

第一届空气预热器综合治理专题技术交流会



王勇

上海锅炉厂有限公司空气预热器部副部长/高级工程师，多年来一直从事回转式换热器等产品的设计开发工作，先后担任过天津北疆、河南新密、桂鲁化工等电厂、化工厂用预热器以及平顶山、户县、茂名、越南广宁等电厂的烟气换热器等项目的主任设计师。主持或参与了特大型海水脱硫用烟气换热器、特大型回转式空气预热器、卧式空气预热器、高温烟气换热器、低温省煤器等产品开发，申请专利二十余项，获得了多个奖项，参与编写了关于回转式空气预热器的中华人民共和国能源行业标准。

CFB和小型锅炉机组采用 回转式空预器替代管式空预器技术经济分析

2018年5月29-30日 中国·济南

CFB机组和小型锅炉机组 采用回转式空预器替代管式空预器 技术经济分析



上海锅炉厂有限公司

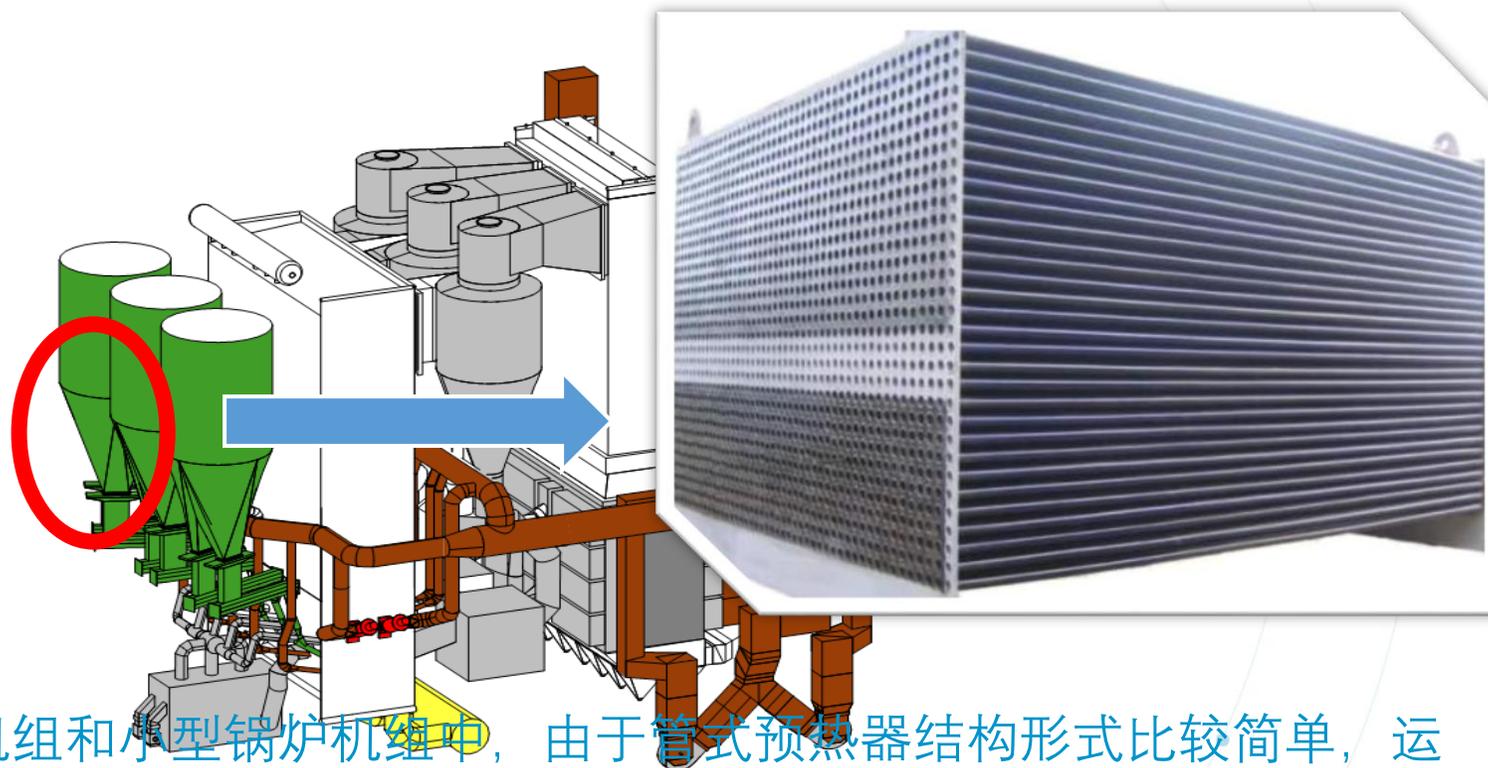
Content 目录

01 / 管式空预器使用中存在的问题

02 / 回转式预热器与管式预热器的技术比较

03 / 回转式预热器替代管式预热器的经济性分析

04 / 总结



在CFB机组和小型锅炉机组中，由于管式预热器结构形式比较简单，运行维修比较简便，漏风量比较小等优点，通常选用管式空气预热器。

但是随着运行时间的加长和运行环境的变化，管式预热器也越来越暴露出其存在的一些问题。

Chapter 01

管式空预器使用中存在的问题

管式空预器使用中存在的问题

磨损



原因	烟气中携带的大量飞灰，在进入预热器时，碰撞金属表面，对预热器换热面产生磨蚀。影响磨蚀程度的主要因素是烟气流速，烟气含灰量，燃料灰份中硬颗粒份额（ SiO_2 ， Al_2O_3 和 Fe_2O_3 的百分比）以及烟气流向和受热面的冲刷角度。
现象	对立式管式预热器（烟气在管内流动），磨蚀常发生在管子入口1.5-2倍于管子直径的长度范围内，由气流进入管子时先收缩后扩张成使烟气中灰粒撞击管子内壁产生；对卧式管式预热器（烟气在管外流动）和热管式空气预热器，磨蚀常发生在迎风面的前几排管子上，由烟气直接冲刷造成
主要应对措施	<ul style="list-style-type: none">➢ 控制预热器段烟气流速。➢ 增加预热器前排灰量。➢ 增加防磨设施。➢ 设置导流装置。

管式空预器使用中存在的问题

腐蚀



原因	<ul style="list-style-type: none">➤ 主要原因是硫酸腐蚀➤ 增加SCR后的硫酸氢氨腐蚀
影响因素	<ul style="list-style-type: none">➤ 燃料种类➤ 燃料硫分➤ 过量空气系数➤ 积灰
主要应对措施	<ul style="list-style-type: none">➤ 提高金属壁温➤ 采用耐腐蚀材料➤ 采用低过量空气燃烧➤ 采用燃料添加剂➤ 采用合理的结构

管式空预器使用中存在的问题

管子与管板膨胀不一致或摩擦使管子破裂

磨损

漏风

腐蚀



漏风率上升且不可控
导致风量加大，将造成：

- 送风机、引风机负荷增加。
- 脱硫增压风机负荷增加。
- 如果风机余量不足，造成锅炉负荷降低。
- 风温降低，影响燃烧。
- 加剧换热管腐蚀，形成恶性循环。
- 引起锅炉效率降低。

