



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102777990 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201210229761. 5

(22) 申请日 2012. 07. 04

(73) 专利权人 西安建筑科技大学
地址 710055 陕西省西安市雁塔路 13 号

(72) 发明人 李安桂 司鹏飞 张莹

(74) 专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务
所 61216

代理人 李郑建

CN 101603715 A, 2009. 12. 16,

CN 202002396 U, 2011. 10. 05,

CN 1534246 A, 2004. 10. 06,

CN 201373625 Y, 2009. 12. 30,

审查员 武利媛

(51) Int. Cl.

F24F 5/00 (2006. 01)

F25B 29/00 (2006. 01)

F25B 41/04 (2006. 01)

F25B 41/06 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201508003 U, 2010. 06. 16,

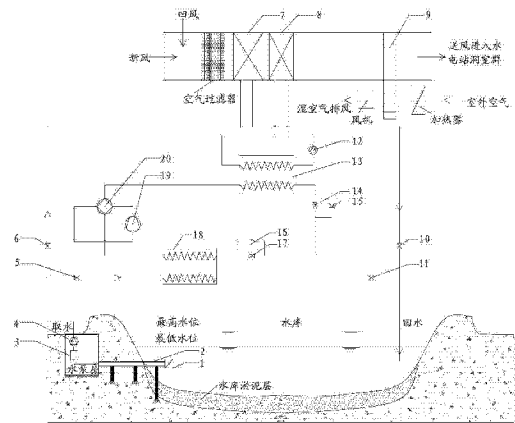
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种地下水电站洞室的水库水源热泵空调机
系统

(57) 摘要

本发明公开了一种适用于地下水电站的水库水源热泵空调机组系统,包括由取水头、取水管、除污器、取水泵构成的取水系统,由第一电动调节阀、第一表冷器、第二电动调节阀、取水系统及其之间连接的管路构成的直接供冷系统,由第一换热器、压缩机、四通阀、第二换热器、冷冻水循环水泵、第二表冷器、第一膨胀阀、第一单向阀、第二膨胀阀、第二单向阀、第三电动调节阀、第四电动调节阀及其相互连接的管路构成的热泵供冷供热系统,由第一表冷器、第二表冷器、转轮除湿机构成的空气处理系统,可保证地下水电站洞室群全年时段制冷、制热、除湿等各种功能的良好运行,并且在过渡季节节约大量能源。



1. 一种地下水电站的水库水源热泵空调机系统,其特征在于,由取水系统、直接供冷系统、热泵供冷供热系统和空气处理系统构成,其中:

取水系统包括水泵房安装的取水泵(4)、除污器(3),取水管(2)和取水头(1),其中,取水泵(4)一端与第一电动调节阀(6)和第三电动调节阀(5)并联的节点管路连接,取水泵(4)另一端通过管路连接除污器(3),除污器(3)通过取水管(2)连接取水头(1),取水头(1)置于水库最低水位之下;

直接供冷系统包括第一电动调节阀(6)、第一表冷器(7)、第二电动调节阀(10)及其和取水系统连接的管路,其中,第一电动调节阀(6)的一端与取水系统连接,另一端与第一表冷器(7)连接,第一表冷器(7)的另一端与第二电动调节阀(10)连接,第二电动调节阀(10)的另一端连接到回水管路上;

热泵供冷供热系统包括第一换热器(18)、压缩机(19)、四通阀(20)、第二换热器(13)、冷冻水循环水泵(12)、第二表冷器(8)、第一膨胀阀(14)、第一单向阀(15)、第二膨胀阀(17)、第二单向阀(16)、第三电动调节阀(5)、第四电动调节阀(11)及其相互连接的管路,其中,第三电动调节阀(5)的一端通过管路连接到连接第一电动调节阀(6)和取水泵(4)出口的管路上,另一端通过管路连接到第一换热器(18)上;第四电动调节阀(11)的两端分别通过管路连接到第一换热器(18)和回水管上;第一换热器(18)、第二换热器(13)分别与四通阀(20)的两端通过管路连接,压缩机(19)的两端与四通阀(20)的另外两端通过管路连接;第一换热器(18)与第二换热器(13)直接通过管路串联第一膨胀阀(14)与第二膨胀阀(17);第一单向阀(15)与第一膨胀阀(14)并联,第二单向阀(16)与第二膨胀阀(17)并联;第二换热器(13)与第二表冷器(8)、冷冻水循环水泵(12)通过管路串联形成环路;

