

天津大学讲义

低温干餾工程

上册

天津大学燃料化学工学教研室編

石油工业出版社

天 津 大 学 讲 义

低 溫 干 餾 工 程

上 册

天津大学燃料化学工学教研室編

石 油 工 業 出 版 社

内 容 提 要

這本書是我國目前已出版的低溫干餾方面的書籍中比較全面的一本，書中收集了十分豐富的材料，討論問題也非常深入清楚。另外，本書的特点是能聯繫我國的實際情況，許多章節都有必要的計算方法。

本書分上、下兩冊出版，上冊討論低溫干餾，下冊討論焦油回收及加工諸問題。

本書可作各高等院校人造石油專業的參考教材，也可供低溫干餾工廠生產技術人員閱讀。

為了儘快滿足各地讀者的需要，本書的編寫和整理工作都很倉促，因此，書中可能有很多缺點和錯誤，希讀者多提意見供我們再版時修改。

統一書號：15037·544

天津大學講義

低溫干餾工程

上 冊

天津大學燃料化學工程教研室編

石油工業出版社出版（地址：北京市六環路石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

850×1168 1/32開本 * 印張9 1/2 * 228千字 * 印1—5,000冊

1959年4月北京第1版第1次印刷

定價(10)1.50元

前 言

本書是我們在1958年年中根據以前為燃料專業低溫干餾專門化四年級學生編的教材整理的。為了避免和學生已學過的課程重複，在編寫中我們沒有過分強調教材本身的系統性，而是有選擇地介紹學生必要的專業知識。

我們認為這本書有很多缺點。一方面我們在編寫時對黨的一整套教育方針體會得很差，結合實際很不够。另一方面，我們知道1958年對低溫干餾工業來說也是大大躍進的一年。由於加強了黨的領導，貫徹了羣眾路線，使這門工業根本改變了過去的面貌。這不僅反映在焦油產量的巨大增長上，同時干餾技術水平也有了很大的提高，比較難解決的焦油簡易加工問題我們也初步獲得了解決。我們的全民辦油的“小土羣”獲得了驚人的成就，由於羣眾的創造，使成堆干餾的采油率能夠一般達到70%以上，有的甚至達到100%。在爐型干餾方面由於採用了內燃瓦斯技術，在采油率和熱效率方面達到了和超過了國際上同類型爐子的先進水平。在黨的領導下，石油五廠同志們發揮了沖天的干劲，在掌握了用煙道氣氧化破粘技術以後又曾把魯奇爐的產量提高到735噸/日，大大超過了國際上魯奇爐的單爐生產水平。在煤炭綜合利用方面，已走出了實驗室試驗的階段，固體熱載體爐，流體化干餾爐的半工業試驗已開始操作。瓦爾加中壓加氫的工作正在國內積極進行。但所有這些以及在大躍進中的創造發明，由於發展得很快本書未能給以充分的反映。

以上這些缺點，在付印時我們自己也深感不滿。但由於出版社同志們的一再鼓勵和督促，我們大膽地將這份不成熟的东西交付出版。衷心希望得到讀者們的批評指教。

編者 1959年2月於天津大學

目 录

前言

第一章 緒論	1
第一节 干餾的一般概念	1
第二节 低溫干餾工業的發展簡史	5
第三节 低溫干餾工業在國民經濟中的作用	7
第四节 固体燃料的动力-工艺綜合利用和动力-工艺 联合过程	12
第五节 低溫干餾工業技術中存在的几个問題	16
第二章 低溫干餾过程的物理化学原理	16
第一节 原料性質对低溫干餾产品的影响	16
第二节 热对固体燃料有机質的作用	44
第三节 固体燃料兩步热加工原理	71
第四节 其他外部因素对低溫干餾的影响	80
第三章 低溫干餾	88
第一节 原料的預处理	88
第二节 低溫干餾爐的爐型發展及其特点	93
第三节 三段爐——現代煤的低溫干餾工業用爐	124
第四节 現代可燃性頁岩干餾工業用爐	139
第五节 流体化低溫干餾	147
第六节 固体燃料的地下低溫干餾	162
第七节 半焦的性質及其利用	165
第四章 低溫干餾爐設計基础	169
第一节 低溫干餾爐的物料平衡和热平衡	169
第二节 爐內傳热計算基础	196
第五章 流体力学原理及其应用	226
第一节 概論	226
第二节 几何压头	227
第六章 低溫干餾爐的供热設備	256
第一节 煤气的燃燒	257
第二节 煤气燃燒設備	268
第三节 煤气蓄热室(加热爐)	278

