

绿色低碳城区建设的“四因制宜” 技术路径探索

——以某粤港融合片区为例

□ 王 昆, 谭 静

【摘 要】 尽管城乡建设领域的绿色低碳技术路径是全面而广泛的, 但是不同空间基础、不同功能定位的绿色低碳城区建设的技术重点却呈现出明显差异。自然基础条件、人口构成特点、城市建设阶段、经济发展水平是影响绿色低碳城区建设的重要因素, 因此文章提出因地、因人、因时、因财“四因制宜”的绿色低碳城区建设技术路径, 并以某粤港融合片区为例, 构建基于岭南特色、粤港融合、青年友好、无界社区、城市建设初期、产业导入旺期、更高经济发展水平和更加完备的绿色低碳城区制度的绿色低碳城区建设技术体系, 并明确该片区绿色低碳城区“四因制宜”建设的相应技术要点, 以期为我国相似地区的绿色低碳城区建设提供思路和路径借鉴。

【关键词】 因地制宜; 因人制宜; 因时制宜; 因财制宜; 粤港融合; 绿色低碳城区

【文章编号】 1006-0022(2023)05-0096-07 **【中图分类号】** TU984 **【文献标识码】** B

【引文格式】 王昆, 谭静. 绿色低碳城区建设的“四因制宜”技术路径探索: 以某粤港融合片区为例 [J]. 规划师, 2023(5): 96-102.

Exploring the Technical Path of Green and Low-carbon Urban Construction with "Four Adaptations": An Example in the Greater Bay Area WANG Kun, TAN Jing

【Abstract】 Although green and low-carbon technologies in urban rural development are comprehensive, the emphases of green and low-carbon urban areas differ according to their natural condition, population structure, urban development stage, and economic level. The paper puts forwards a technical route with local adaptations to location, people, time, and capital. With an example in the Greater Bay Area, it proposes a technical system of green and low-carbon urban development based on Lingnan characters, Guangdong-Hong Kong integration, youth friendly, boundless communities, the initial stage of urban construction, the booming period of industrial introduction, higher level of economic development, and a more complete system for green and low-carbon urban area. The key technical points of green and low-carbon urban development with "four adaptations" are clarified for reference from other similar green and low-carbon urban areas.

【Key words】 adaptation to location; adaptation to people; adaptation to time; adaptation to capital; Guangdong-Hong Kong integration; green and low-carbon urban area

绿色低碳技术与低碳技术相比, 含义更广, 是指在实现城乡空间碳减排、碳增汇^[1]的同时, 实现降碳、减污、扩绿的技术。该技术可以促进城市实现生态低冲击、资源低消耗、环境低影响和安全低风险^[2]。绿色低碳城区是指城市实际建设的区域, 一般被生态走廊或者若干自然地物围合而成且相对完整, 空间范围一般为 10 ~ 30 km²。由于这个空间的规划建设更加适用丰富多元的绿色低碳策略 (如指标控制、形态控制等), 其往往被认为是相对理想的绿色低碳规划建设引导尺度^[3], 因

此探索其建设过程中的绿色低碳技术路径具有重要的意义。

我国绿色低碳城区建设中的技术应用还面临诸多问题。例如, 绿色低碳技术尽管在绿色建筑、海绵城市^[4]、可再生能源利用、垃圾分类和资源化处理、污水处理、绿色空间营造^[5]、公交和慢行交通规划^[6-7]、居住区建设^[8]等单项技术方面取得了诸多成效, 但是在部分实践中因地制宜、精准施策不足。部分地区不顾经济成本和地域特点, 一味追求高标准和高精尖的技术应用, 盲

【基金项目】 国家“十四五”重点研发计划课题项目 (2022YFC3800203)

【作者简介】 王 昆, 博士, 高级规划师, 注册城乡规划师, 现任职于中国城市规划设计研究院绿色城市研究所。

谭 静, 教授级高级规划师, 注册城乡规划师, 中国城市规划设计研究院绿色城市研究所主任规划师。

目推广高成本投入、低产出效益的技术应用场景^[9]，造成了大量的资源浪费^[2, 10]。

1 绿色低碳城市建设中的技术路径选择差异

国家对城乡建设领域的绿色低碳发展提出了全面的要求，如 2022 年住房和城乡建设部、国家发展和改革委员会印发的《城乡建设领域碳达峰实施方案》提出建设绿色低碳城市涉及 7 个具体方面^[11]，并且每个方面都包含若干重点技术路径（表 1）。但是，绿色低碳城区千差万别，在具体的技术路径选择上也受到多种因素的影响。

