



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112502800 A

(43) 申请公布日 2021.03.16

(21) 申请号 202011300215.7

(22) 申请日 2020.11.19

(71) 申请人 中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

地址 430071 湖北省武汉市武昌区中南二路12号

(72) 发明人 祝培旺 李峻 仇晓龙 桂本
张春琳 秦鹏

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 陈家安 田辉云

(51) Int. Cl.

F01K 13/00 (2006.01)

F01K 11/02 (2006.01)

F24D 1/06 (2006.01)

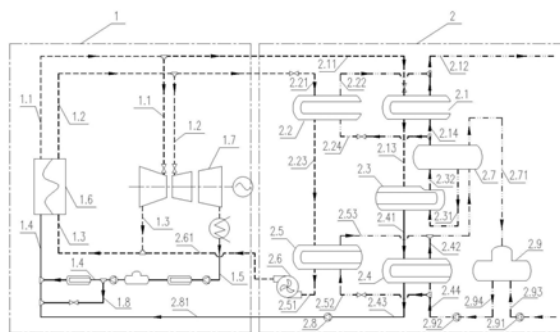
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统

(57) 摘要

本发明涉及一种火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统,该供热系统,包括火力发电系统和高低压蒸汽联合换热系统,火力发电系统提供热源,通过高低压蒸汽联合换热系统将供热给水变成供热蒸汽,实现火力发电厂对外供热。火力发电厂大规模高参数供热系统,将锅炉和汽机系统有效解耦,打破火电机组热电联供刚性耦合,保证低负荷发电工况下的大规模供热能力。高低压蒸汽联合换热系统可供热给水加热为高温高压的供热蒸汽,提高火力发电厂的高参数供热能力。



1. 一种火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统,包括火力发电系统(1)和高压蒸汽联合换热系统(2),其特征在于:所述火力发电系统(1)和高压蒸汽联合换热系统(2)通过汽水管道互相连接,将供热给水变成供热蒸汽,实现火力发电厂对外供热;所述火力发电系统(1)产生的高温高压蒸汽除用于直接加热供热给水外,其余都用于汽轮发电机组发电;火电机组供热能力取决于锅炉容量,不受汽轮机发电能力的限制;

所述高压蒸汽联合换热系统(2)包括过热加热器(2.1)、相变加热器(2.3)、预热加热器(2.4)和高压水给水泵(2.8),所述火力发电系统(1)的部分高压主蒸汽从过热加热器蒸汽入口管道(2.11)进入过热加热器(2.1),与过热加热器(2.1)内供热蒸汽换热;然后从过热加热器蒸汽出口管道(2.13)进入相变加热器(2.3),与相变加热器(2.3)内供热给水换热,凝结变成高压水后经预热加热器高压水入口管道(2.41)进入预热加热器(2.4),变成高压过冷水;最后由高压水给水泵(2.8)加压送至火力发电厂给水泵出口给水系统,或者高压水减压后送至火力发电厂除氧器,实现火力发电厂高压蒸汽汽水循环;

所述高压蒸汽联合换热系统(2)还包括再热加热器A(2.2)、再热加热器B(2.5)和蒸汽压缩机(2.6),所述火力发电系统(1)的部分高温再热蒸汽从再热加热器A蒸汽入口管道(2.21)进入再热加热器A(2.2),与再热加热器A(2.2)内供热蒸汽换热,然后从再热加热器A蒸汽出口管道(2.23)进入再热加热器B(2.5),与再热加热器B(2.5)内供热给水换热,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机(2.6)加压后送回低温再热系统,实现火力发电厂高温再热蒸汽汽水循环。

2. 根据权利要求1所述的火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统,其特征在于:所述高压蒸汽联合换热系统(2)还包括再热加热器A(2.2)、蒸发加热器(2.33)、再热加热器B(2.5)和蒸汽压缩机(2.6),所述火力发电系统(1)的部分高温再热蒸汽从再热加热器A蒸汽入口管道(2.21)进入再热加热器A(2.2),与再热加热器A(2.2)内供热蒸汽换热,然后从再热加热器A蒸汽出口管道(2.23)进入蒸发加热器(2.33)换热,降温后从再热加热器B蒸汽入口管道(2.54)进入再热加热器B(2.5),与再热加热器B(2.5)内供热给水换热,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机(2.6)加压后送回低温再热系统,实现火力发电厂高温再热蒸汽汽水循环。

