

唐玲, 杨木壮, 王银霞, 等. 粤港澳大湾区海岛空间分布特征探析[J]. 海洋学研究, 2020, 38(2): 74-80. DOI:10.3969/j.issn.1001-909X.2020.02.008.

TANG Ling, YANG Muzhuang, WANG Yinxia, et al. Study on spatial distribution characteristics of islands in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area[J]. Journal of Marine Sciences, 2020, 38(2): 74-80. DOI:10.3969/j.issn.1001-909X.2020.02.008.

# 粤港澳大湾区海岛空间分布特征探析

唐 玲<sup>1</sup>, 杨木壮<sup>2</sup>, 王银霞<sup>3</sup>, 高 杨<sup>3</sup>, 田 松<sup>3</sup>, 董 迪<sup>3</sup>

(1. 广东省海洋发展规划研究中心, 广东 广州 510220; 2. 广州大学 地理科学与遥感学院, 广东 广州 510006;  
3. 国家海洋局 南海规划与环境研究院, 广东 广州 510300)

**摘 要:** 海岛是海洋资源开发利用价值的核心内容之一。为合理保护及开发利用粤港澳大湾区海岛资源, 促进海岛产业布局优化, 从海岛资源空间分布角度出发, 探析海岛在粤港澳大湾区发展中重点平台的作用。以粤港澳大湾区纳入中国海域海岛标准名录的 850 个海岛为研究对象, 在对其地理坐标、陆域面积等基础数据进行数理统计的基础上, 通过 ArcGIS 软件平台, 采用最邻近距离法、核密度估计法、洛伦兹曲线和基尼系数方法, 对粤港澳大湾区海岛的空间分布特征进行了分析与研究。结果表明: 粤港澳大湾区海岛在空间上趋于集聚分布, 呈现总体带状分布, 局部组团分布的特点, 形成了湾区西部海岛分布带和大鹏湾-大亚湾区、九州列岛区、万山-佳蓬担杆列岛区、川山群岛区 4 个明显的集聚区; 粤港澳大湾区海岛以沿岸岛为主, 面积分布呈现不均衡性的特点, 基尼系数达 0.58。

**关键词:** 粤港澳大湾区; 海岛; 空间分布; 核密度估计法; 最邻近距离法; 基尼系数

**中图分类号:** P74

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-909X(2020)02-0074-07

**DOI:** 10.3969/j.issn.1001-909X.2020.02.008

## 0 引言

湾区是指由一个海湾或相连的若干个海湾、港湾和邻近海岛共同组成的区域, 具有比较独立的地理、水文和生态单元, 也是海洋经济发展的聚集地。粤港澳大湾区陆域涉及广州、深圳、珠海、佛山、惠州、东莞、中山、江门和肇庆 9 市, 海域主要包含大亚湾、珠江口、广海湾等<sup>[1]</sup>。海岛位于大陆向海洋过渡的结合地带, 以其特有的区位、资源和环境优势, 在区域经济建设占据重要地位<sup>[2]</sup>。粤港澳大湾区位于珠江通向南海的出海口, 拥有海岛数量较多, 海岛在粤港澳大湾区海洋经济发展中作为海洋环境管理与维护的

重要基础平台, 已成为关注的焦点。自 20 世纪 90 年代开始, 诸多学者在广东海岛开发、保护与管理<sup>[3-9]</sup>、海岛旅游<sup>[10-13]</sup>、能源与资源<sup>[14-19]</sup>等领域展开了研究, 取得了一定成果, 但是, 在海岛空间分布特征方面研究不足<sup>[20-23]</sup>, 尤其缺少运用数理统计原理进行定量研究。

本文利用海岛空间位置信息、近陆距离、面积等数据, 基于 ArcGIS 软件平台, 借鉴统计经济学领域的洛伦兹曲线、基尼系数方法, 对粤港澳大湾区 850 个海岛的空间分布特征进行了分析与研究, 为促进海岛开发, 优化海岛资源配置, 提供科学依据。

收稿日期: 2019-02-18

**基金项目:** 2018 年省级促进经济发展专项资金“海洋经济发展用途”项目资助(GDME-2018E002); 广东省海洋与渔业厅海洋与渔业科技对外合作及生态环境保护研究项目资助(A201700005); 国家自然科学基金重大科研仪器研制项目资助(61527810); 国家海洋局南海分局海洋科学技术局长基金资助(1671); 地理国情监测国家测绘地理信息局重点实验室项目资助(2017NGCM08)

