

# 煤化工技术进展及其产业化现状

王景超<sup>1,2</sup> 张善元<sup>1</sup>

(1. 太原理工大学应用力学研究所, 山西 太原 030001; 2. 化学工业第二设计院, 山西 太原 030001)

**摘要:**分析了国外 Shell 煤气化工艺及我国自主开发的灰熔聚流化床、多喷嘴对置水煤浆气化工艺的技术进展及工业化进程和工业推广前景。介绍了国内外甲醇新工艺和催化剂的开发及甲醇燃料在中国推广存在的问题、对策和前景。综述了中国焦化工业的现状和今后几年有可能在我国得到大力推广的国外先进的炼焦新工艺、新技术。

**关键词:**煤化工; 气化; 甲醇; 焦化

中图分类号: TQ53

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2004)12-0007-05

## Technological development and current industrial situation of coal chemical industry

WANG Jing-chao<sup>1,2</sup>, ZHANG Shan-yuan<sup>1</sup>

(1. Institute of Applied Mechanics, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030001, China;

2. Second Design Institute of Chemical Industry, Taiyuan 030001, China)

**Abstract:** The progress in technology, industrialization progress and promotion of the coal-water slurry gasification and ash agglomeration developed by domestic enterprises themselves as well as foreign Shell coal gasification technologies are analyzed. The popularization of methanol fuel in China was also dealt with in respect to its prospect, problems and countermeasures. The current situation and future development of China's coal chemical industry are reviewed with possibilities of introduction of advanced foreign coking technology to China in the coming few years.

**Key words:** coal chemical industry; gasification; methanol; coking

## 1 煤气化工艺(技术)进展

### 1.1 Shell 煤气化技术进展及在中国的推广

#### 1.1.1 Shell 煤气化技术开发历程

20 世纪 50 年代初, 英荷 Shell 公司开发渣油气化成功。在此基础上, 1972 年开始煤气化的研究, 并在荷兰 Amsterdam 建设日处理 6 t 煤的装置(试验煤种 30 多种); 1978 年 Shell 公司与德国 Krupp-Koppers 公司合作, 在德国汉堡(Harburg)建设日处理 150 t 煤的中试装置; 1987 年在美国休斯敦(Houston)建成日处理高硫烟煤 250 t 装置, 后又建成日处理高灰分褐煤 400 t(相当于 10 万 t/a 合成氨的煤气化装置)的示范装置并试烧了 18 个煤种; 1993 年在荷兰 Demkolec 电厂建成日处理煤 2 000 t 的气化装置, 该装置用于联合循环发电, 经过多年示范运行, 到 2000 年底运行时间达 37 000 h, 目前已处于商业化运行阶段; 2002 年前后, Shell 公司加快了利用其煤气化工艺在中国改造大中型氮肥装置的步伐<sup>[1]</sup>。

#### 1.1.2 Shell 煤气化工艺特点

该工艺是以干粉煤为原料, 纯氧作气化剂, 液态排渣, 并以水冷壁取代耐火砖, 属于加压气流床气化

工艺。Shell 气化工艺的原料适应性宽, 氧耗和煤耗低, 碳转化率高, 装置能力大(单炉日处理煤量达 2 000 t)。因此, 业内不少专家认为, 新型的 Shell 干粉加压气化炉应是代表当今大型煤气化(1 000 ~ 2 000 t/d)的发展方向, 与率先实现工业化的 Texaco 气化炉相比, 避免了 Texaco 工艺水分入炉带来的一系列麻烦。

#### 1.1.3 Shell 煤气化工艺在中国推广前景分析

湖北双环科技股份公司 20 万 t/a 合成氨“油改煤”工程系国内第一套引进 Shell 公司专利技术建设的工业示范装置。尽管大多数人看好 Shell 煤气化工艺, 但有些业内专家则认为世界上目前尚无工业化的 Shell 炉生产合成氨用原料气的装置, 我国目前尚未掌握干粉加料的粉煤加压气化技术, 对 Shell 气化技术及优越性的认识大都来源于国外专利商的资料 and 宣传。经过科学计算, 这种炉子的效率比水煤浆气化高 6% (而不是商业宣传的 15% ~ 25%)<sup>[2-3]</sup>。因此, 只有等国内的改造装置投入工业化运行才能对 Shell 工艺在氮肥工业推广作出真正的评价。

