



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 222317334 U

(45) 授权公告日 2025. 01. 07

(21) 申请号 202420209207.9

(22) 申请日 2024.01.29

(73) 专利权人 国能浙江宁海发电有限公司

地址 315612 浙江省宁波市宁海县强蛟镇

专利权人 浙江大学

(72) 发明人 洪兵 石远江 宋学伟 周昊

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司

司 33200

专利代理师 杨亚男

(51) Int. Cl.

F25B 15/06 (2006.01)

F25B 41/40 (2021.01)

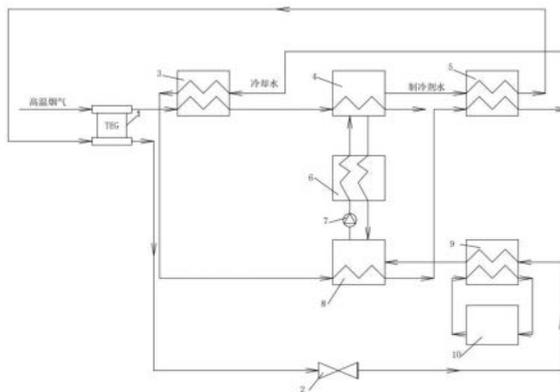
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种烟气余热回收系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种烟气余热回收系统，属于热能回收设备领域。包括TEG设备、第一换热器、发生器、冷凝器、第二换热器、吸收器、蒸发器、储冷塔；TEG设备热端入口连接外部高温烟气，依次经过第一换热器、发生器后排向外界环境或后续的烟气处理设备；TEG设备冷端入口接入制冷剂水，所述的制冷剂水是由发生器产生的制冷蒸汽在冷凝器中液化后得到的，TEG设备冷端出口排出的制冷剂水经过蒸发器处理后进入吸收器被吸收。第一换热器的冷却水入口接入高温冷却水，所述的高温冷却水是由来自吸收器的中温冷却水在冷凝器中吸热后得到的，第一换热器的冷却水出口连接吸收器，吸收器通过第二换热器连接发生器；蒸发器与储冷塔形成冷冻水循环。



1. 一种烟气余热回收系统,其特征在于,包括TEG设备(1)、第一换热器(3)、发生器(4)、冷凝器(5)、第二换热器(6)、吸收器(8)、蒸发器(9)、储冷塔(10);

所述的TEG设备(1)热端入口连接外部高温烟气,TEG设备(1)热端出口连接第一换热器(3)的烟气入口、第一换热器(3)的烟气出口经过发生器排向外界环境或后续的烟气处理设备;所述的第一换热器(3)的冷却水入口接入高温冷却水,所述的高温冷却水是由来自吸收器的中温冷却水在冷凝器中吸热后得到的,第一换热器(3)的冷却水出口连接吸收器的冷却水入口;

所述的TEG设备(1)冷端入口接入制冷剂水,所述的制冷剂水是由发生器产生的制冷蒸汽在冷凝器中液化后得到的,TEG设备(1)冷端出口连接蒸发器的制冷剂入口,蒸发器的制冷剂出口连接吸收器的制冷剂入口;

所述的发生器(4)内储存溴化锂稀溶液,吸收器(8)内储存溴化锂浓溶液;吸收器(8)的溴化锂浓溶液作为吸收剂,吸收器(8)通过第二换热器(6)连接发生器(4);

所述的蒸发器(9)的冷冻水入口和冷冻水出口分别与储冷塔(10)的冷冻水出口和冷冻水入口连接,形成冷冻水循环。

2. 根据权利要求1所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,所述的发生器(4)内具有储存溴化锂稀溶液的腔体,吸收器(8)内具有储存溴化锂浓溶液的腔体。

3. 根据权利要求1所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,所述的储冷塔(10)连接用户侧,用于为用户侧供冷。

4. 根据权利要求3所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,从用户侧返回的冷冻水经储冷塔(10)后进入蒸发器(9)降温。

