(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111380375 B
(45)授权公告日 2021.05.04

(21)申请号 201811648077.4

(22)申请日 2018.12.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111380375 A

(43)申请公布日 2020.07.07

(73)专利权人 中国石油化工股份有限公司
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街22号
专利权人 中国石油化工股份有限公司大连石油化工研究院

(72)发明人 王海波 廖昌建 厉勇 邢兵
其他发明人请求不公开姓名

(51)Int.Cl.
F28C 1/14(2006.01)
F28F 25/06(2006.01)
F28F 25/08(2006.01)
F28F 27/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 102809306 A,2012.12.05
CN 2287992 Y,1998.08.19
CN 207850118 U,2018.09.11
CN 2604665 Y,2004.02.25
CN 208187157 U,2018.12.04
CN 2304095 Y,1999.01.13

审查员 朱洋洋

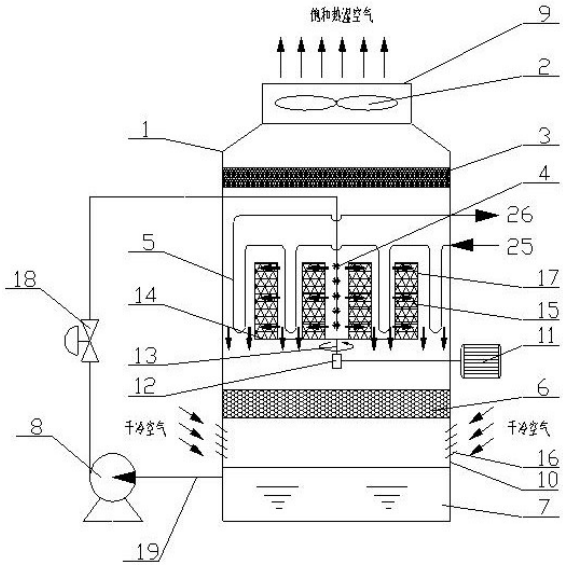
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种闭式冷却塔

(57)摘要

本发明公开了一种闭式冷却塔，所述闭式冷却塔包括塔体、风机、收水除雾器、喷淋管件、换热管组件、旋转床组件、集水箱，所述风机设置于塔体顶部，收水除雾器设置于风机下方，所述喷淋管件、换热管组件、旋转床组件设置于收水除雾器下方，所述集水箱设置于塔体底部，所述集水箱设有出液口，集水箱出液口经管线与喷淋管件连接，所述塔体顶部设有出风口，集水箱上方塔体侧壁设置有进风口。所述冷却塔能够显著提高塔内换热盘管内外介质的传热性能，增大内循环水与空气的换热与蒸发效果，从而极大提高冷却塔的换热效率，并且能有效避免长时间运行导致的换热管结垢问题，保证冷却塔的冷却性能。



CN 111380375 B

1.一种闭式冷却塔,所述闭式冷却塔包括塔体、风机、收水除雾器、喷淋管件、换热管组件、旋转床组件、集水箱,所述风机设置于塔体顶部,收水除雾器设置于风机下方,所述喷淋管件、换热管组件、旋转床组件设置于收水除雾器下方,所述旋转床组件包括床层,所述床层设置2层以上,床层由圆心径向向外依次呈“空腔-床层”环柱形交错布置,所述换热管组件布置在旋转床组件床层内除最内层床层的中心空腔之外的其余环状空腔中,所述喷淋管件轴向垂直布置在旋转床组件的最内层床层的中心空腔内,所述集水箱设置于塔体底部,所述集水箱设有出液口,集水箱出液口经管线与喷淋管件连接,所述塔体顶部设有出风口,集水箱上方塔体侧壁设置有进风口。

2.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述闭式冷却塔包括填料组件,所述填料组件设置于旋转床组件下方,且位于进风口上方。

3.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述旋转床组件包括驱动装置、转向器、旋转轴、旋转盘,所述床层固定在旋转盘上,所述旋转盘与旋转轴固定并通过转向器与驱动装置连接。

4.按照权利要求3所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述驱动装置设置在闭式冷却塔塔体外部。

5.按照权利要求3所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述驱动装置为变频电机。

6.按照权利要求3所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述床层为填料结构、丝网结构或筛网结构中的任一种。

7.按照权利要求6所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述床层为规整填料结构。

8.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述床层为轴向圆柱筒形结构,床层中心为圆柱形空腔。

9.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述空腔的水平壁间距与床层径向厚度比为3～1:1。

10.按照权利要求9所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述空腔的水平壁间距与床层径向厚度比为2～1:1。

11.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述喷淋管件长度与床层轴向长度对应。

12.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:换热管组件包括一根以上的换热管,所述换热管呈螺旋环形盘绕布置或呈轴向环状布置。

13.按照权利要求12所述的闭式冷却塔,其特征在于:相邻换热管呈交错布置。

14.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述换热管组件上设有被冷却介质入口和被冷却介质出口。

15.按照权利要求12所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述换热管管型为圆管、椭圆管、扭曲管中的一种,所述换热管材质为铜管、不锈钢管、钢管、改性氟塑料管中的一种。

16.按照权利要求12所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述换热管外壁上设置翅片。

17.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述集水箱出液口与喷淋管件的连接管线上设置有循环泵和调节阀,所述循环泵设置于集水箱外侧。

18.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述进风口处设置有进风格栅。

19.按照权利要求1所述的闭式冷却塔,其特征在于:所述收水除雾器为丝网除雾器、折

板式除雾器、平板式除雾器、填料除雾器、格栅除雾器中的一种或几种。

20.按照权利要求2所述的闭式冷却塔，其特征在于：所述填料组件为斜交错填料、波纹填料、蜂窝填料中的一种或几种。

一种闭式冷却塔

技术领域

[0001] 本发明属于冷却设备技术领域,特别是涉及一种闭式冷却塔。

背景技术

[0002] 冷却塔是一种常用的冷却设备,其工作原理为需要被冷却的高温循环水在冷却塔内部,通过与空气进行潜热、显热交换把自身的热量传给空气,实现降温。

[0003] 根据空气与被冷却水是否直接接触,可分为开式冷却塔和密闭式冷却塔。开式冷却塔中,空气与水直接接触,热交换发生在接触面,因此换热效果相对更好,冷却水温度可与空气换热至空气的湿球温度。但由于开式冷却塔中空气与被冷却水直接接触,造成冷却水质易受污染、易滋生病菌、设备腐蚀过快等问题,并且由于换热过程会伴随着冷却水的不断蒸发,会增大循环水的盐浓度,造成冷却水水质下降。闭式冷却塔中,用间壁式换热盘管代替了传统的填料,冷却水在换热盘管内流动,避免了与空气的直接接触,保证了冷却水质的清洁。随着国家节能减排、低碳环保政策的提出,闭式冷却塔因其清洁性,在电力、化工、钢铁、冶金、暖通等行业应用市场前景良好。

[0004] 目前常见的闭式冷却塔一般采用喷淋形式,喷淋水由上至下靠重力流过换热管束形成水膜,带走管内流体的热量,空气与喷淋水接触,通过与喷淋水蒸发换热和对流换热带走喷淋水的热量。闭式冷却塔内部传热传质性能的优劣直接影响到闭式冷却塔供冷性能,传热传质过程主要包括两部分:一是换热盘管内冷却水与管外喷淋水的传热过程;二是由于喷淋水膜饱和水蒸气分压与空气水蒸气分压之差而带动的气化蒸发潜热传质换热。专利CN106123623A、CN103776276A、CN103673661A等均是通过改变塔体结构、喷淋、填料和取换热位置或区域等方式来提高冷却能力,效果有限。专利CN102809306A提出一种等焓加湿降温节水闭式冷却塔,在铜管铝翅片式盘管下面设有一个由上层填料、下层填料、离心式雾化器组成的绝热腔体,离心式雾化器能够促进雾化水蒸发从而降低空气温度,提高冷却塔性能,并能实现消白烟效果,但是通过上端翅片式盘管进行空气与冷却水的热传导实现,换热面积大,且是以空气不饱和外排为代价,汽化潜热冷量利用率低。专利CN102620597A提供一种底部进风的闭式冷却塔,通过在冷却塔底部设置多个导水百叶,相邻的导水百叶之间为进风口,使得布风均匀的方式提高换热效率,但仅从气相角度出发,对于冷却塔整体换热效果的提高非常有限。专利CN105987620A公开了一种具有预冷装置的高温闭式冷却塔,在积水箱中设置蛇形盘管实现流体预冷却,避免了过热高温水使喷淋水在气相盘管表面瞬间蒸发,解决了盘管外壁容易结垢影响换热效果的问题,但该方法只是保证了冷却塔的换热效果,并没有提升换热效率。

