾所需热量的方式很多，大致可分成二类：

1. 外热式：在裝固体燃料的容器之外加热，間接傳热。高溫干餾为了得到高質量的焦炭，通常用此法。

2. 內热式：使某种攜有大量热的热载体直接与干餾原料接触以供热量。（这种载体可以是气体、液体或固体，目前以气体载体应用最广泛）低溫干餾常用此种方式供热。

內热式优点：

1. 由于热载体直接与干餾用的燃料相接触，能保証爐內各处受热均匀。热的利用也較外热式經濟。

2. 受热面积等于原料的表面积，故提高了爐子的处理能

力。

3. 生成的气体产物可以迅速引出，焦油产率比一般外热式的爐高。

4. 由于无须攪拌等特殊装置，因此爐子構造也大大简化。

目前世界各国及我国所有大规模的低溫干餾工厂，都采用内热式的干餾设备。

四、高溫干餾

高溫干餾，最普遍的以生产冶金焦为主，回收化学产品为副。但也有作为生产化学原料为主，或供应城市民用煤气为主，但后二者目前所占比重还非常小。

1. 結焦性

煉焦用煤最主要的性質就是“結焦性”，焦炭的結構、收縮度、裂紋的大小和特征、脆度、气孔率、可燃性这一切都决定于結焦性。

結焦煤的主要特性，是当它們加热时轉变成成为膠質状态的性能力或熔融性，及轉变到膠質状态的膨脹力。实际經驗証明，为了得到組織均匀和質量良好的焦炭，必須使煉焦裝入之煤有一定膨脹力，又不会使爐子磚牆发生危險。

在加热时不能形成或只形成很薄的膠質层的煤，（煤加热軟化成膠質狀，此膠質狀厚度为膠質层）就不能煉出合格的冶金焦炭。良好的冶金焦用煤其膠質层的厚度是在17—28毫米。

单独使用一类煤，要煉出好的焦炭，象这样的煤是非常少的，故目前煉焦都用几种性質不同的煤配合在一起，使这种混合煤具有煉焦所要求的性質。所以煉焦配煤是必須的重要的工作之一。

2. 煉焦配煤

煉焦用煤的配合情况决定产品的产量与質量。所以为得到不同的产品，配煤有所不同。如果为了得到冶金焦炭，（冶金焦炭質量如强度、灰分、含硫量等要求很严格），則要求煤的質量也

就高，这样的煤一定要經過洗选，如果为了生产煤气、等則煤就不必經過洗选。

配煤原則：

①焦炭質量滿足使用部門的要求。

②結焦过程产生之膨脹压力不会使焦爐破坏，推焦操作容易。

③提供大量的副产品。

④应具有恆定的篩分組成，与堆极比重，以保証焦炭質量及化学产品的产量和加热制度的稳定。

⑤国家地区資源的合理使用及避免相向交通運輸。

3. 高溫干餾的主要产品

(一) 焦炭：冶金焦炭主要用于煉鉄，其要求如下

(1) 焦炭灰分。我国目前焦炭灰分一般是12—14%，苏联8—13%。根据現在煉鉄經驗焦炭每增加灰分1%，焦炭消耗量增加2%高爐产量降低2—3%。

(2) 焦炭含硫量，硫之多少影响到生鉄中含硫量多少，每增加0.1%的硫分，冶煉过程多消耗1—2%焦炭。

(3) 强度，焦炭强度是冶金焦的决定性指标，一般用轉鼓指数作为强度的指标，即將410公斤焦炭放在一个直徑25毫米的轉鼓中，轉鼓兩壁的距离为800毫米，兩壁之間圓周上固定着直徑25毫米的圓鉄棍，相鄰二棍距离为25毫米，轉鼓每分鐘轉10周，共轉15分鐘，轉动之后遺留在鼓內的焦炭数量作为“轉鼓指标”。一般大高爐要求轉鼓指数要大于320公斤。

