

严寒地区被动式超低能耗建筑发展及展望

张常明, 杨庆丰

黑龙江建筑职业技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150025

DOI: 10.61369/SDME.2025070025

摘 要 : 被动式超低能耗建筑作为一种新型绿色建筑形式, 具有显著的节能效果和环境效益, 在全球范围内受到广泛关注。特别是在严寒地区, 由于冬季采暖需求高、能源消耗大, 推广被动式超低能耗建筑具有重要的现实意义和战略价值。本文以严寒地区被动式超低能耗建筑为研究对象, 系统分析了其发展背景、发展现状及发展趋势, 有望在未来实现规模化推广和可持续发展, 为我国建筑领域实现绿色低碳转型提供重要支撑。

关 键 词 : 严寒地区; 被动式; 超低能耗建筑; 发展及展望

Development and Prospects of Passive Ultra-Low Energy Consumption Buildings in Severe Cold Regions

Zhang Changming, Yang Qingfeng

Heilongjiang Institute of Construction Technology, Harbin, Heilongjiang 150025

Abstract : As a new type of green building, passive ultra-low energy consumption buildings have significant energy-saving effects and environmental benefits, attracting widespread attention worldwide. Especially in severe cold regions, where heating demand in winter is high and energy consumption is large, promoting passive ultra-low energy consumption buildings has important practical significance and strategic value. This paper takes passive ultra-low energy consumption buildings in severe cold regions as the research object, systematically analyzes their development background, current situation, and development trends. It is expected to achieve large-scale promotion and sustainable development in the future, providing important support for the green and low-carbon transformation of China's construction field.

Keywords : severe cold regions; passive; ultra-low energy consumption buildings; development and prospect

引言

近年来, 全球范围内对低碳、绿色建筑的呼声越来越高。严寒地区的气候特点决定了建筑对供暖能耗的需求极高, 而被动式建筑通过优化建筑本体性能, 能够显著降低供暖需求, 从而实现能耗的大幅减少。同时, 被动式建筑的推广还能够带动相关技术与产业的发展, 为实现建筑领域的碳中和目标提供重要支撑。尽管被动式超低能耗建筑在国际上已有较多实践, 但其在严寒地区的适应性研究仍需进一步深化。严寒地区的气候条件、建筑材料特性以及居民生活习惯等因素, 都对被动式建筑的设计与施工提出了特殊要求。因此, 研究严寒地区被动式超低能耗建筑的发展路径与技术优化, 对于推动建筑领域绿色低碳发展具有重要的理论价值和实践意义^[1]。

一、被动式超低能耗建筑概述

被动式超低能耗建筑是一种通过优化建筑设计和技术创新, 最大限度地降低建筑能源消耗的建筑形式。其核心理念是通过适应气候和自然条件, 采用高性能的围护结构、新风热回收技术和可再生能源, 为建筑提供舒适、健康且低能耗的室内环境。严寒地区的气候条件通常表现为极端低温、漫长冬季和较大的昼夜温差, 这使得建筑的保温隔热性能显得尤为重要。被动式超低能耗

建筑通过采用高保温性能的围护结构, 如高性能外墙、屋面、门窗等, 有效减少热量的流失^[2]。同时, 通过提高建筑的气密性, 避免冷风渗透, 进一步降低建筑的能耗需求。被动式超低能耗建筑的另一个重要特征是新风热回收技术的应用, 在严寒地区, 建筑的供暖需求通常较高, 而传统的供暖系统往往能耗较大。通过在建筑中安装新风热回收设备, 可以将排出的废热回收并用于加热进风, 从而显著降低供暖能耗。此外, 被动式超低能耗建筑还注重可再生能源的利用。在严寒地区, 虽然太阳能资源可能受到冬

基金项目:

- 寒区城乡建设可持续发展省部共建协同创新项目“严寒地区超低能耗建筑施工工艺研究与节能成效精细化分析”(项目编号 HQ0020);
- 寒区城乡建设可持续发展省部共建协同创新项目“太阳能集热技术在寒区超低能耗建筑中的应用与节能分析”(项目编号 HQ0030)。