[0005] 综合本领域现有技术情况,目前急需开发一种能够显著提高冷却塔换热效率且操作灵活、负荷调整范围大的新型闭式冷却塔。

发明内容

[0006] 针对现有技术中存在的不足,本发明目的是提供一种闭式冷却塔,所述冷却塔能

够显著提高塔内换热盘管内外介质的传热性能，增大内循环水与空气的换热与蒸发效果，从而极大提高冷却塔的换热效率，并且能有效避免长时间运行导致的换热管结垢问题，保证冷却塔的冷却性能。

[0007] 本发明提供一种闭式冷却塔，所述闭式冷却塔包括塔体、风机、收水除雾器、喷淋管件、换热管组件、旋转床组件、集水箱，所述风机设置于塔体顶部，收水除雾器设置于风机下方，所述喷淋管件、换热管组件、旋转床组件设置于收水除雾器下方，所述集水箱设置于塔体底部，所述集水箱设有出液口，集水箱出液口经管线与喷淋管件连接，所述塔体顶部设有出风口，集水箱上方塔体侧壁设置有进风口。

[0008] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述闭式冷却塔包括填料组件，所述填料组件设置于旋转床组件下方，且位于进风口上方。

[0009] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述旋转床组件包括驱动装置、转向器、旋转轴、旋转盘和床层，所述床层固定在旋转盘上，所述旋转盘与旋转轴固定并通过转向器与驱动装置连接，通过驱动装置可以调整床层转速。所述驱动装置可以为变频电机。

[0010] 上述旋转床组件中，所述驱动装置优选设置在闭式冷却塔塔体外部。

[0011] 上述旋转床组件中，所述床层可以为填料结构、丝网结构、筛网结构中的一种或几种，优选为填料结构，进一步优选为规整填料结构。

[0012] 上述旋转床组件中，所述床层为轴向圆柱筒形结构，床层中心为圆柱形空腔，所述床层设置1层以上，由圆心径向向外依次呈现“空腔-床层”交替布置形式，进一步优选设置2层以上床层，当设置两层床层时，由圆心径向向外依次呈“空腔-床层-空腔-床层”环柱形交错布置。所述空腔的水平壁间距与床层径向厚度比为3～1:1，优选2～1:1。其中，为了区分不同位置的空腔，最内层床层的空腔称之为中心空腔，除最内层床层的中心空腔之外的其余空腔称之为环状空腔。

[0013] 上述旋转床组件中，所述床层转速为50～5000转/分(rpm)，优选200～2000转/分(rpm)。

[0014] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述喷淋管件轴向垂直布置在旋转床组件的最内层床层的中心空腔内，喷淋管件长度与床层轴向长度对应；所述换热管组件布置在旋转床组件床层内除最内层床层的中心空腔之外的其余环状空腔中。所述换热管组件包括一根以上的换热管，所述换热管呈螺旋环形盘绕布置或呈轴向环状布置；进一步优选相邻换热管呈交错布置，相邻换热管之间的间距与换热管外径比为3～1/2:1，优选2～1:1。

[0015] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述换热管组件上设有被冷却介质入口和被冷却介质出口。

[0016] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述换热管管型可以为圆管、椭圆管、扭曲管中的一种或几种，所述换热管材质为铜管、钢管、不锈钢管、改性氟塑料管中的一种，为增强其换热效果，所述换热管外壁上设置翅片。

[0017] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述集水箱出液口与喷淋管件的连接管线上设置有循环泵和调节阀，所述循环泵优选设置于集水箱外侧，调节阀用以调整循环水流量。

[0018] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述进风口处设置有进风格栅，进风格栅形式不限，能够实现使空气均匀的进入闭式冷却塔内，并且降低外部灰尘进入塔内而影响水质，同时有效防止喷淋水外溅。

[0019] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述收水除雾器可以为丝网除雾器、折板式除雾器、平板式除雾器、填料除雾器、格栅除雾器中的一种或几种，能够起到良好的收水及除雾效果，降低空气饱和水外携带的雾滴，减少喷淋循环水损失。

