



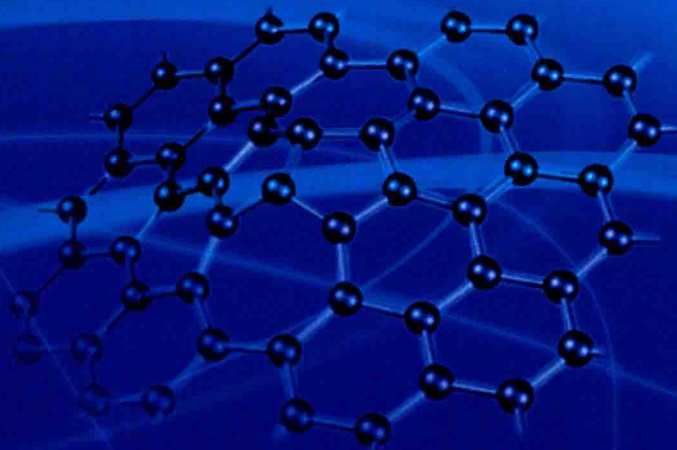
普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13-5” GUIHUA JIAOCAI

煤炭加工与洁净利用

胡文韬 段旭琴 主编

张志军 杨志超 孙蓓蕾 副主编



冶金工业出版社

www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

煤炭加工与洁净利用

胡文韬 段旭琴 主编

张志军 杨志超 孙蓓蕾 副主编

常州大学图书馆
藏书章

北京

冶金工业出版社

2016

内 容 提 要

本书内容包括煤化学、煤炭分选、煤泥水处理、煤系共伴生资源利用概况以及煤炭利用(炼焦及配煤、洁净燃烧、型煤、煤基炭素材料、气化、液化)等。

本书可供非煤矿物加工工程专业及采矿、冶金等近煤类专业本科生和研究生使用,也可供有关管理人员和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤炭加工与洁净利用/胡文韬,段旭琴主编. —北京:冶金工业出版社,2016.6

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7280-1

I. ①煤… II. ①胡… ②段… III. ①煤炭—化学加工—高等学校—教材 ②煤炭工业—无污染技术—高等学校—教材
IV. ①TQ536 ②X784

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 145973 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbbs@cnmp.com.cn

责任编辑 杨秋奎 美术编辑 杨帆 版式设计 杨帆

责任校对 禹蕊 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7280-1

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2016年6月第1版,2016年6月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;17印张;412千字;260页

40.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街46号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前言

我国是煤炭生产和消费大国，在一次能源消费中煤炭约占70%以上。煤炭作为“工业的粮食”，广泛应用于冶金、化工等各个工业部门。为了促进国民经济、社会与环境协调、持续快速发展，清洁有效地利用煤炭资源是我国必须采取的战略选择之一。

冶金行业是最重要的煤炭用户，但长期以来，国内缺少适合冶金矿山专业技术人员使用的煤炭加工利用类教材。本书从冶金用户的需求出发，按照煤炭加工利用的工序，从煤化学、煤炭分选、煤泥水处理、配煤及炼焦、煤的洁净燃烧、煤系共伴生矿产资源利用、型煤、煤基炭素材料、煤炭气化、煤炭液化等几个方面介绍了煤炭加工的基本概念、基本原理和工艺过程，详细地说明了煤炭加工和洁净利用设备的结构、特点、性能及利用范围。本书既保留了经典的理论和实用的方法，又反映了近年来出现的新工艺、新设备、新成果，不仅能使读者掌握煤炭加工与洁净利用技术的基本知识，还可以拓宽知识面。本书可以作为矿物加工工程、采矿工程、资源工程、冶金工程等相关专业的本科教学用书，还可以作为烧结球团、冶金、化工、电力、热能、环境等专业领域工程技术人员的参考用书。

