

公共建筑环境营造系统节能降碳关键技术及应用公示附件

一、项目基本情况

项目名称	公共建筑环境营造系统节能降碳关键技术及应用
主要完成人	赵民、罗昔联、薛洁、张金乾、张培东、刘拴强、孟祥兆、陈彪、李杨、蔡婕
主要完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司、西安交通大学、北京绿建软件股份有限公司、青岛艾德森物联科技有限公司、格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司、深圳市英维克健康环境科技有限公司

二、提名意见（适用于单位提名）

提 名 者	陕西省住房和城乡建设厅	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖
<p>提名意见：</p> <p>提升建筑领域绿色低碳发展质量对实现“双碳”战略目标和经济社会低碳转型具有重要支撑作用。本项目面向建筑领域节能降碳的国家重大战略和重大工程项目技术需求，研发了覆盖公共建筑环境营造系统精细化设计工具、设计技术、高效装备及运维技术的成套体系，取得了系列原创性成果。</p> <p>项目针对公共建筑节能降碳设计与运营分析过程中存在的“独立建模、数据孤岛、单阶段隔离分析”等瓶颈问题，提出了全生命周期迭代优化算法，开发了集成化计算性国产设计软件，实现了建筑“一模多算”；针对环境营造过程中面临的“差异性需求匹配不足、特殊环境精细化调控难、运行能耗高”等问题，从设计策略、关键技术与理论多维度的构建了公共建筑低碳节能环境营造技术体系，实现了室内环境主被动高效营造及特殊环境精准营造；针对传统技术装备无法高效集成室内环境空气多参数耦合调控功能的问题，开发了基于运行大数据和室内动态需求联动的环境营造装备和节能管控平台，实现了公共建筑室内环境的高效调控。项目为公共建筑低碳环境营造从“精细化设计落地”到“长效运维”提供了全链路技术支撑。</p> <p>成果取得了授权发明专利 15 项、软件著作权 20 项，主编标准 8 部。成果在国家版本馆西安分馆、开元大剧院、西安领事馆丝路国际文化艺术中心、中国大运河博物馆等百余工程项目中应用，取得了显著的经济、社会和环境效益。</p> <p>特此提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。</p> <p>说明：省科学技术进步奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖”的评审落选项目不再降格参评三等奖。项目组与提名单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目正式提交后，提名等级建议不得变更。</p> <p>软科学标准计量科普类项目请勾选“二等奖”或者“三等奖”。</p>			

三、项目简介

加快推动公共建筑节能降碳是实现我国建筑领域“双碳”目标和经济社会全面绿色转型的重大战略需求。公共建筑环境空间复杂且营造要求高，但长期以来缺乏集成化计算性设计软件、精细化设计技术、高效装备与运维平台的协同支撑，其能耗与碳排放增长快速，未能有效适应我国高品质绿色公共建筑的发展需要。项目团队在国家自然科学基金、陕西省重点科技创新团队计划等课题支持下，突破了上述行业痛点，研发了公共建筑环境营造系统节能降碳关键技术，成果在百余工程项目中应用并取得优异效果。项目主要创新点有：

(1) **创建了建筑环境营造全生命周期设计分析方法和国产工具。**针对公共建筑环境营造系统节能降碳设计与运营分析过程中存在的“独立建模、数据孤岛、单阶段隔离分析”等瓶颈问题，本项目基于数据和设计目标逆向驱动，提出了用于环境营造性能分析的全生命周期迭代优化算法，开发了建筑“一模多算”技术及集成化的国产计算性设计软件，实现了一套建筑模型覆盖负荷预测、能耗模拟、通风气流组织优化、热舒适性分析及全流程碳排放测算等多个功能，并突破了国外主流软件无法适应国内标准参数的技术壁垒，为公共建筑低碳环境营造提供了“精细化设计落地”到“长效运营”全生命周期协同数据驱动的全链路数字化技术支撑。

