

HollySys

北京和利时集团

地 址：北京经济技术开发区地盛中路2号院
邮 编：100176
电 话：010-58981000
传 真：010-58981100

杭州和利时自动化有限公司

地 址：杭州市下沙经济技术开发区19号大街（北）1号
邮 编：310018
电 话：0571-81633800
传 真：0571-81633700

www.hollysys.com ▀

中国创造 世界品质
From China with Global Standard



CFB自动化解决方案

CFB Automation Solutions

为电力行业提供综合自动化解决方案





目录

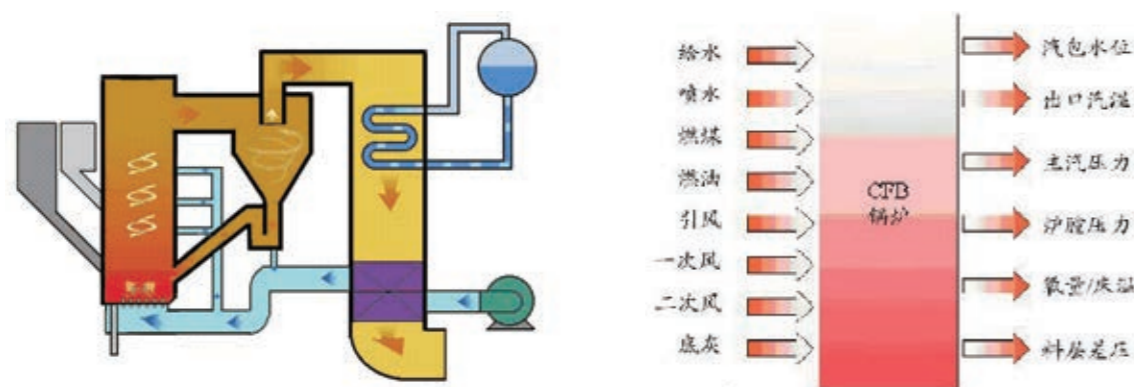
CONTENTS

一、机组协调控制系统CCS(Coordination Control System)	→ 1	五、电气控制系统 ECS (Electrical Control System)	→ 12
1、CFB机组机炉协调CCS系统控制特点	→ 1	1、系统介绍	→ 12
2、系统介绍	→ 1	2、控制范围	→ 12
3、机组工作方式	→ 2	3、单元机组电气部分	→ 12
二、模拟量控制系统MCS(Modulation Control System)	→ 3	4、公用电气部分	→ 13
1、锅炉侧调节 (Regulation Control Of The Boiler) 功能	→ 3	5、顺序控制功能	→ 13
2、汽机侧控制控制 (Turbine Control) 功能	→ 7	六、汽轮机数字电液控制系统DEH (Digital Electro-Hydraulic Control System)	→ 14
三、CFB锅炉顺序控制系统SCS (Sequence Control System)	→ 7	1、系统介绍	→ 14
1、系统介绍	→ 7	2、控制功能	→ 14
2、功能组级顺控及子组级顺控	→ 8	3、机组运行方式	→ 16
3、机组级、功能组级及子组级顺控	→ 8	4、可靠性设计	→ 16
四、锅炉炉膛安全监控系统FSSS (Furnace Safety Supervisory System)	→ 9	应用案例一：HOLLiAS MACSV 系统在广东坪石发电厂 (2*300MW) CFB机组的应用	→ 17
1、CFB锅炉FSSS的特点	→ 9	业绩清单	→ 19
2、系统介绍	→ 9		
3、BCS (Burner Control System) 系统功能	→ 10		
4、FSS (Furnace Safety System) 系统功能	→ 10		
5、FSS系统的监视和保护功能	→ 11		
6、CFB锅炉主燃料跳闸 (MFT)	→ 11		
7、CFB锅炉跳闸 (BT)	→ 11		

一、机组协调控制系统CCS (Coordination Control System)

1、CFB机组机炉协调CCS系统控制特点

循环流化床锅炉具有多变量、强耦合、惯性大的特点，负荷调整时与煤粉炉 (Pulverize Coal Boiler) 相比要慢得多，因此锅炉侧的能量变化往往跟不上机侧的能量变化，是一个超大惯性环节，采用传统的控制方案，可能出现比较大的惯性和超调现象，一直以来在国内都是一个难以攻克的难题。和利时公司结合多年在循环流化床锅炉控制方面的经验，针对大型300MW机组CFB锅炉的特点，对多年来的控制方案不断总结优化，并经过反复论证和静态、动态调试，终于推出了CFB机组CCS控制解决方案。和利时公司设计的CCS采用直接能量平衡法 (DEB) + 能量快速校正，有效的减小了超调量，改善了锅炉侧的能量变化对机侧能量变化的响应特性，现已成功应用于多套300MW的循环流化床机组，且各项指标均达到了国家相关技术标准。



CFB锅炉原理图

CFB锅炉控制对象的耦合特性

2、系统介绍

机炉协调控制系统由机组负荷管理中心、机前压力定值回路、锅炉主控制器、汽机主控制器等回路组成。统一协调锅炉、汽机及相关辅机的运行，快速、准确、稳定地响应中调或运行人员的负荷指令，使机组生产所需电力。

系统功能：CCS负荷管理中心功能、一次调频、RUNBACK功能、自动发电控制 (AGC) 等功能。高度适应机组运行，满足连续、稳定、安全的运行要求。

依照机组工艺情况，可以采用直接能量平衡策略、直接指令平衡策略、能量快速校正等策略，使汽机侧、锅炉侧的供需能量平衡，快速响应机组负荷指令的变化。CCS负荷管理中心对负荷设定指令进行限速、限幅、闭锁增\减等处理，生成实际负荷指令，协调各个调节控制回路，稳定机组运行。以机炉协调控制为基础，AGC子系统可以接受电网发来的负荷指令，直接响应电网负荷要求。



福建龙岩电厂CCS操作画面

3、机组工作方式

- * 协调控制 (CCS)
- * 锅炉跟随 (BF)
- * 汽机跟随 (TF)
- * 手动控制

具有定、滑压两种控制方式，可以选择和切换。

二、模拟量控制系统MCS (Modulation Control System)

