

MEI TAN ZONG HE LI YONG MAN HUA

王兆熊

煤炭

综合利用漫话

山西人民出版社

V-1002
W996

煤炭综合利用漫话

王兆熊

山西人民出版社

煤炭综合利用漫话

王兆熊

山西人民出版社出版 (太原井州路七号)

山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: $4\frac{3}{8}$ 字数: 94千字

1979年8月第1版 1979年12月太原第1次印刷

印数: 1—1,800册

书号: 15088·107 定价: 0.32元

目 录

一、从煤炭两个字谈起·····	(1)
煤炭史话·····	(1)
煤是怎样生成的·····	(6)
煤炭家族·····	(10)
显微镜下的煤·····	(16)
二、煤的气化·····	(19)
从煤造气·····	(19)
煤气发生炉是怎样工作的·····	(24)
气化新法·····	(27)
煤的地下气化法·····	(30)
严防煤气爆炸·····	(32)
三、煤的液化·····	(34)
从煤里“馏”出来的油·····	(34)
煤炭液化能东山再起吗·····	(36)
从合成气到合成油·····	(38)
四、从煤炭到焦炭·····	(43)
什么是高温干馏·····	(43)
焦炭是怎样炼成的·····	(44)
用什么煤能炼成好焦炭·····	(46)
焦炭在高炉里的作用·····	(49)
五、煤树开遍烂漫花·····	(52)

瑰丽多彩的炼焦化学产品	(52)
芳香族化合物的大本营	(53)
苯的本领大	(55)
卫生球与萘	(57)
“油水两栖”的酚	(60)
“三位一体”的三环芳烃	(63)
含氮的“杂牌军”	(64)
“重量级”的产物	(66)
六、向煤要肥料	(68)
从焦炉煤气里捕回氮肥	(68)
合成氨生产的辽阔后方	(70)
条条道路通向合成氨	(71)
可以直接施肥的泥炭	(73)
别树一帜的腐植酸类肥料	(75)
七、煤炭化工的其他领域	(78)
来自碳化钙的电石气	(78)
煤炭和石灰石的“结晶”	(80)
从“石头”里得到的东西	(81)
碳化钙在农业上的功勋	(84)
形形色色的碳化物	(86)
用化学武器向煤炭进攻	(88)
寻找煤炭化学分解的好方法	(89)
八、煤炭的远亲和后裔	(92)
炉火纯青的碳素材料	(92)
金刚石和石墨能人造吗	(94)
近“墨”者“黑”——接近石墨的炭黑	(95)

煤炭血统的碳素材料·····	(97)
九、烧煤的学问·····	(100)
煤为什么能燃烧·····	(100)
什么样的煤好烧·····	(101)
怎样让煤充分发出热量·····	(103)
对烟囱冒烟要察颜观色·····	(104)
烟气和“煤气”·····	(105)
易燃的新型蜂窝煤·····	(107)
十、消除燃煤污染·····	(109)
钻进肺部兴风作浪的烟尘·····	(109)
无恶不作的二氧化硫·····	(111)
助纣为虐的氧化氮·····	(113)
降伏“三龙”·····	(115)
十一、变废为宝·····	(117)
飞出去的灰和留下来的渣·····	(117)
从灰渣中取宝·····	(118)
煤矸石也来大显身手·····	(120)
十二、用煤直接发电的理想·····	(124)
火力发电厂——煤的大用户·····	(124)
把燃气轮机和蒸汽轮机联合起来发电·····	(126)
能不能直接从煤发电·····	(127)
结 束 语·····	(133)

一、从煤炭两个字谈起

煤 炭 史 话

有的人习惯把煤炭两个字写成“煤碳”，“炭”“碳”同音，应该能通用吧？其实这是错了，这两个汉字的含义可不一样。我们都知道，碳是化学元素周期表上赫赫有名的一种非金属元素，它的元素符号是C。而炭呢？炭指的则是含碳元素很多，且能燃烧的一类物质，如木炭、煤炭、焦炭等；在它们的化学元素组成里，碳的含量虽然都要占到一半以上，但并不都是碳。简单地说吧，炭中含C（碳），而炭不等于C（碳）。

煤炭主要含有碳、氢、氧、氮、硫这几种元素，碳和氢都能燃烧。从成分上看，煤炭和木材差不多，但是煤中碳加上氢的含量要比木材中的高，煤又不像木材那样有许多水分，这就使得同样体积的煤比起木材要经烧得多，燃料利用的价值要高得多。很早以前，人们就发现了煤炭这个宝，利用它烧水取暖。

