

第六届国际多喷嘴对置式煤气化技术推广及应用研讨会

多喷嘴对置式水煤浆气化技术新进展

华东理工大学



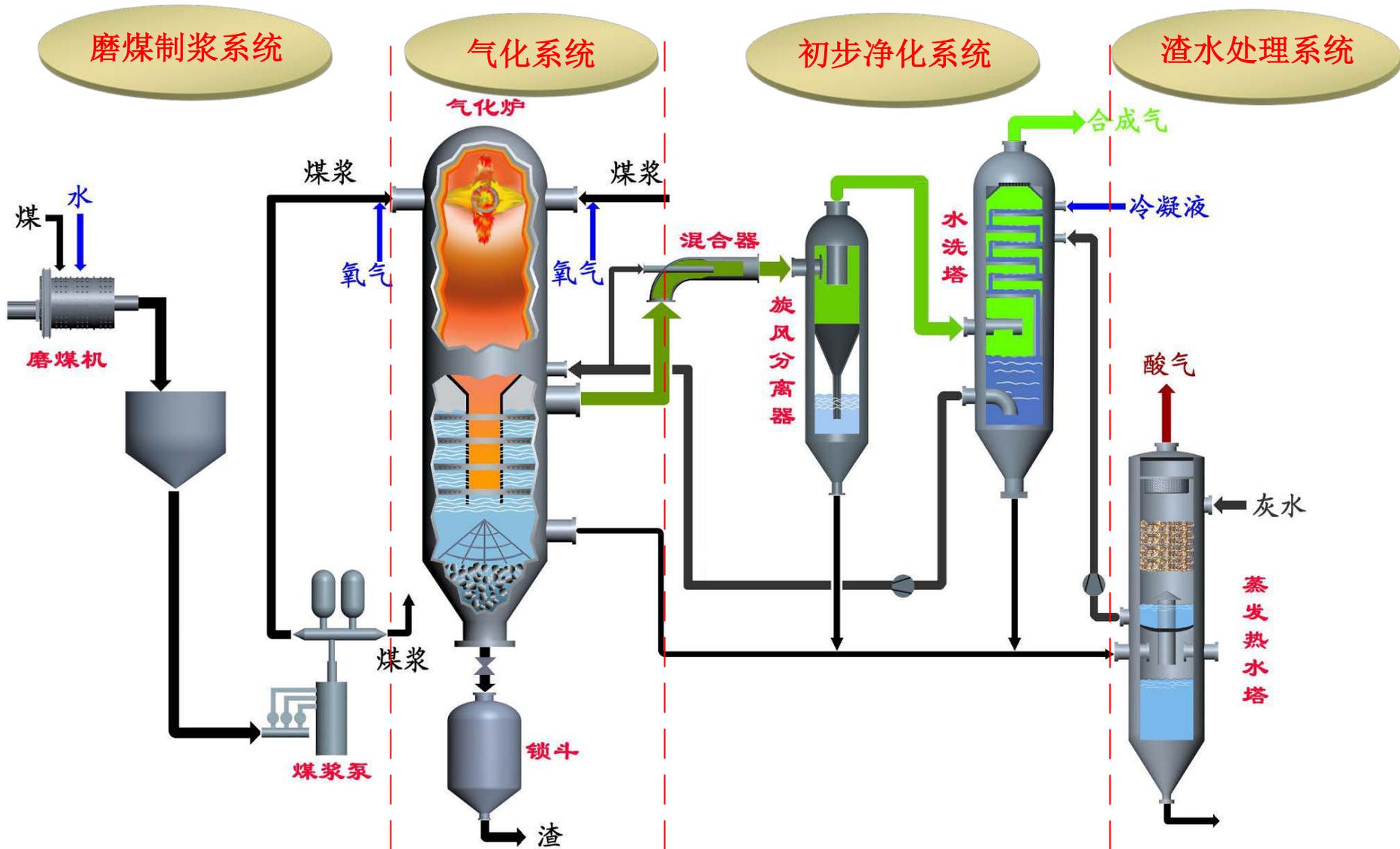
01

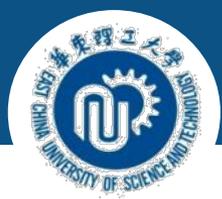
多喷嘴对置式水煤浆气化技术



多喷嘴对置式水煤浆气化技术

激冷流程工艺原理简图





多喷嘴对置式水煤浆气化技术

技术研发历程



技术发明
及中试

22TPD

1996~2000

工业示范

1150TPD
750TPD

2001~2005

大型化

2000TPD

2006~2010

大型化

3000TPD

2011~2015

超大型化

4000TPD

2016~2020



工程问题和科学问题

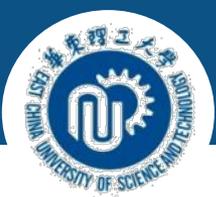
工程问题

- 喷嘴寿命
- 耐火砖寿命
- 气化炉结渣、堵渣
- 合成气洗涤系统积灰
- 水系统问题
- 大型化效率

科学问题

- 极端条件 (1300~1400°C、4.0~8.7MPa)、有限空间内的湍流多相流动与过程强化
- 高温、高压下复杂反应产物分离
- 高温、高压、还原性气氛下熔渣形成机理、流变特性与传热机理

