



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103427601 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 04

(21) 申请号 201310394248. 6

(22) 申请日 2013. 09. 03

(71) 申请人 山西科达自控股份有限公司

地址 030006 山西省太原市高新区长治路
227 号高新国际 B 座一层科达自控

(72) 发明人 苗焰青 杨绍鹏 张建东 贾华忠
郭凯 李晓明 张志峰

(51) Int. Cl.

H02M 1/00 (2007. 01)

H05K 7/20 (2006. 01)

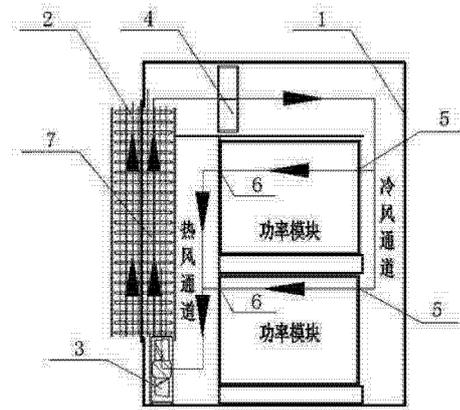
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

矿用中高压变频器循环冷却装置

(57) 摘要

为了解决矿用中高压变频器的散热问题,使变频器功率能做到 3000kW,有效满足煤矿生产的需要,提供一种强制循环的冷却的散热装置及方法,包括:建立循环风流通通道,建立风的强制循环,散热器。冷空气进入变频器功率模块后,进行第一次热交换,实现模块变冷,再经过散热器后进行第二次热交换,把热量传给散热器,热空气变成冷空气,通过风扇强制空气循环流动,实现变频器的冷却。



1. 一种矿用中高压变频器循环冷却装置,其特征在于:
矿用中高压变频器循环冷却装置由变频器、隔爆外壳、风扇和散热器组成;
隔爆外壳内部使用绝缘材料将安装有变频器的隔爆腔分隔成三个相互独立的通道;
隔爆外壳上固定有安装了散热器的隔爆基板;
散热器穿透基板并在基板两侧均匀分布。
2. 如权利要求 1 所述的矿用中高压变频器循环冷却装置,其特征在于:
三个相互独立的通道分别为冷风通道、热风通道和热交换通道。
3. 如权利要求 1 所述的矿用中高压变频器循环冷却装置,其特征在于:
在热交换通道和热风通道的分界处安装离心式风扇,用以抽出功率模块的热风,同时送入散热器的入口;
在冷风通道的上部安装轴流风扇,用以减小散热器的风阻,抽出经过热交换后的冷风。
4. 如权利要求 1 所述的矿用中高压变频器循环冷却装置,其特征在于:
散热器是用传热效率极高的热管焊接在具有隔爆功能的基板上,热管要穿透基板,基板将热管分成两部分,在隔爆腔内的部分起吸热的作用,隔爆腔外的部分起散热的作用。
5. 一种矿用中高压变频器循环冷却方法,其特征在于,包括:
 - (1) 建立循环风流通通道:依托隔爆外壳,用绝缘板或绝缘型材将变频器隔爆腔分成三个相互独立的通道;
 - (2) 建立风的强制循环:在热交换通道和热风通道的分界处安装离心式风扇,用以抽出功率模块的热风,同时送入散热器的入口,在冷风通道的上部安装轴流风扇,用以减小散热器的风阻,抽出经过热交换后的冷风;
 - (3) 将散热器用传热效率极高的热管焊接在具有隔爆功能的基板上,热管要穿透基板,基板将热管分成两部分,在隔爆腔内的部分起吸热的作用,隔爆腔外的部分起散热的作用。
6. 如权利要求 5 所述的矿用中高压变频器循环冷却方法,其特征在于:
将风扇均匀布置,使得风量满足散热功率的要求。
7. 如权利要求 5 所述的,矿用中高压变频器循环冷却方法,其特征在于:
风扇的布置使得风量满足散热功率的要求为 $360\text{m}^3/\text{kW}$ 。
8. 如权利要求 5 所述的,矿用中高压变频器循环冷却方法,其特征在于:
三个相互独立的通道分别为冷风通道、热风通道和热交换通道。

矿用中高压变频器循环冷却装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种矿用中高压变频器的冷却装置及方法,尤其涉及级联式大功率变频器的冷却,提供一种矿用中高压变频器循环冷却方法。

