

附件

《国家信息化领域节能技术应用指南与案例(2022年版)》 之一：数据中心节能提效技术（高效冷却技术产品）

（一）数据中心相变浸没及冷板液冷技术

1.技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2.技术原理及工艺

该技术由相变浸没液冷技术和冷板液冷技术组成。冷板液冷技术冷媒不与电子器件直接接触，通过高热传导性冷板将被冷却对象热量传递到冷媒中，由冷媒将热量从热区传递到换热模块完成冷却循环。相变浸没液冷技术冷媒与电子器件直接接触，冷媒吸热并沸腾后，由冷媒蒸汽将热量从热区传递到换热模块完成冷却循环。工作原理如图 1 所示。

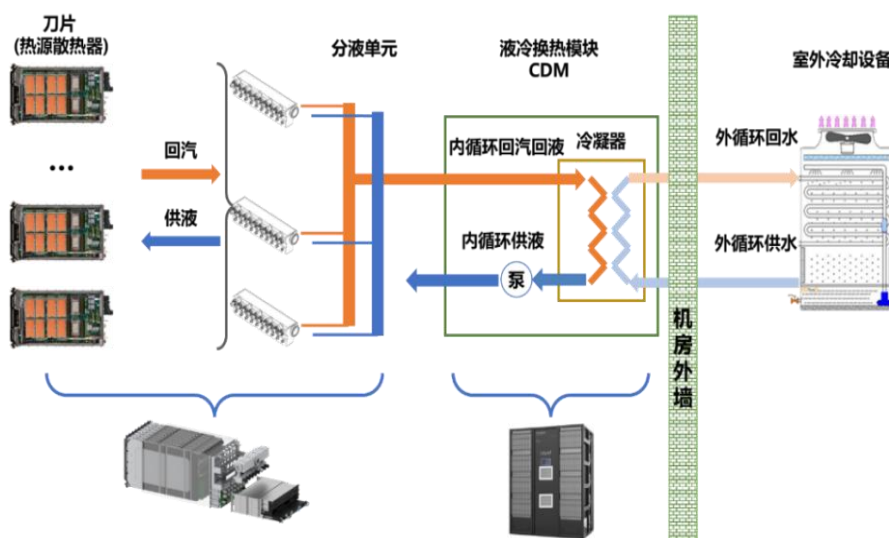


图 1 相变浸没液冷技术基础设施系统工作原理图

3.技术指标

- (1) 室外侧可实现自然冷却;
- (2) 电能利用比值可低于: 1.10;
- (3) 设计单机柜总功率: ≥ 200 千瓦。

4.技术功能特性

- (1) 充分利用冷媒相变换热优势, 实现对所有发热元器件的高效散热, 且无需配置任何风扇, 噪音低至 45 分贝;
- (2) 冷媒材料性能稳定、安全可靠, 材料兼容性优;
- (3) 提升计算机系统节点部署密度, 缩短节点间的通信距离, 减少网络通信延时。

5.应用案例

山东省某液冷机房建设工程项目, 技术提供单位为曙光数据基础设施创新技术(北京)股份有限公司。

(1) 用户用能情况: 设计算力 30 千万亿次的浮点运算, 同等算力下需要超万台普通风冷服务器, 相当于 715 台 5.6 千瓦的标准机柜。

(2) 实施内容及周期: 根据客户需求建设液冷机房, 机柜整体功耗 1768 千瓦, 机房整体功耗 1954 千瓦, 包含 2 套冷板式液冷微模块、4 套相变浸没式液冷系统。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期: 改造完成后, 经测算电能利用比值为 1.07, 与传统风冷电能利用比值为 1.50 相比, 节能

量为 1712 万千瓦时/年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 5%。可实现节约标准煤 5 万吨/年及以上。

(二) 液冷温控/氟泵多联/间接蒸发冷却复合型数据中心冷却系统——液冷温控系统

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

将服务器内部高发热部件与低发热部件的散热通道区分，针对高发热部件采用液体冷却，以冷却水为冷源与进出服务器冷却液直接换热，针对低发热部件采用空气冷却，实现双通道精准冷却，解决传统制冷系统因统一采用低温冷源制冷造成的制冷系统能效低的问题。技术原理如图 2 所示。

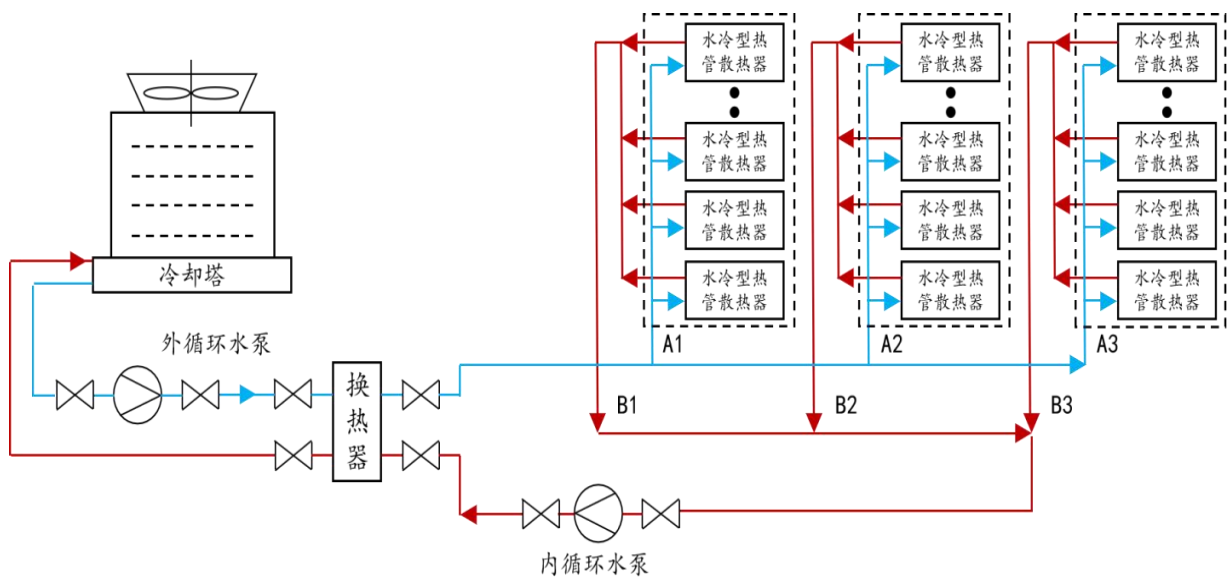


图 2 液冷温控系统技术原理图

3. 技术指标

- (1) 电能利用比值可接近：1.10；
- (2) 服务器中央处理器温度： $\leq 65^{\circ}\text{C}$ ；

(3) 单机架装机容量：>25 千瓦。

4.技术功能特性

(1) 兼容冷板式或浸没式液冷散热，匹配水、乙二醇及氟化物等多种介质；

(2) 适应高密度机柜，提供可靠的散热环境；

(3) 输配管网双环路均流设计，流量标准偏差控制在 1.5% 以内。

5.应用案例

某运营商某基地液冷试验局项目，技术提供单位为广东申菱环境系统股份有限公司。

(1) 用户用能情况：该项目为新建项目，机房位于亚热带地区，全年平均温度高，使用传统机房则电能利用比值会大于 1.50。

(2) 实施内容及周期：部署 2 套 45 千瓦液冷温控系统。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：经测算，电能利用比值为 1.13，按照传统机房电能利用比值 1.50 计算，节能量为 22 万千瓦时/年。投资回收期约 10 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 2 万吨/年及以上。

