

国土空间详细规划碳排放测度与管控研究

——以苏州太湖科学城核心区详细规划为例

邓雪媛, 蒋灵德, 刘超

【摘要】基于联合国政府间气候变化专门委员会公布的碳排放清单方法,明确详细规划碳排放测度方法“规划要素—活动强度—碳排放强度”,构建基于碳排放驱动因子的详细规划管控逻辑。以苏州太湖科学城核心区详细规划为例,测度未来的碳排放情况,结果显示:2035年建筑运营、交通出行、废弃物处置、绿地碳汇4个基础部门和附加部门建筑业的碳排放占比分别为80%、7%、3%、-1%、11%;建筑运营和废弃物处置出现碳排放达峰的趋势,交通出行的碳排放持续增长,建筑业的碳排放达峰后下降,驱动碳排放的规划指标排序为土地用途、开发强度、建筑性能、公共交通设施密度、公用设施水平。基于此,构建“减碳策略(空间策略×技术要素)—控碳指标”的城市单元详细规划碳排放管控体系,以期详细规划的碳排放测度、详细规划低碳附加图则编制等提供数据基础和编制思路。

【关键词】详细规划;碳排放测度;联合国政府间气候变化专门委员会碳排放清单;管控要素;碳排放强度

【文章编号】1006-0022(2023)09-0117-06 **【中图分类号】**TU984 **【文献标识码】**B

【引文格式】邓雪媛,蒋灵德,刘超.国土空间详细规划碳排放测度与管控研究:以苏州太湖科学城核心区详细规划为例[J].规划师,2023(9):117-122.

Assessment and Regulation of Carbon Emission in Territorial Space Detailed Planning: The Detailed Planning of the Core Area in Suzhou Taihu Science City/DENG Xueyuan, JIANG Lingde, LIU Chao

【Abstract】Based on IPCC carbon emission inventory, a carbon emission assessment method of detailed planning is developed, and a detailed planning control logic based on carbon emission factors is built. The detailed planning of the core area in Suzhou Taihu Science City is used as an empirical sample to measure the carbon emission inventory in the future, and the results show that the carbon emission ratios of the four basic sectors and the additional construction sector are building operation 80%, transportation 7%, waste disposal 3%, and green space carbon sink -1%, construction 11% in 2035. Carbon emissions from building operations and waste disposal show carbon peaks, carbon emissions from transportation continue to grow, and carbon emissions from construction peaks and then decline. The ranking of planning control elements affecting carbon emissions are: function, FAR, building performance, density of public transportation facilities, municipal infrastructure level. An integrated system of low carbon planning is developed, consisting of "carbon reduction strategy (spatial strategy x technical elements)-carbon intensity indicator", in order to provide data basis and ideas for carbon emission assessment of detailed planning, optimization of low-carbon planning.

【Key words】 detailed planning; carbon emission measurement; IPCC carbon emission inventory; control elements; carbon intensity

0 引言

气候变化是当今全球可持续发展最为紧迫和复杂的议题。联合国政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change,以下简称“IPCC”)提出应对气候变化的两大路径——减缓和适

应,低碳城市建设对应了减缓气候变化路径。我国在第七十五届联合国大会上承诺“二氧化碳排放力争于2030年达到峰值,努力争取2060年实现碳中和”。2021年,苏州作出了争取比国家2030年碳达峰和2060年碳中和的目标均提前5年兑现的承诺。

《中共中央 国务院关于建立国土空间规划体系

【基金项目】江苏高校优势学科建设工程四期项目、江苏省高校人文社科基金项目(2023SJYB1421)、上海市科委科技支撑碳达峰与碳中和专项项目(22dz1207800)

【作者简介】邓雪媛,博士,高级工程师,现任职于苏州科技大学建筑与城市规划学院。

蒋灵德,苏州科技大学建筑与城市规划学院副教授。

刘超,通信作者,同济大学建筑与城市规划学院助理教授。

并监督实施的若干意见》明确了详细规划是对具体地块用途和开发建设强度等作出的实施性安排。2021年12月,《江苏省城镇开发边界内详细规划编制指南(试行)》发布,明确了单元、街区两个尺度的详细规划编制的基本内容,但是没有涉及碳排放的相关内容。