### 1.2 灰熔聚流化床粉煤气化技术

该技术系由中国科学院山西煤炭化学研究所历

经 20 余年开发的具有自主知识产权的煤气化技术, 2001 年 6 月在陕西城化股份有限公司实施的工业示范项目取得了成功, 2002 年 10 月通过验收, 目前正在进行加压气化的开发。

### 1.2.1 基本原理及工艺特点

灰熔聚气化是对普通流化床的发展, 其原理是部分氧气从炉底通入, 煤灰在炉中心射流区形成局部高温相互粘结团聚, 炭粒和灰球因质量差异而得到有效分离, 渣中含碳较少(小于 8%), 加上炉内回流, 总的碳转化率达 90% 左右<sup>[4]</sup>。气化炉操作压力为常压(0.03 MPa), 操作温度 1 000 ~ 1 100℃。

灰熔聚流化床气化具有以下特点: ①煤种适应性广; ②操作温度适中, 气化炉结构简单, 造价低; ③灰团聚成球, 排灰中碳含量低(质量分数小于 10%); ④炉内形成一局部高温区, 气化强度高; ⑤飞灰经旋风除尘器捕集后返回气化炉, 循环转化, 碳利用率高; ⑥产品气中不含焦油, 洗涤废水含酚量低, 净化简单。

### 1.2.2 工业示范装置指标分析

工业化试验装置建在陕西城化股份有限公司, 建设投资 2 370 万元, 其中气化装置 1 100 万元, 空分装置 1 250 万元。

设计指标: 气化炉进煤量 4.2 t/h, 压力 0.03

MPa, 粗煤气产量 9 000 m<sup>3</sup>/h, CO + H<sub>2</sub> 质量分数大于 68%, 生产合成氨 2.8 t/h。

气化炉内径为下部直径 2.4 m, 上部直径 3.6 m, 高 15 m, 气化炉内衬耐热、耐磨材料。

整个装置于 2001 年 3 月建成, 6 月打通流程; 同年 10 月第 2 次投料试车, 连续稳定运行 170 h, 达到设计指标, 2002 年 3 月通过 72 h 考核验收, 考核达到的主要指标见表 1<sup>[5]</sup>。

表 1 考核达到的主要指标

指标	设计值	考核期平均值	最高值
进煤量/t·h <sup>-1</sup>	4.2	4.3	4.5
进氧量/m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	2000	1700	1800
进蒸汽量/t·h <sup>-1</sup>	4.20	3.86	4.10
(CO + H <sub>2</sub> ) 质量分数/%	≥ 68.0	68.5	72.96
碳转化率/%	> 85.0	90.6	93.1
灰渣含碳质量分数/%	< 10.00	7.81	
煤气产量/m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>	9000	8851	9570
废热锅炉产汽量/t·h <sup>-1</sup>	4.10	4.50	4.65

根据城化公司实际生产数据, 与该厂原固定床造气进行对比, 灰熔聚流化床粉煤气化装置投产后, 停运 2 台直径 2.4 m 固定床气化炉, 每天节省无烟块煤 80 t, 燃料烟煤 20 t, 吨氨成本可降低 172.55 元, 效益是显著的。

(上接第 6 页)

在先专利变为公知技术, 在后专利就可以获得对该项技术的独占控制权。最终有可能达到控制该项产品的作用, 仔细分析国外大公司之间的产品转换的情况, 可以发现其中许多是和控制了某些关键的专利技术相联系的。

### 5.4 在产品输出国实施专利申请, 以占领国际市场

由于专利的地域性, 要充分考虑到产品的市场, 选择申请专利的国家和地区, 以及提出专利国际申请, 将技术向企业所投资和输出产品的国家或地区申请专利, 以保护今后在投资和产品输出国或地区的专利独占权, 达到以专利控制市场, 限制他人对市场的占有, 这是国际大公司占领国际市场的重要手段。

