

141720

基本館藏

中等專業學校教學用書

有机物普通化学工艺学

上 册

Б. М. 包戈斯洛夫斯基 П. Н. 兹 米 Д. Д. 崔科夫
И. Ш. 畢克 А. А. 斯特列匹海耶夫 И. И. 尤凱尔松

著

化学工業出版社

04

中等專業學校教學用書

有机物普通化学工艺学

上 册

Б. М. 包戈斯洛夫斯基 П. Н. 茲米
Д. Д. 崔科夫 И. Ш. 畢克 著
А. А. 斯特列匹海耶夫 И. И. 尤凱尔松
郭長生等譯

化学工業出版社

本書全部內容分為三篇：燃料的化學加工；有機合成工業；高分子化合物製造工藝學。本書中譯本分上下兩冊出版。上冊包括本書的第一篇及第二篇的前半部，內容有：固體燃料及其加工產品工藝學；石油工藝學；合成脂肪族化合物工藝學；芳香族中間產物工藝學。下冊包括：合成染料工藝學；香料；藥劑；橡膠工藝學；塑料工藝學；合成纖維工藝學。

原書經蘇聯化工部教育司批准為化工部中等專業學校教學參考書。可供我國中等專業學校作為教材，亦可供給欲全面了解有機化學工業的廣大讀者閱讀。

參加本書翻譯工作的有：郭長生、吳克文、史啓泰、史曜增、胡先庚。譯稿最後經李淑珍加工整理。

Б. М. БОГОСЛОВСКИЙ, П. Н. ЗМИЙ, Д. Д. ЗЫКОВ
И. Ш. ПИК, А. А. СТРЕПИХЕЕВ, И. И. ЮКЕЛЬСОН

**ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ
ВЕЩЕСТВ**

ГОСХИМИЗДАТ (МОСКВА)

有机物普通化学工艺学

上 册

郭長生等 譯

化學工業出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第 092 号

北京市印刷一廠印刷 新華書店發行

開本：850 × 1168 $\frac{1}{2}$

1957 年 12 月第 1 版

印張：8 張 插頁：6

1957 年 12 月第 1 次印刷

字數：208 千字

印數：1—2333

定價：(10)1.50 元

書號：15063.0159

原 序

有机物的加工与生产，按产品的数量特别是按产品的多样性来说，在现代的化学工业中佔首要地位。人造的气体燃料、液体燃料和固体燃料、抗震剂、有机酸类、醇类、醚类和酯类、染料、藥物和香料、塑料、合成橡膠、人造纖維和合成纖維、有机杀虫剂、洗滌剂、炸藥——这些还远沒有把有机合成工业企業所出产的主要产品都完全列举出来。

自然，要把这些各式各样的物質和材料的一般工艺原理以簡明的形式一一加以叙述，并把生产过程加以正确的分类，是一件不容易的事情。因此，無論在苏联或外国的文献里，截至目前为止还没有出現一本有系統的有机物化学工艺学教程，这显然不是偶然的。本書的作者們作了填补这一空白的嘗試，但仅仅叙述了有机合成物的工艺。其他如生物化学、制糖、淀粉和糖漿、油脂和肥皂、制革、造纸和紡織、食品加工、火藥和炸藥等方面的生产，因有其特点，所以未在本書中加以研究。油漆的工艺也刪去了（合成的薄膜形成物在塑料一章中略有叙述）。

关于藥物和香料的生产，因其产品的名目極多且制造中的化学变化又很复杂，故在本書中只作了非常簡短的介绍；这些产品的生产工艺与染料極其相似。

書中所搜集的材料分为三篇。第一篇叙述燃料的化学加工方法，这些燃料都是主要的有机原料；第二篇叙述最重要的低分子有机物的合成生产；第三篇则为高分子化合物工艺。

本書第一篇的导言及第一章由 Д.Д. 崔科夫执笔，他还是全書的主編。第二、第四、第五、第六和第七諸章为 В.М. 包戈斯洛夫斯基所編写，第三章为 И.И. 尤凱尔松所編写，第二篇的导言系他与崔科夫共同編写。第三篇的导言和第十章为 А.А. 斯特列匹海耶夫所編写。而第八章则为 П.Н. 茲米所編写。第九章系 И.Ш. 畢克和 В.Л. 普魯任涅尔合写。