季日照时间短和降雪覆盖等因素的限制，但通过合理设计和优化建筑的能源系统，可以充分利用可再生能源，如太阳能、地源热泵等，进一步降低建筑对传统能源的依赖^[3]。

二、严寒地区被动式超低能耗建筑的发展现状

（一）国外被动式超低能耗建筑发展现状

国外对被动式超低能耗建筑的研究起步较早且发展迅速，尤其以德国为代表，其在被动式超低能耗建筑领域的研究和实践具有全球领先地位。德国的被动房研究所（PHI）自20世纪90年代起就开始致力于被动式建筑技术的研发与推广，提出了以“被动房”为核心的技术体系。这一技术体系强调通过优化建筑围护结构、高效热回收系统以及被动式设计策略，最大限度地减少建筑对化石能源的依赖^[4]。德国的被动房技术不仅在理论研究上取得了突破，还在实际应用中积累了丰富的经验。例如，德国的被动式建筑通过优化门窗性能、增强外墙保温以及采用高效新风热回收系统，显著降低了建筑的能耗水平^[5]。与此同时，国外在被动式超低能耗建筑的理论研究、建筑耗能及优化、可行性分析、经济性指标等方面也开展了大量研究。例如，瑞典、丹麦等北欧国家在严寒和寒冷地区被动式建筑的研究中表现突出，他们通过优化建筑围护结构的热工性能，结合可再生能源的利用，进一步提升了建筑的能源效率。在经济性研究方面，国外学者通过对比分析被动式建筑与传统建筑的全生命周期成本，发现虽然被动式建筑的初始投资较高，但其在能源消耗和维护成本方面的优势能够显著降低建筑的全生命周期成本。这一结论为被动式建筑的推广提供了重要的经济支持依据，进一步推动了被动式建筑技术的普及和应用。

（二）国内被动式超低能耗建筑发展现状

随着国家对节能减排和绿色建筑的重视，被动式超低能耗建筑逐渐成为建筑领域的重要研究方向。然而，目前我国被动式超低能耗建筑的推广仍面临诸多挑战。首先，民众对被动式超低能耗建筑的认知度较低，许多消费者对相关技术和优势缺乏了解，导致市场接受度不高。其次，我国相关法律法规和标准体系尚未完善，被动式超低能耗建筑的设计、施工和验收环节缺乏统一的技术规范，影响了建筑质量和推广效果。此外，被动式超低能耗建筑的技术体系尚未完全成熟，部分关键技术和材料依赖进口，增加了建设和运营成本。尽管如此，我国在被动式超低能耗建筑领域已取得了一定进展^[6]。在技术研发方面，我国正在加快构建符合国情的超低能耗技术体系。通过优化建筑围护结构设计、提升设备能效水平以及探索可再生能源应用技术，逐步降低建筑能耗。同时，我国也在加强被动式超低能耗建筑相关标准的制定和完善工作，为建筑的推广和普及提供技术支撑^[7]。

三、严寒地区被动式超低能耗建筑的发展前景

（一）降低建筑能耗，推动“双碳”目标

严寒地区的气候特点决定了被动式建筑需要在设计中充分考

虑围护结构的保温性能，以减少热量损失。围护结构作为建筑实现节能的关键部分，在设计过程中需要根据各地区的气候条件和建筑功能需求，合理确定窗墙比、外围护结构传热系数限值等规定性指标。在设计优化中，围护结构的构造需要兼顾保温性能和经济性^[8]。例如，通过采用高效保温材料提升外墙和屋顶的保温性能，优化门窗的气密性和隔热性能以减少冷风渗透和热损失。合理的窗墙比设计能够平衡自然采光和热损失，避免因过度开窗导致的能耗增加。在建筑整体能效提升方面，被动式超低能耗建筑通过优化围护结构设计，能够减少对传统供暖系统的依赖，从而降低化石能源的消耗。

（二）完善政策法规，落实激励政策

政府需要在政策法规的完善和激励政策的落实方面采取更加积极的措施，为被动式超低能耗建筑的发展提供制度保障和政策支持。首先，政府应加快被动式超低能耗建筑标准体系的建设^[9]。目前，被动式超低能耗建筑的设计标准、认证体系和实施细则尚不完善，导致行业发展缺乏统一的技术依据和评判标准。通过制定科学合理的设计标准和认证体系，为被动式超低能耗建筑的规划、设计、施工和验收提供明确的指导，确保建筑的节能性能达到预期目标。同时，政府还应结合严寒地区的气候特点，制定适合当地条件的技术标准和实施细则，使被动式超低能耗建筑的设计更加因地制宜，提高建筑的适应性和能效水平。其次，政府应完善政策法规，落实激励政策，为被动式超低能耗建筑的发展提供政策支持。政府可以通过制定财政补贴、税收优惠、绿色金融等激励政策，降低被动式超低能耗建筑的建设和推广成本，激发市场参与的积极性^[10]。

