

# 煤系高岭岩酸法制取白炭黑<sup>①</sup>

赵增立 高峰 张济宇 张 错 中科院山西煤化所煤转化国家重点实验室 030001

**摘 要** 考察了煤系高岭岩制取白炭黑工艺中煅烧、酸浸条件对  $\text{Al}_2\text{O}_3$  浸出率的影响,找到了较佳的工艺参数。为了进一步降低粗产品中  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量,提高产品白炭黑纯度,引入强化剂来强化酸浸分离,效果明显,最终产品符合国家标准,为煤系高岭岩的深加工开辟了一条重要途径。

**关键词** 煤系高岭岩 煅烧 酸浸 白炭黑

## 引 言

白炭黑作为白色的优质填充补强剂,广泛用于橡胶、造纸、塑料、涂料及油漆等领域。传统的白炭黑生产方法是气相法和沉淀法。气相法白炭黑微粒比表面积大,表面活性高,补强效果好,但所用原料( $\text{SiCl}_4$ )昂贵,设备要求高,工艺复杂,仅用于少数特殊用途;沉淀法主要采用水玻璃为原料,加入酸化剂来生产白炭黑,其中硫酸沉淀法和盐酸沉淀法较为常用。虽然沉淀法工艺较成熟,但操作条件要求严格,能耗较高,生产成本低,且干燥过程易发生副反应导致产品质量降低。

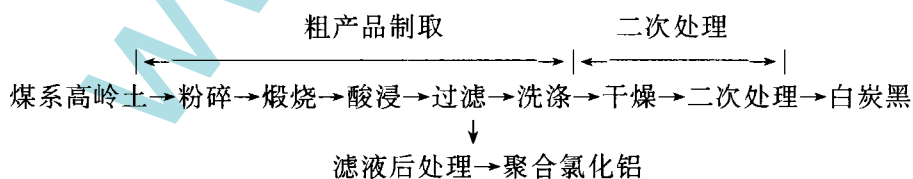
自 80 年代以来,国内外以非金属矿或再生资源为原料来制取白炭黑的工艺研究颇为活跃<sup>[1~4]</sup>,其技术关键是将结晶的二氧化硅和硅酸盐转变为非晶态的二氧化硅。其优点是原料来源广泛,工艺简单,生产成本低。原料可以充分综合利用,而且污染小。作为一种重要的非金属矿,煤系高岭岩在我国储量丰富,分布广,其中高岭石( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )含量高(95%以上),因其多分布于煤层之中或其顶板处,可在开采煤层的同时得到<sup>[5]</sup>,所以从煤系高岭岩出发制取白炭黑成为研究者关注的热点。一般说来有两种途径:一种是将矿粉经煅烧、酸浸分离后所得的固渣直接利用(或加以改性利用);另一种是在

前者的基础上,把所得的固渣与热碱反应得到水玻璃,再经沉淀法生产白炭黑。相比较而言,前者工艺简单,但因分离不完全使所提产品质量不佳,而后者工艺复杂,生产成本低,产品质量好。若能提高浸取分离效果,则第一种工艺很有开发前景。本文采用第一种工艺路线,以山西晋北某地煤系高岭岩为原料,通过选择合适的工艺参数,引入强化剂来强化浸取分离,使酸浸速率明显提高,并达到很高的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  浸出率,同时其中的结晶  $\text{SiO}_2$  转变为非晶态  $\text{SiO}_2$ ,使最终产品符合国家标准。

## 1 实验部分

### 1.1 基本原理和实验流程

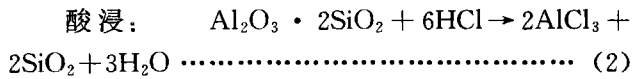
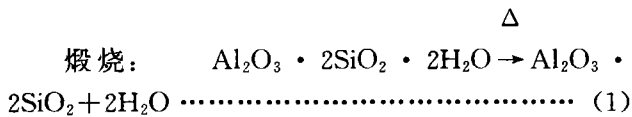
煤系高岭岩中以高岭石( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )为主,含有少量 Fe、Ti 及碳等杂质。以其为原料酸法制取白炭黑,主要通过两种不同手段:活化转变和浸取分离。活化转变是将活性很低的高岭石变为具有良好活性的偏高岭石( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ),易与酸反应而使其中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  浸出,而且活化也可使其中的  $\text{SiO}_2$  处于无定形状态,通过浸取分离除去其中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  及杂质 Fe、Ti 等。为此本研究采取如下实验流程:



