



南京理工大学

国家重点研发计划子课题
南京理工大学重大重点项目培育

燃煤耦合垃圾焚烧发电技术 评估与中试实验

张睿

能源与动力工程学院

二〇二二年四月

目录

- 研究背景及技术方案
- 全流程模拟及评估分析
- 中试实验
- 总结与思考

研究背景及技术方案



城市生活垃圾清运量快速上升，2019年超过2.42亿吨，焚烧率50.29%。



工业固废产量和贮存量均上涨较快，2018年产量15.5亿吨，贮存量8.1亿吨。



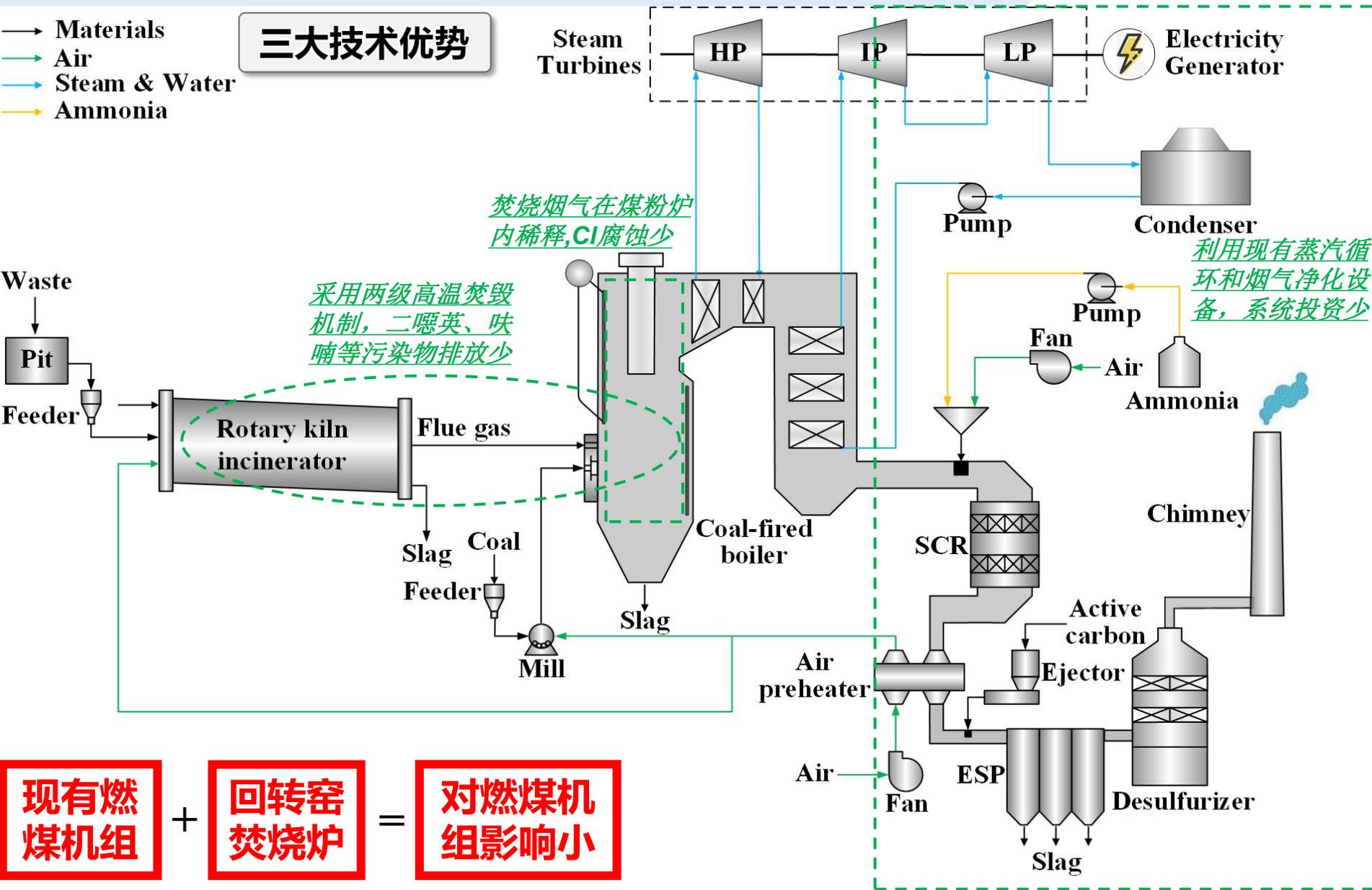
电力产能过剩，火电机组无法满负荷运行，大量机组闲置，资产浪费。

开发燃煤耦合垃圾焚烧发电技术，尝试利用现有煤电和环保设备，降低垃圾发电成本，减少设备投资，降低存量煤电煤耗，降低碳排放。

研究背景及技术方案

三大技术优势

- Materials
