

# 医院中央空调风机盘管系统节能控制与探索

李兴, 张家刚, 陶鸿, 李丹, 杨德勇\*

北京协和医院基建处, 北京 100730

DOI: 10.61369/SSSD.2025180036

**摘要 :** 本文重点关注医院环境这一特殊场景, 深入细致地剖析在分布本地化管理模式下, 医院现有的中央空调系统风机盘管所存在的诸多局限性。中央空调系统风机盘管作为医院环境调节的重要设备, 其管理模式的优化对医院整体运行有着重要意义。随着现代自动控制技术的不断发展以及节能理念的深入人心, 我们着手对中央空调系统中的风机盘管控制进行节能改造方面的技术研究。具体而言, 就是要将风机盘管纳入到楼宇自控平台之中, 从而实现集中控制。这一改造并非简单的设备集成, 而是涉及到多个技术层面的创新与融合<sup>[1]</sup>。在完成这样的改造之后, 持续不断地对其运行方式进行探索与创新, 深入挖掘新的运行模式的潜力。同时, 对改造后的实际运行效能进行全面、系统、客观的效果评价, 包括但不限于能源消耗的降低、环境调节的精准度提升等多个维度的考量。通过这样的研究, 旨在为医院中央空调系统的优化运行提供科学合理的依据以及具有实践价值的参考范例。

**关键词 :** 楼宇自控平台; 中央空调系统风机盘管; 节能改造; 运行应用; 效果评价

## Energy-Saving Control and Exploration of Fan Coil Units in Hospital Central Air Conditioning Systems

Li Xing, Zhang Jiagang, Tao Hong, Li Dan, Yang Deyong\*

Department of Infrastructure, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100730

**Abstract :** This paper focuses on the special scenario of hospital environments and conducts an in-depth analysis of the limitations of existing fan coil units (FCUs) in hospital central air conditioning systems under the distributed local management mode. As key equipment for hospital environmental regulation, the optimization of FCU management modes is crucial to the overall operation of hospitals. With the continuous development of modern automatic control technology and the widespread popularization of energy-saving concepts, technical research on energy-saving transformation of FCU control in central air conditioning systems has been initiated. Specifically, it involves integrating FCUs into the building automation system (BAS) to achieve centralized control. This transformation is not a simple equipment integration but involves innovation and integration across multiple technical levels<sup>[1]</sup>. After the completion of such transformation, continuous exploration and innovation of its operation modes are carried out to tap the potential of new operation models. Meanwhile, a comprehensive, systematic, and objective evaluation of the actual operational effectiveness after transformation is conducted, covering multiple dimensions including but not limited to reduced energy consumption and improved accuracy of environmental regulation. Through this research, the aim is to provide scientific and reasonable basis as well as practical reference examples for the optimized operation of hospital central air conditioning systems.

**Keywords :** building automation system(BAS); fan coil unit(FCU) in central air conditioning systems; energy-saving transformation; operational application; effectiveness evaluation

## 引言

中央空调系统风机盘管为医院楼宇提供舒适环境起着至关重要的作用。然而传统的风机盘管在管理控制中, 往往存在对中央空调系统运行效率低下的问题。为了提高系统的性能, 降低运行成本, 本文阐述了中央空调系统末端中风机盘管独立控制的管理不足, 以及如何通过技术改造在实际应用上的效果<sup>[2]</sup>。

作者简介: 李兴 (1982.03—), 男, 汉族, 北京人, 中国石油大学本科学历, 现在中国医学科学院北京协和医院基建处, 主要从事工程管理等工作。

通讯作者: 杨德勇 (1971.05—), 男, 汉族, 河南信阳人, 郑州工学院(现郑州大学)本科学历, 北京工业大学硕士学位, 现就职中国医学科学院北京协和医院基建处, 主要从事工程和动力运维管理等工作。

## 一、原有系统状态

北京协和医院东单院区门诊急诊楼及外科楼中央空调系统基本情况：在实施改造前空调系统采用两管制一次泵系统，制冷站配置制冷机组5台，制冷冷媒用于夏季供应楼内新风机组、空调机组，以及对各楼层内区的风机盘管系统。

