

超强大孔径植生布在潮间带生态修复工程中的应用

张中桢 叶清

(上海新纺织产业用有限公司, 上海 200125)

【摘要】 以土工材料为基础,通过试验,研究土工材料对波、流、植物、微生物生长等的影响规律,探究波、流等海洋动力作用下土工材料对潮间带的防护机理及植物生长特性,对土工材料结构、孔径和材料进行设计,确定既能满足海滩防护又能适合植物生长的防护材料。产品提供了岸滩在受侵蚀时护底保滩、植物和微生物生长的基础材料,解决了使用传统土工材料影响植物生长的产品缺陷,经工程试验综合效果理想,符合海滩防护同时兼顾原生态保护要求。

【关键词】 潮间带; 水生态修复; 湿地重建; 大孔径植生布

中图分类号: TV213.4

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)03-0033-05

Application of ultra-strong large-aperture vegetative cloth in ecological restoration projects of inter-tidal zone

ZHANG Zhongzhen, YE Qing

(Shanghai New Textile Industrial Co., Ltd., Shanghai 200125, China)

Abstract: The influence law of geotechnical materials on wave, flow, plant, microbe growth, etc. is studied through experiment on the basis of geotechnical materials. The protection mechanism of geotechnical materials on inter-tidal zone and plant growth features under ocean dynamic actions, such as wave, flow, etc. is explored. Structure of geotechnical material, aperture and materials are designed for determining protective materials which not only can meet beach protection, but also can be suitable for plant growth. The products provide foundation materials for bottom and beach protection, plant and microbe growth during beach erosion. The product defect of affecting plant growth by using traditional geotechnical material defects is solved. The comprehensive effect is ideal according to engineering test, and the product is consistent with the requirements of beach protection and original ecological protection.

Key words: inter-tidal zone; water ecological restoration; wetland reconstruction; large aperture vegetative cloth

近10年,我国围填海面积超过30万 hm^2 ,全国自然海岸线受损比例近2/3,改变岸线物理形状和海域水动力环境,破坏湿地导致岸带生产力降低,降低和消灭了湿地的固碳能力,拆除了能够过滤入海污染物的保护屏障^[1],同时全国46.5%河流受到污染,10.6%的河流严重污染以及90%以上的城市水域严重

污染^[2],陆源排污加重了海洋污染,局部海域环境发生了很大改变。我国水污染形势也已从局部河段发展到流域和近海海域、从单一污染到复合型污染、从地表水到地下水,以极快的速度扩展,危及水资源的可持续利用,水体中的藻类、致病微生物、有机危化物、重金属等有毒有害物质严重威胁着用水的安全。水污染和水体

富营养化等问题制约了我国经济的发展,控制水污染、对污染水域进行治理和修复已经成为当前水危机中最紧迫的问题^[3]。超强大孔径植生布主要使用在海岸潮间带的水位落差变化大的区域的湿地重建,克服了因使用传统土工材料影响植物生长的产品缺陷。

1 水生植物在潮间带生态修复工程中的作用

海滩(海岸潮间带)是海岸带最活跃的地貌单元,其松散的粒状沉积物不断地适应来自临近水域经常变化的波浪和水流,其剖面形态的制约因素包括波浪、水流条件以及组成潮间带的沉积物等。海滩(海岸潮间带)不仅为人类提供旅游与休憩的水上活动场所,也为生态物种提供栖息之地。因此,海岸潮间带给人类生活带来很可观的经济效益、社会效益。

在众多水体治理方法中,重建海洋湿地,利用植物修复法,采用高等水生植物(挺水植物、沉水植物、浮水植物和浮叶植物)及其根际微生物的共同作用去除水体的近海污染物是最佳方法之一。这些湿地首先过滤陆上来的入海径流,植物直接吸收固定营养物、植物根茎部释氧和植物根系中微生物降解等作用,使得海洋入海口区域能保持一个正常的水平。一定宽度的植物带具有截留雨水、防止雨水击溅侵蚀;减少地表径流、防止地表水流侵蚀;防止践踏和增加水分渗透;植物根系固定土壤和支撑作用;净化水质,削减非点源污染;改善生物栖息地功能;提高景观多样性等多种功能^[4]。

