

# 低碳导向下的淄博市中央活力片区城市设计

□ 张小平, 李鹏, 宁伟, 李超

**【摘要】**第75届联合国大会召开以后,低碳发展成为中国的必然选择。如何将“双碳”目标融入城市设计方法体系,成为新时期规划师亟需思考的关键问题。文章结合淄博市中央活力片区城市设计的编制,从减少固定碳源、减少移动碳源、促进自然碳汇3个方面构建低碳导向下城市设计的框架及路径,通过与传统城市设计方案的碳排放水平进行比较,评估低碳导向下城市设计的减碳效益,以期为低碳发展时期城市设计的编制提供方法及路径参考。

**【关键词】**低碳; 城市设计; 碳源; 碳汇; 淄博市

**【文章编号】**1006-0022(2021)21-0051-07 **【中图分类号】**TU984 **【文献标识码】**B

**【引文格式】**张小平,李鹏,宁伟,等.低碳导向下的淄博市中央活力片区城市设计[J].规划师,2021(21):51-57.

Low Carbon Urban Design of Central Activity Zone, Zibo/Zhang Xiaoping, Li Peng, Ning Wei, Li Chao

**【Abstract】** Low carbon development has become a theme for China since the 75th UN General Assembly, and integrating low carbon visions with urban design has become a major issue for planners. With the practice of Zibo central activity zone urban design, the paper establishes an urban design framework that reduces fixed and mobile carbon sources and increases carbon sinks, evaluates the effects of carbon reduction compared with traditional urban design scheme, and provides a reference for urban design compilation in the low carbon era.

**【Key words】** Low carbon, Urban design, Carbon source, Carbon sink, Zibo city

## 0 引言

2020年9月,中国在第75届联合国大会上正式提出“3060”碳目标,表明中国需在低碳发展方面持续付出巨大的努力。城市不仅是人们居住、工作、休憩的空间载体,同时还是碳排放的主要载体<sup>[1]</sup>。城市作为承担国家重大战略发展任务的核心区域,尽管其面积仅占全球陆地面积的2.4%,却承载了全球约80%的碳排放<sup>[2]</sup>。在中国,城市区域承载的碳排放占全国碳排放的比例也超过了73%,并且仍旧处于不断上涨的趋势<sup>[3]</sup>。由此可见,降低城市碳排放对于中国应对全球气候变暖、实现国家低碳发展具有重要意义。

城市区域承载的碳排放最终都需要落实到不同类型的建设用地上。城市设计可以通过对建设用地的用地

功能、空间形态和生态环境等建成环境要素进行管控来引领城市低碳发展,使碳排放的形式、数量与强度在一定程度上得以固化,实现对建设用地碳排放的“锁定效应”和“统筹功能”<sup>[4]</sup>。研究表明,优化建设用地的建成环境可以减少11%~31%的碳排放<sup>[5]</sup>。而且,随着《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》《2030年前碳达峰行动方案》等文件的相继出台,优化建设用地的建成环境将成为推动城市低碳减排的重要抓手。

根据住房和城乡建设部颁布的《城市设计管理办法》(以下简称《办法》),城市设计主要包括统筹城市建筑布局、协调城市风貌、体现地域特色等内容,而对于如何应对气候变化和降低城市碳排放则缺乏相应的表述。因此,本文以低碳为切入点,探索低碳导

**【基金项目】** 山东省自然科学基金项目(ZR202108090061)

**【作者简介】** 张小平,博士,山东建筑大学建筑城规学院讲师。

李鹏,高级工程师,淄博市规划设计研究院有限公司国土空间规划所所长。

宁伟,工程技术研究员,淄博市规划设计研究院有限公司董事长。

李超,高级规划师,现任职于同济大学国家现代研究院城市更新中心。

向下城市设计的编制方法，旨在基于已有的城市设计框架，引入低碳的分析和设计内容，从而使城市设计可以促进城市低碳发展，并以淄博市中央活力片区(Central Activities Zone, 以下简称“CAZ”)城市设计的编制为例，分析其在实践中推进的具体路径。

## 1 淄博市CAZ区域概况及其“高碳”发展困境

### 1.1 区域概况

淄博市地处山东省中部，位于黄河三角洲高效生态经济区、山东半岛蓝色经济区两大国家战略经济区与山东省会城市群经济圈的交汇处。全市下辖5个区、3个县，总面积为5965 km<sup>2</sup>，2019年末常住人口为469.7万，城市化率为72.04%，地区生产总值为3642.4亿元。一直以来，淄博市的碳排放量都位于山东省各市碳排放量的第一梯队，高于济南市和青岛市<sup>[6]</sup>，低碳转型发展需求迫切，且潜力巨大。因此，选择淄博市作为考察对象具有一定的典型性。

