

高密度城区滨水生态空间规划 管控与建设指引研究*

——以上海市黄浦江和苏州河沿岸地区 为例

干 靛 邓雪媛 郭光普

提 要 城市滨水区是城市水陆生态系统间资源流动、物种循环的重要通道。由于过去30多年的快速城市建设,上海等特大城市的滨水区都面临着周边高强度开发、高密度人群活动与脆弱的生态系统功能之间的矛盾。以上海市黄浦江和苏州河沿岸地区的城区段为例,基于河岸生态系统的复合服务功能,结合相关国际大都市滨水区实践,探讨高密度城区滨水生态空间规划管控策略与建设指引要求。研究提出了韧性平衡、生物友好、自然亲和三大目标,强调了“保护——修复——补偿——拓展——交互”规划管控模式,构建了“源——汇——廊——踏石”生境链系统,进而根据现状用地和规划功能进一步提出了不同分区区段的生态空间优化策略及相应管控要素与指标,形成了差异化的分区建设指引要求,为上海城市滨水区新一轮的生态功能优化与空间更新提供指导。

关键词 滨水生态空间; 规划管控; 建设指引; 高密度城区; 一江一河

Planning Control Strategies and Development Guidelines for Waterfront Ecological Space in High-Density Urban Area: Take Waterfront Area along Huangpu River and Suzhou Creek in Shanghai as Examples

GAN Jing, DENG Xueyuan, GUO Guangpu

Abstract: Urban waterfronts are important corridors for resource flow and species circulation between aqua and terrestrial ecosystems. Due to the rapid urban development over the past 30 years, waterfronts in Shanghai and other metropolitan areas are facing the conflicts between intensive human activities from high-density development and the fragility of the ecosystem. This study takes the waterfront area along Huangpu River and the Suzhou creek in urbanized Shanghai as an example. Aiming to accommodate integrated ecological services, the paper analyzes relevant practice in other global metropolises in terms of planning control strategies and development guidelines for waterfront ecological spaces in high-density urban areas. Resilient balance, biodiversity and biophilia are proposed as three goals. A planning and control model of "Protection—restoration—compensation—extension—interaction" is emphasized in order to foster a "source—sink—corridor - stepping stone" habitat chain system. The paper and further provides optimization strategies of ecological spaces with control elements and indicators in different zones according to the existing land uses and planned functions for the new round of ecological development and waterfront renewal in Shanghai.

Keywords: waterfront ecological space; planning control; construction guidelines; high-density urban area; Huangpu River and Suzhou Creek

中图分类号 TU984 文献标识码 A
DOI 10.16361/j.upf.201805007
文章编号 1000-3363(2018)05-0063-08

作者简介

干 靛, 同济大学建筑与城市规划学院, 高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室, 助理研究员, 博士,
jinggan@tongji.edu.cn

邓雪媛, 上海同济城市规划设计研究院, 高级工程师, 博士

郭光普, 同济大学生命科学与技术学院, 副教授, 博士

城市滨水区作为城市与江、湖、海水体接壤的水陆生态交错带 (ecotone), 是水陆生态系统间资源流动、物种循环的重要通道 (Nilsson, Berggren, 2000; Naiman, Décamps, McClain, 2005), 在城市规划中常被定义为居民休闲活动的重要开放空间与区域生态廊道, 也是近年来上海等国际大都市城市更新的重点地段 (Beatley, 2014; 戴丽亚·索特维亚, 侣天畅, 王芳, 等, 2017)。城市滨水区长期以来都是城市空间研究与实践的重点, 但整体上侧重于从景观视觉美学与功能的角度来进行规划设计, 存在重审美轻生态、重人文轻自然的问题 (汪洁琼, 朱安娜, 王敏, 2016)。2017年3月, 住建部《关于加强生态修复、城市修补工作的指导意见》

* 上海市规划和国土资源管理局“世界级滨水区规划技术要求生态保育专题研究”; 教育部人文社会科学研究青年基金项目“促进亲自然体验的城市滨水区环境营造策略研究——以上海黄浦江东岸地区为例”(18YJCZH031); 上海市科学技术委员会“2017年度科技创新行动计划”课题“超大城市韧性的理论体系与提升技术”(17DZ1203200)

提出“系统开展江河、湖泊、湿地等水体生态修复”，要“因地制宜改造渠化河道，恢复自然岸线、滩涂和滨水植被群落，增强水体自净能力”，为在生态文明国家战略背景下新一轮的城市滨水区规划提出了生态修复与保育的新要求。《上海市总体规划（2017—2035）》提出了建设“生态之城”的发展目标以及沿黄浦江、苏州河等城市主要河道生态空间发展的基本要求。正在编制过程中的《上海市河道规划设计导则》将生态之河作为第一目标，指出“生态河道是上海生态之城的重要组成部分，是城市双修的主要抓手”。因此，强化河岸滨水区的生态功能，营造绿色宜人的滨水生态空间，是上海推动卓越全球城市建设的重要内容之一。

黄浦江和苏州河是上海的母亲河，黄浦江从淀山湖到吴淞口全长113km，平均宽度300—770m，苏州河全长125km，上海境内长度约为53.1km，其中有23.8km流经上海市中心城区，平均宽度40—50m。新一轮总体规划提出了将黄浦江和苏州河（后文简称“一江一河”）建设成为“具有全球影响力的世界级滨水区”，并明确了“一江一河”作为城市生态廊道和风貌保护河道的功能。如何在高密度建成区空间资源有限条件下更好地体现生态廊道的复合生态功能，是“一江一河”沿岸地区生态空间规划的关键。

1 高密度城区滨水生态空间规划的理论与实践

1.1 高密度城区滨水空间的生态系统服务功能

滨水空间陆地河岸生态系统与水生生态系统、相关湿地及沼泽生态系统一系列子系统共同组成了复合的河流生态系统。河流的生态服务功能指人类直接或间接从河流生态系统中获得利益，具体表现为：淡水、水能与水上交通、水生动植物生产供给服务；水文循环与气候调节、环境净化、灾害调节服务；生物多样性支持；休闲娱乐等文化功能（栾建国，陈文翔，2004）。作为河流生态系

统的子系统，滨水区河岸带的生态功能包括：通过河岸植被带的过滤、渗透、吸收、拦截等方式发挥涵养水源、净化水体和空气、降低二氧化碳浓度和防控灾害的功能；通过河道与河岸植被构成良好的水汽通道，调节城市气候；为水生、两栖和陆生生物提供栖息地；为居民提供优良的自然环境和休闲活动空间等（陈婷，杨凯，2006；岳隽，王仰麟，2005；张建春，2001；夏继红，严忠民，2004；夏继红，胡玲，2007）。

