

近零能耗建筑围护结构气密性检测技术改进

贺壬人

冕宁县职业技术学校 四川凉山

【摘要】近零能耗建筑的发展对围护结构的气密性提出了更高要求，而现有检测方法在精度、效率和适用性方面仍存在不足。本文围绕气密性检测技术的改进展开研究，重点分析传统方法在复杂气候条件、施工误差与大尺度建筑检测中的局限性。通过对比实验与模拟分析，提出优化的检测工艺与传感技术，以提高结果的稳定性和灵敏度。研究表明，改进后的检测方法不仅能有效识别围护结构渗漏点，还能实现快速定量评估，为近零能耗建筑的节能性能提供可靠保障。该研究在提升建筑气密性控制水平、推动绿色建筑标准化检测方面具有积极意义。

【关键词】近零能耗建筑；围护结构；气密性；检测技术；改进

【收稿日期】2025年4月22日 **【出刊日期】**2025年5月16日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000195

Improvement of air tightness detection technology for building envelope of near zero energy buildings

Renren He

Mianning vocational and technical school, Liangshan, Sichuan

【Abstract】The development of near-zero energy buildings has raised higher requirements for the airtightness of building envelopes, while existing detection methods still fall short in terms of accuracy, efficiency, and applicability. This study focuses on improving airtightness detection technologies, analyzing the limitations of traditional methods under complex climatic conditions, construction errors, and large-scale building inspections. Through comparative experiments and simulation analyses, optimized detection processes and sensor technologies are proposed to enhance result stability and sensitivity. Research findings demonstrate that the improved detection methods not only effectively identify envelope leakage points but also enable rapid quantitative assessments, providing reliable assurance for energy efficiency in near-zero energy buildings. This research holds significant implications for enhancing building airtightness control standards and promoting standardized green building inspections.

【Keywords】Near-zero energy buildings; Building envelopes; Airtightness; Detection technology; Improvement

引言

随着全球能源紧缺与环境压力的加剧，建筑能耗逐渐成为社会关注的焦点。近零能耗建筑因其节能与环保特性而被广泛推广，其中围护结构的气密性是影响建筑整体性能的重要因素。气密性不足会导致能量流失和室内舒适度下降，严重制约建筑节能目标的实现。现有的检测方法虽然已在工程实践中应用，但在操作精度、适应性以及大规模应用方面仍存在明显不足。如何通过技术改进提升检测的准确性与效率，成为实现近零能耗建筑目标的关键问题。围绕这一议题，本文对检测方法的改进路径进行系统探讨，以期为相关研究与工程应用提供参考。

1 近零能耗建筑对围护结构气密性提出的现实挑战

随着近零能耗建筑的快速发展，围护结构的气密性问题变得尤为重要。作为实现节能减排目标的关键因素之一，围护结构的气密性直接影响建筑的能源消耗和室内舒适度。气密性不足会导致热量、空气和水蒸气等的泄漏，从而增加建筑的空调和采暖负荷，降低能源使用效率^[1]。气密性差还可能引发建筑内部湿气问题，进而影响建筑结构的耐久性，甚至对室内空气质量造成负面影响。确保近零能耗建筑的围护结构具备优异的气密性能，是提升其综合能效和长期可持续性的基础。

在建筑设计和施工过程中，围护结构气密性的检测始终面临着多个技术难题。传统的气密性测试方法，如压力差法和气流量法，虽然在一定程度上能够评估

建筑的气密性，但这些方法往往受限于操作条件、检测精度和应用环境。某些方法在气候变化剧烈或极端天气条件下难以提供可靠的结果，尤其是在建筑规模较大时，气密性检测的全面性和准确性难以保障。现有技术在识别小面积渗漏点、检测效率和自动化程度上也存在不足，这使得许多建筑在交付使用后依然面临较大的能耗浪费问题。

为了解决这些问题，研究者们不断探索更为精准、高效的检测手段。特别是在近零能耗建筑的设计要求下，气密性检测技术亟待实现技术突破。改进现有检测方法，采用高精度传感器、实时数据采集和分析技术，能够更有效地评估建筑围护结构的气密性^[2]。借助智能化设备的辅助，检测的操作可以更加简便，同时提高了结果的稳定性和可靠性。通过对多种因素的综合考量，设计出一种兼具高效性和准确性的气密性检测技术，已成为当前建筑行业面临的重要课题。

