

被动式超低能耗建筑设计分析

李兆明

广东名都设计有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ADA.2026010018

摘 要： 文章剖析了我国在发展此类建筑时面临的三大核心问题，针对这些问题，论文随后从应用层面分析了关键设计技术，包括地域气候数据的解析应用、高气密性门窗系统的安装工艺以及热回收新风系统的核心功能。在此基础上提出了提升设计水平的三项策略，包括完善居住舒适度标准、优化整合自然资源以及建立基于地域气候的动态设计标准。文章旨在通过问题、技术与策略的系统性论述，为我国被动式超低能耗建筑的实践提供理论参考与实践指引。

关 键 词： 被动式；超低能耗；建筑设计

Analysis of Passive Ultra-Low Energy Consumption Building Design

Li Zhaoming

Guangdong Mingdu Design Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： This paper dissects the three core challenges faced by China in developing such buildings. In response to these issues, the paper subsequently analyzes key design technologies from an application perspective, including the analytical application of regional climate data, the installation techniques of high airtightness door and window systems, and the core functions of heat recovery fresh air systems. Building on this foundation, three strategies are proposed to enhance design standards, including improving residential comfort criteria, optimizing the integration of natural resources, and establishing dynamic design standards based on regional climates. The paper aims to provide theoretical references and practical guidance for the implementation of passive ultra-low energy consumption buildings in China through a systematic discussion of issues, technologies, and strategies.

Keywords： passive; ultra-low energy consumption; building design

引言

随着可持续发展理念的深入人心，建筑行业的节能减排已成为实现“双碳”目标的关键环节。被动式超低能耗建筑作为一种通过自身设计而非依赖大量外部能源输入，就能实现室内高舒适环境的建筑形式，正受到日益广泛的关注。然而，我国幅员辽阔，从南到北横跨多个气候带，加之悠久的文明历史孕育了丰富多彩的建筑形态，使得这一先进的建筑理念在我国的推广与应用面临着一系列独特的挑战。气候的复杂性、建筑风格的多样性以及现有建筑能耗居高不下的现状，共同构成了我国被动式超低能耗建筑设计必须正视的客观背景。

一、我国被动式超低能耗建筑设计存在的问题

（一）我国气候环境相对较为复杂

我国幅员辽阔，地理区域之间存在显著差异，由此形成了丰富多样的气候特征。东部沿海地区湿润多雨，西部内陆干旱少雨，北方冬季寒冷漫长，南方夏季炎热潮湿。这种气候分布的多元性，使得我国各地面临的建筑环境挑战各不相同。受此影响，国内天气系统往往表现出多变性和不确定性。春季南方持续阴雨，北方沙尘频发；夏季全国大部分地区面临高温考验，沿海地带还需应对台风侵袭；冬季北方严寒，南方湿冷。

这种复杂多变的气象条件，给建筑工程施工带来了严峻挑战，常常导致施工计划被迫调整，工期延误现象时有发生。基于气候条件的显著差异，各地建筑在设计方案和施工工艺上都需要因地制宜。

宜。寒冷地区需要注重保温防寒，炎热地区要强调通风隔热，多雨区域则需重点考虑防潮防水。这种地域特性决定了不能采用千篇一律的建筑设计方法，必须根据具体气候条件进行针对性设计。在推行被动式超低能耗建筑时，设计人员面临更大挑战。由于气候条件的复杂性，单一的设计方案难以在全国范围内通用。设计团队必须针对不同气候区域，深入研究当地环境特点，量身定制适宜的设计策略。这一要求显著增加了设计工作的复杂程度，需要投入更多时间和精力进行技术研发和方案优化^[1]。

（二）我国各地建筑风格大不相同

由于不同地区的建筑形态呈现出鲜明的地域特色，这种多样性不仅体现在建筑外观上，更深入到空间布局、结构体系和材料运用等各个方面。在推进被动式超低能耗建筑的过程中，设计工作必须充分考虑我国建筑的地域特性。各地建筑在形态、结构和

使用习惯上的差异，要求设计人员必须针对不同类型的建筑制定相应的技术方案。从北方的四合院到南方的天井楼，从东部的高层住宅到西部的院落式建筑，每种建筑类型都需要量身定制的节能设计策略。此外，我国城市发展中的另一个显著特点是公共空间占比大、人口聚集度高。这一特征对被动式超低能耗建筑设计提出了特殊要求。设计人员不仅需要考虑建筑本体的节能性能，还必须统筹考虑区域人口密度、社区活动模式以及居民生活方式等因素。比如在人口密集区域，需要特别关注建筑群体的通风廊道设计；在公共区域集中的地段，则要重点考虑建筑与周边环境的能量交换关系。

