



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109268820 A

(43)申请公布日 2019.01.25

(21)申请号 201811101069.8

(22)申请日 2018.09.20

(71)申请人 北京建筑大学

地址 100044 北京市西城区展览馆路1号

(72)发明人 张群力 于思琪 孙东晗

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理

有限公司 11246

代理人 张文宝

(51)Int.Cl.

F23C 9/06(2006.01)

F23J 15/04(2006.01)

F23J 15/06(2006.01)

F23L 15/04(2006.01)

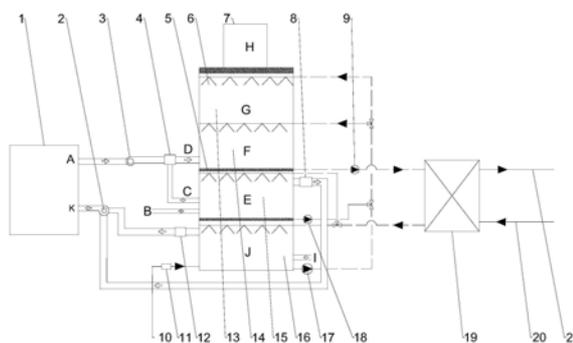
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统

(57)摘要

本发明提出了一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,包括喷淋式热质交换塔、中介循环水系统、烟气循环装置、气体混合装置,其中助燃空气、燃气以及锅炉烟气在喷淋热质交换塔中与中介循环水系统的水热质交换并加湿,加湿后的气体经气体混合装置回到锅炉继续燃烧。本发明以中介循环水为媒介即实现加湿再循环烟气又实现高中介循环水温度条件下回收烟气潜热,同时利用高温烟气潜热、显热加热加湿燃气及助燃空气;加湿后的再循环烟气、助燃空气、燃气混合通入燃气锅炉,可实现降低NO_x排放与提高烟气露点,实现降低燃气锅炉污染物排放与提高锅炉供热效果的目的。



1. 一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,包括喷淋式热质交换塔、中介循环水系统、烟气循环装置、气体混合装置,其特征在于:所述喷淋式热质交换塔分为四段,从下至上分别为燃气—中介循环水换热段、再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段、高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段和中温烟气—中介循环水热质交换段;助燃空气、燃气以及所述锅炉烟气在所述喷淋热质交换塔中与所述中介循环水系统的水热质交换并加湿,加湿后的气体经所述气体混合装置回到所述锅炉继续燃烧。

2. 根据权利要求1其特征在于:所述燃气与中介循环水在所述燃气—中介循环水换热段逆流直接接触热质交换后回到所述气体混合装置。

3. 根据权利要求1所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:经过所述烟气再循环装置后的再循环烟气、助燃空气与中介循环水在所述再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段逆流直接接触换热回到所述气体混合装置。

4. 根据权利要求1所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:经过所述烟气循环装置后的不再循环烟气与中介循环水在所述高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段逆流直接接触热质交换。

5. 根据权利要求4所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:所述不再循环烟气在所述高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段经中介循环水降温加湿后变为饱和烟气继续上升进入所述中温烟气—中介循环水热质交换段,经所述中介循环水降温除湿后排入大气。

6. 根据权利要求1所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:所述燃气—中介循环水换热段顶部有隔板与所述再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段分隔。

7. 根据权利要求1所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:所述再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段顶部有隔板与所述高温烟气—中介循环水热质交换段分隔。

8. 根据权利要求1所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:所述喷淋式热质交换塔的四段中的每段的顶部设置有雾化喷淋装置,其入口与所述中介循环水系统连接。

9. 根据权利要求1所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:所述燃气—中介循环水换热段、再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段、高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段底部设置有中介循环水出口。

10. 根据权利要求2所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:燃气与中介循环水在所述燃气—中介循环水换热段逆流直接接触热质交换后经湿度控制装置通入所述气体混合装置。

11. 根据权利要求3所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:经过所述烟气再循环装置后的再循环烟气、助燃空气与中介循环水在所述再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段逆流直接接触换热后经湿度控制装置通入所述气体混合装置。

