(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115808029 A
(43)申请公布日 2023.03.17

(21)申请号 202211491062.8

(22)申请日 2022.11.25

(71)申请人 河南沃克曼建设工程有限公司
地址 450000 河南省郑州市经济技术开发区第二十二大街瑞绣小区3号楼1单元201号
申请人 天津大学

(72)发明人 白洋 李军 马硕 夏新兵 李辉 马洪亭 徐畅 丁慧芳 张伟 李新峰 刘东勇 台航迪

(74)专利代理机构 郑州金成知识产权事务所(普通合伙) 41121
专利代理师 郭乃凤

(51)Int.Cl.
F25B 30/02(2006.01)
F25B 49/02(2006.01)
F01K 11/02(2006.01)
F01K 13/00(2006.01)
F01K 7/16(2006.01)

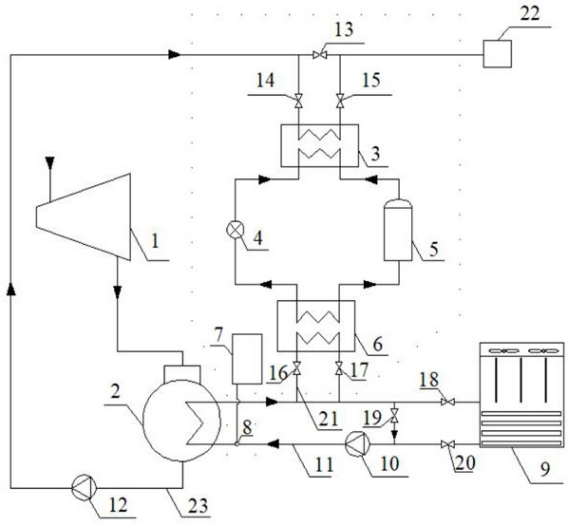
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统，包括汽轮机、凝汽器、冷凝器、膨胀阀、压缩机、蒸发器、控制器、温度传感器、冷却塔、冷却水循环泵、冷却水循环管路、凝结水循环泵和若干个阀门，汽轮机的乏汽排出口与凝汽器之间通过管路连接，冷凝器、膨胀阀、压缩机、蒸发器、控制器及若干阀门构成余热回收系统；冷却塔、冷却水循环泵、冷却水循环管路及若干阀门构成冷却水循环系统；温度传感器设置在凝汽器入口的冷却水循环管路内部并与控制器通信连接。本发明充分利用了垃圾发电厂乏汽的余热资源，提升了发电厂综合能源的利用效率，减少了冷却塔中水分的蒸发损失，降低了热损失和水耗，节能减排，节约成本，经济效益显著。



CN 115808029 A

1.一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统,其特征在于:包括汽轮机、凝汽器、冷凝器、膨胀阀、压缩机、蒸发器、控制器、温度传感器、冷却塔、冷却水循环泵、冷却水循环管路、凝结水循环泵和若干个阀门,所述冷凝器、膨胀阀、压缩机、蒸发器、控制器及部分阀门构成余热回收系统;所述冷却塔、冷却水循环泵、冷却水循环管路及部分阀门构成冷却水循环系统;

所述汽轮机的乏汽排出口与所述凝汽器之间通过管路连接,所述汽轮机产生的乏汽在所述凝汽器内部与冷却水进行热交换;所述凝汽器与所述冷却水循环管路相连通,用于降低凝汽器中乏汽的温度,在冷却水的冷却作用下乏汽被冷凝为凝结水;所述凝结水循环泵与来自凝汽器出口的循环水管路相连,在凝结水循环泵的作用下将凝结水输送到锅炉除氧器中重新利用;所述蒸发器与来自凝汽器的冷却水管路相连,通过与冷却水进行换热,对热泵循环工质进行加热并降低冷却水的温度;所述蒸发器与所述压缩机之间管路连接,用于将热泵循环工质压缩成高温高压的过热蒸汽;所述冷凝器与所述压缩机之间管路连接,用于释放热量,并对来自凝汽器的凝结水进行加热;所述蒸发器与所述膨胀阀之间管路连接,用于将热泵循环工质节流降压为气液混合物后重新进入蒸发器;所述冷却塔与所述冷却水循环管路相连,用于降低冷却水温度;所述冷却水循环水泵与所述冷却水循环管路相连,用于冷却水的不断循环;

