

燃煤电厂机组供热改造技术探讨

王双童 王庆河

(国电科学技术研究院, 江苏 南京 210031)

摘 要: 阐述了燃煤电厂面临的经营与运行环境恶化的困难, 如何实现火电企业的可持续发展, 本文通过对机组供热改造情况的调研分析, 进行机组供热改造技术方向的探讨, 对指导大容量、高参数火电机组供热改造将会起到积极的作用, 各火电企业应抓住机组供热改造的发展机遇来提升节能降耗水平, 改善经营状况, 实现健康发展。

关键词: 火电机组; 供热改造; 技术

1 前言

目前燃煤电厂普遍存在企业经营和运行环境恶化, 亏损额、亏损面逐年扩大的现状, 主要原因是: “计划电”和“市场煤”的矛盾得不到解决, 以煤炭为主要生产成本的火电企业由于煤炭的不断涨价吞食掉了企业的全部利润, 中电联统计数据表明, 截止 2010 年底全国火电行业亏损面达 60%以上; 火电建设规模增长造成装机容量的发展超过用电量增长, 以及清洁能源占据发电市场份额的不断加大, 导致火力发电企业运行设备利用小时大幅降低, 机组运行的经济性下降; 在国家节能减排、建设环保型国家总体战略下, 火电企业的环保压力不断加大。

如何正视火力发电企业生存现状, 增强火力发电企业盈利能力, 实现火电企业健康可持续发展, 是当前面临的现实课题。

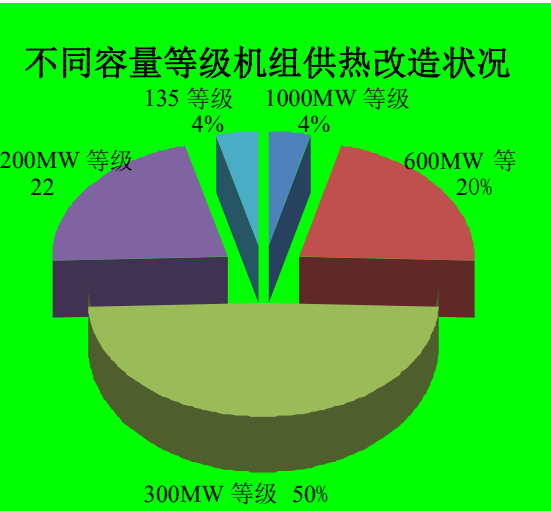
2 燃煤电厂面临的机遇

热电联产具有节能减排降耗、优化热源布局、改善区域环境等综合效益, 国家相继出台了一系列鼓励政策, 使得热电联产迅速发展。随着工业的发展和人民生活水平的提高, 同时原有的一些大型凝汽式火电厂已逐渐占据城市供热和工业园区供汽的有利位置, 对其供热改造是治理大气污染和提高能源利用率的重要措施, 也是关停高能耗高排放的小型机组, 实现国家“节能减排”目标的重要手段, 更是目前火电能源结构调整的一次发展机遇, 火电企业应该紧紧抓住机遇迎接挑战。

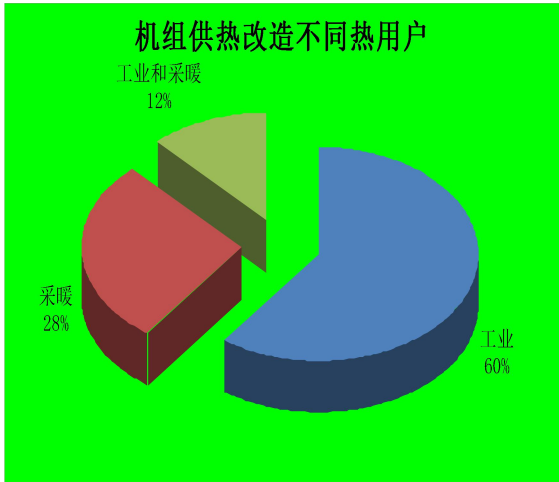
3 机组供热改造现状

国电集团 “十一五” 期间共有 21 个电厂 50 台机组实施了供热改造, 涉及机组容量 1829

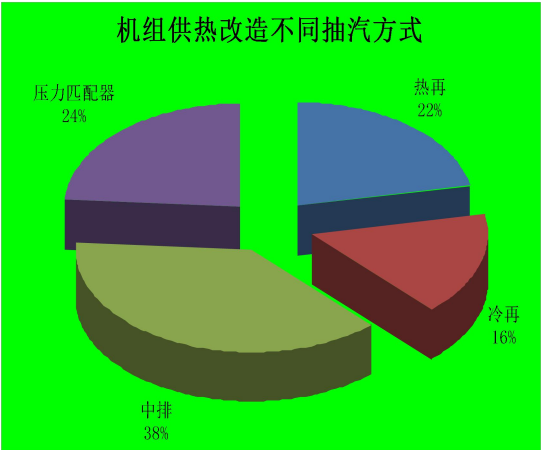
万千瓦; 其中 300MW 等级机组改造 25 台, 占供热改造机组的最多, 达 50%。



