

基于 Voronoi 图的岛礁水道空间配置模型研究

石伟^{1,2,3} 苏奋振^{1,3*} 周成虎^{1,3}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049;

3. 中国南海研究协同创新中心, 南京 210093)

摘要 水道是连接两侧大陆或岛屿的狭长水域,是水上的生命线。在海洋中,水道通常与岛屿相伴而生,特别在礁体丛生的海域,岛礁与水道间的关系更为微妙,岛礁的价值在某些方面体现在其对水道安全的影响。本文以岛礁和水道的空间配置为出发点,提出基于 Voronoi 图的岛礁水道空间配置模型,利用岛礁对水道的控制强度,从水道的安全角度,描述岛礁的价值。最后,利用相关数据计算岛礁对水道的控制范围及强度,对岛礁与水道间的空间配置关系进行探讨。结果表明,空间配置关系是影响岛礁对水道的控制的重要因素,在空间相互关系的制约下,岛礁的区位优势更能凸现其对水道的有效控制。该模型对海洋中岛礁分布区的水道安全及岛礁价值的研究有着重要的意义。

关键词 岛礁价值;水道安全;空间配置;Voronoi 图

DOI :10.3724/SPJ.1047.2014.00382

1 引言

水道又称航道,是指适宜船舶通行的水域,通常包括河流、湖泊、海洋等天然形成,以及运河、港池等经人工开挖形成的狭长水域。水道必须有足够的深度、宽度以及适宜的水文环境和航行标志,满足船舶安全航行的要求。在海洋礁体丛生的海域,岛礁之间天然形成的水道更是唯一的航行通道。这些水道维系着区域的交通和岛礁的补给,是海上的生命线,而在这些区域的岛礁对水道的航行安全也会产生影响。鉴于岛礁与水道的微妙关系,其不仅能够影响水道的安全,而且也能反映岛礁的价值。

在水道安全问题上,以往的研究主要侧重于航道的安全通行能力^[1,2]和预防船舶相撞等方面:Hu 等人从船舶导航角度研究了上海港周边长江水道的航行风险,并提出了相对风险评估模型(MRRA)^[3];Pan 等人提出了一种船舶自动识别系统的可视化模型,并对厦门湾的航运态势进行了评估^[4];Mou 等人以荷兰鹿特丹港的繁忙水域为例,对如何预防船舶碰撞进行了研究^[5]。但这些研究多集中于河流和港

口等内陆或大陆沿岸水道的航行安全^[6-9],对海洋中岛礁区的水道安全则鲜有涉及,特别是远离大陆、对领海和专属经济区划界上有重要地位的岛屿和礁石的空间配置,以及其周边水道的安全方面的研究则更少。岛礁区的礁体分布破碎,水道也被其分割,导致适航环境复杂,尤其是当岛礁被不同势力(如海盗、敌对势力等)控制时,各方控制犬牙交错,使水道的安全态势更为复杂。

Voronoi 图是关于空间邻近关系的一种基础数据结构^[10]。通常用于表达同质元素之间空间关系及空间分布结构^[11]。Voronoi 图在空间划分^[12-18]、设施选址^[19-20]和空间优化^[21-23]等方面具有巨大的优势^[24]。本文提出了一种基于 Voronoi 图的岛礁水道空间配置模型,以岛礁和水道的空间配置为出发点,通过计算岛礁对水道的控制强度,从水道安全的角度,描述岛礁的价值。

2 基于 Voronoi 图的岛礁水道空间配置模型

岛礁水道空间配置模型是从岛礁与水道的空

收稿日期 2013-07-04;修回日期 2013-08-29。

基金项目 国家高技术研究发展计划“863”计划项目(2012AA12A406)。

作者简介 石伟(1983-)男,博士生,研究方向为海洋地理信息系统。E-mail shiw@reis.ac.cn

*通讯作者 苏奋振(1972-)男,研究员,博士生导师,主要从事海岸带海洋空间信息系统及时空数据挖掘研究。

E-mail sufz@reis.ac.cn

间配置关系出发,通过分割相邻岛礁的影响区域,划分出各个岛礁的控制范围。首先,对Voronoi图的定义进行简单介绍,然后,对本文提出的空间配置模型的假设条件和算法流程进行详述。

2.1 Voronoi图的定义

给定平面上任意 n 个离散点的集合 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$,其中任意两点都不共位,即 $p_i \neq p_j (i \neq j, 1 \leq i, j \leq n)$,且任意4点不共圆。则任意点 p_i 的Voronoi图定义为^[25]:

$$T_i = \{x: d(x, p_i) < d(x, p_j) \mid p_i, p_j \in P, p_i \neq p_j\} \quad (1)$$

