引文格式：李姗迟. 面向陆海统筹的广东省海洋地理实体构建与分析[J]. 地理空间信息, 2026, 24(1): 21-25. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2026.01.005

面向陆海统筹的广东省海洋地理实体构建与分析

李姗迟
（广东省海洋发展规划研究中心，广东 广州 510220）

摘　要：地理实体是新型基础测绘的重要工作对象和研究视角，但在海洋领域的研究较少。为实现陆海统筹的数据应用，利用与陆上地理实体兼容的资源描述框架，通过实体识别、特征提取、关系分析等技术从数据模型设计层面实现了海洋地理信息的实体化，从而为用户提供了轻量化、陆海一体的地理知识服务。研究成果已应用于广东省海域海岛管理，利用海域海岛地名普查、海域动态监视监测等数据构建海洋地理实体，从而实现海岛档案管理与检索、海洋产业发展趋势分析、用岛项目规划选址和海洋监管重点区域识别等应用。

关键词：海洋地理实体；资源描述框架；关联关系；知识服务；陆海统筹
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2026）01-0021-05

Construction and Analysis of Marine Geographical Entity for Land-sea Coordination in Guangdong Province

LI Shanchi
(Guangdong Marine Development Planning Research Center, Guangzhou 510220, China)

Abstract: Geographical entity is a crucial work object and research perspective in the realm of new basic surveying and mapping, yet research of the marine domain remains relatively scarce. To achieve land-sea coordination data applications, we employed a resource description framework compatible with terrestrial geographical entity, and realized the materialization of marine geographical information through technologies of entity recognition, feature extraction and relationship analysis at the data model design level, thereby providing users with lightweight, land-sea coordination geographical knowledge services. The research findings had been applied to the management of sea areas and islands in Guangdong Province. By leveraging the data of sea area and island toponymy census and dynamic marine monitoring, we constructed the marine geographical entities, which could realize applications such as island archive management and retrieval, marine industry development trend analysis, planning and site selection for island projects, and key area identification for marine supervision.

Key words: marine geographical entity, resource description framework, relationship, knowledge service, land-sea coordination

从2011年发布的测绘行业标准《地理信息公共服务平台 地理实体与地名地址数据规范》，到2018年发布的国家标准《地理实体空间数据规范》，再到2021年自然资源部发布的新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件，地理实体的概念和内涵得到不断丰富和完善。地理实体是现实世界中占据一定且连续空间位置和范围、单独具有同一属性或完整功能的地理对象，包括自然地理实体、人工地理实体和管理地理实体[1]。其本质是一种空间数据模型，应用方向包括新型基础测绘成果的数据组织和更新、实景三维可视化、地理知识服务构建等[2-5]。近年来在测绘系统建设[6-7]、国土空间规划与建设选址[8-9]、海岸带地区生态管理与生态修复[10-11]、区域发展优势分析[12]等研究中出现了大量陆海统筹、陆海一体视角和思维模式；但空间数据模型作为测绘和自然资源数据管理与应用的基础，较少从陆海统筹的视角进行针对性研究。

海洋空间是重要的国土空间，蕴藏着丰富的自然资源。由于海洋具有水体流动性、功能多样性、利用立体性等特点，海洋地理实体构建与陆上地理实体存在显著区别，具体表现为：①空间关系方面，海洋地理区域如海陆交接的滨海湿地、海岸带、大陆架等的边界具有一定的模糊性，无法精确清晰并具有详细的地址描述；②时间关系方面，海洋现象具有更强的变化性，且基本上是全局性变化[13-15]。目前存在不少关于海洋领域的时空数据模型研究，主要应用于海洋数据的存储、检索、可视化等方面[16-18]；但针对海洋地理实体的研究，特别是如何与陆上地理实体衔接构建陆海统筹的海洋地理实体，基本没有涉及。因此，结

项目来源：国家海洋科学数据中心粤港澳大湾区分中心（广东省科技计划）资助项目。
作者简介：李姗迟（1987—），硕士，高级工程师，从事海洋大数据运营工作，E-mail：xilulate@163.com。

