

# 陕西省科学技术进步奖公示信息

(2025年度)

## 一、项目基本情况

项目名称	低碳建筑环境时空精准营造新理论与关键技术
主要完成人	刘艳峰，王莹莹，宋聪，黄沛增，骆海川，时炜，王登甲，周勇，陈耀文，贾忠奎，吴鑫，李勇，赵东雪，胡家乐，张睿超
主要完成单位	西安建筑科技大学、陕西省建筑科学研究院有限公司、中国建筑西北设计研究院有限公司、陕西建工集团股份有限公司

## 二、提名意见（适用于单位提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖
<p>提名意见：</p> <p>建筑领域碳中和任务是我国各行业、各领域低碳转型发展的重点任务。我省正处于推动经济社会发展全面绿色转型的关键时期，建筑业作为碳排放的重点领域，其节能降碳对于实现“双碳”战略目标至关重要。传统建筑环境调控系统存在“时空精度低、能源浪费大”等核心痛点，难以满足新时代绿色、健康、智慧建筑的发展需求。</p> <p>本项目面向国家重大战略需求，聚焦低碳建筑环境精准营造和智慧运维的核心难题，通过多学科交叉融合，率先提出了“空间有效焓”的创新理念，并构建了从理论、方法到技术的完整创新链，取得了系列原创性成果；突破了传统建筑环境“整体均匀调控”的经典范式，原创性提出了空间层级递进的节能思路，建立了“人员-建筑-系统”动态耦合与精准映射匹配理论；精准刻画建筑内部不同区域、不同时刻环境参数与人员需求、能源消耗的复杂非线性关系，为实现从“粗放式供能”到“精准化服务”的根本性转变奠定了坚实的理论基础，具有显著的学术前瞻性和引领性。</p> <p>成果材料齐全科学、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术进步奖提名条件。</p> <p>提名该项目为陕西省科学技术进步奖一等奖。</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

建筑运行阶段碳排放约占我国全社会总碳排放量的 22%，建筑领域节能减排、低碳转型发展是实现国家双碳目标的重大战略需求。针对建筑领域长期用能粗放、运行能耗高的行业难题，项目组在国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目、面上项目、陕西省重点研发计划项目等课题连续支持下，以人员在建筑中的实际热需求为基准，研发了建筑时空热环境精准营造新理论与成套关键技术，推动了我国建筑环境调节用能从“粗放型”向“精细化”全面迈进，对建筑领域早日落实碳中和任务具有重要意义。具体创新成果如下：

**创新成果一：构建了低碳建筑热环境层级需求与场分布协同新理论。**围绕建筑热环境精准营造目标，提出了从原有全时空建筑环境无差别调控向“按需热环境调节空间递进节能”转变的新思路，通过理论分析与归纳总结，创新性提出了建筑热环境按需分时空营造共性模式体系；通过大量计算分析，获得了建筑室内热环境温度参数场时空分布机制，据此构建了时变散热源动态热耗散场“核心区-过渡区-耗散区”共性特征表征模型；首次定义了“空间有效焓”的概念，构建了将现有非均匀温度场拓展至“空间有效焓场”的新评价理论体系；成果编写我国首部时空差异化热环境营造专著《分时分区热环境营造理论与方法》。

**创新成果二：创建了低碳建筑热环境时空差异化精准设计新方法。**提出了以人员所在空间局部热环境为保障核心的空间递进节能思路，率先提出了覆盖我国全域气候、全活动场景的独立于我国统一标准外的差异化供暖室内热环境调控参数体系；明确了人员进入热舒适区和离开不可接受区的差异化调控目标，探明了分区供暖建筑中“差异化需求-热量投放”之间的适配机制，创立了基于空间有效焓的定向供暖空间热环境设计新方法；发明了与建筑全空间、局部空间、工位空间依次匹配的分层次高效供暖模式体系和新系统形式，实现了低碳建筑环境精准营造从基础理论到设计方法的拓展，成果纳入《农村建筑分时分区供暖设计标准》等 3 部国家和协会标准。

**创新成果三：研发了建筑热环境分时分区低碳营造关键技术体系。**依据强太阳辐射地区建筑空间自然室温营造特征，提出了南北向房间分环双独立供暖新系统，创建了协调各典型建筑负荷差异特征的母管制分布式供暖新系统形式；研发了适用

于分区灵活供暖的床-房分控技术、蓄能取暖器、对流辐射比例可调散热器等系列精准营造末端关键技术与产品；开发了人员-建筑-系统耦合的低碳建筑热环境分时分区精准动态调控模式与策略；成果获 2018 年陕西高等学校科学技术一等奖。