В. Н. 魯托夫斯基 教授是編写本書的倡議者，也是我們作者同人的組織者，于此特致以深厚的謝意。

苏联科学院通訊院士 Н.М. 卡拉瓦耶夫，苏联科学院通訊院士 М.М. 舍勉金，Н.А. 普列奥布拉任斯基教授，М.Н. 舒基娜教授，М.И. 加尔巴尔工程师，А.А. 康金講師，А.М. 西莫諾夫講師，Ю.А. 斯特列匹海耶夫講師，М.И. 罗赫林工程师，А.В. 苏斯里雅科夫工程师，З.М. 克魯托娃工程师及莫斯科中等化工專業学校的教師們于本書的編写工作中曾給以莫大的援助，作者謹于此表示衷心的感謝。

因为書中叙述的材料是新穎的，故在艱巨的編写工作中，缺点和錯誤之处在所难免，对一切指正，作者將無任欢迎。

作者

上册目录

原序

第一篇 燃料加工化学

导言·有机可燃物	1
概論	1
燃料的分类	3
燃料的儲量与消費量	4
燃料的成分和性質	6
第一章 固体燃料及其加工产品的工艺	10
1. 概論	10
2. 木材的加工	16
木材的性質和組成	16
木材的干餾	18
纖維素的制造	21
木材的水解	22
3. 泥炭的开采和加工	24
泥炭的成因和性質	24
泥炭的开采	25
泥炭的化学加工	26
4. 煤及頁岩的热加工	30
煤的成因和組成	31
煤的开采	33
选煤和压制煤磚	36
焦化	37
半焦化	57
5. 固体燃料的气化	64
6. 固体燃料的氫化	73
第二章 石油工艺	83
1. 概論	83
2. 石油的开采	89

(4)

3. 石油的加工	94
石油的蒸餾	95
最重要的各种石油产品	102
石油产品的淨化	106
石油产品的热裂	108
石油产品的芳構化和其他几种加工过程	115
4. 石油气的加工	119

第二篇 有机合成工業

导言 • 有机合成工業的發展	122
第三章 脂肪族合成物的工艺	126
1. 合成脂肪族有机物所用的原料	126
2. 碳氢化合物混合气的分离	133
3. 碳氢化合物的互相轉化	139
碳氢化合物的裂解	139
飽和烴的去氫	140
異構化	142
烷基化	143
聚合	145
4. 利用一氧化碳所进行的合成	148
碳氢化合物的合成 (合成液体燃料)	152
含氧有机化合物的合成	157
5. 碳氢化合物的卤化	162
烷屬烴的卤化	163
烯屬烴的卤化和氫卤化	169
炔屬烴的卤化和氫卤化	174
6. 飽和烴的硝化	178
7. 不飽和烴的水合作用	182
烯屬烴的水合作用	182
乙炔的水合作用	197
醇的脫水	205
8. 碳氢化合物的氧化	206

烷屬烴的氧化.....	206
烯屬烴的氧化.....	215
第四章 芳香族中間產物的工藝	221
1. 磺化	222
2. 硝化	228
芳香族硝基化合物的性質和用途.....	230
3. 氨基的導入	233
還原硝基以生成氨基的方法.....	233
取代烴基以導入氨基的方法.....	239
取代直接和芳香核相連的鹵素以導入氨基的方法.....	240
4. 鹵化	241
工業氯化法.....	244
芳香族鹵素衍生物的性質和用途.....	248
5. 芳香核上烴基的導入	248
工業鹼熔法.....	252
6. 氨基和烴基的烷基化.....	259
7. 氧化	262

第 一 篇

燃 料 加 工 化 学

导 言 · 有 机 可 燃 物

概 論

易于氧化而放出大量热且生成火焰的物质，均被称为可燃物。自然界中的可燃物甚多，然而，只是有机可燃物广泛地用于获取热能以及用作化学加工的原料，有机可燃物中的主要组份为碳。

