



规划师

PLANNERS

ISSN 1006-0022
CN 45-1210/TU

中文核心期刊
中国科技核心期刊
RCCSE中国核心学术期刊

中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊·中国学术期刊网络出版总库全文收录期刊·《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行优秀奖

本期主题
绿色基础设施规划建设

2016

总252期 第32卷(卷终)

12



期刊基本参数: CN45-1210/
TU*1985*M*A4*150*zh*P*
¥25.00*15000*23*2016-12

顾问单位: 中国城市规划协会

主管单位: 广西师范大学

主办单位: 广西期刊传媒集团有限公司

承办单位: 华蓝设计(集团)有限公司

雅克设计有限公司

协办单位: 武汉市土地利用和城市空间规划研究中心

武汉市规划研究院

中国航空规划设计研究总院有限公司

华东建筑设计研究院有限公司规划建筑设计院

赣州市城乡规划设计研究院

成都市规划设计研究院

重庆市规划设计研究院

西安建大城市规划设计研究院

广东省城乡规划设计研究院

沈阳市规划设计研究院

华侨大学建筑学院

深圳市城市规划设计研究院有限公司

西安市城市规划设计研究院

长春市城乡规划设计研究院

目次

规划师论坛

- 5 国外绿色基础设施研究进展述评及其启示 邵大伟, 刘志强, 王俊帝
- 12 “海绵城市”视角下绿色基础设施体系构建与规划策略 蔡云楠, 温钊鹏, 雷明洋
- 19 预控与协调: 城市水系保护区的划定路径及管制措施 曹靖, 张敏, 朱鹤, 魏宗财, 王岚
- 26 湿地型绿色基础设施的规划设计途径与案例 张晶, 许云飞, 陈丹

规划管理

- 31 广东省域城市设计管控体系建构 任小蔚, 吕明
- 37 历史街区保护规划中的行政组织冲突解析
——以重庆湖广会馆历史街区拆除事件为例 李和平, 吴骞, 肖洪未
- 45 民生视角下的重庆市公益性服务设施规划标准研究 彭瑶玲, 孟庆, 李鹏

规划设计

- 50 微更新理念在西安老城更新中的运用 宁昱西, 吉倩媛, 孙世界, 王承慧
- 57 浙江省特色小镇创建及其规划设计特点剖析 赵佩佩, 丁元
- 63 海洋生态文明视角下海湾区域规划布局探索
——以宁波市象山港区域空间保护和利用规划为例 罗明, 陈玉飞, 倪敏东
- 70 城市型岛屿生态旅游规划探索
——以襄阳市鱼梁洲总体规划为例 李珩, 李丹丹
- 76 西安航天基地公共服务设施体系规划策略 姜翠梅

本刊声明

1. 本刊所发表作品均为作者观点, 并不一定反映编委会和编辑部的立场;
2. 本刊对来稿保留修改权, 有特殊要求者请事先声明;
3. 本刊对所发表作品享有中文专有版权, 请勿一稿多投;
4. 本刊对所发论文享有电子版权, 如有异议, 请事先声明;
5. 本刊现被《中国学术期刊网络出版总库》及 CNKI 系列数据库收录, 其作者文章著作权使用费与本刊稿酬一次性给付。如作者不同意文章被收录, 请在来稿时向本刊声明。
6. 本刊所登载文章, 均经作者授权, 任何转载、翻译或结集出版均须事先得到本刊编辑部和作者的书面许可;
7. 限于人力和财力, 来稿一律不退, 如三个月内未见采用通知, 作者有权将稿件另行处理。

编辑出版: 《规划师》杂志社

地址: 广西南宁市青秀区月湾路1号
南国弈园6楼

邮政编码: 530029

电子信箱: planner@21cn.net

网址: www.planners.com.cn

电话: 社长室: 0771-2438005

编辑部: 0771-2437582 2436290

发行部: 0771-2438012 2436285

广告部: 0771-2438011 2418728

传真: 0771-2436269

刊号: ISSN 1006-0022
CN 45-1210/TU

广告经营许可证: 50106084

账户名: 规划师杂志社

账号: 45001604843052500696

开户行: 中国建设银行股份有限公司南宁云景路支行

国内总发行: 南宁市邮政局

国内邮发代号: 8-79

国际总发中国图书贸易总公司(北京399信箱)

国际邮发代号: 750M

定价: 25元(人民币)

订购: 全国各地邮局

邮购: 《规划师》杂志社

主 编：雷 翔
副 主 编：毛蒋兴
社 长：沈伟东
副 社 长：徐 兵 熊元鑫

理事会理事长 侯百镇
理事会副理事长 徐 兵

编 辑 部 主 任 刘 芳
经 营 部 主 任 杨一虹
发 行 部 主 任 郭敬锋
设 计 部 主 任 唐春意
本期责任编辑 卢 姗
栏 目 编 辑 祝桂丽
美 术 编 辑 陈小洁

顾问编委 (以姓氏笔画为序):

马武定	王建国	王静霞	文国玮	吕 斌	任致远	闫小培
李长杰	李兵弟	吴庆洲	吴志强	余柏椿	张兴国	张庭伟
陈晓丽	陈秉钊	邹时萌	邹德慈	赵宝江	赵友华	柯焕章
耿毓修	唐 凯	崔功豪	戴 逢	戴舜松		

编委 (以姓氏笔画为序):

丁成日	于一丁	毛蒋兴	毛 兵	王世福	王 燕	王涌彬
方 飞	刘 琳	何林林	李东君	李 异	李守旭	李 琪
张 兵	余 颖	陈 韦	周建军	段 进	侯百镇	赵万民
顾朝林	徐 兵	黄卫东	曾九利	韩高峰	疏良仁	温春阳
雷 翔						

规划广角

- | | | |
|-----|------------------------|--------------------|
| 81 | 产业园区周边乡镇的产城乡一体化规划 | 张尔薇 |
| 87 | 数据增强设计在武汉市中心体系规划中的应用 | 高 喆, 陈 伟, 宁 玲 |
| 91 | 中国当代城市日常生活街巷的系统性重构 | 邵润青, 段 进, 王里漾 |
| 97 | 基于模糊综合评价的创意阶层公共交往空间研究 | 向岚麟, 孙悦昕, 李梦露 |
| 105 | 基于智能手机移动调查的校园活动空间评价 | 朱寿佳, 甄 峰, 曹 阳, 秦 萧 |
| 109 | 广州市“淘宝村”空间分布特征与影响因素研究 | 胡 垚, 刘 立 |
| 115 | 城市更新中非保护建筑的“去”与“留”评估研究 | 洪 杰, 焦丽娅 |

作品鉴析

- | | | |
|-----|---|---------------|
| 121 | 全域视角下的最美乐居小镇规划
——以《海口市演丰镇总体规划修编 (2013—2030)》为例 | 吴小平, 刘 筱, 费立荣 |
| 129 | 健康生态的国际食品城规划设计探析
——以中国食品谷为例 | 孙旭光, 祁丽艳, 房 艳 |

域外规划

- | | | |
|-----|--------------------|---------------|
| 136 | 日本东海道新干线对我国高铁发展的启示 | 杨 策, 吴成龙, 刘冬洋 |
|-----|--------------------|---------------|

随想杂谈

- | | | |
|-----|-----------|----------|
| 142 | 乡村衰败与复兴之辩 | 王 勇, 李广斌 |
|-----|-----------|----------|

会议与活动

- | | | |
|-----|--------------------------------------|----------|
| 148 | 传统村落可持续发展国际研讨会暨《规划师》·2016 成都国际论坛成功召开 | 李木子, 梁志霞 |
|-----|--------------------------------------|----------|

《规划师》驻北京办事处

地址：北京市海淀区增光路甲 34 号
云建大厦 806 室
北京华蓝时代建筑设计咨询
有限公司
邮编：100037
主任：尤 智
电话：010-88082608

《规划师》驻西安办事处

地址：西安市高新区电子西街
西京国际电气 A 座 711 室
华蓝设计 (集团) 有限公司
西安分公司
邮编：710065
主任：谢更放
电话：029-84501665

《规划师》驻川渝办事处

地址：重庆市渝中区牛角沱
交通岗一号节能楼 8 楼
华蓝设计 (集团) 有限公司
成都分公司
邮编：400015
主任：张 伟
电话：023-61223612

《规划师》驻上海办事处

地址：上海市虹口区曲阳路 800 号
上海商务中心 39 楼
华蓝设计 (集团) 有限公司
上海分公司
邮编：200437
主任：陈爱民
电话：021-55890585-8008

《规划师》驻南京办事处

地址：南京市雨花台区软件大道 119 号
丰盛商汇新 5 号楼 4 楼
南京城理人城市规划设计有限公司
邮编：210012
主任：潘春燕
电话：025-52275065

《规划师》驻海口办事处

地址：海口市玉沙路 19 号
雅克设计有限公司
邮编：570125
主任：蔡正英
电话：0898-68546170

印 刷：广西地质印刷厂

出版 2016 年 12 月 1 日

读者所订杂志如有装订、印刷质量问题，
请与《规划师》杂志社发行部联系。



CN45-1210/TU*1985*M*A4*150*zh*P*25.00*15000*23*2016-12

Advisory

Ma Wuding
Wen Guowei
Yan Xiaopei
Wu Qingzhou
Zhang Xingguo
Chen Bingzhao
Zhao Baojiang
Gen Yuxiu
Dai Feng

Editors:

Wang Jianguo
Lv Bin
Li Changjie
Wu Zhiqiang
Zhang Tingwei
Zhou Shimeng
Zhao Youhua
Tang Kai
Dai Shunsong

Editorial Board:

Ding Chengri	Yu Yiding	Mao Jiangxing
Mao Bing	Wang Shifu	Wang Yan
Wang Yongbing	Fang Fei	Liu Gong
He Linlin	Li Dongjun	Li Yi
Li Shouxu	Li Qi	Zhang Bing
Yu Ying	Chen Wei	Zhou Jianjun
Duan Jin	Hou Baizhen	Zhao Wanmin
Gu Chaolin	Xu Bing	Huang Weidong
Zeng Jiuli	Han Gaofeng	Shu Liangren
Wen Chunyang	Lei Xiang	

Planners Forum

- | | | |
|----|---|--|
| 5 | A Review Of Overseas Green Infrastructure Studies | Shao Dawei, Liu Zhiqiang, Wang Jundi |
| 12 | Green Infrastructure System Planning Strategy For "Sponge City" Development | Cai Yunnan, Wen Zhaopeng, Lei Mingyang |
| 19 | Prevention And Coordination | Cao Jing, Zhang Min, Zhu He, Wei Zongcai, Wang Lan |
| 26 | Wetland Green Infrastructure Planning And Practice | Zhang Jing, Xu Yunfei, Chen Dan |

Planning Management

- | | | |
|----|--|----------------------------------|
| 31 | Guangdong Provincial Urban Design Management System Establishment | Ren Xiaowei, Lv Ming |
| 37 | Conflict Of Administrative Organizations In Historical Block Preservation Planning | Li Heping, Wu Qian, Xiao Hongwei |
| 45 | A Study On Chongqing Public Service Facility Planning Standards | Peng Yaoling, Meng Qing, Li Peng |

Planning and Design

- | | | |
|----|---|--|
| 50 | Xi'an Old Town Renewal Model And Method | Ning Yuxi, Ji Qianyun, Sun Shijie, Wang Chenghui |
| 57 | Characteristic Town Development And Its Planning In Zhejiang Province | Zhao Peipei, Ding Yuan |
| 63 | Bay Area Planning From Marine Civilization Viewpoint | Luo Ming, Chen Yufei, Ni Mindong |
| 70 | Eco-tourism Planning Of Urban Island | Li Hang, Li Dandan |
| 76 | Public Service Facility Planning, Xi'an National Civil Aerospace Industry | Jiang Cuimei |

Planning Roundup

- | | | |
|-----|--|--|
| 81 | Industrial-urban-rural Integration Planning | Zhang Erwei |
| 87 | The Application Of Data Augmented Design In Wuhan Center System Planning | Gao Zhe, Chen Wei, Ning Ling |
| 91 | Reconstruction Of Street And Alley System For Life In Modern Cities | Shao Runqing, Duan Jin, Wang Liyang |
| 97 | A Fuzzy Evaluation Approach To The Study On Creative Class's Public Communication Spaces | Xiang Lanlin, Sun Yuexin, Li Menglu |
| 105 | Evaluation Of Campus Activity Space Based On Smart Phone Survey | Zhu Shoujia, Zhen Feng, Cao Yang, Qin Xiao |
| 109 | Spatial Distribution And Influencing Factors Of Taobao Village In Guangzhou | Hu Yao, Liu Li |
| 115 | Removal Or Preservation: Unprotected Buildings In The Process Of Urban Renewal | Hong Jie, Jiao Liya |

Planning and Design Appreciation

- | | | |
|-----|--|----------------------------------|
| 121 | Charming And Livable Town Planning From Holistic Viewpoint | Wu Xiaoping, Liu You, Fei Lirong |
| 129 | International Foot Town Planning | Sun Xuguang, Qi Liyan, Fang Yan |

Planning Abroad

- | | | |
|-----|--|-------------------------------------|
| 136 | The Illumination Of Tokaido Shinkansen For China's High-speed Rail Development | Yang Ce, Wu Chenglong, Liu Dongyang |
|-----|--|-------------------------------------|

Opinions & Essays

- | | | |
|-----|---|------------------------|
| 142 | Decline And Revitalization Of Countryside | Wang Yong, Li Guangbin |
|-----|---|------------------------|

Meeting and Activity

- | | | |
|-----|---|-----------------------|
| 148 | The International Symposium On Sustainable Development Of Traditional Villages, PLANNERS-2016 Chengdu International Forum | Li Muzi, Liang Zhixia |
|-----|---|-----------------------|

Chief Editor: Lei Xiang
Associate Chief Editor: Mao Jiangxing
Director: Shen Weidong
Associate Director: Xu Bing, Xiong Yuanxin
Presidents of Council: Hou Baizhen
Vice Presidents of Council: Xu Bing
Director of Editorial Dept: Liu Fang
Director of Business Dept: Yang Yihong
Director of Circulation Dept: Guo Jingfeng
Director of Art Dept: Tang Chunyi
Editor in Charge: Lu Shan
Column Editor: Zhu Guili
Art Editor: Chen Xiaojie

Advisory Committee: China Association of City Planning
Competent Organization: Guangxi Normal University
Sponsor: Guangxi Media Group Co., Ltd
Organizer: APCE Design Group, Hualan Design & Consulting Group
Edited and Published by: Magazine Office of Planners
Ad. Licence: NO.07, GICAT
Domestic Distributor NO.: 48-79
International Distributor:
China International Book Trading Corporation (P.O. B399, Beijing, China)
International Distributor No.: 4750M
Subscribe to: All Post Offices in China
Mail Order: Magazine Office of Planners

Address:
6/F, Office Building of Nanguoyiyuan, No. 1 Yuewan Road, Qingxiu District, Nanning, Guangxi, China
530029
Tel: (86-771)2438005 2436290 2436285
Fax: (86-771)2436269
E-mail: planner@21cn.net
Homepage: www.planners.com.cn
No: ISSN 1006-0022
CN 45-1210/TU
Price: RMB ¥ 25

本期主题：绿色基础设施规划建设

[编者按] 绿色基础设施将基础设施的概念延伸到绿色空间体系，是指由提升生物多样性、维持自然生态过程、保护空气与水资源以及提高城市和生活质量的荒野和开敞空间所组成的一个相互连接的网络，涵盖水道、湿地、森林、野生动物栖息地和其他自然区域，绿道、公园和其他保护区域，以及农场、牧场、森林和荒野。目前，国外在绿色基础设施体系构成、规划建设方面的研究已较为成熟；我国由于对绿色基础设施重视不够、认识不系统等原因，对其规划建设仍处于初级阶段，表现为以绿地系统为主体的专项规划实践，而随着我国生态保护意识的增强、技术手段的提升和制度环境的完善，进行系统的绿色基础设施规划建设已势在必行。为此，本期“规划师论坛”栏目以“绿色基础设施规划建设”为主题，在总结国外绿色基础设施研究最新进展及启示的基础上，结合我国实际，探讨了“海绵城市”视角下绿色基础设施的体系构成，以及水系、湿地等重要绿色基础设施的规划内容，以期能为我国绿色基础设施规划建设提供参考。

国外绿色基础设施研究进展述评及其启示

□ 邵大伟，刘志强，王俊帝

[摘要] 绿色基础设施能有效改善人居环境、缓解生态问题，国外相关研究成果与实践对我国绿色基础设施研究与规划均具有借鉴、启示意义。文章通过整理分析 2006～2016 年 Elsevier 和 SpringerLink 数据库中关于绿色基础设施的文献发现，文献数量在 2010 年后呈现快速增加的趋势。同时发现，国外绿色基础设施规划强调自然生态功能优先，重视对社会经济规律的挖掘和利用，深入利用宏观格局演变及城市类型学比较规律进行整体调控，突出评估机制及管理模式对规划的支撑。国外研究的相关进展启示国内研究及规划建设应加强功能规律探索，强化定量技术的应用及规划指导，注重部门协同管控，不断探索更为科学、高效的管理模式及机制。

[关键词] 绿色基础设施；研究进展；规划启示

[文章编号] 1006-0022(2016)12-0005-07 [中图分类号] TU984 [文献标识码] A

A Review Of Overseas Green Infrastructure Studies/Shao Dawei, Liu Zhiqiang, Wang Jundi

[Abstract] Green infrastructure may improve living environment and ecology, overseas studies and practice brings illumination to Chinese green infrastructural development. The paper makes a review of research literature on green infrastructure from Elsevier and SpringerLink from 2006 to 2016. Since 2010 papers of this topic have increased dramatically. The study finds that green infrastructure research highlight natural and ecological function, socio-economic rules, uses general layout and typology of cities for general control, evaluation mechanism and management model. Its illumination on Chinese green infrastructure studies include functional rule, quantitative technique, departmental coordination, high efficient management etc.

