

应用于 IDC 机房的闭式冷却塔制冷系统及其制冷方法

技术领域

本发明涉及 IDC 机房的空气调节领域，具体涉及一种应用于 IDC 机房的闭式冷却塔制冷系统及其制冷方法。

背景技术

IDC (Internet Data Center, 互联网数据中心) 机房中由于设备运行散热量大，为保证设备的正常运行，机房温度需要常年控制在 $22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。IDC 机房的特殊性如下：(1) 全年都是冷负荷，所以需要全年开启制冷系统，并全天 24 小时不间断运行；(2) IDC 机房空调系统由于冷负荷大，制冷系统能耗很高；(3) 为保证 IDC 机房在停水情况下依然能正常运行，要求配备蓄水池。

现有 IDC 机房由于规模的扩大，采用水冷制冷机组配合 IDC 末端装置的系统形式越来越多。传统采用水冷制冷机组配合 IDC 末端装置的系统采用的开式冷却塔，需要配备的蓄水池容积要求大，占地面积大，耗水量大；且由于 IDC 机房全年都需开启水冷制冷机组，运行费用极高。

为降低运行费用，目前推广的免费制冷技术主要采用风冷自然冷却。采用风冷自然冷却系统存在如下缺点：(1) IDC 机房内的洁净度难以保证；(2) IDC 机房内的湿度难以控制；(3) 风道大，占地面积大，费用高；(4) 使用时间有限，节能节电效果有限。

发明内容

针对现有 IDC 机房空调系统技术的上述缺陷，申请人经过研究改进，提供一种应用于 IDC 机房的闭式冷却塔制冷系统及其制冷方法，通过闭式冷却塔和冷水罐配合水冷制冷机组，解决目前技术中存在的上述缺陷。

本发明的技术方案如下：

本发明提供一种应用于 IDC 机房的闭式冷却塔制冷系统，包括由管道连接的闭式冷却塔、水冷制冷机组、冷水罐、冷冻水泵、冷却水泵和 IDC 机房末端装置，以及电连接的嵌入式控制系统、水冷制冷机组回水温度传感器、闭式冷却塔回水温度传感器、闭式冷却塔进风干湿球温度传感器、闭式冷却塔风机变频器、闭式冷却塔循环水泵变频器以及各电动阀门；

自来水管、冷水罐的第一出水口由管道分别经第一电动阀门、第二电动阀门与闭式冷却塔的补水口连接，闭式冷却塔的出水口由管道经第三电动阀门与冷水罐的进水口连接，闭式冷却塔的出水口又由管道经顺序连接的第四电动阀门和第五电动阀门与冷却水泵的进水口连接，闭式冷却塔的出水口还由管道经顺序连接的第四电动阀门和第六电动阀门与冷冻水泵的进水口连接，水冷制冷机组的第一出水口由管道经第七电动阀门与冷冻水泵的进水口连接，冷冻水泵的出水口由管道直接与 IDC 机房末端装置的进水口连接，IDC 机房末端装置的出水口由管道分别经第八电动阀门、第九电动阀门与水冷制冷机组的第一进水口、闭式冷却塔的进水口连接，冷却水泵的出水口由管道直接与水冷制冷机组的第二进水口连接，水冷制冷机组的第二出水口由管道直接与闭式冷却塔的进水口连接；冷水罐的第二出水口由管道分别经第五电动阀门、第六电动阀门与冷却水泵的进水口、冷冻水泵的进水口连接；

水冷制冷机组回水温度传感器安装在水冷制冷机组的第一进水口处，闭式冷却塔回水温度传感器安装在闭式冷却塔的进水口处，闭式冷却塔进风干湿球温度传感器安装在闭式冷却塔的进风口处；水冷制冷机组回水温度传感器、闭式冷却塔回水温度传感器以及闭式冷却塔进风干湿球温度传感器采集的信号输入嵌入式控制系统，嵌入式控制系统输出的信号控制各电动阀门以及闭式冷却塔风机变频器、闭式冷却塔循环水泵变频器；闭式冷却塔风机变频器输出的信号控制闭式冷却塔中的风机，闭式冷却塔循环水泵变频器输出的信号控制闭式冷却塔中的喷淋循环水泵。

本发明还提供一种应用于 IDC 机房的闭式冷却塔制冷方法，1) 在冬季不开启水冷制冷机组的基础上，利用处于干工况运行的闭式冷却塔，获得足够低温的冷冻水，对 IDC 机房进行制冷；2) 在过渡季不开启水冷制冷机组的基础上，利用处于湿工况运行的闭式冷却塔，获得足够低温的冷冻水，对 IDC 机房进行制冷；3) 在夏季夜间不开启水冷制冷机组的基础上，利用处于湿工况运行的闭式冷却塔，获得足够低温的冷冻水，对 IDC 机房进行制冷；4) 在夏季日间利用开启的水冷制冷机组，获得足够低温的冷冻水，对 IDC 机房进行制冷；5) 在停水的紧急情况下，利用冷水罐内向闭式冷却塔补水。

本发明的有益技术效果是：

本发明采用闭式冷却塔工况运行模式可以在冬季不开启水冷制冷机组的基础上，利用处于干工况运行的闭式冷却塔，获得足够低温的冷冻水，满足 IDC

机房的需求。同时,闭式冷却塔的冷却盘管与 IDC 机房末端装置组成闭式系统,有效避免与外界空气的接触,保持系统运行的稳定性和设备的洁净程度。此外,闭式冷却塔在温度接近或低于 0℃ 的情况下干工况运行,避免喷淋水冻结造成的对闭式冷却塔的损坏,有效保障系统的正常运行。

本发明采用闭式冷却塔工况运行模式可以在过渡季(春、秋季)不开启水冷制冷机组的基础上,利用处于湿工况运行的闭式冷却塔,获得足够低温的冷冻水,满足 IDC 机房的需求。

本发明采用闭式冷却塔工况运行模式可以在夏季夜间不开启水冷制冷机组的基础上,利用处于湿工况运行的闭式冷却塔,获得足够低温的冷冻水,满足 IDC 机房的需求。有效缩短水冷机组的运行时间,节能、节电、经济。

在上述水冷制冷机组不开启,利用闭式冷却塔制冷的时候,把冷却后的水通到冷水罐,可以保证流量,并延长利用闭式冷却塔供冷的时间。

当夏季日间的温度逐渐升高时,冷水罐内的水温已经不能满足 IDC 机房末端装置的空调需求的时候,才开启制冷机组,获得足够低温的冷冻水,满足 IDC 机房的需求。

本发明采用紧急停水模式可以在停水的紧急情况下,利用冷水罐内的水满足闭式冷却塔的喷淋补水需要,保障系统的正常运行,从而保障 IDC 机房不间断、正常的运行。

附图说明

图 1 是本发明制冷系统的结构框图。

图 2 是本发明制冷系统的运行方式总图。

图 3 是正常情况下,闭式冷却塔冷却运行方式的环路图。

图 4 是正常情况下,水冷制冷机组制冷运行方式下的冷冻水循环环路图。

图 5 是正常情况下,水冷制冷机组制冷运行方式下的冷却水循环环路图。

图 6 是正常情况下,本发明制冷系统的供水图。

图 7 是紧急停水情况下,本发明制冷系统的供水图。

【附图符号说明】1. 闭式冷却塔; 2. 水冷制冷机组; 3. 冷水罐; 4. 冷冻水泵; 5. 冷却水泵; 6. IDC 机房末端装置; 7. 嵌入式控制系统; 8. 水冷制冷机组回水温度传感器; 9. 闭式冷却塔回水温度传感器; 10. 闭式冷却塔进风干湿球温度传感器; 11. 电动阀门; 12. 电动阀门; 13. 电动阀门; 14. 电动阀门; 15. 电动阀门; 16. 电动阀门; 17. 电动阀门; 18. 电动阀门; 19. 电

动阀门；20. 闭式冷却塔风机变频器；21. 闭式冷却塔循环水泵变频器。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式做进一步说明。

如图 1 所示，本发明的制冷系统包括闭式冷却塔 1、水冷制冷机组 2、冷水罐 3、冷冻水泵 4、冷却水泵 5、IDC 机房末端装置 6、嵌入式控制系统 7、水冷制冷机组回水温度传感器 8、闭式冷却塔回水温度传感器 9、闭式冷却塔进风干湿球温度传感器 10、闭式冷却塔风机变频器 20、闭式冷却塔循环水泵变频器 21 以及多个电动阀门 11~19。

见图 1，自来水管、冷水罐 3 的第一出水口由管道分别经电动阀门 11、电动阀门 12 与闭式冷却塔 1 的补水口连接，闭式冷却塔 1 的出水口由管道经电动阀门 13 与冷水罐 3 的进水口连接，闭式冷却塔 1 的出水口又由管道经顺序连接的电动阀门 14 和电动阀门 15 与冷却水泵 5 的进水口连接，闭式冷却塔 1 的出水口还由管道经顺序连接的电动阀门 14 和电动阀门 16 与冷冻水泵 4 的进水口连接，水冷制冷机组 2 的第一出水口由管道经电动阀门 17 与冷冻水泵 4 的进水口连接，冷冻水泵 4 的出水口由管道直接与 IDC 机房末端装置 6 的进水口连接，IDC 机房末端装置 6 的出水口由管道分别经电动阀门 18、电动阀门 19 与水冷制冷机组 2 的第一进水口、闭式冷却塔 1 的进水口连接，冷却水泵 5 的出水口由管道直接与水冷制冷机组 2 的第二进水口连接，水冷制冷机组 2 的第二出水口由管道直接与闭式冷却塔 1 的进水口连接；冷水罐 3 的第二出水口由管道分别经电动阀门 15、电动阀门 16 与冷却水泵 5 的进水口、冷冻水泵 4 的进水口连接。

见图 1，水冷制冷机组回水温度传感器 8 安装在水冷制冷机组 2 的第一进水口处，获取水冷制冷机组的回水温度 t_1 ；闭式冷却塔回水温度传感器 9 安装在闭式冷却塔 1 的进水口处，获取闭式冷却塔 1 的回水温度 t_2 ；闭式冷却塔进风干湿球温度传感器 10 安装在闭式冷却塔 1 的进风口处，获取闭式冷却塔 1 进风口处空气的干球温度 t_3 和湿球温度 t_{s3} 。水冷制冷机组回水温度传感器 8、闭式冷却塔回水温度传感器 9 以及闭式冷却塔进风干湿球温度传感器 10 将上传感信号输入嵌入式控制系统 7，由嵌入式控制系统 7 以此作为判断依据，输出控制信号，控制各电动阀门 11~19 以及闭式冷却塔 1 上的闭式冷却塔风机变频器 20、闭式冷却塔循环水泵变频器 21。来满足各工况下最优控制，起到节能、节电的目的。其中，闭式冷却塔风机变频器 20 控制闭式冷却塔 1 的风

量。闭式冷却塔循环水泵变频器 21 控制闭式冷却塔 1 的喷淋水量。

本发明制冷系统总的运行方式如图 2 所示，分为正常情况、紧急情况两种。

见图 2，正常情况下，制冷系统又分为“闭式冷却塔冷却”和“水冷制冷机组制冷”两种运行方式。其控制方式分别如下：

1、闭式冷却塔冷却：闭式冷却塔进风干湿球温度传感器 10 温度中湿球温度 ts_3 低于判据温度 tp_3 时，嵌入式控制系统 7 输出控制信号，控制各电动阀门形成如下开闭组合：

电动阀 11	开	电动阀 12	闭
电动阀 13	开	电动阀 14	闭
电动阀 15	闭	电动阀 16	开
电动阀 17	闭		
电动阀 18	闭	电动阀 19	开

