

炼焦化学常識

肇彬哲 編著

冶金工业出版社

煉焦化学常識

肇彬哲 編著

冶金工业出版社

炼焦化学常識

李彬哲 編著

編輯：恒滴 設計：周广、陶紹文 校對：夏其五

1958年11月第一版

1958年11月北京第一次印刷 53,000 册

850×1168·1/32·59,000 字·印张 $2\frac{8}{32}$ ·定价 0.35 元

冶金工业出版社印刷厂印

新华書店发行

書号 1274

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业营业許可証出字第 093 号

目 录

序言..... 5

第一篇 炼焦原料

第一章 煤和烟煤的性质..... 6

- 一 煤的生成..... 6
- 二 烟煤的构造..... 7
- 三 烟煤的成份..... 7
- 四 烟煤的结焦性及其技术分类..... 8
- 五 配煤..... 9

第二章 炼焦前煤的处理..... 12

- 一 煤处理的基本意义..... 12
- 二 煤处理的生产流程..... 12
- 三 筛分和破碎..... 14
- 四 选煤..... 15
- 五 煤的混配..... 17
- 六 煤的粉碎..... 19
- 七 配合煤技术指标对炼焦的影响..... 20

第二篇 烟煤炼焦

第三章 炼焦炉的构造..... 22

- 一 炼焦炉的发展简史..... 22
- 二 炼焦炉的分类..... 25
- 三 近代炼焦炉的构造..... 25
- 四 加热程序和煤气循环系统..... 35

第四章 炼焦炉的机械..... 38

- 一 装煤车..... 38
- 二 推焦车..... 38

三	火架車	42
四	熄焦車	42
第五章	炼焦爐的管理	44
一	炼焦过程	44
二	炼焦操作	46
三	焦炭質量	50

第三篇 炼焦化学产品

第六章	炼焦化学产品的回收	52
一	炼焦化学产品回收的基本原理	52
二	煤气的冷却。氨水和焦油的冷凝	53
三	氨的回收。浓氨水和硫酸銨的生产	56
四	粗苯的回收和制取	57
第七章	炼焦化学产品的精餾	62
一	粗苯的精餾	62
二	焦油的精餾	63
第八章	炼焦化学产品的用途	70

序 言

炼焦化学工业，就是把烟煤通过干馏炼成焦炭并且同时获得贵重的化学产品的工业。

随着我国冶金工业的飞速发展，炼焦化学工业也正猛烈跃进。假若没有炼焦化学工业供给冶金工业以燃料——焦炭和煤气，要想实现现代钢铁冶金的生产过程，那是不可思议的。也不可能设想，没有炼焦化学工业供给原料，就有化学工业的迅速发展。

烟煤炼焦所获得的产品：焦炭——用于高炉炼铁；焦炉煤气用于平炉炼钢以及炼钢车间加热炉和均热炉加热；化学产品——焦油、粗苯、氨等以及它们的精制产品——用作许多工业部门的原料。由这些原料可以制得：化学肥料、农药、染料、塑料、人造纤维、炸药、化粧品原料、医药、绝缘材料、动力燃料、电极原料、防腐剂、筑路沥青、人造酒精、橡胶、等等。

由此可见，炼焦化学工业在国民经济中该有何等重要的地位。

在总路线的光辉照耀下，全民大办冶金工业这一声势浩大的形势业已形成，炼焦化学工业，也跟钢铁工业一样已在全国范围内遍地开花。大批领导干部和业务管理人员都投入了炼焦化学生产，他们迫切需要这方面的知识。为了及时地对这些同志有所帮助，著者收集和参考了一些技术资料及有关书籍，编成了这本小册子。书中简要地叙述了炼焦化学生产的基本原理、生产流程、主要设备、产品用途等一般常识，供大家参考。因为学识水平有限、编写时间仓促，书中不当之处在所难免，请予批评、指正。本书初稿，经张挽强同志阅读后，提出了许多宝贵意见；书中某些插图承蒙王裕泉同志绘制，著者在此深致谢忱。

著者

(1958.10.1.于北京)