[Keywords] Green infrastructure, Research progress, Planning inspiration

0 引言

近半个世纪以来，大部分国家和地区均经历了快速城镇化过程，大城市、超大城市不断涌现，由城市无序蔓延所导致的区域生态问题、社会经济问题频发^[1]。城市快速扩张，建设用地大量侵占耕地、林地与河湖水系等自然空间，致使城市的生态基底受到严重破坏，内外生态环境恶化呈现进一步加剧的趋势，气候变

化异常、水土流失、空气污染、水质恶化及物种大量消失等生态环境问题尤为突出，严重制约了城市、社会的发展。

20 世纪 90 年代，北美学者为有效应对上述发展难题，基于精明增长和精明保护的双重目标，提出了绿色基础设施 (Green Infrastructure, 简称“GI”) 的概念^[2]。GI 概念在不同学科、不同领域存在认知与侧重的差异，一直没有形成公认的概念。甚至有学者

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (51408390)、苏州科技大学“风景园林学”江苏省“十二五”重点 (培养) 学科、江苏省高校自然科学研究面上项目 (14KJD220001、15KJB560011)

[作者简介] 邵大伟，博士，苏州科技大学建筑与城市规划学院讲师。

刘志强，通讯作者，硕士，苏州科技大学建筑与城市规划学院副教授、副院长。

王俊帝，硕士，苏州科技大学建筑与城市规划学院、天平学院助教。

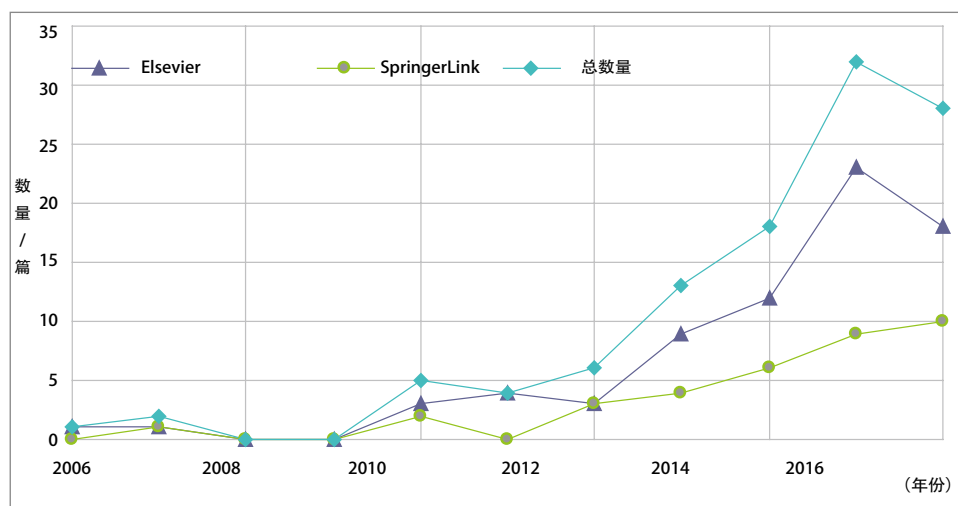


图1 2006～2016年GI相关文献数量变化趋势分析图

认为GI并不是一个新的概念,而是与绿道、生态网络等概念一脉相承、互相联系的概念,其核心是通过规划城市开放空间体系来创造一个和谐、可持续发展的人居环境^[3]。但由于GI强调由自然环境决定土地使用,突出自然环境的“生命支撑”(Life Support)功能,将社区发展融入自然,建立系统性的生态功能网络结构,一直被认为是一种能够指导土地利用和经济发展模式往更高效及可持续方向发展的战略,是国家自然生命的支持系统,一经提出即引起了多方学者的高度关注,相关研究呈现快速增加的趋势^[4-7]。

众所周知,全球环境、气候问题已经成为制约人类发展的瓶颈,而GI由于能对城市居民生活环境的改善起到积极的作用,其建设逐渐被视为突破发展瓶颈的有效途径之一。目前,发展中国家正在经历着快速的城镇化过程,如何利用GI建设缓解城市问题,特别是在中国新型城镇化、转型发展的关键时期,探寻环境友好、可持续的规划发展策略,成为急需关注的焦点问题。随着GI研究技术方法的不断更新,研究深度和广度的快速扩展,国内对国外相关研究的跟踪力度及系统性仍显不足,制约了对国内研究、规划参照的时效性和与国外研究的融入性。与此同时,当前国内对GI规划相关理论、概念关注较多,实践、应用研究偏

少,实际指导、参考价值相对受限。本文希望通过及时梳理国外GI研究、规划的最新动态及主要特点,揭示深层规律,为国内相关研究提供可能的参考和借鉴,丰富GI规划建设理念和技术手段,促进生态系统稳定、人居环境改善。

1 文献来源及特点分析

本文以“Green Infrastructure”为关键词,限定“Title”字段,对Elsevier和SpringerLink两大数据库进行检索,时段为2006～2016年,共检索文献73篇。从研究数量的动态变化看,2006～2009年相关研究较少,仅有5篇,2010年后呈现直线上升趋势(2016年统计截止到8月31日,2016年度研究数量仍有上升空间),研究热度持续升温(图1)。由于两大数据库收录期刊的取向及侧重不同,本文对其主要刊物及热词分别进行分析。

1.1 Elsevier 数据库的主要特点

从发表的相关期刊看,以风景园林、城市规划类刊物为主,共31篇文章,占总数的42.5%;环境污染、环境科学与政策等环境类期刊次之,共22篇文章,约占总数的30.1%;其他为社会与行为科学、土地利用政策等方面的刊物。对检索文章中的热点关键词进行分析发现,

“绿色”“城市”约占总数的一半,居于主导地位,“生态环境”“气候变化”“水土流失”“价值与利益”的出现频率也相对较高,“绿地空间”“公园”“植物园”是GI中被关注较多的类型,“纽约”“欧洲”“中国”是热点关注地区。需要特别强调的是,人文社会科学对GI的关注是一大特色。

1.2 SpringerLink 数据库的主要特点

SpringerLink数据库收录的GI相关期刊多属于生态、环境类刊物,其中《景观生态》和《环境管理》收录文章最为集中,分别为7篇和4篇。相关研究的热词主要集中在“环境”“生命科学”“地球科学与地理学”三个方面,该数据库关注理工科研究相对较多,其主要集中在“能源”“气候”和“水”方面,“社会科学”视角下的关注占比虽然较少,但是重视人文社会科学的关注特色与Elsevier数据库类似。

2 主要研究动态

2.1 GI规划建设强调自然生态功能优先

GI能有效连接人工环境、半自然半人工环境及自然环境,致力于改善生境、提升环境可持续发展能力,国外GI规划强调对自然生态环境及功能的尊重,突出自然本底作用,在规划建设中关注生物多样性保护规划、雨洪管理实践和应对气候变化效能等方面。

2.1.1 将生物多样性保护作为GI规划的前提,并注意规避潜在缺陷

保护生物多样性是GI的重要发展目标,其现状评价是GI的规划建设基础。面对大尺度、多要素的评估对象,GIS空间化成为生物多样性保护规划的重要手段,其便捷性和直观性特点尤为突出,如欧洲在进行GI规划时,便利用GIS对物种的空间分布进行前期分析,进而提出生态优先的规划策略。需要注意的是,如果GI建设吸引了主要关注和投资,

便会造成对生物多样性保护的投入减少,同时对特殊物种的关注也会泛化,GI规划很有可能变成生态陷阱^[8-9]。

发展中国家的城镇化正处于快速提升阶段,面临着更为严峻的生物多样性保护形势,相关实践探索可为其积极进行生物多样性保护提供有效借鉴。例如,巴西的研究者为有效保护里约热内卢热带雨林地区的生物多样性,在进行社会—生态系统分析的基础上,聚焦街区和流域尺度开展规划,通过提升参与度、开发生态美学价值、鼓励使用乡土植物及创新低冲击开发模式来增加生物多样性,该规划策略有效融合了食品生产、乡村旅游和生态旅游等经济目标,将城市中的人与自然有效结合^[10]。该规划策略具有较强的可行性和实用性,相关措施能改善承载基底、增加乡土植物、提升适应能力,并与适度经济开发结合,对以生物多样性保护为核心的GI规划建设提供了一种思路。

2.1.2 积极开展雨洪管理试验模拟,满足规划建设技术应用需求

GI建设是减少城市雨水径流的有效手段,各国各地区已逐渐重视GI建设,快速城镇化地区对GI的重视程度更高。美国、英国、加拿大、德国和新西兰等国家通过合理规划GI来减少城市洪涝灾害的发生^[11]。

为满足规划建设的需要,确定合理的GI形式及布局模式尤为关键,因此关于GI在雨洪管理控制方面的研究较多集中在试验模拟方面,以强化对GI建设的支撑。有学者采用径流路径模拟的方法,交互对比具有不同粗糙程度的地块地表径流水平,得出了地表粗糙程度与雨水径流时间、峰值大小的关系^[12],类似模拟结果可以直接服务于流域修复规划、城市规划和GI布置决策。

雨水GI包括雨水花园、滞留池、生态调节沟和屋顶绿化,合理规划、布置雨水GI对流域规模的水文特征、营养物质转移和合流污水溢流等方面具有显著影响。例如,美国东海岸城市雨水GI相对较少,但其对水文特征和氮清除均表

现出积极影响,当雨水GI占地面积超过排水面积的5%时,影响便会显现,虽然影响较小,但是加强规划并尽量增加雨水GI是必然趋势^[13]。

2.1.3 重新思考GI规划应对气候变化的有效性及策略

GI被视为调节、改善城市气候条件的有效手段,对其规划成效进行考量的文献主要针对改善城市热岛效应、有效固碳与减少温室气体方面,如城市绿地可以使其周边温度在白天降低0.94℃等^[14]。

然而,也有研究对GI改变气候的规划成效持怀疑态度,认为GI多重功能实现的前提需要规划策略的制定及政策的有效执行,但通过对政府官员、民众代表、无政府组织及学术部门的调研发现,他们对GI具有的多重功能的认识存在不一致甚至矛盾,导致对GI管理的混乱^[15]。虽然研究者研究背景的差异造成对GI概念理解的区别,但是一般来说,GI可被理解为一种广义意义上的利益资源,包括生物学、物理学上与气候变化相关的一切。从现有研究看,研究者将关注重点从强调GI规划与管理需适应城市制度环境转向关注气候变化以及气候变化与绿地的相应管理机构^[16],表现出对于管理机构设置的合理性及执行力的重视。相关研究对城市绿地与GI在缓解气候变化方面有何异同存在质疑——如果没有区别,为何有两个概念?城市规划者与绿地管理人员如何回应气候变化的威胁^[16]?

已有研究对GI在中观、微观层面和短周期内缓解气候变化的效果方面达成了共识,但对于其在宏观层面、长时期的效果难以得到充分的验证,这主要是因为GI建设周期还相对较短、气候变化影响因素过多。

2.2 深入发掘GI的社会经济价值以引导规划

GI具有净化空气、缓解心理压力、景观美学及保护历史文化资源等多重功能,可以带来房产增值等潜在经济价值,且到访GI进行体育锻炼或享受其生态功

能均能使居民健康受益,因此对房产增值效益、居民健康受益的量化研究也是国外学者关注的热点,相关研究成果可以应用于GI的布局规划及建设中。

2.2.1 结合房产增值效益及规律指导GI规划

在对GI的经济效益进行分析的工具中,支付意愿(Willingness To Pay,简称“WTP”)和享乐价格(Hedonic Price Approach,简称“HPA”)模型依然是两种最为常用的方法,通过调研问卷等方式,对房产增值效益进行分析,以获取相关数据。

例如,国外现有对谢菲尔德维克地区平均支付意愿的研究表明,参与者每月愿意支付10.56英镑(折合人民币89.83元)或收入的2%来改善街区的GI环境,年轻群体、受教育程度较低群体的支付意愿相对强烈^[17];研究进一步证明了良好的GI环境可以带来房产的显著增值,同时也揭示了GI能使更多的底层居民受益。该结论也提醒规划者及决策制定者在布局及设计GI时,应加强对不同阶层意愿的融合,公平、高效地分配公共资源。又如,有研究运用HPA方法对马来西亚GI中的纳阁岛植物园进行了经济价值评估,相关结论不仅证明了GI的增值能力,还揭示了市民对GI功能有普遍的认知能力,加强对这一复杂的功能体系的保护,具有显著的生态意义和规划利用价值^[18]。

目前,国外关于GI能否带来房产增值效益的相关研究较多,但是对于不同GI类型影响能力的差异及其规律,以及空间特征的关注相对较少。例如,现有对波特兰独栋房产出售价格与街道GI的临近程度、丰富程度和特征之间关系的研究表明,与街道GI的距离、设施的规模大小、绿化覆盖率和设计的复杂程度等对房价具有显著影响,设施类型则无明显作用^[19]。然而,国内的城市居民在选择GI类型进行休闲活动时,必然会在偏好的差异,因此在GI规划中也必然存在空间差异与侧重,对这一具体规律

进行挖掘,能指导居住与GI布局的相互协调,提升人居环境的满意度。

2.2.2 利用居民健康与环境的受益关系提升GI规划

国外现有研究对居民健康与GI密切相关的观点已普遍认可,居民自觉或不自觉地到访GI进行体育锻炼,能使其健康受益。随着居民对自身健康状况的重视,GI与居民健康之间的关系利用必然成为GI规划的重点,反过来也能促进GI规划水平的提升。现有研究通过访谈方式,调研了吉隆坡居民参与、认知其居住地周边GI的方式,以及居民对自身健康状况的认知,两者之间的关系得到定量验证,建议居民应经常去社区周边的休闲公园、花园及开放空间,以改善自身健康状态^[20]。GI具有重要的社会功能,不仅能有效提升景观质量,对于相对弱势的老人、健康状况较差的群体及融入社会能力较差的儿童而言,还能丰富其休闲方式、增加社会互动^[21-22]。

现有研究表明,居民对GI认知存在偏差,如有研究利用遥感影像探明巴基斯坦卡拉奇GI的演变情况,又调研了居民对于自身健康状况与GI关系的认知状态,发现居民对于GI功能及状态的认知与现状绿地快速萎缩之间存在不平衡性^[23]。这与居民的文化水平及生活状态存在一定的关联,应探讨不同类型GI在改善居民身体健康方面的差异以引导GI规划,布局居民需要的绿地类型,合理控制尺度,进而满足居民的生活需求。

2.3 借助宏观格局演变及城市类型学比较规律整体调控GI规划

空间大尺度、时间长时序和城市多类型是GI规划建设的突出特点,规划需要合理把握宏观格局特征、演变规律及个体差异,对GI规划建设进行合理调控。

国外关于GI在宏观层面的格局演变的研究多借助GIS工具,但流于对土地利用/覆被变化(Land Use and Land Cover Change,简称“LUCC”)的分析,近年来较为常用的方法为形态学空间格

局分析(Morphological Spatial Pattern Analysis,简称“MSPA”)。后者重点研究具有景观连通意义的区域,关注的核心为枢纽(Hubs)和廊道(Links),强调空间的连通功能,强化斑块之间联系、交流的生态网络及功能^[24]。MSPA方法在研究GI规划布局的重点区域的结构特征方面具有明显的比较优势。

现有利用MSPA方法对1974~2008年罗马郊区GI中林地扩张和郊区化的相关研究表明,研究区域内林地面积增长了4%,但小于建设用地的增长率(10%),森林多沿河流呈孤岛式蔓延,其中森林核心区域的增长面积约占研究区域面积的0.2%,并探明了被保护森林资源的景观格局结构^[25]。这一演变趋势是对GI中林地保护形势的警示,也是进一步进行GI规划建设的基础,不仅要求加强对建设用地蔓延的控制、提升森林核心区的质量,还指明了森林下一步沿河流增扩的模式。Michael Kuttner同样利用MSPA方法对新锡德尔湖奥地利、匈牙利边界区域的GI进行分析,得到核心区域网络结构的特征,用以指导GI规划的可持续性研究^[26]。

GI规划需要区域层面不同城市的融合与协调,如何在抓住区域内各个城市特征的基础上进行协同规划,分形等地理学方法具有较强的优势。有学者开展了关于罗马尼亚城市之间GI破碎度的类型学比较研究,采用分形指数、聚类分析方法,发现了人口数量及其密度、区域GI所占面积与大多数分形指数具有明显相关关系,解释了GI破碎化的原因^[27],而这种关系则可明确GI规划中的城市定位问题以及下一步GI增扩的主要区域。相关方法对我国城市GI规划建设具有较强的借鉴价值,我国应逐步加大对城市数量及类型的比较,强化相关规律对GI规划调控的支撑。

2.4 强化评估机制及管理模式对GI规划的支撑

对GI进行现状评价是规划管理的基

础,形成完善的评估机制支撑、保障GI规划是众多学者努力的方向。GI规划所涉及的内容异常庞杂,如何将相关要素全面、合理的纳入规划决策,一直是GI规划的瓶颈问题。针对不易被识别的、非货币化的价值容易被忽视的问题,可借助生态系统服务功能的综合价值地图方法,评估GI的社会文化价值,将评估结果结合当地居民、管理者和政客的利益诉求,纳入到GI规划的早期阶段中^[28];同时,公平性指数强调将GI精神层面的非直接利益纳入规划,依据公平空间等级来判定哪个社区从GI投资中获益最多,该类指标被运用于GI规划项目决策阶段中^[29]。

当前,国外GI规划仍然缺乏通盘考虑、面向应用的规划框架,理论框架与实践框架也存在一定的脱节。基于此,Rieke Hansen尝试构建GI规划中的多功能评价框架(图2),并与生态系统服务理论衔接,使现有GI知识和生态系统服务评价融合,并告知规划制定者怎样在保护、加强城市绿色空间中进行选择^[30]。此外,为了营造一个更为凉爽的城市,Briny A. Norton等人提出了一个GI规划的实施框架,主要包括“识别优先的城市居民区”“GI和灰色基础设施的特征分析”“最大化GI降温效果”“为GI一体化明确街道层级”“根据场地特征及降温潜力增加新的GI”“立体绿化”等一系列的步骤^[31]。其中,“为GI一体化明确街道层级”“立体绿化”等在GI规划中较为常见,但“识别优先的城市居民区”对我国GI建设较有启发,也符合当前人的城镇化的要求。

在GI的管理方面,对城市生物多样性、生态系统服务功能等的管理工作是非常重要和复杂的,GI管理制度的缺失或缺陷是国外学者关注的焦点,也是需着力破解的关键问题。Erik Andersson系统梳理了斯德哥尔摩近15年来的相关研究,发现社会生态系统产生了生态系统服务功能,地方管理部门对生态系统服务功能的产生起到决定性作用,土地

利用规划与管理部门却很少尽到相应的责任,因此特别建议制定不同部门参与式的管理模式^[32]。有研究运用访谈定量化的方法对美国大都市区GI管理工作进行了分析,结果肯定了公共管理部门在以城市森林为主的生态系统服务功能扩张中所发挥的作用,而私人组织却缺乏参与GI管理的积极性,由于私有制等相关制度是早期制定的,公共管理部门的这种主导作用很难制度化,尚难以进入政府规划决策中^[33]。

相关管理缺失或不同管理部门缺乏协调的问题在我国城市也不同程度地存在着,居民参与式的管理模式可以对GI建设起到良好的监管作用,GI管理需要更多结合我国土地制度及管理体制予以关注和探讨。

