

中压参数热电厂高压迭置的改造分析

王 斌¹, 叶 雯², 何万国¹, 侯军锁¹

(1. 哈尔滨·第七〇三研究所 无锡分部, 江苏 无锡 214151; 2. 无锡华光锅炉股份有限公司, 江苏 无锡 214028)

摘 要: 20 世纪 80 年代在南方地区兴建了一批区域性热电厂, 这对缓解电力的供求矛盾、环保、节能及促进地方经济的发展起到了极其重要的作用, 由于热机蒸汽初参数偏低, 热效率不高、发电和供热煤耗较高, 在燃煤价格不断上扬的形势下企业难以维持正常运行。无锡市热电厂根据我所高压迭置、节能方案的设计进行了改扩建, 于 2005 年 7 月投产, 取得了良好效益。热化发电率提高了 46%, 供热和供电煤耗下降了 20%, 从此该厂摆脱了亏损, 步入可持续发展的道路, 为区域性热电厂提高热机蒸汽初参数改造提供了可供借鉴的方案。

关 键 词: 高压迭置; 节能; 改造分析

中图分类号: TK228 文献标识码: B

1 前 言

我国南方地区在 20 世纪 80 年代兴建了不少小型地方区域性热电厂, 因建厂初期热负荷不是太大, 只限于取代效率低下的独立小锅炉房及缓解电力的供求矛盾, 所选用的机炉一般都采用中温、中压参数的 35 t/h 链条炉或抛煤炉及 3~12 MW 的抽凝机或背压机, 普遍配用水膜除尘, 烟气无脱硫设施, 循环水基本为开式直流。这些地方热电厂对缓解当时电力的供求矛盾, 促进地方经济的发展起到了极其重要的作用, 具有较大的节能效益、社会效益和环保效益。随着近十几年来经济的高速发展, 供热负荷的不断增长, 热负荷波动范围的加大, 国家对废气排放要求的严格, 特别是近年来燃煤价格的持续高涨, 电力行业的竞争正逐步加剧, 这些效率低的热电设备配置已难以维持企业生存及满足社会日益发展的需求, 地方热电企业出现生存危机。而随着城市规模的迅速扩大, 这些热电厂现基本上都已纳入市区范围, 用地紧张, 在正常热电生产情况下在原地上改建高效低耗的热电厂较为困难。如何进行技术改造, 提高企业的综合效益, 增强企业的生机和活力, 使企业在激烈的市场竞争中站稳脚跟, 我所通过对

无锡市热电厂的扩容改造设计积累了一定的经验, 也为此类热电厂的可持续发展提供了一个值得借鉴的范例。

2 热电厂概况

无锡市热电厂(以下简称热电厂)位于无锡市北塘区, 属地方区域性热电厂。热电厂装机规模如下: 4 台中温中压 35 t/h(已扩容为 45 t/h)链条炉(已改为抛煤炉)、一台 12 MW 抽凝机、一台 3 MW 背压机, 现有热网管线 32 km, 承担周边 35 km² 内企业和居民的生产和生活供热。2004 年供汽量 47.8×10^4 t, 热电比 456%, 发电标煤耗 441 g/(kWh), 供热标煤耗 46 kg/GJ, 企业热效率 55%。由于地处南方, 供热负荷非常不稳定, 白天高, 晚上低, 冬季高, 夏季低, 目前该厂平均热负荷为 55 t/h, 夏季最低热负荷 40 t/h, 冬季最大热负荷 110 t/h, 在冬季白天运行时热电厂已经没有备用锅炉。由于供热能力不足, 不能保证供热区域内两个大的热用户(合计用量 30 t/h)全年可靠供热, 用户至今仍使用工业锅炉供热, 不能进入热网。这对周边环境造成了很大的污染, 也浪费了大量的能源。近年来煤价的高涨使得热电厂的生存环境变得相当艰难, 热电厂机组容量偏小、参数低, 煤耗较高, 现有设备的供热能力不能适应热用户的不断增长等诸多因素使得热电厂的改造时机已经成熟。