3. 根据权利要求1所述的火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统,其特征在于:所述供热给水由供热回水泵(2.91)加压后送入除氧器(2.9),除氧后由供热给水泵A(2.92)加压后分成两路,一路进入预热加热器(2.4)被加热,另一路进入再热加热器B(2.5)被加热,两路供热给水加热后直接进入汽包A(2.7);

汽包A(2.7)内的供热饱和水经相变加热器(2.3)加热后再次分成两路供热蒸汽,一路进入过热加热器(2.1)被加热,另一路进入再热加热器A(2.2)被加热,两路供热蒸汽混合后成为合格过热蒸汽,实现对外供热。

4. 根据权利要求2所述的火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统,其特征在于:所述供热给水由供热回水泵(2.91)加压后分成两路,一路送入除氧器(2.9),除氧后由供热给水泵A(2.92)加压后送入预热加热器(2.4)被加热,另一路送入除氧器(2.95),除氧后由供热给水泵B(2.99)加压后送入再热加热器B(2.5)被加热;

经预热加热器(2.4)加热的供热给水从预热加热器出口供热给水管(2.42)进入汽包A(2.7),汽包A(2.7)内的供热饱和水经相变加热器(2.3)加热后进入过热加热器(2.1)被加

热,成为合格过热蒸汽;

经再热加热器B(2.5)加热的供热给水从再热加热器B出口供热给水管道(2.53)进入汽包B(2.72),汽包B(2.72)内的供热饱和水经蒸发加热器(2.33)加热后进入再热加热器A(2.2)被加热,成为合格过热蒸汽;

两路合格的过热蒸汽为同参数蒸汽混合后对外供热,或不同参数蒸汽分别对外供热。

5.根据权利要求2或3所述的火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统,其特征在于:所述供热蒸汽的工作压力在亚临界以内,工作温度不超过锅炉主蒸汽额定温度。

火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统

技术领域

[0001] 本发明涉及供热技术领域,具体涉及一种火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统。

背景技术

[0002] 随着电力市场化改革进程的深入推进,以可再生能源为主的能源结构调整不断倒逼现有煤电行业转型升级。随着电力辅助服务市场的不断发展成熟和电力现货市场的建立,火电厂为适应电力市场运行的灵活性改造技术将会迎来发展机遇。

[0003] 对于供热机组来说,由于冬季供热负荷一般较大,需要维持一定的锅炉出力,较少涉及锅炉低负荷运行问题,主要矛盾集中在满足供热条件下的发电出力调节范围过小,也就是热电解耦的问题。如何在满足供热的同时减少蒸汽做功,也就是高温高压蒸汽在汽轮机内做功份额和供热份额的再分配是解决问题的关键。

[0004] 供热机组灵活性改造的技术路线主要分为两类:一是增加机组的供热能力来降低最小出力,主要有减少汽轮机通流环节的低压缸零出力技术和高背压供热技术,和减少通流部分蒸汽流量的汽轮机旁路供热技术;二是热储能技术,主要有热水罐储能,电锅炉固体蓄热和电极锅炉等方案。

[0005] 目前的供热技术方案虽然能够达到供热和降低机组负荷的目的,但是只能降低火力发电厂部分电负荷,仅可以提供低参数蒸汽。

发明内容

[0006] 为了解决以上问题,本发明提供一种火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统,通过高压主蒸汽和高温再热蒸汽同时对供热给水加热,再将高压主蒸汽凝结水和降温后的再热蒸汽送回锅炉系统,可在保证锅炉和汽机安全运行的同时,实现火力发电厂灵活性大规模供热;新建高低压蒸汽联合换热系统,可大幅拓宽供热蒸汽的供热参数,供热蒸汽的压力在亚临界以内灵活调节,供热蒸汽温度不超过锅炉主蒸汽额定温度即可,实现火力发电厂高参数供热。

[0007] 本发明采用的技术方案是:一种火力发电厂灵活性大规模高参数供热系统,包括火力发电系统和高低压蒸汽联合换热系统,其特征在于:所述火力发电系统和高低压蒸汽联合换热系统通过汽水管道互相连接,将供热给水变成供热蒸汽,实现火力发电厂对外供热。