背景技术

[0002] 近年来,电力电子和自动控制技术的发展也推动了煤矿生产设备的更新换代,为了适应煤矿节能和安全生产要求,煤矿用隔爆型变频器的使用也越来越多,并要求具有极高的可靠性。煤矿矿井下的机械设备的大功率电机一般采用变频调速,这样可以明显的提高机械设备对工况的适用性,从而提高生产率,节约大量电能。用于煤矿矿井下的变频器设备,由于环境因素,对散热技术有很多制约。一方面为了安全,煤矿矿井下变频器需要将电子元器件及电路设备全部密封在隔爆腔体内,另一方面变频器中的电力电子器件工作时有功率损耗,会产生大量的热量,因此需要将热量散发出去。因此,对于隔爆变频器中的散热技术需要进行改进。

[0003] 影响变频器的可靠性指标有多项,其冷却就是一个至关重要的环节。

现在变频器的冷却方式,通常有以下几种:

(1) 空气自然冷却 主要用于功率比较小,元器件的散热面积大的变频器上。冷却主要通过空气的自然对流以及辐射作用将热量带走。由于其结构简单、无噪音、免维护、可靠性高等特点,使用范围很广,尤其适用于冲击负载和断续工作制负载,缺点在于无法用于大功率长期工作的变频器上。

[0004] (2) 强制风冷 强制风冷是在变频器的散热器上通以压缩空气,电子功率元件 IGBT 和整流元件产生的热量被流动的气流迅速带走达到冷却的效果。特点是冷却效率高,变频器可做到几百 kW,体积相对小,散热器选择比较容易,由于中、高压变频器的电压高,IGBT 不能直接安装在外壳的底板上,热量不能直接散到外部的散热器上,所以这种冷却方式只适用于低压变频器,不适合中高压变频器。(3) 水冷散热 水冷散热器的散热效率极高,可以大大提高功率元件的容量,但是,普通水的电气绝缘性能极差,水中存在的杂质离子会在高电压下导致电腐蚀和漏电现象,并且由于井下水质较硬,在水道中易形成水垢而妨碍散热的效果,并有可能堵塞水道,一般用于低电压等级变频器。在高电压变频器中使用,必须考虑和解决运行过程中的可靠性和腐蚀性两大问题。水冷散热器在 800kW 以上大功率防爆变频器也有应用,多数用于紧压包装式功率元件,因此冷却液必须具备纯净、去离子等严格要求,必须处在一个高度封闭的内循环系统中,还需要配置一个外循环冷却装置,为其配套换热;同时换液、补液、拆装管路都要求在隔离状态下进行,还必须进行去离子处理。稍有不慎就会引发漏电、短路故障,如果是中、高压设备,还可能引发严重事故。(4) 油冷散热 油冷散热器的散热效率虽然没有水冷方式高,但由于具有很高的电绝缘性和电磁屏蔽效果,曾在普通大功率变频器中广泛使用,但其成本和对环境的要求使得这些年渐渐的淡出,并且根据煤矿安全的规定,煤矿井下不允许使用充油电气设备,油冷散热方式无法用于煤矿井下。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明的目的在于提供一种矿用中高压变频器循环冷却装置,由变频器、隔爆外壳、风扇和散热器组成,隔爆外壳内部使用绝缘材料将安装有变频器的隔爆腔分隔成三个相互独立的通道,隔爆外壳上固定有安装了散热器的隔爆基板,散热器穿透基板并在基板两侧均匀分布。

[0006] 根据本发明的一个方面,三个相互独立的通道分别为冷风通道、热风通道和热交换通道。

[0007] 根据本发明的一个方面,在热交换通道和热风通道的分界处安装离心式风扇,用以抽出功率模块的热风,同时送入散热器的入口;在冷风通道的上部安装轴流风扇,用以减小散热器的风阻,抽出经过热交换后的冷风。

[0008] 根据本发明的一个方面,散热器是用传热效率极高的热管焊接在具有隔爆功能的基板上,热管要穿透基板,基板将热管分成两部分,在隔爆腔内的部分起吸热的作用,隔爆腔外的部分起散热的作用。

