

东方燃高硫煤、高碱煤空预器 关键技术介绍

东方电气集团东方锅炉股份有限公司
2022年9月

目 录

CONTENT

01 背景与意义

02 高硫煤高碱煤对预热器的影响

03 东方锅炉预热器关键技术

04 总结

1

背景与意义

1.背景与意义

适用于高硫煤的预热器

高硫煤机组的预热器普遍存在堵塞、低温腐蚀等问题，造成机组换热效率下降、漏风率增加、带不上负荷，不符合两部委关于降低煤耗的要求。新建机组应解决高硫煤带来的堵塞和腐蚀问题，现役的机组也有进行防堵改造的需求。



适用于高碱煤的预热器

以新疆准东煤为代表的高碱煤，着火温度低、燃尽率高、燃烧经济性高、污染物排放低，是优良的动力用煤，特别符合我国节能减排的目标，且准东煤储量庞大，拥有广阔的市场前景，但准东煤拥有其独特性，沾污性强，预热器结构应进行相应优化，以满足机组安全运行需要。



2

高硫煤、高碱煤对预热器的影响

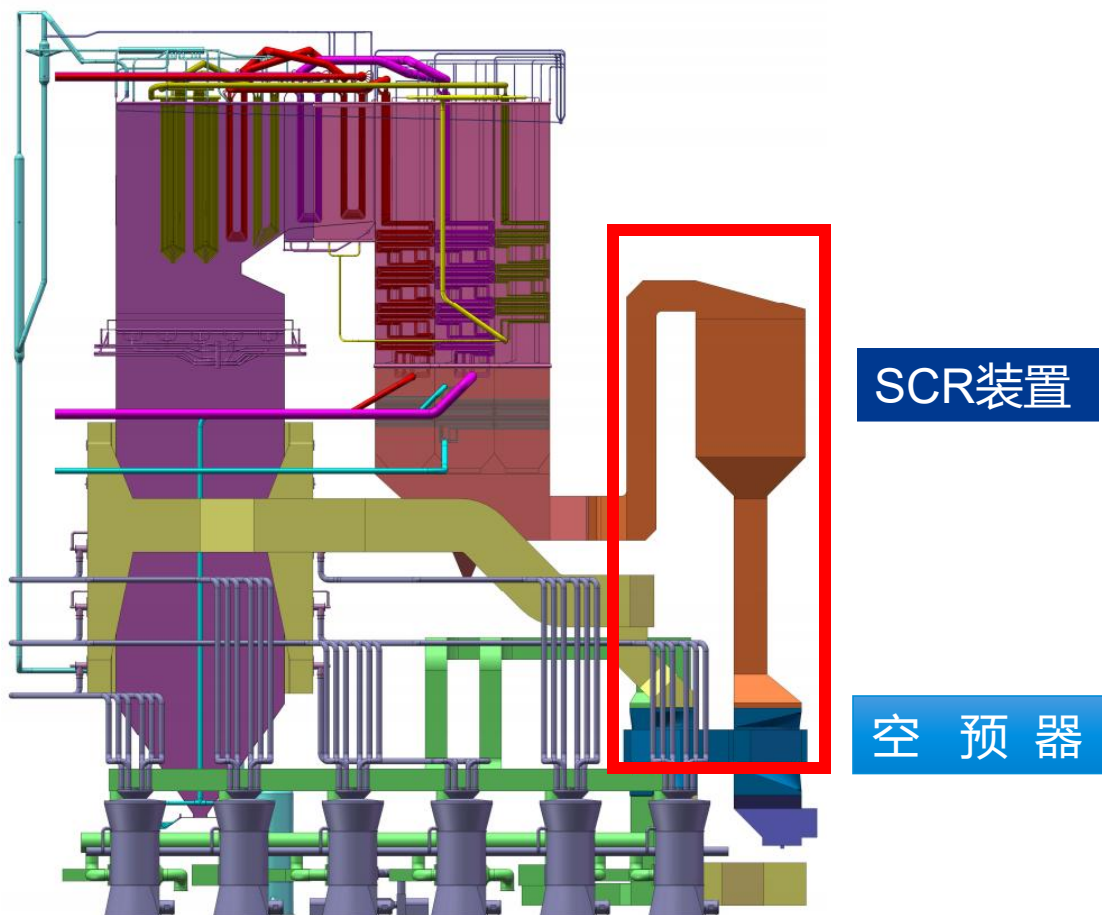
2.高硫煤、高碱煤对预热器的影响

高硫煤



烟气成分	单位	内蒙某电厂	重庆某电厂
含水量 (H ₂ O)(湿态)	Vol.%	10.144	6.07
含氧量 (O ₂)(湿态)	Vol.%	2.685	3.7
含氮量 (N ₂) (湿态)	Vol.%	72.366	75.74
NOX(@6%O ₂ 、干态)	mg/Nm ³	50	50
含尘浓度(@6%O ₂ 、干态)	g/Nm ³	34.53	39.37
二氧化硫(@6%O ₂ 、干态)	mg/Nm ³	1661.04	10076.89
三氧化硫(@6%O ₂ 、干态)	mg/Nm ³	26.24	197.92
氨(@6%O ₂ 、干态)	mg/Nm ³	2.28	2.5