详细规划的内容是否可以预测碳排放?能否实现在开发建设中碳排放进行管控?面对这些问题,本次研究旨在以城市生命体新陈代谢为思想基础,明确国土空间详细规划碳排放的测度方法,识别影响碳排放的关键规划管控要素,提出实现碳排放管控的策略与指标建议,并以太湖科学城核心区详细规划为例,计算2020—2035年碳排放的部门特征和时间特征,以及影响碳排放的关键规划要素,对于低碳导向的规划方案优化、详细规划低碳附加图则编制等有一定的应用价值,为其提供了数据基础和碳管控思路。

1 国土空间详细规划碳排放的研究进展

低碳城市与减碳规划的研究自2008年以来呈现两次高峰,第一次是在2009年哥本哈根气候变化大会上我国提出减排目标,第二次是2020年“双碳”目标提出。随着《自然资源部关于加强国土空间详细规划工作的通知》发布,大量详细规划编制调整工作将出现。详细规划碳排放研究包含两个方面——详细规划的碳排放测度、详细规划的碳排放管控。

1.1 详细规划的碳排放测度研究:模型、部门、特征与驱动因子

郭洪旭等提出控规碳排放评估模型,该模型描述了控规与规划用地碳排放的关系,控规中包含工业、建筑、交通和绿地碳汇4个碳排放部门,驱动碳排放的关键控规指标为用地面积、用地性质、容积率、建筑密度、用地兼容性、居住人口密度、绿地率、公共交通基础设施配

置等。以某控规为例,其碳排放清单显示各部门的碳排放占比:工业为59%、公共建筑为17%、居住建筑为4%、货运交通为12%、居民交通为7%、绿地碳汇为-9%。郑德高等阐述了国家、城市、片区、街坊等多尺度碳排放核算方法、数据来源和排放结构,国家和城市尺度的碳排放多关注能源、工业等生产端,片区和街坊尺度的碳排放测度与减碳主要关注建筑、交通等消费端。城市、片区尺度的碳排放部门通常包含建筑碳排放、交通碳排放和绿色碳汇,根据测算,也可根据片区主导功能增加核算部门,如在工业园区增加工业部门碳排放核算,在居住区增加废弃物处置碳排放核算等。片区尺度的碳排放结构特征:建筑碳排放占比为82.5%,工业与交通的碳排放占比为22.5%,林地碳汇占比为-5.5%。

1.2 详细规划的碳排放管控研究:减碳策略与管控指标

低碳导向的控规指标体系是规划编制的技术内容主体,2010—2015年这类研究成果较多,形成了多种系统性指标体系。但是,低碳导向的控规指标体系存在冗杂重复、难以实施的特点。一方面,传统控规中仅有容积率、建筑密度等管控指标,而低碳详细规划指标体系冗杂,指标多达几十个,既有城区目标类指标,也有规划技术指标,大多难以实施。另一方面,国家和地方还有绿色生态城区、低碳生态城区专项规划指标体系,详细规划指标体系与专项规划指标体系有重复。因此,指标体系难以实施,能够在实施管控中发挥作用的指标较少。

2020年“双碳”战略提出之后,大量研究成果指向了基于测度的规划设计策略。郑德高等提出了城市片区尺度减碳单元的规划技术体系,包含城绿共生、绿色出行、高效循环、人性街坊、智慧管治等5个方向。匡晓明等在城区碳排放特征和评估的基础上,提出了增加可再生能源承载空间和促进负荷平准化的功能混合设计策略。

1.3 小结

碳排放测度与碳排放管控的内容需要一脉相承,最前端的碳排放测度研究是低碳规划编制和实施的基础,明确空间因子对碳排放的驱动机制,确定碳排放的规划驱动因子;后端的碳排放管控指标向规划实施和开发建设传导,是详细规划管控价值实现的抓手,低碳管控指标内容需要机理清晰、明确和简化。

