

“城镇可持续发展关键技术与装备”重点专项

2023 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“城镇可持续发展关键技术与装备”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2023 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：围绕实现城镇经济、社会、生态可持续发展，在空间优化、品质提升、智慧运维、绿色赋能、智能建造、低碳转型等 6 个方面加强技术供给，突破应用基础理论，研发核心技术装备，为提升我国城市和建筑的功能品质、实现绿色低碳可持续发展提供创新科技体系支撑。

2023 年度指南部署坚持问题导向、重点突出的原则，围绕空间优化、品质提升、智慧运维、绿色赋能、智能建造和低碳转型等 6 个方向，按照基础前沿类、关键技术类、应用示范类，拟启动 46 个项目。明确由企业牵头承担的项目配套经费与国拨经费比例不低于 3:1。应用示范类项目，配套经费与国拨经费比例原则上不低于 2:1。关键技术类项目，配套经费与国拨经费比例原则上不低于 2:1。示范项目鼓励在国家可持续发展议程创新示范区（以下简称创新示范区）进行应用示范。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。

每个项目拟支持数为 1 项，实施周期不超过 4 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

本指南涉及在国家、城市（群）或片区/社区层面开展示范的，均需在项目综合绩效评价时由相关政府部门出具证明。

本专项 2023 年度项目申报指南如下。

1. 空间优化

1.1 国土空间历史文化资源保护与利用关键技术研发与应用（应用示范类）

研究内容：针对我国历史文化资源整体保护理论缺乏、基础数据分散、系统保护与利用技术不足等问题，研究区域国土空间治理背景下历史文化资源与国土空间要素的耦合关系及整体保护理论，构建历史文化资源统一空间分类体系与多尺度历史文化空间识别划定方法；研究以国土调查监测数据为基础、多种类多尺度历史文化资源多源异构数据融合技术；研发人类活动影响下区域历史文化资源风险评估及空间反馈响应技术；研究适用于多尺度国土空间规划的历史文化资源价值挖掘及空间配置技术；研究区域国土空间历史文化资源保护与利用信息平台构建技术，选

择典型历史文化资源富集区域开展综合示范，形成将历史文化资源纳入国土空间用途管制体系并可推广的技术范式。

考核指标：提出将历史文化资源整体保护纳入国土空间治理的理论框架；提出融合不同类型历史文化资源的统一空间分类方案1套和多尺度历史文化空间识别划定方法1套；形成包括国土调查数据和至少10种多尺度历史文化资源的多源异构数据融合技术1套；形成能够支撑区域历史文化资源风险评估与空间反馈响应、价值挖掘及空间配置的技术工具6套以上，申请/授权发明专利3项，实现对人类活动影响历史文化资源的风险评级及规划响应；编制有关国土空间历史文化资源空间分类与识别划定、数据融合与数据库建设、风险评估与规划应对等国家/行业/地方标准（含指南）3部以上；在2个以上历史文化资源富集市县开展综合示范，建成国土空间历史文化资源保护与利用信息平台，支撑国土空间规划与统一用途管制。

关键词：国土空间历史文化资源；整体保护理论；风险评估；价值挖掘；用途管制

1.2 国土空间规划实施监测网络关键技术研发与应用（应用示范类）

研究内容：针对国土空间规划实施监测体系不健全、目标传导、底线控制和城区开发引导等规划实施监测技术缺乏等问题，研究涵盖层级传导、底线管控、空间利用的

国土空间规划实施监督理论，实施监测网络总体框架和指标体系；研究适应重大战略驱动和主体功能分工的规划实施效能分析方法及规划目标量化技术，规划指标和布局的层级传导效果监测评估与调优技术；研究规划确定的保障国家粮食安全、生态安全、洪涝风险防范、自然文化遗存的国土空间底线管控状态快速识别、智能分析与预警技术；研究集约、韧性、智能导向下的城区空间感知、利用评价与模拟优化技术；在国家可持续发展议程创新示范区或具备较好基础条件的地区开展综合示范，引领国家国土空间规划实施监测网络（CSPON）建设工程。

考核指标：提出以融合国土调查监测数据和相关动态数据为基础的国土空间规划实施监督理论和实施监测网络总体框架，形成包括不少于 5 类反映规划实施效能指标的监测指标体系，应用于国家国土空间规划实施监测网络（CSPON）建设实践；研发国土空间规划实施层级传导、底线控制、城区开发利用监测技术 3 套及模型工具不少于 10 套，申请/授权发明专利 3 项以上，其中规划实施传导覆盖区域、城市、县区等不少于 3 个尺度，全域底线管控状态、城区开发利用状态识别准确度不低于 95%；编制国土空间规划实施监测网络相关国家/行业/地方标准（含指南）5 部以上；在 2 个以上典型地区开展综合示范，实现国家与地方国土空间规划实施监测网络互联。

关键词：国土空间规划实施监测网络；层级传导；底

线控制；城区开发利用

1.3 人口流失地区国土空间优化关键技术研究与应用 (应用示范类)

研究内容：针对人口流失地区人地失衡的科学机理不明、判别评估预警与空间规划调适技术不足问题，研究人口流失地区人地关系耦合的科学机理，人口流失地区评判指标、类型划分及多尺度空间识别方法；研究人口流失地区人地关系多源时空大数据融合及人地关系耦合状态诊断技术；研发人口流失地区人地失衡的综合效应评估与风险预警技术；研究人口流失地区国土空间要素适配、结构与布局优化、土地利用转型与规划调适技术；在典型人口流失地区开展综合示范。

考核指标：提出人口流失地区国土空间人地耦合系统科学认知理论、人口流失地区评判指标及分区分类方案，应用于全国、区域、城市 3 个尺度国土空间科学分析与规划决策；形成人口流失地区人地关系时空大数据融合技术 1 套，以国土调查数据为基础实现 5 类以上数据的融合；形成人口流失地区人地关系耦合状态诊断、人地失衡综合效应评估与风险预警、空间规划调适等关键技术 3 套及模型工具不少于 10 套，申请/授权发明专利 3 项以上，实现全国人口流失地区变化态势的快速研判、及时响应及规划应对；编制人口流失地区国土空间优化相关国家/行业/地方标准（含指南）3 部以上；选择东北和中西部地区的 2 个以上典

型人口流失市县开展综合示范，形成适用于人口流失地区国土空间规划编制、实施与动态优化调整的成套技术模式。

关键词：人口流失地区；人地关系耦合状态诊断；效应评估与风险预警；空间规划调适技术

1.4 城市存量低效空间评估与系统智能优化关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对全国城市存量低效空间量大面广识别困难、空间绩效标准模糊、人口分布与空间资源利用不匹配问题，研究存量空间效益评估、多方参与规划和治理优化的系统理论；研究多期基础地理、空间管控、实景三维等信息，与社会、经济、人口、土地、道路市政基础设施等数据融合技术，形成存量低效空间评估数据底板；研发多尺度多要素多维度空间绩效评价模型，支撑低效空间改造方案的人口、土地、交通等效益评价；研发低效空间更新改造全流程模拟与优化决策系统；研发多尺度、多主体存量低效空间改造的多专业可视化集成平台，并开展技术验证与应用示范。

考核指标：建构存量空间规划与治理优化的系统理论，建立相关指标评价体系 1 套与数据标准体系 1 套；研发适用于存量空间三维时空大数据通用化的关键技术 3-5 项，针对示范地建立 10TB 级实景三维多源异构数据库，数据融合准确率大于 95%，时空大数据占比大于 60%；建构存量空间的现状识别系统 1 套，建立改造方案的用地、建筑、人

口、交通等评价系统 1 套，更新方案关键指标预测准确率大于 60%，支持基于自然语言处理的低效空间评估情景分析，研发适用于存量空间评估与监测的工具不少于 10 项；建构存量空间更新中多主体参与空间规划的全流程模拟与优化决策系统，模拟精度不小于 60%，存量用地优化后综合提升率大于 10%，提出推广应用方案 1 套；形成低效空间改造规建一体化的可视化集成平台 1 套，分布式光学感知空间分辨率不大于 0.5 米；在 3 个以上城市/地区（至少包括 1 个创新示范区）进行技术验证。

关键词：城市更新；存量空间；空间绩效；仿真模拟

1.5 城市高强度片区优化设计关键技术研究(共性关键技术类)

研究内容：针对城市内部高强度片区系统优化的迫切需求，兼顾高强度开发与高质量发展，研究片区设计的统筹原理、集成方法及优化指标；针对高密度人居环境的安全应急与健康舒适问题，研究片区环境性能优化的设计方法及技术；针对高强度开发所需的深地利用、多层地表、立体街道、空中景观等空间协同与系统集约问题，研究片区使用空间效能优化的设计方法及技术；针对高品质生活场景中公共设施配置可达性、体验包容性及认知归属感等问题，研究公共空间人本性能优化的设计方法及技术；针对多专业、多主体、多目标优化的复杂型城市设计管理与实施问题，研究城市高强度片区高效率、低成本、精细化