(2) **研发了室内环境主被动高效营造及特殊环境精准营造技术。**针对公共建筑环境营造过程中面临的“差异性需求匹配不足、特殊环境精细化调控难、运行能耗高”等问题，本项目从设计策略、关键技术与理论多维度的构建了公共建筑低碳节能环境营造技术体系，依托自主软件的参数化设计分析优势，构建了多种建筑立面遮阳的高精度模拟算法，并提出了全年收益最佳的外遮阳优化设计策略，实现了建筑艺术表皮与环境营造功能的协同增效；开发了高效定向辐射供暖技术和定向通风技术，实现了公共空间人员密集区域的分区调控；针对地下空间、遗址博物馆等多种特殊环境营造需求，构建了局部区域分异环境营造理论与技术，实现了不依赖物理空间隔离的局部环境独立营造，大幅减少人工环境营造区域。

(3) **开发了适应复杂人工环境营造需求的高效装备及运维平台。**针对传统环境营造装备无法高效集成室内环境空气多参数耦合调控功能的限制，本项目开发了室内环境温湿度精准调控与多污染物净化协同的多场景多功能的高效环境营造装备，构建了基于运行大数据和室内动态需求联动的能源系统高效运维调控方法与节能管

控平台，实现环境营造系统全自动化智慧感知、最佳工况寻优和精准输配，为保障公共建筑环境营造效果和低碳可持续运行提供了基础支撑。经新产品技术鉴定，团队面向地下空间和遗址博物馆等精密环境营造所开发的双冷源温湿解耦恒温恒湿新风机组，总体技术处于国际先进水平，部分核心技术属国内首创。

项目形成了覆盖公共建筑环境营造方法与工具、关键技术、高效装备与长效运维的全链条技术体系。综合性成果在国家版本馆西安分馆（二二工程）、开元大剧院、陕西考古博物馆、中国大运河博物馆、西安领事馆丝路国际文化艺术中心等重点公共建筑项目中应用，对标国家标准《民用建筑能耗标准》或地方标准《公共机构能耗定额》中的项目所在地公共建筑能耗基准值，各项目节能率均达到了 20%以上，年累计节约能耗 622 万度电，节约运行费用 400 万元，减少碳排放 4050 吨。团队合作研发的环境营造设计分析软件已成为国内多家设计单位实施高品质公共建筑环境设计、高星级绿色公共建筑咨询的核心工具，实现了从“经验设计”到“精准模拟与实证”的重大技术变革。成果应用规模超过 600 万平方米，实现了节能高效的环境营造效果，经济和环境效益显著，未来仍将有效支撑公共建筑的高品质建设与高效运维。

项目成果纳入行业标准《图书馆建筑设计规范》、地方标准《公共建筑绿色设计标准》、《供暖工程》、《公共建筑能耗与碳排放监测系统技术规程》和《建筑环境数值模拟技术规程》及团体标准《绿色建筑性能数据应用规程》等，为图书馆特藏书库等特殊环境营造、高大空间环境营造以及系统能效提升、碳排放分类分级监测设计、环境模拟技术等提供了标准化支撑。项目取得了授权发明专利 15 项，软件著作权 20 项，主编标准 8 部。团队入选陕西省重点科技创新团队、三秦英才特殊支持计划创新创业团队，团队带头人入选陕西省中青年科技创新领军人才、西安市高层次人才。项目成果支撑组建了陕西省建筑环境与能源工程技术研究中心、西安市绿色低碳建筑与节能工程技术研究中心，团队带头人担任工程中心负责人。

四、客观评价

(1) 项目结题和新产品鉴定得到业内肯定评价，起到引领支撑作用。

项目结题获得行业专家和主管部门认可。①“建筑新能源应用与节能工程创新团队”(2016KCT-16)课题通过验收，专家认为该课题建立了陕西省建筑环境与能源工程技术研究中心，与西安交通大学合作将理论成果用于公共建筑能耗研究等项目，实现了成果的有效转化，取得了良好的经济和社会效益。②“土遗址文物多相介质非均匀迁移特性及文物原位环境重建”(51306150)、“大空间遗址博物馆文物适宜保存环境及调控机理研究”(2018JM5091)课题通过验收，研究结论获得认可，成果为我国遗址文物保存环境调控系统设计提供科学参考和指导。③“全天候太阳能供能系统研究”(2012GY2-22)课题通过验收，专家认为该研究解决了低品位能源在供暖制冷等环境营造应用中的关键技术难题，设计集成了辐射供暖供冷与太阳能固体除湿等技术为一体的全天候供能系统。

