

江苏省建设科技创新成果推荐书

一、基本情况

项目名称	超大型建筑智能低碳安全运维关键技术研究与示范		
完 成 人	吴宏杰、傅启明、马杰、王陆平、陆悠、邱劲、陈静、王蕴哲、祝勇俊、罗恒		
完成单位	苏州科技大学、苏州思萃融合基建技术研究有限公司		
推荐单位（盖章） 或推荐专家（签字）	苏州科技大学		
任 务 来 源			
计划、基金名称	项目名称	编号	验收结题 时间
国家自然科学基金（面上项目）	基于深度强化学习的大型公共建筑智慧节能方法研究	61672371	2020.12
国家自然科学基金（青年项目）	公共建筑动态能耗模型研究	61602334	2019.12
国家自然科学基金（青年项目）	建筑群分布式能源系统的高维纳什均衡策略快速计算方法研究	61803279	2021.12
江苏省高校自然科学重大项目	基于数字孪生的建筑分布式能耗优化方法研究及示范	2020KJA520012	2023.12
江苏省省科技厅科技计划项目	基于数据挖掘的建筑空调系统事件触发优化控制的设计及应用研究	BK20190942	2022.12
江苏省科技计划专项资金（重点研发计划社会发展）	可展开自适应建筑表皮结构关键技术研究与应用	ZL2022039	2023.10
江苏省科技计划项目（产业前瞻和关键核心技术）	面向生产过程优化的数字孪生管控系统关键技术研究	ZL2022037	2024.6
授权发明专利（项）	22	授权其他知识产权（项）	10
起止时间	起始：2019 年 1 月 1 日		完成：2023 年 12 月 30 日

二、项目简介

在习近平总书记向世界做出我国“双碳”承诺，国务院出台《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》等一系列政策和措施，将“基础设施绿色化水平不断提高”作为主要工作目标之一，明确要求在建筑、交通、能源、市政等基础设施领域有序推进绿色低碳转型和高质量发展。据报道，2020年全国建筑与建造碳排放总量为50.8亿吨二氧化碳，占全国碳排放的比重为50.9%。本项目依托苏州科技大学，联合苏州思萃融合基建技术研究有限公司（由苏州市产业技术研究院、相城经济技术开发区、中亿丰集团有限公司以及核心团队四方共建，是苏州市第一个由龙头企业牵头、第一个围绕建筑行业、第一个切入新基建产业的新型研发型公司），以兰州中川机场低碳运维平台、苏州湾数字艺术馆低碳平台等项目为实例，针对大型复杂建筑群能耗难以低碳运维等关键问题，研究了一种智能低碳安全运维模型，形成了复杂建筑设备动态优化控制的关键技术，并应用在全国100多个大型《低碳运维平台》中，实现大型建筑长期稳定低碳运维的目标。该项目属于新一代信息技术范畴。主要创新及成效如下：

（1）突破了超大型建筑异构耗能设备、异构参数高阶关联的瓶颈，建立了基于强化学习的低碳运维亿级大模型。基于高精度的数据采集系统和传感技术，获取了建筑内外众多环境与设备参数的实时数据；通过特征工程处理和分析建筑运维大数据，挖掘降碳关键策略知识与路径，采用强化学习、深度学习、自适应控制等理论和方法，从而建立低碳运维优化策略与亿级大模型。

（2）面向超大型建筑传感物联网分布式多信道难题，利用动态量子加密技术解决了的 SaaS 高可信安全共享服务技术。本项目研发了面向超大型建筑物物联网云边协同的大型建筑能源“感知、认知、决策一体化”的可信安全共享服务技术。采用的动态量子物联网通信设备加密技术，提高了抗攻击能力和自我修复能力，实施数据加密和数据完整性检查，以保护设备之间的通信，防止数据丢失和系统中断；基于云计算和SaaS模型的共享服务架构，确保数据访问限制用户或实体。着重开发高可靠性的并发共享服务；全面安全审计技术，以跟踪系统中的活动并检测潜在的威胁，监控安全事件和系统漏洞，及时响应与解决策略，保证建筑物物联网高效、可靠运维。

（3）结合建筑低碳运维亿级大模型，实现了高精度多能源互补的智能低碳运维技术攻关。本项目构造了基于物理机制和数据协同驱动的多能互补网络精准建模技术，采用的太阳能、地热能等可再生能源，结合能源存储技术，解决了多能互补配置-多能流运行协同优化的瓶颈问题；实现了动态响应和优化能源互补技术，减少碳足迹，从而最终实现降低建筑运维的碳消耗。

本项目围绕新一代信息技术，深入研究超大型建筑的安全低碳运维技术，成功开发了基于强化学习的亿级低碳运维模型。通过高精度的数据采集与传感技术优化降碳策略，以及采用动态量子加密与云边协同技术增强系统安全性和能源效率。此外，项目还通过构建多能源互补网络，实现了高精度的能源配置和运行优化。这些创新不仅响应了国家绿色低碳发展的战略需求，还通过降低建筑碳排放，支持了全球碳中和目标的实现，促进了环境的持续改善与社会的可持续发展。

三、主要科技创新

项目主要是大型建筑低碳节能关键技术研究相关项目，该项目针对当前大型复杂建筑群建筑能耗难以低碳运维，既有建筑设备硬件更新困难等难题，引入人工智能最新研究成果，研发了基于机器学习的智能管控模型及控制算法，对建筑设备系统控制策略进行了优化，实现了系统节能增效的目标。研究了基于数据驱动的无模型建筑能源智能控制系统人工智能控制算法，结合云部署，基于算法实现了相应的建筑能源智能控制优化 SaaS 软件平台，满足了集团化部署智能控制系统应用需求的同时，实现了最优节能策略优化方案。另一方面，针对建筑中央空调智能控制系统，打造了中央空调冷源群控系统，对空调系统进行智能控制和数智化进行了改造。实现了建筑运维系统的高效节能运行、数字化运行管控和智慧化运营。

