



朱之培 葛维寰 编

煤的化工利用

化学工业出版社



— — —

煤的化工利用

— — — — —

煤 的 化 工 利 用

朱之培 葛维寰 编

化学工业出版社

内 容 提 要

这是一本介绍煤的化工利用的知识性读物，由上海化工学院煤化工专业的朱之培、葛维寰两同志编写。书中除谈到煤化工利用的常用方法外，对将来可能的利用途径也有论述。

煤 的 化 工 利 用

朱之培 葛维寰 编

*

化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本787×1092¹/₃₂印张6¹/₂字数141千字印数1—8,950

1979年9月北京第1版1979年9月北京第1次印刷

书号15063·3086定价0.53元

目 录

第一章 绪论	1
第一节 煤的成因和分类	1
一、煤是怎样生成的	1
二、煤的简单分类	2
第二节 合理利用煤炭资源	5
第三节 煤的组成结构	11
一、煤的工业分析	11
二、煤的元素分析	12
三、煤的结构的基本概念	14
第二章 冶金工业的粮食——焦炭	16
第一节 焦炭的质量要求	17
一、为什么要求焦炭有高的机械强度	17
二、焦炭中的杂质有什么危害性	17
第二节 煤的成焦过程	18
一、焦炉炉体的基本结构	18
二、煤在炭化室中是怎样变成焦炭的	19
第三节 影响焦炭质量的主要因素	21
一、合理配煤	21
二、配煤粉碎度的影响	24
三、加热速度的影响	24
四、结焦最终温度的影响	25
第四节 一种新的炼焦方法——成型炼焦	27

35901

一、冷压焦	27
二、热压焦	28
第五节 炼焦工艺的发展动向	29
一、扩大焦炉容积	29
二、改进耐火材料	30
三、焦炉操作的机械化和自动化	30
四、装入煤的干燥和预热	30
五、加强环境保护	31
第三章 多种多样的炼焦化学产品	32
第一节 炼焦化学产品的回收	32
一、焦化工业可以生产哪些焦化产品	32
二、怎样回收焦化产品	34
第二节 焦炉气的利用大有可为	44
一、焦炉煤气制合成氨原料气	44
二、焦炉煤气中乙烯的利用	45
三、焦炉煤气中甲烷的利用	47
第三节 芳香族有机化合物的宝库——煤焦油	47
一、煤焦油中有哪些主要的芳香族有机化合物	47
二、煤焦油是怎样加工的	51
三、煤焦油沥青的用途	54
四、为生产炭-石墨制品提供原料	56
第四节 炼焦化学产品加工所得残渣的回收与利用	57
一、轻吡啶残渣的回收利用	58
二、重吡啶渣和喹啉渣的回收利用	58
三、酚渣的回收利用	58
四、焦油废物的回收利用	59
第四章 由煤或煤的热加工产物制取炭素制品	60
第一节 从炭素制品的重要性谈起	60
一、什么是炭素制品	60

二、炭素制品有哪些特性	61
三、多种多样的炭素制品	62
四、炭素制品应用的灿烂前景	63
第二节 生产炭素制品的原料——煤炭及其热加工产物	64
一、为什么从煤炭及其热加工产物能生产炭素制品	64
二、这些煤炭及其热加工产物是什么？它们的性质如何？ 在生产炭素制品时又起什么作用	66
三、烟煤也能作为原料直接生产炭素制品	69
第三节 炭素制品的生产	70
一、炭素制品的品种有哪几类	70
二、炭素制品是怎样制成的	70
第五章 煤炭造气	82
第一节 煤的气化原理	83
一、气化炉的基本结构	84
二、发生炉中进行哪些基本的气化反应	86
三、气化反应进行的必要条件	86
四、煤气发生炉中的气化过程	87
五、煤气有哪几种	89
六、使用煤气要注意哪些安全问题	91
第二节 多种多样的气化方法	92
一、固定床气化	92
二、加压气化	94
三、小颗粒及粉状燃料的气化	96
四、合成天然气	98
五、煤的地下气化	99
六、煤的原子能气化	101
第三节 合成氨原料气的生产	102
一、造气的原理	103
二、造气的过程	104

