



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105180146 B

(45)授权公告日 2017.06.27

(21)申请号 201510494010.X

审查员 马英

(22)申请日 2015.08.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105180146 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(73)专利权人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

地址 102209 北京市昌平区北七家镇未来科技城华能创新基地实验楼A楼

(72)发明人 时正海 唐巍 高洪培 肖平

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215

代理人 贾玉健

(51)Int.Cl.

F22D 1/36(2006.01)

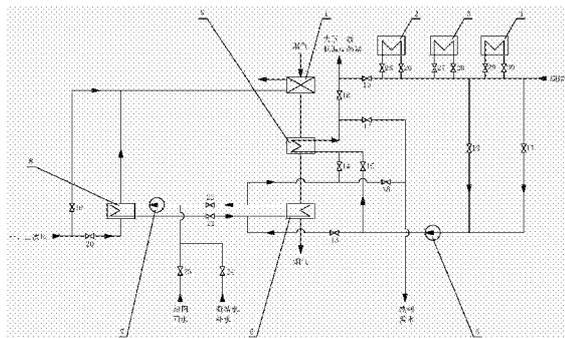
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统

(57)摘要

一种热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,在空气预热器下游烟道中布置一级烟气冷却器和二级烟气冷却器,在二级烟气冷却器和暖风器之间布置一个闭式水循环,实现对烟气余热的充分利用;采暖期利用热网回水余热和一、二次风回收余热,提高空气预热器空气侧入口温度,防止发生低温腐蚀;非采暖期利用凝结水补水吸收烟气余热,也可同时加热一、二次风,提高空气预热器空气侧入口温度,防止空气预热器发生低温腐蚀;在空气预热器的下游烟道中布置两级烟气冷却器,将凝结水和热网回水作为工质,吸收烟气余热;本发明可实现对热网回水、凝结水、一、二次风的分别单独和同时加热,实现对烟气余热的多级高效利用,满足供暖期和非供暖期热负荷之间的切换。



1. 一种热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,包括空气预热器(1),第六低温加热器(2),第七低温加热器(3),第八低温加热器(4),凝结水泵(5),二级烟气冷却器(6),闭式循环水泵(7),暖风器(8),一级烟气冷却器(9)以及相关连接管路和阀门;

其特征在于:

凝结水进水口分为两路,通过管道,一路经第十一截止阀(11)与所述凝结水泵(5)的进水口相连;另一路与第八低温加热器(4)、第七低温加热器(3)和第六低温加热器(2)依次并联后经第十截止阀(10)与下一级低温加热器相连,且第八低温加热器(4)的出口通过管道,经第十二截止阀(12)与凝结水泵(5)的进水口相连;

凝结水泵(5)的出水口分为两路,通过管道,一路经第十三截止阀(13)与二级烟气冷却器(6)的进水口相连;另一路经第十五截止阀(15)与一级烟气冷却器(9)的进水口相连;

二级烟气冷却器(6)的出水口分为两路,通过管道,一路经第十四截止阀(14)与一级烟气冷却器(9)的进水口相连;另一路经第十六截止阀(16)与热网供水口相连;

一级烟气冷却器(9)的出水口分为两路,通过管道,一路经第十七截止阀(17)与热网供水口相连;另一路经第十八截止阀(18)与下一级低温加热器相连;

一、二次风分为两路,通过管道,一路经第十九截止阀(19)与空气预热器(1)的空气进口相连;另一路经第二十截止阀(20)与暖风器(8)空气进口相连;

暖风器(8)的空气出口通过管道,与空气预热器(1)的空气进口相连;

热网回水口通过管道,经第二十三截止阀(23)与闭式循环水泵(7)的进水口相连;二级烟气冷却器(6)的出水口通过管道,经第二十二截止阀(22)与闭式循环水泵(7)的进水口相连;闭式循环水泵(7)的出水口通过管道,与暖风器(8)的进水口相连;

暖风器(8)的出水口通过管道,经第二十一截止阀(21)与二级烟气冷却器(6)的进水口相连;

所述一级烟气冷却器(9)和二级烟气冷却器(6)同时布置在除尘器上游的烟道中,或同时布置在除尘器下游的烟道中,或分别布置在除尘器上游和下游的烟道中;

所述一级烟气冷却器(9)和二级烟气冷却器(6)的受热面壁温高于或低于烟气酸露点温度;受热面管型采用光管或翅片管式换热元件;受热面管材质采用普通碳钢或耐腐蚀钢。

2. 根据权利要求1所述热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,其特征在于,闭式循环水补水口通过管道,经第二十四截止阀(24)与闭式循环水泵(7)的进水口相连。