专利法规定: 中国单位或者个人将其在国内完成的发明创造向外国申请专利的, 应当先向国务院专利行政部门申请专利, 委托其指定的专利代理机构办理。申请人提出专利国际申请的, 也应当先申请中国专利。由于国家知识产权局是《专利合作条约》的受理局, 所以一般也应先向国家知识产权局提出专利国际申请。

在申请日的 1 年之内, 向国外申请专利时, 申请人可以要求在中国的优先权, 以在中国专利申请的申请日为优先权日。

### 5.5 充分了解专利申请程序, 合理掌握专利公开时间

在获得专利权时, 除了要考虑有关新颖性、创造性和实用性等实质性问题, 以及有关专利申请文件撰写等形式条件外, 还应该注意程序的要求, 其中包括各种时限、费用、文件的递交。发明专利申请后满 18 个月, 专利局公开专利申请文件; 如果申请人希望提前公开专利申请, 可以向专利局提出。在申请人提交实质审查请求后, 发明专利启动实审程序, 申请人自申请日起 3 年内可以提出实审请求, 逾期专利申请视为撤回。

专利授权时间的早晚, 申请人本人是可以适当掌握的。这其中包括: 是否要求提前公开, 是否很快提交实审请求和对专利局的各种通知书是否及时答复。如果希望很快获得专利权, 就可以要求提前公开、尽快提出实审和快速答复专利局的审查意见。相反, 可以在许可的范围内, 主动拖延各种时间, 观察市场情况, 再作决策。■

### 1.2.3 工业推广前景

灰熔聚流化床粉煤气化技术工业示范成功,标志着我国大型煤气化技术完全依赖进口的时代即将结束。由于产权自主、设备无须进口,其技术使用费和一次性投资远远低于进口煤气化技术。陕西城化股份有限公司气源项目的成功改造,对我国中小氮肥厂改变原料路线,进一步降低成本,提供了高效先进的国产煤气化技术。但必须指出的是,国内的科研、生产单位应加紧联合进行加压气化的开发,否则必将走KT炉的老路。随着该技术进一步升级,加压灰熔聚气化炉单台煤处理能力将达到300~1000 t/d,可用于大中型化工合成和先进煤基发电系统。

### 1.3 新型(多喷嘴对置)水煤浆气化技术开发及在洁净煤领域的应用前景

新型水煤浆气化技术由华东理工大学、兖矿鲁南化肥厂、中国天辰化学工程公司共同开发,是具有我国自主知识产权的煤气化技术,被列入“九五”重点科技攻关和“十五”国家高技术研究发展计划。目前该成果已通过技术鉴定,并获国家发明专利(专利号:ZL 98110616.1)。

在基础研究的基础上,兖矿鲁南化肥厂对该项目进行了中试,建设规模为日处理煤22 t。中试试验显示<sup>[6]</sup>,该技术具有操作方便、易于控制、炉内耐火砖保护良好、下渣口光滑、装置安全平稳等优势,可节氧7%左右,节煤7%左右。

新型水煤浆气化技术是一种先进的洁净煤技术,在基础研究和中试试验的基础上,上述3家开发单位正紧密合作,致力于其产业化,目前燃煤1000 t/d的示范装置正在建设中。业内专家认为,国际上以水煤浆为原料的水煤浆气化技术只有美国德士古(Texaco)公司和道化学(Dow Chemical)公司2家,在世界上推广的仅德士古公司,随着该技术商业化示范装置的成功,新型水煤浆气化技术有望成为国内以渣油和石脑油为原料的大中型化肥企业原料技术路线改造的替代技术;此外,该技术还有望成为我国推进整体煤气化联合循环(IGCC)发电的关键技术之一<sup>[7]</sup>。

选择适宜的气化工艺应根据具体煤种和服务对象而定。我国煤资源大多是褐煤和低变质烟煤,灰熔融性温度普遍较高,它的大众服务对象是化工和IGCC,煤气化工艺的发展方向应遵循以下原则:①煤种适应性要宽,对粒度、灰熔融性温度等限制不应太严;②气化效率(含碳转化率、有效气含量、冷煤气

