

“城镇可持续发展关键技术与装备”重点专项 2024 年度项目申报指南 (征求意见稿)

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 2024 年度项目申报指南（征求意见稿）。

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。

2024 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 37 个项目。示范项目鼓励在国家可持续发展议程创新示范区进行应用示范。

本专项 2024 年度项目申报指南如下。

1. 空间优化

1.1 城市体检评估、智能诊断及街区更新设计关键技术研究及应用示范（应用示范类）

研究内容：针对城市多系统、多要素的复杂特征，研究社区、街区划定方法，研究人居环境领域不同尺度的城市问题识别技术，研究城市体检总体框架、指标体系与标准值；研发城市体检多模态数据与物联网、互联网、卫星遥感等多源异构数据动态获取及适配融合技术；研发住房、社区、街区、城区多尺度联动量化评估与关键风险识别技术；研究涵盖社会、经济、文化、生态多维度的街区更新综合价值评估技术；研发面向街区的更新要素谱系、多情景智能推演技术、精细化更新设计技术，开展街区更新“场景模拟-精细化设计-综合价值评估”的技术集成及应用示范；研发数据、模型与知识驱动的城市智能诊断技术及国家-省-市联动信息平台。开展城市体检“数据融合-量化评估-智能诊断”的技术集成及应用示范。

考核指标：面向人居环境领域不少于 10 类典型城市问题和影响长期承载能力的城市体检总体框架、评估方法与指标体系 1 套，形成城市体检国家/行业/团体标准（送审稿）1 项；面向住房、小区（社区）、街区和城区等维度体检技术指南不少于 4 套，住房、小区（社区）、街区各维度包含典型场景不少于 3 类，城区包含典型场景不少于 8 类。基于多

模态数据与物联网、互联网、卫星遥感等多源异构数据融合技术 5 项以上，融合后空间匹配度不低于 90%；基于图神经网络（GNN）、空间设计网络分析（sDNA）等空间量化分析模型算法不少于 8 项；形成百米级精度社区与 500 米精度街区划定方法 1 套；研发包括但不限于人员密集场所、既有地下空间和内涝风险区等城市关键风险空间的网格图谱 1 套。研发适用于社区、街区，识别要素涵盖道路设施、园林绿化、建筑立面、环境气味、人车运行状态、街道家具完好率等不少于 20 类的移动式单人操作数据采集设备与数据融合软件 1 套，单次巡航超过 15km，采集定位精度小于 3m。建立街区更新要素谱系 1 套，搭建基于机器学习的街区更新多场景仿真模型 1 个，推演参数不少于 25 项，研发街区精细化设计技术方法 1 套。研发街区更新综合价值评估技术方法及软件工具 1 套，编制相关技术规程 1 项。形成多层级传导与联动，不少于 30 项分析诊断参数的城市体检问题“一张图”智能生成技术 1 套。形成覆盖全国 297 个地级以上城市的体检数据库，研发国家-省-市联动的城市体检平台 1 套，覆盖全国 31 个省会城市以及 5 个计划单列市；在不少于 3 个典型城市、5 个典型街区、100 个典型小区（社区）开展应用示范，至少包含 1 个国家可持续发展议程创新示范区。申请发明专利 10 项以上。

关键词：城市体检、数据融合、量化评估、智能诊断、

街区更新、更新价值评估

1.2 人口流失地区国土空间优化关键技术研究与应用示范（应用示范类）

研究内容：针对人口流失地区人地关系失衡状态下空间资源利用优化和调适技术不足的问题，研究人口流失地区人地关系耦合的科学机理，揭示人口-土地-产业-设施相互作用机制，研究地区人口流失态势评判、类型划分及多尺度空间识别方法；基于国土调查数据，融合多源异构数据研究人地关系耦合状态识别和诊断技术；研发人口流失地区人地关系失衡的经济-社会-生态综合效应评估与风险预警技术；研究人口流失地区多尺度国土空间要素优化配置、土地利用与生态环境、基础设施、公共空间品质提升等规划调适技术；在典型人口流失地区开展技术集成与综合示范。

考核指标：提出人口流失地区国土空间人地耦合系统认知理论模型和方法；提出人口流失地区评判指标体系及分区分类方案，应用于全国、区域、市县 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多源异构数据融合技术 1 套，以国土调查数据为基础实现 5 类以上数据的融合；形成示范地区多模态数据库；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人地关系变

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行业/地方标准或指南（送审稿）3 项以上；选择东北和中西部地区的典型人口流失市县开展 3 个以上综合示范，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

1.3 面向建成环境空间优化的智能化城市设计关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对人工智能技术在城市设计应用中的需求，研究城市更新背景下智能自适应的多尺度城市设计新理论新机制；研究建成环境大数据的分析推演和城市设计多目标仿真模拟技术；研究基于刚性柔性规则约束的城市形态系统智能设计技术；研究基于可信人工智能的街坊建筑群三维形态自动生成与迭代优化技术；研发适应建成环境空间优化多场景的城市设计智能管理与交互可视化系统建构技术。

考核指标：建立 1 套应对建成环境大规模空间优化的人机协同智能化城市设计方法体系，建构覆盖超大城市、特大城市、大中城市的建成环境数据库 1 套，城市数量不小于 10 个，数据总量达到 5TB 级，数据类型不低于 5 类；提出一套支撑国家城市设计制度体系构建的动态化活性机制；提出涵盖多模态大数据的智能分析、智能推演、智能仿真全过程的

技术 1 套，人工智能分析、推演和仿真算法不少于 6 类，人群流动智能推演准确率达到 80%以上；建构城市设计刚性柔性规则库，包含城市设计相关标准规范和美学设计规则转译智能代码 3 万条以上，提出建成环境的生成式人工智能城市设计技术 1 套，包含城市形态体系、城市公共空间体系、城市风貌体系、城市眺望体系、城市街道体系等智能化系统设计不少于 5 类；提出面向街坊建筑群三维形态自动生成的人工智能辅助算法不少于 4 种，单次生成的矢量化城市设计方案不低于 10 套，颗粒度达到建筑单体体量级别，方案生成时间小于 110 分钟；形成城市设计智能管理与交互可视化系统 1 套，包含天际线、公共空间、景观视廊、街道界面、建筑风貌等要素不少于 15 类，以及面向城市设计与管理的生成式智能计算框架 1 套和不少于 2 种的人工智能辅助算法，系统时延不大于 100 毫秒，符合信创要求；编制面向建成环境空间优化的智能化城市设计的国家/行业标准(送审稿)1 项，申请/授权相关发明专利不少于 20 项，申请 PCT 发明专利不少于 9 项。

关键词：建成环境、智能化城市设计、空间优化

1.4 城市地下管网数字化“一张图”构建及综合集约建造关键技术装备研发与示范（共性关键技术类）

研究内容：针对供水、排水、供热、燃气等城市地下管网综合统筹不足、底数不清、安全隐患突出等问题以及集约

建造和韧性提升的需求，研究地下管网综合规划技术方法；研究既有地下管网健康评价技术、安全和更新评价标准及探测装备；研究受限空间及局促地段的地下管网一体化非开挖建造与修复关键技术及装备；研究地下管网（管廊）与地下设施空间集约利用的复合开发技术；研究集多种信息于一体的地下管网数字化“一张图”构建技术；开展关键技术应用示范。

考核指标：提出管网综合规划建设技术体系 1 套，提出适用于不同类型地区（含窄路密网地区、地下空间高强度开发地区）空间集约利用的管网综合规划建设技术方法不少于 3 种，形成技术导则 1 部；提出既有地下管网健康评价指标体系 1 套，形成地下管网更新维护评价标准 1 部，开发地下管网（含非金属管道）探测体检建模一体化装备 1 套，量程 20m，水平误差小于 0.5%管线中心埋深，垂直误差小于 1.0%管线中心埋深，三维模型输出格式不低于 5 种；提出受限空间或局促地段的地下管道原位或快速维修与更换工法不少于 3 种，原位修复最小管径达到 200mm，开发微型盾构装备 1 套，内径 $\leq 2000\text{mm}$ 且转弯 $R \leq 30\text{m}$ ，快速建造一体机围挡宽度 $\leq 4\text{m}$ 、日掘进效率 ≥ 5 环、穿越管线垂直净距 $\leq 1\text{m}$ 、设备整体施工高度 $\leq 5\text{m}$ ；提出地下管网（管廊）与地下设施复合开发技术不少于 2 种（至少含轨道交通、雨水调蓄），装备不少于 3 套，复合后地下空间占用率减少 40%、空间断面

利用率提高 20%、装备结构应变传感器的应变量程可达 20000 $\mu\epsilon$ 、精度为 $\pm 1\mu\epsilon$ ；开发自有知识产权的地下管网数据治理平台 1 套、知识模型数据库 1 套；申请/授权发明专利不少于 5 项，取得软件著作权不少于 3 项；形成关键技术应用案例/项目示范不少于 5 例。

