



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108120315 B

(45)授权公告日 2019.06.11

(21)申请号 201611065772.9

F28F 25/08(2006.01)

(22)申请日 2016.11.28

F25B 30/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108120315 A

(43)申请公布日 2018.06.05

(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抚顺
石油化工研究院

(56)对比文件

WO 2011/085527 A1, 2011.07.21,

CN 101832686 A, 2010.09.15,

CN 103712477 A, 2014.04.09,

CN 105004198 A, 2015.10.28,

CN 105910458 A, 2016.08.31,

CN 101093145 A, 2007.12.26,

审查员 卢艳艳

(72)发明人 马和旭 程梦婷 郭宏山 袁君

张鹏 马传军 蔡振义

(51)Int.Cl.

F28C 1/14(2006.01)

F28F 25/02(2006.01)

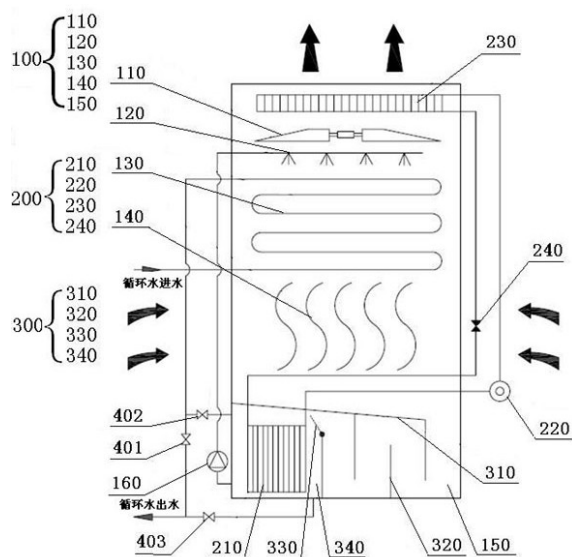
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

循环水冷却系统及方法

(57)摘要

循环水冷却系统和方式,所述系统包括闭式塔冷却系统、导流系统和热泵系统;闭式塔冷却系统包括风机、喷淋器、换热盘管、热交换层和集水槽,导流系统包括挡流斜板、导流板、控制门和蒸发室,热泵系统包括以管道顺次连接的蒸发器、压缩机、冷凝器和膨胀阀,膨胀阀与蒸发器连接形成回路;所述蒸发器置于蒸发室内;采用此系统可针对环境温度的变化及节水或节电的需求不同实现多种冷却方式,本发明将传统的闭式塔冷却系统与热泵系统偶联,并在导流系统的辅助下,提高了整个系统的节水效果和节能效果,并在很大程度上减小了现有的闭式塔设备尺寸,减少了占地面积。



1. 循环水冷却系统, 包括闭式塔冷却系统(100)、导流系统(300)和热泵系统(200);

所述闭式塔冷却系统(100)包括由上至下依次设置的风机(110)、喷淋器(120)、换热盘管(130)、热交换层(140)和集水槽(150), 所述换热盘管(130)两端分别连接循环水进水和出水, 所述集水槽(150)通过循环水泵(160)连接喷淋器;

所述导流系统(300)包括挡流斜板(310)、导流板(320)、控制门(330)和蒸发室(340), 所述挡流斜板(310)设置于集水槽(150)顶部, 从集水槽(150)的一侧倾斜向下延伸至集水槽(150)的另一侧, 所述导流板(320)设置有多块, 从挡流斜板(310)的末端向集水槽(150)内依次排列, 在水平方向上, 导流板(320)两端连接集水槽(150)壁, 在垂直方向上, 其一端或与挡流斜板(310)连接, 或与集水槽(150)底部连接, 其另一端与集水槽(150)底部或挡流斜板(310)间留有导流空间, 两种连接方式的导流板(320)交替排列; 集水槽(150)最内侧的导流板(320)一端连接集水槽(150)底部, 另一端上安装有控制门(330), 所述控制门(330)关闭时, 导流板(320)、挡流斜板(310)和集水槽(150)壁形成一个密闭仓室, 为蒸发室(340);

所述热泵系统(200)包括以管道顺次连接的蒸发器(210)、压缩机(220)、冷凝器(230)和膨胀阀(240), 膨胀阀(240)与蒸发器(210)连接形成回路; 所述蒸发器(210)置于蒸发室(340)内;