效率)要高,氧、煤单耗要低;③零污染或低污染;④气化强度要高,能达到装置大型化、过程自动化的要求。

从国内外煤气化工艺发展历程看,氧气气化必然取代空气气化,利用粉煤代替块煤、气流床和流化床代替固定床是气化工艺发展的必然趋势;为推动煤气化工艺进步,必须发展Shell、灰熔聚等炉型,逐步减少直至淘汰UGI炉。灰熔聚炉必须加紧向高压方向发展,否则生命力不会太强。Shell炉、Texaco炉虽然工艺先进,但投资太高,而且还要支付昂贵的专利费、技术转让费等,一般企业无法接受。

## 2 甲醇技术进展及煤基甲醇燃料在中国的发展

### 2.1 近年来开发的甲醇合成新工艺和新催化剂

传统的甲醇合成工艺以英国帝国化学工业(ICI)和德国鲁奇(Lurgi)工艺为代表,已有多年的工业化实践,技术上也日趋成熟。近年来日本东芝泰格株式会社(Toshiba TEC)开发的多段径向合成塔技术,日本三菱重工业株式会社(Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.)和三菱瓦斯化学株式会社(Mitsubishi Gas Chemical Co., Ltd.)公司开发的双套管技术,丹麦托普索(Topsøe)公司开发的绝热式合成塔技术,在大型甲醇装置上也有所应用。

甲醇合成反应过程中一些固有的缺陷造成了单程转化率低、脱硫投资大等一系列问题,为了解决这些问题,近年来甲醇合成新催化剂和新工艺不断涌现:

(1)Avey Makee 合成新工艺。该工艺的主要特点是使用了耐硫催化剂,采用管式低温合成塔,使空速大大提高。

(2)气-固-液滴流反应器。这是一种新型反应系统,它集催化剂的催化作用和吸附剂的吸附作用于同一反应器,在进行合成反应的同时,进行产品吸附分离,使合成反应平衡不断向产品方向转移,单程转化率接近100%。

(3)超临界甲醇合成反应器。由中国科学院山西煤炭化学研究所开发的超临界甲醇合成反应器,在甲醇反应器的合成器中添加超临界或亚临界介质,使反应生成的甲醇不断从气相转移到超临界相,CO转化率达90%以上<sup>[8]</sup>。

(4)Camere 甲醇工艺。这是由韩国科学技术研究院(KIST)纳米技术研究中心开发的将CO<sub>2</sub>转化成甲醇的工艺。CO<sub>2</sub>与H<sub>2</sub>在ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>催化剂、600℃和

常压下利用变换反应生成 CO 和 H<sub>2</sub>O, 产品气经干燥除水后进入甲醇合成反应器, CO 与未反应 H<sub>2</sub> 在 CuO/ZnO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 催化剂、250℃ 和 5 MPa 下合成甲醇。目前, 生产 100 kg/d 甲醇的中型装置已投运, 示范装置可望 5 年内建成投运。

(5) 液相甲醇工艺(称为 LPMEOH)。该工艺由美国空气产品液相转化公司(空气产品和化学品公司与伊士曼化学公司的合伙公司)开发, 主要使用淤浆鼓泡塔式反应器(SBCR), 当合成气进入 SBCR, 它在催化剂(粉末状催化剂分散在惰性矿物油中)存在下反应生成甲醇, 离开反应器的甲醇蒸气经冷凝和蒸馏, 用作生产其他产品的原料。从 1997 年起, 该工艺开始投入工业规模的试运转表明, 甲醇生产能力可超过 300 t/d, 比原设计高出 10%<sup>[9]</sup>。

(6) 固态新催化剂。日本东京科技研究院开发的固态新催化剂, 可在液相反应中一次通过高转化率生产甲醇。该催化剂由热稳定的阴离子交换树脂与铜催化剂组合而成, 单程转化率可达 70% ~ 98%, 虽然处于基础研究阶段, 但结果表明新催化剂可减少甲醇合成费用, 复杂性降低, 前景乐观<sup>[9]</sup>。

## 2.2 甲醇燃料发展前景

石油在世界能源结构中占主导地位, 是国际社会赖以生存和发展的基础。但是世界性的石油资源短缺已对人类构成威胁。中国是一个富煤、贫油、少气的国家, 为保障国家能源安全及国民经济持续稳定的发展, 迅速发展新一代煤化工, 发展煤基合成气制燃料甲醇以替代部分汽油显得非常必要和紧迫。

