基于多维决策分析的海湾海岸带主体功能区划技术研究*

母　容[1]，张　冉[1]，张珞平[1,2]，方秦华[1,2]，陈伟琪[1,2]，Paolo F. Ricci[1,3]，张一帆[1]，黄春秀[1]，于　正[1]，吴侃侃[1]，蔡静姗[1]，俞炜炜[1]

(1. 厦门大学环境与生态学院　厦门　361005；2. 厦门大学海洋与海岸带发展研究院　厦门　361005；
3. Environmental Health Science，University of Massachusetts Amherst，Amherst，01003)

摘　　要：文章根据海岸带区域特征，剖析了主体功能区划内涵，遵循基于生态系统管理以及海陆统筹等原则，构建了基于多维决策分析的海湾海岸带主体功能区划技术方法，包括海湾海岸带主体功能区划原则、技术框架和分析方法。

关　键　词：主体功能区划；多维决策分析；基于生态系统管理；海湾海岸带

2006 年，国家《“十一五”规划纲要》首次明确提出在国土（包括海洋）范围内“推进形成主体功能区”[1]，并在国家、省级等不同层面推行。主体功能区划是我国率先提出的全新区划理念，国际上没有现成的理论和方法体系可以照搬，亦不同于国内已有的区划和规划。国内已有部分学者开展了相关理论、方法和实证案例研究。

高国力、杨伟民、吴箐和汪金武、马随随等[2-5]探讨了主体功能区（划）相关概念与内涵；学者提出的区划理论基础主要包括地域分异理论[6]、可持续发展理论[7]、生态经济理论和区域空间结构理论等[8-9]；石洪华等[10]提出了海岸带主体功能区划的原则，《海洋主体功能区划技术规程》指出了海洋主体功能区划的原则。

不同空间尺度的区划实证研究，包括《全国主体功能区规划》；张广海和李雪[11]对山东省、刘传明等[12]对湖北省、熊鹰和李艳梅[13]对湖南省、赵亚莉等[14]对江苏省和林筱文等[15]对福建省开展了省级主体功能区划研究；米文宝等[16]对西北地区、张晓瑞和宗跃光[17]对京津地区、李征[18]对黄河流域进行了区域主体功能区试划；刘祥海和俞金国[19]对大连市、朱高儒和董玉祥[20]对广州市进行了市域主体功能区的划分；曹卫东等[21]对无为县、段七零[22]对安海县进行了县域主体功能区划研究。

国内现有的主体功能区划研究主要针对陆地区域，而海洋区域研究偏少[23-25]。石洪华等[10]构建了体现海陆统筹思路的海岸带主体功能区划指标体系和综合评价模型，徐丛春等人起草了《海洋主体功能区划技术规程》国家标准草案。

国际上相关研究有海洋区划（ocean zoning）[26-27]和海洋空间规划（marine spatial planning，MSP）。目前较为推崇的 MSP 已在北美、欧洲和澳洲开展了大量研究[28-34]，联合国政府间海洋学委员会（IOC）提出了一个 MSP 的指南[35]。

海岸带地区是社会经济最发达最集中的地带，在社会经济发展中具有重要的战略地位。但是海岸带地区的发展对海岸带生态环境造成了很大的压力，对区域可持续发展提出了严峻挑战，迫切需要对海岸带区域进行主体功能区划。本研究总结现有海陆主体功能区划技术方法以及国外 MSP 的成功经验，创建了基于多维

* **基金项目**：2009 年度海洋公益性行业科研专项经费项目“海岸带主体功能区划分技术体系框架研究与应用示范（200905005-06）”.

决策（multi-dimensional decision-making，MD-DM）的海湾海岸带主体功能区划技术方法，为我国开展海岸带主体功能区划工作提供技术支持。

1 海岸带主体功能区划内涵和技术路线的探讨

1.1 主体功能区划的内涵

目前，主体功能区划的概念和内涵无论在学术界还是在国家层面还没有一个清晰的界定。国家《“十一五”规划纲要》提出“根据资源环境承载能力、现有开发密度和发展潜力，统筹考虑未来我国人口分布、经济布局、国土利用和城镇化格局，将国土空间划分为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发四类主体功能区”，并明确各个主体功能区的定位、发展方向、开发时序和管制原则等[1]。

