附件 1

“华夏建设科学技术奖”推荐书

一、项目基本情况

序号:　　编号:

项目名称	中文	严寒地区建筑零碳化关键技术研究与规模化示范		
	英文	Key Technologies and Large-Scale Demonstration for Zero-Carbon Buildings in Severe Cold Regions		
主要完成人（按贡献大小排序）		于震 庄勇 冯国会 高彩凤 姜益强 彭莉 边际 端木琳 刘瑞捷 孙天宇 左春阳 李大伟		
主要完成单位（按贡献大小排序）		中国建筑科学研究院有限公司 深圳市中宏低碳建筑科技有限公司 呼和浩特市海巍地产有限公司 沈阳建筑大学 哈尔滨工业大学 大连理工大学 中天建设集团有限公司 哈尔滨森鹰窗业股份有限公司		
推荐单位（盖章）				
推荐等级		二等		
主 题 词		严寒地区；零碳；建筑；大规模		
评审组名称及代码		B 建筑工程组	专业分类及代码	B5 绿色低碳建筑技术
任务来源		企业	项目类别	技术创新
计划（基金）名称和编号		[1] 中国建筑科学研究院有限公司科研基金项目“社区低碳、碳中和规划设计技术研发与工程示范”（课题编号：20220109330730002）		

	[2]中海集团科技研发计划“严寒地区零碳居住建筑关键技术研究与产业化实践”（课题编号：COHL-2021-Z-5）	
项目起止时间	起始：2015.11.01	完成：2024.12.15

华夏建设科学技术奖励办公室制

二、项目简介

（项目所属科学技术领域、主要内容、特点及应用推广情况）（不超过 3000 个汉字）

1、项目所属科学领域

本项目属于土木工程、建筑节能与绿色低碳建筑技术领域，面向严寒地区冬季采暖能耗高、可再生能源消纳难度大、建筑零碳化技术体系缺失等行业痛点，围绕建筑本体高效减碳、多能源耦合供能、可再生能源利用、工程示范开展全链条技术研究。项目构建严寒地区建筑零碳化整体技术路线，研发严寒零碳建筑高可靠围护建造工艺工法，开发适配严寒工况的低碳能源装备技术及产品，攻克极端低温、冻融循环下建筑零碳化成套关键技术，形成成套技术路径、技术体系、低碳能源产品及规模化工程应用成果。

2、主要内容及特点

严寒地区冬季寒冷漫长，建筑采暖能耗巨大，是建筑领域碳排放重点区域。现有低碳、零碳建筑技术多基于寒冷及以南气候区开发，直接应用于严寒地区存在保温构造冻融破坏、气密性失效、能源系统供应效率低、可再生能源冬季出力不足、建筑成本增量高等突出问题，制约零碳技术规模化落地。

本项目立足严寒地区气候特点，聚焦严寒地区建筑全链条技术体系，开展关键技术、产品研发、工艺攻关、软件工具开发、示范工程验证一体化研究，打通**“技术路径— 机理研究—产品研发—工程示范应用”完整链条**，攻克严寒地区极端低温、冻融循环、采暖负荷巨大带来的系列工程瓶颈，形成一套可推广复制的严寒地区建筑零碳化成套技术体系，实现采暖能耗与碳排放显著下降，兼顾人居热舒适与工程耐久可靠性，经济、社会、环境效益显著。

(1) 构建严寒地区建筑零碳化整体技术路径，建立适配严寒气候的建筑零碳化分级指标体系

突破严寒地区建筑零碳化核心技术瓶颈，针对严寒地区极端低温、冻融循环、高采暖负荷等特殊工况，构建“围护结构性能提升-多能源协同供能-可再生能源利用-智慧碳管控”一体化技术路径；建立适配严寒气候特征的建筑能耗、碳排放、围护热工性能、可再生能源利用效率多维度量化指标体系，明确从超低能耗、近零能耗到零碳建筑的分级判定方法。**破解围护结构耐久性不足、设备低温运行可靠性差、可再生能源供需错配等技术瓶颈**，突破普通气候区零碳技术体系适用局限，实现严寒地区建筑本体减碳核心技术创新，形成专利、软著、技术指南、标准等系列技术成果。完成专著 3 项，形成软著 14 项，发表核心论文 16 篇。

(2) 研发严寒地区零碳建筑高可靠设计及建造成套技术体系

通过应用性能化设计方法及协同设计的组织方式，针对严寒地区气候环境、能源资源特征，研究经济可靠的严寒地区建筑零碳化技术方案。研究严寒冻融环境下外围护结构热-湿耦合劣化规律，攻克大厚度外墙外保温高可靠连接与标准化施工工艺；研发轻薄型保温材料、高性能外窗产品，研发高性能外窗嵌入式断热桥安装方式，破解外窗断热桥安装、保温重量厚度过大等工程难题；建立全现浇剪力墙高气密性节点建造工法，形成零碳建筑与装配式建造融合成套工艺，解决严寒地区围护结构冻融破坏、气密性失效、热桥等关键工程问题，支撑严寒地区零碳建筑安全耐久建造。形成专利 17 项，完成工艺工法 8 项。

