

# 被动式超低能耗建筑检测技术浅析

曾霖虹

江西华恒工程检测有限公司

**摘要:**现阶段,建筑业呈现出蓬勃发展的良好态势,各种建筑类型层出不穷,被动式超低能耗建筑便属于世界范围内最具先进性的一类节能建筑。但因被动式超低能耗建筑,其对于总体设计指标、建材性能及质量、施工建设质量和运行管理各个方面均有着更为严格的要求,然则,实际生产中所涉及各项施工工艺、建材性能、运行管理实践技术等却潜在着良莠不齐的情况。所以,对被动式超低能耗建筑实施检测所用技术方法应当科学可靠,这是确保达到良好检测精度及效果的关键。鉴于此,本文主要探讨被动式超低能耗建筑相关检测技术,旨在为业内相关人士提供参考。

**关键词:**被动式;建筑;超低能耗;检测技术

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.06.198

## 前言

被动式超低能耗建筑,其依托于节能建筑一种全新理念被广泛推广并应用于全球范围,尽管有不同类型的定义不断出现,但总体内涵有着一致性,即依靠被动式的方法或手段,使得降低能耗、提高总体居住品质、生态环保等目的得以达成。那么,为确保被动式超低能耗建筑可以更好地应用及发展下去,则对被动式超低能耗建筑相关检测技术开展综合分析较为必要。

## 一、被动式超低能耗建筑及其检测指标综合体系

### (一)何为被动式超低能耗建筑

被动式超低能耗建筑,简称为被动房,属于我国现阶段所倡导节能建筑全新概念,把多种不同被动式及可再生类能源科学技术,因地制宜地与建筑融合,总体所消耗一次能源每年 $<120\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 的一种房屋建筑。相比较于常规形式建筑,被动式超低能耗建筑以室内较高舒适度及居住品质为基础,年供冷及供暖总体需求量更低<sup>[1]</sup>。这种被动式超低能耗建筑总体设计施工、使用运行,是以建筑物的能耗值作为主要约束目标,转变以往传统的设计理念与思路、施工方法及其运行模式。

### (二)确立检测指标综合体系

结合表1所显示关于我国和德国当前针对被动式超

低能耗建筑所提出标准当中所涉及各项技术指标,科学确立被动式超低能耗建筑检测综合指标体系。我国现有被动式超低能耗建筑充分吸收国外所认证现代化理念和技术指标,坚持因地制宜基本原则,对技术指标各项参数予以细致分析,但国内针对被动式超低能耗建筑认证及质控方面未形成完整体系。这种被动式超低能耗建筑,属于绿色建筑今后的一个发展方向。故被动式超低能耗建筑建设,应当记入到整个生命周期当中。针对项目决策节点,应当引入绿色生态、被动式的现代理念。项目具体实施过程,重视技术性能及气密性各项指标参数落实,对能耗指标及室内总体舒适程度指标实施模拟评估;并对项目具体使用节点上,开展能耗指标及室内舒适程度指标的检测评价<sup>[2]</sup>。针对被动式超低能耗建筑检测,应当贯穿于实施及运行各个节点当中。针对施工及竣工节点上,应当检测确认被动式技术性能,以免与实际要求不符情况出现,确认方式上以现场检测及实验室测定为主。对被动式的低能耗相关技术性能实施检测确认,属于被动式超低能耗建筑得以实现的重要技术保障。针对具体运行过程,即为确保被动式超低能耗建筑能够更具舒适性,空气质量得到提升或改善,建筑室内的温湿度适中,建筑物内表面实际温度稳定,与室外环