环境营造设计分析软件和高效装备获得行业认可。①“建筑能耗计算软件研究”通过结题验收，专家认为软件实现“一模多算”和“模型共享”，为绿色建筑设计评价提供了技术支撑。②“绿建斯维尔建筑通风软件”通过结题验收，专家认为项目为从事绿色建筑相关业务的规划、设计和咨询机构提供了全中文的建筑通风模拟工具，提升了建筑通风模拟评价技术的应用能力。③“双冷源温湿解耦恒温恒湿新风机组(GD系列)”通过了新产品鉴定，鉴定委员会一致认为该技术产品满足批量生产要求，产品技术总体处于国际先进水平，部分核心技术属国内首创。

(2) 技术成果评价获得行业专家肯定，查新结果表明技术新颖性。

团队合作项目“公共建筑环境营造系统节能降碳关键技术及应用”通过科学技术成果评价，以土木建筑行业郑建国和罗继杰大师等专家组成的评价委员会，认为该项目在公共建筑环境营造计算性设计软件、关键技术装备与高效运维平台等方面取得了创新性成果，并应用于百余工程项目，成果总体达到国际先进水平，其中全生命周期迭代优化模型及算法，达到国际领先水平。

项目采用以下3个技术要点为查新点：①构建了“全生命周期覆盖+全专业协同+数据驱动”的环境营造方法和环境营造系列化软件工具；②提出了公共建筑整体与局部区域分异环境营造理论与技术、精细化设计方法；③开发了可适应多类型公共建筑多场所复杂人工环境营造的集约化高效装备与管理平台。本项目与国内外同类

研究、技术进行对比，经检索并对国内相关文献资料分析对比结果表明，在国内外公开发表的中文文献中，未见其他与本项目查新点完全相同的报道。

(3) 本项目与国内外同类技术的比较

本项目与国内外同类研究、技术的对比情况如下表，对比信息来源于所检索到的国内外文献资料和行业技术发展现状。

创新点	比较内容	本项目技术	国内外同类技术
1	建筑环境营造设计分析方法和工具	提出了用于环境营造性能分析的全生命周期迭代优化算法，开发了建筑“一模多算”技术及集成化国产计算性设计软件，适配国内标准和提取区县级气象数据	国外主流软件如 EnergyPlus 系列和 Fluent 系列分别致力于能耗和气流模拟，无法共享建筑模型和开展全生命周期碳排放计算，且未内置国内标准参数和全地域气象参数
2	地下空间和博物馆特殊环境营造理论和技术	创建了特殊环境热湿负荷精确计算模型，提出了环境营造参数目标，构建了局部区域分异环境营造理论，发展了不依赖物理隔离的局部环境独立营造技术	国外在地下控温控湿环境和遗址博物馆环境营造的研究较少，国内无分异环境设计依据和指导参数，学术和工程重点是深化整体营造或玻璃罩物理隔离环境营造技术
3	建筑立面遮阳被动环境营造高精度模拟算法	基于物理性能和几何参数双重等效机制，构建了多种立面遮阳的高精度模拟算法，提出了全年收益最佳的外遮阳优化设计策略，形成了典型遮阳设计参数库	国内外研究了立面固定遮阳的几何参数等效模型，但未考虑构件光反射和透射作用；研究了立体绿化的节能收益，但仅将其简化为壁面模型，忽略了植物叶片形态影响
4	适应复杂人工环境的集约化装备与管控平台	开发了温湿度精准调控与多污染物净化协同的高效装备，构建了基于运行大数据和室内动态需求联动的能源系统高效运维调控方法与节能管控平台	国内外普遍采用多装备组合来适应不同建筑环境营造需求，缺乏多空气参数高效协同处理，运维调控则以比例积分调节为主，未考虑围护结构负荷惰性和人员动态变化

五、应用情况

1. 应用情况（限 2 页）

（1）成果为完善建筑行业及地方标准规范提供了科学依据。

项目成果纳入了多项标准规范,《图书馆建筑设计规范》JGJ 38-2015 规范了图书馆特藏书库等特殊环境营造的技术要求;《公共建筑绿色设计标准》DBJ61/T 80-2014、《绿色建筑评价技术指南》DB61/T 5016-2021 和《绿色建筑性能数据应用规程》T/CECS 827-2021 等规范了环境营造装备及输配系统能效指标、室内环境主被动高效营造设计要点;《西安市公共建筑能耗监测系统技术规范》DBJ61/T 97-2015 和《公共建筑能耗与碳排放监测系统技术规程》DB61/T 5073-2023 规范了能耗与碳排放的分级监测技术体系;《供暖工程》陕 22N1 和《室内管道支吊架》陕 22N4 等规范了不同供暖末端、大空间气流组织设计和管道设计的技术要求。

