

选煤技术基础知识

(修 订 本)

于 尔 铁 编 著



燃料化学工业出版社

选煤技术基础知识

(修 订 本)

于尔铁编著

燃料化学工业出版社

本书系统地阐述选煤技术基础知识，各种主要选煤方法、选煤机械和设备、工艺流程、选煤厂技术检查工作和选煤效果的评价等。书中援引了生产实践经验和科学研究过程中积累的一些有关资料；同时也适当介绍国外的选煤新技术。

这本书是选煤厂管理干部的技术基础读物，也可供选煤工人学习参考。

选煤技术基础知识

(修订本)

于尔铁 编著

燃料化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

* * *

开本 787 × 1092 $\frac{1}{32}$ 印张 9

字数 197 千字 印数 1—8,900

1974年10月第1版 1974年10月第1次印刷

* * *

书号 15063 · 2052 (煤-28) 定价 0.72 元

序 言

建国以来，我国选煤技术迅速发展，新型技术设备不断使用，工艺流程日趋完善与合理，选煤厂数量成倍增长。在这种形势下，就要求选煤厂的管理干部以马克思主义、列宁主义、毛泽东思想为统帅，掌握选煤技术的基础知识，提高社会主义企业的管理水平和技术水平。过去虽然出版过一些选煤技术书籍，而专供选煤厂管理干部阅读的书还很少。这本书就是适应这种需要编写的。

这本书主要介绍选煤技术知识和选煤厂的生产概况，在理论方面只作简单的叙述。

各种选煤方法都是通过一定的机械设备实现的，因此，在书中结合选煤方法介绍了各种选煤机械设备。但是许多设备的构造和工作原理，在本书中不可能用较大的篇幅作详细介绍。因此，最好能够结合本厂的实际，对照实物来阅读，这样可能容易领会，而且也收到理论联系实际的效果。

选煤是一门综合性技术，它以多种科学技术为基础。拿各种选煤方法来说，重力选煤以水力学为基础，浮游选煤的基础是物理化学，而电磁选煤则涉及到电磁学。因此在学习选煤这门技术时，会接触到多方面的知识。为此，编写本书时注意到尽可能把涉及到的基础理论加以归纳，并用实例说明，以便读者容易领会。

最后应该说明，编写这种书籍还是一种尝试，限于政治思想水平、业务水平和写作能力，书中谬误之处在所难免，

恳切希望读者给予批评和指正。

借此机会，谨向在编写本书过程中给予鼓励和帮助的诸同志致谢。

作 者

1963年8月

目 录

序言

第一章 煤和选煤.....	1
1. 煤	1
2. 煤炭为什么要洗选	4
3. 怎样选煤	9
4. 选煤厂	11
第二章 筛分.....	15
1. 概说	15
2. 筛板和筛网	18
3. 固定筛	21
4. 滚轴筛	22
5. 摇动筛	24
6. 振动筛	30
7. 共振筛	47
8. 滚筒筛	49
9. 筛面的电力加热	51
10. 筛分效率	51
11. 筛子的使用和维护	54
第三章 破碎	58
1. 概说	58
2. 颚式破碎机	60
3. 辊式破碎机	63
4. 锤式破碎机	68

5. 反击式破碎机·····	70
6. 破碎机的使用与维护·····	72
第四章 块煤的拣矸·····	74
1. 概说·····	74
2. 人工拣矸·····	75
3. 机械化拣矸·····	78
第五章 跳汰选煤·····	85
1. 概说·····	85
2. 跳汰机的种类·····	91
3. 活塞跳汰机·····	92
4. 无活塞跳汰机·····	95
5. 跳汰机排料的自动调节·····	108
6. 跳汰过程的主要影响因素·····	114
7. 跳汰机的操作要领·····	119
8. 跳汰选煤流程·····	122
9. 跳汰选煤实例·····	124
第六章 流槽洗煤·····	127
1. 概说·····	127
2. 块煤洗槽·····	128
3. 末煤洗槽·····	135
4. 洗煤槽的自动调节·····	140
第七章 重介质选煤·····	143
1. 概说·····	143
2. 重介质·····	144
3. 重介质分选机·····	145
4. 悬浮液的回收与再生·····	152
5. 悬浮液比重的控制·····	153
6. 重介质选煤的工艺流程·····	156
第八章 煤泥的精选·····	159

