

## 附件

# 《国家通信业节能技术产品应用指南与案例（2021）》之五 ——绿色数据中心智能控制及绿色运维管理技术产品

## （一）AI 能源管理系统

### 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

AI 能源管理系统包含互联网+能源管控平台和 AI 能源控制器。云平台进行相关数据的汇总显示及设备的远程控制，使系统可根据环境状态独立调整设备的运行情况，达到分时分区控制的效果，实现自动气候补偿，按需供能，在保证用能需求的前提下实现节能减排的目标。能够在原能源系统的基础上再降低 20%~30%的能耗。工作原理如图 1 所示。

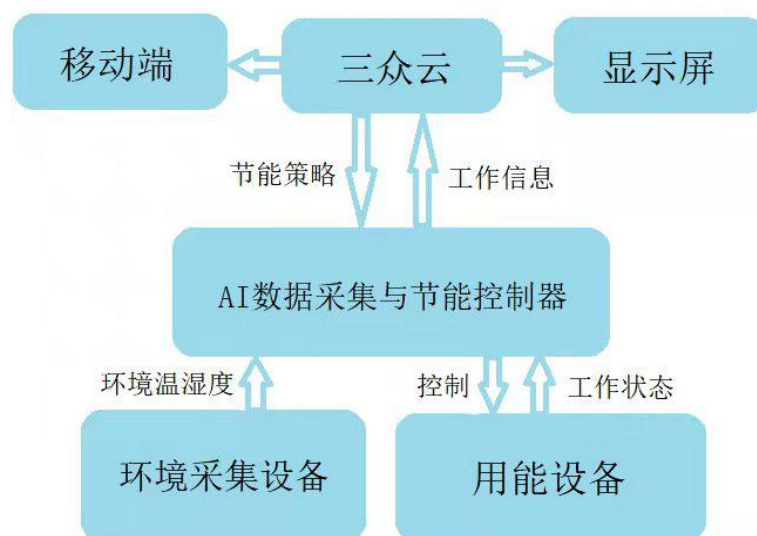


图 1 工作原理图

### **3. 技术指标**

节电率 > 20%。

### **4. 技术功能特性**

- (1) 环境温度采集，检测供冷（暖）质量。
- (2) 故障预警，定位故障位置。
- (3) 云平台数据存储与远程控制。
- (4) 选择不同的节能模式。

### **5. 应用案例**

某空调冷却机房项目，技术提供单位为北京合创三众能源科技股份有限公司。

#### **(1) 用户情况简单说明**

工程所在建筑总面积约 21 万平方米。本项目夏季空调制冷由超高层地下二层供冷机房提供冷源。供冷机房水冷空调系统由 4 台开利离心式冷水机组组成，配有冷却水泵 6 台，冷却塔 7 台 14 个风扇，空调侧冷冻水泵 12 台。

#### **(2) 实施内容及周期**

安装 AI 能源控制器，以制冷用能设备群控及室内末端供冷、供暖需求回馈控制方式，冷远侧以最低的电能消耗实现室内供冷和供暖需求。建设周期 2 个月。

#### **(3) 节能减排效果及投资回收期**

改造完成后，相较于原有的供冷模式，每年节电率 30% 左右。建设投入由建设公司支付，采用合同能源管理节能效益分享模式，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 30%。

## (二) AIoT 数据中心垂直制冷能效控制系统

### 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

人工智能物联网（AIoT）数据中心垂直制冷能效控制系统结合制冷系统的机电特性内置多项专利控制算法，包括制冷主机最佳供水温度控制算法、制冷主机高效区控制算法、冷冻水最优阻抗控制算法、冷却水回水温度最优控制算法、水冷精密空调最佳送风温度动态控制算法、水冷精密空调最佳循环风量控制算法等，使数据中心制冷系统效率最高、能耗最低。系统架构图如图 2 所示。



### 3.技术指标

(1) 采集精度：监控测点并发处理数 > 500 万，故障精准定位 < 2 秒，复杂报表查询 < 5 秒。

(2) 温湿度控制精度：±0.2℃。

(3) 节能指标：实现系统整体年节电率 15%~30%，电能使用效率（PUE）降低 5%~15%。

(4) 可靠性指标：安全保障功能提升系统运行可靠性 50%。

(5) 全地域、季节、工况运行。

#### **4.技术功能特性**

(1) 实现数据中心制冷系统整体、完整监控，颠覆原数据中心制冷系统动环与群控系统各自分立的监测方式，将冷冻站监控、末端精密空调监控、机房环境监控及计量全部垂直打通链接。

(2) 利用物联网（IoT）技术，实现超大数据吞吐量、高数据收发实时性、低控制时延，数据采集密度高、颗粒度小、仿真精度高的效果。

(3) 采用专利智能控制算法叠加基于规则的 AI 技术，节电效果显著，较传统弱电监控架构下的数据中心制冷系统可实现 15%~30%的节电率。

#### **5.应用案例**

北京某数据中心空调节能改造项目，技术提供单位为北京嘉木科瑞科技有限公司。

(1) 用户情况简单说明

该数据中心设有 53 个服务器模块间，将近 1 万个服务器机柜。东、西两个冷冻站，末端一共 353 台精密空调。冷源总额定制冷量 8000 冷吨。

(2) 实施内容及周期

通过建立 AIoT 节能管控系统，提高设备运行效率，节约空调系统运行能耗；优化空调系统运行模式，节约制冷主机能耗；完善空调电量计量系统，通过有效数据分析，发掘更大的节能空间；内置空调自动化管理功能和设备故障预诊断功能，提高空调系统运行的安全性和稳定性。实施周期 3 个月。

### **(3) 节能减排效果及投资回收期**

空调系统改造前基础能耗 2512 万千瓦时，改造后实现年整体节电率达 25%，年节电 628 万千瓦时，年节约电费 427 万元。投资回收期 1.92 年。

## **6. 未来推广前景**

预计未来 5 年市场占有率可达到 30%。

## **(三) “5H” 数据中心冷源系统技术——“5H” 数据中心冷源系统**

### **1. 适用范围**

适用于新建数据中心。

### **2. 技术原理及工艺**

通过研究制冷系统、大蓄冷系统、负载及自然环境等因素的相互作用关系，基于 AI 技术及建筑自控 (BA) 系统搭建数据中心全局节能控制系统，通过大蓄冷系统的冷源保障，一是提高冷冻水系统的供回水温度，延长板换运行时长；二是调节冷机的运行负荷，使冷机一直处于效率最高点，同时通过峰谷电价差降低系统运行费用。工作原理如图 3 所示。

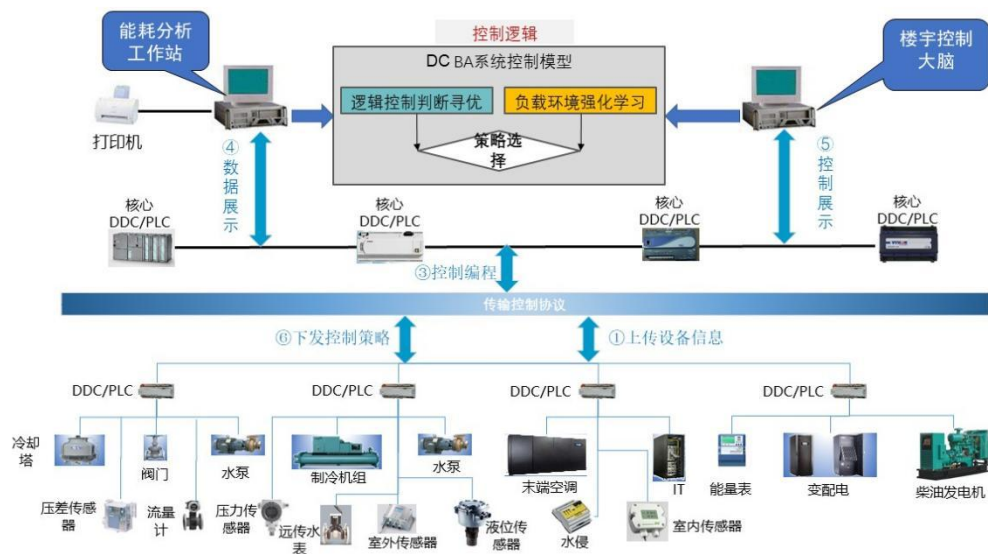


图 3 工作原理图

### 3.技术指标

- (1) 节能率：5%~8%。
- (2) 冷机性能系数（COP）：由 4 左右提升 25%~30%。
- (3) 系统运行能效比(EER)：由 3.5 左右提升 10%~15%。
- (4) 系统用水效率（WUE）：由 0.0042 降低 8%左右。

### 4.技术功能特性

#### (1) 高水温

充分的应急冷源灾备冗余保障，可适度提高末端供回水温度。

#### (2) 高能效

基于 AI 技术与大蓄冷系统调蓄控制，可保证冷机以及冷源系统全工况高 COP 运行。

#### (3) 高自然冷源利用时长

白天放冷、夜间机械蓄冷+自然冷却以及高冷冻侧供回水温度，延长自然冷却时长和自然冷源利用时长。

#### （4）高可靠性

提供 2 小时以上的应急冷源灾备保证和数据中心半个月以上备用水源，避免低负荷时离心机喘振或频繁起停，预测并提供系统以及设备安全隐患和排除手段。

#### （5）高智能化

本系统采用 AI 技术、计算流体力学（CFD）技术以及大数据分析技术，实现高智能化控制、高可视化监管和高数字化管理。

### 5.应用案例

哈尔滨某数据中心工程项目，技术提供单位为北京英特能源技术有限公司。

#### （1）用户情况简单说明

本项目空调系统配置 2+1 套制冷单元的一次泵系统。由于自控系统的自动化程度低、蓄冷系统只做应急灾备用等，致使空调系统的冷冻水供水温度偏低，板换应用时长偏短，系统运行效率低，项目的既定目标为空调系统相对节能 10% 以上，使制冷系统运行能效比（EER）提升 15% 以上。

#### （2）实施内容及周期

采用该系统进行全局供冷调控。实施周期 3 个月。

#### （3）节能减排效果及投资回收期

每日可节电 7000 多千瓦时以上，空调系统节能率达到 13% 以上，系统运行效率提升 20% 以上，年节约总电量 255.5

万千瓦时。电费以 0.4 元/千瓦时计算，每年可节约电费 102.2 万元。投资回收期 3~5 年。

## **6.未来推广前景**

预计未来 5 年市场占有率可达到 30%以上。

### **(四) 数据中心电力管控系统节能技术—数据中心电力管控系统**

#### **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**

通过控制两组逆变桥调制脉冲的相位，使两组逆变桥输出电流中的高频纹波分量相位相互交错 180 度，叠加后相互抵消，总输出电流的纹波显著降低。该技术使补偿电流发生器摆脱了纹波电流的制约，还可以进行动态无功补偿，三相不平衡补偿，实现谐波、无功综合治理，减少电能的浪费，达到美国信息技术工业协会（ITIC）曲线标准。保证电路、芯片等安全，防止宕机、跳闸、起火等事故。工作原理如图 4 所示。



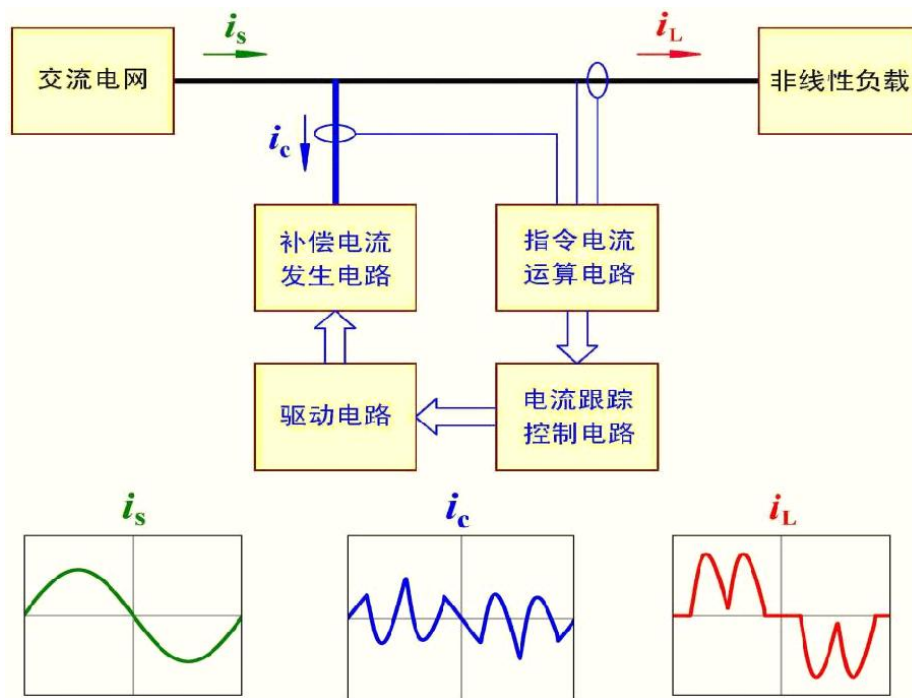


图 4 数据中心电力管控系统节能技术工作原理图

### 3. 技术指标

- (1) 治理能力 > 99%。
- (2) 电流谐波畸变率  $\leq 8\%$ ；功率因数  $\geq 0.99$ 。
- (3) 输电电流值：降低 20%。
- (4) 有功功率损耗  $\leq 3\%$  的额定补偿容量。

