

1、项目名称

黄河三角洲贝壳堤植被恢复理论及关键技术

2、推荐奖种

滨州市科技进步奖（社会公益类）

3、项目简介

针对黄河三角洲贝壳堤植被生态防护功能退化和植被生产力较低这一突出问题，紧密围绕贝壳堤退化生态系统的植被恢复和生态功能改善这一目标，以贝壳堤植被水分生境改善亟待解决的关键理论和技术为突破口，系统开展了贝壳堤退化生态系统植被-土壤水分生态特征及其植被恢复关键技术方面的研究。

该项目主要揭示了黄河三角洲贝壳堤土壤-植物系统的水分交互效应及其生理调节机制，明确了优势灌木树种的水分利用策略。建立了基于产效结合的贝壳堤优势灌木水分适宜条件判识技术，构建了基于植被空间格局分析和植物水分适应性的贝壳堤树种优化配置技术。

研发了贝壳堤杠柳苗木高效培育关键技术。基于贝壳砂生境土壤-植物水盐运移规律，采用土壤生物工程法，明确了培育所需的特定粒径和配置比例相搭配的贝壳砂土，研制了以促根生长、抗旱炼苗为目标的“微生境育苗床构建-抗干旱砂埋炼苗”一体化杠柳苗木高效培育技术。

研发了贝壳堤滨海滩涂退化湿地灌草植被恢复技术。依据孔隙结构分形和地下水-土壤系统水分运移理论，研发了泥质海岸带贝壳堤生态系统滩涂退化湿地灌草植被的土壤体培育及灌草种子截留、发芽生长技术，构建了“内部保护体-中央修复体-外围灌草种子截留体”于一体的斑块恢复体，构建“品字形配置”的恢复单元体，在基底面上形成系统的灌草植被恢复群落。

通过上述技术的实施，实验示范区植被覆盖率显著增加，促进了生物多样性，极大改善了泥质海岸带的生态环境，促进当地旅游产业的发展，生态、经济和社会效益显著。截止目前，该成果共发表学术论文 35 篇，其中 SCI/EI 收录 17 篇；出版著作 4 部；申请专利 6 项，授权专利 2 项；软件著作权登记 2 项；培养研究生 6 名。

4、客观评价

2019 年 12 月 10 日，山东省技术市场协会在济南组织召开了由滨州学院等单位完成的“黄河三角洲贝壳堤植被恢复理论及关键技术”科技成果评价会，形成如下评价意见：

1. 该成果探讨了黄河三角洲贝壳堤土壤-植物系统的水盐交互效应,评价了主要植被的蓄持水分能力及其生态适应性;揭示了贝壳砂生境优势植物的水分利用机制,明确了优势植物的种间共生特征。

2. 该成果阐明了贝壳堤优势植物光合效率的水分阈值效应及其生理生态调节机制,构建了基于植物产效结合的贝壳堤优势植物水分适宜条件判识技术,明确了主要植物生长适宜的贝壳砂水分条件。

3. 该成果研发了“微生境育苗床构建-抗干旱砂埋炼苗”的砂生植被培育技术、“内部保护-中央修复-外围灌草种子截留”的滩涂斑块植被恢复技术,以及基于植被空间格局分析和水分适应性为主的植物优化配置技术等,构建了以“贝壳砂物理改良-植物水分适应-物种间高效配置”为关键要素的贝壳植被恢复技术模式。

该成果具有系统完整的科学价值和较强的技术创新性,可为贝壳砂生境的植被恢复提供理论与技术支撑。结合国内外查新报告及其它资料,经专家组评议,一致认为本研究成果整体达到国际先进水平,在贝壳砂水分特征及其与优势植物水分关系研究方面达到国际领先水平。

5、技术推广应用情况与社会经济效益分析

自 2017 年开始应用滨州学院等单位的科研成果“黄河三角洲贝壳堤植被恢复理论及关键技术”,在无棣县和北海新区的贝壳砂类似生境内,特别是紧邻泥质海岸带贝壳堤生态系统的区域内,主要采用项目组研制的适宜水分生境的优势灌木树种筛选栽植技术、基于植被空间格局分析和植物水分适应性的树种优化配置技术,以及贝壳砂生境杠柳苗木高效培育关键技术等,进行贝壳砂类似生境的林业生态建设。三年来,依据培育苗木的产值、泥质海岸带防护林带的水产养殖增产增收、以及带动贝壳堤岛与湿地生态旅游项目等新增产值达 2355 万元。通过应用上述技术与成果,建立试验示范、推广面积累计达 2180 公顷。采用上述贝壳堤生态系统植被恢复技术,植被覆盖率显著提高,植被群落提质增效平均达 10%以上,蓄水保土和护堤防浪效能显著提高,取得了显著的生态、经济和社会效益。

6、主要知识产权/代表性论文/论著目录

专利:

(1) 发明专利,杨红军,孙景宽,李永,刘学文,一种磁性氧化铁/磷钼酸铵多孔复合材料的制备与应用,专利号: ZL201610661555.X, 授权公告日: 2016年9月11日.

