

# 热电企业清洁能源替代技改项目研究

## Research on Clean Energy Alternative Technology Transformation Project in Thermal Power Enterprises

方昌军

Changjun Fang

上海金联热电有限公司 中国·上海 201506

Shanghai Jinlian Thermal Power Co., Ltd., Shanghai, 201506, China

**摘要:** 为推进大气污染防治, 控制燃煤消费总量, 改善大气环境质量, 论文以上海金联燃气热电联产锅炉清洁能源替代技改项目为研究对象, 对清洁能源替代技改项目进行仔细分析。以期为有关部门提供一些借鉴。

**Abstract:** In order to promote the prevention and control of air pollution, control the total consumption of coal, and improve the quality of the atmospheric environment, this article takes the clean energy substitution technology transformation project of Shanghai Jinlian Gas Thermal Power Co., generation Boiler as the research object, and carefully analyzes the clean energy substitution technology transformation project. To provide some reference for relevant departments.

**关键词:** 热电; 能源; 技改

**Keywords:** thermoelectric; energy; technical transformation

**DOI:** 10.12346/peti.v5i2.7995

### 1 项目背景

上海金联热电有限公司主要向金山工业区 130 多家企业提供蒸汽, 年供汽量约 95 万吨。该项目利用背压机发电解决了热电厂自用电同时又向外网售电, 实现热源逐级利用使能量利用率达到最优化, 提高热电生产的经济性, 缓解了区域电力供需矛盾。

根据政府文件要求, 该公司将 3 台燃煤的 130t/h 高温高压循环流化床锅炉改烧天然气, 改造后的 3 台锅炉配 1 台 B15-8.83/0.98 背压式汽轮发电机组 +1 台 B12-8.83/0.98 背压式汽轮发电机组 +1 台 B6-8.83/1.8 背压式汽轮发电机组。汽轮发电机组和热力系统利旧, 技改后既不影响热电厂向现有热用户供热, 又能减少厂用电, 增加向外网售电。

### 2 项目升级改造研究分析

本项目在现有厂内的南侧用地 678m<sup>2</sup> 增加一座天然气调压站。在现有锅炉原有场地将 3 台燃煤锅炉改造为天然气锅炉: 增加天然气燃烧系统, 包括天然气燃烧器、点火系统及

系统阀门仪表等。原锅炉的锅筒、旋风分离器及低温过热器和空气预热器暂不作更改<sup>[1]</sup>; 更改下部水冷壁、高温和屏式过热器, 更换上、下级省煤器; 相应改造锅炉烟风等附属系统, 如图 1 所示。



图 1 燃气锅炉

【作者简介】方昌军 (1974-), 男, 中国浙江桐庐人, 本科, 工程师, 从事热电企业能源综合利用、节能改造、节能管理研究。

## 2.1 项目改造特征

本项目在维持原有循环流化床锅炉的基本结构不变情况下，由燃煤锅炉改烧天然气。因炉膛的截面尺寸不变，改烧天然气后截面热负荷变化很大，如果温度过高势必造成 NO<sub>x</sub> 排放过高，原有水冷风室需要局部割除；如果温度过低，炉膛换热面积不够，势必造成锅炉负荷达不到要求。经过设计人员与锅炉厂共同探讨计算，确定了锅炉改造方案：拆除流化床锅炉水冷风室、分离器返料腿封堵、中心筒，以减少烟气阻力<sup>[2]</sup>；增加屏式过热器、高温过热器、更换省煤器，以保证蒸汽温度。通过现场运行数据分析和热平衡计算，又增加低温过热器和加大烟气再循环比例，通过提高炉膛出口温度来加大过热器的换热温差以及增加低温过热器面积，从而提高过热器出口蒸汽温度，达到额定主蒸汽参数。