从国外研究和实践来看，发达国家的研究和实践起步较早，对绿色低碳城区的内涵界定也并非一成不变，不同空间基础、不同功能定位的绿色低碳城区建设的技术重点呈现出明显差异。例如，瑞典将具有环境敏感性的能源供给和污水处理、智能技术、建筑材料、交通组织作为生态型城镇建设的共同基础^[12-13]，其绿色低碳建设的代表城市为哈马碧湖城，自 1995 年启动绿色低碳建设以来，该城市在规划建设过程中遵守了城市增长边界、公交引导开发、混合用地、小型街区、提高水效率等 12 条绿色导则，最大限度地实现了废弃物、水和能源的循环利用^[12]；新加坡将绿色建筑推广、公共交通建设、公园绿地提升、水资源管理、电力能效提升和绿色电力发展、废弃物资源化处理作为持续关注重点领域^[14]，其中碧山宏茂桥片区在绿色低碳建设中突出自然生态韧性，构建了“绿色修复建造技术+生态多样性+活力十足的滨河公园”的绿色低碳建设体系^[15]；绿色之都——德国弗莱堡强调节能、提高能源利用率和发展可再生能源，制定了新房接近“被动房”标准，并通过对家庭和市政建筑进行隔热与能源翻新等技术路径，建成了著名的零碳产能社区——

沃邦 (Vauban) 社区^[16-18]。从国内实践来看，在绿色低碳城区建设中，中新天津生态城强调对邻近海洋与盐碱地的治理，以及对品质居住社区的打造等；无锡市太湖新城强调太湖沿岸的生态治理、城市功能疏解及区域功能培育；深圳市光明新区、重庆市悦来绿色生态城区强调根据自身自然基础条件、经济发展水平、城市建设阶段、人口构成特点形成绿色低碳城区建设的技术重点。

可见，自然基础条件、人口构成特点、城市建设阶段、经济发展水平在绿色低碳城区建设中发挥着重要作用，必须因地制宜、因人制宜、因时制宜、因财制宜，形成“四因制宜”的绿色低碳城区建设技术路径。

2 某粤港融合片区绿色低碳城区“四因制宜”建设技术路径

某粤港融合片区位于粤港澳大湾区核心位置，是推动粤港融合的国家战略地区，目标人群以青年群体为主，具有

良好的产学研空间要素基础，有助于打造成为吸引香港青年在内地发展的“窗口地区”。由于该片区是地处城市外围的国家级新区，目前尚处于城市建设初期和产业导入旺期。

基于该片区的自然地理本底条件、人群构成特点、片区发展定位，科学借鉴相关绿色低碳城区建设经验，以最大限度地减少资源能源消耗和实现人与自然共生为目标，探寻具有粤港融合特色的绿色低碳城区建设技术路径（图 1）。

2.1 因地制宜——基于岭南特色和粤港融合的技术路径

(1) 基于岭南特色
某粤港融合片区具有典型的亚热带气候特点，具有较强的太阳辐射，并且夏季酷热，降雨充沛。同时，该片区为滨海、沙田、河涌结合型风貌，是岭南水乡的典型代表地区。因此，应围绕该片区的亚热带气候、岭南特色的自然本底条件，探索能够体现地方特色、适应自然条件的绿色低碳城区建设经验，打

表 1 绿色低碳城市涉及的方面及主要技术路径

主要方面	主要技术路径
城市结构和布局	组团式发展；多种廊道统筹布局；城市生态修复；超高层建筑控制；职住比例控制；城市快速干线交通建设，生活性集散交通和绿色慢行交通设施布局；既有建筑拆除管理；存量房屋盘活
绿色低碳社区建设	混合街区建设；各项设施和公共活动空间配建；步行和骑行网络串联；15 分钟生活圈构建；零碳社区建设；低碳、节能、节水家电产品占比；社区充换电设施建设
绿色低碳建筑水平	低碳建筑规模化发展，零碳建筑和近零能耗建筑建设；节能改造；公共建筑能耗监测；设备能效提升
绿色低碳住宅	绿色低碳住宅开发；中小户型普通住宅发展；住宅能耗降低；日照和自然通风利用；灵活可变的居住空间设计；新建住宅全装修交付使用；住宅共用部位维护管理
基础设施运行效率	老旧供热管网更新改造；人行道净化和自行车专用道建设；轨道交通站点与周边配套接驳；公交专用道建设；垃圾分类和减量化、资源化；全域海绵城市建设；再生水利用；绿色照明设计；园林绿化提升
城市建设用能结构	建筑太阳能光伏一体化；智能光伏应用；各类热能技术应用；直流电器与设备应用；智能微电网、光储直柔、蓄冷蓄热、负荷灵活调节、虚拟电厂等技术应用；建筑用电设备智能群控技术应用；建筑热源端低碳化
绿色低碳建造	装配式建筑推广；智能建造；建筑材料工厂化精准加工、精细化管理；施工现场管控；施工设备建材产品选用；建筑废物处理利用