目标：长周期高效稳定运行



多喷嘴对置式水煤浆气化技术

科学原理

- 撞击流流场调控
- 多相流动反应机理
- 撞击火焰结构及温度场调控

关键技术

- 高效长寿命喷嘴
- 新型耐火衬里结构
- 高效合成气洗涤
- 无波动切换技术

工程应用

- 提高关键设备寿命
- 解决结渣堵渣问题
- 提高系统效率
- 实现优化控制

大型化理论基础

系统集成创新

长周期稳定运行

大型高效水煤浆气化成套技术



多喷嘴对置式水煤浆气化技术——推广应用

多喷嘴对置式水煤浆气化技术应用分布图



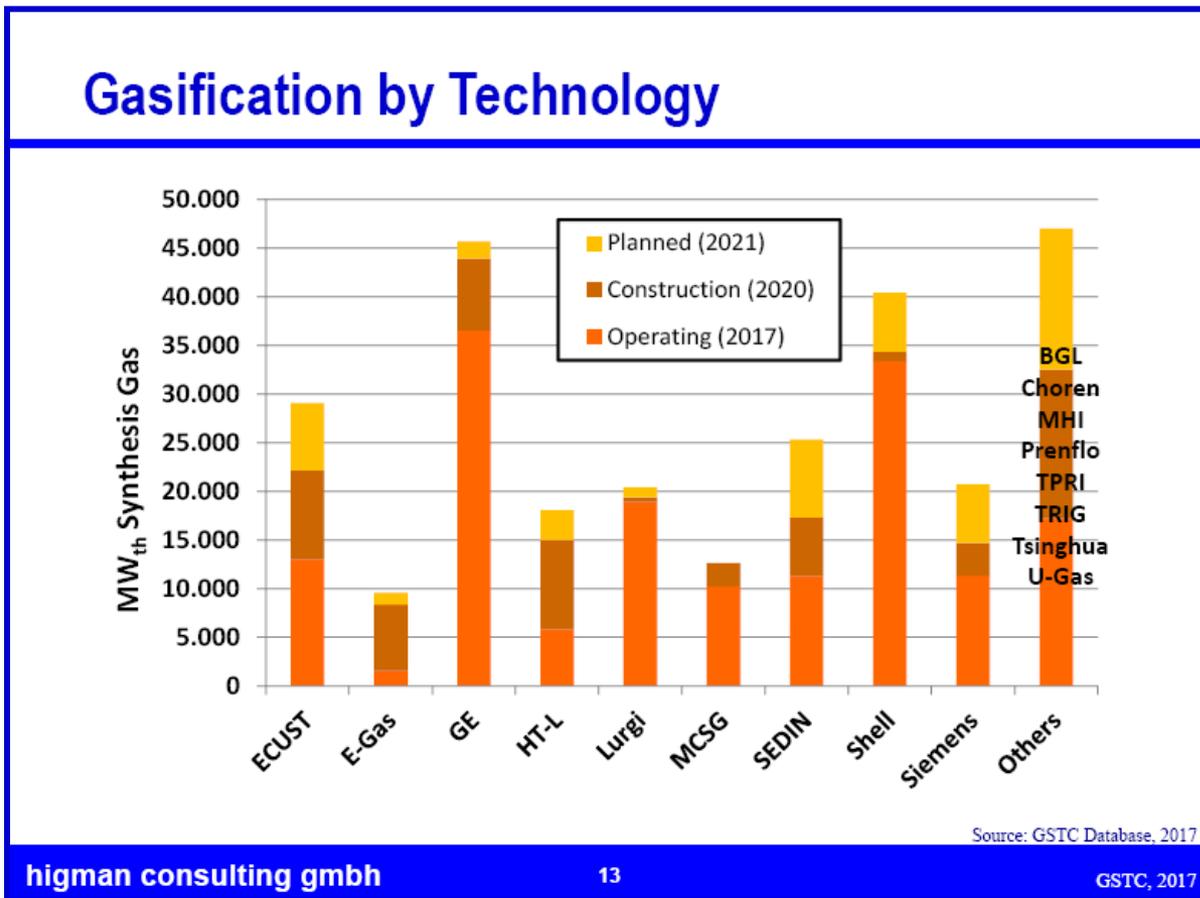
已运行26个项目，67台气化炉

累计总原料煤能力 > 20万吨煤/天，单炉最大规模4000吨级/日



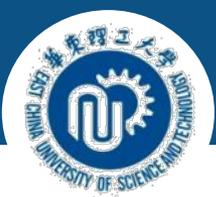
多喷嘴对置式水煤浆气化技术——国际影响

合成气产能世界第三，为世界煤气化技术第一集团供应商



2017美国国际气化技术年会信息

成为国际三大主流气化技术提供商之一



多喷嘴对置式水煤浆气化技术



鉴定意见：该成果总体技术指标达到了国际领先水平，并保持多喷嘴对置式水煤浆气化技术在国际同类气化技术中的引领地位

**多喷嘴水煤浆气化技术
成功实现超大型化跨越**

- 2015年上海市科技进步一等奖
- 2015年山东省科技进步一等奖
- 2016年国家科技进步二等奖
- 2017年中国石化联合会科技进步一等奖
- 2017年上海市科技进步二等奖