在车用甲醇燃料的推广中, 社会上存在各种各样的顾虑, 归纳起来有甲醇燃料的毒性、发动机动力性、尾气排放安全性、醇油互溶性、腐蚀溶胀性及经济性 6 个问题。对这六大问题, 业内专家认为: 甲醇燃料对于人体健康和生态环境是安全的; 低比例(甲醇含量 ≤ 15%) 甲醇燃料汽车发动机无须改造, 高比例(甲醇含量 ≥ 85%) 甲醇燃料汽车发动机需要改造, 其动力性能优于汽油车; 通过尽可能减少燃料甲醇中的水分及加入助溶剂, 醇油互溶性问题可以解决; 对于甲醇燃料腐蚀、磨损与溶胀的问题, 在技术上已经解决。关于经济性, 专家认为, 通过在煤炭产地建大型甲醇装置及应用具有我国自主知识产权的新技术等手段, 可以将每吨甲醇的成本降低到 700 元左右, 甲醇燃料在经济上是具有竞争性的<sup>[10]</sup>。

燃料甲醇的推广是一个系统工程, 需要统筹安排。当务之急应该进行的工作至少应包括制定燃料甲醇的国家标准, 对具有我国自主知识产权的新技术

进行系统集成, 建立燃料甲醇生产示范装置, 相关商业部门组织燃料甲醇输配供应, 改造甲醇汽车发动机等。

山西省长达数年的甲醇燃料车队示范运营证明, 甲醇燃料是经济可行的清洁燃料。醇醚燃料适合我国的燃料发展, 已经积累了一定的生产和使用经验, 建议国家通过制定相应的鼓励政策, 激励经营者和消费者使用甲醇燃料, 支持甲醇燃料的生产和技术开发工作等措施, 加紧甲醇汽车燃料的推广使用, 带动能源、化工和汽车等相关行业的发展, 创造新的经济增长点。

## 3 国内外炼焦新技术现状及发展趋势

### 3.1 中国焦化工业现状

中国是世界焦炭生产大国和出口大国, 从 1993 年起, 中国的焦炭产量一直居世界第一位。2002 年以来焦炭市场持续走强, 受利益驱使, 国内新建装置大量增加, 目前在建项目生产能力已远远超过了预期需求, 必将导致生产能力过剩。为此, 国家发改委等 9 部委于 2004 年 6 月 3 日联合制定了《关于清理规范焦炭行业的若干意见》, 指出焦炭行业是高污染行业, 必须切实树立和落实科学发展观, 加强调控和规范管理, 尽快抑制目前焦炭行业盲目投资、低水平重复建设的势头, 促进行业的可持续发展。

中国目前正在生产的焦炉分为机械化焦炉和土法炼焦炉两大类, 其中土法焦炉的比例呈快速下降趋势, 到 2003 年底, 炭化室高 ≥ 4 m, 装备水平较高的机械化焦炉将超过 250 座, 年生产能力超过 1 亿 t。

中国炼焦工业面临的一个繁重的任务是焦炉结构调整。其基本思路是坚决取缔土法焦炉(含改良焦炉)工艺设备, 逐步关停工艺落后, 污染严重的小型焦炉, 鼓励建设大型机械化焦炉和大型焦炭生产基地, 提高焦化行业整体装备水平。

中国焦化行业相关研究设计单位正在开发炭化室高 6.5 m 和 7.0 m 的焦炉。2003 年初, 兖矿集团有限公司购买了德国 Kaiser Stuhl 焦化厂的全部设备和技术, 预计第一座炭化室高 7.6 m 的大容积焦炉将在 2005 ~ 2006 年投产, 这将大大推动中国焦炉大型化的进程。

### 3.2 在中国推广应用的炼焦新技术

#### 3.2.1 捣固炼焦技术

我国 20 世纪 30 年代开始采用捣固炼焦技术, 2002 年以前焦炉均为炭化室高 3.2 m 和 3.8 m 的小型焦炉。2000 年投产的山西清徐东盛焦化有限公