3 研究述评与主要启示

3.1 研究述评

综合以上分析,本文认为国外关于GI的相关研究主要有以下五方面的特点。

(1) 强调生态效益优先。国外GI以保育、提升自然生态功能为基础规划目标,在建设过程中强调生态环境改善、资源衔接和物种保护等方面,且已实现了对城市雨洪管理的有效控制。然而,学术界对于建成后的GI能否充分发挥生态价值仍存在一定的争议,如在生物多样性保护规划中过于注重保护濒危物种,是否容易直接导致对其他物种的保护性投入减少;在应对气候变化方面,对于GI规划评估标准还存在疑问,应更多关注建设环节中的执行问题和部门间的协调问题。

(2) 重视对社会经济规律的挖掘与利用。GI规划与自然空间关系密切,也具有社会福利的重要特征,与居民居住、生活空间相互耦合。国外的相关研究表明,城市GI规划与建设多结合不同人群的认知、感受,或房产价值与GI空间关系等社会经济层面进行考虑,期望充分发挥GI的社会空间影响作用和社会服务价值,达到合理、有效引导规划的目的。

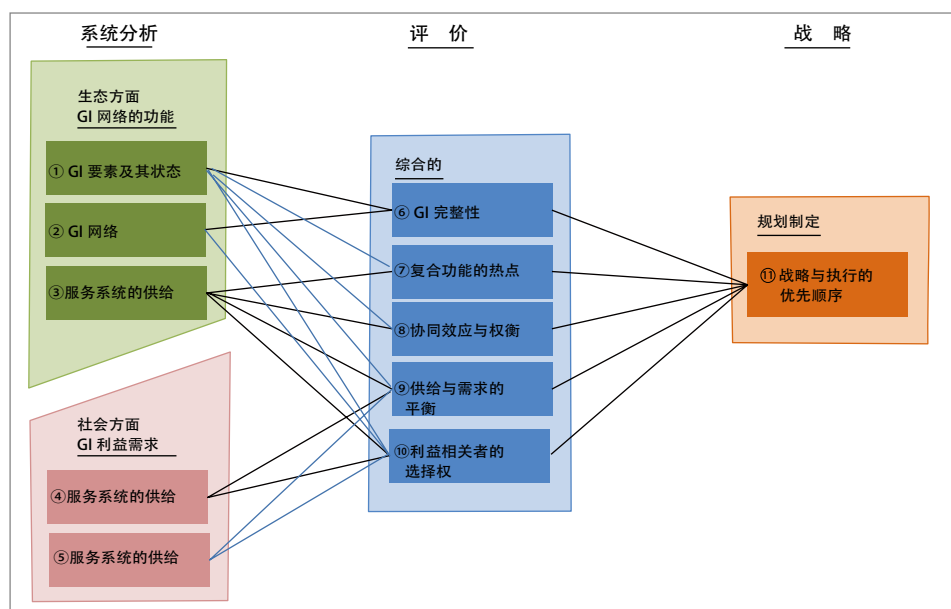


图2 GI多重功能评估制定规划的概念框架^[29]
注:图中黑色连线代表主要关系,蓝色连线表示具有支撑关系。

(3) 数据驱动、定量模拟优势突出。国外在GI规划前期,多借助相关定量分析手段从宏观层面开展工作,通过获取第一手资料进行数理统计分析,其主要形式包括了空间遥感影像数据、地理信息数据,同时也涵盖了详细的调查问卷、网络平台指标调查等方面的资料。进而利用MSPA等空间定量分析方法,有效挖掘数据内在规律,作为明确规划目标与方式的参考。国外GI规划还比较注重试验模拟以直接指导实践,如通过模拟地表地被的类型与地表径流之间的关系,对社区GI改造提升进行指导。

(4) 注重管理制度与机制的完善。欧美发达国家已进入GI发展的稳定阶段,较少开展大规模的GI建设,对于规划环节中的规划设计方法及技术路径的关注已转移到对于管理体系完善的研究方面。就我国目前发展现状而言,更应借鉴西方国家GI规划在技术方法、营建策略等方面的经验,同时基于自身发展特征,在GI规划过程中综合多个利益群体,建立起合理、可行的多元管理机制。

(5) 体现多学科、多尺度协同交融的特征。国外GI规划过程注重多学科的参与,不仅涉及到环境治理、植物学、生物学和土壤学等自然生态层面,还与城

市规划、土地规划、景观、文化、经济、地理、管理及社会等方面密切相关,融合、交叉的特征较为突出。就涉及的规划建设尺度而言,从宏观层面的国家、区域GI规划,到中观层面的城市、街区、流域规划,再到微观层面的街道、居住区、单块绿地,直至某个街景、单一场地、居民个体等细微层面的规划设计。

3.2 对我国的主要启示

我国正处于快速城镇化阶段,人地矛盾更为严峻,绿色生态发展的转型趋势逐渐强化,GI势必成为今后较长时期内规划关注的重点。国外相关研究的最新进展对我国GI规划、建设及管理主要有以下四个方面的启示。

(1) 寻求GI概念共同点,强化自然生态功能。GI理念的提出源于西方,在我国,不同学科由于研究背景及侧重不同,对GI的定义及要素内涵等方面存在一定的偏差与争议,但各学科应就GI基本自然生态功能的认知达成一致。在GI规划建设过程中,应将保护生物多样性、结合城市雨洪管理和改善城市热岛效应等作为重点目标;将积极使用乡土植物、提升城市居民参与度、适度增加雨水GI的运用和增强GI固碳效应等方面作为主

要技术手段,从而解决由快速城镇化所导致的城市居民与自然生态环境脱离的问题。

(2) 强化多方协同及责任归属,注重挖掘社会经济规律。GI的规划与建设必然会对特定区域内社会、经济等方面效益的增加起促进作用,使得该区域内居民在身体保健、房产增值和社交活动等方面获益。在此情况下,不同学科及行政部门间针对GI的协同研究与规划显得更为重要。各学科应协同探索不同类型GI针对不同区域的潜在社会经济价值,以及不同利益阶层对社会经济利益的诉求,为后期规划建设制定方向与导则;规划部门应在考虑整体利益的前提下,明确提升社会经济效益的重点区域,同时成立由城市规划、土地和环境保护等主要行政部门组成的GI规划建设联合协调委员会;在GI规划后期,应依据其建设成效考核相关部门行政绩效,逐步完善法制保障和约束机制;GI规划还应打破行政属地界线,消除多头监管、落实执行难等问题,使其充分发挥社会效益。

(3) 加强量化、空间化技术的运用,开展GI规划建设。我国对GI量化的研究相对较少,且主要集中在自然生态领域,而在社会经济学背景下对GI规划的分析则多是从定性层面展开的,从而限制了对其内在机制的挖掘。因此,针对GI规划的进一步研究可采用量化手段,利用GIS、RS等工具,运用形态学空间格局分析、聚类分析与分形指数等研究方法对地理数据进行详细处理和归纳。在宏观层面上,就GI的景观基底格局结构、生态网络联通功能和核心枢纽廊道等方面进行测度,探明GI建设基础;在中观层面上,针对GI空间布局特征、内部类型演变差异和增值效应溢出等方面进行实证;在微观层面上,针对建设标准规范、评估及管理措施进行制定与落实,从而为GI规划建设提供科学依据,切实提升应用价值。

(4) 遵循实际发展规律,探索科学管

理模式。我国GI规划建设较发达国家相对滞后,在内涵认知及所遇问题复杂性等方面与国外存在较大差别,远未达到国外重管理制度而轻技术方法的研究阶段。因此,我国应牢牢把握自身特点及发展实际,提取西方国家就GI研究提出的诸如生态系统服务、综合价值地图法等理论与自身条件相符合的部分,形成独特的反馈、评估与管理机制,从而保障GI规划建设对我国城市发展的实际效益。在制定GI科学管理模式时,应对大气空气质量监测、生物多样性保护、绿地网络生态体系评估、不同利益阶层满意度反馈等方面进行绩效考核,反促规划成效。同时,应避免西方国家已出现过的管理制度层面缺失、管理模式单一及体制不完善等问题,且对不同地区的GI管理模式实施区别化对待,切实提升GI规划的针对性和实效性。

4 结语

随着城乡一体化的推进,我国规划建设视野不断拓展,针对生态环境的相关规划早已扩展到区域、国家层面。GI的相关概念有利于当前我国整合生态要素资源,高效促进对生态资源的保护与功能提升。

GI概念源自国外,尽管仍然存在概念纷争,但是国外在其规划建设方面的研究较为成熟,体系也更为完善,对其相关经验成果的借鉴意义是毋庸置疑的。需要注意的是,我国与国外在城乡“二元结构”、土地所有制、行政体制等方面差异较大,在借鉴国外经验时应结合国情,加强甄别,更多借鉴规划理念、技术方法和规范导则等方面的内容,谨慎引用国外相关现成规律、管理模式及保障机制,切忌生搬硬套。■

[参考文献]

- [1] 童陆亿, 胡守庚. 中国主要城市建设用地扩张特征[J]. 资源科学, 2016(1): 50-61.
- [2] 周艳妮, 尹海伟. 国外绿色基础设施规

划的理论与实践[J]. 城市发展研究, 2010(8): 87-93.

- [3] 贺炜, 刘滨谊. 有关绿色基础设施几个问题的重思[J]. 中国园林, 2011(1): 88-92.
- [4] 吴伟, 付喜娥. 绿色基础设施概念及其研究进展综述[J]. 国际城市规划, 2009(5): 67-71.
- [5] President's Council on Sustainable Development. The president's Council on Sustainable Development, Towards a Sustainable America-Advancing Prosperity, Opportunity, and a Healthy Environment for the 21st Century[EB/OL]. USA: Government Printing Office. <http://clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/tsa.Pdf>, 1999.
- [6] 翟俊. 协同共生——从市政的灰色基础设施、生态的绿色基础设施到一体化的景观基础设施[J]. 规划师, 2012(9): 71-74.
- [7] 孟原旭, 王琛. 基于绿色基础设施的绿地系统规划方法探析[J]. 规划师, 2013(9): 57-62.
- [8] Snall T, Lehtomaki J, Arponen A, et al. Green Infrastructure Design based on Spatial Conservation Prioritization and Modeling of Biodiversity Features and Ecosystem Services[J]. Environmental Management, 2016(2): 251-256.
- [9] Garmendia E, Apostolopoulou E, William M A, et al. Biodiversity and Green Infrastructure in Europe: Boundary Object or Ecological Trap?[J]. Land Use Policy, 2016(12): 315-319.
- [10] Cecilia Polacow Herzog. A Multifunctional Green Infrastructure Design to Protect and Improve Native Biodiversity in Rio de Janeiro[J]. Landscape Design and Urban Biodiversity, 2016(1): 141-150.
- [11] Ahiablame L M, Engel B A, Chaubey I. Effectiveness of Low Impact Development Practices: Literature Review and Suggestions for Future Research[J]. Water Air Soil Pollut, 2012(7): 4 253-4 273.
- [12] Yang Y, Endreny T A, Nowak D J.

- Simulating the Effect of Flow Path Roughness to Examine How Green Infrastructure Restores Urban Runoff Timing and Magnitude[J]. *Urban Forestry&Urban Greening*, 2015(2): 361-367.
- [13]Michael J P, Rob I M, Peter R J. Watershed-scale Impacts of Stormwater Green Infrastructure on Hydrology, Nutrient Fluxes, and Combined Sewer over Flows in the Mid-Atlantic Region[J]. *Science of the Total Environment*, 2016(5): 1 044-1 053.
- [14]Bowler D E, Buyung-Ali L, Knight T M, Pullin A S. Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of the Empirical Evidence[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2010(3): 147-155.
- [15]Sussams L W, Sheate W R, Eales R P. Green Infrastructure as a Climate Change Adaptation Policy Intervention: Muddying the Waters or Clearing a Path to a More Secure Future?[J]. *Journal of Environmental Management*, 2015(1): 184-193.
- [16]Matthews T, Lo Y A, Byrne J A. Reconceptualizing Green Infrastructure for Climate Change Adaptation: Barriers to Adoption and Drivers for Uptake by Spatial Planners[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015(6): 155-163.
- [17]Mella I C, Henneberryb J, Hehl-Langec S, et al. To Green or not to Green: Establishing the Economic Value of Green Infrastructure Investments in The Wicker, Sheffield[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2016(8): 257-267.
- [18]Nurul Nazyddah Mat Nazir, Othman N, Nawawi A H. Role of Green Infrastructure in Determining House Value in Labuan Using Hedonic Pricing Model[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015(1): 484-493.
- [19]Netusil N R, Levin Z, Shandas V, et al. Valuing Green Infrastructure in Portland, Oregon[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2014(4): 14-21.
- [20]Mansor M, Harun N Z, Zakariya K. Residents' Self-perceived Health and Its Relationships with Urban Neighborhood Green Infrastructure[J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2015(7): 433-442.
- [21]Nurul Nazyddah Mat Nazir, Othman N, Nawawi A H. Green Infrastructure and Its Roles in Enhancing Quality of Life[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2014(10): 384-394.
- [22]Kazmierczak A. The Contribution of Local Parks to Neighborhood Social Ties[J]. *Landsc UrbanPlan*, 2013(1): 31-44.
- [23]Qureshi S, Syed Jamil Hasan Kazmi, Breuste J H. Ecological Disturbances Due to High Cutback in the Green Infrastructure of Karachi: Analyses of Public Perception about Associated Health Problems[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2010(3): 187-198.
- [24]Wickham J D, Riitters K H, Wade T G, et al. A National Assessment of Green Infrastructure and Change for the Conterminous United States Using Morphological Image Processing[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2010(3/4): 186-195.
- [25]Barbati A, Corona P, Salvati L, et al. Natural Forest Expansion into Suburban Countryside: Gained Ground for a Green Infrastructure?[J]. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2013(1): 36-43.
- [26]Kuttner M, Hainz-Renetzeder C, Hermann A, et al. Borders without Barriers-Structural Functionality and Green Infrastructure in the Austrian-Hungarian Transboundary Region of Lake Neusiedl[J]. *Ecological Indicators*, 2013(8): 59-72.
- [27]Petrisor A, Andronache I C, Petrisor L E, et al. Assessing the Fragmentation of the Green Infrastructure in Romanian Cities Using Fractal Models and Numerical Taxonomy[J]. *Procedia Environmental Sciences*, 2016(3): 110-123.
- [28]Kati V, Jari N. Bottom-up Thinking-Identifying Socio-cultural Values of Ecosystem Services in Local Blue-green Infrastructure Planning in Helsinki, Finland[J]. *Land Use Policy*, 2016(1): 537-547.
- [29]Heckert M, Rosan C D. Developing a Green Infrastructure Equity Index to Promote Equity Planning[EB/OL]. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.12.011>, 2016.
- [30]Hansen R, Pauleit S. From Multifunctionality to Multiple Ecosystem Services? A Conceptual Framework for Multifunctionality in Green Infrastructure Planning for Urban Areas[J]. *AMBIO*, 2014(4): 516-529.
- [31]Norton B A, Coutts A M, Livesley S J, et al. Planning for Cooler Cities: A Framework to Prioritise Green Infrastructure to Mitigate High Temperatures in Urban Landscapes[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015(2): 127-138.
- [32]Andersson E, Barthel S, Borgstrom S, et al. Reconnecting Cities to the Biosphere: Stewardship of Green Infrastructure and Urban Ecosystem Services[J]. *AMBIO*, 2014(4): 445-453.
- [33]Young R F, McPherson E G. Governing Metropolitan Green Infrastructure in the United States[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2013(1): 67-75.

[收稿日期]2016-10-18

“海绵城市”视角下绿色基础设施体系构建与规划策略

□ 蔡云楠, 温钊鹏, 雷明洋

[摘要] 文章阐述了绿色基础设施对于“海绵城市”建设的意义和作用, 在分析其基本特征的基础上, 提出了“城乡统筹, 保护与修复结合; 流域统筹, 水陆结合; 灰绿统筹, 快慢结合; 部门统筹, 多规融合”的规划原则, 初步构建了“区域—城区—场地—建筑”多个层面的技术框架, 明确了各层面的建设对象和建设目标, 并提出了绿色基础设施的规划策略和方法。

[关键词] 海绵城市; 绿色基础设施; 体系; 规划目标; 原则; 策略

[文章编号] 1006-0022(2016)12-0012-07 [中图分类号] TU984 [文献标识码] A

Green Infrastructure System Planning Strategy For “Sponge City” Development/Cai Yunnan, Wen Zhaopeng, Lei Mingyang

[Abstract] The article states the significance of green infrastructure to sponge city development, and raises a number of principles on integration of city and country, conservation and restoration, overall catchment area, land and water, landscape and infrastructure, different departments and plans. The article establishes a primary “region-urban area-site-building” technical framework clarifies objects of each level, and presents planning strategies and methods of green infrastructure.