综合运用本项目研发的低碳建筑环境时空精准营造“理论-方法-技术”成套体系，完成了教学建筑、大型公共建筑、住宅建筑、社区建筑群等系列工程试验，其中，低碳精准供暖技术应用案例入选 2021 年度“科创中国”新能源技术应用案例库，相关技术直接推广应用 380 余万平方米，潜在推广面积 3000 余万平方米，减少 CO<sub>2</sub> 排放超 50 万吨/年，实现了我国低碳建筑环境营造向精细化领域的本质转变，社会效益显著。“灵活高效供暖末端和能源系统优化设计方法”、“建筑热环境分时分区精准调节关键技术”等成果分别通过了以全国工程勘察设计大师徐伟、住房和城乡建设部首批绿色建筑评价标识专家郝军为组长的专家组评价认定：达到国际领先水平。

研究成果主编陕西省地方标准《公共机构能耗定额标准》等针对低碳建筑环境时空精准营造地方与行业标准 2 部、参编国家标准 2 部，授权发明专利 25 项，出版著作 3 部，发表论文 200 余篇，其中 SCI 检索论文 127 篇。项目团队先后入选陕西省重点科技创新团队、陕西高校青年科技创新团队，基于上述成果，成员先后获国家杰青、国家重大人才工程计划入选者等国家级人才 3 名，陕西省杰出青年科学基金获得者、科技新星等省部级人才 5 名，《中国教育报》、《陕西日报》等多家媒体对项目组在低碳建筑热环境保障领域的科研成果进行了广泛报道。成果曾获 2018 年度陕西高等学校科学技术一等奖，支撑组建了绿色建筑全国重点实验室。

## 四、客观评价

### 一、科研获奖及成果评价

1. 项目组在人员热环境层级需求与建筑热环境分时分区调控方向研究成果获 **2018 年度陕西高等学校科学技术一等奖**。
2. 以全国工程勘察设计大师、暖通学会理事长徐伟为组长的专家组对成果鉴定评价：**研发出室温分区调控、灵活高效供暖末端系列关键技术，基于热源统一的高效供暖集成技术达到国际领先水平**。
3. 以中国建筑设计咨询公司绿色建筑设计研究院副院长、住房和城乡建设部首批绿色建筑评价标识专家郝军为专家组组长的评价委员会认为：**建筑热环境分时分区精准调节关键技术显著改善了建筑宜居水平，提升了建筑能源利用效率，技术达到了国际领先水平**。
4. 低碳建筑热环境精准营造技术在西北乡村传统民居中的工程应用入选中国可再生能源学会 **2021 年度“科创中国”新能源技术应用案例**。
5. 相关研究成果已纳入**国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019、中国工程建设标准化协会标准《农村建筑分时分区供暖设计标准》T/CECS 1878-2025、陕西省地方标准《公共机构能耗定额标准》DB 61/T 1399-2020** 等国家和地方标准。

### 二、工程应用评价

1. 在西安奥体中心游泳跳水馆项目、西安咸阳国际机场三期扩建工程等项目建设中，采用了项目组研发的按需精准供暖空调关键技术、室内时空温度参数场分布营造方法、精准输配供暖空调新系统等。据现场检测数据，**项目年节约电耗 3760.5 万千瓦时，降低碳排放量 3.6 万吨，节约运行费用 1842.6 万元**，有效保障了室内热舒适性，降低了室内供暖空调能耗，得到了业主方的高度认可，节能减排和环境效益显著。
2. 在中国国家版本馆西安分馆文济阁、西安碑林博物馆改扩建工程建设中，采用了项目组研发的**建筑分区供暖调节方法与新系统**，实现了供暖空调按需精细化供给。**室内热环境满意率在 90% 以上，项目年节约电耗 1330.4 万千瓦时，降低碳排放量 1290.5 吨，节约运行费用 517.1 万元**。
3. 在航天新家园住宅小区项目中，应用了项目组研发的**建筑差异化供暖调节方法**等系列高效运行控制技术策略，实现了供暖系统按需供给与差异化利用，极大减少了无效热量浪费，**供暖能耗年均降低 20% 以上**，有效提高了供暖系统运行效率。
4. 在陕西省建筑科学研究院有限公司承建的国网陕西电力后勤部生产管理用房、某部队拉萨驻地营区、西安电子科技大学北校区供暖、大同博物馆、石茆博物馆等 49 个项目中，应用了项目组**环境时空精准营造理论与关键技术**，**在低碳建筑环境营造、供暖系统运维等方面效益显著**。

