



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110806122 A

(43)申请公布日 2020. 02. 18

(21)申请号 201911114889.5

(22)申请日 2019.11.14

(71)申请人 珠海格力电器股份有限公司
地址 519070 广东省珠海市前山金鸡西路
六号

(72)发明人 于博 何叶从 石尔 张晓烽
赵万东

(74)专利代理机构 北京市隆安律师事务所
11323
代理人 廉振保

(51)Int.Cl.
F28D 5/02(2006.01)
F28F 25/08(2006.01)

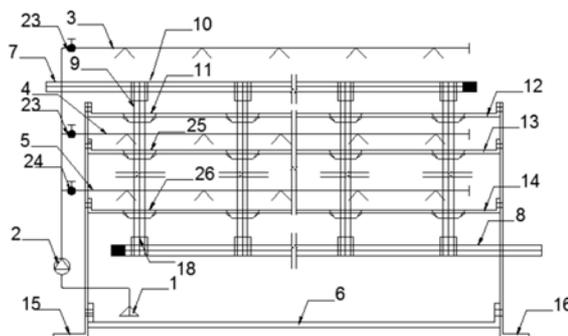
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

水膜重构管式蒸发冷却器

(57)摘要

本发明提供一种水膜重构管式蒸发冷却器,包括布水系统、水膜重构系统、换热盘管、水膜重构系统支架、换热盘管支架和安全附件构成,所述布水系统包括吸水口、水泵、第一布水器、第二布水器、第三布水器和储水槽,所述水膜重构系统包括初水膜形成装置,第一水膜重构装置、第二水膜重构装置,所述换热盘管由多组并联的单元盘管构成,在单元盘管高度方向上依次垂直布置初水膜形成装置,第一水膜重构装置、第二水膜重构装置,喷淋水由第一布水器喷出,经初水膜形成装置,第一水膜重构装置和第三水膜重构装置,在水膜重构管式蒸发冷却器表面形成均匀、完整水膜,实现高效换热。



1. 水膜重构管式蒸发冷却器,包括布水系统、水膜重构系统、换热盘管、水膜重构系统支架、换热盘管支架和安全附件构成,其特征在于:所述布水系统包括吸水口(1)、水泵(2)、第一布水器(3)、第二布水器(4)、第三布水器(5)和储水槽(6),其中第一布水器(3)、第二布水器(4)和第三布水器(5)平行布置,所述水膜重构系统包括初水膜形成装置(12)、第一水膜重构装置(13)、第二水膜重构装置(14),其中初水膜形成装置(12),第一水膜重构装置(13)、第二水膜重构装置(14)平行布置,初水膜形成装置(12)、第一水膜重构装置(13)、第二水膜重构装置(14)可采用板式结构水膜重构系统和槽式结构水膜重构系统,所述换热盘管由多组并联的单元盘管(9)构成,在单元盘管(9)高度方向上依次垂直布置初水膜形成装置(12),第一水膜重构装置(13)、第二水膜重构装置(14),并联设置的单元盘管(9)的入口、出口分别设置分液管(7)、集液管(8),分液管(7)、集液管(8)与单元盘管(9)分别通过分液活接头(10)、集液活接头(18)连接,所述水膜重构系统支架包括左支架(15)、右支架(16)、前导轨(27)和后导轨(17),初水膜形成装置(12)、第一水膜重构装置(13)、第二水膜重构装置(14)的左端、右端、前端和后端分别与左支架(15)、右支架(16)、前导轨(27)和后导轨(17)连接,高温介质由分液管(7)进入并联设置的单元盘管,由集液管(8)汇合流出,喷淋水由第一布水器(3)喷出,经初水膜形成装置(12)、第一水膜重构装置(13)、第二水膜重构装置(14),在水膜重构管式蒸发冷却器表面形成水膜。

2. 如权利要求1所述水膜重构管式蒸发冷却器,其特征在于:所述第二布水器(4)和第三布水器(5)根据水膜重构蒸发冷却器承担的负荷决定设置高度、开启周期和布水量。

3. 如权利要求1所述水膜重构管式蒸发冷却器,其特征在于:所述第一水膜重构装置(13)、第二水膜重构装置(14)根据水膜重构蒸发冷却器承担的负荷决定设置高度、第一水膜重构出水口(25)和第二水膜重构出水口(26)的宽度。