管控机制及人机交互协同设计管理平台并开展技术验证。

考核指标：高强度片区复杂型城市设计理论著作 ≥ 1 部，片区集成设计与优化评估等技术标准（送审稿） ≥ 3 套；利于安全应急管理及身心健康促进的物理空间环境性能优化设计技术 ≥ 6 项；利于全时全域高效运营的使用空间集约效能优化设计技术 ≥ 6 项；利于使用者综合满意度提升的公共空间人本性能优化设计技术 ≥ 4 项；辅助设计决策工具软件不少于3套，多目标优化人机交互协同设计平台1套并在不少于5个高强度片区（至少1个片区在创新示范区）优化设计中获得验证性应用，片区全域地下空间开发强度不小于0.7，使用者满意度不低于75%。

关键词：城市高强度片区；复杂性城市设计；空间设计优化；设计管控机制

1.6 双碳目标下的建筑城市一体化与立体化关键技术研究（共性关键技术类）

研究内容：研究城市立体化发展中土地利用、交通站点、城市空间、建筑形态的动态演化机制，厘清“轨道-空间”、“地上-地下”、“节点-场所”等多维度立体化控制要素交互机制；研究城市交通场站复杂建筑群与城市空间环境生态融合的设计关键参数体系，构建与环境交互的建筑城市一体化设计技术；研究面向人口流动变化与空间功能转化的垂直多层空间条件下各动态要素时空分布特征，建立多中心、多层级的建筑城市立体化空间优化方法；研究土地利用变化和

立体空间复合优化条件下城市交通场站片区综合减碳评估技术体系；开展综合项目示范。

考核指标：构建城市交通场站片区交通、居住、办公、教育、健康、服务等 6 类全生命期长效运行场景，建立“点-线-面-体”演化多维要素模型与交互评估指标体系 1 套、全生命期跨部门、多主体、全阶段减碳评估指标体系 1 套；建立运行场景和不少于 5 个垂直分层空间的交通场站区域人、车、货流分布特征与参数化推演仿真模型 1 套，模型采用历史数据验证，精度不低于 90%；编制基于多点城市交通场站的建筑城市一体化设计导则、基于土地利用变化和立体空间复合优化的城市交通场站片区综合减碳评价标准；开展至少包含两个站点、不小于 50 万 m² 的综合示范项目不少于 1 项，城市公共交通分担率不低于 60%；编制行业或团体标准不少于 2 项；发明专利不少于 6 个，软件著作权不少于 3 个。

关键词：基于城市交通场站，建筑与城市一体化，立体空间复合优化

1.7 旅游型城市景观价值实现关键技术研发与综合示范（应用示范类）

研究内容：针对世界级旅游城市全球化、区域性、民族性、可持续多元统一的景观建设需求，研发景观多元评价和价值实现的路径和技术支撑体系；研发集成城市绿地湿地碳增汇、生物多样性提升、绿色基础设施、生态景观营造等支撑建成区多功能景观价值提升的关键适用技术；

研发基于景观特征空间表达的交互式城乡住区规划设计与场所营造技术；研发基于可持续发展产业模式的本地化景观营造素材和施工工艺；集成时空大数据、知识图谱技术，构建基于景观资源特征评估的文旅空间数字孪生平台，在国家可持续发展议程创新示范区开展综合示范，形成景观价值实现关键技术支持旅游型城市可持续发展典型模式。

考核指标：面向 SDGs 的旅游型城市景观价值辨识及价值实现技术支撑体系 1 套，城镇景观资源保护与城市建设间包容性发展路线图 1 套；旅游型城市景观评价、营造、能力提升相关国家/行业 5 部以上；支撑旅游型城市景观价值实现的景观特征识别分类表征、建成区生态景观营造、交互式住区景观规划设计等关键技术 10 项以上；景观资源信息收集、特征识别、智能监管、数字孪生系统 3 套以上，景观特征识别准确度不低于 85%，示范系统用户单位数量覆盖市区两级 ≥ 20 个，使用人数 ≥ 3 万人；区域景观特征评估与监测、建成区多功能景观提升、住区交互式景观规划、本地化景观规划、本地化建筑景观营造示范项目 4 项以上，年产值 5000 万元以上景观营造材料产业示范基地 1 个。

关键词：旅游型城市，景观资源，可持续发展，生态价值实现

1.8 工矿城镇废弃地空间优化开发与修复关键技术研发及综合示范（应用示范类）

研究内容：针对我国东部老工业基地工矿废弃地次生地质灾害引发的城镇发展空间受限，人居环境风险增大等问题，研究采空区残余变形地基失稳和工矿区生态环境演变机制，工矿城镇生态环境智能感知技术；工矿城镇地上地下空间立体开发技术；工矿城镇生产-生活-生态空间优化与系统修复技术，工矿废弃地污染治理绿色利用与生态产品协同开发技术；集成工矿城镇废弃地立体空间开发与综合整治技术，创建工矿废弃地可持续利用模式，在国家可持续发展议程创新示范区开展综合示范，引领资源型地区中心城市高质量发展。

考核指标：工矿废弃地生态环境感知技术及装备 2 项，沉降速率预测和监测精度优于 5mm/a，采空区场地残余变形预测和风险预警软件 1 套；工矿城镇地上地下空间立体开发技术 1-2 项，建筑场地每百米不均匀沉降小于 200mm，废弃矿井热储回灌率 80%以上；三生空间系统修复和绿色开发利用技术各 2 项，修复农用地土壤质量达到二级标准，沉陷区水体修复成本较引水稀释降低 30%，水质达到Ⅲ类标准，工矿废弃地再利用率达到 85%以上，开发生态产品 3-4 个；编制相关技术标准 2 项；建成工矿废弃地立体空间开发与修复技术综合示范区 1 个，面积 10 平方公里，形成工矿废弃地综合利用与生态修复典范。

关键词：资源枯竭，生态修复，空间开发，土地再利用

1.9 并居社区建设关键技术研发与综合示范(应用示范类)

研究内容：针对在并居社区建设过程中参与式规划与适宜性建设技术研究不充分的问题，研究在“城乡交替”过程中，平衡“保留乡土特色”和“接受城市辐射”的可持续发展要素聚集机制，研发支持“因户施策”的并居社区空间交互规划式技术，构建“以人为本”的城镇空间整合模式；研发支持“城乡互补”功能的自住、经营、生产多类型民居产品模式，研究集中、分布模式互补的并居社区关键基础设施配置技术；研发兼顾乡土特色和集中建设需求的固废基绿色墙材、复合保温隔热涂料等适宜建材制备工艺及应用标准；在国家可持续发展议程创新示范区开展并居社区“规划-设计-建造-管理”技术集成与示范，形成可复制、可推广的系统解决方案。

考核指标：编制典型地区社区建设技术发展路线图 1 套，形成空间要素融合聚集及提升路径决策咨询报告 3 份；研发并居社区空间交互规划、多模并举的基础设施配置、高掺量固废基绿色建材制备等关键技术、工艺 8 项以上，申请发明专利 10 项以上；编制并居社区建设和民居原型产品等国家/行业/地方/团体标准 3 部以上，建设技术规范/指导手册 1 部，标准图集 1 部；在国家可持续发展议程创新示范区开展撤村并居“规划-设计-建造-管理”技术综合示范项目 3 项以上，惠及居民 1500 户以上；形成建设包容、

安全、抵御风险、可持续的撤村并居社区建设模式 3 套，通过 SDGs 地方自愿陈述报告向全球推广相关经验。

关键词：城乡融合、因户施策、交互规划、适宜性建造技术

1.10 国家可持续发展议程创新示范区可持续发展动态模拟与决策支持关键技术（共性关键技术类）

研究内容：面向推进人与自然和谐共生的现代化需求，基于国家可持续发展议程创新示范区（以下称示范区）建设实践，研究不同发展阶段创新驱动联合国可持续发展目标（SDGs）的内在机理与实施路径；研究示范区协同实现降碳减污扩绿增长的关键技术及其评价方法，开发示范区建设技术库，建立不同主题示范区建设知识图谱；针对各示范区建设主题，研发可持续发展路径的动态模拟、多目标情景分析与优化技术；研发集成基于智能感知技术、多源数据融合技术与数字城市装备的示范区发展路径模拟器及决策支持平台，开发示范区 SDGs 预测系统；围绕加快实施创新驱动发展战略，结合联合国可持续发展目标技术促进机制，研究国家可持续发展实验示范体系构建的技术路径与范式。

考核指标：提出创新驱动可持续发展理论，出版专著 1 部；建立协同实现降碳减污扩绿增长的技术数据库 1 个，涵盖不同示范区主题适用技术 1000 项以上，提出技术协同效应评价方法 1 套，建立可持续发展示范区建设知识图谱 1