- Air
- Steam & Water
- Ammonia



焚烧烟气在煤粉炉内稀释,Cl腐蚀少

采用两级高温焚毁机制,二噁英、呋喃等污染物排放少

利用现有蒸汽循环和烟气净化设备,系统投资少

现有燃煤机组 + **回转窑焚烧炉** = **对燃煤机组影响小**

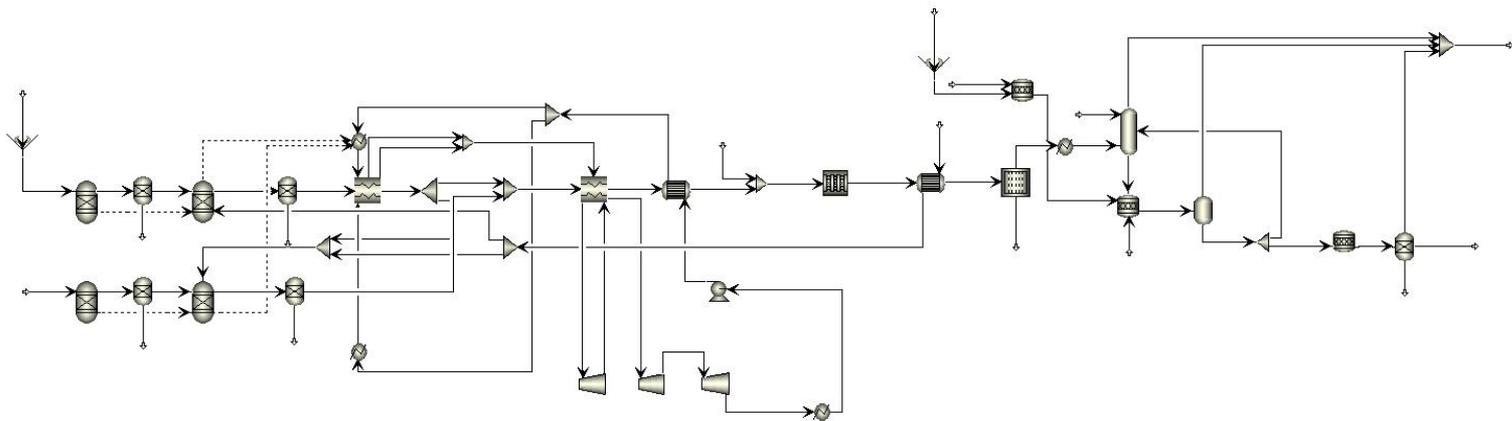
目录

- 研究背景及技术方案
- 全流程模拟及评估分析
- 中试实验
- 总结与思考

全流程模拟及评估分析

Aspen Plus全流程模拟及评估分析

- 烟煤（27626 kJ/kg）和垃圾（5500 kJ/kg）；
- 模拟机组参考125 MW超临界燃煤发电机组；
- 脱硝工艺选用SCR，催化剂为 $V_2O_5-TiO_2$ ；脱硫工艺选用石灰石石膏法；除尘工艺选用布袋除尘器；二噁英脱除选用活性炭吸附法。