2.高硫煤、高碱煤对预热器的影响



脱硝反应器出口烟气中存在未反应的逃逸氨、三氧化硫及水蒸气反应生成硫酸氢铵或硫酸铵：



在147 ~ 207℃温度区间，硫酸氢铵是一种高粘性液态物质。

2.高硫煤、高碱煤对预热器的影响



高硫煤

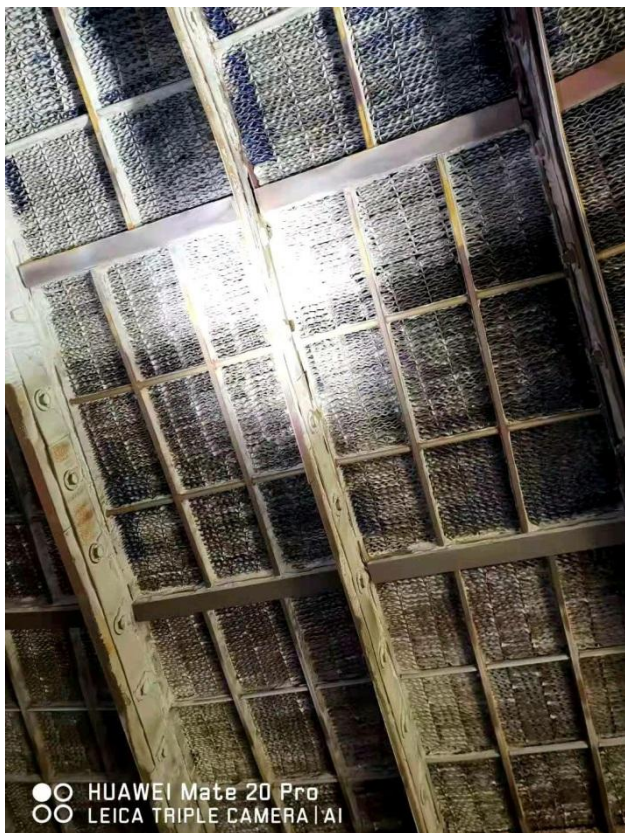
三氧化硫

硫酸

硫酸氢铵

密封片、元件腐蚀和堵塞

2.高硫煤、高碱煤对预热器的影响



新疆某电厂掺烧高碱煤后预热器元件的堵塞情况

高碱煤具有强结渣性、强沾污性，主要影响锅炉受热面，对省煤器及预热器区域影响较小。高碱煤对预热器的影响主要体现在以下几个方面：

01.

预热器的冷热端均易发生积灰、堵灰。

02.

烟气中的盐类会影响SO₃的转化率。

03.

高碱煤的易积灰性与硫酸氢铵的高粘性、高吸附性相互促进，进一步加剧预热器堵塞。

2.高硫煤、高碱煤对预热器的影响



堵塞造成排烟温度升高、风机电耗增加（一般折算为煤耗分析）：

影响项	现状	影响范围	损失（万元/年）		
			350MW	660MW	1000MW
烟风阻力	阻力增加500Pa	增加机组煤耗~0.2g/KWh	243	450	690
机组效率	排烟温度增加10℃	增加机组煤耗~1.5g/KWh			
堵塞后停机清洗	增加3次非停	按冲洗一次停炉7天，每度电盈利0.1元计	629	1183	1793