(三) 浸没式液冷用零臭氧消耗潜能值 (ODP)、低全球变暖潜能值 (GWP) 氟化冷却液

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

浸没单相和相变氟化冷却液，用于浸没式（接触式）液冷。将服务器或芯片等发热器件设备全部或部分浸没在单相或相变氟化冷却液中，依靠冷却液显热变化或潜热变化传递热量，替代传统风冷散热技术，解决发热器件散热问题。工作原理如图 3 所示。

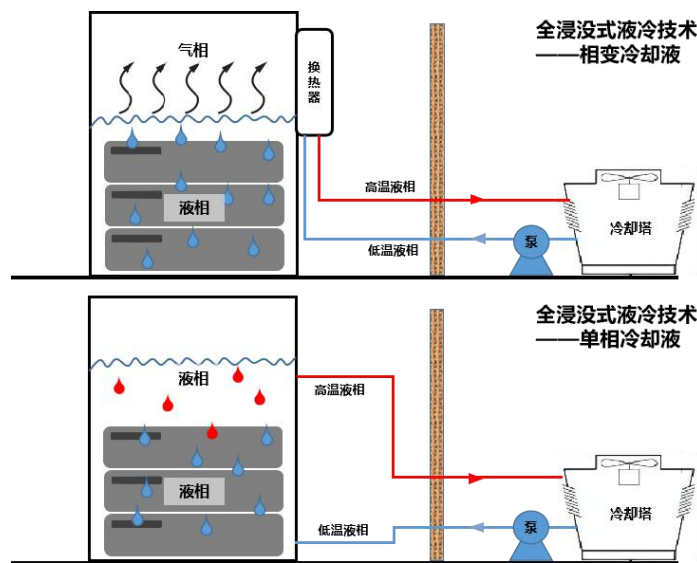


图 3 浸没式液冷用氟化冷却液工作原理图

3. 技术指标

- (1) 全球变暖潜能值 (GWP) : <150;
- (2) 介电强度: >30 千伏;

(3) 相对介电常数： ≤ 2 。

4.技术功能特性

(1) 比热容大，散热效率高，可提高设备功率密度，有效节约占地面积和用电量；

(2) 介电常数低，不影响高速信号传输的完整性，材料兼容性好，适合服务器等元器件长期浸泡。

5.应用案例

某供电公司液冷机房项目，技术提供单位为浙江诺亚氟化工有限公司。

(1) 用户用能情况：原采用传统风冷设备，设计总计算功率 10 千瓦，电能利用比值为 1.8。

(2) 实施内容及周期：将原有冷却方式由传统风冷升级改造为采用浸没液冷技术设备。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：经测算，电能利用比值为 1.10，按照原来风冷设备电能使用效率 1.80 计算，则节能量为 5 万千瓦时/年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 15%。可实现节约标准煤 3 万吨/年及以上。

(四) 单相全浸没式液冷技术和 10kV 交流输入的直流不间断电源系统——单相全浸没式液冷技术

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

技术采用冷却液直接接触换热器进行冷却的方式，省掉了水冷和风冷系统中两次空气与水交换的过程，同时省掉压缩机等制冷系统核心部件，换热效率高，可实现单机柜 30~100 千瓦容量。单相全浸没式液冷技术原理如图 4 所示。

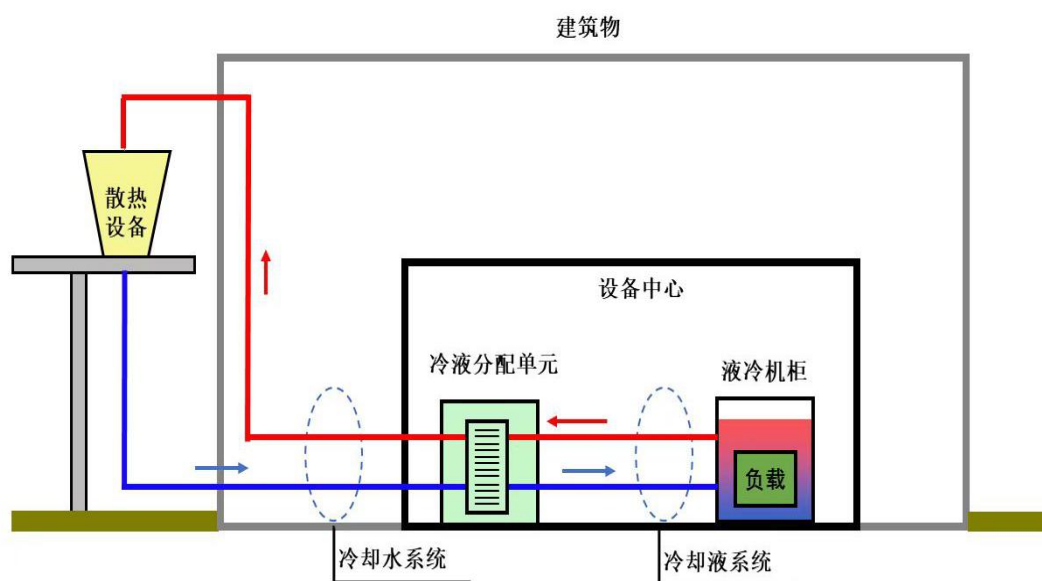


图 4 单相全浸没式液冷技术原理图

3. 技术指标

- (1) 电能利用比值: <1.20 ;
- (2) 最小电能利用比值: 1.09 。

4.技术功能特性

(1) 使用数据中心浸没液冷架构，在满足可靠性要求下不再需要空调；

(2) 实现 30~100 千瓦不同机柜功率密度的部署需求。

5.应用案例

河北省某云数据中心项目，技术提供单位为阿里云计算有限公司。

(1) 用户用能情况：该项目为新建项目。

(2) 实施内容及周期：部署约 2200 台使用液冷技术的服务器。实施周期 14 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：电能利用比值约 1.10，与传统机房电能利用比值为 1.50 相比，节能量为 630 万千瓦时/年。投资回收期约 4 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 10 万吨/年及以上。