有机可燃物之所以被广泛采用，是由于：它们的储量相当丰富且便于开采；它们在燃烧时放出大量的热；其燃烧生成物对动植物无危害作用。因为这些可燃物多半被人们燃烧以获得热能，故称之为燃料。自然界中最常见的固体燃料有：煤、頁岩、泥炭和木材。液体和气体燃料——石油和天然可燃气——的储量则少得多。

即使将有机可燃物用作化学加工的原料时，它仍然称之为燃料。因而使用可燃物作原料的生产部门便称为燃料的化学加工工业，而研究这种加工方法的科学，则称为燃料的化学工艺学。

燃料在国民经济中，特别是对于重工业和交通运输业有着重大的意义。它是有机合成工业各部门的主要原料。

从圖 1 中可以看出，有机物——燃料和食品——在原料的总平衡中起着重要的作用。人们如此广泛地利用碳的化合物是非常值得注意的事，因为在构成地壳的元素当中，碳所佔的位置是不重要的。就元素的分佈量而言，它是第十一种元素，在地壳中的含量仅为 0.35%（重量）。这种表面上似乎不相适应的情况是由碳的化合物极其多种多样造成的，因为碳几乎能与一切其他元素

化合，同时还能形成含大量碳原子的不同结构的化合物，其碳原子量可达数百甚至数千。因而从有机原料（煤、石油、木材等）可以制得极其不同的有用产品。

然而，远不是地球上的全部碳在现在都能开采而加以利用。其中较大部分（为全世界煤储量的 1900 倍）还以盐类的形态埋

藏于矿石中，目前暂且是一堆死东西。很多碳还分散在海水和大气之中（例如二氧化碳）。

人们用来作燃料和有机原料的“有机”碳的储量约为十二万亿（12,000,000,000,000）吨。这种碳几乎全部含

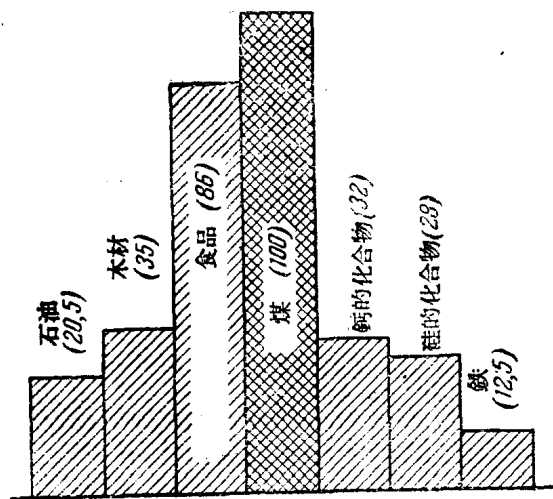


圖 1 几种最重要原料的需要量图表

于煤中；在其他的有机原料中只佔很小的一部分：

煤	100
石油	0.33
木材	0.07
食品（年需要量）	0.005

〔註〕含于煤中的碳取为100。

现代利用的碳，仅佔可获得的碳量的一小部份，而就连这一小部份也还主要是在燃烧设备和热机中用于燃烧，而燃料中所含的潜在热能的利用，即以最好的情况而言，也不过为三分之一。但燃料的化学加工过程的发展与改进，其可能性是无限的。燃料化学加工所得的贵重产品的数量日益增多，而浪费性地烧掉的燃料量则日趋减少。

燃料的分类

截至目前为止，有机可燃物主要是用作燃料。所以可燃物的分类系根据其燃料性质和开采条件来评定。随着有机化学工业某些部门的发展，才从燃料是否可能进行化学加工的观点来进行分类。

我们知道，作燃料用的有：木柴、泥炭、頁岩、褐煤、烟煤、石油、可燃气体。在某些情况下，用作燃料的还有农业林业中的废料，以及其他不便运输而仅适于在出产地点燃烧的一些物料。这种可燃物称为地方性燃料。