1、锅炉侧调节控制功能 (Regulation Control Of The Boiler)

锅炉调节控制系统由若干子系统组成，子系统间相互协调，使得锅炉安全、快速、稳定地生产出机组负荷指令要求的蒸汽。

锅炉侧调节控制通常包括：

- * 总燃料调节
- * 总风量调节
- * 一次风压调节
- * 一次风量调节
- * 二次风压调节
- * 二次风量调节
- * 炉膛压力调节
- * 播煤风压力调节
- * 给煤密封风压力调节
- * 高压流化风压力调节
- * 回料器J阀风量调节
- * 床温调节
- * 床压调节
- * 烟气SO₂量调节
- * 风道燃烧器燃油压力/流量调节
- * 床上启动燃油压力调节
- * 床上助燃油压力调节
- * 汽包连续排污量调节
- * 连续排污扩容器水位调节
- * 定排扩容器排水管温度调节
- * 给水调节
- * 主蒸汽温度调节
- * 再热汽温度调节

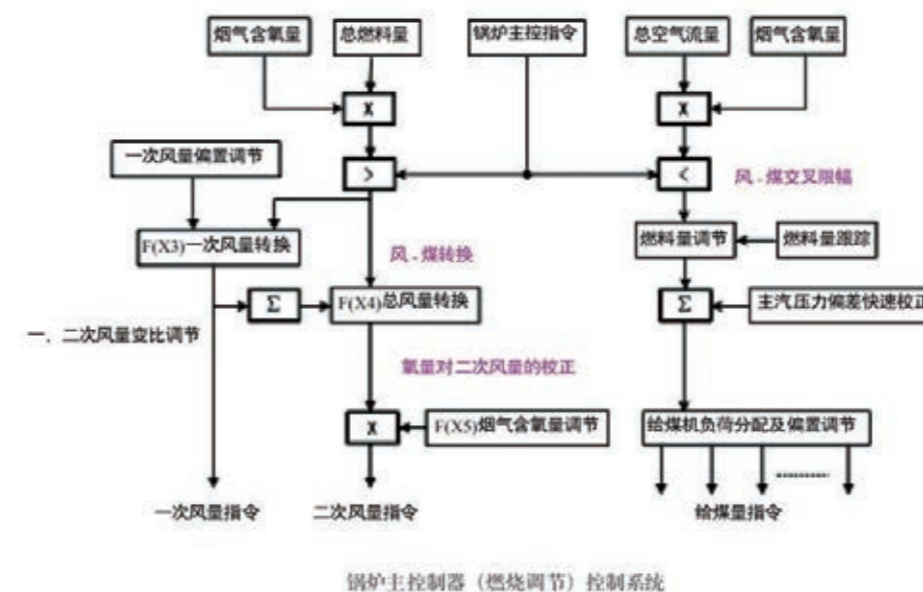
1.1、燃烧控制

CFB锅炉的燃烧设备主要由给煤系统、燃烧室、分离器和返料系统组成。其燃烧过程与常规煤粉炉有很大区别，突出表现在循环和流化两方面。燃烧系统是一个大惯性、强耦合的非线性系统，各变量之间相互影响，控制系统极其复杂。

给煤量主要受负荷指令和风-燃料交叉连锁信号的控制。首先根据负荷指令计算出要求的燃料量，然后，根据风-燃料比要求，从实际风量计算出允许的最大燃料量，二者低选信号再作为燃料主调节器的输出分别控制各台给煤机速度控制回路。这样也就保证了动态过程中先加风后加煤，先减煤后减风。

给煤机的转速控制一般采用线性较好的变频调节方式。多台给煤机也设计有增益自校正回路，可以无扰动的任意切投不同给煤机的手动和自动。

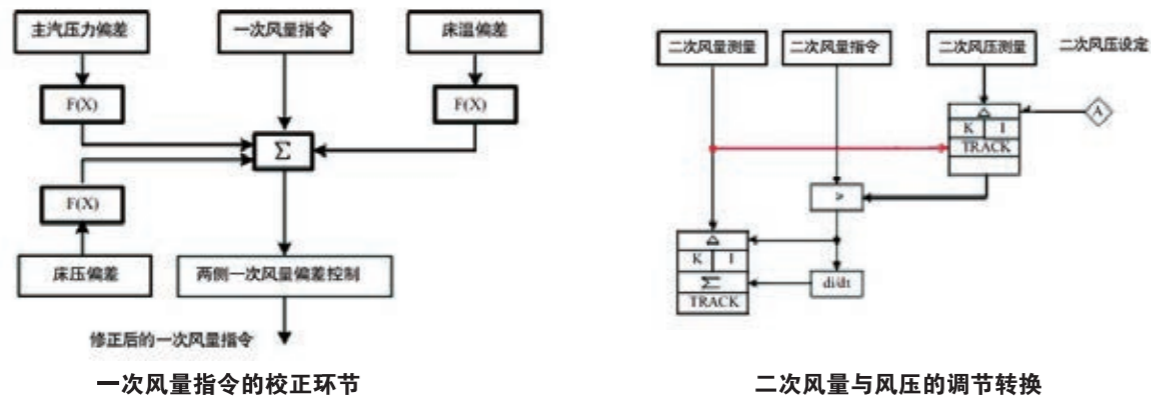
和利时公司的燃烧控制方案框图如下：



1.2、风量控制

CFB锅炉的风系统比一般常规煤粉炉复杂。主要由一、二次风、返料风和播煤风等组成。根据锅炉的型式不同，设计有一次、二次风机，高压罗茨风机等，对采用气力播煤的锅炉，还设计有播煤风机。