（五）数据中心芯片级热管液冷技术

1.技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2.技术原理及工艺

通过小型化相变热管直接与服务器中央处理器（CPU）接触，将发热源产生热量从服务器内快速输送至服务器外，再耦合液冷形式将其排出机房，仅靠喷淋自然冷却就能将回水温度降温到供水温度，可全年压缩机停用，实现节能。技术原理如图 5 所示。

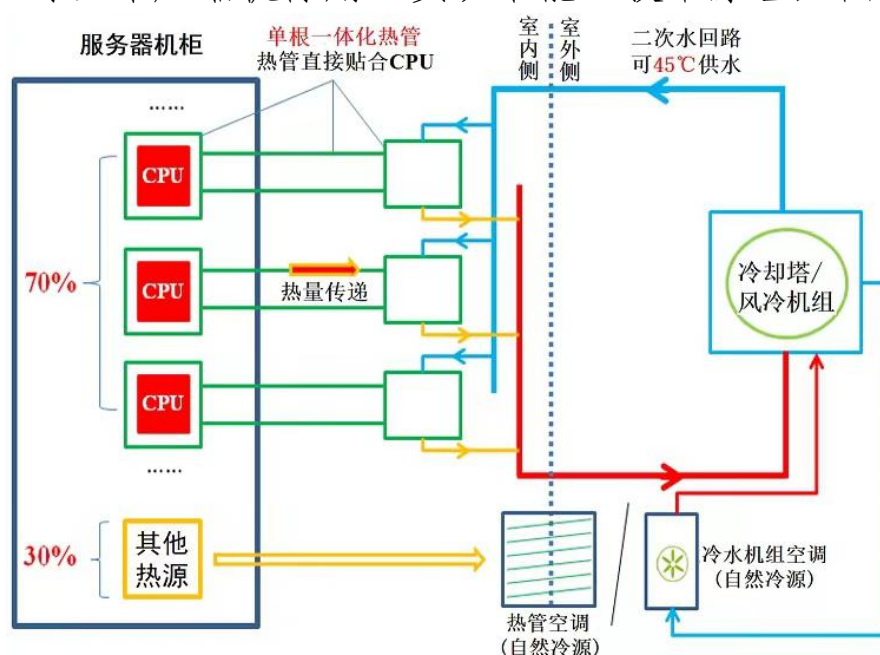


图 5 数据中心芯片级热管液冷技术原理图

3.技术指标

- (1) 电能利用比值可低于：1.10；
- (2) 负荷能力：>600 瓦。

4.技术功能特性

(1) 环型热管散热能力是传统结构单根热管散热能力的 10 倍以上;

(2) 采用于被动式传热, 没有任何动接头和泵阀结构, 相比其他芯片级液冷更安全可靠;

(3) 减少服务器内部的风扇数量, 噪音降低到 50 分贝左右。

5.应用案例

某运营商某云计算中心改造项目, 技术提供单位为中国航天空气动力技术研究院。

用户用能情况: 具有 20 台机架式服务器, 单机柜总额定功率约为 14 千瓦。

(2) 实施内容及周期: 部署热管散热系统, 代替原有的水冷系统。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期: 改造完成后, 经测算, 项目电能利用比值为 1.05, 节能量为 5 万千瓦时/年。投资回收期约 2 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 10%。可实现节约标准煤 1 万吨/年及以上。

(六) 数据中心间接蒸发冷却冷水技术

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

该技术通过间接蒸发冷却和直接蒸发冷却两个功能段，以水作为制冷介质，通过间接蒸发冷却器和直接蒸发冷却器的两次换热，充分利用外界环境温度自然冷却，为数据中心冷却系统提供冷水。工作原理图如图 6 所示。

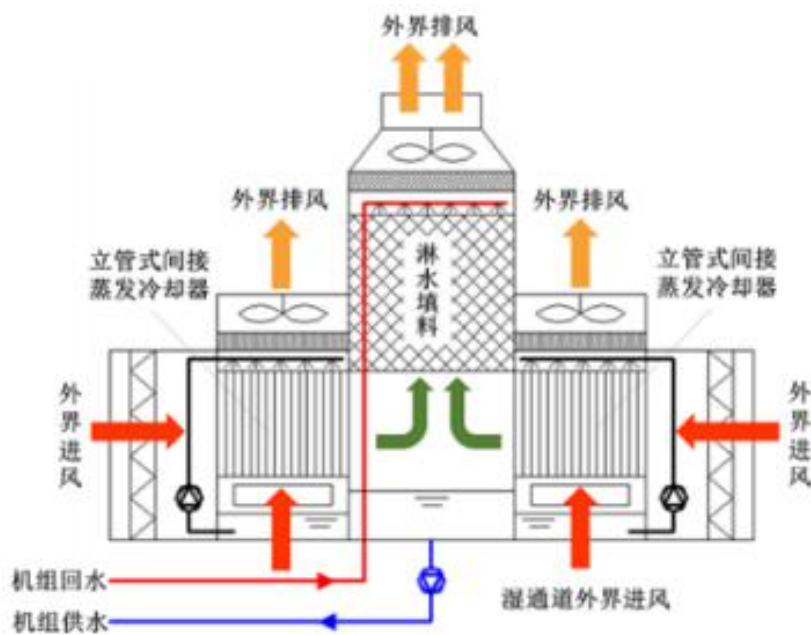


图 6 间接蒸发冷却冷水机组工作原理图

3. 技术指标

- (1) 名义工况性能系数 (COP) : >15;
- (2) 最低电能利用比值: 1.10。

4.技术功能特性

(1) 非寒冷季节采用外冷式、内冷式间接蒸发冷却器相结合的方式预冷进入填料塔的工作空气，降低机组出水温度；

(2) 内冷式间接蒸发冷却器采用立管式，在沙尘天气下也具有优良的换热性能，同时具备优良的防结垢性能，减小机组维护量。

5.应用案例

北京市某数据中心项目，技术提供单位为新疆华奕新能源科技有限公司。

(1) 用户用能情况：数据中心原空调系统采用离心式冷水机组+房间级冷冻水精密空调末端的形式给机房内服务器降温，改造前设备运行总负荷约 3150 千瓦，机柜数量 1155 个。

(2) 实施内容及周期：应用间接蒸发冷却冷水系统替代原有冷却塔运行，通过两级蒸发过程，延长自然冷却时长约 2500 小时，提高压缩机能效比。实施周期 5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，电能利用比值由 1.45 降低至 1.29，系统节能量为 453 万千瓦时/年。投资回收期约 2.5 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 3 万吨/年及以上。

(七) 蒸发冷却等多源互补协同制冷技术——板管蒸发冷却技术

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

技术采用自主研发的板管蒸发式冷凝器取代传统的盘管型蒸发式冷凝器，采用平面液膜换热技术，从而改善流体流动状态，增大流体对冷凝器表面的湿润率及覆盖面积；采用双级双通道协同制冷控制技术，利用高低温两级蒸发器差异化结构设计，实现制冷主机大温差双级机械制冷；结构上将冷凝器和冷却塔合二为一，充分利用水的蒸发潜热冷却工艺流体。工作原理如图 7 所示。

