المفاهيم الأساسية والمنطق التقني ومسارات تنفيذ التخطيط المكاني البحري ثلاثي الأبعاد

**LI Yanping, XU Xiaomeng, LIU Dahai, XIN Li, XU Saiya, LIU Yilin**

الملخص: مع تطور حقوق استخدام البحر بصورة طبقية، تتجه إدارة الفضاء البحري نحو تخطيط مكاني ثلاثي الأبعاد. توضح المقالة ضرورته لدعم التنمية البحرية عالية الجودة، وتنظيم الموارد الرأسية، وتحسين الاستخدام المكثف للمناطق الساحلية. وتقترح إطارا يجمع الأبعاد الوظيفية والزمنية والتنموية والحقوقية، ثم تحدد مسارا تقنيا يقوم على مسح الاستخدامات القائمة، وتقييم الملاءمة، وتنظيم الوظائف، وصياغة قواعد التحكم في الاستخدام.

الكلمات المفتاحية: التخطيط المكاني البحري ثلاثي الأبعاد؛ الاستخدام الطبقي للبحر؛ التقسيم الوظيفي البحري؛ تقييم الملاءمة؛ التحكم في الاستخدام

ملاحظة التمويل: National Natural Science Foundation of China project on conflict mechanisms, organizational modes, and spatial optimization of stratified sea use (42306247); key project of the Key Laboratory of Marine Spatial Resource Management Technology; major project of the Hainan Key Laboratory for Building Maritime Strength.

## 1 ضرورة التخطيط البحري ثلاثي الأبعاد

لم يعد التخصيص ثنائي الأبعاد كافيا أمام كثافة الموانئ والاستزراع البحري والطاقة المتجددة والكابلات والأنابيب والسياحة والحماية البيئية. يتيح التخطيط ثلاثي الأبعاد تقليل التعارضات، وتنظيم الاستخدامات المتوافقة، وتحويل الحقوق الطبقية المنفردة إلى بنية إقليمية منسقة [16-23].

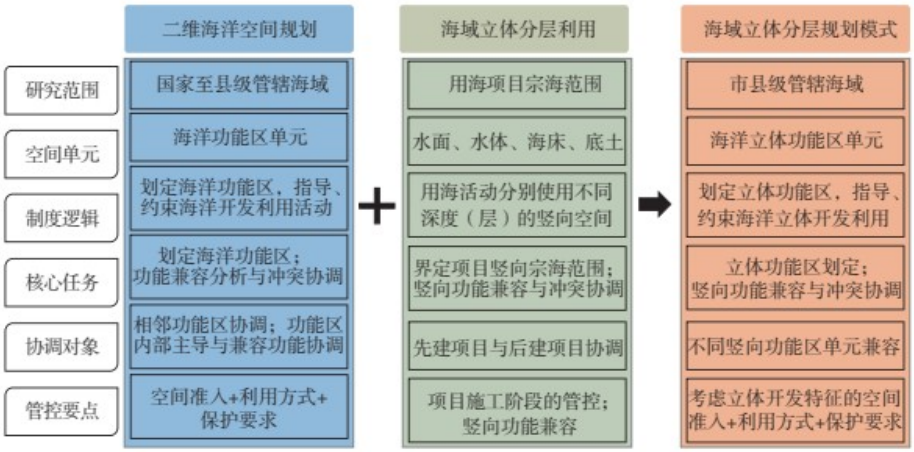
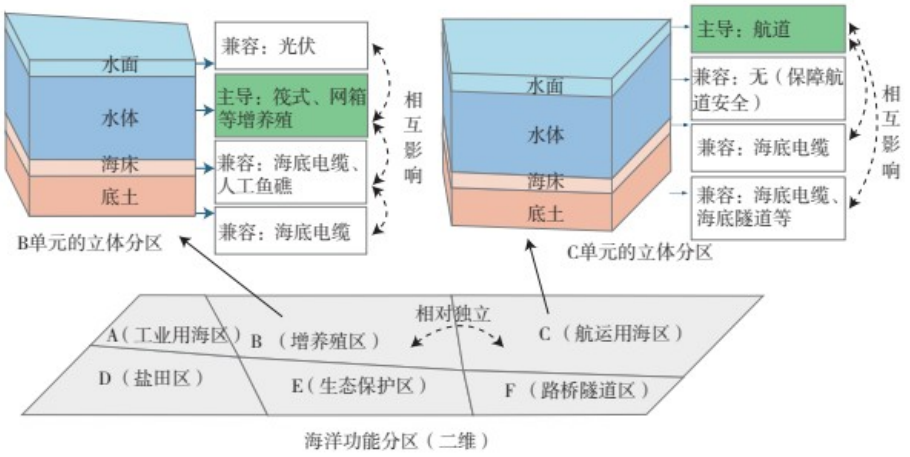