### 4. 技术功能特性

(1) 应用纹波交错对消变流器，提高集群电子设备 CPU 计算能力，达到国际电子应用的 ITIC 曲线标准，系统性解决 CPU 运行安全与降耗效能（即可靠性）问题，协助数据中心实现电能使用效率（PUE）值  $\leq 1.3$  的目标。

(2) 采用数据中心基础设施管理逻辑进行容量监控、路径管理，消除非必要耗能，提高数据中心高效能运行，并根据需要对电力载波进行抑制。

(3) 采用配置管理逻辑，自动识别能耗管理指标，精

准判断单一设备故障状况。同时对潜藏式攻击具有判断管理能力。

(4) 通过能耗的流程管理，采用分散控制系统对数据中心进行基础性电力管控，在确保节能降耗的同时保障设备与整体架构的可靠性。

(5) 多模块并机设备具有冗余控制功能，在部分单元故障时，负荷自动重新分配至正常单元，保证节能治理效果。

## **5.应用案例**

某银行某分行节能技术改造项目，技术提供单位为北京中大科慧科技发展有限公司。

### **(1) 用户情况简单说明**

用户由 A、B 两路组成，数据中心电力管控系统投入之前电流谐波畸变率 76.6%，功率因数为 0.74，存在较大的无功损耗。

### **(2) 实施内容及周期**

勘查安装空间，编制实施方案，安装人员与测试人员进场等。安装周期 1 周。

### **(3) 节能减排效果及投资回收期**

改造完成后，设备故障率明显降低，电流谐波由 76.6% 下降为 7%，功率因数由 0.74 提升到 0.99 以上，无功损耗大大降低，每年节电量 20.34 万千瓦时，节电率约为 33%。投资回收期为 36 个月（仅节约的电费）。

## **6.未来推广前景**

预计未来 5 年市场占有率可达到 70%。

## (五) 数据中心空调靶向调控节能系统

### 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

系统由数据采集总线、节能控制总线、计量统计总线构成三总线架构，将空调系统设备端通过网络互连为一个整体，采用多参数协同判断的 PLC 控制器节能调节、内嵌不同控制算法及方式的控制软件，同时嵌入一体化节能控制与管理系系统，形成空调末端精密空调组合优化运行和各机柜冷量精细化分配与调控技术系统。系统架构如图 5 所示。



图 5 系统架构示意图

### 3. 技术指标

- (1) 节能指标：实现数据中心空调节电率 25%~30%。
- (2) 能源效率指标：数据中心电能使用效率（PUE）值

可降低 5%以上。

#### **4.技术功能特性**

(1) 按需靶向供冷：突破基于温度点的传统调控方法，将 IT 设备负载波动用于机房空调的实时调控，根据测量的机柜电流负载来改变供冷量。

(2) 高效运行：根据 IT 设备负载电流计算所需总冷量，实现送风风量和供水温度的最优搭配，提升空调系统能效。

(3) 安全稳定：实现靶向定位送风，改善气流组织分布，避免局部热点出现；实时检测冷通道压差与温度等信息，多参数实时反馈确保风量与冷量的充足性。

(4) 智慧运维：建立多数据中心监管平台，实现系统的多层次能耗监管与精细化节能跟踪控制。

#### **5.应用案例**

某数据中心机楼节能项目，技术提供单位为广州远正智能科技有限公司。

##### **(1) 用户情况简单说明**

某数据中心机楼的动环设备随着投产年限的增加，逐渐出现故障率增高、能效低等问题，机楼整体 PUE 在 1.63 左右，此外用电计量不完善、空调系统自动化控制程度低。

##### **(2) 实施内容及周期**

建成某数据中心机楼空调靶向调控节能系统，包括空调冷源能效优化控制系统、空调末端精细化管理控制系统、机房环境监控系统、机房气流组织优化系统、机楼可视化在线监测系统、能源监管平台共六个子系统。实施周期 5 个月。

### （3）节能减排效果及投资回收期

项目改造后，机楼电能使用效率（PUE）值由 1.63 降至 1.48，年节电量 218 万千瓦时，每年节电费用 140 万元。投资回收期为 3 年。

### 6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 10%。

## （六）Smart DC 低碳绿色数据中心解决方案 ——制冷系统智能控制系统

### 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

制冷系统智能控制系统核心原理是通过人工智能技术和大数据分析，找出决定数据中心 PUE 的数学模型，从而计算出各种环境下最佳制冷策略。该系统基于从整个数据中心采集的数据进行训练和推理，根据负载变化实时下发调节指令，可以做到系统级的能效最优，使数据中心电能使用效率（PUE）降低 8%~15%。工作原理如图 6 所示。



图 6 工作原理图

### 3.技术指标

电能使用效率 (PUE): 降低 8%~15%。

### 4.技术功能特性

(1) 数据采集: 采集冷冻站、末端空调及 IT 负载等系统的相关运行参数。

(2) 数据治理: 利用自动化治理工具, 对参数进行降维、降噪、清洗等处理。

(3) 特征工程: 利用数学工具, 对治理完成后的表格进行相关性分析, 找出与 PUE 相关的关键参数, 含控制因子、环境因子及过程因子。

(4) 模型训练: 利用深度神经网络 (DNN) 算法, 训练出 PUE 模型 (预测精度要求不低于 99.5%, 误差不超过 0.005)。

(5) 推理决策: 将预测以及决策模型发布到集控系统中, 以在线给出可以调优的决策模型。

### 5.应用案例

廊坊某云数据中心, 技术提供单位为华为技术有限公司。

### (1) 用户情况简单说明

廊坊某云数据中心，共 4000 个机柜，单机柜平均功率 8 千瓦，负载率为 70%。

### (2) 实施内容及周期

全部部署了制冷系统智能控制系统，实施周期为 4 个月。

### (3) 节能减排效果及投资回收期

改造完成后，相较于原制冷系统，数据中心 PUE 值明显下降，PUE 由 1.42 降低到 1.25，年节省电量 3336 万千瓦时。投资回报期为 1.5 年。

## 6. 未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 35%。

## (七) 节能型智慧数据中心基础设施解决方案

### ——微模块综合监控系统

#### 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

前馈控制技术根据机柜负载，匹配空调输出冷量，提前发出指令控制空调最优冷量输出，改善空调对负载温度感知滞后的情况；温度自适应技术实时响应负载变化，快速调整空调输出，降低出风温度波动幅度，并适当提高运行温度，降低电能使用效率 (PUE)；热点追踪技术通过三维温度云图判断系统热点位置，调整空调风场和冷量输出策略，消除系统热点。监控系统如图 7 所示。