02

4000吨级水煤浆气化技术



4000吨级水煤浆气化技术

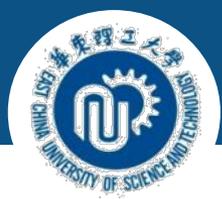
**“煤炭清洁高效利用和新型节能技术”
国家“十三五”重点专项**

所属项目：大规模水煤浆气化技术开发及示范

**课题名称：超大规模水煤浆气化放大关键技术
及污水减量化研究**

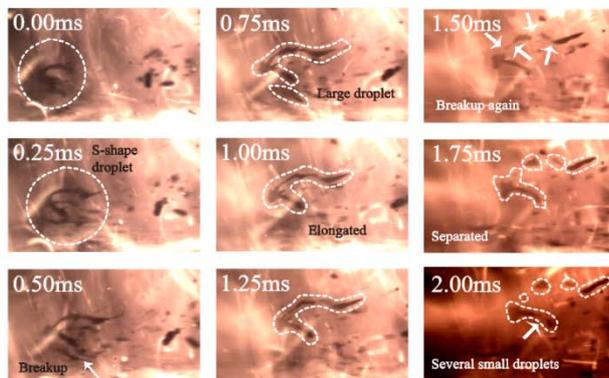
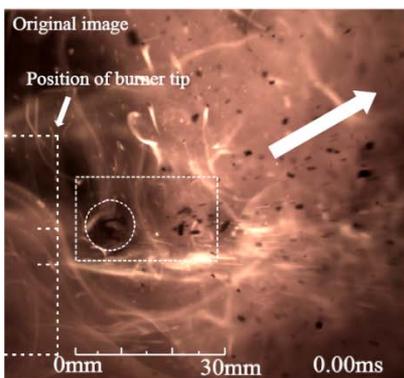
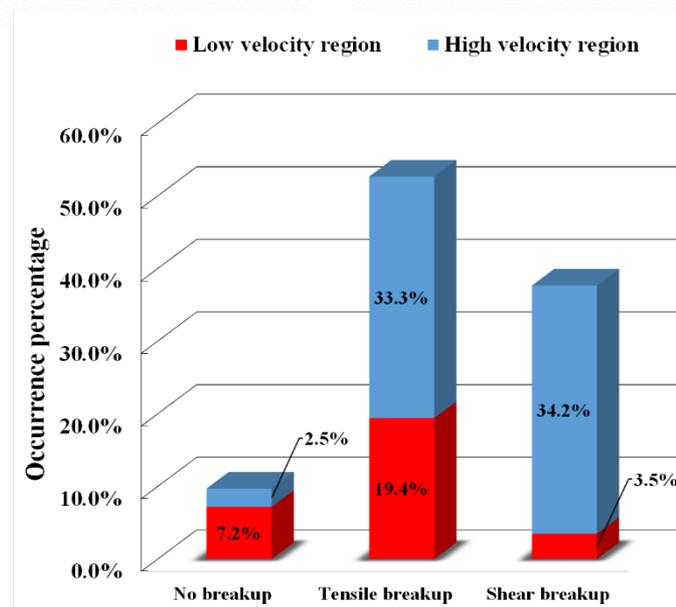
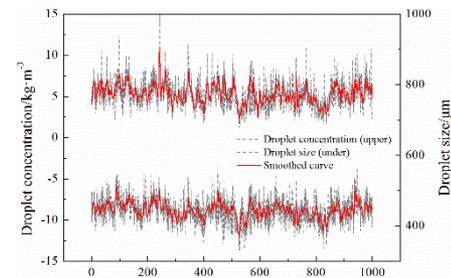
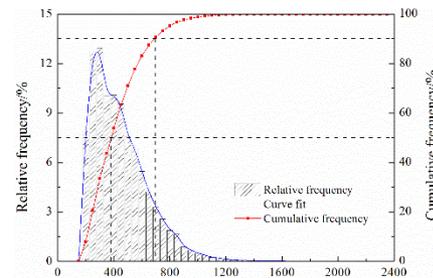
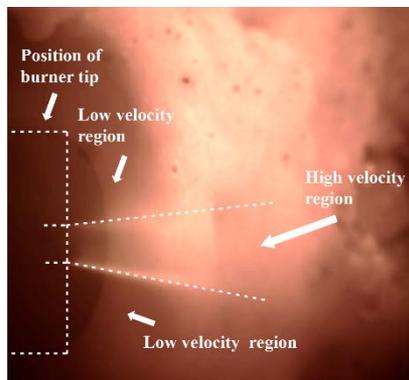
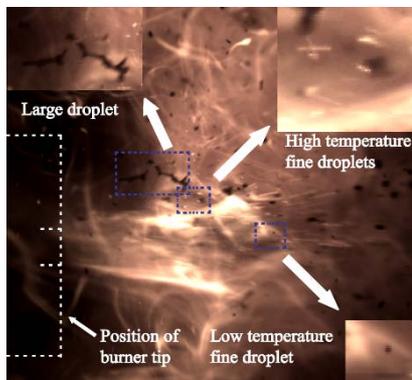
围绕高温高压下湍流混合与复杂气化反应的相互作用的复杂科学问题研究，掌握实现水煤浆气化过程高效化、大型化的基本理论指导原理。

形成单炉4000吨级超大型水煤浆气化工艺



4000吨级水煤浆气化技术—基础研究

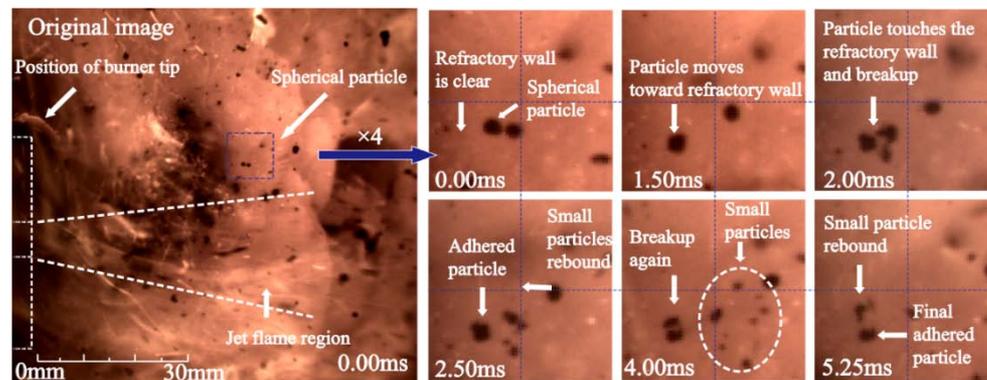
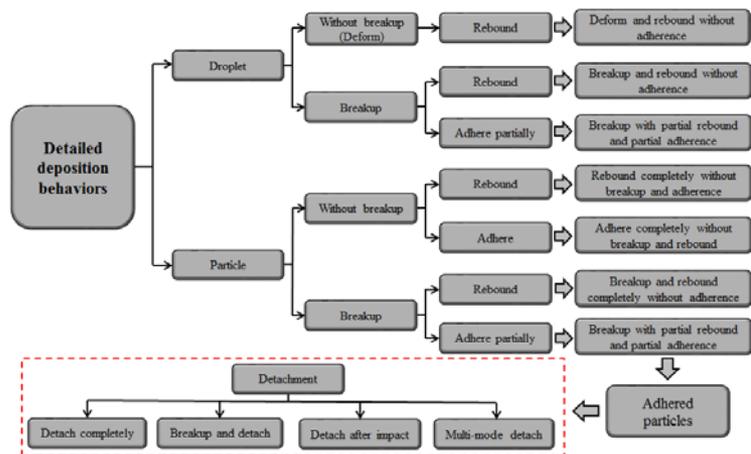
气流床气化炉内喷嘴雾化实验研究



气化炉内水煤浆雾化过程可视化

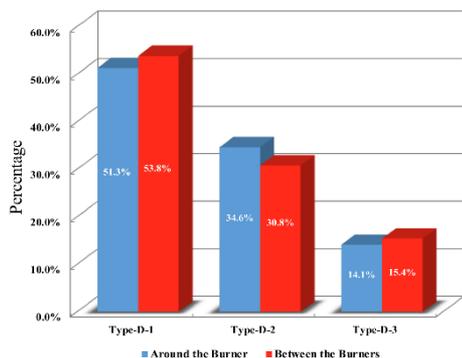
雾化过程统计分析 (粒径分布、稳定性和不同模式分布)