其中 d 为欧氏距离。

根据Voronoi图的定义,在Voronoi图中,某个凸多边形内的任意一点到该凸多边形发生点的距离都小于其到其他凸多边形发生点的距离。我们知道,在岛礁上建设的灯塔、通讯设施、监视设施等的影响能力随距离的增大而减小,因此,以岛礁为点状发生元生成的Voronoi图,可描述岛礁的控制范围。

2.2 模型假设

本文在构建Voronoi图的岛礁作用力模型时,基于以下3个前提条件。

(1)假设海上无岛礁分布的各处的通行条件无差别,在此假设条件下,可以将岛礁的影响范围以圆形缓冲区表示;

(2)各个岛礁间控制范围相互排斥,即在某一区域内最多有一个岛礁对其产生控制,在此假设条件下,可用Voronoi多边形表示岛礁的控制范围;

(3)水道各处的重要性无差别,本文为方便计算,认为水道上各点的重要性都一样,在此假设条件下,可将岛礁对水道的控制影响表述为岛礁控制水道的长度。

2.3 模型计算流程

岛礁水道空间配置模型的核心在于计算岛礁对水道的控制强度,而后基于水道的安全,对岛礁的价值进行评价,主要分为3个步骤:

(1)计算岛礁控制区域

以岛礁为发生元生成Voronoi图,岛礁所在的凸多边形代表该岛礁的影响区域;

参考联合国海洋法公约中关于领海和毗邻区的相关规定,分别以12 n mile、24 n mile、36 n

mile、48 n mile为半径计算岛礁缓冲区,表示12 n mile领海、24 n mile毗邻区、36 n mile一级预警区和48 n mile二级预警区,代表由内向外形成1至4级的控制区域(图1),假设控制能力呈线性衰减,各级控制区域的权重分别设置为1、0.75、0.5和0.25;

利用Voronoi图对岛礁的缓冲区进行分割,即对控制范围进行分割,形成各个岛礁的不同级别的控制区域 R_{level} 。

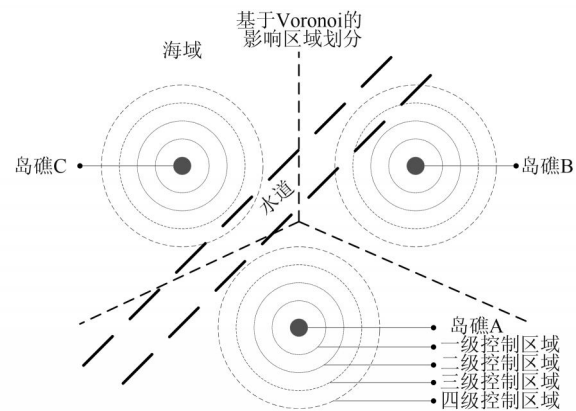


图1 水道及岛礁各级控制区域示意图

Fig.1 Diagram of waterway and island controlling area of each level

(2)计算岛礁对水道的控制强度

计算各个岛礁的自身能力权重 W_r ,由于在海洋中,出露水面积是影响岛礁自身能力的最重要的因素,直接决定了岛礁承载能力和开发能力,在此将岛礁的出露水面积进行对数标准化,作为岛礁的自身能力权重;

$$W_r = \frac{\ln A_i}{\ln \text{Max}(A)} \quad (2)$$

式中, A_i 为某一岛礁的出露水面积; $\text{Max}(A)$ 为所有岛礁的面积最大值。

对岛礁的出露水面积进行标准化,可以保证在后续的计算中,岛礁权重数值在 $[0,1]$ 范围,同时保证最后的计算结果为无量纲值,有利于比较。由于岛礁出露水面积相差较大,通过实验发现进行对数标准化后,结果的可比性较强,能够较好体现面积权重的意义。因此,选择对岛礁出露水面积进行对数标准化作为岛礁权重。

对任一岛礁 R ,利用岛礁的不同级别的控制区域 R_{level} 对所有的水道进行分割,计算对应控制级别下对各条水道的控制长度;

将岛礁所有控制级别下对各条水道的控制

长度叠加,得到岛礁R对各水道的控制范围;