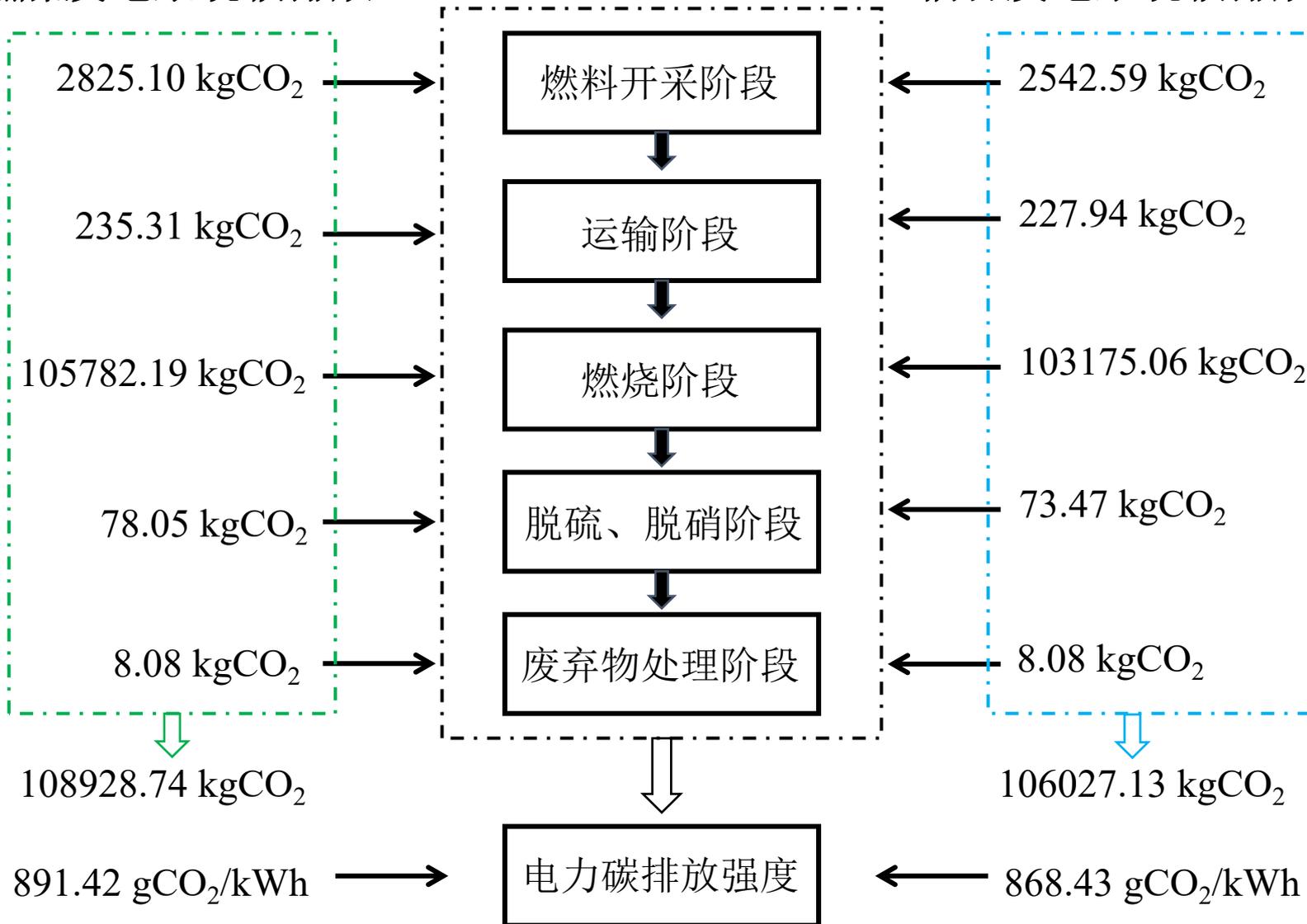


项目	单位	垃圾替代比例（以输入热量计）				
		0%	5%	10%	15%	20%
热效率（LHV）	%	38.62	38.60	38.59	38.57	38.54
工程总投资	万元	58112.30	58483.04	58725.59	58930.94	59125.02
利润（含补贴）	万元	5875.86	7668.42	9469.69	11265.27	13059.29
IRR（内部收益率）	%	-	-	4.82	12.30	18.20
DPP（投资回收期）	年	32.69	18.33	13.77	11.38	9.89