资料来源：根据《城乡建设领域碳达峰实施方案》等相关文件整理。

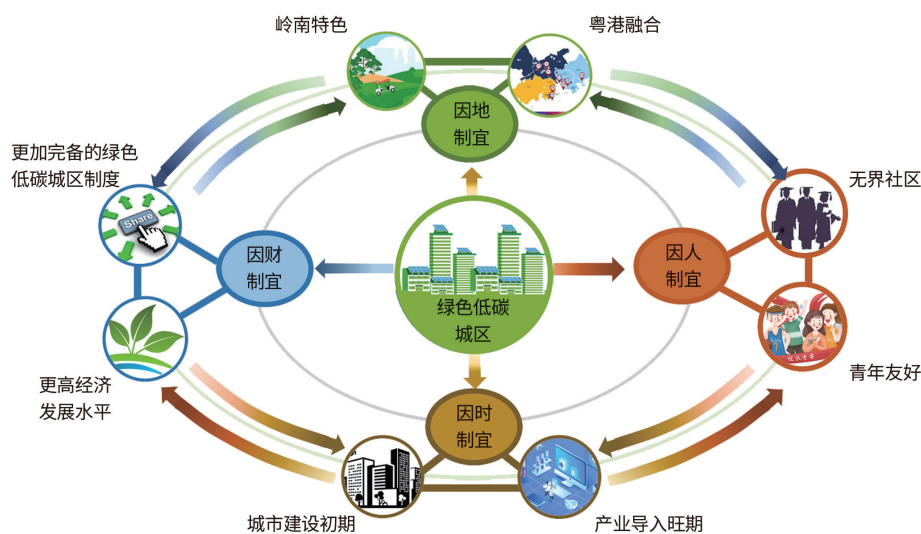


图1 某粤港融合片区绿色低碳城区建设技术路径示意图

造安全韧性、舒适宜人的绿色低碳城区，最终塑造生态健康的岭南水乡空间环境。

(2) 基于粤港融合

某粤港融合片区与香港城市地区具有相似的自然地理本底条件，因此可充分借鉴香港的经验。例如，依托公共交通设施形成良好的土地混合开发利用模式，使市民在步行距离内即可满足多样化的活动需求。同时，针对炎热气候的特点及居民商业购物等多种需求，建设发达完善的全天候步行系统，并大量建设天桥、地道、空中走廊，串联各类建筑及交通设施，构建一张具有规模、可以遮阴挡雨的高度发达的慢行网络。

2.2 因人制宜——基于青年友好、无界社区的技术路径

(1) 基于青年友好

在国家层面的规划中，某粤港融合片区是吸引粤港澳大湾区年轻人就学、就业、创业、生活的片区，因此该片区的绿色低碳城区建设应根据国家关心的青年友好的相关要求，在建设指标满足15分钟生活圈覆盖率、完整居住社区覆盖率、职住比/就业住宅比、功能混合街坊比例等常规要求的同时，规划建设5分

钟到达、24小时供给的图书馆、咖啡馆、便利零售店、小型餐饮设施、新型办公空间等，满足青年人群的多样化需求。

(2) 基于无界社区

某粤港融合片区现状已有大学校园、人工智能中心、自动驾驶与智慧交通园区等多项产学研优质基础要素，且空间联系紧密，未来应打造校区、园区、社区“三区”融合，包含活力社区、产业服务、创新培育在内的综合活力片区。因此，该片区的绿色低碳城区建设应凸显混合多元的无界社区特点，通过一系列绿色低碳技术的应用，实现人本尺度的活力街道塑造、触手可及的休憩空间供给等目标。

2.3 因时制宜——基于城市建设初期、产业导入旺期的技术路径

(1) 基于城市建设初期

经过多年的发展，某粤港融合片区初具稳定的空间布局，在当前国家粤港澳融合的新要求下，借助国家、省、市出台的系列政策利好，该片区的建设速度不断加快。同时，目前该片区基本处于土地一级开发阶段，有利于多元集成的绿色低碳城区建设技术体系的应用。因

