

中国城乡建设领域绿色低碳发展十大创新推荐表

| 序号 | 创新名称 | 项目介绍 | 重大意义和推荐理由 |
|----|---------------------------|---|--|
| 1 | 夏热冬暖地区公共建筑近零能耗设计与低碳建造关键技术 | 该技术以打造国内夏热冬暖地区超高层近零能耗建筑为目标，提出了建筑师主导的超高层近零能耗建筑设计路径，建筑方案阶段注重建筑空间组织、外立面形态、节点构造等被动式设计对建筑节能的贡献，聚焦建筑本体节能、主动能效提升、可再生能源充分利用三个维度。在建筑本体上，首次应用了太阳能烟囱与光伏遮阳一体化幕墙等被动式技术；在机电系统上，通过智能生产线、单元化施工与智慧运维实现全生命周期减碳。 | <p>(1) 首创太阳能烟囱与光伏遮阳幕墙技术，成功在超高层建筑中实现了高效自然通风与发电，解决了夏热冬暖地区的核心节能难题。</p> <p>(2) 自主研发国内首个机电金属构配件智能柔性生产线，首次提出了“高品质近零能耗办公楼”深化设计体系，建筑本体实现综合节能率 61%，可再生能源利用率 25.4%。实现了全生命周期机电绿色减碳，并获近零能耗标识、LEED 金级、CTBUH 国际大奖等多项权威认证。</p> |
| 2 | 地域气候适应型绿色公共建筑设计新方法 & 关键技术 | 按照“基础理论—设计方法—技术体系—工具支撑—示范工程应用”的递进逻辑，针对严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖的气候区维度，东北、京津冀、长三角、珠三角的地域维度，重点围绕典型公共建筑研究地域气候适应型绿色公共建筑设计机理、设计方法与技术体系，研发地域气候适应型绿色公共建筑辅助设计工具，建构多主体、全专业的绿色公共建筑设计协同技术平台。示范工程舒适度满意率超过 90%，绿色建材使用率普遍超过 80%，设备系统智慧化面积覆盖率达到或超过 70%，运行碳排放强度相较 2016 年节能设计标准基准平均降低 50%以上。 | <p>(1) 创立气候适应型绿色公共建筑设计新方法体系。基于对地域气候适应型绿色公共建筑形体空间设计机理的探究，构建了基于空间性能等级的公共建筑空间分类法、因时而变的气候适应型空间组织设计策略、以及适应建筑师设计思维特点的图谱体系。</p> <p>(2) 构建适应地域气候的绿色公共建筑设计技术体系与系统化的应用要点，满足了建筑师创作全过程中的设计技术应用的需求。</p> <p>(3) 研发地域气候适应型绿色公共建筑的设计分析工具和全专业、全专业设计协同技术平台，实现了绿色建筑项目设计与建设的“流程化、标准化、三维化、信息化、科学化”。</p> <p>(4) 形成地域气候适应型绿色公共建筑设计导则，并对相关实践开展了全过程的创新性示范工程集成应用和评估，验证了设计导则在不同气候区条件下的适用性及系统。</p> |
| 3 | 黄土高原可持续地域建筑技术 | 从地灾防治、生态修复、能源利用、绿色设计 4 个维度，构建了系统、完善的黄土高原可持续地域建筑绿色韧性协同营建技术体系，综合解决了黄土高原地域建筑面临的黄土湿陷、生态脆弱、能源传统、性能低下的问题，填补了黄土失陷地质工程建设领域技术标准空白，创新了水土保持与绿色生态修复、黄土高原地域营建与太阳 | <p>(1) 首创黄土高原可持续地域建筑设计理论方法，与“前策划-后评估”理论体系。</p> <p>(2) 创新黄土高原可持续地域建筑绿色韧性协同技术体系，突破了黄土湿陷与地质灾害防治、水土保持与绿色生态修复、地域营建与新能源一体化、地域绿色韧性建筑设计等关键技术。</p> |

