

采用深度学习算法的冷热量管理系统

一、技术名称

采用深度学习算法的冷热量管理系统。

二、所属技术类型

绿色高效制冷技术

三、技术/产品简述

（一）技术概述

1. 系统原理

在保证室内舒适性的基础上，本系统不同于以人工经验为运行基础的传统模式，应用深度学习算法、大数据集群技术、建筑物联网技术、智能控制技术提升冷热站运行效率，并结合云服务与专家服务深度赋能冷热站运行管理。

2. 系统特点

高可靠：采用大数据集群架构，系统冗余设计，自动运行，可无人值守，降低冷热站运行管理难度。

高节能：采用深度学习节能算法，并建立能耗模型、进行负荷预测，准确高效控制冷热站工作负载，实现节能降费的目标。

稳舒适：云、边、端三层的系统方案，全面监测系统运行，实时调整运行方案，持续保障室内环境品质。

易运维：采用 workflow 引擎+云服务技术，自主监测运行状况、自主生成运维任务、自主派发工单，实现数字化运维管理。

易移植：基于工业级安全的开放性系统，可兼容多种协议，适配绝大多数厂家硬件，可便捷、广泛的应用于各类冷热量设施。

3. 创新点

系统架构创新：采用大数据集群架构，基于集群架构的群控实现，系统冗余设计，容错率高，出现故障自动优化运行方案，可无人值守。

节能算法创新：将深度学习算法应用在冷热站管理系统，并在实际项目中持续测试优化，结合末端冷热负荷数据+气象数据进行算法迭代，实现了良好的节能效果。

控制策略创新：基于大数据挖掘以及专家意见，建立冷热站能耗模型、负荷预测模型，并运用工业自动化技术设计的控制策略，提前规划冷热站控制方案，提升节能算法的节能效果。

系统功能创新：采用云、边、端三层架构，全面监测系统运行状况，运用 workflow 引擎，高效完成工单派发闭环管理工作。

数字化运维创新：开发了完善的电脑端、手机端系统，充分考虑本地运维、云端监控、移动管理等实际需求，一键查询数据资产、工作分配、运维情况。

4. 主要解决的问题

主要针对办公楼、学校、医院、商场、机关单位、工厂车间、数据机房、场馆等业态建筑中集中式空调系统，包含电制冷主机

(按压缩机分：螺杆机组、离心式机组、活塞式机组，按能源供给分：冷水机组、热泵机组)，吸收式主机(溴化锂机组等)，实现自动化、智能化的高效节能运行。

(二) 技术参数

1. 软件系统参数

系统查询响应速度：<1 秒；设备操作响应速度：<1 秒；其它交互功能反应速度：<2 秒。

最大接入点位(监测点、I/O 点位)：10000 个；系统任何操作不会出现延迟或延迟加载不高于 2 秒。

2. 设备运行参数范围

水泵变频：35~50Hz。

3. 主机冷冻侧的出水温度

7~12℃；冷却塔风机变频：35~50Hz。

4. 冷却塔台数控制

逼近温差控制在 0.5~2℃。

四、适用条件与限制条件

(一) 适用场所

办公楼、学校、医院、商场、机关单位、工厂车间、数据机房、场馆等。

(二) 设备类型

集中式空调系统，包含电制冷主机(按压缩机分：螺杆机组、离心式机组、活塞式机组，按能源供给分：冷水机组、热泵机组)，

吸收式主机（溴化锂机组等）。

（三）气候条件

不限。

五、节能效果

（一）节能效果预测

制冷季节，预计节电：45%；预计节气：15%；

制暖季节，预计节电：53%；预计节气：9%。

（二）节能测试方法

采用能耗比较法，即在负荷基本相同的条件下，将空调系统采用与不采用本管理系统交替运行相同的天数，分别对其能耗进行测试、记录和对比，通过计算得到节能率。

在夏季制冷模式下，中央空调主机冷冻水出口温度应在额定出口温度（8℃）条件下进行测试。在冬季供热模式下，应在热水的供水温度不低于 $45 \pm 2^\circ\text{C}$ 条件下进行测试。被测试的中央空调系统主机和辅机、运行起止时间应完全相同；相邻两天的气候条件，负荷情况大致相同。

