



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110108049 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 21

(21) 申请号 201910488947.4

F24S 23/70 (2018.01)

(22) 申请日 2019.06.06

F24S 10/95 (2018.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110108049 A

(56) 对比文件

CN 210374126 U, 2020.04.21

CN 107947686 A, 2018.04.20

CN 102367995 A, 2012.03.07

CN 201852307 U, 2011.06.01

CN 101240947 A, 2008.08.13

CN 108375212 A, 2018.08.07

CN 103335422 A, 2013.10.02

CN 109520159 A, 2019.03.26

CN 103267374 A, 2013.08.28

JP 2013079758 A, 2013.05.02

JP 2013119969 A, 2013.06.17

(43) 申请公布日 2019.08.09

(73) 专利权人 中国能源建设集团陕西省电力设计院有限公司

地址 710054 陕西省西安市碑林区环城南路东段50号

(72) 发明人 刘艳 刘晓亮 刘平 张鹏飞 王昱凯

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理有限公司 11363

专利代理师 逯长明 许伟群

审查员 肖震

(51) Int. Cl.

F24S 40/90 (2018.01)

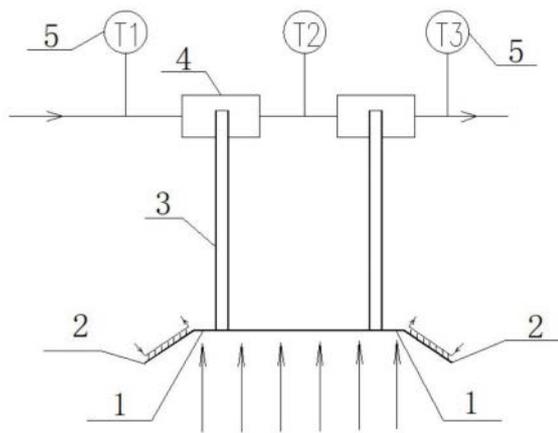
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置及方法

(57) 摘要

本申请提供了一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置及方法,具体涉及太阳能热利用技术领域。在此领域中,如何进一步提高太阳能聚光装置的聚光效率已经成为一个世界性问题。作为镜场调节的依据,光斑的热流分布数据具有重要的意义。目前腔式吸热器虽能够测量整个光斑的能量与热流密度,但无法同时测量光斑各划分区域的热流密度,本申请提供的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置及方法,通过将各光斑区域对应一定数量的热管,再将对应区域的热管嵌入一个对应的联集管内,测量联集管两端工质温度,计算出对应热管吸收的光斑能量,进而得出光斑各区域的热流密度,可指导镜场调整以提高聚光装置的聚光效率,实用性强,便于产业推广应用。



1. 一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,其特征在于,包括:

反光板(2)、金属吸热板(1)、热管(3)、联集管(4)和测温元件(5);

所述反光板(2)与所述金属吸热板(1)的边缘无缝连接;

所述金属吸热板(1)的迎光面设置有选择性吸收涂层,所述热管(3)为内部有工作液的封闭式真空管,所述热管(3)分为蒸发段和冷凝段,所述工作液储存在蒸发段,所述热管(3)的蒸发段端面与所述金属吸热板(1)的背光面紧密接触,所述热管(3)的冷凝段嵌入所述联集管(4)中;

所述联集管(4)的一端为工质入口,另一端为工质出口,所述联集管(4)的数量至少为两个,所述联集管(4)与对应光斑区域的所述热管(3)相连;

所述测温元件(5)分别设置于联集管(4)的工质入口一端和工质出口一端。

2. 根据权利要求1所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,其特征在于,所述金属吸热板(1)上有阻热孔(9),所述阻热孔(9)设置在相邻热管(3)对应的金属吸热板(1)的中部。