三、造气的原料·····	105
第四节 城市煤气·····	107
一、为什么要发展城市煤气·····	107
二、城市煤气的质量指标和气源·····	108
三、炭化煤气是怎样制造的·····	109
第六章 煤炭制肥大有作为 ·····	110
第一节 腐植酸类肥料·····	110
一、什么是腐植酸·····	111
二、什么是腐植酸类肥料·····	111
三、腐植酸类肥料有哪些功能? ·····	112
四、腐植酸类肥料有哪些生产方法·····	115
五、腐植酸类肥料如何施用? 它的效果又怎样·····	118
六、腐植酸类物质在农业上还有哪些用途·····	120
七、腐植酸类物质在工业上的应用·····	121
第二节 用电石生产优良肥料——氰氨化钙·····	123
一、电石利用的重要意义·····	123
二、氰氨化钙有哪些性质? 它在农业上有哪些功用·····	125
三、氰氨化钙是怎样生产的·····	126
第七章 煤炭制品种类多 ·····	129
第一节 为软化锅炉用水立功的磺化煤·····	129
一、硬水为什么要软化? 为什么常用 磺化煤作为软水剂·····	129
二、磺化煤为什么能软化水·····	130
三、磺化煤是怎样生产的·····	131
四、磺化煤是怎样作为软水剂使用的·····	133
五、磺化煤还有哪些利用途径·····	134
第二节 从煤提取褐煤蜡·····	134
一、褐煤蜡是什么·····	134
二、褐煤蜡有哪些性质和用途·····	135

三、粗蜡是怎样生产的	136
四、为什么粗蜡要精制？粗蜡是如何精制的	137
五、泥炭蜡与褐煤蜡有啥不同	139
第三节 煤炭是生产活性炭的价廉而又丰富的原料	140
一、什么是活性炭？它是怎样在生产应用上 逐步发展起来的	140
二、活性炭的特性和用途	141
三、为什么活性炭能吸附多种物质	142
四、怎样以煤炭为原料生产活性炭	143
五、活化煤与活性炭有啥区别	148
第四节 煤能变成液体吗	149
一、煤的液化是能源发展的必然趋势	149
二、为什么煤能转化为油	150
三、煤是怎样液化的	151
四、煤的液化法主要有哪几类	153
五、煤的液化还有哪些优缺点	155
第五节 煤炭的其他用途	156
一、煤炭还可以通过哪些方法制得化学产品	156
二、煤炭制品可以作为饲料吗	158
三、煤炭是价廉的还原剂	159
第八章 石煤的综合利用	161
第一节 石煤的概况	161
一、石煤资源丰富、开发利用历史悠久	161
二、为什么说石煤是一种特殊的煤种	161
第二节 石煤浑身都是宝	162
一、石煤作为燃料	162
二、石煤作为建筑材料	164
三、石煤作为化工原料	166
四、石煤作为肥料	169

