

保温节能施工技术在土建建筑外墙施工中的应用研究

齐晓

阿拉尔市方正有限责任检测试验中心, 新疆 阿拉尔 843300

[摘要] 建筑外墙保温节能技术作为实现建筑可持续发展的重要路径, 其体系化应用对提升建筑能效与改善人居环境具有双重价值。文中系统构建外墙保温技术的理论框架与实践体系, 从结构类型、施工工艺、质量控制等多维度展开研究。通过解析不同保温体系的热工特性与构造特征, 揭示其与建筑性能的耦合机制, 提出适应地域气候特征的选型策略。在施工技术层面, 创新性建立全过程动态管控模型, 整合材料性能梯度设计、环境响应施工、智能检测验证等关键技术环节。研究表明, 科学的外墙保温系统能够有效协调建筑围护结构的热湿传递过程, 在保障结构安全性的同时实现能耗控制目标。研究成果为建筑节能工程提供理论支撑与实践指引, 对推动建筑业绿色转型具有现实意义。

[关键词] 建筑节能; 外墙保温; 施工工艺; 热工性能; 耐久性

DOI: 10.33142/ect.v3i2.15513

中图分类号: TU761.1

文献标识码: A

Research on the Application of Thermal Insulation and Energy-saving Construction Technology in External Wall Construction of Civil Buildings

QI Xiao

Alaer Fangzheng Limited Liability Testing Center, Alaer, Xinjiang, 843300, China

Abstract: As an important path to achieve sustainable development of buildings, the systematic application of building exterior wall insulation and energy-saving technology has dual value in improving building energy-saving and enhancing the living environment. The theoretical framework and practical system of external wall insulation technology are systematically constructed in the article, and research is conducted from multiple dimensions such as structural type, construction technology, and quality control. By analyzing the thermal and structural characteristics of different insulation systems, the coupling mechanism between them and building performance is revealed, and selection strategies that are suitable for regional climate characteristics are proposed. At the level of construction technology, innovatively establish a dynamic control model for the entire process, integrating key technical links such as material performance gradient design, environmentally responsive construction, and intelligent detection and verification. Research has shown that a scientific external wall insulation system can effectively coordinate the heat and moisture transfer process of building envelope structures, achieving energy consumption control goals while ensuring structural safety. The research results provide theoretical support and practical guidance for building energy-saving engineering, and have practical significance for promoting the green transformation of the construction industry.

Keywords: building energy-saving; external wall insulation; construction technology; thermal performance; durability

在全球气候变化与能源危机交织的背景下, 建筑领域碳减排已成为实现双碳目标的关键战场。外墙保温系统作为建筑围护结构节能的核心载体, 其技术创新与工程应用质量直接影响建筑全生命周期能效水平。当前我国建筑节能实践面临保温体系耐久性不足、热桥效应突出、施工工艺粗放等现实挑战, 亟待建立系统化的解决方案。本研究立足于建筑物理学基本原理, 融合材料科学、施工技术、数字检测等多学科前沿成果, 重点探讨保温体系与建筑本体的协同作用机制。通过解构传统施工模式的技术瓶颈, 提出涵盖设计选型、工艺优化、质量控制的集成化技术路径。研究着重解决保温系统与建筑结构界面融合、环境适应性施工、性能可测可控等关键问题, 旨在形成可复制推广的技术标准体系, 为提升建筑节能工程质量提供科学依据。

1 土建建筑外墙施工的特点

1.1 施工环境的复杂性

土建建筑外墙施工通常在露天环境中进行, 因此, 施工过程中不可避免地受到天气和气候等自然因素的影响。例如, 高温、低温、降雨、大风等恶劣天气条件可能对施工进度产生不利影响, 影响材料的性能, 甚至可能导致施工质量下降。施工单位需密切关注天气变化, 合理安排施工进度, 以应对不同气候条件带来的挑战。

1.2 施工技术的多样性

随着建筑行业的不断发展与技术进步, 土建建筑外墙施工技术也在不断创新和升级。目前, 外墙施工技术包括但不限于砌筑、混凝土浇筑、预制构件安装、幕墙施工等多种形式。不同施工技术具有各自的特点与适用条件, 施工单位应根据建筑物的设计要求、施工现场的具体条件以及经济因素

