



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113375209 A

(43) 申请公布日 2021.09.10

(21) 申请号 202110717594.8

F24D 3/18 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.28

F24D 19/10 (2006.01)

F01K 17/02 (2006.01)

(71) 申请人 大唐环境产业集团股份有限公司  
地址 100097 北京市海淀区紫竹院路120号  
申请人 中国大唐集团科技工程有限公司  
大唐(北京)能源管理有限公司

(72) 发明人 张钧泰 张国柱 谷小兵 文钰  
乔支昆

(74) 专利代理机构 北京八月瓜知识产权代理有  
限公司 11543

代理人 张峰

(51) Int. Cl.

F24D 3/02 (2006.01)

F24D 3/08 (2006.01)

F24D 3/10 (2006.01)

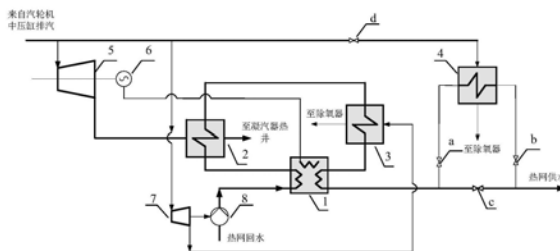
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统,其特征在于,包括,压缩式热泵1、汽轮机中压缸、热网循环水泵8、第一控制阀a、第二控制阀b、第三控制阀c、第四控制阀d、热网供水管道、供热凝汽器2和尖峰加热器4;本发明解决燃煤电站效率及运行灵活性,减少污染物排放以及资源消耗。



1. 一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统,其特征在于,包括,

压缩式热泵(1)、汽轮机中压缸、热网循环水泵(8)、第一控制阀(a)、第二控制阀(b)、第三控制阀(c)、第四控制阀(d)、热网供水管道、供热凝汽器(2)和尖峰加热器(4);所述热网循环水泵(8)与热网回水相连通,热网循环水泵(8)出口与压缩式热泵(1)冷源入口相连通,压缩式热泵(1)冷源出口与供热凝汽器(2)冷源入口连通,压缩式热泵(1)被加热工质出口与第一控制阀(a)入口和第三控制阀(c)入口连通;汽轮机中压缸抽汽与第四控制阀(d)入口相连通,尖峰加热器(4)热侧工质入口与第四控制阀(d)出口相连通,尖峰加热器(4)冷侧工质入口与第一控制阀(a)出口相连通,冷侧工质出口与第二控制阀(b)入口相连通,第二控制阀(b)出口与第三控制阀(c)出口及热网供水管道相连通。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述系统包括:低压汽轮机和凝汽器热井,所述低压汽轮机与所述汽轮机中压缸连接,低压汽轮机与供热凝汽器(2)热侧工质入口连接,供热凝汽器(2)热侧工质出口与凝汽器热井连接。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述系统进一步包括:发电机,所述发电机与压缩式热泵(1)连接,低压汽轮机与发电机连接,压缩式热泵(1)被加热工质入口与小汽机乏汽加热器(3)冷侧工质出口相连通。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述系统进一步包括:热网循环水泵小汽机(7)和小汽机乏汽加热器(3),机组中压汽轮机与热网循环水泵小汽机(7)入口连接,热网循环水泵(8)与热网循环水泵小汽机(7)连接,小汽机乏汽加热器(3)与热网循环水泵小汽机(7)连接,小汽机乏汽加热器(3)与除氧器连接,尖峰加热器(4)热侧工质出口与除氧器连接。

5. 一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热方法,其特征在于,包括,如下步骤:

S1、热网回水先经过热网循环水泵(8)增压,之后再经过压缩式热泵(1)冷源侧被冷却至一定温度;

S2、冷却后的热网回水从压缩式热泵(1)冷源侧出口进入供热凝汽器(2),供热凝汽器(2)利用低压汽轮机乏汽加热至一定温度,再经过小汽机乏汽加热器(3)继续利用小汽机乏汽余热,然后经过压缩式热泵(1)加热侧被加热至一定温度输出;

S3、从压缩式热泵(1)加热侧输出的热网回水根据需求分流部分工质进入尖峰加热器(4),通过第一控制阀(a)、第二控制阀(b)、第三控制阀(c)和汽轮机中压缸排汽调整进入尖峰加热器(4)的汽轮机排汽及热网水量。

