



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104964365 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 07

(21) 申请号 201510359754. 0

(22) 申请日 2015. 06. 25

(71) 申请人 陕西优斯达环境科技有限公司

地址 721306 陕西省宝鸡市高新开发区凤凰
六路北段 1 号

(72) 发明人 于优城 李民柱 张爱武

(74) 专利代理机构 北京煦润律师事务所 11522

代理人 梁永芳

(51) Int. Cl.

F24F 5/00(2006. 01)

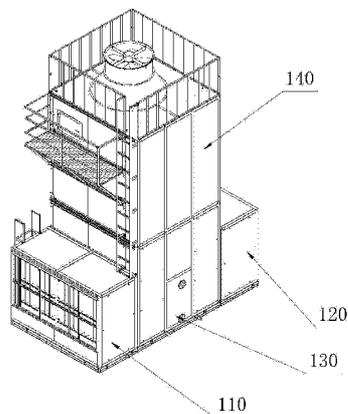
权利要求书1页 说明书13页 附图15页

(54) 发明名称

模块化水蒸发冷水机组

(57) 摘要

本发明涉及一种模块化水蒸发冷水机组,其包括:至少一个过滤冷却段模块,每个过滤冷却段模块具有空气过滤装置和空气冷却装置;至少一个直接段模块,所述至少一个直接段模块具有机组排风机、填料、水箱和喷淋装置;其中,所述至少一个过滤冷却段模块可分离地布置在所述至少一个直接段模块的旁侧。本发明的机组由于采用可分离的模块化构造,使得机组安装、运输、调试、维修等十分便利。另外,采用模块化构造,还特别便于填料高度的增加。



1. 一种模块化水蒸发冷水机组,其包括:至少一个过滤冷却段模块,每个过滤冷却段模块具有空气过滤装置和空气冷却装置;至少一个直接段模块,所述至少一个直接段模块具有机组排风机、填料、水箱和喷淋装置;其中,所述至少一个过滤冷却段模块可分离地布置在所述至少一个直接段模块的旁侧。

2. 根据权利要求1所述的机组,其特征在于,所述至少一个直接段模块至少包括:水箱直接段模块和可分离地布置在所述水箱直接段模块上方的风机直接段模块,其中,所述水箱位于所述水箱直接段模块中,所述机组排风机和所述喷淋装置位于所述风机直接段模块中,并且,所述水箱直接段模块和所述风机直接段模块的至少之一中具有填料。

3. 根据权利要求2所述的机组,其特征在于,所述水箱直接段模块中具有第一填料,优选为斜折波填料,并且所述风机直接段模块中具有第二填料,优选为斜折波填料;所述第一填料和所述第二填料可以相同,也可以不同。

4. 根据权利要求1-3之一所述的机组,其特征在于,所述机组包括左过滤冷却段模块和右过滤冷却段模块,所述左过滤冷却段模块和所述右过滤冷却段模块大致对称地布置在所述水箱直接段模块的两侧。

5. 根据权利要求1-4之一所述的机组,其特征在于,所述机组的水路系统包括多个管道部分,所述多个管道部分分别被设置在所述至少一个过滤冷却段模块和所述至少一个直接段模块中。

6. 根据权利要求5所述的机组,其特征在于,相邻模块的连接处采用螺纹连接件进行固定,相邻模块中的管道部分的连接处采用法兰橡胶软接头和卡箍进行连接。

7. 根据权利要求2-6之一所述的机组,其特征在于,在所述风机直接段模块中,在所述喷淋装置和所述第二填料之间设置有检修稳压区。

8. 根据权利要求1-7之一所述的机组,其特征在于,所述过滤冷却段模块包括可分离的过滤段子模块和冷却段子模块。

9. 根据权利要求1-8之一所述的机组,其特征在于,所述空气冷却装置包括第一空气冷却装置和第二空气冷却装置,各空气冷却装置优选为表冷器,各空气冷却装置的冷却水路的出口端分别经管路与所述喷淋装置连通。

10. 根据权利要求9所述的机组,其特征在于,所述第一空气冷却装置中的冷却介质为用户回水,和/或,所述第二空气冷却装置中的冷却介质为机组冷水。

模块化水蒸发冷水机组

技术领域

[0001] 本发明涉及制冷装置,具体涉及一种模块化水蒸发冷水机组。

背景技术

[0002] 蒸发冷却技术是一项利用水蒸发吸热实现制冷的技术,该技术主要是利用水在空气中蒸发时带走热量的现象来工作的。在没有其它热源的情况下,水与空气间的热湿交换过程是空气将显热传递给水,使空气的温度下降;而由于水的蒸发,空气的含湿量要增加,而且进入空气的水蒸气还要带回一些汽化潜热。当这两种热量相等时,水温可达到空气的湿球温度。因此,只要空气的湿度不是饱和的,利用循环水喷淋空气就可获得降温的效果,从而可以获得冷水。

[0003] 与机械制冷相比,蒸发冷却制冷具有以下优点:初投资成本低;耗电量低;环境友好(仅使用水和空气作介质);维护简单。由于受限于空气的湿度,蒸发冷却制冷主要适用于干旱/半干旱地区。

[0004] 现有技术中已存在多种水蒸发冷水机组,其中较有代表性的包括:例如,CN203116197U、CN202709355U、CN203116206U、CN202709356U等专利文献中所披露的技术。

[0005] 然而,现有技术中的水蒸发冷水机组通常具有整体式机组壳体,间接蒸发冷却段和直接蒸发冷却段的各组成部分都组装在同一个机组壳体内。这导致机组结构比较笨重。特别是当设计的制冷量较大时,会需要更多的填料、功率更大的风机、以及更庞大的水路系统,这将导致机组的壳体尺寸巨大,组装后机组的重量也将巨大,由此带来搬运、安装等方面的困难。受机组壳体尺寸的限制,机组内部空间往往比较局促。

[0006] 此外,这些现有技术的机组除了包括对水进行降温的直接蒸发冷却段以外,还都包括用来对空气进行冷却的间接蒸发冷却段。也即,这些现有技术都包括相互独立的至少两套水蒸发冷却系统,每套水蒸发冷却系统都必须包括风机、水箱、水泵、填料等必要组成部分。这一方面因为水蒸发冷却系统多而导致水蒸发过程中水的损耗(蒸发后随空气排出)较大,其对于机组在干旱/半干旱地区的运行来说不够经济环保,另一方面还因为水蒸发系统占用空间较多而使机组的体积较庞大、结构较不紧凑,再一方面,多组风机、水泵还使系统功耗较大。

[0007] 另外,现有技术的机组中,用户回水(输出至用户的机组冷水在执行热交换后返回机组时的水)被直接输送至喷淋装置进行喷洒,继而进行蒸发冷却降温。由于用户回水的温度仍然明显低于当地当时的室外气温,直接返回喷淋装置使得对用户回水的冷水温度的利用率较低。

发明内容

[0008] 鉴于上述技术现状,本发明的第一方面的目的在于提供一种模块化水蒸发冷水机组,其通过模块化的构成,能有效克服整体式机组壳体所带来的安装、运输等方面的不便。另外,该模块化水蒸发冷水机组能够使内部空间布局合理。

[0009] 上述目的通过以下技术方案实现：

[0010] 一种模块化水蒸发冷水机组，其包括：至少一个过滤冷却段模块，每个过滤冷却段模块具有空气过滤装置和空气冷却装置；至少一个直接段模块，所述至少一个直接段模块具有机组排风机、填料、水箱和喷淋装置；其中，所述至少一个过滤冷却段模块可分离地布置在所述至少一个直接段模块的旁侧。

[0011] 优选地，所述至少一个直接段模块至少包括：水箱直接段模块和可分离地布置在所述水箱直接段模块上方的风机直接段模块，其中，所述水箱位于所述水箱直接段模块中，所述机组排风机和所述喷淋装置位于所述风机直接段模块中，并且，所述水箱直接段模块和所述风机直接段模块的至少之一中具有填料。

[0012] 借此，机组的各大部件，即过滤冷却段、水箱直接段、和风机直接段，均被构造成独立的模块，也即可彼此分离的模块，这种模块化结构使得机组安装、运输、调试、维修等十分便利。另外，采用模块化构造，可以适当增大单个模块的尺寸，从而使内部空间布局合理。采用模块化构造，例如，还特别便于填料高度（厚度）的增加。通过增大填料高度，也可以有效增大热湿交换的反应距离，而模块化的构造使得这些填料可以分布在不同的模块中，从而填料高度可以基本不受限制。甚至，根据需要，水箱直接段和风机直接段之间还可以增设填料直接段。同样，机组的总体高度也可以基本不受限制。

[0013] 优选的，所述水箱直接段模块中具有第一填料，优选为斜折波填料，并且所述风机直接段模块中具有第二填料，优选为斜折波填料；所述第一填料和所述第二填料可以相同，也可以不同。

[0014] 优选地，所述机组包括左过滤冷却段模块和右过滤冷却段模块，所述左过滤冷却段模块和所述右过滤冷却段模块大致对称地布置在所述水箱直接段模块的两侧。

[0015] 优选地，所述机组的水路系统包括多个管道部分，所述多个管道部分分别被设置在所述至少一个过滤冷却段模块和所述至少一个直接段模块中。

[0016] 通过将机组水路系统的管道也随各模块进行分解并固定在各模块中，进一步便于机组的安装、运输、调试、维修等。例如，各模块在只需按预定的相对位置进行组合、固定，并对各管道部分进行适当的对接固定，即可完成机组的安装。

[0017] 优选地，相邻模块的连接处采用螺纹连接件进行固定，相邻模块的管道部分的连接处采用法兰橡胶软接头和卡箍进行连接。

[0018] 优选地，在所述风机直接段模块中，在所述喷淋装置和所述第二填料之间设置有检修稳压区。

[0019] 优选地，所述过滤冷却段模块包括可分离的过滤段子模块和冷却段子模块。

[0020] 优选地，所述空气冷却装置包括第一空气冷却装置和第二空气冷却装置，各空气冷却装置优选为表冷器，各空气冷却装置的冷却水路的出口端分别经管路与所述喷淋装置连通。

[0021] 优选地，所述第一空气冷却装置中的冷却介质为用户回水，和 / 或，所述第二空气冷却装置中的冷却介质为机组冷水。

[0022] 本发明的模块化水蒸发冷水机组结构简单合理，使用方便，能效比高。其利用干空气和水蒸发原理，通过风机、水泵、多级空气冷却装置、多级填料（例如第一斜折波填料、第二斜折波填料），使空气和水蒸发对流制取冷水，功耗低，制冷量大。本发明特别是利用用户

回水来对空气进行预冷却,并且将用于对机组空气进行冷却的水全部输送至喷淋装置而形成内循环和外循环水路,简化了系统结构,减小了机组体积,减少了水的损耗,降低了机组功耗。

附图说明

[0023] 以下将参照附图对本发明的模块化水蒸发冷水机组的优选实施方式进行描述。图中:

[0024] 图 1 为本发明的模块化水蒸发冷水机组的整体结构的透视图;

[0025] 图 2 为图 1 的模块化水蒸发冷水机组的侧视图;

[0026] 图 3 为沿图 2 中的 A-A 截取的剖视图;

[0027] 图 4 为图 1 的模块化水蒸发冷水机组的后视图;

[0028] 图 5 为部件左过滤冷却段的透视图;

[0029] 图 6 为图 5 的左过滤冷却段的侧视图;

[0030] 图 7 为沿图 6 中的 B-B 截取的剖视图;

[0031] 图 8 为图 5 的左过滤冷却段的后视图;

[0032] 图 9 为部件右过滤冷却段的透视图;

[0033] 图 10 为图 9 的右过滤冷却段的侧视图;

[0034] 图 11 为沿图 10 中的 B'-B' 截取的剖视图;

[0035] 图 12 为图 9 的右过滤冷却段的后视图;

[0036] 图 13 为部件水箱直接段的透视图;

[0037] 图 14 为图 13 的水箱直接段的俯视图;

[0038] 图 15 为图 13 的水箱直接段的侧视图;

[0039] 图 16 为沿图 15 中的 C-C 截取的剖视图;

[0040] 图 17 为图 13 的水箱直接段的后视图;

[0041] 图 18 为部件风机直接段的透视图;

[0042] 图 19 为图 18 的风机直接段的侧视图;

[0043] 图 20 为沿图 19 中的 D-D 截取的剖视图;

[0044] 图 21 为图 18 的风机直接段的后视图;

[0045] 图 22 为本发明的模块化水蒸发冷水机组的整体结构的透视图,其中拆除了部分保温墙板和护栏等,从而示出了机组的水路系统管道;

[0046] 图 23 为图 22 的模块化水蒸发冷水机组的正视图

[0047] 图 24 为沿图 23 中的 E-E 截取的剖视图;

[0048] 图 25 为挡水板的俯视图;

[0049] 图 26 为沿图 25 中的 F-F 截取的剖视图;