2 详细规划碳排放测度与管控的逻辑建构

城市生命体需要新陈代谢,城市新陈代谢关注以人类活动为核心的能源输入、流动和污染物排放。碳排放在城市生命体新陈代谢中属于污染物排放,主要是因建筑运营、交通出行、建材生产等多个部门使用化石能源而产生的。详细规划的碳排放测度是指根据详细规划中的土地用途和开发强度等内容,推测出各个部门未来的碳排放,实现对详细规划中碳排放的定量预测。测度的难点是将依据统计数据计算城市部门碳排放的清单方法,转化为依据土地用途和开发强度等规划管控要素预测碳排放的方法。详细规划碳排放管控是指通过对土地用途和开发强度等的安排实现对碳排放的管控。碳排放测度与碳排放管控之间的逻辑关系,是通过测度了解碳排放的驱动因子和作用路径,在规划编制中通过规划策略和指标实现碳排放管控。

2.1 测度方法:规划要素—活动强度—碳排放强度

IPCC提出的碳排放测度方法是把人类活动发生程度的信息与单位活动的碳排放量或清除量系数结合起来,本次研究同样采用该方法,以活动强度和排放因子为自变量,以碳排放为因变量,构建“规划要素—活动强度—碳排放强度”的测度方法,将详细规划管控指标转换为活动强度数据,成为碳排放的驱动因子,并结合土地使用功能计算出用地碳

排放强度。

城市单元碳排放主要包括 3 个碳排放部门和 1 个碳汇部门，即建筑运营碳排放、交通出行碳排放、废弃物处置碳排放和绿地碳汇。考虑到城市单元主导功能的差异，提供若干附加部门碳排放，如工业园区可附加工业流程碳排放，新城区可附加建筑业碳排放，等等。

活动强度则根据规划方案中的管控指标确定。详细规划的管控内容包含开发用途、开发强度和形态引导 3 大类，碳排放活动需要收集的信息涉及开发用途和开发强度两大类，可细分为以下内容：土地用途、开发强度、交通设施布局、绿地系统规划、建设分期情况等，不涉及形态引导的内容。然而，详细规划的管控内容还不足以计算碳排放清单，需要参考绿色生态城区专项规划中的技术要素，如绿色建筑比例、可再生能源替代、绿色交通出行率、垃圾减量收集措施等。因此，与活动强度直接相关的规划要素包括 3 大类，即开发用途、开发强度和绿色低碳技术。排放因子数值根据地方调查统计数据 and 《中国产品全生命周期温室气体排放系数集(2022)》确定。见图 1。

各部门碳排放计算方法不尽相同，基本分为两类：第一类是以功能为基础，建筑运营碳排放和绿地碳汇都采用面积—排放因子方法计算；第二类是以人口为基础，交通出行碳排放采用人口—结构方法计算，废弃物处置碳排放采用人口—定额方法计算。①建筑运营碳排放强度。建筑运营碳排放是用每种建筑功能的碳排放基准线乘以建筑面积。本次研究涉及的民用建筑类型分为居住建筑、公共建筑、商用建筑 3 类，碳排放强度数值采用上海建筑运营维护阶段碳排放基准线。②交通出行碳排放强度。交通出行碳排放采用人口—结构方法计算，影响因素有以下 4 类：出行人口、出行距离、出行方式、交通工具。出行人口、出行方式数据根据规划方案估算，出行距离参考城市居民出行调查报告。③废弃物处置碳排放强度。固体废弃物处理包括 3

种形式：堆肥、填埋、焚烧。过程中包括两种碳排放：能源消耗碳排放和工艺过程的温室气体排放。本次研究中将垃圾的 3 种处理方式所产生的不同温室气体转化为 CO₂ 当量。这 3 种处理方式的碳排放计算方法不同：堆肥过程中释放的温室气体主要为 CH₄，与堆肥发电的减碳过程相互抵消，不参与总量运算；填埋过程中主要直接释放 CH₄，焚烧过程涉及能源消耗碳排放，填埋和焚烧两个过程的碳排放都采用处置数量乘以排放因子来计算。④绿地碳汇强度。绿地碳汇包含植物生物含碳能力和土壤含碳能力。植物生物含碳率(Carbon Fraction)与植被类型、植物种类和年龄阶段等因素相关，不同绿地碳汇的能力差异较大，乔木、灌木、草本密植混种区域具有最强的碳固定能力，人工修剪草坪的碳汇能力为零，年轻速生林的碳汇能力强。本次研究简化、忽略了水面和土壤碳汇，绿地碳汇因子采用 IPCC 缺省值和上海地区缺省值。