6. 根据权利要求5所述的一种方法,其特征在于,所述S1具体包括:机组中压汽轮机排汽到热网循环水泵小汽机(7)得到驱动蒸汽,热网循环水泵小汽机(7)驱动蒸汽为热网循环水泵(8)提供动力增压,之后再经过压缩式热泵(1)冷源侧被冷却至一定温度。

7. 根据权利要求6所述的一种方法,其特征在于,所述S2具体包括:冷却后的热网回水从压缩式热泵(1)冷源侧出口进入供热凝汽器(2),汽轮机中压缸排汽到低压汽轮机(5),在所述低压汽轮机(5)中放热后排入凝汽器热井,热网回水被加热到一定温度进入小汽机乏汽加热器(3),热网循环水泵小汽机排汽到小汽机乏汽加热器(3)放热后输入到除氧器除氧,热网回水在小汽机乏汽加热器(3)加热后输入压缩式热泵(1),低压缸汽轮机(5)带动发电机(6)输出电能压缩式热泵(1)作为驱动电力,然后经过压缩式热泵(1)加热侧被加热至一定温度输出。

8. 根据权利要求7所述的一种方法,其特征在于,所述S3具体包括:从压缩式热泵(1)加热侧输出的热网回水根据需求分流部分热网回水进入尖峰加热器(4),一部分输入到第三控制阀,汽轮机中压缸排汽经过第四控制阀后输入尖峰加热器(4)放热后输入除氧器除氧,部分热网回水进入尖峰加热器(4)加热后输入到第二控制阀,从第二控制阀出来后与第三控制阀输出的热网回水汇合调整温度后输出。

## 燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及燃煤机组领域,尤其是涉及一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热方法及系统。

### 背景技术

[0002] 我国经济的发展离不开强大能源系统的支撑。近年来我国火电机组技术得到了较大的发展,从提高初参数、蒸汽再热等方式向全工况运行、余热深度利用等方向转变。同时,为了实现发展环境友好型社会,由于小型供热锅炉能量利用率低。污染物排放不达标,难以统一管理,小型供热锅炉逐渐被集中供热取代,改善冬季北方雾霾多发的环境问题,同时南方寒冷地区也开展了集中供暖试点工作。因此,火电机组进行热电联产对推进节能减排、建设资源节约型社会具有重要意义。

[0003] 目前热电联产机组多采用抽凝式汽轮机、背压式汽轮机或者使凝器式汽轮机在供热工况下提高背压运行,提高燃煤电站效率及运行灵活性,减少污染物排放以及资源消耗是燃煤电站长期关注的问题。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热方法和系统,旨在解决燃煤电站效率及运行灵活性,减少污染物排放以及资源消耗。

[0005] 本发明提供一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统,包括:

[0006] 压缩式热泵1、汽轮机中压缸、热网循环水泵8、第一控制阀a、第二控制阀b、第三控制阀c、第四控制阀d、热网供水管道、供热凝汽器2和尖峰加热器4;所述热网循环水泵8与热网回水相连通,热网循环水泵8出口与压缩式热泵1冷源入口相连通,压缩式热泵1冷源出口与供热凝汽器2冷源入口连通,压缩式热泵1被加热工质出口与第一控制阀a入口和第三控制阀c入口连通;汽轮机中压缸抽汽与第四控制阀d入口相连通,尖峰加热器4热侧工质入口与第四控制阀d出口相连通,尖峰加热器4冷侧工质入口与第一控制阀a出口相连通,冷侧工质出口与第二控制阀b入口相连通,第二控制阀b出口与第三控制阀c出口及热网供水管道相连通。

[0007] 本发明提供一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热方法,包括:

[0008] S1、热网回水先经过热网循环水泵8增压,之后再经过压缩式热泵1冷源侧被冷却至一定温度;

[0009] S2、冷却后的热网回水从压缩式热泵1冷源侧出口进入供热凝汽器2,供热凝汽器2利用低压汽轮机乏汽加热至一定温度,再经过小汽机乏汽加热器3继续利用小汽机乏汽余热,然后经过压缩式热泵1加热侧被加热至一定温度输出;

