



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110906348 B

(45) 授权公告日 2022.03.22

(21) 申请号 201911042690.6

(22) 申请日 2019.10.30

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110906348 A

(43) 申请公布日 2020.03.24

(73) 专利权人 鞍钢股份有限公司  
地址 114000 辽宁省鞍山市铁西区环钢路1号

(72) 发明人 高军 刘常鹏 马光宇 徐伟  
郝博 王帅 黄显保 李卫东  
赵侯

(74) 专利代理机构 鞍山嘉讯科技专利事务所  
(普通合伙) 21224  
代理人 张群

(51) Int.Cl.

F23G 5/44 (2006.01)

F23G 5/46 (2006.01)

F23G 5/50 (2006.01)

F23G 7/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101280923 A, 2008.10.08

CN 101162123 A, 2008.04.16

CN 201621709 U, 2010.11.03

CN 103542445 A, 2014.01.29

CN 108870421 A, 2018.11.23

审查员 曲艳霖

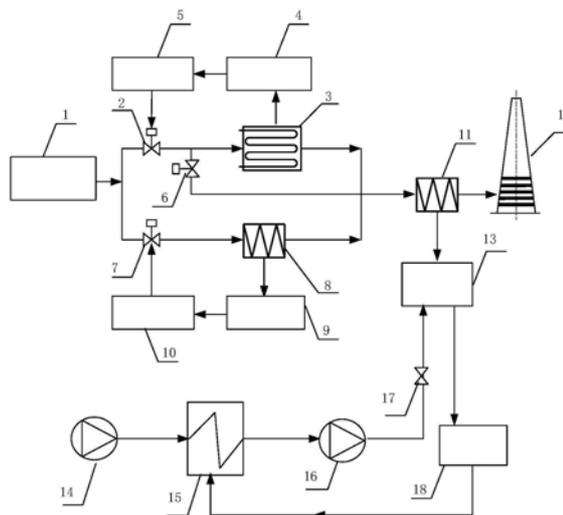
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统及方法

(57) 摘要

本技术发明属于低温余热节能技术领域,特别涉及一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统及方法。包括汽水换热系统、一级新风换热系统、二级新风换热系统与热泵回收循环水余热系统;汽水换热系统与一级新风换热系统并联后与二级新风换热系统串联,烟气余热为梯级利用;热泵回收循环水余热系统与二级新风换热系统并联,作为厂房供暖热量的补充。本发明将低温烟气余热直接给生产酸碱液槽加热、彩涂板烘干,加热新风用于厂房供暖,采用热泵技术将循环水余热回收作为厂房供暖的热量补充,既实现了彩涂线中低温烟气余热的梯级利用,又实现了低温烟气与循环水余热综合利用降低能耗的目的。



CN 110906348 B

1. 一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统,其特征在于,包括汽水换热系统、一级新风换热系统、二级新风换热系统与热泵回收循环水余热系统;汽水换热系统与一级新风换热系统并联后与二级新风换热系统串联,烟气余热为梯级利用;热泵回收循环水余热系统与二级新风换热系统并联,作为厂房供暖热量的补充;

所述汽水换热系统包括烟气入口调节阀a、汽水换热器、槽液温度检测控制系统与烟气旁通调节阀;烟气入口调节阀a一端与彩涂焚烧炉连接,另一端与汽水换热器连接;烟气旁通阀一端与烟气入口调节阀a连接,另一端与二级新风换热系统连接;

所述槽液温度检测控制系统包括温度传感器与PLC控制器,温度传感器用于测量槽液温度,并将信号传送至PLC控制器;

所述汽水换热器为防腐蚀管壳式换热器,壳体及内胆均采用316L不锈钢材料制作。

2. 根据权利要求1所述的一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统,其特征在于,所述一级新风换热系统包括烟气入口调节阀,一级冷风换热器,热风干燥系统与风温度检测系统;烟气入口调节阀一端与低温烟气系统连接,另一端与一级新风换热器连接;汽水换热系统和一级新风换热系统为并联;