2.2 详细规划碳排放的驱动因子

详细规划编制内容和管控要素通常包含用途管控、强度管控、形态引导。由上述的碳排放测度方法可以推导出，驱动碳排放的主要规划要素为建设用地用途和开发强度，各碳排放部门的影响

要素不尽相同。驱动建筑运营碳排放的 3 个规划要素为土地用途、开发强度、建筑能耗标准，其中建筑能耗标准不是详细规划的内容，可以从低碳生态城区专项规划或者统计数据中获取，因此建筑运营碳排放计算比较容易。交通出行碳排放的驱动因子为人口、出行方式、出行距离，前两个指标可以依据详细规划的交通设施布局(公共交通站点、停车位等)进行估算，出行距离无法从详细规划中获取，因此交通出行碳排放计算相对复杂。废弃物处置碳排放的驱动因子为人口和人均固体废弃物产生量，转化为详细规划管控要素为土地用途、开发强度和公用设施水平。绿地碳汇的详细规划要素为土地用途，因此绿地碳汇计算比较容易。至此，研究已经明确了碳排放的驱动因子有土地用途、开发强度、建筑性能、公共交通设施密度、公用设施水平。但是，各驱动因子影响程度的大小还需依据实证研究的定量数据。同时，碳排放计算还需要补充建筑性能、出行方式、出行距离等数据信息。

2.3 基于碳排放驱动因子的管控逻辑

影响碳排放的驱动因子有活动强度和排放因子，详细规划中的用途管制内

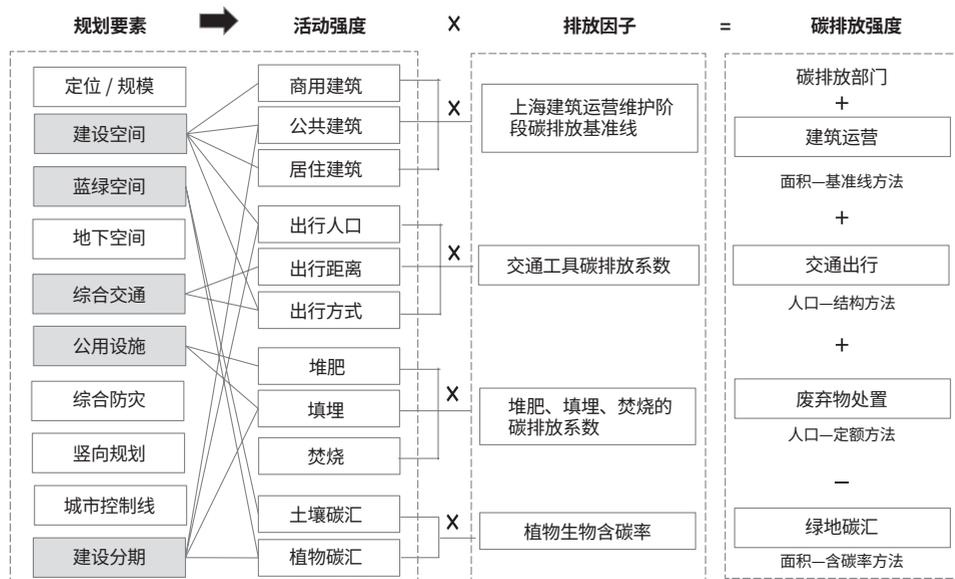


图 1 详细规划的碳排放测度方法示意图

容主要影响活动强度，排放因子主要由建筑物能耗性能、可再生能源替代、交通工具的排放因子、废弃物处置方式等技术因素决定。因此，详细规划编制中影响碳排放的系统性策略包括空间策略和技术体系，空间策略通过管控开发强度、实现功能混合、减少出行距离、降低活动强度实现碳排放管控。在控制碳排放的指标方面，应根据现有的土地用途、开发强度等指标，结合建筑碳排放基准值和交通需求管理等内容，制定碳排放强度指标。

