



T/CECS XXX-202X

中国工程建设标准化协会标准

城区减碳技术规程

Technical Regulations for Urban Carbon Reduction

(征求意见稿)

XX出版社

前 言

根据中国工程建设标准化协会《2023年第二批协会标准制订、修订计划》（建标协字[2023]50号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程的主要技术内容包括：1 总则、2 术语、3 低碳策划、4 规划设计、5 施工建造、6 低碳运维。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区分会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请寄送至中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号，邮编：100013）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

| | |
|------------------|----|
| 1 总 则 | 1 |
| 2 术 语 | 2 |
| 3 低碳策划 | 3 |
| 3.1 一般规定 | 3 |
| 3.2 基础评估 | 3 |
| 3.3 减碳方案 | 5 |
| 4 规划设计 | 6 |
| 4.1 一般规定 | 6 |
| 4.2 用地布局 | 7 |
| 4.3 产业布局 | 9 |
| 4.4 能源系统 | 10 |
| 4.5 建筑节能 | 15 |
| 4.6 交通组织 | 18 |
| 4.7 市政公用设施 | 22 |
| 4.8 蓝绿空间 | 27 |
| 5 低碳建造 | 35 |
| 5.1 一般规定 | 35 |
| 5.2 绿色建材 | 35 |
| 5.3 绿色建造 | 36 |
| 6 低碳运维 | 39 |
| 6.1 一般规定 | 39 |
| 6.2 智慧城区 | 40 |
| 6.3 低碳运维机制 | 41 |
| 6.4 碳 汇 | 43 |
| 本标准用词说明 | 46 |
| 引用标准名录 | 47 |

Contents

| | |
|--|----|
| 1 General Provisions | 1 |
| 2 Terma | 2 |
| 3 Low-carbon Planning | 3 |
| 3.1 General Requirements | 3 |
| 3.2 Basic Assessments | 3 |
| 3.3 Carbon Reduction Solutions | 5 |
| 4 Planning and Design | 6 |
| 4.1 General Requirements | 6 |
| 4.2 Site Layouts | 7 |
| 4.3 Industrial Layouts | 9 |
| 4.4 Energy Systems | 10 |
| 4.5 Energy Efficiency in Buildings | 15 |
| 4.6 Transportation Organizations | 17 |
| 4.7 Municipal Utilities | 22 |
| 4.8 Blue-green Space | 27 |
| 5 Low-carbon Construction | 35 |
| 5.1 General Requirements | 35 |
| 5.2 Green Building Materials | 35 |
| 5.3 Green Build | 36 |
| 6 Low-arbon Operation and Maintenance | 39 |
| 6.1 General Requirements | 39 |
| 6.2 Intelligent Operation and Maintenance | 40 |
| 6.3 Low-carbon Operation and Maintenance Mechanisms | 41 |
| 6.4 Carbon Sink | 43 |
| Explanation of Wording in This Code | 46 |
| List of Quoted Standards | 47 |

1 总 则

1.0.1 为落实碳达峰碳中和要求，推进生态文明建设，提高城区减碳工作的可行性，制定本规程。

【条文说明】《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》提出：强化绿色低碳发展规划引领。将碳达峰、碳中和目标要求全面融入经济社会发展中长期规划，强化国家发展规划、国土空间规划、专项规划、区域规划和地方各级规划的支撑保障。从规划、设计、建造、运维等全过程入手，指导城区的低碳建设，实现城区绿色低碳发展。

1.0.2 本规程适用于城区的低碳策划、低碳规划设计、低碳建造和低碳运维全过程的碳减技术要求。

【条文说明】本标准适用于城市建设用地范围内的集中城市化地区，城市更新、老旧小区改造等区域可参照本标准相关要求执行。

1.0.3 城区减碳除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】本规程给出城区低碳策划、规划设计、低碳建造、运维等阶段的技术措施，但还不能涵盖城区减碳的全部技术内容，因此城区减碳工作还应参照国家其他现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 城区 area

指国土空间总体规划确定的城市建设用地范围内的已开发或待开发地区。

2.0.2 蓝绿空间 blue-green space

绿地与水体空间的统称。包括：非建设用地中的自然和半人工开放空间，如森林、河流、水库、农田、湿地等；建设用地中的半人工或人工开放空间，如城市公园、绿地、广场和小型水体等。

2.0.3 生态网络 ecological network

一定区域范围内绿地、林地、湿地等自然生态保护地，通过生态廊道、绿道、生物踏脚石等具有一定连接度的带状廊道联结而成的网络系统。

2.0.4 集约型公共交通 mass transit

为城区中的所有人提供的大众化公共交通服务，且运输能力与运输效率较高的城市公共交通方式。

【条文说明】集约型公共交通可分为大运量、中运量和普通运量公交。大运量公交指单向客运能力大于 3 万人次/h 的公共交通方式；中运量公交指单向客运能力为 1 万人次/h—3 万人次/h 的公共交通方式；普通运量公交指单向客运能力小于 1 万人次/h 的公共交通方式。

2.0.5 生态廊道 ecological corridor

指在生态环境中呈线性或带状布局的生态系统空间类型，主要功能是连接空间分布上较为孤立和分散的生态景观单元。

2.0.6 生态斑块 ecological plaques

指不同于周围背景的、相对均质的非线性区域。

【条文说明】生态板块是能够和其周围的土地有区别且整体相对而言较为均质的区域，它与周围的土地有一定差异，呈现出不同的外观与性质，能够反映出系统内部以及系统间的相似性或差异性。

2.0.7 能源微网 Energy Microgrid

以能源优化利用为导向，整合分布式能源（如太阳能、风能）、储能系统及智能控制技术，实现区域能源生产与消费的平衡，是能源互联网的基础组成部。

3 低碳策划

3.1 一般规定

3.1.1 城区减碳目标应基于区域资源禀赋与气候敏感性，采用符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T51366 的碳排放预测模型，确定减碳范围与目标。

【条文说明】本条文要求以区域资源禀赋和气候敏感性为基准，构建动态“现状-预测”模型。现状测算采用《国家温室气体清单编制指南》方法，覆盖能源、工业、建筑、交通、废弃物、碳汇六大领域；未来预测需融合 LEAP 等模型，采用情景分析等方法，并叠加人口增长、产业结构调整等变量。

3.1.2 城区应制定分阶段减碳目标，采用定性和定量相结合的方式，形成目标体系。

【条文说明】城区在规划阶段应考虑减碳技术，组织专业人员负责城区整体的减碳工作，执行国家和地方相关规定，综合考虑用地布局、能源系统、建筑节能、交通组织、市政公用设施、蓝绿空间等，分阶段制定碳减排目标。一般以 5~10 年为一个阶段。

3.1.3 城区应根据不同类型城区特点制定减碳实施方案，并提出差异化实施要点。

【条文说明】不同城区可结合实际建设情况差异化制定减碳实施方案：

新建城区：优先应用低碳技术（如光伏幕墙、氢能供能系统），基准年碳排放强度宜低于同类城区 20%。

在建城区：重点监测施工过程中碳排（BIM 追踪预制率不小于 50%），纳入循环建材替代率指标（不小于 30%）。

既有改造：聚焦存量设施低碳升级（供热管网损失率不大于 8%），依托智慧城市管理平台实现能耗动态预警。目标动态修正周期为 3 年，需基于月度碳计量数据与年度核查结果，结合《科学碳目标（SBTi）1.5°C 路径》调整降碳率。

3.2 基础评估

3.2.1 城区减碳评估应包括生态环境要素本底特征、碳源及碳汇基本情况、现状

碳排放量及本地碳排放因子、低碳规划情况、减碳潜力等。

【条文说明】城区减碳基础评估是一个多维度、多层次的过程，需要综合运用多种方法，包括实地调查法、理论分析法和情景分析法等，以全面、科学地评估城市的碳排放水平和减排潜力，为制定有效的碳减排策略提供依据。城区减碳基础评估是实现城市可持续发展的重要手段，也是推动社会整体迈向低碳未来的关键步骤。通过对生态环境要素本底特征评估、碳排放源减碳基础和减碳潜力评估、本区域规划情况评估、现状碳排放水平评估等方面进行科学的评估和采取有效的减碳措施，实现城市的可持续发展目标。

3.2.2 城区评估应考虑城区类型、地域差异等因素，并应符合以下规定：

- 1 评估对象按建设阶段分为新建城区、在建城区和既有城区，区域评估需引入气候修正系数；
- 2 碳排放核算应区分直接排放、间接排放、隐含碳排放和其他碳排放；
- 3 考虑城区所在地区，引入经济密度修正系数。

【条文说明】本条文对城区评估考虑因素做出规定。

1 新建城区侧重规划及低碳技术选择的合理性；在建城区侧重于建造实施过程中的减碳措施及效果；既有城区重点评估改造潜力与历史排放。

3 不同气候区差异需考虑采暖、制冷能耗调整系数、能源结构差异等要素。评估修正系数基于国家气候分区及统计局经济数据动态更新，东西部差异化参考能源结构模型，如西部风光资源补偿系数 0.8~1.5，北方采暖期碳排放权重 15%，高密度城区交通排放系数 1.2。

3.2.3 城区减碳基础评估指标应包括单位国内生产总值碳排放强度、人均碳排放量、地均碳排放量、碳汇覆盖率及可再生能源替代率。城区可在基础评估指标的基础上，结合实际情况，补充适宜的评估指标。

【条文说明】单位 GDP 碳排放强度反映经济增长与碳排放的脱钩程度，是衡量产业能效与低碳转型的核心指标；人均碳排放量体现居民生活与消费模式的可持续性，引导公众参与减排；地均碳排放量关注空间集约化水平，为优化用地结构与功能布局提供依据；碳汇覆盖率通过核算绿地、湿地等生态系统的固碳能力，强化自然碳汇对城区碳中和的支撑作用；可再生能源替代率量化清洁能源对传统化石能源的替代比例，倒逼能源结构优化升级。同时鼓励城区结合产业特征、资

源禀赋及发展阶段，补充工业碳生产率、公共设施碳效、交通电动化率等特色指标，形成科学性与灵活性兼具的动态化评估体系，为精准制定减碳路径提供支撑。

3.3 减碳方案

3.3.1 城区应从规划设计、建造实施、运维管理全过程确定减碳路径和减碳方案。

【条文说明】城区减碳实施方案，宜从城区碳排放占比较大的领域，以及减碳潜力较大领域进行实施。在城区的工业、交通、建筑、市政、能源等领域中，宜根据城区特点，从空间布局、用能结构、建筑及基础设施能效、蓝绿空间、运营管理等碳排放具体领域，从城区统筹角度，合理确定减碳实施路径。

3.3.2 城区应结合区域资源禀赋、功能特点，从技术优化、能源替代两方面制定减碳路径。

【条文说明】本条文主要规定了城区分区域减碳路径。技术优化：北方采暖区推广超低能耗建筑+余热回收，南方湿热区强化空调系统能效提升；能源替代：西部风光资源区布局集中式光伏/风电，东部沿海发展分布式能源+氢能储能；产业协同：高密度城区试点“交通-建筑-电网”多能耦合模型，嵌入碳捕集与封存(CCS)边际成本分析。

3.3.3 城区减碳方案应包含公众宣传和教育活动等内容，提高公众对减碳的认识和意识，鼓励公众参与减碳行动。

【条文说明】国家大力倡导绿色生活方式，也要求城区采取措施倡导简约适度、绿色低碳、文明健康的生活理念和消费方式，引导公众优先选择公共交通、步行、自行车等绿色出行方式，引导公众节约用水用电、反对铺张浪费、推广“光盘行动”、抵制过度包装、减少一次性用品使用。

3.3.4 城区减碳方案应明确责任主体和实施时间表。

【条文说明】为了保证减碳方案实施效果，需结合城区管理要求，明确各项措施的实施主体和实施时间，合理安排各项措施的落实计划。

4 规划设计

4.1 一般规定

4.1.1 城区应以建设城绿共生的融合城区、绿色出行的紧凑城区、集约高效的循环城区为目标，形成低碳规划设计方案。

【条文说明】整体统筹土地利用、能源系统、交通系统、蓝绿空间等各个系统规划设计，引导城区向城绿共生、绿色出行和集约高效循环的方向发展。优化城市形态，促进城区职住平衡，推动绿色出行，促进资源循环使用，降低城区资源、能源碳排放；将城市空间与自然生态空间的有机融合，增强城区碳汇能力；促进城区向绿色、高效、可持续的方向发展。

