

广州市南沙区灵山岛尖外江岸线生态提升规划设计

Ecological Promotion Planning and Design of Lingshan Island Riverside, Nansha District, Guangzhou City

李阳 李小艳 李冰心
LI Yang, LI Xiao-yan, LI Bing-xin

摘要: 灵山岛尖位于广州市南沙区, 被蕉门水道及上横沥水道环绕, 其外江岸线的生态健康程度密切影响着水域生态环境的优劣。灵山岛尖外江岸线受人类活动干扰, 植被覆盖度较低, 外江生态系统被破坏, 退潮时出现干砌石外露现象, 亟需进行生态修复。为营造和谐健康的外江生态环境, 提出“人—城—水互动”与“重塑自然”的设计思路, 系统阐述打造具有广州南沙本土风貌特色的外江岸线生态化景观的具体措施, 成功将枝桠沉床和土工格室生态工法技术应用在近海地区, 并采用近自然植物群落设计优化外江岸线, 形成具有岭南特色的生态空间。

关键词: 生态提升; 生态工法; 滨水岸线; 灵山岛
中图分类号: TU986
文献标志码: A
文章编号: 1671-2641 (2021) 04-0085-05
收稿日期: 2021-01-18
修回日期: 2021-04-01

Abstract: Lingshan Island is located in Nansha District, Guangzhou, and surrounded by Jiaomen Waterway and Shanghengli Waterway. The ecological health of river shoreline closely affects the ecological environment of the river. The river shoreline of Lingshan Island is disturbed by human activities, resulting in low vegetation coverage and destroyed ecosystem of river, thus dry masonry of riverbank is exposed at low tide. Therefore, ecological restoration is urgently needed. In order to create a harmonious and healthy ecological environment of river, this paper puts forward the design ideas of "interaction of human, city and water" and "reshaping nature", and systematically expounds the specific measures to create the ecological landscape of shoreline with the local style and features of Nansha, Guangzhou. Meanwhile, branches and geocell ecological engineering technologies are successfully applied in offshore areas. The close-to-nature design on plants is adopted to optimize the shoreline of river and form an ecological space with Lingnan characteristics.

Key words: Ecological promotion; Ecological engineering; Waterfront shoreline; Lingshan Island

为高质量推动城市建设, 系统性推进“山水林田湖草”生命共同体的生态保护与修复工作, 粤港澳大湾区生态建设势在必行。自然岸线作为粤港澳大湾区生态空间资源的重要组成部分, 其生态价值主要体现在养殖供给、氧气生产、休闲游憩、气体调节(固碳)、生物多样性保护价值和污染物吸收价值等方面^[1], 因此岸线的保护和开发利用潜力巨大。外江岸线即入海河道两岸一定范围内的水域和陆域, 其作为城市的“绿色珠链”, 缝合了城市陆域与水域空间, 其生态健康程度极大影响着水域生态环境的优劣, 其生态重塑不仅是将“水与城”融为一体, 还能为一个城市的经济发展带来新的活力。然而, 粤港澳大湾区多处外江岸线受人类活

动干扰, 植被覆盖度较低, 退潮时出现干砌石外露现象, 外江的自然属性与生态系统被破坏。这严重影响了粤港澳大湾区的生态安全, 因此亟需对受干扰的外江岸线进行生态修复。

当前针对岸线生态修复的研究集中在河滨带治理^[2-3]、岸线生态结构^[4-5]、景观塑造^[6-7]等方面, 关于外江岸线的生态景观风貌、生态工法技术、植物群落构建等方面的综合研究较少。本文以广东省广州市南沙区灵山岛尖外江岸线生态提升规划设计为例, 研究以生态工法修复生态基底, 重点分析外江生态空间的提升与优化、景观节点打造, 旨在为粤港澳大湾区的生态建设, 乃至中国滨海河口地区的可持续发展提供借鉴。

1 项目概况

灵山岛尖位于广州市南沙区明珠湾起步区中西部广澳高速东侧, 岛尖北侧水域为蕉门水道, 南侧水域为上横沥水道, 外江岸线为岛尖堤岸外侧水域与陆域交汇区域。岸线总长度为5.5 km, 堤防形式为垂直混凝土加干砌石护脚, 两岸干砌石宽度为5~10 m。

灵山岛沿岸外江护岸现状已建成防洪标准为200年一遇的滨海景观超级堤岸, 且防洪、排涝安全已得到保障, 滨江水利护岸的安全性较高, 但仍存在下列问题:

- 1) 堤岸生态系统不完善: 岸线类型和生物生境单一, 生态系统服务功能较低。
- 2) 植物多样性及覆盖度较低: 植物群落的物种相对较少、丰度不足,

花色缺乏季节变化特点。

3) 景观风貌欠佳: 沿岸视线开合变化较为单调, 缺乏活力与吸引力, 滨江空间缺乏景观特色、种植特色和视线吸引点。在低潮位时, 外江堤岸被泥沙覆盖, 抛石呈裸露状态。

因此, 亟需对灵山岛尖外江岸线进行生态化、景观化处理, 结合生态修复手段, 重塑生态景观风貌, 以符合灵山岛的整体定位。

2 总体规划

2.1 设计理念

本设计在生态景观的塑造过程中更多强调生态性, 即人与自然的关系、自然与环境的关系以及人与环境的关系, 遵循基于自然生态系统的生态型景观设计思路。

2.1.1 人一城一水互动

设计充分结合南沙本地人群及外地游客的生活休闲游憩需求, 营造多维度、多视角、多层次的观景体验, 并创建有视线开合变化及视觉感官享受的视廊空间, 打造友好开放的亲水驳岸。以水为源, 以城为底, 重塑绿滩, 趣动水岸, 实现“人一城一水”的亲密互动:

1) “水”: 南沙水网纵横交错, 通过修复人为活动对水系生境的破坏, 形成具有岭南多元文化的生境, 为生物创造适宜的生存环境, 也为南沙奠定良好的生态本底。

2) “城”: 明珠湾起步区的开发建设为人们提供了舒适的居住环境和多样的就业机会, 通过丰富灵山岛尖外江岸线的城市功能, 助力该区打造珠三角面向世界的中央商务区和粤港澳高端服务枢纽平台的建设。

3) “绿”: 外江岸线生态提升注重重塑生态外江驳岸, 恢复自然生境与生物多样性, 形成绿色的柔性驳岸等, 打造具有南沙本土特色的环抱岛尖的“绿色珠链”。

4) “趣”: 结合灵山岛尖生态驳岸的悉心营建与维护, 在岛尖内打造多个富有吸引力的亲水景观地标节

点, 激发灵山岛尖城市滨水活力, 展现湾区魅力。

2.1.2 重塑自然

湿地和江岸边生长的红树林为鸟类、哺乳类、甲壳类和鱼类动物提供了独特、不可替代的栖息地, 有益于重塑自然环境。种植红树林群落先锋植物, 逐步恢复稳定的植被群落, 并结合周边环境特征及景观风貌, 选择合适的本土植物进行生态提升和景观营建, 能够重塑河滨生态环境, 恢复生态功能。因此, 滨水区生态系统修复的关键在于通过生态工法技术对外江堤岸生态基底进行修复, 为植物提供生长所需的基质空间, 从而优化堤岸的基底条件, 营造多样化栖息生境, 提升生物多样性, 同时保障堤岸空间的生态性、美观性。

2.2 设计思路

灵山岛尖作为明珠湾起步区建设的第一座样板, 需符合“钻石水乡”的城市愿景^[8], 致力于打造环境质量优良、人居环境优美、生态文明发达的生态滨海新城。在灵山岛尖生态型景观的总体规划中, 外江沿岸将岛尖多处生态景观节点串联成一条以滨岸带生态系统为主的生态廊道。本设计主要从“分段风貌控制+节点重点提升”角度出发, 形成3类滨江岸线风貌、5个生态节点, 节点景致与分段风貌相互呼应、融合, 形成具有南沙特色的外江生态岸线(图1)。

3类滨江岸线风貌分别为: 1) 平直岸线覆绿段(标准段), 以流畅的曲线形式种植低矮的红树和半红树灌木, 穿插种植本土湿生草本植物, 在保证视野开阔的前提下, 增加近岸不同体验; 2) 滨江生态风貌段(岛屿段), 保留现状植被良好的低矮岛屿, 清除外来物种无瓣海桑 *Sonneratia apetala* 和其他杂乱的植物, 保护和恢复岛屿生物栖息地, 并在堤岸处增加少量低矮植物, 与原生岛屿共同形成生态化的滨江风貌; 3) 自然修复段, 结合现状规整堤岸及零星分布的短叶茼蒿 *Cyperus malaccensis* subsp. *monophyllus*、秋茄树 *Kandelia obovata* 等原生植物^[9], 采用生态化的工程措施, 使植物群落自然恢复和进行可持续的自我管理。岸线的分段设计可充分考虑周边用地性质, 结合不同用地属性与功能因地制宜地设计, 使岸线生态景观与周边地块的风貌需求一致。