对岛礁R,分别叠加计算其对水道P的控制长度与权重的乘积,并除以该水道P的总长度L,最终得出岛礁R对水道P的整体控制强度C。

$$C = \frac{W_r \times \sum_{i=1}^4 L_i \times w_i}{L} \quad (3)$$

式中, L_i 表示处于岛礁第 i 级控制区域内的对水道的控制长度; w_i 表示该级控制区域的权重。

(3)对水道的安全和岛礁的价值进行评价

通过对比各个岛礁对单个水道的控制范围和控制强度,分析各条水道的安全态势,一般地,对水道产生有效控制的岛礁越多,则该水道的安全态势越复杂,这些岛礁对水道的控制范围和控制强度也会相对较弱,岛礁的价值也就相对较低;相反地,对水道产生有效控制的岛礁越少,则该水道的安全态势相对稳定,这些岛礁将能对水道产生优势,甚至是绝对控制,岛礁的价值也就较高。

当水道周边的岛礁被同一势力控制时,对该势力而言,水道处于绝对安全状态,而对其他势力而言则处于不安全状态;当水道周边的岛礁被不同势力控制时,则水道的安全态势可以通过计算各种势力控制下的岛礁对水道的控制强度来表示该势力对水道安全的影响能力,也可以表征水道的安全态势。各方势力控制比例(F_p)表示其在水道 p 的安全态势,公式如下:

$$F_p = \frac{\sum_{i=1}^m C_i}{\sum_{j=1}^n C_j} \quad (4)$$

式中, m 表示水道 p 附近对该水道势力控制的岛礁个数, n 表示水道 p 附近所有岛礁个数。其中附近的含义为对该水道有实际控制能力。

3 空间配置模型的实验分析

3.1 模型实验数据

为了对模型进行验证,本文选取了南沙群岛中的43个岛礁和其附近3条主要水道,其分布如图2所示:

(1)由于该海域的珊瑚岛及沙洲出露水面积较小,最大不超过0.5 km²,因此,利用点状地物来模拟岛礁,共包含43座,如图2所示的R1-R43。

(2)水道的分布一般情况下为狭长的面状区域,为了方便计算,选取水道的中心线,将面状水道简化为线状。实验中模拟的3条水道为图2中的

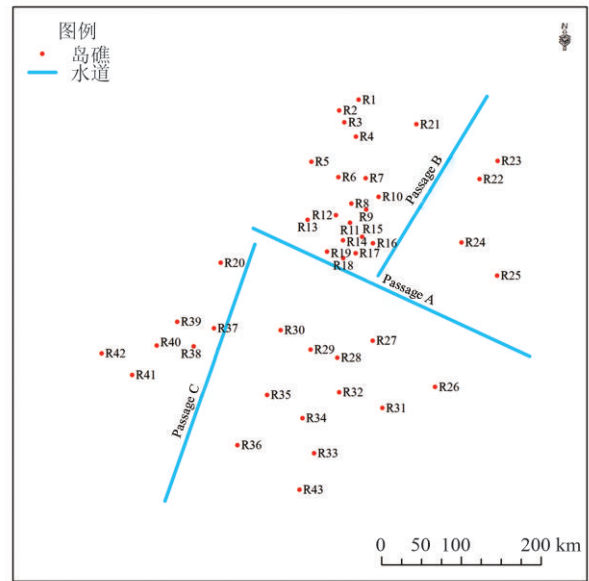


图2 岛礁及水道模拟数据分布图

Fig.2 Distribution of islands and waterways by simulation

Passage A、Passage B 和 Passage C。

(3)由于岛礁面积的差别对其自身能力有较大的影响,因此,将岛礁出露水面积进行对数标准化,作为岛礁自身能力的权重;此外,水道的安全态势还随岛礁被控势力的变化而变化,在对水道安全态势进行分析时,还需考虑岛礁被控情况,43座岛礁分别被A、B、C、D 4方势力控制。43座岛礁的面积、权重和被控情况,如表1所示。

3.2 模型实验结果与分析

3.2.1 基于 Voronoi 图的岛礁控制范围及强度分布

首先,以实验区域中的43座岛礁为点状发生元生成 Voronoi 图。在该图中,每个岛礁对应的 Voronoi 多边形内区域视为该岛礁的独立影响区域(如图3)。

其次,以各个岛礁为中心,分别以12 n mile、24 n mile、36 n mile 和 48 n mile 为半径生成缓冲区,分别代表岛礁的一至四级的控制区域。

最后,利用图3中的 Voronoi 图对岛礁的各级缓冲区进行分割,形成各个岛礁的不同级别的控制区域 R_{level} (如图4)。图4中红色点代表岛礁,淡红色区域代表岛礁的一级控制区域,橙色区域代表岛礁的二级控制区域,蓝色区域代表岛礁的三级控制区域,绿色区域代表岛礁的四级控制区域。

