

# 海域立体分层利用的空间冲突及管理 ——基于时空行为视角

李彦平<sup>1,2,3</sup>, 陈逸洋<sup>4</sup>, 刘大海<sup>1,2</sup>, 樊明蕾<sup>1</sup>

(1. 自然资源部第一海洋研究所, 青岛 266061; 2. 自然资源部海岸带科学与综合管理重点实验室, 青岛 266061; 3. 中国海洋大学环境科学与工程学院, 青岛 266100; 4. 中国海洋大学经济学院, 青岛 266100)

**摘要:** 海域立体分层利用能够显著提高空间利用效率、缓解资源紧缺难题,但也会带来新的空间冲突。对用海活动的空间使用主体进行解构,挖掘用海活动的时空行为规律及关键影响因素,揭示海域空间立体分层利用的空间冲突形成机制,探寻可行的协调路径,为海域空间立体化管理提供支撑。研究表明:(1)用海活动的空间使用特征是海域立体分层利用的关键影响因素;(2)海域立体分层利用的空间冲突,是以空间排他性为准则的框架下,不同用海活动空间范围重叠的问题;(3)海域立体分层利用的空间冲突包括空间侵入、空间剥夺和空间限制三种情形;(4)空间使用主体的机动性、海域开发利用活动的规范性、用海活动的空间范围是影响空间冲突形成的关键因素。因此,可从以下方面进行空间冲突管理:协调海域立体分层利用的空间冲突,应加强建设和维护期的施工管控,加强利益相关者协调,统一用海活动三维宗海界定标准,优化海洋空间规划与用途管制。

**关键词:** 海域立体分层利用;空间冲突;时空行为;排他性;空间足迹

海域是海洋经济活动的空间载体,具有资源分布立体性、利用方式多宜性、空间边界开放性特征<sup>[1]</sup>。随着海洋开发利用规模的持续增长,近岸海域空间资源的稀缺性日益凸显。据统计,海岸线向海1 km范围内的海域开发利用强度已超过80%<sup>[2]</sup>,这不仅加剧了空间利用矛盾,也增加了海洋工程尤其是海底电缆管道、跨海大桥、海底隧道等线性基础设施建设选址的难度<sup>[3]</sup>。近年来逐渐成熟的立体分层用海模式成为解决上述问题的有效路径。海域立体分层利用是指两种(或两种以上)用海活动同时使用同一海域不同深度的开发利用模式,具有空间重叠性和时间同步性特征。国内早期实践大多以解决线性基础设施与其他用海活动的空间冲突为目的,如早在2015年,原国家海洋局就以个案形式探索了海域立体分层利用模式,解决了福鼎市和连云港市两例跨海大桥与核电温排水用海重叠的问题。与此同时,海域使用权立体分层设权(以下简称海域立体确权)制度改革逐渐深化。2016年,原国家海洋局印发《关于进一步规范海上风电用海管理的意见》,提出“鼓励实施海上风电项目与其他开发利用活动使用海域的分层立体开发,最大限度发挥海域资源效益”;2019年4月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于统筹

收稿日期: 2023-02-13; 修订日期: 2023-06-18

基金项目: 国家重点研发计划项目(2022YFC3800801); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金青年基金项目(2022Q07); 江苏省海洋科技创新专项(JSZRHYKJ202203)

作者简介: 李彦平(1989-)男,山东烟台人,硕士,工程师,研究方向为海洋空间规划与用途管制。

E-mail: liyanping@fio.org.cn

通讯作者: 刘大海(1983-),男,安徽安庆人,博士,正高级工程师,博士生导师,研究方向为海洋空间规划与政策。E-mail: liudahai@fo.org.cn

推进自然资源资产产权制度改革的指导意见》，首次从中央层面提出“探索海域使用权立体分层设权”；2021年12月，国务院办公厅印发《要素市场化配置综合改革试点总体方案》，进一步强调将海域使用权立体分层设权作为合理有序用海的措施。以上文件的实施，肯定了海域空间管理从“平面化”向“立体化”转变的趋势，海域立体分层利用成为释放海域资源要素潜能的有效路径<sup>[4]</sup>。自2020年以来，河北省、浙江省、广东省、深圳市、象山县等沿海地方政府加快推进海域立体分层利用的项目和制度实践，“光伏+养殖”“海底电缆管道+港池/桥梁”等多种海域立体分层利用模式得到广泛应用，有效解决了海域利用冲突问题，提升了海域空间利用效率。

目前，国外尚未提出立体分层的用海模式，但欧洲国家开展的多用途用海（Ocean Multi-use）实践与中国海域立体分层利用模式具有一定的相似性。多用途用海，即多种不同的用海活动组合布局在同一地点或整合在多用途平台上<sup>[5]</sup>，其特点在于将某一特定的海洋空间分配给多个用海主体，包括功能融合（Multi-Purpose/Multi-Functional）、协同利用（Symbiotic use）、共址（Co-existence/Co-location）、再利用（Subsequent use/Repurposing）四种基本模式<sup>[6]</sup>。海域立体分层利用属于多用途用海中的特殊情形，并衍生出诸多可行的组合模式<sup>[6]</sup>，当前实践中具有显著代表性的即海上风电与海水养殖立体用海。目前，针对多用途用海的相关研究多集中空间冲突识别<sup>[7]</sup>以及海上风电与海洋渔业立体分层利用的效益评估<sup>[8]</sup>与项目选址<sup>[9]</sup>等领域。

早在10年前，国内学者就提出以“水面、水体、海床和底土”为基本单元，将海域使用权进行竖向分割的海域权属管理方式，并从法律规制、利益相关者协调等不同视角开展了相关研究，为沿海地方政府开展海域立体确权提供了法律依据<sup>[10-12]</sup>。在此基础上，海域立体化管理的相关配套制度也引起广泛关注，如探索海洋立体空间规划、创新三维海籍登记制度、优化海域使用论证和有偿使用制度、加强利益相关者协调及构建三维数据库等<sup>[13-15]</sup>。然而，由于海域是连续分布、没有明确边界的开放空间，相邻用海活动的安全性、效率及建设运营成本等受到影响，使空间利用面临更多不确定的因素。在海域开发利用中，空间协调和用海安全总是优先于效率提升。因此，空间冲突是海域管理首先要考虑的问题。目前，海域立体分层利用模式的相关研究大多面向项目需求或依靠研究者的主观分析和经验判断，抑或是从法律视角阐述相邻空间权利之间交叉问题<sup>[16]</sup>，尚缺少对海域立体空间利用内涵与空间使用特征的深刻把握，尤其对空间冲突形成过程、协调机制等研究较少，使相关实践缺少足够的理论和技术依据。

