

绿色建筑节能设计在夏热冬冷地区适应性优化研究

井少达

中铁建安工程设计院有限公司 河北 石家庄 050043

【摘要】：夏热冬冷地区具有夏季高温潮湿、冬季寒冷湿冷的气候特征，给绿色建筑节能设计带来双重挑战。针对该地区特殊气候条件，需从围护结构性能、通风方式、遮阳系统、能耗控制等方面进行适应性优化。通过分析典型建筑案例与节能技术组合路径，探讨多因素协同下的设计策略，以提升建筑能效与环境舒适度，推动绿色建筑在区域内的高质量发展。

【关键词】：绿色建筑；节能设计；夏热冬冷；适应性优化；气候响应

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.004

引言

夏热冬冷地区广泛分布于我国长江中下游及其周边区域，具有夏季高温潮湿、冬季湿冷阴寒的显著气候特征。传统建筑在该类气候下往往存在能耗高、热舒适性差等问题，严重制约居住品质与能源利用效率。随着绿色建筑理念的不断推广，节能设计亟需与区域气候特点深度融合，探索适应性强、性能稳定的优化策略。如何在多变气候条件下实现建筑节能与舒适环境的协同，是当前建筑设计亟需应对的关键课题。

1 夏热冬冷地区气候特征与建筑节能困境

夏热冬冷地区广泛分布于我国长江中下游及其周边区域，典型代表包括上海、南京、武汉、长沙、成都等城市。该地区气候具有夏季高温高湿、冬季阴冷湿冷的显著双重特征，年平均气温变化幅度较大，冷暖负荷交替频繁。夏季气温普遍超过 35℃，空气湿度高，空调降温需求大；而冬季虽然气温不如北方严寒，但湿度大、日照少，人体感受到的冷感更强，对建筑采暖和保温提出了特殊要求。在这种气候背景下，建筑热工环境控制的难度明显提升，需同时应对高温潮湿与冬季热损失问题，传统节能设计难以实现对全年能耗的有效控制。这种冷热负荷并重的特性，使得建筑能源消耗呈现波动大、季节差异明显的特点，成为绿色建筑在该地区实施过程中的主要挑战。

从建筑节能角度来看，夏热冬冷地区的建筑在设计及运行过程中存在明显的结构性困境。一方面，过度依赖机械空调系统应对极端气候条件，导致建筑运行能耗居高不下，建筑整体能源利用效率偏低。尤其在高温高湿的夏季，空调系统不仅要承受降温负荷，还需进行除湿处理，这使得冷负荷增加、能效降低。而冬季由于供暖设施普及程度较低，加上建筑保温隔热性能不足，热损失较为严重，导致用户舒适性无法得到保障，部分建筑不得不采用电暖器或空调制热，

从而进一步拉高能耗水平。另一方面，传统节能设计大多以北方寒冷地区或南方炎热地区为参照标准，忽视了夏热冬冷地区冷热需求并存、昼夜温差变化剧烈等复杂因素，导致设计参数脱离实际，建筑热环境调控效果不佳，节能目标难以实现。设计与气候不匹配的问题，严重制约了绿色建筑技术的落地与推广。

为应对上述问题，必须从夏热冬冷地区的气候特征出发，重新审视建筑节能设计的适用性与有效性。在当前绿色建筑推广背景下，围护结构热工性能、通风方式、遮阳系统与主动节能技术的综合协调已成为设计优化的关键要素。如何实现建筑热环境的动态响应与能耗的精准控制，是提升绿色建筑在此类气候区适应能力的核心。必须加强对区域气候数据的分析与利用，构建更具地方性、气候性、生态性的节能设计体系，推动从单一被动节能手段向“被动+主动”协同控制机制转变。在满足建筑功能需求与用户舒适性的基础上，通过节能策略组合与构造优化，实现建筑生命周期内能耗最小化的设计目标，从而推动绿色建筑在夏热冬冷地区高质量、可持续发展。

2 绿色建筑节能设计的适应性需求分析

绿色建筑节能设计在夏热冬冷地区面临显著的适应性挑战。该区域夏季气候以高温高湿为主，冬季则呈现出湿冷交加的特点，冷热负荷需求变化剧烈。传统节能设计方案往往忽视了对区域气候的精准响应，导致建筑在部分季节能效偏低、室内热舒适性不稳定，甚至出现能源浪费与局部过度设计的问题。适应性节能设计的提出，正是基于建筑与环境之间的动态耦合关系，强调通过对气候特征、建筑使用行为、地域文化等因素的综合分析，确定具有针对性的节能需求。在夏热冬冷气候带，建筑必须具备对冷热负荷的双重调节能力，以减少空调系统的依赖频率与强度，从源头降低全年能耗水平。

