

CFB协作网2011年度 工作总结与2012年度 工作计划

李建锋

全国电力行业CFB机组技术交流服
务协作网

2011.11



2011年度主要工作总结

- 2011年1月，完成了碧水蓝天环境工程有限公司委托的全国流化床锅炉脱硫现状调研工作
- 2011年3月，开展了CFB锅炉节能诊断工作
- 2011年5月，组织召开了标准编制会议
- 2011年6月，对华宇铝电135MWe供热机组进行了节能技改
- 2011年7月，完成了新的机组竞赛报送系统
- 2011年8月，开展了2010年度机组竞赛工作，并撰写了机组竞赛分析报告
- 2011年1~11月，编辑出版了11期<电站信息>
- 2011年11月，组织召开了本届年会
- 完成的或参与完成的其他项目有中电联-国际能源署关于中国300MW老旧火力发电厂节能诊断项目（2011年7月）、国投公司5台600MW机组的节能诊断后评估项目（2011年8月）、超（超）临界会议、空冷会议等。

[illegible]

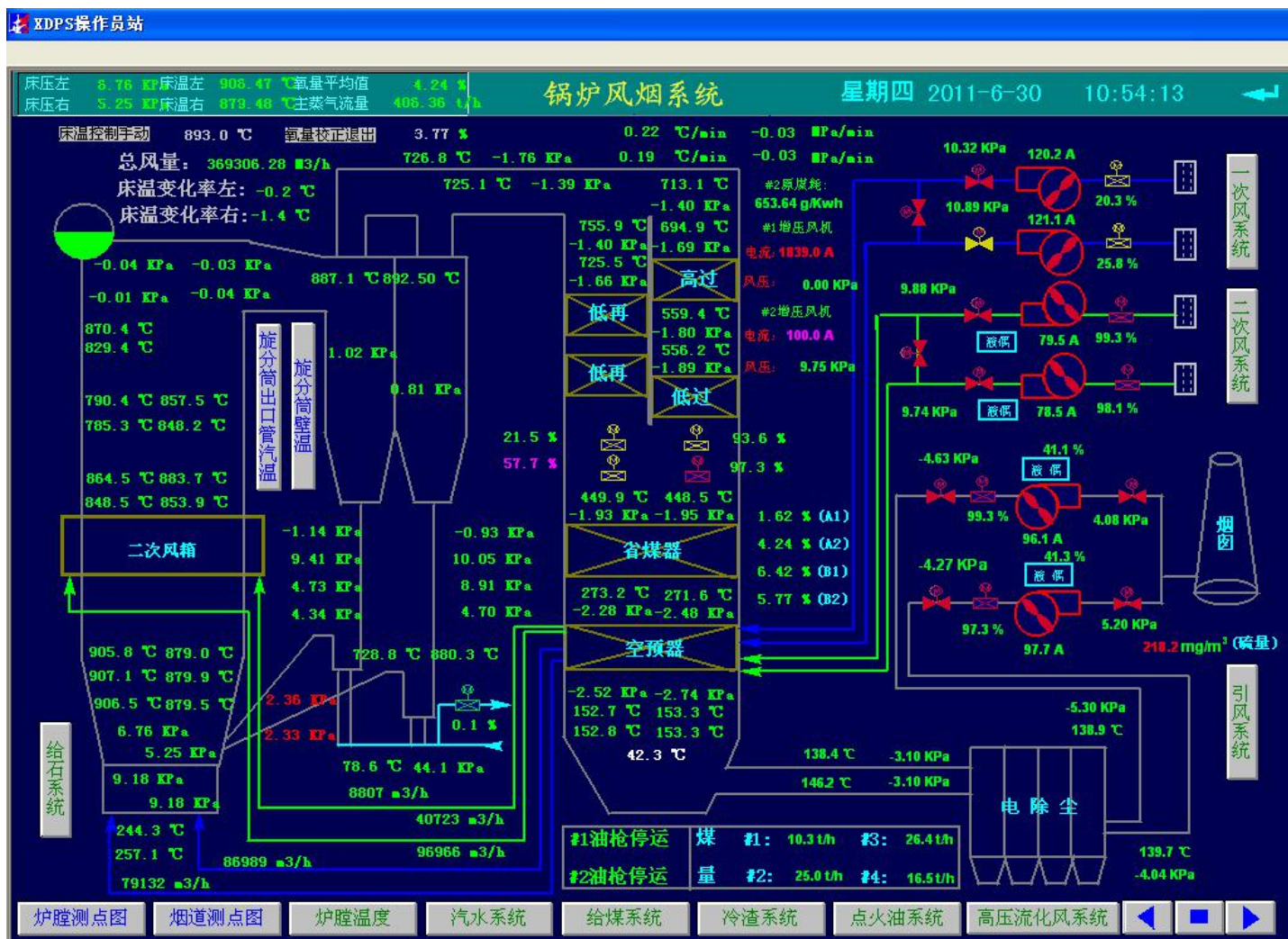
组织召开了标准编制会议

- 一个标准正在征求意见；另外三个标准已经有两个完成初稿。



对华宇铝电热电厂进行了技术改造

- 改造后
飞灰含
碳量与
厂用电
量均有
了较大
幅度的
下降。





完成了新的机组竞赛报送系统

全国发电企业 数据统计与分析系统

↓ 用户登录 User Login

用户名

密 码

登录

申请



全国发电企业数据统计与分析系统

系统菜单

2011年06月17日 星期五

报送数据维护

- 电厂基本信息维护
- 机组基本信息维护
- 主机信息维护
- 辅机信息维护
- 耐火耐磨信息维护
- 设计调试单位信息维护
- 煤质资料及脱硫数据维护
- 机组参数信息维护
- 环保及综合利用信息维护
- 可靠性信息维护
- 经济性信息维护
- 环保性信息维护
- 检修时间信息维护
- 填报人信息维护

数据查询

指标统计分析

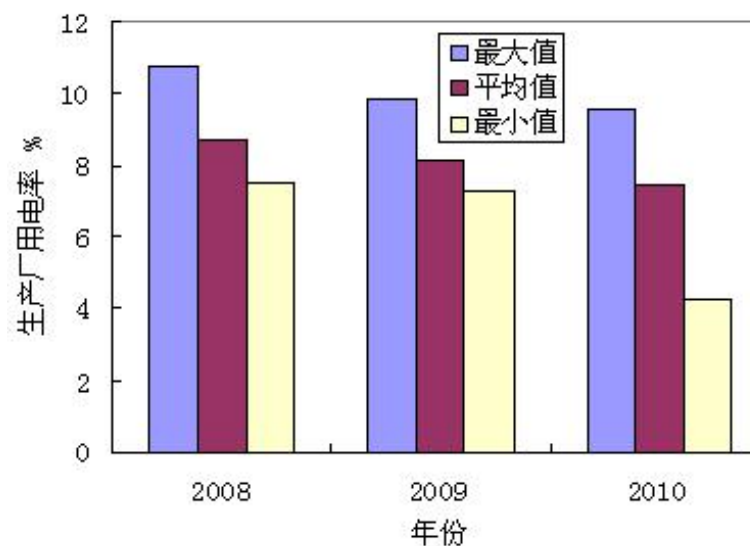
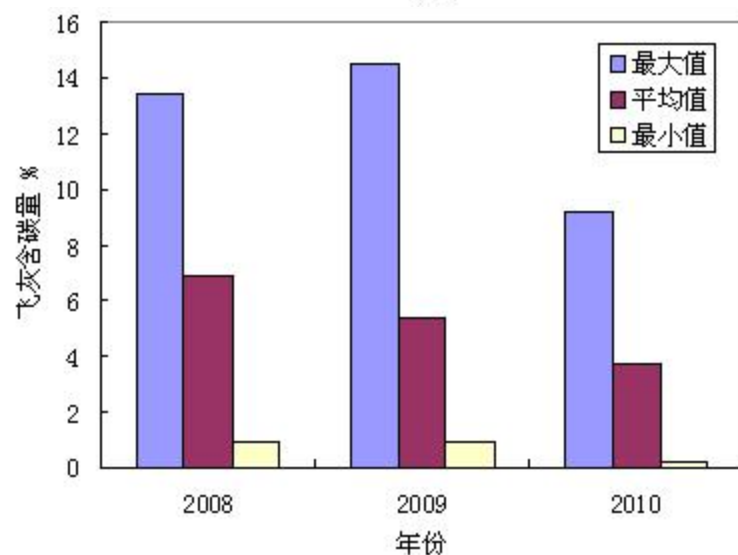
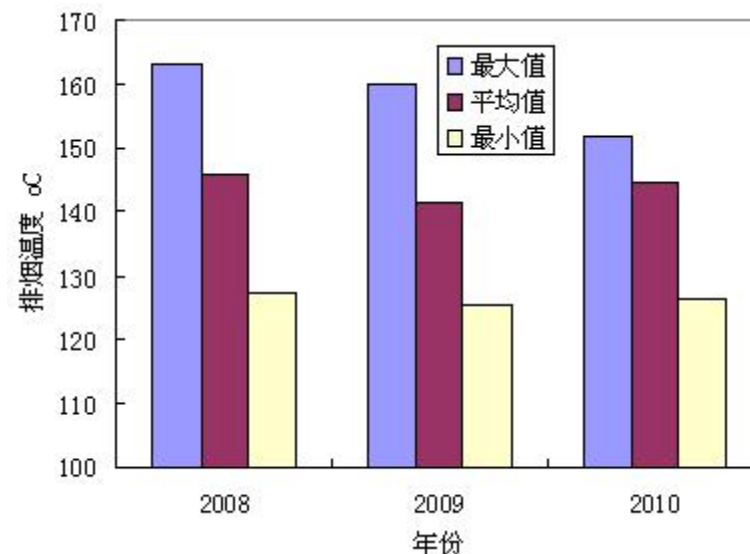
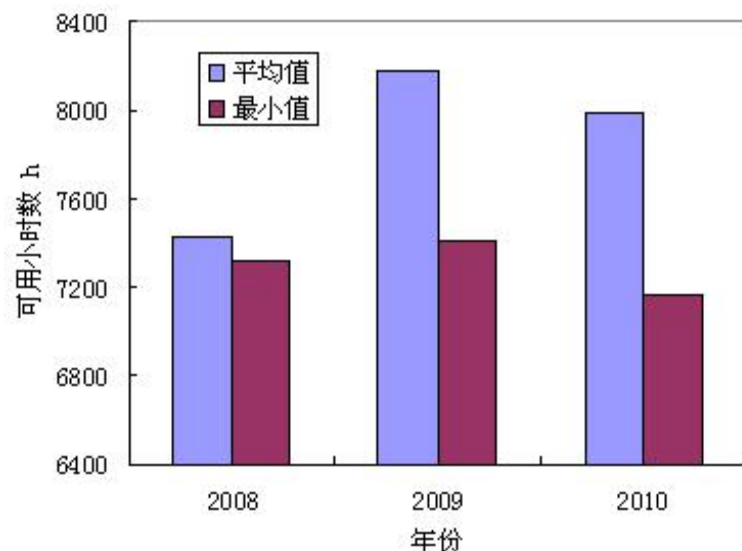
参数维护

当前位置: 资源中心 > 管理员资源 > 报送数据维护

名称	类型	描述	操作
电厂基本信息维护	带参数表单的行式填报表	电厂基本信息维护	
机组基本信息维护	带参数表单的行式填报表	机组基本信息维护	
主机信息维护	带参数表单的行式填报表	主机信息维护	
辅机信息维护	带参数表单的行式填报表	辅机信息维护	
耐火耐磨信息维护	带参数表单的行式填报表	耐火耐磨信息维护	
设计调试单位信息维护	带参数表单的行式填报表	设计调试单位信息维护	
煤质资料及脱硫数据维护	带参数表单的行式填报表	煤质资料及脱硫数据维护	
机组参数信息维护	带参数表单的行式填报表	机组参数信息维护	
环保及综合利用信息维护	带参数表单的行式填报表	环保及综合利用信息维护	
可靠性信息维护	带参数表单的行式填报表	可靠性信息维护	
经济性信息维护	带参数表单的行式填报表	经济性信息维护	
环保性信息维护	带参数表单的行式填报表	环保性信息维护	
检修时间信息维护	带参数表单的行式填报表	检修时间信息维护	
填报人信息维护	带参数表单的行式填报表	填报人信息维护	



组织机组竞赛





CHINA
ELECTRICITY
COUNCIL
中国
电力企业
联合会

编辑出版了11期《电站信息》

全国发电机组技术协会 全国电力技术市场协会 主办



侧齿汽封 钻石品质

大港金山发电厂汽机 侧齿汽封改造后效率 70.12% (汽机效率提升 0.12%)

大唐惠州发电厂汽机 侧齿汽封改造后效率 6.4% (汽机效率提升 0.4%)

湖南红宇耐磨新材料股份有限公司 侧齿汽封改造后效率 6.07% (汽机效率提升 0.07%)

辽宁清河发电厂汽机 侧齿汽封改造后效率 5.80% (汽机效率提升 0.80%)

山东鲁能泰山发电厂汽机 侧齿汽封改造后效率 5.80% (汽机效率提升 0.80%)