### 三、同行专家评价

1. **美国供热制冷与空调协会 ASHRAE 标准制定者、澳大利亚悉尼大学建筑科学系**

**主任 Richard de Dear 教授**在 *Building and Environment* 期刊发表的论文中认可了项目组构建睡眠热舒适模型的创新研究，肯定了方法和结果的可靠性。

2. **国际室内空气质量科学院 ISIAQ Fellow 连之伟教授**高度认可项目组提出的昼夜差异化热舒适评价模型与方法，认为其对建筑夜间热环境研究具有重要的指导意义。

3. **日本工程院外籍院士、亚洲都市环境学会事务局长高伟俊教授**认为项目组将建筑热环境与人体生理心理感知定量相关研究成果具有创新性和适用性。

4. **英国纽卡斯尔大学工程学院院长 Tony Roskilly 教授**在 *Energy and Buildings* 期刊发表的论文中认为研究建立的建筑热负荷计算新方法为建筑热环境精准调节提供了准确依据。

5. **国家杰出青年基金、科学探索奖获得者清华大学林波荣教授**在 *Building Simulation* 期刊发表的论文中认为项目组所提出的热环境调节方法可以帮助建筑运营者准确评估“分时分区”环境调节运行模式的有效性。

6. **国际电气与电子工程师协会终身会士、贝勒大学电力系统控制实验室主任 Kwang Y. Lee** 在 *Energy* 期刊发表的论文中评价：研究基于热力学第二定律的能效分析方法为优化系统热力学性能提供了重要工具。

7. **克罗地亚工程院院士 Sandro Nizetić**在 *Energy Conversion and Management* 期刊发表的论文中高度认可了项目组研究的创新价值，认为与传统能量分析相比，本项研究从能质角度揭示了有效能量和能质损失分布情况。

8. **希腊研究与技术中心化学过程和能源研究所主任 Nikolaos Nikolopoulos** 在 *Journal of Energy Storage* 期刊发表的论文中认为项目组研究提出的供暖系统精准调节策略可节能 20%，肯定了本项研究的技术优势。

9. 项目组研究成果在**第九届能源与环境科学国际会议、第十届中国环境科学学会室内环境与健康分会学术年会、中国建筑学会第十三届、十四届建筑物理学术大会、第 21 届全国暖通模拟学术年会**等国内外学术会议中多次荣获最佳报告、优秀论文奖。

#### **四、事迹评价**

项目组在陕西、西藏等西部地区低碳太阳能分时分区供暖与建筑热环境改善领域的技术推广与工程应用得到了地方政府、用户民众的一致好评，《**新华社**》、《**中国教育报**》、《**中国青年网**》、《**陕西日报**》、《**陕西新闻联播**》等多家媒体以“藏陕联手促可再生能源供暖技术结硕果”、“让雪域同胞住进‘零能耗’暖房”等为题，对项目组在低碳建筑分时分区热环境保障领域的科研成果进行了广泛报道。

## 五、应用情况

### 1. 应用情况（限 2 页）

该研究作为社会公益类项目，针对目前建筑领域长期用能粗放、运行能耗高等问题，构建了低碳建筑热环境时空差异化精准设计新方法与技术体系等，研究成果被陕西省住建厅、西藏住建厅、中国建筑西北设计研究院有限公司、陕西省建筑科学研究院有限公司、陕西建工集团股份有限公司、陕西建工第三建设集团有限公司等 20 余家政府单位、设计院、建设单位等单位在陕西省、甘肃省、西藏自治区等工程项目中广泛采用，节能效果显著。**项目直接成果在陕西省应用推广建成低碳住宅类建筑、商业建筑、场馆类、医疗类、交通枢纽类建筑等不同类型示范工程 380 余万平方米，成果支撑编写国家标准 GB/T 51350-2019《近零能耗建筑技术标准》等国家、地方和行业标准，潜在推广面积 3000 余万平方米，潜在减少 CO<sub>2</sub> 排放超 50 万吨/年。**

项目研究成果建成西安咸阳国际机场三期扩建工程交通枢纽类建筑 132.45 万平方米，工程运行以来，室内热环境稳定可靠，相比同类建筑节能 15%以上，节能效果显著；建成场馆类建筑 40.56 万平方米，包括西安奥体中心游泳跳水馆项目、陕西省重点文化项目西安碑林博物馆改扩建工程项目、“十四五”规划重大文化工程中国国家版本馆西安分馆文济阁项目以及按照国际足联和亚足联最新标准设计建造的甲级专业足球场馆西安国际足球中心建筑项目，相比同类建筑，各项目建筑实际供暖空调能耗降低 25%以上；建成住宅和园区类建筑 84.50 万平方米，主要包括未来之瞳·瞳系列建筑项目和航天新家园项目等，相比同类型建筑，建筑供暖空调运行能耗降低 30%，极大降低了无效能源浪费。