空气处理系统包括空气过滤器、第一表冷器(7)、第二表冷器(8)和转轮除湿机(9),其中,沿空气过滤器之后依次安装第一表冷器(7)和第二表冷器(8),转轮除湿机(9)位于第二表冷器(8)之后。

一种地下水电站洞室的水库水源热泵空调机系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种地表水源热泵中央空调机组,特别涉及一种地下水电站洞室热湿环境调控的水库水源热泵机系统,特别适用于水电站地下洞室群工作环境。

背景技术

[0002] 水电站具有装机容量大、机组台数多、电气设备多和发热量大、地下洞室传湿显著等特点,所以全年大多数时间需对洞室群室内空气进行供冷与除湿,由此造成了很大的能源消耗。

[0003] 利用地表水(江水、湖水、海水)或地下水作为冷却水从冷凝器处取走冷凝排热,是一项节能低碳的制冷技术。目前所用的地表水源热泵机组工作原理图如图 1 与图 2 所示。其中图 1 给出的是制冷工况时系统的工作原理图,图 2 给出的是制热工况时系统的工作原理图。制冷时,经压缩机压缩的制冷工质,进入冷凝器放热,放出的热量被冷却水(地表水)带走,然后通过电子膨胀阀绝热膨胀,产生的低温工质直接进入蒸发器制取冷水(送入用户进行制冷),其后再被压缩机吸入进行压缩,如此循环往复。制热时,经压缩的制冷工质,进入冷凝器放热制取高温热水(送入用户进行供热),然后通过电子膨胀阀绝热膨胀,产生的低温工质直接进入蒸发器吸取地表水中的热量,其后工质再被压缩机吸入进行压缩,如此循环往复。

[0004] 中国专利申请(申请号为 200610102097.2)公开了一种适合江、河、湖、海低水温的高效水源热泵机组,其根据输入水源的温度确定适宜的第一级水源热泵的蒸发温度和冷凝温度,为第二级水源热泵提供合适的水源输入温度,从而解决了水源热泵机组在低于 2℃ 的低温水源下的工作效率问题。

[0005] 中国专利申请(申请为 201110033862.0)公开了一种用于空调系统的海水源水环热泵装置,该装置通过一个海水板式换热器进行换热介质与海水之间的热量交换,避免了海水进入水-水热泵机组,解决的是海水对水源热泵机组设备腐蚀的问题。

[0006] 中国专利申请(申请号为 03112165.9)公开了一种可利用海水源的热泵机组,其工作时海水走管程,工质走壳程。海水经过的部分能方便可行的进行防腐处理,避开了不易防腐处理的壳程,解决的仍然是海水热源的防腐问题。

[0007] 目前尚未见到专门针对地下水电站环境温湿度调控的地表水源热泵机组。事实上,地下水电站温湿度环境的调控具有其特殊性,主要表现在如下方面:一是其在过渡季节往往仍然需要制冷以消除发电机组等设备产生的余热与壁面散发的余湿;二是水电站周围拥有巨大的水源(水库水)可作为冷热源;三是水库水在过渡季节一定的水深度时,水温为 11℃ 左右(如图 3 为某地下水电站水库水不同深度全年水温曲线图),这是较为适宜的免费供冷水温;四是地下洞室群位置较低,取水水泵能耗较低,免费供冷的经济性较高。但其在炎热的夏季,由于负荷加大,水温变高,免费供冷则不适宜,同时在寒冷的冬季时,也需要供热。而且在免费供冷期间,由于水温达不到除湿所需的露点温度,除湿也存在问题。

发明内容

[0008] 针对上述背景技术存在的缺陷或不足,本发明的目的在于,提供一种地下水电站的水库水源热泵空调机系统。

[0009] 为了实现上述任务,本发明采用如下技术解决方案予以实现:

[0010] 一种地下水电站的水库水源热泵空调机组,其特征在于,由取水系统、直接供冷系统、热泵供冷供热系统和空气处理系统构成,其中:

[0011] 取水系统包括水泵房安装的取水泵、除污器,取水管和取水头,其中,取水泵一端与第一电动调节阀和第三电动调节阀并联的节点管路连接,取水泵另一端通过管路连接除污器,除污器通过取水管连接取水头,取水头置于水库最低水位之下;

[0012] 直接供冷系统包括第一电动调节阀、第一表冷器、第二电动调节阀及其和取水系统连接的管路,其中,第一电动调节阀的一端与取水系统连接,另一端与第一表冷器连接,第一表冷器的另一端与第二电动调节阀连接,第二电动调节阀的另一端连接到回水管路上;

[0013] 热泵供冷供热系统包括第一换热器、压缩机、四通阀、第二换热器、冷冻水循环水泵、第二表冷器、第一膨胀阀(14)、第一单向阀、第二膨胀阀、第二单向阀、第三电动调节阀、第四电动调节阀及其相互连接的管路,其中,第三电动调节阀的一端通过管路连接到连接第一电动调节阀和取水泵出口的管路上,另一端通过管路连接到第一换热器上;第四电动调节阀的两端分别通过管路连接到第一换热器和回水管上;第一换热器、第二换热器分别与四通阀的两端通过管路连接,压缩机的两端与四通阀的另外两端通过管路连接;第一换热器与第二换热器直接通过管路串联第一膨胀阀与第二膨胀阀;第一单向阀与第一膨胀阀并联,第二单向阀与第二膨胀阀并联;第二换热器与第二表冷器、冷冻水循环泵通过管路串联形成环路;

[0014] 空气处理系统包括空气过滤器、第一表冷器、第二表冷器和转轮除湿机,其中,沿空气过滤器之后依次安装第一表冷器和第二表冷器,转轮除湿机位于第二表冷器之后。

[0015] 本发明的地下水电站的水库水源热泵空调机系统,可保证地下水电站洞室群在全年时段满足制冷、制热、除湿等各种功能的良好运行,并且在过渡季节节约大量能源。

附图说明

[0016] 图 1 为传统制冷工况时系统的工作原理图。

[0017] 图 2 为传统制热工况时系统的工作原理图。

[0018] 图 3 某地下水电站水库水不同深度全年水温曲线图。

[0019] 图 4 为本发明的地下水电站的水库水源热泵空调机系统结构原理示意图。

[0020] 以下结合附图对本发明的具体内容作进一步详细说明。

具体实施方式

[0021] 参见图 4,本实施例给出一种地下水电站的水库水源热泵空调机系统,包括以下四部分:

[0022] 由取水头 1、取水管 2、除污器 3、取水泵 4 构成的取水系统;其中,取水泵 4 一端与第一电动调节阀 6 和第三电动调节阀 5 并联管路的节点通过管路连接,取水泵 4 另一端与

除污器 3 通过管路连接,除污器 3 与取水头 1 通过取水管 2 连接,取水头 1 置于水库最低水位之下。

[0023] 由第一电动调节阀 6、第一表冷器 7、第二电动调节阀 10 及其之间连接的管路构成的直接供冷系统;其中,第一电动调节阀 6 的一端与取水系统连接,另一端与第一表冷器 7 连接,第一表冷器 7 的另一端与第二电动调节阀 10 连接,第二电动调节阀 10 的另一端连接到回水管路上。

[0024] 由第一换热器 18、压缩机 19、四通阀 20、第二换热器 13、冷冻水循环水泵 12、第二表冷器 8、第一膨胀阀 14、第一单向阀 15、第二膨胀阀 17、第二单向阀 16、第三电动调节阀 5、第四电动调节阀 11 及其相互连接的管路构成的热泵供冷供热系统;

[0025] 其中,第三电动调节阀 5 的一端通过管路连接到连接第一电动调节阀 6 和取水泵 4 出口的管路上,另一端通过管路连接到第一换热器 18 上,第四电动调节阀 11 的两端分别通过管路连接到第一换热器 18 和回水管上;第一换热器 18、第二换热器 13 分别与四通阀 20 的两端通过管路连接,压缩机 19 的两端与四通阀 20 的另外两端通过管路连接;第一换热器 18 与第二换热器 13 直接通过管路串联第一膨胀阀 14 与第二膨胀阀 17;第一单向阀 15 与第一膨胀阀 14 并联,第二单向阀 16 与第二膨胀阀 17 并联;第二换热器 13 与第二表冷器 8、冷冻水循环泵 12 通过管路串联形成环路。

