

附件

《国家通信业节能技术产品应用指南与案例（2021）》之一 ——绿色数据中心高效冷源技术产品

（一）蒸发冷却降温系统——蒸发冷却新风系统

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

主要依托蒸发冷却技术，利用水蒸发吸热的效应来冷却空气，通过水与空气间的热湿交换，空气的显热转变为水的潜热，从而实现对空气的冷却降温。该系统采用超大比表面积的蒸发填料，使水的蒸发能力较自然条件下提升了数百倍，大大提高了设备的蒸发效率，使降温冷却的能力和效果得到更大提升。工作原理如图 1 所示。

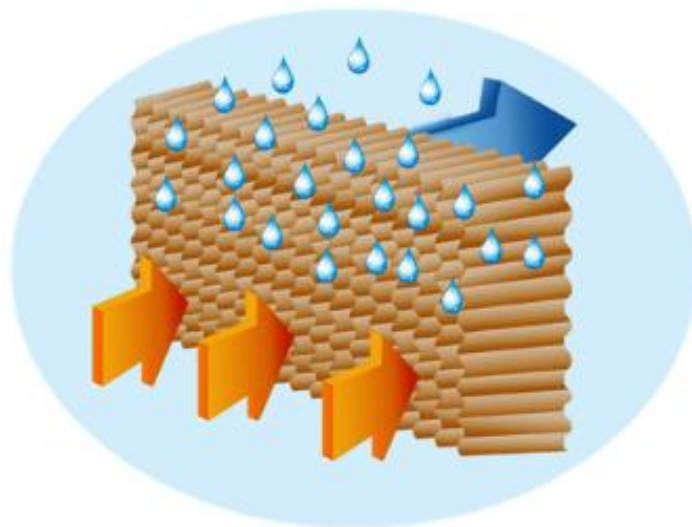


图 1 工作原理图

3.技术指标

(1) 蒸发冷却新风降温空气系统的蒸发量可以达到 53.774 千克/小时。

(2) 能效比 (EER) 值可达到 25.68。

(3) 节能率可达 80%。

(4) 电能利用效率 (PUE) 值低于 1.25。

4.技术功能特性

(1) 采用特殊结构布水器，布水均匀，湿帘湿润面大，蒸发效率可达 90%以上，比同类产品高 10%。

(2) 选用特殊材料制作湿帘，可以有效阻燃抗菌，提高空气品质，延长湿帘使用寿命。

(3) 采用无粘接湿帘，拆卸和清洗更方便，在长期使用过程中可以保证较高的运行效率。

5.应用案例

内蒙古某数据机房改造项目，提供技术单位为**澳蓝（福建）实业有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

机房面积约 406 平方米，原来配备 7 台精密空调，总功率达到 150 千瓦，年耗电率高，对线路要求高。

(2) 实施内容及周期

根据业主改造的需求，安装了蒸发冷却新风系统，额定送风量 120000 立方米/小时，排风量 100000 立方米/小时，额定功率 20.3 千瓦。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

使用蒸发冷却新风系统相比改造前平均每天可节电 1034 千瓦时，年节电 37.8 万千瓦时。该项目综合年经济效益合计为 20 万元。总投入为 42 万元，投资回报期约为 2 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 20%。

(二) 蒸发冷却降温系统——间接蒸发冷却空调机组技术

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

间接蒸发冷却空调机组利用水蒸发吸热的效应来冷却空气，通过水与空气间的热湿交换，实现对空气的冷却降温，利用被降温的湿空气（二次空气）通过高分子露点间接蒸发冷却芯体将冷量传递给待处理的空气（一次空气）。工作原理如图 2 所示。

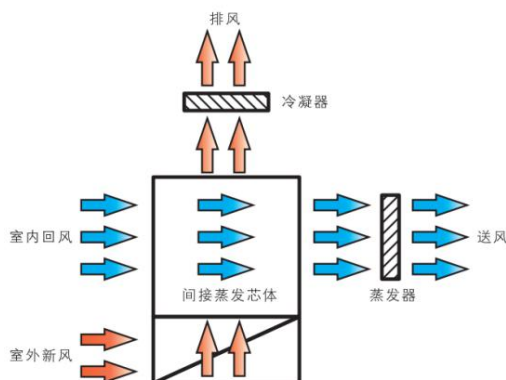


图 2 工作原理图

3.技术指标

(1) 干模式能效比 (EER) ≥ 7.6 ; 湿模式能效比 (EER) ≥ 8.8 ; 混合模式能效比 (EER) ≥ 4.0 。

(2) 节电率: 30%~60%。

(3) PUE 值 < 1.25 。

4.技术功能特性

(1) 采用复合高分子材料, 提高换热效率, 克服了金属材料易腐蚀、亲水性能差的缺点。

(2) 采用露点间接蒸发冷却芯体, 利用室外干球温度与不断降低的湿球温度之差完成换热, 理想的空气处理结果是逼近露点温度, 湿工况条件下蒸发效率高, 新风工作气流少, 风阻小, 能耗低, 降温效果更好。

(3) 压缩机辅助制冷系统, 采用蒸发式冷凝器, 降低冷凝温度, 提高压缩机的能效比。

5.应用案例

内蒙古某数据机房项目, 提供技术单位为**澳蓝(福建)实业有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

机房面积约 470.4 平方米, 由于项目位于半干旱气候区, 空气的相对湿度低, 可以采用间接蒸发冷却空调机组方案, 充分利用室外干空气能, 几乎可以实现全年采用自然冷却+间接蒸发冷却降温。

(2) 实施内容及周期

采用间接蒸发冷却空调机组方案, 运营数据中心机房采用 3+1 台间接蒸发冷却空调机组, 其中 1 台轮值备用, 即采

用自然冷却、间接蒸发冷却、辅助机械制冷相结合的模式，设计总制冷量 600 千瓦，设备单台制冷量 210 千瓦，送风量 50000 立方米/小时，总额定功率 42.5 千瓦。实施周期 5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

据电表统计，年节电 23.4 万千瓦时。该项目综合年经济效益合计为 12 万元左右。总投入为 19 万元，投资回报期为 18 个月。

6. 未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 20%。

(三) 智能免维护湿膜新风机组

1. 适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2. 技术原理及工艺

依托湿膜加湿技术、空气净化技术和自清洁技术，通过与数据中心空调联动，智能优先引入经滤芯净化和湿膜加湿系统净化、降温处理的自然冷源——新风，把数据中心的熱量通过排风系统排出，代替数据中心空调大部分时间的工作，由于其功率远低于数据中心空调功率，从而节约空调用電，降低数据中心 PUE 值。工作原理如图 3 所示。

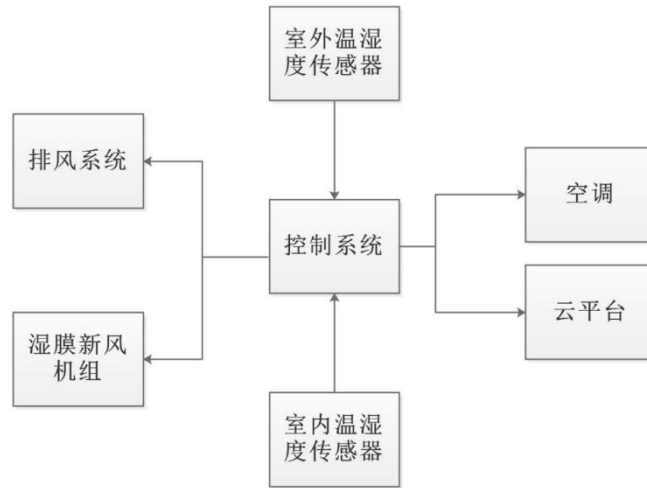


图 3 工作原理图

3. 技术指标

(1) 标准测试工况下系统能效比 27 (GB/T 28521—2012)。

(2) 滤芯使用寿命达 5 年。

(3) 风量 12000 立方米/小时。

4. 技术功能特性

(1) 湿膜加湿系统增加室外自然冷源——新风的可利用时长约 15%。

(2) 自清洁系统自动清洁滤芯上积聚的颗粒物、杨柳絮、蚊虫等，并转移至集尘袋，实现滤芯的免人工维护，滤芯不堵塞。

(3) 采用百叶平行排布的条形进风口，允许杨柳絮等一般的大杂物进入，进风口不堵塞。

(4) 与数据中心空调的联动效果好，智能可靠。

(5) 节能管理系统可远程监测及设置相关参数，方便运维管理。

(6) 滤芯的集尘带具有很好的柔韧性和耐磨性，使用

寿命达 5 年。

5. 应用案例

张家界某数据中心项目，技术提供单位为北京华清凯尔空气净化技术有限公司。

(1) 用户情况简单说明

张家界某数据中心，面积 600 平方米，共有空调 5 台，总额定制冷功率 240 千瓦。实施前，由 5 台空调降温，空调用电量较大。

(2) 实施内容及周期

数据中心安装智能免维护湿膜新风机组，将其与数据中心空调联动。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

实施后，根据 10 个月（2020 年 12 月到 2021 年 9 月）的节电数据，合计节电 11.3 万千瓦时，折合年节电 13.6 万千瓦时。投资回收期 2.7 年。

6. 未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 20%。

(四) 复合冷源热管冷却及空调技术

1. 适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2. 技术原理及工艺

复合冷源热管冷却及空调技术为热管末端提供液态制

冷剂，液态制冷剂在末端内吸热蒸发变成气态，通过制冷剂管路流向机房外复合冷源热管冷却空调内，并在复合冷源热管冷却空调内冷凝成液态，制冷剂可在重力或者动力的作用下，沿制冷剂管路（液管）回流至热管末端。系统工作原理如图 4 所示。

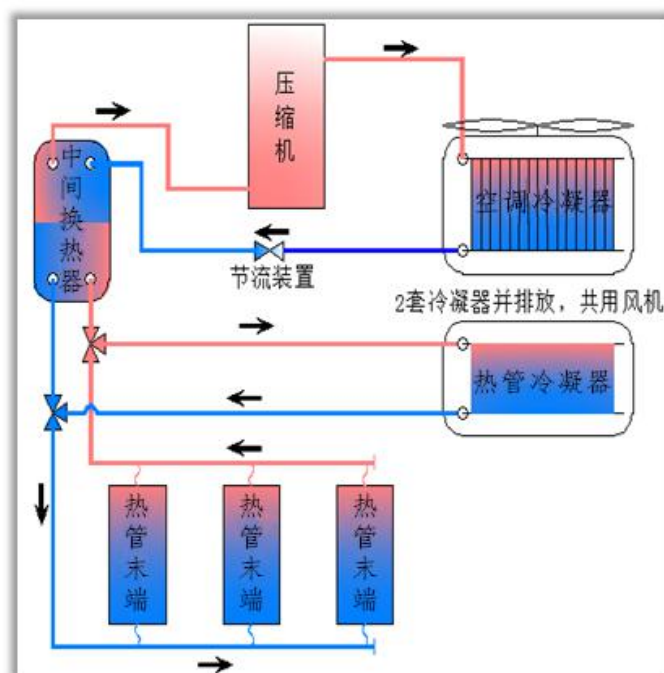


图 4 工作原理图

3.技术指标

- (1) 混合制冷模式下： $COP \geq 6$ 。
- (2) 完全自然冷却模式下： $COP \geq 20$ 。

4.技术功能特性

(1) 复合冷源热管冷却空调采用完全可独立运行的热管制冷模式和机械制冷模式，两种模式可同时高效运行和自动切换。

- (2) 系统可按 100%冗余配置，安全性高。

(3) 部分模块化、预制化，缩短实施周期。

(4) 空调系统节能率 25%以上。

5.应用案例

山西某电信工程项目，技术提供单位为北京纳源丰科技发展有限公司。

(1) 用户情况简单说明

山西某数据机房，机房面积 300 平方米，规划共配置 66 台通信机柜，本次配置 27 台，其中单机柜功率为 5 千瓦的有 11 台，8 千瓦的 16 台。原配置 4 台风冷型精密空调。机房存在局部区域机柜进风温度超过 30℃，机房空调能耗每千瓦负载达到 0.438 万千瓦时。