第一章 緒 論

第一节 干餾的一般概念

一、干餾的定义和目的

將固体燃料在隔絕空气与氧气的条件下，加热而使其分解的作業称为干餾过程。在上述定义中“隔絕空气与氧气”以及“將固体燃料加热分解”这两个干餾的必要条件是缺一不可的，它把干餾与燃烧、气化、干燥等作業严格地区分开了。

干餾的目的在于更合理的利用固体燃料所含有的有机成份。进行干餾的結果，固体燃料中的有机成份，分解成为分子較为簡單的各种揮發产物，以及含炭量增高了的固体殘渣——焦炭。从揮發产物中可以收回許多極有价值的化学产物，并得到可燃性气体。所得的焦炭則往往是良好的燃料或化学、冶煉等工業用原料。

由于人們掌握了怎样进行干餾作業，因而固体燃料在人类生产活动及生活中的价值被大大提高了。一个国家干餾工業的發达与否，在某种程度上可以反映这个国家的一般工業水平，因为它与鋼鐵工業、液体燃料工業、化学工業等有十分密切的关系。

固体燃料經過干餾能够得到怎样性質的产品，这些产品的产率又是多少，則要根据干餾所用的原料性質以及干餾所采取的条件(主要是加热条件)来决定。

木材、泥炭、褐煤、烟煤、油母頁岩等各种固体可燃物，均可作为干餾的原料。木材干餾的主要产品，除木炭外，則是从揮發产物中回收的醋酸和甲醇。但它們現在已可以用廉价的有机合

成方法来制取，因木炭虽然有含灰份及硫份低的优点，但因强度差，产量低，木材本身又是有价值的建筑材料而在煉鉄工業上几乎已完全被从烟煤制得的焦炭所代替，木材干餾工業仅在森林資源極為丰富的某些国家或地区有其价值。泥炭干餾所得的泥炭焦也有性質松脆的缺点，故应用不广，从泥炭干餾的揮發产物中可以回收很有价值的产物如醋酸、酚以及石蜡等。苏联的泥炭的儲量佔世界第一位，泥炭工業頗为發达。我国目前泥炭虽發現很多，但尚未有大規模之采掘与加工工業，小型的采掘则仅供当地農業作肥料之用。褐煤、烟煤及油母頁岩的干餾，在工業上意义最大，可以从中制取各种焦炭、液体燃料，以及汽油、苯、氨、蜡、煤气等等許多有价值的产品，故为我們討論的主要对象。

二、干餾的一般反应过程

燃料化学的知識告訴我們，各种煤和油母頁岩的化学構造十分复杂，他們有机質分子構造还未能十分肯定，并且各学說之間又有很大的爭論，因之現在还無法用若干化学方程式来描述干餾的反应过程，而只能从不同溫度下干餾所得的产物及反应进行时的热效应来推断有机質的大致反应情况。通常我們可以把煤或頁岩中有机質进行干餾时所經過的变化和反应按溫度区間分成下列五个阶段：

120°C 以前为干燥阶段：此时主要为蒸發原料中所含的表面水与吸附水份，因之需要供給大量的热，所以是吸热过程。

120—200°C 为解吸与預热阶段：原料細小孔隙中所包含与吸附的气体在此时被逐出，并釋出一部份結晶水，所以可以發現少量 CO_2 、 CH_4 、 H_2S 以及水蒸汽等，这一阶段也是吸热过程。