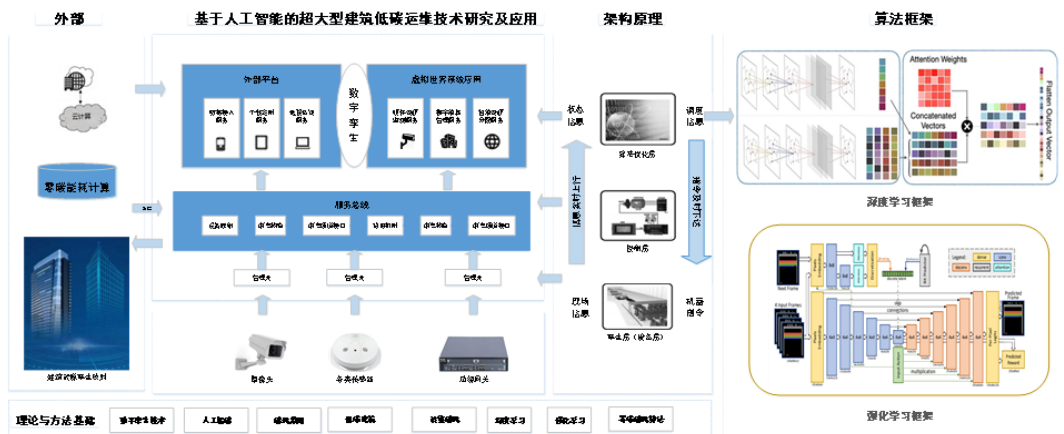


图 1 技术路线框架图

项目研究内容主要包括如下三个创新点：

科技创新 1：采用基于强化学习的超大型建筑低碳运维技术，大幅缓解了大型建筑能源参数模型复杂，但运维数据积累稀少的矛盾。

创新性的针对适用于超大型建筑的新型数字孪生运维技术展开攻关研究，针对数字孪生智慧超大型建筑信息系统及产品的安全性、准确性、适应性、可靠性等要求，以数字孪生为未来蓝图及智慧建筑可持续发展的需求，围绕多元信息融合技术，建立了基于数字孪生技术的智慧建筑信息化系统的工程技术规范和质量保障体系标准。主要贡献包括如下四个方面。

①数据采集与传感技术。多源数据集成：利用多种传感器技术，包括环境传感器、电能仪表、智能设备等，实现了实时监测建筑内外的各种参数。这些传感器以统一的标准进行数据采集，确保了数据的一致性和可比性。数据质量和准确性：关注数据质量问题，包括噪声、漂移和校准。通过高精度传感器和数据质量监控系统，确保了数据的准确性，以支持后续的分析和决策。

②大数据处理与分析。对建筑性能数据实现了实时处理与分析功能，以便快速检测问题并采

取措施。具体采用流处理技术，减少了数据处理的延迟。在数据挖掘和模式识别方面，利用机器学习算法，分析历史性能数据以识别潜在的趋势和模式，例如季节性能效变化或能源消耗高峰，有助于制定预测性维护策略。

③智能运维系统。故障检测和诊断：开发了先进的故障检测和诊断算法，能够快速检测并通知运维团队关于设备或系统故障的信息，有助于降低维护成本和提高设备寿命。节能策略实施：研究了自适应控制策略技术，根据实时数据和预测性分析，调整建筑设备的运行以降低能源消耗，同时满足用户需求。

④可持续能源整合。可再生能源集成：研究了太阳能、风能和地热能等可再生能源的集成方法，减少建筑的依赖于传统能源，降低碳排放。能源存储技术：探索了能源存储技术，实现了可再生能源不可用时提供可持续的能源供应。碳排放减少策略：研究了采用可持续材料、绿色建筑设计和低碳建筑材料，从而减少建筑的环境足迹。供暖、通风和空调的优化：优化建筑的供暖、通风和空调系统，降低能源消耗，提高室内舒适度。

【相关支撑创新的证明材料】详见附件 10.2 核心知识产权。

授权发明专利：

[3.1.1-1] 授权发明专利：一种基于强化学习的建筑能耗控制装置和控制方法，授权时间：2024.03.15。

[3.1.1-2] 授权发明专利：一种基于强化学习的制冷机组控制装置及控制方法，授权时间：2021.02.5。

[3.1.1-3] 授权发明专利：基于神经网络的灯具利用系数及照明参数计算方法，授权时间：2023.09.05。

[3.1.1-4] 授权发明专利：一种会议室能耗设备节能控制结构，授权时间：2022.03.15。

[3.1.1-5] 授权发明专利：建筑能耗预测模型的构建方法、能耗预测方法及装置，授权时间：2024.04.16。

[3.1.1-6] 授权发明专利：一种办公室智能照明控制方法及其控制系统，授权时间：2022.09.27。

[3.1.1-7] 授权发明专利：一种基于数字孪生的数据轻量化的 BIM 建筑模型管理方法及其管理系统，授权时间：2024.03.08。

[3.1.1-8] 授权发明专利：基于 AI 预测的光储直柔统配电策略决策方法及装置，授权时间：2022.10.28。

所发表的相关论文：

[3.1.2-1] 论文：**Fu Qiming**, Chen Xiyao, Ma Shuai, Fang Nengwei, Xing Bin, Chen Jianping. Optimal control method of HVAC based on multi-agent deep reinforcement learning[J]. Energy and

Buildings, 2022, 270: 112284. (SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.1.2-2] 论文: Jin Wei, **Fu Qiming** (通信作者), Chen Jianping, **Wang Yunzhe**, Liu Lanhui, **Lu You, Wu Hongjie**. A novel building energy consumption prediction method using deep reinforcement learning with consideration of fluctuation points[J]. Journal of Building Engineering, 2023, 63: 105458. (SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.1.2-3] 论文: He Kun, **Fu Qiming** (通信作者), **Lu You, Wang Yunzhe**, Luo Jun, **Wu Hongjie**, Chen Jianping, Predictive control optimization of chiller plants based on deep reinforcement learning [J]. Journal of Building Engineering, 2023, 76: 107158. (SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.1.2-4] 论文: **Fu Qiming** (通信作者), Han Zhicong, Chen Jianping, **Lu You, Wu Hongjie, Wang Yunzhe**. Applications of reinforcement learning for building energy efficiency control: A review[J]. Journal of Building Engineering, 2022, 50: 104165. (SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.1.2-5] 论文: He Kun, **Fu Qiming** (通信作者), **Lu You, Ma Jie**, Zheng Yi, **Wang Yunzhe**, Chen Jianping. Efficient model-free control of chiller plants via cluster-based deep reinforcement learning[J]. Journal of Building Engineering, 2024, 82: 108345. (SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.1.2-6] 论文: Liu Lu, **Fu Qiming** (通信作者), **Lu You, Wang Yunzhe, Wu Hongjie**, Chen Jianping. CorrDQN-FS: A two-stage feature selection method for energy consumption prediction via deep reinforcement learning[J]. Journal of Building Engineering, 2023, 80: 108040. (SSCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.1.2-7] 论文: **Fu Qiming**, Li Ke, Chen Jianping, Wang Junqi. A Novel Deep-forest-based DQN method for Building Energy Consumption Prediction. Buildings, 2022, 12(131):1-21. (SCI 检索/中科院 3 区)