[0009] 本发明还提出了一种矿用中高压变频器循环冷却方法,包括:(1) 建立循环风流通通道:依托隔爆外壳,用绝缘板或绝缘型材将变频器隔爆腔分成三个相互独立的通道;(2) 建立风的强制循环:在热交换通道和热风通道的分界处安装离心式风扇,用以抽出功率模块的热风,同时送入散热器的入口,在冷风通道的上部安装轴流风扇,用以减小散热器的风阻,抽出经过热交换后的冷风;(3) 将散热器用传热效率极高的热管焊接在具有隔爆功能的基板上,热管要穿透基板,基板将热管分成两部分,在隔爆腔内的部分起吸热的作用,隔爆腔外的部分起散热的作用。

[0010] 根据本发明的一个方面,将风扇均匀布置,使得风量满足散热功率的要求。

[0011] 根据本发明的一个方面,风扇的布置使得风量满足散热功率的要求为 $360\text{m}^3/\text{kW}$ 。

[0012] 根据本发明的一个方面,三个相互独立的通道分别为冷风通道、热风通道和热交换通道。

[0013] 与现有技术相比,本发明利用了散热效率极高的热管技术,通过并列风扇实现了风的强制循环,克服了传统散热的缺点,解决了隔爆型级联式中高压变频器的散热难题,使隔爆型中高压变频器的功率可以做到 3000kW 。为煤矿企业的节约化生产提供了条件。

附图说明

[0014] 结合随后的附图,从下面的详细说明中可显而易见的得出本发明的上述及其他目的、特征及优点。在附图中:

图 1 示出了采用本发明的系统结构示意图;

图 2 示出了根据本发明的系统风道示意图;

图 3 示出了根据本发明的一个实施例的冷却装置。

具体实施方式

[0015] 为了更全面地理解本发明及其优点,下面结合附图及具体实施例对本发明做进一步详细地说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本

发明。

[0016] 如图 1、2 所示,隔爆腔内的冷空气进入冷风通道经过变频器的功率模块后变成热风进入热风通道,热风通道的底部安装有离心式风扇抽出热风通道中的热风,同时送入散热器中的热交换通道,热风通过散热器后变成冷风,进入冷风通道,冷风通道口安装有轴流风扇,将冷风送入冷风通道内形成循环,通过空气的循环热交换给隔爆腔内的变频器进行冷却。

[0017] 根据本发明的一个实施例,提供了一种矿用中高压变频器的冷却方法,采用如下技术方案实现:

建立循环风流通通道:依托隔爆外壳,用绝缘板或绝缘型材将变频器隔爆腔分成三个相互独立的通道,按功能的不同分别叫做:冷风通道,热风通道,热交换通道,如图 2 所示。

[0018] 建立风的强制循环:在热交换通道和热风通道的分界处安装离心式风扇,作用是抽出功率模块的热风,同时送入散热器的入口,在冷风通道的上部安装轴流风扇,作用是减小散热器的风阻,抽出经过热交换后的冷风。为了使整个风道风量均匀,风扇也要均匀布置,风量要满足散热功率的要求,即 $360\text{m}^3/\text{kW}$ 。考虑到风扇的冗余问题,有多个风扇并列运行。

[0019] 散热器:散热器是用传热效率极高的热管焊接在具有隔爆功能的基板上,热管要穿透基板,基板将热管分成两部分,在隔爆腔内的部分起吸热的作用,隔爆腔外的部分起散热的作用。散热器的基板是隔爆腔体的一部分,安装位置可根据具体情况而定。散热器出口处风扇的风量应与散热器入口处风扇的风量相等。出口处风扇的安装位置应靠近散热器,否则会增加风阻,减少风量。风扇的风量应能满足变频器功率模块散热风量的要求。

[0020] 冷空气进入变频器功率模块后,进行第一次热交换,实现模块变冷,再经过散热器后进行第二次热交换,把热量传给散热器,热空气变成冷空气,通过风扇强制空气循环流动,实现变频器的冷却。

[0021] 根据本发明的一个方面,把变频器隔爆腔分成相互独立的三部分,冷风通道从上到下是连通的,用于安装变频器的功率模块,风从每个功率单元的前面进风,对应的进风口并联排列,形成并联式冷风道;后面是功率模块的出风口,属于热风通道,在此通道与热交换通道分界处安装风扇,把功率模块的热风抽出并送入热交换的入口;后面的上部是热交换的出风口,风扇把经过热交换的冷风送入冷风通道。一般采用冗余的方法,有多个风机并联运行,整体散热效果好,并提高了设备的可靠性。散热器安装在腔体的背后,在腔内的部分起吸热的作用,空气自下而上流动,把热空气变成冷空气,在腔外的部分起散热的作用。为了提高散热器的效率,给腔外的部分通以冷风。

