

基于空调云平台的节能控制系统测试床

引言

中国移动通信集团有限公司政企客户分公司（简称：政企分公司），成立于 2012 年 8 月，是中国移动通信集团下属经营集团客户市场的专业化分公司。政企分公司作为政企市场经营和新业务开拓的专业化公司，立志成为“全球领先的行业数字化运营商”，成为跨行业专业化运营、共创行业数字化新价值的企业集团。政企分公司不断追求成为万物智联新时代的先行者、行业数字化变革的赋能者、合作共赢大生态的开拓者，在各行业数字化创新浪潮中发挥赋能支撑和方向引领的作用。政企分公司着力构建“政企 2.0”战略蓝图，经营范围横跨政务、金融、教育、交通、医疗、工业能源、互联网、农商等 8 个重点行业，整合云、管、端能力，提供行业整体解决方案，赋能数字化转型。

《“十三五”节能减排综合工作方案》要求强化建筑节能，强化既有居住建筑节能改造，实施改造面积 5 亿平方米以上，完成公共建筑节能改造面积 1 亿平方米以上。中央空调作为建筑中不可或缺的组成单元，耗电量十分巨大。我国能源总消费中建筑能耗占比超过 30%，中央空调能耗约占整个楼宇能耗的 30%~60%，通过节能控制，中央空调系统可节约 10%~50%能耗，节能利益空间巨大。对中央空调进行节能改造是国家政策要求和客户节能减排的利益诉求。

一、关键词

中央空调，节能控制，节能减排，设备上云

二、发起公司和主要联系人联系方式

中国移动通信集团有限公司政企客户分公司

胡伟：huwei@chinamobile.com; 13911685313

张翠柳: zhangcuiliu@chinamobile.com; 15201614921

三、合作公司

青岛海尔空调电子有限公司

四、测试床项目目标和概述

本测试床面向中央空调用户，以设备智能连接、数据采集能力为基础，通过 2G、4G、NB-IoT 等技术实现空调设备上网，将中央空调系统主机、冷冻泵、冷却泵、冷却塔等设备的运行状态、环境参数等传输至云端，通过云端智能化分析选择当前状态下最优运行逻辑，控制中央空调系统各设备的运行，实现系统高效节能运行及自动化运维管理，解决客户中央空调系统能耗高、运维成本高等问题。

测试床主要测试目标为节能算法的有效性，同时节能算法可根据专家经验和运行数据分析进行更新、迭代和优化。系统可实现节能运行、实时监测、远程控制、能耗分析、故障预警、智能维保 6 种功能。

(1) 节能运行

通过采集空调设备状态和运行数据，经过平台智能化分析生成最优运行方案，下发控制指令至空调系统，调整主机、水泵、冷却塔等设备的运行状态，实现中央空调系统节能。

(2) 实时监测

实时监测空调系统状态和运行参数，如压缩机工作状态，进出水温度，系统运行状态等，实现设备远程智能监测。

(3) 远程控制

通过 Web 端、手机端远程控制中央空调系统运行状态，如开关、制冷模式、温度等。

(4) 能耗分析

对中央空调系统的耗电量、制冷量、能效比等参数进行分析。

(5) 故障预警

对可能出现的故障、预警信息进行提示，如机组故障、水流丢失保护、设备清洗等并针对预警内容给出处理建议。

(6) 智能维保

根据使用时长、设备情况定时提醒用户进行维保，详细说明维保项目及内容，指导用户进行维保。

五、测试床解决方案架构

(一) 测试床应用场景

使用中央空调系统的大型高耗能楼宇，如数据中心、写字楼、酒店、综合商体、机场、地铁等，通常建筑面积超过 2 万平方米，中央空调年耗电量超过 100 万度，通过将中央空调接入空调云平台进行综合节能控制，可节约 10%~50%空调能耗，有效降低用户用电成本。

(二) 测试床重点技术

(1) 系统综合节能控制

传统空调系统的主机、水泵、冷却塔等设备独立运行，没有进行整体的节能控制，系统运行效率低；例如冷却水温度越低，主机运行能效越高，但冷却水温度的降低却会增加冷却塔风扇的能耗，不同设备之间的最优运行工况差异给空调系统整体能效的优化调节带来了极大困难。本测试床采用的系统综合节能控制技术可以通过传感器和空调定制网关采集并获取主机、水泵、冷却塔等设备的运行状态参数并对数据进行实时监测，在此基础上借由节能算法自动生成当前工况下系统最优运行方案，并将控制逻辑下发到设备执行，实现中央空调系统的高效节能。