生态设计可以为修复滨水区的生态系统服务功能提供重要机遇（Dyson, et al, 2015）。滨水区河岸带空间包含垂向结构、纵向结构和横向结构（Gurnell, et al, 1999），其中垂向结构即河水和陆地之间的交错地带，包含滨水带、护岸带、缓冲带和近岸带，高密度城区段河岸由于大部分为垂直驳岸而导致滨水带基本消失，护岸带以直立式和斜率较大的坡岸为主；纵向结构即沿河道的线型廊道，而横向结构则是河岸带通过节点和垂直河岸的廊道向周围腹地延伸的陆地空间（图1）。因此，滨水区河岸带生态空间规划的核心议题即是统筹处理这三类结构所承载的生态系统服务功能。

1.2 国际大都市滨水区生态空间规划实践

统览国际大都市滨水区更新的生态空间规划，我国与美国、欧洲的河流治理处于不同的阶段，我国现有城市河流生态修复基本以改善水质为核心目标、兼顾城市滨水景观，美国的城市河流生态修复多是将修复硬化河道、恢复生境作为主要目标，欧洲很多城市提出将

河流修复到接近自然程度（汪冬冬，施展，杨凯，等，2009；赵夏，2012），甚至将每条河流的鱼类洄游通道恢复目标纳入了《欧盟水框架指令》（马丁·格里菲斯，2008）。从一些国际城市的河流修复总体规划和设计导则来看，芝加哥在紧靠中央活力区的南滨水区提出通过多种形式的自然化、生态化岸线来恢复物种生境（Friends of the Chicago River Planning Committee, 2007）；洛杉矶河总体规划与设计导则以及新加坡ABC水计划都提出了通过硬化岸线的修复提升生物多样性与进行生境复育（City of Los Angeles, 2007；Public Utilities Board of Singapore, 2014）；伦敦在泰晤士河口地区提出公园网络规划使河流生态网络向腹地延伸（Department for Communities and Local Government, 2008）；鹿特丹作为一个三角洲城市面对气候变化挑战，提出了更加韧性的海防措施和城市微气候改善措施（City of Rotterdam, 2013）；达拉斯和洛杉矶的河岸修复设计中还特别重视健康活动与艺术项目（李利，2009；City of Los Angeles, 2006）。由此可见，国际大都市滨水区的生态规划已经不仅仅是通过改善水质来增强供给功能，而是通过生态修复完善河流的韧性洪涝防护、微气候调节、生物多样性支持以及休闲文化活动等多种生态系统服务功能。

2 “一江一河”沿岸地区生态空间的现状问题与规划挑战

2.1 “一江一河”沿岸地区生态空间的现状问题

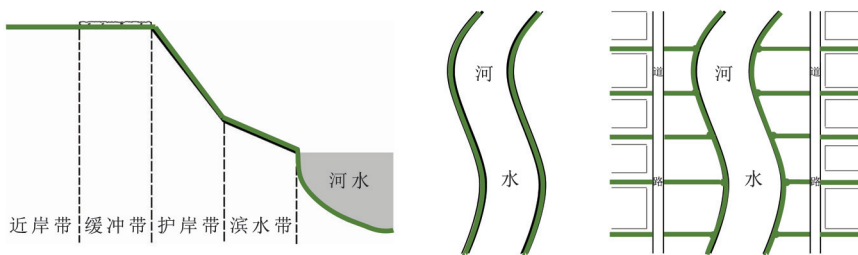


图1 滨水区垂向结构（左）、纵向结构（中）和横向结构（右）

Fig.1 Vertical, horizontal and extensional structures of riparian zone of urban river
资料来源：左图来源参考文献[27]，中图、右图作为作者自绘。

黄浦江和苏州河沿岸滨水区历来是上海城市空间发展演进的缩影(张目, 2012; 程雪松, 单焯, 2016)。黄浦江两岸综合开发从2002—2012年的“大开发”阶段进入新一阶段的“大开放”阶段, 沿线货运码头搬迁, 运输功能调整, 游憩类功能增加, 运输污染全面减少, 基础开发向功能开发转变(张松, 2015), 45km的滨江岸线贯通优化了驳岸的亲水设计, 增加了滨河空间的绿化比例, 也考虑了部分节点的生态修复; 苏州河综合治理已经完成前三期, 水质和水生态系统服务功能得到改善。然而, 由于过去30多年的快速城市建设, “一江一河”沿岸地区的生态空间面临着周边高强度开发、高密度人群活动与脆弱的生态系统功能之间的矛盾。本研究重点关注黄浦江、苏州河沿岸地区城区段(黄浦江的吴淞口—闵浦二桥、苏州河主城区段), 这一区段的生态空间在规模、分布、质量与绩效方面均存在着严峻的问题与挑战, 主要表现为:

2.1.1 量少——河岸生态空间挤占

多样化的复合生态功能需要一定的空间承载, 由于周边地区的高密度开发建设, “一江一河”河岸空间狭窄, 部分区段仅能满足6m宽的防汛通道最低要求, 无法为其他功能提供充足空间。黄浦江的河岸带较为强调行洪安全要求, 硬质化岸线与铺地比例过高, 其他生态功能空间有限(何娟, 2016); 苏州河滨水区受到周边道路和建筑的严重挤占, 其中中心城区河段两岸河岸宽度5m及以下占总河段的比例高达40.54%(卢培歌, 2012), 无法提供多维度的复合生态系统服务功能。

2.1.2 网碎——腹地生态用地破碎

“一江一河”沿岸地区承担着区域生态廊道空间的重要功能, 但现状的岸线与腹地生态用地破碎, 缺乏有效联系, 无法发挥线性廊道对腹地的生态辐射作用。黄浦江沿岸与周边腹地大型绿地斑块的连通性不够, 生境迁徙、自然通风廊道被堵塞(张以暉, 2015); 苏州河的生态连续度、连结度和连通性差, 生态廊道功能几近丧失(卢培歌, 2012)。

2.1.3 质低——基底生态效益欠佳

表1 “一江一河”潜在的生态系统服务功能

Tab.1 Potential ecosystem services of Huangpu river and Suzhou creek

生态系统服务功能	供给服务功能		调节服务功能		支持服务功能	文化服务功能
	水源(供水水源)	行洪排涝通道(调节水)	通风廊道(调节小气候)	生物栖息地与迁徙走廊(支持生物多样性)	公共活动开放空间(自然体验、休闲娱乐)	
黄浦江	河道	※(上游)	※※	※	※	
	岸线			※※	※※	※※
	腹地			※	※※	※
苏州河	河道		※	※※	※	※
	岸线			※※	※	※※
	腹地			※	※※	※※