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
1	陕西建工集团股份有限公司	整体技术应用	西安奥体中心游泳跳水馆项目建筑面积 10.41 万平方米（必备附件 2-1）	2017.10 —— 2023.06	刘富
2	中建西安经开建设投资有限公司	整体技术应用	泾渭新城三甲医院 PPP 建设项目包含门诊楼、医技楼、住院楼及配套附属建筑，总建筑面积 26.9 万平方米（必备附件 2-1）	2019.12 —— 2023.07	陈亮
3	陕西建工集团股份有限公司	①大空间分层热环境营造方法； ②建筑局部供暖空调热环境营造理论、系统设计及优化等关键技术； ③分时分区室内热环境温度参数	①西安咸阳国际机场三期扩建工程，建筑面积 132.45 万平方米； ②未来之瞳·瞳系列建筑项目，各单体建筑均在绿色建筑二星及以上，项目总建筑面积 19.4 万平方米； ③西安国际足球中心，是按照国际足联和亚足联最新标准设计建造的甲级专业足球场馆，建筑总面积 25.1 万平方米（其他附件 1-1）	2021.12 —— 2024.10	刘宣兵  王刚  刘富
4	陕西建工第三建设集团	建筑分区供暖调节方法与新系统	①陕西省重点文化项目西安碑林博物馆改扩建工程，项目总	2021.04 ——	李海强

	有限公司		建筑面积 7.1 万平方米；②“十四五”规划重大文化工程中国国家版本馆西安分馆文济阁，项目总建筑面积 8.32 万平方米（其他附件 1-2）	至今	刘宏睿
5	陕西省建筑科学研究院有限公司	建筑差异化供暖调节方法等系列高效运行控制技术策略	航天新佳园项目是位于陕西省西安国家民用航天产业基地，航天城区域重点建设项目，项目总建筑面积 65.1 万平方米（其他附件 1-3）	2023.03—— 2024.12	张肖明
6	中国建筑西北设计研究院有限公司	供暖系统分时分区调节等系列高效运行控制技术策略	神木市妇幼保健医院项目，建筑类型包括门急诊医技住院综合楼、发热门诊等，总建筑面积 4.68 万平方米（其他附件 1-4）	2023.09 —— 至今	华正博



## 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	一种昼夜两用太阳能热水采暖床散热装置	中国	ZL201910198251.8	2021 年 8 月 17 日	4619443	西安建筑科技大学	刘艳峰,刘婧睿,王登甲,李勇
2	发明专利	多孔渗透型新风预热太阳墙	中国	ZL201711178443.X	2020 年 2 月 18 日	3698265	西安建筑科技大学	王登甲,高倩,刘艳峰,刘园,李涛,刘加平
3	发明专利	一种填充式梯级相变蓄热太阳能热风取暖器	中国	ZL201910292981.4	2021 年 3 月 16 日	4303834	西安建筑科技大学	刘艳峰,董明月,李勇,王登甲,陈迎亚
4	发明专利	一种基于系统动力学多主体建模的社区建筑供暖负荷预测方法	中国	ZL202210405526.2	2024 年 12 月 10 日	7591519	西安建筑科技大学	宋聪,余作相,刘艳峰,王登甲
5	发明专利	一种智能变频控温的自发热防寒衣热舒适控制方法及系统	中国	ZL202210903312.8	2023 年 8 月 18 日	6248311	西安建筑科技大学	刘艳峰,赵东雪,宋聪,王登甲,陈耀文
6	发明专利	一种优化朝向差异化围护结构保温层厚度	中国	ZL202010873938.X	2023 年 9 月 29 日	6370245	西安建筑科技大学	王登甲,殷庭强,刘艳峰,刘加平