所述换热盘管(130)的循环水出水端设置阀门A(401), 在阀门A(401)的近进水端方向, 引出支流, 通过阀门B(402)与集水槽(150)内的蒸发室(340)连通, 所述集水槽(150)的底端通过阀门C(403)与循环水出水连接。

2. 根据权利要求1所述的循环水冷却系统, 其特征在于, 所述风机(110)为轴流风机。

3. 根据权利要求2所述的循环水冷却系统, 其特征在于, 所述风机(110)为变频电机。

4. 根据权利要求1所述的循环水冷却系统, 其特征在于, 所述的换热盘管(130)采用强化管, 选自波纹管、螺纹管和扭曲管中的一种。

5. 根据权利要求1所述的循环水冷却系统, 其特征在于, 所述的换热盘管(130)的循环水进水口在下, 出水口在上。

6. 根据权利要求1所述的循环水冷却系统, 其特征在于, 所述冷凝器(230)设置于风机(110)的上部。

7. 利用权利要求1~6任意一项所述的循环水冷却系统进行冷却的方法, 包括以下方式:

I. 当环境湿球温度 $\leq$ 闭式塔设计的最佳湿球温度时, 开启闭式塔冷却系统(100), 关闭热泵系统(200), 阀门A(401)开启, 阀门B(402)和阀门C(403)关闭, 控制门(330)开启, 仅通过调节风机(110)和喷淋器(120)的功率即可满足循环水出水冷却温度要求;

冷却方式I适合于环境湿球温度与闭式塔设计的最佳湿球温度温差 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 时;

II. 当环境湿球温度 $\leq$ 闭式塔设计的最佳湿球温度时, 将闭式塔冷却系统(100)的喷淋器(120)关闭, 风机(110)开启, 阀门A(401)开启, 阀门B(402)和阀门C(403)关闭, 控制门(330)关闭, 仅通过调节风机(110)频率满足冷却需求, 当风机(110)调至最大不能满足需求时, 将阀门A(401)关闭, 阀门B(402)和阀门C(403)开启, 控制门(330)关闭, 同时开启热泵系统(200)辅助降温, 冷却系统进入干式运行;

冷却方式II适合于环境湿球温度与闭式塔设计的最佳湿球温度温差在 $> 12^{\circ}\text{C}$ 时;

III. 当环境湿球温度 $>$ 闭式塔设计的最佳湿球温度时, 将闭式塔冷却系统(100)的风

机(110)和喷淋器(120)开至最大仍不能满足需求,开启热泵系统(200),阀门A(401)开启,阀门B(402)和阀门C(403)关闭,控制门(330)开启,热泵系统(200)对喷淋水辅助降温。

循环水冷却系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种热泵耦合的循环水冷却系统,属于工业循环水技术领域。

背景技术

[0002] 大型企业现有的循环水系统绝大部分采用传统的开式冷却塔,一方面其新鲜水消耗量大,消耗的水量占工业用水量的2/3,甚至更多;另一方面开式冷却塔冷却水与大气直接接触,大量的杂质进入系统,造成管道腐蚀和结垢,被迫投加大量化学药剂,换热效率低下的问题日趋严重。最近,许多企业开始尝试采用闭式冷却塔,其将管式换热器置于塔内,通过流通的空气、喷淋水与循环水热交换来保证降温效果。由于是闭式循环,其能够保证水质不受污染,保护了主设备的高效运行,提高了使用寿命,同时节水节能效果显著。

[0003] 然而,设备尺寸和占地面积过大制约着闭式冷却塔在循环水领域的进一步发展。这是因为闭式冷却塔在设计的时候是参照当地全年最高湿球温度,以及最大换热温差,化工企业一般为40℃-30℃,而大部分的时间里,比如春、秋、冬季,或者一天当中的早晨、晚上,温度是比较低的,远低于设计标准,这时候闭式冷却塔并不需要全负荷运转,也可以说换热面积有相当一部分是富余的,这就造成了设备尺寸和占地面积的浪费。与开式冷却塔相比,闭式冷却塔受制于本身的钢架结构和制造工艺,并不能向双曲线开式塔那样做到处理量上万方每小时,化整为零的结果就是闭式冷却塔的总体占地面积过大。