本书由北京科技大学胡文韬、段旭琴担任主编，中国矿业大学（北京）张志军，太原理工大学杨志超、孙蓓蕾担任副主编。其中，第7章、第9章由胡文韬编写；第1章、第5章由段旭琴编写；第3章、第4章由张志军编写；第2章、第10章、第11章由杨志超编写；第6章、第8章由孙蓓蕾编写。全书由胡文韬、段旭琴统稿并审定。

在本书编写过程中，得到了中国矿业大学（北京）付晓恒教授，太原理工大学刘生玉教授，北京科技大学王化军教授、李虹老师的大力协助和支持。编者参考了许多国内外同行、生产企业的相关资料和研究成果，在此一并表示衷心的感谢！

本书的出版得到了北京科技大学“十二五规划教材”建设基金的资助，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平所限，书中不当之处，诚望读者批评指正。

编者

2016年5月

目 录

1 绪论	1
1.1 我国古代对煤的认识及利用	1
1.2 煤的分类和特征	3
1.2.1 煤的分类	3
1.2.2 煤的特征	4
1.3 我国煤炭资源分布特点	5
1.4 煤炭的综合利用	6
思考题	7
参考文献	7
2 煤化学	9
2.1 煤的形成	9
2.1.1 成煤物质	9
2.1.2 成煤过程	12
2.2 煤的组成	15
2.2.1 煤的元素组成	15
2.2.2 煤的官能团组成	19
2.2.3 煤的岩石组成	20
2.3 煤的性质	25
2.3.1 煤的物理性质	25
2.3.2 煤的化学性质	32
2.3.3 煤的工艺性质	44
2.4 煤的结构	48
2.4.1 煤的大分子结构	48
2.4.2 煤的结构模型	52
2.4.3 煤结构的研究方法	57
2.5 煤的分类	58
2.5.1 煤分类的意义	58
2.5.2 煤分类的方法与原则	59
2.5.3 煤的分类指标	59
2.5.4 中国煤的分类	60
2.5.5 煤的国际分类	66

思考题	68
参考文献	68
3 煤炭分选	69
3.1 重力分选	69
3.1.1 重力研究对象及其应用	69
3.1.2 跳汰选矿	69
3.1.3 重介质选煤	78
3.2 煤泥浮选	88
3.2.1 浮选的原理与基本过程	88
3.2.2 浮选药剂	89
3.2.3 浮选机	94
3.3 干法选煤	99
3.3.1 风力选煤	99
3.3.2 空气重介质流化床选煤	100
思考题	100
参考文献	100
4 煤泥水处理	101
4.1 煤泥水处理的目的和意义	101
4.2 煤泥水的主要性质	101
4.2.1 煤中矿物组成和矿物性质	102
4.2.2 煤泥水体系的溶液化学性质	105
4.3 煤泥水处理工艺和设备	106
4.3.1 煤泥水处理工艺	106
4.3.2 煤泥水处理药剂	107
4.3.3 煤泥水处理设备	111
思考题	115
参考文献	115
5 炼焦及配煤	116
5.1 焦炭的性质	116
5.1.1 焦炭的宏观构造	116
5.1.2 焦炭的物理机械性能	117
5.1.3 焦炭的化学组成	118
5.1.4 焦炭的高温反应性	120
5.1.5 焦炭的反应性及反应后强度	121
5.2 炼焦原理	121
5.2.1 成焦过程	121

