

中国科技核心期刊  
全国石油和化工业优秀期刊评比一等奖

ISSN 1005-9598  
CN 14-1142/TQ



(R)

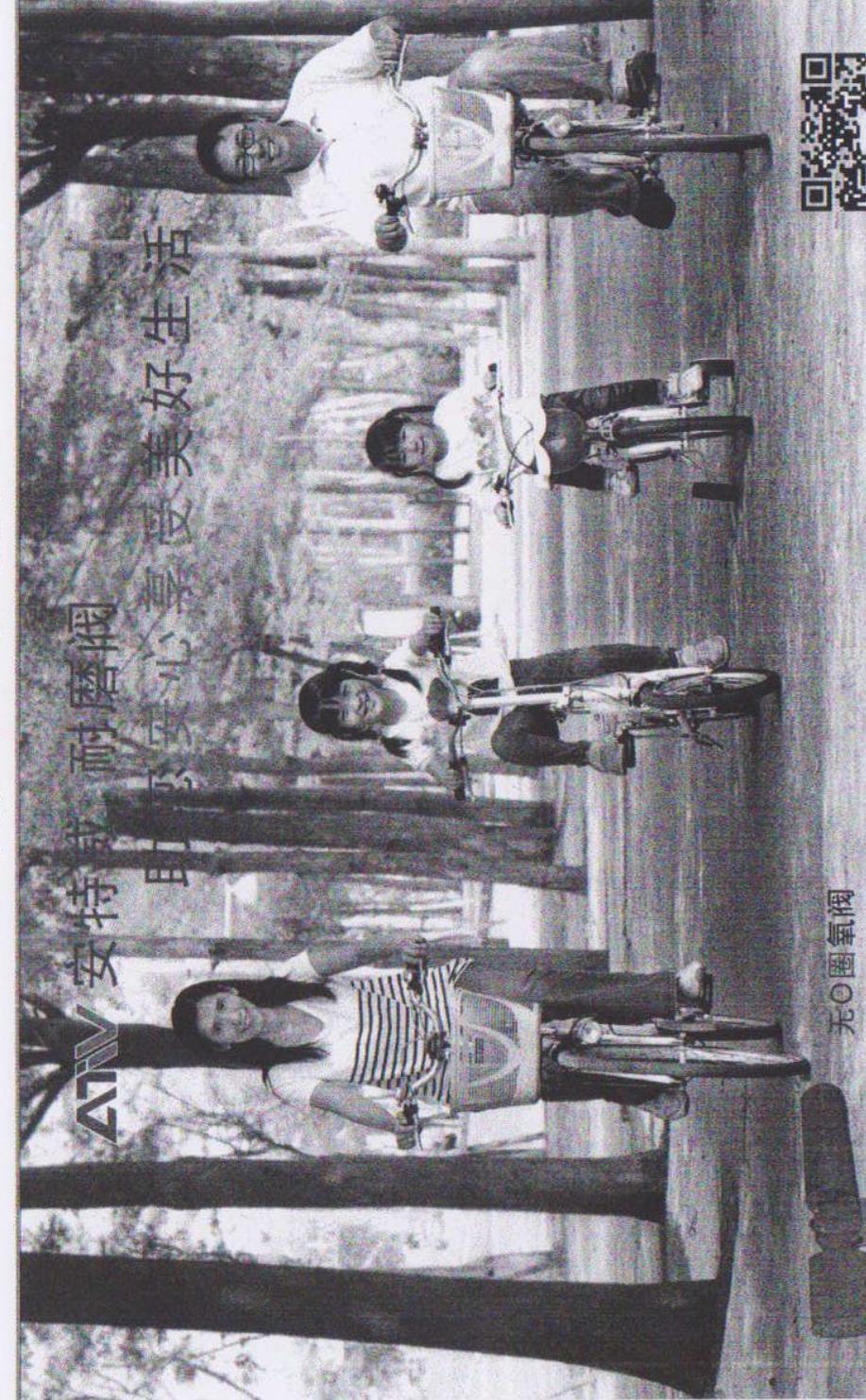


## MEI HUAGONG COAL CHEMICAL INDUSTRY

2017' 中国煤化工

技术、市场、信息交流会暨“十三五”产业发展研讨会

(3月21日—24日 成都)



无O圈氧阀

5年以上免维护寿命

彻底解决“O圈氧阀”的隐患！



关注官方微信，获取更多资讯

ISSN 1005-9598  
9 771005 959174



赛鼎工程有限公司（原化学工业第二设计院）

全国煤化工信息站

全国煤化工设计技术中心

1

2017年 第45卷

1973年创刊

经原国家科委及新闻出版总署批准出版

国内外公开发行 双月刊



MEI HUAGONG

第45卷 2017年第1期

(总第188期)