第一篇 炼焦原料

第一章 煤和烟煤的性质

一、煤的生成

“煤——它是工业的真正粮食”（列宁）；它是炼制焦炭的原料。

根据人们对煤的构造和成份的科学研究，断定煤是由死亡植物残骸变成的。

在还没有人类的时候，地球上的气候潮湿而又温暖，非常适合植物的生存，当时在地面上生长着很多高大的树木和矮小的水生植物。经年累月，这些植物逐渐衰亡、倾倒，而大量地堆积在地球上的低洼地方或湖泊、海湾地区。由于地壳的剧烈变动，便把这些死亡的植物埋在地下，经过地层的压力和地下温度的作用，在隔绝空气的条件下发生复杂的分解，逐渐地形成了今天的煤。

由矮小的水生植物残骸生成的，叫做**腐藻煤**，它是制造人造液体燃料和润滑油的贵重原料，这里不予叙述。由高大的树木残骸生成的，叫做**腐植煤**，它的生成过程大致要经过泥煤、褐煤、烟煤和无烟煤四个阶段。泥煤年纪最轻，依然部分地保持植物的纤维结构，经过干燥可以用作动力燃料。泥煤进一步变化，即变成褐煤，它的主要用途是作动力燃料；如经工艺加工亦可制造合成液体燃料。由于地下石层压力不断增大，褐煤中以挥发的成份跑出一部份，碳的成份相对增加，形成烟煤。烟煤是获得冶金焦炭的原料。无烟煤年纪最老，含碳成份最高，具有光泽，主要用作动力燃料；具有适当物理性质的无烟煤亦可代替焦炭用于高炉冶炼。

因为目前在炼焦化学工业中广泛采用的还是烟煤，所以对其

他三种煤，这里不予詳細叙述。

二、烟煤的构造

对于烟煤的构造，地質学家早就开始研究。将煤磨成薄片，从显微镜下观察，他們大多数都認為煤体是由四种岩相拼份組成的：鏡煤、亮煤、木煤和暗煤。

鏡煤是煤中最光澤的部份，断面多呈貝壳状，在显微镜下观察为淡黄色，組織均一，有豎裂紋，富有粘結性，灰份含量极少。

亮煤是煤中較富光澤的部份，中有亮层和暗层，呈細条状，并夹杂一些尚未完全分解的植物残骸。

木煤是与其他煤层并行存在的，呈黑色，用肉眼观察其結構宛如木炭，在显微镜下可以看到木質結構，极易磨成粉末。

暗煤是煤中无光澤而坚硬的部份，含有大量灰份。

鏡煤和亮煤构成烟煤的光澤結構，煤質最純，結成焦炭的性較強。暗煤和木煤构成烟煤的无光澤結構，所含灰份很高；如果烟煤中含有大量的木煤（超出20%），則用这种烟煤便不能煉成良好的焦炭。

三、烟煤的成份

煤是由有机化合物和无机矿物质两部份組成的。

煤中除矿物质外剩下的部份，叫做**有机部份**，它是由原生植物質轉化而成的。远在十三世紀人們就已知有煤存在，然而直到今天为止，在科学上还不能最后測定煤中有机化合物的全部性質，不过可以根据烟煤的元素分析得到关于有机部分的近似概略。現在已經知道煤的有机物质中主要含有碳、氢、氧和少量氮、硫等元素。