[0004] CN201010005518.6公开了一种高效空气能水源热泵一体化机组,包括压缩机、第一换热器、第二换热器、换热塔、水泵、膨胀阀、换向阀,其工作原理是夏季把热泵系统的热端放在换热塔,把冷端输送给空调系统,冬季把冷端输送给换热塔,把热端提供给空调系统,热泵系统相当于换热塔与空调系统两者的桥梁,出发点为了空调系统更好的运转,而非改进换热塔,其在夏季换热塔最需要冷量的时候,热泵系统提供给换热塔的是热端,在冬季换热塔不需要冷量的时候,热泵系统提供的是冷端,而且该换热塔只有喷淋水,没有外接循环水。

[0005] CN201010185871.7公开了一种多功能冷热联供热泵系统,也是换热塔与热泵系统的耦合,其热泵系统采用了串并联的方式,提高了运行效率。但同CN201010005518.6一样,其只是利用热泵系统的热端和冷端为空调系统服务,出发点都不在于换热塔设备的改进,也没有外接循环水管路,无法应用于循环水系统。

[0006] CN201310699608.3公开了一种热泵供热除雾节水型冷却塔,其真正利用热泵技术对冷却塔进行了改进,主要体现在除雾方面,即利用热泵产生的热源用来加热冷却塔风机出口的湿空气,降低冷却塔出口空气的相对湿度,进而达到除雾效果。但其不足之处也比较明显,一方面其热泵系统与冷却塔仍然是独立的两个设备,并未耦合在一个装置内,两者通过管道和换热器进行衔接,采用多级热交换,结构较复杂,热损失严重;另一方面,热泵必须二十四小时工作,才能兼具制冷和除雾效果,相比较传统冷却塔,其能耗非常高。

[0007] CN201510419893.8公开了一种水型闭式循环水空气冷却系统及方法,提出了冷却塔一级冷却,热泵二级冷却的思路,但其热泵系统与冷却塔仍然是独立的两个设备,并且其

通过热泵把需要冷却的循环水的热量又转移给了另一股冷却水,然后再次输送到冷却塔进行冷却降温,等于需要处理的热量又通过另外一种方式重新回到了冷却塔中,这显然是不合理的。

[0008] CN201610341832.9公开了一种三维高效蒸发换热系统,其同样认识到冷却塔设备体积较大,大部分时间在部分负荷下运转的问题,因此提出了利用蒸发压缩式制冷系统(热泵系统)来强化制冷的思路,其把蒸发器置于水槽中,冷凝器置于轴流风机出口处也弥补了CN201510419893.8专利的不足。但该专利过分强调蒸发压缩式制冷系统,通过加大或减少压缩式制冷能力来使得设备能适应各种气候条件,其能耗是非常高的,对设备体积的减少也是有限的,而且该专利摒弃了闭式冷却塔最大的优点即换热盘管、喷淋水、风三相传热以及显热与蒸发式潜热协同效应,而是变成水与水传热,盘管与风传热,而在温度较高的时候真正起作用的是盘管表面水的蒸发潜热带走大部分热量。

发明内容

[0009] 为解决现有的循环水冷却系统是根据环境湿球温度变化设计,存在大部分时候换热面积富余,造成设备尺寸过大,本发明拟提供一种集闭式冷却塔和热泵系统于一体的循环水冷却系统,可以根据最佳湿球温度而非全年最高湿球温度设计冷却塔,并利用热泵系统补足冷却需求,可以显著减少冷却塔设备尺寸及占地面积,同时节水效果突出且能耗较低。

[0010] 本发明的技术目的通过以下技术方案实现:

[0011] 首先,本发明第一方面的技术目的是提供一种循环水冷却系统,包括闭式塔冷却系统、导流系统和热泵系统;

[0012] 所述闭式塔冷却系统包括由上至下依次设置的风机、喷淋器、换热盘管、热交换层和集水槽,所述换热盘管两端分别连接循环水进水和出水,所述集水槽通过循环水泵连接喷淋器;