5. 根据权利要求1所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,所述的第二换热器的稀溶液入口连接吸收器的吸收剂出口,第二换热器的稀溶液出口连接发生器的吸收剂入口,第二换热器的浓溶液入口连接发生器的吸收剂出口,第二换热器的浓溶液出口连接吸收器的吸收剂入口。

6. 根据权利要求5所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,所述的第二换热器的稀溶液入口和吸收器的吸收剂出口之间设有溶液泵。

7. 根据权利要求5所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,所述的冷凝器设有冷却水出入口和制冷剂出入口,冷凝器的冷却水入口连接吸收器的冷却水出口,冷凝器的冷却水出口连接第一换热器(3)的冷却水入口,冷凝器的制冷剂入口连接发生器的制冷蒸汽出口,冷凝器的制冷剂出口连接TEG设备(1)冷端入口。

8. 根据权利要求1所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,所述的第一换热器采用烟水换热器。

9. 根据权利要求1或5所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,所述的第二换热器采用溶液换热器。

10. 根据权利要求1所述的一种烟气余热回收系统,其特征在于,所述的TEG设备(1)冷端出口与蒸发器的制冷剂入口之间设有节流阀。

一种烟气余热回收系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于热能回收设备领域,尤其涉及一种烟气余热回收系统。

背景技术

[0002] 目前,在电力等行业,废热锅炉排出的烟气温度仍很高。若将这些热能直接排入大气,不仅浪费了大量的热能,而且影响了能源的利用率。随着新能源产业的快速发展,对烟气余热利用提出了更高的环保要求。将高品质的燃煤烟气热回收与洁净能源工业相结合,促进新能源的应用与推广。烟气余热具有温度较高、热量大、排放量大的特点。虽然不同来源的烟气余热的温度有所差异,但大多数情况下可以达到200°C以上。由于烟气流量大、温度高、含有灰尘和腐蚀性气体等因素,回收利用较为困难,因此需要采用专业的技术和设备。目前,燃煤锅炉烟气余热利用有两种方式:一是常规的制热方式,即利用锅炉烟气中的热量,将烟气中的热量转换成热水、蒸气等热源,供设备供热或生产使用;一种是新的发电方式,它是利用废气中的热量,将废气中的热量转换成电能,使涡轮机转动,使发电机产生电能。

[0003] CN218379971U公开了一种烟气余热回收装置,该装置以烟气余热对工质进行加热,使其吸热,并将其送至冷凝器,使其成为一种低温液体工质,再将其送入蒸发器进行吸热,进而得到冷却水。本系统实现了供暖方式和供冷方式之间的转换,制得的热水和冷水直接与用户端相连。

[0004] CN218001553U公开了一种烟气余热回收系统,包括通过风道依次连通的高温烟气换热器、脱硫塔和低温烟气换热器;所述高温烟气换热器通过第一循环管道和制冷机连通,所述低温烟气换热通过第二循环管道和所述制冷机连通;所述制冷机通过第三循环管道和热泵连通,所述热泵通过第四循环管道和用热装置连通。本实用新型的烟气余热回收系统有效回收了两种不同品位的工业排烟余热,实现了工业排烟废热的充分回收利用。

[0005] CN218793961U公开了一种负压抽汽式脱硫浆液闪蒸回收烟气余热和凝水的系统,包括:脱硫塔、喷淋器、闪蒸罐、射汽抽气器和冷凝器。其中:所述脱硫塔的下部空间与所述喷淋器连通,该喷淋器设置在所述闪蒸罐内的上部空间中。所述闪蒸罐的顶部出口、射汽抽气器、冷凝器依次连通,将闪蒸罐内产生的水蒸汽输送至冷凝器中进行冷凝。本实用新型将现有的脱硫浆液回收系统与射汽抽气器联用,有效简化了系统,降低了设备成本,而且经过所述射汽抽气器后大幅减小了连接管道尺寸,使闪蒸罐更加易于和冷凝器连接。同时,本实用新型通过将闪蒸罐中产生的水蒸汽抽吸至冷凝器中与外界的热水供应管网换热,不仅实现了电厂烟气余热的利用,而且实现了水资源的回收。

