

海域三维空间资源认知与立体化管理

李彦平^{1,2,3}, 刘大海^{1,3}, 陈逸洋⁴, 樊明蕾¹, 吕林⁵, 刘晓¹

(1. 自然资源部第一海洋研究所, 青岛 266061; 2. 中国海洋大学环境科学与工程学院, 青岛 266100;
3. 自然资源部海岸带科学与综合管理重点实验室, 青岛 266061; 4. 中国海洋大学经济学院, 青岛 266100;
5. 江苏省海域使用动态监视监测中心, 南京 210017)

摘要: 海域立体确权制度改革不断推进, 迫切需要探索秉承三维思维的海域空间认知、利用与管理体系。由于对海域三维空间及其空间利用特征的认识不足, 当前制度实践缺少足够的理论支撑。基于此, 从空间维度对海域资源类型进行了重新分类, 将其划分为要素类、景观类、动力类和空间类, 逐一分析其利用过程中的空间使用特征。进而, 从项目选址、产业融合发展和空间效率提升三个维度阐述了海域立体分层利用的现实诉求。在此基础上, 分析了不同视角下海域立体分层利用的空间特征及相互关系, 并对海域使用权竖向切分进行探讨。研究发现: 海域立体化管理的关键在于将动态的空间利用与静态的海域使用权属切分衔接。因此, 基于法律和实践两种认知视角的衔接, 将海域空间分为权利空间和物理空间, 后者细分为主要空间、附占空间和建设维护空间, 并阐明了各类空间的相互关系。进一步地, 从宗海垂向范围界定、完善现有制度体系、协调空间冲突、开展多用途用海与立体空间规划等方面, 对海域立体化管理提出建议。

关键词: 海域立体分层利用; 三维空间; 海域使用权; 垂向范围

海域是海洋经济发展的空间载体。随着海洋开发利用规模、深度与广度的不断拓展, 海域空间的内涵、属性及利用方式不断丰富和发展, 海洋工程技术和管理制度也得到持续革新。在生态文明和高质量发展的战略叠加期, 沿海地区获得更多的发展机遇, 同时也承担起更多的发展任务。在此情况下, 海域空间的稀缺性日益凸显, 要素集聚程度显著提升, 进而催生了以集约高效、功能兼容、融合发展等为主要特征的海域立体分层利用模式。随着中国海域使用权立体分层设权制度(以下简称“海域立体确权”)改革的不断深化, 海域管理迎来从“平面化”向“立体化”转变的关键时期, 迫切需要探索立体化的海域空间认知、利用与管理思路。目前, 针对海域立体分层利用的相关研究实践, 主要集中于法律与配套制度、立体分层利用模式、海域立体空间布局等方面。

(1) 在法律与配套制度方面, 《海籍调查规范》关于宗海界址界定指出, “如遇特殊

收稿日期: 2023-06-12; 修订日期: 2023-08-20

基金项目: 江苏省海洋科技创新专项(JSZRHYKJ202203); 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)

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

需要,宗海垂向范围应当根据项目用海占用水面、水体、海床和底土的实际情况界定”,这形成了海域立体分层利用的逻辑雏形。由于海域立体分层利用代表海域使用权的属性发生较大转变,特定空间的海域使用权不再具有强排他性,可允许多个用海主体共享空间权利,这使平面化的海域管理体系面临挑战。由此,各国学者从海洋空间规划、海域立体兼容开发、构建三维数据库等^[1-4]角度开展研究,基于本国海域管理制度体系提出相应政策建议。由于中国明确提出了海域立体确权制度,因此,与国外相比,国内对法律和配套制度的研究更为深入。学者立足中国海域管理制度体系,提出以“水面、水体、海床和底土”为基本单元对海域使用权进行竖向切分^[5-8],并围绕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、完善海域使用权流转制度、加强利益相关者协调、探索海域立体空间规划提出政策建议^[9-12],相关政策建议在实践中得到应用和完善。2022年,浙江省率先发布《浙江省海域使用权立体分层设权宗海界定技术规范(试行)》,这是国内首个海域立体确权的技术性文件,对推进相关政策落地、提升海域精细化管理水平具有重要意义。

(2)在立体分层利用模式方面,现有研究多依赖于主观分析和经验判断。在此情况下,李彦平等^[13]研究明确了用海活动的竖向空间范围,并基于用海活动分层使用海域的可行性分析,提出海域立体分层利用的可行模式。国外尚未提出立体分层用海的概念和模式,研究多集中于海域空间的多用途规划^[14-19],即将多种不同的用海活动组合布局在同一地点或整合在多功能平台上^[20],其特点在于将某一特定的海洋空间分配给多个用海主体,而海域立体分层利用强调海域垂向空间的功能划分,属于多功能用海中的特殊情形。多功能用海在实践中衍生出诸多可行的组合模式^[15]。美国的国家海洋和大气管理局(NOAA)提出海洋三维空间开发与管理的新技术,即构建空间使用剖面(Space Use Profile),以定量和定性相结合的思路分析用海活动在水面、水中和水下的实施过程,从而揭示用海活动在竖向维度的相互作用过程和空间冲突形成机制^[21],在技术方法和定量化研究方面具有较强的参考价值。