[0026] 由空气过滤器、第一表冷器 7、第二表冷器 8、转轮除湿机 9 构成的空气处理系统。其中,沿空气过滤器之后依次安装第一表冷器 7 和第二表冷器 8,转轮除湿机 9 位于第二表冷器 8 之后。

[0027] 本实施例的地下水电站的水库水源热泵空调机系统工作原理是:

[0028] 过渡季节工况时,关闭第三电动调节阀 5 与第四电动调节阀 11,打开第一电动调节阀 6 与第二电动调节阀 10,关闭压缩机 19 与冷冻水循环泵 12,此时热泵供冷供热系统处于停止工作状态。 11°C 的水库水通过取水系统取水泵 4 的作用,流入取水头 1,再经过取水管 2 流入除污器 3 中进行除污,经除污后的水库水经打开状态的第一电动调节阀 6 流入第一表冷器进行吸热,接着经过吸热后的水库水再经过打开状态的第二电动调节阀 10 流入回水管,最后排入水库中。新风和回风的混合空气在第一表冷器 7 的冷却作用下降温,但由于冷却作用高于湿空气的露点温度,不能够达到除湿的目的,此时需开启转轮除湿机 9 对经降温的空气进行除湿,最后由送风管道将经降温与除湿的低温干空气送入地下洞室群。如此不断循环,以消除洞室群的余热与余湿。

[0029] 夏季工况时,关闭第一电动调节阀 6 与第二电动调节阀 10,打开第三电动调节阀 5、第四电动调节阀 11、压缩机 19 以及冷冻水循环泵 12。水库水通过取水系统取水泵 4 的作用,流入取水头 1,再经过取水管 2 流入除污器 3 中进行除污,经除污后的水库水经打开状态的第三电动调节阀 5,带走第一换热器 18 产生的冷凝热,并通过第四电动调节阀 11 流入回水管,从而排入水库中。而经压缩机 19 压缩的制冷工质,经四通阀 20,进入第一换热器 18 放热,放出的热量被循环的水库水带走,然后通过第一膨胀阀 14 绝热膨胀,产生的低温工质直接进入第二换热器 13 制取冷冻水,冷冻水经冷冻水循环水泵 12,送入第二表冷器 8 进行制冷,制冷工质则被压缩机 19 吸入进行压缩。此时可停止转轮除湿机 9,仅有第二表冷器 8 进行降温除湿,经第二表冷器降温除湿的低温干空气最后由送风管道送入地下洞室群。如此不断循环,以消除洞室群的余热与余湿。

[0030] 冬季工况时,关闭第一电动调节阀 6 与第二电动调节阀 10,打开第三电动调节阀 5、第四电动调节阀 11、压缩机 19 以及冷冻水循环泵 12。水库水通过取水系统取水泵 4 的作用,流入取水头 1,再经过取水管 2 流入除污器 3 中进行除污,经除污后的水库水经打开状态的第三电动调节阀 5,进入第一换热器 18 被其中的制冷工质吸热后,通过第四电动调节阀 11 流入回水管,从而排入水库中。而经压缩机 19 压缩的制冷工质,经四通阀 20,进入第二换热器 13 放热,放出的热量制取高温热水,高温热水经冷冻水循环水泵 12,送入第二表冷器 8 进行制热,制冷工质则通过第二膨胀阀 17 绝热膨胀,进入第一换热器 18 中吸取循环水库水中的热量,再被压缩机 19 吸入进行压缩。此时停止转轮除湿机 9,不进行除湿。经第二表冷器 8 加热的空气最后由送风管道送入地下洞室群。如此不断循环,以对洞室群进行供热。

[0031] 实施例:

[0032] 本实施例简略计算了采用本实施例的地下水电站的水库水源热泵空调机系统与传统地表水源热泵相比,应用于一个大型地下水电站过渡季节制冷主机产生的节能效果。该水电站计算温度及冷负荷汇总结果如表 1 所示。

[0033] 表 1 冷负荷汇总

[0034]

	室外空气计算温度 (°C)	室内空气计算温度 (°C)	冷负荷 (kW)
发电机层等厂房	26	28	956.67
办公区	26	26	816.67
总计	——		1773.34