[0050] 图 27 为图 26 中的区域 I 的放大视图;

[0051] 图 28 为本发明的机组中所采用的表冷器的正面视图;

[0052] 图 29 为图 28 的表冷器的右视图;

[0053] 图 30 为图 28 的表冷器的左视图;以及

[0054] 图 31 为图 28 的表冷器的俯视图。

具体实施方式

[0055] 需要说明的是,本说明书中对于“左”、“右”、“上”、“下”、“前”、“后”等方位词的使用,仅仅是出于方便说明的目的,而不意味着根据本发明的模块化水蒸发冷水机组的各部件和 / 或元件必须按照所描述的方位关系加以实施。

[0056] 首先参见图 1-4,根据本发明的模块化水蒸发冷水机组总体上包括用于对空气进行过滤、冷却的过滤冷却段以及用于对水进行蒸发降温的直接段。在图示的优选实例中,过滤冷却段具体包括位于直接段两侧的左过滤冷却段 110 和右过滤冷却段 120,直接段具体包括水箱直接段 130 和风机直接段 140。

[0057] 可以想象的是,机组可以包括至少一个过滤冷却段,该至少一个过滤冷却段布置在直接段的旁侧,例如布置在直接段的一侧、两侧、甚至三侧。

[0058] 过滤冷却段中具有空气过滤装置(优选包括第一空气过滤装置 3、第二空气过滤装置 5)和空气冷却装置(优选包括第一空气冷却装置 6、第二空气冷却装置 7,例如高温表冷器、低温表冷器)。直接段中具有填料(优选包括第一填料 10、第二填料 12,例如斜折波填料),位于填料上方的喷淋装置 14 和位于填料下方的水箱 46(见图 3)。在图示的优选实施方式中,直接段的顶部还包括机组排风机 18。

[0059] 由于采用高温表冷器和 / 或低温表冷器对空气进行降温以及采用填料对水介质进行降温,因此该机组构成复合式水蒸发冷水机组。

[0060] 在图示的优选实施方式的冷水机组运行时,机组排风机 18 运转,将空气从过滤冷却段 110、120 的空气入口吸入机组中,并顺次经过空气过滤装置、空气冷却装置、填料,最终经机组排风机 18 排出机组;同时,喷淋装置 14 向填料喷水,水沿填料表面以水膜的形式向下流动,并在填料中与自下而上流动的空气发生热湿交换(也称热质交换),也即,空气流过水膜,使水蒸发,蒸发的水汽进入空气中,同时蒸发吸收热量,从而使水的温度降低。当水膜从填料顶部流到填料底部时,连续的热湿交换使水的温度充分降低,从而达到用户致冷所需要的温度。降温后的水存储在水箱 46 中,以用于部分地输送到用户端的负载(例如风机盘管或空气处理机组)进行致冷或空气处理,和 / 或用于部分地输送到机组内的空气冷却装置。

[0061] 本发明的机组中,所述空气冷却装置不采用间接蒸发冷却装置,以减少水的损耗,这对于适于在干旱 / 半干旱地区使用的冷水机组而言尤为重要。

[0062] 优选地,本发明机组中的空气冷却装置(优选为表冷器)利用用户回水对空气进行冷却。由于机组制出的冷水输送到用户端(例如空调的风机盘管或空气处理机组)进行热交换后,其水温不可能升高到热交换前的空气温度(可等同于当地当时的室外气温),因此,其返回至机组时(即用户回水)的温度仍然明显低于当地当时的室外气温,因而用来对进入机组的空气进行冷却是可行的。

[0063] 优选地,第一空气冷却装置 6 采用用户回水作为冷却介质,第二空气冷却装置 7 采用机组冷水作为冷却介质。这些冷却介质离开空气冷却装置后全部送入喷淋装置,从而形成水路循环。优选地,用户回水全部送入空气冷却装置作为冷却介质,各空气冷却装置的冷却介质全部送入喷淋装置,并且是喷淋装置中的水的全部来源。

[0064] 根据本发明的另一方面,所述水蒸发冷水机组为模块化结构,即,所述机组由各部

件模块组成。具体地,所述机组包括:至少一个过滤冷却段模块(例如左过滤冷却段模块和右过滤冷却段模块),至少一个直接段模块(例如水箱直接段模块和风机直接段模块)。所述过滤冷却段模块可分离地布置在所述水箱直接段模块的旁侧,所述风机直接段模块可分离地布置在所述水箱直接段模块的上方。图示的优选实施方式中,机组包括两个过滤冷却段模块,分别布置在水箱直接段模块的两侧,优选在左右两侧对称布置。可选地,过滤冷却段模块可分为过滤段子模块和冷却段子模块,各子模块之间可分离。

[0065] 作为优选的配置形式,机组的水路系统分为多个管道部分,这些管道部分分别被设置在各个模块中而随各模块为一体。例如,空气冷却装置的冷却水路入口端和出口端附近的管道部分设置过滤冷却段模块中,连接喷淋装置的管道部分设置在风机直接段模块中,其余管道部分(例如包括:水箱补水管道、机组冷水输出管道、关联不同的过滤冷却段模块中的管道部分的管道、用户回水管道等)设置在水箱直接段模块中。

[0066] 将冷水机组配置成模块化结构,并将水路系统的管道分解到各个模块中,可以极大地方便机组的安装、运输、调试、维修等。例如,各模块可以在生产厂家完成模块内的所有装配,以至于在安装时仅需要将各模块按预定的相对位置关系进行组合、固定,并将各管道部分对接紧固,即可完成机组的安装,大大减少了现场工作量。四大部件的连接优选使用螺纹连接件(螺钉、螺栓等)进行连接,例如,待连接的两部分设置凸缘,一方的凸缘上设置圆孔,另一方的凸缘上设置腰型长孔,两凸缘的中间加密封条,使得现场对接方便快捷。而对于功率较大的机组,其体积往往较为庞大,分解各个模块不仅可以使各模块的内部装配同步地进行,还因为各模块相对较小的重量和体积而便于搬运、移动。

[0067] 现有技术的冷水机组,往往是各个部分安装在一个整体机壳内。当机壳体积足够大时,机组的总体重量也很重,这样庞大的机组不但带来了运输困难的问题,而且还造成现场安装、调试工作繁重等不利情形。

[0068] 另外,如果需要足够大的热湿交换距离时,填料高度(厚度)比较大,这将导致机组的高度随之增高。对于整体式机组而言,过于高大的机壳无论在制造、还是运输、以及安装时都存在诸多不便,会导致成本过高或甚至难以实现。而采用模块化的构造则可以不受此限制。通过将直接段模块分成风机直接段模块和水箱直接段模块两部分,就可以在很大程度上解决该问题。甚至,可以根据需要而增设单独的“填料直接段模块”(即仅包括填料的直接段模块,其布置在风机直接段模块和水箱直接段模块之间),由此保证所需要的填料高度,但不会增大安装、调试、运输等环节的劳动量。

[0069] 容易想到的是,当机组采用模块化结构时,机组水路系统也可以不随各模块拆解。也即,各模块中不包括水路系统的管道,而是在各模块组装后再现场安装管道。相比之下,这种配置方式会增加一定的现场工作量。

[0070] 以下分别对机组的各部件(模块)进行详细描述。

[0071] 过滤冷却段

[0072] 以左过滤冷却段为例,具体地,左过滤冷却段 110 的结构可参见图 5-8。左过滤冷却段 110 优选具有大致长方体的外形结构,其包括底座 1(例如由槽钢制成的底座)和左过滤冷却段框架 2,用于支撑和固定各组成部分。底座 1 和框架 2 可以分体构造,也可以一体构造。

[0073] 左过滤冷却段 110 还包括自空气入口处由外向内依次布置的空气过滤装置和空

气冷却装置。优选地,空气过滤装置包括第一空气过滤装置 3(优选为空气过滤网,例如可拆卸空气过滤网)和第二空气过滤装置 5(优选为袋式过滤器,例如可拆卸袋式过滤器)。另外优选地,空气冷却装置包括第一空气冷却装置 6(优选为表冷器)和第二空气冷却装置 7(优选为表冷器)。

[0074] 优选为空气过滤网的第一空气过滤装置 3 设置在外侧壁上的空气入口处。室外空气首先经过空气过滤网 3 以便过滤掉空气中的较大颗粒和树叶之类的杂物,然后经过优选为袋式过滤器的第二空气过滤装置 5 以便过滤掉空气中的细小颗粒(例如灰尘、花粉等)。可以想象的是,空气过滤装置还可以包括更多的(例如第三、第四……)空气过滤装置。

[0075] 经过过滤的空气随后顺次进入第一空气冷却装置(例如高温表冷器)6 和第二空气冷却装置(例如低温表冷器)7 以便进行降温,之后经另一侧壁上的空气出口 60 进入水箱直接段 130。可以想象的是,空气冷却装置还可以包括更多的(例如第三、第四……)空气冷却装置。

[0076] 可选地,左过滤冷却段 110 可以包括冷却器支架(例如高低温表冷器支架)4,以用于固定和支撑各空气冷却器 6、7,并用于匹配各空气冷却器与空气过滤装置和/或与空气出口 60 的相对位置关系。优选地,第二空气过滤装置 5、第一和第二空气冷却装置 6 和 7、以及空气出口 60 大致等高地设置。

[0077] 如图 9-12 所示,右过滤冷却段 120 的结构优选可以与左过滤冷却段 110 的结构基本上对称,二者的功能则实质上相同。对应地,右过滤冷却段 120 优选具有大致长方体的外形结构,其包括底座 26(例如由槽钢制成的底座)、右过滤冷却段框架 20。底座 26 和框架 20 可以分体构造,也可以一体构造。右过滤冷却段 120 也包括空气过滤装置和空气冷却装置。空气过滤装置优选包括第一空气过滤装置 21(优选为空气过滤网,例如可拆卸空气过滤网)、第二空气过滤装置 22(优选为袋式过滤器,例如可拆卸袋式过滤器),空气冷却装置优选包括第一空气冷却装置 23(优选为表冷器,例如交叉式表冷器)和第二空气冷却装置 24(优选为表冷器,例如交叉式低温表冷器)。右过滤冷却段 120 可选地也包括冷却器支架(例如高低温表冷器支架)25。

[0078] 优选地,左过滤冷却段 110 和/或右过滤冷却段 120 还包括表冷器自动排空系统。表冷器自动排空系统的作用在于排空表冷器中的存水,例如在对机组进行移机运输前进行排空,以减轻设备重量,或者在冬季机组停用后进行排空,以防表冷器冻裂。例如,所述表冷器自动排空系统可以包括表冷器排水装置 45,如图 11 所示。表冷器排水装置 45 优选设置在表冷器的底部,以用于在需要时排空表冷器中的存水(例如靠水自动流出)。表冷器排水装置 45 也可以设置在表冷器的底部之外的位置处,例如受限于内部空间的配置或考虑到操作的便利性,此时,排空表冷器中的存水可以借助于外接的抽吸设备(例如泵)而实现。

[0079] 进一步地,所述表冷器自动排空系统还可以包括表冷器排气装置 44,如图 11 所示。表冷器排气装置 44 优选设置在表冷器的顶部,其作用有二:其一是用于排除表冷器中的气体,以减小水的张力,从而在机组运行中起到防止气堵的作用;其二是配合表冷器排水装置 45 来排空表冷器中的存水。当在配合表冷器排水装置 45 进行排空存水时,打开表冷器排气装置 44 可以有效地消除表冷器内部的负压,从而使存水的排除过程更为顺畅。

[0080] 可以想象的是,左过滤冷却段 110 和/或右过滤冷却段 120 也可以仅包括表冷器排气装置 44,以用于排除表冷器中的气体以防止气堵,这种配置适用于极少需要排空存水

时的情形。

[0081] 本领域的技术人员容易想到的是,各表冷器 23、24 和 6、7 的任意之一都可以有选择地设置表冷器排气装置 44 和 / 或表冷器排水装置 45。

[0082] 此外,在左过滤冷却段 110 和右过滤冷却段 120 的各侧壁(除了空气入口和出口外)、顶壁、优选还有底壁处还设置有保温墙板,以隔绝外界热空气进入。可以想到的是,过滤冷却段与水箱直接段对接的侧壁可以不设置保温墙板。保温墙板可以选用例如绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(简称 XPS)保温板、聚氨酯保温板等。优选地,本发明的机组所使用的保温板结构为:内板为镀锌板,外板为彩钢板,中间挤塑聚苯乙烯泡沫塑料,其保温效果好,强度高。优选地,前、后侧壁处的保温墙板为可拆卸保温墙板 33(如图 8 和 12 所示),以便于机组维修人员检修左、右过滤冷却段。

[0083] 根据机组的具体安装情况,在左过滤冷却段 110 和右过滤冷却段 120 之一的一个侧面处还可以设置检修梯 8(例如在左过滤冷却段 110 的后侧处,参见图 8),以便于机组维修人员攀爬。