(2) 冷量按需索配

传统空调系统的冷量供应恒定不变，这会造成人员体验差和能源浪费。例如一栋写字楼，在空调冷量供应不变的情况下，随着进入人数的不断增多，人员会出现闷热感，相反随着人员的减少，则会出现冷感，同时也造成了能源的浪费。本测试床可以根据当前室内

外环境参数自动对比系统制冷能力与冷负荷需求，并动态调整冷量输出，实现冷量按需索配。

(3) 机房无人值守

常规空调系统需要人工定期巡检，故障发现不及时的情况时有发生。本测试床可以通过远程控制、故障预警和智能维保功能实现最少人力投入甚至是无人情况下，空调系统的安全、稳定、可靠运行。

(三) 技术创新性及先进性

传统中央空调系统主机、水泵、阀门、冷却塔等设备只能依靠人工根据经验在现场进行简单的启停、调节操作，无法根据环境变化、负载需求动态调整设备的运行状态。而本测试床以设备智能连接、数据采集能力为基础，通过 2G、4G、NB-IoT 等技术实现空调设备上云，采集中央空调系统主机、冷冻泵、冷却泵、冷却塔等设备的运行状态实现实时监控。根据中央空调的运行状态、环境参数等信息，选择当前工况下最优运行方案，控制中央空调系统各设备的运行，实现高效节能服务，解决客户中央空调系统能耗高、运维成本高等问题。

(四) 测试床解决方案架构

本测试床总体方案架构如下图所示。底层通过可适配多种协议和通信方式的定制空调网关采集中央空调主机、冷却泵、冷冻泵、冷却塔、风机盘管、控制柜等设备的运行数据，通过 2G/4G/NB-IoT 方式上传数据至工业互联网基础平台，空调云平台通过工业互联网基础平台收集设备数据和下发指令。