[0008] 作为优选,所述高低压蒸汽联合换热系统包括过热加热器、相变加热器、预热加热器和高压水给水泵,所述火力发电系统的部分高压主蒸汽从过热加热器蒸汽入口管道进入过热加热器,与过热加热器内供热蒸汽换热;然后从过热加热器蒸汽出口管道进入相变加热器,与相变加热器内供热给水换热,凝结变成高压水后经预热加热器高压水入口管道进入预热加热器,变成高压过冷水;最后由高压水给水泵加压送至火力发电厂给水泵出口给水系统,或者高压水减压后送至火力发电厂除氧器,实现火力发电厂高压蒸汽汽水循环。

[0009] 进一步的,所述高低压蒸汽联合换热系统还包括再热加热器A、再热加热器B和蒸汽压缩机,所述火力发电系统的部分高温再热蒸汽从再热加热器A蒸汽入口管道进入再热加热器A,与再热加热器A内供热蒸汽换热,然后从再热加热器A蒸汽出口管道进入再热加热器B,与再热加热器B内供热给水换热,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机加压后送回低温再热系统,实现火力发电厂高温再热蒸汽汽水循环。

[0010] 进一步的,所述高低压蒸汽联合换热系统还包括再热加热器A、蒸发加热器、再热加热器B和蒸汽压缩机,所述火力发电系统的部分高温再热蒸汽从再热加热器A蒸汽入口管道进入再热加热器A,与再热加热器A内供热蒸汽换热,然后从再热加热器A蒸汽出口管道进入蒸发加热器换热,降温后从再热加热器B蒸汽入口管道进入再热加热器B,与再热加热器B内供热给水换热,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机加压后送回低温再热系统,实现火力发电厂高温再热蒸汽汽水循环。

[0011] 更进一步的,所述供热给水由供热回水泵加压后送入除氧器,除氧后由供热给水泵A加压后分成两路,一路进入预热加热器被加热,另一路进入再热加热器B被加热,两路供热给水加热后直接进入汽包A;

[0012] 汽包A内的供热饱和水经相变加热器加热后再次分成两路供热蒸汽,一路进入过热加热器被加热,另一路进入再热加热器A被加热,两路供热蒸汽混合后成为合格过热蒸汽,实现对外供热。

[0013] 更进一步的,所述供热给水由供热回水泵加压后分成两路,一路送入除氧器,除氧后由供热给水泵A加压后送入预热加热器被加热,另一路送入除氧器,除氧后由供热给水泵B加压后送入再热加热器B被加热;

[0014] 经预热加热器加热的供热给水从预热加热器出口供热给水管管道进入汽包A,汽包A内的供热饱和水经相变加热器加热后进入过热加热器被加热,成为合格过热蒸汽;

[0015] 经再热加热器B加热的供热给水从再热加热器B出口供热给水管管道进入汽包B,汽包B内的供热饱和水经蒸发加热器加热后进入再热加热器A被加热,成为合格过热蒸汽;

[0016] 两路合格的过热蒸汽既可以是同参数蒸汽混合后对外供热,也可以是不同参数蒸汽分别对外供热。

[0017] 更进一步的,所述火力发电系统产生的高温高压蒸汽除用于直接加热供热给水外,其余都用于汽轮发电机组发电。火电机组供热能力取决于锅炉容量,不受汽轮机发电能力的限制。

[0018] 更进一步的,所述供热蒸汽的工作压力在亚临界以内,工作温度不超过锅炉主蒸汽额定温度。

[0019] 本发明取得的有益效果是:采用火力发电厂的部分高温高压蒸汽加热熔盐,高压主蒸汽和高温再热蒸汽同时加热供热给水,将供热给水变成合格的供热蒸汽。高压主蒸汽被供热汽水系统冷却后,变成高压凝结水后返回锅炉给水系统,完成循环加热。高温再热蒸汽经被供热汽水系统冷却后,变成低压再热蒸汽,由蒸汽压缩机加压后经低温再热系统返回锅炉再热器,完成循环加热。火力发电厂的其余高温高压蒸汽送入汽轮机,继续做功发电。由此,可实现汽轮机灵活的变负荷,同时保证锅炉和汽机的安全运行,也可实现深度调峰和大规模高参数供热。

[0020] 本发明具有以下优点:

- [0021] (1) 锅炉和汽机有效解耦,保证火电机组大规模供热的同时,汽轮机可宽负荷灵活性运行;
- [0022] (2) 大规模供热时,供热蒸汽压力突破再热蒸汽压力限制;
- [0023] (3) 供汽温度可接近主蒸汽额定温度。

附图说明

- [0024] 图1为本发明的火力发电厂大规模高参数供热系统的流程示意图;
- [0025] 图2为本发明的另一种实施例;
- [0026] 附图标记:1、常规火力发电系统;1.1、高压主蒸汽管道;1.2、高温再热蒸汽管道;1.3、低温再热蒸汽管道;1.4、给水管管道;1.5、凝结水管管道;1.6、锅炉;1.7、汽轮发电机组;1.8、高压给水旁路管道;2、高低压蒸汽联合换热系统;2.1、过热加热器;2.11、过热加热器高压主蒸汽入口管道;2.12、过热加热器供热蒸汽出口管道;2.13、过热加热器高压主蒸汽出口管道;2.14、过热加热器供热蒸汽入口管道;2.2、再热加热器A;2.21、再热加热器A高温再热蒸汽入口管道;2.22、再热加热器A供热蒸汽出口管道;2.23、再热加热器A高温再热蒸汽出口管道;2.24、再热加热器A供热蒸汽入口管道;2.3、相变加热器;2.31、相变加热器供热饱和水入口管道;2.32、相变加热器供热饱和汽出口管道;2.33、蒸发加热器;2.34、蒸发加热器供热饱和水入口管道;2.35、蒸发加热器供热饱和汽出口管道;2.4、预热加热器;2.41、预热加热器高压水入口管道;2.42、预热加热器供热给水出口管道;2.43、预热加热器高压水出口管道;2.44、预热加热器供热给水入口管道;2.5、再热加热器B;2.51、再热加热器B低温再热蒸汽出口管道;2.52、再热加热器B供热给水入口管道;2.53、再热加热器B供热给水出口管道;2.54、再热加热器B高温再热蒸汽入口管道;2.6、蒸汽压缩机;2.61、蒸汽压缩机出口蒸汽管道;2.7、汽包A;2.71、汽包A供热饱和蒸汽出口管道;2.72、汽包B;2.73汽包B供热饱和蒸汽出口管道;2.8、高压水给水泵;2.81、高压水给水泵出口管道;2.9、除氧器A;2.91、供热回水泵;2.92、供热给水泵A;2.93、除氧器A供热给水入口管道;2.94、除氧器A供热给水出口管道;2.95、除氧器B;2.96、除氧器B供热给水入口管道;2.97、除氧器B供热给水出口管道;2.98、供热给水泵B。

具体实施方式

- [0027] 下面结合附图和具体实施例对本发明作更进一步的说明。
- [0028] 本发明包括火力发电系统1和高低压蒸汽联合换热系统2,高低压蒸汽联合换热系统2是同时抽取高压主蒸汽和高温再热蒸汽,通过汽水换热器将供热给水加热成合格的供热蒸汽,冷却后分别变为高压凝结水和低温再热蒸汽,分别通过水泵和蒸汽压缩机加压后送回火力发电系统1的锅炉中,保证锅炉汽机安全的同时,实现灵活性对外供热。
- [0029] 如图1所示,火力发电厂大规模高参数供热系统,采用高压主蒸汽和高温再热蒸汽串并联的方式对供热给水进行加热。
- [0030] 具体供热过程是:
- [0031] 火力发电系统1的部分高压主蒸汽从过热加热器蒸汽入口管道2.11进入过热加热器2.1,与过热加热器2.1内供热蒸汽换热;然后从过热加热器蒸汽出口管道2.13进入相变加热器2.3,与相变加热器2.3内供热给水换热,凝结变成高压水后经预热加热器高压水入

口管道2.41进入预热加热器2.4,变成高压过冷水;最后由高压水给水泵2.8加压送至火力发电厂给水泵出口给水系统,实现火力发电厂高压蒸汽汽水循环。

[0032] 火力发电系统1的部分高温再热蒸汽从再热加热器A蒸汽入口管道2.21进入再热加热器A2.2,与再热加热器A2.2内供热蒸汽换热,然后从再热加热器A蒸汽出口管道2.23进入再热加热器B2.5,与再热加热器B2.5内供热给水换热,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机2.6加压后送回低温再热系统,实现火力发电厂高温再热蒸汽汽水循环。

