(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 107702558 B
(45)授权公告日 2019.12.03

(21)申请号 201710801476.9

(22)申请日 2017.09.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107702558 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(73)专利权人 天津大学
地址 300072 天津市南开区卫津路92号天津大学

(72)发明人 张书廷 刘栩雯 田津

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201
代理人 王丽

(51)Int.Cl.
F28C 1/00(2006.01)
F28F 25/02(2006.01)

(56)对比文件
CN 2748845 Y,2005.12.28,说明书第3页,附图1.
CN 2748845 Y,2005.12.28,说明书第3页,附图1.
CN 102116512 A,2011.07.06,说明书第59-70段,附图3-6.
CN 203908355 U,2014.10.29,说明书第16段,附图5.
CN 206399252 U,2017.08.11,全文.
CN 104457324 A,2015.03.25,全文.
CN 2711680 Y,2005.07.20,全文.
CH 686532 A5,1996.04.15,全文.

审查员 钱李义

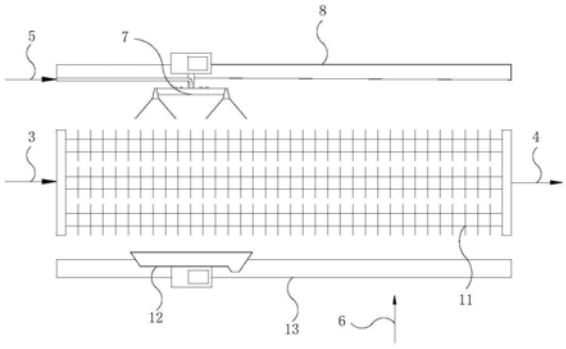
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种流体的冷却方法及装置

(57)摘要

本发明涉及一种流体的冷却方法及装置，包括空冷器，空冷器至少包括由被冷却流体流通的流体管和与该流体管外侧相连接的间隔设置的片状薄板构成的翅片所组成的翅片管；所述片状薄板表面单侧或两侧涂有亲水涂料层；片状薄板与流通的空气接触。使用所述空冷器对流体的冷却在大气温度高的时段向翅片管布水，在大气温度低的时段不向翅片管布水或分段布水。本发明通过翅片表面涂覆亲水涂料，并应用挡风布水方式在翅片表面形成均匀稳定的水膜，在大气的高温时段通过对翅片直接的水膜水汽化潜热吸热强制蒸发换热，大幅提高了设备的冷却能力，本发明具有节水效果显著，投资费用少，运行成本低的特点。



CN 107702558 B

1.一种流体的冷却装置，其特征是包括空冷器，空冷器至少包括由被冷却流体流通的流体管和与该流体管外侧相连接的间隔设置的片状薄板构成的翅片所组成的翅片管；所述片状薄板表面单侧或两侧涂有亲水涂料层；片状薄板与流通的空气接触；

在所述翅片管上部设置有向翅片管布水的布水机构；布水机构由布水器、支撑布水器移动的轨道、连接布水器的供水管道组成，布水器可在支撑布水器移动的轨道上往复移动，或布水机构由沿流体管长度方向分段设置的分段布水器、连接分段布水器的供水管道组成，不同段的布水器的喷水由阀门独立控制；

在所述翅片管上部设置有向翅片管布水的布水装置；所述布水装置至少由设置在翅片管上部的布水机构和设置在翅片管下部的挡风机构组成；布水机构由布水器、支撑布水器移动的轨道、连接布水器的供水管道组成，布水器可在支撑布水器移动的轨道上往复移动，或布水机构由沿流体管长度方向分段设置的分段布水器、连接分段布水器的供水管道组成，不同段的布水器的喷水由阀门独立控制；挡风机构由移动挡风板、支撑挡风板移动的轨道、与移动挡风板连接的回水管道组成，挡风板可在支撑挡风板移动的轨道上往复移动，或挡风机构为沿流体管长度方向分段设置的分段挡风板，分段挡风板可翻转成与翅片管平行或垂直的位置，不同段的挡风板单独控制；通过调整移动挡风板位置或分段挡风板与翅片管的相对位置，使得布水器在实施布水时挡风板能够阻挡空气从下部进入所述实施布水翅片管段的翅片之间的空间。

2.如权利要求1所述流体的冷却装置，其特征是所述设置在翅片管上部的布水机构和设置在翅片管下部的挡风机构的连动是通过自动控制协调实现，或通过布水机构和挡风机构的刚性连接协同动作实现。

3.如权利要求1所述流体的冷却装置，其特征是所述挡风板下端设置有收集水的沟槽，该沟槽收集的水能够流入与流体管平行设置的导水管内，导水管水出口与布水泵的入口相连接或与二级利用水管入口相连接。

4.如权利要求1所述流体的冷却装置，其特征是不在翅片管上部设置向所述翅片管布水的布水机构，而是在空冷器的空气进口侧设置有向所述翅片管喷水的喷水机构。

5.一种应用流体的冷却装置进行流体冷却的方法；其特征是所述流体的冷却装置是权利要求1～4任意一项 所述的流体的冷却装置。

一种流体的冷却方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种流体的冷却方法及装置，特别是对工业过程中的循环冷却水的降温和蒸汽的冷凝，利用水蒸发换热弥补空气在高温时段冷却能力的不足，保证循环冷却水降温循环利用和蒸汽冷凝的效果，又达到减小装置规模、节省设备投资和运行费用的目的，属于工业水循环、工业冷却和空气冷却节水领域。