**作者简介:** 唐玲(1989—), 女, 四川省内江市人, 工程师, 主要从事海岛、海域资源环境调查与测绘研究。E-mail: 286744071@qq.com

## 1 数据与方法

### 1.1 数据来源

粤港澳大湾区共 850 个海岛。数据来源于全国海岛地名普查,以纳入《中国海域海岛标准名录》<sup>[24]</sup> 为准,其中海岛空间位置通过 GPS 测量得到,采用 CGCS2000 坐标系,标称精度优于  $\pm 1$  m;海岛陆域面积是指海岛投影面积,其与近陆距离数据均由 SPOT5 遥感解译所得,分辨率为 2.5 m。

### 1.2 研究方法

基于 ArcGIS 软件平台,分别采用最邻近距离法、核密度估计法、洛伦兹曲线和基尼系数方法,结合海岛空间位置、近陆距离、面积等数据,定量化测算海岛距大陆岸线的距离、海岛的空间分布情况和面积分布的均衡性。

#### 1.2.1 最邻近距离法

将海岛抽象为空间上的点,采用最邻近距离法描述海岛的空间分布模式。最邻近距离<sup>[25-27]</sup>基本原理是:测定出每个点与其最邻近点之间的距离  $r_i$ ,取这些距离的平均值  $\bar{r}_i$ ,为表征邻近程度的平均最邻近距离。当所研究的区域内点状要素分布为随机型(Poisson 分布型)时,其理论上的最邻近距离可用公式表示为:

$$\bar{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{n/A}} = \frac{1}{2\sqrt{D}} \quad (1)$$

式中: $\bar{r}_E$  为理论最邻近距离, $n$  为点单元数, $A$  为所研究区域面积, $D$  为点单元密度。点状分布类型包括聚集分布、均匀分布以及随机分布 3 种,其最邻近距离从大到小排列次序为:均匀分布 > 随机分布 > 聚集分布。

平均最邻近距离与理论最邻近距离之比称为最邻近点指数( $R$ ), $R = \bar{r}_i / \bar{r}_E$ 。根据  $R$  值判断点状分布类型:当  $R > 1$  时, $\bar{r}_i > \bar{r}_E$ ,点单元趋于均匀分布;当  $R = 1$  时, $\bar{r}_i = \bar{r}_E$ ,点单元分布为随机型;当  $R < 1$  时, $\bar{r}_i < \bar{r}_E$ ,点单元趋于聚集分布。

#### 1.2.2 核密度估计法

核密度估计法(Kernel Density Estimation, KDE)<sup>[25-27]</sup>适用于任意一点随着位置变化而影响地理事件发生概率的情况,根据岛屿点分布的密度来判断粤港澳大湾区海岛的总体分布格局,岛屿点密集的区域事件发生的概率高于岛屿点稀疏的区域。根据概率理论,核密度估计的定义为:设点集: $X_1, X_2, \dots, X_n$ ,为从分布密度函数为  $f$  的总体中抽取的样本,核密度估计  $f$  在某点  $x$  处的值为  $f(x)$ ,表达式为:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x - X_i}{h}\right) \quad (2)$$

式中: $k\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$  称为核函数; $h$  为平滑参数或带宽, $h > 0$ ; $(x - X_i)$  为估值点  $x$  到事件  $X_i$  处的距离。影响核密度估计值的主要因素是核函数的数学形式和带宽的值<sup>[28-29]</sup>,带宽越大,估计的密度函数越平滑。

#### 1.2.3 洛伦兹曲线

洛伦兹曲线(Lorenz Curve)于 20 世纪初由统计学家 Lorenz 提出<sup>[27]</sup>,用于定性描述社会收入分配领域,即将研究区域所有人口按收入从低到高排序,将人口数量等分,得到每一等分的人口数量累计百分比和收入累计百分比,累计百分比对应的点描绘的曲线即为洛伦兹曲线。为了做到更为精确的定量描述,在洛伦兹曲线基础上,提出了基尼系数(Gini Coefficient)的概念<sup>[27]</sup>,其含义是实际洛伦兹曲线与绝对平均线所包围的面积  $A$  占绝对平均线与绝对不平均线之间的面积( $A + B$ )的比重,用公式表示为:

$$G = \frac{A}{A + B} \quad (3)$$

基尼系数的取值范围在 0 ~ 1 之间,其越趋近于 0 表示越均衡,反之表示越不均衡<sup>[30]</sup>。由于面积  $A$  和  $B$  在实际计算中无法精确求得,诸多学者推出近似解算方法,如一种简便的计算公式<sup>[31]</sup>:

$$G = 1 - \frac{1}{n} \left( 2 \sum_{i=1}^{n-1} W_i + 1 \right) \quad (4)$$

式中: $W_i$  表示从第 1 组到第  $i$  组人口累计收入占全部人口总收入的百分比, $n$  为人口组数。海岛的空间分布具有和社会收入分配类似的均衡性问题,本研究中  $W_i$  为海岛陆域面积实际数据累计百分比, $n$  为海岛数量分组组数。