		的方法						
7	发明专利	一种床头加湿方法及其装置	中国	ZL201610489040.6	2019 年 6 月 18 日	3418792	西安 建筑 科技 大学	王莹 莹,姜 超,刘 艳峰, 王登 甲
8	发明专利	一种集热蓄热墙和空气水集热器的组合供暖系统	中国	ZL201811625680.0	2021 年 8 月 24 日	4637633	西安 建筑 科技 大学	刘艳 峰,潘 明众, 宋聪, 王登 甲,江 舸
9	发明专利	一种太阳能双面蓄热盘管暖床	中国	ZL201910063613.2	2021 年 6 月 22 日	4503490	西安 建筑 科技 大学	王登 甲,刘 慧,刘 艳峰, 李勇, 陈耀 文,刘 加平
10	发明专利	一种中高温相变蓄热太阳能热风取暖器	中国	ZL201910653906.6	2021 年 4 月 16 日	4363780	西安 建筑 科技 大学	刘艳 峰,宋 旺,李 勇,王 登甲, 陈耀 文

## 七、主要完成人情况表

姓 名	刘艳峰	排 名	1
行政职务	常务副院长		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 对成果 1-3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）提出了建筑环境按需分时空营造共性模式体系； （2）提出了低碳建筑热环境时空差异化精准设计原理与方法； （3）创建了“低碳热源—精准需求”相向耦合匹配优化设计方法体系； （4）提出了南北向房间分环独立供暖新模式及母管制分布式供暖新系统形式； （5）主编专著《建筑用能系统焓分析》，主编中国工程建设标准化协会标准《农村建筑分时分区供暖设计标准》。			

姓 名	王莹莹	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 对成果 1-3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）建立了时变散热源动态热耗散场“核心区-过渡区-耗散区”共性特征表征模型； （2）提出了定向热环境精准营造设计方法和分时分区建筑热负荷计算方法； （3）组织完成了居住建筑示范工程建设及试验测试； （4）参与编写了《农村建筑分时分区供暖设计标准》。			

姓 名	宋聪	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对成果 1、2 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）建立了不同工况下人体局部热感觉预测模型以及热环境整体不满意率模型；</p> <p>（2）提出了各类应用场景下建筑空间差异化需求设计参数体系；</p> <p>（3）参与提出了低碳建筑热环境时空差异化精准设计原理与方法；</p> <p>（4）参与编写了专著《分时分区热环境调节理论与应用》，参与编写了陕西省地方标准《公共机构能耗定额标准》。</p>			

姓 名	黄沛增	排 名	4
行政职务	副部长		
技术职称	高级工程师		
工作单位	陕西省建筑科学研究院有限公司		
完成单位	陕西省建筑科学研究院有限公司		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对成果 2、3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）提出了低碳建筑热环境分时分区精准动态调控模式与策略；</p> <p>（2）参与构建了分时分区环境营造模式下室内设计参数体系；</p> <p>（3）参与提出了分时分区热环境营造模式下建筑热负荷计算方法；</p> <p>（4）组织完成了公共建筑示范工程建设与检测评估。</p>			

姓 名	骆海川	排 名	5
行政职务	总工程师		
技术职称	正高级工程师		
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： 对成果 2、3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）提出了公共建筑室内局部空间高效供暖设计方法； （2）参与提出了南北向房间分环双独立供暖系统模式下设计方法； （3）参与构建了建筑局部空间热环境营造模式下设计参数体系； （4）参与完成了公共建筑示范工程设计和建设。			

姓 名	时 炜	排 名	6
行政职务	总工程师		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	陕西建工集团股份有限公司		
完成单位	陕西建工集团股份有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 对成果 2、3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）参与构建了“低碳热源—精准需求”相向耦合匹配优化设计方法体系； （2）参与提出了低碳建筑热环境分时分区精准动态调控模式与策略； （3）组织了公共建筑示范工程建设及运行调试。			

姓 名	王登甲	排 名	7
行政职务	常务副院长		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 对创新点 1 和 2 做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）创建了基于“空间有效焓”的建筑热环境动态设计方法； （2）参与提出了独立于我国统一标准外的差异化供暖室内热环境调控参数体系； （3）参与研发了灵活供暖的床-房分控、对流辐射比例可调等系列精准营造末端关键技术； （4）主编专著《分时分区热环境调节理论与应用》，编写 2 部热环境精准调控标准。			

姓 名	周勇	排 名	8
行政职务	副主任		
技术职称	副教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对成果 1、2 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）组织了不同类型建筑热环境需求调研测试与结果分析；</p> <p>（2）参与构建了多场景下建筑环境时空差异需求参数体系；</p> <p>（3）参与提出了分时分区供暖系统设备选型与设计方法；</p> <p>（4）参与编写了陕西省地方标准《公共机构能耗定额标准》。</p>			