[0033] 供热给水由供热回水泵2.91加压后送入除氧器2.9,除氧后由供热给水泵A2.92加压后分成两路,一路进入预热加热器2.4被加热,另一路进入再热加热器B2.5被加热,两路供热给水加热后直接进入汽包A2.7;汽包A2.7内的供热饱和水经相变加热器2.3加热后再次分成两路供热蒸汽,一路进入过热加热器2.1被加热,另一路进入再热加热器A2.2被加热,两路供热蒸汽混合后成为合格过热蒸汽,实现对外供热。

[0034] 火力发电系统1产生的高温高压蒸汽除用于直接加热供热给水外,其余都用于汽轮发电机组发电。火电机组供热能力取决于锅炉容量,不受汽轮机发电能力的限制。

[0035] 供热蒸汽的工作压力在亚临界以内,工作温度不超过锅炉主蒸汽额定温度。

[0036] 另一实施例:

[0037] 如图2所示,火力发电厂大规模高参数供热系统,采用高压主蒸汽和高温再热蒸汽并联的方式对供热给水进行加热。

[0038] 具体供热过程是:

[0039] 火力发电系统1的部分高压主蒸汽从过热加热器蒸汽入口管道2.11进入过热加热器2.1,与过热加热器2.1内供热蒸汽换热;然后从过热加热器蒸汽出口管道2.13进入相变加热器2.3,与相变加热器2.3内供热给水换热,凝结变成高压水后经预热加热器高压水入口管道2.41进入预热加热器2.4,变成高压过冷水;最后由高压水给水泵2.8加压送至火力发电厂给水泵出口给水系统,实现火力发电厂高压蒸汽汽水循环。

[0040] 火力发电系统1的部分高温再热蒸汽从再热加热器A蒸汽入口管道2.21进入再热加热器A2.2,与再热加热器A2.2内供热蒸汽换热,然后从再热加热器A蒸汽出口管道2.23进入蒸发加热器2.33换热,降温后从再热加热器B蒸汽入口管道2.54进入再热加热器B2.5,与再热加热器B2.5内供热给水换热,变成低压再热蒸汽后由蒸汽压缩机2.6加压后送回低温再热系统,实现火力发电厂高温再热蒸汽汽水循环。

[0041] 供热给水由供热回水泵2.91加压后分成两路,一路送入除氧器2.9,除氧后由供热给水泵A2.92加压后送入预热加热器2.4被加热,另一路送入除氧器2.95,除氧后由供热给水泵B2.99加压后送入再热加热器B2.5被加热;

[0042] 经预热加热器2.4加热的供热给水从预热加热器出口供热给水管2.42进入汽包A2.7,汽包A2.7内的供热饱和水经相变加热器2.3加热后进入过热加热器2.1被加热,成为合格过热蒸汽;

[0043] 经再热加热器B2.5加热的供热给水从再热加热器B出口供热给水管2.53进入汽包B2.72,汽包B2.72内的供热饱和水经蒸发加热器2.33加热后进入再热加热器A2.2被加热,成为合格过热蒸汽;

[0044] 两路合格的过热蒸汽既可以是同参数蒸汽混合后对外供热,也可以是不同参数蒸汽分别对外供热。

[0045] 火力发电系统1产生的高温高压蒸汽除用于直接加热供热给水外,其余都用于汽轮发电机组发电。火电机组供热能力取决于锅炉容量,不受汽轮机发电能力的限制。

[0046] 供热蒸汽的工作压力在亚临界以内,工作温度不超过锅炉主蒸汽额定温度。

[0047] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要结构特征。本发明不受上述实例的限制,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明的范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

