

基于空间内外耦合的广州碧道建设初探

Construction of Guangzhou Ecological Belt Based on Spatial Internal and External Coupling

蔡金颖 余美萱* 彭金波

CAI Jinying, SHE Meixuan*, PENG Jinbo

基金项目: 国家自然科学基金课题“粤港澳大湾区水陆交错带权衡/协同关系及韧性景观调控网络机制研究”(编号: 52078222); 华南农业大学 2022 年校级质量工程(编号: zlgc22036)

摘要

碧道是集多功能于一体的滨水复合型廊道, 碧道建设不仅是陆域和水域的共建, 更是空间内外耦合营造的典型范例。通过对空间内外耦合模式进行梳理, 明晰碧道建设的空间耦合关系。从广州碧道生态空间与人文空间内外耦合层面出发, 归纳得出 3 种耦合手法, 探讨其构成要素与耦合机制: 1) 打造水生生态带, 将水环境、水生态、水景观与水游憩视为有机整体; 2) 构建“生态-人文”防洪堤, 提升防洪堤的多功能性; 3) 打造“防洪-通航”景观闸桥, 实现交通、景观与防洪需求。分析得到目前仍存在建设缺乏整体性与系统性、多元融合培育不充分的不足, 并提出挖掘水经济、丰富“碧道+”模式等建议。

Abstract

Ecological belt is a multifunctional waterfront complex corridor, and the construction of an Ecological belt is not only the co-construction of land Ecological belt is a multifunctional waterfront complex corridor, and the construction of Ecological belt is not only the co-construction of land and water, but also a typical example of spatial internal and external coupling. The spatial coupling relationship of Ecological belt construction is clarified by sorting out the spatial internal and external coupling modes. Three coupling methods are summarised based on the internal and external coupling of ecological space and humanistic space of the ecological belt in Guangzhou. Their components and coupling mechanisms are explored: 1) to create a water ecological belt and to consider the water environment, water ecology, water landscape and water recreation as an organic whole; 2) to build an 'ecological-humanistic' levee and to enhance the multi-functionality of the levee; 3) to build a 'flood control-navigation' landscape gate and bridge to achieve the traffic, landscape and flood control needs. It analyses the lack of holistic and systematic construction and insufficient cultivation of diversified integration. It suggests exploring the water economy and enriching the mode of 'Ecological belt +'.

文章亮点

1) 注重碧道多空间的耦合与协同作用; 2) 从空间内外耦合视角出发梳理总结碧道的典型建设手法, 为碧道建设融合滨水空间生态价值、文化价值、景观价值与游憩价值的研究提供参考。

关键词

空间内外耦合; 碧道; 复合空间

Keywords

Spatial internal and external coupling; Ecological belt; Complex space

收稿日期: 2023-05-31

修回日期: 2024-01-24

滨水空间具有人工性、历史性和自然性的多重属性^[1], 包含丰富的人文景观要素、深厚的历史文化底蕴以及独特的生态自然要素, 展示区域城乡的自然与人文历史特征^[2]。滨

水空间的发展主要经历了“环境人工化-经济发展优先-可持续观念”3种价值取向的转变(图1)。近年来, 滨水空间建设更加注重生态与社会经济可持续共存的多元化目标。



图1 滨水空间发展历程
Fig.1 Waterfront space development history

碧道是基于空间融合的思想, 实现水、城、产三者共建, 打造生态与社会耦合的滨水复合廊道, 是滨水空间发展的阶段性产物。目前滨水空间的相关研究侧重于空间结构与过程的分析, 而对与空间结构、过程、功能密切相关的空间组织规律的探寻仍不足。生态弹性、公众参与、滨水经济与可持续发展是未来滨水空间的研究趋势。

2019年至今, 广州市累计建设碧道已超1 000 km, 以“碧道+”模式实现空间内外耦合, 提出综合性解决方案, 逐步实现经济、社会、生态效益整体提升。例如, 海珠湿地碧道为解决城市湿地水环境污染、生物多样性降低、生态功能退化和公众体验不足等现实问题^[3], 以“碧道+生态修复”模式, 进行水系修复、湿地洄游通廊构建及水鸟生物友好场景打造, 实现水质提升、小气候改善、生物种类增