此流程中主要包括制取粗产品和二次处理两阶段。粗产品制取工序的目的是活化、提纯及除去杂

注:①山西省青年科学基金资助项目

质;二次处理是为了提高产品白度和比表面积。在粗产品制取工序中,通过煅烧进行脱碳增白和活化转变,酸浸反应进行分离,经过滤、洗涤及干燥获得粗产品,其主要化学反应方程式如下:



粗产品再通过二次处理(煅烧和粉碎)最终得到合格产品白炭黑。

表 1 煤系高岭岩的化学组成

组成	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	L. O. I
含量/%(质量分数)	44.42	38.18	0.28	0.40	0.013	0.018	0.11	0.10	16.44

盐酸(分析纯,HCl 36%~38%)。

1.4 分析方法

Al<sup>3+</sup>、Fe<sup>3+</sup>用 EDTA 络合滴定法<sup>[6]</sup>分析;SiO<sub>2</sub>用动物胶凝重量法分析。

原料组成分析用电感耦合等离子发射光谱仪(AtomScan 16)。

煤系高岭岩在不同煅烧温度条件下与强化酸浸产品的结构变化的 XRD 谱图由旋转阳极 X 射线衍射仪(D/max-yA)测试。

酸浸产品与强化酸浸产品表面形态的电镜照片由扫描隧道显微镜(CSTM-9000)提供。

2 结果与讨论

由基本原理和实验流程可知,从煤系高岭岩制取白炭黑,主要是活化转变和浸取分离出其中的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 及除去杂质,因此整个实验流程中,粗产品制取工序是关键,其中的煅烧和酸浸过程尤为重要,本研究将着重考察这两个过程。

2.1 煅烧

白炭黑是白色填料,而煤系高岭岩中因多含有碳质,呈灰黑色,若不除去,必将影响产品颜色。目前最有效的除碳方法是煅烧,经济简便,效果明显。煅烧过程对粗产品制取的影响主要体现在煤系高岭岩活化转变程度和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率的大小。活化转变程度越高,相应的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率越大。图 1 给出了煤系高岭岩在不同煅烧温度下的 XRD 谱图。由图可

1.2 实验方法

将煤系高岭岩粉碎到一定粒度,称取一定量的矿粉在马弗炉内进行煅烧。把相应用量的盐酸加入三口烧瓶中并在恒温水浴锅预热到设定温度,迅速加入煅烧过的矿粉,开动电动搅拌机进行搅拌反应,至设定反应终止时间时,取出三口烧瓶,趁热过滤并洗涤,滤液移入容量瓶,分析其中的 Al<sup>3+</sup> 含量来计算 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率;所得滤渣经二次处理可得产品。

1.3 原料

山西晋北某煤矿煤系高岭岩,粒度 250 目。其化学成分如表 1 所示。

知:温度升高,煤系高岭岩因脱炭、脱水而使其晶体结构遭到破坏,结晶程度下降。根据 Thompson 定律可知:在硅酸盐矿物中,低压高温有利于铝的四配位<sup>[7]</sup>,因此高温煅烧可使高岭石中的硅氧四面体骨架易于裂解,并使硅铝分离得到四配位的铝,此时 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 活性增大。实验表明在 700℃ 左右活性最大,温度继续升高至 950℃ 时,因重新生成新的结晶相使其活性下降。图 2、图 3 分别表示了煅烧温度、煅烧时间对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率的影响。由图 2 可知:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率随着煅烧温度的升高而增加,但超过一定的温度后浸出率明显下降,这与图 1 的 XRD 分析所得的温度影响相一致;图 3 表明了煅烧时间的变