关键词：地下管网、管网综合、集约建造

1.5 城市建设领域碳排放责任数据核算关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对城市建设相关碳排放因子数据缺失、陈旧，现有碳排放核算体系缺少相关主体责任划分及考核方法等问题，研究城市建设领域责任主体碳排放核算方法、建造运行全过程碳排放数据构成及框架体系；研究面向需求侧应用的碳排放责任因子数据分类，及基础数据高效获取、动态更新、分析与处理关键技术；研究电力动态碳排放责任因子确定方法、实时发送技术、终端用能设备响应技术，形成建筑灵活用电的自律式调度方法；研究建筑和城市基础设施碳排放责任因子数据测算边界与方法，及数据库构建关键技术；研究建筑、社区、城区低碳规划和碳排放核算方法、降碳效果量化评估技术；研究基于动态碳排放责任因子的城市建设领域碳排放责任核算规则和应用关键技术，选择典型区域开展应用示范。

考核指标：提出碳排放责任核算理论及碳排放责任因子

构建方法，包含概念体系、核算规则，开发碳排放责任分摊方法 1 套、核心产品碳排放责任因子基础迭代模型 1 套；构建碳排放基础数据框架体系 1 套；建立碳排放责任因子数据的分类编码规则 1 套；研发碳排放基础数据采集技术或设备 3 项以上，开发数据质量控制技术 1 套，数据分析算法 1 套；建立区域级电力动态碳排放责任因子数据计算及实时发布系统 1 个，系统接入用户负荷规模不少于 100 万千瓦，实现区域内电力动态碳排放责任因子从电网调度到终端用户的“计算-发布-传输-接收-响应”的全链路贯通；建立面向需求端应用的集成数据管理与服务平台的因子数据库 1 个，涵盖不少于 1000 个品类的碳排放责任因子数据集，建筑碳排放责任因子应包括二次能源（冷、热、电、汽）、材料、部品和机电设备，城市基础设施碳排放责任因子应包括给排水、供热和垃圾处理设施；开发基于动态碳排放责任因子的碳排放计算工具 1 项，在不少于 1 个地级以上规模区域、不少于 2 个城区/园区开展覆盖供给端与需求端的城市建设领域碳排放责任基础数据采集与碳排放责任综合评价应用示范；形成社区/园区、城区低碳规划设计方法 1 套，降碳方案比选和决策工具 1 项；开发碳排放计算核算工具 1 项，建筑能效/碳排放标识逐时动态计算分级评估工具 1 项，在不少于 10 个以上城市开展建筑能效与碳标识评价示范，至少包含 1 个国家可持续发展议程创新示范区，总示范面积 ≥ 200 万 m^2 ；制(修)

订国家标准（送审稿）不少于 1 项、行业/团体标准不少于 4 项。

关键词：碳排放责任数据、碳排放责任因子、碳排放量化评估、建筑灵活用电资源自律式调度技术、动态更新

2. 品质提升

2.1 住房质量和品质提升关键技术研究及示范（共性关键技术类）

研究内容：针对影响住房质量的噪声、渗漏、脱落等突出问题，开展住房设计、产品、施工、运维全链条的系统性研究。研究住宅建造方式及现场施工因素对隔声性能的影响，建立面向实际交付效果的住宅隔声性能设计方法，研发高性能隔声降噪产品及现场质量测评验收方法；研究住宅防水工程构造、节点、选材、工艺一体化设计方法，研究防水工程施工标准化技术、检测与评价方法，研发新型耐久渗漏修复材料与修复技术；研究外窗及入户门构造系统化设计理论及墙体协调性安装技术，研发性能持久稳定的安全功能调节门窗产品，建立性能指标体系、评价分析平台及测评验收方法；研发外保温系统快速检测技术与装备，研究知识-数据协同驱动的外保温系统安全性评估技术，研究外保温脱落长效原位修复技术；研究建材污染物释放关键参数测试准确控制技术，建立施工现场建材环保性能无损快速测试方法，研究室内负氧离子材料与应用关键技术，开展负氧离子环境下对人体健

康影响效果量化评估与应用技术；构建数字家庭服务基础平台，居住环境自适应智慧运行管控技术，构建家庭-小区数据共享协同联动的安防、健康监测、运维服务体系，并研发配套产品及装置；开展我国典型气候区住房质量和品质提升技术集成示范。

考核指标：开发面向实际交付效果的建筑构件隔声参数数据库 1 套（样本 ≥ 500 项），设计软件 1 套；开发隔声性能提升及设备降噪产品/系统 ≥ 5 项，其中楼面系统撞击声改善量 $\Delta L \geq 25\text{dB}$ ，电梯隔振降噪实现室内噪声降低 $\geq 5\text{dB}$ ，排水管降噪量 $\geq 15\text{dB}(\text{A})$ ，编制噪声控制现场质量测评验收方法 1 项。开发渗漏修复材料或工艺 4 套，编制住宅“外墙、屋面、地下、室内”全系统防水工程设计指南 1 部、防水系统施工工法 4 项、检测评价方法 2 项。形成基于协同设计理论的门窗工艺技术及三维仿真结构分析平台 1 套，形成适应典型气候区门窗墙体洞口安装工法 1 项，设计工作年限内功能衰减 $\leq 20\%$ ，安全智能调节时间 $\leq 10\text{s}$ 。开发外保温系统快速检测装备 2 套，自主爬墙检测速度 $\geq 15\text{m}/\text{min}$ ，空鼓缺陷综合识别率 $\geq 90\%$ ；形成不同外保温系统的安全性评估技术 ≥ 3 套，评估精度 $\geq 90\%$ ；形成典型外墙脱落长效原位修复成套技术体系不少于 2 套。建立建材污染物释放关键参数测试准确度控制方法、实验室之间误差 $< 30\%$ ，开发现场无损快检装备不少于 5 套，开发负氧离子室内环境影响多因素模型 1

项，形成负氧离子环境对呼吸道疾病患者作用的评估体系 1 套，开发负氧离子住宅室内空气品质长期影响实验装置 1 套。开发核心源代码 100%国产自主可控的通用数字家庭服务基础平台，建立开放的数据接口标准，支持不少于 20 类智能终端接入、不少于 5 种典型场景；开发集成不少于 4 类指标的居住环境监测调控装置 1 套；建立“家庭-小区”一体化服务平台，开展安防、健康监测、运维服务应用示范，覆盖不少于 200 个家庭。建立住房质量和品质提升技术管控体系 1 套，编制控制性指标体系清单与评价方法导则 1 项；编制国家/行业标准规范（送审稿）10 部、国标图集 4 部；申请发明专利 28 项；在我国典型气候区开展住房质量和品质提升技术集成示范工程不少于 2 万 m^2 。

关键词：噪声控制、全系统防水、高效能门窗、外保温修复、负氧离子、智慧运维、集成示范

2.2 全龄友好完整社区建设及居家适老化环境提升关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对全国完整社区建设发展的差异化特征和不同人群对既有社区的品质提升需求，研究适用于不同地域完整社区“规划-建设-治理”的全周期多场景评价体系；研究全年龄段居民需求预测、社区服务设施资源动态匹配方法及规划建设智能决策支持技术；研发适用于存量社区服务设施快速更新改造技术和模块化关键产品；研发适用于社区和

居家复杂场景的适老化环境多模态数据感知、性能检测、评估与改造方案智能设计系统，以及具有快速、绿色、低干扰等特点的适老化改造提升新型技术与产品；研究融合数字孪生模型、大数据驱动、仿真推演的居家适老化改造方案智能生成技术及场景化成套内装部品；开发建立多层级完整社区服务管理平台，开展完整社区建设及居家适老化环境提升应用示范。

考核指标：形成适用于不同地域并涵盖全年龄段人对社区服务设施需求情况的数据库 1 个，开发全周期多场景测评模型 1 个（含设施完善度、应急响应度等关键指标不少于 15 个）；构建涵盖全年龄段居民需求预测与设施资源动态匹配模型，形成社区更新潜力评测及规划建设决策支持智能化工具 1 套，涵盖不少于 3 个功能模块；形成存量社区服务设施的标准化设计及装配式改造技术 1 套，涵盖养老、托育、助餐等重要功能空间，开发支持快速更新改造的模块化关键产品不少于 5 项；开发社区和居家适老化环境性能数据采集检测装备 1 套，采集检测指标不少于 50 项，开发社区和居家适老化环境性能评估与改造方案智能设计系统 1 套，典型场景改造方案不少于 50 个；开发居家适老化方案模型智能生成算法，涵盖适老化产品模型不少于 500 项，研发嵌入智能化设备的内装部品不少于 3 项；构建涵盖国家、省、市多层级的完整社区建设工作管理平台，实现基层社区信息模块的

并网接入和居民服务连接，覆盖规划、建设、运营及绩效评估等模块不少于 4 个；编制国家/行业标准/团体标准（送审稿）/技术导则（行业主管部门颁布）不少于 2 项；申请/授权发明专利不少于 6 项；结合全国完整社区试点，开展不少于 20 个社区的技术应用验证；完成不少于 5 种不同类型居家适老化改造项目示范。