气流床气化炉内颗粒壁面沉积实验研究

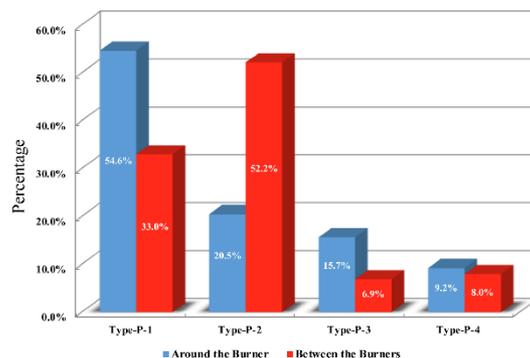


气化炉内壁面沉积行为分类

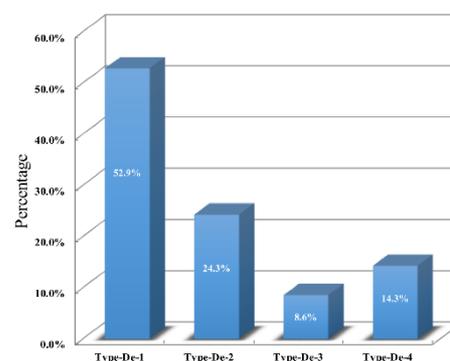
颗粒沉积过程可视化



液滴沉积模式分布



颗粒沉积模式分布

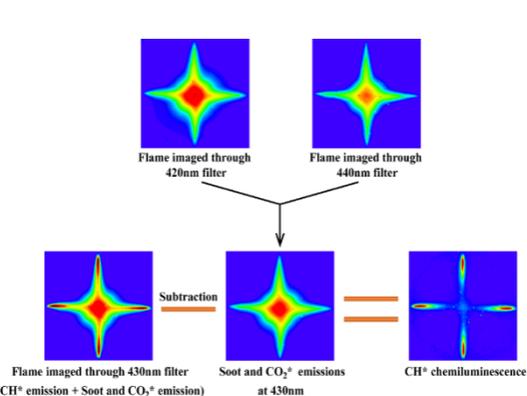


脱附模式分布

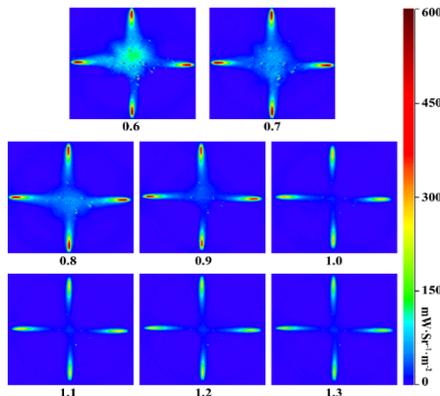


4000吨级水煤浆气化技术—基础研究

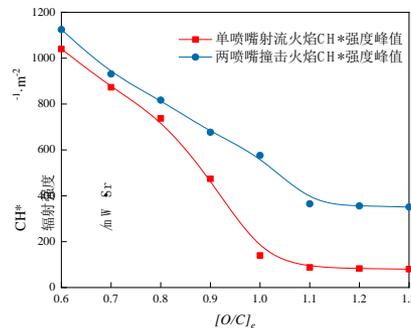
气流床气化炉内火焰光谱诊断



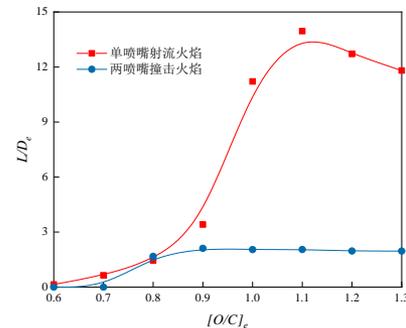
CH*辐射发光图像重建



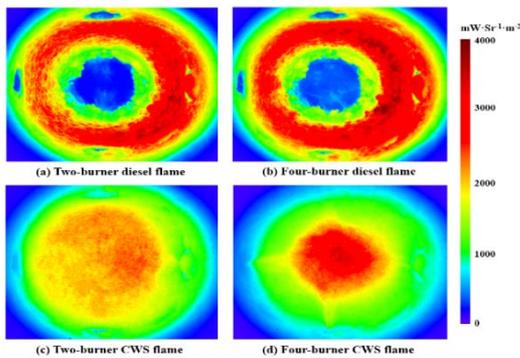
柴油撞击火焰CH*二维分布



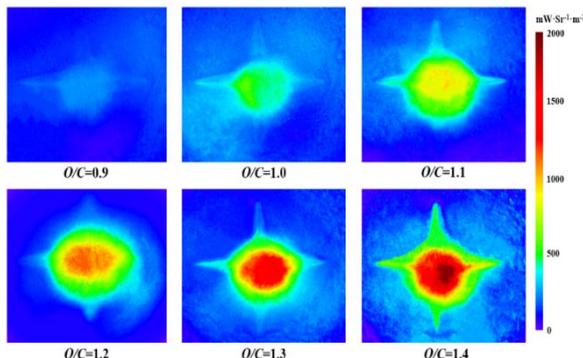
CH*辐射峰值随 $[O/C]_e$ 的变化(柴油火焰)



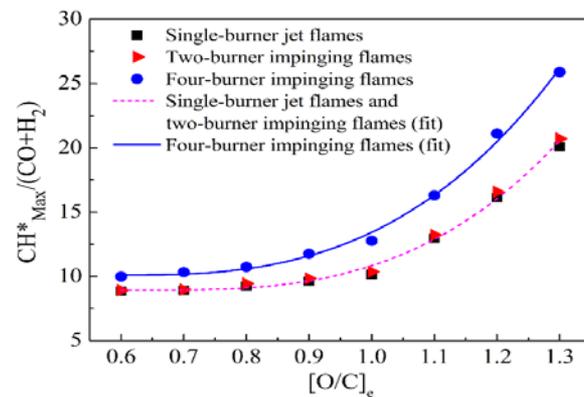
L/De 随 $[O/C]_e$ 的变化(柴油火焰)



