

厦门马銮湾新城内湾水生态修复规划分析及思考

杨一夫

(苏交科集团股份有限公司, 江苏 南京 210019)

摘要: 马銮湾新城是厦门市近期重点打造的城市会客厅, 保证其水环境质量跟新城相匹配, 是必须正视和解决的问题。对马銮湾内湾水体面临的关键问题进行了分析, 发现影响马銮湾海域环境的主要因素有海域污染、陆源污染、湾海阻隔、底泥悬浮等。遵循“先湾外后湾内, 先水文后水质”的原则, 提出“截污、清淤、活水、护岸、景观”十字方针, 构建了水生态修复总体建设方案, 详细论述了上游污染控制、控源截污、湿地、生态系统、生态补水、防洪排涝等单项系统方案, 并分享了关于水生态修复规划编制的几点思考。

关键词: 水生态修复; 控源截污; 防洪排涝

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)16-0026-05

Thoughts and Analysis on Water Ecological Restoration Planning of Inner Bay in Maluan Bay New Urban Area, Xiamen

YANG Yi-fu

(JSTI Group, Nanjing 210019, China)

Abstract: The new urban area in Maluan bay is the recently-focused urban living room in Xiamen. It is an issue to be faced up to and solve to ensure water environment quality of Maluan bay match the new city. The key problems of inner bay water body in Maluan bay were analyzed. It was found that the main factors affecting the sea environment of Maluan bay were marine environment pollution, land-source pollution, bay sea barrier, sediment suspension, etc. Based on the the principle of “bay after bay outside first, hydrology and water quality after the first”, the cross policy of “intercepting pollution, removing silt, moving water, protecting bank and landscape” was put forward. The overall construction plan of water ecological restoration was constructed, and the system schemes of upstream pollution control, control source interception, wetland, ecosystem, ecological water supply, flood control and drainage were discussed in detail. Some thoughts on the planning of water ecological restoration were shared.

Key words: water ecological restoration; control source interception; flood control and drainage

马銮湾新城是厦门市近期重点打造的城市会客厅, 定位为高品质、高颜值的生态宜居之城。新城包括外湾和内湾, 外湾为海水水质, 面积为 6 km², 主要负责西海域纳潮, 内湾为淡水水质, 面积为 1.17 km², 主要承担防洪排涝、净化水质和水景观的任务, 两者通过闸控。但内湾的水环境如何提升, 淡水

量如何维持, 生态系统如何构建, 防洪排涝安全如何保证, 才能使其跟新城相匹配, 是必须解决的问题。

水生态修复规划的目的就是解决上述水环境、水资源、水生态、水安全的问题, 通过关键问题剖析、总体建设方案制定、单项工程系统构建实现预定目标。但在规划制定过程中, 笔者也遇到水专业定位、

相应技术手段、预期效益分析、规划所起作用等方面的困惑,为此以马銮湾新城内湾水生态修复为例,对水生态修复工程的规划进行探讨。

1 关键问题的剖析

马銮湾流域研究区域面积为 126 km^2 ,共9条溪流汇入,其中汇入内湾的主要有过芸溪、后浦溪和埭头溪。内湾多年枯水期(90%保证率)最枯月(2月)径流量仅为 $0.07 \text{ m}^3/\text{s}$,若按近期库容为 $88 \times 10^4 \text{ m}^3$ 计算,需150 d才能注满。当遭遇50年一遇暴雨时,仅过芸溪下泄流量就达到 $478 \text{ m}^3/\text{s}$ 。平时天然径流不足,难以维持大景观水面,暴雨时宣泄能力不足,存在内涝隐患。

内湾及主要汇入口水质为劣V类~V类, N 、 P 为主要超标指标,长期平均监测数据 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 为 3.40 mg/L 、 TP 为 0.53 mg/L 。入湾水质情况不理想,主要原因是:①上游雨污混流严重,面源污染治理不到位;②管网错接混接普遍,收集能力和末端治理能力不足;③溪流生态环境容量小,自净能力差。

