

“双碳”导向下的城市设计策略研究

——以奉贤新城中小企业活力区为例

张云云

上海建筑设计研究院有限公司

摘要: 作为碳排放最主要来源,城市的低碳发展自然成为碳减排的主战场。本文以奉贤新城中小企业活力区项目为例进行低碳策略探索,在建筑布局、空间营造、交通出行、绿化景观、可再生能源等方面积极引导优化,助力建设低碳城区,实现“双碳”目标。

关键词: 低碳策略;奉贤新城;生态城区;碳汇

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.120

一、引言

近年来,极端天气频发让人们对气候变化及其引发的环境问题深有体会,低碳发展已成为全社会共识。目前国内针对城市尺度的碳排放估算研究较少,更多研究在关注全球区域或行业企业。本文以奉贤新城中小企业活力区城市设计为例,希望通过对中观层面碳排放估算探讨予以城市设计低碳策略反馈,引导低碳生态城区建设。

二、上海的“减碳”行动及挑战

随着产业结构调整及能源结构绿色化,上海万元GDP碳排放量从2010年1.16吨下降至2019年0.61吨,降幅达47.5%。近期发布的《上海市碳达峰实施方案》明确2025年单位GDP能耗比2020年下降14%,单位GDP碳排放比2005年下降70%。要求到2025年,五个新城等重点区域全面执行超低能耗建筑标准。

虽然产业及能源结构优化使工业碳排放持续下降,但交通及建筑领域碳排放呈刚性上升趋势,给减碳工作带来挑战。2019年上海交通领域碳排放约0.2亿吨,较2015年增加165万吨;同年建筑领域碳排放约0.4亿吨,较2010年增长6%。城镇化快速发展让能源需求持续高攀,唯有供给端减排、消费端节能多措并举才能实现“双碳”目标。

三、奉贤新城中小企业活力区低碳策略探索

奉贤新城以绿色生态为名片,积极创建“国家森林城市”。本区地处新城西南,占地约501公顷,规划人口7万,融合智慧产业研发、科技创新孵化两大主题。

期望在“双碳”背景下,遵循新城整体蓝绿脉络,构建低碳和谐、活力共享的绿色城区。

以国家温室气体清单中五大活动领域为基础,结合本区实际,将从建筑、交通、市政设施、可再生能源、绿色碳汇五大方面提出低碳策略,对常规模式和低碳模式两种情况下碳排放进行估算对比,量化相关低碳策略的效果。

(一)“低碳”建筑策略

1.城绿融合的空间布局

规划以“连水、串绿、小巷、共享”理念构建整体基底,建设“公园中的城区、城区中的公园”。通过以建筑与水绿的穿插形成温差,减少热辐射、降低城区热岛效应,从而减少建筑能耗。

2.合理的建筑组合布局

一方面,合理的建筑布局可一定程度上影响日照通风,提高建筑群组太阳能利用率;另一方面,多功能复合共享空间可提高空间利用效率,同样节约能耗。本区以围合-半围合形成同类科创企业聚集,辅以朝向考虑可冬季避免主导风向,夏季以阴影与光照的温差形成局部新风小气候。

3.有序的建筑排列布局

本区水系较多,夏季减轻热岛效应但冬季过境风却提高了建筑能耗。在布局时设置建筑自水系向内依次由低到高,通过建筑高差降低影响,同时形成最大临水景观面。也可因地制宜建立能阻挡冬季过境寒风的常青树群屏障,以减少滨水区域能耗。

4.碳排放估算对比

基准模式下,现状与新建建筑单位能耗分别参考《2021年上海市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测及分析报告》《民用建筑能耗标准(GB/T51161-2016)》等取值。低碳模式下,现状建筑通过节能改造等措施节能10-20%,新建建筑参考《上海市超低能耗建筑技术导则》比基准模式降低40-50%。算得建筑年用能碳排放基准模式下14.7万t/a,低碳模式下降为10.8万t/a。

表1 常规及低碳模式下建筑碳排放对比

建筑类型	现状部分 (万m ²)	新建及改造部分 (万m ²)	基准模式			低碳模式		
			现状建筑能耗 (MWh/a)	新建建筑能耗 (MWh/a)	CO ₂ 排放量 (t/a)	现状建筑能耗 (MWh/a)	新建建筑能耗 (MWh/a)	CO ₂ 排放量 (t/a)
居住建筑	179.5	80.4	65768.8	29458.6	39995.5	59191.9	20527.7	33482.2
商业商务	78.0	132.2	86049.6	124268.0	88333.4	73142.2	74560.8	62035.2
研发办公		29.3	0.0	16115.0	6768.3	0.0	9669.0	4061.0
其他建筑	16.2	21.3	14482.8	14910.0	12345.0	11586.2	8946.0	8623.5
小计					147442.2			108202.0

