(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108278767 A
(43)申请公布日 2018.07.13

(21)申请号 201810122206.X

(22)申请日 2018.02.07

(71)申请人 东北大学
地址 110169 辽宁省沈阳市浑南区创新路195号

(72)发明人 韩宗伟 魏昊天 白晨光 付琪 胡洪昊 李彪 孟新巍

(74)专利代理机构 沈阳优普达知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 21234
代理人 张志伟

(51)Int.Cl.
F24F 13/30(2006.01)
F24F 5/00(2006.01)
F25B 39/04(2006.01)

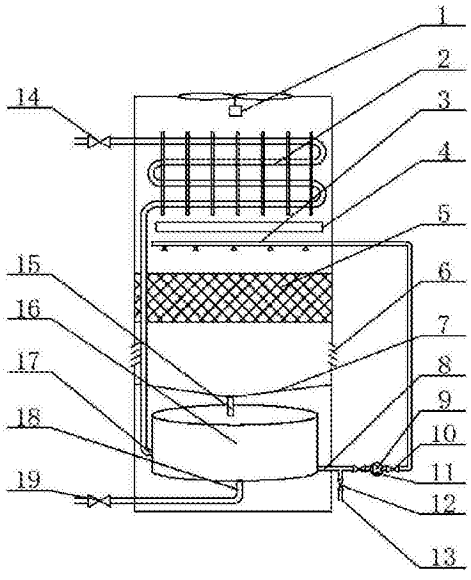
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器

(57)摘要

本发明提出了一种蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，该装置由风机、风冷换热器、喷淋系统、挡水板、散热填料、百叶窗、集水盘、循环水泵及水冷换热器组成。该冷凝器主要适用于需全年供冷的领域，可随季节的变化灵活的切换两种运行模式——风冷模式和蒸发冷却模式。本发明采用了换热器与喷淋装置分离的方式克服了传统冷凝器中换热管表面结垢、腐蚀等问题，并借助螺旋板换热器充分利用喷淋水冷量对制冷剂进行过冷，进一步提升了其运行性能，具有结构紧凑、占地面积小、传热效率高、操作灵活性大、应用范围广、热损失小、安装和清洗方便等特点。可在满足高效换热的同时，达到节能的目的。



CN 108278767 A

1.一种蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，包括：风机、风冷换热器、喷淋系统、挡水板、散热填料、百叶窗、集水盘、循环水泵及水冷换热器，其特征在于：

风机设于冷凝器箱体顶部，其下方设有风冷换热器；挡水板位于风冷换热器的下部，并固定于箱体之上；散热填料位于冷凝器的中部，其上部设有喷淋系统；喷淋系统位于挡水板与散热填料之间；水冷换热器位于冷凝器的最下方，集水盘设在水冷换热器和散热填料之间；在散热填料与集水盘之间的冷凝器箱体表面，四周镶嵌有百叶窗；循环水泵设于冷凝器箱体外部，其进口与水冷换热器相连接，其出口与喷淋系统相连接；

制冷剂流经风冷换热器后，通过连接管流入水冷换热器，再从水冷换热器流出，完成制冷剂在冷凝器中的整体流程；

冷却水通过循环水泵流向喷淋系统，后从喷淋系统的喷嘴喷出，均匀喷洒在散热填料表面，后在重力作用下滴落于集水盘之上，再通过集水盘中心的出水口流入水冷换热器，冷却水在水冷换热器中与制冷剂逆流换热后，回流入循环水泵完成冷却水在冷凝器中的循环；

外部空气从冷凝器箱体四周的百叶窗流入，经散热填料与冷却水进行热质交换，再向上流动，依次通过挡水板和风冷换热器，最终经风机流入大气。

2.如权利要求1所述的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，其特征在于，所述水冷换热器是螺旋板式换热器，该换热器由两块相互平行的钢板卷制成相互隔开的螺旋形流道，上下面焊有盖板，冷热流体分别在两流道内流动；