[0084] 水箱直接段

[0085] 图 13-17 示出了水箱直接段 130 的结构。如图所示,水箱直接段 130 优选具有大致方形的的外形结构,其包括水箱直接段底座 28 和水箱直接段框架 9,用于支撑和固定各组成部分。底座 28 和框架 9 可以分体构造,也可以一体构造。水箱直接段 130 的上部设置有第一填料 10,底部设置有水箱 46,水箱 46 用于收集来自第一填料 10 的水。

[0086] 第一填料 10 可以采用 S 波填料、斜交错填料、台阶式梯形斜波填料,差位式正弦波填料、点波填料、六角蜂窝填料、双向波填料或斜折波填料,优选采用斜折波填料。第一填料的 10 的材质可以是 PVC、PE 或 PP,优选 PVC。

[0087] 水箱直接段 130 的侧壁上设置有大致矩形的空气入口 63,空气入口 63 的位置和形状与过滤冷却段 110、120 的空气出口 60 大致相同,从而在机组组装的情况下,所述空气入口 63 与过滤冷却段的空气出口 60 对接。在图示的优选实施方式中,水箱直接段 130 的左右侧壁上均设置有空气入口,以用于与左右过滤冷却段 110、120 的空气出口对接。

[0088] 来自过滤冷却段 110、120 的空气在水箱直接段 130 内被送入第一填料(例如斜折波 PVC 填料)10 中,这部分空气在自下而上地流动过程中与第一填料 10 表面的水膜(喷淋装置喷洒在填料上的水由于空气流的作用而在填料表面形成的例如 0.1 毫米的水膜)进行热湿交换。在交换过程中,水蒸发带走了热量,使水降温。水在填料中向下流动并且不断地被降温,降温后的水储存在水箱 46 中。热湿交换后的空气则进一步被送入上方的风机直接段 140 中。

[0089] 优选地,水箱直接段 130 的内部大致沿竖向分隔成两部分空间,即用于容纳水路管道的空间 61 和用于进行热湿交换的空间 62。其中,第一填料 10 借助于附装至水箱直接段框架 9 的填料支撑(未详细示出)而被装填于所述用于进行热湿交换的空间 62 的上部,水箱 46 设置在用于进行热湿交换的空间 62 的底部。第一填料 10 优选具有大致水平的下边缘。第一填料的下边缘或者填料支撑的下边缘基本上与水箱直接段空气入口 63 的上边缘等高或略高于所述空气入口的上边缘。可以想象的是,第一填料 10 也可以不具有大致水平的下边缘,而是具有例如倒三角形的下边缘。当然,如本领域的技术人员所意识到的,倒三角形的下边缘与水平的下边缘相比,风阻较大,造成风压大,进而风机功率也大。另外,倒

三角形结构相对复杂,加工、装配难度相对大些。

[0090] 水箱直接段 130 的前、后侧壁以及优选地还有底壁均设置有保温墙板,以隔绝外界热空气进入。保温墙板可以选用例如绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(简称 XPS)保温板、聚氨酯保温板等。优选地,本发明的机组所使用的保温板结构为:内板为镀锌板,外板为彩钢板,中间挤塑聚苯乙烯泡沫塑料,其保温效果好,强度高。这些保温墙板固定在水箱直接段框架 9 上。在图示的优选实施方式中,后侧壁(如图 17 中所示,即用于进行热湿交换的空间 62 的外侧壁)处设置有水箱直接段保温墙板 36,该保温墙板 36 上设置有检修门 37,以用于对水箱直接段 130 及水箱 46 进行检修;前侧壁(如图 13 中所示,即用于容纳水路管道的空间 61 的外侧壁)处设置有水箱直接段可拆卸保温墙板 38,以便于检修水路。当然,后侧壁的保温墙板 36 也可以是可拆卸保温墙板,在这种情况下,将不需要设置检修门。

[0091] 优选地,用户回水输入装置的用户回水输入法兰 31 和机组冷水输出装置的机组冷水输出法兰 32 突出于水箱直接段 130 的前侧壁,以方便用户回水的返回输入和机组冷水的输出。

[0092] 风机直接段

[0093] 风机直接段 140 的结构如图 18-21 所示。风机直接段 140 优选具有大致方形的外形结构,其包括风机直接段框架 11。风机直接段框架 11 内部包括位于上部的喷淋装置区和位于下部的填料区。优选地,风机直接段框架 11 内部还包括介于喷淋装置区和填料区之间的检修稳压区 19。

[0094] 其中,填料区中装填有第二填料 12。第二填料 12 可以采用 S 波填料、斜交错填料、台阶式梯形斜波填料,差位式正弦波填料、点波填料、六角蜂窝填料、双向波填料或斜折波填料,优选采用斜折波填料。第二填料的 12 的材质可以是 PVC、PE 或 PP,优选 PVC。第二填料 12 在结构、材质方面可以与第一填料 10 相同,也可以不同。第二填料 12 可以借助于填料支撑(未详细示出)而在风机直接段的底部开始装填,直至达到预定的填料高度。

[0095] 喷淋装置区中配置有喷淋装置 14,用于将水均匀地喷洒在第二填料(例如斜折波 PVC 填料)12 的表面。由于空气流的作用,水在第二填料的表面形成例如 0.1 毫米的水膜,从而有效提高热湿交换的换热效率。

[0096] 风机直接段框架 11 顶部的外侧上方设置有机组排风机 18。在机组排风机 18 的作用下,来自水箱直接段的空气在风机直接段中自下而上流动,在流动过程中与第二填料 12 表面上的水膜发生热湿交换,使水蒸发,从而使水的温度降低。热湿交换后的热空气,进一步通过机组排风机 18 排出到机组外。

[0097] 优选地,在机组排风机 18 和风机直接段框架 11 顶部之间还设置有风机分流罩 17,以便在风机直接段的内部空间与机组排风机 18 之间提供过渡空间。该风机分流罩 17 的形状优选为截头圆锥形或截头棱锥形,从而增大了空气的出风口,使得出风顺畅、风压损失小,从而有效地减少了湍流,降低了风压,减小了机组噪音

[0098] 风机分流罩 17 的下端风口的面积小于直接蒸发冷却段的顶壁(也即风机直接段的顶壁)面积。具体安装时,在所述顶壁上的安装位置处预留有孔洞,所述孔洞的面积大致等于或略小于风机分流罩 17 下端的风口面积。风机分流罩 17 凭借下端的凸缘安置在所述孔洞的外周区域上,并借助于螺栓等紧固件固定在所述顶壁上。必要时,可以在所述凸缘和孔洞的外周区域直接设置密封垫。

[0099] 风机分流罩 17 的上端风口的面积小于下端风口的面积,在图示的截头圆锥形的优选实施方式中,该上端风口的面积大致等于机组排风机(优选为轴流式风机)18 的风口面积。以轴流式风机为例,机组排风机 18 与风机分流罩 17 之间的安装固定方式为:风机分流罩 17 上端风口处设置有凸缘,风机壳体下端的凸缘与风机分流罩上端的凸缘对接,并通过螺栓等紧固件进行固定。必要时,两个凸缘之间可以设置密封缓冲垫,以补偿两个凸缘的平整度差异。

[0100] 在风机直接段框架 11 内部在喷淋装置 14 的上方还设置有挡水板 15,用于在将空气排出前把空气中残留的水珠挡回填料区,从而充分利用水资源,减少浪费。挡水板的具体结构见图 25-27。挡水板包括挡水板框架 72 和多个并排布置的挡水板单元 74,这些挡水板单元通过连接杆 73 连接到一起并与挡水板框架 72 形成一个整体。挡水板单元 74 优选采用铝合金制成,其具有易于成型、重量轻、抗锈蚀等优点。如图 27 所述,每个挡水板单元 74 整体上为长条状,其截面形状包括大致 S 形的主体部分和在 S 形主体部分的两侧交错地布置的、向侧下方延伸的多个翅片 75。在图示的实施方式中,具有 4 个翅片 75,左右各两个,分别位于 S 形主体部分的顶部、底部和左右两侧的转向部位处。各个挡水板单元 74 按相同的取向进行排列并被连接到一起,使得相邻的挡水板单元彼此靠近但不接触,并且相邻的挡水板单元的翅片 75 和 S 形的主体部分在垂直方向(即气流方向 A)上形成多重遮蔽。由此,在相邻的挡水板单元的翅片和 S 形主体部分之间形成气流通道,空气可通过该气流通道排出机组外,而空气中所携带的细小的水滴则在交错的挡水板翅片 75 的多次阻挡下落回机组内部。

[0101] 在机组运行时,喷淋装置 14 连续地将水喷洒在第二填料(例如斜折波 PVC 填料)12 上。随着机组的使用,由于水滴石穿的道理,风机直接段中位于顶部的填料会因为长期的水喷淋而造成塌陷。例如,随着填料使用时间延(例如大概五年左右),顶层部分会出现水滴打烂的现象。当出现填料塌陷时,往往希望及时更换这层填料。然而,现有技术的直接段内部空间局促,更换并不容易实现。

[0102] 为了便于更换顶部塌陷的填料,喷淋装置 14 与斜折波填料 12 之间可以保留一部分空间用作检修稳压区 19。检修稳压区 19 的高度尺寸设置成使得检修人员容易在其中进行检修作业。

[0103] 检修稳压区 19 的另一个重要作用在于:稳定风的压力。因为水和空气交换的动力来自风机的压力,在风机压机的作用下,冷却后的风沿着填料表面的水膜上升,又由于直接蒸发冷却段的外框是通常是方形的,空气在上升时会不均匀,靠近风机中心点的地方压力高,靠近四角的地方压力低,越靠近顶部,这种压力的差别越明显。现有技术的机组中,填料的上表面普遍离顶壁较近,因此上述压力差别会存在与填料的上层部分中,这样会造成热交换不均匀。而在本发明中,由于检修稳压区 19 的存在,使得填料与风机之间的距离变大,因而填料中基本不存在上述压力差别,实现了热交换的均匀化。

[0104] 风机直接段 140 的四周侧壁处设置有风机直接段保温墙板 35,以隔绝外界热空气进入。保温墙板可以选用例如绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(简称 XPS)保温板、优选地,本发明的机组所使用的保温板结构为:内板为镀锌板,外板为彩钢板,中间挤塑聚苯乙烯泡沫塑料,其保温效果好,强度高。保温板等。这些保温墙板被可拆卸地或不可拆卸地固定在风机直接段框架 11 上。为了便于检修人员进入检修稳压区 19 的内部,在风机直接段的一

个侧壁上在相应于检修稳压区 19 的高度处设置有风机直接段检修门 29。同时,在相应于检修稳压区 19 的高度处,在风机直接段检修门 29 的外部设置有风机直接段检修平台 34 及护栏 13。相应地,风机直接段检修梯 30 被设置成自过滤冷却段顶壁延伸到风机直接段检修平台 34 并延伸到风机直接段 140 的顶部。在风机直接段 140 的顶部四周,还安装有风机直接段安全网或安全护栏 16,以用于保护对风机分流罩 17 和 / 或机组排风机 18 进行检修或安装的人员的安全。

[0105] 优选地,风机直接段 140 的内部大致沿竖向分隔成两部分空间,即用于容纳水路管道的空间和用于进行热湿交换的空间。其中,第二填料 12 借助于附装至风机直接段框架 11 的填料支撑(未详细示出)而被装填于所述用于进行热湿交换的空间的底部。喷淋装置 46 设置在用于进行热湿交换的空间内。

[0106] 水路系统

[0107] 如图 22-24 所示,本发明的模块化水蒸发冷水机组的水路系统总体上包括高温管路 39,低温管路 41,水泵 50,高温混流管路 40,低温混流管路 42,以及喷淋管路 43。这些管路优选布置在模块化水蒸发冷水机组的水路管道空间中,所述水路管道空间位于机组的前侧墙板与用于进行热湿交换的空间侧壁之间的夹层以及与高低温表冷器之间的夹层中。可以想象的是,在各直接段的内部不分隔出用于容纳水路管道的空间的实施方式中,上述管路可以布置在机组侧壁的外面,在这种情况下,需要对这些管路施加保温措施,例如管道外包覆保温层。

[0108] 优选地,连接左过滤冷却段 110、右过滤冷却段 120 的水路大致对称地布置。水箱直接段 130 和风机直接段 140 的水路利用软喉(即法兰橡胶软接头)连接。优选地,左过滤冷却段 110,右过滤冷却段 120,水箱直接段 130,风机直接段 140 四大部件的水路在运输时随各自的部件为一体。这些管路的连接处使用法兰橡胶软接头配以卡箍式连接方式,由于法兰橡胶软接头可以扭曲,可以位移,因此这些管路的对接安装高效快捷。