5.2.2 煤的黏结与半焦收缩	122
5.2.3 炭化室内成焦特征	122
5.2.4 成焦过程气体析出途径	123
5.3 炼焦配煤	124
5.3.1 配煤意义与原则	124
5.3.2 配煤理论	124
5.3.3 配煤质量指标及计算方法	126
5.3.4 配煤试验	129
5.3.5 炼焦配煤工艺	129
5.4 炼焦工艺	130
5.4.1 焦炉装煤	130
5.4.2 焦炉出焦	131
5.4.3 熄焦与筛焦	131
5.5 炼焦化学产品回收	132
5.5.1 炼焦化学产品的组成与产率	132
5.5.2 炼焦化学产品回收典型工艺	134
5.6 动力配煤	134
5.6.1 动力配煤技术及其意义	134
5.6.2 动力配煤质量标准	135
5.6.3 动力配煤工艺	136
思考题	137
参考文献	138
6 煤的洁净燃烧	139
6.1 低 NO_x 燃烧技术	140
6.1.1 NO_x 的生成机理	140
6.1.2 降低 NO_x 排放的方法	141
6.1.3 低 NO_x 燃烧器	143
6.1.4 低 NO_x 燃烧技术的发展	145
6.2 循环流化床燃烧技术	145
6.2.1 循环流化床燃烧技术的优点	146
6.2.2 循环流化床燃烧技术的原理及发展	147
6.2.3 循环流化床燃烧技术的应用	150
6.3 水煤浆燃烧技术	152
6.3.1 水煤浆燃烧特性	153
6.3.2 水煤浆燃烧技术的应用及发展趋势	154
6.4 煤的分离燃烧技术	155
6.4.1 分离燃烧的基本原理	155
6.4.2 分离燃烧技术的性能分析	156

VI	
6.4.3	分离燃烧技术的应用前景 156
思考题	 156
参考文献	 157
7	煤系共伴生矿产资源利用概况 159
7.1	煤系地层共伴生矿产资源 159
7.1.1	煤铝共生矿 159
7.1.2	煤系高岭土 159
7.1.3	煤系耐火黏土 161
7.1.4	煤系膨润土 162
7.1.5	煤系硅藻土 163
7.1.6	煤系石墨 164
7.1.7	煤系油页岩 164
7.1.8	含钒石煤 165
7.2	煤中伴生元素 166
7.2.1	铌 (Nb) 167
7.2.2	镓 (Ga) 167
7.2.3	铼 (Re) 168
7.2.4	钪 (Sc) 168
7.2.5	锗 (Ge) 169
7.2.6	铀 (U) 169
7.2.7	稀土 170
7.3	煤系共伴生资源开发原则 170
思考题	 171
参考文献	 171
8	型煤 173
8.1	型煤技术的产生及发展 173
8.2	型煤成型的基础理论 174
8.2.1	粉煤无黏结剂成型机理 174
8.2.2	粉煤有黏结剂成型机理 175
8.2.3	粉煤的成型过程 176
8.2.4	影响粉煤成型的因素 177
8.3	型煤的分类及结构 177
8.3.1	型煤的分类 177
8.3.2	型煤的结构 178
8.4	型煤的质量要求及影响因素 179
8.4.1	型煤的质量要求 179
8.4.2	影响型煤质量的因素 180
8.5	型煤黏结剂和添加剂 184

8.5.1 黏结剂的种类	184
8.5.2 对型煤黏结剂的要求	186
8.5.3 型煤黏结剂的理论基础	186
8.5.4 型煤黏结剂的配制	187
8.6 型煤的生产工艺	187
8.6.1 粉煤无黏结剂冷压成型	187
8.6.2 粉煤有黏结剂冷压成型	188
8.6.3 粉煤热压成型	190
思考题	192
参考文献	192
9 煤基炭素材料	194
9.1 煤基炭素材料的分类和特征	194
9.2 煤基活性炭	194
9.2.1 特点	194
9.2.2 分类和结构	195
9.2.3 制备工艺	196
9.2.4 应用	197
9.3 煤基电极材料	198
9.3.1 特点	198
9.3.2 分类和结构	198
9.3.3 制备工艺	199
9.3.4 应用	202
9.4 碳纳米管	202
9.4.1 特点	202
9.4.2 分类和结构	202
9.4.3 制备工艺	203
9.4.4 应用	204
9.5 石墨烯	206
9.5.1 特点	206
9.5.2 分类和结构	207
9.5.3 制备工艺	207
9.5.4 应用	208
思考题	209
参考文献	209
10 煤炭气化	212
10.1 煤炭气化概况	212