[0006] 综上,现有烟气余热回收的方法主要分为两种:一是制热方式,即利用锅炉烟气中的热量,将烟气中的热量转换成热水、蒸气等热源,供设备供热或生产使用;一种是发电方式,它是利用废气中的热量,将废气中的热量转换成电能,使涡轮机转动,使发电机产生电能。其中,制热方式目前最为普遍的方法,制热方式的烟气余热回收系统为了提升其热能利用方式,往往对烟气余热采用梯级利用的方式,然而经过第一级利用后,烟气温度降低,余

热回收难。

实用新型内容

[0007] 为了解决现有技术中对烟气余热回收采用的梯级利用方式存在的不足,本实用新型公开了一种烟气余热回收系统。

[0008] 本实用新型采用的技术方案如下:

[0009] 一种烟气余热回收系统,包括TEG设备、第一换热器、发生器、冷凝器、第二换热器、吸收器、蒸发器、储冷塔;

[0010] 所述的TEG设备热端入口连接外部高温烟气,TEG设备热端出口连接第一换热器的烟气入口、第一换热器的烟气出口经过发生器排向外界环境或后续的烟气处理设备;所述的第一换热器的冷却水入口接入高温冷却水,所述的高温冷却水是由来自吸收器的中温冷却水在冷凝器中吸热后得到的,第一换热器的冷却水出口连接吸收器的冷却水入口;

[0011] 所述的TEG设备冷端入口接入制冷剂水,所述的制冷剂水是由发生器产生的制冷蒸汽在冷凝器中液化后得到的,TEG设备冷端出口连接蒸发器的制冷剂入口,蒸发器的制冷剂出口连接吸收器的制冷剂入口;

[0012] 所述的发生器内储存溴化锂稀溶液,吸收器内储存溴化锂浓溶液;吸收器的溴化锂浓溶液作为吸收剂,吸收器通过第二换热器连接发生器;

[0013] 所述的蒸发器的冷冻水入口和冷冻水出口分别与储冷塔的冷冻水出口和冷冻水入口连接,形成冷冻水循环。

[0014] 优选的,所述的发生器内具有储存溴化锂稀溶液的腔体,吸收器内具有储存溴化锂浓溶液的腔体。

[0015] 优选的,所述的储冷塔连接用户侧,用于为用户侧供冷。

[0016] 优选的,从用户侧返回的冷冻水经储冷塔后进入蒸发器降温。

[0017] 优选的,所述的第二换热器的稀溶液入口连接吸收器的吸收剂出口,第二换热器的稀溶液出口连接发生器的吸收剂入口,第二换热器的浓溶液入口连接发生器的吸收剂出口,第二换热器的浓溶液出口连接吸收器的吸收剂入口。

[0018] 优选的,所述的第二换热器的稀溶液入口和吸收器的吸收剂出口之间设有溶液泵。

[0019] 优选的,所述的冷凝器设有冷却水出入口和制冷剂出入口,冷凝器的冷却水入口连接吸收器的冷却水出口,冷凝器的冷却水出口连接第一换热器的冷却水入口,冷凝器的制冷剂入口连接发生器的制冷蒸汽出口,冷凝器的制冷剂出口连接TEG设备冷端入口。

[0020] 优选的,所述的第一换热器采用烟水换热

[0021] 优选的,所述的第二换热器采用溶液换热器。

[0022] 优选的,所述的TEG设备冷端出口与蒸发器的制冷剂入口之间设有节流阀。

[0023] 本实用新型具备的有益效果是:

[0024] 本实用新型提出的烟气余热回收系统耦合了TEG设备,与常规的制热式烟气余热回收系统相比,在利用热能的同时产生了电能,增加了电厂的能源利用率。与直接将烟气热量投入涡轮机产生电能的烟气余热回收系统相比,烟气热能经过两次利用,实现了能源的梯级利用,能源利用率高,烟气热损失小。此外,冷却水在系统中循环使用,冷却水在冷凝器

中吸收的热量先在第一换热器放出给烟气,变为低温冷却水,再在吸收器中吸收热量变为中温冷却水,最后回到冷凝器继续循环,能源得到充分利用的同时也节约了水资源。

附图说明

[0025] 图1是本实用新型实施例示出的一种烟气余热回收系统的示意图;

