

炼焦化工

[波兰] H. 泽林斯基 等著

赵树昌 等译

81.1
9400869

炼焦化工

[波兰] H. 泽林斯基等 著

赵树昌 马志樵 刘玉璞 王福成 译

王福成 校

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国金属学会焦化学会

鞍新出临图字〔1993〕第 58 号

内 容 提 要

本书译自 1986 年波兰西里西亚出版社出版的《Koksownictwo》一书,介绍焦炭、化学产品及型焦和似焦燃料的性质与应用,以及炼焦理论与工艺,焦炉和焦炉机械与设备,环境保护及能源载体的合理利用问题。

本书可供炼焦工业的工程技术人员和炼焦与煤化工专业院校的师生使用,对冶金和铸造专业的工程技术人员及有关院校师生也极有参考价值。

炼焦化工

赵树昌等 译

王福成 校

中国金属学会焦化学会出版

鞍山焦耐院科技信息中心发行

鞍山佳利公司印制

*

787×1092 1/16 印张 26 1/4 字数 400 千字

1993 年 1 月印刷

译 者 的 话

本书是由波兰著名煤化工专家和学者 H. 泽林斯基 (Henryk Zielinski) 教授主编的集体著作。不同章节的内容均由这一领域的专家执笔编写, 对问题有充分、透彻的分析和论述。

本书不仅系统、全面介绍传统炼焦的有关知识, 将炼焦、化工产品回收及其加工精制三大部分统编于一书, 便于读者利用, 而且还以较多的篇幅介绍新发展的快速热解理论与技术和非传统工艺制造似焦燃料的方法。此外还讨论了当今日益突出的环境保护与污染治理和能源合理利用问题。全书内容丰富, 搜集了大量波兰和世界的资料和技术成果。因此本书堪称是一部比较完整的, 反映现代水平的炼焦化工学新书, 对于发展我国炼焦化工科学技术很有参考价值。

H. 泽林斯基是译者五十年代在波兰留学时结识的老朋友, 近年来相互联系密切, 进行过多次有益的互访与学术交流, 共同研讨过有关煤化学加工问题。译者感到波兰在炼焦化工领域的科学技术是有历史传统和比较发达的, 本书就是从科技出版物方面的一个反映。为了交流, 译者向他提出将本书译成中文出版介绍给中国读者, 他作为本书主编欣然地表示同意这一建议, 并专为中文版撰写了序言, 以表达他的意愿和对译者的鼓励。他在序言中表示, 如果本书在中国的教学计划中能有所用的话, 那将是中国和波兰炼焦工作者之间相互联系的一个良好的象征。此言由衷, 这也正是译者的意愿和希望。因此译者谨对本书主编 H. 泽林斯基教授给予的真诚友谊, 表示由衷的感谢和敬意。

本书由赵树昌、马志樵 (河北省冶金集团公司高级工程师)、刘玉璞 (沈阳市环保所高级工程师) 和王福成 (鞍山焦耐院副译审) 翻译, 并由王福成统一校对, 赵树昌校对了部分章节。

中国金属学会焦化学会理事长李修觉高级工程师热心主持了本书的翻译工作和出版事宜, 并对全书作了最后审校, 本书出版还承蒙冶金工业部戎积璠高级工程师的支持与帮助, 鞍山焦耐院何学森高级工程师对本书部分章节译文提供了宝贵意见, 在此一并表示感谢。

由于我们经验及水平所限, 本书译文中难免有些错误, 恳请读者批评指正。

大连理工大学教授 赵树昌

BN260

作者

K. 赫米尔尼亚克
J. 多列茨基
A. 都特科维亚克
J. 格鲁金
H. 格维尼尔
J. 哈拉蒂克
S. 海尔贝伦
G. 卡迟马热克
T. 卡巴瓦
A. 卡勒奇
I. 卡基申
E. 科贝尔-纳捷列克
A. 米亚诺夫斯基
J. 雷赫里
E. 斯洛卡
J. 舒巴
P. 华西列夫斯基
J. 维托斯
H. 泽林斯基