本项目选用先进的低氮燃烧器，充分利旧整合原有锅炉受热面及烟风系统，能源利用效率高、能耗低、燃料消耗低。本项目锅炉改造后采用高效燃烧器合理改造锅炉本体，锅炉效率由燃煤锅炉的 90.5% 提高到 93.5%，使能量利用率达到最优化，提高了热电生产的经济性。本项目对于烟气中氮氧化物，通过国际领先的低氮燃烧器和炉内低氮燃烧技术进行控制，在 30mg/Nm<sup>3</sup> 以内。本技术改造后由于改烧天然气不再产生灰、渣等固体污染物的排放，实现了清洁燃烧。

## 2.2 项目成效

本项目选用先进的低氮燃烧器，充分利旧整合原有锅炉受热面及烟风系统，能源利用效率高、能耗低、燃料消耗低。本项目锅炉改造后采用高效燃烧器合理改造锅炉本体，锅炉效率由燃煤锅炉的 90.5% 提高到 93.5%，使能量利用率达到最优化，提高了热电生产的经济性。本项目对于烟气中氮氧化物，通过国际领先的低氮燃烧器和炉内低氮燃烧技术进行控制，在 30mg/Nm<sup>3</sup> 以内。本技术改造后由于改烧天然气不再产生灰、渣等固体污染物的排放，实现了清洁燃烧。由此，本项目可以做到节约标煤 6446t/年，减少石灰石消耗约 1.6 万吨/年，减少二氧化硫排放 110t/年，减少烟尘排放 30t/年，节能减排效果显著<sup>[3]</sup>。

## 2.3 循环流化床锅炉与燃气锅炉的对比

锅炉燃料煤改天然气后，天然气通过管道运送至天然气调压站再送至锅炉。由于天然气含尘和含硫极低，完全燃烧后烟气不经任何处理即可达到国家标准 GB13223—2011《火力发电厂大气污染物排放标准》规定。对于烟气中氮氧化物，本项目利用低氮燃烧器将最终锅炉氮氧化物控制在 100mg/Nm<sup>3</sup> 以内。燃气锅炉使用管道输送，无需燃料储备场所，燃气锅炉不需要配备灰渣储存场所，节省场地。原与燃煤锅炉相关的煤储运系统、厂区石灰石系统、炉前燃料和石灰石输送系统、炉底除渣系统、炉后除灰系统、点火油系统、尾部半干法脱硫系统，以及上述系统对应的电气、热控及相应的公用系统均停用<sup>[4]</sup>。燃气锅炉仅增加调压站无需新

增人员，可以减少输煤、除灰、除渣、脱硫系统的运行人员。燃气锅炉的自动化程度和安全性更高。每台燃气锅炉装有 4 台燃烧器进行燃烧。每台燃气锅炉的燃烧系统共包含对 8 个天然气进气阀、6 个调节风门，以及 1 台送风机变频、1 台再循环风机变频的精细化控制，做到燃料自动和风自动。每台燃烧器有关管路上的快速切断阀、调节阀为进口产品<sup>[5]</sup>。锅炉点火顺序控制系统由 DCS 完成，燃料点火采用高能电火花点燃小气枪，小气枪火焰点燃主气枪的点火方式，高能点火气枪能实现程控。燃烧器配套阀组应满足 NFPA 要求，每个管路阀组至少应包括两个快切阀、一个调节阀和一个放散阀。每一只燃烧器单独监控，一旦检测到燃烧器火焰熄灭，则该燃烧器快切阀自动关闭；一旦检测到炉膛火焰熄灭，启动自动报警装置和主燃料跳闸系统。锅炉燃烧器等区域设置天然气泄漏报警检测仪，锅炉尾部烟道设置天然气在线检测仪，天然气在线检测仪的数据作为 FSSS 的保护条件。燃气锅炉与流化床相比负荷适应性更强。燃气锅炉负荷在 60t/h~150t/h 都能够满足汽轮机进汽参数，锅炉启动、停运迅速。对锅炉受热面的磨损问题较少，锅炉连续运行周期较长。天然气燃烧迅速，与燃煤锅炉相比不存在结焦、堵煤、石灰石、输灰、输渣堵塞等问题<sup>[6]</sup>。改造前燃烧系统流程见图 2，改造后燃烧系统流程见图 3，天然气调压站见图 4，燃烧器火焰监视系统见图 5。