科技创新 2: 研发的基于分布式量子算法的高可信安全共享服务技术, 攻克了建筑物联网能源数据具有分布式高并发的安全难点。

以建筑物联网系统对数据保护和共享服务的需求为导向, 以开发具有高可信度和安全性的 SaaS 平台, 旨在满足建筑物联网系统对数据保护和共享服务的需求, 同时确保系统的高效节能运行和智能化运维。探索物联网技术、人工智能、大数据等前沿技术与建筑数据应用深度融合, 从安全感知、智能解析、可信共享、融合应用等多个维度进行建筑大数据的智能分析和安全保密技术研究与应用, 构建了“多维智能感知防控网络”。该项研究开拓了智慧建筑大数据研究新领域, 探索建筑智能化的新需求。主要研究内容包括如下几个方面:

①增强了物联网数据安全。开发了面向建筑物联网设备的强化学习算法, 能够让设备自主学习, 并根据不断变化的环境和威胁情况来改进其抗攻击和自我修复能力。采用了先进的设备识别

和认证技术，如数字证书、生物识别技术、双因素认证等，确保只有合法的设备能够接入系统，只有经过授权的设备可以与系统通信。实现了数据加密和数据完整性检查，数据在建筑物联网中的传输必须受到强大的加密保护，以防止未经授权的访问或数据泄露。同时，实施数据完整性检查有助于确保在数据传输过程中没有被篡改或损坏的情况。这种维护数据完整性的方法有助于保护系统免受数据篡改的风险。

② 实现了高可信共享服务。构建了云计算和 SaaS 模型，基于云计算和 SaaS 模型的共享服务可以帮助不同建筑和设备安全地共享数据和服务，提供系统弹性和可伸缩性，降低了建筑物联网中的复杂性。构建了权限管理系统，设计和实施权限管理系统以确保只有授权用户或实体可以访问共享数据和服务，确保数据只被合适的用户或实体访问，同时保障隐私和数据安全。实现了高可靠性的共享服务，开发了高可靠性的共享服务，防止数据丢失和系统中断，这包括冗余数据存储、备份策略、容错机制以及定期的系统维护和监控。高可靠性服务可以确保数据随时可用，并减小因故障而导致的中断风险。

③ 提升了安全审计和监控水平。构建了全面的安全审计系统，可实时跟踪系统中的活动和事件，包括日志记录、审计追踪、用户行为分析，并通过分析这些数据，可及时检测潜在的威胁和异常活动。开发了安全事件和漏洞监控系统，部署了专门的安全事件和漏洞监控系统，以及及时响应和解决安全问题。包括实时威胁检测、漏洞扫描和自动化响应系统，减少潜在漏洞的利用机会。威胁情报共享：采用威胁情报共享机制，了解最新的安全威胁和攻击趋势，以保持对新威胁的警觉性，提前防范潜在的威胁。这些措施的综合实施可以显著增强建筑物联网的安全性，降低潜在的威胁和风险，并确保系统的稳定性和可用性。

【相关支撑创新的证明材料】详见附件 10.2 核心知识产权。

授权发明专利：

[3.2.1-1] 授权发明专利：加密通信认证方法和系统，授权时间：2021.03.19。

[3.2.1-2] 授权发明专利：一种基于多智能体深度强化学习的中央空调控制方法，授权时间：2022.04.05。

[3.1.1-3] 授权发明专利：一种基于多示例遗传神经网络的室内 PM2.5 预测方法，授权时间：2021.10.08。

[3.2.1-4] 授权发明专利：一种分段式钢结构建筑施工期应变监测方法和系统，授权时间：2023.08.11。

[3.2.1-5] 授权发明专利：建筑柔性负荷控制方法、系统、电子设备及介质，授权时间：2022.12.23。

[3.1.1-6] 授权发明专利：道路塌陷风险实施评估方法、设备及存储介质，授权时间：

2022.12.23。

[3.1.1-7] 授权发明专利：一种基于区域环境数据的空间点位监测模型的训练方法，授权时间：2023.10.20。

所发表的相关论文：

[3.2.2-1] 论文：Wang Junqi, Huang Jingjing, **Fu Qiming**, Gao Enting, Chen Jianping. Metabolism-based ventilation monitoring and control method for COVID-19 risk mitigation in gymnasiums and alike places[J]. Sustainable Cities and Society, 2022, 80: 103719. （高被引论文, SCI 检索/中科院 1 区, Top 期刊）

[3.2.2-2] 论文：Wang Junqi, Hou Jin, Chen Jianping, **Fu Qiming**, Huang Gongsheng. Data mining approach for improving the optimal control of HVAC systems: An event-driven strategy[J]. Journal of Building Engineering, 2021, 39: 102246. （SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊）

[3.2.2-3] 论文：Duan Suling, Jiang Shanlin, Dai Huan, **Wang Luping**（通信作者）, He Zhenan. The Applications of Hybrid Approach Combining Exact Method and Evolutionary Algorithm in Combinatorial Optimization. Journal of Computational Design and Engineering, 2023. （SCI 检索/中科院 2 区）

[3.2.2-4] 论文：Chen Jie, Chu Qiaohan, Gao Ying , Ning Jianting , **Wang Luping**（通信作者）. Improved Fully Adaptive Decentralized MA-ABE for NC1 from MDDH, ASIACRYPT 2023. （CCF-A, 国际顶会）

科技创新 3：基于深度强化学习的能源调度策略，解决了高精度异构能源均衡互补难题。

采用数字孪生、深度强化学习和多目标优化等方法，构造了基于物理机制和数据协同驱动的多能互补网络精准建模技术，解决了“多能互补”配置-“多能流”运行协同优化的卡脖子问题，提高了能源效率、降低碳排放，降低了用户综合能耗和运维成本。主要贡献包括如下三个方面。

