



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210458376 U

(45)授权公告日 2020.05.05

(21)申请号 201920774953.1

C02F 103/08(2006.01)

(22)申请日 2019.05.24

(73)专利权人 赫普能源环境科技有限公司

地址 100176 北京市经济技术开发区科创  
13街18号院12号楼

(72)发明人 杨豫森 崔华 陈辉

(74)专利代理机构 北京中政联科专利代理事务  
所(普通合伙) 11489

代理人 陈超

(51)Int.Cl.

C25B 1/46(2006.01)

C25B 1/02(2006.01)

H02J 3/38(2006.01)

H02K 7/18(2006.01)

C02F 1/04(2006.01)

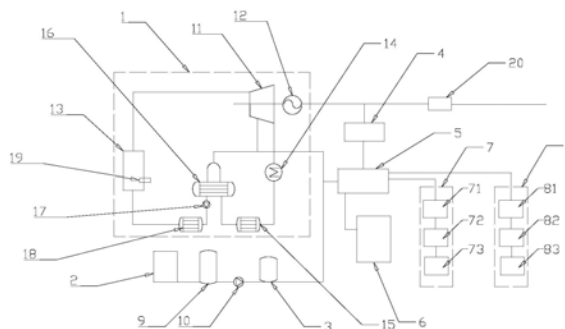
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

一种利用火电厂的电能电解盐水制烧碱系  
统

(57)摘要

一种利用火电厂的电能电解盐水制烧碱系  
统,包括火力发电系统、海水淡化装置、浓海水过  
滤净化装置、送变电及供电模块、电解制烧碱装  
置和碱液储存罐;送变电及供电模块分别与火电  
厂发电系统、电解制烧碱装置、海水淡化装置电  
连接;电解制烧碱装置分别与汽轮机和浓海水过  
滤净化装置连接。海水淡化装置可以生产淡水和  
氯化钠溶液,传统工艺中主要收集和利用生产的  
淡水,而对氯化钠溶液利用率较低;在本系统中,  
将海水淡化装置设置在火力发电厂内,利用火力  
发电系统产生的电能和蒸汽作为能源来进行海  
水淡化处理,并将产生的氯化钠溶液输送至电解  
制烧碱装置,用于制备烧碱。



1. 一种利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,包括火力发电系统(1)和海水淡化装置(2),所述火力发电系统(1)设有汽轮机(11)、发电机(12)和锅炉(13),其特征在于,还包括浓海水过滤净化装置(3)、送变电及供电模块(4)、电解制烧碱装置(5)和碱液储存罐(6);

所述送变电及供电模块(4)分别与所述火电厂发电系统(1)和所述电解制烧碱装置(5)电连接;

所述海水淡化装置(2)的浓海水出口与所述浓海水过滤净化装置(3)的输入端连接,

所述电解制烧碱装置(5)分别与所述汽轮机(11)和所述浓海水过滤净化装置(3)的输出端连接;

所述电解制烧碱装置(5)的输出端分别与所述碱液储存罐(6)、氢气收集净化系统(7)和氯气收集净化系统(8)连接。

2. 如权利要求1所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述海水淡化装置(2)的浓海水出口依次连接浓海水储罐(9)、泵(10)及所述浓海水过滤净化装置(3),

所述海水淡化装置(2)生产淡水产生的浓海水经过所述浓海水过滤净化装置(3)处理得到的氯化钠溶液供给所述电解制烧碱装置(5)用于电解生产烧碱。

3. 如权利要求2所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述海水淡化装置(2)的热源供应管路与所述火力发电系统(1)的蒸汽管道连接,通过所述火力发电系统(1)产生的蒸汽对所述海水淡化装置(2)内的海水进行加热蒸发;和/或

所述海水淡化装置(2)的电源供电母线与所述送变电及供电模块(4)连接。

4. 根据权利要求1所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述电解制烧碱装置(5)的热源供应管路与所述火力发电系统(1)的蒸汽管道连接,所述电解制烧碱装置(5)的电源供电母线与所述送变电及供电模块(4)连接。

5. 如权利要求1所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述电解制烧碱装置(5)至少包括氯化钠溶液电解槽,

所述氯化钠溶液电解槽具有氯化钠溶液供应管路和碱液输出管路,

所述氯化钠溶液供应管路与所述浓海水过滤净化装置(3)连接,所述碱液输出管路与所述碱液储存罐(6)相连。

6. 如权利要求5所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述氯化钠溶液电解槽为隔膜法电解槽、离子交换膜电解槽或水银法电解槽中的任意一种。

7. 如权利要求1所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述氢气收集净化系统(7)包括依次连接的氢气洗涤罐(71)、氢气脱水罐(72)和氢气缓冲罐(73),所述氢气洗涤罐(71)与所述电解制烧碱装置(5)的氢气输出口连接。

8. 如权利要求1所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述氯气收集净化系统(8)包括依次连接的氯气洗涤罐(81)、氯气脱水罐(82)和氯气缓冲罐(83),所述氯气洗涤罐(81)与所述电解制烧碱装置(5)的氯气输出口连接。

9. 根据权利要求1所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述海水淡化电解盐水制烧碱系统的最终产品包括淡水、烧碱(NaOH)、氢气、氯气、盐酸中的任意一种或几种组合。

10. 根据权利要求1所述的利用火电厂的电能源电解盐水制烧碱系统,其特征在于,所述

海水淡化装置采用低温多效蒸发技术、多级闪蒸技术或膜分离技术中的任意一种。

## 一种利用火电厂的电能电解盐水制烧碱系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及化工制碱技术领域,具体是一种利用火电厂的电能电解盐水制烧碱系统。

### 背景技术

[0002] 海水淡化技术起源于20世纪中叶,经过几十年的发展,现已遍及全世界 100多个国家和地区,并在美、法、日、以色列等发达国家实现了产业化和规模化,其有效性和可靠性已经得到越来越广泛的认同。其中,多级闪蒸(MSF)、低温多效(MED)和反渗透(RO)已成为海水淡化领域的3大主流技术。RO具有投资省、能耗低(无相变)、建设期短、占地面积少的特点,是近20年来发展最快的海水淡化技术。MED以其易实现大型化、运行维护成本低、使用寿命长、对海水水质要求宽松、出力可调性强等特点已成为21世纪海水淡化技术的主要研究方向。随着近年来海滨电厂的兴建,借助电厂提供的蒸汽和电力进行水电联产,已成为当今国外大型海水淡化工程建设的主要模式。

[0003] 在烧碱生产领域,2017年,全球共有超过500家的氯碱生产商,烧碱总产能近9400万t/a。近年来,世界烧碱行业产能总体变化较小,新增产能主要集中在中国、印度等发展中国家。中国是世界烧碱产能最大的国家,产能占全球总产能的44%。截至2017年底,中国烧碱生产企业共有160多家,烧碱总产能共计4102万t/a,较2016年净增加157万t/a。企业平均产能由2013年的22万t/a提升到当前的26万t/a,产业集中度进一步提升。近年来,随着行业技术进步、环保管理需要和产业政策影响,中国烧碱行业生产工艺变化明显,离子膜烧碱比例快速增加。截至2017年底,中国烧碱产能为4102万t/a,其中离子膜工艺所占的比例已经达到99.6%。而离子膜电解槽耗电量巨大,成为决定烧碱生产价格的根本性因素。另一个主要的烧碱生产成本是原料盐水的价格,如果能够在拥有海水淡化装置的火电厂内设置盐水电解生产烧碱的设施,就可以将电耗成本和原料盐水成本降到最低。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是提供一种低成本的制烧碱系统。

[0005] 为解决上述问题,本实用新型提供了一种利用火电厂的电能电解盐水制烧碱系统,包括火力发电系统和海水淡化装置,所述火力发电系统设有汽轮机、发电机和锅炉,还包括浓海水过滤净化装置和送变电及供电模块、电解制烧碱装置和碱液储存罐;

[0006] 所述送变电及供电模块分别与所述火电厂发电系统和所述电解制烧碱装置电连接;

[0007] 所述海水淡化装置2的浓海水出口与所述浓海水过滤净化装置3的输入端连接;

[0008] 所述电解制烧碱装置分别与所述汽轮机和所述浓海水过滤净化装置连接;

[0009] 所述电解制烧碱装置的输出端分别与所述碱液储存罐、氢气收集净化系统和氯气收集净化系统连接。

[0010] 本实用新型的有益效果是:海水淡化装置可以生产淡水和氯化钠溶液,传统工艺

中主要收集和利用生产的淡水,而对氯化钠溶液利用率较低;在本系统中,将海水淡化装置设置在火力发电厂内,利用火力发电系统产生的电能和蒸汽作为能源来进行海水淡化处理,并将产生的氯化钠溶液输送至电解制烧碱装置,用于制备烧碱;且还可以通过送变电及供电模块控制海水淡化装置和电解制烧碱装置的工作,当下游用电量小时,可以减少向海水淡化装置和电解制烧碱装置的供电量,当下游用电量小时,可以增大向海水淡化装置和电解制烧碱装置的供电量,提高烧碱制备产能,实现调峰,降低火力发电系统的压力。

[0011] 在上述技术方案的基础上,本实用新型还可以做如下改进。

[0012] 进一步的,所述海水淡化装置的浓海水出口依次连接浓海水储罐、泵及所述浓海水过滤净化装置,所述海水淡化装置生产淡水产生的浓海水经过所述浓海水过滤净化装置处理得到的氯化钠溶液供给所述电解制烧碱装置用于电解生产烧碱。

[0013] 进一步的,所述海水淡化装置的热源供应管路与所述火力发电系统的蒸汽管道连接,通过所述火力发电系统产生的蒸汽对所述海水淡化装置内的海水进行加热蒸发;和/或

[0014] 所述海水淡化装置的电源供电母线与所述送变电及供电模块连接。

[0015] 进一步的,所述电解制烧碱装置的热源供应管路与所述火力发电系统的蒸汽管道连接,所述电解制烧碱装置的电源供电母线与所述送变电及供电模块连接。

[0016] 进一步的,所述电解制烧碱装置至少包括氯化钠溶液电解槽,所述氯化钠溶液电解槽具有氯化钠溶液供应管路和碱液输出管路,所述氯化钠溶液供应管路与所述浓海水过滤净化装置连接,所述碱液输出管路与所述碱液储存罐相连。

[0017] 进一步的,所述氯化钠溶液电解槽为隔膜法电解槽、离子交换膜电解槽或水银法电解槽中的任意一种。

[0018] 进一步的,所述氢气收集净化系统包括依次连接的氢气洗涤罐、氢气脱水罐和氢气缓冲罐,所述氢气洗涤罐与所述电解制烧碱装置的氢气输出口连接。

[0019] 进一步的,所述氯气收集净化系统包括依次连接的氯气洗涤罐、氯气脱水罐和氯气缓冲罐,所述氯气洗涤罐与所述电解制烧碱装置的氯气输出口连接。

## 附图说明

[0020] 图1是本实用新型利用火电厂的电能电解盐水制烧碱系统的结构示意图。

[0021] 附图标记:

[0022] 1、火力发电系统,2、海水淡化装置,3、浓海水过滤净化装置,4、送变电及供电模块,5、电解制烧碱装置,6、碱液储存罐,7、氢气收集净化系统,8、氯气收集净化系统,9、浓海水储罐,10、泵;

[0023] 11、汽轮机,12、发电机,13、锅炉,14、冷凝器,15、低压加热器,16、除氧器,17、水泵,18、高压加热器,19、多燃料燃烧器,20、升压站 20。

## 具体实施方式

[0024] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚明了,下面结合具体实施方式并参照附图,对本实用新型进一步详细说明。应该理解,这些描述只是示例性的,而并非要限制本实用新型的范围。此外,在以下说明中,省略了对公知结构和技术的描述,以避免不必要地混淆本实用新型的概念。

[0025] 图1是本实用新型利用火电厂的电能电解盐水制烧碱系统的结构示意图。

[0026] 一种利用火电厂的电能电解盐水制烧碱系统,包括火力发电系统1和海水淡化装置2、浓海水过滤净化装置3、送变电及供电模块4、电解制烧碱装置5和碱液储存罐6。

[0027] 送变电及供电模块4分别与所述火电厂发电系统1和所述电解制烧碱装置5电连接,控制火电厂发电系统1产生的电能输送给所述电解制烧碱装置5和所述海水淡化装置2,为电解制烧碱装置5和海水淡化装置2的工作提供电能。

[0028] 所述海水淡化装置2的浓海水出口与所述浓海水过滤净化装置3的输入端连接,浓海水过滤净化装置3的输出端与电解制烧碱装置5连接;将由海水淡化装置2制造的浓海水经过浓海水过滤净化装置3过滤净化后输送至电解制烧碱装置5内,用于制备烧碱。

[0029] 这里所说的浓海水为海水淡化装置2制造淡水后的剩余溶液。

[0030] 电解制烧碱装置5的最终产品包括淡水、烧碱(NaOH)、氢气、氯气、盐酸中的任意一种或几种组合。因此,电解制烧碱装置5的输出端分别与所述碱液储存罐6、氢气收集净化系统7和氯气收集净化系统8连接。具体的,电解制烧碱装置5的碱液输出口与碱液储存罐6连接,电解制烧碱装置5的氢气输出口与氢气收集净化系统7,电解制烧碱装置5的氯气输出口与氯气收集净化系统8连接。