5个生态节点分布在灵山岛尖滨岸带各处: 与“码头广场”结合的节点、与现状岛屿结合的节点、与“观潮听海”结合的节点、与灯塔结合的节点以及与“滨江艺术栈道”结合的节点。采用近自然手法对灵山岛尖滨江景观带中人流聚集的现状景观节点进行重点提升, 利用观赏性强的植物进行丰富多变的组合设计。



图1 广州灵山岛尖外江生态提升工程设计思路图

3 设计策略

3.1 生态工法的选择和应用

生态工法也称自然工法，是基于物种保育、生物多样性及永续发展而提出的一种新思维和新的施工技术^[10]。本设计主要采用生态工法作为外江岸线的修复方法。生态工法具有较多的属性功能——生态性、环保性、抗冲刷性及与周边自然环境完美融合的特质，十分适用于硬质石块漫滩的修复。生态工法已在内陆水环境治理中成功应用，但在沿海地区还少有涉及，因此将生态工法应用在滨水区生态系统的恢复是本项目的亮点。

首先采用水动力学数学模型，对灵山岛尖周边水域进行科学合理的水动力场模拟分析，以辨析场地基底情况。灵山岛尖北侧蕉门水道流速可达 2 m/s，南侧上横沥水道流速约 1 m/s，西侧水域普遍比东侧水域流速快 0.3 m/s 左右。因此，在流速相对较大的岛尖北岸主要采用土工格室生态工法，增强植物种植的安全稳定性；在流速相对较小的南岸主要采用枝桠沉床生态工法（表 1），使水流携带的泥沙自然沉降，有助于固土护岸和

植物更好生长，提升堤岸生态性。

除考虑水动力场外，还需充分考虑植物的适宜生长条件，包括植物根系生长方向、纵土深度、适宜水流冲刷强度等，据此合理选择及布局生态工法结构体系。遵循安全性、保育性、生态性、经济性、科学性原则，综合考虑灵山岛尖北侧蕉门水道及南侧上横沥水道的流场条件及景观需求，合理布置土工格室和枝桠沉床两种生态工法（图 2），为植物提供生长所需的基质空间，防止土壤流失，同时保障堤岸空间的生态性、美观性、经济性。在景观需求较高区段（5 大景观节点）采用土工格室与枝桠沉床复合生态工法增强游憩体验，在景观需求较低区段（3 大分段岸线）采用土工格室或枝桠沉床单层生态工法。

3.2 植物群落设计

灵山岛尖外江生态空间的植物群落按照“因地制宜、生态优先、情景交融”的设计思路进行种类选配与构建，突出植物在区域尺度内的气候调节、生态栖息、休闲游憩等生态服务功能。

3.2.1 植物具备抗逆性

结合灵山岛岸线周边环境特征及

岸上滨江景观带风貌，选取具备抗逆性、生态功能丰富的红树、半红树和水生草本植物进行生态提升和景观营建。1) 注重优先选择广州乡土性原生植物，避免选择外来入侵物种，以免造成人为的生物入侵。2) 堤岸经常遭遇台风，属于海水与淡水的交汇地带，水中盐度为 4‰~11‰，故选择耐盐碱及耐冲刷的植物。3) 灵山岛尖外江潮差在 1.2~1.6 m，因此在堤前的植物应具有一定的刚性树干和柔性树冠，并有一定的高度以抵抗冲刷及水淹。4) 堤身护坡植物除应具备耐冲刷和增强边坡稳定的特性外，根系不宜太过发达，以免损坏硬质堤岸。