第九章 三废的治理和利用 170

第一节 值得重视的污染问题 170

 一、煤化工“三废”的主要污染物是什么？
 它们的危害性又怎样 170

 二、为什么对煤的环境污染问题要引起重视 172

第二节 治理“三废”，化害为利 174

 一、“三废”可以治理吗？怎样正确看待
 “废物”和“害物” 174

 二、煤化工废气是如何治理和利用的 175

 三、煤化工废水是如何治理和利用的 181

 四、煤化工的废渣是如何利用、治理的 188

第三节 就煤取材，用于“三废”治理 194

 一、煤炭本身直接作为吸附剂有啥效果 194

 二、腐植酸类制品可以净化废水和废气吗 195

 三、活性炭和活化煤在废气和废水处理中有啥作用 196

 四、还有哪些“取之于煤”的物质可用于
 废水和废气的治理 198

结束语 199

第一章 绪 论

第一节 煤的成因和分类

一、煤是怎样生成的

人类发现和使用煤炭，已有悠久的历史。但是，煤是由什么变来的呢？这只是在近二三百年来在对煤的开采和应用过程中才逐步认识到煤是由植物变来的。形成一米厚的煤层需要5~10米厚的植物堆积层。在某些年轻煤里，甚至用肉眼就能看出其中有树干、树皮、树叶等的痕迹。在我国西南、中南地区的一些矿井的煤层中，有时会发现由断裂的树干变成的煤块。在某些矿井的煤层中存在着“煤黄”（也称琥珀），这是由古代植物中最不容易变质分解的树脂变成的。如进一步用显微镜观察，并分析煤与植物的基本组成，就能更清楚地了解煤是由植物变来的。将煤磨制成薄片，在显微镜下可以见到煤中有各种各样的植物残体痕迹。例如，有保留着原始植物细胞腔的丝炭，有木质结构的镜煤，有含不同数量各种植物的角质和孢子花粉的亮煤与暗煤（丝炭、镜煤、亮煤和暗煤是煤的四种煤岩拼分）。经过分析可以知道，煤和植物都主要是由碳、氢、氧、氮、硫等几种元素组成的。

那么，植物又是怎样变成煤的呢？

植物变成煤的过程（称为成煤过程）大致可分为两个阶段。第一阶段，泥炭化阶段，也就是由植物转变成泥炭的阶段。植物死亡后堆积在充满水的沼泽中，主要是由于厌氧细

菌在还原环境下的生物化学作用而生成泥炭。

第二阶段，由泥炭转变成褐煤，褐煤转变成烟煤，再转变成无烟煤。泥炭由于地壳的变动和其他原因而被埋在地下，再由于地壳的压力和地热的作用，发生各种变化，泥炭变成比较致密的褐色或黑褐色的煤，称为褐煤。这个过程由于具有矿物岩石形成的特征，所以也称成岩作用。随着煤层中温度逐渐升高，煤化程度（即植物的成煤程度）的加深，煤质发生变化，这样就逐步由褐煤变成烟煤、无烟煤（俗称白煤）。这个过程的主要影响因素是压力和温度，其间发生变质作用。当顶板逐渐加厚，顶板的静压力逐渐增高，煤层中的温度也逐渐升高，煤的变质程度（即变质作用的程度）也逐渐加深。随着煤的变质程度的加深，煤中碳含量增加，氢含量和氧含量减少。可见，成煤过程是一个碳逐渐增加的过程。所以，褐煤、烟煤和无烟煤都是原始成煤植物在同一碳化过程中各个阶段的产物。

二、煤的简单分类

煤是由古代植物变来的，而植物可以分为高等植物与低等植物两大类。高等植物具有复杂的根、茎、叶，都生长在陆地或池沼地带；而低等植物主要是藻类，生长在陆地水泊或海洋里。根据原始成煤植物的不同，煤主要可以分为两大类——腐植煤与腐泥煤。

1. 腐植煤

一般由高等植物形成的煤称为腐植煤。这类煤的分布广、储量多、用途大，故本书主要介绍腐植煤的化工利用。

2. 腐泥煤

由低等植物形成的煤一般称为腐泥煤。我国南方许多省、区的石煤资源属于腐泥煤。

在腐植煤中由于煤化程度的不同又可以分为泥炭（又称草炭）、褐煤、烟煤和无烟煤。烟煤在我国又分为长焰煤、不粘煤、弱粘煤、气煤、肥煤、焦煤、瘦煤和贫煤。腐植煤的宏观特征如表 1-1 所示。