4.1.2 城区低碳规划设计应加强减碳技术与城区空间的耦合，从土地利用、产业布局、能源系统、建筑节能、交通组织、市政设施、蓝绿空间等方面开展规划设计。

【条文说明】城区低碳规划设计应考虑整体系统性，要求在城市规划和设计过程中，综合考虑土地利用、产业布局、能源系统、建筑节能、交通组织、市政设施以及蓝绿空间等多个系统的相互作用和影响；通过各系统的高效协同，实现各类减碳技术和城区空间有效结合，减少能源浪费，提升能源使用效率，降低城区碳排放。

4.1.3 城区应完善蓝、绿、灰空间有机融合，提升城区碳汇能力。

【条文说明】通过蓝、绿、灰三类空间的协同设计强化城区碳汇能力。保护与修复湿地、绿地等自然碳汇，优化建成空间生态功能；构建多尺度蓝绿基础设施网络，增强碳汇连续性；结合人工设施低碳化改造，降低灰空间碳排放，实现生态效益与减碳目标统筹。

4.1.4 城区应设计紧凑混合的城市形态，构建便捷高效的公交体系与慢行体系。

【条文说明】设计合理紧凑的城市形态，有利于避免城市的无序扩张，减少城区碳排放。通过优化用地布局和提升用地混合度，实现职住平衡，缩短通勤距离，发展高效公交和慢行系统，推动绿色出行，可进一步降低城区交通碳排放。

4.1.5 城区应优化公共基础设施综合布局，制定能源、市政设施分布方案。

【条文说明】整合能源与市政设施布局，通过区域能源网络分布式可再生能源提升能源效率；推动市政设施循环化减少资源损耗；结合数字化管理平台动态优化设施运行，实现集约高效与低碳目标协同。

4.2 用地布局

4.2.1 城区应优化居住与就业空间关系，合理控制通勤距离和时耗，实现职住平衡发展。

【条文说明】职住平衡是实现低碳城市发展的重要规划策略，其核心是通过居住与就业空间的合理配置来减少不必要的长距离通勤。其实现需要建立在多维度、多系统的协同基础上，具体实施路径可通过以下几方面落实。

依据《城市综合交通体系规划标准》（GB/T 51328），建议就业人口与住房供给比保持在 1:0.9-1.1 之间。空间上采取分级管控策略，构建“宏观-中观-微观”三级职住平衡规划框架：在宏观层面，应基于城市空间结构建立“就业廊道-居住组团”的总体格局；在中观层面，可规划 3-5 平方公里的职住平衡单元，实现就业、居住与服务功能的有机融合；在微观层面，需重点优化街区尺度的功能混合布局。如兰州新区通过建设产业强中心和社区就业节点，实现“家门口就业”覆盖率达 60%。对于建成区，应通过城市更新增加就业中心周边的住房供给，实现低效用地功能置换，如上海唐镇小湾村“城中村”改造项目通过“居住+商业+办公”混合开发，新增就业岗位 2000 余个；对于新发展区，宜采用产城融合模式，确保就业与居住用地同步规划、同步建设，如兰州新区承接中心城区疏解产业，并配套优化住房结构与公共服务。

交通组织方面，构建多层次交通廊道与职住空间分布相匹配，规划“快速轨道+主干道路+辅助通道”三级交通网络，连接就业密集区与居住组团。例如，兰州新区与中心城区通过三大交通廊道缩短通勤时间，实现“双城”30 分钟通勤圈。枢纽节点提质增效，在居住区与产业园区交汇处布局综合交通枢纽，集成轨道交通、公交接驳、共享单车等设施，降低跨区域通勤成本。上海真如地区通过 TOD 模式提升枢纽周边职住衔接效率。良好的职住平衡规划能够有效减少通勤时间和交通碳排放，提升居民生活质量。在具体实施过程中，应当结合城市发展阶段和区域特点，制定切实可行的职住平衡目标和实施路径。

4.2.2 城区应结合不同尺度的生活圈，优化居住和公共服务设施用地布局，结合“15 分钟生活圈”与“5 分钟便民圈”分层配置公共服务设施。

【条文说明】结合不同尺度的城区生活圈优化用地布局，是达成城区减碳目标的关键措施。通过分层配置公共服务设施，能够缩短居民获取日常服务的距离，减少机动车使用频率。“15 分钟生活圈”在片区尺度统筹教育、医疗、商业等公共服务设施布局，确保居民在 15 分钟内可达；“5 分钟便民圈”在社区尺度嵌入小型便民服务设施，如便利店、社区诊所等，满足居民日常需求。通过生活圈分层配置，有效减少居民出行需求，助力于城区减碳目标。

4.2.3 城区应以公共交通为导向进行土地开发，提高轨道交通站点周边开发强度，布局居住与公共服务功能。合理利用地下空间，统一规划、统筹建设地铁、地下人行通道、综合管廊等设施。

【条文说明】公共交通导向模式（TOD）有助于缩短通勤距离，减少机动车使用，降低交通碳排放。确保公共交通站点 500m 范围内居住用地比例不低于 50%，可以为更多居民提供便捷的公共交通服务。合理利用地下空间，是降低地面土地开发压力的重要手段。将地下轨道交通、综合管廊和其他基础设施统一规划建设，可提升资源利用效率，同时减少重复建设带来的碳排放。

4.2.4 城区中工业用地应与交通运输、物流仓储用地协同选址，减少原材料与产品运输距离，降低运输碳排放。

【条文说明】规划设计阶段工业用地与交通运输、物流仓储用地的协同选址是降低运输能耗的重要措施。产业与交通联动布局可以采用靠近交通枢纽、多式联运优化等规划策略，鼓励上下游产业就近布局，提升产业运行效率，降低交通碳排放的同时减少工业污染对城市环境的影响。

4.2.5 城区宜采用土地利用技术监管，对城区土地利用情况进行模拟评估。宜建立土地资源管理信息系统，利用大数据和人工智能技术，优化土地资源配置，提高土地利用决策的科学性和精准性。

【条文说明】通过土地利用技术监管，利用模拟评估手段掌握城区土地利用现状与未来发展趋势，可以更好地控制城区建设界面，优化空间结构。建议通过遥感技术、地理信息系统（GIS）等技术手段建立动态监测系统。智能化土地资源管理信息系统基于大数据和人工智能技术，可以提升土地资源配置效率。例如，运

用大数据分析平台对土地使用效率进行分析和优化，为决策者提供更科学的依据，减少资源浪费。

4.3 产业布局

4.3.1 城区应依据国土空间总体规划及发展规划，编制低碳导向的产业专项规划，推动低碳产业发展。

【条文说明】产业规划需实现三级衔接：

战略衔接：对标《“十四五”国家战略性新兴产业发展规划》，提出与城市双碳目标协同的产业体系，如新能源、智能装备、生物制造等。

空间衔接：结合控规用地性质，划定低碳产业集聚区、循环经济示范区。

数据衔接：建立产业碳排放清单，分析现有产业能源消耗强度、碳排放强度，优先淘汰高耗能低附加值产能。

4.3.2 城区应对既有产业实施结构调整与低碳化升级，制定分阶段减碳计划。

【条文说明】既有产业改造应通过技术升级、能源替代、产能退出协同推进；2030年前规上企业可再生能源使用占比应不小于30%，重点行业碳排放强度需降至同行业基准值80%以下。

4.3.3 城区宜发展可再生能源、新能源汽车等绿色产业，并优化空间布局。

【条文说明】重点发展风电装备、光伏组件、氢能制储、新能源汽车及充电设施；新增产业用地30%以上用于绿色技术研发与中试基地，沿轨道交通廊道布局智能网联汽车产业园，在15分钟生活圈嵌入分布式能源站与零碳建筑示范区。

4.3.4 城区应推动绿色工厂、零碳园区建设，强化产业减碳协同效应。

【条文说明】园区应构建“风光储氢”多能互补系统，可再生能源自给率不小于50%；通过余热回收、中水回用提升资源循环率至80%；建立园区级碳管理平台，实现企业间能源、物料、碳数据实时共享与优化调度。

4.3.5 城区应实施绿色产品分级认证，建立动态化目录管理与政策激励机制。

【条文说明】对标电解铝行业碳足迹核算国标，设置深绿（行业前10%）、中绿（行业平均）、浅绿（过渡期）三级标识；应用区块链技术确保碳足迹数据不可篡改，降低核证成本30%以上；2025年起办公设备、建材等品类强制采购目录内产品（比例不小于30%），目录内企业享受绿色信贷利率下浮20%、碳减排

支持工具额度倾斜。

4.4 能源系统

I 可再生能源

4.4.1 城区的能源系统应优先开发利用太阳能、地热能等可再生能源，扩大可再生能源利用规模，提高其在能源结构中的比例。城区应开展可再生能源的勘查和评估工作，明确其分布及可利用量，并根据评估结果合理规划和利用可再生能源，并满足下列规定：

- 1 可再生能源利用总量应达到城区一次能源消耗总量的 2.5%以上；
- 2 具备条件的城区，可再生能源利用总量宜逐步提高至 5.0%以上；
- 3 对于资源禀赋良好且具备较高开发潜力的城区，可再生能源利用总量可逐步提高到 7.5%以上。

【条文说明】为优化城区能源结构、减少化石能源依赖，城区应根据资源禀赋，通过规模化部署可再生能源，推动能源供给的多样化与低碳化。通过评估资源分布与可利用量，合理规划太阳能、地热能等的开发利用，逐步实现清洁化和多样化能源供给。条文设定的利用比例目标（2.5%、5.0%、7.5%）为不同资源条件的城区提供了分阶段实施路径，促进城区能源系统从传统化石能源依赖向低碳清洁能源转型。

4.4.2 城区建筑群屋顶应规模化配置太阳能光伏系统，宜采用光伏发电、储能、柔性用电一体化设计，并应符合现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368 的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 光伏组件安装面积不应低于建筑群屋顶可安装面积的 50%；
- 2 建筑群应配置不少于一种形式的储能装置；
- 3 光伏发电宜优先用于建筑群内本地消纳。

【条文说明】为推动城区建筑群屋顶太阳能光伏系统的规模化应用，本条文要求光伏组件安装面积不低于建筑群屋顶可安装面积的 50%，确保光伏发电能力最大化。配置储能装置可解决光伏发电的间歇性问题，提高能源利用的稳定性。光伏发电优先本地消纳，减少能源传输损耗，提升能源利用效率。通过光伏发电、储能及柔性用电的一体化设计，推动城区建筑能源系统的清洁化和智能化转型。

4.4.3 城区宜根据气候分区在建筑群中统筹布局空气源热泵系统，并与建筑群光伏发电、储能设施及区域供热网络协同设计，形成多能互补的供能架构。

【条文说明】空气源热泵作为城区低碳供暖的核心技术，应从整体能源结构优化出发。针对气候适配，寒冷地区应部署低环境温度机组并结合低温辐射供暖技术，提高系统能效；其他气候区则可根据实际需求灵活配置。标准化推进方面，应遵循国家和行业标准，确保设备选型与安装的规范性与可靠性。多能协同方面，应与光伏、储能系统联动，优先利用可再生能源驱动热泵，并与区域供热网络衔接，实现能源梯级利用。空间协调方面，通过集中布局或隐蔽设计，减少室外机对城市风貌和微气候的影响。

4.4.4 城区建筑群宜集中建设地源热泵系统与污水源热泵系统，充分利用中深层地热能及再生水源进行供暖和制冷，并满足下列规定：

1 地热系统设计前，应对工程场地及周边状况进行全面勘查，明确地热资源的可采储量、地热井参数及资源开发潜力。勘查过程应符合现行国家标准《地热资源地质勘查规范》GB 11615 的有关规定；

2 地热系统设计中，形式选择和埋管深度应根据地热资源勘查部门提供的数据进行。对于勘查开发程度较高、规模较大且已实行采灌结合的城区地热田，应开展热储工程研究，建立数值模型，并根据模型结果制定地热资源的可持续开发利用方案及优化的资源管理模式；