轻松超越每次承诺

TK系列侧齿汽封 (中国专利号: 032113455)

销售热线: 010-8566-6700
售后服务: 010-8566-6708

- 100% 超越合同承诺值, 60% 达到承诺值的1.5倍以上
- 侧齿及顶齿与本体为一体
- 绝对安全, 同种材质, 相同外形尺寸
- 传统安装方法, 无需培训
- 已应用于国内外 300 多台各式汽轮机, 至今未发生任何起机振动, 起机困难等事故
- 高效节能, 2009 年权威部门测试报告表明整机改造侧齿汽封贡献, 节省至少 4 克, 平均 5.6 克
- 节能效果稳定, 使用寿命可达 8 年
- 数控电火花成型工艺, 保证尺寸精度
- 极其适用于高中低压缸的隔板、轴封、过桥及平衡活塞位置
- 避免环向汽隙振动, 减少气流激振力, 保护机组安全
- 投资收益高, 3-6 个月可回收投资成本
- 一般 300MW 机组整机改造年收益可达 450-600 万元

HARRIER 大连华鸿工业技术有限公司
http://www.harrier2000.com

全国发电机组技术协会 全国电力技术市场协会 主办



湖南红宇耐磨新材料股份有限公司

HONYU WEAR-RESISTANT NEW MATERIALS CO., LTD

红宇耐磨带您迈向高效节能新领域

湖南红宇耐磨新材料股份有限公司是一家专业从事耐磨铸件的研发、设计、生产及技术应用服务的企业。公司通过长期深入的研究, 根据客户的设备参数、物料(煤、煤矸石、石头)特性、磨煤指标, 可诊断出研磨工艺环节存在的问题, 并创造性地开发出了钢球磨煤机制粉应用技术解决方案(该应用技术解决方案须采用本公司的专利产品高效节能衬板、新材料磨球)。应用方案为磨煤机的节能降耗开辟了新的途径。

钢球磨煤机的三大消耗为电耗、球耗、衬板消耗。一台磨煤机运行一天, 电耗的一万元, 球耗的二千元, 衬板消耗约五百元。使用高效节能衬板, 一天可降低磨煤机电耗三千元左右, 超过了球耗和衬板消耗费用之和。

产品技术特点:

- 1、高效节能衬板个性化设计, 可大幅提高磨煤机的研磨能力。
- 2、新材料磨球具有优良的耐磨性及冲击韧性, 且失圆率低, 性价比高。
- 3、衬板与磨球配套使用, 磨煤机的装球量可以减少 40%~50%, 大幅度减轻了磨煤机的载荷, 从而降低磨煤机电耗 30%~35%, 可提高磨煤机出力 10%~40%, 降低煤粉细度值 2~6 个百分点, 使用户的厂用电率降低 6%。

为社会创造财富 为员工创造机会

地址: 湖南省长沙市金洲新区金沙西路068号 公司联系人: 李俊制 联系电话: 15873851188 0731-87980688
传真: 0731-87982388 E-mail: hn_hy2009@163.com 网址: www.zghy.com



2012年度主要工作计划

- 继续做好网内的服务工作；
- 继续做好电厂的技术改造服务工作；
- 组织申报**2-3**项新行业标准；
- 完成标准的上报工作；
- 开展流化床锅炉机组的无油点火示范工作；
- 开展烟气酸露点测试；
- 开展流化床锅炉降低厂用电率立项示范工作；
- 召开第**11**届年会。



酸露点测试的必要性

公式名称	计算公式	备注
前苏联 1973 年《锅炉机组热力计算标准方法》经验公式	$t_{sld} = t_{sd} + \frac{\beta \sqrt{S}}{1.05 a_A}$	式中 t_{sd} 为纯水蒸汽露点, °C; S 为燃料折算硫份, %; A 为燃料折算灰分, %; a_A 为飞灰份额; β 为系数, 一般取 125.
穆勒曲线拟合公式	$t_{sld} = 116.5515 + 16.06329 \lg V_{SO_3} + 1.05377 (\lg V_{SO_3})^2$	式中 V_{SO_3} 为烟气中 SO_3 的体积百万分率
Halstead 曲线拟合公式	$t_{sld} = 113.0219 + 15.0777 \lg V_{H_2SO_4} + 2.0975 (\lg V_{H_2SO_4})^2$	式中 $V_{H_2SO_4}$ 为烟气中 H_2SO_4 的体积百万分率
A.G.Olkos 公式	$t_{sld} = 10.8809 + 27.6 \lg p_{H_2O} + 10.83 \lg p_{SO_3} + 1.06 (\lg p_{SO_3} + 2.9943)^{2.19}$	式中 p_{H_2O} 为烟气中水蒸气的分压力, Pa; p_{SO_3} 为烟气中 SO_3 的分压力, Pa
美国 Verhoff & Branchero 估算公式	$1000/(t_{sld} + 273.15) = 1.7842 + 0.0269 \lg p_{H_2O} - 0.1029 \lg p_{SO_3} + 0.0329 \lg p_{H_2O} \lg p_{SO_3}$	
日本电力研究所估算公式	$t_{sld} = 20 \lg V_{SO_3} + a - 80$	式中 a 为与烟气的水分有关的常数, 当水分体积比为 5%, 10% 和 15% 时, 分别取 184、194、201;
含实验常数的估算公式	$t_{sld} = t_{sd} + B (p_{H_2SO_4})^n$	式中 $p_{H_2SO_4}$ 为烟气中 H_2SO_4 的分压力, Pa; B 、 n 为实验常数
Haase & Borgmann 估算式	$t_{sld} = 255 + 27.6 \lg p_{SO_3} + 18.71 \lg p_{H_2O}$	式中分压力的单位为 atm
Bapahoba 公式	$t_{sld} = 186 + 26 \lg \phi_{SO_3} + 20 \lg \phi_{H_2O}$	式中 ϕ_{H_2O} 、 ϕ_{SO_3} 为烟气中水蒸气和 SO_3 的体积百分含量, %



流化床锅炉机组降低厂用电技术

- **2011年2月**，提出技术方案，开展了初步的技术论证；
- **2011年3月**，向国家专利局提交了专利申请；
- **2011年8月**，与内蒙古电力勘测设计院签署合作协议，开展系统的概念设计工作；
- **2011年9月**，召开了**6个**在京发电集团相关负责人参与的技术研讨会；
- **2011年10月**，与电厂达成合作意向，拟共同向科技部申请**2012年度**的科技支撑项目；
- 预计**2012年初**开始实施。

锅炉烟风-空气透平耦合 系统性能研究

李建锋

中国电力企业联合会科技开发服务中心

电源处

2011.11



研究内容

- 研究目的
- 系统介绍
- 系统性能分析
- 系统可行性分析
- 系统经济性分析
- 结论



研究目的

- 开发提高燃煤发电机组效率的新技术是科技中心今后的一个重要发展方向；
- 目前较先进的洁净煤发电技术有整体煤气化燃气蒸汽联合动力循环技术（IGCC）、超（超）临界技术（USC）以及循环流化床技术（CFB）；
- IGCC系统因为系统结构复杂、投资成本高、运行可靠性低，推广有较大的困难，因此在我国目前还没有商业应用；
- 超（超）临界技术（USC）以及循环流化床技术（CFB）在我国获得了很大的应用与发展。但是受到材料性能的限制，进一步提USC机组效率有很大的困难，而CFB机组的厂用电率和供电煤耗都较高。
- 因此，有必要在目前的USC技术以及CFB技术基础上提出更高效率的发电技术。



提高电厂效率的方式

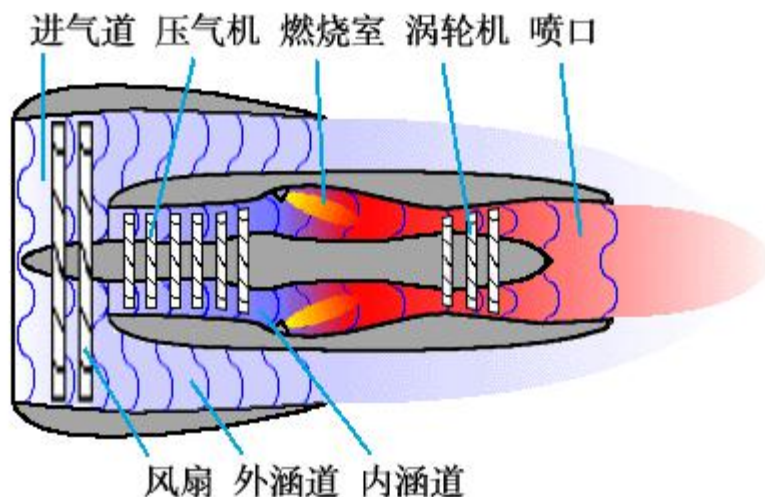
- 热力学原理告诉我们，提高循环工质的初参数即可提高系统循环效率，但是受材料性能的限制，进一步提高工质的循环参数已经很困难，代价很大。
- 提高电厂效率的另一个有效方式是降低电厂的厂用电率，因为降低厂用电率就相当于直接增加了电厂的上网电量，也就提高了电厂的供电效率。



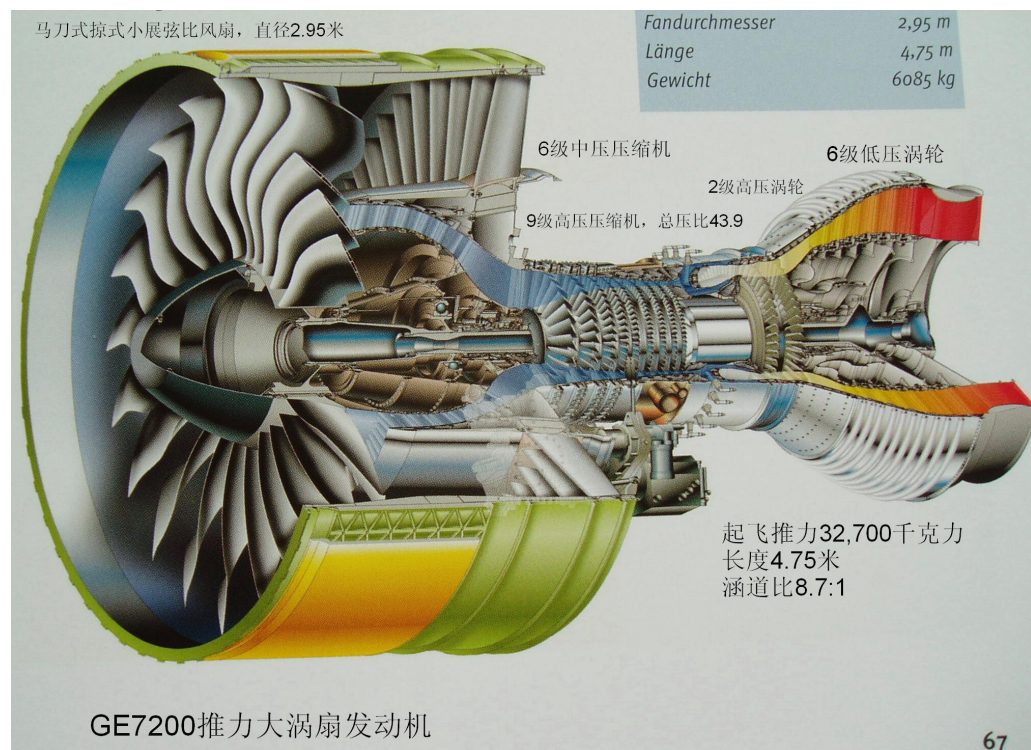
降低厂用电率的方式

- 目前常用的降低厂用电率的方法是采用变频技术或者利用小型汽轮机驱动给水泵或者风机来降低厂用电率。
- 利用变频技术受机组的负荷影响较大，同时节能效果也受当时机组设备选型的影响。
- 利用小型汽轮机驱动给水泵或者风机不一定能明显提高机组的供电效率：一方面小型汽轮机的效率不高；另一方面驱动小型汽轮机蒸汽凝结时仍然有很大的冷源热损失。
- 如果能够在降低厂用电率的时候没有冷源热损失，那么必会提高机组的整体供电效率。
- 借鉴其他领域的技术，能否实现上述目的？