[Keywords] Sponge city, Green infrastructure, System, Planning vision, Principle, Strategy

为解决城市水生态、水资源、水环境及水安全领域普遍存在的突出问题, 我国提出开展“海绵城市”建设的号召, 通过“自然渗透、自然积存、自然净化”, 降低雨水的产汇流, 恢复城市原始的水文生态特征, 使地表径流尽可能达到土地开发前的自然状态^[1], 从而化解“大水围城”“城中看海”的现象。由城市森林、湿地、水道、城市绿地及其他自然区域等组成的绿色基础设施是“海绵城市”的重要载体, 对于“海绵城市”建设具有生态、社会和经济等方面的多重价值和意义。如何建构完善的绿色基础设施体系, 采取科学且具有地方适应性的规划方法和措施, 是实现“海绵城市”建设必须回答的问题。

1 “海绵城市”视角下绿色基础设施的概念、作用与基本特征

1.1 概念辨析

绿色基础设施 (Green Infrastructure) 将基础设施的概念延伸到绿色空间体系, 是指由提升生物多样性、维持自然生态过程、保护空气与水资源以及提高城市和人民生活质量的荒野与开敞空间所组成的一个相互连接的网络, 涵盖水道、湿地、森林、野生动物栖息地和其他自然区域, 绿道、公园和其他保护区域, 农场、牧场、森林和荒野^[2]。

与“海绵城市”充分利用自然实现雨洪资源化利

[基金项目] 广东省自然科学基金项目 (2016A030313690)、广州市哲学社会科学发展“十三五”规划智库课题 (2016GZZK02)、教育部人文社科规划基金项目 (15YJAZH017)

[作者简介] 蔡云楠, 博士, 广东工业大学教授、建筑与城市规划学院副院长, 中国城市科学研究会城市更新专业委员会副主任委员。
温钊鹏, 广东工业大学硕士研究生。
雷明洋, 广东工业大学硕士研究生。

用的理念一样,绿色基础设施作为城市和区域的自然生命支持系统,通过各类土地资源之间的联系与互通,修复、改善包括水循环系统过程在内的自然结构,持续、稳定地满足人类的需求。特别是在雨洪管理方面,绿色基础设施通过结合自然系统的一系列技术和措施,模仿自然水循环系统过程,达到改善环境质量和提供公共设施服务的目的,这与“海绵城市”以“雨洪资源化利用,提高城市应对气候变化、极端降雨的防灾减灾能力”为目标,以“控制面源污染、保障水质”为核心,以“水资源管理和水生态治理”为理念,“像海绵一样吸纳、净化和利用雨水”^[3]等诸多方面追求是完全一致的。绿色基础设施可以看作是“海绵城市”中的“海绵体”,而“海绵”则可认为是以自然为对象的水生态基础设施。

1.2 意义与作用

作为生态功能的复合体,绿色基础设施除具有休闲、游憩、交往及提高生物多样性等多方面的复合功能外,在“海绵城市”建设中可以发挥多种功能。

(1) 构建区域绿色雨洪网络体系。

绿色基础设施通过保护和串联分散的绿地,修复破碎的城市生境,形成绿色生态廊道,为“海绵城市”建设提供多种尺度、不同功能的载体,保证了海绵体的规模。同时,通过要素间的连通和自然过程的新陈代谢,将城市中的雨洪管理设施纳入绿色基础设施网络,实现雨洪管理的系统性和高效性。

(2) 降低城市对洪水等自然灾害的敏感性。

针对城市中时空分布不均的雨水径流与污染区域,绿色基础设施利用不同形态和规模的绿地,协同发挥雨水渗透、存蓄及回收再利用等作用,形成对雨水径流从源头、途中至末端的系统控制,降低城市对洪水等自然灾害的敏感性,

防止城市洪涝灾害的发生,保障城市生态安全。

(3) 控制雨水径流污染,改善城市水环境和生态系统。

绿色基础设施通过植物吸收、土壤吸附、微生物分解有效去除水体中的氮、磷、重金属和有机化合物,减少化学和生物污染物,过滤径流,将雨水进行自然净化,减少径流污染总量;同时,水环境的改善将促进植被的良好生长,吸收 CO_2 、 SO_2 和 O_3 等污染物,拦截可吸入颗粒物(PM10),提高城市空气质量;通过蒸腾作用吸收环境热量,减缓热岛效应。

(4) 降低市政基础设施建设和维护费用。

绿色基础设施的“海绵”模式改变了传统灰色基础设施只排不蓄、只排不用的状况,能滞留城市中近50%的雨水,有效缓解城市管网系统的压力,减轻污水处理厂的负荷,节约运营成本。研究表明,绿色基础设施建设和维护成本较灰色基础设施低。

1.3 基本特征

1.3.1 空间的连续性

绿色基础设施作为连接自然区域和城市开敞空间的绿色网络体系,是沿流域、山系和道路脉络延伸生长的有机网络。绿色基础设施注重各类自然要素间的联系与沟通、交流与合作,往往跨越行政的界限,从城市延伸到乡村,从乡村蔓延至旷野。

1.3.2 结构的层次性

绿色基础设施具有结构复杂、层次丰富的特点,在空间上是由多个网络中心、连接廊道和小型场地构成的空间系统,涵盖区域、城市、街区和建筑等多个层级。

1.3.3 要素的多元化

从绿色基础设施的构成要素看,网络中心以较少受到外界干扰、面积较大

的自然生境为主,包括处于原生状态的土地、生态保护区、郊野公园、森林、湖泊、湿地、农田、牧场和林地等;连接廊道是线性的生态廊道,是网络中心、小型场地之间联系的纽带,主要包括生态廊道、河流、城市道路、泄洪渠及防护绿带等线性绿色空间;小型场地是独立于大型自然区域之外的生境,主要包括城市公园、广场、街旁绿地、社区公园、停车场、雨水花园及屋顶花园等^[3]。

1.3.4 功能的生态化

生态系统的服务功能是绿色基础设施存在的基础。对于“海绵城市”建设而言,绿色基础设施不仅可以通过雨涝调蓄、水源保护和涵养、地下水回补实现缓解洪水灾害、减轻排水和洪水防御系统压力的目的,还可以维护城市雨污净化、栖息地修复和土壤净化等重要的水生态过程^[4]。

2 规划原则与体系构建

2.1 规划原则

2.1.1 城乡统筹,保护与修复结合

保护和修复山、水、河、湖、林、田等大型生态斑块和网络,充分发挥绿色基础设施对降雨的滞留、渗透和自然净化作用,实现城市水体的自然循环;通过自然要素的连接,打破城乡界限,实现城乡融合,构建城乡一体、区域联动的绿色基础设施网络骨架。

2.1.2 流域统筹,水陆结合

流域是一个完整的天然集水单元,城市与流域有着不可分割的联系,流域统筹是绿色基础设施规划的基础与支撑条件。针对水问题特有的多尺度、跨地域、系统性及综合性等复杂状况,应从整个流域出发,摆脱传统就水论水、就城市论城市的模式,将水域和陆域作为一个整体,结合河道、水体和陆域环境进行综合考量,统筹解决流域内水生态系统功能失调的问题。

2.1.3 灰绿统筹，快慢结合

针对我国气候南北差异较大、雨量分布极不均衡的情况，绿色基础设施的规划建设应立足当地实际，采用灰色基础设施与绿色基础设施相结合的方式，二者共同发挥作用。例如，珠三角地区降雨“范围广、雨量大、强度强、频次高、持续久、灾害多”，城镇建设也具有“规模大、强度高”的特点，在大力发展绿色基础设施的同时，应对城市灰色基础设施进行绿色化改造，完善和提升雨水管网排水能力，将快排和慢排相结合，从而化解特大暴雨时的雨洪危机。

2.1.4 部门统筹，多规融合

“海绵城市”的绿色基础设施规划建设是一个复杂的工程，需要统筹协调多部门共同参与，应打破规划、国土、绿地、环境、水利和道路等多个专业规划之间的壁垒，从强调城乡统筹和流域综合治理的区域规划到突出单一要素的部门规划，从着眼整体的总体规划到强调地块的详细规划，从用地规划到专项规划，从竖向规划到排水防涝规划，实现多规融合。以解决问题为目标，通过高效的协调和反馈机制，开展不同专业之间的技术统筹，有效落实绿色基础设施的建设内容。

2.2 体系构建

绿色基础设施网络渗透在城市的各个层面，其规划建设需要从不同层次入手。结合雨洪管理的实际需求，可从“区域—城区—场地—建筑”四个不同尺度分析规划对象要素和需要完成的主要任务，建立“海绵城市”建设的框架体系（图 1）。

2.2.1 区域尺度

区域尺度的绿色基础设施是城市自然生态的基质和母体，承担着多种自然过程，为城市提供自然供给和净化系统。其规划的主要任务是根据当地自然地理条件、水文地质特点、水资源禀赋状况、降雨规律、水环境保护及内涝防治要求

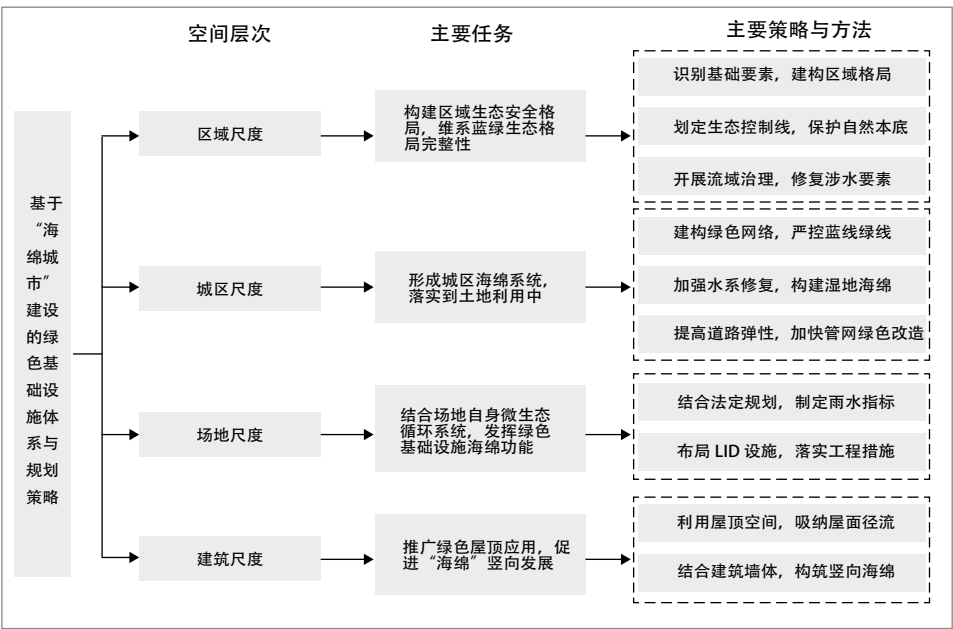


图 1 基于“海绵城市”建设的绿色基础设施体系与规划策略

等^[5]，研究水系统在区域或流域中的空间格局，把握区域水生态特征，维护区域水循环过程，构建区域生态安全格局，建设大型防洪设施，完善“海绵城市”建设所涉及的水源保护、洪涝调蓄及水质管理等功能，维系蓝绿生态格局的完整性和稳定性。因此，区域尺度的绿色基础设施规划的主要对象是大规模水源、水资源保护区、对地表径流量产生重大影响的主干河流水库及湿地、地质灾害敏感区、水土流失高敏地区、自然保护区、基本农田集中区、维护生态系统完整性的生态廊道和隔离绿地、森林公园、郊野公园、坡度大于 25% 的山地和其他水生态敏感区域等。

2.2.2 城区尺度

城区尺度的绿色基础设施是“海绵城市”的主体，该尺度的绿色基础设施规划的主要任务是形成“城区海绵系统”，并落实到土地利用中，有效提升排水防涝能力，基本解决城市内涝积水问题，综合解决城区内水量平衡、雨污净化和滨水栖息地恢复等问题^[6]；主要针对城市绿色廊道、绿色斑块，包括城市公园、湿地、果园、湖泊、溪流、绿地、城市道路及广场等。

2.2.3 场地尺度

场地尺度的绿色基础设施面积小、数量多、分布广。该尺度的绿色基础设施规划可操作性强，是城市雨洪管理效果最为明显的尺度，其规划建设的主要任务是落实“微海绵体”，结合场地自身的微生态循环系统，发挥绿色基础设施的“海绵”功能，强调其功能性和生态过程，如布置 LID 设施就地进行雨水的储存、下渗、净化和再利用；在暴雨来临时，不增加场地内排放径流总量和峰流量值，不影响城市的正常运作；其主要对象是城市公园、广场、街旁绿地、社区公园、停车场、雨水花园和城市一切未被充分利用的土地。

2.2.4 建筑尺度

建筑尺度的绿色基础设施虽然碎小，但是由于建筑占据了城市大部分用地，建筑尺度的绿色基础设施数量多、潜力大，如屋顶绿化可以减少屋面径流，通过渗透、蒸发等过程涵养屋顶绿植。建筑尺度的绿色基础设施规划建设的主要任务是推广绿色屋顶的应用，促进“立体海绵”竖向发展；主要针对屋顶绿化（屋顶花园、屋顶菜园、蓄水屋顶）、墙体绿化和绿色庭院等要素。

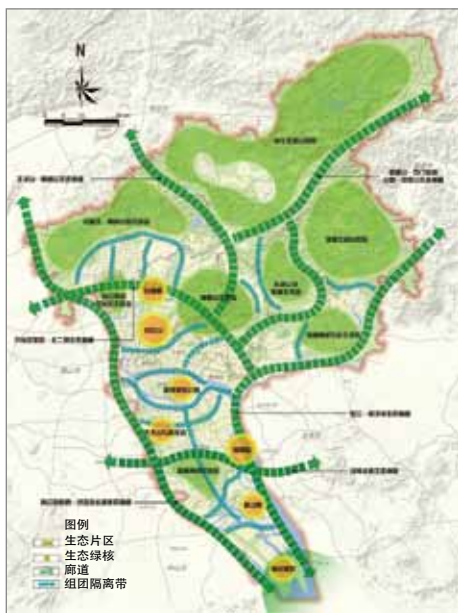


图2 广州市生态控制格局

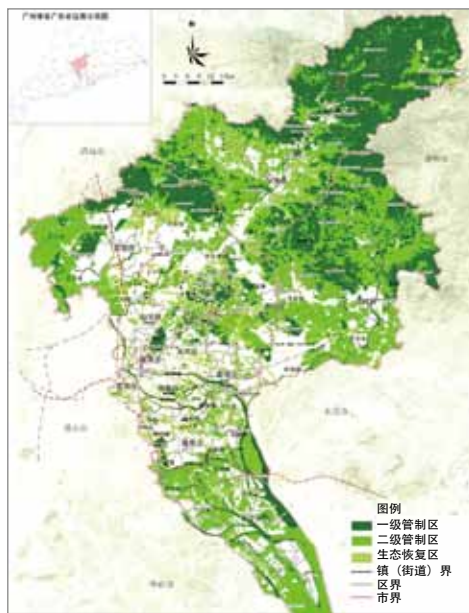


图3 广州市生态控制线划定

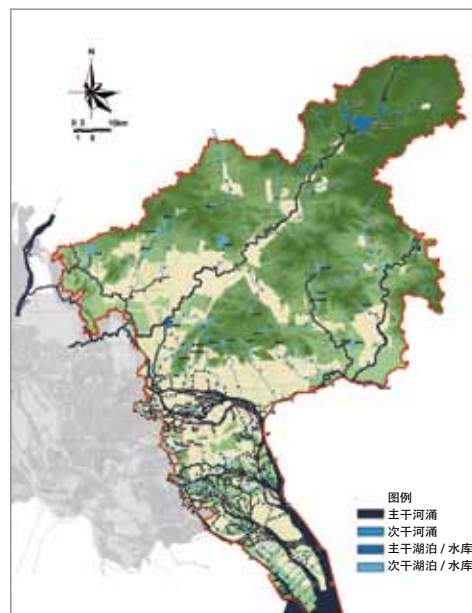


图4 广州市水系分布

3 不同层面的规划策略与方法

3.1 区域层面

(1) 识别基础要素, 建构区域格局。

规划利用高分辨率遥感影像图, 结合土地权属、土地审批等信息, 识别对水源保护、洪涝调蓄和水质管理等功能至关重要的景观要素和空间位置, 借助景观安全格局方法, 进行生态环境承载力、生态服务功能、生态敏感性和生态安全格局综合评估, 围绕生态系统服务构建区域水安全格局。

例如, 广州市依托“山水城田海”的自然生态格局, 以区域绿地、生态廊道为主要载体, 充分利用市域北部向南部指状延伸的山体绿地、市域南部向北部指状渗透的河流水系, 以及市域中部地区的缓丘、河涌、城镇组团间的水网, 在市域层面构建“七核九片, 六廊多带”的水生态空间结构(图2)^[7]。

(2) 划定生态控制线, 保护自然本底。

规划按照“生态优先、系统完整, 分级保护、动态优化”的原则, 与区域水生态安全格局控制相协调, 强化对自然山林、水体和湿地等水生态空间的保护与管控, 明确城市水生态安全底线区

域, 形成界限清晰、结构合理、网络布局、永久保持的绿色基础设施系统, 切实保障城市水生态安全。

例如, 广州市结合岭南地区水网城市特征, 建立了自然生态要素清单, 在“多规融合”的基础上划定了生态控制线(图3)。根据生态系统服务的功能重要性和监管级别, 分为一级管制区和二级管制区, 其中一级管制区面积约为1838 km², 约占广州市总面积的25%, 二级管制区面积约为2385 km², 约占广州市总面积的32%, 分别采取不同的管制办法, 最大限度地保护水生态敏感区; 按照“占补平衡”的原则保持水域面积不减少, 增加可渗透地面面积, 充分发挥植被、土壤等自然下垫面对雨水的渗透作用以及湿地、水体等对水质的净化作用, 维持自然水文特征; 制定并实施城市生态修复工作方案, 重点推进海岸线、河岸线和山体的生态修复工作, 突出重要水源地、重要江河源头区和水蚀风蚀交错区的水土流失预防工作^[8], 有计划、有步骤地修复被破坏的山体、水体、湿地、植被、土壤和断裂的关键生态节点, 推进城市废弃地的修复和再利用, 扩大绿地、水域等生态空间, 优化城市绿地布局, 恢复城市生态系统净

化环境、调节气候与水文等功能, 促进人与自然的和谐共处。

(3) 开展流域治理, 修复涉水要素。

规划加强区域水安全的统筹能力, 协调上游地区经济发展与水生态环境保护的关系, 对威胁水生态安全的企业进行严格控制, 严防上游地区水源的污染影响下游地区用水安全; 结合绿色基础设施推进绿色生态水系工程建设, 突破传统以截洪沟、截洪隧洞建设为主的快排模式, 开展流域综合治理。针对受山洪威胁、集雨面积大的上游地区, 建设水库、山塘等滞蓄设施, 实现雨水自然积存, 中下游地区利用湖泊、湿地等调蓄来水, 实现对雨洪资源的利用; 重视河湖水域与周边生态系统的有机联系, 通过逐步改造渠化河道、恢复已覆盖的水体开展生态修复, 建立丰富的物种群落, 提高生物多样性。

例如, 广州市构建了“数字水网”体系, 明确了市域范围内现状共有1333条宽度在5 m以上的河涌, 长约5360 km, 水库有358座, 主要人工湖有11个, 全市域水面率达10.2%(图4)。水系规划按照“协调、地域、公共、经济、安全”的原则, 形成“一江两片、北树南网、

点线结合、干支分层”的水网结构和“北拦南蓄”的排涝格局，通过“多层次、成网络、功能复合”的水系建设，促进城市水系、绿道、山林和湿地的融合发展，构筑“水脉相连、水绿交融、水城共生”的岭南生态水城。规划到 2020 年广州市水面率达到 10.5%，骨干河涌密度达到 0.28 km/km²；坚持分流域治理的指导方针，对于北部山区丘陵“树枝状”水系，根据地形适当开展湖库建设工程，增强对上游来水的拦蓄功能，提高水面率，增

加非汛期区域可利用的水资源量；对于南部平原呈“网状”分布、间距较小的水系，加强河道间的连通，疏浚断头河涌，对难以疏浚连通的河道新开联系河涌，优化区域水资源分配、提高区域水安全能力^[9]。水功能区划采用两级体系，一级区强调政策引导，分为保护区、保留区、开发利用区和缓冲区；二级区强调功能分区，分为饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区、过渡区及排污控制区（图 5）^[10]。

