

半焦的利用

BANJIAO DE LIYONG

马宝岐 张秋民 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

半焦的利用

马宝岐 张秋民 编著

冶金工业出版社

2014

内 容 提 要

本书共分6章,第1章介绍了半焦产品和半焦产业;第2~4章分别介绍了半焦洁净燃料、半焦在冶金领域的利用和化工行业的利用;第5章、第6章分别介绍了半焦基吸附剂和半焦制取型焦。

本书可供从事煤化工领域的科研和工程技术人员使用,也可供大学相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

半焦的利用/马宝岐,张秋民编著. —北京:冶金工业出版社, 2014. 6

ISBN 978-7-5024-6563-6

I. ①半… II. ①马… ②张… III. ①半焦—利用—研究 IV. ①TQ522. 16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 104155 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcs@cnmip.com.cn

责任编辑 杨秋奎 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6563-6

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 北京百善印刷厂印刷

2014 年 6 月第 1 版, 2014 年 6 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 24. 25 印张; 587 千字; 378 页

88. 00 元

冶金工业出版社投稿电话: (010)64027932 投稿邮箱: tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

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

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

近些年来,我国以低阶煤为原料的热解产业有了迅速发展,在低阶煤的热解过程中所得产物半焦为40%~70%、煤焦油6%~10%、煤气15%~40%。截至2012年年底,全国半焦产能已达到8500万吨,实际产量为4810万吨,产量仅为产能的56.6%,预计到2015年全国半焦产能将达到1.2亿吨。由于长期以来,半焦市场处于单一状态,90%以上的半焦用于生产硅铁、电石,少量用于化肥生产的原料和民用清洁燃料。2012年全国电石产能3500万吨,实际产量1800万吨;硅铁产能4300万吨,实际产量为3100万吨。按70%电石企业和50%硅铁企业使用半焦来计算,半焦作为电石和硅铁的市场容量为2800万吨左右,仅占全国半焦产量的58.2%。2013年以来,由于电石、硅铁产量增幅回落,市场价格下跌,致使半焦积压严重,造成半焦生产企业处于亏损的边缘。

为了促进半焦产业“科学、稳定、适度、有序”的发展,就必须坚持“稳中求进、改革创新”的原则,在控制半焦规模总量的基础上,对半焦产业结构进行转化升级。在进一步稳定半焦现有市场的前提下,应着力激活半焦潜力市场,强力开拓半焦新兴市场。为了适应半焦市场发展的需要,我们在长期对低阶煤热解制半焦进行研究和生产的基础上,编写了本书,以期对扩大半焦利用的市场空间尽一点力。

本书共分6章。第1章绪论:介绍了半焦产品的品种、半焦产业的特点和半焦的利用技术,并对当前半焦产业的发展趋势进行了分析。第2章半焦洁净燃料:对半焦的基本特征、半焦的燃烧特性和半焦在流化床中的燃烧试验做了论述,对半焦工业燃烧试验和效果进行了讨论。第3章半焦在冶金领域的利用:对半焦用于铜火法精炼还原剂、生产硅铁的还原剂、铁矿烧结燃料、含碳球团还原剂、高炉喷吹燃料、高炉炼铁燃料和直接还原法炼铁进行了系统的阐述。第4章半焦在化工行业的利用:对半焦生产电石、二硫化碳、芳香羧酸、半焦气化、半焦基水焦浆、半焦基催化剂、工业硅和碳化硅以及无机材料的生产原理和方法做了论述。第5章半焦基吸附剂:对半焦吸附剂,半焦生产活性炭、

磺化煤、碳分子筛、活性半焦的制备原理和方法及应用前景进行了介绍。第6章半焦粉制型焦：对型焦研究概况、型焦黏结剂、型焦生产工艺和设备作了论述，并讨论了半焦制型焦的项目方案。

在本书的编写过程中得到神木县煤化工产业发展领导小组办公室、神木县煤化工集团公司总经理贾志强的大力支持和帮助，并提供了半焦在钢铁行业应用的技术研究报告，极大地充实和丰富了本书的内容。大连理工大学何德民工程师对本书的内容进行了修改和核对，付出了辛勤的劳动。在此特向上述两位同志致以衷心的感谢。本书中引用了国内外许多学者的相关研究成果或者观点，在此深表感谢！