注: ※代表一般功能; ※※代表重点功能; 资料来源: 作者整理。

河道渠化、护岸硬质化导致垂向结构的滨水带及护岸带退化, 多数河段滨水带消失, 纵向结构残存生态空间的植被分布和几何形态也处于较差状态(汪冬冬, 杨凯, 车越, 等, 2010; 汪洁琼, 王敏, 彭英, 等, 2017)。黄浦江在公共开放空间贯通后生态基底已有了较大改善, 但植生结构尚不合理, 无法提供生物栖息等生态效益(周天舒, 张亚, 唐文乔, 2016); 苏州河河岸退化侵蚀情况更为严重, 沿岸生物丰度和植被覆盖度低, 生物多样性低, 生态效益欠佳(顾西西, 2015)。

2.1.4 感弱——自然体验感知不强

城市滨水区相对一般城市开放空间具有更优越的自然属性, 更易成为城市居民亲近水体、绿化、动植物等自然要素的潜在场所, 黄浦江、苏州河的岸线贯通与环境整治使其部分区段成为市民休闲活动的景观廊道, 但尚未能成为独具魅力的自然体验和感知空间。黄浦江当前的开放空间活动以人文展示、体育休闲为主, 本土文化和自然亲密度较低, 即便是已经贯通的东岸滨江地区, 市民的环境品质满意度仍有待提高(杨伊萌, 2017); 苏州河的滨水可达性差, 存在开放空间的不均衡分布(顾西西, 姜允芳, 2016), 还无法满足亲水和亲近自然的基本需求。

2.2 “一江一河”沿岸地区生态空间的规划挑战

由此可见, 由于岸线工程设防要求高, 现状生态系统服务功能侧重于行洪排涝通道的调节服务, 而对潜在的支持服务和文化服务考虑不多, 生态廊道作

用尚未有效发挥。根据河流生态系统服务功能的基本原理, 黄浦江和苏州河的河道、岸线和腹地所能提供的潜在生态系统服务功能详见表1。围绕建设世界级滨水区的目标, “一江一河”沿岸地区的生态空间规划需要重点应对滨水生态空间如何在高密度城区空间资源有限的条件下, 更好地提供多样的生态系统服务功能的挑战, 为满足水体、人和生物的共同需求和多重效益(multi benefits)提出具有可操作性的规划管控策略与建设指引要求。

3 “一江一河”沿岸地区生态空间规划管控

3.1 生态空间规划目标定位: 韧性平衡、生物友好、自然亲和

鉴于以上分析结果, 本研究为“一江一河”沿岸地区生态空间规划提出了韧性平衡(balance)、生物友好(biodiversity)、自然亲和(biophilia)的“3B目标”。“韧性平衡”表示在满足护岸防洪功能的前提下, 在极端天气与灾害面前具有修复(restoration)能力, 在抵御一般洪水潮水时具有适应(adaptation)能力, 但又非仅仅考虑工程性的防洪要求, 而是将防洪排涝的调节服务与气候调节、生物多样性支持和休闲娱乐文化服务综合考虑, 实现多维度的时空动态平衡, 同时支撑流域生态修复。“生物友好”代表着生态空间规划重点从保护人的安全转向复育水生和沿岸陆生生物的栖息基底, 并以此连通区域生态网络。“自然亲和”本意为人类天生有与其他自然生命体的亲密情感连结, 在此代表通

过各种方式强化市民在滨水空间中对自然魅力的亲身体验和感知。“3B目标”分别对应于水体、生物与人的生态系统服务需求，通过生态空间的系统构建和差异化管控予以落实。

3.2 生态空间规划管控模式：保护——修复——补偿——拓展——交互

在空间资源有限且大面积硬质化界面已建成的客观条件下，根据生态空间现状的不同情况和未来改造更新的可能性，建立“保护——修复——补偿——拓展——交互”的生态空间规划梯度管控模式。保护针对生态条件较好且能提供多重生态系统服务功能的残存生态空间，以保护优先的原则，营造仿自然环境；修复是针对生态条件尚且有潜力的现存生态空间，利用生态系统的自我恢复能力，辅以人工措施，使遭到破坏的生态系统逐步恢复或使生态系统向良性循环方向发展；补偿是针对新建建成且空间约束非常大的区段，对较难采用生态修复方式的要素所进行的生态化改造和适当增补措施；拓展是以连点生片、织线成网的方式将滨江生态节点向腹地延伸，形成区域生态绿网；交互则是通过多种互动手法，创建可达、可见、可感、可学的滨水自然生态体验空间。

3.3 生态空间体系构建：“源——汇——廊——踏石”生境链系统

3.3.1 生态斑块挖潜

虽然“一江一河”沿岸地区的空间资源有限，但现状仍残存多种类型的中小型生态斑块节点，主要包括沿岸现状生态条件较好的浅滩、湿地、公园绿地、滨江涵养林、成片绿地和永久基本农田等，尤其河道凸岸、河流交汇处等水文生态活跃地带的小型浅滩，常常是鱼虾、螃蟹、两栖动物的重要栖息地和涉禽的重要觅食地，应优先识别并加以保护；此外，植生结构良好、尚未被纳入城市公园绿地范畴的小型成片绿地也应该得到更多的优先关注（图2、图3）。通过挖潜，确定保护和修复的生态斑块节点，为生态网络构建和生境复育

预留空间。

3.3.2 滨水绿廊连线

根据岛屿生态学原理，生态斑块之间的距离越接近，越方便生物流在各种生态位之间的移动与交流，对植物群落的多样化也越有利。而在高密度城区中，由于建筑、道路等人工设施的存在，生态斑块之间即便在几何空间上趋近，也可能由于实际空间上的阻隔而无法进行物质能量交换。因此沿河岸的生态斑块间需要有足够宽度的线形廊道联接，以促进物种的网状移动与基因交流。现场踏勘发现，黄浦江沿岸地区经过岸线整治后滨水线形绿廊比例大幅度提高但尚未形成系统，苏州河沿岸地区空间狭窄且多处可达性较差，但除设码