（2）成果为重点工程项目高品质建设提供了关键技术支撑。

项目成果在省内外大量公共建筑项目实施过程中应用,以精细化设计、高效装备及运维助力重点工程项目品质提升,推动建筑低碳可持续运行,包括国家版本馆西安分馆(二二工程)、开元大剧院、陕西考古博物馆、中国大运河博物馆、西安高新区环普产业园、西安领事馆丝路国际文化艺术中心、丝路经济带能源金融贸易区服贸及双创产业基地-丝绸之路贸易产业中心等工程项目。结合项目具体特征,采用了差异化的技术组合方案。成果应用规模超过 600 万平方米,实现了节能高效的环境营造效果,未来仍将持续支撑公共建筑项目的高品质建设。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	国家版本馆西安分馆	环境营造设计分析方法和软件、特殊环境营造和差异性送风、高效环境营造装备和运维技术	国家版本馆西安分馆(二二工程),总建筑面积 8.32 万平方米	2019.07-2022.04	赵彪/ 029-61301035
2	开元大剧院	环境营造设计分析方法和软件、立面遮阳高精度模拟算法、分区调控与个性化送风、高效环境营造装备和运维技术	开元大剧院,总建筑面积 8.49 万平方米	2021.09-2023.03	万雪峰/ 19929192227
3	陕西考古博物馆	环境营造设计分析方法和软件、室内环境主动	陕西考古博物馆,总建筑面积 3.61	2018.07-2023.04	刘峰/ 029-8552

		高效营造技术、高效环境营造装备和运维技术	万平方米		1368
4	扬州三湾投资发展有限公司	环境营造设计分析方法和软件、分区环境调控、热回收型溶液调湿温湿度独立控制高效环境营造装备	中国大运河博物馆，总建筑面积 7.92 万平方米	2019.01-2021.05	沈晓梅/ 0514-89961007
5	西安浐灞丝路国际文化艺术中心有限公司	环境营造设计分析方法和软件、室内环境主动高效营造技术、高效环境营造装备和运维技术	西安领事馆区丝路国际文化艺术中心，总建筑面积 3.25 平方米	2017.08-2022.08	王晶/ 15891390267
6	西咸新区能源金贸实业有限公司	环境营造设计分析方法和软件、室内环境主动高效营造技术、高效环境营造装备和运维技术	丝路经济带能源金融贸易区服贸及双创产业基地-丝绸之路贸易产业中心，总建筑面积 20.37 万平方米	2016.02-2020.12	王宁/ 13088797080
7	西安环普科技产业发展有限公司	环境营造设计分析方法和软件、室内环境高效营造技术、高效环境营造装备和运维技术	西安高新区环普产业园，总建筑面积 46 万平方米	2013.06-2021.05	曹海宝/ 13227081760
8	中国建筑西北设计研究院有限公司	建筑环境营造设计分析方法和软件	高星级绿色公共建筑咨询项目，建筑面积总和约 500 万平方米	2016.02-至今	周玮姣/ 13709125008
9	青岛艾德森物联科技有限公司	环境营造系统节能管控高效运维平台	西安奥体中心、幸福林带等，总建筑面积 107.20 万平方米	2021.05-至今	刘元坤/ /0532-85815915
10	深圳市英维克健康环境科技有限公司	温湿度控制与多污染物净化协同的高效环境营造装备	龙华职业技术学校、龙岗区宝荷学校等，总建筑面积 15.02 万平方米	2022.09-至今	朱东梅/ /13590415434