管式空预器使用中存在的问题

堵塞



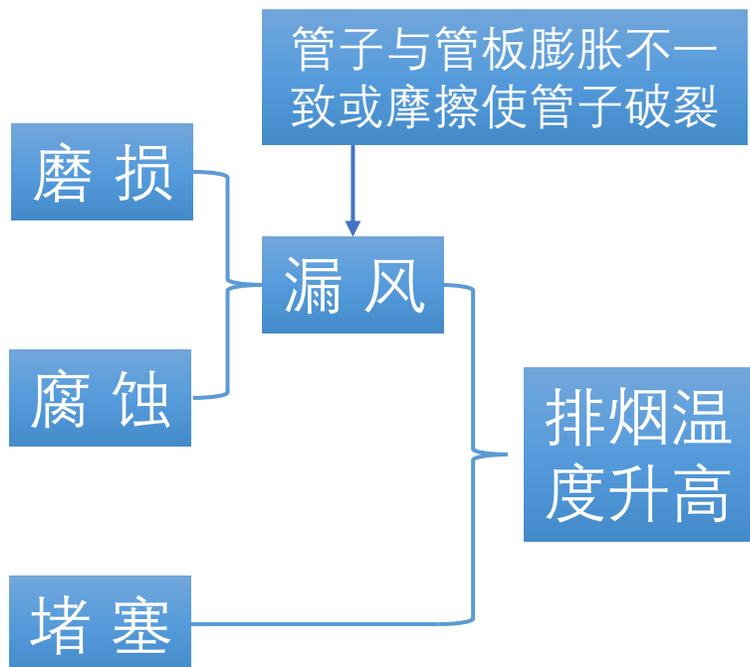
原因

- 硫酸结露
- 增加SCR后的硫酸氢氨凝结
- 未燃尽油凝结
- 省煤器等漏水
- 吹灰器带水

主要应对措施

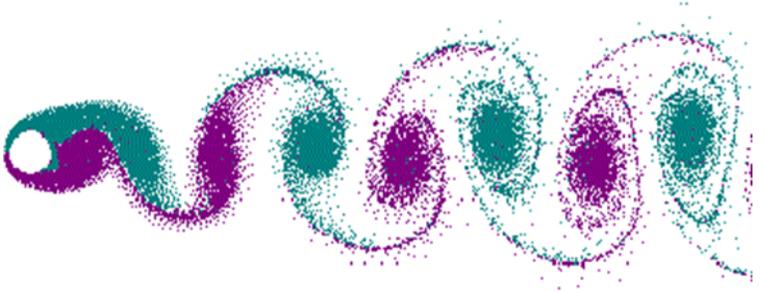
- 采用蒸汽或压缩空气吹灰
- 采用脉冲吹灰器
- 采用合理的换热管布置
- 采用钢珠清灰