航空涡扇发动机原理与结构



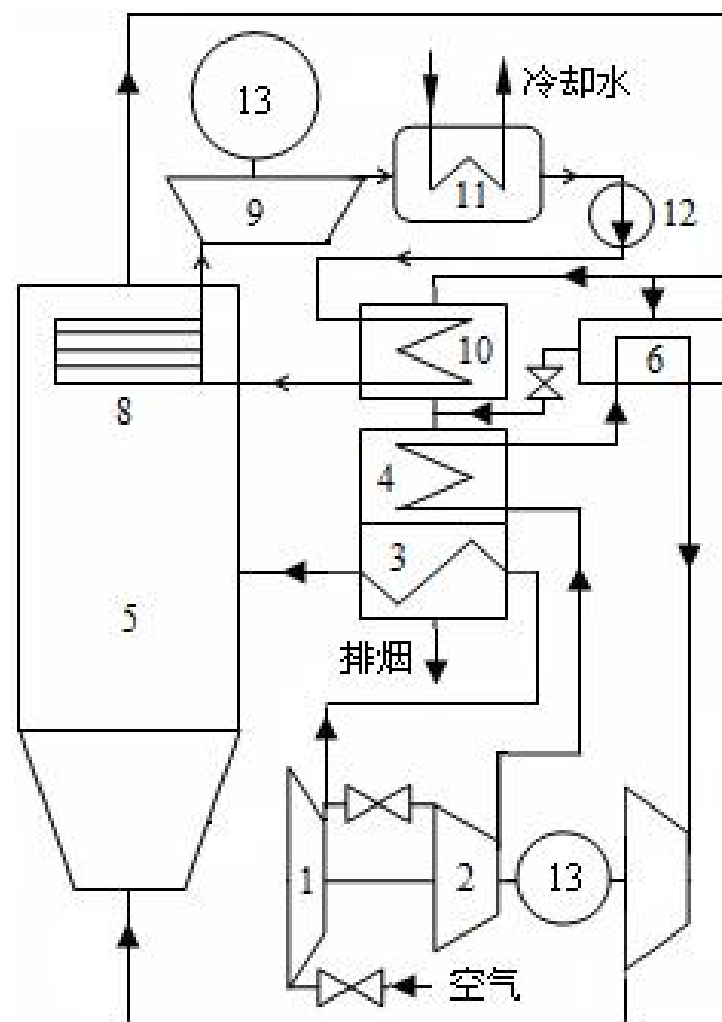
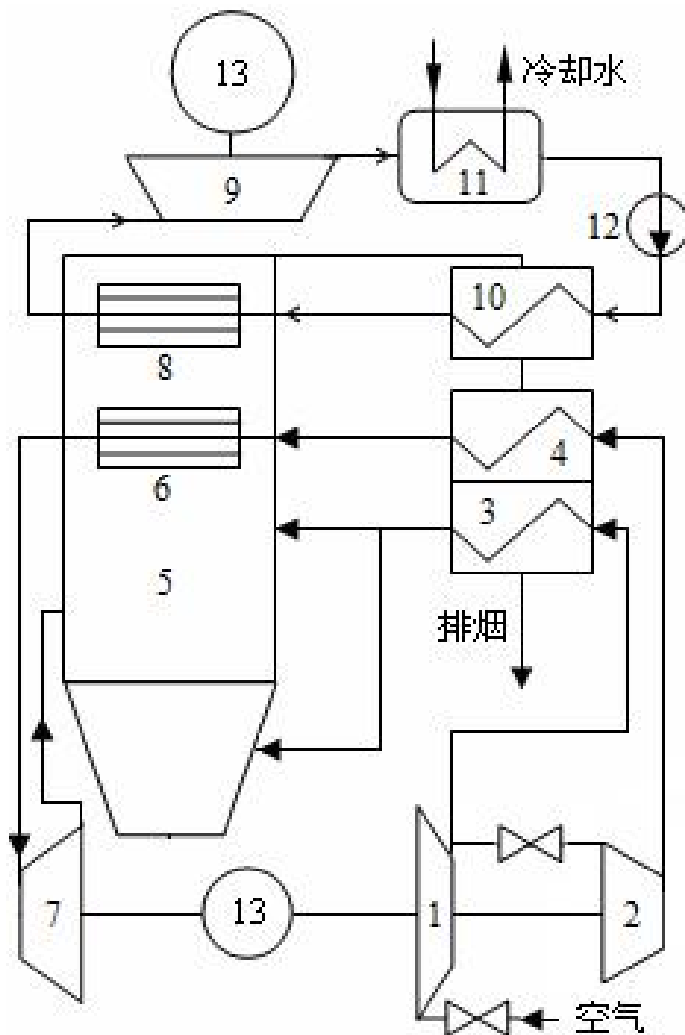
空气从风扇出来以后，大部分进入了外涵道，小部分进入内涵道。在内涵道，空气进一步受到压气机的压缩后进入燃烧室，在燃烧室内燃烧受热后进入涡轮膨胀做功，做功后的乏气与外涵道空气混合，然后从尾喷管向后高速喷出，获取巨大的反推力。



风扇、低压压气机以及高压压气机都由涡轮驱动。如果将航空发动机技术与锅炉机组结合起来，可能会较大幅度降低发电厂用电率。

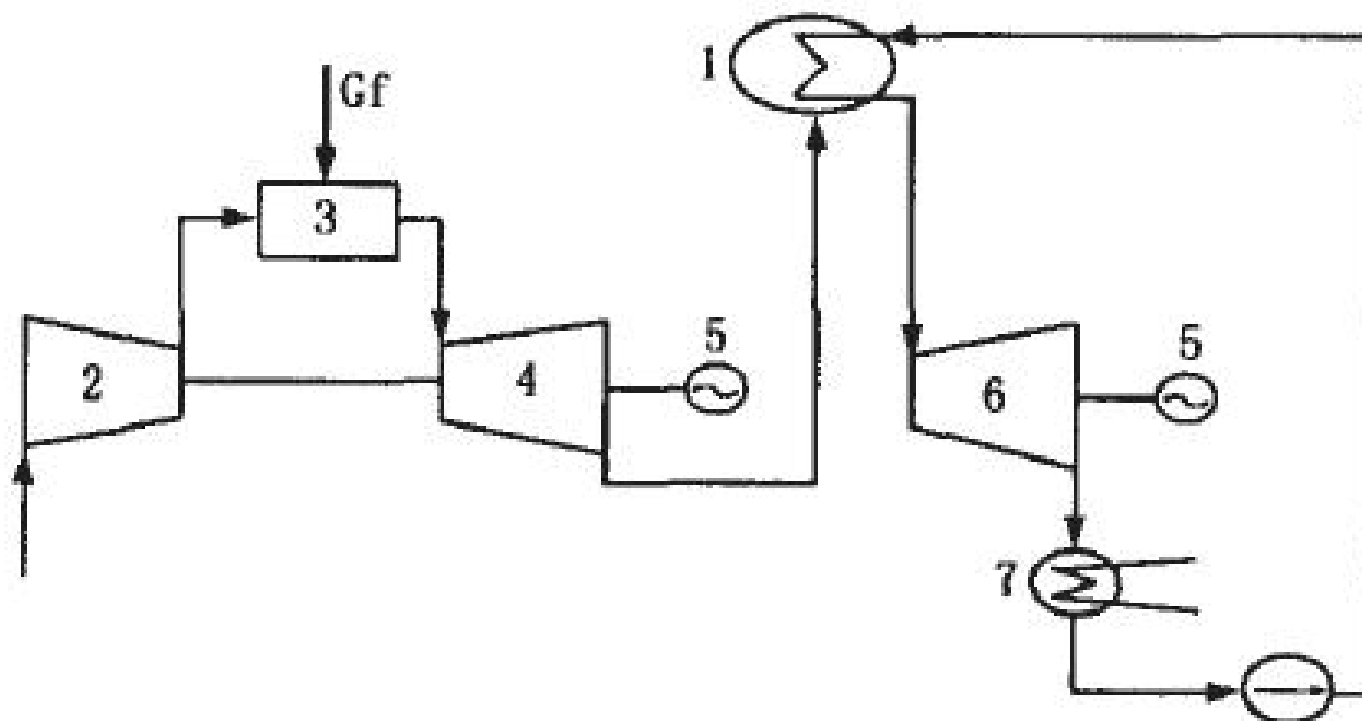
系统结构介绍 (专利申请号: 201110048401.0)

- 1、 风扇
- 2、 压气机
- 3、 低温空预器
- 4、 高温空预器
- 5、 炉膛
- 6、 高温换热器
- 7、 涡轮
- 8、 蒸汽过热器
- 9、 汽轮机
- 10、 省煤器
- 11、 凝汽器
- 12、 给水泵
- 13、 发电机



