

# 建网络、修退损、供产品：威海生态修复规划技术路径探讨

□ 汪安，黄高文，陈首序，陈可欣

[摘要] 生态修复是建设美丽中国的重要途径。文章通过分析以往生态修复工程存在的问题，从提升生态修复工程的系统性与综合效益角度提出生态修复规划的路径，并以威海的生态修复规划实践为例，探讨其“建网络、修退损、供产品”的生态修复规划路径，即通过搭建高效串联的生态网络、精准修复退化受损的生态空间和复合打造高质量的生态产品，构建以产品供给为导向的生态修复规划范式，以期为其他地区的生态修复提供参考。

[关键词] 国土空间规划；生态修复；综合效益；产品供给；规划编制；威海

[文章编号] 1006-0022(2021)09-0082-06 [中图分类号] TU985 [文献标识码] B

[引文格式] 汪安，黄高文，陈首序，等. 建网络、修退损、供产品：威海生态修复规划技术路径探讨[J]. 规划师，2021(9)：82-87.

## Building an Efficient Chained Network, Repairing Damaged Space, Supplying High Quality Ecological Products: Ecological Restoration of Weihai City/Wang An, Huang Gaowen, Chen Shouxu, Chen Kexin

**[Abstract]** Ecological restoration planning is important in the strategy of building beautiful China. With an analysis of the problems of ecological restoration projects, the paper proposes an ecological restoration planning concept oriented for product supply from the perspective of systematic project and comprehensive benefits. With Weihai city as an example, the paper proposes a planning compilation model of “building an efficient chained network, repairing damaged space, supplying high quality ecological products”. The product supply oriented ecological restoration planning model provides a reference for other cities.

**[Key words]** National territory spatial planning, Ecological restoration, Comprehensive benefit, Product supply, Planning compilation, Weihai

生态修复是指应用生态系统的自组织和自调节能力对环境或生态本身进行的修复<sup>[1]</sup>。以往单项的矿山整治、水土保持等生态修复工程虽然针对典型生态问题实施了高效的修复措施，但是仍然存在系统治理不足、综合效益不高等问题。对此，党的十九大报告提出实施生态修复是建设美丽中国的重要途径；习近平生态文明思想强调“山水林田湖草生命共同体”的系统观与“绿水青山就是金山银山”的绿色发展观。在国土空间规划强调全要素统筹、全地域规划的背景下，本文以山东威海为例，探究建网络、修退损、供产品的生态修复规划路径，精准修复退化受损的生态空间，以复合营建的方式实现生态价值的转换。

### 1 以产品供给为导向的生态修复规划技术路径

生态产品是生态系统通过生物生产与人类生产的共同作用，为人类提供的最终产品或服务，如水源涵养、物种保育和旅游康养等<sup>[2]</sup>。以产品供给为导向的生态修复规划的核心是将生态修复工程视为过程措施，通过延展技术链条，提升生态修复工程的系统性与综合性，进而实现供给生态产品的目标。具体包括：在前端补充生态网络建设环节，提升不同生态修复工程的横向联系；在末端延伸生态产品谋划环节，强化生态修复工程的价值转化，形成“建网络+修退损+供产品”的技术路径（图1）。

[基金项目] 广东省城乡规划设计研究院有限责任公司科研课题（2018-KY-006）

[作者简介] 汪安，硕士，注册城乡规划师，现任职于广东省城乡规划设计研究院有限责任公司规划三所。

黄高文，现任职于广东省城乡规划设计研究院有限责任公司规划三所。

陈首序，中山大学地理科学与规划学院硕士研究生。

陈可欣，硕士，现任职于广东省城乡规划设计研究院有限责任公司规划三所。

## 1.1 建网络：搭建高效串联的生态网络

国土空间规划强调“山水林田湖草生命共同体”的整体效益，因此单一的生态修复工程需要通过有序的时空组织来实施山上山下、地上地下的系统修复。在当前城市景观日益破碎的情况下，由生态源地、战略点和生态廊道构成的生态网络是提高城市景观连接度、组织各类生态修复工程的重要载体<sup>[3]</sup>。