翻译

赵树昌 马志樵 刘玉璞 王福成

校对

王福成 赵树昌

审校

李修觉

序 言

“炼焦化工”一书是由波兰煤化学加工研究所的有关专家编写的集体著作。书中介绍了煤的物理化学、炼焦过程理论、炼焦化学工艺与设备、焦炭评价准则、环境保护、焦油加工以及煤热解和非传统工艺制造似焦燃料的有关知识。

焦炭是炼焦经济效益的主要体现。焦炉煤气和焦油有助于提高炼焦的经济效益，但不起决定作用，在某些情况下，如拥有天然气和化学工业转向石油化工的话，它们甚至是不太需要的。

炼焦与冶金密切相关。焦炭用于其它工业和作燃料使用的数量较少。冶金工业的趋势对炼焦工业的发展有明显影响。

若干年以来，在世界范围内钢的生产增长速度较慢，而高炉炼铁工艺却取得了显著的进步，大大降低了焦比。由于采用常压富氧鼓风以及代用燃料，如天然气、油或煤粉代替焦炭，将焦比降低到 400kg/t 生铁以下。这样，对焦炭的需要量减少，在某些国家导致旧炼焦厂停业。此外，由于竞争关系，需要降低焦炭的生产成本。

近年来对减轻焦炭生产的繁重劳动和保护周围环境提出更高要求。

当今世界上值得注意的是一些发达国家的焦炭产量减少，如美国、英国、德国、法国等，而在一些扩建自己工业基础的国家，其焦炭产量在增加。

关于炼焦的前景问题存在着部分不同的观点。一部分观点认为生产生铁的非高炉方法将要发展，不需使用焦炭，意味着炼焦工业将走向衰落。但大部分人认为在高炉中还原铁矿石的工艺将继续改进发展，因此炼焦工业也将继续存在下去，但它将要更加现代化、不污染环境、能耗低和着重于降低焦炭生产成本。

关于这一问题，1987 年在埃森（德国）召开的第一次世界炼焦会议和 1992 年在伦敦召开的第二次世界炼焦会议上进行了讨论。

这些会议上得出的结论一致认为，对炼焦工业应作为世界经济的一个战略领域来对待，它牵涉冶金工业的效益。

固然不应估计焦炭需要量的明显增长，但仍然存在着炼焦技术现代化的要求，就是要力求达到无废物的工艺，继而是发展成为生产两种产品的工艺：焦炭和还原气体。现在作为理想的，但对其前景还需要论证的工艺是生产焦炭和氢气，

这些产品既是合乎生态学的含能体，又是化学合成的原料。

达到这些目的的条件是需要深化技术知识及进行一系列的研究工作，涉及到现代物理化学、化学工程学、能量和水的综合利用、工艺过程自动化。最后，需要解决国民经济对焦炭数量和质量的要求与炼焦煤资源的矛盾，以达到煤炭最佳的技术经济利用。