图 7 监控系统图

### 3.技术指标

电能使用效率（PUE）降低 0.08~0.12。

### 4.技术功能特性

（1）弥补空调不能读取机柜负载容量的弊端，改善空调对负载温度感知滞后的情况。

（2）减少空调频繁启停，出风温度波动幅度由 8%降为 3%。

（3）空调定点送风，有利于消除机房热点，减少系统的无效制冷量。

### 5.应用案例

广州某数据中心项目，技术提供单位为科华数据股份有限公司。

（1）用户情况简单说明



广州某数据中心项目,总投资约 5 亿元,建设面积约 6500 平方米,2016 年 10 月下旬投入运行使用。

### (2) 实施内容及周期

该项目采用 120 套微模块,包括 2000 套机柜,单柜负载为 6.5 千瓦,IT 总负载为 13000 千瓦。实施周期为 4 年。

### (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 8916.8 万元。投资回报期为 2.1 年。

## 6. 未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 20%。

## (八) 智能温控技术——智能温控系统

### 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

采用智慧能源管理系统+远程数据中心+共享维保中心开展运维型电采暖,可有效提高校园、工业园区、公共建筑区域电采暖能效,并降低设备维护成本,建立“远程数据中心”对数据进行处理、分析、展示和发布。通过 AI 智能分析共享各种数据,在确保温度舒适的前提下有效节能达 30%。工作原理如图 8 所示。



图 8 工作原理图

### 3.技术指标

- (1) 能实现远程监管操控。
- (2) 温度曲线记录。
- (3) 能耗数据记录。
- (4) GPRS 定位功能。
- (5) 分级监测：运维管理端、国家电网端、终端用户端。
- (6) 运行信息管理功能（项目信息、设备信息、运维信息）。
- (7) 大型公建或楼宇建筑的信息管理。

### 4.应用案例

某改造项目，技术提供单位为辽宁省鑫源温控技术有限公司。

- (1) 用户情况简单说明

某项目建筑面积 10000 平方米。

- (2) 实施内容及周期

各房间配置漏电保护器，每层楼、每幢房安有总控电源

箱，每个房间都安有远程温度控制器，室温设计值 20~22℃。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，在温度达到要求的情况下，运行费用降低了 12.8 万元。投资回收期 4~5 年。

## 6.未来推广前景

预计未来市场占有率可达到 50%以上。

## （九）数据中心冷却系统智能控制技术

### 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

数据中心冷却系统智能控制技术通过采集环境温湿度、分项电量和制冷设备工况数据，利用 AI 和大数据技术进行时序分析，预测机房各温区变化趋势以及冷量需求曲线；针对冷站和末端空调运行状况联合建模，计算全局能效最优输出参数，实现制冷设备节能；通过现网动环监控系统、群控系统或物联网关进行冷却系统自动调节。工作原理如图 9 所示。

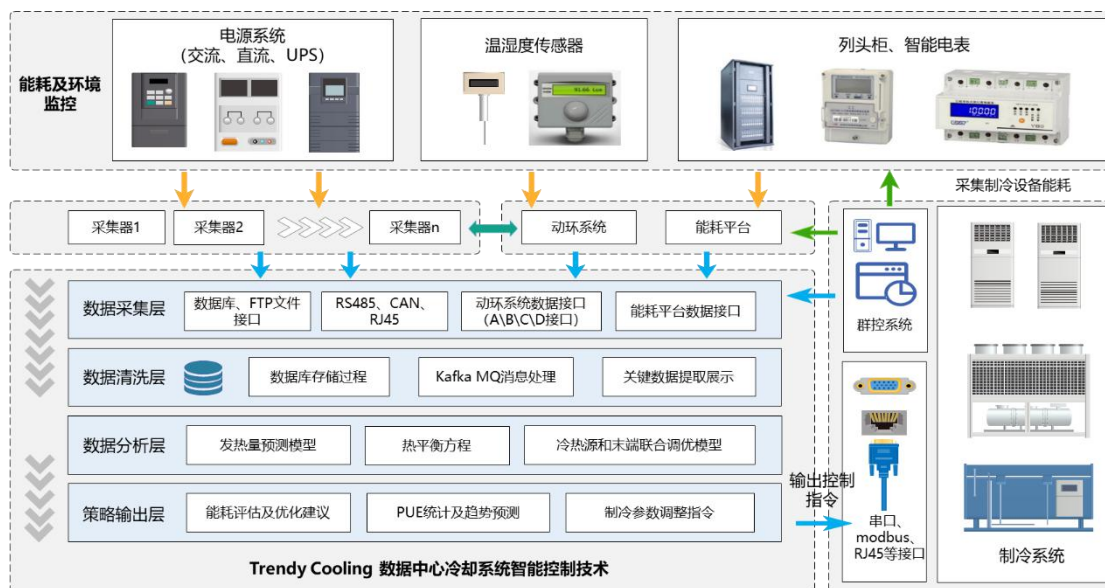


图 9 工作原理图

### 3.技术指标

- (1) 针对空调末端设备实施，综合节能率不低于 25%。
- (2) 针对冷站实施，综合节能率不低于 15%。
- (3) 单节点支持 500 万条/天以上量级的指标收集分析。
- (4) 最少只需 7 天数据完成建模。

### 4.技术功能特性

- (1) 基于历史数据预测室内发热量，消除冷量供应冗余，提高冷却系统运行效率。
- (2) 冷站和末端空调联合调优，平衡室内外设备功耗，整体降低冷却系统耗电量。
- (3) 支持 7×24 小时无人值守自动控制，同时支持生成策略指导人工调节。
- (4) 程序动态调整参数，无须进行冷却系统设备改造，实施周期短、风险低。
- (5) 支持云化部署、云边协同架构。

(6) 可与传统节能改造实施相结合，提升节能效果。

## **5.应用案例**

江苏某数据中心机房精密空调 AI 节能项目，技术提供单位为南京群顶科技有限公司。

### **(1) 用户情况简单说明**

江苏某数据中心机房，安装有 312 个机柜和 IT 设备，配套 12 台风冷末端精密空调，存在热量分布不均、局部热点以及制冷量过多、电能使用效率（PUE）偏高等问题，空调全年耗电约 137.6 万千瓦时，PUE 约 1.6。

### **(2) 实施内容及周期**

采用数据中心冷却系统智能控制技术对全部精密空调运行状态进行建模分析，针对室内温度变化趋势，推理最优参数并且自动下发控制。实施周期 1.5 个月。

(3) 节能减排效果及投资回收期实施前后通过挂表分别计量 IT 和制冷耗电量，实施后 IT 耗电量未发生明显变化，精密空调耗电明显降低，日均耗电量从 3769.6 千瓦时降到 2752.7 千瓦时，PUE 降至 1.43。年节电 32.52 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，节能改造市场规模在 1 万台以上。