[0026] 其中:1-TEG设备,2-节流阀,3-第一换热器(烟水换热器),4-发生器,5-冷凝器,6-第二换热器(溶液换热器),7-溶液泵,8-吸收器,9-蒸发器,10-储冷塔。

具体实施方式

[0027] 为了使本实用新型的内容更容易被清楚地理解,下面根据具体实施例并结合附图,对本实用新型作进一步详细的说明。

[0028] 参见图1,本实施例中示出了一种烟气余热回收系统,主要包括TEG设备1、第一换热器3、发生器4、冷凝器5、第二换热器6、吸收器8、蒸发器9、储冷塔10。

[0029] 其中,TEG设备用于产生电能;所述的TEG包括TEG热端和TEG冷端,所述的TEG热端设有一个烟气入口和一个烟气出口,TEG热端的烟气入口和烟气出口在TEG内部相通。TEG热端的烟气入口连接余热锅炉出口,从余热锅炉出口排出的高温烟气通过TEG热端的烟气入口进入TEG热端,再从TEG热端的烟气出口离开,之后进入第一换热器3进行换热。所述的TEG冷端设有一个制冷剂入口和一个制冷剂出口,TEG冷端的制冷剂入口和制冷剂出口在TEG内部相通。TEG冷端的制冷剂入口连接冷凝器,从冷凝器排出的制冷剂水通过TEG冷端的制冷剂入口进入TEG冷端,再从TEG冷端的制冷剂出口离开,之后进入蒸发器9;所述的TEG冷端的制冷剂出口和蒸发器9之间设有节流阀2,用于将TEG冷端排出的制冷剂水进行节流降压后送入蒸发器。

[0030] 第一换热器3又称烟水换热器,用于对低温烟气和高温冷却水进行换热,低温烟气吸收高温冷却水的热量成为高温烟气,高温冷却水放热成为低温冷却水;所述的第一换热器设有一个冷却水入口、一个冷却水出口、一个烟气入口和一个烟气出口;第一换热器的冷却水入口和冷却水出口在第一换热器内部相通,同理,第一换热器的烟气入口和烟气出口在第一换热器内部相通。第一换热器的冷却水入口连接冷凝器,从冷凝器排出的高温冷却水通过第一换热器的冷却水入口进入第一换热器放热成为低温冷却水,再从第一换热器的冷却水出口离开,之后进入吸收器。第一换热器的烟气入口连接TEG热端,从TEG热端的烟气出口离开的高温烟气从第一换热器的烟气入口进入第一换热器,吸热后成为高温烟气,再从第一换热器的烟气出口离开,之后进入发生器。

[0031] 发生器4具有储存溴化锂LiBr稀溶液的腔体,稀溶液吸收来自第一换热器的高温烟气的热量后析出制冷蒸汽(水蒸汽),并得到高温溴化锂浓溶液;所述的发生器4设有一个烟气入口、一个烟气出口、一个吸收剂入口、一个吸收剂出口和一个制冷蒸汽出口;发生器的烟气入口和烟气出口在发生器内部相通,同理,发生器的吸收剂入口和吸收剂出口在发生器内部相通。发生器的烟气入口连接第一换热器,从第一换热器的烟气出口离开的高温烟气从发生器的烟气入口进入发生器,再从发生器的烟气出口排向外界。发生器的吸收剂入口连接第二换热器,从第二换热器排出的高温溴化锂稀溶液从发生器的吸收剂入口进入发生器,稀溶液吸收来自第一换热器的高温烟气的热量后析出制冷蒸汽得到高温溴化锂浓