① 在数字孪生的多能互补微型能源网络研究方面。针对数字孪生应用于多能源互补微型能源网络方面，建立了精准的数字孪生模型，覆盖系统的各个组件，包括太阳能、风能、储能设备、主机、变频器、阀门、管路系统和室内环境。同时，该模型不仅包括物理特性，还考虑到实时运行参数的变化。更关注如何利用数字孪生技术实现实时监测和预测系统的性能，主要包括开发数据采集系统，以捕获各组件的实时状态。数字孪生在用于模拟不同工况下系统的性能，帮助提前诊断潜在问题，如管路温度异常或能源供给不足，还可实现实时调整主机的输出、变频器的频率和阀门的开度，以实现最佳性能和低碳运维。

② 在基于深度强化学习的能源管理策略方法研究方面。利用深度强化学习构建多能源互补微型能源网络，实现了智能的能源管理，重点关注如何开发智能决策算法，实现自动调整系统的运

行策略。具体的研究内容主要包括设计了适用于多能源系统的深度强化学习模型，可根据实时数据智能地调整主机、变频器和阀门的控制策略，以实现最大化能源效率和降低碳排放。此外，该研究还应考虑如何实现自主优化，确保系统能够不断改进其运维策略，以适应不断变化的工况和需求。

③ 在分布式供能系统多目标优化研究方面。考虑如何协调多个能源来源的运行，实现了多个目标的平衡，如最小化碳排放、最大化能源效率和降低成本。还涉及开发分布式算法和协议，确保了各个能源来源之间的协同工作，满足了系统的多目标需求。如，考虑了如何在实时优化中平衡太阳能和风能的供应，实现最佳性能。此外，还开发了分布式决策机制，确保了系统在不同工况下自适应地做出决策，实现多目标优化，有助于实现高精度、低碳的多能源互补微型能源网络，为能源系统的效率提高、碳排放降低，以及可持续能源未来的实现做出贡献。

【相关支撑创新的证明材料】详见附件 10.2 核心知识产权。

授权发明专利：

[3.3.1-1] 授权发明专利：一种基于强化学习的建筑环境控制器和控制方法，授权时间：2021.02.19。

[3.3.1-2] 授权发明专利：一种智慧建筑电气设备节能型智能控制装置，授权时间：2022.03.15。

[3.3.1-3] 授权发明专利：一种基于无线网络的电器集中控制系统和控制方法，授权时间：2024.02.06。

[3.3.1-4] 授权发明专利：一种基于数字孪生技术的施工现场人员管理的智能系统，授权时间：2023-07-18。

[3.3.1-5] 授权发明专利：基于数字孪生技术的施工现场高支模智能监测预警系统，授权时间：2022.07.26。

[3.3.1-6] 授权发明专利：一种基于数字孪生技术的施工现场施工电梯监测预警系统，授权时间：2023.12.29。

[3.3.1-7] 授权发明专利：一种基于 GRNN 的多台冷水机组系统运行控制方法，授权时间：2024.01.30。

所发表的相关论文：

[3.3.2-1] 论文：**Fu Qiming**, Li Zhu, Ding Zhengkai, Chen JianPing, Luo Jun, **Wang Yunzhe**. ED-DQN: An Event-Driven Deep Reinforcement Learning Control Method for Multi-Zone Residential Buildings/ Building and Environment, 2023, 242: 110546. （ESI 热点论文，高被引论文，SCI 检索/中科院 1 区，Top 期刊）

[3.1.2-2] 论文:**Fu Qiming**, Liu Lu, Zhao Lifan, **Wang Yunzhe**, Chen Jianping. Predictive control of power demand peak regulation based on deep reinforcement learning[J]. Journal of Building

Engineering, 2023, 75: 106992. (SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.2.2-3] 论文: Zhang Ying, Chen Jianping, **Fu Qiming** (通信作者), Chen Jianping, **Wang Yunzhe, Lu You**, Liu Lanhui. Priori Knowledge-based Deep Reinforcement Learning control for Fan Coil Unit System[J]. Journal of Building Engineering, 2024, 82: 108157. (SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.3.2-4] 论文: Huang Zetian, Chen Jianping, **Fu Qiming** (通信作者), **Wu Hongjie, Lu You**, Gao Zhen. HVAC optimal control with the multistep-actor critic algorithm in large action spaces[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2020, 2020: 1-12. (SCI 检索/中科院 3 区)

[3.3.2-5] 论文: Liu Quansheng, Gao Zhen, **Wu Hongjie** (通信作者), Fu Baochuan, Chen Jianping. A building energy consumption prediction method based on integration of a deep neural network and transfer reinforcement learning[J]. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2020, 34(10): 2052005. (SCI 检索/中科院 3 区)

[3.3.2-6] 论文: Wang zhechao, **Fu Qiming** (通信作者), Chen Jianping, **Wang Yunzhe, Lu You, Wu Hongjie**. Reinforcement Learning in Few-Shot Scenarios: A Survey. Journal of grid computing, 2023, 21(2): 30. (SCI 检索/中科院 2 区, Top 期刊)

[3.3.2-7] 论文: Cao Jiaqing, Liu quan, Wu Lan, **Fu Qiming** (通信作者), Zhong Shan. Temporal-difference emphasis learning with regularized correction for off-policy evaluation and control. Applied Intelligence, 2023, 53(18): 20917-20937. (SCI 检索/中科院 2 区)

[3.3.2-8] 论文: **Fu Qiming**, Wang Zhechao, Fang Nengwei, Xing Bin, Zhang Xiao, Chen Jianping. MAML2: Meta Reinforcement Learning via Meta-Learning for Task Categories. Frontiers of Computer Science, 2023, 17(4): 174325. (SCI 检索/中科院 3 区、CCF-B)

四、第三方评价

1. 与同类技术比较

(1) 数据信息安全服务技术：研发了面向超大型建筑物联网云边协同的大型建筑能源“感知、认知、决策一体化”的可信安全共享服务技术。在此过程中，采用了动态量子物联网通信设备加密技术，实施了数据加密和完整性检查保护数据的安全；基于云计算和 SaaS 模型的共享服务架构，确保数据访问限制用户或实体，同时保证高可靠性的并发共享服务；全面安全审计技术，以跟踪系统中的活动并检测潜在的威胁，监控安全事件和系统漏洞。通过探索物联网技术、人工智能、大数据等前沿技术与建筑数据应用深度融合，从安全感知、智能解析、可信共享、融合应用等多个维度进行建筑大数据的智能分析和安全保密技术研究与应用，构建了“多维智能感知防控网络”。