[0020] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述填料组件可以为斜交错填料、波纹填料、蜂窝填料中的一种或几种，优选为斜交错填料。

[0021] 本发明所述的闭式冷却塔中，所述进风格栅、收水除雾器、填料材质为不锈钢、PP、PE、PC、PVC、ABS中的一种或几种，优选耐腐蚀PVC材质。

[0022] 与现有技术相比，本发明所述闭式冷却塔的优点如下：

[0023] 1、本发明所述闭式冷却塔中，通过在塔体内设置旋转床组件，喷淋水被高速旋转填料不断切割和聚并，液体在高分散、高湍动、强混合以及界面急速更新的环境下与气体以极大的相对速度在弯曲孔道中逆向接触，与传统传质方式相比传质效率得到数量级提升，喷淋水在高速旋转料层中能够被撕裂成微米级雾滴，在床层区域雾滴与通过的空气有着极大的换热和蒸发面积，极大的提高了喷淋水和空气的传热传质效果，从而促进水和空气的热交换，实现水分充分蒸发，提高喷淋水和空气热湿换热效果。

[0024] 2、本发明所述闭式冷却塔中，所述旋转床组件中床层由圆心径向向外依次呈“空腔-床层-空腔-床层”环柱形交错布置，换热管组件布置在旋转床组件床层内除中心空腔的剩余空腔中。喷淋水经由料层中心喷出后，经旋转料层加速，高速径向扩散，形成对换热管壁的撞击，高速的液滴与换热盘管碰撞，被料层撕裂的细小液滴进一步破碎，并且在换热管外壁急速的不断更新和脱落，相比传统靠重力下降并在换热管外壁形成一定厚度的水膜(水膜越厚，传热热阻越大，导热性能越差)，传热系数极大提高，换热效果改善显著；并且料层与换热管交替布置，能够及时将喷淋水和空气热湿交换的冷量通过换热管传至管内，实现对管内流体的有效降温；此外，由于喷淋水经高速旋转床层切割并加速，雾滴具有较高速度，能够对换热管壁面进行有效冲刷，避免了换热管外壁的结垢现象。

[0025] 3、本发明所述闭式冷却塔中，所述旋转床组件下方设置有填料组件，所述填料组件的设置配合旋转床组件能达到以下整体效果：首先，空气经过填料组件被喷淋水增温增湿，虽然会导致其在上面的换热盘管区域的蒸发冷却能力有所下降，但换热盘管区域的旋转床组件能够将水滴撕裂成微米级雾滴，使得空气与水有极大的换热和蒸发面积，进而改善了蒸发取热能力，一定程度弥补了增温增湿导致的冷却能力下降；更重要的是由于空气首先经过下部填料组件能够使喷淋水降温，提高了上部换热盘管区域喷淋水与被冷却介质间的传热温差，从而提高了换热盘管区的换热冷却效率，此种效果是显著的。因此，填料组件的设置能够提高冷却塔的整体冷却性能。此外，该位置设置填料能够同时对进入冷却塔内上行的空气和经过旋转床组件及换热盘管下落的喷淋循环水进行除杂，定期对填料进行清洗，能够有效确保水质清洁。

[0026] 4、本发明所述闭式冷却塔充分发挥了喷淋、床层与换热盘管相互间的传质传热换热冷却效果，使得塔内相互作用的空气、冷却水、循环喷淋水三者间显热传导和潜热蒸发的热湿交换充分耦合，与目前传统的闭式冷却塔相比，在空气流量、入口空气湿球温度、喷淋水量、喷淋密度等条件相同的条件下，冷却能力提高20%以上；而若达到同样冷却负荷条件，在相同空气流量、相同入口空气湿球温度等条件下，与目前传统的闭式冷却塔相比，本发明所述新型闭式冷却塔可节约喷淋水量20%以上。

[0027] 5、本发明所述闭式冷却塔，调节手段丰富灵活，传统的热湿交换闭式冷却塔主要通过喷嘴实现喷淋水的雾化分布，喷水量大小直接影响喷嘴雾化分布效果，进而一定程度限制了冷却塔的处理能力范围，影响不同负荷的换热效果，冷却塔负荷可调整性能较差。而本发明方法设置了旋转床层，主要通过高速床层破碎撕裂水滴，水量大小对水分布影响甚微，不同水量均可实现高效传质传热效果，可根据冷却工艺流体的不同要求进行灵活、及时调整冷却塔制冷负荷。