## 2 研究区概况

粤港澳大湾区有 850 个海岛(含 1 个省直属海岛),隶属惠州市、东莞市、深圳市、广州市、中山市、珠海市和江门市,其中有居民海岛 31 个,无居民海岛 819 个。湾区东至  $115^\circ 25' 18''E$ ,西至  $111^\circ 59' 52''E$ ,南至  $21^\circ 01' 44''N$ ,北至  $23^\circ 37' 20''N$ ,占广东省国土面积的 0.6%,海域面积 2.01 万  $km^2$ ,大陆海岸线长 1 479.9 km。

海岛在大亚湾、珠江口、广海湾等海域均有分布,地理坐标范围为  $112^\circ 18' 55'' \sim 115^\circ 07' 28''E$ ,  $21^\circ 27' 45'' \sim 23^\circ 05' 02''N$ ,东至点为针头岩,南至点为大帆石,西至点为砧板排,北至点为大吉沙,东西横跨约 290 km,南北纵跨约 180 km。

3 研究结果

3.1 空间分布规律

将粤港澳大湾区海岛抽象为点要素,得出湾区海岛理论最邻近距离与平均最邻近距离二者的比值(最邻近点指数) $R=0.21$ 。根据  $R$  值判断, $R<1$ ,粤港澳

大湾区海岛在空间上趋于集聚分布。

3.2 空间分布格局

经过多次试验发现,粤港澳大湾区海岛数量密度估计以 10 km 为最佳带宽,即设定  $h=10$  km 效果最佳,海岛总体空间分布格局如图 1 所示。

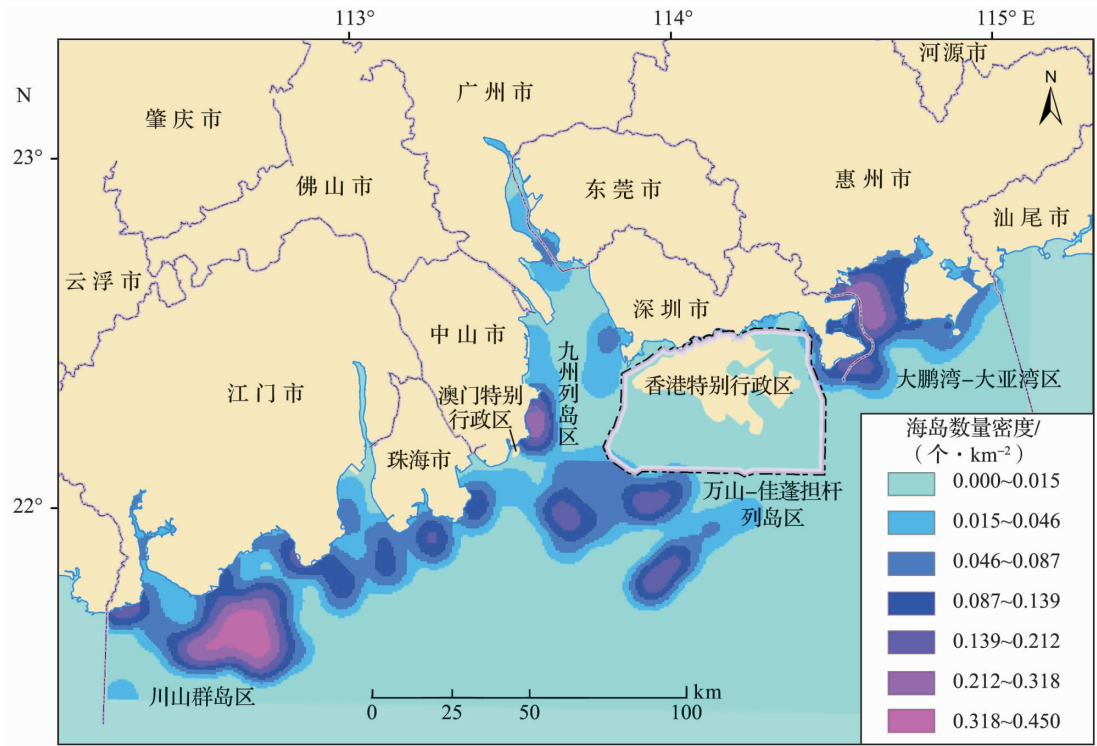


图 1 粤港澳大湾区海岛总体空间分布格局

Fig. 1 The spatial distribution of islands in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

由图 1 可知,粤港澳大湾区海岛呈现总体带状分布,局部组团分布的特点。从总体来看,形成湾区西部海岛分布带;从局部来看,形成 4 个明显的集聚区,分别是大鹏湾-大亚湾区、九州列岛区、万山-佳蓬担杆列岛区、川山群岛区;另外,三灶镇东部沿岸、高栏列岛区、广海湾东部以及镇海湾西部海岛分布较为集中。