图1 海洋立体空间规划与海洋二维空间规划、海域立体分层利用的特征比较

الشكل 1 Comparison of three-dimensional marine spatial planning, two-dimensional marine spatial planning, and stratified use

### 1.1 دعم التنمية البحرية عالية الجودة

يربط هذا المنظور بين الكفاءة الاقتصادية والسلامة والأهداف البيئية وتنظيم السطح وعمود الماء وقاع البحر وما تحته.




الشكل 2 Transition from two-dimensional to three-dimensional marine functional zoning

1.2 تخصيص الموارد الرأسية وتنظيمها

لا تقتصر المهمة على توزيع الحقوق، بل تشمل رصد الآثار التراكمية والممرات وتسلسل المشروعات وشروط التوافق بين القطاعات.

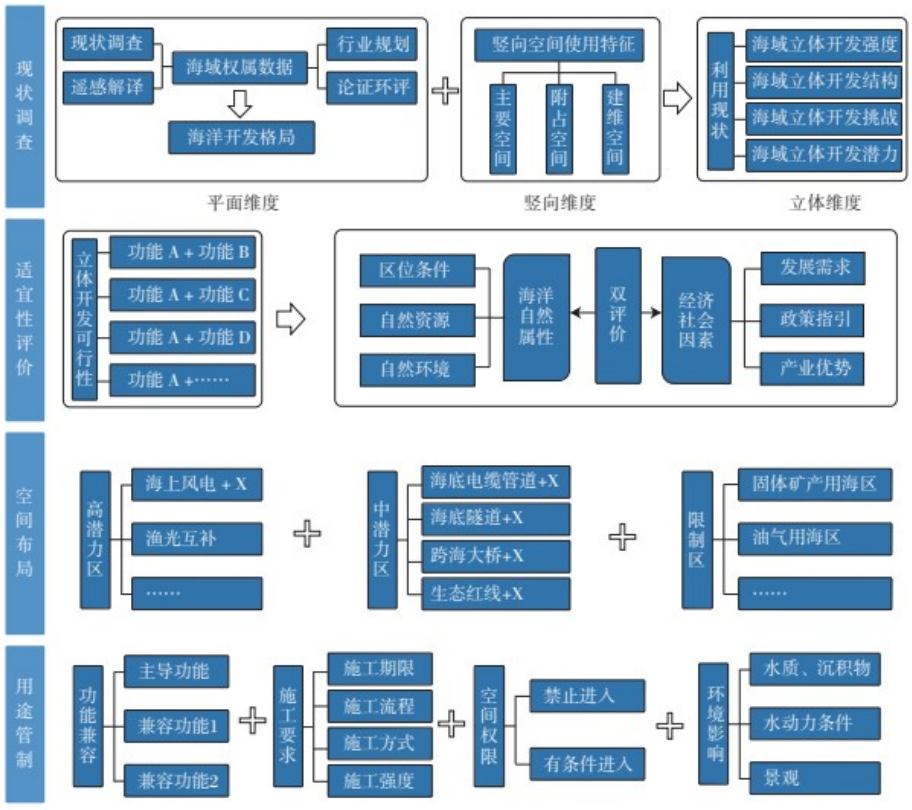


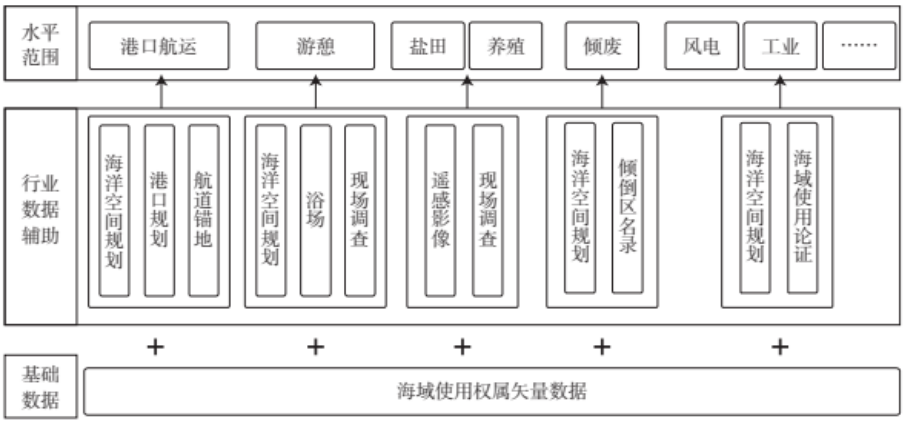

图3 海洋立体空间规划的主要技术环节

Fig.3 Core technical components of three-dimensional marine spatial planning

الشكل 3 Main technical stages of three-dimensional marine spatial planning

1.3 الاستخدام المكثف للفضاء الساحلي

توضح تركيبات مثل الاستزراع البحري مع الخلايا الشمسية، والرياح مع الصيد، والممرات المشتركة للبنية التحتية إمكان تقليل التوسع الأفقي.




الشكل 4 Evaluation of the planar extent of marine-use activities