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种主被动式太阳能建筑供能系统	中国	ZL202311422804.6	2024 年 07 月 26 日	7237984	中国建筑西北设计研究院有限公司	王军，赵民，李杨，康维斌，蔡婕，俞超男
2	发明专利	一种遗址博物馆游客廊道局部环境调控系统	中国	ZL201611111800.6	2021 年 12 月 28 日	4868120	西安交通大学	罗昔联，宋朋龙，顾兆林，赵民，孟祥兆，王赞社
3	发明专利	一种遗址博物馆葬坑环境置换通风调控与净化保护系统	中国	ZL201510119673.3	2017 年 06 月 27 日	2534572	西安交通大学	罗昔联，喻跃辉，顾兆林，侯其伯，孟祥兆，王赞社
4	发明专利	一种基于多温区混合水箱的供热系统	中国	ZL201811380364.1	2021 年 06 月 18 日	4491706	中国建筑西北设计研究院有限公司	赵民，郭军，李杨，康维斌，薛洁，罗昔联
5	发明专利	一种采用集中供热和分区式能源站的区域供能系统	中国	ZL202110082051.3	2021 年 12 月 10 日	4843488	中国建筑西北设计研究院有限公司	赵民，李杨，薛洁
6	发明专利	一种基于分区式能源站的区域供冷实	中国	ZL20210082079.7	2022 年 01 月 04 日	4879175	中国建筑西北设计研究院有	赵民，李杨，薛洁

		现方法					限公司	
7	发明专利	一种谷电储能装置及其使用方法	中国	ZL201910849547.1	2020年10月16日	4031902	中国建筑西北设计研究院有限公司	赵民, 李杨, 康维斌, 薛洁, 荆竞
8	发明专利	一种可视化节能管控方法及系统	中国	ZL202211264301.6	2023年01月20日	5703496	青岛艾德森物联科技有限公司	张培东, 初宁波, 杨兴强, 孙鹏, 侯现余, 胡潇, 张海娜, 黄英
9	发明专利	一种新型溶液式双冷源户式吊顶机组	中国	ZL201910525645.X	2024年08月02日	7257361	格瑞海思人居环境科技(江苏)有限公司	刘拴强, 何强勇, 高建红, 吴锡鲁, 王文楠, 李小军, 肖浩, 李莉
10	发明专利	一种控制方法、控制器、存储介质与一种空气净化设备	中国	ZL202010773285.8	2024年07月26日	7232178	深圳市英维克健康环境科技有限公司	陈建民, 王向东, 房艳松, 陈彪, 姚壮楷, 何多伟, 路皓

七、主要完成人情况表

姓 名	赵民	排 名	1
行政职务	副总工程师/院暖通专业委员会主任		
技术职称	教授级高级工程师		
工作单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 对创新点 2 和 3 做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）创建了公共建筑高大空间和人员密集场所复杂人工环境营造技术； （2）创建了公共建筑室内环境被动营造模式下的多种建筑立面遮阳的高精度模拟算法； （3）开发了用于环境营造系统高效运维的节能管控与碳排放监测平台； （4）创建了全生命周期协同数据驱动的建筑环境营造工程设计方法，主持了开元大剧院、西安曲江电竞馆等重大应用工程环境营造设计，实现了成果的集成应用； （5）主编了图集《供暖工程》，参编了标准《图书馆建筑设计规范》、《公共建筑绿色设计标准》、《公共建筑能耗与碳排放监测系统技术规程》等，实现了研究成果的标准化应用； （6）主编了专著《绿色建筑要点》。			

姓 名	罗昔联	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 2 做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）提出了遗址博物馆文物赋存局部区域分异环境营造理论；</p> <p>（2）创建了遗址博物馆文物赋存局部区域分异环境的精准营造技术。</p>			

姓 名	薛洁	排 名	3
行政职务	副总工程师		
技术职称	教授级高级工程师		
工作单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 2 做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）创建了公共建筑地下空间特殊环境营造技术；</p> <p>（2）主持完成了国家版本馆西安分馆（二二项目）、陕西考古博物馆等重大应用工程环境营造设计，实现了成果的集成应用；</p> <p>（3）组织完成了应用工程项目的经济效益统计和节能效益评估。</p>			

姓 名	张金乾	排 名	4
行政职务	总经理		
技术职称	工程师		
工作单位	北京绿建软件股份有限公司		
完成单位	北京绿建软件股份有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 对创新点 1 做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）开发了全生命周期协同数据驱动的建筑环境营造设计软件； （2）在国家版本馆西安分馆（二二项目）、陕西考古博物馆、开元大剧院、西安曲江电竞馆等重大应用工程环境营造设计中提供了软件技术支持。			

