

锅炉微油点火系统在 330MW 机组的实际应用

吴 伟, 汪小峰

(江苏华电扬州发电有限公司, 江苏 扬州 225007)

摘 要: 文章介绍了某电厂 330MW 机组微油点火系统的改造, 在一层燃烧器中安装气化微油油枪, 在一次风道安装气化油枪加热装置, 去除原二层煤粉燃烧器中安装的小油枪。改造后大幅度降低了机组启停用油, 使燃油指标达到了同类型机组的先进水平, 树立了新的标杆。同时耗油量的减少也适应了国家新环保政策的要求, 保证了脱硫、脱硝等环保设施的运行安全。

关键词: 燃烧器; 微油点火; 改造; 应用

0 引言

随着国际油价的居高不下和节能减排环保设施安全运行的需要, 少油点火、微油点火及等离子点火等煤粉锅炉节油点火技术得到迅速发展。

1 机组简介

某电厂 2×330MW 燃煤机组, 采用东方锅炉(集团)股份有限公司生产 DG1036/18.2-II4 型亚临界、四角切圆燃烧、自然循环汽包炉。单炉膛 π 型露天布置, 燃用烟煤, 一次再热, 平衡通风、固态排渣。锅炉采用正压直吹式制粉系统, 配置五台 HP843 型中速磨煤机, 四台磨煤机可带 MCR 负荷, 一台备用。燃烧器采用四角布置切圆燃烧方式, 在炉膛中心形成 $\phi 681\text{mm}$ 和 $\phi 772$ 两个假想切圆, 燃烧器分上、下二组布置, 共有五层一次风喷口, 在一次风喷口周围有周界风, 八层两次风喷口, 其中包括为降低燃烧过程中产生 NO_x 的顶二次风喷口。大油枪分三组布置, 采用高能点火器点燃 #0 轻柴油, 再点燃煤粉的两级点火系统, 油枪采用机械雾化喷嘴。

2006 年对一层燃烧器改进, 安装气化油枪系统。2011、2012 年低 NO_x 燃烧器改造时, 分别对两台炉燃烧器一、二次风喷口换型, 取消二层煤粉燃烧器中安装的小油枪, 一层燃烧器进行微油点火系统改造, 并在热一次风道内安装一次风加热装置。

2 微油点火工作原理及系统介绍

2.1 微油点火原理

先利用压缩空气的高速射流将燃料油直接击碎, 雾化成超细油滴进行燃烧, 同时用燃烧产生的

热量对燃料进行初期加热, 扩容, 后期加热, 在极短的时间内完成油滴的蒸发气化, 使油枪在正常燃烧过程中直接燃烧气体燃料, 从而大大提高燃烧效率及火焰温度(中心温度可达 $1500\sim 2000^\circ\text{C}$), 从而点燃煤粉, 使之燃烧。见图 1。

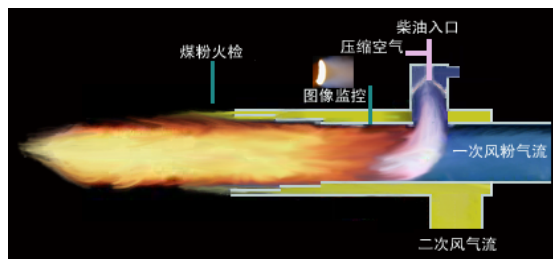


图 1 微油点火燃烧器工作原理示意图

2.2 微油点火系统介绍

一层燃烧器微油改造: 微油油枪采用径向插入, 在锅炉点火和稳燃期间, 该燃烧器具有点火和稳燃功能, 在锅炉正常运行时, 该燃烧器具有主燃烧器功能。微油油枪采用压缩空气雾化方式, 油和压缩空气分别取自现场油管和仪用压缩空气管道。微油点火油系统的燃油从炉前油系统跳闸阀后取出, 经截止阀、过滤器及减压稳压阀把油压降到 $0.8\sim 1.5\text{MPa}$ 而后分 4 路通到各微油油枪。每个角的煤粉点火燃烧器配置 1 只微油油枪, 其微油油枪的出力为 $60\sim 100\text{kg/h}$ 压缩空气压力为 $0.5\sim 0.7\text{MPa}$, 每只微油油枪需要空气量约 $0.25\text{Nm}^3/\text{min}$ 。在每个角压缩空气分两路分别经截止阀、过滤器、气动快关阀通到微油油枪, 以实现微油油枪燃油的雾化及吹扫功能。油枪点火装置采用气动推进高能打火机。为了判断微油油枪着火情况, 为每支微油油枪燃烧器配可见光火检一支, 开关量信号及模拟量信号接入