机组供热改造工业热用户最多, 占 60%, 经济发达地区占机组供热改造 74%; 采暖热用户占 28%, 主要集中在北方和西北地区。



机组供热抽汽方式再热器出口 (热再) 占 22%, 高压缸排汽 (冷再) 占 16%, 中压缸排汽 (中排) 占 38%, 压力匹配器占 24%。



机组供热改造后改善了区域环境,提高了供热质量,取得很好的社会效益;同时机组主要经济指标明显改善,企业增加了新的利润增长点,提升了企业的生存能力。

同时,供热改造中存在的一些问题:

(1) 对中远期热负荷调查不准确,造成供热能力过剩,供热经济性不能充分发挥。

(2) 改造方案优化不够,供热抽汽参数余量较大,“高能低用”现象较严重。

(3) 改造的供热机组服务对象中没有空调制冷用户,没有充分发挥热、电、冷三联供高效用能优势。

4 供热改造技术

4.1 供热改造指导思想

4.1.1 为充分体现有效用能的原则,改造方案根据机组的型式、容量、参数等优先选择效率低、经济性差的机组进行供热改造。

4.1.2 为最大限度发挥热电联产效益,抽汽参数应尽可能接近用户参数,避免高能低用。抽出的蒸汽量及参数在机组可调负荷范围内应能满足热用户要求。

4.1.3 改造方案应在充分调查、准确统计热负荷基础上,根据热用户的供热量和供热参数要求拟定。

4.1.4 为体现高效用能,应根据机组和热用户的情况充分优化改造方案,实现梯级用能。

4.2 供热改造方案

4.2.1 冷再供热

4.2.1.1 改造方案:从高压缸排汽管道上开孔,在抽汽管道上加装调整阀、逆止阀,必要时加减温器。

4.4.1.2 适用范围:适用于高、中压工业供汽用户,供热距离的主要受抽汽温度限制。

机组	300MW 亚临界	600MW 超临界	1000MW 超超临界
机组负荷	70%-100%额定负荷		
供汽压力 MPa	2.52-3.5	3.15-4.5	3.43-4.9
供汽温度℃	312-317	312-318	350-355
最大供汽量	不超过对应工况再热汽流量的 8%		

4.2.1.3 安全注意事项:冷再抽汽后进入锅炉再热器流量减少,可能导致再热器壁温超标;同时汽轮机轴向推力、高压缸末两级叶片安全性会产生较大变化。因此冷再最大允许抽汽量应由制造厂校核确定。

4.2.2 热再供热

4.2.2.1 改造方案:从再热器出口管道上开孔,在抽汽管道上加装调整阀、逆止阀,必要时加减温器。

4.2.2.2 适用范围:热再供热适用于中、高压工业供汽用户,供热距离的主要受抽汽压力限制。

机组	300MW 亚临界	600MW 超临界	1000MW 超超临界
机组负荷	70%-100%额定负荷		
供汽压力 MPa	2.27-3.2	3.15-4.1	3.43-4.4
供汽温度℃	538 左右	566 左右	600 左右
最大供汽量	不超过对应工况再热汽流量的 50%		

4.2.2.3 安全注意事项:热再抽汽对汽轮机轴向推力、高压缸末两级叶片安全性、低压缸末级叶片冷却会有影响,因此最大允许抽汽量应由制造厂校核确定。

4.2.3 中低压连通管供热

4.2.3.1 改造方案:在中低压连通管开孔,安装调整蝶阀、安全阀、安装快关阀、逆止阀、隔离阀等。

4.2.3.2 适用范围:中低压连通管供热多为采暖热用户,也可供低压的工业供汽用户,供热距离的主要受抽汽压力限制。

机组	300MW 亚临界	600MW 超临界	1000MW 超超临界
机组负荷	60%-100%额定负荷		
供汽压力 MPa	0.60-1.1		
供汽温度℃	340-375		
最大供汽量	不超过对应工况低压缸进汽量的 60%		

4.2.3.3 安全注意事项:中低压连通管供热应考虑低压缸最小允许通汽量、空冷岛和冷水塔冬季

结冰、中压缸末两级叶片安全性、中低压连通管增加设备后重量对汽缸膨胀可能产生影响,因此最大抽汽量及安全性应由制造厂校核确定。

4.2.4 过热蒸汽供热

4.2.4.1 改造方案: 过热蒸汽根据参数要求一般在过热蒸汽系统不同位置的管道或联箱上开孔, 加装调整阀、隔离阀等。

4.2.4.2 适用范围: 过热蒸汽供高参数工业用户, 主要应用于工业和某些特殊工艺热用户。

机组	300MW 亚临界	600MW 超临界	1000MW 超超临界
机组负荷	70%-100%额定负荷		
供汽压力 MPa	9.81-16.67	13.44-24.2	12.55-18.86
供汽温度℃	538	566	600
最大供汽量	不超过对应工况再热汽流量的 8%		

