



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112923754 A

(43) 申请公布日 2021.06.08

(21) 申请号 202110120409.7

F28F 25/10 (2006.01)

(22) 申请日 2021.01.28

F28F 25/12 (2006.01)

(71) 申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72) 发明人 张早校 张子倩 刘沐林 张强

徐清华 陈刚

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 李红霖

(51) Int. Cl.

F28C 1/14 (2006.01)

F28F 3/04 (2006.01)

F28F 25/02 (2006.01)

F28F 25/04 (2006.01)

F28F 25/06 (2006.01)

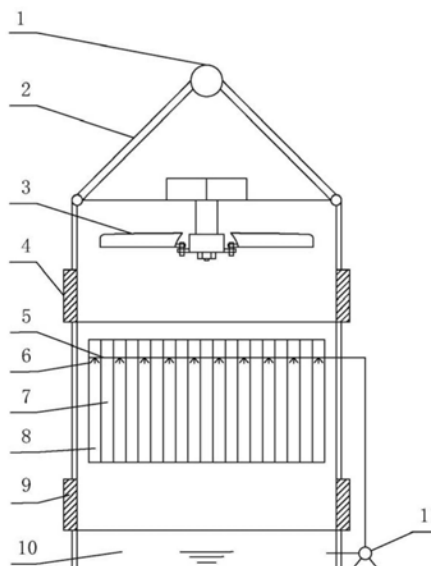
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于露点间接蒸发预冷的空冷却塔及其工作方法

(57) 摘要

本发明公开一种基于露点间接蒸发预冷的空冷却塔及其工作方法,流体管设置于塔体的顶部,风机和空气冷却体从上之下依次设置于塔体内部,塔体在空气冷却体下方设有集水池,塔体在风机与空气冷却体之间以及空气冷却体与集水池之间分别设有上、下进风通道;空气冷却体设有多个通道组,每组通道组包括干湿通道,干通道贯通整个空气冷却体,湿通道的上下两端封堵,干湿通道之间在上下方向设置有若干个连通孔,空气冷却体上在湿通道的底部设有湿通道排气道,所有湿通道排气道的出口延伸至空气冷却体的侧壁,塔体在湿通道排气道的出口处设有排气口和排气风机;每个湿通道的上部设有喷嘴。本发明的空冷却塔耗水量少,并且还具有较好的冷却效果。



1. 一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,其特征在于,包括塔体、流体管、风机(3)、上进风通道、空气冷却体、下进风通道和喷嘴(6),流体管设置于塔体的顶部,风机(3)设置于塔体内并位于流体管的下方,空气冷却体设置于塔体内并位于风机(3)的下方,塔体在空气冷却体下方设有集水池(10),塔体在风机(3)与空气冷却体之间的部位设置上进风通道,塔体在空气冷却体与集水池(10)之间的部位设置下进风通道;空气冷却体设有多个通道组,每组通道组包括上下延伸的干通道(7)和湿通道(8),干通道(7)贯通整个空气冷却体,湿通道(8)的上下两端封堵,干通道(7)和湿通道(8)之间在上下方向设置有若干个连通孔(13-1),空气冷却体上在湿通道(8)的底部设有湿通道排气道(15),所有湿通道排气道(15)的出口延伸至空气冷却体的侧壁,塔体在湿通道排气道(15)的出口处设有排气口,所述排气口处设有排气风机(20);每个湿通道(8)的上部设有喷嘴(6)。

2. 根据权利要求1所述的一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,其特征在于,空气冷却体包括覆盖板和依次连接并成矩阵排列的多个冷却单元,在空气冷却体的行向上,若干冷却单元依次连接;在空气冷却体的列向上,若干冷却单元依次堆叠;

每个冷却单元包括第一侧板(21)以及设置在第一侧板(21)上的第一分隔板、第二分隔板、开孔板(13)和湿通道挡板(14),第一分隔板和第二分隔板分布在开孔板(13)两侧并与开孔板(13)平行,第二分隔板和开孔板(13)的上下两端均设置有湿通道挡板(14),第一侧板(21)在第二分隔板、开孔板(13)以及湿通道挡板(14)围成的空间底部位置开设有湿通道排气道(15);

在空气冷却体的行向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一分隔板与另一个冷却单元的第二隔板连接;