柴油和水煤浆撞击火焰黑体辐射时均分布



水煤浆撞击火焰CH*二维分布

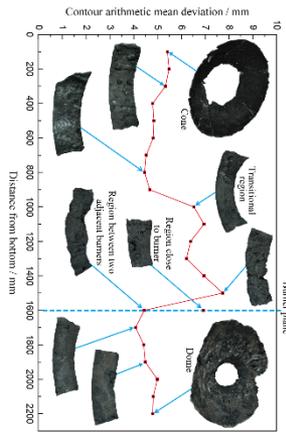
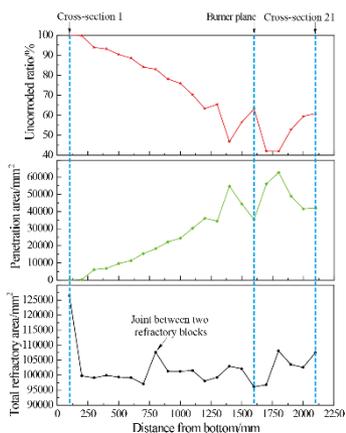
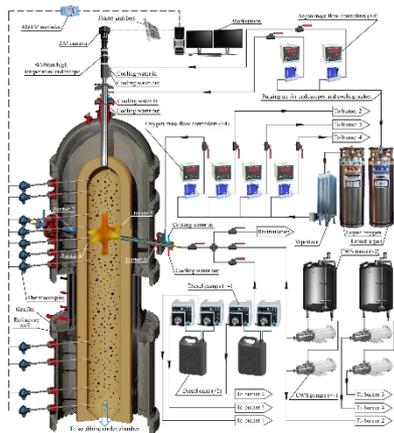


$CH^*_{Max}/(CO+H_2)$ 比值与 $[O/C]_e$ 的关系(柴油火焰)

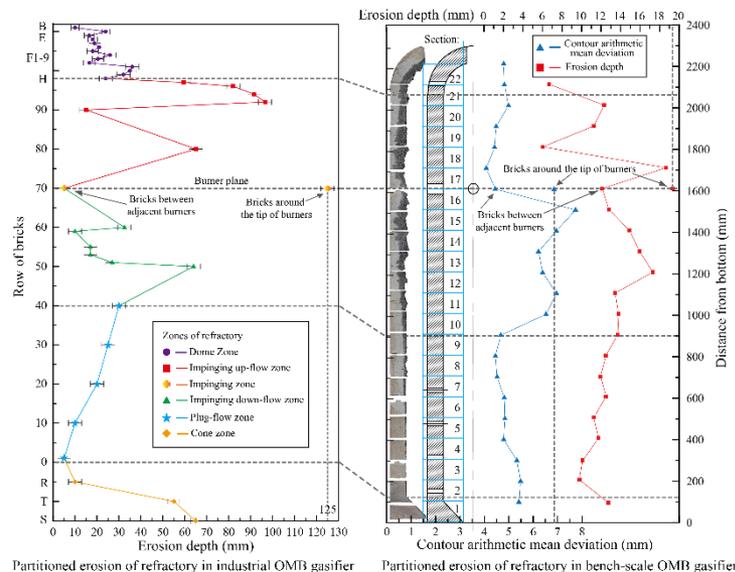
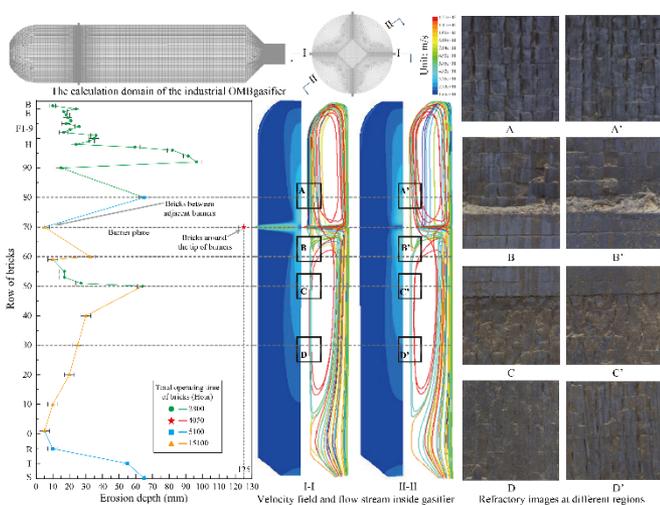
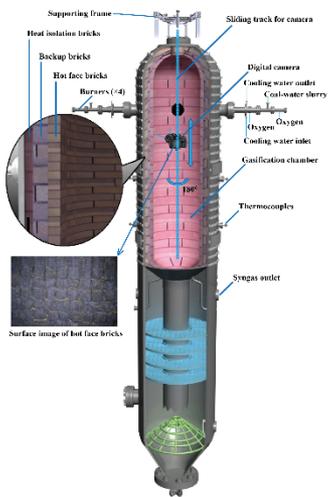