在统计海岛数量密度的基础上,进一步分析海岛

面积密度,即每平方公里海域中的海岛面积,其为评估海岛承载力的重要因素。根据粤港澳大湾区海岛分布明显集聚的特点,仅研究 4 个明显集聚区中,海岛数量密度在 0.015 个/ $\text{km}^2$  以上范围内的海岛面积密度。研究发现:大鹏湾-大亚湾区、九州列岛区、万山-佳蓬担杆列岛区、川山群岛区的海岛面积密度分别为:0.013 9、0.091 0、0.039 1 和 0.157 8(表 1)。

表 1 4 个明显集聚区的海岛分布情况统计表

Tab. 1 Island distribution statistics of 4 cluster areas in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

| 集聚区        | 海岛数量/个 | 区内海岛陆域面积/ $\text{km}^2$ | 集聚区面积/ $\text{km}^2$ | 海岛面积密度  |
|------------|--------|-------------------------|----------------------|---------|
| 大鹏湾-大亚湾区   | 196    | 18.86                   | 1 359.15             | 0.013 9 |
| 九州列岛区      | 52     | 37.65                   | 413.79               | 0.091 0 |
| 万山-佳蓬担杆列岛区 | 147    | 81.90                   | 2 095.21             | 0.039 1 |
| 川山群岛区      | 242    | 239.17                  | 1 515.66             | 0.157 8 |

由表 1 可知,4 个明显的集聚区在数量和面积密度上存在空间差异和不一致性。首先,从海岛数量密

度上来看,从多到少依次为:川山群岛区、大鹏湾-大亚湾区、万山-佳蓬担杆列岛区、九州列岛区;其次,从海岛

面积密度方面分析,从大到小依次为:川山群岛区、九州列岛区、万山-佳蓬担杆列岛区、大鹏湾-大亚湾区。综上,川山群岛区海岛数量最多,面积密度最大,集聚度高,海岛承载力相对较好;九州列岛区海岛数量最少,面积密度较大,集聚度一般,海岛承载力相对较好;大鹏湾-大亚湾区、万山-佳蓬担杆列岛区海岛数量居中,面积密度较小,其集聚度和海岛承载力均为一般。

### 3.3 近陆距离分析

海岛的开发、保护与管理都离不开强大的经济腹地,研究海岛的近陆距离对海岛开发利用十分必要。本研究以广东省人民政府 2008 年公布岸线作为基准,分析粤港澳大湾区海岛的近陆距离。结果表明:全省 850 个海岛中,距岸最近的仅 2 m、最远的 57 km,平均距离约 12 km,粤港澳大湾区海岛近陆距离情况如图 2 所示。

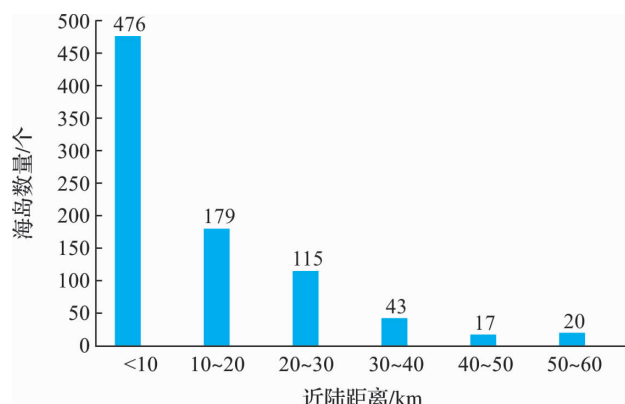


图 2 粤港澳大湾区海岛近陆距离统计图

Fig. 2 Statistics of straight line distance between islands and mainland in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

分析图 2 可知,研究区域随着距大陆岸线最近距离的增加,海岛数量在减少,其中 56% 的海岛近陆距离在 10 km 以内。根据海岛分类体系<sup>[22]</sup>划分,粤港澳大湾区海岛以沿岸岛为主。沿岸岛是发展海洋经济的“第 2 经济带”<sup>[32]</sup>,这一结果为海岛在粤港澳大湾区发展中发挥重点平台作用提供了科学支撑。

### 3.4 岛陆面积分析

海岛作为一个相对独立的地理单元,是海陆兼备的重要海上国土,亦是湾区发展的重要载体。湾区 850 个海岛面积差异明显,岛陆面积从 3 m<sup>2</sup> 到 137 km<sup>2</sup> 不等,分布不均衡。利用洛伦兹曲线对研究区内海岛面积进行分析(具体数据见表 2),绘制反映大湾区海岛面积分布差距的海岛洛伦兹曲线,如图 3 所示。