背景技术

[0002] 为保证工业生产过程正常运行，需要对很多工艺进行冷却处理。天然水由于价格低廉、资源丰富、热传递性能优良等特点，常作为传热介质被用于工业冷却，称为冷却水。冷却水是工业水最大用户，在炼铁、冶金及石油化工行业尤为突出，对温度升高后的冷却水进行降温再循环使用是节约工业用水的重要途径。现阶段，开放式冷却塔和空冷器是常见的两种工业冷却装置，各有优点和不足。在开放式冷却塔中，自洒水单元洒落的冷却水与空气直接对流换热，取热能力大，但部分冷却水因蒸发汽化和被空气吹散带走造成水的损耗，需持续的补充新水，也易引起管道结垢和腐蚀问题。利用空气冷却的干空冷器可实现节水，但空气的密度和热容比水小得多，空气侧膜的传热效果差，冷却装置庞大；干空冷受介质温度和环境温度限制，要满足高温时段工业生产所需的冷却要求就必然带来低温时段冷却能力的严重过剩，造成设备浪费。湿空冷器在一定程度弥补了干空冷器缺点，依靠喷淋水增湿降温强化传热，既减少设备投资又保证高温时段冷却效果；但现有的湿空冷器受布水方式和管束材料限制，喷淋水在管束表面易凝结成大水滴或出现水膜架桥，受风机抽吸作用水膜常被空气冲破，既干扰蒸发换热，也造成喷淋水的吹散损失。同样，如电厂及其他工业加热使用的蒸汽的冷凝若采用空冷器，其特点也与循环冷却水的降温相同，存在如上诸多问题。另外，采用在空气入口处喷水使湿空气降低到接近湿球温度后与翅片换热的方法，也能够增强翅片的换热能力，但实际只是降温后的空气与翅片换热，虽提高了冷却能力，但水汽化降温后的湿空气与翅片的换热，仍属于只有热传导降温的方式，水汽化的冷却能力并未得到充分的发挥。如果能在夏季高温时段将水汽化的潜热吸热直接用于循环水的冷却，就可使冷却能力和效果大幅提升。

[0003] 因此，根据循环冷却水降温和蒸汽冷凝的现存困难，开发一种以空气冷却为主，在大气温度高的时段通过水汽化的潜热吸热强制蒸发换热，大幅提高冷却能力和效果，做到设备投资低，运行费用少，又具有良好节水效果的装置和方法就显得非常重要。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种可大幅压缩投资成本，保障循环冷却水降温和蒸汽冷凝(通称为流体的冷却)效果又节水的空气冷却装置和方法。结合空气冷却和水膜水汽化潜热吸热强制蒸发换热的固有特点，通过冷却模式和装置的革新实现大气温度随动多介质削峰复合运行，实现高效率、低成本、宽负荷范围的节水运行，适应多种冷却水质和蒸汽的密闭循环冷却，为工业节水提供一条经济可行的技术手段和装置保障。本发明具有节水效果

显著，投资费用少，运行成本低的特点。

[0005] 本发明的技术采用如下方案实现：

[0006] 一种流体的冷却装置，其特征是包括空冷器，空冷器至少包括由被冷却流体流通的流体管和与该流体管外侧相连接的间隔设置的片状薄板构成的翅片所组成的翅片管；所述片状薄板表面单侧或两侧涂有亲水涂料层；片状薄板与流通的空气接触。

[0007] 所述流体的冷却装置，其特征是在所述翅片管上部设置有向翅片管布水的布水机构；布水机构由布水器、支撑布水器移动的轨道、连接布水器的供水管道组成，布水器可在支撑布水器移动的轨道上往复移动，或布水机构由沿流体管长度方向分段设置的分段布水器、连接分段布水器的供水管道组成，不同段的布水器的喷水由阀门独立控制。

[0008] 所述流体的冷却装置，其特征是在所述翅片管上部设置有向翅片管布水的布水装置；所述布水装置至少由设置在翅片管上部的布水机构和设置在翅片管下部的挡风机构组成；布水机构由布水器、支撑布水器移动的轨道、连接布水器的供水管道组成，布水器可在支撑布水器移动的轨道上往复移动，或布水机构由沿流体管长度方向分段设置的分段布水器、连接分段布水器的供水管道组成，不同段的布水器的喷水由阀门独立控制；挡风机构由移动挡风板、支撑挡风板移动的轨道、与移动挡风板连接的回水管道组成，挡风板可在支撑挡风板移动的轨道上往复移动，或挡风机构为沿流体管长度方向分段设置有分段挡风板，分段挡风板可翻转成与翅片管平行或垂直的位置，不同段的挡风板单独控制；通过调整移动挡风板位置或分段挡风板与翅片管的相对位置，使得布水器在实施布水时挡风板能够阻挡空气从下部进入所述实施布水翅片管段的翅片之间的空间。

[0009] 应用所述冷却装置进行流体冷却的方法，其特征是所述设置在翅片管上部的布水机构和设置在翅片管下部的挡风机构的连动是通过自动控制协调实现，或通过布水机构和挡风机构的刚性连接协同动作实现。

[0010] 所述流体的冷却装置，其特征是所述挡风板下端设置有收集水的沟槽，该沟槽收集的水能够流入与流体管平行设置的导水管内，导水管水出口与布水泵的入口相连接或与二级利用水管入口相连接。

[0011] 所述流体的冷却装置，其特征是由两组被冷却流体流通的流体管和与流体管外侧相连接的间隔设置的片状薄板构成的翅片所组成的翅片管串联，根据被冷却流体流动方向将所述两组翅片管区分为流体管上游段翅片管和流体管下游段翅片管，流通的空气穿过流体管下游段翅片管后再进入流体管上游段翅片管；流体管下游段翅片管的上部设置布水装置，流体管上游段翅片管上部设置或不设置布水装置，可在流体管上游段翅片管和下游段翅片管上均不实施布水，或在流体管上游段翅片管上不实施布水，在流体管下游段翅片管上实施布水，或在流体管上游段翅片管和下游段翅片管均实施布水。

[0012] 应用所述冷却装置进行流体冷却的方法，其特征是使用所述空冷器对流体的冷却在大气温度高的时段向所述翅片管布水，在大气温度低的时段不向翅片管布水或分段布水。