(3)在海域立体空间布局方面,随着海域空间的稀缺性日益凸显,从宏观尺度优化海域立体空间布局得到国内部分学者关注,逐步衍生出海洋立体空间规划与用途管制的设想^[22]。由于海域用途具有多宜性^[23],功能兼容成为海域立体分层利用的根本遵循,海域功能的相互关系成为海域立体空间布局的基本出发点。相关学者综合采用GIS空间分析技术、层次分析法、模糊数学方法等,在项目用海兼容性评估的基础上,提出的区域海域立体分层利用方案具有较强的可行性^[24,25]。

总之,现有研究为海域立体分层利用从理论走向实践奠定了基础,但总体来看,海域立体分层利用的工程建设与制度构建领先于理论与技术方法研究。而且,目前多数研究以政策为导向,或是针对实际问题的思考,缺少对海域三维空间的深刻认知,使海域立体分层利用研究缺少技术方法支持,这在一定程度上制约了政策制度和技术标准制定的科学性。基于此,本文从海洋资源分布的空间属性入手,挖掘其竖向空间位置分布特征,并进一步探究海域立体分层利用的基本属性;在此基础上,从法律和实践两种视角分析垂向宗海范围界定面临的困境,并提出主要空间、附占空间、建设维护空间、物理空间、权利空间等概念,阐释各类空间的关系,从而修正两种视角下海域空间的认知偏

差，为海域立体分层利用管理提供理论支撑和管理思路。

1 海域立体开发空间认知与诉求

1.1 海洋资源的空间分布特征

海洋资源是海域开发利用的物质基础，其空间分布及利用方式深刻影响用海活动的空间使用范围。因此，本文从空间维度对海洋资源特征进行探析，将海洋资源划分为要素类资源、空间类资源、景观类资源以及能源类资源。其中，要素类资源包括海洋渔业资源、海洋化学资源、海水资源、矿产资源等，此类资源一般分布于海域中的水体、海床和底土中；空间类资源为用海活动提供空间载体，包括水面空间、水体空间、海床空间和底土空间；景观类资源具有综合性，由海水、海洋生态环境以及岸线等各类要素共同构成；能源类资源包括波浪能、潮汐能、潮流能、风能、太阳能等可再生能源（图1）。

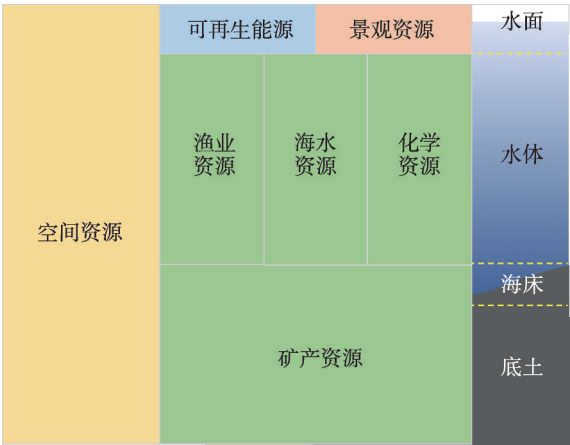


图1 主要海洋资源的类型及空间分布特征
Fig. 1 Types and spatial distribution characteristics of major marine resources

基于图1，并结合开发利用实践进行分析可以发现，不同类型资源的空间利用方式具有显著差异：（1）以要素类资源利用为主的开发利用活动，一般包括养殖、捕捞、海水淡化、油气开采、固体矿产资源开采等。开发利用过程涉及各类装备、设施的使用，且装备、设施一般需要从水面进入水体、海床或底土，故资源分布位置越往下，开发利用过程占用的竖向空间范围越大，对整个海域竖向空间的扰动也越大，越不易与其他用海活动分层利用空间。（2）以空间类资源利用为主的开发利用活动，一般包括港池、航道、海底电缆管道、海底隧道、跨海大桥、温排水等。此类活动的竖向用海空间相对稳定，尤其涉及底土使用的，不易与其他用海活动产生竖向空间冲突。（3）以景观资源利用为主的开发利用活动包括两种情形，一种是“远观型”，即游客非接触式欣赏海洋风景，不涉及海域空间利用；另一种是依托景观资源开展的亲海活动，往往以亲水为主，多使用水面和水体空间。（4）以能源类资源利用为主的开发利用活动，依赖各类可再生能源装置的安装与使用。现阶段技术成熟的开发模式仅限于海上风电和光伏，此类用海活动具有空间范围广、技术水平高、装置规模大的特点，实践中多采用桩基固定。尽管桩基使用多层海域空间，但其占用空间小；而装置的能源转换部分（如风机叶轮、光伏板）位于水面以上空间，且位置固定。因而，在合理布局的情况下，海上风电和光伏具有与其他用海活动立体分层使用海域的条件。

1.2 海域立体分层利用的现实诉求

自《海域使用管理法》实施以来，中国海域开发与管理主要是一种基于二维思维的

平面布局模式,关注海洋功能区划^[26]、海域资源配置^[27]、海域使用排他性^[28]等用海关键问题。随着近岸海域空间开发利用规模和强度持续增长,海域立体分层利用模式得到关注,并以其独特优势得到广泛应用(图2),其诉求具体体现为:

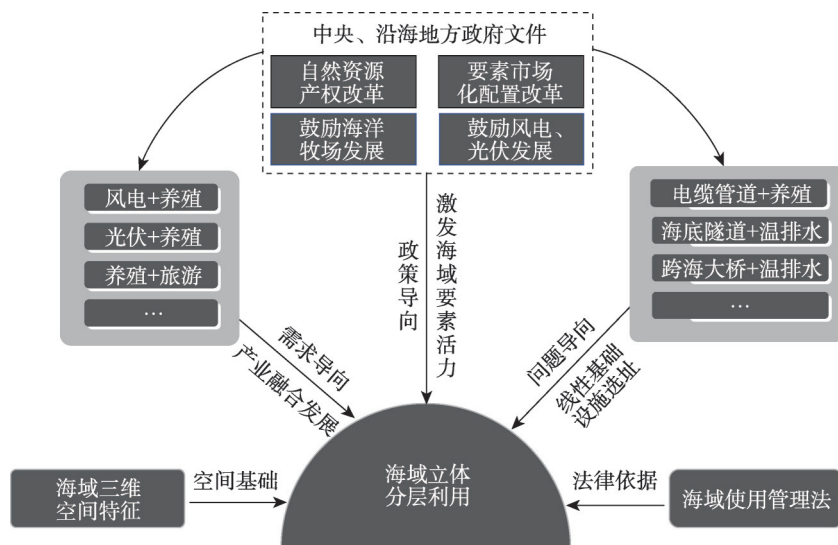


图2 海域立体分层利用的现实诉求

Fig. 2 Realistic demands for three-dimensional and layered utilization of sea areas

(1) 海域立体分层利用的最早需求,来自于解决线性基础设施与其他用海活动的冲突问题。随着经济社会和海洋工程技术水平的快速发展,跨海大桥、海底隧道、航道、海底电缆管道等线性基础设施建设规模大幅增加。由于用海范围大多从岸线延伸至近海甚至远海区域,极易与已有的用海活动发生交叉或重叠,引发空间冲突。在这种情况下,海域立体分层利用模式从用海活动的兼容性出发,允许线性基础设施与养殖、浴场、温(冷)排水等用海活动分层使用海域。这一方面兼顾了各方的用海需求,有利于经济社会发展;另一方面,相较于拆迁补偿等传统处理方法,能够降低时间和经济成本,并协调好空间冲突。实践中,线性基础设施用海均以空间资源利用为目的,空间使用范围相对稳定(如跨海大桥、航道等一般使用水面空间,海底电缆管道、海底隧道等一般使用底土空间),一般情况下,用海主体间的矛盾冲突易于协调。因此,“跨海大桥+温(冷)排水”“海底隧道/海底电缆管道+养殖”等模式得到了广泛应用。

(2) 近年来新兴的产业融合发展模式需建立在海域立体分层利用的基础上。在海洋产业转型升级需求的推动下,现代海洋产业体系加速崛起,产业链不断延伸,并呈现出跨界融合的趋势^[29],风渔互补、渔光互补、“海洋牧场+旅游”等融合发展模式开始从试点探索走向产业规模化发展。由于不同层海域空间的自然资源具有不同的利用价值^[30],可满足不同产业发展的需求,这为不同产业用海活动在同一海域同时实施带来可能性。例如,渔光互补作为典型的产业融合发展模式,实现了水体和水面空间的同步利用,使同一海域的渔业和光伏发电产业并行发展成为可能,而且能够减少土地或海域空间占用,有利于海洋经济的绿色化、集约化发展。

(3) 海域立体分层利用是提高空间利用效率的有效途径。很多用海活动占用空间范

围大,但不排斥与其他用海活动同时使用海域。以光伏发电、风力发电等用海活动为例,光伏阵列占用大面积的水面(含上覆空间)空间,风电的机组占用水面空间、基座占用底土空间,两者的桩基占用空间较小,因此光伏板下方、风电桩基上方的水体都具有开展海水养殖的可行性。由于目前近岸海域的开发强度较大,优质的空间资源已经被利用,在沿海地区向海发展目标的强烈诉求下,充分利用用海活动的竖向闲置空间将成为拓展发展空间的重要途径。

1.3 海域立体分层利用的基本属性探析

在立体分层利用视角下,海域具有多种属性特征,包括物理属性、法律属性、经济属性、功能属性等(图3)。其中,(1)海域三维空间体现其物理属性。海域是要素类资源的载体,也是开发利用活动的空间载体。海域空间天然的竖向分层特征是海域立体确权的基础和依据,在研究中需重点考虑水面、水体、海床、底土等各层空间的边界界定以及由此引起的权属切分问题。(2)海域使用权体现其法律属性。海域立体确权是将不同竖向空间的使用权进行切分(包括水面使用权、水体使用权、海床使用权、底土使用权等类型),同时赋予用海主体相应的责任和义务,从而保障各用海主体的空间权利。在研究中需重点考虑用海活动所分配的使用权类型,以及行使权利而引发的空间冲突问题。(3)海洋开发利用活动体现其经济属性。各类空间活动均通过资源利用获取经济利益,项目用海的施工工艺(建设维护期)、用海方式(运营期)等深刻影响海域空间的使用特征;在研究中需重点考虑用海方式、施工工艺等对海域竖向空间的扰动以及对其他用海活动的影响。(4)在国土空间规划基本制度下,特定海域空间具有明确的功能。一般情况下,海域立体分层利用涉及两种不同的海域用途,因此研究中需重点考虑空间兼容的问题。

