

Application of Eco-Floating Island Technology in Sewage Control of Distant Islands and Reefs

Shuang Wang*, Xiaojie Wang#, Xiaojing Li

Department of Coastal Defense Engineering, Naval Logistics College of PLA, Tianjin
Email: *10186047@qq.com

Received: Aug. 22nd, 2019; accepted: Sep. 10th, 2019; published: Sep. 17th, 2019

Abstract

The construction of Ecological Barracks was an important measure taken by the army to implement the Party Central Committee on strengthening the construction of ecological civilization. Especially in the construction of remote islands and reefs, the emergence of ecological environment problems was unavoidable. How to use existing water treatment technology to prevent and control the ecological damage of islands and reefs, build a new ecosystem and maintain the ecological balance of islands and reefs, and considering social, military, economic and environmental benefits was a hot issue that needs to be studied urgently. Eco-floating Island technology was a water treatment technology which combines green landscape belt with sewage prevention and control. Its technical characteristics were suitable for logistics support of offshore island reefs and military harbors, and it had good application prospects and practical significance.

Keywords

Eco-Barracks, Eco-Floating Islands, Distant Islands and Reefs, Sewage Control

生态浮岛技术在远海岛礁污水防治中的应用探究

王爽*, 王晓杰#, 李晓静

海军勤务学院海防工程系, 天津
Email: *10186047@qq.com

收稿日期: 2019年8月22日; 录用日期: 2019年9月10日; 发布日期: 2019年9月17日

*第一作者。

#通讯作者。

摘要

建设生态军营是军队贯彻落实党中央关于加强生态文明建设的重要举措,尤其是在远海岛礁建设中,生态环境问题的产生是不可回避的,如何利用现有的水处理技术防治岛礁生态破坏,构建新的生态系统,维持岛礁生态平衡,兼顾社会效益、军事效益、经济效益和环境效益,是当前迫切需要研究的热点问题。生态浮岛技术是一种绿色景观带和污水防治结合的水处理技术,其技术特点适用于远海岛礁军港后勤保障中,有较好的应用前景和现实意义。

关键词

生态营区, 生态浮岛, 远海岛礁, 污水防治

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,我国远海岛礁的建设和发展成为了国际关注的热点问题,彰显了我国岛礁吹填技术、经济实力、军事能力和综合国力的提升。但是伴随着远海岛礁建设的不断发展,存在着无市政管网保障、生态系统建设重构、资源与能源利用保护、人员编制不断扩张等带来的诸多环境问题。结合远海岛礁建设发展特点,选择一种更为适合远海岛礁的污水处理和改善生态环境的整治技术,是当前的重要建设任务之一,关系到岛礁建设使用成效的关键。

2. 发展

20世纪80年代美国的生态学家 Gurney [1]开始研究生态浮岛技术,并利用该技术种植蔬菜,取得了一定的经济效益。进入90年代后期,随着 Sasser、Haller [2] [3]和德国、日本的学者对此项技术开展了更为深入的研究,生态浮岛技术被大力发展并进入实际应用阶段,有效的改善了河流、湖泊等天然水体的富营养化现象,起到了防治结合的废水处理效果。

与此同时,国内许多环境生态学专家学者也开展了对于生态浮岛技术的研究。宋祥莆[4]、王耘[5]等利用该技术治理城区污染河道,总去污率可达到70%左右,基本能够实现达标排放;邢旭文[6]等利用该技术改善水产养殖场水质,发现其对TN、TP、COD等都有一定的转化率;1998年无锡市开展五里湖修复工作,发现生态浮岛技术可以有效的去除水体中的含氮、磷化合物;2002年北京市用生态浮岛技术治理什刹海、永定河等污染水体,也取得了较好的治理效果[7]。

21世纪以来,由于洗涤剂的大量使用、人们环保意识不强、污水排放监管不力等因素,水体富营养化程度日趋加剧,对人类的工作和生活环境造成了严重的影响,生态浮岛作为一种依靠自然水体的人工强化而净化水质的污水处理技术,凭借其成本低廉、效果明显、管理简单、美化环境等优势,越来越受到环境治理从业人员的关注。目前国内外在水处理中应用生态浮岛技术已经非常普遍,尤其是治理河流湖泊的生态破坏和修复水体生态系统中,取得了良好的效果。