参考多项文献及实验^[13-17]，筛选出 15 种适宜灵山岛尖外江岸线的滨水植物，作为其植物群落构建的主要物种，包括水生植物华夏慈姑 *Sagittaria trifolia* subsp. *leucopetala*、菖蒲 *Acorus calamus*、黄菖蒲 *Iris pseudacorus*、东方香蒲 *Typha orientalis*、矮芦苇 *Phragmites australis*、短叶茼蒿、梭鱼草 *Pontederia cordata*、美人蕉 *Canna indica*、红树植物木榄 *Bruguiera gymnorhiza*、蜡烛果 *Aegiceras corniculatum*、秋茄树、老鼠簕 *Acanthus ilicifolius*，以及半红树植物草海桐 *Scaevola taccada*、苦郎树 *Volkameria inermis*、阔苞菊 *Pluchea indica*。再从耐淹性、耐盐性、观赏性、低维护性、生物多样性功能^[18-19]（表 2），对每种植物进行综合评价，以检验其与项目的适配性（图 3）。经检验，上述 15 种植物的环境适应性与场地环境的匹配度较高。

3.2.2 构建具生态和景观功能的植物群落

遵循生态学规律，根据灵山岛尖外江水体变化、水面环境、水质环境、太阳辐射等环境条件，选择适生、低矮的植物种类，构建自然、生态、多样性高的植物群落，在不遮挡视线的同时实现多重生态功能。

根据场地需求有的放矢进行群落配置，确定水生植物、半红树植物、红树植物的配置比例为 4:3:3。同时，将植物景观风格与灵山岛尖周边地块

表 1 生态工法不同类型比较

生态工法类型	构成	优点	适用范围
土工格室	一种强化的高密度聚乙烯（HDPE）片材料，经高强度焊接而形成的三维网状格室结构 ^[11] 。由土工格室、无纺布、碎石等构成。	具有较好的保湿性、保土性，利于植被生长；可在软土环境中对抗所有荷载，边坡稳定性更好。	流速较大（< 2 m/s）
枝桠沉床	采用柳树枝或竹子等当地易获取的枝条绑扎形成	柔韧性好，耐冲刷及侵蚀，具有较好的地区适宜性，广泛的材料可收集性，可以长期保证对环境无污染效果，多孔构造，为小鱼等水生生物创造栖息环境 ^[12] 。	流速较小（< 1 m/s）

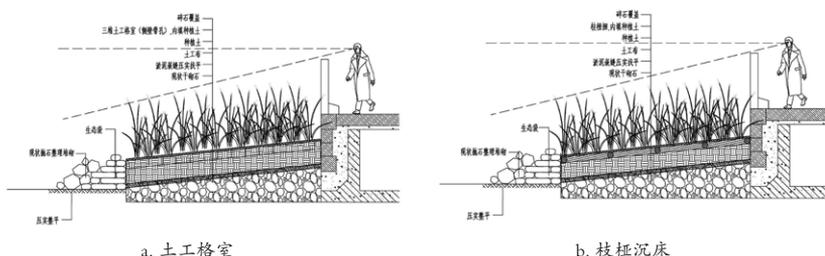


图 2 生态工法剖面大样图

的景观风貌结合紧密,相互融合统一,使周边原本荒秃的空间与多样化、多层次的种植进行组合,形成有开有合、有曲有直、有高有低的丰富有趣的视线变化,营造体验丰富的游憩空间。

标准段的植物群落以低矮的红树和半红树灌木为主(图4),岛屿段的植物群落以原生植物短叶茳茳为主(图5),重要景观节点的植物群落以水生植物和红树植物搭配种植为主(图6~7),主要选择兼具花色、叶形等观赏特性的植物种类进行层次搭配。改造后岸线植物群落多样性高,植物覆盖程度高,形成具有生态化、乡土化、动态化、情景化、景观化、功能化的植物风貌。自然修复段以场地内原生植物物种为主,尊重场地现状,形成自然原始生态风貌。

中山大学调查表明,南沙地区的鸟类有95种,其中国家二级重点保护鸟类11种,广东省省级保护鸟类16种^[20]。本设计中选择的红树、半红树、湿生植物可吸引鸟类前来觅食栖息,增加了生态系统的丰富度,为候鸟、留鸟提供了良好的生活与觅食的环境,提高了外江岸线中生产者、消费者和分解者的动态平衡,形成稳定多元立体的生态系统^[21]。从生态角度而言,重构的生态系统不仅是对堤岸抛石带的生产者(植物)和消费者(动物)的配置,而且还丰富了分解者(微生物)的种类和数量。滨岸带生态系统兼具生态价值与景观价值,所包含的植被群落不仅在固碳、释氧服务功能上有巨大作用^[22],而且在水质净化、消浪护岸、文化、生境提供等诸多服务功能方面都有相当积极的作用。从景观角度而言,错落有序的种植布局、科学合理的植物选择可使外江岸线在不同季节展现其不同景观风貌,给人以赏心悦目、心旷神怡的视觉享受。