对于这一概念的理解，国内一些学者认为优化开发、重点开发、限制开发和禁止开发就是主体功能，进而认为主体功能区划就是将某一区域划分为优化开发区、重点开发区、限制开发区和禁止开发区。对于这种理解存在诸多疑义：主体功能区划中的优化、重点、限制和禁止开发是一种开发强度，而不是指开发内容，更不是指主体功能[3]；单纯的划分优化开发区、重点开发区、限制开发区和禁止开发区并不能解决主体功能区的定位、发展方向和开发时序等问题，比如说重点（优化）开发区究竟是重点（优化）开发什么？而限制（禁止）开发是限制（禁止）所有的开发活动吗？诸如此类模糊的概念不利于主体功能区划分技术方法的研究和实践。

关于主体功能，杨伟民[3]认为主体功能是指开发的内容，较大空间单元的功能是多样的，但相对来讲必有一主体功能，要么是以提供工业产品和服务产品为主，要么是以提供农产品或生态产品为主。主体功能决定了区域的空间属性和发展方向，是主体功能区的核心和灵魂[9]。

关于主体功能区，张莉和冯德显[36]认为以某种功能为主所形成的主体功能区实际上是一个具备综合功能的功能区。主体功能区不同于空间范围较小、定位相对单一的功能区[36]，是超越一般功能和特殊功能基础上的功能定位[2]。主体功能区不完全排斥其他辅助功能或附属功能[36]。这一解释更加明确了主体功能区的内涵，即主体功能区应该是以某一功能为主并且同时兼顾发展其他辅助功能的综合功能区，且这些辅助功能的选择不能违背主体功能，或不能破坏主体功能。

优化开发是指在加快经济社会发展的同时，更加注重经济增长的方式、质量和效益；重点开发是指重点开发那些维护区域主体功能的开发活动；限制开发是指为了维护主体功能开发，限制那些影响主体功能的开发活动；禁止开发也不是指禁止所有的开发活动，而是指禁止那些与区域主体功能定位不符合的开发活动[2]。

本研究认为：

（1）主体功能是一种社会功能，是确定一个地区应该重点发展何种产业；优化、重点、限制和禁止开发是指对某种功能开发强度的限制，而不是主体功能。

（2）主体功能区应该是以某一功能为主并且同时兼顾其他辅助功能的综合功能区；主体功能决定了区域的空间社会属性和发展方向，兼顾功能不能违背/破坏主体功能。

（3）主体功能区划的过程首先应该确定主体功能，再确定对哪些功能实施重点、优化、限制或禁止开发（开发强度）。没有功能就无法确定开发强度。优化开发和重点开发是针对主体功能以及主要兼顾功能而言；限制开发和禁止开发是针对可能影响主体功能发挥的非主体功能以及可能影响生态环境的开发内容。

1.2 海岸带主体功能区划的内涵

国际上普遍认为海洋空间规划（MSP）是以生态系统为基础的区域海洋管理措施，是实现以生态系统为基础的海域使用管理的有效工具[28－31]。MSP 制定的技术路线尚不成熟，目前仍处在摸索阶段。多数应用还是将各行业的规划图进行叠图分析，以需求定位解决现状的资源利用冲突问题。IOC 的导则也是采用适应性

(adaptive) 的管理模式制定 MSP[35]。本研究认为 MSP 存在以下问题：

(1) MSP 仅考虑海洋部分，未考虑海陆交互影响以及陆地的人为活动对近海生态环境以及资源的影响，难以确保近海和海岸带区域的持续发展；

(2) MSP 仅仅是区域海洋管理的措施和海域使用管理的工具，是海洋管理部门以现状需求定位解决现状的资源利用冲突问题的手段，而不是政府决策层面的战略决策，无法确定区域的长远发展战略和目标，因此无法确保区域永续发展。

海岸带是海洋和陆地相互交接、相互作用最频繁、最活跃的地带，不能将陆地和海洋完全分开进行独立的区划。因此，统筹考虑海陆特征的海岸带主体功能区划符合科学规律，是确保区域持续发展的重要决策。

1.3　主体功能区划或 MSP 制定的技术路线

目前，我国的主体功能区划多采用多指标(或多准则) 决策技术 (multi-criteria decision-making，MCDM)[10-24]。尽管 MCDM 法考虑多层次、多领域 (维度) 的指标，以求考虑较全面的领域用于决策，但本研究认为 MCDM 法存在以下问题：

(1) 指标数量的多少难以确定。若指标选择太多，难以获得数据资料、难以评价；若指标选择太少，则难以科学评价和反映研究区域某领域的整体状况。

(2) 指标的代表性。指标的选取受到区域差异、数据不全、特征因素 (包括海、陆差异) 等影响，代表性是一个难以解决的问题。

(3) 权重确定及综合评价。由于各个指标之间无统一量纲，无法综合评判，只能对所有指标进行标准化处理，并通过确定权重的方法进行综合评价。权重的不确定性以及综合评价方法的选择导致最后的评价结果可能存在较大差异。且许多指标是综合指标，必须采用专家评判法进行评判。

国际上的 MSP 普遍采用空间分析技术或 GIS 叠图技术[31-35]。尽管空间分析和 GIS 叠图技术有利于空间规划与管理，但由于 MSP 及其所使用的技术仅仅是海洋管理部门以现状需求定位解决现状的资源利用冲突问题的手段，无法确定区域的长远发展战略和目标等重大决策以确保区域的永续发展。

2　基于 MDDM 的海湾海岸带主体功能区划技术方法

2.1　海湾海岸带主体功能区划原则

本研究提出的海湾海岸带主体功能区划技术路线应遵循以下原则。

(1) 可持续发展原则；

(2) 基于生态系统管理的原则 (ecosystem-based management，EBM)；

(3) 资源定位原则，要求海岸带主体功能区划把资源作为确定主体功能的最主要依据，以实现区域的持续发展；

(4) 海陆统筹原则，把海洋资源和环境与陆地资源和环境统筹考虑，且重点考虑海洋资源以及海洋生态环境特征；

(5) 维护生态系统健康和生态安全原则：海洋生态系统健康和生态安全是实现海洋及海岸带地区可持续发展的基础；

(6) 预警预防原则 (precautionary principle)：因生态环境的不确定性，在海岸带主体功能区划中应执行联合国《21 世纪议程》要求的预警预防原则；

(7) 公众参与原则，在海岸带主体功能区划过程中尽早、持续的引入公众参与，是全面落实科学发展观、构建社会主义和谐社会战略思想的根本保证。

2.2　海湾海岸带主体功能区划技术框架

参考国外的 MSP，本研究开发了基于 MDDM 的海湾海岸带主体功能区划技术方法，其技术框架主要包括以下几个步骤 (图 1)。

第一步：按照生态系统边界划分海湾海岸带主体功能区划范围。

第二步：根据生态系统特征划分主体功能区划的基本单元，其中陆域按照汇水区划分，海域按海域生态系统边界等自然属性划分。

第三步：确定“区位、社会、经济、资源、环境、生态、风险”7 个维度，分维度进行现场

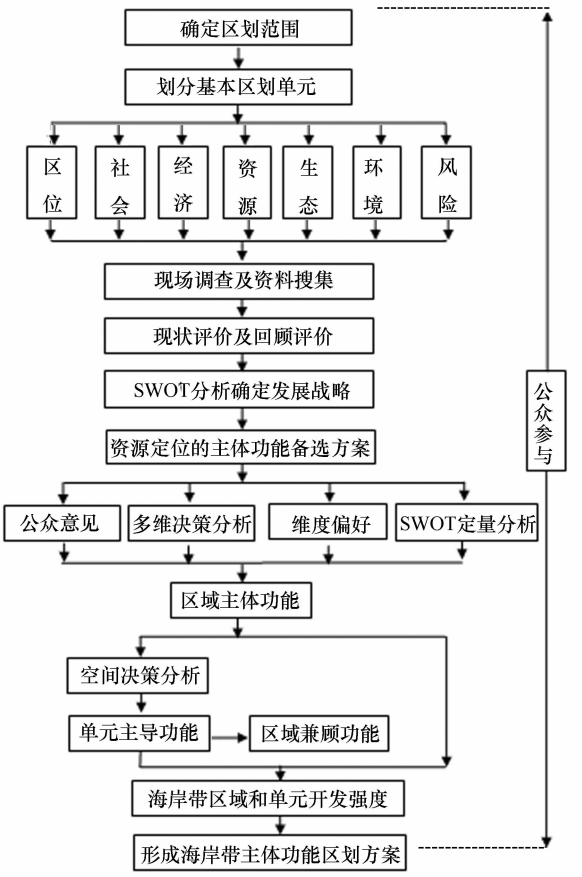

图 1 基于多维决策的海湾海岸带主体功能区划的技术路线

调查及资料搜集，从而进行现状评价和回顾评价。

第四步：SWOT 分析。根据 7 个维度的评价结果，对海岸带地区存在的优势（strength）、劣势（weakness）、机会（opportunity）、威胁（threat）等要素进行分析[37]，确定海岸带区域发展战略（SO 战略、WO 战略、ST 战略、WT 战略）。