溶液,再从发生器的吸收剂出口排出,并回到第二换热器进行换热。

[0032] 冷凝器5用于将来自发生器的制冷蒸汽放热后得到制冷剂水,并将热量传递给来自吸收器4的中温冷却水得到高温冷却水;所述的冷凝器5设有一个制冷剂入口、一个制冷剂出口、一个冷却水入口和一个冷却水出口;冷凝器5的制冷剂入口和制冷剂出口在冷凝器内部相通,同理,冷凝器5的冷却水入口和冷却水出口在冷凝器内部相通。冷凝器的制冷剂入口连接发生器,从发生器的制冷蒸汽出口排出的制冷蒸汽从冷凝器的制冷剂入口进入冷凝器,液化后得到制冷剂水,再从冷凝器的制冷剂出口离开,之后进入TEG冷端。冷凝器5的冷却水入口连接吸收器,从吸收器排出的中温冷却水从冷凝器5的冷却水入口进入冷凝器5,吸收制冷蒸汽释放的热量成为高温冷却水,再从冷凝器5的冷却水出口排出,之后进入第一换热器。

[0033] 第二换热器6又称溶液换热器,用于将来自发生器的高温溴化锂浓溶液的热量传递给来自吸收器的低温溴化锂稀溶液;所述的第二换热器设有一个稀溶液入口、一个稀溶液出口、一个浓溶液入口和一个浓溶液出口;第二换热器6的稀溶液入口和稀溶液出口在第二换热器内部相通,同理,第二换热器6的浓溶液入口和浓溶液出口在第二换热器内部相通。第二换热器6的稀溶液入口连接吸收器,从吸收器排出的低温溴化锂稀溶液在溶液泵7的作用下从第二换热器6的稀溶液入口进入第二换热器,吸热后得到高温溴化锂稀溶液,再从第二换热器的稀溶液出口离开,之后继续从发生器的吸收剂入口进入发生器。第二换热器6的浓溶液入口连接发生器,从发生器的吸收剂出口排出的高温溴化锂浓溶液从第二换热器6的浓溶液入口进入第二换热器,放热后再从第二换热器的浓溶液出口离开,之后继续进入吸收器。溴化锂溶液在吸收器、第二换热器、发生器三者之间形成循环。

[0034] 吸收器8具有储存溴化锂LiBr浓溶液的腔体,用于吸收来自蒸发器的制冷蒸汽,吸收过程释放的热量加热来自第一换热器的低温冷却水;所述的吸收器8设有一个冷却水入口、一个冷却水出口、一个吸收剂入口、一个吸收剂出口和一个制冷剂入口;吸收器8的冷却水入口和冷却水出口在吸收器内部相通,同理,吸收器8的吸收剂入口和吸收剂出口在吸收器内部相通。吸收器8的冷却水入口连接第一换热器,从第一换热器的冷却水出口排出的低温冷却水从吸收器8的冷却水入口进入吸收器8,吸收热量后成为中温冷却水,再从吸收器8的冷却水出口排出,之后进入冷凝器。吸收器8的吸收剂入口连接第二换热器,从第二换热器的浓溶液出口排出的低温溴化锂浓溶液从吸收器8的吸收剂入口进入吸收器8,低温溴化锂浓溶液吸收制冷蒸汽后变为低温溴化锂稀溶液,再从吸收器8的吸收剂出口排出,之后在溶液泵7的作用下进入第二换热器换热。吸收器8的制冷剂入口连接蒸发器9,从蒸发器9排出的制冷蒸汽从吸收器8的制冷剂入口进入吸收器,被低温溴化锂浓溶液吸收后变成低温溴化锂稀溶液。

[0035] 蒸发器9用于使来自TEG冷端的制冷剂水吸收来自储冷塔的冷冻水释放的热量,制冷剂水变为制冷蒸汽,冷冻水放热后回到储冷塔;所述的蒸发器9设有一个制冷剂入口、一个制冷剂出口、一个冷冻水入口和一个冷冻水出口;蒸发器9的制冷剂入口和制冷剂出口在蒸发器9内部相通,同理,蒸发器9的冷冻水入口和冷冻水出口在蒸发器9内部相通。蒸发器9的冷冻水入口连接储冷塔,从储冷塔排出的吸热后的冷冻水从蒸发器9的冷冻水入口进入蒸发器9,放热后再从蒸发器9的冷冻水出口排出,并回到储冷塔,形成冷冻水循环。蒸发器9的制冷剂入口连接TEG冷端,从TEG冷端排出的制冷剂从蒸发器9的制冷剂入口进入蒸发器