1. 概说	159
2. 浮游选煤	160
3. 高频率跳汰	175
4. 摇床精选	178
第九章 选后产品的脱水	181
1. 概说	181
2. 斗子机脱水	182
3. 脱水仓脱水	186
4. 筛子脱水	188
5. 离心脱水机	192
6. 真空过滤机	203
7. 火力干燥	210
8. 湿煤的防冻措施	213
第十章 煤泥水的处理	217
1. 概说	217
2. 重力浓缩设备	219
3. 水力旋流器	225
4. 室外煤泥沉淀池	229
第十一章 选煤辅助设备	233
第十二章 选煤工艺流程和选煤厂的主要工作指标	241
1. 选煤工艺流程	241
2. 选煤厂的主要工作指标	243
第十三章 选煤厂的技术检查	247
1. 概说	247
2. 煤层煤样和生产煤样	249
3. 商品煤样	250
4. 生产检查煤样	253
5. 采样机械化	257
6. 煤样的缩制	258

7. 试验和测定.....	262
8. 煤的可选性.....	265
9. 选煤效果的评价.....	270
10. 分配曲线.....	273
参考书.....	279

第一章 煤和选煤

1. 煤

伟大的革命导师列宁同志把煤炭比喻作**工业的食粮**。人们把煤炭叫做“乌金墨玉”。的确，煤是最宝贵的一种地下资源。它不仅是工业的粮食，同时也是日常生活必需的燃料。大家知道，煤是我国最主要的动力来源之一。冶炼钢铁离不开焦炭，而焦炭是用煤炼成的。用煤可以炼制人造石油，弥补天然石油资源之不足。在日常生活中，烧饭取暖也要用煤，也许有人想象不到，各种塑料制品、合成纤维、染料、糖精、阿司匹灵等多种多样的日用品和医药，竟也是由石油或煤炭炼焦的副产品中获取原料的。在发展农业生产上，煤炭也有重要贡献——制取化肥和杀虫剂等也是以石油和煤炭为原料。因此，在贯彻执行“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济的总方针和“备战、备荒、为人民”的战略部署当中，“开发矿业”发展煤炭生产有着重要的意义。

在我国辽阔富饶的国土上，煤炭资源的分布极广，不但品种繁多，而且储量丰富。这就给社会主义建设提供了极为有利的资源条件。

当我们看到煤的时候，自然想要知道这种可燃矿物是怎样生成的。

说起来话长，在几千万年以前的古代，地球上的气候温

暖，茂密地生长着巨大的植物。日久天长，这些植物死后就倒在水中，层层相压，在水下大量聚积。水中的植物残骸长期与空气隔绝，逐渐失去氧、氮和氢，相对地增加了碳的含量（这就是碳化作用），变成了低级的煤炭（泥炭）。此后，泥炭继续受到各种地质作用，如上部地壳岩层的压力、地壳的变动及温度增高等，更加深了碳化程度，结果形成了我们常常见到的褐煤、烟煤和无烟煤。由植物残骸形成的煤叫做腐植煤。另外，还有一种由水里的水草和动物遗骸聚集而生成的煤炭，称做腐泥煤。

由煤的生成过程，我们知道煤是有机化合物。但是，它并不是简单的化合物，也不是成分均匀的混合物，而是由各种简单的和复杂的化合物以及各种矿物杂质组成的混合体。煤中的有机化合物部分，由碳、氢、氧、氮及硫等组成，是可以燃烧的，所以也叫做可燃体。作为燃料来说，煤中不能燃烧的部分是废物，也就是常说的杂质。