风温检测控制系统包括温度传感器与PLC控制器,温度传感器用于测量风温,并将信号传送至PLC控制器。

3. 根据权利要求2所述的一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统,其特征在于,所述一级冷风换热器为管式,换热器内胆及换热管均采用耐高温不锈钢304材料制作。

4. 根据权利要求1所述的一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统,其特征在于,所述二级新风换热系统包括新风过滤器与二级新风换热器;二级新风换热器一端与厂房连接,另一端与排放烟囱连接。

5. 根据权利要求1所述的一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统,其特征在于,所述热泵回收循环水余热系统包括循环水泵、热泵机组、供热水泵与热泵负荷控制系统;循环水泵与热泵机组相连,热泵机组与供热水泵相连。

6. 根据权利要求5所述的一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统,其特征在于,所述热泵负荷控制系统包括温度传感器与PLC控制器,温度传感器用于测量环境温度,并将信号传送至PLC控制器。

7. 一种基于权利要求1所述彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统的彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 彩涂焚烧炉低温烟气经过烟气入口调节阀a到汽水换热器,汽水换热器将酸碱槽液直接加热,槽液加热后温度为50~60℃,槽液温度检测信号反馈到PLC控制器,PLC控制器依据设定温度信号调整烟气入口调节阀a的开口度,准确控制槽液温度;

在烟气进入汽水换热器前增设旁路,在旁路管上配置电动调节阀;酸碱液温度高于65℃,而烟气入口调节阀a已不可调时,打开烟气旁阀,使烟气直接进入二级新风加热系统;

2) 彩涂焚烧炉低温烟气经过烟气入口调节阀b到一级新风换热器,采用管式换热器给烘干热风直接加热,将热风干燥系统用空气加热,加热到100~120℃;换热后的风温检测信号反馈到PLC控制器,PLC控制器调整烟气入口调节阀b的开口度,准确控制风温;

3) 低温烟气经汽水换热系统和一级新风换热系统后到二级新风换热系统,新风经过滤器系统,过滤后的新风进二级新风换热器,换热后的热风温度为40~60℃,直接供厂房采暖,

低温烟气经烟囱排出；

4) 循环水经循环泵送到热泵机组，经热泵机组蒸发器吸热和冷凝器放热，将热量传递给采暖供热水泵，为厂房采暖热量补充；启动热泵机组补充厂房供暖；

热泵机组采用水源增焓热泵，随着环境温度控制热水出口水温，热泵负荷随出口水温变化而调整，将环境温度检测信号送到PLC控制器，PLC控制器依据设定热水水温，控制热泵机组出口热水温，调节热泵机组的负荷。

## 一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统及方法

### 技术领域

[0001] 本技术发明属于低温余热节能技术领域,特别涉及一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统及方法。

### 背景技术

[0002] 工业烟气余热资源量巨大,高温余热能够进行发电等利用,而大量中低温余热资源由于能级较低,余热量不稳定,烟气中含尘量较大,适合的热用户较少,回收成本较大等原因,只有小部分中低温烟气余热得到利用,大多数中低温烟气余热未经利用而直接排放。

[0003] 中低温烟气余热回收方式分为热直接利用和间接回收利用。目前主要是间接回收利用,即提取废气热量产生蒸汽或者热水,再对蒸汽或水的热量进一步利用。近年来较为新颖的烟气余热利用方式有褐煤干燥技术、尾部烟道增设低温省煤器、热泵回收烟气余热技术,由于受所需热源情况及投资成本限制,均为间接回收利用。

[0004] 彩涂线焚烧炉采用燃烧的方法处理有害挥发溶剂,焚烧炉燃烧后废烟气通过热交换后产生的废烟气温度的180-250℃,目前烟气余热回收生成饱和蒸汽后再用于机组酸碱槽加热及烘干生产使用。

[0005] 国内外对彩涂焚烧炉烟气余热利用方法的研究,CN107448965A公开了“一种新型焚烧炉烟气余热深度回收及能级提升工艺系统”。包括高压热交换系统、溴化锂溶液循环系统和低温烟气换热系统,能提高尾气焚烧炉烟气余热回收效率。但此发明专利回收系统复杂,低温烟气换热系统只将烟气余热转换成热水,而非余热直接利用,造成了热量转换中的二次损失。