过热蒸汽抽汽量受再热器壁温限制, 若在高过前抽汽还受抽汽点后过热受热面壁温限制, 因此许可抽汽量不大。

4.2.4.3 安全注意事项: 过热蒸汽抽汽受锅炉受热面壁温限制, 抽汽量应由制造厂校核确定。

4.2.5 其他非调整抽汽供热

4.2.5.1 改造方案: 汽轮机部分抽汽口设计有一定抽汽余量, 当供热量需求不大时, 可直接从各抽汽管上开孔抽汽, 对于中排也可从辅汽母管开孔抽汽。抽汽管加装调整阀、逆止阀、隔离阀等。

4.2.5.2 适用范围: 机组抽汽参数与热用户参数相匹配, 且机组负荷调整中也能满足热用户要求。

4.2.5.3 安全注意事项: 抽汽量受抽汽口前级叶片安全性、轴向推力、高低加及辅汽母管用户安全性、抽汽口通流能力限制, 应由制造厂校核确定。

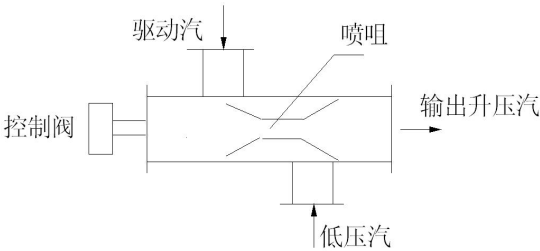
4.3 供热改造优化技术

4.3.1 压力匹配器

对于非调整抽汽供热均存在单一的抽汽压力不能满足多种用汽压力的要求, 必须采用减温、减压满足热用户参数要求, 存在做功能力损失, 影响供热经济性。

压力匹配器很好地解决了这一问题, 它是利用高压蒸汽的喷射抽吸作用, 通过喷嘴, 引射低压蒸汽, 再扩压形成介于高、低压蒸汽压力之间的中压蒸汽, 起到调压、调温和充分利用低品位蒸汽的作用。压力匹配器的基本构造及原理见下

图:



压力匹配器的关键参数一喷射系数(低压蒸汽和高压蒸汽的比), 是依据高压驱动汽和低压吸入蒸汽的参数进行最佳设计的。

引射系数(两种蒸汽的混合比) $u = \text{吸入蒸汽量}GH / \text{驱动蒸汽量}G_P = f(\Delta h_P / \Delta h_2)$

两种蒸汽的混合比是 $\Delta h_P / \Delta h_2$ 的函数, Δh_P 为驱动蒸汽从A点等熵膨胀到B点的理想焓降。 Δh_2 为吸入蒸汽从D点等熵压缩到E点的理想焓升。

压力匹配器采用多喷嘴结构, 根据外供汽量的大小, 调整喷嘴开启的数量及开度, 以保证在外供汽量变化时, 与减温、减压器调节相比较, 避免了大量的节流损失, 能保持较高的效率, 供热经济性显著提高。

4.3.2 背压机

背压机因能充分利用抽汽压力、温度的余量, 用以发电或驱动辅机后再供给热用户, 具有梯级用能、高效用能的优点, 适合供热量较大的热用户。

根据对已改造供热机组调研, 采用背压机方案较少, 主要是投资较大, 缺少合适的梯级用能热用户, 供热改造的优化方式, 可采用前置背压机与压力匹配器、压力匹配器与后置背压机、背压机替代辅机电机、背压机带厂用电等方案, 提高供热经济性。

5 结束语

目前, 大容量高参数机组供热改造已经成为企业节能降耗、改善经营状况的重要手段之一, 为各发电企业今后的供热改造工作, 客观、正确地选择供热改造方案, 充分发挥供热改造项目的节能效益、经济效益, 确保改造项目的安全性和可靠性, 根据对机组供热改造情况的调研分析, 进行机组供热改造技术方向的探讨, 对指导大容

量、高参数火电机组供热改造将会起到积极的作用。

[参考文献]

- [1] 杨旭中,郭晓克,康惠,等. 热电联产规划设计手册, [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [2] 王汝武. 节能技术及工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [3] 王汝武. 大型凝汽机组利用压力匹配器改造成为供热机组的方法[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版). 2009, 15(1):27-31
- [4] 林闽城. 300 MW 纯凝机组供热改造技术可行性分析[J]. 浙江电力. 2010, 3: 40-43.
- [5] 陈国年,刘今,周强,等. 凝汽机组改供热后对运行经济性的影响分析[J]. 江苏电机工程. 2011, 30(1):9-13.

- [6] 肖宁. 浅析国内供热机组选型[J]. 能源与环境. 2009, 6: 21-22.

作者简介: 王双童 (1965-), 江苏高淳, 高工, 现就职于国电科学技术研究院, 主要从事火电机组的节能诊断工作。025-58621710; 15952889861; wstjsjd@126.com
邮寄地址: 江苏省南京市浦口区浦东路 10 号
邮政编码: 210031

王庆河 (1963-), 山东菏泽, 工程师, 现就职于国电科学技术研究院, 主要从事火电机组的节能诊断工作。025-58621713; 15189828839; wangqinghe610@sina.com
邮寄地址: 江苏省南京市浦口区浦东路 10 号
邮政编码: 210031