本文是在各类研究应用的基础上,根据生态浮岛技术的优缺点,探讨该技术在远海岛礁这类特殊环境下的应用前景和预期问题,以改善远海岛礁污水治理现状和生态环境保护。

3. 定义

生态浮岛是一种针对水体富营养化的水质，利用生态学原理，降解水中 COD、氮磷等杂质的人工浮岛。浮岛的材质一般为聚乙烯 PE、聚氯乙烯 PVC、发泡聚苯乙烯 EPS、塑料等，这些人工载体将喜水植物按一定密度固定，然后通过提供植物生长繁殖的必备条件，如曝气供氧、适宜温度、适当光照、比例养料等，使植物根系吸附、吸收氮磷和其他污染物，以达到净化废水、美化环境、生态系统构建等目的，是一种经济效益显著、降解技术合理、运行管理简单、处理效果优势明显的污水处理技术。

4. 原理

生物浮岛净化废水的原理如图 1，其种植的水生植物通过光合作用产生自身增殖的细胞成分、必需的能量和氧气，其中部分氧气通过叶、茎输送到根部，使根区内形成好氧、厌氧和兼性的不同类型环境，交替繁衍生成不同种类的微生物，并在根系表面形成一层表面积巨大的生物膜，针对污水中的有机物、悬浮物和重金属等具有良好的吸附性能。膜中各类微生物产生的多聚糖，可以进一步降解和代谢有机物为无机物，并为植物等提供营养来源，最后通过收割植物降低水系污染物含量，同时为鸟类和水生动物的生存繁衍提供生息环境。

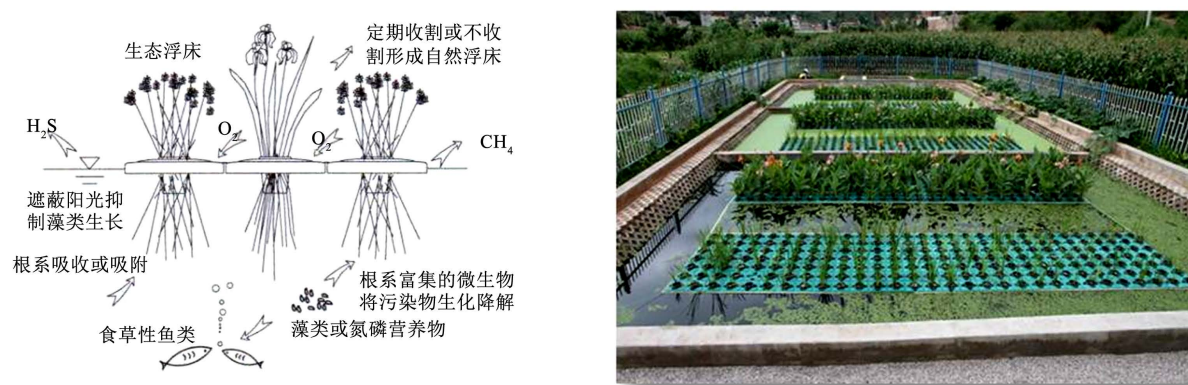


Figure 1. Principle and prospect of wastewater purification by biological floating island

图 1. 生物浮岛净化废水的原理及实景图

另外，生态浮岛载体对水面有遮蔽作用，可减少水体藻类的光合作用，从而抑制其生长速度，降低水体富营养化程度；还可以通过研究特定植物与藻类的共生关系抑制藻类过量繁殖，例如，研究发现，芦苇对造成水华的铜绿微囊藻和小球藻等都有生物抑制作用，可有效控制水体的富营养化水平。

影响生态系统处理效果的参数包括水生植物的种类和种植密度、水体溶解氧量、水温和环境温度、光照强度和时长、水体养料比例等，不同种类的水生植物对这些参数的要求不同，但是基本上都是以促进根系发达为基本准则，因为生态浮岛技术对水体污染物的削减主要是依赖水生植物发达的根系进行吸附和降解的。