(二) “低碳” 交通策略

1. 功能复合减少通勤交通

市民出行主要目的为工作通勤、休闲娱乐、餐饮购物。规划在土地上加强居住与办公等的混合将大幅降低通勤出行距离进而降低碳排放，而休闲娱乐、餐饮购物等设施则因地制宜布置在居住区周边交通便捷处。

2. 小街密路提高通行能力

研究表明，超过20%的原油消耗和空气污染是交通拥堵引起的。设计增加弹性巷道及建筑组团分割，将街区优化为150-200米的弹性交通尺度和75-100米的慢行尺度，以提高通行能力，减少绕行或拥堵带来的碳排放。

3. 绿色低碳交通系统减排

整体构建绿色低碳交通系统。一方面在便捷公共交通体系基础上推进机动交通清洁化，引导部分长距离出行优选公共交通；另一方面以“十字水街、田字绿廊”构建水绿交融慢行基底，依托绿带水系及内部巷道，形成四通八达、复合有趣的绿道网络。

4. 碳排放估算对比

交通碳排放估算以规划区内的居民的活动为边界。常规模式下步行、非机动车、轨道交通、公交车、私家车、出租车出行比例为10: 10: 20: 30: 15: 15，低碳模式调整为13: 16: 20: 35: 8: 8。能源使用上，常规模式下公交车3: 7；低碳模式下要求公交及出租全部采用电车，私家车引导实现油、电车比例为5: 5。算得本区交通碳排放常规模式下约3.01万t/a，低碳模式下约

表2 常规及低碳模式下不同交通方式总能耗对比

出行方式	燃料类型	承载率 (人/车)	交通总量 (万人·Km/a)	单位能耗 (L/km, kWh/km)	总能耗 (L, kWh)	CO ₂ 排放量 (t/a)	
常规模式	公交车	汽油	40	3736.7	0.225	210188.7	
		电动	40	8718.9	1.2	2615681.3	
	轨道交通	电动	300	10858.8	3.61	1306669.6	
	私家车	汽油	1.5	6706.9	0.11	4918375.0	30124.8
		电动	1.5	3832.5	0.18	4599000.0	
	出租车	汽油	1.5	4790.6	0.18	5748750.0	
电动		1.5	4790.6	0.18	5748750.0		
低碳模式	公交车	电动	40	14531.6	1.2	4359468.8	
		轨道交通	电动	300	10858.8	3.61	1306669.6
	私家车	汽油	1.5	2044.0	0.11	1498933.3	9825.9
		电动	1.5	3066.0	0.18	3679200.0	
	出租车	电动	1.5	5110.0	0.18	6132000.0	

0.98万t/a。

(三) “低碳” 设施策略

1. 道路照明设施

优化照明设施，将高压钠灯换成光效更高的LED灯可节约40%用电量。优化调整照明时段，零点后将光源功率降低70%大幅降低用电量。算得道路照明碳排放常规模式下约0.17万t/a，低碳模式下约0.09万t/a。

表3 常规及低碳模式下道路照明碳排放量对比

常规模式			低碳模式		
路面面积 (m ²)	照明耗能 (MW/a)	碳排放量 (t/a)	路面面积 (m ²)	照明耗能 (W/a)	碳排放量 (t/a)
快速路	310380	1359.5	310380.0	683.1	286.9
主干路	123618	433.2	123618	217.7	91.4
次干路	405348	1420.3	405348.0	713.7	299.8
支路	429973	941.6	429973	473.2	198.7
小计		1744.9			876.8

2. 市政用水设施

本区内无工业用地，主要考虑生活用水。2021年上海居民用水量为127.6L/人·日，低碳模式下居民节

水、采用绿色水处理技术降低能耗等措施，将人均用水量降低20%。算得市政用水碳排放常规模式下约2.21t/a，低碳模式下1.77万t/a。

表4 常规及低碳模式下生活用水碳排放量对比

	单位耗水量 (L/人/d)	总用水量 (万m ³ /a)	居民用水能耗强度 (kwh/m ³)	碳排放量 (t/a)
常规模式	127.6	326.02	16.12	22072.7
低碳模式	102.08	260.81	16.12	17658.2

3. 生活垃圾处理

2021年上海每天每人产生生活垃圾约1.32kg。目前生活垃圾利用率达40%，十四五末目标达45%。低碳模式下进一步引导垃圾分类、减量等理念，人均垃圾量减少15%。算得生活垃圾处理碳排放常规模式下约1.11t/a，低碳模式下约0.87万t/a。