[0013] 所述导流系统包括挡流斜板、导流板、控制门和蒸发室,所述挡流斜板设置于集水槽顶部,从集水槽的一侧倾斜向下延伸至集水槽的另一侧,所述导流板设置有多块,从挡流斜板的末端向集水槽内依次排列,在水平方向上,导流板两端连接集水槽壁,在垂直方向上,其一端或与挡流斜板连接,或与集水槽底部连接,其另一端与集水槽底部或挡流斜板间留有导流空间,两种连接方式的导流板交替排列;集水槽最内侧的导流板一端连接集水槽底部,另一端上安装有控制门,所述控制门关闭时,导流板、挡流斜板和集水槽壁形成一个密闭仓室,为蒸发室;

[0014] 所述热泵系统包括以管道顺次连接的蒸发器、压缩机、冷凝器和膨胀阀,膨胀阀与蒸发器连接形成回路;所述蒸发器置于蒸发室内;

[0015] 所述换热盘管的循环水出水端设置阀门A,在阀门A的近进水端方向,引出支流,通过阀门B与集水槽的蒸发室连通,所述集水槽的底端通过阀门C与循环水出水连接。

[0016] 本发明第二方面的技术目的是提供利用所述循环水冷却系统进行冷却的方法,包括以下方式:

[0017] I. 当环境湿球温度 $\leq$ 闭式塔设计的最佳湿球温度时,开启闭式塔冷却系统,关闭热泵系统,阀门A开启,阀门B和阀门C关闭,控制门开启,仅通过调节风机和喷淋器的功率即

可满足循环水出水冷却温度要求；

[0018] II. 当环境湿球温度 $\leq$ 闭式塔设计的最佳湿球温度时,将闭式塔冷却系统的喷淋器关闭,风机开启,阀门A开启,阀门B和阀门C关闭,控制门关闭,仅通过调节风机频率满足冷却需求,当风机调至最大不能满足需求时,将阀门A关闭,阀门B和阀门C开启,控制门关闭,同时开启热泵系统辅助降温,冷却系统进入干式运行；

[0019] III. 当环境湿球温度 $>$ 闭式塔设计的最佳湿球温度时,将闭式塔冷却系统的风机和喷淋器开至最大仍不能满足需求,开启热泵系统,阀门A开启,阀门B和阀门C关闭,控制门开启,热泵系统对喷淋水辅助降温。

[0020] 与现有技术相比,本发明的优点:

[0021] 1、设备尺寸小,占地面积少,本发明摒弃了传统闭式冷却塔按照全年最高湿球温度设计的理念,而是采用按照最佳湿球温度来设计、冷却能力不足再开启热泵系统的方式,因此设备的尺寸和占地面积都大幅度减少。

[0022] 2、节水效果更加明显;热泵系统制冷方式没有水的消耗,因此热泵加冷却塔的两级冷却要比单独冷却塔冷却水耗低,另外温度较低时,较早开启热泵系统,还可以使冷却塔尽早实现干式运行,水耗进一步降低。

[0023] 3、能耗低,相比较其他热泵与冷却塔组合技术,本发明的热泵系统无须二十四小时开启,只是在需要额外冷量的时候开启,因而能耗较低。

[0024] 4、热泵系统与冷却塔高度耦合,热泵系统的蒸发器直接置于冷却塔集水槽中,冷凝器置于风机出风口上部,无需额外的换热器,加上尺寸和占地面积的减少,设备投资节省明显。

[0025] 本发明的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

附图说明

[0026] 本发明附图1幅:

[0027] 图1.本发明的循环水冷却系统示意图,

[0028] 其中,100.闭式塔冷却系统,200.热泵系统,300.导流系统,110.风机,120.喷淋器,130.换热盘管,140.热交换层,150.集水槽,160.循环水泵,210.蒸发器,220.压缩机,230.冷凝器,240.膨胀阀,310.挡流斜板,320.导流板,330.控制门,340.蒸发室,401.阀门A,402.阀门B,403.阀门C。

具体实施方式

[0029] 以下对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0030] 首先,本发明第一方面的技术目的是提供一种循环水冷却系统,包括闭式塔冷却系统、导流系统和热泵系统;

[0031] 所述闭式塔冷却系统包括由上至下依次设置的风机、喷淋器、换热盘管、热交换层和集水槽,所述换热盘管两端分别连接循环水进水和出水,所述集水槽通过循环水泵连接喷淋器;