等,选择最为合适的施工技术,以确保施工质量与进度。

1.3 施工材料的多样性

土建建筑外墙施工所使用的材料种类繁多,包括砖块、砌块、混凝土、钢材、玻璃、石材等。不同材料在性能、规格、质量等方面存在差异,施工单位需要根据建筑设计要求、施工环境以及材料的特性,精确选择合适的材料。同时,材料的选择直接影响外墙的保温、防水、耐久性等关键性能,确保建筑物的长久使用和良好性能。

2 建筑外墙保温节能技术应用的重要性

2.1 优化内部环境

建筑外墙保温系统通过建立连续的热阻隔层,有效调节建筑围护结构的热传递过程,从根本上改善室内微气候环境。在热工性能层面,保温层形成的热惰性屏障显著减缓了室外温度波动对室内环境的影响,使得室内空气温度呈现出平缓的变化曲线。这种温度调节机制不仅体现在冬季保温和夏季隔热方面,更通过降低围护结构内表面的辐射温差,提升人体热舒适感知度^[1]。在湿度控制方面,现代保温体系通过合理设置隔汽层和透气构造,实现水蒸气分压力的动态平衡,避免结露现象对室内空气质量的影响。声学性能的改善是保温系统的附加效益,多孔性保温材料可吸收中高频段的环境噪声,配合弹性连接构造设计,显著降低城市交通噪声对室内声环境的干扰。从人居环境科学视角分析,优化后的热湿环境和声环境对居住者的生理健康和心理舒适度产生积极影响,符合健康建筑评价标准的核心要求。

2.2 促进建筑能源的节约

建筑外围护结构的节能改造是降低建筑运行能耗的关键路径。保温系统通过提高围护结构的整体热阻,大幅减少建筑内外环境的热交换速率,从而降低暖通空调系统的负荷需求。在主动式节能技术应用中,保温性能的提升直接缩减了设备装机容量,延长了设备间歇运行周期,实现能源利用效率的阶梯式优化。被动式设计理念下,高性能保温体系与建筑朝向、开窗比例等要素协同作用,形成适应地域气候特征的自然调节机制^[2]。从全生命周期视角审视,初期增加的保温投入通过降低运营阶段的能源消耗成本获得经济回报,这种投入产出模式契合可持续发展理念。更为重要的是,建筑能耗的降低直接减少化石能源使用量,对区域碳减排目标的实现具有显著的乘数效应,推动建筑行业向低碳化方向转型。

2.3 保护建筑的主体结构

保温系统在建筑外围护结构中扮演着动态保护层角色,其防护效能体现在多维度结构维护机制中。热应力缓冲方面,保温层通过降低结构体系内外表面的温差梯度,有效抑制温度形变引起的应力积累,避免混凝土结构因周期性热胀冷缩产生微裂缝。湿环境调控方面,合理的构造层次设计引导水分沿预设路径排出,防止冻融循环对砌体结构的破坏,特别是在寒冷地区,这种防护机制显著延长了建筑材料的使用寿命。在物理防护层面,外保温系统作为建筑最外层的“防护铠甲”,可吸收部分冲击能量,降低

外界机械作用对承重结构的直接损伤。从材料耐久性角度分析,保温层阻隔了紫外线辐射、酸雨侵蚀等环境因素对主体结构的劣化作用,维持建筑结构力学性能的稳定。

3 建筑外墙保温结构类型

3.1 外墙内保温

内保温体系作为建筑节能改造的常用解决方案,其技术特征体现在施工过程对建筑外部形态的最小干预。该体系将保温层设置于建筑结构内侧,采用轻质复合材料与主体墙体形成复合构造。施工过程中无需搭设高空作业平台,特别适用于城市更新项目中受规划限制或历史建筑保护要求的外墙改造工程^[3]。从热工性能分析,内保温体系虽能改善室内热环境,但受室内空间分割影响易形成局部热桥,需通过增设隔汽膜和设置连续空气层来优化热流分布。在湿度控制方面,需建立动态湿度缓冲层以防止水蒸气在保温界面冷凝,这对材料透气性提出特殊要求。当前技术发展聚焦于开发兼具调湿功能的复合保温板材,通过毛细管结构实现湿度自主调节。