3 太湖科学城核心区详细规划碳排放测度

本次研究以太湖科学城核心区详细规划(以下简称“科学城详规”)为例，运用详细规划碳排放测度方法，对科学城未来的碳排放与碳达峰情况进行推演，揭示新城发展过程中碳排放的部门特征、时空特征，并与环境库兹涅茨曲线比照验证。

3.1 太湖科学城概况

太湖科学城位于苏州高新区，是以南京大学苏州校区为创新源头的山水园林型科学城。2020年9月，南京大学苏州校区建设工程正式启动，2021年10月科学城城市设计编制完成，目标是在2035年建成具有国际竞争力的创新策源地。太湖科学城核心区面积为10 km²，人口有8万，其中南京大学苏州校区人口有1.2万，远期达到2万。科学城建设

包括三期：南大校园+东片创新发展区、西片共享高校区、南片科学荟萃区，5年完成一期。见图2。

3.2 科学城详规碳排放总量特征

科学城2021年碳排放总量约为41万t，随着建设的快速推进，碳排放持续增加至2030年，达到135万t。2030年之后，新增建筑总量大幅减少，碳排放每年出现下降，增速也出现明显下降，2020—2030年碳排放增速平均为10%，2030—2035年碳排放增速平均为4%。

建筑业、建筑运营、交通出行、废弃物处置的碳排放曲线各有特征。建筑业碳排放2030年后总量显著下降，建筑运营和废弃物处置的碳排放增速减缓，出现达峰趋势，交通出行碳排放持续增加(图3)。各部门碳排放占比差异巨大。2035年4大基础部门和附加部门建筑业的碳排放占比为80%、7%、3%、-1%、11%。

3.3 科学城详规碳排放部门特征

一是建筑运营碳排放。科学城的建筑类型包括公共建筑和民用建筑两类，建筑运营碳排放计算采用上海建筑运营维护阶段碳排放基准线，且每5年增加10%。预设屋顶和阳台铺满太阳能光伏热水器，2025、2030、2035年可再生能源替代率分别达到3%、6%、9%。计算可得，2025年建筑运营碳排放达到40万t，2030年达到90万t，2035年达到110

万t，建筑运营碳排放随着存量建筑的增长而持续快速增加，到2035年实现碳达峰。二是交通出行碳排放。科学城内设定4类出行人群，分别是学生、职住都在科学城内的居民、来科学城上班的通勤者、住在科学城外上班的通勤者，其中学生和职住都在科学城内的居民比重较高。出行距离按照工作日和周末分别计算，参考苏州交通调查报告，通勤者在科学城内的出行距离为5 km、到高新区为15 km、到平江路为25 km、到工业园为35 km。出行方式有4种，分别是地铁、有轨电车和巴士、私人汽车、步行与自行车。使用私人汽车出行的人口根据地块车位配建确定，公共交通分担率在2025年达到35%，在2035年达到40%，综合考虑这些情境，交通出行碳排放随着人口增长持续增加，2035年达到了10万t。交通出行碳排放主要是由职住都在科学城内的居民、住在科学城外上班的通勤者、来科学城上班的通勤者这3部分人群产生的，其中职住都在科学城内的居民碳排放占比很高，学生产生的交通出行碳排放很少。三是废弃物处置碳排放。固体废弃物碳排放计算采用苏州人均生活垃圾产生量的均值。2020年苏州固体废弃物的焚烧和填埋比例为6:4，之后，焚烧占比每年增长1%，填埋占比每年下降1%。生活垃圾处理碳排放总量有所增加，2035年达到3.8万t，增速不断减缓，其中填埋碳排放占比高，2035年填埋碳排放和焚烧