管式空预器使用中存在的问题



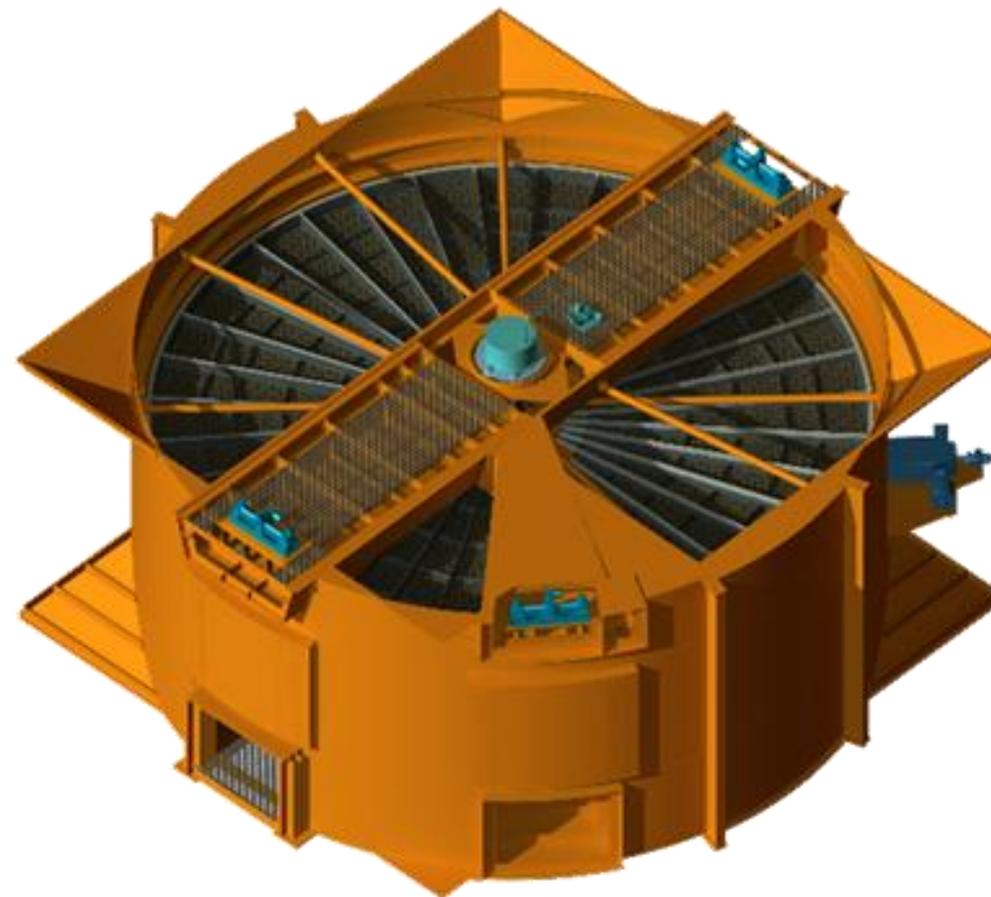
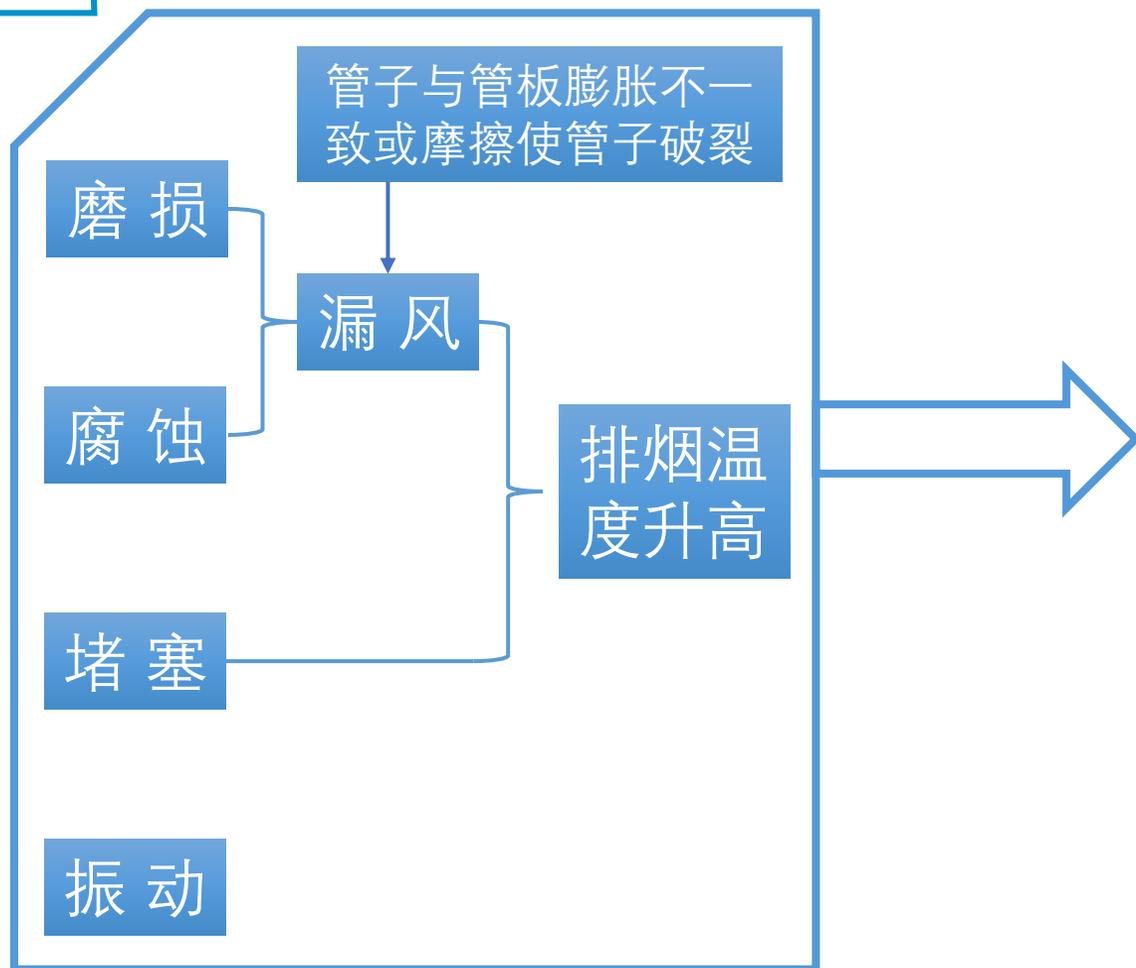
堵管和堵灰均造成换热面积减少，换热效果变差，导致排烟温度升高，锅炉效率降低。

管式空预器使用中存在的问题

	原因	➤ 卡门涡流是造成管式预热器震动的根源
	主要应对措施	<ul style="list-style-type: none">➤ 光管改为流线型断面管或带螺旋鳍片的管子➤ 改变管子结局以改变卡门涡流频率➤ 加装防震隔板提高气室固有频率