(2) 实施内容及周期

利用复合冷源热管冷却及空调技术替代原有风冷精密空调，共采用 12 套总冷量 520 千瓦的复合冷源热管冷却及空调产品。实施周期 4 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

改造完成后，相较于原有风冷精密空调，空调综合效率提升 127%，机柜进风温度降低 7~8℃，空调系统年节电 45.38 万千瓦时。投资回收期 3~4 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年应用规模将超过 1 万套/年。

（五）数据中心高效冷水机组——变频离心式冷水机组

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

变频离心式冷水机组利用三元流叶轮、补气增焓技术和节能器，依据数据中心高温工况优化设计，使压缩机能效显著提高。机组设置变频柜，由智能控制系统依据运行负荷变化以及压比工况，自动变频调节压缩机转速，保证系统运行在高效区域，同时，始终避开喘振点、堵塞点，确保压缩机安全、稳定、高效运行。工艺原理如图 5 所示。

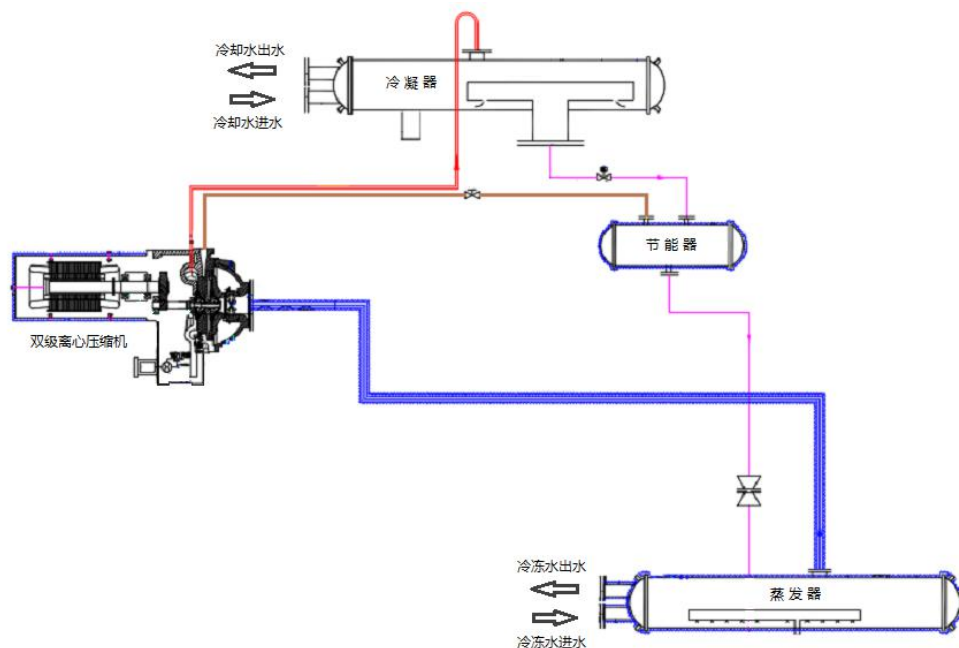


图 5 工艺原理图

3.技术指标

- (1) 能效比 ≥ 7.0 。
- (2) 综合部分负荷性能系数 (IPLV) ≥ 11.0 。

(3) 与普通定频离心式冷水机组相比，可节电约 30%。

4.技术功能特性

(1) 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) 压缩机齿轮独特斜齿设计，同时三齿啮合，确保高效和长寿命，提高机组可靠性。

(3) 机载液冷变频柜。变频驱动，数字变频技术可大幅提高部分负荷效率，提升机组的 IPLV；变频启动，可实现快速重启，减少使用侧水温波动，有利于数据中心的应用。

5.应用案例

杭州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) 用户情况简单说明

整个项目用地面积 154.6 亩，建筑面积 14.82 万平方米，总投资约 29 亿元，柜机数量为 11416 个。该项目按照数据中心国家 A 级、Uptime Institute Tier III+ 标准设计。

(2) 实施内容及周期

采用变频离心式冷水机组设备共 5 台（4 用 1 备）。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

与普通定频离心机组相比，年节电 420 万千瓦时。投资回收期 11.8 个月。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 70%。

(六) 数据中心高效冷水机组——自然冷却风冷螺杆冷水机组

1. 适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2. 技术原理及工艺

自然冷却又称免费制冷，其核心原理是利用室外环境的低温空气，对末端的循环水进行预冷，降低回水温度，从而降低压缩机的负荷。自然冷却风冷螺杆冷水机组，是在自主研发的风冷螺杆冷水机组上进行改进，使其附带自然冷却功能，具有压缩机制冷、完全自然冷却制冷、压缩机制冷+自然冷却制冷三种运行方式。工艺原理如图 6 所示。

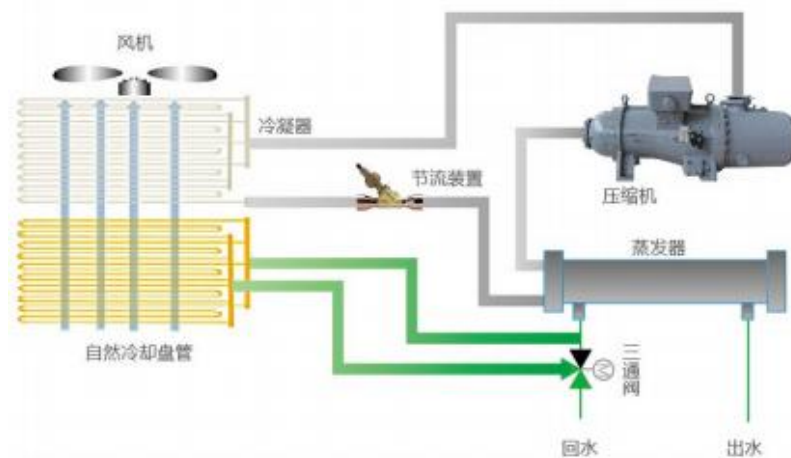


图 6 工艺原理图

3. 技术指标

- (1) 全年能效比 (AEER) > 6.0。
- (2) 与传统的水冷式冷水机组相比，节水 100%。
- (3) 与常规风冷螺杆冷水机组相比，节能 36%以上。

4. 技术功能特性

(1) 与传统水冷机组相比，经济性优势明显：无须专用机房，无冷却塔，安装灵活；无冷却水损耗。

(2) 与常规风冷机组相比，机组在过渡季节和冬季少开或不开压缩机，年节电达 36%。

(3) 卧式半封双螺杆压缩机，采用新型低内泄漏转子型线，压缩机效率高。

(4) 新型高可靠性防冻型蒸发器设计，防止机组冻结，提升机组可靠性。

5.应用案例

北京某数据中心项目，技术提供单位为**顿汉布什(中国)工业有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

项目总投资 10 亿元，其中冷水机组投资 480 万，机房 10000 平方米。该项目按照数据中心国家 A 级、Uptime Institute Tier IV 标准设计。充分利用北方气候特征，采用自然冷却风冷螺杆冷水机组。

(2) 实施内容及周期

采用自然冷却风冷螺杆冷水机组设备共 4 台(3 用 1 备)。实施周期 1.5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

年节电 205 万千瓦时，年节水约 1.6 万立方米。投资回收期 9 个月。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 20%。

(七) 变频氟泵双冷源精密机房空调

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

将氟利昂制冷剂循环泵（简称氟泵）和压缩机串联到同一个管路系统中，当处于不同季节条件时，通过分别开启压缩机、氟泵或压缩机和氟泵联合运行的方式，充分利用自然冷源，提高制冷系统的能效比，整机全年能效比（AEER）可达 11.24，工作原理如图 7 所示。

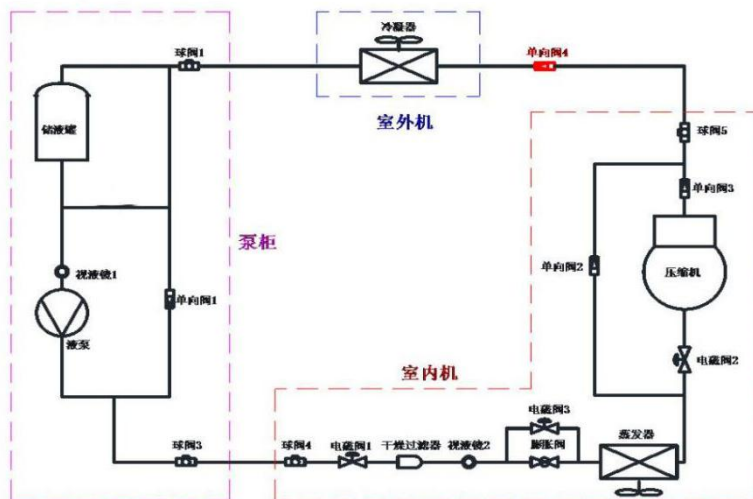


图 7 工作原理图

3.技术指标

- (1) 工况点 A(室外 35℃)EER: 3.3。
- (2) 工况点 B(室外 25℃)EER: 4.3。
- (3) 工况点 C(室外 15℃)EER: 5.04。
- (4) 工况点 D(室外 5℃)EER: 17.16。
- (5) 工况点 E(室外-5℃)EER: 24.38。

(6) AEER 整机可达 11.24。

4.技术功能特性

(1) 整机模块化设计，室内风机、压缩机等关键器件可实现全正面维护。

(2) 氟泵、压缩机共管路，智能双循环，随机房负载、室外环温变化，整机在压缩机模式、混合模式、氟泵节能模式自动切换。

(3) 永磁同步变频压缩机、全封闭式变频离心制冷剂泵等关键器件均能实现无级调速，实现低载高效。

(4) 氟泵节能模块采用专利化防气蚀设计，解决离心泵气蚀问题。

(5) 采用自寻优控制算法，机组智能识别自身工作状态稳定性、模式切换设定边界的影响及环境参数变化趋势。自动决策机组运行模式。提高机组全年综合运行能效。

5.应用案例

山西晋城某试点项目，技术提供单位为广东海悟科技有限公司。

(1) 用户情况简单说明

某公司核心机楼采用 3 台普通风冷机房空调制冷，额定制冷量 100 千瓦，全年能效比 4.94，根据试点报告记录，日能耗 1055.4 千瓦时。普通风冷机房空调只有压缩机制冷模式，在室外温度较低时，无法利用自然冷源，能效比低。