我国是世界上最早采煤和用煤的国家之一。根据文字记载，我国劳动人民至少在二千多年以前就已经在用煤了。《吕氏春秋》载有“煤炱入甑中，弃食不祥”的话，炱是煤灰，意思是说，不要因为在锅内掉进煤灰，而把饭扔掉。战国时的《山海经》中也记着“女床之山，其阴多石涅”。石涅指

的就是煤。古书上关于煤炭的名称很多，或是根据其外表形状称为石煤、石炭、黑丹、玄金、乌金石、金刚炭等，或是根据其性能用途，称为焦石、黑石脂、画眉石、石墨等。

到了汉、晋时期，煤炭的生产和利用达到一定的规模。《汉书·地理志》中明确记述煤的可燃性质，提到“豫章（地名）出石，可燃为薪”。西汉时期已经发展用煤来冶铁，我国考古工作者曾在河南巩县发掘了西汉冶铁的遗址，并发现当时已把煤制成煤饼来炼铁。这比欧洲各国用煤炼焦冶铁要早很多年。相传汉末曹操在河南临漳县一带曾大量贮煤，“藏石墨数十万斤”。（见晋人陆云与兄书）北魏酈道元在其名著《水经注》中也详尽阐述有关用煤情况，写道：

“屈茨北二百里山，夜则有光，昼日但烟，人取此山石炭，冶此山铁，恒充三十六国用。”足以设想其规模是不小的。

自唐朝、五代以来，煤除去用于炼铁以外，还用以冶炼各种金属，烧制陶瓷器，烧硫黄，熬盐，制药，制墨，制染料等。在宋朝，煤在有些地方已成为商业上的重要商品。到了明代，煤炭的生产和消费量更为可观，山西、河南、河北、山东、陕西、湖北、云南等地都有开采煤的矿，北京西山一带的煤窑多达二百多个。在许多人的文章里都能找到有关煤的字句，如“石炭即煤也，……山西人谓之石炭。”（明人陆琛所撰《燕晶录》）“北京诸处多石炭，可和水而烧也。”（明人李诩所撰《戒庵漫笔》）

通过长期的生产实践，我国劳动人民对于煤炭利用还积累了许多宝贵的科学知识。如明人宋应星在《天工开物》中，对煤炭按照其用途作了比较科学的分类。他根据煤的块度和硬度，把煤划分成“明煤”、“碎煤”和“末煤”三大

类；而碎煤又再分为用于烧火做饭、火焰高的“饭炭”和用于冶炼、火焰短的“铁炭”两种。明朝已开始用煤炼焦，清代雍正年间《山西通志》指出，有的煤“多烟，内含油，燃久融结为一。”这与现代关于炼焦煤遇热发生分解，析出挥发物，生成焦油，并发生粘结的科学观点，是颇为相似的。

我国古代用煤的广泛，从外国人来华的访问记中也可以得到说明。唐代日本留学僧园仁曾来到太原晋山，说那里“遍山有石炭，远近诸州，尽来取烧。”元朝，意大利人马哥勃罗在《东方见闻录》中记载了这样几句话：“中国的燃料不是木，也不是草，却是一种黑石头。”看来，当时的煤，即使是对于这位见多识广的旅行家，也成了少见多怪的东西。

除去中国以外，在古希腊、古罗马也开采过煤。生于公元前四世纪的哲学家亚里斯多德在著作中曾提到了那时有煤炭的开采，说煤是一种类似木炭的可燃石头。但是，在欧洲比较大规模地开发煤矿（英国），还是十三世纪的事。

到了近代，煤炭更是发热发光，为着人类的文明、科学技术和生产的发展，作出了卓越的贡献。发明蒸汽机需要烧煤，发明汽船需要烧煤，发明蒸汽机车也需要烧煤。是煤炼出了通红的铁水，是煤推动了千百台机器快速旋转，推动了万吨巨轮越过浩渺的大海，是煤烧熟了各种喷香的饭菜，是煤驱走了隆冬的严寒。多少年来，煤被人们誉为工业的粮食。伟大的革命导师列宁曾如此地说过：“没有煤炭工业，任何现代工业和任何工厂都是不可设想的。煤是工业的真正粮食。没有这种粮食，工业就会陷于瘫痪；没有这种粮食，铁路运输业就会处于极悲惨的境地，无论怎样也恢复不了；没有这种粮食，各国大工业就会崩溃、瓦解，就会退到原始野蛮状

态。”