表1 技术指标情况

序号	PHI《德国被动房标准》	住建部标准 <sup>[2]</sup>	地方标准 <sup>[3-4]</sup>
1	能耗指标:供热要求,制冷+去湿要求,年供暖、供冷和照明一次能源消耗量	能耗指标:年供暖需求量,年供冷需求量,年供暖、供冷和照明一次能源消耗量	能耗指标:年供暖需求量,年供冷需求量,年供暖、供冷和照明一次能源消耗量
2	气密性指标:外窗气密性、整体气密性	气密性指标:外窗气密性、整体气密性	气密性指标:外窗气密性、整体气密性
3	室内舒适性指标:温湿度、噪声、温度不保证率、二氧化碳	室内舒适性指标:温湿度、新风量、噪声、温度不保证率	室内舒适性指标:温湿度、噪声、温度不保证率、内表面温度、二氧化碳
4	技术性能指标(外墙、屋面、外窗、热工性能;高效新风热回收效率;自然通风;遮阳性能;可再生能源;自然采光;建筑热桥)	技术性能指标(外墙、屋面、外窗、热工性能;高效新风热回收效率;自然通风;遮阳性能;可再生能源;自然采光;建筑热桥;建筑热工缺陷;照明功率密度值;空气净化性能)	技术性能指标(外墙、屋面、外窗、热工性能;高效新风热回收效率;自然通风;遮阳性能;可再生能源;自然采光;建筑热桥;建筑热工缺陷;照明功率密度值)

境呈较小温差，体感舒适；气密性及隔音效果优良；室内环境比较安静，组织开展新风系统相关设计工作，确保室内空气更加的新鲜等，这些均属于被动式超低能耗建筑对于室内环境的舒适程度和空气质量方面要求。对被动式超低能耗建筑室内总体环境舒适程度实施检测确认，属于被动式超低能耗建筑整个居住环境满足舒适要求的重要前提。实施能耗监测或检测方面工作，其是对被动式超低能耗建筑总体能耗目标数值可否满足预期的一种评价。对被动式超低能耗建筑总体能耗实施监测或是检测，可确保被动式超低能耗建筑最终能耗目标得以实现。

## 二、检测技术

### （一）检测流程和技术方法

被动式超低能耗建筑最终实现目标，即为被动式超低能耗建筑实际低能耗及高效各项指标整个寿命周期提供保障，这就需要提出并运用全新检测实施流程与其技术方法，此次提出原则为：以被动建筑整个寿命周期作为中心部分，以高效及其低能耗为基本点，划分成包含着施工、竣工及运行这三个不同节点。所用检测技术以调适、验收、运行这三个检测方法为主，详细如下：

#### 1. 在调适检测方面

对建筑物实施调适检测，主要坚持建筑物实际的运行结果作为基本导向，以此来完成设施设备及系统等安装质量、性能方面检测验证和记录，确保建筑物当中各系统能够在方案及图纸设计、总体安装作业、单机设备试运行、各项性能测试、实际运行及其维护等整个周期当中可达到预期目标，且可以满足于业主实际使用要求及标准的相应检测方法<sup>[3]</sup>。针对调适检测具体目标，即促使建筑物所有系统整体性能、各系统相互作用能够处于最佳的一个工况点等。开展调适检测方面实践工作，并非单纯涉及施工和验收节点，它应当贯穿至建筑物整个的运行周期过程当中，把它当成是被动式超低能耗建筑实现高效化及高质量的运行一项重要手段或方法，有效把控被动式超低能耗建筑运行动态整个过程才是最终所需实现的目标。针对施工节点：建筑工程具体施工节点开展调适检测方面工作，对于有效控制被动式超低能耗建筑总体的施工质量而言重要作用比较突出。由于该被动式超低能耗建筑对于建筑总体的围护结构及其新风系统方面均有着十分严格的要求，与常规建筑比较起来，对施工水平方面要求更高。施工节点开展调适检测方面工作，其所涉及内容以TAB为主，即Testing测试、调整Adjusting、平衡and Balancing这三部分工作内容，开展调适检测实践工作主要是为确保系统处于静态设计条件之下，各项技术方法及措施均可达到最佳的