潮间带中植物具有吸收富集水体中氮、磷的效果,水生植物也会向水体中释放化感物质以抑制藻类等大量繁殖,其中水域中芦苇带效果最好,COD、NH₃-N和TP的去除效果分别达到43.7%、79.5%和75.2%。凤眼莲6天内对TN、TP的去除率分别为16.7%、67.6%。水生植物能有效去除水体中的污染物,有效抑制藻类生长,防止富营养化现象的发生^[5]。

2 国内外潮间带生态修复技术现状

一般采用生态学原理对潮间带生态进行修复,通

过生物、生态以及工程的技术与方法,改变和切断生态系统退化的主导因子或过程,调整、配置和优化生态环境系统内部及其外界的物质、能量和信息的流动过程和时空次序,使生态系统的结构、功能和生态学潜力尽快成功地恢复到一定的或原有乃至更高的水平。

人工方法恢复和重建湿地是潮间带生态恢复的重要措施,在美国得克萨斯州(Texas)加尔维斯顿海湾(Galveston Bay),利用工程弃土填升逐渐消失的滨海湿地,当潮间带抬升到一定高度,种植先锋植物来恢复沼泽植被。在路易斯安娜萨宾自然保护区和得克萨斯潮间带地区,利用“梯状湿地”技术(marsh terracing technique),在浅海区域修建缓坡状湿地,湿地建好后在上面种植互花米草及其他湿地植被,修建梯状湿地可以减弱海浪冲击、促使泥沙沉积、保护海滩,同时也可以为海洋生物提供栖息地^[6]。随着20世纪80年代中期入侵生态学的兴起,互花米草从美国东部流入西部后显现出严重入侵性。美国学界对互花米草入侵性的批判很快影响到国内。批判的主要观点认为,互花米草的入侵改变了淤泥质光滩的景观,侵占了本土物种碱蓬、红树林和贝类的生态位,威胁贝类水产养殖,加快了滩涂和港区的淤积速度等^[7],采用互花米草先锋植物技术存在一定风险。

3 潮间带湿地重建新思路

围海造地工程中采用土工材料已在国内广泛应用,虽然土工材料有着优越的保滩护底功能和反滤效果,但也成了灭绝海滩湿地水生植物群、影响生态平衡的主凶,土工材料铺设后致密的织物组织阻挡住来自土工材料底下沙土层中植物根茎(如芦苇匍匐茎)的生长以及能量和物质交换,原有海滩上的高等植物几乎难觅踪迹。工程人员曾尝试在土工材料下预埋芦根,期待芦根芽尖能萌发顶破土工材料层在海滩上重新生长,也尝试在土工材料上栽种芦苇等水生植物但均以失败而告终。究其原因,传统土工材料组织经纬纱线排列紧密所致,组织结构致密影响植物根茎自由

穿透,造成植物生长困难,成活率降低,高等水生植物总量达不到作为净化水质所需的标准。超强大孔径植生布是以保持传统土工材料基本特性为基础,结合植物生长生理特性,应用多学科交叉,研发出的一款既能满足护底保滩要求又具备保证植物根茎容易穿透的新型土工材料。材料以有效解决使用传统土工材料影响植物生长的产品缺陷为设计目标,以海滩防护同时兼顾原生态保护要求为设计理念,对传统土工材料织物组织结构进行重新设计。

