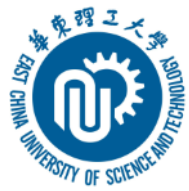


多喷嘴对置式气化 技术创新进展与技术优势



华东理工大学
山东兖矿国拓科技工程有限公司



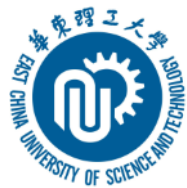
多喷嘴对置式水煤浆气化技术
应用现状和技术优势

多喷嘴对置式粉煤气化技术进展

技术创新进展

国际交流

结论



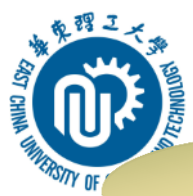
多喷嘴对置式水煤浆气化技术 应用现状和技术优势

多喷嘴对置式粉煤气化技术进展

技术创新进展

国际交流

结论



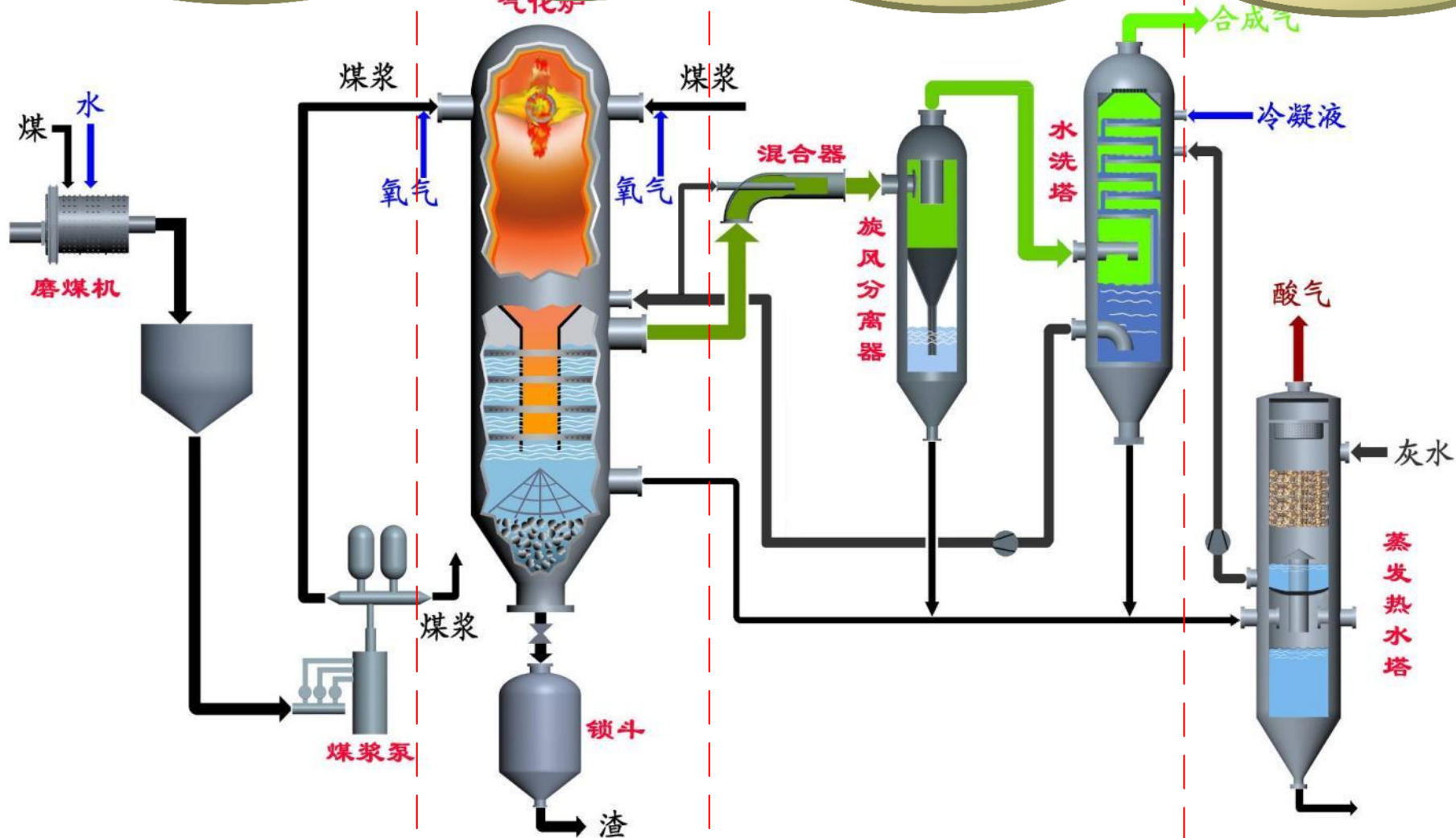
多喷嘴对置式水煤浆气化流程

磨煤制浆系统

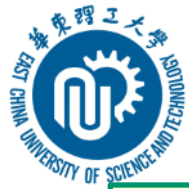
气化系统

净化系统

渣水处理系统

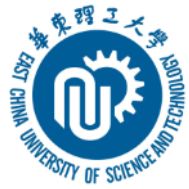


多喷嘴对置式水煤浆气化技术工艺原理简图

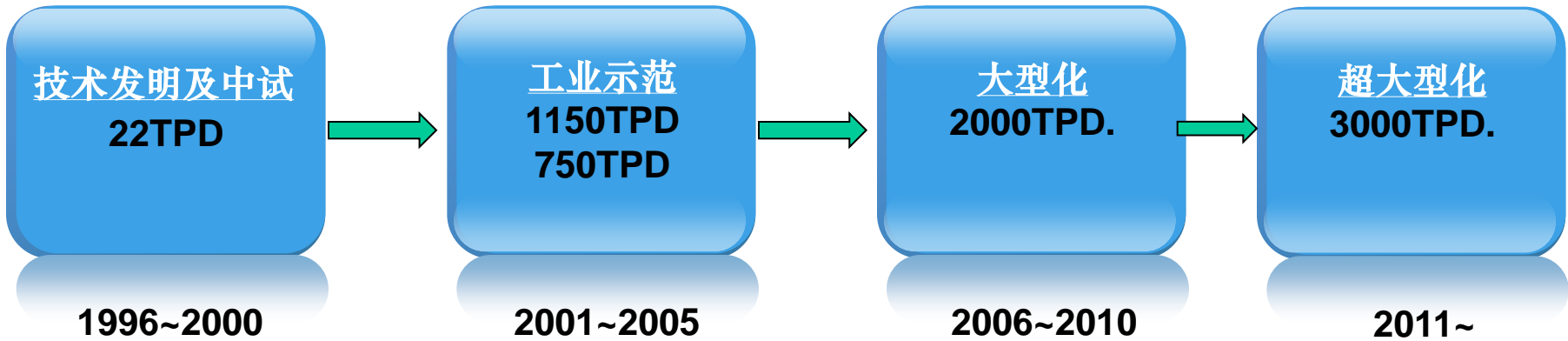


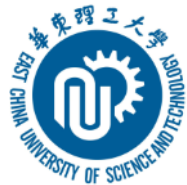
已经得到工业验证的突出优势

1. 多喷嘴进料，在气化炉大型化方面明显优于单喷嘴水煤浆气化技术；
2. 撞击流强化传递过程，提高气化反应效率，碳转化率高、原料消耗低；
3. 预膜式喷嘴雾化性能优良，磨损较单喷嘴气化炉明显减弱，喷嘴使用寿命长；
4. 良好的炉内流场结构，耐火砖使用寿命长，耐火砖寿命整体明显优于单喷嘴水煤浆气化炉；
5. 两套进料系统，大大提高了气化炉稳定性和可靠率，江苏灵谷全系统年运行357天的实际运行经验充分证明了多喷嘴对置式水煤浆气化技术一开一备的可靠性，兖矿鲁化单炉年运行7561小时，达到了水煤浆气化炉单炉运行的世界领先水平；
6. 分级净化的合成气洗涤净化系统的净化效果明显优于单喷嘴水煤浆气化流程，也优于目前其他气体技术；