在空气冷却体的列向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一侧板(21)与另一个冷却单元的第一分隔板、第二分隔板、开孔板(13)和湿通道挡板(14)连接;在两个冷却单元的第一侧板之间,第一分隔板、开孔板(13)和两个第一侧板之间形成的通道作为干通道(7),第二分隔板、开孔板(13)、两个湿通道挡板(14)以及两个第一侧板之间形成的通道作为湿通道;开孔板(13)上在上下方向开设有多个连通孔(13-1);

在空气冷却体的列向上的一端,覆盖板与端部的冷却单元的第一分隔板、第二分隔板、开孔板(13)和湿通道挡板(14)连接。

3. 根据权利要求1或2所述的一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,其特征在于,第一分隔板和第二分隔板均采用波纹板。

4. 根据权利要求2所述的一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,其特征在于,在空气冷却体的行向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一分隔板与另一个冷却单元的第二隔板公用一块板。

5. 根据权利要求1-4任意一项所述的一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,其特征在于,湿通道(8)的内表面覆盖有亲水性的多孔介质材料。

6. 根据权利要求1所述的一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,其特征在于,还包括循环水泵(11),循环水泵(11)的入口连接至集水池(10),循环水泵(11)的出口通过布水管(5)与所有的喷嘴(6)连接。

7. 根据权利要求1所述的一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,其特征在于,流体管包括流体主管(1)和设置于流体主管(1)两侧的倾斜设置的空冷翅片管束(2),空冷翅片管束

(2) 上端与流体主管(1)连通。

8. 根据权利要求1所述的一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,其特征在於,上进风通道和下进风通道均采用百叶窗。

9. 权利要求1-8任意一项所述基于露点间接蒸发预冷的空冷塔的工作方法,其特征在於,包括如下过程:

在流体管的出水温度高于预设温度范围时,上进风通道关闭,下进风通道打开,流体管中的流体通过流体循环系统循环起来;

环境中的空气由下进风通道被风机(3)抽入,然后进入干通道(7)内,干通道(7)内的一部分空气通过连通孔(13-1)进入湿通道(8)中作为工作空气,干通道(7)内的另一部分作为产出空气(18)被风机(3)抽至流体管表面,并与流体管内流体进行对流换热;

喷嘴(6)向湿通道(8)内喷洒水,喷洒下来的水以及湿通道(8)表面形成的水膜与工作空气(18)进行蒸发换热,使得与该湿通道(8)相邻的干通道(7)中的产出空气(18)的温度不断降低,之后工作空气(18)成为湿通道排出气(19)并由排气风机(20)从排气口抽出;湿通道(8)内过量的水从湿通道排气道(15)排出并流入集水池(10);

在流体管的出水温度处于预设温度范围时,上进风通道打开,下进风通道关闭且喷嘴(6)关闭;待冷却流体流入流体管时,外界空气由上进风通道被风机(3)抽入,外界空气在流体管表面与管内流体进行对流换热。

10. 根据权利要求9所述的工作方法,其特征在於,所述基于露点间接蒸发预冷的空冷塔设置循环水泵(11)时,循环水泵(11)将集水池(10)中的水通过布水管(5)供给所有的喷嘴(6)。

## 一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔及其工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于冷却技术领域,尤其是工业使用的冷却塔,具体涉及一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔及其工作方法。

### 背景技术

[0002] 流体冷却是工业生产过程中不可缺少的重要环节,因此冷却塔的经济运行和节能降耗是工业高效发展的必备条件。而目前主流的冷却塔主要有湿冷却塔、干冷却塔(空冷塔)以及干湿联合冷却塔。湿冷却塔是目前电厂应用最广泛的系统,但是由于蒸发损失对水资源的消耗大,占电厂总耗水量的40%左右,在水源缺乏的地区应用受到限制。空冷塔由于不存在中间循环冷却水的损失,耗水量相比同等容量的湿冷机组低50%~65%,其显著的节水性受到许多学者的关注。然而空冷塔在环境高温时效率低,冷却性能受环境影响大这一缺点限制了其广泛使用。为了克服空冷塔热经济性差和受环境影响较大的缺点,采用预冷技术用少量的水将空冷塔入口空气温度降低来提高空冷塔的性能是一种新趋势。

### 发明内容

[0003] 为解决现有技术中存在的问题,本发明的目的在于提供一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔及其工作方法,本发明的空冷塔耗水量少,并且还具有较好的冷却效果。

[0004] 本发明采用的技术方案如下:

[0005] 一种基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,包括塔体、流体管、风机、上进风通道、空气冷却体、下进风通道和喷嘴,流体管设置于塔体的顶部,风机设置于塔体内并位于流体管的下方,空气冷却体设置于塔体内并位于风机的下方,塔体在空气冷却体下方设有集水池,塔体在风机与空气冷却体之间的部位设置上进风通道,塔体在空气冷却体与集水池之间的部位设置下进风通道;空气冷却体设有多个通道组,每个通道组包括上下延伸的干通道和湿通道,干通道贯通整个空气冷却体,湿通道的上下两端封堵,干通道和湿通道之间在上下方向设置有若干个连通孔,空气冷却体上在湿通道的底部设有湿通道排气道,所有湿通道排气道的出口延伸至空气冷却体的侧壁,塔体在湿通道排气道的出口处设有排气口,所述排气口处设有排气风机;每个湿通道的上部设有喷嘴。

[0006] 优选的,空气冷却体包括覆盖板和依次连接并成矩阵排列的多个冷却单元,在空气冷却体的行向上,若干冷却单元依次连接;在空气冷却体的列向上,若干冷却单元依次堆叠;

[0007] 每个冷却单元包括第一侧板以及设置在第一侧板上的第一分隔板、第二分隔板、开孔板和湿通道挡板,第一分隔板和第二分隔板分布在开孔板两侧并与开孔板平行,第二分隔板和开孔板的上下两端均设置有湿通道挡板,第一侧板在第二分隔板、开孔板以及湿通道挡板围成的空间底部位置开设有湿通道排气道;

[0008] 在空气冷却体的行向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一分隔板与另一个冷却单元的第二隔板连接;

[0009] 在空气冷却体的列向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一侧板与另一个冷却单元的第一分隔板、第二分隔板、开孔板和湿通道挡板连接;在两个冷却单元的第一侧板之间,第一分隔板、开孔板和两个第一侧板之间形成的通道作为干通道,第二分隔板、开孔板、两个湿通道挡板以及两个第一侧板之间形成的通道作为湿通道;开孔板上在上下方向开设有多个连通孔;

[0010] 在空气冷却体的列向上的一端,覆盖板与端部的冷却单元的第一分隔板、第二分隔板、开孔板和湿通道挡板连接。

[0011] 优选的,第一分隔板和第二分隔板均采用波纹板。

[0012] 优选的,在空气冷却体的行向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一分隔板与另一个冷却单元的第二隔板公用一块板。

[0013] 优选的,湿通道的内表面覆盖有亲水性的多孔介质材料。

[0014] 优选的,本发明基于露点间接蒸发预冷的空冷塔还包括循环水泵,循环水泵的入口连接至集水池,循环水泵的出口通过布水管与所有的喷嘴连接。

[0015] 优选的,流体管包括流体主管和设置于流体主管两侧的倾斜设置的空冷翅片管束,空冷翅片管束上端与流体主管连通。

[0016] 优选的,上进风通道和下进风通道均采用百叶窗。

[0017] 本发明还提供了所述基于露点间接蒸发预冷的空冷塔的工作方法,包括如下过程:

[0018] 在流体管的出水温度高于预设温度范围时,上进风通道关闭,下进风通道打开,流体管中的流体通过流体循环系统循环起来;

[0019] 环境中的空气由下进风通道被风机抽入,然后进入干通道内,干通道内的一部分空气通过连通孔进入湿通道中作为工作空气,干通道内的另一部分作为产出空气被风机抽至流体管表面,并与流体管内流体进行对流换热;

[0020] 喷嘴向湿通道内喷洒,喷洒下来的水以及湿通道表面形成的水膜与工作空气进行蒸发换热,使得与该湿通道相邻的干通道中的产出空气的温度不断降低,之后工作空气成为湿通道排出气并由排气风机从排气口抽出;湿通道内过量的水从湿通道排气道排出并流入集水池;

[0021] 在流体管的出水温度处于预设温度范围时,仅将上进风通道打开,下进风通道关闭且喷嘴关闭;待冷却流体流入流体管时,外界空气由上进风通道被风机抽入,外界空气在流体管表面与管内流体进行对流换热,只需对流体管进行一个比较低强度的冷却,即可时流体管的出水温度高于预设温度范围。

[0022] 优选的,所述基于露点间接蒸发预冷的空冷塔设置循环水泵时,循环水泵将集水池中的水通过布水管供给所有的喷嘴。

[0023] 本发明具有如下有益效果:

[0024] 本发明基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,利用空气冷却体将环境中的热空气进行预冷,并且保持湿度不变,之后再与空冷管束的对流换热,大大增大了冷却塔的冷却性能,使得空冷塔在环境温度较高时仍然能保持良好的冷却能力,在夏季空气温度较高的工况下具有明显的效益。采用喷嘴喷洒少量的水就能实现更大的冷却负荷,相比与传统的湿冷塔更具有节水的优势。在冬季温度较低的情况下也可将空气冷却体停用,作为普通的空

冷塔使用。

[0025] 进一步的,第一分隔板和第二分隔板均采用波纹板能够增大换热面积,提高冷却效果。

[0026] 进一步的,在空气冷却体的行向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一分隔板与另一个冷却单元的第二隔板公用一块板,这样能够减小空气冷却体在其行向上的尺寸。

[0027] 进一步的,湿通道的内表面覆盖有亲水性的多孔介质材料,亲水性的多孔介质材料能够使湿通道内的水均匀覆在湿通道内表面,提高换热效率。

[0028] 进一步的,设置循环水泵能够将塔体底部集水池的水进行循环使用,进一步能够减少水的使用量。

### 附图说明

[0029] 图1是本发明基于露点间接蒸发预冷的空冷塔整体结构主图。

[0030] 图2是本发明空气冷却体中行向的两个冷却单元的连接示意图。

[0031] 图3是本发明空气冷却体中干通道和湿通道内气体流通示意图。

[0032] 图4是本发明空气冷却体中干通道和湿通道内气体焓湿图。

[0033] 图5是本发明的空气冷却体的示意图。

[0034] 图6是本发明基于露点间接蒸发预冷的空冷塔的侧视图。

[0035] 图中:1、流体主管,2、空冷翅片管束,3、风机,4、上百叶窗,5、布水管,6、喷嘴,7、干通道,8、湿通道,9、下百叶窗,10、集水池,11、循环水泵,12、分隔板,13、开孔板,13-1、连通孔,14、封堵板,15、湿通道排气道,16、亲水性内表面,17、环境空气,18、产出空气,19、湿通道排出气,20、排气风机,21、第一侧板。

### 具体实施方式

[0036] 下面结合附图和实施例来对本发明做进一步的说明。

[0037] 参照图1和图6,本发明基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,包括塔体、流体管、风机3、上进风通道、空气冷却体、下进风通道和喷嘴6,喷嘴6最好采用雾化喷嘴,喷嘴6的喷口朝下,流体管内流的是待冷却的流体,流体管设置于塔体的顶部,风机3设置于塔体内并位于流体管的下方,空气冷却体设置于塔体内并位于风机3的下方,塔体在空气冷却体下方设有集水池10,塔体在风机3与空气冷却体之间的部位设置上进风通道,塔体在空气冷却体与集水池10之间的部位设置下进风通道;空气冷却体设有多组通道组,每组通道组包括上下延伸的干通道7和湿通道8,干通道7贯通整个空气冷却体,湿通道8的上下两端封堵,干通道7和湿通道8之间在上下方向设置有若干个连通孔13-1,空气冷却体上在湿通道8的底部设有湿通道排气道15,所有湿通道排气道15的出口延伸至空气冷却体的侧壁,塔体在湿通道排气道15的出口处设有排气口,所述排气口处设有排气风机20;每个湿通道8的上部设有喷嘴6。

[0038] 作为本发明优选的实施方案,参照图1-图3、图5-图6,本发明空气冷却体包括覆盖板和依次连接并成矩阵排列的多个冷却单元,在空气冷却体的行向上,若干冷却单元依次连接;在空气冷却体的列向上,若干冷却单元依次堆叠;

[0039] 每个冷却单元包括第一侧板21以及设置在第一侧板21上的分隔板12、开孔板13和湿通道挡板14,分隔板12包括第一分隔板和第二分隔板,第一分隔板和第二分隔板分布在开孔板13两侧并与开孔板13平行,第二分隔板和开孔板13的上下两端均设置有湿通道挡板14,第一侧板21在第二分隔板、开孔板13以及湿通道挡板14围成的空间底部位置开设有湿通道排气道15;

[0040] 在空气冷却体的行向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一分隔板与另一个冷却单元的第二隔板连接;