总体来看,海域立体分层利用涉及多维视角的认知,且它们之间相互关联、互为支撑。然而,在具体实践中,某些环节仍未充分衔接,这就需要在海域立体化管理中兼顾

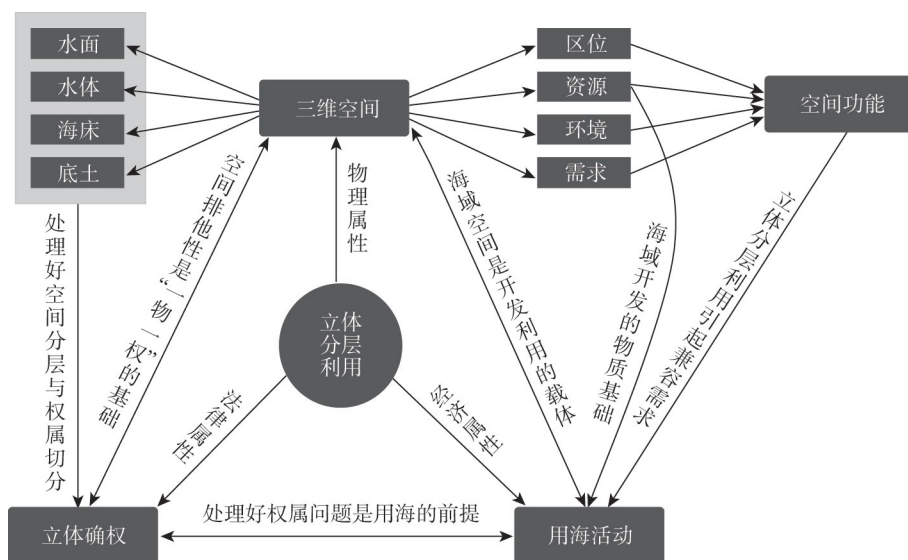


图3 海域立体分层利用的属性与特征

Fig. 3 The attributes and characteristics of three-dimensional layered utilization of sea areas

不同视角下的认知偏差,构建既符合一般认知规律、又满足法律要求的制度体系。

2 垂向宗海范围的界定

2.1 用海活动垂向宗海范围界定的困境

海域立体确权的逻辑起点在于海域空间具有立体分层属性,且用海活动可仅使用一层空间,从而可与其他用海活动共享空间使用权利。因此,海域立体化管理的前提在于明确用海活动的垂向宗海范围。实践中,海洋开发利用活动是一个由多要素参与的动态过程,在宏观层面,涉及施工、运营、维护三个主要阶段;在微观层面,用海活动组成要素(构筑物、设备、设施等一切物理实体)的空间位置往往处于动态变化中。这导致实践中存在两种情形影响用海活动垂向宗海范围的界定:

(1) 用海活动在不同阶段的空间使用特征不同(情形一)。多数海洋开发利用活动的运营阶段与建设、维护阶段的空间使用特征存在较大差异,后者往往占用的空间范围更大。以海底电缆管道用海为例,在建设或维护期间,施工船铺设或维护海底电缆管道,需要占用水面至底土四层空间;而在运营期,海底电缆管道仅占用海床或底土单层空间。显然,用海活动在运营期更易与其他用海活动立体分层使用海域空间,而在建设或维护期则很难实现。

(2) 用海活动低概率或小范围使用相邻层空间(情形二)。用海活动实施过程中的组成要素众多,其空间使用往往以某一层空间为主,但也会低概率进入相邻层的空间,抑或占用相邻层的局部空间。以港池或航道用海为例,实践中一般认为船舶使用港池或航道的水面部分,但考虑到船舶吃水(大型船舶吃水甚至超过20 m)的情况,实际上船舶还占用了一定深度的水体部分。

因此,若严格以空间排他性和“一物一权”为判别准则,考虑用海活动全周期的空间使用特征或低概率/小范围使用的空间,则几乎所有的用海活动都无法实现立体分层用海。但实践中,海底电缆+养殖、港池+污水达标排放等模式却得以施行,并得到管理部门和用海主体的认可。由此可见,用海活动的空间范围不等同于垂向宗海范围,不能直接作为权属切分的依据,这就要求立足海域及其开发利用活动的空间特征,兼顾实践与法律双重视角对海域空间的认知,以实现两种认知的统一。

2.2 海域竖向空间的边界

《海域使用管理法》将海域竖向空间划分为水面、水体、海床和底土,得到学界和管理部门的认可,因此实践中普遍将海域使用权切分为水面使用权、水体使用权、海床使用权、底土使用权,以契合《海域使用管理法》关于海域使用权排他性和《民法典》关于“一物一权”的要求。从物理学和几何学的视角来看,水面是空气和海水的交界面,海床则是海水和底土的交界面,具有“面”的属性。而海域立体分层利用的出发点在于将两者视作具有一定高度的空间,赋予其“体”的属性。当前研究和实践中普遍未对此问题进行回应。不过以实践为导向可以反推出,水面和海床应是具有一定高度的空间,否则航道使用水面空间、底播养殖使用海床空间等实践认知就不成立。因此,海域竖向空间分层不仅是对海域空间自身属性特征的考虑,更是对用海活动空间使用特征的综合考量。

基于此,本文提出,在海域立体分层利用视角下,水面是以海平面为基准、向上下方分别扩展一定距离的空间,向上可以跨海大桥顶端、船舶顶端等为界,向下以船舶最大的吃水为界;水体以海水充满的空间为界;海床是以海床面为基础,向上向下分别扩展一定距离的空间,向上一一般以人工鱼礁顶端为界,向下以海底电缆埋深为界。底土则是海床面以下的立体空间。根据以上定义,显然在相邻空间的交界处存在小尺度的重叠,因此,需要结合法律要求和实践诉求进一步探讨。