3 地热系统运行时，可根据用户需求和地热资源特性，选择直接供热或梯级利用的方式，宜采用热泵系统、储能等技术，并与太阳能、风能等其他可再生能源进行耦合利用。

【条文说明】本条文旨在推动城区建筑群高效利用地热资源，通过系统规划和科学设计，实现清洁高效的供暖和制冷。条文逻辑围绕地热资源全生命周期管理，从设计前的勘查、设计时的规划到运行时的高效利用，形成完整技术路径。勘查确保对地热资源的充分了解，为设计提供依据；设计时根据勘查数据选择合适形式和深度，制定可持续开发方案；运行时灵活选择供热方式，结合先进技术提高热量利用率，并鼓励与其他可再生能源耦合，促进城区能源结构优化，减少对传统能源的依赖，推动低碳可持续发展。

4.4.5 城区宜选用多种可再生能源互补供能，并增加具备运行状态、能耗实时显

示及远程监控等功能的综合能源智能管理系统，并根据整体电力、供热、供冷需求和储能变化进行优化调节。

【条文说明】多种可再生能源互补利用时，设置综合能源管理系统，包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、工况自动转换与能量计量等，通过智能控制，提高可再生能源的利用效率，对综合能源系统的评估应主要从节能性、经济性、环保性以及综合性评价等方面进行，在保证系统使用功能的前提下，使系统的性价比最优。

II 分布式综合能源站

4.4.6 城区宜结合当地能源情况，综合考虑城区规划要求、热（冷）用户分布、能源供应情况、机组容量、工程建设条件等因素，设置分布式能源站。

【条文说明】分布式综合能源站选址需考虑自然地形、地质条件、城市规划、用户分布和能源供应等因素，尽量靠近负荷中心，供热/冷范围应在合理半径内，并避免污染和洪涝风险。站区规划要节约用地，合理布局施工区、交通和噪声源，符合消防和防噪声要求。分布式综合能源站选址应按照区域式、楼宇式两种类型进行选择：区域式适用于能源需求大、集中区域，如工业园区或大型建筑群，通常具有较大的能源消耗，需要集中供应热、电、冷等多种能源；楼宇式适用于土地紧张、建筑密集的区域，建筑能源需求性质相同或相近且分布集中，如城市中心或商业综合体，能源站通常与建筑一体化设计。楼宇式站址应符合建筑设计要求，区域式站址则需注重自然地形利用，确保安全性和环境协调性。

4.4.7 分布式能源站应预留外部能源接入条件，提高应急调度能力，保障供能安全。

【条文说明】分布式能源站需具备灵活的能源接入能力来应对突发事件和能源需求的波动。通过预留外部能源接入条件，可以提高能源站的应急响应能力，确保在能源供应不稳定或紧急情况下，能够迅速调整能源供应策略，保障城区的能源安全。

4.4.8 分布式综合能源站应考虑城区负荷特性，配置发电设备、余热利用设备、联供与调峰装置等设备容量。

【条文说明】分布式综合能源站的设计与配置应充分考虑建筑负荷互补特性，包括不同负荷类型具有的季节性变化和日内变化等。此外，还需要考虑设备运行的

优化调度策略。通过合理配置设备容量和蓄能装置，可以最大化利用负荷互补特性，满足不同负荷需求，实现多种负荷之间的协调和优化。在设计阶段，应进行充分的负荷预测和能源需求分析，以确保设备配置和蓄能装置的合理性和有效性。同时，需要综合考虑经济性、可靠性和环境友好性等因素，以选择合适的能源设备和技术方案。

4.4.9 城区分布式综合能源站应以储能为核心调节单元，依据实时监测负荷数据，优化可再生能源与储能的协同运行。储能系统应具备快速响应能力，响应时间支撑电网调峰及应急供电，其中充/放电响应时间不超过 2s，充/放电调节时间不超过 3 s，且充放电状态转换时间（如从充电转为放电或从放电转为充电）不超过 2 s。

【条文说明】储能系统在城区分布式综合能源站中起着关键的调节作用，能够平衡能源供需波动，确保能源供应的稳定性和可靠性。通过实时监测负荷需求，能源站能优化储能系统和可再生能源设备的调度，提高能源利用效率。储能系统与可再生能源的协同运行，有助于平稳输出能源，提升可再生能源的利用率。此外，储能系统具备快速响应能力，能够应对电网突发需求，并在电网调峰和应急供电中提供支持，保障重要负荷的持续供电。

III 能源微网

4.4.10 城区宜根据本地区资源禀赋和能源供需特点规划能源微网。

【条文说明】通过能源微网优化配置，提高系统效益和运行效率，提升用户供电质量。规划需注重资源评估、需求分析、技术选择、协调互补、政策支持和环境影响等方面。遵循这些原则将确保规划科学合理，实现经济、社会和环境效益的统一。

4.4.11 城区能源微网应基于能源需求预测、供给预测与平衡分析，确定各类能源的供给结构与规模配置，并根据用能负荷分布统一规划供电、供热（冷）、供气网络，优化能源站点和设备布局。

【条文说明】能源需求预测、供给预测和平衡分析是能源微网的基础，对用户能源需求进行全面预测，考虑用户用能方式、负荷特性及新型能源要素的影响。同时，对城市能源供给进行预测，评估各种能源资源的可用性和供应能力，并进行平衡分析以确保供需匹配。根据这些分析结果，合理规划电力、热力（冷力）、

燃气等各类能源的供给结构，确保能源供应网络的合理布局，避免资源浪费和过度投资。

4.4.12 微网中能源供给预测应根据能源资源的可开发总量、技术可开发量和经济可开发量，对各能源资源的供电、供热（冷）、供气等类型、结构和总量进行预测。

【条文说明】能源供给预测是在低碳发展目标的指导下，对规划区内能源供给的类型、结构和总量进行预测的过程。这包括对煤炭、石油、天然气、水能、风能、太阳能、地热能、核能、生物质等能源资源的理论可开发总量、技术可开发量和经济可开发量进行预测，以及对各能源资源的供电、供热（冷）、供气等进行预测。在预测可再生能源装机时，需考虑规划区的可再生能源资源禀赋，并选择适当的位置和容量。为提高预测精度，可采用持续性方法、物理方法、统计学习方法和多分量组合方法，并充分利用气象技术、人工智能等先进技术。常用的能源供给预测方法包括能源储量分析法、趋势外推法和能源系统分析法。

4.4.13 城区能源微网应优先配置可再生能源，综合考虑电、热、储能的总量平衡和动态平衡，优化协调可再生和非再生能源，考虑储能与互补手段以实现峰谷负荷的平衡。

【条文说明】能源互联网规划应结合地区能源资源条件、需求、价格、政策和环保等因素，以可靠供能为目标，经济性和可持续发展为前提，制定能源平衡策略。规划须确定各类能源设施容量和规模，统筹能量总量平衡和动态平衡，实现可再生能源和非再生能源的全过程优化协调，并通过电、热、冷、气等系统的短周期优化协调实现动态平衡。需考虑需求侧调节能力，实现供需总量和动态平衡；明确能源总量平衡范围和目标，区分一次和二次能源生产与需求，以标准计量单位进行总量平衡，并综合考虑需求特性和增长趋势，分区分层开展规划，实现多能协同供应和综合梯级利用。动态平衡需满足用户需求，通过储能和互补手段平衡峰谷负荷，优先利用可再生能源并考虑其波动性，确保能量转换和利用效率，最终选择最优的能量动态平衡方案。

4.4.14 城区能源微网宜建设统一的管控与交易平台。

【条文说明】平台应支持源、网、荷、储各环节的协调互动和交易结算，具备实时监控与数据采集功能，通过先进的传感器和物联网技术，确保数据准确及时；

利用数据分析与模型仿真，实现智能调度与优化，动态调整能源流向；建立透明公正的交易结算系统，支持多种能源交易；整合电池储能和热储能系统，实现储能设备的智能管理；提供友好的用户界面和服务，方便用户进行用能监控、需求响应参与和交易操作；加强网络安全和数据保护措施，确保系统运行的安全可靠。此外，平台应支持源网荷储的协调互动，并能不同层级内部及层级之间实现多种能源的转化和交易。

4.5 建筑节能

I 新建建筑

4.5.1 建筑形态控制、朝向、外表面设计等应与城区规划布局协同，构建多尺度、多要素协同节能设计模式。

【条文说明】多尺度、多要素协同节能设计范式强调在建筑设计过程中，需要综合考虑不同尺度的城市规划要求（城市、街区、建筑单体尺度）和各类要素（如建筑材料、绿色技术、气候条件等）的协同作用，以实现节能减排的最佳效果。合理的建筑形态和朝向设计能够最大化利用自然光和风能，减少能源消耗，提升建筑的被动式节能效果。外表面设计的优化不仅有助于降低建筑的热负荷，还能提升建筑物对外部环境变化的适应能力。通过与规划布局尺度的多方面协同，可确保建筑与周围环境的和谐发展，从建筑方案设计角度实现节能效益最大化。

4.5.2 新建建筑应通过设备能效提升与可再生能源利用降低能耗，公共建筑高星级绿色建筑占比不应低于 30%。

【条文说明】本条要求新建建筑采用高效设备和可再生能源技术，公共建筑需优先实现高星级标准。依据《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378）及国务院节能降碳工作方案，设备能效提升可降低基础能耗 30%以上，屋顶光伏覆盖率不小于 80%时，可再生能源替代率可达 20%~40%。居住建筑需通过热泵技术降低供暖空调能耗 50%，公共建筑通过智能化调控实现动态节能。

4.5.3 城区宜建设超低能耗集中示范区，推进超低能耗建筑建设。

【条文说明】超低能耗建筑不仅在形态及结构设计、建筑材料选择和建筑设备配置方面具有严格的能效要求，还应注重能源的高效利用与智能管理。新建建筑可通过设置建筑围护结构的保温性能、提高能源使用效率、强化采暖通风与空调系

统的智能调控，有效减少能源消耗并提升建筑舒适度。新建城区鼓励建设超低能耗集中示范区，通过集中展示和优化改造，能够为后续项目提供经验，还可一定程度上促进技术的普及和应用，发挥带动作用并形成规模效应，并为政策制定提供有力支撑。

II 既有建筑

4.5.4 既有城区应综合考虑既有城区经济水平、建筑质量、构造特性、空间形体及用户行为，制定既有建筑节能减碳更新改造方案。

【条文说明】老旧住区的节能减碳更新改造方案需综合考虑多方面因素，以确保方案的可行性与经济效益达到最优。

经济水平是实施节能改造的关键考虑因素，因为不同收入水平的住区，改造的资金投入和经济承受能力不同，需根据实际情况制定分级改造方案。

建筑质量、构造特性和空间形体等因素会直接影响改造的技术选择与施工难度，例如，建筑材料的老化程度、楼层结构的布置、窗户与墙体的密封性等，都决定了改造方案的重点和可行性。

用户行为是使用者方面直接影响能效的关键因素，节能改造方案还应考虑如何通过优化居民的生活方式和用能习惯来提高整体能效。既有建筑节能改造应注重节能与舒适性的平衡，力求实现绿色低碳的同时，提升住区居民的居住体验和生活质量。

4.5.5 既有建筑应结合建设年限、城区区位、周边功能、建筑类型等确定减碳目标。

【条文说明】开展既有建筑的用能行为调查和能耗需求评估，是城市更新阶段开展建筑节能改造并有效提升建筑能效的前提。通过分析不同年代建筑的能效特点，并结合建筑的建设年限与功能类型，能够合理制定针对性的节能标准和节能目标。针对建设情况较为复杂地区的新、老建筑，需充分平衡考虑不同年代建筑在建筑结构设计和材料技术方面的差异及其能效水平，并通过对比现行建筑的能效要求，提出相应的节能措施。针对不同功能类型的节能目标，及时调整节能改造方案，确保改造效果的最大化。