全流程模拟及评估分析

燃煤发电系统碳排放

耦合发电系统碳排放(10%)



目录

- 研究背景及技术方案
- 全流程模拟及评估分析
- 中试实验
- 总结与思考



图1 0.1 MW燃煤耦合垃圾焚烧中试实验台

中试实验

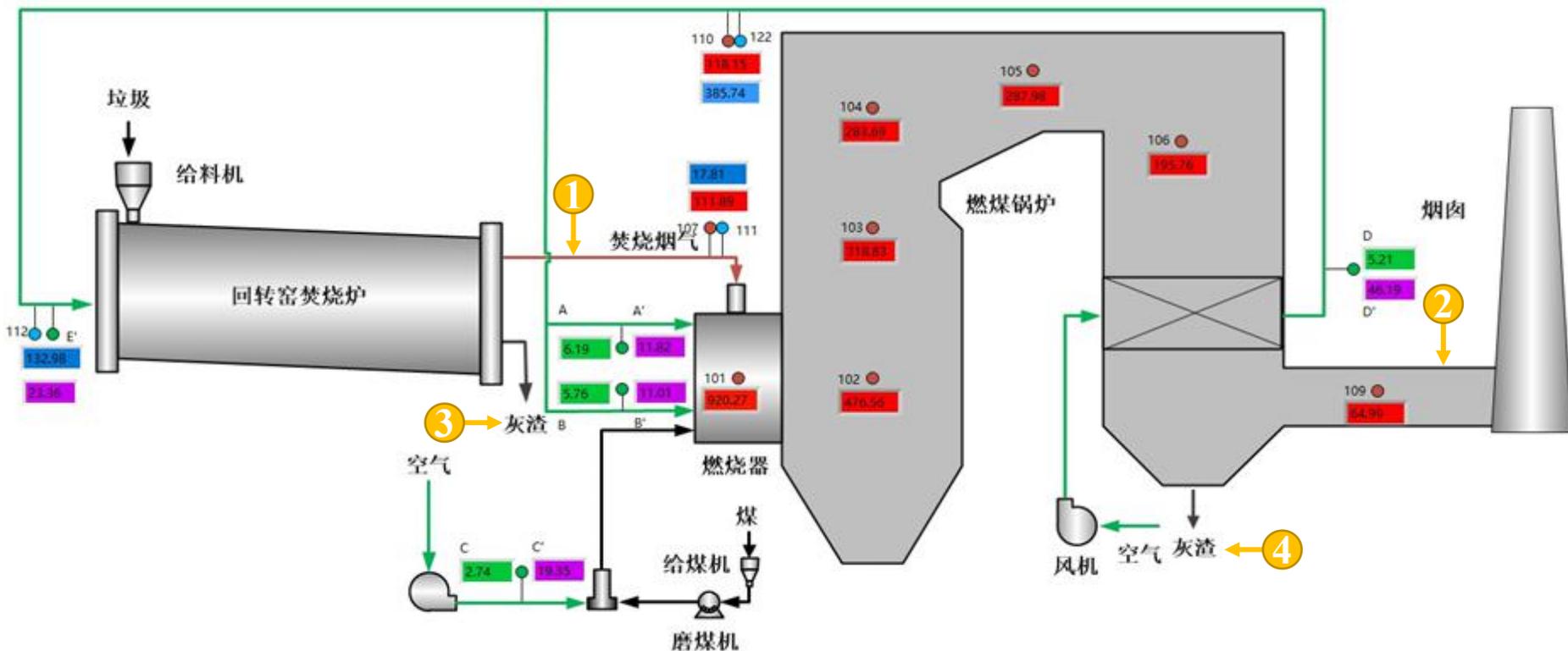


图2 中试实验台监控软件界面