[0010] S3、从压缩式热泵1加热侧输出的热网回水根据需求分流部分工质进入尖峰加热器4,通过第一控制阀a、第二控制阀b、第三控制阀c和汽轮机中压缸排汽调整进入尖峰加热器4的汽轮机排汽及热网水量。

[0011] 采用本发明实施例,解决燃煤电站效率及运行灵活性,减少污染物排放以及资源消耗。

[0012] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其它目的、特征和优点能够更明显易懂,以下特举本发明的具体实施方式。

### 附图说明

[0013] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式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,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,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是本发明实施例的燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统的示意图;

[0015] 图2是本发明实施例的燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统的热电负荷特性示意图;

[0016] 图3是本发明实施例的提供了一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统的示意图。

[0017] 附图标记说明:

[0018] 1:压缩式热泵;2:供热凝汽器;3:小汽机乏汽加热器;4:尖峰加热器;5:低压汽轮机;6:发电机;7:小汽机;8:热网循环水泵;a:第一控制阀;b:第二控制阀;c:第三控制阀;d:第四控制阀。

### 具体实施方式

[0019] 下面将结合实施例对本发明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。

[0020] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”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。

[0021] 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或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个所述特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。此外,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,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0022] 系统实施例

[0023] 根据本发明实施例,提供了一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统,图1是本发明实施例的燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统的示意图,如图1所示,具体包括:

[0024] 压缩式热泵1、汽轮机中压缸、热网循环水泵8、第一控制阀a、第二控制阀b、第三控制阀c、第四控制阀d、热网供水管道、供热凝汽器2和尖峰加热器4;所述热网循环水泵8与热网回水相连通,热网循环水泵8出口与压缩式热泵1冷源入口相连通,压缩式热泵1冷源出口与供热凝汽器2冷源入口连通,压缩式热泵1被加热工质出口与第一控制阀a入口和第三控制阀c入口连通;汽轮机中压缸抽汽与第四控制阀d入口相连通,尖峰加热器4热侧工质入口与第四控制阀d出口相连通,尖峰加热器4冷侧工质入口与第一控制阀a出口相连通,冷侧工质出口与第二控制阀b入口相连通,第二控制阀b出口与第三控制阀c出口及热网供水管道相连通。

[0025] 系统包括:低压汽轮机和凝汽器热井,所述低压汽轮机与所述汽轮机中压缸连接,低压汽轮机与供热凝汽器2热侧工质入口连接,供热凝汽器2热侧工质出口与凝汽器热井连接。

[0026] 系统包括:发电机,所述发电机与压缩式热泵1连接,低压汽轮机与发电机连接,压缩式热泵1被加热工质入口与小汽机乏汽加热器3冷侧工质出口相连通。

[0027] 系统包括:热网循环水泵小汽机7和小汽机乏汽加热器3,机组中压汽轮机与热网循环水泵小汽机7入口连接,热网循环水泵8与热网循环水泵小汽机7连接,小汽机乏汽加热器3与热网循环水泵小汽机7连接,小汽机乏汽加热器3与除氧器连接,尖峰加热器4热侧工质出口与除氧器连接。

[0028] 根据上述系统具体实施方法如下:

[0029] 由于热网回水温度在40℃以上,热网供水温度多在70-120℃,抽凝式机组汽轮机抽气温度较高,直接用于加热热网水有较大的不可逆损失,背压式汽轮机或者使凝器式汽轮机提高背压运行时,可以利用汽轮机乏汽加热热网水,可以合理利用冷端损失,但是由于背压式汽轮机设计背压较高,在非供热期运行效率低于凝器式机组,凝器式汽轮机高背压运行时也会降低机组发电效率,而且高背压机组电负荷调节能力较差,抽凝式机组与高背压机组热电负荷特性,图2是本发明实施例的燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统的热电负荷特性示意图。在300MW机组中,热负荷为0-250MW时,高背压机组的电负荷范围明显小于抽凝机组的电负荷范围,所以提出一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统及运行方法。

[0030] 其工作过程为:

[0031] 一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统及运行方法,包括压缩式热泵1、供热凝汽器2、小汽机乏汽加热器3、尖峰加热器4、低压汽轮机5、发电机6、热网循环水泵小汽机7、热网循环水泵8以及第一控制阀a、第二控制阀b、第三控制阀c和第四控制阀d,其特征在于:热网回水首先经过热网循环水泵8完成增压过程,之后水依次经过压缩式热泵1冷源侧、供热凝汽器2、小汽机乏汽加热器3和压缩式热泵1被加热工质侧完成基本热负荷加热过程,最后根据需求分流部分工质进入尖峰加热器8,完成热网供水加热整个流程,机组中压汽轮机排汽分别与低压汽轮机5入口、热网循环水泵小汽机7入口及尖峰加热器4热侧工质入口相连通;

[0032] 所述低压汽轮机5排汽进入供热凝汽器2热侧工质入口,放热之后进入凝汽器热井,低压缸汽轮机5带动发电机6对外输出电能;

[0033] 所述热网循环水泵8入口与热网回水相连通,出口与压缩式热泵1冷源入口相连通,压缩式热泵1冷源入口热网水温度约为40-45℃,热网循环水泵8动力由热网循环水泵小汽机7提供,热网循环水泵小汽机7驱动蒸汽来自机组中压汽轮机排汽,驱动蒸汽做功之后进入小汽机乏汽加热器3热侧工质入口,放热之后汇入凝汽器热井;

[0034] 所述压缩式热泵1驱动能来自发电机6,压缩式热泵1冷源出口与供热凝汽器2冷源入口连通,压缩式热泵1被加热工质入口与小汽机乏汽加热器3冷侧工质出口相连通,被加热工质出口与第一控制阀a入口和第三控制阀c入口连通;

[0035] 所述供热凝汽器2冷侧工质出口与小汽机乏汽加热器3冷侧工质入口连通,供热凝汽器2冷侧工质入口温度约25-35℃,冷侧工质出口温度约50-55℃;

[0036] 所述汽轮机中压缸抽汽与第四控制阀d入口相连通,尖峰加热器4热侧工质入口与第四控制阀d出口相连通,热侧工质出口汇入机组除氧器除氧,尖峰加热器4冷侧工质入口与第一口控制阀a出口相连通,冷侧工质出口与第二控制阀b入口相连通,第二控制阀b出口与第三控制阀c出口及热网供水管道相连通;

[0037] 一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统及运行方法,其运行方法为:热网回水先经过热网循环水泵8增压0.4-0.6MPa,之后先经过压缩式热泵1冷源侧被冷却至25-35℃,然后经过供热凝汽器2利用低压汽轮机4乏汽加热至50-60℃,再经过小汽机乏汽加热器继续利用小汽机乏汽余热,然后经过压缩式热泵1加热侧被加热至75-80℃,之后根据需求分流部分工质进入尖峰加热器4,调整进入尖峰加热器4的汽轮机抽汽及热网水量,可以调整热网供水温度在85-105℃之间,满足不同供热时期的温度需求。

[0038] 提高燃煤电站效率及运行灵活性,减少污染物排放以及资源消耗是燃煤电站长期关注的问题。

[0039] (1) 本发明采用压缩式热泵先降低热网水温度,吸收汽轮机乏汽余热之后再通过压缩式热泵升高温度,实现能量的梯级利用,合理利用机组的低温余热,系统不可逆损失小。

[0040] (2) 本发明热网回水通过热泵后温度降低,可以利用汽轮机冷端余热,提高能源利用效率,但不需要大幅提升机组背压,不改变机组电负荷灵活性。

[0041] (3) 本发明通过调整进入尖峰加热器的汽轮机抽气及热网水量,可以调整热网供水温度在85-105℃之间,满足不同供热时期的温度需求。

[0042] 方法实施例

[0043] 根据本发明实施例,提供了一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统,图3是本发明实施例的提供了一种燃煤机组耦合压缩式热泵的大温差供热系统的示意图,如图3所示,具体包括:

[0044] S1、热网回水先经过热网循环水泵8增压,之后再经过压缩式热泵1冷源侧被冷却至一定温度;

[0045] S2、冷却后的热网回水从压缩式热泵1冷源侧出口进入供热凝汽器2,供热凝汽器2利用低压汽轮机乏汽加热至一定温度,再经过小汽机乏汽加热器3继续利用小汽机乏汽余热,然后经过压缩式热泵1加热侧被加热至一定温度输出;