表 1-1 腐植煤的宏观特征

特 征	泥 炭	褐 煤	烟 煤	无 烟 煤
颜 色	棕褐色为主	褐→黑褐	黑色	灰黑色
光 泽	无	大多数暗	有一定光泽	有弱金属光泽
外部条带	有原始植物残体	不明显	呈条带状	无明显条带
燃烧现象	有烟	有烟	多烟	无烟
水 分	多	较多	少	较少
比重(纯煤)	—	1.1~1.4	1.2~1.4	1.35~1.9以上
硬 度	很低	低	较高	高

表 1-2 我国煤分类方案

大类别	小类别	分 类 指 标	
名 称	名 称	V^r (%)	y (毫米)
无烟煤	—	≤ 10	—
贫煤	—	$> 10 \sim 20$	0(粉状)
瘦煤	1号瘦煤	$> 14 \sim 20$	0(成块)~8
	2号瘦煤	$> 14 \sim 20$	$> 8 \sim 12$
焦煤	瘦焦煤	$> 14 \sim 18$	$> 12 \sim 25$
	主焦煤	$> 18 \sim 26$	$> 12 \sim 25$
	焦瘦煤	$> 20 \sim 26$	$> 8 \sim 12$
	1号肥焦煤	$> 26 \sim 30$	$> 9 \sim 14$
	2号肥焦煤	$> 26 \sim 30$	$> 14 \sim 25$

续表

大类别	小类别	分类指标	
名称	名称	V^r (%)	y (毫米)
肥煤	1号肥煤	$>26\sim37$	$>25\sim30$
	2号肥煤	$26\sim37$	>30
	1号焦肥煤	≤ 26	$>25\sim30$
	2号焦肥煤	≤ 26	>30
	气肥煤	>37	>25
气煤	1号肥气煤	$>30\sim37$	$>9\sim14$
	2号肥气煤	$>30\sim37$	$>14\sim25$
	1号气煤	>37	$>5\sim9$
	2号气煤	>37	$>9\sim14$
	3号气煤	>37	$>14\sim25$
弱粘结煤	1号弱粘结煤	$>20\sim26$	0(成块) ~ 8
	2号弱粘结煤	$>26\sim37$	0(成块) ~ 9
不粘结煤	—	$>20\sim37$	0(粉状)
长焰煤	—	>37	0 ~ 5
褐煤	—	>40	—

V^r ——以可燃基（即无水无灰基）为基准的挥发分产率，用百分数表示。

y ——煤的胶质层最大厚度值，用毫米表示。

为了合理利用煤炭资源，必须将煤进行分类，表1-2为我国1958年确定的以炼焦用煤为主的实用分类全国试行方案。这个方案以煤的可燃基挥发分产率(V^r ，用百分数表示)和煤的胶质层最大厚度值(y ，用毫米表示，代表煤的粘结

性) 为分类指标, 把各种工业用途的从褐煤到无烟煤之间的所有煤种划分成10个大类24个小类。

近二十年来, 我国煤炭工业和焦化工业有了很大发展, 新的煤田不断发现, 炼焦用煤的新基地不断增加, 炼焦工艺的试验研究水平也有了提高; 此外, 随着生产的发展, 冶金、化工等部门对用煤的质量要求也不断提高, 为了适应生产发展的需要, 更加合理利用煤炭资源, 我国有关单位正在对现行的煤分类方案进行研究修订。