此，应把握这一城市发展建设的重大机遇期，率先示范高质量绿色低碳城区建设模式，打造粤港澳大湾区高质量绿色低碳城区建设的新阵地、新引擎。

(2) 基于产业导入旺期

某粤港融合片区现状已经具有了人工智能、自动驾驶等与绿色低碳城区建设紧密相关的产业基础，具备了人工智能产业园、人工智能示范中心、自动驾驶示范区等产业项目，并处于产业快速发展的阶段。通过绿色低碳城区建设，可以进一步实现关联产业的快速发展，从而促进经济活力提升，实现社会良性发展。例如，通过提升智慧城市基础设施水平，同步促进片区内智慧交通相关产业的发展，形成“绿色低碳城市建设—产业发展活力提升”的良性互动。

2.4 因财制宜——基于更高经济发展水平、更加完备的绿色低碳城区制度的技术路径

(1) 基于更高经济发展水平

不同地区的经济发展水平不同，因此各个城市也应该选择与本地经济发展水平和社会发展阶段相匹配的先进适用技术。某粤港融合片区所在的粤港澳大湾区，经济基础优良，并且广东省当前提出了携手港澳共建绿色低碳湾区的目标^[19]，同时明确了下一步推进绿色低碳技术引导目录、规模化减碳技术示范和产业化等举措，这对该片区的绿色低碳发展提出了更高的要求 and 诉求^[20]。

(2) 基于更加完备的绿色低碳城区制度

借助粤港澳大湾区“规则对接”的制度创新优势，应搭建完善的制度体系。例如，在绿色低碳城区建设中通过多场景的智慧化运营，同步搭建碳信息数据基础平台，以及在碳信息和统计数据方面建立共享机制、搭建共享平台，加快对碳信息的整合，探索建立碳账户，推进更多低碳应用场景的建设。

3 某粤港融合片区绿色低碳城区“四因制宜”建设的要点

在因地制宜、因人制宜、因时制宜、因财制宜的基础上，根据技术均衡、多元集成的要求，最终确定某粤港融合片区绿色低碳城区“四因制宜”建设的6项主要内容，并明确各项建设内容的主要技术要点（表2）。

3.1 生态基础设施建设

根据某粤港融合片区生态敏感度较高、河涌要素丰富等特点，形成以下技术要点。

3.1.1 建设周边水道生态廊道

某粤港融合片区邻近入海口，紧邻的水道沿岸既是重要的湿地保护区，也是水鸟栖息生境与迁移廊道的重要空间，因此应推动水道沿岸空间的精明修复，结合现状已有的沿岸农业种植，在防止农业面源污染的基础上，提升其空间品质，形成紧邻青年活力城区的特色农业空间，并对现有驳岸进行生态化改造提升，强化水环境治理，营造优美、绿色、生态的组团外环境。

3.1.2 营造生态韧性、便民活力的蓝绿空间

针对某粤港融合片区内沟塘水渠丰富的本底特点，系统化建设雨水花园等绿色基础设施及生态调蓄池，控制雨水径流总量，提高雨水调蓄能力；优化河涌及两侧断面的生态化设计，打造景观生态型护岸。同时，强化河涌及道路两侧绿带以连接重要生态节点、社区公园，营造强连通性、高可达性的蓝绿空间，融合岭南滨水地区设计特点和香港地区的设计规范，将更多的娱乐、休闲、运动功能植入绿地空间，进一步强化该片区亲水近水的空间特质。

3.1.3 采用立体化、高碳汇的园林种植方式

一是推广屋顶绿化，结合某粤港融

合片区自身条件和雨水收集、太阳能利用等低碳技术，在公共建筑方面合理选用花园式、草坪式、组合式等屋顶绿化形式，增加垂直绿化，在有条件的公共建筑及市政公用设施立面，因地制宜地布局垂直绿化，同时可以合理选用攀爬式、贴植式和模块式等绿化形式。二是在绿化空间提高适应本地土壤和气候特点的乔灌木配比，增强园林植物的碳汇能力。