3. 根据权利要求1所述热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,其特征在于,所述一级烟气冷却器(9)和二级烟气冷却器(6)中设置吹灰装置。

4. 根据权利要求1所述热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,其特征在于,通过控制所述第十截止阀(10)、第十一截止阀(11)、第十二截止阀(12)、第十九截止阀(19)和第二十截止阀(20)的开度,分别控制一、二次风和凝结水的流量。

一种热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统

技术领域

[0001] 本发明属于热电联产电厂烟气余热综合利用技术领域,特别涉及一种热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统。

背景技术

[0002] 我国已承诺在2030年二氧化碳排放达到峰值,未来15年我国的节能减排压力十分巨大。燃煤电厂是主要的二氧化碳排放源,节能降耗对于控制二氧化碳排放,提高电厂经济效益有重要的意义。在电厂锅炉主要热量损失中,排烟损失是比重最大的一项,约占总热量损失的70%以上。根据经验,锅炉排烟温度每降低10℃,锅炉效率将提高0.5~0.65%。由于各种原因,我国的燃煤电厂锅炉排烟温度一般为120~150℃,有的甚至高达170℃,大大高于设计值,造成了热损失大、经济性差等问题。同时,排烟温度高,飞灰比电阻大幅度升高,影响除尘器效率。为了满足燃煤电厂超低排放对烟尘排放的要求($\leq 10\text{mg}/\text{m}^3$),通过降低烟气温度,降低飞灰比电阻,进一步提高除尘器效率的低低温电除尘技术得到大量推广。低低温电除尘技术的除尘烟气温度在90~110℃。这就造成了排烟温度与除尘器入口的温度条件的不匹配。因此,根据目前电厂运行中排烟温度与除尘器运行温度偏差较大的现状,通过加装余热综合利用系统,将这部分热量有效回收,降低锅炉排烟温度,对于提高燃煤电厂经济性、系统运行的安全性都有重要意义。

[0003] 对于我国北方地区的热电厂,在冬季供暖期,供暖是主要热负荷。随着城市规模的不断扩大,热网负荷不断加大,若仍然采用汽机抽气加热热网回水的方式,难以满足日益增长的热网负荷。通过设计余热回收利用系统,利用烟气余热加热热网回水,对于热电厂冬季稳定供热将十分有益。

[0004] 安装烟气余热利用系统可以降低热损失,但过低的烟气温度会使烟气中的水蒸气、硫酸蒸汽凝结在空气预热器受热面表面,造成低温腐蚀。防止低温腐蚀的常用方法是加装暖风器,对冷空气进行预热,提高空气预热器入口温度,将烟气温度控制在酸露点以上。但是现有技术方案仍然存在如下缺点:

[0005] 1) 采用辅助蒸汽充当暖风器热源,虽然通过提高空预器空气入口温度,防止了低温腐蚀,但排烟温度升高造成的热损失往往抵消了汽机效率的提高,整体经济性变差。

[0006] 2) 暖风器孤立余热利用系统之外,提高烟气温度与余热利用相矛盾,往往顾此失彼,无法实现烟气余热的高效利用。

[0007] 申请号为201110165841.4的发明专利“一种组合式烟气余热综合利用系统”中,设计了闭式循环,利用闭式循环水吸收烟气余热,加热冷空气,达到提高锅炉冷风温度、防止空预器低温腐蚀的目的。同时,通过控制闸阀开闭,实现了不同工况的切换,满足了同时加热锅炉给水和冷空气的要求。但该系统没有设计热网水加热回路。对于北方热电厂,冬季供暖期余热利用不合理,无法满足供暖期负荷需求。

发明内容

[0008] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,解决了电厂排烟温度高、排烟损失大的问题,提高了电厂运行经济性,还解决了空气预热器低温腐蚀的问题,以及解决了余热利用系统在冬季无法加热热网回水,余热利用效率不高的问题,另外通过开闭阀门、控制工质流动路径,可以根据实际工况在不同余热利用方式之间灵活切换。

[0009] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0010] 一种热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,包括空气预热器1,第六低温加热器2,第七低温加热器3,第八低温加热器4,凝结水泵5,二级烟气冷却器6,闭式循环水泵7,暖风器8,一级烟气冷却器9以及相关连接管路和阀门;

[0011] 凝结水进水口分为两路,通过管道,一路经第十一截止阀11与所述凝结水泵5的进水口相连;另一路与第八低温加热器4、第七低温加热器3和第六低温加热器2依次并联后经第十截止阀10与下一级低温加热器相连,且第八低温加热器4的出口通过管道,经第十二截止阀12与凝结水泵5的进水口相连;