3. 根据权利要求1所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,其特征在于,所述反光板(2)的迎光面为漫反射面,所述迎光面的反射率 ≥ 0.9 ,所述反光板(2)与所述金属吸热板(1)竖向中心轴线的夹角为45至80度之间任一数值,所述反光板(2)的背光面一侧设有冷却管道(8)。

4. 根据权利要求1所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,其特征在于,所述热管(3)外部侧壁上包裹有导热用的保护套(6),所述保护套(6)的一端与所述金属吸热板(1)紧密接触,在所述保护套(6)外侧和所述联集管(4)外侧包裹隔热材料(7)。

5. 根据权利要求1所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,其特征在于,还包括水泵(10)、流量计(11)和球阀(12),所述水泵(10)设置在所述联集管(4)的工质入口一端,在所述水泵(10)的顺水流方向上依次设置所述流量计(11)和所述球阀(12)。

6. 根据权利要求1所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,其特征在于,还包括信号处理设备和信号输出设备,所述信号处理设备与所述测温元件(5)以及流量计(11)相连,所述信号输出设备与所述信号处理设备相连。

7. 一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量方法,基于权利要求1-6任意一项所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,其特征在于,包括以下步骤:

调整太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,在保证工作液处于金属吸热板(1)一端的条件下,使金属吸热板(1)对准光斑;

将工质由工质入口通入联集管(4)内,待所有测量值都稳定,测温元件(5)开始检测联集管(4)两端的工质温度;

根据测温元件(5)检测的工质温度,记录同一时刻流经各联集管(4)的工质的初始温度值和结束温度值;

根据记录的同时刻各联集管(4)两端的工质的温度值和单位时间内工质的流量值,计算各联集管(4)对应的光斑区域在单位时间内的能量值,并得出整个光斑的能量值;

根据各联集管(4)对应的光斑区域的面积计算各光斑区域的热流密度以及整个光斑的热流密度。

8. 根据权利要求7所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量方法,其特征在于,在

所述调整太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置步骤之前,将冷工质通入所述冷却管道(8)。

9.根据权利要求7所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量方法,其特征在于,在所述测温元件(5)开始检测联集管(4)两端的工质温度的同时,使用流量计(11)测量所述联集管(4)中工质的流量,使用信号处理设备提取所述测温元件(5)检测的工质温度值以及所述流量计(11)测量的流量值,并计算各光斑区域的能量值以及整个光斑的能量值,并根据各光斑区域的面积计算热流密度,并将所述信号处理设备计算的结果在信号输出设备上显示。

10.根据权利要求7所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量方法,其特征在于,在所述将工质由工质入口通入联集管(4)的步骤中,通过调节水阀的大小,在工质的不同流速下,对光斑能量进行多次测量。

一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置及方法

技术领域

[0001] 本申请涉及太阳能热利用技术领域,尤其涉及一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置及方法。

背景技术

[0002] 太阳能高温热利用是太阳能热利用领域的重要研究项目,广泛运用于太阳能热发电系统中。目前普遍的太阳能高温热利用方式是通过选择性吸收材料接收太阳光的光斑能量,然后利用热传导将能量传递给工质,由接收能量的工质驱动发电装置进行发电。

[0003] 作为太阳能热发电系统中将聚集的太阳光转化成热能的装置,腔式吸热器被普遍采用。这种腔式吸热器采用单一腔体,接收整个光斑的能量,然后利用热传导将能量传递给工质,计算工质获取的能量从而得出整个光斑的能量。

[0004] 但是,为了进一步提高太阳能聚光装置的聚光效率,仅仅测量整个光斑的能量是不够的,为了指导镜场调整以获得更高的聚光效率,需要获知整个光斑各区域的热流密度分布情况,这就亟待提供一种同时测量测量光斑所有划分区域的能量以及热流密度的装置和方法。

发明内容

[0005] 本申请提供一种即能够测量光斑整体同时又能测量光斑所有划分区域的能量以及热流密度的装置和方法,以解决目前无法同时测量整个光斑各区域的热流密度分布以提高太阳能聚光装置的聚光效率的问题。