一切未经处理过的矿物燃料和植物燃料都称为天然燃料。在某些情况下，天然燃料不能满足使用者所提出的要求。所以须将其加工以制成新型的人造燃料。例如将煤加工成焦炭供高炉之用；将煤粉碎成煤粉供发电站锅炉用；把煤气化成照明气，以供煤气炉、水预热器及工业之用。

主要燃料按其物理性质和来源所进行的分类，如表1所示。

燃料的分类

表 1

物理状态	天 然 燃 料	人 造 燃 料
固体燃料	矿物燃料：泥炭、褐煤、烟煤、油頁岩。 植物燃料：木柴、伐木废料、稻草、种子皮壳等。	焦炭、半焦炭、木炭、煤砖(球)、煤粉。
液体燃料	石油	汽油、粗汽油、煤油、太阳油、重油(可由石油或煤经加工而得)、酒精。
气体燃料	天然气	煤气：焦炉气、照明气、水煤气、发生炉煤气、高炉气、混合煤气、增碳煤气等(主要由固体燃料制得)。

燃料的儲量与消費量

苏联拥有無穷的原料儲量。例如，即以1937年以前所勘查出的煤儲量而言（根据第十七次国际地質代表大会資料），苏联即居欧洲之冠而为世界第二位。但以后又勘探出很多新的煤矿矿床。苏联勘查出的石油儲量也逐年增加，1937年勘探出的儲量已为1913年的17倍。苏联的泥炭儲量約佔世界儲量的60%。苏联的林木量約佔全世界的35%。

苏联領土內燃料儲量的分佈如下圖（圖2）所示。

各种燃料的世界消費量是与其儲量不相适应的。固体燃料，主要是煤，佔有燃料儲量的大部分。但液体燃料——石油的儲量却比固体燃料的儲量消耗得快。

只有在实行有計劃的社会主义經濟时，燃料的消費量才能与其儲量相适应。在被消費的燃料中煤佔主要的部分，而石油和木材則使用得較节省。同时正在扩展着获取燃料的新来源——开采褐煤、頁岩、天然气。表2和表3說明苏联和美国的燃料消耗量。

苏联的燃料儲量和消耗量 表2

燃料的种类	比重(以百分計)			
	佔苏联 燃料总 儲藏量 的%	苏联的燃料平衡		
		1937年	1940年	1950年 (按計劃)
煤*	93.5	69.5	71.9	75.6
木材*	0.3	13.6	13.9	9.7
泥炭	4.3	5.8	6.2	6.2
油頁岩	1.1	0.1	0.1	0.8
石油*	0.7	11.0	7.9	6.3
天然气	0.1	—	—	1.4

* 俄罗斯的燃料消耗量，1913年煤为51.5%，
木材为25.1%，石油为18.9%。

表3
美国的燃料和动力的消耗量*

燃料和动 力的种类	在总消耗量中所佔 的比重(以百分計)	
	1900年	1950年
煤	89	34
石油	5	39
天然气	3	23
水能	3	3

* 根据英国雜誌 chemist
(化学家)1953年第5期230頁。

由上表可以看出，在苏联的总消耗量中比較有价值的燃料的消耗量在減少，而价值較低的燃料的消耗量却在增加。在美国則相反，煤气和石油使用得很浪費，煤气和石油的相对儲量与苏联一样，大約比煤的儲量少 $\frac{99}{100}$ 。在美国总的动力平衡中水能的比重未变。

必須指出，由燃料制造有价值的产品的可能性是日益更充分地利用着，而直接燒掉的燃料则会不断減少。目前經過化学加工的煤，达煤消耗量的 25%，而石油則实际上全部都預先經過加工。

燃料的成分和性質

燃料的質量系根据其用途来評定。例如，在燃料用于燃燒以获取热能时，重要的是应知道它在燃燒时每公斤能放出多少热量，即燃料的热值。热值和燃料的其他許多性質都是依其化学元素組成而定的。当燃料进行化学加工时，往往需要知道其成分中所含各种物質的性質及化学結構，也即应根据燃料利用的每种情况对其进行不同的較深入的化学研究。