5. 分类

5.1. 按植物和水系的接触方式来分

干式浮岛：植物与水不直接接触，通常栽培大型木本和园艺植物，构成不同层次的生态系统，在美化环境上有更大优势，但是对水质净化没有明显作用。

湿式浮岛：植物通过承托载体固定在水面，与水接触，与浮岛材料融为一体，形成更好的水体微动力循环，净化水体中的 COD、氮、磷、重金属等污染物。

5.2. 按筛选浮岛植物的种类来分

去除氮磷能力较强的挺水植物包括：美人蕉、菖蒲、香蒲、紫芋、泽苔、泽泻、旱伞草、红莲子草、姜花、千屈菜、细叶莎草、野芋等；去除铵氮能力较强的植物包括：槐叶萍、浮萍等。

削减高浓度硝酸盐污染的植物：欧慈姑、香蒲、红莲子草、旱伞草；适宜低浓度硝酸盐养分的植物：千屈菜、泽泻；应用于较广硝酸盐浓度范围的植物：野芋、细叶莎草、葛蒲、紫芋。

削减高浓度磷酸盐污染的植物：红莲子草、欧慈姑、细叶莎草、紫芋；适宜低浓度磷酸盐养分的植物：泽苔、野芋、美人蕉、葛蒲；应用于较广磷酸盐浓度范围的植物：千屈菜、香蒲。

适应高水平氨根离子养分条件的植物：红莲子草、紫芋、旱伞草、细叶莎草；适宜低水平氨根养分条件的植物：曹蒲、野芋；适应于较广氨根离子浓度范围的植物：千屈菜、香蒲、泽苔、泽泻、姜花。

5.3. 按人工浮岛的材质和类型来分

人工浮岛按照功能分为消浪型、水质净化型、提供栖息地型；按照形状可以分为长方形、圆形、三角形、正方形等。

湿式浮岛可以有框架，也可以无框架，有框架的材质有纤维强化塑料、不锈钢加发泡聚苯乙烯、特殊发泡聚苯乙烯加特殊合成树脂、氯化乙烯合成树脂、混凝土等材料，这类有框架型的人工浮岛占大多数；无框架浮岛的材质一般是椰子纤维，防撞损性好，耐久性强，也有用合成纤维、合成树脂、竹木、海绵、泡沫、塑料、橡胶、藤草、苇席等材料的，其结构、价格及制作工序都各不相同。

6. 优势

当前，远海岛礁建设正处在高速发展期，其地理位置、气候环境、政治作用、军事用途都具有独特的特点，保证其生态完整性、可持续发展性、环境适应性等尤其重要，因此因地制宜的选择适合的污水处理设施设备是十分重要的。结合生态浮岛的特点，其应用到远海岛礁环境整治中的技术优势明显。

6.1. 美化环境景观，建设生态营区

生态营区是新时期军队营区建设发展的一种新的理念、新的模式和新的目标，是解决资源环境与军事活动矛盾的可持续发展模式，可有效提高官兵生活质量，增强部队战斗力生成。生态浮岛技术采用水生植物栽培于载体上，植物生长繁殖靠发达的根系吸附降解水体中的 N、P、有机物等污染物，可形成绿草茵茵、繁花朵朵、清香阵阵的净化处理系统，在营区内形成一道独特的风景线。另外，生态浮岛技术无二次污染、无剩余污泥、无二沉池，一改其他污水处理技术和设施设备脏、臭、能耗大的缺点，符合建设生态营区的发展理念。

6.2. 污水浓度偏低，处理效率较高

远海岛礁无常驻居民，以守礁官兵为主，产生生活污水途径单一，流量少，氮磷及有机物浓度低，如采用普通生物处理技术则达不到启动标准，处理效果不好。生态浮岛技术适用于低浓度生活污水处理，且处理量不大，处理效果高，出水水质一般可达二类水标准，符合岛礁废水处理实际需求。

