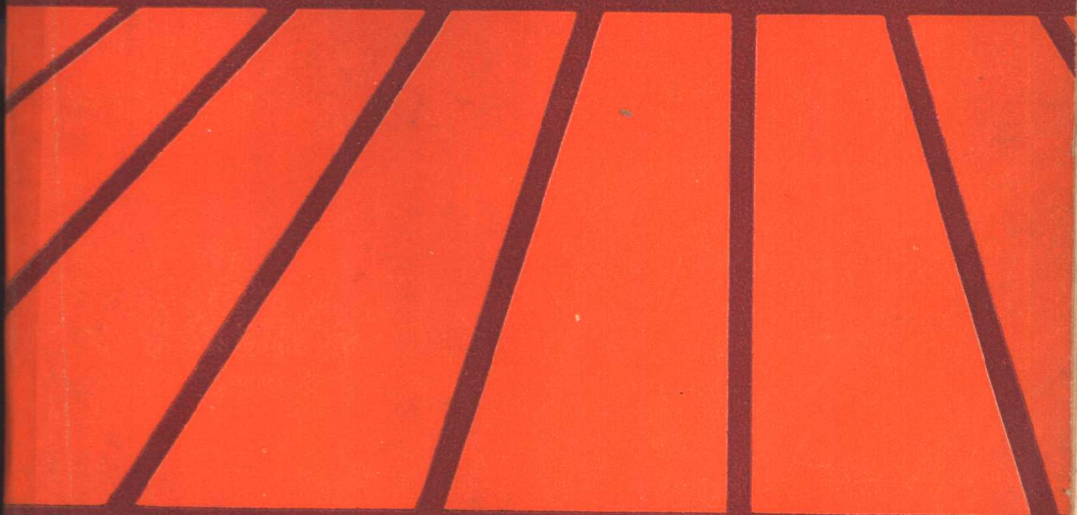


焦炭

JIAO TAN



冶金工业出版社

V421.6
L861

焦炭

焦 炭

〔法〕洛杰·路瓦松 彼埃尔·福熙

安得烈·博埃尔 著

王福成 秋枫 周淑景 崔秀文 译

高彬升 校

冶金工业出版社

421100

焦 炭

〔法〕洛杰·路瓦松 彼埃尔·福熙 安得烈·博埃尔 著
王福成 秋枫 周淑景 崔秀文 译
高彬升 校

*

冶金工业出版社出版

(北京灯市口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 16 3/4 字数 440 千字

1983年7月第一版 1983年7月第一次印刷

印数00,001~2,600册

统一书号: 15062·3967 定价2.05元

译者的话

本书原书名为Le Coke。书中总结了法国煤炭工业部中央科学研究所和马利诺试验站20多年来在焦炭生产和改进焦炭质量方面的科学研究所取得的成果。

本书所阐明的是室式焦炉的传统炼焦过程，没有涉及型焦的生产，也没有讨论焦炉结构和维护问题。

本书较详细地讨论了焦炭质量的评定标准及煤的质量对炼焦过程的影响，着重地研究了弱粘结性煤的利用问题，因为这是法国和其他盛产弱粘结煤的国家的现实问题。

法国在改进焦炭质量和利用弱粘结性煤方面，取得了一定的经验和研究成果，这对我国的焦炭生产人员和科研工作者是很有参考价值的。

本书是根据1975年俄文版翻译的，在翻译过程中参照了法文原版，发现的俄译本中的错误，均按照法文版予以改正。

本书第一章由崔秀文翻译；第三、四、五、六章由王福成翻译；第二、八、九、十、十一章由秋枫翻译；第七章由周淑景根据法文版译出。全书由高彬升根据俄文版校对，最后由鞍山焦化耐火材料设计研究院技术情报科做了技术审校。

在本书的翻译过程中，译者虽下了一些功夫，但由于水平所限，错误在所难免，望读者指正。

译者

1981年12月

前言 (节译)