关键词：全龄友好、完整社区、资源匹配、社区和居家适老化、智能设计与智能产品、智慧服务管理平台

2.3 基于家庭场景的广电智慧康养关键技术研究与应用示范（共性关键技术类）

研究内容：针对我国居民家庭康养的迫切需求，研究依托家庭空间提供标准化、适老化广电智慧康养服务技术体系与评价指标体系；研究基于自主芯片的 5G 算网融合组网技术和智能网关；研发基于国产芯片的家庭适老化智能服务机器人；研发面向多场景需求的广电智慧康养集成平台，可为不同类别居住小区及不同健康状态的居家老人提供个性化、智慧化及便捷视听服务，并在新建和既有居住小区开展应用示范。

考核指标：构建基于家庭场景的广电智慧康养服务技术指南和评价指标体系各一套，涵盖医养服务、便捷视听、适老化家居智控等不同场景；家庭算力智能网关基于国产芯片架构，支持 3GPP R17 协议架构和广电授权无线频段，单芯

片算力不少于 4 核，异构网络服务时延小于 5 ms；家庭适老化智能服务机器人采用国产芯片及定制化人工智能数据大模型，支持情感聊天、拿取物品、异常报警、指令控制等不少于 10 个家庭服务任务，单机成本相较国际同类降低 50%；家庭多场景广电智慧康养集成平台，支撑智慧医养、智慧陪护、智慧救援、家居智控等多场景适老化服务类别不少于 10 个，支持视听终端一体化部署及通用遥控器便捷操控；申请/授权发明专利 1 项，取得软件著作权 2 项，编制国家/行业/地方标准（送审稿）1 项，在新建和既有居住小区开展家庭智慧康养应用示范，各不少于 1000 户，每个家庭实现智联四端接入服务，服务响应不超过 2 分钟。

关键词：广电智慧康养、智能网关、家庭智能服务机器人、多场景智慧康养集成平台、便捷视听

2.4 既有建筑水系统性能提升关键技术与示范（共性关键技术类）

研究内容：针对既有建筑水系统（给水、排水和雨水）设施老旧导致的龙头“黄水”、排水“返臭”，以及地下空间雨水“倒灌”引发的设施失效等问题，研究不同年代建筑水系统功能特性及运行效能劣化机理、精准诊断和改造评估方法；研发基于管道内环境改善、水箱水龄优化和集中膜滤等水质提升技术，开发水力水质协同调控的智能化二次供水设备；研究既有建筑给水管道性能提升和水箱水龄精准调控技

术，开发新型微负压及外挂式排水系统；研究既有建筑地下空间防淹监测预警技术，开发高效耐淹给水设备；在典型既有建筑开展技术集成与应用示范。

考核指标：建立既有建筑给水、排水和雨水性能评价指标体系和改造评估方法；编制既有建筑给水水质保障技术导则，开发人工智能多恒压供水设备（6个恒压段）；建立既有建筑排水臭气精准检测和溯源阻断技术，开发微负压建筑排水系统、外挂式建筑排水系统2套；建立地下空间防淹监测预警模型，开发耐淹叠压供水设备（10m水深下安全运行不少于10d）；制/修订建筑水系统性能提升相关国家/行业/地方标准（送审稿）2项，申请发明专利10项，开展既有建筑水系统性能提升技术集成应用示范不少于3项，总建筑面积不少于20万m²。

关键词：建筑水系统、给水排水、建筑给水、建筑排水

2.5 历史文化名城整体保护和活态传承数字化治理关键技术研究与应用示范（应用示范类）

研究内容：研究历史文化名城整体保护和活态传承数字化治理的技术体系；研究以倾斜摄影、激光扫描、生成式人工智能等技术为支撑，体现历史文化名城街巷肌理、风貌特色等特征的数字化建模技术；研发集合动态监测、精准预警、实时反馈等机制的历史文化名城整体保护与活态传承数字化监测、预警与分析技术；研究数字化治理要求下历史文化

名城全要素资源与新型数字化技术融合、具有仿真推演功能的数字孪生系统构建技术；研究历史城区、历史文化街区、历史建筑、历史文化名镇和名村等不同尺度，以及监管、利用、宣传和教育等不同主题的整体保护与活态传承数字化治理技术应用，开展应用示范。

考核指标：编制城乡历史文化名城整体保护和活态传承数字化治理技术指南 1 份；开发生成式人工智能建模算法，支持建筑内外部的信息重建和渲染，面向修缮维修的历史建筑复杂构件和节点模型精度优于 5mm；结合物联网、大数据、数值仿真、遥感监测等技术开发的面向城乡历史文化名城监测、预警和分析等方法不少于 5 种；构建不少于 10km² 应用场景的历史文化名城数字孪生系统，包括不少于 2 座历史文化名城，融合不少于 15 类要素数据，接入不少于 5 种物联网监控设备，开发不少于 4 种历史回溯和仿真推演技术；建立历史文化名城整体保护和活态传承空间数据库；申请/授权发明专利不少于 5 项；选取 3 个以上的历史文化名城开展不少于 4 种主题的应用示范。

关键词：历史文化名城、数字孪生、数字化治理、人工智能

2.6 传统建筑保护利用关键技术研究及示范（共性关键技术类）

研究内容：面向我国优秀传统文化保护与传承的战略需

要，针对传统建筑建设年代不同、地域分布广泛、营造方式迥异、留存规模庞大的保护利用难题，研究中国传统建筑的谱系和基因构成，研发基于数字基因库的传统建筑智能识别与精准分类技术，以及营造技艺智能模拟与量性结合评价技术；研究危旧传统建筑风险防治与修复技术，研发检测-防治-修复-监测工程技术、建材与装备；研究传统建筑更新改造与品质提升技术，研发兼顾风貌与舒适性提升的更新改造设计方法，及配套结构、建材与设备；研究传统营建技艺在新建建筑中的传承与革新技术，研发匹配对应地域资源条件的替代性和改良性结构体系、施工工法与建材；研究传统建筑保护利用“评估-设计-实施”全过程辅助决策方法，并选择国家传统村落集中连片保护利用示范区开展传统建筑保护利用技术集成与应用示范。

考核指标：形成传统建筑数字基因库，基因特征因子不少于 100 个，数字化留存营建技艺不少于 200 项，传统建筑智能识别精度不小于 90%，传统建筑分类的行业标准不少于 1 项；研发传统建筑风险防治与加固修复技术不少于 5 项，申请/授权劣化损伤修复、原位无损检测、风险动态监测、结构部件替换与复位技术发明专利不少于 5 项；形成传统建筑更新改造的低影响工程技术不少于 10 项，低影响加装扩容、舒适性提升与协同施工技术较现有技术缩短施工时长不小于 10%，降低经济成本不小于 5%；提出应用传统营建技艺

的新建建筑行业标准不少于 1 项，申请/授权建筑材料和装配式部件发明专利不少于 3 项，形成配套省级及以上工法不少于 10 项；在不同地域的 5 个国家传统村落集中连片保护利用示范区，完成传统建筑保护利用综合技术示范项目不少于 10 项。

关键词：传统建筑、传统村落、保护利用、风险防治与加固修复、更新改造

2.7 重要历史建筑安全评估和全寿命期性能提升关键技术与应用示范（应用示范类）

研究内容：针对以建国十周年十大建筑为代表的国家级重大建筑安全评估和全寿命期性能提升需求，建立基于材料/结构参数和多风险源不确定性的安全标准及评价方法，提出基于结构性能状态关键时-空感知要素并反映结构服役性能退化规律的智能化检测监测关键技术；研发满足多层次性能目标和“平会结合”需求的低扰动、高工效抗震安全韧性提升关键技术；研发技防与人防耦合的消防安全体系及其关键技术；研发基于绿色健康材料和数字技术的装饰构件高效加固改造与高精度复原技术；建立基于智能模拟的工程安全性能评价与状态预测平台，实现高效精准的损伤响应预测与建筑状态评价；开展应用示范。

考核指标：建立 1 套适用于国家级重大历史建筑的安全标准体系及评价方法；研发国家级重大建筑安全巡检装置、

地震安全监测装置各 1 套，实现结构智能化数字化检测，裂缝等病害检测精度优于 0.2 mm，地震安全监测精度提升 $\geq 30\%$ ；研发主体结构抗震安全性能提升方法与技术，实现小震正常使用、大震结构稳固的性能目标，加固工期减少 20% 以上；形成基于消防性能化分析的技防与人防耦合的消防安全设计标准 1 套，建立技防与人防耦合的消防安全预警与防治平台 1 套；开发装饰构件安全性能智能监测装置 2 套，基于机器视觉识别和智能算法实现装饰构件高精度复原，装饰改造工期减少 20% 以上；建立国家级重大建筑地震响应数据集、结构受灾情景数据库各 1 套，搭建基于智能模拟的可视化安全状态评测信息系统平台 1 套，平台响应时间 $< 1s$ ，在获得地震动数据后 1 小时内给出建筑关键响应指标和损伤状态；申请/授权发明专利 4 项、软件著作权 2 项，编制安全性能评测和提升技术指南 1 部，对结构正常使用与加固改造工程实施形成纲领性指导；针对人民大会堂等大型国家级重要历史建筑开展综合示范，累积示范建筑面积 > 20 万 m^2 。

关键词：人民大会堂、安全评估、抗震韧性、消防安全、智能评价与预测平台

2.8 建设工程防火能力数值模拟及实体防火性能快速测定关键技术与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对建设工程实体防火性能难以判定及关键要素难以快速准确获取问题，解决消防设计火灾数值模拟仿

真与风险评估需求，研究建筑被动防火三维信息快速扫描、获取与可视化技术；研究典型建筑材料防火性能表征特性参数，研发包含嗅觉感知的多模态、无/微损快速检测技术及装备；研究典型防火分隔构件耐火性能表征特性参数，研发光学、声学物联网传感器分析快速识别技术及设备；研发火灾演化模型、火与烟气蔓延数值计算模型和算法，开发自主可控的建筑火灾动力学演化数值模拟软件；开展不同建设工程集成应用示范。

考核指标：研发建设工程实体防火性能现场快速评价系统 1 套；研发高精度建筑室内被动防火三维空间信息同步定位与建图算法一套，具备高处理速度、高精度与低资源消耗性能，数据处理时延低于 5ms，在 500m²的大规模、包含动态障碍物的复杂环境中定位精度误差<2cm；开发便携被动防火三维空间信息快速获取装备 1 台，装备质量≤1000g；研发建筑被动防火三维信息快速生成、分析、比对、判定算法 1 种；建立含典型防火、绝热、装修等建筑材料的防火特性参数数据库 1 个，实验测试样本量不少于 100 个；研发包含嗅觉感知的多模态、无损/微损综合快速检测设备 1 台，单样品微损区域小于≤10cm×10cm，检测准确率≥95%，检测用时小于 60s；建立防火玻璃墙、防火门等典型防火分隔构件耐火特性参数数据库 1 个，实验测试样本量不少于 30 个；研发集成光学、声学物联网传感器分析快速识别检测设备 1

台，检测准确率 $\geq 90\%$ ；建筑火灾场景三维快速建模方法 2 种，最大计算网格数量不低于 108 个；火灾数值模拟核心模型及算法不少于 3 种，火灾动力学演化分析功能模块不少于 2 个，在相同初边值条件下，软件输出的烟气温度、能见度、毒性气体浓度等主要参数的计算结果与火灾动力学模拟软件 FDS 6.7 的误差不高于 5%；建筑火灾动力学演化数值模拟软件可运行于国产硬件平台和通用操作系统；申请/授权发明专利 2 项；软件著作权 5 项；制修订建设工程实体防火性能现场快速检测国家/行业标准（送审稿）1 项；编制软件相关应用技术国家/行业/地方标准（送审稿）1 项；开展不少于 2 项工程示范应用。

关键词：建设工程、防火性能、快速检测/评定、无损/微损采样、火灾数值模拟

2.9 基于传统智慧的城镇排水防涝模拟调控及水城适配关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对传统理水营城理论研究不足、现代治水系统传承不够的问题，围绕城市基础设施和防涝空间应对暴雨的协同运行、仿真模拟和洪涝统筹需求，研究历史城镇村防洪排涝的传统智慧和技术内涵，研发传统营城治水的数字推演和模拟评价技术方法；研究治水排涝类遗产价值评估和载体识别技术，研发古城涉水历史文化遗产整体保护关键技术；研究复杂下垫面和复合功能基础设施的滞-蓄-排水文路

径构建技术，研发基于水文水动力机理和数据双驱动的城市内涝三维动态模拟技术；研究基础设施和多元空间蓄滞能力评估方法，研发基于传统智慧的“水-城”适配多要素格局优化和全过程雨水管控关键技术；研究洪（潮）涝遭遇分析方法，研发中长期尺度的设计暴雨强度计算模型，研发基于洪（潮）约束条件下的涝水优化调度算法和防涝空间运行协同关键技术；研发基于数字底座的“水-城”历史回溯、城市暴雨防涝模拟和联合调控决策支持平台，在不同类型城市和历史城镇（街区）开展应用。

考核指标：构建中国历史城镇村防洪排涝的传统理念和方法样本数据库（历史城镇村样本数量不少于 100 个），开发古城排水水利计算模式 2 套，包含城内排水、内城与外水联合计算等场景不少于两种；研发古城治水排涝数字模拟和三维推演系统平台 1 套，编制传统治水防涝遗产保护行业/团体标准（送审稿）1 项；开发机理和数据双驱动的城市内涝三维动态模型，比现有机理模型模拟准确度提高 15%~20%，模型代码完全自主；建立城市防涝空间的评估分级方法，编制基于传统营城治水理念的城市防涝空间规划建设行业/团体标准（送审稿）1 项；建立洪（潮）涝遭遇分析方法，纳入国家标准，开发洪（潮）约束条件的涝水优化动态调度模块，开发排水设施和防涝空间联合调控系统模块；开发基于数字底座的城市暴雨防涝模拟和运行决策支持平台，可实现

城市内涝三维动态模拟、排水设施和防涝空间联合调控，在不少于 5 个城市应用，城市类型包括但不限于滨海型、河网型、北方平原型等，并且至少包含 3 个历史城镇（街区），总服务面积不小于 500km²。

关键词：排水防涝、传统智慧、三维动态模型、防涝空间、联合调控

2.10 极端天气下城市市政基础设施应急保障关键技术研究（共性关键技术类）

研究内容：针对全球气候变化带来的台风、强降水、雷暴、极端高温及低温等极端天气多发情况，结合城市市政基础设施系统主体多元、动态耦合等特征，研究市政基础设施在极端天气多灾耦合情景下安全韧性与应急保障能力评估技术；研究市政基础设施天空地一体化多元立体的智慧监测预警技术；研究多系统、多灾害耦合情景下市政基础设施工程安全韧性和应急保障能力提升关键技术；研究典型市政基础设施和重要建筑应急抢险救援保障与快速恢复关键技术；研发基于协同联动策略的市政基础设施运行调度决策支持与应急指挥调度系统。

考核指标：市政基础设施安全运行的风险识别与韧性评估考虑不少于 3 种极端天气，及不少于 2 种市政基础设施系统耦合的情景；天空地一体化多元立体监测网络的生命线通道通过能力与损失定量监测预警技术，生命线通道通过能力

与损失定量监测达到提前 15 分钟米级时空精度；形成城市供排水系统的配电及加压调蓄设施安全韧性能力提升与应急保障技术指南；形成主要救援通道沿线建构筑物抗风安全防护指南；形成强风情景下高层建筑非结构构件安全提升与应急处置技术指南；

关键词：极端天气、风险识别、监测预警、应急保障、抢险救援

3. 智慧运维

3.1 既有房屋安全体检、评估监测与风险预警关键技术和装备研发（共性关键技术类）

研究内容：针对我国存量房屋类型多、总量大、年代久、地域差异明显的现状，研究房屋结构体检分级分类评估方法、体检指标和标准体系；研究基于合成孔径雷达（InSAR）、光学卫星遥感的房屋结构安全广域筛查技术，研发基于高精度、普适型、多参数、轻量化单北斗房屋结构智能监测预警技术和装备；研发针对大型公共建筑、建筑外围护系统等重点部位的巡检与远程监测预警关键技术及无损远程智能体检装备；研究既有房屋极端气象灾害作用模拟、预测与降尺度技术，研发灾变过程高效仿真技术与易损性模型；研究既有房屋在长期服役与极端气象灾害下的安全风险推演、风险快速评估与预测预警技术，研发使用环境与极端气象灾害对房屋作用的实时监测装备；研发房屋结构安全风险综合监测预警

平台，针对典型场景开展示范应用。

考核指标：形成房屋结构体检技术标准体系 1 套，编制房屋结构体检相关国家/行业/团体标准（送审稿）不少于 1 项；研制时序 InSAR 处理软件 1 套，基于国产雷达数据的建筑形变量测精度优于 2mm/yr ，且永久散射体点密度 $\geq 10000/\text{km}^2$ （时间相干性 ≥ 0.7 ），异常形变探测率 $\geq 90\%$ ；基于光学遥感的屋顶变化智能识别准确率优于 85% ，建筑高度变化识别误差小于 2.5m ，支持的建筑变化类别不少于 4 种；研发轻便化、智能化、高精度房屋结构智能体检装备不少于 3 套；研发不少于 4 种针对公共建筑、建筑外围护系统等重点部位的智能监测装备；研发台风、暴雨、低温雨雪冰冻等不少于 3 种极端气象作用的降尺度技术以及不少于 5 种常见房屋结构形式的易损性模型；研发不少于 3 种环境与极端气象作用监测装备，具备城市尺度百万量级既有房屋安全风险推演、预测预警能力；开发既有房屋安全监测预警平台 1 项，在不同城市典型既有房屋应用示范 15 项，其中大型公共建筑不少于 5 项，并至少在 10 个市级业务系统应用验证。

关键词：房屋体检、监测、预警、卫星遥感、智能装备

3.2 村镇住宅高效建造与数字化监管关键技术与示范（共性关键技术类）

研究内容：针对村镇新建住宅设计建造技术基层适用性不足、产业集成度低，既有住宅安全监管亟需有效技术支持

等问题，研究基于人因工程与地域生态协同的住宅空间聚类模式与生成式设计技术；研究与结构系统相匹配的高效能集成式采暖炊事设备、一体化水处理装备与可快速转场的轻量化多用途施工装备；研究适应村镇住宅特征的低成本结构安全动态监测技术及装备；研发改扩建、经营性用房等村镇住宅智慧监管技术体系和村镇住宅多层级数字化安全监管信息平台；开展村镇新建住宅设计建造技术、既有住宅数字化监管技术应用示范。

考核指标：形成村镇住宅生成式交互设计软件 1 项，体现地域与用户行为差异的村镇住宅多模态信息数据库 1 套，包含不少于 25 种特征参数；开发采暖炊事设备 1 套，一次能源利用率不低于 90%，一体化水处理装备 1 套，污水生态处理梯级利用率 100%，适于快速转场、灵活组拼、自动调节的施工装备 3 套，模架竖向调节作业不超过 5 分钟，精度达到 0.5mm，研编村镇住宅结构构造与设备系统集成体系图集 3 套，开发村镇住宅整装招采与信息化施工服务平台，覆盖不少于 500 项企业信息；形成以北斗为核心的多传感器协同监测方案，支持裂缝、倾斜、沉降等村镇建筑病害协同监测及终端无线自组网，研制低成本多用途形变监测装备样机，核心组功耗不超过 90mW，水平和垂直静态位移精度优于 3mm 和 5mm；研发房屋结构安全隐患识别、抗震防灾能力评估模型支持的村镇住宅多层级安全监管信息平台，覆盖不

少于 3 层级，支持 1000 并发量在线用户操作；制订村镇住宅数字化监管国家/行业/团体标准（送审稿）不少于 2 项；开展生成式交互设计及高效建造装备应用示范工程 3 项，在 1 个及以上省级村镇建设管理部门开展多层级数字化技术监管示范工程。

关键词：村镇住宅、生成式设计、高效能设备、结构安全动态监测、数字化监管

3.3 城镇燃气系统事故隐患排查管控关键技术与示范（共性关键技术类）

研究内容：围绕城镇燃气系统隐患排查治理、事故预防与预警管控需求，研究城镇燃气系统隐患致灾风险辨识、事故模拟推演及排查预警技术；研究基于风险的城镇燃气系统隐患管控规划设计技术及标准化；研发城镇燃气管道建设和运维风险分级管控及隐患溯源定位技术与装备；研发用气建筑燃气设施状态监测、事故警示及联动控制技术与装备；研发城镇燃气设施老化诊断评估和更新改造技术与装备，进行成果集成应用示范。

考核指标：提出城镇燃气系统隐患致灾风险辨识、事故模拟推演、排查预警及溯源治理技术、方法 5 项，隐患识别算法 2 套，致灾演化机理与事故模拟模型 3 项，设施隐患分级及致灾识别指标体系 1 套；提出基于风险的燃气系统隐患管控规划设计技术 3 项，包含管网、厂站等；开发 DN100

及以上金属管道缺陷感知装备,适用压力 $\geq 0.4\text{MPa}$, $\phi 2.4\text{mm}$ 以上泄漏孔及当量金属损失检出率 $\geq 90\%$, 溯源定位误差 $\leq 0.5\text{m}$; 开发 DN100 及以上非金属压力管道漂流式内检测装备, 单次距离 $> 10\text{km}$, 可检出管道位移变化量 $\leq 0.2\text{m}$; 开发用户燃气事故风险隐患辨识及联动控制装置, 包含 2 种以上监控功能, 动作时间 $\leq 5\text{s}$, 报警有效率 $\geq 90\%$; 开发在役燃气 PE 管道更新修复装备, 适用于 DN100-DN500 管径, 途径曲面开孔热熔深度 3mm 以上, 可曲面热熔焊接开孔、封堵与支管连接; 开发城镇燃气事故隐患排查管控集成系统 1 项, 预测性运维辨识误差 $\leq 10\%$, 动态数据比对反馈时间 $\leq 5\text{s}$, 质量信息追溯涵盖 2 类, 事故类别 8 类, 用户 ≥ 200 万户; 编制国家标准 (送审稿) 5 项; 在 5 个以上城市应用示范, 用户 ≥ 500 万户。

关键词: 城镇燃气、事故隐患、排查溯源、隐患治理

3.4 城市生命线安全监测预警技术与示范 (应用示范类)

研究内容: 研究面向城市生命线安全多场景的监测技术, 针对城市地下管网典型施工破坏场景的硬质路面、土壤、管道、介质的振动信号响应特性以及能量传递规律, 以及城市复杂干扰条件下施工破坏信号快速筛查与辨识预警技术; 研究城市生命线安全的多种监测模式和基于分布式光纤传感的城市生命线多场景监测方法和监测预警算法; 研发形成软

硬件一体的成套监测系统，感应距离远、续航长、精度高的拆装携带方便的施工破坏感应预警设备；研究面向城市生命线安全多场景、多监测模式的风险评估方法和监测点位优化技术；研发城市生命线安全工程综合监测预警及主动防控平台；开展城市生命线多场景、多监测模式的工程技术应用示范。

考核指标：监测技术覆盖城市地下管网不少于 3 类；施工破坏类型覆盖典型施工场景数量不低于 5 种，形成施工破坏信号快速筛查与辨识预警算法模型，识别准确率不低于 95%，对施工破坏位置识别定位的误差小于 5m；提出面向城市生命线工程安全多场景的分布式光纤传感监测技术体系 1 套，覆盖城市生命线安全应用场景不少于 3 类，包含有压长输管线异常事件监测（满足异常事件检出率 $\geq 80\%$ ）、城市市政道路地下空洞长期监测（满足地下异常空间监测准确率 $\geq 80\%$ 且连续监测范围不低于 20km）、及城市内涝点积淹水大范围低成本定量监测（提高积淹水常规监测作业效率 $\geq 20\%$ ）；开发国产化分布式光纤解调设备，测量距离不低于 100km，空间分辨率 $\leq 1\text{ m}$ ，光纤采样率不低于 2kHz，可探测感知的声波频响范围优于 0.1Hz~2kHz，信号保真率 $\geq 95\%$ ；开发地下管网施工破坏感应预警设备不少于 3 套，有效监测距离不小于 400m，正常工作时长不低于 3 年，提供样机总数不少于 5 套，具备边缘计算预警能力和防爆、防水、防尘、防静

电、防腐等防护能力；形成不同场景、不同监测模式的风险评估模型不少于 3 项；提出监测布点优化模型及方法不少于 3 项；开发综合监测预警及主动防控联网平台，实现风险态势研判、预警分级推送、应急辅助决策等功能，并发用户访问 ≥ 200 次/s，平均响应时间 $< 2s$ ，预警信息推送时延 $\leq 30s$ ；编制国家/行业/团体标准（送审稿）不少于 5 项；在不少于 3 个城市开展应用示范。

关键词：城市生命线、多场景监测预警、分布式光纤传感、地下管网、外力破坏

3.5 数字城市和数字住建的底座提升与应用支撑技术研究与应用示范（应用示范类）

研究内容：面向进一步提升城市和行业数字底座的模型精度和应用能力需求，研究依托灾普、倾斜摄影等输入信息的建筑室内外构件和空间模型自动生成技术；研究数据-模型-知识驱动的数字底座支撑业务应用的知识图谱适配技术，以及物联感知数据驱动模型状态演化技术；研究基于数字底座的空问尺度自适应仿真模拟算法；研究多参数约束下的城市底座标准数据集构建技术，构建支撑基础研究、人工智能（AI）训练、平台开发与测评等多用途的城市标准数据集；在地级城市、市区、园区等开展城市建设与治理典型场景示范应用。

考核指标：基于通用大模型开发 1 套建筑室内外空间和构件模型生成算法，模型参数规模达到 1 亿级以上，基于纹

理贴图的建筑物外立面构件生成准确率优于 90%，建筑室内分层分户空间划分准确率优于 85%；研发 10 种以上与数字底座链接的业务知识图谱，业务知识推理精度优于 95%，实现 10 种以上物联感知数据驱动模型状态变化的场景；开发面向城市设计、城市防涝、生命线运行、低空航行等基于数字底座的不少于 5 种仿真模拟算法及数据前后处理技术；构建 1 套可公开的城市数字底座标准数据集，建模城区面积不小于 100km²，模型涵盖城市建成环境的建筑、道路交通、市政公用、地下空间和管网、园林绿化等主要类型和多精度级别，模型语义和关系完整率大于 90%，提出 1 套基于标准数据集的数字底座平台软件测评指标；在 5 个以上示范地开展数字底座的应用示范，每个示范系统集成不少于 3 项本项目研发技术，编制相关技术应用的指引文件和典型案例集。

关键词：数字底座，AI 三维建模，知识图谱，仿真模拟，数据集

4. 绿色赋能

4.1 城市轨道交通可变径盾构站隧一体化绿色建造关键技术装备（共性关键技术类）

研究内容：针对空间受限、环境敏感的城市轨道交通传统建造方法集约化程度低、安全风险大和影响周期长等问题，研究盾构站隧一体化建造对既有结构、地层、环境扰动力学机理，研究建造绿色低碳与资源集约评价模型，构建可变径

盾构站隧一体化绿色建造新方法；研究车站与隧道区间一体化建造结构体系与设计方法；研制新型可变径盾构装备，实现刀盘连续变径扩挖、模块式盾体原位快速扩/缩径；研究盾构掘进原位变径、扩挖临空面快速加固、狭小空间内二次始发等可变径盾构施工关键技术；研究可变径盾构站隧一体化建造工程质量保障关键技术，构建智能管控平台，开展工程应用示范。

考核指标：形成盾构站隧一体化建造绿色评价系统 1 套；开发适应城市轨道交通站隧一体化建造的可变径盾构机 1 台（首台套），截面直径变化范围 $\geq \pm 2.5\text{m}$ ，技术就绪度不小于 8；形成城市地铁站隧一体化建造新工法 1 部，新工法较传统工法减少施工占地面积 $\geq 30\%$ ，提高效率 $\geq 20\%$ ；编制站隧一体化建造技术指南 1 部（初稿）；开发融合工程质量控制-风险辨识-应急决策的智能管控平台，实现一体化协同管控；完成不少于 2 条盾构隧道区间夹 1 个车站的一体化绿色建造应用示范。

关键词：城市轨道交通、站隧一体、变径盾构、绿色建造

4.2 基于语义知识图谱的建筑工程标准国际化共性关键技术（共性关键技术类）

研究内容：面向中外文建筑工程标准的跨语言语义对应及建筑工程标准智能化、低失误率互译和高效率标准比对的

难题，研究中外建筑工程标准协同比对的方法、路径和框架；聚焦语言和文化差异所导致的语义变化，研究面向中外文标准的跨语言语义对应模型；基于中外文标准语义知识图谱技术，构建建筑工程标准语义基础数据库；融合自然语言处理、知识图谱、大模型语言等关键技术，研制中外文建筑工程标准智能互译和标准比对技术；开展标准知识库示范应用。

考核指标：对比不少于两个国家或地区的建筑工程领域常用设计标准和典型产品标准，提出体系对齐规则和标准比对框架；建立中外文对照的语义字典和扩展规则，语义字典应涵盖 80%以上常用语义；开发不同语种在线统一标签集和智能管理软件 1 套，初始标签数量不少于 300 个，形成中外双语建筑工程标准语义图数据库；开发完成中外文建筑工程标准知识库与智能译制软件（至少包括中译英、中译俄、中译法、中译阿）及服务平台 1 项，软件满足语义一致性 $\geq 80\%$ ，专业术语准确性 $\geq 90\%$ ，平台具备中英文标准互译功能，译文准确率 $\geq 80\%$ ；申请发明专利不少于 4 项，取得软件著作权不少于 2 项；完成中英文建筑工程标准知识库示范应用工程不少于 1 项。

关键词：标准国际化、语义对应、知识图谱、智能互译

4.3 多尺度建筑绿色性能云端模拟和智能优化软件（基础前沿类）

研究内容：针对建筑绿色性能设计中尺度需求多样、协

同提升难的问题，研究城市-社区-建筑多尺度的建筑绿色性能数据体系，搭建覆盖各类气候区的多模态绿色性能数据库；研究绿色建筑多尺度多性能协同模型自动生成算法；开发基于机器学习与物理原理的绿色建筑云端高效模拟平台；开发面向多尺度建筑与区域绿色性能优化设计的知识表征增强型基座模型；开展城市-社区-建筑绿色性能优化软件集成，在不同尺度不同类型建筑内开展示范应用。

考核指标：建立建筑绿色性能多模态信息的百万级样本数据库，涵盖五大气候区典型城市百万栋建筑三维形态及模拟性能信息，包含至少 5 类、每类 20 项以上绿色建筑项目的实测用能行为画像与建筑物理性能特征，至少支持 4 类模态（数值、文本、图像、视频等）和不同时空尺度数据；建立面向多尺度建筑绿色性能优化设计的知识表征增强型基座模型 1 项，支持 4 类以上模态输入，生成建筑性能相较同类标准建筑提升 20%以上；建立绿色建筑多尺度多性能云端模拟平台 1 项，不少于 5 种完全自主知识产权的性能分析模型的建筑绿色性能模型自动生成算法，支持非均匀室内环境预测、微气候耦合、综合能源系统优化，初步结果响应时间不超过 1 分钟且精度不低于 75%，精细结果响应时间不超过同等性能分析软件模拟时间且精度不低于 90%；至少在 2 款通用工程软件中集成，并在 5 个以上不同尺度不同类型的工程中进行建筑绿色性能优化示范；申请发明专利不少于 10

项，取得软件著作权不少于 10 项。

关键词：“城市-社区-建筑”多尺度、建筑绿色性能数据库、知识表征基座模型、云端模拟平台

4.4 地域气候适应性建筑热工设计与构造关键技术研究 (共性关键技术类)

研究内容：围绕绿色建筑热工设计方法与围护结构构造技术的地域适宜性迫切需求，分别研究干热干冷、高海拔寒冷、湿热湿冷、炎热潮湿等气候区建筑热工设计新原理、新方法及指标体系；研发应对大波动传热的蓄热增强型围护结构构造关键技术；开发适应强辐射条件的遮阳、集热与保温装配式外挂技术与部品；开发适用于间歇供暖空调运行模式的装饰一体化围护结构内保温构造关键技术；开展各类型建筑热工设计新方法、构造技术与指标体系验证，在典型气候区开展技术集成与示范。

考核指标：形成干热干冷、高海拔寒冷、湿热湿冷、炎热潮湿等条件下建筑热工设计方法与指标体系不少于 4 套，修订或新编典型地域地方标准或设计指南不少于 4 部；形成新型围护结构构造、部品关键技术不少于 6 套，申请/授权发明专利不少于 10 项；形成地域适应性建筑热工设计软件、平台工具不少于 2 项，内嵌热工计算新方法不少于 4 种，包含围护结构构造类型不少于 200 种；蓄热增强型围护结构内表面温度波动幅度 $\leq 3^{\circ}\text{C}$ ，外挂构件外遮阳系数在 0.2~0.8 范

围内可调，集热保温构件装配率 $\geq 90\%$ ，内装饰轻质围护结构构造当量导热系数 $\leq 0.03\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，抗压强度 $\geq 0.3\text{MPa}$ ；在四类典型气候区建成不同建筑类型围护结构热工体系示范建筑面积不少于 5 万 m^2 ，其中每类气候区不少于 1 万 m^2 ，示范建筑能耗比现行国家标准 GB55015 降低 20%以上。

关键词：地域气候、建筑热工、设计方法、构造体系

5. 智能建造

5.1 智能建造多模态人机协同关键技术与装备（基础前沿类）

研究内容：针对施工人员与工程机械共同作业场景下的效率提升及安全保障问题，研究智能建造多模态人机协同理论与方法体系；研究施工现场多模态数据采集与处理方法，建立面向危大工程起重设备的人机协同控制装备；研究工程装备智能调度和机群路径自适应规划算法，研发融合现场动态三维模型的三维车载导航设备；研究城市复杂地下空间环境的表征与动态建模方法，研发全时全域感知与自适应主动控制技术，形成吊运、开挖、拼装、注浆等地下工程施工协同控制装备群；开展关键技术与控制装备的应用验证。

考核指标：建立 1 套面向智能建造的人机协同理论模型；建立 1 套具备操作行为风险自诊断、主动消摆能力的智能起重作业协同控制装备，具备 4 种以上多模态工程数据的交互、集成及解析能力，控制系统与现实信息的同步准确率不低于

90%；装备行驶轨迹控制的正负误差不大于 0.1m；支持施工物料吊运、地下空间掘进、预制构件拼装等不少于 3 类 5 款装备的机群协同作业控制，减少作业面人员 30%以上；制（修）订国家/行业/团体标准（送审稿）2 项，申请发明专利 8 项；开展起重吊装、土方开挖、管片拼装等场景下的人机协同作业应用验证不少于 3 项。

关键词：人机协同、多模态数据、动态控制、装备群

5.2 基于工程物联网的建筑工程多场景智能施工装备作业效能管控技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：以提高建筑工程现场智能施工装备适应性和作业效能为目标，研究考虑建筑工程智能施工装备作业布局、工艺工序和任务分配等因素的作业效能管控理论与方法；研发复杂施工环境智能施工工程物联网自适应组网和通信系统；开发基于工程物联网的智能施工装备远程高效馈控模块，研制高适应性、多模态作业的智能施工装备；开发多场景智能施工装备作业效能管控平台，实现智能施工装备集群高效协同联控；开展基于工程物联网的多场景智能施工装备作业效能管控技术示范应用。

考核指标：建立主体结构、装饰装修等 2 类以上建筑工程施工场景智能施工装备作业效能管控模型；提出建筑工程物联网建设标准体系，制（修）订国家/行业/团体标准（送审稿）1 项，典型场景工程物联网自适应组网和通信系统时

延不大于 100ms；完成垂直运输、混凝土施工等施工装备的智能化改造不少于 3 款，研发混凝土施工、钢筋加工、装饰装修、质量检测等新型智能施工装备不少于 10 款；建成 1 套软件核心代码完全自主的多场景智能施工装备作业效能管控平台，实现典型场景智能施工装备全覆盖；开展项目示范不少于 4 个，面积不少于 40 万 m²，作业效能较现有施工装备提升 30%。

关键词：工程物联网、智能施工装备、效能管控平台

5.3 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：针对大型桥梁、地下深埋隧道、大跨公共建筑、能源结构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，并在大型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，网格整体畸变率小于 1/10000（即稳定性高于 99.99%），网格最大扭曲率（四点不共面）小于 0.8，网格最小正交质量大于 0.2，千万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，在大型桥梁、地下深埋隧道、大跨公共建筑、能源结构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

5.4 建筑工程施工质量和安全智能监管关键技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：针对城市建筑工程施工质量和安全实时监测、状态在线评估及问题精准溯源等监管效能提升需求，建立影响结构安全和服役功能的质量数据资源库及数字化监管关键技术标准；研究数据驱动的关键材料及部品部件质量的追溯评估与预测预警技术；研究具备安全风险识别、方案生成等能力的建筑施工安全监管人工智能（AI）大模型和知识图谱；构建基于大模型的危大工程数字孪生推演与多维度安全风险识控预警技术；研发典型结构关键工序质量数字旁站、安全智能巡检、多模态数据采集、诊断及数字化验收关键技

术与装备；研发基于区块链的省市三级建筑工程质量与施工安全监管平台，并开展应用示范。

考核指标：建立包含不少于 10000 条建筑施工质量记录的建筑工程质量行业数据资源库，制定建筑工程质量和施工安全数字化监管的行业标准（送审稿）2 项；研发关键材料及部品部件质量预测预警系统 1 套，预测精度 $\geq 90\%$ ，预警响应时间 $\leq 5s$ ；建立不少于 5000 例建筑施工安全事故调查报告的大规模语料库，中文语料不少于 2 亿字，构建建筑工程施工安全监管 AI 大模型 1 套，参数规模不小于 120 亿，支持领域文本理解和生成相关任务不少于 5 种；建立施工安全事故知识图谱，节点数不少于 1 万个，关系数不少于 5 万个；构建危大工程数字孪生推演与多维度安全风险预警技术 1 套，位移、内力等关键风险要素推演误差不超过 10%；研发基于力、声、光、电等信号的混凝土、钢结构与组合结构数字旁站与质量监测装备 2 套，监测频率 ≥ 60 次/小时，建筑施工现场安全智能巡检装备 1 套，场景建模精度不低于 2cm，风险识别类型不少于 5 种，准确率不低于 95%；开发基于区块链的工程质量与安全数字化监管平台 1 套，接口平均响应时间 ≤ 1 秒，在不少于 2 个区级行政区开展综合应用示范，实现 1000 项以上工程的数据接入。

关键词：施工质量与安全；数字化监管；AI 大模型；电子证照；区块链

5.5 建筑工程大模型构建与应用关键技术（共性关键技术类）

研究内容：针对建筑行业经验积累型的特点，研究建筑工程大模型应用体系；建立涵盖建筑标准规范、工程知识、工程图和 BIM 模型等的多模态建筑工程大模型训练数据集；研发建筑工程大模型开发与训练系列工具链；在通用大模型基础上，构建具备建筑工程专业知识能力的多模态工程大模型，并搭建具备数据集制作及管理、模型部署、行业应用智能体创建等功能的大模型应用开发平台；以建筑方案设计、施工成本管控和进度计划编制等为验证性应用场景，基于平台开发相应的建筑工程大模型应用系统，并开展工程应用示范。

考核指标：形成建筑工程大模型应用体系指南 1 份，包括工程大模型构建技术、应用理论、典型场景、应用模式和方法等；形成包含不少于 3 亿字的与建筑知识相关的大规模语料库、不少于 5 万条数据的高质量建筑领域的专家知识问答数据集；形成支持多模态数据的大模型开发和训练工具链 1 套，支持工程长文本文件、工程图和 BIM 模型单模态或多模态混合输入和训练；形成建筑行业多模态大模型 1 套，具备工程长文本文件、工程图、BIM 模型等多模态输入输出能力，模型生成结果的准确率不低于 95%；搭建建筑工程大模型应用开发平台 1 套，行业知识增强检索准确率不低于 95%；

开发建筑方案设计人工智能（AI）系统、施工成本管控和进度计划编制 AI 系统各 1 套；申请发明专利 5 项、取得软件著作权 7 项；完成应用示范工程总建筑面积不少于 100 万 m²。

关键词：建筑工程大模型、多模态输入、工程图、BIM 模型

5.6 工程建设项目全生命期管理数据交付、融合与服务关键技术（共性关键技术类）

研究内容：面向全国房屋建筑和城市基础设施工程建设项目全生命期数据管理应用需求，研究基于统一编码的工程建设项目立项、规划、设计、施工、竣工、运维不同阶段关键数据的共享复用和变化检测技术；研究工程建设全生命期数据自动关联结构体系和工程建设项目基础库构建技术；研究项目全生命期进度、质量、安全、审批、监管等数据的智能检索与智能交互技术；开发基于工程建设项目基础库的建筑业经济分析模型和建筑市场监管模型；研究建立项目全生命期数据多主体协同应用的技术平台，在联合审批、数字归档、房屋普查数据更新、房屋安全评估等典型场景开展技术验证与应用示范。

考核指标：提出工程建设项目跨阶段的统一编码体系 1 套，并形成行业标准 1 项，编码体系内容包括房屋建筑单体、空间位置等信息，关键数据变化检测的准确率 $\geq 90\%$ ；形成

面向项目联合审批、协同管理、数字交付等应用的知识图谱 1 套，具备建筑业务逻辑推理及语义与结构化数据自组织的能力，数据准确率 > 95%；开发智能检索与智能交互软件 1 套；开发建筑业经济分析模型算法、建筑市场监管模型算法各 1 套；构建支持数字归档、房屋普查数据更新等 8 个以上场景的全生命周期数据接入与交互平台，具备 PB 级数据存储与 GB 级数据更新能力，在不少于 2 个地级及以上城市中应用验证，覆盖房屋建筑和城市基础设施项目 500 个以上；制（修）订国家/行业/团体标准（送审稿）5 项。

关键词：全生命期数据管理应用、数据交付、智能检索、智能交互、数据融合

5.7 自主 BIM 平台在工程建设全生命期的综合应用示范（应用示范类）

研究内容：以推动自主 BIM 平台在建筑、能源、交通基础设施等领域的工程企业应用为目标，研究模型驱动的规划、设计、生产、施工与运维一体化生产体系；研究服务企业内部、承包企业间、企业与政府管理部门的多参与方数字化交付标准体系，完善基于标准体系的模型视图定义工具，实现多主体、跨阶段的数据交换；研究工程项目全过程模型分析与决策技术，建立基于国产 BIM 平台的企业数据中心和行业知识平台，形成企业数字资产，促进工程生产过程的提质增效；建立面向行业主管部门的工程全过程监管服务 BIM 云平

台，实现施工图审查、安全质量监管、竣工验收等关键环节的智能化监管，推动数据驱动的行业治理。

考核指标：面向工程不同阶段、应用场景，完成不少于 10 项模型拆分合并、转换融合等自主 BIM 模型处理技术；实现单一数据源的设计建造生产要素数据集成，建立 1 套基于自主 BIM 技术的企业全过程生产与交付平台，1 套政府监管服务 BIM 云平台；在覆盖建筑、能源、交通基础设施等领域不少于 5 家大型工程企业的 50 个工程项目中应用，每个领域形成行业知识库 1 套，实现工程项目设计中跨专业冲突发生比率降低 20%，运维过程能耗及碳排放较同类项目降低 10%；在不少于 3 个省、市级主管部门进行示范应用，覆盖不少于 30 个工程试点示范项目；申请发明专利或登记软件著作权不少于 20 项；制（修）订国家/行业/团体标准（送审稿）不少于 5 项。

关键词：自主 BIM 平台、项目全生命期、数据中心、知识平台

5.8 建筑产业互联网资源优化关键技术与示范（共性关键技术类）

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，研究建筑产业大数据资源规划方法、工程数据集成交付技术和建筑产业互联网平台通用架构；研究面向复杂工程要素自动识别和数据采集（AIDC）标准体系，

研发基于国际 AIDC 标准的工业化建造 AIDC 成套技术及软件；研究建筑产业工人资源信息汇聚与优化调度技术，研发基于区块链的建筑产业工人服务平台软件；研究基于智能合约的招采需求表征模型和物资供应链优化技术，研发数字化招采平台软件；研究基于建筑产业互联网的资源优化应用范式，开展规模化应用示范。