[0031] 具体的,火力发电系统13包括依次相连的冷凝器14、低压加热器15、除氧器16、水泵17、高压加热器18、锅炉13和汽轮机11以及电机12、多燃料燃烧器19和升压站20,所述发电机12分别与汽轮机11、升压站20相连。电厂发电时,水体通过水泵17泵入高压加热器18进行预加热,预加热后的水体进入运行中的锅炉13以产生高压蒸汽,高压蒸汽进入汽轮机11内,将高压蒸汽的热能转化为动能,进而带动发电机12产生电能,通过升压站20升压后并入国家电网。所述汽轮机11的排汽可进入冷凝器14或除氧器16或电解制烧碱装置5;当排汽进入冷凝器14后液化成水,上述水体通过低压加热器15进行初次加热,再经除氧器16处理后经水泵17回到高压加热器18进行重复利用。优选的,低压加热器15、高压加热器18均可通过汽轮机排汽进行水体加热。此外,所述多燃料燃烧器19与锅炉13相连,所述多气燃烧器19的燃料包括煤粉、电解制烧碱装置5产生的氢气。

[0032] 海水淡化装置2的浓海水出口依次连接浓海水储罐9、泵10及所述浓海水过滤净化装置3;由海水淡化装置2生产淡水产生的浓海水存储在浓海水储罐9,当需要向电解制烧碱装置5供给氯化钠溶液时,开启泵10,将浓海水储罐9中存储的浓海水由泵10打入浓海水过滤净化装置3中过滤净化后得到氯化钠溶液在输送至电解制烧碱装置5中,用于电解生产烧碱。

[0033] 海水淡化装置2的热源供应管路与所述火力发电系统1的蒸汽管道连接,通过所述火力发电系统1产生的蒸汽对所述海水淡化装置2内的海水进行加热蒸发;或所述海水淡化装置2的电源供电母线与所述送变电及供电模块4连接。

[0034] 海水淡化装置2可以采用现有技术中的多个淡化设备中的一种或几种,具体如下:

[0035] 海水淡化装置可采用海水淡化膜分离技术进行海水淡化;具体的,水槽或箱体内存设淡化膜,将水槽或箱体分割为两个部分,一部分用于存放海水、一部分用于存放淡水,存海水这部分通过管路与浓海水过滤净化装置3连接。

[0036] 海水淡化装置还可以采用蒸发技术进行海水淡化;具体的,蒸发箱体或蒸发槽内

设置有蒸发管,蒸发管与火力发电系统1产生的蒸汽连接,利用力发电系统1产生的蒸汽对蒸发箱体或蒸发槽内的海水进行加热蒸发,蒸发箱体或蒸发槽通过管路与浓海水过滤净化装置3连接。

[0037] 海水淡化装置也可以采用闪蒸技术进行海水淡化;具体的,在闪蒸前需要通过加压装置对海水进行加压,加压装置的电源供电母线与送变电及供电模块4连接,为加压装置提供工作所需电能。

[0038] 海水淡化装置2可以是上述三种海水淡化装置中的一种或是几种的结合。

[0039] 海水淡化装置2还可以采用除了上述所举以外的其他形式的海水淡化装置2,只要能实现对海水淡化并将浓海水(也就是氯化钠溶液)输出即可。

[0040] 优选的,所述电解制烧碱装置5的电源供电母线与所述送变电及供电模块4连接,为电解制备烧碱提供电能。

[0041] 电解制烧碱装置5的热源供应管路与所述火力发电系统1的蒸汽管道连接。在电解制备烧碱时,氯化钠溶液的温度需要维持在60-90℃,而本系统中送变电及供电模块4向电解制烧碱装置5供电并非持续的,因此将电解制烧碱装置5的热源供应管路与所述火力发电系统1的蒸汽管道连接可以使电解制烧碱装置5内的氯化钠溶液维持在60-90℃,当电解制烧碱装置5停机一段时间后可不需要单独对氯化钠溶液进行加热就能重新开机运行,立刻开始制备烧碱。

[0042] 所述电解制烧碱装置5至少包括氯化钠溶液电解槽,所述氯化钠溶液电解槽具有氯化钠溶液供应管路和碱液输出管路,所述氯化钠溶液供应管路与所述浓海水过滤净化装置3连接,所述碱液输出管路与所述碱液储存罐6相连。氯化钠溶液电解槽内设置换热管,并与火力发电系统1的蒸汽管道连接。

[0043] 由于汽轮机11是火力发电系统1产生蒸汽的设备,上述所说的与火力发电系统1的蒸汽管道连接可以理解为与汽轮机11的蒸汽排放管道连接。

[0044] 具体的,氯化钠溶液电解槽为隔膜法电解槽、离子交换膜电解槽或水银法电解槽中的任意一种。

[0045] 当氯化钠溶液电解槽选用NaCl盐水电解槽设备时,所述NaCl盐水电解槽为离子交换膜电解槽,包括阳极、阴极、离子交换膜、电解槽框,每台电解槽由若干个单元槽串联或并联组成。作为优选,离子交换膜为阳离子交换膜,将电解槽隔成阴极室和阳极室。所述阳极室内设有用金属钛网制成阳极;相应的阴极室内设有碳钢网制成的阴极,作为优选,所述阴极表面涂有镍涂层。所述阳离子交换膜仅允许阳离子通过,而阻止阴离子以及气体的通过,从而不仅防止阴极产生的H<sub>2</sub>和阳极产生的Cl<sub>2</sub>相混合而引起爆炸,而且能避免Cl<sub>2</sub>和NaOH溶液作用生成NaClO而影响烧碱的质量。

[0046] 具体的,通过送变电及供电模块4向NaCl盐水电解槽内供电,所述电力来自于火电厂发电机12出口(电压20kV)或升压站后(220kV)或电厂厂用电(6kV),经过变压器和逆变器转换为直流电电压3KV后供电给每个电解槽单元。同时将通过海水淡化装置2制备的NaCl溶液泵入NaCl盐水电解槽的阳极,在阳极室内,溶液中氯离子在阳极释放电子后形成Cl<sub>2</sub>,进而进入氯气收集净化系统8进行精制,而溶液中钠离子通过阳离子交换膜进入阴极室;而阴极在电流作用下,将水分子电离产生的H<sup>+</sup>获得电子后产生H<sub>2</sub>与OH<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>进入氢气收集净化系统7进行精制,同时OH<sup>-</sup>与Na<sup>+</sup>形成稀碱液,通过蒸碱操作后泵至碱液储存罐6内储存。所述

NaCl盐水电解槽的最佳反应温度为70-90℃,电解槽在因电网调峰而短时间不供电情况下,可利用火电厂汽轮机11的抽汽作为补热蒸汽,用于加热盐水或整个电解槽的温度维持和保温,保证电解槽停机一段时间后能够迅速恢复100%负荷的产能。

[0047] 在一个优选的实施例中,氯气收集净化系统8包括依次连接的氯气洗涤罐81、氯气脱水罐82和氯气缓冲罐83,所述氯气洗涤罐81与所述电解制烧碱装置5的氯气输出口连接。

[0048] 从电解制烧碱装置5产生的含有杂质及饱和水蒸汽的湿氯气,降温后在氯气洗涤罐81内进行洗涤,之后进行二次降温并除去其中的杂质和水雾;低温氯气进行氯气脱水罐82内,依次通过80~85%、85~90%、95~98%浓度的硫酸进行干燥,从而将氯气中含水量降至200ppm以下,除去夹带的酸雾后的氯气经氯压机压缩后进入氯气缓冲罐83内自用或外售。

[0049] 在另一个优选的实施例中,氢气收集净化系统7与氯气收集净化系统8基本一致,氢气收集净化系统7包括依次连接的氢气洗涤罐71、氢气脱水罐72和氢气缓冲罐73,所述氢气洗涤罐71与所述电解制烧碱装置5的氢气输出口连接。制备的氢气经过氢气洗涤罐71、氢气脱水罐72净化,储存在氢气缓冲罐73内,电解槽副产氢系统的氢气可根据需要送入多气燃烧器19或煤粉锅炉13内燃烧,以响应电网调峰需求。

[0050] 相邻的两个装置之间可以通过管路连接,为了设备和管路的安全,还在每条管路上安装有阀门和压力表,便于观察每条管路的压力,当出现危险或需要维修时,还可以将阀门关闭,便于维修。