所述温度传感器设置在所述凝汽器入口的冷却水循环管路内部并与所述控制器通信连接,用于检测所述冷却水循环管路内冷却水的温度以获得温度数据,并将所述温度数据发送给所述控制器,用于控制冷却塔回路的启停。

2.根据权利要求1所述的基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统,其特征在于:所述蒸发器内热泵循环工质与冷却水出水进行热量交换,降低冷却水温度;所述冷凝器内热泵循环工质与凝结水热量交换,对凝结水进行加热。

3.根据权利要求2所述的基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统,其特征在于:所述蒸发器内热泵循环工质吸收循环冷却水的热量后进入所述压缩机中被压缩成高温高压的过热蒸汽;所述冷凝器内热泵循环工质在冷凝器中将热量释放给凝结水后冷凝为高温高压液体,最后在所述膨胀阀中节流降压为气液混合物后进入所述蒸发器,至此完成一次余热回收循环。

一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统

技术领域

[0001] 本发明涉及余热回收系统技术领域，特别涉及一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统。

背景技术

[0002] 在能源利用过程中，会产生各种各样的余热，在我国较为粗放的能源体系下，大部分余热资源不仅没有得到有效利用，甚至有的还需要增加额外投入来进行处理以达到某些排放标准。因此余热利用不仅对系统性能提升具有意义，还可以节省处理成本从而实现双向收益。对垃圾电厂循环冷却水系统而言，主蒸汽进入汽轮机做功后的变为乏汽，乏汽经过凝汽器凝结，形成的凝结水经过轴封加热器、两个低压加热器预热后重新利用，在凝汽器中凝结水释放的热量依靠冷却水循环带走，并通过冷却塔释放至环境中。这部分余热资源为低温液载余热，循环水量大，水质较好，余热容易回收利用且数量可观，而且余热利用过程中还可以替代全部或部分冷却塔功能，实现节能和节水。目前，尚没有适用于垃圾发电厂使用的乏汽余热回收系统。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是：提供一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统，充分利用余热资源，节能减排。

[0004] 本发明为解决技术问题所采取的技术方案如下：

一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统，包括汽轮机、凝汽器、冷凝器、膨胀阀、压缩机、蒸发器、控制器、温度传感器、冷却塔、冷却水循环泵、冷却水循环管路、凝结水循环泵和若干阀门，所述冷凝器、膨胀阀、压缩机、蒸发器、控制器及部分阀门构成余热回收系统；所述冷却塔、冷却水循环泵、冷却水循环管路及部分阀门构成冷却水循环系统；

所述汽轮机的乏汽排出口与所述凝汽器之间通过管路连接，所述汽轮机产生的乏汽在所述凝汽器内部与冷却水进行热交换；所述凝汽器与所述冷却水循环管路相连通，用于降低凝汽器中乏汽的温度，在冷却水的冷却作用下乏汽被冷凝为凝结水；所述凝结水循环泵与来自凝汽器出口的循环水管路相连，在凝结水循环泵的作用下将凝结水输送到锅炉除氧器中重新利用；所述蒸发器与来自凝汽器的冷却水管路相连，通过与冷却水进行换热，对热泵循环工质进行加热并降低冷却水的温度；所述蒸发器与所述压缩机之间管路连接，用于将热泵循环工质压缩成高温高压的过热蒸汽；所述冷凝器与所述压缩机之间管路连接，用于释放热量，并对来自凝汽器的凝结水进行加热；所述蒸发器与所述膨胀阀之间管路连接，用于将热泵循环工质节流降压为气液混合物后重新进入蒸发器；所述冷却塔与所述冷却水循环管路相连，用于降低冷却水温度；所述冷却水循环水泵与所述冷却水循环管路相连，用于冷却水的不断循环；