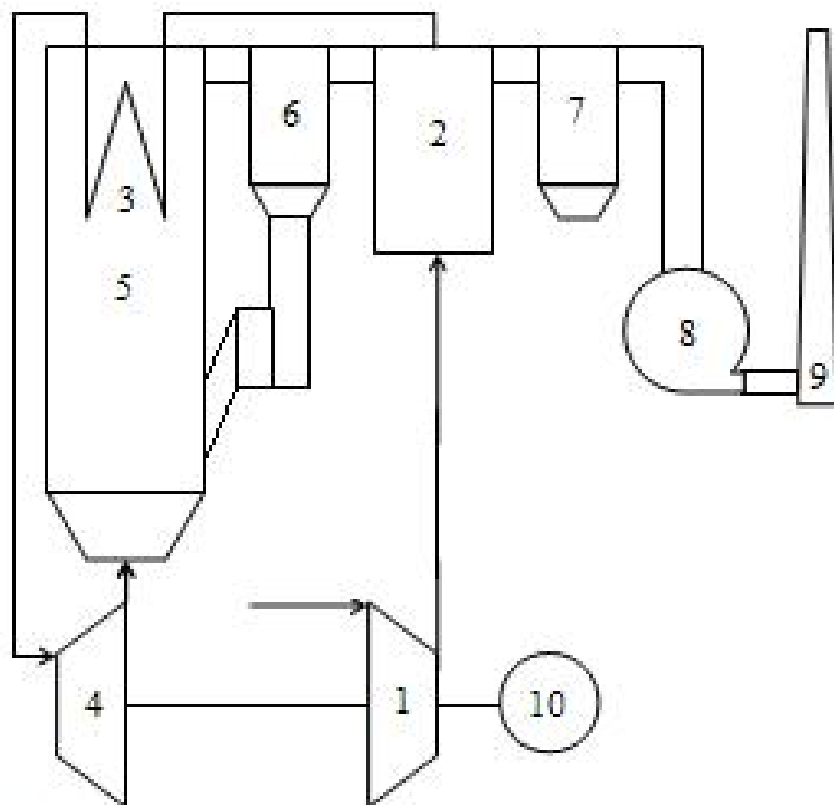
燃气-蒸汽联合动力循环

- 联合动力循环具有很高的热效率，目前可达55~60%；但是其需要燃气，不能燃煤。
- 如果用煤的气化气作为燃料，则成为IGCC。

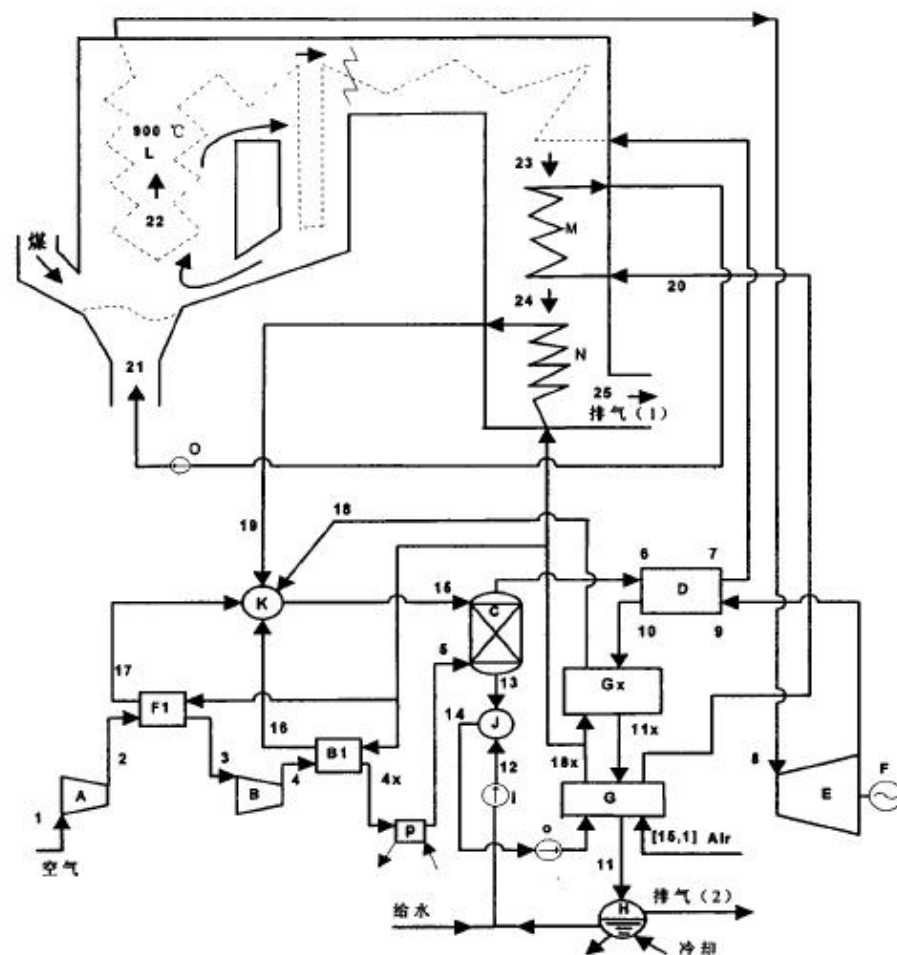


1 - 余热锅炉(HRSG); 2 - 压气机; 3 - 燃烧室;
4 - 透平; 5 - 负荷; 6 - 汽轮机; 7 - 凝汽器; G_f - 加入的燃料

外燃式燃气轮机

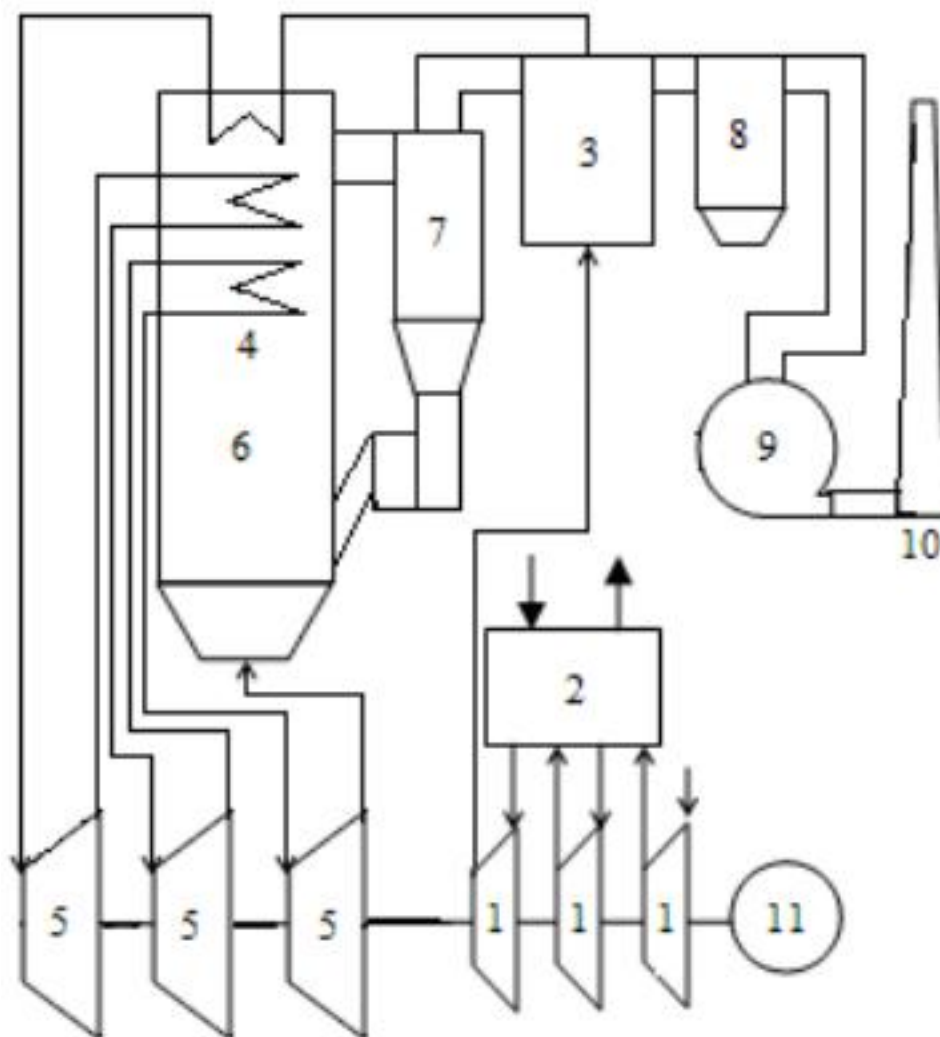


- 1、压气机 2、低温换热器 3、高温换热器
4、涡轮 5、炉膛 6、分离器 7、除尘器
8、引风机 9、烟囱 10、发电机



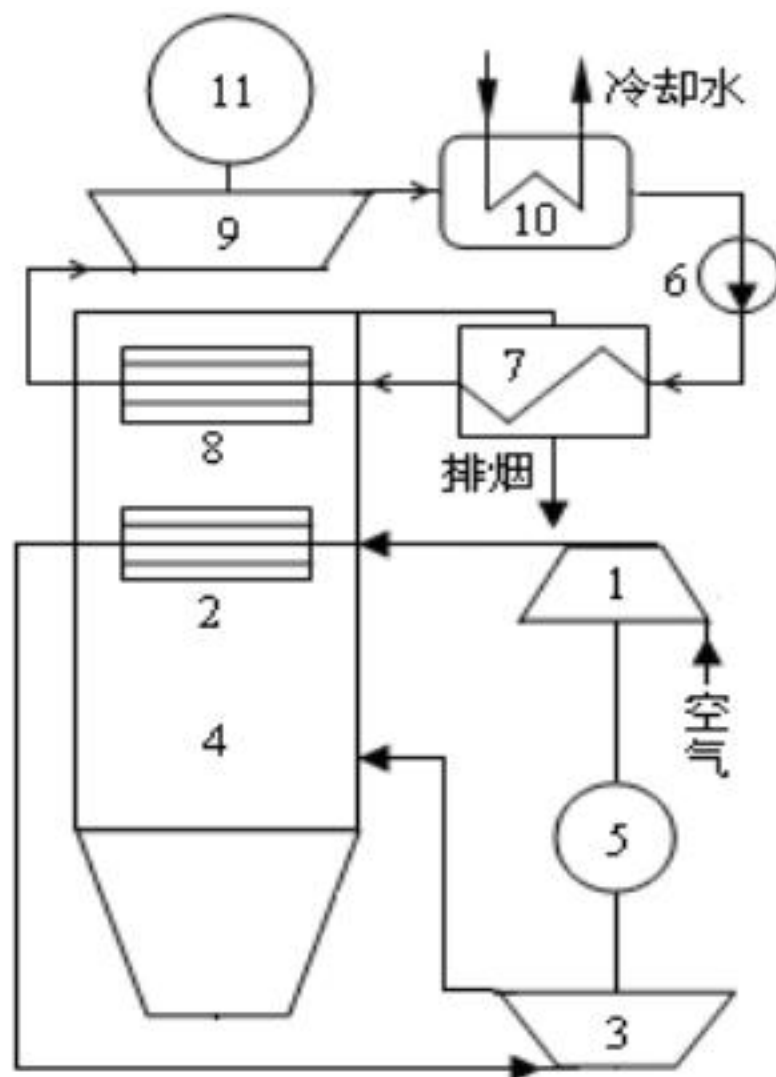
多级压缩以及多级膨胀发电系统

- 1、多级压气机
- 2、冷却器
- 3、低温换热器
- 4、高温换热器
- 5、多级涡轮
- 6、炉膛
- 7、分离器
- 8、除尘器
- 9、引风机
- 10、烟囱
- 11、发电机



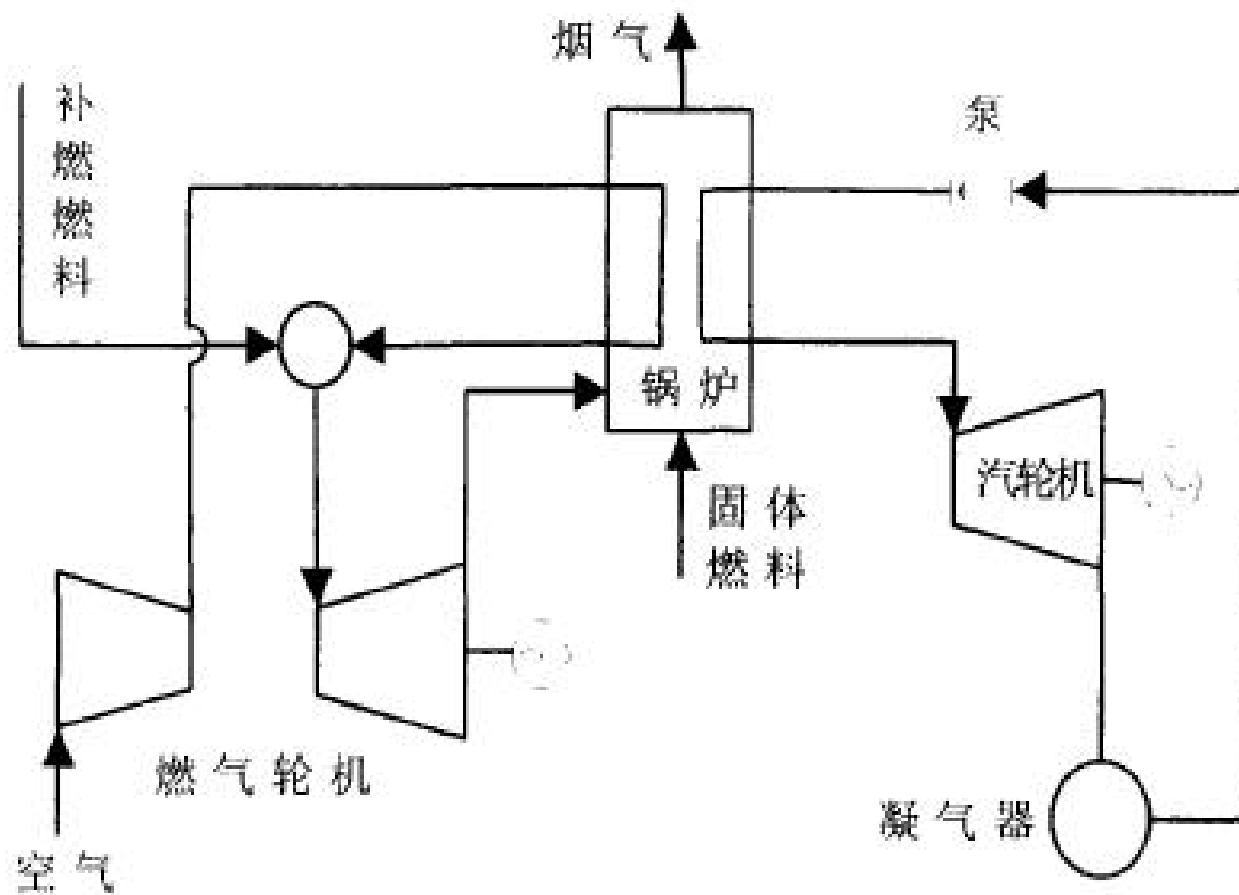
常压流化床系统

- 1、压气机
- 2、高温换热器
- 3、涡轮
- 4、炉膛
- 5、发电机
- 6、给水泵
- 7、省煤器
- 8、过热器与再热器
- 9、汽轮机
- 10、凝汽器
- 11、发电机



