

300MW 机组余热利用技术研究与应用

李保洋, 许昌杭, 唐 超

(江苏淮阴发电有限责任公司, 江苏 淮安 223002)

摘 要: 余热回收利用是实施节能减排的一个有效方法。江苏淮阴发电有限责任公司通过实施 300MW 级机组余热利用工程, 回收机组余热以生产市场上紧缺的 90℃ 洁净热水。此举不仅节省了大量水资源, 提高了能源利用率, 而且还减少了热污染, 为企业创造了更多的经济效益。此项目为淮阴发电有限责任公司技术人员自行研究开发, 产生了很好的社会效益和经济效益。

关键词: 锅炉; 利用工程; 疏水; 超滤水; 改造

0 引言

中科院一项调查显示, 我国是全世界自然资源浪费最严重的国家之一, 在 59 个接受调查的国家中排名第 56 位。另据统计, 中国的能源使用效率仅为美国的 26.9%, 日本的 11.5%。因此, 推进节能减排, 可谓迫在眉睫。

余热是在一定经济技术条件下, 在能源利用设备中没有被利用的能源。也就是多余、废弃的能源。它包括高温废气余热、冷却介质余热、废汽废水余热、高温产品和炉渣余热、化学反应余热等。根据调查, 各行业的余热总资源约占其燃料消耗总量的 17%~67%, 可回收利用的余热资源约为余热总资源的 60%。因此, 余热回收可作为实施节能减排的一个有效方法。

1 工程的企业背景

随着淮安市经济的快速发展和城市规模扩大, 江苏淮阴发电有限责任公司从一个郊区电厂逐步转变为一座城市电厂。根据地方大中型企业对供热蒸汽的需求日益增大和国家鼓励发展热电联产的政策, 江苏淮阴发电有限责任公司多次对老机组实行供热改造, 从一个纯凝发电厂转变为热电联产企业。现有一台 300MW 级热电联产在运机组, 第二台 330MW 级上大压小热电联产机组刚竣工投产。江苏淮阴发电有限责任公司热电联产机组的投产缓解了市区对热负荷的需求, 改善了淮安市投资环境, 对提高环境、经济、社会效益, 促进和谐社会发展具有积极意义。

江苏淮阴发电有限责任公司从企业责任和自

身效益出发, 对机组余热进行回收利用, 利用机组余热生产 90℃ 热水, 投入市场进行销售。这样, 既能减少污染物排放, 又能提高企业效率, 降低煤耗。

淮安市人民政府为改善市区环境质量和群众生活条件, 进一步推进城市集中供热, 限期关停了原有小锅炉, 目前, 淮安市热负荷市场处于供小于求状况, 此项目生产的热水具有很好的市场。

2 可利用余热现状

目前, 江苏淮阴发电有限责任公司在运机组可以利用的余热主要为锅炉的余热疏水和附近热用户的回水。可利用余热总量仅一台机组即达到 138355MJ/d, 余热量相当可观。

3 余热利用方案

3.1 余热回收总体方案

根据江苏淮阴发电有限责任公司一台 300MW 机组余热水质情况, 分别加以利用。锅炉吹灰疏水、电除尘保温疏水、脱硫 GGH 吹灰疏水、降温池热水和附近烟厂供热回水等水质均较好, 可以直接利用, 用其直接加热超滤水, 获得所需参数的热水。

3.2 余热回收具体方案

目前, 江苏淮阴发电有限责任公司一台机组可以利用的余热主要有: 锅炉吹灰疏水、电除尘保温疏水、脱硫 GGH 吹灰疏水、降温池热水等。

本期工程一共设置两台余热收集水箱, 一台是将原有一台 50 m³ 的空预器冲洗碱液水箱改造为余热汇集箱, 并新建了一个 200 m³ 余热水箱。余热汇集箱在收集锅炉余热的时候, 起到中间水箱作用, 且能使热水得以沉淀, 在余热汇集箱设置排污口,