9,吸热后变成制冷蒸汽,再从蒸发器9的制冷剂出口排出,之后进入吸收器;所述的蒸发器9的制冷剂入口和TEG冷端的制冷剂出口之间设有节流阀2,用于将TEG冷端排出的制冷剂水进行节流降压后送入蒸发器。

[0036] 储冷塔10用于储存冷冻水,在用户需要制冷时,将低温冷冻水送至用户侧,吸热后冷冻水回到储冷塔,再输送到蒸发器9进行放热;所述的储冷塔10设有一个冷冻水入口和冷冻水出口,分别与蒸发器9上的冷冻水出口和冷冻水入口连接,形成冷冻水循环。

[0037] 上述烟气余热回收系统的工作流程为:

[0038] (1) 烟气流程:余热锅炉产生的高温烟气进入TEG热端换热,利用高温烟气的温度维持TEG热端高温。高温烟气在TEG中换热后变为低温烟气,低温烟气离开TEG热端进入第一换热器(烟水换热器),低温烟气被来自冷凝器的高温冷却水加热,低温烟气温度升高,变为高温烟气,高温烟气离开第一换热器进入发生器中,利用高温烟气的热量加热发生器腔体中的溴化锂稀溶液,产生制冷蒸汽;高温烟气经过发生器后温度大大降低,从发生器排向外界环境或后续的烟气处理设备。

[0039] (2) 制冷剂水与吸收剂流程:发生器经过高温烟气加热产生制冷蒸汽。制冷蒸汽离开发生器进入冷凝器中,与冷凝器中的中温冷却水换热后变为液态制冷剂水,液态制冷剂水从冷凝器排出并进入TEG冷端,维持冷端低温。之后制冷剂水继续从TEG冷端排出,经过节流阀进入蒸发器,在蒸发器中与来自储冷塔的吸热后的冷冻水换热,制冷剂水吸收冷冻水释放的热量后再次变为制冷蒸汽,制冷蒸汽离开蒸发器后进入吸收器中,被溴化锂浓溶液吸收,完成循环。

[0040] 发生器中的溴化锂稀溶液在经过高温烟气加热后析出水蒸汽变为高温溴化锂浓溶液,高温溴化锂浓溶液进入第二换热器(溶液换热器),经过换热后变成低温溴化锂浓溶液并进入吸收器中;吸收器的溴化锂浓溶液在吸收水蒸汽后变为低温溴化锂稀溶液,低温溴化锂稀溶液进入第二换热器,经过换热后变成高温溴化锂稀溶液并回到发生器中,完成吸收剂循环。通过第二换热器的换热作用,将来自发生器的高温溴化锂浓溶液的热量传递给来自吸收器的低温溴化锂稀溶液。

[0041] (3) 冷冻水与冷却水流程:

[0042] 中温冷却水进入冷凝器后吸收制冷蒸汽的热量变为高温冷却水,高温冷却水从冷凝器排出后进入第一换热器(烟水换热器),换热后变为低温冷却水并进入吸收器,在吸收器中吸热后变为中温冷却水,最后回到冷凝器中,完成冷却水循环。

[0043] 冷冻水由储冷塔提供,冷冻水在用户侧吸收热量后进入蒸发器中放出热量,再回到储冷塔中,完成冷冻水循环。

[0044] (4) 结合上述各流程,系统的完整工作流程如下:

[0045] 高温烟气从余热锅炉尾部烟道排出后,进入TEG 1的热端,高温烟气的温度降低变为低温烟气,之后进入第一换热器,被来自冷凝器5的高温冷却水加热成为高温烟气,高温烟气进入发生器4,同时,高温冷却水在第一换热器中放热成为低温冷却水,低温冷却水进入吸收器8。

[0046] 溴化锂稀溶液在吸收器8的出口经溶液泵进入第二换热器6,吸收来自发生器4的溴化锂浓溶液的热量后,进入发生器4,并进一步吸收高温烟气的热量,高温烟气放热成为低温烟气后排至大气中,溴化锂稀溶液吸热后,不断汽化生成制冷蒸汽,制冷蒸汽进入冷凝