[0046] S3、从压缩式热泵1加热侧输出的热网回水根据需求分流部分工质进入尖峰加热器4,通过第一控制阀a、第二控制阀b、第三控制阀c和汽轮机中压缸排汽调整进入尖峰加热器4的汽轮机排汽及热网水量。

[0047] 机组中压汽轮机排汽到热网循环水泵小汽机7得到驱动蒸汽,热网循环水泵小汽机7驱动蒸汽为热网循环水泵8提供动力增压,之后再经过压缩式热泵1冷源侧被冷却至一定温度。

[0048] 冷却后的热网回水从压缩式热泵1冷源侧出口进入供热凝汽器2,汽轮机中压缸排汽到低压汽轮机5,在所述低压汽轮机5中放热后排入凝汽器热井,热网回水被加热到一定温度进入小汽机乏汽加热器3,热网循环水泵小汽机排汽到小汽机乏汽加热器3放热后输入到除氧器除氧,热网回水在小汽机乏汽加热器3加热后输入压缩式热泵1,低压缸汽轮机5带动发电机6输出电能压缩式热泵1作为驱动电力,然后经过压缩式热泵1加热侧被加热至一定温度输出。

[0049] 从压缩式热泵1加热侧输出的热网回水根据需求分流部分热网回水进入尖峰加热器4,一部分输入到第三控制阀,汽轮机中压缸排汽经过第四控制阀后输入尖峰加热器4放热后输入除氧器除氧,部分热网回水进入尖峰加热器4加热后输入到第二控制阀,从第二控制阀出来后与第三控制阀输出的热网回水汇合调整温度后输出。

[0050] 本发明实施例是与上述方法实施例对应的系统实施例,各个模块的具体操作可以参照方法实施例的描述进行理解,在此不再赘述。

[0051] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各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,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替本发明各实施例技术方案,并不使相应技术方案的本质脱离本方案的范围。