4.5.6 既有建筑更新改造应评估节能技术和设备的适宜性，加强新能源技术的应用以及围护结构的低碳改造。

【条文说明】既有建筑的节能改造需依据建筑年代、结构类型、功能用途等具体特点，选择适宜性节能技术和设备，以保障在平衡经济成本的同时，实现技术设备效能的最大化提升。并需注重太阳能光伏、空气源热泵等新能源技术设备在既有社区的推广形式及其与既有建筑的一体化策略，可以大幅度减少传统能源的依赖，提高建筑能源利用率。

4.5.7 既有建筑宜因地制宜推广屋顶绿化、垂直绿化、生物质能、太阳能光热及太阳能光伏等技术。

【条文说明】需充分考虑屋顶绿化、垂直绿化、生物能及太阳能光伏利用技术等创新性手段与既有建筑的有效结合，从主动降温、改善热环境、降低建筑对主动式设备依赖、扩大清洁能源供给面等多个维度全面提升建筑能效。屋顶绿化能够增加建筑的隔热效果，降低城市热岛效应，同时通过植被的蒸腾作用，改善建筑周围微气候环境。垂直绿化通过墙体内外的植物和材料设计，可有效吸收和利用太阳能，并提升建筑的隔热保温能力。生物能及太阳能光伏技术可在建筑中提供可持续的供热或清洁电力供应，减少对化石能源的依赖。实现新型节能改造技术与既有建筑的有效结合，不仅可提升建筑能源效率还可以同步改善居住环境。

4.6 交通组织

I 公共交通

4.6.1 城区公共交通系统应实现多种公共交通方式一体化发展，推广集约型公共交通，公共交通出行比例宜达到 60%。

【条文说明】城市公共交通作为城市综合交通系统的重要组成部分其发展与城市的发展相辅相成，优先发展集约型公共交通是构建能源节约型、环境友好型社会的战略选择。由于不同城市的出行需求特征不同，因而城市公交发展应坚持因地制宜的原则，不同的城市要发展适合自身特点的城市公交系统，探索建设需求响应公交，以满足乘客需求为导向，为乘客提供量身定制的交通服务。通过完善公共交通设施、优化政策支持、推广绿色出行文化以及利用智能技术，可以有效提升公共交通出行比例，推动城区低碳可持续发展。

4.6.2 城区应优化公共交通线路布局，提升线网密度，公共交通线网密度应达到 $3 \text{ km/km}^2 \sim 4 \text{ km/km}^2$ 。

【条文说明】公共交通线网密度是衡量公共交通服务覆盖范围和质量的重要指标，合理的线网密度能够确保居民便捷出行，减少对私家车的依赖，从而降低碳排放，推动城区的可持续发展。

4.6.3 城区公共交通站点 500m 覆盖的面积比率不宜低于 90%，公共交通站点 300m 覆盖的面积比率不宜低于 70%，不同方式、线路之间的换乘距离不宜大于 200m。

【条文说明】本条对城区集约型公共交通作出规定。

集约型公共交通服务对城市人口和就业岗位的覆盖率要求是公共交通作为城市公共服务的基本要求，也是城市集约、可持续发展的支撑，一方面通过高覆盖率，为所有居民提供便捷的公共交通服务，同时提升公交服务空间可达性，加强公共交通对居民出行的吸引力；另一方面，城市人口和就业岗位的集聚要求也是公共交通引导城市发展、优化用地布局的导向。

换乘对于提高公共交通服务的可达性具有极其重要的意义，但是换乘时间过长会增加公共交通出行的不确定性，相关调查和研究显示，乘客可接受的换乘步行距离在 200m 以内，按照步行速度为 50m/min 考虑，换乘步行时间约为 4min，同时考虑换乘过程中排队候车时间，乘客可接受的候车时间在 6min 以内，因此将换乘时间控制在 10min 以内较为合理。

4.6.4 城区轨道交通主要换乘站应与各级中心结合布局，提高轨道交通站点的密度。

【条文说明】本条对城区轨道交通线网的规划和建设规模作出规定。

轨道交通作为快速、集约、准时的公共交通方式，在引导城市空间发展、改善出行结构、等方面具有重要作用，合理控制轨道交通系统内部出行时间有助于提升乘客选择轨道交通出行的意愿。

轨道交通线路、站点、换乘、衔接等均应围绕缩短出行时间来布设，并方便乘客的换乘需求和轨道交通的组织，土地使用高强地区，鼓励公众以步行配合轨道交通作为综合交通模式。轨道交通线网应保障高峰期 95%的乘客在轨道交通系统内部（轨道交通站间）单程出行时间不宜大于 45min。

II 慢行交通

4.6.5 城区应构建连续、完整的慢行交通网络，步行交通网络密度不宜低于 12

km/km²，自行车交通网络密度不宜低于 9km/km²。

【条文说明】本条对城区慢行交通网络作出规定。

应完善慢行交通体系建设，提升慢行交通的路网密度，如向步行交通开放城市中封闭的街区、大院，居住区内部道路允许步行交通穿越，建设城市绿地、建筑之间的步行路径等，提高步行网络密度。完善、连续的城市绿道系统能够提升城市品质与宜居性、促进居民健康出行，参照北京、新加坡、哥本哈根、香港、成都等地一系列绿道规划建设途径，以绿道网络衔接城市公园、公共服务设施，引导市民低碳出行，增强城市活力，从而实现从空间绿色到功能绿色。

4.6.6 城区应设置连续的非机动车道，城区土地使用强度较高和中等地区各类非机动车道网络密度不宜低于 9km/km²。

【条文说明】参考《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》（2016.2）、《城市步行和自行车交通系统规划设计导则》（住房城乡建设部，2013.12）第 7.2.4 条，城市土地使用强度较高和中等地区非机动车道路平均间距不应超过 250m，网络密度不应小于 8km/km²，同时，北京、上海、雄安等地低碳城区建设导则、标准，提升非机动车道网络密度，不应低于 9km/km²。

4.6.7 城区应连通骨干绿道空间布局，增强绿道与城市道路衔接，充分发挥绿道的通行功能，绿道密度宜达到 1.5 km/km²~2.5 km/km²。

【条文说明】根据绿道设置要求，合理布局骨干绿道网络，依托水系、绿地和林地贯通衔接，串联主要绿色生态空间，实现区域重要生态景观空间的互联互通，同时，应确保绿道网络覆盖主要居住区、商业区和生态区域，满足居民步行和骑行需求。

4.6.8 城区道路红线内“慢行+绿化空间宽度占比”应达到 60%~70%。

【条文说明】确保行人、非机车与机动车通行空间相互分离，尤其不得在人行道上施划机动车停车泊位，保障行人和非机动车使用者拥有独立、专用的有效通行空间。保障步行与骑行环境品质，提供必要的设施通行宽度，建设完善的地面铺装、林荫绿化，参照北京、上海等地慢行交通规划设计导则相关规定，提高慢行与绿化空间宽度占比，有助于完善慢行空间体系。

4.6.9 城区应提升慢行交通系统的精细化设计水平，并应满足以下规定：

- 1 应满足稳静化设计要求，提升慢行系统品质，避免占用非机动车和人行道；

- 2 应满足人性化设计，打造全龄友好、充满活力、品质宜人的慢行空间；
- 3 应满足智慧化设计，提升慢行交通的智能化管理水平。

【条文说明】

1 稳静化设计：包括道路封闭、减速丘、路段瓶颈化小交叉口转弯半径、路面铺装、视觉障碍等道路设计和管理措施，目的是降低机动车车速、减少机动车流量，以改善道路周边居民的生活环境，同时保障行人和非机动车使用者的安全。住宅小区等行人与机动车混行的区域，机动车限速不应超过 10km/h；机动车与非机动车混行路段，限速不应超过 25km/h。

2 人性化设计：在慢行系统结合市民进出流向提供可供通行的步道、休憩设施设置、艺术化设计、以及体育活动、儿童友好等特色主题空间，在慢行交通沿线设置休息坐凳、公共厕所、自动贩卖机等便利设施，满足多年龄层、多元化的运动和休憩需求，并注重无障碍设计。

3 智慧化设计：设置行人和非机动车专用信号，科学监测行人和非机动车交通量，加强非机动车停放与智慧监管，增强慢行交通出行导航的精准性。

III 交通设施

4.6.10 城区轨道交通站点的衔接设施应结合站点所在区位和周边用地特征设置，并应符合下列规定：

- 1 城区轨道交通宜优先与集约型公共交通及步行、自行车交通衔接；
- 2 轨道交通站点周边 800m 半径范围内应布设高可达、高服务水平的步行交通网络；
- 3 轨道交通站点的非机动车停车场与站点出入口距离宜小于 50m；
- 4 城区轨道交通站点与公交首末站衔接时，站点出入口与首末站的换乘距离不宜大于 100m；与公交停靠站衔接，换乘距离不宜大于 50m。

【条文说明】

1 优先保障轨道交通与步行、自行车交通及集约型公共交通接驳设施空间，提高接驳服务水平。

2 优先提供高品质的步行接驳条件。通过加密步行网络打通断头路，提高城市轨道交通站点覆盖范围的可达性，缩短乘客步行距离和时间。

- 3 保障自行车交通的接驳条件。自行车停车场应紧邻轨道交通站点出入口布

设，缩短步行距离和时间。

4 保障公共交通的接驳条件。统筹布局和有机衔接公交停靠站与轨道交通站点出入口，使各个方向的公交乘客均能与轨道交通便捷换乘。

4.6.11 城区应合理配置电动车充电桩，新建公共区域停车场（库）配建充电设施的停车位比例不应少于总停车位的 15%。宜提高 60kW 及以上经营性快充桩建设比例，新（改、扩）建项目配建的停车场（库），快充车位占比不应少于总充电车位的 30%。新建居住社区固定车位均应预留充电桩建设安装条件。

【条文说明】各地减污降碳协同增效行动方案、碳达峰实施方案要求，鼓励在城区内形成以集中式充电站为依托、分散式充电桩为载体的充（换）电基础设施体系，合理布局可再生能源充电站、加气站、新型燃料加油站等基础设施，引设施合建。发改委《关于公开征求对〈关于进一步提升充换电基础设施服务保障能力的实施意见〉、各省市关于充电基础设施建设运营管理办法，明确新建居住社区的固定车位必须 100%预留充电基础设施的安装条件，并将管线和桥架等供电设施建设到车位，以满足直接装表接电需要。

进一步提升电动汽车充电基础设施服务保障能力，完善公共停车场（库）充电设施的配套建设，提高公共充电桩服务水平，加强充电设施的日常管理，参照各地公共停车场（库）充电设施建设管理办法，明确新建公共区域停车场（库）配建充电设施的停车位比例不少于总停车位的 15%。在保障充电装配套设施建设的基础上，推进公用和专用充电设施建设，重点加强 60kW 及以上经营性快充桩建设，新（改、扩）房建项目配建的停车场（库），快充车位占比不少于总充电车位的 30%。

4.6.12 城区宜采用机械式停车库、地下停车库或立体停车库等集约停车方式。社会停车场宜配置共享停车泊位，机关事业单位和所属国有企业停车资源宜向公众开放。

【条文说明】共享车位是把闲置的停车位高效利用，实现车位共享，缓解停车难。而立体车库用来最大量存取储放车辆的机械或机械设备系统，是一种存车的特种设备，可从根本上解决停车难问题并且实现人车分离。

4.6.13 城区宜建设连续舒适的骑行、步行环境，并配套建设驿站等设施。

【条文说明】从地理和气候等因素考虑，除了坡度较大的城市地区外均适宜发展

非机动车交通，城市道路资源配置应优先保障步行、非机动车交通和公共交通的路权要求。在适合自行车骑行的城市和地区，除城市快速路主路、步行专用路等不具备设置非机动车道条件外，城市快速路辅路及其他各级城市道路均应设置连续的非机动车道。

4.7 市政公用设施

I 市政给排水

4.7.1 城区给水系统应符合下列规定：

- 1 在满足水量水质的情况下宜选择地表就近水源，减少原水输送能耗以及原水处理投入的工艺能耗及药耗；
- 2 供水厂宜使用节能型水处理设备，宜根据区域发展程度采用分质供水模式；
- 3 市政供水管网漏损率不应大于 9%；
- 4 宜使用以雨水为水源的再生水系统。