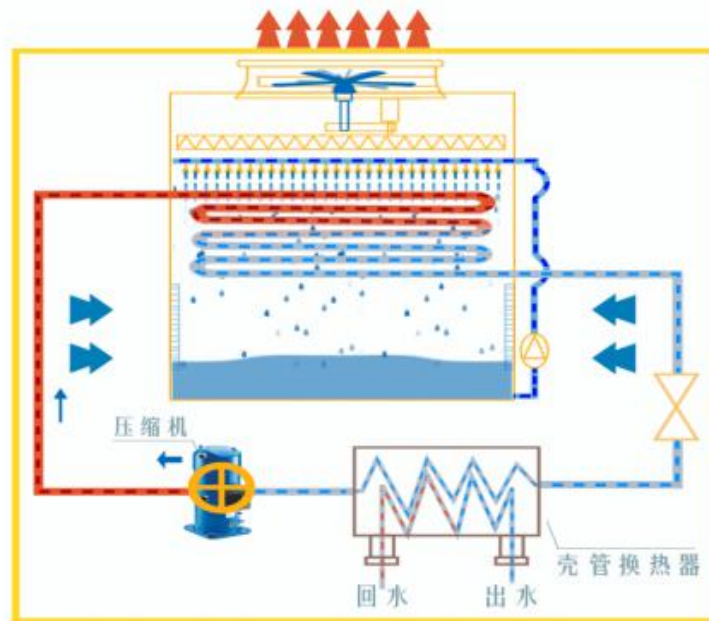


图 7 板管蒸发冷却技术工作原理图

3. 技术指标

(1) 压缩机制综合制冷性能系数：6.00~7.00；

(2) 自然冷源综合制冷性能系数：15~30。

4.技术功能特性

(1) 与传统盘管蒸发式冷凝器相比，更易清洗、不易结垢，无飞水现象，换热效率更高；

(2) 将冷凝器和冷却塔合二为一，将空调整机面积缩小 15% 以上。

5.应用案例

某科技园机房楼建设项目，技术提供单位为广州市华德工业有限公司。

(1) 用户用能情况：该项目为新建项目。

(2) 实施内容及周期：采用板管蒸发冷却式自然冷源数据中心节能技术进行建设，建设 362 个冷通道封闭形式的机架，供冷的总冷负荷约 2500 千瓦。实施周期 1 年。

(3) 节能减排效果及投资回收期：与风冷机组相比，年制冷节能率约为 30%，节能量为 15 万千瓦时/年。投资回收期约 2.5 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 5%。可实现节约标准煤 1.5 万吨/年及以上。

(八) 蒸发冷却等多源互补协同制冷技术——间接蒸发冷却制冷机组

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

不需配置冷冻水系统，针对冬季环境温度 0°C 以下地区设计空气 - 空气换热技术，冬季运行不需冷却水，解决冬季防冻问题，充分发挥自然冷潜力，降低数据中心能耗。机组具有三种运行模式，可根据实际工况进行切换。工作原理如图 8 所示。

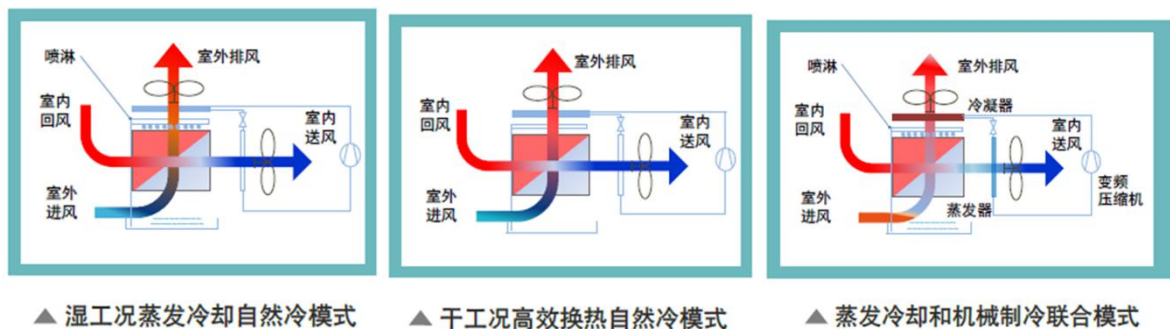


图 8 间接蒸发冷却制冷机组工作原理图

3. 技术指标

- (1) 干模式综合制冷性能系数：9.40；
- (2) 湿模式综合制冷性能系数：8.70；
- (3) 混合模式综合制冷性能系数：4.00。

4. 技术功能特性

- (1) 模块工厂预制，减少现场安装施工时间和成本；

(2) 压缩机、风机、水泵采用变频系统，实现无极调节；

(3) 采用智能化控制主板与集控系统，根据不同环境工况自动切换运行模式。

5.应用案例

某数据产业园建设项目，技术提供单位为广州市华德工业有限公司。

(1) 用户用能情况：该项目为新建项目。

(2) 实施内容及周期：部署间接蒸发制冷机组 2 台，总制冷量 440 千瓦。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：根据测算，数据中心整体式冷却系统 CLF 为 0.13，数据中心整体电能利用比值约 1.19，相比传统机组，节能量为 16 万千瓦时/年。投资回收期约 1.50 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 5%。可实现节约标准煤 1.5 万吨/年及以上。

(九) 液冷温控/氟泵多联/间接蒸发冷却复合型数据中心冷却系统——间接蒸发冷却机组

1.技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2.技术原理及工艺

通过蒸发冷技术、间接换热技术、全变频技术、智能控制模式切换技术（干工况/湿工况/复合工况），利用蒸发冷却降低温度的原理，提高自然冷却利用时间，尽量减少压缩机机械制冷系统的投入运行时间，提高机房电能使用效率。技术原理如图9所示。

