

中图分类号: TU986
文献标识码: A
文章编号: 1673-1530(2017)11-0073-07
DOI: 10.14085/j.fjyl.2017.11.0073.07
收稿日期: 2017-05-27
修回日期: 2017-09-20

因势而为：基于自然过程的小型海岛景观韧性构建与动态设计策略

Doing by Leveraging: Resilience Building and Dynamic Design for Small Island's Landscape Based on Using Natural Processes

王敏 彭唤雨 汪洁琼* 王云才

WANG Min, PENG Huan-yu, WANG Jie-qiong*, WANG Yun-cai

摘要: 应对小型海岛生态脆弱且易受自然过程所引发的扰动影响, 本文探讨岛屿景观营造与规划设计如何正确对待并融合自然过程所带来的扰动问题, 旨在提升小型海岛生态系统整体韧性, 实现岛屿可持续发展。通过演进韧性理念的引介与爬梳, 本文创造性地提出以自然过程为“势”的小型海岛景观韧性构建三力机制(恢复力、适应力、变革力)及其动态设计技术路线。通过西沙鸭公岛动态景观设计探索的实证, 阐明如何运用生态敏感性与受自然过程影响程度的矩阵叠合分析, 进行韧性构建策略决策, 通过因势而为化被动防御为主动应对, 将原本被视为不利因素的自然过程融入景观规划设计中并成为特色和亮点, 为小型海岛的保护发展、规划设计、建设管理提供新的思路。

关键词: 风景园林; 小型海岛; 自然过程; 生态系统; 韧性; 动态设计

基金项目: 国家重点研发计划课题“绿色基础设施生态系统服务功能提升与生态安全格局构建”(编号 2017YFC0505705); 国家自然青年科学基金项目“江南乡村水网空间形态优化与生态服务评价模型”(编号 51508391)

Abstract: Since small islands are ecologically sensitive and easily influenced by natural processes, this article argues that the sustainable development of small islands rely on the building of resilience for the islands' ecosystems. This problem can be solved by how planning and design for the landscape on islands integrate with the disturbances resulting from natural process. Through a literature review on revolutionary resilience, this paper proposes a “three capacities” conceptual model (including persistence, adaptability and transformability) and a relevant dynamic design framework to build resilience for small islands. In addition, the Yagong Island in Xisha is selected as the case to demonstrate how different strategies are selected based on a matrix overlapping analysis of ecological sensitiveness and natural processes. Through the dynamic design strategies inspired by Yagong Island, the natural processes are no longer considered as threats. Instead, they facilitate landscape planning and design, providing a new thinking approach to the conservation, development, planning, design, construction and management for small islands.

Keywords: landscape architecture; small island; natural process; ecosystem; resilience; dynamic design

Fund Items: China National R&D Program "Building strong ecological security patterns through elevating green infrastructure's level of ecosystem services" (No. 2017YFC0505705); and National Natural Science Foundation (Youth Foundation) "Strategies for the Physical Form of Water Network in Rural Areas of the Yangtze River Delta and Eco-services Evaluation Model" (No. 51508391)

1 自然过程：小型海岛发展中的扰动亦或机遇？

小型海岛，往往以其空灵隽秀的风景价值成为人们最为向往的人居环境或度假天堂，

得天独厚的地理条件给小型海岛带来优势与机遇，同时也使其面临劣势与挑战。首先，从自身劣势的角度看，海水包围下的海岛与外部环境的交流与沟通非常有限，独立性是

王敏/1975年生/女/福建人/博士/同济大学建筑与城市规划学院景观学系副教授、博士生导师/同济大学建筑与城市规划学院生态智慧与城乡生态实践研究中心、高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室/研究方向为城市景观与生态规划设计教学、实践与研究(上海 200092)

WANG Min, who was born in 1975 in Fujian province, is an associate professor and doctoral supervisor in the Department of Landscape Architecture, College of Architecture and Urban Planning (CAUP), Tongji University. As a research member of the Center for Ecological Wisdom

and Practice Research (CAUP) and the Key Laboratory of Ecology and Energy-saving Study of Dense Habitat (Tongji University). Her research focuses on the teaching, practice and research of urban landscape and ecological planning and design (Shanghai 200092).

其生态系统的第一属性；加之规模大小有限，其内含的景观要素与结构相对简单，使得海岛景观具有明显的脆弱性^[1]。这种独立性与脆弱性也意味着其具有易受干扰、不稳定的特征^[2]，例如季风与干旱是海岛所面临的、最常见的自然过程，会对岛陆地形地貌的塑造造成深远的影响；而地面沉降、海水入侵、海岸侵蚀等地质性自然过程也会缓慢且长期地影响海岛的景观与生态系统。其次，从外部挑战的角度看，粗放经营的旅游开发活动可能会带来海岛污染物增加、生态系统服务退化、生物种类减少等生态环境问题，又因其景观结构单一、自我调节能力有限等原因，海岛景观与生态系统在受到损害后往往表现出不可逆性^[2]，加剧其生态系统的脆弱性^[3]。