表 2 粤港澳大湾区海岛数量以及陆域面积累计百分比统计表

Tab. 2 Accumulative total percentage distribution of island number and the corresponding land area in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

| 海岛数量分组 | 海岛数量累计百分比/% | 海岛陆域面积累计百分比/% |
|--------|-------------|---------------|
| 1      | 10          | 0.000 2       |
| 2      | 20          | 0.000 9       |
| 3      | 30          | 0.002 3       |
| 4      | 40          | 0.004 7       |
| 5      | 50          | 0.009 6       |
| 6      | 60          | 0.024 1       |
| 7      | 70          | 0.071 1       |
| 8      | 80          | 0.226 0       |
| 9      | 90          | 1.250 4       |
| 10     | 100         | 100.0         |

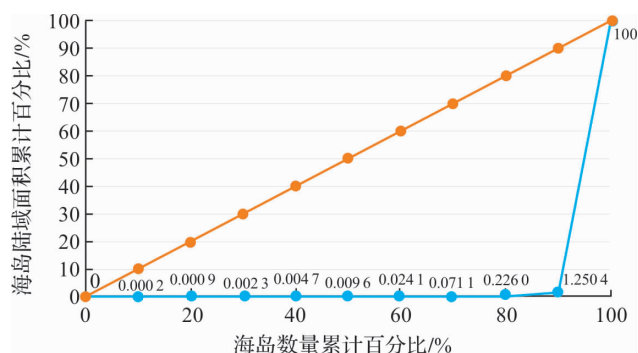


图 3 粤港澳大湾区海岛洛伦兹曲线

Fig. 3 Lorenz Curve based on island number and the corresponding land area in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

由图 3 可知,在均等 10 组海岛数量累计百分比数据中,海岛陆域面积累计百分比在前 9 组数据中变化细微,而在第 10 组数据变化剧增,表明海岛陆域面积在空间上分布极不均匀,面积分布差距大。

在图 3 分析的基础上,定量分析大湾区岛陆面积分布的均衡性。将海岛数量累计百分比和海岛陆域面积累计百分比代入公式(4),得到基尼系数  $G=0.58$ 。参考联合国有关组织对国民收入分配基尼系数的分级规定<sup>[33]</sup>, $G$  值大于 0.5,表明粤港澳大湾区海岛面积分布差距悬殊。

## 4 讨论

粤港澳大湾区海岛资源空间分布规律、分布格局、近陆距离以及岛陆面积等特征,是自然环境、社会经济综合作用的结果,以自然作用为主。从成因方面分析,粤港澳大湾区海岛大部分属于基岩岛,由燕山

期花岗岩组成,其主要由华南构造体系地质时期地质构造演化、地壳运动和海陆变迁形成;从地质构造方面分析,华南海岸带处于华南褶皱系的南缘,地质构造主要为东西向、南北向和华夏向,以东西向和华夏向构造为主,组成广东海岸带海岛的构造骨架<sup>[33]</sup>。

根据粤港澳大湾区海岛洛伦兹曲线图以及基尼系数可知,粤港澳大湾区海岛面积分布差距悬殊。粤港澳大湾区 850 个海岛总面积约 655 km<sup>2</sup>,其中陆域面积大于 10 km<sup>2</sup> 的 11 个海岛总面积约 500 km<sup>2</sup>,占海岛总面积的 76%;在 11 个海岛中,面积最大的为上川岛,海岛面积约 137 km<sup>2</sup>,占海岛总面积的 20%;其余 839 个海岛中,有 830 个陆域面积在 0.000 5~0.500 0 km<sup>2</sup> 之间,其面积和约 97 km<sup>2</sup>,占海岛总面积的 15%,比例小于第 1 大岛上川岛。以上分析,再次论证了粤港澳大湾区海岛面积分布的不均衡性。

## 5 结论

本文通过 GIS 的空间分析和绘制洛伦兹曲线、计算基尼系数,对粤港澳大湾区海岛的空间分布特征进行了分析与研究,结论如下:

(1)粤港澳大湾区海岛在空间上趋于集聚分布。将粤港澳大湾区海岛抽象为点要素,得出湾区海岛理论最邻近距离与平均最邻近距离二者的比值(最邻近点指数) $R=0.21$ 。

(2)粤港澳大湾区海岛分布呈现出总体带状、局部组团的特点。从总体来看,形成湾区西部海岛分布带;从局部上来看,形成 4 个明显的集聚区,分别是大鹏湾-大亚湾区、九州列岛区、万山-佳蓬担杆列岛区和川山群岛区;另外,三灶镇东部沿岸、高栏列岛区、广海湾东部以及镇海湾西部分布较为集中。从海岛面积密度分析看,4 个明显的集聚区从高到低排序为:川山群岛区>九州列岛区>万山-佳蓬担杆列岛区>大鹏湾-大亚湾区,密度值分别为:0.157 8、0.091 0、0.039 1 和 0.013 9。4 个明显的集聚区在海岛数量分布和面积密度上存在空间差异和不一致性。川山群岛区海岛数量最多,面积密度最大,集聚度高,海岛承载力相对较好;九州列岛区海岛数量最少,面积密度大,集聚度一般,海岛承载力相对较好;大鹏湾-大亚湾区和万山-佳蓬担杆列岛区海岛数量居中,面积密度较小,其集聚度和海岛承载力均为一般。海岛的地域组合影响粤港澳大湾区产业结构,总体带状和局部组团的组合适宜联动组团模式开发,同时,也要考虑海岛在数量分布和面积密度方面的匹配性,联动组团模式较为