10.1.1	煤炭气化基本原理	212
10.1.2	影响煤气化的主要因素	213
10.1.3	煤气种类	214
10.2	煤炭气化工艺	214
10.2.1	固定床气化	214
10.2.2	流化床气化	216
10.2.3	气流床气化	216
10.2.4	熔融床气化	217
10.3	煤炭气化气的应用	217
10.3.1	工业燃料	218
10.3.2	民用煤气	219
10.3.3	化工原料	219
10.3.4	联合循环	220
10.4	煤炭地下气化	220
10.4.1	地下气化原理	221
10.4.2	地下气化方法及生产技术	222
10.4.3	地下气化的优点及适用条件	224
10.5	煤气的净化与加工	225
10.5.1	酸性气体的脱除	225
10.5.2	CO 变换	227
10.5.3	煤气甲烷化	228
	思考题	229
	参考文献	230
11	煤炭液化	231
11.1	煤炭液化发展概况及基本原理	231
11.1.1	发展概况	231
11.1.2	基本原理	234
11.2	煤直接液化技术	234
11.2.1	基本原理	234
11.2.2	工艺过程	235
11.2.3	典型工艺	236
11.2.4	影响煤炭直接液化的因素	243
11.3	煤的间接液化技术	247
11.3.1	基本原理	248
11.3.2	工艺流程	248
11.3.3	合成反应器	249

煤又称煤炭，是地史时期堆积的植物（有时也有少许浮游生物）的遗体经过复杂的生物化学作用，埋藏后又受到地质作用转变而成的一种有机岩石。被人们誉为工业的食粮，是人类使用最早、应用最广泛的能源矿物之一。

1.1 我国古代对煤的认识及利用

我国是世界上最早利用煤的国家之一。我国广泛流传的女媧氏炼石补天神话就与煤的发现和利用有关。山西平定地区自古以来就有用煤烧“塔火”的习俗，明代学者陆深记载：“家家置一炉焉，当户，高五六尺许，实以杂石，附以石炭，至夜炼之达旦，火焰焰然，……是之谓补天。”认定女媧氏用煤来炼石补天，并为此写了《浮山遗灶记》碑文。甄敬也认为：“石火（烧煤）之利，其始于女媧乎！”以科学的观点审视，女媧补天并不可信，但平定地处盛产煤炭的阳泉矿区，在那里利用煤炭烧火则十分自然。

据考古发现，在我国新石器时代的晚期遗物和周朝的墓葬群里都曾先后发现过用煤制成的工艺品。1973年，在辽宁省新乐古文化遗址中，就发现有精煤雕刻装饰品44件。之后，在陕西西周墓葬和四川的战国墓葬中，也发现了大量煤的雕刻工艺品。

春秋战国时期，我国已较多地使用煤炭。《山海经》中将煤炭称为“石涅”，并记载了几处“石涅”的产地，经考证均是现今煤田的所在之地。如书中所指的“女床之山”，就在陕西省华阴市以西约六百里，相当于现在渭北煤田的麟游、永寿一带；书中所指的“女儿之山”，在现今四川双流和什邡煤田的分布区域内。

汉武帝元狩四年（公元前119年）西汉实行盐铁官营政策，分别在产盐和产铁地区设盐官和铁官。桓宽在《盐铁论》一书中记载：“盐冶之处，大校（抵）皆依山川，近铁炭。”这里的“炭”指的就是煤。在汉代的一些史料中，有河南六河沟、登封、洛阳等地的采煤记载。近年还在河南省巩义市发现有西汉时用煤饼炼铁的遗址。

