我国北方小型基岩型生态岛礁建设策略及应用研究

——以大连圆岛为例

李方，康婧，宫云飞，张志锋，袁蕾，付元宾，杜宇

（国家海洋环境监测中心　大连　116023）

摘要：文章结合大连圆岛生态建设实验基地建设工作，对我国小型基岩海岛的特点、功能以及存在的主要生态问题进行系统论述，提出对其适用的生态岛礁建设策略，并在大连圆岛开展实践应用，可为解决我国北方小型基岩海岛长期积累的生态环境问题、提升其对海洋发展的服务功能提供理论和实践指导。研究表明，小型基岩海岛主要存在生态问题突出、自然资源利用不合理等问题，亟须采取明确海岛主体功能、做好生态资源详细调查、保护海岛典型生态资源、加强建设过程监管等策略，强化小型基岩海岛生态保护。

关键词：生态建设；基岩海岛；海岛保护；海岛生态；生态岛礁

中图分类号：P7　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1005－9857(2017)06－0051－06

Ecological Construction Strategies and Practices of Small Rock Island in North China：A Case Study in Yuandao Island，Dalian

LI Fang，KANG Jing，GONG Yunfei，ZHANG Zhifeng，YUAN Lei，FU Yuanbin，DU Yu

（National Marine Environmental Monitoring Center，Dalian 116023，China）

Abstract： Combined with the practice of Dalian Yuandao Island experimental ecological construction，the study comprehensively discussed the characteristics，functions and the main ecological problems of small rock island in northern China，put forward the ecological rock islands construction strategies for North China small rock island，and carried out the practical application in the Dalian Yuandao island，which would provide theoretical and practical guidance to solve the ecological environment problems and enhance the development of marine services of North China small rock islands.The study showed that there are important problems such as ecological problems and irrational use of natural resources in the small rock islands.It is urgent to take a clear idea of the main functions of the islands，to carry out detailed investigation of ecological resources，to protect the island's typical ecological resources，to strengthen the construction process supervision and ecological protection.

Key words： Ecological construction，Rock island，Island protection，Island ecology，Eco-rock-islands

收稿日期：2017-02-15；**修订日期：**2017-05-26

作者简介：李方，副研究员，博士，研究方向为海洋空间规划、海岛保护与利用、3S 应用等，电子信箱：13967596@qq.cn

我国沿海分布有万余个基岩海岛，占我国海岛总数的 93% 以上，其中 98% 以上的面积小于 2 km^2，是典型的小型基岩海岛。这些海岛虽面积狭小，但兼具海洋和陆地双重特点，拥有独特资源环境，其区位优势和战略地位在支撑沿海经济社会发展、保护海岸带生态环境和维护国家海洋权益等方面发挥着重要作用[1-2]。目前这类海岛已开发利用的有千余个，主要用于旅游开发、渔业养殖和看护、港口码头建设、交通航运助航以及工矿建设等。由于长期缺乏有力的管束和科学的指导，大部分已被开发利用的小型基岩海岛已积累大量生态环境问题，如环境污染、物种损失、岛体破坏、生态脆弱等[3]；由于对海岛功能认识有限，大部分海岛有利的区位条件未能充分有效发挥，而我国北方小型海岛大部分为基岩海岛，受制于恶劣气候和有限资源，其功能发挥尤其受限。

《中华人民共和国海岛保护法》明确规定保护海岛及其周边海域生态系统，合理开发利用海岛自然资源，维护国家海洋权益；支持利用海岛开展科学研究活动；支持在海岛建立可再生能源开发利用、生态建设等实验基地；安排海岛保护专项资金，用于海岛的保护、生态修复和科学研究活动[4]。《全国海岛保护规划》也明确支持利用海岛开展科研、教育、监测等具有公共服务性质的活动；建立 10～20 个海岛生态建设实验基地，倡导和引导生态型开发模式；完成 50 个较为典型的生态受损海岛的生态修复工作，根据试点经验，沿海各省（自治区、直辖市）结合实际情况，组织开展海岛生态修复工作[1]。自 2010 年起，国家持续推进受损海岛生态修复工作，截至 2015 年年底，中央财政和地方累计投入资金超过 60 亿元，在 169 个海岛[5]开展以海岛沙滩修复、海岛污染治理、植被改良、景观改造等为主要内容的海岛修复工程。与此同时，由于缺少系统分析和理论指导，海岛生态建设项目的系统性仍不强，建设效果有限等问题仍较突出。