附图说明

[0028] 图1为本发明所述闭式冷却塔结构示意图。

[0029] 图2为本发明所述喷淋管件、换热管组件、旋转床组件在塔体内一种实施方式布置的截面俯视图。

[0030] 图3为本发明所述喷淋管件、换热管组件、旋转床组件在塔体内一种实施方式布置的剖视图。

[0031] 图4为本发明所述喷淋管件、换热管组件、旋转床组件在塔体内另一种实施方式布置的截面俯视图。

[0032] 图5为本发明所述喷淋管件、换热管组件、旋转床组件在塔体内另一种实施方式布置的剖视图。

[0033] 图1-图5中，1-塔体，2-风机，3-收水除雾器，4-喷淋管件，5-换热管组件，6-填料组件，7-集水箱，8-循环泵，9-出风口，10-进风口，11-变频电机，12-转向器，13-旋转轴，14-旋转盘，15-床层，16-进风格栅，17-旋转床组件，18-调节阀，22-换热管，23-环状空腔，24-中心空腔，25-被冷却介质入口，26-被冷却介质出口。

具体实施方式

[0034] 以下结合附图说明和实施例对本发明的一种带旋转床层的闭式冷却塔做详细说明，但并不因此限制本发明。

[0035] 在本发明的描述中，需要说明的是，术语 “上”、“下”、“内”、“外”、“顶”、“底”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。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。

[0036] 在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设有”、“置于”、“相连”、“连接”、“安装”等应做广义理解，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。

[0037] 如图1所示，本发明提供一种闭式冷却塔，所述闭式冷却塔包括包括塔体1、风机2、收水除雾器3、喷淋管件4、换热管组件5、填料组件6、旋转床组件17、集水箱7，所述风机2设置于塔体顶部，收水除雾器3设置于风机2下方，所述喷淋管件4、换热管组件5、旋转床组件17设置于收水除雾器3下方，所述集水箱7设置于塔体底部，所述集水箱7设有出液口19，集

水箱出液口经管线与喷淋管件4连接，所述集水箱出液口19与喷淋管件4的连接管线上设置有循环泵8和调节阀18，所述循环泵8设置于集水箱7外侧，调节阀18用以调整循环水流量。所述塔体顶部设有出风口9，集水箱7上方塔体侧壁设置有进风口10，所述进风口处设置有进风格栅，所述填料组件6设置于旋转床组件17下方，且位于进风口10上方。所述旋转床组件17包括变频电机11、转向器12、旋转轴13、旋转盘14和床层15，所述床层15固定在旋转盘14上，所述旋转盘14与旋转轴13固定并通过转向器12与变频电机11连接，所述变频电机11设置在闭式冷却塔塔体1外部，所述床层15为轴向圆柱筒形结构，床层15中心为圆柱形空腔，所述床层设置1层以上，由圆心径向向外依次呈现“空腔-床层”交替布置形式。

[0038] 如图2、图3、图4、图5所示，对本发明提供的闭式冷却塔中所述喷淋管件4、换热管组件5、旋转床组件17在塔体内布置方式做进一步说明：所述旋转床组件17中的床层为轴向圆柱筒形结构，床层15中心为圆柱形空腔，所述床层15设置1层以上，由圆心径向向外依次呈现“空腔-床层”交替布置形式，进一步优选设置2层以上床层，当设置两层床层时，由圆心径向向外依次呈“空腔-床层-空腔-床层”环柱形交错布置。所述空腔的水平壁间距与床层径向厚度比为3～1:1，优选2～1:1。其中，最内层床层的空腔称之为中心空腔24，除最内层床层的中心空腔之外的其余空腔称之为环状空腔23。所述喷淋管件4轴向垂直布置在旋转床组件的床层中心空腔24内，喷淋管件4长度与床层15轴向长度对应，所述换热管组件5布置在旋转床组件17床层15内除最内层床层的中心空腔24之外的其余环状空腔23中，所述换热管组件5上设有被冷却介质入口25和被冷却介质出口26，所述换热管组件5包括一根以上的换热管22，所述换热管组件5可呈轴向直管管束形式环状布置(图2、图3)或螺旋环形盘绕布置(图4、图5)，内外径向相邻换热管呈交错布置。