2.3 海域立体空间的认知偏差及修正

基于前文分析可知,将静态的海域竖向空间分层(海域使用权属切分)与动态的空间利用有机衔接,是海域立体化管理的关键。由此,本文兼顾法律与实践两种视角、静态与动态两种情形,提出物理空间和权利空间的概念。其中,物理空间指用海活动在建设、运营和维护阶段,所有物理实体空间轨迹的最大包络范围。物理空间的范围与实践认知一致,体现了各阶段用海活动的空间使用特征。权利空间的范围与法律认知一致,是依据海域物理空间范围所划定的具有管理意义的权属空间,重点考虑用海活动的权利范围。同时,进一步将物理空间细分为主要空间、附占空间、建设维护空间。主要空间是运营期物理实体长时间占用的空间;建设维护空间是在建设或维护阶段各类物理实体所占用的空间范围,旨在解决“情形一”所反映的问题;附占空间是运营期物理实体低概率或者少量占用的空间,旨在解决“情形二”所反映的问题。

结合前文分析可知,如果严格以物理空间范围来划定权属空间,则大部分立体分层用海模式都不可行;但如果完全忽略物理实体所占用的空间范围(包括建设维护期用海活动的空间范围和用海活动低概率或小范围使用的空间),则逻辑上很难自洽。由此可见,物理空间与权利空间不宜直接对等,物理空间应大于权利空间。由于大多数用海活动的组成要素并不会充满其所在的分层空间(例如,网箱养殖并未占用所有的水体空间,只是集中分布于水体上层空间,水体底层空间并未占用),这就给其他用海活动临时或小范围使用该空间提供了便利。而且,用海活动实施过程中,建设和维护期短于运营期,给不同用海主体的空间协调提供了更多可能。因此,受《民法典》中处理“相邻关系”的启发,本文认为:在海域竖向权属切分中,建设维护空间与附占空间可以适当忽略,只考虑主要空间——主要空间与权利空间直接对等;而在研判立体分层用海可行性时,则需要考虑附占空间和建设维护空间的范围,其中建设维护空间用于研判项目建设或维护期对其他用海活动的单向干扰,附占空间用于研判运营期用海活动之间的相互干扰。

基于以上思路,在判别海域立体分层用海可行性时,可首先对用海活动实施过程中的所有组成要素进行分解,并逐项分析其建设期、运营期和维护期的空间轨迹,在此基础上分别明确用海活动的主要空间、建设维护空间和附占空间;进而,以两者主要空间是否重叠作为主要依据,判断附占空间是否对用海活动实施存在影响;最后,考虑用海活动建设或维护过程对其他用海活动的影响,并提出相应的管控要求(图4)。

以航道用海为例,在运营期内,船舶通过航道驶入港池,船舶实际占用的空间范围包括水面和水体,由于船体占据水面及以上空间的范围较大,可认为航道用海的主要空间为水面,而水体为附占空间。在建设维护期,航道的主要施工内容为疏浚,在此过程

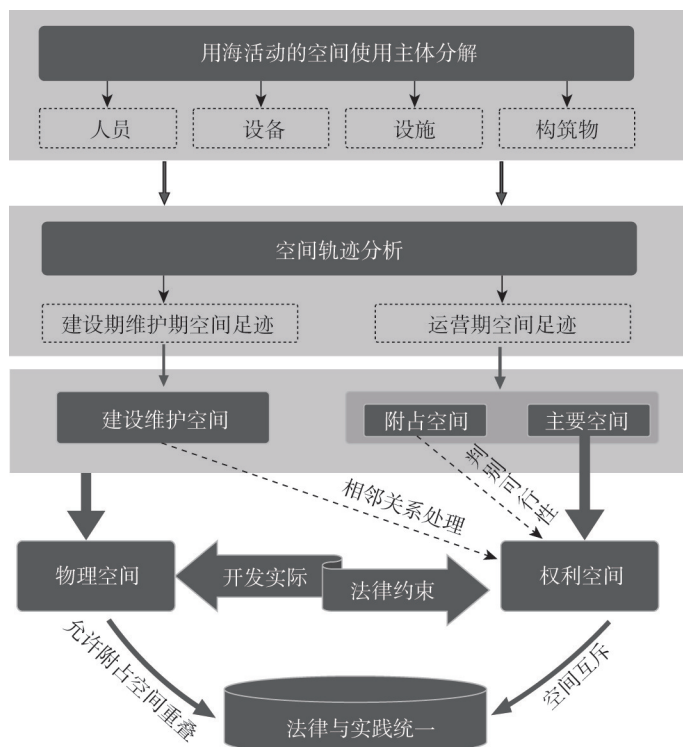


图4 双重视角下海域立体空间的认知偏差及修正

Fig. 4 Cognitive bias and correction of three-dimensional space in sea areas from a dual perspective