本书的目的是向读者介绍一些关于炼焦化工的知识。如果这些知识在中国的教学和实际工作中能有所利用，那么本书将成为中国和波兰炼焦工作者之间相互联系的一个良好的象征。

H. 泽林斯基 教授

Prof. Henryk Zieliński

目次

主要符号	6
------------	---

H. 泽林斯基 教授 博士后 工程师

1. 引言	9
-------------	---

参考文献	12
------------	----

赵树昌 译, 王福成 校

A. 卡勒奇 博士后 工程师,

T. 卡巴瓦 硕士 工程师

2. 焦炭的性质与应用	13
-------------------	----

2.1 焦炭的性质	13
-----------------	----

2.2 焦炭的应用	22
-----------------	----

2.3 焦炭的工艺分类	28
-------------------	----

参考文献	32
------------	----

赵树昌 译, 王福成 校

S. 海尔贝伦 副教授 博士 工程师

3. 煤的物理化学性质	33
-------------------	----

3.1 煤的物理性质	33
------------------	----

3.2 结构研究	37
----------------	----

3.3 煤的结构	41
----------------	----

3.4 烟煤评价的分析方法	42
---------------------	----

3.5 烟煤的系统分类和应用分类	49
------------------------	----

参考文献	52
------------	----

赵树昌 译、王福成 校

P. 华西列夫斯基 教授 博士后 工程师,

E. 科贝尔-纳捷列克 博士 工程师

4. 炼焦理论	53
---------------	----

4.1 煤炼焦过程中发生的现象	55
-----------------------	----

4.2 塑性和粘结理论	56
-------------------	----

4.3 焦炭形成理论.....	59
4.4 炭化室结焦过程的分析.....	62
4.5 预热煤炼焦.....	72
参考文献.....	73

赵树昌 译, 王福成 校

P. 华西列夫斯基 教授 博士后 工程师,

E. 科贝尔-纳捷列克 博士 工程师,

A. 米亚诺夫斯基 博士 工程师

5. 焦炭质量预测	74
5.1 影响焦炭质量的因素.....	74
5.2 模型指标.....	74
5.3 W. Simonis 焦炭质量预测模型	76
5.4 波兰条件下的焦炭质量预测模型.....	78
参考文献.....	83

赵树昌 译, 王福成 校

H. 泽林斯基 教授 博士后 工程师

6. 传统炼焦工艺的问题	85
参考文献	95

赵树昌 译, 王福成 校

I. 卡基申 副教授 博士 工程师

7. 炼焦用煤的准备	96
7.1 备煤工艺的基本问题.....	96
7.2 均匀配合煤的制备	114
7.3 改善焦炭质量和扩大炼焦煤源的可能性	118
参考文献	139

马志樵 译, 王福成 校

J. 哈拉蒂克 硕士 工程师,

S. 斯洛卡 硕士 工程师

8. 焦炉	141
8.1 焦炉发展概况	141
8.2 焦炉及其主要结构单元	146
8.3 焦炉分类	162
8.4 焦炉设计原则	165

8.5 焦炉结构	171
8.5.1 Otto 焦炉	171
8.5.2 PTU—57 型焦炉	179
8.5.3 日铁式焦炉	184
8.5.4 Didier 焦炉	187
8.5.5 Still 焦炉	190
8.5.6 Koppers 焦炉	193
8.5.7 Koppers—Beckr 焦炉	198
8.5.8 IIBP 焦炉	203
8.5.9 Wilputte、CEC 和 Simon—Carves 焦炉	206
8.6 焦炉用耐火材料	208
参考文献	212

马志樵 译，王福成 校

K. 赫米尔尼亚克 硕士 工程师，

J. 多列茨基 硕士 工程师

9. 焦炉机械和设备	213
9.1 捣固煤料焦炉机械	214
9.2 散装煤料焦炉机械	221
9.3 辅助设备	225
9.4 焦炉机械的同步操作	228
9.5 控制焦炉污染物扩散的装置	230
参考文献	241

王福成 译，马志樵 校

J. 维托斯 博士 工程师

10. 焦炉热工技术	243
10.1 焦炉加热	243
10.2 炼焦过程的热工特点	249
10.3 焦炉的热工评定	254
参考文献	257

马志樵 译，王福成 校

H. 泽林斯基 教授 博士后 工程师

11. 熄焦	258
11.1 湿法熄焦	258

11.2 干法熄焦.....	260
参考文献.....	268
马志樵 译, 王福成 校	

H. 格维尼尔 副教授 博士 工程师

12. 炼焦化学产品回收	269
12.1 荒焦炉煤气.....	269
12.2 荒焦炉煤气的冷却与水蒸汽和焦油的冷凝.....	282
12.3 荒焦炉煤气中氨的分离.....	289
12.4 荒焦炉煤气苯族碳氢化合物的分离.....	298
12.5 焦炉煤气的硫化氢脱除.....	303
参考文献.....	308
刘玉璞 译, 王福成 校	

J. 舒巴 教授 博士后 工程师

13. 高温煤焦油加工	310
13.1 一般知识.....	310
13.2 煤焦油的蒸馏.....	315
13.3 焦油油分的加工.....	320
13.4 焦油化合物在化学合成中的利用.....	329
13.5 煤焦油的大宗产品.....	332
13.6 煤焦油沥青的加工.....	334
13.7 粗苯加工.....	337
参考文献.....	341
刘玉璞 译, 赵树昌 校	

