

81.75  
FSX

中等专业学校教学用书

# 人造石油工艺学

撫順石油学院人造石油教研組編



工业出版社

中等专业学校教学用书



# 人造石油工艺学

江苏石油学院人造石油教研组编

江苏工业学院图书馆  
藏书章

中国工业出版社

全書共分四篇：第一篇敘述了固体燃料的生成、性質及其用途等；第二篇敘述了固体燃料低温干餾的方法，分別介紹了各種爐型的干餾。其中特別着重介紹了現有撫順式干餾爐、魯奇爐和氣燃式方型爐的爐體結構、工藝流程和工藝條件及其控制等。第三篇敘述水煤氣製造及合成石油的一般概念、工藝設備結構、工藝流程和工藝條件及其控制等。第四篇介紹了破環加氫高压設備的結構、工藝流程和工藝條件及其控制等。

本書比較全面系統的介紹了人造石油制取的过程，因此可作為石油中等專業學校石油煉制、煉廠機械及儀表自動化等專業教學用書，也可供有關人員參考之用。

## 人造石油工艺学

撫順石油學院人造石油教研組編

中國工業出版社出版（北京保德門路丙10號）

（北京市書刊出版事業許可證出字第110號）

石油工業出版社印刷廠印刷

新華書店科技發行所發行·各地新華書店經售

開本850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub>·印張67<sup>7</sup>/<sub>8</sub>·字數167,000

1961年7月北京第一版·1961年7月北京第一次印刷

印數0001—1033·定價 9—4) 0.80元

統一書號：15165·254(石油-53)

# 前 言

我国石油工业高速度地发展，迫切需要大量又紅又专的石油工业建設人材。但是在过去教学过程中，沒有符合专业要求的教科書或教学参考書，使培养干部和提高教学質量的工作受到一定的影响。为此，我們根据党对教育工作的指示、石油工业发展的需要和几年来教学工作的体会以及現有資料，由教研組几位教师集体編写了这本书。

本书为石油中等专业学校炼厂机械、仪表自动化、石油炼制等专业教学需要而編写的。在編写过程中，我們力求能使本书做到既要符合系統的科学性，又要結合当前的生产实际；既要全面介紹人造石油的一般概念、生产原理，又要重点結合专业的需要，並且使生产工艺流程能很好的与設備結合起来。但因時間仓促，加之編写同志的业务知識和經驗不足，不能完滿的达到編写的目的，因此錯誤难免。在这里，悬請各校教师、同学、有关工程技术人員和工人同志，給予批評和指正，以便再版时更正。

撫順石油学院人造石油教研組



## 目 录

## 前言

## 第一篇 固体燃料化学

第一章 固体燃料的生成 .....	1
第1节 概述 .....	1
第2节 固体燃料的生成 .....	1
第二章 固体燃料的工业组成 .....	5
第1节 固体燃料的工业组成 .....	5
第2节 工业组成对热加工的影响 .....	6
第三章 煤的分类和用途 .....	7
第1节 煤的分类 .....	7
第2节 煤的用途 .....	8

## 第二篇 固体燃料的低温干馏

第三章 固体燃料低温干馏基本概念 .....	11
第1节 一般概念 .....	11
第2节 低温干馏的原料 .....	13
第3节 操作条件对于馏的影响 .....	15
第二章 固体燃料加工前的预处理 .....	18
第1节 固体燃料的破碎 .....	18
第2节 固体燃料的筛分 .....	25
第3节 粉末压錠 .....	27
第4节 固体燃料的运输和贮存 .....	27
第三章 抚顺式干馏炉 .....	32
第1节 概述 .....	32
第2节 抚顺炉的构造 .....	33
第3节 抚顺炉的工艺流程 .....	37
第4节 抚顺炉的操作 .....	42