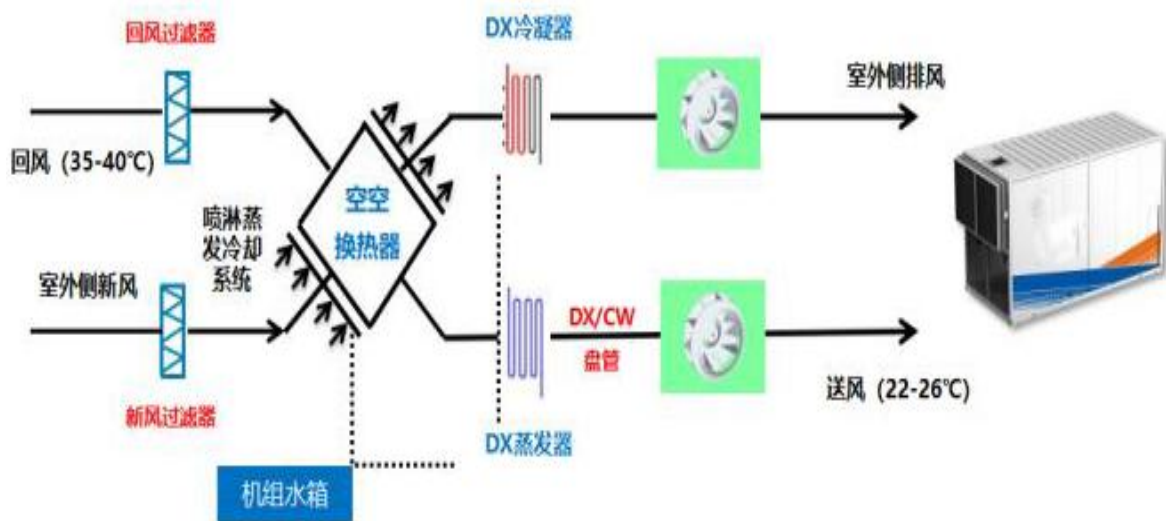


图9 间接蒸发冷却机组技术原理图

3.技术指标

名义工况性能系数（COP）：>9.0;

4.技术功能特性

(1) 技术成熟、可靠性高、环境适应能力强、安装维护简单、运维成本低;

(2) 根据室外新风工况不同自动切换三种模式, 确保可能送回风温度满足机房要求且总体运行于最节能模式;

(3) 采用模块化、预制化设计, 现场安装周期可缩小 70%。

5.应用案例

宁夏回族自治区某数据中心项目, 技术提供单位为广东申菱环境系统股份有限公司。

(1) 用户用能情况: 该项目为新建项目, 计划安装 4 千瓦机柜 4232 个。

(2) 实施内容及周期: 部署间接蒸发冷却机组 7 台。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期: 经测算, 间接蒸发冷却解决方案局部电能利用比值约 1.10, 相比传统水冷系统解决方案, 节能量为 1787 万千瓦时/年。投资回收期约 2 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 5 万吨/年及以上。

(十) 智能化数据中心节能解决方案——间接蒸发冷却技术

1. 技术适用范围

适用于数据中心整体或冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

在空-空间接式换热技术基础上集成蒸发冷却系统，实现自然冷却。当室外干球温度 $\leq 16^{\circ}\text{C}$ 时，仅需开启直流无刷风机，通过室外新风与室内空气交叉换热，利用自然冷源进行制冷；当干球温度 $> 16^{\circ}\text{C}$ ，且湿球温度 $\leq 19^{\circ}\text{C}$ 时，优先开启水泵进行雾化喷淋空气-空气换热芯，利用水在蒸发过程中吸收室内空气的热量来进行制冷；当湿球温度 $> 19^{\circ}\text{C}$ 时，进一步开启直流变频压缩机、电子膨胀阀，根据负载需要，自动调整压缩机频率。系统结构如图 10 所示。

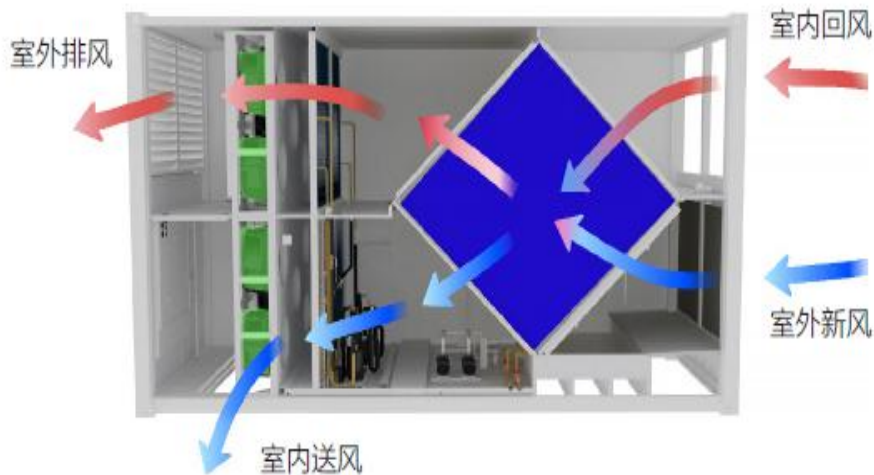


图 10 系统结构示意图

3. 技术指标

(1) 全年能效比（负载率 100%）：12.86;

(2) 机组运行谐波（THDi）：<5%;

(3) 机组功率因数：>0.95。

4.技术功能特性

(1) 采用储能直连方式，在发生双路供电时压缩机不停机运行，机房温度无波动，保证制冷可靠性;

(2) 可根据负载、室内外环境温湿度智能控制机组运行;

(3) 采用一体式架构，安装、运行维护方便。

5.应用案例

某大数据中心项目，技术提供单位为华为技术有限公司。

(1) 用户用能情况：新建 6 个标准模块化机房，部署 19 英寸机柜超过 1000 台，可承载 10000+台服务器运行。

(2) 实施内容及周期：采用间接蒸发冷却温控方案、1.2 兆伏安供配电融合解决方案以及新一代智能云监控管理系统。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，根据测试，该数据中心电能利用比值为 1.25，低于当地平均值 1.45，节能量为 210 万千瓦时/年。投资回收期为 3 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 5 万吨/年及以上。

(十一) 数据中心机房整体模块化解决方案——全变频氟泵精密空调

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统或整体新建及改造。

2. 技术原理及工艺

采用压缩机及制冷剂泵串联结构，室内机采用电子换向(EC)离心风机、直流变频压缩机、油分离器组件、大面积蒸发器，并配备湿膜加湿器；室外机采用集中式结构，内置变频氟泵节能模块，并可选配雾化喷淋组件。技术可根据使用环境及安装方式，通过人工智能算法自动计算负载大小，自动切换4种模式并控制空调系统投入运行数量，使空调始终运行在最佳能效点，充分利用自然冷源，降低空调能耗。技术原理图如图11所示。

