

Concepts fondamentaux, logique technique et voies de mise en œuvre de la planification spatiale marine tridimensionnelle

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

Résumé : Avec le développement des droits d’usage stratifiés de la mer, la gestion maritime appelle une planification spatiale marine véritablement tridimensionnelle. L’article montre la nécessité de cette approche pour le développement marin de qualité, l’allocation coordonnée des ressources verticales et l’usage intensif de l’espace côtier. Il propose un cadre croisant dimensions fonctionnelle, temporelle, de développement et de droits, puis précise une méthode technique fondée sur l’inventaire des usages stratifiés, l’évaluation de la compatibilité, l’organisation des fonctions et la formulation de règles de contrôle.

Mots-clés : planification spatiale marine tridimensionnelle; usage stratifié de la mer; zonage fonctionnel marin; évaluation d’aptitude; contrôle d’usage

Note de financement: 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 Nécessité de la planification marine tridimensionnelle

La planification bidimensionnelle ne suffit plus à organiser des usages côtiers de plus en plus denses, tels que ports, aquaculture, énergies renouvelables, câbles, conduites, tourisme et protection écologique. La planification tridimensionnelle réduit les conflits, rend possibles les usages compatibles et transforme les droits stratifiés ponctuels en structure régionale coordonnée [16-23].

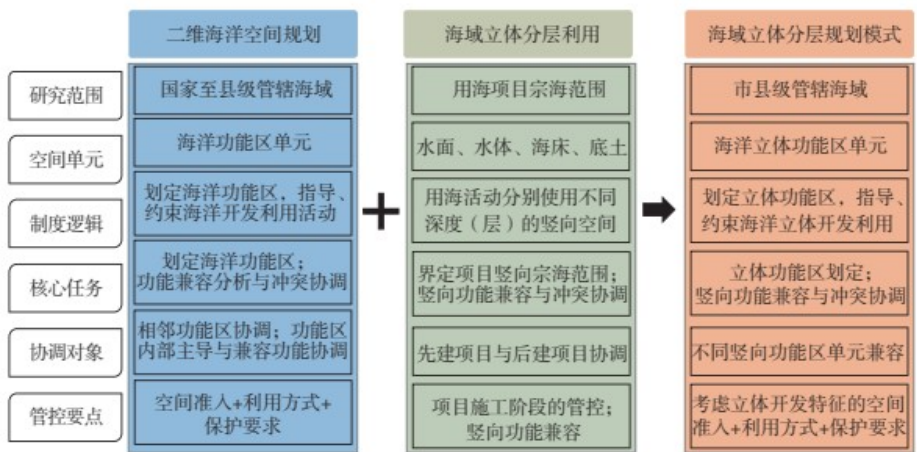


图1 海洋立体空间规划与海洋二维空间规划、海域立体分层利用的特征比较

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

1.1 Développement marin de qualité

Elle permet d’articuler efficacité économique, sécurité d’usage et objectifs environnementaux en distinguant les couches de surface, de colonne d’eau, de fond marin et de sous-sol.

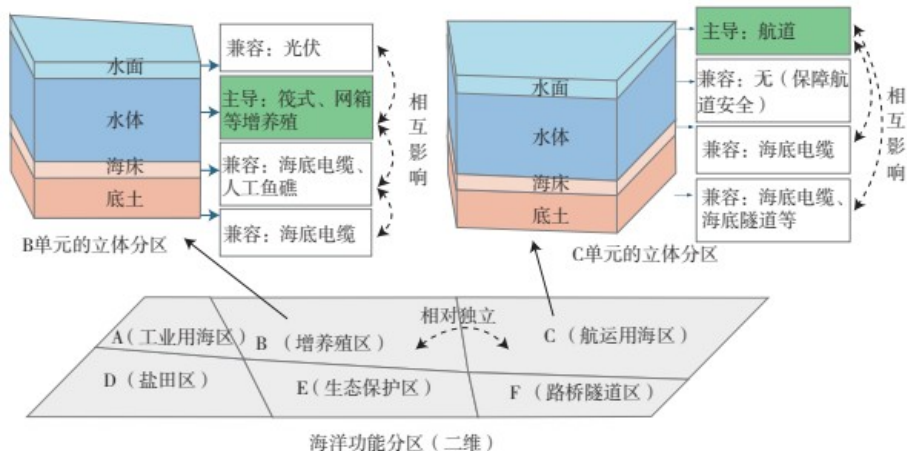


Fig. 2 Transition from two-dimensional to three-dimensional marine functional zoning

1.2 Allocation et organisation des ressources verticales

L'enjeu n'est pas seulement d'attribuer des droits, mais d'identifier les effets cumulés, les corridors, les séquences de projet et les conditions de compatibilité entre secteurs.