淄博市CAZ位于淄博市的主城区张店区的西侧，是淄博市“西拓”战略的桥头堡，也是引领淄博市未来低碳转型发展的核心示范片区。规划区域以中润大道为北边界，以孝妇河为南部滨水界面，西侧到原山大道，东侧临上海路，规划范围约为11.2 km<sup>2</sup>。除去现状已建、已批未建等用地，规划片区内可建设用地主要分为A区(面积为55.8 hm<sup>2</sup>)、B区(面积为27.5 hm<sup>2</sup>)、C区(面积为75.9 hm<sup>2</sup>)及D区(面积为59.6 hm<sup>2</sup>)，总面积为218.8 hm<sup>2</sup>。此次淄博市CAZ城市设计采用资料搜集、实地调研及问卷访谈等方式，一方面需要符合城市的发展定位及发展方向，另一方面需要衔接已有的已建成片区及已批未建片区，打造汇集商业零售、总部商务、教育培训、文化体验和休闲娱乐等多元功能的淄博市未来低碳转型发展的新都市。

### 1.2 发展困境

#### 1.2.1 用地功能相对单一，用地功能复合度较低

作为淄博市未来低碳转型发展的主战场，CAZ现状用地以居住用地为主，同时分布零散的高能耗工业用地，造成片区内用地功能相对单一，用地功能复合度较低，居住活力及公共设施配套不足，以居民家庭用能为特征的建筑物碳排放量较高，无论是目标定位还是功能布局都与城市未来低碳转型发展的需求不相适应。此外，城市的就业及活动空间主要集中在CAZ东侧5~10 km的主城区，造成现状居民居住、工作、休闲等活动的分离，形成大量的“钟摆式”通勤，进而带来居民家庭以工作、上学、就医、休闲等出行为目的的交通碳排放量增加。根据百度地图热力图显示的实时人群在不同区位上的集中程度及职住空间关系情况可知(图1)，目前张店区的人口主要集中在CAZ东侧的王府井广场商圈、万象汇商圈、东方之珠行政商务办公中心、淄博站、玉龙商街、山东理工大学、银泰城商圈，CAZ西侧的淄博职业学院和齐鲁医学院，这些地区与CAZ的平均距离在6 km以上。

#### 1.2.2 道路系统衔接不畅，公交慢行出行比例低

随着近几年的发展，片区内东西向的中润大道、联通路、华光路、人民西路、张周路，以及南北向的北京路、上海路、天津路、原山大道等主干道都已经陆续建成通车，极大便利了CAZ与周边城区的联系，但是既有的相关规划没有充分考虑轻轨等大容量公共交通建设的重要性。同时，片区内缺少与主干路相衔接的完善的次干路及支路系统，断头路较多，停车空间不足；公共交通线路较少，只有东西向分布在联通路及张周路的34路和96路2条联系张店区与周村区的快速公交线路，线路分布不均匀且票价较高；高品质的自行车、共享单车、步行等慢行交通系统尚未形成，导致居民低碳出行的意愿较低，进而增加碳排放量。

#### 1.2.3 生态网络缺乏联系，自然碳汇功效不显著

淄博市CAZ北面紧挨齐盛湖公园，南面紧邻孝妇河湿地公园，片区内有涝淄河及新城湿地公园，生态资源整体较为丰富，但是由于相互之间缺乏联系，缺少可进入的公共空间，整体的生态碳汇网络系统功效并不显著。而且近年来受降水影响，片区内的水量逐年减少，加上上游工农业生活取水，规划范围内的河流日渐干涸，逐渐沦为生活、工业排水沟，且水系岸线以硬质驳岸为主，进一步造成生态空间的割裂。

## 2 低碳导向下的城市设计框架及路径

### 2.1 城市设计框架

低碳导向下淄博市CAZ城市设计的编制围绕片区的高碳排放问题，提出以下两种促进片区低碳发展的路径：

#### (1) 减少碳源。

根据IPCC发布的《IPCC 2006年国家温室气体清单指南》，碳排放源主要包括能源活动、工业生产过程、农业活动、土地利用变化和林业、废弃物处理5个方面。因为农业活动、土地利用变化和林业引起的碳排放并不主要发生在建设用地范围上，所以建设用地碳排放主要指由能源活动、工业生产过程和废弃物处理产生的碳排放。《中华人民共和国气候变化第一次两年更新报告(2016)》的统计结果显示，能源活动是中国碳排放的主要来源，占碳排放总量的87.82%。因此，本次低碳导向下淄博市CAZ城市设计将降低由能源活动产生的碳排放作为需要解决的关键问题，而对于工业生产及废弃物处理中产生的碳排放不做重点关注。