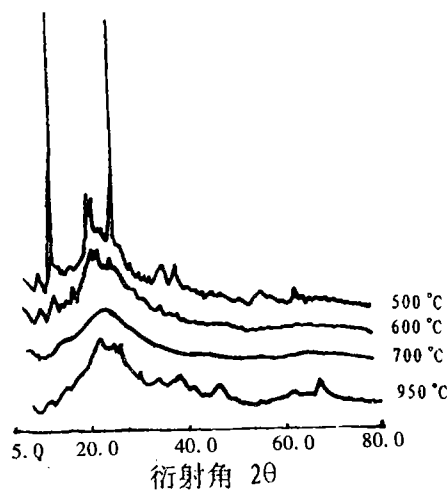
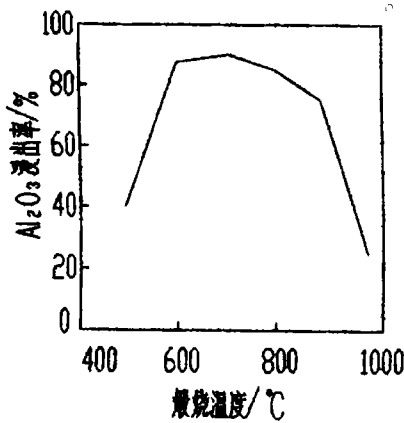
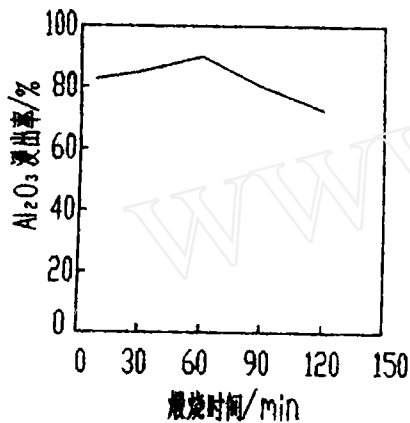


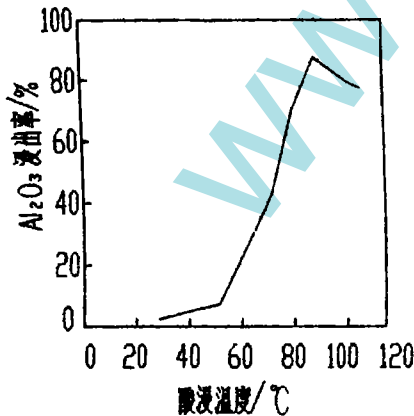
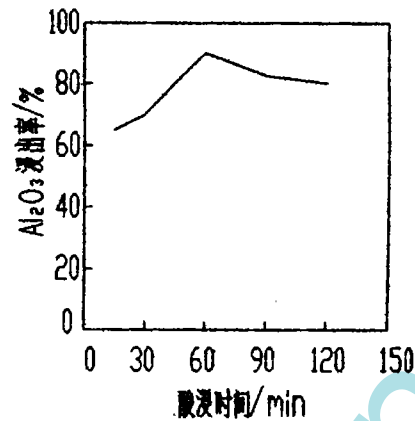
图 1 煤系高岭岩在不同煅烧温度下的 XRD 谱图

图2 煅烧温度对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率的影响图3 煅烧时间对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率的影响

化对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率的影响不大,其原因是煅烧时间的延长,活化程度基本无变化。从节能角度考虑,一般取 0.5h~1h 为宜。

## 2.2 酸浸

酸浸法不仅可分离出煤系高岭岩中的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 而且可同时除去 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、MgO、CaO 等杂质。图4、图5分别表明了酸浸温度、酸浸时间对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸

图4 酸浸温度对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率的影响图5 酸浸时间对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率的影响

出率的影响。酸浸温度的提高,使浆体粘度下降,盐酸扩散速率增大,明显利于酸浸反应的进行,但温度过高,尽管扩散速率较大,因盐酸的挥发性增加使扩散总量大大降低,故导致相应的浸出率降低;酸浸时间的增加,反应程度加深利于 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出,但酸浸时间过长,可能是体系中发生二次反应而生成难溶性的硅铝化合物的原因,使 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率下降。