适应性节能设计的核心在于构建动态响应机制，实现建筑热环境调控的被动优先与主动互补。在空间布局层面，应结合日照路径、通风走向及外部热源特征，合理组织建筑朝向、开口率与功能区设置，从而提升建筑对自然资源的利用效率。在材料与构造方面，高性能围护结构成为关键支撑，其热惰性、隔热性与保温能力直接影响建筑对气候变化的适应性。例如，夏季通过低传热系数的屋面隔热系统阻挡外界热量侵入，冬季则借助蓄热墙体与保温型玻璃系统降低热量流失，构建冷热转换的缓冲区。此外，适应性需求还体现于建筑智能化控制系统的集成，通过温湿度感应、能耗监测与调节算法的协同运行，实现空调、遮阳、通风与照明的多系统联动控制，在不改变使用舒适性的前提下精细化管理能耗分布。

区域性特征决定了绿色建筑在设计阶段就必须强化适应性判断与前置策略。夏热冬冷地区城乡形态、建筑密度与使用习惯各异，决定了节能设计不能照搬统一标准，而需形成以“区域响应—技术适配—性能调节”为核心的差异化路径。以居住建筑为例，不同建筑类型对自然通风、遮阳方式和内部热源的依赖程度差异明显，应通过建筑能耗模拟与气候适应性评估方法，对设计方案进行多维度调整与验证。同时，在地理信息系统（GIS）与建筑信息模型（BIM）技术的支持下，能更精准地整合气候数据、地形环境与建筑参数，优化各系统协同响应效果。在适应性节能设计中，如何平衡建筑功能需求、经济可行性与节能目标，成为推动绿色建筑在该区域深入实施的重要课题，也为后续构造细节与策略选择提供了科学基础与决策依据。

3 围护结构性能优化路径探讨

在夏热冬冷地区，围护结构的热工性能对建筑整体能耗与室内热环境起着决定性作用。该地区夏季太阳辐射强烈，空气湿度大，冬季则存在较强的冷热交换与室内保温压力，因此围护结构设计需在隔热与保温之间寻求平衡。优化路径应从材料性能、构造形式及构件系统三个维度展开，通过提高外围护系统的热阻值、降低热桥效应，并合理配置保温与反射层，实现对冷热负荷的双向调节。例如，在外墙系统中引入复合保温材料，如无机发泡陶瓷保温板与相变储能材料的叠加构造，不仅能够提升外墙热惯性，还能增强建筑对昼夜温差及季节温差的调节能力，进而提高能效比。

屋面作为围护结构中最易受太阳辐射影响的部位，其隔热设计直接决定夏季建筑能耗的高低。在屋面系统优化中，宜采用高反射率屋面材料与反射隔热

层组合，如浅色陶粒混凝土叠加高效热反射涂层结构，既能有效反射太阳辐射，又具备一定蓄热缓冲作用，从而在高温环境下保持屋面热流稳定。同时，绿化屋面作为被动式技术的重要手段，在夏季可通过植物蒸腾降温与覆盖层遮阳，降低热量渗透；冬季则起到一定的保温效果，有利于全年热负荷均衡。在外窗系统中，采取多腔型断热铝合金框体、Low-E中空玻璃、可调节外遮阳百叶等集成设计，有助于提升围护结构的整体热工连续性，增强其对太阳辐射的适应调控能力，有效减少冷负荷与光污染对室内环境的干扰。

地面和底层楼板的保温处理在传统节能设计中易被忽视，然而对于冬季寒冷潮湿的夏热冬冷地区而言，底部传热损失同样不容小觑。优化措施可采用高强度隔湿保温层叠合结构，并辅以闭孔泡沫混凝土、挤塑聚苯板等材料增强绝热能力，防止热量向下渗透。综合而言，围护结构性能的提升不应局限于单一构件，而应通过系统性协同设计，实现墙体、屋面、门窗与地面构造之间的热工协调。采用动态能耗模拟软件如EnergyPlus对不同优化路径进行热工性能评估与节能潜力预测，可为设计提供定量化依据。

4 被动式与主动式节能策略集成应用

在夏热冬冷地区的绿色建筑节能设计中，被动式与主动式策略的集成应用是实现建筑高性能、低能耗运行的关键途径。被动式节能策略主要依靠优化建筑本身的构造与布局来应对外部环境变化，不依赖机械设备即可实现室内热舒适控制。针对该地区夏季高温、冬季湿冷的气候特征，被动式设计需重点考虑建筑朝向、形体紧凑性、自然通风路径、遮阳构件以及外墙、屋面和门窗热工性能的提升。例如，通过优化南向窗墙比设置及合理布置水平与垂直遮阳系统，有效削减夏季太阳直射热负荷；而在冬季，通过改善围护结构保温隔热层的连续性与气密性，减缓室内热量散失，从而保障热环境稳定性。