工业、交通、建筑部门是能源消耗的主要部门。按照联合国提供的数据，全球工业能耗占全社会能耗的38%，建筑能耗占33%，交通能耗占30%<sup>[7]</sup>。而在

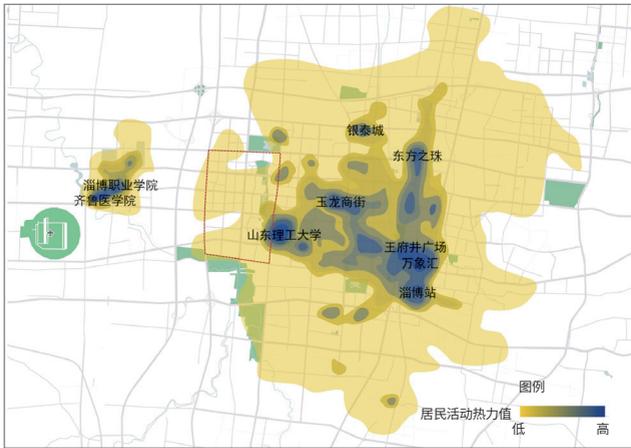


图1 淄博市居民活动热力图

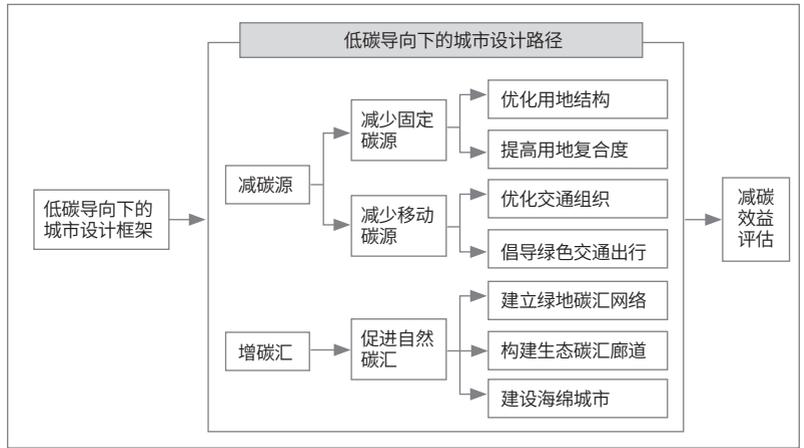


图2 低碳导向下的城市设计框架图

美国等发达国家的能源消耗结构中，由于工业技术水平和产业结构调整，工业能耗所占比例将会进一步降低。目前，我国正处于快速的城镇化发展阶段，由建筑能耗、交通能耗引起的碳排放量及占比逐年上升，由建筑能耗产生的碳排放量从2000年的6.68亿吨增长至2016年的19.61亿吨，年均增长6.9%<sup>[8]</sup>。联合国环境规划署认为，如果不实行任何措施，未来20年内由建筑能耗、交通能耗引起的碳排放量将达到现在水平的两倍以上。因此，以低碳为导向的城市设计主要通过设计路径作用于建筑部门和交通部门，减少由相应能源消耗产生的碳排放，同时通过调整产业构成，逐步取消或降低高能耗工业用地比例，从而减少工业能耗引起的碳排放。

#### (2) 增加碳汇。

城市生态空间主要通过植物的光合作用及绿地、水体等的系统布局来吸收大气中的二氧化碳<sup>[9]</sup>。一方面，植物在以光合作用维持自身生命活动的同时还可以释放氧气；另一方面，绿地、水体等生态空间的布局可以显著改善城市的微气候，不仅实现了降温、通风的效果，还可以在在一定程度上降低建筑使用者对于建筑能耗的需求，从而间接降低碳排放<sup>[10]</sup>。相关学者通过对某一乔木的模拟实验发现，第二种方式的减碳效果更加显著，实验结果显示一棵乔木每年通过改善城市微气候间接降低的二氧化碳排放总量

约为18 kg，而它自身的光合作用每年则仅能吸收4.5~11 kg的二氧化碳<sup>[11]</sup>。综上，基于上述两种设计路径，结合《办法》中对城市设计的定义，本文从减碳源与增碳汇两个方面探索低碳导向下的城市设计路径(图2)。