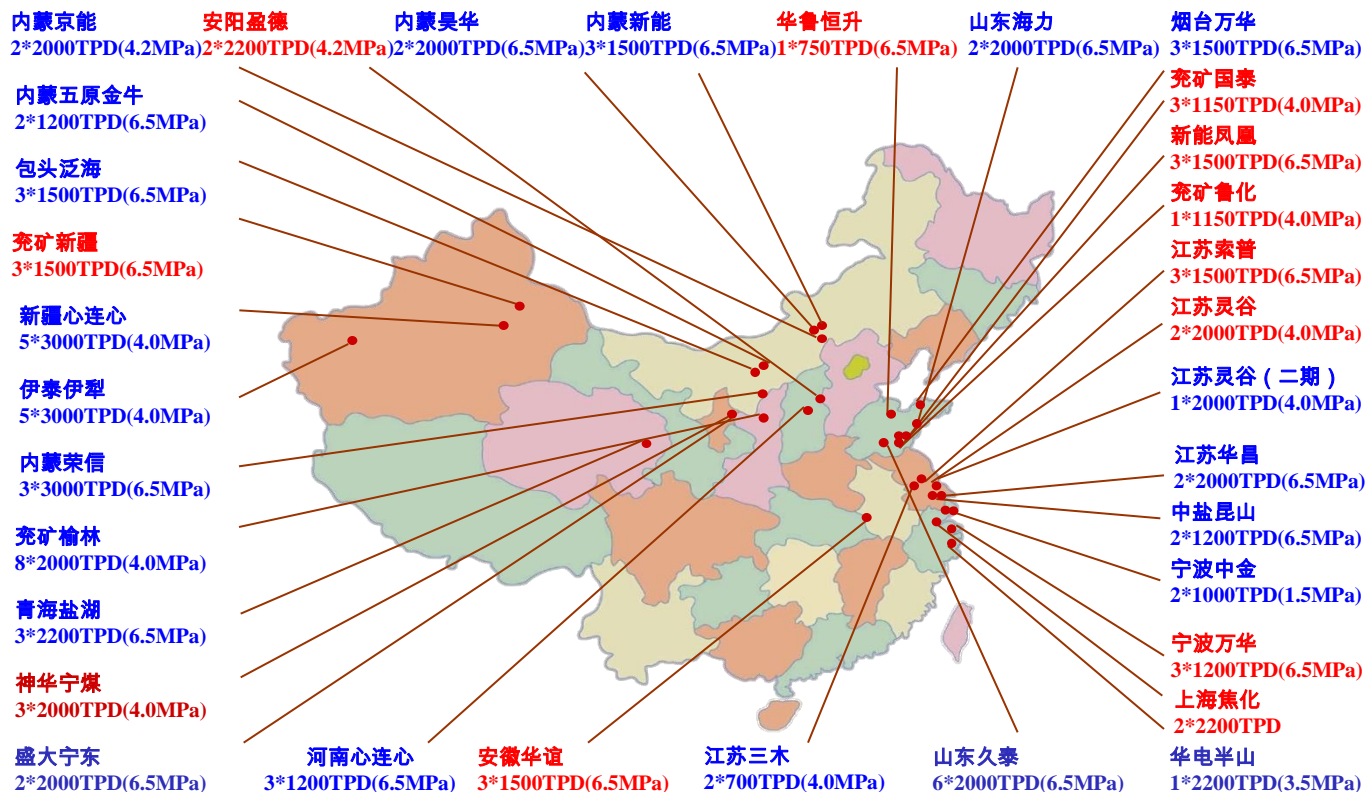


发展历程





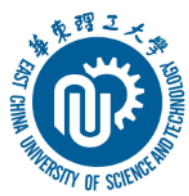
推广应用现状



中国境内 33个用户项目, 90 台气化炉

总原料能力 > 11万吨煤/天

12 个项目, 29台气化炉投入工业运行



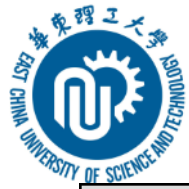
已经投运 12个用户，29台气化炉





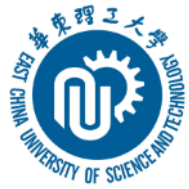
推广应用 (全球34家用户项目, 共95台气化炉)

应用单位	气化压力 MPa(G)	气化炉设置(台)	单炉规模 (吨/天)	最终产品	备注
华鲁恒升	6.5	1	750	甲醇、合成氨	2004.12投产
兖矿国泰	4.0	3 (2+1)	1150	甲醇、发电	2005.10.16投产
兖矿鲁化	4.0	1	1150	合成氨	2008.7.1投产
江苏灵谷	4.0	2 (1+1)	1800	合成氨	2009.6.15投产
江苏索普	6.5	3 (2+1)	1500	甲醇	2009.9.8投产
凤凰化肥	6.5	3 (2+1)	1500	甲醇、合成氨	2009.12.17投产
神华宁煤	4.0	3 (2+1)	2000	甲醇	2010.3.19投产
宁波万华	6.5	3 (2+1)	1200	甲醇、CO、H ₂	2010.10.15投产
安徽华谊	6.5	3 (2+1)	1500	甲醇	2012.1.20投产
上海焦化	4.0	2 (1+1)	2200	甲醇	2013.3.30投产
兖矿新疆	6.5	3 (2+1)	1500	甲醇、合成氨	2012.9.27投产
安阳盈德	4.0	2 (1+1)	2200	合成氨	2013.10.2投产
杭州半山	3.5	1	2200	发电	
山东盛大	6.5	2 (1+1)	2300	甲醇、二甲醚	
山东久泰	6.5	6 (4+2)	2300	甲醇、二甲醚	
内蒙荣信	6.5	3 (2+1)	3000	甲醇	在建, 2014年投产
Valero	6.2	5 (4+1)	2300(石油焦)	H ₂	

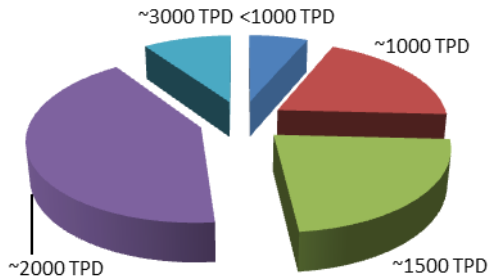


推广应用（全球34家用户项目，共95台气化炉）

应用单位	气化压力 MPa(G)	气化炉设置(台)	单炉规模 (吨/天)	最终产品	备注
泛海能源	6.5	3 (2+1)	1500	甲醇	设计中
山东海力	6.5	2 (1+1)	2500	合成氨	设计中
河南心连心	6.5	3 (2+1)	1200	合成氨	计划2013.11投运
烟台万华	6.5	3 (2+1)	1500	甲醇、CO、H ₂	在建
青海盐湖	6.5	3 (2+1)	2500	甲醇	在建
内蒙五原金牛	6.5	2 (1+1)	1300	合成氨	设计中
陕西未来能源	4.0	8 (6+2)	2000	煤制油	在建
中盐昆山	6.5	2 (1+1)	1200	合成氨	在建
宁波中金	1.5	2 (1+1)	850	燃气	设计中
昊华国泰	6.5	2 (1+1)	2100	甲醇	设计中
伊泰伊犁	4.0	5 (4+1)	3000	煤制油	在建
新疆心连心	6.5	2 (1+1)	1500	合成氨	设计中
江苏华昌	6.5	2 (1+1)	2000	合成氨	在建
内蒙京能	4.2	4 (3+1)	2200	化学品	设计中
江苏灵谷（二期）	4.0	1	2000	合成氨	在建
江苏三木	4.0	2 (1+1)	750	化学品	设计中
新奥达旗	6.5	3 (2+1)	1500	甲醇	设计中

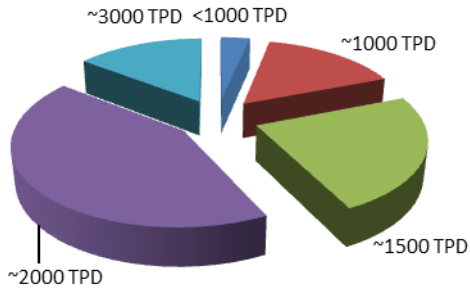


推广应用（全球34家用户项目，共95台气化炉）

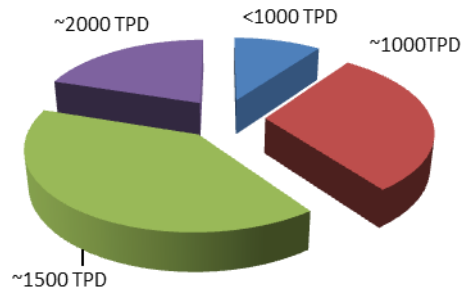


用户总数 = 34

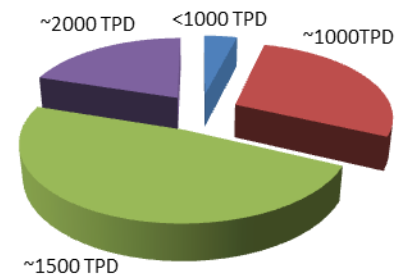
气化炉规格	用户数	气化炉台数	运行项目	运行台数
<1000 TPD	3	5	1	1
~1000TPD	6	14	3	7
~1500 TPD	8	24	4	12
~2000 TPD	14	38	4	9
~3000 TPD	3	13	/	/
Sums	34	95	12	29



