

670 t/h 锅炉制粉系统 单耗剧增的原因及技改措施

于云忠, 王继承

(双鸭山第一发电有限责任公司, 黑龙江 双鸭山 155136)

摘要: 阐述原苏制 670 t/h 锅炉低负荷运行时磨煤机干燥出力严重下降和导致制粉系统单耗剧增的原因, 提出相应开启该套制粉系统一部分未投粉一次风管的风门的解决措施。

关键词: 干燥出力; 一次风; 单耗; 制粉系统

中图分类号: TK223.25 文献标识码: B

1 前言

近几年, 随着一些高参数、大容量机组(包括水电)相继投产发电, 机组总装机容量增加很快。由于受国际、国内的各种因素的影响, 同期用电市场增加极其缓慢, 甚至出现负增长。双鸭山第一发电有限责任公司 4 台机组总容量为 820 MW, 1999 年发电量不足 32 亿 kWh。机组每天低负荷时间高达 18~20 小时。一般情况下, 3、4 号苏制 670 t/h 锅炉制粉系统单耗约为 39~41 kWh/t(指钢球磨煤机和排粉机总的单耗)。与高负荷相比, 增加了 7~8 kWh/t, 致使厂用电率升高, 严重影响机组的经济运行。

4 号锅炉是(苏制 II670-13.8-545KT 型)单汽包、自然循环、固体排渣煤粉炉, 于 1992 年投产发电, 汽轮发电机组单机容量为 210 MW。锅炉呈“T”型布置, 燃烧室两侧布置两个下降烟道, 在燃烧室两墙上各装上下两排旋流燃烧器, 上排 8 只燃烧器标高 18.1 m, 下排 8 只标高 13.6 m, 每台排粉机后的一部分乏气供给同一标高的 8 只燃烧器作为一次风(另一部分乏气作为制粉系统的再循环风)。

锅炉额定蒸发量 670 t/h; 过热蒸汽压力 13.8 MPa; 过热蒸汽温度 545 °C; 再热蒸汽温度 545 °C; 给水温度 242 °C; 热风温度 368 °C; 冷风温度 30 °C; 排烟温度 150 °C; 锅炉效率 91.83%。

锅炉采用钢球磨煤机中间储仓式制粉系统, 乏气送粉, 磨煤机采用热风、冷风(送风机出口来)和再循环风作为干燥剂, 每炉两套制粉系统, 设计单台磨煤机额定出力 50 t/h, 实际出力约 65 t/h 左右; 磨煤机电动机功率 1 600 kW; 经磨煤机的最佳通风量 148 300 m³/h(标准状态), 实际通风量为 152 308 m³/h; 磨煤机入口温度 309 °C; 磨煤机出口干燥剂温度 70 °C; 排粉机入口干燥剂温度 60 °C; 制粉系统漏风系数 0.2(以干燥基的百分数表示); 再循环风量 58 304 m³/h; 每台排粉机出口各布置 8 根一次风管, 一次风管规格 $\Phi 426 \times 10$ mm, 一次风管气粉混合物流速 25.2 m/s(注: 以上基准大气压为 740 mmHg)。

2 设备运行方式

2.1 锅炉运行特点

原苏制 670 t/h 锅炉高负荷运行时, 主汽温度严重偏低, 经常在 535 °C, 烧地煤时更低。为了提高主汽温度, 采取增加上层火嘴的投入数量和增加上层火嘴的出力的方法。锅炉满负荷运行时, 上层 8 只燃烧器全部运行, 且给粉机转数比高达 45%~50%; 而下层仅投入 5~6 只火嘴, 且给粉机转数比

收稿日期: 2000-12-13; 修订日期: 2001-03-01

作者简介: 于云忠(1966-), 男, 黑龙江双鸭山人, 双鸭山第一发电有限责任公司工程师。

[2] 王海涛. 影响十八烷基胺在金属表面成膜的因素[J]. 华东电力, 1998, 26(10): 35-37.

[3] 许崇武, 范隆海. 热力机组停用防锈蚀新方法[A]. 中南八省(区)第八届化学监督交流会论文集[C]. 广州: 广东省电力局试验研究所, 1998. 78-83.

[4] 敖萍. 成膜胶热力设备停用保养法[A]. 中南八省(区)第八

届化学监督交流会论文集[C]. 广州: 广东省电力局试验研究所, 1998. 72-74.

