



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

汽轮机低真空循环水供热的应用

黑龙江岁宝热电有限公司金京热电分公司（150300）

[论文摘要] 汽轮机降低真空运行，提高循环水温做为冬季供暖是一项社会效益和经济效益都十分显著的节能技术，黑龙江岁宝热电有限公司金京热电做为一个热电联产、供热为主的中小型热电厂，通过冬季循环水供热取得了良好的效益。

随着国家《能源法》的颁布实施和世界能源的日益短缺，企业的节能工作显得越来越重要了。一个热电厂，厂内的综合热效率仅为30%-40%，其它热量白白损失掉了，而其中最大的就是凝汽器的冷源损失，约占总损失的60%。如何降低冷源损失，提高全厂热效率、达到节能挖潜的目的，2004年，采用汽轮机低真空循环水供热的方法取得了良好的效益和较为成功的经验，以下是详细的情况介绍。

1 循环水供热的可行性分析

某热电厂的机组配置为9炉6机，总产汽能力为530t/h，发电能力为36MW。利用循环水供热，需在抽凝机组中进行。该厂共有3台抽凝机组，其中一台6MW抽凝机组采用3台玻璃钢冷却面积偏小，冷却效果本身就达不到设计要求，并且该厂所处的地区水质硬度非常大，又位于街道边上，运行不久塔内就会沉积大量的灰尘和泥垢，严重堵塞了填料的缝隙，致使水流不畅，必须用3台风机进行连续不断的强制通风，耗用大量的电能。尽管如此，通常循环水进出口温差也只有3℃-5℃。另外，由于积水池有限，塔内沉积的泥土、杂质等来不及沉淀就回到循环水中，这些泥垢在凝汽器铜管内壁附着，致使铜管结垢，换热效果差，排气温度升高（严重时高达60℃以上），形成换热的恶性循环。为了解决此问题，该厂每年必须对凝汽器铜管和冷却塔循环水供热，一是可以解决冷却塔冷却效果不良的问题；二是循环水采用较为洁净的软化水，防止了在凝汽器铜管内壁结垢的问题；三是该机组本身的排气温度高，利用循环水供热后排气温度相对其它机组提高得较少，对机组的影响小。因此，在该6MW抽凝机组上实施改造是必要的。

1.1 6MW抽凝机组的技术参数

型号：CN6-35/9型

生产厂家：杭州汽轮发电机厂

设计排气温度：36℃

设计排气压力：0.0059MPa

设计真空值：1400t/h

热网供水温度： $t_g \approx 60^\circ\text{C}$

供水焓值： $h_g = 251.5\text{kJ/kg}$

热网回水温度： $t_h \approx 50^\circ\text{C}$

回水焓值： $h_h = 209.3\text{kJ/kg}$

循环泵电机：37kW3台

冷却塔风机：30kW3台

1.2 计算数据

降低凝汽器真空，提高循环水温度后的计算数据见表1。

表1 计算数据

排气温度 排气压力 凝汽器真 出口焓值 机组焓降 减少做

/ °C	/ MPa	空/MPa	/ kj· kg ⁻¹	/ kj· kg ⁻¹	功 / %
36	0.0059	-0.094	2565	775	
70	0.031161	-0.068839	2626.8	713.2	8.0
75	0.038548	-0.061452	2635.3	704.7	9.1
80	0.047359	0.052641	2643.8	696.2	10.2

可以看出, 如果将机组排汽温度提高到70°C, 机组的发电功率下降8.0%, 就可将循环水温加热到60°C以上, 尽管供水温度不高, 但采用低温度大流量的方法, 可满足冬季采暖的需求。

1.3 循环水供热可带采暖面积计算

单位采暖面积所需热量为0.065kw/m²; 循环水放出热量为1641kw; 可供采暖面积为25.6万m²。

2 机组及管网的安全性分析

由于机组提高排汽温度, 降低凝汽器真空, 改变了机组的设计运行参数, 势必对机组造成一定的影响, 为保障机组安全, 解决了以下问题。

2.1 凝汽器承压问题

该厂所带热用户处于平原地区, 循环水所需压力不大, 回水压力一般在0.2MPa。而凝汽器的承压能力为0.6MPa, 是满足的, 但是为了预防热网突然解列等特殊情况, 还采取了以下措施。

- a. 热水循环泵取2台, 互为备用, 互相连锁, 保证热网正常循环。
- b. 在热用户回水管路上加装安全阀, 保证回水压力不超过0.2MPa。
- c. 供热循环水回路上安装逆止阀。