[0006] CN202182449U公开了“一种彩涂余热锅炉”,用于将彩涂后产生废气的余热回收利用,将换热管置于吸热流体介质中,废气经过换热管时将热量通过换热管传递给吸热流体介质,并将吸热流体介质加热成可利用的蒸汽,降低了排出废气的温度,回收利用了废气热量,使得彩涂废气排放满足节能减排要求。此专利是将余热生成蒸汽再利用,同样存在余热利用二次转换热量损失的问题。

[0007] 从低温废气余热利用角度,上述余热回收技术共同特点是都需要利用水作为媒介,提取废气热量产生蒸汽或者热水,再对蒸汽或水的热量进一步利用,这无疑增加了余热利用系统的复杂性,降低了系统运行可靠性,增加了投资成本,使技术经济性下降。因此低温烟气余热稳定、高效回收利用技术将是节能技术发展的一个重要方向。

### 发明内容

[0008] 为克服上述现有技术的不足,本发明提供了一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统及方法。按照此方法实现了彩涂线中低温烟气余热的梯级利用,同时回收循环水余热做为冬季采暖的补充热源,实现低温烟气与循环水余热综合利用降低能耗的目的。

[0009] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案实现:

[0010] 一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统,包括汽水换热系统、一级新风换热

系统、二级新风换热系统与热泵回收循环水余热系统；汽水换热系统与一级新风换热系统并联后与二级新风换热系统串联，烟气余热为梯级利用；热泵回收循环水余热系统与二级新风换热系统并联，作为厂房供暖热量的补充。

[0011] 所述汽水换热器系统包括烟气入口调节阀a、汽水换热器、槽液温度检测控制系统与烟气旁通调节阀；烟气入口调节阀a一端与彩涂焚烧炉连接，另一端与汽水换热器连接；烟气旁通阀一端与烟气入口调节阀a连接，另一端与二级新风换热系统连接；

[0012] 所述槽液温度检测控制系统包括温度传感器与PLC控制器，温度传感器用于测量槽液温度，并将信号传送至PLC控制器。

[0013] 所述汽水换热器为防腐蚀管壳式换热器，壳体及内胆均采用316L不锈钢及以上防酸碱液材料。

[0014] 所述一级新风换热系统包括烟气入口调节阀，一级冷风换热器，热风干燥系统与风温度检测系统；烟气入口调节阀一端与低温烟气系统连接，另一端与一级新风换热器连接；汽水换热系统和一级新风换热系统为并联；

[0015] 风温检测控制系统包括温度传感器与PLC控制器，温度传感器用于测量风温，并将信号传送至PLC控制器。

[0016] 所述一级冷风换热器为管式，换热器内胆及换热管均采用耐高温不锈钢304材料制作。

[0017] 所述二级新风换热系统包括新风过滤器与二级新风换热器；二级新风换热器一端与厂房连接，另一端与排放烟囱连接。

[0018] 所述热泵回收循环水余热系统包括循环水泵、热泵机组、供热水泵与热泵负荷控制系统；循环水泵与热泵机组相连，热泵机组与供热水泵相连。

[0019] 所述热泵负荷控制系统包括温度传感器与PLC控制器，温度传感器用于测量环境温度，并将信号传送至PLC控制器。

[0020] 一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用方法，包括如下步骤：

[0021] 1) 彩涂焚烧炉低温烟气经过烟气入口调节阀a到汽水换热器，汽水换热器将酸碱槽液直接加热，槽液加热后温度为50~60℃，槽液温度检测信号反馈到PLC控制器，PLC控制器依据设定温度信号调整烟气入口调节阀a的开口度，准确控制槽液温度；

[0022] 在烟气进入汽水换热器前增设旁路，在旁路管上配置电动调节阀；酸碱液温度高于65℃，而烟气入口调节阀a已不可调时，打开烟气旁阀，使烟气直接进入二级新风加热系统；