基于此，本文从用海活动的时空行为入手，通过解构用海活动的空间使用主体，细致刻画用海活动的空间使用特征，并在此基础上揭示立体分层用海中空间冲突的形成机制及关键影响因素，进而为海域空间立体化管理提供支撑。

## 1 海域空间利用的再认识

海域空间兼具物理、法律、功能等多种属性（图1），以往研究中，空间利用的研究对象一般为空间权利及其权利享有者<sup>[17]</sup>，抑或是海域空间的功能或用途<sup>[18,19]</sup>，忽视其物理属性。从物理层面来看，海域空间利用实际上是各种物理实体占用海域空间并按照一定规律发生的各种空间行为，包括功能发挥、空间位置变化、与周围环境相互作用等。这

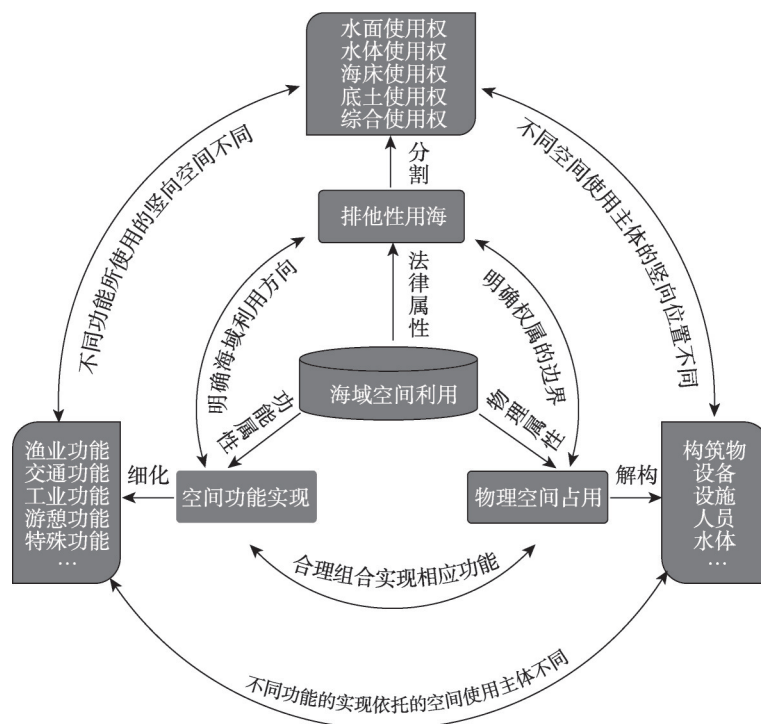


图1 海域空间利用的三种属性及联系

Fig. 1 Three attributes and relations of sea space utilization

些物理实体即用海活动的空间使用主体，它们通过静态和动态两种方式实现对空间的“占用”：一是空间使用主体本身具有一定的体积，其体积大小对占用空间的大小具有直接影响，这种空间占用方式具有完全排他性；二是空间使用主体的位移随时间变迁而变化，空间使用主体的运动轨迹所包络的范围也是其占用的空间，这种空间占用方式具有相对排他性。对照《海域使用分类》逐一梳理，用海活动实施过程中的空间使用主体一般包括构筑物、设备、设施、人员、水体等（表1）。这些物理实体与海洋空间、海洋环境、海洋资源等构成一个完整的系统，在组织者（可能是海域使用权人、工人等）的统一操控下实施开发利用活动，实现海域的功能价值；而管理者则依据空间使用主体占用的空间范围，界定其宗海界址与权属范围，进行权属管理。

由此可见，海域开发利用的排他性，首先是物理意义上的排他性，即因占用特定的物理空间而限制其他物理实体进入；其次是法律意义上的排他性，即海域特定空间已设置海域使用权后，无法重复设置海域使用权。这反映出海域空间使用主体是决定用海活动空间使用特征的关键要素，体现为：（1）空间使用主体的类型、功能、数量等各方面存在显著差异，深刻影响其在海域空间中的位置及变迁。所有空间使用主体运动轨迹的最小包络范围，即用海活动的最小物理空间范围，这是进行竖向空间权属划分的重要依据。（2）用海活动在建设、运营和维护等不同实施阶段的空间使用主体不同，决定了用海活动在不同实施阶段的空间使用特征存在显著差异。以海底电缆用海为例，建设和维护期主要以施工船（设备）发挥关键作用，使用海域的水面、水体和海床三层空间；而

表1 典型用海活动的空间使用主体示例  
Table 1 Examples of space use subjects of typical ocean uses

海洋开发利用活动		各实施阶段空间使用主体
海水养殖	筏式养殖	设施（浮筏、缆绳、固定设施）、设备（渔船）、人员（养殖工人）
	网箱养殖	设施（网箱、系泊及附属设施）、设备（渔船）、人员（养殖工人）
	底播养殖	设备（渔船）、人员（养殖工人）
	围海养殖	构筑物（堤坝）、人员（养殖工人）
	人工鱼礁	构筑物（礁体）、设备（施工船）
港口航运	港口	设备（船只）、构筑物（引桥、堤坝等设施）
	航道	设备（船只）、设施（航行标志）
	锚地	设备（船只）、设施（锚）
休闲娱乐	浴场	人员（游人）、设施（浮标）
	游乐场	人员（游人）、设备（游艇、帆板等）
海上风电	风机	构筑物（风机座墩）、设备（施工船）
	海底电缆	设施（海底电缆）、设备（施工船）
跨海大桥桥梁		构筑物（桥梁）、设备（施工船）
核电温排水		构筑物（取/排水渠、管道）、水体（温排水）
海底隧道		构筑物（隧道主体、海底附属设施、通风竖井等）

在运营期则以海底电缆（设施）发挥关键作用，使用海床空间。（3）海洋开发利用过程中，可能不止一种空间使用主体占用海域空间，用海活动的空间使用特征受多种空间使用主体共同影响。（4）不同空间使用主体的机动性存在显著差异，机动性越强，其占用的空间往往越大，也越难确定范围；反之亦然。