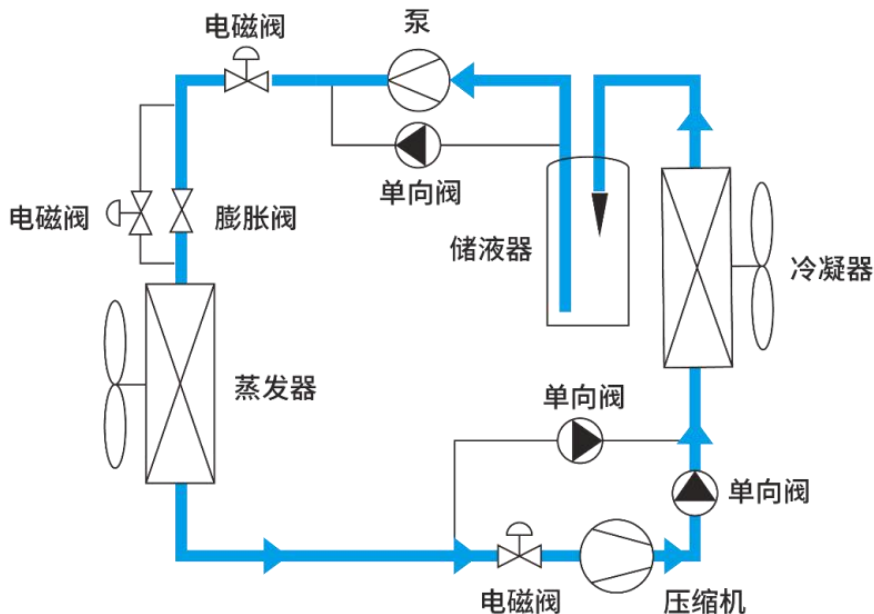


图 11 全变频智能氟泵节能精密空调技术原理图

3.技术指标

- (1) 制冷量：45.3 千瓦；
- (2) 显冷量：44.5 千瓦；
- (3) 制冷消耗功率：2,62 千瓦；
- (4) 能效比：17.29。

4.技术功能特性

- (1) 采用可完全独立运行的热管制冷模式和机械制冷模式，并可自动切换；
- (2) 整机采用模块化安装，缩短现场安装周期 40%。

5.应用案例

某电力项目，技术提供单位为深圳科士达科技股份有限公司。

(1) 用户用能情况：项目为国网某省多站融合的数据中心项目，该地区冬季具有较长的低温时长。

(2) 实施内容及周期：为该数据中心安装全变频智慧氟泵空调 100 千瓦 7 套，80 千瓦 3 套，50 千瓦 2 套。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：普通风冷精密空调无法利用自然冷源，全年能效比为 4.90，改造后利用自然冷源，全年能效比约 12.83，节能量为 92 万千瓦时/年。投资回收期约 2 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 20%。可实现节约标准煤 4.7 万吨/年及以上。

(十二) 液冷温控/氟泵多联/间接蒸发冷却复合型数据中心冷却系统——氟泵多联式自然冷却系统

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

采用一次循环，室内末端与散热冷源直接连接，无中间换热环节，降低室外温度要求，实现超宽自然冷却时间。此外，采用氟泵及小压比气泵，建立全冷媒过程，实现热管高效换热。技术原理如图 12 所示。

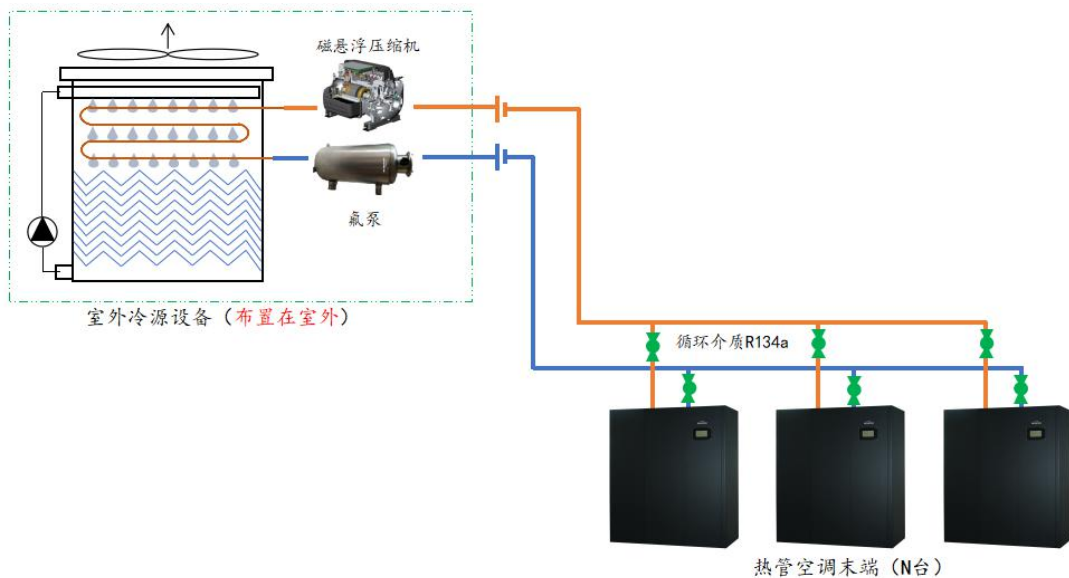


图 12 氟泵多联式自然冷却系统技术原理图

3. 技术指标

- (1) 机房电能利用比值： <1.25 ;
- (2) 单套系统名义工况性能系数 (COP)： >6 。

4.技术功能特性

(1) 系统无中间换热环节，最大限度简化换热过程，提高冷却性能；

(2) 系统采用无油设计，不存在回油问题，部署场景不受高差、管长等约束，建筑布局灵活；

(3) 采用分布式系统、模块化设计，可快速实现系统交付。

5.应用案例

广东省某大数据中心项目，技术提供单位为广东申菱环境系统股份有限公司。

(1) 用户用能情况：该项目为新建项目，机房位于亚热带地区，全年平均温度高，设计单机柜 5 千瓦。

(2) 实施内容及周期：部署 81 台自然冷却双循环精密空调、电力电池间用房间级空调以及核心机房用行级空调。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，经测算，冷却负载因子（CLF）为 0.15，按照常规数据中心制冷系统 CLF 为 0.28 计算，节能量为 1138 万千瓦时/年。投资回收期约 2 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 5 万吨/年及以上。

(十三) 变频离心式冷水机组

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统或整体新建及改造。

2. 技术原理及工艺

该技术利用三元流叶轮、补气增焓技术和节能器，根据数据中心的高温工况进行优化设计，结合数字变频技术，依据数据中心工况自动控制压缩机转速，使压缩机能效显著提高。在过渡季节冷却水温度较低工况下，可降低压缩机转速，适应小压比工况。工作原理如图 13 所示。