第五步：基于资源定位原则（根据区域的优势资源）确定主体功能备选方案。

第六步：公众参与。原则上在海岸带主体功能区划的整个过程中要尽早开展公众参与，就社会经济、环境、未来发展方向和主体功能征求公众意见。

第七步：多维决策分析。根据 7 个维度的现状评价及回顾性评价获得的各维度半定量综合评价结论，采用专家评判法对拟定的主体功能备选方案与 7 个维度之间的影响（impact，I）、置信度（confidence，C）和关系（relationship，R）进行评分，进而得出最终评判结果，初步确定海岸带地区的主体功能。

第八步：各维度根据现状和回顾性评价结果，对多种主体功能备选方案提出偏好。

第九步：分别对备选方案进行 SWOT 定量分析，根据备选方案的发展战略的优劣辅助判定海岸带地区的主体功能。

第十步：综合多维决策分析、公众参与结果、维度偏好和 SWOT 定量分析结果，最终确定海岸带地区的主体功能。

第十一步：空间决策分析。再次根据资源定位原则、多维决策分析、公众参与结果、维度偏好分析等方法和手段，综合确定各子单元主导功能，以不违背海湾海岸带地区主体功能定位为基本原则。

第十二步：根据区域主体功能和各单元主导功能、资源开发强度及其开发潜力、生态环境条件确定区域和各单元各种功能的开发强度（优化、重点、限制和禁止开发）。

第十三步：综合区域主体功能和各单元主导功能以及各自的开发强度要求，最终形成海岸带主体功能区划方案。

2.3 分析/评价方法

2.3.1 区划范围和基本区划单元

基于生态系统管理原则，按照生态系统特征划分海湾海岸带主体功能区划范围以及基本区划单元。海域范围根据海湾生态系统边界划分，陆域范围根据汇入海湾的汇水区划分。海域区划单元的划分主要依据水深、地形及海流等物理因素为主确定（物理因素决定生态系统），陆域单元的划分则根据每个海区的汇水区范围并统筹考虑行政区划划分。

2.3.2 海湾海岸带现状和回顾性评价

MDDM 法重点考虑区位、社会、经济、资源、环境、生态、风险 7 个维度对海岸带地区主体功能区划的影响。收集 7 个维度的所有数据资料，进行现状及回顾性评价。各个维度评价内容见表 1。采用专家评判法对各个维度进行综合评价，以获得各个维度的半定量综合评价结论。

表 1　现状及回顾性评价内容

维度	现状及回顾性评价内容
区位	自然区位、资源区位、经济区位、社会区位
社会	政治文明、人口、经济、文化艺术、公共服务设施、人居环境、公众意愿
经济	GDP 总量、年均增速、人均 GDP、三产比重
资源	陆地资源（气候资源、土地资源、淡水资源），海域空间资源（港航资源、滩涂资源、岛屿资源），旅游资源，生物资源（渔业资源、珍稀濒危物种资源），矿产资源和能源
环境	陆域环境质量，海域环境质量及海域环境容量
生态	基础生物生态（如，叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、环境微生物），敏感生物生态（如，中华白海豚、鹭鸟、红树林、文昌鱼），渔业状况（渔业资源和渔场、产卵场），陆域生态系统（植被、动物和农业生态系统）
风险	环境风险：台风风暴潮风险，海岸带污染事故风险（船舶溢油风险、油码头溢油风险以及陆地石油化工企业造成的事故） 生态风险：生态系统安全风险，赤潮，外来生物入侵以及生态灾害风险等

2.3.3　SWOT 分析

SWOT 分析法是战略规划研究的一种分析技术，是战略管理中使用最广泛，最持久的分析工具。

海湾海岸带主体功能区划 SWOT 发展战略分析包括应用区位、社会、经济、资源、生态、环境、风险 7 个维度对海湾进行总体评价，识别地区发展存在的优势和劣势，面临的机会及威胁；在 SWOT 各要素交叉分析的基础上确定海湾海岸带区域发展战略（SO 战略、WO 战略、ST 战略、WT 战略）。

2.3.4　资源定位原则确定主体功能区划的备选方案

资源定位原则最初在企业中应用以帮助决策者确定该企业的核心竞争力[38]。只有依据资源定位原则确定区域的发展方向和发展战略，才有可能真正实现持续发展。海岸带区域是一个具有多种资源与环境结构类型的地域。对具体区域而言，总有一种或几种类型资源占据主导或主体地位，这种主导结构类型对区域的发展起着导向作用[39]。将资源定位原则引入到海岸带主体功能区划决策中，应用最大净效益法和机会成本法识别区域占主导或主体地位的资源结构，科学确定区域的主体功能备选方案。

2.3.5　公众参与

在海岸带主体功能区划的整个过程中应开展公众参与。公众参与可采取多种参与形式，如调查问卷、公众听证会、热线电话等，就社会、经济、环境、未来发展方向和主体功能征求公众意见。除了公众对于主体功能的直接决策意见外，公众参与的所有意见同时也作为“社会”维度的主要判别因素。

2.3.6　多维决策分析

多维决策法（MDDM）指通过构建多个具有普适性的维度，对各维度所有可获得的指标及其数据进行综合评价，得出该维度的整体评价结论，由此进行决策的方法。多维决策法并不建立在某一领域（维度）的某几个指标上，可克服 MCDM 的局限性，确保决策的科学性和可靠性。

我们选取了“区位、社会、经济、资源、环境、生态、风险”7 个维度，采用专家评判法分别对 7 个维度进行评价。评价内容包括：① 维度对不同主体功能备选方案的影响程度（impact，I，或称为支持程度）、对影响评判的置信度（confidence，C）、维度与不同主体功能备选方案的关系（relationship，R），即维度对主体功能备选方案的［I，C，R］评分；② 预测不同主体功能备选方案的未来发展对各维度的影响、置信度和关系，即主体功能备选方案对维度的［I，C，R］评分。其中，I 的取值范围为｛－3，－2，－1，0，1，2，3｝；C 的取值范围：（0，1］；R 的取值范围为｛0，1，2，3｝；数值“0”指没有影响或关系，“1”指弱，“2”指中等，“3”指强；“－”指负面影响。

将 7 个维度的影响、置信度、关系分值相乘（I×C×R）加总，再将两类（即上述评价内容①和②）I×C×R 总和相加，作为最终评判值，比较多个海岸带主体功能备选方案分值大小确定海岸带区域整体主体功能。

2.3.7　维度偏好

各维度根据现状和回顾性评价结果，分析

维度对主体功能备选方案的支持率以及备选方案对维度的影响，由此形成维度偏好，作为海湾主体功能决策的依据之一。若某个维度发现有重大的、不可逆的问题时，可提出“一票否决”的议案，以提请决策关注。

2.3.8 空间决策分析

在海湾海岸带主体功能确定后，分单元依据资源定位原则、多维决策分析、公众参与结果、维度偏好、确定各单元的主导功能。各单元的区位分析以该单元在整个海岸带区域中的区位予以分析确定。

3 结论

本研究讨论了主体功能区划的内涵，认为主体功能区划应首先确定主体功能（区域的社会功能），再确定开发强度。在此基础上构建了基于多维决策分析的海湾海岸带主体功能区划技术方法，遵循基于生态系统管理的理念以及海陆统筹原则，适用于海湾海岸带地区，其他能明确划分生态系统的区域可借鉴。

基于多维决策分析的海岸带主体功能区划技术路线遵循资源定位原则，以维度作为决策依据，对 7 个维度进行整体评价，采用专家评判法评判各维度与不同主体功能备选方案的相互影响。各维度的整体评价基于该维度可获得的所有资料和数据，并不建立在某几个指标上，不同研究者得出的评判结果不会有明显差异，从而确保决策的科学性和可靠性。

参考文献

[1] 国务院．中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要[Z]．2006.

[2] 高国力．如何认识我国主体功能区划及其内涵特征[J]．中国发展观察，2007(3)：23－25.

[3] 杨伟民．推进形成主体功能区 优化国土开发格局[J]．经济纵横，2008(5)：17－21.

[4] 吴箐，汪金武．主体功能区划的研究现状与思考[J]．热带地理，2009，29(6)：532－538.

[5] 马随随，朱传耿，仇方道．我国主体功能区划研究进展与展望[J]．世界地理研究，2010，19(4)：91－97.

[6] 王丽．生态经济区划理论与实践初步研究[D]．芜湖：安徽师范大学，2005.

[7] 王振波，朱传耿，刘书忠，等．地域主体功能区划理论初探[J]．经济问题探索，2007(8)：46－49.

[8] 樊杰．我国主体功能区划的科学基础[J]．地理学报，2007，62(4)：48.

