



华电电力科学研究院

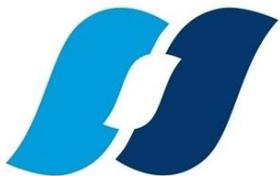


火电机组整体节能减排优化 及典型案例分析

2014.01---杭州
秦鹏

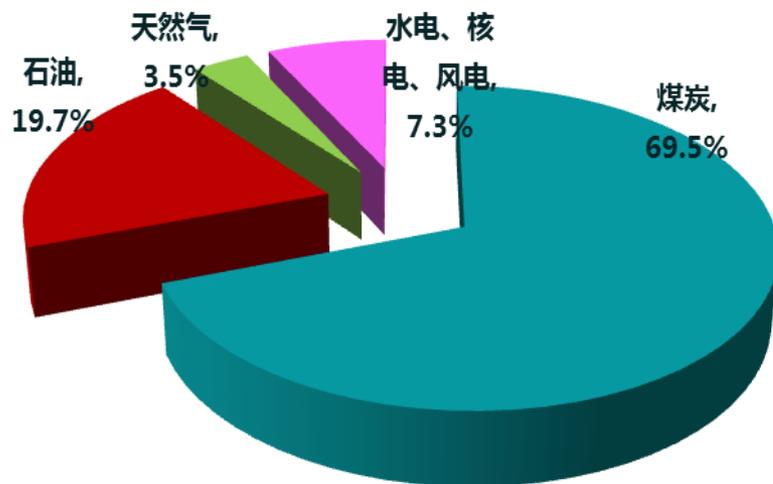


- 1 火电机组能耗现状
- 2 整体节能减排优化简介
- 3 节能减排优化应用专项
- 4 典型案例分析



一、火电机组能耗现状

- 2012年全球煤炭消费量为76.3亿吨。中国煤炭消费为38.3亿吨，占比50.2%。在未来相当长时期内，煤炭作为主体能源的地位不会改变，煤炭消费量还将持续增加。
- 2012年燃煤火力发电量9.6亿kW，增长7.8%，低于发电总量的整体增长；核电0.4亿kW（增长29.9%）；天然气发电0.56亿kW（16.2%）；风力发电1亿kW（增长26.4%）；太阳能发电0.21亿kW（增长89.5%），增幅明显攀升。





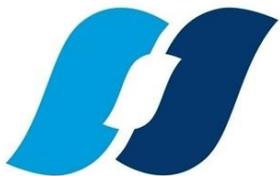
一、火电机组能耗现状

中国发电设备装机容量 (MW)

名称	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
总装机容量	391408	442387	517185	623698	718216	792730	874070	962190	105576	1144910
火电装机容量	289771	329480	391376	483822	556074	602860	652050	706630	765460	819170
水电装机容量	94896	105242	117388	130292	148232	172600	196790	213400	230510	248900
核电和风电	6364	7014	7014	7014	8850/ 4200	8850/ 8390	9080/ 19130	10820/ 31070	12570/ 45050	12570/ 60830

中国燃煤机组构成

截至2012年底，在役超超临界1000MW机组56台、500~900MW燃煤机组442台、在役300~399MW燃煤机组806台、200~299MW机组234台、100~199MW机组332台。



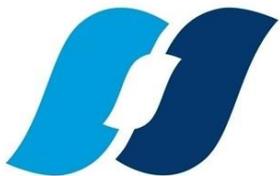
一、火电机组能耗现状

近年煤耗数据



“十二五”电力节能减排目标

指 标	2010年 基准值	2015年	
		目标值	目标来源
供电煤耗 (克标准煤/千瓦时)	333	323	国家“十二五”规划
SO ₂ 排放系数 (克/千瓦时)	2.9	1.5	国家“十二五”规划
NO _x 排放系数 (克/千瓦时)	3.4	1.5	国家“十二五”规划



二、整体节能减排优化简介

主要措施：

- 继续淘汰落后产能，积极发展大容量、高参数、高效率机组
- 在供热负荷落实地区优先发展热电联产
- 继续加大现役火电机组节能降耗技术改进

节能潜力预测：

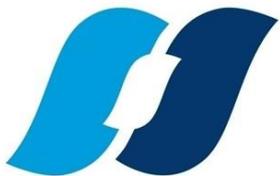
参数名称	供电煤耗
1000MW等级超超临界湿冷机组	2.5
660MW等级超超临界湿冷机组	3
600MW等级超临界湿冷机组	4.5
300MW~600MW等级亚临界机组	5.5
全国300MW及以上机组	7