[0032] 所述导流系统包括挡流斜板、导流板、控制门和蒸发室,所述挡流斜板设置于集水

槽顶部,从集水槽的一侧倾斜向下延伸至集水槽的另一侧并留有水流空间,所述导流板设置有多块,从挡流斜板的末端向集水槽内依次排列,在水平方向上,导流板两端连接集水槽壁,在垂直方向上,其一端或与挡流斜板连接,或与集水槽底部连接,其另一端与集水槽底部或挡流斜板间留有导流空间,两种连接方式的导流板交替排列;集水槽最内侧的导流板一端连接集水槽底部,另一端上安装有控制门,所述控制门关闭时,导流板、挡流斜板和集水槽壁形成一个密闭仓室,为蒸发室;

[0033] 所述热泵系统包括以管道顺次连接的蒸发器、压缩机、冷凝器和膨胀阀,膨胀阀与蒸发器连接形成回路;所述蒸发器置于蒸发室内;

[0034] 所述换热盘管的循环水出水端设置阀门A,在阀门A的近进水端方向,引出支流,通过阀门B与集水槽的蒸发室连通,所述集水槽的底端通过阀门C与循环水出水连接。

[0035] 在上述循环水冷却系统中,所述风机为轴流风机,且为变频电机;所述的换热盘管采用强化管,包括但不限于波纹管、螺纹管、扭曲管等,相比较于普通光管,可以更进一步减小冷却塔尺寸和占地面积;作为更具体的实施方式之一,所述的换热盘管进水口在下,出水口在上,这样循环水与喷淋水采用逆流加横流的方式可推动传热,降低循环水出口温度。

[0036] 在上述循环水冷却系统中,本领域技术人员应当理解的是,本发明的喷淋水对循环水经过冷却后,温度升高,先通过热交换层降温,再通过导流系统中的挡流斜板集中于集水槽的一侧,并在导流板的作用下,按照固定流道慢慢向另一侧的蒸发室流动,在开启热泵系统时,可防止集水槽一侧刚流下来的较高温度的喷淋水与蒸发室中已降温的低温喷淋水混合,实现分段分批次降温,提高喷淋水的制冷效果。所述热交换层实现喷淋水的第一步降温,其可采用内部装填换热填料方式或采用本领域技术人员所熟知的其他任何方式来实现喷淋水的降温,此方式为本领域技术人员所公知,不再赘述。

[0037] 在上述循环水冷却系统中,所述冷凝器设置于风机上部,利用风机的出风对冷凝器进行冷却,不需要额外的风机和散热设备,且兼具除雾和减少喷淋水飘逸的效果,提高了设备利用率,减少了投资。

[0038] 在上述循环水冷却系统中,所述热泵系统内流动介质为制冷剂,具体工作原理为:低温低压的制冷剂气体被压缩机吸入后加压变成高温高压的制冷剂气体,高温高压制冷剂气体经过冷却塔轴流风机上方的冷凝器换热后,变成中温高压液体,这其中热量随风散到大气中去,中温高压的液体再经过膨胀阀降压后变为低温低压的液体,经过集水槽内的蒸发器吸热蒸发后变为低温低压的气体,低温低压气体再被压缩机吸入,如此循环,其中集水槽左侧蒸发器制冷剂气化吸热带走了大量热量,使得附近喷淋水冷却降温,再通过水泵输送到冷却塔上部的喷淋器,大大强化了制冷能力。

[0039] 本发明第二方面的技术目的是提供利用所述循环水冷却系统进行冷却的方法,包括以下方式:

[0040] I. 当环境湿球温度 $\leq$ 闭式塔设计的最佳湿球温度时,开启闭式塔冷却系统,关闭热泵系统,阀门A开启,阀门B和阀门C关闭,控制门开启,仅通过调节风机和喷淋器的功率即可满足循环水出水冷却温度要求;

[0041] II. 当环境湿球温度 $\leq$ 闭式塔设计的最佳湿球温度时,将闭式塔冷却系统的喷淋器关闭,风机开启,阀门A开启,阀门B和阀门C关闭,控制门关闭,仅通过调节风机频率满足冷却需求,当风机调至最大不能满足需求时,将阀门A关闭,阀门B和阀门C开启,控制门关

闭,同时开启热泵系统辅助降温,冷却系统进入干式运行;

[0042] III. 当环境湿球温度>闭式塔设计的最佳湿球温度时,将闭式塔冷却系统的风机和喷淋器开至最大仍不能满足需求,开启热泵系统,阀门A开启,阀门B和阀门C关闭,控制门开启,热泵系统对喷淋水辅助降温。