本书试图对煤炼焦原理和焦炭生产的技术问题作出科学的总结。书中所搜集的资料,原来都分散在各种杂志、未公开发表的文章和报告中,其中有许多资料是难以收集到的。

作者发现在煤的研究领域中,某些理论工作之间有些脱节,例如,像第一章中所提到的研究工作,以及炼焦工艺本身的一些研究工作都有脱节现象。Chemistry of Coal Utilization*专题技术论文的再版本中,论述了煤炭工业和焦化工业的各种问题,但很少涉及到我们认为是很重要的问题,因此在本书中,我们对这些重点问题着重加以讨论。其中包括:焦炭质量鉴定指标的确定,煤性质和炼焦制度对焦炭质量影响的试验研究,以及煤、煤的炼焦过程以其产品的试验资料与基础知识之间的关系的判定。此外,还补充讨论了有关焦炉生产能力的问题,某些炼焦过程中煤膨胀压力对焦炉炉墙的影响,以及炼焦化学产品生产的经济数据的系统化问题。

作者本想回答工程技术人员所感兴趣的一些问题,但却故意删去了有关炼焦工艺、焦炉结构和操作、生产组织和技术安全等问题,因为这些问题在新出版的有关煤炼焦的著作中已有详尽的叙述。

本书的资料包括作者们从1950年开始在法国煤炭工业部中央科学研究所所属维尔涅市试验室和玛利诺试验站(煤炼焦工业研究中心)所进行的全部研究的成果,以及在煤炼焦化学领域内多年积累的知识的必要总结。在多数情况下,对各个问题作者们都是以亲身实践的经验举例说明的。编写本书时,我们力求书中内容能包括各国专家都掌握的一般知识,同时也介绍法国所进行的

* Chemistry of Coal Utilization Supplementary Volume, H.H.Lowry, Editor John Wiley and Sons (nc, New-York, London 1962).

研究工作的进展及所取得的结果。

书中主要叙述有加热墙的普通焦炉炭化室中的炼焦问题，但是也有几章(第一、二、四章)叙述了与炼焦方法无关的一般炼焦问题。书中一些章节也介绍了煤的新炼焦方法。在研究以制取型焦为目的的炼焦问题时，必须注意裂纹生成的理论概念，因为这种焦炭生产方法与层式炼焦法相比，还未积累足够的经验。

书中没有讨论近年来发展的型焦生产方法。作者认为这种方法只适用于盛产价廉的弱粘结性煤或不粘结煤的地区。在有弱结焦煤、中等结焦煤或结焦性好的煤时，层式炼焦法是可取的，尤其是在采取措施进行技术和经济改进后更是如此。例如，采取如下措施：合理制备煤的粒度组成、正确地选择往煤料中添加的惰性组分和瘦化组分、利用捣固法及干燥和预热法以提高煤料的堆比重。

本书着重研究利用变质程度低的煤生产焦炭所发生的问题。这些问题对法国，特别是对洛林煤田尤为重要，对于其他国家也是很重要的，因为就埋藏量来说，这种煤远远超过好结焦煤。必须指出，对变质程度低的煤在热作用下的性质和性状的研究，提高了我们对炼焦过程这一理论知识的一般水平。

大家知道，没有这些有关煤的炼焦过程和现象的知识也能生产焦炭，但是，要达到生产合理而又经济的结果是很困难的。因此，有必要仔细地研究并制定出理想的参数，以力求拟定最经济的装炉配煤方案、规定合理的燃烧室温度和结焦时间，并考虑使焦炭生产工艺制度适应焦炭最佳粒度组成和其他性质的要求。

本书不能提供关于所有问题的现成决议，但是可以帮助读者借助于最近得到的并以总结形式报道的新知识找到解决问题的办法。

法国煤炭工业部中央科学研究所技术所长

采矿总工程师：莱蒙·舍拉达姆

法国煤炭工业部中央科学研究所主管科学所长

科学院院士：莫里斯·列托尔特教授

致 读 者

本书是供炼焦领域中具有一定炼焦知识的读者参考的。因此，作者认为没有必要赘述大家所熟悉的有关焦炉及其设备方面的知识。同时所讨论的问题的先后顺序，也不完全按照教学的目的排列。对不熟悉法国煤炼焦实践的读者，在研究本书的内容时可能将遇到一些困难。为此，作者提醒读者注意下述说明。

