

高校教学楼建筑节能与更新改造的探究

孙雯

石河子大学基建处，新疆维吾尔自治区石河子市，832000；

摘要：在“双碳”目标的引领与高等教育事业快速发展的背景下，高校教学楼的高能耗问题日益显著，建筑节能与更新改造已成为高校建筑绿色发展急需解决的问题。本文聚焦高校教学楼建筑，深入剖析其建筑现状及能耗特征，从日照利用、围护结构性能及室内舒适度三个方面入手，以当前建筑节能技术标准与高校教学的需求为出发点，提出被动式节能改造、主动式技术应用、智能化管控优化等策略，旨在提升高校教学楼建筑能源利用率、优化教学环境。

关键词：高校教学楼；建筑节能；更新改造；被动式节能改造；主动式技术应用；智能化管控优化

DOI：10.69979/3029-2727.26.01.078

引言

高校是人才培养与科技创新的重要领域，而校园建筑规模也随着招生规模的扩大呈现稳步增长，建筑节能发展报告数据显示，高校公共建筑单位面积能耗达 8-12 kgce/(m² · a)，而教学楼能耗占比已超过 40%，高出普通民用建筑 2-3 倍。现阶段，部分高校已经开展节能改造工作，但依然存在改造目标不清晰、技术选型盲目及资金投入分散等问题，导致改造效果良莠不齐。为此，系统分析高校教学楼建筑节能与更新改造的核心技术与实践路径，具有重要的现实意义。

1 我国高校教学楼的建筑现状

我国高校教学楼建筑目前呈现“新旧并存、问题多元”的特征，整体呈现出建筑老化、功能滞后与能耗偏高的三重问题。从建设年代来看，不同建设时期的教学楼在建筑形态、功能布局及能耗性能上差异显著。

我国高校教学楼建筑从建设年代来看，可分为三个阶段：

第一阶段是 20 世纪 80-90 年代建成的早期教学楼，这类建筑在当时教育资源紧张与建筑技术限制的双重背景下，普遍存在“重数量、轻质量”的问题，建筑形态以行列式低层或多层为主，平面布局单一，多为“走廊+教室”的简单布局，墙体多采用实心黏土砖砌筑，未设置专门的保温层，窗户为单层钢窗或铝合金窗，气密性与隔热性极差。

第二阶段是 2000-2010 年期间建成的中期教学楼，这段时期高校积极扩招，校园规模不断扩大，对教学楼的需求也在不断提高，不仅教学楼的数量增加，教学楼的层数也在增多。同时，教学楼的功能也逐渐开始由单

一化向多样化的方向发展，但在设计阶段常常忽视了建筑的节能设计。在外墙保温方面，仅仅采用简易的聚苯板保温层，这种保温措施不仅极易老化，保温的效果也不够理想。另外，该阶段的教学楼在设计方面，一味地追求建筑面积，易忽视教学楼的自然采光和自然通风设计，导致大部分教学楼采光不足，通风不畅，一定程度上增加了教学楼的能源消耗^[1]。

第三阶段是 2010 年后建成的后期教学楼，这一阶段的教学楼在设计时已开始融入绿色建筑的理念，在实际施工过程中选择混凝土材料，外墙保温措施也在逐步提升，但仍存在很多无法克服的问题，如高校教学楼为降低成本，在节能材料方面应用不达标，一部分教学楼采用融合的方式，给教学楼节能控制造成了一定的难度。

整体来看，我国高校教学楼在节能方面的意识还比较薄弱，节能降耗设备也不够完善，管理理念滞后，管理方式传统，这些都为高校教学楼节能降耗设计带来一定困难。

2 高校教学建筑的能耗特征分析

2.1 日照分析

我国地域辽阔，不同区域日照条件悬殊，高校教学楼日照利用现状呈现出明显的区域特征与年代差异，具体问题可从区域分布、建筑设计、设施配置三个层面展开分析^[2]。

从区域分布来看，北方地区冬季寒冷漫长，日照需求以采暖与采光并重，而部分高校老旧教学楼因建设年代早，未充分考虑日照间距要求，建筑密度过大，前排建筑遮挡后排日照，导致底层及北侧教室冬季日照时间严重不足，不得不延长采暖时间，采暖时间的延长极大

的增加了采暖负荷，一定程度上造成能耗成本增加。从建筑设计的角度来看，窗墙比的合理性直接关系到日照采集与能耗控制的平衡。早期的教学楼受“保温优先”理念影响，窗墙比普遍偏小，导致自然采光不足，白天往往需要长时间开启人工照明，既增加了用电能耗，又影响了教学空间的舒适度。后来随着“通透化”设计理念的兴起，部分教学楼开始出现盲目增大窗墙比的现象，却未配套设置高效的遮阳与保温措施，导致建筑能耗越来越大。