振动

管式空预器使用中存在的问题

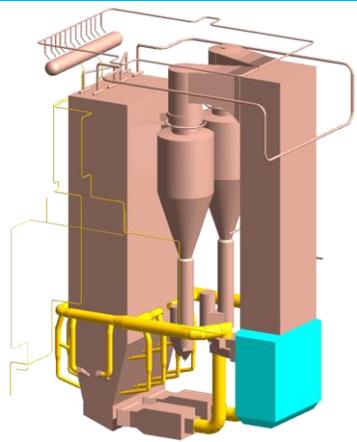
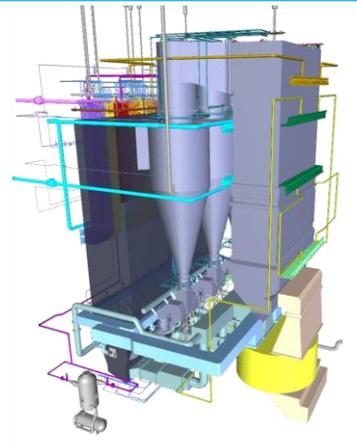


Chapter 02

回转式预热器与管式预热器的技术比较

回转式预热器与管式预热器的技术比较

设备布置

形式	布置示意图	机组大小	柱网尺寸 mm	预热器 高度mm	烟气温度 变化℃	预热器 重量t	钢架重量t
管式 预热器		410T/H	14400×7644	10030	272→136	343	1603
		220T/H	11280×4400	9360	256→137	182	958
回转式 预热器		420T/H	7900×7900	5426	368→138	297	1393
		220T/H	8200×8200	5923	367→143	180	729