碳是煤中最重要的成份，因为在煉焦时主要由它轉化成焦炭，并且在頗大程度上根据它来确定煤是否值得作为动力燃料。

氢是煤中仅次于碳的重要成份，因为它是在煤燃烧时发生热

的来源，并且在炼焦时它和碳一样是所生成的有机挥发物的组成部份。

氢是煤中有害的成份，因为它能降低煤的热工价值。

氮是烟煤炼焦时取得为生产硫酸铵（肥料）所需氮的来源。

硫是炼焦煤中最有害的杂质，因为它限制了所炼成的焦炭在炼铁方面的应用价值。焦炭中硫份的增高，会使高炉生铁的产量降低、质量变脆。

烟煤的**无机部份**，是由经各种途径落入煤质中的矿物质组成的，燃烧后则成残渣，叫做灰份。煤中所含的水份也属于煤的无机部份。无机部份可用工业分析来测定。

灰份是一种很累赘的东西，在炼焦时，几乎全部转到焦炭中去，而使焦炭在高炉中的发热量减少，消耗量增加，从而使生铁产量降低，因此，灰份超过7%的煤，都应经过洗选。

水份。因为煤有吸附空气中水份的性能，所以煤中含有一定水份。水份的大小，随煤的成熟程度而减少，随其氧化程度和细度而增加。

因为煤中的有害杂质转移到焦炭中去对炼焦和炼铁都会发生有害的影响，所以在烟煤炼焦之前，必须经过一系列的处理（这将在第二章中详加叙述）。

四、烟煤的结焦性及其技术分类

烟煤这一术语，概括了一组范围很广的腐植煤，但并不是其中任何类别的煤都能适合于炼焦，而适合于炼制冶金焦炭的煤必须具备结焦的能力、亦即结焦性。所谓结焦性，就是烟煤在工业炼焦条件下能够炼出冶金焦炭的性能。用来测定这种性能的方法很多，其中最完善的当推苏联科学家萨保什尼科夫提出的胶质层测定法。

胶质层测定法的实质，就是在专门的仪器中装入100克煤样，逐渐加热（每分钟 3°C ），当煤样转变为胶质状态时，测定

胶质层厚度 (Y) 和收缩度 (X)。在变成焦炭之前, 煤在炭化过程中逐渐软化, 而其软化部份就叫胶质层。在这个专门的仪器中所形成的胶质层越厚, 则这种煤粘結得就越好。煤在炭化过程中发生收缩、即体积缩小, 因此在焦炭和器壁之間形成間隙。假如收缩得不充分而且間隙很小, 那么要把这种煤用于工业炼焦时生成的焦炭就会夹在爐室之内, 不易推出, 有时会使爐墙毀損。有了这两个指标, 就能更深刻地了解各种煤在炼焦上的实用性质。

既然知道各种煤的結焦性是不同的, 就有必要把各种煤进行技术上的分类, 以便易于掌握煤种, 配制质量良好的配合煤, 炼成优质的冶金焦炭。

在还没有研究出胶质层测定法以前, 大多是根据挥发份和焦炭特征来进行煤的分类。挥发份是烟煤經加热分解升騰的物质, 俗称黄烟, 含有甲烷、氢、苯、氨、焦油、等等。在实验室进行試驗时, 是把 1 克煤样放在坩埚中用馬弗爐加热到 850°C, 当挥发份从煤中析出后, 而剩下的固体残留物就是焦炭。根据挥发份和焦炭特征的分类不能充分反映出炼焦煤的性质, 因此, 最近則把代表煤变质程度的挥发份 (V^r ——可燃体挥发份) 和表示粘結性的胶质层厚度 (Y) 作为烟煤技术分类的主要指标。根据这两个指标可将烟煤粗略地做出如下的技术分类, 如表 1 所示。

表 1

烟煤的技术分类

煤 种	牌 号	挥发份 (%)	胶质层厚度 (毫米)	結 焦 特 征
气 煤	Г	35—44	9—16	收缩性大, 强度低, 縱裂紋多, 煤孔率大
肥 煤	IIЖ	725	12—30	粘結力大, 熔融好, 橫裂紋多, 峰焦較多
焦 煤	K	13—26	15—21	收缩性小, 强度高, 焦炭块大, 膨胀性强
瘦 煤	HC	12—13	7—14	粘結性弱, 熔融差, 焦粉較多, 耐磨性差

五、配 煤

在直接加热的土焦爐 (见第三章第一节) 中, 因为无需考虑

膨胀压力和推焦困难的问题，并且原料可以随意进行捣固，所以可以采用任何单种牌号的烟煤来炼焦。但是由于采用直接加热的方法，炼焦时所生成的贵重的化学产品多被烧掉，这是很可惜的事情。

在间接加热的新式焦炉（见第三章第四节）中，可以用中等挥发份的单种煤（如焦煤）来炼焦，并能炼出质量较高的焦炭。采用一些特殊装备或特别方法也可以利用挥发份高的单种煤（如气煤）来炼焦。有的国家甚至采用单种褐煤来炼焦。采用这些方法，成本很高，技术相当复杂，因此这些方法都是在煤种非常缺乏的国家和地区采用的。