三国时期，煤炭的开采和使用得到了进一步发展，曹操在建安十五年（公元210年）前后，以城为基，修建三台（铜雀、金虎、冰井），其中的冰井台中储藏了大量煤炭。魏、晋时称煤为“石墨”或“石炭”，此时在江西高安、新疆库车和山西大同等地区煤炭开发比较突出。江西高安煤炭开发利用见于南朝范晔所著的《后汉书·郡国志》一书，该书在豫章郡建城一节的注中载：“《豫章记》曰：县有葛乡，有石炭两倾，可燃以爨。”在酈道元所著的《水经注》上有“石墨可书，又燃之难烬，亦为之石炭”。《释氏西域记》中记载：“屈茨北二百里山，夜则火光，昼日但烟，人取此山石炭，冶此山铁，恒充三十六国用。”

隋朝初年，煤炭就成了宫廷中的主要燃料。时任著作郎的王劭在表中说：“在晋时，有人以洛阳火渡江者，世世事之，火色变青。今温酒及炙肉，用石炭火、木炭火、竹火、

草火、麻警火，气味各不相同。”王劭在关于火的奏报中把石炭放在首位，并与木炭、竹草等其他燃料较其异同，说明石炭已成为宫廷内第一位的燃料了。

唐朝时，有对山西太原晋山“遗山皆有石炭，近远诸州，尽来取烧”的描述。据山西地质资料记载，太原西山煤田“远自唐宋年间即有土窑开采”，经地质调查，太原的虎峪神底窑、官地附近的林沟窑以及晋祠、梁泉沟的西沟窑等，就是唐宋年间开凿的。另据唐人康骕所著《剧谈录》记载：“洛中豪贵子弟……，凡以炭炊饭，先烧令熟，谓之炼炭，方可入暴，不然犹有烟气。”此炭指的是煤而非木炭，所指的炼炭是炼焦的雏形。

五代时期，特别是辽金时期，辽宁抚顺进入了煤炭采掘高潮。当时烧制陶器普遍用煤作燃料。《东北的矿业》一书载：“唐朝时，有国人李氏者，首先开掘，知用煤之方法，惟今日尚可发现高丽人采掘之遗迹，亦即圆形斜坑与容油器等。”《满铁十年史》一书也讲：“烟台（今辽阳境内）煤炭采掘和利用的方法，是由唐朝李某所传，且和抚顺矿一样，在唐宋时期为高丽人所采掘。”

宋朝用煤更加普遍，已是“汴京数百家，尽仰石炭，无一家燃薪者”，此时的煤炭开发利用以河南、河北、陕西、山东等省最为突出。南宋文人朱翌在《猗觉寮杂记》一书中讲：“石炭自本朝河北、山东、陕西方遂及京师。”足见石炭产地之广。据《汝州全志》卷四载：“宋时宝丰清岭镇产煤、矾，故名兴宝。”在辽宁抚顺大官屯金代瓷窑遗址以及山东淄博、河南鹤壁、新安，陕西铜川、旬邑，河北曲阳、观台等地的宋代或宋元时代瓷窑遗址中，都发现了烧煤的遗迹。同时宋朝已用焦炭进行了冶铁。1961年，在广东新会县发掘的南宋咸淳六年（1270年）前后炼铁遗址中，除找到炉渣、石灰石、矿石外，还找到焦炭，这说明那时已用焦炭来冶铁了。目前所知，这是世界上冶铁用焦炭的最早实例。欧洲到18世纪才开始炼焦，比中国晚了500多年。

元代，以蒙古贵族为首的统治集团大力发展生产，注重矿业。特别是都城大都（今北京）的西山地区，采煤业发展较为普遍，成为最大的煤炭生产基地。据《元一统志》记载：“石炭煤，出宛平县西十五里大谷（峪）山，有黑煤三十余洞。又西南五十里桃花沟，有白煤十余洞”；“水火炭，出宛平县西北二百里斋堂村，有炭窑一所”。元朝时，从意大利来中国的马可·波罗（Marc Polo，1254～1324），看到中国用煤的盛况，回国后在《马可·波罗游记》中写道：“中国全境有一种黑石，采自山中，如同脉络，燃烧与薪无异，其火候较薪为优……，致使全境不燃他物。”于是欧洲人把煤当作奇闻来传颂。