4000吨级水煤浆气化技术—基础研究

气流床气化炉内耐火砖侵蚀研究



热态试验气化炉耐火砖侵蚀特性



试验及工业耐火砖侵蚀对比

工业气化炉耐火砖侵蚀特性



4000吨级水煤浆气化技术

4000吨级水煤浆气化装置建设现场

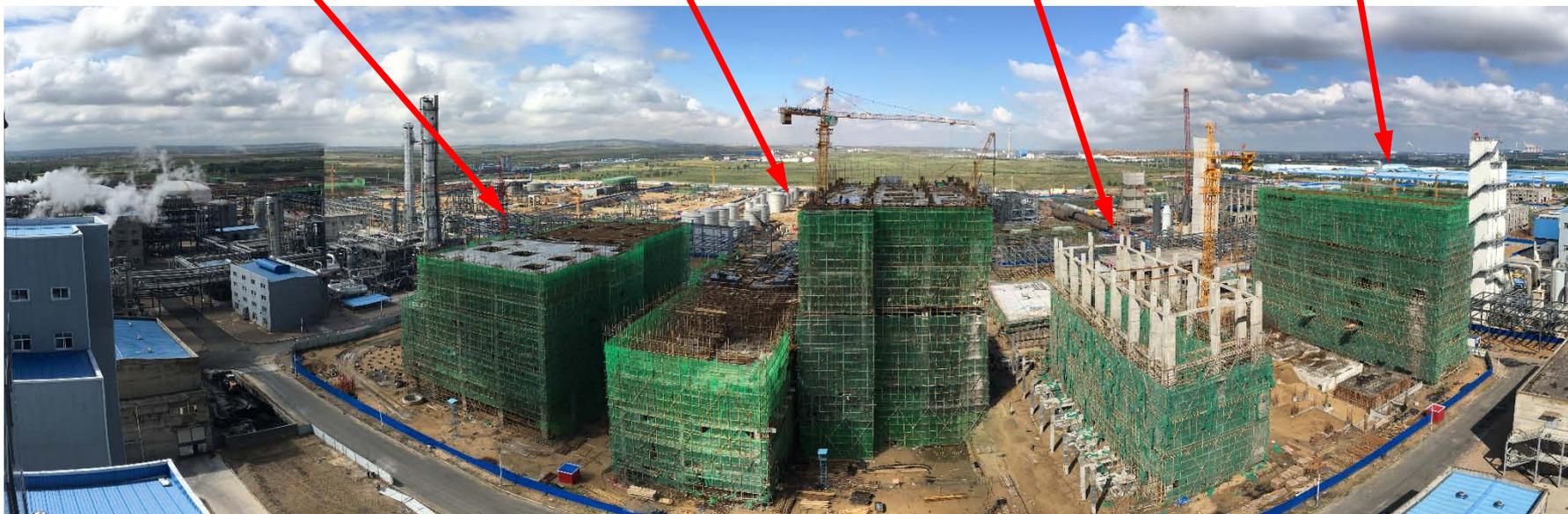


渣水处理框架

气化及净化框架

煤浆泵房

磨煤框架



03

废锅-激冷型水煤浆气化技术



废锅-激冷型水煤浆气化技术

采用废锅-激冷流程，辐射废锅可回收相当于原料煤热值8~10%的能量，用于产生高压蒸汽，作动力蒸汽或驱动透平，可以大大降低动力煤消耗，从而明显降低系统的能耗。合成气水气比能满足后工序部分变换的要求。

提高煤炭资源利用效率

实现热量回收

满足煤基多联产、IGCC发电

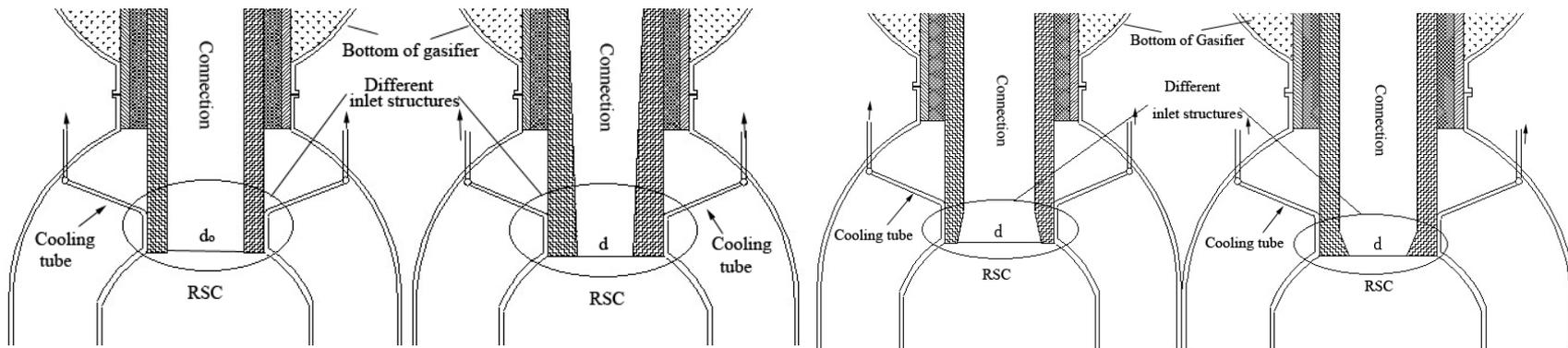
适合F-T合成、甲醇、SNG等煤化工装置



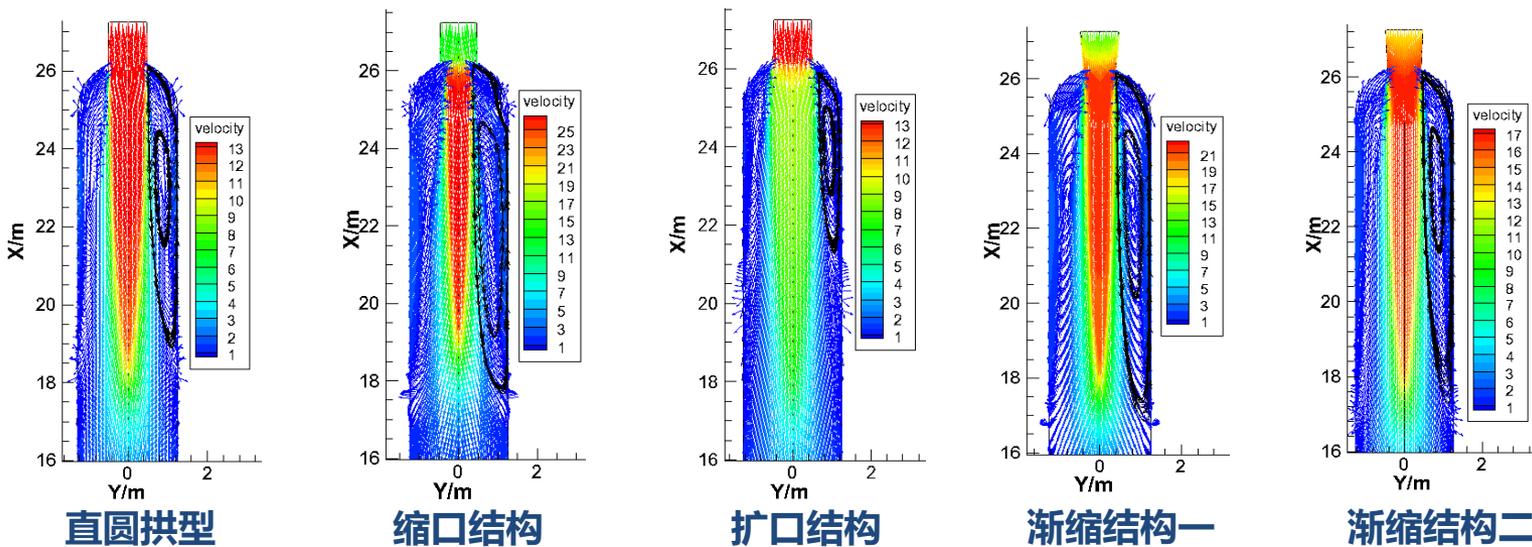


废锅-激冷型水煤浆气化技术

不同入口型式辐射废锅的模拟研究



不同接口及入口结构示意图

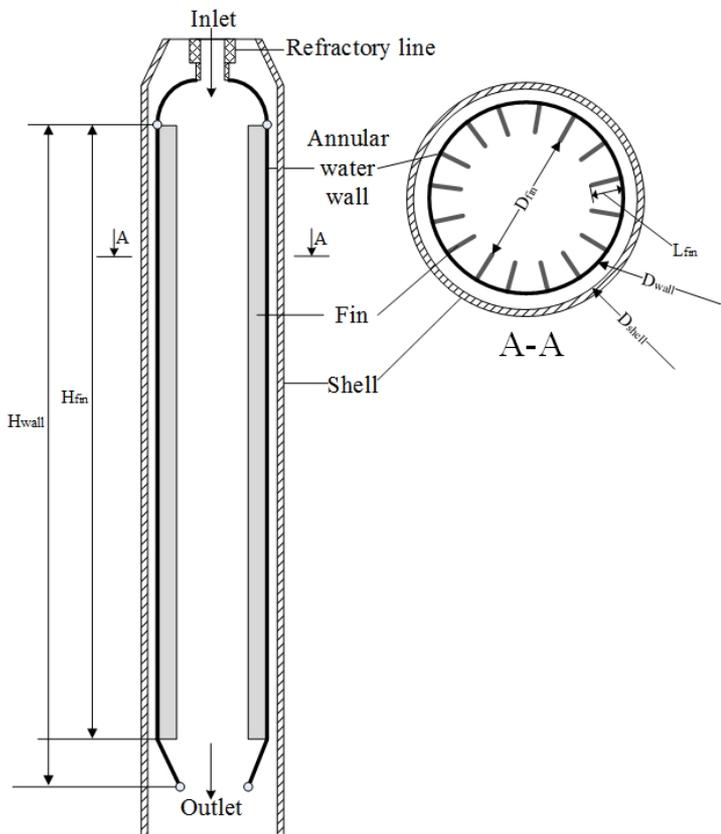


不同入口结构的顶部流场特征

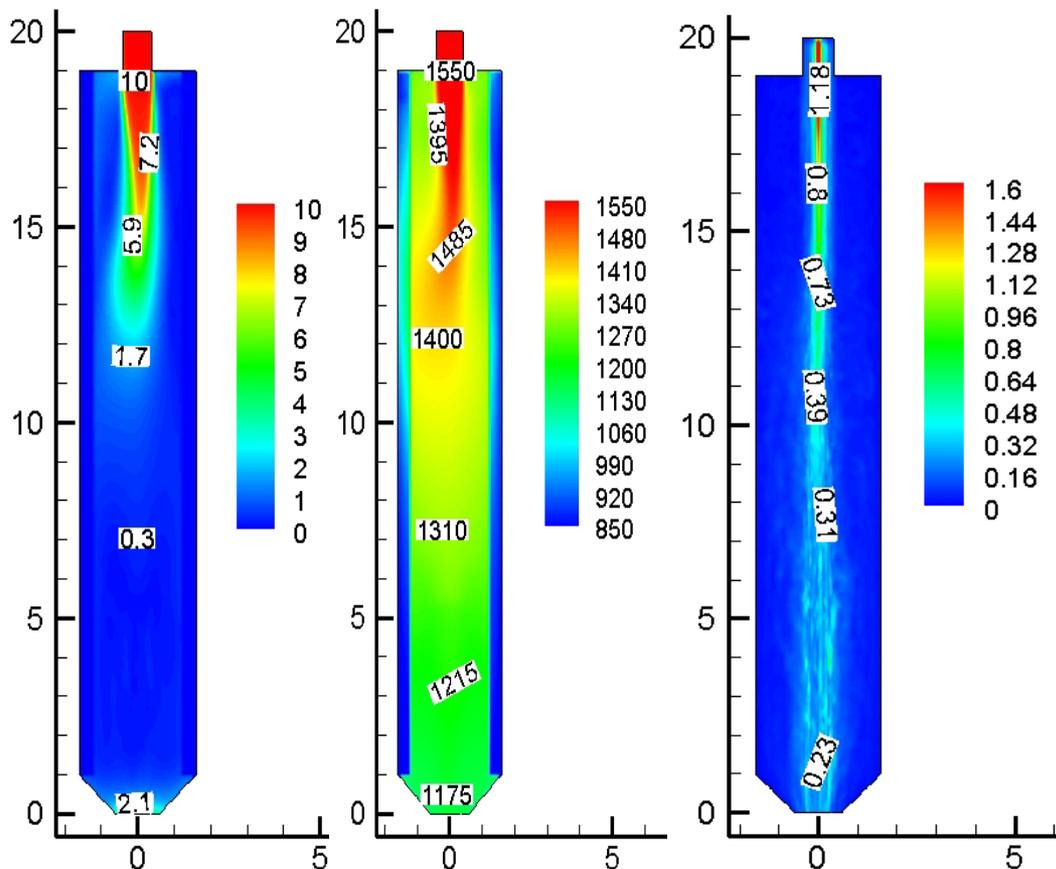


废锅-激冷型水煤浆气化技术

辐射废锅数值模拟



辐射段结构示意图

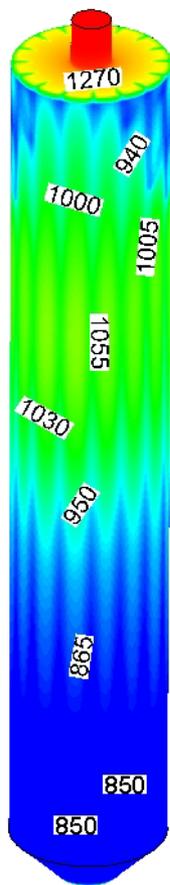


直段高度为18m废锅的
速度场(左m/s)、温度场(中K)与颗粒相(右kg/m³)

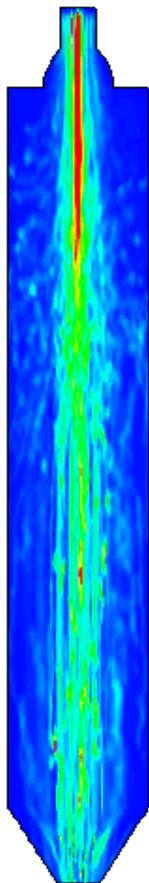
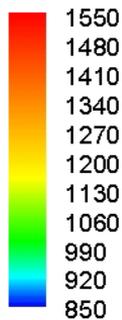
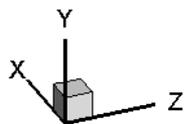


废锅-激冷型水煤浆气化技术

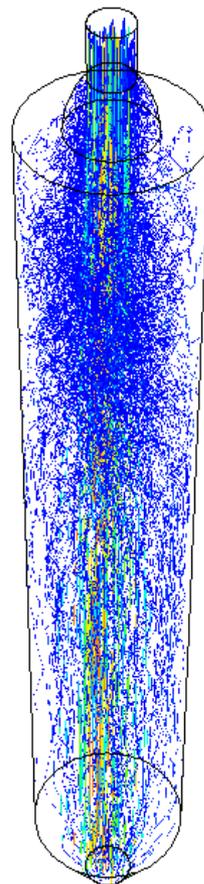
颗粒流场数值模拟



水冷壁表面温度分布/K



渣颗粒浓度分布(kg/m^3)



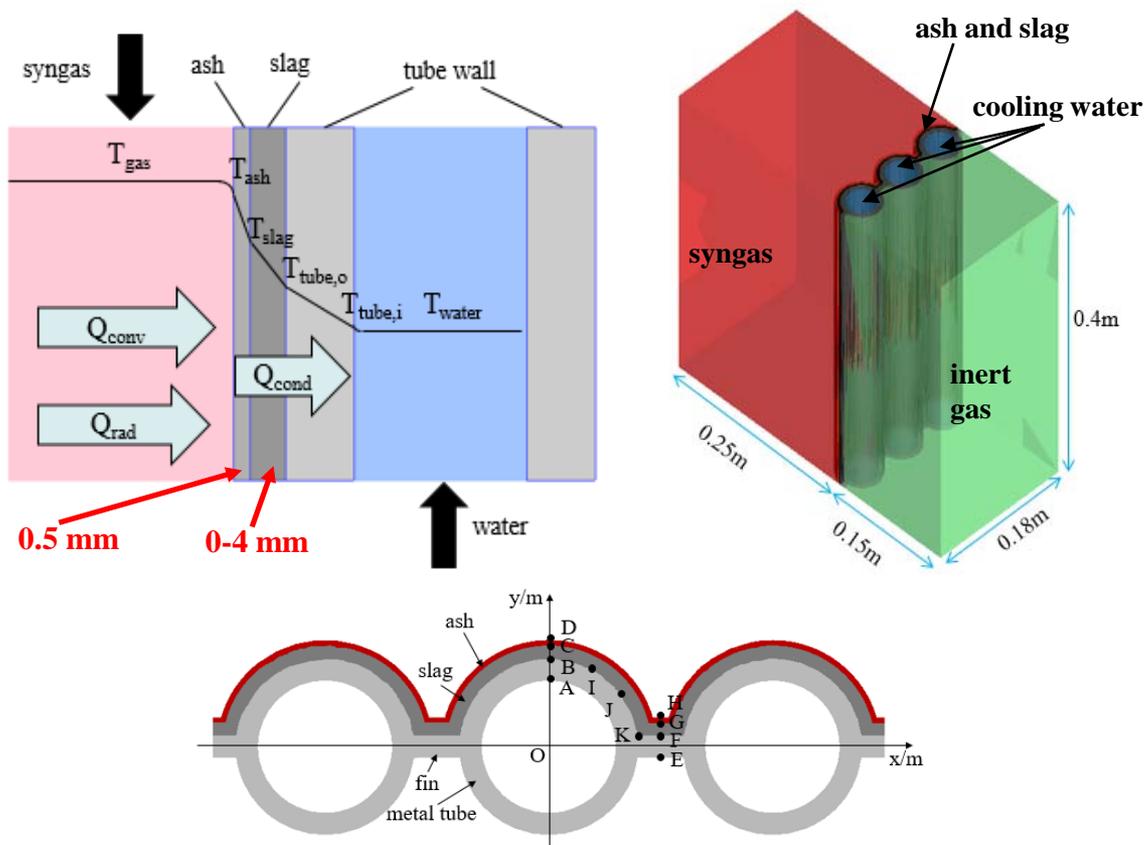
颗粒运动轨迹



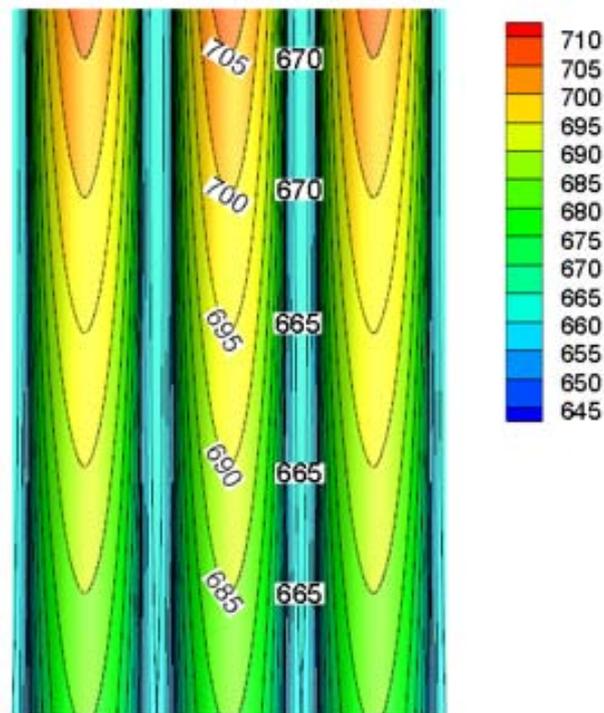


废锅-激冷型水煤浆气化技术

水冷壁传热模拟计算



水冷壁传热模型



表面温度分布

04

结语



结语



七五、八五

小试

- ◆渣油气化
- ◆水煤浆气化



九五

中试

22t/d
科技攻关



2007年

十五

工业示范

1000t/d级
863

十一五

大型化I

2000t/d级
863、973

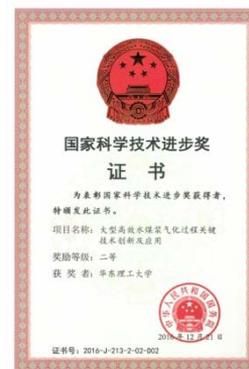
十二五

大型化II

3000t/d级
863、973

十三五

**超大型化
废锅激冷**
.....
重点研发计划



2016年



在国家长期支持下技术持续进步，形成了大型成套水煤浆气化技术支撑我国现代煤化工产业，保障国家能源安全



结语

- 多喷嘴对置式煤气化技术已经成功获得了广泛应用，代表了大型煤气化技术的国际领先水平；
- 形成了一支优秀的产、学、研紧密结合的队伍，建成了国际一流的研究开发基地；
- 将继续加大研发投入，密切与用户合作，在煤气化领域不断进行技术优化提升与创新，推动多喷嘴对置式煤气化技术向更高水平跨越。

**衷心感谢各位领导、专家、同仁
的指导和支持！**