DCS参与FSSS保护，外窥式火检，不需冷却风。为保证燃油的强化燃烧，需要给四套油燃烧器提供强化燃烧助燃风。各小油枪燃烧器助燃风压为1700~3500Pa，单只油燃烧器最大风量：约 1500 m³/h。助燃风风源取自一次风机出口处（冷风）管道，经一总的手动风门后分四路至每只微油点火燃烧器，在每路单独加装手动风门，以方便调整助燃风参数，确保油燃烧效果达到最佳。

一次风道加热装置：在冷炉状态微油点火时，通过风道燃烧器燃烧产生的热量加热一次风，当风温达到磨煤机入口温度 150℃要求时，即可启动磨煤机进行制粉，满足微油点火的粉源需要。风道燃烧器油枪出力 150kg/h（主枪加辅枪）。主枪 50kg/h，起点火作用，点火时，点火器点燃主枪，引燃辅枪。气化油枪的油配风、火检冷却风从密封风母管引入，燃油从微油系统母管接出引至风道燃烧器，压缩空气从仪用压缩空气气源母管上接出引至风道燃烧器。辅枪进油、进气各有一手动关断门。风道燃烧器处配有就地操作控制箱、火焰检测及远方保护（MFT、OFT 会发信号停风道加热系统），就地压力表、气动控制球阀、手动球阀，过滤器等设备，以保证燃烧器安全运行。

3 相关逻辑变动改造

3.1 微油点火允许条件

1) 锅炉吹扫完成，炉膛点火允许；2) 小油枪在远操位；3) 无 MFT、OFT 跳闸信号；4) 油母管压力正常。

3.2 微油油枪点火

点火允许情况下，运行人员用微油油枪启动按钮操作，程控启动微油点火。

(1) 开启微油枪雾化阀、油阀，同时推进微油枪点火器，微油枪点火器打火 20s。

(2) 微油枪火检连续 2s 内检测有火，点火成功，微油枪点火器打火 20s 内还没有火检信号，点火失败。

(3) 点火正常后，火检 5s 失去火检信号，判断灭火。走油枪停止程控。

3.3 微油油枪停止条件

1) 锅炉 MFT、OFT 跳闸信号；2) 运行人员用微油油枪停止按钮操作；3) 小油枪的火检信号消失。

3.4 微油油枪停止程控

1) 关闭微油枪角阀。2) 关闭雾化阀。3) 开吹扫阀，吹扫 20s 后关闭吹扫阀。

3.5 #1 磨煤机联停

仅#1 磨运行情况下，小油枪的四个火检信号中有三个信号消失。

3.6 微油油枪快投

#1 磨运行及微油允许投入条件满足情况下，可快投微油油枪，画面投设置两个油枪的快投按钮，分别控制#1、3 角油枪和#2、4 角油枪，运行人员点击快投按钮可快速投入对应油枪。

3.7 其他相关逻辑修改

(1) 在“任意油层投入”逻辑中增加“气化油枪投入”信号（四取三）。增加“气化油枪投入”联锁投切按钮，仅在升炉时投入，正常运行后切除。

(2) 在“所有油角阀全关”逻辑中增加“气化油阀全关”信号（四取四）。

(3) “1 层煤层点火允许”中增加“气化油枪投运”逻辑（OR）。

(4) “2 层煤层点火允许”中将“#1 层煤层已经投运（给煤负荷>30%”修改为“#1 层煤层已经投运（给煤负荷>20%）”。

(5) 在燃烧主控画面，原有任意煤层角火检闪烁消失，自动投入小油枪的联锁改为一层微油：联锁开关投入，如#1 磨运行时，任意煤层火检消失一个，延时 1s 自动投入#2、4 角微油油枪；任意煤层火检消失二个，延时 1 秒自动投入四只微油油枪。

4 改造后点火步序变化及注意事项

锅炉启动前预先将#1、2 煤仓上较高挥发分煤种，有利于点火初期的稳定燃烧。锅炉冷态点火启动，首先启动两台吸风机、一台送风机进行炉膛吹扫，然后燃油系统打油循环，启动两台一次风机（变频）、一台密封风机，开通#1 磨风道，维持一次风母管压力 5kPa 左右，#1 磨 40 kNm³/h 风量，磨出口风速 20m/s。就地投用一次风道加热装置油枪，按“点火器启动”按钮，开燃油电动球阀，油阀开发到位亮则表示打开。等火检检测到有火 5s 后，开启压缩空气电动球阀。风道加热装置投运后，就地观察油枪窥视孔内着火正常，#1 磨出口温度温升正常，加强现场巡查，维持好各自风压要求，防止密封风压过低而倒烟。当#1 磨入口风温达 100℃后，投入一层气化微油油枪，调节一层周界风开度 50%