(2) 实施内容及周期

使用变频氟泵双冷源精密机房空调替代传统风冷机房

空调。实施周期为 10 天。

(3) 节能减排效果及投资回收期

变频氟泵双冷源精密机房空调的全年能效比为 11.24，全年开机运行时长系数约为 0.8，普通机房空调的全年能效比为 4.94，全年开机运行时长系数约为 0.6，改造完成后，相较于原有风冷机房空调，全年耗电量由 319190 千瓦时下降到 187046 千瓦时。空调设备投资回收期 27 个月。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 20%。

(八) 基于液/气双通道及室外蒸发冷却的高效数据中心冷却系统——蒸发冷凝式冷水机组

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

采用高换热效率的蛇形管蒸发式冷凝器进行压缩机系统的冷凝散热，利用冷凝风及喷淋水蒸发冷却，利用湿球温度换热，降低冷凝温度，实现冷凝温度不高于 45℃，冷源系统性能系数 (COP) ≥ 4.0 。蒸发冷却式冷水机组自带自然冷却功能，提升全年运行能效，较传统水冷式冷冻水冷源系统能效提升 20%。工作原理如图 8 所示。

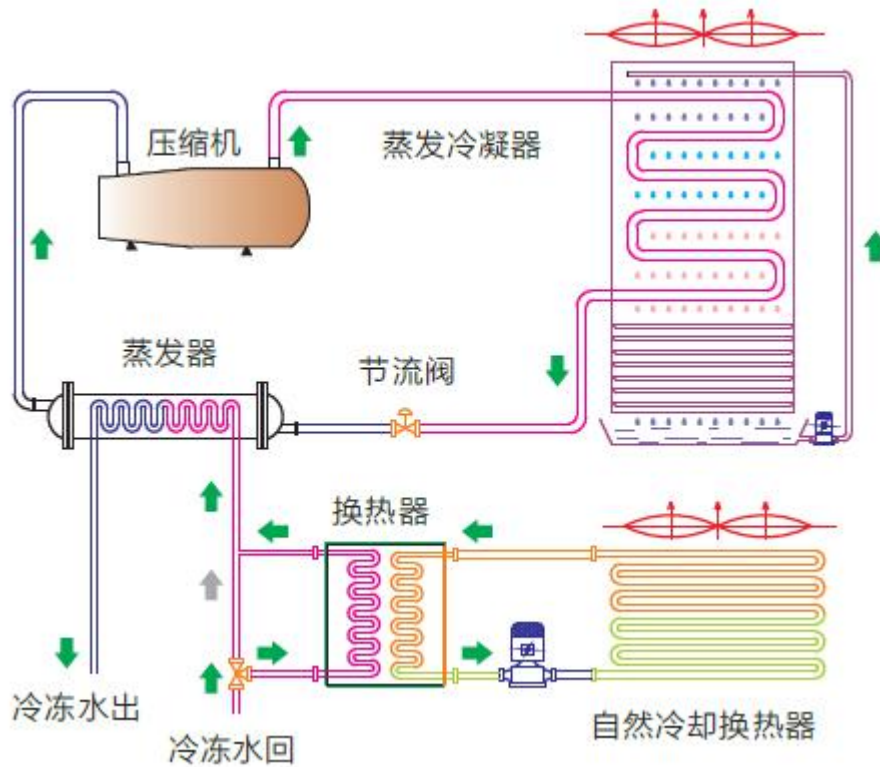


图 8 工作原理图

3.技术指标

- (1) 整机全年能效比 (AEER) ≥ 9.0 (北京地区)。
- (2) 单位冷凝风量 ≤ 150 立方米/小时 (单千瓦制冷量)。
- (3) 单位耗水量 ≤ 0.0014 立方米/小时 (单千瓦制冷量)。

4.技术功能特性

- (1) 不锈钢蒸发冷式冷凝器，一次性成型加工工艺，解决冷凝器腐蚀及结垢问题，安全可靠。
- (2) 喷淋降温，利用冷却水蒸发散热，冷凝温度低于 45°C ，提升设备能效。
- (3) 集成自然冷却模块，一体化设计，实现过渡季节或冬季自然冷却，系统简单、交付便利。
- (4) 冷凝风量低、水耗低。

5.应用案例

北京某所项目采用本产品，技术提供单位为广东申菱环境系统股份有限公司。

(1) 用户情况简单说明

项目地处北京，全年平均气温较低，采用蒸发冷却式冷凝方式，充分利用环境自然冷源，降低运行功耗、水耗；配有 3 台 740 千瓦、2 台 340 千瓦蒸发冷却式冷水机组，满足一体化结构设计，采用防冻、防腐、防垢结构设计的同时兼顾应用环境的需求。

(2) 实施内容及周期

提供 3 台 740 千瓦、2 台 340 千瓦蒸发冷凝式冷水机组设备。实施周期 8 个月（包含机电工程整体时间）。

(3) 节能减排效果及投资回收期

该项目采用带自然冷却功能的蒸发冷凝式冷水机组，与带自然冷却风冷冷水主机对比，额定功率降低 29.6%，降低配电容量需求，年平均功耗降低 20%；较水冷式冷水机组系统，年平均水耗降低 50%。投资回收期 1.5 年。

6.未来推广前景

蒸发冷却式冷水机将会进一步抢占风冷冷水机和水冷冷水机的市场份额，预计未来 5 年市场容量将达到 30 亿元。

（九）板管蒸发冷却式自然冷源数据中心专用冷水机组

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

采用平面液膜换热技术，以自主研发的板管蒸发式冷凝器取代盘管型蒸发式冷凝器，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；在各板管式换热片之间设置填料，改变流体的阻力、流程、蒸发式面积、蒸发量，充分热交换；结构上将冷凝器和冷却塔合二为一，省略冷却水从冷凝器到冷却塔的传递阶段。工作原理如图 9 所示。

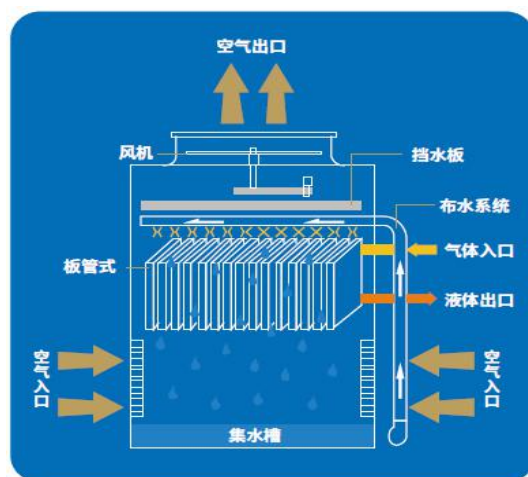


图 9 工作原理图

3.技术指标

（1）夏季压缩机制冷，在名义制冷工况下，综合制冷性能系数（SCOP）值为 5.0~6.5。

（2）冬季机组运行自然冷源，制冷量可达到名义制冷工况下的制冷量，SCOP 值为 30~33.8。全年可实现 3~6

个月自然冷源运行。

(3) 节能：10%~30%。

(4) 节水：50%。

4.技术功能特性

(1) 双源互补冷却，梯级利用自然冷源，双源多工况协同运行和控制，冷量输出稳定。

(2) 压缩机能效相同的前提下，比传统风冷机组能效提高37.1%以上，比传统的水冷机组（含冷却系统能耗）能效提高18.4%以上，超过空调能效限定值及能源效率等级国家1级能效标准水平。

(3) 利用平面液膜技术克服了板片平壁水膜容易出现“干点”导致的结垢现象，杜绝冷却水塔存在的“飞水”现象，节水50%以上。

(4) 无须独立设置冷却水塔和水泵房，节省安装占地面积15%以上。

5.应用案例

广州某数据中心示范工程项目，技术提供单位为广州市华德工业有限公司。

(1) 用户情况简单说明

某数据中心建设总面积12400平方米，设有3000个机柜（电力密度，单台机柜10安和单台机柜20安），设计采用冷通道封闭形式，列间空调为机柜提供冷量，系统需求的总冷负荷为9600千瓦。

(2) 实施内容及周期

利用板管蒸发冷却式自然冷源数据中心专用冷水机组替代原有传统冷却机组。制冷机组建设安装周期合计 5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

建设完成后，相较于风冷机组，年节电 385.56 万千瓦时，年制冷节能率约为 30%。相较于水冷冷水机组，年节电 99.96 万千瓦时，年制冷节能率约为 10%，节水 21.02 万吨，耗水节约量约为 50%。投资回报期为 18 个月。

6.未来推广前景

预计未来 3 年市场占有率可达到 10%。

(十) 自加湿机房精密空调

1.适用范围

适用于新建数据中心。

2.技术原理及工艺

采用原精密空调蒸发器（或表冷器）的翅片表面作为加湿方式，利用布水器将净水从翅片顶部均匀流下，在翅片的亲水膜层作用下形成一层水膜，空调在运行时，不饱和空气从翅片间穿过时，迅速吸收水膜表面蒸发的水蒸气，达到加湿效果。加湿能效可达蒸发式加湿器 A 级标准。能耗为同等加湿量的电极式加湿器的 6.7%。工作原理如图 10 所示。

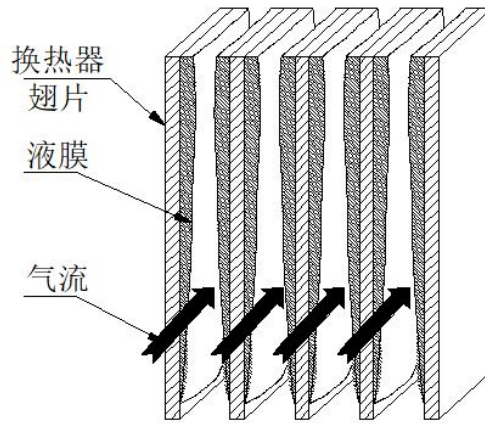


图 10 工作原理图

3.技术指标

- (1) 加湿量：5 千克/小时。
- (2) 加湿表面积：55.8 平方米。
- (3) 风量：10000 立方米/小时。
- (4) 加湿能耗：0.1 千瓦。

4.技术功能特性

(1) 巧妙利用了空调自带大面积翅片表面及气流循环动力。

(2) 等焓加湿过程，在加湿过程还能降低空气干球温度，能够间接降低制冷能耗，带来二次节能效果。

(3) 大多数情况下仅需增加电磁阀和布水器成本。

5.应用案例

浙江丽水某小型机房项目，技术提供单位为河南晶锐冷却技术股份有限公司。

(1) 用户情况简单说明

单个机房 20 台机柜，热负载约 80 千瓦。

(2) 实施内容及周期

采用加湿量为 5 千克/小时的自加湿精密空调 3 台。实施周期 30 天。

（3）节能减排效果及投资回收期

三台机组累计加湿时间 2320 小时，与常规加湿器能耗相比，节电 8607.2 千瓦时。

6. 未来推广前景

预计未来 5 年数据中心市场占有率可达到 1%。

（十一）Smart DC 低碳绿色数据中心解决方案 ——间接蒸发冷却技术及机组

1. 适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2. 技术原理及工艺

间接蒸发冷却机组由空气-空气换热器、风机、喷淋系统和压缩机等组成。热量通过间接式换热器传递到外部环境。在气象条件适宜时，喷淋系统通过水的蒸发降低空气温度，达到满足制冷需求的效果。在室外温度较高时，压缩机参与辅助制冷，满足数据中心温湿度度的要求。机组的三种工作模式自动切换，能降低数据中心制冷能耗 30% 以上。工作原理如图 11 所示。