表5 常规及低碳模式下生活垃圾碳排放量对比

	人均日产生活垃圾 (kg)	生活垃圾回收利用率	生活垃圾处理排放系数 (tCO ₂ /吨)	碳排放量 (t/a)
常规模式	1.32	40%	0.549	11109.3
低碳模式	1.12	45%	0.549	8656.0

(四) 可再生能源“碳抵消”策略

本区可利用得可再生能源主要为太阳能光伏。《上海市碳达峰实施方案》中要求新建公建屋顶安装光伏比例不低于30-50%；既有公建到2025年覆盖率达50%以上。综合算得可再生能源“碳抵消”量为2.04万t/a。

表6 可再生能源碳抵消量

	光伏面积 (m ²)	单位面积年		总碳 抵消量 (t/a)
		辐射总量 (kwh/ (m ² ·a))	年发电量 (MWh/a)	
居住建筑	52612.9	1391.71	9372.4	3936.41
商业商务 建筑	135942.5	1391.71	24216.6	10170.99
研发办公 建筑	48123.5	1391.71	8572.7	3600.52
其他建筑	35437.3	1391.71	6312.8	2651.36
小计				20359.28

(五) 城市绿化“碳汇”策略

1. “化整为零”建构分散式绿化体系

研究表明，绿植对其400米左右空间有较好降温作用，相同面积小而分散的绿地较大而集中的绿地生态效果更好。本设计以“300米见绿、500米见园”为目标构建田字网状绿化结构，结合十字水街及交织水网，打造一座水绿交融的公园城市。

2. 立体绿化扩容，增加碳汇数量

依托覆土建筑、屋顶墙体绿化等方式打造院落绿化—低层屋顶绿化—平台绿化—高层屋顶绿化多层次立体绿化体系。本设计力求公共建筑屋顶绿化覆盖率不低于35%，墙体垂直绿化率不低于25%，在有限空间上获取更多碳汇面积。

3. 优化植物群落配置，提高碳汇质量

据研究影响植物群落碳密度最关键因子为乔木树龄和种植密度。植物固碳能力由高到低为乔木>灌木>地

表7 常规及低碳模式下碳汇量对比

	常规模式		低碳模式		乔木碳 汇因子 (t/ha)	灌木碳 汇因子 (t/ha)	藤草碳 汇因子 (t/ha)	常规模式 碳汇量 (t/a)	低碳模式 碳汇量 (t/a)
	面积 (ha)	植林地率	面积 (ha)	植林地率					
公园绿地	119.5	60%	119.5	70%					
附属绿地	105.9	50%	105.9	60%	143	51.3	25.8	17861.4	22589.0
立体绿化			96.9						

被、落叶>常绿、阔叶林>针阔混交林>针叶林。本设计选择优良碳汇树种，适当提高乔木密度，构建针阔叶混交、乔灌草多层次的群落结构。

4. 绿化碳汇估算对比

在常规景观设计基础上，低碳模式采取优化植物配置，提高乔木密度，引入立体绿化等措施。算得常规模式绿化碳汇约为1.8 t/a，低碳模式绿化碳汇约为2.3 t/a。

四、总结与展望

总体来看，通过城市设计引导建筑、交通、设施节能减排、碳汇优化和可再生能源抵消等策略实现低碳模式下年碳排总量为10.5t，较常规模式减少46.1%。其中交通方面减排尤为突出，可为生态城区低碳建设提供借鉴。

表8 常规模式与低碳模式碳排放情况汇总

	常规模式		低碳模式		减排比例 (%)
	年碳 排放量	占比 (%)	年碳 排放量	占比 (%)	
建筑	147442.2	75.8	108202.0	103.3	26.61
交通	30124.8	15.5	9825.9	9.4	67.38
设施	34927.0	17.9	27191.0	25.9	22.15
可再生能源	--	--	-17846.3	-17.0	--
绿化	-17861.4	-9.2	-22588.9	-21.6	26.47
合计	194632.6	100	104783.7	100	46.16



图2: 总体鸟瞰图

本文重点就建筑节能、交通节能及绿化碳汇三方面展开城市设计优化策略探讨，为了更具系统性将设施节能、可再生能源碳抵消纳入其中，然而城市活动中碳排放影响因子较多，如何在城市设计中更全面地融入低碳手法并予以落实，仍需在工作中继续探索。

参考文献

[1] 王丹等. 上海实现碳达峰须关注的重大问题及对策建议[J]. 科学发展, 2022(006): 93-100.
 [2] 张天然等. 上海五个新城职住空间特征对比研究[J]. 新城规划研究, 2021(004): 44-51.

作者简介: 张云云, 性别: 女, 民族: 汉族, 籍贯: 河南, 职务/职称: 副主任/工程师, 学历: 本科, 单位: 上海建筑设计研究院有限公司, 研究方向: “双碳”策略。