

## 项目名称：黄河三角洲贝壳堤植被恢复理论及关键技术

### 一、提名者

滨州学院

### 二、提名意见

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问题，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，系统开展了贝壳堤植被恢复理论及其关键技术方面的研究。主要揭示了黄河三角洲贝壳堤土壤-植物系统的水盐交互效应及其生理生态调节机制，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植物水分适宜条件判识技术，研发了“微生境育苗床构建-抗干旱砂埋炼苗”的植物高效培育技术、“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材料优化配置技术等，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。该成果在贝壳堤优势植物光合效率的水分阈值效应、优势植物的适宜水分生境判识和幼苗高效培育技术等方面有突破和创新。本研究成果整体达国际先进水平，部分研究达国际领先水平。

在黄河三角洲典型泥质海岸带贝壳砂生境内建立试验示范、推广面积达 3650 公顷。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。该成果共发表学术论文 37 篇，其中 SCI/EI 收录 19 篇；出版著作 4 部；申请专利 11 项，授权专利 8 项；软件著作权登记 5 项；培养研究生 7 名。

该提名书的全部材料真实可靠，提名该项目为山东省科学技术进步奖二等奖。

### 三、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。

**(1) 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。**探讨了不同灌木林的土壤颗粒分形及其蓄持水分特征，明确了影响贝壳砂蓄持水分的主要因子。筛选出不同灌木基于水分差异的光合光响应模型，揭示了优势树种光合效率对土壤水分的临界效应及其调节机制，评价了主要灌木的水分适应性。

**(2) 明确了优势灌木树种的水分利用策略。**探讨了贝壳堤土壤水和植物木质部

水的  $^{18}\text{O}$  稳定同位素特征，揭示了干湿季优势灌木的水分利用机制，分析了优势灌木水分生态位的时空异质性，明确了贝壳砂生境优势灌木的种间共生特征。

**(3)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。**基于“产效”概念，明晰了主要光合效率参数与土壤水分间的定量关系，求解出优势灌木的“光合效率水分临界点”，构建了其“光合生产力水分阈值分级与评价标准”，明确了贝壳砂生境优势灌木高产高效的土壤水分范围。

**(4)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。**优化配置了贝壳堤丘顶、丘后背风坡、丘间低地、高潮线附近和滩脊地带等典型微地貌上的植物材料，并从适应干旱生境、改良土壤和水分生态位互补的角度分别提出了所应配置的灌木类型。

**(5)研发了贝壳堤杠柳苗木高效培育关键技术。**明确了幼苗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。

**(6)研发了贝壳堤滨海滩涂灌草植被恢复技术。**研发了贝壳堤滩涂裸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。

**(7)提出了黄河三角洲贝壳堤生态系统保护策略。**合理调整了贝壳堤岛与湿地国家级自然保护区范围及功能区，制定实施了贝壳堤生态系统保护与生态修复实验工程。

近三年来，先后在黄河三角洲典型泥质海岸带贝壳砂生境内建立试验示范、推广面积达 3650 公顷。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。该成果共发表学术论文 37 篇，其中 SCI/EI 收录 19 篇；出版著作 4 部；申请专利 11 项，授权专利 8 项；软件著作权登记 5 项；培养研究生 7 名。

#### **四、主要知识产权和标准规范等目录**

(1) 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. 中国. 授权号：ZL201710350296.3, 授权日期：2019年12月3日，证书编号：3618875, 权利人：滨州学院，有效。

(2) 发明专利：杨红军，谢文军，夏江宝. 一种多孔AMP/CNC-PUF吸附材料的制备方法及其应用. 中国. 授权号：ZL 201710336142.9, 授权日期：2020年02月11日，

证书编号：3689083, 权利人：滨州学院, 有效.

(3) 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, 中国, 授权号: ZL201610661555.X, 授权日期: 2018年9月11日, 证书编号: 3067099, 权利人: 滨州学院, 有效.

(4) 论文: Jiangbao Xia, Ranran Ren, Yiping Chen, Jia Sun, Ximei Zhao, Shuyong Zhang. Multifractal characteristics of soil particle distribution under different vegetation types in the Yellow River Delta chenier of China[J]. Geoderma, 2020, 368: 114311

(5) 论文: Yiping 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.

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

(7) 论文: 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) 著作: 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.

(9) 软件著作权: 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. 中国. 登记号: 2017SR663844, 首次发表日期: 2017年9月8日, 证书编号: 02131217.

(10) 软件著作权: 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, 中国. 登记号: 2017SR662696, 首次发表日期: 2017年9月22日, 证书编号: 02120643.

## 五、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) **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。

(4) **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。

(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) **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。

(7) **张淑勇**，副教授，山东农业大学，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”、贝壳堤树种优化配置技术等相关工作，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。

(8) **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。

(9) **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。

## **六、主要完成单位排序及对项目技术创新和应用推广情况的贡献**

### **第一位：滨州学院**

主要贡献：

(1) 在项目运行过程中，协调与其他合作单位之间的关系，认真监督项目的开展；同时协助项目组进行有关专利、专著等知识产权的申请和保护，积极推动有关技术的推广示范，辐射带动了黄河三角洲泥质海岸带典型贝壳砂生境的植被恢复建设工作。上述区域累计进行试验示范及推广面积达 2680 hm<sup>2</sup>，较好地改善了贝壳堤生态系统的生态环境，产生了巨大的生态、经济和社会效益。

(2) 主要开展了贝壳堤优势灌木的水分生态特征及其利用机制、植被恢复关键技术的研发；对本项目计划实施所需要的人力、物力、实验条件和工作时间等条件给予充分的保障，特别是在实验样品的测试和分析方面提供了可靠保障，保证了项目的顺利实施和有序运行。

### **第二位：滨州市水资源节约保护中心**

主要贡献：

(1) 配合项目主持单位，参与项目选题、论证等工作；参与了项目研究方案的制定、论证并实施。

(2) 对本项目计划实施所需要的人力、物力、实验条件和工作时间等条件给予充分的保障，保证了项目的顺利实施和有序运行。

(3) 主要开展了黄河三角洲贝壳堤典型植被类型的蓄水保土功能研究，研发了贝壳堤滨海滩涂植被恢复技术等。

(4) 协调技术推广部门积极实施“贝壳堤植被恢复关键技术”的应用示范，在贝壳砂生境累计示范推广面积达 970 hm<sup>2</sup>。

### **第三位：山东农业大学**

主要贡献：

(1) 配合项目主持单位，参与项目选题、论证等工作；参与了项目研究方案的制定、论证并实施。

(2) 对本项目计划实施所需要的人力、物力、实验条件和工作时间等条件给予充分的保障，保证了项目的顺利实施和有序运行。

(3) 主要开展了黄河三角洲贝壳堤优势灌木光合效率的水分阈值效应、贝壳堤典型灌草植被的多重颗粒分形及改良土壤效应，研发了贝壳堤滨海滩涂植被恢复技术等。