(2) 发明专利: 夏江宝,王贵霞,杨红军,刘京涛,屈凡柱,刘萍,李田. 一种贝壳堤滩涂退化湿地的修复方法. 申请号: 2019104918227, 申请日: 2019年6月6日.

(3) 发明专利: 夏江宝, 王贵霞, 刘京涛, 孙景宽. 一种贝壳砂原生境杠柳苗木高效培育体系及其培育方法. 申请号: 201710350296.3, 申请日: 2017年5月18日.

(4) 发明专利: 宋爱云, 董林水, 刘京涛, 孙景宽, 夏江宝, 李田, 屈凡柱, 冯璐. 贝壳滩脊生境杠柳繁殖栽培方法. 申请号: 201811212805.7, 申请日: 2018年10月18日.

(5) 实用新型专利: 夏江宝, 王贵霞, 赵自国, 赵艳云. 一种怪柳幼苗培育专用箱. 专利号: ZL201320740234.0, 授权公告日: 2014年5月7日.

(6) 实用新型专利: 夏江宝. 林业病虫害防治装置. 专利号: ZL20130242811.3, 授权公告日: 2013年9月4日.

软件著作权

(1) 滨州学院, 夏江宝. 贝壳砂生境基于杠柳光合参数的土壤水分有效性评价系统V1.0. 登记号: 2017SR663844, 首次发表日期: 2017年9月8日.

(2) 滨州学院, 夏江宝. 贝壳砂生境杠柳光合光响应模型筛选系统V1.0, 登记号: 2017SR662696, 首次发表日期: 2017年9月22日.

主要论文专著:

[1] Yinping Chen, Jiangbao Xia*, Ximei Zhao, Yuping Zhuge. Soil moisture ecological characteristics of typical shrub and grass vegetation on Shell Island in the Yellow River Delta, China[J]. Geoderma, 2019, 348: 45-53.

[2] Jiangbao Xia, Ziguo Zhao, Ying Fang. Soil hydro-physical characteristics and water retention function of typical shrubbery stands in the Yellow River Delta of China[J]. Catena, 2017, 156: 315-324.

[3] Jiangbao Xia, Ziguo Zhao, Jingkuan Sun, Jingtao Liu, Yanyun Zhao. Response of stem sap flow and leaf photosynthesis in *Tamarix chinensis* to soil moisture in the Yellow River Delta, China[J]. Photosynthetica, 2017, 55(2): 368-377.

[4] Jingtao Liu, Qiangqiang Rong, Yanyun Zhao. Variations in soil nutrients and salinity caused by tamarisk in the coastal wetland of the Laizhou Bay, China[J]. Ecosphere, 2017, 8(2): e01672.

[5] Yuan Gao, Jiangbao Xia*, Yinping Chen, Yanyun Zhao, Qingxian Kong, Ying Lang. Effects of extreme soil water stress on photosynthetic efficiency and water consumption characteristics of *Tamarix chinensis* in China's Yellow River Delta[J]. Journal of Forestry Research, 2017, 28(3): 491-501.

[6] Hongjun Yang, Jingkuan Sun, Aiyun Song, Fanzhu Qu, Linshui Dong, Zhanyong Fu. A probe into the contents and spatial distribution characteristics of available heavy metals in the Soil of Shell Ridge Island of Yellow River Delta with ICP-OES Method[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2017, 37(4): 1307-1313.

[7] 夏江宝, 朱丽平, 赵自国, 赵艳云, 孙景宽. 黄河三角洲贝壳堤不同植被类型的土壤水分物理特征及蓄水潜能评价[J]. 应用基础与工程科学学报, 2016, 24(3): 12-18 (EI).

[8] 夏江宝, 张淑勇, 朱丽平, 赵自国, 赵艳云. 贝壳堤岛酸枣树干液流及光合参数对土壤水分的响应特征[J]. 林业科学, 2014, 50(10): 24-32.

[9] 夏江宝, 张淑勇, 赵自国, 赵艳云, 高源, 谷广义, 孙景宽. 贝壳堤岛旱柳光合效率的土壤水分临界效应及其阈值分级[J]. 植物生态学报, 2013, 37(9): 851-860.

[10] 夏江宝, 刘京涛, 王贵霞, 赵丽萍, 任加云, 陈印平, 孙景宽, 屈凡柱, 李建庆, 陆兆华, 朱金方, 王荣荣. 黄河三角洲贝壳堤生态系统水分特征与植被恢复技术. 科学出版社, 2018.