中试实验

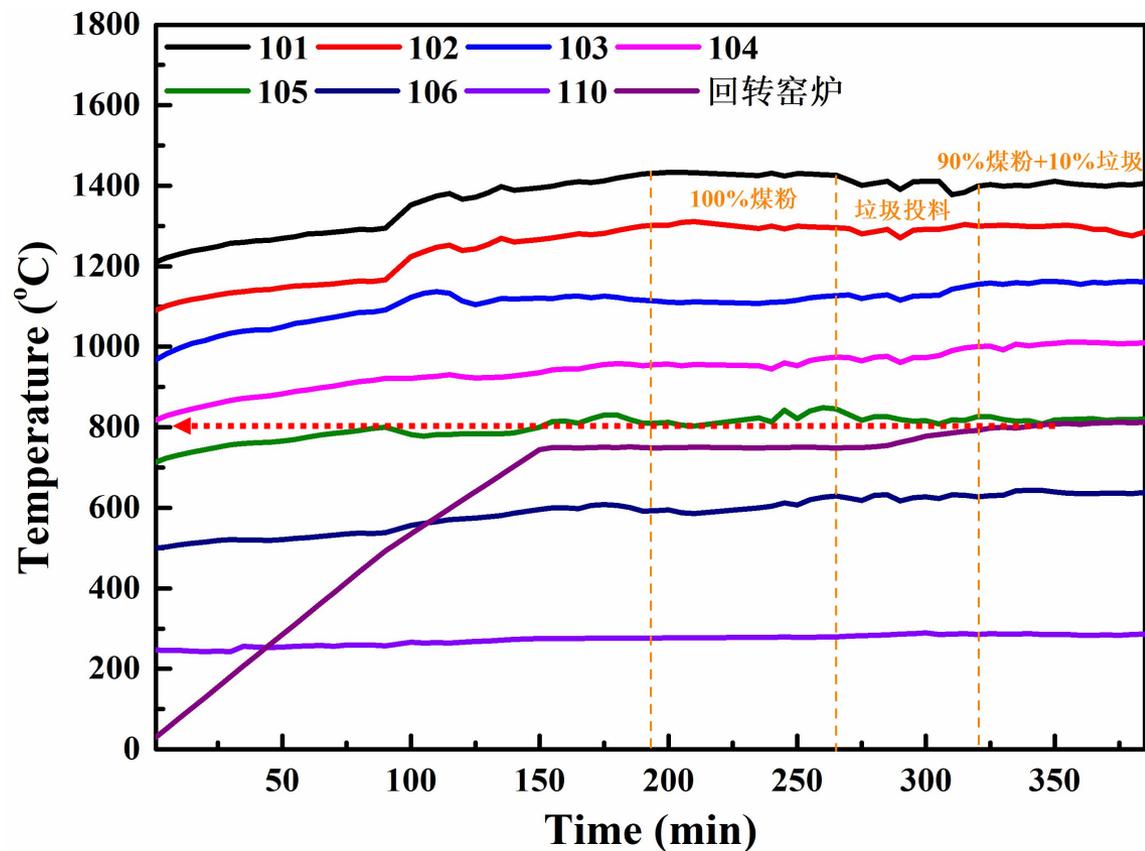


图3 中试实验典型温度曲线

中试实验

- 随着垃圾耦合比例的提高，煤粉炉出口SO₂浓度下降，NO_x浓度升高。
- 随着垃圾耦合比例的提高，煤粉炉出口PCDD/Fs浓度升高。
- PCDD/Fs总量在煤粉炉内的深度热分解率>99.9%!