⊗ 高煤耗还严重制约机组生存状况

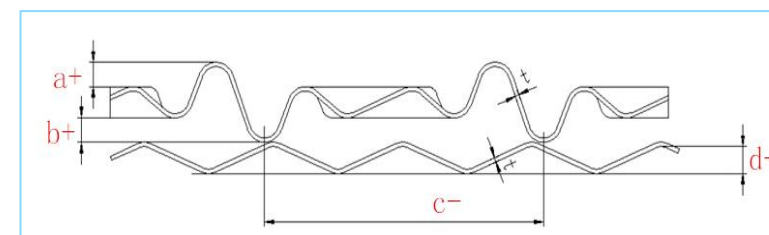
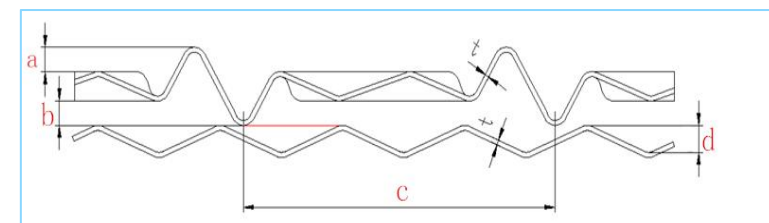
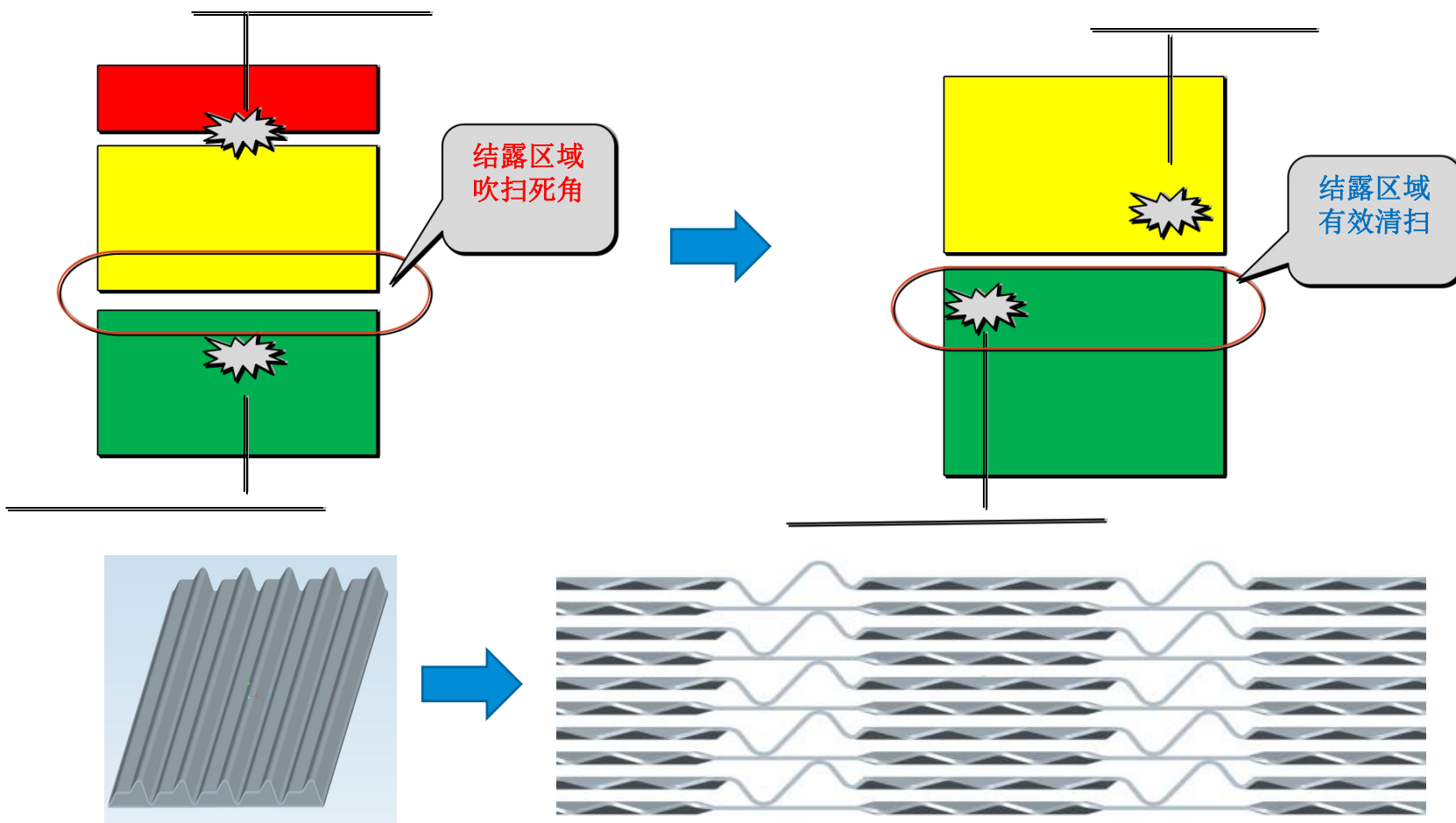
3