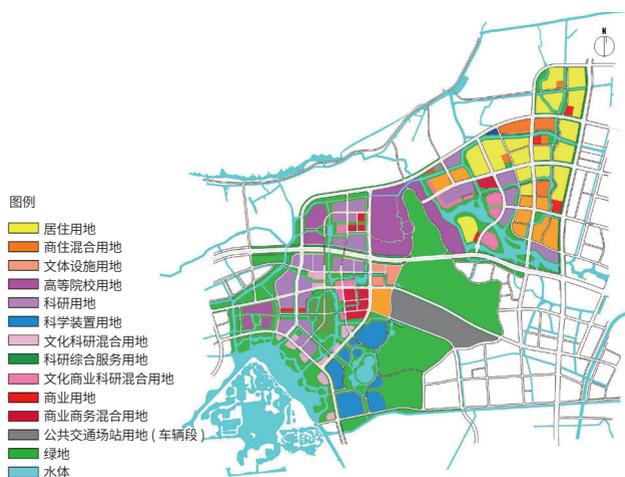


图2 科学城土地利用规划图

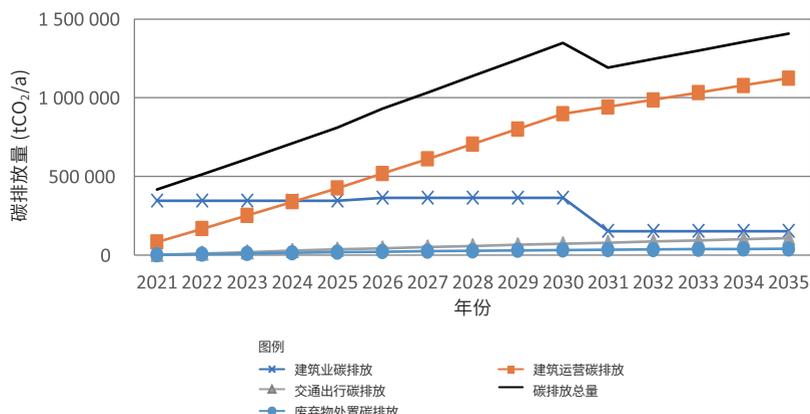


图3 科学城碳排放趋势图

碳排放的比例为 4 : 1。随着填埋量和填埋碳排放的大幅下降,碳排放总量出现达峰趋势。四是绿地碳汇。科学城中的绿地分为城市绿地和林地两类:城市公共绿地和附属绿地都记作城市绿地,分别为 298 hm² 和 320 hm²;林地为 29 hm²。城市绿地碳汇和森林碳汇采用不同的碳排放系数。总体来看,绿地碳汇每年为 1.2 万 t。五是附加部门建筑业碳排放。科学城作为新城,新增建筑建造量大,因此在碳排放清单中附加建筑业碳排放。建筑业碳排放包括 3 个阶段:建材准备阶段、建造过程阶段和拆除回收阶段。科学城于 2020 年开始建设,在前两期建设中,每期新增建筑面积 500 万 m²,第 3 期新增建筑面积 212 万 m²,增速减缓。公共建筑和住宅建筑的比例为 6 : 4,公共建筑采用钢结构,住宅建筑采用框剪结构。在前两期建设中,建筑业碳排放维持在每年 34 万 t,最大的碳排放来自建材生产,其次是建造过程中产生的碳排放,建筑拆除量和材料回收量产生的碳排放很少,建材生产和建造过程中产生的碳排放比例约为 10 : 1。在科学城三期建设时,随着新增建筑建造量的减少,建筑业碳排放断崖式下降至每年 16 万 t。

4 基于测度的详细规划碳排放管控:减碳策略(空间策略×技术要素)—控碳指标

基于测度的碳排放时空特征,详细规划碳排放管控包含两个方面的内容:一是结合管控要素的规划减碳策略,二是规划控碳指标,即用地碳排放强度。由此构建“减碳策略(空间策略×技术要素)—控碳指标”的城市单元详细规划碳排放管控体系(图 4)。

4.1 减碳策略:空间策略×技术要素

碳排放的驱动因子包含活动强度和排放因子。相应的,管控要素的减碳策



图 4 城市单元详细规划碳排放管控体系示意图

略也包括空间策略和技术要素两大体系,通过空间策略减少活动强度,通过技术要素降低排放因子,两方面结合达到减碳目标。基于此,提出 4 大减碳策略:建设空间紧凑混合、综合交通绿色出行、公共设施减量高效、蓝绿空间增量提质。

