Doi:10.11840/j.issn.1001-6392.2016.01.003

无居民海岛保护和利用规划中开发空间的确定方法

姬厚德，罗美雪，杨顺良，孙芹芹
(福建海洋研究所 福建省海岛与海岸带管理技术研究重点实验室，福建 厦门 361013)

摘 要：无居民海岛保护和利用规划是海岛使用管理体系的重要组成部分之一，是承接海岛管理者和海岛使用者之间的重要载体。如何科学的、合理的确定开发空间是规划的核心问题，也是规划的难点。以大山屿、顶屿海岛保护和利用规划为实例，探索对生态敏感度高的海岛在保证生态安全的前提下确定开发空间的方法。根据海岛生态现状，确定人为干扰度为主要评估因子，按照不同空间利用类型对人为干扰度进行赋值，并对海岛人为干扰现状进行评估。计算结果显示，海岛人为干扰现状处于轻微等级且量级很低，与实际情况吻合，验证了引入模型的适应性。最后，利用模型中人为干扰度轻微的阈值推算海岛可开发空间，并讨论了此方法的适用范围。

关键词：无居民海岛；保护和利用规划；开发空间；人为干扰
中图分类号：P741 文献标识码：A 文章编号：1001-6932(2016)01-0016-05

Methods for determining the development space in the conservation and utilization planning of uninhabited islands

JI Hou-de, LUO Mei-xue, YANG Shun-liang, SUN Qin-qin
(Fujian Institute of Oceanography, Laboratory of Coast and Island Management Technology Study, Xiamen 361013, China)

Abstract: The conservation and utilization planning of uninhabited islands is an important part of island management system, which is also the link between island managers and users. How to scientifically and reasonably determine the development space is the core and difficulty of planning. In this paper, taking the conservation and utilization planning of Dashan Island and Ding Island for example, methods of determining the development space for highly sensitive ecological islands in the premise of ensuring ecological safety space are explored. According to the ecological status of islands, intensity of human disturbance is confirmed as the main assessment factor and assigned based on different space uses, which is used to assess the status of human disturbance. Results suggest the status of human disturbance on the island is at the slight level and the magnitude is very low, which is consistent with the reality. Also the results show the adaptability of the model. The threshold at the slight level of human disturbance in the model is used to calculate the development space of the island. Finally, the applicable scope of this method is discussed.

Keywords: uninhabited islands; conservation and utilization planning; development space; human disturbance

无居民海岛是海洋国土的重要组成部分，也是海洋经济发展的桥头堡（陈秋明，2009），如何实现无居民海岛可持续利用、在开发中有效的保护海岛成为海岛管理者、使用者、研究者关心的核心问题。海岛生态系统特殊、脆弱、难恢复等特点制约着海岛经济的发展（陈可馨 等，2002；杨艺，2012；冷悦山 等，2008），然而海岛独特的资源优势又吸引着海洋开发的天平逐渐向其倾斜，导致海岛生态环境保护与海岛开发利用间的矛盾日益突出（刘述锡 等，2013；路文海 等，2013）。随着《中

收稿日期：2015-01-28；修订日期：2015-03-25
基金项目：国家自然科学基金（41106073）；福建省科技计划项目（2014R1006-8）
作者简介：姬厚德（1980-），男，硕士，助理研究员，主要从事近岸河口水动力学，海洋环境规划。电子邮箱：applecoe@126.com。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

华人民共和国海岛保护法》（以下简称《海岛法》）的实施，海岛开发与保护开始有法可依。依据《海岛法》，逐步建立了国家、省、市、县级海岛保护规划（国家、省级为强制性规划）及无居民海岛保护和利用规划（以下简称“单岛规划”）的管理体系（李向丽，2013；廖连招，2007；张云峰 等，2013）。在此体系中“单岛规划”是在国家、省级海岛保护规划框架下编制的“控制性规划”和“概念性规划”，是宏观与微观、整体与局部有机衔接的关键层次（傅世锋 等，2013），是连接海岛管理者和海岛使用者之间的重要载体，是无居民海岛开发管理中的核心环节，直接体现了海岛开发的方向、空间布局、保护措施等具体细节，同时也是编制海岛开发利用具体方案和海岛使用论证的前置条件（常立侠 等，2014）。