中,海床受到强烈扰动,因此,建设维护空间包括水面、水体和海床。再以温排水为例,在运营期,排出的水体扩散并充满局部海域,主要空间为水体,不需要附占其他空间。该用海活动一般不需要建设维护,因此,不需要建设维护空间。基于此,航道和温排水可以同时利用海域不同层空间而互不干扰,实现立体分层利用:前者主要使用水面层,享有水面使用权;后者主要使用水体层,享有水体使用权。而且,尽管航道用海的附占空间与温排水的主要空间有部分重叠,但不影响后者使用海域。

3 海域立体化管理的建议与展望

3.1 技术管理:宗海垂向范围界定

目前沿海地区纷纷出台海域立体确权的相关政策文件,“海上风电+养殖”“海上光伏+养殖”等项目纷纷落地实施,海域立体分层利用模式逐渐成熟。但当前海域立体化管理仍缺少系统完善的技术规范,成为制约海域立体分层利用走向规范化、标准化的重要一环,尤其是对用海活动垂向宗海范围的界定缺少技术指导,使海域权属管理、冲突协调、不动产登记等环节无据可依。在此情况下,有必要强化对海域空间资源的三维认知,深入分析用海活动的空间使用特征,对其物理空间范围和权利空间范围进行界定,从而明确用海活动的宗海垂向范围(表1)。在此基础上,出台《海域使用权立体分层设权宗海界定技术规范》,明确用海活动的主要空间、立体设权的范围及类型,对宗海图绘

表1 典型用海活动的空间使用特征

Table 1 The spatial usage characteristics of typical sea use activities

空间特征 用海活动	物理空间			权利空间
	主要空间	附占空间	建设维护空间	
网箱/筏式养殖	水体	水面	水面—水体	水体
人工鱼礁	海床	水体	水面—海床	海床
港口/航道	水面	水体	水面—底土	水面
海底隧道	底土	—	底土	底土
海底电缆管道（铺设）	海床	—	水面—底土	海床
海底电缆管道（埋设）	底土	—	水面—底土	底土
温（冷）排水	水体	—	—	水体
桩基式光伏	水面	水体—底土	水面—底土	水面
海上风电	底土	水面—海床	水面—底土	底土

制、权属调查、海籍测量、面积计算等关键内容提出明确的技术要求，作为用海申请人编制海域使用论证报告和自然资源（海洋）行政主管部门审查立体分层设权用海项目的依据。

3.2 现实诉求:完善现有制度体系

海域立体分层利用引发了对海域管理制度改革的诉求，包括海域使用论证、规划编制、海籍管理、用海审批、不动产登记等关键环节。基于当前实践诉求，本文认为海域使用论证环节应从用海活动实施层面加强海域立体分层利用的必要性与可行性、施工工艺与用海方式及利益相关者协调等内容研究，科学研判项目风险、平面与竖向空间布局、环境影响等关键问题，为用海审批决策提供技术依据；海籍管理与不动产登记环节应基于海域三维空间特征考虑其主要空间的范围，明确宗海垂向范围的界定方法及空间分层信息、宗海界址图和立体分层设权示意图等编绘要求，并在此基础上明确海域立体确权的类型及不动产登记程序；规划编制环节应从用海活动空间准入层面考虑海洋功能区的兼容性，研判用海活动是否符合用途管制要求；用海审批则需要对以上问题进行综合考虑，并按照已设立和未设立海域使用权两种情形，分别提出项目用海审查程序和要求，规范海域立体开发秩序。

3.3 核心问题:协调空间冲突

在海域立体分层利用实践中，用海活动的建设、运营和维护周期相互交叠，对彼此的正常实施形成干扰，因而协调空间冲突是海域立体化管理的重要内容。在此情况下，要深入分析用海活动的空间使用特征：（1）分析用海活动建设维护空间的使用特征，其关键在于分析用海活动建设或维护期占用海域空间的时段、范围和具体占用方式，明确对其他用海活动的干扰方式与程度，并在用海主体协调一致的情况下，细化工程施工的流程、作业方式、作业周期等要求。（2）分析用海活动附占空间的使用特征，其关键在

于分析用海活动在运营期对其他用海活动是否形成干扰。例如,航道用海的附占空间为水体,温排水和筏式养殖的主要空间均为水体,但航道在一定条件下可以与温排水立体分层使用海域,却不能与筏式养殖立体分层使用海域。基于以上研究,厘清不同用海主体之间的竖向相邻关系及潜在冲突,对各用海主体的权利和义务做出明确界定,并通过用途管制、签订协议等方式对利益相关者进行协调。

3.4 未来展望:多用途用海与立体空间规划

国土空间规划是协调海洋开发利用活动的基本遵循,长期以来海洋空间规划实践均从平面视角对海域进行功能分区,使海域功能具有唯一性。在海域立体分层利用中,用海主体对同一区域提出不同用途的利用诉求,这给现行的海洋功能分区及管控制度带来了挑战。鉴于此,为保障海域立体分层利用实施,国土空间规划可从两个层面进行完善。在当前国土空间规划编制过程中,可充分调研用海主体立体分层用海的需求和意愿,在海洋空间管控规则(海洋功能区登记表)中明确兼容功能,并对开发利用活动提出明确的管控要求。在未来,随着海域立体分层利用模式的广泛推行,可变“被动”为“主动”,选取空间利用强度高、用海活动集中、经济发展和科技水平高的区域探索编制海洋立体空间规划,选划出“海洋风电+养殖”“海上光伏+养殖”等集中优先发展区域,从而引导项目立体分层用海,实现规范用海秩序与提高空间利用效率的双重目标。