本书实践部分所谈到的试验(第六章及第十一章)，主要是在玛利诺试验站进行的，因此，采用的术语有：焦炉试验、400公斤试验焦炉试验等。

为了说明煤的性质，用统一的术语表述每种煤的质量，并采用法国标准中的命名法。但是，这种命名法只适用于动力煤，并不能反映出作为炼焦原料煤的性质。在实践中煤常以其产地命名(如北加莱矿区的肥煤、洛林肥煤等)。因此，作者不得不时而采用法国标准的术语，时而采用产地名称(特别是洛林煤)。书中所采用的最常见的术语列于表4中。

本书常常谈到特殊的炼焦方法(捣固煤料装炉、干煤装炉等)，采用这些方法的主要目的是为了扩大炼焦用煤的品种。关于这些方法的所有必要的说明见第十章。

目 录

第一章 煤的一般知识	1
第一节 煤的基本性质	1
一、煤岩学	1
二、机械及物理性质	5
三、溶剂作用和气孔结构	7
四、煤的结构和化学性质	15
五、矿物组分	26
第二节 炼焦煤的特性及分类	29
一、试样的选取及贮存	29
二、元素分析和快速测定	31
三、煤的粘结性的直接测定	37
四、煤的其他一些特性	45
五、煤质量的自动检验	47
六、煤分类	50
参考文献	59
第二章 炼焦过程的研究	65
第一节 低温炼焦的化工过程	65
一、逐渐加热时煤重量的损失	63
二、低温下热分解过程中所排出的挥发分的性质	68
三、煤的热分解反应	68
四、350~500°C温度范围内的热分解动力学	70
五、模拟物质的炼焦	73
第二节 煤的胶质状态及其意义	73
一、煤软化的基本试验	73
二、变质程度的影响	76
三、煤素质的性状	78
四、转变成胶质状态现象的说明	79
五、工艺因素对软化的影响和与胶质层理论的对比	82

六、煤转变成胶质状态的意义	91
第三节 变成半焦和结构形成	98
一、对现象的描述和对固化温度的理解	98
二、二次固化温度的测定	98
三、二次固化的动力学	99
四、二次固化的机理与分离现象	100
五、各向异性相小滴的增长与焦炭结构	102
六、混合煤料二次固化	104
第四节 温度高于500°C时炼焦及焦炭的主要性能	106
一、化学性能的变化	106
二、石墨化	112
三、气孔	115
四、物理性能的变化	118
五、在500~1000°C的温度范围内焦炭的机械性能	123
第五节 煤及其炼焦的某些数字资料	126
参考文献	127
第三章 焦炉炭化室中煤的结焦过程及其对焦炭机械	
性质的影响	129
第一节 炭化室内的传热过程	129
第二节 半焦的形成	132
一、胶质层或胶质屏	133
二、气孔结构	140
第三节 焦炭中裂纹的生成	144
一、裂纹率的测定	144
二、均质焦炭裂纹生成机理的要点	146
三、影响裂纹生成的因素	150
四、配合煤料和收缩曲线的变化及其对裂纹生成的影响	153
五、焦炭中裂纹生成的其他理论	157
第四节 挥发物的裂解	158
一、裂解条件	159
二、挥发物的裂解反应	159
三、裂解反应动力学	162
四、烃类添加剂	166

第五节 焦炭蜂窝结构的形成	166
一、试验研究	166
二、焦炭蜂窝结构的生成机理	169
第六节 焦炭的机械性质与炼焦参数的关系	169
一、影响焦炭的机械性质的因素	169
二、焦炭的局部性质	172
三、焦炭冲击强度因素	175
参考文献	178
第四章 焦炭质量指标	180
第一节 焦炭的化学性质	180
一、工业分析	180
二、元素分析	182
第二节 焦炭的反应性	183
一、测定	183
二、反应性的实际意义	184
三、气化速度	187
四、焦炭的反应性参数	189
第三节 高炉焦炭的机械性质	190
一、焦炭性质概述	190
二、焦炭的粒度组成	194
三、机械强度	196
第四节 铸造焦	211
一、化学组成	212
二、其他特性	212
第五节 电热炉生产用焦	214
一、不同用途的焦炭和使用趋势	214
二、化学性质	215
三、其他特性	216
四、焦炭单位电阻的实际测定	217
参考文献	217
第五章 工业和半工业试验的条件	220
第一节 焦炉	220
一、概述	220