公司的捣固焦炉,尽管炭化室高仍为 3.2 m,但在国内首次将炉孔数扩大为  $2 \times 50$  孔,捣固机为国产的  $2 \times 3$  锤弹性夹板锤捣固机,采用了先进的捣固机械,提高了捣固机械作业率。2002 年 8 月,在山西省临汾市同世达实业有限公司焦化厂成功投产的全国第一座炭化室高 4.3 m,宽 500 mm 的 TJJL 4350D 型 21 锤固定连续捣固焦炉,使我国的捣固炼焦技术提高到一个新的水平。该焦炉投产运行 2 年多来,经过不断调整,焦炉产量已达到了设计水平,焦炭质量符合国标一级冶金焦的指标<sup>[12]</sup>。

捣固炼焦技术优势有以下几点:

①捣固炼焦工艺可扩大炼焦煤资源。捣固炼焦的煤饼密度可由顶装煤炼焦的  $0.74 \text{ t/m}^3$  提高到  $1.05 \sim 1.15 \text{ t/m}^3$ ,致使煤料颗粒间距减小,结构致密,有利于多配入高挥发性煤和弱黏结性煤,生产优质冶金焦炭。在焦炭质量相同的情况下,捣固焦炉比顶装焦炉可多配入 20% ~ 30% 的弱黏结性煤或高挥发分煤。②捣固炼焦技术环保措施更完善。由于捣固焦炉在炉顶设置焚烧洗涤消烟除尘车,减少装煤推焦逸散的烟尘量,使得环保措施更完善,降低污染物排放量。③相同生产规模的焦炉,炭化室孔数有所减少或在炭化室孔数相同的情况下,炭化室容积可以减少。④捣固工艺可配入更多的高挥发分或弱黏结性低阶煤,同时增加石油焦、焦粉的配入量,原料价格比顶装炉低。⑤捣固炼焦使焦炭质量提高,可以相应提高焦炭销售价格<sup>[11-12]</sup>。但与顶装焦炉比较,捣固焦炉的捣固机和装煤推焦车的投资略高于顶装焦炉的机械费用,结焦时间比顶装焦炉长。

### 3.2.2 干熄焦技术

干熄焦技术(Coke Dry Quenching)首先由前苏联开发成功。20 世纪 70 年代日本率先引进前苏联干熄焦技术并在其大型化、自动化和除尘方面进行了研究开发,20 世纪 80 年代成功投产了 200 t/h 超大型干熄焦装置。原联邦德国斯蒂尔(Stihl)公司 20 世纪 80 年代开发了水冷壁式干熄焦装置并建成 66 t/h 工业化试验装置,其特点是在熄焦室内设有水冷壁,红焦约 30% 显热直接通过水冷壁蒸发管被冷却循环带走,由此减少了循环气量和节约装置的能耗<sup>[11]</sup>。

我国上海宝钢焦化厂 1985 年从日本引进了第一套干熄焦装置,经过一、二、三期工程共建成 9 套装置,然后鞍山钢铁集团公司、上海浦东煤气厂、济南钢铁集团总公司、首钢集团分别引进了干熄焦装

置,目前正在运行的共 17 套。

干熄焦是一种先进技术,但目前在中国仍不能大力推广,其主要原因是干熄焦技术一直在引进,投资太高。为此,从 20 世纪 90 年代开始,国内高校、科研单位、设备制造厂和焦化厂都在进行开发,实施干熄焦技术与设备的国产化、大型化、系列化,预计第一套基本国产化的 125 t/h 和完全国产化的 100 t/h 装置将在近几年投产。

### 3.2.3 煤调湿技术

煤调湿技术(Coal Moisture Control)由日本新日铁开发成功,到目前共开发了三代技术。第一代煤调湿技术是热煤油干燥方式,利用煤油回收焦炉上升管煤气显热和烟道气的余热,然后在多管回转式干燥机中,被加热的煤油对煤料进行间接加热干燥,1983 年在新日铁大分厂建成第一套装置;第二代系蒸汽干燥方式,利用焦化厂的低压蒸汽作为热源,在多管回转式干燥机中对煤料间接加热干燥,第一套装置 1991 年在新日铁君津厂建成投产;第三代流化床装置 1996 年在日本室兰焦化厂投产。含水 10% ~ 11% 的煤料由湿煤料仓送往流化床干燥机中,干燥后水分降到 6.6%, $55 \sim 60^\circ\text{C}$  的煤料从干燥机排入螺旋输送机,送到焦炉煤塔。流化床煤调湿主要设备为流化床干燥机,干燥机内的分布板是特殊钢材制作的筛板,在干燥机的重要部位设置氧检测仪、自动报警装置,因此安全性能提高<sup>[13]</sup>。

