



中国国电  
CHINA GUODIAN

# 中国国电集团 火电灵活性解决方案

2016年11月 北京



中国国电  
CHINA GUODIAN

- 1. 国电集团简介
- 2. 国电集团灵活性解决方案
- 3. 应用实例



中国国电  
CHINA GUODIAN

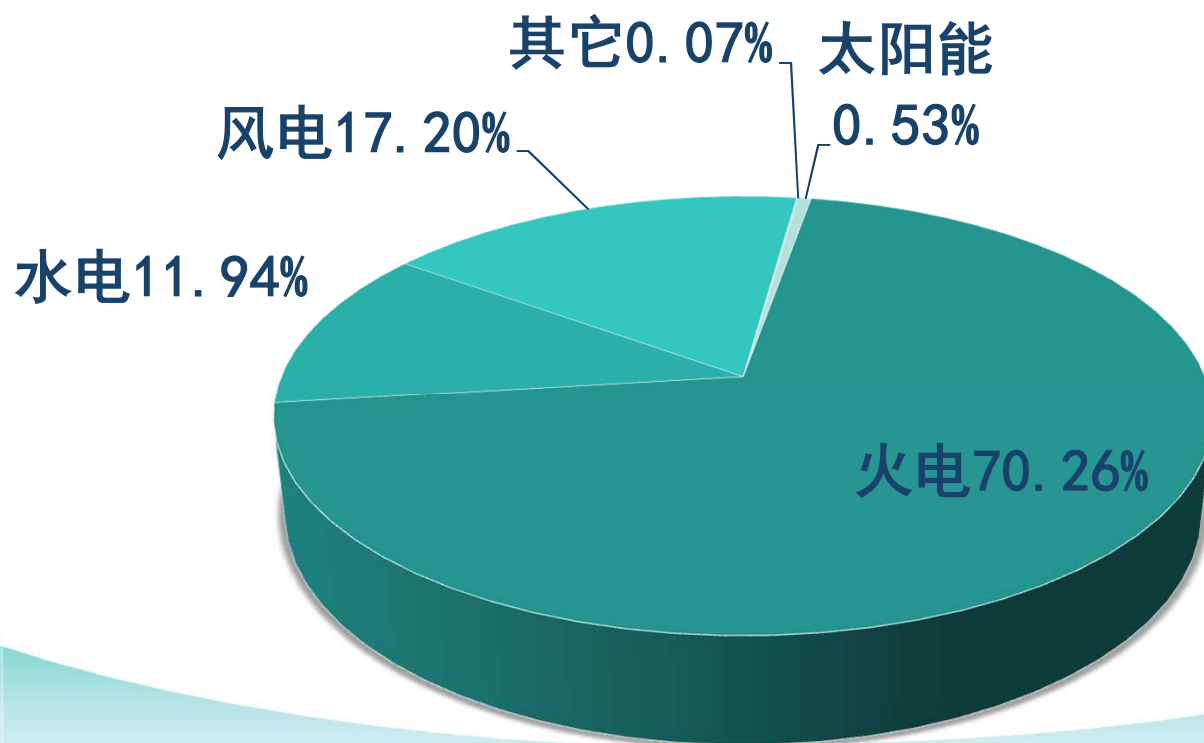
## 1. 国电集团简介

- ❖ 中国国电集团公司于2002年成立，是以发电为主的综合性电力集团。2016年，位列世界500强第345位。
- ❖ 截至2015年12月底，资产总额达到7840亿元，产业遍布全国31个省、市、自治区。



## 1. 国电集团简介

❖ 截止2016年7月，公司可控装机容量1.38亿千瓦，火电装机近9697万千瓦；风电装机近2373万千瓦，位居世界第一。





## 2. 国电集团灵活性解决方案

- ❖ 2016年6月28日，国家能源局综合司下达《火电灵活性改造试点项目的通知》。
- ❖ 2016年8月，制定了《国电集团燃煤电厂火电灵活性改造和优化调整技术路线》。



