

国内外海岛承载力研究综述与展望^{*}

潘 翔，陈 鹏，陈庆辉

(国家海洋局第三海洋研究所 厦门 361005)

摘 要：海岛承载力的研究，对于人类合理开发利用海岛资源、协调经济发展与环境保护的关系、保证海岛可持续发展具有很大的现实意义。文章总结了承载力概念的发展，阐述了承载力与可持续发展理论的关系。可持续发展理论的深入，极大地丰富了承载力的内涵。一方面人们把可持续发展的理念应用于原先对资源或环境因素的承载力研究，另一方面也出现了以区域为对象的可持续承载力研究；其次综述了国内外海岛承载力主要研究方向的进展，国内外学者对海岛旅游环境承载力和海岛生态承载力的理论和方法的研究；最后，通过对比国内外研究得到启示，对我国海岛承载力研究的发展方向提出了几点思考。要在加强海岛生态系统的理论研究的基础上查清海岛生态环境现状，结合景观生态学理论深入海岛承载力研究。

关 键 词：海岛；承载力；可持续发展；景观生态学

海岛，在国际法上是指“四面环水并在高潮时露出水面的自然形成的陆地区域”。我国是世界上海岛最多的国家之一，但随着海岛的不合理开发与全球气候异常带来的自然灾害，加速了海岛生态环境的破坏，导致某些珍稀物种减少甚至绝迹，一些海岛生态失衡严重^[1]。因此，基于海岛的特殊性研究其承载力状况，使海岛生态系统维持可持续发展具有重要的意义。由于海岛地理位置与资源环境具有独特性，有关海岛承载力的研究报道较少。2010 年《中华人民共和国海岛保护法》颁布后，国家愈加重视海岛的资源开发与生态保护的协调，这对我国的海岛承载力研究来说是一个良好的机遇。

1 概念

1.1 承载力概念的起源和发展

承载力 (carrying capacity) 一词最早出自生态学，是指在某一环境条件下，某种生物个体可存活的最大数量。从 1798 年 Malthus 人口理论到 1953 年 Odum 所著的《生态学基础》将承载力与 Logistic 方程联系起来，是承载力理论的起源。除上述理论探索外，20 世纪早期开展

的实验室环境下和野外生物种群数量增长研究为承载力理论提供了大量实证。之后美国西部牧场最大载畜量管理进一步深化了承载力在应用学领域的理论研究。

20 世纪 30—60 年代，一系列环境公害事件的发生，人类学家和生物学家开始将承载力的概念引入人类生态学中，这一时期，针对资源和环境的单要素承载力的研究逐渐兴起^[2]。20 世纪 80 年代，联合国教科文组织 (UNESCO) 将资源承载力定义为：“在可以预见的期间内，利用该地区的能源及其他自然资源和智力、技术等条件，在保证符合其社会文化准则的物质生活水平条件下，该国家或地区能持续供养的人口数量”。随着社会经济的发展，人类在面临资源匮乏的同时，环境问题也随之而来。环境承载力的概念是人类为保护赖以生存的环境，避免资源不合理利用而提出的，受到了学者们的普遍重视和研究。20 世纪 90 年代，随着可持续发展理论的诞生，生态承载力概念的提出使承载力研究不单单针对资源因子或环境因子，而是把生态要素、整个生态系统纳入考虑。高

^{*} 基金项目：海洋行业公益性项目“岛群综合开发风险评估与景观生态保护技术及示范应用 (201305009)”。

吉喜^[3]的定义为：“生态承载力指生态系统的自我维持、自我调节能力，资源和环境子系统的供容能力及其可维育的社会经济活动强度和具有一定生活水平的人口数量”。承载力概念的演化和发展史是人类对自然界改造和发展的必然结果。不同的发展时期，产生了不同的承载力概念及相应的承载力论。