### (1) 生态源地。

生态源地是生物维育的主体区域，是主导生态安全的大型斑块，也是生态修复工程优先布设的空间。本文基于水源涵养、生物维育等生态系统服务评估和水土流失等生态敏感性评价，结合自然保护区体系等识别生态源地。

### (2) 战略点。

战略点是指在生态网络中对物种的迁移、扩散起到中继作用的节点，是生态源地的重要补充，也是城镇地区实施生态修复需重点关注的区域。战略点的识别包括两个步骤：一是构建阻力面，即基于最小累积阻力模型(MCR)<sup>[4]</sup>来建立反映物种空间运动趋势的阻力面并分级；二是识别战略点，即结合生态源地、距离和景观界面等特征，识别其中以相邻“源”为中心的等阻力线相切点或交叉点。

### (3) 生态廊道。

生态廊道是连接动物栖息地、维护动态生态过程的线性空间，是提升生态产品供给效率的关键载体。本文将生物迁徙廊道、重要水系廊道和防风固沙廊道等识别为串联生态源地与战略点的生态廊道。

## 1.2 修退损：精准修复退化受损的生态空间

并非所有的受损空间都需进行人工修复，那些已经稳定或者可以通过自然演替恢复的空间不宜采用生态工程修复措施。本文在梳理生态修复任务的基础上，从生态退化、地质灾害和景观干扰

等风险角度识别对人类生产生活影响重大且需通过人工干预修复的受损空间，并将其作为修复的重点区域，按照“宜林则林、宜粮则粮、宜产则产”的修复原则实施生态修复工程，实现对受损空间的复绿、复垦或再利用。

### (1) 梳理生态修复任务。

本文结合以往的土地整治、生态修复等相关工作，整理生态修复的重点任务：一是废弃矿山修复。矿产开采活动大规模占压、破坏山体土壤层，从根本上破坏山体生境，遗留的废弃矿山难以依靠自然演替力量恢复，因此急需进行生态修复。二是水土流失修复。水土流失导致土壤结构改变、养分流失，增加了周边区域生态退化的整体风险，有必要通过生态修复恢复区域生境。三是林地退化修复。乔、灌木为森林生态系统的主导结构，对稳定生态系统起到关键作用，当前存在的林地系统性退化问题已经影响到区域的生态健康，亟需通过生态修复恢复林地生境。四是海岸带受损修复。海岸带是陆生和水生生态系统

的交界面，起到物质交换、沉积物阻滞和栖息地保育等多重作用，因此应通过对受损海岸带进行修复，恢复陆生和水生生态系统交界面的生境。

### (2) 识别生态修复区域。

生态修复是协助已退化、受损害或彻底被破坏的生态系统进行恢复、重建和改善的过程。世界自然保护联盟(IUCN)强调基于自然的解决方案，提倡模拟自然、建立自组织系统、采取具有适应性和恢复力的生态修复方式。本文从生态退化风险、地质灾害风险和景观干扰风险的角度识别超出自然恢复力、无法自然再生的生态受损空间，并将其作为生态修复的重点区域。

### (3) 实施生态修复工程。

对于已识别的生态修复区域，可结合权属、时序等细化近期生态修复工程，并按照上述修复原则划分为复绿类、复垦类、再利用类3类生态修复工程。其中，复绿类生态修复工程指受损空间宜修复为林地、草地、湿地和湖泊等自然生境，起到稳定生态环境、提供基础生态系统