[0043] 本领域技术人员应当理解的是,所述最佳湿球温度为闭式塔性能最优区间的上限值,超过该湿球温度冷却塔水耗和能耗都会急剧上升,所需的换热面积也大幅度增加。

[0044] 在上述利用本发明的循环水冷却系统进行冷却的方法中,作为更具体的实施方式,冷却方式I更适合于环境湿球温度与闭式塔设计的最佳湿球温度较为接近时,更为具体的是两者温差 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 时。冷却方式II更适合于环境湿球温度与闭式塔设计的最佳湿球温度差别较大时,更为具体的是两者温差 $> 12^{\circ}\text{C}$ 时。

[0045] 在上述利用本发明的循环水冷却系统进行冷却的方法中,冷却方式I更为具体的运行方式是:根据冷却需求,随时监控循环水出水温度,并调整风机的转速和喷淋器机组的开启数量,循环水从阀门A出水,喷淋水完成冷却通过热交换层降温进入集水槽,由循环水泵抽至喷淋器循环使用。

[0046] 在上述利用本发明的循环水冷却系统进行冷却的方法中,冷却方式II更为具体的运行方式是:将喷淋器关闭,仅开启风机,系统进入干式运行,阀门A开启,阀门B和阀门C关闭,控制门关闭,监控循环水出水温度,当风机调至最大时仍不能满足冷却需求时,开启热泵系统,同时关闭阀门A,开启阀门B和C,关闭控制门,使循环水进入蒸发室,热泵系统辅助其降温后再出水。

[0047] 在上述利用本发明的循环水冷却系统进行冷却的方法中,冷却方式III更为具体的运行方式是:闭式塔冷却系统和热泵系统均开启,阀门A开启,阀门B和阀门C关闭,控制门开启,此时环境温度较高,喷淋水仅通过热交换层的作用并不能达到作为冷却水的需求,此时喷淋水进入集水槽后,在导流板作用下流向蒸发室,并在热泵系统作用下降温,由循环水泵抽至喷淋器循环使用,导流板可将新流入集水槽的较高温度的喷淋水和蒸发室内已降温的喷淋水在一定程度上进行隔绝,防止共混,提高热泵系统的工作效率。

[0048] 在上述利用本发明的循环水冷却系统进行冷却的方法中,各设备均采用智能系统控制,可根据各使用单位的节水或节电的不同需求,选择此冷却系统的运行方式,并通过环境温度和循环水出口温度的反馈智能调节各设备的功率及热泵机组的启停,以满足循环水出水要求。

[0049] 下述非限制性实施例可以使本领域的普通技术人员更全面地理解本发明,但不以任何方式限制本发明。

[0050] 实施例1

[0051] 本发明的循环水冷却系统,其示意图如图1所示,包括闭式塔冷却系统100、导流系统300和热泵系统200;

[0052] 所述闭式塔冷却系统100包括由上至下依次设置的风机110、喷淋器120、换热盘管130、热交换层140和集水槽150,所述换热盘管130两端分别连接循环水进水和出水,所述集水槽150通过循环水泵160连接喷淋器;

[0053] 所述导流系统300包括挡流斜板310、导流板320、控制门330和蒸发室340,所述挡流斜板310设置于集水槽150顶部,从集水槽150的一侧倾斜向下延伸至集水槽150的另一

侧,所述导流板320设置有多块,从挡流斜板310的末端向集水槽150内依次排列,在水平方向上,导流板320两端连接集水槽150壁,在垂直方向上,其一端或与挡流斜板310连接,或与集水槽150底部连接,其另一端与集水槽150底部或挡流斜板310间留有导流空间,两种连接方式的导流板320交替排列;集水槽150最内侧的导流板320一端连接集水槽150底部,另一端上安装有控制门330,所述控制门330关闭时,导流板320、挡流斜板310和集水槽150壁形成一个密闭仓室,为蒸发室340;所述热泵系统200包括以管道顺次连接的蒸发器210、压缩机220、冷凝器230和膨胀阀240,膨胀阀240与蒸发器210连接形成回路;所述蒸发器210置于蒸发室340内;