显然，煤中的可燃体愈多、杂质愈少，它的质量愈高。

为了简便起见，用煤在完全燃烧以后剩下来的残渣数量（重量百分数）来表示煤的质量，这就是常常提到的煤的灰分。但要注意，煤的灰分数值与矿物质含量并不相等，灰分通常低于矿物质含量。因为在煤燃烧受热时，有些矿物质将会发生化学变化，改变了原来的成分和重量。比如，碳酸盐类（ CaCO_3 ）受热后变成石灰（ CaO ）并放出碳酸气（ CO_2 ）；硫化铁（ FeS_2 ）经氧化后变成氧化铁（ Fe_2O_3 ）和二氧化硫（ SO_2 ）；石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）燃烧后失去结晶水等。除了灰分之外，水分、硫、磷等都是煤中的有害杂质。

将煤与空气隔绝并加热到一定温度后，煤中的有机物将分解成固体、液体和气体（沼气 CH_4 、氢气 H_2 、碳酸气 CO_2 、

一氧化碳气CO及氮气N等)。这些逸出的气体和液体统称为挥发物，它的含量（重量百分数）就是挥发分。没有挥发掉的固体残渣是各种矿物杂质和固定碳。如果用百分数表示煤中的各种成分的话，水分、灰分、挥发分及固定碳含量加起来应当等于100%。

按照煤的碳化程度，可以分为泥炭、褐煤、烟煤及无烟煤四大类。

泥炭 在四类煤炭之中，泥炭最年轻（碳化程度最低）。它的质地很软，呈海绵状或块状，颜色是暗褐色或黑色，表面没有光泽。泥炭中含有大量水分，因此它的发热量很低，但可以作为民用燃料，解决群众的烧柴问题。如浙江的泥炭就是当地的主要燃料来源之一。

褐煤 褐煤的碳化程度比泥炭略高。它的质地脆弱，容易裂成小块，表面没有光泽，呈暗褐色；挥发分高，内在水分大，发热量低。褐煤可作为化工、炼油的原料，也可供动力用或民用。我国的褐煤储量不多，产地分布在云南、广西、辽宁和吉林等地。

烟煤 我国烟煤的储量和产量都很大，在工业上应用最广。它的碳化程度比褐煤又提高了一步，具有相当的硬度，挥发分在10%以上，内在水分在10%以下（一般不超过3%），发热量较高。在烟煤中，有一部分粘结性强的是炼焦的好原料，这就是常说的**炼焦煤**。炼焦煤又可细分为瘦煤、焦煤、肥煤及气煤等，这些煤都是最宝贵的地下资源。我国炼焦煤资源丰富，遍及东北、华北、华东、中南、西南、西北各地。

贫煤、弱粘煤、不粘煤及长焰煤等，可供动力用和民用。挥发分较高的长焰煤，也是炼油的好原料。

无烟煤 无烟煤的碳化程度最高，挥发分低，质地坚硬，黑色（有时略带灰色）并带有金属光泽。这种煤燃烧时火焰较弱，但火力最强，几乎不生煤烟，也不粘结，是民用的好燃料，也可供动力使用。尤其无烟块煤，更是制造化肥的重要原料。

为了适应工业发展的需要，1958年颁布了我国煤炭分类的试行方案（表1）。这种分类方法是以煤的挥发分和胶质层厚度●为基础。但进行褐煤分类时还应参考它的内在水分指标。

用显微镜或用肉眼仔细观察煤炭时，会发现它是由一些外观很不相同的成分构成的。如按照这些外观上的差别进行分类，则有**镜煤**、**亮煤**、**暗煤**和**丝炭**四种。这就叫做**煤岩成分**。镜煤和亮煤都有光泽。它们的灰分低，多在2%以下；镜煤不同于亮煤的地方，是镜煤的断口呈贝壳状，质地比较致密。暗煤和丝炭都是无光泽的，暗煤的质地坚硬而无层理，丝炭很象碎木炭屑；暗煤灰分是6~12%，丝炭的灰分较高，可达15~25%。一般说来，煤中有光泽成份占得多时，结焦性就会强些；反过来说，如果无光泽部分占多数，煤的结焦性就差，甚至不结焦。