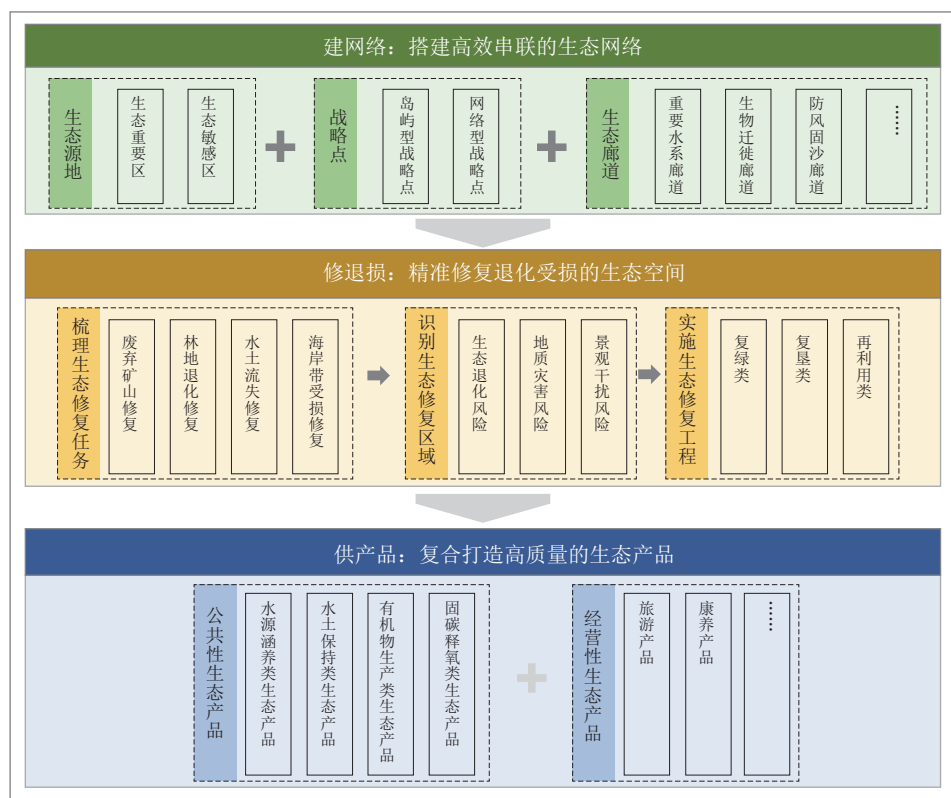


图1 以产品供给为导向的生态修复规划技术路径图

服务的工程,主要位于生态退化风险高、自然灾害风险高的区域。复垦类生态修复工程指受损空间宜修复为耕地、鱼塘等生境并提供农业生产功能的工程,对其划定主要考虑生态修复的可行性与连片效益,如坡度愈大,径流量与冲刷量均随之加大,土壤中的养分流失愈多,可行性越低;周边同为耕地、鱼塘和牧场等景观斑块将有利于进行机械整体运作,效率很高。再利用类生态修复工程指受损空间对生态环境、地质灾害的影响较小,可对其保留原建设用地属性并进行产业再开发的工程,此类工程的划定以交通要素、人流热度和片区联动为主要考虑因子。

### 1.3 供产品:复合打造高质量的生态产品

张林波等人根据生物生产、人类生产参与的程度及服务类型,将生态产品划分为公共性生态产品和经营性生态产品两类<sup>[2]</sup>。其中,对公共性生态产品进行定量价值评估,有益于公众、政府衡量修复工程的成本与收益;而以生态修复工程为契机策划经营性生态产品则可进一步放大生态转化效益。

#### (1) 公共性生态产品。

生态系统通过生物生产过程为人类提供的自然产品即为公共性生态产品,如清洁的水源、洁净的空气及舒适的气温。本文基于各项生态修复工程,通过模型定量评价生态系统的服务供给能力,阐明各类生态修复项目在水源涵养、水土保持、有机物生产和固碳释氧等方面的生态产品供给情况,为政府协调利益相关者的矛盾、制定生态补偿政策提供数据支撑。

#### (2) 经营性生态产品。

经营性生态产品是由生物生产与人类生产共同作用后为人类提供的生态产品,如旅游、康养等产品。在不破坏土壤耕作层、不影响生物多样性及不危害生态安全等的基础上,推动“生态修复+

休闲观光”“生态修复+文化体育”等产业兼容、设施完备且功能多样的生态产品业态有利于提升生态工程的效益。

## 2 威海的生态修复规划实践

威海地处山东半岛东端,三面临海,总面积为5799.84 km<sup>2</sup>,拥有山、水、林、田、草等完整生态要素,是我国重要的旅游城市。编制生态修复规划对于威海维护城市安全、提升旅游产业价值等都具有重要意义。

### 2.1 威海的生态网络布局

#### (1) 生态源地识别。

首先,基于生物多样性、水土保持、水源涵养和防风固沙的单项生态系统服务评价,得到生境重要区域;其次,基于水土流失、土地沙化等生态敏感性评价得到生境脆弱区域;最后,将得出的生境重要区域与生境脆弱区域叠加后,结合威海的自然保护边界,将识别出的面积大于250 hm<sup>2</sup>的大型斑块作为生态源地,共578 km<sup>2</sup>。

#### (2) 战略点识别。

首先,构建阻力面。规划结合威海的土地利用类型、坡度模拟其实际物种迁徙的阻力因子和相对阻力系数,利用最小阻力模型<sup>[4]</sup>构建阻力面,具体公式如下:

$$MCR=f \sum_{j=n}^{i=m} D_{ij} \times R_j \quad \text{公式①}$$

式中,MCR为最小累计阻力模型; $f$ 是一个未知的正函数,反映空间中任一点的最小阻力与其到所有源的距离和景观基面的正相关关系; $D_{ij}$ 是物种从源 $j$ 到空间某一点所穿越的某景观的基面 $i$ 的空间距离; $R_j$ 是景观 $i$ 对某物种运动的阻力。

其次,识别战略点。通过分析以各“源”为中心的等值阻力线相切得出的岛屿型战略点和在分枝点或交汇点上的网络型战略点,叠加后最终共识别出18个战略点,主要为城市公园、河心滩等。

#### (3) 生态廊道识别。

首先,基于不同的生态功能,识别出连接生态源地、战略点的生态廊道系统,包括生物迁徙廊道、重要水系廊道和防风固沙廊道。其中,生物迁徙廊道是指相邻两个生态源地之间最易联系的低阻力通道;重要水系廊道是指具有极高水源涵养服务功能的江河;防风固沙廊道是指沿海具有防风防浪、护堤护岸的廊道。在此基础上,共识别出5条约950 km长的主要生态廊道(表1)。

其次,叠加生态源地、生态廊道和战略点,得到由北部昆嵛山系、南部海岸带、近海岛屿及串联山海的河流、林带组成的完整的威海生态网络(图2)。

### 2.2 威海的受损空间修复

在构建生态网络的基础上,规划从废弃矿区修复、水土流失修复、林地修复和海岸带修复4个方面,基于生态退化、地质灾害和景观干扰等风险识别生态受损空间,并指引生态修复工程的实施,实现对受损空间的复绿、复垦及再利用。

#### (1) 废弃矿区修复。

威海的矿产资源丰富,已发现的矿产有49种。因历史原因,威海现有的遗留矿山破损山体有519处、露天采坑有84处、采空塌陷有4处,共损毁土地面积达1718 hm<sup>2</sup>。规划从生态退化风险角度识别临近或位于自然保护地、饮用水源保护区和生态网络核心区的矿区;从地质灾害风险角度识别位于地质灾害、地质环境治理区及生态极敏感区的矿区;从景观干扰风险角度识别国家及重要省级主干道、铁路、高速公路等重大交通基础设施两侧500 m可视距离的露天采矿区和200 m内的地下开采矿区,并将其作为需重点修复的废弃矿区,最终共识别出36处,占地面积为150 hm<sup>2</sup>。

规划按照上述修复原则将废弃矿区修复工程划分为复绿类、复垦类和再利用类。其中,复绿类废弃矿区修复工程主要是对位于土地沙化高敏感区且生物

多样性丰富的矿区（共有 15 处）进行生态修复，修复方向为林地、草地、湿地和湖泊等生态保育方向；复垦类废弃矿区修复工程主要是基于生态修复的可行性与连片效益，对坡度在 15° 以下、具备灌溉条件且周边为连片耕地的矿区（共 6 处）进行生态修复，修复方向为农业、牧业和渔业等生产方向；再利用类废弃矿区修复工程主要是对位于或邻近城镇开发边界、可达性好且周边景观资源及人群活动热力高的矿区（共 15 处）进行生态修复，修复方向为主题公园、旅游区和仓储等经济生产生活方向。

### (2) 水土流失修复。

威海的丘陵地形导致水土流失风险较高，全市约 6% 的区域位于水土流失敏感区域。规划利用通用土壤流失方程及其修正版 RUSLE<sup>[5]</sup> 识别水土流失敏感区，具体公式如下：

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \quad \text{公式 0}$$

式中， $A$  为土壤侵蚀量； $R$  为降雨侵蚀力因子，是单位降雨侵蚀指标； $K$  为土壤可蚀性因子，即土壤质地因子； $L$  为坡长因子； $S$  为坡度因子； $C$  为地表植被覆盖因子。

规划利用上述模型识别坡长且陡、土壤粘度高、植被稀疏的水土流失敏感区，并将敏感区范围内的采矿区、砍伐林区和耕地等纳入需人工修复的区域，共 456.8 hm<sup>2</sup>。

因水土流失敏感区均属于坡长且陡的区域，不宜耕作和建设，故均划入复绿类生态修复区。

### (3) 林地修复。

威海现有林地面积达 1 290.45 km<sup>2</sup>，约占市域面积的 22%。林地是威海的主要生态系统类型之一，近年来出现了先锋林老化、林分单一化等问题。林地修复分为新增林地和更新林地两部分，其中新增林地主要为自然保护地核心区内的所有耕地，以及核心保护区外坡度在 25° 以上坡耕地的退耕还林区域，面积共 14.56 km<sup>2</sup>；更新林地包括采伐迹地、

火烧迹地，以及位于自然保护地核心区、重要江河干流两岸、重要湿地和水库周边的人工商品林，面积共 107.44 hm<sup>2</sup>。

需新增或更新的林地属于生态重要区域，修复方向为复绿类生态修复。

### (4) 海岸带修复。

威海三面环海，海岸线长达 978 km，约占山东海岸线总长的 1/3、全国海岸线

总长的 1/18，海岸类型属于港湾海岸，共有主要海湾 35 个。威海的海岸带修复主要包括重要滨海湿地修复、砂质岸滩养护与修复、蓝色海湾综合整治三部分。规划依据河口、滩涂和潟湖等湿地受损岸段，结合生物多样性分析识别出重要滨海湿地修复岸线共 144 km，主要集中在荣成大天鹅自然保护区及五垒岛

表 1 威海主要生态廊道汇总

序号	名称	路径
1	乳山河流域生态廊道	乳山河河口—乳山水系沿线—乳山省级湿地公园—大岗头河—大山—松山；乳山河河口—司马庄河—崮嵎山国家级森林公园—乳山市地质公园—大崮—大正顶—小天顶—马石山—马石山水库—乳山河流域—乳山省级湿地公园—大岗头河—大山—松山
2	黄垒河流域生态廊道	黄垒河河口—黄垒河流域—黄垒河支流—大汪山—圣水岩—三罗石—香炉石—椅圈山—金清顶—昆崙山国家级自然保护区；徐家河河口—徐家河流域—驴儿山—通天岭—硫磺山—黄垒河支流—大汪山—圣水岩—三罗石—香炉石—椅圈山—金清顶—昆崙山国家级自然保护区
3	母猪河流域生态廊道	双岛国家级森林公园（临海片）—双岛港流域—羊亭湿地公园—双岛国家级森林公园—华夏城—鉴湖国家城市湿地公园—北玉皇庙—角山—簸箕掌—母猪河流域—米山水库—母猪河流域—五垒岛国家湿地公园；三罗石—五道河流域—母猪河流域—五垒岛国家湿地公园；天福山省级森林公园—小阮水库—母猪河流域—五垒岛国家湿地公园
4	青龙河流域生态廊道	张家埠口湾—松江鲈鱼国家级水产种质资源保护区—小剪河流域—荣成八河巷省级湿地公园；临洛湾—林村水库—伟德山国家级森林公园—石家河支流—天福山省级森林公园—青龙河流域—青龙河省级湿地公园—青龙河流域—松江鲈鱼国家级水产种质资源保护区—小剪河流域—荣成八河巷省级湿地公园；天福山省级森林公园—五渚河流域—固山水库—五渚河流域—五渚河河口
5	滨海沿线生态廊道	威海滨海沿线

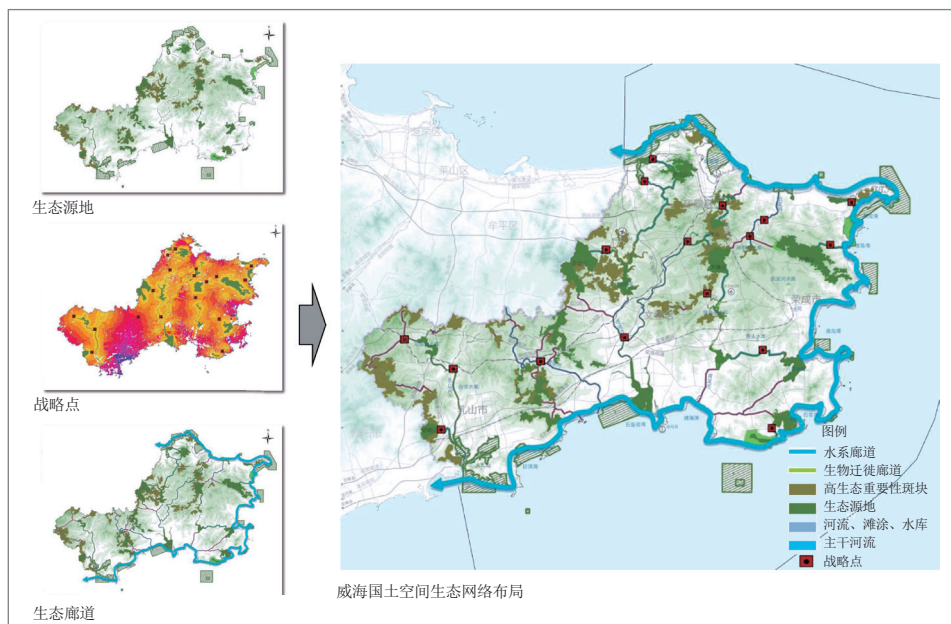


图 2 威海国土空间生态网络分析图

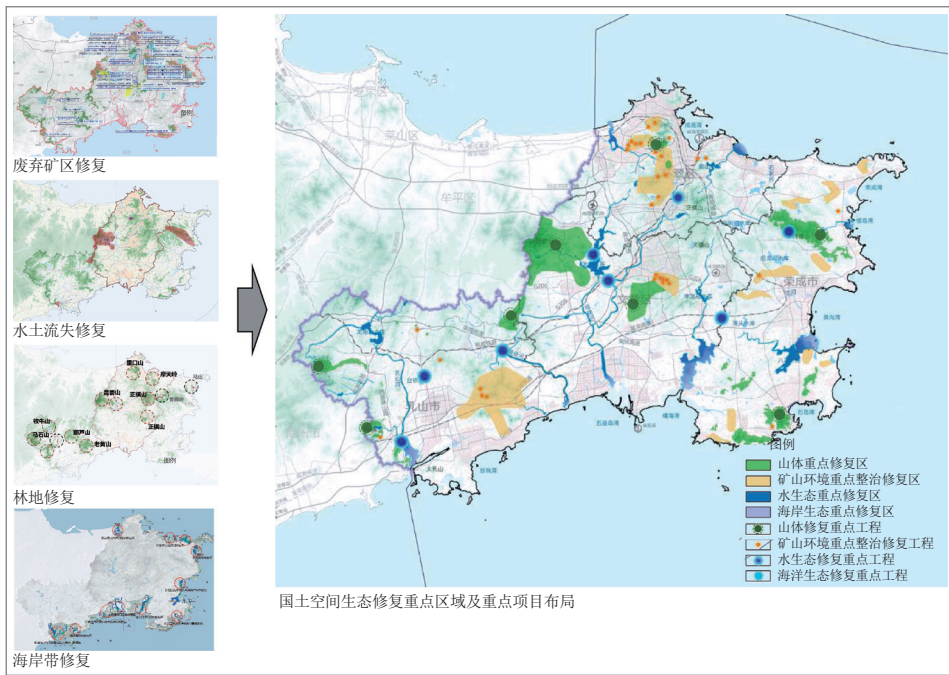


图3 威海国土空间生态修复重点区域与重点项目分布图



图4 威海国土空间生态产品布局图

国家湿地公园沿海区域；根据原生砂质岸线分布情况和海岸带防护林质量识别出砂质岸滩养护与修复岸线 16.88 km，此区域重在修复受损的海岸带防护林和沙滩植被，提高岸滩、潮间带的防护功能；蓝色海湾综合整治以海湾为单元，修复现有人造港湾的生境，改善近海水质，修复岸线主要集中在桑沟湾和石岛湾区域，共 42.07 km。最终通过汇总废

弃矿区修复、水土流失修复、林地修复和海岸带修复的重点区域与重点项目，得到威海生态修复重点区域与重点项目分布图（图3）。

## 2.3 威海的生态产品供给

### 2.3.1 公共性生态产品供给

基于中国生态系统评估数据库及程根伟、Wischmeier 和朱文泉等人的相关

研究<sup>[6-8]</sup>，规划利用水源涵养方程等定量评估实施生态修复工程的环境效益，经计算每年可新增水源涵养量 32.6 万立方米、土壤保持量 110.98 万吨、有机物生产量 0.77 万吨、碳固释氧量 1.25 万吨。

### 2.3.2 经营性生态产品供给

#### (1) 策划产品目录。

基于各类生态修复工程，规划结合威海的滨海旅游、红色旅游等资源点，谋划居民可介入、可参与的美丽田园、海洋牧场、森林康养基地、矿坑花园 4 类经营性生态产品，形成由威海西部环山魅力带、千里环海风光带和通山达海体验带组成的总体生态旅游格局（图4）。

美丽田园具有基础设施发达、产业结构协调、科学技术先进和组织方式高效的特征<sup>[9]</sup>，兼具生态农业、休闲旅游和田园居住等多重功能。规划依托威海的田园基础，建设 11 个美丽田园示范点，为居民提供休闲旅游目的地。

海洋牧场是充分利用自然生产力，在特定海域科学培育和管理渔业资源而形成的人工渔场，具备种植、养殖和维护生态系统稳定性等多种功能<sup>[10]</sup>。规划布置 5 个海洋牧场示范点，通过投礁、底播等形式实现海洋牧场种植、养殖功能的可持续发展，同时开发休闲海钓，赋予海洋牧场生态旅游功能。

森林康养基地主要是依托森林及其生境，开展保持和恢复人类健康的活动，实现康养、游憩等功能<sup>[11]</sup>。规划结合新增林地、更新林地的布局，建设 2 个森林康养示范点，并设置森林步道、温泉浴场、特色森林建筑和文化创意工坊等康养设施。

矿坑花园具备生态修复、休闲旅游等多种功能，常作为废弃矿区的修复方向。规划结合可达性布局 2 个矿坑花园示范点，建设游乐场、露天剧院等休闲旅游设施和博物馆、工业遗址等文化教育设施，发挥废弃矿区土地的经济价值。

#### (2) 梳理行为管控清单。

为指引 4 类经营性生态产品健康有

表2 威海经营性生态产品管控正负清单

项目类型	正面清单	负面清单
美丽田园	大地景观：观赏农田、特色花圃 农事体验：果园采摘、稻田垂钓 低影响建设：透水铺装、雨水花园	耕作层：草坪种植、耕地硬化、挖沙取土 土壤污染：垃圾堆放、污水排放、盐生植物种植 格局改变：随意改变农田林网格局与河网沟渠水系格局
海洋牧场	游钓型牧场：以休闲海钓为核心，投放生态礁、放流恋礁鱼、美化海岸线 投礁型牧场：投放人工鱼礁，形成天然渔场 底播型牧场：以底层贝类和底栖海珍品增殖为核心，实现海域滩涂牧场化发展	污染活动：新建排污口，倾倒废弃物、排放污染物 海貌破坏：采挖海砂、非法从事海洋工程建设和爆破作业 影响水动力及冲淤：在保护范围内建设永久性建筑、围填海行为
森林康养基地	保健医疗：森林浴场、森林温泉、自然观察路径、康养步道 休闲娱乐：文化创意坊、森林教室、森林木屋	影响多样性：捕杀野生动物，擅自围、堵、填、截自然水域 破坏乡土植被：大量移植外来树种引发森林火灾：野外用火、在非指定区域吸烟
矿坑花园	休闲娱乐：游乐探险、星级旅馆、露天剧场 生物保育：植物园、大型温室、湿地公园 文化教育：会议中心、博物馆、工业遗址	地质灾害：没有对潜在地质灾害进行预防处理 水资源损耗：在水资源匮乏地区设计大面积水体 重金属污染：未对污染土壤进行修复

序地打造，规划在梳理相关生态空间保护核心要素和人类的行为诉求基础上，制定各类经营性生态产品管控正负清单，明晰保护与利用的边界（表2）。例如，对于农田，通过梳理《土地管理法》第36条、原国土资源部等七部委《关于进一步做好基本农田保护有关工作的意见》等相关表述，明确农田保护的核心要求是耕作层不受破坏，应当禁止由于草坪、林果种植造成的土壤流失行为，可以兼容温室果园采摘、稻田垂钓和观赏农田等行为。

(3) 制定支持政策。

新型生态产品的落地离不开政策的创新，规划通过梳理乡村振兴等已有土地政策，提出生态产品落地支持的政策建议：一是鼓励点状布局，垂直开发。参考乡村振兴等政策，建议允许建设用地原则上按建筑落地面积进行开发，对未纳入建设用地开发的可作为生态保留用地，以引导项目区内建设用地的布局依山顺势、错落有致、间距适宜。二是鼓励征转分离，分类管理。针对生态修

复范围内的现状农用地（不涉及永久基本农田），按照只征不转的方式，依法办理土地征收手续，但不转变用地性质，并按国有农用地管理标准解决经济发展和生态保护同时占用建设用地的矛盾。

3 结语

本文在国土空间规划背景下，从提升生态修复工程的系统性与综合效益的角度出发，以产品供给为导向，基于威海实践探索了“建网络、修退损、供产品”的生态修复规划编制范式：一是搭建高效串联的生态网络，将“生态源地+战略点+生态廊道”的生态网络作为统筹单一生态工程的载体；二是精准修复退化受损的生态空间，梳理废弃矿区修复、水土流失修复、林地修复和海岸带修复等修复任务，从生态退化风险、地质灾害风险和景观干扰风险角度识别需人工干预的生态受损空间，并指引复绿类、复垦类和再利用类生态修复工程的修复方向；三是供给高质量的生态产品，通

过梳理水源涵养量、水土保持量、有机物生产量和固碳释氧量等公共性生态产品的定量评估方式，策划美丽田园、海洋牧场、森林康养基地和矿坑花园的经营性生态产品目录及行为管控清单，以期为其他地区的生态修复提供参考。

[参考文献]

[1] 王松需. 生态经济建设大辞典: 上册 [M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2013.

[2] 张林波, 虞慧怡, 李岱青, 等. 生态产品内涵与其价值实现途径 [J]. 农业机械学报, 2019(6): 173-183.

[3] Dearden P, Bennett M, Johnston J. Trends in Global Protected Area Governance, 1992 - 2002 [J]. Environmental Management, 2005(1): 89-100.

[4] 李晖, 易娜, 姚文璟, 等. 基于景观安全格局的香格里拉县生态用地规划 [J]. 生态学报, 2011(20): 5 928-5 936.

[5] 赵文武, 傅伯杰, 吕一河, 等. 多尺度土地利用与土壤侵蚀 [J]. 地理科学进展, 2006(1): 24-33.

[6] 程根伟, 石培礼. 长江上游森林涵养水源效益及其经济价值评估 [J]. 中国水土保持科学, 2004(4): 17-20.

[7] Wischmeier W H, Smith D D. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning [M]. Washington D.C.: Department of Agriculture, Science and Education Administration, 1978.

[8] 朱文泉, 陈云浩, 徐丹, 等. 陆地植被净初级生产力计算模型研究进展 [J]. 生态学杂志, 2005(3): 296-300.

[9] 史济锡. 积极推进美丽田园建设 全力打造“两美”浙江 [J]. 新农村, 2014(8): 3-5.

[10] 杨红生. 我国海洋牧场建设回顾与展望 [J]. 水产学报, 2016(7): 1 133-1 140.

[11] 吴后建, 但新球, 刘世好, 等. 森林康养: 概念内涵、产品类型和发展路径 [J]. 生态学杂志, 2018(7): 2 159-2 169.

[收稿日期] 2021-03-26