二、整体节能减排优化简介

近年来华电电力科学研究院致力于燃煤机组整体节能减排优化工作，并取得可喜成绩。主要工作有以下阶段：

- 能耗诊断（对发电过程中的流程、设备、系统、控制、运行、安装、维修等所有环节，通过分析、计算、试验、调整等，查找偏离设计值参数或者其他性能指标，对设计工况和系统进行核算，分析存在的节能潜力，提出降低能耗水平的改进措施，并给出措施落实后可实现的能耗水平）
- 整体节能减排优化（分机组级、系统级、设备级进行优化，使最终供电煤耗最低）
- 能耗鉴定（对优化环节进行分析、计算、试验、调整等，鉴定优化效果）



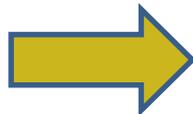
二、整体节能减排优化简介





二、整体节能减排优化简介

- 制粉系统优化
- 燃烧系统优化
- 烟风系统优化
- 烟气余热利用
- 汽轮机系统提效
- 汽轮机冷端系统优化
- 给水回热系统优化



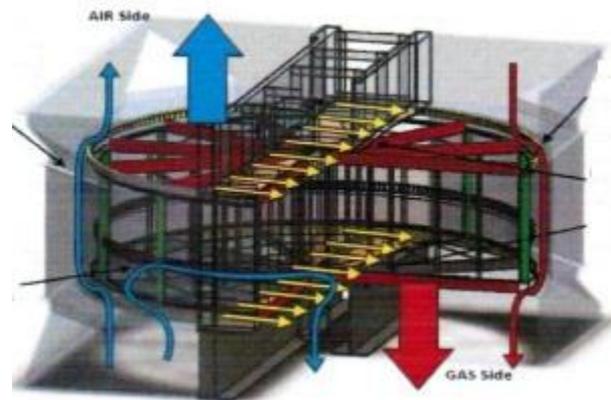
机组整体节能优化设计

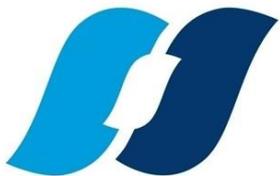


三、节能减排优化应用专项——空预器优化

排烟温度高