1996 年我国第一套煤调湿装置在重庆钢铁集团焦化厂投产,属于第一代技术。现在普遍使用的是第二代技术。建议我国积极推广第三代技术,以提高焦化厂的节能、环保和经济效益。

### 3.2.4 日本 Scope 21 炼焦技术

针对炼焦行业存在的许多需要解决的问题,1999 年日本钢铁联盟与日本煤利用中心合作投入 110 亿日元,开展 Scope 21(Super Coke Oven for Productivity and Environment Enhancement Toward the 21st Century)新炼焦技术的研究。该技术的特点是配入 50% 的非黏结性煤,在入炉前快速预热到  $350 \sim 400^\circ\text{C}$ ,使煤接近热分解温度,以改善煤的黏结性,预热煤中的细粉热压成型,然后与粗粒煤混合用管道化装炉。在小试和中试阶段完成基础上,1999 年开始建半工业实验装置,2002 年建成<sup>[11]</sup>。验证性实验之后,将计划建焦炭生产能力 4 000 t/d 的工业示范装置。各国炼焦同行在等待该工艺的工业实践结果。

(下转第 19 页)

敏等<sup>[7]</sup>以氯化聚丙烯与聚乙二醇为原料,在金属钠作用下,合成了以氯化聚丙烯为主链、聚乙二醇为支链的梳形两亲性高聚物。研究表明:两亲性高聚物的吸水性能随着聚乙二醇含量的增加而增强,水在其表面的接触角随着聚乙二醇含量的增加而减小,它的乳液分散性能与其浓度及支链聚乙二醇相对分子质量有关。该方法在疏水性主链上接枝亲水性的链节,拓宽了高聚物的使用范围。

## 5 结语

总的来说,我国氯化聚丙烯产业和世界先进水平相比还有一定差距。从生产工艺上看,采用环保型水相悬浮法代替传统的溶液法已是迫在眉睫。从基础研究看,国外在合成和表征、附着机理、微观结构与性能等领域取得了很大的进展,为氯化聚丙烯的合成、材料改性和应用提供了必要的基础。而国内这方面的研究则比较薄弱,这也限制了我国氯化聚丙烯产业的发展。从应用角度看,氯化聚丙烯的功能化和系列化产品日益受到许多著名公司的关注。相比之下,我国的氯化聚丙烯产品主要用于油墨联结料,产品种类单一,附加值低,因此开展产品功能化研究也是一条带动我国氯化聚丙烯工业走上快速发展的必由之路。

## 参考文献

- [1] 李军.[J].现代化工,1996,16(6):20-23.
- [2] 葛发祥.[J].安徽化工,1993,(2):5-12.
- [3] 路胜利,叶胜荣,杨慕杰.[J].科技通报,2002,18(5):402-408.
- [4] 何勇,刘海龙,刘晖.[J].中国氯碱,2003,(12):16-18.

(上接第11页)

## 4 结语

(1)煤气化是煤化工的龙头和基础。氧气气化取代空气气化,利用粉煤代替块煤,气流床和流化床代替固定床是煤气化工艺未来发展的必然趋势。既要重视 Shell 等国外先进气化工工艺的引进、消化、吸收,也要重视具有我国自主知识产权的灰熔聚、多喷嘴对置水煤浆气化等国内开发的先进煤气化技术的工业化推广。

(2)甲醇燃料代替汽油对保障国家能源安全及经济可持续发展具有重大意义,前景良好。中国的甲醇工业必须发展“大甲醇”观念,新建装置除尽可能采用先进技术外,一定要有规模效应。同时对目前出现的甲醇“过热”,相关部门应组织专家进行讨论,正确引导,防止一哄而上,又一哄而下。