[0023] 2) 彩涂焚烧炉低温烟气经过烟气入口调节阀b到一级新风换热器，采用管式换热器给烘干热风直接加热，将热风干燥系统用空气加热，加热到100~120℃；换热后的风温检测信号反馈到PLC控制器，PLC控制器调整烟气入口调节阀b的开口度，准确控制风温；

[0024] 3) 低温烟气经汽水换热系统和一级新风换热系统后到二级新风换热系统，新风经过滤器系统，过滤后的新风进二级新风换热器，换热后的热风温度为40~60℃，直接供厂房采暖，低温烟气经烟囱排出；

[0025] 4) 循环水经循环泵送到热泵机组，经热泵机组蒸发器吸热和冷凝器放热，将热量传递给采暖供热水泵，为厂房采暖热量补充；启动热泵机组补充厂房供暖；

[0026] 热泵机组采用水源增焓热泵，随着环境温度控制热水出口水温，热泵负荷随出口

水温变化而调整,将环境温度检测信号送到PLC控制器,PLC控制器依据设定热水水温,控制热泵机组出口热水温,调节热泵机组的负荷。

[0027] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0028] 本发明将低温烟气余热直接给生产酸碱液槽加热、彩涂板烘干,加热新风用于厂房供暖,采用热泵技术将循环水余热回收作为厂房供暖的热量补充,既实现了彩涂线中低温烟气余热的梯级利用,又实现了低温烟气与循环水余热综合利用降低能耗的目的。

### 附图说明

[0029] 图1为本发明结构示意图与工艺原理图。

[0030] 图2为本发明控制原理图。

[0031] 1-彩涂焚烧炉,2-烟气入口调节阀a,3-汽水换热器,4-酸碱槽加热系统,5-槽液温度检测控制系统,6-烟气旁通调节阀,7-烟气入口调节阀b,8-一级新风换热器,9-热风干燥系统,10-风温检测控制系统,11-二级新风换热器,12-烟囱,13-厂房,14-循环水泵,15-热泵机组,16-供热水泵,17-供热水阀,18-热泵负荷控制系统,21-设定温度信号,22-PLC控制器,23-酸碱槽温度检测信号,24-风温检测信号,25-环境温度检测信号。

### 具体实施方式

[0032] 下面对本发明的具体实施方式作进一步说明,但不用来限制本发明的范围:

[0033] 一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用系统,包括汽水换热系统、一级新风换热系统、二级新风换热系统与热泵回收循环水余热系统;汽水换热系统与一级新风换热系统并联后与二级新风换热系统串联,烟气余热为梯级利用;热泵回收循环水余热系统与二级新风换热系统并联,作为厂房供暖热量的补充。

[0034] 所述汽水换热器系统包括:烟气入口调节阀a2、汽水换热器3、酸槽碱槽加热系统4、槽液温度检测控制系统5、烟气旁通调节阀6。所述烟气入口调节阀a2一端与彩涂焚烧炉1低温烟气连接,另一端与汽水换热器3连接;所述汽水换热器3为防腐蚀管壳式换热器,壳体及内胆均采用316L不锈钢防碱洗及酸液材料。

[0035] 槽液温度检测控制系统包含PLC控制器22,温度传感器用于测量槽液温度,并将信号传送至PLC控制器22。

[0036] 烟气旁通阀6一端与烟气入口调节阀a2连接,另一端与二级新风换热器11连接。

[0037] 所述一级新风换热系统包括:烟气入口调节阀b7,一级新风换热器8,热风干燥系统9、风温度检测控制系统10;烟气入口调节阀b7端与低温烟气系统1连接,另一端与一级新风换热器8连接;一级新风换热器8为管式,换热器内胆及换热管均采用耐高温不锈钢304材料。

[0038] 风温检测控制系统10包含PLC控制器22,温度传感器用于测量风温,并将信号传送至PLC控制器22。汽水换热系统和一级新风换热系统为并联关系。

[0039] 所述二级新风换热系统包括:新风过滤器、二级新风换热器11,二级新风换热器11一端与厂房13连接,另一端与排放烟囱12连接;二级新风换热系统与汽水换热系统和一级新风换热为串联关系。