既然单种煤可以炼焦，那么为什么要配煤？

所谓配煤，就是把各种不同质量的煤按一定比例配合成适合于炼制优质冶金焦炭的煤料（配合煤）。

配煤的目的有两个：其一、是为了扩大炼焦煤的资源；其二、是为了改进炼焦煤的质量。

上面已经谈过，利用像焦煤这样的单种煤是可以炼出满足于大型高炉要求的冶金焦炭的。直到现在美、英和西德的许多焦化厂依然利用单种煤炼焦。因为资本主义发展的基本经济规律是追求高额利润，所以它们根本不考虑国家资源的合理利用。跟资本主义国家相反，社会主义国家则把合理利用国家资源作为社会主义发展的基本经济规律之一。像焦煤这样的优质炼焦煤，其储量一般说是很少的，光用它来炼焦，远远不能满足大工业发展的需要。为了节约优质炼焦煤，必须把部份优质炼焦煤和大部份其他不能单独炼焦的煤配合在一起来炼制冶金焦炭，这样便可扩大炼焦煤的资源。

从烟煤的技术分类表中可以看出：由于生成年代和地质情况的不同，几种牌号的烟煤互有优缺点。除焦煤以外，不可能用其他单独某一种煤来炼出质量合乎高炉冶炼用的焦炭。例如：单用气煤所炼出的焦炭非常松散，一压就碎；单用瘦煤炼出的焦炭，气孔率小，影响高炉通风；即使单用焦煤炼出的焦炭质量很好，但膨

胀压力很大，容易胀坏爐室。因此，必須把各种牌号的煤按一定比例配合起来使用，才能取长补短地改进炼焦煤的质量，炼出优质的焦炭。

在确定这个比例（配煤比）的时候，应当注意下列几項原則：首先要考虑到在各該經濟区内炼焦原料資源的平衡和供应，避免远程运输，实现区域配煤；其次要考虑到在现代炼焦爐中炼焦时不致产生对爐墙有危险性的膨胀压力和推焦困难，保证爐体的正常寿命；第三，要考虑到根据本区域煤的条件，使炼出的焦炭质量能够满足使用部門的要求，并使焦炭中的硫份和灰份降到最低限度；最后要考虑到根据本区域煤的条件，提供出大量的炼焦化学产品、焦爐煤气和半导体鍍、鍍、等等。

这样选择的配煤比，只不过是初步符合理論上的要求，仍需經過一系列的配煤炼焦試驗加以証实，方可用于工业炼焦生产。

第二章 炼焦前煤的处理

一、煤处理的基本意义

焦炭主要用于高爐炼鉄。炼鉄生产对焦炭的基本要求，是具有足够大的机械强度和尽可能少的灰份含量和硫份含量。这是因为：硫份在冶炼过程中很容易轉到生鉄中去，而使生鉄质量变坏；灰份对燃料的燃燒很有影响，灰份一高，就会降低焦炭的发热量；焦炭在高爐中承受料柱的压力很大，如果没有足够大的强度，在下降过程中就会被压碎，堵塞爐料之間的間隙，妨碍气体的上升和均匀分布，而使冶炼过程恶化。

为要生产出能够滿足上述要求的优质焦炭，必須使配合煤符合下列条件：具有良好的結焦性；含有最低的灰份和硫份；品质要均匀、粒度要适中；水份不超过8%。而要使配合煤符合上述条件，在炼焦前必須对煤进行一系列的处理：篩分、破碎、洗选、混配和粉碎。

二、煤处理的生产流程

从煤矿运进炼焦化学工厂的炼焦煤，可分为三种：①灰份含量較高并未經煤矿洗选的煤，叫做**未洗原煤**；②灰份含量較高但經过煤矿洗选的煤，叫做**已洗原煤**；③灰份含量极少不經洗选即可配成配合煤的煤，叫做**淨原煤**。

根据所处理原煤的不同，煤处理的生产流程，共有三种（图1）：适于处理淨原煤和已洗原煤的流程，它又分为第一流程和第二流程；适于处理未洗原煤的流程，叫做第三流程。

在没有洗煤设备的煤处理車間，一般都采用第一种流程。

装满原煤的車皮停在收煤坑上的軌道上，用工人或机械将煤卸入收煤坑（图2）。收煤坑上复有筵条。小块煤通过筵条的間隙落到坑内；被筵条所挡住的大块煤則留在筵条上，需用人工打成小块。收煤坑下設有振动給煤机，其数量相当于貯煤槽的数