## 2 الفهم الأساسي

ينظم الإطار أربعة أبعاد: الوظيفة المهيمنة والوظائف المتوافقة، التسلسل الزمني للبناء والتشغيل، مسارات جديدة داخل الفضاءات البيئية، ثم الحقوق والتعويض والرقابة.

**表1 用海活动的竖向空间使用特征**

Tab.1 Characteristics of vertical ocean utilization activities

| 用海活动 | 空间使用特征 | | | 具有利用潜力的剩余空间 |
|---|---|---|---|---|
| | 主要空间 | 附占空间 | 建设维护空间 | |
| 围海养殖 | 水体 | 海床 | 水面—水体 | 底土 |
| 筏式和网箱养殖 | 水体 | 水面、海床 | 水面—水体 | 海床、底土 |
| 底播养殖 | 海床 | —— | 水面—海床 | 底土 |
| 人工鱼礁 | 海床 | —— | 水面—海床 | 底土 |
| 温(冷)排水 | 水体 | —— | 水体 | 水面、海床、底土 |
| 海上光伏(桩基式) | 水面 | 水体、海床、底土 | 水面—底土 | 水体、海床、底土 |
| 海上光伏(漂浮式) | 水面 | 水体、海床、底土 | 水面—水体 | 水体、海床、底土 |
| 海上风电 | 底土 | 水体、海床、底土 | 水面—底土 | 水体、海床、底土 |
| 跨海桥梁 | 水面 | 水体、海床、底土 | 水面—水体 | 水体、海床、底土 |
| 浴场 | 水面 | 水体 | —— | 底土 |
| 游乐场 | 水面 | 水体 | 水面—海床 | 底土 |
| 海底电缆管道(海床敷设) | 海床 | —— | 水面—海床 | 水面、水体 |
| 海底电缆管道(底土埋设) | 底土 | —— | 水面—底土 | 水面、水体 |
| 海底隧道 | 底土 | —— | 底土 | 水面、水体、海床 |
| 海底场馆 | 底土 | —— | 底土 | 水面、水体、海床 |

الجدول 1 Vertical-space characteristics of marine-use activities

## 3 المنطق التقني والتنفيذ

ينبغي أن يستند التخطيط ثلاثي الأبعاد إلى نظام التخطيط البحري ثنائي الأبعاد القائم. تبقى المناطق الوظيفية أساسا توجيهيا، بينما تضيف الطبقات الرأسية قواعد للتوافق والتسلسل والتحكم المتمايز.