2 水生态修复方案的制定

2.1 总体建设方案

以创造优良人居环境为中心目标,以提升马銮湾内湾水质、创造良好生境为核心,重点围绕水环境,全面统筹,系统修复,重塑湿地、修复生态、提升形象、还原生境,逐步恢复城市生态廊道和生物多样性,打造马銮湾区域水体污染生态治理新亮点,以实现城市生态系统的稳定和生态服务功能的提升。马銮湾区域生态修复目标指标体系见表1。

表1 马銮湾区域生态修复目标指标体系

Tab.1 Target index system of ecological restoration in Maluan bay area

| 类别 | 二级/三级指标 | 2020年 | 2025年 | 2035年 |
|------|--|--------------------------|-------|-------|
| 水生态 | 生态岸线建设率/% | 100 | 100 | 100 |
| 水环境 | 入内湾河道水质 | V类水 | IV类水 | III类水 |
| | 内湾淡水目标水质 | IV类水 | III类水 | III类水 |
| | 内湾容量限值/ $(\text{t} \cdot \text{a}^{-1})$ | COD | 1 015 | — |
| | | $\text{NH}_3 - \text{N}$ | 39.44 | — |
| | | TP | 5.60 | — |
| 水安全 | 防洪标准/a | 50 | | |
| | 防潮标准/a | 100 | | |
| 水资源 | 再生水配水量/ $(10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$ | 2.5 | 3.8 | 12.3 |
| 生态效益 | 缓解热最大降温距离/m | 400 | 500 | 600 |
| | 岛效应高温区域占比/% | 20 | 30 | 40 |

针对内湾水环境质量差、生态系统脆弱、水量变化较大等关键问题,以问题和目标为导向,分别提出相应的建设方案和工程措施,具体技术路线见图1。

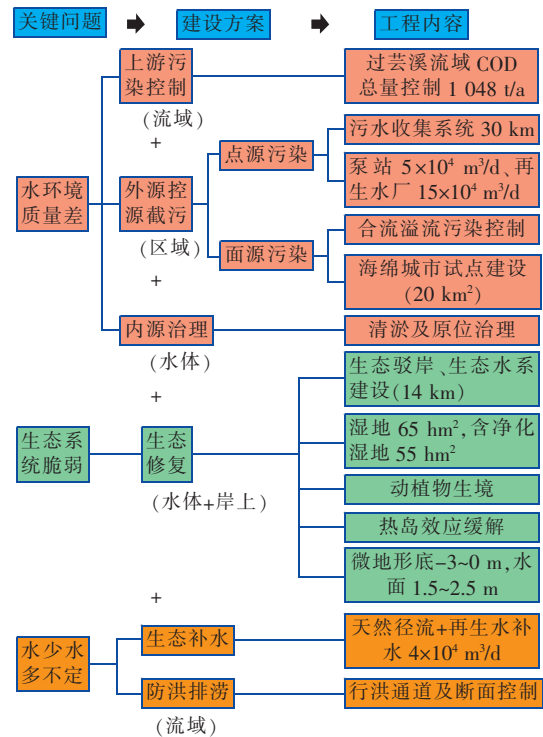


图1 马銮湾内湾水生态修复总体建设方案技术路线

Fig.1 Technical road map of the overall water ecological restoration project of inner bay in Maluan bay area

2.2 上游污染控制方案

通过水环境模型模拟,为满足入湾水质要求,新城上游流域需削减COD为 $1\,048 \text{ t/a}$ 、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 为 154 t/a 、 TP 为 62 t/a 。从流域污染源分析,面源污染、生活污水、工业废水、畜禽水产养殖污染等近期入河量占污染入河总量的比例分别为30%、26%、25%、19%,远期分别占41%、33%、24%、2%。因此,该生态修复工程主要包括农村污水截流处理工程(含农业面源污染控制工程)、城市生活污水处理工程、工业废水处理工程、畜禽养殖污染控制工程、生活垃圾处理工程。

2.3 控源截污方案

在上游污染得到有效控制的基础上,新城范围内的点源污染和面源污染也将通过工程措施得到有效削减。

① 点源污染控制(见图2):新建30 km污水管网收集系统、马銮提升泵站($5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)、马銮再生水厂($15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$),完善建成区污水管网覆