由于本书内容涉及面较宽，加之作者水平及时间所限，书中不足之处，敬请读者批评指正。

作 者
2014年1月

目 录

1 绪论	1
1.1 半焦产品的品种	1
1.1.1 产品规格	1
1.1.2 产品质量	2
1.2 半焦产业的特点	3
1.2.1 我国半焦产业的发展	3
1.2.2 半焦与冶金焦的区别	3
1.2.3 半焦产业的主要特点	4
1.3 半焦的利用技术	4
1.3.1 半焦的利用方法	4
1.3.2 半焦的主要用途	5
1.4 发展趋势、瓶颈及建议	5
1.4.1 发展趋势	5
1.4.2 发展瓶颈	6
1.4.3 发展建议	7
参考文献	8
2 半焦洁净燃料	9
2.1 半焦的基本特征	9
2.1.1 半焦的主要组成	9
2.1.2 半焦的反应活性	18
2.1.3 半焦表征和结构	25
2.2 半焦的燃烧特性	43
2.2.1 煤焦燃烧特性研究方法	43
2.2.2 常压下半焦的燃烧特性	44
2.2.3 加压下半焦的燃烧特性	57
2.2.4 半焦燃烧模型研究概况	61
2.3 半焦在流化床中的燃烧试验	64
2.3.1 实验台的燃烧试验	64
2.3.2 中试装置燃烧试验	70
2.4 半焦循环流化床工业性燃烧试验	73
2.4.1 循环流化床锅炉的发展	73

2.4.2 半焦的工业性燃烧试验	75
2.5 半焦洁净燃料的应用前景	82
2.5.1 半焦洁净燃料的质量要求	82
2.5.2 半焦洁净燃料的发展潜力	82
参考文献	86
3 半焦在冶金领域的利用	95
3.1 铜火法精炼还原剂	95
3.1.1 半焦基还原剂的制备	95
3.1.2 半焦基还原剂的应用	97
3.2 半焦生产硅铁	100
3.2.1 硅铁主要用途及作用	100
3.2.2 生产原理和工艺过程	101
3.2.3 半焦生产硅铁的效果	104
3.3 铁矿烧结燃料	108
3.3.1 实验研究	108
3.3.2 生产试验	117
3.4 含碳球团还原剂	121
3.4.1 实验原理	121
3.4.2 实验内容	121
3.4.3 实验结果	123
3.5 高炉喷吹燃料	125
3.5.1 高炉喷吹半焦的特点	125
3.5.2 高炉喷吹半焦的研究	127
3.5.3 高炉喷吹半焦的试验	137
3.6 高炉炼铁燃料	144
3.6.1 实验研究	145
3.6.2 专利技术	152
3.6.3 工业试验	154
3.7 直接还原法炼铁	156
3.7.1 原料和试验工艺过程	157
3.7.2 直接还原单因素试验	158
参考文献	162
4 半焦在化工行业的利用	165
4.1 电石	165
4.1.1 反应原理及生产流程	165
4.1.2 半焦电热法生产电石	166
4.2 二硫化碳	168

4.2.1 基本性质	168
4.2.2 生产方法	169
4.3 芳香羧酸	172
4.3.1 芳香羧酸的主要制备方法	172
4.3.2 半焦制备芳香羧酸的研究	176
4.4 半焦气化	181
4.4.1 半焦气化的试验研究	181
4.4.2 半焦气化的工业试验	184
4.5 半焦基水焦浆	192
4.5.1 水焦浆的制备方法与特性研究	193
4.5.2 水焦浆的气流床气化工业试烧	202
4.6 半焦基催化剂	206
4.6.1 半焦催化甲烷转化的研究	207
4.6.2 半焦催化裂化煤热解产物	211
4.6.3 半焦催化还原 NO 的研究	214
4.7 工业硅和碳化硅	216
4.7.1 工业硅	216
4.7.2 碳化硅	221
4.8 半焦制备无机材料	224
4.8.1 锂离子电池负极材料	224
4.8.2 微生物燃料电池电极	225
4.8.3 水泥	227
4.8.4 黄磷	228
参考文献	230
5 半焦基吸附剂	237
5.1 半焦	237
5.1.1 脱除烟气中 SO_2	237
5.1.2 脱除烟气中 Hg^0	241
5.1.3 半焦(焦粉)处理废水	242
5.1.4 脱除煤气焦油	246
5.2 活性炭	249
5.2.1 物理活化法	250
5.2.2 化学活化法	258
5.2.3 催化活化法	263
5.2.4 方法的比较	270
5.3 磺化煤	274
5.3.1 制备原理和用途	274
5.3.2 半焦制备磺化煤	275