【条文说明】本条规定旨在给水系统相关要求。

1 市政给水系统低碳规划设计中，包含给水源、给水管路、供水模式和节水节能器具等内容。分质供水模式是一种针对水质需求差异，通过不同的管道系统进行供水，实现水资源的合理利用和节约的减碳技术。分质供水模式应设置多条独立的供水管道，分别用于生活用水、饮用水、中水等不同用途。建立分质供水系统需要较大的初期投资，包括净水站建设、管道铺设等，日常运行和维护需要定期更换滤芯、清洗管道等。

2 推广使用节水节能器具，本着“节流为先”的原则，根据用水场合的不同，合理选用节水水龙头、节水便器、节水淋浴装置等。所有用水器具应满足现行国家标准《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870 的要求。绿色建筑中除特殊功能需求外，均应采用节水型用水器具。

4.7.2 城区排水系统应符合下列规定：

- 1 合理规划雨水管网和污水管网，加速雨污分流改造进程，过长、过密的排水管网中应沿途增设小型污水处理设施；
- 2 宜发展污水能源回收、厌氧消化-热电联产等技术；
- 3 创新污水处理工业，精细化控制减少污水处理过程中的药耗与能耗；

4 污水处理厂污泥处理采用减量化、减碳化处理流程。

【条文说明】本条规定旨在通过优化排水系统结构与技术应用。

1 雨污分流改造可减少污水处理厂负荷，提升雨水资源化利用率；对过长、过密管网增设小型污水处理设施（如分散式生物处理装置），可缓解管网压力并就近净化污水，避免因长距离输送导致的能耗增加和渗漏污染

2 推广污水能源回收技术（如污水源热泵）及厌氧消化-热电联产系统，利用污泥厌氧消化产生的沼气发电供热，实现能源自给与碳减排。热水解预处理可提升有机物分解效率，增强能源回收潜力。

3 通过智能监测与动态调控（如曝气系统优化、反冲洗强度调节）降低药耗与能耗；采用高效设备（如超高压隔膜板框压滤机）替代传统脱水工艺，减少电耗并提高污泥含固率至 60%以下。

4 推荐“重力浓缩—热水解—厌氧消化—板框压滤脱水—土地利用”技术链。重力浓缩降低处理能耗；热水解提升消化效率，减少温室气体排放；板框压滤实现深度脱水，降低运输成本；最终污泥经稳定化处理后用于土壤改良或园林绿化，符合资源化导向。

以上措施需结合区域特点选择适用技术，并纳入低碳运行考核体系，确保减碳与污染控制协同增效。

4.7.3 城区海绵城市建设应符合下列规定：

- 1 应设置多级雨水基础设施，雨水年径流总量控制率不应低于 70%；
- 2 编制完成“海绵城市建设专项规划或系统化建设实施方案”；
- 3 合理规划雨水收集、净化系统，提高城区雨水资源利用率；
- 4 城区透水表面占比不应低于 40%。

【条文说明】本条规定旨在给出海绵城市建设要求。

1 国务院办公厅 2015 年 10 月印发的《关于推进海绵城市建设的指导意见》指出，建设海绵城市，统筹发挥自然生态功能和人工干预功能，有效控制雨水径流，实现自然积存、自然渗透、自然净化的城市发展方式，有利于修复城市水生态、涵养水资源，增强城市防涝能力，扩大公共产品有效投资，提高新型城镇化质量，促进人与自然和谐发展。

2 城区建设海绵城市，通过控制场地的竖向设计应有利于雨水的收集或排放，

应有效组织雨水的下渗、滞蓄或再利用雨水，年径流总量控制率不应低于 70%，城区海绵体既包括河、湖、池塘等水系，也包括绿地、花园、可渗透路面这样的城市配套设施。雨水通过这些“海绵体”下渗、滞蓄、净化、回用，最后剩余部分径流通过管网、泵站外排，缓减城市内涝的压力。

4 透水表面占比是海绵城市规划建设核心控制参数，需通过透水铺装、下凹式绿地等措施综合落实。2013 年 4 月，国务院办公厅在《关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》中首次明确提出“新建城区硬化地面中，可渗透地面面积比例不宜低于 40%”，并要求对现有硬化地面进行透水性改造。该指标被纳入《室外排水设计规范》（GB 50014-2006，2016 年版）技术条款，进一步强化其法定约束力。2021 年国务院《关于加强城市内涝治理的实施意见》延续该要求，推动海绵城市从末端治理向源头减排、系统治理转型。地方层面，四川省等省份直接将 40%作为新建城区透水地面比例下限；天津市提出新建、扩建绿地与广场的硬化地面中透水铺装率不低于 50%，改建绿地与广场的硬化地面中透水铺装率不低于 40%，体现政策在区域实践中的延续性与统一性。

II 燃气设施

4.7.4 城区应定期开展燃气管网泄漏检测，降低燃气逸散强度。燃气设施应接入智慧监管平台，实现压力、流量、泄漏等数据实时监测，预警响应时间不应大于 30s。

【条文说明】燃气泄漏释放的甲烷气体是增加城区碳排放的一个重要因素，同时也是危险源之一。提高燃气泄漏检测技术水平，提高检测灵敏度和准确性，为及时发现和处理泄漏问题提供技术保障。管理上，宜加强城区燃气管道、储气设施等关键环节的监管，确保设施安全运行，降低燃气逸散强度，减少泄漏风险。依据《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》，智慧平台可优化能源利用效率，降低燃气损耗 10%~15%。

4.7.5 城区应推进管网互联互通，提高各类燃气基础设施的综合利用水平。

【条文说明】燃气管网互联互通是指将不同来源、不同压力等级、不同管径的燃气管道通过一定的技术手段连接起来，形成一个统一、高效的输气网络。完善燃气管网互联互通，打造城区“一张网”，有序推进居民燃气分布式供给，可以有效提升燃气利用效率。

4.7.6 新建建筑应优先采用可再生能源电力驱动的供暖、热水设备，减少燃气系统配置；确需使用燃气设备的，其能效等级应达到一级标准

【条文说明】依据国务院《加快推动建筑领域节能降碳工作方案》，2027年前实现超低能耗燃气系统规模化推广。

III 固废处理

4.7.7 城区宜升级改造垃圾分类投放收集点，推进再生资源回收利用体系与生活垃圾收运体系。

【条文说明】城区再生资源回收利用体系与生活垃圾收运体系是城市管理中两个重要且相辅相成的系统。落实国务院《生活垃圾分类制度实施方案》，在城区居民小区、公共场所等设置分类垃圾桶和宣传牌，方便居民进行垃圾分类投放；同时配置分类垃圾运输车辆，建设大中型垃圾转运站，提升生活垃圾收运体系运行效率。

4.7.8 城区垃圾处理宜使用焚烧发电与生物处理等技术，统筹垃圾填埋场等辅助方案，焚烧发电厂建设应结合城市餐厨垃圾、建筑垃圾、污泥等城市各种废弃物处理设施综合布局。

【条文说明】推进城镇生活垃圾焚烧处理设施建设，建设包含城市餐厨垃圾、建筑垃圾、污泥等城市各种废弃物处理是强化环境基础设施建设的重要环节和基础性工作。党的二十大报告明确提出要“提升环境基础设施建设水平”。以市为单位系统谋划城区垃圾焚烧发电厂建设，新建设施要在开展现状评估的基础上，科学规划设施布局，合理确定设施规模。对于达到建设规模化焚烧处理条件的垃圾焚烧发电厂，要加快发展以焚烧为主的处理方式；对于不具备单独建设规模化焚烧处理设施条件的，可与邻近地区跨区域共建共享生活垃圾焚烧处理设施。

依据《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》，焚烧发电需配套烟气净化系统（二噁英排放限值不大于 $0.1\text{ng TEQ}/\text{m}^3$ ），优先采用焚烧发电（热值不小于 $5\text{ MJ}/\text{kg}$ ）、厌氧发酵等技术，确保可回收物综合利用率不小于 65%。参照《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB 16889-2008），卫生填埋仅作为应急手段，需强化防渗及渗滤液处理，鼓励水泥窑、燃煤电厂协同处置生活垃圾，灰渣资源化率不小于 90%。

IV 供热设施

4.7.9 城区供热宜优先采用工业余热与可再生能源耦合的供热模式，工业领域重点回收钢铁、化工行业不宜小于 80℃中低温余热，配套大温差换热机组实现输热半径不宜小于 30km。

【条文说明】钢铁、化工等高耗能行业需建设余热梯级利用系统，结合《“十四五”节能减排综合工作方案》要求，工业余热回收率纳入企业节能考核指标；推广地热井下无干扰换热技术，单井供热能力不小于 5 万 m³，提高可再生能源供热占比。依据《京津冀能源协同发展行动计划》，地热开发需匹配岩体热导率不小于 2.5 W/(m·K)的地层条件，并采用压缩式热泵提升能源品位；黄河流域、京津冀等重点区域 2025 年前建成 10 个“工业余热+地热”示范区，单位面积供热能耗不小于 0.35 GJ/m²。

4.7.10 城区宜构建多源联网供热系统，力争实现热源冗余度不宜小于 20%、老旧管网更新周期不宜大于 5 年；鼓励全网配置“源-网-荷”协同调控平台，实现热力站 AI 动态平衡调控覆盖率宜达到 90%，二次管网冷热不均率不宜大于 8%。

【条文说明】参照《城镇供热系统智能化技术规程》，热力站需安装智能调节阀（响应时间不大于 30s）和室温采集终端（数据回传频率不小于 1 次/min）。实践案例中，结合包头市工业余热输配经验，应用数字孪生模型优化管网水力工况，输热效率提升 15%以上，热损失率控制在 5%以内。管网互联实践中，在京津冀、长三角等区域试点多热源“一张网”工程，实现燃煤、燃气、地热等多能源互补调度。

V 综合管廊

4.7.11 城区宜建设综合管廊，并采用无管网灭火、节能通风等低碳技术。

【条文说明】本条倡导通过建设地下综合管廊集成市政管线，减少道路反复开挖造成的碳排放与资源浪费，提升设施运维效率；同步采用无管网灭火系统（如超细干粉、气溶胶等高效灭火装置）替代传统管网消防，降低材料消耗及运行能耗；推广节能通风技术（如智能风量调控、热回收新风系统等），优化建筑能源使用效率。通过基础设施集约化与低碳技术融合应用，系统性降低城区建设运营碳足迹，支撑绿色低碳转型目标。综合管廊设计建议预留碳捕集设施接口。

4.7.12 城区应通过管廊布局和结构优化设计，降低材料消耗。

【条文说明】通过集约化管廊布局、模块化结构设计及共享构件应用，减少冗余

材料使用，在保障功能安全前提下实现资源节约，支撑低碳建设目标。

4.7.13 综合管廊应充分利用自然通风和天然采光，并采取合理措施减少空调、照明等设备的能耗。

【条文说明】综合管廊应优先采用自然通风井、导光管等被动式节能技术，通过优化空间布局与构造设计引入自然气流和光线，降低机械通风与人工照明依赖；同步采用智能光照感应、变频调节及高效设备（如 LED 光源、磁悬浮空调等），实现设备系统精细化节能控制，形成“被动优先+主动优化”的协同降碳模式，系统性降低管廊运营能耗。

4.7.14 综合管廊应建立智慧管理系统，降低故障率，提高能源利用效率。

【条文说明】依托物联网、传感器及 BIM 运维模型构建智慧管理系统，实时监测管廊结构健康、管线运行状态及能耗数据，通过智能预警、故障诊断与远程调控，减少运维环节的能源损耗和设备故障风险；同步优化照明、通风等设备智能调控策略，提升系统运行效率，实现精细化能源管理，为低碳运维提供技术支撑。。

4.8 蓝绿空间

I 生态廊道与生态斑块

4.8.1 城区应合理布局生态空间，应符合下列规定：

1 生态廊道分级管控应符合表 4.8.1 的相关规定：

表 4.8.1 生态廊道分级管控要求

| 廊道等级 | 最小宽度 | 植被覆盖要求 | 碳汇提升目标 |
|------|-------|----------|-------------------------|
| 一级廊道 | ≥100m | 原生植被≥70% | 碳密度≥80t/hm ² |
| 二级廊道 | ≥50m | 混交林≥60% | 碳密度≥50t/hm ² |
| 三级廊道 | ≥20m | 复层绿化≥3 层 | 碳密度≥30t/hm ² |