[0051] 在实际安装中,将设备全部集中在火电厂中,利用火电厂低成本的电能进行工作,省却了远距离输送电能的损耗。

[0052] 火力发电系统1利用煤粉、电解制氢系统产生的氢气等进行发电并入国家电网。在夜间,当电厂集控中接到来自电网调度中心的调峰指令后,通过送变电及供电模块4将低谷电给电解槽设备供电,产生的氢气经过净化后进行缓冲储存,或直接送入多气燃烧器19内燃烧,从而实现夜间低谷电时段的燃煤锅炉13的低负荷稳燃运行,从而提高火力发电系统1在夜间的压负荷能力。而在白天用电高峰时,则关闭送变电及供电模块4的电开关,停止向电解槽设备供电,同时将储存的氢气送入多气燃烧器19进行燃烧,增加火力发电系统1的发电量和上网电量。电解槽设备在夜间运行,不仅可利用低价电,节省生产成本;同时,产生的氢气可暂存以供发电高峰时使用,进而实现避峰就谷,增强电厂的调峰能力。

[0053] 本实用新型将火电厂灵活性深度调峰与电解制烧碱装置5进行结合,利用富余调峰电量通过电解制烧碱装置5生产烧碱,附带生产纯度足够的氢气和氯气。利用电解制烧碱装置5负荷变动特性,即可以从30%耗电负荷快速增加到100%负荷,或反向从100%负荷降低到30%负荷,来响应电网对火电厂的深度调峰负荷变动需求,如果需要火电厂深度调峰降低发电负荷,即降低上网电量,则可选择火电厂机组发电量不变,多余的发电负荷由生产烧碱的电解槽耗电来消化。

[0054] 应当理解的是,本实用新型的上述具体实施方式仅仅用于示例性说明或解释本实用新型的原理,而不构成对本实用新型的限制。因此,在不偏离本实用新型的精神和范围的情况下所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。此外,本实用新型所附权利要求旨在涵盖落入所附权利要求范围和边界、或者这种范围和边界的等同形式内的全部变化和修改例。



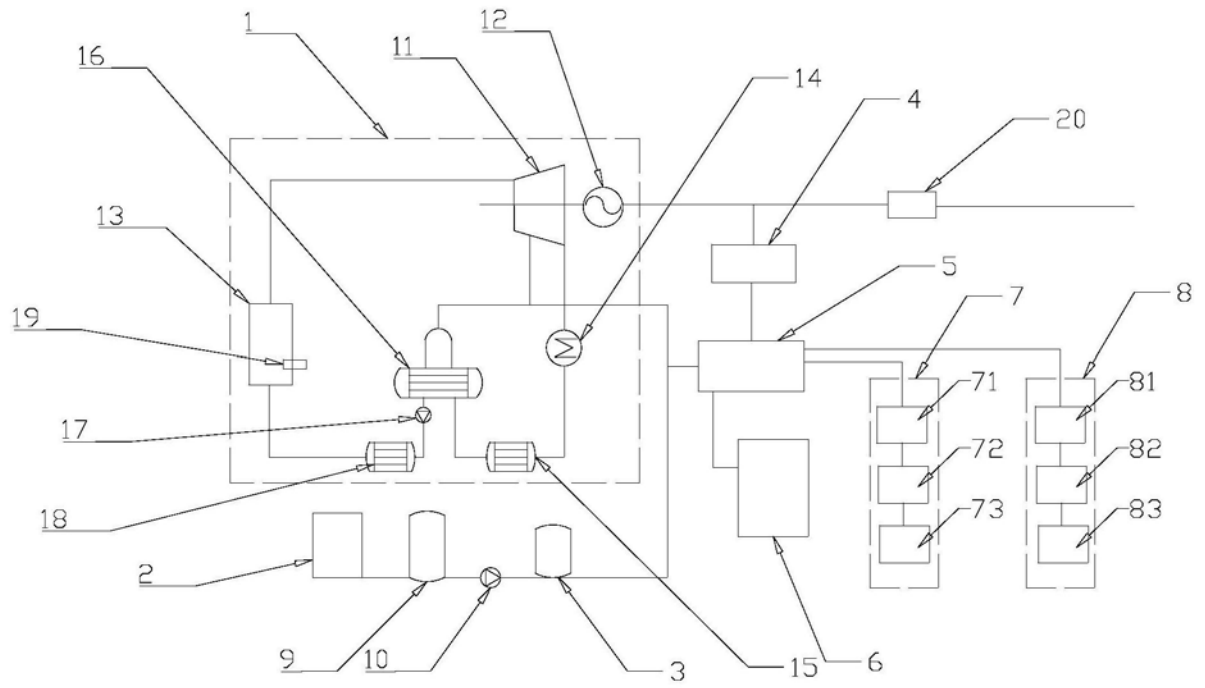


图1