5.4 碳分子筛	276
5.4.1 碳分子筛的性质	277
5.4.2 碳分子筛的应用	279
5.4.3 碳分子筛的制备	280
5.4.4 半焦制碳分子筛	282
5.5 活性半焦	286
5.5.1 活性半焦的基本特征	286
5.5.2 活性半焦的制备方法	293
5.5.3 活性半焦的应用研究	294
参考文献	305
6 半焦制型焦	314
6.1 型焦研究概况	314
6.1.1 国外的研究	314
6.1.2 国内的研究	316
6.2 型焦的黏结剂	324
6.2.1 无机黏结剂	325
6.2.2 有机黏结剂	327
6.2.3 复合黏结剂	329
6.3 型焦生产工艺	330
6.3.1 型焦工艺分类方法	330
6.3.2 半焦粉制型焦工艺	331
6.3.3 半焦—生物质型焦	334
6.3.4 半焦制备冶金型焦	342
6.3.5 半焦生产铸造型焦	345
6.4 型焦生产设备	359
6.4.1 筛分设备	359
6.4.2 破碎设备	360
6.4.3 混捏设备	364
6.4.4 成型设备	364
6.5 半焦制型焦方案	370
6.5.1 原材料及产品	370
6.5.2 生产工艺过程	370
6.5.3 主要生产设备	371
6.5.4 技术经济指标	372
6.5.5 项目建设进度	374
6.5.6 项目研究结论	375
参考文献	375

1 绪 论

半焦（char, semicoke, carbocoal）也称兰炭，是无黏结性或弱黏结性的高挥发分煤在中低温条件下热解得到的固体碳质产品。按热解温度的不同，可分为三类，即：低温半焦（500~650℃）、中温半焦（650~800℃）和高温半焦（800℃以上）；按其形状和粒径的不同，可分为半焦块和半焦末。

1.1 半焦产品的品种

为了促进我国半焦（兰炭）产业的发展，我国于2010年9月26日发布了《兰炭产品品种及等级划分（GB/T 25212—2010）》。

1.1.1 产品规格

兰炭产品按其粒度、用途和技术要求划分为3类共6个品种。

兰炭产品的主要类别和品种见表1-1。表1-2给出了兰炭产品的主要用途和有关参考技术指标，生产者和用户可根据预期用途选用。

表 1-1 兰炭产品的主要类别和品种

产品类别	品 种	粒度/mm
1. 兰炭混	1-1 兰炭混	<50, <80
2. 兰炭块	2-1 大块兰炭	>25
	2-2 中块兰炭	13~25
	2-3 小块兰炭	6~13
	2-4 混块兰炭	6~25, 13~50, 6~50
3. 兰炭末	3-1 兰炭末	<6

表 1-2 兰炭产品的主要用途和参考技术指标

产品类别	主要用途	参考技术指标
1. 兰炭混	可用作燃料，气化原料、高炉喷吹原料等	(1) 灰分；(2) 发热量；(3) 水分；(4) 全硫；(5) 挥发分；(6) 灰熔融性温度；(7) 哈氏可磨性等
2. 兰炭块	(1) 可用作固定床气化原料	(1) 粒度；(2) 固定碳；(3) 灰熔融性温度；(4) 全硫；(5) 热稳定性等
	(2) 可作为碳质还原剂用于铁合金或电石生产	(1) 粒度；(2) 固定碳；(3) 灰分；(4) 水分；(5) 全硫；(6) 磷；(7) Al ₂ O ₃ 含量；(8) 电阻率等
3. 兰炭末	可用作燃料，气化原料、高炉喷吹原料等	(1) 灰分；(2) 发热量；(3) 水分；(4) 全硫；(5) 挥发性；(6) 灰熔融性温度；(7) 哈氏可磨性等

1.1.2 产品质量

1.1.2.1 挥发分 (V_{daf})

兰炭产品的挥发分等级划分见表 1-3。兰炭的挥发分 (V_{daf}) 按 GB/T 212 的方法进行测定。

表 1-3 兰炭产品的挥发分等级划分

等 级	挥发分 (V_{daf}) /%	等 级	挥发分 (V_{daf}) /%
V-1	≤ 5.00	V-3	10.01 ~ 15.00
V-2	5.01 ~ 10.00		

1.1.2.2 灰分 (A_{d})