2 生态网络连接度应不应小于 0.6。结合当地生态斑块、径流特征、绿地结构及生态敏感性特点，搭建生态网络体系，提升生态系统整体碳汇能力；

3 城市热岛效应强度不应大于 3.0℃。利用城市生态空间和交通干道布局通风廊道缓解城区热岛效应。

【条文说明】本条对城区蓝绿空间碳汇功能做出规定。

1. 生态廊道是生物迁徙与扩散的廊道，其可连接不同的生态斑块；利用山

体林地、河流湿地形成廊道绿带能够促进生态系统之间的物质交换和能量流动，植被通过光合作用固定的能量也可以沿着生态廊道在不同生态系统间传递，促进整个区域生态系统协调发展。通风绿楔布局的城市区域，空气污染物的浓度可降低 20% - 30%。并且，通风绿楔周边区域的夏季气温可比其他区域低 2°C~3°C。

2. 生态网络连接度是衡量生态系统各要素之间连通性和相互作用程度的关键指标。当生态网络连接度达到 0.6 以上时生物多样性保护显著提升、生态系统功能加强、抗干扰能力提高，并促进植物群落的协同作用，提高光合作用效率，增强整个生态系统的碳汇能力。连接度高的生态网络可使植被对二氧化碳的固定效率提高 10%~20%，并且能够更好地分散河缓冲干扰的影响。

3. 强烈的热岛效应会导致城市建筑物空调等制冷设备的使用频率和时长大幅增加。研究表明，当城市热岛效应强度超过 3.0°C 时，城市夏季空调能耗将比正常情况增加 30%~50%。高温环境会对城市植被生长产生不利影响，导致植物生长缓慢、病虫害增多、植被死亡率上升等问题。

4.8.2 城区中绿地廊道及斑块空间布置，并应满足下列规定：

1 城市道路绿地率不应小于 30%，人行道与非机动车道的道路绿化覆盖率不应小于 80%。

2 河道两侧的绿地空间的单侧宽度不应小于 30m，应兼顾水土保持、防洪固岸及生物栖息地功能。

3 城区集中绿地斑块面积不应小于 1 公顷/处。

【条文说明】本条对城区绿地廊道碳汇功能做出规定。

1 城市道路绿化率增加，能更有效的增加遮蔽空间，减少路面的太阳辐射，降低地表温度，这对城市减碳具有积极意义。参照《城市道路绿化设计标准》CJJ/T75-2023，给出适于减碳的城市道路绿地指标。增加城市道路绿化规模能增强碳汇能力，同时通过控制道路微气候环境，降低温度从而减少城市因降温需求而产生的能源消耗，间接助力减碳。

2 宽阔的河道绿化对减碳具有多维度协同效应。更宽的绿化带可通过增加乔木、灌木等植被覆盖，显著提升光合作用的固碳效率。植被带增宽能有效拦截水土流失，减少土壤有机碳进入水体，据研究表明，出当河岸植被宽度大于 18m 时，能截获超过 80% 从农田流失的土壤；当河岸带宽度达到 23m 时，可以控制河

岸底部的沉积物，当河岸带宽度达到 30m 时能够控制养分和水土流失。同时，植被蒸腾作用可降低周边区域温度，间接降低碳排放。此外，宽绿化带通过形成复杂植物群落增强生态系统稳定性，避免单一树种灾害导致的碳释放风险。

3 面积大于 1ha 的绿地可以支持小型生态系统稳定运行，具备为多种生物提供生存空间和资源的能力。集中的大规模绿地有利于形成更复杂的生态群落结构，如乔-灌-草相结合的植被层次，这种结构能够提高光合作用效率，增强固碳能力。有数据显示，绿化覆盖率每增加 10%，城市夏季气温可降低 1°C~2°C，而连续的绿化系统其降温效果更为显著，可使局部区域气温降低 2°C~3°C 左右。集中布置绿地空间便于形成规模较大的生态斑块，其生态系统相对更加稳定，能够承载更多的生物种类和数量。

4.8.3 城区公园绿地斑块空间宜构建生态公园、城市公园、社区公园、口袋公园的城区公园体系，并应符合表 4.8.3 的相关要求：

表 4.8.3 城市公园分类

| 公园类型 | 规模(hm ²) | 服务半径 | 布局要求 |
|------|----------------------|----------|--------|
| 生态公园 | ≥50 | 市域 | 连接一级廊道 |
| 城市公园 | ≥10 | 1-3km | 衔接二级廊道 |
| 社区公园 | 5-8 | 300-500m | 连接三级廊道 |
| 口袋公园 | 0.04-2 | 100-300m | 微空间改造 |

【条文说明】本条对城区公园体系碳汇功能做出规定。

1 生态公园与城市公园作为城区的主要碳汇地和冷源，对维护城市生态平衡、调节小气候起着核心作用。通过严格划定保护区域，尽可能维持自然生态状态，能够为动植物提供栖息地，保障城市生态系统的稳定，增强碳汇功能。

2 社区公园和口袋公园作为城区的碳汇补充和微气候调节空间，社区公园占地 5ha~8ha 左右，覆盖周边 300m~500m 区域的布局，连接三级生态廊道可使社区公园融入城市整体生态网络，促进局部生态流的循环与交换，虽规模有限但能在社区层面有效调节小气候、净化空气等，与其他层级公园相互配合，保障城市生态系统的完整性与连贯性，实现生态效益在社区单元的有效落地。口袋公园在城市中心区土地资源紧张的情况下能有效利用零散微空间，能通过合理绿化配置吸收二氧化碳、调节局部气温和湿度，增加城市碳汇能力；并且因其分布广泛，

可提升城市绿地斑块的均衡性，避免城市中心成为生态洼地，增强城市生态的整体稳定性与韧性。

4.8.4 城区应注重水域环境保护，提升水体碳汇能力，并应符合下列规定：

1 城区内水体自然驳岸比例不应小于 50%，宜采用本地湿地植物与天然材料构建驳岸，禁止混凝土硬化；

2 城区湿地资源保存率不应低于 80%，注重对城区湿地资源进行普查，划定湿地生态红线；

3 城区内水体环境质量应符合现行国家标准《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中规定的IV类；

4 城区内水系连通性指数不应小于 0.6，通过开挖生态沟渠、改造涵洞等方式连接断头河与主河道，水流速度控制在 0.2m/s ~0.5m/s。

【条文说明】本条对区域水体碳汇功能做出规定。

1 植被护坡、石笼护岸等自然驳岸可增强水体与陆地的生态交互，提升生物多样性和碳汇能力。同时，自然驳岸可以为水生生物提供栖息和繁殖场所，增强水体生态功能。研究表明，自然驳岸的水体中水生生物种类比硬质驳岸平均多出 30%~50%。实现水系连通能够促进水体的自然循环和自我净化，提高水资源的利用效率。

2 湿地作为城市重要的生态资源，具有强大的碳汇功能和生物多样性保护价值。对城区湿地资源进行普查，在城市更新过程中确保城区湿地资源保存率不低于 80%，可以有效保护湿地生态系统，维护城市生态安全。据估算，每公顷湿地每年可吸收二氧化碳约 10~20t。

3 《地表水环境质量标准》（GB3838 - 2002）中的 IV 类标准涵盖了多方面指标，其中化学需氧量（COD）不大于 30mg/L、氨氮（NH₃-N）不大于 1.5mg/L、总磷（TP）不大于 0.3mg/L、湖库不大于 0.1mg/L、高锰酸盐指数不大于 10mg/L，pH 值为 6~9（无量纲）。水质达标是维持水生生态系统健康的前提，避免富营养化导致的 CH₄（甲烷）等温室气体排放。《城市湿地公园设计规范》GB/T 51327-2019 第 6.3.3 条指出：“湿地公园内的水体应符合《地表水环境质量标准》IV类及以上标准”。水体富营养化会抑制水生植物光合作用，如藻类爆发导致溶解氧骤降，降低碳封存量。

4 水系连通可增强水体自净能力，其通过稀释、吸附和生物降解作用削减污染物，减少依赖高耗能污水处理设施。水系连通性提升可避免断头河形成死水区，减少因淤积导致的厌氧环境，从而减少 CH₄ 和 N₂O 的产生。流动水体为沉水植物提供生长条件，其具有较高的光合作用固碳效率。

II 城市绿化

4.8.5 新建城区总体绿地率应不应低于 35%，人均公园绿地面积不宜低于 9 m²。既有城区应结合基础条件，提升城区绿地率。

【条文说明】本条结合减碳目标对城市绿地总体要求做出规定。城区保有一定比例的绿地可调节局部气候，缓解城市热岛效应，包括公园绿地、防护绿地、广场绿地、附属绿地等；参照《国家园林城市系列标准》（建城 [2016] 235 号）、《城市绿地规划标准》GB/T51346-2019 等相关规定，考虑构建相对完整的生态网络，稳定生物多样性、加强碳汇作用，为居民提供更多的休闲空间，减少人们因长途出行游玩带来的碳排放。本次选择绿地率指标不低于 35%，人均公园面积不小于 9m²。

4.8.6 城区绿地布局及建设应符合下列要求：

1 城区绿道总长度不应低于 5km，绿视率不应低于 20%；构建城市绿道空间系统，提高绿道空间环境质量，引导居民低碳绿色出行。

2 城区绿化覆盖率宜达到 40%以上；城区实施立体绿化，设置裙楼屋顶花园、架空层绿化、公共建筑绿化平台、居住小区绿化阳台、办公楼垂直绿化等多样化立体绿化组合。

3 节约型绿地建设率宜达到 60%；推进节约型城市绿地建设，制定相应政策、措施和实施办法。

4 社区公园 300m 服务范围内的覆盖率宜达到 100%，增设口袋公园，优化街道中的步行、骑行、社交活动空间，通过小尺度的公园均衡蓝绿空间的布局，强化碳汇效益；

5 沿街绿地海绵设施应用率宜达到 70%，宜设置下凹式绿地、植草沟、雨水花园等海绵设施，结合道路绿化进行一体化设计，铺装应采用透水铺装。

【条文说明】本条对城市绿地布局及建设作出规定。

1 构建绿道系统，规定长度与绿视率，旨在引导居民选择绿道进行短距离出

行，降低机动车行驶里程，据统计，每减少 1 公里机动车行驶里程，大约可降低碳排放 0.27kgCO₂。依据城市绿色交通与景观规划理念，为居民提供低碳出行路径并美化环境，促进城市生态与健康生活融合，参考《绿道规划设计导则》等。

2 实施立体绿化及设定绿化覆盖率目标，源于立体绿化技术规范与城市生态建设需求，充分利用空间资源提升碳汇与生态稳定性。让原本光秃的建筑表面被绿植覆盖，增加绿植面积，提升整体碳汇能力。

3 节约型绿地采用节水、节材、低维护的绿地建设模式，减少资源消耗与全生命周期碳排放。在绿地节水、降低维护成本方面表现突出，在植物固碳的基础上通过减少能源消耗间接减排。

4 增加社区与口袋公园等举措，参考居住与公共空间规划标准，优化街道空间与均衡蓝绿布局改善城市生态，增强整体碳汇效益。

5 沿街绿地设置海绵设施，依照《海绵城市建设技术指南》，有效管理雨水径流，保障城市水生态安全与拓展绿地功能。减少雨水处理能耗，提升土壤有机碳含量。研究表明，透水铺装可减少地表径流 50~80%。

4.8.7 城区绿地内水体应符合下列要求：

- 1 热岛强度大于等于 3°C 的区域，人工水体增设密度不应小于 0.5ha/km²；
- 2 公园绿地滨水区域宜设置植被缓冲带，宽度宜大于 8m；
- 3 景观水体的补水宜优先采用天然河湖、雨水、再生水等水源，同时应采用循环系统、水生态保持措施及智慧运行系统。

【条文说明】本条文对城区绿地内景观水体作出规定。

1 对于城市绿地内水体要求的设定，是基于城市小气候改善与水资源合理利用考量；根据场地热岛效应分布增设人工水体，可依据城市气候调节相关研究与实践经验，有效缓解局部高温，提升环境舒适度。