[0022] 根据本发明的一个方面,矿用中高压变频器的冷却装置包括循环风扇、中高压变频器、散热器及循环风道。所述的循环风扇、中高压变频器、散热器等依次通过散热风道相连形成循环冷却回路。所述的循环风扇、中高压变频器、散热器均设有温度传感器,所述的循环风扇分别与控制器相连,所述的控制器与各个温度传感器相连。当控制器采集到的温度信号,包括中高压变频器的温度信号,其中有一个超过设定值时,则启动循环冷却对中高压变频器进行冷却,冷风从冷风通道并列进入变频器的功率单元,功率单元出风口出来的热风进入热风通道,再经冷却风扇强制送入散热器的热交换通道,经过热风通道的冷空气进入冷内通道,再进行下一个循环。

[0023] 根据本发明的一个优选实施例,上述循环风道采用绝缘材料密封而成,强制循环风扇采用多台并联运行,大大提高冷却的可靠性。

[0024] 根据本发明的一个方面,参见附图 3,矿用中高压变频器的冷却装置包括中高压变频器功率单元壳体 18、绝缘风道隔板 17、散热器 16、强制循环风扇 20、21 以及外壳 19 构成。中高压变频功率单元壳体 18、绝缘风道隔板 17、散热器的吸热部分 16、强制循环风扇 20、21 被容纳在外壳 19 内,以形成一体结构或整体结构。

[0025] 中高压变频器功率单元 18 在其中容纳着产生热量的多种电气部件和电子器件,包括整流器 13 的整流装置,滤波电容器 14,直流 (DC)/ 直流 (DC) 变换电路 12 的开关器件,变频器的开关器件 11,以及控制电路的电气部件 15。

[0026] 循环风扇包括上部的轴流风扇 20 和下部的离心风扇 21。散热器包含有热空气的吸入口和冷空气的出口。冷却空气流动时,相继对产生热量的电气部件和电子器件进行冷却。

[0027] 根据本发明的一个方面,中高压变频器的整流部分采用多个整流模块、采用脉波的整流结构,每个功率单元有单独的整流桥、滤波器、逆变器,每台变频器根据输出电压的不同,每相串联的功率单元数也不同,这样可有效改善谐波的含量,有效改善对电网的影响,且整流后能够得到稳定的直流电压。整流部分采用 6 个二极管组成三相全波桥式整流,滤波采用电力电容作为滤波电容,安全可靠且使用寿命长,逆变部分采用 4 个单管绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 功率模块,能承受高达 1200A 的电流,保证变频器能驱动大功率电机运行,且满足长期过载运行的高要求负载设备,适用于大功率电机的变频调速控制。变频器内部采用闭环控制,采用互感器时刻监控检测电流、逆变器输出电流、电机的三相电流,同时检测电压、主要功率模块的温度。

[0028] 中高压变频器设有整流模块、滤波模块和逆变模块。每组整流电路为 6 个二极管组成三相桥式整流电路,每组整流电路的输入端分别连接一组三相交流电源,实现脉波整流,在直流线上,能够得到相对稳定的直流电压,每一相根据电压的不同串联的单元数也不同,可以改善供电电网的质量。三相交流电源经整流模块进行整流后输出至直流电线,直流电线连接滤波模块,滤波模块为两组滤波电容和一组平衡电阻并联于直流电线上。其中,第一组滤波电容为:第 1 滤波电容 C1 和第 2 滤波电容 C2 串联;第二组滤波电容为:第 3 滤波电容 C3 和第 4 滤波电容 C4 串联;平衡电阻为第 1 电阻 R1 和 第 2 电阻 R2 串联,平衡电阻用于平衡电压。

[0029] 直流电线上的滤波电容采用使用寿命较长的电力电容器,使直流电线电压维持不变,使电机的输入得到稳定的电压。控制电路控制逆变侧的 IGBT,在电机上得到 PWM 波,控制电机启动、旋转、停止。滤波模块输出端连接至逆变模块,逆变模块为两组 IGBT 功率模块。其中,第一组 IGBT 功率模块为第 1 模块 G1 和第 2 模块 G2 串联,第二组 IGBT 功率模块为第 3 模块 G3 和第 4 模块 G4 串联。