在干燥阶段与預热阶段时，燃料中的有机質尚未起显著的質的变化，直到 200—300°C 时，燃料开始分解，其中对热不穩的側鏈，基和官能团首先变化而放出 CO 、 CO_2 、 H_2O ，乃至少量焦

油，是为热解初期，或称为預热解阶段。

300—550°C时有机質进行剧烈分解而放出大量揮發物，絕大部分的焦油在此时期产生；固体殘余物中碳含量迅速增高而形成半焦；气体中除各种氧的化合物外，尚有饱和的烃类以及甲烷、氫气等；热解水則逐漸减少，是为热解中期。

550°以上，直到 1000° 或更高溫度，此时为热解后期；焦油已放出完畢，半焦中的有机物不断剧烈分解与縮合，放出大量气体，其中主要成份为氫气与甲烷；半焦則增碳，体积收縮而成为坚实的焦炭，有机物中的氮一大部分在此时期內轉化为氮气，氮与氰酸而逸出，由于剧烈的縮合作用，通常此阶段呈放热現象。

將干餾反应过程分为上述干燥、解吸、热解初期、中期与后期等阶段，只是大致的划分。應該注意，实际上各个阶段中所起的反应总是重叠和互相交錯的。

同时还應該注意，以上所述的干餾各阶段中的反应情况，主要系指干餾过程中的“初次反应”而言，所謂“初次反应”即固体燃料中所含的有机質本身在干餾时所起的反应；但实际上，进行干餾时不可避免地有不同程度的“二次反应”的發生。所謂“二次反应”即干餾所生成的初次揮發产物，自反应帶导出的过程中所起的各种反应，二次反应視加热及导出条件的不同，而可有極大的不同，其中最值得注意的是初次焦油的裂化反应。大凡初次焦油的性質愈不稳定，导出过程中所遭遇的溫度愈高以及在此高溫区域所停留的时间愈長，則初次焦油的裂化反应也就愈剧烈，其結果使干餾所得焦油的产率下降，煤气与焦炭的产率增加，焦油的性質則趋于饱和与芳香化。

三、干餾的分类和低温干餾的定义和目的

通常將干餾进行到 550°C 左右为止的作業称为低温干餾；750°C 左右为止的称为中温干餾；900° 以上的称为高温干餾。如

前所述固体燃料在 550° 以前几乎已将焦油全部放出。故低温干馏一般以制取初焦油为其主要目的，而以油母頁岩，褐煤，或炭化程度較低而含油率較高的烟煤作为原料。

高温干馏在目前最主要的目的是从适于煉焦的烟煤中制造高品质的冶金用焦炭，所以往往是鋼鐵联合企业中的重要组成部分之一。高温干馏时由于激烈的二次反应，故焦油收率甚少，且其性質不宜加工作馬达燃料，但由之可得到各种芳香族的化学产物，例如从焦油中可以收回酚，萘，蒽，从煤气中回收苯与甲苯等等。此外，尚可由煤气中回收氨，吡啶碱等含氮化合物，高温干馏煤气通常供給鋼鐵联合企业各种煉鋼爐，軋鋼厂加热爐等作为燃料之用，有时亦可以作为制造氢气的原料。頁岩的高温干馏則以生产發热量很高的煤气供給城市应用为其主要目的。

中温干馏在工業上应用很少，因为它既不能得到可供冶金用的高品质焦炭，又不能得到比低温干馏产率更高的初焦油。近年来在低温干馏爐中为了降低半焦中的揮發份含量，以便使半焦作为优良之气化原料，有时提高干馏的最終溫度至 $650-700^{\circ}$ 左右，而使作業接近于中温干馏。

此外，尚有將可燃性頁岩干馏至 $300-400^{\circ}$ 左右，而將其液体与固体产物，一起作为鋪路材料者，称之为“瀝青化”作業。但这种頁岩加工方法，目前在工業上不佔重要的地位。