合广东省实践，本文提出了海洋地理实体的构建方法，为实现面向陆海统筹的新型基础测绘和实景三维建设解决了数据模型设计层面的问题，并为后续海洋地理知识服务构建提供了技术支撑。

1 海洋地理实体构建

海洋地理实体构建遵循一般地理实体构建的基本规律，如实体抽取、时空关系和属性关系的特征分析等[19-21]，也可采用资源描述框架表示为三元组形式[22]，但也具有一定的专业特殊性。本文在借鉴一般地理实体构建方法的基础上，结合海洋特点和海洋数据的特殊性，提出了海洋地理实体的构建方法。

1.1 原始数据获取和信息抽取

海洋数据内容丰富，包括描述海洋大气、海洋水体和海底环境状态或特征的海洋环境类数据，描述海岸带和海洋中能供人类利用的天然物质、能源和空间的海洋资源类数据，以及对海洋环境、海洋资源实施调控和干预过程中产生的海洋管理类数据。存储类型包括结构化、半结构化和非结构化数据。通过信息抽取，提取原始数据中的实体对象、语义、空间和时间等信息。结构化数据可采用D2R映射技术进行信息抽取，半结构化、非结构化数据可采用深度学习、Bootstrapping等方法进行信息抽取。

1.2 实体识别

海洋地理实体的识别与陆上地理实体相似。海洋地理实体的表达框架为：

EtyRec={EtyName,EtyID,EtyType,EtySubtype}

式中，EtyName为地理实体名称；EtyID为实体标识码；EtyType、EtySubtype为实体类型和子类型。

根据海洋地理对象，海洋地理实体可分为自然地理实体、人工地理实体和管理地理实体3大类，其中自然地理实体包括海岛、海湾、岸滩等子类型；人工地理实体包括码头、海堤、桥梁、海上平台、人工渔礁、盐田、围海养殖、海底电缆等子类型；管理地理实体包括海岸线、开发利用权属、功能区划、生态修复项目、用海企业等子类型。

1.3 特征提取

海洋地理实体需提取的特征包括空间特征、时间特征和属性特征。

1）空间特征。海洋地理实体的空间特征既可以是基于定量坐标的精确表达，也可以是基于方位物空间关系的半精确表达，而在海域立体开发利用管理的现实需求下，海洋地理实体空间特征的表达应该是三维立体的。具体表达框架为：

SpatFeat={CoorX,CoorY,CoorZ;Landmark,Dire,Dist;SterSpa}

式中，CoorX、CoorY、CoorZ为统一空间参考系统下地理实体的三维坐标，以坐标点或坐标范围的形式表示地理实体的中心点位置或区域范围；Landmark、Dire、Dist分别为可表达地理实体相对位置的方位物、具体方位关系以及与方位物的距离；SterSpa为地理实体所在的立体分层，按照《海域使用管理法》和近年来自然资源部、各省市实践，将海洋空间由上至下划分为水面、水体、海床、底土4个部分。

2）时间特征。海洋地理实体的时间特征既可以是一连串时刻点和实体在该点的状态，也可以是一系列时间片段和实体在时段中发生的事件。时间特征包括离散型和连续型两种，前者主要指发生在海洋上不同事件之间的时间关系或者海洋对象的状态变化；后者则特指连续变化的海洋研究对象的时变关系，如叶绿素、悬浮物、海温、风场等海洋环境要素，这是陆上地理实体构建中鲜少出现的。具体表达框架为：

TempFeat={Time,EventName,EventDesc,Status}

式中，Time为事件发生或状态所处的时间点（段）；EventName为事件名称；EventDesc为事件描述信息；Status为地理实体所处状态，离散或连续。

3）属性特征。海洋地理实体的属性特征是在某种场景下对地理实体非空间信息的刻画，既可以是描述实体固有特征、物理存在状态等的基本属性，也可以是与有关管理业务紧密相关的管理属性，还可以是其他社会、经济、人文属性。具体表达框架为：

