

Базовые представления, техническая логика и пути реализации трехмерного морского пространственного планирования

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

Аннотация: По мере развития стратифицированных прав пользования морем управление морскими пространствами требует перехода к трехмерному пространственному планированию. В статье обосновывается его значение для качественного развития морской экономики, согласованного распределения вертикальных ресурсов и интенсивного использования прибрежной зоны. Предложена рамка, объединяющая функциональное, временное, девелоперское и правовое измерения, а также технический путь, включающий инвентаризацию, оценку пригодности, функциональное зонирование и правила контроля.

Ключевые слова: трехмерное морское пространственное планирование; стратифицированное пользование морем; морское функциональное зонирование; оценка пригодности; контроль использования

Примечание о финансировании: 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 Необходимость трехмерного морского планирования

Двухмерное распределение уже не отвечает плотному сочетанию портов, аквакультуры, возобновляемой энергетики, кабелей, трубопроводов, туризма и экологической охраны. Трехмерное планирование снижает конфликты, допускает совместимые виды использования и переводит отдельные проекты стратифицированных прав в регионально согласованную структуру [16-23].

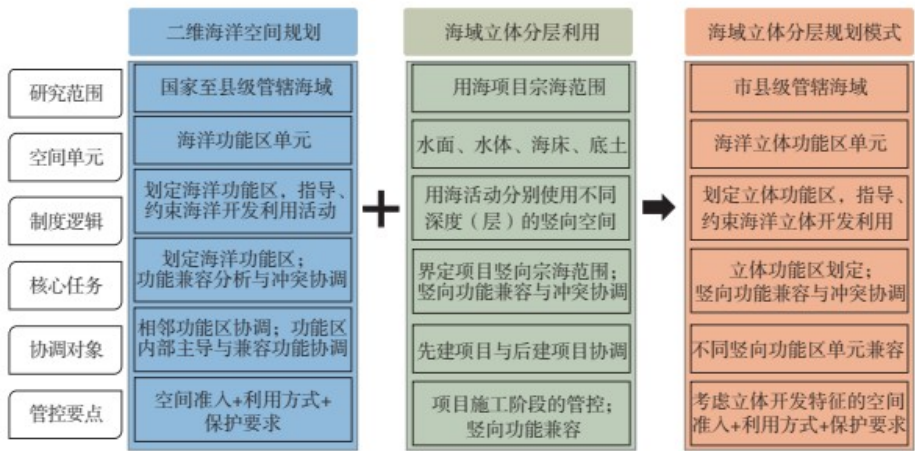


图1 海洋立体空间规划与海洋二维空间规划、海域立体分层利用的特征比较

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

1.1 Поддержка качественного развития морской экономики

Такой подход связывает экономическую эффективность, безопасность, экологические цели и организацию поверхностного слоя, водной толщи, дна и недр.

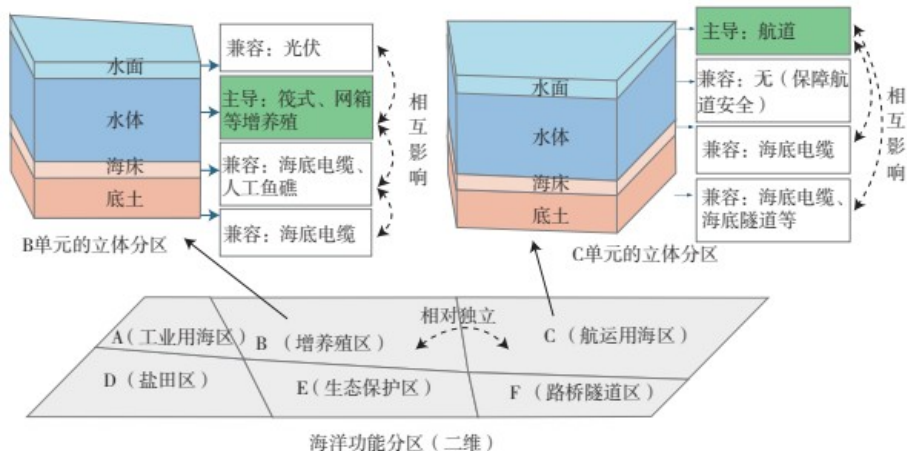


Рис. 2 Transition from two-dimensional to three-dimensional marine functional zoning

1.2 Распределение и общая организация вертикальных ресурсов

Задача состоит не только в выдаче прав, но и в выявлении накопленных эффектов, коридоров, очередности проектов и условий совместимости.