表 1 列出低温干馏，中温干馏与高温干馏产品产率与質量的大致情况，由表可見，半焦中揮發份較高温焦炭为高，低温焦油的比重較輕而产率远較高温焦油产率为高，高温干馏所得煤气量比低温煤气多 2—3 倍，但比重較輕發热量較低（氢含量通常在 50% 左右），从煤气中回收的輕質烴类，在低温干馏时为粗汽油，高温干馏时則为粗苯。

中温干馏的結果，均介乎低温及高温之間。

低温、中温与高温干馏的产品比較
(均以烟煤为原料, 产率系以干燥煤为基准)

表 1

产 品		低温干馏	中温干馏	高温干馏
焦 炭	产 率 (重) %	70—80	70—75	72—78
	焦炭中揮發份 %	8—12	4—7	0.5—1
焦 油	产 率 (重) %	8—12	5—8	2.0—4.0
	比 重	0.9—1.0	1.0—1.1	1.1—1.2
煤 气	(重) %	6—10	8—12	12—16
	产 率 立 方 米	60—100	100—200	280—350
	發热量千卡/立方米	6000—8000	5000—6000	4000—4500
热 解 水	产 率 (重) %	2—7.0	—	1.5—5.0
氨	产 率 (重) %	微 量	—	0.1—0.35
汽油或粗苯	产 率 (重) %	0.8—1.0 (粗汽油)	—	0.6—1.2 (粗苯)

应该注意, 上表所列数据均为一例, 而实际上不同产地的泥炭、褐煤、烟煤及頁岩干馏时, 其产品产率与性質將有很大的出入。例如有的褐煤低温干馏时, 可以放出大于 10% 的热解水, 某些頁岩低温干馏时得到 20% 甚至更高一些的焦油产率, 产物的性質也可以相去悬殊。

第二节 低温干馏工業的發展簡史

十七世紀的末期, 随着資本主义的开始發展, 在 1684 年英国已經有了关于“从一种岩石中制油”的記載; 但是現代低温干馏工業的發展, 則約在十九世紀的初期开始。1805 年, 英国出現了用低温干馏方法从烟煤制造半焦以供家用的小型工場, 到了十九世紀中叶, 用低温干馏方法制取液体产品的工業迅速得到發展, 当时主要的原料是燭煤、褐煤和頁岩, 从中提取照明用的灯油和石腊, 1838 年法国就有了頁岩干馏工場, 1849 年, 德国从頁岩加

工中得到灯油的年产量已达 16000 吨，1850 年英国苏格兰地方开始建立了燭煤干餾工業，这个企業后来又改用当地的頁岩为原料，經過几次改建，以至于今，是现代頁岩干餾工業中的一个历史最久的企業。1860 年左右，以德国中部著名的褐煤田所产褐煤为原料發展了規模日趋龐大的褐煤低溫干餾工業。当时是以制取灯油及腊为主要目的。在美国，那时已有近五十个大大小小的頁岩干餾工場，其他如加拿大、西班牙等地，頁岩干餾工業也均有發展，十九世紀后期，天然石油的开采与加工工業兴起，以制取灯油为目的的低溫干餾工業逐渐趋于衰頹。在不同地区的發展情况，也很不平衡；一些盛产天然石油的国家如俄国美国等，低溫干餾工業長期得不到發展。而在英国苏格兰的頁岩干餾工業由于改进了干餾方法，同时可以大量回收硫铵，而得以維持迄今，英国的以制取家用燃料——半焦为主要目的的烟煤低溫干餾則在 1890 年前后仍得到若干發展，并且漸次推行到法国等地，但是这种工業由于产品銷路有限，各地人民生活習慣不同而沒有得到在所有国家中十分普遍的發展；在德国則由于天然石油資源缺乏，褐煤低溫干餾工業始終在进行，并有所發展。

二十世紀初叶，汽化器式內燃机出現，并且迅速地得到了極為广泛的应用，这种內燃机需要以汽油为燃料，汽油需要量因而激增，第一次帝国主义大战之后，天然石油更感供不应求，尤其是缺乏天然石油資源的国家，例如德国日本等，从帝国主义野心出發，更千方百计的以謀求从固体燃料制取液体燃料的方法，低溫干餾遂重新引起人們的注意，而其主要目的，則在于制取低溫焦油，俾进一步加工，以生产类似石油的各种产品。