[0041] 在空气冷却体的列向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一侧板21与另一个冷却单元的第一分隔板、第二分隔板、开孔板13和湿通道挡板14连接;在两个冷却单元的第一侧板之间,第一分隔板、开孔板13和两个第一侧板之间形成的通道作为干通道7,第二分隔板、开孔板13、两个湿通道挡板14以及两个第一侧板之间形成的通道作为湿通道;开孔板13上在上下方向开设有多个连通孔13-1;

[0042] 在空气冷却体的列向上的一端,如图5所示的正面,由于该面没有第一侧板,因此需要用盖板将该面进行密封,盖板与端部的冷却单元的第一分隔板、第二分隔板、开孔板13和湿通道挡板14连接。分隔板12和开孔板13材料选用薄塑板。

[0043] 作为本发明优选的实施方案,第一分隔板和第二分隔板均采用波纹板。

[0044] 作为本发明优选的实施方案,参照图2、图3和图5,在空气冷却体的行向上,相邻两个冷却单元中,一个冷却单元的第一分隔板与另一个冷却单元的第二隔板公用一块板。

[0045] 作为本发明优选的实施方案,湿通道8的内表面覆盖有亲水性的多孔介质材料(如覆水性聚氨酯),亲水性的多孔介质材料作为湿通道8的亲水性内表面16。

[0046] 作为本发明优选的实施方案,本发明基于露点间接蒸发预冷的空冷塔还包括循环水泵11,循环水泵11的入口连接至集水池10,循环水泵11的出口通过布水管5与所有的喷嘴6连接。

[0047] 作为本发明优选的实施方案,参照图1和图6,流体管包括流体主管1和设置于流体主管1两侧的倾斜设置的空冷翅片管束2,空冷翅片管束2上端与流体主管1连通。

[0048] 作为本发明优选的实施方案,参照图1和图6,上进风通道和下进风通道均采用百叶窗。

[0049] 本发明还提供了所述基于露点间接蒸发预冷的空冷塔的工作方法,包括如下过程:

[0050] 在环境温度较高时,如夏季,此时流体管的出水温度高于预设温度范围,上进风通道关闭,下进风通道打开,流体管中的流体通过流体循环系统循环起来;

[0051] 环境中的空气由下进风通道被风机3抽入,然后进入干通道7内,干通道7内的一部分空气通过连通孔13-1进入湿通道8中作为工作空气,干通道7内的另一部分作为产出空气18被风机3抽至流体管表面,并与流体管内流体进行对流换热;

[0052] 喷嘴6向湿通道8内喷洒,喷洒下来的水以及湿通道8表面形成的水膜与工作空气18进行蒸发换热,使得与该湿通道8相邻的干通道7中的产出空气18的温度不断降低,之后工作空气18成为湿通道排出气19并由排气风机20从排气口抽出;湿通道8内过量的水从湿通道排气道15排出并流入集水池10;

[0053] 在流体管的出水温度处于预设温度范围时,如在冬季,仅将上进风通道打开,下进

风通道关闭且喷嘴6关闭;待冷却流体流入流体管时,外界空气由上进风通道被风机3抽入,外界空气在流体管表面与管内流体进行对流换热。

[0054] 本发明中,是否使用空气冷却体进行冷却,需要具体视流体管的出水温度要求而定,本领域技术人员可根据需求来进行调整冷却形式。

[0055] 作为本发明优选的实施方案,所述基于露点间接蒸发预冷的空冷塔设置循环水泵11时,循环水泵11将集水池10中的水通过布水管5供给所有的喷嘴6。

[0056] 本发明基于露点间接蒸发预冷的空冷塔工作时,环境空气由冷却塔的两侧下百叶窗进入露点间接蒸发冷却器的干通道内,干通道内的热空气通过波纹壁板与湿通道内工作空气进行对流换热,这是等湿降温的过程,将外界空气进行了预冷。干通道内的空气经等湿冷却处理后,一部分作为产出空气由风机抽至两侧倾斜安置的空冷管束侧,与管束内需要被冷却的流体进行对流换热,大大提高了空冷塔的冷却性能。另一部分则作为工作空气进入湿通道去完成吸湿增焓的过程。湿通道内以温差和水蒸汽压力差作为驱动力,润湿的蒸发面与工作空气进行热湿交换,水蒸发大量吸收干通道内空气显热量,使产出空气达到比室外湿球温度更低且接近露点温度。循环水由水泵输送到空气冷却器上方的布水管,喷嘴将循环水喷淋到湿通道表面,水在沿壁面向下流动的过程中由于亲水物质的存在使得湿通道内形成润湿的蒸发面,过量的水由下方的集水池收集并经水泵循环使用,湿通道排出的湿热空气由排气风机抽至塔外。

