

被动房技术在中国东北地区老旧小区改造中的应用

朱君怡 金光虎*

延边大学工学院, 吉林 延吉 133002

[摘要] 目前, 被动房技术在建筑领域受到越来越多的关注, 应用范围不断扩大, 被动房建筑符合当下节能环保的政策要求, 在环境保护, 低碳低能耗等方面有突出的贡献。早期我国城市化发展速度过快, 存留下大量老旧小区尚未得到改善, 尤其是东北地区, 其经济条件相对落后, 缺少新技术的应用。本文通过对被动房技术的介绍, 运用斯维尔软件进行模拟分析, 提出被动房技术在东北地区老旧小区改造中使用的方案策略, 探讨被动房技术在东北地区老旧小区改造中的应用。充分发挥“被动房”技术的价值和作用, 更好地满足老旧小区改造需要, 促进我国建筑行业的可持续性发展。

[关键词] 被动房技术; 老旧小区; 改造; 东北地区; 绿色建筑

DOI: 10.33142/ucp.v1i3.13974

中图分类号: TU201

文献标识码: A

Application of Passive House Technology in the Renovation of Old Residential Areas in Northeast China

ZHU Junyi, JIN Guanghu*

College of Engineering, Yanbian University, Yanji, Jilin, 133002, China

Abstract: At present, passive house technology is receiving increasing attention in the field of construction, and its application scope is constantly expanding. Passive house construction meets the current policy requirements for energy conservation and environmental protection, and has outstanding contributions in environmental protection, low-carbon and low-energy consumption. In the early days, Chinese urbanization development was too fast, leaving behind a large number of old residential areas that had not been improved, especially in the Northeast region, where the economic conditions were relatively backward and lacked the application of new technologies. This paper introduces passive house technology and uses Swell software for simulation analysis to propose strategies for the use of passive house technology in the renovation of old residential areas in Northeast China. It explores the application of passive house technology in the renovation of old residential areas in Northeast China. Give full play to the value and role of "passive house" technology, better meet the needs of renovating old residential areas, and promote the sustainable development of Chinese construction industry.

Keywords: passive house technology; old residential areas; reform; northeast region; green building

1 概论

1.1 研究背景

目前, 中国城镇化已进入高质量阶段。城市发展从向外延伸扩张转化为对内改造发展。老旧小区改造作为推进城市发展提升建设的重要过程中显得尤为重要。2020年7月, 国务院办公厅印发《国务院办公厅关于全面推进城镇老旧小区改造工作的指导意见》, 要求按照党中央、国务院决策部署, 全面推进城镇老旧小区改造工作, 满足人民群众美好生活需要, 推动惠民生扩内需, 推进城市更新和开发建设方式转型, 促进经济高质量发展。^[1]全国各地开展老旧小区改造相关工作。

中国东北地区由于经济发展水平相对落后, 气候条件寒冷, 人口流失及老龄化问题严重, 目前存在大量老旧小区有待改造修缮。东北地区老旧小区存在的普遍问题主要有: 建筑结构老化、供暖设施老旧、保温性能差、管道老化漏水、楼体外墙脱落等等。这些问题导致居民生活质量下降, 造成能源浪费现象, 同时增加一定安全隐患, 为充分解决以上问题, 需要对老旧小区进行改造更新。

表1 国家提出老旧小区改造相关部署

时间	会议/报告	部署
2019年6月19日	国务院常务会议	今年开展城镇老旧小区改造试点, 为进一步全面推进积累经验
2019年6月20日	国务院常务会议	推进城镇老旧小区改造
2020年4月14日	国务院常务会议	加大城镇老旧小区改造力度
2020年4月16日	国务院政策例行吹风会	进行综合性改造, 改造内容分三类, 基础类, 完善类, 提升类
2020年5月22日	总理政府工作报告	新开工改造城镇老旧小区3.9万个

被动房技术是一种利用建筑本身的结构和自然资源来实现高效能耗的建筑设计理念。旨在最大程度地利用自然光、自然通风、太阳能等资源, 减少对传统能源的依赖, 从而降低建筑的能耗和环境影响, 在能源节约、环保、舒适性等方面具有显著优势。