12. 根据权利要求1所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系

统,其特征在于:所述中介循环水系统包括板式换热器、热网回水、热网供水、循环水泵。

13.根据权利要求12所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:经板式换热器换热后的中介循环水先通入燃气—中介循环水换热段与再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段,从而降低系统火用损失。

14.根据权利要求1所述的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,其特征在于:所述烟气循环装置具备无级调节功能,可依照所述锅炉负荷变化自动调节再循环烟气的流量。

助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统

技术领域

[0001] 本发明属于烟气余热回收与净化技术领域,特别地涉及一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统。

背景技术

[0002] 国内外对锅炉烟气余热回收的技术研究由来已久,其发展经历了由简单显热回收利用到复杂的潜热回收机理研究的过程,余热利用的程度也一步步深入。由于国内大型集中热网回水温度普遍为55℃,小型集中热网回水温度也在45℃左右,这一温度是喷淋式烟气余热回收系统在不附加低温冷源下能够获得的最低温度,但该温度高于一般情况下的烟气露点温度且喷淋水与烟气换热温差较小,烟气冷凝潜热回收效果有限。若能将烟气露点温度提高至常规热网回水温度,即可实现较高喷淋水温下回收烟气潜热,提高烟气余热回收效果。

[0003] 霾天气的主要特征是空气中的PM2.5(细颗粒物)浓度较高。燃料燃烧是可吸入颗粒物的主要来源之一,燃煤、燃油、燃气会产生大量的SO_x、NO_x和细颗粒物,因此冬季供热锅炉排放的烟气是PM2.5的主要来源之一。采取措施从源头控制和降低供热锅炉烟气中的SO_x、NO_x和细颗粒物的浓度,提高锅炉烟气排放标准,有助于降低大气的氧化性及遏制大气复合污染的恶化趋势,降低大气臭氧浓度水平,减少颗粒物二次源的强度。对改善北京市大气环境质量有着巨大的工程应用价值和环境保护效益。

[0004] 如果将烟气冷凝余热回收与烟气协同净化方式在北京市供热系统中推广应用,将在提高集中供热效率、回收烟气冷凝水、降低污染物排放等方面实现较好的节能减排效果。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是:(1)如何将烟气露点温度提高至常规热网回水温度之上,增加喷淋水与烟气露点温度的换热温差,增强烟气潜热回收效果;(2)降低燃气锅炉氮氧化物的排放。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提出了一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统,包括喷淋式热质交换塔、中介循环水系统、烟气再循环装置、气体混合装置,其特征在于:喷淋式热质交换塔分为四段,从下至上分别为燃气—中介循环水换热段、再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段、高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段和中温烟气—中介循环水热质交换段;助燃空气、燃气以及锅炉烟气在喷淋热质交换塔中与中介循环水系统的水热质交换并加湿,加湿后的气体经气体混合装置回到锅炉继续燃烧。

[0007] 进一步,燃气与中介循环水在燃气—中介循环水换热段逆流直接接触热质交换后通入气体混合装置。

[0008] 进一步,经过烟气再循环装置后的再循环烟气、助燃空气与中介循环水在所述再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段逆流直接接触换热通入气体混合装置。

[0009] 进一步,经过烟气循环装置后的不再循环烟气与中介循环水在高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段逆流直接接触热质交换。

[0010] 进一步,不再循环烟气在高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段经中介循环水降温加湿后变为饱和烟气继续上升进入中温烟气—中介循环水热质交换段,经中介循环水降温除湿后排入大气。

[0011] 进一步,燃气—中介循环水换热段顶部有隔板与再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段分隔。

[0012] 进一步,再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段顶部有隔板与高温烟气—中介循环水热质交换段分隔。

[0013] 进一步,喷淋式热质交换塔的四段中的每段的顶部设置有雾化喷淋装置,其入口与中介循环水系统连接。

[0014] 进一步,燃气—中介循环水换热段、再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段、高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段底部设置有中介循环水出口。