3.2 多元混合街区打造

基于某粤港融合片区青年人口集中的特点，匹配就业、居住、公共服务等各项诉求，形成以下技术要点。

3.2.1 引导合理的居住和就业比例，形成职住、学住均衡的园区

某粤港融合片区西侧现状为城市近郊地区的乡镇，该片区与紧邻的乡镇构成了相对独立的近郊组团。针对外围园区距离该片区较远、紧邻乡镇“城

表2 某粤港融合片区技术均衡、多元集成的技术体系一览

主要内容	技术要点	“四因制宜”			
		基于岭南特色、粤港融合	基于青年友好、无界社区	基于城市建设初期、产业导入旺期	基于更高经济发展水平、更加完备的绿色低碳城区制度
生态基础设施建设	建设周边水道生态廊道	●			●
	营造生态韧性、便民活力的蓝绿空间	●			●
	打造健康活力的滨水空间	●	●		
	打造绿色宜人的街道空间	●	●		
	采用立体化、高碳汇的园林种植方式	●			
多元混合街区打造	职住、学住均衡的园区建设		●	●	
	青年友好型的社区建设		●	●	●
	鼓励街坊内土地用途混合		●	●	●
	鼓励建筑内部功能的垂直混合		●		
立体绿色交通组织	便捷的轨道交通公交接驳		●	●	●
	适应气候的活力慢行系统	●	●	●	
	精细化的绿色停车空间	●	●	●	●
	枢纽地区的立体高效交通网络		●	●	●
清洁循环设施供给	清洁化的电力供应			●	●
	建设分布式供能系统			●	●
	推进固废循环利用		●	●	●
	推进水资源循环利用	●			●
绿色低碳建筑建造	通过微气候模拟优化建筑布局	●			
	发展高品质绿色建筑		●		●
	建设太阳能光伏和智能微电网系统	●		●	●
	建设绿色低碳住宅	●	●		●
多场景智慧化运营	加强智慧基础设施建设			●	●
	强化特色化的智慧运营			●	●

注：“●”表示“四因制宜”对应的技术要点。

强产弱”的情况，强化该片区与邻近乡镇社区的联动发展，引导片区内合理的用地构成，保持就近职住平衡。同时，在片区内部针对青年人群的区域，适当提高容积率，合理供给公寓、宿舍，形成学住均衡的园区。

3.2.2 结合粤港地区的公共服务设施配置标准，提供高品质的服务设施

一是内地没有的公共服务设施配套，按照香港标准进行配置，规模可在香港标准的基础上结合国际高标准案例确定。例如，按照香港标准配套包含艺术场地、健康中心、社区会堂、幼儿中心、综合青少年服务中心、自修室图书馆、室内体育场馆、邮政局在内的 GIC 居民办事中心等设施，重视艺术、康乐设施的配套植入，集聚布置形成多元的公共服务设施体系，满足不同年龄人群的需求。二是内地和香港类型一致的公共服务设施配套，按照两地高标准配置，如对于教育、社区服务、物业管理、商业服务等设施，对接省市的管理要求，采取明确的分类分级方式配置。

3.2.3 针对青年人口集中的特点，建设青年友好型社区

借助某粤港融合片区内的高校、人工智能总部等科创资源，打造无界科创社区，同时针对年轻化、精英化、国际化等人群特点，结合知识人群重效率、全时化等特征，增加特色化的设施供给，满足人群的个性化需求。例如，构建全时支撑、高效即达的服务设施体系，在实现社区生活圈 100%覆盖，以及 15 分钟生活圈、5 分钟生活圈 100%覆盖的基础上，打造“楼宇服务圈”，并逐步实现楼宇服务圈设施 100%覆盖。在具体项目构成上，“楼宇服务圈”在楼宇内部可共享客厅、自动售卖机、健身房、厨房、咖啡机等设施；“出楼宇 2 分钟服务圈”可共享影音室、办公室、娱乐室、自习室、洗衣房、咖啡厅等设施；“出楼宇 5 分钟服务圈”可共享社区食堂、运动场地、

图书馆、艺术馆、科学会堂、宠物照料中心等设施。

3.2.4 强化土地用途的混合，增强城市功能活力

混合的功能有助于增强城市功能活力。为实现这一目标，一是鼓励街坊内的土地用途混合，除常规混合用地（如“居住/商业混合用地”“商业/居住混合用地”“新型工业用地”）以外，鼓励引入香港特色的用地类型。例如：引入“政府/机构/社区用地”，打造垂直邻里中心；引入“休憩/商业混合用地”，强化滨水绿地的休憩功能，适度增加运动场、户外康乐设施、游客中心、景观广场等硬质用地用途，提升滨水活力。二是鼓励建筑内部功能的垂直混合。借鉴香港经验，鼓励打破居住、办公、商业界限，在主要道路两侧通过引导不同功能的垂直混合，设置混合功能的塔楼及多功能裙房，形成差异化、特色化的街区氛围。

