

某电厂园区换热站系统节能改造项目的研究

付晓磊 姚国杰 张天宝

内蒙古锦联铝材电厂 内蒙古 霍林郭勒 029200

摘要: 内蒙古通辽市某电厂一期 200MW 发电机组园区换热站系统承担公司生活区供热, 夏季为公司生活区提供热水(一次水), 应用于加热生活区洗澡用水(二次水)。供生活区供水(一次水)温度 50-60℃, 加热汽源: 一期 200MW 辅汽, 造成高品质蒸汽浪费。通过运行参数分析, 并结合空冷机组夏季运行特性, 同时结合我厂生产实际, 拟对园区换热站系统进行节能改造, 研究论证利用一期 200MW 汽轮机空冷排汽加热园区换热站系统可行性。结果表明: 增加一台加热器, 夏季利用汽轮机排汽加热园区换热站系统热水(一次水), 热水满足加热公司生活区洗澡水(二次水)需求, 既减少辅汽用量, 又减少空冷热负荷, 提高机组经济性。

关键词: 200MW 汽轮机; 汽轮机排汽; 新增加热器

一期 200MW 机组 NZK200-12.75/535/535 型直接空冷凝汽式汽轮机, 排汽参数夏季最低背压 13kPa、温度 51。

原一期园区换热站系统, 夏季为公司生活区热水供热, 供生活区供水温度 50 ~ 60, 供生活区回水温度 45 ~ 55; 采用辅汽加热, 原辅汽消耗量: 约 1.4t/h, 辅汽参数: 压力 0.5MPa、温度 300。

增加一台加热器, 夏季利用汽轮机排汽加热一期园区换热站系统热水, 满足加热公司生活热水(洗澡水)需求, 既减少辅汽用量, 又减少空冷热负荷, 提高机组经济性。

一、空冷排汽加热园区换热站系统可行性

1. 参数分析

(1) 我厂 NZK200-12.75/535/535 型汽轮机空冷排汽参数, 夏季最低背压 13kPa、排汽温度 51。空冷岛 THA 工况设计参数为: 排汽量 438.027t/h, 排汽压力 14kPa。

(2) 原一期园区换热站系统参数, 供生活区供水温度 50 ~ 60、压力 0.48MPa, 供生活区回水温度 45 ~ 55; 采用辅汽加热, 原辅汽消耗量: 约 1.4t/h, 辅汽参数: 压力 0.5MPa、温度 300。热网循环泵参数: 流量 375m³, 夏季最大循环水量 200t/h。

(3) 将 200t/h、45 水加热至 50 所需空冷排汽量计算, 能量守恒: $5 \times 200t/h \times 4.2kJ/(kg \cdot ^\circ C) = m \times (2379.3kJ/kg - 4.2kJ/(kg \cdot ^\circ C))$ 空冷排汽质量 (m) \times 空冷排汽汽化潜热 (13kPa 水蒸气汽化潜热 =2379.3kJ/kg), 得出所需空冷排汽量为 1.78t/h。

综上, 对一期园区换热站运行参数和方式、一期 2 号机组空冷排汽参数、现场新增设备的安装空间等进行了解, 增加一台加热器, 夏季利用汽轮机排汽加热一期园区换热站系统热水, 满足加热公司生活热水(洗澡水)需求, 可达到节能的目的。

2. 方案论证

(1) 电厂一期 200MW 2 号空冷机组, 利用新增园区加热器吸收排汽装置的部分热量加园区热水, 其技术方案可行。

(2) 电厂一期 2 号机组排汽装置内部或外部空间安装一台表面式园区加热器, 空间足够, 不需额外增加新的水泵及其它设备, 其技术可行。

(3) 新增表面式园区加热器生水进回水管道从原园区热网系统附近的热网水进回水管道上引出, 架空布置到排汽装置附近, 其技术可行。

(4) 新增表面式加热器运行时最大可加热水网水量约为 200t/h, 加装旁路电动门(可实现中停功能)进行温度调节, 其技术可行。

(5) 保留原一期园区换热站系统不变, 仍能维持原方式运行, 其技术可行。

二、实施路径

1. 工艺描述

(1) 新增园区加热器安装于排汽装置内部, 位于喉部两台减温减压器的中间(注: 两台减温减压器中间的可用空间为 900*1600, 新设计加热器满足穿入的条件。), 循环水进、出水侧布置于排汽从东侧进入。为确保加热器内漏后能及时发现, 加热器设计有壳体。加热器在喉部内的壳体底部为完整钢板卷制便于收集凝结水, 顶部和侧面为打孔钢板卷制便于蒸汽的进入, 管束直接接触汽轮机排汽, 管束区通过隔板支撑并固定于排汽装置内部的钢网架上。水侧安装连接园区换热站热水进、回水管道, 在原园区加热器进、回水管道上加装三通, 在新增表面管壳式加热器进、回水管道上加装手动截上阀并加装旁路电动门。将园区热网水引至新增表面式加热器内, 实现冷凝空冷岛排汽, 加热园区热水, 提高园区热网水温度, 降低 2 号机组空冷背压的目的, 温度升高后的园区热网水引至公司生活区作为生活区热水(洗澡水)热源。