二、炭化室尺寸	220
三、加热系统	221
四、燃烧室的平均温度与炼焦时间	222
五、煤料的制备与焦炭的处理	222
六、生产检验	224
七、试验时的工艺制度	225
八、研究步骤	225
九、试验结果的差别	227
第二节 400公斤容积的试验炉	228
一、概述	228
二、试验炉的一般规格	228
三、焦炭质量的研究	229
参考文献	234
第六章 炼焦煤料的配制	235
第一节 炼焦煤料	235
一、煤的性质	236
二、关于煤在焦炉中的性状的一般知识	241
三、上述规律在实践中的应用	242
第二节 不粘结组分的添加剂	249
一、粉焦	250
二、半焦	259
三、粉焦和半焦的同时使用	272
四、低挥发分煤	274
五、研究结果的分析	282
第七章 工艺因素对焦炭质量的影响	290
第一节 装料密度和水分	290
一、概述	290
二、湿煤料掺油	291
三、捣固	293
四、装料密度对焦炭堆比重的影响	294
五、增加装料密度对焦炭质量的影响	295
六、干燥对装料密度和焦炭质量的影响	295
七、水分的影响机理	298

第二节 煤的粒度组成	302
一、粉碎概述	302
二、各种工业粉碎方法的研究	308
三、选择粉碎	327
四、矿物质的影响	332
五、结论	334
第三节 炉墙温度	336
一、概述和定义	336
二、炉墙温度不变时结焦时间变化的影响	340
三、炉墙温度对焦炭质量的影响	344
四、热稳定时影响焦饼中心温度的因素	345
五、问题的经济方面	345
第四节 炭化室的宽度	349
一、对 M_{10} 指数的影响	349
二、对 M_{40} 指数和焦炭块度组成的影响	350
三、总的结论	350
第五节 煤在贮存中的质量变化	350
参考文献	354
第八章 炼焦煤料对焦炉炉墙的膨胀压力	355
第一节 研究煤的膨胀压力的主要工作概述	355
一、工业和半工业试验	355
二、实验室的几种试验法	358
第二节 马利诺试验站的移动墙式炉	359
一、焦炉的结构	360
二、膨胀压力的测量装置	361
三、炉料中内部压力的测量	362
第三节 研究膨胀压力时的测量	364
一、测量结果的波动	364
二、炉料中的各种测量	367
第四节 膨胀压力的分析	370
一、现象的一般特性	370
二、膨胀压力曲线的主要形式	374
三、膨胀压力与内压力之间的关系以及胶质带的几何学	375

四、对膨胀压力的危险性的评定	378
第五节 炼焦条件对膨胀压力的影响	381
一、装料密度	381
二、颗粒组成	387
三、装料密度和煤料颗粒组成的同时作用	391
四、燃烧室内温度的影响	392
五、炭化室宽度的影响	394
六、关于生产条件影响的结论	396
第六节 煤的性能对膨胀压力的影响	396
一、概述	396
二、煤氧化的影响	399
三、煤的混合物的研究	400
四、添加沥青的影响	406
五、膨胀性煤中加惰性物料的影响	409
第七节 工业焦炉计算的极限负荷	411
第八节 降低膨胀压力的途径	413
一、改变煤料性能	413
二、变更炼焦条件	413
参考文献	414
第九章 决定焦化企业生产能力的因素	416
第一节 概述	416
第二节 试验条件	418
第三节 炉料密度	419
第四节 炭化室宽度	425
第五节 燃烧室温度	431
第六节 煤料的水分	436
第七节 煤的种类	443
第八节 结论	446
第十章 工业炼焦中的实际应用	448
第一节 典型方法	448
一、冶金焦	448
二、铸造焦	454
第二节 捣固	454