1.2 承载力与可持续发展的关系

对于承载力与可持续发展的关系，国内外学者和组织有众多的不同评述。《21 世纪议程》中指出，可持续发展战略的基础必须是准确评估地球负载能力和对人类活动的恢复能力。联合国环境规划署（UNEP）等^[4]提出，可持续发展是在生存不超过维持生态系统承载力的情况下，改善人类的生活品质。Daily 等^[5]强调，可持续的过程是能够维持而不会产生中断、削弱或者丧失重要品质的过程，可持续性是人□处在或低于任何承载力水平的重要条件。张坤民^[6]认为，可持续发展是一个从环境和自然角度提出的关于人类长期发展的战略和模式，它不是在一般意义上所指的一个发展进程要在时间上连续运行，不被中断，而是特别指出的环境和自然资源的长期承载能力对发展进程的重要性以及发展对改善生活质量的重要性。

2 国内外海岛承载力研究综述

“岛屿动物地理学平衡理论”^[7]的提出可视为海岛生态系统研究的开端，并从此后激发了生物地理学者进行相关研究。之后人与生物圈计划（MAB 计划）^[8]的提出，可以认为是海岛生态系统研究的进一步发展。海岛生态系统不同于陆地生态系统，不同地理单元的承载力研究有不同的研究问题和难点^[9]。海岛所处的地理位置特殊，加之海岛生态系统的复杂性和研究方向的侧重性，国内外开展的海岛承载力研究一般包括旅游环境承载力和生态承载力等。

2.1 国外海岛承载力研究综述

2.1.1 旅游环境承载力

海岛旅游业已成为部分国家经济的重要组成部分，但一个海岛旅游区能够容纳的游客数量是有限的，游客的过度密集将不可避免地引

发环境和经济问题。目前国外学者针对海岛旅游资源承载力方面的研究主要有理论概念、量化研究和管理方法等方面。

理论概念方面主要是针对其概念和研究体系的界定，包括 Mathieson 等^[10]分别从旅游环境影响和游客感知度等角度分析了旅游环境承载力的概念。在量化研究和管理方法方面包括：在 Kerstetter 等^[11]的研究中，探讨了人类生活质量和岛屿旅游业的关系，提出发展 Yasawa 岛旅游业应当设置一个限度：即在资源和环境、完善的保护措施的基础上充分考虑当地居民的需要，并认清潜在的环境影响。Rios — Jara 等^[12]对 Isabel 岛国家公园的水下通道旅游承载力展开研究，提出承载力评价方法的长足发展，需结合环境规划和环境管理，同时也要参考和借鉴其他海岛发展的经验。Cole 等^[13]对 Aruba 岛和 Sutton 等^[14]对 Kapati 岛的研究中都指出海岛旅游资源承载力评价更多需考虑社会要素的影响。

2.1.2 生态承载力

国外的海岛生态承载力研究主要为探讨其与可持续发展的关系，如 Vernicos^[15]，Rees^[16]，Yount^[17]分别从社会要素和人口要素的角度探讨了海岛生态承载力与可持续发展的关系。其次国外学者对生态承载力的模型以及海岛上或周边的生物承载量进行了研究，如 Limburg 等^[18]研究了 Gotland 岛的区域生态承载力，提出岛群区域规划可以依靠收集所需海岛的必要信息。Williamson 等^[19]基于岛屿动物地理学平衡理论建立了一个基于承载力水平的灭绝概率模型，之后将该模型应用于 Marshall 群岛。Van Den Bergh^[20]提出了一种基于动态承载力和可持续发展反馈的经济—环境—发展模型，并探讨了它的应用。Nam 等^[21]利用能值分析法评价了 Woosedo 岛的承载力水平，预测了可持续发展前提下的承载人口。Filgueira 等^[22]以 Prince of Edward 岛为例通过建立盒子模型，研究贻贝养殖的承载力，探讨以生态系统为导向的可持续发展方法。Papadopoulos^[23]将 Theodorou 岛作为栖息保护地计算了野生山羊承载容量。Guyonde 等^[24]基于多种空间尺度评价了加拿大海岸带的贻贝养殖承载力。

2.2 国内海岛承载力研究综述

2.2.1 旅游环境承载力

我国海岛旅游业在 20 世纪 70 年代开始发展, 在旅游环境承载力研究上, 与国外相比起步较晚。国内学者对海岛旅游环境承载力的研究主要包括理论研究和评价指标体系和模型的构建。