二十世紀以来德国的低溫干餾工業發展十分迅速，例如 1915 年低溫焦油年产量为 65,000 吨，1933 年为 209,300 吨，1937 年为 643,000 吨，1943 年則达 2,633,000 吨，英国 1937 年半焦的产量約为 380,000 吨，副产低溫焦油約 36,000 吨，頁岩油产量

約 150,000 噸，蘇聯愛沙尼亞的頁岩工業，從 1930 年的年產頁岩油 10,000 噸，發展至 1940 年的 171,000 噸。蘇聯石油產量很高，但還在二次大戰以前，就已經建立了三個低溫干餾工廠，日本帝國主義在侵佔我國東北時期，為掠奪我國資源，解決其缺乏石油資源問題，曾在撫順等地建立了低溫干餾工業，其中以撫順頁岩工業規模最大，該企業從 1929 年起開始建設，至 1938 年年產頁岩油達 360,000 噸，之後尚續有發展。他如瑞典、西班牙、南非、法國等地，也有若干低溫干餾工業之建立，至於美國，在第二次大戰以前，低溫干餾偏於研究工作，在工業上發展不大，只有個別產量有限，以製造家用燃料半焦為目的的工廠。最近以來從低溫干餾出發以制取液體燃料的工業極為各國所注意，甚至一向不太重視低溫干餾的美國，近年來在庫路拉圖等頁岩產區也正加緊進行低溫干餾工業化的各種試驗。

第三節 低溫干餾工業在國民經濟中的作用

低溫干餾工業是人造液體燃料工業中的重要一環。在社會主義國家里石油工業對國民經濟的發展，具有極其重大的和多方面的意義，如果沒有強大的液體燃料工業，現代許多重要工業部門的建立和發展都是不可能的。液體燃料是現代飛機、拖拉機、汽車和其他各類內燃機的主要能量來源，以及為發展機械工業所必不可少的潤滑油的來源，它是工業、農業、交通業和國防的血液。因此，為了使我國早日建設成為一個偉大的社會主義工業國，使我們社會主義陣營——和平堡壘的力量更加強大，就必須大力發展液體燃料工業。

獲得液體燃料目前主要有兩個途徑。即開采及加工天然石油及從固體可燃礦物加工制取人造液體燃料。前者在數十年來一直是液體燃料的最主要來源。然而從相對儲量來看由固體燃料所能獲得的液體燃料比起天然石油是要多得多的。表 2 列有世界液體

燃料的估計儲量。

世界液体燃料的估計儲量

表 2

来 源	液体燃料儲量, 亿吨	%
現在开采的油井儲量	7.95	0.7
天然石油可能儲量	41.38	3.5
褐煤	111.38	9.6
頁岩	141.69	14.7
烟煤	834.89	71.5
液体燃料总儲量	1137.29	100.0

自然上表中的許多数字只是粗略的估計，但由此可以看出，人造液体燃料工業是有着广闊的前景的，在很多資本主义国家特別像工業發达的美国，国内天然石油資源已將趋枯竭，因此，一方面正加紧掠夺中近东等地的石油資源，另一方面正在大力开展对人造液体燃料的研究和工業化試驗。

在我国，由于旧中国的黑暗統治，遺留給我們的天然石油工業基础是薄弱的，人造石油工業也只有几个日本帝国主义为掠夺我国資源而建立的但已殘缺不全的工厂。解放以后，液体燃料工業才获得了强大的生命力，开始迅速地發展。全国原油产量，从1949年的年产12万吨，經過三年恢复和第一个五年計劃，到1957年年产已达145万吨，提高了12倍。但是，这一数量还远不能满足国民經济的要求！在党提出的社会主义建設的总路綫和在十五年或更短的时间內超过英国的口号的鼓舞下，全国各項社会主义建設事業，正以万馬奔騰之势向前躍进，对液体燃料工業也就提出了更多更高的要求，据估計到1962年，全国石油产品需要量將在几千万吨以上，为了赶上这个需要，必須坚决貫徹党中央提出的“天然石油和人造石油齐头并进”的方針，走“全党全