- (1) 机组运行参数偏离设计要求
- (2) 蓄热元件磨损、腐蚀（老机组）
- (3) 设计达不到要求（新机组）
- (4) 加工、安装质量不达标

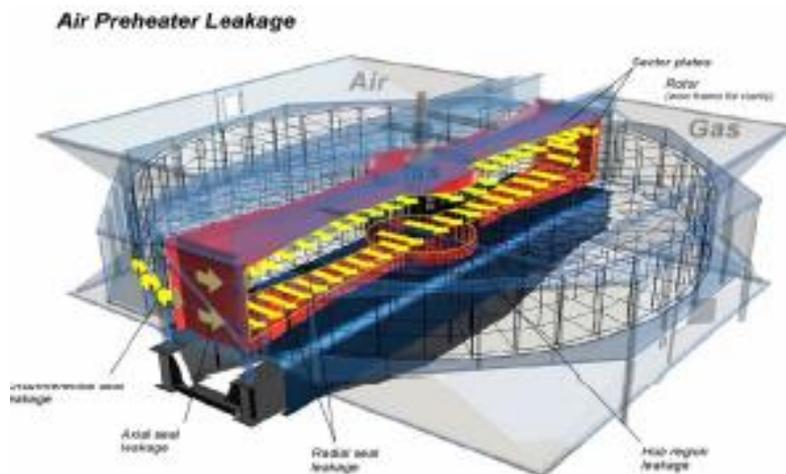




三、节能减排优化应用专项——空预器优化

空预器漏风

空预器密封技术的发展趋势，改造后漏风率可控制在5%，大修期内不超过7%，目前国内百余台机组已成功改造。





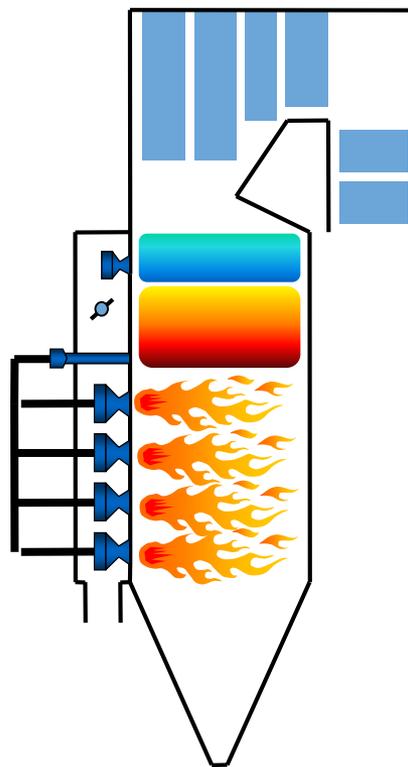
三、节能减排优化应用专项——燃烧器优化

低NOX燃烧（器）系统

- (1) 角式切圆燃烧
- (2) 墙式对冲燃烧
- (3) “W” 火焰燃烧

改造原理：

- (1) 强化燃烧
- (2) 燃烧器浓淡分离
- (3) 炉膛深度分级
- (4) 煤粉再燃





三、节能减排优化应用专项——制粉系统优化



管网系统阻力优化



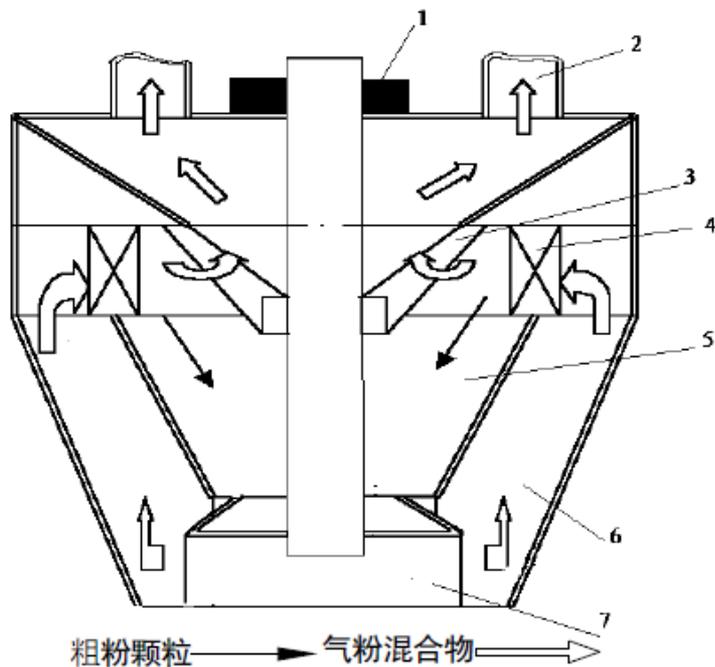
制粉系统缺陷改造



分离器

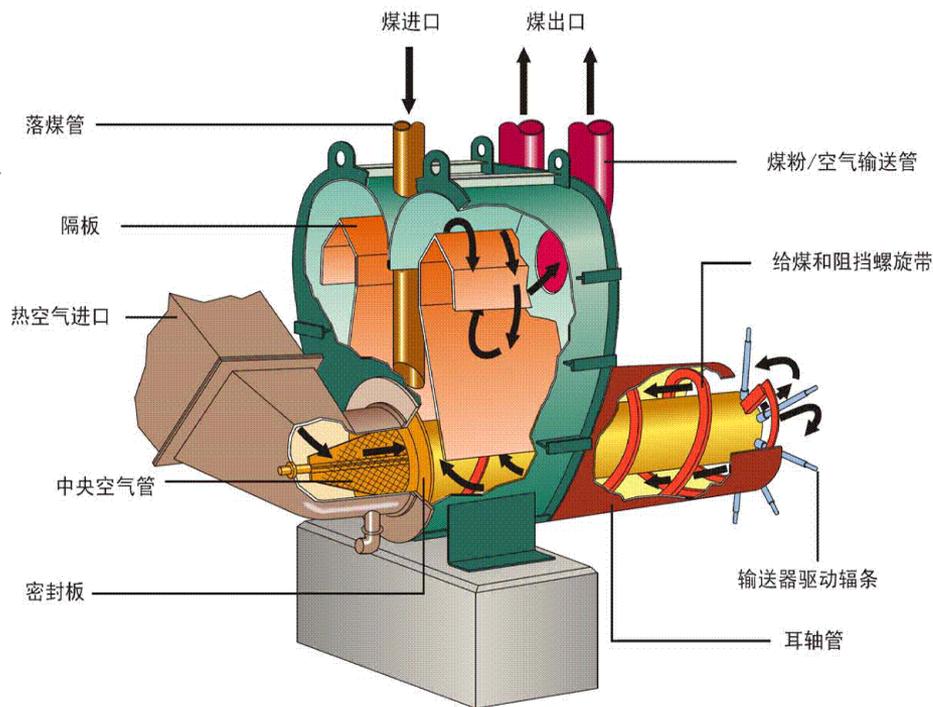


