基于双碳目标的医院医技楼被动式节能设计与智慧能耗管理研究

王成祥　蔡晓璐

机械工业第六设计研究院有限公司　河南　郑州　450000

摘　要：为推进医疗建筑绿色低碳转型、落实双碳发展目标，本文结合双碳目标，分析医院医技楼大型设备、空调、照明三类核心能耗特点，从建筑布局朝向、围护结构优化、自然通风采光、可再生能源利用四方面提出被动式节能设计策略，同时从能耗数据采集监测、分析评估、智能控制优化、系统集成协同维度构建智慧能耗管理体系，形成适配医院医技楼的节能设计与能耗管控方案，助力医疗建筑低碳节能发展。

关键词：基于双碳目标；医院医技楼；被动式节能设计；智慧能耗管理

引言

双碳目标推动建筑行业向绿色低碳化转型，医疗建筑能耗高、用能特殊，是建筑节能改造的重点领域。其中医技楼设备密集、用能持续、环境要求严苛，能耗管控难度较大。本文结合医技楼的用能特征，梳理其设备、空调与照明的能耗特点，探究适配的被动式节能设计策略，并搭建智慧能耗管理体系，实现建筑节能设计与智能化管控结合，为医疗建筑低碳运维提供参考。

1 医技楼能耗特点

一是设备能耗占比居高，医技楼作为医院核心检查、诊疗功能区域，集中布置 CT、MRI、X 光机等各类大型医用诊疗设备，这类设备额定运行功率普遍较大，日常诊疗工作中启停频次高、有效运行时长稳定，全天工作时段内持续产生能耗，是医技楼整体能耗的核心构成部分，也是区别于普通医院楼宇能耗的主要特征。二是空调能耗体量较大，医技楼各类精密医疗设备对运行环境的温度、湿度、洁净度有着严格的标准要求，同时检查区域、诊疗区域需要保障患者就医环境的舒适性与安全性，为满足医疗设备稳定运行和临床诊疗的双重环境需求，空调系统需要全年长时间不间断运行，不存在明显的停机空档，使得空调系统能耗在医技楼总能耗中占据重要份额。三是照明能耗占比不可忽略，医技楼各功能区域对照明条件有着严苛的使用标准，手术室、各类检查室、诊疗操作区等特殊功能区域，需要满足高精度医疗操作的照明亮度、光照均匀度要求，公共通道、设备机房、等候区域等配套区域也需保持持续照明，整体照明设备开启时间长、覆盖范围广，长期累积形成稳定且不可忽视的照明能耗，成为医技楼能耗的重要组成部分。

2 基于双碳目标的医院医技楼被动式节能设计策略

2.1 合理的建筑布局与朝向设计

在双碳目标推行背景下，医院医技楼可通过优化建筑布局与建筑朝向落实被动式节能设计，有效降低建筑运行能耗[1]。建筑布局规划阶段，需结合场地自然采光、通风条件分配功能用房，依据房间使用需求调整布设位置，以此减少人工照明与机械通风设备的日常使用能耗。医技楼的诊断室、治疗室等核心功能房间，日常使用频次高、采光通风需求大，统一设置于南向区域，最大化利用自然光满足室内采光需求。设备机房、库房等辅助用房对采光、通风条件要求较低，可布置在北向及东西向区域，有效规避太阳辐射带来的室内增热问题。建筑朝向是影响医技楼能耗的关键因素，国内大部分区域的医技楼优先采用南北向布局，该布局方式可在冬季充分接收太阳辐射热量，降低建筑采暖能耗，同时能规避夏季阳光直射室内的问题，减少空调制冷运行负荷。建筑设计中需严格把控室内进深，常规进深控制在 14 米以内，保障建筑整体自然采光与自然通风效果，依托被动式设计减少建筑主动能耗，契合双碳目标下的建筑节能发展要求。

2.2 高性能的围护结构设计

（1）外墙保温隔热：外墙作为建筑主要围护结构，热工性能直接决定建筑热量传递效率，设计中需选用聚苯板、岩棉板等高性能保温材料，提升墙体热阻，阻隔室内外热量交换。同时优化外墙整体构造做法，处理墙体结构节点，杜绝热桥问题，全面提升外