1.2 研究意义及目的

在东北地区老旧小区改造中引入被动房技术可以有

效提升建筑的保温性能，减少能源消耗，改善室内环境质量，降低运营成本，提升居民的生活舒适度。同时，被动房技术也符合当前社会对于节能环保的要求，减少对环境的影响，有利于促进建筑行业的可持续发展。因此，被动房技术在东北地区老旧小区改造中具有广阔的应用前景。本文旨在探讨被动房技术在东北地区老旧小区改造中的应用，并提出相关建议和技术方案，为被动房技术在东北地区老旧小区改造中的发展贡献一份力量。

2 理论基础

2.1 基本原理

20 世纪 90 年代，瑞典阿达姆森教授和德国菲斯特博士首先在“低能耗建筑”的基础上提出了“被动房”（Passive House）的概念，旨在运用各种被动和主动的技术手段，利用最少的能源，甚至不使用空调和供暖系统，维持室内的热舒适和良好的空气品质。^[2]被动房技术是一种利用自然元素来实现建筑能源效益的设计理念，是节能建筑技术，是实现被动房的技术手段。被动房实施五大原则（图 1）。被动房技术原理是通过合理的建筑结构，适合的建筑材料，减少能耗的设计方案，对自然元素的利用，最大程度地减少对传统能源的消耗，提高建筑自身的能源利用效率。

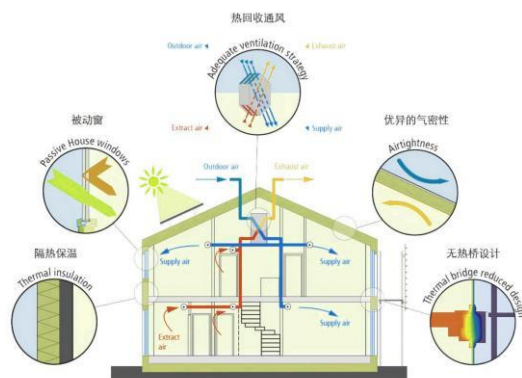


图 1 被动房实施五大原则

被动房建造和改造的关键技术要点主要包括 7 个方面：保温措施、门窗节能、气密性措施、无热桥处理、热回收新风系统、可再生能源利用和其他创新性措施。包括优化建筑朝向、采光设计、隔热保温、利用自然通风和地热等措施，以实现建筑内部舒适的温度和环境条件，减少对传统暖通设备的需求，从而降低建筑的能耗。

被动房技术在设计施工上有明显的优势：

(1) 被动房技术能够显著降低建筑物的能源消耗，通过高效的保温和气密性设计，减少冷热空气的渗透，降低空调和采暖设备的能耗。

(2) 被动房技术能够减少对传统能源的依赖，降低温室气体排放，有利于环境保护和气候变化应对。

(3) 被动房技术能够实现室内温度的稳定避免了传统

建筑中因冷热不均而引起的舒适度问题提高了居住和工作环境的舒适度。

(4) 被动房技术的初期投资可能较高但长期运营成本较低能够节省大量的能源费用和维护费用实现经济效益的长期回报。

2.2 国内外应用的应用情况

被动房技术起源于德国，欧洲是被动房技术发展较早且成熟的地区之一，其中德国，奥地利，瑞士等国家在被动房技术领域拥有丰富的经验和成功案例。被动房在我国引入较晚，但目前也得到了本土化应用，受到越来越多的关注。通过文献资料调研可知，采用被动房技术新建或改造后的房屋，都能达到极低的一次能源消耗水平，即使无法满足被动房的认证标准，也较普通建筑表现出了更加优异的节能性能。被动房技术的可行性与有效性在此得到了充分的实证。

目前，我国一些商业和住宅项目开始采用被动房技术，以降低耗能，改善室内环境质量，一些城市也开始推动被动房技术的应用，制定相应政策标准，促进被动房技术在建筑行业的推广。总的来说，被动房技术在国内外的发展现状都是积极的，被动房技术作为一种可持续的建筑设计理念，在建筑设计中更关注能源效率和环保，在未来会有更广泛的应用和推广。