所述温度传感器设置在所述凝汽器入口的冷却水循环管路内部并与所述控制器

通信连接，用于检测所述冷却水循环管路内冷却水的温度以获得温度数据，并将所述温度数据发送给所述控制器，用于控制冷却塔回路的启停。

[0005] 进一步的，所述蒸发器内热泵循环工质与冷却水出水进行热量交换，降低冷却水温度；所述冷凝器内热泵循环工质与凝结水热量交换，对凝结水进行加热。

[0006] 进一步的，所述蒸发器内热泵循环工质吸收循环冷却水的热量后进入所述压缩机中被压缩成高温高压的过热蒸汽；所述冷凝器内热泵循环工质在冷凝器中将热量释放给凝结水后冷凝为高温高压液体，最后在所述膨胀阀中节流降压为气液混合物后进入所述蒸发器，至此完成了一次余热回收循环。

[0007] 系统开始工作时，第二阀门、第三阀门、第四阀门、第五阀门和第七阀门开启，第六阀门和第八阀门关闭，冷却水循环回路和热泵循环系统运行，冷却塔暂不运行。由汽轮机产生的乏汽进入凝汽器，乏汽与冷却水循环管路里的冷却水进行换热后，吸热升温后的冷却水进入冷却水出水管道，在蒸发器中与热泵循环工质发生热交换，热泵循环工质吸热气化后进入压缩机中被压缩成高温高压的过热蒸汽，随后进入冷凝器中放出热量来加热来自冷凝器的凝结水，热泵循环工质放热后凝结成高温高压液体，最后在膨胀阀中节流降压为低温低压的气液混合物后重新进入蒸发器，至此完成了一次余热回收循环。

[0008] 在凝汽器中被乏汽加热后的冷却水，在蒸发器中放热后温度降低，由冷却水循环泵送回凝汽器中继续吸收热量，继续对乏汽进行冷却。由温度传感器实时检测凝汽器入口的冷却水温度，当温度低于设定温度时，冷却塔一直停止运行，当凝汽器入口的冷却水温度超过设定值时，部分开启第六阀门和第八阀门，冷却塔承担部分负荷。当余热回收系统发生故障停运时，第六阀门和第八阀门全开，第七阀门关闭，全部负荷均由冷却塔承担。

[0009] 余热回收系统在能够满足乏汽冷却负荷要求时，应进行优先使用，在无法满足乏汽的冷却负荷要求时，则需要冷却塔来承担部分冷却负荷。

[0010] 控制器控制冷却水循环系统运行的启动温度、阀门的开闭及运行时间。

[0011] 本发明中，所述的热泵循环工质为R134a，或为R417a。

[0012] 本发明提出的一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统，充分利用了垃圾发电厂乏汽的余热资源且这部分液载余热总量较大、容易利用的特点，可以提升发电厂综合能源的利用效率，还可以减少冷却塔中水分的蒸发损失，降低热损失和水耗，节能减排，节约成本、经济效益显著。

附图说明

[0013] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地，下面描述中的附图仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0014] 图1为本发明基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统的结构示意图。

[0015] 附图标记为：汽轮机1、凝汽器2、冷凝器3、膨胀阀4、压缩机5、蒸发器6、控制器7、温度传感器8、冷却塔9、冷却水循环泵10、冷却水循环管路11、凝结水泵12、第一阀门13、第二阀门14、第三阀门15、第四阀门16、第五阀门17、第六阀门18、第七阀门19、第八阀门20、冷却水出水管路21、锅炉除氧器22、循环水管路23。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图和具体实施例，对本发明做进一步的解释和说明：

如附图1所示，一种基于热泵循环的垃圾发电厂乏汽余热回收系统，包括汽轮机1、凝汽器2、冷凝器3、膨胀阀4、压缩机5、蒸发器6、控制器7、温度传感器8、冷却塔9、冷却水循环泵10、冷却水循环管路11、凝结水循环泵12和若干个阀门；其中：冷凝器2、膨胀阀4、压缩机5、蒸发器6、控制器7、第一阀门13、第二阀门14、第三阀门15、第四阀门16和第五阀门17构成余热回收系统；冷却塔9、冷却水循环泵10、冷却水循环管路11、第六阀门18和第八阀门20构成冷却水循环系统。