## 2.2 城市设计路径

### 2.2.1 减碳源

#### (1) 减少固定碳源。

固定碳源主要是由建筑能耗引起的碳排放。根据彭琛等学者的研究，建筑能耗的定义可以分为广义和狭义两种，其中广义的建筑能耗包括建筑材料生产、建筑施工等建筑建造过程能耗及建筑运行能耗；狭义的建筑能耗是指建筑运行能耗，是建筑全生命周期能耗中的主导部分，占比接近90%<sup>[12]</sup>。

建筑运行能耗主要包括5种：照明能耗、采暖能耗、生活热水能耗、制冷通风能耗和设备运行能耗<sup>[13]</sup>，其能耗表现不可避免地受到周边建成环境的影响。首先，用地性质不同的建设用地承载的建筑功能不同，而不同功能的建筑由于使用的内容、强度、密度等不同，相应的建筑能耗需求也不同。例如，居住建筑中的家庭用电等能源消耗产生的碳排放与公共建筑中的办公设备等能源消耗产生的碳排放不同，此外公共建筑种类繁多，如办公、商场、学校等，不同功

能的公共建筑的能耗需求也不同，而将不同功能建筑的能耗转换到用地碳排放上，则体现为不同性质用地的碳排放之间表现出明显的差别。Youngbae通过对韩国城南市盆唐区中不同类型建设用地的碳排放进行实测，发现居住用地、商业用地的碳排放水平高于交通设施用地<sup>[14]</sup>；Weng Q等人对广州市的实证研究表明，工业用地的碳排放水平最高，而且即使是高开发强度的居住用地和商业用地的碳排放水平也要低于工业用地<sup>[15]</sup>。其次，建筑处在城镇环境之中，周边建成环境的优劣可以显著影响建筑使用者的照明、通风、取暖、制冷等用能行为，进而影响碳排放<sup>[16]</sup>。低碳导向下的城市设计则可以通过对建设地上的建筑形体、用地混合度、开发强度、紧凑布局及屋顶光伏等建成环境要素进行优化，增强舒适性，达到改善城市微气候、优化建筑本体、改变使用者的能耗需求及用能习惯的目的，从而发挥减碳作用。

#### (2) 减少移动碳源。

移动碳源主要是由交通能耗引起的碳排放，即居民通过选择某种交通工具(私家车、公共交通等)出行时，在具体过程中所消耗的能源引起的碳排放。从该影响因素分析，低碳导向下的城市设计主要是通过影响交通需求和出行方式来影响交通碳排放。首先，片区内的居住密度、就业密度可以显著影响以工作