(2) 超大型建筑低碳运维技术：与其他运维技术相比，超大型建筑低碳运维技术在多个方面具有优势。首先，该技术注重环境友好性，通过能源管理和智能控制系统等手段，实现能源的高效利用和碳减排。其次，超大型建筑低碳运维技术综合考虑设备的安全性、可靠性和经济性，通过智能监测和预测维护等手段提高工作效率和降低运营成本。此外，该技术依赖于数据分析和人工智能，能够实时监测设备状态并提供数据驱动的决策支持，以优化运维策略。还有一些超大型建筑低碳运维技术具备自主学习能力，通过不断尝试和学习过程改进并适应不同需求。

2. 成果鉴定/验收结论

专家验收评价：本项目相关成果于 2022 年 12 月 1 日经由专家组进行现场验收会，一致认为成果依托江苏省高等学校自然科学研究项目（重大项目）“基于数字孪生的建筑分布式能耗优化方法研究及示范”（项目编号：2020KJA520012），完成合同规定任务，通过验收。验收意见见《附件支撑材料 10.3 评价证明》。

五、推广应用情况、经济效益、社会效益和环境效益

1、推广应用情况

应用单位目录			
应用单位名称	应用起始时间	应用单位联系人及电话	使用本项目产生的经济效益（万元）
江苏国贸酝领智能科技股份有限公司	2021 年 5 月	顾永青 13506211216	800 万
同心智能科技有限公司	2022 年 7 月	沈加根 18013203966	550 万
江苏鸿鑫智能制造有限公司	2023 年 9 月	倪爱舟 18167148962	700 万
苏州易助能源管理有限公司	2022 年 12 月	袁楠 18606218666	500 万
灯翼智能科技（苏州）有限公司	2023 年 12 月	顾平 18994318963	200 万

本项目中形成的关键技术，已经在苏州地区建立了面向智慧建筑与数字孪生两个示范应用。本项目的合作单位苏州思萃融合基建技术研究所有限公司是 由苏州市产业技术研究院、相城经济技术开发区、中亿丰集团有限公司以及核心团队四方共建，是苏州市第一个由龙头企业牵头、第一个围绕建筑行业、第一个切入新基建产业的新型研发型公司。后期预期从两个方面进行推广应用：一是拓宽关键技术的应用场景，进一步建立面向高层建筑、智能建筑、综合商业体的示范应用。二是拓宽市场区域，以苏州为示范中心，建立立足江苏、辐射长三角的市场推广计划。总体上，从项目前期成果应用推广来看，项目比较成熟，具有较为广阔的经济价值和社会效益。

注：应用证明材料见《附件支撑材料 10.4 主要应用证明》。

2、近年直接经济效益

单位：万元人民币

	完成单位		其他应用单位	
年 份	新增销售额	新增利润	新增销售额	新增利润
2021	4000	600	2000	400
2022	10500	1000	3000	500
2023	21000	2000	4500	900
累 计	35500	3600	14500	1800

经济效益的有关说明及各栏目的计算依据：

(1) 大型建筑运维系统

按监测终端数收费，一般大型建筑平均 20 个终端，每个终端按 2.5 万收费，一套系统 50 万，每年收取 20%，即 10 万维保费（第一年免维保）。

2021 年，新增 80 套，收入 4000 万，利润 600 万

2022 年，新增 150 套，收入 7500 万；维保 $10 \times 150 = 1500$ 万；合计 9000 万；利润 1000 万

2023 年，新增 300 套，收入 15000 万；维保 $10 \times 300 = 3000$ 万；合计 18000 万；利润 2000 万

(2) 新增税收

2021 年，利润 600 万，税收 30 万

2022 年，利润 1000 万，税收 50 万

2023 年，利润 2000 万，税收 100 万

综上：2021 年利润 600 万，2022 年利润 1000 万，2023 年利润 2000 万

3、社会效益（限 200 字）

本项目针对当前大型复杂建筑群建筑能耗难以低碳运维，引入人工智能最新研究成果，综合考虑多种因素对建筑能耗影响，通过对环境状况变化的实时反馈，研发基于机器学习的智能管控模型及控制算法，构建大型公共建筑的动态能耗模型，以便更合理地选取节能控制策略、更精准地计算分项能耗分布情况，达到智慧节能的最佳效果。有效提高了建筑节能应用的创新和价值提升，促进智慧建筑数字化转型，推进数字产业的发展。

4、环境效益（限 200 字）

本项目通过实施先进的低碳运维技术，显著提升了超大型建筑的环境效益。通过精确控制和动态调整建筑设备运行，大幅减少了能源浪费，降低了二氧化碳排放。此外，通过整合可再生能源不仅减轻了对传统能源的依赖，也进一步降低了碳足迹。相关技术的应用，得参与项目的建筑在运维阶段的碳排放得到了有效控制，对于推动建筑行业的绿色低碳转型具有示范作用，同时为实现更广泛的环境保护目标提供了可行路径，体现了深远的环境效益。

六、代表性论文论著情况

1、代表性论文论著目录（不超过 5 篇）

序号	论文论著名称 /刊名/作者	年卷页码（XX 年 XX 卷 XX 页）	发表时间 （年月日）	通讯作者	第一作者	他引总次数	检索数据库	是否中文论著 或国内期刊
1	ED-DQN: An Event-Driven Deep Reinforcement Learning Control Method for Multi-Zone Residential Buildings/ Building and Environment/ Fu Qiming , Li Zhu, Ding Zhengkai, Chen Jianping, Luo Jun, Wang Yunzhe , Lu You	2023年242卷 110546页	2023年8月15 日	陈建平	傅启明	39	SCIE	否
2	Predictive control optimization of chiller plants based on deep reinforcement learning/Journal of Building Engineering/ He Kun, Fu Qiming , Lu You , Wang Yunzhe , Luo Jun, Wu Hongjie , Chen Jianping	2023年76 卷 107158页	2023年10月1 日	傅启明	何坤	5	SCIE	否
3	Optimal control method of HVAC based on multi-agent deep reinforcement learning/ Energy and buildings/ Fu Qiming , Chen Xiyao, Ma Shuai, FangNengwei, Xing Bin, Chen Jianping	2022年270卷 112284页	2022年9月1 日	陈建平	傅启明	36	SCIE	否
4	A novel building energy consumption prediction method using deep reinforcement learning with consideration of fluctuation point/Journal of Building Engineering/ Jin Wei, Fu Qiming , Chen Jianping, Wang Yunzhe , Liu Lanhui, Lu	2023年 63卷 105458页	2023年1月1 日	傅启明	金威	17	SCIE	否