2.2 围护结构分析

不同发展阶段的高校教学楼，其围护结构差异显著，能耗损失程度也各不相同。早期建成的高校教学楼，受当时建筑条件限制，墙体多采用实心黏土砖，并未设置保温措施。

后来，教学楼在围护结构上有了一定改进，开始采用空心砌块墙体并增设保温层，但这一阶段的保温措施较为简易，多为聚苯板，且施工质量参差不齐，存在保温层空鼓、开裂、脱落等问题，保温效果大打折扣。发展至后期，高校教学楼的围护结构设计与建造更为科学，多采用混凝土浇筑的方式，同步设置保温层，此时的保温层不仅厚度增加，在材料的选择上也开始使用挤塑板或岩棉板，热工性能显著提升。

屋面作为建筑顶部的围护结构，长期暴露在外界环境中，受太阳辐射、风雨侵蚀影响较大，其保温隔热性能易随着时间衰减。教学楼屋面形式多为平屋面，采用“防水层+混凝土层”的简单构造，这种构造导致夏季屋面表面温度大幅升高，热量通过屋面传入室内，使得顶层教室的温度明显高于下层空间。

2.3 舒适度分析

室内舒适度是高校教学楼保障教学质量的核心要求，主要包括热舒适度与光舒适度，其调控方式与效果直接关系到建筑能耗的高低。当前我国高校教学楼舒适度调控普遍存在“重设备、轻设计”、“重调控、轻节能”的问题，导致舒适度与低能耗难以兼顾，具体表现如下：

热舒适度方面，调控存在“重设备轻设计”问题。北方集中供暖多“全天运行”，在非教学使用时段会造成大量能耗浪费，加之部分管道老化失修，导致室内出现温度分布不均的问题。南方高校则不同，早期常用的分体式定频空调本身能耗较高，即便后续升级为集中空调，也常出现“大马拉小车”的现象，系统在低负荷运行时能效会大幅下降，能源利用效率偏低。

光舒适度调控也存在短板，核心问题是自然采光利用不足与人工照明调控低效。自然采光利用不足主要由建筑设计缺陷导致，部分教学楼因朝向不合理、窗墙比过小或外部遮挡，自然采光效果差，即使在白天也需开启人工照明。人工照明调控低效体现在光源落后、控制方式单一两个方面。早期建成的教学楼中，大量建筑使用白炽灯或普通荧光灯，这类光源不仅光效较低，使用寿命也相对较短。后续虽有不少高校将光源更换为光效更高的 LED 灯，但部分建筑的灯具布置不够合理，智能感应控制的普及率也较低，导致 LED 灯的节能潜力未能充分发挥。

3 高校教学楼节能改造策略

3.1 被动式节能改造：优化建筑自身性能

提升建筑自身节能潜力是被动式节能改造的关键，可通过自然采光利用及自然通风优化等方式实现能耗的主动降低。

在自然采光利用方面，根据所处地区的不同、建筑朝向的不同制定不同的方案：首先，北方地区应着力提升日照采集效率。对于建筑间距较小的教学楼，可通过拆除遮挡性的低矮建筑、调整周边绿化的方式来提升日照时间。东西朝向的教学楼，可在南侧增设阳光房或太阳能集热板，既可采暖，又能减少太阳辐射。其次，南方地区应通过控制太阳辐射的方式来降低能耗。在东向、西向窗户处设置可调节的遮阳百叶或外遮阳卷帘；玻璃幕墙选用 Low-E 中空玻璃结合光伏幕墙，既可降低太阳辐射，又能实现太阳能的发电利用。此外，还可以优化教室的布局，将采光需求较高的教室布置在南面，教学辅助空间布置在北面，以此实现日照资源的合理利用。

在自然通风优化方面，通过合理设计通风路径，利用热压与风压实现室内外空气交换，降低空调使用频率。如在教学楼屋顶增设通风器，利用热压作用将室内热空气排出，在南北侧窗户处设置联动开启装置，形成穿堂风等。

3.2 主动式技术应用：提升能源利用效率

提升能源利用效率是主动式技术应用的关键，可从采暖系统改造、空调系统改造、智能化管理照明、可再生能源的利用等几个方面入手。

首先，采暖系统改造，北方高校集中供暖体系可转变为高效板式的换热器，实现换热效率大幅提升。其次，空调系统改造，将南方高校分体式定频空调转变为变频空调，显著提升空调系统的能效比。再者，在教学楼教室、走廊等地方可设置光感传感器与人体感应传感器，