[0012] 凝结水泵5的出水口分为两路,通过管道,一路经第十三截止阀13与二级烟气冷却器6的进水口相连;另一路经第十五截止阀15与一级烟气冷却器9的进水口相连;

[0013] 二级烟气冷却器6的出水口分为两路,通过管道,一路经第十四截止阀14与一级烟气冷却器9的进水口相连;另一路经第十六截止阀16与热网供水口相连;

[0014] 一级烟气冷却器9的出水口分为两路,通过管道,一路经第十七截止阀17与热网供水口相连;另一路经第十八截止阀18与下一级低温加热器相连;

[0015] 一、二次风分为两路,通过管道,一路经第十九截止阀19与空气预热器1的空气进口相连;另一路经第二十截止阀20与暖风器8空气进口相连;

[0016] 暖风器8的空气出口通过管道,与空气预热器1的空气进口相连;

[0017] 热网回水口通过管道,经第二十三截止阀23与闭式循环水泵7的进水口相连;二级烟气冷却器6的出水口通过管道,经第二十二截止阀22与闭式循环水泵7的进水口相连;闭式循环水泵7的出水口通过管道,与暖风器8的进水口相连;

[0018] 暖风器8的出水口通过管道,经第二十一截止阀21与二级烟气冷却器6的进水口相连。

[0019] 闭式循环水补水口通过管道,经第二十四截止阀24与闭式循环水泵7的进水口相连。

[0020] 所述一级烟气冷却器9和二级烟气冷却器6同时布置在除尘器上游的烟道中,或同时布置在除尘器下游的烟道中,或分别布置在除尘器上游和下游的烟道中。

[0021] 所述一级烟气冷却器9和二级烟气冷却器6的受热面壁温高于或低于烟气酸露点温度;受热面管型采用光管或翅片管式换热元件;受热面管材质采用普通碳钢或耐腐蚀钢。

[0022] 所述一级烟气冷却器9和二级烟气冷却器6中设置吹灰装置。

[0023] 通过控制所述第十截止阀10、第十一截止阀11、第十二截止阀12、第十九截止阀19和第二十截止阀20的启闭,将回收的烟气热量同时用于加热一二次风,凝结水、热网回水,或部分用于其中的某一或其中两种受热介质。

[0024] 通过控制所述第十截止阀10、第十一截止阀11、第十二截止阀12、第十九截止阀19和第二十截止阀20的开度,分别控制一、二次风和凝结水的流量。

[0025] 与现有技术相比,本发明通过在空气预热器下游的烟道中布置一级烟气冷却器和二级烟气冷却器,在二级烟气冷却器和暖风器之间布置一个闭式水循环,将烟气热量用于加热一二次风,实现对烟气余热的充分利用。冬季采暖期利用烟气热量加热热网水,以及加热一、二次风防止空气预热器低温腐蚀。非采暖期利用烟气热量主要用于加热凝结水补水吸收烟气余热。同时,也可以用于提高空气预热器空气侧入口温度,防止空气预热器发生低温腐蚀。在空气预热器的下游烟道中布置两级烟气冷却器,将凝结水和热网回水作为工质,吸收烟气余热。通过合理设计管路、开闭阀门控制工质流动路径,热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统可以实现对热网回水、凝结水、一、二次风的分别单独加热和同时加热,实现对烟气余热的多级高效利用,满足供暖期和非供暖期热负荷之间的切换,满足我国北方对于不断增长的供暖期热负荷需求。

附图说明

[0026] 图1是本发明原理结构示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图和实施例详细说明本发明的实施方式。

[0028] 如图1所示,热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,包括空气预热器1,第六低温加热器2,第七低温加热器3,第八低温加热器4,凝结水泵5,二级烟气冷却器6,闭式循环水泵7,暖风器8,一级烟气冷却器9以及相关连接管路、阀门等。

[0029] 凝结水进水口分为两路,通过管道,

[0030] 一路经第十一截止阀11与凝结水泵5进水口相连;另一路与第八低温加热器4、第七低温加热器3和第六低温加热器2依次并联后经第十截止阀10与下一级低温加热器相连。

[0031] 第八低温加热器4入口设置第三十截止阀30,出口设置第二十九截止阀29,第七低温加热器3入口设置第二十八截止阀28,出口设置第二十七截止阀27,第六低温加热器2入口设置第二十六截止阀26,出口设置第二十五截止阀25,第八低温加热器4的出口通过管道,经第十二截止阀12与凝结水泵5的进水口相连。

[0032] 凝结水泵5的出水口分为两路,通过管道,一路经第十三截止阀13与二级烟气冷却器6的进水口相连;另一路经第十五截止阀15与一级烟气冷却器9的进水口相连。

[0033] 二级烟气冷却器6的出水口分为两路,通过管道,一路经第十四截止阀14与一级烟气冷却器9的进水口相连;另一路经第十六截止阀16与热网供水口相连。

[0034] 一级烟气冷却器9的出水口分为两路,通过管道,一路经第十七截止阀17与热网供水口相连;另一路经第十八截止阀18与下一级低温加热器相连。

[0035] 一、二次风分为两路,通过管道,一路经第十九截止阀19与空气预热器1的空气进口相连;另一路经第二十截止阀20与暖风器8空气进口相连。

[0036] 暖风器8的空气出口通过管道,与空气预热器1的空气进口相连。

[0037] 热网回水口通过管道,经第二十三截止阀23与闭式循环水泵7的进水口相连;二级烟气冷却器6的出水口通过管道,经第二十二截止阀22与闭式循环水泵7的进水口相连;闭式循环水泵7的出水口通过管道,与暖风器8的进水口相连。

[0038] 暖风器8的出水口通过管道,经第二十一截止阀21与二级烟气冷却器6的进水口相

连。

[0039] 闭式循环水补水口通过管道,经第二十四截止阀24与闭式循环水泵7的进水口相连。

[0040] 本发明的工作原理为:

[0041] 在非供暖期环境温度较高、无热网回水的工况下,打开第十截止阀10、第十一截止阀11、第十二截止阀12、凝结水泵5、第十三截止阀13、第十四截止阀14、第十八截止阀18、第十九条截止阀19,关闭第十五截止阀15、第十六截止阀16、第十七截止阀17、第二十截止阀20、第二十一截止阀21、第二十二截止阀22、闭式循环水泵7、第二十三截止阀23、第二十四截止阀24。凝结水除一部分经过第八低温加热器4、第七低温加热器3、第六低温加热器2加热外,其余一部分经过第十一截止阀11、第十二截止阀12、凝结水泵5进入二级烟气冷却器6,依次经二级烟气冷却器6、一级烟气冷却器9加热后,与经第六低温加热器2加热的凝结水汇合,进入下一级低温加热器继续加热。一、二次风经第十九截止阀19进入空气预热器1,不经暖风器8进行预加热。利用凝结水作为换热介质,与烟气进行换热后,可将烟气温度降至90℃左右,大大降低排烟热量损失。利用排烟余热加热凝结水,可以将原来用于加热凝结水的部分汽机抽气用于做功发电,降低发电煤耗。

[0042] 在非供暖期环境温度较低工况下,进入空气预热器1的空气温度较低,仍然容易造成空气预热器1发生低温腐蚀。此时,打开第十截止阀10、第十一截止阀11、第十二截止阀12、凝结水泵5、第十五截止阀15、第十八截止阀18、第二十截止阀20、第二十四截止阀24、闭式循环水泵7、第二十一截止阀21、第二十二截止阀22,关闭第二十三截止阀13、第十四截止阀14、第十六截止阀16、第十七截止阀17、第十九条截止阀19、第二十三截止阀23。在二级烟气冷却器6、第二十二截止阀22、闭式循环水泵7、暖风器8、第二十一截止阀21及之间连接管路中,形成一个闭式水循环。利用循环水补水补充循环水在运行过程的损失,利用二级烟气冷却器6加热循环水,利用暖风器8将循环水的热量传给一、二次风,从而提高进入空气预热器1的空气温度,防止空气预热器1低温腐蚀。同时,一部分凝结水经一级烟气冷却器9加热后,与经第六低温加热器2加热的凝结水汇合后进入后续低温加热器继续加热。

[0043] 在供暖期环境温度较低、有热网回水的工况下,打开第二十三截止阀23、闭式循环水泵7、第二十一截止阀21、第十四截止阀14、第十七截止阀17、第十截止阀10、第二十截止阀20,关闭第十一截止阀11、第十二截止阀12、凝结水泵5、第十三截止阀13、第十五截止阀15、第十六截止阀16、第十八截止阀18、第十九条截止阀19、第二十二截止阀22、第二十四截止阀24。凝结水经第八低温加热器4、第七低温加热器3、第六低温加热器2加热后进入后续低温加热器。热网回水经第二十二截止阀22、闭式循环水泵7后,进入暖风器8,对冷空气进行加热。放热后的热网回水依次进入二级烟气冷却器6、一级烟气冷却器9吸收烟气余热,后经第十七截止阀17返回热网供水。一、二次风经第二十截止阀20,依次进入暖风器8、空气预热器1进行加热。利用热网回水作为换热介质,可以在冬季将排烟温度降低至90℃,降低排烟热量损失。同时,利用暖风器8将冬季入口温度较低的一、二次风进行预加热,提高了空气预热器1空气入口温度,可以有效防止空气预热器1的低温腐蚀问题,并降低煤耗。