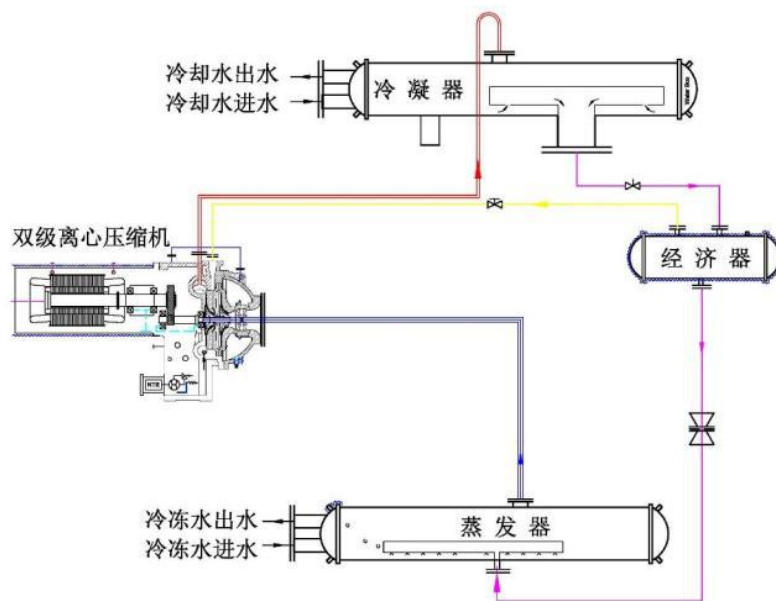


图 13 变频离心式冷水机组工作原理图

3. 技术指标

- (1) 名义工况性能系数 (COP) : >7 ;
- (2) 综合部分负荷性能系数 (IPLV) : >11 。

4.技术功能特性

(1) 采用三元流叶轮，气体流动形态更合理，全面提升满负荷及部分负荷效率；

(2) 压缩机齿轮采用独特斜齿设计，三齿同时啮合，确保高效和长寿命，提高机组可靠性。

5.应用案例

浙江省某云计算数据中心项目，技术提供单位为顿汉布什（中国）工业有限公司。

(1) 用户用能情况：该项目为新建项目，柜机数量为 11416 个。

(2) 实施内容及周期：部署变频离心式冷水机组设备 5 台。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：根据实际运行工况进行计算，相比普通离心机组节能量为 420 万千瓦时/年。投资回收期约 1 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 5 万吨/年及以上。

(十四) 数据中心智能化行级模块和空调背板墙系统——空调背板墙

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统或整体新建及改造。

2. 技术原理及工艺

该技术安装在机柜背后，背板内部的环保工质将设备散发的热量吸收后发生相变，在热力作用下向上沿管道流入热管冷凝器散热后冷却成液态，再通过重力作用回流至背板换热器，完成换热循环。技术原理如图 14 所示。

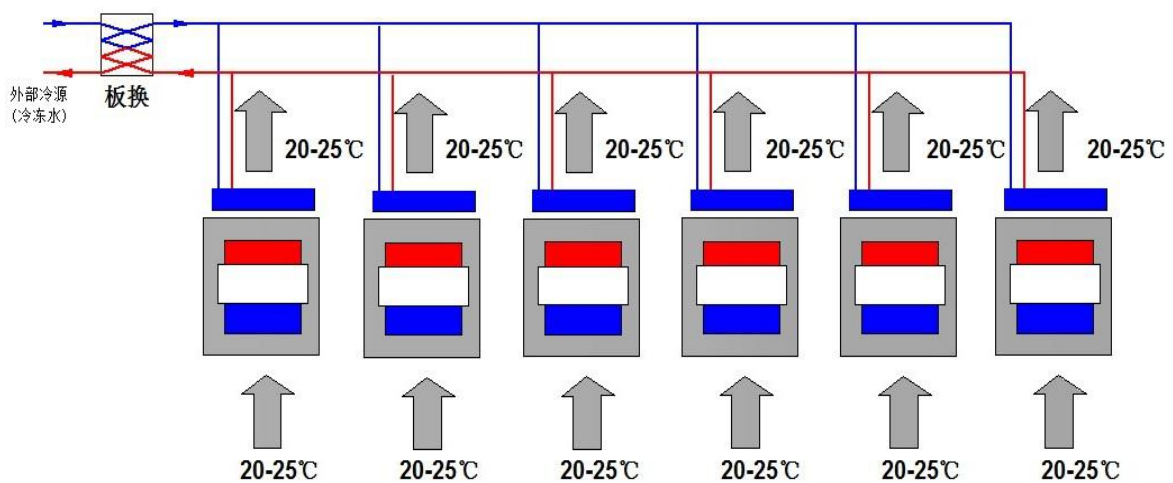


图 14 空调背板墙技术原理图

3. 技术指标

- (1) 空调末端名义工况性能系数 (COP) : 56;
- (2) 供水温度: $\leq 18^{\circ}\text{C}$;
- (3) 回水温度: $\leq 24^{\circ}\text{C}$ 。

4.技术功能特性

(1) 可实现高功率、高密度的单机柜应用，单机柜内发热功率最大支持 25 千瓦；

(2) 安装于机柜后门，节省机房空间。

5.应用案例

广东省某数据中心机房改造项目，技术提供单位为北京国电恒嘉科技产业集团有限公司。

(1) 用户用能情况：该数据中心面积较小，空间紧凑，设备较为老旧，电能利用比值高于 1.80。

(2) 实施内容及周期：为机柜部署空调背板墙系统以及智能控制系统，以保证机房环境温度的稳定。实施周期 1 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：该数据中心改造后电能利用比值为 1.3，节能量为 260 万千瓦时/年。投资回收期约 3 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 5 万吨/年及以上。

(十五) 直接蒸发式预冷却加/除湿多联热管空调技术——双系统 互备热管背板空调末端技术

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

热管背板空调末端技术采用“自然冷源”或“自然冷源+强制制冷”方式，通过小温差驱动热管系统内部循环工质形成自适应动态相变循环，把数据中心内 IT 设备的热量带到室外，使室内外无动力、自适应冷量传输，实现机柜级按需制冷。双系统互备热管背板空调末端原理如图 15 所示。

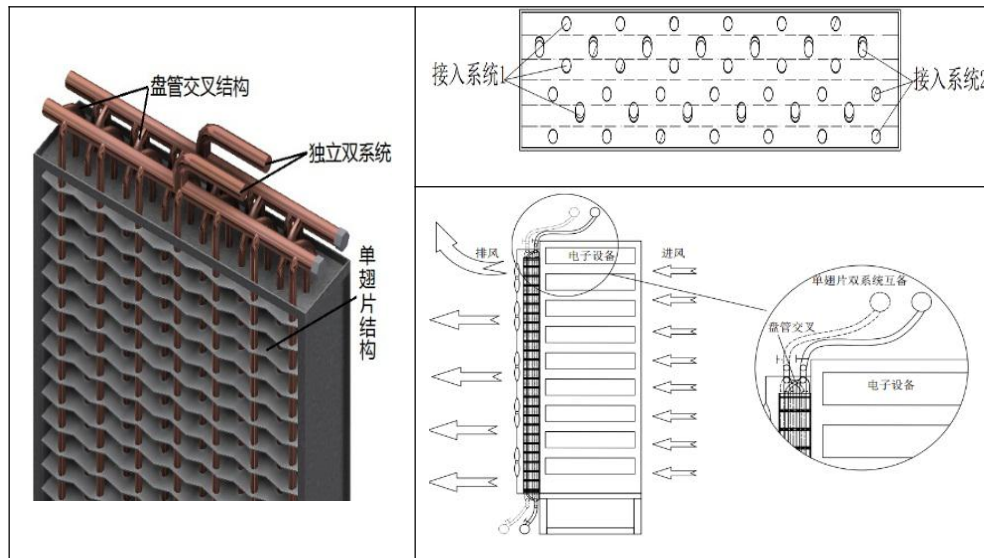


图 15 双系统互备热管背板空调末端原理图

3. 技术指标

- (1) 单背板末端空调制冷量：3~25 千瓦；
- (2) 单背板末端空调风量：1000~6500 立方米/小时；

(3) 空调末端名义工况性能系数 (COP) : ≥ 60 。

4.技术功能特性

(1) 采用贴近热源的方式实现机柜级的精确散热;