[0035] 方案一:为采用传统活塞式制冷机组供冷,其机组性能系数 COP=4.2。根据机组性能系数定义

$$COP = \frac{Q}{P}$$

[0036] 式中, Q :机组的制冷量, kW ;

[0037] P :机组所消耗的功率, kW。

[0038] 则可求得额定工况下制冷主机的耗电功率为 422.22kW。

[0039] 方案二采用本发明对该水电站过渡季节进行免费供冷,此时仅有取水水泵耗能,而水泵能耗可按下式计算:

$$N = \frac{\rho \cdot G \cdot H}{102 \cdot \eta}$$

[0041] 式中, N :水泵的轴功率, kW ;

[0042] ρ :水的密度, 1000kg/m³ ;

[0043] G :水的流量, m³/h ;

[0044] H :水泵的扬程,本实施例的工程取水高差为 40m,考虑沿程阻力与局部阻力,所选用取水水泵扬程为 70m ;

[0045] η :水泵的效率,一般取 0.5-0.8,本计算取 0.7。

[0046] 其中水的流量可用下式进行计算:

[0047]
$$G = \frac{Q}{c(t_1 - t_2)} \times 3.6$$

[0048] 式中 Q :冷负荷, kW ;

[0049] c :水的定压比热, 4. 187kJ/ (Kg · °C) ;

[0050] t₁ :回水温度, 取 16°C ;

[0051] t₂ :供水温度, 取 11°C。

[0052] 由上述算式可计算得采用本发明时, 制冷能耗为 298. 9kW。可见与采用传统活塞式制冷机组供冷相比, 采用该系统在过渡季节可节能约 29. 2%。

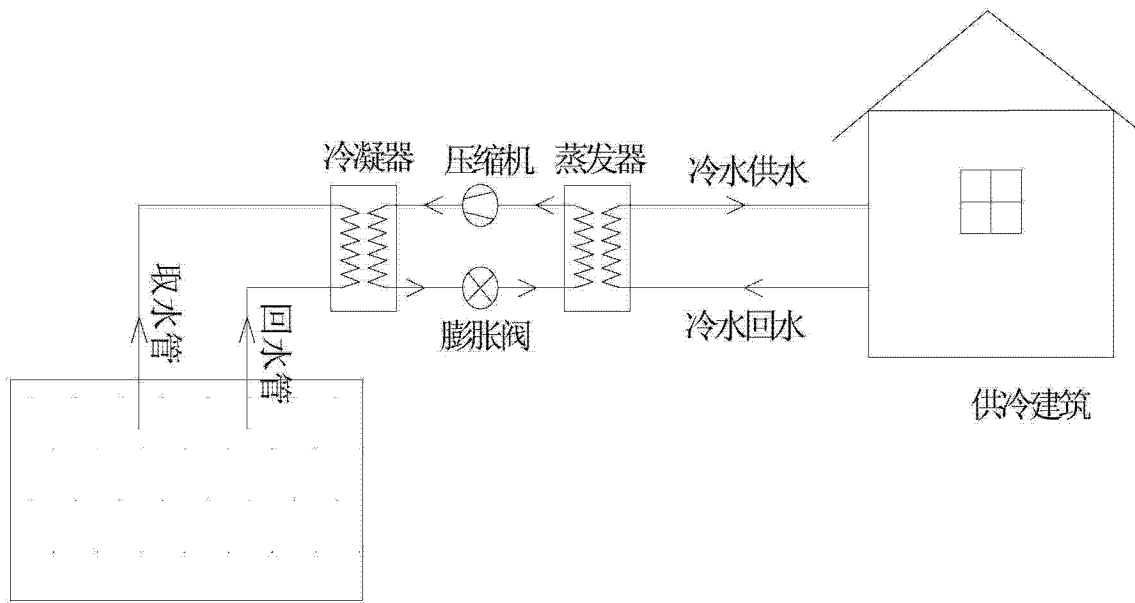


图 1

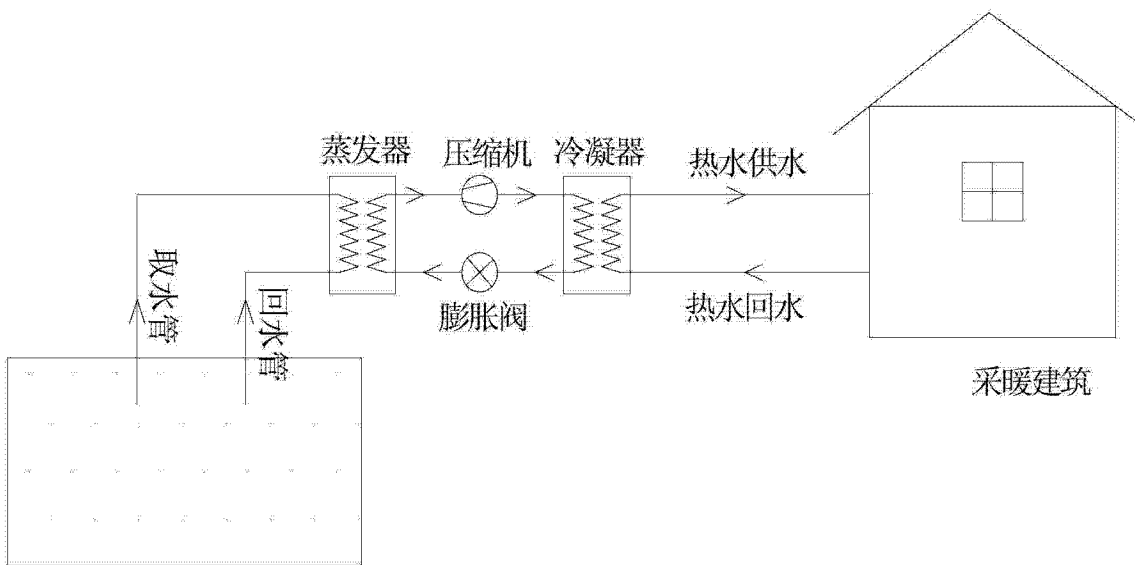


图 2