东方锅炉预热器关键技术

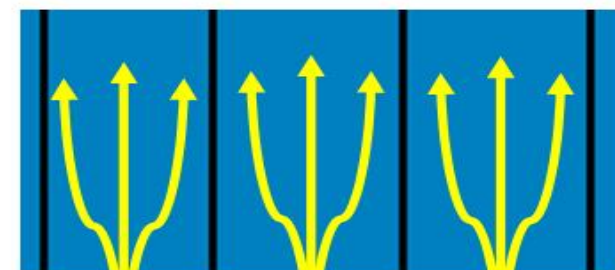
3. 东方锅炉预热器关键技术

3.1 元件优化

两段式布置+专用板型：适用于各种防堵场合，包括高硫煤、高碱煤、高灰分煤等。



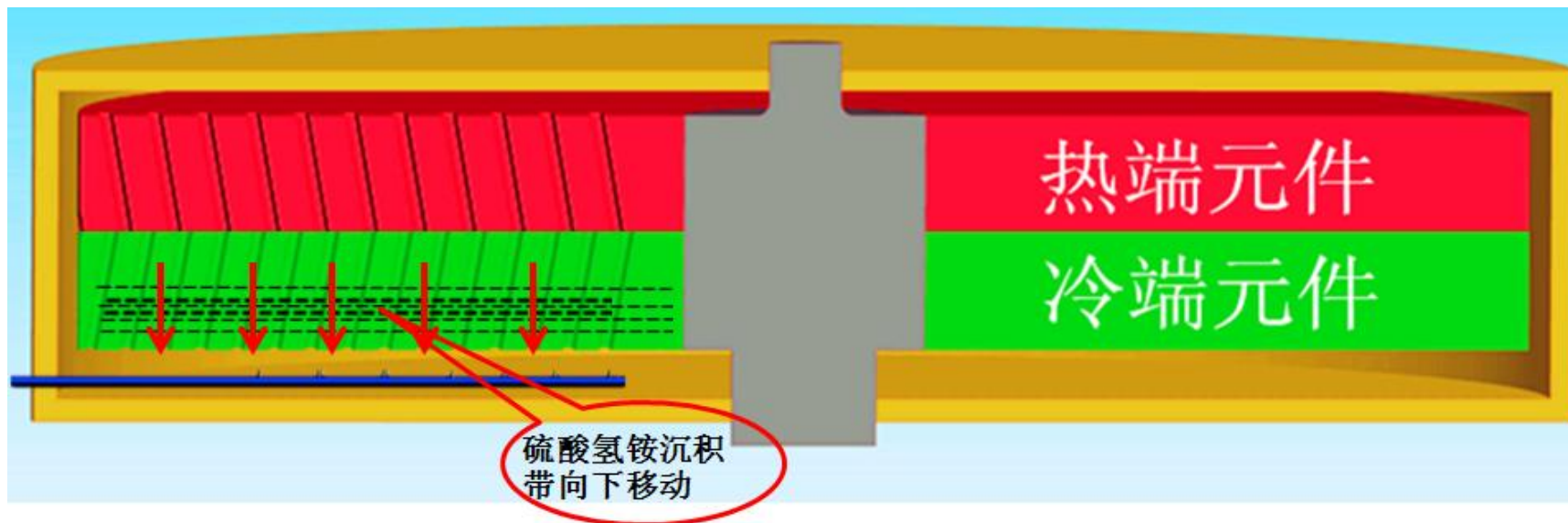
封闭板型



吹灰蒸汽

3.东方锅炉预热器关键技术

3.1 元件优化



“元件优化”与暖风器（蒸汽暖风器、热媒水暖风器、热管等）联合使用，防堵效果更好，解决高硫煤导致的硫酸氢铵跨层堵塞。

3.东方锅炉预热器关键技术

3.1 元件优化

重庆某高硫煤机组预热器防堵改造案例：

#1 锅炉空预器性能试验报告

名称	符号	单位	高硫贫煤 60 %
收到基碳	C ^y	%	48.18
收到基氢	H ^y	%	2.19
收到基氧	O ^y	%	1.9
收到基氮	N ^y	%	0.64
收到基硫	S ^y	%	4.39
收到基灰	A ^y	%	36.6
收到基水份	W ^y	%	6.1
挥发份	V ^y	%	9.6
低位发热量	Q ^y D _w	MJ/kg	18.027
可磨度	K ⁸⁰	HGI (哈氏)	66
煤粉细度	R90	%	8

- 电厂燃用煤质含硫量4%以上
- 运行后很快堵塞，阻力高达3000Pa
- 跨层堵塞和元件腐蚀



- ① 计算金属壁温和硫酸氢铵分布带
- ② 优化元件布置和板型



阻力长期控制在1500Pa以内，解决了机组出力问题，减少停炉次数

3.东方锅炉预热器关键技术

3.1 元件优化

6.3.2 空预器阻力测试结果

A空预器烟气侧全压差为1196Pa,B空预器烟气侧全压差1162Pa,均小于保证值1200Pa。

#1 锅炉空预器性能试验报告 8

表 6.1 空预器漏风试验结果

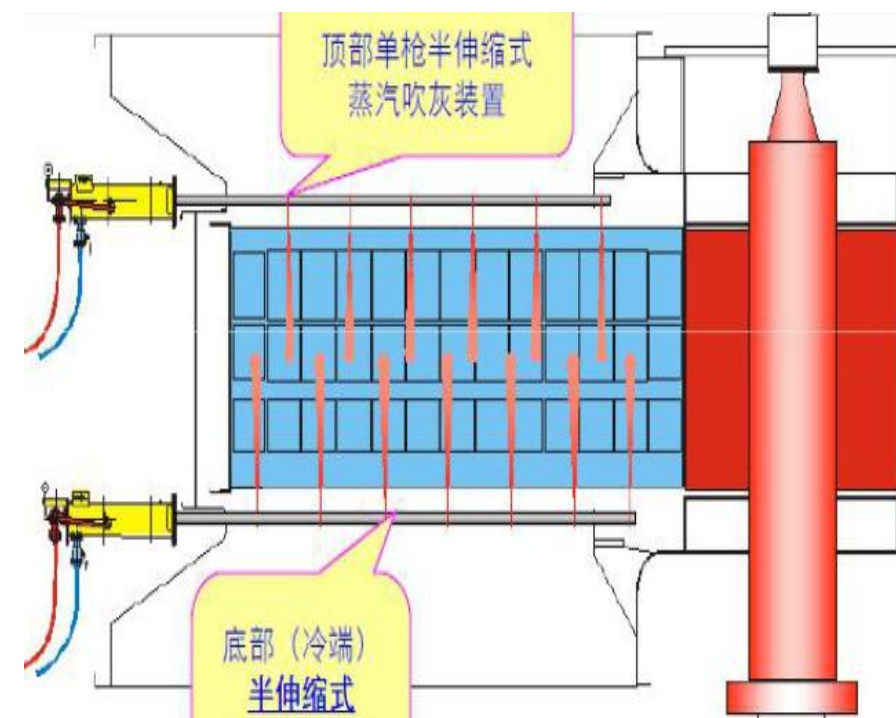
编号	项 目	符 号	单 位	A 侧	B 侧
1.	机组发电负荷	N	MW	359.60	
2.	锅炉蒸发量	D	t/h	1064.00	
3.	主汽压力	P	MPa	18.01	
4.	主汽温度	T	℃	542.60	
5.	空预器入口湿烟气量	W'SY	kg/kg	8.72	9.20
6.	空预器出口湿烟气量	W''SY	kg/kg	9.15	9.59
7.	空预器漏风率	L	%	4.90	4.33
8.	修正后漏风率	Lcorr	%	4.68	3.87
9.	空预器平均漏风率	L	%	4.28	