以上。气化油枪燃烧稳定、火焰明亮后，投入一层气化微油油层火检联锁，启动#1 磨组，少量制粉，观察出粉正常，着火正常，正常升温升压，依据要求升温升压速度，控制煤量。升温升压期间加强风道加热装置壁温、一层燃烧器壁温测点的监视。在燃烧器壁温超过 600℃或壁温上升较快时，及时采取降低壁温的措施，包括降低磨煤机出力、加大磨的入口风量、降低油枪出力等，燃烧器壁温超过 800℃时，应停止该角进行检查。

在锅炉启动过程中，风道加热装置入口风温在逐步升高，经过风道加热后磨入口的风温也随之提高。所以注意监视空预器出口一次风温的变化。锅炉自产热风达到磨煤机的制粉要求时，要及时停掉风道加热装置运行，保证系统安全。锅炉冷态点火启动 2h 左右，锅炉本身的自产热一次风温度通常应该能够满足或接近制粉干燥需要，这个期间要特别注意热一次风温的变化情况，风道加热段壁温测点温度最好不要超过 400℃。风道加热运行中尽量少用冷风调节，避免使热一次风量减得过小，造成风道加热段没有足够的风量换热，使风温急剧升高引起过烧危险。磨煤机出口温度上升过高过快可停止风道加热，停运后若磨煤机出口温度下降较多，可重新启动风道加热装置进行间断启停过渡，或者手动停掉辅助油枪，用主油枪运行来保证后期的磨出口风温。风道加热停止后，密封风暂时不要关闭，保持一定风量对火检和主辅油枪油燃烧筒吹扫用风。在机组并网后，需启动#2 磨组前，因该负荷段炉膛温度、热负荷仍不够高，需解除#2 磨组煤火检保护，并加强炉膛负压监视和调整。随着负荷增加，炉膛温度上升，燃烧工况逐渐正常。负荷至 150MW 后，可启动第 4 台磨组，全撤气化油枪。整个升炉过程仅投用气化微油枪及风道加热油枪。

5 停机过程投油稳燃情况变化

滑参数停机过程中，由上之下停运磨组，待负荷滑至 160MW 以后，停运#3 磨组时，开始投用气化微油枪稳燃，至全部磨组停运，全程气化微油枪稳燃。从投油稳燃到停炉时间约 1h~1.5h，耗油可控制在 0.5t~1t 范围。

6 微油气化燃烧器改造后与原燃烧器耗油量对比

微油改造后，从机组开始运行时的每次升炉需 20t 燃油，到现在的每次升炉仅 6t 左右的燃油。系统改造前后耗油量的变化情况如表 1 与图 2 所示。

表 1 2010 年至 2013 年耗油情况统计表 t

项目	2010	2011	2012	2013
总耗油量	1290.96	313.47	236.06	84.75
启停耗油量	472.75	206.44	120.04	64.7
启停次数	26	18	22	17
平均启停用油	18.18	11.47	5.46	3.81

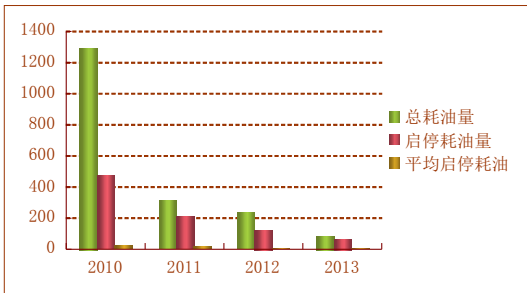


图 2 2010 年-2013 年耗油对比图

7 经验总结

燃油成本是生产发电成本的重要组成部分，且节能潜力巨大。通过此项技改，大幅度降低了机组启停用油，同时总耗油量也大幅降低，使其 330MW 机组的燃油指标达到了同类型机组的先进水平，树立了新的标杆。随着国家环保政策的不断从严，脱硫旁路烟道取消、脱硝系统投运，均要求锅炉启停过程尽可能少油，以免脱硫浆液中毒和脱硝 SCR 污染。采用微油点火技术后，由于微油枪燃烬率高，耗油量小。锅炉启动初期即可投入电除尘，解决了投大油枪时烟囱冒黑烟的问题，不影响脱硫、脱硝设施的运行，同时减少了锅炉启动初期的污染物排放，取得了很好的环保效益。总的来说，微油系统改造比较成功，经验值得推广。

参考文献：

- [1] 韩才元,徐明厚,周怀春,等.煤粉燃烧[M].北京:科学出版社,2001.
- [2] 樊泉桂.锅炉原理[M].北京:中国电力出版社,2004.
- [3] 烟台龙源.微油改造技术协议[Z].2011.

作者简介：

吴伟(1978-),男,江苏扬州人,助理工程师,江苏华电扬州发电有限公司运行部锅炉专工;
汪小峰(1986-),男,江苏如皋人,工程师,江苏华电扬州发电有限公司生技部锅炉专职。