理论研究方面, 如崔凤军^[25]、保继刚^[26]等一批学者从不同角度对旅游环境承载力做出定义。郭静、张树夫^[27]从可持续发展的角度深化了旅游环境承载力的概念; 评价指标体系和模型的构建上, 如刘伟^[28]主要从海岛旅游区内的自然、社会、经济方面进行了指标探讨。Zhang^[29]基于地理信息系统模拟游客行为对旅游环境承载力进行研究。戴丽芳等^[30]采用定性和定量相结合的方法建立旅游环境承载力综合评价指标体系, 并以平潭海坛岛为例进行了实证研究。

2.2.2 生态承载力

自 1992 年加拿大学者 Wackernagel 提出生态足迹原理以来, 该方法已经成为评价生态环境可持续发展的一种热门方法。国内学者对海岛生态承载力的研究, 多为通过生态足迹原理进行计算, 而以生态系统角度进行考虑的研究报道相对较少。

白玉翠^[31]分析了长山群岛长海县 2003—2007 年的土地资源人口承载力, 评价了海岛可持续发展情况。闫淑君等^[32]对琅岐岛 1996 年和 2004 年的生态足迹和生态承载力进行了分析。Cao 等^[33]研究了海南岛 2003—2009 年的水资源的生态足迹。海岛生态足迹的研究在发展过程中, 国内学者不断对其进行完善和改进, 如程静跃^[34]、张志卫^[35]在研究中引进了能值分析, 郭丽^[36]、任光超^[37]在研究中引进了主成分分析的手段, 进一步丰富了生态足迹的内涵, 推动了海岛生态承载力研究的发展。

评价方法研究方面, Huang 等^[38]利用系统模型法, 并以台湾岛为例对生态环境承载力在 2000 年的状况进行了数值模拟。韩波等^[39]基于门槛分析法建立海岛生态承载力评价体系, 并以此测算了浙江省海岛生态承载力, 分析了海

岛开发所面临的多种制约因素。张耀光等^[40]提出海岛人口容量和承载力研究, 不仅涉及岛陆土地资源, 还应包括其周围的海洋生物资源, 并以长山群岛为例, 通过预测人口的发展和分
析海水养殖业发展所能提供的蛋白质, 研究了海岛人口容量和承载力等问题。

3 对我国海岛承载力研究方向的展望

与国外的海岛承载力研究相比, 首先, 我国的海岛承载力研究起步较晚, 研究的主要方面是在单资源承载力核算和时间尺度的生态足迹计算, 对于将海岛作为“自然—社会—经济”区域复合生态系统研究其承载力较少; 其次, 目前系统论承载力指标的构建主要来自于可持续发展理论角度, 承载力研究需要更适宜的理论框架; 最后, 承载力研究的落脚点在于支持可持续发展战略的实现, 形成一系列可行的决策方案, 但由于缺乏对机制和过程的深入探讨, 使目前承载力研究用于指导决策和规划的深度和广度不足^[2]。根据我国现阶段海岛承载力研究的不足之处, 提出以下几点展望。

3.1 深入开展海岛承载力评价基础理论研究

海岛是独立而完整的生态单元, 对岛陆生态系统、潮间带生态系统和近海海域生态系统的深入研究, 可为我国海岛承载力研究提供理论基础。同时海岛承载力研究需要大量资料数据, 为了使研究更具针对性, 科学地反映承载力状况, 需要查清我国海岛生态现状, 包括基础资料、岛上存在的主要环境问题等。

深入开展海岛旅游环境承载力、生态承载力的主要理论方法研究, 同时加强在海岛个案研究中适用性评价的研究, 并结合当前我国海岛开发利用与保护中存在的主要问题, 研究和构建海岛承载力评价指标体系和模型; 同时, 加强与地理信息系统结合的海岛承载力研究, 不仅可用于收集管理数据, 还可用于承载力状况的分析和描述、承载力变化动态分析与模拟等工作。