量。煤出此煤槽落到皮带运输机上，带进破碎工段。在这里首先用筛子把它分成小于和大于 80 毫米的两个级别。大于 80 毫米一

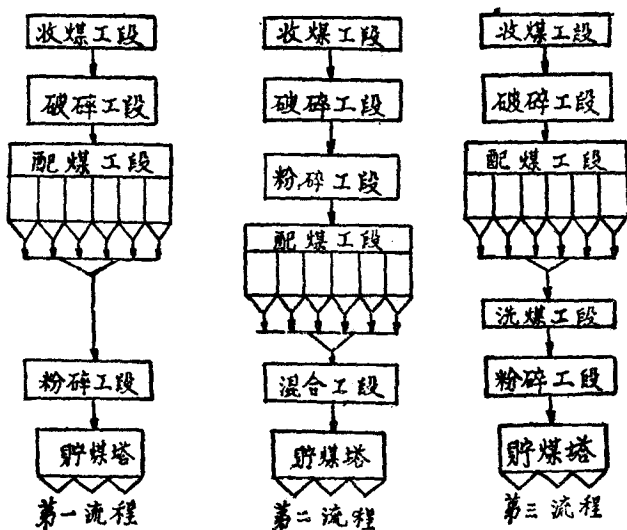
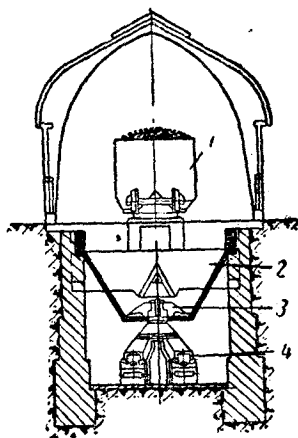


图 1 煤处理的三种生产流程

(在第三个流程中也有的先单独选洗各种煤然后再行配合)

图 2 容纳一排待卸车皮的收煤坑

- 1—待卸煤的车皮; 2—收煤坑;
3—振动给煤机; 4—皮带运输机



級的煤，从中拣出大块矸石，然后导入破碎机，破碎成小于80毫米的小块煤。破碎后的煤和篩下的煤一起送到配煤工段預定貯存各該种煤的貯煤仓中。从貯煤仓出来，經過配煤装置，便把各該种煤按规定的比例混配成配合煤，送到粉碎工段。在这里用粉碎机把配合煤粉碎到规定的粒度。最后用皮带运输机送到炼焦爐上的貯煤塔中，准备炼焦。

在未設洗煤設備的煤处理車間，也有采用第二种流程的。它跟第一种流程不同的地方，在于送入破碎工段的各該种煤立即实现最終破碎（粉碎），然后送入配煤工段的貯煤仓中。第二种流程的配煤操作比第一种的进行得更为精确，但是必須在送往貯煤塔的途径上使配合煤經過專門設置的混合机。

在設有洗煤設備的煤处理車間，則采用第三种流程。

从收煤坑貯煤槽来的各該种煤分別进行80毫米以下的初步破碎，然后送到配煤工段，进行各該組份煤的配合。把配好的配合煤运往洗煤工段（也有先把各种煤单独选洗然后配合的）。洗成的配合煤轉送到粉碎工段。在这里用粉碎机把煤粉碎到规定的粒度。然后送入貯煤塔。

三、篩分和破碎

按照尺寸用篩子把煤分成不同級別的过程，叫做篩分。篩分是輔助作业，它跟破碎相互配合，可以减少破碎机械的負荷。

所謂破碎，就是把块煤分裂成顆粒的过程，在很多情况下都把它作为洗选前的准备作业。由于块煤中混有夹杂物——矸石，因此，必須把这种块煤破碎到一定的粒度（粒度的大小决定于块煤所夹杂的矸石包含物的尺寸），才能在洗选过程中把这些矸石清洗出去。