3.2.2 岛礁对水道的控制强度

首先,根据岛礁的不同级别的控制区域 R_{level} 对

表1 岛礁面积及被控势力
Tab.1 Area and forces of islands

岛礁编号	岛礁出露水面积(m ²)	岛礁权重	控制势力
R1	160 000	0.924	A
R2	130 000	0.908	C
R3	1000	0.533	C
R4	350 000	0.984	A
R5	5000	0.657	D
R6	9000	0.702	A
R7	80 000	0.870	A
R8	430 000	1.000	D
R9	60 000	0.848	C
R10	1000	0.533	C
R11	100 000	0.888	C
R12	2000	0.586	D
R13	1000	0.533	C
R14	50 000	0.834	C
R15	2000	0.586	D
R16	40 000	0.817	C
R17	1000	0.533	C
R18	3000	0.617	D
R19	1000	0.533	C
R20	8000	0.693	D
R21	190 000	0.937	A
R22	82 000	0.872	A
R23	18 000	0.755	A
R24	6000	0.671	D
R25	1000	0.533	A
R26	1000	0.533	A
R27	1000	0.533	C
R28	1000	0.533	C
R29	1000	0.533	C
R30	9000	0.702	C
R31	1000	0.533	B
R32	1000	0.533	B
R33	1000	0.533	B
R34	1000	0.533	B
R35	1000	0.533	C
R36	20 000	0.763	C
R37	3000	0.617	D
R38	1000	0.533	C
R39	17 000	0.751	C
R40	6000	0.671	C
R41	170 000	0.928	C
R42	1000	0.533	C
R43	310 000	0.975	B

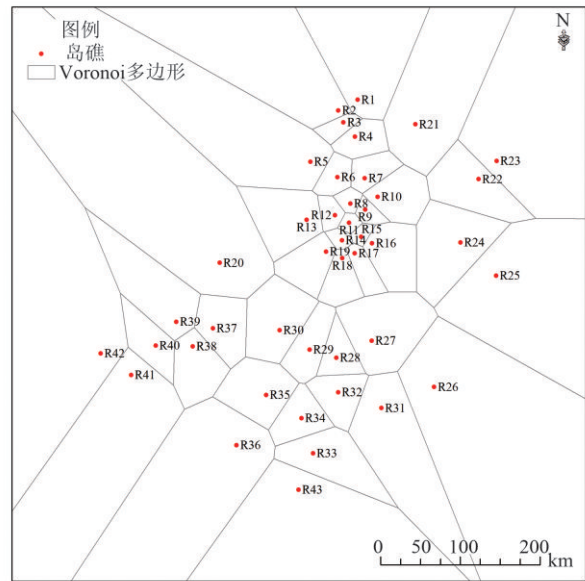


图3 基于 Voronoi 图的岛礁影响区域分布图

Fig.3 Distribution of islands influence area based on Voronoi diagram

Passage A, Passage B 和 Passage C 进行分割, 计算不同控制级别下对 3 条水道的控制长度, 然后, 将所有控制级别下对水道的控制范围累加, 得到该岛礁对水道的最终控制范围, 如表 2 中的第 4 列数据所示; 最后, 针对每一个岛礁, 根据式(3)得出对水道整体的控制强度, 如表 2 中的第 5 列数据所示。43 座岛礁对各水道的控制强度计算结果, 如表 2 所示。在单个岛礁对水道控制强度的计算的基础上, 根据式(4)计算了各方势力对水道的控制长度、控制强度和控制比例, 如表 3 所示。