民办石油”的羣众路綫，做到大中小型相結合，土洋結合，中央工業和地方工業同时并舉。

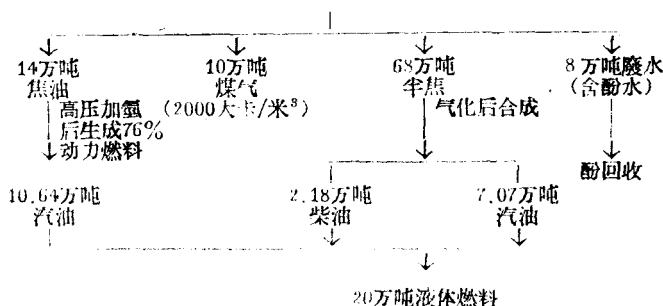
必須指出，我国天然石油資源是丰富的，几年来，在克拉瑪依，四川中部等地陸續發現了新的大油田，發展前途是远大的，但与此同时，人造液体燃料的資源更加丰富，而且分布面更广，我国煤儲量至少在1万5千亿吨以上，遍布全国，油頁岩資源原来估計儲量在3千亿吨以上，分布在21个省，而最近又發現仅河北省某地一地儲量即达400亿吨而且質量很好，这些，就为大办人造液体燃料工業提供了物質基础，从我国具体情况来看發展低溫干餾工業是非常有利的，例如最近提出的煤和頁岩的成堆干餾，由于这种方法具有建設快，投資少，便于就地利用資源，就地使用，节省运输等优点，特別适合于在县，乡，人民公社广泛建立。这样，积少成多，可以部分解决液体燃料的供应問題，干餾产品中有氨，可以回收就地作为肥料，半焦也可代替無烟煤以适应小型氮肥厂制氨的需要，和用于小高爐代替冶金焦。同时，这也就能够合理地安排使用农村劳动力，發展了农村技术力量，大大地縮小了城乡差別和工农差別。

一般地說，使固体燃料轉变为液体燃料——即所謂人造液体燃料，基本上有着三种方法，即低溫干餾，固体燃料的直接加氢和造气合成。通过低溫干餾，虽然只有一部份有机質轉变为液体，所得的焦油也需要进一步加工，但它却是最为簡單，能量消耗最少的一种方法，同时，为使固体燃料的有机質充分地轉变为有价值的液体产品，低溫干餾又是一个必要的中間环节。例如，著名的由煤生产人造石油的联合方式，見表3（以煤为例，表中的数字仅供参考）。

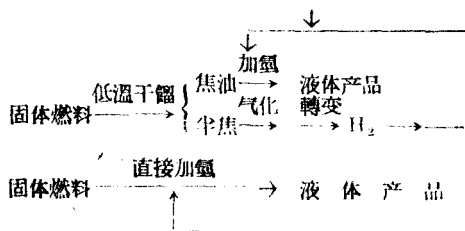
固体燃料的利用方案之一

100万吨煤低温干馏

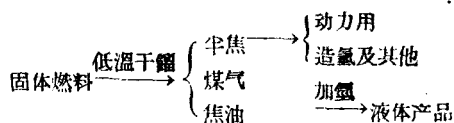
表 3



对易于直接加氢的固体燃料，可以采用下面联合方式，即焦油加氢和直接加氢的结合



也可以采取另外一种方案即



最后一种方式投资较少，燃料的热值利用较高，但液体产品产率较低，它使工艺过程与动力过程相联系，因而是固体燃料的动力-工艺综合利用方案之一。

自然焦油加工方式并不限于加氢，由于加氢的技术和装备都较复杂。目前对中小型成堆干馏所获得的焦油，可以考虑采用天然石油的加工方案即简单的蒸馏裂化(焦化)，也有将所得焦油经