姓 名	张培东	排 名	5
行政职务	董事长		
技术职称	工程师		
工作单位	青岛艾德森物联科技有限公司		
完成单位	青岛艾德森物联科技有限公司		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 3 做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）参与开发了基于运行大数据和室内动态需求联动的环境营造自动寻优调控方法；</p> <p>（2）参与开发了用于环境营造系统高效运维的节能管控与碳排放监测平台；</p> <p>（3）组织实施了中国建筑西北设计研究院有限公司办公楼节能改造、西安奥体中心、幸福林带等高效运维技术应用工程，实现了成果的工程应用。</p>			

姓 名	刘拴强	排 名	6
行政职务	董事长		
技术职称	高级工程师		
工作单位	格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司		
完成单位	格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对创新点 3 做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）开发了多场景多功能的公共建筑环境营造装备；</p> <p>（2）开发了设备运行节能分析管理系统；</p> <p>（3）组织实施了环境营造装备和设备运行节能分析管理系统的工程应用。</p>			

姓 名	孟祥兆	排 名	7
行政职务	无		
技术职称	研究员		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目技术创造性贡献： 对创新点 2 做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）参与提出了遗址博物馆文物赋存局部区域分异环境营造理论； （2）参与创建了遗址博物馆文物赋存局部区域分异环境的精准营造技术。			

姓 名	陈彪	排 名	8
行政职务	副总经理		
技术职称	工程师		
工作单位	深圳市英维克健康环境科技有限公司		
完成单位	深圳市英维克健康环境科技有限公司		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对成果创新 3 点做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）开发了多场景多功能的公共建筑环境营造装备；</p> <p>（2）开发了室内环境健康空气管理平台；</p> <p>（3）组织实施了空气环境营造装备与室内环境健康空气管理平台的工程应用。</p>			

姓 名	李杨	排 名	9
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 对创新点 2 做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）参与开发了公共建筑室内环境主动高效营造技术； （2）参与开发了用于环境营造系统高效运维的节能管控与碳排放监测平台； （3）编制了标准《公共建筑能耗与碳排放监测系统技术规程》； （4）参与编写了专著《绿色建筑设计要点》。			

姓 名	蔡婕	排 名	10
行政职务	无		
技术职称	工程师		
工作单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
完成单位	中国建筑西北设计研究院有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 对创新点 2 做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）参与创建了公共建筑室内环境被动营造模式下的多种建筑立面遮阳的高精度模拟算法； （2）参与完成了开元大剧院、西安曲江电竞馆等重大应用工程环境营造设计； （3）参与完成了应用工程项目的经济效益统计和节能效益评估。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	中国建筑西北设计研究院有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为本项目牵头单位，全面负责项目的总体规划、技术方案实施与统筹管理任务。组织完成了陕西省重点科技创新团队计划项目“建筑新能源应用与节能工程创新团队”、陕西省科技计划项目“全天候太阳能供能系统研究”等科研项目，牵头组建了陕西省建筑环境与能源工程技术研究中心、西安市绿色低碳建筑与节能工程技术研究中心，为项目完成建立了坚实基础。</p> <p>科技创新和应用推广贡献：创建了公共建筑高大空间和人员密集场所等复杂人工环境、地下空间特殊环境的精准营造技术，创建了公共建筑室内环境被动营造模式下的多种建筑立面遮阳的高精度模拟算法，开发了用于环境营造系统高效运维的节能管控与碳排放监测平台，创建了全生命周期协同数据驱动的建筑环境营造工程设计方法。参与开发了负荷计算、能耗模拟、通风气流组织优化及全生命周期碳排放测算设计软件，参与创建了博物馆文物赋存与游客区分异调控环境的精准营造技术，参与开发了用于环境营造系统高效运维的室内环境空气健康管理平台。充分发挥了牵头单位在大型公共建筑项目设计建造及改造的专业优势，承担了国家版本馆西安分馆（二二工程）、陕西考古博物馆、大运河博物馆、开元大剧院等重点工程设计，对项目成果进行了科学验证和推广应用。组织了相关项目成果的查新、验收和鉴定工作。</p>	