事实上，大自然可以产生无穷的动力与变化莫测的效应^[4]。贾妮斯·伯克兰德 (Janis Birkeland) 在其所著的《正开发》(Positive Development) 一书中提出“设计实现生态系统服务”(Design for Eco-services)^[5]这一观点，强调合理的规划设计可以成就一种积极的发展方式^[6-7]。分析影响小型海岛的主要自然过程，实质上是分析自然界中各种有形或者无形的作用力如风、水、重力等，作用于环境后所形成的发展和变化状态^[8]；其存在的形式多样，包括潮汐、沉降等引力过程，季风等风力过程，洋流、降雨等水力过程，植物演替、动物迁徙、有机物分解以及养分循环等生物过程。因此自然过程的本质是扰动。古往今来的众多规划设计实践案例都向世人证明由自然过程带来的扰动是可以被引导、融入实践中并促进积极发展：古代的都江堰水利工程就利用了自然过程的能动性，引导自然过程向着对人类有利的方向发展，在解决了水患的同时满足灌溉需求，使得成都平原成为如今的“天府之国”^[8]；在荷兰埃姆斯大坝的设计中，通

过围墙状固沙装置的设置，借助海潮搬运力，使得沙子不断堆积，海滩面积逐渐扩大^[9]。除灾难性的自然过程外，绝大部分的自然过程所形成的“扰动”不应被视作小型海岛发展的阻碍。扰动意味着动态与变化，而变化是生态系统固有的属性，它应被视为促进系统进行自我更新与自我调节的机遇。

小型海岛具有明显的生态脆弱性和易受损害性的特征，任何过度或不当的人为建设活动都有可能对其造成不可逆的严重破坏，但这并不意味着单纯的保护。小型海岛如能尊重场地的地域性及其所受自然过程的影响，规划设计将帮助小型海岛在多变自然条件下维持生命力，从而实现以水生态为纽带连接水环境与水景观^[10]；基于此，首先，本文在小型海岛景观韧性构建过程中，创造性地将自然过程融入景观规划设计中，让自然做功；其次，结合小型海岛自身生态敏感性与受自然过程影响的程度，构建合理有效的规划设计思路与技术路线，调解自然过程与海岛生态系统、人为活动之间的矛盾，构建具有韧性的海岛景观，这可能从根本上对其整体的生态系统产生积极的影响；需要正视“如何应对自然过程所引发的扰动和变化”的问题，规划设计实践如何融合自然过程带来的扰动是解决该问题的关键。

本研究探讨如何通过动态设计策略，顺势而为、因势利导，化被动防御为主动应对，将原本被视为不利因素的自然过程导入景观系统中，这是提高小型海岛生态系统韧性、凸显景观特色和亮点的重要途径。研究过程中，主要关注潮汐、季风等非灾害性自然过程，而地震、海啸等灾害性自然过程需以防御抵抗为主，需从长期、整体的角度增强其韧性，如何应对它们的冲击并不属于本文探讨的范畴。

2 演进韧性：一种全新的景观韧性观点与实践启发

自“韧性”一词提出以来，主要经历了3个阶段的演变，即从唯一平衡、多平衡，到非平衡的认知转变。首先，其概念起源于“工程韧性”(engineering resilience)，强调系统保持稳定的能力^[11]，认为系统只有唯一的平衡状态(single-state equilibrium)^[11]；其次，生态学家克劳福德·斯坦利·霍林(Crawford Stanley Holling)从生态系统的运行规律中得到启发，通过引入“适应能力”^[12]的概念，提出了“生态韧性”(ecological resilience)这一概念，强调多平衡状态韧性(multiple-state equilibrium)^[11]，认为系统存在多个平衡状态，在面对扰动时，可以在不同的平衡状态之间进行切换^[13]。最后，演进韧性(revolutionary resilience)是近年来新的关注点，源于霍林提出的一种全新的系统认知理论——自适应循环理论(adaptive cycle)^[12, 14]，认为系统的发展包括快速利用、保存、释放、重组4个阶段^[12]，任何一个生态系统都不可能永远停留在其中的某一阶段，因此不存在“平衡”状态，而处在持续的变化之中，即“动态非平衡”(dynamic non-equilibrium)的观点^[15]。由此可见，学界对“韧性”的认知实现了从结果到过程的转变，同时也是对“扰动”所持态度的转变。过去，人们关注的是系统能够承受多大的扰动，无形中将两者对立起来，试图控制变化和增长，以求稳定，在这种防御的心态下，系统以一种十分僵化的方式来抵抗扰动；而演进韧性则认为扰动和变化是改变自身情况的机会，理想情况下，外界的扰动反而可以增强系统的活力和多样性^[16]。

在演进韧性的概念框架中，韧性被视为系统为回应压力而激发的一种能力^[17]。布莱·沃克(Brian Walker)等人认为这种能力存

彭映雨/1993年生/女/新疆人/同济大学建筑与城市规划学院风景园林专业在读硕士研究生/研究方向为风景园林规划设计(上海200092)

PENG Huan-yu, who was born in 1993 in Xinjiang Uygur Autonomous Region, is a master student in Landscape Architecture, the College of Architecture and Urban

Planning (CAUP), Tongji University. Her research focuses on the landscape planning and design (Shanghai 200092).