墙保温隔热能力，减少墙体冷热损耗[2]。（2）屋面保温隔热：屋面长期直面太阳辐射，辐射时长与辐射强度较高，是医技楼节能设计的关键部位。工程中可采用倒置式屋面、种植屋面两种主流节能构造形式，倒置式屋面将保温层布置于防水层外侧，在实现保温隔热的同时保护防水层，延长屋面使用年限；种植屋面依托植被遮阳与蒸腾散热的特性，降低屋面表层温度，有效削减建筑夏季空调制冷能耗。（3）门窗节能设计：门窗是围护结构热工性能最弱的部分，也是建筑能耗流失的主要通道。医技楼设计需采用断桥铝合金门窗、中空玻璃门窗等节能构件，提升门窗气密性与保温隔热性能，同时规范设计门窗开窗面积与开启形式，减少室外冷热空气渗透，降低建筑日常热量损耗，通过全方位围护结构优化实现建筑被动节能。

2.3 自然通风与采光设计

在当下双碳发展的大背景下，医院医技楼的被动式节能设计中，自然通风与自然采光设计是核心设计要点，也是降低建筑整体能耗、提升绿色建筑效益的重要手段。相较于机械通风与人工照明，自然通风方式成本更低、实用性更强，能够持续优化医技楼室内空气质量，减少空调等机械设备的运行时间与使用频率，从源头降低建筑能耗。在医技楼建筑设计中，可结合风压、热压通风原理优化通风布局，通过在建筑南北侧合理布设通风窗口，打造通畅的穿堂风通风路径，加速室内外空气循环交换；同时在建筑屋面增设通风塔结构，借助热压作用高效排出室内积聚的热气，实现零能耗室内通风换气。自然采光设计则可以充分利用天然光源替代人工照明，有效削减建筑照明能耗，还能改善室内空间环境，缓解医护人员工作视觉疲劳，切实提升办公诊疗的舒适度与工作效率。设计时可通过加大玻璃窗、天窗的采光面积，满足医技楼核心功能区的采光需求，搭配导光管、反光板等采光辅助构件，补足建筑内部纵深区域的采光不足问题，全方位盘活自然光资源，通过通风与采光的一体化优化设计，切实落地医技楼被动式节能的建设目标。

2.4 可再生能源的利用

为落实绿色建筑设计理念，有效降低医技楼整体能耗，在设计阶段要充分结合建筑使用特点，合理引入多种可再生能源技术，全方位提升建筑节能环保品质。太阳能是适配医疗建筑的优质清洁能源，本次项目充分利用医技楼闲置屋顶空间，大面积铺设光伏组件，借助光电转化效应将太阳能转化为电能，所发电量可直接用于楼宇日常照明、普通医用设备运转等常规用电场景，大幅减少对市政供电的依赖，有效降低建筑用电能耗。与此同时，项目配套搭建太阳能热水系统，通过集热设备收集太阳能热能，保障楼宇日常热水供应，摒弃传统高能耗热水制备模式。除此之外，项目采用地源热泵系统优化楼宇空调体系，依托地下浅层恒温地热资源，实现冬季供暖、夏季制冷的双向温控效果。该系统区别于传统中央空调，依托自然地热能源运行，能耗更低、零污染物排放，设备运行稳定可靠，可长期满足医技楼室内恒温需求，切实提升建筑节能效率，全面契合绿色低碳的建筑设计标准。

3 医院医技楼智慧能耗管理系统构建

3.1 能耗数据采集与监测

医院医技楼智慧能耗管理系统的搭建，核心基础为能耗数据的精准采集与动态监测工作。系统运行前期需根据医技楼能耗监测实际需求，匹配对应的采集设备，完成各类能耗数据与环境数据的采集工作[3]。针对建筑日常运行的水电燃气能耗，部署专用电能表、水表、燃气表完成各项能耗用量的精准计量，全面统计医技楼设备运行、日常运维产生的能源消耗数据。同时搭配温度、湿度、光照等传感设备，实时监测医技楼室内环境各项参数，适配医技科室对环境条件的运行要求。所有传感设备依据医技楼楼层布局、功能区域分布和能耗点位分布规范布置，保证监测点位覆盖全面，采集的数据真实有效，贴合建筑实际能耗情况。设备采集的所有数据将通过有线、无线两种传输方式汇总至数据中心，依托以太网、无线局域网等主流通信方式，保障数据传输全程稳定、实时，避免数据延迟、丢失等问题。所有传输的能耗数据和环境监测数据统一录入专用数据库进行分类存储，完成数据归档留存，为后续能耗统计、数据分析、能耗优化、设备运维等系统核心工作提供完整、可靠的数据支撑，保障智慧能耗管理系统整体功能正常落地运行。