盖,优化污水系统。



图2 点源污染控制方案

Fig.2 Schematic diagram of point source pollution control scheme

② 溢流污染控制:针对混流区,设置末端截排系统及3处调蓄池,调蓄容积达 $8 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

③ 海绵城市建设:开展建筑小区、道路、广场与公园 LID 工程,共 135 项。特别是在集中绿地、滨水绿地设置大型海绵体,控制面源污染。具体如图 3 所示。

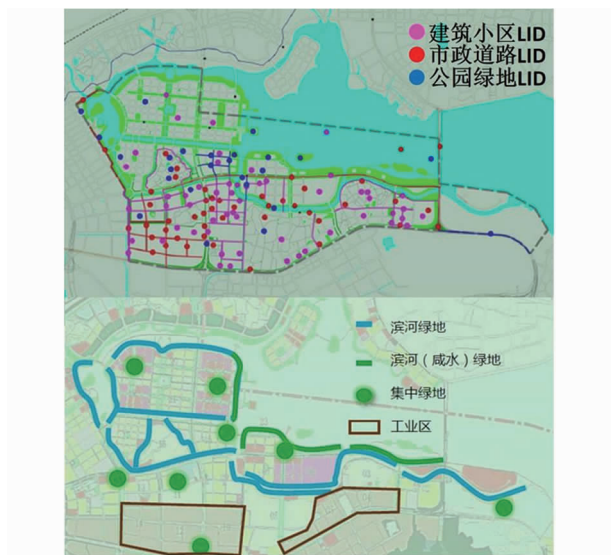


图3 海绵城市建设示意

Fig.3 Sponge city construction diagram

2.4 内源治理生态驳岸方案

针对内湾水体本身,通过对水体生态链的调控,改善水系生态,给水生动植物提供栖息繁衍、躲避洪水冲击的有利环境。针对水动力条件较差、水质指标偏低的区域,重点采取人工曝气、生物浮床、生物填料、微生物修复等技术进行内源治理。在生态驳岸方面,考虑建设条件、景观、水质改善等因素,采用

植物护坡、木栈步道、台阶护坡、石块护坡等护岸类型,总长度为 14 km。

2.5 湿地系统方案

通过上游污染控制,可削减总污染量的 70%,剩下部分由湿地自行处理。净化湿地面积需 26.7 hm^2 ,考虑周边不可预见污染负荷,并结合周边用地情况,共预留 32.0 hm^2 的湿地,能够额外削减 5 t/a 的 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 。常水面淹没区 33 hm^2 ,可调整功能湿地 52 hm^2 。

从模拟情况来看,过芸溪存在个别滞留区,总体水动力改善明显。水质设置为地表水 V 类,模拟 30 d,内湾整体平均叶绿素浓度约 $49 \mu\text{g/L}$,自净能力较好。

2.6 生态系统方案

在内湾营造浅滩、深潭交替的多样化水底空间环境,底高程在 $-3.0 \sim 0 \text{ m}$ 之间,最大程度接近现状,注重在水陆交界带设置水深为 $0.10 \sim 0.35 \text{ m}$ 的浅滩,创造鸟类觅食场所,种植高大的乔木如水杉、香樟、相思树等,创造鸟类营巢环境。营造深浅不一、起伏错落的多样化河底地形,满足多种底栖生物生存所需的觅食和栖息场所^[1]。内湾生态系统见图 4。