3 软件模拟研究

3.1 研究方法介绍

为更好的表现出被动房技术对老旧小区改造产生的影响效果，本论文在研究过程中选择以东北地区（吉林省长春市）居住建筑模型为研究对象，采用斯维尔软件进行数字模拟实验，通过对模型的设置和参数调整，生成相应报告。通过软件模拟，有效地验证理论假设，证明被动房技术在老旧小区改造过程中的优势，以此分析被动房技术在中国东北地区老旧小区改造中的应用策略，为后续研究提供有价值的参考。本次研究主要使用斯维尔室内热舒适软件以及斯维尔建筑通风软件。

3.2 建筑热舒适度模拟分析

选择合适的建筑作为研究对象（图 2），在斯维尔软件中建立研究对象建筑模型，在斯维尔室内热舒适软件中进行模拟分析。下表依据室内舒适温度测试得出外墙维护结构热工性能参数（表 2）。

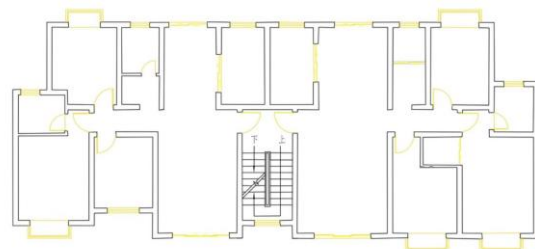


图 2 研究对象平面图

表 2 外墙维护结构热工性能参数

材料名称 (由外到内)	厚度 δ	导热系数 λ	蓄热系数 S	修正系数 α	热阻 R	热惰性指标 $D=R*S$
	(mm)	W/(m·K)	W/(m ² ·K)		(m ² ·K)/W	
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (带表皮)	20	0.030	0.340	1.20	0.556	0.227
水泥砂浆	20	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	200	1.740	17.200	1.00	0.115	1.977
石灰砂浆	20	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249
各层之和 Σ	280	—	—	—	0.738	2.941
外表面太阳辐射吸收系数	0.75[默认]					
传热系数 $K=1/(\frac{1}{0.15} + \Sigma R)$	1.13					

3.3 建筑通风模拟分析

在斯维尔通风软件中对研究对象进行模拟分析。在研究中分别模拟初始建筑模型的通风情况与设置新风系统后建筑模型通风情况，得到建筑室内速度分布图（图 3，图 4），建筑室内风速矢量图（图 5，图 6），两组建筑模型得出的数据进行对比，观察分析。

根据两组模型软件模拟结果可知，设置新风系统的建

筑室内风速分布比初始建筑室内风速分布更均匀，能更好地保证各房间保持空气流通，减少室内能量损失，改善室内空气质量。

4 技术应用

4.1 东北老旧小区现状分析

东北地区老旧小区大多于 2000 年前后建成，建筑年代较久，存在建筑结构老化，墙体渗漏，楼体外墙脱落，管道老化，保温性能差的问题；小区内部公共设施较陈旧且配套设施不完善，基础设施老化，公共空间存在停车位不足，绿化不足，环境卫生差，规划不合理，杂物堆放严重等问题影响居民生活质量；一些老旧小区的建筑物结构和设施设计不符合现代节能要求，存在能源浪费问题，对环境污染有很大影响，居民的能源消耗较高。老旧小区管理混乱，缺少有效的物业管理，小区内各种管线老化漏水，检查不及时，容易造成安全隐患，影响居民正常生活。

老旧小区改造工作已经持续多年，在国务院办公厅《关于全面推进城镇老旧小区改造工作的指导意见》中界定改造内容可分为基础类、完善类、提升类。本次研究中将通过老旧小区进行基础类，完善类，提升类的改造，使其满足居民生活需求，改善小区居住环境，减少能源消耗，完善城市功能，提升城市形象。