[0013] 所述流体的冷却装置，其特征是在所述被冷却流体流通的流体管及其流体管外侧相连接的间隔设置的片状薄板构成的翅片所组成的翅片管与换热金属管串联，翅片管的被冷却流体的出口与金属换热管的被冷却流体入口相连接；翅片管的片状薄板表面单侧或两侧涂有亲水涂料层或不涂亲水涂料层，换热金属管外壁涂有亲水涂料层；空气穿过换热金

属管后进入翅片管;在换热金属管和翅片管上实施都布水或分段布水或都不布水。

[0014] 所述流体的冷却装置,其特征是不在翅片管上部设置向所述翅片管布水的布水机构,而是在空冷器的空气进口侧设置有向所述翅片管喷水的喷水机构,或在空气进口侧设置有向空气喷水的喷水机构。

[0015] 应用所述流体的冷却装置进行流体冷却的方法,其特征是在大气温度低的时段进行翅片管上的布水冷却得到冷却水储存于冷水储罐中或用机械制冷得到冷水储存于冷水储罐中,在大气温度高的时段将冷水储罐中的冷水作为向翅片管布水的水源使用或与冷却器的出口流体混合向用户供应冷水。

[0016] 具体说明如下:

[0017] 实现循环冷却水降温和蒸汽冷凝的空冷器的基本功能单元是被冷却流体流通的流体管和与该流体管外侧相连接的间隔设置的片状薄板构成的翅片所组成的翅片管,在片状薄板表面单侧或两侧板表面涂覆亲水涂料层,向空冷器布水时,在亲水涂料层上会迅速散开形成均匀稳定的水膜,不易凝结成水珠,消除片状薄板间的水桥,提高换热能力;同时,空气流过翅片时,水汽化既从空气吸热,更多的从翅片直接吸热,通过水汽化潜热吸热,达到从被冷却流体中快速吸热使其降温的目的。亲水涂料希望是耐腐蚀、导热性能好、亲水性好的物质,不拘泥于某种化学结构,涂装方式一般采用辊涂、喷涂、浸涂,能保证涂饰效果和满足工业技术承受能力即可。如图1所示,与流通管1外侧相连接的间隔设置的片状薄板(翅片)2增加了空冷器的换热面积,空气6在风机(图中未标示)的抽吸作用下以一定速度自下而上掠过翅片管,强化换热效果,同等换热量可大幅度减少装置体积和降低金属消耗,提高装置的运行可靠性和经济性。

[0018] 在翅片管的上部和下部分别设置布水机构和挡风机构,布水器在实施布水时挡风板能够阻挡空气从下部进入实施布水管段的翅片之间的空间,通过翅片管上部的布水机构翅片管布一定密度的水,具有亲水性能的翅片表面迅速形成稳定均匀的水膜,实现水汽化潜热吸热,并防止布水过程中被气流带走水滴。布水机构为图2或图3所示的结构。图2所示为移动式布水机构,包括移动布水器7、支撑布水器移动的轨道8和连接布水器的供水管道(图中未标示),布水器喷头沿翅片管方向呈单排或多排布置,布水器设置在支撑布水器移动的轨道上并能往复移动,运行速度在一定范围内可调,布水器在移动过程中可完成对所述翅片管布水;图3所示为固定喷头分段运行式布水机构,沿流体管长度方向分段设置有分段布水器9和连接分段布水器的供水管道10,不同段的布水器的喷水由阀门独立控制,根据大气温湿度变化和翅片表面水膜蒸发速度独立管理分段布水器的启闭时间,可对翅片管实施全覆盖布水或分段间歇布水。挡风机构为图2或图3所示的结构。图2所示为移动式挡风机构,包括移动挡风板12、支撑挡风板移动的轨道13和与移动挡风板连接的回水管道(轨道13兼有回水功能),挡风板设置在支撑移动挡风板移动的轨道上并能往复移动,运行速度在一定范围内可调;图3所示为固定挡风板分段运行式挡风机构,沿流体管长度方向分段设置有分段挡风板14,分段挡风板沿翅片管垂直方向设置转轴,可做90°旋转将挡风板翻转成与翅片管平行或垂直的位置,不同段的挡风板独立控制;对于移动式挡风机构,通过调整移动挡风板位置使挡风板始终位于实施布水管段的翅片管下方,对于固定挡风板分段运行式挡风机构,通过调整分段挡风板与翅片管的相对位置,分段挡风板上部管段的翅片管不实施布水时挡风板与翅片平行,分段挡风板上部管段的翅片管实施布水时挡风板翻转成与翅片垂

直位置，使得布水机构实施布水时挡风板能够阻挡空气从下部进入实施布水管段的翅片之间的空间，防止空气对喷淋水的吹散，实现无液滴飞溅与液膜全覆盖。两种布水机构与两种挡风机构可以自由组合，如图2所示布水机构可与图3所示挡风机构组合，图3所示布水机构也可以与图2所示挡风机构组合，在实际工程中可以根据具体情况选择。另外，当空气流量小，掠过翅片的空气速度较小的情况下，空气对布水的夹带很小的情况下，可以不设挡风板，或挡风板不进入挡风状态。

[0019] 循环冷却水降温和蒸汽冷凝是在被冷却流体于翅片管内流通中实现的，受加工工艺或运输条件的制约，翅片管制造长度受到限制。在实际工程中要达到所要求的冷却温度，可在被冷却流体流路上对流体管进行串联组合(如图4所示)，使被冷却流体流过串联的两组翅片管，通过延长流体冷却路程达到所要求的冷却温度。例如8米长的流体管组成的管束段与另一个8米长的流体管组成的管束段的被冷却流体串联，根据被冷却流体流动方向将所组合的两组翅片管分为流体管上游段的翅片管16(前8米管段)和流体管下游段的翅片管17(后8米管段)。受风机18的抽吸作用，空气6自下而上流动，流通的空气6穿过流体管下游段的翅片管17后再进入上游段的翅片管16，两组翅片管的冷却空气串联做到共用风量，节省风机电耗。