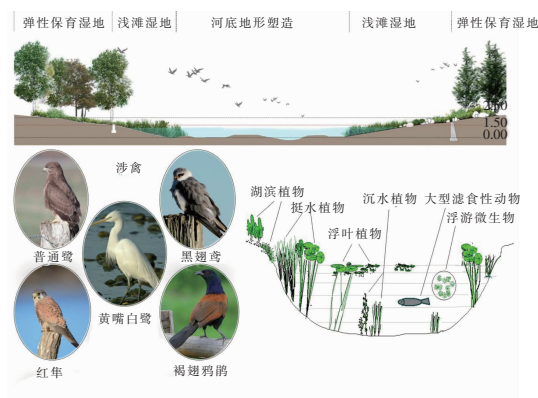


图4 内湾生态系统示意

Fig.4 Schematic diagram of inner bay ecosystem

2.7 生态补水方案

由于天然径流不足,70% 保证率下径流量为 $5961 \text{ m}^3/\text{d}$ (来自于过芸溪、后埔溪、祥露溪)。形成的景观水面,通过与城市规划用地等情况协调,仍需补充淡水资源量 $20700 \text{ m}^3/\text{d}$ 。故内湾生态补水由天然径流和再生水组成,天然径流占比为 22%,再生水占比为 78%。

内湾生态补水系统示意图 5。

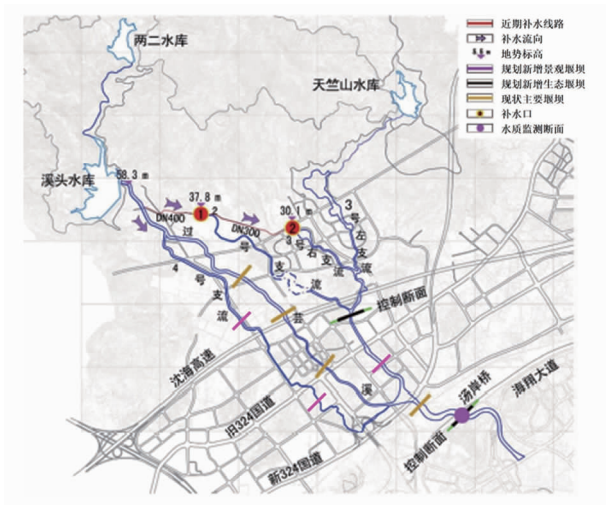


图5 内湾生态补水系统

Fig. 5 Ecological water supply system of inner bay

2.8 防洪排涝方案

一般洪水期的主行洪路线:上游来水经北部过芸溪主行洪道后排入外湾。当洪水量超过主行洪道承载能力时,启用次级行洪路线,即上游来水经南部人工岛渠后排入外湾。非行洪期在保持景观水位前提下,水体流向为上游过芸溪水以及北部河流进水经芸溪湖、人工岛渠、中心岛中渠、过芸溪后进入外湾,使内湾形成环流。正常运行时及洪水期水体流向见图6。



图6 正常运行时及洪水期水体流向示意

Fig. 6 Water flow during normal operation and flood period

3 关于水生生态修复规划的几点思考

3.1 尊重水的自然属性

所谓生态,就是尊重本底条件,尽量维持动植物的原本状态,保护、修复、低影响开发。在进行生态修复过程中,应尽量符合自然规律的内在要求,水不应该被过多设计和控制,不能急功近利地采用过多的人工干预。

3.2 科学面对水的去留

首先,应克服传统一味强调水不能填的落后思想,要从实际出发、与时俱进,使水环境布局更合理、更符合社会发展需要。一些小河沟由于本身布局不合理、水动力条件差,很可能形成盲肠段、臭水沟,通过科学合理的调整,才会发挥更大的价值。其次,不能过度追求大水面,应科学测算水资源量,满足流域总量平衡,避免不切实际的目标无法实现和水资源的浪费,水域和湿地镶嵌,促进水生态与水景观的结合,实现人、城市和水的和谐共处。

3.3 认识流域治理和区域治理相结合的重要性

流域是一个水文单元,要在流域层面制定污染治理和水生态修复的规划,并采取治理和修复的措施,才会有效果。流域的综合治理和修复是根本问题,只有流域内的水生态环境得到改善,区域内的水生态环境才能得到根本改善。工程措施和非工程措施相结合,陆域治污和水体修复相结合,城市水生态修复和农村生态修复相结合,这些都是水生态修复的关键和重点。