六、同类产品比较

（一）优势

高可靠：集群架构可实现数据、策略不宕机，多重安全保障机制可确保设备稳定、安全运行。

自学习：根据项目运行状况自主学习优化设备控制参数与控制阈值，并保障末端的舒适性。

高节能：利用气象数据、室内环境数据、空调机房数据可实现对末端负荷分时段预测，进一步提高系统节能效率。

（二）不足

对现场安装的温度和压力传感器精度要求高；不适用于分体空调和多联机。

七、典型应用案例

（一）案例名称

西安软件园发展中心。

（二）案例时间及实施地点

西安市高新区天谷八路 156 号软件新城研发基地二期。

（三）用能人数及建筑面积

用能人数 5000 人，建筑面积 11390 m²。

（四）改造情况

基本情况：A 区机房设备配置为：同方川崎溴化锂机组（制冷 3517kW，制热 2954kW）2 台；冷温泵（额定功率 90kW）3 台；冷却泵（额定功率 132kW）3 台；横流式冷却塔（额定功率 15kW）4 台。B 区机房设备配置为：双良溴化锂机组（额定制冷量 1800kW）2 台；冷温泵（额定功率 55kW）3 台；冷却泵（额定功率 55kW）3 台；横流式冷却塔（额定功率 5.5kW）6 台。

改造前：机房水泵均采用定频运行，冷却塔通过值班人员观察主机冷却水回水温度控制启停台数，主机异常情况和管网压力、温度均通过主机显示屏和泵房机械表查看，机房管路存在旁

通回流现象，供冷/热不够采用多台冷温泵提高流量解决。

改造过程：移除现有的配电柜体，加装变频控制柜、智能控制柜、冷却塔控制柜、节能优化服务器、温度传感器、电动阀门、压力传感器、热量表、气象站等设由。接入主机控制、信息采集、状态采集，实现电气自动化监控水泵变频、水泵切换、水泵启停、阀门启停。根据项目情况，修改智能运行策略，实现对冷却塔台数、水泵变频、主机出水温度设置、设备启停顺序、水温控制等运行策略；设置算法初始化阈值，训练机房设备的能耗模型。



图 1 改造前控制柜

改造后：水泵和冷却塔均采用变频器控制，冷却塔启停通过智能 AI 决策控制，根据末端负荷需求动态调整水泵频率和主机

冷冻侧的出水温度设置达到节电、节气效果，值班人员可以设置开机、停机时间，系统会自动启停，不运行主机两侧的阀门自动调节控制，解决旁通回流现象，可在系统界面上实现手动启停设备、智慧运行、供能模式切换等功能，实时监测机房各设备运行状态和网关状态。改造后极大的提高了主机的制冷/热效率、水泵的输送效率、冷却塔散热效率，是节能的直观体现。同时也给机房值班人员带来了极大的便利，需要实时控制查看设备，可以在主控室实现对整个机房设备运行状态的监测。