[0057] 本发明针对现有空冷塔存在的热经济性低、受环境影响较大的问题,提出了上述的空冷塔解决了现有空冷塔存在的问题,提高了空冷塔的冷却性能,使其经济的达到冷却要求。

[0058] 实施例

[0059] 如图1-图3、图5、图6所示,本实施例基于露点间接蒸发预冷的空冷塔,包括流体主管1、关于流体主管1对称倾斜放置的空冷翅片管束2、风机3、上百叶窗4、布水管5、喷嘴6、干通道7、湿通道8、下百叶窗9、冷却塔底部集水池10以及循环水泵11。

[0060] 本实施例的基于露点间接蒸发预冷的空冷塔工作时分为两种工况。

[0061] 第一种工况是:在环境温度较高时,上百叶窗4关闭,下百叶窗9打开且布水系统开启。待冷却流体由流体主管1分配至两侧的空冷翅片管束2中,流体在空冷翅片管2中被冷却后汇入待冷却流体的循环系统中。环境空气17由下百叶窗9被风机3抽入塔内,进入干通道7内,此时干通道7内空气一部分通过连通孔13进入湿通道8中作为工作空气,另一部分作为产出空气18被风机3抽至空冷翅片管表面与管内流体进行对流换热。喷嘴6喷洒下来的水以及湿通道8表面形成的水膜与工作空气进行蒸发换热,使得隔壁干通道7中的产出空气18温度不断降低,之后工作空气成为湿通道排出气19由排气风机20抽出。湿通道8内过量的水流至底部集水池10,由循环水泵11循环至布水管5重复利用。环境空气17、产出空气18以及湿通道排出气19的状态在图4中表示。进入干通道的环境空气17被相邻的湿通道冷却之后,由于含湿量并未改变,因此17对应的湿球温度降低,露点温度不变,气体状态变为产出空气18。进入湿通道的环境空气17在水蒸发的过程中吸湿增焓带走干通道气体的热量,状态变为排出气19。

[0062] 第二种工况是:环境温度较低时,上百叶窗4打开,下百叶窗9关闭且布水系统关闭。待冷却流体由流体主管1分配至两侧的空冷翅片管束2中,外界空气由上百叶窗4被风机



3抽入空冷翅片管表面与管内流体进行对流换热。流体在空冷翅片管2中被冷却后汇入待冷却流体的循环系统中。

[0063] 最后应当说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制；尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明，所属领域的普通技术人员应当理解：依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换；而不脱离本发明技术方案的精神，其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