在医院的建筑设施中，门诊急诊楼与外科楼的中央空调系统风机盘管分布广泛分布于诊室、办公室、会议室以及公共区域。其温度调节主要依赖医院工作人员在本地对风机盘管温控面板进行操作。通过这种方式，能够根据不同区域的实际需求，灵活地对室内温度进行调控，以满足医疗工作开展以及患者、医护人员的舒适需求<sup>[3]</sup>。

外科楼的中央空调系统风机盘管则分布在各个病房内的病间、办公区以及公共走廊。在病房病间，住院患者或医院工作人员均可通过本地操作温控面板来调节房间温度，给予患者自主调节的便利，提升其住院体验。而病房公共区域及办公区，则由医院工作人员负责本地操作温控面板进行调节，确保这些区域的温度适宜，以维持良好的工作环境。

## 二、设备运行分析

(1) 末端风盘设备运行即时调节能力不足，现有末端风盘设备在运行过程中，调节能力存在明显缺陷。其风机盘管控制面板采用本地安装、现场手动控制模式，这一模式极大地限制了操作的合理性与即时调节的高效性。在实际运行中，该模式易引发室温调控失衡问题。夏季，房间室温常出现过冷状况，远低于标准设定值；冬季则频繁出现过热现象，远高于标准设定值<sup>[4]</sup>。这种室温的异常波动，在长时间的运行中，直接导致制冷源与热源的过度消耗，造成能源的极大浪费。

(2) 末端风盘设备运行监管能力不足，在运行监管层面，末端风盘设备同样存在严重不足。在无人区域、无室温需求的时段，以及夜晚等特定条件下，末端风盘经常长时间运行不能得到及时管控，处于24小时不停机状态。这种不合理的运行状态，不仅造成能源的无谓损耗，还会使设备长期处于高负荷运行，加速设备老化，进而显著缩短设备的生命周期，增加设备更换与维护成本<sup>[5]</sup>。

(3) 系统整体的优化调节能力不足，从系统整体角度来看，优化调节能力的不足较为突出。由于缺乏对环境温度的实时监测手段，以及无法实现对风机盘管运行的即时调整与定制化调控，系统的监管能力受到极大限制。若要对区块化的风盘进行优化调整，需要投入大量人力在现场持续测温，并逐一寻找相应面板进行干预控制。这一过程不仅耗费大量人力、物力，而且实际调节效果往往难以达到预期目标，严重影响了系统运行的高效性与稳定性<sup>[6]</sup>。



图1

## 三、通过改造提升管理能力

改进方案以原有医院基础软硬件配置为切入点，深入探讨末端风盘控制改造与医院正常运行相结合的可行性技术应用方法。为实现医院远期智能化、智慧化信息建设规划目标，防止出现信息孤岛，本次改造将现有医院使用的楼宇自控系统作为末端风机盘集中控制平台的核心思路，贯穿整个改造进程。

鉴于医院改造项目，保障医院正常运行是首要任务。经对方案可行性论证，最终决定采用物联网无线技术与传统智能楼宇技术相结合的方式，构建以物联网无线数据传输技术为基础的新型智能楼宇架构。此架构可减少末端穿线工作，提升施工安全管控能力，最大程度减少对临床科室的干扰，成功打通数据末端的“最后一公里”。

系统组成涵盖软件平台、核心交换机、网关、无线采集器、环境传感器及风盘无线控制面板。系统平台基于医院原有楼宇自控系统网络，扩展BACNET网关协议，分布式部署公共环境传感器和温控器。末端设备通讯采用高速率的Zigbee无线通讯，并支持调频技术，有效避开楼内WIFI 2.4G、5G等同频信号的相互干扰。

配置网关将末端总线形式的设备协议采集转换成TCP/IP网络协议，再与平台数据交互。无线采集器将末端无线设备的无线信号转换成网关可识别的有线信号。末端风机盘管无线控制面板用以控制风盘的启停、风速、水阀开闭。通过环境采集和温控器控制分离，可以通过远程集中监测，更精准感知室内环境，为系统闭环管理提供条件<sup>[7]</sup>。