回转式预热器与管式预热器的技术比较

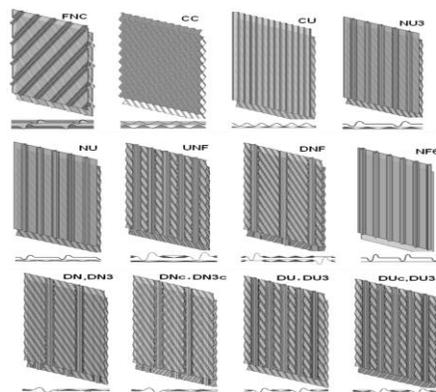
换热技术

管式空气预热器



采用光管换热，管内外烟空气直接换热。
换热面密度低。
换热面寿命短。
发生穿孔后需堵管，换热面积降低。

回转式空气预热器



回转蓄热式换热，可以根据煤种、系统布置情况选用多种波形换热元件。
换热面密度是管式的3~5倍。
使用寿命长。
换热效率高。

回转式预热器与管式预热器的技术比较

阻力控制技术



管式预热器

烟气转弯多，阻力大，易堵塞

堵塞控制手段较少，效果一般

回转式预热器

流程短，转弯少，阻力较小

烟空气不停交替通过，不易积灰

控制手段多，可以采用水冲洗

回转式预热器与管式预热器的技术比较

防腐技术



目前，预热器主要采用提高金属壁温、使用耐腐蚀材料等方式防止腐蚀。



管式空气预热器

采用内或外搪瓷管进行防腐，使用寿命较钢管有所延长，但换热效果较差，可靠性较低，成本高昂。

回转式空气预热器



一般在预热器冷段使用涂搪瓷换热元件，将硫酸氢氨凝结区域和硫酸结露区域置于其内。防腐效果好，使用寿命长，成本相对较低。

回转式预热器与管式预热器的技术比较

漏风防治技术

管式预热器



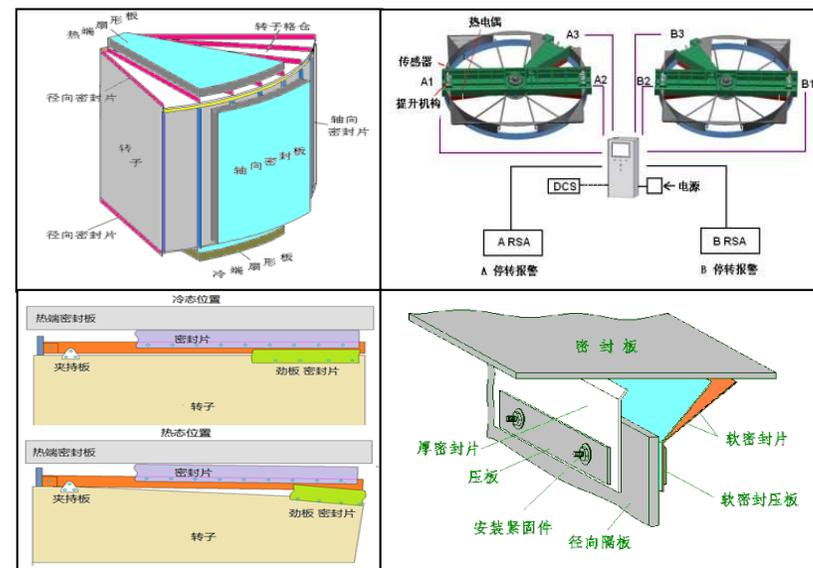
- 堵管
- 更换管箱



回转式预热器



- 多道密封技术
- 柔性密封
- 自补偿密封
- 漏风控制系统
-



回转式预热器与管式预热器的技术比较

运行维修

管式空气预热器

- 运行过程中维护工作比较简单
- 运行阻力较大，风机能耗较高；后期随着漏风加剧，风机能耗将更高。
- 维修工作量较大，需要清灰、堵管、更换管箱等。
- 运行周期较短。

回转式空气预热器

- 运行过程中需定期检查维护
- 运行过程中驱动电机、锅炉系统风机功耗基本稳定，整体较管式预热器低。
- 维修工作量一般，密封片调整和元件包更换方便。