姓 名	陈耀文	排 名	9
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对成果 1、2 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）参与了不同场景下建筑热环境调研测试与理论分析；</p> <p>（2）参与提出了分时分区热环境营造低碳热源系统设计方法；</p> <p>（3）参与构建了低碳建筑热环境时空差异化设计方法；</p> <p>（4）参与编写了《农村建筑分时分区供暖设计标准》。</p>			

姓 名	贾忠奎	排 名	10
行政职务	无		
技术职称	高级工程师		
工作单位	陕西省建筑科学研究院有限公司		
完成单位	陕西省建筑科学研究院有限公司		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对成果 2、3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）参与提出了建筑全空间高效供暖模式体系与设计方法；</p> <p>（2）参与提出了低碳建筑热环境分时分区精准动态调控模式与策略；</p> <p>（3）组织完成了示范建筑节能效益检测评估。</p>			

姓 名	吴鑫	排 名	11
行政职务	无		
技术职称	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>对成果 2、3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）参与提出了公共建筑局部空间高效供暖设计方法；</p> <p>（2）参与建立了分时分区环境营造模式下室内设计参数体系；</p> <p>（3）参与提出了“低碳热源—精准需求”相向耦合匹配优化设计方法；</p> <p>（4）组织完成了社区建筑群示范工程方案设计和建设。</p>			

姓 名	李勇	排 名	12
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 对成果 2、3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）参与提出了建筑分时分区场景下低碳热源系统设计方法； （2）参与研发了相变蓄热太阳能热风取暖器等末端调控设备； （3）参与完成了住宅类建筑示范工程建设与测试。			



姓 名	赵东雪	排 名	13
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 对成果 1、2 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）参与构建了建筑热环境按需分时空营造共性模式体系； （2）参与构建了适用于不同场景下人体差异化热舒适理论模型； （3）参与构建了多场景下建筑环境时空差异需求参数体系。			

姓 名	胡家乐	排 名	14
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 对成果 2、3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下： （1）组织了不同类型建筑热环境需求调研测试与结果分析； （2）参与构建了分时分区热环境营造模式下建筑热负荷计算方法； （3）参与研发了床-房分控、相变蓄热太阳能热风取暖器等末端调控设备。			

姓 名	张睿超	排 名	15
行政职务	无		
技术职称	无		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
<p>对本项目技术创造性贡献：</p> <p>对成果 2、3 创新点做出了突出贡献。具体完成内容如下：</p> <p>（1）参与提出了建筑分时分区场景下低碳热源匹配优化设计方法；</p> <p>（2）参与研发了低碳建筑热环境分时分区精准动态调控模式与策略；</p> <p>（3）参与完成了示范工程试验测试。</p>			

## 八、主要完成单位情况表

单位名称	西安建筑科技大学
<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，刘艳峰教授科研团队全面负责项目的总体规划、技术方案实施与统筹管理任务。组织完成了国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目“高原藏区零能耗宜居建筑设计理论与关键技术研究”、国家自然科学基金面上项目“局部采暖热扩散空间递进分布机理及定向热环境设计关键参数研究”、国家自然科学基金面上项目“低负荷时段间歇运行中小学采暖建筑热过程及负荷特征研究”、陕西省重点研发计划项目“西北超低能耗建筑集成设计及节能关键技术研发”等科研项目，长期开展了低碳建筑环境时空精准营造共性技术研究。</p> <p>完成如下创新性工作：组织创建了低碳建筑热环境层级需求与场分布协同新理论，构建了覆盖我国全域气候、全活动场景的建筑环境时空差异需求参数体系，创新性提出了“低碳热源—精准需求”相向耦合匹配优化设计方法体系，创建了充分利用各典型建筑负荷差异特征的母管制新系统形式，研发了灵活供暖床、蓄能采暖器、强制对流换热器等系列精准营造末端关键技术与产品。</p> <p>此外，积极推动了综合创新成果的工程试验和推广应用，组织各合作单位共同完成中国国家版本馆西安分馆、西安碑林博物馆改扩建工程、西安奥林匹克体育中心等示范工程设计与实践。积极组织了相关项目成果的结题验收和鉴定工作，并指导该课题组获得了 2018 年度陕西高等学校科学技术一等奖。</p>	

单位名称	陕西省建筑科学研究院有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为本项目的主要完成单位之一，充分发挥其在建筑热工与环境营造研究方面的专业优势，系统组织技术力量，持续在建筑全空间高效供暖模式体系与设计方法、分时分区热环境营造模式下的建筑热工性能、低碳建筑热环境分时分区精准动态调控模式与策略等关键领域开展深入研究。积极参与了分时分区精准营造模式下室内热环境的测定与评价以及节能与降碳效益分析等科研工作，为示范工程的效益评估提供了关键测试条件与数据支撑，有效保障了项目创新成果的科学验证与推广应用。</p>	