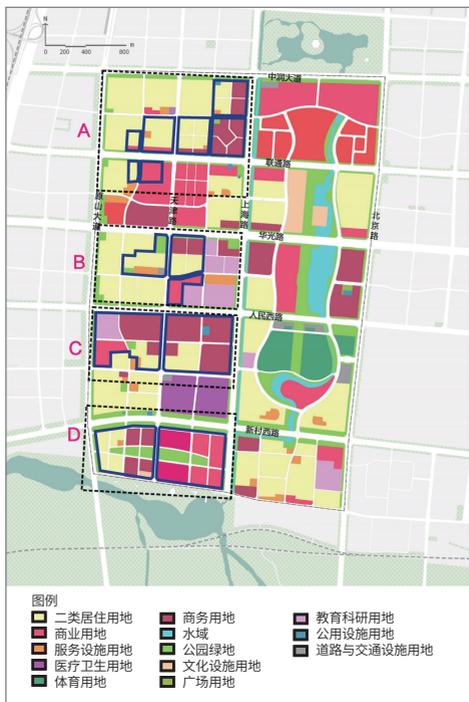


图3 淄博市CAZ土地利用规划图  
资料来源：淄博市CAZ城市设计项目成果。



图4 淄博市CAZ城市设计总平面图  
资料来源：淄博市CAZ城市设计项目成果。

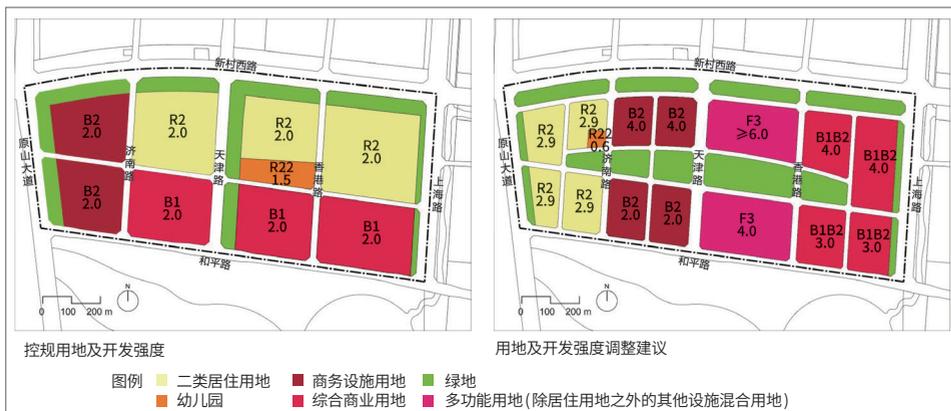


图5 淄博市CAZ核心区用地及开发强度调整图  
资料来源：淄博市CAZ城市设计项目成果。



图6 淄博市CAZ核心区用地复合度规划图  
资料来源：淄博市CAZ城市设计项目成果。

为目的的通勤出行需求。通过轨道交通等大运量公共交通系统串联城市主要功能片区中心，满足各个功能片区中心之间大量集中的客源需求，从而减少私家车的使用机会，引导城市集约高效发展。其次，倡导公交优先和慢行优先。相比小汽车出行，使用公交和慢行出行所产生的人均出行碳排放量都相对更低，因此低碳导向下的城市设计应该鼓励使用公交和慢行出行，通过减少小汽车交通量，减少交通能耗引起的碳排放。最后，公共建筑和公共空间等公共设施是城市活动中市民使用较频繁的空间，通过完善公共交通和非机动车等低碳交通的布局，提高教育、医疗、公园等公共设施的可达性，满足市民的学习、就医、休憩等需求，降低碳排放。

### 2.2.2 增碳汇

碳汇主要是城市生态空间的碳吸收。城市生态空间通常包含绿地、水体等自然元素，是吸收城市二氧化碳及提升城市空间品质的重要单元。低碳导向下的城市设计主要是通过生态空间的规模及布局两个方面影响碳吸收的过程：首先，通过增加生态空间的面积及垂直绿化等，提升生态空间的整体碳汇能力；其次，在设计生态空间时，应遵循系统性、有效性、开放性的原则，建立整体的绿地碳汇网络，达到改善城市微气候并降低碳排放的目的。研究表明，整体的绿地生态系统相比单个绿地斑块或生态廊道的碳汇能力更强。

## 3 淄博市CAZ低碳城市设计实践

### 3.1 减少固定碳源：优化用地结构，提高用地复合度

(1) 优化CAZ的用地结构。

根据功能分区调整各分区的商住比，降低居住用地的占比，提高商业、商务、文化等公共设施用地的占比(图3,图4)。调整后，相比传统的CAZ城市设计，A区规划的商业及办公用地由35.2 hm<sup>2</sup>减

少为 24.3 hm<sup>2</sup>, 减少了 10.9 hm<sup>2</sup>; 规划的居住用地由 14.2 hm<sup>2</sup> 增加为 29.2 hm<sup>2</sup>, 增加了 15.0 hm<sup>2</sup>。B 区规划的商业及办公用地由 10.5 hm<sup>2</sup> 减少为 7.1 hm<sup>2</sup>, 减少了 3.4 hm<sup>2</sup>; 规划的居住用地由 13.1 hm<sup>2</sup> 增加为 16.4 hm<sup>2</sup>, 增加了 3.3 hm<sup>2</sup>。C 区规划的商业及办公用地由 38.1 hm<sup>2</sup> 增加为 46.8 hm<sup>2</sup>, 增加了 8.7 hm<sup>2</sup>; 规划的居住用地由 22.1 hm<sup>2</sup> 减少为 15.4 hm<sup>2</sup>, 减少了 6.7 hm<sup>2</sup>。D 区规划的商业及办公用地由 30.2 hm<sup>2</sup> 增加为 35.3 hm<sup>2</sup>, 增加了 5.1 hm<sup>2</sup>; 规划的居住用地由 22.9 hm<sup>2</sup> 减少为 9.1 hm<sup>2</sup>, 减少了 13.8 hm<sup>2</sup>, 整体职住比接近 1 : 1, 公园绿地等整体增加了 2.7 hm<sup>2</sup>。