头区段外大部分种有一定植被，亦可作为线形廊道的基础。研究由此提出，首先对现状带状绿地进行优化，将现状滨水地带密集种植两排以上高大乔木且有乔灌草复层植生结构的带状绿地作为滨水绿廊，进一步优化植生环境；其次，结合现状滨水绿廊，在生态斑块间增补滨江带状开放空间；此外，对于高差较大的桥下空间，在檐口位置增设连续的绿色种植槽，使滨水绿廊也得以通过桥下空间得到连接。

3.3.3 多级生境链网

干靛等（2018）提出了在中微观尺度的生物多样性保护规划中构建“汇——廊——踏石”生境链系统，而在“一江一河”的宏观尺度上，吴淞炮台湾

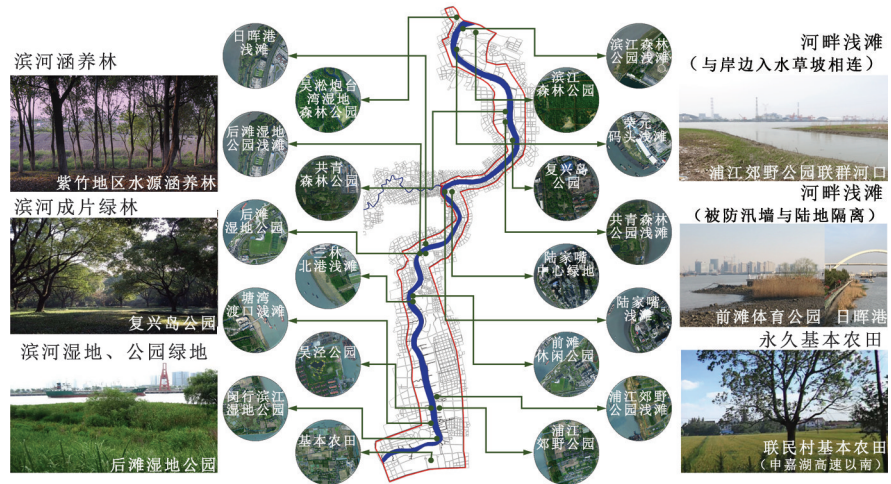


图2 黄浦江沿岸潜在生态斑块样例

Fig.2 Potential ecological patch samples along Huangpu river
资料来源：作者自绘。

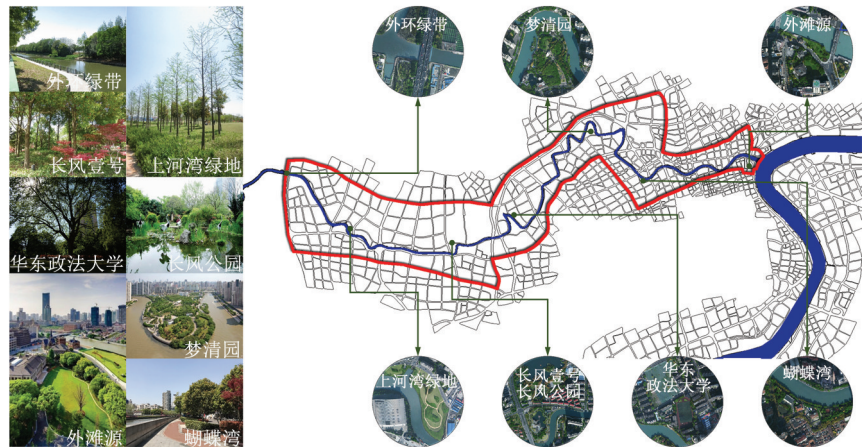


图3 苏州河沿岸潜在生态斑块样例

Fig.3 Potential ecological patch samples along Suzhou creek
资料来源：作者自绘。

表2 集于“源—汇—廊—踏石”生境链系统的生态空间划分及管控要求

Tab.2 Designation of ecological spaces and planning control requirements based on “source-sink-corridor-stepping stone” habitat chain system

生态空间分类	概念界定	对应空间	管控要求
重要生态源地	在滨江地带中现状生态环境最好、生物多样性(物种多样性和生境多样性)最高、能提供较好的多重生态系统服务功能且具有数量较大的生物流向外扩散特征的生态空间	滨江永久基本农田以及城市公园、郊野公园以及其他总规划定的生态修复区(三类生态空间),包括但不限于吴淞炮台湾湿地森林公园(含其滨江浅滩)、共青森林公园(含其滨江浅滩)、滨江森林公园(含其滨江浅滩)、闵行紫竹滨江湿地公园(含其滨江浅滩)、浦江郊野公园(含其滨江浅滩)、黄浦江外环外基本农田等	限制建设,禁止对供给、支持、调节主导生态功能产生影响的开发建设活动,控制线性工程、市政基础设施和独立型特殊建设项目用地
一般生态源地	在滨江地带中现状生态环境良好、生物多样性(物种多样性和生境多样性)较高、能提供多项复合生态系统服务功能且具有生物流向外扩散特征的生态空间	面积10hm ² 以上的地区公园,包括但不限于后滩湿地公园(即世博文化公园)、白莲泾公园、陆家嘴中央绿地、前滩休闲公园、吴泾公园、长风公园、中山公园等	限制建设,严格保护并提升支持、调节和供给生态功能,优化文化生态功能
生态汇地	在滨江地带中现状生态环境、生物多样性(物种多样性和生境多样性)优于周边地区、能提供一定的生态系统服务功能且能汇集周边生物流的生态空间	地区公园或面积1hm ² 以上且植生结构良好的公园绿地以及校园、商务办公区、博览区、创新产业区内的附属绿地、小型浅滩,包括但不限于陆家嘴明珠公园及邻近周边浅滩、复兴岛公园、梦清园、长风一号、上河湾滨江绿地等	严格保护,适当扩大,保证集中绿地面积5000m ² 以上,优化植生结构,提高乔木种植面积比例、多样性、动物友好性和种植密度
生态踏脚石	生态源地和汇地之间一系列较小的生态斑块,能增加源地和汇地间的连通性,是生态流的中转站,影响生物在生境斑块间的个体交流	河岸带(驳岸规划线至滨江第一条城市道路之间的陆域空间)范围内,以及第一条城市支路另一侧滨江街坊中与河岸带之间无高层建筑隔断,面积大于1000m ² 的街旁绿地、附属绿地;在汇源生态斑块周围按照物种行动间距布设小型绿地,如在邻接浅滩潮间带50-150m范围内布设绿林,满足鸟类觅食、筑巢和栖息需求	在现状基础上,综合考虑人到绿地的可达性和动物离开隐蔽绿地的行动距离,挖掘、保护、扩大、修复、新建河岸陆地中的树林、草地、花坛,以及腹地内部绿地、街旁绿地,作为生态网络中的踏脚石和中转站
生态廊道	具有保护生物多样性、过滤污染物、调控洪水等生态服务功能的线状或带状生态空间	蓝色廊道:支流水系(重点关注生态景观河道) 绿色廊道:包含外环绿带、市级楔形绿地、支流滨河绿廊、沿路绿廊、慢道绿廊等	蓝色廊道:支流水质等于或优于黄浦江和苏州河干流时建议开放闸口,促进鱼类的洄游 绿色廊道:外环绿带、市级楔形绿地宽度不小于500m;支流及其滨河绿廊:在沿岸空间充足的情况下,支流滨河绿廊宽度宜不小于30m;沿路绿廊:打通腹地大型公园绿地到河岸的通道,沿道路按照不小于12m的宽度控制带状绿廊;慢道绿廊:结合慢行系统,垂直于生态源地和汇地布置慢道,慢道断面中预留不小于12m宽度作为生态廊道,慢道宽度许可的情况下不小于30m,郊野段不小于60m

资料来源:作者整理。

湿地森林公园、滨江森林公园、共青森林公园、紫竹湿地公园等现状公园以及三林楔形绿地等规划的市级重要生态空间可以成为区域生态网络空间中的“源”。“源”指的是在某一大型资源斑块(种群)上栖息、繁殖的物种,种群密度和数量较大,呈现出生物流向外扩散的特征,称为复合种群的“源”,可以源源不断地为周边的小型局地种群提供物种来源;“汇”指分布在大型资源斑块周边的局部大型种群资源斑块,当具有适宜的生境,景观中的生物流就能向该处汇聚,但该斑块上的物种生存主要依靠来自大型资源斑块上的物种补充和再植入(陈利顶,等,2016);“踏脚石”(stepping stone)则是一些帮助动物个体向较远的地方扩散同时方便个体在各生境斑块之间运动的中转小斑块(傅伯杰,等,2011)。

借用上述保护生态学中的概念,本研究提出“源—汇—廊—踏石”的多级生境链系统来打造“一江一河”沿岸地区生态空间体系的方式,根据岸线和腹地的生态资源现状,在规划中将生态空间分为重要生态源地、一般生态源地、生态汇地、生态踏脚石、生态廊道(图4),并参考有关生境用地规模和生态廊道宽度及其生态功能的研究成果(林宪德,2001;朱强,俞孔坚,李迪华,2005),划定对应空间并提出不同的分级管控要求(表2)。

4 “一江一河”沿岸地区生态空间分区建设指引

4.1 生态空间建设指引分区

综合考虑黄浦江、苏州河沿岸不同区段的现状用地、空间约束条件以及上

海2035总规土地使用规划要求以及市规土局《世界级滨水区规划技术要求功能布局及土地使用专题研究》的腹地功能分区,将研究范围划分为魅力生态区、共享生态区、共生生态区和野趣生态区,提出各分区不同的规划目标和规划原则,作为分区差异化优化策略与建设指引要求的基础(图5)。

4.2 生态空间分区建设指引

考虑到“一江一河”沿岸地区的实际情况,研究以生态系统服务功能的提升为目标,提出护坡生态改造、海绵措施配置、生物生境复育、生态友好建筑、自然学习景观五大生态空间优化策略,对应上述策略分别提炼出生态护坡、指示物种及其生境、海绵设施、沿岸与腹地第一层次的建筑物与构筑物、学习型景观五类管控要素,提出“生态

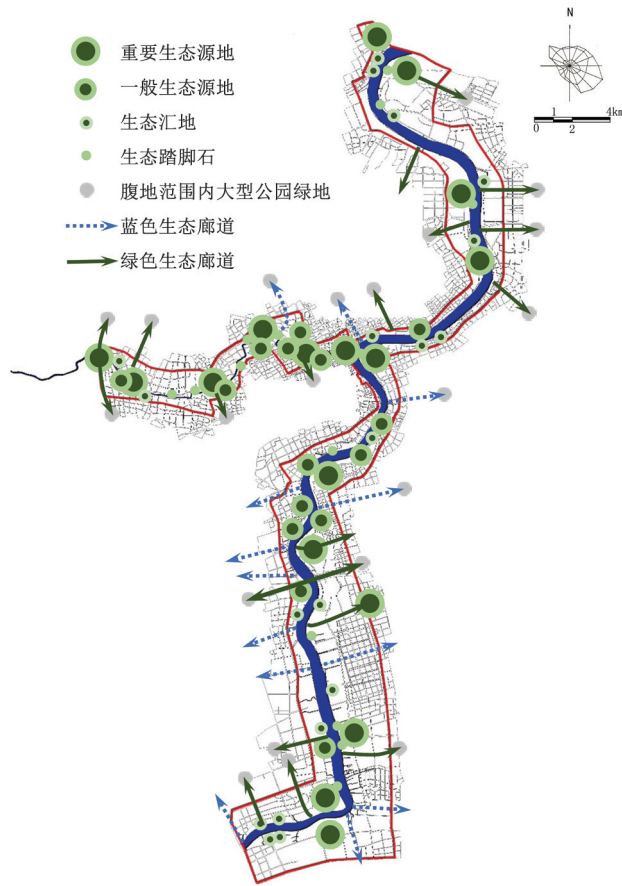


图4 “源—汇—廊—踏石”生境链系统示意图

Fig.4 "Source - sink - corridor - stepping stone" habitat chain system

注：上图未包括慢行步道中的生态廊道
资料来源：作者自绘。

区划划分	2035总规规划要求	腹地功能分区	腹地现状	规划目标	规划原则
魅力生态区	总规中规定的都会风貌核心区	中央活力区(商务主导)	以商办建筑、文化建筑为主	都会绿意环境优美	增绿量 ^② ，优植生(增加植被三维绿量，优化复层植被结构)
共享生态区	—	中央活力区(文化主导)一般商务区文化博览区创意产业区	以旧厂房、旧码头、旧村落以及办公建筑为主	水绿交融廊道贯通	增绿地，连廊道(增加绿地面积规模，补充绿色廊道联网)
共生生态区	—	社区生活区	以住宅建筑为主	鸟语花香互动休闲	复生境，引生物(复育潜在生物生境，招引指示目标物种)
野趣生态区	总规中规定的二类和三类生态空间	城市公园区郊野生态区	以城市公园、水系、楔形绿地、湿地、滩涂等为主	田园风光回归自然	强生境，近自然(强化现有生物生境，模拟恢复野趣自然)

注：对腹地功能分区中的战略预留区的分区划分主要考虑现状情况

图5 “一江一河”沿岸地区生态管控分区示意图

Fig.5 Ecological zoning for the waterfront area of Huangpu river and Suzhou creek

资料来源：作者自绘。

岸线占比”和“生态化改造岸线占比”、“海绵城市建设用地占比”、“公共绿地、广场透水地面铺装率”、“本土植被比例”、“绿色建筑占比”、“绿地步行可达

覆盖率”7个分区管控指标，形成“一江一河”分区建设指引要求，为滨水区生态功能优化提供指导(表3)。

4.2.1 护坡生态改造建设指引

针对黄浦江沿岸的不同护坡现状进行分类改造。对河岸带空间较为宽裕且河道内有鱼虾、螃蟹、两栖动物的重要栖息地和涉禽重要觅食地的浅滩湿地区段，在岸线设计时结合浅滩生境保护形成自然生态缓坡。对现状为直立式岸线但在城市更新中周边尚有可后退空间的区段(如杨浦区中北段、浦东外环外区段)，尽量采用两级挡墙的生态岸线形式，并通过优化护坡基层的自然基底进行生境复育。在河岸带空间狭窄无法设置缓坡岸线的区段(主要为苏州河沿线)，针对现有以直立式形态为主的硬质护岸带，采用生物浮岛、生态挂袋、多孔隙生态护岸表面构造等生态补偿方式，优化生态功能，并兼备原有防汛墙工程的日常养护能力。

4.2.2 海绵措施配置建设指引

各分区按照现状岸线和硬质界面情况，合理配合海绵设施。黄浦江的黄浦、虹口、浦东、徐汇段的防汛墙多为箱式，因此主要采用屋顶绿化蓄积和过滤雨水。黄浦江的杨浦中北段作为近期建设的重点，可在两级挡墙式防汛墙改造过程中，纳入多样化、适宜性生态滞留带等海绵设施，确保初期雨水经充分处理后流入黄浦江。苏州河两岸腹地有限，主要适宜的设施有透水铺装、下凹式绿地、下沉式广场等，充分营造本土化的微生境。

4.2.3 生物生境复育建设指引

根据不同目标物种的复育要求，通过栖息地的逐步修复和重建，为动物的觅食、栖息、繁殖、迁徙等行为提供生境条件，重点招引本土环境健康指示物种^②，防范外来物种入侵。魅力生态区以增加植物生物量和植物多样性为主；共享生态区以鸟类、蝶类作为目标物种，主要复育物种觅食生境；共生生态区以鸟类、蝶类、蜻蜓类、蛙类、水生生物作为目标物种，复育物种觅食、栖息生境；野趣生态区以鸟类、蝶类、蜻蜓类、萤火虫、蛙类、蜥蜴和蛇类、小型兽类、水生生物，复育物种觅食、栖息、繁殖、迁徙的多重生境。在植被配置中考虑陆地植物丰富的垂直和水平层次，并针对目标物种的生境复育提出具

表3 分区差异化引导的生态空间优化策略及其对应的管控要素、指标和建设要求

Tab.3 Differentiated optimization strategies and corresponding control elements, indicators and development requirements for ecological spaces

优化策略	管控要素	管控指标	建设指引	主要生态系统服务功能
护坡生态改造	生态护坡	生态岸线占比,生态改造岸线占比	护坡生态改造技术及其适用性指引	行洪排涝通道/生物栖息地与迁徙走廊
海绵措施配置	海绵设施	海绵城市建设用地占比,公共绿地、广场透水地面铺装率	海绵设施及其分区适用性指引	行洪排涝通道/通风廊道功能
生物生境复育	指示物种及其生境	本土植物比例	指示物种复育导引,植生结构、动物错层通道指引	生物栖息地与迁徙走廊
生态友好建筑	沿岸与腹地第一层次的建筑物、构筑物	绿色建筑占比	建筑物、构筑物立体绿化设计指引,生物友好型立面、表皮设计指引	生物栖息地与迁徙走廊/公共活动开放空间
自然学习景观	学习型景观	绿地步行可达覆盖率	学习型景观设计指引	公共活动开放空间

资料来源:作者整理。

体的食源、蜜源植物配置要求。

4.2.4 生态友好建筑建设指引

屋顶绿化以及具有一定高度的绿墙和绿色立面不仅可以在高密度城市的有限空间资源增加绿色可视界面,还可以调节微气候、降低城市热岛效应、增加雨水蓄水收集以及补充城市生物生境空间。因此,除了满足总规中提出的绿色建筑要求之外,滨江建筑物、构筑物、新建天桥、步行桥等市政公用设施的桥墩(柱)、檐口还应因地制宜设置立体绿化。其中,魅力生态区增加公共空间中的设施、街具、小品等建构物表面的攀援绿化以及停车库上盖绿化;共享生态区增加屋面绿化、半地下室绿化、墙面绿化;共生生态区鼓励居民增设窗台绿化和阳台绿化;野趣生态区的建筑设计考虑绿色表皮与地面绿化的结合。

滨水廊道也是鸟类等城市野生动物活动频繁的场所以,因此在沿岸与腹地第一层次的建筑物、构筑物的表皮亦可使用支柱架空、仿生、交错、悬挑、地理等结构形式,营造适宜鸟类栖息停留的缝隙、孔洞、屋檐、阳台、屋顶花园等小环境,为鸟类等生物提供高地生境斑块和廊道。

4.2.5 自然学习景观建设指引

根据滨水公共开放空间布局与生境的自然体验价值,在生态踏脚石和廊道中,布设可达、可展、可感、可学的生态景观节点,增加人与自然的亲密接触的介质,通过仿生设计、现场导览、生态实验、互动体验和增强现实等多种手

段,将自然科学知识传递给市民,基于世界水日、世界生物多样性保护日、世界地球日等节庆活动,开展水生态文明主题活动,帮助市民认识自然、感受自然、学习自然,提升人的自然沉浸和自然意识。

5 结语

城市滨水区设计应满足防洪、生态和开放空间等多重功能在有限资源条件下的有机协调与动态变化(Prominski, et al, 2012)。黄浦江、苏州河是上海城市发展的重要纽带,是上海落实新一轮总体规划的重要发展空间,强化“一江一河”沿岸地区的生态廊道功能,是上海滨水区新一轮开发中的核心议题。本研究基于河岸生态系统的复合服务功能,提出了韧性平衡、生物友好、自然亲和三大目标,强调了“保护——修复——补偿——拓展——交互”规划管控模式,构建了“源——汇——廊——踏石”生境链系统,根据现状用地和规划功能进一步提出了不同分区区段的生态空间优化策略及相应管控要素与指标,形成了分区差异化建设指引要求。部分研究成果已被纳入上海市规划和国土资源管理局于8月23日发布的《黄浦江、苏州河沿岸地区建设规划》(公众版),将在广泛征求意见后通过各区的近期行动计划予以实施,以期上海城市滨水区新一轮的生态功能优化与空间更新提供指导,也可为其他城市滨水区生态空

间规划提供参考和借鉴。

感谢上海市规划编审中心主任杨晰峰先生、技审室主任程蓉女士对本研究的支持,感谢同济大学环境科学与工程学院李建华教授对本研究的指导。

注释

- ① 三维绿量:又称绿化三维量,指所有生长植物的茎叶所占据的空间体积,是城市绿地生态效益的重要指标,能更加准确的反映了植物的冠层结构,可为合理配置园林植物以及城市绿地规划提供重要依据。
- ② 环境健康指示物种:能反映生态环境健康程度的物种。

参考文献 (References)

- [1] BEATLEY T. Blue urbanism[M]. Washington DC, USA: Island Press, 2014.
- [2] City of Los Angeles. LA river design guidebook [R]. 2006-10-02. <http://www.lariver.org/blog/la-river-design-guidebook.pdf>.
- [3] City of Los Angeles. Los Angeles River Revitalization master plan[R]. 2007-04. http://boe.lacity.org/larivermp/CommunityOutreach/master-plan_download.htm
- [4] City of Rotterdam. Connecting delta cities: resilient cities and climate adaptation strategies[M]. 2013. <http://www.deltacities.com>.
- [5] Department for Communities and Local Government. Thames Gateway Parkland vision[R]. 2008-10. <http://www.communities.gov.uk/thames-gateway>
- [6] DYSON K, YOCOM K. Ecological design for urban waterfronts[J]. Urban Ecosystems, 2015, 18 (1):189-208.
- [7] Friends of the Chicago River Planning Committee. Action plan for the Chicago River: getting specific[R]. 2007. http://s3.amazonaws.com/chicagoriver/rich/rich_files/rich_files/267/original/friends-of-the-chicago-river-dc-2007.pdf
- [8] GURNELL A M, EDWARDS P J. A conceptual model for alpine proglacial river channel evolution under changing climatic conditions[J]. Elsevier Science, 1999(38): 223-242
- [9] NAIMAN R, J, D CAMPS H, MCCLAIN M. Riparian: ecology, conservation, and management of streamside communities[M]. London: Elsevier Academic Press, 2005.
- [10] NILSSON C, BERGGREN K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation[J]. Bioscience, 2000, 50(9): 783-793.
- [11] PROMINSKI M, STOKMAN A, ZELLER S, et al. Fluss. Raum. Entwerfen. — planungsstrategien für urbane fließgewässer[M]. Basel: Birkhäuser, 2012.
- [12] Public Utilities Board (“PUB”), Singapore. ABC waters design guidelines[R]: (3rd edition)2014-06-04. http://www.pub.gov.sg/abcwaters/Documents/ABC_DG_2014.pdf