（三）推进示范工程，加强推广宣传

在严寒地区，被动式超低能耗建筑的发展需要通过示范工程的建设与推广宣传，为社会各界提供直观的参考与借鉴。哈尔滨的“辰能·溪树庭院”项目和鹤岗市的“记忆鹤岗”项目，正是严寒地区被动式超低能耗建筑发展的重要实践案例，为推动这一建筑理念在严寒地区的普及提供了有力支撑。“辰能·溪树庭院”项目作为哈尔滨地区首个被动式超低能耗建筑示范工程，通过采用高效保温材料、新型节能门窗以及新风热回收系统等技术手段，实现了建筑能耗的大幅降低。项目在冬季运行期间，室内温度始终保持在20℃以上，且建筑能耗显著低于传统建筑。这一项目的成功实施，不仅验证了被动式超低能耗建筑在严寒地区的适用性，也为后续项目的推广积累了宝贵经验。“记忆鹤岗”项目则进一步探索了被动式超低能耗建筑在严寒地区的适应性与创新性。该项目结合鹤岗市的气候特点，采用了一系列因地制宜的技术措施，如优化建筑朝向、增强建筑气密性以及充分利用可再生能源等。项目建成后，不仅达到了超低能耗的标准，还通过建筑性能监测系统，为后续研究提供了详实的数据支持。这一项目的实践，为严寒地区被动式超低能耗建筑的推广提供了重要参考。在推广宣传方面，政府有关部门可以通过新媒体矩阵进行广泛传播。例如，通过微信公众号、短视频平台等渠道，发布被动式超低能耗建筑的相关知识、示范工程案例以及建筑性能监测数据等。通过示范工程建设和宣传推广，可以有效提升社会各界对

被动式超低能耗建筑的认知度与接受度。

（四）加强技术研发，因地制宜发展

被动式超低能耗建筑的核心在于通过优化设计和技术创新，最大限度地减少能源消耗，同时提升建筑的舒适性和可持续性。首先，高效节能门窗是被动式超低能耗建筑的重要组成部分。在严寒地区，门窗的保温性能直接关系到建筑的能耗水平。因此，需要研发具有高保温性能的门窗系统，包括多腔室结构、低辐射玻璃、断热铝型材等。同时，门窗的气密性也是关键指标之一，通过优化设计和材料选择，确保在极端低温条件下门窗的气密性不降低，从而减少冷风渗透带来的热量损失。其次，在严寒地区，建筑的气密性直接影响到室内环境的稳定性。通过开发具有高气密性和保温性能的玻璃，研究适用于严寒地区的建筑连接件技术，确保建筑结构在低温环境下的稳定性和耐久性。在自然采光和通风设计方面，被动式超低能耗建筑需要充分利用自然光和自然通风，减少对人工照明和机械通风的依赖。因此，需要研究

适用于严寒地区的采光和通风设计理论，优化建筑的朝向、窗墙比和通风系统，确保在满足采光和通风需求的同时，最大限度地减少能源消耗。最后，技术研发需要紧密结合严寒地区的气候特点和建筑需求，推动新技术、新材料、新工艺在不同气候条件和区域的应用推广。通过建立适应性技术研发体系，推动被动式超低能耗建筑在严寒地区的因地制宜发展，为实现建筑领域的“双碳”目标提供技术支撑。

四、结束语

综上所述，被动式超低能耗建筑在严寒地区的推广和发展具有广阔前景，既是实现建筑领域碳中和的重要途径，也是推动建筑技术升级和可持续发展的重要方向。未来，随着技术的不断进步和政策支持力度的加大，被动式超低能耗建筑必将在严寒地区发挥更大的作用，为实现绿色建筑和低碳社会目标作出重要贡献。

参考文献

- [1] 吴世华. 被动式超低能耗建筑的发展现状及前景展望 [J]. 建筑技术开发, 2019, 46(10): 145-146.
- [2] 中国建筑节能协会. 中国建筑能耗研究报告2020[J]. 建筑节能 (中英文), 2021, 49(2): 1-6.
- [3] 张一恒; 夏赞; 曹森; 田野; 郑剑英; 樊春亭. 严寒地区超低能耗建筑用窗安装节点优化的研究探讨 [J]. 低温建筑技术, 2024(10).
- [4] 罗业欣; 王清勤; 周海珠; 张帅. 严寒地区超低能耗建筑的发展现状及推广建议 [J]. 建设科技, 2024(20).
- [5] 王丽颖; 谢美君. 严寒地区被动式低能耗建筑外墙构造优化设计研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2018(03).
- [6] 李少旭. 斯维尔软件在超低能耗被动式建筑设计中的应用 [J]. 石家庄职业技术学院学报, 2024, 36(06): 26-32.
- [7] 林广利, 程金学. 被动式超低能耗建筑门窗附框选型策略研究 [J]. 住宅产业, 2024, (12): 84-87.
- [8] 李隆翔. 关于多功能被动式低能耗建筑节能施工研究——以河北某回迁安置房项目为例 [J]. 中华民居, 2024, 17(07): 42-44.
- [9] 孙凯. 木结构建筑技术与被动式超低能耗建筑技术的集成与运用 [J]. 建筑技术开发, 2024, 51(10): 150-152.
- [10] 胡粤巧, 朱蓉, 李晓斌. 基于 CiteSpace 的被动式超低能耗建筑发展可视化分析 [J]. 设计艺术研究, 2024, 14(05): 80-85.