器5;溴化锂浓溶液在第二换热器6中更溴化锂稀溶液换热后进入吸收器8。

[0047] 在冷凝器5中,制冷蒸汽放热,将热量传递给来自吸收器4的中温冷却水,制冷蒸汽降温后凝结为液态制冷剂水,制冷剂水进入TEG 1冷端,再经节流阀降压后进入蒸发器9。

[0048] 在蒸发器9中,制冷剂水经蒸发器泵喷淋在冷冻水管上吸热汽化为制冷蒸汽,随后进入吸收器8,冷冻水降温后送至储冷塔,在用户需要制冷时,将低温冷冻水送至用户侧,从而实现制冷的目的。

[0049] 在吸收器8中,制冷蒸汽被来自第二换热器6的溴化锂浓溶液吸收,再次恢复为溴化锂稀溶液,吸收过程释放的热量被来自第一换热器的低温冷却水吸收,低温冷却水成为中温冷却水,并进入冷凝器5,完成一轮制冷循环。

[0050] TEG两端温差分别由高温烟气与低温制冷剂水维持,能够产生电能。

[0051] 通过上述循环,本系统实现了在制取冷冻水的同时,通过TEG元件产生了电能,实现了烟气余热的梯级利用。

[0052] 以上列举的仅是本实用新型的具体实施例。显然,本实用新型不限于以上实施例,还可以有许多变形。本领域的普通技术人员能从本实用新型公开的内容直接导出或联想到的所有变形,均应认为是本实用新型的保护范围。

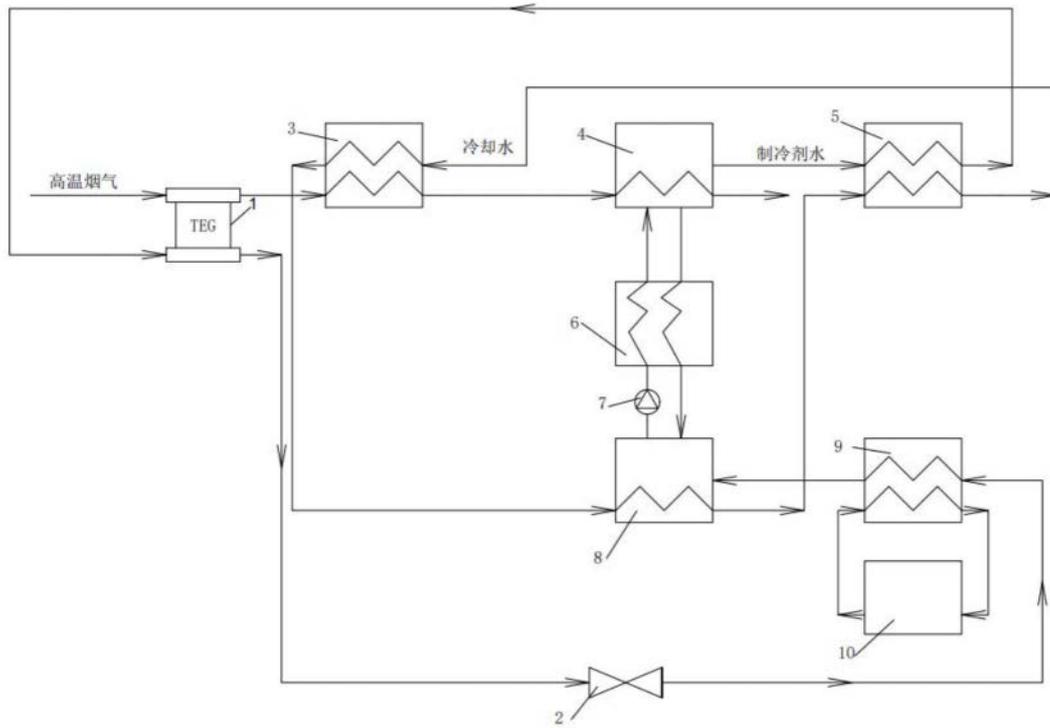


图1