- [13] 陈利顶, 等. 源汇景观格局分析及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2016. (CHEN Lid-ing, et al. Source-sink landscape pattern analysis and its application[M]. Beijing: Science Press, 2016.)
- [14] 陈婷, 杨凯. 城市河岸土地利用对河流廊道功能影响初探: 以上海苏州河为例[J]. 世界地理研究, 2006, 15(3): 82-87. (CHEN Ting, YANG Kai. Discussion on the influence exerted by riparian land use on urban river corridor: a case study of Suzhou Creek in Shanghai[J]. World Regional Studies, 2006, 15(3): 82-87.)
- [15] 程雪松, 单烨. 从自然滩地到城市开放空间——黄浦江、苏州河滨水景观空间发展概要[J]. 中国园林, 2016(8): 111-116. (CHENG Xuesong, SHAN Ye. From natural bottomland to urban open space: overview of the waterfront landscape space of Huangpu River and Suzhou Creek[J]. Chinese Landscape Architecture, 2016(8): 111-116.)
- [16] 戴丽亚·索特维亚, 侣天畅, 王芳, 等. 全球城市, 全球河流——河流与城市历史关系变化及全球城市滨水区城市发展新职能[J]. 城市建筑, 2017(8): 18-25. (DARIA Sottovia, SI Tianchang, WANG Fang, et al. Global cities, global rivers: the changing relationship between rivers and cities throughout history and the new role of waterfronts for the urban development of the global cities[J]. Urbanism and Architecture, 2017(22): 18-25.)
- [17] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明, 等. 景观生态学原理及应用[M]. (第2版)北京: 科学出版社, 2011. (FU Bojie, CHEN Liding, MA Keming, et al. The principle and application of landscape ecology[M]. (2nd edition)Beijing: Science Press, 2011.)
- [18] 干靛, 吴志强, 郭光普. 城市生物多样性的建成环境影响要素与规划应对策略研究——基于上海浦东新区世纪大道周边地块鸟类物种多样性的实证分析[J]. 城市发展研究, 2018(4): 97-106. (GAN Jing, WU Zhiqiang, GUO Guangpu. Built environment factors effecting urban biodiversity and its planning strategies: empirical analysis of avian diversity in blocks along century avenue, Pudong new district, Shanghai[J]. Urban Development Studies, 2018(4): 97-106.)
- [19] 顾西西, 姜允芳. 城市河流绿色廊道的空间可达性分析——以上海市苏州河为例[J]. 现代城市研究, 2016(2): 70-76. (GU Xixi, JIANG Yunfang. Spatial accessibility of urban green river corridors: a study of Shanghai soozhou creek[J]. Modern Urban Research, 2016(2): 70-76.)
- [20] 顾西西. 上海苏州河绿色廊道居民可达性与生态连续性协调发展策略研究[D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2015. (GU Xixi. The coordinated development strategy study of Shanghai Suzhou Creek green corridors' resident accessibility and ecological connectivity [D]. The Dissertation for Master Degree of East China Normal University, 2015.)
- [21] 何娟. 黄浦江上游河岸带生态系统健康评价及调控管理探讨[D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2016. (HE Juan. Study on health evaluation and management of riparian ecosystem in the upper Huangpu River[D]. The Dissertation for Master Degree of Shanghai: East China Normal University, 2016.)
- [22] 李利. 德克萨斯州达拉斯三一河廊道设计导则[J]. 风景园林, 2009(3): 30-34. (LI Li. Trinity river corridor design guidelines, Dallas, TX[J]. Landscape Architecture, 2009(3): 30-34.)
- [23] 林宪德. 城乡生态[M]. (修正二版)台北: 詹氏书局, 2001. (LIN Xiande. Biodiversity design for living environment[M]. (revised 2nd version)Taipei: Chan's Arch-Publishing, 2001.)
- [24] 卢培歌. 苏州河城市河岸带结构与社会服务功能研究[D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2012. (LU Peige. The riparian structure and social service function of Suzhou Creek in Shanghai urban area[D]. The Dissertation for Master Degree of Shanghai: East China Normal University, 2012.)
- [25] 梁建国, 陈文翔. 河流生态系统的典型特征和服务功能[J]. 人民长江, 2004, 35(9): 41-43. (LUAN Jianguo, CHEN Wenxiang. Typical characteristics and service functions of river ecosystems[J]. Yangtze River, 2004, 35(9): 41-43.)
- [26] 马丁·格里菲斯. 欧盟水框架指令手册[M]. 水利部国际经济技术合作交流中心, 译. 北京: 中国水利水电出版社, 2008. (MARTIN G. EU water framework directive [M]. International Economic and technical cooperation and exchange center of Ministry of Water Resource, translate. Beijing: China Water Conservancy and Hydropower Press, 2008.)
- [27] 汪冬冬, 施展, 杨凯, 等. 城市河流滨岸带土地利用变化的环境效应——以上海苏州河为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(3): 96-101. (WANG Dongdong, SHI Zhan, YANG Kai, et al. Environmental effects of riparian land use change of urban river: a case study of Suzhou Creek in Shanghai[J]. China Population, Resource and Environment, 2009, 19(3): 96-101.)
- [28] 汪冬冬, 杨凯, 车越, 等. 河段尺度的上海苏州河河岸带综合评价[J]. 生态学报, 2010, 30(13): 3501-3510. (WANG Dongdong, YANG Kai, CHE Yue, et al. Reach-scale riparian comprehensive assessment for Suzhou Creek, Shanghai[J]. Acta Ecologica Sinica, 2010, 30(13): 3501-3510.)
- [29] 汪洁琼, 王敏, 彭英, 等. 上海苏州河生态系统服务演变的历史分析与滨水文化提升策略[J]. 建筑与文化, 2017(11): 153-155. (WANG Jieqiong, WANG Min, PENG Ying, et al. Historical analysis of Suzhou Creek's ecosystem services development in Shanghai and strategies for waterfront culture improvement[J]. Architecture & Culture, 2017(11): 153-155.)
- [30] 汪洁琼, 朱安娜, 王敏. 城市公园滨水空间形态与水体自净效能的关联耦合: 上海梦清园的实证研究[J]. 风景园林, 2016(8): 118-127. (WANG Jieqiong, ZHU Anna, WANG Min. Correlating physical forms of riparian zones in urban parks with effective eco-services provision of water self-purification: a case study of Shanghai Mengqing park[J]. Landscape Architecture, 2016(8): 118-127.)
- [31] 夏继红, 胡玲. 生态河岸带功能区划的定性与定量研究[J]. 水利学报, 2007, 542-546. (XIA Jihong, HU Ling. Qualitative and quantitative function regionalization of ecological riparian zone[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2007, 542-546.)
- [32] 夏继红, 严忠民. 生态河岸带研究进展与发展趋势[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2004, 32(3): 253-255. (XIA Jihong, YAN Zhongmin. Advances in research of ecological riparian zones and its trend of development[J]. Journal of Hehai University (Natural Sciences), 2004, 32(3): 253-255.)
- [33] 杨伊萌. 城市公共空间更新的探索与实践——以黄浦江东岸滨江开放贯通规划为例[J]. 上海城市规划, 2017(2): 46-51. (YANG Yimen. Exploration and practice of urban public space regeneration: a case study of the east bund of Huangpu River public space regeneration[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2017(2): 46-51.)
- [34] 岳隽, 王仰麟. 国内外河岸带研究的进展与展望[J]. 地理科学进展, 2005, 24(5): 33-40. (YUE Jun, WANG Yanglin. Progresses and perspectives in the study of riparian zone[J]. Progress In Geography, 2005, 24(5): 33-40.)
- [35] 张建春. 河岸带功能及其管理[J]. 水土保持学报, 2001, 15(6): 143-146. (ZHANG Jianchun. Riparian functions and its management [J]. Journal of Soil Water Conservation, 2001, 15(6): 143-146.)
- [36] 张目. 1843年以来黄浦江滨水空间变迁与产业发展机制的关系——基于城市滨水空间的双重组织机制研究[J]. 城市规划学刊, 2012(5): 11-20. (ZHANG Mu. Relationship between Huangpu river waterfront development and industrial changes since 1843—the dual mechanisms of space formation[J]. Urban Planning Forum, 2012(5): 11-20.)
- [37] 张松. 上海黄浦江两岸再开发地区的工业遗产保护与再生[J]. 城市规划学刊, 2015(2): 102-109. (ZHANG Song. Conservation and regeneration of industrial heritage area in the Huangpu riverside redevelopment process in Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2015(2): 102-109.)
- [38] 张以晖. 黄浦江河岸带土地利用变迁及其水质响应关系研究[D]. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2015. (ZHANG Yihui. The study of land use change and its response relationship with water quality in riparian of Huangpu River[D]. The Dissertation for Master Degree of Shanghai: East China Normal University, 2015.)
- [39] 赵夏. 伊萨尔河与“伊萨尔计划”[J]. 城市问题, 2012(5): 86-89. (ZHAO Xia. The river Isar and “isar plan” [J]. Urban Problems, 2012(5): 86-89.)
- [40] 周天舒, 张亚, 唐文乔. 基于鱼类完整性指数的黄浦江水生态系统评价[J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(6): 895-903. (ZHOU Tianshu, ZHANG Ya, TANG Wenqiao, et al. Ecological health assessment of Huangpu River based on fish index of biotic integrity[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2016, 25(6): 895-903.)
- [41] 朱强, 俞孔坚, 李迪华. 景观规划中的生态廊道宽度[J]. 生态学报, 2005, 25(9): 2406-2412. (ZHU Qiang, YU Kongjian, LI Dihua. The width of ecological corridor in landscape planning[J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(9): 2406-2412.)