### 《技术路线》的主要内容

- 1. 锅炉燃烧系统
- 2. 氮氧化物达标排放
- 3. 汽水系统
- 4. 锅炉低负荷运行优化调整
- 5. 热工控制系统
- 6. 热电解耦



### ■ 1. 锅炉燃烧系统

- ❖ 燃烧器改造
- ❖ 等离子体稳燃技术改造
- ❖ 富氧燃烧技术应用
- ❖ 磨煤机动态分离器改造
- ❖ 加装小油枪改造



### 燃烧器改造

- ❖ 仅通过对锅炉的燃烧器局部进行改造，优化低负荷深度调峰工况运行，保证锅炉实现稳定燃烧；
- ❖ 解决深度调峰工况下锅炉局部水冷壁超温现象（仅对超临界锅炉）；
- ❖ 控制调峰工况下锅炉氮氧化物的生成；
- ❖ 保证锅炉的带大负荷运行和避免严重结焦。

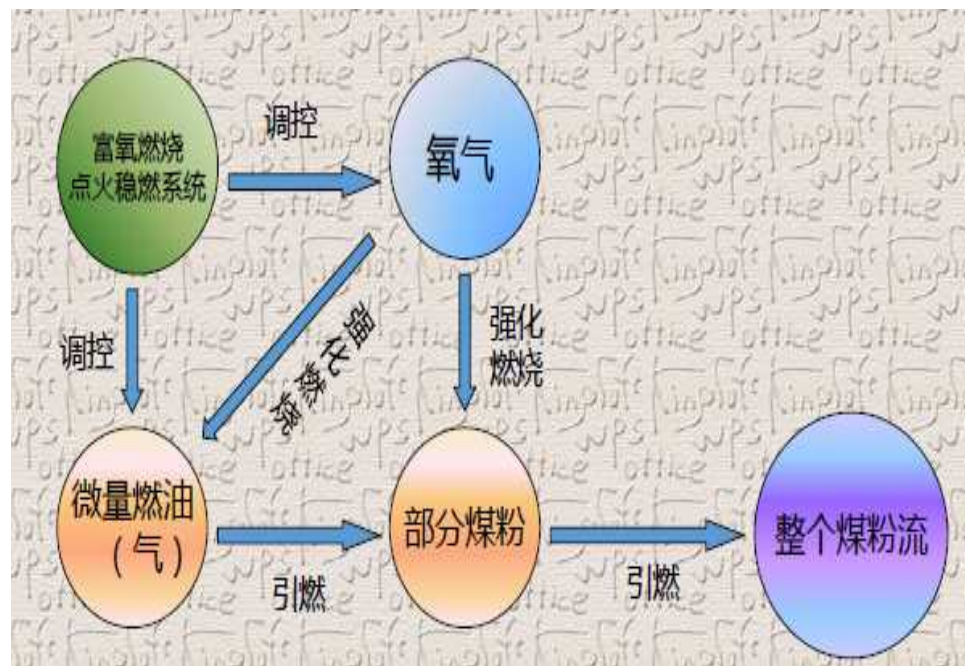


### 等离子体稳燃技术改造

- ❖ 国电集团300MW以上锅炉均安装了等离子体启动点火系统，在深度调峰工况可进行稳燃；
- ❖ 对发生器采用新型材料和设计的阴、阳极，延长了使用寿命，适应深度调峰的投用需要；
- ❖ 等离子体点火系统优先考虑安装在深度工况运行的燃烧器。

### 富氧燃烧技术应用

- ❖ 采用高纯度的氧气代替助燃空气，提高煤粉的燃烧效率；
- ❖ 富氧燃烧技术适用于多个煤种，可应用在多种形式锅炉；
- ❖ 在深度调峰工况实现锅炉稳燃，并有效控制氮氧化物，也可作为启动点火系统实现锅炉高效启停。