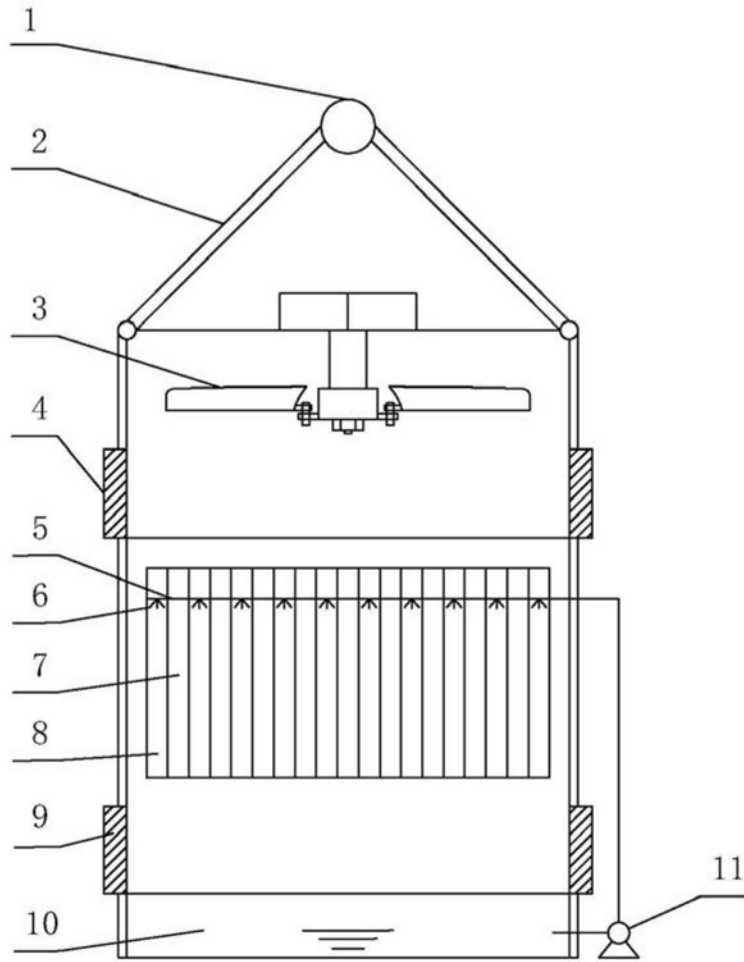


图1

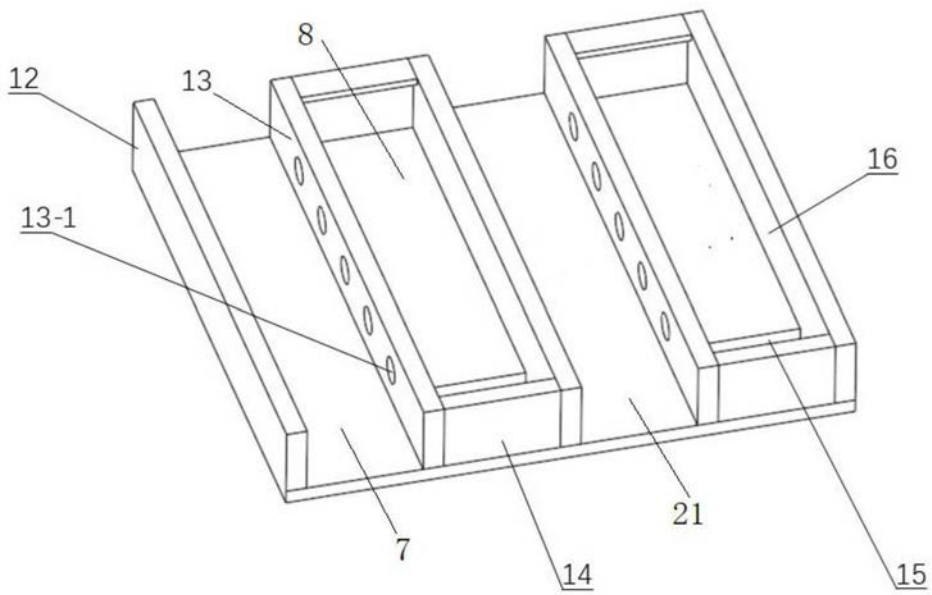


图2

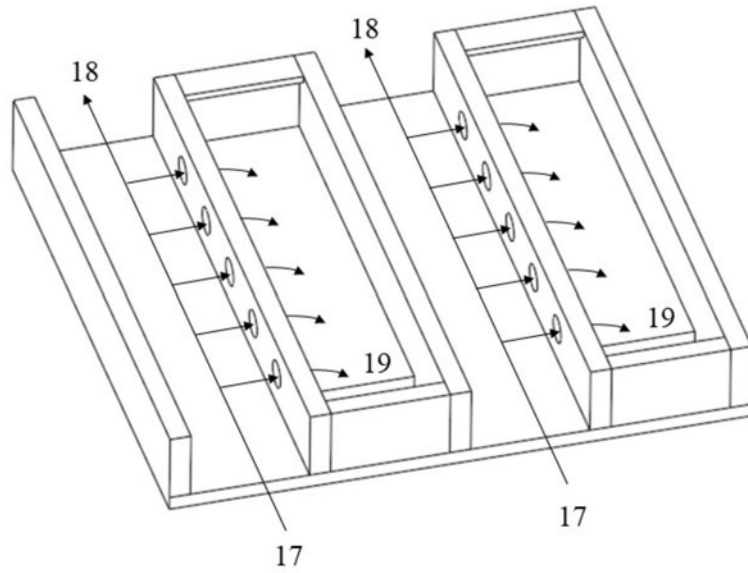


图3