加, 为候鸟提供了稳定的生态栖息地, 为公众提供了舒适的人居环境; 通过湿地旅游、研学基地、文化创意基地、院士工作坊、数字算法园等类型的产业项目实现湿地区域产业增值提效^[4]。目前广州已建成阅江路碧道、鸭洞河碧道、增江画廊碧道等一系列优质碧道, 打造高质量发展新引擎(表1)。基于此, 本文从空间内外耦合视角出发, 剖析广州碧道建设的具体手法, 以期对碧道建设与滨水廊道建设提供参考。

1 空间内外耦合的概念及空间模式

1.1 概述

“耦合”一词源于物理学, 指两个或以上的系统或运动形式间通过互相作用而彼此影响以至联合起来的现象, 是在各个子系统间相互依赖、协调、促进的动态关系^[5]。空间耦合即空间

的叠加与融合, 是两个不同的空间在各个层面上相互融合、相互作用、协调发展而彼此影响的状态和过程, 并由此逐步产生了多层面的良性互动结果^[6], 其强调耦合内部各种要素反映在空间上的综合体现。

关于空间耦合, 不少研究集中关注定量测算耦合度与耦合协调度; 也有研究关注耦合模式与效应, 以求达到不同空间之间的协调发展。其中, 部分研究聚焦于生活空间与生态空间的耦合^[7-8], 以及生活空间与生产空间的耦合^[9-10]; 空间耦合的定性研究常从空间构成要素等出发探索其耦合机制^[9-10]。

1.2 碧道的空间内外耦合模式

现有研究根据空间的关系对空间耦合进行分类。彭建等^[11]认为, 生态过程之间既有近程耦合又有远程耦合。黄铎等^[12]提出蓝绿空间耦合效应与模式, 认为蓝、绿空间的叠加与耦合是在二者生态耦合效应基础上, 是实现人工建成环境与蓝绿空间在自然、社会及文化等方面的高度耦合; 其空间关系是由内部自然资源和与之相关的人类活动所构成的, 其耦合由内部与外部两个层面构成。基于上述基础, 本文将碧道空间耦合关系分为两种: 一种是生态空间的内部耦合, 另一种则是生态空间与人文空间的耦合, 即外部耦合。

内部耦合指生态空间内各类要素的相互作用、影响与制约。文中研究的生态空间主要指代蓝绿空间。蓝绿空间是城市生态空间的基本要素和主要

表1 广州主要碧道建设情况

Tab.1 Major ecological belt in Guangzhou

碧道名称	碧道类型	建设年份	建设长度	“碧道+”模式
南沙区蕉门河碧道	都市型	2019年	6.2 km	碧道+水上运动
天河区猎德涌碧道	都市型	2020年	0.9 km	碧道+黑臭治理
黄埔区生物岛碧道	都市型	2020年	6.6 km	碧道+海绵河道
海珠区阅江路碧道	都市型	2021年	2.6 km	碧道+全民运动
荔湾区聚龙湾碧道	都市型	2021年	1.3 km	碧道+城市更新
黄埔区长洲岛碧道	都市型	2021年	13.5 km	碧道+文化传承
黄埔区南岗河碧道	都市型	2022年	2.2 km	碧道+幸福河湖
增城区增江画廊碧道	城镇型	2019年	6.5 km	碧道+水岸共治
南沙区凫洲水道碧道	城镇型	2020年	6.0 km	碧道+提防达标
从化区鸭洞河碧道	乡野型	2019年	1.0 km	碧道+乡村振兴
海珠区海珠湿地碧道	自然生态型	2019年	6.8 km	碧道+生态修复

内容,蓝色空间即水域,包括江、河、湖、湿地等,绿色空间即山体、林地、生态廊道、绿地等^[13]。蓝、绿空间存在叠加性和耦合性,两者虽构成要素存在差异,但布局和职能具有较强的关联性、互补性和统一性^[14-15]。两者在空间中相互交织,共同塑造、形成融合的空间形态与景观风貌^[16],也承担着改善人居环境、服务人群休闲文化活动的功能,是不可拆分的“有机聚合体”。同时,在国土空间规划中,蓝绿空间规划属于专项规划^[17],是引导蓝绿空间分类细化和建设实施的重要途径。