兰炭产品的灰分等级划分见表 1-4。兰炭的灰分 (A_{d}) 按 GB/T 212 的方法进行测定。

表 1-4 兰炭产品的灰分等级划分

等 级	灰分 (A_{d}) /%	等 级	灰分 (A_{d}) /%
A-1	≤ 5.00	A-7	10.01 ~ 11.00
A-2	5.01 ~ 6.00	A-8	11.01 ~ 12.00
A-3	6.01 ~ 7.00	A-9	12.01 ~ 13.00
A-4	7.01 ~ 8.00	A-10	13.01 ~ 14.00
A-5	8.01 ~ 9.00	A-11	14.01 ~ 15.00
A-6	9.01 ~ 10.00	A-12	> 15.00

1.1.2.3 硫分 ($S_{\text{t,d}}$)

兰炭产品的硫分等级划分见表 1-5。兰炭的硫分 ($S_{\text{t,d}}$) 按 GB/T 214 规定的方法进行测定。

表 1-5 兰炭产品的硫分等级划分

等 级	硫分 ($S_{\text{t,d}}$) /%	等 级	硫分 ($S_{\text{t,d}}$) /%
S-1	0 ~ 0.30	S-3	0.51 ~ 0.75
S-2	0.31 ~ 0.50	S-4	0.76 ~ 1.00

1.1.2.4 固定碳 (FC_{d})

兰炭产品的固定碳等级划分见表 1-6。兰炭的固定碳 (FC_{d}) 按 GB/T 212 规定的方法进行测定。

表 1-6 兰炭产品的固定碳等级划分

等 级	固定碳 (FC_{d}) /%	等 级	固定碳 (FC_{d}) /%
FC-1	> 90.00	FC-6	80.01 ~ 82.00
FC-2	88.01 ~ 90.00	FC-7	78.01 ~ 80.00
FC-3	86.01 ~ 88.00	FC-8	76.01 ~ 78.00
FC-4	84.01 ~ 86.00	FC-9	74.01 ~ 76.00
FC-5	82.01 ~ 84.00	FC-10	≤ 74.00

1.2 半焦产业的特点

1.2.1 我国半焦产业的发展

我国半焦产业在 30 多年的发展过程中,经历了如下三个阶段^[1~7]:

(1) 20 世纪 70 ~ 80 年代——土法炼焦阶段。我国半焦生产最初源于明火炼焦的生产。20 世纪 70 年代末,由于当时的交通、运输、投资资金等制约因素,煤矿将难以销售的块煤在平地堆积用明火点燃,等烧透后用水熄灭而制成半焦,焦油不回收,烟气直接排空。尽管生产工艺落后,依靠经验观察火候灭火,半焦质量不稳定,但因其生产工艺简单,生产成本低,另外煤质优良,产品销售价格相对低廉,其产品还是为广大用户所认可。由于土法炼焦浪费资源,污染环境,因此国家已禁止并取缔了土法炼焦的生产。

(2) 20 世纪 90 年代 ~ 2007 年——机制炼焦阶段。20 世纪 90 年代,治理环境、减少污染、节能降耗已经成为人们的共识,国家在这方面专门出台了一系列法律、法规,采用机械化生产工艺生产半焦已被各级政府提到议事日程上来,并且已经为大多数生产者所接受也已逐渐形成规模。由于用机械操作替代了人工操作,因此这样的半焦称为机制半焦。在这期间我国半焦生产的主要设备及生产工艺在性能、运行、环境保护等方面都有了较大的改进和提高。半焦生产的核心装置——内热式直立炉及其改进的炉型采用一炉多门等组合技术实现了规模化生产,并已成为半焦生产企业的主要炉型,其单台炉产能达到 75000 ~ 100000 t_{半焦}/a。同时还建成“煤—半焦—电石—硅铁—金属镁—发电”、“煤—半焦—燃料油”等多联产一体化生产装置,实现了低阶煤分质清洁高效转化,显著地提高了半焦产业的经济效益和环境效益。

(3) 2008 年至今——转型升级阶段。2008 年 12 月国家工业和信息化部公告修订的《焦化行业准入条件》,首次将半焦(兰炭)焦炉和生产列入其中,为我国半焦产业的发展提供了政策依据。在这期间生产半焦的各级政府,对半焦产业结构进行了调整,使其初步实现了园区化布局、集约化生产和循环产业链。对半焦生产装置进行了转化升级,其外燃内热式直立炉的产能已达到 300000 t_{半焦}/a,单台炉年加工粉煤 60 万吨的固体热载体快速热解技术和单台炉年加工褐煤 30 万吨的 LCC 工艺等示范性生产装置也已建成,并进行了试生产。由此可使半焦的生产能采用不同的炉型,对原料煤进行三级(< 6mm、6 ~ 20mm、20 ~ 80mm)分质高效利用,提高了煤的综合利用效率。《兰炭产品技术条件(GB/T 25211—2010)》和《兰炭产品品种及等级划分(GB/T 25212—2010)》的发布,进一步促进了半焦产业的“适度、有序”的发展。