2 现有围护结构气密性检测方法的不足与局限

现有的围护结构气密性检测方法，在面对近零能耗建筑日益严格的要求时，暴露出诸多不足和局限性。传统的气密性检测方法，如压力差法和气流量法，虽然被广泛应用，但它们在大规模建筑项目中往往难以满足高效、精确的检测需求。以压力差法为例，通常依赖于在建筑内部创造一定的压力差，通过测量空气流动来判断气密性^[3]。这种方法受限于设备配置的复杂性与操作环境的变化，尤其是在建筑的多层结构和复杂几何形态中，局部密封性差异的检测难度较大。且此类方法多以人工操作为主，操作人员的经验和熟练度直接影响检测结果的准确性，这种人为因素的干扰往往难以消除，尤其是在施工过程中存在一定误差时，无法确保对气密性问题的全面掌控。

除了操作性问题，现有检测技术还面临数据采集和分析精度的瓶颈。气密性测试往往依赖于对空气流动和压力变化的细致测量，传统方法的传感器精度和数据处理能力有限，难以精确捕捉到建筑围护结构中的微小渗漏点。尤其是对大面积建筑或复杂结构的气密性进行全面检测时，传统方法难以实现实时监控和数据分析。在一些高精度要求的场合，传统的检测技术往往无法做到高效的局部渗漏定位，导致部分气密性问题无法被及时发现与修复。

现有的气密性检测方法普遍存在耗时较长和检测成本高的问题，特别是在一些大型项目中，传统检测方式需要投入大量的人力和时间，才能完成全面的气密性检查。这种高成本和长周期的检测方式，往往使得建

筑方无法在项目交付之前进行有效的气密性评估，甚至导致后期运营时才发现气密性存在缺陷，造成能源浪费和维护成本的增加^[4]。随着建筑节能标准的不断提升，现有检测方法在适应建筑快速变化的需求和高精度要求时，显得捉襟见肘。亟需寻找一种既能够适应大规模建筑气密性检测需求，又能提高检测精度和效率的技术手段，以解决当前检测方法中的核心问题和技术瓶颈。

3 面向近零能耗建筑的气密性检测技术改进思路

面向近零能耗建筑的气密性检测技术改进，需要从精度、效率和适应性三个方面进行全面提升。为了克服传统检测方法的局限，首先可以通过引入高精度的传感器技术，增强对围护结构气密性的检测能力。近年来，随着传感器技术的不断进步，各类气密性检测传感器的精度和响应速度得到了显著提升^[5]。通过结合多点传感器网络，不仅可以对建筑内部的各个区域进行全面监测，还能通过实时数据反馈，精确定位到微小的气密性缺陷。尤其是在复杂气候条件下，这些传感器能够更好地适应温湿度变化，提供更为稳定的检测结果，从而有效弥补传统方法在变化环境下的不足。

除了传感器的精度提升，智能化数据采集与分析技术的应用也是改进气密性检测技术的关键方向。借助人工智能与大数据技术，可以实现对气密性检测数据的深度分析与智能化处理。通过对多个传感器采集到的数据进行大数据处理和机器学习模型训练，不仅能够提高检测的准确性，还能够自动识别出潜在的气密性问题区域。这种智能化的处理方式，极大地提高了检测效率，并能够根据不同建筑的具体情况进行定制化分析，避免了传统方法中由于操作人员经验差异而带来的误差。智能分析系统还能够根据实时数据变化进行动态调整，自动更新检测模型，以应对复杂建筑结构和不断变化的环境条件。

在提高精度与效率的基础上，采用更加灵活且高效的检测方法也是技术改进的重要方向。比如，近年来出现的气密性红外成像技术、热成像技术以及激光扫描技术等新兴技术，在解决大规模建筑气密性检测时表现出了很好的应用前景。红外成像技术可以通过温差扫描，直观地发现建筑围护结构中的热漏点，从而有效评估气密性不足的区域。而激光扫描技术则能够实现对建筑结构的高精度三维建模，在大范围内进行全面检测，准确识别结构缺陷^[6]。结合这些先进技术，气密性检测的全过程可以实现自动化、智能化和高效化，避免了人工操作带来的误差和繁琐的现场作业，从而