套；编制指导示范区实践的绿色技术指南并形成行业标准 1 项；完成示范区可持续发展路径动态模拟与优化模型 1 套，在 11 家示范区应用示范；形成示范区发展路径模拟器与决策支持系统平台 1 套，获得专利/软件著作权 2 项以上，在 11 家示范区应用示范；提出国家可持续发展实验示范体系构建的中远期路线图，形成指导国家可持续发展示范实验体系建设的技术指南 1 套；推动 3 个以上示范区典型案例入选联合国 SDGs 案例集或联合国有关报告；形成 5 份以上获得省部级及以上政府部门采纳的决策咨询报告。

关键词：国家可持续发展议程创新示范区；联合国可持续发展目标；降碳减污扩绿增长；决策支持系统

2. 品质提升

2.1 高层建筑（群）韧性提升关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对高层建筑（群）防灾韧性薄弱点精准定位及韧性提升重大需求，研究地震、火灾、爆炸作用下单体高层建筑防灾韧性提升技术；研究高层建筑群动力灾变模型与考虑多灾耦合效应的高层建筑群防灾韧性提升方法；研究高层建筑（群）灾变响应及损伤智能化快速预测技术；研究高层建筑（群）防灾韧性空间分布实时评估方法，集成高层建筑（群）防灾韧性地图技术；开展应用示范。

考核指标：提出多灾耦合下单体高层建筑防灾韧性提

升技术不少于 5 种，建筑功能恢复时间相对传统建筑缩短 50%；考虑地震-火灾、地震-爆炸等不少于 2 种灾害组合；针对每种灾害组合，建立高层建筑群致灾动态模型技术不少于 1 套，提出高层建筑群防灾韧性提升方法不少于 2 种；高层建筑（群）灾后损伤预测与灾损评价用时每平方公里区域不超过 1 小时；建立高层建筑（群）防灾韧性地图及空间分布构建技术 1 套；在典型超大城市选取 1 个既有高层建筑群和 1 个规划新建高层建筑群开展高层建筑（群）防灾韧性提升技术应用示范；申请/获得发明专利和软件著作权不少于 5 件；编制国家/行业/地方标准 1 部。

关键词：高层建筑，建筑群，韧性提升

2.2 城市市政公用设施韧性提升关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对城市供排水、道路、桥隧、公共地下空间等市政公用设施韧性提升的迫切需求，研究地震及多灾害耦合作用下城市典型市政公用设施建模、作用影响规律及易损性分析方法；研究典型市政公用设施复杂关联效应及其韧性评定方法；研发市政公用设施灾后功能恢复动态决策模型与快速恢复技术；研发市政公用设施功能-恢复时间的耦合关系和全寿期韧性提升技术；开发城市市政公用设施韧性评估及提升软件系统；开展应用示范。

考核指标：在包括多次地震、地震-地质、地震-火灾等至少 4 种地震及多灾害耦合情况下，建立供排水、道路、

桥隧、公共地下空间等市政公用设施的影响模型，提出市政公用设施系统关联模型不少于 5 个；提出市政公用设施韧性评定方法不少于 5 种；提出基于视觉的监测数据智能提取技术，采用至少 3 个试验或历史事件验证，识别准确率高于 90%；提出市政公用设施功能快速恢复技术不少于 4 项，灾后恢复时间均缩短 30%以上；建立市政公用设施韧性提升技术不少于 4 项，韧性水平提升 30%；开发市政公用设施韧性评估及提升决策软件 1 套；选择典型城市开展应用示范不少于 3 项，累计应用面积 $\geq 150 \text{ km}^2$ ；编制国家/行业/地方标准 1 部。

关键词：市政公用设施，韧性城市，韧性提升

2.3 城市系统韧性功能提升关键技术研究与应用(共性关键技术类)

研究内容：针对城市多系统交互影响复杂、韧性协同提升决策支持不足等问题，研究多灾害及其耦合对城市工程系统的作用与影响规律，研究“灾害偶联—城市系统”的异构耦合机制和城市复杂工程系统物理破坏对城市功能效应级联影响规律，研发工程系统级联失效模型的软件系统；研究基于多系统运行监测融合分析的城市风险快速研判技术和知识图谱；研究资源约束下城市（群）系统韧性功能协同恢复和提升技术；研究多系统耦联的城市韧性功能恢复与提升仿真和决策支持技术，开展应用示范。

考核指标：考虑地震、台风、洪涝等 4 个灾种及其 3

种 2--3 个灾种耦合情况下，提出涵盖城市交通、供排水、燃气、人员密集场所（如大跨度公共建筑等）等 5 个工程系统的偶联效应规律、级联失效模型和多灾害对城市工程、城市供给、城市运行等系统的影响模型，开发工程系统级联失效模型的软件系统 1 套；提出城市灾害风险知识图谱一套；提出城市系统灾害风险研判技术，数据融合分析能力不低于 1000 万 bit/小时，目标识别准确率不低于 95%；提出城市系统韧性功能恢复与提升的模拟仿真与决策支持技术，在 6 个城市示范应用，接入不少于 1 万公里城市市政管线、10 座桥梁、1 万平米人员密集场所的实时监测运行数据；申请/获得发明专利 6 项以上，软件著作权 10 项以上；编制国家/行业标准 2 项。

关键词：城市系统韧性，韧性城市，韧性提升

2.4 宜居城市环境品质提升关键技术研究与应用(共性关键技术类)

研究内容：针对城市发展新阶段对宜居城市环境品质提升的需求，研究宜居城市环境建设要素、指标体系及宜居度评价方法；研究多目标约束的城市道路慢行与空间环境适应性改造技术；研究城市热岛强度消减关键技术；研究城市噪声整体刻画技术和考虑听视觉与噪声烦恼度关联的城市综合降噪技术与产品；研究面向人居健康和环境生态的城市光污染监测及防控技术；开展集成应用示范。

考核指标：建立 1 套综合物理性能及居民感知的环境

宜居度指标体系及评价方法；考虑与休闲空间功能融合的慢行系统设计方法，慢行道路建设知识图谱、技术清单及慢行空间品质提升监测评估方法；基于城市空间绿色增益的热岛强度消减设计技术，城市平均热岛强度降低 0.5℃；听视觉交感作用的城市噪声烦恼度降低新技术 2 项、新产品 2 项，噪声刻画响应速度提升 30%，环境噪声感受度下降 20%；面向人居健康和环境生态的新型幕墙系统、多功能复合光源及智能调控技术 3 项，光污染典型参数快速检测与实时监测产品 2 项，光污染降低率不低于 30%；编制国家/行业/地方标准 2 部；完成不少于 5 个园区/城区综合示范工程(至少 1 个在创新示范区)，总占地面积不少于 3km²，环境宜居度提升 20%。

关键词：宜居城市，环境品质，城市噪声，光污染

2.5 公共场所无障碍环境关键技术与装备(共性关键技术类)

研究内容：针对老年人、儿童和残疾人等有无障碍需求的人群使用公共设施和公共空间，构建公共场所全龄友好无障碍环境综合技术体系；研究多楼层复杂场景室内精准智能出行引导技术；研发社区和大型综合交通场站适用的无障碍出行智能服务装备；研发社区和公共场所适用的全龄友好无障碍智能服务集成一体机；进行应用示范。

考核指标：公共场所全龄友好无障碍环境评估和运维技术导则，设施改造和提升技术指南；多楼层复杂场景室

内无障碍智能导盲系统 1 套，系统定位精度不低于分米级；适合于上下航空器舷梯和建筑公共楼梯、不占用舷梯和楼梯通行宽度的轮椅智能升降设备 1 套（设备负载能力 $\geq 180\text{kg}$ ），大型综合交通场站内智能载人服务机器人 1 套（设备负载能力 $\geq 125\text{kg}$ ）；全龄友好无障碍智能服务集成一体机 1 套，包含触控大屏、语音问答、触觉渲染显示的视听触多感官交互方式，集成信息服务、求助、租借轮椅等多业态；申请/授权发明专利不少于 4 项；选取 1 个含机场、高铁等的大型综合交通场站、5 个公共场所及 1 个典型社区开展应用示范。

关键词：全龄友好，无障碍，公共场所，社区，装备

2.6 基于文脉保护的城市风貌特色塑造理论与关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对我国快速城镇化进程中提升城市本土特色的需求，研究具有中国特色的城市文脉要素识别筛选、层级划分与体系构建理论；研究多元多维文脉要素时空演化历程、关联机理和驱动机制；研究文脉知识图谱建模和文脉发展演化建模方法，及基于文脉保护的城市风貌特色价值研判与塑造决策技术、设计方法；研发满足文脉保护长期监测与管理功能的城市风貌管控信息平台建设共性技术；研究典型地区地域材料与传统工法，结合当代技术形成活化利用的成套技术体系；开展应用示范。