[0015] 进一步,燃气与中介循环水在所述燃气—中介循环水换热段逆流直接接触热质交换后经湿度控制装置回到气体混合装置。

[0016] 进一步,经过烟气再循环装置后的再循环烟气、助燃空气与中介循环水在再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段逆流直接接触换热后经湿度控制装置回到气体混合装置。

[0017] 进一步,中介循环水系统包括板式换热器、热网回水、热网供水、循环水泵。

[0018] 进一步,经板式换热器换热后的中介循环水先通入燃气—中介循环水换热段与再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段,从而降低系统火用损失。

[0019] 进一步,再循环装置具备无级调节功能,可依照锅炉负荷变化自动调节再循环烟气的流量。

[0020] 本发明的上述技术方案具有如下优点:(1)利用再循环烟气与中介循环水加热加湿助燃空气与燃气提高系统的余热回收效率;(2)再循环烟气、湿燃气、湿助燃空气可降低燃烧温度,降低燃烧产生的氮氧化物;(3)对助燃空气与燃气加热加湿可提高燃烧产生的烟气的露点,提高中介循环与烟气露点的温差,增强余热回收效果。

附图说明

[0021] 本发明上述和/或附加方面的优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解,其中:

[0022] 图1是本发明的一种助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统示意图。

[0023] 图1中的各部件编号与名称如下:

[0024] 锅炉1、气体混合装置2、风机3、烟气再循环装置4、隔板5、除雾网6、喷淋式热质交换塔7、湿度控制装置8、中介循环水水泵9、补水口10、水质调节装置11、燃气湿度控制装置12、中温烟气—中介循环水热质交换段13、高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14、再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15、燃气—中介循环水热质交换段16、燃气—中介循环水段出口中介循环水泵17、再循环烟气—助燃空气—中介循环水段出口中介循环

水泵18、板式换热器19、热网回水20、热网供水21、锅炉排烟A、助燃空气B、再循环烟气C、不再循环烟气D、再循环烟气与高湿助燃空气混合气体E、饱和烟气F、低湿烟气G、排烟H、燃气I、中温高湿燃气J、混合气体K。

具体实施方式

[0025] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0026] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。此外,在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0027] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 图1示出了本发明的助燃空气与燃气加湿的燃气锅炉烟气余热回收净化系统图。主要由回收烟气全热及加湿燃气与助燃空气的喷淋式热质交换塔7、用于实现烟气再循环的烟气再循环装置4、用于混合气体的气体混合装置2等。

[0029] 喷淋式热质交换塔7分为四段,从下至上分别为燃气—中介循环水换热段16,再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15,高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14,中温烟气—中介循环水热质交换段13。

[0030] 燃气—中介循环水换热段16为燃气与中介循环水逆流直接接触热质交换;其中所述燃气—中介循环水换热段16顶部有隔板与再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15分隔;其中燃气I自燃气—中介循环水换热段16底部一侧通入,顶部异侧排出,加热加湿后的燃气J经燃气湿度控制装置12后在气体混合装置2处与混合气体E混合后的气体K通入锅炉燃烧器燃烧;其中中介循环水入口位于燃气—中介循环水换热段16顶部的雾化喷淋装置,出口位于燃气—中介循环水换热段16底部。

[0031] 再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15为再循环烟气C、助燃空气B与中介循环水逆流直接接触换热;其中再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15顶部有隔板5与高温烟气—中介循环水热质交换段14分隔;其中再循环烟气C与助燃空气B自再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15底部一侧分别进入,再循环烟气C与助燃空气B混合后的气体E自再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15顶部异侧排出;其中混合气体E自再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质段15排出后经湿度控制装

置8在风机2处与燃气J混合后的气体K通入锅炉燃烧器燃烧;其中中介循环水入口位于再循环烟气—助燃空气—中介循环水换热段15顶部的雾化喷淋装置,出口位于再循环烟气—助燃空气—中介循环水换热段15底部。