[0020] 为保证布水机构对翅片管实现无液滴飞溅与液膜全覆盖，设置于翅片管上部的布水机构和设置在翅片管下部的挡风机构的连动是通过自动控制协调实现或通过布水机构和挡风机构的刚性连接协同动作实现，挡风板始终位于实施布水管段的翅片管下部，能够阻挡空气从下部对喷淋水的吹散。

[0021] 空冷器挡风板下端设置有收集水的沟槽，回收由布水机构喷出但未能在片状薄板表面形成水膜的水，该沟槽收集的水能够流入与流体管路平行设置的导水管内，导水管水出口与布水泵的入口相连接，实现喷淋水循环利用；也可将收集的水排入工业过程水质利用的下一级利用单元利用。在实际工程设备中，可将支撑挡风板移动的轨道13做成内部空心的结构，兼做收集水的沟槽之用。

[0022] 空气温湿度变化对空冷器换热能力影响很大，空冷器设计和运行是结合当地气温情况和生产工艺设备对水温的要求进行的。如图4所示，在大气温度低的时段，流体管上游段的翅片管16和下游段的翅片管17均不实施布水，以低温空气6作为冷却介质进行空气冷却即可满足循环冷却水降温和蒸汽冷凝需求；在大气温度较高的时段，空气与被冷却流体的温差变小，仅空气冷却难以满足工业用水要求时，流体管上游段的翅片管16不实施布水，流体管下游段的翅片管17实施布水，喷淋水在流体管下游段的翅片管上的蒸发，不仅使下游段的翅片管17的入口风温由干球温度降低到湿球温度，强化了管内传热，而且因水巨大的汽化潜热，降低了流通的空气6穿过流体管下游段翅片管17的温升幅度，空气6以较低的温度再穿过上游段的翅片管16，也大幅提高了上游段的翅片管16对被冷却流体的冷却能力，具有较高的综合效益；在高温时段，仅对流体管下游段的翅片管17实施布水难以满足工业冷却用水的要求时，流体管上游段的翅片管16和下游段的翅片管17均实施布水，流通的空气6穿过流体管下游段的翅片管17后再进入流体管上游段的翅片管16，可进一步提高冷却效果。几种运行模式随大气温度变化进行切换运行，做到较小的设备投资，满足工业冷却要求，又达到节水的目的。

[0023] 对于同一段翅片管，也可以在大气温度低的时段布水装置不向所述翅片管布水，

在大气温度高的时段布水装置向所述翅片管分段布水甚至全覆盖布水，保证以较低的设备投资和较小的耗水量适应不同的温湿条件下的冷却要求。

[0024] 在大气温度低的时段进行翅片管上的布水冷却或在处于电价低谷的夜间用机械制冷得到低温冷却水储存于冷水储罐中，在大气温度高的时段空冷器的换热能力受限，冷水储罐储存的低温冷却水与冷却器的出口流体混合向用户供应冷水，完成工业用水要求，降低运行成本。另外，在大气温度高的时段也可将冷水储罐中的低温水作为向空冷器的翅片管布水的水源，增大喷淋水与管内热流体的传热温差，强化传热能力。

[0025] 为减少设备投资，又要增加冷却系统对被冷却流体的冷却能力也可将所述翅片管组成的管段与换热金属管构成的换热管段串联，翅片管设置于流体流路的上游段，被冷却流体在翅片管的出口与换热金属管的入口相连接，换热金属管设置于流体管下游段，换热金属管的出口与工业循环冷却设施的入口相连接；翅片管的翅片表面单侧或两侧涂有亲水涂料层或不涂亲水涂料层，换热金属管的金属管外壁涂有亲水涂料层；在风机抽吸作用下，空气自下向上流动，流体管下游段的换热金属管与流体管上游段的空冷器共用风量，既达到高效换热又保障冷却装置紧凑；布水装置根据外界温湿条件对换热金属管和翅片管实施全覆盖布水或分段布水或不布水。

[0026] 空冷器也可不在翅片管上部设置向翅片管布水的布水机构，而是如图5所示在空冷器的空气进口侧19设置有向翅片管喷水的喷水机构，或设置有向空气喷水的喷水机构20，利用雾化水微粒在空气中蒸发，可将空冷器的空气入口温度由干球可降温到湿球温度，以低温湿空气与翅片管接触，同时空气夹带喷雾的水进入翅片空间，水滴在亲水的翅片上形成水膜，也可实现水膜水汽化潜热吸热强制蒸发换热的功能，与普通空气冷却相比获得更高取热能力。

[0027] 实际工程中，为保证布水装置向翅片管布水时能够在翅片表面形成一定厚度的水膜，翅片与水平面的夹角小于90°通常在0～60°为宜，用于蒸汽冷凝的空冷器的流体管不可水平放置并尽量保证较大倾斜角度；翅片与水平面的夹角在45～60°时，在翅片两面或上表面涂有亲水涂料层；翅片与水平面的夹角在0～30°时，喷淋水受自身重力作用难以在片状薄板下表面附着形成水膜，仅在片状薄板的上表面覆涂亲水涂料层。

[0028] 本发明的有益效果是通过翅片表面涂覆亲水涂料，并应用挡风布水方式在翅片表面形成均匀稳定的水膜，在大气的高温时段通过对翅片直接的水膜水汽化潜热吸热强制蒸发换热，大幅提高了设备的冷却能力，为降低设备规模奠定了基础，并有效地防止了水被空气带走的问题，提高了水的利用率；通过翅片管束的串联设置及空气的串联利用大幅提高了水和空气的利用效率，实现了低成本运行；通过夜间储冷水高温时段用作布水水源增加了极端高温时的调节手段；通过依据大气温度实行布水的开停与分段布水，实现了满足工业冷却要求的同时达到高效的节水；通过冷却模式和装置的革新实现了大气温度随动多介质削峰复合运行，实现高效率、低成本、宽负荷范围的节水运行，适应多种冷却水质和蒸汽的密闭循环冷却，为工业节水提供一条经济可行的技术手段和装置保障。本发明具有节水效果显著，投资费用少，运行成本低的特点。