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>作为本项目的主要完成单位之一，充分发挥其在建筑设计领域的技术优势，围绕公共建筑热环境精准营造设计方法、分时分区模式下时空差异需求参数体系构建，以及低碳热源系统设计方法等关键方向，开展了系统性的科研工作。为泾渭新城三甲医院 PPP 建设项目、神木市妇幼保健院、西咸文教园住宅项目等示范工程建设提供必要的设计方法支持，并参与了低碳建筑环境精准营造设计参数体系的建立及相关低碳系统设计方法的研发，有力推动了本项目科技成果在工程实践中的转化与应用。</p>	

单位名称	陕西建工集团股份有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>作为本项目的主要完成单位之一，发挥建设单位综合技术优势，积极参与了“低碳热源—精准需求”相向耦合匹配优化设计方法体系构建、低碳建筑热环境分时分区精准动态调控模式与策略制定等科学研究。在技术方法工程实践方面，先后完成了西安碑林博物馆改扩建工程、中国国家版本馆西安分馆、西安奥林匹克体育中心、西安国际足球中心等示范工程项目建设，并在其中率先应用了强制对流换热器等精准营造末端以及南北向房间分环双独立供暖等关键技术，有效推动了相关创新成果的工程应用与产业化推广，为项目的技术验证和示范效应提供了重要支撑。</p>	

## 完成人合作关系说明

项目第一完成人刘艳峰为第二完成人王莹莹、第三完成人宋聪、第七完成人王登甲、第八完成人周勇、第九完成人陈耀文、第十三完成人赵东雪的博士研究生导师，项目第七完成人王登甲为第十四完成人胡家乐和第十五完成人张睿超的博士研究生导师。

(1) 项目第二完成人王莹莹、第三完成人宋聪、第七完成人王登甲、第八完成人周勇、第九完成人陈耀文毕业后均留在西安建筑科技大学继续从事科研工作。项目第十二完成人李勇博士毕业于西安交通大学，2016 年就职于西安建筑科技大学并加入刘艳峰教授研究组；项目第十三完成人赵东雪 2021 年博士入学加入刘艳峰教授研究组，第十五完成人张睿超和第十四完成人胡家乐分别于 2019 年、2022 年博士入学加入王登甲教授研究组，以上均为西安建筑科技大学研究人员。项目第四完成人黄沛增和第十完成人贾忠奎就职于陕西省建筑科学研究院有限公司，项目第五完成人骆海川和第十一完成人吴鑫就职于中国建筑西北设计研究院有限公司，第六完成人时炜就职于陕西建工集团股份有限公司，以上人员均与刘艳峰教授研究组有深度合作研究关系。

(2) 项目成员联合承担科研项目，共同产出科研成果。

项目完成人王登甲、刘艳峰、宋聪、李勇、周勇、陈耀文作为主要起草人，共同制定陕西省地方标准《公共机构能耗定额标准》(DB 61/T 1399-2020)；项目完成人王登甲、刘艳峰、宋聪、王莹莹、黄沛增、陈耀文、周勇作为主要起草人，共同制定中国工程建设标准化协会标准《农村建筑分时分区供暖设计标准》(T/CECS 1878-2025)；项目完成人黄沛增、贾忠奎、时炜作为主要起草人，共同制定陕西省工程建设标准《建筑节能工程施工质量验收标准》(DB 61/T 5098-2024)。

项目完成人王登甲、宋聪共同出版专著《分时分区热环境调节理论与应用》，刘艳峰、王莹莹在该专著撰写过程中提出了宝贵意见。

项目完成人共同承担完成了国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目(U20A20311，刘艳峰、王登甲、宋聪、陈耀文)、陕西省重点研发计划项目(2018ZDCXL-SF-03-01，刘艳峰、李勇、宋聪、骆海川)、国家自然科学基金面上项目(51678468，王登甲、王莹莹、陈耀文)、国家自然科学基金面上项目(52078408，王登甲、张睿超)和绿色建筑技术创新中心项目(黄沛增、贾忠奎、刘艳峰、王莹莹)。