汪洁琼/1981年生/女/上海人/博士/同济大学建筑与城市规划学院景观学系讲师、硕士生导师、系主任助理/同济大学建筑与城市规划学院生态智慧与城乡生态实践研究

中心/研究方向为生态系统服务与空间形态影响机理、水生态、绿色基础设施等领域的教学、科研和工程实践(上海200092)

通信作者邮箱 (Corresponding author Email): echowangwang@qq.com

WANG Jie-qiong, who was born in 1981 in Shanghai, is a

1 基于生态敏感性与自然过程的三力韧性机制

Three abilities and mechanism of building resilience based on ecological sensitivity and natural processes

在3种可能,即恢复力(persistence)、适应力(adaptability)、变革力(transformability)^[18]。在演进韧性的观点中,恢复力主要基于工程韧性对系统平衡状态的认知,强调系统抵抗扰动并保持稳定的状态^[19],其出发点与落脚点都是系统的原有状态。适应力与变革力则强调“逐渐适应”和“快速转变”2种达到韧性的方式^[17],都以系统的变化为核心。这3种实现韧性的途径也可以被理解为:韧性状态存在一个范围,下至系统抵抗变化的能力,上至发生转型的可能;适应是介于恢复和变革之间的一种状态^[20]。其中,适应力和变革力都强调系统的变化,在这一变化中,扰动被视为是系统自我调整、进化的机会,一般静态的规划设计不能满足这一需求。下文所着重探讨的小型海岛动态设计策略,倡导正视自然过程带来的扰动与变化机会,通过设计策略促进小型海岛景观的适应力和变革力,从而实现演进韧性。

3 “因势”: 小型海岛景观韧性构建与动态设计技术路线

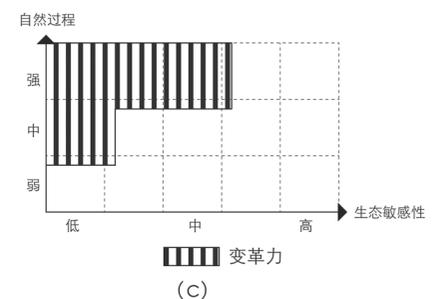
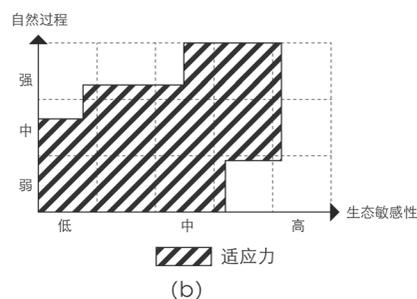
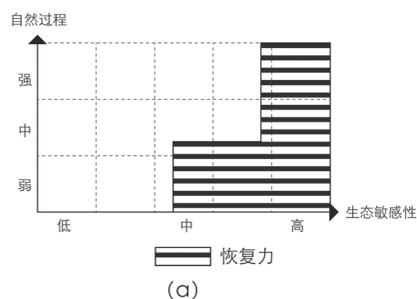
小型海岛景观的韧性构建首先应考虑2个方面的因素:一是维持核心功能的正常运转;二是适应自然过程带来的扰动。对于小型海岛而言,核心功能的维持主要从对生态敏感性的考量出发,即生态敏感性较高的区域,

抵抗外部干扰的能力可能相对较弱,因此在策略方面更侧重于恢复或保育;相反,生态敏感性较低的区域意味着更多的可能性,有转型或变革的潜力。另一方面,特定自然过程的影响程度也应被纳入采取不同韧性措施的考量范畴,易受自然过程影响的区域更具有适应乃至变革的发展态势和潜力。基于此,借鉴前人的研究基础,本文提出基于生态敏感性与自然过程影响矩阵叠加分析^[21]的小型海岛景观韧性构建三力机制(图1)。矩阵叠加分析的结果体现了不同区域在面临扰动时,所可能面临的生态风险的高低,为韧性策略的选择与空间布局的设计提供依据。

围绕韧性三力机制,小型海岛动态景观规划设计的技术路线分为3个阶段(图2)。第1阶段主要为核心问题识别,在岛屿现状概况分析的基础上,进行生态敏感性及自然过程影响分析。生态敏感性分析主要针对小型海岛自然要素的分析评价,例如坡度、朝向、植被覆盖情况等,旨在识别敏感性高的生态区域;自然过程分析包括海风、潮汐、海浪等因子,旨在识别核心自然过程并划定易受影响的区域。第2阶段为生态敏感性与自然过程影响的矩阵分析,由此选择出适合的韧性机制,并进行动态设计空间布局。其中恢复力主要针对生态敏感性高且受特定自然过程影响较少的区域(图1a),主要划定为保

护培育区;适应力和变革力主要针对生态敏感性不高且受到一定自然过程影响的区域(图1b)和生态敏感性不高且受到特定自然过程影响较多的区域(图1c),这些片区相对来说受到较多的自然过程影响,且生态多不敏感,可以通过设计促进与扰动的融合并实现系统自我调整,成为动态变化的区域。第3阶段,针对不同的韧性机制,制定相应的具体动态设计策略。一是适应力,强调与自然过程相互容纳和适应。对于提高系统适应性来说,充分识别自然过程及其运行机制是适应的基础,且自然过程的分析不局限于岛陆,岛基、岛滩、环岛浅海区域等均属于海岛生态系统的一部分,都需要纳入分析范围内,甚至整个海洋系统内的自然过程(如洋流等)也需要进行分析。适应力强调与变化的和平共处、相互适应,例如崇明岛等河口冲积岛的缓慢生长,自然过程成为促进系统更新的积极要素,两者间的融合度更高。二是变革力,变革或转型更多地把外界的扰动看作一种自我调整、改进的机会,例如植物群落经过火灾后的次生演替等。相对适应而言,变革与自然过程的融合度更高,它们突破了韧性的传统概念,以一种更加客观的态度面对自然过程,并承认韧性系统的可变性。

事实上,动态设计策略在以往的部分景观实践作品中已用于促进适应力、变革力的



Lecturer, master supervisor and department director assistant in the Department of Landscape Architecture, College of Architecture and Urban Planning (CAUP), Tongji University. She holds a Ph.D. from the University of Melbourne. As a research member of the Center for Ecological Wisdom and Practice Research (CAUP). Her research focuses on the correlation

between ecosystem services provision and physical form, water ecology and green infrastructure (Shanghai 200092).