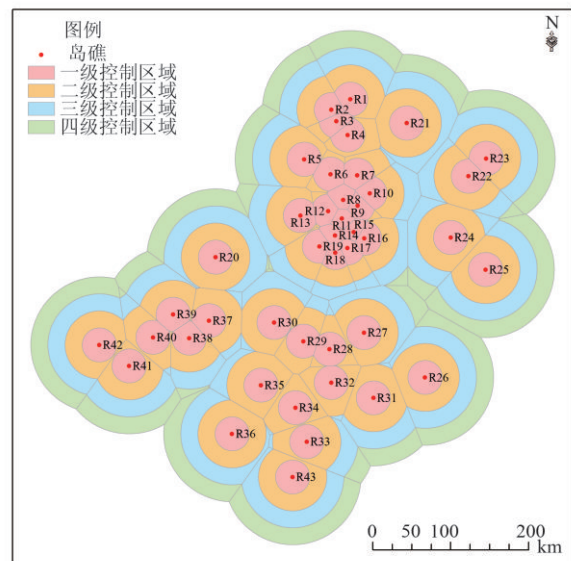


图4 岛礁控制范围及强度分布图

Fig.4 Distribution of the extent and intensity to islands

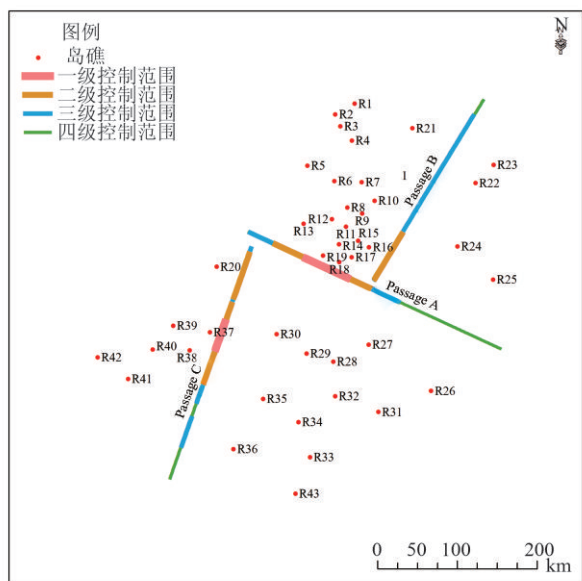


图5 水道被控制强度分布

Fig.5 The distribution of control intensity to three waterways

表2 岛礁对水道的控制范围及强度

Tab.2 The extent and intensity of islands controlling over the waterways

水道	岛礁	岛礁到水道的距离 (km)	岛礁对水道的控制范围 (km)	岛礁对水道的控制强度
Passage A	R13	38.522	52.743	0.058
Passage A	R16	46.402	2.612	0.001
Passage A	R17	25.887	43.750	0.070
Passage A	R18	13.800	37.335	0.141
Passage A	R19	12.567	49.058	0.105
Passage A	R20	59.231	8.810	0.005
Passage A	R25	74.879	95.150	0.032
Passage A	R27	64.814	66.239	0.055
Passage B	R10	50.758	49.838	0.040
Passage B	R16	26.368	74.935	0.126
Passage B	R17	38.473	2.759	0.003
Passage B	R22	46.044	74.854	0.077
Passage B	R23	53.509	66.654	0.100
Passage C	R20	32.779	72.195	0.113
Passage C	R36	62.943	96.961	0.071
Passage C	R37	13.571	74.446	0.146
Passage C	R38	30.110	69.024	0.126

结合表2及图4、5,可以得出以下结果:

(1)仅有部分岛礁对水道有实际的控制。多数岛礁受距离及其他岛礁阻隔等因素的影响,未能对水道产生有效控制,如R39、R40受R37、R38的阻隔,虽具有一定的控制能力,但未能有效控制水道