明代李时珍的《本草纲目》中记载：“石炭即乌金石，上古以字书，谓之石墨，今俗呼为煤炭，煤、墨音相近也。”至此，到了明代才首次使用煤这一名称。当时杰出的学者宋应星在其所著的《天工开物》一书中将煤划分为明煤、碎煤和末煤三类，指出“明煤产北、碎煤产南”。按用途又分“炎（焰）高者曰饭炭，用以炊烹，炎平者曰铁炭，用以冶炼”。并记述：“凡取煤经历久者，从土面能辨有无之色，然后掘挖，深至五丈许，方始得煤。……”并对开采、支护、通风排气等均有详细记载。明代科学家方以智在其《物理小识》中记载：“煤则各处产之。臭者，燃熔而闭之成石，再凿面入炉曰礁，可五日不绝火，煎矿煮石，殊为省力。”当时煤炭业不仅在河南、河北、山东、山西、陕西等省有了普遍发展，且在江西、安徽、四川、云南等省也不同程度地得到了发展。在嘉靖以前一段时间，河南安阳一带煤窑井下延深已经到数十百丈，煤炭可以大规模地开采，产量不断增加，煤炭开采范围十分广泛，主要产煤区几乎都得到了不同程度的开发。

清代的采煤业在明代的基础上得到了进一步发展。从清初到道光,历代统治者对煤炭生产都比较重视,并对煤炭开发采取扶植措施,雍正十三年(公元1735年)六月十五日,两广总督鄂弥达、广东巡抚杨永斌奏请开发广东煤炭,陈述了“煤斛为民间日用炊爨之物,未便概为封禁”的道理,雍正皇帝明确指示道:“煤始于薪,乃日用所需,非矿厂之比,何须封禁。”由于各级官府对煤炭开发比较重视,加上社会的迫切需要和各地人民的辛勤劳动,从而使清代采煤业有了普遍的发展,在乾隆年间(1736~1795年),出现了我国古代煤炭开发史上的又一个高潮。

1.2 煤的分类和特征

1.2.1 煤的分类

根据成煤植物的种类和聚积环境的不同,可将煤划分为腐殖煤、腐泥煤和腐殖腐泥煤三大类。腐殖煤是由高等植物形成的煤,其前身为高等植物遗体在沼泽中形成的泥炭,它在自然界中分布最广、储量最大。腐泥煤是由低等植物和少量浮游生物形成的煤,其前身是低等植物遗体在湖泊等水体中形成的腐泥。腐殖腐泥煤成煤原始物质兼有高等植物和低等植物,聚积环境介于沼泽和湖泊之间的过渡环境。

腐泥煤的分布范围小,煤层厚度不大。腐殖煤是目前世界上用途最广、储量最大、分布范围最广的煤类,是我国煤矿开采的主要对象。因此,除非有特殊说明,人们通常所指的煤就是由高等植物形成的腐殖煤。它与腐泥煤的主要特征比较见表1-1。

表1-1 腐殖煤与腐泥煤的主要特征对比

特 征	腐殖煤	腐泥煤
颜 色	褐色和黑色,多为黑色	多数为褐色
光 泽	光亮者居多	暗
用火柴点燃	不燃烧	燃烧,有沥青气味
氢含量/%	一般小于6	一般大于6
低温干馏焦油产率/%	一般小于20	一般大于25

腐殖煤是高等植物形成的煤,也是近代煤炭综合利用的主要物质。低煤化程度的腐殖煤常含有保存程度不同的树枝、树干、树叶等植物遗体,在显微镜下,可见到植物的细胞结构。其主要特点是具有不同强度的光泽,并常呈条带状结构。根据煤化度的不同可分为泥炭、褐煤、烟煤和无烟煤四类。这四类腐殖煤的主要特征和区分标志见表1-2。