以核心区 (D 区) 为例, 首先设计比较了杭州市钱江新城核心区、青岛市中央商务区、上海市陆家嘴金融贸易区中心区等国内较为成熟的城市核心区的规划, 结合淄博市 CAZ 的建设需要, 对开发强度与资源配置进行优化, 重视配套服务提升对核心区培育活力的重要性, 在重视商务商业功能的同时, 置入多元休闲娱乐功能 (图 5)。调整后核心区的居住用地占比由 27% 降低到 10%, 商业办公等公共用地占比由 36% 调整到 43%, 公园绿地占比由不足 20% 调整到 22%。其次, 通过开发强度调整, 使得居住建筑由 45.7 万平方米降低到 24 万平方米, 并增加了 7.8 万平方米的公寓进行补充完

善。最后, 针对建筑的体形系数、空间布局、采光通风及太阳能一体化的被动式技术等进行统筹优化, 从而降低碳排放。

#### (2) 提高用地复合度。

设计通过在一栋建筑内复合多种功能, 或者在地块上复合多栋不同功能的建筑等方式提高用地复合度。例如, 在商业地块上布局具备商务、公寓、综合服务、娱乐和展览等功能的建筑 (图 6), 通过在合理的区间范围内增加用地复合度, 不仅可以减少固定碳源, 还可以在在一定程度上降低移动碳源, 从而达到节能减排的目的。以 D 区为例, 设计参考北京市的用地标准, 设置 F3 多功能用地, 规划面积为 83.6 hm<sup>2</sup>, 规划建筑面积为 161 万平方米, 平均容积率为 2.0, 便于商业商务、文化休闲等多元功能的开发利用, 在提高城市活力的同时有效减少交通需求和碳排放。

### 3.2 减少移动碳源: 建立多维立体化低碳通行网络

设计在淄博市既有轻轨 1 号线规划的基础上, 新增轻轨 2 号线、轻轨 4 号线形成中心城区“十字”发展轴线, 并提出在淄博市 CAZ 核心区域内呈交叉状, 形成市级交通枢纽 (图 7)。同时, 通过串联城市的主要功能中心, 包括老城中心、科学城两个城市副中心, 以及周村中心、会展中心两个片区中心, 实现各个功能

片区之间人流的快速流动, 降低因交通能耗产生的碳排放。

以天津路为代表线路, 建立“TOD 综合换乘枢纽 + 大运量快速公共交通 + 普通公共交通 + 私人交通 + 慢行交通”的多维立体化低碳通行网络 (图 8)。设计遵循 TOD 设计原则, 结合轻轨 2 号线、轻轨 4 号线的布局走向, 打造 6 个综合换乘枢纽, 并进行高强度集约开发, 实现居民的就近换乘; 通过在综合换乘枢纽附近统筹布局地上或地下私家车停车场、公交站、公共自行车租赁点、慢行交通设施等, 实现多种交通方式的无缝换乘, 在增加公共交通使用概率的同时降低小汽车的使用频率, 从而降低因交通能耗产生的碳排放。此外, 设计打通部分断头道路, 完善次干路与支路网系统, 并对道路的断面进行详细设计, 通过减小车道宽度, 增加轻轨专用通道、休闲步道及骑行绿道, 并结合建筑前区的空间设计, 打造适宜低碳出行的道路空间。

全面覆盖公共服务设施, 降低由交通能耗引起的碳排放。公共建筑和公共空间等公共设施作为重要的交通吸引点, 其空间布局是否合理可以显著影响居民的出行距离及对出行交通工具的选择。首先, 设计结合 CAZ 现状的开发建设情况, 对公立幼儿园、小学及中学进行重新布局, 新增齐盛国际学校、华师实验学校、国际学校 3 所私立的中小学及幼儿