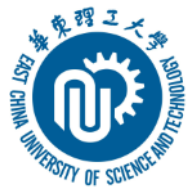
气化炉总台数 = 95



运行项目数 = 12



运行气化炉台数 = 29



运行指标先进

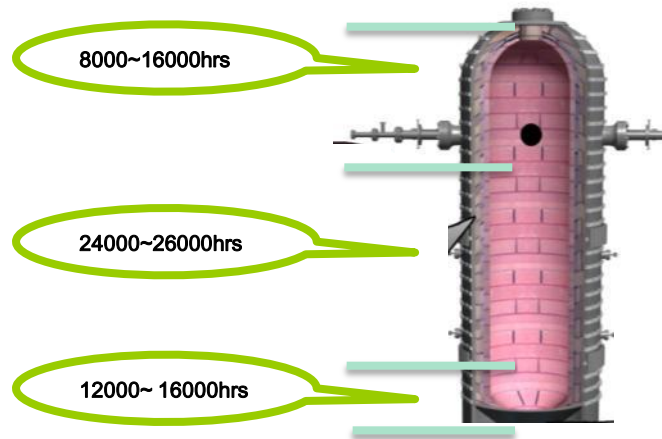
- ◆ 华鲁恒升(750TPD,6.5MPa): 报道四喷嘴气化炉**碳转化率98.3%**
- ◆ 兖矿国泰(1150TPD,4.0MPa): 2005年12月11-18日168小时连续运行现场考核, **碳转化率98.8%**
- ◆ 新能凤凰(1500TPD,6.5MPa): 2010年10月13-16日72小时满负荷性能考核, **碳转化率99.16%**
- ◆ 神华宁煤(2000TPD,4.0MPa): 2010年9月24-27日双炉72小时连续运行现场考核, **碳转化率98.9%**
- ◆ 江苏灵谷(2000TPD,4.0MPa): 2011年11月25-28日72小时连续工业运行考核, **碳转化率99.2%**
- ◆ 安徽华谊(1500TPD,6.5MPa): 2012年8月20-24日双炉72小时连续工业运行考核, **碳转化率98.94%**



设备运行安全可靠 (数据以国泰为例)

所有运行企业拱顶耐火砖寿命都达到8000小时以上

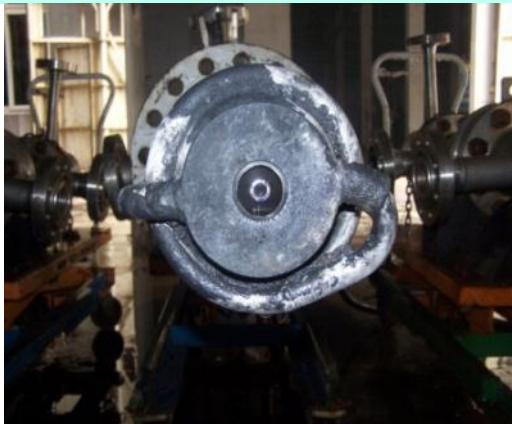
耐火砖整体寿命明显优于单喷嘴水煤浆气化炉



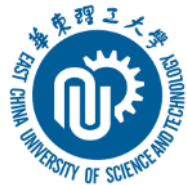
拱顶耐火砖使用寿命

年份	寿命 (小时)
2010	6300
2011	8700
2013	11195

喷嘴使用寿命最长达到150天



年度	最长 (天)	最短 (天)	平均 (天)	因喷嘴原因系统停车次数
2005	31	15	17	未统计
2006	68	4	28	6
2007	72	13	29	9
2008	100	20	47	5
2009	104	47	65	1
2010	150	53	93	0
2011	139	41	89	0



优异的在线率和可靠率 (2012年)

项目公司	气化炉规格 TPD O.P. + S.P.	在线率 %	可靠率 %	总运行 时间	最长连续 运行时间	计划停车 时间	非计划停车时间	
						小时	小时	非计划停车 原因
江苏灵谷	2000 1+1	97.0	99.7	8520	2040	240	24	电网波动
江苏索普	1500 2+1	97.2	99.1	8546	5834	164	74	空分
宁波万华	1200 2+1	88.4	96.2	7764	2568	720	300	1. 电网 2. 空分
兖矿国泰	1150 2+1	94.7	98.2	8319	2703	312	153	1. 空分 2. 公用工程
兖矿鲁化	1150 1+0	86.1	99.4	7561	2120	1180	43	下游系统

多喷嘴对置式水煤浆气化技术一开一备运行方式的可靠性已经得到充分的工业验证

在大型化方面的突出优势



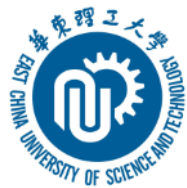
江苏灵谷2000吨级气化装置考核-中国石化联合会

原料煤	内蒙神华煤	
	指标	考核值
碳转化率 %	98	99.2
比氧耗 Nm ³ /kNm ³ (CO+H ₂)	390	352
比煤耗 Kg/kNm ³ (CO+H ₂)	590	568
有效气成分Vol%	81	82.9
冷煤气效率 %	74	75

与同样采用神华煤的神华包头煤制烯烃项目 引进水煤浆气化装置相比：

- 有效气成分提高3.1个百分点
- 比氧耗降低11.4%
- 比煤耗降低2.1%
- 粗渣中碳含量降低约10个百分点
- 细渣中碳含量降低约12个百分点





获得荣誉



鉴定单位：中国石油和化学工业联合会

鉴定时间：2013. 4.19

鉴定意见：

该成果创新性强，总体处于同类技术的国际领先水平

**荣获2013年度中国石油和化学工业联合会
科技进步一等奖**



获得荣誉

2013年8月14日，江苏灵谷化工有限公司入选工业和信息化部公示的《重点行业清洁生产示范企业名单》（石化类企业共8家）

江苏灵谷化工有限公司...采用先进的多喷嘴对置式水煤浆气化技术建成了达到国内领先水平的大型合成氨、尿素生产装置，装置清洁生产水平达到行业领先，清洁生产效果和环境效益良好...

<http://www.miit.gov.cn/n11293472/n11293832/n12845605/n13916913/n15576834.files/n15576582.pdf>

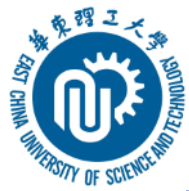
最近投运装置



- 上海焦化有限公司四号工程
- 气化炉：2200 TPD，一开一备
- 气化压力：4.0 MPa
- 投运时间：2013年3月

- 单炉最长连续运行时间：84天
- 最高运行负荷：120m³/h 煤浆





最近投运装置



■ 安阳盈德气体有限公司

- 气化炉：2200 TPD，一开一备
- 气化压力：4.2 MPa
- 投运时间：2013年10月

- 运行负荷：~84m³/h 煤浆，~40000Nm³/h



- **河南心连心化肥有限公司**
- 气化炉：1200 TPD，两开一备
- 气化压力：6.5 MPa
- 计划投运：2013年11月



在建3000TPD多喷嘴水煤浆气化装置



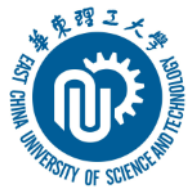
项目 1:

- 内蒙古荣信化工有限公司
- 气化系统配置：两开一备
- 气化压力：6.5MPa
- 计划开车时间：2014 年



项目 2:

- 伊泰伊犁能源有限公司
- 气化系统配置：四开两备
- 气化压力：4.0MPa
- 计划开车时间：2015 年



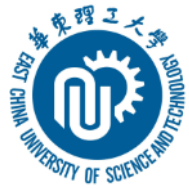
多喷嘴对置式水煤浆气化技术 应用现状和技术优势

多喷嘴对置式粉煤气化技术进展

技术创新进展

国际交流

结论

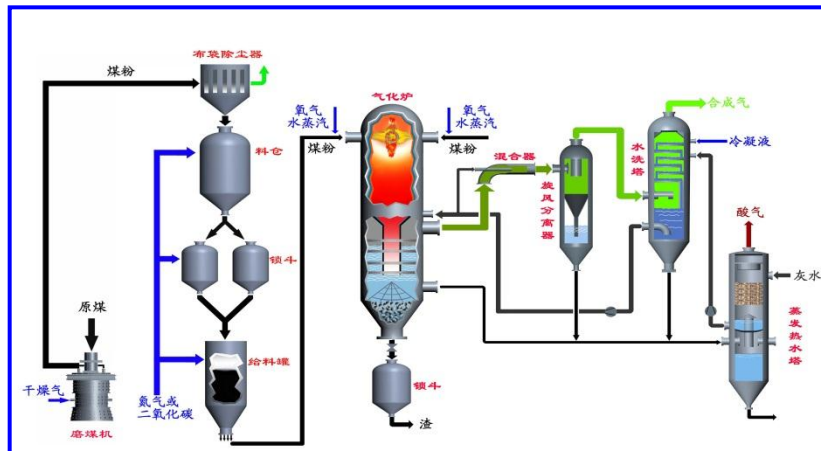


多喷嘴对置粉煤加压气化技术示范工程

国家“十一五”863计划重点项目

——高灰熔点煤加压气化技术开发与工业示范

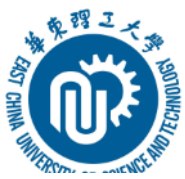
兖矿集团 / 华东理工大学 / 中国天辰工程公司



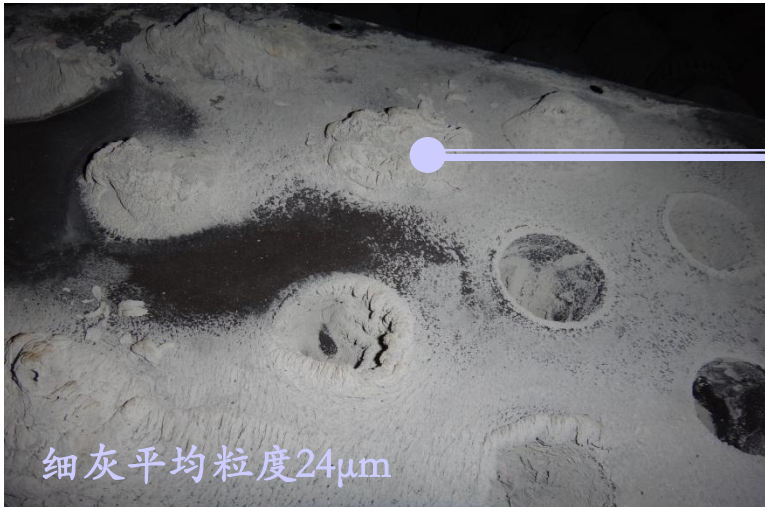
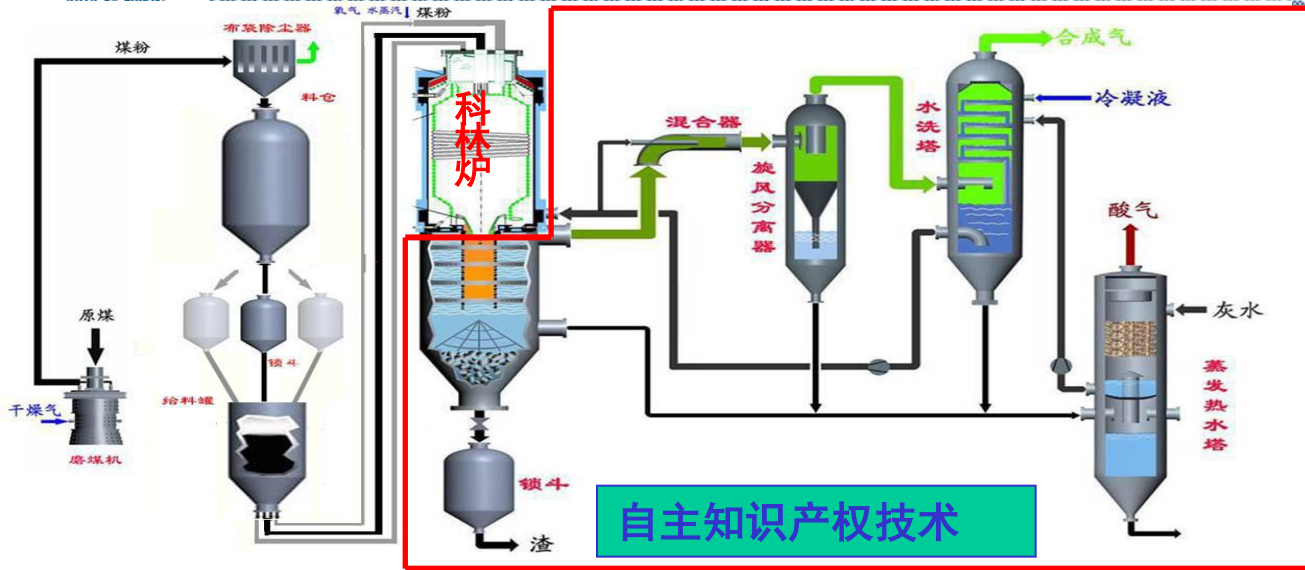
工程与项目进展

- ✓ 2013年3月完成多喷嘴气化炉装配。
- ✓ 完成了工艺软件包优化；
- ✓ 建立了贵州煤质数据库；

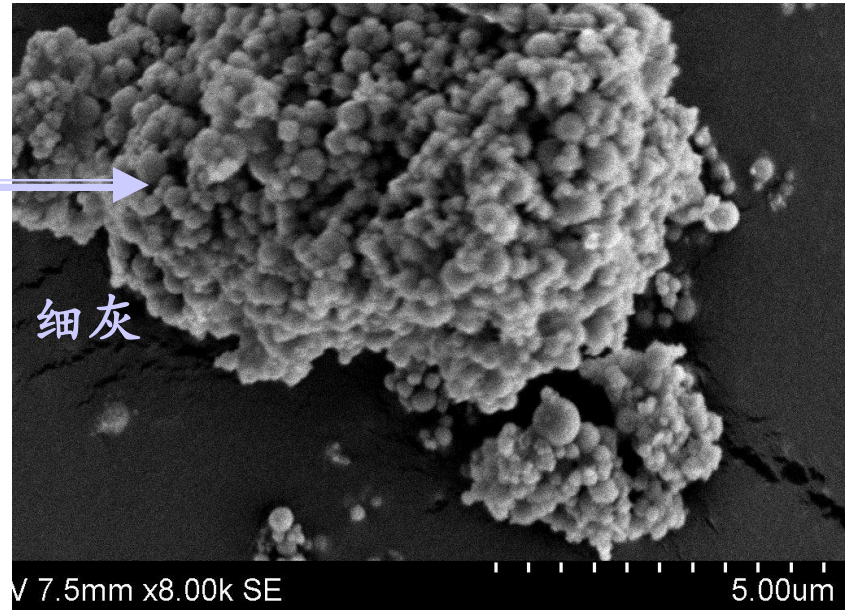
适用于大型化
(2000吨级及以上规模)