单位名称	西安交通大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>西安交通大学作为本项目的主要完成单位之一，在项目中承担了遗址博物馆人工环境营造理论与技术研发的任务，组织完成了国家自然科学基金项目“土遗址文物多相介质非均匀迁移特性及文物原位环境重建”、陕西省自然科学基金基础计划项目“大空间遗址博物馆文物适宜保存环境及调控机理研究”等科研项目。</p> <p>科技创新和应用推广贡献：针对遗址博物馆大空间展厅环境营造中存在的空调能耗强度高、热湿环境需求多样等难题，系统性开展了理论方法与关键技术研究，提出了遗址博物馆文物赋存局部环境独立调控理论，创建了遗址博物馆文物赋存与游客区分异调控环境的精准营造技术等，成果为我国遗址博物馆环境营造设计提供了科学参考。</p>	

单位名称	北京绿建软件股份有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>北京绿建软件股份有限公司作为本项目的主要完成单位之一，具体贡献如下：在项目中承担了环境营造设计软件开发与产业化应用的任务，开发了建筑“一模多算”技术、全生命周期迭代优化算法及环境营造多模块设计软件，实现了一套模型覆盖负荷预测、能耗模拟、通风气流组织优化、热舒适性分析及全流程碳排放测算多个功能，在国家版本馆西安分馆（二二项目）、陕西考古博物馆、大运河博物馆、开元大剧院、西安曲江电竞馆等重点应用工程环境营造系统的精细化设计和运维中提供了软件技术支持。</p>	

单位名称	青岛艾德森物联科技有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>青岛艾德森物联科技有限公司作为本项目的主要完成单位之一，具体贡献如下：在项目中承担了高效运维技术攻关与产业化应用的任务，参与开发了基于运行大数据和室内动态需求联动的环境营造自动寻优调控方法，并与牵头单位合作开发了节能管控与碳排放监测平台，组织实施了西安奥体中心、西安市幸福林带等高效运维技术应用工程，实现了成果的工程应用。</p>	

单位名称	格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司作为本项目的主要完成单位之一，具体贡献如下：在项目中承担了高效装备技术攻关与产业化应用的任务，开发了新型溶液式双冷源机组等多场景多功能的公共建筑环境营造装备，开发了设备运行节能分析管理系统，组织实施了环境营造装备及节能分析管理系统在西安经开城市展厅指挥中心、常州油罐公园等工程的应用。</p>	

单位名称	深圳市英维克健康环境科技有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>深圳市英维克健康环境科技有限公司作为本项目的主要完成单位之一，具体贡献如下：在项目中承担了高效装备技术攻关与产业化应用的任务，开发了多场景多功能的公共建筑环境营造装备和室内环境健康空气管理平台，通过技术成果集成应用实现了公共建筑室内环境温湿度精准调控以及多污染物耦合高效净化；组织实施了环境营造装备及健康空气管理平台在龙华职业技术学校、龙岗区宝荷学校等工程的应用。</p>	

完成人合作关系说明

（1）主要完成人任职及业务专长

项目第一完成人赵民与第三完成人薛洁、第九完成人李杨、第十完成人蔡婕均为完成单位中国建筑西北设计研究院有限公司员工，主要从事建筑节能、建筑环境与能源工程设计、咨询与科学技术研究工作。项目第二完成人罗昔联和第七完成人孟祥兆为西安交通大学人居环境与建筑工程学院教师，主要从事建筑环境与能源工程、建筑技术研究工作。第四完成人张金乾为北京绿建软件股份有限公司总经理，主要从事绿色建筑软件开发。第五完成人张培东为青岛艾德森物联科技有限公司董事长，主要从事建筑能效提升工程。第六完成人刘拴强为格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司董事长，主要从事高精度空气温湿度调控装备研发及生产。第八完成人陈彪为深圳市英维克健康环境科技有限公司副总经理，主要从事多场所多功能的空气环境营造装备研发及生产。

（2）项目团队深度产学研合作

第一完成人赵民的硕士与博士阶段均就读于西安交通大学，第九完成人李杨、第十完成人蔡婕的硕士阶段均就读于西安交通大学。项目第二完成人罗昔联和第七完成人孟祥兆的本科、硕士和博士阶段均就读于西安交通大学，并留校任教至今。第一完成人赵民、第二完成人罗昔联、第七完成人孟祥兆、第九完成人李杨、第十完成人蔡婕均为相关专业的校友，具有多年共事经验，长期以来开展了大量科研课题合作以及论文合著、共同知识产权等成果合作。