J. 格鲁金 副教授 博士

14. 炼焦污水净化	342
14.1 不溶化合物的机械分离和萃取脱酚.....	343
14.2 生物净化.....	348
参考文献.....	354
刘玉璞 译, 赵树昌 校	

J. 雷赫里 教授 博士后

15. 似焦燃料	355
15.1 似焦燃料生产的条件.....	355
15.2 似焦燃料制造原理.....	356

15.2.1 成型过程基础·····	357
15.2.2 压块理论·····	358
15.3 冶金似焦燃料·····	364
15.4 生产冶金型焦的非传统方法的评价·····	371
15.5 非冶金似焦燃料·····	372
15.5.1 冷压成型燃料·····	372
15.5.2 热压成型燃料·····	377
15.5.3 用块煤生产不成型块状燃料·····	380
15.5.4 用细粒粘结性煤制造块状燃料·····	386
15.5.5 传统炼焦制造块状无烟燃料·····	387
参考文献·····	388

赵树昌 译，王福成 校

A. 都特科维亚克 硕士 工程师，

G. 卡迟马热克 博士 工程师

16. 煤的快速热解 ·····	390
16.1 快速热解的物理化学基础·····	391
16.2 快速热解动力学·····	394
16.3 热解技术·····	401
16.4 快速热解产品的利用·····	403
16.5 快速热解方法评述·····	404
16.6 快速热解过程的发展前景·····	410
参考文献·····	413

赵树昌 译，王福成 校

主要符号

A	—— 表面积, 换热面积
A^d	—— 燃料试样干基灰分含量
a	—— 收缩度, 相对收缩值
a_i	—— 导温系数
B	—— 贝尔突斯 (Byrtus) 指数
$(BD)^d$	—— 干焦炭散密度
$(BD)^r$	—— 工作状态散密度
b	—— 膨胀度
C	—— 传热表面的辐射系数
C_c	—— 理想黑体辐射系数
C_p	—— 废气成分的比热, 恒压克分子热
$C_{,p}$	—— 废气总比热
c_p	—— 恒压比热
D, d	—— 直径
DI_{15}^{30}	—— JIS 焦炭强度指标
d_v	—— 视密度
d_r	—— 真密度
E	—— 活化能
F_{max}	—— 煤最大塑性指数
f	—— 连结性指数
G	—— 结焦指数, 结焦性
GK	—— 葛金 (Gray-King) 结焦指数
GrH	—— Hardgrove 工业适合性指标
g	—— 厚度
h	—— 高度
IB	—— 焦炉工作强度
I_{20}	—— 伊尔斯特 (Irsid) 焦炭强度指标
K	—— Simonis 炼焦条件常数
K^d	—— 干焦炭收率
k	—— 反应速度常数
L_{pr}	—— $1m^3$ 煤气燃烧需要的实际空气量
L_i	—— 空气需要量
M	—— 质量
M_i	—— 偏离最佳粒度组成的总偏差

MH	——威氏 (Vickers) 显微硬度指数
N	——碳化指数, 芳构化指数
n	——空气过剩系数
P_{max}	——膨胀压力
P_r	——气孔率
Pd	——Griaznow 耐破碎性
P_i	——Syskow 耐磨性
p	——压力
$p(\lambda)$	——反射率
Q_w	——热值
Q_k^*	——对流传热量
Q_p^*	——传导传热量
q_a	——蓄热量
q_{dys}	——离解热
q_g	——气体物理热
q_{ot}	——散热损失
q_{porw}	——空气物理热
R	——气体常数
R_o	——镜质组平均反射率 (反射系数)
RI	——罗加粘结指数
S_A	——燃料灰分硫含量
S_p	——燃料硫铁矿硫含量
S_t	——燃料全硫含量
S_t^d	——燃料干基全硫含量
SI	——自由膨胀序数
T	——Tibaut 指标
T	——温度
T_k	——结晶点
T_i	——熔点
t	——时间
UP	——烟煤比表面积
V	——体积
V^a	——分析基挥发分含量
V^d	——干基挥发分含量
V^{daf}	——无灰干基挥发分含量
V_s	——干废气量
V_w	——湿废气量