4. 如权利要求1所述水膜重构管式蒸发冷却器,其特征在于:所述板式结构水膜重构系统由多个平行设置的布水槽(28)构成,布水槽(28)数量与单元盘管(9)的数量相同,每个布水槽(28)上设置以单元盘管(9)中心线为对称轴、坡向单元盘管(9)的板式汇水槽(19),板式汇水槽(19)与单元盘管(9)间设置板式出水口(30)。

5. 如权利要求1所述水膜重构管式蒸发冷却器,其特征在于:所述槽式结构水膜重构系统由平行设置的左布水槽(15)、右布水槽(16)构成,左布水槽(15)、右布水槽(16)的前端、后端分别与前导轨(27)和后导轨(17)连接,左布水槽(15)、右布水槽(16)上设置以单元盘管(9)中心线为对称轴、坡向单元盘管(9)的槽式汇水槽(20),槽式汇水槽(20)与单元盘管(9)间设置槽式出水口(29)。

水膜重构管式蒸发冷却器

技术领域

[0001] 本发明提供一种水膜重构管式蒸发冷却器,属换热器领域,旨在解决高速气流下,蒸发冷却器表面水膜均匀性、完整性差导致换热效率低的问题。

背景技术

[0002] 现有蒸发冷却器多采用在换热盘管顶部布水,由于表面张力和粘滞力的作用,蒸发冷却器表面水膜的均匀性、完整性都不够理想,局部甚至为干涸面,而且水膜表面饱和空气压力与主流空气中水蒸气分压力差是蒸发冷却器传热传质过程推动力,传统的布水方式在蒸发冷却器表面形成水膜时,大部分水滴与空气直接作用,使得空气湿度显著增加,即空气中水蒸气分压力增大,水膜与空气的传热传质推动力降低,空气排热能力未能充分利用,故蒸发冷却器传热效率低。

[0003] 针对现有蒸发冷却器表面水膜均匀性、完整性较差的问题,申请人所在课题组提出利用“蒸发补水器(ZL2009103003918)”在换热器侧面布水,显著改善了水膜的均匀性和完整性,提高传质推动力。但由于该蒸发补水器利用水滴由喷嘴高速喷出的反作用力推动装置自动旋转,压缩空气的压力、空气量非常大,且空气压力远远大于喷雾所需压力,导致空气压缩机功率急剧增加,能源浪费严重。更严重的是,该布水装置的旋转体套装在进水通道上,旋转体与进水通道外壁构成空腔,通过轴承支撑旋转体,因此,该装置的运动部件与静止部件的摩擦力、密封性与装置推动力构成一系列互相制约的问题:1) 如果要求密封性好,则装置摩擦力急剧增大,推动装置旋转所需动力也急剧增大,空压机功率剧增;2) 如果要求密封性差,则泄漏严重,浪费大量压缩空气,也导致压缩机所需电机功率增大;3) 水或压缩空气中的微小杂质或装置旋转运动中产生的细金属屑都能轻易卡在运动件与静止件之间的缝隙中,使装置频繁停止旋转,导致换热器无法排热,影响机组安全;4) 布水器泄漏会使轴承的润滑油溅至换热器表面,严重削弱水膜的均匀性和完整性;5) 压缩空气与水的过早接触,使得空气由水箱侧泄漏,且将水压回水箱而不得不把水泵压力提高到和压缩空气压力相近,远远大于雾化所需经济压力。

[0004] 针对上述问题,申请人提出采用电动机提供旋转动力,解决运行能耗大和运行不稳定等上述问题,并基于该方案开发了“旋转布水器(ZL2011103411312)”、“两侧旋转布水器空气雾化输配装置(ZL2013201382945)”、“两侧旋转布水器压力雾化输配装置(ZL2013201382945)”和“两侧旋转布水间接蒸发冷却器(ZL2013201383026)”等系列设备技术。该系列技术解决了“蒸发补水器(ZL2009103003918)”存在的所有问题,现现有蒸发冷却器相比,性能提高了约80%,但空气排热能力利用率存在一个低于研究预期的极限值,在该极限值之后,无论如何强化水膜性能,换热效率都不再提高,某些情况下甚至还降低(国家自然科学基金项目:51406015),其原因在于:1、两侧布水在显著改善水膜性能、强化水膜与壁面换热的同时,喷淋水液滴仍然在一定程度上削弱空气的潜热交换能力,部分雾化的液滴与空气直接进行热质交换,未参与排除蒸发冷却器内部高温介质的热量,空气的排热能力未能得到最大限度的利用;2、水膜与壁面的换热系数太小,需要进一步强化水膜与壁面