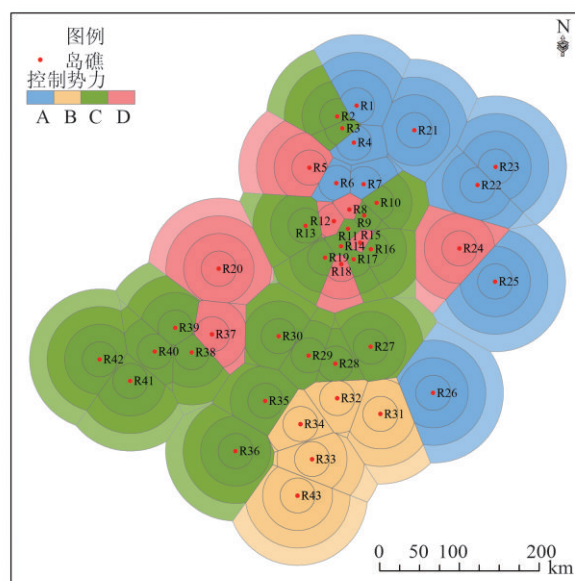


图6 各方势力控制范围及强度图

Fig.6 Distribution of the extent and intensity to forces

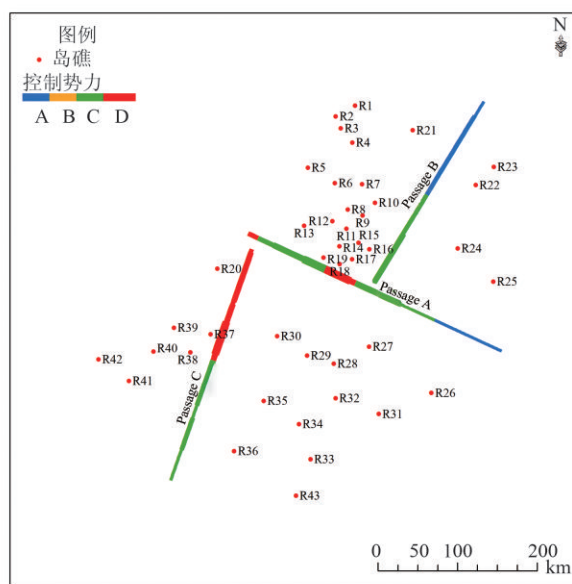


图7 各方势力对水道控制强度分布

Fig.7 The distribution of control intensity of waterways controlled by forces

Passage C。

(2)空间配置关系是岛礁对水道控制强度的主导因素。如水道Passage A的东侧,虽然R25对该水道产生了有效控制,但由于距离很远,其控制强度仍然很低。

(3)连续的控制区域可以产生更大的控制强度。如R20和R37控制区域的连接压倒性控制了水道Passage C的北部。

表3 各方势力对水道的控制情况
Tab.3 Situation of waterways controlled by forces

水道	控制势力	水道被控制长度(km)	控制长度比例(%)	控制强度	控制强度比例(%)
Passage A	A	95.150	26.75	0.032	6.94
Passage A	C	214.403	60.28	0.288	61.75
Passage A	D	46.145	12.97	0.146	31.31
Passage B	A	141.509	52.60	0.177	51.34
Passage B	C	127.532	47.40	0.168	48.66
Passage C	C	165.984	53.09	0.197	43.19
Passage C	D	146.641	46.91	0.259	56.81

(4)在岛礁分布密集的地区,单个岛礁对水道的控制强度低于岛礁分布稀疏地区。如R17虽然距离水道Passage B很近,但由于受到附近岛礁控制范围的挤压,实际有效控制强度并不高。

(5)R19对水道Passage A的控制强度最高,R16对水道Passage B的控制强度最高,R37对水道Passage C的控制强度最高。从对水道控制的角度分析,R18、R19、R16、R37具有较高的价值。

综上所述,岛礁对水道的控制强度,主要取决于岛礁及周边其他岛礁的空间配置,岛礁到水道的距离虽然主导了岛礁的控制能力,但当处于岛礁分布较为密集的区域时,岛礁对水道的控制长度会受到周边其他岛礁的挤压,从而导致对水道整体的控制强度降低,甚至完全被其他岛礁阻隔,而不能对水道产生有效控制。

3.2.3 水道安全及岛礁价值评价

由表2、3结合图5、7可见:

(1)R20、R37和R36分别控制了水道Passage C的北段和中段和南段,R37的控制强度大于R20,基本能较为稳固控制该水道,虽然R36对整个水道的控制强度较低,但由于没有其他岛礁与其竞争,其控制距离反而最长;

(2)R22和R16分别控制了水道Passage B的北侧与南侧,但由于R22距离水道较远,未能形成对水道的优势控制;

(3)水道Passage A附近岛礁较多,控制态势非常复杂,各岛礁势力相互交织,多个岛礁都对该水道有有效控制,其中,R18虽然在该水道中部控制强度最高,但由于该处岛礁分布比较密集,在其他岛礁的挤压下,使得其控制距离并不是最长,该水道的东段及西段由于距离岛礁较远,被控制强度不大;

(4)水道Passage A的态势最为复杂,由A、C、D 3方势力分为5段控制,从控制范围和控制强度上看,势力C都占了6成以上,为优势控制,但在控制的空间配置上,势力A控制了该水道的东侧,势力C控制了该水道的中部,但受到势力D控制下R18的影响而分为2段,势力D的控制了该水道的西端和腹地;

(5)水道Passage B和Passage C的态势相对明朗,Passage B被势力A和势力C分布控制北段和南段,Passage C被势力D和势力C分别控制北段和南段。从控制范围和控制强度上,在Passage B势力A与势力C,在Passage C被势力D和势力C,都势均力敌。

综上所述,水道Passage A控制态势最为复杂,而水道Passage B与水道Passage C的控制态势相对比较明朗,控制了对水道有优势控制能力的岛礁,可以直接对水道的安全态势产生影响,将有利于保障己方在该水道的航行安全。

4 结论

本文从岛礁对水道的分布格局入手,假定在岛礁的控制范围互斥的基础上,基于Voronoi图的岛礁水道空间配置模型,利用模拟数据进行实验,分析了岛礁对水道的控制强度,得出占有优势区位的岛礁可有效阻隔其他岛礁对水道的控制等结论,对岛礁战略价值的评估有着重要的意义。但由于仅考虑岛礁的面积,而未考虑其他自然条件及人工设施等方面的因素,模型还需加入更多因子,并进一步优化,以获得更优的评价结果。在海上除距离外,岛礁军事设施、岛礁自身资源、岛礁形状等因素都对岛礁对水道的控制有着重要影响,以上因素的量化规则,以及其与控制强度的关系,将是我们下一步研究的重点。

参考文献:

- [1] 卞艺杰. 航道通过能力研究[J]. 水运工程, 2000(8):27-30.
- [2] 李德春. 港口航道通航能力仿真分析[D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [3] Hu S P, Fang Q G, Xia H B, et al. Formal safety assessment based on relative risks model in ship navigation[J]. Reliability Engineering and System Safety, 2007(92):369-377.
- [4] Pan J C, Jiang Q S, Hu J X, et al. An AIS data visualiza-

- tion model for assessing maritime traffic situation and its applications[J]. *Procedia Engineering*, 2012(29):365-369.
- [5] Mou J M, Tak C, Ligteringen H. Study on collision avoidance in busy waterways by using AIS data[J]. *Ocean Engineering*, 2010(37):483-490.
- [6] 翁跃宗. 厦门港及附近水域船舶交通安全评价[D]. 大连: 大连海事大学, 2000.
- [7] 文华. 海运安全评价研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2003.
- [8] 秦庭荣, 陈伟炯, 梁伟波, 等. 基于物元模型的航道安全评估[J]. *哈尔滨工程大学学报*, 2008, 29(4): 319-325.
- [9] 陈厚忠, 黄晶晶, 严新平. 基于模糊证据理论的航道安全性评价[J]. *中国航海*, 2009, 32(4): 53-57.
- [10] 陈军, 赵仁亮. GIS空间关系的基本问题与研究进展[J]. *测绘学报*, 1999, 28(2): 97-102.
- [11] 陈军, 赵仁亮, 乔朝飞. 基于Voronoi图的GIS空间分析研究[J]. *武汉大学学报: 信息科学版*, 2003, 28(特刊): 32-37.
- [12] Okabe A, Boots B, Sugihara K. Nearest neighborhood operations with generalized Voronoi diagram[J]. *International Journal of Geographical Information Systems*, 1994(8): 43-71.
- [13] 王新生, 郭庆胜, 姜友华. 一种用于界定经济客体空间影响范围的方法——Voronoi图[J]. *地理研究*, 2000, 19(3): 311-315.
- [14] 郭庆胜, 闫卫阳, 李圣权. 中心城市空间影响范围的近似性划分[J]. *武汉大学学报: 信息科学版*, 2003, 28(5): 596-599.
- [15] 李圣权, 胡鹏, 闫卫阳. 基于加权Voronoi图的城市影响范围划分[J]. *武汉大学学报: 工学版*, 2004, 37(1): 94-97.
- [16] 汤孟平, 陈永刚, 施拥军, 等. 基于Voronoi图的群落优势树种种内种间竞争[J]. *生态学报*, 2007, 27(11): 4707-4716.
- [17] 谢顺平, 冯学智, 王结臣, 等. 基于网络加权Voronoi图分析的南京市商业中心辐射域研究[J]. *地理学报*, 2009, 64(12): 1467-1476.
- [18] 赵春燕, 蒋琼星, 周建平. 基于加权Voronoi图的湖南省城市影响范围分析[J]. *测绘通报*, 2010(6): 59-61.
- [19] Okabe A, Suzuki A. Using Voronoi diagrams [M]. // Dresner Z (ed.). *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*. New York: Springer: 1995, 103-118.
- [20] 张龙, 周海燕. GIS中基于Voronoi图的公共设施选址研究[J]. *计算机工程与应用*, 2004(9): 223-224.
- [21] Okabe A, Suzuki A. Locational optimization problems solving through Voronoi diagrams[J]. *Europe Journal Operation Research*, 1997(98): 445-456.
- [22] 朱华华, 闫浩文, 李玉龙. 基于Voronoi图的公共服务设施布局优化方法[J]. *测绘科学*, 2008, 33(2): 72-74.
- [23] 谢顺平, 冯学智, 都金康. 基于网络Voronoi图启发式和群智能的最大覆盖空间优化[J]. *测绘学报*, 2011, 40(6): 778-784.
- [24] Liu J Y, Liu S. A survey on applications of Voronoi diagrams[J]. *Journal of Engineering Graphics*, 2004, 25(2): 125-132.
- [25] 郭仁忠. 空间分析[M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1997, 191-201.