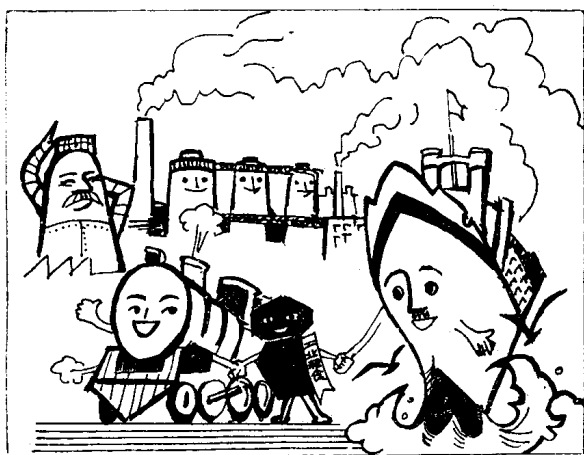


图1 煤炭的光荣称号：工业的粮食

煤炭在很长的一段时间内，一直是稳坐燃料王国的宝座，在世界上是主要的燃料。从本世纪四十年代开始，由于石油和天然气的大规模开发和利用，这种情况有了很大的变化。因为石油、天然气开采、运输和使用上都比较方便，发展异常迅速，煤炭在燃料构成中的地位江河日下，不如当年了。但是，从长远角度看问题，煤炭却是更可靠更有希望的能源和原料资源，煤炭的地下蕴藏量远比石油和天然气来得多。根据资料报导，世界煤炭已探明储量超过十万亿吨标准燃料*，在全部矿物燃料中占百分之八十八。虽然这么多的

* 各种燃料的组成不一样，发热量也不相等，为了便于统计和比较，把燃烧时凡是能发出七百万大卡热量的相应燃料数量当作是一吨标准燃料。

煤，受现代技术水平的限制，并不是全部都能开采出来，但是即使只能开采一小部分，也相当于目前世界每年产煤量的上千倍。因此，在资本主义世界出现石油供应不足的所谓“能源危机”的情况下，煤炭在燃料中所占的分量又有所回升。至于煤炭的绝对产量，不容置疑更会有大幅度的增长。扩大利用煤炭资源的问题，现在重新又受到世人所注目。

我国的煤炭资源极其丰富，产量名列世界前茅，煤种齐全，分布在全国各个地区。山西省更以“煤炭之乡”著称于全国，煤炭储量和产量可谓首屈一指。在相当长的一个时期内，煤炭是我国的主要能源。然而，同时我们又要看到，煤炭资源作为大自然的宝藏又是十分珍贵的。煤炭工人长年累月在地下几百米深处的“走廊”（通向煤层的巷道）和“车间”（采煤工作面）里，经过艰苦卓绝的劳动把煤开采出来，又用火车、汽车等各种运输工具，跋山涉水，运到各个用户，来得很不容易。我们要注意节约煤炭，珍惜能源。

煤炭还是化学工业部门的“特种粮食”。十八世纪末叶，德国、英国已能在工业上进行煤炭干馏和制煤气；在十九世纪六十年代又初次从煤炼焦过程回收到了焦油。煤气和焦油的进一步加工利用，为包括合成氨、合成染料、合成液体燃料、合成树脂等在内的化学合成工业奠定了大发展的基础。从煤炭得到了多种多样的产品，这些产品的种类及其用途如果一一列举，真可以编成一本小词典！煤炭的综合利用从而和人们的吃穿用也发生了愈来愈密切的关系，在广泛的领域里发挥了重要的作用。如果我们把一千万吨的煤用来炼焦，仅是从其中一种副产品苯，就可以制取聚酰胺纤维八千吨，织成数亿米的化纤织品。把一千万吨煤用于气化造气，

可以合成四百万至四百五十万吨合成氨，制成肥料，能够增产数百亿斤粮食。这样宝贵的煤，我们决不能全部付之一炬，一定要大力开展综合利用，让煤炭发挥出更大的潜力，表现更大的本领，为社会主义四个现代化作出重要的贡献！

煤是怎样生成的

地下蕴藏的煤是怎么生成的呢？

在中世纪末期，人们认为，自从地球形成以来就有煤的存在，煤是一种石头，这些石头之所以能够燃烧，是由于它们被黑色的液体所浸染了，因而有别于一般的石头。也有人认为，石头之能变成煤是由于火山爆发的结果。甚至还有这样的说法，说煤是水变成的，或说煤是由于空气浓缩而形成的等等。所有这些说法，在今天看来，当然是无稽之谈了。

但煤到底是由什么生成的呢？在一百多年以前，人们在显微镜下观察了煤，发现煤中还保存着植物的一些细胞构造，有细长的纤维和条纹，再加上在煤层顶板*常常发现有树皮的碎片、叶子、根茎的化石，有时还可以看到个别煤块保存着树的构造。这就证明了，煤是由植物生成的。