AttrFeat={AttrName1,AttrVal1;AttrName2,AttrVal2;…;AttrNameN,AttrValN}

式中，AttrNameN为地理实体的属性名称；AttrValN为相应属性名称的属性值。

1.4 关系分析

面向陆海统筹需求，海洋地理实体的关系分析采用可衔接陆上地理实体的表达框架，包括空间分析、时序分析和属性分析。

1）空间分析主要用于描述地理实体的拓扑、方向和距离等关系。在统一的空间基准下，通过GIS空间分析计算得到海洋地理实体之间的空间关系，即空间关联。具体表达框架为：

Rspat(A→B)={Top,Dire,Dist}

式中，Top为拓扑关系（包含、被包含、重合、相接、相离），其中包含、被包含、重合可定量表达重叠部分的面积，相离一般为邻近关系；Dire为方向关系，可通过方位角定量表达，若涉及竖直方向上的变

化，还可结合垂直角进行定量表达；Dist为距离关系，通过两个实体间的距离定量表达。

2）时序分析主要用于描述地理实体的时变特征，包括拓扑、方向、度量等内容。具体表达框架为：

$$Rtemp(A\rightarrow B)=\{Top,TimeA,TimeB\}$$

式中，Top为拓扑关系（包含、被包含、重合、先后）；TimeA、TimeB为地理实体A、B所处的时间点、时间段，从而定量表达两个地理实体间的时间距离。

特殊地，地理实体A和某时间点（段）Time的时间关系可表示为：

$$Rtemp(A,Time)=\{Top,TimeA\}$$

3）属性分析用于描述地理实体的属性特征。具体表达框架为：

$$Rattr(A\rightarrow B)=\{Type,Qual,Quan\}$$

式中，Type为关系类型（相关、函数、映射），其中相关关系表征两个实体属性间可能存在的非确定性关联关系，函数关系表征两个实体属性间可能存在的确定性函数依存关系，映射关系表示从单个或多个实体映射至新的实体；Qual、Quan为定性、定量关系的具体表达。

1.5　知识服务

通过知识图谱对上述特征和关系进行全局化的表达和聚合，进而在全局知识上进行一系列的知识问答、推理和推荐，从而为用户提供智能化、个性化、全方位的知识服务[23-25]。在陆海统筹方面，本文的海洋地理实体构建遵循一般地理实体构建的基本规律，与陆上地理实体模型兼容，可实现海洋地理实体和陆上地理实体在空间、时间、属性等特征上的一体化更新和关系分析，从而提供陆海一体的地理知识服务。

2　实证分析

2.1　研究区域与数据来源

广东省依海而生、向海而兴，是全国海洋经济第一大省，大陆海岸线长度居我国沿海各省区之首，是陆海统筹管理实施的重点区域。本文选取的研究区为广东省领海线范围内的海域海岛，地理范围为20.1°~23.7°N、109.3°~117.6°E，涉及海域面积为6.47万km^2，海岛（包括有居民海岛和无居民海岛）面积约为1 500 km^2。地理实体构建采用的多源异构数据成果见表1。

表1　实证分析数据描述

数据名称	数据类型	具体内容	用途
海域海岛地名普查	半结构化	海岛位置、形状、大小、地质条件等基础信息以及暗沙暗礁、海湾、海峡水道、岸滩、半岛、岬角的空间分布	构建海岛、海湾、岸滩等自然地理实体
无居民海岛四要素监测	结构化、非结构化	海岛数量、形态、开发利用、植被覆盖等情况监测	构建海岛、海岸线、开发利用权属等地理实体
无居民海岛历史遗留问题调查	结构化、非结构化	无居民海岛开发利用与确权变化情况、调查报告、处置报告、多媒体资料	构建海岛、开发利用权属等地理实体
海岸线修测	结构化、非结构化	海岸线分布、走向、长度、岸线类型、开发利用类型、岸滩稳定性、所属功能区划、海岸工程信息	构建海岸线等管理地理实体
海域动态监视监测数据	结构化	海域使用权属图斑和项目用海基本信息、宗海基本信息、预审信息、立项信息、论证信息、批复信息、初始登记信息、变更转让和续费信息、注销登记信息等数据	构建码头、海堤、桥梁、海上平台、人工渔礁、盐田、围海养殖、海底电缆、开发利用权属等地理实体
海岸带与海洋空间规划	结构化、半结构化	海岸带功能分区、海岸线分类保护、无居民海岛分区分类等数据	构建功能区划等管理地理实体
海洋生态修复项目	结构化、非结构化	项目名称、位置、资金调度、项目类型、状态、时间计划、责任主体、进度等信息	构建生态修复项目等管理地理实体
用海用岛企业	结构化、半结构化	产业类型、统一社会信用代码、单位名称、主要业务活动（或主要产品）、单位所在地、联系方式、是否为四上企业、成立开业时间等信息	构建用海企业等管理地理实体