[0039] 本发明所述闭式冷却塔的具体工作过程如下：从冷凝器、吸收器或工艺设备等出来的温度较高水，被输送到本发明所述冷却塔的换热管组件中，循环泵将集水箱内的水通过管线输送至喷淋管件并由中心空腔向四周床层喷射，喷淋水被高速旋转的床层不断切割撕裂成微米级雾滴，形成高分散、强混合以及急速更新的界面状态，与此同时，由于塔顶风机的抽吸作用，干冷空气从塔底部的侧面进风口通过进风格栅均匀进入塔体内，与被喷淋和床层切割的水有着极大的换热和蒸发面积，通过换热和汽化潜热降低喷淋水温度，从而实现喷淋水和空气热湿换热；喷淋水与空气进行换热蒸发的同时，喷淋水高速径向扩散与换热管壁碰撞，被料层撕裂的细小液滴进一步破碎，并且在换热管外壁急速的不断更新和脱落，形成与换热管内冷却水间的热交换，及时将喷淋水和空气热湿交换的冷量通过换热管传至管内，实现对管内流体的有效降温，换热后的冷却水排出；通过床层的空气变为饱和湿热空气，经过收水除雾器回收饱和水外携带的雾滴后，由风机排出塔体；经过床层-换热管区域热湿换热后的喷淋水由于重力作用下降，在塔底部设置的填料层与空气进行喷淋水的二次换热，同时对进入塔内的空气进行除尘、除垢预处理，经过填料的喷淋水最终落入集水箱，通过循环水泵持续循环工作。

[0040] 实施例1

[0041] 采用图1结构所示闭式冷却塔，冷却塔直径3m，塔高2m，换热管采用Φ21×0.5mm紫铜铜管，相邻换热管交错布置，旋转床组件设置2层床层，床层采用不锈钢孔板波纹填料，高度800mm，床层与换热管由圆心径向向外呈“中心空腔-床层-换热管-床层-换热管”布置，每层床层厚度为300mm，换热管在床层间采用图4、图5水平环形盘绕形式布置，旋转床组件床

层转速可调范围为200～1000转/分(rpm)，环形空腔壁间距300mm，塔体顶部风机最大引风量50000Nm^3/h，喷淋水最大循环量60m^3/h。本实施例中闭式冷却塔在大气压力9.94×10^{5}Pa，空气干湿球温度分别为32℃和28℃条件下，工况一：喷淋水量45m^3/h时，能够将温度37℃、流量60m^3/h的冷却水降温至32℃以下；工况二：喷淋水60m^3/h时，能够将温度37℃、流量80m^3/h的冷却水降温至32℃以下。

[0042] 比较例1

[0043] 与实施例1相同，不同之处在于，闭式冷却塔内不设置旋转床组件，塔内设施采用常规形式布置，即喷淋组件在塔体上部横向朝下喷洒，换热管组件置于喷淋组件下方。本比较例与实施例1相比：达到工况一冷却能力时，本比较例循环水量约为60m^3/h，与实施例1相比用量增加30%以上；在工况二相同操作条件下，本比较例处理冷却水量最大为60m^3/h左右，冷却能力低20%。

