

# 燃机电厂机组排水冷却回收技术应用

丁寅

江苏华电仪征热电有限公司 江苏省扬州市 225000

**摘要:** 本文以某燃机电厂为例,对燃机电厂中排水冷却回收技术的应用展开论述。阐述燃机电厂中机组排水冷却回收的现状,并分析燃机电厂的机组排水冷却回收技术中存在的问题,提出相应的解决措施,最后对改良后的机组排水冷却回收技术进行效果检验并总结。

**关键词:** 燃机电厂; 机组排水; 冷却回收技术的应用

## 1 循环冷却水热泵技术原理及特点

1) 压缩式热泵。工作原理: 低温低压的制冷机(常用氟利昂类等工质)通过蒸发器从低位冷源吸热蒸发升温后进入压缩机,被绝热压缩成高温高压蒸汽,然后进入冷凝器向高位热源放热冷凝后,经过节流膨胀阀绝热节流降温降压成低干度的湿蒸汽,再通过蒸发器从低温热源吸热蒸发,如此循环。压缩式热泵循环流程原理图如图1所示。

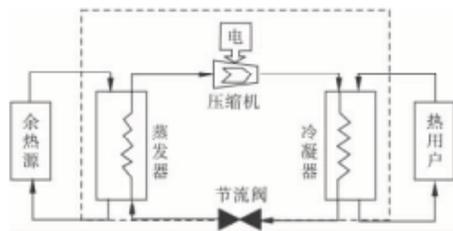


图1 压缩式热泵循环流程图

2) 吸收式热泵。工作原理: 吸收式热泵依据产生工质蒸汽热源的不同分为两种形式。吸收式热泵原理图如图2所示。第一类是工质蒸汽的发生需要消耗部分高品质热能; 第二类产生工质蒸汽的热量是由低品位的余热热源提供。在应用中我国以第一类为主, 它由蒸发器、吸收器、发生器、冷凝器以及溶液换热器等设备组成。在蒸发器中, 利用余热使水蒸发, 生成的水蒸气进入吸收器被浓工质吸收, 吸收时放出的热量用来加热水; 吸收水蒸气后的稀工质溶液, 流经溶液换热器并与浓工质溶

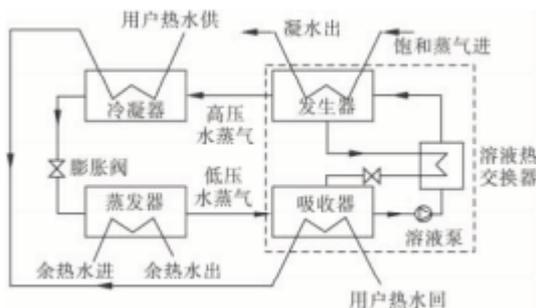


图2 吸收式热泵工作原理图

液换热后进入发生器; 在发生器中利用蒸汽将稀溶液蒸浓, 蒸发出的水蒸气进入冷凝器冷凝, 冷凝时放出的热量进一步加热来自吸收器的热水; 冷凝器流出的凝液经膨胀阀后进入蒸发器蒸发, 发生器流出的浓工质溶液经换热器后进入吸收器, 如此循环。

## 2 我国燃机电厂中机组排水冷却回收的现状

### 2.1 系统设计应用现状

现有系统运行中, 机组回收水的往复循环使用, 余热锅炉汽包排污蒸汽类似“加热器”不断加循环系统内的冷却水, 导致杂用水箱出口水温在夏季最高达到74℃。因此在夏季可以利用现场基建条件修改设计将机组回收水输送到工业废水池, 使用工业废水系统设备曝气冷却隔夜放置, 温度可降至45℃, 于次日再次回收利用, 该措施的实施很好地满足了夏季两台机组的运行, 并大量节约了冷却用新鲜自来水的消耗, 图3为扩大冷却环节后的系统简图。

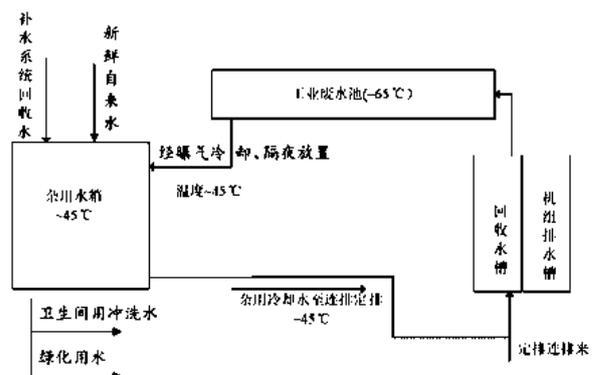


图3 扩大冷却环节后的系统简图

### 2.2 系统设计修改

尽管目前的冷却模式可以保证两台机组的正常运转, 但不可否认的是随着3号和4号机组的陆续投产, “加热器”数量在现有基础上翻倍, 现有冷却模式势必无法满足多台机组运行工况, 唯有依靠大量消耗新鲜自来水方能满足。在仅仅依靠工业废水池曝气系统冷却, 未增加