2.2　地理实体构建实例

将上述数据成果中的海岛、海岛岸线、海湾、码头、海底电缆、桥梁、海堤、人工渔礁、海洋生态修复项目等海洋要素抽象为地理实体节点，基于GIS空间分析构建包含、被包含、相接、邻近等空间关联关系；从开发利用、生态修复等事件过程中提取实体的时间特征，分析时序关系；从实体的调查监测信息、规划信息和管理信息中提取和分析属性特征。基于地理实体构建成果，进行时空分析和地理知识服务。以海岛为例，全省1 963个海岛实体，在空间关系上，与5 178个海岛岸线实体、289个海湾实体、431个码头实体、152个海底电缆实体、82个桥梁实体、56个海堤实体、21个人工渔礁实体、47个海洋生态修复项目实体存在空间关联；在时序关系上，以海岛实体的

开发利用和生态修复活动为主线，梳理了127个无居民海岛实体的3 586个开发利用事件和47个生态修复事件；在属性关系上，海岛具有海岛名称、海岛编码、区属、海岛面积等基本属性以及有无户籍居民、开发利用状态、历史遗留问题情况等管理属性。

2.3 成果分析

2.3.1 海岛开发利用时空分析

1）时空分布特征。通过对无居民海岛实体及其关系的统计分析发现，2002—2023年海岛及其周边海域开发利用面积总体呈增长态势，2002—2016年增速较缓慢，只在2003年和2014年出现明显峰值，是由海底光缆、核电和深水网箱等大型用海项目所致；2017—2023年增速显著加快，说明广东省的用海用岛保障能力显著提升。海岛及其周边海域开发利用主要集中在珠三角区域，面积占比超过50%。

2）用海类型和用海方式。在用海类型方面，2002—2023年无居民海岛及其周边海域开发利用中面积最大的是交通运输用海和渔业用海，占比均接近30%，其次是工业用海，占比为24%；且在2019年以后均呈快速增加趋势。在用海方式方面，2002—2023年无居民海岛及周边海域开发利用中面积最大的是开放式用海，占比超过45%，且在2019年以后呈快速增加趋势。

3）海岛聚类分析。对无居民海岛实体的关联关系进行聚类分析，可结合用海类型和用海方式将开发利用的海岛分为渔业主导型、工业主导型、交通主导型、复合利用型和其他5类，其中数量最多的是交通主导型，占比达30%。在空间分布上，开发利用的无居民海岛在珠三角分布数量最多，占比超过50%，其中交通主导型最多；粤东占比近30%，其中交通主导型最多；粤西占比约为20%，其中渔业主导型最多。

2.3.2 应用场景分析

实体化的海洋地理信息可为用户提供轻量化、大众化的地理知识服务，并利用陆海地理实体模型的兼容性，将相关服务拓展至陆上地理实体，实现陆海一体的普适性地理知识服务。具体应用场景包括：

1）档案管理与检索。利用海岛地理实体分析成果构建“一岛一档案”，对海岛的基本信息、管理信息、时空关系等进行融合并标签化，方便用户对海岛知识的智能语义检索和查询，在统一视图里管控。

2）海洋产业发展趋势分析。抽取海岛地理实体用海用岛企业的工商信息、营业信息和用海相关信息，结合时序分析剖析不同时期用海企业类型、项目内容的变化，从而研判海洋产业发展趋势。