附图说明

[0029] 图1：翅片管结构示意图；

[0030] 图2:移动式布水机构示意图;

[0031] 图3:固定喷头分段运行式布水机构示意图;

[0032] 图4:翅片管-翅片管串联模式示意图;

[0033] 图5:翅片管-换热金属管串联模式示意图;

[0034] 图6:空气入口喷水翅片管冷却模式示意图;

[0035] 图7:翅片管-冷水储罐串联模式示意图;

[0036] 其中:1-工业流体管,2-表面单侧或两侧涂有亲水材料的翅片,3-被冷却流体的热流体,4-被冷却流体的冷流体,5-喷淋水,6-空气流动方向,7-移动布水器,8-支撑布水器移动的轨道,9-固定式分段布水器,10-供水管道,11-翅片管,12-移动挡风板,13-支撑挡风板移动的轨道,14-转动式分段挡风板,15-上游下游流体管路连接管,16-流体管上游段翅片管,17-流体管下游段翅片管,18-风机,19-进风口,20-喷水机构,21-冷水储罐进水,22-冷水储罐出水,23-不经过冷水储罐的送水,24-循环冷却水的冷流体,25-流体管下游段换热金属管,26-冷水储罐,α-翅片与水平面的夹角。

具体实施方式

[0037] 实施例1

[0038] 本实施例为冶金行业循环冷却水的降温方案,如图4所示。本冷却系统由流体管上游段翅片管16和流体管下游段翅片管17串联构成。循环冷却水的热流体3进入流体管上游段翅片管16被流通的空气6冷却降温后通过上游下游流体管路连接管15进入流体管下游段翅片管17,进一步被空气和水膜水蒸发冷却降温后流出翅片管由不经过冷水储罐的送水23作为循环冷却水的冷流体24送往用户。翅片与水平面的夹角为45°,翅片上表面单侧涂有亲水涂料层,且均安装有布水机构,相应下部均设有挡风机构。布水机构与挡风机构如图2所示采用移动式结构,通过自动控制协调两者的位置,使得布水器7在实施布水时挡风板12能够阻挡空气从下部进入所述实施布水管段翅片之间的空间,在翅片的亲水涂层面形成均匀稳定的水膜。在风机18的抽吸作用下,空气从进风口19进入作为空气6穿过流体管下游段翅片管17,从翅片吸热并由水膜水汽化吸热降温后再进入流体管上游段翅片管16,与翅片接触吸热后从顶部排出空冷器系统。

[0039] 在大气温度低的季节或时段,空气冷却能够达到冷却要求时,就停止布水,单纯用空气冷却循环水;当空气温度升高到单纯空气不能满足冶金工艺要求的冷却水温度时,开启流体管路下游段翅片管17上部的布水机构,进行布水水膜冷却,根据大气温度具有的冷却能力进行流体管的部分管段布水或全管段布水间的调节或只对流体管路下游段翅片管17上部实施布水;当大气温度进一步升高,流体管下游段翅片管17全管布水都不能满足冷却要求时,开启流体管上游段翅片管16上部的布水机构进行布水,以满足冶金工艺的冷却要求。当进入极端高温时段,如37℃高温的大气温度时,或大气湿度很高,蒸发能力不足时,在夜间进行布水冷却,得到低温水作为冷水储罐进水21储存于冷水储罐26中,在下午13～15时的高温段,将储存罐中的冷水作为冷水储罐出水22与当时冷却得到的冷却水23混合后作为循环冷却水的冷流体24送往用户。冷却系统的布水方式的切换由自动控制系统根据大气温度的变化、测定送往用户的冷却水温调节,达到满足冶金工艺要求,又节省用水。

[0040] 通过这种模式转换,可以在保障满足工业冷却要求的同时,以仅靠空气冷却的翅

片管的35％的设备投资，实现与完全水冷节水90％的目的。

[0041] 实施例2

[0042] 本实施例为冶金行业循环冷却水的降温方案，如图5所示。本冷却系统由流体管上游段翅片管16和流体管下游段换热金属管25串联构成。循环冷却水进入流体管上游段翅片管16被流通的空气6冷却降温后进入流体管下游段换热金属管25，进一步被空气和水膜水蒸发冷却降温后流出换热金属管送往用户。流体管上游段翅片与水平面的夹角为75°，翅片管上的翅片上下表面两侧涂有亲水涂料层，换热金属管外表面涂有亲水涂料层，且上游段翅片管16上部和下游段换热金属管25上部均安装有布水机构，相应下部均设有挡风机构。布水机构与挡风机构如图3所示采用分段式结构，通过自动控制协调两者的位置，使得布水器9在实施布水时挡风板14能够阻挡空气6从下部进入所述实施布水管段翅片管或换热金属管之间的空间，在翅片的亲水涂层面或换热金属管涂层面形成均匀稳定的水膜。在风机18的抽吸作用下，空气6穿过流体管路下游段换热金属管25，从换热金属管25吸热并由水膜水汽化吸热降温后再进入流体管上游段翅片管16，与翅片接触吸热后从顶部排出空冷器系统。

[0043] 在大气温度低的季节或时段，空气冷却能够达到冷却要求时，就停止布水，单纯用空气冷却循环水；当空气温度升高到单纯空气不能满足冶金工艺要求的冷却水温度时，开启流体管下游段换热金属管25上部的布水机构，进行布水水膜冷，根据大气温度具有的冷却能力进行流体管的部分管段布水或全管段布水间的调节或流体管下游段换热金属管25上部实施布水；当大气温度进一步升高，流体管下游段换热金属管25全管布水都不能满足冷却要求时，开启流体管上游段翅片管16的布水机构进行布水，以满足冶金工艺的冷却要求。冷却系统布水方式的切换由自动控制系统根据大气温度的变化、测定送往用户的冷却水温调节布水装置运行，满足冶金工艺要求，又节省用水。