[0006] 本申请的一方面,提供一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,包括:反光板、金属吸热板、热管、联集管和测温元件。

[0007] 所述反光板与所述金属吸热板的边缘无缝连接;

[0008] 所述金属吸热板的迎光面设置有选择性吸收涂层,所述热管为内部有工作液的封闭式真空管,所述热管分为蒸发段和冷凝段,所述工作液储存在蒸发段,所述热管的蒸发段端面与所述金属吸热板的背光面紧密接触,所述热管的冷凝段嵌入所述联集管中;

[0009] 所述联集管的一端为工质入口,另一端为工质出口,所述联集管的数量至少为两个,所述联集管与对应光斑区域的所述热管相连;

[0010] 所述测温元件分别设置于联集管的工质入口一端和工质出口一端。

[0011] 进一步的,根据权利要求1所述的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,其特征在于,所述金属吸热板上有阻热孔,所述阻热孔设置在相邻热管对应的金属吸热板的中部。

[0012] 进一步的,所述反光板的迎光面为漫反射面,所述迎光面的反射率 ≥ 0.9 ,所述反光板与所述金属吸热板竖向中心轴线的夹角为45至80度之间任一数值,所述反光板的背光面一侧设有冷却管道。

[0013] 进一步的,所述热管外部侧壁上包裹有导热用的保护套,所述保护套的一端与所

述金属吸热板紧密接触,在所述保护套外侧和所述联集管外侧包裹隔热材料。

[0014] 进一步的,还包括水泵、流量计和球阀,所述水泵设置在所述联集管的工质入口一端,在所述水泵的顺水流方向上依次设置所述流量计和所述球阀。

[0015] 进一步的,还包括信号处理设备和信号输出设备,所述信号处理设备与所述测温元件以及所述流量计相连,所述信号输出设备与所述信号处理设备相连。

[0016] 本申请的另一方面,提供一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量方法,基于本申请所提供的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,包括以下步骤:

[0017] 调整太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,热管的蒸发段,使金属吸热板对准光斑;

[0018] 将工质由工质入口通入联集管内,待所有测量值都稳定,测温元件开始检测联集管两端的工质温度;

[0019] 所述所有测量值都稳定是指工质通过联集管一段时间后,测量装置的各部分受热达到一种温度近乎恒定的状态。采用先预热再测量的方式,可以减小由于装置各部分吸热造成的测量误差。

[0020] 根据测温元件检测的工质温度,记录同一时刻流经各联集管的工质的初始温度值和结束温度值;

[0021] 根据记录的同一时刻各联集管两端的工质的温度值和单位时间内工质的流量值,计算各联集管对应的光斑区域在单位时间内的能量值,并得出整个光斑的能量值;

[0022] 根据各联集管对应的光斑区域的面积计算各光斑区域的热流密度以及整个光斑的热流密度。

[0023] 进一步的,在所述调整太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置步骤之前,将冷工质通入所述冷却管道。

[0024] 进一步的,在所述测温元件开始检测联集管两端的工质温度的同时,使用流量计测量所述联集管中工质的流量,使用信号处理设备提取所述测温元件检测的工质温度值以及所述流量计测量的流量值,并计算各光斑区域的能量值以及整个光斑的能量值,并根据各光斑区域的面积计算热流密度,并将所述信号处理设备计算的结果在信号输出设备上显示。

[0025] 进一步的,在所述将工质由工质入口通入联集管的步骤中,通过调节水阀的大小,在工质的不同流速下,对光斑能量进行多次测量。

[0026] 本申请提供的技术方案包括以下有益技术效果:

[0027] 本申请提供的一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置及方法,通过设置至少两个联集管,既可以测量整个光斑的能量与热流密度,也可以同时测量出光斑各划分区域的能量与热流密度,这样就能够指导镜场作进一步调整以提高太阳能聚光装置的聚光效率;通过保证工作液的位置,有利于能量传导,将工质通入联集管预设时间,各部件预热,达到一定的稳定状态,使测量结果更准确,冷却管道的设置能充分保护反光板不被光斑高温损坏,使用信号处理设备和信号输出设备使测量更显得智能化和自动化,提高测量效率,通过在工质的不同流速下对光斑能量多次测量,可进一步保证测量结果的准确性。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本申请的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0029] 图1为本申请的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置的结构示意图;

[0030] 图2为本申请的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置一个实施例的结构示意图;

[0031] 图3为本申请的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置另一个实施例的结构示意图;

[0032] 图4为本申请中的联集管测量系统示意图;

[0033] 图5为本申请的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量方法的流程图。

[0034] 附图标记说明:1-金属吸热板、2-反光板、3-热管、4-联集管、5-测温元件、6-保护套、7-隔热材料、8-冷却管道、9-阻热孔、10-水泵、11-流量计、12-球阀。

具体实施方式

[0035] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本申请的实施例,并与说明书一起用于解释本申请的原理。

[0036] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0037] 请参考附图1、附图2以及附图3,以便于理解本申请的第一方面所提供的一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置的实施例。本实施例的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,包括:反光板、金属吸热板、热管、联集管和测温元件;其中,

[0038] 所述反光板与所述金属吸热板的边缘无缝连接;

[0039] 所述金属吸热板的迎光面设置有选择性吸收涂层,所述热管为内部有工作液的封闭式真空管,所述热管分为蒸发段和冷凝段,所述工作液储存在蒸发段,所述热管的蒸发段端面与所述金属吸热板的背光面紧密接触,所述热管的冷凝段嵌入所述联集管中;

[0040] 所述联集管的一端为工质入口,另一端为工质出口,所述联集管的数量至少为两个,所述联集管与对应光斑区域的所述热管的冷凝段相连;

[0041] 所述测温元件分别设置于所述联集管的工质入口一端和工质出口一端。

[0042] 附图中测温元件所标识的T1、T2、T3均为测温元件,由于测温部位不同,为了以示区别,不同测温部位T后面的数字有所不同,并无严格意义上的顺序限制;另外,附图1和附图2中下方的六个箭头指示线为光斑光线。

[0043] 该装置中,由于光斑区域内的局部的能量分布不连续,故需要将光斑区域完全分割成多个小区域,每个小区域内的能量均被测量。如此分割和测量,既能测量各个小区域内的能量密度,又能测量整个光斑能量,即把各个区域内的能量相加就是整个光斑的能量。所述金属吸热板主要用于吸收光斑能量,将光斑能量转化为热能,并传递给与所述金属吸热板紧密接触的所述热管的蒸发段,所述热管中的工作液吸热蒸发,由于所述热管为封闭式真空管,所述热管中除了工作液外还有一部分真空,气化状态的工作液上升至真空部位,进

而冷凝将热量传递给所述联集管的工质中；所述联集管与部分区域的光斑对应，通过所述热管将部分区域的光斑的能量传递给所述联集管；整个光斑完全地划分为两个或两个以上的部分区域，测量这些部分区域的光斑能量并累计求和，即可得知整个光斑以及各部分区域光斑的能量和热流密度。

[0044] 进一步的，金属吸热板上有阻热孔，所述阻热孔设置在相邻热管对应的金属吸热板的中间。

[0045] 在金属吸热板上设置阻热孔，阻热孔贯穿金属吸热板，相邻热管对应的金属吸热板，指的是相邻热管能够有效吸收热量的一部分金属吸热板，在本申请中，相邻热管的端部与金属吸热板相连，这两个端部连线的中垂线，即是阻热孔的具体位置。阻热孔设置在两个相邻热管之间的金属吸热板上，能够有效阻隔相邻区域的金属吸热板之间的热传导，使测量结果更精确。