## **(十) 机房环境参数测量分析及 AI 节能优化技术**

### **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

以机器人自动收集数据中心能效相关的环境和设备运行数据，进行数据提炼；结合数据中心绿色实践理论及制冷系统运行优化专业知识，建立数据中心气流和能效预测模型，据此设计持续优化机器学习模型与算法；通过模型训练提炼实施机房气流组织优化、制冷系统的最优调整控制策略，并对策略结果预分析，在保证安全的前提下节能。机器人自动采集如图 10 所示。



图 10 机器人自动化采集示意图

## 3.技术指标

- (1) 节能率：15%~40%。
- (2) 采集每个机柜温度数据 14 个，湿度数据 6 个。
- (3) 采集每块出风地板风速 3 个，出风温度 3 个。
- (4) 采集数据快且准，机柜一侧温/湿度测量达到 3 秒以内。

#### 4.技术功能特性

(1) 支持快速批量化采集海量数据，且改造实施轻量化，不影响数据中心业务。

(2) 实施周期短，相较于传统节能改造动辄数月的实施周期，仅需 1~2 周即可完成。

(3) 基于大量实测数据和数据中心能耗模型，自动生成三维温度云图、湿度分布图以及出风地板风量图。

(4) AI 节能平台具备机器学习优化策略模型和预测模型。

#### 5.应用案例

江苏某数据中心节能优化项目，技术提供单位为**上海允登信息科技有限公司**。

##### (1) 用户情况简单说明

机房总面积 720 平方米，出风方式为机柜内地板下出风，17 排机柜，共有 309 个机柜，IT 设备耗电量为 232.5 千瓦。原有空调 12 台，空调平均能耗为 143.2 千瓦，电能使用效率（PUE）为 1.62。

##### (2) 实施内容及周期

某机房进行节能优化改造，工作主要包括以下内容：机器人数据采集、数据处理、热点与气流分析、模型计算、通风地板和挡板调整以及精密空调系统的调整设置。实施周期 1 周。

##### (3) 节能减排效果及投资回收期

据电表统计，优化改造后年节电 39.5 万千瓦时，制冷

系统节电率 28%。投资回报期为 0.77 年。

## 6.未来推广前景

预计未来大型数据中心市场占有率可达到 50%以上。

# (十一) 数据中心空调系统智慧节能控制技术——数据中心智慧节能云平台

## 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

实时监控、采集设备运行参数，核对能效指标，在云端进行能耗分析并下发节能策略和节能任务，动态调节运行参数，使冷热负荷处于一个及时匹配的动态平衡上，优化机房运行工况，实现数据中心的节能和智慧云管理。工作原理如图 11 所示。

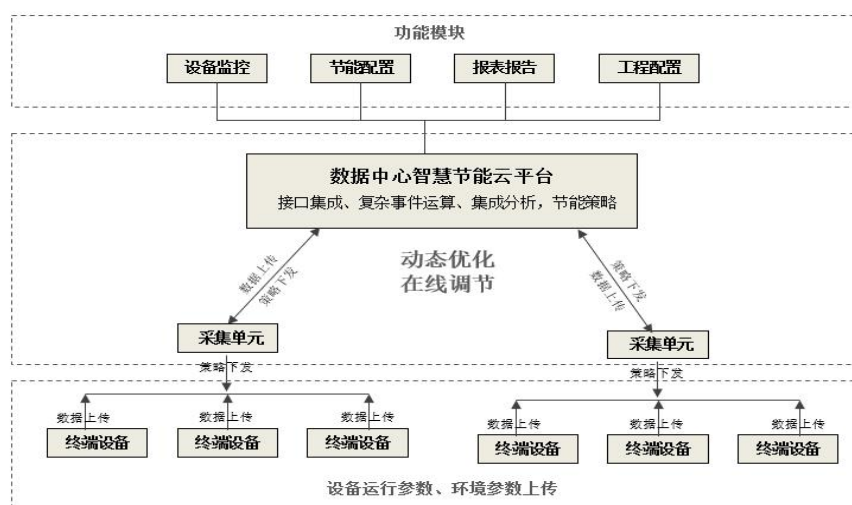


图 11 工作原理图



### 3.技术指标

- (1) 综合节电率（含 IT 设备能耗） $\geq 10\%$ 。
- (2) 站点接入量 $\geq 1$  万。
- (3) 设备接入量 $\geq 10$  万。
- (4) 历史数据存储时间 $\geq 5$  年。

### 4.技术功能特性

- (1) 支持合同能源管理。
- (2) 支持多租户的方式同时接入多个用户设备。
- (3) 一次建成，可大规模应用，节省建设成本。
- (4) 端到端监测，自动优化运行工况，降低能耗。

### 5.应用案例

某数据中心节能项目，技术提供单位为**深圳市共济科技股份有限公司**。

#### (1) 用户情况简单说明

湖南某地数据中心内安装有 1000+服务器机柜，数十套精密空调设备，整体负荷在 50%左右，数据中心内制冷量过剩，有热点现象。

#### (2) 实施内容及周期

安装节能及采集设备并搭建智慧节能云平台。实施周期 1 个月。

#### (3) 节能减排效果及投资回收期

改造完成后，相较于原有能耗设备，每年可节电约 560.15 万千瓦时以上，投资回报期为 1.16 年。

### 6.未来推广前景

预计未来 5 年市场占有率可达到 40%。

## (十二) 数据中心智能运维管理平台

### 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

通过本地监控系统实时监控汇总本数据中心基础设施，同时将实时运行数据及相关配置参数上传给云端平台，云端平台根据从全国各个数据中心收集到的数据做横向比较及汇算，基于贝叶斯分析算法，将整体运行策略及管理参数建议下发给各本地监控系统，本地监控系统将策略、建议等反馈给运维人员及动态调节设备运行。工作原理如图 12 所示。