“单岛规划”因其在海岛开发与管理中所处的重要地位而被寄予厚望，在编制伊始一度要达到“控制性详细规划”的深度，然而现实的“冷水”却浇灭了这个厚望。以保护优先原则确定的“单岛规划”根本难以应对多元化的市场需求和复杂多样的开发模式，截至 2014 年底，在国家海洋局公布的第一批 176 个开发利用无居民海岛名录中仅颁发海岛使用权证 10 本（国家海洋局，2014），海岛开发的“热情”远远未达到预期。海岛申请开发的现实逼迫着“单岛规划”的转变，可以说从“主动式规划”走向了“被动式规划”（申键 等，2014）。目前的“被动式规划”中多以使用现状布局划定规划分区，以工程布局确定空间规划布局，为海岛使用申请者“量身定做”“单岛规划”，这种方式的缺点在生态环境压力与海岛开发矛盾不尖锐的岛上体现并不明显，然而在矛盾尖锐的岛上却如梗在喉，为海岛管理者、使用者提出了一个难题。目前国内对于如何定量确定海岛开发空间的方法研究较少，笔者在工作中碰到一个类似的问题，以此为实例来探讨海岛使用空间的确定方法，以期为“单岛规划”提供参考。

1　研究实例背景

2011 年 4 月，第一批可开发利用的 176 个无居民海岛名录公布，本文中的研究实例——大山屿便在其中，在可开发利用的无居民海岛名录和《福建省海岛保护规划（2011–2020 年）》中均定位为旅游娱乐用岛（福建省海洋与渔业厅，2012）。大山屿开发者拟在岛上建设一定的旅游设施，并在岛上开拓一定的空间开展“亲岛”活动，融入到海岛的自然景观中，“享用”海岛生态旅游带来的经济利益。大山屿岛上植被茂密，以木麻黄为主，该类植物是鹭科最喜爱的栖息植被。近几年来，得益于大山屿及周边海域得天独厚的原生态环境和附近滩涂充足的食物，鹭科鸟类在大山屿从季节性活动到栖息性繁衍，由候鸟逐渐变为留鸟。对于生态敏感度如此之高的海岛如何划定开发空间令管理者无所适从，海岛开发可能造成的鸟类栖息地破坏进而导致投资失败的担忧也令使用者犹豫不决，如何确定开发空间成为解决海岛生态环境保护与海岛开发间矛盾的首要问题。以工程布局来确定开发空间的方法根本无法对海岛保护的程度进行预评估，显然是不可行的，而编制“单岛规划”的相关指导性文件中也未明确给出海岛开发区的划定方法，因此本文探索引入其他方法进行海岛开发空间的划定。

2　海岛背景介绍

2.1　海岛简介

大山屿和顶屿位于泉州湾南岸，福建省泉州石狮市祥芝镇古浮村东北侧海域（图 1），中心点地理坐标分别为 24°47′02″N，118°45′07″E 和 24°47′04″N，118°45′16″E，水平投影面积分别为 20 324 m^2、11 541 m^2，岸线长度分别为 816 m、506 m，距大陆最近点分别为 320 m 和 450 m。从图 1 可以看出，大山屿和顶屿距离很近，低潮时两岛相连，高潮时仅几米相隔，因此在本研究中将两岛作为一个整体进行分区研究。

大山屿和顶屿均由变质岩组成。大山屿地表部分岩石裸露，植被较发育，为剥蚀低丘地貌，海岛边缘发育有海蚀崖、海蚀穴、海蚀平台等海蚀地貌，北部湾澳内有小片沙滩，东部礁盘连顶屿。顶屿植被稀少，海拔较低，丘顶地形略有起伏，顶部风化强烈。两岛目前基本处于自然未开发状态，仅大山屿上有一个海岛名称标志碑、一座废弃石房。

2.2　植被现状

根据现场植被调查，大山屿、顶屿面积虽小但岛上仍保留了不少海岛原生植物，共有 55 种植物，

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

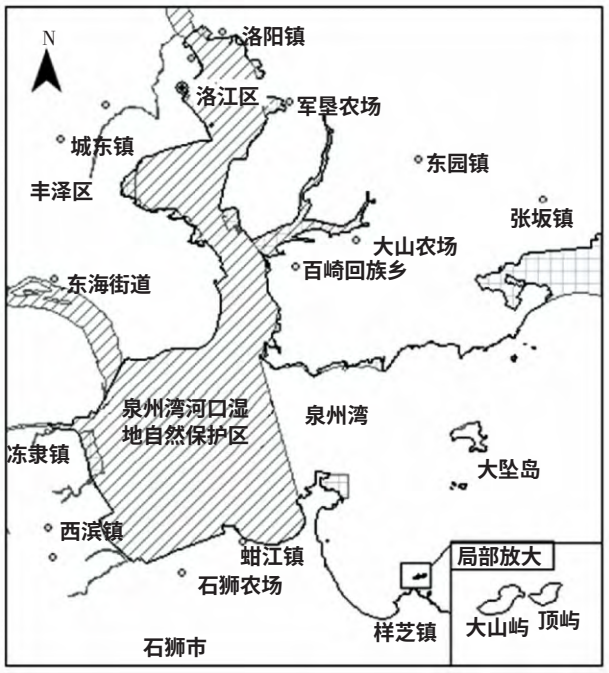

图 1 海岛地理位置图

海岛或海岸带特有植物种类达到 7 种，外来种只有 3 种，且均不属于优势种。长期受潮汐、波浪、海流和偏北向优势强风的共同作用使岛上植被冠层呈现明显的西北至东南的垄状结构，岛上部植被茂密，特别是大山屿，高潮线以上陆地植被覆盖率达 77.2%，植被达 100%的区域占总面积的 49.9%。大山屿面积最大的植被类型是木麻黄乔木群落，占 15.2%，树冠高度一般为 4~6 m，为其成为鸟类栖息地提供了必备条件。

2.3 岛上鸟类现状

根据相关资料（林富榕，2014），大山屿上以大、小白鹭为主，也见有苍鹭、池鹭、岩鹭、仙鹭、牛背鹭等多种福建省重点保护动物，并存在着包括褐翅鸦鹃、宗背伯劳、叉尾太阳鸟、蛎鹬、黑脸噪鹃、麻雀、乌鸦等其他鸟类种群。其中岩鹭、褐翅鸦鹃为国家二级保护动物，目前整个福建省内的数量不超过百只。岩鹭是中国 11 种高度濒危鸟类之一，已被列入《中华人民共和国和澳大利亚政府保护候鸟和栖息环境的协定》。据初步保守估算，岛上有 5000 只以上鸟类栖息。

2.4 海岛周边海域概况

海岛周边分布有广阔的滩涂养殖区，为鸟类提供了丰富的食物来源。距离海岛以西约 4.2 km 的海域已建立泉州湾河口湿地自然保护区（省级），面积为 70.46 km^2，保护区内有黄嘴白鹭、岩鹭等鸟类 213 种，为鸟类提供了广阔的活动空间和繁殖空间。得益于周边海域环境的改善，鸟类的活动区域逐步扩大，使大山屿也逐渐成为鸟类栖息地。

3 海岛规划分区

3.1 规划思路

根据岛上现场调查资料，确定大山屿上的主要保护对象为自然岸线、植被群落、鸟类，顶屿上的主要保护对象为自然岸线、植被群落。从保护对象上不难看出，鸟类是所有保护对象中的核心，其他保护对象均可作为其附属对象，即鸟类资源及栖息地得到有效保护便是海岛得到有效保护的直接体现，因此确定了以保护核心目标为宗旨的海岛分区方法。鸟类栖息地的形成是地理位置、植被、地貌、饵料场等因素综合作用的结果，因此对栖息地的保护需要综合考虑海岛、周边海域甚至是近陆的影响（王常颖 等，2008）。按照这个思路，考虑能否在大山屿上开展海岛自然观光、鸟类观赏等活动，最大可能的保护鸟类栖息地；顶屿作为大山屿海岛旅游开发的腹地，为旅游提供发展空间，从而在海岛开发需求与海岛环境保护间找到一个平衡点。

3.2 方法选择

岛上鸟类以鹭科动物为主，因此选取白鹭为代表进行研究。根据海岛开发的特点及国内外学者关于人类活动对鸟类影响的研究资料（陈小麟 等，1999；陈水华 等，2002；伍烈 等，2001；Smith，1997；Lombardini et al，2001；Wong et al，2000；Stolen，2003；Burton et al，2002；王彦平 等，2004；汪荣 等，2012；方文珍 等，2007），海岛开发时对白鹭生境产生的干扰主要来自人类开发活动及其产生的噪音。鸟类对自己的鸣声有较强的识别能力，鹭鸟栖息地各频段平均背景噪声值均很低，噪声值可不同程度的影响鹭鸟，尤其是 20 Hz~2 000 Hz 的中低频振幅噪声，对鹭鸟的交流和生殖繁衍影响最大（戴怡龄，2002）。

为了进一步对海岛开发空间与鹭鸟栖息地间的关系进行量化分析，引入厦门自然保护区内白鹭生态安全评价体系中人为干扰程度的计算方法（吝涛等，2006）用此方法对大山屿附近海区的人为干扰程度进行评价，进而反推海岛可开发的最大空间。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1　白鹭人为干扰程度评价等级和赋值范围

人为干扰程度	1~0.8	0.8~0.6	0.6~0.4	0.4~0.2	0.2~0
评价等级	很强烈	强烈	比较强烈	不强烈	轻微

表 2　不同利用类型人为干扰评价系数

利用类型	干扰程度				
	很强烈	强烈	比较强烈	不强烈	轻微
商住区	0.9				
工业区		0.8			
主干道	0.9				
航道			0.4		
园林地					0.1
绿地/耕地				0.2	
水域/滩涂					0

计算公式如下：

$$D = 1/S_1 \sum (S_{1i} \times d) + 1/2S_2 \sum (S_{2i} \times d) \quad (1)$$

式中，D 代表人为干扰评价系数；S_1 代表生境中心区；S_2 代表生境外围区；S_{1i}、S_{2i} 分别代表 S_1、S_2 内不同利用类型的面积；d_i 代表不同利用类型人为干扰程度的评价系数。

3.3　计算结果

3.3.1　基础数据的获取

参照鸟类对人类侵扰的耐受度相关研究成果，结合海岛附近的自然环境特点，以大山屿中心点为基点，选择 0~600 m、600~1200 m 两个区域（包括海域、海岛、陆地）分别作为人为干扰研究的中心区、外围区，海岛均处于中心区内。以分辨率 5 m × 5 m 的遥感影像图和现场调查资料为基础，对研究区域的利用类型利用 ArcGIS 软件进行处理。

3.3.2　现状评价

为了验证建立的评价体系是否适宜，首先对大山屿及附近区域的人为干扰度现状进行评价，根据计算，目前人为干扰度为 0.06，查表 1 可知，影响处于轻微的等级，且处于较低的量级，这与海岛及周边区域的生态现状吻合性较好。

3.3.3　最大可开发面积

为了计算海岛上最大可开发面积，选取影响轻微和不强烈的上限 0.2、0.4 进行分别计算不同利用类型人为干扰因素的最大容忍面积，即为岛上的可开发面积。根据海岛开发特点，选取表 2 中的商住区、工业区、航道进行分别估算，计算结果见表 3。

表 3　大山屿、顶屿附近人为干扰影响下的最大容忍面积

开发类型	影响轻微 (0.2) 最大可容忍面积/m²	影响不强烈 (0.4) 最大可容忍面积/m²
商住区	2 308	424 683
工业区	6 357	477 768
航道	5 193	955 536

为了增加规划分区结果的兼容性，取影响最大的商住区作为典型类型，同时为了提升对保护对象的安全等级，取影响轻微的上限 0.2 作为阈值，因此在岛上可开发利用的最大面积为 2 308 m²。