上述开闭组合下，制冷系统的运行环路如图 3 所示。

制冷机组不开，利用冷却塔制冷的时候，把冷却后的水通到冷水罐，可以保证流量，并延长利用冷却塔供冷的时间。

“闭式冷却塔冷却”运行方式又可分为“闭式冷却塔干工况运行”和“闭式冷却塔湿工况运行”两种情况。

(1)闭式冷却塔进风干湿球温度传感器 10 温度中干球温度 t_3 低于 0°C 时，闭式冷却塔 1 有冻结的危险，系统应运行于“闭式冷却塔干工况”，闭式冷却塔 1 的风机正常运行，喷淋循环水泵停止工作。水冷制冷机组 2 停机。嵌入式控制系统 7 根据闭式冷却塔回水温度传感器 9 的数据 t_2 确定控制信号，控制闭式冷却塔风机变频器 20 的频率，从而控制风量，满足变工况运行。

(2)闭式冷却塔进风干湿球温度传感器 10 温度中干球温度 t_3 高于 0°C 且闭式冷却塔进风干湿球温度传感器 10 温度中湿球球温度 ts_3 低于判据温度 tp_3 时，闭式冷却塔 1 无冻结的危险，系统应运行于“闭式冷却塔湿工况”，闭式冷却塔 1 的风机正常运行，喷淋循环水泵正常工作。水冷制冷机组 2 停机。嵌入式控制系统 7 根据闭式冷却塔回水温度传感器 9 的数据 t_2 确定控制信号，控制闭式冷却塔风机变频器 20 的频率，从而控制风量；控制闭式冷却塔喷淋循环水泵变频器 21 的频率，从而控制喷淋水量，满足变工况运行。

2、水冷制冷机组制冷：闭式冷却塔进风干湿球温度传感器 10 温度中湿球温度 ts_3 高于判据温度 tp_3 时，嵌入式控制系统 7 输出控制信号，控制各电动

阀门形成如下开闭组合：

电动阀 11	开	电动阀 12	闭
电动阀 13	闭	电动阀 14	开
电动阀 15	开	电动阀 16	闭
电动阀 17	开		
电动阀 18	开	电动阀 19	闭

上述开闭组合下，制冷系统的运行环路如图 4、图 5 所示：

闭式冷却塔 1 的风机正常运行，喷淋循环水泵正常工作。水冷制冷机组 2 开机。嵌入式控制系统 7 根据水冷制冷机组回水温度传感器 8 的数据 t_1 确定控制信号，控制闭式冷却塔风机变频器 20 的频率，从而控制风量；控制闭式冷却塔喷淋循环水泵变频器 21 的频率，从而控制喷淋水量。

综合上述 1、2 运行方式来看，当冷水罐 3 内的水温满足要求（系统没有以室外气温作为判据，而是以回水温度作为判据），就可以不开启水冷制冷机组 2。只有当回水温度高于设定温度，说明冷水罐 3 内的冷水已经不能满足 IDC 机房的需求了，才需要开启水冷制冷机组 2。

见图 2，“紧急情况”是指紧急停水的情况。

3. 紧急停水。

上述 1、2 正常情况下，系统的运行情况如图 6 所示。而紧急停水情况下，系统的运行情况则如图 7 所示。此时，嵌入式控制系统 7 输出控制信号，控制各电动阀门形成如下开闭组合：（其他电动阀门的动作不变）

电动阀 11	闭	电动阀 12	开
电动阀 13	闭	电动阀 14	开

基于上述制冷系统，本发明所提出的制冷方法如下：

- 1) 冬季，闭式冷却塔干工况运行，避免水冷制冷机组开机，节能，防冻。
- 2) 过渡季，闭式冷却塔湿工况运行，避免水冷制冷机组开机，节能。
- 3) 夏季夜间，闭式冷却塔湿工况运行，避免水冷制冷机组开机，节能。
- 4) 夏季日间，水冷制冷机组开机；利用冷水罐蓄能，推迟水冷制冷机组运行时间。

5) 停水期，利用冷水罐的储水功能，保障停水期间 IDC 机房的正常运行。

以上所述的仅是本发明的优选实施方式，本发明不限于以上实施例。可以理解，本领域技术人员在不脱离本发明的基本构思的前提下直接导出或联想到

的其他改进和变化，均应认为包含在本发明的保护范围之内。