## 2.3 强化酸浸分离

在以上较佳工艺参数下的反应,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率可达 88%,但还有一部分 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (10%左右)残留在固体残渣中,若直接用于橡胶、塑料等高分子材料中,存在着分散性不良、材料性能下降等问题。从图1的 XRD 谱图分析知 700°C 左右高岭石结构遭到严重破坏,此时 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的活性最高,易与酸反应而被完全浸出。为了提高产品纯度,应从酸浸过程入手,强化浸取分离。通常采用的强化措施是提高盐酸浓度、增加盐酸用量、增大搅拌强度以及减小颗粒粒度。为此本研究考察了盐酸浓度、盐酸用量、搅拌强度及矿粉粒度对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率的影响,结果表明:盐酸浓度、用量的增加,相应的浸出率有所提高,但浓度过高,盐酸挥发性增大;用量过大给后续过滤工序增加了负荷;搅拌速率加快,浸出率提高的同时能耗也相应增大;矿粉粒度越小,比表面积越大,液固界面接触增加,浸出速率快,但造成过滤困难及粉碎时设备耗电大大提高;另外前人的工作采用多次酸洗<sup>[8]</sup>,但这几种强化措施使 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率增加并不显著,详细的结果作者将另作报导<sup>[9]</sup>。

从酸浸反应的热力学计算可知,反应放热 ( $\Delta G_{298K} = -267.64 \text{ kJ/mol} < 0$ ),反应平衡常数大,易正向进行;从动力学实验结果分析可知<sup>[9]</sup>,温度对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率影响较大,反应活化能大,化学反应为控制步骤。为此温度提高,浸出率明显增大;而酸浸温度 90°C 时,反应过程服从固相产物层内扩散控

制,此时,其相应的反应速率是随着有效扩散系数的增大和颗粒尺寸的减小而增大<sup>[10]</sup>。基于上述分析,如果从破坏颗粒微孔结构以减弱固相产物层内阻力出发,能找出一种强化剂加入矿粉中达到上述目的来进行强化浸取过程,那么就可使最终产品达到预期的纯度。图 6、图 7 分别为强化剂用量、强化浸取时间对产品中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量的影响。

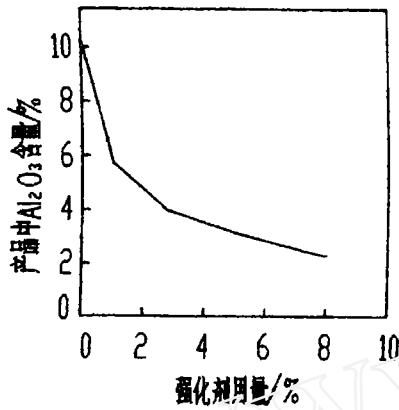


图 6 强化剂的用量对产品中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量的影响

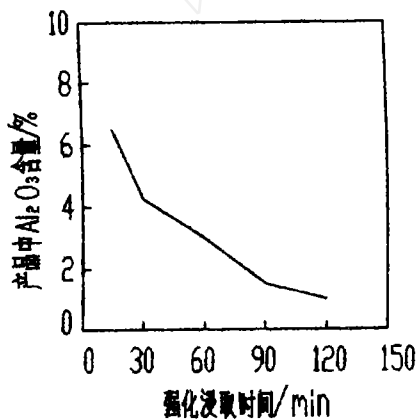


图 7 强化浸取时间对产品中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量影响

由图 6、图 7 可知,强化剂用量的增加利于产品中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量的降低,但其用量超过 5%以后下降趋势缓慢,另外从经济角度考虑强化剂用量不宜过大;强化剂存在条件下酸浸时间延长,产品中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量也明显下降,与酸浸(无强化剂)相比在同样的浸取时间内,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率很高。由此可见,强化剂的加入不仅提高了 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率,而且可以缩短浸取时间。为了验证引入强化剂的最初设想,用扫描电镜对酸浸产品与强化酸浸产品的表面形态进行了对照分析,结果表明:强化剂的加入,确实破坏了颗粒的微孔结构,也使颗粒变得更细微。其原因是此种强化剂极易破坏矿粉的内部孔结构,使盐酸易进入颗粒微孔内与活性 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 反应,同时使反应体系

放热集中,导致浸取温度的提高,有利于降低浆体的粘度和扩散速率的增加,另外还可络合部分 Al<sup>3+</sup> 从而提高了 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率。