[0109] 高温管路 39 上设有用户回水输入装置(其包括用户回水输入法兰 31),高温管路 39 的末端连接至第一空气冷却装置(例如高温表冷器)的管道入水口,从而用于向系统中(具体是向第一空气冷却装置管道中)输入用户回水(或称负载回水)。需要说明的是,由于高温管路传输的是用户回水,而用户回水的温度高于机组冷水(低温管路传输的是机组冷水),因此被称作高温管路。优选地,为保持水路的对称性和机组的美观性,用户回水输入法兰 31 设置在高温管路 39 的大致中间位置处,即位于水箱直接段高温管路的大致中点处。

[0110] 低温管路 41 入口端连接至水泵 50,低温管路 41 的出口端连接至第二空气冷却装置(例如低温表冷器)管道入水口,水泵 50 的进水口连接至水箱 46,从而可通过水泵 50 从水箱中泵送低温水(即水箱中存储的经过机组降温的水)至各低温表冷器的管道中。

[0111] 高温混流管路 40 的一端连接至第一空气冷却装置管道出水口,低温混流管路 42 的一端连接至第二空气冷却装置管道出水口,高温混流管路 40 的另一端与低温混流管路 42 的另一端汇合后连接至喷淋管路 43,喷淋管路 43 连接至喷淋装置 14。

[0112] 水箱 46 上还设有机组水箱补水阀(优选为电磁阀)47,以用于自动向水箱中补水(例如由于某处发生泄漏等导致水箱中水量不足时)。水箱 46 上还设有机组水箱排污阀(优选为电动阀)48,以用于定期或不定期排除污水。水箱 46 上还设有溢流阀 49,以防止补水时水箱中的水溢出。

[0113] 另外,为防止机组水箱补水阀 47 失效时水泵空转,水箱 46 中还设有补水浮球阀 51、高水位控制开关 52、和低水位控制开关 53,从而保护水泵。

[0114] 优选实施方式的水路系统的工作原理如下:高温管路 39 将用户回水(可称为高温水)送入第一空气冷却装置中,以便对空气进行一次降温;低温管路 41 通过水泵 50 将部分低温水(水箱中储存的经机组降温的冷水)送至各第二空气冷却装置中,以便对空气进行二次降温。执行过一次降温的高温水和执行过二次降温的低温水分别经高低温混流管路 40 和 42 混合后(此时可称为高低温混流水)送入喷淋管路 43,并随后经喷淋装置 14 喷洒向第二填料 12,继而经蒸发冷却后存储在水箱 46 中,以便被输送至用户端和第二空气冷却装置中,如此循环。

[0115] 表冷器自动排空系统

[0116] 如图 11、23 所示,表冷器自动排空系统可以包括表冷器排气装置 44 和表冷器排水装置 45。其中,表冷器排气装置 44 优选设置在表冷器笛管的上端端头处,其包括设置在所述上端端头上的排气管和安装在所述排气管上的排气阀(例如手动阀门)。表冷器排水装置 45 优选设置在表冷器笛管的下端端头处,其包括设置在所述下端端头处的排水管和安装在排水管上的排水阀(例如手动阀门)。

[0117] 在表冷器需要排空时(例如冬季在机组停用期间,为防止表冷器冻裂;或者需要对机组进行移机运输前,为减轻设备重量),同时打开表冷器排气装置 44 和表冷器排水装置 45,表冷器中的存水便可在外界空气的压力下自动排干。

[0118] 表冷器排水装置 45 也可以设置在表冷器笛管的下端端头之外的位置处,此时,排空表冷器中的存水可以借助于外接的抽吸设备(例如泵)而实现。

[0119] 此外,表冷器排气装置 44 还可有效地排除表冷器中的空气,减小水的张力,从而在机组运行中起到防止气堵的作用。

[0120] 具体地,参见图 28-31,表冷器 6 或 7 包括入水笛管 65、出水笛管 66 和多组排管 69,其中,入水笛管 65 上设置有入水口 67,出水笛管 66 上设置有出水口 68。在表冷器处于工作状态时,各笛管大致沿竖直方向布置。在图示的实施方式中,入水口 67 设置在入水笛管 65 的上部,出水口 68 设置在出水笛管 66 的下部。替代地,入水口和出水口可以设置在相应的笛管的其它任意位置处。

[0121] 在入水笛管 65 和出水笛管 66 的任一者的上端端头处设置有排气口 70,在另一者的下端端头处设置有排水口 71。排气口 70 处可以外接排气管和安装在排气管上的排气阀(例如手动阀),从而构成表冷器排气装置 44。排水口 71 处可以外接排水管和安装在排水管上的排水阀(例如手动阀),从而构成表冷器排水装置 45。

[0122] 为了尽可能充分地排干表冷器中的存水,本发明中的表冷器 6、7 的排管 69 做如下设置:其自所述入水笛管 65 向下倾斜地朝向所述出水笛管 66 排列,并从底部引出至出水笛管 66,使得所述排管 69 中的水能够全部自流至所述出水笛管 66 中。上述设置可由图 29 看出,即从表冷器的端板看时,各排管的迂回部按相同的方向排列,均为自入水笛管 65 朝向出水笛管 66 向下倾斜排列(不同于现有技术中常见的 W 排列),优选以 45 度倾斜排列。由于各排管是在入水笛管 65 和出水笛管 66 之间迂回布置的,其包括多个水平的直管部和多个迂回部,将多个迂回部布置成按同一方向倾斜,即可保证水从排管的一端自动流到另一端且没有死角。

[0123] 当排管如上设置时,所述表冷器排气装置设置在入水管管 65 的上端端头处,所述表冷器排水装置设置在出水管管 66 的下端端头处。由此,当排气阀和排水阀都保持开启状态时,表冷器中的水可以完全自流排空,而不需要任何外力。

[0124] 机组工作原理:

[0125] 高温干空气在风机直接段 140 的风机负压下,从过滤冷却段(例如左过滤冷却段 110 和右过滤冷却段 120) 被吸入。经过空气过滤装置(例如优选包括可拆卸空气过滤网 3、21 和袋式过滤器 5、22) 过滤后的洁净高温干空气进入空气冷却装置(优选为表冷器,并且优选包括高温表冷器 6、23 和低温表冷器 7、24),并与表冷器中的水进行热交换,使干空气的温度降低(优选逐级降低)。同时,水通过喷淋装置 14 被连续地喷洒到第二填料(优选为斜折波 PVC 填料)12 顶面上,并向下顺次流经第二填料 12 和第一填料(优选为斜折波 PVC 填料)10,并最终滴落到水箱 46 中。降低温度后的干空气被吸入水箱直接段 130 中并与第一填料 10 表面的水膜进行热湿交换,交换后的冷空气进一步被吸入风机直接段 140 中与第二填料 12 表面的水膜进行热湿交换。在这两级填料中所进行的热湿交换过程中,水蒸发带走了热量,使水降温。也即,在两级填料中,水逆着空气流而向下流动,连续地、长距离地进行热湿交换,从而使水的温度不断降低,直至到达第一填料 10 的底端并滴落至水箱中 46,以备作为用户致冷和 / 或机组空气冷却所用。

[0126] 过滤冷却段、水箱直接段组成了机组的下部分,完成了进风、过滤、和一次热湿交换的过程;风机直接段完成了二次热湿交换和排风的过程。这些部分组成了一套完整的系统,由该系统组合成的机组,结构简单,组装方便,且便于运输和安装。

[0127] 本发明的模块化水蒸发冷水机组利用干燥空气能做制冷源,充分利用水和风的热湿交换制取冷水。同时,水既做制冷剂又做载冷剂,通过水泵可将制出的冷水送入空调区域,以满足空调区域风机盘管或空气处理机组制冷需求。

[0128] 本发明的模块化水蒸发冷水机组的优选实施方式首先利用负载(例如空调区域)的回水(外循环高温水)经过高温表冷器交换对空气进行一次冷却,冷却后的空气经过低温表冷器的内循环低温水进行再次交换,进一步降低空气温度,降温后的冷空气与水箱直接段和风机直接段的两级斜折波填料表面的水膜碰撞产生等焓降温,最终在排风机的风压下,将蒸发的热量带走。

[0129] 本发明的模块化水蒸发冷水机组的极限出水温度取决于室外空气露点温度。室外空气的干球温度愈高、湿球温度愈低即露点温度愈低,模块化水蒸发冷水机组所能达到的出水温度越低。

[0130] 本发明的模块化水蒸发冷水机组尤其适用于干旱半干旱地区,是一种环保节能的绿色空调,其充分利用水和风的热湿交换制取冷水,使出水温度接近空气露点温度,以满足风机盘管或空气处理机组对冷水的需求。

[0131] 本发明的模块化水蒸发冷水机组采用独特的水路系统,有效地提高了水和空气的热交换能力,充分利用了空气能。通过在以下试验条件下进行试验:干球温度 33.5℃,湿球温度 18.2℃,大气压力 91120Pa,风机功率 7.5kW,填料高度 2.8 米,水箱直接段填料高度 1 米,共两层,每层高度 0.5 米,风机直接段填料高度 1.8 米,共 4 层,下三层每层高度 0.5 米,上面一层 0.3 米。得到的出水温度可达 15℃(地区干湿球温度不同,大气压力不同会有一定的差异)。新颖独特的水路设计,还使机组外观美观整洁。

[0132] 在实际设计中,考虑到经济性、安全性及热湿传递过程的损失,出水温度一般高于空气露点温度 4 ~ 6℃。

[0133] 本发明的模块化水蒸发冷水机组使用了一种新的空气和水循环回路,通过简单而合理的水路和风路设计,将风机,水泵,表冷器和填料等部件有机地组合起来构成整体机组,整机能效比 (COP) 高达 21 以上,是传统机械制冷冷水机组的 4 ~ 5 倍。

[0134] 应当理解,上述的实施方式仅是示例性的,而非限制性的,在不偏离本发明的基本原理的情况下,本领域的技术人员可以针对上述细节做出的各种明显的或等同的修改或替换,都将包含于本发明的权利要求范围内。