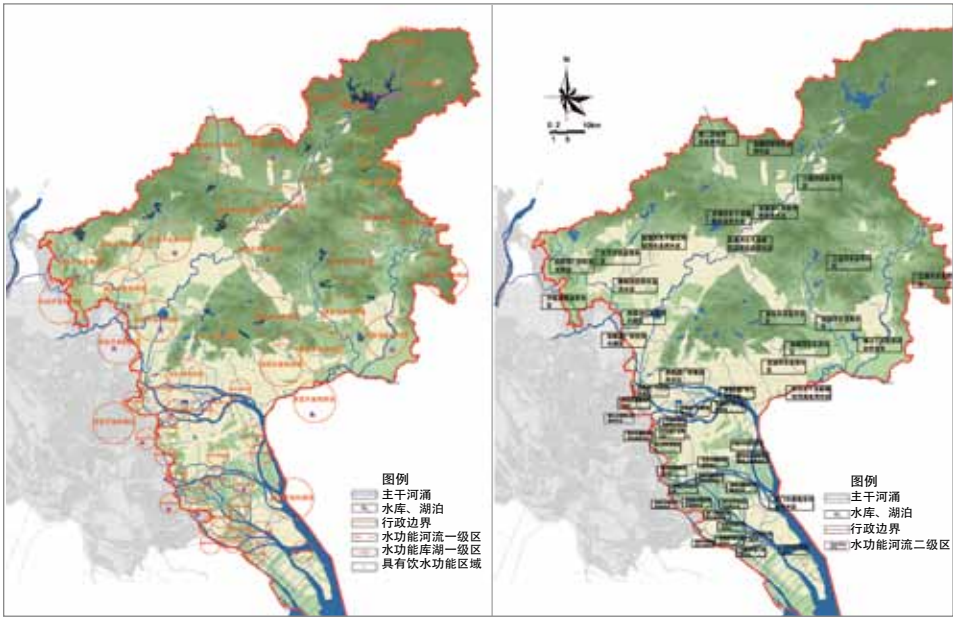


图 5 广州市水功能区划

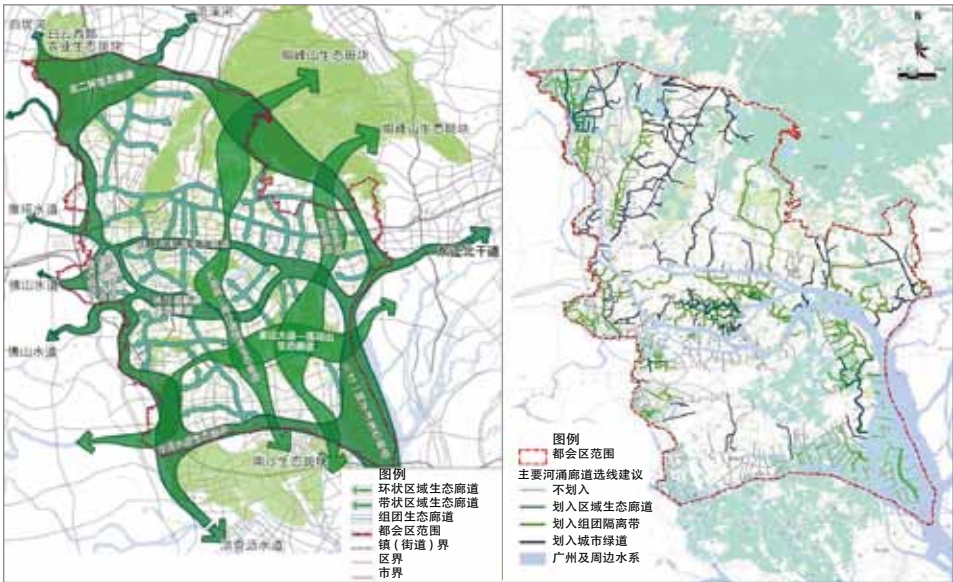


图 6 广州市都会区绿色基础设施规划

3.2 城区层面

(1) 建构绿色网络，严控蓝线、绿线。

针对城镇建成区建筑密度高、人口密度大和“海绵体”土地紧缺的状况，规划在全面分析区域资源与自身资源的基础上，合理规划布局城区内大型城市湿地、生态公园和生态廊道等雨水管理设施，实施生态廊道建设工程，建构“蓝脉绿网”；根据城市总体规划的水面率要求对水体进行保护，根据河流水体功能重要性和位置等因素划定蓝线、绿线，并提出控制要求；禁止侵占河湖水域岸线，维持城市水循环、水系连通所必需的生态空间，保留其滞留、集蓄、净化洪水的功能，建立健全河道治理、岸线利用与保护相结合的机制。

例如，广州市针对都会区，通过对山水格局、生态连接、水系和道路的廊道结构等生态安全格局的分析，明确了都会区生态廊道的空间形态和位置，在城区范围内由水系、农田、山林地及城市绿地等绿色基础设施要素形成了“三纵四横”的网络型生态廊道体系（图 6）^[11]，规划水面率达到 20.04%，充分发挥都会区绿色基础设施的调洪蓄水、水源涵养和提供生物生境等重要“海绵”功能。

(2) 加强水系修复，构建湿地“海绵”。

河湖水系是城市“海绵体”的骨架和重要组成部分，其功能、结构是否完善将直接影响到“海绵城市”的调蓄能力。规划应统一考虑绿色基础设施的排水和蓄滞功能，通过疏浚、沟通和拓宽河道，串联小型溪流、低洼地、湿地及公园等，加强河湖水系连通，扩大城市水面率，形成蓄滞得当、丰枯共济的水系格局，发挥绿色基础设施的生态蓄洪和净化功能；同时，对城市河湖水系岸线进行系统生态修复，恢复被侵占和填埋的河道，重塑健康自然的河岸线，新建人工调蓄区，构建复合湿地“海绵”，扩充调蓄弹性空间。

例如，广州市海珠生态城在对 22

条河涌进行疏浚的基础上, 结合生态服务功能, 恢复和连通部分河涌, 串联周边城市绿地等绿色基础设施, 建设以海珠湖公园为主的湖泊湿地, 保证蓄洪能力; 结合现有城市污水处理厂建设人工湿地, 通过植物、微生物等生物净化技术发挥“绿色海绵”的净化功能; 结合广东省历史文化名村——小洲村的保护, 在其南侧恢复开阔水面, 形成果园草地湿地; 疏浚黄埔涌、石榴岗涌等河流湿地, 提高城区泄洪能力; 在河涌交汇处栽植地带性植被形成滩涂湿地, 发挥绿色基础设施的“慢排”作用, 总体上形成了以湿地带为核心的“湖泊—河流—滩涂—湿地—园地”复合“海绵”系统(图7)^[12]。

(3) 提高道路“弹性”, 加快管网绿色改造。

道路、广场是地表径流的重要来源。道路广场建设应由快速排水转变为分散就地吸水, 以控制面源污染、削减地表径流为目标, 以雨水入渗、调蓄排放为主要方式。规划在满足道路交通安全等基本功能的基础上, 充分发挥道路分流、滞留和吸收雨水的作用, 利用道路自身及周边绿化空间削减径流量、改善径流水质。

同时, 应逐步完善传统市政排水管网与绿色基础设施的有效衔接, 形成系统联动的多级排水、防涝、防洪体系, 全面提高城市整体排水防涝能力。对于新建或全面改造地区, 应采用分流排水体制; 对于老城区, 在更换和修复“病害”管道的基础上, 应逐步开展雨污分流改造。

3.3 场地层面

(1) 结合法定规划, 制定雨水指标。

绿色基础设施要素多元, 既包括了城市公园、广场和街旁绿地等城市建设用地, 又涉及到森林、湖泊、湿地和农田等非建设用地。因此, 在法定规划特别是控制性详细规划中, 应以提升水生态功能为基本原则, 对这两种不同的用

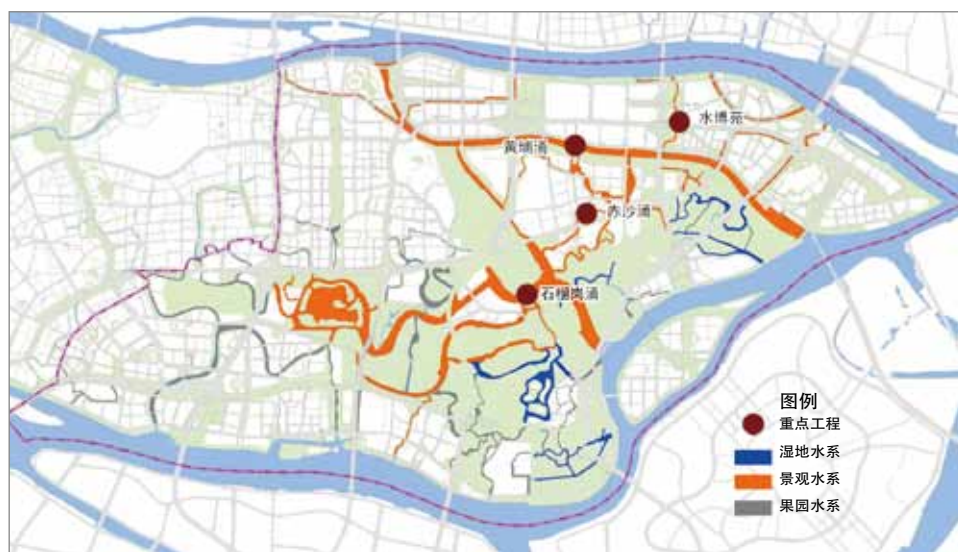


图7 广州市海珠生态城复合“海绵”系统与水系修复

地类型分别制定雨水控制指标, 探索绿色基础设施“一图两标”的控制要求。以汇水分区为单元, 确定场地雨水控制目标和具体指标, 制定场层面面的开发策略。其中, 建设用地的雨水控制指标主要用于控制建设开发活动强度和下垫面环境, 涉及容积率、建筑密度、绿地率、绿色建筑、下凹绿地、雨洪利用及中水回用等规划指标和要求; 非建设用地的雨水控制指标应注重保护生态功能, 主要涉及平均径流系数、乡土植物比例、乔灌木占绿地比例、原有自然生态类型及土地保有率等, 可根据实际情况具体设定^[13]。

(2) 布局LID设施, 落实工程措施。

在对场地的土壤特性、竖向高程、水系、绿化和工程建设等情况进行分析评估的基础上, 通过模型模拟场地开发前后地表雨水产汇流情况, 合理利用场地内的坑塘水系, 根据场地现状选择合适的低影响开发设施组合^[14], 按照“集流—净化—蓄排”的技术流程落实工程措施。

在“雨洪集流”阶段, 根据场地地表产汇流情况, 将湿塘、雨水花园等集水型设施布置在地表径流产生源的附近, 从源头上削减雨水径流; 单个湿塘、雨

水花园等设施面积不宜过大, 最佳面积应控制在 $9 \sim 27 \text{ m}^2$, 外形设计应遵循场地自然景观特性, 避免采用直线形, 以便高效发挥功能。在植被配置方面应选用耐旱能力强且具备暂时性耐水能力的乡土植物。

在“自然净化”阶段, 顺应“绿色海绵体”对雨水自然净化的“滞留—曝氧—吸附”过程, 根据场地竖向高差走向, 带状布置植草浅沟、下凹绿地等生物滞留设施, 充分发挥其对地表径流的输送、过滤和渗透作用。①滞留阶段, 当雨水流经滞留植草带时, 滞留植草带通过沉降累积、滞留等过程对地表冲刷的垃圾、砾石和沙土等固态物形成过滤; ②曝氧过程发生在蓄水池、坑塘等设施之中, 通过池内微生物对污水中的有机物进行氧化分解; ③吸附过程则是利用植物根部、土壤吸收和固化水体中的氮、磷等元素及其他有机物, 降低水体的富营养化程度。

在“蓄水排水”阶段, 绿色基础设施可以利用蓄水池、坑塘和集雨池等蓄水型设施储蓄雨水, 也可以通过“集流—净化—蓄排”全过程的渗透作用, 将雨水下渗回补地下水, 形成蓄水; 对于地下水位较高的场地, 可结合地下水雨

管道将过载的雨水排送至更大尺度的蓄水设施。这类绿色基础设施应结合其他功能的LID设施综合布置,储蓄的雨水资源既可丰富场地景观,又可供环卫、绿化灌溉等再利用。

3.4 建筑层面

(1) 利用屋顶空间,吸纳屋面径流。

屋面径流是建筑对地表径流贡献较大的来源之一。绿色屋顶可以通过植被滞留和蒸发雨水,减少径流,起到“海绵”作用。在对屋顶进行荷载和防水能力评估的基础上,规划根据屋面构造和植被种植方式选取植物品种,同时选取饱和水容量小、透气能力强、不易结块、虫卵和杂草较少的土壤,设计包含建筑排水管道、蓄水池的绿色屋顶,以快速排除暴雨天气下屋顶“海绵”难以吸纳的雨水。

(2) 结合建筑墙体,构筑竖向“海绵”。

建筑墙体的立体绿化是城市竖向空间的“海绵体”,是自然环境在城市立体空间上的延伸。建筑竖向“海绵体”的类型主要包括利用植物攀爬特性的攀附式立体绿化、基于墙体种植槽的附加式立体绿化及添加生态墙的外置式立体绿化等。在对建筑墙体进行耐久性评估的基础上,根据竖向“海绵”的类型择优选择植物种类:攀附式立体绿化应选取攀缘能力强的植物,如铁线莲等;附加式和外置式立体绿化宜采用根系细短的植物,以适应种植槽或生态墙较为狭隘的生长空间,避免植物因根系发达而危害墙体结构。

4 结语

“海绵城市”建设是一个长期而艰巨的系统工程,绿色基础设施作为“海绵城市”的重要载体,在要素界定、格局确立、保护修复、规划设计及建设施工的全过程中还面临着诸多难题。目前

国内对绿色基础设施的研究主要还停留在概念、理论的探讨上,本文从“海绵城市”建设角度出发,分析了绿色基础设施的意义和作用,在总结其基本特征的基础上,阐述了其规划原则,并初步构建了“区域—城区—场地—建筑”多个层面的技术框架,明确了各层面的建设对象和建设目标,提出了规划策略和方法。

未来绿色基础设施的规划建设仍需要在多学科、多专业、多部门间不断融合的基础上,探索绿色基础设施一体化建设的新体制、新机制、新政策和新模式,结合地方实际,总结经验教训,进一步完善技术标准与规范,明确城市规划、设计及管理过程中绿色基础设施建设的内容、要求和方法;以水生态要素的整体性和系统性为着眼点,推进绿色基础设施建设的协调联动机制;以关键水生态节点为重点建设对象,打破行政界线束缚,探索跨边界、跨区域的协调联动,促成不同政府、不同部门、不同组织的跨界合作;按照“科学、合理、适用”等原则,将定性定量相结合、策略与指标相结合,建设数字化管理信息平台 and 动态监测体系,通过观测、检验“海绵城市”建设带来的中长期变化趋势,开展绿色基础设施建设的绩效评估,从理论和实践层面进一步完善绿色基础设施的规划策略与方法,更好地推动“海绵城市”建设。■

[参考文献]

- [1] 章林伟. 海绵城市建设任重道远[J]. 城市住宅, 2015(9): 5-10.
- [2] 王扬圣. 利用绿色基础设施管理城市雨洪[J]. 城市建设理论研究, 2013(21): 153-157.
- [3] 王文亮, 李俊奇, 章林伟, 等. 海绵城市建设要点简析[J]. 建设科技, 2015(1): 4-6.
- [4] 姜丽宁. 基于绿色基础设施理论的城市雨洪管理研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2013.

- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建[S]. 2014.
- [6] 俞孔坚, 李迪华, 袁弘, 等. “海绵城市”理论与实践[J]. 城市规划, 2015(6): 26-36.
- [7] 广州市城市规划勘测设计研究院, 广州市国土资源与规划委员会. 广州市城市生态控制线两级图则整合规划[Z]. 2016.
- [8] 中华人民共和国水利部. 全国水土保持规划(2015—2030年)[Z]. 2015.
- [9] 广州市城市规划编制研究中心, 上海市城市规划设计研究院, 上海市水务规划设计研究院, 等. 广州市水系岸线总体规划[Z]. 2012.
- [10] 中华人民共和国水利部. 全国重要江河湖泊水功能区划(2011—2030年)[Z]. 2011.
- [11] 广州市城市规划编制研究中心, 广州市城市规划勘测设计研究院. 广州都会区生态廊道规划及东部生态带概念规划方案[Z]. 2015.
- [12] 蔡云楠, 朱志军, 郭冠颂, 等. 生态城市规划的理念与实践——以广州海珠生态城为例[J]. 南方建筑, 2014(6): 88-94.
- [13] 广东省住房和城乡建设厅. 广东省城市基础设施“十三五”规划——海绵城市专题[Z]. 2016.
- [14] 仝贺, 王建龙, 车伍, 等. 基于海绵城市理念的城市规划方法探讨[J]. 南方建筑, 2015(4): 108-114.

[收稿日期] 2016-10-28

预控与协调：城市水系保护区的划定路径及管制措施

□ 曹 靖, 张 敏, 朱 鹤, 魏宗财, 王 岚

[摘 要] 在完善水利工程的基础上, 因地制宜、科学合理划定重要水系的保护范围并制定相应的管控策略, 对保障地区的生态安全格局具有重大意义。文章以淠史杭工程的重要分干渠——合肥市滁河干渠沿线水系为研究对象, 阐述了城市水系保护区的划定方法与路径: 采用数值模型计算法、经验法和 GIS 辅助法等多元方法, 在科学预控的基础上, 守住水系保护的底线, 通过协调多方面利益群体的利益, “有保有压”地划定保护线, 统筹考虑水系周边地形、坡度、汇水条件、重大项目及景观等要素对保护区范围的综合影响, 确保生态优先、绿色发展的目标的实现, 以期对今后同类型水系保护区的划定以及国家层面出台关于水系保护区划定方法与标准细则提供一定参考。

[关键词] 预控; 协调; 水系保护区; 水源地; 滁河干渠

[文章编号] 1006-0022(2016)12-0019-07 [中图分类号] TU984 [文献标识码] B

Prevention And Coordination: Path And Control Measures For Delineation Of Water Conservation Area/
Cao Jing, Zhang Min, Zhu He, Wei Zongcai, Wang Lan

[Abstract] Water conservation area delineation is significant to regional ecological security. This paper takes Chuhe canal, a major sub-channel of Pishihang hydrology project, as a study case, discusses the method of urban water conservation area delineation. With numeric model calculation, empirical approach and GIS assistance, it makes scientific prediction, sets bottom line, coordinates multiple benefits, integrates geographical and other elements, secures ecology first and green development visions, and provides a reference for other cases.