第5节	撫順爐的改进	45
第6节	三段撫順式干餾爐	49
第四章	煤的低溫干餾	51
第1节	魯奇爐的結構及工艺流程	51
第2节	魯奇爐的操作条件与控制方法	55
第3节	魯奇爐的改进	59
第五章	气燃式方型炉与堆炉	61
第1节	气燃式方型爐	61
第2节	堆爐	65
第六章	内外併热式干餾炉	70
第1节	内外併热式爐的构造	70
第2节	内外併热式爐改进措施	71
第七章	低溫干餾产物的冷凝与回收	73
第1节	干餾产物的冷凝与回收流程	74
第2节	干餾产物冷凝回收过程的设备	81
第3节	氨与吡啶碱的回收	94
第4节	輕質油的回收	102
第5节	平面布置与防火保安	106
第八章	固体燃料及干餾残物的綜合利用	111
第1节	顆粒原料的利用途径	111
第2节	粉末原料的利用途径	113
第3节	干餾残物的綜合利用	117

### 第三篇 炔类的合成

第一章	合成原料气的制造	120
第1节	气化概念及反应过程	120
第2节	影响气化过程的因素	124
第3节	間歇法制造水煤气	126
第4节	水煤气变换	134
第5节	其他制取原料气的方法	140
第6节	原料气的脫硫	143
第二章	合成的基本原理	149

第1节	合成对原料气的要求 .....	150
第2节	合成催化剂 .....	151
第3节	影响合成的操作因素 .....	153
<b>第三章</b>	<b>常压钴剂合成 .....</b>	<b>156</b>
第1节	常压钴剂合成工艺流程 .....	156
第2节	常压合成主要设备及产品回收 .....	158
第3节	烃类合成油厂的安全技术 .....	166
第4节	烃类合成的新途径 .....	167

## 第四篇 破坏加氢

<b>第一章</b>	<b>破坏加氢的基本原理 .....</b>	<b>169</b>
第1节	破坏加氢的反应 .....	169
第2节	破坏加氢的操作条件及其控制 .....	171
<b>第二章</b>	<b>破坏加氢的原料 .....</b>	<b>177</b>
第1节	加氢原料油的准备 .....	177
第2节	氢气的制备 .....	178
<b>第三章</b>	<b>破坏加氢的工艺 .....</b>	<b>181</b>
第1节	破坏加氢的工艺流程 .....	181
第2节	破坏加氢的工艺装置 .....	189
第3节	高压装置腐蚀及对材料的选择 .....	202
第4节	加氢生成油的处理与化工产品的回收 .....	204
第5节	破坏加氢厂的安全技术 .....	206
<b>第四章</b>	<b>破坏加氢的特点及发展方向 .....</b>	<b>208</b>
第1节	破坏加氢的特点 .....	208
第2节	破坏加氢的发展方向 .....	210
第3节	瓦尔嘴中压加氢 .....	210
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>212</b>

# 第一篇 固体燃料化学

---

## 第一章 固体燃料的生成

### 第1节 概 述

为了改变我国石油工业的落后状况，在我国不仅大力发展了天然石油，而且也相应地发展了人造石油。人造石油工业的原料，如煤、頁岩及其生产的某些产品都包括在燃料范围之内。但不是所有能燃烧的物质都作为燃料，燃料除能发光、发热和燃烧以外，一般应具备下列条件：首先，是此类物质容易燃烧，燃烧时放出大量的热量，燃烧产品应无毒及无腐蚀性；其次，价格便宜，在自然界中有大量的存在或容易得到。我们常看到的煤、汽油、瓦斯等都是燃料。燃料的分类如表1所示。

从表1看出，能作为燃料的物质大都是由碳、氢、氧等元素组成的有机物。

根据燃料来源，可分天然燃料与人造燃料两大类；根据燃料形态又可分固体、液体及气体三大类。天然燃料系大量存在于自然界中，而人造燃料大多数都是以天然燃料为原料，用人工方法所制得的。

### 第2节 固体燃料的生成

固体燃料如煤、頁岩等的性质各不相同，其原因很多，主要是决定于生成时原始物质堆积条件及转化过程等几方面。

生成固体燃料的原始物质，主要有生长在陆地上和沼泽地带中的“高等植物”和生长在海洋和死水池里的“低等植物”两种。当这些植物死亡以后，因为堆积的地方各不相同，死亡植物腐烂过程也就有所不同。