3.2 结合开展景观生态学与海岛承载力的研究

景观生态学作为一门关注空间格局与生态学过程的基础应用学科, 其研究技术、分析方

法和研究视角已成功应用于陆地土地利用变化及其生态过程的监测、评价与研究中^[41]。景观生态学理论在国内外的发展中, 尽管有学者提出了海洋景观生态学 (ocean-scape ecology) 的概念, 但景观生态学目前的研究主要集中在陆地, 有关海洋资源环境领域的研究报道相对较少^[42]。将景观生态学原理应用在海岛承载力研究上有 2 个优势: 一方面景观生态学能够将海岛土地利用景观空间格局与海岛承载力结合起来, 研究景观格局与承载力状况的关系, 加强承载力状况空间分析研究; 另一方面在海岛承载力动态变化与生态过程的分析方面, 景观生态学中存在的诸多用于描述空间格局的景观指数^[43]对于海岛承载力指标构建具有一定的参考价值。

3.3 加强岛群资源生态环境承载力的研究

岛群是一个区域的概念, 是在一定海域范围内, 由地理空间毗邻、自然属性相近、功能用途趋同的若干海岛组成的岛屿群落^[11]。随着空间分析与遥感等技术的发展, 对海岛承载力的研究不单单仅限于单个岛的角度, 通过岛群承载力研究的示范应用, 推动海岛区域协调发展, 可有效优化海岛开发模式, 降低海岛开发风险, 有利于减轻海岛生态风险、保护海岛生态系统, 从而促进海岛经济的可持续发展, 实现海岛资源的永续利用。

参考文献

[1] 杨文鹤. 中国海岛[M]. 北京: 海洋出版社, 2000.

[2] 王开运, 邹春静, 张桂莲, 等. 生态承载力复合模型系统与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007.

[3] 高吉喜. 可持续发展理论探索: 生态承载力理论、方法与应用[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001.

[4] IUCN, UNEP, WWF. Caring for the earth: a strategy for sustainable living [M]. Oxford: International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, 1991.

[5] DAILY G C, EHRLICH P R, MOONEY H A, et al. Greenhouse economics: learn before you leap [J]. Ecological Economics, 1991, 4(1): 1—10.

[6] 张坤民. 可持续发展论[M]. 北京: 北京大学出版社, 1996.

[7] MACARTHUR R H, WILSON E O. An equilibri-

um theory of insular zoogeography [J]. Evolution, 1963(17): 373—387.

[8] UNESCO. Expert consultations on MAB project 7: ecology and rational Use of ecosystems [R]. Khabarovsk, UNESCO, Paris: MAB Report series NO. 47, 1979.

[9] 刘明. 岛群资源、生态环境承载力评估理论和方法基本框架初探[J]. 发展研究, 2013(4): 79—83.

[10] MATHIESON A, WALL G. Tourism: Economic, physical and social impacts [M]. New York: Longman: 1982.

[11] KERSTETTER D L, BRICKER K S. Relationship Between Carrying Capacity of Small Island Tourism Destinations and Quality-of-Life [M]. Berlin: Springer Netherlands, 2012.

[12] RÍOS-JARA E, GALVÁN-VILLA C M. The tourism carrying capacity of underwater trails in isabel island national park, mexico [J]. Environmental Management, 2013, 52(2): 335—347.

[13] COLE S, RAZAK V. Island awash-sustainability indicators and social complexity in the caribbean [J]. Quality-of-Life Community Indicators for Parks, Recreation and Tourism Management Social Indicators Research Series, 2011(43): 141—161.

[14] SUTTON S T, DEVLIN P J, SIMMONS D G. Kapati island, a natural area in demand: assessing social impacts [J]. GeoJournal, 1993, 29(3): 253—262.

[15] VERNICOS N. Three basic concepts: man as part of the environment, carrying capacity, conservation. Some further consideration [J]. Economics of Ecosystems Management, 1985(14): 41—45.

[16] REES W E. Revisiting carrying capacity: area-based indicators of sustainability [J]. Population and Environment, 1996, 17(3): 195—215.

[17] YOUNT J D. Human carrying capacity as an indicator of regional sustainability [J]. Environmental Monitoring and Assessment, 1998, 51(1—2): 507—509.

[18] LIMBURG K E, JANSSON A M, ZUCCHETTO J. A coastal ecosystem fisheries minimodel for the island of Gotland, Sweden [J]. Ecological Modelling, 1982, 17(3—4): 271—295.

[19] WILLIAMSON I, SABATH M D. Small popula-

tion instability and island settlement patterns [J]. Human Ecology, 1984, 12(1): 21—34.