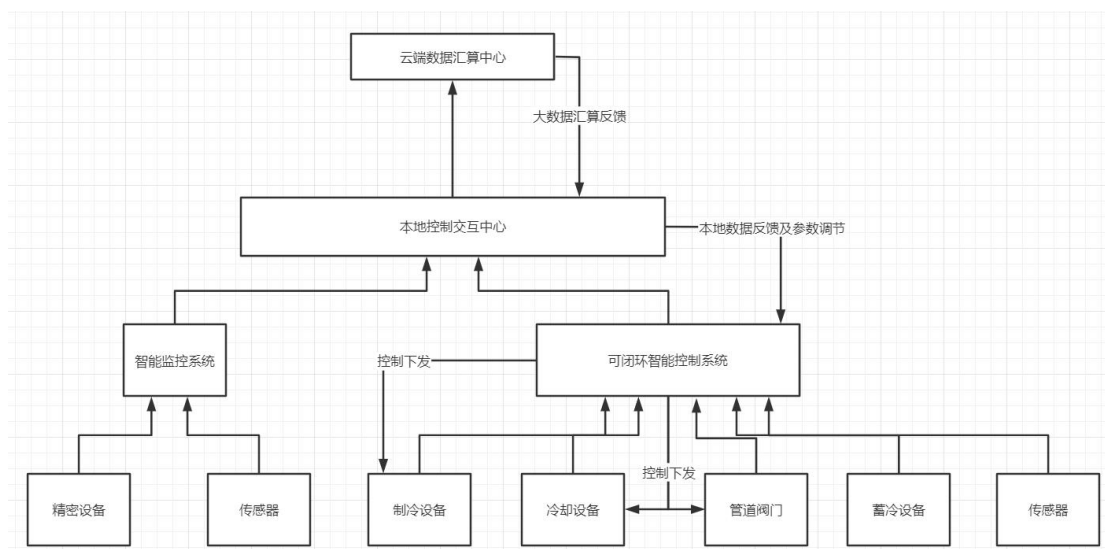


图 12 工作原理图

### 3. 技术指标

(1) 改造类节电率可达到 12%~30% 以上。

(2) 电能使用效率 (PUE) 下降 0.08 以上。

(3) 本地闭环控制响应时间 60 毫秒以内。

(4) 本地中心相应时间 300 毫秒以内。

(5) 云端数据汇总反馈周期为每天一次。

#### **4.技术功能特性**

(1) 减少现场驻场运维人数，部分小型机房可在无人值守情况下稳定、高效运行。

(2) 专家团队集中化，通过可视化对讲直接指导现场运维工作；同时集中化的团队，能减少跨专业问题带来的沟通成本。

(3) 大量的数据采集样本带来的大数据资源，成为节能减排工作的重要数据依据。

(4) 每级中心均可本地闭环工作，能够更高效、稳定地提供服务。

(5) 基于大数据分析，为后续新建数据中心的设计及建设工作提供了优化的依据。

#### **5.应用案例**

河北某数据中心项目，技术提供单位为**深圳市杭金鲲鹏数据有限公司**。

##### **(1) 用户情况简单说明**

河北某数据中心为新建数据中心，建设时间为 2018 年，机架数量约为 1000 架，设计容量 15000 千伏安，集中式冷水机组供冷。

##### **(2) 实施内容及周期**

初期即部署本系统，同时对机房动力环境、电力系统及制冷自动化系统进行监控；建设完毕后第一整年由本地系统进行动态策略控制，未接入云端平台参与大数据策略调整。实施周期 4 个月。

### **(3) 节能减排效果及投资回收期**

建设完毕后，整个数据中心第一整年平均 PUE 约在 1.38，第二年系统接入到云端数据中心；接入完成后，相较于原有的本地闭环动态控制策略，年平均 PUE 降至 1.29。第一年平均每台服务器单月用电量为 257 千瓦时（总电耗/服务器数量），第二年平均每台服务器单月用电量为 237 千瓦时，年节电 314.9 万千瓦时。第一年平均每台服务器单月用水量为 0.49 立方米（总水耗/服务器数量），第二年平均每台服务器单月用水量为 0.43 立方米，年节水 5160 立方米，年节水约 9400 立方米。投资回收期 3 个月。

## **6.未来推广前景**

预计未来 5 年，在大型数据中心市场占有率可达到 30%。

## **(十三) 数据中心电能效率优化及智能运维管理技术**

### **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**

以电能质量监测装置和各类表计搭建末端感知网，并基于 IP 化监控系统架构实现网络化接入。融合复杂事件引擎和优化策略算法等技术，实现供配电系统异常捕捉与定位，和

暖通系统的节能诊断与自动调控。通过对各系统数据的智能统筹管理，最终实现数据中心电能效率的整合优化。数据采集速率优化 25%~30%，系统告警收敛率达 99%，告警准确率达 100%。工作原理如图 13 所示。

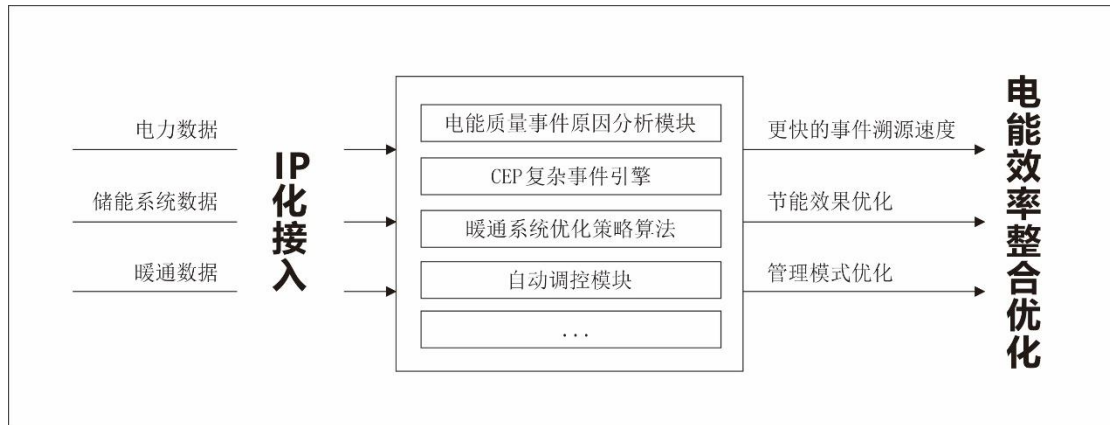


图 13 工作原理图

### 3.技术指标

- (1) 系统年可利用率  $\geq 99.99\%$ 。
- (2) 系统使用寿命  $> 10$  年。

### 4.技术功能特性

- (1) 系统支持无限点位容量的超大规模接入，目前单机接入最大规模达到 120 万点。
- (2) 系统告警收敛率达 99%，告警准确率达 100%。

### 5.应用案例

广东某数据中心项目，技术提供单位为深圳市中电电力技术股份有限公司。

#### (1) 用户情况简单说明

广东某数据中心，引入 2 路 10 千伏市电进线，2N 供电系统，设计容量 20 兆伏安；需对供配电系统、暖通系统等

系统进行监控和高效的智能化管理。

## **(2) 实施内容及周期**

部署 1 套可集群部署、一体交付的整体产品化数据中心监控系统解决方案（含告警收敛、蓄电池在线监测、暖通系统节能自控、电源一键顺控等多个功能），接入范围包括从 10 千伏市电进线到 400 伏低压柜的全供电链终端设备；采用 IP 化三层架构，全系统设备 IP 化率达 90%。实施周期 0.5 个月。