三、节能减排优化应用专项——制粉系统优化

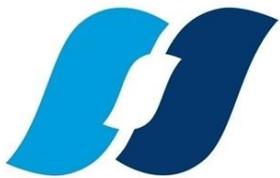


1、传动机构 2、出粉口 3、动叶轮 4、静叶轮
5、回粉筒 6、外壳 7、进粉口

动态分离器



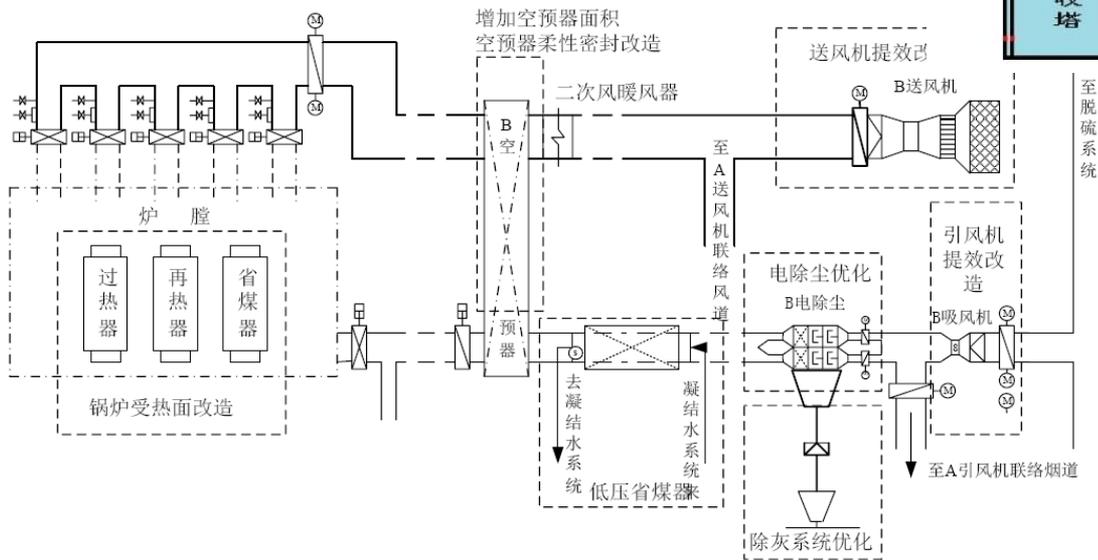
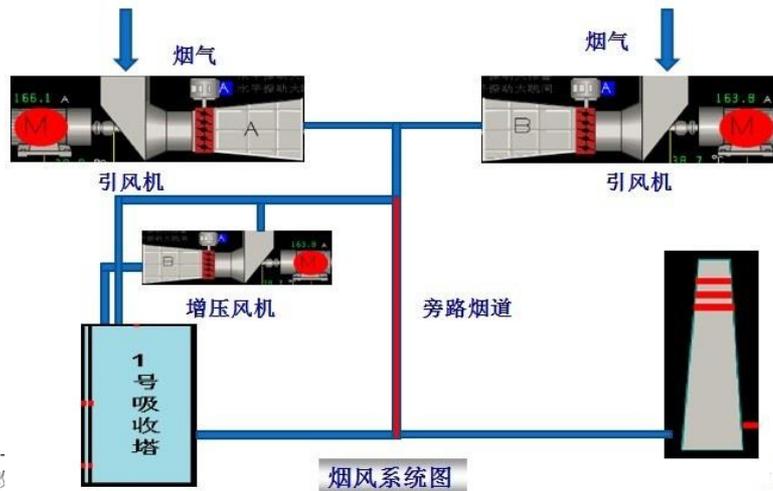
双蜗壳分离器



三、节能减排优化应用专项——烟风系统优化

风机选型存在的问题

- (1) 国家设计标准和规范落后
- (2) 设计计算时所选空气流量备用系数偏大
- (3) 设计院选型按标准选备用系数常选上限值
- (4) 风机厂只有固定的型号





三、节能减排优化应用专项——烟风系统优化

改造技术要点

- (1) 引风机、增压风机性能测试
- (2) 风烟系统阻力分析
- (3) 设备现状及烟风系统匹配状况分析
- (4) 提出引风机、增压风机合并改造或其它满足环保改造的不同风机方案
- (5) 锅炉炉膛内爆计算，烟风道强度校核
- (4) 小汽轮机选型、风机选型及小汽轮机进汽方式选择计算等
- (5) 风机和小汽轮机避免共振频率计算及变转速风机运行曲线分析