[0054] 所述换热盘管130的循环水出水端设置阀门A401,在阀门A401的近进水端方向,引出支流,通过阀门B402与集水槽150内的蒸发室340连通,所述集水槽150的底端通过阀门C403与循环水出水连接。

[0055] 所述风机110为轴流风机,且为变频电机,所述换热盘管130为波纹管,其循环水进水口在下,出水口在上;所述冷凝器230设置于风机110的上部。所述的热泵系统200内流动介质为制冷剂。以上系统中的各设备均采用智能系统控制,可根据各使用单位的节水或节电的不同需求,选择此冷却系统的运行方式,并通过环境温度和循环水出口温度的反馈智能调节各设备的功率及热泵机组的启停,以满足循环水出水要求。

[0056] 此循环水冷却系统按照某地区最佳湿球温度22℃设计,其循环水入口温度为40℃左右,循环水出口温度目标值为30℃。此冷却塔尺寸比现有的冷却塔尺寸减少约1/2,占地面积减少1/3。

[0057] 实施例2~5位利用上述循环水冷却系统进行冷却的方式:

[0058] 实施例2

[0059] 选取该地区九月份某一天,一天中最高温度为29℃,相对湿度为45%,换算出最高湿球温度为20.26℃,最低温度为18℃,相对湿度55%,换算出最低湿球温度为12.8℃。

[0060] 该冷却系统一天的工作方式:开启闭式塔冷却系统100,关闭热泵系统200,阀门A401开启,阀门B402和阀门C403关闭,控制门330开启;早晨为一天中最冷的阶段,这时喷淋器120水泵机组数量开启一半即可,风机110在较低的转速下工作,随着温度的升高逐渐提高功率,满足循环水出口温度为30℃的指标;中午到下午的阶段为一天最热,这时喷淋器120水泵机组全开,风机110在较高转速下工作;傍晚到深夜阶段,温度又逐渐降低,逐渐调节风机110转速及喷淋器120水泵开启数量。该冷却系统全天都是在智能调节的模式下进行,即通过环境温度和循环水出口温度的反馈来智能变频改变风机110的功率及喷淋器120水泵的开停数量。

[0061] 实施例3

[0062] 选取该地区七月份某一天,一天中最高温度为33℃,相对湿度为60%,换算出最高湿球温度为26.43℃,最低温度为23℃,相对湿度65%,换算出最低湿球温度为18.46℃。

[0063] 该冷却系统一天的工作方式:早晨为一天温度较低的阶段,此时只开启闭式塔冷却系统100,阀门A开启,阀门B和C关闭,控制门开启;喷淋器120水泵全开,风机110在较高转速下工作,随着温度的升高逐渐提高功率;临近中午或中午的某个时刻,环境湿球温度超过22℃,这时喷淋器120水泵全开,风机110开到最大,仍监测到循环水出口温度没有到达30℃,这时开启热泵系统200,辅助喷淋水降温;傍晚到深夜阶段,温度又逐渐降低,环境湿球

温度低于22℃时,关闭热泵系统200,逐渐调节风机110转速来满足要求。

[0064] 实施例4

[0065] 选取该地区十一月份某一天,一天中最高温度为10℃,相对湿度为50%,换算出最高湿球温度为5.54℃,最低温度为0℃,相对湿度50%,湿球温度可近似为0℃。

[0066] 该冷却系统一天的工作方式为:晚八点到早八点,环境干湿球温度都逼近0℃,这时喷淋器120水泵全部关闭,集水槽150内的水清空,阀门A401开启,阀门B402和阀门C403关闭,单独依靠风机110在较高的转速下工作,可以满足循环水出口温度为30℃的指标;临近中午,温度又逐渐升高,风机110开最大时,循环水出口温度仍不能达标,此这时开启热泵系统200提供额外的冷量,阀门A401关闭,阀门B402和阀门C403开启,控制门330关闭,蒸发室340为密闭空间,未达标的循环水进入蒸发室340在热泵系统200帮助下进一步降温,再通过阀门C403排出。此时冷却系统仍然保持干式运行。