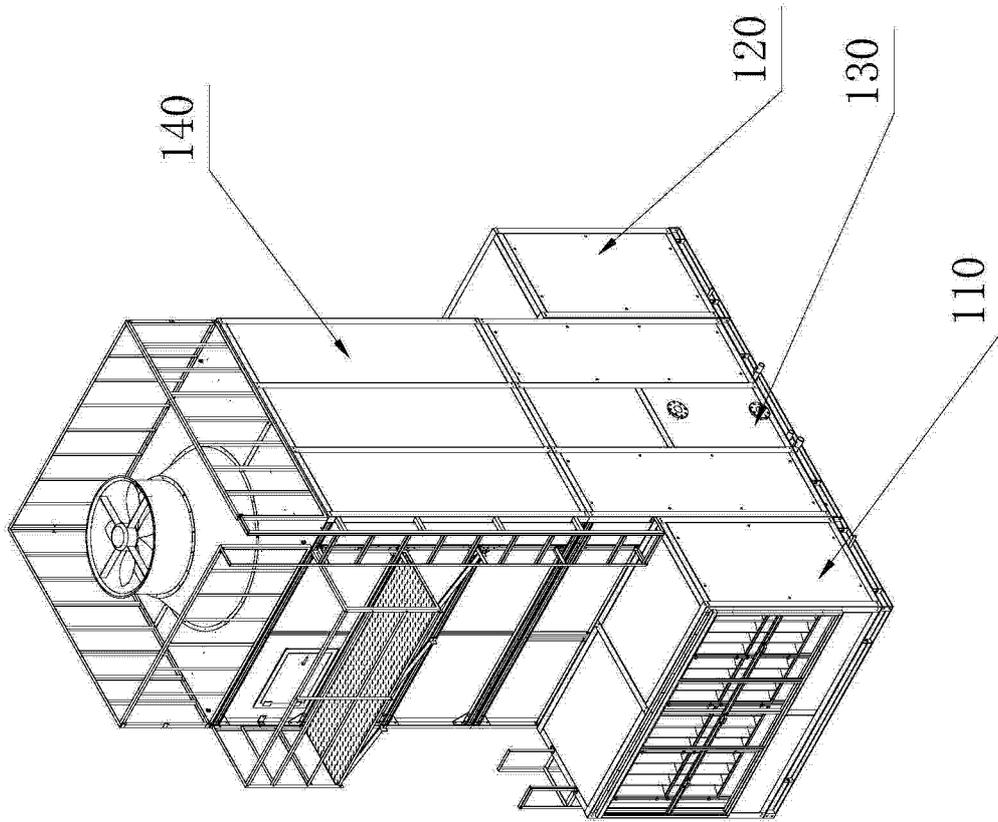


图 1

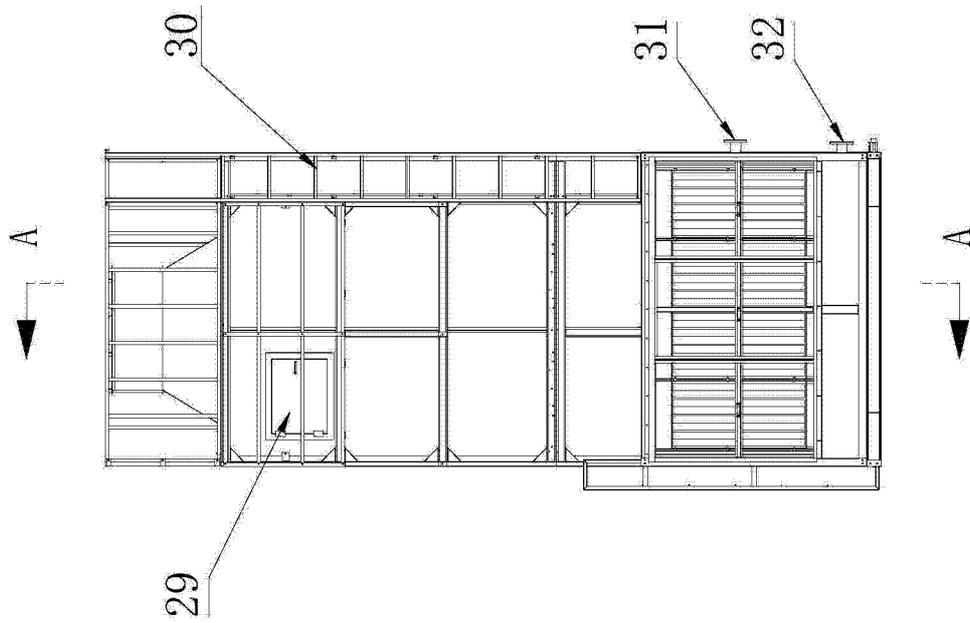


图 2

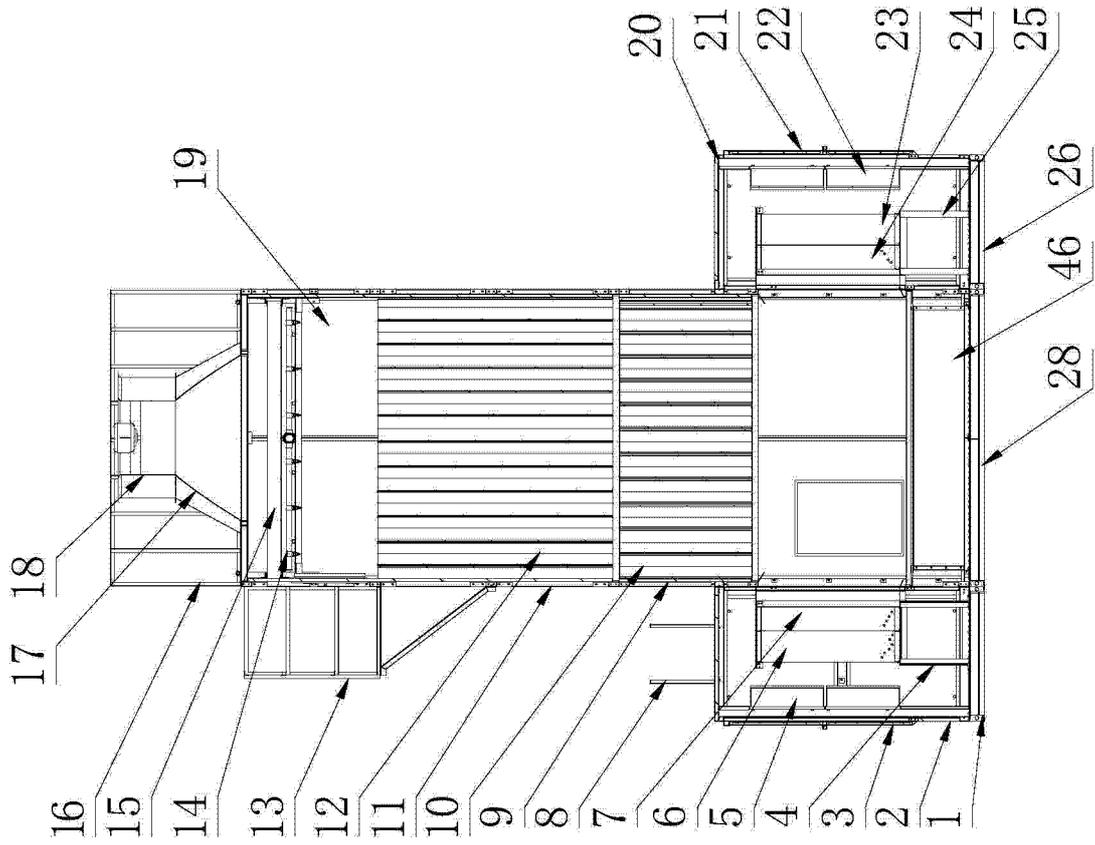


图 3

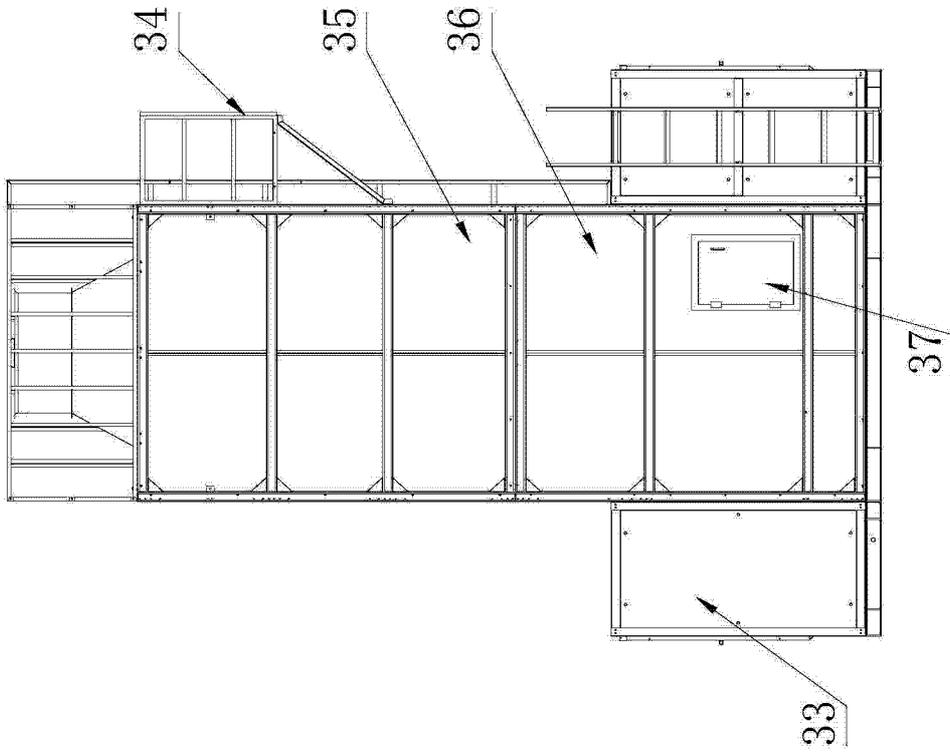


图 4

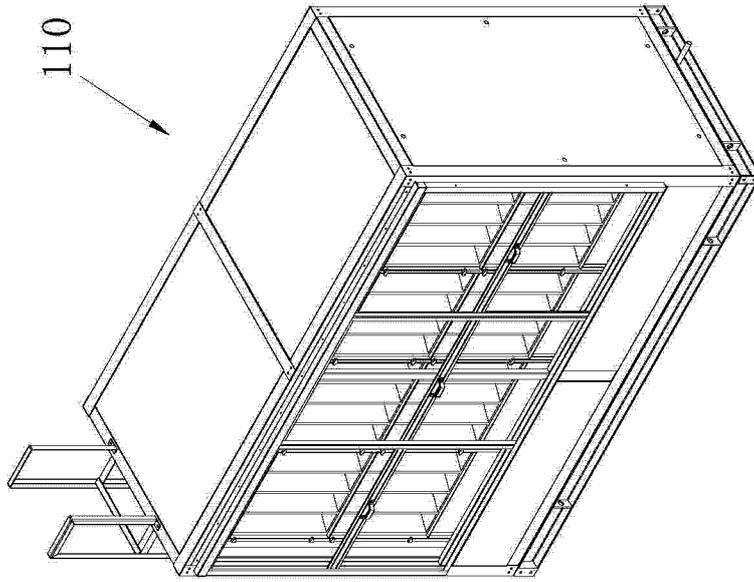


图 5

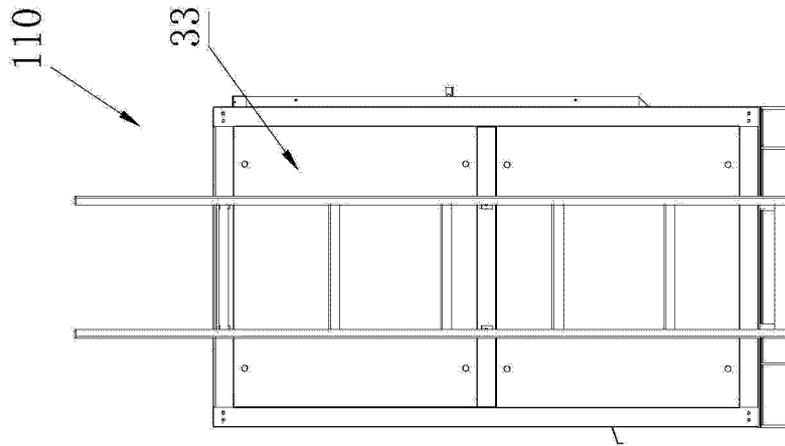


图 8

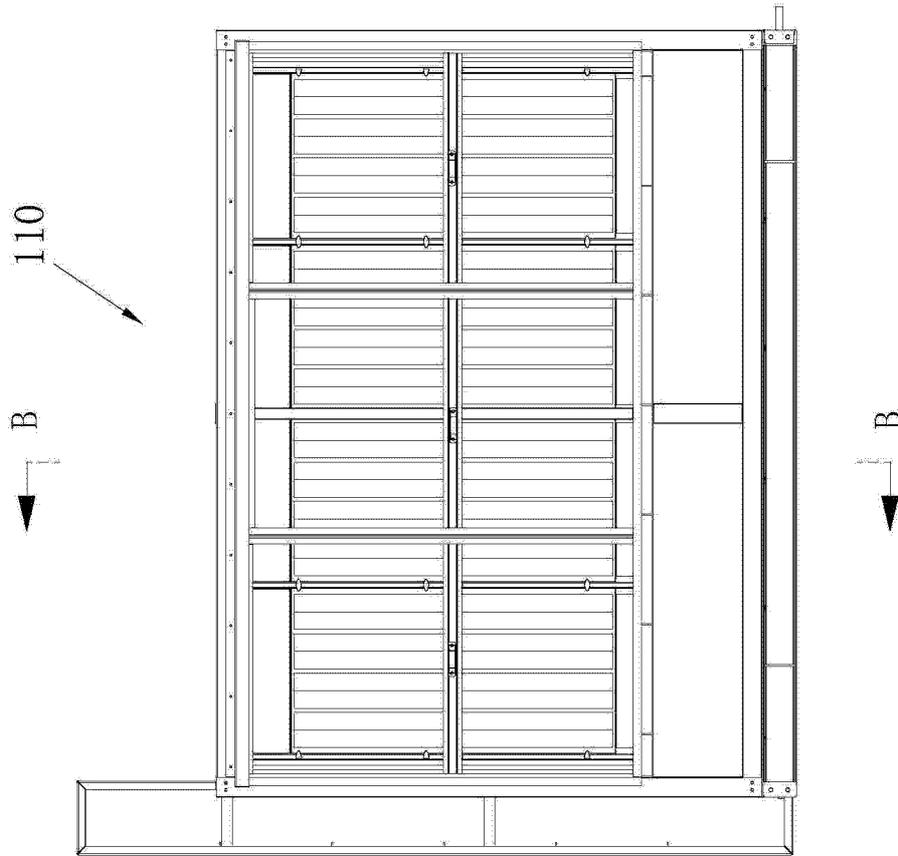


图 6

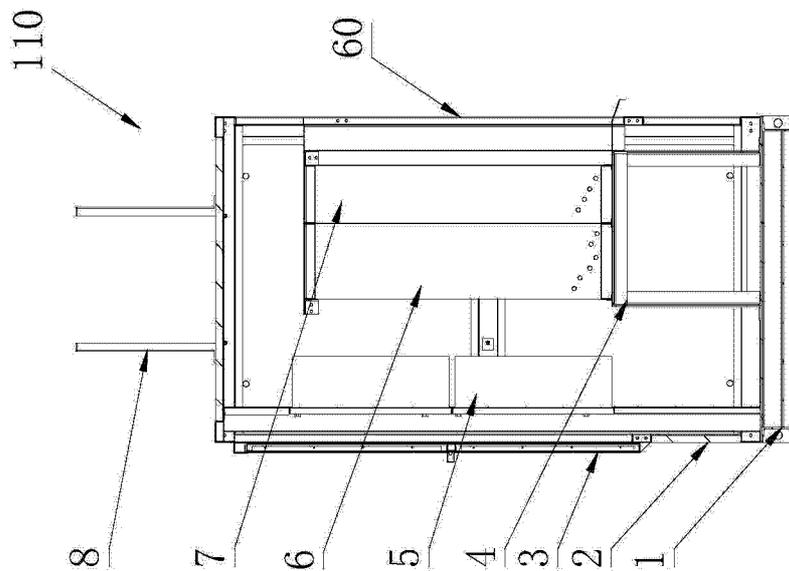