图 7 淄博市 CAZ 轻轨线路及站点规划图  
资料来源: 淄博市 CAZ 城市设计项目成果。



图 8 淄博市 CAZ 多维立体化低碳通行网络示意图  
资料来源: 淄博市 CAZ 城市设计项目成果。

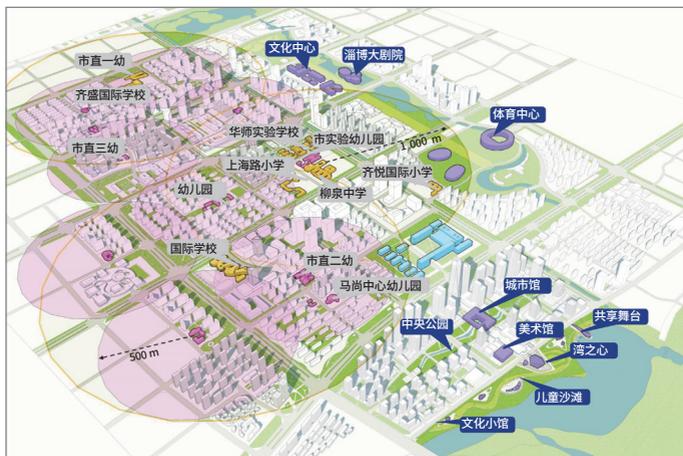


图9 淄博市 CAZ 公共服务设施规划图  
资料来源：淄博市 CAZ 城市设计项目成果。



图10 淄博市 CAZ 与外围生态空间的关系示意图  
资料来源：淄博市 CAZ 城市设计项目成果。

园，满足不同人群子女的上学需求，实现居住用地 500 m 范围内幼儿园全覆盖，1 000 m 范围内小学全覆盖；其次，设计充分共享 CAZ 周边新建的淄博市中心医院西院区、淄博市妇幼保健院等市级三甲医院，以及体育中心、淄博大剧院、文化中心、美术馆和中央公园等市级大型公共服务设施及开放空间，既可以对交通出行引起的碳排放形成一定的锁定效应，又可以避免重复建设造成的浪费（图 9）。

### 3.3 增碳汇：建立整体的绿地碳汇网络

#### 3.3.1 合理划定生态空间控制线，增加绿地碳汇面积

淄博市 CAZ 外围的生态空间是其重要的碳汇保障，设计站在全域的角度，合理划定 CAZ 生态空间控制线，通过适当扩大外围生态空间的范围，在增加绿地碳汇面积的同时保护外围生态空间，巩固碳汇能力（图 10）。

#### 3.3.2 构建生态碳汇廊道，串联整体的绿地碳汇网络

相比分散的生态碳汇斑块，连续的生态网络空间的碳汇能力更强。由于淄博市 CAZ 部分地块的开发建设已经相对成熟，难以有足够的空间建设大型的生态空间，设计重视占地较小的社区开放空间这一生态碳汇斑块和道路绿化、河道绿化等

线性生态廊道及建筑屋顶绿化等垂直绿化的碳汇作用，结合不同绿地空间的碳汇能力和空间分布特征，构建相应的生态碳汇廊道；将不同类型的生态碳汇斑块串联为一个有机的整体，并通过上海路生态轴、文体中心生态轴联系南部的孝妇河湿地公园和北部的齐盛湖公园两大生态碳汇基质（图 11），进一步增强碳汇能力，最终实现在淄博市 CAZ 建立由斑块、廊道及基质相互串联形成的绿地碳汇网络系统。

#### 3.3.3 预留渗透空间，打造海绵城市

设计提出在轻轨站周边进行一体化开发，设置与地面开发结合、引导人流的地下商业空间。同时，充分利用地下空间，优化能源输送方式，通过分布式能源供给减小损耗，实现小区域能源的循环再利用。考虑到地下结构无法进行雨水渗透，会对地面层造成不良影响，且无法实现海绵城市策略，设计取消开发公园、中小学等用地下方的设施，预留渗透空间并设计为地下储水设施（图 12）。通过将雨水径流合理引入生态空间、学校操场等开放空间的集水区进行蓄滞和净化处理，并在绿化面积较大的区域集中布置共用蓄水池，进一步发挥水体等生态空间的自然碳汇功效。

### 3.4 城市设计方案减碳效益评估

传统的城市设计方案往往只考虑经

济因素，主要以功能、美学等为导向，而缺乏对碳排放控制的考虑，使城市设计方案实施后的能耗及碳排放增加，并导致建成后面临种种生态环境问题。设计依据《民用建筑节能标准（2016）》（GB/T 51161—2016）、《中国建筑节能发展报告（2018）》等政府部门颁布的权威文件中给出的政府办公、商业办公、旅馆和商场等不同类型建筑的单位建筑面积年能耗值，结合郭洪旭等相关学者的研究<sup>[17]</sup>，对传统城市设计方案及低碳导向下城市设计方案的碳排放水平进行初步测算并进行比较，评估低碳导向下城市设计的减碳效益。结果显示，低碳导向下的城市设计方案的碳排放量为 92 368 t/a，碳汇为 404.8 t/a，净碳排放量为 91 963 t/a；而传统城市设计方案的碳排放量为 142 419 t/a，碳汇为 341.25 t/a，净碳排放量为 142 077.75 t/a。相较于传统城市设计方案，低碳导向下城市设计方案的碳排放年减排总量达到 50 114.55 t/a，减排率为 35.27%。评估表明，低碳导向下的城市设计通过减少碳源和增加碳汇及其一系列设计路径，能够有效降低城市碳排放水平，为城市低碳发展提供帮助。