Research on Spatial Configuration Model of Islands and Waterways Based on Voronoi Diagram

SHI Wei^{1,2,3}, SU Fenzhen^{1,3*} and ZHOU Chenghu^{1,3}

(1. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;*

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3. Collaborative Innovation Center of South China Sea Studies, Nanjing 210093, China)

Abstract :A waterway is any navigable body of water. Waterways can include natural water area such as rivers, lakes, seas, oceans, and artificial water area such as canals and harbor. In order for a waterway to be navigable, it must be deep and wide enough and has suitable hydrology to allow vessels passing safely. In the sea, waterways usually connect mainland or islands. Especially, in the water area filling with reefs, they will be the only passage and the lifeline of the transportations and supplies. The islands and reefs also can influence the security of the waterways in that area. Consider the relationships between islands and waterways, it can not only influence the security of the waterways, but also reflect the value of the islands. In this paper, a spatial configuration model of islands and waterways based on Voronoi diagram was proposed to describe the spatial relationships between islands and waterways. The intensity of waterways controlled by islands was used to indicate the security state of

the waterways and reflect the value of the islands. Then the data of 43 islands and three waterways were used to calculate the intensity and extent of the three waterways controlled by the islands and the spatial configuration of islands and waterways is analyzed. The results of this research showed: (1) the relationship of spatial configuration is a key factor of the intensity and extent of the waterways controlled by the islands. (2) Under the spatial interaction conditions, the more prominent on the location advantage of islands, the more outstanding on the effect of the control. This study provided a new vision of the security of waterways and the value of islands. The method is easy and useful to evaluate the security of waterways and the value of islands.

Key words : value of island; security of waterway; space configuration model; Voronoi diagram

*Corresponding author: SU Fenzhen, E-mail: sufz@reis.ac.cn

《地理信息系统导论(原著第7版)》中译版评述

《地理信息系统导论(原著第7版)》中译版系据美国爱达荷大学张康聪(Kang-tsung Chang)教授编著的《Introduction to Geographic Information Systems(7th Edition)》(McGraw-Hill Higher Education,2014)最新版(第7版)译出,2014年由电子工业出版社出版发行。该书原著第1版于2002年问世,历经12年已6次修订出版了7版,堪称国际上地理信息系统经典教材。该书的中译本先后有第1版(科学出版社,2003年10月)、第3版中文导读版(科学出版社,2006年10月)、第3版中译本(清华大学出版社,2009年4月)和第5版(科学出版社,2010年7月),总发行量已达数万册,名列在我国出版的地理信息科学领域的译著前茅,并被越来越多的高等学校地理空间技术专业作为地理信息系统导论、地理信息系统原理、地理信息系统软件应用或地理信息系统实验等课程的首选教材;中国科学院研究生院和许多高校将其指定为研究生入学考试相关课程的参考书。此外,该书的前几版中译本在当当和亚马逊等网上书城,居同类图书销售榜首,获得众多读者好评:学了4年GIS,对这本书有点相见恨晚的感觉!这本书由浅入深,使我想到了ESRI的口号GIS for Everyone!。以前很多模糊的概念弄清楚了,并有很多概念贯穿起来了,还有读者认为该书最适合用来在课堂上讲授,诚然也适合自学,是当今最好的GIS书,绝对是最好的GIS入门书等等。

据多年来使用体会和广大读者的反映,该书的优点归纳起来主要有:(1)编著者将地理信息系统学习目标,准确定位在专业技能培养和实操训练上,正如原著者在序言中所述的强调GIS的实践。全书内容体现概念与实践并重,较好地实现了理论和应用相结合,符合对地理信息科学技术学以致用需求;(2)编写体系把理论和实验内容融为一体,以光盘提供完整的、面向任务的实验数据,成为必不可少的学习资源;(3)每章都有一节应用,通过有详尽指南的验证性实验,可使学习过程立竿见影;(4)内容涵盖了从入门到深入的层次跨度,概念术语表述简明,复习提问环环相扣,附有挑战性任务可启迪有余力的读者探索进阶;(5)原著出版社的教师资源网站(www.mhhe.com/changgis7e)可提供该书PPT课件(随书的数据光盘中,译者添加了中文PPT课件)、复习题库、试题库及其参考答案。译者任教的广州大学采用该教材,建设了《地理信息系统》省级精品课程和省级精品资源共享课程(课程网址:<http://geo.gzhu.edu.cn/cyb/index.html>)。实践证明,强调学以致用和依托主流地理信息系统软件的学习模式,可以事半功倍、卓有成效地掌握地理信息系统原理、方法和应用。

该书第7版共18章,第1章至第4章主要解释GIS的概念和数据模型,第5章至第8章涵盖了数据获取、编辑和管理,第9章和第10章包括数据显示和探查,第11章和第12章提供核心数据分析的概览,第13章至第15章重点阐述地形制图和分析,第16章和第17章涉及线性要素和动态,第18章介绍GIS模型和建模。

(下转第442页)