目前半焦产业正在按照“稳增长、调结构、促发展”的总体思路,积极稳妥的向产业集成化、装置大型化、生产清洁化、产品精细化的方向发展。

1.2.2 半焦与冶金焦的区别

半焦主要是针对冶金焦而言,与一般意义的冶金焦、铸造焦有很大的不同之处,主要表现在以下几个方面:

(1) 原料不同。焦炭产品原料以具有较强黏结性的焦煤、肥煤等炼焦煤为主,生产时往往需要配煤;半焦原料以不黏性煤和弱黏性煤等非炼焦煤为主,一般以单煤生产,不需

配煤。

(2) 生产工艺技术不同。一般焦炭生产以高温干馏为主,而且大型化焦炉设备技术工艺成熟,其顶装焦炉炭化室高度必须大于等于 6.0m、容积不小于 38.5m^3 ;捣固焦炭化室高度必须大于等于 5.5m、捣固煤饼体积大于等于 35m^3 ,企业生产能力 100 万吨/a 及以上。半焦生产则以中低温干馏为主,目前干馏炉的单炉生产能力不小于 7.5 万吨/a,每组生产能力不小于 30 万吨/a,企业生产能力 60 万吨/a 及以上。

(3) 品质不同。相对于一般意义的焦炭产品,半焦具有高化学活性、高电阻率、高固定碳、低灰、低硫、低磷、低三氧化铝等优良特性,但强度和抗碎性相对较差。

(4) 用途不同。一般意义的焦炭产品多用于高炉炼铁和铸造等冶金行业;半焦在硅铁、电石、化肥等行业完全可以替代且优于一般焦炭,同时在冶金燃料和还原剂、吸附材料、制合成气、洁净固体燃料等领域有着巨大的发展潜力。

(5) 市场价格不同。由于原料及工艺等方面的差异,半焦的市场价格远低于一般焦炭的价格(约低 200 元/t),相对较低的市场价格使半焦产品具备了较强的市场竞争力。

(6) 伴随半焦生产得到的煤焦油和煤气也是宝贵的能源资源、重要的化工原料和生产燃料油的原料,有着广泛的应用价值。

1.2.3 半焦产业的主要特点^[8]

半焦产业的主要特点有:

(1) 半焦是区别于一般焦炭的独立产品,半焦产业也是区别于一般焦炭产业的相对独立的产业。

(2) 半焦产业是依托地方的优质煤炭资源发展起来的新兴产业,在现阶段,我国的半焦生产企业主要分布在晋、陕、蒙、宁四省区交界地带以及新疆和云南等地。以陕西榆林神府地区和内蒙古鄂尔多斯市的伊金霍洛旗、准格尔旗最多。

(3) 我国半焦产业已经基本上形成了一套相对比较完善的生产技术、工艺和设备体系,并且具有雄厚的煤炭资源基础,广阔的市场空间,在资源、市场、技术、人才等诸多方面已经具备了产业化和大型化的基础。

(4) 我国半焦产业的发展,有利于缓解焦煤和无烟煤日趋紧张的供应局面;同时煤焦油的加工和煤气的综合利用,对缓解我国石油和天然气资源的不足,具有一定的现实意义和战略意义。

1.3 半焦的利用技术^[9]

1.3.1 半焦的利用方法

多年来,国内外对半焦的利用技术进行了一系列研究。由于煤质和工艺条件的不同,使其半焦的性质及组成具有一定的差异,依据不同质量的半焦产品,目前已进行生产或研究的主要方法是:

(1) 直接利用:将半焦用于高炉喷吹燃料、工业锅炉燃料、塑料填充剂等。

(2) 物理加工:水焦浆、型焦、催化剂等。

(3) 化学加工:制半焦基吸附材料、芳香羧酸、生产电石、制合成气等。

在上述方法中,以半焦的直接利用最为简单,但由于是以6mm以下的粉焦为原料,其储存和运输难度大,应以就地转化或在本生产系统进行多联产为宜。以半焦为原料生产精细化工产品,使半焦产业实现高端化、高值化、清洁化应是今后发展的主要方法和方向。