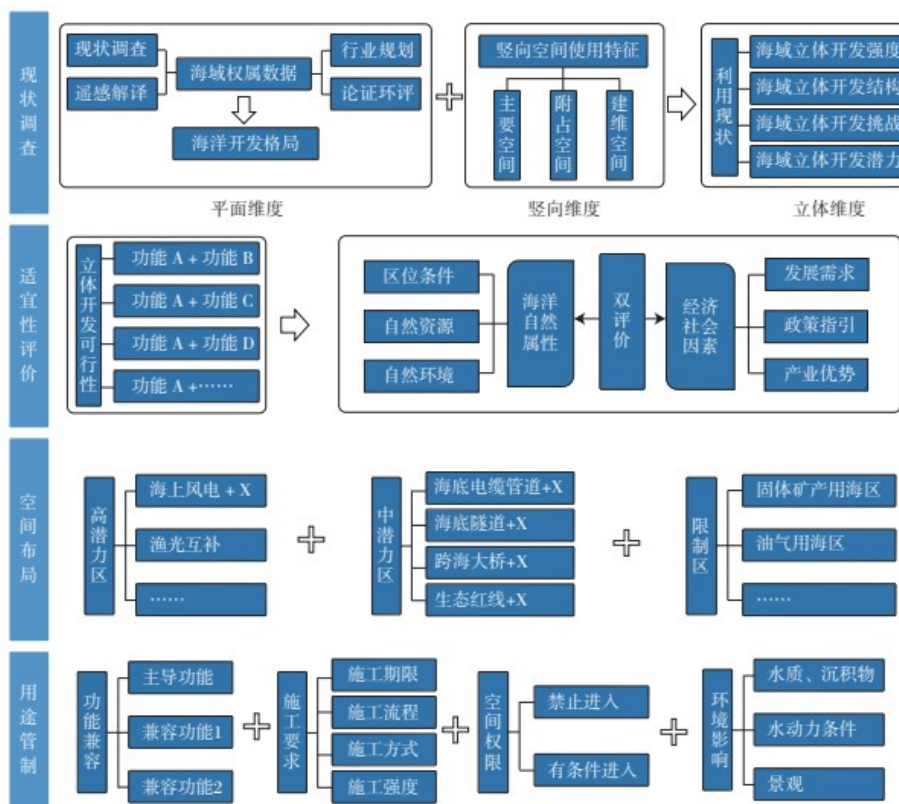


图3 海洋立体空间规划的主要技术环节

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

Fig. 3 Main technical stages of three-dimensional marine spatial planning

1.3 Usage intensif de l'espace côtier

Les combinaisons aquaculture-photovoltaïque, éolien-pêche ou infrastructures linéaires partagées illustrent le potentiel d'un usage vertical plus sobre en espace horizontal.