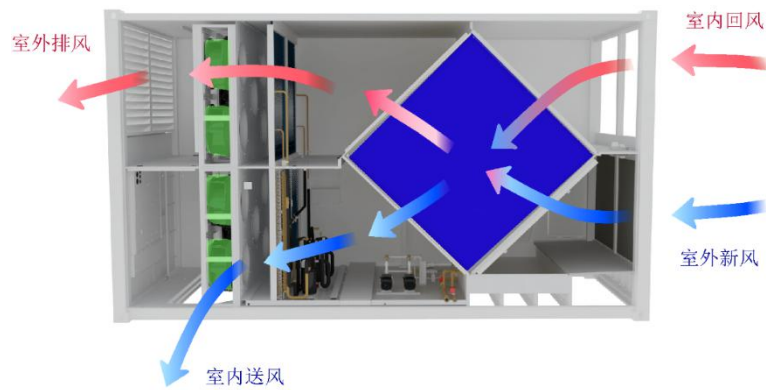


图 11 间接蒸发冷却机组工作原理

NF09H00080

3.技术指标

(1) 制冷量：220 ~ 400 千瓦。

(2) 风量：55000 ~ 100000 立方米/小时。

4.技术功能特性

(1) 高效换热芯：产品采用高分子耐腐蚀换热芯，降低了水处理成本及废水率。

(2) 高效风机：产品采用高效 EC 无级调速风机，易维护分离式驱动器设计。风机效率高达 68%，显著降低风机功耗。

(3) 高效喷淋系统：产品采用高效喷淋技术和顺风喷淋方式，可实现喷淋水与换热芯紧密接触，喷淋效率高达 85%。

(4) 全变频架构：室内风机、室外风机、喷淋水泵、压缩机均采用变频技术，可根据实际需要自动调整到最佳频率，实现最大化节能。

(5) 基于人工智能的能效优化：“iCooling” AI 节能技术，可根据 IT 负载、室内外环境温湿度控制机组运行至最佳效率点。

(6) 智能运维：机组内置故障自诊断算法，支持智能巡检和冷媒泄漏检测等功能，快速定位故障根因，并能根据运行状态输出健康报告。

5.应用案例

山东某数据中心项目，技术提供单位为华为技术有限公司。

(1) 用户情况简单说明

该数据中心项目可承载服务器机柜 1000 台、服务器 1 万余个，达到 Uptime Institute Tier III 级数据中心标准。

(2) 实施内容及周期

项目规模一期 380 个机柜，其中低密区 4 千瓦/柜，高密区 8 千瓦/柜，共使用 10 套华为间接蒸发冷却产品。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

根据验收测试数据，年节电量年均 PUE 由 1.41 降至 1.25，数据中心年节省电费 11.3%，年节省电费约 170 万元；年节水量每年每台设备可节水 700 吨，年节水总量 7000 吨，水费以 1.0 元/吨计算，每年可节约水费 0.7 万元。投资回收期 35 个月。

6.未来推广前景

预计未来 3 年市场占有率可达到 35%。

(十二) 磁悬浮变频离心冷水机组

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

机组由磁悬浮压缩机、降膜式蒸发器、冷凝器和节流装置组成。制冷剂以低温低压的过热气体进入压缩机吸气侧，经压缩后变成高温高压气体排出并进入冷凝器，冷凝为中温高压过冷液体，经节流装置节流变为低温低压两相流体进入蒸发器，吸收热量后变为低温低压过热气体吸入压缩机并再次进行循环，从而降低冷冻水温度。工作原理如图 12 所示。

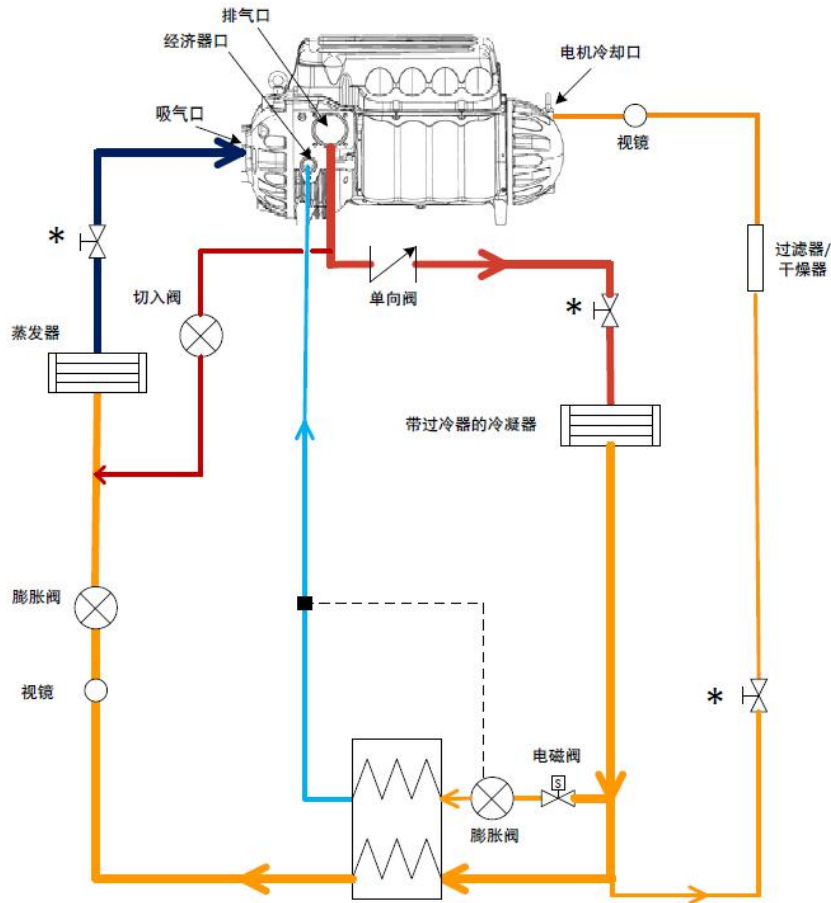


图 12 工作原理图

3.技术指标

(1) 机组的综合部分负荷性能系数 (IPLV): 11.1。

(2) 机组最大性能系数 (COP) 可达到 26 (小压比运行、配合制冷剂循环冷却泵)。

(3) 启动电流: 2 安。

4.技术功能特性

(1) 超高能效

按名义工况测试, 可达到国家节能产品要求, 机组的综合部分负荷性能系数 (IPLV) 指标满足双一级能效。

(2) 宽调节范围

数字控制系统可实现最大 6 台压缩机并联控制, 实现压缩机相互轮转; 单压缩机负荷调节可达到 10%, 多压缩机机组负荷调节可以到 2%; 高水温工况优化, 可以满足 18°C 出水要求, 出水温度调节范围 5 ~ 18°C。

(3) 针对性开发

针对数据中心, 满足快速启动、来电自启、全年运行优化设计; 温度控制精度达 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

(4) 低噪音

噪音比传统机组低 4 ~ 5 分贝。

(5) 启动电流低

启动电流仅为 2 安, 降低投资, 减少对电源的冲击。

5.应用案例

广东深圳某数据中心冷源项目, 技术提供单位为南京佳力图机房环境技术股份有限公司。

(1) 用户情况简单说明

项目原使用某 400 冷吨水冷螺杆机组 3 台。对水泵进行

变频节能改造后，经现场测试水冷螺杆能效在 4.8 以下，水系统整体能效在 3.1 左右，无法满足最新的能耗控制要求。

（2）实施内容及周期

项目冷源采用佳力图 3 台磁悬浮变频离心式冷水机组，总制冷量为 1080 冷吨。实施周期：3 个月。

（3）节能减排效果及投资回收期

该项目综合年经济效益合计为 102.78 万元（按 0.81 元/千瓦时计）。投资回收期为 2~3 年（与传统螺杆或者离心机组对比）。

6.未来推广前景

预计未来 5 年国内数据中心市场总额将达到 1000 台。

（十三）智能变频及多联蒸发冷集成冷源技术——蒸发冷集成冷站

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

蒸发冷集成冷站由蒸发冷凝模块和动力模块构成。蒸发冷集成冷站采用压缩机和氟泵双循环系统，基于实际运行负荷，冷热季节自动切换，实现机组全年高效制冷。当机组运行于压缩机循环系统时，相比于常规水冷式冷水机组，系统配置的蒸发冷凝器可将冷水机组的冷凝温度至少降低 3℃，显著提高了机组在常规季节的运行能效。工作原理如图 13 所示。

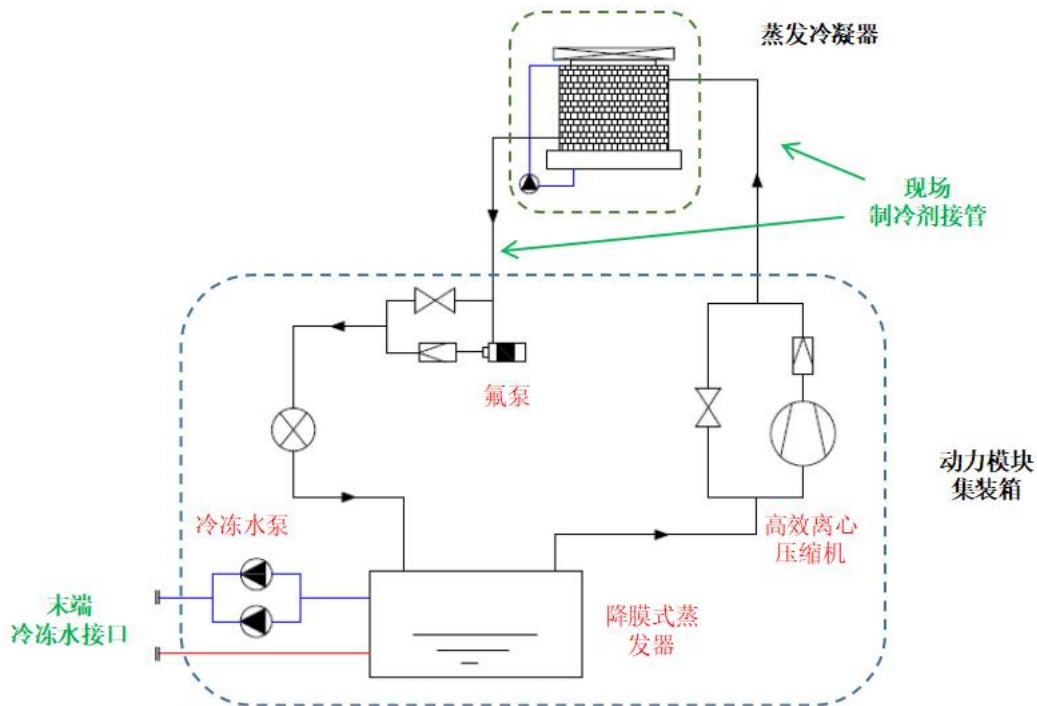


图 13 工作原理图

3. 技术指标

(1) 制冷设备耗电/IT 设备耗电 (CLF): 可实现全国绝大部分城市数据中心冷却系统 CLF 低于 0.15(北京地区 0.1)。

(2) 工程量: 工厂预制化组装设计, 可节省现场工程量 30%, 缩短项目周期。

4. 技术功能特性

(1) 冷源一体化集成设计: 采用冷源一体化的集成设计, 机械制冷和自然冷相结合, 氟泵循环和压缩机循环可根据季节变化和实际负荷需求内部自动切换, 无须外置电控阀切换和水路调节。