3）用岛项目规划选址。抽取海岛地理实体的资源现状、规划和开发利用等信息，为海岛及其周边海域建设工程选址提供符合性审查服务，为海域海岛使用技术论证提供参考。以海洋牧场选址为例，需符合离岸距离和水深、海岸带与海洋空间规划、养殖水域滩涂规划等要求，并不与已开发利用海域存在冲突，同时位于海洋物理环境、生物生态环境、海洋资源条件、避灾条件较好的区域。

4）海洋监管重点区域识别。利用地理实体关联化特征，实现时空上离散分布的海洋要素、环境、事件等的关联分析与挖掘，识别需加强监管的自然岸线、无居民海岛、用海项目等区域，为提升海洋开发利用和保护监管效能提供决策支持服务。

3 结 语

本文以广东省海域海岛数据为基础，提出了海洋地理实体的构建方法。采用与陆上地理实体相衔接的表达框架，通过实体识别、特征提取、关系分析等技术实现了海洋地理信息的实体化，从而为用户提供轻量化、大众化的地理知识服务。同时，本文所构建的海洋地理实体还存在特征体系表达不够全面、关联关系构建自动化程度不够高等问题，需要在进一步的研究中，扩充更多社会经济和生态环境等数据，并加强与机器学习、深度学习等方法的融合，提升关联关系构建的自动化与智能化程度。

参考文献

[1] 新型基础测绘与实景三维中国建设技术文件名词解释[EB/OL]. (2021-12-27)[2022-02-16]. https://gi.mnr.gov.cn/202112/t20211227_2715842. html

[2] 郭云嫣,刘全海,罗迪,等. 一种面向建设用地全生命周期管理的地理实体模型研究[J]. 地理空间信息,2024,22(10):26-29

[3] 林木棵,郭功举,刘一宁. 面向新型基础测绘的地理实体数据模型实现与应用[J]. 测绘通报,2021(增刊1):75-78

[4] 凌朝阳,李锐,吴华意,等. 语义驱动的地理实体关联网络构建与知识服务[J]. 测绘学报,2023,52(3):478-489

[5] 刘纪平,刘坡,翟亮,等. 基础地理实体的特征分析与表达初探[J]. 测绘科学,2023,48(8):1-9

[6] 江海建,周建营. 构建广东省统一深度基准的设想[J]. 地理空间信息,2018,16(9):90-94

[7] 丁仕军,祝明然. 融合新型多技术的陆海过渡带地形测绘[J]. 测绘通报,2020(10):79-84

[8] 古恒宇,吕迪,沈体雁,等. 基于陆海统筹思想的深圳市公共游艇码头选址研究[J]. 地理与地理信息科学,2018,34(5):74-79

[9] 李修颉,林坚,楚建群,等. 国土空间规划的陆海统筹方法探析[J]. 中国土地科学,2020,34(5):60-68
[10] 殷炳超,何书言,李艺,等. 基于陆海统筹的海岸带城市群生态网络构建方法及应用研究[J]. 生态学报,2018,38(12):4 373-4 382
[11] 袁涵蒙,唐豪,许植桐,等. 陆海统筹视角下滨海地区国土空间生态修复路径与实践[J]. 规划师,2024,40(2):89-97
[12] 盖美,徐玉梅,斯铁鑫. 陆海统筹视角下中国沿海地区陆海多要素的匹配测度及影响因素[J]. 自然资源学报,2023,38(7):1 863-1 879
[13] 苏奋振,周成虎,杨晓梅,等. 海洋地理信息系统原理、技术与应用[M]. 北京:海洋出版社,2005
[14] 赵美珍. 电子海图/海洋时空数据集成技术研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2010
[15] 薛存金,董庆. 海洋时空过程数据模型及其原型系统构建研究[J]. 海洋通报,2012,31(6):667-674
[16] Reitsma F,Albrecht J. Implementing a New Data Model for Simulating Processes[J]. International Journal of Geographical Information Science,2005,19(10):1 073-1 090
[17] Yu J, Zhang Z, Sarwat M. Spatial Data Management in Apache Spark: The GeoSpark Perspective and Beyond[J]. GeoInformatica,2019,23:37-78
[18] 谭凯中,秦勃,何亚文. 面向过程的海洋时空数据分布式存储与并行检索[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版),2021,51(11):94-101
[19] Peuquet D J,Duan N. An Event-based Spatiotemporal Data Model (ESTDM) for Temporal Analysis of Geographical Data [J]. International Journal of Geographical Information Systems,1995,9(1):7-24
[20] 王健健,王艳楠,周良辰,等. 多粒度时空对象关联关系的分类体系与表达模型[J]. 地球信息科学学报,2017,19(9):1 164-1 170
[21] 张亮,覃俊华,王爱华,等. 一种基于地理实体的时空数据模型设计[J]. 地理空间信息,2022,20(10):110-112
[22] 成波,关雪峰,向隆刚,等. 一种面向时空对象及其关联关系动态变化表达的概念数据模型[J]. 地球信息科学学报,2017,19(11):1 415-1 421
[23] Hoffart J, Suchanek F M, Berberich K, et al. YAGO2: A Spatially and Temporally Enhanced Knowledge Base from Wikipedia[J]. Artificial Intelligence,2013,194:28-61
[24] Wang S,Zhang X Y,Ye P,et al. Geographic Knowledge Graph (GeoKG): A Formalized Geographic Knowledge Representation[J]. ISPRS International Journal of Geo-information,2019,184(8):1-24
[25] 慎利,徐柱,李志林,等. 从地理信息服务到地理知识服务:基本问题与发展路径[J]. 测绘学报,2021,50(9):1 194-1 202