图 7

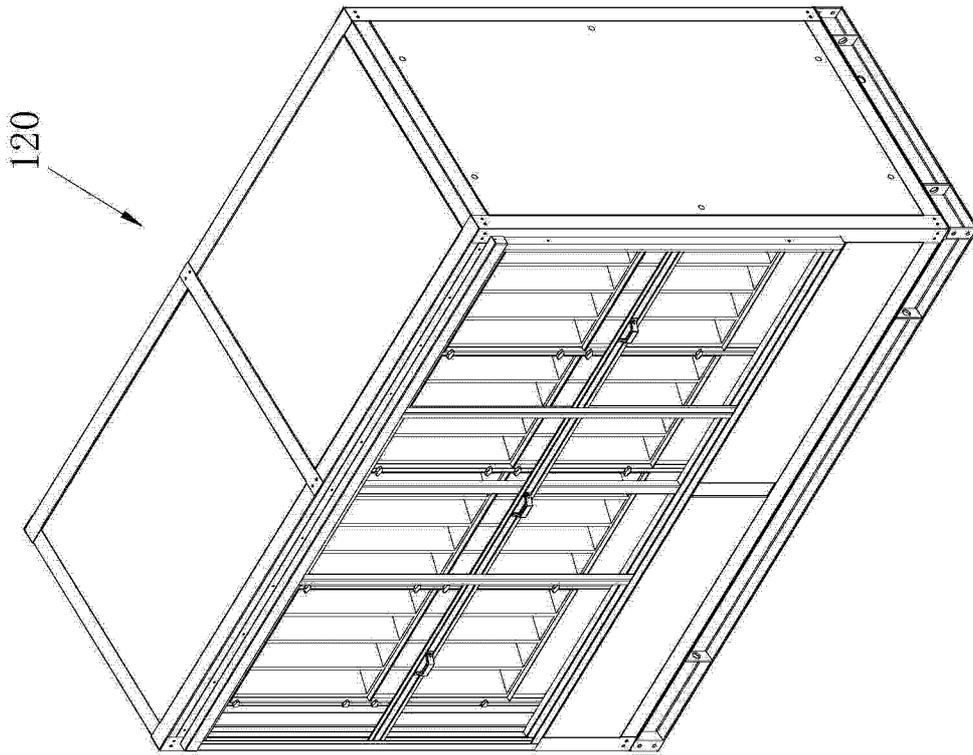


图 9

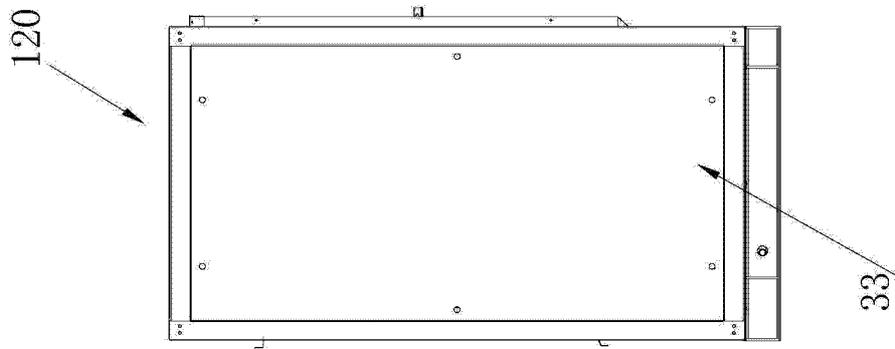


图 12

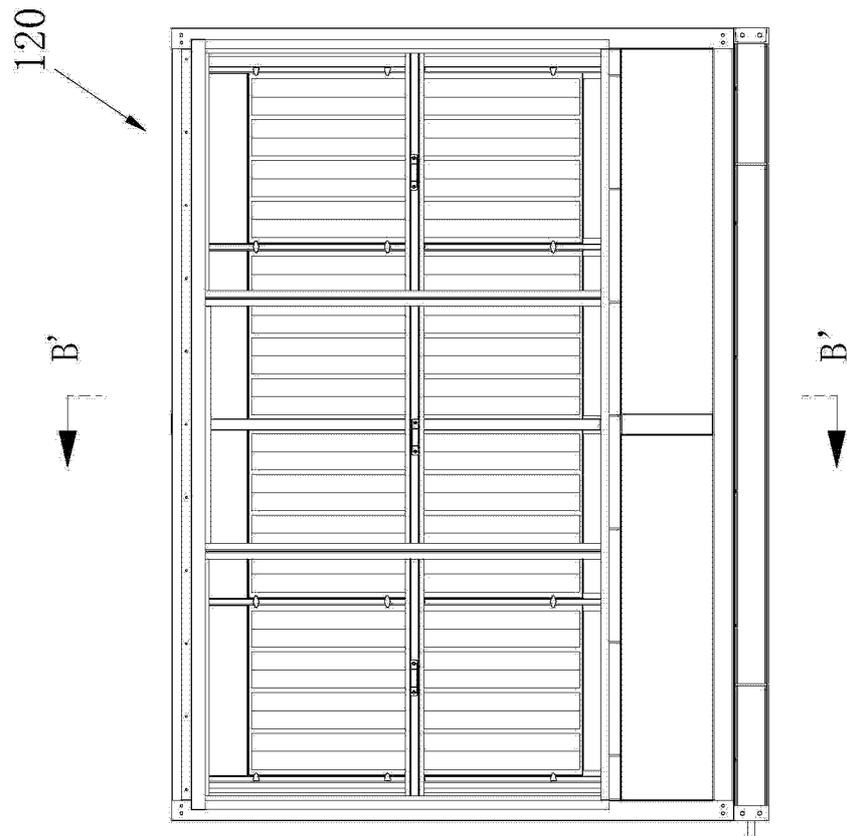


图 10

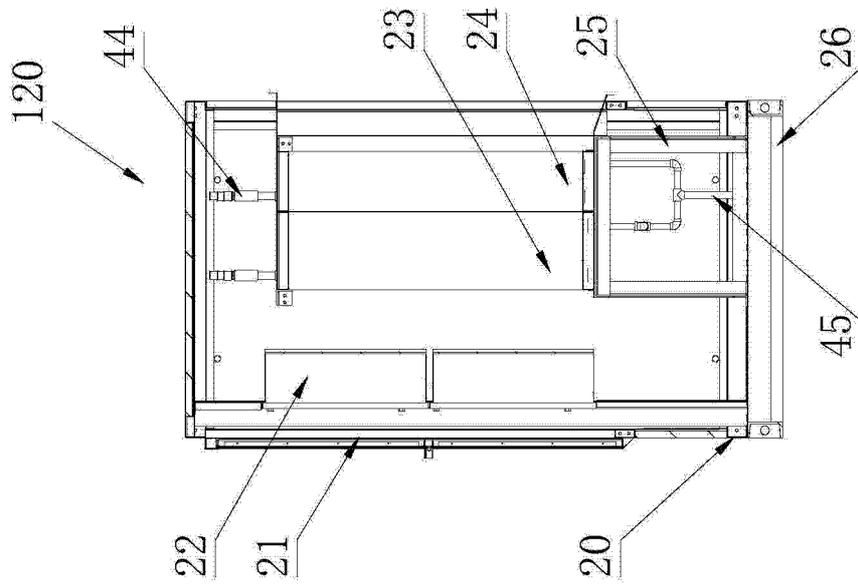


图 11

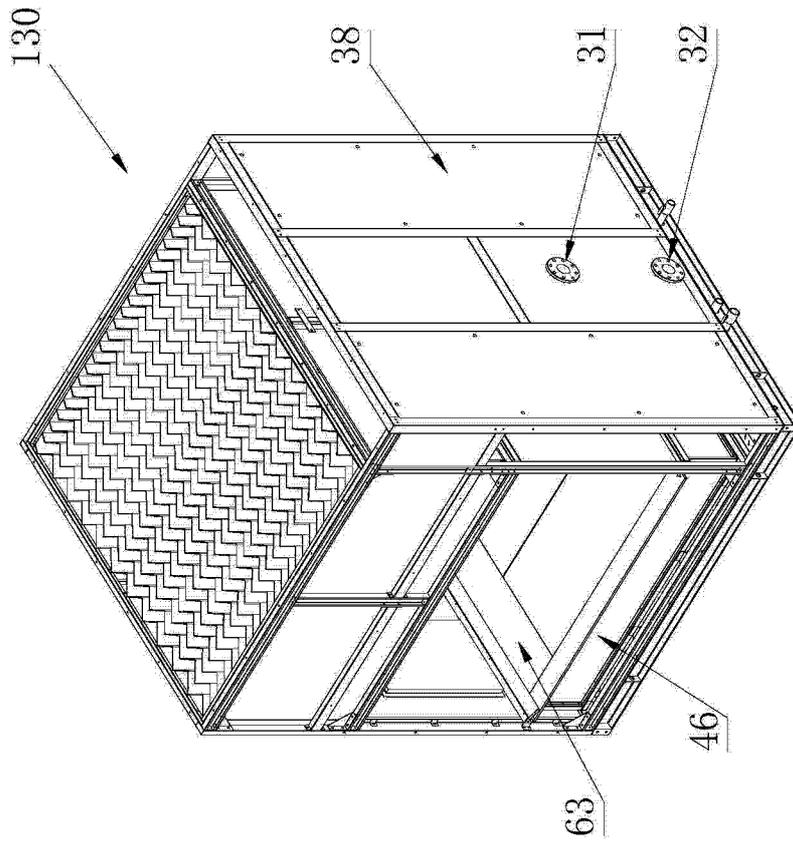


图 13

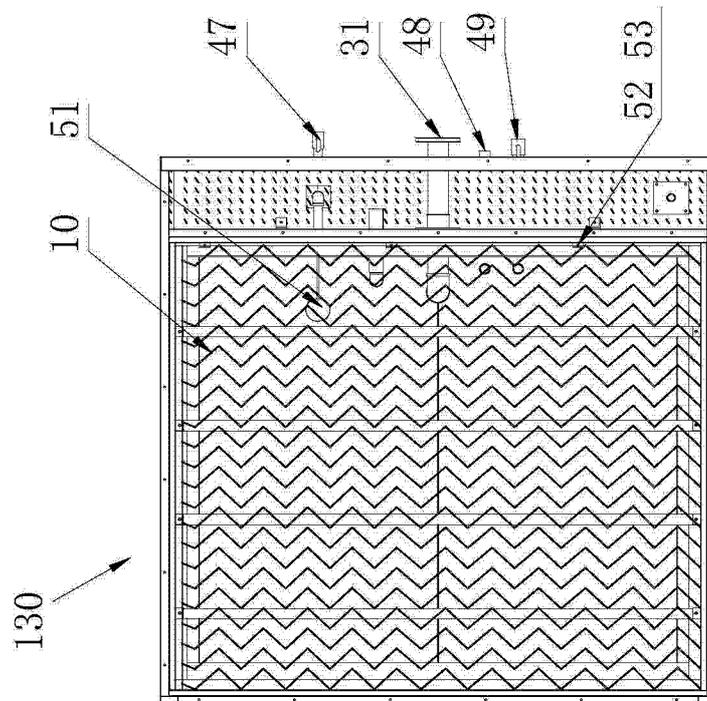


图 14

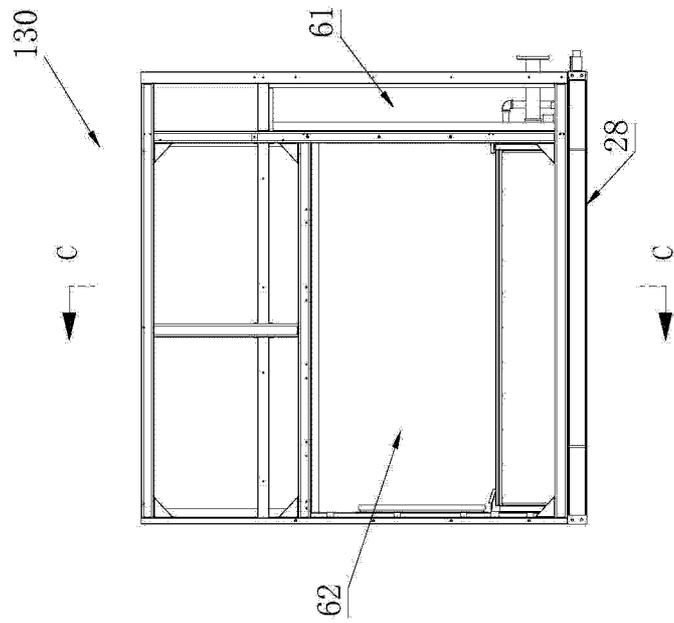


图 15