	You, Wu Hongjie							
5	Metabolism-based ventilation monitoring and control method for COVID-19 risk mitigation in gymnasiums and alike places/ Sustainable Cities and Society/ Wang Junqi, Huang Jingjing, Fu Qiming , Gao Enting, Chen Jianping	2022年80卷 103719页	2022年5月	陈建平	王俊淇	33	SCIE	否

承诺：上述论文论著知识产权归国内所有且无争议。以下情况和规定已向所有未列入项目主要完成人的作者明确告知并征得同意：①上述论文论著用于推荐江苏省建设科技创新成果；②江苏省建设科技创新成果获奖项目所用论文专著不得再次参评。其中，未列入项目主要完成人的第一作者、通讯作者（含共同第一作者、共同通讯作者）已出具知情同意书面签字意见，与其他作者的有关知情证明材料均存档备查。因未如实告知上述情况而引起争议，且不能提供相应存档备查的证据，本人愿意承担相应责任，并接受处理。上述论文信息真实，因引起争议，本人愿意承担相应责任，并接受处理。

第一完成人签名：

年 月 日

2、代表性论文论著被他人引用的情况（不超过 5 篇，要求提供检索报告）

序号	被引代表性论文论著题目	引文题目/作者	引文刊名	引文发表时间（年月日）
1	ED-DQN: An Event-Driven Deep Reinforcement Learning Control Method for Multi-Zone Residential Buildings	Occupant-centric HVAC and window control: A reinforcement learning model for enhancing indoor thermal comfort and energy efficiency/ Liu Xin and Zhong hua Gou	Building and Environment	2024 年 2 月 15 日
2	Predictive control optimization of chiller plants based on deep reinforcement learning	A global optimization method for data center air conditioning water systems based on predictive optimization control/Wang P, Sun J, Yoon S, et al	Energy	2024 年 5 月 15 日
3	Optimal control method of HVAC based on multi-agent deep reinforcement learning	An occupant-centric control strategy for indoor thermal comfort, air quality and energy management/Wang Z, Calautit J, Tien P W, et al	Energy and Buildings	2023 年 4 月 15 日
4	A novel building energy consumption prediction method using deep reinforcement learning with consideration of fluctuation point	Building energy consumption prediction using multilayer perceptron neural network-assisted models; comparison of different optimization algorithms /Afzal S, Ziapour B M, Shokri A, et al.	Energy	2023 年 11 月 1 日
5	Metabolism-based ventilation monitoring and control method for COVID-19 risk mitigation in gymnasiums and alike places	Challenges and coping strategies of online learning for college students in the context of COVID-19: A survey of Chinese universities/ Li J, Che W.	Sustainable Cities and Society	2022 年 8 月

七、主要知识产权目录（不超过 10 件）

序号	知识产权 (标准)类别	知识产权 (标准) 具体名称	国家 (地区)	授权号	授权(标准 发布)日期	证书编号 (标准批 准发布部 门)	权利人 (标准起 草单位)	发明人(标准 起草人)	知识产权 (标准)有效状态
1	发明授权	一种基于强化学习的建筑能耗控制装置和控制方法	中国	202011274978.9	2024-03-15	6791943	苏州科技大学	陈建平、杨薛钰、傅启明	9 年
2	发明授权	基于神经网络的灯具利用系数及照明参数计算方法	中国	201910020928.9	2023-09-05	6300521	苏州科技大学	陆卫忠、汤烨、吴宏杰、黄宏梅	8 年
3	发明授权	一种基于多示例遗传神经网络的室内PM2.5	中国	20180134218	2021-10-08	4725562	苏州科技大学	吴宏杰、陈成、董铠铭、柳维生	7 年
4	发明授权	一种基于强化学习的制冷机组控制装置及控制方法	中国	202011201158.7	2021-02-05	5110644	苏州科技大学	陈建平、范晶晶、傅启明	7 年
5	发明授权	一种基于多智能体深度强化学习的中央空调控制方法	中国	202111609118.0	2024-01-26	6647270	苏州科技大学	陈建平、傅启明、陈曦尧;	9 年
6	发明授权	一种基于强化学习的建筑环境控制器和控制方法	中国	202011125190.1	2024-01-26	6646107	苏州科技大学	陈建平、傅启明、吴少波	8 年
7	发明授权	一种基于无线网络的电器集	中国	201711077654.4	2024-02-06	6689208	苏州科技大学	傅启明、崔文杰、钟珊、周鑫、康怡怡、	6 年

		中控制系统和控制方法						陈建平	
8	发明授权	一种办公室智能照明控制方法及其控制系统	中国	202110133878.2	2022-09-27	5483231	苏州思萃融合基建技术研究有限公司	马杰、李国建、汪丛军、周盈希、张飞	7 年
9	发明授权	一种基于数字孪生的数据轻量化的 BIM 建筑模型管理方法及其管理系统	中国	202110262527.1	2024-03-08	6762692	苏州思萃融合基建技术研究有限公司	汪丛军、李国建、邹胜、彭士通、王少蓉	9 年
10	发明授权	一种基于区域环境数据的空间点位监测模型的训练方法	中国	202310980254.3	2023-10-20	6407672	苏州思萃融合基建技术研究有限公司	李芸莹、何雨衡、包元锋；董超群、丁雅静、张守亮	9 年

承诺：上述知识产权和标准规范等用于推荐江苏省建设科技创新成果的情况，已征得未列入项目主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意。