3.3 立体绿色交通组织

某粤港融合片区交通便利，具有紧密联系港澳地区的交通枢纽，同时又面临绿色慢行交通诉求，据此形成以下技术要点。

3.3.1 实现便捷的轨道交通公交接驳

香港相关规划标准与准则中提出，“在铁路载客范围内作出更佳的行人环境规划，鼓励公众以步行配合铁路作为综合交通模式”。借鉴相关经验，可以以其他公共交通工具来弥补铁路网络的不足。例如，以“短线路、小站距、高频次”为重点，探索定制化和响应式公交。“短线路”体现为每条线路长 2~4 km；“小站距”体现为公交站间距为 300~400 m，高铁/地铁站距离公交站 150 m 内；“高频次”体现为高峰期 3~5 分钟一班，往返地铁站、高铁站与居住区、产业园、学校之间，线网由“长线直达”逐步优化为“短线+轨道”的换乘型公交网络。

3.3.2 建立适应气候、充满活力的慢行系统

一是针对港澳地区青年人群爱好户外活动的特点，建设高密度慢行网络，提供景观大道、社区步道、亲水步道等多样化的慢行空间。二是针对岭南地区夏天炎热酷晒的特点，强化适应气候的慢行系统，在地面提高道路断面设计中绿化空间与慢行空间的占比，使道路红线内“慢行+绿化空间宽度占比”能提高到 60%~70%；在二层、三层高度，强化交通枢纽、商业商务、社区服务、展览休闲等重要节点间的空中连廊特色步行系统。三是针对人群的跑步、骑单车等需求，结合片区内职住融合度高、居住就业距离近便于发展慢行交通的优点，建设连续舒适的骑行系统，重点通过滨水商业、康体设施、生态绿化空间，结合自行车道、跑道、滨水栈道这些三线步道，营造充满活力的滨水空间界面，配套建设驿站等设施，发展包含电动自行车在内的共享自行车，形成完善的骑行空间网络。

3.3.3 建设精细化的绿色停车空间

一是强化精细化的停车供给和管理。针对片区土质软易发生地面沉降的问题，尽量减少地下开挖，统筹建设地上停车楼、地面停车位和地下停车空间，同时在省市停车配建指标规定的基础上，结合轨道交通站点周边进一步折减停车位配建数量，并引导轨道站点周边设置以“P+R”为主的停车场，在与市政管廊不冲突的前提下，连通相邻地块车库，以实现车位跨地块整体平衡以及科学合理的停车供给和管理。二是提升社区绿色停车水平。合理布局电动车充电桩、充电站等设施，明确新建、改建、扩建公共停车场（库）配建充电设施的停车位比例，新建居住社区固定车位均应预留充电桩建设安装的可能性。

3.3.4 建设枢纽地区的立体高效交通网络

在轨道枢纽等交通流量大的节点地

区,通过步行桥、风雨连廊等方式,强化枢纽周边区域慢行网络建设,并串联高速路、快速路等桥下空间,植入艺术公园、儿童公园、运动公园等,实现功能的连续,引导改变桥底原有的消极空间,提升空间品质。在枢纽内部,通过立体分层的功能组织和简明流畅的水平换乘流线,降低断头线路数量,减少地下换乘的冲突点。此外,针对地面地块割裂的现状问题,利用自动步道、平衡车等方便的通勤方式,打造地下快捷通勤步道,打通“最后一公里”,实现“到站点即到家”,提高枢纽地区的出行效率和慢行体验感。

3.4 清洁循环设施供给

根据某粤港融合片区的用能特点、空间构成模式及其他资源的使用情况,形成以下技术要点。

3.4.1 清洁化的电力供应

根据上位规划要求,某粤港融合片区所在的区域到2025年要实现13%的绿电和69%的清洁能源。综合考虑片区自身用能、产能情况,确定2030年片区实现20%的自主绿电供应,绿电中有1/5来自片区内的光伏发电、生物质能、风电等自主供电,有4/5来自区域电网中的绿电。同时,在城区的能源消费终端,积极探索居家氢能、城市沼气等技术的应用。

3.4.2 建设分布式供能系统

根据某粤港融合片区内校区、园区、社区功能分布相对明晰的特点,建设若干集冷、热、电、可再生能源等于一体的多功能能源综合体,通过区域管网集中供热、供冷。

3.4.3 推进水资源循环利用

针对某粤港融合片区夏季雨水充足的气候特征,完善雨水径流的回收利用。一方面,经过设计注重屋顶、广场等空间的雨水收集,并将收集到的雨水用于路面喷洒、景观补水和生态空间灌溉等;