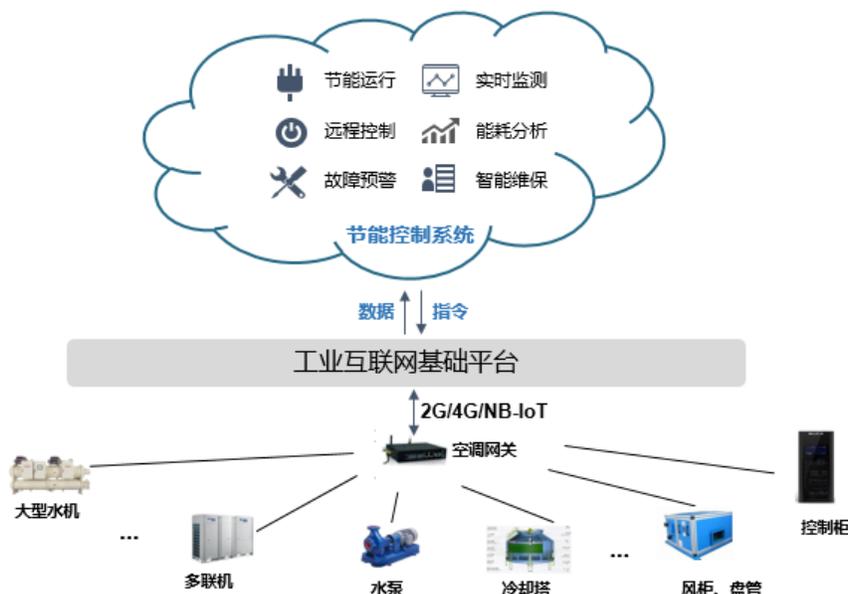


图 1. 空调云节能控制系统总体方案架构

本测试床的功能架构如下图所示：

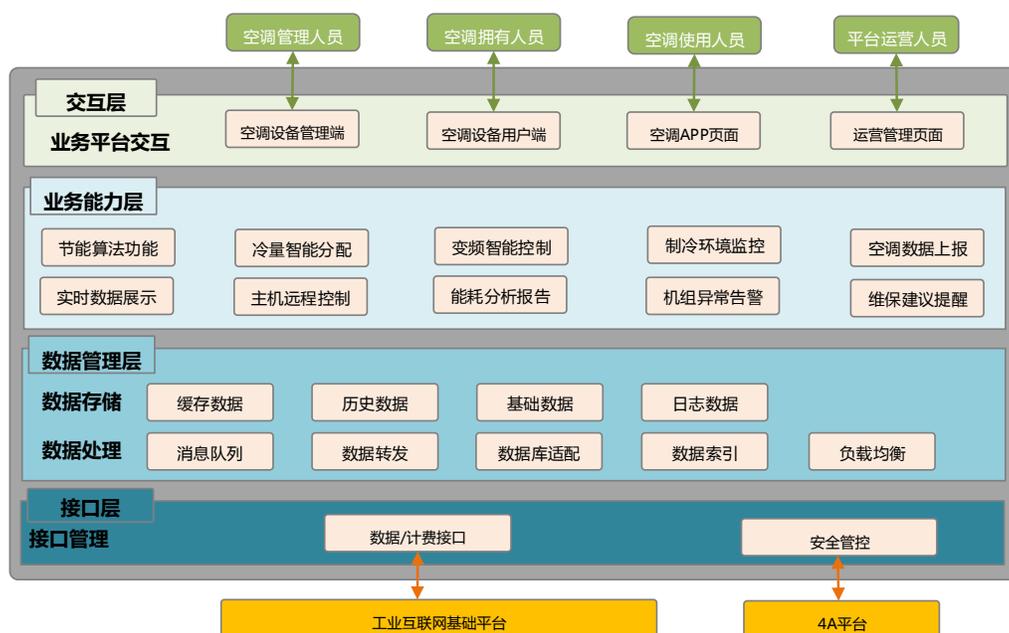


图 2. 空调云节能控制系统功能架构

- 接口层：实现平台间的接口定义。
- 数据层管理：实现数据存储和处理，持久化设备的运行参数和设定参数，并保存设备周围温湿度，参与数据运算和算法生成与优化。

- 业务能力层：实现节能算法控制、设备监测、远程控制、能耗报告、机组异常告警、维保建议提醒等功能。
- 交互层：实现平台与用户的页面交互，包括 Web 端和 App 端，空调管理人员、空调拥有人员、空调使用人员、平台运营人员拥有不同的管理和查看权限。

六、预期成果

(一) 测试床的预期测试结果，针对测试项

本测试床预期在项目结束时验证节能算法的有效性，同时节能算法可根据专家经验和运行数据分析进行更新、迭代和优化。系统实现节能运行、实时监测、远程控制、能耗分析、故障预警、智能维保 6 种功能。

(二) 商业价值

本测试床是对传统电器产品的功能升级，实现了电器设备与服务的智能化。测试床通过空调专用网关，将传统中央空调设备连接至网络，对设备的运行状态进行统计和监测，并通过云端分析实现设备的高效、节能运行，推动空调产品升级，提升空调产业价值，助力企业智慧运营。

(三) 经济效益

主流商业建筑规模 10 万平米，空调年耗电约 500 万元，通过节能控制，空调系统可降耗 10%~50%，取平均水平 30%则每年可为用户节约电费 150 万元。此外，通过远程控制、故障预警和智能维保功能实现的机房无人值守，也可以大幅减少企业人员的投入，降低人力资源成本。

(四) 社会价值

(1) 促进两化融合，推动行业跨界合作，提升工业产品与服务价值

中国移动与海尔联合打造空调云产品，打破了制冷、暖通行业与 IT、通信行业的专业壁垒，实现双方产品的融合创新。更是通过新一代信息技术的发展，实现了社会资源的节约。通过两化融合，推进制造业的转型升级。

(2) 积极响应国家节能减排要求，解决能耗高、管理不到位问题

《“十三五”节能减排综合工作方案》要求强化建筑节能，强化既有居住建筑节能改造，实施改造面积 5 亿平方米以上，完成公共建筑节能改造面积 1 亿平方米以上。发改委等 4 部委联合发布的《关于请组织申报 2014 年云计算工程的通知》要求：新建数据中心 PUE 不高于 1.5。目前国内机房已超过 40 万个，年耗电量超过全社会用电量的 1.5% ， PUE 在 1.5 以下的仅占 10%左右。工信部也要求狠抓工业节能降耗，大力推广先进节能技术和产品。本测试床通过对空调系统进行节能控制，可有效提升空调系统能效，降低能耗 10%~50%。