[20] VAN DEN BERGH J C J M. A framework for modelling economy-environment-development relationships based on dynamic carrying capacity and sustainable development feedback [J]. Environmental and Resource Economics, 1993, 3(4): 395—412.

[21] NAM J, CHANG W, KANG D. Carrying capacity of an uninhabited island off the southwestern coast of Korea [J]. Ecological Modelling, 2010, 221(17): 2102—2107.

[22] FILGUEIRA R, GRANT J. A box model for ecosystem-level management of mussel culture carrying capacity in a coastal bay [J]. Ecosystems, 2009, 12(7): 1222—1233.

[23] PAPADOPOULOS M C. Evaluation of Theodorou Island as a habitat for the conservation of the cretan wild goat (*Capra aegagrus cretica* Schinz 1938) and the impact of grazing on vegetation [J]. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, 2002, 48(1): 130—139.

[24] GUYONDET T, ROY S, KOUTITONSKY V G, et al. Integrating multiple spatial scales in the carrying capacity assessment of a coastal ecosystem for bivalve aquaculture [J]. Journal of Sea Research, 2010, 64(3): 341—359.

[25] 崔凤军, 杨永慎. 泰山旅游环境承载力及其时空分异特征与利用强度研究[J]. 地理研究, 1997, 16(4): 47—55.

[26] 保继刚, 楚义芳. 旅游地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.

[27] 郭静, 张树夫. 南京东郊风景区旅游环境承载力初步研究 [J]. 旅游资源, 2003, 19(4): 262—263.

[28] 刘伟. 海岛旅游环境承载力研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(5): 75—79.

[29] ZHANG R J. Assessing the carrying capacity of tourist resorts: an application of tourists' spatial behavior simulator based on GIS and multi-agent system [J]. Wuhan University Journal of Natural Sciences, 2005, 10(4): 779—784.

[30] 戴丽芳, 丁丽英. 基于模糊综合评价的海岛旅游环境承载力预警[J]. 聊城大学学报:自然科学版, 2012, 25(4): 71—74.

[31] 白玉翠. 基于生态足迹的长山群岛土地承载力分析[J]. 中国科技信息, 2009(14): 19—21.

[32] 闫淑君, 洪伟, 吴承祯. 闽江口琅岐岛生态足迹分析[J]. 福建农林大学学报:自然科学版, 2010, 39(4): 421—425.

[33] CAO J, ZHANG J, MA S Q. The Analysis of water resource ecological carrying capacity of hainan international Island [J]. Ecosystem Assessment and Fuzzy Systems Management, 2014 (254): 63—71.

[34] 程静跃. 舟山群岛发展产业生态系统的生态承载力研究[D]. 杭州:浙江工业大学, 2009.

[35] 张志卫, 丰爱平, 李培英, 等. 基于能值分析的无居民海岛承载力:以青岛市大岛为例[J]. 海洋环境科学, 2012, 31(4): 572—575.

[36] 郭丽. 我国海洋资源承载力变化趋势研究:基于对海洋资源供给能力的分析[J]. 中国渔业经济, 2013, 31(4): 168—171.

[37] 任光超, 杨德利, 管红波. 主成分分析法在我国海洋资源承载力变化趋势研究中的应用[J]. 海洋通报, 2012, 31(1): 21—25.

[38] HUANG S L, CHEN C S. A system model to analyse environmental carrying capacity for managing urban growth of the Taipei metropolitan region [J]. Journal of Environmental Management, 1990, 31(1): 47—60.

[39] 韩波, 邵波. 门槛分析法在区域承载力测算中的应用研究:以海岛承载力研究为例[J]. 经济地理, 1992, 12(4): 15—20.

[40] 张耀光, 胡宜鸣, 高辛莘. 海岛人口容量与承载力的初步研究:以辽宁长山群岛为例[J]. 辽宁师范大学学报:自然科学版, 2000, 23(3): 322—327.

[41] 索安宁, 赵冬至, 葛剑平. 景观生态学在近海资源环境中的应用:论海洋景观生态学的发展[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 5098—5105.

[42] 李秀珍, 胡远满, 贺红士, 等. 从第七届国际景观生态学大会看当前景观生态学研究的特点[J]. 应用生态学报, 2007, 18(12): 2915—2916.

[43] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用与构建研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121—125.