[0032] 高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14为不再循环烟气D与中介循环水逆流直接接触热质交换;其中不再循环烟气D自高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14底部一侧进入,经中介循环水降温加湿后变为饱和烟气F继续上升进入中温烟气—中介循环水热质交换段13;其中中温烟气—中介循环水热质交换段13为饱和烟气F与中介循环水逆流热质交换;其中饱和烟气F经中介循环水降温除湿后的变为低湿烟气G经中温烟气—中介循环水热质交换段13顶部除雾装置后排入大气;其中中介循环水入口位于高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14顶部的雾化喷淋装置与位于中温烟气—中介循环水喷淋热质交换段13顶部的雾化喷淋装置,中介循环水出口位于高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14底部。

[0033] 中介循环水在板式换热器19处与热网回水20逆流换热,降温后的中介循环水三通阀处分为两流,一部分自燃气—中介循环水换热段16顶部一侧喷淋装置进入底部流出,另一部分自烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15顶部一侧喷淋装置进入底部流出,两股中介循环水经循环水泵加压后,经三通阀门汇合后,分别通入高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14与中温烟气—中介循环水热质交换段13,其中中介循环水与烟气换热后自高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14底部派出经循环水泵通入板式换热器19。

[0034] 燃气—中介循环水换热段16底部设有补水管路10及水质处理装置11。烟气再循环装置4为三通调节阀,优选具备无级调节功能可依照锅炉1负荷变化自动调节再循环烟气C的流量。

[0035] 本发明系统的工作流程如下:

[0036] (1) 再循环烟气流程:燃气锅炉1燃烧后产生的烟气A经烟气再循环装置4分为再循环烟气C与不再循环烟气D,再循环烟气C在再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15与助燃空气B中介循环水热质交换,再循环烟气温度降低含湿量增加;饱和的再循环烟气与升温加湿的助燃空气的混合气体E混合后通过湿度控制装置8进入再循环烟气、燃气、助燃空气混合装置2;混合气体K通入燃气锅炉1燃烧。

[0037] (2) 喷淋段烟气流程:不再循环烟气D自高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14底部通入,在高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14与自高温烟气—中介循环水喷淋热质交换段14顶部喷下的中介循环水直接逆流接触,不再循环烟气D在上升过程降温加湿,达到饱和状态,降温加湿后的饱和烟气F继续上升进入中温烟气—中介循环水热质交换段13;在中温烟气—中介循环水热质交换段13与自中温烟气—中介循环水喷淋热质交换段13顶部喷下的中介循环水直接逆流接触,饱和烟气在上升过程中降温除湿,降温除湿的烟气G经除雾网6成为低温低湿排烟,排入大气。

[0038] (3) 助燃空气流程:助燃空气B自再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15底部一侧通入,助燃空气B在再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15与再循环烟气C及中介循环水热质交换;助燃空气B在再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15段上升过程中升温加湿达到饱和状态并与再循环烟气C混合,再循环烟气C与饱和助燃空气的混合气体E通过湿度控制装置8进入再循环烟气、燃气、助燃空气混合装置2;混合

气体K通入燃气锅炉1燃烧。

[0039] (4) 燃气流程:燃气I自燃气—中介循环水喷淋热质交换段16底部通入,在燃气—中介循环水喷淋热质交换段16与自燃气—中介循环水喷淋热质交换段16顶部喷下的低温中介循环水直接逆流接触,燃气I在上升过程降温加湿,达到饱和状态,降温加湿后的饱和燃气J自燃气—中介循环水喷淋热质交换段16顶部异侧排出,经燃气湿度控制装置12通入再循环烟气、燃气、助燃空气混合装置2;混合气体K通入燃气锅炉1燃烧。