另一方面,将低洼地作为汇水区域,通过铺设碎石、种植耐水植物等方式,形成良好的景观空间效果。最终,在该片区实现年径流总量控制率达到72%,整体硬化地面可渗透地面率达到40%,再生水回用率达到20%。

3.4.4 推进固废循环利用

针对某粤港融合片区在建设过程中产生大量建筑垃圾的问题,引导片区内的建筑垃圾尽可能实现就地处理、就地就近回用。针对片区内青年人群密度高、生活垃圾构成简单的特点,完善垃圾分类处理系统,在人口密度大的地方布设真空运输管道,建设垃圾气力输送系统,使该片区的垃圾资源化利用达到国际领先水平。

3.5 绿色低碳建筑建造

某粤港融合片区目前还处于建设初期,面临绿色低碳建筑建造的良好契机,据此形成以下技术要点。

3.5.1 通过微气候模拟优化建筑布局

由于某粤港融合片区处于岭南地区,应充分考虑不同季节的主导风向,优化建筑形体布局,满足建筑冬季防风保温和夏季通风散热的需求。例如:片区夏季风频最大为南风 and 西南风,在南北向形成更加通透的通风廊道,以便于夏季的通风散热;冬季风频最大为东北风,在片区东北侧和东侧形成围合感较强的建筑立面,以便于冬季的防风保温。同时,建议优化片区迎风面的建筑间距,提高春季、秋季过渡季区域内建筑迎风面、背风面的立面风压差,增强自然通风。

3.5.2 建设太阳能光伏和智能微电网系统

某粤港融合片区的日照资源较充足,屋顶日照辐射量约为1000 kWh/m²,因此高层住宅和中高层公共建筑屋顶建议设置屋顶光伏,不建议设置立面光伏。针对不同的建筑功能,应对公共建筑和居住建筑采取差异化的引导措施。建议

公共建筑设置30%的屋面光伏,居住建筑设置20%的屋面光伏或光热,同时为解决青年人口密度大、开发强度较高带来的地面活动空间和绿化不足问题,建议将太阳能光伏与屋顶花园、屋顶露台相结合,在层数较低的商业和办公屋面形成可供人群活动的绿化空间及活动露台。此外,建议结合光伏储能系统,建设发、输、变、配、用一体化的智能微电网系统,实现源荷网储一体化建筑柔性用能,并建设与之匹配的智慧运维平台,以发挥能耗监测、建筑内部环境监测等一系列功能。

3.5.3 发展高品质绿色建筑

一是遵循“被动优先、主动优化”的原则,依据“室内环境”和“能耗”这两个核心指标来确定具体的技术策略,优先通过加强外遮阳效果、提高围护结构保温效能等被动式措施,推动建筑能耗的进一步降低,使新建建筑均达到国家绿色建筑二星水平;规模化推进超低能耗建筑,探索具有岭南特色的近零能耗建筑示范和零碳建筑示范。二是要求超低能耗建筑执行更加严格的施工质量标准,强化设计、建设、装修全过程的质量控制。

3.5.4 建设绿色低碳住宅

针对某粤港融合片区内不同的客群,建议提供多种居住类型。例如,在邻近片区内大学校园外的地块,为活力创客、大学生和选择在此发展的粤港青年提供小型灵活的居住空间;在部分商住混合地块,兼顾创意潮流和社区感,为青年精英量身订制经济舒适的小户型居住产品;在邻近产业的地块,提供服务于未来入园的员工及周边厂企员工居住使用的M9住宅。新建住宅均应达到全装修交付使用水平,全面提高智能家居的应用比例,特别是在人才公寓等房屋中全面落实全装修技术要求,提升智能化程度和装配化装修水平,有效提升工业化装修实施效率。

3.6 多场景智慧化运营

结合绿色低碳城区建设的总体目标，为有效支撑上述5个方面，结合某粤港融合片区已有的智慧城市相关产业基础，形成以下技术要点。

3.6.1 加强智慧基础设施建设

围绕某粤港融合片区在上述5个绿色低碳城区建设方面，形成交通、能源、水务、建筑、生活五大智慧场景，加强智慧基础设施建设，促进五大智慧场景的智慧应用。例如，加强智慧交通场景的智慧调度、交通研判、公交线网优化、智慧停车诱导，智慧能源场景的实时能耗监测、数据报警提醒、企业用能考核，智慧水务场景的水质监测、浓度监测、污染源识别，智慧建筑场景的节能运维控制、可视化设计施工，以及智慧生活场景的智能办事引导、远程办事服务等。