(2) 蒸发冷凝技术: 冷凝器侧采用蒸发冷凝技术, 为压缩机系统提供直接冷凝, 相比传统冷却塔+水冷机组的方案, 可明显降低压缩机冷凝温度, 提高系统能效。

5.应用案例

深圳某互联网数据中心项目，技术提供单位为**深圳市英维克科技股份有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

此项目位于深圳市，气候条件为亚热带向热带过渡型海洋性气候，夏季时间较长，全年高温时间占比更多，因此压缩机循环的运行时间相对更长，对压缩机机械制冷能效的提高需求更迫切。

(2) 实施内容及周期

该项目为系统能效升级改造项目，配置了1套蒸发冷集成冷站系统，单系统制冷量300千瓦。实施周期2个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

投入运行第一年，蒸发冷集成冷站系统应用段CLF均值达到0.15。投资回收期2年。

6.未来推广前景

预计未来5年，新建IDC数据中心应用规模500套；老旧IDC数据中心改造应用规模200套。

(十四) 智能变频及多联蒸发冷集成冷源技术——复合冷源热管冷却技术及空调

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

复合冷源热管冷却技术及空调由室外蒸发冷凝散热模块、室内热管散热模块和冷量输配模块组成。在热管冷却技术基础上，冷源端集成强制风冷、蒸发冷却、氟泵、无油压缩机等制冷方式，以进一步增强适用性和节能性。工作原理如图 14 所示。

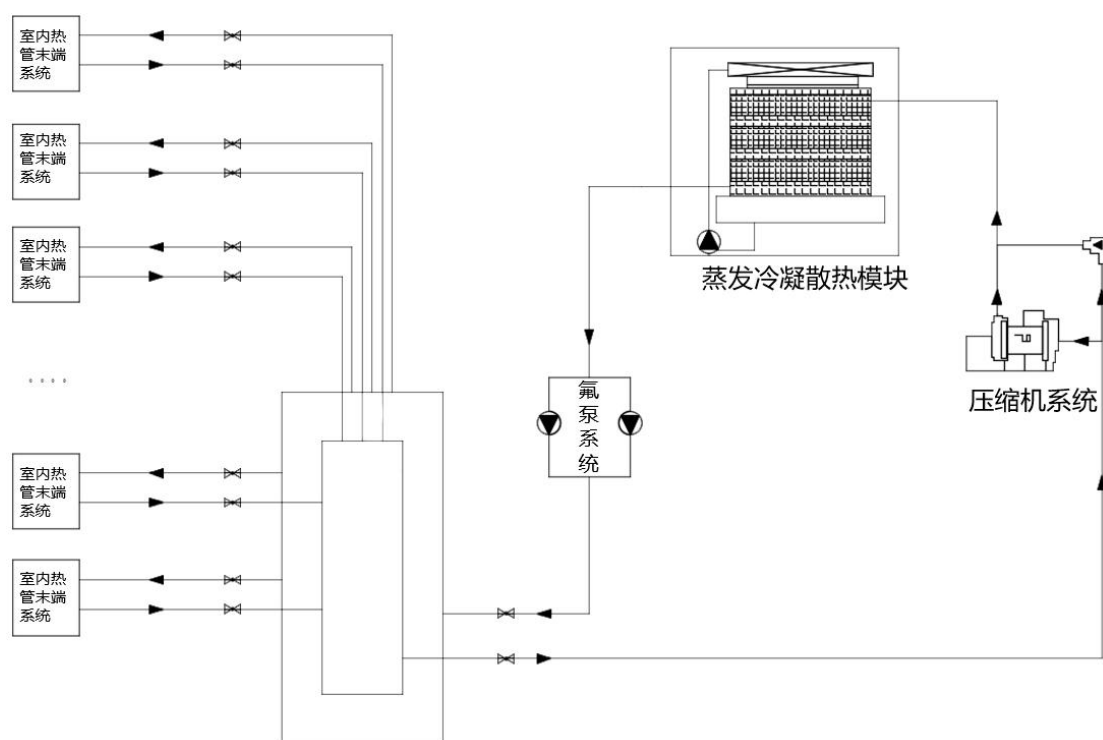


图 14 工作原理图

3.技术指标

(1) 全年能效比 (AEER): 整机全年能效比可达 12.0 以上。

(2) 节电率: 以北京地区为例, 年节约能耗 60%~80%。

4.技术功能特性

(1) 多联空调系统设计: 用一对多的多联冷媒系统; 一套室外机可灵活对应多套热管空调系统。

(2) 蒸发冷凝技术: 室外部分采用蒸发冷凝技术; 当

室外温/湿度较低或高温低湿时，采用蒸发冷凝技术降低室外干球温度，为系统提供更多的换热量和更长的自然冷却时间。

(3) 无油压缩机技术：整套系统采用无油设置；当室外湿球温度较低时采用氟泵系统为冷媒循环提供动力，当室外湿球温度较高时采用低压比的压缩机系统提高冷媒冷凝温度，大大降低全年系统能耗。

5.应用案例

河北某互联网数据中心项目，技术提供单位为**深圳市英维克科技股份有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

数据中心占地约 135 亩，总建筑面积约 11 万平方米，基础建设计划直接投资约人民币 20 亿元，项目完成后，可承载超过 12 万台高性能 AI 服务。

(2) 实施内容及周期

配置 7 套复合冷源热管冷却技术及空调，单系统制冷量 350 千瓦。实施周期 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

投入运行第一年，复合冷源热管冷却技术及空调 CLF 均值达到 0.07 以下。投资回收期 2 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场应用规模将达到 2000 ~ 4000 套。

(十五) 间接蒸发空气冷却系统技术

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

本技术是利用环境空气降温加湿后产生的接近露点温度的冷空气通过显热交换对数据中心内部的热回风进行降温冷却。机组先通过间接蒸发冷却方式对环境空气等湿降温，再通过填料对空气等焓加湿。处理完的冷空气将通过分布式末端空气-空气间壁式换热器对来自 IT 机柜的回风进行显热降温，最后送入 IT 机柜前端。工作原理如图 15 所示。

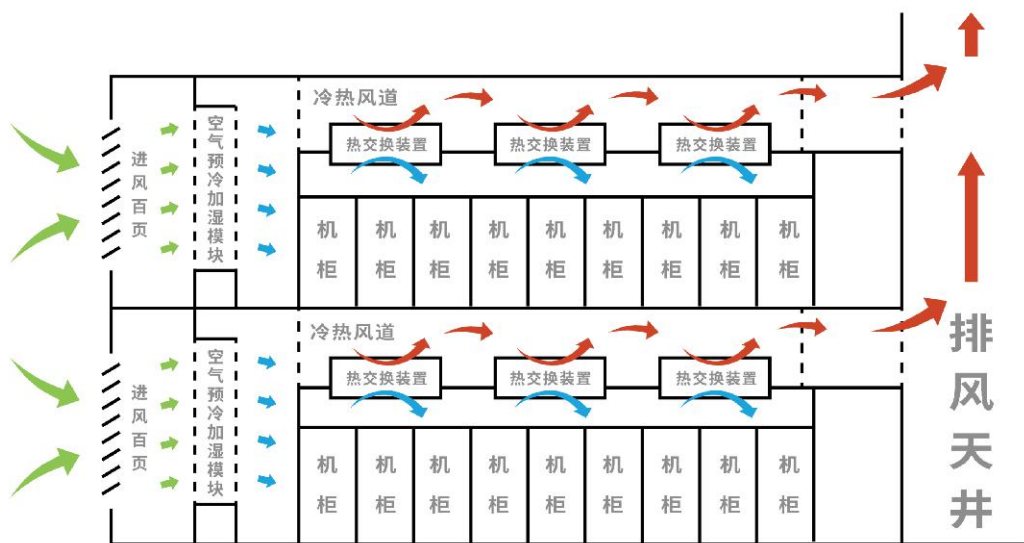


图 15 工作原理图

3.技术指标

- (1) 年综合能效比 > 20 。
- (2) 数据中心年均电能使用效率 (PUE) 值 ≤ 1.1 。
- (3) 设备出风温度 \leq 环境露点温度 $+3^{\circ}\text{C}$ 。

4.技术功能特性

(1) 间接蒸发空气冷却系统采用露点型间接蒸发冷却技术，可将机房回风降至更低温度，降低机械制冷负荷，从而降低数据中心 PUE。

(2) 本产品使用分布式智能控制系统，操作方便，可群控；空气过滤及预冷加湿模块均具备自动排污功能，维护简单。

(3) 采用易信最新专利换热技术—波纹板管蒸发冷却换热器，该换热器具有蒸发冷却效率高、结构紧凑、空气阻力小等优点。

5.应用案例

内蒙古某云计算产业园项目，技术提供单位为**深圳易信科技股份有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

内蒙古某云计算产业园项目占地面积约 15000 平方米，机柜数量 2000 架，设备清单包含深圳易信科技股份有限公司的外循环进出风输送单元 15 台、空气预冷蒸发模块 60 台、分布式热通道封闭机柜模组 2000 台及蒸发冷却换热装置 530 台。

(2) 实施内容及周期

采用间接蒸发空气冷却系统作为风侧全自然冷解决方案。空气预冷蒸发模块、外循环进出风输送单元、蒸发冷却换热装置和分布式热通道封闭机柜模组四部分根据项目需求进行匹配组合，其中蒸发冷却换热装置分布式安装于 IT

机柜上方。本项目实施周期 8 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

据电表统计，间接蒸发冷却系统为内蒙古某云计算产业园年节电 3802.9 万千瓦时。间接蒸发冷却系统的新建数据中心，因为 PUE 降低后高低压配电系统投资可减少投资 50%，暖通系统减少投资 50%，整机房可降低投资额 40%。

6. 未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 20%。

(十六) 直接蒸发式预冷却加（除）湿技术——风冷空调室外机湿膜冷却节能技术

1. 适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2. 技术原理及工艺

通过在室外机组上设置湿膜装置，使进入室外冷凝器的环境干热空气与湿膜上的循环水充分接触，利用水的直接蒸发产生热交换，从而降低冷凝器的进风温度，提高空调机组能效，达到节能效果，亦可延长压缩机的工作寿命。此外，利用该技术还可实现对环境空气的初级过滤，避免了水直接喷淋到冷凝器翅片上引起结垢而损坏室外机的问题。工作原理如图 16 所示。

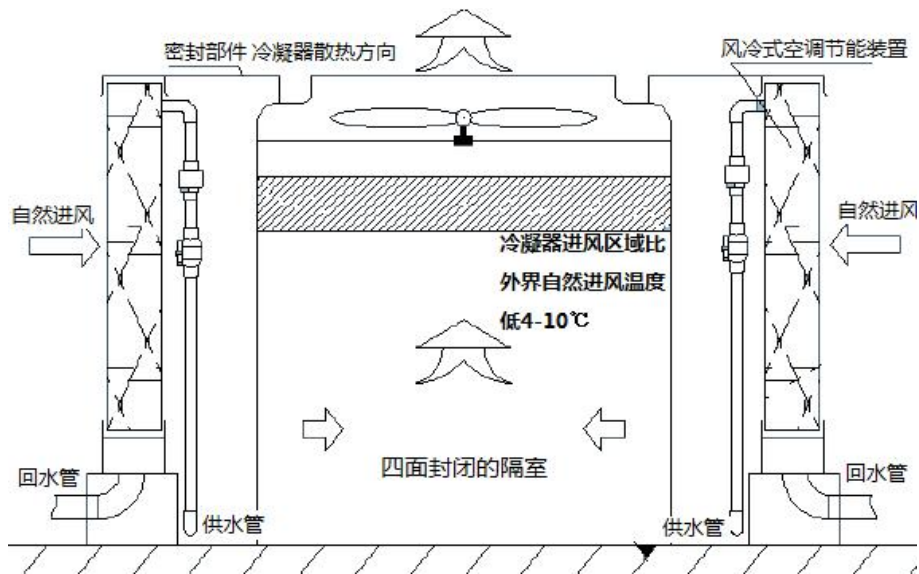


图 16 工作原理图

3. 技术指标

- (1) 蒸发量 \leq 循环水流量的 0.8%。
- (2) 飘水率 \leq 循环水量的 0.1%。
- (3) 排污量 \leq 循环水量的 0.3%。
- (4) 噪音 \leq 40 分贝。
- (5) 平均无故障时间 (MTBF): 5 万小时。
- (6) 防护等级: IP55。

4. 技术功能特性

(1) 降低空调室外机的进风温度，提高空调机组能效，节约耗电量，并可提高使用寿命。室外机进风温度每降低 1℃，相应主机电流会降低 2%，制冷量提高 1%，综合计算可节能约 3%。

(2) 通过智能软件平台实现对装置的实时监控。

(3) 连接管道上增加了可自动开闭的阀门，湿膜为可拆卸机构，避免在装置关闭时影响室外机进风量。

(4) 解决了传统水喷淋技术导致室外机翅片结垢的问题。

(5) 所有施工均在机房外进行，施工简单，无须空调停机，不影响机房制冷。

5.应用案例

重庆某数据中心机房改造项目，技术提供单位为**四川斯普信信息技术有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

该地区平均气温高，夏季最高气温达 40℃ 以上，原有 21 台风冷直膨式空调室外机集中布置于阳台，散热不良，局部热岛效应严重，不时出现机房空调高压报警。

(2) 实施内容及周期

应用风冷空调室外机湿膜冷却节能装置 21 台（室外机总功率 90 千瓦）。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，室外机运行环境明显改善，机房空调未再出现高压报警，年节电 46.36 万千瓦时。投资回收期 1.02 年。

6.未来推广前景

预计在未来 5 年内实现推广量 50000 台。

(十七) 数据中心预制化智能供配电与高效制冷技术 ——氟泵双循环自然冷技术

1. 适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2. 技术原理及工艺

氟泵双循环自然冷却采用创新的“3+1”全变频技术+蒸发冷却技术，送风温度控制和变冷量调节，能效进一步提升；采用集中式室外机，无额外占地面积；全变频模式最佳冷凝压力调节逻辑，室内外机有485通讯，实时共享数据，根据实际转速，室内负荷，室外温度、湿度通过智能算法实现整个系统最佳压力控制和温度控制。优化冷凝压力算法和传统算法效果对比如图17所示。

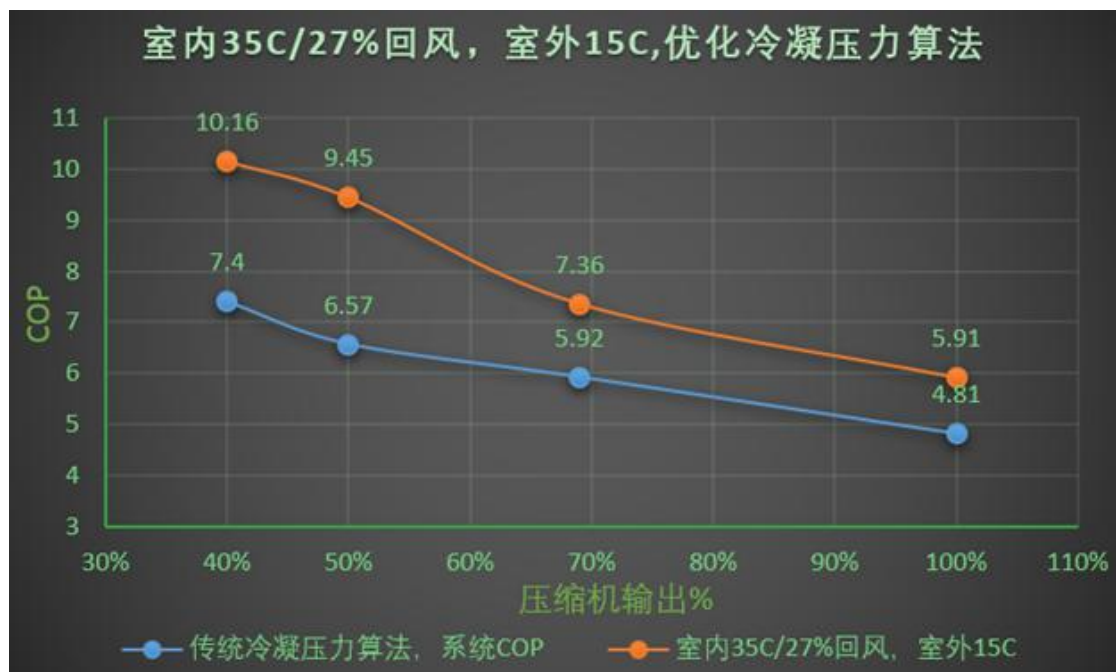


图17 优化冷凝压力算法与传统冷凝压力算法对比图

3.技术指标

- (1) 制冷量范围：30~120 千瓦。
- (2) 制冷量输出 30%~100%无极调节。
- (3) 自然冷模式下能效比（EER）高达 39。

4.技术功能特性

- (1) 实现了送风控制、变冷量调节、高回风应用。
- (2) 具备 AI 全智能算法，根据压缩机实际转速，室内负荷，室外温度寻找最佳冷凝压力点，提升压缩机能效。
- (3) 在室内外温差较大时，系统进入泵循环，实现无水自然冷功能，充分利用室外自然冷源。
- (4) 采用间接蒸发冷凝器延长自然冷时间，提高混合模式到自然冷模式的切换温度。

5.应用案例

天津联通某数据中心项目，技术提供单位为**维谛技术有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

天津某数据中心用户一期机房采用冷冻水系统，数据中心总散热量 6000 千瓦，系统全年电能使用效率（PUE）约为 1.4，耗电量大，系统复杂，施工周期长。二期采用氟泵双循环机组，投产后全年 PUE 约为 1.25，节能效果显著。

(2) 实施内容及周期

项目共使用 60 台 100 千瓦氟泵双循环自然冷却机组。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

氟泵双循环自然冷却技术及机组采用全变频技术根据机房负载情况自动调节压缩机输出。在过渡季节和冬季，通过变频氟泵充分利用室外自然冷源，实现最佳能效，节约机房耗电。室外机集中式冷凝器，散热更高效。通过 CFD 仿真技术和 BIM 建模，机房建设速度提高 50%以上。该机房年节电 800 万千瓦时，投资回收期 1.5 年。

6.未来推广前景

预计未来 3 年市场占有率可达到 20%以上。

(十八) 数据中心预制化智能供配电与高效制冷技术 ——间接蒸发冷技术

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

本产品的制冷核心元件为板翅式间接蒸发冷却换热芯体。室外新风进入湿通道后与水直接接触蒸发冷却等焓降温后，再通过换热芯体壁面带走机房热量，最后排出室外。机房热回风被等湿冷却处理到需要的送风状态点后送入机房内部。机组集成的智能控制系统可实现最优的蒸发冷却与混合冷却无缝衔接，实现全年最佳能效。三种工况的工作原理如图 18 所示。

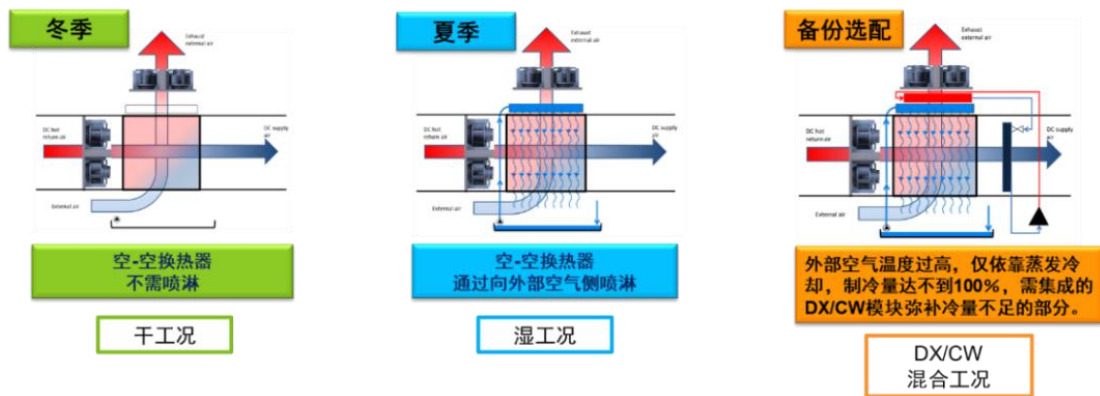


图 18 工作原理图

3. 技术指标

- (1) 冷量范围：100 ~ 400 千瓦。
- (2) 机组可在不同工作模式下全自动切换。
- (3) 机组在干模式下能效达到 7.3；湿模式下能效达到 8.66；混合模式下能效达到 3.6。
- (4) 噪声低于 80 分贝。

4. 技术功能特性

(1) 结合间接蒸发冷却技术与机械制冷技术，在使用时根据当地气候及供电、供水情况自由调节节电/节水模式，有利于全年经济性运行。

(2) 冬季通过增加热气旁通设计，减少冷凝水量，机房加湿补偿减少，进一步节约能耗。

(3) 最大限度利用自然冷，同时通过智能换热器将室内外空气隔离，对环境要求降低，扩大了机组适用范围。

(4) 户外安装使用，不占用机房内部空间。

5. 应用案例

某大型互联网公司数据中心项目，技术提供单位为**维谛技术有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

怀来某新建数据中心应用间接蒸发冷机组，基于一体化设计，机组实现快速安装并投入运行。在使用中，机组三种运行模式根据室外环境温湿度，以及机房内部热负荷情况自动切换，高效节能。

(2) 实施内容及周期

项目采用 36 台 260 千瓦间接蒸发冷机组进行整体机房制冷。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