近期高硫煤机组预热器防堵改造业绩（部分）：

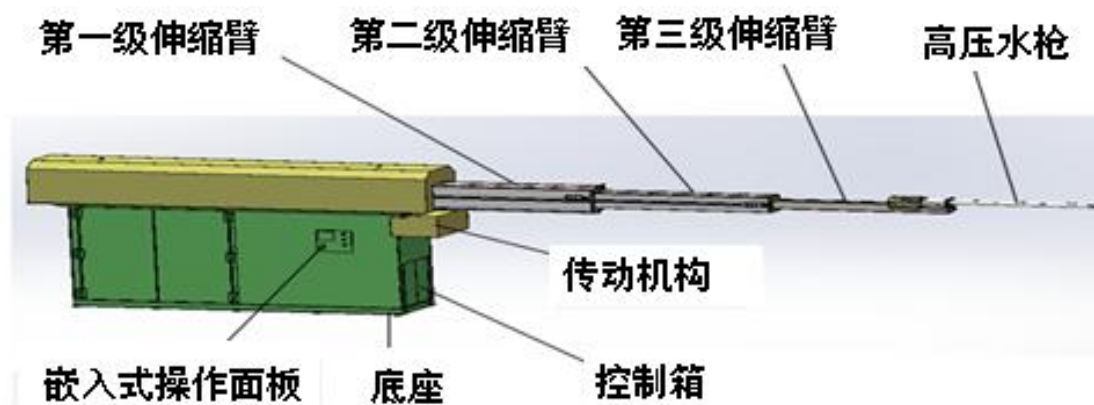
序号	工程名称	机组容量(MW)	煤质含硫量	实施年份
1	珞璜5#	600	4.39	2018
2	珙县62#	600	4.2	2018
3	黔东1#、2#	600	3.8	2020
4	珙县61#	600	4.2	2020
5	旗能电铝	330	4.0	2020
6	合川1#、4#	600	3.41	2020
7	福溪1#	600	3.54	2021
8	福能六枝#2	600	3.67	2022
9				