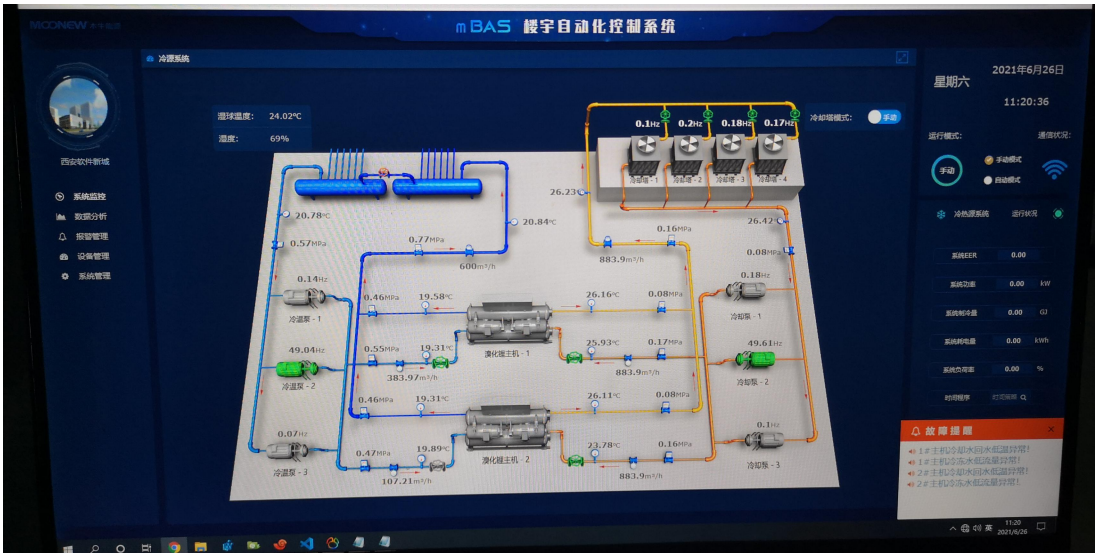


图 2 改造后控制系统

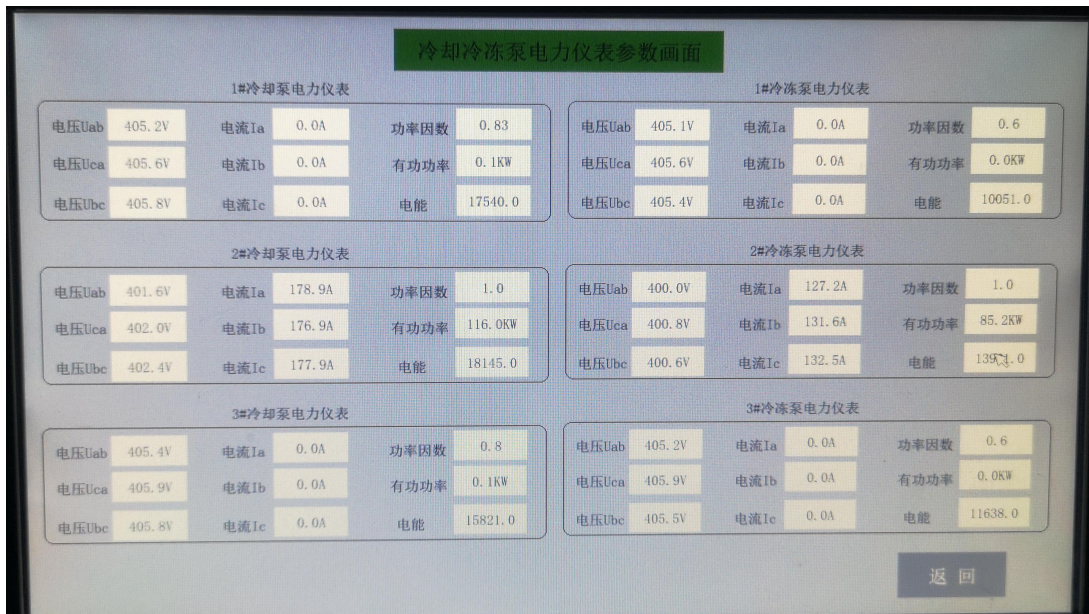


图 3 改造后控制柜

节能效果：A 区制冷季节电量为 52.4%，节气量为 10.42%，制热季节电量为 22.51%，节气量为 3.17%。综合节电率为 42.50%，综合节气率为 6.27%。B 区制冷季节电量为 42.04%，节气量为 13.43%，制热季节电量为 45.77%，节气量为 0.13%。综合节电率为 42.91%，综合节气率为 7.28%。

(五) 节能效果

本项目以节电、节燃气为主。

(六) 经济效益及社会效益

项目投资约 100 万元，资金来源为实施方垫付，投资回收期 1.85 年。根据实施完成后的能耗实测数据，该项目在 2021 年整个采暖季+制冷季中，共节约电费、天然气费合计约 54 万元。中

中央空调能耗约占建筑总能耗的三分之一，本技术可广泛应用于政府办公、医院、高校、酒店、商场、数据机房、场馆等的中央空调制冷（热）系统中。本技术的推广应用，不仅有效降低了冷热站的运行管理难度，真实为业主方节约了能源开支，更重要的是能降低能源使用总量，为节能、环保、低碳做出重要贡献。

（七）主要经验

据统计，80%的直燃机组、螺杆机组、离心机组、磁悬浮机组等集中式中央空调制冷系统都均存在较大的节能空间。在不同的项目中，都可以本系统的智能算法为基础，结合项目的实际情况进行控制策略的适应性调整，在保证环境舒适性的前提下，实现节能降碳降费、提高运维管理效率、强化运维管理能力。