[0040] 所述热泵回收循环水余热系统包含:循环水泵14,热泵机组15、供热水泵16、供热

水阀17及热泵负荷控制系统18;热泵机组15一端与循环水泵14连接,另一端与供热水泵16,供热水泵16与供热水阀17连接。

[0041] 热泵负荷控制系统包含PLC控制器22,温度传感器用于测量环境温度,并将信号传送至PLC控制器22。

[0042] 热泵回收循环水余热系统与二级新风换热系统是并联关系,作为厂房供暖热量的补充。

[0043] 一种彩涂焚烧炉低温烟气余热综合利用方法,包括如下步骤:

[0044] (1) 彩涂焚烧炉1低温烟气经过烟气入口调节阀a2到汽水换热器3,烟气通过汽水换热器3将酸碱槽加热系统4直接加热。槽液温度检测控制系统5中温度检测信号23反馈到PLC控制器22,PLC控制器22依据设定温度信号21调整烟气入口调节阀a2的开口度,使槽液温度控制在50~65℃,满足工艺要求。为保正换热系统的可靠性,防止酸碱液温度过高,在低温烟气进入汽水换热器3前增设旁路,在旁路管上配置烟气旁通调节阀6,当出现酸碱液温度高于65℃时,可打开旁通调节阀6,使烟气直接进入二级新风换热器11。

[0045] (2) 彩涂焚烧炉1低温烟气经过烟气入口调节阀b7到一级新风换热器8,烟气通过管式换热器给烘干用热风直接加热。新风来源于过滤后的外部环境,换热后的热风为烘干钢板提供热量。将热风干燥系统9用空气从20℃加热到100~120℃,温度检测控制系统10中风温检测信号24反馈到PLC控制器22,PLC控制器22依据设定温度信号21控制烟气入口调节阀b2的开口度,保正风温的准确控制。

[0046] (3) 低温烟气经汽水换热系统和一级新风换热系统后到二级新风换热系统,新风经过滤器后进二级新风换热器11,换热后热风温度为40-60℃,热风直接送到厂房13供暖,低温烟气经烟囱12排出。

[0047] (4) 循环水经循环泵14送到热泵机组15,经热泵机组15的蒸发器的吸热和冷凝器的放热,将热量传递给供热水泵16,作为厂房13采暖热量补充。采暖初期和末期使用二级新风换热系统既能满足厂房温度在零摄氏度以上要求,当厂房温度降到0℃以下时,启动热泵机组15补充厂房供暖。

[0048] 热泵机组15采用水源增焓热泵,随着环境温度的变化控制热水出口水温,热泵负荷即可随着出口水温变化而调整。将环境温度检测信号25送到PLC控制器22,PLC控制器22依据设定热水水温21控制热泵机组的出口热水温度,实现热泵负荷控制,具体控制温度见表1。

[0049] 表1热泵负荷控制表

序号	环境温度℃	热泵供出热水水温℃	热泵负荷%
[0050] 1	≥-5	--	--
2	-5~-10	45~50	30%~50%
3	-10~-15	50~55	50%~70%
[0051] 4	-15~-20	55~60	70%~80%
5	≤-20	60~65	80%~90%

[0052] 以下列举2个实施例对本发明具体实施方式的具体说明,具体内容如下所示:

[0053] 实施例1:

[0054] 本实施例中采用彩涂线焚烧炉1排出的低温烟气,烟气流量是56500Nm<sup>3</sup>/h,烟气温

度是225℃,折算成热量为7.3GJ/h,环境温度为-2℃。

[0055] 采用本发明所述方法,低温烟气1经过烟气入口调节阀a2到汽水换热器3,烟气通过汽水换热器3将酸碱槽液加热系统4直接加热。槽液温度检测控制系统5中温度检测信号23反馈到PLC控制器22,PLC控制烟气入口调节阀a2的开口度为65%,槽液温度为58℃,满足工艺要求。烟气流量为35030Nm<sup>3</sup>/h,烟气排放温度为183℃。