1.3.2 半焦的主要用途

目前已实现工业化生产或正在研究的半焦主要用途见图1-1。

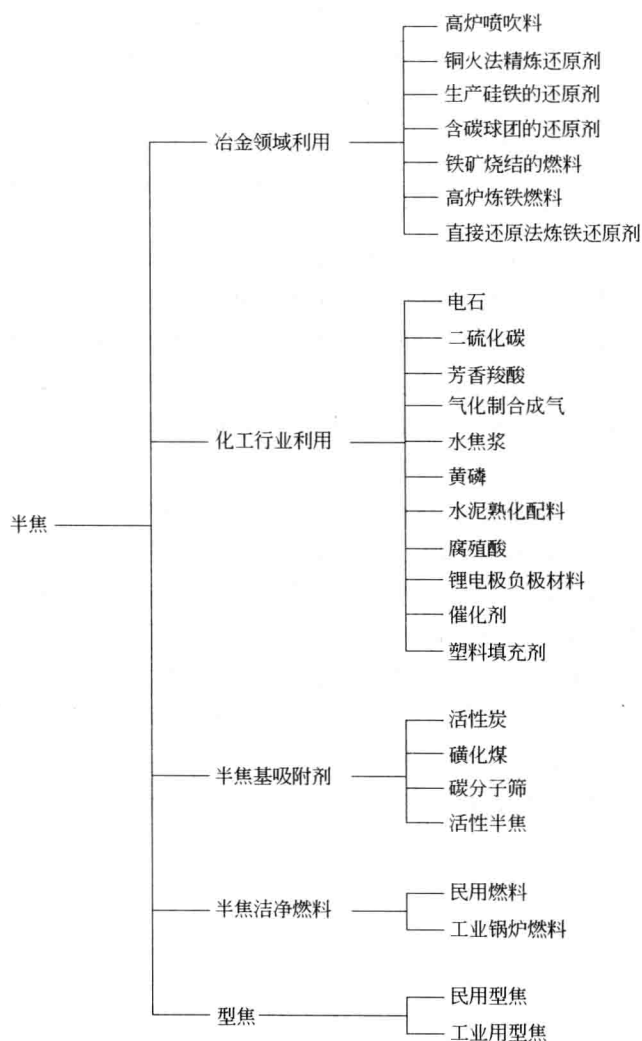


图1-1 半焦的主要用途

1.4 发展趋势、瓶颈及建议

1.4.1 发展趋势

目前国内半焦产业的发展呈现以下三个趋势^[8~10]:

(1) 产能增长快速化。截至 2012 年底, 全国半焦产能已达到 8500 万吨左右, 实际产量 4810 万吨, 其产量为产能的 56.5%, 全国半焦产能和产量的分布见表 1-7。由表 1-7 可知, 其产能远大于产量, 半焦生产装置有 43.5% 未能得到利用。以陕西省榆林地区为例, 目前已建成半焦产能为 3930 万吨, 较 2006 年增长了 100%; 批复产能更达到 7413 万吨, 是 2007 年产业调整前的 3.69 倍。同时, 西部众多产煤地区纷纷将半焦产业作为经济发展的支柱产业予以重点扶持, 产能仍然呈现持续增长之势。

表 1-7 2012 年全国半焦产能和产量的分布

省(自治区)	陕西	新疆	内蒙古	宁夏	山西	总计
产能/万吨	4000	2500	1100	600	300	8500
产量/万吨	2000	1600	800	400	10	4810
产量占产能的百分数/%	50	64	72.2	66.7	3.3	56.5

(2) 产业分布多元化。我国工业化的半焦装置发端于榆林神府地区, 最初企业全部集中在榆林北部, 而后逐步向陕蒙晋宁四省区接壤地带扩展, 近年来新疆哈密等地区依托质优价廉的煤炭资源大力发展半焦产业, 已经成为仅次于榆林地区的第二大产能集聚区。截至 2012 年底, 榆林半焦产量占到全国的 41.6%, 新疆占 33.3%, 内蒙古占 16.6%, 宁夏占 8.3%。此外, 近年来内蒙古锡林郭勒盟褐煤提质发展很快, 集聚了一批褐煤热解新炉型, 全盟批复产能已达到年加工褐煤 7304 万吨。