现行政策执行遇到的问题

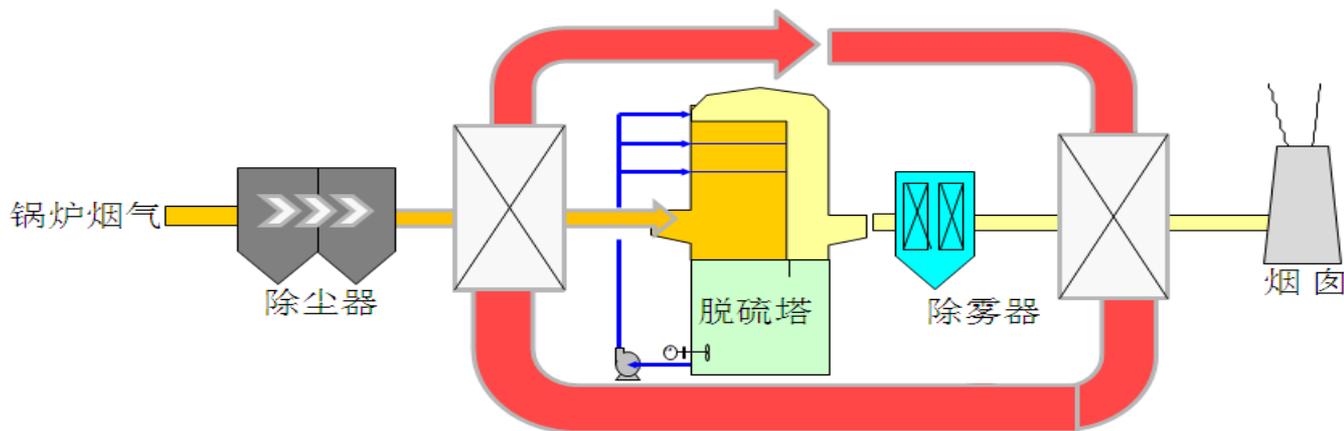
- (1) 脱硝、电除尘、脱硫增容、脱硫旁路取消等环保改造需要

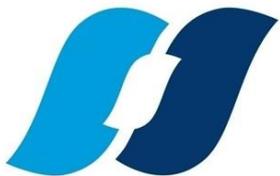




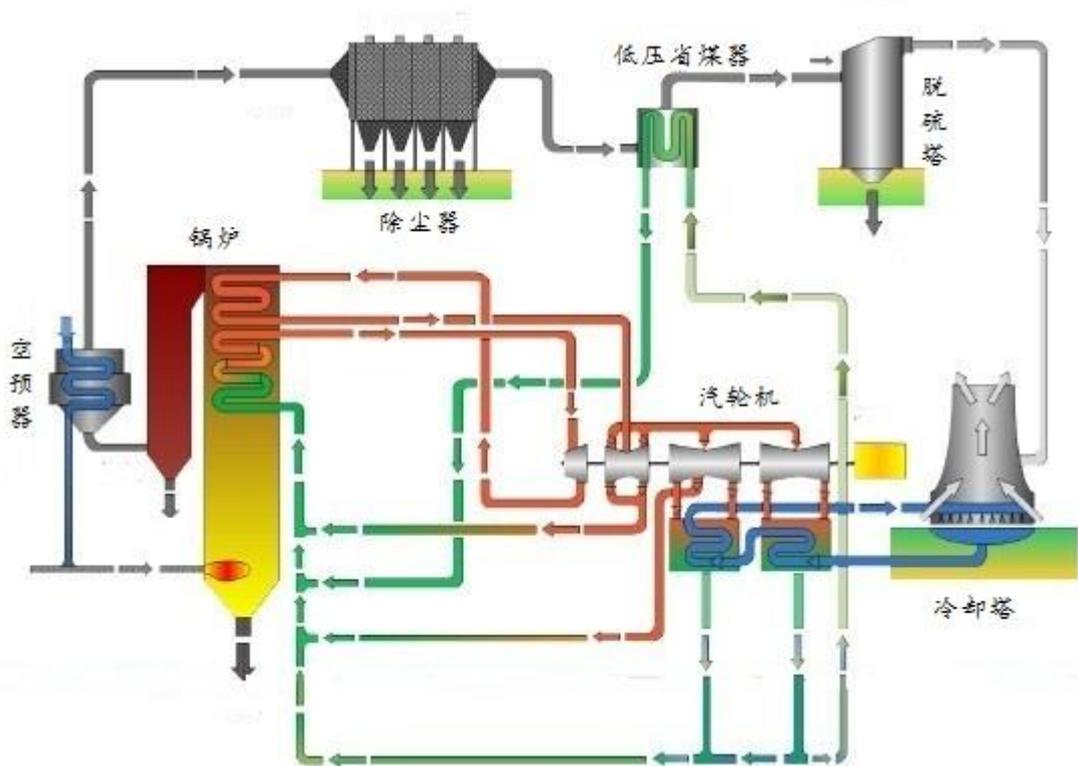
三、节能减排优化应用专项——烟气余热利用

利用脱硫塔前的烟气热量来对脱硫塔后的净烟气进行加热，换热方式为间接换热，脱硫塔前的烟气与净烟气不会接触，避免了传统的漏风等问题，同时IGGH 换热器的壁面温度可进行实时控制，不会出现GGH 的腐蚀问题。