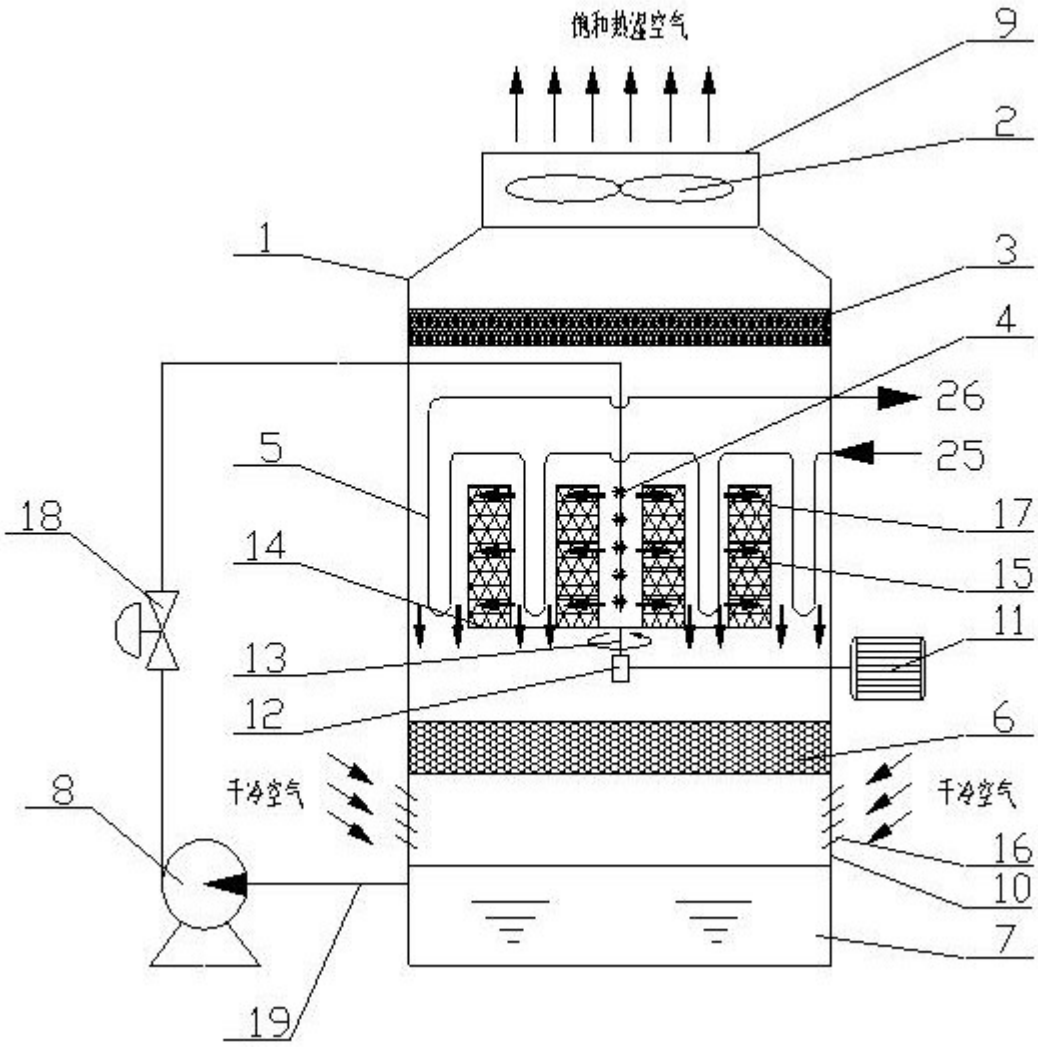

饱和热湿空气
9
2
1
3
4
26
5
25
18
17
14
15
11
13
12
6
干冷空气
干冷空气
8
16
10
7
19

图1

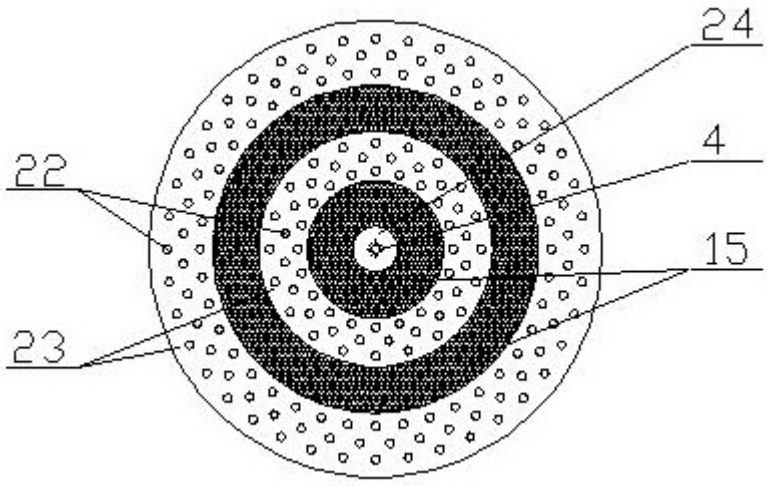