用化学分析法測定燃料中可燃物和不燃性無机物——灰分——的含量。燃料中所含的水分亦为其中的有害雜質。

燃料中可燃物的性質与其元素組成有关，即与組成可燃物的化学元素的性質和比例有关。燃料中可燃物所含的主要元素是：碳、氢、氧、氮、硫；此外，燃料中尚含有少量的磷和某些其他元素。

热值以卡为單位并以字母 Q 表示。任何燃料的热值可用特制的仪器（称为量热器^①）准确地測定。

燃料在工業設備（燃燒室、爐窖等）中燃燒时，每公斤放出

① 关于燃料热值的測定詳見 А.П.Грошев (格罗舍夫) 著“工業分析”，中文譯本上册第 130 頁，高等教育出版社 1955 年出版。

的热量比在量热器中测出的为少。發生这种情况的原因是：在生产条件下，水分（含于燃料中的以及氢燃烧时生成的）呈水蒸汽状态随同燃烧生成物（烟）一起从烟囱逸出，同时帶走一部分热：每公斤水分为 600 大卡。当燃料在量热彈中燃烧时，水分全部凝結下来，而冷凝热則傳給量热器。所以热值分为两种： Q_b ——高热值，包括水分的冷凝热；和 Q_H ——低热值，比 Q_b 小，因为不包括燃烧生成物中所含水分的冷凝热之值。

主要燃料的性質(平均規格)

表 4

燃料的种类	热 值 Q_H^p 大卡/公斤	相当于 1 吨标准燃料的数量		燃料中可燃部分的成分, %			工作燃料中的含量, %	
		吨	米 ³	碳	氢	氧	水分	灰分 (約計)
固体燃料								
木柴	2950	2.4	5.2	50.0	6.0	43.0	30	0.7
泥炭	2900	2.4	4.0	68.0	5.8	33.0	36	5.5
褐煤	3300	2.1	3.0	70.0	5.0	20.0	30	15.0
煙煤	6500	1.1	1.35	81.0	5.4	8.6	5.5	10.0
煉焦煤	7100	0.99	1.1	87.0	5.0	4.0	3.5	10.0
無煙煤	6700	1.05	1.05	94.0	2.0	1.5	5.5	10.0
頁岩	2700	2.6	2.9	75.0	9.0	13.5	15.0	50.0
液体燃料								
原油	10300	0.67	0.79	86.0	13.0	1.0	1.0	—
汽油	10700	0.65	0.84	84.0	16.0	—	—	—
煤油	10650	0.66	0.79	84.5	15.5	—	—	—
酒精	6510	1.1	1.75	55.0	13.0	35.5	—	—
	热 值 Q_H^p 大卡/米 ³			体积含量, %				
				氢 H_2	甲烷 CH_4	一氧化 碳 CO		
气体燃料								
天然气	8600	—	810	—	94.0	—	—	—
焦爐气	4300	—	1630	57.0	26.0	6.0	—	—
發生爐 煤气	1500	—	4650	14.0	—	26.0	—	—