考核指标：研发支撑项目全生命期工程数据集成和治理软件 3 项，支持 IFC 等国内外主流工程数据交换标准；研发工业化建造 AIDC 成套技术 1 项，建立工程要素 AIDC 标准体系 1 套，制（修）订国家/行业/团体标准（送审稿）不少于 3 项；研发建筑产业工人服务平台，覆盖产业工人 > 1500 万人，包含产业工人数字画像档案 > 100 万份；研发数字化招采平台，累计物资招采金额 > 5 万亿元，包含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，应用项目 > 2000 个，提出不少于 5 种资源优化应用范式。

关键词：建筑产业互联网、大数据、资源优化、数字画像、区块链

5.9 建设工程造价管理数字化支撑技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对工程造价数字化管理新模式，研究工程造价数据治理体系和相关数据标准；研究基于数据驱动的工程造价知识智能抽取技术及数据服务平台架构体系；开发基

于人工智能技术的多源工程造价数据采集、自动标注及动态数据生成技术；研究多维度多要素影响下的项目投资预测及决策优化关键技术；开展不少于 3 类建筑业态的工程造价数字化平台应用示范。

考核指标：形成工程造价数据资产目录，编制国家/行业工程造价数据标准（送审稿）不少于 2 项；建立工程造价数据服务平台，具备知识库、指标指数服务、指标自我完善、成果数字体检等功能；开发多源造价数据自动化采集工具 1 项；工程造价数据标签自动化标注工具 1 项；工程造价指数指标数据智能提取工具及多层级造价指标规则库各 1 项，覆盖建筑业态不少于 3 类，且每类造价指标不少于 50 个；开发项目决策阶段的投资预测模型和项目交易阶段的投资控制模型各 1 项；在工程造价改革试点地区及江苏、上海、山东等地开展工程造价数字化平台应用示范，示范地区不少于 2 个且建筑业态不少于 3 类；申请发明专利 2 项，取得软件著作权 2 项。

关键词：工程造价、数字化、人工智能、决策与优化

6. 低碳转型

6.1 建筑热源低碳化关键技术与装备研发（共性关键技术类）

研究内容：针对北方地区建筑热源降低碳排放的需求，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；研发新型吸收式、吸收压缩联合式热泵的热变换器，可实现温度范围和温度品位不匹配的两侧流体间的高效换热，并实现产品化；研发高热效率、低火积耗散、可实现跨季节储热的储热设施；研制适应极端气候、高效环保的新型空气源热泵机组，研发新型中深层地埋管采热系统；研究热泵系统自适应寻优控制技术以及大规模负荷聚合优化调控机制；在北方典型气候区对以上研发的装备和设施进行应用工程示范。

考核指标：研发出 3 种以上工业余热高效采集设备或装置，全热回收率不低于 80%，其中气体形式和液体形式工业余热回收的平均传热温差不高于 15K；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，至少包括板式吸收式换热器、第二类吸收式换热器、实现多分区供热的吸收式换热器、吸收式压缩相结合双侧相变的热量变换装置、吸收式换热器与压缩式热泵结合的蒸汽制备装置以上五类装置；研发出超过 2.5 万 GJ 蓄热量、蓄热时间超过 4000 小时的大规模跨季节蓄热设施，跨季节热损失低于 15%，内部热扩散导致的火积耗散低于 10%；研制适应 -30℃、制热性能系数不低于 2.2 的高效空气源热泵机组，研发出相比同轴套管采热系统效率提升 30% 以上的新型中深层地埋管采热系统；开发热泵负荷聚合城市级智慧化管理平台，聚合容量达到万千瓦级，调峰深度不低于 25%；上述

各项关键设备都在示范工程中应用，完成各类建筑低碳供暖示范工程 6 项以上，总供暖面积不少于 150 万 m^2 。申请国家发明专利 15 项以上，形成国家/行业标准（送审稿）不少于 3 项。

关键词：建筑热源、低碳供暖、热泵、吸收式换热器、大规模储热设施

6.2 建筑与电动车柔性互动用能系统关键技术研究与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对城市建筑与电动车高效协同难、柔性用电难等问题，研究建筑新型储能资源时空分布特征与优化配置方法及高精度动态模拟仿真方法；研发建筑与电动车能量交互安全控制与双向计量关键技术及装备；研究建筑机电设备柔性用电实时响应关键技术，开发建筑柔性机电设备及控制终端；研究建筑-电力多尺度交互响应策略与运维-交互多目标协同算法，开发建筑柔性用电数字化平台；开展建筑与电动车协同互动项目示范。

考核指标：提出建筑新型储能资源优化配置方法，开发其全年逐时模拟仿真软件，步长 15 分钟；开发面向户用、社区及园区场景的建筑-电动车能量交互装备不少于 3 套，能源转换效率不低于 96%，安全故障预警时间不少于 2 小时；研发空调等柔性机电设备不少于 3 类，功率调节精度不低于 90%、启动响应时间小于 2s；开发不少于 3 种建筑类型的柔

性用电调控算法及数字化平台，并行处理空调、电动车等节点不少于 1000 个；开展不同场景互动示范项目不少于 5 个，至少包含 1 个国家可持续发展议程创新示范区，建筑面积不少于 100 万 m^2 ，充电桩数量不少于 300 个，用电峰值削减 15% 以上，综合降碳率 15% 以上；申请国家发明专利不少于 15 项；编制国家/行业/地方技术标准（送审稿）不少于 3 项。

关键词：建筑与电动车，柔性用电，建筑节能

6.3 城镇污水处理系统减污降碳协同及污水热源利用关键技术与装备研究（共性关键技术类）

研究内容：面向我国城镇污水处理减污降碳协同增效和绿色低碳转型的科技需求，研究低碳导向的城市污水处理系统规划技术方法，减污降碳绩效评价方法及指标体系；研究污水管网非二温室气体的生成机理、逸散特征，监测计量及控制技术，研究污水能源高效利用关键技术及装备；研究污水处理厂非二温室气体监测计量及精细调度精准控制的减污降碳协同稳定运行关键技术；研究污泥厌氧甲烷及萃取液高效利用关键技术；在典型气候区开展城镇污水处理系统减污降碳协同技术示范应用。

考核指标：形成城镇污水处理系统减污降碳协同增效规划设计指南/导则（建议稿）1 项，制定城镇污水处理系统协同降碳绩效评价国家/行业标准（送审稿）1 项；研发污水管网非二温室气体控制技术，形成污水管网非二温室气体控制

技术指南建议稿；开发污水管网/厂区能源高效提取利用相关设备不少于 2 项，中温热泵综合能效比（COP）不低于 3.5，高温热泵综合能效比（COP）不低于 3；研发污水处理厂污染物削减与非二温室气体减排的协同增效关键技术和智能化管控平台，生物粉末载体添加前后去除单位污染物（COD、TN）碳排放量降低 10%；开发非二温室气体在线监测技术和装备不少于 2 套，响应时间<10s；开发污水厂剩余污泥厌氧消化甲烷高值转化及微生物萃取液利用关键技术 2 项；开展提质增效协同降碳技术示范应用不少于 2 个，总规模不低于 20 万 m³/d，创建绿色低碳标杆厂不少于 2 个；申请发明专利 5 项，取得软件著作权 2 项，编制污水处理绿色低碳标杆厂技术导则（建议稿）。

关键词：城镇污水处理系统、减污降碳、协同增效、绩效评价、污水能源利用

6.4 生活垃圾处理关键技术与装备研究（共性关键技术类）

研究内容：研究存量生活垃圾填埋场现状评估与监测方法体系、修复利用全过程甲烷排放核算方法；研发生活垃圾填埋场存量垃圾安全清洁开采与多组分分离及资源化利用技术和装备；研发偏远镇村及海岛型地区生活垃圾小型焚烧成套技术与装备；研究不稳定进料条件下焚烧温度、负荷及烟气污染物稳定控制技术；研究基于工况变化的小型焚烧智

能控制及反馈调节技术；开展生活垃圾小型焚烧技术验证与设备集成示范。

考核指标：形成生活垃圾填埋场污染物减排阻控与处理等关键技术 1 项，其中污染物迁移扩散通量降低 $\geq 90\%$ ，甲烷减排量 $\geq 90\%$ ；形成存量垃圾高效多组分分离与资源化利用技术装备 2 项，分离装备处理能力 $\geq 100 \text{ t/h}$ ，其中腐殖土杂质含量 $\leq 3\%$ ，可燃物杂质含量 $\leq 5\%$ ，无机骨料杂质含量 $\leq 5\%$ ，资源化利用率 $\geq 90\%$ ；形成 5 ~ 30 吨/日生活垃圾小型高温焚烧成套设备，一次燃烧温度全过程波动区间不超过 200°C ，二次燃烧温度不低于 850°C ，炉渣热灼减率小于 5% ，大气污染排放指标达到《生活垃圾焚烧污染控制标准》，开发具有远程诊断及控制功能的智慧化平台 1 套；编制国家/行业/团体标准（送审稿）2 项以上，申请发明专利及软件著作权 8 项以上，在中西部县域、海岛地区开展小型高温焚烧技术示范工程供不少于 2 项，稳定运行 6 个月以上。

关键词：存量生活垃圾填埋场、修复利用技术、甲烷减排、小型化高温焚烧、污染物控制