并采用分区照明控制的方式，根据教室使用情况自行调整照明模式。最后，可再生能源利用也是实现能源低碳化的关键，高校教学楼可结合自身条件推广太阳能、地热能等技术，如在屋顶或南侧屋面安装太阳能光伏组件，采用“自发自用、余电上网”模式，满足教学楼部分照明与办公设备用电需求；北方地区可配套太阳能集热系统，与集中采暖系统结合，提供部分生活热水与采暖补充，降低化石能源消耗。

通过采暖及空调系统的设备更新、智能化管理照明、可再生能源的利用等主动式技术的应用，既可满足师生舒适度的需求，又能有效的降低能耗。它不同于被动式从源头的改造，主动式技术主要关注能源使用方面的提效。所以，技术工作者要根据教学楼建造的年代、地域气候特点及教学场景需要等方面实际情况，搭建设备高效化、管理智能化、能源清洁化、回收最大化的主动式节能技术^[3]。

3.3 智能化管控优化：实现全流程能效提升

所谓的智能化管控措施，就是将能源监测与控制系统结合在一起，通过智能化检测方式检测能源消耗与舒适度管理，以此将节能降耗与舒适度调节有机地融合在一起。通过构建能耗管理平台，在教学楼各层设置用电设备监测设备，如检测教学楼空调能耗，供暖能耗以及电能消耗等，对教学楼内的能源消耗进行科学监测。监测设备不仅要具有监测功能，同时还需要具备数据统计、数据分析以及能耗异常报警等功能，为智能化管理平台提供准确的数据^[4]。

此外，采用智能化管控措施还需实现多系统协同运行，如温度控制、照度控制、通风控制、湿度控制等。在温度控制方面教学楼采用自控系统，将采暖系统，空调系统有机地融合在一起，系统根据室内外的温度进行自动调节，如果室外温度较低，学生在教学楼上课时能够自动调高室内温度；如果室外温度较高，学生在来到教学地上课时，温度可以适当调低。夜间晚自习完毕后，教学楼内无人活动，可以将温度降低，以此来降低能源消耗。在照度控制方面，通过智能化管控措施，如采用声控或人体感应控制方式，白天时根据室内的照明条件调整室内灯光，夜间时则全部关闭。在通风控制方面，可以将室内的二氧化碳浓度与室内的湿度有效地融合在一起，若室内的二氧化碳浓度超过规定的标准，则自

动采用通风措施。在湿度控制方面，采用自动控制方式，如果室内湿度过高，则采用自动开窗通风措施，从室外引入新鲜空气，以此来降低室内的湿度，同时实现自动换气功能。需要注意的是，在进行智能化管控措施的过程中，需要提高对评估机制的重视程度，在改造完成之后，通过1-2个季度的检测观察，将监管后的能耗数据与监管之前的数据进行分析对比，以此来评估智能化管控的效果与质量。此外，还需要定期对维护结构，节能设备以及智能化管控设备进行定期维护，保证设备运行的稳定性与长效性^[5]。

4 总结

高校教学楼建筑节能与更新改造是推动高校绿色低碳发展的关键举措，也是促进教学环境质量、践行绿色教育理念推行的重要路径。本文通过研究得出以下结论：我国高校教学楼普遍存在日照利用不足、围护结构性能差、舒适度调控低效等问题，使得建筑能耗偏高，搭建被动式节能改造+主动式技术应用+智能化管控优化的一体化改造体系，可促进教学楼能耗的大大降低，为促进高等教育高质量发展添砖加瓦。

参考文献

- [1] 冯恒文. 大学教学楼建设中绿色施工技术的实践研究[J]. 住宅与房地产, 2024(14): 95-97.
- [2] 王绪, 王灵丽. 高校教学楼照明控制系统节能改造方案探讨及应用[J]. 智能建筑电气技术, 2024, 18(4): 69-72.
- [3] 夏冰心. 参数化节能设计在建筑采光中的应用研究[J]. 价值工程, 2024, 43(23): 99-101.
- [4] 巫春玲, 任凯, 马力圣, 等. 基于能耗模拟的某高校教学楼节能改造设计[J]. 现代建筑电气, 2022, 13(5): 7.
- [5] 赵龙, 蔡兆磊. 《绿色建筑理念下的建筑节能研究》: 高校教学楼电源节能设计[J]. 建筑学报, 2022(8): 125-125.

作者简介：孙雯，出生年月：1996年1月，性别：女，民族：汉族，籍贯到省市：河南省平顶山市，职称：初级，学历：硕士研究生，研究方向：建筑设计及其理论。