V'	——实际湿废气量
W^a	——分析基水分含量
W_{ez}	——外在水分含量
W_k	——内在水分含量
W_t	——全水分含量
W'_t	——工作基燃料全水分含量
W_o	——Wob 指标
Y	——塑性层最大厚度
z_s	——生产能力
α_s	——对流给热系数
α_x	——收缩系数
γ	——散密度
ε	——黑度
η	——动力粘度
η_c	——热工效率
κ	——吸收系数
ρ	——电阻率（比电阻）

H. 泽林斯基

1 引 言

炼焦工业在煤转化中，以及在整个燃料—能源经济中，是重要的部门。

第二次世界大战后，燃料和能源消耗迅速增长，其结构变化有利于石油和天然气发展，近年来也有利于核能发展。

七十年代初出现能源危机之后，首先激起了节约能源的呼声。但还应警惕危机的反复，虽然不同国家里由于原料资源分布和经济发展的不平衡，危机程度有所不同（图 1.1）。

由于石油及天然气资源将会很快枯竭，在普及采用增殖反应堆核能及其它新能源之前，煤炭将成为主要的能载体（图 1.2）。

因为在能源原料开采中，在技术和投资方面越来越困难，以及经济情况的变化，导致燃料和能源价格的迅速增长。燃烧石油、煤炭和天然气，其结果会造成 SO_2 和 NO_x 对环境的污染，而 CO_2 的放散量增加，破坏生态平衡，因此难以预料对自然界所产生的后果。