3 改造方案

3.1 同级扩建

在主厂房扩建端新建同级参数的机组, 这样运行和维护都比较方便, 也能满足热负荷增长, 最大限度利用了热电厂现有的公用设施, 但是由于工艺水平的落后, 此类机组发电煤耗下降的潜力不大, 特别

收稿日期: 2006-01-19; 修订日期: 2006-02-22

作者简介: 王 斌(1966-)男, 江苏张家港人, 哈尔滨·第七〇三研究所无锡分部高级工程师。

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

是煤价的上涨, 此类机组的生存非常困难, 缺乏竞争力。

3.2 高低压并置

在主厂房扩建端外新建高参数大容量抽凝式供热机组, 除了对外供热蒸汽管道外, 新老机组的系统都是独立的。虽然整个热电厂的综合效益较以前有所提高, 但是在供热负荷低的时候老机炉的运行大大影响整个热电厂的效益, 而在供热负荷高的时候停掉中参数汽轮发电机组又造成设备的浪费, 并且对外供热量变化的调节手段不够完善; 该方案尚需增加一套循环冷却水系统, 由于地方狭小, 新建一套循环冷却水系统较为困难, 该方案虽比前一种有所进步, 但是仍然不理想。

3.3 高压迭置

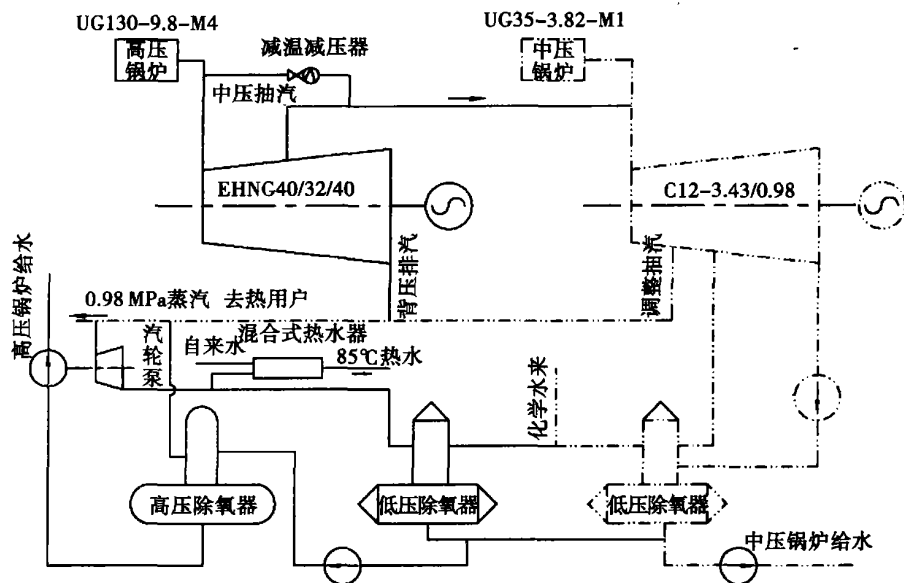
在主厂房扩建端新建高参数抽背式供热机组, 抽背机的中压抽汽并入老锅炉中压母管供 C12 抽凝机、B3 背压机。抽背机的中压抽汽量可在 0~70 t/h 较大范围内变动, 一般情况下 3 台老锅炉和 B3 汽轮发电机组备用, 在供热负荷大的时候老锅炉及 B3 背压机投用, 热负荷较低的时候全部停用老锅炉。热电厂外供热负荷可达 200 t/h, 而且调节能力大大提高。由于高参数抽背机和锅炉的热效率高, 老厂部分锅炉停运, 热电厂的经济性得到了很大改善。