三、节能减排优化应用专项——烟气余热利用



改造技术要点

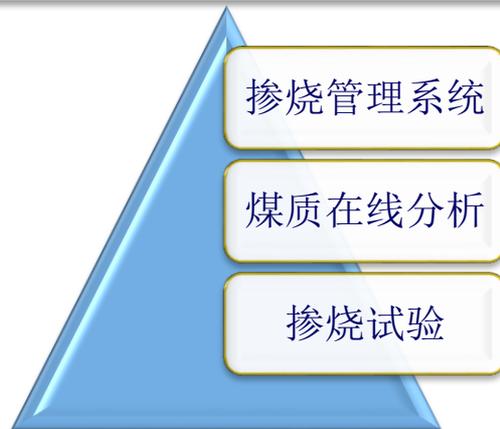
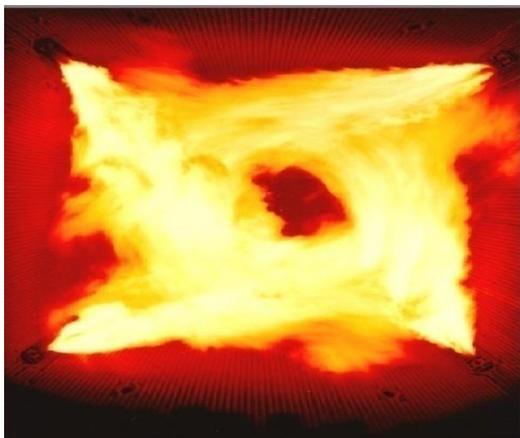
- (1) 低压省煤器位置选择;
- (2) 避免低温腐蚀及积灰的设计和材料选择;
- (3) 工质接入系统位置选择;



三、节能减排优化应用专项——掺煤及燃烧优化调整

燃烧调整方向

- ◆ 设备可靠性，安全稳定运行
- ◆ 经济运行，降低厂用电，提高锅炉效率
- ◆ 减少污染物排放



◆ 冷态调整

风门检查、挡板检查、
燃烧器摆角检查、冷态空气动力场

◆ 热态调整

再热汽温的调整 排烟温度的调整
排烟氧量的调整 飞灰、大渣的调整
结焦的调整 变煤种调整 污染物排放调整

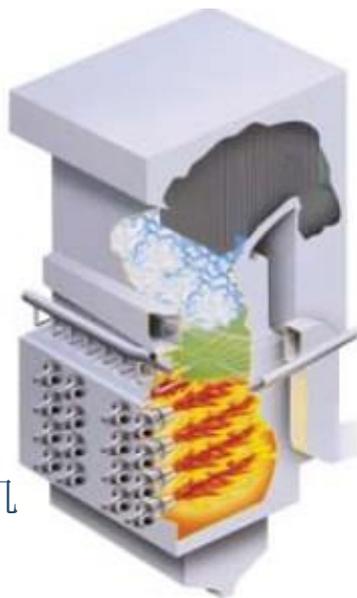


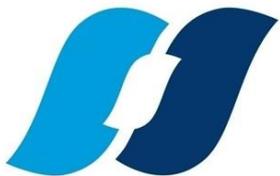
三、节能减排优化应用专项——基于先进控制的燃烧优化

利用先进的人工神经网络技术、统计学回归分析和模糊数学等工具，为锅炉系统的多重的输入和输出运行参数之间建立非线性动态数学模型，经过优化目标预测和验证计算，建立优化运行模式，达到锅炉系统全面优化。