所述水冷换热器设有第一进口、第二进口、第一出口以及第二出口。

3.如权利要求2所述的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，其特征在于，所述冷凝器设有第一阀门和第二阀门；制冷剂通过第一阀门流入风冷换热器，经风冷换热器换热后通过连接管流入水冷换热器的第一进口，再由水冷换热器的螺旋流道从水冷换热器的第一出口流出，最后通过第二阀门完成制冷剂在冷凝器中整个的流程。

4.如权利要求3所述的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，其特征在于，所述冷凝器设有第三阀门、第四阀门以及第五阀门；冷却水通过第三阀门流入循环水泵，通过第四阀门流向喷淋系统，再由喷淋系统的喷嘴喷出，均匀喷洒在散热填料表面，随后受重力作用下滴落在集水盘上，并汇聚于集水盘中间的出水口处，后经连接管从水冷换热器的第二进口流入水冷换热器，冷却水在水冷换热器中与制冷剂逆流换热后，从水冷换热器的第二出口流出，最后再次流入第三阀门，完成冷却水在冷凝器中的循环。

5.如权利要求1所述的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，其特征在于，在所述循环水泵与水冷换热器之间的连接管处设有排水口。

6.如权利要求1所述的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，其特征在于，所述的风冷换热器为翅片换热盘管或光管式换热器。

7.如权利要求1所述的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，其特征在于，所述集水盘呈漏斗型，其上设有旋线凹槽，集水盘中心设有出水口，所述旋线凹槽的末端与位于集水盘中心位置的出水口管道的切线方向相重合。

8.如权利要求1或7所述的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，其特征在于，所述集水盘采用防腐性材料制成，集水盘与冷凝器箱体无缝焊接。

9.如权利要求4所述的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，其特征在于，随季节的变化

可灵活的切换两种运行模式：风冷模式和蒸发冷却模式；当室外温度较低时，关闭第三阀门和第四阀门，打开第五阀门，排净冷却水，停止冷却水环路运行，此时为风冷模式；当室外温度较高时，仅关闭第五阀门，此时为蒸发冷却模式。

一种蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器

技术领域

[0001] 本发明属于制冷空调设备领域，特别涉及一种蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器。适用于像数据中心机房这类的需全年供冷的领域。

背景技术

[0002] 近年来随着各行各业的迅猛发展，需全年供冷的领域不断增多，其能耗也随之增长。以数据中心领域为例，我国数据中心(IDC)市场发展迅速，2014年数据中心能耗已超过830亿kWh。由于数据中心的机房内聚集了大量服务器、存储及网络设备，发热量巨大，几乎全年需要向外排热，使得空调占数据中心总能耗比重较大。我国大多数数据中心PUE值(数据中心总能耗/IT设备能耗)在2.0～3.0之间，如此巨大的电耗，不仅造成了社会能源的浪费，同时还给企业带来了沉重的负担。

[0003] 目前，针对数据中心的机房空调系统节能优化研究国内外学者提出了多种新技术，如新风直接冷却技术、载冷剂循环冷却技术、热管换热技术等，这些新技术与传统蒸气压缩式机房空调相结合，取得了良好的节能效果。但是两种冷却方式复合使得系统的初投资和运行控制复杂性大大增加。如何将这些新技术与传统蒸气压缩式机房空调相结合，同时兼顾机房空调系统的节能性、可靠性和经济性，是优化数据中心机房空调系统重要研究方向。将分离式热管换热技术与蒸气压缩式制冷技术相结合的复合制冷系统是良好的机房环境控制解决方案，该系统可通过阀门的切换实现蒸气压缩制冷和热管换热模式的自由切换，两种模式共用蒸发器和冷凝器，复合制冷系统相比传统机房空调系统仅增加相关的切换阀门和管路，成本增加很少。

发明内容

[0004] 本发明提出一种蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，该冷凝器特别适用于如数据中心机房这类的需全年供冷的领域，解决了现在技术中冷凝器由于喷淋水直接喷洒在换热管壁上，造成的换热管表面结垢与腐蚀，影响换热效率的问题和当室外温度过低时，循环水结冻的问题。

[0005] 本发明提供一种蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，包括：风机、风冷换热器、喷淋系统、挡水板、散热填料、百叶窗、集水盘、循环水泵及水冷换热器：