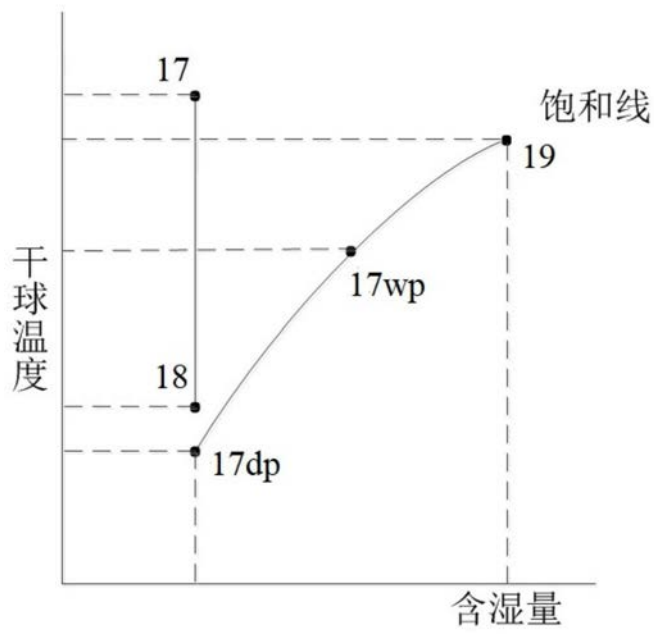


图4

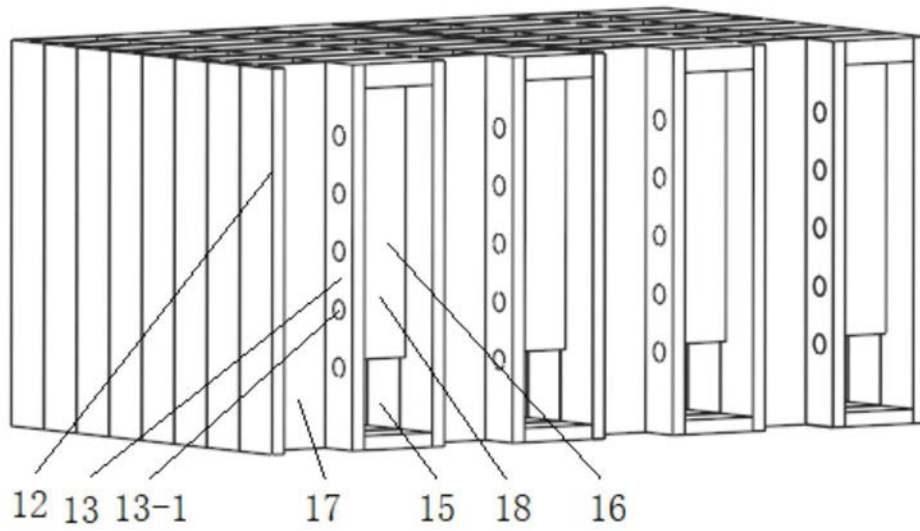


图5

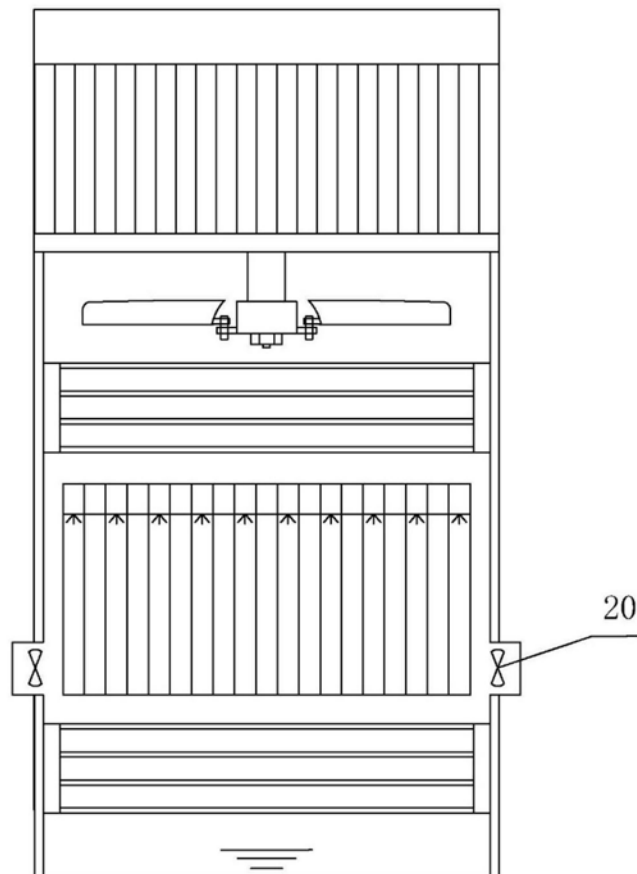


图6