| | | | |
|---|----------------------|---|--|
| | | 能光伏一体化等一系列高原地域建筑绿色设计关键技术。在 280 余个黄土高原建筑设计工程实践中应用，为黄土高原地区人居环境高质量发展和生态脆弱区文明建设提供了路径。 | (3) 构建黄土高原可持续地域建筑新材料与建造技术，研发气候适应性保温/饰面/结构一体化墙体、地域生态修复新装备、建筑可再生能源利用技术与新装备、建筑全寿期智能化关键技术及装备等。 |
| 4 | 建筑室内非均匀环境健康与能效协同调控技术 | 针对室内环境调控构建了低密度传感器布设与智能重构体系，实现大空间非均匀参数的高效感知与快速溯源；建立了融合物理机制与数据驱动的预测算法集，实现气流场与污染物分布的高效精确预测；研制了多风口模块化通风和穿戴式送风等新型末端设备，支撑从整体空间到个体局部的精细化营造；提出舒适增益系数与多目标权重调度方法，建立多末端协同控制策略与配套工具。相关技术在航站楼和大型娱乐场所多个项目应用，降低传感器密度 70%，降低能耗 12.6%。 | (1) 首创“核心固定点+少量移动节点”的室内环境多参数感知与传感器部署方法，大幅提升感知精度，同时降低传感器部署和维护成本。 (2) 提出室内非均匀环境分布的快速重构与预测算法集，显著提升多物理场耦合计算与动态迭代能力。 (3) 自主研发新型多级环境调控末端设备，实现兼顾整体及个体空间环境的保障。 (4) 构建多目标、多末端协同调控策略方法，实现健康、能效的协同优化与工程化应用验证。 |
| 5 | 超低温高效节能型空气源热泵清洁供暖技术 | 针对普通热泵低温制热衰减问题，依托 R32 超低温连续喷焓压缩机技术，通过喷焓补气循环提升压缩机在超低温环境下的制热能力；搭配直流变频双转子压缩机+直流风扇电机的全直流变频系统，实现水温自适应调节。结合高效水氟换热器提升换热效率，最大化利用空气中的低品位热能转化为高品位热能用于供暖；同时集成防冻技术、智能控温与远程联控系统，保障全工况稳定运行的同时优化能源消耗，实现了清洁、高效的供暖效果。该技术已用于我国北方冬季最低气温 $\leq -25^{\circ}\text{C}$ 的区域，可满足 -35°C 极寒环境下的稳定供暖需求。 | (1) 该技术破解极寒地区清洁供暖技术瓶颈，促进空气源热泵产业技术迭代，低温制热性能(-35°C 稳定运行、 -15°C 出水零衰减)与能效指标(IPLV/HSPF ≥ 3.5)突破传统热泵 -25°C 以下低温制热衰减的技术痛点，实现 -35°C 超低温稳定供暖。 (2) 有效提升城乡供暖公平性与舒适度，构建低碳供暖技术范式，以“可再生能源(空气能)+全直流变频节能+智慧联控”为核心，打造“低能耗、零排放、高适配”的供暖技术体系，单机组年减排二氧化碳 2-3t。 |
| 6 | 基于工业固废的绿色建材制备技术体系 | 该技术体系围绕工业固废的高质化、规模化利用，攻克了从材料设计到产业应用的关键难题。其核心技术包括：通过创新机械-化学协同活化、碱-热激发等多固废耦合活化与协同重构技术，破解了不同固废协同利用的瓶颈，成功设计出性能可控的低热高强胶凝材料；通过自主研发再生骨料智能检测装备并应用高效改性方法，实现了对再生混凝土微观结构的强化与多尺度优化调控，稳定支撑了 | (1) 以材料工艺方案、检测维护等多环节的协同研发，打通工业与建筑固废协同利用全链条，为建材行业大规模消纳固废、替代天然资源提供了系统性解决方案，助力“无废城市”建设，引领循环经济产业发展。 (2) 通过智能检测强化与多源协同技术，显著提升再生建材品质与性能，降低生产能耗与碳排放，推动建材工业绿色转型，实现该领域低碳绿色增效。 |

| | | | |
|---|-------------------|---|---|
| | | C30-C60 强度等级的工程应用；最终，通过构建“零废—低碳”的智慧化闭环产业链与嵌入式产业布局，形成了一套集全流程智能管理与厂内循环于一体的产业化关键技术。该体系已在建筑工程、交通市政等多个领域成功推广，取得了显著的社会、环境与经济效益。 | |
| 7 | 半地下式污水处理厂低碳智慧技术体系 | 该技术体系面向城镇污水处理厂建设、城市空间利用、行业低碳智慧转型等需求，构建了一套综合性解决方案。其核心包括：采用“污水处理半地下布局+上部空间复合利用”的创新模式，有效节约土地、缓解邻避效应，并规避了全地下式的高成本与高风险。在工艺层面，通过微氧控制实现同步硝化反硝化、结合污泥活化强化生物脱氮，针对性解决了低碳氮比废水处理难题，提升了处理效能并降低了碳源等药耗的消耗与能耗。在智慧管控层面，整合 BIM、GIS 与物联网数据构建 CIM-water 数字底座，并应用 LSTM、PP-TS 等 AI 算法进行智能预测与优化控制，实现了全厂的精细化、智慧化运营。该体系形成了从集约布局、高效低碳工艺到智慧运维的闭环，有力支撑污水处理设施的绿色升级与可持续发展。 | <p>(1) 构建了半地下式污水厂全生命周期设计建造关键技术体系，为破解污水处理厂“邻避”困境、实现土地集约与城市生态融合提供了创新范式，推动行业从单一处理设施向环境综合体转型，引领行业模式创新。</p> <p>(2) 通过研发的强化生物脱氮关键技术，以其核心工艺显著降低能耗药耗，结合智慧化管控，为污水处理行业落实“双碳”目标提供了可复制、可验证的技术路径。</p> |
| 8 | 零碳园区技术与测评综合体系 | 该技术提出了以实现零碳为目标，以碳排放量为核心控制指标，将园区、社区分为三级，分别为低碳、近零碳、零碳园区与社区，并提出各级技术定义，同时确定了社区碳排放计算边界。采用多因素正交分析法，提出各级园区、社区碳排放控制指标，建立适用于园区、社区的布局规划设计方法，提出了基于电气化率提升的社区光伏系统规划指标——社区光伏综合面积比。确定了基于碳排放控制的各气候区总体降碳技术实施优先级与增量成本。相关成果纳入多部国家和团体标准，并完成园区、社区评价项目 8 个、建筑面积超过 200 万 m ² 。 | <p>(1) 确定零碳园区、社区分级与相关定义，首次提出园区与社区碳排放计算边界和低碳、近零碳、零碳的碳排放约束性控制指标体系。</p> <p>(2) 建立基准园区、社区碳排放强度基准，首次提出园区、社区人均碳排放强度与相对降碳率控制指标。</p> <p>(3) 基于园区、社区碳排放控制指标，优化控制低碳、近零碳、零碳增量成本，并提出各气候区园区与社区技术实施优先级。</p> <p>(4) 构建零碳园区、社区项目评价体系，建立设计与运行阶段预审查、现场会审、后核查的评价流程，形成行业覆盖广、专业程度高的评审专家库，为项目评价提供专业指导与审核。</p> |