虽然第 3 种方案(高压装置)比较切实可行, 但是直到近年来才出现了比较合适的机炉设备。130 t/h 高温高压煤粉(流化床)锅炉的出现, 杭州汽轮机厂引进的西门子技术生产的 12 MW、8.83 MPa 的高温高压抽背机组为该方案的实施提供了可能。通过周密的市场调研, 结合热电厂的实际情况, 热电厂的扩容改造设计采用高压迭置方案。

4 改造设计的概况

4.1 设计思想

本设计以最小的投资实现提高供热能力、降低能耗的目标。根据热电厂热负荷的发展趋势及投资能力, 采用分期实施, 逐步淘汰原有的中压旧设备, 向高温高压热电厂逐步过渡的设计思路, 在确保现热电厂的正常生产条件下进行改扩建。扩容改造设计分 3 步走, 一期先上一台 130 t/h 高温高压炉、一台 15 MW 抽背机组, 供热能力达 200 t/h, 发电能力达 27 MW; 二期再上一台 130 t/h 高温高压炉及一台 25 MW 双抽机; 三期拆除 4 台中压炉并在场地上再建一台 130 t/h 高温高压炉。最终成为三炉三机高中压迭置, 供汽能力达到 300 t/h, 发电能力达 50 MW 的现代化高温高压热电厂。图 1 为一期工程完工后的热电厂的原则性热力系统图。



实线为新增设备和系统,虚线为原有系统

图 1 一期工程完工后的热电厂原则性热力系统图

4.2 设计特点

4.2.1 节能

(1) 汽轮机进汽初参数提高到 8.83 MPa, 比原 C12 抽凝机热化发电率提高 46%。

(2) 采用了 1 000 kW 汽动给水泵, 降低厂用电, 同时由于给水泵小汽轮机的转速调节范围较宽, 也降低了主给水调节阀的压力损失。

(3) 汽动给水泵乏汽综合利用。一部分进入低压除氧器作为加热汽源, 另一部分排汽进入混合式生水加热器制备热水。

(4) 锅炉送、引风机采用斩波内反馈调速装置, 比调整风门可节电 35% 左右, 其性价比也优于高压变频器。

(5) 采用了动态分离旋叶的粗粉分离器, 提高了煤粉均匀性燃烧性能。

(6) 磨煤机采用了料位自寻优控制装置, 每制一吨煤粉可节电 5 kWh。

(7) 高压给水加热器汽源采用利用背压排汽的压力匹配器。

4.2.2 自动化程度高

在提高整个热电厂自动化程度方面, 我们采取了以下措施:

(1) 整个机炉采用 DCS 控制系统, 提高了自动化程度, 减轻了工人劳动程度, 在不增加人员情况下实现扩容改造。

(2) 汽机采用进口的 505E 调速器, 实现稳定自动调整, 使机组运行更加可靠稳定。

(3) 电气部分采用了综合自动化装置, 所有保护全部采用微机保护装置, 实施了自动准同期并网, 备用电源采用了快切装置。

(4) 锅炉采用了自动火监装置及工业电视。

(5) 动态分离旋叶的粗粉分离器, 采用变频调节转子转速, 转速调节在集控室进行。

4.2.3 新老系统匹配

新老设备匹配。我们充分利用了现有的电厂设施, 输煤方面在原中压炉的皮带扩建端新接了高压炉的两条皮带; 水工方面由于增加了抽背机组的空冷器和冷油器的用水, 从原有循环水母管引来一根 DN250 水管; 新建的工业水系统采用闭式循环冷却方式, 并将老厂的工业水系统纳入其中, 提高了设备的可维护性; 化水方面在原有的一级除盐基础上增加了二级除盐, 最大限度地利用了原有的化水设备, 这些设计降低了热电厂改造的投资总额。