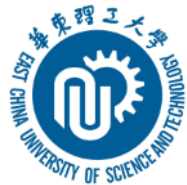


贵州开阳化工配套初步净化和渣水处理系统



水洗塔积灰，运行不超过100小时





新型高灰分煤细灰洗涤技术

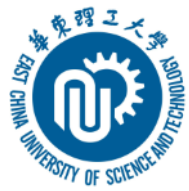
- 负荷90~100%
- 灰渣比7:3 ~ 5:5
- 细灰量7~8t/h

- 特别针对细灰难以洗涤分离问题；
- 改进与优化工艺；
 - 强化各级设备分离功能。

新型高灰分煤细灰洗涤技术已成功应用于贵州开阳科林粉煤气化炉，解决了高灰分煤细灰的洗涤问题，水洗塔不堵灰、带灰，变换系统无积灰。



改进后的水洗塔内部情况



多喷嘴对置式水煤浆气化技术
应用现状和技术优势

多喷嘴对置式粉煤气化技术进展

技术创新进展

国际交流

结论

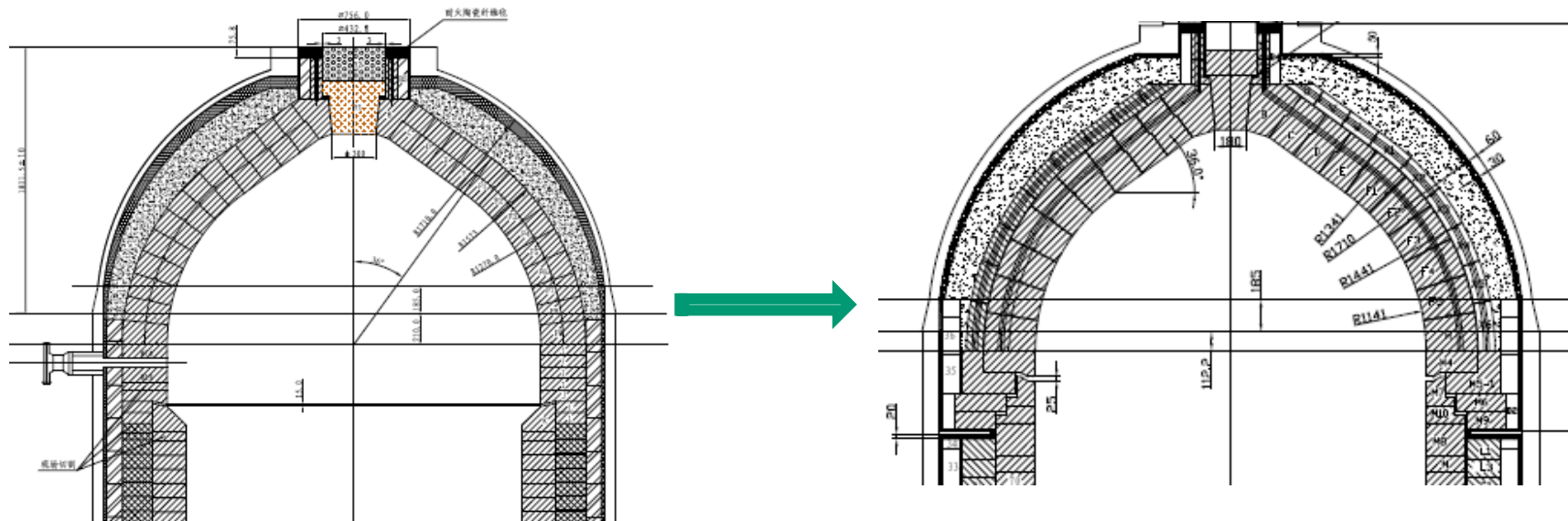
1. 拱顶砖优化

托砖架结构实现耐火衬里分段支撑

- 将炉内耐火衬里在轴向上进行分割，减少每一段的总膨胀量；
- 通过分段支撑，可实现耐火砖的独立更换；
- 消除局部半径突变

已经实际投运项目

兖矿新疆
安徽华谊
上海焦化
安阳盈德



2. 洗涤冷却室优化

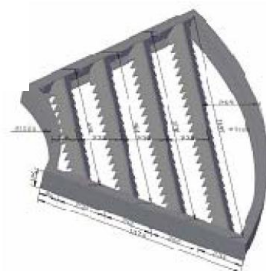
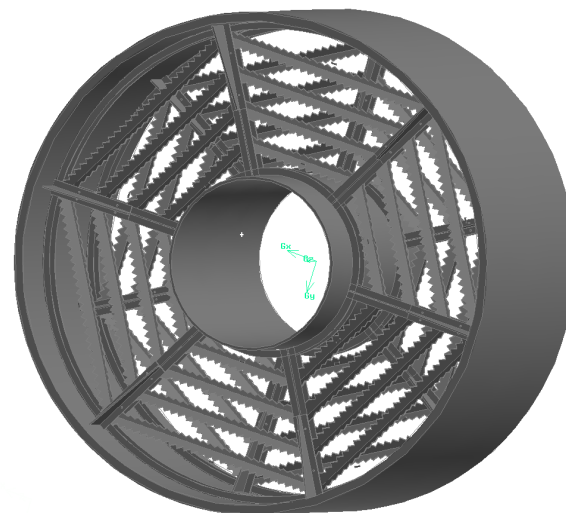
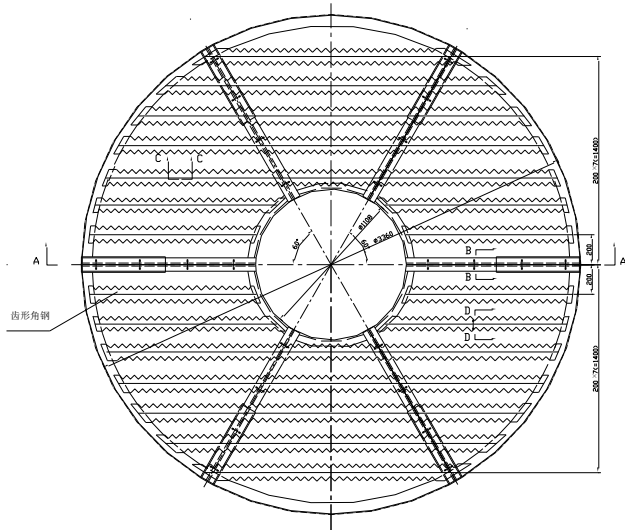
破泡器标准化、模块化