建设空间紧凑混合旨在降低建筑运营的碳排放。单元尺度主要是采用功能混合的策略,结合区域布设能源中心,通过提升能源效率和“削峰填谷”达到减少建筑运营碳排放的目的;地块尺度主要采用改善微气候、减缓热岛效应的建筑群布局策略,运用可再生能源替代技术,如建筑光伏一体化、热泵等,从需求侧降低化石能源消耗以减少建筑运营碳排放。

综合交通绿色出行可以降低交通出行的碳排放。单元尺度主要是促进绿色出行,即采用“轨道交通+”的低碳出行模式,提升街道空间品质,优化慢行出行环境;地块尺度则采用交通需求管理的方式,适度管控停车位数量。在技术集成方面,现有技术条件下电动私家车和石油私家车的排放因子一样高,电动私家车的充电只有采用光储充一体化,才能大幅度降低碳排放。

公共设施减量高效能够降低废弃物处置的碳排放,即在地块尺度实施垃圾分类,从源头降低生活垃圾数量,为后期分类处置提供便利。集成技术主要用于后端集中处置阶段,生物降解和焚烧产生的碳排放远低于填埋产生的碳排

放,后端集中处置应不断增加生物降解和焚烧的占比。

蓝绿空间增量提质旨在增加碳汇,虽然单元尺度的碳汇相比碳排放仅占 3%,但是蓝绿生态网络具有调节微气候、增进自然体验、培育生物栖息地等综合效益。具体策略为增加绿化空间,在单元尺度保证绿地率,在地块尺度通过立体绿化增加绿容率。在技术集成方面,主要通过乔灌木搭配、新旧植物更替提升绿化的碳汇品质。

4.2 控碳指标:用地碳排放强度

详细规划要实现在开发建设过程中对碳排放的管控,还需要进一步制定强制或者引导性指标,现有详细规划并没有碳排放相关的指标。本次研究依据科学城详规的内容,整合了建筑碳排放设计标准、建筑碳排放基准线调查数据、地块停车位配建标准、用地人均废弃物定额等数据,制定了科学城的用地碳排放强度指标(表 1)。

5 结论与讨论

本次研究基于城市生命体新陈代谢思想,提出基于详细规划的碳排放清单方法,构建“规划要素—活动强度—碳排放强度”的方法框架,根据详细规划指标限制碳排放强度,预测建筑运营碳排放、交通出行碳排放、废弃物处置碳排放和绿地碳汇 4 个基础部门的碳排放清单。根据城

表 1 用地碳排放强度指标 [单位: kgCO₂/(m²·a)]

用地性质		建筑运营碳排放强度	交通出行碳排放强度	废弃物处置碳排放强度	绿地碳汇强度
一级	二级				
居住用地	一类居住用地	114.0	22	18.9	0.055
	二类居住用地	140.0	22	18.9	0.055
	三类居住用地	99.0	22	18.9	0.055
公共管理与公共服务用地	机关团体用地	159.0	22	9.4	0.055
	科研用地	159.0	22	9.4	0.055
	教育用地	54.4	22	4.5	0.055
	文化用地	84.8	22	4.5	0.055
	体育用地	53.0	22	4.5	0.055
	医疗卫生用地	159.0	37	9.4	0.055
	社会福利用地	127.2	22	9.4	0.055
商业服务用地	商业用地	338.4	28	9.4	0.055
	商务金融用地	371.0	28	9.4	0.055
	娱乐康体用地	53.0	28	9.4	0.055
	其他	—	—	—	0.055
交通运输用地	公共交通场站	—	62	—	—
绿地	公园绿地	—	6	—	0.166
	防护绿地	—	0	—	0.211
陆地水域	河流水面	—	—	—	0

市单元主导功能差异,提供若干附加部门碳排放,认为驱动碳排放的规划要素有土地用途、开发强度、建筑性能、公共交通设施密度、公用设施水平,并以科学城详规作为实证样本,测度了碳排放并提出了碳排放强度管控指标。