[5] 赵风娟. 丙酮肟(DMKO)在停炉保护及酸洗钝化中的应用研究[J]. 华东电力, 1998, 26(4): 1-5.

(译 编辑)

只有 10%~15%, 上层火嘴的出力约占整个炉膛热负荷 70%~75% 左右。锅炉低负荷时(电负荷 150 MW, 锅炉最低不投油负荷), 为保持主汽温度, 采取降低上层火嘴的出力(8 只燃烧器全部运行), 一般情况下, 上层火嘴的给粉机转速比控制在 25%~30%, 而这时下层仅运行 4 只燃烧器。由于 4 号锅炉排烟温度平均比其它锅炉高出 15 °C 左右, 夏季高达 165 °C~175 °C, 严重影响锅炉的经济运行。公司对排烟温度考核很严格, 为降低锅炉排烟温度, 运行方式上采取将未投粉的一次风管的风门全部关闭的方法。

2.2 制粉系统运行特点

制粉系统正常运行时, 其入炉一次风风温低和携带煤粉、水蒸气, 使锅炉排烟温度升高。该炉上、下排燃烧器垂直高度差为 4.5 m, 运行供给下层燃烧器的乙侧制粉系统, 对排烟温度影响较小, 因此锅炉低负荷运行时, 采取以乙侧制粉系统运行为主, 甲侧为辅的方法。

乙侧制粉系统主要运行参数如下:

电负荷	146 MW
磨煤机入口负压	900 Pa
磨煤机出入口压差	1 550 Pa
排粉机出口风压	3 100 Pa
排粉机入口风门开度	45%
磨煤机再循环风门开度	100%
磨煤机入口热风门开度	35%
磨煤机入口冷风门开度	0%
磨煤机入口大气冷风门开度	0%
磨煤机入口风温	252 °C
磨煤机出口风温	60 °C
热风温度	311/308 °C
给煤机开度	44%

经实际测量, 这时乙侧制粉系统出力只有 40~45 t/h, 远低于磨煤机实际出力 65 t/h, 长期低负荷以乙侧磨煤机运行为主, 导致制粉系统单耗大幅度增加, 严重影响机组的经济运行。另外磨煤机长期低负荷运行时, 由于磨煤机内存煤量减少, 还会加剧磨煤机内的衬板和钢球的磨损, 使设备维护费用增加。

3 原因分析

锅炉低负荷运行, 单套制粉系统运行, 只运行供给下层燃烧器的制粉系统, 减少入炉一次风量, 都会

导致热风温度会有较大的降低。4 号锅炉低负荷状态、只运行乙侧制粉系统, 且关闭 4 根一次风管的风门情况下, 其热风温度只有 300 °C 左右(设计值为 368 °C)。由于热风温度偏低, 导致磨煤机干燥出力下降, 磨煤机出力降低。

4 号锅炉排烟温度一直偏高, 为降低排烟温度采取很多措施, 其中减少入炉一次风量对降低排烟温度特别明显。在长期低负荷以乙侧磨煤机运行为主时, 将供给下层喷燃器的乙侧制粉系统的 4 根一次风管的风门全开(其对应的给粉机在运行状态), 而另外 4 根一次风管的风门全关的运行方式下, 这时即使将乙侧磨煤机的入口冷风门全关(磨煤机运行时, 禁止开启大气冷风门), 其热风门开度也小于锅炉高负荷时的开度, 其结果导致乙侧制粉系统的热风加入量不足, 使磨煤机的干燥出力下降, 降低磨煤机出力。乙侧磨煤机入口冷风(温风)门全关, 只由磨煤机入口热风 and 制粉系统漏风组成入炉一次风。由于制粉系统漏风量的大小无法调整, 只有通过治理才能减少其漏风量。如果用增加磨煤机入口热风加入量来提高其出力, 可以通过提高其入炉一次风量的办法, 所以, 造成乙侧制粉系统出力严重下降的主要原因是其入炉一次风量不足。

钢球磨煤机入口温度实际为热风、冷风(温风)和大气冷风三者混合后的风温, 在磨煤机入口冷风(温风)门和大气冷风门关闭且绝对不漏风的情况下, 磨煤机入口温度应等于空气预热器出口热风温度减去 10 °C(热力计算书规定), 低负荷只运行乙侧磨煤机时, 其入口温度应为 300 °C 左右, 而实际只有 252 °C, 这说明冷风(温风)门和大气冷风门存在漏风的问题, 其结果导致风对煤的干燥能力下降, 使磨煤机出力降低。由于磨煤机入口冷风取自于送风机出口, 冷风门前后存在极大的压差, 因此它的漏风对磨煤机入口温度会产生很大的影响。

公司为坑口电站, 来煤自然干燥时间短, 特别是雨季和冬季入炉煤含水量更大, 很容易在钢球磨煤机入口积煤, 为减少磨煤机入口积煤的可能性, 运行方式上采取提高磨煤机入口负压的方法, 人为控制磨煤机入口负压为 800~1 000 Pa(设计值为 200~400 Pa), 而事实多次证明, 通过提高入口负压并没有解决磨煤机入口积煤的问题, 却带来制粉系统漏风量升高的问题, 不仅使磨煤机的干燥出力下降(特别是给煤机和磨煤机的漏风), 而且使入炉一次风量增加并排挤热风加入量。

4 采取措施

为了降低排烟温度, 4号锅炉在低负荷时采取以乙侧制粉系统运行为主, 同时将其4根一次风管的风门全部关闭, 虽然排烟温度有较大幅度下降, 但对磨煤机出力影响很大。由于每台磨煤机钢球装载量约为80 t(设计为100 t), 运行时耗电量极大, 因此提高其出力缩短运行时间, 对降低厂用电的消耗意义重大。

可以将关闭的部分一次风管的风门开启, 但不能将风门全开, 其原因为对应的给粉机未运行且一次风门全开时, 一次风速会增加很多, 加之下层火嘴投入数量少且出力低, 使下层喷燃器处的炉温相对偏低。如果全开未投粉的一次风管的风门, 就会对炉膛温度影响巨大, 因此可以控制未投粉的一次风管的风门开度不超过40%。由于增加入炉一次风量会使排烟温度升高, 因此应严格控制入炉一次风量。制粉系统掺入的冷风(温风)越多, 则通过空气预热器的风量就越少(在相同的锅炉负荷和氧量条件下), 排烟温度上升, 因此控制入炉一次风量的多少应以磨煤机为最大出力且其入口冷风(温风)门关闭时为最佳。4号锅炉低负荷时, 上层8只燃烧器全部运行, 使入炉一次风量过大, 其结果使甲侧制粉系统掺入的冷风(温风)偏多, 因此锅炉低负荷保证一次汽汽温的前提下, 可以采取停止部分供给上层燃烧器的给粉机, 同时加大上层其它给粉机的出力, 然后将其一次风管的风门关小, 减少冷风掺入量。另外制粉系统漏风不仅使入炉一次风量上升, 而且还排挤磨煤机入口热风加入量, 因此对制粉系统漏风应加强治理。

如果磨煤机入口冷风门和大气冷风门关闭后不严密, 漏风使磨煤机干燥出力下降, 特别是低负荷热风温度偏低时, 对制粉系统出力影响更大。因此应加强对制粉系统的所有风门对照调整, 努力做到实际开度与远方指示一致。一般情况下, 风门处于关闭位置时, 风门的挡板与圆形风道内壁之间为刚性密封, 由于变形、检修人员责任心等一些因素的影响, 可能存在漏风的问题。为了解决这个难题, 可以采取在风门的挡板处的圆形风道内壁粘贴密封垫或密封胶, 其种类选取应根据工作温度而定, 并同时具

有耐磨性, 应定期更换。其中特别是磨煤机入口冷风门(温风)、大气冷风门和排粉机入口近路风总门的治理, 应列为重中之重。钢球磨煤机入口普遍采用一级下降干燥管, 当磨煤机入口温度偏低时, 就会使燃煤在下降干燥管内干燥效果变差, 当入炉煤含水量升高时, 就可能在磨煤机入口积煤。由于制粉系统再循环的接口位于下降干燥管的出口, 因此磨煤机入口热风和冷风(温风)就成为下降干燥管的干燥剂。为解决磨煤机入口积煤的问题, 可以通过减少磨煤机入口冷风(温风)掺入量, 增加再循环风量的方法。总之, 解决磨煤机入口积煤的问题后, 就可以将磨煤机入口由800~1000 Pa降至400 Pa, 这样就可以减少系统漏风, 增加磨煤机的干燥出力。

5 效益分析

利用4号炉小修的机会, 对制粉系统进行全面治理, 按照方案改变了制粉系统的运行方式, 经过一个月的试运行, 虽然排烟温度略有上升, 但综合结果还是取得很大的社会效益和经济效益:

(1) 降低了锅炉低负荷时制粉系统耗电量, 解决了低负荷制粉系统的单耗剧增的问题, 制粉系统的平均单耗进一步下降了1~2 kWh/t。

(2) 延长了设备的使用寿命, 减少了设备维护费用。

6 结束语

670 t/h 锅炉运行以控制入炉一次风量应以磨煤机为最大出力且其入口冷风(温风)门关闭为佳, 同时尽可能提高磨煤机入口温度。为平衡锅炉上下层火嘴出力不均的问题, 应对锅炉进行校核热力计算, 并根据结果对一次汽系统进行改造。

参考文献:

- [1] 曹伟. 制粉系统运行方式对降低排烟温度的影响研究[J]. 热力发电, 2000(4): 45-46.
- [2] 李恩辰. 锅炉燃烧原理及燃烧设备[M]. 西安: 西安电力学校出版, 1986.

(挥 编辑)

The use in recent years of an axial type separator of coarse pulverized coal at some Chinese cogeneration power plants is described along with a brief account of its upgrading and some problems encountered during its use. Also discussed are the design features of a novel and high-efficiency axial separator of coarse pulverized coal as well as the results of its practical use. **Key words:** separator, upgrading, efficiency, thermal power plant

热力机组停用保护方法 = **Methods for the Protection of a Thermodynamic Plant After Its being Taken out of Service** [刊, 汉] / CHEN Xiao-hua (Changhai Power Plant of Guangdong Naihui Longguang Group Co., Naihui, Guangdong Province, China, Post Code: 528212) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6) — 664 ~ 665

A broad overview is given of the new advances in the methods currently used for the protection of thermodynamic plants after their being taken out of service. Highlighted are the general principles, scope of applications, main points and some issues worthy of close attention. **Key words:** thermodynamic plant, corrosion during out-of-service period, protection during out-of-service period

670 t/h 锅炉制粉系统单耗剧增的原因及技改措施 = **The Cause of a Dramatic Increase in Unit Consumption of Energy of the Pulverized Coal Preparation System of a 670 t/h Boiler** [刊, 汉] / YU Yun-zhong, WANG Ji-cheng (Shuangyashan No. 1 Power Generation Co. Ltd., Shuangyashan, Heilongjiang Province, China, Post Code: 155136) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6) — 666 ~ 668

During the low load operation of a 670 t/h Soviet-made boiler there emerged a dramatic reduction in coal mill drying capacity, which led to a drastic increase in unit consumption of energy. To cope with the problem, proper measures were put forward, which consist in opening the air damper of a primary air pipe (not fed with pulverized coal), which pertains to one of the pulverized coal preparation system. **Key words:** drying capacity, primary air, unit consumption of energy, pulverized coal preparation system

热力系统可靠性分析的问题与对策 = **Problems Concerning the Reliability Analysis of a Thermodynamic System and Some Relevant Observations** [刊, 汉] / CHAI Qi, CHEN Wen-zhen, SUN Feng-rui (Nuclear Energy Science and Engineering Department, Naval Engineering University, Wuhan, China, Post Code: 430033) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6) — 669 ~ 672

With a thermodynamic system serving as an object of study the problem of reliability is explored from the viewpoint of a basic concept, method and an engineering background. The authors have made some observations concerning the resolution of the above-cited problem. **Key words:** thermodynamic system, dynamic characteristics, reliability analysis, countermeasures

复合燃烧技术在链条炉上的应用 = **The use of Compound Combustion Techniques on a Chain Grate Stoker** [刊, 汉] / WANG Yan, DING Xue-hua (Harbin Boiler Co. Ltd., Harbin, China, Post Code: 150046) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6) — 673 ~ 674

Presented are the specific features concerning the use of compound combustion techniques on chain grate stokers. **Key words:** compound combustion, mechanism, combustion process, technical characteristics

水垢引起水冷壁爆管和锅筒鼓包爆破的原因及预防 = **The Causes of Scale-caused Waterwall Tube Explosion and Boiler Drum Bulging-related Explosion and Their Prevention** [刊, 汉] / Tian Lin-qi, Kuang Ping-jian (Boiler and Pressure Vessel Inspection Institution under the Harbin Municipal Labor Bureau, Harbin, China, Post Code: 150076) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(6) — 675 ~ 676