焦炭除了作冶金用外，还可作鑄造、制造水煤气等用，但这些焦炭的質量要求比冶金焦要低得多。

(二) 煉焦煤气：

每吨煤在煉焦过程中約生成煤气300—340立方米，煤气成分大約是：二氧化碳1.8—4.0%，一氧化碳4.5—7.5%；甲烷20—34%，氫45—62%，氮5—20%等；发热量4,000—5,000大

卡/立方公尺。

4 煉焦化学产品

(一) 煉炭化学产品回收的基本原理。

(1) 冷却与冷凝：煤气經冷却，使其中容易冷凝的产品分离出来，如水、焦油等。

(2) 吸取：

吸收——煤气通过吸收剂將煤气中某种成分气体溶解到吸收剂中去，然后再从吸收剂中將溶解在吸收剂中的气体分离出来，如从煤气中回收粗苯。

吸附——煤气通过吸附固体，將煤气中所要得到的成分吸附进来，例如从煤气中用活性炭吸收苯。

(二) 化学产品回收的一般过程

从煉焦爐頂上放出来之煤气，进入煤气管，遇到氨水噴洒，使煤气受到强烈的冷却，大部分煤焦油冷凝下来。

煤气通过洗滌塔，用水自焦爐气中將氨洗出，所得之洗滌水中含氨8—12克/立升，再在蒸餾塔內用水蒸汽將氨赶出，变成氨与水蒸气的混合物，冷凝后成为濃氨水含氨180—200克/立升。

苯的生产。从焦爐內放出的煤气，除去了焦油与氨之后进入洗苯塔，用焦油作为吸收剂，將苯吸收，得到粗苯。回收粗苯的溫度为20—25°C，將粗苯蒸餾，依溫度不同而分餾出甲苯、二甲苯、純苯等产物。

焦油精制。从焦油中直接取得个别的純产品实际上是不可能的。因为焦油中許多成分的沸点很接近。因此必須將焦油分离为几个餾分，使某一类产品集中在某种餾分之中，然后再进一步的精制。

我国鞍鋼化工厂焦油餾分分析如下：

輕油：初餾点81—85°C，180°C以前餾出量90—97%，含酚4—9%。輕油中主要含苯类产品，含純苯25%，純甲苯19%，

純二甲苯19%。180°C以前基本蒸干。

酚餾分：初餾点171—182°C，200°C以及餾出量75—95%，含酚量28—40%，含萘量10—25%，酚餾分在180—210°C內蒸干。

洗滌油餾分：初餾点235—250°C，300°C前餾出量90—98%，含萘量5—15%，含酚2—4%。

萘餾分：初餾点290—300°C，360°C以前餾出物40—60%，含酚1—3%，粗萘8—20%。除去了各种化学产品的煤气，就成为燃燒用的原料了，也就是我們平常說的煤气。

丙、煉焦化学主要产品及用途

煉焦化学产品，我国目前能生产的有24种，但国民經济各部門的迅速发展，特别是有机化学工业的发展，这些产品显然不能滿足需要，相差量非常大。苏联在1955年以前已經生产66种产品，在第六个五年計划中准备增加49种，其他資本主义国家在这方面发展的也非常快。目前在理論上研究出焦油中包含300多种品种。

煉焦化学主要产品及用途

产品名称	主要用途	占原料中之百分量
I、苯类		
1 純苯	染料、农藥、合成、 酚及橡膠等	占粗苯之60—70%
2 无硫苯	攝影片及特种有机合 成原料等	
3 純甲苯	有机化学合成等	占粗苯15—20%
4 混合二甲苯	噴漆、油漆及橡膠之 溶剂	占粗苯4—8%

5	鄰位二甲苯	染料、塑料等合成之原料	
6	間位二甲苯	合成染料	
7	对位二甲苯	合成纖維及农藥等	
8	汽車动力苯	汽車燃料及噴漆工业	
9	溶剂油	油漆、溶剂	占粗苯之 5—15%
10	工业二硫化炭	制造人造絲、四氯化炭及农藥等	
11	古馬隆树脂	塑料及造漆工业等	占重溶剂油30—50%
12	环戊二烯	合成橡膠及农藥等	占粗苯之0.6—25%