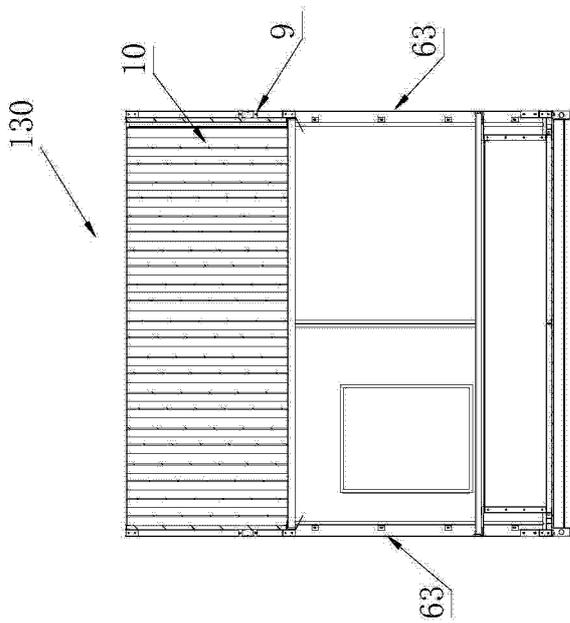


图 16

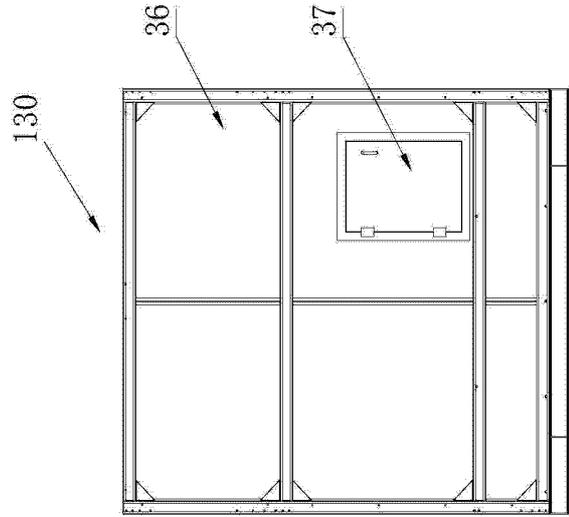


图 17

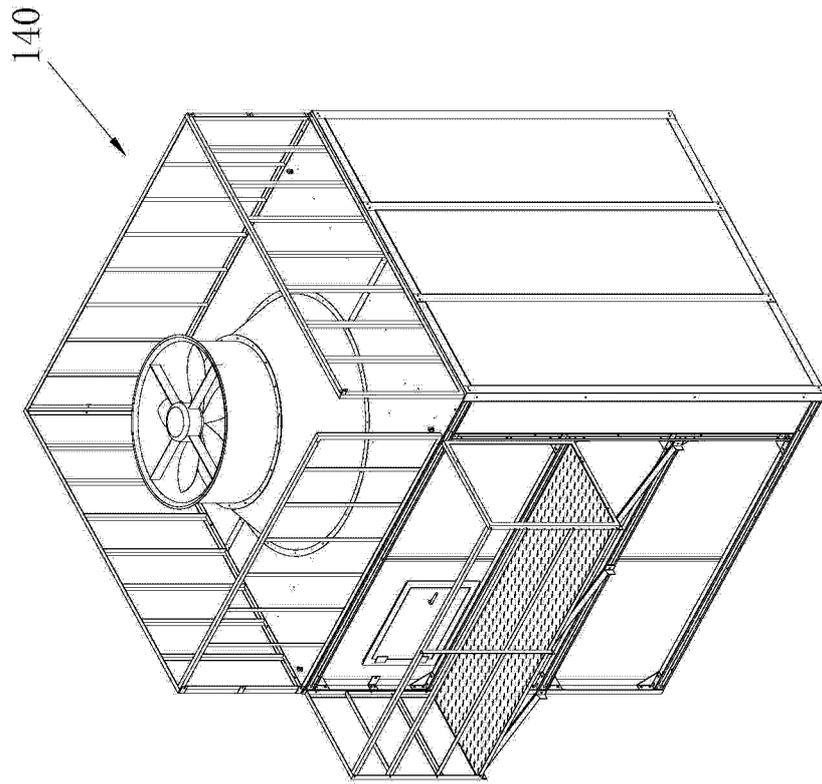


图 18

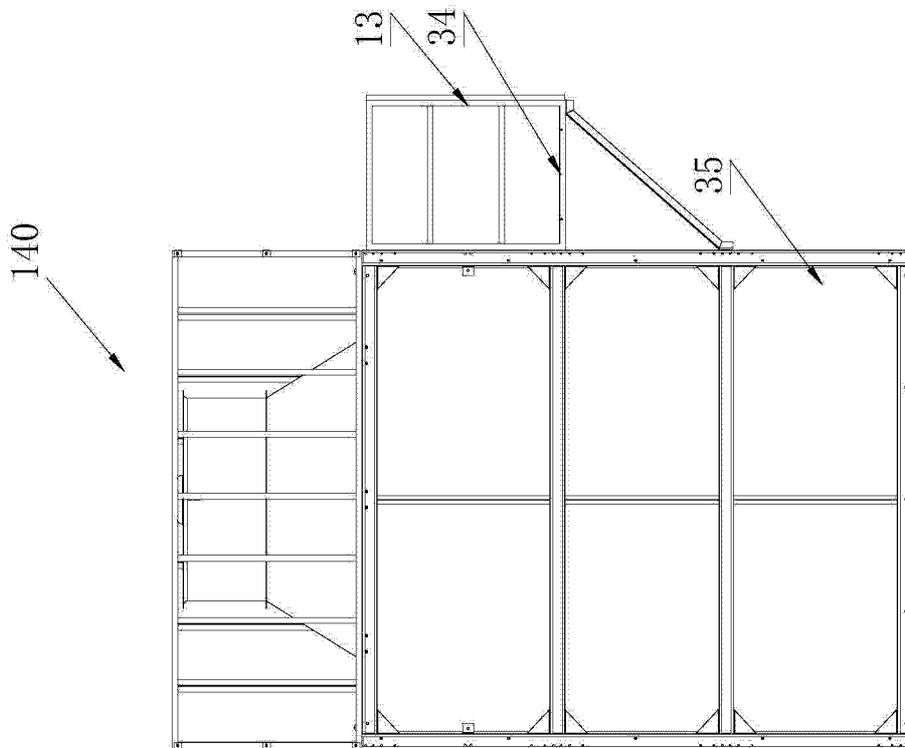


图 21

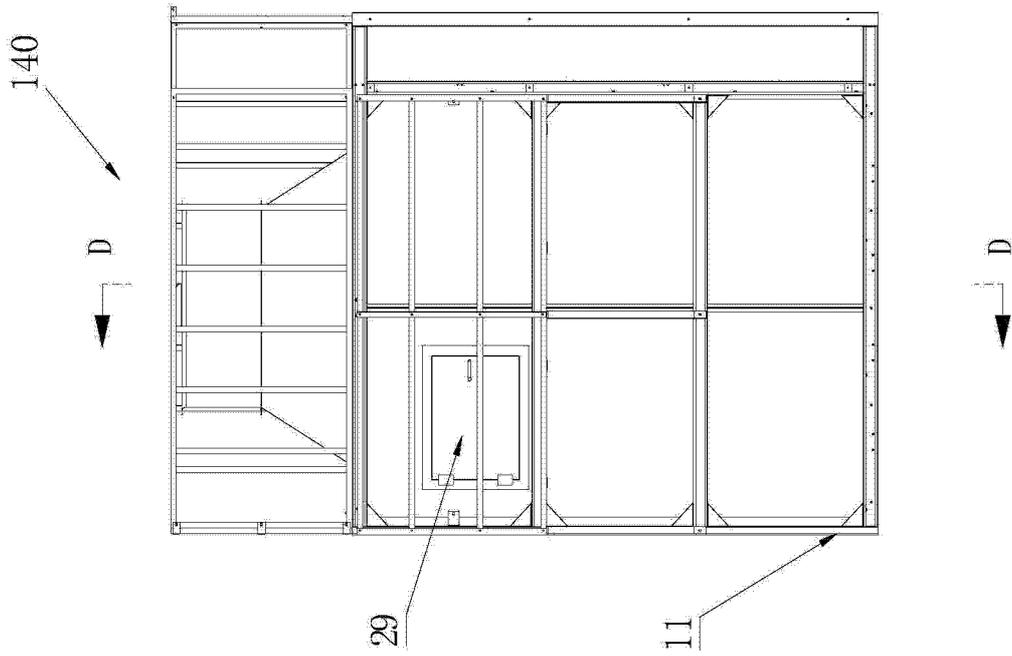


图 19

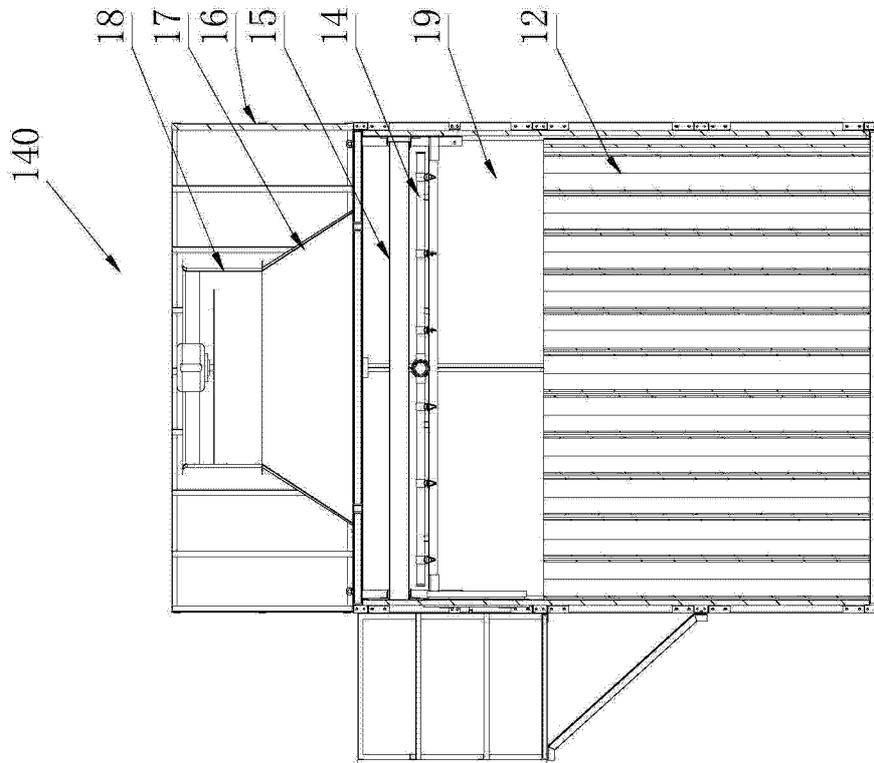


图 20

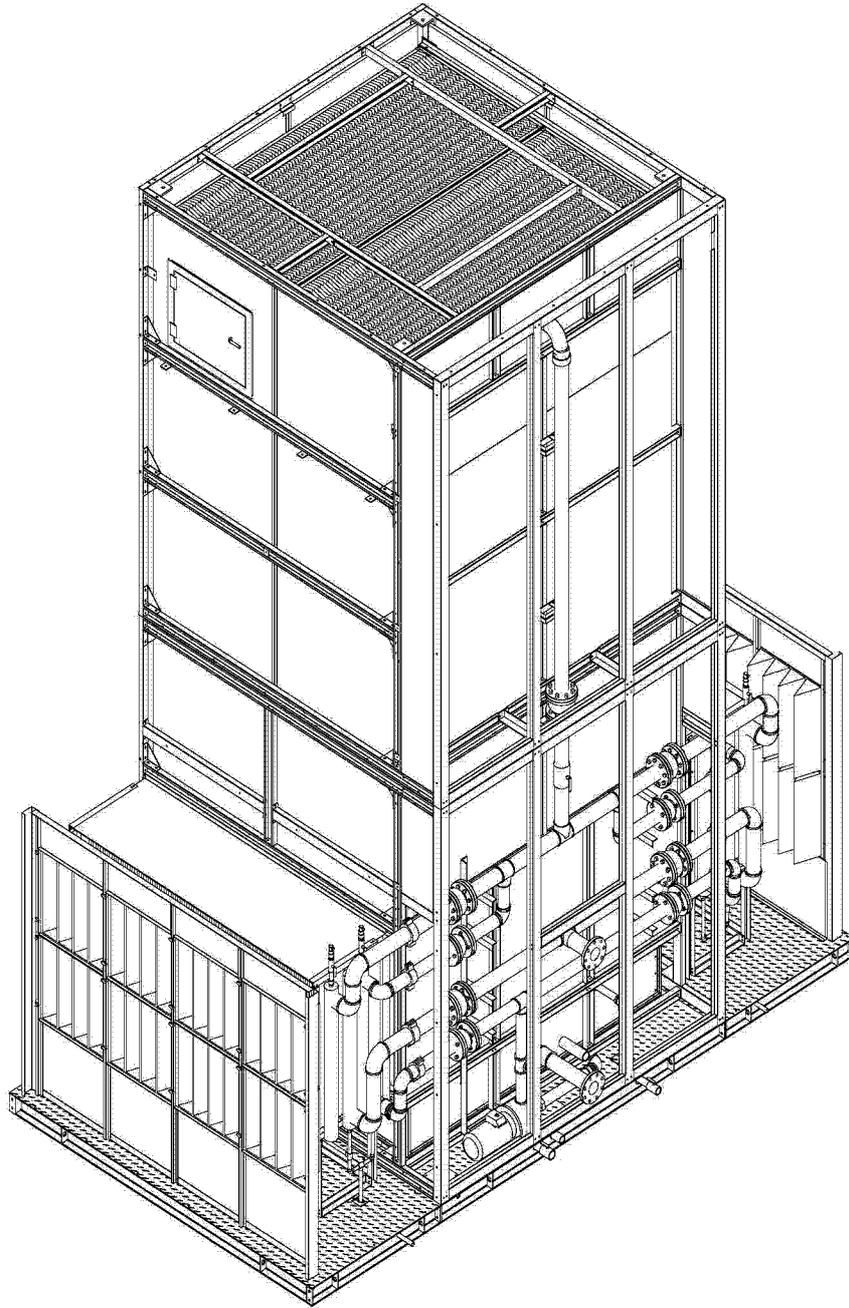


图 22

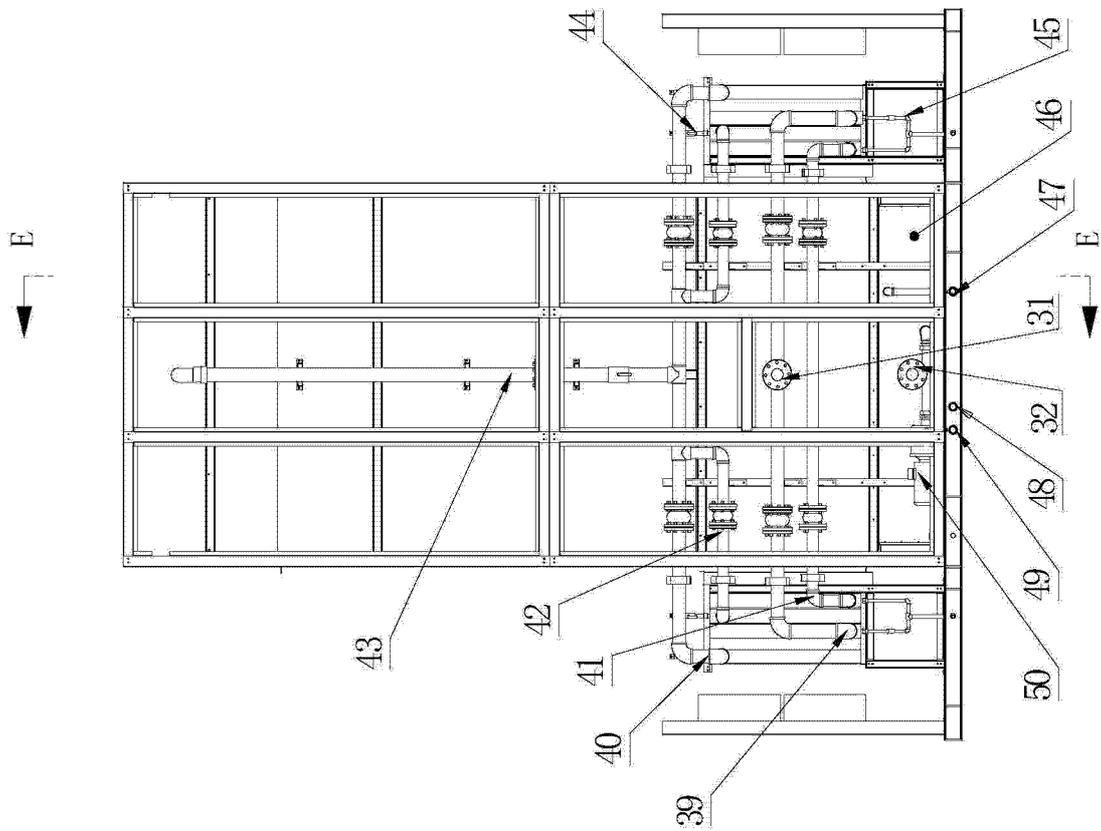