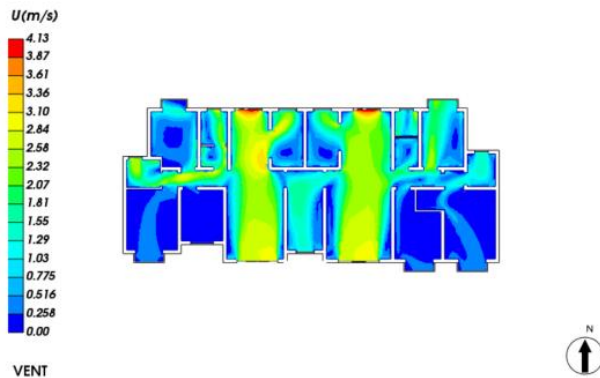


图 3 初始建筑室内速度分布

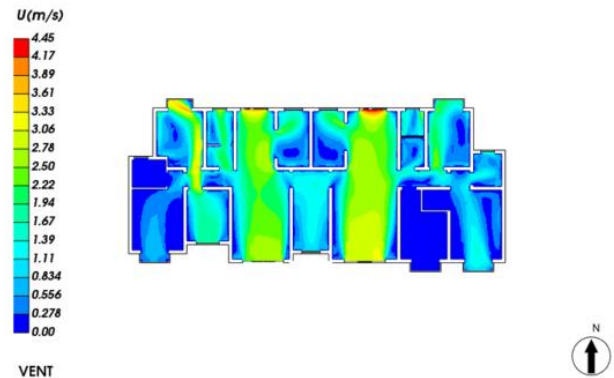


图 4 新风系统建筑室内速度分布

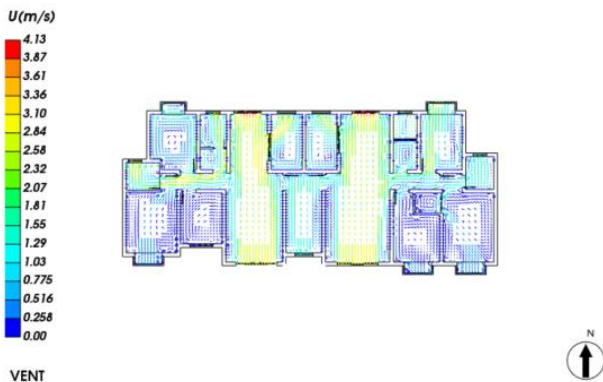


图 5 建筑室内风速矢量图



图 6 设置新风系统建筑室内风速矢量图

4.2 技术方案

根据被动房建造和改造的关键技术要点,将被动房技术应用于老旧小区改造过程中技术方案分为如下几方面:

4.2.1 建筑热舒适度方面

(1) 改进老旧小区建筑维护结构的保温性能,有效降低建筑热损失和得热,提高建筑的热工性能。传统建筑由外墙引起的热量损失约占建筑总能耗的30%,由屋顶引起的热量损失约占8%~10%。老旧小区内建筑年限久,外墙保温性能降低,因此改善建筑墙体,屋面以及其他围护结构的保温性能是被动房的首要任务,也是被动房技术改造中最常用,最普遍的改造方式。选择合适的保温材料,根据当地气候条件,数字化模拟得出所需要的保温层厚度,准确把握建筑室外气候、室内环境以及建筑之间关系,在施工过程中,避免保温层间断,形成传热漏洞;可在新技术的配合作用下,合理使用智能化建筑结构外墙系统,真正实现节能和降耗的目标。

(2) 老旧小区建筑外表面门窗老化,安装技术过时,性能不完善。普通玻璃热阻低,且存在热量损失和热桥效应。因此,需对外门窗进行材料的更换,安装时进行精细设计,更换原有的老旧门窗,选择更加高效节能的玻璃系统。窗户的选择上可考虑层隔热玻璃,夏季隔热的同时,冬季起到一定的保温效果。玻璃隔层中间填充惰性气体,窗框对外窗的传热系数也有一定影响,在被动房设计中多采用铝包木型材门窗较多,既美观,相对其他材料而言传热系数更低,更好地提高建筑的气密性和保温性,降低能源消耗。

(3) 建筑的维护结构是多层多孔结构,此外窗框与墙体间的缝隙对建筑的气密性也有影响。老旧小区中,建筑外墙损坏,窗户受损是很普遍的问题,加上东北地区冬季寒冷,冷风渗透,热损失加大,其建筑气密性不好。必须要加强建筑的气密性,在施工改造过程中,对现存的漏风漏气部分予以密封处理,对窗户边缘缝隙进行填充,使气密层将整栋建筑完美包裹,不出现间断。