2.2 铜管结垢问题

虽然排汽温度升高易引起铜管的结垢, 但热网循环水采用化学处理过的软化水, 硬度降低且回水管路有除污器, 水的品质有很大提高。相对于以前该机的循环水状况来说, 情况大大改善, 结垢问题比以前减少。另外还定期用胶球清洗装置对凝汽器进行清洗耳恭听。

2.3 供热循环水补充水问题

供热循环水采用软化水, 需在交换站内安装一套软化水处理装置、1台凝结水箱和2台补水泵, 专门用于循环水补水, 补水泵采用变频控制, 以便控制补水压力恒定。

3 采暖区域的选择及改造

目前该厂所带供热区域主要在某市西南区域, 距离厂区较近, 主要用于采暖且比较集中的有如下区域: 厂西侧中型商业区, 距离1000m, 采暖面积为7万m²; 厂西南角庆去热交换站, 采暖面积为8万m²; 厂西侧的家属生活小区, 距离1500m, 采暖面积为10m²。

庆去换热站为该厂所属, 工程改造比较简单, 供热距离较短、压损小, 运行管理也比较方便, 热网切换可由该厂人员直接负责, 并且还可以保留此热交换站做为紧急情况下的热源补充。

综上所述, 此次循环水供热区域应选择以晴3个区域, 采暖面积达到25万m²。

4 循环水供热系统故障的补救措施

采用凝汽机组的循环水供暖, 需要机组稳定运行。如果机组由于种种原因造成停运, 则循环水供热所需的排汽热源消失, 循环水供热达不到采暖要求, 因此必须有循环水供热系统故障时的补救措施。

- a. 将庆去交换站供热设备扩建为有30万m²供热能力的在站, 循环水供热与交换站供热设备并联, 可互为备用, 互相切换; 将循环水泵流量加大, 功率由37KW增大到250KW, 扬程提高到50m。
- b. 机组启停过程中, 为保证供热稳定性, 需要进行2个系统的切换。机组启动前, 采用交换站供热进行供

热；机组正常带负荷运行后，再逐渐切换到循环供暖系统中。

c. 机组在低负荷运行时循环水温减小，不能保证采暖需求时，需要利用交换站内热交换设备对系统进行二次补充加热，以达到采暖水网的温度要求。

d. 外界气温升高，回水温度升高，不能满足机组冷凝需要时，采用备用热用户切换的方法，将原换热站供暖的用户切换到循环水供热系统中来；气温下降后再将这部分用户切换回原换热站，以保证机组出力。同时保留原冷却塔系统，部分循环水还可以进入冷却塔循环回路进行冷却。

5 经济效益测算

5.1 每年可多收热费

$$3.3 \text{元} (\text{m}^2 \cdot \text{月}) \times 4 \text{月} / \text{a} \times 25 \text{万m}^2 = 330 \text{万元/a}$$

5.2 由于采用循环水供热每年对电量产生的影响

a. 每个采暖期少发电量为 $0.6 \text{万KW} \cdot \text{h} \times 8.0 \times 24 \times 120 = 138.24 \text{万KW} \cdot \text{h}$ 。

b. 停用原3台循环水泵及3台冷却塔风机少耗电量为 $(30 \times 3 + 37 \times 3) \times 24 \times 120 = 57.9 \text{万KW} \cdot \text{h}$ 。

c. 停用原热交换站热水水泵，少耗电量为 $3.7 \times 2.4 \times 120 = 10.7 \text{万KW} \cdot \text{h}$ 。

d. 新增循环泵电机多耗电量为 $2.5 \times 2.4 \times 120 = 72 \text{万KW} \cdot \text{h}$ 。

合计每年共损失电量 = $138.24 - 57.9 - 10.7 + 72 = 141.64 \text{万KW} \cdot \text{h}$ ，每 $\text{KW} \cdot \text{h}$ 电按 0.365 元计算，折合人民币 $141.64 \times 0.365 = 51.7 \text{万元}$ 。

5.3 汽机循环水补水量的差别

原系统补水量 $1400 \times 4\% = 56 \text{t/h}$ ，新系统补水量为 8t/h ，第 n 节水 48t ，每个采暖期运行 120d ，水价按 $1 \text{元} / \text{t}$ 计算，每年可节约资金 $48 \times 24 \times 120 = 13.8 \text{万元}$ 。

5.4 综合各项因素每年可多增加效益

$$330 - 51.7 + 13.8 = 292.1 \text{万元}$$

5.5 此改造工程概算投资 560 万元

5.6 此改造工程的回收期 2a

6 总结

该厂通过降低凝汽机组真空，提高排汽温度，利用循环水供热来降低冷源损失是非常成功的，改造比较简单，设备可以安全稳定运行，特别是节能效果显著，经济效益非常可观。

文章作者： 李树伟

发表时间： 2009-04-09 00:00:00