第二节 合理利用煤炭资源

煤炭在我国当前燃料的构成中占有很大的比重, 因此单就煤炭作为燃料来说, 它在发展国民经济也具有十分重要的意义。图 1-1 表示一吨煤燃烧可以起到的作用。

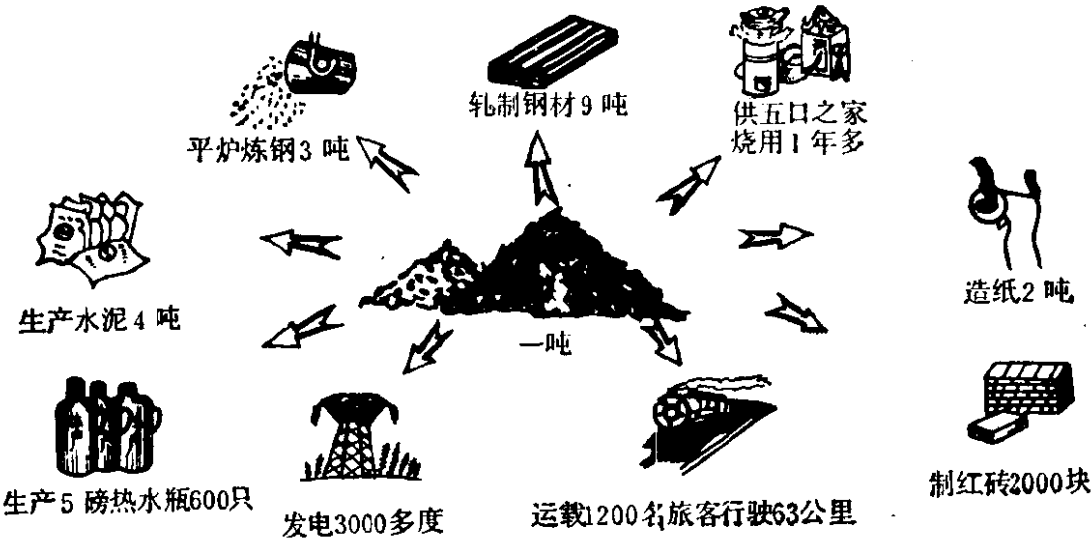


图 1-1 燃烧一吨煤可以起到的作用

煤作为主要燃料和能源来源具有举足轻重的意义, 用量甚大。为了节约资源, 必须对各种煤炭进行合理利用和综合利用。我国各条战线贯彻增产和节约并重的原则, 开展了群

众性的节约用煤工作，并取得了显著的成效。节约用煤的途径很多，主要有以下几个方面：

1. 大力改革锅炉、炉灶，大力推广沸腾炉燃烧技术(参见第八章第二节) 目前我国燃料用煤占全国煤产量一半以上。因此必须逐步改造老式锅炉，改进燃烧技术，回收废热废气，提高锅炉效率和热利用率，从而方能大量节约煤炭。

2. 充分利用煤矸石 煤矸石是煤炭在自然形成中质地坚硬、碳含量较低的部分。在煤的开采、洗煤过程中排出大量煤矸石。我国煤矿生产中的排矸量，约占原煤产量的10~20%。人们在不断的实践中发现煤矸石并不是废物，而是可以利用的矿产资源。煤矸石的利用途径大致有几个方面。

(1) 作为燃料。煤矸石含有一定的可燃物质，其灰分含量有的高达80%以上，也有50%左右的；发热量（也称热值）多低于3000千卡/公斤。可以作为燃料，用于生活炊事、烧锅炉、烧石灰等。

(2) 制成建筑材料。煤矸石中含有硅、铝等成分，可供水泥、砖瓦中的主要成分。可利用煤矸石制成建筑材料，如水泥、砖瓦，用作矿井回填材料，用以铺路、房屋地基等。利用煤矸石制砖能够“制砖不用土，烧砖不用煤”。既能处理掉排弃的煤矸石，又能节约煤炭；既减少环境污染、又少占良田。这已成为行之有效的大量处理煤矸石、节约煤炭的措施之一。

(3) 生产工业原料。不同成分的煤矸石经处理后，可分别从中提取结晶三氯化铝、二氧化钛或二氧化硅等化工产品。有的煤矸石还可用以生产电瓷元件、日用和工业陶瓷制品。从某些煤矸石中还可以回收镓、锗、钒、钛等稀有金属。