外部耦合指生态空间与人文空间内各类要素的耦合。人文空间意指除了自然物质空间以外的精神属性。自然物质空间是人类活动的载体,对其进行有针对性的设计,才能满足人文活动需求。自然物质空间与人文空间之间相互影响与制约,具有耦合性。由于自然物质空间包含生态空间,因此生态空间与人文空间同样可以达到耦合效应。例如,绿道作为典型的廊道,不仅作为生态廊道串联了破碎化的生态斑块、廊道、人文历史景点,而且引领了绿色健康生活方式,促进低碳出行和居民康体活动。

从碧道空间关系的角度出发,内部耦合是蓝绿空间两类自然要素的耦合,形成蓝绿空间内部生态协同与提升,并实现供给服务效应与调节和支持服务效应。外部耦合则是蓝绿空间和与之相关的人类活动空间的耦合(图2),从而实现文化服务、经济与社会效应的协同与提升。因此,碧道空间内外耦合效应是蓝、绿空间和与之相关的人类活动空间协调组织,达成超越单一蓝绿空间或人类活动空间原有功能的多元叠加效应。

2 碧道空间内外耦合手法

通过实地考察广州市内都市型、城镇型、乡野型和自然生态型4类碧道,并对2019—2022年广州4类碧道评估情况进行归纳整理(图3),分析得到构建水生态带、“生态-人文”防洪堤、“防洪-通航”景观闸桥3种空间内外耦合手法及其空间构成要素与耦合机制(图4)。其中,水生态带属于内部耦合,其余两者均属于外部耦合。在碧道建设中,打造水生态带与构建“生态-人文”防洪堤的空间耦合手法较常见。

2.1 打造水生态带

水环境改善是碧道建设的底线任务,推进水环境治理与入河排污口整

治是解决水环境问题的重要举措。水生态保护与修复和景观与游憩系统构建作为碧道建设的核心任务,是碧道高质量发展的关键所在。目前滨水廊道建设大多关注改善水环境,较少将水环境、水生态、水景观与水游憩四者系统串联起来。如何在改善水环境的基础上进一步考虑水生态、水景观与水游憩,仍有待完善。碧道打造水生态带有效弥补了滨水廊道建设的整体性不足,属于碧道空间内部耦合。

2.1.1 构成要素

打造水生态带,即通过“四水”统筹,将水环境、水生态、水景观与水游憩四者系统地看作一个有机整体。白云湖碧道通过调水引水、生态补水工程,保障湖区水环境,并以此为基础,在湖区内打造“水下森林”、雨水花园等构建水生态系统,实现造景与水技术深度融合。同时,将现有岛屿打造为生境岛,并建设水文化、水利工程科普区,进一步丰富了白云湖的水生态、水景观与水游憩功能。这一手法主要由水利/再生水设施、游憩设施、水生态设施、生境岛^①4种关键要素组成,要素之间通过互连互通达成耦合(图5)。其中,碧道常见游憩设施主要有4类,水生态设施有5类(表2)。

2.1.2 耦合机制

打造水生态带是通过消纳碧道建设范围内的雨水,经层层净化,将再生水与雨水收集回用,同时保护生物多样性的手法。该手法的耦合机制如下(图6):

1) 设置水利设施进行生态补水。典型做法如白云湖碧道,通过建设一系列水利设施,由泵站从珠江取水口提水,经引水渠到达湖区实现生态补水。广州国际生物岛则在岛上建设全地埋式再生水厂,污水收集处理达到回用水标准后,用于岛上的生态补水,再生水厂上部则为水处理海绵花园,通过设置科普装置寓教于乐,起到了良好的生态、景观与社会效益。乌涌碧道则以流域截污管网完善工程、排水单元达标治理工程为手段,并利用上游黄陂污水处理厂处理后优于城镇污水处理厂一级A排放标准的尾水,