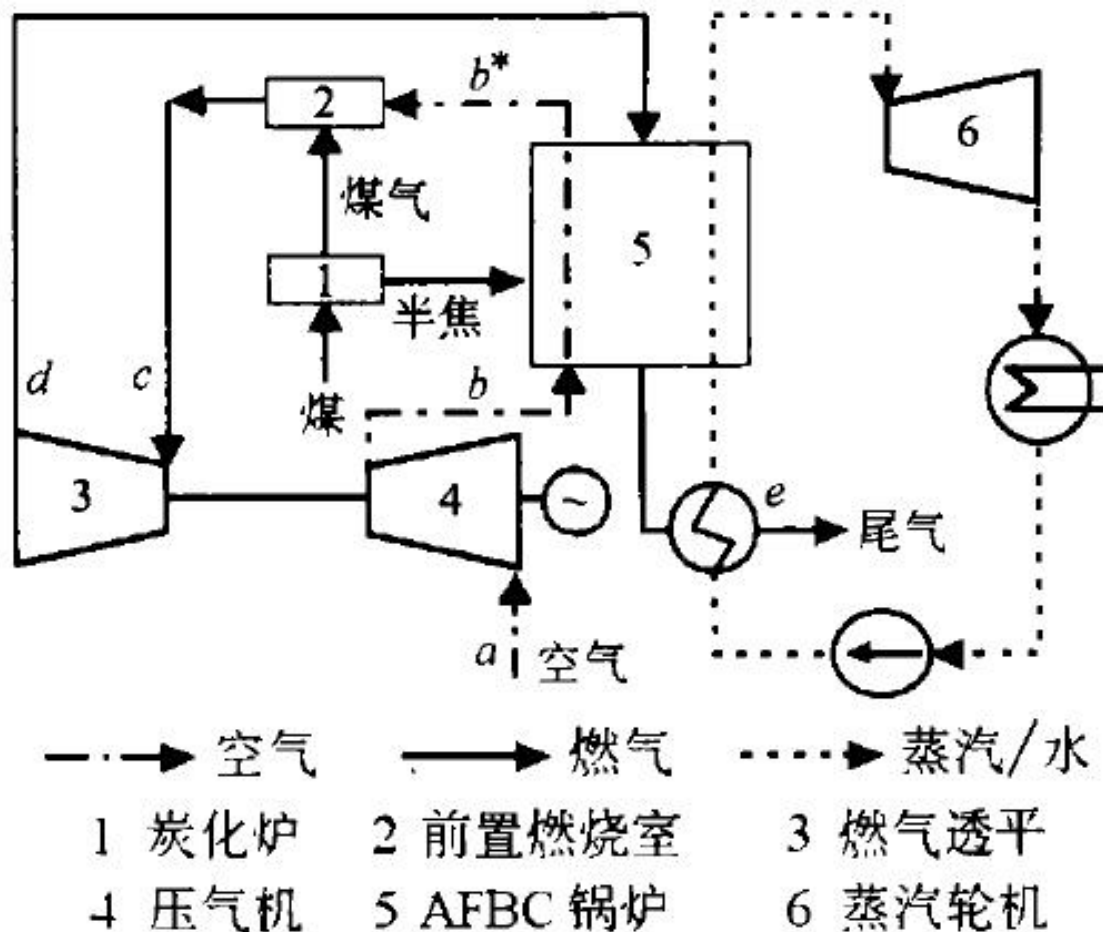


外燃补燃式燃气轮机锅炉发电系统



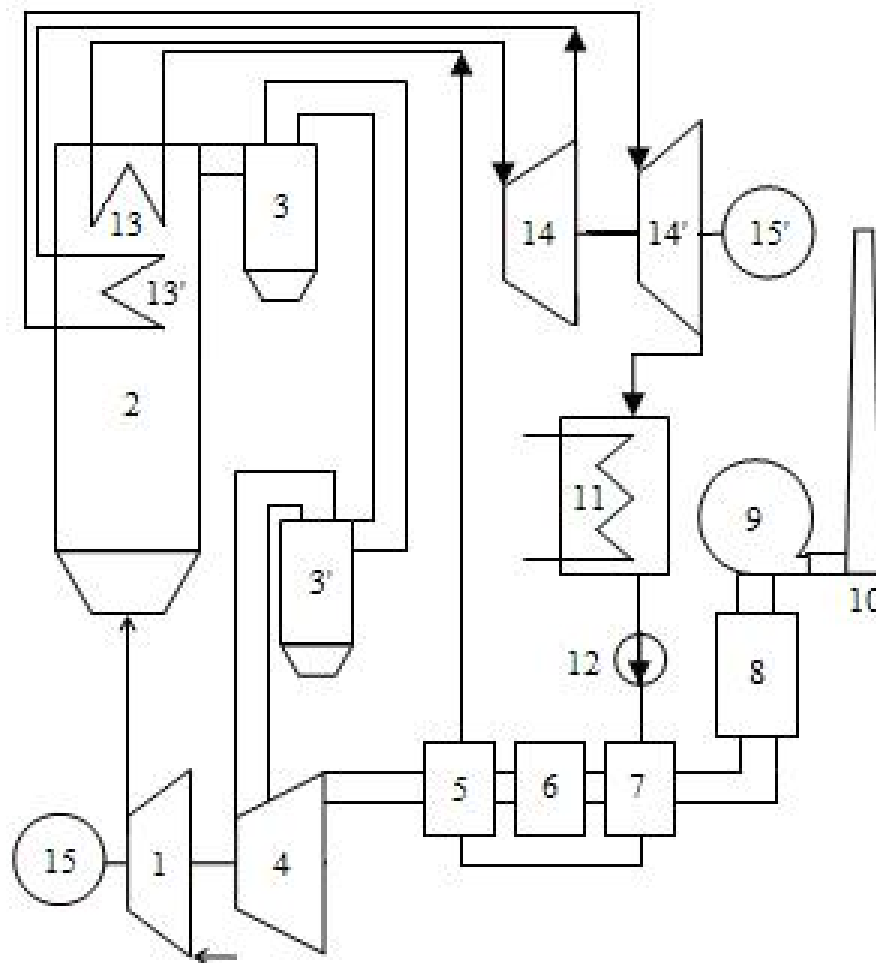


带煤气化的常压流化床发电系统



组

1、压气机 2、炉膛
3,3'除尘器 4、涡轮
5、换热器 6、脱硝
装置 7、换热器 8、
除尘器 9、引风机
10、烟囱 11、凝汽
器 12、给水泵 13、
过热器 13'、再热器
14,14'、汽轮机 15,
15'、发电机



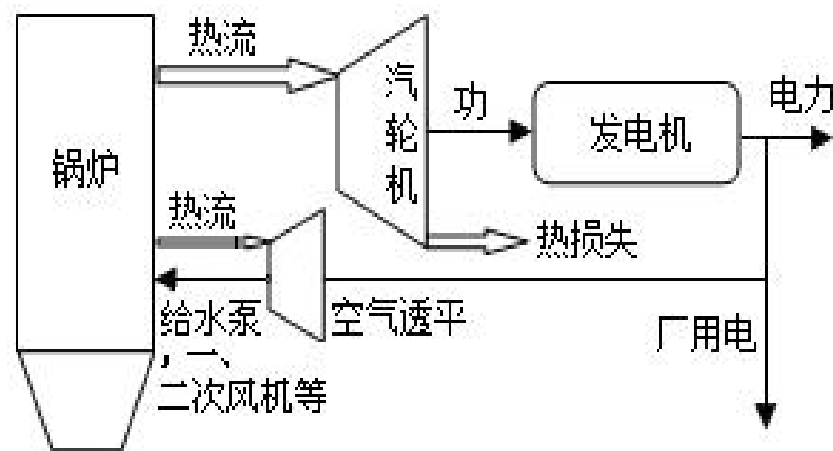
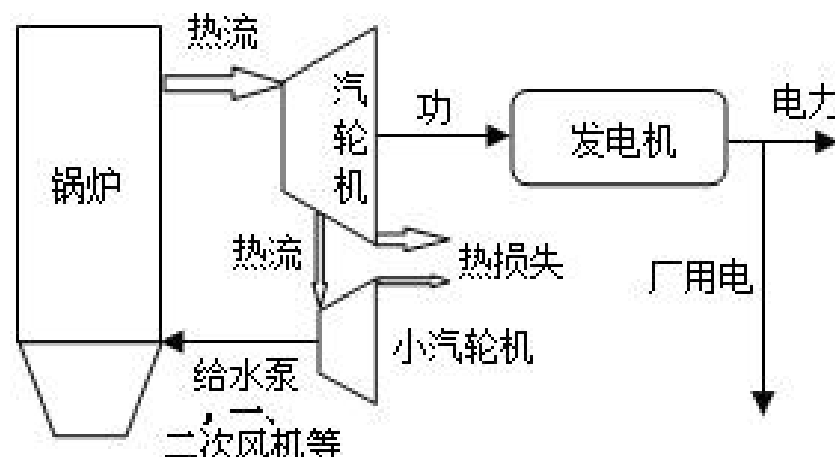
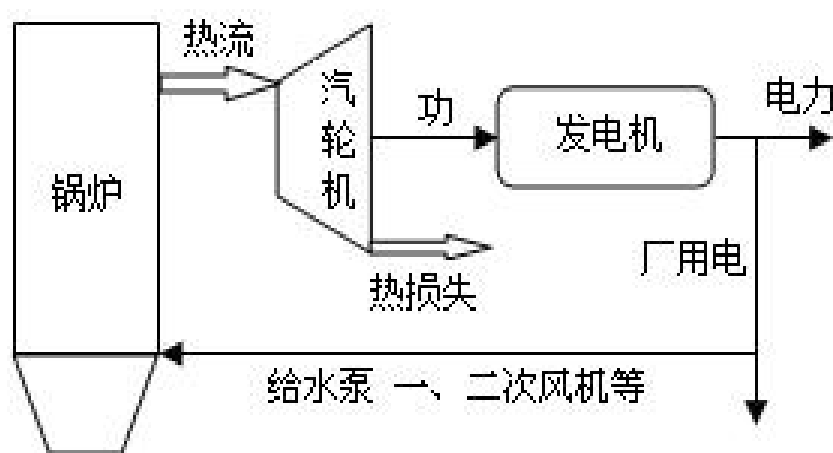


大崎发电厂增压流化床技术参数

项目	参数	项目	参数
机组总功率 MW	250	主蒸汽温度 °C	571
锅炉高度 m	22	主蒸汽压力 MPa	17.3
锅炉外径 m	13	再热蒸汽温度 °C	593
炉膛个数 个	2	再热蒸汽压力 MPa	2.66
炉床温度 °C	865	燃煤消耗量 t/h	185
炉膛压力 MPa	1	石灰石消耗率 t/h	10
炉膛出口温度 °C	855	空气过量系数	1.2
炉膛出口压力 MPa	0.92	年耗煤总量 万t	37
涡轮进口温度 °C	840	系统实际发电效率 %	42.7
涡轮进口压力 MPa	0.85	燃料热值 kcal/kg	6200~6500



与已有的降低厂用电技术比较

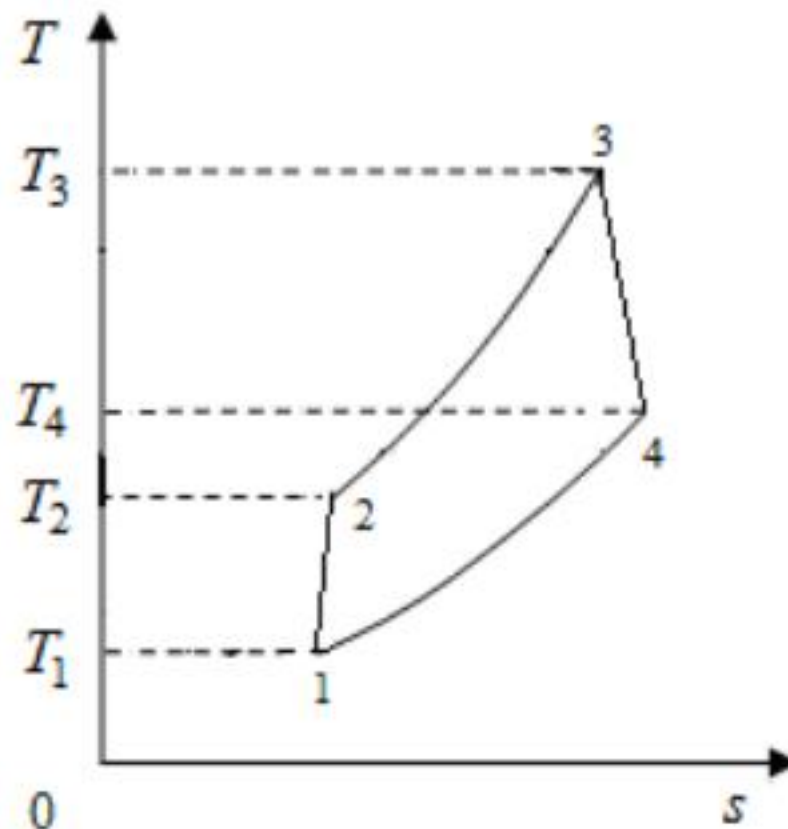


- 采用变频技术降低厂用电率会受到负荷率的限制；
- 采用小汽轮机驱动给水泵或者风机降低厂用电率，有凝汽器的排热损失；
- 采用本系统驱动给水泵或者风机或者发电机，该系统没有热损失，效率很高。



空气轮机的热力循环

- 1-2为空气在压气机中被压缩的过程；
- 2-3为空气在换热器中的受热过程；
- 3-4为高温高压空气在涡轮中膨胀做功；
- 4-1为放热过程





空气轮机系统的输出功于吸热量

- 系统的输出功等于吸热量：

$$w = c_p \left((T_3 - T_4) - (T_2 - T_1) \right) = c_p \left((T_3 - T_2) - (T_4 - T_1) \right) = q$$

- 其中：

$$T_2 = T_1 \left[1 + \left(\pi_c^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) / \eta_c \right] \quad \pi_c = \frac{p_2}{p_1}$$

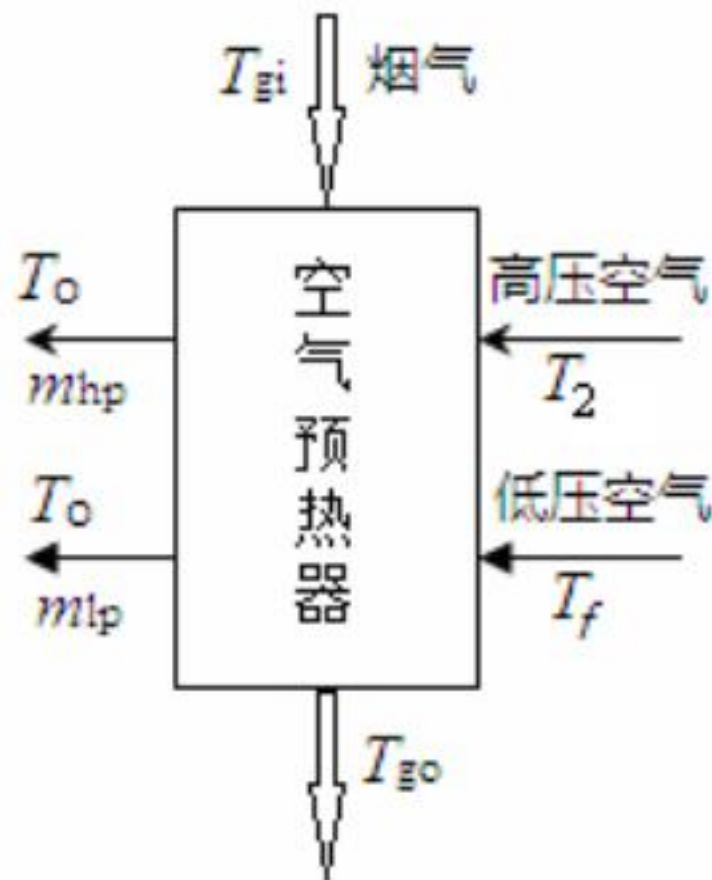
$$T_4 = T_3 \left[1 - \eta_t \left(1 - \pi_t^{\frac{1-k}{k}} \right) \right] \quad \pi_t = \frac{p_3}{p_1}$$

$$\pi_c \approx \pi_t$$



空气预热器系统示意图

- 风扇排出来的低压空气需要经过空气预热器的预热，与此同时，当压气机出口的空气温度较低时，也需要经过空气预热器的预热。





空预器的热平衡

$$m_{lp}(T_o - T_f) + m_{hp}(T_o - T_2) = m_g(T_{gi} - T_{go})$$

$$\beta = m_{lp} / m_{hp} \quad (\text{相当于涵道比})$$

$$W = m_{hp}(w - \beta w_f) = \frac{M(w - \beta w_f)}{1 + \beta}$$

$$M = m_{hp}(1 + \beta)$$

- T_f 为风机出口空气温度， $^{\circ}\text{C}$ ； T_{gi} 为空预器烟气进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ； T_{go} 为空预器出口空气温度， $^{\circ}\text{C}$ ； m_{lp} 为低压空气质量流量， kg/s ； m_{hp} 为高压空气质量流量， kg/s ； m_g 为烟气总流量， kg/s 。