2 公园绿地滨水区域设置植被缓冲带，参考湿地保护与滨水生态修复相关规范，宽度要求有助于过滤污染物、保护水岸生态，促进生物多样性保护。

3 景观水体的水资源保持处理及水源选择规定，源于水资源管理法规与生态保护要求，优先采用天然河湖等水源并设置循环与生态保持系统，可提高水资源利用效率并维护水体生态平衡。

4.8.8 城区绿化植物配置应符合下列要求：

1 城区绿化植物选择中乡土植物比例不应小于 80%，建立本地植物名录库，优先选用区域性高碳汇树种；

2 城市绿化种植空间疏透度宜为 0.5~0.7，郁闭度宜为 0.5~0.7。空间宜连续，应成片成环成网。宜采用乔、灌、草复层绿化方式，且应预留植物生长发育空间；

3 植物配置应考虑不同种类植被的减碳作用。新建城区绿地中，常绿树种与落叶树种比例宜为 3：7；乔灌木的比例不应小于 7：3，木本与地被植物比例宜为 4：1；

4 在满足当地水文气候条件下，优先选择叶面积大、寿命长、生长迅速、根系深的树种；长寿乔木种类占全部乔木种类比例不应小于 40%。

【条文说明】本条对城区绿化植物配置作出规定。

1 在城区绿化植物选择中要求乡土植物比例不小于 80%、建立本地植物名录库并优先选用区域性高碳汇树种，对减碳意义重大。乡土植物适应本地环境，种植后养护需求低，减少了养护过程中的能源消耗与碳排放；高碳汇的乡土树种能高效吸收二氧化碳，直接增加城区碳汇量，且其形成的稳定群落还可增强生态系统协同作用，进一步提升碳汇能力；同时，乡土植物构建的绿化系统利于维持生物多样性，稳定的生态系统有助于碳在生物与环境间的循环平衡，而本地植物名录库则为科学选种提供支撑，保障绿化工作有序高效开展，更好实现减碳与生态改善目标。

2 寒温带城市疏透度可降至 0.4~0.6，热带城市疏透度可提高至 0.7~0.8，合适的疏透度和郁闭度能保证植物获得充足光照与空气，促进光合作用高效进行，使植物更好地吸收二氧化碳；连续成片成网的绿化空间增加了城市整体绿量，扩大碳汇面积；乔、灌、草复层绿化形成多层次生态系统，不同层次植物发挥各自优势，进一步提升碳吸收与固定能力，且预留生长空间有利于植物长期健康生长，持续增强碳汇功能，助力城市减碳目标的达成。

3 常绿树种与落叶树种比例以（3~4）：（7~6）较为适宜。另外，乔木、灌木与草本植物比例则是对城市层面三者种植面积的大致比例的控制引导建议。乔木、灌木与草本合理配植，既能扩增绿量，优化整体景观成效，又能构建稳定植物群落，可使全年碳吸收稳定，有效助力城市减碳。

4 优先选叶面积大等树种，基于植物生态适应性与碳汇功能研究，此类树种

在当地水文气候下能更好地发挥减碳、调节气候等作用。植物配置比例要求，综合考虑减碳效益与生态稳定性研究成果，长寿乔木生长周期长而让碳汇功能更持久，有利于维持长期生态稳定。

4.8.9 城区应减少人为土地利用变化，严控蓝绿空间内的建设与管理活动强度，降低大型园林机械及车辆的使用频率。

【条文说明】本条对城蓝绿空间相关活动作出规定。减少人为土地利用变化及严控蓝绿空间建设管理强度等要求，是基于生态保护与可持续发展理念。依据土地管理法与生态环境保护相关法规，减少不必要的土地开发与建设活动，可降低对蓝绿空间生态系统的破坏，保护生物栖息地与生态多样性。降低大型园林机械及车辆使用频率，从资源节约与生态干扰最小化角度出发，减少能源消耗与尾气排放，避免对土壤压实等不良影响，维护绿地土壤结构与生态功能，促进城市绿地生态系统的健康与可持续发展。

5 低碳建造

5.1 一般规定

5.1.1 城区应全面实施绿色施工，通过使用绿色建材、可再生能源及低碳施工技术，减少建设过程碳排放。

【条文说明】全面实施绿色施工，从使用绿色建材、实施减废措、利用可再生能源等多个角度制定综合应用策略，有助于保护环境，还能提高施工效率，降低成本，减少城区建设施工过程中的碳排放量。

5.1.2 城区应遵循施工精细化管理要求，依据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB/T 50378 制定关键质量控制环节专项施工方案。

【条文说明】不同区域之间的碳排放水平存在差异，东部地区由于经济高度发达，碳排放密度较高，而中西部地区虽然碳排放总量较低，因此开展基础评估需要充分调研本区域碳排放水平，衔接《近零能耗建筑技术标准》（GB/T 51350）进行精细化施工，重点管控外保温连续性、门窗安装精度等，降低建筑运行阶段碳排放。

5.1.3 施工前应依据设计文件、施工组织设计及概预算文件，开展施工阶段碳排放计算，确定碳排放基准值，制定分阶段控制目标。

【条文说明】碳排放计算需对接《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366），基于建材生产、运输及施工能耗数据分级设定目标，推动设计与施工协同优化。

5.1.4 施工过程应实施动态碳排放监测，建立反馈机制，实现全过程碳数据统筹。

【条文说明】施工过程应促进设计、施工深度协同，通过 BIM 平台集成施工进度与能耗数据，参照《建筑工程绿色施工评价标准》（GB/T 50640）进行偏差分析，及时优化施工组织方案。

5.2 绿色建材

5.2.1 城区在建造与更新改造实施过程中宜优先选择获得绿色建材认证的建筑材料。

【条文说明】政府在建筑领域大力倡导绿色发展理念，鼓励使用绿色建材。城区

作为人口密集、建筑集中的区域，优先使用绿色建材能够起到良好的示范作用。选择获得绿色建材认证的建筑材料符合环保与可持续发展要求，绿色建材的生产和使用有助于减少能源消耗和温室气体排放，绿色建材注重资源的循环利用。同时，绿色建材的使用有助于提升城区建筑品质，绿色建材经过处理，往往具有更好的性能和耐久性，能够提高室内的健康和舒适程度。

5.2.2 当采用未纳入绿色建材认证范围的建筑材料时，宜优先选择通过现行国家标准《建筑材料低碳评估方法》GB/T44716 评估的建筑材料。

【条文说明】绿色建材认证限定了 51 类产品，包括混凝土类、门窗幕墙及建筑涂料类，但并没有涵盖所有的建筑材料；而 GB/T44716 评估对象包含所有的建筑材料，因此在实施应用过程中未经过绿色建材认证的建材仍需要通过 GB/T44716 进行低碳评估，并作为推荐建材优先应用。

5.2.3 城区本地建材使用比例不应低于 60%。

【条文说明】城区新建建筑、新建基础设施建设合理利用本地建材有助于减少运输成本和能源消耗，降低环境污染，同时支持当地经济发展，创造就业机会，并促进区域经济的平衡发展。

5.2.4 城区应提升可循环材料和可回收利用材料的使用比例，并结合项目实际情况，采用利废建材。

【条文说明】国家和地区出台了相关政策，鼓励和支持利废建材的生产和应用。利废建材的使用有助于减少自然资源的消耗，降低环境污染；降低生产成本，提高经济效益。随着近年来建筑材料金属的发展，利废建材的生产工艺不断改进，产品质量得到了有效保证。

5.3 绿色建造

5.3.1 城区建设项目应编制绿色施工专项方案，统筹生态环境保护、资源循环利用及碳排放控制，优先采用智能建造与工业化技术，并实施全过程动态监测。

【条文说明】绿色施工需统筹《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2019）全生命周期碳排放管控要求，优先采用再生骨料、装配式构件等低碳建材，结合光伏临电系统及智慧工地管理平台，实现施工能耗、扬尘、噪声的数字化监测与优化。屋顶绿化及垂直绿化等碳汇措施应同步纳入施工策划，补偿施工期碳足迹。

5.3.2 城区应推广应用智能建造技术，并应符合下列规定：

1 施工现场宜采用太阳能、风能等清洁能源供能，配套储能设备保障用能稳定性；

2 装配式建造：推广预制构件，深化 BIM 技术在设计-生产-施工全流程协同应用，减少现场湿作业与材料损耗；

3 数字化管控：建立智慧工地管理系统，实时监测能耗、扬尘、噪声及碳排放数据，优化施工组织。

【条文说明】清洁能源替代可降低施工阶段化石能源依赖；装配式建筑预制率宜不小于 30%，参照《装配式建筑评价标准》GB/T 51129；BIM 技术需覆盖深化设计至竣工验收全流程。

5.3.3 城区应采用低碳施工措施，并应符合下列规定：

1 资源高效利用：采用再生骨料、低碳建材，优化模板周转率至不宜小于 6 次；

2 工艺升级：推广无尘施工、免拆模体系、高精度激光找平等技术，减少返工与废弃物产生；

3 碳汇补偿：施工临时设施区域宜同步实施垂直绿化或生态修复，补偿施工期碳足迹。

【条文说明】本条款通过资源循环、工艺升级及生态补偿实现施工减碳。

1 资源高效利用：《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T 134 中再生骨料替代率不小于 30%，优选高强钢、低碳水泥（碳排放强度降幅 15%~20%），模板周转率不小于 6 次，采用 BIM 优化设计及铝合金模板降低损耗。

2 工艺升级：《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 中无尘施工 PM2.5 浓度不大于 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，《装配式建筑评价标准》GB/T 51129 推广免拆模技术可以减少 40%建筑垃圾，激光找平误差不大于 3mm/2m，返工率不大于 5%。

3 碳汇补偿：施工临时区垂直绿化覆盖率不小于 20%，《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022 中年固碳不小于 3.65t/万 m^2 ，同步量化施工碳排放，通过碳信用交易或生态修复实现碳中和。实施要求：低碳建材需提供碳足迹标签，施工数据接入动态监测平台闭环管理。

5.3.4 施工设备宜优先采用电动化设备，其中燃油设备占比宜不大于 20%。

【条文说明】 施工设备电动化率参照《公民绿色行为碳减排量化导则》中“施工机械单位台班减碳量”核算。

6 低碳运维

6.1 一般规定

6.1.1 城区应采用建筑信息模型（BIM）和城市信息模型（CIM）技术，构建全生命周期碳排放动态核算与优化平台。

【条文说明】BIM 技术需贯穿建筑设计-施工-运维全流程，实现碳排放的实时核算与优化：

设计阶段：基于 BIM-LCA 方法，自动关联构件碳因子库，支持建材选型、构造优化的碳排放预判。

施工阶段：通过 BIM 模型解析施工能耗与材料损耗，联动智慧工地系统减少返工率。

运维阶段：CIM 平台整合建筑、交通、市政数据，建立碳排放时空热力图，动态追踪区域碳强度与目标偏离度，生成减排路径建议。

6.1.2 城区宜建立智慧能源与碳排放管理平台，平台应具备建筑、交通、市政等重点领域碳排放实时监测与动态校核功能。

【条文说明】平台功能需聚焦减碳效果量化与闭环管理：

数据集成：接入建筑能源管理系统（BEMS）、交通电动化率、污水厂碳捕集等数据。

动态基线：基于《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366）设定碳排放强度基线，对比实际值与目标值偏差。

智能调控：通过蒙特卡洛模型预测减排路径，生成节能改造优先级清单。

效果可视化：输出碳排热力图、减排贡献度雷达图，支持碳信用交易数据溯源。

6.1.3 城区碳排放计量应建立“监测-评估-反馈”闭环，实现减碳效果可量化、可追溯。

【条文说明】城区碳排放计量需构建“监测-评估-反馈”闭环体系，依托物联网传感器、CEMS 系统实时采集建筑、交通及市政设施碳排放数据，采用排放因子法、质量平衡法动态评估碳强度。平台应集成 AI 算法校核数据精度，通过标准化接