[Keywords] Prevention, Coordination, Water system conservation area, Water source, Chuhe river main canal

0 引言

“绿色基础设施” (Green Infrastructure) 概念是为满足生态型基础设施的建设要求^[1], 将生态环境空间提升为一个统一系统而提出的^[2]。Tzoulas 等人认为, 绿色基础设施是由城市周围及城市区域之间, 甚至所有空间尺度上的一切自然、半自然和人工的多功能生态网络组合而成的^[3]。李开然、仇保兴强调建设绿色基础设施是我国城镇化的重要内容和迈向生态文明时

代的必然选择^[4-5]。我国对绿色基础设施的引入和研究起步较晚, 成果主要集中在概念、构建难点上^[1], 以及对国外绿色基础设施规划步骤的概括上^[6]。第三次联合国住房和可持续发展大会发布的《新城市议程》明确提出要“保护、保存、恢复和加强生态系统、水、自然栖息地, 增加生物多样性, 减少对环境的影响, 转变为可持续的消费和生产模式”。而实际上我国绿色基础设施的规划建设仍处于初级阶段, 主要表现为以绿地系统为主体的专项规划实践, 但是随着市民生

[作者简介] 曹 靖, 硕士, 工程师, 注册城市规划师, 注册咨询工程师, 合肥市规划设计研究院规划二所副所长。

张 敏, 高级工程师, 合肥市规划设计研究院总工程师。

朱 鹤, 通讯作者, 中国科学院地理科学与资源研究所博士研究生。

魏宗财, 博士, 工程师, 注册城市规划师, 华南理工大学建筑学院博士后。

王 岚, 硕士, 工程师, 合肥市规划设计研究院规划师。

态保护意识的不断增强、技术手段的提升和制度环境的日臻完善,我国已具备了进行系统的绿色基础设施规划的条件^[6]。河流水系是绿色基础设施的重要组成部分,本文从水系保护区的划定及管制谈起,为更为全面的绿色基础设施的规划建设提供示范和参考。

河流水系是人类赖以生存和发展不可替代的自然资源,如何科学合理地管控河流水系,让其更多地造福于人类是一个恒久的命题。中共中央十八届三中全会提出:“健全自然资源资产产权制度,对水流、森林和山岭等自然生态空间进行统一确权登记。建立自然生态空间规划体系,划定生产生活、生态空间开发管制界限,落实用途管制制度。”这为绿色基础设施的规划建设指明了新的方向,并提出了新的要求。在完善水利工程的基础上,因地制宜、科学合理地划定重要水系的保护范围并制定相应的管控策略,对保障地区生态安全格局具有重大意义。

水系保护区的划定是近年来我国陆续开展的基本生态控制线、生态保护红线和城市开发边界划定工作的必然延续,可以将水系保护区视为基本生态控制线、生态保护红线和城市开发边界划定范围中生态约束区的重要组成部分。由于后三者所包含的生态体系较为庞杂,不仅有水系,还有风景名胜区、自然保护区、基本农田、森林、郊野公园、山地、林地、湿地和公园绿地等其他生态要素,在划定的过程中难免对水系本身缺乏细致、深入地研究,导致水系保护区的划定普遍存在“一刀切”的现象,且对水系周边的地形、坡度、汇水条件、重大项目和景观等要素与水系保护范围的关系缺乏综合考虑。2016年严峻的防汛抗洪抢险救灾形势更表明水系保护区的规划迫在眉睫。如何优化、提升水系保护区的划定和管控成为一项挑战。

2007年国家环境保护总局发布的

《饮用水水源保护区划分技术规范》,虽然对河流型与湖泊水库型水源地分别提出了水源保护区的划分方法与标准,但是仍然停留在原则性要求的层面,难以“落地”。例如,该规范提出的“大型水库一级保护区陆域为取水口侧正常水位线以上200m范围的陆域”^[7],缺乏对周边综合要素的全面考量;规范提出“二级保护区水域范围应用二维水质模型计算得到,二级保护区上游侧边界到一级保护区上游边界的距离应大于污染物从Ⅲ类水质标准浓度水平衰减到Ⅱ类水质标准浓度所需的距离”^[7],这种规定表述模糊,计算指标、设计流量以及如何按二维模型计算均不明确,使我国河流型水源保护区的划分难以按规范执行^[8]。此外,规范对于水源地周边的输水渠道及其他相关水系缺乏划定方法与标准。

我国学者在国家规范标准的基础上,对水系保护区的划定方法进行了一些技术方面的探索。常德政等人采用一维模式和二维模式计算河流型水源保护区的长度,建议在不同的河段采用不同的计算方法,合理划定保护区长度^[8]。刘春丽使用ArcGIS软件水文分析模块计算获得河网、子流域范围等流域的水文特征信息,并进一步划分三级水源保护区^[9]。王洪前等人以长江宜宾段为例,采用应急响应时间法和数值模型法等多种方法,划分了大型河流饮用水的各级水源保护区^[10]。关于水系保护区的管控措施,我国学者也从不同角度进行了一些探索。胡细银等人提出保护水源及促进保护区内居民生活的对策,为控制水源保护区内非建设用地提供了参考^[11]。毛建国等人针对乌拉泊水源地存在的问题从生态移民、生物措施、工程措施及其他措施四个方面提出改善治理措施,从而为城市输送稳定优质的水源,实现乌鲁木齐的可持续发展^[12]。孙兴滨等人对肇庆市肇东水库划定水源地保护范围的基础上,对建设项目、固体废物、生态农业、

监管体系和优化调度等方面制定了相应的管控措施^[13]。

总体来说,国家层面对水系保护区的划定提出了原则性的方法与标准;学者们针对不同类型的水系采用多项技术方法进行了探索,但是研究仍较为散乱,尚未形成关于水系保护区划定的公认方法与成果,尤其在输水干渠型水系保护区^①的划定方面,无论是学术研究还是实践经验都较为缺乏。因此,本文以淠史杭工程的重要分干渠——合肥市滁河干渠沿线水系为研究对象,对输水干渠型水系保护区的划定路径进行深入分析,通过考虑水系类型、水系级别及周边地形、坡度、汇水条件、重大项目、景观等要素对保护区的综合影响,确保能将水系保护区的划定和管理落到实处,以期对今后同类型水系保护区的划定,以及国家层面出台关于水系保护区划定方法与标准细则提供一定参考。

1 研究区域水系概况

滁河干渠位于江淮分水岭以南,合肥主城区以北,是一条沿江淮分水岭以南45m等高线修建的人工干渠,全长103km,是淠史杭工程的一条重要分干渠,将大别山的水输送到合肥市区,沿线串联董铺水库、大房郢水库、大官塘和众兴水库等八大水库,集城市供水、农业灌溉、城市防洪与旅游观光四大功能于一体,是合肥市的生命线工程。滁河干渠是地处合肥市主城区上游的一块巨大的海绵体,各类规划都将滁河干渠及沿线地区整体定位为水源保护区和限制开发区,对其的开发建设提出了严控要求。

滁河干渠及沿线水系的水质条件总体较优,但是整体受到农业面源污染的影响,尤其是中部城区段由于城镇化的高速推进,一线滨水空间缺乏管控,已被侵蚀,水域受到工业和生活污水的点

源污染,水质相对较差。

伴随着生态文明建设上升为国家战略,中央和地方都对水安全提出了严格要求,同时合肥市北部城区的发展蔓延、乡镇工业的无序扩张、村庄生活污水的肆意排放和传统农业生产的面源污染,都对滁河干渠沿线水源地的生态安全产生了威胁。因此,划定滁河干渠及沿线水系的保护区并严格管控,既是落实国家到地方关于加快生态文明建设、推进绿色发展要求的战略举措,又具有保障合肥市供水安全、完善区域生态格局的重要意义。

2 研究方法、范围与思路

2.1 研究方法

本次研究的目的是划定人工干渠、水库和河流等多种类型的水系保护区。既有的水系保护区划分方法主要包括数值模型计算法、GIS辅助法和经验法三种^[14],三种方法各有利弊,需灵活运用。其中,数值模型计算法主要通过构建二维水质模型划定水源地一级保护区的水域范围,而陆域范围的划定尚无成熟的数值模型供参考。GIS辅助法是根据ArcGIS的小流域分析结论,将整个小流域纳入保护区范围,这种方法存在划定范围过大的问题,因此一般用于划定水源保护区的二级保护区。经验法分为等高线法和距离法两种:等高线法是将一定高程线以下的范围纳入保护区,一般用于水源地水库一级保护区的划定;距离法是将水系周边一定水平距离的范围纳入保护区,适用于滁河干渠这种截流型人工干渠。

2.2 研究范围:水系保护区体系构建

在划定水系保护区之前,需要构建水系保护区体系。考虑到研究范围内共有六处水库型水源地,没有河流型水源地^②,本次研究基于水源地水库、作为输

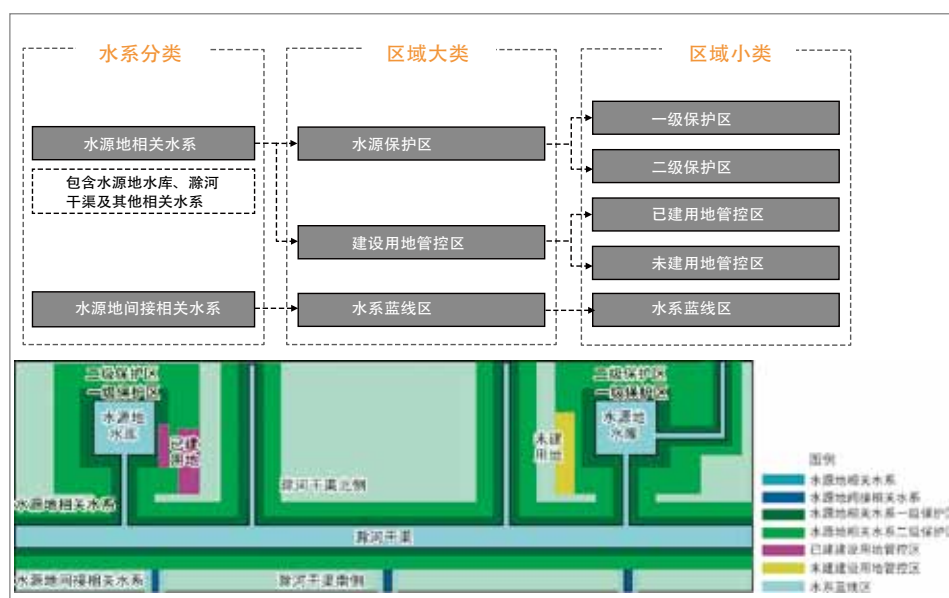


图1 水系保护区分类体系与空间分布示意

水通道的滁河干渠及其他水系三者的划定标准和方法的显著差异,将研究范围内的水系分为相关水系和间接相关水系两种类型,其中相关水系又细分为水源地水库、滁河干渠及其他相关水系三种类型。另外,考虑到滁河干渠和六大水源地水库周边有一定规模的现状和规划建设用地,对严重影响水源保护的建设用地需要责令现状拆除或在规划中调整为非建设用地,而影响不大的建设用地仍然可以保留,但需要采取一定的控制措施,因此研究在水源地直接相关水系周边既要划定水源保护区,又要划定建设用地管控区。根据与水系的距离、生态敏感性及保护要求的差异,研究将水源保护区进一步细分为一级保护区和二级保护区;根据现状建设情况,将建设用地管控区进一步细分为已建用地管控区和未建用地管控区。考虑到水源地间接相关水系与水源保护区的关系相对较弱,因此仅划定较低标准的水系蓝线区,从而总体构建“三大类、五小类”的水系保护区体系(图1)。

2.3 研究思路:“预控”与“协调”

水系保护区的划定是一项复杂而严

谨的工作,需要将“预控”与“协调”相结合进行综合考虑。研究范围内的水系周边大多为乡村,应采用“预控”的思路,依据标准、规范合理地划定保护线;双墩、三十头和岗集等城区为建成区,开发建设已不可逆转,在保证生态安全的前提下,采用“协调”的思路,“有保有压”地划定保护线,协调水系保护区与道路、市政管网、已建项目和已批规划之间的关系。不论是水系保护区的乡村段还是城区段的划定,都要因地制宜地统筹考虑水系周边地形、坡度、汇水条件、重大项目及景观等要素对保护区范围的综合影响,以确定合适的划定方法(图2)。

3 水系保护区的划定路径及管制措施

3.1 划定原则

为更加科学合理地划定水系保护区,需要遵循四大原则:①分类分级,依法依规。根据水系类型的不同和保护线等级的差异,分别寻找对应的法律法规与规范标准,为各类、各级保护线的划定提供充分的依据。②因地制宜,因形就势。保护线的划定不能“一刀切”,应根据

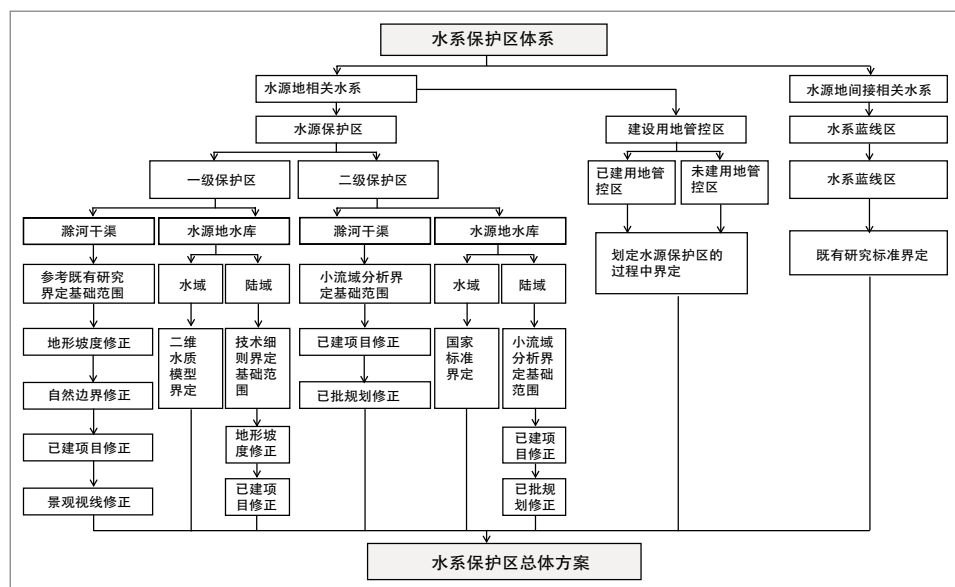


图2 水系保护区的划分体系及方法



图3 滁河干渠一级保护区划定过程

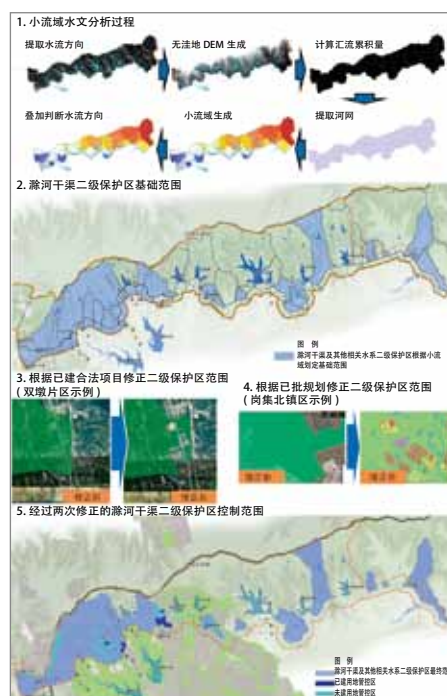


图4 滁河干渠二级保护区划定过程

地形坡度、现状林地、农田、水系沟渠及集水汇流等自然边界进行合理的调整。③科学合理，流域控制。利用科学模型、空间叠加及小流域分析等多种技术手段，保证水系保护线的划定科学合理，尤其要充分考虑到区域汇水条件，落实小流域控制的划线思路。④尊重现状，能调便调。合法的现状已建大型项目不可逆转，应调出保护线范围；科学合理、依据充

分的保护线与现行规划有冲突的，应对现行规划进行调整。

3.2 划定路径

3.2.1 滁河干渠水系保护区的划定

(1) 一级保护区。

朱强、俞孔坚等人在对国内外生态廊道宽度研究成果进行梳理的基础上，总结出各种类型生态廊道的适宜宽度

值^[15]。其中，河岸单侧缓冲带宽度达到100 m是保护生物多样性比较合适的宽度，达到200 m才能产生森林生态效应。

滁河干渠乡村段的北岸是需严格保护的地区，将全面开展植树造林工作，按200 m宽度作为一级保护区基础范围，以保证森林生态效应的产生；城区段无法开展大规模植树造林工作，将以保护生物多样性为目标，按100 m宽度作为一级保护区基础范围；乡村段南岸属于非汇水区，受污染影响较小，标准可适当降低，可参照城区段的100 m标准^③。此外，参考我国其他地区水系保护区的做法，将滁河干渠的所有入流河道的入流口上溯1000 m的水域两侧纵深50 m的范围纳入一级保护区，以确保这些来源水的水质安全。按照上述控制标准，划定滁河干渠一级保护区基础控制范围为52.1 km²。

为解决过去划定水系保护区“一刀切”的问题，研究在基础控制范围的基础上进行了四次修正。第一次，考虑到沿岸地形坡度变化对一级保护区范围存在较大的影响，按照《饮用水水源保护区划分技术规范》对一级保护区距离的计算方法^④，根据坡度坡向修正一级保护区范围，将坡度较大的汇水面调入保护范围。第二次，为保证生态廊道和斑块的完整性，按照“只增不减”原则^⑤，将农田肌理、现状林地、水系沟渠和集水汇流等自然边界调入保护范围。第三次，划定的一级保护区范围内有少量已建项目，需要谨慎对待。以保证生态安全为前提，调出7处非工业已建合法项目，纳入已建用地管控区进行严格管控；对4处合法工业项目、所有非法建设项目和所有自然村要求限期搬迁。第四次，根据视线景观的需要，从景观节点完整性的角度，将城区段五大景观节点适当放大，调入保护范围。

经过以上四次修正，划定滁河干渠一级保护区的面积共62 km²(图3)。

(2) 二级保护区。

参考《饮用水水源保护区划分技术规范》的规定,二级保护区陆域边界不应超过相应的流域分水岭范围^[7]。因此,二级保护区的划定按照流域控制原则,考虑实际汇水条件,将汇水流入滁河干渠的小流域整体纳入二级保护区的基础范围。

基于规划区 DEM, 研究采用 ArcGIS 中的 Hydrology 水文分析模块, 通过提取水流方向、无洼地 DEM 生成、计算汇流累积量、提取河网、分割小流域和叠加判断水流方向 6 个步骤进行水网及小流域分析, 把研究范围划分为 69 个小流域。将汇水流入滁河干渠的 24 个小流域整体纳入二级保护区, 划定滁河干渠二级保护区基础控制范围为 271 km²。