第一完成人签名：

年 月 日

八、完成人情况

姓 名	吴宏杰	性 别	男	排 名	1
出生年月	1977.11			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	副院长	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	68413207
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	hongjiewu@qq.com			移动电话	13862566881
技术职称		教授		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		“333高层次人才培养工程”培养对象；江苏省六大人才高峰称号； 2023年度江苏省高等学校科学技术研究成果奖；建筑智慧节能省 高校重点实验室主任			
参加起止时间		自 2019年1月1日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、方案创新：团队结合人工智能与物联网技术，针对超大型建筑的智能低碳运维，提出了一套全面的解决方案。通过自动化数据收集与分析，方案实现能源消耗优化及运维效率提升。 2、技术开发：设计并实施平台所需的功能与算法；研发基于深度学习的结构健康监测算法、基于环境感知的能效优化算法，及设备异常预测技术。此外，探索利用强化学习进行能耗预测。 3、项目管理与协调：制定详细的项目计划、监控进度并优化资源配置，确保项目按期完成并达到预期效果；对项目的潜在风险进行全面评估和管理。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	傅启明	性 别	男	排 名	2
出生年月	1985.12			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	副主任	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	-
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	fqm_1@126.com			移动电话	13914002061
技术职称		副教授		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2023年度江苏省高等学校科学技术研究成果奖；2022年江苏高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师；建筑智慧节能省高校重点实验室副主任			
参加起止时间		自 2019年1月1日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、数据分析与算法优化：利用大数据分析和机器学习技术，对建筑运维的数据进行深入研究，提取有价值的信息，并基于数据的分析结果，优化平台算法以提高预测和决策的准确性和可靠性。 2、持续优化与技术支持：持续关注平台的运行情况，收集用户反馈，修复漏洞和改进功能，提供技术支持和培训，确保平台的持久可靠性和用户满意度。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	马杰	性 别	男	排 名	3
出生年月	1986.01			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	-	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州思萃融合基建技术研究有限公司			办公电话	65790258
通讯地址	江苏省苏州市相城经济技术开发区澄阳街道 澄阳路116号			邮政编码	215131
电子信箱	majie.thu@foxmail.com			移动电话	13810718453
技术职称		高级工程师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2012年中国铁道学会科学技术奖一等奖			
参加起止时间		自 2021年4月10日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、市场推广与用户培训：市场营销人员负责推广和销售平台，与潜在客户进行沟通、合作，并将平台的优势和收益传递给潜在用户。此外，团队提供技术支持和培训，帮助用户充分理解和利用平台的功能和特点。 2、用户需求调研：对用户需求进行调研和分析，收集反馈意见并将其转化为产品功能和改进的方向；确定目标用户，制定营销策略。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	王陆平	性 别	女	排 名	4
出生年月	1990.03			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	副主任	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	-
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	854148036@qq.com			移动电话	18706703126
技术职称		讲师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2023年度江苏省高等学校科学技术研究成果奖			
参加起止时间		自 2021年8月10日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、数据分析与算法优化：利用大数据分析和机器学习技术，对建筑运维的数据进行深入研究，提取有价值的信息，并基于数据的分析结果，优化平台算法以提高预测和决策的准确性和可靠性。 2、数据安全与隐私保护：团队的安全专家致力于保护平台中的数据安全，包括设计和实施安全策略、加密通信和数据存储、识别和防范潜在的安全威胁。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	陆悠	性 别	男	排 名	5
出生年月	1977.07			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	-	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	-
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	luyou@usts.edu.cn			移动电话	15250464297
技术职称		副教授		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2021年苏州人工智能学会“自然科学奖”三等奖			
参加起止时间		自 2019年1月1日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、统集成与平台开发：将各个模块进行系统集成，确保平台稳定、高效运行；对平台开发过程中的软件工程、安全性、可扩展性、可维护性等问题进行优化。 2、数据标准化和互操作性：负责定义数据标准和格式，开发数据交换和集成接口，确保平台与其他系统的互操作性，促进数据共享与协同工作。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	邱劲	性 别	男	排 名	6
出生年月	1981.5.27			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	-	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	-
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	1347685636@qq.com			移动电话	13656219161
技术职称		讲师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况		江苏省建设优秀科技成果奖三等奖、苏州市科技进步三等奖			
参加起止时间		自 2019年1月1日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、用户需求调研方面：对用户需求进行调研和分析，收集反馈意见并将其转化为产品功能和改进的方向；确定目标用户，制定营销策略。 2、持续优化与技术支持方面：持续关注平台的运行情况，收集用户反馈，修复漏洞和改进功能，提供技术支持和培训，确保平台的持久可靠性和用户满意度。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	陈静	性 别	女	排 名	7
出生年月	1991.03			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	-	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	-
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	jingchen@usts.edu.cn			移动电话	18706703126
技术职称		讲师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		江苏省双创博士			
参加起止时间		自 2022年1月1日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、技术创新与研发能力：通过不断的研发和创新工作，开发出了先进的算法和模型，使得平台能够实现更准确的预测、更智能的决策，并提供高水平的数据分析和优化能力。 2、模型数据采集与挖掘：从大量数据中揭示出隐含的、先前未知的并有潜信息。主要研究基于人工智能、机器学习、模式识别、统计学、数据库、可视化技术等，作出归纳性的推理，从中挖掘出潜在的模式，帮助决策模型优化。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	王蕴哲	性 别	女	排 名	8
出生年月	1991.11			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	-	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	-
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	yunzhew1991@gmail.com			移动电话	18565795303
技术职称		讲师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2023年苏州人工智能学会“自然科学奖”二等奖			
参加起止时间		自 2021年1月1日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、系统设计与优化方面：利用数据可视化技术，开发了动态响应式的界面，通过引入用户行为分析和反馈机制，不断优化界面的布局和功能，提升了用户的整体体验。 2、安全策略设计方面：在开发过程中采用了多层次的安全策略和容错机制，通过引入先进的加密技术和身份验证机制，确保了数据传输和存储的安全性。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	祝勇俊	性 别	男	排 名	9
出生年月	1982.9			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	-	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	-
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	16345034@qq.com			移动电话	13004516363
技术职称		高级实验师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2021年江苏省科技副总，2022年江苏省第十四批科技镇长团优秀等级团员			
参加起止时间		自 2019年1月1日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、数据交换与集成接口开发：开发了标准化的数据交换和集成接口，通过这些接口，平台能够与其他系统无缝集成，实现数据的共享与协同工作。 2、数据安全与隐私保护：在数据标准化和互操作性实现过程中，通过加密技术和权限控制机制，确保数据在传输和存储过程中的安全。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	罗恒	性 别	男	排 名	10
出生年月	1981.7			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏苏州
行政职务	-	归国人员	-	归国时间	-
工作单位	苏州科技大学			办公电话	-
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	luoheng1981@163.com			移动电话	13862404231
技术职称		高级实验师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2013江苏省双创博士			
参加起止时间		自 2019年1月1日 至 2023年12月31日			
主要贡献：（限 300 字） 1、算法设计与分析：开发算法和模型，使得平台能够实现更准确的预测、更智能的决策，并提供高水平的数据分析和优化能力。 2、持续优化与技术支持方面：持续关注平台的运行情况，收集用户反馈，修复漏洞和改进功能，提供技术支持和培训，确保平台的持久可靠性和用户满意度。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