该机组投入运行后，2020 年 9 月，测试机组在不同工况下的能效水平为：间接蒸发冷机组湿模式下局部 PUE 指标 (pPUE)=0.126；间接蒸发冷机组混合模式下 pPUE=0.224。据统计，每年每台设备可节电 25 万千瓦时以上，36 台设备年节电 900 万千瓦时。电费以 0.5 元/千瓦时计算，每年可节约电费 450 万元。投资回收期为 2 年。

6. 未来推广前景

预计未来 3 年市场占有率可达到 20% 以上。

(十九) 间接蒸发冷却节能技术——间接蒸发冷却冷水机组

1. 适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2. 技术原理及工艺

该技术通过水蒸发吸热的原理来制取冷水。G 状态点的

机组供水全部被输送至板换吸收热量后，成为 H 状态点的机组回水，再返回到淋水填料顶端进行喷淋，降温后的 G 状态点的机组供水再被送至板换吸收热量，成为 H 状态点的机组回水，如此形成循环，以获得高温冷水。机组热湿处理过程焓湿图如图 19 所示。

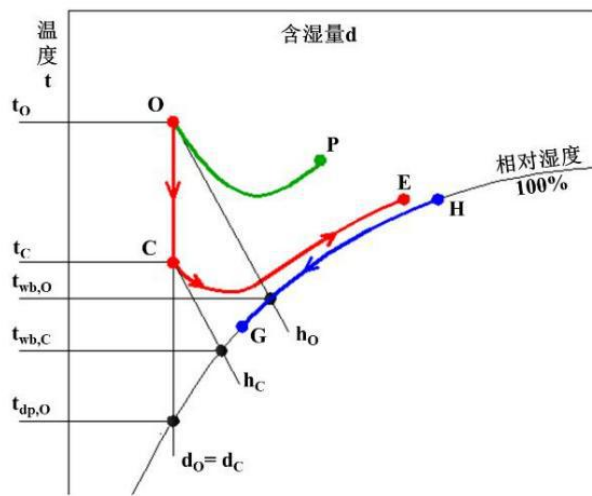


图 19 机组热湿处理过程焓湿图

3.技术指标

(1) 能效比 ≥ 15 ，电能使用效率 (PUE) 值可低至 1.1。

(2) 与传统的水冷式系统相比，可节电 35% 以上，节水 50% ~ 70% 以上；与传统的风冷式系统相比，可节能 55% 以上。

4.技术功能特性

(1) 非寒冷季节采用内冷式间接蒸发冷却器的方式，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，在沙尘天气下也能够高效换热，同时其防结垢性能能够减小机组维护量。

(3) 机组结构设计满足快速排水需求，在应对极端低温天气时，实现迅速排水，避免结冰。

(4) 机组各功能段可实现分级控制。结合人工智能分析，对蒸发冷却冷水机组的工作模式进行自动控制，减少人工量，满足节能需求。

5.应用案例

新疆某数据中心项目，技术提供单位为**新疆华奕新能源科技有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

该项目总投资 8700 万元，共需制冷量 16000 千瓦，电费为 0.45 元/千瓦时。

(2) 实施内容及周期

采用 33 台制冷量为 230 千瓦的复合乙二醇自然冷的管式间接蒸发冷却冷水机组为全年主导冷源、26 台 140 千瓦制冷量的内冷式蒸发冷却新风机组为备份冷源、26 台制冷量为 140 千瓦的机房专用高温冷冻水空调机组为末端的集中式蒸发冷却空调系统。实施周期 6 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

本项目所用冷源方案相比水冷压缩式制冷机组：可节电 2130 万千瓦时、节省电费 958.5 万元、节能率为 64.2%；相比风冷压缩式制冷机组：可节电 4020 万千瓦时、节省电费 1809 万元、节能率为 77.2%。投资回收期 2.5 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 35%。

(二十) 间接蒸发冷却节能技术——间接蒸发冷却一体化集成冷站

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

该技术通过水蒸发吸热的原理来制取冷水。机组风系统的工作过程为：室外空气分别作为二次空气和一次空气进入立管内和管外，二次空气在管内与水接触进行热湿交换，带走一次空气的热量并排出，干球温度、湿球温度降低的一次空气通过直接蒸发冷却段与水接触进行热湿交换，带走水中的热量，饱和的热湿空气排出。机组结构如图 20 所示。

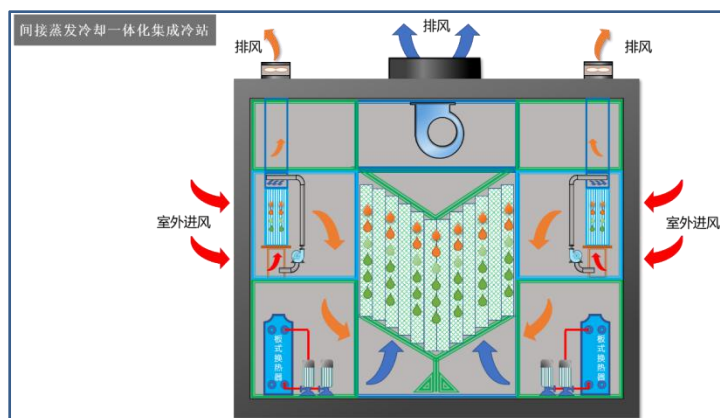


图 20 机组结构示意图

3.技术指标

(1) 电能使用效率 (PUE) 值可低至 1.1。

(2) 与传统的水冷式系统相比，可节电 35% 以上，节水 50% ~ 70% 以上；与传统的风冷式系统相比，可节能 55%

以上。

(3) 通过新技术新产品新模式的融合，实现系统全年 PUE 平均值达到 1.1，最低值 1.05。

4.技术功能特性

(1) 水处理间、输配间与冷水机组融为一体，便于缩短施工周期、减少施工成本。

(2) 间接段采用内冷式的立管间接蒸发冷却，间接蒸发效率高，出水温度低，解决了常规外冷式间接冬季结冰问题。

(3) 立管内壁无结垢现象，立管之间间距较大，避免室外脏堵情况产生。

(4) 可根据应用地区选配乙二醇自然冷却功能和压缩机冷水主机，确保机房全年安全、不间断制冷。

5.应用案例

广州某数据中心项目，技术提供单位为**新疆华奕新能源科技有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

本项目服务器机柜采用冷热通道封闭形式，液冷采用冷却塔单独供冷，气冷通道采用机械压缩机制冷+冷却塔供冷方式运行。

(2) 实施内容及周期

系统为间接蒸发冷却一体化集成冷站（不含压缩机）的主用冷源，液气双通道为制冷末端的集中式蒸发冷却空调系统。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

该系统比传统冷冻水系统初期投资高出 30%左右，比传统冷冻水系统年节电 350 万千瓦时，节省电费 210 万元，空调系统节能率 57.1%。回收期 1.24 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 35%。

(二十一) 间接蒸发冷与直流变频节能技术——间接蒸发冷系统

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

模块化结构设计配合 CFD 气流仿真优化，智能控制技术协调内部多个模块配合运行，不同送回风方式叉流换热技术，实现自然冷源最大化利用。配置节水节电模式，通过模式自适应运行及精确循环水控制解决蒸发冷系统耗水高、环境要求高的问题。可实现最小机房电能使用效率（PUE）值 1.1，整体能效 ≥ 9 。制冷效率（CLF）在 0.08~0.17。工作原理如图 21 所示。

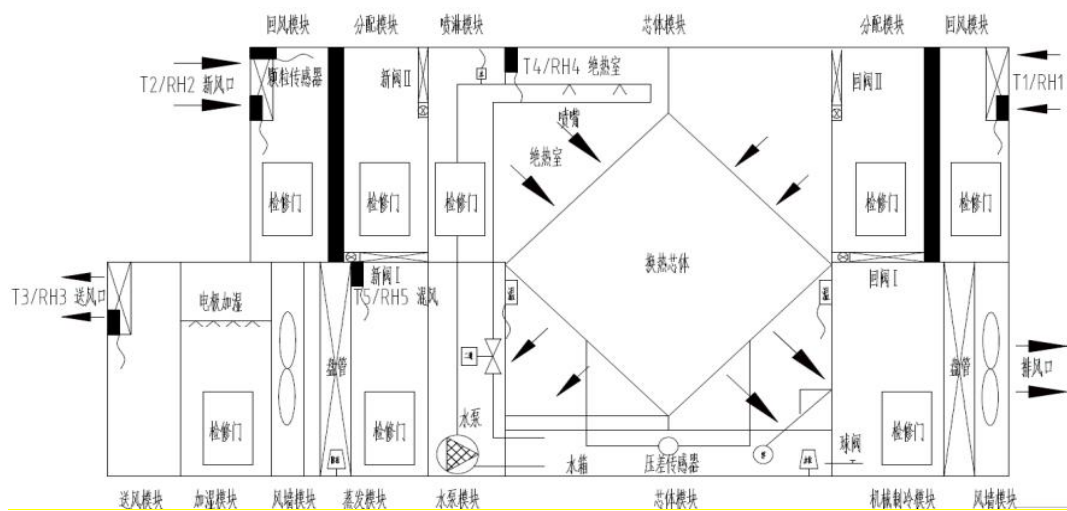


图 21 工作原理图

3.技术指标

- (1) 整体能效比 ≥ 9 。
- (2) 可实现最小机房 PUE 值 1.1。
- (3) 制冷效率 (CLF): 0.08 ~ 0.17。
- (4) 年节水量: 100 吨。

4.技术功能特性

- (1) 模块化设计，利于水蒸发制冷，便于运用新风直接制冷。
- (2) 设备整体能效 ≥ 9 ，制冷效率 (CLF) 为 0.08 ~ 0.17，可实现节能 50% 以上。
- (3) 蒸发冷相变机理精确循环水控制，年节水量高达 100 吨。

5.应用案例

西南某大数据中心新建项目，技术提供单位为依米康科技集团股份有限公司。

(1) 用户情况简单说明

西南某大数据中心基地位于四川西部，有较长时间的室

外低温环境,要求突破地区常规制冷系统年能效比低(约 4.5)的现状。

(2) 实施内容及周期

用户采用依米康科技集团股份有限公司的 2 套约 250 千瓦间接蒸发冷系统空调机组,进行节能设计建造。实施周期为 2 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

机房建造完成后,降低了数据中心制冷能耗,相比其他常规数据中心节能率 43%,节约电能 40 万千瓦时/年,2 年内即可收回投资成本。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 30%以上。

(二十二) 间接蒸发冷与直流变频节能技术——直流变频节能技术

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

直流变频节能空调采用先进的直流变频节能制冷系统,使用主流的环保制冷剂 R410A,可根据检测负荷的变化实时调节,及时调整输出的制冷量,避免系统频繁起停,实时进行频率调节。系统使用 EC 压缩机、EC 风机和电子膨胀阀根据制冷需求的变化快速做出反应,调整压缩机输出量、风量