改变致密的布层结构成为实现在滨海潮间带水生高级植物获得重生的途径之一,织物的组织结构设计主要围绕土工材料植物根茎可自由穿越以及提升材料生物相容性两方面进行。产品结构的设计为结构层和生态维持层两层结构,结构层以保持传统土工纺织材料平纹组织强度为基础,以改变组织结构不影响土工材料水域保滩护底功能为条件,在结构层织物上“开洞”成为了产品设计的思路,当植物根茎遇到土工材料后依照植物根茎向上生长规律在材料上“开洞”,提供可让根茎向上发展的基础条件。生态维持层材料采用经高分子合成纤维表面改性处理的方法改善材料的亲水性和微生物附着性,通过提升材料的亲水性和生物相容性,增加土工材料的生物相容性,实现水生植物的根茎自由生长和微生物在材料上的附着,在水体中形成微生物-底栖生物-浮游生物-植物一体的生态循环系统。

4 实验室理化及水体净化测试

4.1 物理指标测试

经上海勘察设计院检测,材料各项指标见表1。

表1 材料物理指标

指 标	单 位	测 试 值	检 测 标 准
单位克重	g/m ²	400	GB/T 15788—2005
植物根茎可穿越面积比率	%	50	
抗拉强度	kN/m	66.05/59.24	GB/T 15788—2005
延伸率	%	30/24	GB/T 15788—2005
O ₉₀	mm	0.25	GB/T 17639—2008
动态穿孔破洞直径	mm	28	GB/T 17630—2005

测试表明超强大孔径植生布抗拉强度已经达到传统土工布的基本值,动态穿孔破洞直径达28mm,可基本满足芦苇等水生植物根茎的穿越。

4.2 水体净化试验

超强大孔径植生布经生物载体材料模拟污水净化系统实验室处理,经两个月试验对COD、氨氮、总氮去除进行测试:

a. 系统对COD有较高的去除率。对COD的去除率可以稳定地达到85%左右。材料表面微生物采用附着生长方式,系统内单位体积微生物的数量较多,使得系统具有优异的COD去除效果,见图1。