(上接第12页)

中，图像表现和实际精度指标均优于其他两种方法。

参考文献

[1] 李昕,胡柳茹,乔俊平,等. 利用高分七号激光测高数据评估不同全球DEMs[J]. 地理空间信息,2024,22(8):93-96
[2] 单杰,田祥希,李爽,等. 星载激光测高技术进展[J]. 测绘学报,2022,51(6):964-982
[3] 张明振,段江忠,卢世航. 机载激光雷达在森林火灾防控中的关键技术应用[J]. 科技和产业,2024,24(16):187-193
[4] 梅进军,胡文质,毛洪孝. 基于车载激光扫描系统的道路扩改建测量[J]. 测绘与空间地理信息,2024,47(4):193-195
[5] 刘东,陈斯婕,刘群,等. 星载环境探测激光雷达及其关键技术[J]. 光学学报,2022,42 (17):11-37
[6] 纪雪. 单波段机载测深 LiDAR 数据处理关键技术及应用[D]. 武汉:武汉大学,2021
[7] 王智勇,贾志国,邵光存,等. 基于光子共振隧穿的激光测距技术[J]. 光学学报,2024,44(8):281-289
[8] 魏婷婷. 船载激光雷达回波信号的采集存储方案及EWT降噪处理研究[D]. 桂林:桂林理工大学,2022
[9] 安忠毅. 基于深度学习的雷达微弱回波信号检测算法研究[D]. 南昌:南昌大学,2024
[10] 王品权. 机载测深激光雷达回波建模及处理方法研究[D]. 天津:天津大学,2021
[11] Soederman U, Persson A, Toepel J,et al. On Analysis and Visualization of Full-waveform Airborne Laser Scanner Data[C]. Conference on Laser Radar Technology and Applications,2005,5 791:184-192
[12] Guo K, Xu W X, Liu Y X, et al. Gaussian Half-wavelength Progressive Decomposition Method for Waveform Processing of Airborne Laser Bathymetry[J]. Remote Sensing , 2017 , 10(1):35
[13] Lin Y, Mills J P, Smith-voysey S. Rigorous Pulse Detection from Full-waveform Airborne Laser Scanning Data[J]. International Journal of Remote Sensing , 2010 , 31(5):1 303-1 324
[14] Zhou T, Popescu S C. Bayesian Decomposition of Full Waveform LiDAR Data with Uncertainty Analysis[J]. Remote Sensing of Environment,2017,200:43-62
[15] Li D, Xu L J, Li X L. Full-waveform LiDAR Echo Decomposition Based on Wavelet Decomposition and Particle Swarm Optimization[J]. Measurement Science and Technology,2017,28(4):45 205
[16] 王兵团. 平面曲线离散点集拐点的快速查找算法[J]. 北方交通大学学报,2001,25(6):85-87