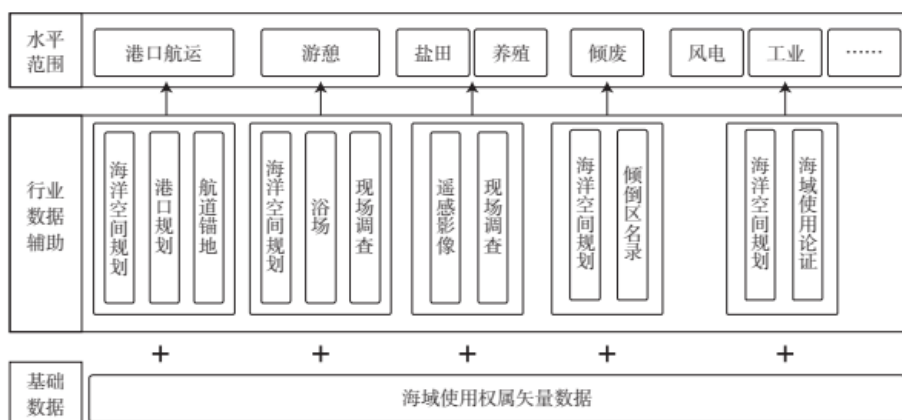


Fig. 4 Evaluation of the planar extent of marine-use activities

2 Compréhension fondamentale

Quatre dimensions structurent le cadre : la fonction dominante et les fonctions compatibles; la temporalité de construction, d'exploitation et de maintenance; les nouvelles possibilités de passage dans les espaces écologiques; enfin les droits, responsabilités, compensations et mécanismes de supervision.

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

Tableau 1 Vertical-space characteristics of marine-use activities

3 Logique technique et mise en œuvre

La planification tridimensionnelle doit prolonger le système existant de planification marine bidimensionnelle. Les zones fonctionnelles conservent leur rôle directeur, tandis que les couches verticales introduisent compatibilité, séquençage et contrôle différencié.

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		√	√	√	√	√			√	√	√			

Tableau 2 Suitability assessment of stratified marine-use combinations

3.1 Approche générale

L’articulation entre planification bidimensionnelle, planification tridimensionnelle et usages stratifiés évite la confusion fonctionnelle et maintient la cohérence réglementaire.

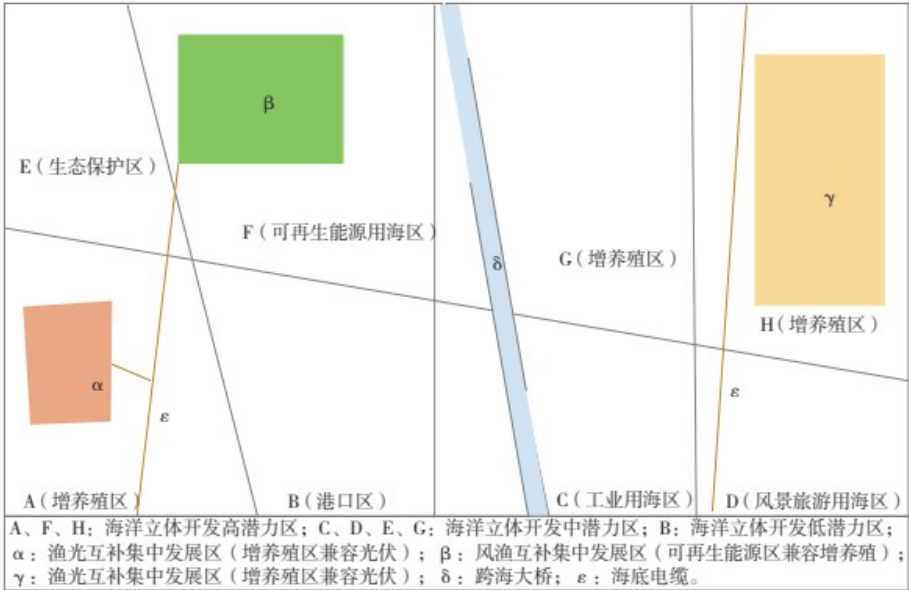


Fig. 5 Schematic three-dimensional spatial layout and zoning

3.2 Étapes techniques principales

Les tâches prioritaires sont l'enquête sur les usages existants, l'évaluation de l'aptitude aux combinaisons stratifiées, le zonage fonctionnel tridimensionnel et la rédaction de règles de contrôle portant sur les usages, la construction, la sécurité et la compensation.

3.3 Voies de mise en œuvre

L'application exige des données intégrées, des responsabilités administratives explicites, une coordination intersectorielle et un mécanisme de suivi permettant d'ajuster les droits et les usages.

4 Conclusions et discussion

La planification marine tridimensionnelle fournit une méthode pour passer de la gestion de projets isolés à une gouvernance régionale de l'espace marin. Son efficacité dépendra de la qualité des données, de la précision des règles d'usage et de la capacité institutionnelle à coordonner acteurs publics et privés.

Références

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