## **(3) 节能减排效果及投资回收期**

项目交付后，数据采集及处理速度提升约 30%，明显优化运维人员的管理体验和效率；异常事件处理效率提升约 30%；机房楼年节电 50.1 万千瓦时。投资回收期 3 年。

## **6. 未来推广前景**

预计未来 5 年，市场规模可达到 1000 套以上。

## **(十四) 数据中心预制化智能供配电与高效制冷技术**

### **——动态在线技术**

#### **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**

动态在线模式，结合 UPS 双变换模式的高可靠性与经济型（ECO）旁路直供的优势，为数据中心提供高达 99% 的运行效率。在市电正常稳定时，UPS 优先工作在视觉识别（VI）动态在线模式，逆变器实时动态在线，配合静态旁路上的电

能调制单元,当无功负载连接到 UPS 并且存在谐波或无功电流时,UPS 逆变器起到有源滤波器的作用来进行补偿,效率高达 99%。工作原理如图 14 所示。

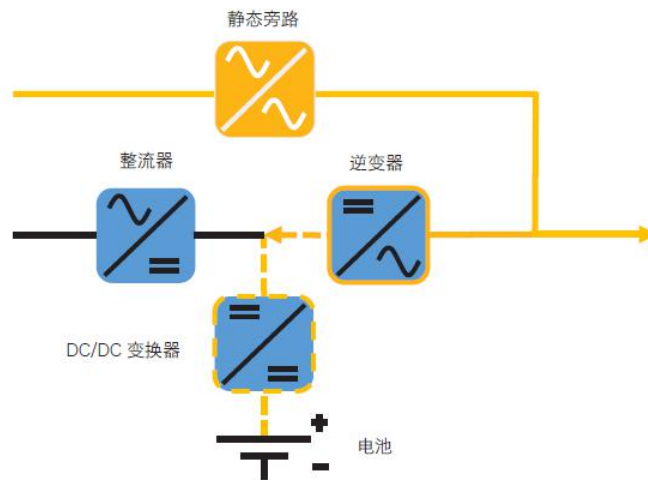


图 14 工作原理图

### 3.技术指标

- (1) 动态在线运行效率：99%。
- (2) 双变换切换时间：0 毫秒。
- (3) 供电质量：IEC 62040- I 类标准。

### 4.技术功能特性

- (1) 动态在线模式运行效率高达 99%。
- (2) 市电异常 0 毫秒切换到逆变供电。
- (3) 动态在线模式在输出 100%非线性负载时,UPS 旁路输入端电流谐波  $THDi\%=3\%$ , 输入功率因数为 0.995。

### 5.应用案例

深圳某银行数据中心项目,技术提供单位为维谛技术有限公司。

### (1) 用户情况简单说明

深圳某银行数据中心项目，为总行级数据中心，项目规划机柜 3000 柜，设计电能使用效率（PUE）<1.25。

### (2) 实施内容及周期

项目共使用 32 台采用动态在线技术的 600 千伏安 UPS。产品为 IT 负荷及精密空调实现连续供电。实施周期为 5 个月。

### (3) 节能减排效果及投资回收期

相较于传统双变换模式的工频 UPS，每台 600 千伏安，UPS 设备年节电 40 万千瓦时。投资回收期大概为 2 年。

## 6. 未来推广前景

预计未来 3 年市场占有率可达到 50%。

## (十五) 基于 AI 的基站/IDC 机房智慧节能系统

### 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

本技术产品基于 AI 和大数据技术，在云端基于机房 IT 负载、机房内外部环境数据、制冷设备运行状态等数据，通过相关性模型探索并结合专家经验训练机房制冷设备的最优设置模型，在边缘系统进行 AI 推理和控制策略自动和手动下发，实现数据中心的电能使用效率（PUE）最低，同时解决机房送风不平衡，局部热点和制冷冗余等问题。技术原理如图 15 所示。



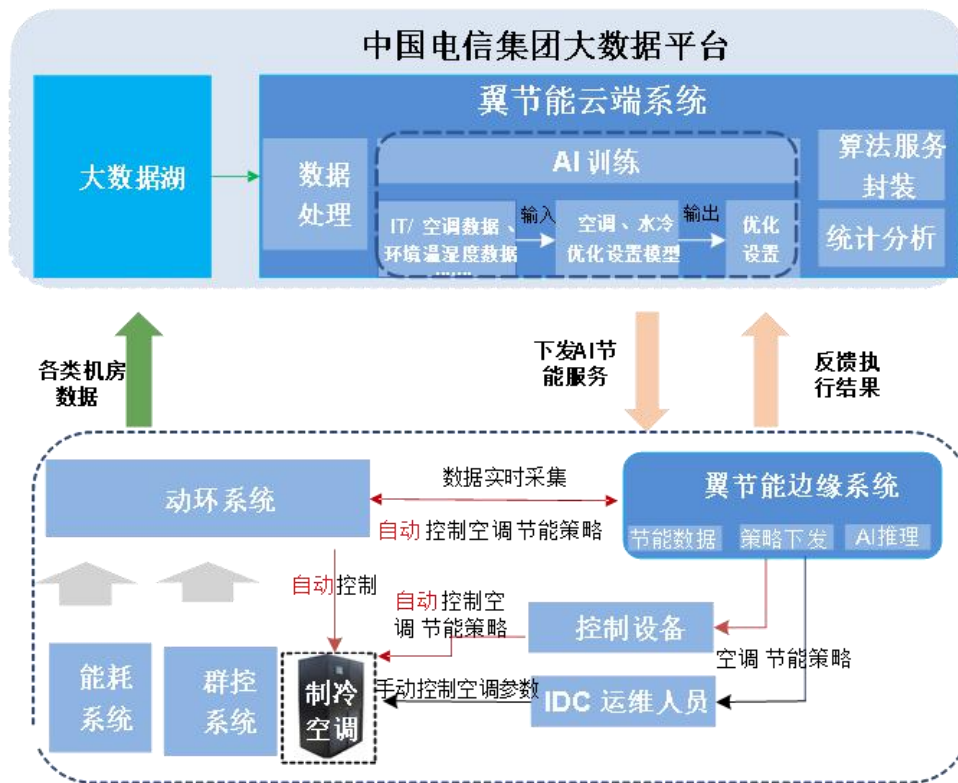


图 15 基于 AI 的机房智慧节能技术原理图

### 3. 技术指标

- (1) 单机房制冷节能率：20%~50%。
- (2) 数据中心总体节能率：5%~8%。
- (3) AI 算法（包括分类、预测等）总体准确率：95%以上。

### 4. 技术功能特性

(1) 云边协同架构设计，高效可靠，实现效益最大化：依托电信集团大数据平台统一部署翼节能云端系统，省端节点部署翼节能边缘系统，形成 1+N 节能网络，构建全国机房节能分级管理体系，可支持全网的机房制冷设备节能。