3.6.2 强化特色化的智慧运营

一是以片区内国家级自动驾驶及智慧交通相关平台为载体，利用已有的自动驾驶产业，深入推进智能交通发展，将该片区建设成为智能化的绿色低碳城区。二是抓住片区开发建设初期的有利条件，率先开展区域能源监测，伴随城市建设，同步建设能源管理平台，以实现建筑运行、生活使用、工业生产等方面的能耗监测、能耗统计、能耗调度等功能。

4 结束语

城乡建设领域绿色低碳的技术路径是全面而广泛的，但是不同空间基础、不同功能定位的绿色低碳城区建设的技术重点呈现明显差异，因此提出因地制宜、因人制宜、因时制宜、因财制宜“四因制宜”的绿色低碳城区建设技术路径，并以某粤港融合片区为例，探索绿色低碳城区建设的技术路径及具体的技术要点，以期为国内其他地区的绿色低碳城区建设提供思路和路径借鉴。■

[参考文献]

- [1] 李春慧, 胡林, 王晓宁, 等. 基于“双碳”目标的城乡规划策略[J]. 规划师, 2022(1): 12-16.
- [2] 李迅, 董珂, 谭静, 等. 绿色城市理论与实践探索[J]. 城市发展研究, 2018(7): 7-17.
- [3] 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.
- [4] 赵越. 绿色生态城区海绵城市建设规划设计思路研究[J]. 居业, 2021(7): 46-47.
- [5] 安晓娇. 澳门高密度城区绿色空间营造策略研究[D]. 北京: 北京建筑大学, 2020.
- [6] 庞哲, 谢波. 城市绿色交通的内涵、特征及发展策略: 基于国外实践经验的思考[J]. 规划师, 2020(1): 20-25, 37.
- [7] 丁宏飞. 试论绿色交通理念在生态城区交通规划中的应用[J]. 工程建设与设计, 2022(17): 94-96.
- [8] 袁奇峰, 钟碧珠, 贾姍, 等. 未来社区: 城市居住区建设的有益探索[J]. 规划师, 2020(21): 27-34.
- [9] 杜海龙, 李迅, 李冰. 我国绿色生态城区评价体系优化研究[J]. 城市发展研究, 2021(4): 71-80, 98.
- [10] 张薇, 公丕芹. 绿色低碳技术创新发展现状与路径研究[J]. 中国能源, 2022(12): 43-49.
- [11] 《工程建设标准化》编辑部. 《城乡建设领域碳达峰实施方案》出台[J]. 工程建设标准化, 2022(8): 49-50.
- [12] 吴晓, 吉倩媛, 周晓穗, 等. 从旧工业区到生态型城镇: 瑞典城市更新的绿色路径初探: 以Bo01欧洲住宅展览会、哈默比湖城和皇家海港为例[J]. 世界建筑, 2021(3): 101-107, 126.
- [13] 郭丽峰, 李晨. 瑞典实现碳中和目标战略、科研部署及相关政策研究[J]. 全球科技经济瞭望, 2022(5): 67-70.
- [14] 朱震龙, 刘冰冰, 苏茜茜. 新加坡规划编制管理经验及启示[J]. 城市建筑, 2021(20): 10-15, 31.
- [15] 吴漫, 陈东田, 郭春君, 等. 通过水生态修复弹性应对雨洪的公园设计研究: 以新加坡加冷河—碧山宏茂桥公园为例[J]. 华中建筑, 2020(7): 73-76.
- [16] 彭帅, 山雪娇, 黄与舟, 等. 德国城市

可持续发展实践与启示: 以弗莱堡生态城市建设为例[J]. 生态城市与绿色建筑, 2018(2): 43-50.

- [17] 刘姝宇, 欧阳皓月, 宋代风. 兼备城市与自然体验的德国可持续住区设计: 以弗莱堡市里瑟菲尔德项目为例[J]. 城市建筑, 2023(1): 18-21, 47.
- [18] 刘帅, 薛阳, 王全逵, 等. 生态城市设计策略在社区规划中的应用探析: 以沃邦社区为例[J]. 安徽建筑, 2022(6): 17-20.
- [19] 李禅, 肖百霞. 国土空间规划中广东省“碳达峰、碳中和”目标的传导路径研究[J]. 规划师, 2022(7): 66-71.
- [20] 覃盟琳, 欧阳慧婷, 刘雨婷, 等. “双碳”目标下我国湾区城市群空间规划应对策略[J]. 规划师, 2022(1): 17-23, 31.

[收稿日期] 2023-02-02