6.3. 管理维护简单，节约人力资源

驻守远海岛礁的官兵，既担负着守卫国土的重任，也承担管理维护岛礁设施设备的责任，但正所谓“铁打的营盘，流水的兵”，营区的人员流动性大，且守礁人员编制数量有限，复杂的污水处理技术和系统不适用于远海岛礁实际情况，一旦发生故障也不利用排查和维修。而生态浮岛技术初次种植成功后，不需特别维护管理，节约了大量的人力资源和运行维护保养成本，适宜在岛礁发展使用。

6.4. 占地面积不大, 节省岛礁用地

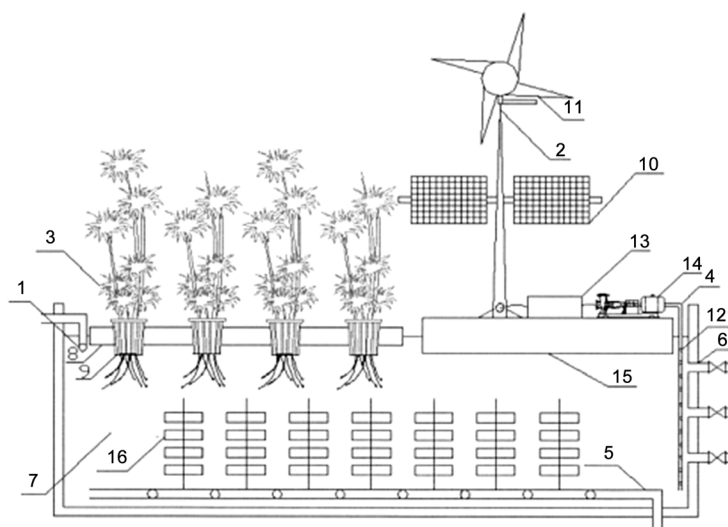
远海岛礁多为吹填造地, 可谓寸土寸金, 是我国经济、技术、军事等综合国力提升的标志, 做好建设规划才能充分利用岛礁有效用地, 因此, 各类工程建设设施设备都应考虑占地面积的问题。生态浮岛技术可布置在营区内的水系生态系统中, 即经过简单预处理的生活污水, 排入生态浮岛水系中, 经过吸附和降解作用分解污染物质, 净化后的清水可二次回用或做景观用水, 形成水循环生态系统。

6.5. 气候条件稳定, 有利植物生长

目前限制生态浮岛技术发展的一大短板是冬季植物的生存问题[8], 而远海岛礁属于热带季风气候, 常年高温高湿, 降雨频繁, 气候条件稳定, 四季无明显变化, 有利于植物的生长繁殖, 不存在冬季植物枯死, 处理效率降低的问题。如筛选适合远海岛礁生长的植物, 还可起到防台消浪的作用。

6.6. 开发再生能源, 凸显生态效益

远海岛礁具有独特的自然地理和环境条件, 可再生绿色能源充足(如风能、太阳能等), 充分利用不但能够节约能源, 还能凸显生态效益。赵艺[9]研究了一种新型生态浮岛——风光互补曝气污水处理装置(如图 2), 合理利用了风能、太阳能和生物能等供能系统, 为生态浮岛水生植物提供曝气复氧的能耗, 保障了水中充足的溶解氧环境, 提高了水中 COD 和总氮的去除率, 且无需停车检修, 维护管理方便, 价格低廉, 是适宜岛礁环境的水处理技术。



1—进水管, 2—风力发电叶片, 3—水生植物, 4—蓄电池, 5—曝气管, 6—排水管, 7—进水系统, 8—载体(聚二乙烯泡沫板), 9—生态浮岛花托, 10—太阳能电池板, 11—风力发电机, 12—中空固定杆, 13—能量转换器, 14—曝气泵, 15—风光发电系统, 16—曝气系统

Figure 2. Wind and solar complementary aeration sewage treatment system

图 2. 风光互补曝气污水处理系统

6.7. 保障鸟类栖息, 构建生态系统

远海岛礁是鸟类栖息的重要场所, 尤其是南沙岛礁面积逐渐扩大以来, 吸引了越来越多的鸟类种群前往栖息和繁衍, 在构建了新的生态系统之外, 也增大了机场鸟害防治的难度。在岛礁布局规划中, 将远离机场的区域布设生态浮岛水系系统, 可吸引大部分水鸟前往栖息, 减轻了机场鸟害防治的压力, 保持了生态系统的稳定发展。