表2 用海活动立体分层利用适宜性评价结果

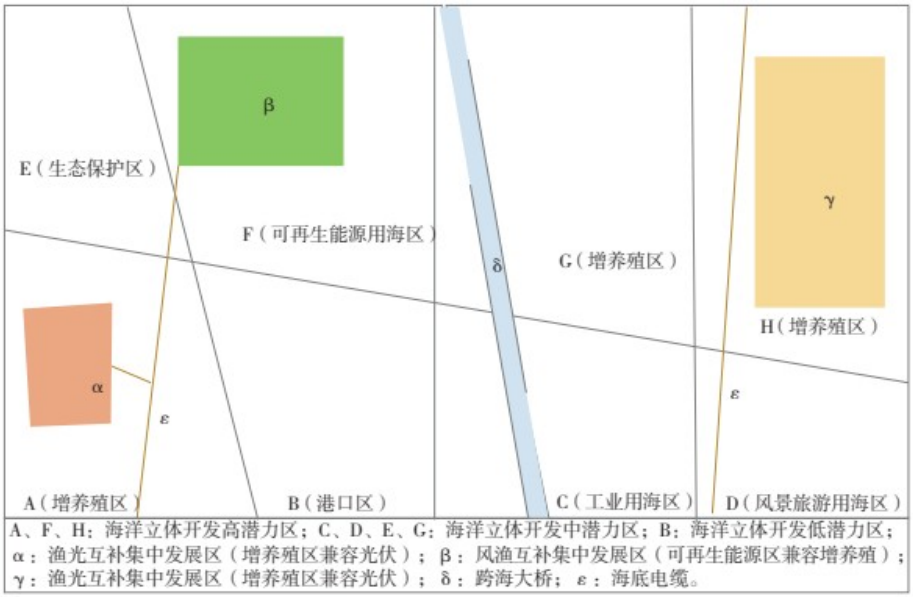
Tab.2 Stratified suitability assessment of ocean space

| 用海活动 | 围海养殖 | 筏式和网箱养殖 | 底播养殖 | 人工鱼礁 | 温(冷)排水 | 海上光伏 | 海上风电 | 跨海桥梁 | 海水浴场 | 海上娱乐活动 | 海底电缆管道(海床) | 海底电缆管道(底土) | 海底隧道 | 海底场馆 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 围海养殖 | | | | | | √ | | √ | | | | √ | | |
| 筏式和网箱养殖 | | | √ | √ | | √ | √ | √ | | | √ | √ | √ | √ |
| 底播养殖 | | √ | | | | √ | | √ | | | | | √ | √ |
| 人工鱼礁 | | √ | | | | √ | √ | √ | | | | | √ | √ |
| 温(冷)排水 | | | | | | √ | √ | √ | | | | | √ | √ |
| 海上光伏 | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | | | | √ | √ | √ | √ |
| 海上风电 | | √ | | √ | √ | √ | | | | | √ | | | |
| 跨海桥梁 | √ | √ | √ | √ | √ | | | | | | √ | √ | | |
| 海水浴场 | | | | | | | | | | | √ | √ | √ | √ |
| 海上娱乐活动 | | | | | | | | | | | √ | √ | √ | √ |
| 海底电缆管道(海床敷设) | | √ | | | | √ | √ | √ | √ | √ | | √ | √ | √ |
| 海底电缆管道(底土埋设) | √ | √ | | | | √ | | √ | √ | √ | √ | | | |
| 海底隧道 | | √ | √ | √ | √ | √ | | | √ | √ | √ | | | |
| 海底场馆 | | √ | √ | √ | √ | √ | | | √ | √ | √ | | | |

الجدول 2 Suitability assessment of stratified marine-use combinations

## 3.1 المنهج العام

تضمن الصلة بين التخطيط ثنائي الأبعاد والتخطيط ثلاثي الأبعاد والاستخدام الطبقي اتساقا تنظيميا وتمنع الخلط بين الوظائف.




الشكل 5 Schematic three-dimensional spatial layout and zoning

## 3.2 المراحل التقنية الرئيسية

تشمل المهام مسح الاستخدامات الرأسية، وتقييم ملاءمة التركيبات، وإعداد التقسيم الوظيفي ثلاثي الأبعاد، وصياغة قواعد الاستخدام والبناء والسلامة والتعويض.

### 3.3 مسارات التنفيذ

يتطلب التطبيق بيانات موحدة، ومسؤوليات إدارية واضحة، وتنسيقا بين القطاعات، وآلية متابعة تسمح بتعديل الحقوق والاستخدامات.

## 4 الخلاصات والمناقشة

يوفر التخطيط البحري ثلاثي الأبعاد منهجا للانتقال من إدارة المشروعات المنفردة إلى حوكمة إقليمية للفضاء البحري. وتعتمد فعاليته على جودة البيانات ودقة القواعد وقدرة المؤسسات على التنسيق.