的换热。

[0005] 鉴于“两侧旋转布水间接蒸发冷却器(ZL2013201383026)”优秀的换热性能,课题组将该设备安装于地铁地下车站空调地下排风坑道内,解决地铁工程建设中很难在地面上找到既满足冷却塔设置要求,又与周边环境协调的位置安装冷却塔的工程难题,同时回收地铁车站空调排风的能量,降低地铁车站建设的初投资和空调系统的运行能耗。研究发现,该设备应用于地铁地下工程空调系统时,其换热性能远远低于应用于其它空调工程,中型、大型蒸发冷却器的误差尤其显著,该设备现有技术并不适用于地铁地下空调工程,产生该问题的主要原因在于:1、地铁排风坑道内空气速度远远大于目前蒸发冷却器的空气速度,高速气流下蒸发冷却器表面水膜的均匀性、完整性远远低于常规气流速度的水膜均匀性、完整性;2、为了不增大地铁车站排风系统的阻力,申请人略微增大了盘管间距,进一步加剧了蒸发冷却器表面水膜的不均匀性,同时飘水现象更为严重,水膜与空气传热传质能力被严重削弱,空气的排热能力利用率低,如果不加大盘管间距,则车站排风系统能耗将大幅增加;3、蒸发冷却器盘管的高度方向上的水膜分布尤其不均匀,在蒸发冷却器盘管的一定高度之后,盘管表面水膜呈线状分布、流速极低,水膜与空气换热系数低,不能高效的排出蒸发冷却器内部高温介质的热量,故换热器性能低。

[0006] 因此,高速气流下,如何在蒸发冷却器表面形成均匀、完整水膜且不产生飘水问题,尽可能增大水膜与蒸发冷却器表面的换热系数,是确保蒸发冷却器在高速气流条件实现高效换热的关键。

发明内容

[0007] 本发明旨在提出了一种解决上述问题的水膜重构管式蒸发冷却器,具体是:

[0008] 水膜重构管式蒸发冷却器,包括布水系统、水膜重构系统、换热盘管、水膜重构系统支架、换热盘管支架和安全附件构成,布水系统包括吸水口、水泵、第一布水器、第二布水器、第三布水器和储水槽,其中第一布水器、第二布水器和第三布水器平行布置,水膜重构系统包括初水膜形成装置,第一水膜重构装置、第二水膜重构装置,其中初水膜形成装置,第一水膜重构装置、第二水膜重构装置平行布置,初水膜形成装置,第一水膜重构装置、第二水膜重构装置可采用板式结构水膜重构系统和槽式结构水膜重构系统,换热盘管由多组并联的单元盘管构成,在单元盘管高度方向上依次垂直布置初水膜形成装置,第一水膜重构装置、第二水膜重构装置,并联设置的单元盘管的入口、出口分别设置分液管、集液管,分液管、集液管与单元盘管分别通过分液活接头、集液活接头连接,水膜重构系统支架包括左支架、右支架、前导轨和后导轨,初水膜形成装置、第一水膜重构装置、第二水膜重构装置的左端、右端、前端和后端分别与左支架、右支架、前导轨和后导轨连接,高温介质由分液管进入并联设置的单元盘管,由集液管汇合流出,喷淋水由第一布水器喷出,经初水膜形成装置,第一水膜重构装置、第二水膜重构装置,在水膜重构管式蒸发冷却器表面形成均匀、完整水膜,实现高效换热。

[0009] 进一步地,第二布水器和第三布水器根据水膜重构蒸发冷却器承担的负荷决定设置高度、开启周期和布水量。

[0010] 进一步地,第一水膜重构装置、第二水膜重构装置根据水膜重构蒸发冷却器承担的负荷决定设置高度、第一水膜重构出水口和第二水膜重构出水口的宽度。

[0011] 进一步地,板式结构水膜重构系统由多个平行设置的布水槽构成,布水槽数量与单元盘管的数量相同,每个布水槽上设置以单元盘管中心线为对称轴、坡向单元盘管的板式汇水槽,板式汇水槽与单元盘管间设置板式出水口。