表1-2 四类腐殖煤的主要特征和区分标志

特征与标志	泥炭	褐煤	烟煤	无烟煤
颜色	棕褐色	褐色、黑褐色	黑色	灰黑色
光泽	无	大多无光泽	有一定光泽	金属光泽
外观	有原始植物残体,土状	无植物残体,有明星条带	呈条带状	无明显条带
在沸腾 KOH 中	棕红-棕黑	褐色	无色	无色

续表 1-2

特征与标志	泥炭	褐煤	烟煤	无烟煤
在稀 HNO_3 中	棕红	红色	无色	无色
自然水分	多	较多	较少	少
密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$		1.10 ~ 1.40	1.20 ~ 1.45	1.65 ~ 1.90
硬度	很低	低	较高	高
燃烧现象	有烟	有烟	多烟	无烟

1.2.2 煤的特征

泥炭是植物遗体在饱和水的沼泽环境中厌氧微生物不完全分解的条件下,经生物化学作用形成的有机质堆积物,是植物向煤转化的过渡产物。外观呈棕褐色或黑褐色,含有大量未分解的植物组织,有时肉眼能看出。泥炭的含水量较高,一般可达 85%~95%。开采出的泥炭经过自然风干后,水分可降至 25%~35%,干泥炭呈棕黑色或黑褐色土状碎块。

泥炭有广泛的用途,经气化可制成气体燃料或工业原料气;经液化可制成人造液体洁净燃料;经焦炭化得到的泥炭焦是制造优质活性炭的原料;此外,还可制造甲醇等化工原料,可直接用作土壤改良剂和高质量的腐殖酸肥料。

褐煤是泥炭沉积经过脱水、压实转变为有机生物岩的初期产物,外表呈褐色或暗褐色。褐煤一般暗淡,有时呈沥青光泽,含有原生腐殖酸,没有黏结性。褐煤含水较多,空气干燥后易风化破裂。在外观上,褐煤与泥炭的最大区别是褐煤不含未分解的植物组织残骸,且易成层分布。

褐煤适宜做气化原料,其低温干馏煤气可用作燃料气或制氢的原料气,低温干馏的煤焦油经加氢处理可制取燃料和化工原料;褐煤经溶剂抽提后所得褐煤蜡具有熔点高、化学稳定性好、防水性强、导电性低等特性;也可用作民用、工业燃料、化肥原料等。

烟煤是褐煤经变质作用而成,因燃烧时多烟而得名。烟煤中不含游离的腐殖酸,腐殖酸已全部转变为中性腐殖质。烟煤具有不同程度的光泽,大多数呈明暗交替的条带状。所有烟煤均比较致密,真密度较高,硬度较大。烟煤是自然界最重要、分布最广、储量最大、品种最多的煤种,根据煤化度的不同,我国将其划分为长焰煤、不黏煤、弱黏煤、气煤、肥煤、焦煤、瘦煤和贫煤等类型。

在烟煤中,气煤、肥煤、焦煤和瘦煤都具有不同程度的黏结性。它们被粉碎后高温干馏时能不同程度地转变为塑性体,继而固化为块状的焦炭,因而也被称为炼焦煤。

无烟煤是烟煤变质而成,是煤化度最高的一种腐殖煤,因燃烧时无烟而得名。外观呈灰黑色,带有金属光泽,无明显条带,它的挥发分最低、真密度最大、硬度最高。可用作民用、发电燃料;制造合成氨的原料;低灰分的无烟煤可用于制造石墨、电石和碳化硅等。

腐泥煤是由低等植物和少量浮游生物形成的,包括藻煤和胶泥煤等。藻煤主要由藻类生成,在山西浑源,山东兖州、肥城均有发现;胶泥煤是无结构的腐泥煤,植物成分分解彻底,几乎完全由基质组成。