定期排污，保证水质良好。

锅炉的部分疏水经三通后，引出一根管道作为母管，并安装一个阀门，阀后分成两支路，分别去余热汇集箱和余热水箱，并在两支路上都装有阀门，如此则其既可以流入余热汇集箱又可以直接切入余热水箱，确保热水的稳定供应，正常运行时，锅炉余热疏水全部流入余热汇集箱，在余热汇集箱经过换热、沉淀后在输送到余热水箱。由于部分疏水中可能存在汽水混合物，为了防止振动，保证加热均匀，安全稳定运行，接入余热汇集箱和余热水箱管道均插入到箱体内，在管道四周开小孔，让流体均匀流出。

锅炉吹灰疏水、电除尘保温疏水、脱硫 GGH 吹灰疏水利用原有疏水管道直接接至余热汇集箱，在余热汇集箱经过换热、沉淀后在输送到余热水箱，由于，原有疏水管道均有阀门，不需要再加装阀门。同时由于各种疏水可能存在汽水混合物，为了防止振动，保证加热均匀，安全稳定运行，接入余热汇集箱管道均插入到箱体内，在管道四周开小孔，让流体均匀流出。

降温池热水利用原有的泵输送到余热水箱，在余热水箱中经过换热、沉淀后通过管道泵输送到水罐车中，对外供应。

冷水的水源来自超滤水箱，在超滤水箱出口管道上安装两个管道输送泵，将水送至余热汇集箱，以方便对其进行加热。

为了保证余热回收系统稳定运行，保证对外供水温度，从#3 机组供热管道引出一根管道去余热水箱，作为备用热源，在管道上安装截止阀和手动调节阀，通过调节阀调节蒸汽流量（热水温度稳定升高，不影响#3 机组安全稳定运行），当水温达到要求后关闭截止阀。正常运行时(供水温度满足要求)，阀门关闭，当余热水箱水温低于对外供水温度时，打开阀门，加热热水。为了防止振动，保证加热均匀，安全稳定运行，接入余热水箱蒸汽管道插入到箱体内，在管道四周开小孔，让蒸汽均匀流出。

3.3 余热回收热力分析

江苏淮阴发电有限责任公司要求供给热水 90℃ 以上，目前可利用锅炉的余热均不连续，但锅炉吹灰疏水、电除尘保温疏水、脱硫 GGH 吹灰疏水和降温池热水流量较小，而且余热汇集箱和余热水箱容积均较大，具有很强的蓄热功能，对温度有

很好的调节作用，因此锅炉吹灰疏水、电除尘保温疏水、脱硫 GGH 吹灰疏水和降温池热水不连续对供水温度影响不大。

保证对外供水温度 90℃ 以上的情况下，超滤水补给量最大不超过 18.4 t/h，另外，为保证余热汇集箱内热水不发生汽化，向余热汇集箱内补给的超滤水量不小于 13 t/h。

3.4 余热利用工程具体设计

该工程设计管道选用无缝钢管，材质为 20# 钢；阀门的连接形式采用法兰连接，材质为碳钢；弯头采用无缝热压弯头，弯曲半径 R=1.5DN，材质为 20# 钢。

为保证供水温度 90℃ 以上，超滤水出水按 18t/h 设计，管径为 Φ76×3.5，设置两台管道泵，一台运行，一台备用，选用 SG 系列型管道泵，选择泵的流量 18t/h，扬程为 40m。

锅炉余热疏水去余热汇集箱和余热水箱管道，流量按 4.14t/h、温度按 170℃、压力按 0.8MPa 进行设计，管径与原有管径一样，为 Φ108×4。

余热汇集箱去余热水箱管道，流量按 14.5t/h 进行设计，管径为 Φ76×3.5，设置两台立式离心泵，一台运行，一台备用，选用 SLR 单级单吸立式热水泵，考虑到富裕量，选择泵的流量 17.5t/h，扬程为 13.7m。