3. 东方锅炉预热器关键技术

3.2 智能在线清洗



半伸缩在线吹灰器



可热态检修维护，在线高负荷情况下投运

用于煤质硫份较高、对使用率要求高的机组

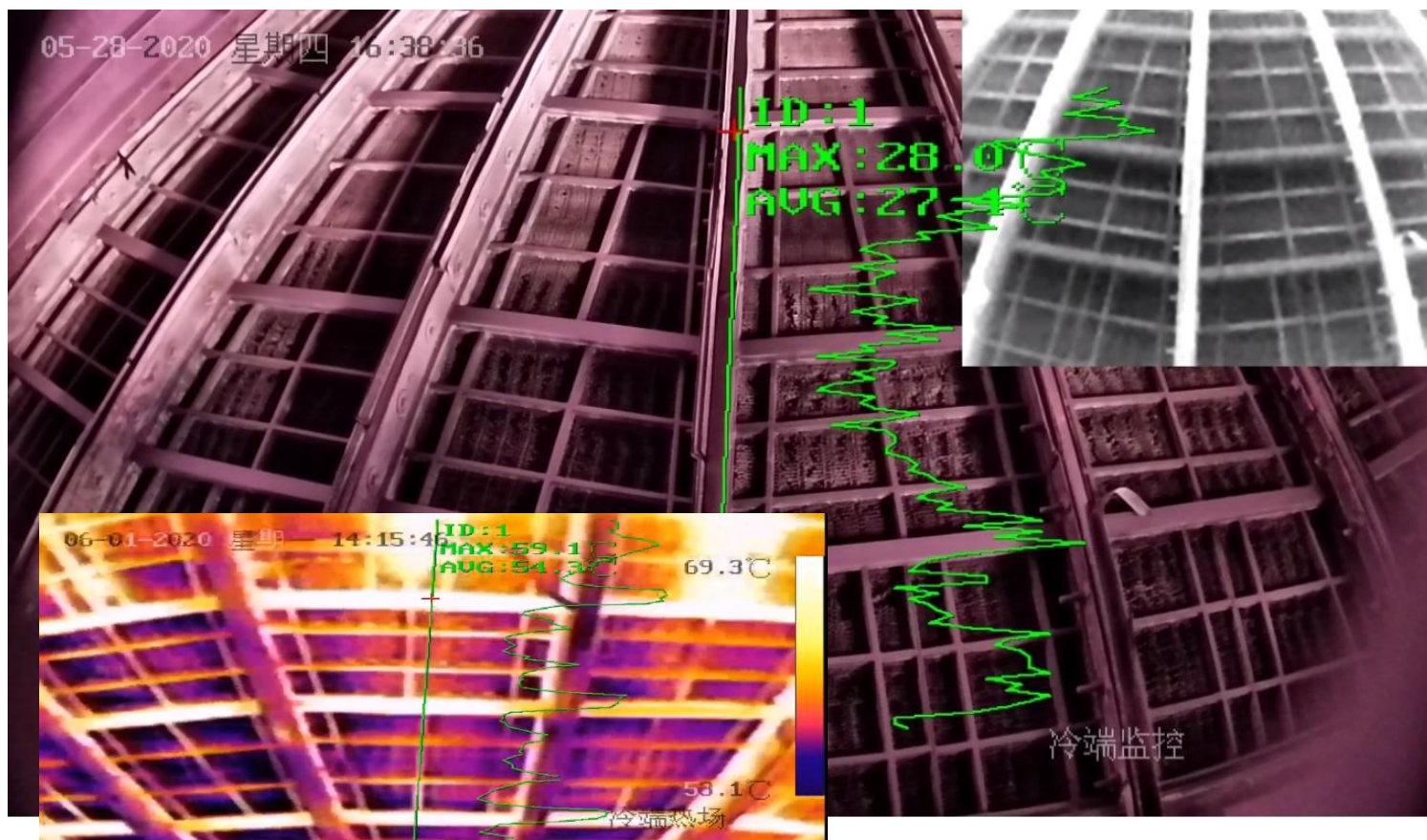
也可用于高碱煤中，及时清除积灰

全伸缩在线高压水



3. 东方锅炉预热器关键技术

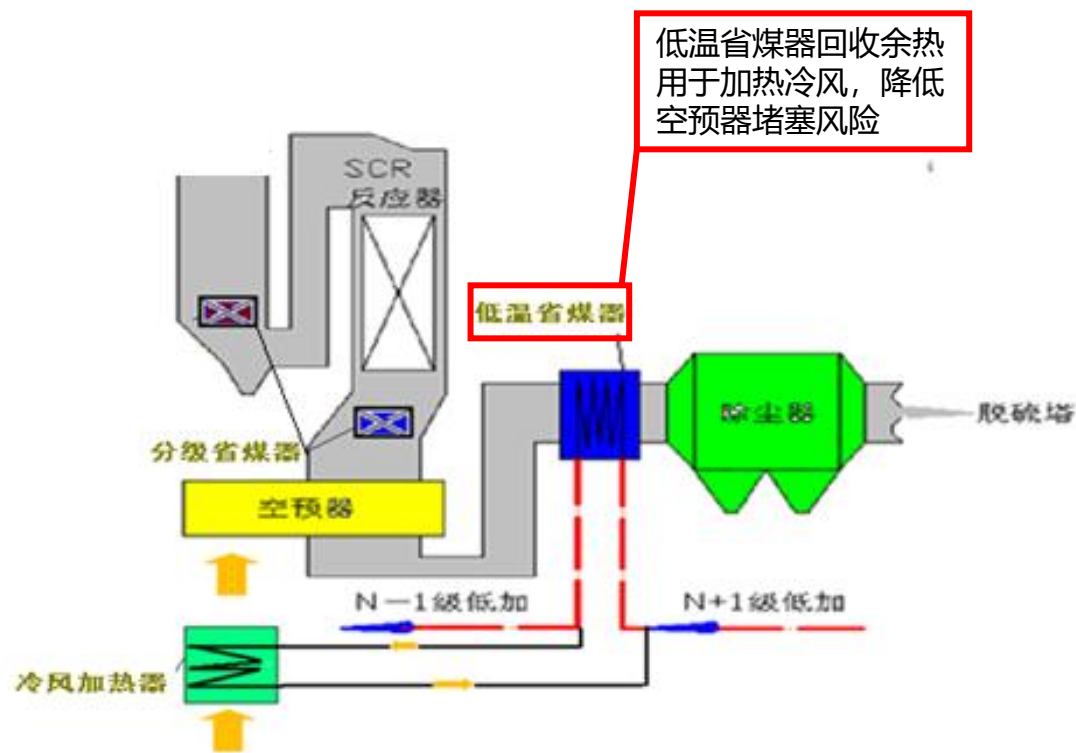
3.2 智能在线清洗



- 实现转子**温度分布**可视化;
- **换热不良区域**定位;
- 径向温度分布显示, **优化吹灰**;
- 对顽固堵塞区域进行**在线高压水清洗**, 防止板结硬化。

3. 东方锅炉预热器关键技术

3.3 低省联合暖风器



适用范围：硫份含量较高，热效率要求高，容易导致预热器硫酸氢铵堵塞和低温腐蚀的机组。

- 夏季：省煤器回收热，余热用于加热凝结水，减少汽轮机的抽汽。余热大部分回至锅炉，提高锅炉效率。
- 冬季或低负荷，余热大部份用于加热空预器入口的冷空气，提高金属壁温。

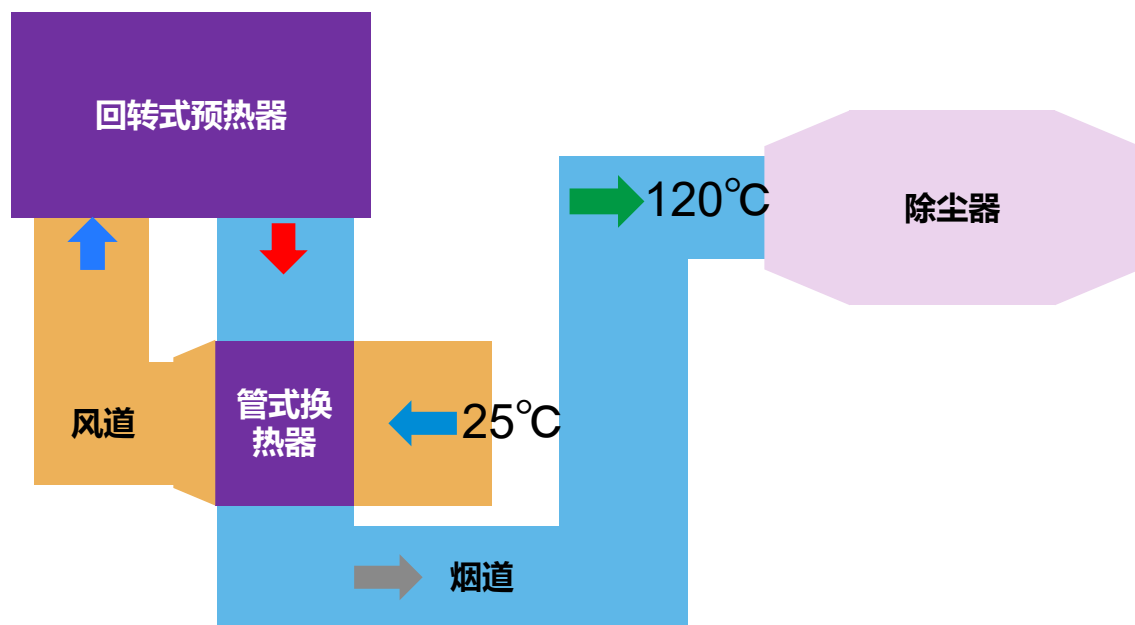
业绩

- ◆ 河南孟津2×600MW机组
- ◆ 山东威海2×330MW机组
- ◆ 山东德州2×700MW机组
- ◆ 东方希望6×330MW机组
- ◆ 东方希望2×135MW机组
- ◆

3.东方锅炉预热器关键技术

3.4 管式耦合联合防堵

专利号：ZL202020246373.8



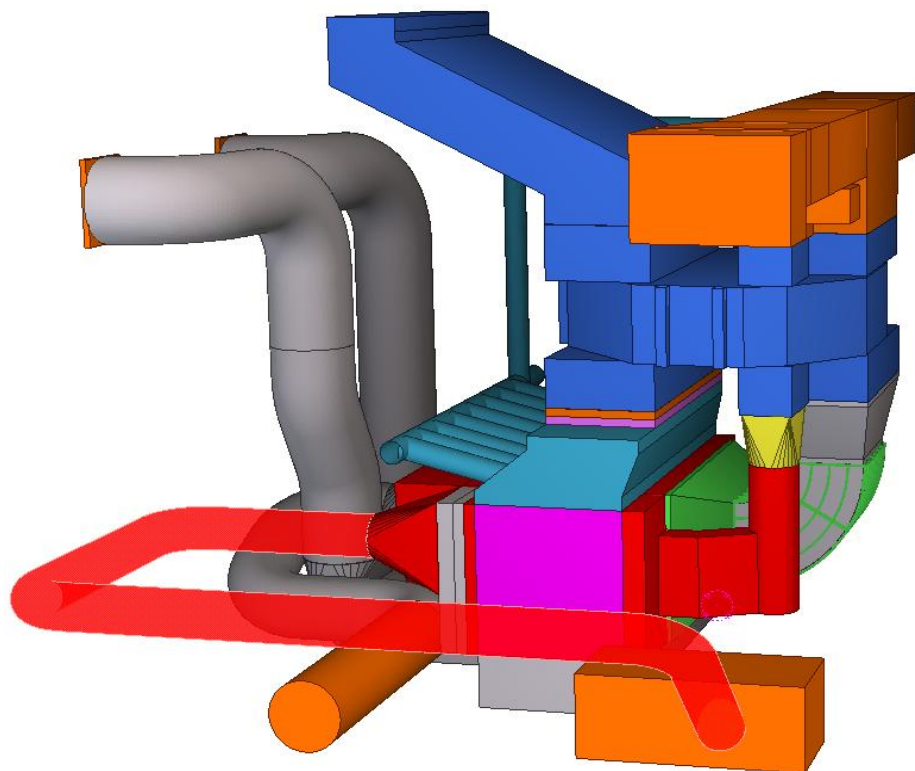
实施方法：

- 1.提高进回转式预热器风温，**彻底杜绝硫酸氢铵堵塞对回转式预热器的影响。**
- 2.降低进除尘器的烟气温度，**提高机组效率。**
- 3.设置可以**在线干烧清除硫酸氢铵**的烟气换热器，将硫酸氢铵干烧后分解带入烟气中排走。