### 磨煤机动态分离器改造

可适时调节煤粉细度和提高煤粉均匀性，提高磨煤机对煤质适应性，对机组深度调峰起到辅助作用。

### 加装小油枪改造

有条件的锅炉可采取气化小油枪直接点燃浓煤粉气流技术，保证锅炉深度调峰工况下稳定燃烧。



### ■ 2. 氮氧化物达标排放

#### ❖ 增加省煤器给水旁路改造

减少给水在省煤器中的吸热量，提升烟气温度 $10^{\circ}\text{C}$ 以内。

#### ❖ 增加省煤器再循环改造

提高省煤器进口的水温，提高省煤器出口的烟气温度。一般与增加省煤器给水旁路联合应用。



### ■ 2. 氮氧化物达标排放

#### ❖ 省煤器分级改造

通过减少SCR反应器前省煤器的吸热量，达到提高SCR反应器入口温度的目的。

#### ❖ 增加烟气旁路改造

在SCR入口混入高温烟气，烟气温度升高，解决低负荷下SCR投运问题（普遍采用）。

### ■ 3. 汽水系统

#### ❖ 汽轮机低真空供热改造

将凝汽机组或调节抽气式机组改造为低真空凝结水供热机组。

#### ❖ 汽轮机侧热再蒸汽供热（汽）改造

选用汽轮机侧再热热段蒸汽作为机组工业供汽汽源，确保在机组低负荷下，仍能满足工业供汽参数指标要求。

### ■ 3. 汽水系统

#### ❖ 汽轮机旁路调节系统改造

通过汽机高、低压旁路将高温高压蒸汽逐级减温减压后，供给热网加热器，提高供热能力。

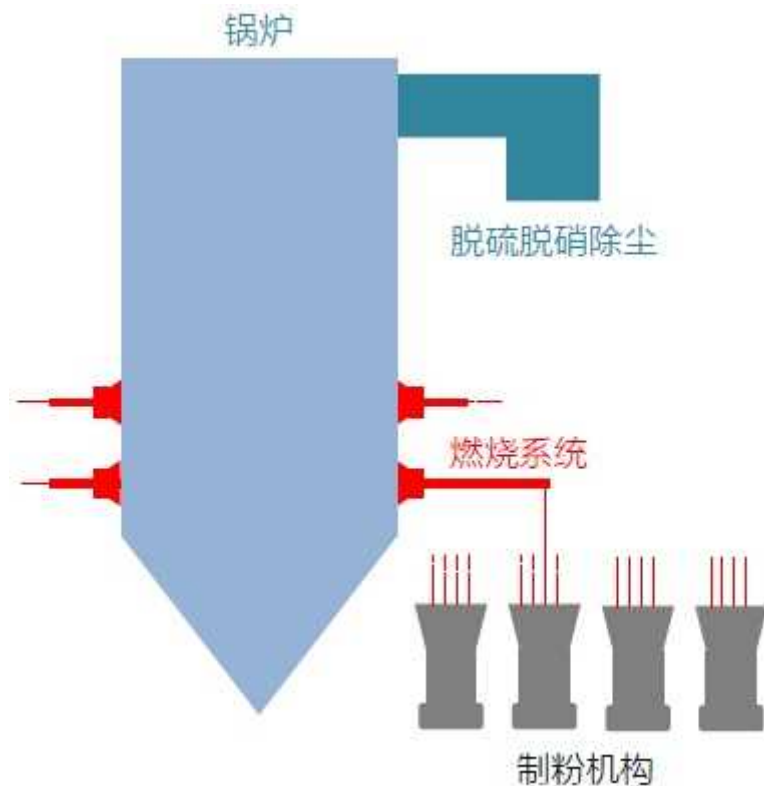
#### ❖ 汽轮机切除高压缸运行

部分超临界汽轮机可采用中压缸启动技术，在机组负荷达到12~15%范围之前，汽轮机始终处于中压缸进汽状态，而高压缸通过其排汽处的通风阀连接至排汽装置而始终保持真空状态“陪伴”空转运行。