主动性冷却装置的工况下, 提供给机组的杂用水在秋、冬季的平均温度就已经达到了 $45^{\circ}\text{C}$ , 随着气温的升高和机组开机数量的增加, 提供低温杂用水不得不以新鲜自来水的补充和直接排放机组回收高温水为手段; 同时由于水温高, 不得不提高流量来确保机组冷却效果, 这一工况导致杂用水泵不堪重负, 在4台机组全开的工况下, 冷却水温持续被加热, 温升达到 $50^{\circ}\text{C}$ 以上, 甚至导致水泵超电流而跳闸, 经济性和安全性均无法得到有效保障。现唯有在回收环节中安装冷却塔, 完善现有冷却水系统, 提高机组回收水再利用率, 从而满足经济效益和环保的目的。在此我们需要闭式冷却塔的工作原理加以论述, 并对闭式冷却塔的工作性能进行一定的调研。闭式冷却塔工作原理: 工作流体(机组排水)在闭式冷却塔的盘管内进行循环, 工作流体的热量经过盘管散入流过盘管的冷却水中。同时机组外四周的空气从底盘上的进风隔栅进入, 与水的流动方向相反, 向上流经盘管。部分水蒸发而吸走热量, 热湿空气由冷却塔顶部的通风机排放到周围大气中。其余的水落入底部水盘, 由水泵再循环至水分配系统又回淋到盘管上。经过实践, 使用主动性冷却装置闭式冷却塔, 杂用水回收冷却后温度预计达到 $35^{\circ}\text{C}$ 以下, 4台机组余热锅炉排放疏水可以得到100%利用, 采用闭式冷却塔回收冷却机组排水再利用存在很大的节能空间。

### 3 燃机电厂的机组排水冷却回收技术中存在的问题

(1) 多台机组运行时, 冷却水被循环加热, 杂用水量超出设计范围

多台机组启、停时, 冷却水被循环加热, 冷却水需求量上升, 全厂3台杂用水泵满出力运行, 最高时总流量达 $200\text{m}^3/\text{h}$ , 然而杂用水泵的额定流量为 $60\text{m}^3/\text{h}$ , 易引起水泵超电流而跳闸, 经济性和安全性均无法得到有效保障。

(2) 回收水曝气冷却效果不明显

系统虽然进行简单改造, 隔夜曝气冷却的方法不能满足4台机组连续运行时的冷却水水温要求。

(3) 工作人员的工作能力和综合素质不达标

机组启动后, 化学运行人员需对炉水品质进行化验, 化验人员的分析素质、与值长的沟通速度、对定排连排冷却水阀门开度的控制都会影响杂用水的消耗。

(4) 机组排水温度高、部分机组排水回收后无法直接利用

回收的机组排水温度很高, 夏季最高温度可达 $74^{\circ}\text{C}$ , 平均温度为 $45^{\circ}\text{C}$ 。机组调试阶段排水、机组检修后、冷态启机等排水, 因排水浊度过高, 不利于回收利用。

### 4 针对机组排水回收中存在问题的解决措施

(1) 提高机组冷却水流量

在现有系统中增加一台流量为 $60\text{m}^3/\text{h}$ 变频杂用水泵, 从而满足多台机组启动时, 机组用冷却水总量大于 $200\text{m}^3/\text{h}$ 的需求。

(2) 安装一套主动性冷却装置——闭式冷却塔

闭式冷却塔设计方案讨论过程中, 我们对机组排水水质、排水量进行了统计分析汇总, 同时咨询冷却塔厂家, 并根据制造厂的设计计算, 我们决定采用以下方案。其中, 单套处理水量 $Q=150\text{m}^3/\text{h}$ ; 循环水质中, 内循环为生产工艺热水, 外循环为生产生活水直接补水。在正常供水量不受影响的情况下, 整组设备确保出水温度不超过 $40^{\circ}\text{C}$ ; 设备耐压等级不低于 $2.0\text{MPa}$ 、钢制结构; 换热盘管采用316L不锈钢, 换热盘管(蛇形管)的壁厚不小于 $1.5\text{mm}$ ; 水盘、箱体等所有板材采用优质镀锌钢板并表面做去静电防腐喷涂处理或进口镀锌钢板。

(3) 优化回收方式

为了便于回收水质合格机组排水, 我们对的机组排水回收方式进行了优化, 规定了对热态及温态机组排水引入1号废水池曝气冷却回收再利用; 机组调试排水、冷态启机排水、机组检修后排水、停炉保护排水等的不可二次利用的废水引入2号废水池并通过处理后最终纳入市政管网。结合闭式冷却塔 $150\text{m}^3/\text{h}$ 的出力条件, 对现有系统进行了改造, 将2号废水池一台废水泵引入1号废水池中, 以此通过3台流量为 $50\text{m}^3/\text{h}$ 的废水泵, 最高效率地进行机组排水回收降温的工作。

### 5 结语

综上所述, 近年来我国的燃机电厂得到了很大程度的发展, 并且在机组排水冷却回收技术方面取得了不错的成绩, 但不可否认的是, 目前我国在燃机电厂机组冷却排水回收中仍然存在很多问题和弊端, 诸如大量水资源的浪费、造成较大的电能损耗等。因此我国的燃机电厂为了节约水资源, 减少企业的成本开支同时为了响应国家“节能减排、科技创新”的号召, 纷纷对机组排水冷却回收技术展开了积极的优化改良。总而言之, 为了机组冷却排水回收技术能够得到更广泛的应用, 燃机电厂应该积极探索和尝试优化这项技术, 确保机组冷却排水回收技术能够发挥它的应用价值, 为我国的燃机电厂做出更大的贡献。

### 参考文献:

- [1]梁庆林. 燃气轮机进气冷却技术及其应用[J]. 山东工业技术, 2014(17): 16-17.
- [2]夏立峰, 肖冰, 贺亚妮. 热电厂循环冷却水余热回收技术应用[J]. 节能, 2015(5): 37-39.
- [3]王东雷. 热泵技术及其在火电厂节能中的应用[J]. 华电技术, 2012, (3): 70-74.