适宜聚集度和承载力相对较好的海岛分布区域。

(3)粤港澳大湾区海岛以沿岸岛为主。该区域海岛随着距大陆岸线最近距离的增加,海岛数量减少,其中海岛总数量的 56% 近陆距离在 10 km 以内,这一结果为海岛在粤港澳大湾区发展中发挥重点平台作用提供了重要支撑。

(4)粤港澳大湾区海岛面积分布呈现不均衡性的特点。海岛数量累计百分比和海岛陆域面积累计百分比曲线和基尼系数(0.58),均表明了研究区海岛陆域面积在空间上分布极不均匀,面积分布差距大。这就要求粤港澳大湾区海岛开发需要进行合理的规划与调控,优化大湾区海岛资源配置,促进其海岛经济和健康持续发展。

## 参考文献(References):

- [1] 冯海波. 广东打造“八大湾区”促进海岸带综合保护与利用[N]. 广东科技报, 2017-12-22(3).  
FENG Hai-bo. Guangdong builds “Big Bay Area” to promote comprehensive protection and utilization of coastal zones [N]. Guangdong Science and Technology News, 2017-12-22(3).
- [2] 秦伟山, 张义丰. 国内外海岛经济研究进展[J]. 地理科学进展, 2013, 32(9): 1401-1412.  
QIN Wei-shan, ZHANG Yi-feng. Research progress on island economy [J]. Progress in Geography, 2013, 32(9): 1401-1412.
- [3] 徐国旋, 黄卫凯, 周厚诚. 广东省沿海岛屿在经济建设中的地位[J]. 海洋与海岸带开发, 1993(3): 36-38.  
XU Guo-xuan, HUANG Wei-kai, ZHOU Hou-cheng. The status of coastal islands in Guangdong Province in economic construction [J]. Ocean and Coastal Zone Development, 1993(3): 36-38.
- [4] 罗民刚. 广东省海岛资源开发与相关产业选择[J]. 热带地理, 1996(3): 244-250.  
LUO Min-gang. Development of the island resources in Guangdong and the selection of relevant industries[J]. Tropical Geography, 1996(3): 244-250.
- [5] 郑伟仪. 深入学习贯彻《海岛保护法》全面推进广东海岛保护管理工作[J]. 海洋开发与管理, 2010, 27(2): 60-61.  
ZHENG Wei-yi. Deeply study and implement the “Island Protection Law” and comprehensively promote the protection and management of islands in Guangdong [J]. Ocean Development and Management, 2010, 27(2): 60-61.
- [6] 邓松, 蔡兵, 汤超莲, 等. 广东省惠州市海岛开发与管理[J]. 海洋开发与管理, 2010, 27(5): 5-8.  
DENG Song, CAI Bing, TANG Chao-lian, et al. Island development and management of Huizhou City, Guangdong Province [J]. Ocean Development and Management, 2010, 27(5): 5-8.
- [7] 黄丹丽. 广东无居民海岛保护与利用政策研究[J]. 广东海洋大学学报, 2013, 33(5): 27-30.