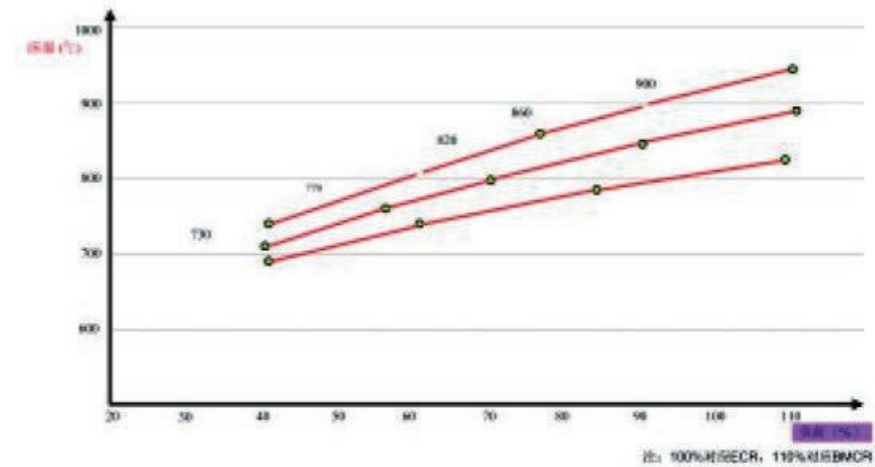
风量控制主要作用是使锅炉总风量和负荷指令以及与负荷相匹配的燃料量相平衡。包括总风量控制和一、二次风比率的控制。总风量根据燃料指令获得，并根据过剩空气系数校正，形成总风量指令。这与常规煤粉炉是一样的。所不同的是二次风和一次风的分配。为了保证正常流化，一次风的流量采用了最小流化、最大流化风量的限制，以及对左、右一次风量的偏差进行限制及闭锁功能。而且，一、二次风的比例还要受到床温、床压控制回路的校正。二次风量控制，采用具有氧量校正后的二次风指令的值作为设定值，且具有手动偏置修改功能，二次风量满足燃料与总风量的比值要求，氧量校正器进一步细调这一比值。采用二次风压自动调节及最小二次风压设定、二次风调压与调风的转换调节等控制炉膛内温度场的梯度分布。



1.3、床温控制

床温控制系统是循环流化床锅炉特有的，也是至关重要的控制系统。当循环流化床锅炉运行在其最佳床温区域时，能得到较好的脱硫、脱硝效果，并且有良好的经济性和安全性。煤等燃料中的硫在燃烧过程中形成硫化物，石灰石再吸收硫化物形成干的硫酸钙固体，从而降低硫化物排放量。能有效地去除SO₂和NO_x的最佳床温是880℃~920℃。床温是负荷的函数、高负荷高床温、低负荷低床温。由于床温也是多变量耦合函数，影响该变量的因数比较多，也比较复杂，在锅炉的启动过程中以及在不同的负荷阶段、控制床温的手段也是不同的，对不同的煤种其床温与负荷的关系曲线也是不同的。

- 在锅炉启动过程中和在低负荷区域，通常采用改变锅炉燃料量和锅炉总风量来适应负荷响应的需要，在增加锅炉总风量时要注意控制好一、二风的风量比，该阶段通常采用改变一、二风的风量比来控制床温；
- 在高负荷区域，或在负荷变化不大的情况下，以调整上下二次风量的比例来调整床温。
- 床温的设定值需要实时修正。因为床温是负荷的函数，随着负荷的增加床温升高，同时还要考虑煤种的变化对床温的影响，根据煤的发热量或炉的热动力场及时的修正床温设定曲线。



床温与负荷函数曲线

1.4、床压控制

循环流化床底部的床料是由灰、渣及大颗粒的燃料组成，一次风由底部吹入，不停扰动这些床料。和沸腾炉不同，CFB锅炉没有明显的料床厚度，但仍有密相区和稀相区之分，料层厚度是指密相区静止时的料层厚度。料层的厚度不仅影响床温，而且对锅炉的经济运行影响很大，差压过高会使步风板阻力增大，并可能造成风道和风室振动。差压过低时负荷又带不上去。

通过测量一次风室与稀相区的压差及一次风量可以测算出料层的厚度。而床压的控制一般是通过排渣量的调节来实现的。目前CFB锅炉有两种主要的排渣冷却装置，一种是水冷滚筒冷渣器。和利时公司采用炉膛床压信号和主蒸汽流量函数信号经过PI运算后产生一个排渣量指令，去控制排渣机转速，调节差压保持设定值。另一种是风冷或水冷流化床冷渣器。采用灰控阀的开启时间来控制底灰的排放量。

1.5、烟气SO₂量调节

石灰石控制系统根据测量所得到的二氧化硫浓度来调整加入的石灰石量。根据实际进入炉膛的总煤量对石灰石量的比例要求，并结合烟道二氧化硫含量对石灰石量的修正，控制指令直接送到就地的称重控制器作为石灰石重量调节回路的设定值，与测量进行比较后通过PID调节回路输出转速要求指令，该指令送到变频器控制旋转给料器的转速，当石灰石加入量达到要求时，旋转给料器的转速就保持恒定。

2、汽机侧控制（Turbine Control）功能

汽机侧调节控制通常包括：

- * 汽轮机数字电液控制系统（DEH）
- * 汽动给水泵调速控制系统（MEH）
- * 旁路控制系统（BPCS）
- * 汽机辅机控制系统
- * 除氧器水位调节
- * 凝汽器水位调节
- * 高低加水位调节
- * 轴封蒸汽压力调节
- * 发电机冷却调节



三、CFB锅炉顺序控制系统SCS（Sequence Control System）

1、系统介绍

顺序控制系统的功能：CFB锅炉的被控对象多、控制过程复杂，一对一的手动控制方式，不能适应机组安全经济运行的需要。采用顺序控制，实现了机组及所有辅机设备的启、停顺序控制以及联锁、保护等功能。可以提高操作人员的工作效率，防止误操作事故，减轻值班员的劳动强度。

