

等离子点火技术在410 t/h 燃煤锅炉中的应用

Application of Plasma Ignition Technology in 410 t/h Fossil Boiler

李 俊, 蒋雪芬, 檀思欧

(巨化集团公司热电厂, 浙江 衢州 324004)

摘要:燃煤锅炉的点火和稳燃用油是火力发电厂发电成本的主要指标之一。燃煤锅炉传统的点火燃烧器采用机械雾化油枪, 耗用轻油量, 发电成本高。巨化热电厂应用等离子点火技术, 实现燃煤锅炉以煤代油点火和低负荷稳燃。介绍等离子点火原理和等离子点火系统的结构, 通过对烟台龙源公司等等离子点火系统的改进, 节约了大量燃油并减少对环境的污染。

关键词:煤粉锅炉; 等离子; 点火; 节能

中图分类号:TK223.23

文献标识码:B

文章编号:1007-1881(2007)02-0031-03

我厂6号炉是哈尔滨锅炉厂生产的410 t/h 高温高压煤粉锅炉, 在炉膛四角各设置一套煤粉燃烧器, 每套燃烧器均有一、二次风喷嘴, 下二次风喷嘴中装有传统的点火装置——雾化油枪(共有4支油枪), 由燃烧的轻油点燃一次风喷嘴喷出的煤粉, 在炉膛内旋转燃烧。

锅炉的启停及非正常状态运行时的稳定燃烧需消耗大量的轻油助燃。6号炉每年计划检修所需的启、停炉用油量达420 t, 价值约164.6万元, 随着油价的上涨, 生产成本也大大上升。另外, 锅炉在点火或低负荷运行稳燃投油期间, 电除尘器不能投用, 大量烟尘直接排放到大气中, 给环境带来严重的污染; 此外, 烟气中的粉尘会对锅炉引风机叶片造成严重磨损, 给电厂带来间接的经济损失。

而无油等离子点火装置不耗轻油, 可直接点燃煤粉, 即大大节约锅炉升、停炉时所需的轻油。我厂在2002年引进无油等离子点火系统替代锅炉常规的轻油点火系统, 经过对该系统的改造和完善, 于2003年12月在6号炉实施并正式投入运行。

1 无油等离子点火装置

1.1 无油等离子点火原理

无油等离子点火装置借助等离子发生器的电弧来点燃煤粉燃烧器, 利用直流电流在一定介质气压的条件下接触引弧, 并在强磁场控制下获得稳定功率的定向流动空气等离子体, 该等离子体在点火燃烧器中形成 $T > 5\ 000\ K$ 的梯度极大的高温火核(约 $5\ 000 \sim 10\ 000$), 煤粉颗粒通过该等离子“高温火核”时破裂粉碎、形成气固两相混合物, 高温等离子体使混合物迅速燃烧, 随之发生剧烈的物理和化学变化, 使煤粉的燃烧速度加快, 达到点火并加速煤粉燃烧的目的, 还大大减少了促使煤粉燃烧所需要的引燃能量, 实现无油点火和无油低负荷稳燃。

装置主要由等离子发生器、直流电源系统、点火燃烧器、控制系统、辅助系统等子系统组成(见图1)。

1.2 等离子发生器

等离子发生器(见图2)为强磁场控制下的空气载体等离子发生器, 它由电子发射枪、稳弧线圈、阴极、阳极组成。电源采用全波整流并具有衡流性能, 其发火原理为: 在一定输出电流条件下, 阴极³与阳极²接触后, 系统在短路状态, 当阴极缓缓离开阳极时即产生电弧, 电弧在线圈磁场的作用下被拉出喷管外部, 压缩空气在电弧的作用下, 被