[0030] 在中高压变频器中,功率单元的数目根据变频器电压等级不同而不同。例如 3.3kV 变频器每相通常有 3 个或者 4 个功率单元串联,每个功率单元提供相同的输出电压,共有 9 个或者 12 个功率单元,6kV 变频器,每相通常有 5 个或者 6 个功率单元串联,而 10kV 变频器,功率单元的数目更是多达 24 个或 27 个,如此多的功率单元,一旦某个功率单元发生故障,如果没有合理的处理措施,则整个变频器发生故障,无法继续运行,就会造成一定的经济损

失或者将事故扩大化。变频器的可靠性由于功率单元数目多而变低。

[0031] 根据本发明的一个方面,提供了一种中高压变频器,包括功率单元控制模块、移相变压器、三相互联设置的多个功率单元(PowerCell)、旁路电路,其中,每相可由3个或6个功率单元串联输出,该3个或6个低压的功率单元通过串联的方式输出高压。

[0032] 在串联变频器中,功率单元A1、A2、A3、A4、A5、A6相连输出变频器的第一相电压,即,功率单元A1的第二输出端B连接功率单元A2的第一输出端A,功率单元A2的第二输出端B连接功率单元A3的第一输出端A,功率单元A3的第二输出端B连接功率单元A4的第一输出端A,功率单元A4的第二输出端B连接功率单元A5的第一输出端A,功率单元A5的第二输出端B连接功率单元A6的第一输出端A以得到该变频器的第一相输出。同样地,功率单元B1、B2、B3、B4、B5、B6相连设置以得到该变频器的第二相输出,功率单元C1、C2、C3、C4、C5、C6相连设置以得到该变频器的第三相输出,所输出的三相电压为电机等三相负载供电。

[0033] 所述功率单元控制模块包括控制电路和故障检测单元。故障检测单元包括缺相检测电路和故障检测电路。在级联型变频器的功率单元正常工作时,变频器各相的功率单元中的逆变电路的输出端串联以得到变频器的各相输出。一旦级联型变频器中的一个或多个功率单元发生故障,如缺相检测电路检测到功率单元的输入端有缺相和/或故障检测电路检测到主电路模块的逆变电路发生故障,则控制电路产生故障信号发送到变频器控制系统;再由变频器控制系统发送控制信号到功率单元控制模块,触发旁路模块的旁路控制电路,旁路控制电路将所述旁路电路切换上工作以旁路相应功率单元的主电路模块;或者,由变频器控制系统直接发送控制信号到旁路控制电路,其后旁路控制电路将旁路电路切换上工作以旁路相应故障的功率单元的主电路模块。如此以来,即使其中一个或多个功率单元发生故障整个互联型变频器仍能继续工作,大大提高了变频器系统运行的可靠性。

[0034] 根据本发明的一个方面,提供了一种矿用中高压变频器循环冷却方法,包括:

(1) 建立循环风流通通道:依托隔爆外壳,用绝缘板或绝缘型材将变频器隔爆腔分成三个相互独立的通道,按功能的不同分别叫做:冷风通道,热风通道,热交换通道。

[0035] (2) 建立风的强制循环:在热交换通道和热风通道的分界处安装离心式风扇,作用是抽出功率模块的热风,同时送入散热器的入口,在冷风通道的上部安装轴流风扇,作用是减小散热器的风阻,抽出经过热交换后的冷风。为了使整个风道风量均匀,风扇也要均匀布置,风量要满足散热功率的要求,即 $360\text{m}^3/\text{kW}$ 。考虑到风扇的冗余问题,有多个风扇并列运行。

[0036] (3) 散热器:散热器是用传热效率极高的热管焊接在具有隔爆功能的基板上,热管要穿透基板,基板将热管分成两部分,在隔爆腔内的部分起吸热的作用,隔爆腔外的部分起散热的作用。

[0037] 本发明虽然采用了不同的实施例来解决相应的技术问题,但是,这些不同的实施例并不是孤立的用于解决单个的技术问题,可以将这些不同的实施例组合起来共同解决矿用装置中需要克服的技术难题,可将不同实施例中的冷却装置和不同的中高压变频器相互组合,以获得良好的冷却性能,以便操作人员更好的完成矿井下的各项工作。

[0038] 以上所述,仅为本发明专利较佳的具体实施方式,但本发明专利的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明专利揭露的技术范围内,可轻易想到

的变化或替换,都应涵盖在本发明专利的保护范围之内。

[0039] 此外,对于本领域的普通技术人员来说可显而易见的得出其他优点和修改。因此,具有更广方面的本发明并不局限于这里所示出的并且所描述的具体说明及示例性实施例。因此,在不脱离由随后权利要求及其等价体所定义的一般发明构思的精神和范围的情况下,可对其做出各种修改。

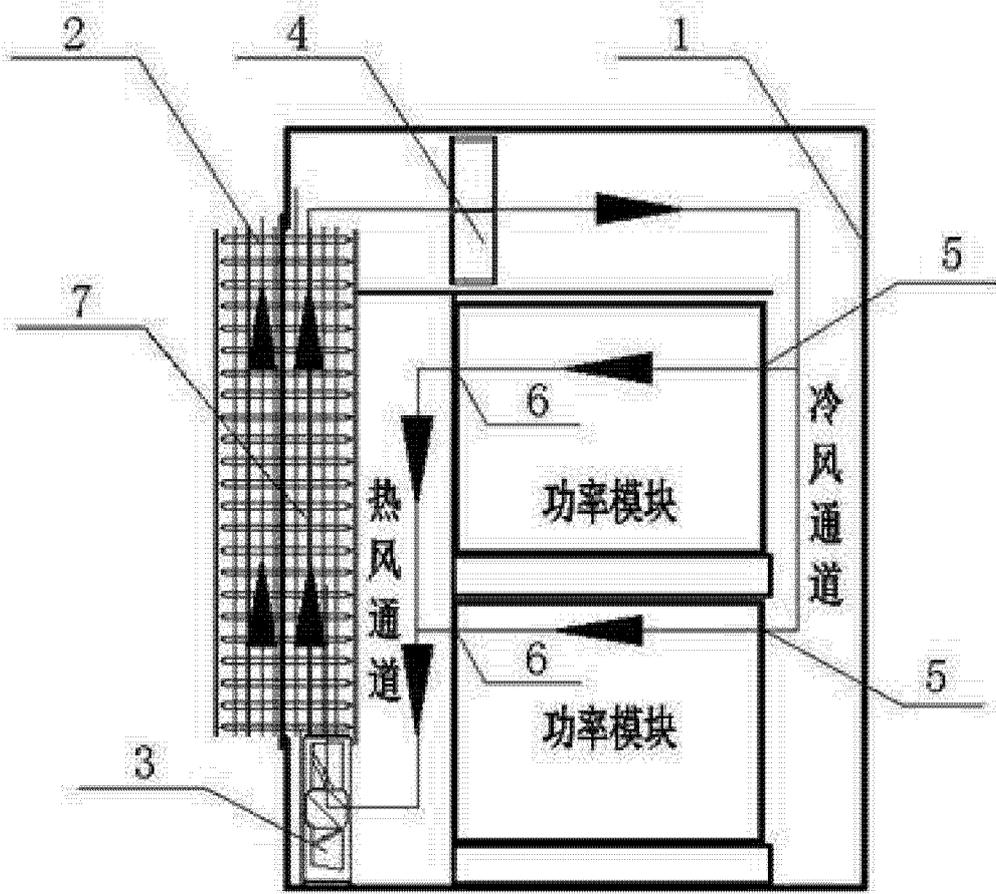


图 1

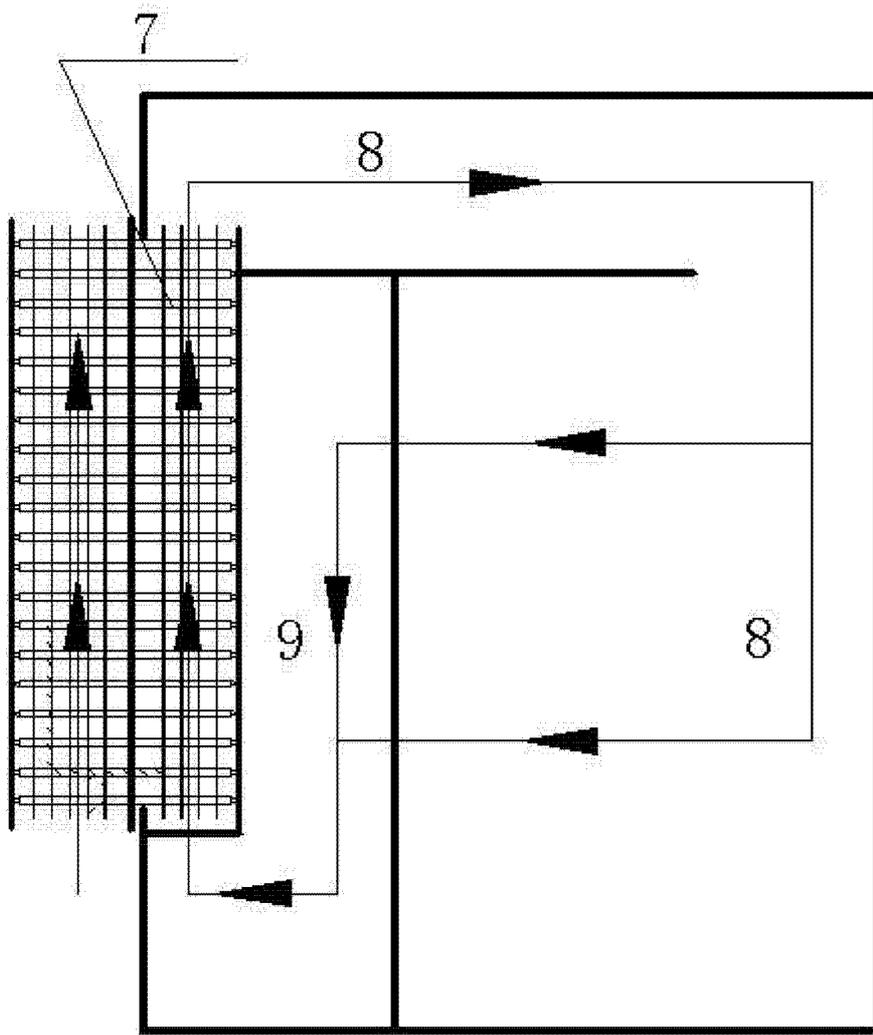


图 2

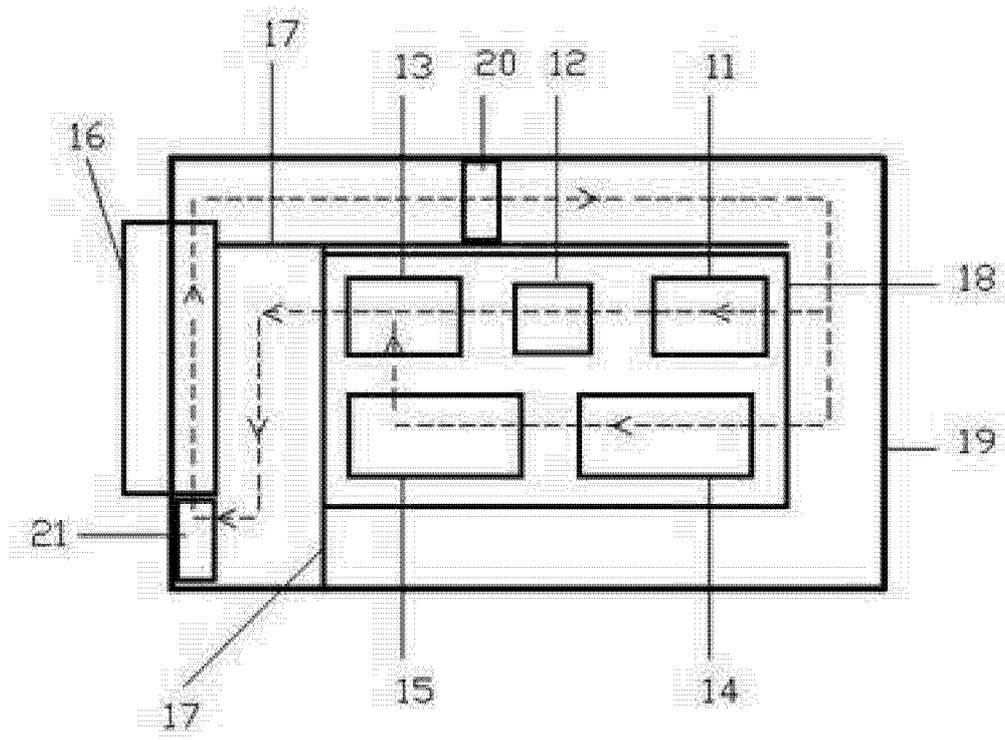


图 3