(1) 热电厂生产调整能力可充分发挥, 供汽适

应范围可从 40~200 t/h。

(2) 增加半干法脱硫、四电场除尘, 提升热电厂的环保效益。

(3) 在总平面布置中, 为二期扩建留有接口及余地。

5 经济效益分析

热电厂自 2005 年 7 月 8 日并网投产以来, 运行指标完全达到设计目标, 锅炉运行效率达 90% 以上, 高压机的发电标煤耗 < 150 g/(kWh), 高压机的供热标煤耗 < 40 kg/GJ, 主要技经指标对比见表 1。

表 1 热电厂 2004 年和 2005 年四季度
同期主要技经指标对比情况

	2004	2005	同期比/%
发电量/kWh($\times 10^4$)	2 378	4 698	+97.6
上网电量/kWh($\times 10^4$)	2 089	4 511	+116
供汽量/t	144 302	145 746	+1
原煤耗量/t	43 669	51 105	+17
标煤耗量/t	30 132	37 307	-23.8
发电标煤耗/ $g^{\circ}(\text{kWh})^{-1}$	441	385.6	-12.6
供热标煤耗/ $g^{\circ}(\text{kWh})^{-1}$	467	401	-14.1
发电厂用电率/%	4.91	3.97	-19.1
企业热效率/%	55	60.5	10
热电比/%	506	258	-49

通过高温高压机组的扩改从统计指标可得出:

(1) 供电供汽耗煤下降。按 2005 年四季产量计比 2004 年节煤 4 330 t, 按 2005 年四季煤价 450.4 元计, 一个季度可省 195 万元。

(2) 在相同的供热量情况下, 供电量可增 116%。说明系统热化发电率增加, 从而降低发电单耗。

(3) 发电厂用电率下降。

(4) 一期改造后锅炉平均效率达 83%, 这是由于新老锅炉在同时运行, 预计二期改造后锅炉平均效率可达 90%。

(5) 热电厂供热量若再提高 20%, 则单耗还可下降。

(6) 热电厂 2005 年四季度还贷款利息后还有相当利润。

6 结束语

(1) 无锡市热电厂高压迭置扩容改造设计及其满负荷投运在国内同类型、同等规模电厂中尚无先例,从机炉安装、调试到满负荷生产以来,未发生大的异常情况,且取得了相当的经济效益,其设计思想和理念是合理的,过渡方法是成功的。

(2) 无锡市热电厂通过本次技术改造,上网电量翻了一番,但未增加人员编制,在安全生产的基础上,达到了减人增效的目的,降低了劳动成本。

(3) 无锡市热电厂通过本次技术改造,有着良好的技术经济指标,改善了环境,符合国家的“以新代老”、“以大代小”热电联产政策,建议在平均热负荷达到 110 t/h 时进行二期工程建设,这将进一步提

高供热的可靠性,同时热电厂的经济指标也将再次得以提升。

致谢:本文工作得到无锡市热电厂徐良辅总工的热心帮助。

注:第三作者单位为哈尔滨·第七〇三研究所军事代表室。

参考文献:

- [1] 钟史明. 高压迭置改造小型低、中参数热电厂[J]. 热电技术, 2003(3): 1—4.
[2] 郑体宽. 热力发电厂[M]. 北京: 水利电力出版社 1986.

(辉 编辑)

《热能动力工程》第九届编委会成员名单

顾 问: 岑可法 陈乃兴 李根深 林宗虎
王仲奇 翁史烈 徐大懋 严家骝

编委会主任: 闻雪友

编委会委员: 陈起铎 陈崇枢 常 山 蔡宁生 程惠尔 何仲怡
黄树红 姜任秋 刘学义 林志鸿 林 枫 林汝谋
骆仲泱 宋之平 王岱祥 王洪明 王加璇 翁一武
徐向东 徐振忠 徐立民 邹积国 曾汉才 孙显辉