[0044] 通过这种模式转换，可以在保障工业冷却的同时，以仅靠空气冷却的翅片管的25％的设备投资，实现与完全水冷节水65％的目的。

[0045] 实施例3

[0046] 本实施例与实施例1基本相同，所不同的是在高温季节的冷却能力的强化所用水蒸发换热，不是在翅片管上部设置向翅片布水的布水装置，而是在空气进口侧设置有向空气喷水的喷水机构，如图6所示。利用雾化水在空气中蒸发，可将空气入口温度由干球可降温到接近湿球温度，同时空气夹带喷雾的水进入翅片空间，水滴在亲水的翅片上形成水膜，也可实现水膜水汽化潜热吸热强制蒸发换热的功能，与普通空气冷却相比获得更高取热能力。该法虽冷却效果不及水膜冷却，但装置结构简单，在短时高温和空气湿度小的区域具有良好的效果和低成本优势。

[0047] 实施例4

[0048] 本实施例为冶金行业循环冷却水的降温方案，如图7所示。循环冷却水进入翅片管11被空气和水膜水蒸发冷却降温后流出送往用户。翅片管11与水平面的夹角为45°，翅片上表面单侧涂有亲水涂料层，且翅片管上部安装有布水机构，相应下部均设有挡风机构。布水机构如图2所示采用移动式结构，挡风机构如图3所示采用分段式结构，通过自动控制协调两者的位置，使得布水器8在实施布水时挡风板14能够阻挡空气6从下部进入所述实施布水管段翅片之间的空间，在翅片的亲水涂层面形成均匀稳定的水膜。在风机18的抽吸作用下，

空气6穿过翅片管，与翅片管吸热后从顶部排出空冷器系统。挡风板收集的布水水膜之外的流水通过导水管水出口进入二级利用水管，作为降一级使用的水使用。

[0049] 在大气温度低的季节或时段，空气冷却能够达到冷却要求时，就停止布水，单纯用空气冷却循环水；当空气温度升高到单纯空气不能满足冶金工艺要求的冷却水温度时，开启翅片管11上部的布水机构，进行布水水膜冷，根据大气温度带来的冷却能力进行流体管的部分管段布水或全管段布水间的调节；当进入极端高温时段，如37℃高温的大气温度时，在处于电价低谷的夜间进行机械制冷，得到低温水储存于冷水储罐26中，在下午13～15时的高温段，将储存罐中的冷水作为向翅片管11布水的水源喷淋水5使用，增强水膜冷换热效果，满足用户用水需求。冷却系统布水方式的切换由自动控制系统根据大气温度的变化，测定送往用户的冷却水温调节布水装置运行，满足冶金工艺要求，又节省用水。

[0050] 通过这种模式转换，可以在保障工业冷却的同时，以仅靠空气冷却的翅片管的30％的设备投资，实现与完全水冷却节水70％以上的目的。

[0051] 实施例5

[0052] 本实施例与实施例1基本相同，所不同的是被冷却流体为电力行业的发电乏汽的蒸汽，对蒸汽进行冷凝；翅片与水平面的夹角为75°，翅片上下表面两侧涂有亲水涂料层，布水机构如图3所示采用分段式结构，挡风机构如图2所示采用移动式结构，通过自动控制协调移动挡风板的位置，使得布水器在实施布水时挡风板能够阻挡空气从下部进入所述实施布水管段翅片管之间的空间，在翅片的亲水涂层面形成均匀稳定的水膜，并避免水被空气气流的夹带损失。

[0053] 通过这种模式转换，可以在保障蒸汽冷凝的同时，以仅靠空气冷却的翅片管的40％的设备投资，实现与完全水冷却节水90％以上的目的。

[0054] 实施例6

[0055] 本实施例为电力行业循环冷却水的降温方案，与实施例1基本相同，所不同的是流体管上游段翅片管16上不设布水机构，只在流体管下游段翅片管17上设置布水机构，布水机构与挡风机构采用刚性连接协调两者的位置，使得布水器8在实施布水时挡风板14能够阻挡空气6从下部进入所述实施布水管段翅片之间的空间，在翅片的亲水涂层面形成均匀稳定的水膜。

[0056] 实施例7

[0057] 本实施例为石化工业的循环冷却水的降温方案，与实施例2基本相同，所不同的是不设下部挡风机构，由于冷却循环水进水温度在65℃，水温较高大气的冷却能力较高，所用空气量较少，所以只用直接布水，在翅片的亲水涂层面形成均匀稳定的水膜，就可满足冷却要求。在这种工况下，该种方式可以用较少投资实现较好的节水。

[0058] 实施例8

[0059] 本实施例为石化工业的循环冷却水的降温方案，与实施例2基本相同，所不同的是流体管上游段翅片管16的翅片不涂亲水材料，由于冷却循环水进水温度在65℃，水温高大气的冷却能力强，所用空气量较少，所以不用布水，只在流体管下游段换热金属管25的空气入口处喷水通过空气带入水滴就可满足冷却要求。在这种工况下，该种方式可以用较少投资实现较好的节水。