王云才/1967年生/男/陕西人/博士/同济大学建筑与城市规划学院景观学系副主任、教授、博士生导师/同济大学建筑与城市规划学院生态智慧与生态实践研究中心副主

任、同济大学高密度人居环境生态与节能教育部重点实验室/研究方向为图式语言与景观生态规划设计教学、科研和工程实践/本刊编委(上海 200092)

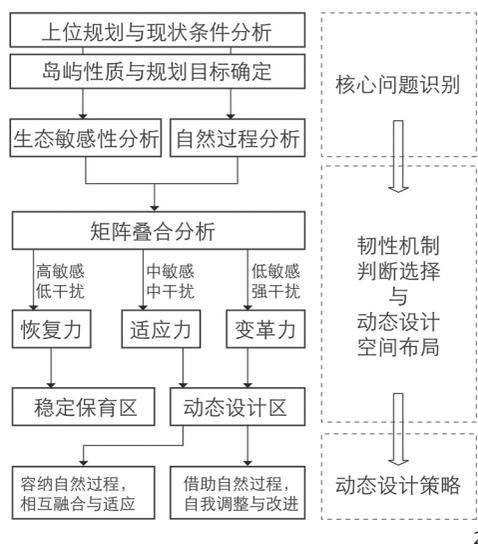
WANG Yun-cai, who was born in 1967 in Shaanxi province, is a deputy director, professor and doctoral supervisor in the Department of Landscape Architecture, College of

实现。例如，荷兰景观设计事务所西8(West 8)在鹿特丹围堰旁的景观案例中，通过自然过程的运用，用黑白相间的贝壳铺成3cm厚、色彩反差强烈的几何图案，吸引成千上万的海鸟在此盘旋、栖息，若干年后，自然力的侵蚀使得薄薄的贝壳层逐渐消失，最终成为沙丘地^[22]。

又如，詹姆斯·科纳(James Corner)提出的“历时过程”的景观思想遵从自然的固有价值与自然过程的演变，在纽约弗莱士河公园(Freshkills Park)中，借用植物群落的自然演替过程，使得曾经是世界上最大的垃圾填埋场的基地环境逐步自我再生，重建生物多样性^[23]，实现了从垃圾填埋场到生态公园的转型。通过动态设计，将动物的迁徙、植物的生长、有机物的分解、潮汐和沉降等自然过程融入实践，在此基础上构建的生态系统往往处在一种持续的变化当中，符合韧性概念中对于适应机制和演进韧性的理解。利用自然过程并引导它们发挥作用的韧性系统，可以最大限度借助自然力以达到最少人工干预，不仅维护成本低，而且符合生态系统的自身属性，可以摆脱静态景观面对变化时的脆弱性，是一种可持续的景观设计方法。另一方面，从景观客体使用者的角度来看，纳入了自然过程的动态景观可以丰富感官维度，带来更深层次的现场体验。通过动态设计策略，遵从场地的自然属性，充分适应自然过程，从而发挥生态系统自身的能动性——这正是自然过程所造成的“扰动”提供给我们的机遇^[24]。

4 “而为”：基于动态设计策略的西沙鸭公岛景观韧性构建实践探索

近几年，海南省三沙市大力推进南海岛屿生态建设，适度发展旅游业。其中，位于西沙群岛永乐环礁岛的鸭公岛被列为热带海洋旅游业发展的重点岛屿，鸭公岛常水位面



2 小型海岛景观韧性构建与动态设计技术路线

Technical framework of small islands' landscape resilience building and dynamic design

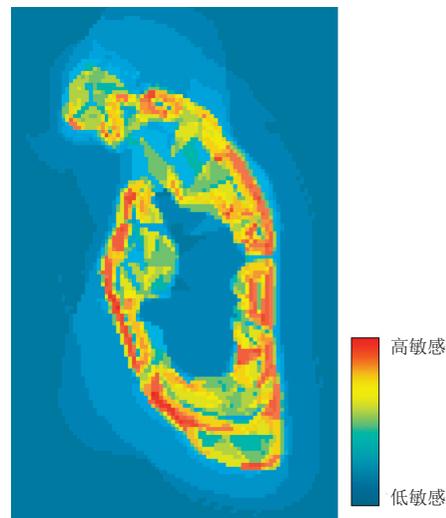
面积约1.49hm²，具有以下特征：1)从地理地貌看，由于处在“门”区，东北季风对礁体发育的影响较大；由于岛体的构成为珊瑚碎石，其间有缝隙可以透水，岛屿中部的泻湖可随外部海平面涨落；2)从生态环境看，鸭公岛最初没有太多植被，后来当地渔民在此种植了一些布麻林等本地树种，但未成规模；3)从人口规模看，鸭公岛常驻人口不到50人，大多是在此捕鱼的渔民。