350MW火电机组设计参数 I

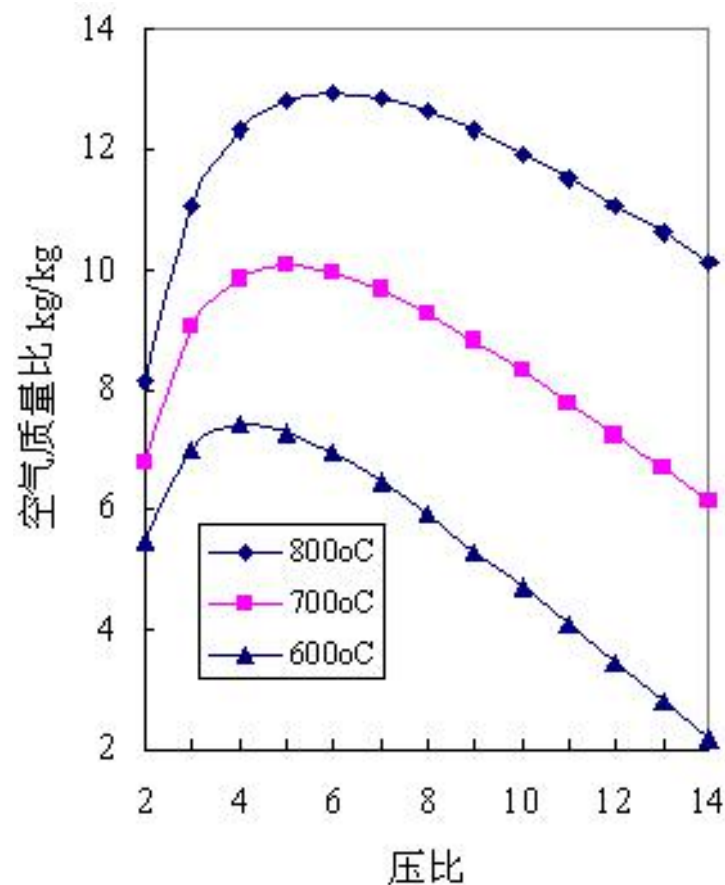
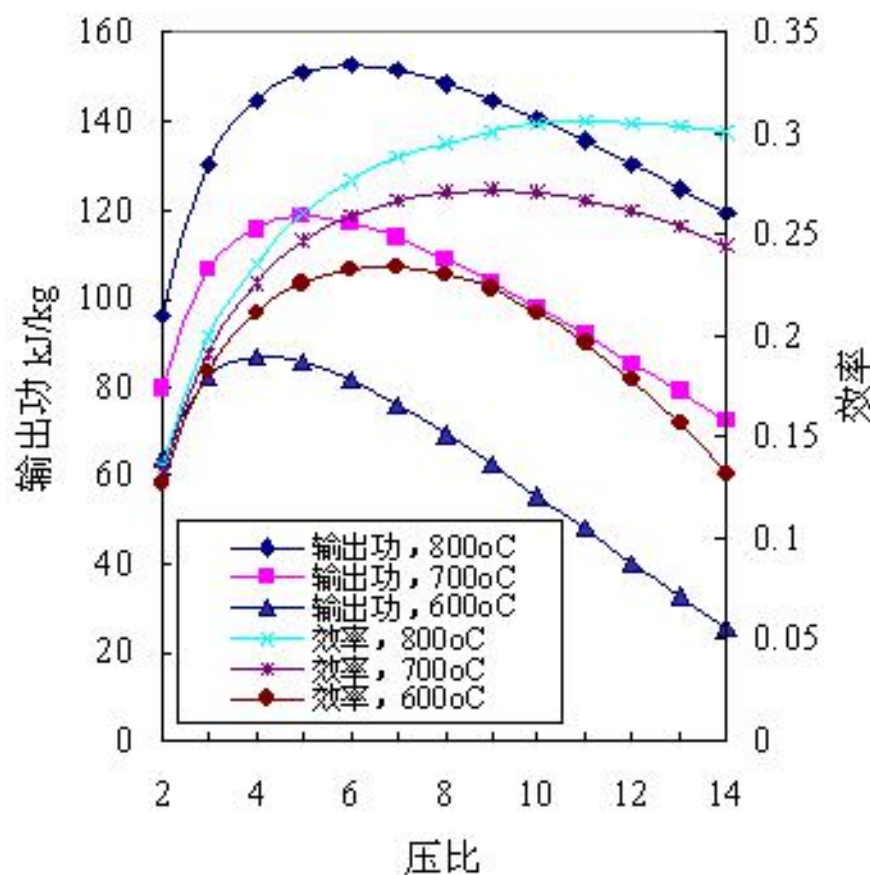
项目	单位	参数	项目	单位	参数
锅炉保证热效率（低位）	%	92.5	炉膛出口烟气温度	°C	1005
锅炉送风机总流量	t/h	1046.16	空预器进口烟气量	t/h	1479.2
锅炉一次风机总流量	t/h	383.04	空预器进口烟气温度	°C	366.5
锅炉送风机总功率	kW	1594	换热器换热温差	°C	30
锅炉一次风机总功率	kW	3074	给水泵电动机效率	%	96.7
空预器进口平均风温	°C	25	环境压力（平均）	kPa	89.59
锅炉排烟温度	°C	125	环境温度（平均）	°C	7.9
燃煤消耗量	t/h	161.4	燃煤低位发热量	kJ/kg	20097.6

350MW火电机组设计参数 II

项目	单位	参数	项目	单位	参数
主蒸汽温度	°C	538	厂用电率	%	5.3
高排汽温度	°C	327.9	发电机效率	%	98.9
再热汽温度	°C	538	厂变效率	%	99.5
主蒸汽压力	MPa	16.67	小汽轮机进汽流量	t/h	42.01
高排汽压力	MPa	4.031	小汽轮机进汽温度	°C	337
再热汽压力	MPa	3.628	小汽轮机进汽压力	MPa	0.83
主汽轮机排汽温度	°C	32.5	小汽轮机排汽温度	°C	51.8
主汽轮机排汽压力	kPa	4.9	小汽轮机排汽压力	kPa	13.5
主汽轮机中压缸内效率	%	92	小汽轮机总功率	kW	7142
主汽轮机低压缸内效率	%	89	压气机效率	%	85
主汽轮机热耗	kJ/kWh	7798.3	透平效率	%	88