虽然通过此方法确定了开发面积，但由于中心区内各点权重系数相同，因此开发位置不能确定，也暴露了此方法的缺点。一般情况下，距离栖息地越近，人为干扰影响越大，权重也更大；开发强度越大，对鸟类影响越大；船舶航行速度越快，其影响强度越大。因此将开发区设在顶屿的东端、坡段较缓、植被稀少处。综合以上因素，划定了海岛开发区，见图 2。

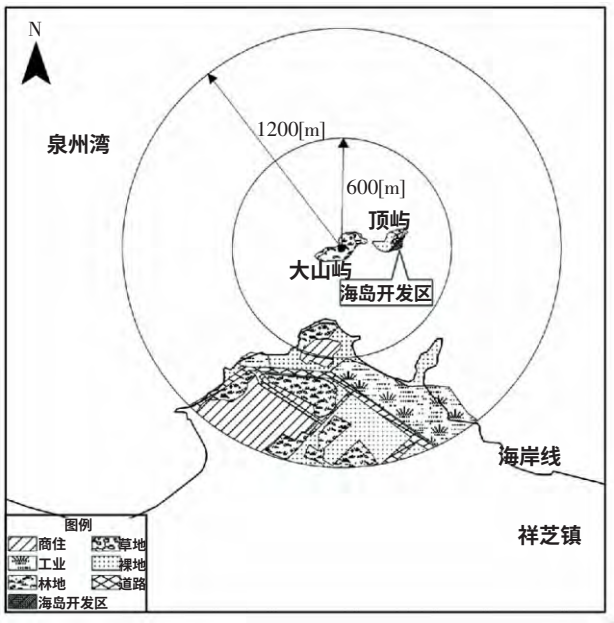

图 2　海岛周边空间利用类型及确定的海岛开发区示意图

4　结果讨论与思考

(1) 本文引入吝涛等建立的白鹭生态安全评价体系中的一个因子对海岛生态安全现状进行了评价，评价结果与实际情况相符，验证了该算法的适应性。利用该算法的压力阈值反推出海岛可开发的最大面积，为定量确定海岛使用空间提供了一种可行的方法。

(2) 目前对海岛规划尚无较为成熟的理论、模型可用，本文的目的是对生态敏感度较高的海岛确定使用空间的方法进行一种尝试性探索，由于本文

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

采用的算法较为粗糙，开发位置、强度、方式等均难以较为准确的确定，虽然在一定程度上提高了成果的普适性，但也缺乏针对性，因此在下一步研究中探索结合包含建筑密度、容量、建筑高度及开发方式等要素的控制性指标体系，进一步提升科学性、针对性，以期建立更为科学、完善的海岛微观规划方法。

(3) 本次实例所选取海岛上的保护对象“优势”极为显著，对于此类型海岛分区可参照本文中的规划思路进行分区。而对于缺乏“优势”显著的核心保护对象的无居民海岛，此种空间分区方法显然行不通，还应探索多种空间分区方法来定量划定海岛使用分区，更加合理的确定海岛保护区、使用区，对海岛开发导向进行更为科学的引导。

(4) “单岛规划”是摆在管理者、科研工作者面前的一个新课题，不能照搬城市规划中的方法进行分区，两者在诸多方面有着本质的区别，因此“单岛规划”也无法按照城市规划中的指标进行详细性规划，至少在目前的海岛规划理论、技术尚不完善的前提下，对单岛规划强行定位为详细性规划是不科学的、缺乏生命力的，而应在海岛的资源承载力和健康承载力研究评估基础上进行控制规划，对海岛使用进行引导性规划，以应对多元化的市场，使海岛使用达到市场化配置。

参 考 文 献

Burton N H K, Armttage M J S, Musgrove A J, et al, 2002. Impacts of man-made landscape features on numbers of estuarine waterbirds at low tide. Environmental Management, 30 (6) : 857-864.

Lombardini K, Benntetts R E, Toutenq C, 2001. Foraging success and foraging habit at use by cattle egrets and little egrets in the Camargue. Condor, 103 (1) : 38-44.