4.1 生态敏感性分析

生态敏感性分析主要建立在对植被覆盖、沙滩状况、坡度、坡向、高程、海岸朝向等因子的量化分级评价基础上。叠加分析后的结果显示，岛屿内部泻湖与岛屿外部礁盘敏感性较低，而围绕泻湖的环岛区域则具有较高的敏感性(图3)。

4.2 自然过程分析

鸭公岛内部及周边环境的自然过程和一



3 鸭公岛生态敏感性分析

Ecological sensitivity analysis of Yagong Island

般小型热带海岛大致相同，其中较为明显的自然过程包括潮汐和季风(图4)。潮汐力带来的潮水涨落会周期性地改变岛屿内部泻湖的水位：阴历的月初和月中，会出现当月的最高、最低水位，即潮汐变化最强烈的时期，日内潮差有时 would 超过170cm；而初七、初八及廿二、廿三潮差较小，日内潮差变化甚至低于30cm。另外，不同月份的极限潮位相差不大，最高不超过250cm，最低不低于20cm(图5)。由于鸭公岛面积较小且地质结构特殊，潮差会引起明显的岛屿空间形态变化。再者，由于地处“门”区，季风引起的水流作用携带的浮游生物等，堆积在岛屿外围，持续地改变、塑造岛屿的实体形态，使得岛屿邻近的礁盘不断生长。

4.3 矩阵叠合分析与动态设计空间布局

将生态敏感性与自然过程分析的结果进行叠合分析(图6)，形成鸭公岛韧性机制

Architecture and Urban Planning (CAUP), Tongji University. As the deputy director of the Center for Ecological Wisdom and Practice Research (CAUP) and a research member of the Key Laboratory of Ecology and Energy-saving Study of Dense Habitat (Tongji University), an editorial board

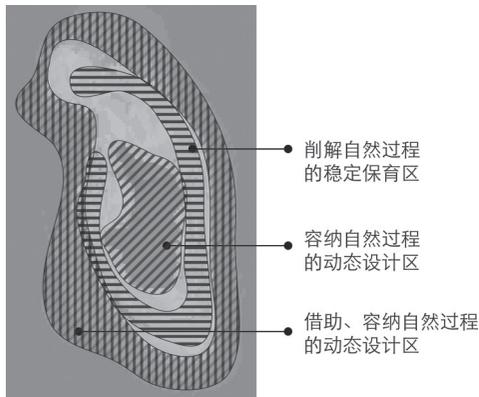
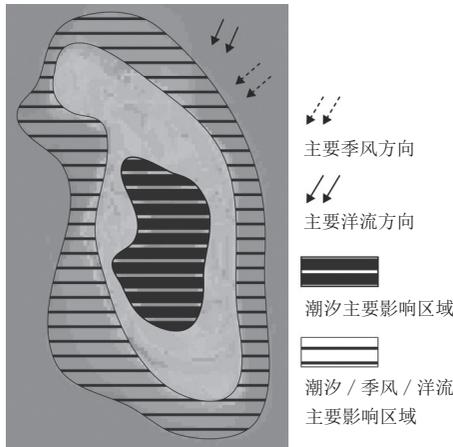
member of this journal. His research focuses on teaching, practice and research of pattern language and ecological planning and design (Shanghai 200092).

4 鸭公岛自然过程分析

Natural process analysis of Yagong Island

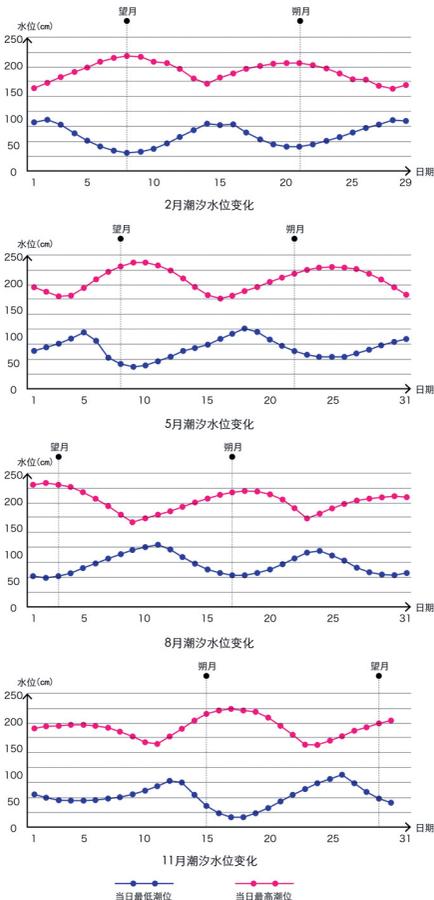
5 鸭公岛潮汐水位变化

Tidal water level of Yagong Island



6 鸭公岛韧性机制选择

Decisions on different resilient approaches of Yagong Island



选择：1) 泻湖外部的环状区域具有较高的生态敏感性，但较少受到潮汐或季风等自然过程的影响，适合“恢复力”韧性机制，应注重保护与培育，主要通过局部种植布麻林和草海桐等乡土植被以丰富生态系统结构，增强其稳定性；2) 岛屿内部的泻湖区域生态敏感性较低，且受到潮汐力的持续、反复作用，适合“适应力”韧性机制，着重考虑如何在动态变化中与自然过程相互融合；3) 岛屿外部礁盘生态敏感性低，且由于直接与茫茫大海相接，承受的自然过程较多，尤其是季风作用使得邻近礁盘成为潜在的生长区域，因此比较适合“变革力”韧性机制，尝试借助

自然过程完成自身的转变；4) 由于敏感性不高，针对潮汐力等较为温和的自然过程，也可以适当容纳自然过程，采用“适应力”机制。

4.4 动态设计策略

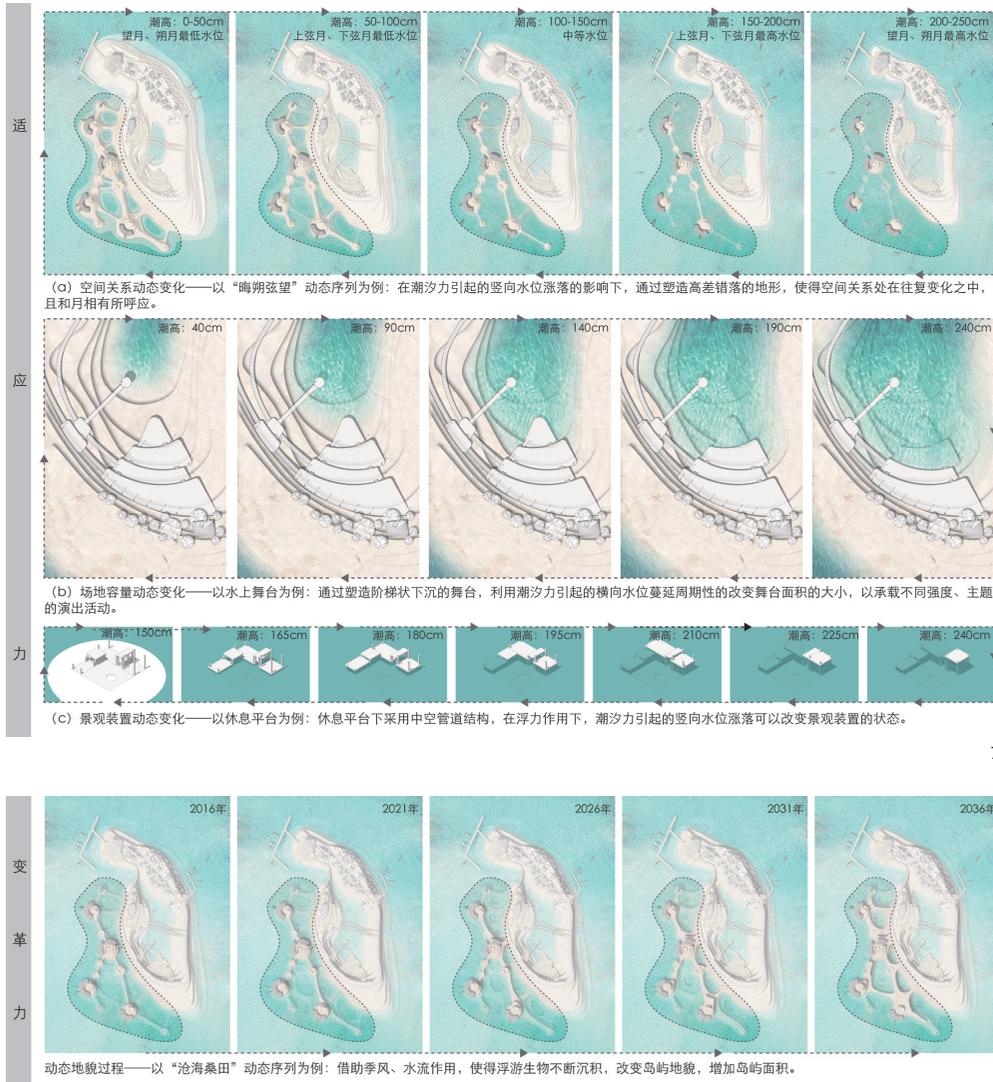
1) 基于适应力的相互融合。

鸭公岛由于岛屿面积小，潮汐导致的水位变化会明显改变岛屿面积，这一点对旅游活动的开展而言是不利的，即潮汐成为了“消极扰动”。因此规划设计需考虑因势利导地将其融入景观营造，无论潮汐引起的水位如何变化，都有与之相匹配的空间和活动状态，不存在唯一的平衡状态，虽处在不断的变化之中，但仍保持“稳定”，在适应自然过程

的同时使之成为规划设计的特色（图7）。例如，在“晦朔弦望”动态序列的设计中，通过分析本地潮汐变化规律得知潮高水位在20~250cm范围内波动，结合鸭公岛自身特色，在此区间内塑造高差错落的地形，临时性的潮汐流量波动引起的竖向水位涨落不仅会使海岸线外移或内推，还可以形成不同的空间关系^[25]，且这种变化的空间关系和月相有所呼应，如在每月的望、朔日海平面最高的时候，除了核心区域之外所有区域都会被淹没，这种极致的景观每月只会出现2次——望月和朔月。这既物化了月相变化——岛屿空间关系变化的逻辑关系，也反映了潮汐变化的内在规律，极大丰富了人的体验（图7a）。再如，在泻湖内建设阶梯状的水上舞台，潮汐引起的横向水位蔓延会改变舞台大小，配合不同规模的演出活动，加强人的活动与自然变化的关联（图7b）。除此之外，小型景观装置也可以适应潮汐力，诸如利用中空管道产生浮力的休息平台，可以与不同的潮汐水位进行互动（图7c）。

2) 基于变革力的自我调整。

鸭公岛在整个西沙群岛中承担着“重点岛”的角色，需要为周边岛屿提供一定规模的基础服务，但现有的较为稳定的可建设面积过小。再者，研究表明海岛面积和物种灭绝率之间存在一定的反比关系^[1]，即岛屿面积过小对于维持海岛生态系统稳定十分不利。因此，鸭公岛需要适当扩大岛屿面积以满足其在总体规划中的职能需要，同时可提高生态系统稳定性。分析鸭公岛过去10年的形态变化，沙洲在东北方向发展比较明显，主要是因为鸭公岛处于“银屿门”附近，海浪送来的大量浮游生物会堆积在滩脊附近，因此正对主导风向和洋流方向的区域会生长更快。综上，设计考虑将季风和洋流作用纳入基于



7 基于适应力的鸭公岛动态设计策略

Dynamic design strategies for Yagong Island based on adaptability

8 基于变革力的鸭公岛动态设计策略

Dynamic design strategies for Yagong Island based on transformability

变革力的韧性机制中，将扰动转变为助力，利用自然过程帮助岛屿自我成长。通过在垂直东北季风方向间隙人工塑造滩脊，借助风浪长年累月的运输，浮游生物不断累积，滩脊与滩脊之间逐渐合并，发展成沙洲，逐步

达成“沧海—桑田”的转变，即长期、缓慢的动态地貌过程（图8）。

5 结语

本文倡导小型海岛的景观韧性构建应建

立在融合自然过程的基础之上，景观规划设计中应主动将矛盾转换为机遇，提出恢复力、适应力及变革力的三力韧性机制，并通过演进韧性概念的引介为这一发展理念的实践探索提供了重要的理论基石。在此基础上进一步明晰三力与生态敏感性、自然过程以及规划设计策略之间的关系，提出的动态设计技术路线是实现景观韧性构建的新思路。

西沙鸭公岛的实证进一步明确了以动态景观为特征的技术要点，即如何在规划设计实践中容纳、适应、顺应自然过程，从而形成具有韧性的景观，同时带来新的活力。实践研究表明，基于三力机制构建韧性景观不再一味地将自然过程视为扰动从而加以抵抗，而是客观地分析其与生态敏感性之间的关系，合理地融入规划设计中，化被动为主动，是一种更加积极的设计方式。值得一提的是，由于篇幅受限，本文仅对于韧性理论在变化性方面进行了探讨，但韧性理论还涉及地域性、以人为本等社会人文方面的考量，例如社会—生态系统的构建^[26]、反馈机制的建立^[27]、不同职能部门的协同合作^[27]、行为主体的互动^[28]等，这些都是景观韧性构建在未来研究中可以进一步拓展的部分。

注释：

本文图纸均为作者自绘。

参考文献 (References):

[1] 宋延巍. 海岛生态系统健康评价方法及应用 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2006.
 SONG Yanwei. Health Assessment Methods and Application of Island Ecosystem[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2006.
 [2] 池源, 石洪华, 郭振, 等. 海岛生态脆弱性的内涵、特征及成因探析 [J]. 海洋学报, 2015, 37 (12): 93-105.
 CHI Yuan, SHI Honghua, GUO Zhen, et al. Connotation,

- Features and Causes of Island Ecological Vulnerability[J]. *Acta Oceanologica Sinica*, 2015, 37(12): 93-105.
- [3] 杨华. 基于生态系统保护的海岛开发模式研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2013.
- YANG Hua. The Research of Island Development Mode Based on Ecological System Protection[D]. Qingdao: Ocean University of China, 2013.
- [4] 董丽, 吴庆书, 张云路. 自然过程下动态景观设计的研究与探索[J]. *海南大学学报: 自然科学版*, 2010, 28(3): 262-268.
- DONG Li, WU Qingshu, ZHANG Yunlu. Study and Exploration of Dynamic Landscape Design in Natural Process[J]. *Journal of Hainan University: Natural Science*, 2010, 28(3): 262-268.
- [5] Birkeland J. Positive Development: From Vicious Circles to Virtuous Cycles through Built Environment design[M]. London: Earthscan, 2008.
- [6] 汪洁琼, 郑祺. 水生态服务与江南水网空间形态的耦合机理研究[J]. *南方建筑*, 2016(4): 20-24.
- WANG Jieqiong, ZHENG Qi. Correlating Water-related Eco-services with the Physical Form of Water Network in the Yangtze River Delta[J]. *South Architecture*, 2016(4): 20-24.
- [7] 汪洁琼, 朱安娜, 王敏. 城市公园滨水空间形态与水体自净效能的关联耦合: 上海梦清园的实证研究[J]. *风景园林*, 2016(8): 118-127.
- WANG Jieqiong, ZHU Anna, WANG Min. Correlating Physical Forms of Riparian Zones in Urban Parks with Effective Eco-services Provision of Water Self-purification: A Case Study of Shanghai Mengqing Park[J]. *Landscape Architecture*, 2016(8): 118-127.
- [8] 冯潇. 现代风景园林中自然过程的引入与引导研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2009.
- FENG Xiao. A Study on Introduction and Guidance of Natural Process in Modern Landscape Architecture[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2009.
- [9] 罗兰·米克, 庄佳栋. 潮汐景观——以荷兰埃姆斯大坝为例[J]. *中国园林*, 2013(6): 44-49, 130-131.
- Roeland Meek, ZHUANG Jiadong. Tidal Landscape of the Eemsdam[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2013(6): 44-49, 130-131.
- [10] 汪洁琼, 邱明, 成水平, 等. 基于水生态系统服务综合效能的空间形态增效机制——以崂山田岙水敏性乡村为例[J]. *风景园林*, 2017(1): 82-90.
- WANG Jieqiong, QIU Ming, CHENG Shuiping, et al. Strategies for Physical Forms Based on Water-related Ecosystem Services Overall Capacity (WESSOC)—A Case Study of Tian'ao Water Sensitive Rural Area in Shengsi[J]. *Landscape Architecture*, 2017(1): 82-90.
- [11] Holling C S. Engineering Resilience Versus Ecological Resilience[M]// Schulze P. Engineering within Ecological Constraints. Washington, DC: National Academies Press, 1996: 31-34.
- [12] Holling C S, Gunderson L H. Resilience and Adaptive Cycles[M]// Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. Island Press, 2001: 25-62.
- [13] Schulze P. Engineering within Ecological Constraints[M]. Washington, DC: National Academies Press, 1996.
- [14] 邵亦文, 徐江. 城市韧性: 基于国际文献综述的概念解析[J]. *国际城市规划*, 2015(2): 48-54.
- SHAO Yiwen, XU Jiang. Understanding Urban Resilience: A Conceptual Analysis Based on Integrated International Literature Review[J]. *Urban Planning International*, 2015(2): 48-54.
- [15] Pickett S T A, Cadenasso M L, Grove J M. Resilient Cities: Meaning, Models, and Metaphor for Integrating the Ecological, Socio-economic, and Planning Realms[J]. *Landscape and urban planning*, 2004, 69(4): 369-384.
- [16] Burkhard B, Fath B D, Müller F. Adapting the Adaptive Cycle: Hypotheses on the Development of Ecosystem Properties and Services[J]. *Ecological Modelling*, 2011, 222(16): 2878-2890.
- [17] Meerow S, Newell J P, Stults M. Defining Urban Resilience: A Review[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2016, 147: 38-49.
- [18] Walker B, Holling C S, Carpenter S, et al. Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems[J]. *Ecology and society*, 2004, 9(2): 3438-3447.
- [19] Chelleri L. From the "Resilient City" to Urban Resilience: A Review Essay on Understanding and Integrating the Resilience Perspective for Urban Systems[J]. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 2012, 58(2): 287-306.
- [20] Brown A, Dayal A, Rumbaitis Del Rio C. From Practice to Theory: Emerging Lessons from Asia for Building Urban Climate Change Resilience[J]. *Environment and Urbanization*, 2012, 24(2): 531-556.
- [21] 王敏, 王云才. 基于生态风险评价的非建设性用地空间管制研究——以吉林长白县龙岗重点片区为例[J]. *中国园林*, 2013(12): 60-66.
- WANG Min, WANG Yuncai. A Research on the Spatial Governance for Non-constructive Land Based on Ecological Risk Assessment: Taking Longgang Key Area of Changbai County, Jilin Province, as an Example[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2013(12): 60-66.
- [22] 王向荣, 张晋石. 人类和自然共生的舞台——荷兰景观设计师高伊策的设计作品[J]. *中国园林*, 2002(3): 70-73.
- WANG Xiangrong, ZHANG Jinshi. The Commensal Stages of Mankind and Nature—The Works of Netherlandish Landscape Architect Adriaan Geuze[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2002(3): 70-73.
- [23] 余剑歌. 詹姆斯·科纳的历时过程景观思想研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013.
- YU Jiange. Research on James Corner's Landscape Concept of Processes Over Time[D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2013.
- [24] 王向荣, 林箐. 现代景观的价值取向[J]. *中国园林*, 2003(1): 5-12.
- WANG Xiangrong, LIN Qing. Tendency of Values of Modern Landscape Architecture[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2003(1): 5-12.
- [25] 王云才. 论景观空间图式语言的逻辑思路与框架体系[J]. *风景园林*, 2017(4): 89-98.
- WANG Yuncai. The Logical Thinking and Framework of Landscape Space Pattern Language[J]. *Landscape Architecture*, 2017(4): 89-98.
- [26] 王云才, 申佳可, 象伟宁. 基于生态系统服务的景观空间绩效评价[J]. *风景园林*, 2017(1): 35-44.
- WANG Yuncai, SHEN Jiake, XIANG Weining. The Framework of Landscape Space Performance Evaluation with the Orientation of Eco-system Service[J]. *Landscape Architecture*, 2017(1): 35-44.
- [27] Allan P, Bryant M. Resilience as a Framework for Urbanism and Recovery[J]. *Journal of Landscape Architecture*, 2011, 6(2): 34-45.
- [28] 王敏, 叶沁妍, 托马斯·赫尔德. 行为主体互动下的水系空间管理与生态服务优化: 基于德国埃姆舍河发展演变的实证研究[J]. *风景园林*, 2017(1): 52-59.
- WANG Min, YE Qinyan, Thomas HELD. Riparian Zones Management with Effective Eco-services Provision under the Interaction of Stakeholders: A Case Study of the Enscher River in Germany[J]. *Landscape Architecture*, 2017(1): 52-59.

(编辑 / 张雯娟)