[0012] 进一步地,槽式结构水膜重构系统由平行设置的左布水槽、右布水槽构成,左布水槽、右布水槽的前端、后端分别与前导轨和后导轨连接,左布水槽、右布水槽上设置以单元盘管中心线为对称轴、坡向单元盘管的槽式汇水槽,槽式汇水槽与单元盘管间设置槽式出水口。

[0013] 本发明的主要创新点在于:

[0014] 基于水膜重构管式蒸发冷却器所承担的负荷和水膜的均匀性、完整性、流速和厚度在盘管高度方向上的形成、发展、演化情况,利用初水膜形成装置在水膜重构管式蒸发冷却器表面形成均匀水膜,当水膜发展到不够均匀时,利用第一水膜重构装置第一次重构水膜,当水膜再次发展到不够均匀时,利用第二水膜重构装置在盘管高度方向上第二次形成均匀水膜,确保水膜重构管式蒸发冷却器盘管高度方向上的水膜始终保持均匀完整。

[0015] 在重构水膜期间,基于水膜重构管式蒸发冷却器所承担的负荷允许的水膜温度波动范围,确定第二布水器、第三布水器的设置高度、开启周期和布水量,最大化利用空气的排热能力。

[0016] 在重构水膜期间,优化初水膜形成装置、第一水膜重构装置和第二水膜重构装置的初始水膜速度,基于水膜的均匀性、完整性指标优化水膜速度,尽可能提高水膜与壁面的换热系数。

[0017] 本发明的主要优点在于:

[0018] 在高速气流下,保证水膜重构管式蒸发冷却器表面形成均匀完整水膜,尽可能提高水膜与壁面的换热系数,最大化利用水膜与空气的排热能力。

[0019] 解决地铁工程等地下工程建设中很难在地面上找到既满足冷却塔设置要求,又与周边环境协调的位置安装冷却塔的工程难题,为实现地下军事建筑“隐身”提供一种可行的排风处理方案和设备。

[0020] 回收地铁等地下建筑空调排风的能量,降低工程初投资和运行能耗。

附图说明

[0021] 图1为本发明实施例一的水膜重构板式蒸发冷却器的主视示意图;

[0022] 图2为本发明实施例一的水膜重构板式蒸发冷却器的俯视示意图;

[0023] 图3为本发明实施例二的水膜重构板式蒸发冷却器的俯视示意图;

[0024] 图4为本发明实施例二的水膜重构板式蒸发冷却器的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 结合附图对本发明所述水膜重构管式蒸发冷却器做一步说明:

[0026] 实施例一:以板式结构水膜重构系统说明水膜重构管式蒸发冷却器的具体实施方式,具体参见图1和图2。

[0027] 水膜重构管式蒸发冷却器,包括布水系统、水膜重构系统、换热盘管、水膜重构系统支架、换热盘管支架和安全附件构成,布水系统包括吸水口1、水泵2、第一布水器3、第二

布水器4、第三布水器5和储水槽6,其中第一布水器3、第二布水器4和第三布水器5平行布置,水膜重构系统包括初水膜形成装置12,第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14,其中初水膜形成装置12,第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14平行布置,初水膜形成装置12,第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14可采用板式结构水膜重构系统,换热盘管由多组并联的单元盘管9构成,在单元盘管9高度方向上依次垂直布置初水膜形成装置12,第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14,并联设置的单元盘管9的入口、出口分别设置分液管7、集液管8,分液管7、集液管8与单元盘管9分别通过分液活接头10、集液活接头18连接,水膜重构系统支架包括左支架15、右支架16、前导轨27和后导轨17,初水膜形成装置12、第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14的左端、右端、前端和后端分别与左支架15、右支架16、前导轨27和后导轨17连接,高温介质由分液管7进入并联设置的单元盘管,由集液管8汇合流出,喷淋水由第一布水器3喷出,经初水膜形成装置12,第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14,在水膜重构管式蒸发冷却器表面形成均匀、完整水膜。

[0028] 基于水膜重构管式蒸发冷却器所承担的负荷和水膜的均匀性、完整性、流速和厚度在盘管高度方向上的形成、发展、演化情况,利用初水膜形成装置在水膜重构管式蒸发冷却器表面形成均匀水膜,当水膜发展到不够均匀时,利用第一水膜重构装置第一次重构水膜,当水膜再次发展到不够均匀时,利用第二水膜重构装置在盘管高度方向上第二次形成均匀水膜,确保水膜重构管式蒸发冷却器盘管高度方向上的水膜始终保持均匀完整。