用来把块煤分裂成顆粒的机械，叫做破碎机。破碎机的种类很多，这里只是简单地介紹一下双輓滚碎机（图3），因为在所有破碎方法中，它所消耗的能量最少。

双輓滚破碎机的工作原理，就是利用彼此对轉的双輓柑住送入

两辊之间的块煤，并将它们分裂开来，经过空隙掉到机体下面。假如煤块较小而且经过煤块和辊子的接触点所作切线形成的钝角(α)不大时，那么这个过程是完全可能实现的。但是辊子的直径和煤块最大尺寸之间必须保持一定的比值：对齿辊滚碎机为6—4；对平辊滚碎机为25—18。

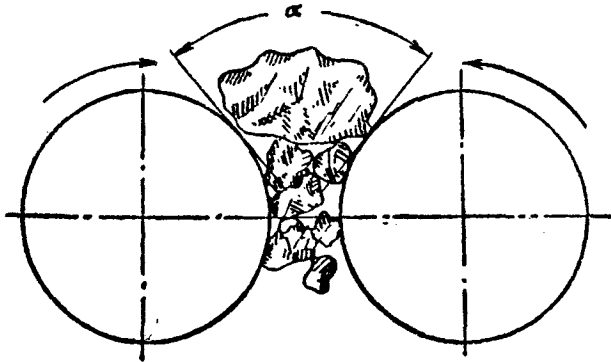


图 3 双辊滚碎机操作示意图

在双辊滚碎机中，其中一个辊子是在固定轴承中转动，而另一个辊子则在可滑动的轴承中转动。当辊子堵住坚硬的大块而其劈裂能力不够时，则可滑动的辊子便压缩弹簧离开不移动的辊子并放过坚硬的大块，这样就可以预防辊子的损坏。

四、选 煤

提高煤中有机可燃体含量的加工处理，叫做选煤。在实际选煤中，常常根据煤和矸石在比重、颜色和有机液体浸润性方面的不同而采用各种方法。

相当大的块煤很容易凭眼力按颜色把它跟矸石区别开来：煤呈黑色且发光泽；矸石呈灰色而无光泽。大块的矸石和黄铁矿一般在缓慢移动的皮带或转动的拣石台上即可用人工拣出。这是一种最简单的选煤方法。

最广泛采用的是按比重将煤和矸石分开的重力选煤法。颗粒的比重和大小决定该颗粒在液体流中(湿法选煤)或气流中(干法选煤)的降落速度。煤的比重为1.3,较矸石轻(矸石比重为2.6),因而位于上层,而重的矸石则积存在下层。煤和煤中所含的杂质,其比重相差愈大,则其分层进行得就愈好。

根据有机液体对煤和矸石的浸润性的不同而来实现选煤,叫做浮选法。这种方法仅可用于分离很细的颗粒。这里不作叙述。

重力选煤过程本身还包括许多方法。这里只把其中的跳汰机选煤作为选煤的主要方法简要地介绍一下。

跳汰机(定筛式)的构造如图4所示。跳汰机的洗槽用垂直(但未伸到底的)隔板将其分为彼此连通的两部份:筛网部份和活塞部份。在第一部份中固定有筛网;在第二部份的水面上安设有使水作垂直往复运动的装置,这既可以用由曲轴传动的活塞作往复运动来激盪水面,又可以用强大吹风机供给的压缩空气来冲击水面。

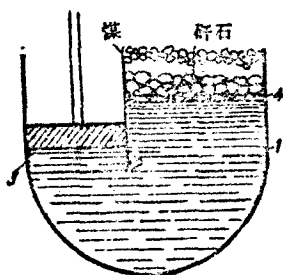


图4 跳汰机操作示意图

- 1—铁槽; 2—隔板;
3—活塞; 4—筛网

把夹杂有矸石杂质的煤放入筛网上,因受上升水流和下降水流的激盪的影响而使煤和矸石分离。为了使煤和矸石尽可能地完全分离,必须保证煤中所含矸石颗粒在水流中的降落速度大大高于煤粒的降落速度。但是大颗粒的煤,由于其本身重量较大,因而可能具有跟绝对重量较轻的小颗粒矸石相同的降落速度。此时煤和矸石在跳汰机上的分离是不会令人满意的,因此,在进行洗煤以前,必须将煤预先分为这样的块度等级,以保证最大的煤粒