4 结论

海域立体分层利用成为应对空间资源紧缺的有效路径,同时也为新时期海洋经济高质量发展带来新契机。在当前制度和工程实践逐渐深入的同时,海域空间立体化管理的挑战也随之而来。深刻认识海域空间资源的三维属性是补齐立体化管理技术短板的基本前提。

本文从空间维度对海洋资源的空间分布特征进行探析,将海洋资源划分为要素类、空间类、能源类、景观类等不同类型,并对不同类型资源的开发利用特征进行分析;从线性基础设施用海选址、产业融合发展和空间效率提升三个维度分析当前海域立体化管理的现实需求;从物理属性、法律属性、经济属性、功能属性等不同视角,厘清了海域立体分层利用的特征及各类属性的相互关系。聚焦垂向宗海范围界定这一关键问题,从两种情形出发分析其现实困境,并基于实践视角明确了海域竖向四层空间的边界,最后,兼顾法律与实践两种视角、静态与动态两种情形,提出海域物理空间(建设维护空间、运营空间和附占空间)和权利空间的概念,并阐明各类空间的关系。在此基础上,从宗海垂向范围界定、完善现有制度体系、协调空间冲突、开展多用途用海与立体空间规划等方面构建了海域立体化管理的基本框架。

本文关于海域立体空间属性及关系的探讨,能够为制定海域立体确权相关政策、技术规范提供一定参考。但相关研究建立在当前立体分层用海项目实践和现行《海域使用管理法》法理的基础上,随着海洋工程技术的发展、《海域使用管理法》修订及国土空间规划改革的持续推进,本文的相关研究结论可能需进一步修正。基于此,建议进一步加强对所有用海活动空间使用特征的研究,广泛收集并分析相关案例,建立海域立体分层

利用案例库, 对权利空间与物理空间关系进行解构, 创建既符合一般认知规律, 又满足法律要求的空间关系图谱, 为海域立体化管理提供技术支撑。

参考文献(References):

- [1] SMYTHE T C, MCCANN J. Achieving integration in marine governance through marine spatial planning: Findings from practice in the United States. *Ocean & Coastal Management*, 2019, 167: 197-207.
- [2] GRIP K, BLOMQVIST S. Marine spatial planning: Coordinating divergent marine interests. *Ambio*, 2021, 50(6): 1172-1183.
- [3] BECKER-WEINBERG V. Portugal's legal regime on marine spatial planning and management of the national maritime space. *Marine Policy*, 2015, 61: 46-53.
- [4] 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.
- [5] 王森, 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.]
- [6] 王森, 江文斌. 基于多层次利用的海域多层使用权研究. *中国渔业经济*, 2011, 29(6): 37-43. [WANG M, JIANG W B. The research on multilayer usufruct of sea areas based on the multilayer utilization. *Chinese Fisheries Economics*, 2011, 29(6): 37-43.]
- [7] 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.]
- [8] 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.]
- [9] 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.]
- [10] 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.]
- [11] 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.]
- [12] 林全玲, 姚海燕. 论海域使用权的流转保护. *海洋开发与管理*, 2015, 32(7): 10-17. [LIN Q L, YAO H Y. Transfer and protection of sea area use rights. *Ocean Development and Management*, 2015, 32(7): 10-17.]
- [13] 李彦平, 刘大海. 基于立体化开发的海域资源配置方法研究. *海洋环境科学*, 2019, 38(3): 435-440. [LI Y P, LIU D H. Research on methods of marine resources allocation based on three-dimensional development. *Marine Environmental Science*, 2019, 38(3): 435-440.]
- [14] STANCHEVA M, STANCHEV H, ZAUCHA J, et al. Supporting multi-use of the sea with maritime spatial planning. The case of a multi-use opportunity development-Bulgaria, Black Sea. *Marine Policy*, 2022, 136: 104927, Doi: 10.1016/j.marpol.2021.104927.
- [15] SCHUPP M F, BOCCI M, DEPELLEGRIN D, et al. Toward a common understanding of ocean multi-use. *Frontiers in Marine Science*, 2019, 6: 1-12, Doi: 10.3389/fmars.2019.00165.
- [16] PRZEDRZYMIŃSKA J, ZAUCHA J, DEPELLEGRIN D, et al. Multi-use of the sea: From research to practice. *SHS Web of Conferences*, 2018, 58(1): 01025, Doi: 10.1051/shsconf/20185801025.
- [17] STANCHEVA M, STANCHEV H. Addressing the multi-use concept with maritime spatial planning in the cross-border