证明煤是由植物生成的证据还很多。一些露天煤矿就发现过煤层中有巨大的煤化的树干和根部，外形还相当完整。我国阜新煤矿就发现有煤化的树干，辽宁铁岭煤矿煤层及其顶板中都有很多压扁了的煤化树干，在其横断面上可以看到十分清楚的年轮。抚顺煤矿开采出来的煤中有很多的琥珀，

* 煤层上面包围着的岩石，称为顶板。

这些琥珀是由树木分泌出来的树脂所变成的。在煤层底部的岩石——底板中也很容易找到植物根部的化石，有的还与岩层成垂直方向，足以表明煤层底板就是这些古生植物生长的土壤。

那末，煤是怎样从植物生成的呢？

在几万万年以前的地质年代，有过几个时期，气候特别温暖而潮湿，地面上到处是星罗棋布的沼泽，非常适宜于植物的繁殖生长。沼泽地带郁郁葱葱地长满了植物。沼泽植物以腐败的淤泥作为基础，生长区域不断往外扩展。由于养料充分，树木也获得了生长的基础。那时的树木，大多高达三、四十米，直径在二米以上，躯干高大，枝叶繁茂，形成巨大的森林群。森林里的树木死亡了，就倒在沼泽里，新的树木又生长起来。这样，一代代的树木成长起来，一层层死亡的植物堆积起来，或者被水流冲积在一起，形成了死亡植物的堆积层。植物遗体处于流动性很差的沼泽中，由于浸没于水中而与空气隔绝，不会彻底腐烂分解，只是轻缓地受到微生物的作用，植物残骸大部分保存了下来。经过长期作

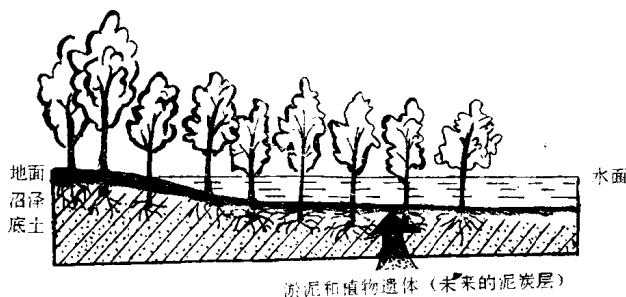


图2 许多许多年以前，在沼泽地区长满了高大的树木，它们死亡以后，形成了后来的泥炭。

用，几经沧桑，植物残骸的外表特征也逐渐消失了，变成棕褐色的多水的土状物质——泥炭，这就是煤炭的前身。

由于泥炭愈积愈厚，植物就不容易从原来的地下取得所需要的养料，终于使高大树木难以继续在此传宗接代，而又由普通的沼泽植物取代了它们的地位。沼泽中除去沼泽植物和生长于其中的高大树木以外，也有着生存于水中的低等植物与一些随水飘浮流动的生物；它们在死亡以后，也沉降水底，一起参加成煤过程。

煤的种类十分复杂，各个煤田的煤质也有很多差异，这和造煤的原料有很大的关系。因为高等植物和低等植物的组成成分不同，同一高等植物的叶、茎、树皮等部分的成分也不同，它们在死亡以后被微生物分解的过程就不怎么一样。植物残骸形成怎样的泥炭，还和泥炭生成的沼泽环境和积水条件有关。泥炭沼是死水还是活水，这一点就十分重要。如果是死水沼泽，气流闭塞，微生物不易繁殖，植物残骸的许多组成部分易于保存下来；如果是流动的活水环境，气流畅通，微生物的作用活跃，植物残骸的组成部分大部分会被破坏掉，只有那些在微生物噬食面前坚如磐石的组分给保持了下来。

不过真正要形成煤层，还必须在泥炭沼存在的当时当地具备形成煤田的地质条件才行。在地质条件中，最主要的是地壳上升或下降的垂直运动。由于这种运动，在地球表面上才出现沼泽和浅海。当地壳下沉而形成不太深的沼泽时，在沼泽中有可能生长大量的植物，并在这些植物死亡后，就地堆积植物遗体，往形成泥炭的方面变化。只要在植物遗体堆积的同时，沼泽地带因地壳运动而持续下降，其沉降速度与