24
4
22
15
23

图2

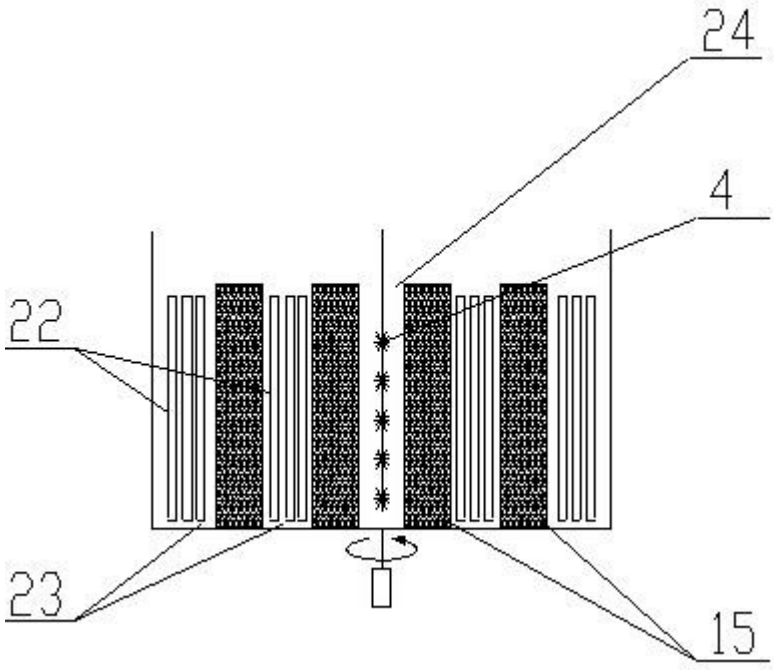


图3

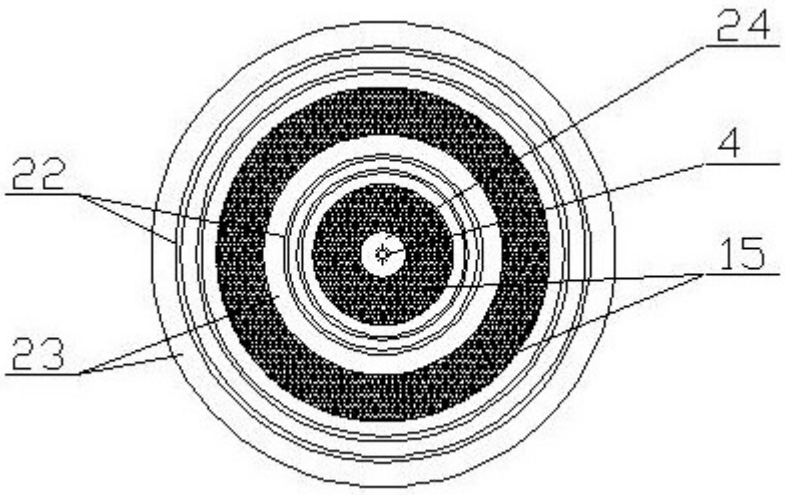


图4

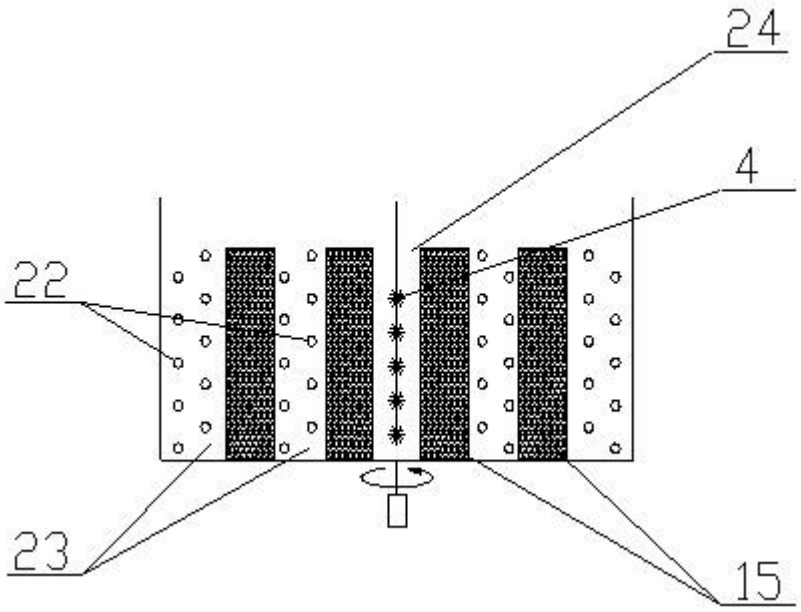


图5