[0040] (5) 中介循环水流程:高温中介循环水依次经过板式换热器19与热网回水20换热,降温后的低温中介循环水经三通阀门分为两股;一股低温中介循环水自再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15顶部雾化喷头喷入,与自下而上的再循环烟气C及助燃空气B逆流直接接触换热,被加热的中介循环水落入再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15底部;另一股低温中介循环水自燃气—中介循环水热质交换段16顶部的雾化喷头喷入,与自下而上的燃气I逆流直接接触换热,被降温的中介循环水落入燃气—中介循环水热质交换段16底部;在再循环烟气—助燃空气—中介循环水热质交换段15与燃气—中介循环水热质交换段16底部设有排水口及循环水泵17、18,两股换热后的中介循环水自排水口流出后分别经循环水泵17、18后混合;混合后的中介循环水经三通阀门分为两股,一股自高温烟气—中介循环水热质交换段14顶部雾化喷头喷入,与自下而上的喷淋烟气C直接接触换热,被加热的中介循环水落入高温烟气—中介循环水热质交换段14底部,另一股中介循环水自中温烟气—中介循环水热质交换段13顶部雾化喷头喷入,与自下而上的饱和烟气G直接接触换热,被加热的中介循环水落入高温烟气—中介循环水热质交换段14底部;高温烟气—中介循环水热质交换段14底部设有排水口与中介循环水泵9,高温中介循环水自高温烟气—中介循环水热质交换段14底部排水口排出,经中介循环水泵9加压通入板式换热器19。

[0041] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

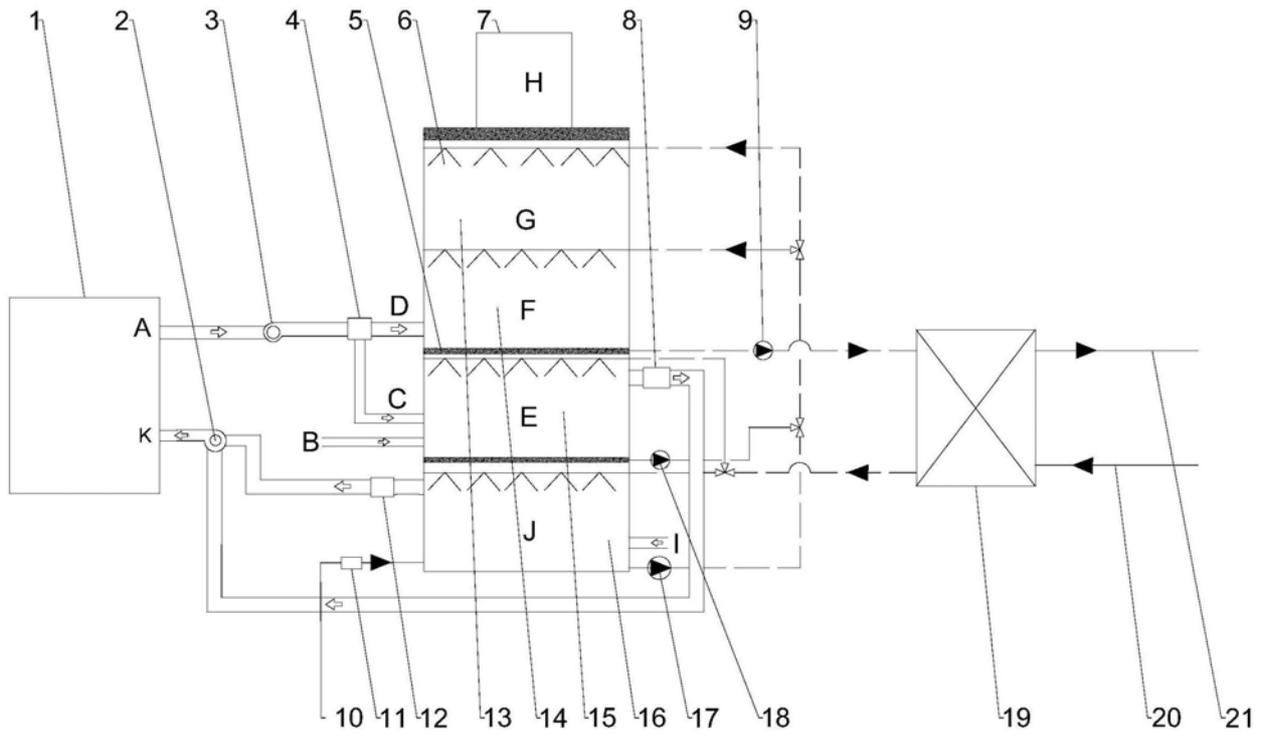


图1