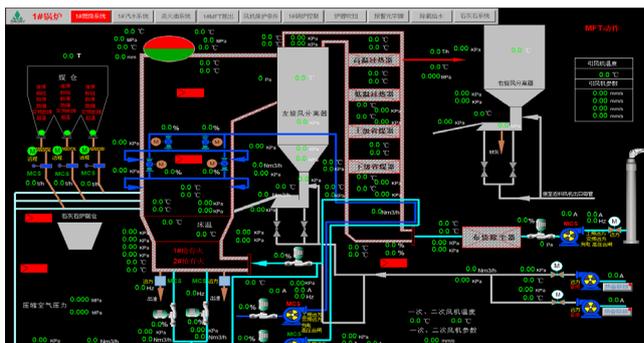


图 2 改造前燃烧系统流程

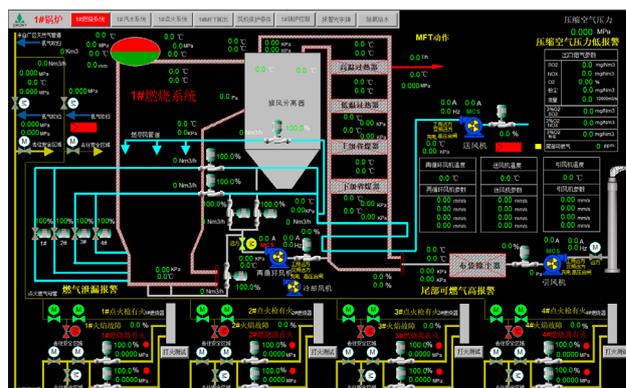


图 3 改造后燃烧系统流程



图4 天然气调压站



图5 燃烧器火焰监视系统

本项目充分考虑锅炉改造难度，同时最大程度利用原有锅炉锅筒、过热器等部件及烟风系统。由于天然气较煤的成本高出很多，因此项目需充分考虑减少技改的整体投资，充分利用原有设备尤其是锅炉主要部件。本项目作为上海市金山区第一个燃煤热电技改为天然气清洁能源替代项目，也是

上海市乃至全国最大的燃煤锅炉改烧天然气项目，为上海市乃至全国的燃煤燃油热电行业的清洁能源技改提供了成功的案例，起到很好的示范作用。

### 3 结语

本次技改对3台燃煤锅炉改造为天然气锅炉，锅炉运行高效稳定，同时燃煤输送、除灰、除渣、脱硫系统停用，系统简化。本次技改采用高效燃烧器合理改造锅炉本体，锅炉效率由燃煤锅炉的90.5%提高到93.5%，每年节约标煤6624t，减少消耗石灰石约1.6万吨，二氧化硫110t，烟尘30t，减排效果显著。另外通过本技改项目停运输煤、除灰、除渣和脱硫系统，厂用电率由技改前约18%降低至12%。本项目为燃煤锅炉改烧天然气的清洁能源替代技改项目，使用天然气替代燃煤，控制当地燃煤消费，减少大气污染物排放，改善了大气环境质量。

### 参考文献

- [1] 李惠琴,赵嘉莘,黄馨锐,等.热电池隔膜材料的研究进展[J].中国材料进展,2020(10):39.
- [2] 王文倩.热释电纳米发电机及其在环境能量收集中的应用研究[D].厦门:厦门大学,2019.
- [3] 王大鹏,宋文贵,吴波,等.基于私有云的发电企业一体化平台构建方案[J].热力发电,2021(5).
- [4] 魏超,焦晓峰,刘永江,等.能源市场背景下含储能的光伏和热电联产评估[J].电气传动,2021(18).
- [5] 李嘉龙,陈雨果,刘思捷,等.考虑深度调峰的电力日前市场机制设计[J].电力系统自动化,2019,43(4):8.
- [6] 崔杨,杨志文,严干贵,等.降低火电机组调峰成本的光热电站储热容量配置方法[J].中国电机工程学报,2018(6).