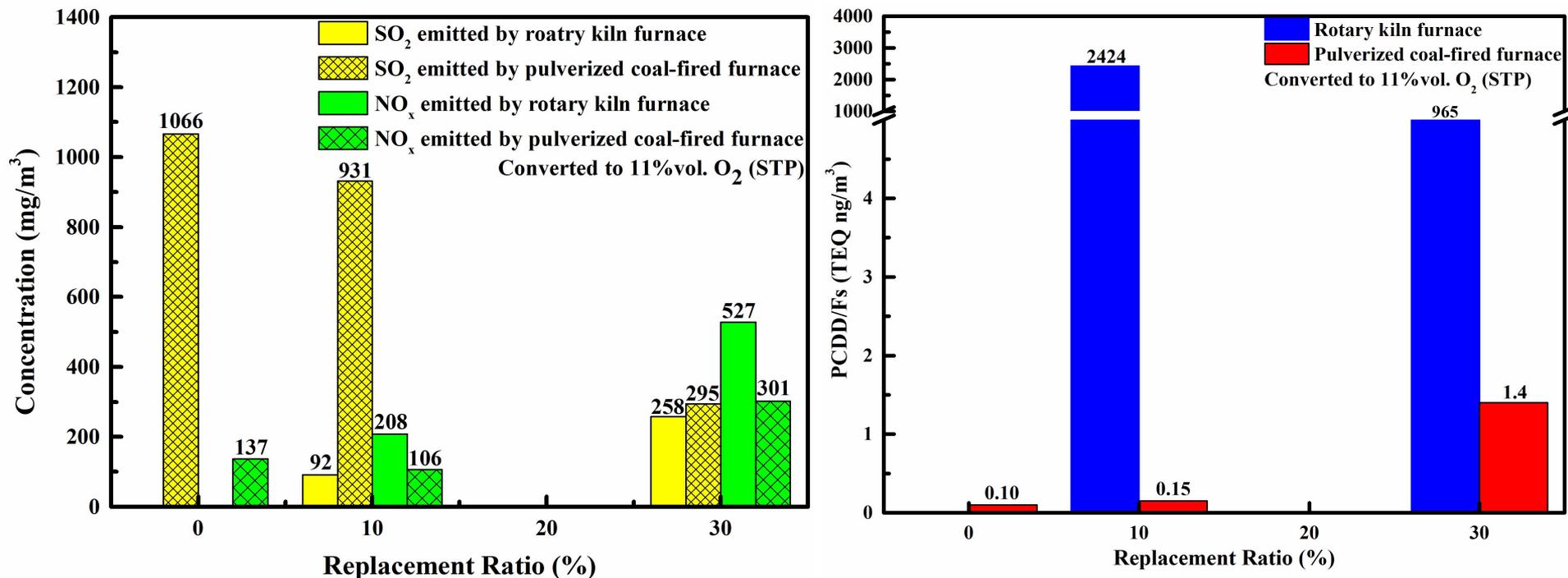


图4 煤粉炉排烟中污染物浓度

70%煤 + 30%垃圾:

不同PCDD/Fs在煤粉炉内的深度热分解率均>99.9%!