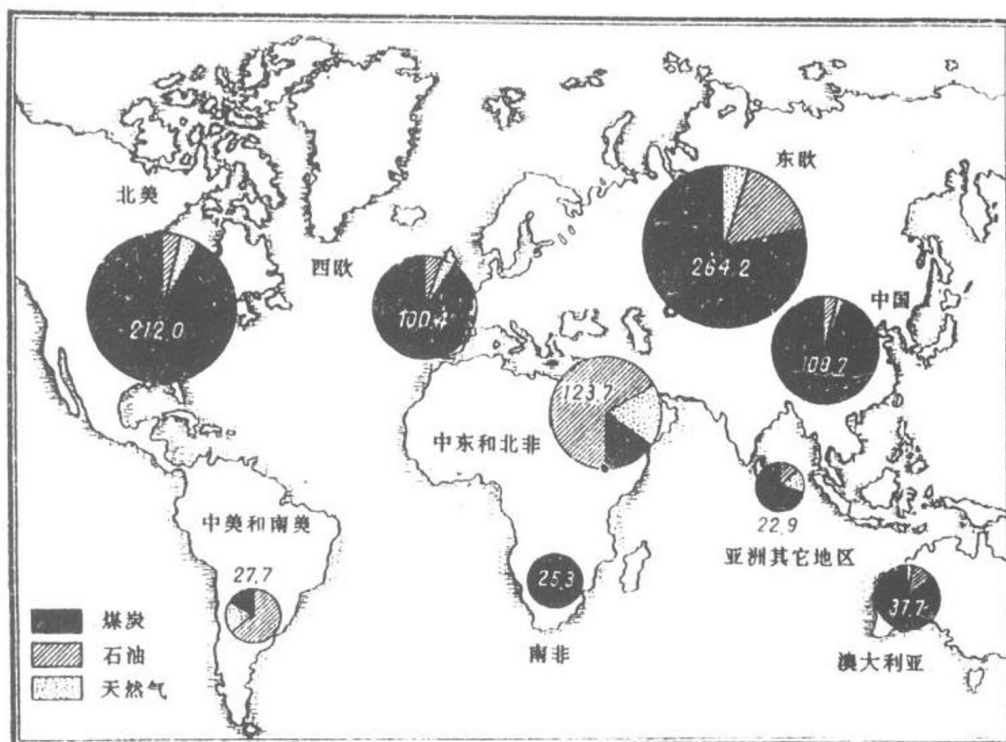


图 1.1 世界煤炭、石油和天然气资源

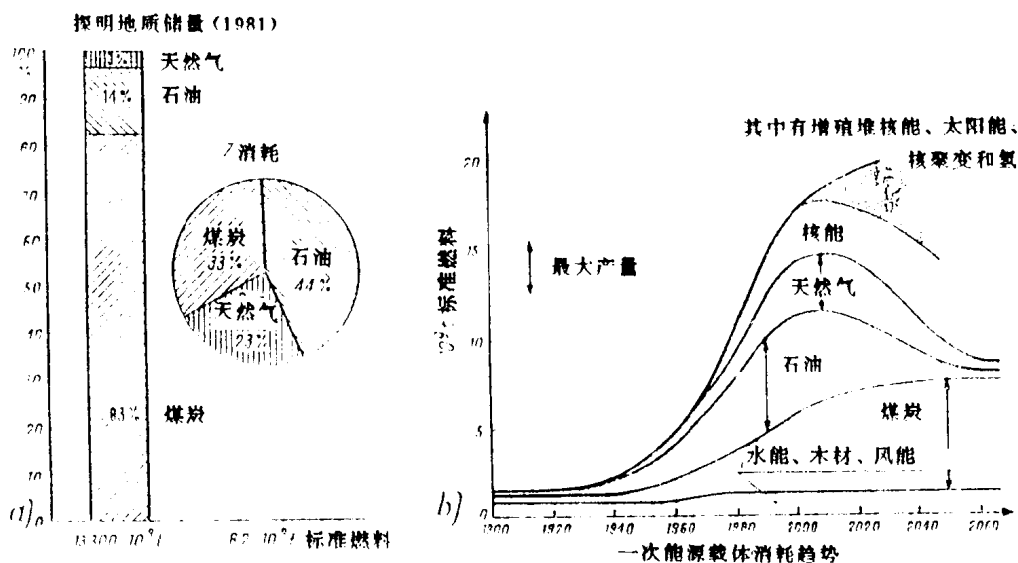


图 1.2 以标准燃料计世界矿物能源的资源 (a) 及一次能源载体消耗的趋势 (b)

由此得出结论，既需要节约能源，又需要高效利用能源原料，以及遵守保护环境的要求。为此，需要把煤转化成洁净、有效和比燃煤更方便的含能体。

煤转化工艺是基于几种基本过程或它们的组合发展起来的。最重要的过程是：

——燃烧，任务是将所得热能直接用于加热或用于生产热水和进一步转化成电能用的蒸汽；

——半燃烧，换言之即气化，目的是生产合成气、低热值燃料气或民用的中热值煤气；

——热解，也叫干馏，其工艺是在隔绝空气的温度作用下，通过煤质解析出挥发分；

——加氢，制取液体燃料或烃类化学半成品。

在制取精制含能体和化学半成品的工业化工艺中，继电能之后最古老的工艺是热解，它是炼焦工艺的基础。

最初用煤炼焦的原因，是由于需要用其它还原剂代替木炭还原铁矿石。采用类似烧木炭的方法以堆成煤堆炼制的焦炭，显示出比较适合于这种目的。此时挥发产品没有任何价值。

随着炼焦工艺的改进，逐渐形成室式炼焦炉，以后经过了陆续的发展阶段，但是炼焦过程的原始设想经受住了时间的考验，至今仍继续成为普遍采用的传统炼焦方法的基础。后来逐渐对挥发产品——焦油和煤气引起了注意。可以认为，在本世纪上半叶的现代有机工业中，在很大程度上是以煤焦油为基础而发展起来的。

战后年代，廉价的石油和天然气的大量开采和石油化工相继的发展，造成了煤焦油作为芳香化合物来源的不景气局面。

出现了无焦炭还原铁矿石的工艺，民用事业从炼焦煤气（城市煤气）转用天然气，而炼焦却被错误地视为是没有前途的淘汰的工业。焦炭传统制造法的生产设备在老化，投资在削减。仅在建设基础工业基地的国家才将炼焦视为发展的工业，这首先是苏联、日本以及波兰。

现今炼焦的意义主要决定于钢铁生产的形势。与预计的相反，高炉过程并没有失去自己的地位，而且近年来甚至比无焦炭法明显地增加自身竞争能力，这是因为显著地降低了焦比和增加了高炉单炉生产能力，日产生铁超过了 1 万吨。近年来国民经济衰退造成钢铁工业萧