### 2.4 产品

从煤系高岭岩出发,经粉碎、煅烧、强化浸取分离等过程,获得产品白炭黑。图 8 是原料与产品的 XRD 谱图对比,表明经过上述处理,结晶程度很高的高岭石转变为无定形的 SiO<sub>2</sub>(白炭黑)。将产品与沉淀水合二氧化硅技术条件(GB—10517—89)对照,已符合国家标准,可作为沉淀法白炭黑的替代品而作为橡胶补强填料。

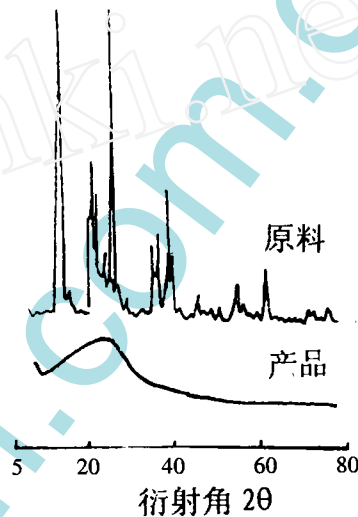


图 8 原料与产品的 XRD 谱图

表 2 产品与沉淀水合二氧化硅技术条件对照

项 目	GB10517—89	产 品
SiO <sub>2</sub> /%	≥90	97.87
颜色	优于,或等于标样	白色粉末
加热减量/%	4.0~8.0	≤0.5 <sup>1)</sup>
灼烧减量/%	≤7	≤0.5
pH 值	5.0~8.0	5.2
总含铜量/(mg/kg)	≤30	0.24
总含锰量/(mg/kg)	≤50	0.44
总含铁量/(mg/kg)	≤1000	120
比表面积/(m <sup>2</sup> /g)	136~160 <sup>2)</sup>	146

注:1)与沉淀法工艺不同,为干法产品;

2)C 类产品

### 3 结 论

3.1 详细考察了从煤系高岭岩出发,经煅烧、酸浸等过程制取白炭黑,结果表明煅烧温度、酸浸温度对 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浸出率影响较大,并得到较佳的工艺参数:煅

烧温度 600 C~800 C, 煅烧时间 0.5h~1h, 酸浸温度 90 C~95 C, 酸浸时间 0.75h~1h, 盐酸浓度 20%~25%, 盐酸用量 120%, 此时所得产品 SiO<sub>2</sub> 含量可达 90% 左右。

3.2 为了提高 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的浸出率, 考察了加入强化剂来强化浸取分离, 实验结果表明: 一定量的强化剂的加入使其中的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 分离较完全, 提高了产品纯度。此法工艺简单, 生产成本低, 产品附加值高, 为晋北煤系高岭岩深加工开辟了一条重要途径。

- 2 阎永胜. 无机盐工业, 1992(4):17
- 3 于欣伟. 硅酸盐通报, 1996(3):48
- 4 Park. H. C. Yoop Hakhoechi, 1987, 24(5):437
- 5 金立薰等. 煤炭加工与综合利用, 1996(2):9
- 6 GB1574—79
- 7 叶大年. 硅酸盐学报, 1983, 11(2):159
- 8 张兴法. 安徽化工, 1994, (4):30
- 9 赵增立等. 煤系高岭岩酸浸动力学研究, 待发表
- 10 朱炳辰. 化学反应工程. 北京, 化学工业出版社, 1994, 173~188

### 参 考 文 献

(收稿日期 1997-09-07)

- 1 陶荣达. 化学世界, 1989(8):370

## 全国煤化工设计技术中心年会顺利召开

全国煤化工设计技术中心年会于 1998 年 12 月 1 日至 3 日在驻昆解放军化肥厂顺利召开。全国煤化工设计技术中心主任、化工部第二设计院总工程师李大尚同志致开幕词。中国化工勘察设计协会梁之洵副秘书长、云南省石化王鉴副厅长、解放军化肥厂陈伟厂长出席会议并作了重要讲话。梁副秘书长宣读了有关文件和中心新一届主任、副主任、成员及技术委员名单。参加会议的除中心技术委员外, 还有特邀的解放军化肥厂、山西化肥厂、哈尔滨煤气厂、兰州煤气厂、渭河化肥厂等企业的专家以及科研单位和制造厂家的代表。