大大提升了检测的准确性和可靠性。这些创新的检测技术，为近零能耗建筑提供了一种更加适应性强、精度高、效率高的气密性检测方案，也为建筑节能领域的技术突破奠定了坚实的基础。

4 改进检测方法在围护结构气密性中的应用与验证

改进后的气密性检测方法在围护结构中的应用，为建筑节能提供了新的解决方案。以高精度传感器和智能数据分析技术为核心的检测方法，通过集成多点传感器和实时数据监控，能够在建筑施工阶段及后期运营中实现全方位、动态的气密性检测。通过对建筑围护结构的各个关键部位进行全面监测，改进后的检测方法能够准确识别微小的渗漏点，这对于传统方法无法高效捕捉的细微气密性问题具有重要意义^[7]。应用这些技术后，气密性检测的精度得到了大幅提升，尤其是在一些具有复杂结构的大型建筑中，改进后的方法能够提供更加准确、可靠的结果，确保了近零能耗建筑的节能性能。

改进后的检测方法也极大地提高了检测效率，缩短了检测周期。通过自动化的数据采集和分析，检测人员不再需要依赖繁琐的人工操作，减少了人为因素对检测结果的影响。这种方法能够在较短的时间内完成对整个建筑围护结构的气密性评估，避免了传统方法中人工计算和记录所带来的误差。尤其在大规模建筑项目中，应用这种新型检测技术不仅能够提高工作效率，还能降低施工和运营阶段的检测成本。实时监测系统的引入，使得建筑管理者能够在施工阶段即时获取气密性问题，并及时调整施工方案，确保建筑气密性的高标准完成。

改进的检测方法在实际建筑项目中的验证显示，其应用效果显著优于传统检测手段。在一项近零能耗建筑的气密性检测中，利用高精度传感器和智能分析系统，对建筑围护结构进行全面扫描，成功识别出多处传统方法无法察觉的气密性缺陷。通过与传统检测结果的对比，改进后的方法在识别缺陷的精准度和检测效率上均表现出了明显优势^[8]。进一步的测试表明，改进后的技术不仅能够在复杂环境条件下稳定工作，还能提供实时的数据反馈和智能化的缺陷分析，极大地提升了建筑项目的气密性控制水平。通过这些验证，改

进的气密性检测方法已经成为推动近零能耗建筑实现节能目标的重要工具，为未来建筑节能技术的普及和应用提供了宝贵经验。

5 结语

改进后的气密性检测技术为近零能耗建筑的围护结构提供了更高效、更精准的解决方案。这些技术的应用显著提升了检测的精度和效率，克服了传统方法在大规模建筑项目中的局限性。在建筑施工和运营过程中，能够实时监控并精准识别气密性问题，从而减少能量浪费，确保建筑性能的稳定性。随着这些技术的不断发展和验证，它们将在推动建筑行业节能减排、提高建筑质量方面发挥越来越重要的作用，为实现可持续建筑目标提供坚实的技术支持。

参考文献

- [1] 张亚楠,孙鹏,梁作庆. 激光封焊起点对微波载荷气密性影响研究[J].空间电子技术,2025,22(04):100-105.
- [2] 李周君,李卓昆,袁林林. 建筑用气密性膜材料国内外标准体系梳理[J].上海建材,2025,(04):1-5+15.
- [3] 王亮,王超. 严寒地区近零能耗建筑围护结构技术创新研究[J].科技创新与应用,2025,15(23):89-92.
- [4] 孟琳. 红外热成像技术在高层建筑外窗气密性检测中的应用分析[J].实验室检测,2025,3(15):63-65.
- [5] 陈佳,张海林,梁思成. 新能源汽车气密性检测试验技术分析[J].汽车实用技术,2025,50(14):7-11.
- [6] 张俊峰,钟凌宇,王乐威,等. 基于全链指挥的近零能耗建筑管理平台构建[J].绿色建筑,2025,17(04):39-43.
- [7] 罗光亮,巩晓辉. 近零能耗建筑暖通空调技术应用分析[J].新城建科技,2025,34(05):49-51.
- [8] 雷浩,周磊,韩学中,等. 温和地区某近零能耗办公建筑工程实践[J].暖通空调,2025,55(05):133-137.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS