

现代渔业创新发展丛书

丛书主编：杨红生

黄河三角洲生态农牧场 构建原理与实践

杨红生 赵建民 韩广轩 等 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书聚焦黄河三角洲保护与持续利用等重大科技问题,系统介绍了黄河三角洲生态农牧场环境监测关键技术与装备,盐碱地生态农牧场、滩涂生态农牧场、浅海生态牧场构建原理、技术与模式,生态农牧场特色生物资源产品开发与应用,以及生态农牧场空间布局等。

本书可供科研院所和高等院校从事海岸带和盐碱地农牧业相关专业的科研人员,以及企业和事业单位工作人员参考。

审图号:GS京(2022)0711号

图书在版编目(CIP)数据

黄河三角洲生态农牧场构建原理与实践 / 杨红生等著. —北京:科学出版社, 2022.9

(现代渔业创新发展丛书/杨红生主编)

ISBN 978-7-03-072360-4

I. ①黄… II. ①杨… III. ①黄河-三角洲-生态农业-农场-农业发展-研究 ②黄河-三角洲-生态农业-牧场-农业发展-研究 IV. ①F327.52

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第086461号

责任编辑:朱瑾 岳漫宇 习慧丽 / 责任校对:郑金红
责任印制:吴兆东 / 封面设计:无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2022年9月第一版 开本:720×1000 1/16

2022年9月第一次印刷 印张:24 1/4

字数:489 000

定价:318.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“现代渔业创新发展丛书”
编委会

主 编：杨红生

编 委（按姓氏笔画排序）：

王 清 王天明 毛玉泽 许 强 杨红生

张 涛 张立斌 张秀梅 陈慕雁 周 毅

赵建民 袁秀堂 徐 彪 韩广轩

《黄河三角洲生态农牧场构建原理与实践》

著者名单

主要著者：杨红生 赵建民 韩广轩

其他著者（按姓氏笔画排序）：

于 洋 于顺洋 王 宁 王 清 王光美

王晓利 田崇国 付龙文 丛 明 冯巍巍

刘 辉 刘玉斌 刘石林 刘鲁雷 衣悦涛

孙西艳 孙景春 杜培培 李 青 李丙文

李晓炜 张立斌 张堂林 季乃云 周 毅

周正文 单恩翠 侯西勇 贺文君 夏春雷

郭占勇 崔玉琳 谢学军 谢宝华 管 博

谭文强 颜 坤 潘大为 魏 红

前 言

缘系雪山，悬流豪迈。水沙贯穿陆滩海。无端风月总向东，历尽沧桑阅百态。无息延长，几回摇摆。滋润人间施关爱。经略金洲纵情谈，保护生态祉千代。黄河奔流，挟带泥沙，注入渤海。海淡交汇，海水顶托，流速缓慢。泥沙落淤，填海造陆，渐筑巨洲。

黄河三角洲是黄河挟带大量泥沙在渤海凹陷处沉积形成的冲积平原，是我国最年轻的陆地。黄河三角洲湿地总面积约 4500km²，泥质滩涂面积达 1150km²，地势十分平坦。黄河三角洲拥有沼泽地、河床漫滩地、河间洼地、泛滥地及河流、沟渠、水库、坑塘等湿地类型。自然植被包括天然柳林等落叶阔叶林、柽柳等盐生灌丛、白茅草甸等典型草甸、翅碱蓬草甸等盐生草甸、芦苇等草本沼泽和金鱼藻等水生植被。黄河三角洲顶部和中部土壤脱盐较好，传统农业发展迅速。沿海低地地下水位高，土壤盐渍化强，受潮水冲淤漂游不定，但生物资源丰富，生物多样性极高，成为东北亚内陆和环西太平洋鸟类迁徙的重要中转站、越冬栖息地和繁殖地，被国内外专家誉为“鸟类的国际机场”。得天独厚的自然禀赋，造就了黄河三角洲“奇、特、旷、野、新”的美学特征，其被评为中国“最美的六大湿地”之一，是鱼、虾、蟹、贝等重要经济动物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。综上所述，黄河三角洲是生态之洲，也是金色之洲，必须科学规划区域空间布局和促进产业多元融合发展。

2017 年，针对海岸带特别是对河口三角洲湿地生态系统保护与发展的现状和问题，我们提出海岸带生态农牧场这一新理念和新模式。我们认为海岸带生态农牧场是基于生态学原理，利用现代工程技术，陆海统筹构建盐碱地生态农牧场、滩涂生态农牧场和浅海生态牧场，营造健康的海岸带生态系统，形成“三场连通”和“三产融合”的海岸带保护与利用新模式。这一观点一经提出就得到中国科学院领导和专家的高度重视，专门设立中国科学院科技服务网络计划（简称“STS 计划”）重点项目，资助研究团队在黄河三角洲开展构建原理、装备、技术和模式等系统研究。在山东省、东营市各级政府及企业的大力支持下，尽管项目实施时间略短，但收获颇丰。

黄河生态系统是一个有机整体，要充分考虑上游、中游和下游的差异。下游的黄河三角洲要做好保护工作，促进河流生态系统健康，提高生物多样性。2020 年的《政府工作报告》明确提出编制黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要，

积极探索黄河流域生态保护和高质量发展“双轮驱动”新模式，从整体上加强科学规划，统筹布局，依托城市群、城市圈的发展，促进优势资源要素进一步集聚，统筹上游、中游和下游发展，重塑经济地理新空间，构建高质量的经济社会发展新格局，对系统研究和构建黄河三角洲生态系统保护与持续利用新模式提出了新要求和新目标。

我国海岸线绵长，纵深跨度极大。在人类活动和全球变化双重影响不断增强的情形下，针对我国不同地区和类型的海岸带，必须因地制宜地构建不同类型的保护和持续利用途径与发展模式。绿水青山就是金山银山，坚持生态保护优先，自然修复为主，陆海统筹，科学布局，一系列重大的科学和技术问题亟待解决。

作为《海岸带生态农牧场创新发展战略研究》（2020年3月出版）的姊妹篇，《黄河三角洲生态农牧场构建原理与实践》聚焦黄河三角洲典型湿地生态系统，重点解决海岸带生态农牧场建设原理、技术模式和空间布局等问题。本书具体内容及分工如下：前言（杨红生）；第一章 生态农牧场环境监测关键技术与装备（潘大为、付龙文、冯巍巍、于顺洋、田崇国、王宁、夏春雷、魏红、周正文）；第二章 盐碱地生态农牧场构建原理与模式（韩广轩、颜坤、管博、张堂林、王光美、贺文君）；第三章 滩涂生态农牧场种养殖技术与模式构建（刘辉、孙西艳、李丙文、张立斌、丛明、于洋、赵建民、刘石林、杨红生、孙景春）；第四章 浅海生态牧场生境与生物资源修复（王清、周毅、谢宝华、谢学军、单恩翠、刘鲁雷）；第五章 生态农牧场特色生物资源产品开发与应用（郭占勇、季乃云、衣悦涛、崔玉琳、李青、谭文强）；第六章 黄河三角洲生态农牧场空间布局（杜培培、李晓炜、刘玉斌、王晓利、侯西勇）；杨红生、韩广轩、赵建民负责全书统稿。

书中若有不妥之处，敬请批评指正！

著 者

2020年夏于烟台凤凰山下

目 录

第一章 生态农牧场环境监测关键技术与装备	1
第一节 引言	1
第二节 国内外环境监测研究进展	2
一、水体环境监测	2
二、土壤环境监测	17
三、大气环境监测	20
第三节 环境监测关键技术与装备	21
一、水体环境监测	21
二、大气环境监测	34
三、水下环境观测	39
四、平台集成	42
第四节 目前存在的问题及建议与展望	43
一、目前存在的问题	43
二、建议与展望	44
参考文献	46
第二章 盐碱地生态农牧场构建原理与模式	54
第一节 引言	54
一、研究背景与意义	54
二、盐碱地生态农牧场构建理论方法	55
第二节 国内外研究进展	56
一、盐碱地改良研究进展	56
二、盐生植物选育	62
三、水生植物修复	68
四、水生植物与水产动物养殖	71
五、滨海盐碱地综合利用模式研究进展	73
第三节 盐碱地生态农牧场高效利用模式	78
一、盐碱地生态农牧场模式构建	78
二、异质性生境营造与示范区建设	79

三、生境岛顶面土壤改良与耐盐经济作物种植	83
四、缓坡喷灌设备布设与耐盐牧草种植	90
五、水质监测及水生植物选育模式	97
六、鳊鱼和黄颡鱼生长及鱼产力分析	102
七、综合效益与应用推广	104
第四节 目前存在的问题与展望	106
参考文献	107
第三章 滩涂生态农牧场种养殖技术与模式构建	114
第一节 引言	114
第二节 国内外研究进展	115
一、肉苁蓉种植技术	115
二、海水蔬菜在水域养殖中的应用	116
第三节 滩涂生态农牧场种养与示范	120
一、柶柳-肉苁蓉种植技术体系和示范	121
二、海蓬子培育及对养殖废水的净化效果	129
三、海蓬子-刺参综合种养殖技术模式与示范	141
四、海马齿-银鲑综合种养殖模式建立与示范	146
第四节 目前存在的问题及建议与展望	149
一、目前存在的问题	149
二、建议与展望	149
参考文献	150
第四章 浅海生态牧场生境与生物资源修复	154
第一节 引言	154
第二节 国内外研究进展	155
一、互花米草入侵与防治	155
二、海草床退化与修复	161
三、牡蛎礁退化与修复	162
第三节 浅海生态牧场生境与生物资源修复技术	165
一、互花米草综合防治技术	165
二、海草床综合修复技术	172
三、近江牡蛎礁修复技术	222
第四节 目前存在的问题及建议与展望	234
一、目前存在的问题	234

二、建议与展望	234
参考文献	235
第五章 生态农牧场特色生物资源产品开发与应用	249
第一节 引言	249
一、黄河三角洲生物资源的种类和特色	249
二、生物资源到生物制品	250
第二节 国内外研究进展	251
一、耐盐/盐生植物的研究进展	251
二、微藻的研究进展	256
三、微生物的研究进展	259
四、水产废弃物虾、蟹壳中壳聚糖的研究进展	264
第三节 项目研究进展	269
一、耐盐/盐生植物的研究与开发	269
二、饵料微藻的研究与开发	295
三、菊芋内生真菌的研究与开发	300
四、壳聚糖的研究与开发	302
第四节 目前存在的问题及建议与展望	310
一、目前存在的问题	310
二、建议与展望	311
参考文献	312
第六章 黄河三角洲生态农牧场空间布局	321
第一节 引言	321
第二节 黄河三角洲产业发展及空间布局演变特征	323
一、黄河三角洲空间开发历史演变基本特征	323
二、黄河三角洲农业发展特征	330
三、黄河三角洲牧业发展特征	334
四、黄河三角洲渔业发展特征	337
第三节 生态农牧场空间布局的目标与基本原则	341
一、空间布局的目标	341
二、空间布局的基本原则	343
第四节 生态农牧场空间布局技术方案与制图方法	344
一、生态农牧场空间布局影响因素	344
二、生态农牧场分布适宜性评估与制图方法	351

第五节 黄河三角洲生态农牧场空间布局方案与示范	357
一、黄河三角洲生态农牧场空间布局方案	357
二、黄河三角洲生态农牧场示范	360
第六节 结论、问题、建议与展望	365
一、主要的结论	365
二、存在的问题	366
三、建议与展望	369
参考文献	372