

# 基于场强模型的南沙岛礁战略地位评价

汪业成<sup>1</sup>, 刘永学<sup>1,2</sup>, 李满春<sup>1,2</sup>, 王加胜<sup>1</sup>, 江冲亚<sup>1</sup>

(1. 南京大学江苏省地理信息技术重点实验室, 南京 210023;

2. 中国南海研究协同创新中心, 南京 210023)

**摘要:**南沙岛礁及附近海域蕴含丰富的资源, 是中国海洋权益的重要组成部分。在南海主权争端日益激烈的形式下, 根据岛礁自然特征和所处空间的资源条件, 对南沙诸岛进行战略地位评价, 有利于量化各岛礁价值, 有重点地维护中国海洋权益。研究选取131座符合评价条件的南沙岛礁, 结合其自然属性以及南海空间的资源、航道等因素, 使用场强模型, 量化其在空间中的主权法律意义、军事价值和资源条件, 获得了各岛礁的战略地位得分, 可为研判南海局势提供参考。评价结果表明: 部分具有显著战略地位和区域重要意义的南沙岛礁至今无人驻守, 需重点关注; 人工建设可明显提升岛礁的战略地位; 在现有格局下, 加大岛礁建设力度有助于维护中国南海的海洋权益。

**关键词:** 价值评价; 场强模型; 战略地位; 南沙岛礁; 中国

DOI: 10.11821/dljy201312011

## 1 引言

南海诸岛历来是中国领土的神圣部分, 中国对南海诸岛及附近海域主权无可争辩。然而, 南海周边国家为了本国的利益, 不断侵犯中国的海疆权益<sup>[1]</sup>, 先后占领或控制40余座南沙岛礁, 造成了复杂的主权争端局面。岛礁具有海洋法所赋予的主权权益, 以及潜在的军事、经济价值, 具有重要的战略意义。在南沙岛礁争端愈演愈烈的背景下, 评价南沙岛礁的战略地位, 有利于评估南海争端形势, 有重点地维护中国的南海权益。

现有研究大多定性地对南海诸岛的经营历史、主权演变、法律价值和资源条件等方面进行了描述和归纳, 对围绕南海诸岛的争端事件进行了梳理和分析<sup>[2-5]</sup>。在南海海域的评价研究中, 有对南海油气资源<sup>[6]</sup>、渔业资源<sup>[7]</sup>等自然资源开发利用的评价, 但却鲜见对岛礁战略地位的评价研究。岛礁战略地位评价, 既要综合考虑岛礁自身具有的资源价值和政治军事意义, 也要考虑岛礁所在的区域内, 不同岛礁所在的空间位置对岛礁价值的影响。这就需要使用地理空间分析方法, 确立一系列能够反映岛礁战略地位的评价因素, 制定一套能够量化这些因素的评价流程。

依据上述思路, 本文选取岛礁的法律意义、军事价值和资源条件等因素, 使用场强模型分析南海空间内不同地理实体之间的相互作用强度, 使用层次分析法确定各个因素在模

收稿日期: 2013-08-21; 修订日期: 2013-10-10

基金项目: 国家863计划课题(2012AA12A406-1); 新世纪优秀人才支持计划(NCET-12-0264)

作者简介: 汪业成(1988-), 男, 安徽合肥人, 硕士, 主要从事海洋遥感与应用型GIS研究。

E-mail: wangyecheng@yeah.net

通讯作者: 刘永学(1976-), 男, 江苏扬州人, 博士, 教授, 主要从事遥感科学应用、应用型GIS研究与开发。

E-mail: yongxue@nju.edu.cn

型中的权重，将岛礁的自然属性投射到南海空间中，同时考虑了南海空间的航道、油气、台风风险、海盗风险等因素对岛礁战略价值的影响。

## 2 研究区概况与数据来源

### 2.1 研究区概况

南沙群岛的战略地位受到南海空间各种因素的影响，同时也取决于自身的自然地理条件。为便于区分和量化这些因素，将本文研究的南海空间设定为：由中国大陆、台湾岛、吕宋岛、巴拉望岛、加里曼丹岛、纳吐纳群岛、中南半岛所环抱的海域。将评价对象定义为：被《我国南海诸岛部分标准地名》命名的、具备建设条件的独立岛礁（包括沙洲、暗礁、暗滩）。据此，本研究结合现有调查数据，从南沙群岛中选取了符合评价条件的岛礁131个。研究区及评价对象区位如图1所示，评价岛礁的名称见表2。