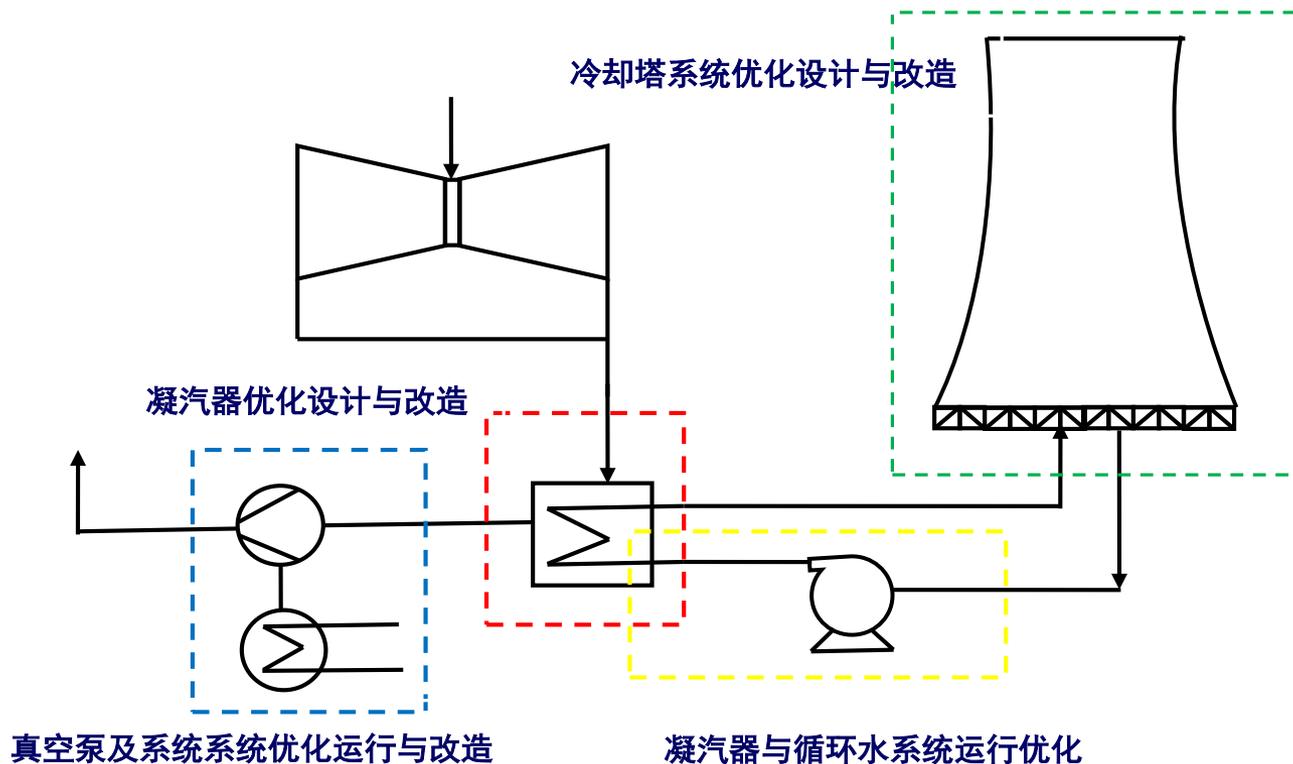
采用预测控制实现AGC的快速响应及机组全程滑压运行的经济性目标。

案例： 负荷响应时间由常规控制方式下的1-2分钟提高到了20-40秒，全过程实际平均变负荷率达到了2%/min、3%/min以至5%/min的速率。





三、节能减排优化应用专项——汽轮机冷端优化

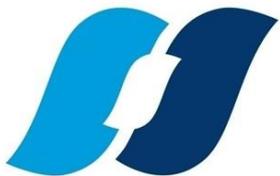




三、节能减排优化应用专项——提高再热汽温

国外典型机组设计参数

电厂名称	所属国家	机组容量(MW)	主汽压力(MPa)	主汽温度(°C)	再热气温(°C)
碧南电厂	日本	700	24.1	538	566
碧南电厂	日本	700	24.1	538	593
碧南电厂	日本	1000	24.1	566	593
川越电厂	日本	700	31	566	566/566
常陆那珂	日本	1000	24.5	600	600
广野	日本	600	24.5	600	600
Neurath	德国	1100	27.2	580	605
Nordjylland	丹麦	415	29	582	580/580
Iskenderun	土耳其	660	21	541	539
Rostock	德国	550	26.5	545	562
AVEDOREVARKET	丹麦	415	30.5	582	600
HEMMEG	挪威	680	27.8	580	580