- HUANG Dan-li. Research on the policy of uninhabited island protection and utilization in Guangdong[J]. Journal of Guangdong Ocean University, 2013, 33(5): 27-30.
- [8] 史雪凤, 孙红, 龙超, 等. 广东省有居民海岛现状调查及对策研究[J]. 海洋开发与管理, 2015, 32(1): 41-48.
- SHI Xue-feng, SUN Hong, LONG Chao, et al. Investigation and countermeasure research on the status of residents' island in Guangdong[J]. Ocean Development and Management, 2015, 32(1): 41-48.
- [9] 曲林静. 广东海岛开发利用中基础设施建设有关问题初探[J]. 海洋信息, 2017(2): 44-47, 51.
- QU Lin-jing. Study on the related problems of infrastructure construction in the development and utilization of Guangdong islands[J]. Marine Information, 2017(2): 44-47, 51.
- [10] 钟金凤. 海岛旅游开发中的社区增权研究——以广东省湛江市特呈岛为例[D]. 广州: 暨南大学, 2013.
- ZHONG Jin-feng. Study on communities empowerment in island tourism development——A case from techeng island in Zhanjiang, Guangdong Province[D]. Guangzhou: Jinan University, 2013.
- [11] 邓小燕. 广东省无居民海岛旅游开发对策探析[J]. 港口经济, 2013(2): 48-49.
- DENG Xiao-yan. Analysis on the countermeasures for tourism development of non-resident islands in Guangdong Province[J]. Port Economy, 2013(2): 48-49.
- [12] 常立侠, 唐焕丽. 广东海岛旅游开发新视角: 世界知名旅游岛对广东海岛开发的启示[J]. 海洋开发与管理, 2015, 32(7): 59-63.
- CHANG Li-xia, TANG Huan-li. A new perspective of tourism development in Guangdong Island; The enlightenment of world famous tourism island to the development of Guangdong Island[J]. Ocean Development and Management, 2015, 32(7): 59-63.
- [13] 陈南江. 积极稳健地推进广东海岛旅游产业发展[N]. 亚太经济时报, 2015-12-10(8).
- CHEN Nan-jiang. Actively and steadily promote the development of tourism industry in Guangdong Island[N]. Asia-Pacific Economic Times, 2015-12-10(8).
- [14] 陈升忠. 广东海岛旅游资源开发及对策[J]. 海洋开发与管理, 1995(3): 1-7.
- CHEN Sheng-zhong. Development and countermeasures of tourism resources in Guangdong Island[J]. Ocean Development and Management, 1995(3): 1-7.
- [15] 曹洪麟, 蔡楚雄. 加强广东海岛的林业建设[J]. 广东林业科技, 1996, 12(3): 30-34.
- CAO Hong-lin, CAI Chu-xiong. Forestry development at island in Guangdong[J]. Guangdong Forestry Science and Technology, 1996, 12(3): 30-34.
- [16] 曹洪麟, 丘向宇. 广东海岛的森林立地分类与营林措施[J]. 广东林业科技, 1997, 13(3): 9-13.
- CAO Hong-lin, QIU Xiang-yu. Forest site classification and forest management steps on the islands of Guangdong Province[J]. Guangdong Forestry Science and Technology, 1997, 13(3): 9-13.
- [17] 利逸, 周厚诚. 广东海岛资源特征与开发对策[J]. 海岸工程, 2010, 29(1): 75-82.
- LI Yi, ZHOU Hou-cheng. Characteristics and exploitation policy for island resources in Guangdong[J]. Coastal Engineering, 2010, 29(1): 75-82.
- [18] 郑兆勇, 汤超莲, 陈特固, 等. 气候变暖对广东海岛风能发电影响的初步分析[J]. 海洋开发与管理, 2011, 28(1): 45-48.
- ZHENG Zhao-yong, TANG Chao-lian, CHEN Te-gu, et al. Preliminary analysis of the impact of climate warming on wind power generation in Guangdong Island[J]. Ocean Development and Management, 2011, 28(1): 45-48.
- [19] 李杏筠. 广东省海域海岛资源流转初探[J]. 海洋信息, 2017(4): 69-73.
- LI Xing-yun. Study on the circulation of island resources in the sea area of Guangdong Province[J]. Marine Information, 2017(4): 69-73.
- [20] 赵志敏, 施风霞. 广东省海域海岛地名特征分析[J]. 大连海事大学学报(社会科学版), 2016, 15(1): 41-44.
- ZHAO Zhi-min, SHI Feng-xia. Analysis of the geographical names of islands in Guangdong Province[J]. Journal of Dalian Maritime University(Social Science Edition), 2016, 15(1): 41-44.
- [21] 广东省海岛资源综合调查大队, 广东省海岸带和海涂资源综合调查领导小组办公室. 广东省海岛资源综合调查报告[M]. 广州: 广东科技出版社, 1995.
- Guangdong Provincial Island Resources Comprehensive Investigation Brigade, Guangdong Provincial Coastal Zone and Coastal Resources Comprehensive Investigation Leading Group Office. Comprehensive survey report of island resources in Guangdong Province[M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 1995.
- [22] 杨文鹤. 中国海岛[M]. 北京: 海洋出版社, 2000.
- YANG Wen-he. China island [M]. Beijing: China Ocean Press, 2000.
- [23] GAFFNEY V L, STANČIČ Z. GIS approaches to regional analysis: a case study of the island Hvar[J]. Znanstveni Institut Filozofske Fakultete, 1991, 97(4): .
- [24] 夏小明. 中国海岛(礁)名录[M]. 北京: 海洋出版社, 2012.
- XIA Xiao-ming. List of islands (reefs) in China[M]. Beijing: China Ocean Press, 2012.
- [25] 佟玉权. 基于 GIS 的中国传统村落空间分异研究[J]. 人文地理, 2014, 29(4): 44-51.
- TONG Yu-quan. Research on the spatial differentiation of Chinese traditional village based on GIS[J]. Humanities and Geography, 2014, 29(4): 44-51.
- [26] 曾艳. 广东传统聚落及其民居类型文化地理研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2016.
- ZENG Yan. Cultural geography research on traditional settlement and housing types in Guangdong[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2016.
- [27] 赵东洋, 雷利元, 尤广然, 等. 基于 GIS 和洛伦兹曲线的辽宁省海岛空间分布特征探析[J]. 海洋学研究, 2017, 35(1): 73-79.
- ZHAO Dong-yang, LEI Li-yuan, YOU Guang-ran, et al. Application of GIS and lorenz to study the spatial distribution charac-