- 运行周期长。

Chapter 03

回转式预热器替代管式预热器的经济性分析

回转式预热器替代管式预热器的经济性分析

新建机组比较分析



概况	参数	单位	管式空气预热器	回转式空气预热器	比较
<p>某260t/hCFB锅炉，根据合同技术要求，采用管式空气预热器。为了减少预热器腐蚀，设计排烟温度较高。</p> <p>现按照配置回转式空气预热器部进行选型计算，性能参数比较结果如右表：</p>	1、温度参数：	℃			
	一次风入口		50.0	50.0	
	二次风入口		50.0	50.0	
	烟气入口		252.0	252.0	
	一次风出口		187.0	203.6	
	二次风出口		187.0	204.6	
	烟气出口		146.0	124.4	↓21.6
	2、阻力	Pa			
	一次风阻力		1500	800	↓700
	二次风阻力		1500	1283	↓217
	烟气阻力	1555	1170	↓380	
3、漏风率		%	3.5	7.0	↑3.5

回转式预热器替代管式预热器的经济性分析

新建机组比较分析



概况	参数	单位	管式空气预热器	回转式空气预热器	比较
结构参数比较结果如右表：	柱网尺寸	mm	9200×8175	6400×6400	↓
	高度		13430	4320	↓
	预热器重量	t	235	105	↓130
	钢架重量		1190	895	↓295

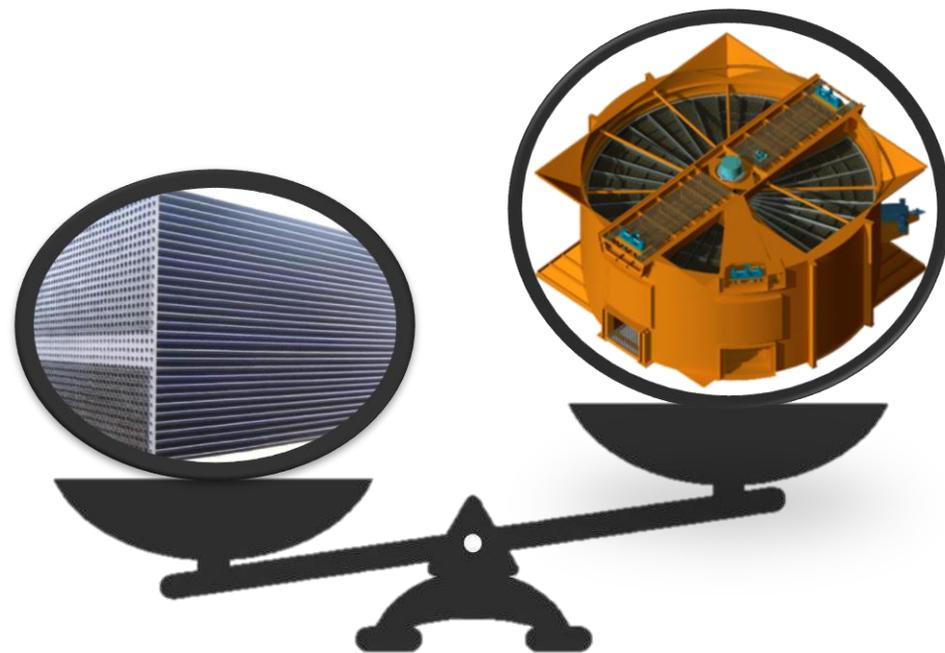
回转式预热器替代管式预热器的经济性分析

新建机组比较分析

回转式预热器相比于管式预热器费用变化情况

设备费用 (万元)	↓ 550
排烟温度影响费用 (万元/年)	↓ 120
阻力变化影响费用 (万元/年)	↓ 23
漏风率影响费用 (万元/年)	由于管式预热器漏风率不稳定, 该项不计
结论: 设备费用可以降低大约550万元 (按该项目布置估算), 运行费用忽略漏风影响每年可以大约降低140万元。	