会上中心副主任梁杰华同志作了煤化工设计技术中心上一年度的工作总结和今后工作的打算和初步安排的报告。到会的有关专家宣读了碎煤加压气

化技术的论文, 充分交流了各厂技术改造、技术攻关、生产管理方面的经验, 特别是解化厂领导介绍了技改经验, 达到了互相学习, 共同提高的目的。与会的科研单位、制造厂家介绍了近年来的科研成果、新产品。技术委员和专家一致认为中心在上年度做了大量工作, 并对今后工作提出了很好的建议和宝贵意见。

与会的技术委员和专家一致认为, 这次会议全面总结了我国碎煤加压气化技术的设计、生产以及开发等方面的成果与经验, 对我国煤化工事业的发展起到了积极的促进作用。会议取得了圆满成功。

全国煤化工设计技术中心  
一九九八年十二月八日

## 《煤化工》编辑部

恭祝广大读者、作者与广告客户

在新的一年里万事如意!

### Recent Development of Coal Tar Processing Technology and Related Suggestion

Gao jinsheng Zhang Dexiang Wan Chen  
(East China University of Science and Technology 200237)

**Abstract** This paper presented the domestic and abroad status of coal tar processing technology. In a few countries as Germany and Japan, the concentrated and deep processing of coal tar has been highly developed. China should hurry up to improve its integrated technology of coal tar processing. Some of key technologies — primary distillation of coal tar, deep processing of coal tar pitch and new organic synthesis were discussed. In order to help coking and chemical enterprises to extract themselves from their predicament, some suggestions were submitted.

**Key words** coal tar processing, environmental protection, suggestion

### Application of the NHD Decarbonization Process in 180000t/a Synthetic Ammonia Unit in Huainan Chemical Plant

Cheng Xinyi  
(3rd Design Institute of the Ministry of Chemical Industry 230024)

**Abstract** The text mainly introduces advantages of NHD decarbonization process and its application in Huainan chemical plant

**Key words** NHD decarbonization, energy consumption, degree of purification, optimization

### Application of Inner Hole Welded Structure in Heat Exchanger

Lu Hongwei  
(2nd Design Institute of the Ministry of Chemical Industry 030001)

**Abstract** This article introduces the characteristic and advantage of inner hole welded structure, and its designing, fabricating and running in a chemical fertilizer plant.

**Key words** heat exchanger, connection of tube and tube sheet, inner hole weld

### Development and Application of Refractory Material for TEXACO CWS Gasifier

Song Linxi Shi Kai Dong Hai  
(Xinxiang Refractory Factory, Henan Boma(Group) Corp. 453000)

**Abstract** We have developed a kind of high-chrome refractory material and applied it to the CWS pressurized gasifier. It shows that the refractory material have the advantage of corrosion resistance and erosion protection.

**Key words** coal-water slurry gasifier,  $\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-}$

$\text{ZrO}_2$  brick, corrosion resistance

### Preparation of Methyl Glycolate and Development of Its Derivative Products

Du Bilin Chu Wei Yu Zuolong  
(Chengdu Institute of Organic Chemistry, the Chinese Academy of Sciences 610041)

**Abstract** Methyl glycolate (MG) was very important as raw material of organic chemicals and good solvent. The article presented principal preparation methods of MG.

**Key words** methyl glycolate, preparation, methyl formiate, carbonylation

### Review on Refining of Crude Anthracene

Guo Cunyue Wang Zhizhong  
(Taiyuan University of Science and Technology 030024)

**Abstract** Various kinds of methods of crude anthracene refining were reviewed in this paper, both the advantage and disadvantage of each method were compared. A new process of crude anthracene refining by liquid emulsion membranes (LEMS) and its broad application prospect were introduced in particular.

**Key words** crude anthracene, refining, liquid emulsion membranes

### Study on Oil Production by Co-processing of Low-temperature Carbonization Tar and Waste Profax

Zhao Jin'an  
(College for Professional Training, North China Institute of Technology 030008)  
Wang Zhizhong  
(Taiyuan University of Science and Technology 030024)

**Abstract** The process of oil production by co-processing of low-temperature carbonization tar and waste profax was studied in this paper. The optimum conditions were obtained and the products were evaluated. In the optimum condition, the ratio of low-temperature carbonization tar was no more than 15%. The addition of waste PE to 40% does not affect the quality of oil. Conversion can reach 86% with various yields of  $\text{o}^\#$  diesel oil and 90% gasoline.