2. 煤炭为什么要洗选

如果把煤比做工业的食粮，那末由地下采出来的原煤，还只能算是“稻谷”，在许多情况下，是不能直接利用的。

● 胶质层厚度是一项表示煤炭结焦性能的指标。测定方法是模拟煤的炼焦过程，把煤样放在煤杯中加热。煤样因受热软化所形成的胶质层厚度，用符号Y表示。详见国家标准GB479-64。

表1 中国煤分类(以炼焦用煤为主) 方案

大 类 别	小 类 别	分 类 指 标	
		ν^r	y
无 烟 煤		0~10	
贫 煤		>10~20	
瘦 煤	1 号 瘦 煤	14~20	0~8
	2 号 瘦 煤	14~20	> 8~12
鱼 煤	瘦 焦 煤	14~18	>12~25
	主 焦 煤	>18~26	>12~25
	鱼 瘦 煤	>20~26	> 8~12
	1 号 肥 鱼 煤	>26~30	> 9~14
	2 号 肥 鱼 煤	>26~30	>14~25
肥 煤	1 号 肥 煤	26~37	>25~30
	2 号 肥 煤	26~37	>30
	1 号 焦 肥 煤	<26	>25~30
	2 号 焦 肥 煤	<26	>30
	气 肥 煤	>37	>25
气 煤	1 号 肥 气 煤	>30~37	9~14
	2 号 肥 气 煤	>30~37	>14~25
	1 号 气 煤	>37	> 5~9
	2 号 气 煤	>37	> 9~14
	3 号 气 煤	>37	>14~25
弱 粘 煤	1 号 弱 粘 煤	>20~26	0(成块)~8
	2 号 弱 粘 煤	>26~37	0(成块)~9
不 粘 煤		>20~37	
长 焰 煤		>37	0~5
褐 煤		>40	

特别是高炉，它一定要用精煤炼成的焦炭。

存在于煤中的大量有害杂质就是灰分。对炼铁来说，降低炼焦精煤的灰分，就等于降低焦炭的灰分，因为炼焦煤的灰分每降低1%，用它炼出的焦炭的灰分约降低1.33%。在炼铁过程中，焦炭灰分每降低1%，高炉的焦炭消耗量可节约2.2~2.3%，同时还少用4%的石灰石。这样，高炉可多装一些矿石，生铁产量约提高2.2%。反之，如果用高灰分焦炭炼铁，不但高炉的生铁产量会随之降低，而且还因为这种焦炭的强度低，冶炼过程甚至不能顺利进行。国家标准GB397-65规定，炼焦精煤的灰分一般不应超过11.5%。

在铁路的货运量中，煤炭所占比重最大。煤的灰分高，就等于让火车带着大量矸石去“旅行”。我们不妨计算一下：假设每年有两亿吨煤炭要经过铁路运输，只要煤的灰分增加1%，每年大约就得多装300万吨矸石，需要6万多节载重量50吨的车皮，这是多么惊人的浪费啊！

此外，不论是化工用煤、动力用煤，还是民用煤，灰分也都是有害无益的杂质。因为在燃烧煤炭时，其中的矿物质不仅不能产生热量，反而要吸收一部分热量随炉灰排掉。动力用煤的灰分每增高1%，大约就得多消耗2.0~2.5%的煤炭。

煤的硫分虽然不及灰分高，但是硫分有害极大，能大大降低钢铁的质量。焦炭中的硫分稍微提高一点，高炉就要多耗用大量的焦炭、石灰石和矿石。一般认为，1%的硫分的危害程度，不亚于8%的灰分的危害程度。所以炼焦煤的硫分也要力求降低，一般应不超过1.5%。在作为燃料使用时，煤中的硫分也是有害的，因为煤炭中的硫约80%是可燃性的，当煤燃烧时将产生二氧化硫、三氧化硫以及硫化氢