口联动城市能源系统，实现数据可追溯。建立碳计量审查及异常预警机制，支撑减排策略动态优化，适配不同气候区需求，为碳配额分配与政策制定提供依据。

6.2 智慧运维

6.2.1 城区应构建智慧能源与碳排放管理平台，集成能源、建筑、交通、市政设施等碳排放数据。

【条文说明】平台以 CIM/BIM 为数字底座，实时采集建筑能耗、交通流量、市政设施运行等数据，通过区块链技术确保数据不可篡改。动态校核单位 GDP 碳强度、可再生能源渗透率等指标，生成碳排放热力图及偏离度报告。数据分级共享：政府端管控目标考核，企业端推送技改方案，公众端提供个人碳账户查询。

6.2.2 城区宜建设智慧交通管理系统。交通管理系统应优化信号配时，推广电动充电桩分时共享。

【条文说明】采用自适应信号控制系统，根据实时车流量动态调整配时，路口通行效率提升 20%，年减碳 2 万 t（依据 GA/T 1302 标准）。充电桩智能调度：高峰时段电价上浮 30% 引导错峰充电，谷段优先使用光伏绿电，充电桩利用率提高至 80%。数据接入碳平台生成交通碳排报告，支撑公交线路优化。

6.2.3 城区市政照明应采用智能控制，分时段调节亮度。

【条文说明】基于环境传感器（光照度、人流量）分时分区调光，主干道照度维持 50-75lx，辅路夜间降至 30lx，年节电 20%。景观照明启用动态模式（节假日全开/平日 70%），灯具寿命延长至 5 万 h。故障自动报警定位精度不大于 10m，响应时间不大于 2h。

6.2.4 城区应建立智慧垃圾管理系统，系统能监测生活垃圾、建筑垃圾的回收量。

【条文说明】智能垃圾桶满溢报警触发清运调度，垃圾资源化率不小于 30%（湿垃圾制肥率为 60%）。

6.2.5 城区应建立智慧水资源管理系统，系统应能监测管网漏损率、再生水利用率。

【条文说明】再生水用于绿化与道路冲洗，替代率不小于 25%（GB/T 50335），年节水 10 万 t。水质监测超标自动关闭供水并溯源，结合数字孪生优化管网压力，泵站能耗降低 15%。

6.2.6 智慧能源与碳排放管理平台应设置多级权限，保障数据安全与可追溯。

【条文说明】政府端可访问全域碳排放数据及政策工具包；企业端受限查看自身项目数据，接收超标告警；公众端仅开放个人碳账户及节能建议。数据加密存储符合《网络安全法》，支持区块链碳信用存证与第三方核查。

6.3 低碳运维机制

6.3.1 城区应根据减碳目标和规划策略，制定减碳实施方案，并应包括下列内容：

- 1 城区碳排放管控组织架构、工作机制；
- 2 规划设计、建设、运营各个阶段的实施计划和重点项目清单；
- 3 碳排放绩效评估、动态调整和监督考核机制。

【条文说明】为落实城区减碳目标和规划策略，需要制定可操作、可管控、可考核的实施方案。

1 包括落实减碳目标的领导机构和责任单位，建立相应的规章制度和考核办法。

2 包括依据分期减碳目标和规划策略，按年度制定详细工作计划，明确各年度需重点推进的项目及相应减碳指标，通过任务清单形式进行管控。

3 包括制定与年度计划和任务清单相对应的监督考核办法，同时允许对个别指标根据实际项目进行动态调整并提供备用方案，以确保城区减碳目标的实现。

6.3.2 城区应基于智慧能源与碳排放管理平台数据进行碳排放统计分析、效果评估和趋势研判等，并定期编制碳排放核查报告。

【条文说明】本条要求将城区内建筑物、城市基础设施、城市公共服务设施的变配电、照明、电梯、空调、供热、给排水等能源使用状况，接入区域内能耗监测平台进行集中监测、管理和分散控制，以提高能源使用效率、降低碳排放。

6.3.3 城区应实施能耗和碳排放精细化管理，并应符合下列规定：

1 依托能耗监测平台对建筑和能源设施的能耗进行管理，对重点排放单位开展低碳化改造并进行考核监督；

2 依托城市设施管理平台对市政基础设施进行数据监测与分析、运行策略优化调整和绿色低碳化更新；

3 开展既有公共建筑调适，利用数字化技术为建筑舒适、安全、高效、自动

化运行提供技术和管理保障。

【条文说明】实施能耗和碳排放精细化管理是提高城区运营管理效率的重要途径之一。

1 基于能耗在线监测和动态分析结果,针对高能耗和高碳排放单位开展用能限额管理或低碳化运维与更新,通过节能改造、数字化运维、用能托管等形式降低碳排放。

2 基于市级或区级城市运行管理平台,对市政电力、燃气、燃煤、供排水、集中能源设施等进行数据分析,制定合理的管理和运行策略。

3 根据既有公共建筑的使用需求,在技术经济分析基础上,利用联网、云计算、大数据分析、BIM 技术等信息化技术,积累和实时监测的数据,为建筑舒适、安全、高效运行提供有效保障。

6.3.4 城区应运用大数据技术开展绿色低碳体检评估,实现动态监测、定期评估、跟踪落实。

【条文说明】城市体检是对城市人居环境全面、系统、常态化的评价工作,有助于及时发现城市人居环境问题,针对性治理“城市病”,提升城市现代化治理水平。本条要求城市开展体检数据管理、综合评价能力和监测预警工作,构建形成支撑“动态监测、定期体检/评估、查找问题、整治措施、跟踪落实”城市精细化治理闭环的基础信息平台。

6.3.5 城区宜开展碳披露、碳普惠、绿色金融等工作,并应符合下列规定:

1 建立绿色低碳信息披露机制,或针对建筑、能源、环境等资产开展 ESG 评价;

2 区域内企业参与碳交易、绿电绿证交易等;

3 推行碳普惠,鼓励公众参与绿色低碳行动。

【条文说明】本条通过鼓励企业和个人参与碳减排行动,推动全社会低碳可持续发展。

1 鼓励开展绿色低碳信息披露,通过环境信息、碳信息、ESG 信息等绿色低碳信息披露,进行社会监督并督促社会主体提高碳减排和碳管理水平,形成全社会绿色低碳发展的浓厚氛围。

2 鼓励企业通过购买碳普惠减排量实现碳中和,鼓励符合条件的金融机构参

与绿色投融资服务，助推企业绿色低碳转型。

3 通过制定碳普惠制度、开发相应系统平台、建立个人碳账户体系、开发个人减排场景等，提升公众对自身节能降碳行为的感知，为公众参与碳减排活动提供多元化的路径选择。

6.3.6 城区应定期开展绿色低碳宣传活动。

【条文说明】本条鼓励面向企业及机关单位、社区居民、学校、物业、商店、宾馆等，开展多元化的绿色低碳宣传活动，鼓励各类绿色低碳主题的示范创建工作，以引导全社会积极践行低碳消费和低碳生活理念。通过低碳宣传，鼓励企业积极参与碳标识、碳审计、碳认证及自愿减排等活动，营造以绿色低碳为导向的良好氛围。

6.4 碳 汇

6.4.1 城区应通过碳汇运维措施保障，包括定期检测碳汇量、蓝绿空间养护等，实现绿地、水体、土壤碳汇的协同作用，保证生态系统的完整性和稳定性。

【条文说明】在城市规划和设计中采用综合的方法，考虑到植物、水体和土壤的相互作用，以及它们对城市环境和居民生活质量的影响，能够提高城市的碳汇能力，有助于维护生态系统的完整性和稳定性。

6.4.2 城区碳汇应与蓝绿空间规划相协同，明确城区绿地、蓝绿空间和水体的碳汇量计算方法，并定期进行监测和评估。

【条文说明】城区应定期进行碳汇量监测和评估，并根据监测结果，及时调整和优化城区生态系统设计方案，确保碳汇能力的持续提升。低碳城区的碳汇设计与蓝绿空间规划协同，旨在通过科学的空间布局和技术手段，最大化生态系统的碳汇能力。蓝绿空间的合理布局（如绿地、湿地、河流等）能够形成连续的生态网络，促进物种迁徙、能量流动和物质循环，提升碳汇功能。例如，生态廊道连接分散的绿地斑块，增强植物群落的协同作用，提高光合作用效率。同时，蓝绿空间还能调节城市微气候、缓解热岛效应、净化空气和水体，实现生态效益与减碳目标的双赢。

6.4.3 城区宜通过种植水生植物、构建湿地生态系统等方式，提高水体的碳汇能力，并促进水体的净化和生态恢复。

【条文说明】湿地生态系统具有强大的固碳潜力已经成为缓解全球气候变化的长期解决方案之一，提高水体碳汇能力途径主要有种植沉水植物、种植浮床水生植物、补光促进光合作用等，通过综合措施提高水体的碳汇能力，有效净化水体，促进水体生态系统的恢复和健康。

6.4.4 城区建筑项目应实施建筑立体绿化系统，并符合以下要求：

- 1 新建居住小区绿地率不应低于 30%，改建项目不应低于 25%；
- 2 建筑屋顶绿化面积比例不应低于可绿化屋顶面积的 30%，年固碳量不低于 1.5kgCO₂e/m²；
- 3 建筑垂直绿化覆盖率不应低于可绿化立面积的 15%；
- 4 立体绿化系统宜建立全生命周期碳汇监测机制。

【条文说明】本条款规定了建筑立体绿化系统的碳汇技术要求。新建居住小区绿地率指标依据《城市居住区规划设计标准》（GB50180）确定，改建项目通过立体绿化补偿绿地不足。屋顶绿化应采用轻质基质（荷载不大于 150kg/m²），优先选择固碳效率高的本地植物品种。垂直绿化应确保 15%以上的可绿化立面覆盖率，并建立包括传感器网络在内的监测系统，按季度采集植被生长及固碳数据。所有立体绿化项目应纳入城市碳汇管理平台，实施全生命周期监测，并享受相应的碳普惠激励政策。具体实施应符合《绿色建筑评价标准》（GB/T50378）和《园林绿化工程项目规划》（GB55014）的相关规定。

6.4.5 城区内建筑宜采用低碳建材和碳捕集与封存（CCUS）技术的建筑材料。

【条文说明】低碳以及碳捕集与封存（CCUS）技术的建筑材料在未来建筑行业中的应用前景广阔，在建筑设计、建设、使用、拆除等全过程中，最大限度地降低二氧化碳排放，减少对环境的影响，并提高建筑能源利用效率的一种建筑形式。主要通过采用节能材料、节能技术、利用可再生能源等手段，实现建筑能耗的最小化，从而减少能源消耗和二氧化碳排放，达到可持续发展的目的。

6.4.8 城区应建立包含季度监测、年度核证的蓝绿碳汇常态化运维管理体系，确保碳汇设施持续稳定运行和数据准确可靠。

【条文说明】本条款要求城区建立完善的蓝绿碳汇运维机制，通过制定养护标准、配备专业团队、建立数据平台等措施，采集植被固碳量、土壤碳储量等关键指标数据，并委托第三方机构进行核查，形成运维评估报告，并持续优化运维方案，

确保碳汇设施功能正常发挥和数据质量，具体实施可参照《城镇绿地养护技术规范》等相关标准。

6.4.9 城区应推动碳汇与碳交易、碳普惠的衔接，将城区碳汇项目纳入碳交易体系。

【条文说明】通过碳汇与碳交易、碳普惠的衔接，实现碳汇量的市场化运作和公众参与的有机结合。将城区碳汇项目（如绿地、屋顶绿化）纳入碳交易体系，允许其碳汇量用于抵消碳排放配额。同时，通过碳普惠机制激励公众参与碳汇建设，如植树造林、社区绿化等。这种模式不仅提升了城区的碳汇能力，还增强了公众的环保意识和参与感，推动城区低碳转型的可持续发展。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《城市用地分类与规划建设用地标准》GB50137

《绿色建筑评价标准》GB/T 50378

《城市园林绿化评价标准》GB/T 50563

《城市停车规划规范》GB/T 51149

《绿色生态城区评价标准》GB/T 51255

《城市综合交通体系规划标准》GB/T 51328

《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366

《城市步行和自行车交通系统规划标准》GB/T 51439

《数据中心 资源利用 第4部分：可再生能源利用率》GB/T 32910.4

《国土空间规划城市设计指南》TD/T 1065

《城市新区绿色规划设计标准》T/CECS 1145