(3)调整焦炉结构,控制焦炭总量,加强焦化企

- [5] 赵兴顺,张军华,郑朝晖,等.[J].功能高分子学报,2003,16(1):77-80.
- [6] 杨启彪,杨白善.[J].高分子材料科学与工程,1994,(2):30-33.
- [7] 万敏,张良均,童省毅.[J].武汉化工学院学报,1998,20(3):1-4.
- [8] 李伟生,施良和,沈德言.[J].高分子学报,1989,(3):291-297.
- [9] Park I H, Jung J C.[J].Polym(Polymer, Korea),1986,10(1):52-66.
- [10] 朱诚身,张宜红,陈建勋,等.[J].高分子材料科学与工程,1997,13(1):75-78.
- [11] 张宜红,朱诚身,王经武,等.[J].高分子材料科学与工程,1995,11(6):86-89.
- [12] 范忠雷,刘大壮.[J].中国胶粘剂,2003,12(3):10-13.
- [13] Clemens R J, Batts G N, Lawniczak J E, et al.[J].Progress in Organic Coatings,1994,24(1-4):43-54.
- [14] Fan Z L, Liu D Z, Wang J J.[J].Physics and Chemistry of Liquids,2003,41(4):391-397.
- [15] Aoki Y.[J].Journal of Polymer Science Part C,1968,23:855-864.
- [16] Tang H.[J].Journal of Materials Science,2002,37(22):4783-4791.
- [17] Mirabella F M, Ndiba D.[J].Polymer Engineering and Science,2000,40(9):2000-2006.
- [18] Prater T J, Kaberline S L, Holubka J W, et al.[J].Journal of Coatings Technology,1996,68:83-91.
- [19] Morris H R, Turner J F, Munro B, et al.[J].Langmuir,1999,15(8):2961-2972.
- [20] Morris H R, Munro B, Rytz R, et al.[J].Langmuir,1998,14(9):2426-2434.
- [21] 黄世强,杨白善.[J].塑料工业,1990,(3):28-30.
- [22] 邹丽霞.[J].华东地质学院学报,1997,20(4):380-383.
- [23] 邹丽霞,曾兰萍.[J].山东化工,1998,(6):18-19.
- [24] 黄光佛,孙争光,李盛彪,等.[J].胶体与聚合物,2000,(3):40-42.
- [25] 郭志光,顾卡丽,李健,等.[J].现代涂料与涂装,2003,(3):10-12.
- [26] 潘炯玺,刘拥政,黄兆阁,等.[J].橡胶工业,1997,44(6):327-332.
- [27] Peng J, Wei G S, Zhang Y D.[J].Journal of Applied Polymer Science,2003,88(10):2478-2483.
- [28] 江建明.[J].合成纤维,1996,25(4):14-18. ■

业的环保治理是中国焦化工业面临的一系列任务。国外许多先进的焦化技术,如干熄焦、煤调湿等在国内已基本具备推广的条件,应加强这方面的工作。

## 参考文献

- [1] 卢正滔.[J].化肥工业,2001,28(6):5-8.
- [2] 唐宏青.[J].煤化工,2004,32(1):1-3.
- [3] 吴枫,阎承信.[J].大氮肥,2002,25(5):313-316.
- [4] 黄成介,房倚天,王洋.[J].燃料化学学报,2002,30(5):18-21.
- [5] 贺永德.[J].煤化工,2003,31(6):13-16.
- [6] 谭可荣,韩文,于广锁.[J].煤炭转化,2001,24(1):36-38.
- [7] 任照彬,宋甜甜,路文学.[J].化工科技市场,2004,(3):18-20.
- [8] 李大尚.[J].煤化工,2004,32(1):4-7.
- [9] 郑承献.[A].2004年全国甲醇及下游产品生产、技术、市场及发展研讨会论文集[C].昆明,2004年4月17-19日.45-50.
- [10] 方德巍,房鼎业.[J].煤化工,2004,32(2):6-9.
- [11] 李好管.[J].煤化工,2002,30(2):1-5.
- [12] 张星原.[J].煤化工,2004,32(1):8-11.
- [13] 郑文华.[J].燃料与化工,2002,33(1):1-4. ■