7、全部完成人排序及对项目的贡献

(1) **夏江宝**, 教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

负责制定项目实施方案和研究工作计划, 组织开展项目试验设计、数据测定分析等工作; 负责和参与了项目研究材料整理、分析和结题报告的撰写工作; 负责创新点 1.1、1.2、1.3 和 1.5; 创造性地完成了贝壳堤优势灌木光合光响应模型的适应性, 揭示了优势灌木光合参数的水分响应性, 评价了贝壳砂生境优势灌木光合效率的土壤水分有效性, 研发了贝壳堤植被恢复关键技术等主要工作。

(2) **陈印平**, 副教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与贝壳砂土壤样品的采集; 研究贝壳堤不同灌木林地的土壤颗粒分形及其蓄持水分特征, 明确影响贝壳砂蓄持水分的主要因子, 评价了基于蓄水保土效应的优势灌木; 参与构建基于植被空间格局分析和植物水分适应性的贝壳堤树种优化配置技术, 建立基于产效结合的贝壳堤优势灌木水分适宜条件判识技术等工作; 作为主要完成人参与了主要创新点中 1.1 和 1.2 等内容的研究工作。

(3) **王贵霞**, 高级工程师, 滨州市水资源节约保护中心, 对本项目技术创造性贡献:

作为主要完成人参与了黄河三角洲贝壳堤典型植被类型的蓄持水分特征研究; 参与完成贝壳堤防沙绿化装置的研究, 同时评价了贝壳堤生态系统典型植被的水土保持

功能：主要参与创新点中 1.1 和 1.5 及其技术推广等。

(4) **杨红军**，副教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

参与通过稳定同位素技术进行贝壳堤优势灌木种水分生态位的研究工作，从水资源利用角度探讨植物对于干旱逆境的适应机制；参与贝壳堤优势灌木水分适宜条件判识技术以及优势灌木繁殖培育技术的研究工作；作为主要完成人参与主要创新点中 1.4、1.5 等内容的研究工作。

(5) **刘京涛**，教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

作为主要完成人负责应用稳定同位素技术研究贝壳堤优势灌木种的水分适应策略，定量确定不同灌木种的水分生态宽度和生态位重叠度，提出基于水分生态位的灌木种适宜栽培生境判别和选择技术；从水资源利用角度阐明了贝壳堤优势植物对于干旱逆境的适应机制及有限水资源条件下物种的共生机制；主要负责创新点中 1.1 和 1.4 及其应用示范和技术推广等。

(6) **房颖**，讲师，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

参与不同树种主要光合效率指标对贝壳砂根土界面水分变化的响应过程，揭示根土界面土壤水分临界效应下影响光合效率的耐受机制；参与研究贝壳砂生境优势灌木树种与土壤水分含量的耦合关系；作为主要完成人参与主要创新点中 1.1、1.2 等内容的研究工作。

(7) **李田**，副教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

参与完成贝壳堤干旱胁迫下优势树种光合生理生态特征及其生化耐受机制的研究，明确了优势植物的盐旱生理调节机制和水盐耐受极限；作为主要完成人参与主要创新点中 1.3 和 1.4 等内容的研究工作，发表论文 6 篇，参与撰写著作 1 部，授权发明专利 1 项。

(8) **赵西梅**，副教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

参与了样品的采集、室内实验的监测等工作；负责了贝壳砂及植物中的水盐及盐分离离子等测定分析工作；明确了黄河三角洲贝壳堤土壤-植物系统的水分交互效应及其生理调节机制，参与建立了基于产效结合的贝壳堤优势灌木水分适宜条件判识技术，以及基于植被空间格局分析和植物水分适应性，构建了的贝壳堤树种优化配置技术；作为主要完成人参与主要创新点中 1.1、1.5 等内容的研究工作。

(9) **吴春红**，副教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

对本项目科研成果材料进行了全面汇总和系统整理，参与研发了滨海滩涂植被恢复技术，并进行了技术推广。

(10) **赵自国**，讲师，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

对本项目主要创新点中的 1.1、1.2 做出了重要贡献，参与建立“光合生产力水分阈值分级与评价标准”等相关工作。

(11) **孙景宽**，教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

参与应用稳定同位素技术定量确定不同灌木树种的水分生态位的研究内容，从水资源利角度分析植物对干旱逆境的生态适应机制和有限水资源条件下的物种共生机制；作为主要完成人参与主要创新点中 1.3 和 1.4 等内容的研究工作。

(12) **董林水**，副教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

作为主要完成人参与了黄河三角洲贝壳堤土壤水分及盐分空间分布格的研究内容，阐明贝壳砂土壤水分的垂直和水平两个方向上的变异规律，提出基于水分空间分布格局的贝壳堤树种优化配置技术；参与完成贝壳堤植被资源及其空间分布规律的调查和研究工作，同时从功能性状分析的角度对贝壳堤优势灌木的生态适应性机制进行了系统的研究。主要参与创新点中 1.2、1.5 及其应用示范和技术推广等。

8、全部完成单位及排序

1. 滨州学院
2. 滨州市水资源节约保护中心