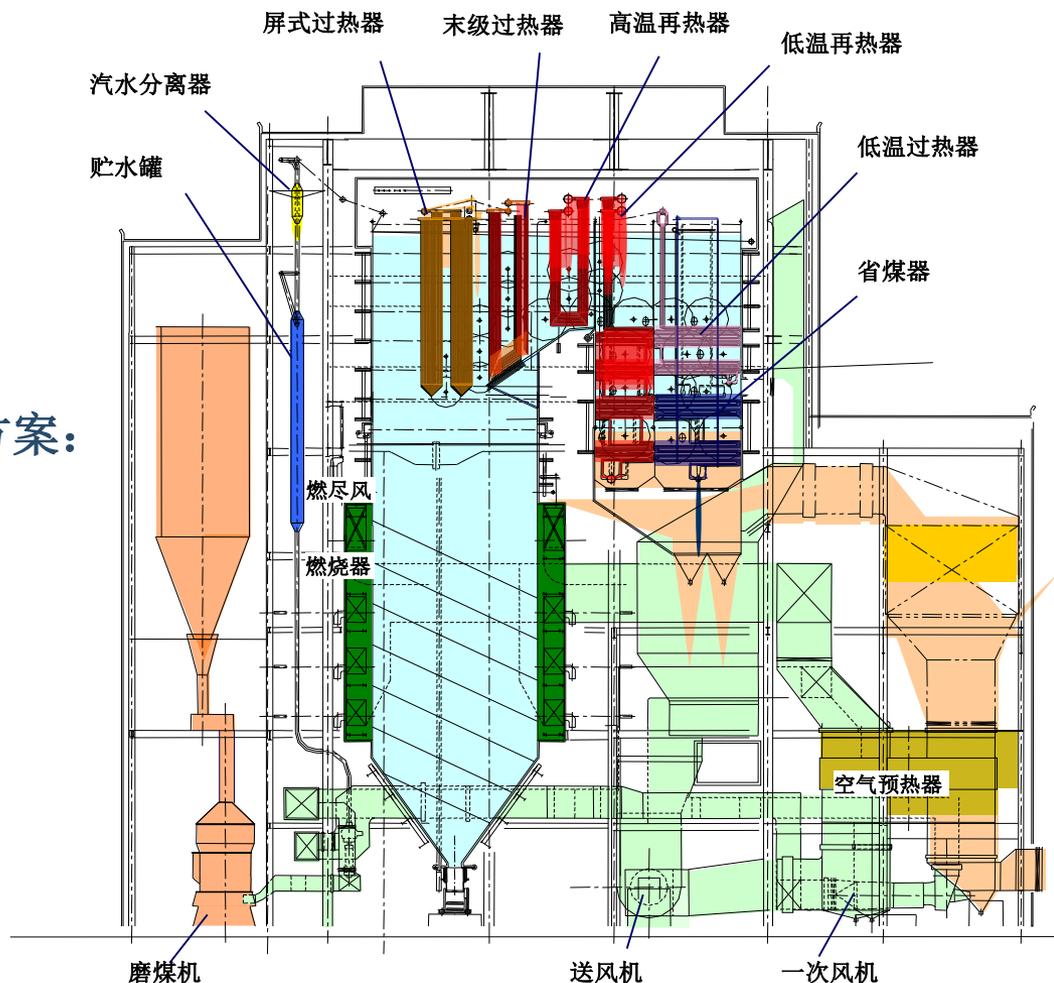
三、节能减排优化应用专项——提高再热汽温

提高再热汽温的优点:

- (1) 提高循环热效率
- (2) 提高乏汽的干度

提高再热汽温的改造方案:

- (1) 只增加高温再热器
- (2) 只增加中温再热器
- (3) 壁再+中再+高温
- (4) 增加附加再热器





四、典型案例分析

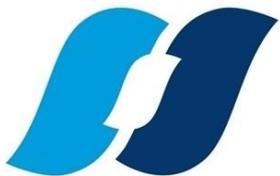
序号	改造项目	节约煤耗 g/kWh
1	燃烧控制系统优化	0.8
2	空预器系统优化改进	0.8
3	蒸汽吹灰优化改造	0.2
4	引风机节能改造	0.4
5	燃烧优化调整试验	0.5
6	汽轮机本体节能/增容改造	5.5
7	真空泵改造	0.15
8	冷却塔改造	0.5
9	循环水泵运行优化	0.6
10	汽轮机运行优化	0.5
11	热力系统改造	1.5
总计		11.55



五、结语

在华电节能降耗工作中发挥积极作用

- 华电集团高度重视整体优化工作，发挥电科院技术优势，将整体优化作为节能工作的主抓手，并取得了可喜成绩。
- 从2008年起，对投产3年以上机组开展全面能耗诊断与节能评估；
- 2009~至今，分步对集团所有火电机组（200MW~1000MW）进行整体优化改造工作；
- 经统计，2008年至今，华电集团实施整体优化工作机组平均供电煤耗下降12g/kWh以上。



新 创 谐 和 真 求 实 诚



谢谢!

秦鹏

电话: 0571-85246729

手机: 15268120066

Email: peng-qin@chder.com