## المراجع


[1] Wen Chaoxiang, Lü Yiping, Lin Xiaoru, et al. Land-sea coordination in coastal spatial planning [J]. Urban Planning Forum, 2020(5): 69-75.

[2] Cheng Yao, Li Yuanwen, Zhao Min. Marine spatial planning from a land-sea coordination perspective: EU experience [J]. Urban Planning Forum, 2019(5): 59-67.

[3] Lin Xiaoru, Wang Liyun, Wen Chaoxiang. Coastal spatial control oriented to land-sea coordination [J]. Urban Planning Forum, 2018(4): 75-80.

[4] Liu Dahai, Xing Wenxiu, Li Yanping, et al. Regulatory framework and rights relationships in coastal planning [J]. Urban Planning Forum, 2022(2): 20-26.

[5] Gu Haibo, Li Xiaojuan, Xing Wenxiu, et al. Detailed marine planning in Shenzhen based on land-sea coordination [J]. Urban Planning Forum, 2023(5): 71-78.

[6] Xing Wenxiu, Lin Yuting, Liu Dahai, et al. Concepts and implementation of detailed marine planning [J]. Urban Planning Forum, 2023(4): 95-103.

[7] Taljaard S, Van Niekerk L. National legal regimes for multi-use marine spatial planning [J]. Marine Policy, 2013, 38: 72-79.

[8] Schupp M F, Bocci M, Depellegrin D, et al. Toward a common understanding of ocean multi-use [J]. Frontiers in Marine Science, 2019, 6: 165.

[9] Cui Wanglai, Li Ruifa, Zhong Haiyue, et al. Property-rights management for stratified sea use [J]. Natural Resource Economics of China, 2022, 35(7): 4-11.

[10] Li Yanping, Chen Yiyang, Liu Dahai, et al. Spatial conflicts and management of stratified sea use [J]. Journal of Natural Resources, 2023, 38(10): 2475-2489.

[11] Zhao Meng, Yue Qi, Xu Wei, et al. Feasibility of three-dimensional sea-use rights [J]. Ocean Development and Management, 2016, 33(7): 70-73.

[12] Ma Xinyu. Legal Issues in Three-dimensional Marine Development in China [D]. Dalian Ocean University, 2024.

[13] Cui Wanglai, Wang Xia, He Yixiong. Definition and management of stratified sea-use rights [J]. Marine Economy, 2024, 14(3): 63-72.

[14] Yang Zhihao, Sun Huaye, Yang Mingming, et al. Supporting institutions for stratified sea-use rights [J]. Ocean Development and Management, 2022, 39(3): 79-83.

[15] Li Yanping, Li Chenyu, Liu Dahai. Institutional difficulties and improvement of stratified sea use [J]. Ocean Development and Management, 2020, 37(9): 3-8.

[16] Li Yanping, Liu Dahai, Chen Yiyang, et al. Three-dimensional marine spatial resources and management [J]. Journal of Natural Resources, 2024, 39(1): 49-61.

[17] Feng Chongjun, Zhong Jinxiang, Zhou Yuan, et al. Three-dimensional cadastral modeling and conflict detection [J]. Science of Surveying and Mapping, 2023, 48(8): 220-228.

[18] Michler-Cieluch T, Krause G, Buck B H. Integrating offshore wind and mariculture operations [J]. Ocean & Coastal Management, 2009, 52: 57-68.

[19] Christie N, Smyth K, Barnes R, et al. Co-location in marine spatial planning [J]. Marine Policy, 2014, 43: 254-261.

[20] Gleason M, McCreary S, Miller-Henson M, et al. Stakeholder-driven marine protected-area network planning [J]. Ocean & Coastal Management, 2010, 53(2): 52-68.

[21] Yates K L, Schoeman D S. Fishers' spatial priorities in conservation planning [J]. ICES Journal of Marine Science, 2014, 72(2): 587-594.

[22] Buck B H, Richard L. Aquaculture Perspective of Multi-use Sites in the Open Ocean [M]. Cham: Springer, 2017.

Li Yanping, Liu Dahai. Marine resource allocation based on three-dimensional development [J]. Marine Environmental Science, 2019, 38(3): 435- [23]
.440

ترجمة بمساعدة الذكاء الاصطناعي