## 四、改造完成后对系统应用

节能系统改造完成后，随即开展针对物业运维人员的系统培训，之后该系统正式投入运行。本系统平台主要涵盖两大板块，其一是楼宇自控系统平台，承担着日常运行控制的核心任务；其二是移动端平台，作为更为直观的辅助监视平台，此平台不仅服务于运行人员，管理人员也可借助电脑端、手机端等设备，随时查看各个区域风机盘管的运行状态以及环境温湿度情况。

### (一) 风机盘管节能系统基本控制功能：

1. 远程控制：通过将现场风机盘管进行联网，实现远程启停以及参数调节功能。运行人员无需亲临现场，便能对系统内所有风机盘管温控器实施有效控制，这一举措极大地节约了人力成本，同时使管理工作更为便捷高效。

2. 定时控制：针对现场每一台风机盘管温控器，可预先设置时间表，借助该时间表实现自动定时启停，有效强化了对非工作时间风盘的管控力度。

3. 环境控制：运行人员通过深入分析各个末端环境监测传感器以及室外环境监测传感器所采集的数据，科学制定运行策略。这不仅节省了人力，还能够更为精准地调节环境舒适度。

4. 本地控制：联网的风机盘管温控器依然保留本地控制功能，区域内人员可依据自身实际需求，对风机盘管进行启停操作。

以及参数调节，充分满足个体差异化需求。

### (二) 系统平台运行控制的优化：

即便软件系统构建得极为完备，系统的日常维护与管理工作仍至关重要，不容小觑。在完成风机盘管节能系统的改造后，历经一年的实际运行探索，我们积累了一系列贴合医院运行的经验。这些经验经过深入分析与提炼，总结为以下三点：

1. 灵活制定时间启停表：灵活制定时间启停表是实现精准能源管控的关键。鉴于医院24小时运行科室的功能多样性与需求复杂性，统一的时间启停策略难以满足实际应用。因此，需依据不同科室与功能区域的特点，如门诊、急诊、电梯厅以及夜间门诊等，对平台软件控制进行针对性优化。通过分别构建与之适配的区块时间表，实现各区域设备的精准启停，更加便于日常运行管理，在满足医疗服务需求的同时，有效减少能源浪费<sup>[8]</sup>。

2. 区块温度管控：区块温度管控是保障室内舒适度与能源高效利用的重要环节。借助环境传感器实时反馈的数据，精确设定各区块风机盘管的温度。确保室内温度维持在人体舒适区间的同时，最大限度地降低能源消耗，实现舒适度与节能目标的平衡。

3. 解决能源浪费问题：针对人员将本地控制面板温度调至极限温度而导致能源浪费的问题，通过研究及不断测试，最终形成在系统平台分时段下发标准设定温度命令至本地控制器的解决方案。此方法不仅能够有效避免能源的过度消耗，确保节能运行目标的达成，还能通过合理的命令下发机制，避免因持续下发命令而引发楼宇自控系统的数据堵塞，为系统的稳定运行提供坚实保障。

## 五、节能效果评价

本次改造共计2352台风机盘管。通过技术改造运行2年后，对节能效果分析如下：

(一) 通过对制冷运行节能策略运用，对制冷站近3年5~9月份总体制冷耗能比较，以系统改造的前一年，即：2022年5~9月北京市气象温度作为天气温度基准值，制冷站设备运行用电作为能耗基准值；2023年北京市5~9月平均温度相对2022年同期增长3.66%，制冷站能耗相对2022年同期降低约20%；2024年平均温度相对2022年同期增长4.47%，制冷站能耗相对2022年同期降低约32%。与此同时，2024年随着医院服务就诊患者数量的增加，逐步加强了夜间门诊以及开设周末门诊，总体门诊量呈现出持续上升的趋势。这使得在夏季期间实际制冷系统的运行时间相应提高，但值得注意的是，同期制冷能耗仍呈现下降趋势。