项目第一完成人赵民、第三完成人薛洁、第七完成人孟祥兆合作立项了陕西省重点科技创新团队计划项目“建筑新能源应用与节能工程创新团队”（2016KCT-16）。项目第一完成人赵民、第三完成人薛洁、第二完成人罗昔联、第七完成人孟祥兆合作立项了陕西省科技计划项目“全天候太阳能供能系统研究”（2012GY2-22）。项目第一完成人赵民、第二完成人罗昔联、第七完成人孟祥兆合作申请了发明专利“一种遗址博物馆游客廊道局部环境调控系统”（ZL201611111800.6）。

（3）组建工程中心助力产业化发展

由中国建筑西北设计研究院有限公司牵头，联合西安交通大学等单位共建了陕西省建筑环境与能源工程技术研究中心和西安市绿色低碳建筑与节能工程技术研究中心（以下均简称为“工程中心”）。第一完成人赵民为工程中心负责人，第二完成人罗昔联、第三完成人薛洁、第七完成人孟祥兆、第九完成人李杨、第十完成人蔡婕均为工程中心核心成员。长期以来，工程中心与北京绿建软件股份有限公司、青

岛艾德森物联科技有限公司、格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司、深圳市英维克健康环境科技有限公司建立了深度的产业合作模式，具体为：

项目第一完成人赵民，与北京绿建软件股份有限公司于 2016 年 2 月开始合作开发和升级环境营造系列软件工具，软件开发和升级成功后，中国建筑西北设计研究院有限公司应用至今；与青岛艾德森物联科技有限公司于 2020 年 12 月开始合作实施公共建筑能效提升工程，并合作开发了能源站节能管控及碳排放监测系统；与格瑞海思人居环境科技（江苏）有限公司于 2021 年 4 月开始合作开发设备运行节能分析管理系统和相关装备技术；与深圳市英维克健康环境科技有限公司于 2021 年 2 月开始合作开发 EBC 健康空气环境管理平台和相关装备技术。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	共同知识 产权	赵民/1, 李杨/9, 蔡婕/10	2024 年 07 月 26 日	一种主被动式太阳能建 筑供能系统	必备附件 1-1
2	共同知识 产权	罗昔联/2, 赵民/1, 孟祥兆/7	2021 年 12 月 28 日	一种遗址博物馆游客廊 道局部环境调控系统	必备附件 1-2
3	共同知识 产权	罗昔联/2, 孟祥兆 /7	2017 年 06 月 27 日	一种遗址博物馆葬坑环 境置换通风调控与净化 保护系统	必备附件 1-3
4	共同知识 产权	赵民/1, 李杨/9, 薛洁/3, 罗昔联/2	2021 年 06 月 18 日	一种基于多温区混合水 箱的供热系统	其他附件 2-17
8	共同立项	赵民/1, 薛洁/3, 罗昔联/2, 孟祥兆 /7	2013 年 4 月 10 日	陕西省科技计划项目 “全天候太阳能供能系 统研究”(2012GY2-22)	其他附件 2-4
9	论文合著	赵民/1, 李杨/9	2023 年 02 月 15 日	公共建筑卫生间排风模 拟优化分析	其他附件 2-14
10	论文合著	赵民/1, 蔡婕/10	2023 年 12 月 15 日	低碳导向下屋顶遮阳与 异形外遮阳参数化整合 设计—以西安某剧场项 目为例	其他附件 2-15
11	共同参与 制定标准 规范	赵民/1, 李杨/9	2023 年 09 月 26 日	公共建筑能耗与碳排放 监测系统技术规程	其他附件 2-22
12	产业合作	赵民/1, 张金乾/4	2020 年 06 月 28 日	绿建斯维尔(暖通负荷 计算软件、能耗计算软 件、碳排放计算软件、 室内热舒适软件、建筑 通风软件)	其他附件 2-5~2-7、 2-24
13	产业合作	赵民/1, 张培东/5	2020 年 12 月 08 日	节能管控及碳排放监测 系统	其他附件 2-7、2-25
14	产业合作	赵民/1, 刘拴强/6	2020 年 08 月 05 日	设备运行节能分析管理 系统	其他附件 2-18、2-23
15	产业合作	赵民/1, 陈彪/8	2021 年 02 月 03 日	EBC 健康空气管理平台	其他附件 2-18、2-26