[0006] 风机设于冷凝器箱体顶部，其下方设有风冷换热器；挡水板位于风冷换热器的下部，并固定于箱体之上；散热填料位于冷凝器的中部，其上部设有喷淋系统；喷淋系统位于挡水板与散热填料之间；水冷换热器位于冷凝器的最下方，集水盘设在水冷换热器和散热填料之间；在散热填料与集水盘之间的冷凝器箱体表面，四周镶嵌有百叶窗；循环水泵设于冷凝器箱体外部，其进口与水冷换热器相连接，其出口与喷淋系统相连接；

[0007] 制冷剂流经风冷换热器后，通过连接管流入水冷换热器，再从水冷换热器流出，完成制冷剂在冷凝器中的整体流程；

[0008] 冷却水通过循环水泵流向喷淋系统，后从喷淋系统的喷嘴喷出，均匀喷洒在散热

填料表面，后在重力作用下滴落于集水盘之上，再通过集水盘中心的出水口流入水冷换热器，冷却水在水冷换热器中与制冷剂逆流换热后，回流入循环水泵完成冷却水在冷凝器中的循环；

[0009] 外部空气从冷凝器箱体四周的百叶窗流入，经散热填料与冷却水进行热质交换，再向上流动，依次通过挡水板和风冷换热器，最终经风机流入大气。

[0010] 在本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器中，所述水冷换热器是螺旋板式换热器，该换热器由两块相互平行的钢板卷制成相互隔开的螺旋形流道，上下面焊有盖板，冷热流体分别在两流道内流动；

[0011] 所述水冷换热器设有第一进口、第二进口、第一出口以及第二出口。

[0012] 在本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器中，所述冷凝器设有第一阀门和第二阀门；制冷剂通过第一阀门流入风冷换热器，经风冷换热器换热后通过连接管流入水冷换热器的第一进口，再由水冷换热器的螺旋流道从水冷换热器的第一出口流出，最后通过第二阀门完成制冷剂在冷凝器中整个的流程。

[0013] 在本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器中，所述冷凝器设有第三阀门、第四阀门以及第五阀门；冷却水通过第三阀门流入循环水泵，通过第四阀门流向喷淋系统，再由喷淋系统的喷嘴喷出，均匀喷洒在散热填料表面，随后受重力作用下滴落在集水盘上，并汇聚于集水盘中间的出水口处，后经连接管从水冷换热器的第二进口流入水冷换热器，冷却水在水冷换热器中与制冷剂逆流换热后，从水冷换热器的第二出口流出，最后再次流入第三阀门，完成冷却水在冷凝器中的循环。

[0014] 在本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器中，在所述循环水泵与水冷换热器之间的连接管处设有排水口。

[0015] 在本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器中，所述的风冷换热器为翅片换热盘管或光管式换热器。

[0016] 在本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器中，所述集水盘呈漏斗型，其上设有旋线凹槽，集水盘中心设有出水口，所述旋线凹槽的末端与位于集水盘中心位置的出水口管道的切线方向相重合。

[0017] 在本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器中，所述集水盘采用防腐性材料制成，集水盘与冷凝器箱体无缝焊接。

[0018] 在本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器中，随季节的变化可灵活的切换两种运行模式：风冷模式和蒸发冷却模式；当室外温度较低时，关闭第三阀门和第四阀门，打开第五阀门，排净冷却水，停止冷却水环路运行，此时为风冷模式；当室外温度较高时，仅关闭第五阀门，此时为蒸发冷却模式。

[0019] 本发明的一种蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，蒸发冷却功能可以将系统冷凝器侧的冷却极限由干球温度降低至湿球温度，不仅大大提高了蒸气压缩制冷模式的性能，同时还提高了热管换热模式的运行性能和运行时间；风冷功能一般运行在0℃以下，此时环境控制温度与室外环境温度差△t已足够大，无需采用蒸发冷却方式，不仅解决了蒸发式冷凝器的防冻问题，还减少了循环泵能耗，进一步提升了热管换热模式的性能。本发明同时采用了换热器与喷淋装置分离的方式克服了换热管表面结垢、腐蚀等问题，并增设了螺旋板换热器充分利用喷淋水冷量对制冷剂进行过冷，进一步提高了复合制冷系统两种模式的运