(2) 双系统互备热管背板空调末端设计两套换热器, 每套换热器均可独立对机柜散热, 提高制冷系统安全性、可靠性;

(3) 采用自然冷源冷却与机械制冷相结合的方式, 充分利用室外自然冷源。

5.应用案例

某数据中心热管背板示范机房项目, 技术提供单位为四川斯普信信息技术有限公司。

(1) 用户用能情况: 该数据中心新建示范机房面积约 382 平方米, 单机柜功率高达 15 千瓦。

(2) 实施内容及周期: 运用自然风冷水冷型热管背板末端空调 14 台, 并建设系统相关配套设施。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期: 改造完成后, 根据测试, 该数据中心电能利用比值为 1.32, 热管背板末端空调系统耗电量为 57 万千瓦时/年, 而风冷直膨式精密空调系统耗电量为 96 万千瓦时/年, 节能量为 39 万千瓦时/年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 15%。可实现节约标准煤 1 万吨/年及以上。

(十六) 整体优化流场的通风冷却系统

1.技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2.技术原理及工艺

技术通过应用叶轮流场优化、电机效率提升、智能调整转速等技术，实现整体优化流场，同时电机速度可控。技术原理如图 16 所示。

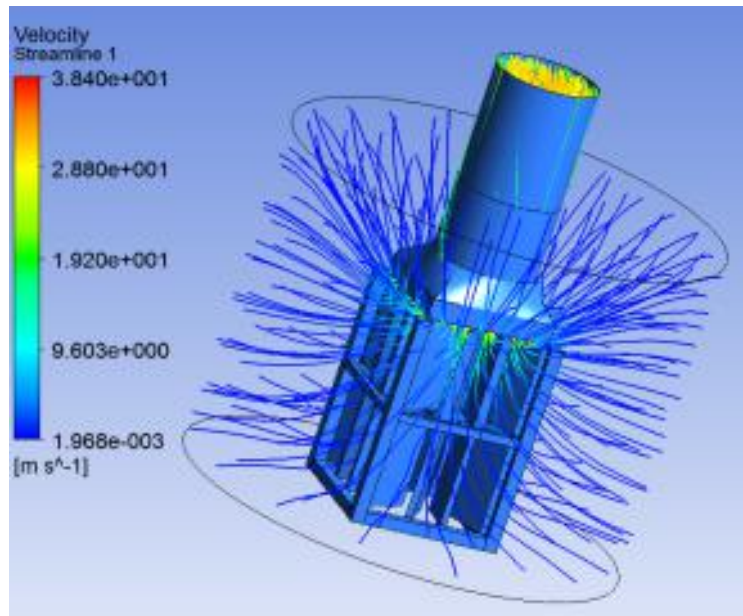


图 16 通风冷却系统流场优化原理图

3.技术指标

- (1) 能效等级：1 级；
- (2) 通风效率可大于 86.20%。

4.技术功能特性

- (1) 用于数据中心空调系统空冷器机组、蒸发冷机组、冷

却塔机组等室外机组；

(2) 技术可靠性强，能效降低 15%。

5.应用案例

北京市某数据中心项目，技术提供单位为威海克莱特菲尔风机股份有限公司。

(1) 用户用能情况：项目室外机组安装 10 台通风机，设备故障率高、能耗。

(2) 实施内容及周期：利用高效冷却通风机替代原有传统通风机。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期：改造完成后，经测算，比原有通风机节能 30%，节能量为 14 万千瓦时/年。投资回收期约 1.50 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 30%。可实现节约标准煤 1 万吨/年及以上。

(十七) 直接蒸发式预冷却加/除湿多联热管空调技术——直接蒸发式预冷却加（除）湿技术

1. 技术适用范围

适用于数据中心冷却系统新建及改造。

2. 技术原理及工艺

环境干热空气经过富含水分子的湿膜后，通过等焓、加湿、降温过程，实现环境空气全热交换。根据用途可分为室内型湿膜加（除）湿机和室外型风冷空调室外机湿膜潜热冷却节能装置。湿膜等焓降温加湿过程如图 17 所示。

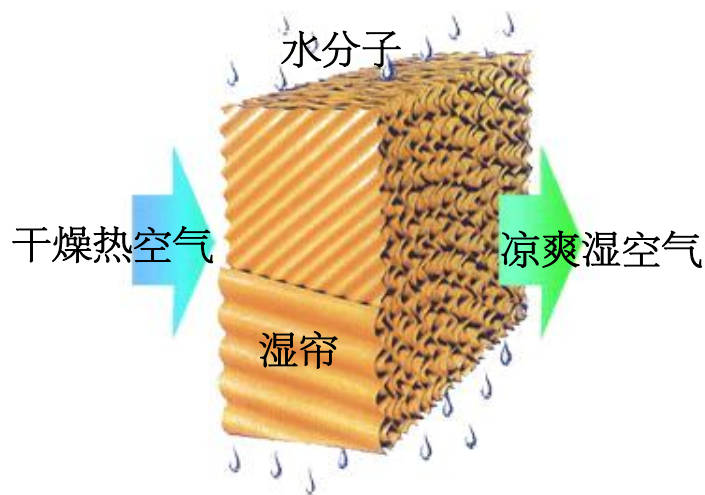


图 17 湿膜等焓降温加湿过程示意图

3. 技术指标

- (1) 加湿量：10~30 千克/小时；
- (2) 加湿功率：0.50~2.50 千瓦；
- (3) 除湿量：5~15 千克/小时；
- (4) 除湿功率：1.70~4.50 千瓦。

4.技术功能特性

(1) 湿膜加(除)湿机采用防火、阻燃、抗菌、吸水率高、饱和效率大的湿膜,加、除湿量可根据客户要求量身定制;

(2) 风冷空调室外机湿膜潜热冷却节能装置提高热管内外机的温差,有效提高换热效率,提高空调制冷量。

5.应用案例

浙江省某公司机房改造项目,技术提供单位为四川斯普信信息技术有限公司。

(1) 用户用能情况:该项目为新建项目,对环境的温度和湿度要求高。

(2) 实施内容及周期:采用 66 台湿膜加(除)湿机(加湿量 20 千克/小时)来控制机房内的环境湿度。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期:改造完成后,根据测试,节能量为 259 万千瓦时/年。投资回收期 1 年。

6.预计到 2025 年行业普及率及节能能力

预计到 2025 年行业普及率可达到 15%。可实现节约标准煤 1 万吨/年及以上。