| | | | |
|----|---------------------------|--|---|
| 9 | 可再生能源建筑群的柔性微网规划、设计及调控技术体系 | <p>本技术基于“光储直柔”新型建筑能源系统架构，融合遥感智能识别、多能协同优化与边缘柔性调控三大核心模块。通过构建深度学习模型，实现对高分辨率卫星影像中建筑屋顶结构及遮挡物的自动识别，精准提取可安装光伏区域；结合异构负荷预测模型，对建筑群冷、热、电等多维用能需求进行时序建模；再依托多时间尺度混合整数线性规划算法，协同优化分布式光伏、储能与柔性负荷的配置与运行策略；最终通过边缘智能终端实现毫秒级响应的自律柔性控制，形成“感知—预测—优化—调控”闭环体系，显著提升建筑微网对可再生能源的就地消纳能力与电网互动水平。</p> | <p>(1)提出了融合高精度遥感屋顶识别与多尺度屋顶光伏动态优化的技术体系，解决了屋顶光伏精准识别难题，实现了资源精准评估与效益协同优化。</p> <p>(2)构建了融合日前-日内-实时多尺度协同的联合优化框架与基于熵权理论的综合评估体系，实现了城市建筑群高精度负荷预测(R2达0.945)与多类型储能系统的协同规划与容量配置，显著提升系统经济性与调节能力。</p> <p>(3)提出了融合智能感知、实时数据分析与动态调控的柔性用能协同技术，构建了建筑机电系统柔性潜力评估模型与边缘智能调控架构，研制了集成边缘控制设备和电能网关等柔性设备，实现了城市建筑群柔性用电能力的量化评估与负荷精准调控。</p> <p>(4)研发了特征驱动优化与分层自适应控制技术，建立多智能体模型与数字化管控平台，实现光、储、直、柔要素的深度融合与高效稳定运行。</p> |
| 10 | 公共建筑能效分级创新管理机制 | <p>长期以来由于缺少建筑运行能耗基准线与运行监管手段，政府只能依据建设年代（对应节能标准版本）来衡量建筑的节能水平、圈定节能改造对象，业主则无法通过同行业横向对比来判断自身所处的用能水平以及何时应该启动节能改造。针对上述问题，自2013年起通过与电力公司合作逐步厘清公共建筑与表具之间的映射关系，建立覆盖全市总量70%以上公共建筑的能耗管理服务大数据平台，率先在全国实施以建筑实际用电量为依据的电耗限额管理制度。基于近10年的数据和经验积累，编制地方标准《民用建筑能耗标准》，明确了建筑运行全能耗基准线（包括引导值和约束值）；在全国率先以立法形式明确“建立公共建筑能效分级管理制度”，配套发布《公共建筑能效分级管理办法》，是全国唯一以建筑实际运行能耗数据为依据推动的建筑能耗管理模式。使推动公共建筑节能改造、加强运维管理这项工作有了明确的量尺和抓手。2013年以来，共16269栋公共建筑纳入公共建筑电耗限额管理，建筑面积涉及2.11亿m²，覆盖全市70%以上公共建筑，2014年以来累计节约电量约51亿千瓦时，减少二氧化碳排放约312万吨；项目成果正在其他省市进行推广。</p> | <p>(1)发布了《民用建筑能耗标准》（DB 11/T 1413-2023）、明确了19类公共建筑的能耗基准线（包括引导值与约束值）。</p> <p>(2)在全国率先以立法的形式明确“建立公共建筑能效分级管理制度”，也是全国唯一以建筑实际运行能耗数据为依据推动的建筑能耗分级管理制度。</p> <p>(3)发布《公共建筑能效分级管理办法》，明确了不同能效等级的管理要求，特别是明确了需开展节能改造建筑对象。</p> |