(见图2)。

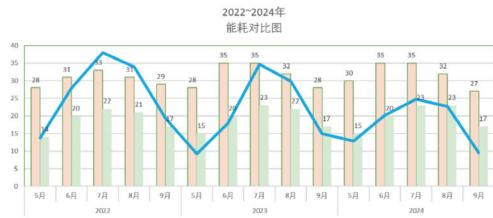


图2

(二) 风机盘管本体能耗对比：按照单台风机盘管平均30W计算，将例如急诊区域24小时常开风盘核减，约2131台风盘在集中控制条件下，全年有效节约28万千瓦电量。

计算公式：2131(风盘)\*30w(平均单台/功耗)\*12H(夜间关停时间)\*365天(忽略节假日控制)=28万千瓦。

(三) 在医院等场所的风机盘管运行管理中，设备生命周期的延长是一个重要课题。以往，夜间风机盘管难以实现及时关停控制，设备长期处于不必要的运行状态。以平均运行时间对比，原本风机盘管全天24小时不间断运行，而通过优化控制策略，将运行时间调整为12小时。从理论层面分析，设备运行时长减半，其损耗相应降低50%。尽管考虑到设备元器件自然老化等不可避免的因素，在实际应用中，依然能够显著减少设备本身的硬件损<sup>[9]</sup>。硬件损耗的降低，直接促使设备全生命周期得到有效延长，进而减缓了医院在风机盘管设备方面的资产投入速度，为医院资源的合理利用与成本控制提供了有力支持。

## 六、结语

本文通过将北京协和医院中央空调系统下末端风机盘管控制管理问题进行分析和通过技术改造提升，在实际应用中，切实发挥了高效节能的显著作用。然而，其价值不止于此，例如在移动端平台于实际场景中的管理能力方面，仍存在较大的挖掘潜力。绿色医院建设是推动医院高质量发展进程中不可或缺的重要环节，长远来看，它将为医院带来积极的经济效益与环境效益。本文旨在为读者提供有益的参考与思路拓展，期望能在一定程度上助力中国高质量医院的建设，推动行业在相关领域不断探索前行，共同提升医院建设的整体水平<sup>[10]</sup>。

## 参考文献

- [1] 李满, 唐骏. 网络风机盘管控制系统在绿色医院中的应用 [J]. 智能建筑电气技术, 2013. DOI: CNKI:SUN:ZNDQ.0.2013-03-027.
- [2] 景健荣, 蒋宏杰. 基于 ZigBee 通信的中央空调风机盘管温控器设计 [J]. 现代建筑电气, 2013(3). DOI: CNKI:SUN:XDQJ.0.2013-03-012.
- [3] 吴德胜. 中央空调水系统及风机盘管的节能控制研究 [D]. 湖南大学, 2007. DOI: 10.7666/d.d031384.
- [4] 陈柳枝. 风机盘管自适应节能控制策略的研究与应用 [J]. 低碳世界, 2019, 9(6):2. DOI: CNKI:SUN:DTSJ.0.2019-06-028.
- [5] 胡仪. 变水量与变风量的中央空调节能控制路径 [J]. 山东工业技术, 2016(9):1. DOI: 10.16640/j.cnki.37-1222/t.2016.09.190.
- [6] 赵森. 基于双碳背景下华南地区医院中央空调系统节能改造方案 [J]. 2023(11):121-124.
- [7] 郑波. 高层办公建筑常规中央空调系统设计节能措施应用研究 [J]. 建材发展导向, 2024, 22(6):132-135.
- [8] 吴德胜. 中央空调水系统及风机盘管的节能控制研究 [D]. 湖南大学, 2007. DOI: 10.7666/d.d031384.
- [9] 胡仪. 变水量与变风量的中央空调节能控制路径 [J]. 山东工业技术, 2016(9):1. DOI: 10.16640/j.cnki.37-1222/t.2016.09.190.
- [10] 周添龙. 工厂中央空调的自动化控制系统应用研究 [J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(6):3. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3066.2022.06.069.