[0056] 低温烟气经过烟气入口调节阀b7到一级新风换热器8,烟气通过管式换热器给烘干用热风直接加热。换热后的热风为烘干钢板提供热量。将热风干燥系统9用0℃空气加热,温度检测控制系统10中风温检测信号24反馈到PLC控制器22,PLC控制器22控制烟气入口调节阀b7的开口度为35%,风温达到115℃,满足工艺要求。烟气流量为20540Nm<sup>3</sup>/h,烟气排放温度为185℃。

[0057] 低温烟气经汽水换热系统和一级新风换热系统后到二级新风换热系统,换热后热风温度为50℃,热风送到厂房13,直接供厂房采暖,烟气排放温度为150℃。

[0058] 采用本发明所述方法后,由于减少中间二次换热损失,烟气余热不仅满足生产用热,同时还有剩余热量给厂房供暖。与原方法余热回收换热成蒸汽给槽液加热和烘干使用比较,采暖期用二级新风换热系统能够满足厂房采暖要求,节约蒸汽2.8GJ/h。

[0059] 实施例2:

[0060] 本实施例中采用彩涂线焚烧炉排出的低温烟气,烟气流量是55600Nm<sup>3</sup>/h,烟气温度是230℃,折算成热量为7.2GJ/h,环境温度为-12℃。

[0061] 采用本发明所述方法,低温烟气经过烟气入口调节阀a2到汽水换热器3,烟气通过汽水换热器3将酸碱槽液系统4直接加热。槽液温度检测控制系统5中温度检测信号反馈到PLC系统,PLC系统控制烟气入口调节阀a2的开口度为67%,槽液温度为57℃,满足工艺要求。烟气流量为37540Nm<sup>3</sup>/h烟气排放温度为181℃。

[0062] 低温烟气1经过烟气入口调节阀b7到一级新风换热器8,烟气通过管式换热器给烘干用热风直接加热。换热后的热风为烘干钢板提供热量。将热风干燥系统9用0℃空气加热,温度检测控制系统10中风温检测信号反馈到PLC系统,PLC系统控制烟气入口调节阀b7的开口度35%,风温达到115℃,满足工艺要求。烟气流量为20540Nm<sup>3</sup>/h,烟气排放温度为185℃。

[0063] 低温烟气1经汽水换热系统和一级新风换热系统后到二级新风换热系统,换热后热风温度为50℃,热风送到热风供暖系统12,直接供厂房13采暖,烟气排放温度为150℃。

[0064] 环境温度为-12℃,热风供暖不能满足厂房温度大于0℃的要求,要启动热泵系统。热泵系统15采用水源增焓热泵,随着环境温度的变化控制热水出口水温,热泵负荷可随着出口水温变化而调整。热泵负荷控制系统17将环境温度检测信号25送到PLC控制器22,PLC控制器22设定热水温度52℃,热泵负荷为59%。

[0065] 采用本发明所述方法后,烟气余热不仅满足生产用热,同时还有剩余热量给厂房供暖,采用热泵机组供暖,平均每小时消耗电量1041KWh,换算成热量为3.7GJ/h,满足厂房温度大于2℃要求。与原方法余热回收换热成蒸汽给槽液加热和烘干使用比较,原采暖期需外买蒸汽供暖,用量15GJ/h,采用本发明专利节约热量为11.3GJ/h,节能率为75.3%。