适用范围：硫份含量极高极易堵塞的机组，解决暖风器的泄漏、温升不足的问题。

3.东方锅炉预热器关键技术

3.4 管式耦合联合防堵



重庆某电厂改造前后运行数据对比

项目	单位	改造前	改造后
负荷	MW	289.3	326.2
主蒸汽流量	t/h	885	993
回转式进口烟温	℃	373	360
回转式出口烟温	℃		180
除尘器进口烟温	℃	146	110
管式预热器进口一次风温	℃	/	21
管式预热器进口二次风温	℃	/	21
回转式进口一次风温	℃	40	123
回转式进口二次风温	℃	30	100
回转式出口一次风温	℃	277	301
回转式出口二次风温	℃	298	316
烟气换热效率	%	68.5	72.8

3.东方锅炉预热器关键技术

3.4 管式耦合联合防堵

改造收益

锅炉效率

- 排烟温度降低 $\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，热风温度提高 $\sim 30^{\circ}\text{C}$
- 锅炉效率提高**1.16%**，节约煤耗**3.7g/KWh**

蒸汽暖风器

- 取消蒸汽暖风器，单台炉年节约**850万元**（电厂提供，按每年投运3个月计算）

烟风阻力

- 总阻力降低673Pa
- 风机电耗降低

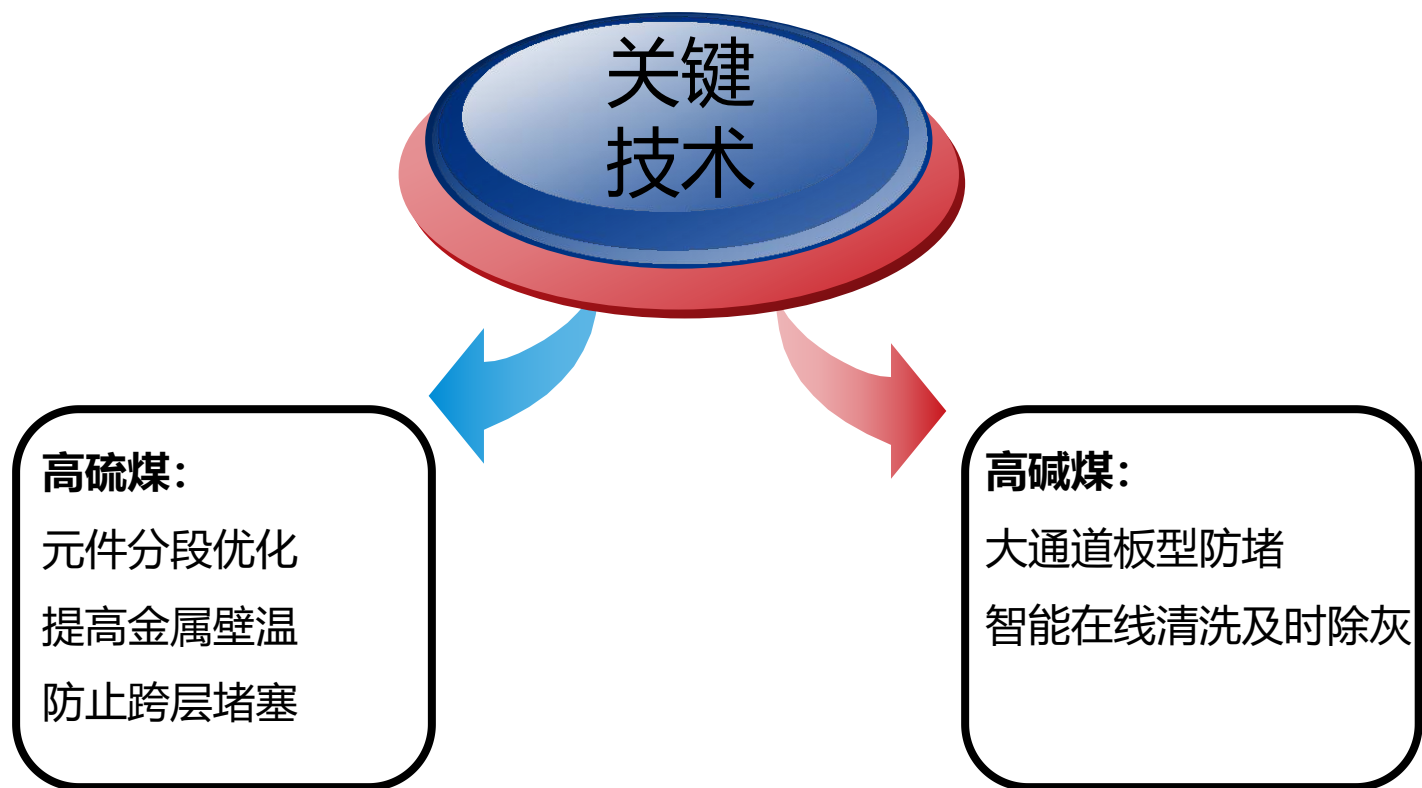
其他

- 热风温度提高，燃烧效率提高，飞灰减少
- 除尘效率提高、脱硫水耗降低等

4

总结

4.总结



共创价值 共享成功

THANKS

绿色动力 驱动未来