3.2 外墙外保温

外保温体系通过将保温层外置于建筑围护结构,形成连续完整的热防护外壳。该体系采用分层构造技术,由界面处理层、黏结固定层、保温主体层、抗裂防护层及饰面层组成复合系统。其技术优势体现在消除结构性热桥方面,通过包覆式构造使建筑主体处于相对稳定的温度场中。施工过程中需重点控制各构造层的协同变形能力,采用弹性模量梯度设计确保系统整体性。针对高层建筑风荷载问题,研发了机械锚固与化学黏结复合固定技术,通过应力分散设计提升系统抗风揭能力。当前技术革新方向包括开发自清洁饰面层、智能调温涂层等新型功能材料,拓展系统的综合性能。

3.3 一体化墙体保温

装配式保温体系代表建筑工业化的发展方向,其核心在于实现结构承重、热工性能、建筑美观的集成化设计。通过预制生产将保温层与结构层在工厂内复合成型,现场采用模块化安装工艺。该体系突破传统分层施工模式,采用三维连接件实现各功能层的力学耦合,形成整体受力体系。在质量控制方面,工厂化生产环境确保保温材料密度分布均匀性,消除现场施工的质量波动因素。技术创新重点在于开发可变厚度的自适应保温模块,满足不同气候区的差异化需求。该体系在绿色施工方面表现突出,大幅减少现场湿作业和材料损耗,符合建筑业低碳转型要求。

4 建筑外墙保温节能技术的工程应用

4.1 聚苯板薄抹灰系统施工

该体系在民用建筑中广泛应用,其技术核心在于建立可靠的黏结-锚固复合系统。施工过程采用错缝粘贴工艺消除通缝热桥,在门窗洞口等应力集中部位设置增强网格布。质量控制重点包括基层界面处理、板材拼接精度、防护层厚度均匀性等关键节点。针对不同气候条件,发展出差异化构造做法:寒冷地区采用双层网格布增强抗冻胀能力,多雨地区增设排水透气构造层。工程实践中创新应用红外成像技术进行隐蔽缺陷检测,结合无人机航拍实现大范围施工质量监控。

4.2 岩棉复合板干挂技术

干挂式保温系统通过金属连接件实现非黏结固定,适用于对防火性能要求较高的公共建筑。技术要点包括建立完善的防排水体系,在保温层后方设置动态空气间层,利用气压平衡原理提升系统耐候性。施工过程中采用三维可调挂件系统,补偿结构安装误差,确保饰面平整度。针对海洋性气候环境,研发了耐盐雾腐蚀的合金连接件和表面钝化处理技术。在抗震设计方面,通过柔性连接节点吸收地震能量,防止保温层与主体结构发生破坏性位移。

4.3 真空绝热板精准施工

超薄高效保温体系的应用突破传统节能技术局限,其关键技术在于解决真空板材的现场安装难题。施工前采用建筑信息模型进行立体排版设计,优化裁切方案减少材料损耗。安装过程中应用激光定位技术确保板材定位精度,研发专用密封胶带处理板缝热桥问题。为保障系统耐久性,创新采用纳米涂层技术增强板材表面抗穿刺性能,设置缓冲层缓解外部应力冲击。该体系特别适用于空间受限的改造工程,为历史建筑节能升级提供新的技术路径。

4.4 相变储能材料集成应用

智能调温体系将相变材料与建筑围护结构有机结合,实现建筑热惯性的主动调节。技术核心在于相变材料与建筑材料的相容性处理,通过微胶囊包覆技术解决材料渗漏问题。施工过程中采用分层浇筑工艺,确保相变材料在基质中的均匀分布^[4]。系统集成温度传感元件,实现建筑表皮热流的实时监测与动态调节。该技术突破传统保温体系被动防护的局限,向主动式节能方向演进,为建筑能源管理系统提供新的控制维度。