同理, 为解决过去划定水系保护区“一刀切”的问题, 在基础控制范围的基础上需要进行两次修正。第一次, 调出 22 处已建合法项目, 纳入已建用地管控区进行严格管控; 对所有非法建设项目要求全部限期搬迁, 控制村庄无序扩张, 禁止新增建设用地规模。第二次, 规划但未建的建设用地同样需要谨慎对待。以保证生态安全为前提, 调出规划未建用地, 纳入未建用地管控区。与现行规划相比消减 6.2 km² 的面积, 以保

证预留充足的生态廊道实现充分的生态隔离。

经过以上两次修正, 划定滁河干渠二级保护区范围, 面积共 291 km² (图 4)。

3.2.2 水源地水库水系保护区的划定

(1) 一级保护区。

依据《饮用水水源保护区划分技术规范》, 水源地水库保护区需要分别划定水域和陆域范围。首先划定水源地水库一级保护区水域。依据《饮用水水源保护区划分技术规范》, 在技术条件允许的条件下, 采用二维水质模型科学划定一级保护区水域范围。因此, 使用 MIKE21 构建二维水质模型, 通过概化地形网络、明确边界条件、模拟流场、模拟浓度场和计算最长轴线 5 个步骤, 得到六大水源地水库的最长轴线, 分别以取水口为圆心, 以最长轴线为半径, 划定水源地一级保护区水域范围为 1.3 km², 如图 5 所示。

随后, 划定水源地水库一级保护区陆域范围。根据《饮用水水源保护区划分技术规范》关于“中小型水库二级保护区陆域为取水口侧正常水位线以上 200 m 范围内的陆域, 或一定高程线以下的陆域”的要求, 依据《全国城市饮用水水源保护区划分技术细则》关于“大中型平原区水库一级保护区陆域为库区

居民迁移线以下的区域”的定义^[16], 选择六大水源地水库的库区居民迁移线作为一级保护区陆域的基础界线, 同时将六大水源地水库的所有入流河道的入流口上溯 1 000 m 的水域两侧纵深 50 m 的范围纳入一级保护区的基础控制范围, 面积共 17.8 km², 以保障这些来源水的水质安全。

同理, 为解决过去划定水系保护区“一刀切”的问题, 在基础控制范围的基础上需要进行两次修正。第一次, 根据坡度、坡向修正一级保护区范围, 将坡度较大的汇水面调入保护范围。第二次, 调出 3 处非工业已建合法项目, 纳入已建用地管控区进行严格管控; 对所有非法建设项目和所有自然村要求全部限期搬迁。

经过以上两次的修正, 划定水源地水库一级保护区的陆域范围, 面积共 31.3 km² (图 6)。

(2) 二级保护区。

依据《饮用水水源保护区划分技术规范》关于“中小型水库一级保护区边界外的水域面积设定为二级保护区”^[7]的要求, 研究首先划定水源地水库二级保护区水域范围为 22.8 km²。其次, 依据《饮用水水源保护区划分技术规范》关于“平原性中型水库二级保护区范围

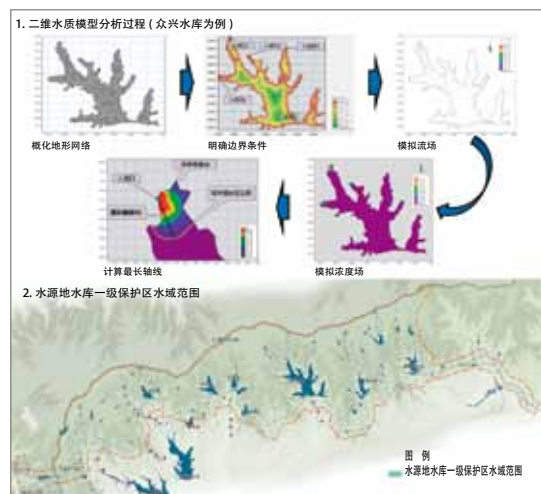


图 5 水源地水库一级保护区水域范围划定过程

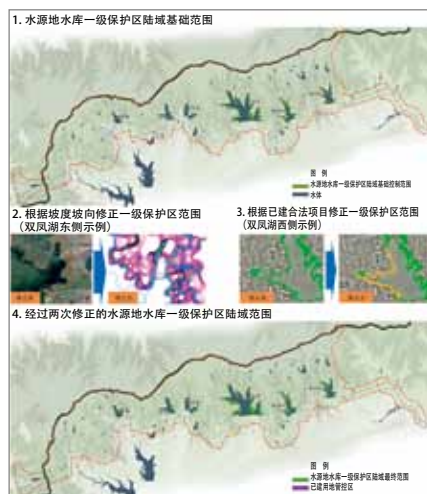


图 6 水源地水库一级保护区陆域范围划定过程

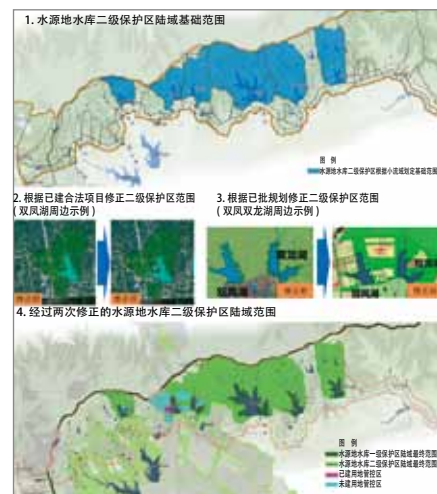


图 7 水源地水库二级保护区陆域范围划定过程



图8 滁河干渠及沿线水系保护区划分总体方案

应不超过相应的流域分水岭”^[7]的要求，水源地水库二级保护区的划定按照流域控制原则，考虑实际汇水条件，将汇水流入六大水源地水库的7个小流域整体纳入二级保护区基础控制范围，面积共287 km²。

同样，需要在基础控制范围的基础上进行两次修正。第一次，调出21处已建合法项目，纳入已建用地管控区，进行严格管控；对所有非法建设项目要求全部限期搬迁，控制村庄发展，禁止新增建设用地规模。第二次，以保证生态安全为前提，调出规划未建用地，纳入未建用地管控区。与现行规划相比消减了12.8 km²的面积，以保证预留充足的生态廊道，实现充分的生态隔离。

经过以上两次修正，划定水源地水库二级保护区的陆域范围，面积共322 km² (图7)。

3.2.3 水源地间接相关水系保护区的划定

考虑到水源地间接相关水系与水源地保护的关系相对较弱，因此依据《合肥市四线规划》中关于蓝线区的划定标准，划定相对较低标准的水系蓝线区范围，面积共9 km²。

3.3 管制措施

水系保护区的划定及规划需要管制措施与体制机制的保障，实行“分类发展，分类管理”，切实提高规划的可操作性^[17]。

(1) 分类管控水源地保护区。

一级保护区敏感度极高，禁止一切与供水工程、旅游休闲和保护水源无关的建设项目，已建成的与供水工程、旅游休闲和保护水源无关的建设项目，由县级以上人民政府责令拆除或者关闭，旅游休闲服务设施需严控规模，不应包含住宿、餐饮类设施，做好生态化措施，严禁排污，并进行环评及准入论证；城区内位于一级保护区范围内的4处工业项目责令全部停产、限期搬迁，外围零散分布的乡镇企业全部迁出，集中入园；对一级保护区范围内的自然村逐步搬迁，原用地恢复生态功能，逐步退耕还林，降低农业面源污染。

二级保护区敏感度较高，严控污染源，禁建排放污染物的建设项目；零散分布的乡镇企业责令全部迁出，集中入园，对近期无法迁出的企业进行停产，限期搬迁；二级保护区范围内的村庄严控发展，禁止新增建设用地规模；鼓励植树造林，提升区域森林覆盖率；在不破坏生态环境的前提下，允许适当旅游服务设施建设，允许进行适度改建、扩建，但应进行严格的环境评价及准入论证。

(2) 严控建设用地管控区。

对已建用地管控区内的50处项目全部提高污染排放标准，完善配套设施建设要求：污水管网覆盖率必须达到95%以上；生活污水100%收集，必须

经过预处理达到国家综合污水排放一级标准才能进入城市污水管网；生活垃圾100%收集，无害化处理率达到100%。未来有条件，可逐步迁出部分项目，尤其是从一级保护区中调出的10处项目，恢复为水源保护区。

未建用地管控区严控新建项目审批，需单独编制水源保护区环境保护专项报告，通过审核后，才能开展审批工作。加强新建项目管控，实现生活垃圾及污水100%收集与处理，禁止初期雨水直接排放，采用雨水收集利用系统，雨水利用率达到80%。严控一线滨水地区建设，位于一级保护区外的新建地块，高度不应超过滨水绿线宽度的1.5倍，建筑临水面不应大于水体长度的30%，预留充足的视线廊道。

(3) 纳入现行规划体系。

水源保护区的划定本身并不具有法定意义，需要进一步结合城市总体规划和土地利用总体规划的修编调整，对生态保护线进行划定，将本次研究划定的水源保护区落实到法定规划中，才能赋予其法定效力。本次研究划定的一级水源地保护区、二级水源地保护区、已建用地管控区、未建用地管控区及水系蓝线区 (图8)，与《合肥市生态保护红线规划》紧密衔接，全部纳入合肥市“四规合一”平台中，以指导下一步合肥市及各乡镇的法定规划修编。

4 结语

针对我国许多城市当前面临着生态环境恶化、生物多样性降低等亟待解决的问题^[18]，绿色基础设施作为改善人居环境、提高城市生态品质的有效手段，对其的推广势在必行。但要在国内实施绿色基础设施建设，从政策认可到程序实行无疑需要一个漫长的过程。本文以绿色基础设施的重要组成部分——水系保护区为例，对其划定路径和管制措施

进行了探索。

研究认为,水系保护区的划定不仅需要科学方法做支撑,更是一个博弈过程,技术规范标准、计量模型和科学依据虽构建了较为理想的保护蓝图,但与地方发展诉求之间常不可避免地存在矛盾与冲突。妥善处理理想蓝图与现实诉求之间的关系,是水系保护区划定工作的核心。一方面采用“预控”思维,依据标准规范科学合理划定保护线,最大限度地保障地区生态安全;另一方面做好“协调”,守住发展与保护的底线,有保有压地划定保护线,统筹考虑水系周边地形、坡度、汇水条件、重大项目和景观等要素对保护区范围的综合影响,实现生态优先、绿色发展的目标。

需要强调的是,水系保护工作绝不局限于保护线的划定,“三分规划、七分管理”,最终还是要落实到管控措施与体制机制的保障上。■

[注 释]

- ①输水干渠型水系承担输送饮用水的功能,相对于一般城市河流而言,其保护的重要性与迫切性都更甚一筹。
- ②河流型水源地是指提供居民生活及公共服务用水取水工程的河流型水源地域,滁河干渠仅是输水通道,没有取水口,因此滁河干渠并非河流型水源地。
- ③滁河干渠整体地形北高南低,北岸为汇水区。
- ④目前关于地表饮用水一级保护区范围受坡度影响具体计算方法的研究尚空缺,参考《饮用水水源保护区划分技术规范》中地下饮用水水源保护区的一级保护区距离计算公式: $L = \alpha \times K \times I \times T / n$,其中L为一级保护区距离,I为水力坡度。虽然是地下饮用水一级保护区计算公式,但是可以反映坡度与保护距离之间的正相关关系。
- ⑤“只增”是根据自然边界将成片生态空间纳入保护范围,“不减”是保障生态廊道的生态功能不降低。

[参考文献]

- [1] 孟原旭,王琛.基于绿色基础设施的绿地系统规划方法探析[J].规划师,

2013(9): 57-62.

- [2] 张秋明.绿色基础设施[J].国土资源情报,2004(7): 35-38.
- [3] Tzoulas K, Korpela K, Venn S, et al. Promoting Ecosystem and Human Health in Urban Areas Using Green Infrastructure: A Literature Review[J]. Landscape and Urban Planning, 2007(81): 167-178.
- [4] 李开然.绿色基础设施:概念,理论及实践[J].中国园林,2009(10): 88-90.
- [5] 仇保兴.建设绿色基础设施,迈向生态文明时代——走有中国特色的健康城镇化之路[J].中国园林,2010(7): 1-9.
- [6] 周艳妮,尹海伟.国外绿色基础设施规划的理论与实践[J].城市发展研究,2010(8): 87-93.
- [7] 国家环境保护总局.饮用水水源保护区划分技术规范(HJ/T 338—2007)[S]. 2007.
- [8] 常德政,袁金华,王有乐.河流型水源保护区划分方法探讨[J].环境科学与技术,2010(2): 181-183.
- [9] 刘春丽.基于ASTER GDEM的流域水文特征分析及水源保护区划分——以哈尔滨市磨盘山水库为例[J].东北农业大学学报,2015(10): 82-89.
- [10] 王洪前,杨会改,王斌.大型河流饮用水水源保护区划分方法研究——以长江宜宾段为例[J].绿色科技,2015(4): 241-244.
- [11] 胡细银,廖永生.城市规划区内非建设用地的控制对策研究——以铁岗—石岩水库水源保护区规划为例[J].城市规划,1998(3): 30-31.
- [12] 毛建国,张卫新,闫双庆.浅析乌拉泊水源保护区现状及保护治理措施[J].水资源与水工程学报,2007(4): 88-92.
- [13] 孙兴滨,袁婷.肇东水库饮用水水源保护区的划分与保护措施[J].内蒙古科技与经济,2016(2): 61-62.
- [14] 唐肖.湖库型饮用水源地保护研究——以天目湖水源地为例[D].苏州:苏州科技学院,2011.
- [15] 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(9): 2406-2412.
- [16] 水利部水利水电规划设计总院.全国

城市饮用水源保护区划分技术细则[S]. 2015.

- [17] 曹靖,李星银,陈婷婷,等.基于空间增长模拟的安庆城市开发边界划定方法及管控策略[J].规划师,2016(6): 23-30.
- [18] 付喜娥.绿色基础设施规划及对我国的启示[J].城市发展研究,2015(4): 52-58.

[收稿日期] 2016-10-28;

[修回日期] 2016-11-08

湿地型绿色基础设施的规划设计途径与案例

□ 张 晶, 许云飞, 陈 丹

[摘要] 在我国快速城镇化的当下, 引入绿色基础设施的规划建设理念, 有助于更好地保护和利用城市湿地, 促进其生态、社会和文化协调发展, 探索具有中国特色的湿地型绿色基础设施规划设计模式。文章选取海珠湿地作为我国湿地型绿色基础设施的典型实例, 从宏观、中观和微观三个不同层面分析其规划设计方法及建成后的生态社会效益, 探讨我国湿地型绿色基础设施规划设计的三条有效途径及具体策略: 战略保护与生态网络连通, 人工干预的生态修复与管控, 以及生态、社会和文化景观多功能设计。

[关键词] 湿地型绿色基础设施; 规划设计途径; 广州海珠湿地

[文章编号] 1006-0022(2016)12-0026-05 [中图分类号] TU984 [文献标识码] B

Wetland Green Infrastructure Planning And Practice/Zhang Jing, Xu Yunfei, Chen Dan

[Abstract] Introduction of green infrastructure is conducive to the preservation and utilization of wetland, as well as coordinate development of ecology, society, and culture. The paper chooses Haizhu wetland as an example, analyzes its planning and social, ecological effects, and discusses three major strategies in wetland green infrastructure planning: preservation and networking, manual repair and management of ecology, and multi-dimensional landscape design.

[Keywords] Wetland green infrastructure, Planning and design, Haizhu wetland in Guangzhou

0 引言

绿色基础设施建设作为可持续发展的重要战略之一, 最先在美国提出, 其定义为: “绿色基础设施 (Green Infrastructure) 是国家自然生命的支持系统, 即水道、湿地、林地、野生动物生境和其他自然区、公园、保护区、种植场、牧场和森林, 以及维系天然物种、维护空气和水资源并对美国人民健康和生活方式有所贡献的荒野及其他空地的互通网络”。从其定义可知, 人们期望通过绿色基础设施的规划建设, 改善自然生态系统服务功能, 应对城市环境问题和气候变化所带来的挑战。

随着我国城镇化的快速推进与建设用地的扩张,

城市的自然生态环境遭受严重威胁与破坏, 其中湿地是目前受到威胁最大的生态系统。在以往的城市规划与建设中, 人们通过建设灰色基础设施 (Grey Infrastructure), 防范洪水的侵犯和满足人们不断增长的用水需求。在这个过程中, 大多数城市湿地被排干和填埋, 或被开垦为农田, 或被开发为居住和工业用地。少数“幸存”下来的城市湿地也因受严重污染而导致生物多样性锐减、水土流失加剧, 并逐步失去了自然净化与调蓄的能力。

在我国城市湿地的保护与发展过程中, 引入绿色基础设施的规划理念, 探索湿地型绿色基础设施的规划设计途径, 有助于促进城市湿地生态环境的改善,

[作者简介] 张 晶, 教授级高级工程师, 注册城市规划师, 广州市城市规划勘测设计研究院副总工程师、规划专业部部长。

许云飞, 工程师, 注册城市规划师, 广州市城市规划勘测设计研究院规划管理专员。

陈 丹, 高级工程师, 广州市城市规划勘测设计研究院市政景观管理专员。

使生态、社会和文化协调发展,避免出现类似欧美发达国家在其城镇化过程中产生的严重生态环境问题。本文选取海珠湿地为研究对象,通过分析其规划与设计过程,评估建成后的实际效益,进而探讨我国城市湿地型绿色基础设施规划与设计的有效途径。

1 研究区域概况与现状问题

1.1 区位

海珠湿地位于广州中心城区海珠区东南隅,北面珠江新城,南临珠江后航道,东望国际生物岛,西跨广州城市新中轴,总面积为1 647 hm²,是全国大城市中心城区面积最大的国家湿地公园。作为广州绿色生态网络体系的重要组成部分,海珠湿地与白云山风景区分别被称为广州的“南肺”和“北肺”。

1.2 特征

在《建筑气候区划标准》(GB 50178—93)中,海珠湿地位于IV A和IV B气候区交界,属于湿热地区。气候特点为:太阳辐射强烈,日照充足;长夏无冬,温高湿重,5~9月平均气温超过26℃,月平均绝对湿度超过15 g/kg;雨量充沛,常有大风暴雨天气,多受热带风暴和台风袭击。

海珠湿地属典型的三角洲城市湖泊与河流湿地,是候鸟迁徙的重要通道,区内遍布纵横交错的河网和幽深恬静的果林,现存果林约1万亩(约为666.67 hm²),故又名“万亩果园”。在海珠湿地规划建设之前,原海珠湿地区域一直是广州重要的水果生产基地,主要种植岭南地区乡土果树,如荔枝、龙眼、黄皮、番石榴、杨桃及芭蕉等。因此,海珠湿地具备成为城市重要绿色基础设施的良好自然本底和天然区位优势。