总之，海域立体分层利用的出发点在于竖向空间的合理配置，竖向空间互斥是基本前提，因而用海活动的空间使用特征成为决定海域立体分层利用的关键因素。在用海活动实施过程中，空间使用主体的构成及位置变迁具有相对稳定性和规律性。因此，通过对用海活动的空间使用主体进行解构，挖掘用海活动的时空行为规律，剖析其在不同实施阶段的空间使用特征，进而揭示海域空间立体分层利用中的空间冲突形成机制，有助于海域立体分层利用研究从经验判断向客观评价转变。

2 海域立体分层利用中空间冲突的关键问题探究

2.1 理论与方法

2.1.1 时空行为理论的引入

行为具有生命周期，在不同的时间阶段，行为会带来时空对象几何、属性以及空间关系的变化，进而产生多维复杂影响<sup>[20]</sup>。时空行为的概念由 Hägerstrand<sup>[21]</sup>提出，是时间地理学的理论基础，指人类活动的行为路径在空间和时间上的表现形式，包括空间分布情况与空间使用频率和密度，常被用作描述人类活动占用环境的时空特征。1969年，Hägerstrand等<sup>[22]</sup>在会议报告中完整阐述了时间地理学思想与方法，以微观个体的研究视角，将时间与空间结合起来，开拓了个人日常行为分析的方法论基础，也为时空行为研究提供了理论支撑。进入21世纪，城市空间的合理规划问题得到关注，国内学者开始

探索基于时空行为视角的城市规划与治理体系研究。研究内容方面,主要着眼于中国城市居民的时空间行为模式,并拓展至规划应用领域<sup>[23]</sup>,多关注日常生活<sup>[24-29]</sup>、低碳社会<sup>[30]</sup>、智慧城市<sup>[31]</sup>、公共安全<sup>[32]</sup>等热点问题,探索在城市交通<sup>[33,34]</sup>、旅游<sup>[35-37]</sup>和城市规划<sup>[38]</sup>等公共政策领域中的实践应用<sup>[23]</sup>。目前,中国时空间行为研究关注城市空间重构的描述与解释,强调国内城市空间与居民个体行为之间的互动关系<sup>[23]</sup>,应用多种研究方法,在时空行为理论框架下,结合个体时空行为大数据,细致刻画居民行为的时空特征,从而为城市规划与公共治理实践提供理论支持,呈现出精细化、动态化的趋势。

时间地理学视角下,行为是时空主体随时间推移而产生的自身状态的变迁,包括空间行为、属性行为、关系行为以及复合行为等四种类型。海洋开发利用过程是一个包含建设、运营、维护等完整周期的连续过程,需要从时间和空间两个维度对用海主体的空间使用特征进行综合考虑。将空间使用主体的行为纳入时空本体进行表达可知,海洋开发利用活动可以视为空间使用主体在组织者操控或外部环境干扰下的状态变化,其时空行为具有复杂性、时态上的延续性等特征,与传统的时空行为研究具有相似性,不过,本文主要研究其空间行为(空间位置变迁)。因此,通过分析海洋开发利用中空间使用主体的空间位置变迁,能够细致刻画其时空特征,从而为海域立体分层利用提供理论和技术支撑。

海洋资源在空间分布上具有整体性特征,海域往往是渔业资源、海水资源、海洋化学资源、空间资源等多种资源的复合空间,但特定用海活动往往只涉及一种资源利用过程,且海洋资源在竖向维度的分布具有相对的稳定性。本文基于当前海域管理实践,将海域竖向空间划分为水面(含上覆空间)、水体、海床和底土。可以发现:渔业资源、海水资源、化学资源一般分布于水体,景观资源、可再生能源一般分布于水面,矿产资源一般分布于底土;空间资源则可按照水面、水体、海床、底土等进一步细分,承载不同用海活动<sup>[1]</sup>。因而,受资源竖向分布特征影响,在海洋开发利用过程中,空间使用主体在竖向位置上将呈现出相对稳定的规律性,从而可以通过追踪用海活动的空间足迹探寻其竖向空间使用特征。基于此,本文通过分解空间使用主体,逐一分析其不同阶段的空间足迹,进而明确用海活动在全生命周期的空间范围与位置变化特征,支撑空间冲突分析(图2)。

### 2.1.2 研究方法

根据《海域使用管理法》,海域使用是指持续使用特定海域3个月以上的排他性用海活动。从法律层面来看,排他性一般指禁止用海活动空间范围的重叠,需要符合“一物一权”的原则。根据前文分析,空间使用主体的位置超出“权利范围”是空间冲突形成的关键环节。从时空行为理论来看,空间位置变化是空间行为的结果。因此,追踪空间使用主体在各个阶段的空间足迹,对用海活动的空间范围进行准确合理的界定,是阐明海域立体分层利用空间冲突形成过程的有效方式。

采用时空行为理论方法确定用海活动的竖向空间范围,首先要获取用海活动在各个阶段的空间足迹。尽管海域开发利用活动是一个连续的实施过程,但研究中很难获取通常意义下空间足迹的统计规律性。因此,本文在传统时空行为研究思路的基础上,借助专家打分法,以建设期、运营期和维护期作为时空对象的时间序列,以空间使用主体所



第三步，汇总、整理打分表。专家打分法通过定量分数描述定性问题，最终评价受专家个人主观经验的影响较大。因此，将不同专家对同一指标的打分绘制成箱线图，识别并剔除异常值，再采用切尾均值法进行修正，即去掉最高分和最低分后计算平均值，得到最终结果，将中概率和高概率的空间作为空间使用主体的空间足迹。

2.2 空间冲突的形成机制

在地理学领域，冲突源于人地关系这一核心问题的研究<sup>[39]</sup>，并衍生出土地冲突、土地利用冲突、空间冲突等不同概念<sup>[40,41]</sup>，后来拓展至生态学、规划学、资源科学、环境科学等学科领域。冲突的实质是由于空间的稀缺性、开放性、多宜性等特征，引发了不同利益主体的空间竞争，而产生空间外部性、地理溢出等效应和不协调、不和谐的关系<sup>[42]</sup>。尽管对冲突的概念与内涵尚无一致观点，但学界普遍认为空间冲突伴随空间利用过程产生，不同利益主体之间存在空间资源配置方式、数量、结构等方面的认同差异，进而产生空间竞争与权益冲突。关于海洋空间利用冲突的研究，学者一般关注不同功能之间的权衡过程<sup>[43]</sup>与利益相关者协调<sup>[44]</sup>。与传统的空间冲突研究相比，海域立体分层利用的空间冲突具有微观性，类似于土地利用中的相邻关系，需要从微观尺度和个体视角考虑两种开发利用活动之间的相互作用。然而，相邻关系作为一个法律概念，聚焦权利行使过程中相邻各方的权利义务关系，而海域立体分层利用需更多关注伴随竖向空间资源配置而产生的物理空间互斥与权利空间重叠的问题。