行性能。综上所述，该冷凝器具有高效、可靠、结构紧凑等优点，特别适合作为全年供冷对象制冷系统。

附图说明

[0020] 图1为本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器的结构示意图；

[0021] 图2为本发明中换热器的轴侧剖面图；

[0022] 图3为本发明中换热器的俯视图；

[0023] 图4为本发明中集水盘的侧视图；

[0024] 图5为本发明中集水盘的俯视图。

具体实施方式

[0025] 如图1所示，本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器包括：风机1、风冷换热器2、喷淋系统3、挡水板4、散热填料5、百叶窗6、集水盘7、循环水泵9以及水冷换热器16。风冷换热器2为翅片换热盘管。通过设置翅片可增大空气与风冷换热器的换热面积，增强换热效果。

[0026] 如图2和图3所示，水冷换热器16是螺旋板式换热器，由两块相互平行的钢板卷制成相互隔开的螺旋形流道，上下面焊有盖板，冷热流体分别在两流道内流动。所述水冷换热器16设有第一进口17、第二进口15、第一出口18以及第二出口8。

[0027] 风机1设于冷凝器箱体顶部，其下方设有风冷换热器2；挡水板4位于风冷换热器2的下部，并固定于箱体之上；散热填料5位于整个冷凝器的中部，其上部设有喷淋系统3；喷淋系统3位于挡水板4与散热填料5之间；水冷换热器16位于整个冷凝器的最下方，集水盘7设在水冷换热器16和散热填料5之间；在散热填料5与集水盘7之间的冷凝器箱体表面，四周镶嵌有百叶窗6；循环水泵9设于冷凝器箱体外部，其进口与水冷换热器16相连接，其出口与喷淋系统3相连接。在所述循环水泵9与水冷换热器16之间的连接管处设有排水口13。

[0028] 制冷剂流经风冷换热器2经换热后流入水冷换热器16，再从水冷换热器16流出。

[0029] 具体实施时，冷凝器设有第一阀门14和第二阀门19。制冷剂通过第一阀门14流入风冷换热器2，经风冷换热器2换热后通过连接管流入水冷换热器16的第一进口17，再由换热器的螺旋流道从水冷换热器16的第一出口18流出，最后通过第二阀门19完成制冷剂在冷凝器中整个的流程。

[0030] 冷却水通过循环水泵9流向喷淋系统，由喷淋系统3的喷嘴喷出，均匀喷洒在散热填料5表面，后在重力作用下滴落于集水盘7之上，再通过集水盘中心的出水口流入水冷换热器16。冷却水在水冷换热器16中与制冷剂逆流换热后，回流到循环水泵9。

[0031] 具体实施时，冷凝器设有第三阀门11、第四阀门10以及第五阀门12。冷却水通过第三阀门11流入循环水泵9，通过第四阀门10流向喷淋系统3，再由喷淋系统3的喷嘴喷出，均匀喷洒在散热填料5表面。在重力的作用下，冷却水顺势滴落在集水盘7上，并汇聚在集水盘7中间的出水口处，后经连接管从水冷换热器16的第二进口15流入水冷换热器。冷却水在换热器中与制冷剂逆流换热后，从换热器的第二出口8流出，最后再次流入第三阀门11，完成冷却水在冷凝器中的循环。

[0032] 外部空气从冷凝器箱体四周的百叶窗6流入，经散热填料5与冷却水进行热质交

换，再向上流动，依次通过挡水板4和风冷换热器2，最终经风机1流入大气。

[0033] 具体实施时，外部空气从冷凝器箱体四周的百叶窗6流入，经散热填料5与冷却水进行热质交换后向上流动，通过挡水板4，滤掉空气中夹带的水滴，顺势向上掠过风冷换热器2，最终经风机1流入大气。

[0034] 如图4和图5所示，集水盘7呈漏斗型，其上设有旋线凹槽，集水盘7中心设有出水口，所述旋线凹槽的末端与位于集水盘中心位置的出水口管道的切线方向相重合。集水盘7采用防腐性材料制成，并与冷凝器箱体无缝焊接。