4.2.2 通风方面

安装热回收新风系统。新风系统是一种通过自然通风或机械通风来实现室内空气流通和更新的系统。老旧小区存在着设施老旧的问题,为提高居民生活质量,在室内可设置新风系统,保证室内有足够的新鲜空气,减少室内能量损失。在被动房设计理念中,新风系统是重要的一部分,机械通风设备几乎是每个被动房屋必备的系统装置。它可以有效地改善室内空气质量,排除室内污染物,调节室内温湿度,提高居住和工作环境的舒适度,为居住者提供清新、健康的室内空气。

4.2.3 其他方面

在老旧小区改造过程中可以合理利用可再生能源,融

入绿色建筑理念。东北地区太阳能,风能等自然资源充足,可以利用可再生能源的方式有太阳能热水技术,光伏发电技术等。使用最少的化石能源和自然资源,提高资源利用效率,满足舒适性。充分利用这些可再生能源,为老旧小区的被动房技术改造提供足够能源供应,提高居民生活质量,能源利用效率得到提升。

此外,被动房技术不断更新发展,手段也在不断创新,绿色屋顶,相变材料等新技术手段同样可以运用在老旧小区改造内容中。

4.3 影响因素分析

被动房技术在老旧小区改造的应用过程中会有如下几点影响因素:

4.3.1 政策因素

政策的出台是被动房技术实际运用在老旧小区改造上的基础在实际生活中发挥着重要作用。政府出台的支持政策可以为被动房技术在老旧小区改造中提供必要的资金支持,包括政策补贴、税收优惠等等,有利于开发商或业主更容易地采用被动房技术进行改造。在政策的引导作用下,相关企业对被动房技术的研发增多,提高被动房技术在改造项目中的应用水平,提升改造效果和质量。政策同样会促进技术的应用和推广,提高老旧小区改造效率和质量,推动城市可持续发展。

4.3.2 经济因素

被动房技术的落实需要一定的经济基础,被动房技术的改造比普通改造需要更高的投入成本,经济发达的地区,有能力承担被动房技术所需的高额成本,并愿意为城市资源节约和环保作出贡献。经济条件相对贫困的地区,资金有限,在改造中更多选择传统改造方式,较少应用被动房技术。被动房技术想全面发展,需要降低改造技术成本,经济限制小能够提高其在不同地区的应用与普及。

4.3.3 技术因素

技术水平高低直接影响被动房技术的应用和效果。高水平的技术团队能够更好地设计和实施被动房技术,保证改造工程符合标准并达到预期的节能效果。技术水平的提升也会带动当地施工队伍和相关行业的发展。技术先进的施工队伍能够更高效地进行建筑改造工程,保证施工质量,减少施工期间的能源消耗和资源浪费,能够为老旧小区改造提供更好的技术支持。还能促进被动房技术在东北地区的推广和普及。通过成功的案例展示和宣传,社会对被动房技术的认可度将提高,更多的老旧小区业主和管理者可能会选择这种节能环保的技术方式进行改造,推动整个地区建筑节能环保事业的发展。

5 结语

被动房建筑符合当下节能低碳的政策需求,与政策和当下社会形式相适应,在未来绿色建筑将会成为建筑行业发

展的主要方向之一。本文对被动房技术在东北地区老旧小区改造中应用的研究,为这一方向提供建议和借鉴意义,老旧小区改造中对被动房技术是使用,需要考虑老旧小区自身的实际情况,从保温系统、气密性,通风系统,门窗系统、管道维修等方面出发,运用被动房技术,提高老旧小区的居住环境,满足居民生活需求,更好地推进绿色建筑发展,适应当前我国建筑行业的发展需要。

[参考文献]

[1] 宋晓刚,刘耀华,张培兴,等. 被动式超低能耗建筑推广

发展策略研究[J]. 建筑经济, 2022(2): 11-13.

[2] 徐怡,刘柯,刘凯,等. 国内外被动房技术在建筑新建和改造中的应用: 现状与未来[J]. 建筑技术, 2021, 52(7): 772-779.

作者简介: 朱君怡(2003—),女,汉族,吉林通化人,本科在读,延边大学工学院,研究方向: 建筑技术; *通讯作者: 金光虎(1978—),男,朝鲜族,吉林延吉人,硕士,副教授,硕士生导师,国家一级注册建筑师,延边大学工学院,研究方向: 建筑设计及其理论。