- 破泡条预制成模块式结构，便于安装维护；
- 有效避免了破泡条虚焊、脱落，检修维护工作大为简化。

已经实际投运项目

上海焦化

安阳盈德

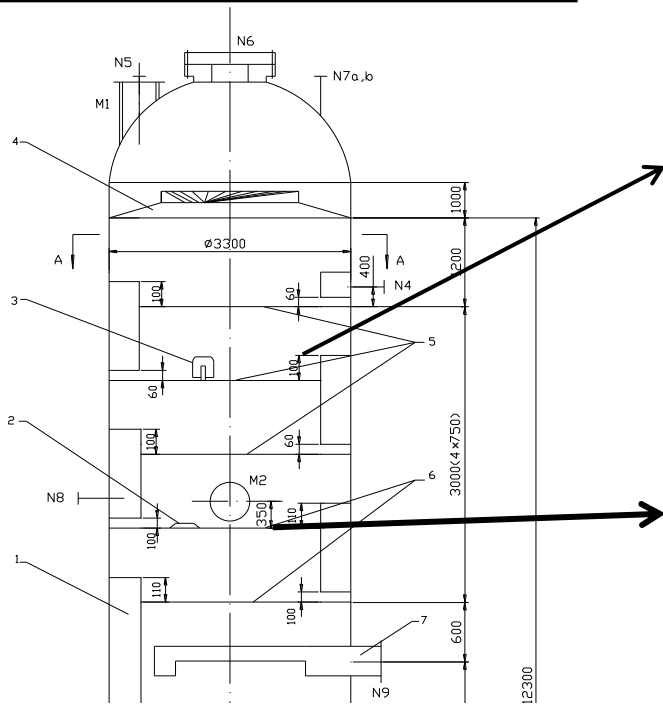


3. 水洗塔优化

水洗塔塔板采用泡罩与固阀组合

- 下部塔板采用固阀，便于清洗；
- 上部塔板采用泡罩，保证洗涤效果。

已经实际投运项目
宁波万华（全部固阀）
上海焦化（全部固阀）
兖矿新疆
安阳盈德



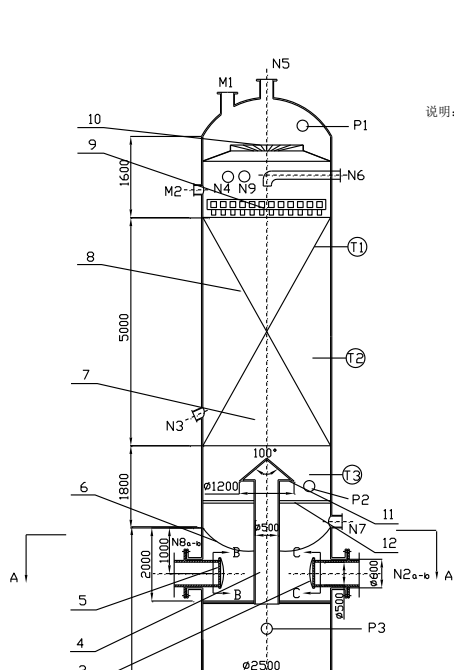
4. 蒸发热水塔优化

蒸发热水塔热水室可选填料塔或板式塔

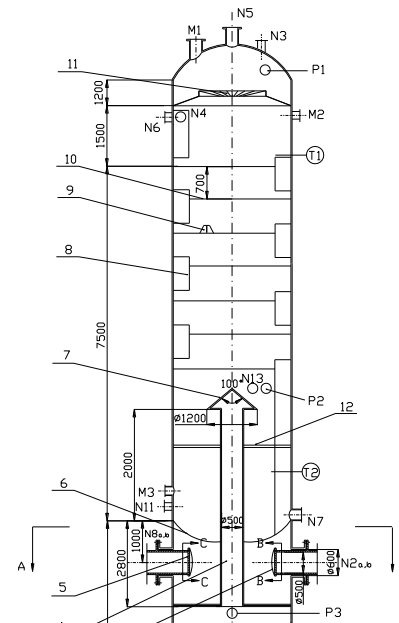
- 板式塔可避免填料装卸，减轻维护工作量，尤其可大大减轻北方地区冬季维护。

已经实际投运项目

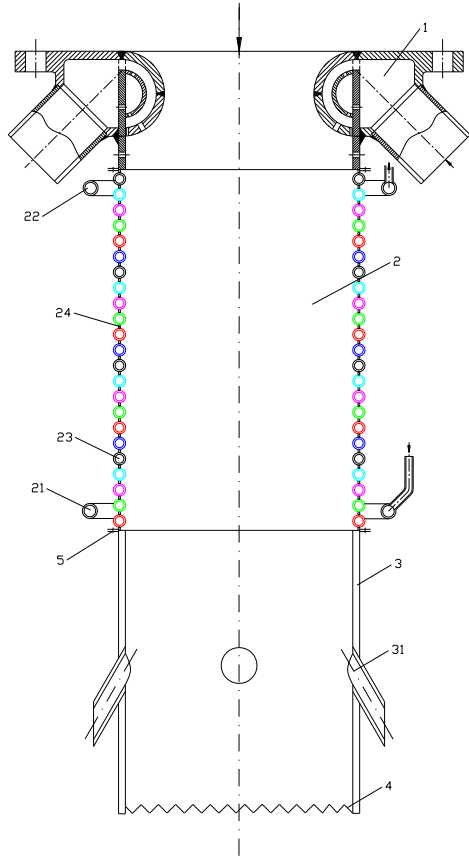
兖矿新疆
上海焦化
安阳盈德



说明:

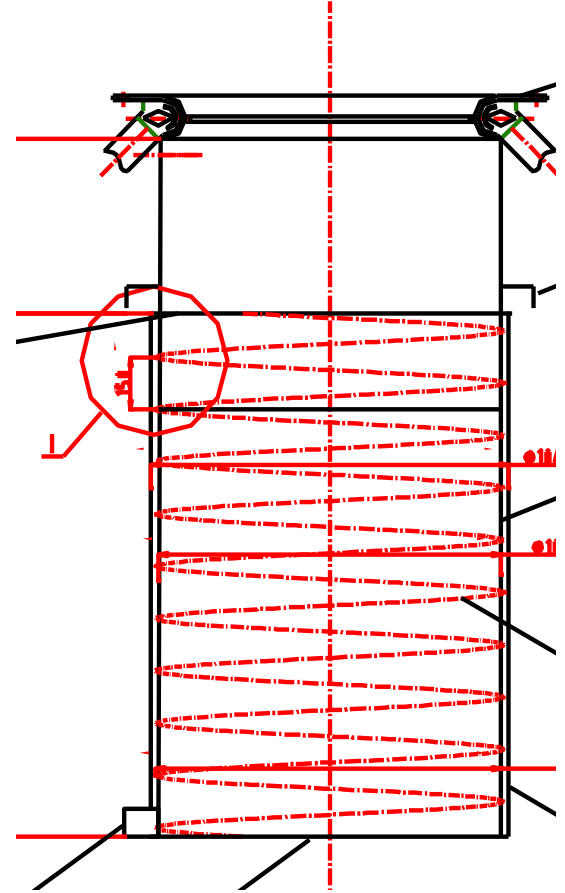


5. 水冷壁式洗涤冷却管



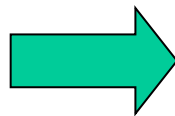
为适应煤种波动、粘温特性变化，抵御渣口积渣、高温合成气偏流等带来的威胁，设计水冷壁式下降管，有效延长洗涤冷却管寿命。

已应用于兖矿开阳化工粉煤气化系统，累计运行超过40天。



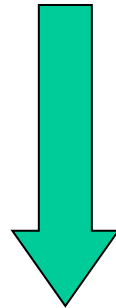
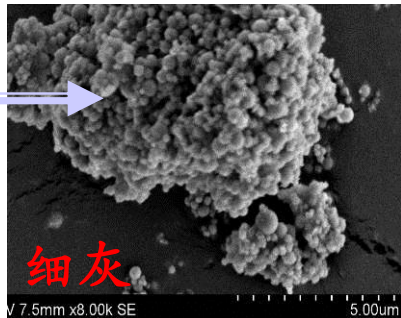
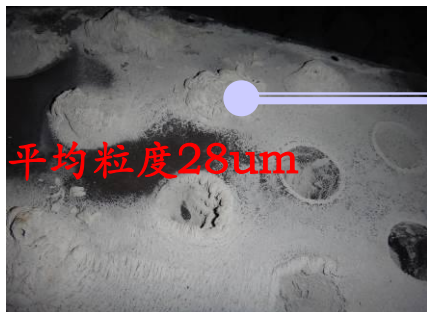
6. 针对特高灰含量合成气系统的技术优化

- 负荷90~100%
- 灰分 ~26%
- 灰渣比7:3 ~ 4:6
- 灰量7~8t/h



特别针对细灰难以洗涤分离问题

调整初步净化工艺，同时对混合器、旋风分离器和洗涤塔的内件结构尺寸进行了优化和改造，全面强化除尘能力，充分发挥该技术的分级净化功能。



既解决了洗涤塔堵塞问题，又保证了优良的除灰效果。经测试，洗涤塔后的合成气灰含量在0.4-0.8mg/Nm³，变换系统无需设置预变换。

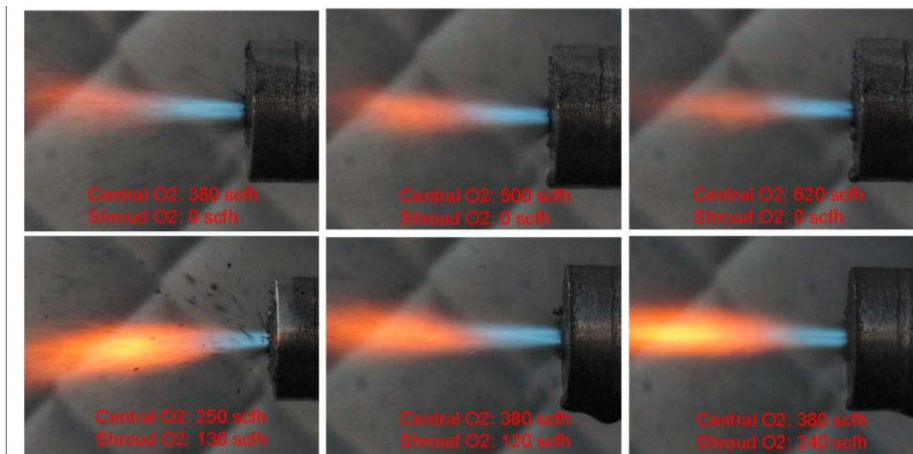
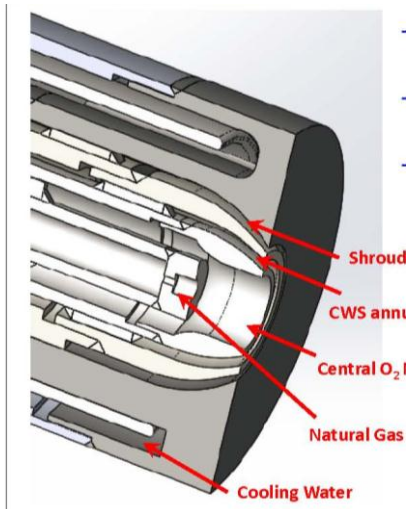


改进后水洗塔内部情况，目前累计运行约5个月。

7. 热氧燃烧-点火技术

与普莱克斯合作开发热氧燃烧-点火技术，可在常温状态下直接点燃水煤浆，将来可用于水煤浆气化炉投料点火，降低气化炉预热温度，降低预热燃料消耗，缩短投料时间

实验结果显示，热氧燃烧状态下，喷嘴火焰稳定性明显提高

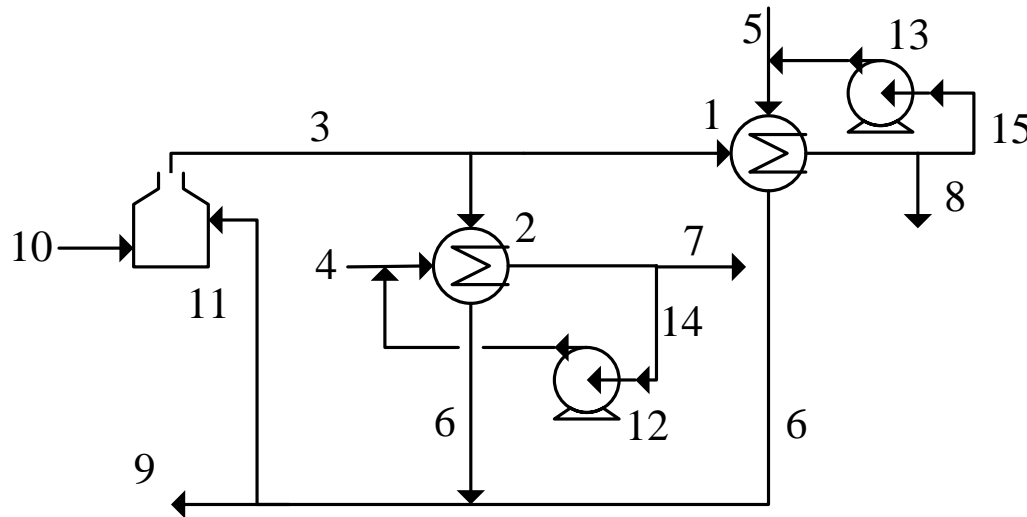




8. 利用低品位热量预热水煤浆

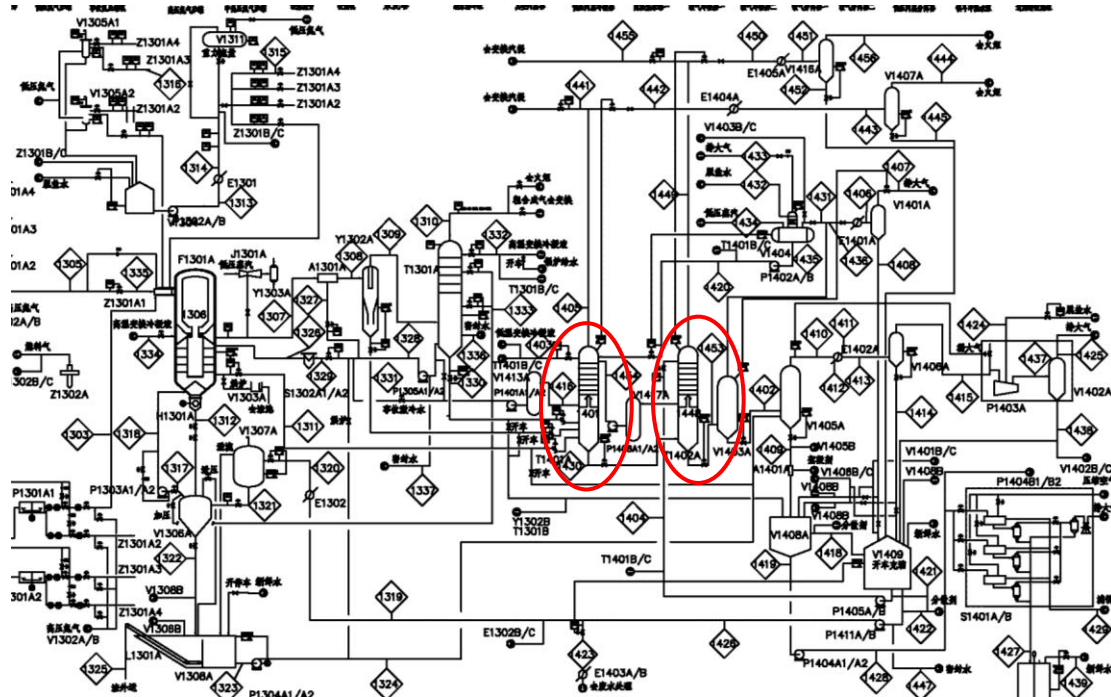
利用**变换系统存在的大量低品位热量**，对水煤浆进行预热，从而明显提高气化过程热效率，降低原料煤和氧气消耗，预期**氧气消耗可降低~5%**

关键在于换热器形式设计



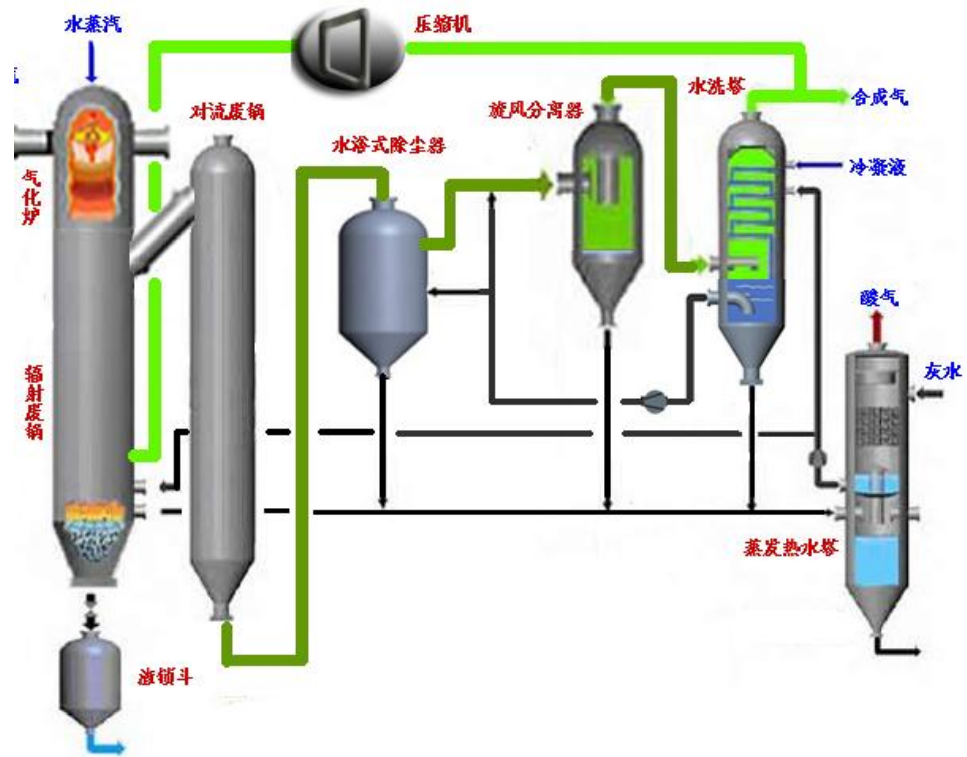
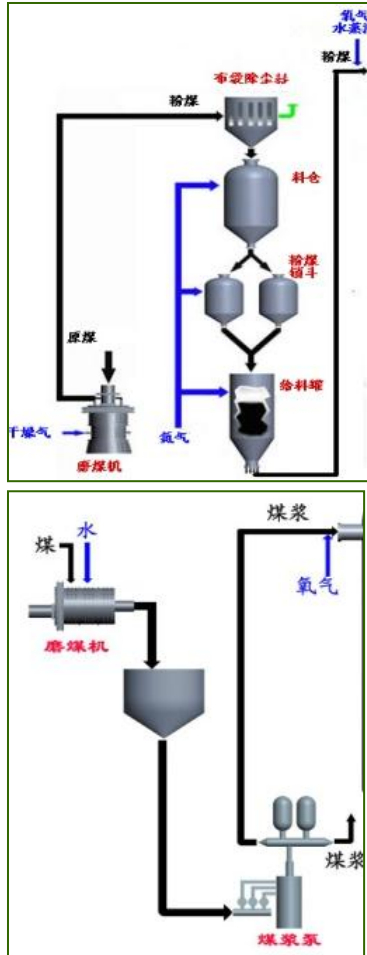
9. 高压 (8.7MPa) 水煤浆气化工艺开发

8.7MPa多喷嘴对置式水煤浆气化工艺包已编制完成



流程主要变化：采用两级蒸发热水塔 (2.0MPa, 0.5MPa)

10. 多喷嘴对置式气化的废锅流程

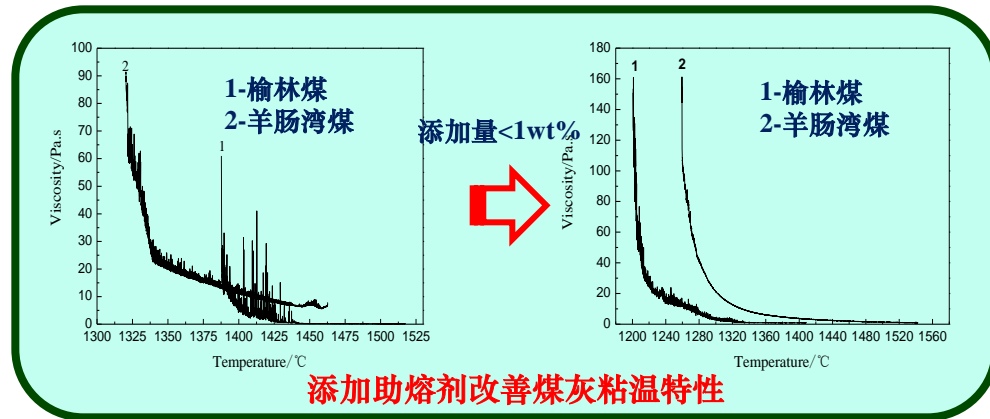


11. 气化原料特性研究及应用

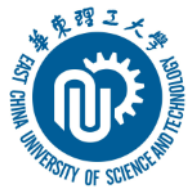
研究褐煤及半焦、石油焦、石油焦与煤混合等多种原料的气化性能

典型低硅高钙煤灰化学组成

煤样	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	其它	FT/°C
榆林	23.15	13.46	15.62	0.52	27.21	2.96	13.57	0.30	1.98	1.23	1233
羊肠湾洗煤	24.23	11.06	12.72	0.74	22.20	10.56	14.31	0.27	2.73	1.18	1248
鲁能煤	14.09	11.11	7.31	0.56	25.48	12.07	18.80	0.21	8.71	1.66	1303



解决了兖矿榆林气化炉长期运行不稳定的困扰。



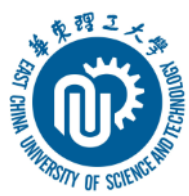
多喷嘴对置式水煤浆气化技术
应用现状和技术优势

多喷嘴对置式粉煤气化技术进展

技术创新进展

国际交流

结论



国际煤气化领域的关注和认可



2006年



会议主席

2007年



2008年



美国能源部
官员

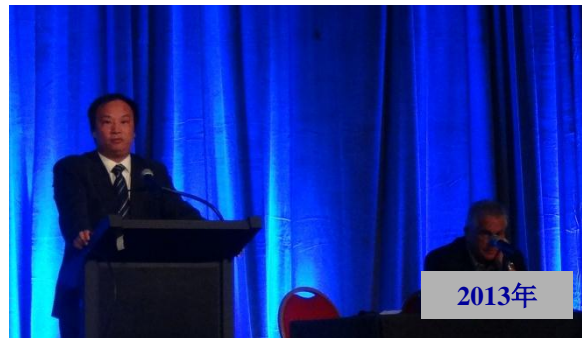
2009年



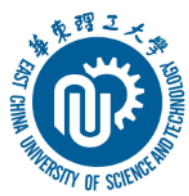
2010年



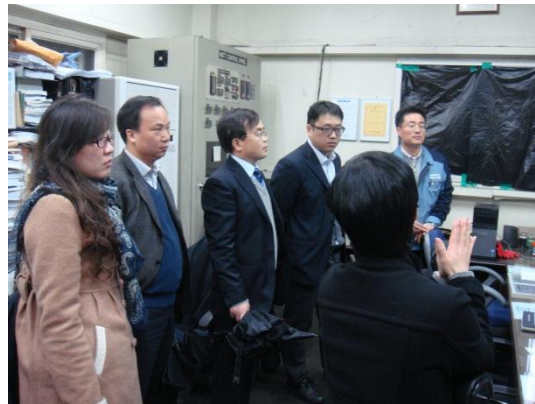
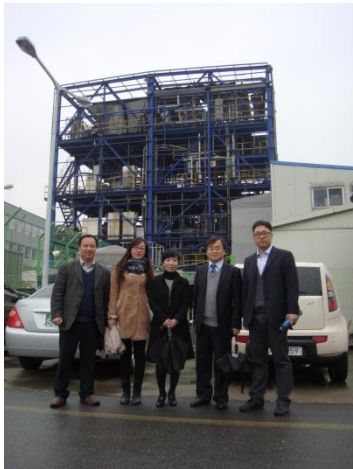
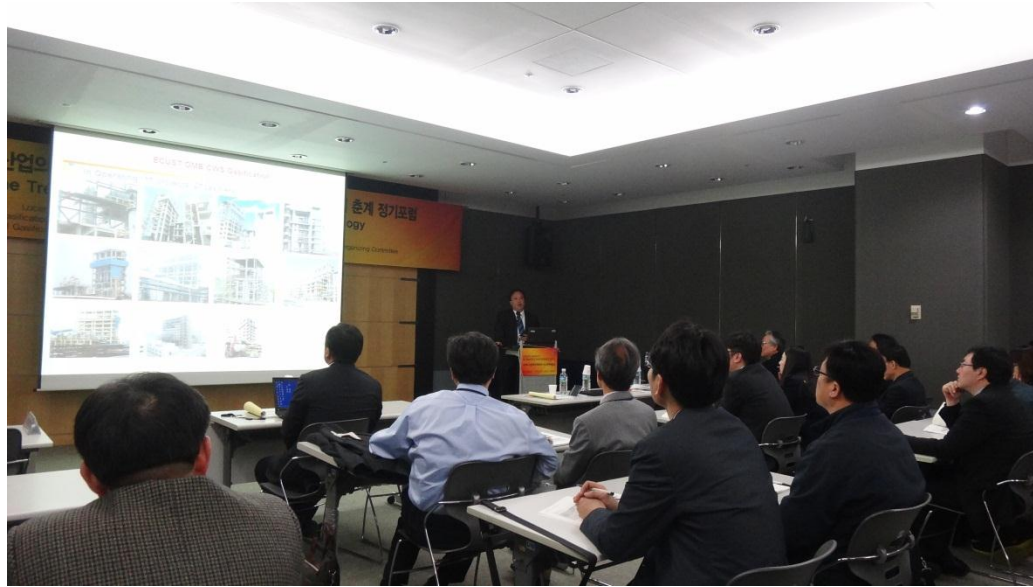
2012年

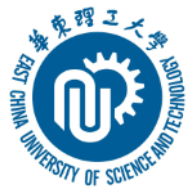


2013年



积极开拓韩国、蒙古、印尼等亚洲市场





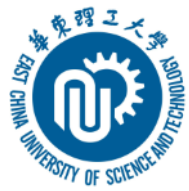
多喷嘴对置式水煤浆气化技术
应用现状和技术优势

多喷嘴对置式粉煤气化技术进展

技术创新进展

国际交流

结论



结论

1. 多喷嘴对置式煤气化技术已经成功获得了广泛应用，代表了**当前大型煤气化技术的国际领先水平**；
2. 形成了一支优秀的**产、学、研**结合的队伍，建成了国际一流的研究开发基地；
3. 将**继续加大投入，密切与用户合作**，在煤气化领域不断进行技术开发与创新，努力推动多喷嘴对置式煤气化技术向更高水平进步。



衷心感谢

各单位对多喷嘴对置式煤气化技术的巨大贡献

让我们携手走向新的辉煌！