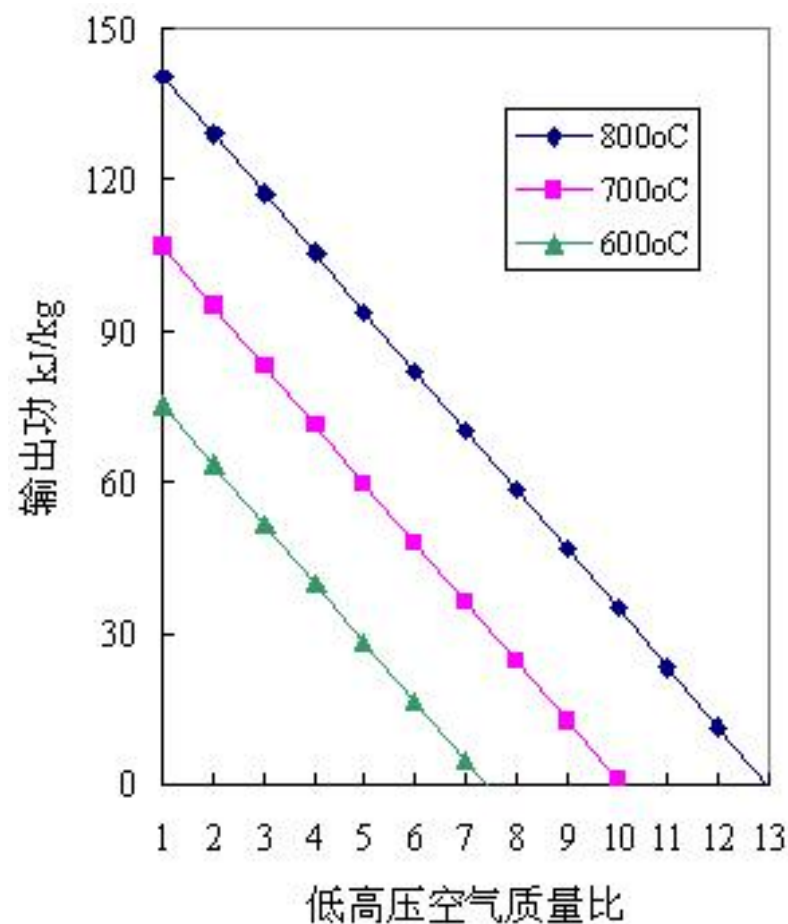


空气轮机的循环性能



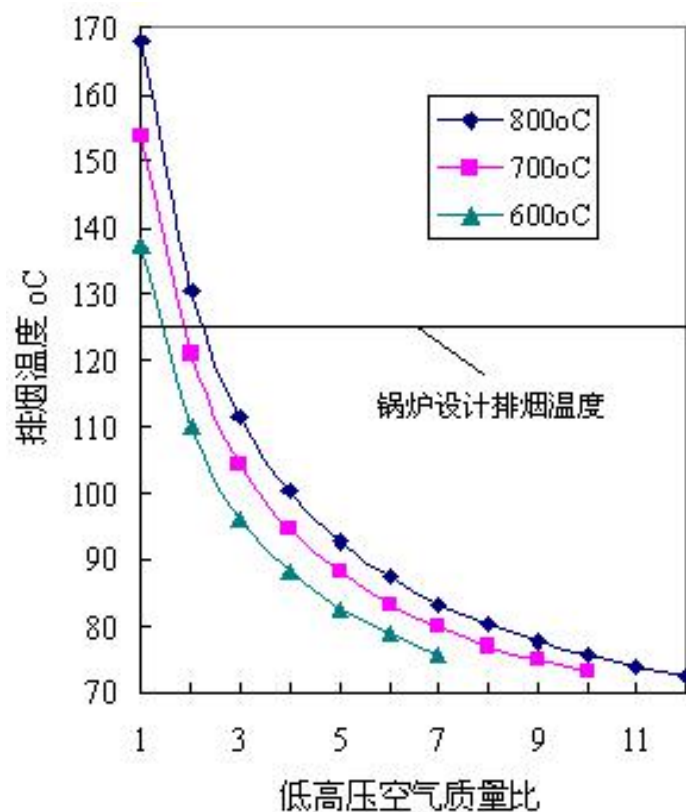


燃机净输出功

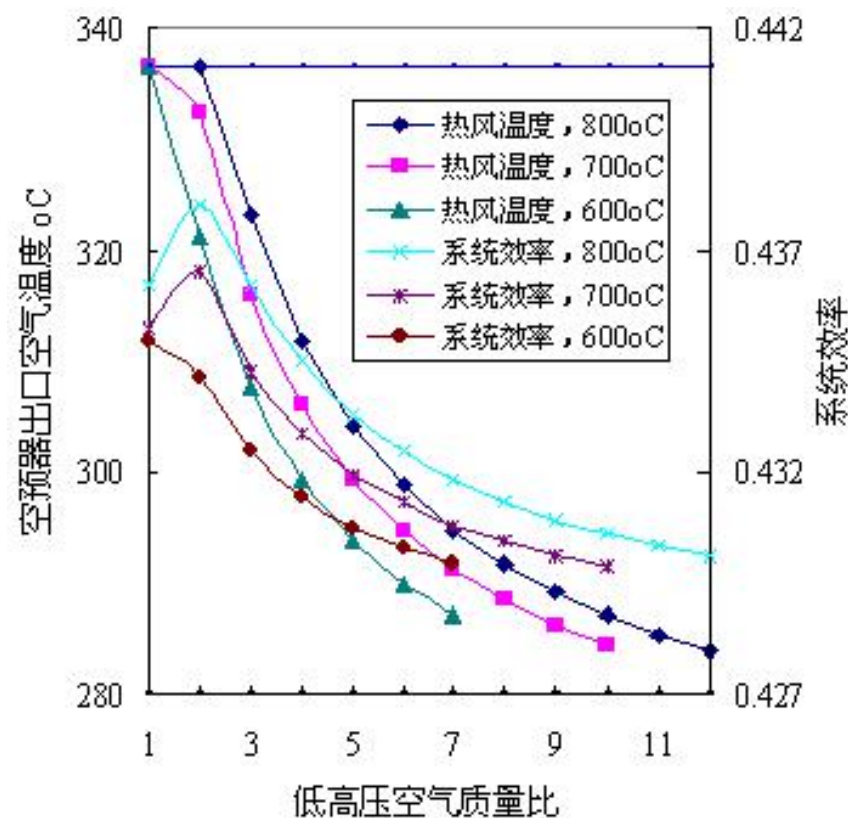




排烟温度与空预器出口空气温度



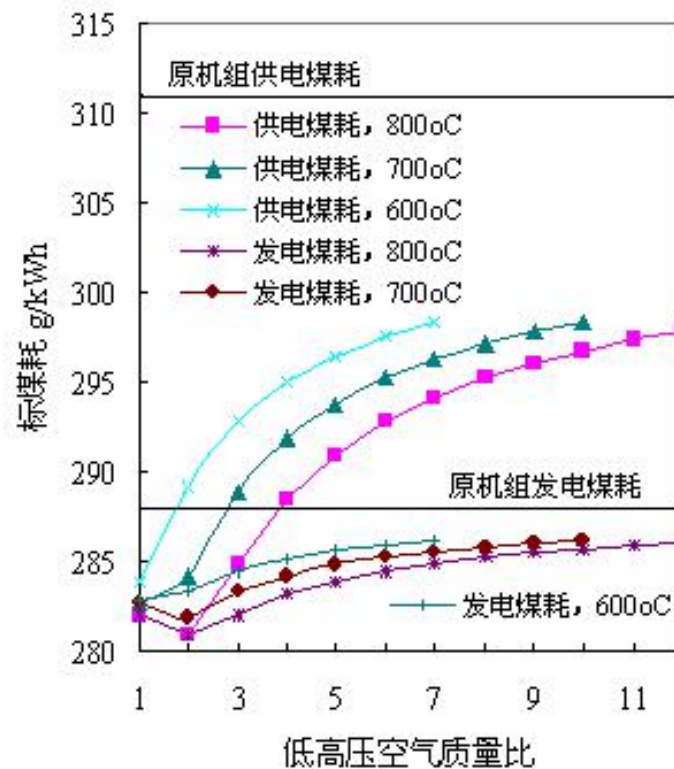
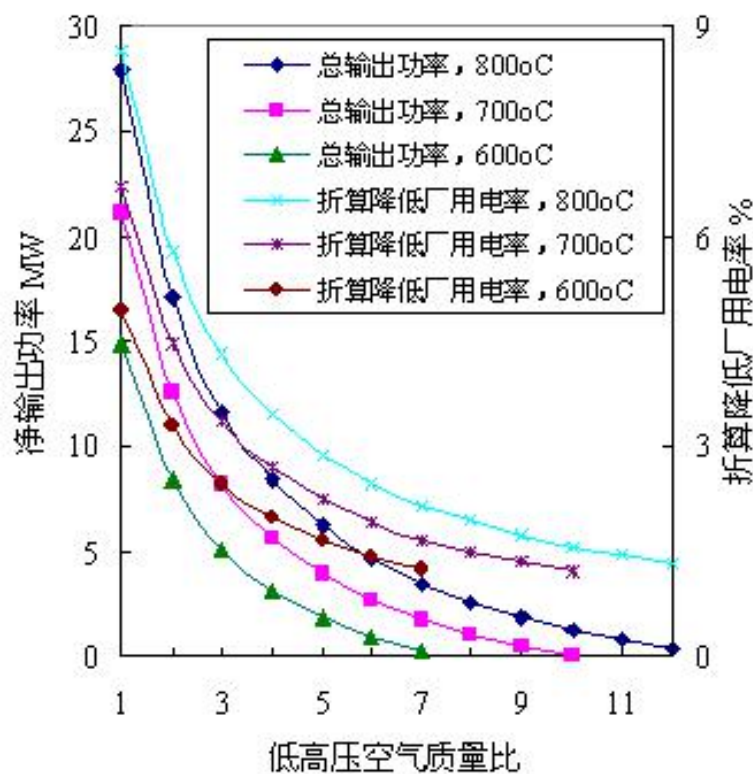
固定空气预热器出口温度



固定排烟温度

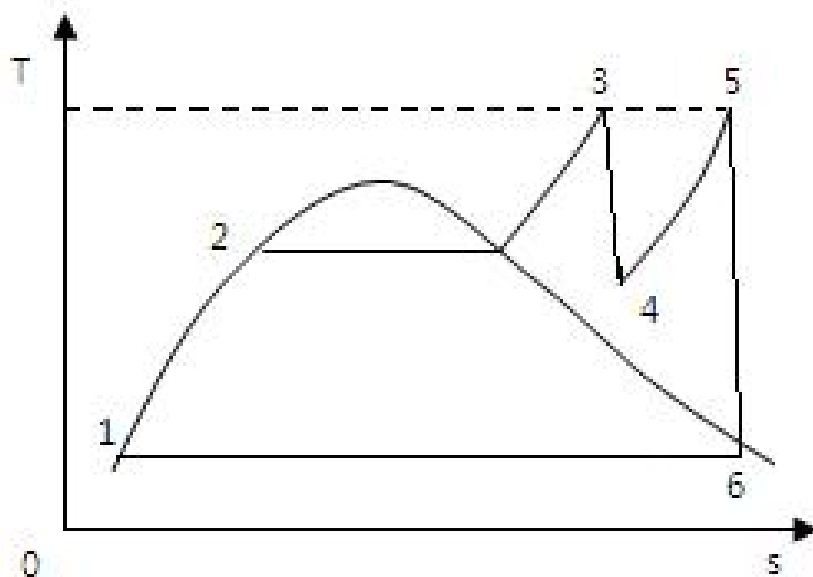


折算降低厂用电率与供电煤耗

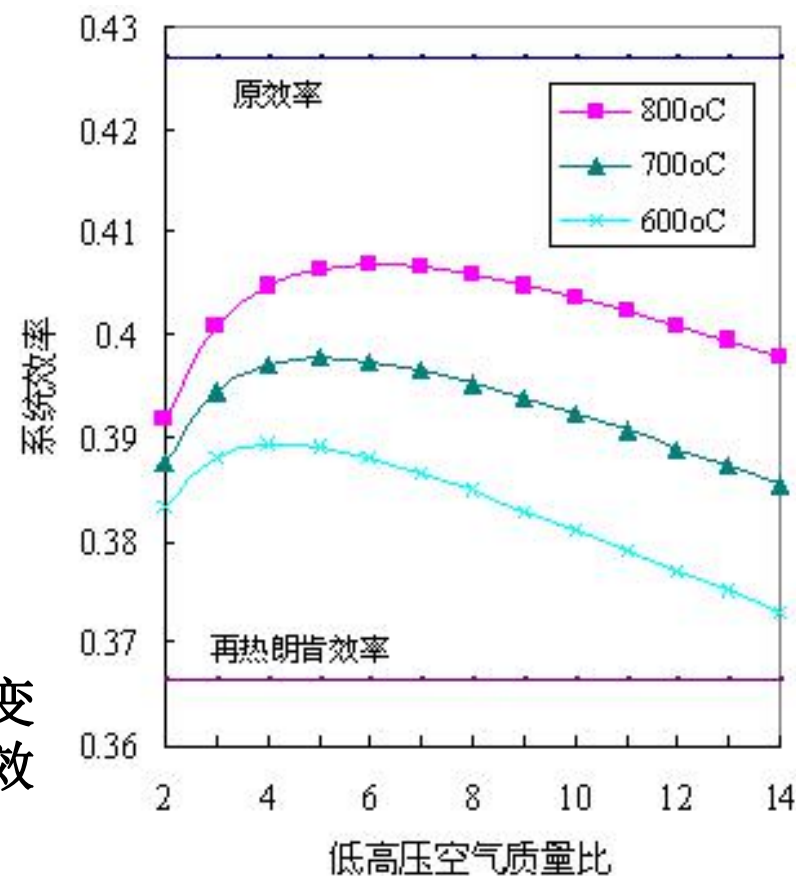




联合循环(常压流化床)效率分析



蒸汽动力循环由一次再热回热循环转变成一次再热朗肯循环，将会引起系统效率下降。



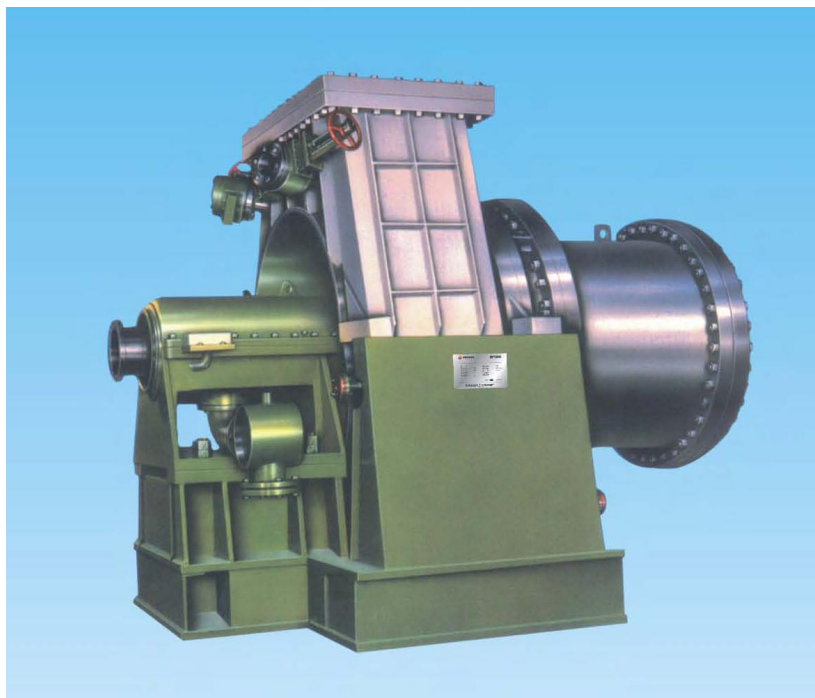


空气轮机系统运行参数与经济性

项目	单位	参数	项目	单位	参数
循环功	kW/kg	118.34	空气质量比		5.58
输出总功	kW	7142	空预器出口空气温度	°C	317.13
空气流量	kg/s	60.35	压气机出口温度	°C	222.81
透平排气温度	°C	384.38	压气机增压比		5

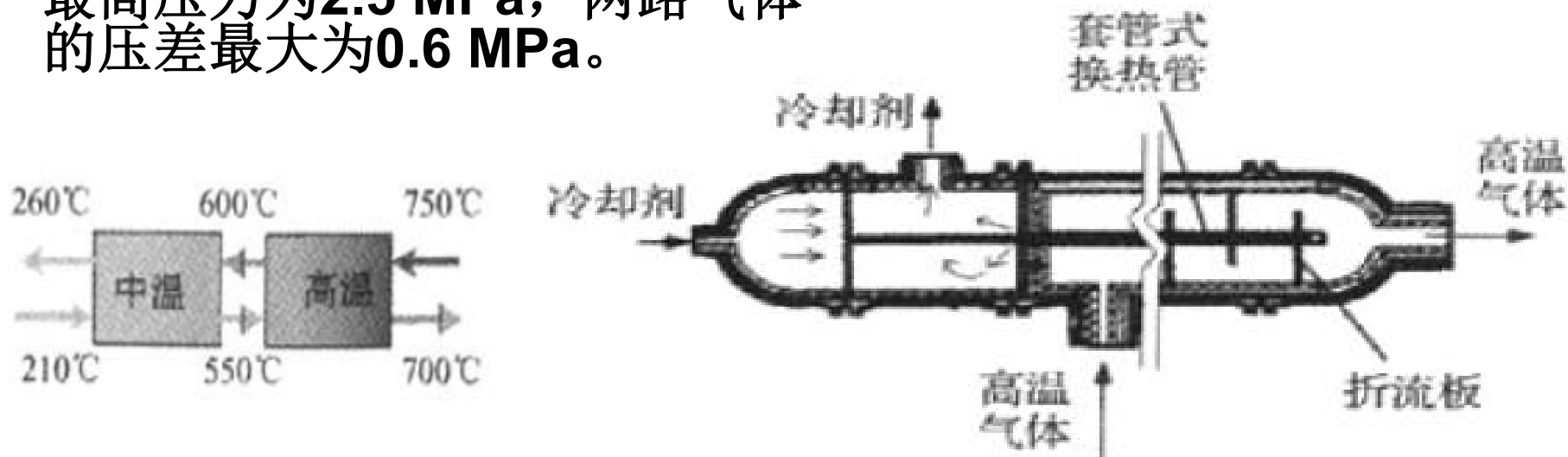
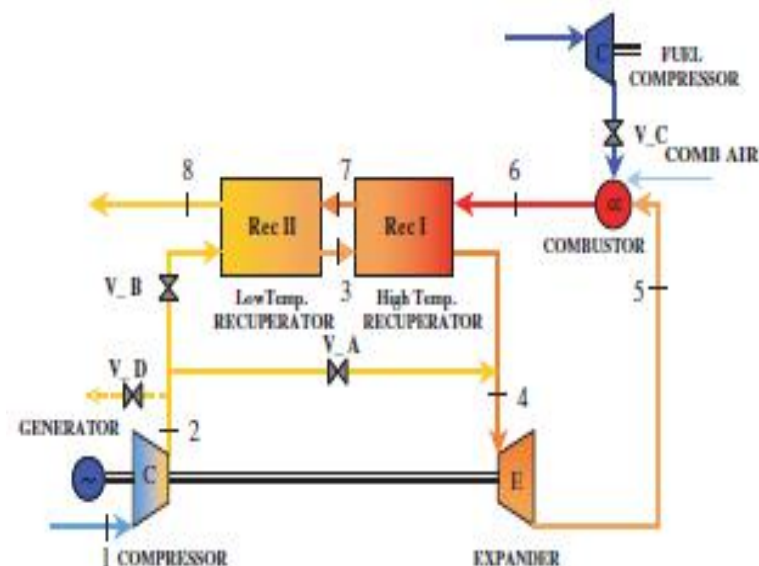
技术类型	主机功率 MW	厂用电率 %	上网功率 MW	多消耗标煤 t/h
方案1	350	7.33	324.35	0
方案2	350	5.3	331.45	4.86
方案3	350	5.1	332.16	0.95
主汽轮机替代小汽轮机	359.3	7.14	333.31	4.86
主汽轮机替代空气轮机	357.98	7.17	332.16	2.3