2017年2月28日出版

刊号:ISSN 1005-9598

CN 14-1142/TQ

国内邮发代号:22-176(全国各地邮局)

国外发行代号:BM8241

广告许可证号:晋工商广字第01-045号

刊名商标注号:3175989

主 管:

赛鼎工程有限公司(原化学工业第二设计院)

主 办:

赛鼎工程有限公司(原化学工业第二设计院)

全国煤化工信息站

全国煤化工程设计技术中心

协 办:

山西焦化集团有限公司

山西同世达煤化集团有限公司

山西阳煤丰喜肥业(集团)股份有限公司

华东理工大学洁净煤技术研究所

陕西煤业化工集团有限责任公司

天脊煤化工集团股份有限公司

太原重工股份有限公司

马鞍山市蓝天化工自动化科技有限公司

山西阳煤煤化工机械(集团)有限公司

呼化公司褐煤水煤浆气化装置运行实践

.....赵瑞同 李储祥等(50)

一塔式脱硫技术在山西焦化的应用实践初探

.....高 翔(54)

煤焦油深加工装置沥青系统的改造与运行

.....甄凡瑜(58)

褐煤制水煤浆装置现状及优化运行措施

.....张晓东(61)

焦化除尘灰回配煤炼焦实践与应用

.....陈 勇(64)

编辑出版:《煤化工》编辑部

地址:030032 太原市高新区晋阳街赛鼎路1号

E-mail: mnhgqk@126.com

meihgqk@vip.126.com

电话:(0351)2179577; 2179578

2179579; 2179580

印刷:山西万佳印业有限公司

国内发行:山西省邮政报刊发行局

海外总发行:中国国际图书贸易集团有限公司

国内定价:90元/年,15元/册

## 目 次

### 政策导向

- 《煤炭工业发展“十三五”规划》发改能源[2016]2714号 ..... (1)  
《能源发展“十三五”规划》发改能源[2016]2744号 ..... (3)

### 研究、开发与应用

- 气流床粉煤气化熔渣与其原煤灰特性比较 ..... 刘 震 许建良等(5)  
航天炉粉煤气化系统氯元素迁移规律的研究 ..... 刘明亮 韩 勇 乘 波(10)  
绕管移热反应器在泉稷“3052”项目变换装置的应用  
依托合成氨装置的硝铵节能新工艺 ..... 王志鸿 邹永明 罗 庆等(16)  
汽油吸附用煤基活性炭的制备及研究 ..... 吴 超 李 强等(19)  
煤制乙二醇含 N<sub>2</sub>O 废气处理工艺设计 ..... 毛向荣 周亚明(22)  
真空薄膜干燥机回收煤液化残渣余物中萃取剂的应用研究 ..... 王晓伟 沈延顺 王 忠等(26)

### 问题探讨

- 烯烃原料多元化发展趋势及投资机会分析 ..... 于春梅(29)  
气化同焦化相结合,助力焦化企业产品结构调整 ..... 崔长青 武建军(35)  
技术进展  
煤热解技术进展及工业应用现状 ..... 邹 涛 刘 军 曾 梅等(40)  
煤焦油组分分离与分析技术研究进展 ..... 张生娟 高亚男等(45)

### 生产与技改

- 呼化公司褐煤水煤浆气化装置运行实践 ..... 赵瑞同 李储祥等(50)  
一塔式脱硫技术在山西焦化的应用实践初探 ..... 高 翔(54)  
煤焦油深加工装置沥青系统的改造与运行 ..... 甄凡瑜(58)  
褐煤制水煤浆装置现状及优化运行措施 ..... 张晓东(61)  
焦化除尘灰回配煤炼焦实践与应用 ..... 陈 勇(64)

### 化工设备

- 煤化工项目配套空分技术的选择 ..... 张学亮(67)  
水煤浆气化炉激冷水流量调节阀的选用 ..... 张军录 张 娟等(75)  
市场分析  
2016年尿素市场走势分析及2017年展望 ..... 周和平(78)

- 煤化工产业动态:标题新闻  
工信部近日部署甲醇汽车试点验收准备工作 ..... (80)

氯气的  
对

## 绕管移热反应器在泉稷“3052”项目变换装置的应用

肖笛<sup>1</sup>, 张高稳<sup>2</sup>, 郑涛<sup>1</sup>, 许锦辉<sup>1</sup>, 赵金龙<sup>1</sup>

(1. 杭州林达化工技术有限公司, 浙江 杭州 310000; 2. 山西阳煤丰喜泉稷能源有限公司, 山西 稷山 043200)

**摘要** 介绍了绕管移热反应器在山西阳煤丰喜泉稷能源有限公司变换装置中的应用情况, 简述了反应器的设备结构及管间催化剂的装填及硫化过程, 验算了移热变换的平衡温距, 结果表明, 移热变换的平衡温距为 9 ℃, 说明该反应器可以很好地控制催化剂床层温度。实践证明, 绕管移热反应器应用于大型煤化工装置的 CO 变换工段, 可延长催化剂的使用寿命, 提高装置热效率, 减少设备投资。

**关键词** 绕管, 变换反应, 移热反应器, 催化剂, 平衡温距

文章编号: 1005-9598(2017)01-0013-03 中图分类号: TQ113.26 文献标识码: B

发  
开  
工  
] :

山西阳煤丰喜泉稷能源有限公司利用西社园区内的焦炉煤气资源, 新建一套年产 30 万 t 合成氨、52 万 t 尿素、联产 6.5 万 t LNG 装置(简称“3052”项目)。该项目大力引进先进工艺技术, 包括水煤浆水冷壁加压气化工艺、水移热变换技术以及以焦炉煤气为原料配套的脱硫脱碳工艺技术等。项目于 2015 年 8 月系统试车, 12 月 28 日成功产出尿素。

水移热变换技术以水煤浆加压气化来的粗煤气与厂外的焦炉气为原料气, 采用水移热+绝热两段变换工艺, 要求一段移热变换将变换气中的 CO 摩尔分数降至≤1.2%, 二段绝热变换进一步将 CO 摩尔分数降至 0.4% 以下。本文主要对杭州林达化工技术工程有限公司新开发的水移热绕管 CO 变换专利反应器在变换装置上的运行情况进行总结, 供同类装置借鉴。

表 1 变换单元入口粗煤气干基摩尔组成(设计值) %						
CO	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> S	N <sub>2</sub>	
31.65	41.90	13.77	8.62	0.10	2.67	
NH <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	HC1/ $\times 10^{-6}$	Ar	CO <sub>2</sub> / $\times 10^{-6}$	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> /2	
0.03	0.08	4.31	0.08	43.40	1.10	

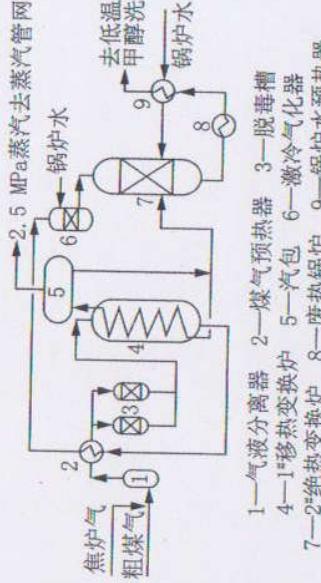


图 1 变换工段工艺流程示意图

脱毒槽。脱毒槽一开一备, 主要用于除氧、阻挡煤灰等固体杂质。滤掉煤灰后的煤气进入 1# 移热变换炉进行变换反应。变换后的气体再经煤气预热器管程回收热量后, 进 2# 绝热变换炉进行变换。进 2# 人口温度根据运行情况, 可通过激冷气化器锅炉水补入量来调整(目前未补入锅炉水)。经 2# 绝热变换炉变换后, 变换气中 CO 摩尔分數降至 0.4% 以下, 再经废热锅炉、锅炉水预热器等回收热量降温后, 送低温甲醇洗。

### 1 变换气组成及变换工段工艺流程

变换单元入口粗煤气设计工况: 湿基流量 245 710 m<sup>3</sup>/h, 干基流量 135 901 m<sup>3</sup>/h, 变换单元入口气干基摩尔组成为见表 1。变换工艺流程示意图见图 1。气化来的粗煤气与焦炉气混合(温度 206.5 ℃, 压力 3.59 MPa), 经气液分离器分离出工艺冷凝液后, 进煤气预热器壳程, 与移热变换后的气体换热, 再进

收稿日期: 2016-11-17

作者简介: 肖笛(1984—), 女, 浙江杭州, 工程师, 硕士, 2008 年本科毕业于武汉理工大学化学工程与工艺专业, 现从事煤化工技术开发设计工作, E-mail: linda@lindar.net。