表 1

燃 料 种 类	天 然 燃 料	人 造 燃 料
固 体 燃 料	木 材 泥 炭 褐 煤 烟 煤 无 烟 煤 油 母 頁 岩	木 炭 半 焦 其 他
液 体 燃 料	石 油	高 溫 及 低 溫 煤 焦 油 頁 岩 油 合 成 油 高 压 加 氢 油 醇 及 其 他
气 体 燃 料	天 然 气	焦 爐 煤 气 发 生 爐 煤 气 水 煤 气 高 爐 气 裂 化 气 地 下 气 化 煤 气, 乙 炔 及 其 他

植物或动物死亡后, 就变成有机物的残体, 根据苏联科学家格·托托宁的意见, 这种有机物的残体, 由于空气带进氧气量多少不同, 可以发生下列作用:

1. 全败作用: 在空气充足的条件下, 堆积的死亡植物残体在氧的作用下完全分解成二氧化碳和水的过程。留下的仅为灰份, 此过程并不能生成可燃性矿物(頁岩或煤)。

2. 半败作用: 在空气不够充足的条件下, 堆积的死亡植物残体因氧化作用不够, 不能完全分解的过程。

3. 泥炭作用: 因低地沼泽中充满水, 高等植物死亡后就慢慢的堆积在水中, 这些植物由于和水面很接近或在水面上, 空气的进入虽然比较困难, 但仍然还能进入, 因此遭到半败作用变成腐

植土。但到后来由于植物繼續死亡及堆积，它們就完全与空气隔絕，氧气停止进入，这时死亡植物就依靠自己本身所含的氧发生脫水等作用，放出二氧化碳、水及甲烷，因此增加了碳的百分含量，減少了氢氧的含量，死亡植物經過这些作用后就完全失去了原来的状态結構，变成更加稳定、均匀、含水很多的黑色物質，这种物質就是泥炭。

4. 腐敗作用：生长在靜水湖泊中的浮游生物（低等植物），死亡后在沒有空气的情况下的分解过程。

以上四种作用，都是生物化学作用，是植物轉变为煤的第一阶段。随后的作用被称为煤化的第二阶段，即地質因素（温度、压力）的作用。

高等植物在泥炭化过程中，产生一种新的物質叫腐植酸，它是泥炭的重要組份，是植物残骸轉变为煤的一种中間产物。当泥炭上盖了一层矿石后，由于压力的作用泥炭中水份減少，生物化学作用減弱，腐植酸逐步轉变成腐植質，这时泥炭轉变为褐煤，在地質上称为岩化过程。

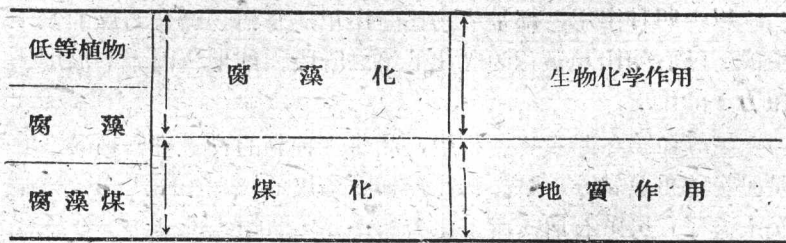
在压力和温度的作用下，腐植酸逐漸消失，腐植質轉变成腐植岩，褐煤进一步轉变成烟煤，无烟煤形成腐植煤的系統，此阶段称变質过程。

腐植煤生成过程



低等植物死亡后，紧密地沉淀在水底，然后在水底氧气不足的情况下，經受各种微生物的作用，而变成含水不低于95%的一簇簇棉絮状黑色的腐藻胶。腐藻胶不断的沉积，並在乏氧細菌的作用下，轉变成一种有柔軟感觉的油腻胶状的腐藻，此阶段称为腐藻化过程。当腐藻被埋沒在地下的情況下，就轉变为腐藻煤（或称腐泥煤），此阶段称煤化过程。

腐 藻 煤 生 成 过 程



常見的腐藻煤有藻煤、烛煤等。油母頁岩是腐藻煤的一种，其特点：

1. 含大量的矿物質，約33%以上。
2. 有机質內氢含量很高。
3. 低温干餾能产生焦油。
4. 具有片理性。

腐植煤和腐藻煤的主要区别，在于原始物質的堆积条件和轉化过程不一样，因此，这二种煤的工艺性質也有区别，不同的原料决定了产品用途和加工方向的不同。

除了腐植煤和腐藻煤以外，还有一种残植煤，原始物質是高等植物，生成过程类似腐藻煤，所以也称为腐植——腐藻煤，此矿产是很少的，所以对它研究較少。

## 第二章 固体燃料的工业組成

### 第1节 固体燃料的工业組成

煤內一般包括水份、有机質、矿物质，而煤在热加工过程中，最有經濟价值的是有机質，水份和矿物质則为多余的，但他們都是煤所含有的成分。

#### 一、水份

水份与煤生成的年代有关，愈是年輕的煤其性質愈接近于植物，所以含水份就多；愈是年老的煤因其受到压力、温度的影响而轉化，所以水份就少。举例如下：

泥 炭 60—90%

褐 煤 30—60%

烟 煤 4—15%

无烟煤 2—4%

泥炭含水多，說明年代輕，其性質很接近原始植物。煤的水份多，相对的有机質、矿物质含量就少，故煤热加工的經濟价值低。

#### 二、矿物质

由于生成煤的原始植物內含有一部份矿物质，所以煤內也含有矿物质。其次，煤內矿物质是在开采、运输及儲备过程中，从外界混入的，这种矿物质可以用人工或机械方法分离。

目前沒有找到既簡便又精确的直接測定煤中矿物质的方法，工业上是采用灰份的数值来表示，即煤在燃烧时，矿物质变成灰份。

灰份：煤在高温下完全燃烧后留下的产物称灰份。

#### 三、有机質

$$\text{有机質} = 1 - \text{水份} - \text{矿物质}$$

煤內有机質是最有用的成份，經热加工后能轉变成焦油、化



学产品、煤气及焦炭等。而这些产品都具有較高的經濟价值。

煤的热加工指煤在隔絕氧气下加热，有机質分解放出气态产物称为揮发份，留下的一部份固态产物称为焦炭。

揮发份中包括有煤气、氨、苯、甲苯、輕質油及焦油蒸汽（冷凝后成液态焦油）、水蒸汽。揮发份的多少是評定煤的重要指标，也是确定煤利用方向的主要条件。因为从揮发份的多少大致可以判断焦油的多少，作为低温干餾的原料，希望焦油生产愈多愈好，若揮发份大，則焦油产率可能較高。

揮发份产率与煤的种类有关。如：

1. 腐藻煤的揮发份一般60—70%，而腐植煤揮发份一般10—45%。

2. 腐植煤中愈是年輕的煤，揮发份产率就愈多。

泥 炭 70%

褐 煤 45—55%

烟 煤 10—50%

无烟煤 < 8%

揮发份的多少与氢含量有很大的关系，一般氢含量多，揮发份就大。人造石油工业的原料，总是选择揮发份大的原料。

## 第2节 工业組成对热加工的影响

### 一、水份

各种固体燃料均含有水份，水份多少会产生不同影响：

(一) 水份多的煤会引起过篩和除粉末的困难，在破碎时也需要消耗較多的动力，不仅增加不必要的运输装卸和貯存的費用，而且在冬季也容易造成冻结等困难。

(二) 在燃烧时，如果煤中水份过多，由于蒸发水份消耗了不必要的燃烧热，結果降低了煤的发热量。

(三) 煤中水在貯存时，会加速煤的风化和自燃。

(四) 低温干餾原料煤中水份含量若增大，热量消耗也增大，相对的降低单炉处理量。

## 二、灰份

在固体燃料中，我們希望礦物質少，因為它的存在給帶來一定的危害性。

(一) 礦物質是煤中的廢物，它的存在就相對地降低了煤中的有用成份，增加運輸費用，也降低使用率。

(二) 礦物質含量多在燃燒和氣化時產生大量灰渣，必須花費很大精力從爐中除去。如灰份熔點低時，往往也會造成爐渣凝結現象，影響爐渣排出。有時還造成爐內結焦，減少設備的容積，這都會給操作帶來很多困難。

(三) 在低溫干餾時，若礦物質含量過多，也會影響焦油產率。

(四) 在高溫干餾時，若礦物質含量過多，會降低焦炭的質量，影響高爐操作。

## 三、有機質

煤內有用的組成是有機質，不論是作燃料或制取焦油、煤氣、焦炭、化學產品，都是有機質分解而成的，所以希望有機質要多，則加工後經濟價值更高。

# 第三章 煤的分類和用途

## 第1節 煤的分類

煤雖然有很多種類，但主要是按其成因、變質程度、用途及煤的技術加工特性分類。

### 一、按煤的成因分類

根據煤的原始植物不同，將煤分為三種：

1. 腐植煤：它是由陸地高等植物形成的，分布最廣，而且是最主要的一種。世界上大部份煤田都屬於這一種，其中包括各種煙煤和泥煤。

2. 腐藻煤：是海洋和死水池里的低等植物和低等動物形成

的，屬於這類煤有燠煤和可燃性頁岩。

3. 殘植煤：由高等植物的孢子、角質、樹脂等穩定組成份所形成，屬於此類的有孢子殘質煤、樹脂殘質煤等。

## 二、按變質程度分類

煤變質的主要因素是壓力與溫度，植物經泥炭化之菌解作用變成泥煤，然後經變質作用逐步生成褐煤、烟煤、以及无烟煤，隨變質程度之進行，在工業分析中的揮發份逐步減少，而固定碳逐步增加，同時水份、氧、氫也普遍降低。

## 三、按用途分類

按煤的用途分類，則有用之煉焦、低溫干餾、造氣、動力及化學原料等。煉焦煤則要求結焦性強；低溫干餾及化學原料用煤則要求含揮發份多；動力用煤要求發熱量高、灰份熔點高等性質。

## 四、按技術加工特性分類

為便於煤的技術加工，根據各種煤的技術加工特性的不同，把煤按照它的揮發份 ( $V^r$ )、產率的大小和煉焦時產生不同的胶质層厚度為主要指標，劃分成无烟煤、貧煤、瘦煤、焦肥煤、肥煤、氣肥煤、氣煤、長焰煤、褐煤等類別，如表 2。

## 第 2 節 煤 的 用 途

煤是一種無價之寶，它既能以熱量和動能為人民生活和工業生產服務，又能供應輕、重工業和農業以量大、質高和品種繁多的原料和肥料。

煤的應用有以下几个方面：

### 一、直接燃燒的燃料

如在工業上燒鍋爐，各種破窖，鐵路運輸，家用煤等，均是把煤用來直接燃燒，使它產生熱能或由熱能轉變成動能。

### 二、工業生產的原料

1. 作為高溫干餾原料：生產高品質的冶金焦炭，高熱值的煤氣及氨、苯、甲苯、二甲苯、酚、萘、蒽等化學產品。

2. 作為低溫干餾原料：生產出氣化用焦，低溫焦油、輕質

表 2 煤技术分类草案(暂以炼焦煤为主)

煤 种		主 要 指 标	
名 称		挥发物 $V_r$ , %	胶质层厚度, $y$ 毫米
无烟煤	高 级	$\leq 5$	
	一 般	$> 5-10$	
贫 煤		$> 10-15$	
瘦 煤	粘 结	14-21	$> 7-12$
	弱 粘	14-21	6-7
	主 焦	16-27	$> 14-22$
焦 煤	付 焦	10-27	$> 10-14$
	弱 粘	$> 21-27$	$> 0-10$
焦肥煤	强 粘		$> 14-22$
	中 粘	$> 27-32$	$> 10-14$
	弱 粘		$> 0-10$
肥 煤	甲	20-32	
	乙	$> 32-38$	$> 22$
气肥煤	强 粘	$> 38$	$> 22$
	粘 结	$> 32-40$	$> 12-22$
气 煤	粘 结	$> 40$	$> 12-22$
	弱 粘	$> 32$	$> 7-12$
	气 烟	$> 32$	$> 0-7$
长焰煤	甲	$> 21-34$	0
	乙	$> 34$	0
褐 煤		$> 40$	

註：此表是一九五六年十二月第二次炼焦用煤的分类会议上，北京煤炭研究院提出的中国煤技术分类草案的摘要。



油、酚及少量的氨等产品。

3. 作气化原料：生产出煤气作为燃料或作为合成工业的原料气体。

### 三、煤的综合利用

把煤里所有的各种物质的有机物、无机物等，在一个工艺流程的系统中，全部利用起来，谓之煤的综合利用。主要是通过化学加工方法来利用的，如下表：