[0046] 进一步的，所述反光板的迎光面为漫反射面，所述迎光面的反射率 ≥ 0.9 ，所述反光板与所述金属吸热板竖向中心轴线的夹角为45至80度之间任一数值，所述反光板的背光面一侧设有冷却管道。

[0047] 所述反光板的迎光面的反射率 ≥ 0.9 ，以及所述反光板与所述金属吸热板的竖向中心轴线的夹角为45至80度之间任一数值的设置，能防止非开口处光线经过多次反射进入腔室影响测量精度，另外，所述反光板的背光侧布置有冷却水管道进一步保护挡光板不被光斑毁坏。

[0048] 进一步的，所述热管蒸发段外部侧壁上包裹有导热用的保护套。所述保护套的一端与所述金属吸热板紧密接触，且与热管蒸发段紧密连接减小接触热阻，增加测量精度。在所述保护套外侧和所述联集管外侧包裹隔热材料，所述保护套与所述联集管之间有间隔，在此间隔填充隔热材料。

[0049] 所述保护套的作用主要有两个：一是导热，二是保护。所述保护套能增加换热面积，从端部吸收金属吸热板的热量，并将热量传递给热管中的工作液；另外，所述保护套包裹热管，能在一定程度上保护热管不受到外力破坏。在所述保护套外侧和所述联集管外侧包裹隔热材料，能使热量不易散发，保障测量的准确性。

[0050] 进一步的，还包括水泵、流量计和球阀，所述水泵设置在与所述联集管的工质入口一端相连通的管道上，在所述水泵的顺水流方向上对应于每一个所述联集管依次设置所述流量计和所述球阀。

[0051] 所述水泵的设置有利于给所述联集管中的工质加压，所述流量计用于测量流经对应的所述联集管中的工质的流量，所述球阀用于控制流量的大小。

[0052] 进一步的，还包括信号处理设备和信号输出设备，所述信号处理设备与所述测温元件以及所述流量计相连，所述信号输出设备与所述信号处理设备相连。

[0053] 所述信号处理设备通过获取所述测温元件以及所述流量计的测量数据，进而计算出对应的所述联集管中工质所吸收的能量，从而得出各部分区域的光斑的能量，进而根据各部分区域的面积计算出各部分区域的光斑的能量密度，再将结果通过信号输出设备输出。

[0054] 参考附图4，图中示出了联集管测量系统示意图。本申请中直接测量的是各联集管两端的工质的温度和流量，因此将联集管和与测量有关的部分作为联集管测量系统单独作

图,有利于加深对本申请的理解。需要理解的是,图中标识的联集管的数量并非是唯一固定的,只是示意性的。实际上,联集管的数量可以是两个或两个以上的任意值。另外,本联集管测量系统示意图只是所有选择中的一种,不应机械地理解为是唯一选择或者限定。

[0055] 结合附图5,便于理解本申请的第二方面提供的一种太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量方法的实施例,本实施例基于本申请所提供的太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,包括以下步骤:

[0056] S101,调整太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置,在保证工作液在热管中处于离金属吸热板近的一端的条件下,使金属吸热板对准光斑;

[0057] S102,将工质由工质入口通入联集管内,待所有测量值都稳定,测温元件开始检测联集管两端的工质温度;

[0058] 所述工质可以是水,也可以是其他液体,起到吸收工作液蒸发后冷凝带来的热量的作用;所述所有测量值都稳定是指工质通过联集管一段时间后,测量装置的各部分受热达到一种温度近乎恒定的状态。采用先预热再测量的方式,可以减小由于装置各部分吸热造成的测量误差。

[0059] S103,根据测温元件检测的工质温度,记录同一时刻流经各联集管的工质的初始温度值和结束温度值;

[0060] S104,根据记录的同一时刻各联集管两端的工质的温度值和单位时间内工质的流量值,计算各联集管对应的光斑区域在单位时间内的能量值,并得出整个光斑的能量值;