4 小结

广州南沙灵山岛尖外江岸线生态

表2 植物筛选综合评判标准

功能	1分	2分	3分	4分	5分
耐淹性(耐淹时间)	不耐淹	湿生	< 4h	4~8h	> 8h
耐盐性(水体盐度)	< 1‰	1‰~4‰	4‰~7‰	7‰~10‰	> 10‰
观赏性	非观花/落叶植物	非观花/常绿植物	观花/落叶植物	观花/常绿植物	观花/常绿植物
低维护性	落叶植物/需收割/易招致病虫害	落叶植物/无需收割/不易招致病虫害	常绿植物/需收割/易招致病虫害	常绿植物/需收割/不易招致病虫害	常绿植物/无需收割/不易招致病虫害
生物多样性(引鸟/调节气候)	极低	低	中	高	极高

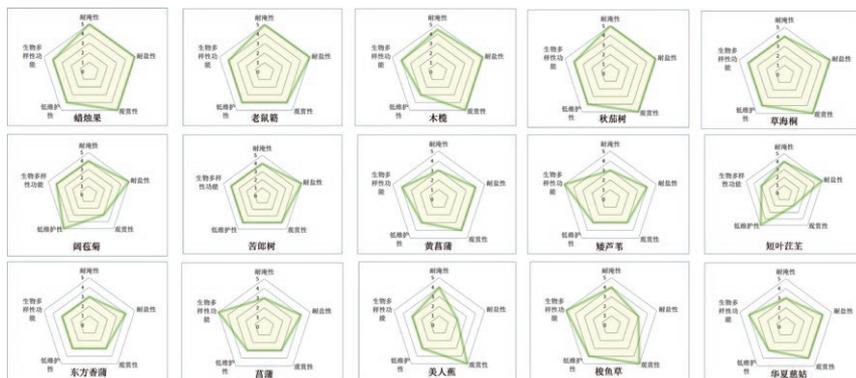


图3 植物功能综合评价



图4 平直岸线覆绿段景观



图5 滨江生态风貌段效果图

提升项目作为岭南地区滨海沿岸生态化提升的样板工程,在5.5 km垂直混凝土加干砌石护脚堤防上进行生态

改造,成功采用生态工法技术和植物群落构建设计,提升了外江岸线生态性与景观性。截至2020年12月,灵



图6 与现状岛屿结合的节点效果图



图7 与“滨江艺术栈道”结合的节点效果图

山岛尖外江岸线生态提升已初步完成。本项目的创新之处在于针对沿海地区水域环境中高盐度、强冲刷、半日潮造成的水淹时间长、难维护管理等苛刻条件，在沿海地区应用土工格室及枝桠沉床生态工法技术修复干砌石裸露的外江岸线基底，并确保兼具耐盐性、耐淹性、抗冲刷等多种属性的植物群落在岸线基底上成功栽植生长。

基于枝桠沉床和土工格栅生态工法等近自然技术的应用，成功打造了灵山岛尖外江景观生态带，同时构建了典型性的滨岸带生态系统。经现场调查，改造后的灵山岛尖外江岸线的环境温度下降了3℃左右，植物种类增加至20种，成功招引了小白鹭 *Egretta garzetta*、苍鹭 *Ardea cinerea* 等多种鸟类栖息停留，为鱼、蟹等动物提供了丰富的躲避、觅食空间，并提升了外江生态景观风貌，吸引居民在江边驻足、休闲游憩。

随着粤港澳大湾区生态文明建设的大力推行，滨江岸线的生态化改造无疑是加速推进生态环境保护进程中

极其重要的一个环节。广州南沙灵山岛尖外江生态岸线的建设和深度探索，对生态旅游、保护环境教育乃至科研活动的开展均具有极大的益处。下一步的技术研究与工程设计应着重深化包括土工格室及枝桠沉床在内的生态工法在滨海地区的适用条件，为岭南地区绿色实践提供先行先试模板。