第三节 干煤料装炉	456
一、已得结果的简述	456
二、干料装炉的应用	457
三、工艺可能性的举例说明	459
第四节 预热煤料的准备和装炉	462
一、研究的对象	462
二、加热方法	463
三、炼焦试验	466
四、生产能力的提高	470
第五节 按简化工艺干燥的干煤装炉法	471
第六节 干煤料和预热煤料装炉的经济性	472
一、概述	472
二、第一次研究	473
三、第二次研究和结论	478
第七节 煤料粉碎加工的特殊形式	479
参考文献	481
第十一章 焦炭和化学产品的产量	482
第一节 在英科涅尔试验甑上的试验	482
一、设备	482
二、工艺	482
三、试验研究的煤	487
第二节 工业焦炉内的试验	487
一、工艺	487
二、结果	515
第三节 结果的利用	518
一、两种试验法的比较	518
二、实际应用	529

第一章 煤的一般知识

第一节 煤的基本性质

本章所阐述的一些基本原理是论述后面章节的材料时必不可少的。然而没有必要更深入讨论它们，因为在煤炭及烃类产品的科学研究方面，已有很好的总结，并有许多新的报道^[1~6]。

一、煤岩学

1. 煤素质 (Macerals)

煤是具有多种结构的沉积岩。在最初研究阶段，煤岩学家就已在煤层及煤块中找到了不同厚度的条带或者组分不均匀的堆积体。这些组分根据光亮度可分为四种容易识别的类型，称之为“煤岩类型”（表1）。显微镜研究技术的进步，使人们能够有系统地研究煤中更细微的组分，并在深入分析的基础上能够发现较最初使用的更为复杂的、但更易确定的特征，即“煤素质”及“显微煤岩类型”。

反光镜下的研究（图1、图2）确定，煤中有十多种基本组分（煤素质）。这些组分并不一定都存在于所观察的某一煤样中。十种最重要的组分列于表1的第一栏中。对于实际应用，特别是对于炼焦来说，下面三组煤素质有着重要的意义，即镜质组、壳质组和惰性组。这些显微组分的结焦能力将在第二章中讨论。

这些煤素质大部分都以非常细的颗粒分布在煤中。大小约为1毫米的煤粒很少是由一种煤素质构成的，通常是两种甚至是几种煤素质的组合体。这些组合体中有些煤素质在数量上占优势，这可按其固有的特征进行鉴别。对煤的粘结性及结焦性最有意义的典型的组合体或显微岩相类型列于表1。

欧洲所用炼焦煤的岩相组成是相当接近的，其特点是镜质组

含量高, 达65~85%; 惰性组含量很低, 只在5~20% 之间。高挥发分煤中的壳质组含量也同样为5~20%。

表 1 在反射光下研究时煤岩的组分

煤素质的单 元组分	显 微 组 分			肉眼可见的宏 观组分或岩相 类型
	煤素质类别	显微层中煤素 质混合物或显 微岩相类型	在显微岩相类型 中煤素质的组成	
无结构凝胶体 结构凝胶体	镜质组 (Vt)	镜质煤 镜惰质煤	Vt Vt + I ($E < 5\%$)	镜煤或光 亮型煤
孢子体 (孢子) 角质体 (表皮) 藻类体 (藻类) 树脂体 (树脂-蜡)	亮质组 (E)	亮质煤 暗亮质煤 亮暗质煤	Vt + E ($I < 5\%$) Vt + I + E I + Vt + E	亮煤或半光 亮型煤
丝质体 半丝质体 菌核体 不透明碎片体	惰性组 (I)	暗亮煤 微粒质煤 丝质煤	I + E ($Vt < 5\%$) I (不透明碎片体大 于丝质体) I (丝质体大于不透 明碎片体)	暗煤或暗淡型煤 } 丝炭或纤维型 煤

2. 变质程度

变质程度这一概念, 除了包含主要岩相特征外, 还包括一些能更精确地测定的辅助特征。正如所观察到的, 煤中大多数煤素质的反射率都是随其变质程度而变化的 (图2)。通常按镜质组反射率来确定煤的变质程度。为了平衡镜质组各颗粒间的某些不均匀性, 采用光电倍增管对每一种煤进行了数百次观察 (统计法)。