[0061] S105,根据各联集管对应的光斑区域的面积计算各光斑区域的热流密度以及整个光斑的热流密度。

[0062] 进一步的,在所述调整太阳能聚光器光斑能量与热流密度测量装置步骤之前,将冷工质通入所述冷却管道。

[0063] 此步骤中的冷工质是指温度小于等于常温的工质,工质可以是水,也可以是其他液体,起到吸收光斑能量的作用。

[0064] 进一步的,在所述测温元件开始检测联集管两端的工质温度的同时,使用流量计测量所述联集管中工质的流量,使用信号处理设备提取所述测温元件检测的工质温度值以及所述流量计测量的流量值,并计算各光斑区域的能量值以及整个光斑的能量值,并根据各光斑区域的面积计算热流密度,并将所述信号处理设备计算的结果在信号输出设备上显示。

[0065] 进一步的,在所述将工质由工质入口通入联集管的步骤中,通过调节水阀的大小,在工质的不同流速下,对光斑能量进行多次测量。

[0066] 通过水阀调节,在不同的流速及流量下,对同一光斑进行多次测量,求取平均值,使得测量结果更加准确。

[0067] 需要说明的是,诸如“第一”和“第二”等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0068] 以上所述仅是本申请的具体实施方式,使本领域技术人员能够理解或实现本申

请。对这些实施例的多种修改对本领域的技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本申请的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本申请将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

[0069] 应当理解的是，本申请并不局限于上面已经描述并在附图中示出的内容，并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本申请的范围仅由所附的权利要求来限制。