九、主要完成单位情况

单位名称	苏州科技大学			排 名	1
法定代表人	顾菊平	单位性质	事业单位	传 真	68097107
联 系 人	蒋诚钢	联系电话	68097107	移动电话	68097107
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号			邮政编码	215009
电子信箱	sro@usts.edu.cn			统一社会 信用代码	12320000466011 617U
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>苏州科技大学作为主要完成单位，展现了较高的科技创新能力，尤其在超大型建筑的低碳运维领域做出了突出贡献。结合计算机、人工智能、电子信息等专业优势，成功开发了基于强化学习的亿级低碳运维模型，该模型不仅解决了复杂建筑的能耗管理难题，还提升了能源使用的效率与安全性。</p> <p>在技术创新方面，构建了高精度的数据采集与传感系统，实时监控建筑环境与设备参数，优化了数据处理流程，为科学的运维决策提供了强大的数据支持。研发的动态量子加密技术和云边协同模型极大增强了建筑物联网的安全性，保护了数据与系统的安全运行。通过整合物理机制和数据驱动的网络模型，有效实现了能源的最优配置和动态响应，显著减少了能耗及碳排放。相关技术减轻了对传统能源的依赖，推广了可再生能源的使用，对环保与可持续发展产生了积极影响。</p> <p>通过这些创新的研发与实践，苏州科技大学不仅提升了自身的科研水平和技术实力，也为中国超大型建筑的绿色低碳转型做出了重要贡献。相关技术的推广应用标志着苏州科技大学在科技创新及应用方面的领导力，为国内外同行提供了宝贵的经验和示范，有效推动了低碳技术的普及和应用。</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对被推荐项目完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该项目材料内容真实准确，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。</p> <div><div>法定代表人签名：</div><div>单位（公章）：</div><div>年 月 日</div><div>年 月 日</div></div>				

单位名称	苏州思萃融合基建技术研究有限公司			排 名	2
法定代表人	李国建	单位性质	民营	传 真	-
联 系 人	尹述伟	联系电话	-	移动电话	13995605903
通讯地址	苏州相城经济技术开发区澄阳街道澄阳路116号			邮政编码	215131
电子信箱	1030980971@qq.com			统一社会信用代码	91320507MA239F9R18
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>苏州思萃融合基建技术研究有限公司是由苏州市产业技术研究院、相城经济技术开发区、中亿丰集团有限公司以及核心团队四方共建，是苏州市第一个由龙头企业牵头、第一个围绕建筑行业、第一个切入新基建产业的新型研发型公司。公司围绕建筑产业数字低碳发展需求，聚焦建筑低碳、智慧运维等领域，力争突破一批“卡脖子”的关键技术。公司已形成70人左右的跨学科、多专业，结构合理的研发与咨询团队，其中博士6人，硕士41人，培育了1人次江苏省双创人才，3人次姑苏创新创业领军人才，3人次相城区科技领军人才。</p> <p>苏州思萃融合基建技术研究有限公司搭建了全尺测试实验室（2180平米），场景包括了生产车间、办公室、实验室、会议室等多个建筑空间，搭载了风冷热泵机组+空调箱/风机盘管+储热水箱、光伏+储能系统、独立新风、智能照明等多种能源形式，通过三维可视化平台，可以进行碳排放量最小、品质优先等多模式场景全尺寸实验，对产品开发、测试及算法平台优化具备重要的作用。</p> <p>苏州思萃融合基建技术研究有限公司作为项目合作单位，主要负责项目整体推进，主要贡献包括：开发与优化用于建筑监控的先进传感器技术，包括传感器的设计及其部署；在传感网络中实现节点的高效同步与通信，进行网络的优化配置和控制策略研发；实现异构数据源的集成与高级数据处理，提升数据分析的准确性和实用性；提交相关技术的知识产权申请，并负责项目文档的编写与维护，提供技术转移和实施过程中的全程技术支持。</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对被推荐项目完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该项目材料内容真实准确，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 法定代表人签名： 单位（公章）： </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> 年 月 日 年 月 日 </div>				

十、推荐单位意见（专家推荐不填）

推荐单位	苏州科技大学		
通讯地址	江苏省苏州市学府路99号	邮政编码	215009
联系人	蒋诚钢	联系电话	68097107
电子邮箱	sro@usts.edu.cn	传 真	68097107
<p>推荐意见：（不超过 600 字）</p> <p>经过对超大型建筑智能低碳安全运维关键技术与示范的深入研讨和调研，本单位认为该技术具备重要发展前景和广泛应用价值，并推荐我单位积极参与相关研究和开展相关应用。该技术通过智能化的能源管理系统和数据分析平台，实现对建筑能源使用情况的实时监测和优化，从而降低能源消耗和碳排放，提高能源利用效率，减少环境负面影响。</p> <p>该技术具备较高的自主学习和智能调整能力，通过大数据分析和模型训练，优化建筑设备运行策略，预测能源消耗和设备故障风险，降低能源浪费和维修成本，实现可靠的建筑运行和管理。加强与相关研究机构和合作企业的合作，开展基于人工智能的超大型建筑低碳运维技术的研究和应用工作。同时，可以与示范性超大型建筑项目合作，验证和推广该技术，为建筑行业的绿色可持续发展做出贡献。</p> <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，并按照要求对该项目的情况进行了公示，公示结果无异议。对照2024年度江苏省建设科技创新成果授奖条件，推荐该项目申报2024年度江苏省建设科技创新成果一等奖。</p>			
声 明	<p>本单位严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对推荐书内容及全部附件进行了严格审查，对推荐材料的真实性和准确性负责，并按要求对所有完成人遵纪守法、道德品行、学术水平等情况进行了审核，确认不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得推荐的情况。如产生争议，将承担相应的调查核实责任，并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为，愿承担相应责任并按规定接受处理。</p> <p>推荐单位（盖章）：</p> <p>年 月 日</p>		

十二、附件

- 1、主要研究报告；
- 2、核心知识产权证明及国家法律法规要求审批的批准文件（不超过 10 件）
- 3、评价证明
- 4、应用证明
- 5、代表性论文论著（不超过 5 篇）
- 6、代表性论文论著他引用情况（不超过 5 篇）
- 7、其他证明