七、测试床技术可行性

(一) 物理平台

本测试床涉及的物理设备包括：

- 1) 传感器组
- 2) 中央空调设备及自身控制系统
- 3) 空调专用网关（中国移动智能硬件）
- 4) 数据回传网络（2G/4G、NB-IoT）
- 5) 运行移动云所需的计算服务器、存储设备、网络设备

(二) 软件平台

本测试床涉及的软件平台包括：

- 1) 中国移动空调云平台（简称“空调云”）：空调云节能控制系统面向具有节能需求的空调用户，可针对不同用户需求提供定制空调网关，通过平台智能化分析，实现空调系统节能运行、远程监控、智能维保，使空调系统运行更加可靠、高效、节能。
- 2) 中国移动工业互联网基础平台（简称“基础平台”）：空调云建立在基础平台之上，通过基础平台采集数据、下发指令。基础平台是中国移动工业互联网“1+N”产品体系的基础和核心，支持物联卡/设备接入管理及监控，并为工业客户构建通用的工业互联网能力支撑，包含 IoT 能力、大数据分析、工业 AI 等能力，帮助工业客户快速的搭建工业互联

网应用，满足工业、能源行业客户及应用的通用需求，同时提供合作伙伴的引入和管理服务，助力构建开放共赢的工业互联网生态。

3) 移动云：空调云和基础平台运行于移动云。作为公有云平台，“移动云”搭建 IaaS、PaaS、SaaS 完整三层架构产品体系，通过云计算与网络资源的系统互连，为客户提供云网融合整体服务，实现智能计算、海量存储、高速互联、精准调度、快速分发，同时可广泛应用于政务、教育、金融、医疗、互联网和媒体等行业。

八、和 AII 技术的关系

(一) 与 AII 总体架构的关系

本测试床符合 AII 工业互联网总体架构以及在网络体系、数据体系和安全体系方面的架构。同时以节能运行、实时监测、远程控制、能耗分析、故障预警、智能维保为核心功能的重点测试技术则验证了 AII 工业互联网体系架构网络模块中的网络互连（空调设备网络连接）；数据模块中的产业数据采集交换、数据集成处理以及产业建模和分析功能。



图 2.AII 工业互联网体系架构

(二) 安全联系人

张翠柳 中国移动空调云产品经理

(三) 与已存在 AII 测试床的关系

本测试床与之前已经审批的测试床无任何关联。

九、交付件

测试床的交付件包括：

- 1) 解决方案设计书
- 2) 空调专用网关
- 3) 空调云节能控制系统

十、测试床使用者

非发起方的测试床参与者可以使用本测试床的所有操作功能，但仅限于功能的操作使用，禁止泄露给同行业的第三方。

十一、 知识产权说明

中国移动通信集团有限公司政企客户分公司拥有对基于空调云平台的节能控制系统测试床的建设、运营以及使用权。

十二、 部署，操作和访问使用

平台部署在中国移动 IDC/云计算资源池上，并为青岛海尔相关人员提供访问权限。

十三、 资金

测试床建设为自有资金，稳定充足，同时也会争取专项资金支持。

十四、 时间轴

本测试床为短期项目，测试床验证的时间进度安排如下：

2018 年 9 月-2018 年 12 月：需求调研，平台功能、架构设计

2019 年 1 月-2019 年 3 月：搭建空调云节能控制系统

2019 年 4 月-2019 年 6 月：项目现场勘察，方案设计

2019 年 7 月-2019 年 9 月：项目节能改造工程实施，实现空调云节能控制系统接入

2019 年 10 月-2019 年 12 月：节能效果评估

十五、 附加信息

测试床具备良好的可复制性，可在数据中心、写字楼、酒店、综合商体、机场、地铁等使用中央空调且具有节能需求的高耗能楼宇场景中应用。同时以采集、监测、算法、调节为核心的云化、智能化节能解决方案也适用于所有电器产品的节能。