注: 按照标煤价800元/吨, 年运行5000小时计算

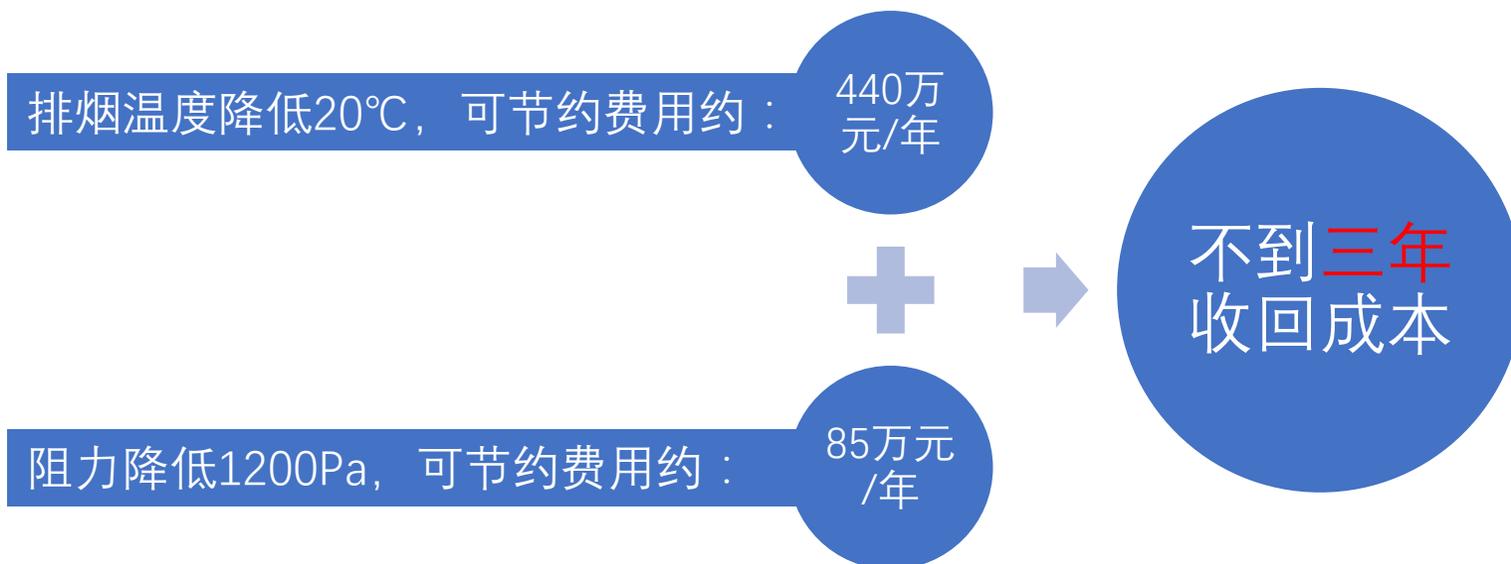


回转式预热器替代管式预热器的经济性分析

改造项目比较分析

以某电厂300MW CFB锅炉为例，采用管式空预器，现拟改造为回转式空气预热器。改造后，锅炉排烟温度由约150℃左右降低到约130℃。一次风、二次风和烟气阻力合计降低约1200Pa左右。漏风率变化忽略不计。

同样按照标煤价800元/吨，年运行5000小时计算：



Chapter 04

总结

总结

在CFB机组和小型锅炉机组采用回转式空预器替代管式空预器

技术优势

- 布置更加灵活
- 性能更优，适应性更强
- 运行维护基本相当

改造施工可行性

- 通常管式预热器柱网尺寸和高度大于回转式预热器的柱网尺寸和高度
- 管式预热器重量大于回转式预热器

经济性

- 改造后排烟温度降低
- 改造后运行阻力降低
- 改造后漏风率稳定可控





THANK YOU

www.shanghai-electric.com