1.3 问题

随着城市的快速扩张,原海珠湿地区域不断受到城市建设用地的包围与侵

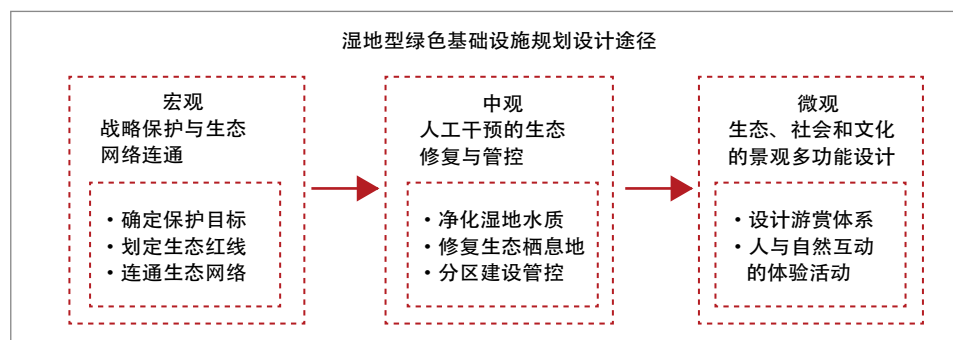


图1 湿地型绿色基础设施的规划设计途径及具体策略

蚀。湿地周边,居住用地和工业用地相互交错,人们生产生活所产生的污水、垃圾严重侵蚀果林湿地的生态环境,造成湿地水面率下降、水体淤塞不通、水质污染严重、生物多样性降低。海珠湿地中传统水果农业生产的生态经济效益急剧下降,多数区域的水质降低为劣五类,甚至出现水体变黑发臭、蚊虫滋生等现象。为了应对上述问题,更好地保护海珠湿地,发挥其生态系统服务功能,湿地型绿色基础设施的规划理念被逐步应用于海珠湿地的规划、设计和建设过程中。

2 湿地型绿色基础设施的规划设计理念

本文从宏观、中观和微观三个层面梳理湿地型绿色基础设施的相关规划理论,提出了“宏观:战略保护与生态网络连通,中观:人工干预的生态修复与管控,微观:生态、社会和文化的景观多功能设计”三个方面的规划设计途径及具体策略(图1)。

2.1 宏观:战略保护与生态网络连通

对城市湿地保护而言,划定保护区域是自然保护方法中的首要策略,其目标是保护和修复城市中“幸免于难”的自然湿地碎片。这些湿地碎片已经成为城市宝贵的自然资源,并因发挥着净化水质、调蓄雨洪、过滤空气和提供绿色开敞空间等重要的城市生态系统服务功

能,而被视为城市绿色基础设施的重要组成部分。

单纯保护下来的城市湿地往往呈现破碎化、与周围的水文环境相互割裂的状态。因此,除划定保护区域外,还需将湿地型绿色基础设施与城市绿地系统相连通,使其成为城市绿色空间体系的重要组成部分。将城市湿地与河流、湖泊、森林等自然斑块相互连接,构成完善的绿色基础设施体系,可以极大地提高城市生态系统的稳定性与综合生态服务能力。

2.2 中观:人工干预的生态修复与管控

城市湿地被城市建设用地包围且持续受到城市发展和人类活动的影响,湿地的自我净化能力无法应付不断增加的污染物质的流入,导致水体污染、生物多样性退化等一系列环境问题。在人工干预下进行科学的生态修复,能够有效地提高城市湿地的生态功能。一方面通过湿地基质与植被设计,提升湿地净化水质的能力;另一方面修复生态栖息地,逐步引导恢复湿地的生物多样性功能。

在修复湿地型绿色基础设施生态功能的同时,严格进行生态管控是减少湿地受到外部环境污染和影响的必要途径。生态管控是指针对不同区域的自然环境特征,进行环境敏感性分析,进而对该区域内人类活动的类型以及开发建设的强度进行限制。生态管控的目标是将人的活动对湿地生态功能的影响限制在其可承受的范围之内,在源头上保证湿地生态功能的可持续。



图2 海珠湿地保护控制线规划图

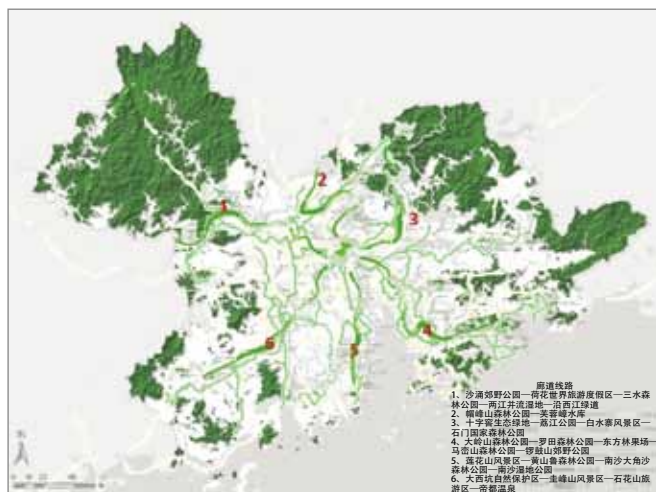


图3 海珠湿地与区域绿色廊道衔接关系图

2.3 微观：生态、社会和文化景观的多功能设计

湿地型绿色基础设施不仅需要具备良好的湿地生态功能，还需要更加关注生态、社会和文化景观的多功能设计，为城市提供多重功能效益。对城市居民而言，城市湿地首先是一处绿色开放的公共空间，人们依据湿地中不同区域的管理要求，开展相应的户外休闲活动，如散步、慢跑、骑车、观鸟及摄影等。其次，城市湿地可以向人们提供生态展示、科普教育等文化功能，使人们在户外休闲的同时可以了解到湿地生态系统的循环过程、动植物的生活习性等。这种生态教育的功能，使湿地型绿色基础设施成为青少年学习实践的户外课堂，成为生态文明理念在全社会提升和推广的重要平台。

3 海珠湿地规划案例研究

3.1 战略保护与生态网络的连通

海珠湿地的宏观规划过程充分实践了湿地型绿色基础设施规划设计理念的战略保护途径，将孤立的湿地斑块融入城市绿色网络体系。

自1999年起，广州海珠区编制了果树保护区总体规划，确定了果树种植区的绝对保护范围和相对保护控制线。

2000年，广州编制出台的《广州市总体发展战略规划（深化）》，提出广州战略发展重心沿珠江向东移动的同时，将海珠湿地定位为广州的“南肺”，明确提出保护海珠果林湿地，构建市区主导风向的“城市风廊”的战略保护策略，这次规划为海珠湿地在后续十几年的城市快速扩张中得以保留，奠定了至关重要的基础。

2010年，《广州市城市总体发展战略规划（2010—2020）》确定了“生态优先，串珠发展”的全市生态实施策略，再次明确提出：“加强主城区生态建设，围绕白云山、芳村花卉保护区和万亩果园（即海珠湿地）三大绿心，以水系为主线串通与隔离城市组团，营造步行休闲绿道”。同年，《广州市土地利用总体规划（2010—2020）》出台，要求“将基本农田保护与生态建设结合起来，保护万亩果园，合理配置土地资源，提高土地资源对经济社会可持续发展的保障能力”。

2012年，广州以海珠湿地为核心构建海珠生态城，编制完成《广州海珠生态城规划》，划定了1647 hm²的海珠湿地保护控制线（图2），并将海珠湿地与珠江三角洲6条区域绿色廊道相衔接（图3）。至此，在宏观层面，以海珠湿地为“枢纽”、以水系廊道和区域绿道

为“联接”的相对完善的城市湿地型绿色基础设施网络体系基本成形。

3.2 人工干预的生态修复与管控

针对海珠湿地自身生态功能退化严重的现状，海珠湿地规划通过水系统循环净化、生物多样性恢复和分区建设管控等具体设计策略，实现人工干预的生态修复与管控。

3.2.1 水系统循环净化

海珠湿地的规划设计重新梳理了水体循环系统。首先，取消湿地内原有的十余座河涌水闸，使湿地内部水体整体联通。其次，在湿地内部河流与珠江河道交界处建设水闸，利用珠江潮汐特征，通过控制水闸使水流形成单向流动，平均每两天完成一次换水，利用潮汐动能维护水体循环。由于海珠湿地规模较大，在珠江涨潮动力不足时，利用场地内现有一座65万吨污水处理厂提供中水补水。最后，利用场地地形和水流方向设计湿地净化基质植物群落，通过物理过滤、沉淀、植物根系吸附和微生物分解等一系列过程，逐步净化进入湿地的水体（图4）。通过上述水系统循环净化策略，海珠湿地在科学合理的人工干预下，利用自然潮汐动能实现湿地水系统的整体循环与自身净化。

3.2.2 生物多样性恢复

根据不同的地形植被特征，海珠湿地内共有 4 种湿地类型，分别为湖泊湿地、河流湿地、果林湿地和滩涂湿地。针对不同类型湿地关键物种的生态需求，规划制定了各湿地类型的生物多样性恢复策略，并直接体现在场地的详细规划与设计成果中（表 1）。

3.2.3 分区建设管控

依据防洪要求，分别选取 5 年一遇、10 年一遇、20 年一遇、50 年一遇、100 年一遇雨洪水位，对海珠湿地范围内的用地进行淹没区模拟分析。规划根据淹没区分析结果，进一步提出分区建设管控的策略，为下一步场地详细规划与设计提供指导依据（图 5，表 2）。

3.3 生态、社会和文化景观的多功能设计

3.3.1 游赏体系设计

通过湿地的景观营造，规划设计了完善的游赏体系，包括游赏步道、游船水道、自行车或电瓶车路径 3 种类型。游赏路径的设计遵循对湿地自然本底最小干扰的原则，避开主要动植物栖息地。在生态敏感度高的区域采取架空步道的方式保证湿地下垫面的连通。游赏路径的设计既满足了游览者的活动需求，又将游览者的活动限定在游赏路径的范围以内，避免游赏活动对生物栖息地的干扰。

3.3.2 人与自然的互动体验

景观营造在游赏体系规划的基础上更加关注人与自然的互动体验，加强湿地的生产维护、科普教育等多元复合的功能与价值。例如，在百年荔枝林区域设计架空步道，引导游览者在特定季节开展水果采摘体验活动；选取地形相对较高、植被丰富的区域设计隐蔽的观鸟屋，引导人们观察鸟类活动、学习鸟类知识等。

3.4 效益评估

通过对已经建成的海珠湖公园、海

表 1 各湿地类型生物多样性恢复策略

湿地类型	关键恢复物种	规划策略		
		栖息地	食物	干扰控制
湖泊湿地	鹭鸟 翠鸟	控制部分水体达到 1.5 m 水深，水岸边多营造不足 0.3 m 水深的水湾，种植硬度高且植株高度大于 5 m 的乔木	湖区易种植挺水和浮水植物，并补充鱼、虾、蟹和贝类，建立稳定的水生生物链	设置隔离缓冲带，如芦苇等植物绿篱，观鸟设施及人行通道需隐蔽，严格限制栖息地内人为活动
河流湿地	海鸥 (红嘴鸥)	营造石滩、晚绿滩等适合海鸥的生境，在河涌边缘水面布设浮排或竹竿，并增设围栏等	在河涌及两岸放养鱼虾、种植蜜源性植物招引昆虫，补充其食物源	在繁殖期避免人为干扰，适当设置芦苇丛或隐蔽性较高的草地供其繁殖
果林湿地	林鸟 松鼠	选择具有生态效应的常绿阔叶林作为主体林分，营造不同生态位的生境	为林鸟增加花蜜，吸引昆虫；为松鼠种植核果类或坚果类树种，如榕果、松子和板栗等	周围营造带刺的茂密灌木林，保持林内相对隐蔽的生境
滩涂湿地	鹤鹑 野鸭 秧鸡	秋季开闸放水，降低水位，以扩大晚绿滩涂面积；增加浅水水域面积，同时在深水域设置漂浮的小席子	丰富动物的食物来源，包括植物花果和水生生物、无脊椎动物等，构成完善的食物链	保持近水区域接近规划总面积一半左右的范围为禁止游人进入的区域，以保证湿地内鸟类稳定的生境

表 2 分区建设管控策略

序号	分区范围	管控策略
1	5 年一遇洪水范围	基本不建设，不得进行任何与湿地生态系统保护和管理无关的活动，不得建设任何基础设施，多采取植物造林的方式进行水土保持
2	10 年一遇洪水范围	可通过人工或自然工程技术措施，进行果林湿地植被恢复示范工程、绿道工程建设
3	20 年一遇洪水范围	可适当开展以生态展示、科普教育等活动为目的的部分构筑物建设，允许游客进入认识和体验湿地生态系统，但需要严格控制游客数量；同时，以 20 年一遇洪水水位作为标准，构建生态堤岸建设标准
4	50 年一遇洪水范围	对新增建设项目和用地进行控制，禁止居住类用地建设，可适当进行城市公共服务类的建设活动
5	100 年一遇洪水范围	控制开发强度，防止高强度开发；注意采取必要的防洪措施，完善城市防洪排涝体系

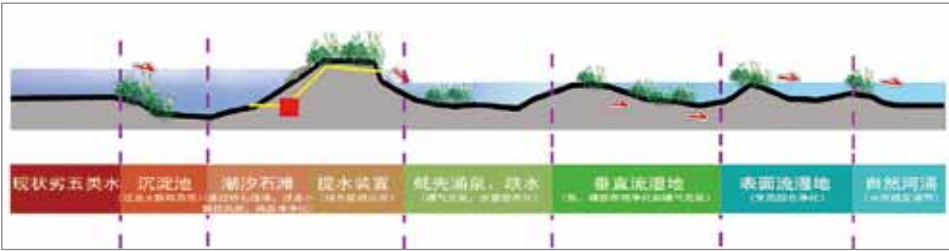


图 4 海珠湿地水系净化过程图

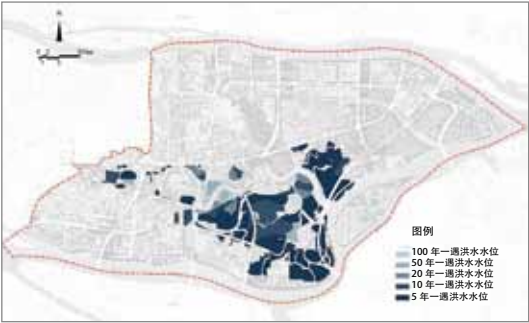


图 5 淹没区分区规划图



图 6 海珠湿地实景图

珠湿地一期和海珠湿地二期进行环境监测、管理维护和效益评估,发现建成的海珠湿地区域已在生态恢复、功能复合和城市形象等方面取得了良好的生态社会效益(图6)。

3.4.1 生态恢复

海珠湿地是我国中东部5条候鸟迁徙通道和中部2条迁徙路线的途径会合地,同时还是东北亚2条迁徙通道的途经停歇地。随着2012年海珠湿地的保护建设,湿地环境不断改善,水质逐步从V类提升为III至IV类。动植物等生物多样性逐渐恢复,来海珠湿地越冬的候鸟种类和数量明显增加。自2012年设立动植物监测点以来,观测到的鱼类由17种增加到36种,鸟类由72种增加到133种,其中候鸟种类由40种左右增长到72种。鸟类种类和数量呈现双增长,已经达到世界同纬度重要湿地公园、保护区鸟类100种以上的平均水平。此外,经过规划设计后的海珠湿地现有维管束植物344种,昆虫66种,两栖动物8种,爬行动物18种,兽类7种。海珠湿地作为特大城市中心城区的绿色基础设施,具备如此丰富的生物多样性,已是世界罕见。

3.4.2 功能复合

海珠湿地的功能不仅仅局限为一块城市绿地,更为市民提供了优化水文过程、净化空气质量、户外休闲健身和青少年科普教育等多元复合的功能与价值。2015年,广州日报在海珠湿地建立广州日报科普基地,海珠湿地开设的“自然教育学校”开办课程超过200场,吸引超过万名孩子和家长参与。

3.4.3 城市形象

经过三年多的保护和恢复建设,昔日的果树保护区如今已经成为广州生态旅游目的地,2012~2015年已累计服务游客逾2000万人。2015年,海珠湿地成为广州首个国家湿地公园,也是全国第一个“都市果林湿地”和全国大城

市中心区域面积最大的湿地型绿色基础设施。随着建设管理的不断完善,海珠湿地的生态和社会效益不断提升,已经从昔日的城市“绿肺”转变为今日的城市“绿心”,成为广州生态文明建设的新名片。

4 结语

海珠湿地是我国在特大城市中心城区保护并利用的面积最大的湿地型绿色基础设施。规划建设后的海珠湿地生态环境得到极大改善,生态系统服务功能显著提升,在生态恢复、功能复合和提升城市形象等方面取得了显著的生态社会效益,成为广州城市生态文明建设的新名片。

本文通过分析海珠湿地规划与建设的实践经验,探讨了我国湿地型绿色基础设施规划设计的3条有效途径及具体策略:战略保护与生态网络连通,人工干预的生态修复与管控,以及生态、社会和文化的景观多功能设计。因规划建设后的海珠湿地取得了良好的生态社会效益,故其规划设计途径及策略可作为我国生态型绿色基础设施规划的有效途径之一。■

[参考文献]

- [1] 张秋明. 绿色基础设施[J]. 国土资源情报, 2004(7): 35-38.
- [2] Stokman A, Jorg J. Strategic Approaches to Urban Wetlands: Reconciling Nature Conservation, Engineering and Landscape Architecture[J]. Landscape Architecture Frontiers, 2013(4): 44-55.
- [3] Beatley T. Green Urbanism: Learning from European Cities[M]. Washington, D.C: Island Press, 2000.
- [4] Yu K J, Li D H. The Growth Pattern of Taizhou City Based on Ecological Infrastructure: A Negative Approach Physical Urban Planning[M]. City

Planning Review, 2005.

- [5] 张晋石. 绿色基础设施: 城市空间与环境问题的系统化解途径[J]. 现代城市研究, 2009(11): 81-86.
- [6] 俞孔坚, 张媛, 刘云千. 生态基础设施先行: 武汉五里界生态城设计案例探析[J]. 规划师, 2012(10): 26-29.
- [7] 仇保兴. 建设绿色基础设施, 迈向生态文明时代: 走有中国特色的健康城镇化之路[J]. 中国园林, 2010(7): 1-5.
- [8] 贺炜, 刘滨谊. 有关绿色基础设施几个问题的重思[J]. 中国园林, 2011(1): 88-92.
- [9] 陈丹, 曹靖. 广州万亩果园湿地: 国际化大都市中心城区背景下的城市湿地规划探索——与杭州西溪湿地公园对比研究[J]. 中外建筑, 2012(4): 64-67.

[收稿日期] 2016-10-20;

[修回日期] 2016-11-02