(3) 产业发展热点化。根据煤在不同转化阶段反应性的不同特点, 分级转化、分质利用, 已成为现代煤化工发展的基本共识。低阶煤通过以热解为龙头的多联产装置, 可获得近 10% 的焦油、65% 的优质洁净半焦以及大量煤气, 并具有投资小、耗水少、能效高等突出优势, 是实现低阶煤分级、分质高效利用的有效途径。基于这一理念和实践共识, 低阶煤中低温热解已成为近年来煤化工研究的新热点, 一批新炉型、新工艺正在加快研发, 一批大型企业集团纷纷进入低阶煤热解行业, 一批大型半焦产业项目纳入地方发展规划, 据不完全统计, 仅新疆、内蒙古、宁夏、陕西等省区“十二五”期间规划的半焦及配套项目总投资已经超过 2000 亿元, 低阶煤热解加工规模已超过 1.5 亿吨。

1.4.2 发展瓶颈

1.4.2.1 半焦产量过剩

长期以来, 半焦市场处于单一状态, 90% 以上的半焦用于生产硅铁、电石, 少量用于化肥生产的原料和民用清洁燃料。2012 年全国电石产能 3500 万吨, 实际产量约 1800 万吨; 硅铁产能 4300 万吨, 实际产量为 3100 万吨。按 70% 电石企业和 50% 硅铁企业使用半焦来计算, 半焦作为电石和硅铁的市场容量为 2800 万吨左右, 仅占全国半焦产量的 58.2%。2013 年以来, 由于电石、硅铁产量增幅回落, 市场价格下跌, 致使半焦积压严重, 造成半焦生产企业处于亏损的困境。

1.4.2.2 块煤供应不足

目前国内的半焦企业主要采用内热式直立炉生产工艺, 所用原料为 20~80mm 的块煤。随着煤矿企业的整合、综采水平不断提高, 块煤产率只有 25% 左右, 由于块煤紧缺价高, 致

使半焦企业盈利水平大幅下降。如陕西省榆林地区由于神华集团和陕煤集团等原煤基本外运,按照2012年地方原煤产量1.7亿吨计算,其中用于当地销售的块煤只有4000万吨左右,仅可生产2350万吨半焦,致使有41.2%的已建成半焦装置面临无煤可用的窘境。

1.4.2.3 发展风险仍存

在当前的半焦生产过程中,造成环境污染的无组织排放和废水处理两大难题还没有彻底解决,尚难实现真正意义上的清洁生产。此外,尽管2008年兰炭(半焦)就进入国家焦化产业准入目录,但时至今日,只有内蒙古1家企业准入,榆林市尚无1家企业获得国家准入。因此半焦行业发展的政策风险仍然存在。

1.4.3 发展建议

面临我国目前半焦产业的困境,为了进一步促进其“科学、稳定、适度、有序”的发展,现提出如下建议^[9,11]:

(1) 控制半焦规模总量。半焦产业发展的龙头是市场,要依据市场对半焦产品的实际需求,合理确定半焦产业发展规模产量,切勿一哄而上、盲目建厂。在发展半焦产业的过程中,一定要在当地煤炭资源和环境生态许可及水有保证的前提下,进行合理布局,做到理性、有序发展。

(2) 热解炉型转化升级。对现有内热式直立炉进行改造,将污水熄焦改为蒸汽熄焦,推广采用小粒煤(6~20mm)炉型和单炉产能大于300000t_{半焦}/a的炉型。目前已建成的单炉加工60万吨粉煤(<6mm)的固体热载体法热解装置,在进行改造后达到长周期运行后,应有计划地进行推广应用。与此同时还应加快新炉型的研发,以适应大规模工业化、高效发展的需要。

(3) 优化改造现行工艺。对现行内热式直立炉生产工艺进行优化改造,在煤气净化系统增设冷冻水冷凝器,以提高焦油回收率;用直立炉熄焦段高温半焦的余热,对循环煤气和空气间接换热,以提高其温度,由此可降低空气入炉量,并能提高煤气中可燃气体的含量;对煤气熄焦所用煤气应先进行脱硫。对富氧热解技术进行示范化工业性试验,该技术不仅可明显降低煤气中的氮含量,而且还可提高煤气综合利用的价值。

(4) 有效治理“三废”污染。经调研表明,目前半焦生产过程中产生的“三废”未能得到有效治理,对环境的污染仍在继续,以榆林地区为例,据2013年9月统计共有54家半焦生产企业,但通过环保验收的只有4家企业。由此可见,治理“三废”污染已成为半焦生产企业能否生存的关键条件。为了实现半焦产业的节能减排和清洁化生产,就必须采取有效措施有计划的限期治理“三废”污染。