大型烟气透平



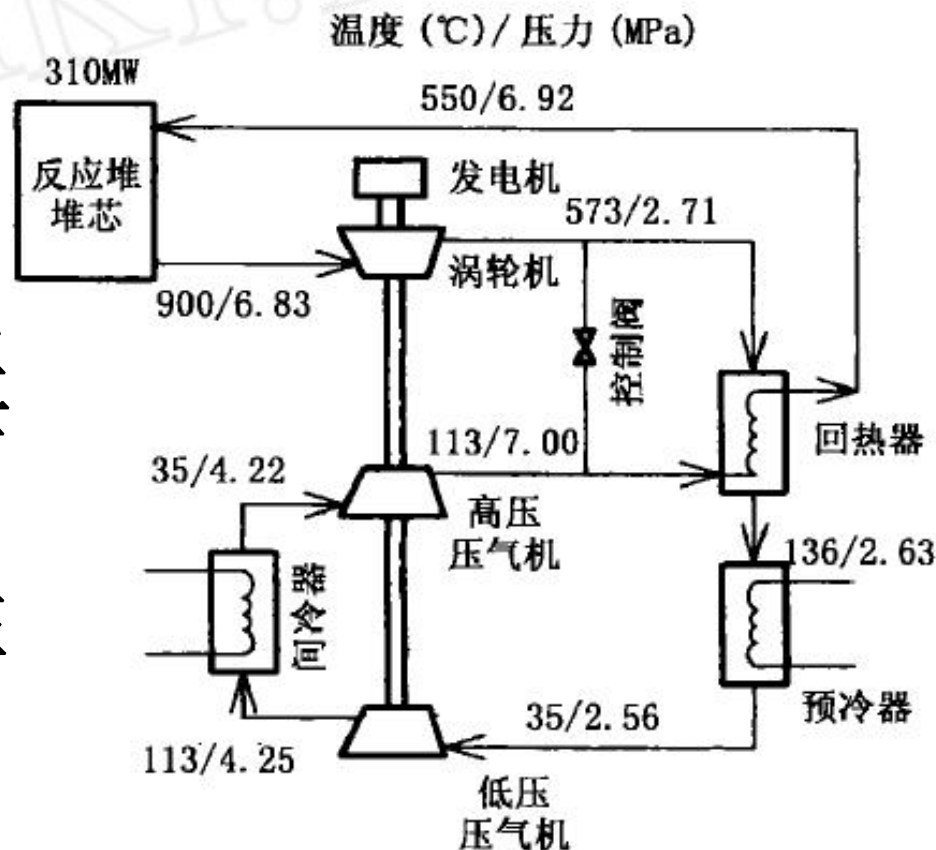
高温换热器开发

- 意大利热那亚大学(Genova, Italy)和意大利Ansaldo公司联合设计了带回热器的燃气轮机系统，将单级回热器分为高温级和低温级。系统输出功率80kW。
- Luzzatto等人采用陶瓷材料设计了一个适用于高温工况的管壳式换热器，设计最高温度为1500℃，最高压力为2.5 MPa，两路气体的压差最大为0.6 MPa。



高温气冷反应堆技术

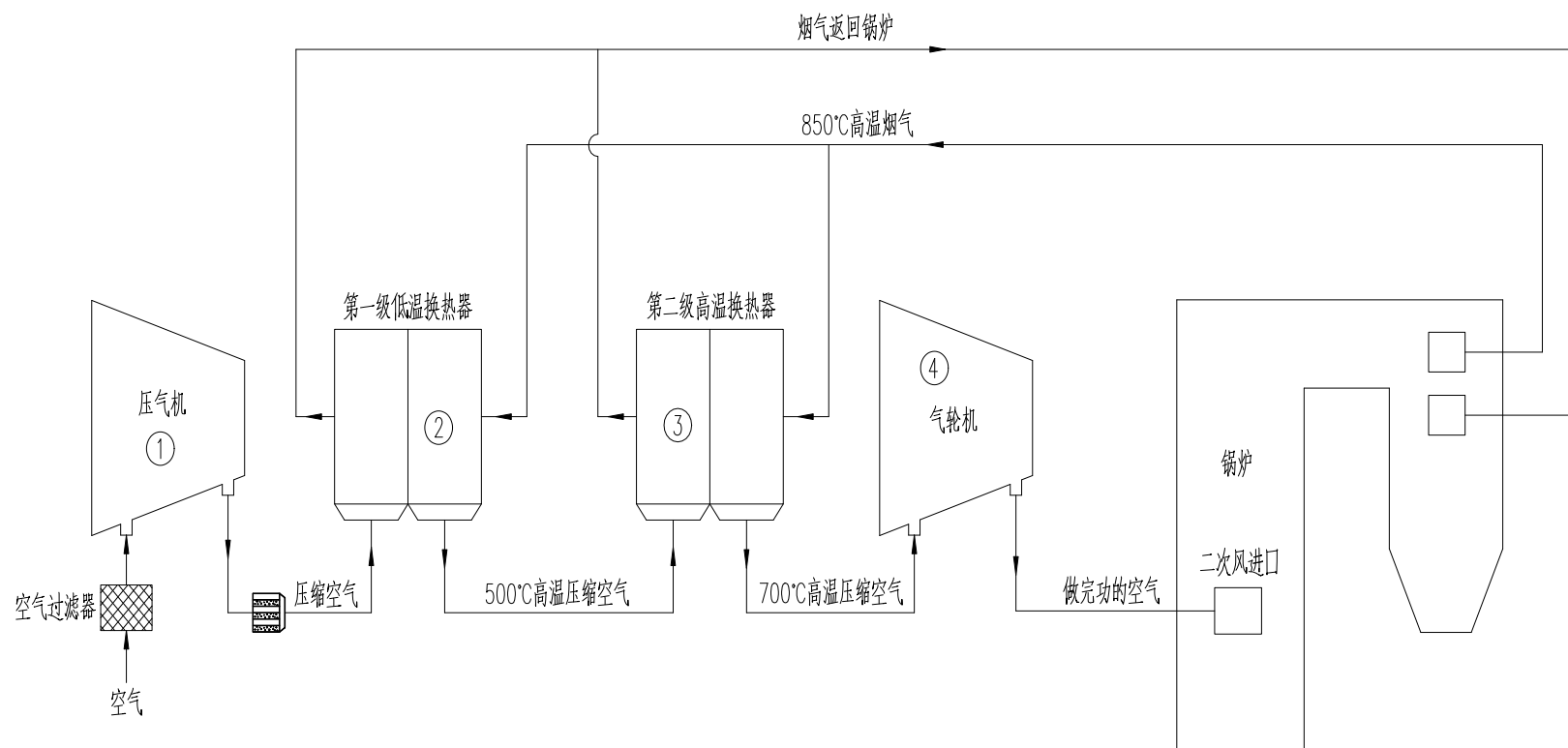
- 由于堆芯为耐高温的全陶瓷型结构,堆芯出口氦气温度可达 900°C 甚至更高。
- 陶瓷SiC层可以在 1600°C 以下保持其完整性。



流量: 170kg/s ; 压缩比: 2.74; 循环效率: 47.9%



系统设计图



1、轴流式压气机，2000Nm³/min,功耗7462kW；2、第一级换热器，空气进口温度182°C，出口温度500°C；3、第二级换热器（高温换热器），空气进口温度500°C，出口温度700°C；4、双级空气透平，输出功11200kW



系统输出功率

- 根据以上参数可以计算出系统的总输出功率为： **$11200-7462=3738\text{kW}$** ，同时因为在烟气轮机做完功后的热空气替代了一部分二次风，这部分折算功率约为 **257kW** ，因此系统总的输出功率为 **3995kW** ，相当于降低 **350MW** 机组的厂用电率为 **1.14%** ，考虑进锅炉效率因素后相当于增加了标煤消耗为 **0.5t/h** 。

系统造价初步预算

序号	工程项目名称	设备购置费	安装工程费	合计
(一)	热力系统	3516	786	4302
1	设备本体	3516	90	3607
1.1	轴流压缩机组	1315	23	1338
1.2	烟气轮机	1208	46	1254
1.3	烟气换热器	993	22	1015
2	烟风管道		550	550
2.1	冷风道		1	1
2.2	压缩空气管道		149	149
2.3	高温烟气管道		400	400
3	保温		145	145
(二)	电气系统	233	128	361
1	变压器系统	163	56	219
1.1	主变压器	157	2	160
1.2	封闭母线	5	54	59
2	高低压配电装置	71	3	74
3	全厂行车滑线		1	1
4	全厂电缆及接地		67	67
4.1	全厂电缆		65	65
4.2	电缆辅助设施		1	1
4.3	电缆防火		0	0
4.4	全厂接地		1	1
	小计	3750	962	4712



CHINA
ELECTRICITY
COUNCIL

中国
电力企业
联合会

两种驱动方式的经济性比较

项 目	小汽轮机 驱动方式	空气透平 驱动方式	备 注
输出功率 (kW)	2×3571	2×3728	
总投资 (万元)	3201	9424	
单位投资 (元)	4482	12639	
输出总功率 (kW)	7142	7142	
标煤耗量 (t/h)	4.86	0.95	
年耗煤量 (吨)	35478	6935	按照 7300 小时计算
年增上网电量 (万kWh)	5213.66	5725.96	透平系统加上风机节电量
年增运行成本 (万元)	2838.24	554.8	按照标煤 800 元/t算
年上网电量收益 (万元)	2085.46	2290.38	按照 0.4 元/kWh算
年收益 (万元)	-752.78	1735.58	
投资回收期 (年)	——	5.4	



效益预测

- 2010年全国规模以上火电机组供电量为34145.24亿kWh，平均供电煤耗为335g/kWh。
- 因此，火电厂平均每降低1%的厂用电，相当于增加供电量1%，也就是多提供上网电量341.45亿kWh，折算节省标煤1143.87万吨。折合减排CO₂约2840万吨，减少SO₂排放约11万吨，减少NO_x排放9.8万吨，减少烟尘排放3.4万吨。
- 采用锅炉与燃机耦合的方式，厂用电率降低幅度约为2.5~3.5%。因此，经济与环境效益巨大，推广潜力极大。



实施方式设想

- 与电厂合作，共同向科技部申请科研课题；
- 与设备制造商合作,共同做示范工程；
- 然后在发电企业中进行推广；
- 或者采用合同能源管理的方式进行大范围推广应用。



结论

- 在锅炉机组耦合了空气轮机系统以后，可以较大幅度的提高火力发电机组的供电效率，可降低厂用电率约2.5~3.5%，大大提高了电厂效益。
- 在耦合的空气轮机系统中，压气机、涡轮以及高温换热器均为成熟的设备或者技术，所以实施起来没有大的技术障碍。
- 对耦合的空气轮机系统做初步的造价分析表明，整个系统的投资回收期为5.4年，如果以改造小汽轮机为比较基础，则投资回收期为3.78年。
- 因为耦合了空气透平以后，进入炉膛内的空气温度有了较大幅度的提高，有利于提高锅炉燃烧效率，对燃烧不易着火的燃料更为有利。



中国
电力企业
联合会
CHINA
ELECTRICITY
COUNCIL

谢 谢！