7. 问题及解决方法

7.1. 新型载体材料的开发

目前的生态浮岛载体多为高分子轻质材料,以聚乙烯、聚苯乙烯、聚氨酯、PVC等塑料为主,具有质轻耐用、成本低、无污染的特点。

远海岛礁地处热带,属于常年高温、高湿、高盐、高辐射地区,疾风骤雨也是时有发生,对于载体材料的腐蚀程度、破损概率和使用寿命都是极大的挑战,因此新型抗风浪、抗氧化、抗腐蚀、抗辐射等特点的生态浮岛载体亟需开发。

7.2. 环境适应性植物的筛选

由于岛礁热带季风气候特点显著,目前已经采用的生态浮岛水生植物多为内陆湖泊生长,初次栽培可能产生一定的死亡率,应逐步筛选几种能够适应环境特点的植物,做一定范围的搭配栽植,既美化环境,又避免大面积死亡带来的水处理成效降低的风险。另外,筛选植物还应考虑岛礁多台风的因素,尽量避免高大水生植物的栽培,还能起到一定的消浪作用。

7.3. 病虫害防控技术的监测

远海岛礁的高温高湿环境是病虫害滋养的温床,可能出现与内陆地区不同种类的细菌、病毒等有害微生物,影响水生植物的生长繁殖,从而降低水处理效果。因此,加强病虫害防控的监测技术应与种植技术一并受到重视,及时有效的防止大面积的病虫害发生,阻碍生态系统健康发展。

7.4. 管理维护技术的升级

生态浮岛的管理维护较为简单,除需定期查看载体受损情况,及时予以更换外,还需定期收割或修剪植物,防止植物长势过猛,影响景观效果或带来病虫害。在定期收割中由于没有现代化的收割技术,多采用人工修剪,可谓费时费力,而且热带植物一般生长周期短,修剪频次多,因此开发一种自动化收割技术是当务之急。

8. 小结

本文介绍了水污染防治中生态浮岛技术的原理、分类和特点等内容,通过研究分析其技术优势,结合远海岛礁实际情况,提出利用该技术在远海岛礁进行污水治理和生态修复的设想,并预期了可能产生的问题和合理的解决方案。总之,利用生态浮岛这种成本低、效率高、管理简便的水处理技术在远海岛礁污水治理中的前景广阔,是解决岛礁水环境问题的有效方法。

基金项目

国家重点研发项目(No. 2017YFC0506306)。

参考文献

- [1] 原浩. 生态浮岛修复富营养化水体及微生物种群特征分析[J]. 内蒙古科技大学, 2017(6): 6-7.
- [2] Craig, T.M., Randall, K.S. and Charles, E.C. (2001) Physical and Vegetative Characteristics of Floating Islands. *Aquatic Plant Management*, **39**, 107-111.
- [3] Haller, W.T. (1996) Evaluation of the Keplpin 800 Aquatic Weed Harvester, Orange Lake, Florida 1995. *Aquatics*, **18**, 10-15.
- [4] 宋祥莆, 邹国燕, 吴伟明. 浮床水稻对富营养化水体中氮、磷的去除效果及规律研究[J]. 环境科学学报, 1998, 18(5): 489-494.

- [5] 井艳文, 胡秀琳, 许志兰, 等. 利用生物浮床技术进行水体修复研究与示范[J]. 北京水利, 2003(6): 20-22.
- [6] 邴旭文, 陈家长. 浮床无土栽培植物控制池塘富营养化水质[J]. 湛江海洋大学学报, 2001, 21(3): 29.
- [7] 童国璋, 叶旭红. 生态浮岛技术概述及应用前景[J]. 江西科学, 2010, 28(4): 470-472, 486.
- [8] 陈文佳. 新型河道修复的生态浮岛探究[J]. 水利建设, 2018(34): 300-301.
- [9] 赵艺. 新型生态浮岛对湖水水质净化技术的实验研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 东北大学, 2013: 45-47.