**Key word** low-temperature carbonization tar, waste profax, cracking

### Comprehensive Utilization of Fine Coke, Fine Lime and $\text{CO}_2$ from Calcium Carbide Production

Zhou Yan  
(Calcium Carbide Plant under Juhua Group)

Corp. 324004)

**Abstract** The paper presents a process to prepare the carbonized coke ball by use of fine coke, fine lime and waste gas (CO<sub>2</sub>) from production of calcium carbide. It comments on the application of the carbonized coke ball in producing lime and calcium carbide, and assesses the investment and economic benefit of the coke ball project.

**Key words** carbonized coke ball, fine coke, fine lime, economic benefit

### **Manufacture of White Carbon by Acid Extracting Coal-series Kaolinite**

Zhao Zengli Gao Feng Zhang Jiyu Zhang Kai  
(State Key Laboratory of Coal Conversion,  
Institute of Coal Chemistry, Chinese  
Academy of Sciences 030001)

**Abstract** The effect of calcinating and acid extracting conditions of coal-series kaolinite on the extracting rate of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> was investigated, and the optimum technical parameters were obtained. For reducing the content of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and raising the purity of white carbon in the raw product, a suitable enhance agent was derived to improve the acid extracting process and to increase the acid extracting efficiency. A qualified product was manufactured by using this modified technology and it shows a new approach for the deeply utilization of coal-series kaolinite.

**Keywords** coal-series kaolinite; calcination, acid extracting, white carbon

### **Techno-economic analysis of the production of formic acid through the hydrolysis of formic ether**

Jiang Yunfeng Dong Guiyan  
Deng Shuping Yan Yaming  
(Institute of Coal Chemistry,  
Chinese Academy of Sciences 030001)

**Abstract** This paper introduced synthetic process of formic ether from carbon monoxide and methanol, and then formic acid through the hydrolysis of formic ether. It was also summarized that the technological progress of the process at home and abroad, and its market prospect. Based on the scale of 20 000 tons per year, the techno-economic analysis was made, which shows that the process had quite good economic benefit and prospect.

**Keywords** formic acid, hydrolysis of formic ether, techno-economic analysis

### **Studies on Aluminized Steel Pipes Used for Feeding High-temperature and High-sulphur Shift Gas**

Yang Jilin Wang Changrong  
(Huazhong University of  
Science & Technology)  
(Harbin Coal Gas Plant)

**Abstract** The stainless steel pipes were used for feeding shift gas in coal gasification. But the pipes are usually destroyed as a result of the stress corrosion cracks due to the cooperation of the fed medium of high temperature and high sulphur content, and the high residual stress. The aluminized steel pipes with surface alloying treatment are used to the process and some key problems, such as welding, are solved, 3-years safe working shows that the aluminized steel pipes meet with full success.

**Key words** aluminized steel pipes, coal gasification, stress corrosion

### **Ways to Cutting down the Consumption of Crude Benzol Washing Oil**

Liu Donghe Du Fengwei  
(Henan Ruzhou Coking Plant 467535)

**Abstract** Through analysing the production process of crude benzol without fractional condenser, factors influencing on the consumption of washing oil were found out, and ways to cutting down the consumption of crude benzol washing oil were also presented.

**Key words** crude benzol, washing oil, consumption

### **A Summary on Operation and Modification of Centrifugal Compressor**

Zhang Fusheng  
(Shanxi Yuanping Chemical Fertilizer  
Plant 034100)

**Abstract** This article describes the modification of centrifugal compressor and its effect upon the problems arising during operating.

**Key words** centrifugal compressor, modification, ammonia converter.

### **Discussion on the Operating Process of the "Three-high and One- low" of Gas Furnace**

Zhao Shaomin Wang Zhandong Yang Xiaojun  
(Shandong Lunan Chemical Industry  
Group Company 277527)

**Abstract** Combined theory with practice, we expound the "Three-high and One-low" operation of gas furnace, and research into the optimization of the operation.

**Key words** gas furnace, coal bed, fire bed, optimization