和制冷剂流量，调整机组的制冷量，适配负载需求。工作原理如图 22 所示。

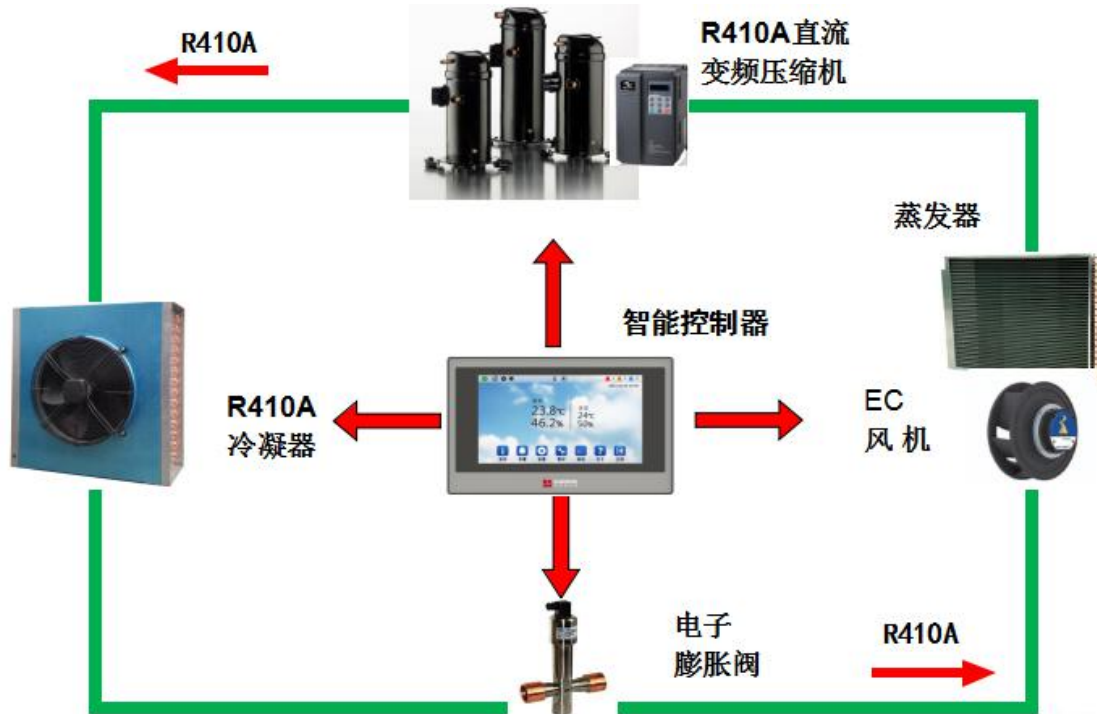


图 22 工作原理图

3.技术指标

(1) 温度控制范围在 24 ~ 45°C 之间，温度控制灵敏度达到 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

(2) 湿度控制范围在 30% ~ 80% 相对湿度之间，湿度控制灵敏度达到 $\pm 5\%$ 。

(3) 电压：380 伏，允许波动范围 $\pm 15\%$ ；频率为 50 赫兹，波动范围 ± 2 赫兹。

(4) 显热比达 1.0（回风：干球 37°C/含湿量 8.5 克/千克）。

(5) 系列机组整机 EER3.2，额定点达到 3.5，全年能效比 (AEER) 达到 5.2。

4.技术功能特性

(1) 可实现对服务器机柜的定点冷却，有效避免房间热岛现象。

(2) 节能空调具备 EC 风机和电子膨胀阀变频跟随技术，保证送风温度基本恒定，使系统稳定速度提升 50%以上。

(3) 直流变频节能空调机组通过 AI 人工智能自适应控制技术，根据房间不同温度需求进行自动识别调节。

5.应用案例

安徽某运营商数据中心节能改造项目，技术产品提供单位为依米康科技集团股份有限公司。

(1) 用户情况简单说明

安徽某运营商数据中心现有某机房采用传统布局，机房空调能耗过高，空调的年制冷能效比仅为 2.8 左右，存在较大的能量损耗。

(2) 实施内容及周期

采用 10 套 25 千瓦直流变频节能空调进行节能改造，替代原有下风机机房空调。实施周期为 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

节能改造完成后，制冷年能效比 (AEER) 可达 5.14，比起现有机房制冷设备，节能率达到 46%以上。投资回收期为 2.5 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 30%。

(二十三) 数据中心高效模块化集成冷站——数据中心高效模块化集成冷站技术

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

机械制冷及自然冷源联合供冷，可根据室外温度条件精准适配节能运行策略；全工作范围区域寻优控制，保证系统运行在最高效区间；以功能为导向进行无跨箱模块化分解，快速预装集成，工程周期缩短 70%；环形管网满足单点在线维护、电气架构冗余、无扰动强弱电设计，实现机组全年无间断运行，确保系统供冷安全可靠。集成冷站如图 23 所示。

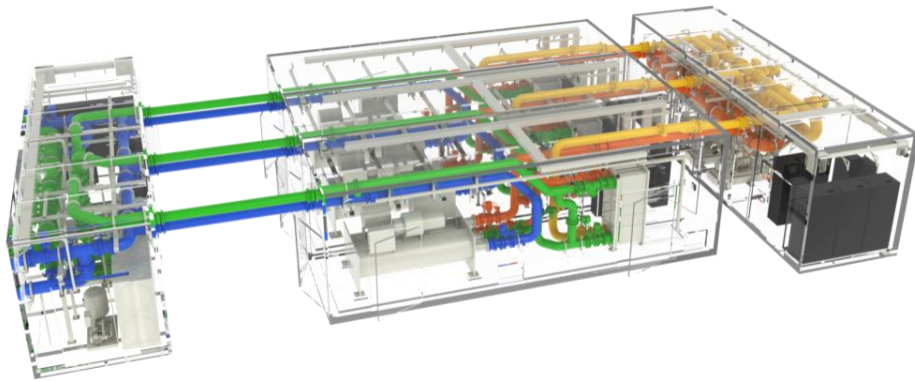


图 23 数据中心高效模块化集成冷站

3.技术指标

- (1) 冷站系统设计能效比（EER）超 5.5。
- (2) 厂内 100%预制化，3 个月交付，工程现场“近零”施工。
- (3) 全年无间断运行。

4.技术功能特性

(1) 以功能为导向，进行无跨箱模块化分解，自动化焊接技术，快速预装 100%集成交付，工程周期缩短 70%。

(2) 环形管网、电气架构冗余、无扰动强弱电设计，实现机组全年无间断运行，确保系统供冷安全可靠。

(3) 基于动态仿真测试平台，精准适配节能运行策略，全工作范围区域寻优控制，保证系统运行在最高效区间。

5.应用案例

广东某新建数据中心项目，技术提供单位为**珠海格力电器股份有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

广东某新建数据中心项目，建设规模 1000 个机柜，总制冷量 7911 千瓦，要求全年无间断制冷并能充分利用自然冷源，设计为撬装式模块，现场拼装。

(2) 实施内容及周期

新建数据中心制冷机房以功能为导向，划分成多个模块，厂内完成模块式冷站的方案设计、生产组装、水系统测试、控制策略仿真等，测试合格后再发货至工程现场，现场进行模块拼接，即插即用，系统联调完毕后交付使用。实施周期 3 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期

对比常规数据中心，该项目高效模块化集成冷站全年耗电量从 1299 万千瓦时下降到 999 万千瓦时，节电 300 万千瓦时，节能率 23%。投资回收期 0.71 年。

6.未来推广前景

预计未来 5 年市场规模达到 3500 套以上。

(二十四) 数据中心高效模块化集成冷站——CVT 系列永磁同步变频离心式高水温机组技术

1.适用范围

适用于新建数据中心及在用数据中心改造。

2.技术原理及工艺

离心压缩机采用高速永磁同步电机直接驱动双级叶轮做功，取消增速齿轮，压缩机机械损失降低 70%，电机效率最高可达 98%。针对数据中心 12~20℃中高温出水工况，开发“小压比”叶轮，全工况宽频气动设计，全面提升运行能效。同时采用大功率绿色变频器驱动，功率因数 ≥ 0.99 ，总谐波畸变率 $< 5\%$ ，无谐波污染，满足数据中心设备入网需求。压缩机结构示意图如图 24 所示。

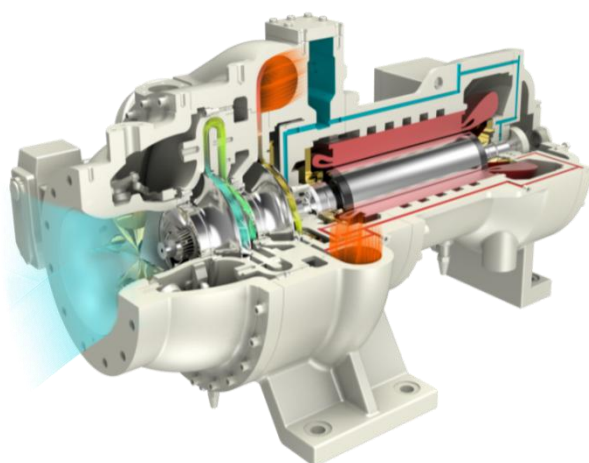


图 24 压缩机结构示意图

3.技术指标

(1) 出水温度: 12 ~ 20°C。

(2) 16°C标况: COP > 9.0, 机组的综合部分负荷性能系数 (IPLV) > 16.0。

(3) 功率因数 > 0.99, 谐波畸变率 < 5%。

(4) 冷却水温 12°C可靠运行。

(5) 断电 60 秒自动快启, 180 秒满载。

4.技术功能特性

(1) 高速电机直驱结构

建立大容量离心机高速直驱结构体系, 采用高速电机直驱双级叶轮, 取消增速齿轮, 机械损失平均减少 70%, 压缩机重量减少 60%, 噪声降低 8 分贝(A)。

(2) 大功率永磁同步电机

大功率永磁同步电机, 无励磁损失, 效率最高可达 98.2%, 且全工作范围电机效率不衰减, 均达 95%以上, 大幅提升全年运行能效。

(3) 高出水温度“小压比”设计

专为数据中心显热负荷设计“小压比”叶轮, 改变传统制冷离心压缩机 7°C出水设计点, 聚焦 12 ~ 20°C中高温出水工况, 优化压缩机效率。

5.应用案例

华东某数据中心项目, 技术提供单位为**珠海格力电器股份有限公司**。

(1) 用户情况简单说明

华东某新建数据中心项目，共采用 12 台格力永磁同步变频离心机组，机组单机制冷量为 700 冷吨/2461 千瓦，单机总输入功率为 348 千瓦，COP 为 7.08，机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）为 9.56。

（2）实施内容及周期

设备采用双级压缩、全工况气动高效设计，高速永磁直驱等先进技术，具备来电自启与快速启动功能，按照 10°C 高冷冻出水温度设计，支持冷却进水与冷冻出水温度“零”温差或“倒”温差稳定运行，保障数据中心全年运行需求，并可与群控系统切换启用自然冷却功能做到无缝衔接。实施周期 13 个月。

（3）节能减排效果及投资回收期

按数据中心冗余设计，半数设备全年运行计算，年耗电量 1350 万千瓦时，全年节能 40% 以上，可节电 900 万千瓦时，按 0.8 元/千瓦时计算，年节电费 720 万元。投资回收期 28 个月。

6. 未来推广前景

预计未来 5 年市场规模达到 3500 套以上。