过簡單的除塵脫水处理以后，直接用作低速柴油机燃料魚油加工，特别是烟煤魚油的加工，是一个新的課題。

通过低温干餾，除了可以获得液体燃料以外，还可以获得許多宝贵的产品，例如由每吨撫順頁岩干餾后，可以得到13.5公斤的硫酸銨，煤低温干餾时如温度适当（在700—800°C左右），也可能获得一定数量的有回收价值的氨，就这一点来说，低温干餾工業也是化学肥料的重要来源之一。此外，低温魚油本身又是重要的化工原料，其中含有大量酚类和一些吡啶类鹽基都可以分离出来。进一步进行加工。而頁岩干餾后所得到的頁岩灰也可以制造水泥。

另外一个值得注意的發展，是苏联正在进行的为了在制造冶金魚时，更多地回收化学产品，以及扩大煉焦煤品种的研究，这样，高温煉焦將不是在焦爐中一次进行，而是先进行低温干餾，然后半魚經過压型再进行高温干餾。

因此，低温干餾工業的發展是和液体燃料工業，动力工業，化学工業，以及冶金工業的存在与發展息息相关的。我国的低温干餾工業，特别是油頁岩的低温干餾，已經有了相当的基础，撫順的頁岩油工業，是世界上同类工業的最大規模之一，干餾技术我們已經基本掌握，在經濟上也已証明是有利的，基建投資，比起加氫和合成厂来说，要低得多。因此發展低温干餾工業是完全必要与可能的，可以说，低温干餾是人造液体燃料工業的一个基本环节。也是合理利用固体燃料的一个重要环节。

自然，也还必须指出，从产量方面来说低温干餾的主要产品是半魚，他們往往活性很大，不宜于長途运输和長期儲存，或者由于灰分很大（如頁岩半魚）無法单独使用。但这也正是决定了低温干餾过程只有和其他工業过程紧密地連系起来建立联合企業，半魚利用的問題才能合理的解决，才能得到更好的發展依据。

第四节 固体燃料的动力-工艺综合利用 和动力-工艺联合过程

应当指出，發展人造液体燃料工業，其中包括低溫干餾工業，不仅是由于对液体燃料的需要，而且也因为社会主义經濟本身要求我們最合理最有效地利用一切資源，以不断地提高社会生产力和人民的物質文化生活水平。無論从燃料的儲量或是消耗量上來說，固体燃料都佔着主要的地位，例如在苏联，固体燃料消耗佔总燃料消耗80%以上，我国的比例更大。然而，远非所有的固体燃料都得到了合理的利用。在我国，92%左右的固体燃料是作为动力燃料和民用燃料，沒有經過任何加工处理，所有的有机質都在發電站，火車等等的燃燒設備里一起燒掉了。而这种动力燃料，是完全可以另用一种型式的經過加工处理的固体燃料（如半焦）来代替的。由此当發電厂鍋爐的燃燒室中每年燒掉一亿吨折合燃料（指相当于烟煤50%，褐煤20%，泥炭15%，頁岩15%的混合物）时，就不合理地同时燒掉了本来可以回收的500万吨左右的焦油和近200亿立方米的高热值煤气。此外，对燃燒后赤热的礦物質殘渣也未加以利用。

燃料的工艺利用提供了合理利用燃料有机質和礦物質的可能性，但是，并不是所有的燃料加工工艺过程都是很經濟而且生产强度大，热效率高的。

因此，在合理利用固体燃料这問題上，有着两个原則性的任务。

- 1) 充分合理地利用燃料的有机質和礦物質部分；
- 2) 提高燃料加工工艺过程的热效率和生产强度。

显然，这两个問題需要統一起来解决，这样就产生了固体燃料的动力-工艺综合利用的思想和实践，如前所述，对固体燃料合理利用的客观要求指出了进行燃料动力-工艺综合利用的必要性。为实现这一要求，就必须考察一下动力过程的特点；