

《国家信息化领域节能降碳技术应用指南与案例(2024年版)》之三：数据中心节能降碳技术（高效系统集成技术）

（一）智能微模块技术

1.技术适用范围

适用于中小数据中心基础设施。

2.技术原理及工艺

该技术采用模块化设计，将供配电、温控、机柜、通道、布线、监控等系统集成在一个模块内，并具体采用可提高数据中心能效的内部通过近端制冷、冷热隔离密闭通道、高效不间断电源（UPS）、智能优化温控系统等集成设计提高数据中心能效，实现智能化运维管理。其系统架构如图 1 所示。



图 1 智能微模块系统架构图

3.技术功能特性及指标

通过密闭通道隔离冷热气流提升制冷效率，实现自然冷源的

最大化利用，降低数据中心运营成本。

(1) 单个行级近端制冷模块可支持制冷量 65kW;

(2) 不间断电源 (UPS) 效率 99.1% (智能在线模式)。

4.应用案例

(1) 项目基本情况:

技术提供单位为华为数字能源技术有限公司，应用单位为天津臻云数据中心。该项目为新建项目，总建设规模 1200 个机柜。

(2) 主要技术改造内容:

项目采用模块化设计，工厂预制，现场快速安装，新建厂房替代机房楼，部署包含 3 层 36 个微模块，总共 1200 个机柜，36 台下送风空调，72 台列头柜，配套 UPS 等。项目建设周期 5 个月。

(3) 节能降碳效果及投资回收期:

项目节电率可达 20%，年综合节电量 630 万千瓦时，折合年节约标准煤 1953 吨，减少二氧化碳排放 5195.0 吨。投资额为 2 亿元，投资回收期为 3 年。

(二) 模块化微型一体机技术

1.技术适用范围

适用于小型数据中心基础设施。

2.技术原理及工艺

该技术采用模块化设计，将制冷模块、智能供配电模块、储能模块、监控模块等融合为一体，单一模块即是功能完整数据机房，并提供支持无人值守的智能化集中监控和可视化管理。技术路线如图 2 所示。

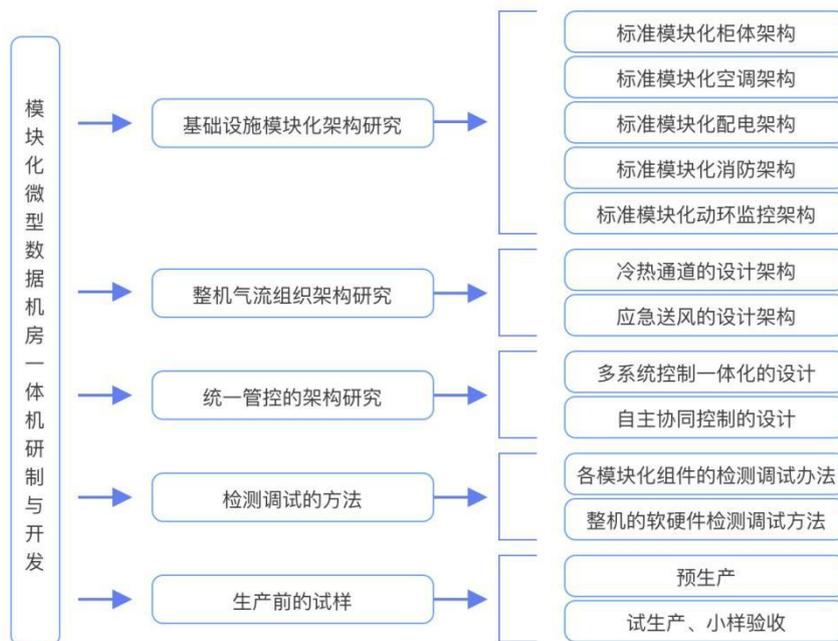


图 2 模块化微型一体机技术路线图

3.技术功能特性及指标

通过直膨式风冷和自然冷却双冷源自动切换，节电 45%以上；
通过模块化设计，节省占地空间 50%以上，

- (1) 制冷模块全年能效比 (AEER) ≥ 6 ;
- (2) 动环采集主机防菌等级 0 级 (无霉菌生长);
- (3) 脉冲磁场抗扰度: A 级。

4.应用案例

- (1) 项目基本情况:

技术提供单位为浙江德塔森特数据技术有限公司, 应用单位为北仑公安分局辖区内部分基层派出所。该区域通信机房普遍建成时间长, 设备老旧, 主要耗能种类为电, 电能利用效率 (PUE) 高达 2.2。

- (2) 主要技术改造内容:

采用 5 套模块化微型数据机房八联机进行组装。项目改造周期 15 天。

- (3) 节能降碳效果及投资回收期:

经测试, 年综合电能利用效率 (PUE) 可低于 1.15, 每年可节约电量 73.6 万千瓦时, 折合年节约标准煤 228.2 吨, 减少二氧化碳排放 607.0 吨。投资额为 15.4 万元, 投资回收期为 2.6 年。

（三）预制式智能模块技术

1.技术适用范围

适用于数据中心基础设施。

2.技术原理及工艺

该技术由密闭冷通道、机架式模块化不间断电源（UPS）、全变频自然冷却等技术组成，通过预制方式形成模块化数据中心。机架式模块化不间断电源（UPS）技术可依据实际负载情况智能控制功率模块工作状态。全变频柔性制冷技术可根据室外温度智能切换混合节能模式或自然冷模式。技术原理如图 3 所示。

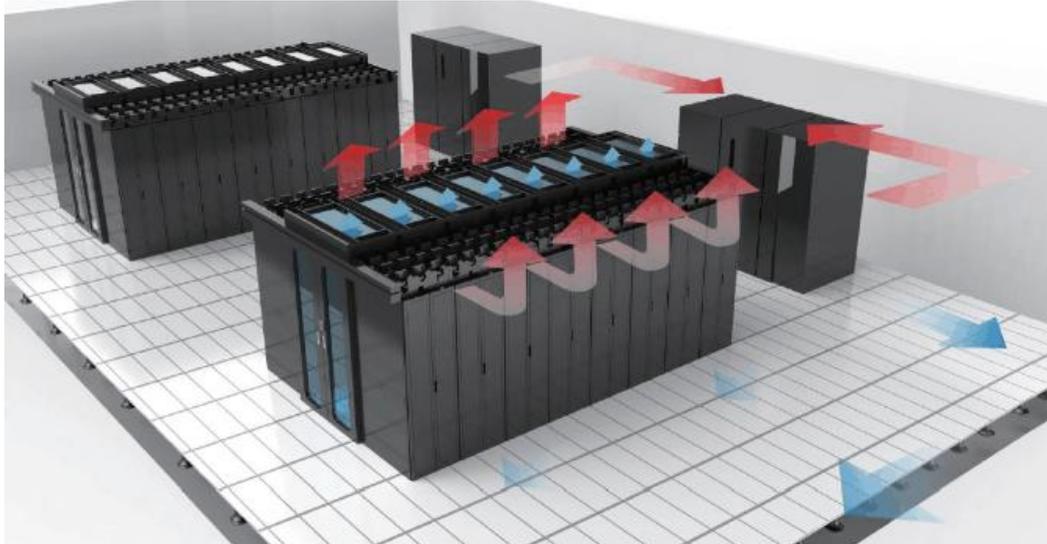


图 3 预制式智能模块技术原理图

3.技术功能特性及指标

采用模块化部署，可实现多种制冷方案；利用集中监控技术可同时监控超过 10 万个数据中心微模块系统。

（1）显热比 100%；

（2）可支持机柜功率密度 15kW。

4.应用案例

(1) 项目基本情况:

技术提供单位为深圳市英威腾网能技术有限公司，应用单位为百度飞桨（江西）人工智能赋能服务平台数据中心。该项目为新建项目。建设“产控智算”人工智能云算力中心，为国企、政务系统等数字化转型升级提供云智一体的解决方案，预计满载算力可达 300P。

(2) 主要技术改造内容:

部署共五套双排微模块，建设 5 千瓦的 IT 柜 115 个，40 千瓦行间空调 18 台，5 套精密列头柜，配套 5 套微模块控制系统及集中监控系统。项目建设周期 45 天。

(3) 节能降碳效果及投资回收期:

经测算，电能利用效率(PUE)低至 1.19，年综合节电量 124.9 万千瓦时，折合年节约标准煤 387.2 吨，减少二氧化碳排放 1030.0 吨。投资额为 198 万元，投资回收期为 1.6 年。

（四）数据中心预制模块化技术

1.技术适用范围

适用于机房、机电同步建设数据中心。

2.技术原理及工艺

该技术采用工程预制化、产品模块化设计理念，将供配电、制冷、机柜、管理等子系统集成在一定尺寸的箱体模块内，模块在工厂完成生产及测试，整体运到现场后进行拼装。系统结构如图 4 所示。



图 4 数据中心预制模块系统结构图

3.技术功能特性及指标

通过智能管理手段，实时监控数据中心运行状态，提升数据中心智能化管理水平。

- （1）可实现千柜数据中心交付时间 6 个月；

(2) 可提升机房面积利用率 15%;

(3) 制冷负载系数 (CLF) < 0.015 (风侧间接蒸发冷却);

(4) 供配电链路效率 ≤ 97.8%。

4.应用案例

(1) 项目基本情况:

技术提供单位为华为数字能源技术有限公司, 东莞华为云数据中心。该项目为新建项目, 占地面积 725450 平方米, 计划部署 8000 机柜, 设备总功率容量 80 兆瓦。

(2) 主要技术改造内容:

采用预制模块化数据中心方案, 部署 189 个预制模块, 共容纳 3000 机柜, 拼装组成一期机房。项目建设周期 6 个月。

(3) 节能降碳效果及投资回收期:

经测算, 年综合电能利用效率 (PUE) 低至 1.28, 年综合节电量 6067 万千瓦时, 折合年节约标准煤 1.9 万吨, 减少二氧化碳排放 5.1 万吨。投资额为 30 亿元, 投资回收期为 6 年。

（五）风冷、液冷整体机房模块技术

1.技术适用范围

适用于大中型互联网数据中心、智算中心等。

2.技术原理及工艺

该技术采用智能化电源、冷电联动、冷板式液冷、智能化运维管理、模块化设计、预制化集成等技术，形成包括供配电系统、制冷系统、监控管理系统、机柜及封闭通道等系统的风冷、液冷整体机房模块。机房结构如图 5 所示。

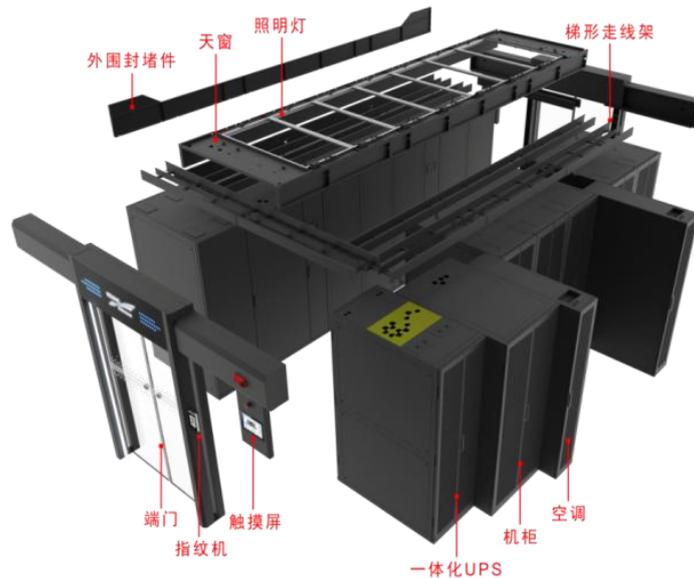


图 5 风冷、液冷整体机房结构图

3.技术功能特性及指标

可将不间断电源保持在较高的工作效率，并实现监控平台的自适应控制。

- (1) 模块化电源系统效率 $> 97\%$ (负载率 $> 80\%$) ;
- (2) 综合监控系统可降低电能比 $0.08\sim 0.12$ 。

4.应用案例

(1) 项目基本情况:

技术提供单位为科华数据股份有限公司，应用单位为广州科云数据中心。该项目为新建项目，设计机柜数量 2000 台，单柜负载 6.50 千瓦。

(2) 主要技术改造内容:

采用微模块数据中心技术进行建设，部署 20 套微模块，机柜数量达 2000 台。项目建设周期 9 个月。

(3) 节能降碳效果及投资回收期:

电能利用效率 (PUE) 为 1.23，年节电量为 3074 万千瓦时，折合年节约标准煤 9529.4 吨，减少二氧化碳排放 2.5 万吨。投资额为 2 亿元，投资回收期约 7 年。

(六) 智能微型模块化技术

1.技术适用范围

适用于数据中心基础设施。

2.技术原理及工艺

该技术采用模块化及封闭冷/热通道设计，集成高效供配电系统、全变频氟泵制冷系统、综合布线系统、动环监控系统、消防联动系统等子系统。各子系统可无缝衔接，具备按需扩展的复制能力，通过动力环境监控系统实现统一监管。技术原理如图 6 所示。

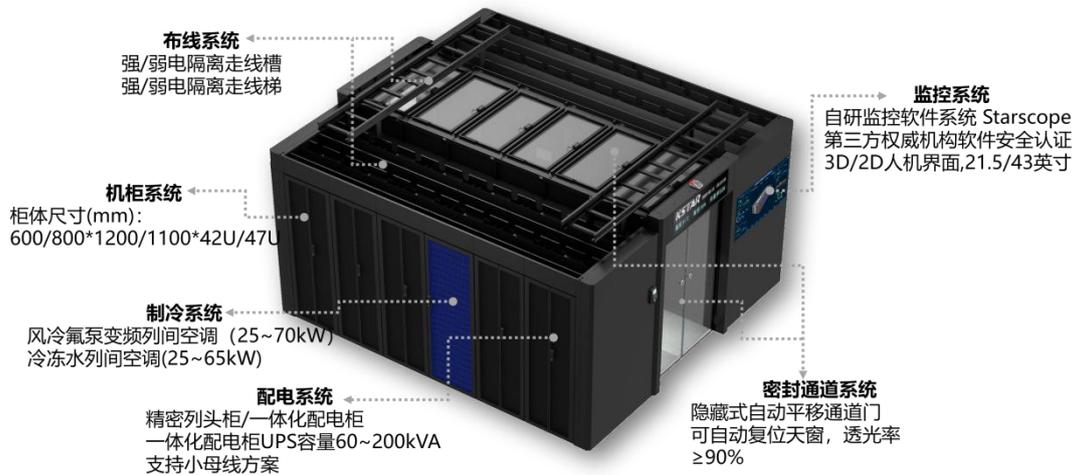


图 6 智能微型模块化技术原理图

3.技术功能特性及指标

采用冷热气流隔离设计，并可实现三种模式间自动切换，高效利用自然冷源。

(1) 供电子系统效率（双变换模式） $\leq 97.1\%$;

(2) 供电子系统效率（高级经济模式） $\leq 99\%$;

(3) 供电负载系数 (PLF) 0.01。

4.应用案例

(1) 项目基本情况:

技术提供单位为深圳科士达科技股份有限公司, 应用单位为攀西大数据中心。该项目为新建项目。建筑总面积为 4400 平方米, 共 165 个机柜, 为数据中心建设相应配电系统合冷却系统。

(2) 主要技术改造内容:

部署 5 套 IDM 冷通道系统, 2100 千伏安 UPS 总装机容量系统、600 节 750 瓦高倍率铅酸蓄电池、11 套房间级氟泵精密空调, 配套动环监控系统及精密配电系统。实施周期 1 个月。

(3) 节能降碳效果及投资回收期:

经测算, 电能利用效率 (PUE) 低至 1.21, 年综合节电量 345.6 万千瓦时, 折合年节约标准煤 1071.4 吨, 减少二氧化碳排放 2849.9 吨。投资额为 1400 万元, 投资回收期为 8 个月。