(2) 新增表面式加热器安装于排汽装置内部, 通过热力计算得出, 空冷排汽可满足加热园区热水需求, 同时能够保证温度调节裕量

(3) 新增加热器设有抽气管道, 由于不凝结气体的产

生是从引入加热器的乏汽中产生，因此未对系统总的不凝结气体量产生影响，不会对原有抽气设备产生新的负荷。

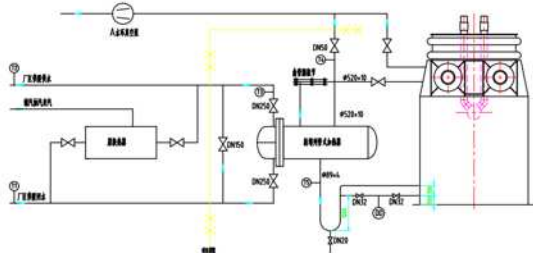
(4) 疏水管道从新增加热器底部引出，通过 U 型弯后接入排汽装置底部的正常凝结水水位以上。疏水管路上安装远传电导表检测凝结水水质，电导表与疏水管道连接方式为旁路方式，安装 2 个隔离阀门，在高位布置的主疏水管道下接入电导表，可以保证疏水流量。新增加 U 型弯，其设计高度需要考虑能够起到水封的作用，可以有效避免排汽装置的凝结水返流进入园区加热器，避免汽阻导致园区加热器效率下降。

(5) 热网水管道：新增园区加热器采用双流程，热网水进回水管道选用与原园区换热站规格相同，新增加热器的热网水水进出水阀门规格为 DN250，并在生水进出水安装 1 台规格为 DN150 的旁路电动调温门。

(6) 考虑生水的水质，新增园区加热器的换热管采用 TP316L 材质的换热管。虽然管内最大流速 1.36m/s，由于新增园区加热器的面积较大，单位面积的热负荷较小，不易产生结垢倾向，无需设置专门的冲洗系统，仅需要运行期间定期检查运行情况即可。

(7) 新增园区加热器汽侧零部件不需要进行防腐。加热器前后水室内部涂刷环氧煤沥青进行防腐，并增加铝阳极防锈蚀装置。

(8) 系统简图



2. 注意事项

(1) 新增园区加热器水室侧顶部安装放气门、底部安装排水门。

(2) 新增园区加热器水室外侧设置检查手孔，便于设备的检查、检修。

(3) 新增园区加热器本体包含带远传功能的四个温度测点（1 个进水母管、1 个回水母管、1 个新增园区加热器回水管、1 个凝结水疏水管），分别测量生水进水温度、生水回水温度、新增园区加热器回水温度、新增园区加热器的凝结水温度。

(4) 园区换热站改造，可能会出现现场管架位置与已有管道发生碰撞等问题，需进行让管。

3. 运行方式

(1) 增园区加热器后，与原有园区加热器并联布置，运行方式：原有园区加热器单独运行、新增园区加热器单独运行。

(2) 新增园区加热器通过旁路电动门实现温度控制。

(3) 疏水管道 U 型弯管路上安装远传电导表检测凝结水水质，电导率信号引至 DCS 园区加热器画面，实现新增园区加热器疏水水质在线监视。

三、实施方案

1. 现场布置

(1) 新增园区加热器，布置在排汽装置喉部。

(2) 热网水供回水管道路布置：热网水进水管道路，从原有园区加热器入口附近的热网水管道路上引出；热网水回水管道路，返回原有园区加热器出口附近的热网水管道路。

(3) 一期园区换热站改造工程，受场地条件限制，根据现场踏勘并结合一期工程的施工图设计，热网水管道在 2 号机组 A 排墙外采用架高敷设的方式布置。

(4) 新增园区加热器热网水管路经室外架空，需将新增加热器进、回水门及旁路门加装于室内临近原加热器系统附近，并在新增加热器进、回水门后加装方式门，冬季防冻。

2. 施工要求

(1) 本工程中的工作介质主要为生水、蒸汽、冷凝水等，它们的共同特点为工作压力低（一般不大于 1MPa），工作温度也不高（不大于 200℃）。

(2) 本工程的管道材质主要为：20# 优质碳素钢管（水、汽系统），304 不锈钢管（凝结水电导表安装前后的部分管道含 2 个阀门）。

(3) 对于管道安装中必须保证必要的安装坡度，若设计无要求时其坡度生水系统管道不小于 3‰为宜，以保证料液的流动：

3. 经济效益分析

改造前，采用园区加热器，需要抽汽量为年平均 1.4t/h。

改造后，采用新增列管式园区加热器，夏季 6、7、8 月份不需要再通过辅汽加热生水，仅需要将排入排汽装置的乏汽抽取约 1.81t/h。

项目实施后夏季 6、7、8 月份节省高品质辅汽 3024t，折算标煤 302.4 吨。同时还达到降低机组背压降低和空冷耗电率的目的。

四、结论

电厂一期 NZK200-12.75/535/535 型空冷机组，新增一台加热器吸收排汽装置的部分热量加热热网水，利用汽轮机排汽代替辅汽加热一期热网水，减少辅汽用量、除盐水消耗量及空冷热负荷，提高机组经济性，其技术方案可行。

应用情况：同类型机组均可实施。

参考文献：

[1] 东方汽轮机有限公司 NZK200-12.75/535/535 型汽轮机《汽轮热力特性》说明书 120-123

[2] 一期 NZK200-12.75/535/535 型空冷机组空冷岛设计资料 2019.38-42

[3] GB151-2014《钢制管壳式加热器》2017.12-18