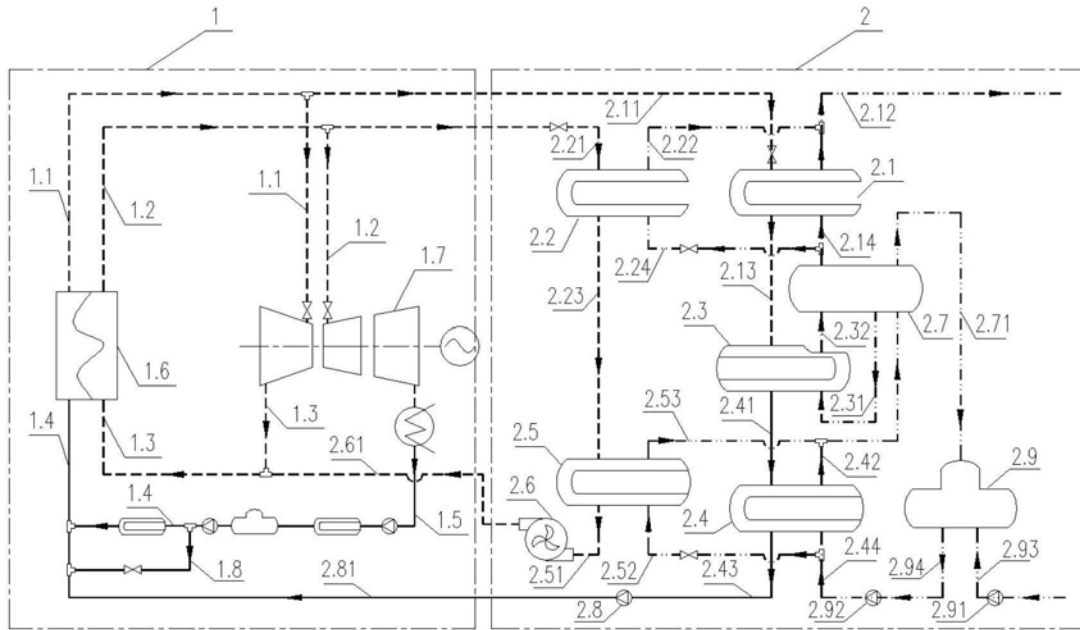


图1

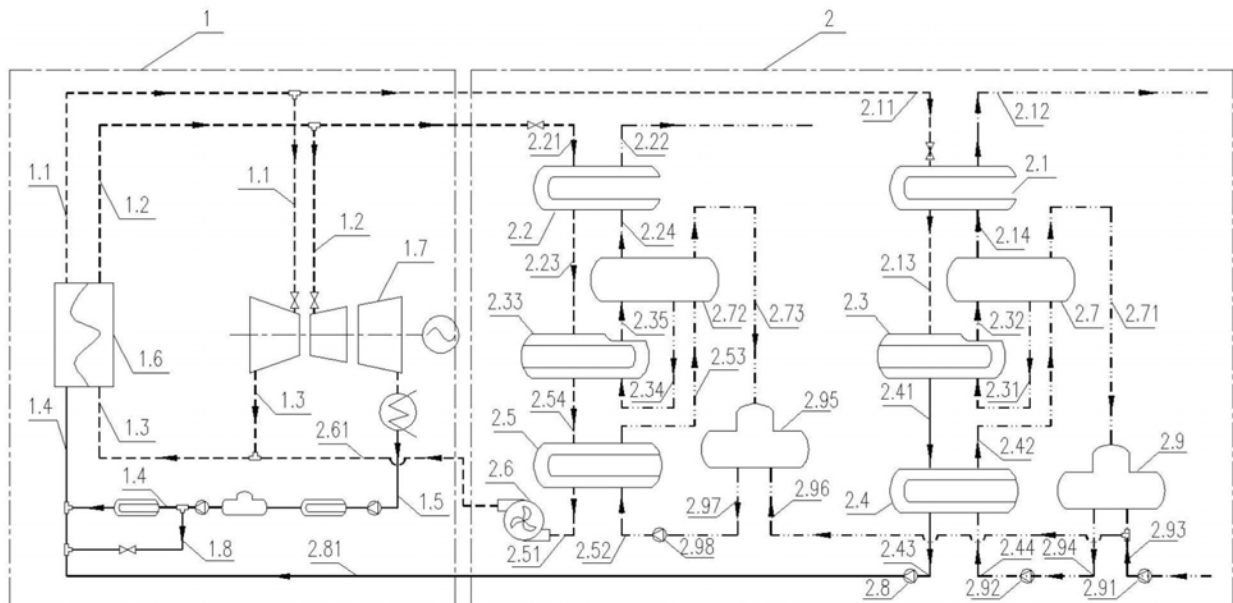


图2