目前已有国内外学者开展生态海岛理论、生态建设关键技术和有关案例的整理工作[6-8]，但以我国广泛分布的小型基岩海岛为对象的、有针对性的生态建设策略和案例研究并不多见，因此亟须针对此类海岛开展生态建设策略研究和实践，为科学保护和利用小型基岩海岛提供指导。

1 小型基岩海岛的特点和功能

我国小型基岩海岛分布范围广、个体面积小，大部分生态脆弱、环境恶劣、功能单一。以辽宁为例，全省有 600 余个海岛，其中面积小于 2 km^2 的小型基岩海岛占其海岛总数的 80% 以上，散布于黄、渤海之滨，空间分布多形成以大、中岛为中心，周边聚集小岛和微型岛的格局；大部分小型基岩海岛无土壤或土壤稀薄，淡水缺乏，植被覆盖率低，生物多样性差。对单个海岛而言，作为相对独立的单元，虽然在发展空间、资源总量等方面受限较大，但因其特有的区位条件和资源环境，在海洋保护与开发中具有重要作用。

1.1 为各类海洋活动提供综合服务

截至 2015 年年底，我国海岛上已查明的公益设施有 3 134 个，其中助航导航设施 1 350 个、测量点 1 239 个、气象观测设施 292 个、海洋监测站 150 个、地震监测站 103 个[5]。作为广阔海域中的陆基平台，大部分小型基岩海岛在保障海上交通安全、保护海洋环境、促进海洋产业发展等方面发挥着较为综合的服务功能。

1.2 为沿海地区经济社会发展提供拓展空间

小型基岩海岛多为大陆岛，主要沿大陆岸线或环绕邻近大岛分布，约有 60% 的小型基岩海岛离岸距离不大于 10 km。这些海岛虽单体面积不大，但其周边滩涂和浅海范围宽广，拥有良好的渔业资源条件，具备深水岸线、防风、遮浪等天然优势，为沿海工农业、城镇拓展以及渔业基础设施和港口航运基础设施建设提供有利条件，成为经济社会向海发展的重要空间。

1.3 为特色产业的发展提供独特的资源环境

小型基岩海岛本身就是独特的地质遗迹，其与周边海域共同形成独特的海岛生态系统和海岛景观，为滨海旅游业的发展提供优质资源。截至 2015 年年底，全国已建成各级涉岛旅游区 67 个、涉及海岛 386 个，全国海岛上共有自然景观 979 处[5]；大多数小型基岩海岛上拥有海蚀柱、海蚀平台、海蚀崖、海蚀洞等自然景观，为沿海旅游区提供独特的景观

资源。

1.4　为海岛及其周边海域重要物种提供生存空间

较为封闭孤立的地理环境、丰富的浅海滩涂资源、相对较少的人为干扰等条件，使小型基岩海岛成为各类珍稀、濒危动植物物种的重要庇护所，在保持海洋生物多样性、维持近岸海域生态平衡等方面发挥着重要作用。我国海岛及其周边海域有国家一级保护野生动物 23 种、国家一级保护植物 5 种、国家二级保护野生动物 84 种、国家二级保护植物 32 种[5]；部分地区海岛及其周边海域生物资源独特，如辽宁的黑脸琵鹭、斑海豹，山东千里岩的耐冬，广西壮族自治区的红树林，海南省的珊瑚礁等[5]。

随着我国蓝色经济的发展和海洋强国战略的实施，在未来一段时期，以小型基岩海岛为主的无居民海岛对海洋开发和保护的支撑功能将日益显现。

2　小型基岩海岛开发与保护存在的主要问题

自《中华人民共和国海岛保护法》实施以来，我国大部分小型基岩海岛已得到较好的保护。与法前较为剧烈和无序的开发利用相比，法后用岛趋于理性和有序。但由于长期缺乏科学指导和生态建设观念淡漠，已被开发利用的小型基岩海岛在长期发展中也积累了大量问题。

2.1　海岛生态问题依然突出

从全国范围看，自 2010 年以来，填海连岛、炸岛炸礁造成海岛地形地貌严重改变的现象仍时有发生，且大部分为小型基岩海岛。部分海岛周边的围填海和连岛实体坝建设不仅增加海岛岛陆生态系统压力和人为干扰，而且显著改变了海岛周边海域的水动力条件和沉积环境，直接影响海岛周边潮间带和浅海生物的生境，造成海岛生态系统的退化和损失。由于长期疏于管理，很多已被开发利用的小型基岩海岛的生活垃圾不经处理随意堆放、抛洒，生活污水不经处理直排岛陆或周边海域，造成海岛环境恶劣、生境恶化。部分污染严重的海岛进一步加剧周边海域水环境、沉积物环境的恶化。2014 年由国家海洋局组织实施的常态化海岛监视监测工作对无居民海岛污染情况进行初步调查，结果显示，大部分已开发利用无居民海岛缺乏污水和固废处理设施，海岛污水和固废对海岛及其周边海域环境形成一定威胁。

由于海岛人为活动的加剧和周边环境的污染，外来生物入侵现象日益严重，脆弱的原生海岛生态系统面临的风险日益增大。此外，各类不规范的旅游、停驻和空间利用活动或多或少给海岛生态系统带来干扰，影响海岛封闭、孤立和极其脆弱的独特生境。

2.2　海岛自然资源利用不合理，功能受限

从全国范围看，多数小型基岩海岛的开发利用尚处于粗放经营阶段，过度开发和开发程度低下等现象并存。一些旅游型海岛在旅游旺季超规模接待游客，给海岛资源、生态和相关服务设施增大压力。因条件有限，多数小型基岩海岛的基础设施和垃圾污水处理设施不健全，过量游客往往造成海岛环境污染，还会严重干扰海岛上生物的繁衍、栖息和生存。

目前我国小型基岩海岛的使用案例相对较少，而历史遗留用岛大量存在。有些海岛成为沿海企业、用海单位和个人的“私有领地”，有些海岛在经历 20 世纪 90 年代到 21 世纪前 10 年的开发热潮后归于沉寂，有些海岛由于开山、采石、植被破坏和用后闲置等活动而变得满目疮痍。由于缺乏海岛开发利用规划，盲目占用空间和建设基础设施，在破坏海岛资源的同时，利用效率较为低下。已开发利用无居民海岛多为渔业养殖用岛，规模和层次较低，部分设施甚至已经荒废，造成资源浪费。

3　我国北方小型基岩海岛生态建设的策略

自《中华人民共和国海岛保护法》、各级海岛保护规划、生态岛礁建设规划等法律、法规、政策出台以来，海岛生态建设日益受到重视，国家海洋局引导地方开展包含沙滩修复、植被恢复、海水淡化、能源电力建设、景观改良等多种内容在内的海岛整治修复和生态建设工程。结合目前已开展的项目和笔者参与的大连圆岛整治修复与生态建设实验基地项目在实施中积累的经验和教训，为我国北方小型基岩海岛的生态建设制定适宜策略。

3.1　明确功能，做好衔接

我国北方小型基岩海岛的资源量有限，应结合

海岛区域、资源条件及其周边海域功能，以海岛保护规划和有关生态岛礁建设规划为依据，明确海岛功能定位，确定开发利用范围，避免海岛资源的浪费和低效利用。做好小型基岩海岛整治修复和生态建设项目与地区有关规划、政策的衔接协调，确保项目切实可行。

3.2 详细调查，深入分析

小型基岩海岛的生态系统十分脆弱，开展生态建设前，应对海岛生态本底和资源条件进行详细调查，摸清海岛生态系统和资源环境状况，尤其对岛陆原生植被和依赖海岛生存的各类生物物种进行细致调查，掌握海岛生态系统的关键构成要素。对濒危珍稀、特色物种及其依赖的生境进行深入分析，从而确定生态建设工程的范围和方式等。

3.3 问题导向，突出重点

小型基岩海岛的利用长期以来积累大量问题，开展生态建设前，应明确生态建设和整治修复要解决的问题，尤其对海岛开发利用长期积累的问题进行深入分析，充分了解海岛人为活动形式及其对海岛生态系统的影响。重点关注海岛环境污染、生态系统受损、地形地貌破坏等问题，以问题为导向，明确整治修复和生态建设的重点，制定有效应对措施。

3.4 绿色环保，保持原生

小型基岩海岛的生态系统极其脆弱，生态建设理念应贯穿工程建设始终。无论是建设材料和施工方式的选取，还是施工人员的管理，都应坚持绿色环保，保持海岛原生态。施工材料应以节能环保材料为主，能源、淡水等设施建设应坚持循环清洁理念，施工过程应避免二次污染。海岛的各类设施建设和绿化类工程应充分适应海岛原有地形地貌和原生植被，紧凑利用空间，避免引入有害物种。加强人员管理，限制活动范围，避免对海岛生态系统造成不可逆的损害。

3.5 过程监管，优化方案

小型基岩海岛及其周边海域生态系统复杂，目前尚缺乏对有关要素和系统运行机制的深入研究。因此，海岛生态建设应加强对施工过程的监管，重点关注生态建设过程对海岛生态环境造成的影响和海岛生态系统的响应，不断优化调整施工方案，减少或避免对海岛生态系统造成不良影响，保持和提升海岛生态系统的服务功能。针对海岛施工条件困难、限制条件和突发情况较多的问题，须加强对施工过程的检查管理，根据实际情况适时调整方案，在确保海岛有关功能正常发挥的前提下，降低施工难度，减少不良影响。

3.6 全程记录，做好运维

我国北方小型基岩海岛生态资源独特，海岛建设施工不可避免地会对部分生态资源要素造成不可逆的影响。因此，在做好保护的前提下，应对海岛各类生态资源要素做好资料记录工作，全程记录施工过程中海岛生态资源要素的变化情况，为海岛生态系统研究、修复和后期维护提供翔实的基础资料。

4 大连圆岛生态建设案例

4.1 主要内容

大连圆岛是位于我国北黄海的一座小型基岩海岛，总面积仅 2 hm^2。2012—2015 年，大连市海洋与渔业局组织实施大连圆岛整治修复与生态建设实验基地项目，主要内容包括海岛绿化和植被改良工程、基础设施（含交通运输设施和生活保障设施）升级改造工程以及生态建设实验基地功能性设施建设工程。

4.1.1 海岛绿化和植被改良工程

适度改良地形，实施客土回填，增加海岛土壤总量，引入耐盐、耐旱、抗风的本土植物种类，丰富海岛植物物种，改善海岛生态环境，营造优美的海岛景观。

4.1.2 基础设施升级改造工程

交通运输设施升级改造工程主要包括改善码头平台和 2 处临时靠泊点的条件，提高物资和人员运送的安全性；修复岛陆运输铁轨，配置绞车设备，方便大宗物资的运输；改造海岛沙石路路面，拓宽部分过窄的道路，修复崩塌损毁的道路；增设沿路护栏和自供能源路灯，改善道路安全条件。

生活保障设施升级改造工程主要包括对淡水供应、电力供应、污水处理、固废垃圾处理等设施的升级改造。以雨水、海水作为海岛主要水源，配备海水淡化设备和储水设施，增设饮用水净化设备，

满足海岛常驻人员的生产生活用水和海岛植被的灌溉用水需求；改变以太阳能－燃油发电组成的电力系统供电模式，建设以太阳能系统满足日常用电、以燃油发电为应急能源的供电模式，基本实现全岛电力供应零排放、零污染；污水集中处理，提高污水利用效率，基本实现污水零排放；改造海岛垃圾收集、分类、处理设施，配备难处理品和危险品的收集、储存和转运设备，改造卫生间，配置生物处理设备，实现海岛生活垃圾和其他固体废物的零排放。

4.1.3　生态建设实验基地功能性设施建设工程

充分发挥圆岛在北黄海海域生态环境本底监测、海洋灾害监视监测和预警、渤海海峡水文动力状况全天候监控等方面的技术研发和管理支撑中的公益服务效能，建设海岛生态实验基地，主要内容包括改造利用海岛原有石砌、砖砌房屋，利用环保新型材料建设房屋，作为岛基生态建设实验基地用房；平整岛陆较平坦地面，改造利用屋顶平台，配置避雷、抗风等基础设施，布局通信、电力、供排水管网，建设岛基大气和海洋环境监测平台。

4.2　海岛生态建设策略在圆岛项目中的应用

4.2.1　海岛功能定位

圆岛是典型的小型基岩海岛，因离岸较远且地处重要航道附近，海岛及其周边海域环境受扰动较小，是保障航运安全和开展区域海洋环境本底监测的首选之地。经过实地调查，结合圆岛资源环境状况，明确导航助航和海洋生态环境监测等公益服务为海岛的主体功能。

为确保海岛功能的充分发挥和海岛综合服务能力水平的有效提升，圆岛项目方案确定对原有导航助航设施进行修复维护，建设各类监测平台并配套能源和防护措施，增加海洋生态环境综合监测功能。这些功能的确定紧密衔接海岛原有的导航助航功能和国家海洋环境监测需求。

4.2.2　海岛生态摸底调查

在项目实施前，国家海洋环境监测中心作为项目技术单位对海岛及其周边海域生态环境进行长期跟踪监测，重点对海岛周边海域水质、沉积物环境质量以及生物资源情况等进行为期 2 年、每年 2 次的监测，为进一步开展以圆岛为基地的海洋环境监测以及有关工程施工和施工期监管提供本底数据。为保护海岛生态环境、充分发挥海岛原有设施作用，技术单位组织对海岛岛陆的植被、动植物、岸线、开发利用状况等进行调查，并依据调查结果编制圆岛保护规划和具体开发方案，明确海岛重点保护对象和保护范围，为后续项目建设提供依据。

4.2.3　海岛生态问题总结

圆岛虽然面积狭小，但由于战略位置重要，岛上人为活动的密度和强度较高。开发利用活动显著改变海岛地形地貌，留存的驻军营房和生活设施大部分已经废弃和破损，部分山体受损并挖有坑道，垃圾堆积和污水排放等问题突出。此外，海岛为基岩海岛，缺少土壤，现有土壤均为驻岛人员随身携带上岛，岛上植被稀疏，除紫杉、椿树等乔木，主要为大连沿岸常见的各类杂草，海岛生物多样性低、生态脆弱、景观水平低。

4.2.4　海岛生态建设资料和建设方式选择

圆岛面积狭小，可利用空间十分有限，环境容量小。海岛生态建设的主体建筑采用环保轻体材料，主要考虑海岛的气候条件，需耐潮、耐盐、抗风且不产生二次污染，有关材料可回收使用。海岛植被改良主要选择本土物种，主要考虑岛上生态条件恶劣，以提高和改善海岛生态条件为主，在回填种植土的基础上优选适宜海岛高湿、高盐、大风等恶劣条件的植物物种，丰富海岛植物种类，并配合地形地貌的适度改造营造良好海岛景观。作为小型基岩海岛，圆岛虽然生境恶劣，但由于人为干扰较少、地理环境特殊，为各种鸟类提供特有栖息环境，如黑尾鸥、黑叉尾海燕、戴胜、蓝矶鸫、燕隼、灰椋鸟等；为保护海岛鸟类，在圆岛建设过程中，项目承担单位制定严格的施工管理规定，限定人员活动范围，禁止捡拾鸟蛋、驱赶海鸟等行为。

4.2.5　海岛生态建设过程监管

海岛施工不同于陆地，由于空间和基础设施限制，大多数工程基本是从零开始。因此，在施工起始阶段应做好充分准备，对海岛基础条件进行详细调查，确定合理高效的施工方案；在施工过程中应对施工方案的执行情况进行跟踪，及时针对遇到的问题调整优化施工方案。圆岛生态建设在海岛道

路修建、场地平整、绿化施工和房屋修缮等工程进展中，根据实际问题进行调整。如，道路修建、场地平整放弃原有的对地形地貌改变较大的方案，调整后主要依托地形和原有设施而建；绿化施工放弃原有的较大乔木的引种，调整后主要引种耐盐、耐寒、耐旱、抗风的小乔木和灌木；地形改良放弃大规模开凿海岛基岩工程，调整后主要依托原有地形进行各种设施的架设并辅以外观装饰，既降低施工难度、减少破坏地形地貌，又将各种设施融入景观、保留海岛原始风貌；房屋修缮放弃原有外墙漆装方案，调整后采用更加耐腐蚀和抗风防雨的石质墙面装饰，既增加外墙坚固程度，又较好融入海岛原有景观。

由于海岛离岸较远，与陆上项目相比，常驻专业人员较少，项目监管难度较大；为保证工程质量，应定期对海岛项目进展情况进行检查，适时调整方案。以黑叉尾海燕为例，该种鸟类主要在傍晚和夜间活动，其他时间多栖息于海岛岩峰和人工护坡的石缝中；圆岛建设之初，为加固护坡对部分石缝和岩峰进行水泥填充，破坏黑叉尾海燕的栖息环境，造成部分黑叉尾海燕死亡和走失；当发现这一现象后，迅速调整施工方式，保留原有石缝并在新建护坡时有意留出石缝，增加黑叉尾海燕的栖息环境。

4.2.6 全程记录海岛建设过程

在圆岛生态建设过程中，对海岛施工前、施工中和竣工后的情况进行详细的照片和视频记录，客观记录海岛生态环境改变的全过程，不仅展示生态建设成果，而且为应对可能带来的海岛生态环境恶化、生态受损等问题提供基础资料。

5 结语

小型基岩海岛在我国海岛中占绝大多数，地处北方的这类海岛分布范围广、个体面积小，大部分生态脆弱、环境恶劣。这类海岛虽然在发展空间、资源总量等方面受限较大，但因其特有的区位条件和资源环境，在海洋保护与开发中具有重要作用。目前我国大部分小型基岩海岛已得到较好保护，但北方小型基岩海岛受限于自然条件，在人为开发利用活动的影响下，部分面临地形破坏、植被损失、水土流失、生物多样性丧失等生态问题，由于资源开发利用不合理、基础设施缺乏等因素，这类海岛对海洋开发与保护的支撑服务功能受到显著制约。

针对北方小型基岩海岛的特点和存在的主要问题，为改善海岛生态环境、提升海岛对海洋发展的服务功能，生态建设的理念应贯穿海岛各类工程实施的始终，主要策略包括：明确海岛主体功能，做好与相关规划政策的衔接；做好生态资源的详细调查，深入分析海岛生态系统运行机制；准确把握海岛生态问题，以问题为导向制定建设内容；保护海岛典型生态系统，坚持绿色环保，节约利用资源；加强建设过程的监管，针对发生的问题及时优化调整方案；做好施工全程记录，为保护和利用海岛提供翔实资料。

应用以上策略，大连市海洋与渔业局在大连圆岛开展生态建设实践，完成海岛绿化和植被改良工程、基础设施（含交通运输设施和生活保障设施）升级改造工程以及生态建设实验基地功能性设施建设工程等，为以改善我国北方小型基岩海岛生态环境、提升海岛服务功能为目的的生态建设项目提供经验和借鉴。

参考文献

[1] 国家海洋局.国家海洋局关于印发《全国海岛保护规划》的通知[Z].2012.

[2] 张耀光.中国海岛开发与保护：地理学视角[M].北京：海洋出版社，2012.

[3] 国家海洋局.全国生态岛礁“十三五”规划[Z].2016.

[4] 全国人大常委会.中华人民共和国海岛保护法[Z].2009.

[5] 国家海洋局.2015 海岛统计调查公报[Z].2016.

[6] 杨义菊，王小波，仲崇峻，等.海洋生态岛建设概论[M].北京：海洋出版社，2011.

[7] 朱艳.我国海洋保护区建设与管理研究[D].厦门：厦门大学，2009.

[8] 毋瑾超，仲崇峻，程杰，等.海岛生态修复与环境保护[M].北京：海洋出版社，2013.