项目完成人刘艳峰、赵东雪、宋聪、王登甲、陈耀文共同授予发明专利“一种

智能变频控温的自发热防寒衣热舒适控制方法及系统”（ZL 202210903312.8）。项目完成人胡家乐、王莹莹、王登甲、李勇共同完成科研成果“Analysis of the non-uniform thermal environment of local floor and ceiling radiant heating: Numerical simulation and thermal comfort experiment”并在《Building and Environment》上发表；项目完成人吴鑫、骆海川、王登甲共同完成科研成果“中深层-浅层耦合地源热泵系统供热性能实测分析”并在《暖通空调》上发表。

### 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	刘艳峰/1, 王登甲/7, 李勇/12	2019-03-15	一种昼夜两用太阳能热水暖床散热装置	必备附件 1-1
2	共同知识产权	王登甲/7, 刘艳峰/1	2017-11-23	多孔渗透型新风预热太阳墙	必备附件 1-2
3	共同知识产权	刘艳峰/1, 李勇/12, 王登甲/7	2019-04-12	一种填充式梯级相变蓄热太阳能热风取暖器	必备附件 1-3
4	共同知识产权	宋聪/3, 刘艳峰/1, 王登甲/7	2022-4-18	一种基于系统动力学多主体建模的社区建筑供暖负荷预测方法	其他附件
5	共同知识产权	刘艳峰/1, 赵东雪/13, 宋聪/3, 王登甲/7, 陈耀文/9	2022-07-29	一种智能变频控温的自发热防寒衣热舒适控制方法及系统	其他附件
6	共同知识产权	王登甲/7, 刘艳峰/1	2020-08-26	一种优化朝向差异化围护结构保温层厚度的方法	其他附件
7	共同知识产权	王莹莹/2, 刘艳峰/1, 王登甲/7	2016-06-28	一种床头加湿方法及其装置	其他附件
8	共同知识产权	刘艳峰/1, 宋聪/3, 王登甲/7	2018-12-28	一种集热蓄热墙和空气水集热器的组合供暖系统	其他附件
9	共同知识产权	王登甲/7, 刘艳峰/1, 李勇/12, 陈耀文/9	2019-01-23	一种太阳能双面蓄热盘管暖床	其他附件
10	共同知识产权	刘艳峰/1, 李勇/12, 王登甲/7, 陈耀文/9	2019-07-19	一种中高温相变蓄热太阳能热风取暖器	其他附件
11	共同参与制定标准规范	王登甲/7, 刘艳峰/1, 宋聪/3, 李勇/12, 周勇/8, 陈耀文/9	2020-12-29	《公共机构能耗定额标准》	未列入附件

12	共同参与制定标准规范	黄沛增/4, 贾忠奎/10, 时炜/6	2024-04-11	《建筑节能工程施工质量验收标准》	未列入附件
13	论文合著	胡家乐/14, 王莹莹/2, 王登甲/7, 李勇/12	2024-03-29	Jiale Hu, Yingying Wang, Ling Su, Dengjia Wang, Yong Li, Baimu Suolang, Xianfeng Liu, Analysis of the non-uniform thermal environment of local floor and ceiling radiant heating: Numerical simulation and thermal comfort experiment, Building and Environment, Volume 262,2024,111810.	未列入附件
14	论文合著	吴鑫/11, 骆海川/5, 王登甲/7	2022-11-17	王乐,吴鑫,骆海川,华正博,刘慧,王登甲.中深层-浅层耦合地源热泵系统供热性能实测分析.暖通空调,2023,53(08):143-148.	未列入附件
15	共同立项	刘艳峰/1, 王登甲/7, 宋聪/3, 陈耀文/9	2021-01-01至2024-12-31	国家自然科学基金区域创新发展联合基金项目: 高原藏区零能耗宜居建筑设计理论与关键技术研究	其他附件
16	共同立项	刘艳峰/1, 李勇/12, 宋聪/3, 骆海川/5	2018-01-01至2021-12-31	陕西省重点研发计划项目: 西北超低能耗建筑集成设计及节能关键技术研发	其他附件
17	共同立项	王登甲/7, 王莹莹/2, 陈耀文/9	2017-01-01至2020-12-31	国家自然科学基金面上项目: 低负荷时段间歇运行中小学采暖建筑热过程及负荷特性研究	其他附件
18	共同立项	王登甲/7, 张睿超/15	2021-01-01至2024-12-31	国家自然科学基金面上项目: 局部采暖热扩散空间递进分布机理及定向热环境设计关键参数研究	其他附件
19	共同立项	黄沛增/4, 贾忠奎/10, 刘艳峰/1, 王莹莹/2	2022-06-01至2025-05-01	省级国有资本经营预算科技创新专项资金项目: 绿色建筑技术创新中心	其他附件