(3) 开展严寒地区建筑热湿、气密性及多能源耦合机理研究，研发适配严寒气候的低碳能源供给成套装备技术体系和产品

联合国内严寒地区优势高校，依托超低能耗、近零能耗建筑及零碳建筑长期基础研究积淀，系统开展建筑气密性能、外围护结构热湿传递、低温环境建筑能耗耦合机理、严寒工况空气源热泵结霜演化规律等基础科学研究。针对严寒大温差、冻融循环工况，揭示围护结构气密性衰减、缝隙渗漏与结冻耦合演化规律，阐明气密层破损、冻胀变形对建筑采暖负荷及本体碳排放的影响机制；突破常规气候区气密性理论模型局限，建立适配严寒气候的气密性量化预测方法，延伸开展近零能耗建筑热工系统优化、建筑全生命周期碳核算机理研究，完善严寒地区从超低能耗、近零能耗迈向零碳建筑的理论基础。在此理论支撑下，系统开展可再生能源、热泵、储能等低碳能源系统机理研究，研发适配严寒工况的户式 CO_2空气源热泵、模块化相变蓄热装备、多能互补能源系统及厨房补风防结露技术，解决低温工况设备可靠运行难题，破解严寒冬季可再生能源出力不足、能源供需错配瓶颈，支撑建筑可再生能源高效利用，显著降低建筑采暖能耗。完成专著 1 项，形成专利 9 项，发表核心论文 14 篇。

（4）建立严寒地区超低能耗和低碳零碳建筑标准体系，推动严寒地区零碳规模化推广应用

系统总结严寒地区建筑零碳化工程实施经验，梳理关键技术落地路径，构建涵盖技术指南、标准规范的成套标准体系，形成内蒙、辽宁等地方技术标准及协会、团标、企业标准等标准；依托系列示范工程开展技术验证，形成可复制、可推广的成套实施范式，推动技术成果在严寒地区多类新建、更新改造项目中规模化辐射应用，实现显著的技术、经济与社会效益。完成地标及团标等共 6 项，示范工程应用面积达 200 万 m^2，针对重点示范中海河山大观项目开展持续的跟踪检测验证，业主采暖费用支出降低超 30%，得到了入住数百户业主“安全、舒适、绿色、智慧”的好房子评价。

3、应用推广情况

主编地方标准及团标企标 6 部，授权专利 26 项、软著 14 项，出版著作 4 部，发表高水平论文 30 篇，形成工艺工法 8 项，技术检测报告 7 项。示范工程应用面积超 200 万平米，近三年新增销售额超 16 亿元，新增利润 1.3 亿元，节约 1.9 万吨标煤，减少 3.3 万吨 CO_2。获住建部华夏建设科学技术一等奖、辽宁省科技进步一等奖、内蒙古自治区优秀科技创新应用项目一等奖、住建部“零碳建筑科技示范项目”、联合国 Constuctiou21 绿色建筑奖、RICS 可持续发展成就优秀奖等国内外奖。

总体技术经评估达到国内先进水平，填补了严寒地区建筑零碳化领域国内外研究空白。项目及示范工程获各级政府及行业协会高度认可，为建筑零碳化及技术产业化、规模化应用提供了扎实的科技创新基础与工程示范案例。

重点示范项目如中海河山大观项目，作为中国严寒地区首个规模最大的超低能耗建筑集群示范项目，项目总建筑面积 16.5 万㎡，于 2023 年 9 月份交付入住。项目应用建筑零碳化技术，全面实现采暖电气化，业主采暖费用支出降低 30%，得到了入住数百户业主“安全、舒适、绿色、智慧”的好房子评价。项目先后获得中国节能协会超低能耗建筑认证证书、詹天佑优秀住宅小区金奖、住建部“零碳建筑科技示范项目”、2024-2025 年度国家绿色低碳“好房子”示范案例、Construction21 绿色解决方案奖、RICS 可持续发展成就优秀奖、2023 年度内蒙古自治区优秀科技创新应用项目一等奖、2024 年住建部四好住宅等 30 余项国内外奖项。

示范工程的成功实践，为我国严寒地区建筑零碳化高质量规模化发展确立了技

术标杆和实践路线，显著降低能源消耗及碳排放水平，实现节能降耗与企业减负的双重效益，有力推动了建筑零碳化技术普及与发展，引领建筑行业向零碳方向转型，为国家“双碳”战略目标的实现提供关键技术支撑。