名誉编委: 李乡复 余永清

主 编: 邹积国

副 主 编: 孙显辉

Using Different Oil-film Force Models[刊, 汉] / JIAO Ying-hou, CHEN Zhao-bo, LI Ming-zhang (Electromechanical College under Harbin Institute of Technology, Harbin, China, Post Code: 150001) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2006, 21(4). — 418 ~ 422

The nonlinear oil-film force obtained by using several kinds of elliptic-bearing nonlinear oil-film models currently available is analyzed and compared with that derived by directly using a finite-difference numerical method for solving a Reynold equation. Meanwhile, the relative errors, calculation speed and dynamic characteristics of the response of an actual rotor-elliptic bearing system obtained under different elliptic-bearing non-linear oil-film force models have also been analyzed and compared. With the calculation accuracy, computation speed and dynamic characteristics of the above system being taken into account in a comprehensive way, research results show that a database method should be an oil-film force model to be recommended as a first priority, followed by a database fitting-expression and variation method model as a second choice. The foregoing provides a basis for the selection of oil-film force model during the nonlinear dynamic analysis and design of an actual rotating mechanical rotor-elliptic bearing system. **Key words:** non-linear oil film force, elliptic bearing, rotor system

基于 D-S 证据理论的煤粉细度融合诊断 = Fusion Diagnosis of Pulverized-coal Fineness Based on a D-S Evidence Theory[刊, 汉] / LIU Ji-zhen, CUI Ze-peng, TIAN Liang, et al (Automation Department, North China University of Electric Power, Baoding, China, Post Code: 071003) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2006, 21(4). — 423 ~ 426

With regard to the difficult problem of performing an on-line measurement of pulverized coal fineness at power plants, a datum fusion technology is proposed to discriminate whether the pulverized coal is over-fine, normal and excessively coarse. On the basis of analyzing several operation-status parameters relating to pulverized coal fineness and according to historical operational data, typical samples of pulverized coal fineness have been identified. Thereafter, the results of various status parameters can be ascertained by use of D-S fusion rules. Concerning the problem that it is difficult to determine the basic probability assignment during the use of D-S evidence theory, a normal distribution curve was utilized to construct a similarity function followed by the acquisition of the basic probability assignment, thus reducing subjectivity. As verified by the operational data, the above method could effectively diagnose the fineness of pulverized coal and is characterized by relatively good robustness and practical value in engineering applications. **Key words:** data fusion, evidence theory, basic probability assignment, pulverized coal fineness

中压参数热电厂高压迭置的改造分析 = An Analysis of the Modification of a Thermal Power Plant of Medium-pressure Parameters by HP (High Pressure) Superimposition = [刊, 汉] / WANG Bin, HE Wan-guo, HOU Jun-suo (Wuxi Subsidiary of Harbin No. 703 Research Institute, Wuxi, China, Post Code: 214151), YE Wen (Wuxi Huaguang Boiler Co. Ltd., Wuxi, China, Post Code: 214028) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2006, 21(4). — 427 ~ 430

In 1980s of the 20th century, several district thermal power plants were built in southern China, which had played an extremely important role in easing the contradiction between electric power supply and demand, enhancing environment protection and energy savings as well as promoting local economic development. As the initial steam parameters of thermal machines are excessively low, their thermal efficiency is not high and coal consumption for power generation and heat supply comparatively high. Enterprises experienced difficulties in maintaining their normal operation when coal price continuously went up. In view of this, Wuxi City Thermal Power Plant has underwent a modification and expansion construction based on a HP superimposition and an energy-saving design version. The above project was put into operation in July 2005, resulting in the attainment of sizable economic benefits with the thermification power generation rate being increased by 46% and the coal consumption for heat and power supply lowered by 20%. Thereafter, the said thermal power plant has ceased to suffer operating losses and embarked on the path of sustainable development. The above-mentioned design version can serve as a guide during the modification of district thermal power plants to enhance the initial steam parameters of thermal machines. **Key words:** HP superimposition, energy saving, modification analysis