图 23



图 24

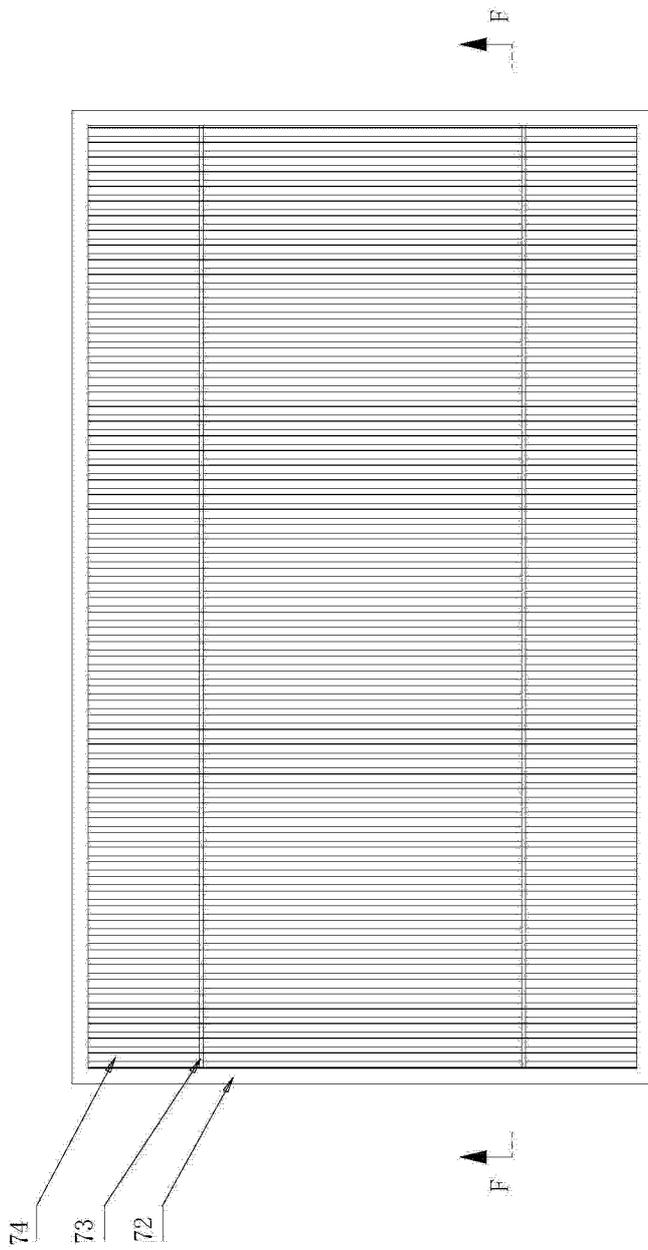


图 25

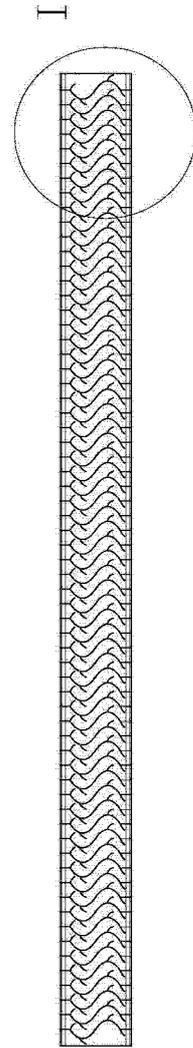


图 26

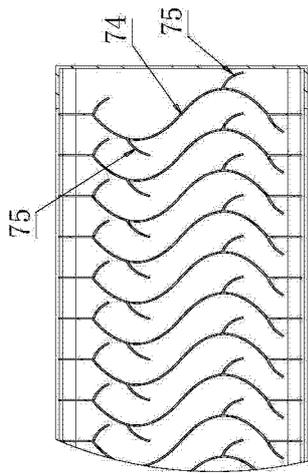


图 27

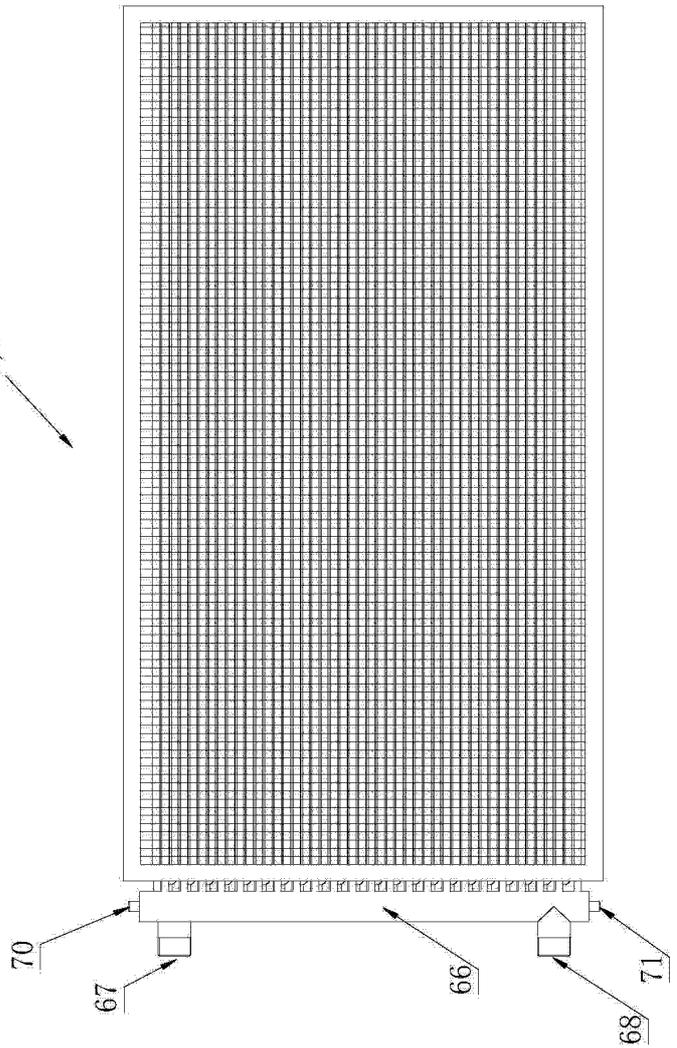


图 28

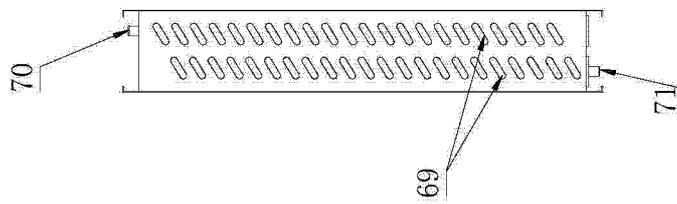


图 29

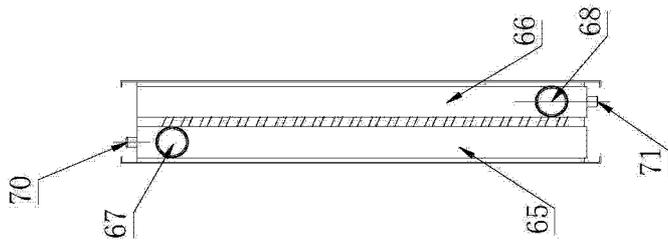


图 30

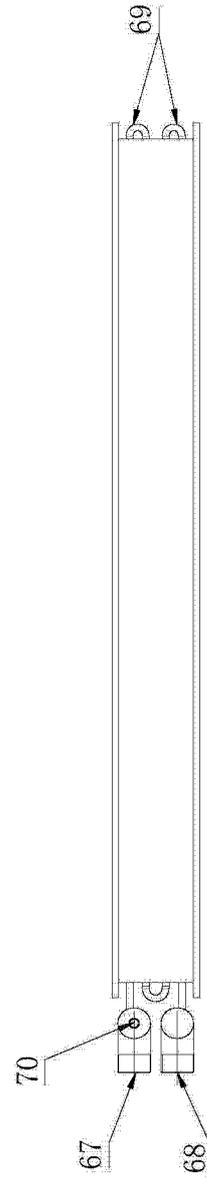


图 31