观察到挥发分低于35%的煤用这种方法所测定的变质程度, 与用其他分析方法 (如按碳、氢及挥发分等的含量) 所测得的变质程度是极其一致的 (见图2)。对于挥发分大于30%的煤样, 在测定其变质程度时, 如不采用许多数据的平均值, 则将产生很大误差。例如, 在南半球所发现的挥发分为28~30%的烟煤, 其膨

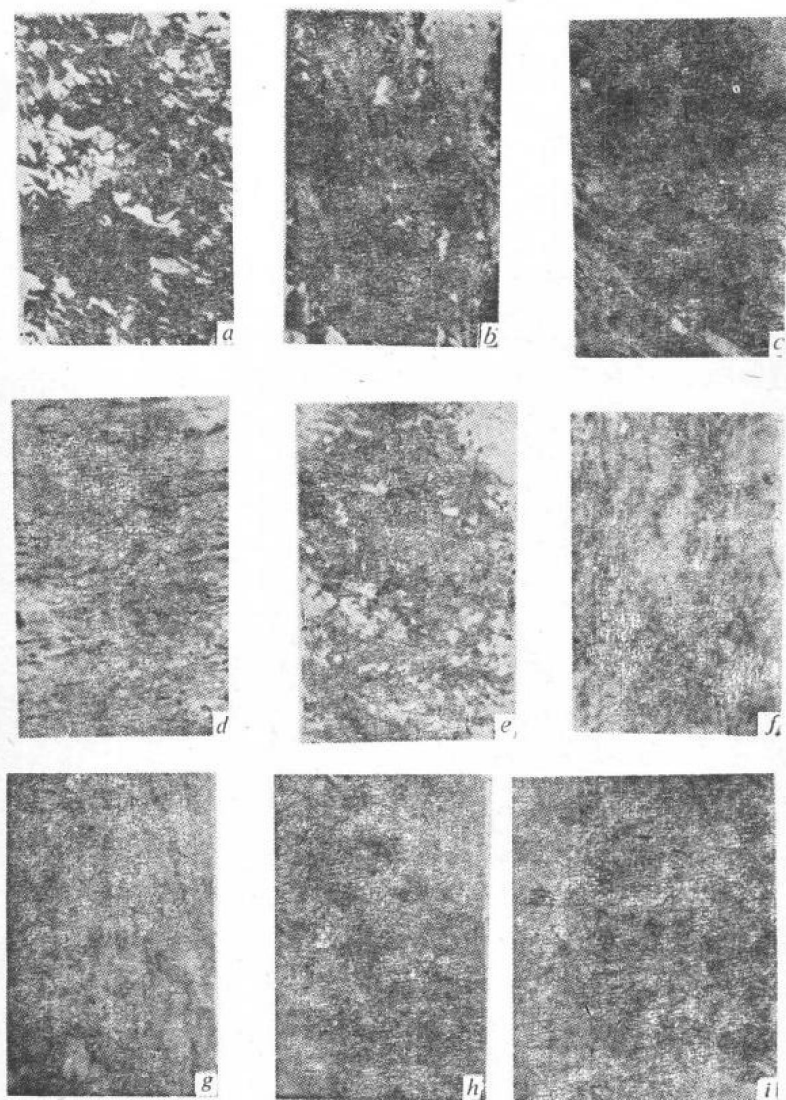


图 1 按变质程度增长顺序排列的煤的反射性

- | | |
|------------------|--------------------|
| a 福利克蒙煤, 挥发分41% | f 布留明塔利煤, 挥发分21% |
| b 先特—丰钦煤, 挥发分38% | g 巴乌—久—留克煤, 挥发分18% |
| c 卡姆法晋煤, 挥发分34% | h 连斯煤, 挥发分12% |
| d 卡尔莫煤, 挥发分28% | i 麦斯谢煤, 挥发分4% |
| e 杜尔日煤, 挥发分25% | |