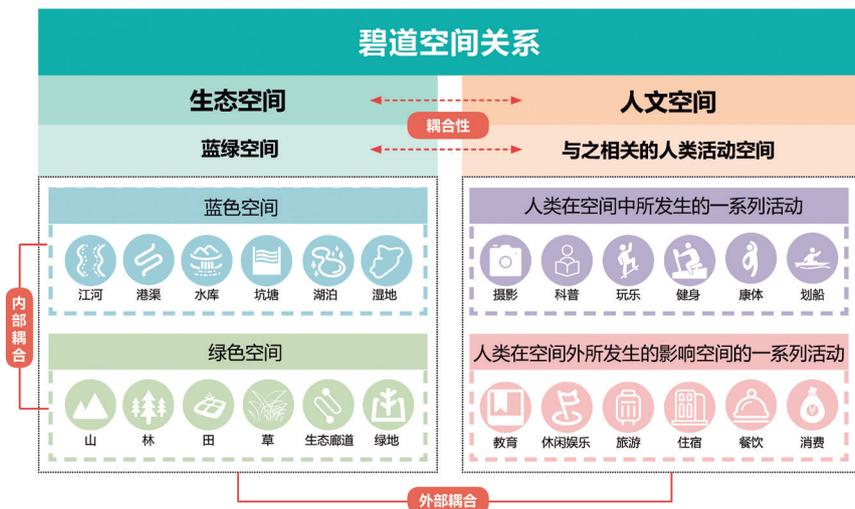


图2 碧道空间关系图
Fig.2 Spatial relationship diagram of ecological belt

^①生境岛 (habitat island): 也叫栖息地岛屿,概念源于生物地理学,指岛屿与其所在的景观基底之间存在较少但不可忽略的差异,使得某些岛屿上的物种能够在景观基底内移居或栖息,这种岛屿称为生境岛^[18]。广义的生境岛指大部分自然生境,如溪流、山洞、林中的沼泽、被沙漠围绕的高山、湖泊、池塘以及其他边界明显的生态系统;狭义的生境岛指由于人类活动的影响,使自然景观片断化而形成的片块,如被农田或其他异质景观所包围的斑块^[19]。

实现生态补水，治理后水质由劣质提升为IV类水。

2) 再生水、初雨通过与城市雨水管渠和超标雨水径流排放系统有效衔接，进入碧道水生态设施进行预处理与净化。其中，水生态设施与海绵设施处可设置标识系统并配置游憩设施，如：在休闲健身类场所设置透水铺装，并在场所雨水汇流处设转输与蓄存类水生态设施，在增加公众停留时间的同时，以标识系统、文化景墙等为途径科普了水文化。生物岛碧道范围内全段采用透水铺装，雨水通过下渗汇集到水生态设施处自然存积、渗透与净化。

3) 通过水生态设施净化后的水流入河滩地、浅滩及湿地等生态缓冲区域，涵养水源，提升水质。南岗河碧道通过敷设再生水管道，将萝岗水质净化厂的再生水引入上游生态湿地，净化后的再生水作为河涌生态补水，水质由IV类水提升为III类水。

4) 在水域中的生境岛借助自然力量，以“动物-植物-微生物”的作用优化了碧道生态环境。海珠湿地碧道将原有游人岛打造为鸟类栖居的无人之境岛，且通过加密绿植、加种果树、增设鸟桩与环岛浮排等手段创造生物友好空间。据统计，海珠湿地鸟类种类增加超过100种，鱼类种类增加超20种，昆虫种类增加超400种，植物种类增加超500种^[4]。

2.2 构建“生态-人文”防洪堤

水安全提升是万里碧道“5+1”重点建设任务中的底线任务。其中，完善防洪工程、加固海堤江堤更是提升碧道水安全的重要工作。一直以来，水安全提升更多侧重于防洪堤工程建设本身，对于如何发挥其在生态与人文方面的综合效应上较为欠缺。以碧道建设为引领推动构建“生态-人文”防洪堤，有效弥补了该方面不足，属于典型的外部耦合手法。

2.2.1 构成要素

“生态-人文”防洪堤指在建设防洪堤时既考虑生态功能，也关注人文精神，体现人文价值与生态价值的和谐统一。其主要要素包括护堤、活动场地、景观设施（表3），护堤形式有“X”种，活动场地与景观设施要素之间可形成“N”种组合与搭配方式。

2.2.2 耦合机制

“X”种护堤作为碧道的防洪基础设施，与滨水生态、人文空间相结合，而生态与人文要素根据环境条件与场地特征，对“N”种可能性进行筛选、叠加与适应后，达到趋于稳定的状态（即耦合），形成具有层次性与多样化的“X+N”滨水耦合空间。其中“X”不仅具有基础的防洪功能，更起到维护生态、营建生境的作用，使“水-堤”成为一个连贯的“生态体”，有利于水中的动植物、微生物生存与栖居，避免了水工设施对水生态环境的影响。“N”则是在满足防洪要求下，在堤顶叠加文化科普、自然教育、游憩活动等相关设施。滨水生态与人文的“N”种可能性与多元化，有利于完善“X”种护堤欠缺的功能与效应，进而更好地提升防洪堤的生态、人文与景观价值，促进碧道建设高质量发展（图7）。

常见的“X+N”耦合机制有以下4种：

1) 石笼护堤、多孔穴人工鱼巢是生物友好设施与防洪

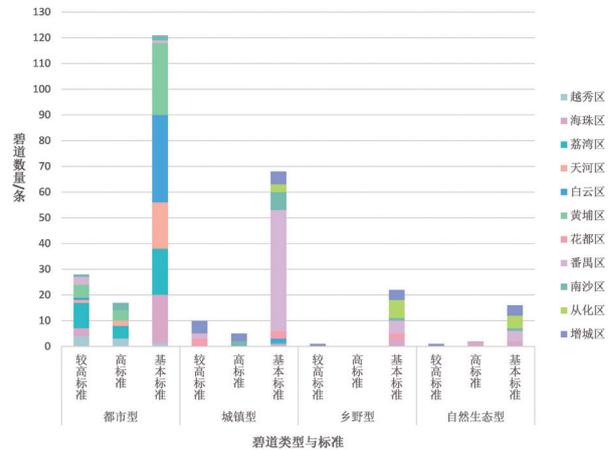


图3 2019—2022年广州市碧道评估统计
Fig.3 Statistical of ecological belt assessment in Guangzhou, 2019—2022

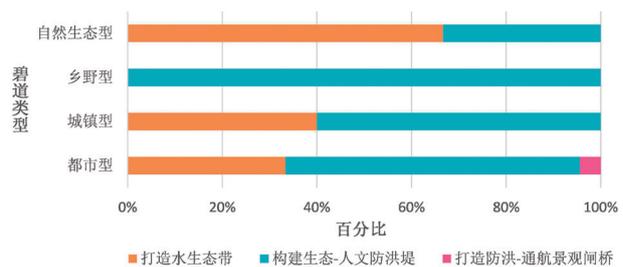


图4 2019—2022年广州市碧道评估较高标准及以上的空间内外耦合手法统计
Fig.4 Statistics of spatial internal and external coupling maneuvers of higher standards and above in the assessment of Ecological belt in Guangzhou, 2019—2022

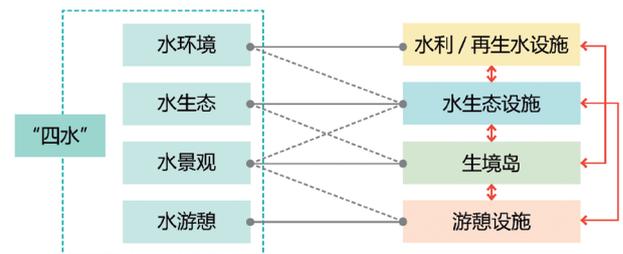


图5 “四水”与水生态带构成要素关系
Fig.5 Relationship between the four waters and the components of the water ecological belt

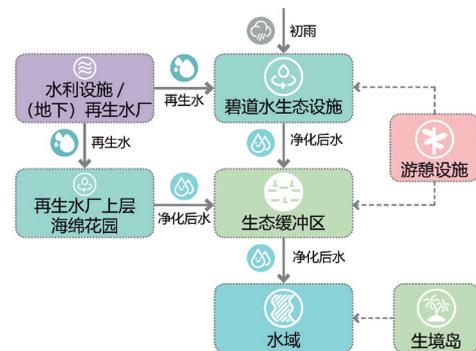


图6 水生态带的耦合机制
Fig.6 Diagram of the coupling mechanism of the water ecological belt

堤的结合，为水生动植物打造栖息条件，具有良好的生态效益。在此基础上采用岸边种植净化植物、堤上护栏增设种植槽的方式，助推良好的动物、植物、微生物循环的形成。同时，在不影响工程基础的前提下，在堤顶以海绵铺装结合小海绵设施的方式，使雨水有效下渗与转输。护堤上部与标识系统结合，以达到文化展示与自然科普教育的作用。

2) 墙式护堤结合文化科普栏杆、文化彩绘矮墙，有效展示了碧道水文化，将原有灰色基础设施变为有温度的安全设施。文化科普栏杆的形式有石雕、刻字耐候钢板、雕刻栏杆等。阅江路碧道是“生态-人文”防洪堤的典型做法(图8)，利用高差打造了两侧观景平台，并以文化科普墙为载体，以铜板雕刻的方式讲述海珠治水故事与区域历史文化。

3) 对防洪堤作后退处理，用台地化解岸线与防洪墙之间过渡区域的高差，结合休闲游乐功能，将防洪堤本身转化为亲水平台、阶梯看台等公共活动空间。实践证明，阅江路碧道以后退的防洪堤打造林荫海绵台地和草阶，使原本功能单一的场所成为适合多群体活动的生态弹性空间。

4) 结合现有场地高差设置两道护堤：第一道为任意的“X”护堤，第二道则为后退式。第二道护堤的介入，有效提高了堤身的防洪功能，且后退空间可改造为阶梯式亲水广场、活动广场等活动场所，并可在墙身原有基础上通过雕刻、彩绘等方式，把地域文化与水文化融入其中，展示碧道的地域特色与人文情怀。长洲岛碧道借此手法打造了兼具防洪与休闲活动功能的滨水空间。

2.3 打造“防洪-通航”景观闸桥

水闸是用于调节水位和控制流量的重要水工建筑物，具有挡水和泄水功能。闸桥更是实现了闸与桥的合二为一。构建“防洪-通航”景观闸桥即能实现在城市通行航道内发挥调节与控制流量的功能，属于空间外部耦合。

2.3.1 构成要素与耦合机制

景观闸桥的主要构成要素为传统或

表2 常见游憩设施与水生态设施

Tab.2 Common recreational facilities and aquatic ecological facilities

关键要素	要素分类	常见设施
游憩设施	文化科普类	标识系统、科普展示栏、文化科普景墙
	运动康体类	健康步道、户外健身器材
	休闲玩乐类	户外多功能娱乐场地、儿童游戏场
	社交聚集类	广场、亭子、廊架、座椅、长凳
水生态设施	渗透设施类	透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘
	储存设施类	湿塘、雨水湿地
	调节设施类	调节塘、调节池
	转输设施类	植草沟、旱溪
	净化设施类	植被缓冲带、初期雨水弃流设施

表3 构建“生态-人文”防洪堤主要要素

Tab.3 Major elements for building an ecological-humanitarian levee

关键要素	要素分类	常见设施
护堤	生态修复类	石笼护堤、“多孔穴”人工鱼巢、立体绿化、种植槽
	文化科普类	石雕式文化科普栏杆、刻字耐候钢板、文化彩绘墙体
	生态修复类	海绵台地、海绵铺装、草阶
活动场地(广场、台地)	休闲玩乐类	亲水平台
	社交聚集类	阶梯看台、活动广场
景观设施	生态修复类	生物滞留带、生态树池、植草沟
	文化科普类	标识系统、文化科普挡墙

现代风格建筑、水闸与闸桥：在闸桥建设的基础上，在桥柱间设置水闸闸门，桥面结合区域风格建筑，桥体中部为活动桥，留出船体通行空间。黄埔区长洲岛的新担涌闸桥是廊桥与水闸结合的佳例(图9)，上部人行桥为岭南风格建筑，中间是活动桥，桥墩之间设有水闸闸门，既兼顾了景观与防洪(潮)、通航功能，也凸显了岭南特色。在闸桥的管理上，同时考虑游人的游览与船只的通行需求，按需限时开放。

2.3.2 启示

打造“防洪-通航”景观闸桥这一手法虽在现有碧道建设中较为少见，但其所倡导的具体做法与耦合思路无疑是未来新建闸桥发展的方向，具备相当高的借鉴价值。该手法强调了碧道与其他基础设施的协同建设，将碧道与水利、交通等相关项目进行整合规划，实现资源共享和优势互补。需要注意的是，在规划设计阶段要充分考虑项目之间的关联性和依赖性，确保各项工程能够顺利展开。

其次，在耦合思路方面，该手法注重了多学科、跨领域的融合与应用。例如，在新建闸桥时引入智慧化技术、生态友好等相关概念，结合土木工程、电子信息技术等多学科知识进行综合运用。如此不仅可以提高水闸的效率和安全性，还能够满足人们对于舒适度和环境友好型基础设施的需求。

3 广州碧道建设的再思考

3.1 存在不足

虽然目前广州碧道建设已形成了一些具有借鉴意义的做法，但现阶段仍存在以下不足：1) 碧道建设整体性与系统性不够。由于现阶段广州碧道大部分采取分区分段分年度建设，且河涌水系的基础条件各不相同，碧道建设在系统谋划、统筹推进方面有所欠缺，造成部分碧道左右岸不协调、上下游不衔接，无法形成一个有机整体。并且，在具体工程中存在未能将区域生态资源和内部生态系统视为统一整体来考虑，仅仅是出于完成任务的目的进行建设的情况，导致碧道内部生

产品供给促进水旅、文旅、农旅融合发展,同时营造科研教育基地,通过研学课程,启发公众思源护水情怀,带动经济辐射作用。2)深挖本土故事,塑造特色碧道。佛山市在疏浚水道的基础上深挖沿线文史资源,串联沿线的多样文化元素,积极打造历史文化名人碧道。3)丰富“碧道+”模式,推动价值转换。江门市以“碧道+城市更新”“碧道+乡村振兴”“碧道+文旅”等模式焕发新活力,有效综合整治休闲娱乐、公共服务等配套设施,满足公众多元需求,使得生态产品价值转变,实现“以道养道”的良性循环;珠海市则依托海岸资源优势,引入水上运动、游轮游艇等产业,形成“碧道+水经济”产业集群,助推全域旅游发展。

4 结语

碧道是蓝绿空间耦合营造的典型范例,其建设不仅要考虑单一空间的效应,更要注重多空间的耦合与协同作用。本文尝试从空间内外耦合视角出发,梳理总结3种典型的建设手法——打造水生态带、构建“生态-人文”防洪堤、打造“防洪-通航”景观闸桥,以期为碧道建设融合滨水空间生态价值、文化价值、景观价值与游憩价值的研究提供参考,探索构建出适应发展要求的滨水复合型廊道。

当前广州碧道正处于高质量发展时期,但其系统性还不够,综合效益还未彻底释放,如何以“碧道+”模式实现沿线产业集群的发展有待进一步探索^[20]。因此,笔者认为,开展碧道建设与发展空间一体化研究,充分利用各方优势,固强补弱,应是此后碧道研究的热点之一。若能以广东省范围内的碧道作为研究对象,或对省内各市碧道进行横向对比研究,将能够提高相关研究结论的可靠性。在研究中要注重整合资源,形成多学科、多领域的合作机制,加强与相关部门和专家学者之间的沟通交流,注重社会公众参与,听取、收集民意。同时将生态环境导向(Ecology-Oriented Development,简称EOD)、“幸福河湖”“滨水+文旅”“滨水+水上运动”等相关模式融入,探索碧道运营机制,打造碧道品牌,致力构建经济发展与生态环境保护协同发展的高质量现代化城市。在全球气候变化的背景下,未来的碧道建设应鼓励步行、骑行及公共交通等低碳出行方式,结合智能交通系统及清洁能源技术,减少污染排放并提升效率,以实现城市绿色出行目标并推动可持续城市发展。

注:图片均为作者自摄自绘。

参考文献:

[1]EVANS G. Measure for Measure: Evaluating the Evidence of Culture's Contribution to Regeneration[J]. Urban Studies, 2005, 42 (5/6): 959-983.
[2]韩锋,麻玉坤,黄少侃,等.人居环境与地域文化建构——历史传承视角下国内城市滨水空间研究综述[J].热带地理, 2023, 43 (12): 2369-2380.
[3]郑庆之,谭燕珊.基于BCON理念下的广州海珠湿地生物多样性保护[C]//中国城市规划学会.人民城市,规划赋能——2022中国

城市规划年会论文集(08城市生态规划).北京:中国建筑工业出版社, 2023: 12.

[4]许靖涛,林晨薇,周莹洁,等.EOD理念引导下城市重点生态地区规划实践研究——以广州海珠国家湿地公园及周边地区规划为例[C]//中国城市规划学会.人民城市,规划赋能——2023中国城市规划年会论文集(20总体规划).北京:中国建筑工业出版社, 2023: 10.

[5]张乔嘉.站点影响域与社区生活圈的空间耦合——以山地城市环境重庆为例[J].重庆理工大学学报(自然科学), 2020, 34 (10): 202-210.

[6]邵继中,胡振宇.城市地下空间与地上空间多重耦合理论研究[J].地下空间与工程学报, 2017, 13 (6): 1431-1443.

[7]郭锐,孙勇,虞虎.青藏高原国家公园群建设与社区可持续发展的空间耦合类型[J].生态学报, 2023, 43 (14): 5686-5698.

[8]李佳芯,吴承照,陶聪.自然保护地人地关系空间耦合分析方法研究——以天目山自然保护区为例[J].中国园林, 2022, 38 (5): 74-79.

[9]焦胜,刘晓燕,韩宗伟,等.丘陵地区近郊型乡村产居空间耦合类型探讨[J].湖南大学学报(社会科学版), 2020, 34 (5): 153-160.

[10]潘海啸,任春洋.轨道交通与城市公共活动中心体系的空间耦合关系——以上海市为例[J].城市规划学刊, 2005 (4): 76-82.

[11]彭建,吕丹娜,董建权,等.过程耦合与空间集成:国土空间生态修复的景观生态学认知[J].自然资源学报, 2020, 35 (1): 3-13.

[12]黄铎,易芳蓉,汪思哲,等.国土空间规划中蓝绿空间模式与指标体系研究[J].城市规划, 2022, 46 (1): 18-31.

[13]张琪.绿色发展理念视角下城市“蓝绿”空间营造策略研究——以武汉为例[C]//中国城市规划学会,重庆市人民政府.活力城乡美好人居——2019中国城市规划年会论文集(08城市生态规划).北京:中国建筑工业出版社, 2019: 13.

[14]周聪惠.复合职能导向下城区蓝绿空间一体调控方法——以东营市河口城区为例[J].中国园林, 2019, 35 (11): 30-35.

[15]黄柯诚.基于蓝绿空间营造的城市闲置地更新研究[D].南京:南京林业大学, 2022.

[16]王世福,刘联璧.从廊道到全域——绿色城市设计引领下的城乡蓝绿空间网络构建[J].风景园林, 2021, 28 (8): 45-50.

[17]吴岩,贺旭生,杨玲.国土空间规划体系背景下市县级蓝绿空间系统专项规划的编制构想[J].风景园林, 2020, 27 (1): 30-34.

[18]MATTHEWS T J. On the Biogeography of Habitat Islands: The Importance of Matrix Effects, Noncore Species, and Source-Sink Dynamics[J]. The Quarterly review of biology, 2021, 96 (2): 73-104.

[19]熊治廷.环境生物学[M].武汉:武汉大学出版社, 2000.

[20]楚建乐,余广丰,资惠宇.广东万里碧道公共服务供给模式研究——以广州市为例[J].广东园林, 2022, 44 (4): 8-11.

作者简介:

蔡金颖/1998年生/女/广东广州人/华南农业大学(广州510642)/在读硕士研究生/专业方向为风景园林规划与设计

(*通信作者)余美萱/1979年生/女/广东潮州人/硕士/华南农业大学林学与风景园林学院(广州510642)/副教授/研究方向为城乡规划与设计/E-mail: xuanxuanshe@126.com

彭金波/1987年生/男/湖北石首人/本科/广州市水生态建设中心(广州510403)/高级工程师/专业方向为水利技术管理