5 外墙保温施工工艺流程

5.1 基层处理工程

基层处理作为保温系统施工的基础环节,其质量直接影响整个体系的可靠性与耐久性。工程实践中需建立多维度质量控制体系:首先开展全面的基层勘察评估,识别结构裂缝、空鼓、风化等缺陷类型,根据基层材质特性选择适配的处理方案。混凝土基面采用机械打磨消除浮浆层,砌体结构则需重点处理灰缝凹陷部位。界面增强处理采用渗透型改性剂,通过毛细作用强化基层表面黏结力,同时形成过渡性界面层以协调新旧材料的变形差异。对于复杂几何造型部位,运用三维扫描技术建立数字化模型,指导局部修补方案的精准实施。处理后的基面需形成均匀的粗糙纹理,为后续施工创造理想的黏结条件。

5.2 保温层施工控制

保温层施工是热工性能实现的核心阶段,需建立全过程动态管控机制。板材安装遵循“由下至上、错缝搭接”的基本原则,在阴阳角部位设置增强补强层以消除应力集中现象。黏结施工采用组合式固定工艺,根据建筑高度分区确定机械锚固密度,确保风荷载作用下的系统稳定性。异形部位处理引入柔性裁剪技术,采用热成型设备对保温板材进行曲面加工。施工过程中实施环境响应策略,建立温湿度监测预警系

统,当环境参数超出材料施工允许范围时自动启动防护措施。每完成立面单元施工即进行平整度校验,运用激光测距仪构建三维质量模型,实现施工误差的实时可视化监控。

5.3 防护层处理技术

防护层构成保温系统的外部防御体系,其施工质量决定表现性能与使用寿命。分层施工工艺遵循材料性能梯度原则,底层抹灰注重与保温层的界面融合,通过锯齿镬刀形成定向纹理以增强机械咬合力。增强网格布的铺贴采用“预埋式”工艺,确保其在抹灰层中的三维定位精度。面层处理引入自流平技术,利用材料的触变特性实现表面微观平整度控制。在特殊气候条件下,采用气候适应性养护方案:高温环境设置遮阳喷雾系统,低温条件搭建临时保温棚。针对不同饰面类型开发专项工艺,涂料饰面注重基层封闭处理,面砖铺贴采用柔性黏结系统并设置变形补偿缝。

5.4 质量验收与检测

质量管控体系贯穿施工全过程,建立“过程巡检+阶段验收+综合评估”三级控制模式。过程巡检采用智能检测装备,包括红外热像仪识别隐蔽缺陷,超声波探伤仪检测锚固深度。阶段验收重点核查系统构造符合性,运用数字孪生技术对比实际施工与BIM模型的偏差值。综合评估阶段实施多物理场耦合检测,通过热循环试验验证系统耐候性,利用气密性检测设备评估建筑外围护整体性能。创新引入大数据分析平台,将检测数据与历史工程数据库进行比对,建立质量风险预警模型。最终形成包含材料性能参数、施工过程记录、检测验证数据的全生命周期质量档案。

6 结语

外墙保温节能技术的体系化发展标志着建筑节能从单一材料革新向系统性能优化的战略转型。本文通过构建“结构-材料-工艺-检测”四位一体的技术框架,证实了精细化施工管理对提升保温系统综合效能的关键作用。研究揭示保温体系与建筑本体的动态交互规律,为突破传统技术局限提供了新的理论视角。实践层面形成的环境响应施工策略与智能检测方法,显著提升了工程质量的稳定性和可靠性。面向未来,应着力推进保温技术与智能建造、绿色建材的深度融合,发展具有自感知、自调节特性的新一代保温体系。

[参考文献]

- [1]程立明.浅析建筑外墙保温节能技术在施工中的应用[J].建筑,2022(12):79-80.
- [2]张玉磊.建筑外墙保温节能技术在建筑施工中的应用[J].中国建筑装饰装修,2023(18):60-62.
- [3]丁志鹏,张浩林,刘依琳.建筑外墙保温节能技术在建筑施工中的应用[J].工程建设与设计,2023(22):125-127.
- [4]杨斐.建筑外墙保温节能技术在建筑施工中的有效应用[J].四川建材,2024,50(10):39-40.

作者简介:齐晓(1997.10—),男,毕业院校:新疆轻工职业技术学院;所学专业:工程造价,阿拉尔市方正有限责任公司检测试验中心,试验员,助理工程师。