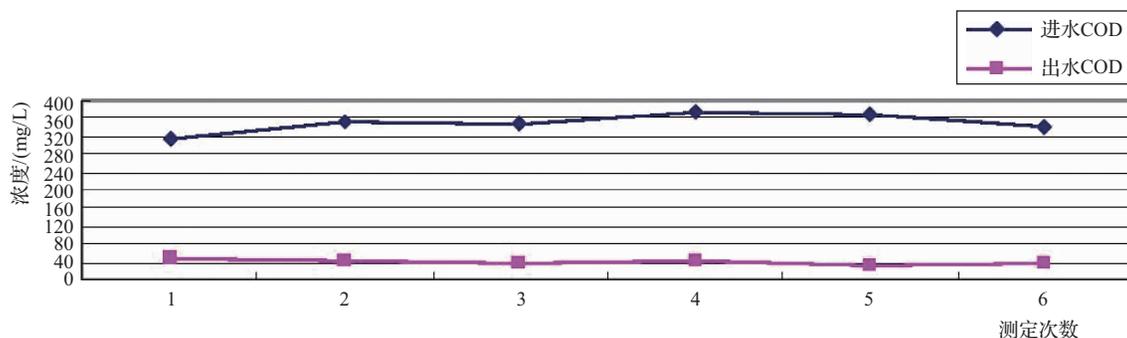


图1 系统对COD的去除效果

b. 系统对氨氮具有良好的去除效果。系统对氨氮的去除率达到了90%以上,见图2。

c. 系统具有良好的总氮脱除能力。系统对总氮

的脱除能力达到70%~90%,表现出优异的脱氮能力,见图3。

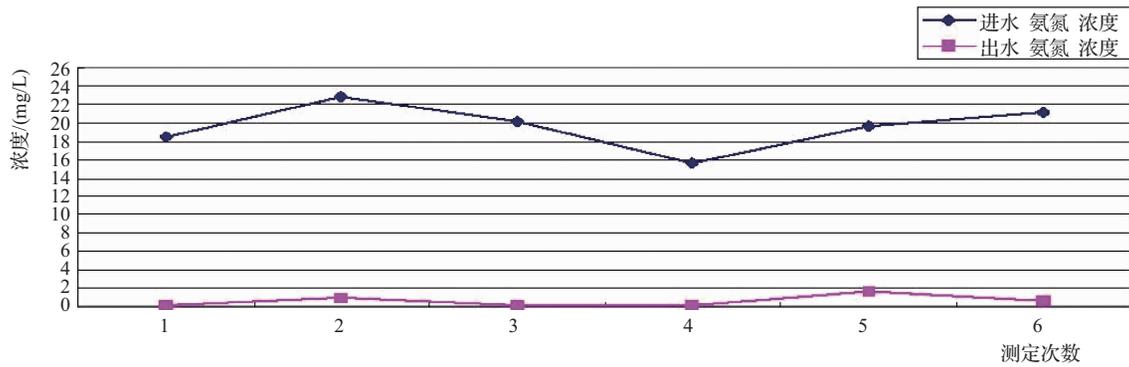


图2 系统对氨氮的去除效果

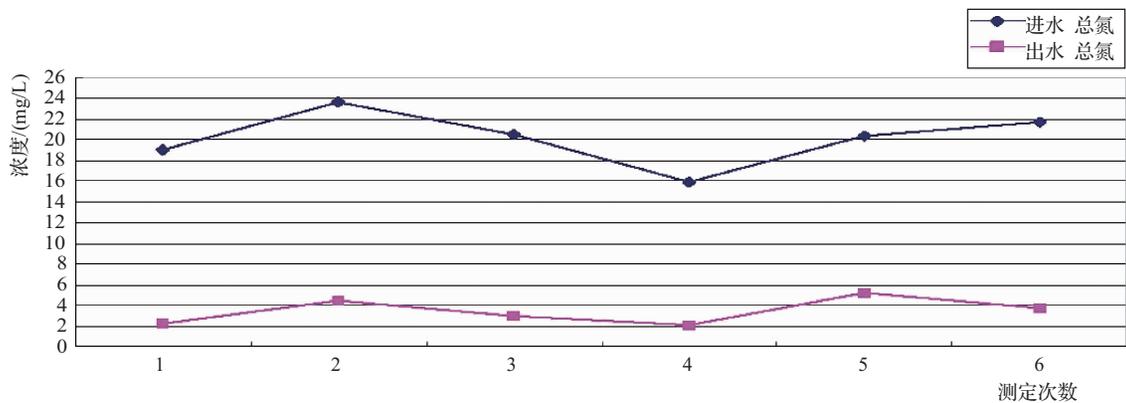


图3 系统对总氮的去除能力

d. 微生物填料参数见表2。

表2 微生物填料参数

指标	超强大孔植生布测试值
生物膜量	1535mg/L
生物膜厚度	2.1mm
污泥成熟微生物相	菌胶团、轮虫、纤虫

水体净化测试表明,超强大孔植生布有较强的生物净水能力,有极强微生物挂膜性能,若应用在水体中同时可去除 COD、氨氮、总氮等物质。

5 超强大孔径植生布在潮间带生态修复工程中的应用

超强大孔径植生布在胶东半岛滨岸实施潮间带生态护坡工程试验,工程位于防潮堤外侧的潮间带的水生植物种植区域,栽植区域海水盐度高达 30‰以上,水生植物根茎长期浸泡在海水中,并受潮汐影响植物

种植初期整株植物时常受浸没,工程采用超强大孔径植生布作为护滩和修复维持植物生态的基础结构材料。

该工程区域对于生态工程物种的生长逆境压力较大,主要是阶段性的缺水、季节性的低温和水体的高盐度。该产品在帮助生态工程物种对抗生长逆境起到了正面干预作用,可以起到保湿、保温和盐度离子浓度缓冲的作用。

目前胶东半岛潮间带生态护坡工程施工结束已有 15 个月,该段生态护岸上的生态工程物种已经度过一个完整的生活史,实现了移栽后的返青、越冬、萌发等关键阶段,实现了地上部分和地下部分的生长。植株的地上部分不但实现了营养生长,也实现了繁殖生长;由于本次生态工程物种选取的是芦苇,植株的地下部分顺利穿越超强大孔径植生布,实现了芦苇匍匐茎的横走生长和植株的自我克隆繁殖,见图 4。