相应工况点。如针对新风热整个回收系统正式进场前期阶段实施设备送检方面工作，实验室相对静态条件之下经检测所获取技术指标务必要满足于被动式的建筑当中新风热整个回收效率相应限定数值。故施工节点开展调适检测实践工作，侧重于对设备系统当中单项的技术方法或措施性能开展测试调整及其平衡方面工作。施工节点开展调适检测方面工作，除施工单位负责外，还可安排第三方的专业机构负责完成；针对验收节点：现场经验收检测后确认未达标的项目，则整改阶段务必要开展调适检测方面的实践工作。验收节点调适检测，以被动式超低能耗建筑总体工程质量方面控制为重要步骤，顺利完成验收节点相关技术措施及用能系统现场安装作业，系统实现无负荷状态下运行，以排查分析该建筑物的气密性及其自然通风等静态运行总体效果情况<sup>[4]</sup>。验收节点所开展的调适检测方面工作，可由施工企业或单位负责实施，还可安排第三方专业检测机构负责完成；针对运行过程：被动式超低能耗建筑总体能量消耗往往多集中于运行过程，运行过程当中实际能耗及室内环境的运行状态充分满足于被动式超低能耗建筑总体标准，属于被动式超低能耗建筑最终的一项目标。运行节点开展调适检测实践工作，是处于运行节点完成定期检查相关工作之后系统，其性能指标未与限值相符情况下开展。运行过程当中呈较高的能耗、室内环境的温湿度参数数值无法满足现行的各项标准要求情况下，则就需对运行过程予以调适。运行过程当中实施能耗检测后，如果发现存在着低能效或高能耗等一系列问题，则需要积极开展调适检测相关工作。调适检测实践中，可从总体的围护结构及其用能系统各个方面着手予以严格排查，针对建筑整体和外窗部位的气密性、总体的热回收率等各方面问题，务必要逐一严格落实排查工作，还需积极落实动态调节，确保用能系统可以更好地适应与运行动态化工况条件之下的整个运行节点，达成所设低能耗总体的运行目标。系统总体调试之后，如果性能参数并未达标，就应当进入到既有建筑改造工作阶段。对该阶段所开展的调适检测方面工作，则可安排运行管理相关企业或单位，还可安排第三方专业检测机构复杂实施。

#### 2. 在验收检测方面

对被动式的超低能耗此类建筑实施验收检测当中，用能系统方面检测指标是以建筑热桥和总体气密性、热工性能、遮阳性能、高效新风的热回收实施效率、自然采光实际系数、可再生能源、空气净化基本性能、照明功率等为主。验收检测所涉及参数，则以用能系统总体效率及其性能参数为主<sup>[5]</sup>。检测各项指标参数与被动式的超低能耗此类建筑总体设计标准是否相符，是被动式超低能耗建筑能否正常交付的前提基础。验收检测，应

当安排第三方专业检测机构负责完成。

### 3. 在运行检测方面

被动式超低能耗建筑具体运行节点上的总体运行效率，属于终极的设计目标，并且，该终极目标以满足室内环境热舒适度及健康需求等为基础，确保建筑实际运行过程当中，整个建筑能耗可以达到这种被动式超低能耗建筑相应标准限值。考虑到运行节点实际所产生的运行能耗及用能效率参数属于业主们最为重视的参数指标，故而，运行节点能耗检测实操过程当中，务必要定期做好运行参数的精准检测方面工作，还可设长期专项的监测系统，对建筑总体运行能耗及其能效达到实时监测的目的<sup>[6]</sup>。运行检测实践工作，可安排运行管理相关单位或第三方的专业检测机构负责实施。