注：图片均为作者自绘自摄。

参考文献：

- [1] 胡平, 郑兆勇, 吴玲玲, 等. 聚焦粤港澳大湾区海洋经济高质量发展 海岸线生态产品价值怎样实现? [N]. 中国自然资源报, 2020-03-23 (005).
- [2] 邓雪溪, 千靛. 韧性理念下的高密度城区河流护岸带生态改造研究——以上海市“一江一河”岸线为例 [J]. 城市建筑, 2018 (33): 48-51.
- [3] 李文友. 牛栏江(昭通段)河滨生态带修复研究 [J]. 环境科学导刊, 2020, 39 (3): 19-21.
- [4] 段学军, 王晓龙, 邹辉, 等. 长江经济带岸线资源调查与评估研究 [J]. 地理科学, 2020, 40 (1): 22-31.
- [5] 李波, 杜春兰, 袁兴中, 等. 反季节水位变动背景下的护岸功能型生态结构设计研究 [J]. 风景园林, 2014 (6): 69-73.
- [6] 管婕姪. 长江江心岛“广阳岛”生态修复环境景观设计思考 [J]. 重庆建筑, 2020, 19 (6):

13-16.

- [7] 方神光, 冯子洋, 刘晋高, 等. 西江中游典型河段岸线带景观格局分析 [J]. 中国农村水利水电, 2020 (12): 134-138.
- [8] 广州市南沙区人民政府网站. 广州南沙新区城市总体规划(2012—2025) [EB/OL]. (2017-09-28) [2020-12-13]. <http://www.gzn.gov.cn/attachment/0/23/23207/3868384.pdf>.
- [9] 朱纯, 江定钦, 林鸿辉, 等. 南沙开发区野生树种及园林现状调研报告 [J]. 广东园林, 2003, 25 (3): 19-22.
- [10] 陈沫. 基于生态工法理念的休闲农业园应用研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2015.
- [11] 任柯, 申新山, 王海霞, 等. 蜂巢格室在河道硬质驳岸生态复绿中的应用——以天水成纪新城滨水景观工程边坡生态修复试验段为例 [J]. 中国水土保持, 2017 (10): 37-40.
- [12] 马国青, 张玉钧, 唐小平. 枝桠施工技术在河流湿地治理中的应用 [J]. 林业资源管理, 2012 (3): 123-125.
- [13] 廖浩斌, 谭宗健, 孙红梅, 等. 珠三角地区57种树种水淹适应性研究 [J]. 现代农业科技, 2018 (4): 126-128.
- [14] 何志芳, 陈红锋, 周劲松. 广州南沙区耐盐碱绿化植物筛选及应用 [J]. 中国城市林业, 2018, 9 (5): 5-8.
- [15] 陈雪清. 对红树林的生态功能和生物多样性的全面认识及维护 [J]. 林业资源管理, 2001 (6): 65-69.
- [16] 刘小川. 耐盐挺水植物的筛选及水质净化效果研究 [D]. 天津: 天津大学, 2013.
- [17] 胡茜茜, 金晶, 兰燕月, 等. 6种挺水植物对水位梯度的响应研究 [J]. 水生态学杂志, 2019, 40 (3): 49-57.
- [18] 廖宝文. 三种红树植物对潮水淹浸与水体盐度适应能力的研究 [D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2010.
- [19] 梁曦亮, 梁欣. 保护、修复与利用海珠湿地二期的实践思考 [J]. 广东园林, 2020, 42 (1): 50-55.
- [20] 常弘, 彭友贵. 广州南沙湿地鸟类群落组成、多样性和保护策略 [J]. 生态环境, 2005, 14 (2): 242-246.
- [21] 马生花. 生态修复在城市滨水景观设计中的应用——以伊金霍洛旗东西红海子连接段景观设计为例 [D]. 咸阳: 西北农林科技大学, 2018.
- [22] 匡欧利, 周赵玉. “两栖生态护坡”在城市滨水景观带工程中的应用 [J]. 珠江水运, 2020 (3): 39-40.

作者简介：

李阳/1991年生/女/黑龙江哈尔滨人/硕士研究生/北京正和恒基滨水生态环境治理股份有限公司(北京100084)/工程师/专业方向为水环境保护与水生态修复

李小艳/1985年生/女/内蒙古自治区赤峰人/博士研究生/北京正和恒基滨水生态环境治理股份有限公司(北京100084), 北京市环境保护科学研究院(北京100037)/专业方向为河流生态修复

李冰心/1992年生/女/湖南岳阳人/硕士研究生/北京正和恒基滨水生态环境治理股份有限公司(北京100084)/助理工程师/专业方向为水环境保护与水生态修复