[0029] 第二布水器4和第三布水器5根据水膜重构蒸发冷却器承担的负荷决定设置高度、开启周期和布水量。

[0030] 第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14根据水膜重构蒸发冷却器承担的负荷决定设置高度、第一水膜重构出水口25和第二水膜重构出水口26的宽度。

[0031] 板式结构水膜重构系统由多个平行设置的布水槽28构成,布水槽28数量与单元盘管9的数量相同,每个布水槽28上设置以单元盘管9中心线为对称轴、坡向单元盘管9的板式汇水槽19,板式汇水槽19与单元盘管9间设置板式出水口30。

[0032] 实施例二:以槽式结构水膜重构系统说明水膜重构管式蒸发冷却器的具体实施方式,参见图3和图4。

[0033] 在实施例一基础上,可采用以槽式结构水膜重构系统的实施例二,实施例二与实施例一的关键区别在于初水膜形成装置12,第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14采用的槽式结构水膜重构系统,如附图所示,槽式结构水膜重构系统由平行设置的左布水槽15、右布水槽16构成,左布水槽15、右布水槽16的前端、后端分别与前导轨27和后导轨17连接,左布水槽15、右布水槽16上设置以单元盘管9中心线为对称轴、坡向单元盘管9的槽式汇水槽20,槽式汇水槽20与单元盘管9间设置槽式出水口29。

[0034] 实施例三:以槽式结构水膜重构系统和板式结构水膜重构系统的组合应用说明水膜重构管式蒸发冷却器的具体实施方式,

[0035] 实施例一和实施例二列举了水膜重构系统采用槽式结构水膜重构系统或板式结构水膜重构系统的技术方案,实际工程中还可采用水膜重构系统采用槽式结构水膜重构系统和板式结构水膜重构系统组合应用的技术方案,简单列举如下:1、初水膜形成装置12采用板式结构水膜重构系统,第一水膜重构装置13、第二水膜重构装置14采用槽式结构水膜重构系统。2、初水膜形成装置12采用槽式结构水膜重构系统,第一水膜重构装置13采用板

式结构水膜重构系统,第二水膜重构装置14采用槽式结构水膜重构系统。3、初水膜形成装置12采用板式结构水膜重构系统,第一水膜重构装置13采用槽式结构水膜重构系统,第二水膜重构装置14采用板式结构水膜重构系统。

[0036] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

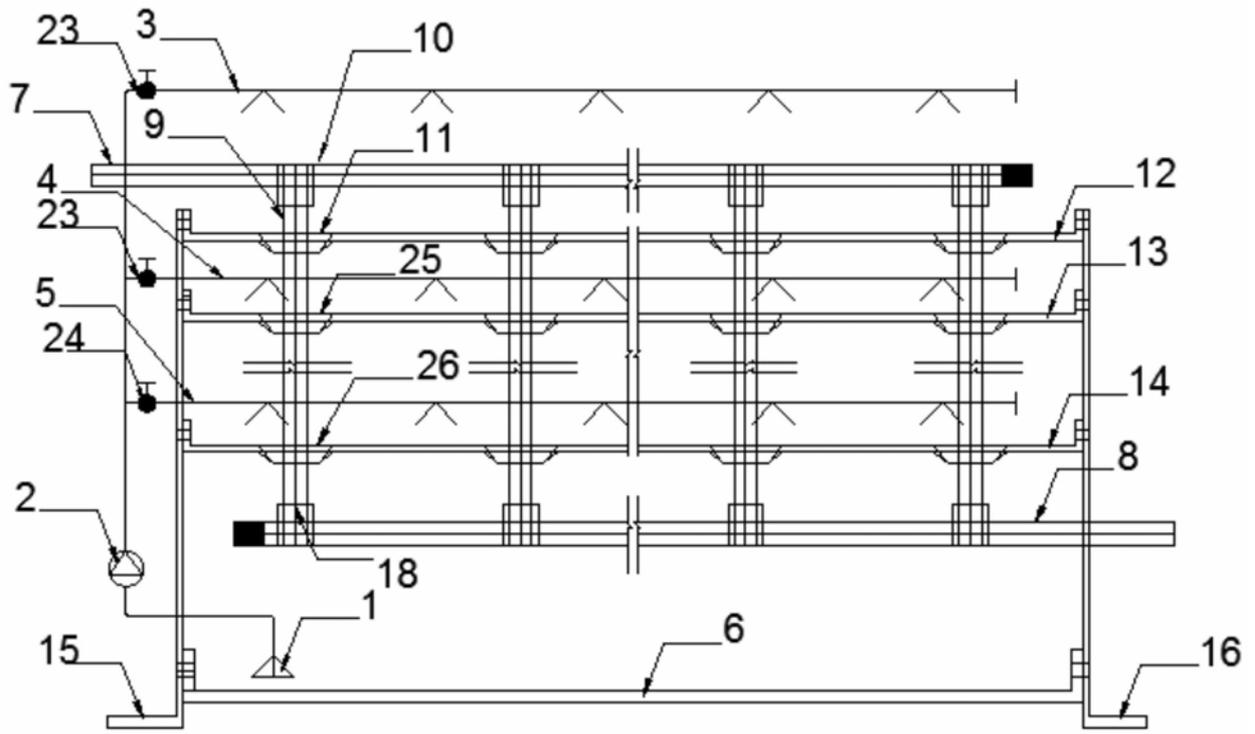


图1

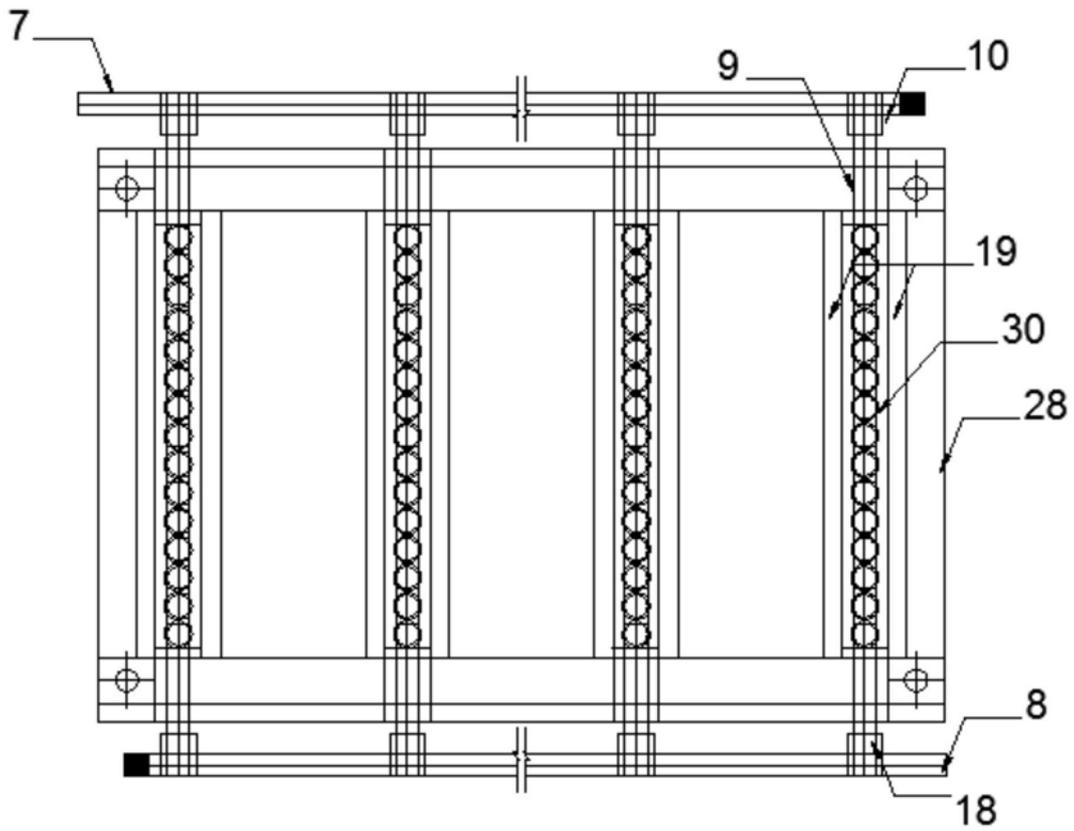


图2

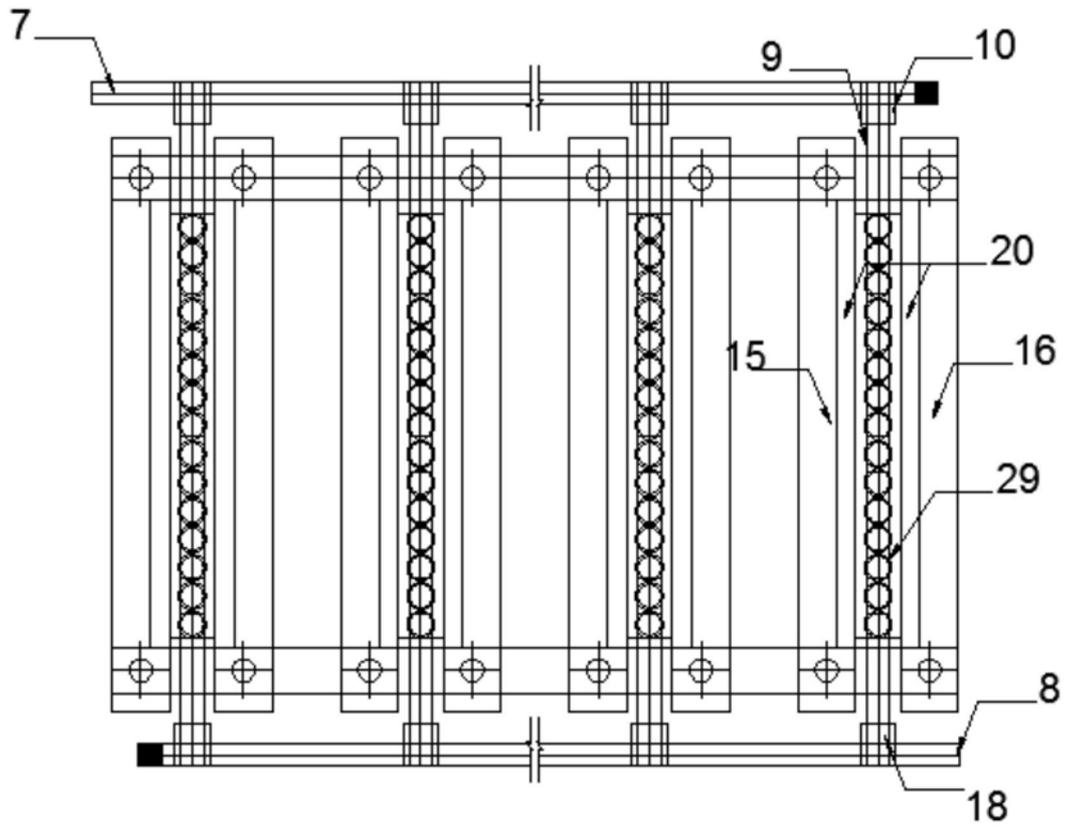


图3

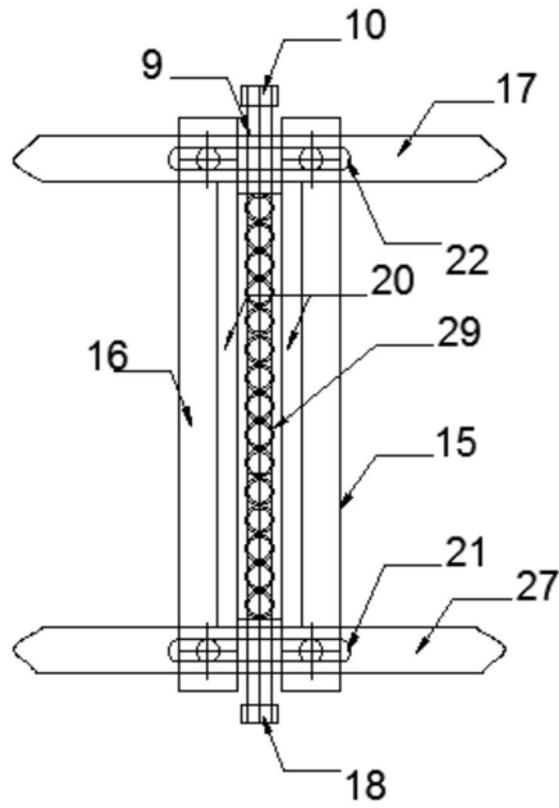


图4