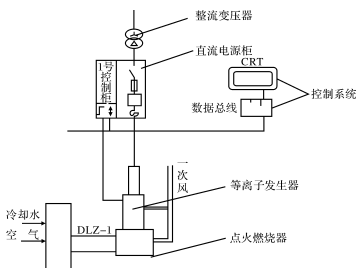


图1 点火系统构成

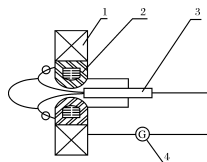


图2 等离子发生器工作原理图

1—线圈；2—阳极；3—阴极；4—电源

电离为高温等离子体，为点燃煤粉创造了良好的条件。

1.3 点火燃烧器

点火燃烧器与等离子发生器配套使用，在一级点燃烧过程中将经过浓缩的煤粉垂直送入5 000~10 000等离子火焰中心区，高温的等离子体同浓煤粉的汇合及所伴随的物理化学过程使煤粉原挥发份的含量提高20%~80%，其点火延迟时间不大于1s。在设计上当燃烧器出力为500~800 kg/h，其喷口温度不低于1 200，足可点燃闪点为300~650的煤粉。另加设了第一级气膜冷却技术，以避免煤粉的贴壁流动及挂焦，并能解决燃烧器的烧蚀问题，该区称为第一区。

第二区为混合燃烧区，在该区内采用“浓点浓”的原则，环型浓淡燃烧器的应用将淡煤粉流贴墙而浓粉掺入主点火燃烧器燃烧。这样既利于混合段的点火，又冷却了混

合段的壁面。

第三区为强化燃烧区，在一、二区内挥发份基本燃尽，为了提高疏松碳的燃尽率，采用提前补氧强化燃烧措施。提前补氧在于提高该区的热焓，进而提高喷管的初速度，达到加大火焰长度、提高燃尽度的目的，所采用的气膜冷却技术亦达到了避免结焦的目的。

第四区为燃尽区，疏松碳的燃尽率取决于火焰的长度，随着烟气温度的升高，燃尽率逐渐加大。由于点火燃烧器设计成多级燃烧，应用多级放大的原理，使系统的煤粉浓度、气流速度处于十分有利于点燃煤粉的工况，从而达到持续稳定的点火燃烧。

2 等离子点火系统的改进

2.1 等离子点火燃烧器改造

点火燃烧器是由喷口、风筒、一级燃烧室、二级燃烧室和过渡筒组成。投入试运行时发现通过点火燃烧器的二次风量明显偏小，点火性能不可靠，影响其使用寿命，存在严重缺陷：

(1) 风筒壁温超温 (>800) 烧损。

(2) 喷口端部烧熔。

(3) 一级燃烧室和过渡筒中结焦渣。

经过多次试验和计算，认定造成上述缺陷的原因是制造商提供的风筒截面偏小，仅有原下二次风嘴截面积的75%左右。因为风筒截面面积小，限制了风筒的二次风流量。通过风筒内的二次风既提供一次风筒中的煤粉燃烧所需的氧气，又起到冷却风筒外壁和喷口的作用。风筒截面小，二次风的流量小，冷却效果差，致使风筒和喷口超温（超过其材料允许工作温度）运行并烧损。我们将圆筒（474 mm）风筒改成可以在原下二次风嘴的位置布置得下的最大截面积的矩形（480 mm × 490 mm），使风筒截面面积增大了约33%，并大于原下二次风嘴截面面积15%。改造投运后，点火燃烧器的二次风量不仅满足一次风煤粉燃烧所需，且有一定的风量裕度；因为风量增大，冷却效果好，风筒壁温也从大于800降至400以下，风筒和喷口

不再发生烧损。

由于一级燃烧室和过渡筒中结焦渣, 堵住了点火燃烧器的煤粉通道, 导致没有或者只有少量煤粉供给, 点火燃烧器缺少燃料, 点火性能自然不可靠。观察发现, 焦渣主要结在一级燃烧室和过渡筒的中隔板上。这是因为中隔板上方正好是 5 000 ~ 10 000 等离子火焰中心区, 煤粉在该区域燃烧, 煤粉燃烧后产生煤灰, 煤灰的灰熔点约为 $1\ 450$ 左右, 在 5 000 以上的等离子火焰区, 煤灰必然会熔化, 而中隔板下方有二次风(温度约在 300)通过, 相当于冷却熔化的煤灰, 使熔化的煤灰迅速固化形成焦渣。为了消除焦渣, 采取割除一级燃烧室和过渡筒中隔板的措施, 在风筒下部设计安装排渣器, 自动排出煤灰固化后形成的焦渣。改造的实际效果较好, 点火燃烧器不再被焦渣堵住, 保证了点火性能可靠。