余热水箱对外供水管道，按照水罐车的容积，并考虑到水罐车停留时间，设置两台管道泵，两台泵可以同时对外供水，选用 SG 系列型热水管道泵，考虑到富裕量，选择泵的流量 40t/h，扬程为 18m，管径为 Φ108×4。

供热管道去余热水箱蒸汽管道（备用），按照蒸汽参数设计，管径为 Φ57×3，阀门压力等级选用 PN2.5MPa。

主要管道及附件选型见表 1。

表 1 主要管道及附件选型表			
名称	管径	阀门	水泵
加热管道	Φ108×4	PN1.6MPa,DN100 J41H-1.6C	——
超滤水箱出水管道	Φ76×3.5	PN1.6 MPa,DN65 J41H-1.6C H44H-1.6C	50SG18-40 Q=18t/h H=40m
余热汇集箱去余热水箱管道	Φ76×3.5	PN1.6 MPa,DN65 J41H-1.6C H44H-1.6C	SLR65-100 Q=17.5t/h H=13.7m
余热水箱出口管道	Φ108×4	PN1.6MPa,DN100 J41H-1.6C	100SGR40-18 Q=40t/h H=18m

本设计管道热补偿均采用自然补偿，自然补偿作为补偿器一个很好的补充，运用灵活，根据厂区地形条件，合理布置管线，合理采用“Π、Z 和 L 型”等自然补偿，可以达到节约投资的目的。

本工程管道温度 $\geq 50^{\circ}\text{C}$ 都进行保温，管道保温材料选用离心玻璃棉，管道保温按经济保温厚度的计算方式适当加厚选取。室内管道保护层采用 0.5mm 厚镀锌铁皮，室外管道保护层采用 0.7mm 厚镀锌铁皮。

4 资金投入

投资内容包括江苏淮阴发电有限责任公司一台机组余热回收工程建设所需要的投资费用 60 万元。(包括材料费用、安装费用、人工费用及土建费用)。

5 节能与环保

江苏淮阴发电有限责任公司机组余热利用工程对于节能与环保的作用是不言而喻的。一台 300MW 级热电联产机组每天对外供应 200t~300t 热水，这样就替代了大量一些企业自建小锅炉。余热回收目前热水的市场价为 18.5 元/t，到 2012 年 1 月份累计年产值约 160 万元。折合成 1000 元/t 的标准煤，则相当于每年的节能量为 1600t 标准煤。

目前，小锅炉每燃烧 1 t 标准煤，就产生二氧化碳 2620 kg，二氧化硫 8.5 kg，氮氧化物 7.4 kg。因此燃煤锅炉排放废气成为大气的主要污染源之一。江苏淮阴发电有限责任公司余热利用工程不仅

能减少热污染排放，同时也能减少 SO_2 、 NO_x 和 CO_2 排放，减轻环境的压力。余热回收每年减少 SO_2 、 NO_x 和 CO_2 排放量见表 2。

表 2 余热回收每年减少的污染物排放量

污染物	SO_2	NO_x	CO_2
减排量/(t/a)	13.6	11.84	4192

6 经济效益

在整个项目完成后，江苏淮阴发电有限责任公司每天可以对外供应 300 t 热水，目前，淮安市场热水供应价格为 18.5 元/t，每天供水销售收入为 5550 元，每年的运行时间按 300 天计算，每年供水销售收入为 166 万余元。

参考文献：

- [1] DLT 5366-2006,火力发电厂汽管道应力计算技术规程[S].
- [2] 侯广人,白凤臣,马文姝. 锅炉排污余热利用方法简介[J]. 应用能源技术, 2009(8): 17-18.

作者简介：

李保洋(1967-),男,江苏淮安人,高级工程师,生产副总经理,从事厂检修运行管理工作;

许昌杭(1962-),男,江苏淮安人,工程师,检修副总工程师,从事厂检修管理工作;

唐超(1969-),男,江苏淮安人,高级工程师高级技师,生产技术部主任,从事火电厂锅炉检修运行管理工作,
E-mail: hydctc@163.com。