II 焦油类

(1) 中性产品

1	萘、	染料、塑料及毛皮制品不受蛾虫侵害的藥品。	占焦油的 5—10%
2	蒽	染料等	占焦油的0.5—1.5%
3	喹啉	合成染料、塑料及农藥等	占焦油的1.0—20%
4	菲		占焦油的 4—6%
5	芘	合成染料及塑料等	占焦油的1.5—2%
6	蒾	合成染料	占焦油的1.5%
7	蒽	合成染料	
8	芴		占焦油的 1—2%
9	环氧联苯	用于染料及香料	占焦油的0.5—1.0%
10	联苯	染料	占焦油的0.2—0.4%
11	A—甲基萘	可制植物生長刺激素	占焦油的0.5—1.0%
12	B—甲基萘	制維他命K及止血剂	占焦油的1.0—1.5%

(2) 酸性产品

- | | | | |
|----|-------------|-----------|--------------|
| 1 | 酚 | 塑料、医藥、染料等 | 占焦油的0.2—0.5% |
| 2 | 鄰位甲酚 | 农藥及消毒杀菌剂等 | 占焦油的0.6—1.2% |
| 3 | 間位、对位
甲酚 | 塑料制造 | |
| 4 | 混合二甲酚 | 消毒杀菌剂 | 占焦油的0.4—0.5% |
| 5 | 2、4、二甲
酚 | 航空汽油抗氧剂 | |
| 6 | 3、5、二甲
酚 | 消毒杀菌及农藥 | |
| 7 | 3、4、二甲
酚 | 消毒杀菌剂 | |
| 8 | 喹啉 | 消毒杀菌剂 | |
| 9 | 卫生来苏兒 | 消毒杀菌剂 | |
| 10 | 50% 黑色碳酸 | 消毒杀菌剂 | |

(3) 鹽基性产品

- | | | | |
|---|---------------------|---------------|------------------|
| 1 | 砒砒 | 塑料、医藥及溶剂等 | 占焦油的0.5—
1.5% |
| 2 | A—噻哥林 | 合成橡膠等 | |
| 3 | B噻哥林合成維
他命B5 等藥品 | | |
| 4 | C—噻哥林 | 制肺結核藥剂 | |
| 5 | 喹啉 | 合成藥剂及染料 | |
| 6 | 黑喹啉 | 合成藥剂及染料 | |
| 7 | 砒砒溶剂 | 溶剂 | |
| 8 | 吡啶(Индол) | 香料及动植物刺激
素 | 占焦油的0.1—0.2% |
| 9 | 吡啶(Акриодик) | | |

(4) 瀝青类产品

- 1 道路瀝青
- 2 屋頂建筑用瀝青
- 3 电极瀝青

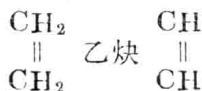
(5) 煤气中回收的制品

- 1 硫酸
- 2 乙醇
- 3 甲醇
- 4 乙烯
- 5 硫铵

农业肥料

注 1. 解吸: 將溶解气体自溶液中驅出的操作, 称为解吸。在此过程中进行的是从液相到气相的物質傳遞。

注 2. 不飽和烴类: 有很多有机化合物, 它們分子里的碳原子和較少的氫或其他元素的原子相結合, 因而使碳的化合价不能滿足。在这种有机化合物里, 相鄰的碳原子就只得增加彼此間的鍵来相互滿足各自过剩的化合价, 于是碳原子間就往往有兩個价鍵或三个价鍵相联結。如



丁、煉焦化学工业是煤的綜合利用

煤是由古代植物变質所形成的一种极为复杂的有机化合物。由于煤本質的复杂, 所以至今还没有探索出一种完全合理的利用方法。煤的最早的利用方法——直接燃燒, 至今还在广大的範圍內被使用。多少年来人們观察到煤在燃燒前的加热过程中发出一部分煤烟, 把煤烟收集起来加以冷却, 就可以得到一部分黑色的油和一部分煤气。煤的干餾工业就是在这个基础上发展成功的。把煤裝在一个密闭容器里加热, 使煤在容器內受热力作用分解。