图4 穿越虚拟大孔径植生布生长的芦苇地下部分

超强大孔径植生布主要可用于受潮汐落差较大的海洋、大江、大河和湖泊等超大水域潮间带的防护和生态修复工程。超强大孔径植生布曾在水位落差高、水流速度大的长江深水航道二期岸坡生态恢复工程中进行种植水生植物应用试验,试验结果水生植物生长良好,并且植物根茎与土工材料融为一体,实现在复杂水环境条件下水生植物生态修复的效果。

超强大孔径植生布的应用使得生态护岸上的植被群落得到了良好的发育,生态护岸作为人工生态系统满足了净化水质的生态需求,微生物等其他生态组分也在逐步自我完善,未来可以实现更为完整和更大容量的生态系统服务功能。

6 结 语

我国目前整个环海域大概有 20km² 受污染。其中东海占到大约一半,10km²;其次是渤海、黄海;受污染最轻的是南海。海洋生态修复迫在眉睫。超强大孔径(上接第 28 页)期到来的时候,必须频繁开闸,控制径流量。如果迎来强大降水,一定要在洪水来临之前,有层次地先进行排水,并适当降低水闸内水位。来年枯水期或者少雨期到来,水闸库容量无法满足下游农业灌溉用水量时,可靠上游水库及北高干渠供水。

4 结 语

本文针对 2012 年 10 月洛阳江水闸库区水体氯离子超标事件,系统分析了其发生原因,并有针对性地提出了几点建议。截至目前,制定实施的应急方案已经

植生布对保护和恢复潮间带护岸保滩湿地重建有其独特的产品特性,可有效解决使用传统土工材料影响植物生长的产品缺陷,经工程试验综合效果理想,符合海滩防护同时兼顾原生态保护要求。与国外应用实例相比,具有操作简单、施工周期短、造价低等优势,可用作潮间带水生植物修复用关键性工程材料。超强大孔径植生布产品已获国家专利局专利授权(专利号:201320627374.7),并经中国科学院上海技术查新咨询中心“科技查新报告”检索,综合技术达到国际领先水平。◆

参考文献

- [1] 马德毅. 全国自然海岸线告急,2/3 已受损 [N]. 南方周末,2016-12-8.
- [2] 张立师,王豹. 水生态文明建设的思考[J]. 水资源开发与管理,2015(3):57-59.
- [3] WANG Qiang, LU Jianjian, et al. Wetland research and eco-development through Chinese-United States EcoPartnership relationships[J]. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 2015,7(4).
- [4] 赵杭美,由文辉,罗扬,等. 潮间带在河道生态修复中的应用研究[J]. 环境科学与技术,2008,31(4):116-122.
- [5] 许列峰,陈婕,邵之剑. 城市河流生物修复技术的研究进展[J]. 安徽农业科学,2013(6):2597-2600.
- [6] 灞上人家. 海岸带生态修复之湿地恢复[J/OL]. (2013-12-9)[2016-5-8]. <http://www.shidi.org/sf-F66C135B4AD5485AB35AE13EB869EFC4-151-Chanbawetland.html>.
- [7] 钦佩. 互花米草生态效应两面观[N]. 中国环境报,2016-12-5.

两年有余,整体效果很好,尤其是上下游供水调度,相当可行。◆

参考文献

- [1] 刘金玉. 三涧堡地下水库对地下水环境影响的研究[D]. 大连:大连理工大学,2015.
- [2] 张晨,高学平,朱慧芳,等. 以氯离子为例的北大港水库水质调控技术[J]. 天津大学学报(自然科学与工程技术版),2012,45(1):6-12.
- [3] 谭浩强,何文杰,陆颖臣,等. 丹江口水库水质的综合评价[J]. 供水技术,2016,10(2):1-7.
- [4] 郝志宁. 水中氯离子的测定方法及其研究进展[J]. 环境科学与管理,2016,41(5):162-164.