[0035] 本发明的蒸发冷却/风冷换热复合式冷凝器，随季节的变化可灵活的切换两种运行模式：风冷模式和蒸发冷却模式；当室外温度较低时，关闭第三阀门11和第四阀门10，打开第五阀门12，排净冷却水，停止冷却水环路运行，此时为风冷模式；当室外温度高于结冻温度时，仅关闭第五阀门11，此时为蒸发冷却模式。

[0036] 模式1：当室外温度较高时，则当前模式为蒸发冷却模式。循环水通过喷淋系统3喷出，与冷凝器箱体外壳四周的百叶窗6流入的室外空气均匀接触。由于室外空气与喷洒在散热填料5上的水膜边界层内的饱和湿空气存在水蒸气分压力差，水要不断的蒸发，在吸收空气中的热量的同时自身温度也降低。被冷却加湿的空气在位于冷凝器箱体顶部的轴流风机1的作用下向上流动，与风冷换热器2内的制冷剂进行换热，对制冷剂进行第一次冷却。散热填料5表面蒸发降温的冷却水当与室外空气充分接触时，理想状态下可降低到室外空气的湿球温度。在重力的作用下，冷却水将滴落在带有旋线凹槽的集水盘7中，受旋线凹槽的引导，汇聚于集水盘7中心位置的出水口处，并沿管道内壁切向方向顺势流入位于水冷换热器16上表面的冷却水入口即第二进口15，进入水冷换热器16，对经过一次冷却的制冷剂进行二次冷却。经两次冷却的制冷剂从位于水冷换热器16侧表面的制冷剂出口即第一出口18流出。冷却水则在循环水泵9的作用下，流向喷淋系统3，完成循环。

[0037] 模式1的优势在于，将换热器与喷淋装置分离，解决了由于喷淋水直接喷洒在换热管壁上，造成的换热管表面结垢与腐蚀，影响换热效率的问题，并利用螺旋板式换热器高效换热的能力，对制冷剂进一步降温冷却，提高整个系统的运行性能。

[0038] 模式1中提到的带有旋线凹槽的集水盘7也是本次发明的特征之一，旋线的末端与位于集水盘中心位置的管道口切线方向相重合，使冷却水沿管壁快速均匀地向下流出，防止当水量过多时，汇聚于管道口处的冷却水不能及时排出，影响水冷换热器16的换热效果。

[0039] 模式1中提到的水冷换热器16为螺旋板式换热器，是一种新型换热器，具有结构紧凑、占地面积小、传热效率高、操作灵活性大、应用范围广、热损失小、安装和清洗方便等特点。设备在壳体上的接管采用切向结构，局部阻力小，由于螺旋通道的曲率是均匀的，液体在设备内流动没有大的转向，总的阻力小，因而可提高设计流速使之具备较高的传热能力。设备由两张相互平行的钢板卷制而成，形成了两个均匀的螺旋通道，两种传热介质可进行全逆流流动，即使两种小温差介质，也能达到理想的换热效果，热回收效率可达99％以上。在相同压力损失情况下，螺旋板式换热器的传热量是列管式换热器的3～5倍。

[0040] 模式2：当室外温度较低时，此时为风冷运行模式。该模式运行前将关闭第三阀门11和第四阀门10，停止循环水在冷凝器中的循环，并开启第五阀门12，将冷却水排出，防止循环水结冻，对换热设备及管道造成的损坏。模式运行时，干冷的室外空气从冷凝器箱体外壳四周的百叶窗6流进，与风冷换热器2中的制冷剂进行换热，由于室外温度低，换热温差

大，足以满足冷凝要求。冷却后的制冷剂通过连接管进入水冷换热器16(此时，水冷换热器16中无冷却水)后从制冷剂出口流出。

[0041] 模式2的优势在于，在满足冷凝要求的同时，解决了当室外温度过低时，冷却水结冻对换热设备及管道造成损坏的问题，并充分利用自然冷源，达到了节能的目的。

[0042] 模式2中提到的风冷换热器2是翅片换热盘管。翅片的设计增大了与空气的接触面积，起到强化换热作用。

[0043] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明的思想，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