这些复杂因素的介入，显著增加了设计过程中需要协调的变量。设计团队必须进行更加深入的前期调研，全面掌握当地的人文环境和生活习惯，将传统设计通常不会涉及的社会学因素纳入考量范围。这种多重要求的叠加，无疑加大了设计工作的复杂程度，对设计团队的专业能力和项目经验都提出了更高要求^[2]。

（三）我国建筑大多能耗大

具体而言，国内多数建筑在运行过程中表现出较高的能耗特征，且在实际使用功能方面存在明显不足。这些建筑往往忽视了能效与实用性的平衡，导致其既不符合绿色发展的时代要求，也难以满足被动式超低能耗建筑的设计标准。深入分析可见，导致建筑能耗偏高的因素较为复杂。在我国，建筑设计过程中过分注重外观形象而忽视功能效益的倾向，也进一步加剧了能源消耗问题。这些情况不仅造成了资源浪费，还在技术层面制约了被动式超低能耗设计理念的落实。特别是在设计实践环节，这些因素形成了多重制约：既有建筑能耗基准较高，使得节能目标的实现需要更大的技术突破；又存在使用效率低下的现实，导致节能措施难以发挥预期作用。此外，追求外观华丽而牺牲功能合理性的设计倾向，往往与被动式建筑强调保温、通风、采光等本质需求产生矛盾。

二、被动式超低能耗建筑设计基础应用分析

（一）地域气候数据的解析与应用流程

要将多变的气候条件转化为设计依据，必须建立一套科学的数据解析与应用流程。在项目初期，设计团队应系统性地收集建设地的核心气象参数，包括但不限于全年的温度变化曲线、太阳辐射强度、主导风向与风速、降水分布及空气湿度等。一个成熟的设计流程要求对当地极端天气事件进行评估，并量化不同季节特征对建筑围护结构及能源系统的潜在影响。例如，在寒冷地区，需通过动态热工计算确定最优的保温层厚度与气密性指标；在炎热潮湿区域，则需通过风环境模拟来优化通风廊道与遮阳系统的设计。借助计算机模拟与能耗分析软件，设计人员能够精准预测不同方案的能耗表现，从而制定出最高效的气候响应策略，为实现超低能耗目标奠定坚实的数据基础。

（二）建筑内部节能设计

1. 门窗系统安装工艺与节点处理

在被动式建筑中，门窗系统采用外挂式安装工艺，将其固定

于外墙外侧。通过特制的 L 形金属连接件配合木质垫块，与建筑主体结构实现有效连接，并在连接部位设置 5 毫米厚的专用保温垫层，形成完整的热桥阻断体系，显著提升该节点的保温性能。

在室内侧施工中，采用预置压敏胶带的防水隔汽膜带材，将其紧密粘贴于窗框四周的接触界面。在处理阴阳角部位时，需预留充足的变形余量，所有搭接部位的重叠宽度不应小于 50 毫米。施工过程中需使用专用压实工具对粘贴部位进行全面滚压，确保膜材与基层完全密合，杜绝出现材料断裂、空鼓或粘结失效等质量缺陷。室外侧防水体系采用带有自粘层的透气性防水膜，将其一侧直接粘贴于窗框外表面的木质基材上，另一端则通过高性能粘结剂与墙体基层牢固结合。此道工序需确保整个防水雨布系统形成连续完整的密封层，同时满足水密性和气密性的双重标准。在完成外门窗安装并通过专项验收后，还需实施系统的成品保护措施。室外侧采用防火防护布进行覆盖保护，室内外的防水隔汽膜及透气膜表面均需涂抹 5 毫米厚度的抗裂砂浆保护层。这道保护层既能防止后续施工活动对门窗型材和玻璃造成损伤，又能确保防水密封系统的长期耐久性^[3]。

2. 热回收型新风系统的核心功能

对于气密性极高的被动式建筑而言，热回收新风系统是维持室内空气品质与热舒适的核心技术保障。它确保了在外窗无法开启的极端气候条件下，室内环境依然能保持稳定与健康。该系统通过高效的热交换芯体，回收排风中 80% 以上的能量，用于预热或预冷引入的新风。这意味着在严寒冬季，无需消耗大量额外能源，即可将新鲜空气加热至舒适温度；在炎夏，亦可有效降低新风的冷却负荷。这种“开源节流”的工作机制，使其成为平衡建筑气密性与室内环境需求的关键，大幅降低了建筑对传统供暖制冷设备的依赖。

（三）建筑气候数据的量化分析方法

在被动式超低能耗建筑的设计过程中，外部气候条件与室内舒适度需求共同构成了核心设计参数。这两个关键因素的相互作用，直接决定了建筑能耗性能的优化方向。要将这些影响因素有效转化为设计依据，就需要建立科学的气候数据量化体系——这正是建筑气候表征方法的研究范畴。现阶段，我国普遍采用室外气温动态监测法作为基础表征手段。该方法是基于我国复杂多变的气候特征专门开发的技术路线，通过在全国典型气候区建立观测网络，持续记录不同时间尺度的气象参数变化。设计人员需要系统收集逐月气候观测资料，运用统计分析方法研究气温、湿度、太阳辐射等要素对建筑围护结构的综合影响。这种基于长期观测数据的分析方法，虽然相较于国际先进水平尚有提升空间，但确实为我国的被动式超低能耗建筑设计提供了重要的技术支撑。通过建立符合国情的 Climate Data 处理流程，设计团队能够更准确地预测建筑能耗表现，为制定针对性的节能策略奠定基础。