基于前文关于用海活动的时空行为特征分析可以看出，海域立体分层利用中空间冲突的核心不是人地（海）关系的问题，而是在空间资源立体配置过程中，以空间排他性为准则的框架下，不同用海活动空间范围重叠的问题，是为追求空间效率提升而引起的用海活动安全性和可行性的降低。当前海域立体确权制度实践要解决的核心问题，就是现有海域管理制度体系下海域立体分层利用的法律符合性。因此，为确保用海活动的空间权利协调且符合“一物一权”原则，各地海域立体确权制度实践均以明确用海活动的竖向空间范围为基本前提，如海水养殖主要享有水体使用权、海底电缆主要享有海床使用权等。通常情况下，该空间范围既是用海活动所使用的“物理范围”，也是“权益范围”，且“物理范围”决定“权益范围”（图1）。受用海活动实施阶段、技术规范性、海洋环境条件等诸多因素影响，用海活动所使用的“物理范围”并非稳定不变，一旦空间使用主体进入其他用海活动的“权益范围”，即产生空间冲突（图3）。

2.3 空间冲突判别与特征分析

2.3.1 空间冲突判别

选取典型用海活动分析其空间使用主体

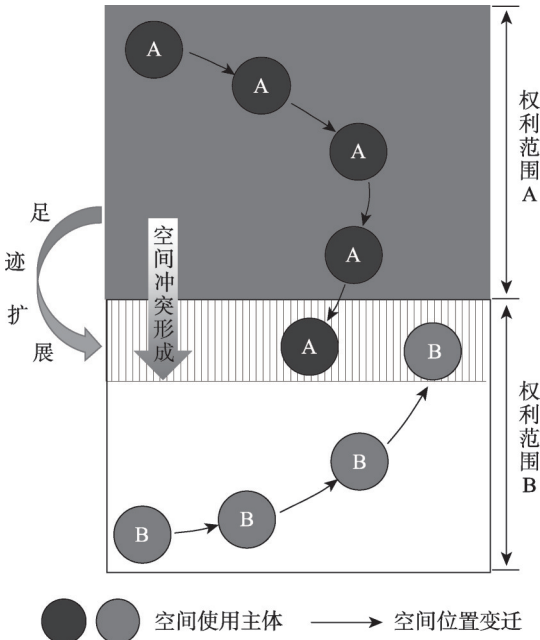


图3 空间冲突形成机制  
Fig. 3 Formation mechanism of space conflict

及其在不同阶段的空间足迹，结果如表3。

基于空间排他性原则，选取实践中立体分层用海的典型模式，在表3的基础上，进一步进行空间冲突判别，结果如表4。

2.3.2 空间冲突的特征

基于表4研究，海域立体分层利用的空间冲突具有以下特征：

（1）空间冲突多形成于用海项目的建设期或维护期。在建设和维护时期，人员、设备等空间使用主体可能频繁穿越垂直方向内的多层空间，进入甚至长期挤占其他用海活动的实施范围，从而引发空间冲突。以跨海大桥与海水养殖立体分层用海为例，桥墩基础施工期间，作业船只、设备等需要频繁穿越水面至底土的竖向空间，必然影响正常的海水养殖活动，且由于其建设周期长、对空间的扰动剧烈，使企业或渔民无法在跨海大

表3 典型用海活动不同阶段的空间足迹

Table 3 Spatial footprint of different stages of typical ocean uses

用海活动	空间使用主体	建设/维护期		运营期	
筏式/网箱/底播养殖	设施	水体		水体	
	设备	水面	水面、水体	水面	水面、水体
	人员	水面、水体		水面、水体	
航道	设备	水面~海床	水面~海床	水面	水面
	设施	水面		水面	
浴场/游乐场	人员	/		水体、水面	
	设备	/	水面	水面、水体	水面、水体
	设施	水面		水面	
跨海桥梁	构筑物	水面	水面	水面	水面
	设备	水面		/	
海底隧道	构筑物	底土	底土	底土	底土
海底电缆	设施	海床	水面~海床	海床	海床
	设备	水面~海床		/	
温排水	水体	/	/	水体	水体

表4 海域立体分层利用的空间冲突判别

Table 4 Spatial conflict discrimination of three-dimensional stratified utilization of sea area

立体分层用海模式		建设/维护期（B）	运营期（B）
跨海桥梁（A）+温排水（B）	建设/维护期（A）	/	/
	运营期（A）	/	/
海底隧道（A）+养殖（B）	建设/维护期（A）	/	/
	运营期（A）	/	/
海底电缆（A）+养殖（B）	建设/维护期（A）	空间剥夺	/
	运营期（A）	空间侵入	空间侵入
海底电缆（A）+航道（B）	建设/维护期（A）	空间剥夺	/
	运营期（A）	空间限制	/
浴场（A）+海底电缆（B）	建设/维护期（A）	空间剥夺	/
	运营期（A）	/	空间侵入

桥建设期间开展养殖活动。(2) 用海活动在运营期产生空间冲突的概率较小。随着用海活动相关设施安装完毕并逐渐投入运营使用, 海域内各用海活动的物理空间范围基本稳定, 不同用海活动空间交叉重叠的现象减少, 不容易对彼此造成干扰。以跨海大桥与海水养殖立体分层用海为例, 在跨海大桥投入运营后, 桥梁、桥墩等所有设施位置固定, 不发生位移偏移, 因而桥梁下方的海域空间基本稳定, 不会干扰海水养殖活动, 同时海水养殖活动也不会影响跨海大桥的正常使用; 再以浴场和海底电缆立体分层用海为例, 在浴场正常运营期间, 由于公众娱乐活动或设施操作不当, 可能损害海底电缆, 但这种概率相对较小。

(3) 空间冲突主要包括空间侵入、空间剥夺和空间限制三种情形。空间侵入指由于非正常因素(如施工不规范、受恶劣天气或海洋环境影响)导致空间使用主体短暂进入其他用海活动的空间范围, 例如在“海底电缆+海水养殖”模式中, 海水养殖设施在施工期内有可能短暂侵入海床, 威胁海底电缆安全; 空间剥夺指长期或较高频率占用了其他用海活动的空间, 以牺牲其他用海活动为代价来开展项目建设或维护, 这种情形常发生于大型海洋工程建设过程中; 空间限制指根据法律法规要求, 为维护某种用海活动安全, 而对其他用海活动的限制性要求, 如海底电缆穿越的区域, 其海床及上方对开发利用活动的一些限制性要求, 导致其他用海活动无法正常开展。

### 2.3.3 影响空间冲突的关键要素

时空行为对象、操控者、空间载体是用海活动时空行为构成的关键要素。因此, 本文逐一分析其对空间冲突的影响, 具体表现为:

(1) 时空行为对象——空间使用主体的机动性。海域利用方式具有多宜性, 不同利用方式的空间使用主体存在较大差异, 如围海养殖的空间使用主体为海堤(构筑物), 而筏式养殖的空间使用主体为浮筏(设施)。进一步分析发现, 空间使用主体的机动性对空间冲突的形成具有显著影响, 空间使用主体的机动性越强, 意味着其空间足迹越容易超出用海活动的理论空间范围。一般来说, 各类空间使用主体的机动性如下: 构筑物 < 设施 < 水体 < 人员 < 设备。机动性越强, 空间使用主体的位移规律性越弱、可控性越差、运动范围越大, 用海活动容易进入其他用海活动的权利范围; 反之, 机动性越弱, 空间使用主体越不容易产生空间位移, 甚至在整个生命周期不发生位置变化, 用海活动很难进入其他用海活动的权利范围。

(2) 时空行为操控者——海域开发利用活动的规范性。若开发利用活动严格遵循相关行业的管理要求, 则空间使用主体的足迹一般符合理论分析结果(表3), 用海活动的空间范围一般不会发生突变而形成空间冲突。

(3) 空间载体——不同竖向空间的物理属性差异。由于水面、水体、海床和底土等不同空间的物理属性存在显著差异, 海水具有流动性和开放性, 而且受潮汐、波浪、海流等水动力条件影响, 水面—水体和水体—底土空间的空间边界并不稳定, 从而导致位于水面、海水和海床表面的用海活动极易受到环境条件或其他用海活动影响, 空间使用主体的稳定性较差; 反之, 底土内空间使用主体的稳定性强, 其空间足迹一般相对稳定(例如海底隧道、海底电缆等不发生位移), 产生空间冲突的概率较小。

### 3 海域立体分层利用的空间冲突协调

基于前文分析可以发现,协调海域立体分层利用的空间冲突应深刻认识用海活动全周期的空间使用特征。首先,考虑到空间冲突一般产生于项目建设期或维护期,因此,加强项目建设或维护期的施工管控是协调冲突的重点和难点;其次,由于空间使用主体的位置变迁是冲突形成的前提,且空间使用主体一般受用海主体(一般情况下即利益相关者)操控,因此,有必要加强对利益相关者的协调;再次,由于空间使用主体的机动性及其所处的空间范围存在显著差异,因此,有必要完善相关技术标准,明确各类用海活动的竖向宗海范围,从而明确各用海主体(利益相关者)的权利和义务,从微观层面规范用海行为;最后,由于空间规划是海洋开发利用活动的基本遵循,故从长期来看,海域立体分层利用应与空间规划衔接,将施工管控、利益相关者协调等以用途管制规则的形式予以明确,从宏观层面规范用海行为。具体如下:

#### 3.1 加强建设和维护期的施工管控

在多数海域立体分层利用模式中,由于用海活动建设期和维护期内涉及的空间使用主体机动性较强,使得该周期内用海活动的空间范围大于运营期,极容易影响其他用海活动,甚至要以牺牲其他用海活动的正常开展为代价。因此,有必要加强用海活动建设和维护期的施工管控。针对空间剥夺类冲突,应合理规划施工船舶或设备的航行轨迹及施工地点,控制施工强度,避免对海床和底土中的其他用海活动造成干扰或损害;若采用桩基础的用海活动,应精准管控打桩施工活动,确保桩基础的位置、深度等符合要求,避免影响海床或底土中的用海活动。针对空间侵入类冲突,加强施工过程监管,精确掌握其他空间使用主体的位置,规划作业方式和流程,避免出现施工安全问题。针对空间限制类冲突,严格执行相关法律和行业标准规范,保护海底电缆管道等涉及军事、国防、民生的基础设施安全,禁止开展水下爆破、打桩、采挖海砂等不合理的用海活动。

#### 3.2 加强利益相关者协调

在海域立体分层利用中,利益相关者的空间权益、用海活动安全、空间效率、项目成本等受到直接影响。因此,加强利益相关者协调是空间冲突管理的必要环节。建议参考《民法典》关于“相邻关系”“地役权”“建设用地使用权”等相关章节的立法理念,充分协调相邻用海主体的权利关系。首先,优先保障原海域使用权人的合法权益,新申请的用海项目应与原海域使用权人充分协商,达成一致意见后,方可进行海域使用权的竖向分割;其次,后建项目应充分论证项目建设、运营和维护阶段对先建项目的不利影响,包括影响的方式、范围、强度、时间及经济效益等,研判作业方式、施工时间等因素对先建项目的影响程度,提出最优的施工方案;再次,可参考地役权设立海域役权,相邻用海主体可签订海域役权合同并进行登记,明确利益补偿方式与矛盾化解机制,海域役权人应严格按照合同约定的利用目的和方法利用供役海域,尽量减少对供役海域权利人相关权利的限制;最后,对于未设定海域使用权的海域,若新申请项目仅使用单层海域空间,也应提前明确其竖向权属范围,禁止多占、超占空间,为后续潜在的分层用海项目预留空间。

#### 3.3 统一用海活动三维宗海界定标准

随着各地海域使用权立体确权文件的实施,海域立体分层利用模式已得到广泛认

同,但与之配套的海域管理制度与技术标准体系尚未完善,用海活动竖向宗海范围的界定尤其被忽视。建议管理部门首先明确海域竖向空间的分层方法及空间范围;其次,深入研究用海活动的空间使用特征,有效评估各类用海活动的空间使用范围、空间影响、潜在冲突,并在现行《宗海图编绘技术规范》的基础上,提出三维宗海的界定标准,减少因权利界定不清引发的权属纠纷,维护海域使用权人的合法权益。在此基础上,可逐一明确不同用海活动享有的竖向空间权利范围,为海域立体分层利用提供结构化、模式化的管理方案,与海域使用论证、审批、海域不动产登记等环节充分衔接。

### 3.4 优化海洋空间规划与用途管制

受政策调整、产业转型、工程技术等因素影响,不同发展阶段的海洋开发利用类型、方式、规模等存在差异。因此,未来海洋空间规划宜综合考虑平面与竖向两个维度、时间与空间两个要素,开展立体海洋空间规划编制。首先,探索面向立体化利用的海域空间开发适宜性评价。可进一步细化国土空间规划“双评价”指标,考虑用海方式、空间使用主体等具体要素,构建面向立体化开发的海域开发适宜性评价指标体系,评价典型用海活动实施的适宜程度。其次,开展典型用海活动空间扩张趋势模拟分析。可综合采用趋势外推法、模糊分析法等,并结合相关行业规划指标,预测典型用海活动在不同发展阶段的空间需求。再次,优化海域立体空间布局。结合当前成熟的海域立体分层利用模式,通过典型用海活动扩张趋势的空间叠置分析,划分不同发展阶段海域立体分层利用的高潜力区域、中潜力区域和低潜力区域,以及“海上风电+X”、滩涂渔光互补等立体分层用海模式的优先发展区域。最后,完善海域立体分层利用区域的空间管控政策。结合海洋空间规划与用途管制要求,研判高潜力区用海活动的规划符合程度,从空间准入、用海监管等视角提出具体的政策建议和管控要求。

## 4 结论

随着各地实践的广泛推进,海域立体分层利用的重点开始由模式探索转向空间管理。由于大多数海域立体分层利用均来自不同的用海主体,协调空间冲突成为海域立体化管理的核心问题。在此情况下,本文基于时空行为视角,通过“空间主体解构—空间足迹探析”的方式,准确地描绘海域空间利用的三维立体特征,挖掘用海活动的时空行为规律及关键影响要素,为海域立体分层利用的空间冲突及协调管理提供一个结构化、可重复的认识框架。

不过,本文的研究思路与传统的时空行为研究相比,仍存在较大差异:传统的时空行为研究一般以“人”为研究对象,关注群体行为,并基于多源数据挖掘时空对象的规律性;本文时空行为研究以“空间使用主体”为研究对象,关注空间使用主体的个体行为,时空对象的轨迹相对简单,通过专家打分法剖析时空对象的空间位置特征。因此,建议后续可以选择某种具体的海域立体分层利用模式为研究对象,综合采用遥感解译、现场调查、GIS空间分析等方法,加强用海活动在全生命周期空间足迹的追踪与记录,揭示用海活动在平面和竖向空间的时空行为规律,为海域立体分层利用的空间管理提供技术支撑。

### 参考文献(References):

- [1] 李彦平, 李晨钰, 刘大海. 海域立体分层使用的现实困境与制度完善. 海洋开发与管理, 2020, 37(9): 3-8. [LI Y P, LI C Y, LIU D H. The realistic predicament and system perfection of the stereo stratification usage of sea area. Ocean Development and Management, 2020, 37(9): 3-8.]
- [2] 张云, 宋德瑞, 张建丽, 等. 近25年来我国海岸线开发强度变化研究. 海洋环境科学, 2019, 38(2): 251-255, 277. [ZHANG Y, SONG D R, ZHANG J L, et al. Analysis on the changes of coastline development intensity in China recent 25 years. Marine Environmental Science, 2019, 38(2): 251-255, 277.]
- [3] 李彦平, 刘大海. 基于海域空间资源配置的海底电缆管理与保护研究. 广东海洋大学学报, 2017, 37(5): 56-60. [LI Y P, LIU D H. Research on management and protection of submarine cables based on allocation of marine resources. Journal of Guangdong Ocean University, 2017, 37(5): 56-60.]
- [4] 崔旺来, 李瑞发, 钟海玥, 等. 海域立体分层使用的产权管理路径研究. 中国国土资源经济, 2022, 35(7): 4-11, 47. [CUI W L, LI R F, ZHONG H Y, et al. Research on the property rights management path of three-dimensional layered use of sea areas. Natural Resource Economics of China, 2022, 35(7): 4-11, 47.]
- [5] BURG S, SCHUPP M F, DEPELLEGRIN D, et al. Development of multi-use platforms at sea: Barriers to realising Blue Growth. Ocean Engineering, 2020, 217: 107983, Doi: 10.1016/j.oceaneng.2020.107983.
- [6] SCHUPP M F, BOCCI M, DEPELLEGRIN D, et al. Toward a common understanding of ocean multi use. Frontiers in Marine Science, 2019: 6, Doi: 10.3389/fmars.2019.00165.
- [7] VILLALBA J, ABDUSSAMIE N, ARYAI V, et al. Assessment of uncertain alternatives for co-located aquaculture and offshore wind farm in Tasmania. Ocean Engineering, 2022, 249: 110949, Doi: 10.1016/j.oceaneng.2022.110949.
- [8] YATES K L, SCHOEMAN D S, KLEIN C J. Ocean zoning for conservation, fisheries and marine renewable energy: Assessing trade-offs and co-location opportunities. Journal of Environmental Management, 2015, 152(2): 201-209.
- [9] NOBLE M M, HARASTI D, PITTOCK J, et al. Understanding the spatial diversity of social uses, dynamics, and conflicts in marine spatial planning. Journal of Environmental Management, 2019, 246: 929-940.
- [10] 王淼, 江文斌. 海域多层次利用中使用权分层确权初探. 中国渔业经济, 2011, 29(4): 47-51. [WANG M, JIANG W B. The research on separating usufruct into layers in sea areas of multilayered use. Chinese Fisheries Economics, 2011, 29(4): 47-51.]
- [11] 江文斌, 贾欣, 袁翡翠. 海域空间三维多层产权研究. 农业经济与管理, 2012, (3): 83-89. [JIANG W B, JIA X, YUAN F F. Research on sea areas of three-dimensional multilayer property. Agricultural Economics and Management, 2012, (3): 83-89.]
- [12] 赵梦, 岳奇, 徐伟, 等. 海域立体确权可行性研究. 海洋开发与管理, 2016, 33(7): 70-73, 117. [ZHAO M, YUE Q, XU W, et al. The feasibility of stereo sea right confirmation. Ocean Development and Management, 2016, 33(7): 70-73, 117.]
- [13] 李彦平, 刘大海. 海域空间用途管制的现状、问题与完善建议. 中国土地, 2020, (2): 22-25. [LI Y P, LIU D H. The status quo, problems and suggestions for improvement of the control of the use of sea space. China Land, 2020, (2): 22-25.]
- [14] 杨志浩, 孙华烨, 杨名名, 等. 海域使用权立体分层确权及管理配套制度探讨. 海洋开发与管理, 2022, 39(3): 79-83. [YANG Z H, SUN H Y, YANG M M, et al. Research on three-dimensional multilayer usufruct of sea areas and associated management system. Ocean Development and Management, 2022, 39(3): 79-83.]
- [15] NG'ANG'A S, SUTHERLAND M, COCKBURN S, et al. Toward a 3D marine cadastre in support of good ocean governance: A review of the technical framework requirements. Computers Environment & Urban Systems, 2004, 28(5): 443-470.
- [16] 崔旺来, 李瑞发, 鲍声望, 等. 海域分层使用权的性质及相关问题探讨. 浙江海洋大学学报: 人文科学版, 2022, 39(4): 9-15. [CUI W L, LI R F, BAO S W, et al. On the nature of the right to use stratified sea area and related issues. Journal of Zhejiang Ocean University: Humanities Sciences, 2022, 39(4): 9-15.]
- [17] 程博, 翟云岭. 海域资源综合利用视域下的使用权配置研究. 财经问题研究, 2019, (3): 43-49. [CHENG B, ZHAI Y L. Allocation of sea areas utilization rights from the perspective of the comprehensive utilization of marine resources.

- Research on Financial and Economic Issues, 2019, (3): 43-49.]
- [18] 马仁锋, 朱保羽, 马静武, 等. 海域功能分类体系协调性判别方法. 自然资源学报, 2022, 37(4): 850-861. [MA R F, ZHU B Y, MA J W, et al. Research on the judgment of coordination of marine function classification system. Journal of Natural Resources, 2022, 37(4): 850-861.]
- [19] 李彦平, 刘大海, 姜伟, 等. 国土空间规划视角下海洋空间用途管制的重大问题思考. 自然资源学报, 2022, 37(4): 895-909. [LI Y P, LIU D H, JIANG W, et al. Insights on key issues of marine space use control from the perspective of territorial space planning. Journal of Natural Resources, 2022, 37(4): 895-909.]
- [20] 丁小辉, 张树清, 陈祥葱, 等. 时空对象行为分类与形式化表达. 地球信息科学学报, 2017, 19(9): 1195-1200. [DING X H, ZHANG S Q, CHEN X C, et al. A study on the classification and formalization of the behavior of spatiotemporal object. Journal of Geo-information Science, 2017, 19(9): 1195-1200.]
- [21] HÄGERSTRAND T. What about people in regional science?. Papers and Proceedings of the Regional Science Association, 1970, 24: 7-21.
- [22] 托斯坦·哈格斯特朗, 张艳, 柴彦威. 区域科学中的人. 国际城市规划, 2010, 25(6): 10-17. [HÄGERSTRAND T, ZHANG Y, CHAI Y W. What about people in regional science. Urban Planning International, 2010, 25(6): 10-17.]
- [23] 柴彦威, 塔娜. 中国时空行为研究进展. 地理科学进展, 2013, 32(9): 1362-1373. [CHAI Y W, TA N. Progress in space-time behavior research in China. Progress in Geography, 2013, 32(9): 1362-1373.]
- [24] 刘志林, 柴彦威. 深圳市民周末休闲活动的空间结构. 经济地理, 2001, 21(4): 504-508. [LIU Z L, CHAI Y W. The leisure spatial structure of Shenzhen citizens on weekends. Economic Geography, 2001, 21(4): 504-508.]
- [25] 张文佳, 柴彦威. 基于家庭的居民出行需求理论与验证模型. 地理学报, 2008, 63(12): 1246-1256. [ZHANG W J, CHAI Y W. Theories and confirmed model of urban resident's travel demand: Considering intra-household interaction. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(12): 1246-1256.]
- [26] 周素红, 邓丽芳. 基于T-GIS的广州市居民日常活动时空关系. 地理学报, 2010, 65(12): 1454-1463. [ZHOU S H, DENG L F. Spatio-temporal pattern of residents' daily activities based on T-GIS: A case study in Guangzhou. China. Acta Geographica Sinica, 2010, 65(12): 1454-1463.]
- [27] 柴彦威, 刘伯初, 塔娜. 单位社区居民日常活动模式比较研究: 以西宁市为例. 社会科学战线, 2017, (8): 163-173. [CHAI Y W, LIU B C, TA N. Comparative study on daily activity patterns of unit community residents: Taking Xining city as an example. Social Science Front, 2017, (8): 163-173.]
- [28] 赵莹, 柴彦威, 桂晶晶. 中国城市休闲时空行为研究前沿. 旅游学刊, 2016, 31(9): 30-40. [ZHAO Y, CHAI Y W, GUI J J. Prospects for urban leisure studies in China: A Perspective of space-time behavior. Tourism Tribune, 2016, 31(9): 30-40.]
- [29] 唐艺凡, 张雪, 刘群, 等. 廉租住房居民的时空行为特征: 以福州市橘园洲社区为例. 热带地理, 2022, 42(6): 902-915. [TANG Y F, ZHANG X, LIU Q, et al. Temporal and spatial behavior characteristics of low-rent housing residents: A case study of the Juyuanzhou community in Fuzhou. Tropical Geography, 2022, 42(6): 902-915.]
- [30] 郭文伯, 张艳, 柴彦威. 城市居民出行的空气污染暴露测度及其影响机制: 北京市郊区社区的案例分析. 地理研究, 2015, 34(7): 1310-1318. [GUO W B, ZHANG Y, CHAI Y W. Measurement of residents' daily travel air pollution exposure and its mechanism: A case study of suburban communities in Beijing. Geographical Research, 2015, 34(7): 1310-1318.]
- [31] 柴彦威, 申悦, 陈梓烽. 基于时空行为的人本导向的智慧城市规划与管理. 国际城市规划, 2014, 29(6): 31-37. 50. [CHAI Y W, SHEN Y, CHEN Z F. Towards smarter cities: Human-oriented urban planning and management based on space-time behavior research. Urban Planning International, 2014, 29(6): 31-37. 50.]
- [32] 周素红, 廖伊彤, 郑重. “时—空—人”交互视角下的国土空间公共安全规划体系构建. 自然资源学报, 2021, 36(9): 2248-2263. [ZHOU S H, LIAO Y T, ZHENG Z. The framework of public security spatial planning from the perspective of 'Human-Space-Time' interaction. Journal of Natural Resources, 2021, 36(9): 2248-2263.]
- [33] 古杰, 周素红, 闫小培, 等. 居民日常出行时空集聚视角下的城市交通拥堵形成机制研究: 以广州为例. 地理科学, 2012, 32(8): 921-927. [GU J, ZHOU S H, YAN X P, et al. Formation mechanism of traffic congestion in view of spatio-

- temporal agglomeration of residents' daily activities: A case study of Guangzhou. *Scientia Geographica Sinica*, 2012, 32 (8): 921-927.]
- [34] 黄晓燕, 曹小曙. 时空行为视角下交通与社会排斥研究进展. *地理科学进展*, 2022, 41(1): 107-117. [HUANG X Y, CAO X S. Progress of research on transportation and social exclusion from the perspective of spatiotemporal behavior. *Progress in Geography*, 2022, 41(1): 107-117.]
- [35] 黄潇婷. 基于时间地理学的景区旅游者时空行为模式研究: 以北京颐和园为例. *旅游学刊*, 2009, 24(6): 82-87. [HUANG X T. A study on temporal-spatial behavior pattern of tourists based on time-geography science: A case study of Summer Palace, Beijing. *Tourism Tribune*, 2009, 24(6): 82-87.]
- [36] 黄潇婷. 时间地理学与旅游规划. *国际城市规划*, 2010, 25(6): 40-44. [HUANG X T. Time geography and tourism planning. *Urban Planning International*, 2010, 25(6): 40-44.]
- [37] 张广海, 袁洪英, 段若曦, 等. 中国高等级旅游景区资源多尺度时空差异及其影响因素. *自然资源学报*, 2022, 37 (10): 2672-2687. [ZHANG G H, YUAN H Y, DUAN R X, et al. The framework of public security spatial planning from the perspective of 'Human-Space-Time' interaction. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(10): 2672-2687.]
- [38] 柴彦威, 赵莹, 张艳. 面向城市规划应用的时间地理学研究. *国际城市规划*, 2010, 25(6): 3-9. [CHAI Y W, ZHAO Y, ZHANG Y. Time geography and its application in urban planning. *Urban Planning International*, 2010, 25(6): 3-9.]
- [39] 吴蒙, 周冯琦, 程进. 基于生态系统服务的快速城市化地区空间冲突测度及时空演变特征. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31(5): 12-20. [WU M, ZHOU F Q, CHENG J. Spatial conflict measurement in rapid urbanization areas from the perspective of ecosystem services. *China Population, Resources and Environment*, 2021, 31(5): 12-20.]
- [40] 邹利林, 刘彦随, 王永生. 中国土地利用冲突研究进展. *地理科学进展*, 2020, 39(2): 298-309. [ZOU L L, LIU Y S, WANG Y S. Research progress and prospect of land-use conflicts in China. *Progress in Geography*, 2020, 39(2): 298-309.]
- [41] 周德, 徐建春, 王莉. 近15年来中国土地利用冲突研究进展与展望. *中国土地科学*, 2015, 29(2): 21-29. [ZHOU D, XU J C, WANG L. Process of land use conflict research in China during the past fifteen years. *China Land Science*, 2015, 29(2): 21-29.]
- [42] 周国华, 彭佳捷. 空间冲突的演变特征及影响效应: 以长株潭城市群为例. *地理科学进展*, 2012, 31(6): 717-723. [ZHOU G H, PENG J J. The evolution characteristics and influence effect of spatial conflict: A case study of Changsha-Zhuzhou-Xiangtan Urban Agglomeration. *Progress in Geography*, 2012, 31(6): 717-723.]
- [43] FANG Q, ZHU S, MA D, et al. How effective is a marine spatial plan: An evaluation case study in China. *Ecological Indicators*, 2019, 98: 508-514.
- [44] 陈培雄, 李冬, 田双凤, 等. 利益相关者分析在海域使用论证中的重要性. *海洋开发与管理*, 2011, 28(5): 11-15. [CHEN P X, LI D, TIAN S F, et al. The importance of stakeholder analysis in sea area use demonstration. *Ocean Development and Management*, 2011, 28(5): 11-15.]

## Spatial conflict and management of three-dimensional and layered utilization of sea areas: Based on the perspective of spatio-temporal behavior

LI Yan-ping<sup>1,2,3</sup>, CHEN Yi-yang<sup>4</sup>, LIU Da-hai<sup>1,2</sup>, FAN Ming-lei<sup>1</sup>

(1. First Institute of Oceanography, MNR, Qingdao 266061, Shandong, China; 2. Key Laboratory of Coastal Science and Integrated Management, MNR, Qingdao 266061, Shandong, China; 3. College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, Shandong, China; 4. School of Economics, Ocean University of China, Qingdao 266100, Shandong, China)

**Abstract:** With the extensive promotion of the practice of three-dimensional and stratified utilization of sea areas in various regions, the focus of sea area management has shifted from mode exploration to space management. Because most of the three-dimensional and layered uses of sea areas come from different sea use subjects, the coordination of space conflicts has become the core issue of three-dimensional management of sea areas. The purpose of this study is to deconstruct the main body of space use of sea use activities, excavate the spatio-temporal behavior rules and key influencing factors of sea use activities, analyze their space use characteristics at different implementation stages, reveal the formation mechanism of space conflict in the three-dimensional and layered use of sea space, and then propose a feasible coordination path to provide support for the three-dimensional management of sea space. Methods of inductive deduction and logical deduction were employed. The results show that: (1) The starting point of the three-dimensional stratified utilization of the sea area is the rational allocation of the vertical space, the mutual exclusion of the vertical space is the basic premise, and the spatial use characteristics of the sea use activities are the key influencing factors of the three-dimensional stratified utilization of the sea area. (2) The spatial conflict of the three-dimensional and stratified use of sea areas is the problem of overlapping of the spatial scope of different sea use activities under the framework of the principle of spatial exclusivity, and the reduction of the safety and feasibility of sea use activities caused by the pursuit of space efficiency. (3) The space conflict of the three-dimensional and layered utilization of the sea area arises from the construction or maintenance period of the sea use project, including space invasion, space deprivation and space restriction. (4) The mobility of space users, the standardization of sea area development and utilization activities, and the space scope of sea use activities are the key factors that affect the formation of space conflicts. In conclusion, to coordinate the space conflict of the three-dimensional and layered utilization of the sea area, we should strengthen the construction control during the construction and maintenance period, enhance the coordination of stakeholders, unify the three-dimensional sea area definition standard of the sea use activities, and optimize the marine space planning and use control.

**Keywords:** three-dimensional and layered utilization of sea areas; space conflict; spatio-temporal behavior; exclusiveness; spatial footprint