运行人员可以对设备进行单独操作，也可以将相关设备按子组进行顺控启停。同时，提供设备的操作提示、报警首出等信息，以方便运行人员操作。

顺序控制系统一般具有两个层次：机组级顺序控制、功能组级顺序控制。

● 功能组级顺控，完成相关设备群组的顺序控制，可以独立执行。依照工艺过程，不同功能组顺控的逻辑连接，构成了机组级顺序控制。

● 机组级顺序控制故障时，可以切换至功能组级顺控，切换不会对机组的安全运行造成影响。

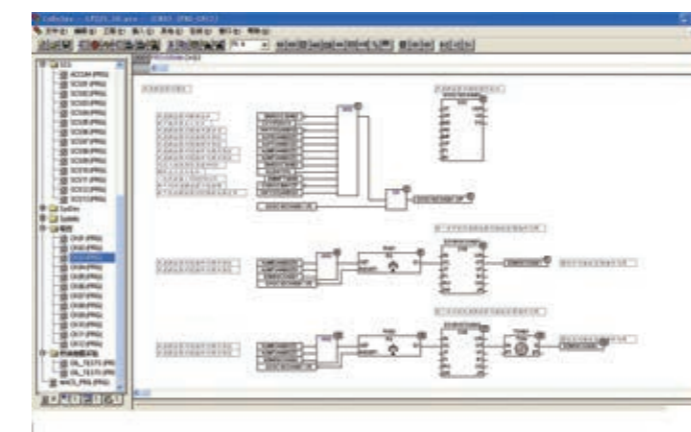
机组的顺序控制系统具有完备的操作指导，帮助运行人员快速、准确地处理运行中出现的各种情况。

2、功能组级顺控及子组级顺控

功能组级顺控或子组级顺控，接受运行人员的控制指令，经过必要的条件逻辑运算、向相关设备发出控制指令，待得到动作完成的回报信号后，完成本级的控制。

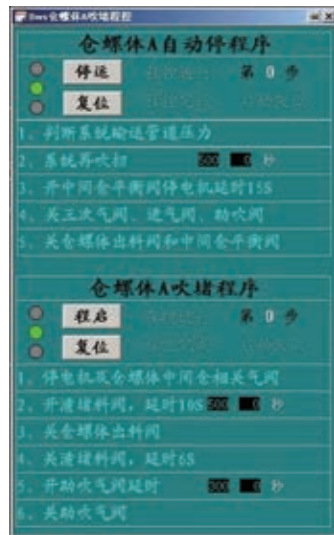
3、机组级、功能组级及子组级顺控

机组级顺控也称为机组自启停系统（APS），为最高一级的控制。当顺序控制系统接受机组级顺控的启动指令后，将机组从起始状态按照程序控制步骤启动至某一负荷，启动过程中只需设置少量断点，由运行人员确认后自动进行。



锅炉部分

- * A侧烟风系统功能组；
- * B侧烟风系统功能组；
- * A侧烟风道通风功能子组；
- * B侧烟风道通风功能子组；
- * 高压流化风机功能子组；
- * 引风机A功能子组；
- * 引风机B功能子组；
- * 一次风机A功能子组；
- * 一次风机B功能子组；
- * 二次风机A功能子组；
- * 二次风机B功能子组；
- * 播煤风机功能子组；
- * 给煤机功能子组；
- * 风道燃烧器功能子组；
- * 床枪功能子组；
- * 石灰石给料功能子组；
- * 锅炉疏放水子组；
- * 吹灰系统子组；
-



汽机部分

- * 电泵序控制功能子组;
- * 汽泵顺序控制功能子组;
- * 凝结水泵顺控制功能子组;
- * 高压加热器功能子组;
- * 低压加热器功能子组;
- * 四段抽汽功能子组;
- * 循环水泵A功能子组;
- * 循环水泵B功能子组;
-

3、BCS (Burner Control System) 系统功能

- * BMS功能包括:
 - 锅炉点火准备;
 - 油燃烧器的启动/停止顺序控制;
 - 煤燃烧器的启动/停止顺序控制;
- * 实现功能:
 - 启动、吹扫、点燃、直到燃烧器稳定运行的全过程自动化控制;
 - 也可‘分阶段、顺序启动’的控制方式,完成燃烧器的自动控制;
 - 正常工况、RB工况下的燃烧器控制功能。

四、锅炉炉膛安全监控系统FSSS (Furnace Safety Supervisory System)

1、CFB锅炉FSSS的特点

CFB锅炉的燃烧方式与煤粉锅炉不同,在正常运行时有大量的高温床料作为恒定的点火源,不易因为灭火造成爆炸性混合物不恰当地积聚,进而引发爆燃或爆炸。所以也不必煤粉炉那样需要通过火焰检测等手段连续监测煤燃烧器和整个炉膛的燃烧。另外,因为CFB锅炉在正常运行时也不像带有数量众多煤或油燃烧器的煤粉锅炉那样需要根据负荷或运行情况投切各层或各角的煤或油燃烧器。CFB锅炉仅在启动或床温较低时才需投入油燃烧器,数量也比煤粉炉要少得多。所以其燃烧器管理系统也比煤粉炉简单得多。安全保护侧重于燃料投运操作的正确顺序和联锁关系,以保证锅炉稳定燃烧。

2、系统介绍

锅炉炉膛安全监控系统FSSS (Furnace Safeguard Supervisory System),它是现代大型火电机组锅炉必须具备的一种监控系统,它能在锅炉正常工作和启停等各种运行方式下,连续密切监视燃烧系统的大量参数与状态,不断进行逻辑判断和运算,必要时发出动作指令,通过种种连锁装置,使燃烧设备中的有关部件严格按照既定的合理程序完成必要的操作或处理未遂事故,以保证锅炉燃烧系统的安全。

FSSS系统包括两部分:燃烧器控制系统(BCS)、炉膛安全保护系统(FSS)。

FSSS系统的设计,符合美国NFPA8502美国国家防火协会标准,符合及执行国家的相关技术标准。



油燃油器系统图



煤燃烧器系统图

4、FSS (Furnace Safety System) 系统功能



FSSS系统图

FSS系统功能如下:

- 炉膛吹扫功能;
- 油燃料泄漏试验功能;
- 炉膛安全保护(MFT/OFT)功能。

5、FSS系统的监视和保护功能

- * 连续监视锅炉运行，出现危险工况时，快速、准确地生成油燃料跳闸信号（OFT）、或主燃料跳闸（MFT）信号；
- * 将OFT、MFT信号，通过硬接线逻辑，执行相关保护动作。并且将紧急跳闸信号，送至BMS系统、机组控制系统，完成相应的机组保护动作；
- * MFT发生后，维持锅炉进风，清除炉膛内、烟道中的可燃物；
- * 有关许可条件满足之前，阻止燃料重新进入炉膛；
- * 具有手动MFT跳闸功能；
- * 自动记忆和显示“跳闸原因”。