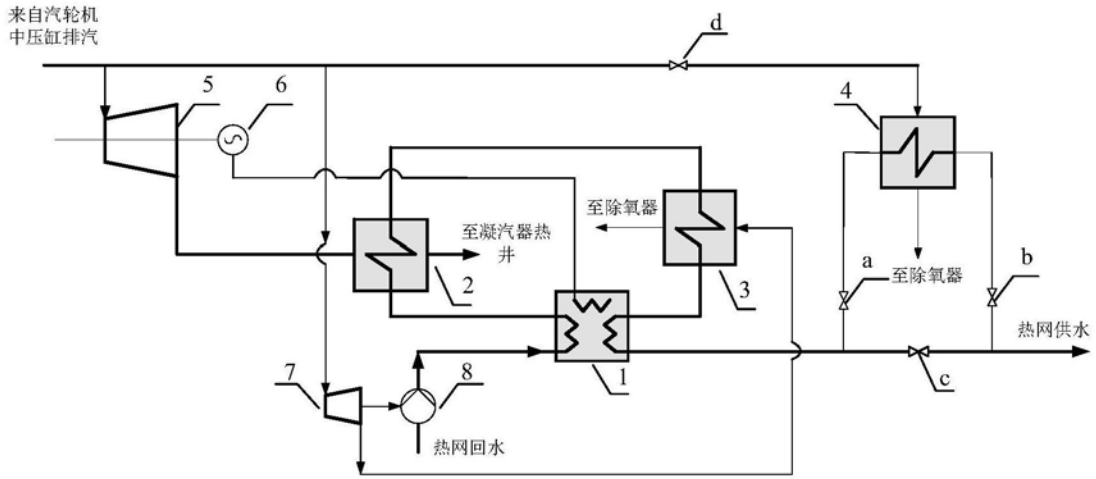


图1

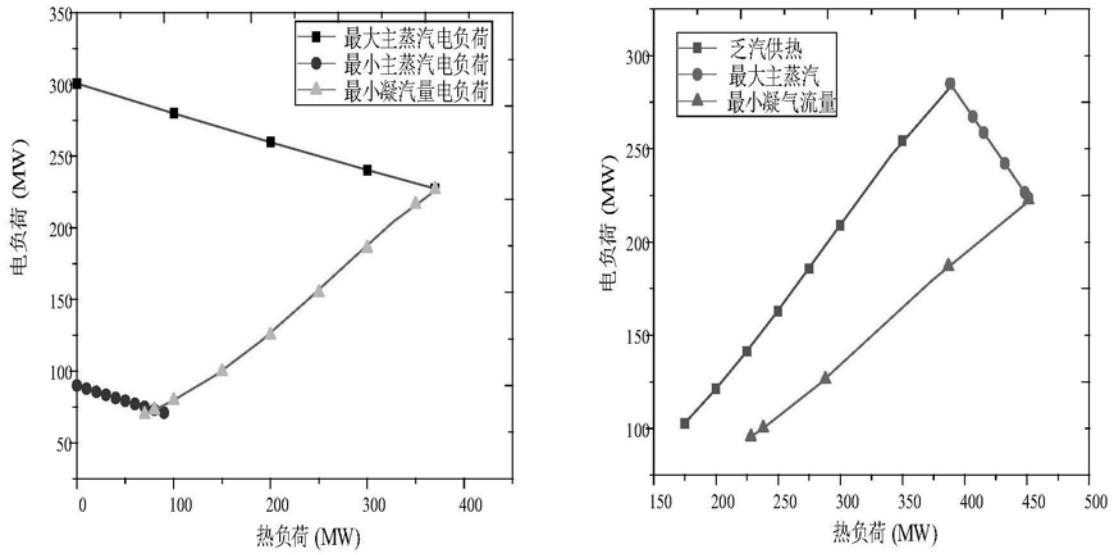


图2

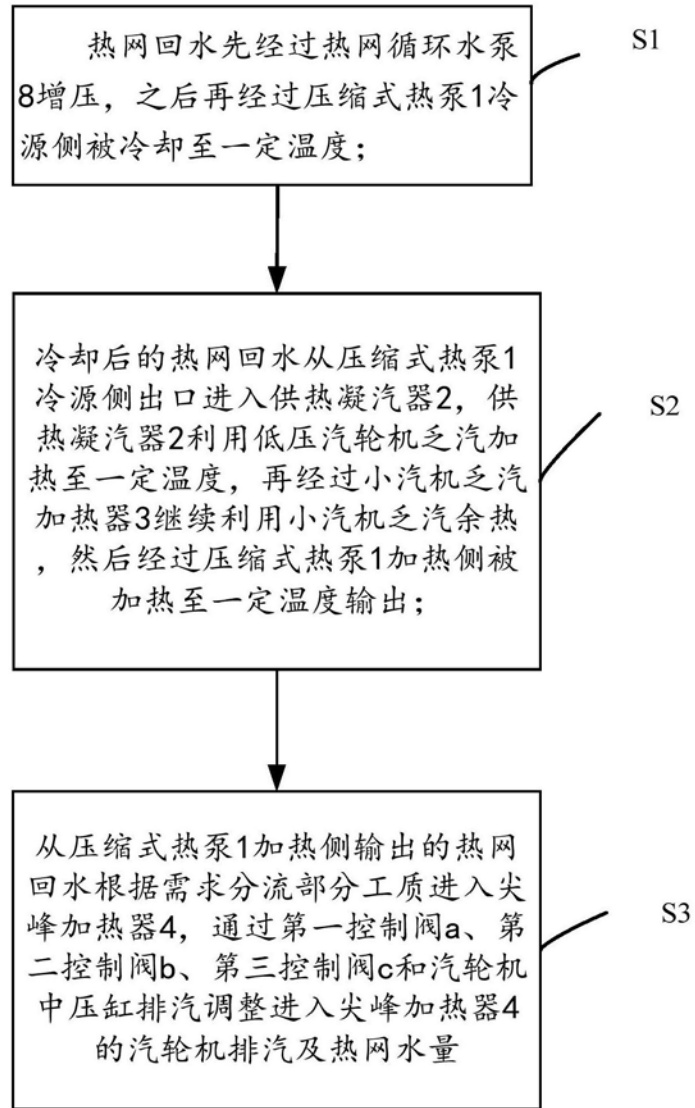


图3