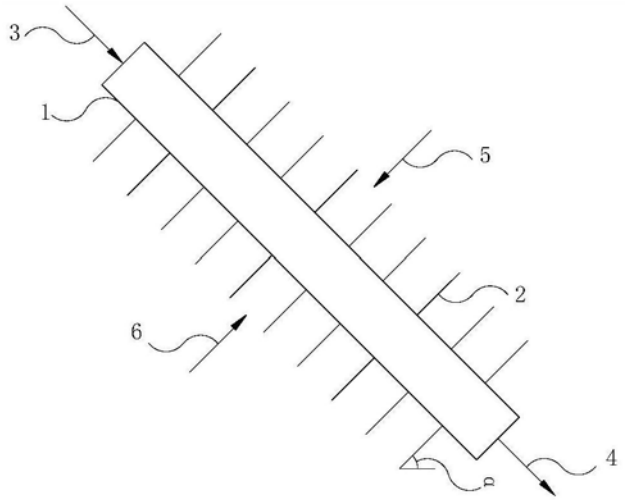


图1

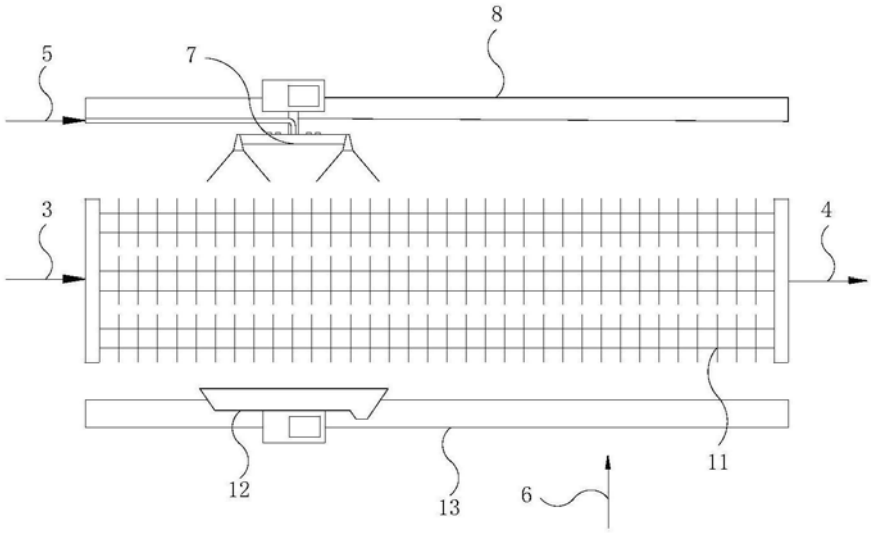


图2

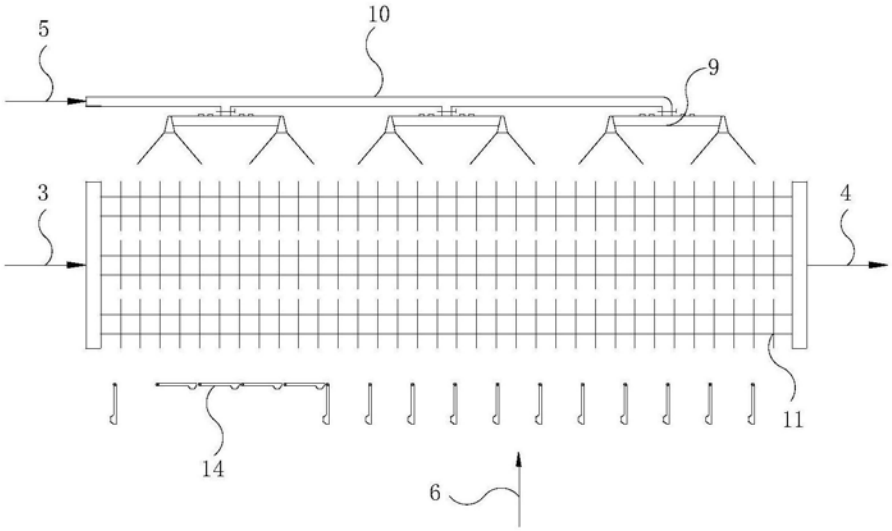


图3

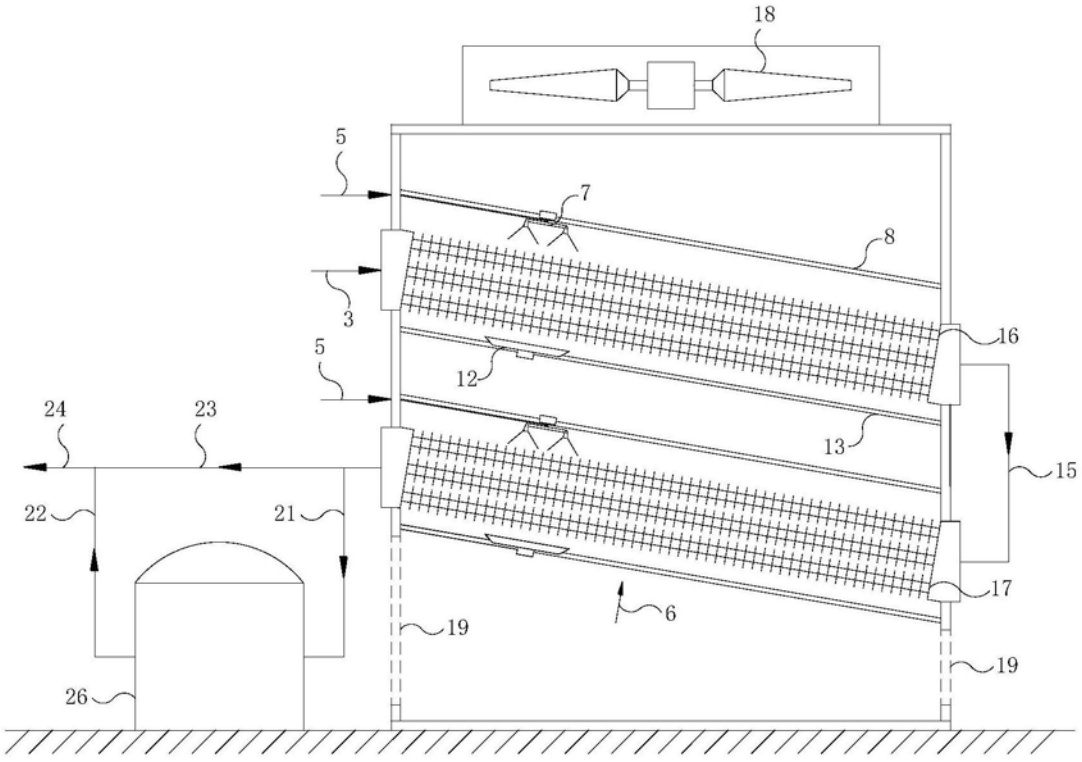