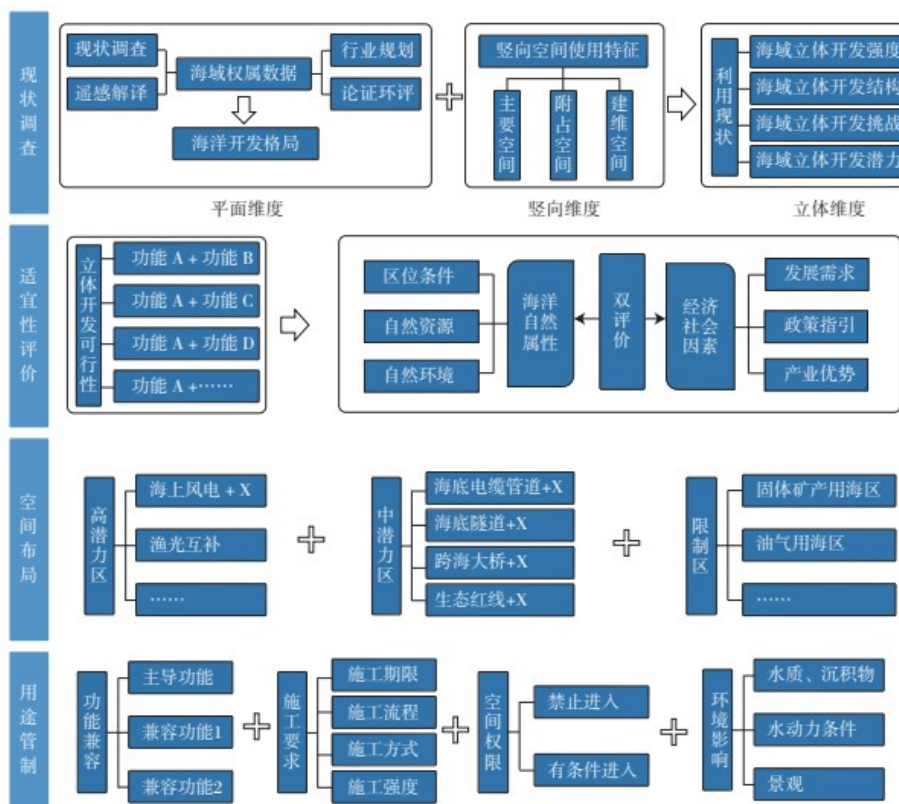


图3 海洋立体空间规划的主要技术环节

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

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

1.3 Интенсивное использование прибрежного пространства

Сочетание аквакультуры с фотоэлектрикой, ветроэнергетики с рыболовством и общих инфраструктурных коридоров показывает потенциал вертикальной экономии пространства.