(5) 分质高效转化多联产。近些年来,半焦产业发展的实践表明,无论企业规模大小,单独的半焦生产企业将会面临更加激烈的市场竞争,随着节能减排力度的加大,上游块煤资源的紧缺,使半焦生产企业生存压力会进一步加大,甚至被淘汰出局。当前,在半焦产品市场低迷期,只有那些原料块煤供应有保证且有价格优惠,又对煤焦油回收及煤气实现了资源化高效利用,已形成“煤—焦—电—化”一体化多联产的大中型企业,才可能抵御市场需求下滑带来的压力。企业只有实现分质高效转化多联产,半焦生产企业内部消化一部分半焦产品,同时以其下游高附加值产品的盈利来弥补半焦市场暂时低迷带来的亏损。一些单独生产半焦的企业或下游的半焦用户只有逐渐转向一体化多联产综合利用的循

环经济链模式,才有可能减少商品半焦的市场空间,即半焦产品更多的将在企业内部循环经济生产链中消耗。

(6) 强力打造三个市场。为了使半焦企业的产能科学、稳定、有效的发展,就必须从现在开始,在突出半焦“质优价廉”的优势前提下,下大力气,强力打造三个市场,即:稳定传统市场(硅铁还原剂、电石生产原料、化肥造气等)、拓展潜力市场(高炉喷吹料、铁矿烧结燃料、制合成气、电厂掺烧燃料等)、培育新兴市场(半焦基吸附剂、民用和工业型焦、精细化工产品、催化剂等)。在开拓三个市场过程中,要严格执行半焦(兰炭)产品的质量标准,进一步提高半焦产品的针对性,切实保证下游用户工艺的要求。

(7) 以实体性产业联盟为载体。由大型煤化工生产企业、大型装备制造企业和具有研究基础的研究机构共同组成实体性产业联盟,共同承担技术和装置的研发、制造和大型综合性示范基地建设。

(8) 坚持先示范后推广的原则。在半焦中试基地、工业性示范装置和大型化生产装置建设过程中,要始终坚持“有序发展、先示范后推广和稳步发展”的原则。在运行过程中应进行科学考核和验证,以保证生产技术的可靠性、安全性和先进性,并达到“安稳长满”的运行。

(9) 政策扶持与严格监管相结合。总结前一阶段半焦产业发展的经验和教训,在进一步发展半焦产业过程中,应严格准入管理,从严限制半焦项目的审批,尤其需要限制利用借机圈占煤炭资源的现象发生,要坚决停建在前一阶段中圈占了资源而不能履行承诺的半焦项目。

(10) 制定产业政策和相关标准。在取得经验的基础上,同步制定相关的产业政策和行业标准,包括验收条件、行业监管规则、考核条件和规范等。

参 考 文 献

- [1] 马宝岐,任沛建,杨占彪,等.煤焦油制燃料油品[M].北京:化学工业出版社,2011.
- [2] 榆林市兰炭产业发展调研组.榆林市兰炭产业发展调研报告[J].中国经贸导刊,2010(18):20~30.
- [3] 张秦龙,杨佳.发展中的榆林市兰炭产业[J].产业与科技论坛,2013,12(8):61~62.
- [4] 赵俊学,李惠娟,李小明,等.低变质煤低温干馏生产兰炭的技术进展与分析[J].洁净煤技术,2010,16(6):20~30.
- [5] 李华民,冯延兴,王永刚,等.榆林市煤化工产业发展探讨[J].煤炭工程,2009(1):26~28.
- [6] 神木县煤化工产业发展领导小组办公室.积极推进兰炭在钢铁冶炼行业的应用[N].兰炭产业优化升级工作简报,第37期,2013-07-23.
- [7] 张仁俊,曾福吾.煤的低温干馏[M].北京:当代中国出版社,2004.
- [8] 孙会青,曲思建,王利斌.半焦的生产加工利用现状[J].洁净煤技术,2008,14(6):62~65.
- [9] 大连理工大学煤化工研究所.我国低阶煤热解技术发展现状调研报告[R].2013-09-10.
- [10] 杜铭华.年轻煤热解半焦的性质[J].煤炭分析及利用,1996(4):1~5.
- [11] 尚建选,马宝岐,张秋民,等.低阶煤分质转化多联产技术[M].北京:煤炭工业出版社,2013.