此外,还有腐殖煤和腐泥煤的混合体,有时单独分成与腐殖煤和腐泥煤并列的第三类,称为腐殖腐泥煤。主要有烛煤和精煤,前者与藻煤相似,宏观上较难区分,易燃;精煤盛产于辽宁抚顺,结构细腻,质轻而有韧性,因能雕琢工业美术品而驰名。

1.3 我国煤炭资源分布特点

我国煤炭资源的成煤时代多,聚煤期的地质时代由老到新主要是:晚古生代的早石炭世、晚石炭世-早二叠世、晚二叠世;中生代的晚三叠世,早、中侏罗世、晚侏罗世-早白垩世和新生代的古近世和新近世。其中以侏罗世成煤最多,占总量的39.6%,石炭-二叠世(北方)占38.0%,白垩世占12.2%,二叠世(南方)占7.5%,古近世和新近世占2.3%,三叠世占0.4%。我国北方地区煤炭资源的成煤时期多为石炭-二叠世,南方地区的成煤时期多为二叠世,西北地区多为早中侏罗世,东北地区多为晚侏罗世。

我国煤炭资源在地理分布上的总格局是西多东少、北富南贫,具有天然的区域分异性。同时我国经济发展又存在地域上的不平衡性,其一是呈东部、中部和西部的条带状,东部相对发达西部滞后;其二是呈南北分异现象,南部相对发达北部滞后。我国的煤炭资源分布的“多”和“少”又与地区的经济发达程度呈相逆的关系,西煤东运、北煤南运就是煤炭资源区域分异现象与经济区域分异性相悖的明显表现。

我国的煤炭资源又与水资源呈现逆向分布。我国整体水资源缺乏,人均水资源占有量仅为全世界的1/4,而且分布极不均匀,在我国的南部和东部分布较多,与煤炭资源的分布呈逆向关系。这种关系给煤炭的生产发展带来了不利的影响,而且困难不好解决,使煤炭的长远发展受到了制约;同时,在产煤地区,由于煤炭生产及煤炭洗选过程中产生大量工业废水,又使本已脆弱的生态环境进一步恶化。

根据第三次全国煤炭资源预测资料,在昆仑山—秦岭—大别山以北地区已发现煤炭资源占全国的90.3%(若不包括东北三省和内蒙古东部地区则为77.4%),其中太行山—贺兰山之间,储量占北方地区的65%以上,以烟煤和无烟煤为主,形成了山西、陕西、宁夏、河南和内蒙古中南部的富煤地区(华北赋煤区的中部和西部)。秦岭—大别山一线以南的南方地区以无烟煤、贫煤为主,资源储量占全国的9.6%,而其中的90.4%又集中在贵州、四川、云南三省,形成了以黔西、川南和滇东为主的富煤地区(华南赋煤区的西部)。在东西分带上,大兴安岭—太行山—雪峰山以西地区,资源储量占全国的89%,分布着各种变质程度的烟煤和无烟煤;而以东地区仅占11%,且以褐煤和低变质烟煤为主。从省级尺度来看,全国34个省级行政区划单元中,除上海、香港外都有不同质量和数量的煤炭资源分布,在全国63%的县级行政区划里都有煤炭资源分布,但大量煤炭资源相对集中在少数的省(区),如山西、内蒙古、陕西、贵州和云南五省的煤炭资源基础储量就占全国的69%以上。

从各大行政区内部看,煤炭资源分布也不平衡,如华东地区的煤炭资源储量87%集中在安徽、山东,而工业区又主要在上海为中心的长江三角洲地区;中南地区煤炭资源的72%集中在河南,而工业区主要在武汉和珠江三角洲地区;西南地区煤炭资源的67%主要集中在贵州,而工业区主要在四川;东北地区相对较好,但也有52%的煤炭资源集中在北部的黑龙江,而工业集中在辽宁。这种我国煤炭资源与区域社会经济发达程度逆向分布的