## 2 绕管移热变换炉的结构

绕管移热变换炉的结构示意图见图 2。

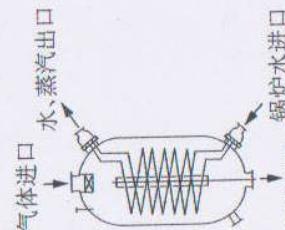


图 2 绕管移热变换炉结构示意图

反应器内径  $\Phi 3\text{ 600 mm}$ ，壳体由 15CrMoR 堆焊 S32168，内件为缠绕管式，每根换热管自上而下为等长的无缝钢管，材质为 S32168，催化剂装在管间。粗煤气由上封头进气口进入绕管移热变换炉，经气体分布器均匀分布后，轴向流过 Co-Mo 耐硫变换催化剂层，进行 CO 变换反应。反应后的气体由下封头底部进入壳管内件，盘旋上升吸收变换反应热，并部分汽化，由上部出变换炉，反应热点温度由外部汽包压力控制。

表 2 变换反应器催化剂装填情况

设备	设备规格	装填量	催化剂规格
移热 变换炉	$\Phi 3\text{ 600 mm} \times 8\text{ 000 mm}$	$78\text{ m}^3$	$\Phi(3.5\sim4.5)\text{ mm} \times (5\text{ mm}\sim15\text{ mm})$ 圆柱形
绝热 变换炉	$\Phi 3\text{ 600 mm} \times 7\text{ 400 mm}$	$75\text{ m}^3$	$\Phi 4\text{ mm}\sim6\text{ mm}$ 球形

瓷球约  $7\text{ m}^3$ ，再装填一层  $\Phi 15\text{ mm}$  的耐火瓷球约  $2\text{ m}^3$ ，然后在瓷球上装填  $78\text{ m}^3$  QDB-06 变换催化剂。催化剂的装填方法为均匀撒布法，在装填过程中，通过分段、多点测量装填高度，确保催化剂装填均匀一致。

### 3.2 催化剂的硫化还原

变换催化剂在出厂时，其活性组分为氧化态，使用前必须使其转变为硫化态，才能显示出良好的活性。催化剂硫化采用循环硫化法，变换系统先用氮气进行置换，置换合格后，对催化剂床层进行升温。当催化剂床层温度各点均达到  $200\text{ }^\circ\text{C}$ ~ $220\text{ }^\circ\text{C}$  时，恒温  $2\text{ h}$ ，升溫结束。升溫结束后，用氮气加氢气及硫化氢对催化剂硫化。精确控制  $\text{CS}_2$  的加入量，当床层出口  $\text{H}_2\text{S}$  分析结果合格后，硫化结束。最终硫化温度约  $400\text{ }^\circ\text{C}$ 。

## 4 变换工段运行情况及工艺参数验算

### 3 催化剂的装填及硫化

一段移热变换炉中采用青岛联信公司的 QDB-06 耐硫变换催化剂，二段绝热变换炉中采用华烁科技股份有限公司的 EB-6 耐硫宽温变换催化剂。针对变换系统的工艺条件并结合动力学模拟计算结果，最终确定催化剂的用量。催化剂的具体装填情况见表 2。

#### 3.1 催化剂的装填

先经人孔在移热变换炉底部装填  $\Phi 25\text{ mm}$  的耐火

#### 4.1 变换工段运行情况

“3052”项目的变换装置于 2015 年 12 月底投料运行，期间因气化工段及压缩机故障停机 2 次，其余时间装置运行平稳，各项工艺参数均达到或超过设计值。一段移热变换炉催化剂床层温度分布见表 3，移热变换炉共设 2 组测温点，每组从上至下共 7 个点。催化剂床层总高约  $8.5\text{ m}$ ，表中 A、B、C、D、E、F、G 表示各测温点分别距离催化剂表层  $0\text{ m}$ 、 $1.0\text{ m}$ 、 $2.0\text{ m}$ 、 $3.5\text{ m}$ 、 $5.0\text{ m}$ 、 $6.5\text{ m}$ 、 $8.0\text{ m}$ 。系统运行参数见表 4。

表 3 一段移热变换炉催化剂床层温度分布

触媒运行时间	催化剂床层温度 / $^\circ\text{C}$						
	A	B	C	D	E	F(绝热段)	G(绝热段)
第 60 天	244.3	294.8	304.2	294.1	272.4	284.1	271.6
第 70 天	242.8	277.5	304.7	295.0	272.0	280.7	270.0
第 80 天	239.0	291.2	301.1	294.0	278.5	279.6	268.0
第 90 天	240.6	277.3	302.4	296.7	279.0	279.8	269.2
第 100 天	239.9	274.3	299.5	296.1	280.3	280.2	269.2
第 120 天	239.7	268.2	297.6	293.5	284.3	278.6	269.0
第 170 天	240.6	254.4	295.0	289.8	286.8	273.7	269.0
第 180 天	241.3	255.3	299.5	296.1	286.1	274.8	270.5