[0066] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

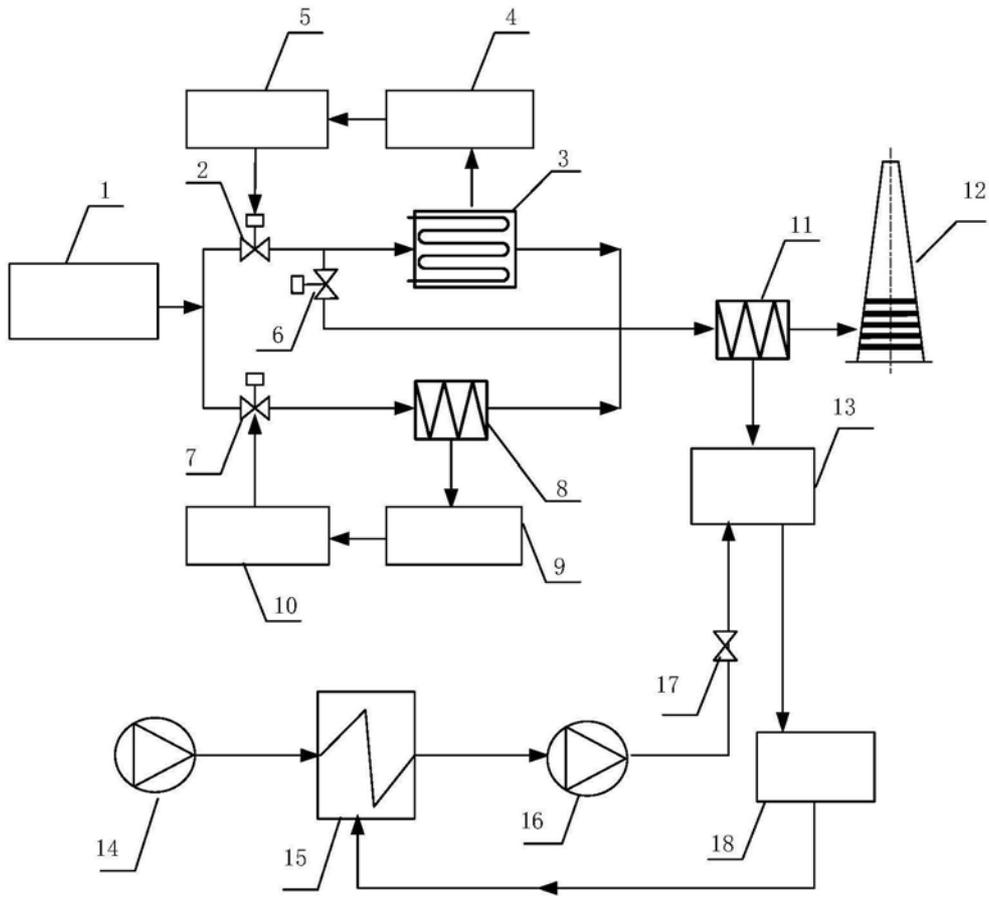


图1

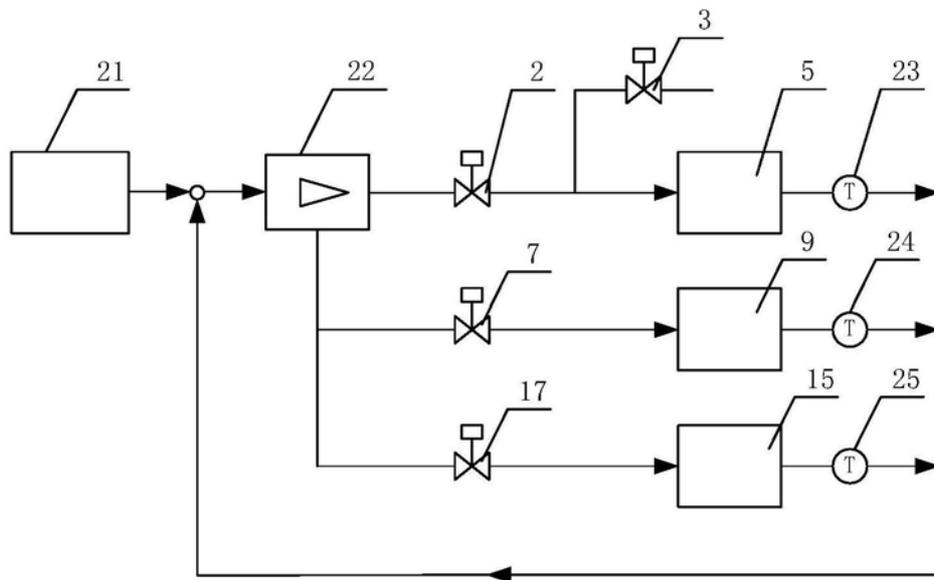


图2