从驱动碳排放的规划要素来看,城市单元尺度碳排放的主要部门为建筑运营和交通出行,因此影响碳排放的规划管控要素有土地用途、开发强度、建筑性能、公共交通设施密度。详细规划一般不涉及建筑性能的管控,需要从专项规划进行补充。从碳排放特征来看,建筑运营碳排放将在 2025 年超过建筑业碳排放,成为最大的碳排放部门,2035 年建筑运营碳排放占比达到 80%,碳排放总量还未实现达峰,增速减缓。交通出行碳排放占比为 7%,约为建筑运营碳排放的 1/10,2035 年还未实现达峰,且持续增加。废弃物处置碳排放占比为 3%,增速持续减缓,出现达峰的趋势。建筑业碳排放占比为 11%,随着新增建筑建造量的减少,碳排放将在 2030 年急剧下降。绿

地碳汇基础部门的碳排放占比仅为-1%,城市单元尺度生态绿地建设与碳达峰相关性小,主要满足微气候调节和人们在压力减缓、审美等方面的需求。碳排放总量的环境库兹涅茨曲线并没有出现,在 2035 年实现碳达峰有较大的压力。讨论一:减碳规划策略包括空间策略和技术要素。减碳策略是以空间体系为框架,在建设空间、综合交通、公用设施、蓝绿空间策略的基础上集成适用性减碳技术。讨论二:将碳排放强度作为详细规划管控指标。现有详细规划内容和指标不能实现对建设与运营过程的碳排放管控。因此,建议在现有详细规划指标的基础上,结合建筑节能标准、建筑碳排放等内容,制定碳排放强度指标作为详细规划的碳排放引导内容。■

[参考文献]

[1] LIU C, HUANG S, XU P, et al. Exploring an integrated urban carbon dioxide (CO₂) emission model and mitigation plan for new cities[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2018(5): 821-841.

[2] LOMBARDI M, LAIOLA E, TRICASE C, et al. Assessing the urban carbon footprint: An overview[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2017, 66: 43-52.

[3] VELASCO E, ROTH M, NORFORD L, et al. Does urban vegetation enhance carbon sequestration? [J]. Landscape and Urban Planning, 2016, 148: 99-107.

[4] WIEDMANN T, CHEN G, OWEN A, et al. Three-scope carbon emission inventories of global cities [J]. Journal of Industrial Ecology, 2021(3): 735-750.

[5] 丛建辉, 刘学敏, 赵雪如. 城市碳排放核算的边界界定及其测度方法 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014(4): 19-26.

[6] 邓雪媛. 生态智能技术集成规划: 以《郑州航空港经济综合实验区概念性总体规划》为例 [J]. 规划师, 2015(1): 47-52.

[7] 郭洪旭, 肖荣波, 李晓晖, 等. 城市控制性详细规划的碳排放评估 [J]. 城市规划, 2019(9): 86-94.

[8] 郑德高, 吴浩, 林辰辉, 等. 基于碳核算的城市减碳单元构建与规划技术集成研究 [J]. 城市规划学刊, 2021(4): 43-50.

[9] 匡晓明, 邓雪媛, 魏本胜, 等. 基于规划方案的城市尺度碳清单方法与工具 [C]// 新常态: 传承与变革: 2015 中国城市规划年会论文集, 2015.

[10] 李月寒, 胡静, 刘佳. 面向碳交易的上海市建筑运营维护阶段碳排放基准线研究 [J]. 环境与可持续发展, 2019(3): 132-136.

[11] 孙嘉麟, 杨新海, 吕飞. “双碳”目标下乡镇国土空间存在问题与优化路径 [J]. 规划师, 2022(1): 41-48.

[12] 孙婷. 国际大城市交通碳中和实现路径及启示: 以伦敦、纽约和巴黎为例 [J]. 规划师, 2022(6): 144-150.

[13] 王昆. 绿色低碳导向的近郊城镇组团空间规划策略: 以苏南地区 N 组团为例 [J]. 规划师, 2022(12): 100-104.

[14] 王焱, 朱美琳, 王勇, 等. 长三角城市群碳中和潜力评价与实现策略研究 [J]. 规划师, 2022(3): 61-67.

[15] 李启迪, 汪坚强, 郑善文. 我国控规中低碳研究的发展与现状 [J]. 城乡规划, 2020(3): 80-89.

[收稿日期] 2023-06-25