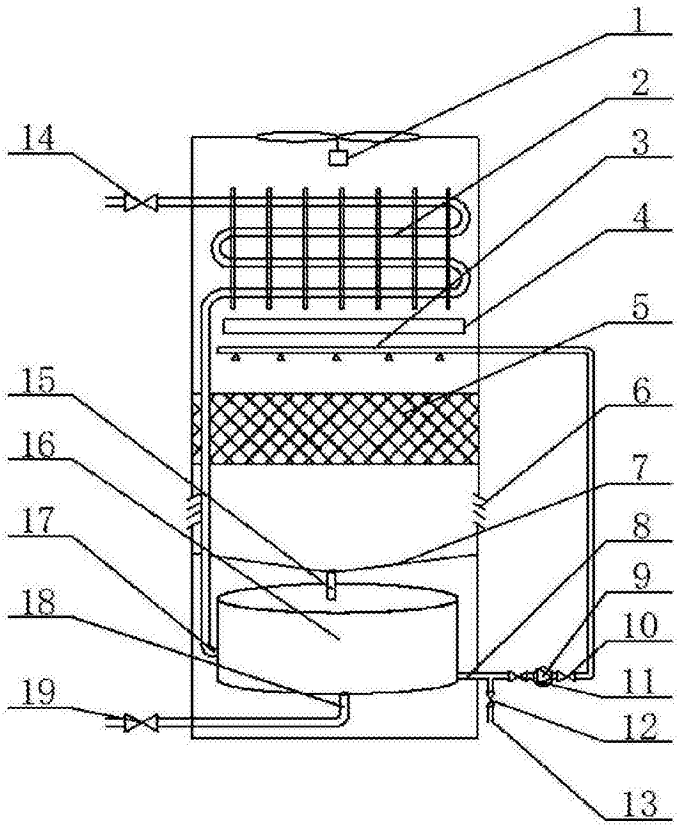


图1

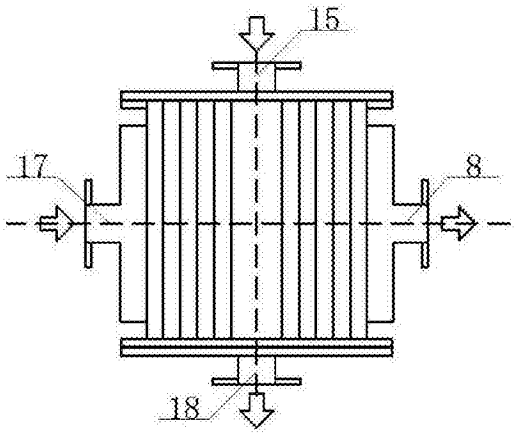


图2

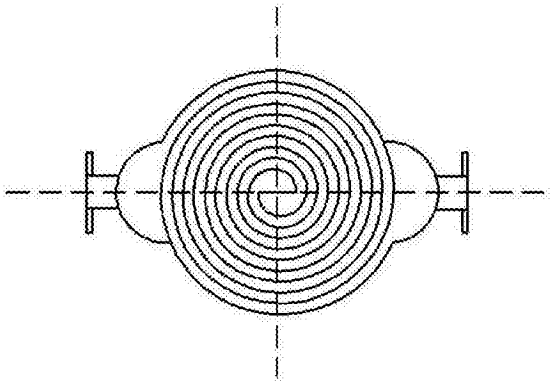


图3

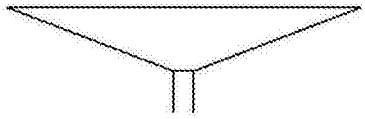


图4

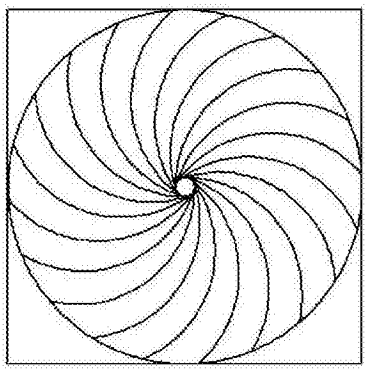


图5