三、提高被动式超低能耗建筑设计水平的方式

（一）完善居住环境舒适性标准体系

在被动式超低能耗建筑的设计体系中，确保室内环境舒适性

是一项关键目标。为实现这一目标，亟须建立与我国多样化气候条件和居民生活习惯相适应的舒适度评价标准。这一标准体系应当涵盖温度、湿度、气流速度及声光环境等多维参数，形成科学完整的评估框架。

设计人员在开展具体项目时，必须严格遵循既定的舒适度设计规范。这要求设计团队不仅要掌握建筑物理环境控制原理，还需深入了解当地居民的生活习惯与热舒适偏好。通过精细化计算与模拟分析，在控制能耗指标的前提下，为建筑使用者创造健康、舒适的生活环境。

被动式建筑的一大特色在于其灵活的环境适应能力。当室外气候条件恶劣时，建筑可通过高效的围护结构与机械设备维持室内舒适环境；而当室外温度湿度适宜时，则可引导居住者开启窗户，直接利用自然通风调节室内环境。这种“被动优先、主动优化”的运行策略，显著降低了机械系统的使用频率，既节约了能源消耗，又提升了使用者的环境参与感与舒适体验，充分体现了被动式设计的核心优势^[4]。

（二）自然环境要素的优化整合策略

在被动式超低能耗建筑的设计理念中，充分挖掘自然资源的潜力是实现节能目标的重要途径。太阳能、风能、地表植被以及场地微地形等环境要素，均可转化为建筑运行的可持续能源。设计人员需要运用专业的分析工具，通过精确的太阳能辐射计算和风环境模拟，将可再生能源技术有机融入建筑整体设计，从而最大限度地提升自然能源的利用效率，显著降低对传统能源的依赖。针对不同季节的能源需求特点，应采取差异化的资源利用策略。在夏季高温时段，可通过相变蓄热材料、夜间通风冷却等技

术手段，有效吸收室内多余热量，实现自然降温；而在冬季采暖期，则可利用太阳能集热装置、特朗勃墙等被动式太阳能技术，将太阳辐射能转化为热能，提升室内温度。这种顺应自然规律的季节性调节方式，既体现了“天人合一”的传统智慧，又符合现代建筑的节能要求。

（三）基于地域气候特征的设计标准调适

需要重点关注若干与气候密切相关的技术参数。例如，不同地区的年度供暖周期长短不一，这会直接影响建筑围护结构的保温性能设计要求；而各地区电能消耗特征的差异，则关系到可再生能源系统的配置方案。此外，太阳辐射强度、主导风向、湿度分布等气候要素也都需要纳入设计考量体系。因此，设计人员必须建立系统的气候数据分析流程，将各类地域性因素全面融入设计方案。通过精确计算建筑热工性能、优化设备系统配置、合理选择建筑材料等措施，使建筑能够更好地适应当地气候条件。这种精细化设计方法不仅能够显著降低建筑运行能耗，还能有效提升室内环境舒适度，真正实现建筑能源的可持续发展目标^[5]。

结束语：综上所述，推动被动式超低能耗建筑在我国的发展，是一项需要多维度协同推进的系统工程。面对复杂的气候条件、多样的建筑风格和高能耗的现状等核心挑战，成功的设计必须从粗放走向精准，从通用走向定制。这要求设计人员不仅要熟练掌握气候数据解析、高性能门窗安装和热回收新风系统等关键技术，更要在设计理念上实现根本转变，即建立以地域气候特征为根本依据、以优化整合自然资源为核心手段、以提升居民长期居住舒适度为最终目标的综合性策略。

参考文献

- [1] 潘兴华,程登峰,赵建凯.被动式超低能耗建筑工程设计策略探讨[J].石油化工建设,2025,47(7):120-122.
- [2] 李兵兵.被动式超低能耗交通附属建筑设计优化与评价[J].铁道建筑技术,2024(2):68-71,124.
- [3] 王鹏,林钰森.被动式超低能耗建筑设计思路及方法研究[J].工程建设与设计,2024(3):35-37.
- [4] 于素蕴,孙昊,刘洪泉.浅析被动式超低能耗建筑设计[J].能源与环境,2024(4):61-63.
- [5] 贵维春.论被动式超低能耗建筑工程设计应用[J].建筑与装饰,2023(7):56-58.