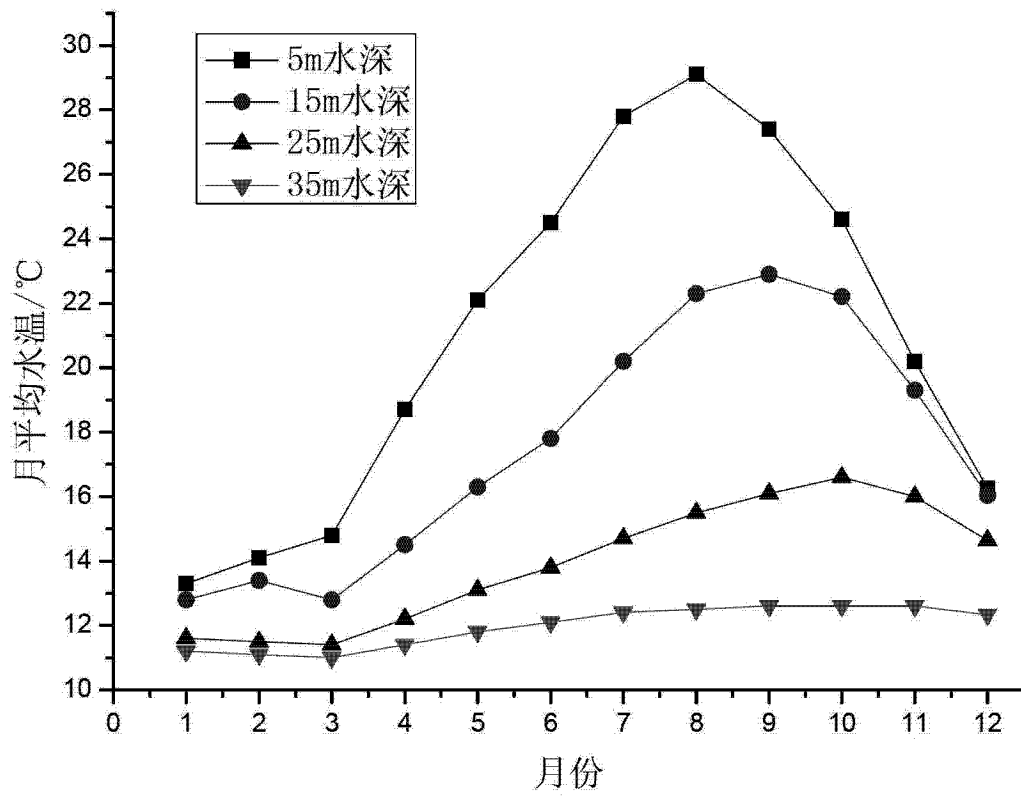


图 3

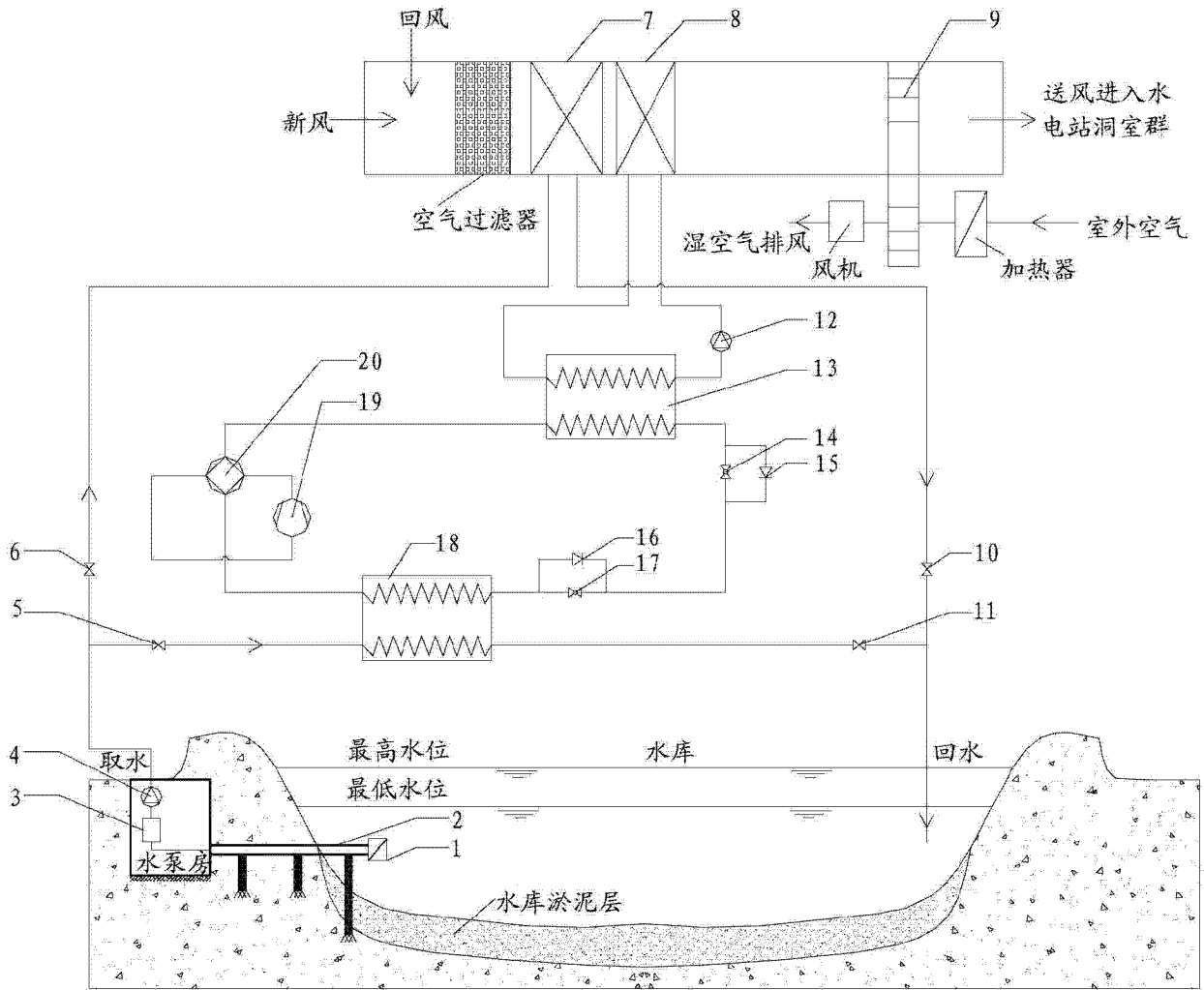


图 4