Smith J P, 1997. Nesting season food habits of 4 species of herons and egrets at Lake Okeechobee. Colonial Waterbirds, 20 (2) : 198-220.

Stolen E D, 2003. The effects of vehicle passage on foraging behavior of wading birds. Waterbirds, 26 (4) : 429-436.

Wong L C, Corlett R T, Young L, et al, 2000. Comparative feeding ecology of Little Egrets on intertidal mudflats in Hong Kong, South China. Waterbirds, 23 (2) : 214-225.

常立侠，逮玲燕，曲林静，等，2014. 单岛规划、方案和论证之间的关系分析. 海洋开发与管理，2 (3)：27-31.

陈可馨，陈家刚，2002. 我国海岛资源的持续利用. 天津师范大学学报 (自然科学版)，22 (1)：60-63.

陈秋明，2009. 基于生态-经济的无居民海岛开发适宜性研究. 厦门大学. 硕士学位论文.

陈水华，丁平，郑光美，等，2002. 岛屿栖息地鸟类群落的丰富度及其影响因子. 生态学报，22 (2)：141-149.

陈小麟，宋晓军，1999. 厦门潮间带春季鸟类群落的生态分析. 生态学杂志，18 (4)：36-39.

戴怡龄，2002. 重庆石板垭村鹭类种群结构及栖息地初步调查. 重庆师范学院学报 (自然科学版)，19 (1)：57-61.

方文珍，陈志鸿，陈小麟，等，2007. 厦门滨海湿地冬季鸟类群落多样性研究. 海洋科学，31 (1)：10-16.

福建省海洋与渔业厅，2012. 福建省海岛保护规划. 福州：福建省海洋与渔业厅.

傅世锋，陈鹏，吴海燕，等，2013. 无居民海岛保护和利用规划中的相关难点. 海洋环境科学，32 (4)：325-328.

国家海洋局，2014. 开发利用海岛名录. http：//www.chinaislands.gov.cn /utils/searchhd.aspx.

冷悦山，孙书贤，王宗灵，等，2008. 海岛生态环境的脆弱性分析与调控对策. 海岸工程，2 (27)：58-64.

李向丽，2013. 我国无居民海岛保护法律制度研究. 哈尔滨工程大学. 硕士学位论文.

廖连招，2007. 无居民海岛保护规划编制与厦门案例研究. 海洋开发与管理，24 (4)：27-31.

林富榕，2014. 打扰了，大山屿. 石狮日报.

吝涛，薛雄志，卢昌义，等，2006. 厦门国家级自然保护区白鹭生态安全评价. 生态学报，26 (12)：3998-4006.

刘述锡，王卫平，孙淑艳，等. 无居民海岛开发利用适宜性评价方法研究. 海洋环境科学，2013，32 (6)：783-786.

路文海，曾容，向先全，2013. 沿海地区海洋生态健康评价研究. 海洋通报，32 (6)：580-585.

申键，常立侠，汪思茹，2014. 不同类型海岛规划之间编制的差异分析. 海洋开发与管理，1 (31)：27-29.

汪荣，张勇，2012. 福建沿海冬季水鸟调查. 野生动物，33 (6)：271-274.

王常颖，张杰，辛红梅，等，2008. 基于景观格局的海岛开发潜在生态风险评价. 生态学报，6 (28)：2811-2817.

王彦平，陈水华，丁平，2004. 惊飞距离-杭州常见鸟类对人为侵扰的适应性. 动物学研究，25 (3)：214-220.

伍烈，陈小麟，胡慧娟，等，2001. 厦门白鹭自然保护区鹭类繁殖的空间分布. 厦门大学学报 (自然科学版)，40 (4)：979-983.

杨艺，2012. 基于生态系统管理的我国无居民海岛管理问题研究. 中国海洋大学. 硕士学位论文.

张云峰，张振克，张静，等，2013. 欧美国家海洋空间规划研究进展. 海洋通报，32 (3)：352-360.

(本文编辑：李晓光)

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net