## 4 结语

目前，进行低碳导向下的城市设计



图 11 淄博市 CAZ 生态空间系统规划图  
资料来源：淄博市 CAZ 城市设计项目成果。



图 12 淄博市 CAZ 地下空间规划图  
资料来源：淄博市 CAZ 城市设计项目成果。

还缺乏健全的编制体系和完善的制度保障。本文结合淄博市 CAZ 城市设计的编制，从城市设计对城市低碳发展、所发挥的促进作用入手，围绕如何减少固定碳源和移动碳源及如何促进自然碳汇，提出低碳导向下的城市设计框架及路径：首先，以减少固定碳源为目标，通过优化用地结构及提高用地复合度来降低建筑运行能耗，从而降低碳排放；其次，以减少移动碳源为目标，通过建立多维立体化低碳通行网络来降低居民的出行能耗，从而降低碳排放，包括构建大运量公共交通系统串联城市主要功能片区中心、倡导公交优先和慢行优先，以及提高教育、医疗、公园等公共设施的可达性等；再次，以促进自然碳汇为目标，通过建立整体的绿地碳汇网络来增加绿地碳汇，包括合理划定生态空间控制线、增加绿地碳汇面积、构建生态碳汇廊道、串联整体的绿地碳汇网络、预留渗透空间和打造海绵城市等设计路径；最后，通过与淄博市 CAZ 传统城市设计方案进行比较，低碳导向下城市设计方案的碳排放年减排总量达到 50 114.55 t/a，减排率为 35.27%。希望本文的探索能为“双碳”目标下我国城市设计的编制提供方法及路

径参考，但是对于如何建立具有可操作性的弹性与刚性结合的实施机制，以指导后续地块的开发建设等，还需要进一步深入研究。□

#### 【参考文献】

[1] 赵荣钦, 黄贤金. 基于能源消费的江苏省土地利用碳排放与碳足迹[J]. 地理研究, 2010(9): 1639-1649.  
 [2] 肖华斌, 安淇, 盛硕. 新数据环境下低碳生态城市碳排放评价研究——以济南市西部新城为例[J]. 现代城市研究, 2019(10): 65-74.  
 [3] Liu L C, Wu G, Wang J N, et al. China's Carbon Emissions from Urban and Rural Households During 1992–2007[J]. Journal of Clean Production, 2011(2): 1754-1762.  
 [4] 闫凤英, 杨一苇. 空间规划的碳排放约束机制与治理框架[J]. 西部人居环境学刊, 2021(3): 37-45.  
 [5] Fabio G, Bergh J C. Spatial Organization, Transport and Climate Change: Comparing Instruments of Spatial Planning and Policy[J]. Ecological Economics, 2008(4): 630-639.  
 [6] 王格, 董会忠, 张慧. 基于 ArcGIS 和 SD 的山东省碳排放演化格局及低碳经济发展战略仿真[J]. 科技管理研究, 2017(1): 249-256.  
 [7] Agency I E. Energy and Climate Change:

World Energy Outlook Special Report[R]. 2015.

[8] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告(2018)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.  
 [9] 段亚琼, 侯全华, 张思祎. 低碳出行与城市建成区土地集约使用相互关系研究述评[J]. 规划师, 2019(10): 5-11.  
 [10] 邱红. 以低碳为导向的城市设计策略研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2011.  
 [11] 塞西尔·科奈恩德克, 希尔·尼尔森, 托马斯·安卓普, 等. 城市森林与树木[M]. 北京: 北京科学出版社, 2009.  
 [12] 彭琛, 江亿, 秦佑国, 等. 低碳建筑和低碳城市[M]. 北京: 中国环境出版集团, 2018.  
 [13] 彭琛, 江亿. 中国建筑节能路线图[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.  
 [14] Youngbae S. Influence of New Town Development on the Urban Heat Island—The Case of the Bundan Area[J]. Journal of Environment Science, 2005(2): 641-645.  
 [15] Weng Q, Lu D, Schubring J. Estimation of Land Surface Temperature-vegetation Abundance Relationship for Urban Heat Island Studies[J]. Remote Sensing of Environment, 2004(1): 467-483.  
 [16] 陈嘉梁, 李铮伟, 王信, 等. 基于能耗调研的北方小区形态优化策略研究[J]. 建筑节能, 2018(10): 8-14.  
 [17] 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.

【收稿日期】2021-08-25