6、CFB锅炉主燃料跳闸（MFT）

通常CFB锅炉主燃料跳闸的条件如下：

- | | |
|-----------------|---|
| a、手动MFT； | k、汽包水位低三值，延时5秒； |
| b、汽机跳闸； | l、上、下层平均床温 $\geq 990^{\circ}\text{C}$ 延时120秒； |
| c、锅炉跳闸； | m、总风量低于25%； |
| d、所有高压流化风机全停； | n、高压风机出口母管压力低于30Kpa，延时5min； |
| e、所有引风机全停； | o、播煤增压风机停且旁路没有打开，延时5min； |
| f、所有一次风机全停； | p、任一旋风分离器入口温度大于 $\geq 990^{\circ}\text{C}$ ，延时120秒； |
| g、所有二次风机全停； | q、任一旋风分离器出口温度大于 $\geq 990^{\circ}\text{C}$ ，延时120秒； |
| h、炉膛压力高二值，延时5秒； | r、热一次风流量过低，延时100秒 |
| i、炉膛压力低二值，延时5秒； | s、FSSS电源失去； |
| j、汽包水位高三值，延时5秒； | |

7、CFB锅炉跳闸（BT）

通常CFB锅炉跳闸的条件如下：

- | | | |
|--------------------|--------------|----------------|
| a、任意一台一次风机跳闸； | f、汽包水位达到跳闸值； | j、旋风分离器出口温度过高； |
| b、所有二次风机全停； | g、水丧失； | k、炉膛压力过低； |
| c、所有高压流化风机全停； | h、无蒸汽管路； | l、炉膛压力过高； |
| d、所有引风机全停； | i、炉膛温度过高； | m、BT跳闸按钮； |
| e、流化风量不满足回料密封槽的要求； | | |

五. 电气控制系统 ECS (Electrical Control System)

1、系统介绍

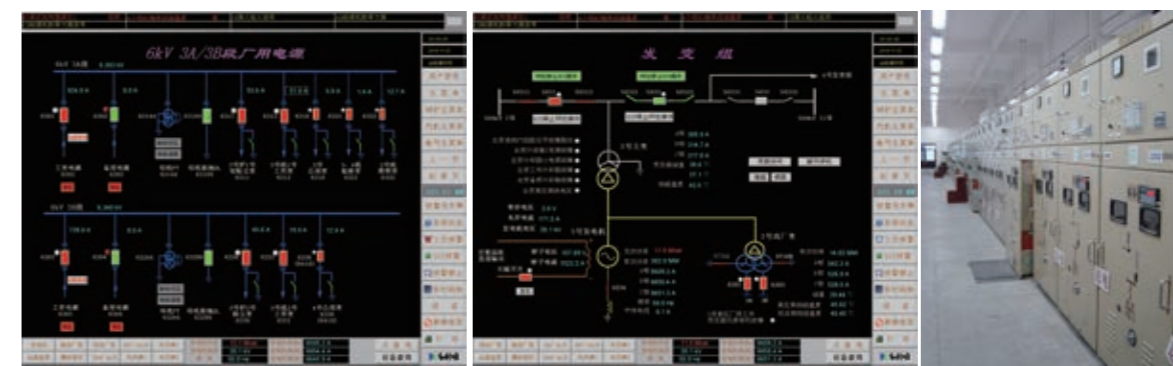
电气控制系统 ECS (Electrical Control System) 的配置及范围，分为单元电气控制系统和公用电气控制系统。机组的发变组与厂用电系统以及厂用电公用部分的监控主要由DCS系统来实现，重要的开关量控制信号和报警信号将通过硬接线接入DCS系统。发变组与厂用电系统监视用的DAS信号和必要的状态信号通过ECMS以通讯方式接入DCS，最终满足在机组DCS人机界面上全部监控发变组与厂用电系统的功能。

2、控制范围

- * 电气系统进入DCS系统的控制范围，包括机组电气和公共电气系统两部分。
- * 公共电气系统为多台发电机组共用，检修任一台机组的DCS系统，不能影响另一台机组的正常运行。
- * 两台机组的DCS系统均具有对公共电气系统的实时监视、控制功能。但是DCS系统必须互锁，保证只有一套DCS系统具有操作控制权。操作控制权能够在两套DCS系统间平滑切换。

3、单元机组电气部分

- | | |
|---------------------|---------------------------------------|
| * 发变组500KV断路器、隔离开关； | * 6KV母线备用电源分支开关； |
| * 发电机灭磁开关； | * 6KV厂用电快切装置； |
| * 励磁系统AVR控制； | * 低压工作变压器6KV、380V及380V分段开关； |
| * 自动准同期ASS； | * 低压照明变压器6KV、380V开关及照明、检修变压器380V分段开关； |
| * 高厂变工作、备用分支断路器； | * 保安段工作、备用分支开关。 |
| * 6KV母线工作电源分支开关； | |



4、公用电气部分

- * 启动/备用变压器(SST)220KV断路器、隔离开关、有载调压开关;
- * 6KV公用段进线电源分支开关(OA、OB);
- * 公用变压器(#1、#2)6KV、380V及380V分段开关;
- * 厂区变压器(#1、#2)6KV、380V及380V分段开关;
- * 化学变压器(#1、#2)6KV、380V及380V分段开关;
- * 厂区公用变压器(#1、#2)6KV开关、6KV输煤馈线开关。

5、顺序控制功能

电气部分顺序控制主要是由三个功能组组成:

a)发电机—变压器功能组, 它包括下列顺序控制子组

- * 发一变组高压侧断路器及刀闸子组项: 包括发一变组高压侧断路器及高压侧I母及II母隔离开关等;
- * 同期子组项: 包括发电机同期系统, 同期控制由电气专用装置(ASS)完成, DCS系统具有操作窗口;
- * 励磁子组项: 发电机励磁由AVR系统完成, DCS系统具有监视、操作窗口。

b)厂用电源功能组, 它包括下列顺序控制子组项

- * 高压厂用电源子组: 包括高压厂用工作及备用分支等;
- * 低压厂用电源子组: 包括6KV厂用变压器的6KV侧断路器、380V侧断路器、380V侧分段断路器等;
- * 保安电源子组项: 包括保安段的工作及备用进线断路器、仪/控变压器进线断路器及分段断路器等;
- * 快切子组项: 包括厂用电的快切装置功能。

c)厂用公用及备用电源功能组, 它包括下列顺序控制子组项

- * 高压启动/备用电源子组:

包括启/备变高压侧断路器、隔离开关及6KV侧断路器、启/备变调压开关等。

- * 低压厂用公用段子组:

包括6KV所联接的变压器6KV侧断路器、380V侧断路器及380V侧分段断路器等。

六、汽轮机数字电液控制系统DEH (Digital Electro-Hydraulic Control System)

1、系统介绍

- * 汽轮机控制系统是机组控制中重要的功能子系统。可以采用抗燃油、透平油液压伺服装置, 配套组成DEH控制系统。
- * 基本控制功能: 具有汽机的起动/停止顺序控制、升速控制、一次调频控制、发电负荷控制等功能。
- * 其他功能: 具有超速保护、热应力计算、汽机参数监视等功能。
- * DEH系统具有快速控制特性, 满足一次调频控制的要求。
- * 具备完善的自诊断功能, 采用冗余体系结构, 具有极高的可靠性。

2、控制功能

a)转速控制 (Speed Control)

依据汽机的热状态、进汽条件和允许的汽机寿命消耗, DEH系统产生相应的升速率, 实现从‘盘车转速、升速、直到额定转速’的自动控制。

- * 转速调节范围: 50~3360 rpm;
- * 转速控制精度: ± 1 rpm;
- * 超调量: $\leq 0.15\%$ 额定转速 (最大升速率下);

本DEH系统具有‘高压缸启动’、‘中压缸启动’的成功业绩。

b)负荷控制 (Load Control)

- * DEH系统可以实现: ‘带初始负荷’到‘带满负荷’的自动控制。
- * DEH系统具有快速控制能力, 可以稳定实现一次调频功能;
- * 系统具备‘阀门控制’、‘压力控制’、‘功率控制’三种控制方式;
- * 功率控制精度: 优于 $\pm 0.5\%$;
- * 转速不等率整定范围: 3%~6%;
- * 局部不等率整定范围: 3%~8%。

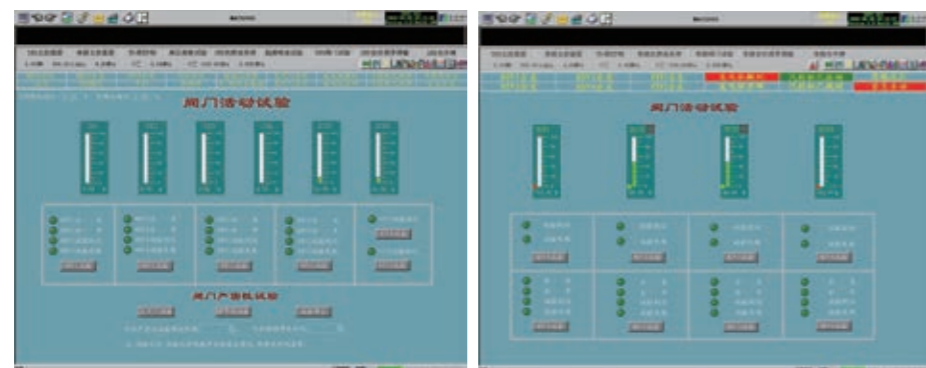


c)超速抑制 (Over Speed Rejection) 功能

故障工况下，为了抑制汽轮机超速，本DEH系统具有阀门瞬时快关OPC功能。多种条件启动OPC：

- * 主油开关跳闸；
- * 加速度大于预定值；
- * 转速 $\geq 103\%$ 额定转速；

甩负荷最大超调量： $\leq 7\%$ 额定转速；



d) 超速跳闸保护 (Over Speed Protection Trip, 简称OPT)

- * 汽轮机转速达到额定转速的110%时，DEH系统发出保护跳闸指令，送至紧急跳闸系统ETS (Emergency Trip System) 装置，产生一系列的保护动作。
- * 汽轮机的保护动作，由ETS系统完成。如：关闭主汽门；关闭高压和中压调节门…。
- * 机组正常运行工况下，本DEH系统提供了跳闸保护系统的试验手段。可以检验跳闸系统的功能是否正常。

e)热应力计算 (Thermal Stress Calculation) 功能

● 汽轮机自启停及负荷自动控制功能 (Automation Turbine Control简称ATC)

本ATC系统能够与下列控制系统协调工作，实现汽轮机组自启动过程的全自动控制。

- * 汽轮机盘车控制系统；
- * 疏水控制系统；
- * 汽机旁路控制系统；
- * 发电机励磁控制系统；
- * 发电机自动同期系统。

● 汽轮机ATC系统的控制功能

- * 在最少的人工干预下，以可能的最大升速率，从盘车转速、逐步提升到同步转速，实现并网；
- * 从带初负荷、直至正常负荷的全程控制。

具体功能如下：

- * 启动前必要的检验，确保自动启动的工作条件；
- * 升速率的计算和监控功能；

- * 转速及升速率控制功能；
- * 应力计算及监视功能；
- * 机组的并网控制；
- * 汽机的负荷率及负荷控制；
- * 超速保护控制。

3、机组运行方式

DEH系统接受机组协调控制系统 (CCS) 的指令和信号，

安全、经济地实现下述一种方式运行：

- * 机炉协调方式
- * 锅炉跟随
- * 汽机跟随
- * 定压运行
- * 滑压运行
- * 手动方式

DCS控制系统依照递阶、分层控制的原则设计。上一级控制系统故障时，可转移至低一级控制系统运行。操作人员也可以选择其中一种运行方式。

如：操作员自动 (OA) 运行方式；

汽机自动控制 (ATC) 运行方式。

4、可靠性设计

- * 控制系统部件的冗余。如：控制器、电源、网络、IO总线等，均为冗余配置。
- * 重要模拟量的三重冗余。如：转速、功率、压力等，为三重冗余。
- * 重要的开关量三重冗余或双重冗余。
- * 故障诊断技术。诊断到模件、通道级，保证了DEH系统的高可靠性。
- * 对操作员输入命令，具有严格的校验诊断。
- * 重要信号采用硬接线方式连接，如：与ETS系统、TSI系统的连接信号。
- * 故障工况下，具有完善的对策设计。
- * 控制系统的设计遵循“失效保护”和“安全自锁”的原则。
- * 具有‘汽机仿真器’，可与DEH控制器形成闭环，进行静态和动态的试验。

应用案例一：

HOLLiAS MACS系统在广东坪石发电厂（2×300MW）CFB机组的应用

1、引言

广东坪石发电厂地处广东省韶关市坪石镇。为国内首批使用国产300MW循环流化床机组的电厂，且属于国内较早投入CCS控制的循环流化床机组之一。三期扩建工程为2×300MW_亚临界参数循环流化床锅炉机组。DCS及MEH控制系统均采用和利时公司的HOLLiAS MACSV系统。

2、项目概述

锅炉制造：东方锅炉厂 型号：DG1025/17.45-II16
 汽机制造：上海汽轮机厂 型号：N300-16.7/538/538 (K156型)
 热工自动化设备：和利时公司制造 型号：HOLLiAS MACSV 分散控制系统



3、项目规模

单元机组DCS+MEH共配置19对冗余控制器，公用系统设置2对冗余控制器。单元机组和公用系统I/O点：
 系统规模：（单元机组7048点，公用系统1002点）

单元机组锅炉物理I/O点数：3296点
 单元机组汽机物理I/O点数：2304点
 单元机组电气物理I/O点数：1080点
 电气公用系统物理I/O点数：498点
 单元机组锅炉物理远程I/O点数：200点
 单元机组汽机物理远程I/O点数：168点
 机炉公用系统物理I/O点数：504点
 另有537点通过采集前端以通讯方式送入DCS。

4、系统功能

自动发电控制（AGC） 模拟量控制系统（MCS）
 机炉协调控制系统（CCS） 顺序控制系统（SCS）
 锅炉炉膛安全监控系统（FSSS） 发变组和厂用电控制系统（ECS）
 数据采集系统（DAS） 小汽轮机数字电液控制系统（MEH）

以下系统通过通讯方式接入DCS，由DCS完成远程监视及控制。包括DEH、吹灰系统、炉管泄漏、发电机温度监视、发电机自动励磁调节装置（AVR）、发变组保护装置、机组电气厂用监控系统。DCS系统最终将所有测点通过通讯接口站送至厂级监控系统（SIS）。

5、系统配置

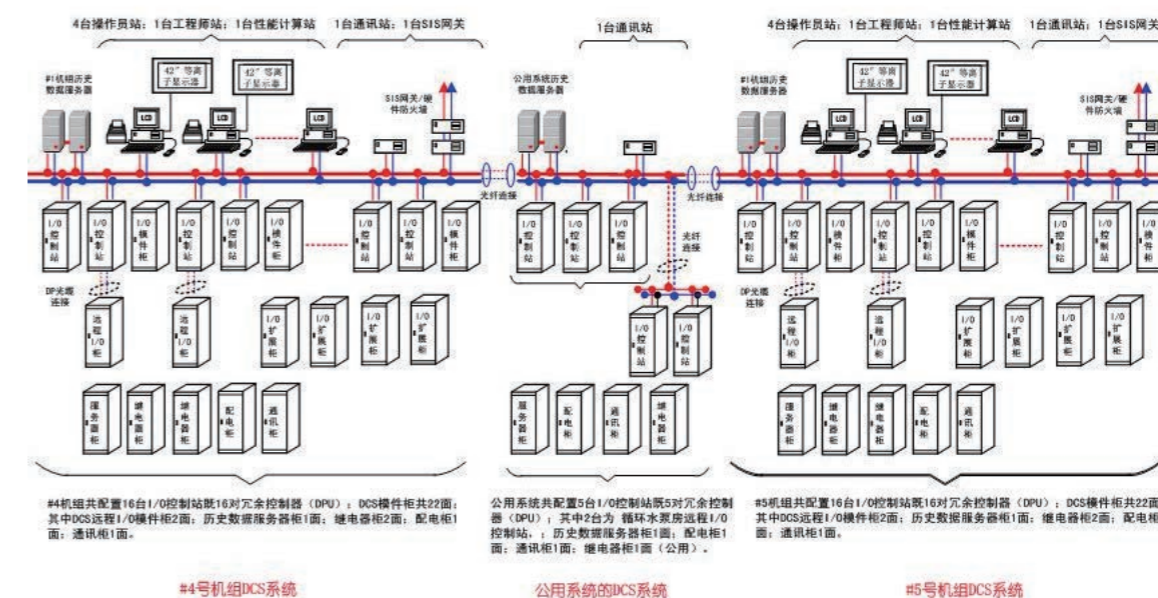
本工程单元机组共配置4台操作员站、1台工程师站、2台历史及数据服务器、1台通讯站、1台SIS/MIS网关站及1台硬件防火墙，2台63"等离子显示器、19个现场控制站，其中锅炉设9个站，站号从#10到#18，另加2个扩展I/O柜、1个MFT继电器柜和一个远程柜（锅炉本体）；汽机设6个站，站号从#19到#24，另加2个扩展柜和1个远程柜（汽机、发电机本体）；电气设2个主站，站号从#25到#26；MEH设两个站，站号为#27、#28站。

本工程公用系统配置2台历史及数据服务器、2台通讯站、3台现场控制站，控制站站号从#30到#32，另加一个扩展柜。

系统网络结构：

该项目两台机组和公用系统设三个“域”，域间用光缆连接，可以互相通讯，用户通过口令可以监视、操作不同域设备。MEH系统与DCS系统在一个工程师站集中管理。

韶关市坪石发电厂有限公司（B厂）三期扩建工程 2×300MW_CFB项目DCS网络配置方案



广东坪石电厂HOLLiAS MACSV系统的结构图

6、后记

和利时公司为该厂设计的CCS控制系统经过多次负荷扰动实验，负荷扰动的范围、负荷指令变化率、工况变化时主汽压力偏差、床压、床温以及氧量控制均达到了国家及行业规定的循环流化床技术指标，并经过不同煤种变化实验，实验结果达到了良好效果。

HOLLiAS MACS控制系统在广东坪石发电厂300MW CFB机组上的成功应用，标志和利时公司的DCS系统产品有能力承担大型流化床机组控制工程，和利时公司的技术人员具有实施大机组控制工程的能力及经验。标志着国产DCS系统在流化床自动控制领域又上了一个更高的台阶。

2010年4月22日广东坪石电厂的两台机组通过168小时试运后正式投入商业运行。

循环流化床机组主要业绩：

序号	用户单位	锅炉生产厂	锅炉规模	机组规模	标准功能
410t/h 锅炉及以上项目：					
1	广东韶关坪石发电厂有限公司	东方锅炉厂	2*1025t/h	2*300MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS
2	福建省龙岩发电有限责任公司	东方锅炉厂	2*1025t/h	2*300MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS+DEH
3	大唐辽宁调兵山电厂	上海锅炉厂	2*1065t/h	2*300MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS+DEH
4	宁夏国华宁东发电有限公司	东方锅炉厂	2*1166t/h	2*330MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS+DEH
5	神华新疆米东热电厂	东方锅炉厂	2*1069t/h	2*300MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS+DEH
6	神华萨拉齐发电厂	哈尔滨锅炉厂	2*1065t/h	2*330MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS+DEH
7	神华准能矸石电厂	东方锅炉厂	2*1177t/h	2*330MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS+DEH
8	大唐武安发电有限公司 CFB	东方锅炉厂	2*1065t/h	2*300MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS
9	陕西彬长煤炭集团发电厂	东方锅炉厂	2*670t/h	2*200MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+BPCS+ECS
10	广西百色银海发电有限公司	东方锅炉厂	2*480t/h	2*150MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+DEH+ECS
11	神华集团山西保德电厂	武汉锅炉厂	2*480t/h	2*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+ECS
12	山西潞安容海发电有限责任公司	哈尔滨锅炉厂	2*480t/h	2*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+ECS
13	山西潞安余吾热电有限责任公司	武汉锅炉厂	2*480t/h	2*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+CCS+DEH+ECS
14	山西晋能集团大同热电有限公司	哈尔滨锅炉厂	2*480t/h	2*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+AGC+ECS+BPS+DEH
15	江西景德镇发电有限公司	上海锅炉厂	1*475t/h	1*150MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+BPS+ECS
16	福建省龙岩发电有限责任公司	哈尔滨锅炉厂	4*440t/h	4*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+BPS+ECS
17	神华阳光发电有限责任公司	无锡锅炉厂	2*440t/h	2*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ACC+ECS+BPS
18	河南义马锦江矸石电厂	东方锅炉厂	2*440t/h	2*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+BPS+ECS
19	广东粤阳发电有限公司	东方锅炉厂	1*440t/h	1*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+BPS+ECS
20	广西电力开发有限责任公司广西合山电厂	哈尔滨锅炉厂	1*420t/h	1*110MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+DEH+ECS+ETS
21	河南蓝光环保热电厂	哈尔滨锅炉厂	1*440t/h	1*135MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ECS+ETS+DEH
22	江苏金华盛汽电厂	上海锅炉厂	1*420t/h	1*110MW	DAS+MCS+SCS+FSSS

220t/h 锅炉及以上项目：					
序号	用户单位	锅炉生产厂	锅炉规模	机组规模	标准功能
1	厦门瑞新热电有限公司	杭州锅炉厂	3*260t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+ECS
2	河南洛阳龙羽热电一期	东方锅炉厂	2*260t/h	2*55MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+DEH
3	河南洛阳龙羽热电二期	东方锅炉厂	2*260t/h	3*55MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+DEH
4	徐州华美坑口环保热电有限公司	上海锅炉厂	2*260t/h	2*55MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+BPS+ECS+DEH
5	福建晋江热电有限公司	东方锅炉厂	2*260t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+ECS
6	山东武所屯生建煤电厂	东方锅炉厂	1*260t/h	1*60MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
7	广东云浮市亨达利水泥制品有限公司	东方锅炉厂	1*260t/h	1*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
8	山西大同矿务局自备电厂	哈尔滨锅炉厂	4*240t/h	4*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ACC+ECS+DEH
9	徐州利宜热电有限公司		3*240t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
10	东莞建晖纸业业有限公司	无锡锅炉厂	2*240t/h	1*60MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS
11	天津市津源热电有限公司	济南锅炉厂	2*240t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
12	江苏徐州龙固坑口矸石发电有限公司	无锡锅炉厂	2*240t/h	2*55MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+ECS
13	南京协鑫热电有限公司	无锡锅炉厂	2*240t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS
14	兴安热电有限责任公司	济南锅炉厂	2*240t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS
15	江西晨鸣纸业有限责任公司	济南锅炉厂	2*240t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
16	河北鹿泉市曲寨热电厂	济南锅炉厂	2*240t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
17	东方希望铝业三门峡热电厂	无锡锅炉厂	2*240t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
18	泰安鲁邦高新热电有限公司	济南锅炉厂	1*240t/h	1*55MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS
19	山西金驹煤电化股份有限公司	济南锅炉厂	1*240t/h	1*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
20	陕西群生电力有限公司	济南锅炉厂	1*240t/h	1*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+DEH
21	陕西群生电力有限公司	济南锅炉厂	1*220t/h	1*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ECS
22	张家界市桑梓综合利用发电有限责任公司	济南锅炉厂	1*240t/h	1*60MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS
23	邯郸矿业集团云宁矸石热电有限公司	济南锅炉厂	3*240t/h	2*50MW	DAS+MCS+SCS+FSSS
24	宁波大榭开发区万华工业园热电有限公司	济南锅炉厂	3*220t/h	1*50+1*25MW	DAS+MCS+SCS+FSSS+ETS+DEH