泥炭堆积的速度处于大致上平衡的状态，就能使沼泽条件长期保持下来，泥炭层得以不断地堆积，堆得很厚。如沼泽地下沉过快，水深陡然剧增，沼泽条件遭受到破坏，泥炭沼变成了一片汪洋的湖泊，泥炭层便停止了自身的堆积，在泥炭层上面另外堆积起泥土、石灰质和砂石，迫使泥炭见不到天日，转入“地下活动”，过着无边无际的黑暗岁月。

山西及华北其他地区煤炭蕴藏丰富，根据地层资料可以得到解释。在几万万年以前的奥陶纪和石炭纪，华北地区曾是一片浅海和滨海环境，当时地面潮湿，沼泽比比皆是，植物生长茂盛，形成了得天独厚的造煤条件。以后地壳又发生剧烈变动，泥炭—煤层就被掩埋在崇山峻岭下面，久而久之，变成了今天的大煤田。

泥炭层愈下沉，压在它上面的岩石层愈厚，加在它上面的压力愈大。而在地下，深度每增加一百米，温度平均要增高 3°C ；越是往下，温度越高。高压高温使泥炭发生硬化，失去水份，分解掉一些气体，微生物的作用也逐渐终止下来，形成褐黑色的较硬的煤——褐煤。由十米高的泥炭层变成的煤层，厚度可能还不到一米。

褐煤由于长期受到岩层的重压，或是受到地壳运动的影响，进一步发生了规律性的变化，而变成了烟煤和无烟煤。无烟煤再受火成岩*的影响，或地质变动的强烈作用，还可以变成在性质上与煤完全不同的石墨。常言道，十年树木，而树煤却是千万年、万万年的事！

-
- * 火成岩是由于火山作用喷出地面或侵入地壳深处的炽热岩浆，冷却凝固后所形成的岩石。

代	纪	距 今 年 数 (百万年)	聚 煤 量 比 较
新 生 代	第 四 纪	2或3	
	第 三 纪	70	■■■■
中 生 代	白 垩 纪	135	■■■■■
	侏 罗 纪	180	■■■■
	三 迭 纪	225	■
	二 迭 纪	270	■■■■■■■
	石 炭 纪	350	■■■■■
古 生 代	泥 盆 纪	400	
	志 留 纪	440	
	奥 陶 纪	500	
	寒 武 纪	600	

图 3 造煤是在几万万年以前就开始了

煤是从植物生成的。万物生长靠太阳，煤炭的生长也是靠太阳哪！没有太阳光哺育下成长起来的绿色植物，哪里来的煤炭？煤炭像普通的草木燃料一样，只不过是把普照大地的太阳能储存了起来而已。从这个意义上讲，煤炭能源也是太阳能的一部分。

煤 炭 家 族

俗话说，天下乌鸦一般黑；可是从植物生长的煤却并不

是一样的黑。在颜色上，有棕褐色的，灰色的，也有黑色的；在光泽上，有油脂模样的，金属般的，也有暗淡无光的；在硬度上，有手捻即碎，发脆的；也有特别坚硬的。放在水里，很多煤都下沉了，但是有的却轻于水而浮了起来。煤炭的祖先都是植物，但是由于渊源身世（原始植物生成年代和生成条件）的不同，煤炭种类很复杂，确实是蔚为大观的。

煤炭“家族”有这么三家。第一个家族是腐植煤类；它们是从低地沼泽的高等陆生植物生成的。这些植物死亡以后，堆积在沼泽里，由于不与大气发生直接接触，植物残骸不会彻底分解，而是形成了很厚的泥炭层。复埋于地下以后，又在地质条件的影响下，逐渐形成比较成熟的煤。这种腐植煤是最常见的煤，可以看作是煤炭的“正宗”。

第二族是残植煤类，顾名思义，它们是由高等植物的残余部分形成的。残植煤类的植物祖先和腐植煤类并没有什么差别，也是堆积在泥炭沼中成煤的。但是由于那里的泥炭沼的水面突然下降，使得植物残骸与氧气有了接触，从而发生剧烈的分解，植物残骸中只有不易分解的一部分残留了下来，形成了残植煤类。

残植煤类和腐植煤类在起源上是接近的，但是在性质上却和第三族腐泥煤类相近。这是因为残植煤和腐泥煤含氢的数量都是比较高的。腐泥煤类是从低等动植物、浮游生物以及高等水生植物等生成的。这些植物在死亡以后，沉在水底，在氧气不足的情况下发生了与形成泥炭不同的腐败作用，最后形成了没有光泽、韧性很大、暗褐色的腐泥煤。有些腐泥煤含有大量矿物质，像褐色岩石一样，被称作油母页岩。它们如同一页页地叠起来的岩石，摔碎时也呈片状。和