### ■ 4. 锅炉低负荷运行优化调整

- ❖ 深度调峰工况下分别对锅炉制粉系统、燃烧系统、辅机系统、脱硝系统及助燃系统等优化调整，确定最佳的运行工况。







### ■ 5. 热工控制系统

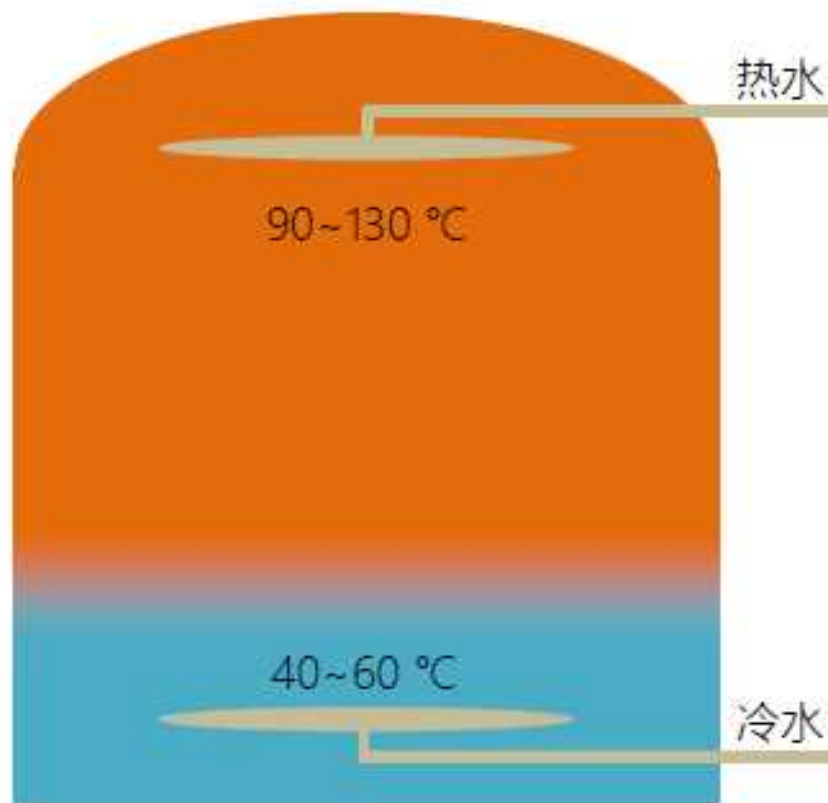
- ❖ 协调控制系统低负荷优化；
- ❖ 给水泵最小流量线性控制（超临界机组）；
- ❖ 增加水冷壁壁温测点（超临界机组）；
- ❖ 制粉系统一次风在线监控。



### ■ 6. 热电解耦

#### ❖ 储热装置

当热电机组降低出力时，输出热量补齐热力缺额；当热电机组增加出力时，储存富裕热量，实现“热电解耦”运行。





### ■ 6. 热电解耦

#### ❖ 电锅炉

在满足实际调峰需求的同时，将机组多余电能转化为热能并部分或全部蓄存下来，然后根据供热要求适时释放这些热量。





## 国电庄河发电厂应用实例

### ■ 1. 设备状况

- ❖ 锅炉：哈尔滨锅炉厂600MW超临界直流锅炉，一次中间再热，燃烧方式为前后墙对冲燃烧，前后墙各15只，分三层对称布置。
- ❖ 汽轮机：哈尔滨汽轮机有限责任公司制造的超临界、一次中间再热反动凝汽式汽轮机。
- ❖ 制粉系统：直吹式，配有六台中速辊式磨煤机。



## ■ 2. 灵活性解决方案

### ❖ 已采取的方案

协调控制系统优化、给水控制优化、增加水冷壁温测点、燃料控制、省煤器旁路烟道改造、吹灰控制等。

❖ 已完成目标：机组可在200MW下稳定运行。

### ❖ 计划采取方案

省煤器给水旁路改造、锅炉低负荷优化

❖ 最终控制目标：机组在180MW下稳定运行。



中国国电  
CHINA GUODIAN

谢谢