- teristics of islands in Liaoning Province [J]. *Journal of Marine Sciences*, 2017, 35(1): 73-79.
- [28] 闫庆武, 卞正富. 基于 GIS-SDA 的居民点空间分布研究[J]. *地理与地理信息科学*, 2008, 24(3): 57-61.
- YAN Qing-wu, BIAN Zheng-fu. Study on distribution patterns of settlements based on GIS-SDA[J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2008, 24(3): 57-61.
- [29] 闫丽英, 韩会然, 陈婉婧, 等. 北京市住宿业空间分布格局及影响因素研究[J]. *经济地理*, 2014, 34(1): 94-101.
- YAN Li-ying, HAN Hui-ran, CHEN Wan-jing, et al. Distribution and influence factors of lodging industry in Beijing City[J]. *Economic Geography*, 2014, 34(1): 94-101.
- [30] 韩丽, 李锋, 王策, 等. 探究洛伦兹曲线模型及实例分析[J]. *云南民族大学学报(自然科学版)*, 2015, 24(3): 217-221.
- HAN Li, LI Feng, WANG Ce, et al. A Study of the models of the lorentz curve and some specific cases[J]. *Journal of Yunnan Minzu University(Natural Science Edition)*, 2015, 24(3): 217-221.
- [31] 张建华. 一种简便易用的基尼系数计算方法[J]. *山西农业大学学报(社会科学版)*, 2007, 6(3): 275-278.
- ZHANG Jian-hua. An convenient method to calculate Gini coefficient[J]. *Journal of Shanxi Agricultural University*, 2007, 6(3): 275-278.
- [32] 孙斌, 徐质斌. 海洋经济学[M]. 济南: 山东教育出版社, 2004.
- SUN Bin, XU Zhi-bin. *Marine economics*[M]. Ji'nan: Shandong Education Press, 2004.
- [33] 侯华丽, 吴尚昆, 王传君, 等. 基于基尼系数的中国重要矿产资源分布不均衡性分析[J]. *资源科学*, 2015, 37(5): 915-920.
- HOU Hua-li, WU Shang-kun, WANG Chuan-jun, et al. Uneven spatial distribution analysis of important Chinese mineral resources based on Gini coefficients[J]. *Resources Science*, 2015, 37(5): 915-920.
- [34] 钱宏林, 谢健, 娄全胜, 等. 广东省海岛保护与开发管理[M]. 北京: 海洋出版社, 2016.
- QIAN Hong-lin, XIE Jian, LOU Quan-sheng, et al. *Island protection and development management in Guangdong Province*[M]. Beijing: China Ocean Press, 2016.

## Study on spatial distribution characteristics of islands in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area

TANG Ling<sup>1</sup>, YANG Muzhuang<sup>2</sup>, WANG Yinxia<sup>3</sup>, GAO Yang<sup>3</sup>, TIAN Song<sup>3</sup>, DONG Di<sup>3</sup>

(1. *Guangdong Center for Marine Development Research, Guangzhou 510220, China;*

2. *School of Geography and Remote Sensing, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China;*

3. *South China Sea Institute of Planning and Environment Research, SOA, Guangzhou 510300, China)*

**Abstract:** The island is one of the core contents of the value of marine resources development and utilization. In order to reasonably develop, utilize and protect island resources in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area and optimize the industry structures and arrangement on islands, from the perspective of the spatial distribution of island resources, the role of islands in the development of the key platforms in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area was explored. The spatial distribution characteristics of islands in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area were investigated by application of ArcGIS software platform, Nuclear Density Estimation Method, Lorenz Curve and Gini Coefficient calculation based on the statistical data of 850 islands coordinates and land areas, which have been listed in the China Seas Island Standards Directory. The results show that the distribution type of islands in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area tends to be concentrated and presents the overall band distribution, the characteristics of local group distribution in space. The islands in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area have shaped the western part of the bay area and 4 obvious gathering areas, including Dapeng Bay-Daya Bay Area, Kyushu Islands Area, Wanshan-Jia Peng Islands Area, Chuanshan Islands Area. The islands in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area are mainly coastal islands and the area distribution of islands is characterized by an imbalance, with a Gini coefficient of 0.58.

**Key words:** Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area; island; spatial distribution; Kernel Density Estimation; Average Nearest Neighbor; Gini Coefficient