[0067] 在温度较低的工况下,该冷却系统通过智能调控热泵系统的开启来提供额外的冷量,使设备提前进入干式运行,不再使用喷淋水,节约了水资源。

[0068] 实施例5

[0069] 选取该地区一月份某一天,一天中最高温度为0℃,最低温度为-9℃。

[0070] 该冷却塔一天的工作方式为:喷淋器120水泵关闭,热泵系统200关闭,集水槽150清空,阀门A401开启,阀门B402和阀门C403关闭,控制门330关闭,风机110开启,冷却系统干式运行,只通过智能调节风机110功率来满足循环水要求。

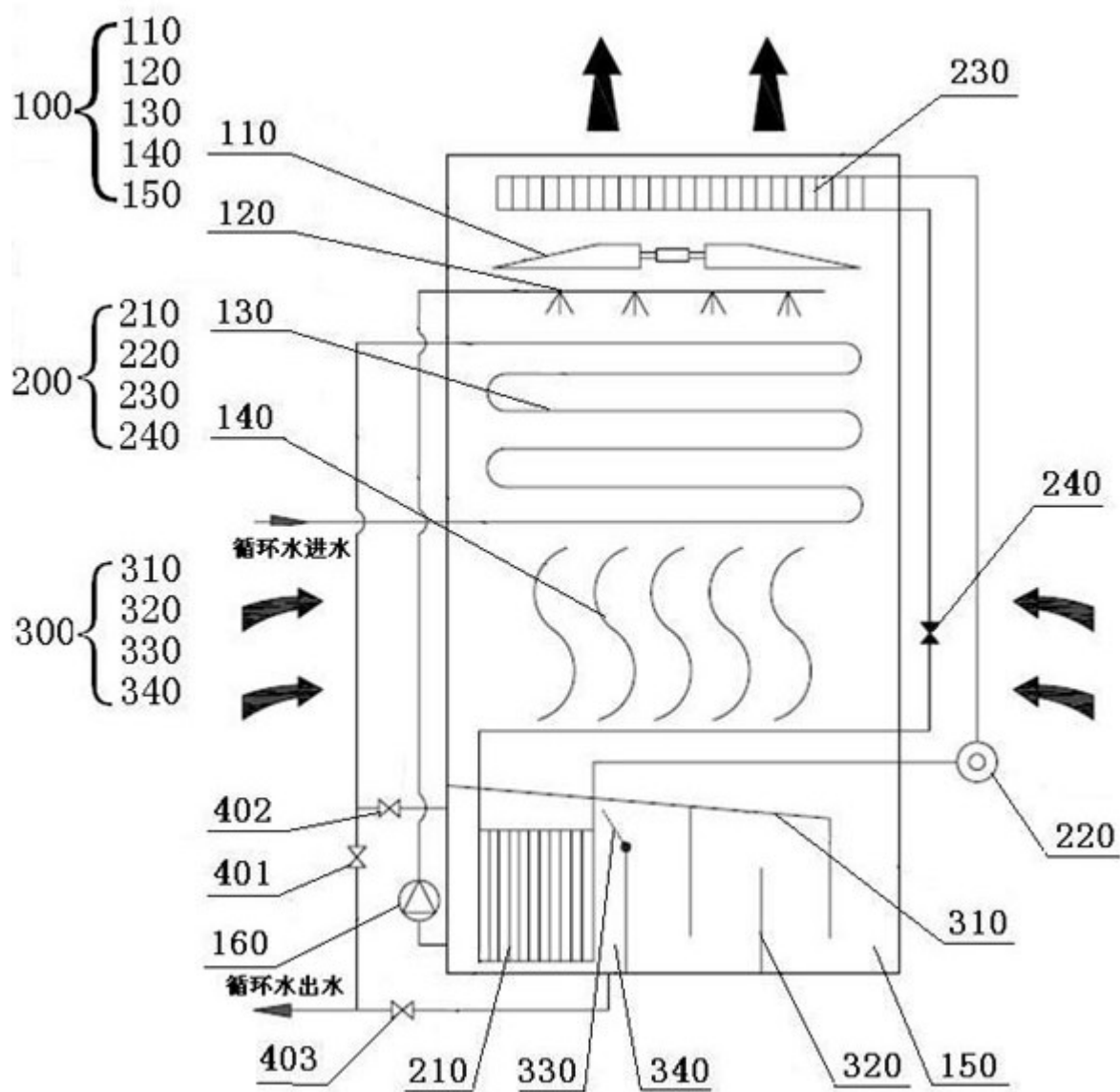


图1