3. 充分利用粉煤资源 随着采煤机械化程度的不断提

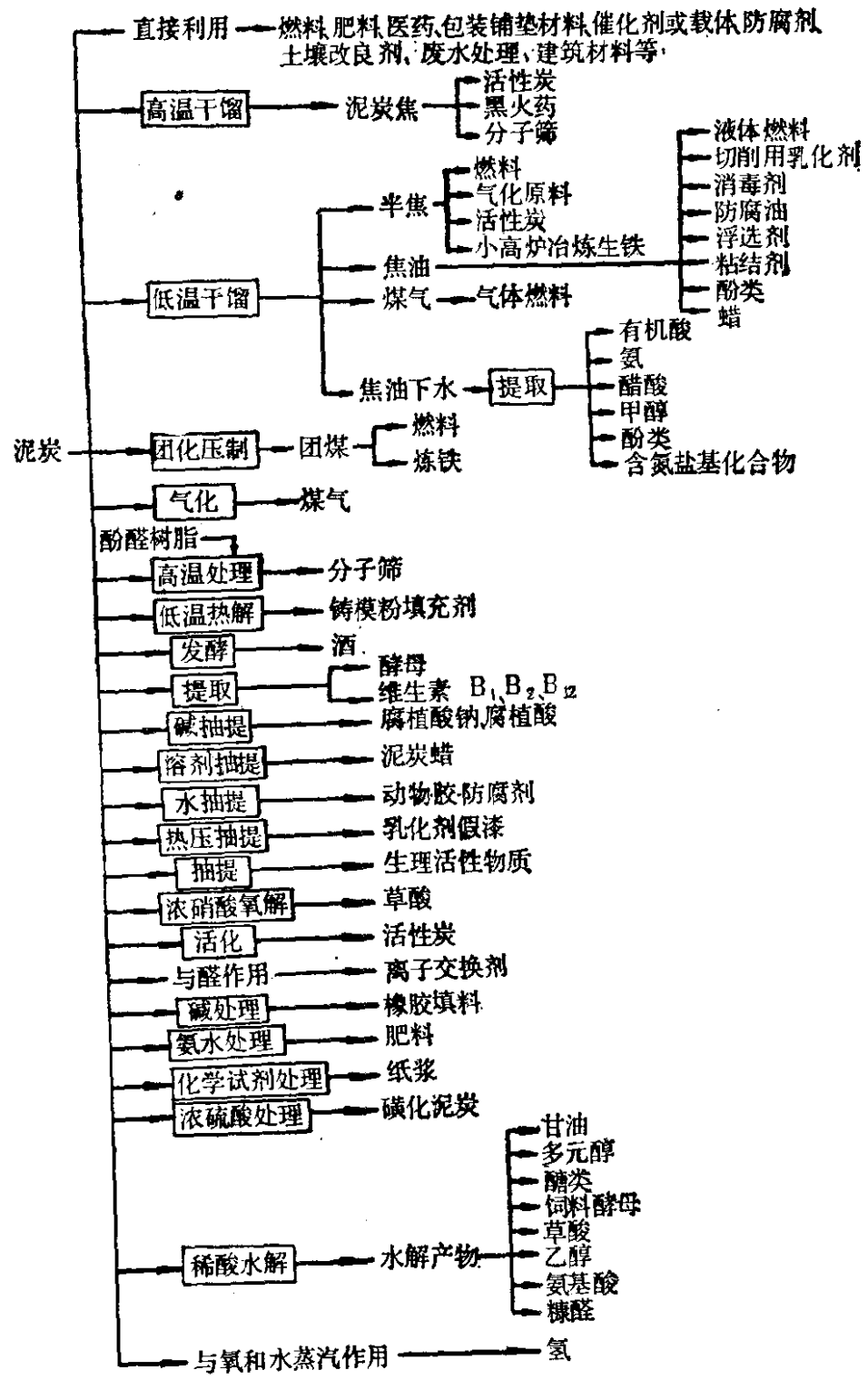


图 1-2 泥炭的综合利用