与被动策略形成互补的，是主动式节能策略在建筑系统层面的技术集成与控制优化。主动式节能强调依托机械设备、智能控制系统以及可再生能源技术，提升建筑能源利用效率与运行灵活性。在夏热冬冷地区，主动式策略需聚焦于高效冷热源设备、分布式能源系统、智能感应与控制系统的配置，如采用变频多联机系统、全热回收新风装置、冷热源系统分区控制、空调负荷按需响应等措施，提升能源使用精度与管理效率。同时，太阳能光伏-光热一体化系统（BIPV/T）的集成设计也日益成熟，可实现建筑外立面与屋顶的能源产出与使用耦合，为建筑提供稳定的可再生能源

支持,降低对传统能源的依赖。通过智能监控平台对建筑能耗数据进行动态采集与反馈控制,实现空调、照明、新风系统等用能模块的协同管理,是实现主动式节能目标的核心技术手段。

真正高效的绿色节能建筑,应实现被动与主动策略的协调统一与系统融合。在设计阶段需以气候适应性为前提,构建基于建筑本体性能与外部环境条件相结合的节能体系,通过数值模拟软件(如 EnergyPlus、DeST)对各策略组合效应进行量化评估,并在施工与运行阶段不断优化策略适配度。例如,在某公共建筑实践中,通过将高性能外墙系统、遮阳构件设计与智能照明、空调分区控制系统结合,使建筑单位面积年能耗较常规建筑下降40%以上,同时室内热舒适水平显著提升。这类被动与主动节能路径的集成,不仅强化了建筑系统的韧性和适应性,还为夏热冬冷地区的绿色建筑推广提供了可复制、可落地的示范经验。

5 典型案例分析与设计优化对策

在绿色建筑节能设计实践中,典型案例的分析能够为夏热冬冷地区提供切实可行的优化路径。以上海、武汉、南京等典型城市为例,其绿色建筑项目普遍采用复合节能技术体系,结合围护结构保温性能优化、遮阳系统设计及高效设备系统集成,取得了良好的节能效果。在一个高层住宅项目中,外墙采用高性能保温砂浆复合保温装饰一体化板,屋面设置反射隔热层与通风层,门窗则选用中空 Low-E 玻璃系统,同时配合可调节百叶式遮阳设备,实现了良好的建筑热工性能与室内热舒适度控制。在暖通系统方面,地源热泵与高效变频空调系统组合使用,有效降低了冷负荷和能耗水平。

在节能设计优化过程中,案例项目普遍注重建筑整体形体设计与朝向控制,将建筑主立面朝南布置,最大限度地引入冬季太阳辐射,同时减少东西向窗墙

比,以控制夏季过热。在立面设计上,通过植被覆盖、双层幕墙系统及外遮阳构件等手段实现自然通风与日照调节的协同。在室内热环境调节方面,采用变风量通风系统配合 CO₂浓度智能控制,实现按需通风,提升了能效比与空气品质。建筑智能控制系统的引入进一步实现对照明、空调、遮阳与通风的联动控制,使得能耗管理更为精细化。针对夏热冬冷地区冬季供暖与夏季降温的双重能效需求,设计中还充分利用蓄热地板辐射系统、热回收新风系统等低能耗技术,提升能源利用效率并降低运行成本。

通过对典型项目的分析可见,绿色建筑节能设计在夏热冬冷地区的适应性优化应建立在对气候特征的精准响应与多技术融合的基础之上。案例经验表明,建筑物理性能提升与系统集成技术的协同,是确保节能目标达成的核心要素。同时,基于动态气象数据和用户行为的大数据分析,也正在成为优化设计决策的新支撑手段。在项目设计初期,利用建筑能耗模拟软件(如 EnergyPlus、DeST)进行热工性能评估与参数敏感性分析,有助于实现节能措施的最优组合。未来的设计方向应在确保节能性能的基础上,进一步探索本地建材资源利用、气候适应性技术本土化应用与全过程碳排放控制的集成策略,从而推动夏热冬冷地区绿色建筑的系统化发展与高质量落地。

6 结语

通过对典型绿色建筑案例的分析可以看出,夏热冬冷地区的节能设计优化必须立足于气候特征,综合考虑围护结构性能、节能系统集成以及建筑形态控制等多个维度。优化策略的有效实施不仅提升了建筑的能源利用效率和环境舒适性,也为区域绿色建筑推广提供了可复制、可落地的技术路径。未来应加强技术协同与数字化手段的融合,推动绿色建筑节能设计在该气候区实现更高水平的适应性与系统性发展。

参考文献:

- [1] 胡中伟,周玉兰.夏热冬冷地区绿色建筑节能设计策略研究[J].建筑热能通风空调,2021,40(5):52-56.
- [2] 王思雅,刘荣.适应性绿色建筑设计在典型气候区的应用分析[J].建筑科学,2022,38(4):87-92.
- [3] 李志峰,郭俊.基于气候响应的绿色建筑围护结构优化设计[J].建筑节能,2020,48(10):21-25.
- [4] 陈晓波,何洁.夏热冬冷地区绿色建筑技术集成模式探讨[J].城市建筑,2021,(15):133-135.