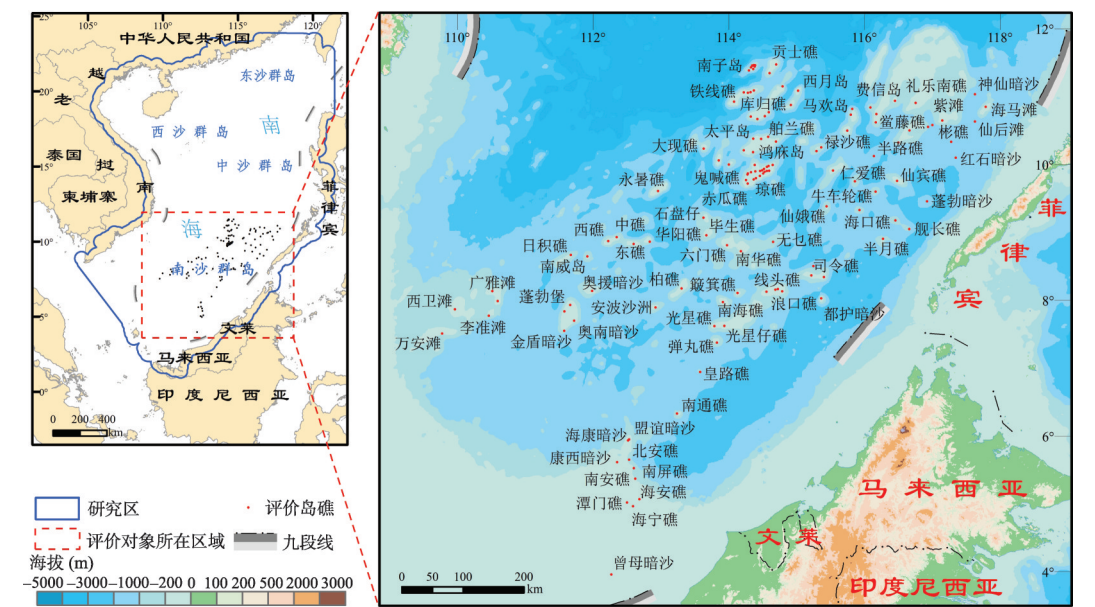


图1 研究区及评价对象区位图

Fig. 1 The study area and the evaluation objects

### 2.2 数据来源

岛礁位置、干出情况、水文条件等自然属性数据来源于赵焕庭<sup>[8,9]</sup>、刘宝银<sup>[10]</sup>、陈韶阳<sup>[11]</sup>等研究成果。礁盘面积使用美国陆地探测卫星（Landsat）TM/ETM+、中国环境与灾害监测预报小卫星（HJ 1A/1B）多光谱遥感影像进行提取。水深数据采用英国海洋数据中心（BODC）提供的全球 30" 水深数据（[https://www.bodc.ac.uk/data/online\\_delivery/gebco/](https://www.bodc.ac.uk/data/online_delivery/gebco/)）。船舶航行数据采用2005-2009年世界气象组织（WMO）志愿观测船舶（VOS）记录。油气资源数据来源于中国地调局2005年“新一轮全国油气资源评价”<sup>[12]</sup>。台风数据采用日本数字台风网公布的1977-2012年西太平洋热带气旋与台风数据资料。海盗袭击事件使用国际海事局（IMB）海盗报道中心（PRC）提供的2005-2009年海盗袭击事件信息。

3 研究方法

南海诸岛战略地位源于人类可借助其自然地理属性，对南海及其周边地区产生影响。本研究着眼于分析岛礁与其所在空间的自然资源条件间的相互作用强度，从而评价各岛礁的战略地位。

3.1 场强模型

使用类似万有引力定律的公式，解释客体间相互作用方式的一种模型称为引力模型，其本质是模拟相互作用的“距离衰减规律”。外国学者首先在经济学的研究中使用引力模型<sup>[13]</sup>，并在地理学、社会学、政治学领域得到了成功应用<sup>[13-16]</sup>。国内学者也在区域经济、空间格局等研究中运用到该模型，取得了较好效果<sup>[17-19]</sup>。评价南沙岛礁战略地位，实质上是分析南海空间内不同地理实体之间的相互作用强度，这种关系可以通过引力模型来描述<sup>[21]</sup>。对于部分按照其他方式在空间分布、难以用引力模型解释的因素，可将其视为一种状态，以“势能”名义参与到模型的构建中，将这种改进引力模型称为“场强模型”。

本文将南海视为一个空间场，认为对象集合中某岛礁*A*的自然属性能够对场内任意一个空间位置*B*产生*n*种作用力*f*，*f*的大小是由岛礁*m*种作用力属性因子  $M_{Ai}$  决定的。*f*的合力在*B*处形成施力场，记为  $E_{AB}$ 。而场内的每个位置*B*本身也具有非均质分布的资源价值，视为受力场，其大小由*B*处的*p*种受力场属性因子  $M_{Bi}$  决定，记为  $E_B$ 。 $E_{AB}$  和  $E_B$  的算术积构成了岛礁*A*在*B*处的势能总和*E*，研究区内*E*的和衡量了岛礁*A*的战略地位。其数学表达式为：

$$f_i = \sum_{i=1}^m \lambda_{Ai} M_{Ai}, \quad \sum_{i=1}^m \lambda_{Ai} = 1 \tag{1}$$

式中： $f_i$  表示岛礁*A*的*n*种作用力中的第*i*种作用力； $M_{Ai}$  为岛礁*A*的*m*种属性因子中的第*i*种属性因子； $\lambda_{Ai}$  表示第*i*种属性因子的重要程度。

$$d_{AB} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2} \tag{2}$$

式中： $d_{AB}$  表示岛礁*A*到位置*B*的欧式距离； $(x_A, y_A)$ 、 $(x_B, y_B)$  为岛礁*A*和位置*B*的坐标。

$$\begin{cases} E_{AB} = \sum_{i=1}^n \lambda_{fi} \frac{f_i}{d_{AB}^\beta}, & \sum_{i=1}^n \lambda_{fi} = 1 \quad d_{AB} \leq d \\ E_{AB} = 0 & d_{AB} > d \end{cases} \tag{3}$$

式中： $E_{AB}$  表示在位置*B*上岛礁*A*的施力场大小； $\lambda_{fi}$  为第*i*种作用力的重要程度； $\beta$  是距离衰减系数；*d* 是  $f_i$  的影响范围。

$$E_B = \sum_{i=1}^p \lambda_{Bi} M_{Bi}, \quad \sum_{i=1}^p \lambda_{Bi} = 1 \tag{4}$$

式中： $E_B$  表示在位置*B*上具有的受力场大小； $M_{Bi}$  为位置*B*的*p*种受力场属性因子中的第*i*种属性因子； $\lambda_{Bi}$  为第*i*种属性因子的重要程度。

$$Score = \sum E = \sum (E_A \times E_B) \tag{5}$$

式中：*E* 为位置*B*上，岛礁*A*的施力场和*B*处受力场的势能总和；*Score* 为岛礁*A*在研究区内所有*E*的和。将所有岛礁的*Score*值标准化至[0,100]，作为岛礁战略地位评价得分。某岛礁的得分越高，说明其对南海资源、局势的影响越强，其战略地位越高。

3.2 指标体系构建

在场强模型中，施力场由岛礁的领海保护作用力、专属经济区作用力、海上军事威慑作用力、空中军事威慑作用力、后勤保障作用力构成。其中，各作用力大小要根据岛礁本身的自然属性来确定，作用力范围要根据人类行为来划定。受力场由南海资源价值如油气价值、航道价值，以及台风风险、海盗风险四个属性构成。据此，场强模型中施力场各作用力、作用力属性因子及受力场属性因子如图2所示。

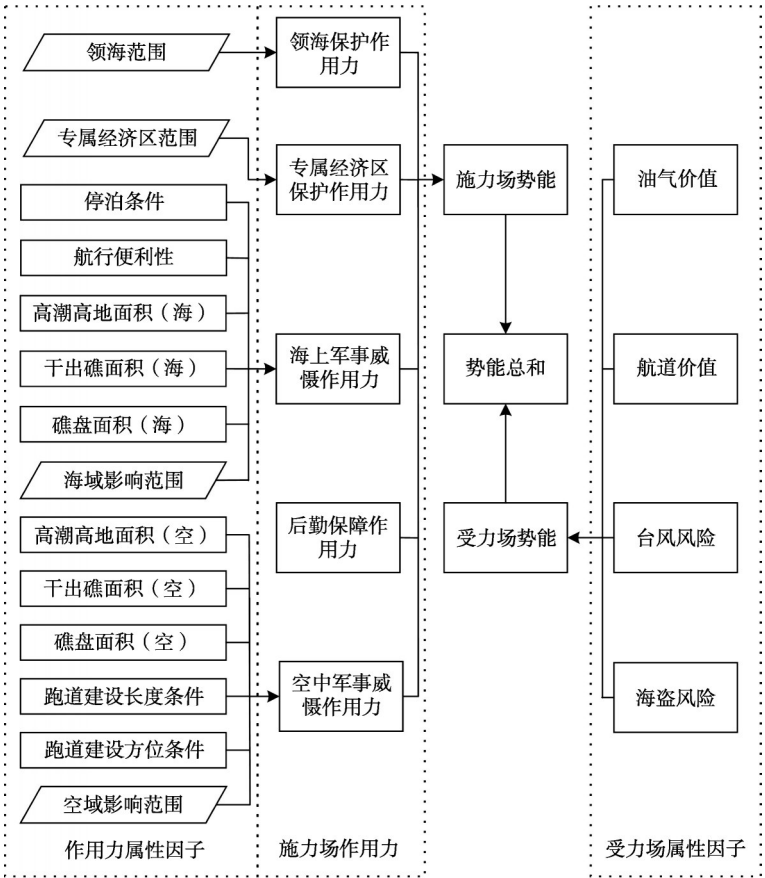


图2 施力场、受力场各因子关系图

Fig. 2 The attribute factors in the force field and the stress field

施力场各作用力指标体系构建方法如下：

- (1) 领海保护作用力。衡量岛礁具有的领海权益。《联合国海洋法公约》（简称《公约》）规定，高潮时高于水面的自然形成的陆地区域具有领海。如果低潮高地全部或一部分与大陆或岛屿的距离不超过领海的宽度，该高地的低潮线可作为测算领海宽度的基线。由于领海基线的划定有不可预知的人为因素，故本文对低潮高地做无领海处理。
- (2) 专属经济区保护作用力。衡量岛礁具有的专属经济区权益。《公约》规定，专属经济区是领海以外并邻接领海的一个区域。不能维持人类居住或其本身的经济生活的岩礁，不应有专属经济区或大陆架。由于条款定义模糊，学者们看法不一。本文在计算时认为高潮时仅出露数块礁石的岛礁不具有专属经济区，其余有领海的岛礁具有专属经济区。



(3) 海上军事威慑作用力。指在岛礁上建立港口,由舰艇的作战能力而对某片区域产生的军事威慑。作用力大小由岛礁停泊条件、高潮高地面积、干出礁面积、礁盘面积衡量(武器装备无关于岛礁资源属性,故对此因素进行约减)。作用力范围由海域影响范围衡量。

(4) 空中军事威慑作用力。指在岛礁上建立机场,由战机的作战能力而对某片区域产生的军事威慑。作用力大小由岛礁的跑道建设方位条件、跑道建设长度条件、高潮高地面积、干出礁面积、礁盘面积衡量。作用力范围由空域影响范围衡量。

(5) 后勤保障作用力。后勤保障能力影响驻岛人员驻守效能,岛礁离岸线越近,其通信、换防、补给越方便,对岸线国家的影响也越大。计算各岛礁到最近岸线的耗费距离,作用力大小与耗费距离呈反比。作用力范围为整个研究区。

作用力属性因子指标体系构建方法如下:

(1) 停泊条件。指港口建设的水文基础。综合考虑岛礁及其附近锚地条件、避风条件、水深条件和施工难度。其中,锚地条件仅区分是否有锚地。避风条件由环礁封闭情况、独立礁体挡风情况确定。水深条件帮助判断是否有锚地,以及舰艇在岛礁附近的通行能力。施工难度以具有水道环礁为小,封闭型环礁以及不具备环礁的岛礁要根据情况逐一判断<sup>[9]</sup>。

(2) 航行便利度。指船只通过航道,安全接近岛礁的难易程度,以岛礁距离周边主航道的远近来衡量。主航道由船舶航行数据提取获得的航线、南沙群岛区域内的南华水道、中央水道、华阳水道、南沙海槽水道、南沙东水道组成。

(3) 高潮高地面积。指高潮时高于水面的自然形成的陆地区域大小,具有高潮高地的岛礁便于搭建建筑,方便驻扎,建设基地最为容易。

(4) 干出礁面积。指低潮时能够出露的岛礁面积。在此部分礁体上搭建高脚屋即可驻守,建设设施较为容易。

(5) 礁盘面积。指在遥感影像上与周围海水具有明显反差的礁体部分。礁盘地形复杂,水深不一,但具有建造人工建筑的可能性。

(6) 跑道建设长度条件。礁盘最长轴的长度决定了跑道能够建设的长度。根据周边各国主流战机起降要求,跑道长度至少需要400 m,而1200 m以上跑道最为理想。

(7) 跑道建设方位条件。南海的盛行风主要为东北风和西南风,因此跑道方向为东北-西南走向最为适宜。

(8) 海域影响范围。指水面舰艇从某岛礁出发,能够到达并展开作战的范围,决定了海上军事威慑作用力范围。

(9) 空域影响范围。指飞机从某岛礁出发,能够到达并展开作战的范围,决定了空中军事威慑作用力范围。

受力场属性因子指标体系构建方法如下:

(1) 航道价值。海域中上航行船舶的空间分布,可用来衡量航道价值大小。研究使用26287个舰船位置离散点,采用核密度估计方法(搜索半径为100 km),获取研究区内舰船离散点密度空间分布图,以此作为航道价值的大小。

(2) 油气价值。油气价值的评估应分为油气开采总量和油气开发潜力价值两部分,由于不易获得南沙海上油气井的开采量数据,所以研究以油气开发潜力作为油气价值的衡量。

(3) 台风风险。将1977-2012年南海地区热带风暴的影响范围(8级风边界内)进行频次叠加,得到35年间研究区内台风影响频次分布,作为台风风险的衡量。

（4）海盗风险。东南亚海盗事件主要集中在马六甲海域、苏禄群岛海域和印尼海域等货运频繁区，对航道安全威胁极大。海盗袭击事件的空间分布可以评估海盗袭击风险。对研究区内海盗袭击事件进行全区域的核密度估计（搜索半径 100 km），作为海盗风险衡量。

表 1 数据处理方法及场强模型参数  
Tab. 1 The data processing method and the parameters in field spread model

施力场作用力		参数 $\lambda_{f,i}, d(km), \beta$
领海保护作用力	具有领海的岛礁,以其高潮高地边界起,向外做 22.2 km 缓冲区,区内作用力大小为 100,区外作用力大小为 0	0.417,22.2,0
专属经济区保护作用力	具有专属经济区的岛礁,以其低潮高地向海一侧的边界起,向外做 370.4 km 的缓冲区,并减掉领海和超出九段线部分的范围。缓冲区内作用力大小为 100,区外作用力大小为 0	0.083,370.4,0
海上军事威慑作用力	作用力大小由公式(1)计算得出,并将计算结果归一化至[0,100]。作用力范围由海域影响范围确定。由于舰艇航速有限,其作战效能随距离衰减严重	0.215,2778,1
空中军事威慑作用力	作用力大小由公式(1)计算得出,并将计算结果归一化至[0,100]。作用力范围由空域影响范围确定。由于飞机飞行速度快,但距离增加会造成作战时间变短、执勤压力变大,所以作战效能随距离变化有一定衰减	0.215,1100,0.5
后勤保障作用力	认为水深小于 30 m 的海域为危险海域,不可通过,耗费为无穷,其余海域耗费为 0,距离采用欧式距离。将耗费距离数值标准化至[0,100],并用 100 减去标准化后的值,作为后勤保障作用力的大小	0.070, $\infty$ ,0

作用力属性因子		参数 $\lambda_{.ii}$
停泊条件	对每个岛礁的停泊条件进行人工评估,将岛礁分为良港、适宜停泊、可以停泊、难以停泊、无法停泊五类,分别赋分 100、75、50、25、0	0.095
航行便利度	计算各岛礁到最近主航道的距离,将距离数值标准化至[0,100],并用 100 减去标准化后的值,作为此因子分值	0.120
高潮高地面积	将能够测量出准确面积的高潮高地面积归一化至[10,100],作为此因子分值。而仅有礁石、小沙洲外露的高地赋分为 9	0.460(海) 0.418(空)
干出礁面积	将岛礁低潮时出露的面积归一化至[10,100],作为此因子分值。而无法获取具体面积,但是能够确认具有干出部分的岛礁赋分为 9	0.239(海) 0.210(空)
礁盘面积	将岛礁礁盘面积归一化至[0,100],作为此因子分值	0.086(海) 0.172(空)
跑道建设长度条件	若礁盘最长轴小于 400 m,则此因子分值为 0,400-800 m 为 25,800-1200 m 为 75,1200 m 以上为 100	0.135
跑道建设方位条件	若礁盘 NE-SW 方向的轴长大于 400 m,则此因子分值为 100,否则为 0	0.065
海域影响范围	由于舰艇续航能力、作战半径与舰艇型号、使用情况有关,为简化模型,认为舰艇的影响范围为 2778 km	
空域影响范围	在不进行空中加油的情况下,现役主流作战飞机的作战半径为 800-1500km,为简化模型,认为战机的影响范围为 1100 km	

施力场属性因子		参数 $\lambda_{.Bi}$
航道价值	将船舶密度分布数值归一化至[0,100]	0.241
油气价值	将九段线内各油气盆地的油气储量数值归一化至[0,100]	0.571
台风风险	将频次分布的数值归一化至[0,100],用 100 减去归一化后的值并取绝对值	0.124
海盗风险	将数值归一化至[0,100],用 100 减去归一化后的值并取绝对值	0.065

3.3 数据处理方法及参数确定

使用层次分析法（AHP）对方法中的参数 $\lambda_{fi}$ 、 $\lambda_{Ai}$ 、 $\lambda_{Bi}$ 进行确定。由于篇幅有限，仅列出经层次分析法分析后的结果。数据处理方法和场强模型参数如表1所示。

4 结果分析

将数据和各参数带入公式（1）-公式（5），可得南沙岛礁战略地位场强模型评价结果。模型中某岛礁势能总和的可视化结果如图3所示（以太平岛为例）。所有岛礁的战略地位得分见表2（表中的“占领国”一栏指根据各方资料，可确认已在该岛礁上派驻人员的国家）。认为战略地位评分在60分以上的岛礁具有显著战略地位，60分以下的岛礁具有一般战略地位。

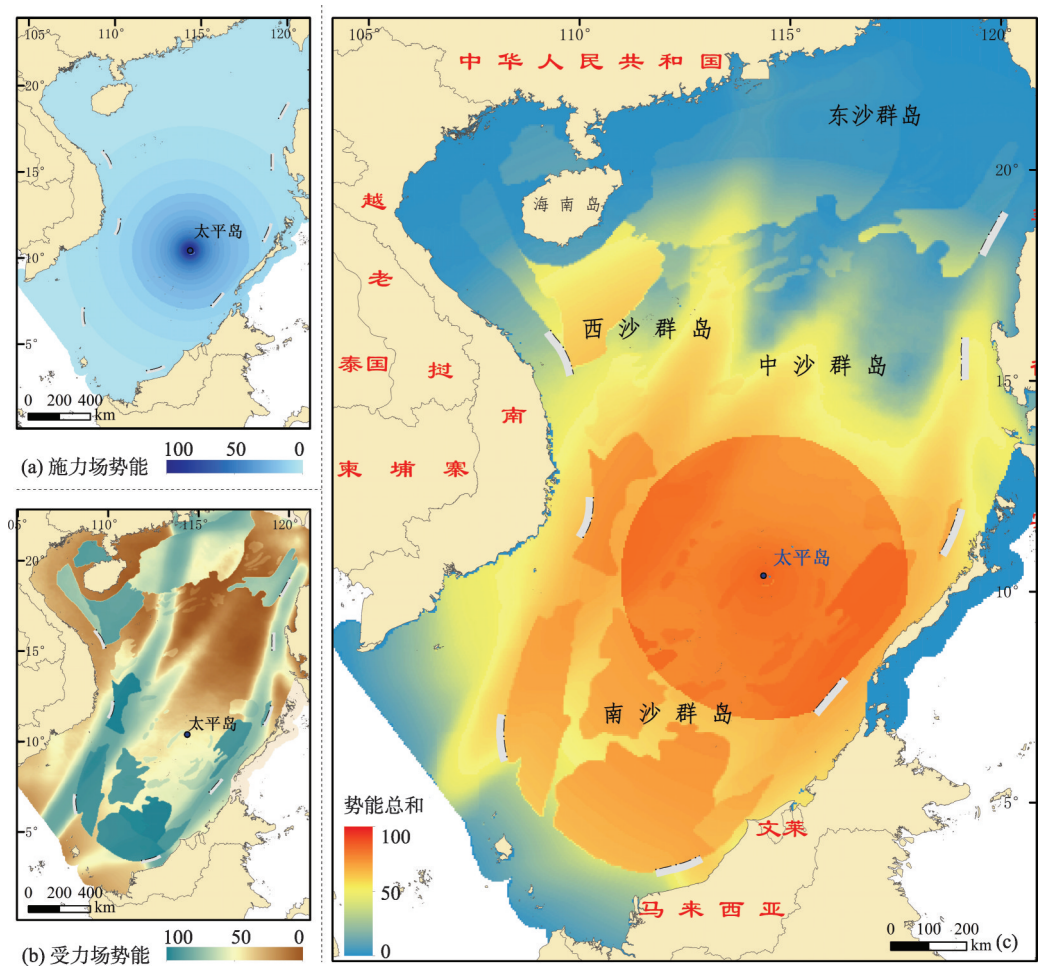


图3 太平岛战略地位场强模型势能分布图

Fig. 3 The potential energy of Itu Aba Island (Taiping Island) in field spread model