[0017] 汽轮机1的乏汽排出口与凝汽器2之间通过管路连接，汽轮机1产生的乏汽在凝汽器2内部与冷却水进行热交换；凝汽器2与冷却水循环管路11相连通，用于降低凝汽器中乏汽的温度，在冷却水的冷却作用下乏汽被冷凝为凝结水；凝结水循环泵12与来自凝汽器出口的循环水管路23相连通，在凝结水循环泵12的作用下将凝结水输送到锅炉除氧器22中重新利用；蒸发器6与来自凝汽器2的冷却水出水管路21相连，通过与冷却水进行换热，对热泵循环工质进行加热并降低冷却水的温度；蒸发器6与压缩机5之间管路连接，用于将热泵循环工质压缩成高温高压的过热蒸汽；冷凝器3与压缩机5之间管路连接，用于释放热量，并对来自凝汽器2的凝结水进行加热；蒸发器6与膨胀阀4之间管路连接，用于将热泵循环工质节流降压为气液混合物后重新进入蒸发器6；冷却塔9与冷却水循环管路11相连，用于降低冷却水温度；冷却水循环管路11与冷却水循环水泵10相连，用于冷却水的不断循环。

[0018] 温度传感器8设置在凝汽器2入口的冷却水循环管路11的内部并与控制器7通信连接，用于检测冷却水循环管路11内冷却水的温度以获得温度数据，并将温度数据发送给控制器7，用于控制冷却塔9的回路的启停。

[0019] 蒸发器6内部的热泵循环工质与冷却水出水进行热量交换，降低冷却水温度；冷凝器3内部的热泵循环工质与凝结水热量交换，对凝结水进行加热。

[0020] 蒸发器6内部的热泵循环工质吸收循环冷却水的热量后进入压缩机5中被压缩成高温高压的过热蒸汽；冷凝器3内部的热泵循环工质在冷凝器中将热量释放给凝结水后冷凝为高温高压液体，最后在膨胀阀4中节流降压为气液混合物后进入蒸发器6中，至此完成了一次余热回收循环。

[0021] 系统开始工作时，第二阀门14、第三阀门15、第四阀门16、第五阀门17和第七阀门19开启，第六阀门18和第八阀门20关闭，冷却水循环回路和热泵循环系统运行，冷却塔9暂不运行。由汽轮机1产生的乏汽进入凝汽器2，乏汽与冷却水循环管路11里的冷却水进行换热后，吸热升温后的冷却水进入冷却水出水管道21，在蒸发器6中与热泵循环工质发生热交换，热泵循环工质吸热气化后进入压缩机5中被压缩成高温高压的过热蒸汽，随后进入冷凝器3中放出热量来加热来自冷凝器3的凝结水，热泵循环工质放热后凝结成高温高压液体，最后在膨胀阀4中节流降压为低温低压的气液混合物后重新进入蒸发器6，至此完成了一次余热回收循环。

[0022] 在凝汽器2中被乏汽加热后的冷却水，在蒸发器6中放热后温度降低，由冷却水循环泵10送回凝汽器2中继续吸收热量，继续对乏汽进行冷却。由温度传感器8实时检测凝汽器2入口的冷却水温度，当温度低于设定温度时，冷却塔9一直停止运行，当凝汽器2入口的冷却水温度超过设定值时，部分开启第六阀门18和第八阀门20，冷却塔9承担部分负荷。当

余热回收系统发生故障停运时，第六阀门18和第八阀门20全开，第七阀门19关闭，全部负荷均由冷却塔9承担。

[0023] 余热回收系统在能够满足乏汽冷却负荷要求时，应进行优先使用，在无法满足乏汽的冷却负荷要求时，则需要冷却塔9来承担部分冷却负荷。

[0024] 控制器7控制冷却水循环系统运行的启动温度、阀门的开闭及运行时间。

[0025] 以上仅为本发明的优选实施方式，应当指出，在不脱离本发明的原理前提下，还可以做出多种变形和改进，这也应该视为本发明的保护范围。

[0026] 本发明的实施例旨在涵盖落入所附权利要求的宽泛范围之内的所有这样的替换、修改和变型。因此，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何省略、修改、等同替换、改进等，均应包含在发明的保护范围之内。

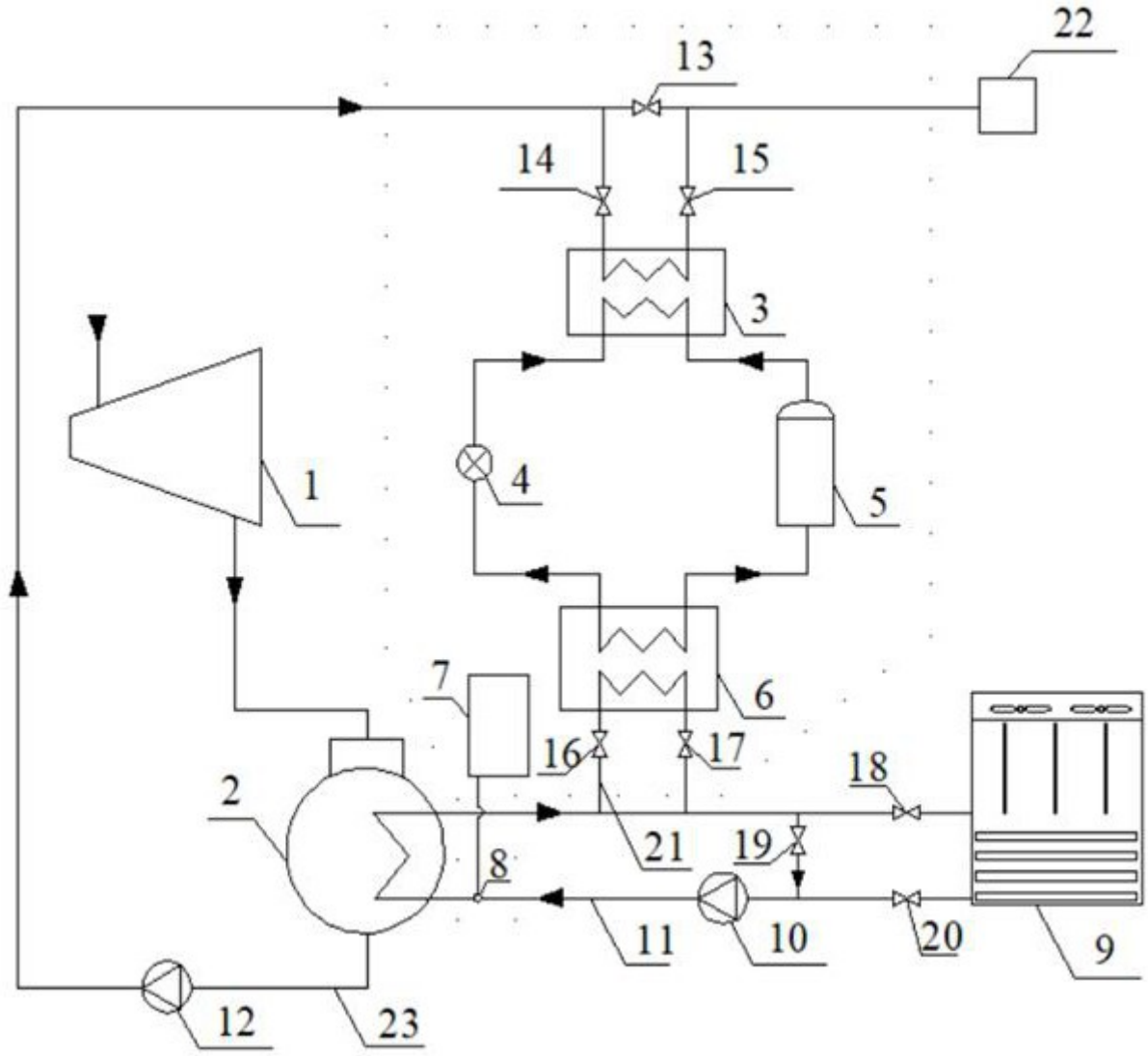


图1