2.2 二次风的调整

6 号炉每只燃烧器都有 3 只二次风喷嘴, 各自接有二次风管, 这 3 根二次风管的风量由一只总风门控制和调节, 等离子点火装置所需的二次风直接接在原二次风管上。点火所需的风量与供给一次风中煤粉燃烧所需的风量不同, 但由同一只风门控制, 所以, 当调整到点火所需的风量时, 供给一次风中煤粉燃烧所需的二次风量不足, 容易导致灭火; 当调整到一次风煤粉燃烧所需的二次风量时, 会影响点火燃烧器的着火点燃。造成 6 号炉点火燃烧器点火性能不可靠和燃烧不稳定、灭火用负荷等故障。

为消除上述缺陷, 从锅炉热风总母管中接出管道, 直接送给点火燃烧器所需的二次风, 还单独设置风门进行控制和调节。改进后, 点火燃烧器所需的二次风量和风门自成体系, 既有足够多的二次风源, 又可随意调节, 提高了点火燃烧器点火性能的可靠性。而另外 2 只二次风门因此可不用顾及点火燃烧器的点火、从容操作和调节, 实现燃烧稳定、可调。

2.3 热风源的调整

等离子点火装置试运行, 发现点燃煤

粉至稳燃所需的时间比用油枪点燃煤粉至稳燃的时间要长, 即需多消耗助燃所需的燃料。经观察, 认定是等离子点火器形成的火焰长度不够, 且头部下垂。根据燃烧理论和经验, 这是助燃热风的“刚性”太弱造成的。经查原设计的 1 只等离子点火装置输送煤粉的热风管管径为 325 mm, 若不考虑管道阻力损失, 供给 2 只等离子点火装置输送煤粉的热风总管管径至少应为 480 mm, 而原设计热风总管管径仅有 426 mm, 即只能供给等离子点火装置所需风量的 80%。

燃烧理论表明, 助燃热风的“刚性”强度与风量大小的平方成正比, 即原设计的助燃热风的“刚性”强度仅有实际所需的 50%, 故使点火器的火焰长度较短, 且头部下垂。判明造成此缺陷的原因后, 从 7 号炉热风总母管接出一路 426 mm 管道与原 426 mm 管道并列运行, 共同作为热风源, 确保等离子点火装置所需的二次风量。新的热风管道的投用后, 等离子点火装置的点火工况得到改善, 火焰长度增长、坚挺, 点燃煤粉至稳燃所需的时间明显缩短。

3 结论

经改造优化, 等离子点火系统已能够替代锅炉常规的轻油点火系统, 可节约大量的燃油, 降低生产成本, 同时可减少煤灰对大气的污染。

(1) 无油等离子点火装置使用后产生了明显的经济效益。以 2004 年 6 号炉为例, 节省点火轻油 208.26 t, 价值 81.6 万元。无油等离子点火装置耗标煤约 235.9 t, 价值 16.9 万元/A; 无油等离子点火装置耗电量约 8 900 kWh, 价值约 0.29 万元/A; 无油等离子点火装置阴极的损耗约 0.089 万元/A, 以上合计年可节约约 64.3 万元。

(2) 经试验表明, 6 号炉在 70% 以下额定负荷工况运行时, 当锅炉燃用设计煤种时, 无油等离子点火装置完全能替代轻油点火装置, 炉膛燃烧稳定、不发生灭火。

(下转第 44 页)

(上接第 33 页)

(3) 采用无油等离子点火装置点火时,若不投用另 2 台轻油点火装置,可立即投运电除尘装置,减少煤灰对大气的污染。

参考文献:

- [1] DLZ - 200 型等离子点火装置技术性能考核试验报告 [R]. 国家电力公司热工研究院, 2000.
- [2] DZL - 200 型等离子点火煤粉燃烧器工业运行报告 [R]. 烟台发电厂, 2000.

- [3] DLZ - 200 型等离子点火装置技术及应用 [R]. 烟台龙源电力技术有限公司, 2000.
- [4] 燃煤锅炉启动及稳燃的等离子技术产生化示范工程 [R]. 龙源电力集团公司, 2000.

收稿日期: 2006 - 05 - 13

作者简介: 李俊(1944 -), 男, 浙江绍兴人, 高级工程师, 从事锅炉设备工作。

蒋雪芬(1957 -), 女, 教授级高级工程师, 总工程师, 硕士, 从事发电厂热动力专业技术及管理工作。

欢迎投稿 欢迎订阅 《浙江电力》