[0044] 在供暖期、高负荷工况下,打开第十一截止阀11、第十二截止阀12、凝结水泵5、第十五截止阀15、第十八截止阀18、第二十三截止阀23、闭式循环水泵7、第二十一截止阀21、第十六截止阀16、第二十截止阀20,关闭第十三截止阀13、第十四截止阀14、第十七截止阀

17、第十九截止阀19、第二十二截止阀22、第二十四截止阀24。热网回水经闭式循环水泵7后,进入暖风器8,对冷空气进行加热。放热后的热网回水进入二级烟气冷却器6吸收烟气余热,后经第十六截止阀16返回热网供水。一、二次风经第二十截止阀20,依次进入暖风器8、空气预热器1进行加热。凝结水经过第十一截止阀11、第十二截止阀12、凝结水泵5、第十五截止阀15进入、一级烟气冷却器9,被烟气加热后进入后续低温加热器进一步加热。此时,利用热网回水和烟气热量,同时加热一、二次风、热网回水、凝结水,实现了余热的充分利用。

[0045] 上述实例的热电联产电厂烟气余热多级回收综合利用系统,采用多级换热器对烟气余热进行回收利用,适用于存在冬季供暖负荷的我国北方热电联产电厂,特别适用于排烟温度远超设计值的电厂,或者满足超低排放改造要求的带有低温除尘器的电厂。

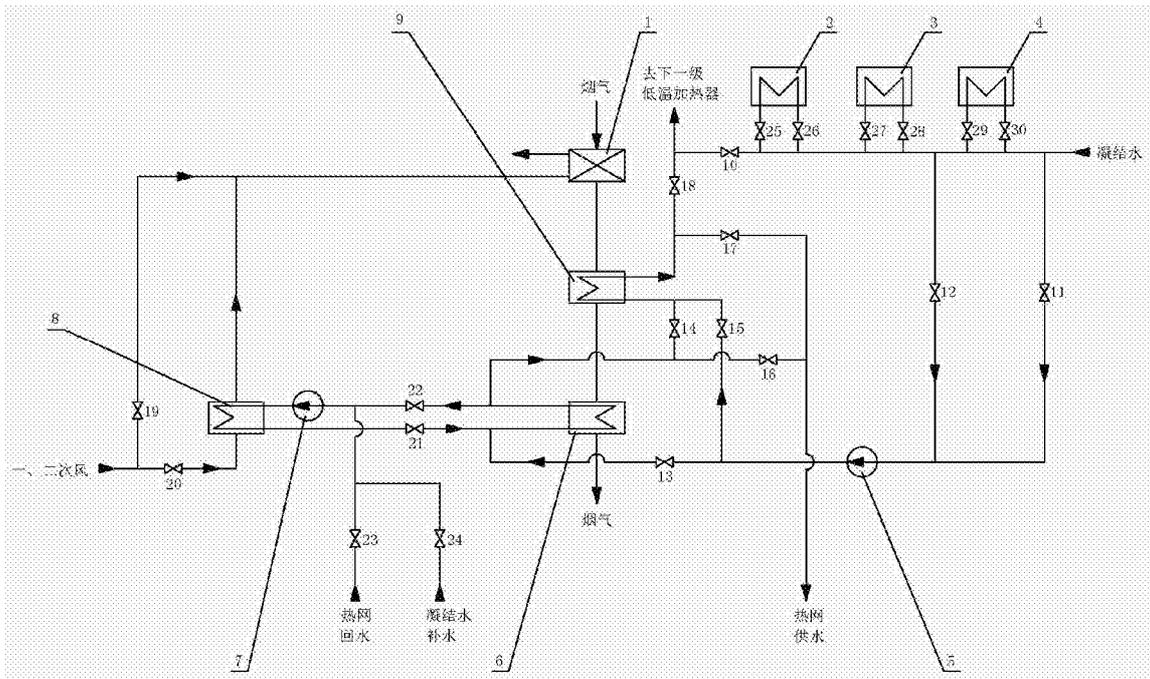


图1