(2) 智慧节能分析，定制节能策略：AI 智能引擎定制模型计算，构建机房“画像”，生成个性化节能策略，实现

“千房千面、一站一策”。

(3) 自动控制技术，节省运维人力：基于 AI 的策略自动生成后，系统会通过一系列业务保障机制，实现对末端设备的运行参数的自动调控。

(4) 容器化运维部署，更加安全可靠：构建机房可视化支撑运维系统，对下实现高性能异构计算资源池的统一化调度管理，对上支撑边缘计算、大数据处理、AI 训练以及机房智慧节能系统等的托管运维。

(5) 实时监控告警预测，数据加密安全升级：提供实时监控、告警预测及异常处理功能，保障策略稳定执行；云边通信信道使用安全传输层协议（TLS）加密，保障数据安全一致。

## 5.应用案例

S 省某数据中心机房节能项目，技术提供单位为中国电信云网运营部（大数据和 AI 中心）及中国电信北京研究院。

### (1) 用户情况简单说明

S 省某数据中心 2015 年 5 月投入使用。占地面积 144 亩，基地规划 6 栋 IDC 网络机楼，目前已投用机楼 4 栋，包括 1 个 110 千伏变电站，1 个网管综合楼和 2 栋 IDC 机房楼。

### (2) 实施内容及周期

对机房进行补点实施，采集必要温湿度数据；对收集数据进行处理分析后生成 AI 训练模型；运行模型生成节能策略并自动下发实施。实施周期为 1 个月。

### (3) 节能减排效果及投资回收期

节能实施完成后，相较于节能前平均制冷节能率为 28%，日均节电 4928 千瓦时，年节电 179 万千瓦时，按照当地 0.55 元/千瓦时单价计算，年化节能收益为 98.45 万元。

## **6.未来推广前景**

预计未来 5 年市场占有率可达到 80%。

# **(十六) DCIM 数据中心智能管理系统**

## **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**

中兴通讯数据中心智能管理系统可以对数据中心基础设施及各个子系统模块进行管理配置，实现 365×24 小时的全面集中管理，及时发现设备隐患和故障以及环境风险，通过多重安全保障方法，保障机房信息化平台的安全运行。在此基础上，提供能效管理、容量管理、资产管理、可用性管理等增值业务，结合 AI 及机器人技术，提升数据中心的整体运维管理水平。功能架构如图 16 所示。



图 16 功能架构图

### 3.技术指标

(1) 测点规模：50 万测点，在分布式场景下可扩充至 200 万测点。

(2) 系统可靠性：数据中心基础设施管理系统（DCIM）可以连续稳定运行。在非人为退出系统的情况下，整个监控系统平均无故障工作时间应大于 20000 小时。

(3) 系统响应时间：系统界面响应时间小于 6 秒；系统启动时间小于 5 分钟；设备告警响应时间小于 6 秒。

### 4.技术功能特性

(1) 数据中心管理系统结合 AI 技术，节能 8%。

(2) 结合容量管理、资产管理、能效管理资源利用率提升 20%。

(3) 结合工单管理、巡检管理等功能，运维效率提升 50%。

### 5.应用案例

广东某互联网数据中心项目，技术提供单位为中兴通讯股份有限公司。

### (1) 用户情况简单说明

2020 年广东某互联网型数据中心一期交付。此数据中心包含数据中心基础设施、云平台、云存储系统和信息安全系统等内容。中兴通讯负责一期 1080 个机柜机电设备总承包工作，其中包括 DCIM 系统。

### (2) 实施内容及周期

DCIM 系统包括基础设施管理、能效管理、告警管理、权限管理等。整个项目实施周期 4.5 个月。

### (3) 节能减排效果及投资回收期

应用 DCIM 数据中心智能管理系统以及机器人巡检，实现在华南地区电能使用效率（PUE）低于 1.25，年节约电量 1000 多万千瓦时。

## 6. 未来推广前景

预计未来 5 年，大型数据中心市场占有率可达到 30%。

## (十七) 机房智慧节能管理系统

### 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

通过 IoT 技术进行数据采集，利用大数据技术实现能源效率和风险的实时诊断，通过 AI 技术使数据中心空调系统保持在最优状态运行，持续优化系统电能使用效率（PUE），为数据中心绿色发展保驾护航，产品架构图如图 17 所示。



图 17 产品架构图

### 3.技术指标

(1) 制冷能效因子 (CLF) 在 0.3~0.4 之间, 通过产品管理应用可提升 10%~20%。

(2) 系统整体二氧化碳排放量降低 5%~8%。

(3) 制冷系统能效在 3.0 左右, 通过平台运行可提升 20%~30%的效率。

### 4.技术功能特性

(1) 技术特点

①通过IoT技术进行运维大数据采集, 使统计对比功能具有良好的实用性和准确性。

②通过三维技术与数据中心系统和设备的结合实现数据中心能源可视化的展示功能, 使设备到系统数据呈现高准确性和高清晰度, 同时提高使用人员对现场的认知度。

③与AI技术相结合的机房智慧节能管理系统, 实现全年安全和节能策略优化, 提高能源使用效率。

## （2）技术创新

数据中心空调系统AI节能算法的建立；空调设备机器模型的搭建和训练；AI技术与现有运行系统的耦合。

## （3）指标基数

①数据中心PUE：全国数据中心平均PUE在1.6~1.8之间，本平台运行分析的结果可使整体PUE提升0.1以上，若经过管理改造可使整体PUE提升0.2以上。

② CLF：运行数值在0.43左右，通过平台运行可提升10%~20%。

③空调系统能效比：运行数值在2.5左右，通过平台运行可提升30%~40%。

④制冷系统能效比：运行数值在3.5左右，通过平台运行可提升20%~30%。

## 5.应用案例

北京某数据中心节能项目，技术提供单位为**中移系统集成有限公司**。

### （1）用户情况简单说明

北京某基地总建筑面积 99995.85 平方米，园区 2 栋楼 6B、7B 为 IDC 机房，包括 16 台冷却塔、4 台冷水机组、4 台冷冻水泵、4 台冷却水泵、36 间机房，改造前 PUE 为 1.688。

### （2）实施内容及周期

提供软件系统包括机房能源管理平台、冷机群控系统 & 末端空调智能控制系统；新增节能硬件设备板式换热器及智能采集器；提供硬件改造服务包括冷塔并联改造、冷冻泵/

冷却泵/冷却塔变频改造，并提供节能审计及节能优化服务。  
实施周期 6 个月。

### （3）节能减排效果及投资回收期

据电表统计，年节电近千万千瓦时，按 0.72 元/千瓦时计算，每年节省电费近 700 万元，投资回收期 3 年。

## **6.未来推广前景**

预计未来 5 年市场占有率可达到 15%。