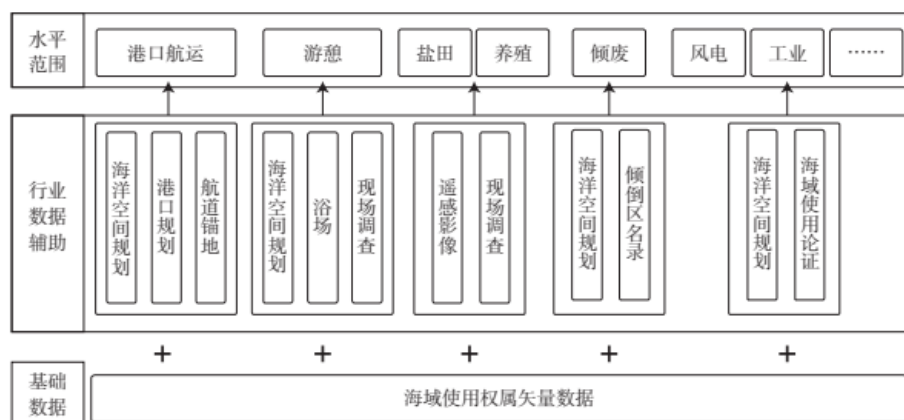


Рис. 4 Evaluation of the planar extent of marine-use activities

2 Базовое понимание

Рамка включает четыре измерения: доминирующие и совместимые функции; временную последовательность строительства и эксплуатации; новые решения для экологических пространств; распределение прав, компенсаций и надзора.

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

Таблица 1 Vertical-space characteristics of marine-use activities

3 Техническая логика и реализация

Трехмерное планирование должно опираться на существующую двухмерную систему. Функциональные зоны сохраняют ведущую роль, а вертикальные слои вводят совместимость, очередность и дифференцированный контроль.

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		√	√	√	√	√			√	√	√			

Таблица 2 Suitability assessment of stratified marine-use combinations

3.1 Общий подход

Связь между двумерным планированием, трехмерным планированием и стратифицированным использованием сохраняет нормативную целостность и предотвращает смешение функций.

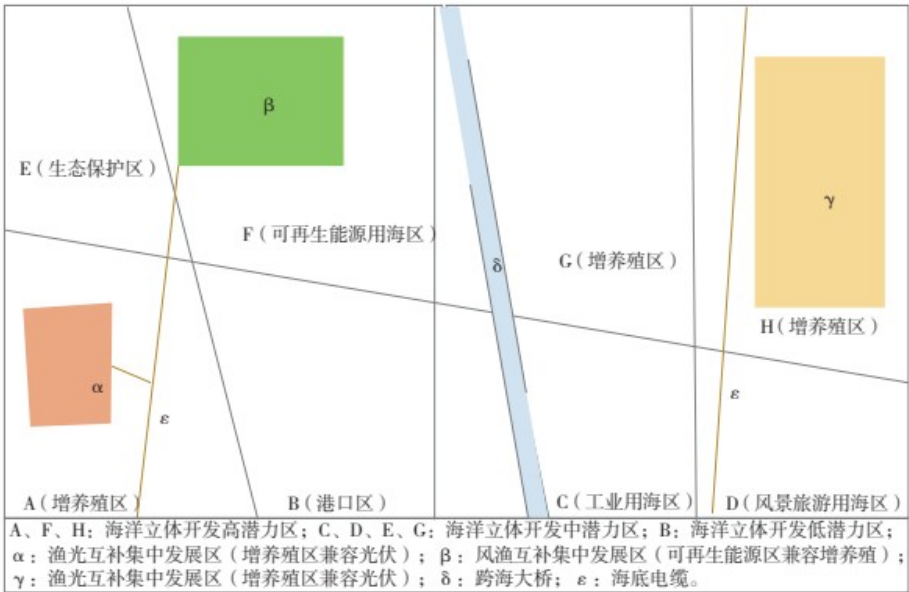


Рис. 5 Schematic three-dimensional spatial layout and zoning

3.2 Основные технические этапы

Ключевые этапы включают обследование текущих вертикальных использований, оценку пригодности сочетаний, трехмерное функциональное зонирование и правила контроля использования, строительства, безопасности и компенсации.

3.3 Пути реализации

Необходимы единые данные, ясные административные обязанности, межведомственная координация и мониторинг, позволяющий корректировать права и режимы использования.

4 Выводы и обсуждение

Трехмерное морское планирование переводит управление от отдельных проектов к региональной координации морского пространства. Его результативность зависит от качества данных, точности правил и институциональной способности к согласованию.

Список литературы

- [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.