表2 南沙岛礁战略地位评价结果

Tab. 2 The results of evaluation of Spratly Islands strategic position

排名	名称	分值	占领国	排名	名称	分值	占领国	排名	名称	分值	占领国
1	太平岛	100	中国	45	火艾礁	67.72	无	89	铁峙礁	6.82	无
2	中业岛	97.83	菲律宾	46	安达礁	67.67	无	90	梅九礁	6.70	无
3	南子岛	93.28	越南	47	长线礁	66.87	无	91	蒙自礁	6.60	无
4	南威岛	87.45	越南	48	漳溪礁	66.75	无	92	库归礁	6.56	无
5	西月岛	86.00	菲律宾	49	扁参礁	66.72	无	93	双礁	6.50	无
6	弹丸礁	85.52	马来西亚	50	华阳礁	66.33	中国	94	北安礁	6.44	无
7	北子岛	85.15	菲律宾	51	簸箕礁	66.18	马来西亚	95	海宁礁	6.41	无
8	仙娥礁	84.97	无	52	南华礁	64.65	越南	96	康西暗沙	6.27	无
9	信义礁	83.23	无	53	榆亚暗沙	64.49	马来西亚	97	南安礁	6.23	无
10	司令礁	83.03	菲律宾	54	舶兰礁	63.34	越南	98	小现礁	6.01	无
11	马欢岛	81.33	菲律宾	55	东门礁	63.35	中国	99	海安礁	5.97	无
12	毕生礁	80.93	越南	56	西门礁	62.89	无	100	校尉暗沙	5.87	无
13	南钥岛	79.87	菲律宾	57	鲎藤礁	12.23	无	101	海康暗沙	5.78	无
14	景宏岛	79.34	越南	58	光星仔礁	12.10	马来西亚	102	都护暗沙	5.44	无
15	永暑礁	79.24	中国	59	牛轭礁	11.94	无	103	万安滩	5.42	越南
16	费信岛	78.53	菲律宾	60	赤瓜礁	11.90	中国	104	广雅滩	5.34	越南
17	舰长礁	76.61	无	61	光星礁	11.65	马来西亚	105	彬礁	4.84	无
18	杨信沙洲	76.52	无	62	南薰礁	11.42	中国	106	紫滩	4.77	无
19	鸿庥岛	76.08	越南	63	牛车轮礁	9.85	无	107	宝滩	4.76	无
20	染青沙洲	75.92	越南	64	主权礁	9.41	无	108	西卫滩	4.68	越南
21	蓬勃暗沙	75.84	无	65	南门礁	9.24	无	109	人骏滩	4.52	越南
22	安波沙洲	75.47	越南	66	渚碧礁	9.08	中国	110	李淮滩	4.44	越南
23	双黄沙洲	75.34	菲律宾	67	南屏礁	8.92	无	111	石盘仔	4.25	无
24	海口礁	75.29	无	68	华礁	8.74	无	112	福禄寺礁	4.00	无
25	半月礁	74.94	无	69	大现礁	8.65	越南	113	火星礁	3.24	无
26	敦谦沙洲	74.81	越南	70	吉阳礁	8.62	无	114	龙虾礁	3.15	无
27	铁线礁	74.72	无	71	屈原礁	8.36	无	115	巩珍礁	2.91	无
28	五方礁	73.89	无	72	红石暗沙	8.28	无	116	东华礁	2.60	无
29	中礁	73.73	越南	73	染青东礁	8.25	无	117	东坡礁	1.76	无
30	美济礁	72.53	中国	74	海马滩	8.09	无	118	安塘礁	1.53	无
31	无乜礁	72.23	越南	75	莪兰暗沙	8.03	无	119	康乐礁	1.50	无
32	东礁	72.02	越南	76	仙后滩	7.93	无	120	礼乐南礁	1.23	无
33	柏礁	72.00	越南	77	神仙暗沙	7.62	无	121	永登暗沙	1.15	无
34	西礁	71.96	越南	78	曾母暗沙	7.55	无	122	奥南暗沙	0.96	越南
35	三角礁	71.55	无	79	线头礁	7.48	无	123	金盾暗沙	0.91	越南
36	皇路礁	71.00	无	80	日积礁	7.47	越南	124	北子暗沙	0.82	无
37	南通礁	71.00	文莱	81	鬼喊礁	7.27	越南	125	奥援暗沙	0.80	无
38	仁爱礁	70.97	无	82	二角礁	7.23	无	126	乐斯暗沙	0.31	无
39	禄沙礁	70.12	无	83	贡士礁	7.16	无	127	蓬勃堡	0.22	越南
40	六门礁	69.70	越南	84	盟谊暗沙	7.07	无	128	东北暗沙	0.22	无
41	南海礁	69.69	马来西亚	85	奈罗礁	7.05	越南	129	北外沙洲	0.16	无
42	安乐礁	68.99	无	86	琼礁	7.03	越南	130	东南暗沙	0.14	无
43	半路礁	68.15	无	87	潭门礁	7.02	无	131	常骏暗沙	0.00	无
44	仙宾礁	67.87	无	88	浪口礁	6.91	无				



## 5 结论与讨论

本文根据岛礁和其所在空间的资源条件,通过场强模型得出了131座南沙岛礁的战略地位得分。其中,评价得分排在前列的中业岛、南子岛、南威岛、弹丸礁等岛礁由于显著的战略地位,已经被越南、菲律宾、马来西亚等国家非法侵占并重点建设。研究表明:

(1) 部分具有显著战略地位的岛礁至今无人驻守。在具有显著战略地位的岛礁中,部分被周边国家非法侵占,使得南海形势严峻。但仍有仙娥礁、信义礁、半月礁、仁爱礁、西门礁等22座岛礁暂无人员驻守其上。这些岛礁都拥有建设房屋的条件,部分岛礁甚至可以建设港口、机场,控制可观的渔业、油气资源。这类岛礁容易被他国觊觎,中国虽不一定需要派遣人员驻守,但需密切监控,使其处在中国的实际控制之下,防止他国伺机登岛侵占,造成南海形势的恶化。

(2) 特殊区域内具有一般战略地位的岛礁也需重点关注。南沙群岛自然地理条件的巨大差异,造成了南沙岛礁战略地位得分的不均衡分布。具有重要战略地位的岛礁主要集中在南沙群岛区域的中北部和东部,而东北部、西部、外南部的岛礁大都为一般战略地位。但在一般战略地位的岛礁中,个别岛礁因其周边岛礁的战略地位得分都比较低,从而使其地位变得相对重要,这种区位的岛礁也需要重点关注。如位于南沙群岛东北部的鲎藤礁、西部的奥援暗沙、外南部的南屏礁等,均具有建设高脚屋的条件,可影响周边广大区域的战略格局。

(3) 人工建设可明显提升岛礁战略地位。利用岛礁本身的自然条件,对岛礁进行填海、建造人工台地等手段,虽然不能改变岛礁的法律地位,却能使岛礁具有更强的军事威慑能力和协助资源开发的能力,从而提高岛礁的战略价值。如果将人工建设因素带入本文方法,弹丸礁的战略地位将超过南威岛,赤瓜礁的战略地位也将变得显著。这说明,岛礁通过合理的人工建设,其战略地位也可以得到巨大提升,而建设力度取决于国家的综合实力和对岛礁建设的重视程度。在中国控制的“七礁八点”上,如能加大开发力度,将扩大中国在南沙的影响力,也有助于我国对南海资源的开发利用。