实际上燃料的質量是根据工作燃料（含有灰分和水分的燃料）的低热值評定的，它的符号是 Q_H^p 。

如已知燃料的元素組成，即可用計算的方法測定它的热值。

Д.И. 門捷列耶夫公式是計算热值的最好公式之一：

$$Q_B = 81C + 300H - 26(O - S)$$

式中 C, H, O 和 S ——各为燃料中碳、氢、氧和可燃硫的百分含量。

为了比較地評定各种燃料和計算其总儲量起見，采用統一的計算單位——标准燃料(условное топливо)單位。标准燃料的热值規定为 7000 大卡/公斤。

由表 4 可以看出，不同种类的燃料的性質是不一样的。例如，燃料热值的变动范围是由 3000 至 10000 大卡/公斤，甚至更高。

液体燃料和气体燃料燃燒时，根本沒有灰分生成。固体燃料燃燒后則殘留大量的灰分，为了除去灰分，需要特殊的設備。如灰分是易熔的，則清除起来更为复杂。

有一些燃料易于燃着和燃燒，另一些則难以燃燒，为了保持其燃燒，必須采用鼓風的方法。

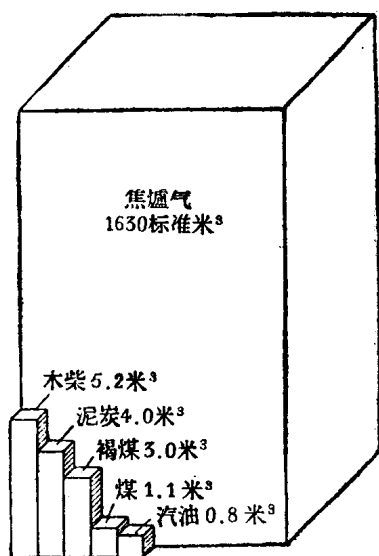


圖 3 取得同样热量所需各种不同燃料的体积 (相当于 1 吨标准燃料)。

燃料的保存和輸送到燃燒地点的条件以及燃燒本身均与燃料的物理状态有很大的关系。例如液体和气体燃料須保存在特制的容器 (槽車或貯气櫃) 中，以管道輸送到燃燒地点，并在專門的燃燒器中进行燃燒。在工業中利用固体燃料时，則需采用更加复杂的設備。

單位体积的燃料充分燃燒时所能放出的能量——燃料的能容量是燃料極重要的特性。为了比較不同燃料的能容量，在圖 3 中对比了取得同样热量所需燃料的体积。

最有价值而且便于使用的

燃料是液体石油类燃料。

所有这些評定方法均包含相当成分的假定因素，随着技术的发展会对它們进行修正和予以确切。日益發展的有机合成工業，需要更多数量的燃料作为加工的原料。同时，随着技术的发展創造了由价值較小的燃料制取較貴重的燃料（例如由煤和頁岩制取人造液体燃料），以及利用某一些燃料来代替另一些燃料（例如，用木柴供应煤气發生爐式的發动机）等等的广泛可能性。

燃料是真正的能量宝藏，也是含碳物質的万能泉源，而含碳的物質可以通过化学加工的方法越来越广泛地用以制造各种各样的有价值的产品。

第一章

固体燃料及其加工产品的工艺

1. 概 論

利用固体燃料的途径 陆地上主要的燃料儲量是固体燃料——煤、頁岩、泥炭和木材。大部分开采出来的固体燃料經過燃燒以获得热能，再由热能获得其他形式的能。在所开采的固体燃料中約有四分之一用于化学加工。由固体燃料可以制造冶金用的焦炭，人造气体燃料和液体燃料、染料、塑料、炸藥和藥物的原料，以及人类所需要的許多其他产品。固体燃料化学加工工業，按其規模、被加工原料的数量以及加工方法的多样性來說，在化学生产部門中佔居首要地位。

固体燃料在苏联的國民經濟中起着巨大的作用。因此，进一步地發展固体燃料的开采和加工工作、是具有头等重要意义的。1953年苏联煤的开采量达到三亿二千万吨，超过1940年的开采量93%。当第五个五年計劃結束时，規定煤的开采量將比1950年提高43%，泥炭——27%，頁岩——1.3倍。木材的采伐和加工亦將有显著的增長。

对于儲量極为丰富的有机可燃物——燃料——的性質和其加工的方法如果没有高深的知識，就不可能正确地利用它們。这些知識是人类数千年以来积累起来的。远在上古时代，人們就已会燃燒木材和其他植物燃料做飯和取暖。后来人們学会了煅燒木材，并利用由其制得的木炭来从矿石中熔煉各种金屬。随着木炭同时生成的煤焦油，則开始用于塗刷船舟、纜索、魚網和用于其他目的。在十三至十四世紀时，俄罗斯是最主要的煤焦油出产国之一，它曾將焦油經諾伏哥罗德輸出到欧洲各国。

随着工業的發展，燃料的需要量开始迅速地增長。尤其是在