等有害气体，污染大气，造成公害。

伟大领袖毛主席教导我们：“一切产品，不但求数量多，而且求质量好，耐穿耐用。”因此，对于煤炭产品来说，除了在开采过程中注意提高质量之外，常常还要把原煤进一步加工，去掉杂质，符合用户要求的质量规格之后，才能成为出厂产品。特别是供炼焦用的煤炭，降低灰分和硫分更是必不可少的加工过程。

选煤就是去除原煤杂质并将其加工为一定质量规格的出厂产品的机械加工过程。

毛主席指出：“综合利用大有文章可做”。对于煤炭的综合利用来说，选煤也有着重要作用。一方面，选煤本身就具有综合利用的作用，例如，精煤用于炼焦，中煤用于发电，促成物尽其用。另一方面，选煤在提高煤质的同时，还可以变“废”为“利”。因为“事物都是一分为二的”，“废”与“利”是相对的，选煤可以促成煤中的“废物”转化为有用之物。例如，对于炼焦、炼铁来说，煤中的硫化铁是有害的废物，但是把它单独地选出来之后，却可以作为制取硫酸的原料。再如，煤中大量夹杂的矸石，对于作为燃料的煤炭来说是废物，但是可以用来制砖，作建筑用原材料。

可见，根据煤质情况和用户要求，因地制宜地发展选煤，是多快好省地开发和利用煤炭的重要一环。

在煤中，形成灰分的矿物杂质有几种不同来源。首先，在成煤的原始植物中就含有一定数量的矿物质，它们与煤的有机物密切结合为一体，用机械方法根本不能去掉，由这类矿物质形成的灰分叫做原生灰分。其次，在成煤的植物残骸的聚积过程中，由于冲积作用而混入一些泥沙，它们与煤结合得也比较均匀、致密，多呈结核状，在洗选过程中把煤破

碎得较细之后，才能选出一部分，由这样的杂质形成的灰分叫做次生灰分。原生灰分和次生灰分又统称为**内在灰分**。此外，在采煤过程中，煤层内的夹石和破碎后的顶底板岩石常常混入煤中，形成煤的**外在灰分**。这类杂质虽然在煤中大量存在，但却容易与煤分开。选煤过程主要是去掉这种外在灰分的杂质。

煤中的硫分也有几种不同的形式，**有机硫**、**硫酸盐硫**和**黄铁矿硫**。三种硫分总称为**全硫**。有机硫是成煤植物的组成成分，它与煤的有机体均匀地结合在一起，只有用化学方法才能将有机硫提取出来。硫酸盐硫主要是指硫酸钙 (CaSO_4)、硫酸亚铁 (FeSO_4) 等矿物杂质所含的硫，不过硫酸盐硫的含量常常是很低的，不必计较。煤中的黄铁矿 (FeS_2) 是黄铁矿硫的来源，由于它是单体混杂在煤中，而且比重很高，所以在重力洗选过程中很容易将它排掉。在煤的全硫含量中，通常有一半甚或一半以上是有机硫，其次才是黄铁矿硫，所以如何有效地降低高硫煤的含硫量，在选煤技术上还是一个正在研究的课题。

过多的水分也是煤的有害杂质。存在于煤中的水分有几种不同的结合形式，概括起来可分为**内在水分**和**外在水分**两类。存在于煤炭孔隙中的水叫做**内在水分**。内在水分也叫**吸附水分**。处于风干状态的煤，其内在水分不会失掉。如果将煤加热到 105° 左右，内在水分才能消失。附着在煤的表面上的水叫做**外在水分**。把煤曝置在干燥空气中经过一段时间之后，就会失掉这种水分。煤的外在水分可以用机械方法脱离大部分，而内在水分必须采用热力方法使之蒸发。

过高的水分对运输是严重的威胁。因为煤的外在水分高，不仅浪费运输力，在冬季还会冻在车箱中，卸车困难，