研究中还有以下问题需要进一步探讨:一是由于部分岛礁调查数据的缺陷,可能造成对其评价的误差较大;二是模型中没有考虑岛礁间战略地位的抵消或加强作用,在未来的研究中将对模型进行进一步地优化。

## 参考文献(References)

- [1] 李金明. 南海问题现状及其应对. 现代国际关系, 2012, (8): 20-23.
- [2] 赵理海. 关于南海诸岛的若干法律问题. 法制与社会发展, 1995, (4): 50-63.
- [3] 韩永利, 谭卫元. 时际法与南海诸岛主权的历史演变. 武汉大学学报(人文科学版), 2013, 66(2): 110-114.
- [4] 林漫宙, 吉夫. 南海诸岛历史地理. 海南大学学报(人文社会科学版), 2000, 18(2): 27-32.
- [5] 孙冬虎. 南海诸岛外来地名的命名背景及其历史影响. 地理研究, 2000, 19(2): 217-224.
- [6] 陈洁, 温宁, 李学杰. 南海油气资源潜力及勘探现状. 地球物理学进展, 2007, 22(4): 1285-1294.
- [7] 陈作志, 林昭进, 邱永松. 基于AHP的南海海域渔业资源可持续利用评价. 自然资源学报, 2010, 25(2): 249-257.
- [8] 赵焕庭, 温孝胜. 南沙群岛珊瑚礁自然特征. 海洋学报, 1996, 18(5): 61-70.
- [9] 于红兵, 宋朝景, 赵焕庭, 等. 南沙群岛水道锚地与港口选址研究. 北京: 科学出版社, 1996. 134.
- [10] 高俊国, 刘宝银. 南沙群岛空间融合信息分析与示警. 北京: 海军出版社, 2009: 39-160.
- [11] 陈韶阳. 南沙群岛价值分类评价和开发策略研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2011.
- [12] 国土资源部油气资源战略研究中心. 新一轮全国油气资源评价. 北京: 中国大地出版社, 2009. 130-132.

[13] Reilly W J. Methods for the study of retail relationships. 4th ed. University of Texas Bulletin, 1929. 50.

[14] Karemera D, Oguledo V I, Davis B. A gravity model analysis of international migration to North America. *Applied Economics*, 2000, 32(13): 1745-1755.

[15] Kahane L H. Understanding the interstate exproot of crime guns: A gravity model approach. *Contemporary Economic Policy*, 2013, 31(3): 618-634.

[16] Eaton J, Kortum S. Technology, geography, and trade. *Econometrica*, 2002, 70(5): 1741-1779.

[17] Simini F, Gonzalez M C, Maritan A et al. A universal model for mobility and migration patterns. *Nature*, 2012, 484 (7392): 96-100.

[18] 顾朝林, 庞海峰. 基于重力模型的中国城市体系空间联系与层域划分. *地理研究*, 2008, 27(1): 1-12.

[19] 邱岳, 韦素琼, 陈进栋. 基于场强模型的海西区地级及以上城市影响腹地的空间格局. *地理研究*, 2011, 30(5): 795-803.

[20] 关兴良, 方创琳, 罗奎. 基于空间场能的中国区域经济发展差异评价. *地理科学*, 2012, 32(9): 1055-1065.

[21] 李雪铭, 张建丽, 杨俊, 等. 社区人居环境吸引力研究: 以大连市为例. *地理研究*, 2012, 31(7): 1199-1208.

# The strategic position of Spratly Islands: An evaluation based on the field spread model

WANG Yecheng<sup>1</sup>, LIU Yongxue<sup>1, 2</sup>, LI Manchun<sup>1, 2</sup>, WANG Jiasheng<sup>1</sup>, JIANG Chongya<sup>1</sup>  
(1. Jiangsu Provincial Key Laboratory of Geographic Information Science and Technology, Nanjing University,  
Nanjing 210023, China; 2. Collaborative Innovation Center for the South China Sea Studies, Nanjing University,  
Nanjing 210023, China)

**Abstract:** Spratly Islands, a significant part of China's maritime rights and interests, are rich in resources. The dispute over sovereignty in the South China Sea is becoming increasingly fierce. According to the natural features and the space resources of the islands, we evaluate the strategic position of Spratly islands. This work helped quantify the value of reefs and safeguard China's maritime rights. The research has selected 131 representative islands and reefs in Spratly Islands. In accordance with the field spread model and the analytic hierarchy process, we took into consideration the natural attributes of the reefs, the navigational safety and the climatic influence in the space of South China Sea, and evaluated the strategic position of Spratly Islands from the perspective of sovereignty law, military deterrence and natural resource reserves. The results can provide reference for the situation judgments of the South China Sea. The evaluation indicated that there are several unoccupied reefs embodying significant strategic value. Such kind of reefs needs more attention. Meanwhile, the reefs' strategic position can be significantly enhanced through planned constructions which would make a great contribution to the preservation of China's maritime rights and interests under the existing pattern.

**Key words:** value evaluation; field spread model; strategic position; Spratly Reefs; China