3.2 能耗数据分析与评估

能耗数据分析是智慧能耗管理系统运行的核心工作，主要依托系统采集的各类能耗原始数据开展专项分析工作，实际工作中主要运用统计分析、趋势分析、对比分析等基础数据处理方式，对医技楼整体及分项能耗数据开展系统性梳理研判，精准定位建筑高能耗环节与能耗异常问题的根本原因。工作人员通过统计不同时段的能耗采集数据，梳理医技楼能耗随时间变化的规律，明确每日、每月的能耗高峰区间，为现场能源合理调度、负荷优化调整提供真实的数据支撑。同时针对楼内各类用能设备的单独能耗数据进行分项比对，筛选出

能耗数值偏高、用能效率偏低的设备设施，针对性制定设备检修、参数优化及节能改造方案，从设备层面降低无效能耗。为精准判定医技楼实际能耗状态，需结合建筑医疗医技的功能属性、用能场景和整体能耗特征，搭建适配的能耗评估指标体系。核心评估指标包含单位面积能耗、单位床位能耗、各类设备能耗占比等关键数据指标，通过持续统计、核算、比对各项指标数值，全面掌握医技楼整体能耗水平、能源利用实效以及用能体系存在的短板，为后续常态化节能管控、能耗制度优化、节能改造决策提供真实、有效的数据依据。

3.3 能耗控制与优化

基于能耗数据的分析结果，可对医技楼各类用能设备实施针对性节能管控，落实精细化用能管理。系统通过实时采集室内环境数据和区域人员活动数据，自动调节空调、通风、照明等公用设备的运行模式和参数，使设备运行状态贴合现场实际使用情况，避免设备空载、超负荷运行等能源浪费现象，实现按需精准供能。针对医技楼大型医疗设备，采用智能化管理方式，结合科室工作排班和设备实际使用需求，合理规划设备启停时间与运行时长，规范设备使用标准，减少设备空载运行、长时间待机等问题，降低设备运行过程中的无效能耗。能源调度环节将结合医技楼能耗高峰分布特点与市政能源供应条件，动态优化楼内能源分配及使用方案。用电高峰阶段，降低或关停办公、辅助类非必要设备负荷，优先保障诊疗、检测等核心医疗设备的用电需求，保证医疗工作有序开展。同时有效利用太阳能、地源热泵等可再生能源设施，提高清洁能源整体使用比例，减少传统电能、煤炭能源消耗，优化楼宇整体用能结构，降低医技楼整体能耗水平与能源使用成本。

3.4 系统集成与协同管理

智慧能耗管理系统应当实现和医技楼内部已投入使用的各类管理平台对接，打通不同系统之间的数据通道，实现数据交互和业务联动。该系统接入建筑设备管理平台之后，能够集中收集空调、通风、照明等楼宇配套设备的运行信息，实现设备运行状态的实时监视以及集中控制操作。除此之外，该系统还能够和医疗信息平台建立数据对接，读取院内医疗设备运行状态以及患者就诊业务相关数据，依托实际业务产生的数据提高能耗统计、分析以及管控工作的准确程度，给能耗管控业务开展提供可靠的数据基础。从实际管理角度出发，医技楼节能管控工作落地需要建立跨部门协同工作模式，设备管理部门负责各类设施的日常检修维护工作，维持设备稳定运转，减少设备故障引发的额外能源损耗，能源管理部门统筹能源采购与调度业务，结合楼宇实际运行情况制定可行的节能管控措施，医疗部门规范医疗设备的操作流程，合理安排设备使用时段，从使用环节减少不必要的能源消耗。

结语

综上所述，医院医技楼具备设备、空调、照明能耗偏高的典型用能特征，节能降耗空间充足。通过优化建筑布局、完善围护结构、利用自然采光通风、引入可再生能源等被动式节能设计，可从建筑源头降低基础能耗。依托数据采集、分析评估、智能调控和多系统协同的智慧能耗管理体系，能够实现医技楼用能的精细化管控。被动式设计与智慧化管理相结合，可有效提升楼宇能源利用效率，减少能源消耗，助力医疗机构落实绿色低碳发展要求，推进双碳目标在医疗建筑领域的落地实施。

参考文献

[1] 张杰. 医院供配电系统节能设计及能效管理研究 [J]. 资源节约与环保,2024,(11):120-123.

[2] 赵伟. 医院建筑暖通空调节能改造设计方法 [J]. 工程建设与设计,2024,(4):59-61.

[3] 赵良滔, 曹亮, 陈正敏, 等. 基于能耗分析的医院能耗管理优化策略研究 [J]. 中国设备工程,2025,(9):57-60.