3.4 确定规划在水生态修复工作中的核心作用

针对类似马銮湾这种新城建设,规划有两点作用最重要:一是提供系统方案,包括水环境、水生态、水资源、水安全、水景观等方面,多管齐下,规划统筹,系统分解任务和指标,综合梳理项目包;二是预留空间和用地,包括水系净化需要的空间、水系排洪需要的空间、生态系统的用地、生态廊道的用地、工程设施的用地。有了生态修复的理念和空间,生态修复工作才会事半功倍。

3.5 正视水生态修复规划的局限性

规划是引领,而不是方案更不是工程。如污染物贡献测算,规划阶段收集到的数据尺度往往较大,计算方法也不十分精确,只能通过粗估的方法适当放大预测结果,因此工程实施时还需精细化测算。如水文水力模拟,规划阶段相对更注重水生态环境质量,无法对水系格局、调洪演算等专业问题进行深入分析,还需多项规划进行整合。

3.6 科学选用适宜的水生态修复技术

目前,水生态技术措施多样且成熟稳定,但应充分调查流域本底特征及属地化参数,土壤、水温、植物、流速等均有所不同,在其他流域适用的技术有可能在本流域水土不服。条件允许的情况下,应在大量调研的基础上,因地制宜地选取水生态修复技术,

提升流域治理效果。

4 结语

水生态修复是一个庞杂的综合性系统整治工程,也是一项艰巨而长期的任务。水生态修复规划是水生态修复工作统筹的龙头和成功的关键,应与防洪排涝、水污染控制、水质保持、城市景观建设等规划相结合。水环境的治理应立足于实情和定位,以控源治污为本,生态修复优先,最大限度地对其保护、修复和低影响开发,使有限的水资源实现最优配置,发挥最大的生态环境效益和社会经济效益,实现人、城市和水的和谐共处。

参考文献:

- [1] 周蕊. 河口湿地景观整治与生态修复研究——以二井湾湿地为例[D]. 天津:天津大学,2014.
Zhou Rui. Estuarine Wetland Landscape Remediation and Ecological Restoration of Wetlands—Taking Erjingwan Wetland as an Example [D]. Tianjin:Tianjin University, 2014(in Chinese).



作者简介:杨一夫(1984—),男,黑龙江齐齐哈尔人,硕士,高级工程师,注册公用设备工程师(给水排水),注册咨询工程师,苏交科集团市政院水环境景观所副所长,主要从事水环境综合整治、海绵城市、生态修复等领域的规划设计工作。

E-mail:45098396@qq.com

收稿日期:2018-12-04

(上接第25页)

参考文献:

- [1] 聂铁锋,黄兆玮,徐辉荣,等. 中山市主城区内涝风险区划[J]. 广东水利水电,2016(10):17-24.
Nie Tiefeng, Huang Zhaowei, Xu Huirong, *et al.* Waterlogging risk distribution of main city area in Zhongshan [J]. Guangdong Water Resources and Hydropower,2016(10):17-24(in Chinese).
- [2] 文艳. 从海绵城市建设论城市洪涝风险管理体系[J]. 水利发展研究,2016,16(11):30-34,55.
Wen Yan. On the urban flood risk management system from the construction of sponge city[J]. Water Resources Development Research, 2016, 16(11): 30-34, 55 (in Chinese).
- [3] 康瑛,张健,陈磊. 关于平原河网区治涝的一些思考和探索[J]. 水利发展研究,2017,17(2):31-33,41.
Kang Ying, Zhang Jian, Chen Lei. Some thoughts and explorations on waterlogging control in plain river network area [J]. Water Resources Development Research, 2017,17(2):31-33,41(in Chinese).
- [4] 崔广柏,张其成,湛忠宇,等. 海绵城市建设研究进展与若干问题探讨[J]. 水资源保护,2016,32(2):1-4.

Cui Guangbo, Zhang Qicheng, Zhan Zhongyu, *et al.* Research progress and discussion of sponge city construction[J]. Water Resources Protection, 2016, 32(2):1-4(in Chinese).



作者简介:刘霞(1965—),女,四川资中人,大学本科,教授级高级工程师,主要从事水利水电工程规划设计工作。

E-mail:liu.x@gpdiwe.com

收稿日期:2018-12-03