#### (二) 指标检测

现行国家和行业标准当中对于被动式超低能耗建筑总体竣工验收及运行过程技术指标等开展调适、验收、运行各方面的检测工作，对应着各项检测方法及技术操作的依据，但因被动式超低能耗建筑对各项指标方面有着更为严格的要求及标准。所以，对于原有标准当中所规定的相应检测仪器、设施设备、检测时间及基础条件等方面内容会有一些偏差存在，以至于现行标准往往不具有良好的适用性，或是欠缺精准可靠性等。如国内前期阶段对建筑物的气密性方面往往强调对单一构件实施检测，对总体的气密性各项检测仪器及方式方法等方面欠缺充足的实操经验，对空间较大的办公区域及高大住宅等工程项目，往往无对应的各项标准方法起到指导作用<sup>[7]</sup>。对建筑外墙总体热工性能实施检测，依照着以往标准当中所规定使用各项仪器实施检测，部分项目已经无法满足于高性能的建筑外墙实际检测精度方面要求。各项实测结果则表明了部分建筑外窗有空气渗漏及较差的边缘热工等方面问题存在，单纯依靠着传热系数的理论模拟及其计算分析，则被动式超低能耗建筑总体用窗性能将很难得到保证，需要提高对前期设计、具体加工作业、组装及安装作业等各节点的实际质量，还应当对安装完成后的建筑外窗实施评估及改进优化工作。红外热成像科学技术之下，能够高效便捷且及时发现现存的建筑热桥及渗漏、热工缺陷、外门窗部位气密性的渗漏等具体位置，此项技术可应用至施工过程当中，但缺少相应标准指导。我国现阶段针对被动式的建筑建设仍然处在初期示范阶段，各项技术还有待于进一步地试验研究及运行测试，需要加快制定关于被动式超低能耗建筑所涉及技术检测相关指标体系，积极落实梳理更新各项工作，为我国能够加速建设并发展被动式超低能耗建筑而奠定重要基础。

#### (三) 编制技术标准

其一，现有国标或是地方标准当中，对被动式超低能耗建筑部分指标方法作出相应规定，各项的标准方法实际应用期间，务必要先重新梳理并研究各种方法，及时补充各种不足或缺陷，对于被动式超低能耗建筑提出最具科学合理性的，且有着良好适用性的检测技术及其方法；其二，被动式超低能耗建筑应用相应检测技术如果有矛盾状况出现，则务必综合考虑到该建筑物的整体性能。例如遮阳基础设施可以遮挡住直接射入至室内的阳光，还会对窗口通风产生阻碍；不可因遮阳促使制冷的总体能耗降低而增加实际的照明能耗；同时，不可由于降低冬季总体采暖能耗而将夏季环境下空调装置能耗降低。检测操作过程当中，应当充分考虑到综合性能各项指标，确保技术可以满足低能耗及高能效等最佳状态方面需求<sup>[8]</sup>；其三，标准编制实践中，应当结合气候区域各项因素，充分考虑到不同性能参数所对应指标实际的取值范围，例建筑如外窗满足德国现有被动式超低能耗建筑指标情况下，但处于国内部分地区会有结露问题产生，建筑物的居住舒适程度方面需求无法得到满足。故应当研究更加适合于本国各地区当中被动式超低能耗建筑用窗总体传热系数相应指标。

### 三、结语

综上所述，通过上述分析探讨可了解到，针对被动式超低能耗建筑的整个生命周期实施检测及其评价技术方法，是确保更好地贯彻落实各技术指标的重要手段或方法，对被动式超低能耗建筑各项检测技术实操标准编制方面工作的高效实施可起到良好的促进作用。

### 参考文献

- [1] 米宏跃, 郝晨, 万方平. 被动式建筑气密性检测研究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022(3): 0012-0017.
- [2] 梁川. 红外热像仪在被动式超低能耗建筑性能检测中的应用[J]. 百科论坛电子杂志, 2020, 000(006): 1202-1203.
- [3] 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(002): 5-10.
- [4] 那伟伟. 基于装配式建筑的被动式超低能耗建筑技术体系研究[J]. 人文之友, 2021, 000(019): 53-54.
- [5] 周珊, 王永宽. 浅谈被动式超低能耗建筑技术[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2017(03): 60.
- [6] 曹依蕾, 刘寅, 高龙, 等. 红外热像仪在被动式超低能耗建筑性能检测中的应用[J]. 激光与红外, 2020, 50(2): 174-178.