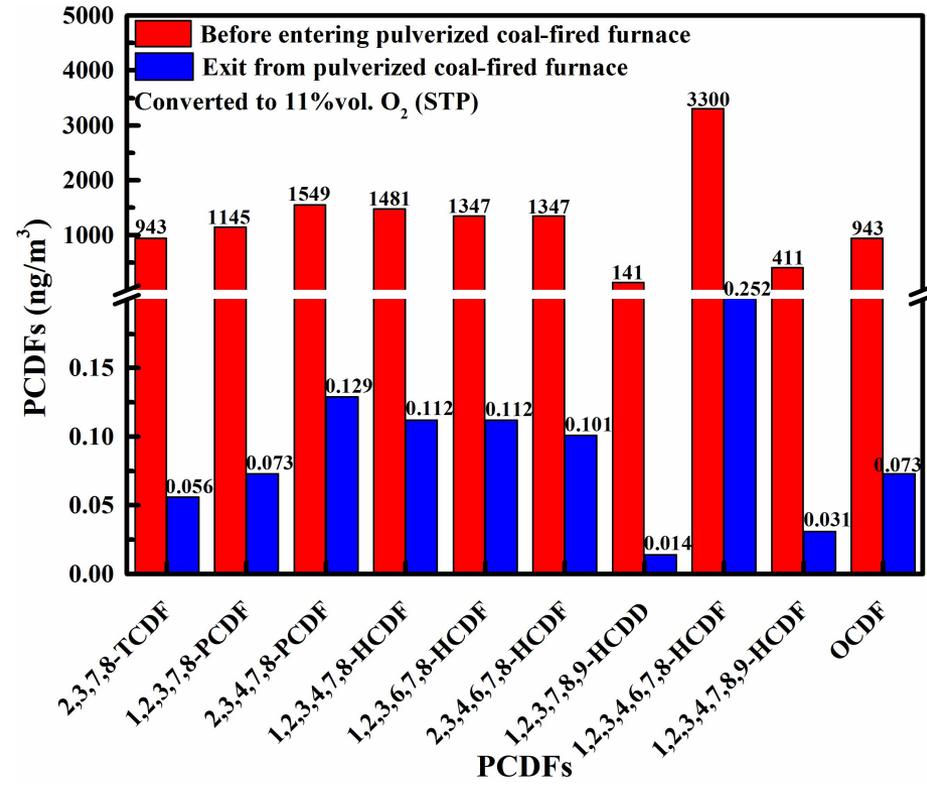
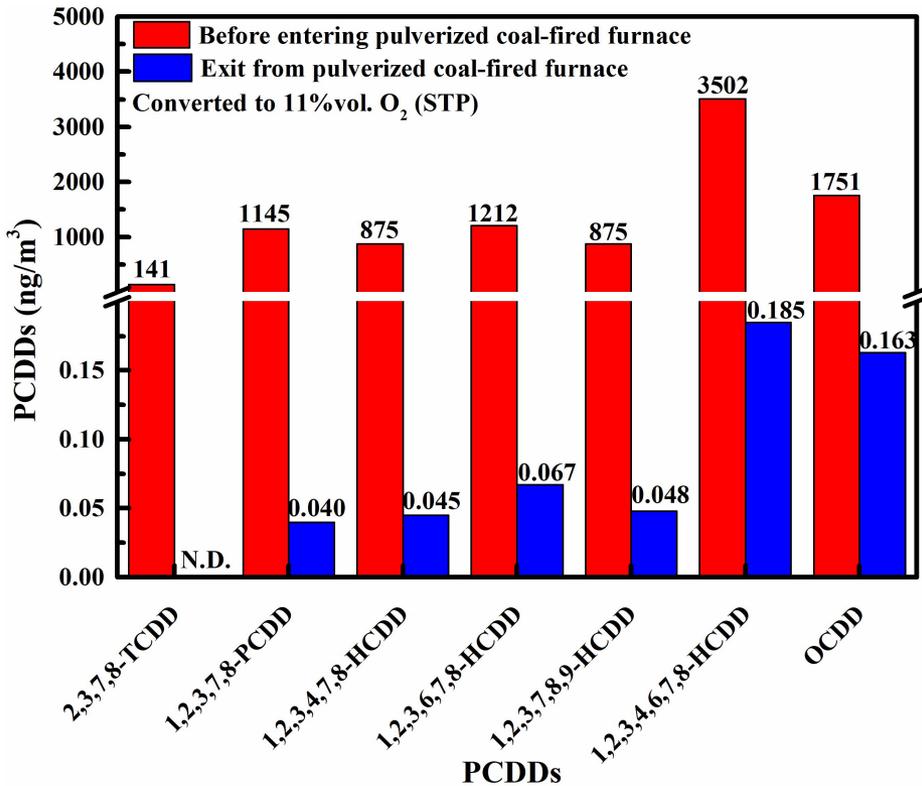


图5 PCDD/Fs在煤粉炉中的深度热分解

70%煤 + 30%垃圾：煤粉炉飞灰中PCDD/Fs含量仅略微上升，耦合垃圾焚烧对煤粉炉飞灰毒性影响不大！

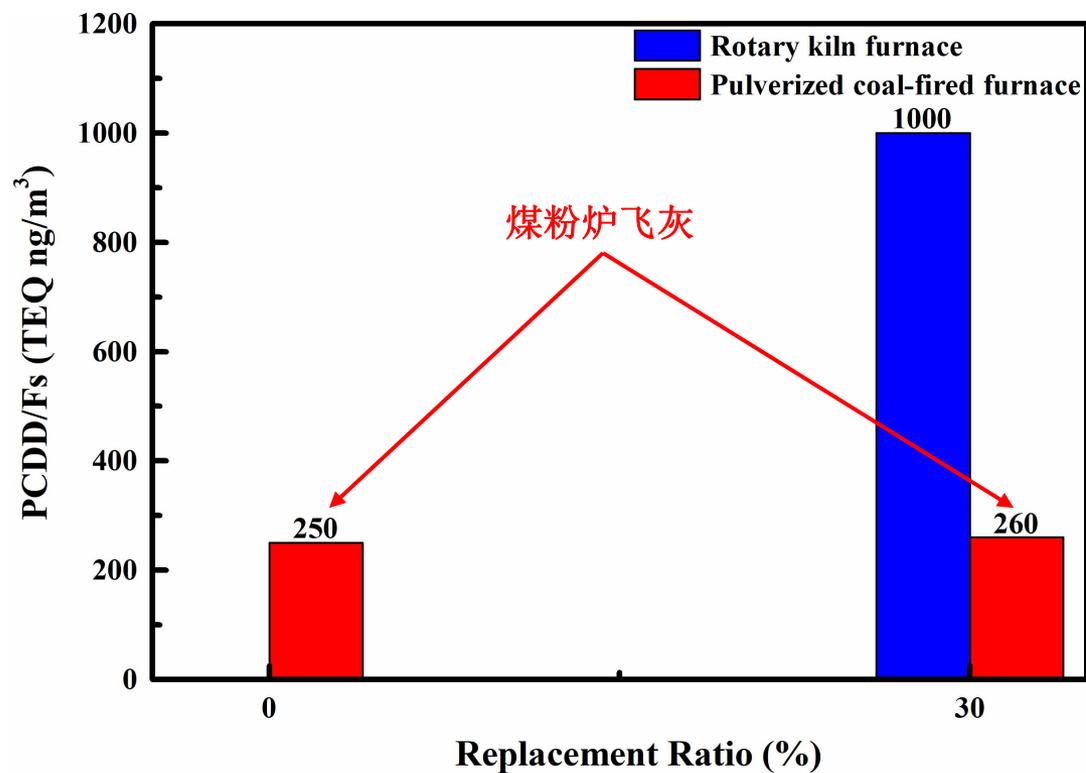


图6 耦合前后底渣和飞灰中的PCDD/Fs含量

目录

- 研究背景及技术方案
- 全流程模拟及评估分析
- 中试实验
- 总结与思考

总结与思考

总结

- 煤粉炉高温可以充分热分解垃圾焚烧产生的PCDD/Fs，分解率**>99.9%**；
- 回转窑炉温仅为约810°C，导致垃圾焚烧PCDD/Fs大量生成，如果回转窑炉温**>850°C**可能使煤粉炉烟气中PCDD/Fs浓度也**大幅下降**；
- 随着垃圾耦合比例的提高，煤粉炉烟气中的PCDD/Fs浓度大幅上升，因此，为限制煤粉炉烟气中的PCDD/Fs浓度，**需控制垃圾耦合比例**；
- 耦合垃圾对煤粉炉**飞灰毒性影响不大**。

思考

- 耦合垃圾对煤粉炉出口烟气中**Cl**、**金属污染物**的浓度有何影响？是否会对后续SCR催化剂产生负面作用？
- 燃煤耦合垃圾焚烧技术的**污染物排放标准**需要进一步研究。



南京理工大学

感谢各位专家!
敬请批评指正!

邮箱: zhangrui@njust.edu.cn

Tel: 13585202820