考核指标：建立包含空间结构与肌理、空间原型与形

态、历史遗存与人文、特色地貌与工法等的城市文脉特色要素构成体系；提出城市文脉要素时空关联理论和文脉演化预测方法；建立 1 套基于文脉保护的城市风貌塑造知识服务系统，实现文脉图谱推理、文脉演化推演、保护工法推荐的决策与设计工作效率提高 30%以上；建立 1 套智能化城市风貌管控平台，支持文脉要素的数据监测、分层存储、自动索引、交互展示、指标计核、改造建议等，核心数据库容量 $\geq 10\text{TB}$ ；编制国家/行业/地方标准、导则 ≥ 3 部，申请/获得发明专利、软件著作权 ≥ 5 项；完成国家级/省部级工法 ≥ 5 项；在不少于 2 个国家可持续发展议程创新示范区应用示范，建设总面积 ≥ 10 万 m^2 。

关键词：城市文脉，风貌特色塑造，风貌管控，城市特色

2.7 既有大跨空间结构性能提升关键技术与应用(共性关键技术类)

研究内容：针对既有大跨空间结构性能提升需求，研究大跨空间结构服役性能时变演化规律；研究既有大跨空间结构长期服役性能诊断技术；研究碳纤维复材、金属材料提升大跨空间结构性能的设计、施工方法与关键产品；研究大跨空间工业建筑功能改造与结构性能提升技术；开展不同结构类型与建筑功能的大跨空间结构性能提升技术应用示范。

考核指标：提出大跨空间结构考虑荷载变化、环境影

响等要素的服役性能时变分析方法；既有大跨空间结构服役性能诊断技术，非接触检测准确率不低于 90%，检测效率提高 30%以上；碳纤维复材、金属材料提升大跨空间结构性能设计施工成套技术 1 项，关键产品 2 项，关键杆件加固静力性能提升 80%以上，抗倒塌能力提升 25%以上；大跨工业建筑结构结构减振效果提升 20%以上，典型工业环境大跨空间结构耐久性能提升 50%；编制国家/行业/地方标准 1 项，申请/获得发明专利 5 项；完成示范工程不少于 5 项。

关键词：空间结构，性能提升，大跨，加固改造

3. 智慧运维

3.1 城市桥隧群智慧运维关键技术与应用(共性关键技术类)

研究内容：面向城市桥隧群安全运行与高效运维的需求，研发桥隧群天-空-地-区域监测智能装备与群智感知技术，以及监测与巡检方案全网协同优化策略；研究多源异构大数据与物理融合的桥隧群荷载环境与效应时空分布规律、关联特性，研发全网时空关联性的服役状态智能评价技术；研究基于桥隧群服役功能与关联性的全网智能维修决策方法；研究检测、维修、突发事件管控等典型运维场景下桥隧群级联过程数字孪生动态推演技术；构建桥隧群运维性态时空关联性知识图谱，研发端边云协同的大规模桥隧群智慧管养决策支持软件系统，开展千万级人口城市规模示范应用。

考核指标：针对市政悬索桥、斜拉桥、拱桥等特大桥，以及立交桥、高架桥、匝道桥和隧道等 7 种工程对象的普遍典型病害（裂缝、腐蚀、掉块、露筋、断丝、隧道渗漏、隧道沉降等不少于 7 类），研发桥隧群梁体、缆索、隧道衬砌等重要构件不少于 3 类移动智能检测装备，检测效率提高 50%，以上 7 类典型病害定位精度 $\leq 1\text{cm}$ ，识别准确度不低于 90%；揭示城市桥隧群服役状态关联规律，运维人力投入降低 50%以上；桥隧群动态级联推演应至少涵盖检测、维修、突发事件管控等三类场景（桥隧群规模不少于 50 座）；完成不少于 1 个千万级人口城市桥隧群管养决策支持软件系统示范应用，覆盖 500 座桥隧以上规模（至少涵盖悬索桥、斜拉桥、拱桥等特大桥 10 座和 5 座隧道），涵盖多源异构感知信息类型 20 种以上；申请/授权发明专利、软件著作权 10 项以上。

关键词：城市桥隧群；时空关联特性；服役功能；智能维修决策；智慧运维

3.2 城市站城融合立体网络空间智慧运维关键技术与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对平面相连、上下互通、功能复杂多样的城市站城融合立体网络空间的智慧运维需求，研究以城市大型地下综合交通枢纽为核心的立体网络空间的结构与功能布局特征，构建运行性态评价指标体系和智慧运维架构；研发站城融合立体网络空间的跨系统多场景一体化泛在感知

技术；研发海量多源感知信息与立体网络空间功能布局特征深度融合的运行性态智能评估技术；研发地上地下立体空间多场景应急联动及快速处置技术；研发多维信息融合的立体网络空间智慧运维平台，并进行应用示范。

考核指标：站城融合立体网络空间运行性态核心指标类型不少于 4 种，包括结构、环境、能耗和人流等；立体网络空间跨系统多场景一体化泛在感知系统 1 套，端边采集与处理感知信息类型或参数 ≥ 15 种，实现感知信息端处理比例达到 85% 以上；多源感知信息与立体空间布局特征深度融合的智能评估技术 1 套，运行性态识别准确率达到 85% 以上；应急联动与快速处置一体化虚拟现实演练系统 1 套，覆盖突发场景不少于 4 种，处置效率提高 20% 以上；立体化网络空间智慧运维平台 1 套，具备与城市信息模型（CIM）平台的接入功能，在创新示范区核心区域站城融合立体网络空间进行应用示范。

关键词：站城融合，立体网络空间，泛在感知，智能评估，多维信息融合，智慧运维

3.3 建筑（群）数字孪生模型推演与虚实交互关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对建筑全场景数字孪生与仿真推演的现实需求，研究面向典型场景下建筑数字孪生模型构建技术；研究建筑建设与改造过程的数字孪生仿真模拟、动态映射与可视化技术；研究建筑物理环境与能耗的数字孪生多场景性能

预测与动态调控技术；研究建筑（群）服役性态与设备故障的数字孪生智能诊断、性态推演及智能处置决策技术；研究建筑（群）防灾与安全的数字孪生模型推演、动态处置与情景增强现实可视化技术。

考核指标：提出典型场景下的建筑数字孪生模型构建指南；开发面向典型数字孪生场景的感知数据融合分析处理算法不少于 5 种；建设与改造动态映射精度达到厘米级，支持“人一机一物”复杂交互过程推演，考虑不少于 3 种约束、推演时间少于 1 小时；建立考虑人员行为影响的建筑物理环境与能耗推演模型，推演准确度达 90% 以上，调控达标率达 95% 以上；提出不少于 2 项建筑故障或损伤智能诊断关键技术，建筑群外观损伤检测准确率达 96% 以上，三维定位精度达厘米级；灾害模型至少考虑 3 种灾害及其耦合作用，实现 100 万栋建筑以上的城市区域灾变过程推演与三维可视化；申请或授权发明专利 10 项、软件著作权 5 项。

关键词：建筑（群），数字孪生，模型推演，虚实交互

3.4 长线型市政公共设施数字孪生建模与性态识别推演关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对综合管廊、隧道、涵洞等长线型市政公共设施全寿命周期的实时/准实时数字交互映射需求，研究融合实景扫描、建筑信息模型及地理信息系统等手段的长线型市政公共设施数字动态孪生建模与可视化技术；研究基于分布式监测、机器人搭载移动式检测及长距离数据传输的运行

性态智能感知与交互仿真技术；研究土体开挖、地震等扰动场景及多风险耦合的数字表征及性态复现技术；研究针对狭长地下空间结构日常性态调控和紧急事件处置的多源数据交互、预后推演及智能决策技术及平台。

考核指标：提出综合管廊、隧道、涵洞等长线型市政公共设施的数字孪生模型构建指南；实现地下结构内部可视化技术，精度达厘米级；开发狭长空间少人/无人的一体化、移动式巡检装备，以及时频域分布式的性态精准感知技术 2 种以上，识别误差 10%以内，10 公里数据传输失真率不超过 1%；提出单一扰动及多风险耦合场景下的数字表征及性态复现技术，模拟误差 10%以内；提出针对日常性态调控和紧急事件处置（5 种以上情况）的预后推演及现实增强技术，建成长线型市政公共设施数字孪生及性态推演示范平台 1 个，覆盖长度不少于 10km。

关键词：市政公共设施，数字孪生，建模，性态推演。

3.5 城市运行管理服务支撑体系及平台关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对城市运行管理服务数字化、精细化、智能化提升的需求，研究城市运行管理服务数字协同理论、运行体征指标体系及评价方法；研究针对城市运行管理高频多发问题的智能监测预警、分析决策与资源调度技术，搭建高效协同的智能化治理应用场景；研制面向城市巡查巡检、作业管养等场景的车载与穿戴式成套智能装备；研

发具备应用场景快速构建、多源数据综合推演、多跨协同高效联动等能力的城市运行管理服务平台，开展综合性应用示范。

考核指标：建立城市运行体征指标体系 1 套，指标数不少于 120 项；提出基于人工智能技术的监测预警、分析决策和资源调度算法不少于 3 类，构建智能化治理应用场景不少于 10 类；研制城市巡查巡检、作业管养等智能装备不少于 5 种，其中高空坠物隐患实时识别精度达 mm 级、自动识别率达 85% 以上，地面塌陷快速巡检设备位置定位精度 $\pm 0.2\text{m}$ 以内；研发适配国产软硬件环境的城市运行管理服务平台 1 套，支持市、区县、街镇、社区四级纵向联动，以及多源时空数据综合推演；在不少于 5 个地级及以上城市进行应用示范，示范总面积不少于 2000 平方公里，接入感知总点位不少于 150 万个，实现运行管理服务效能提升 50% 以上；制修订国家/行业/地方标准不少于 2 项。

关键词：城市运行管理服务，城市运行指标体系，智能分析决策，数字协同

3.6 基于社区典型场景的智慧服务一体化关键技术研究 and 示范（应用示范类）

研究内容：面向社区服务精细化、社区治理智慧化、社区平台建设集约化的发展需求，针对社区信息化设施信息壁垒和重复建设问题，研究多部门异构数据的汇聚和共享机制，建立安全可信的社区数据交换体系；研究多场景社区服

务的感知识别、视频理解和决策协同技术；研究基于广播电视网、通信网和物联网的社区服务泛终端推送和全媒体呈现技术；研究基于网格化的社区智慧服务一体化技术体系，集成云边端协同和数字底座等技术构建开放共享的社区智慧服务一体化平台，并开展试点示范。

考核指标：提出社区智慧服务一体化解决方案，覆盖物业管理、社区党建、卫生防疫、健康服务、应急广播、便民生活等不少于 7 种典型社区服务场景；研发社区智慧服务一体化平台 1 项，支持不少于 5 个城市管理部门接入，支持对不少于 10 类社区设施和 10 万社区居民的管理，支持 10 类 10 万以上社区异构设备的互连互通的能力，支持面向个人终端、家庭终端和不少于 5 类社区公共设施进行文字、音频和视频等格式的服务同步投放和呈现能力，信息发布时延小于 20 秒；在不少于 3 个城市（至少包括 1 个创新示范区），选择居民小区、产业园区、教育园区等不少于 3 类、10 个社区开展应用示范；申请发明专利 3 项以上。

关键字：智慧社区，动态协同，数字底座，智慧运维。

4.绿色赋能

4.1 室内健康环境营造材料关键技术与应用(应用示范类)

研究内容：针对室内和地下空间健康环境营造对材料的迫切需求，研发长寿命无机抗菌净化材料制品及室内污染预控技术；研发高抗裂无机防水材料、自修复材料、湿

度调节材料，研发地下空间防水防渗关键应用技术；研发适用于绿色围护结构的气凝胶高效保温材料；研发轻质隔声材料制品及应用技术；研究上述关键材料的劣化机理、服役性能和现场检测技术，建立评价标准体系并进行示范应用。

考核指标：开发长效、高性能无机复合抗菌净化材料或产品 ≥ 5 种，大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、呼吸道传染病毒等的杀灭率均 $\geq 99\%$ ，紫外老化 1000h 性能衰减 $\leq 30\%$ ，3000 次摩擦后杀菌率 $\geq 80\%$ ，5000 次冲洗后杀菌活性值 ≥ 2.0 ；地下空间高抗裂防水材料 28d 开裂指数 $\leq 20\%$ ；防水自修复材料 28d 抗渗恢复率 $\geq 90\%$ ；材料吸放湿量达到质量的 6%；气凝胶高效保温涂料和砂浆导热系数 $\leq 0.025\text{W/m}\cdot\text{K}$ ；隔声材料面密度 $\leq 12\text{kg/m}^2$ 且隔声量 $\geq 30\text{dB}$ ，燃烧性能达到 A 级。形成示范生产线 4 条，建设示范工程 3 项以上，示范面积 ≥ 10 万 m^2 ，建立材料服役性能、寿命评价方法，申请发明专利 10 项以上，编制国家/行业/地方标准规范（征求意见稿）5 项。

关键词：抗菌净化材料，抗裂防水材料，高效保温材料，轻质隔声材料，服役性能评价

4.2 薄型中空玻璃及节能外窗系统开发与应用（应用示范类）

研究内容：针对建筑外窗系统节能和节材的双重需求，开发既有建筑外窗改造用高效节能薄型中空玻璃及其替换

技术；研发新建建筑用节材薄型中空玻璃与外窗系统；研究电致变色玻璃及其在复合薄型中空玻璃系统的应用；研发功能性气密膜及典型气候区外窗系统应用方案；建立薄型中空玻璃和外窗系统性能评价体系。

考核指标：适用节能改造的薄型中空玻璃传热系数 K 值 $\leq 1.0\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ （厚度 $\leq 23\text{mm}$ ）；适用新建建筑薄型中空玻璃外窗系统 K 值 $\leq 1.0\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，中空玻璃节材 1/3 以上；电致变色玻璃色度值 $b^* \leq 5$ ，着色功耗 $\leq 0.8\text{W}/\text{m}^2$ ；防水透汽膜横向拉伸强度 $\geq 200\text{N}/50\text{mm}$ ，水蒸气当量空气层厚度 S_d 值 ≤ 0.5 米，防水隔汽膜横向拉伸强度 $\geq 250\text{N}/50\text{mm}$ ， S_d 值 ≥ 30 米，形成适应典型气候区的应用方案；建立薄型中空玻璃及外窗系统安全性、节能性、适应性评价体系；建设示范生产线 4 条，形成新产品 6 项，建设示范工程 5 项；编制国家/行业/地方标准规范（征求意见稿）10 项以上。

关键词：薄型中空玻璃，超薄玻璃、电致变色、节能

4.3 高效智能围护结构研发及应用（共性关键技术类）

研究内容：围绕绿色建筑节能舒适和新型工业化需求，研发高性能无机类高效隔热外墙、屋顶及围护结构及制品；研究幕墙、外窗和天窗系统等保温与遮阳性能独立调节透明围护结构，以及窗墙面积比智能可调的组合式围护结构；研究产能智能围护结构；研究环控末端一体化的动态围护结构及其智能控制系统。

考核指标：研发 2 种以上高性能无机类高效隔热外墙、屋顶及围护结构制品，导热系数 $\leq 0.02\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ；完成 2 类以上保温与遮阳性能独立调节透明围护结构，传热系数可调范围不小于 $0.3\sim 1.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，太阳能得热系数可调范围不小于 $0.2\sim 0.8$ ，窗墙面积比智能可调组合式围护结构，综合传热系数可调范围不小于 $0.2\sim 1.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ；研发产能智能围护结构 3 类，其中透明型围护结构透光率不低于 30%，能量转换效率不低于 14%，传热系数低于 $0.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，非透明型围护结构能量转换效率不低于 20%，综合能效大于 70%；研发 2 种新型环控末端一体化动态围护结构及其智能控制系统，全年不适眩光可能性低于 3%，冷热负荷降低 20%。申请发明专利 15 项，编制国家/行业/地方标准规范（征求意见稿）4 项；在夏热冬暖、夏热冬冷等气候区示范工程 3 项以上，示范建筑面积累计 ≥ 5 万 m^2 。

关键词：绝热围护结构，围护性能独立调节，可变窗墙面积比，节能产能型围护结构，一体化智能控制

4.4 高效中温冷水集中空调系统与关键设备（共性关键技术类）

研究内容：针对新时期绿色建筑的健康舒适和节能减排需求，研制新型中温冷水高效空调关键技术与设备，包括低 GWP（全球变暖潜能值）制冷剂制冷压缩机与冷水机组、高效中温冷水舒适性空调末端；研究制冷机房、输配和空调系统全局能效寻优的集中空调系统设计方法；研发

集中空调系统动态仿真平台及基于人工智能算法的系统节能优化控制新方法；完成一批示范工程。

考核指标：研发采用 GWP 小于 150 制冷剂的系列制冷压缩机和冷水机组，冷水机组 COP（能效比）比常规低温冷水机组提升 40%或不低于 7.0，综合部分负荷性能系数 IPLV ≥ 9.0 ，研发不少于 3 类适用中温冷水的舒适性空调末端，形成制冷压缩机和冷水机组以及空调末端的生产线各 1 条以上；开发数据驱动的集中空调系统全年逐时动态仿真平台 1 套；建设完成不少于 3 项示范工程，建筑面积不少于 10 万平米，制冷机房的全年综合能效不小于 6.0，集中空调系统的全年综合能效不小于 4.5；申请发明专利 15 项；编制国家/行业/地方标准规范（征求意见稿）3 项。

关键词：高效空调系统，低 GWP 制冷剂，离心压缩机，精准适配，系统综合能效，低碳运行

4.5 医疗建筑平急结合关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：围绕疫情、重大事故、自然灾害等突发紧急状态下医疗建筑平急转换的需求，研究医疗建筑诊疗空间呼吸道传染性疾病的传播途径示踪技术与暴露检测系统，构建分级控制新体系；研究平急结合的医疗建筑环境被动式营造技术；研究快速高效营造洁净诊疗与隔离单元的诊疗空间平急转换技术与装备；研究医疗建筑暴露风险智能识别与预警系统，研究医疗建筑平急转换信息化技术

体系；研究医疗建筑平急转换技术和装备集成，建设高水平示范工程。

考核指标：研发诊疗空间飞沫、空气和接触传播途径示踪技术和暴露剂量检测系统 1 套，建立新的分级控制体系（分级指标数增加 10 个以上）；形成医疗建筑环境被动式营造方法 1 套，可在无动力情况下实现人均新风量不低于 $30\text{m}^3/\text{h}$ ；研发应急洁净诊疗与隔离单元高效营造装备 1 套，实现诊疗空间功能平急转换时间少于 12 小时，应急洁净诊疗与隔离单元空气菌落数不超过 1.5 个菌落形成单位/ $\text{CFU}/(\Phi 90 \cdot 30 \text{ 分钟})$ ；医疗建筑暴露风险智能识别与预警系统 1 套，发热、咳嗽、黏膜触摸等传染相关参数识别准确率不低于 90%，预警系统响应时间低于 60 秒。申请/获得发明专利 15 项，编制国家/行业/地方标准规范（征求意见稿）2 项；完成大型综合医院建筑平急结合改造示范工程不少于 5 项、新建具备平急转换功能的医院建筑 5 座以上。

关键词：医疗建筑，平急结合，诊疗空间分级控制，被动式环境营造，应急洁净诊疗与隔离单元，智能识别与风险预警。

4.6 基于数字孪生的建筑工程施工质量管控技术（共性关键技术类）

研究内容：针对建筑工程施工管理模式转型中质量管控精准化、数字化及智能化需求，研究典型建筑工程施工质量精益管理与评价技术；研究施工过程的数字化表征技

术、场景可视化技术以及施工质量大数据管理方法；研究施工过程中材料强度、尺寸偏差、表观质量等指标的智能化检测、监测及隐蔽缺陷探测方法与设备；研究面向数据实时比对、隐患及时预警以及缺陷精准溯源的施工控制技术；研发基于多源信息的施工质量数字孪生平台。

考核指标：建立公共建筑、住宅等 2 类以上典型建筑工程的施工质量管理准则、指标体系及评价规则，实现分部/分项工程质量控制信息的贯通衔接；数字化表征及数据管理覆盖施工及竣工验收全过程，信息完整性 95%以上，场景可视化精度厘米级以上；开发基于全息影像、激光测振等手段的智能化检测、监测、探伤技术/设备不少于 3 项，辨识误差 10%以内；实现动态数据的比对反馈时间 5s 以内、隐患预警速度提高 50%以上，施工缺陷信息可追溯率 90%以上；建成一套融合设计、施工、监理及质检等多源信息的施工质量数字孪生平台，实现在 100 项以上工程的示范应用。

关键词：建筑工程，施工全过程，质量管控，数字孪生

4.7 既有住宅绿色装配化装修改造标准化关键技术研究 与示范（应用示范类）

研究内容：针对既有住宅装修改造施工周期长、施工噪音大、维护更新难、污染控制难等问题，构建适应不同应用场景的既有住宅绿色装配化装修改造技术体系；研究

绿色装修改造综合功能提升保障技术与易维护改造的装配化装修产品体系和关键部品；研究基于快速更新、低影响的装配化装修改造技术及成套施工工法；研发低噪音、少人工的装配化装修改造设备及施工机具；研究基于数字化的装修改造全过程协同一体化技术及室内环境污染全过程管控技术。形成标准体系，并进行示范应用。

考核指标：建立典型应用场景装配化装修改造技术体系 3 套；研发厨卫功能提升、隔声提升、门窗气密性提升等装修改造核心部品 ≥ 12 项，施工速度提升 30% 以上；研发低噪音施工机具 3 套，实现施工 5m 范围内降噪 $\geq 10\text{dB}$ ；研发部品安装、运载机具装备 3 个，减少安装或搬运人工 $\geq 50\%$ ；建立基于数据同源的全过程智能协同管理云平台 1 项，实现全流程减少人工 $\geq 60\%$ ，提升综合效率 $\geq 50\%$ ；室内环境污染控制技术实现甲醛、tVOC 合格管控成功率达到 100%；申请专利 ≥ 15 项，其中发明专利 ≥ 2 项；编制国家/行业/地方标准规范（征求意见稿）3 项，国家标准图集 10 册；完成示范工程 ≥ 100 项。

关键词：绿色装修改造，装配化装修，易维护改造，快速更新，低噪音施工机具

5. 智能建造

5.1 土木工程结构仿真前处理引擎关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对城市大型桥梁、地下深埋隧道、大跨公

公共场馆等土木工程结构的建模、拓扑与网格划分难题，研究复杂形状模型的前处理解决策略；研究复杂形状的几何修正、简化、重建技术，形成上游几何设计软件转换接口和几何修正算法库；研究自适应并行网格划分算法及网格质量关键参数自动优化技术，形成网格划分核心算法库；针对主流空间离散方法，研究网格自动划分、荷载及边界自动离散算法，形成仿真计算模型自动生成算法库；形成面向复杂结构仿真的前处理引擎，集成到国产通用仿真软件中，并在城市基础设施工程中应用验证。

考核指标：完成面向土木工程复杂结构仿真的前处理引擎1套，转换接口支持上游几何设计软件不少于3类，千万面片数的几何模型简化时间低于5s，支持结构/非结构化网格划分，支持不少于8种面单元/体单元网格形状，网格整体畸变率低于1/10000，网格平均扭曲率低于1/10，网格正交性高于0.9，千万级网格规模生成时间低于60秒，支持亿级网格规模生成；申请发明专利6项，取得软件著作权6项，软件核心代码完全自主化，整体自主化率高于99%；至少在1款国产土木工程通用仿真软件中集成，在城市大型桥梁、地下深埋隧道、大跨公共场馆等基础设施工程中应用，三种结构各5项工程应用示范。

关键词：前处理引擎，几何修正，网格划分，模型离散

5.2 土木工程结构多物理场耦合分析求解器研究与应用（共性关键技术类）

研究内容: 针对城市大型土木工程结构几何/材料强非线性以及多物理场工作环境的复杂问题,研究非线性/多场耦合仿真核心求解框架策略;研究大型稀疏方程求解算法,形成高性能方程求解器;研究非线性仿真模拟分析理论和显/隐式算法,形成非线性结构分析求解器;研究固/流/热多场耦合分析理论和算法,形成多物理场耦合分析求解器;研究CPU/GPU异构并行计算、云端集群并行计算理论和技术,形成高性能并行算法库;搭建自主知识产权的多物理场耦合分析云端超算平台,并在城市基础设施工程中应用验证。

考核指标: 完成自主产权的土木工程多物理场耦合分析求解器1套,可提供土木工程中常用材料本构模型不少于100种、常用单元类型不少于120种,涵盖显/隐式求解格式,支持结构分析和多场分析类型总数不少于15种,支持并行模式不少于3种,支持非线性类型不少于10种,千万级自由度单步显式计算时间低于0.1s、单步隐式计算时间低于60s,计算效率和精度达到主流商业软件的95%以上;申请发明专利6项,取得软件著作权6项,软件核心代码完全自主化,整体自主化率高于99%;至少在1款国产土木工程仿真软件中集成,在城市大型桥梁、地下深埋隧道、大跨公共场馆等基础设施工程中应用,三种结构各5项工程应用示范。

关键词: 多物理场, 分析求解器, 非线性, 并行计算

5.3 建筑工程标准数字化共性关键技术研究与应用(共性关键技术类)

研究内容：针对建筑工程标准体系复杂，基础共性标准、标准解析转换、数字化标准资源等核心要素缺失的问题，研究建筑工程标准数字化基础理论与技术框架；研究建筑工程标准语义规范化关键技术及语义库；研究建筑工程标准数字化机器处理关键技术；建立面向建筑工程标准数字化知识库及标准服务平台；在智能化审图等典型场景中开展关键技术应用验证。

考核指标：构建建筑工程标准数字化基础标准体系，编制国家标准 4 项，国际标准 1 项；开发海量设计规范知识图谱半自动抽取、专家审核与高效存储技术，提出不少于 10000 个基本语义，建立不少于 100 个语义模型，形成语义数据库；开发数字化加工工具模型，开发标准的文字、图像、公式、表单等自然语言与机器语言转化工具不少于 2 项；形成面向建筑工程设计的开放标准知识库，包括不少于 500 本主要标准，具有基于大数据技术的应用反馈功能，开发标准结构及条文自动化标签工具 1 项，开发数字化标准编制技术 1 项，建立面向设计应用的专家辅助系统；开发基于标准数字化的建筑工程施工图设计审查系统，在不少于 2 个城市、100 个工程项目中应用。

关键词：标准数字化、语义规范化、机器处理

5.4 模块集成建筑建造关键技术研究与应用(共性关键技术类)

研究内容：针对提升建筑工业化水平，升级传统装配

式建筑体系的重大需求，研究考虑多水准抗震设防及抗风安全性和舒适度的高层模块集成建筑体系及设计方法；研发集结构、围护、装修及设备管线一体化的模块集成技术与模块化高性能部品；研究模块集成建筑安装工艺与模块关键节点连接技术，研制模块集成建筑精准安装装备及其智能控制系统；研发模块集成建筑全环节质量检验技术，开展工程应用示范。

考核指标：提出钢结构和混凝土结构模块集成建筑体系和设计方法各 1 套，抗震及抗风性能不低于同等条件现浇结构，较现有结构体系建造效率提升 30%，施工过程中能耗降低 25%；适用于模块集成建筑的高性能部品 3 项以上；适用于模块集成建筑的平台式精准安装装备及其控制系统 1 套，安装模块重量不低于 50t，较现有吊装系统建造效率提升 50%以上，安装精度达到 mm 级；模块集成建筑制造与安装工法 5 项以上；模块集成建筑智能质量检验技术 1 套；编制相关国家/行业/地方标准 2 项、图集 2 项；申请/获批准发明专利不少于 8 项；完成示范工程应用不少于 4 项，应用面积不少于 10 万平方米。

关键词：模块集成建筑，抗震设防，平台式精准安装装备，智能安装

5.5 城市大型地下基础设施智能暗挖建造关键技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：针对城市大型地下基础设施明挖占道施工

影响城市交通和人民生活的难题，研究城市轨道交通、快速路、市政管网等各类地下基础设施智能暗挖建造技术体系；研究异形/渐变断面、极浅覆土、可变衬砌等城市地下新型暗挖结构设计及地层适应性优化提升方法；研究基于智能暗挖装备集群的大跨度、大断面城市地下基础设施支护、开挖、结构并行建造技术，实现复杂地层条件下多工况自适应暗挖；研究流塑性软土隧道急曲线掘进与支管隧道侧接、机械化竖井等市政管网暗挖装备及智能控制技术；研发城市大型地下基础设施智能暗挖工程建造云平台，开展以微扰动、非明挖为特点的城市大型地下基础设施智能暗挖关键技术应用示范。

考核指标：研制具备自主作业、云平台远程管控功能的多样化智能暗挖施工特种装备及配套装置不少于 5 台/套，突破大跨度（单跨 20m 以上）、大断面（单洞截面积 300m² 以上）软土地下工程智能暗挖；实现支持外径 $D > 10\text{m}$ 的大直径盾构在 $< 0.1D$ 极浅覆土内自主掘进，以及 $< 15D$ 转弯半径的急曲线盾构施工；完成既有地下暗挖装备的自主掘进、自主纠偏、远程控制等智能化改造；完成暗挖总里程不少于 20 公里的工程应用示范。

关键词：软土地层，大跨地下空间，急曲线隧道，自主掘进与纠偏

5.6 城市桥梁智能架桥机关键技术与装备(共性关键技术类)

研究内容：针对交通干扰、场地受限等条件下的城市装配式桥梁高效建造需求，研发适应多工况的轻型架桥机结构，具备预制墩柱、盖梁、箱梁、T 梁等多种构件的安装功能，实现城市既有设施密集区域内的装备快速部署和高重复使用；研究架桥机智能运行控制技术，实现整机走行智能控制、吊装路径自动规划、构件位姿精准控制；研发架桥机安全智能监控系统，实现架桥机运行安全状态实时诊断与故障预测；研发城市装配式桥梁安装质量智能检测技术及机器人，实现构件连接质量和整体线形的快速精准检测；在重点城市开展关键技术应用示范。

考核指标：研发城市桥梁智能架桥机 1 台，整机重量较传统架桥设备减少 20%以上，适应城市高架直桥、斜交桥和立交匝道桥预制构件的一机安装，作业人员减少 40%，效率提升 30%；架桥机站位目标位置识别误差 $\leq 5\text{mm}$ ，走行智能同步精度 2mm；架桥机吊装自动规划路径长度和光滑度优于人工，墩柱和盖梁智能对位精度 3mm，梁体智能对位精度 10mm；架桥机安全状态实时诊断准确率 $\geq 99\%$ ，故障预测准确率 $\geq 90\%$ ；研发智能检测机器人 3 种以上，桥梁构件安装质量缺陷识别准确率 $\geq 98\%$ ；编制相关行业标准不少于 2 项，开展总里程不少于 10 公里的工程应用示范。

关键词：智能架桥机，装配式桥梁，一机安装

5.7 面向多场景的新型建筑 3D 打印软硬件一体化关键技术
技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：构建基于可再生循环材料的多场景大尺度 3D 打印智能建造理论方法体系；研发多种可再生循环建筑材料的 3D 打印工艺；研发面向大尺度、高精度、复杂结构的 3D 打印建造装备系统；研发建筑 3D 打印专用软件控制平台；开展城市基础设施、景观建筑、复杂建筑表皮、建筑遗产修复和大跨度空间结构节点等多场景建筑 3D 打印技术示范应用。

考核指标：建立使用可再生循环建筑 3D 打印材料的 3D 打印装配式部品库，开发 3D 打印构型及切片算法不少于 5 套；研发大尺度现场建筑 3D 打印装备 1 套，打印尺寸不小于 40m*30m*5m，全局重复定位精度 0.1mm，全局打印精度 $\pm 2\text{mm}$ ；开发面向多建筑材料 3D 打印建造的专用软件控制平台，用户不少于 10000 组；申请发明专利 10 项，软件著作权 10 项，开展 3D 打印材料工艺不少于 5 种、3D 打印构件表面积不小于 2000 平方米的应用示范。

关键词：建筑 3D 打印，可再生循环材料，装配式部品

5.8 建筑产业互联网资源优化关键技术与示范(应用示范类)

研究内容：针对传统建造过程信息和资源整合度低，管理模式粗放等问题，研究建筑产业互联网平台技术标准体系和应用范式；研究建筑产业工人资源信息汇聚与优化调度技术；研究基于智能合约的招采需求表征模型、物资供应链优化技术和跨链互信机制；开发产业工人服务可信

平台、数字化招采平台、智能工地平台等专题服务平台，开展规模化应用示范。

考核指标：建立建筑产业互联网技术标准体系 1 套，提出不少于 5 种资源优化应用范式；开发基于区块链的建筑产业工人服务平台，包含劳务工人画像档案 ≥ 100 万份；研发数字化招采平台，吞吐量不低于 1000tps，可信供应商画像档案 ≥ 5000 家；开展建筑产业互联网规模化应用，覆盖产业工人 ≥ 1500 万人，物资招采金额 ≥ 5 万亿，应用项目 ≥ 2000 个。

关键词：建筑产业互联网，资源优化，数字化招采，智能工地

6. 低碳转型

6.1 低碳集中供暖关键装备和技术研发（共性关键技术类）

研究内容：针对北方城镇高碳排放的集中供暖系统节能减碳需求，研发烟气潜热、有色冶金焦渣和工业冷却水等工业废热或余热的高效热回收设备；研发可防止热对流和热扩散的超大型供暖蓄热水箱；研发吸收式、吸收压缩联合式热泵的热变换器；研发以集中式供暖保障基础室温、分散式供暖个性化达标的分步供暖成套技术及关键设备；在北方典型气候区开展分布式新型低碳供暖技术的应用工程示范。

考核指标：研发出 3 种以上工业余热回收利用设备或

装置，全热回收率不低于 80%，平均传热温差不高于 15K；研发出基于自然沟谷、超过 25 万 GJ 蓄热量的大规模蓄热设施，内部热扩散导致的火积耗散低于 10%。研发出 5 种以上吸收式换热、吸收压缩联合式热泵的热变换装置，换热器效能 1.15 以上；研制新型集中式、分散式、分步式低碳供暖新模式与系统不少于 5 项；在至少 1 个创新示范区完成 3 类新型低碳集中供暖示范工程 6 项以上、供暖面积不少于 100 万 m^2 ，示范工程供暖能耗和碳排放指标比《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015）同类气候区的指标降低不小于 60%。申请国家发明专利 15 项以上。

关键词：低碳供暖，吸收式换热器，大规模蓄热，分步式供暖

6.2 光储直柔建筑直流配电系统关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对建筑光储直柔规模化应用中直流配电系统的需求，研究建筑直流配电的直流电压等级、系统拓扑、变换器调控算法和安全保护等关键技术；开发具备柔性控制功能的 DC/DC 和 AC/DC 变换器、直流开关/断路器、直流系统保护装置和双向充电桩；开发建筑直流配电系统毫秒级的动态模拟与仿真工具；研编民用建筑直流配电系统设计、电能质量和变换器通用技术条件等标准；开展不同建筑直流供配电系统工程示范。

考核指标：建立建筑直流配电母线电压等级、系统拓

扑结构等直流供配电系统相关基础理论；研制 10 项建筑光储直柔系统关键配电设备，包括：1）电网接口、光伏、储能和配电控制环节必需的通用变换器，具备柔性控制功能，响应时间 $<100\text{ms}$ ，20%功率条件下的效率衰减小于 2 个百分点，满足不同系统结构和电压等级的应用要求。2）具备一二次融合功能的直流塑壳断路器和保护装置，其中断路器脱扣电流 $0.5\sim 1.2I_n$ 可调，脱扣时间 $<5\text{ms}$ 。3）柔性双向直流充电桩，具备 BVB（建筑-电动汽车-建筑）所需的功率自主调节和组网功能。申请国家发明专利 15 项，编制民用建筑直流配电相关的国家/行业/地方标准 3 项；开发建筑直流配电系统动态模拟与仿真工具，支持包括不少于 100 个设备的复杂系统毫秒级仿真；完成建筑直流配电示范工程 8 项，碳减排量不少于 15%，涵盖办公、商业、居住等不同建筑类型，其中不少于 2 项示范工程提供一年运行时间的测试数据。

关键词：建筑低压直流配电，光储直柔，建筑电气，建筑节能

6.3 高热高湿地区多能柔性系统源网荷储用关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对我国夏热冬冷、夏热冬暖等气候区高热高湿气候条件对夏季电网冲击大等问题，研究区域-建筑群高时频的冷热电多能负荷、能耗、碳排放及室内环境的多维交互协同仿真平台；研究源-荷互动的区域-建筑低碳能

源系统规划设计方法与多源异构信息融合的运行优化算法；研究建筑、电动车与电网协同的多能系统需求精准预测、柔性能力提升与互动响应技术；研发“供-储-用”多能源系统时空交互与精准匹配技术；在国家可持续发展议程创新示范区和高热高湿地区开展示范应用。

考核指标：可完成 15 分钟的区域-建筑群系统负荷、能耗、碳排放及室内环境的协同动态仿真计算，精度大于 90%，计算效率提升 50%；开发建筑群能源协同规划平台，满足多源多用户多储和 5 万以上节点数的需求，系统降碳 20%以上；建立建筑（群）、交通车辆与电网多能源系统柔性互动技术体系 1 套；新系统对比单一储电比系统，提升可再生能源消纳比例 20%以上，削减负荷峰谷差 15%以上，能源系统柔性提升 20%；申请国家发明专利 ≥ 15 项；在国家可持续发展议程创新示范区及其他高热高湿地区完成工程示范 3 项，总建筑面积不少于 300 万 m^2 ，降低投资和运行成本 20%以上。

关键词：高热高湿气候，区域-建筑群，源网荷储用，负荷调节，时空匹配

6.4 大宗建筑材料碳排放核算与评价关键技术(共性关键技术类)

研究内容：针对双碳背景下的建材碳排放核算和评价需求，研究常用大宗建筑材料如钢材、水泥、玻璃等全生命周期基础数据库和碳排放核算理论和方法，开发产品出

厂碳排放因子数据库；研究常用大宗建筑材料多维低碳技术分析模型和指标体系；研究建材行业碳排放管理全流程区块链应用关键技术，开发基于区块链技术和智能合约的建筑材料（含建筑用钢和常用建材产品）碳排放数字化监测、报告、核查系统；开展大宗常用建材产品碳标签评价体系 and 低碳技术验证评价体系，并在大型建筑钢材、水泥和玻璃等生产企业、低碳零碳建筑中进行示范应用。

考核指标：提出常用大宗建筑材料全生命周期碳排放核算方法学不少于 3 项；建设不少于 5 类常用大宗建筑材料及产品的全过程碳足迹基础数据清单和产品出厂碳排放因子数据库，纳入建材产品不少于 50 项；建立常用大宗建筑材料产品生产加工、使用后处置与回收再利用全过程低碳技术体系，编制常用大宗建筑材料产品全过程低碳技术评价标准 10 项以上；建立基于区块链技术的大宗建筑材料碳排放数字化监测、核算及评价系统 1 套；建立常用大宗建筑材料碳标签体系，形成碳标签评价政策意见不少于 1 项，大宗建筑材料产品碳标签评价标准不少于 3 项；在 3 个以上大型常用大宗建筑材料生产企业及 5 个以上低碳零碳建筑中开展应用示范。

关键词：大宗建筑材料、碳排放核算；全过程碳足迹；碳排放因子；碳标签

6.5 建（构）筑物拆除及其绿色消纳关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对城镇建（构）筑物高质量拆解以及拆解固废资源化利用的需求，研究基于直接利用和再生利用的建（构）筑物逆向建造的低噪无尘精准拆除工艺及自动化拆解专用装备；基于无损检测技术，研究大型建（构）筑物不同部位精准拆除、缩减尺寸制备建材产品关键技术工艺及装备；根据工程建设需求，研发建（构）筑物拆除固废在新建建筑、市政、园林、水利等工程中直接利用和再生利用的建材产品制备工艺与关键技术，并建立相应的建材产品及其应用场景数据库；构建涵盖建（构）筑物逆向建造、精准拆除、直接利用及固废再生利用的标准体系，开展工程应用示范。

考核指标：建立建（构）筑物拆解过程安全性能评价方法；研发建（构）筑物逆向建造的低噪无尘精准拆除工艺及配套自动化装备 2 套；研发大型建（构）筑物不同部位精准拆除关键技术工艺及装备 1 套，大型建（构）筑物拆除后缩减尺寸制备建材产品关键技术工艺及装备 1 套，缩减尺寸建材产品 4 种以上；研发建（构）筑物拆除固废直接利用工艺及装备 2 套，直接利用产品 4 种；再生利用技术工艺与装备 2 套，二次开发产品 6 种，直接利用率大于 50%；创建直接利用和再生利用的建材产品及其应用场景数据库 1 套；编制相应的国家/行业技术标准（送审稿）5 部，形成涵盖建（构）筑物逆向建造、精准拆除、直接利用及固废再生利用的标准体系 1 套；申请/授权发明专利 10

件；在至少 1 个创新示范区完成精细化拆除示范工程、以及拆除固废综合利用示范工程 8 项，应用面积不少于 15 万平方米。

关键词：建（构）筑物精细化拆除；直接利用；固废绿色消纳；绿色建材。

6.6 面向碳中和的低碳城市建设关键技术应用示范(应用示范类)

研究内容：针对目前仅采用碳排放强度指导低碳城市建设存在的局限性，研究基于碳排放强度和碳排放总量双控的新型低碳城市建设评估方法和评价体系；研究新型低碳城市建设全过程碳排放统计与核算方法，建立基于碳足迹的低碳城市建设碳排放基础数据库，涵盖建材、建造和运行的全过程；研究新型低碳城市建设全要素碳排放实时监测与分析技术；结合发展水平、资源禀赋和气候特征等开展新型低碳城市建设关键技术适用性研究，并在京津冀、长三角、珠三角、国家可持续发展议程创新示范区等区域开展碳中和技术路径分析与多层级应用示范。

考核指标：提出考虑城市类型、发展水平、资源禀赋及气候特征等的新型低碳城市建设评价标准 1 项，应用评价实证城市不少于 5 个；建立低碳城市建设领域全口径碳排放模型，开发低碳城市碳排放核算工具，完成 5 个以上典型城市建设领域碳排放基础数据库，涵盖建材、建造和运行的全过程；开发低碳城市碳排放动态监测系统并开展

应用；提出低碳城市建设碳中和技术路线图，编制新型低碳城市建设指南不少于 5 个，并在京津冀、长三角、珠三角、国家可持续发展议程创新示范区等区域开展低碳城市、城区、园区等应用示范不少于 5 个，碳排放总量相对降低 30%以上。

关键词：新型低碳城市，碳中和，评价标准，技术路线图，碳排放数据库

6.7 市政供排水设施节能减碳关键技术研究与应用示范（应用示范类）

研究内容：针对市政供排水设施运行低碳转型需求，研究供排水系统碳排放监测、核算体系与低碳发展技术路线。研究提升供排水设施运行能效和药效的关键技术与装备，开发适用于市政供排水系统的多类型清洁能源回收技术与装备。研究市政供排水系统能源梯级优化配置技术，建立（水）厂-（泵）站-（管）网联动智能调控技术，开展市政供排水设施节能减碳综合示范。

考核指标：建立市政供排水系统碳排放监测和核算方法体系，形成供排水管网非二温室气体低碳控制策略，编制标准 2 项；形成基于智能曝气加药控制的给水厂低碳运行、污水处理厂节能减碳关键技术不少于 5 项、关键装备 5 套，能耗降低 30%以上，碳源及药品节省 20%以上，碳排放强度较现有水平降低 25%以上；形成能源梯级利用与供排水厂站网智能联动低碳运行技术体系，厂站网碳补

偿 $>0.85 \text{ kg CO}_{2\text{eq}}/\text{m}^3$ ，编制市政供排水设施低碳运行指南
1-2 项；在典型区域开展市政供排水系统节能减碳综合示范
2 项，单位碳排放强度在现有基础上降低 20%以上。

关键词：碳核算，节能减碳，智能控制，供排水设施

浙江大学 kjcggx