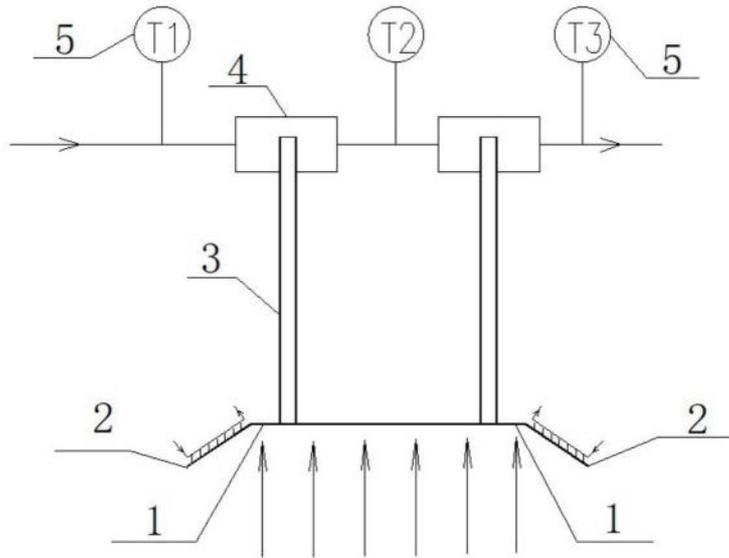


图1

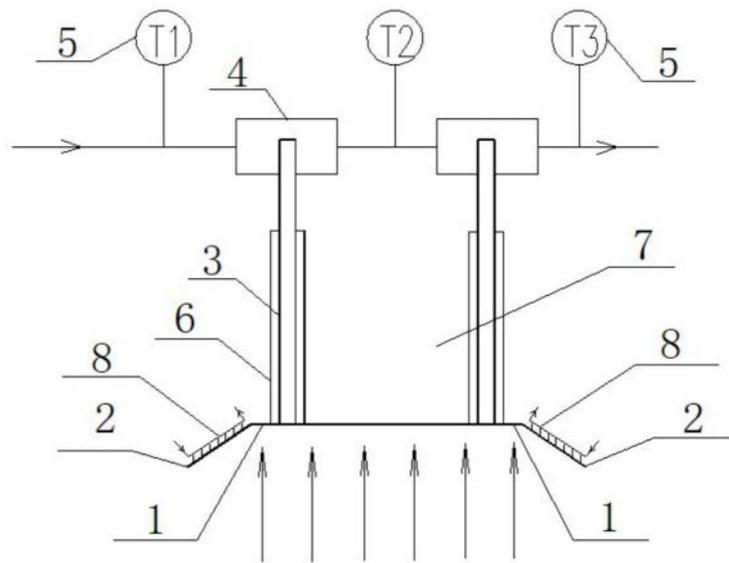


图2

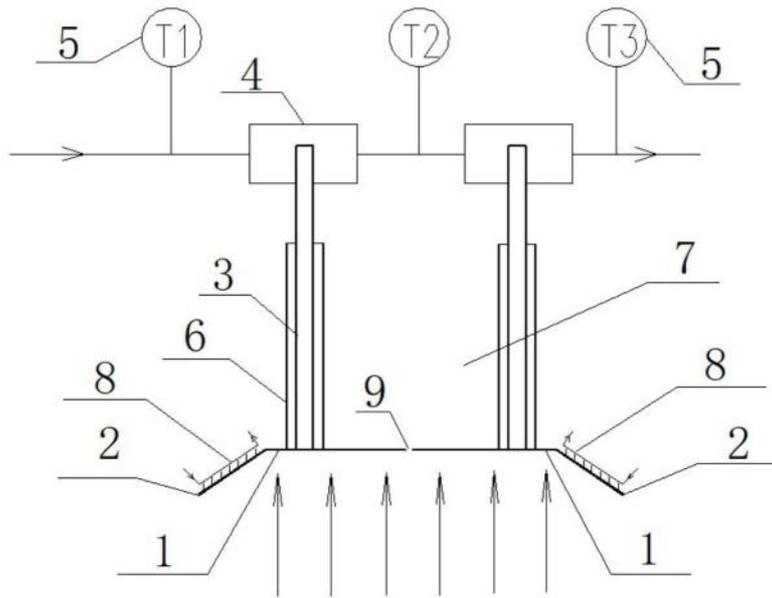


图3

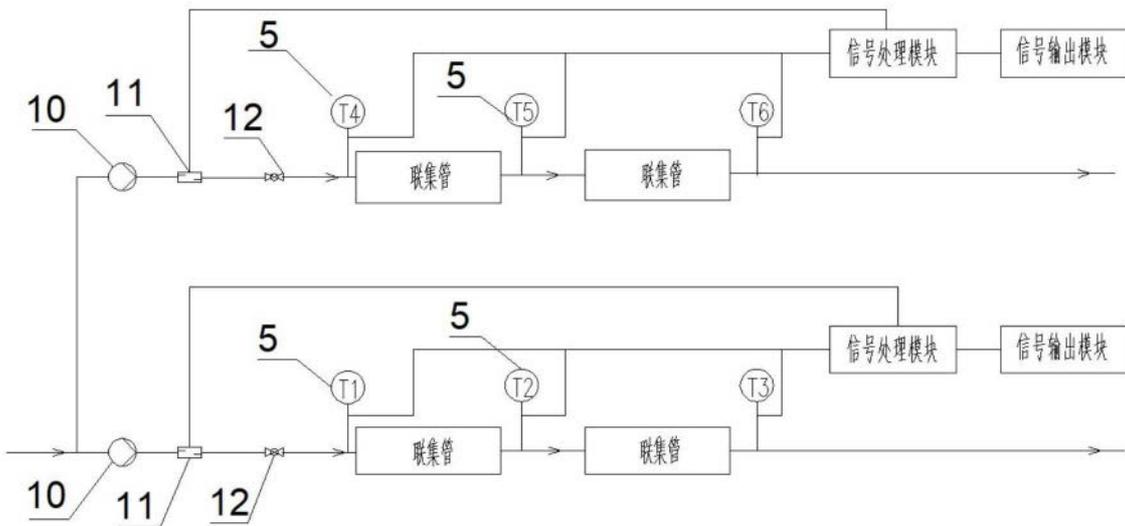


图4



图5