- region (Bulgaria), <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/practices/addressing-multi-use-concept-maritime-spatial-planning-cross-border-region-bulgaria>, 2021-06-30.
- [18] NEIMANE L, OZOLIŅA L, ŠAPARNIENĒ D. Maritime multi-use approach in the Baltic Sea Region: Offshore wind energy and tourism cases. In: Riga Technical University. RTU 62nd International Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship SCEE' 2021 Proceedings. Riga: Riga Technical University, 2021: 49-62.
- [19] PRZEDRZYMIŃSKA J, ZAUCHA J. Multi-use concept in European Sea Basins, <https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/practices/multi-use-concept-european-sea-basins>, 2018-04-29.
- [20] 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.
- [21] WAHLE C M, IORIO M D, TOWNSEND J. Visualizing the three-dimensional footprint of ocean uses: A guide to building and applying space use profiles for ocean management, <https://marineprotectedareas.noaa.gov/>, 2020-11-01.
- [22] 刘大海, 程天麒, 徐文鹏, 等. 基于生态系统的海底功能区划初步构想. *海洋开发与管理*, 2017, 34(5): 9-15. [LIU D H, CHENG T Q, XU W P, et al. Exploration of the ecosystem-based seabed functional zoning. *Ocean Development and Management*, 2017, 34(5): 9-15.]
- [23] 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.]
- [24] 王森, 赵琪, 范圣刚. 海域空间层叠利用的立体功能区划研究. *中国渔业经济*, 2013, 31(5): 59-62. [WANG M, ZHAO Q, FAN S G. Research on classification of layer ocean-exploitation three-dimensional function. *Chinese Fisheries Economics*, 2013, 31(5): 59-62.]
- [25] 赵琪, 王森, 范圣刚. 层叠用海兼容性评估方法与模型研究. *中国渔业经济*, 2014, 32(1): 89-95. [ZHAO Q, WANG M, FAN S G. Research on layer ocean-exploitation compatibility assessment. *Chinese Fisheries Economics*, 2014, 32(1): 89-95.]
- [26] 刘百桥, 阿东, 关道明. 2011—2020年中国海洋功能区划体系设计. *海洋环境科学*, 2014, 33(3): 441-445. [LIU B Q, A D, GUAN D M. Framework design of Chinese marine functional zoning in 2011-2020. *Marine Environmental Science*, 2014, 33(3): 441-445.]
- [27] 曹英志. 海域资源配置方法研究. 青岛: 中国海洋大学, 2014. [CAO Y Z. Study on the marine resource allocation method. Qingdao: Ocean University of China, 2014.]
- [28] 岳奇, 赵梦, 徐伟. 海域使用排他的类型、特征及计算方法研究. *海洋环境科学*, 2015, 34(2): 206-210. [YUE Q, ZHAO M, XU W. The types, characteristics and calculation method of exclusiveness in sea use. *Marine Environmental Science*, 2015, 34(2): 206-210.]
- [29] 康焱, 张莹. 基于跨界融合视角的海洋渔业新业态、新模式研究. *浙江海洋大学学报: 人文科学版*, 2020, 37(3): 9-13. [KANG Y, ZHANG Y. On the new format and model of marine fishery from the perspective of cross-border integration. *Journal of Zhejiang Ocean University: Humanities Sciences*, 2020, 37(3): 9-13.]
- [30] 徐敬俊. 海域空间自然资源的立体分布特征与其资产化管理路径探索. *太平洋学报*, 2019, 27(4): 91-104. [XU J J. The multi-dimensional distribution characteristic of marine space natural resources and approaches to capitalized management. *Pacific Journal*, 2019, 27(4): 91-104.]

Cognition and three-dimensional management of three-dimensional spatial resources in sea areas

LI Yan-ping^{1,2,3}, LIU Da-hai^{1,3}, CHEN Yi-yang⁴, FAN Ming-lei¹, LYU Lin⁵, LIU Xiao¹

(1. First Institute of Oceanography, MNR, Qingdao 266061, Shandong, China; 2. College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, Shandong, China; 3. Key Laboratory of Coastal Science and Integrated Management, MNR, Qingdao 266061, Shandong, China; 4. School of Economics, Ocean University of China, Qingdao 266100, Shandong, China; 5. Sea Area Use Dynamic Surveillance and Monitoring Center of Jiangsu Province, Nanjing 210017, China)

Abstract: With the continuous expansion of the scale, depth, and breadth of ocean development and utilization, the concept, attributes, and utilization methods of marine space are constantly evolving and given more connotations. In recent years, the reform of the three-dimensional ownership system for sea areas has been continuously advancing, and there is an urgent need to explore a system that adheres to three-dimensional thinking in the recognition, utilization, and management of sea space. Due to insufficient understanding of the three-dimensional space and its spatial utilization characteristics of the sea area, the current institutional practice lacks sufficient theoretical support. Based on the above, the article reclassifies the types of marine resources from the spatial dimension, dividing them into element class, landscape class, dynamic class, and spatial class, and analyzes the spatial usage characteristics in their utilization process one by one. Moreover, the practical demands for three-dimensional and layered utilization of sea areas were elaborated from three dimensions: project site selection, industrial integration development, and spatial efficiency improvement. Consequently, the spatial characteristics and interrelationships of the three-dimensional layered utilization of the sea area from different perspectives are analyzed, and the vertical slicing of the right to use the sea area is explored. Focusing on the practical issue of defining the vertical sea area, this paper herein analyzes the challenges faced by defining the vertical sea area from two aspects. Furthermore, guided by practice and taking into account the inherent characteristics of sea space and the characteristics of sea use activities, a vertical spatial division approach for sea areas is proposed. Finally, considering both legal and practical perspectives, as well as static and dynamic situations, the concepts of physical space (construction and maintenance space, operation space, and occupied space) and right space in the sea area are proposed, and the relationship between various spaces is clarified. Therefore, a basic framework for three-dimensional management of sea areas has been constructed from the perspectives of defining the vertical scope of the sea area, improving the existing institutional system, coordinating spatial conflicts, and carrying out multi-purpose sea use and three-dimensional spatial planning.

Keywords: three-dimensional layered utilization of sea areas; three-dimensional space; sea area use rights; vertical range