图4

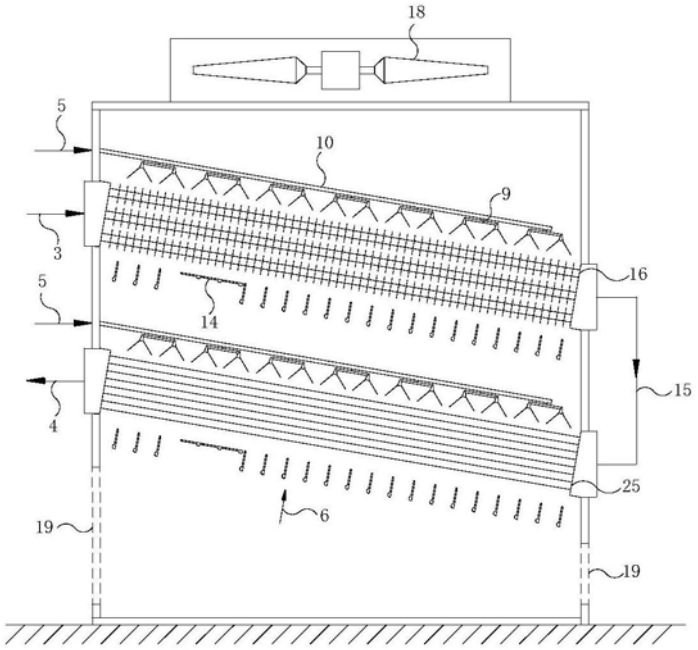


图5

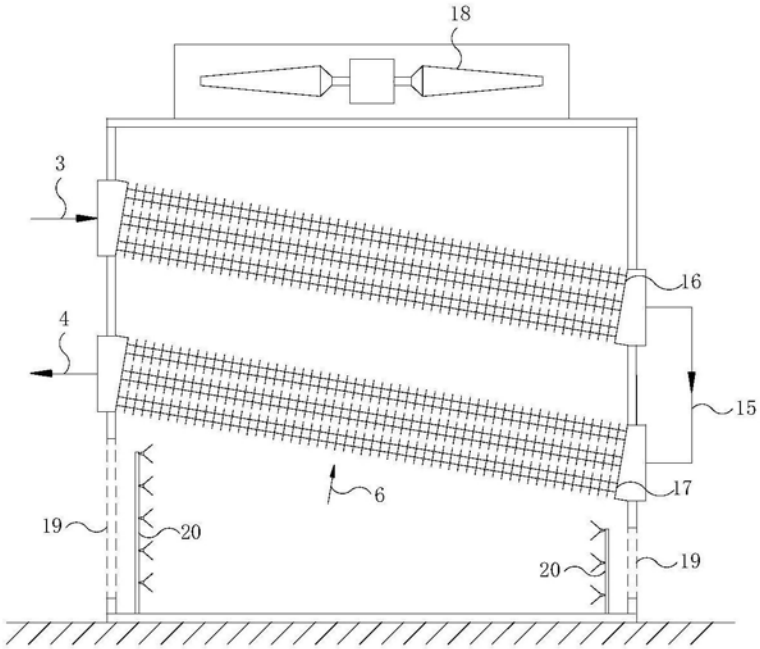


图6

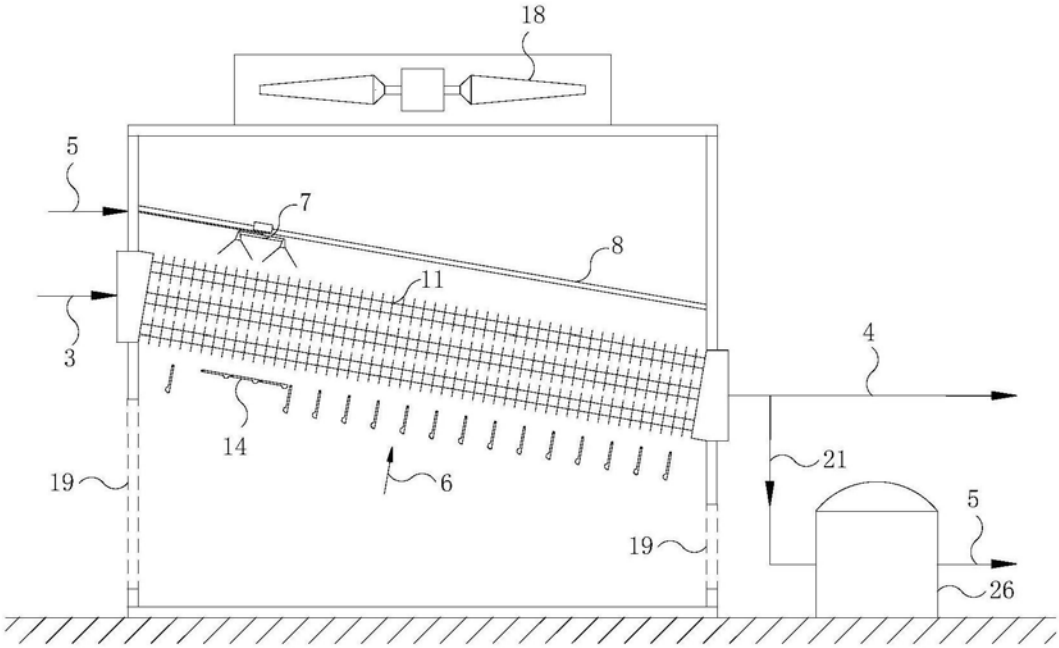


图7