[9] 朱传耿，马晓冬，孟召宜，等．地域主体功能区划：理论·方法·实证[M]．北京：科学出版社，2007.

[10] 石洪华，郑伟，丁德文．海岸带主体功能区划的指标体系与模型研究[J]．海洋开发与管理，2009，26 (8)：88－92.

[11] 张广海，李雪．山东省主体功能区划分研究[J]．地理与地理信息科学，2007，23(4)：57－61.

[12] 刘传明，李伯华，曾菊新．湖北省主体功能区划方法探讨[J]．地理与地理信息科学，2007，23(3)：64－68.

[13] 熊鹰，李艳梅．湖南省主体功能区划分及发展策略研究[J]．软科学，2010，24 (1)：80－84.

[14] 赵亚莉，吴群，龙开胜．基于模糊聚类的区域主体功能分区研究：以江苏省为例[J]．水土保持通报，2009，29(5)：127－130.

[15] 林筱文，赵彬，廖荣天，等．福建省国土空间主体功能区划分与政策研究[J]．发展研究，2010(8)：23－27.

[16] 米文宝，侯雪，米楠，等．西北地区主体功能区划方案[J]．经济地理，2010，30(10)：1595－1600.

[17] 张晓瑞，宗跃光．区域主体功能区规划模型、方法和应用研究：以京津地区为例[J]．地理科学，2010，30(5)：728－734.

[18] 李征．黄河流域主体功能区划研究[D]．郑州：河南大学，2009.

[19] 刘祥海，俞金国．大连市主体功能区划研究[J]．海洋开发与管理，2009，26(4)：76－80.

[20] 朱高儒，董玉祥．基于公里网格评价法的市域主体功能区划与调整：以广州市为例[J]．经济地理，2009，29(7)：1097－1102.

[21] 曹卫东，曹有挥，吴威，等．县域尺度的空间主体功能区划分初探[J]．水土保持通报，2008，28(2)：93－97.

[22] 段七零．县域尺度的国土主体功能区划研究：以江苏省海安县为例[J]．国土与自然资源研究，2010(2)：18－19.

[23] 广顺，王晓惠，赵锐，等．海洋主体功能区划方法研究[J]．海洋通报，2010，29(3)：334－341.

[24] 李东旭，赵锐，宋维玲．近海海洋主体功能区划技术方法研究[J]．海洋环境科学，2010，29(6)：939－944.

[25] 徐惠民，丁德文，叶属峰，等．海洋国土主体功能区划规划若干关键问题的思考[J]．海洋开发与管理，2008,25(11)：52－54.

[26] EDWARDS S. Ocean zoning, first possession and Coasean contracts[J]. Marine Policy, 2008(32): 46－54.

[27] DAY J C. Zoning-lessons from the Great Barrier Reef Marine Park[J]. Ocean & Coastal Management, 2002(45): 139－156.

[28] EHLER C. Conclusions: benefits, lessons learned, and future challenges of marine spatial planning[J]. Marine Policy, 2008(32): 840－843.

[29] DOUVERE F. The importance of marine spatial planning in advancing ecosystem-based sea use management[J]. Marine Policy, 2008(32): 762－771.

[30] CROWDER L, NORSE E. Essential ecological insights for marine ecosystem-based management and marine spatial planning[J]. Marine Policy, 2008(32): 772－778.

[31] GILLILAND P, PAUL M, LAFFOLEY D. Key elements and steps in the process of developing ecosystem-based marine spatial planning[J]. Marine Policy, 2008(32): 787－796.

[32] DAY V, PAXINOS R, EMMETT J, et al. The Marine Planning Framework for South Australia: new ecosystem-based zoning policy for marine management[J]. Marine Policy, 2008(32): 535－543.

[33] MARTIN K S, HALL-ARBER M. The missing layer: geo-technologies, communities, and implications for marine spatial planning[J]. Marine Policy, 2008(32): 779－786.

[34] POMEROY R, DOUVERE F. The engagement of stakeholders in the marine spatial planning process [J]. Marine Policy, 2008(32): 816－822.

[35] Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC). Marine spatial planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management [M]. Pairs: IOC Manual and Guides 2009:53.

[36] 张莉，冯德显．河南省主体功能区划分的主导因素研究[J]．地域研究与开发，2007，26(2)：30－34.

[37] 袁牧，张晓光，杨明．SWOT 分析在城市战略规划中的应用和创新[J]．城市规划，2007，31(4)：53－58.

[38] BARNEY J. Firm resources and sustained competitive advantage[J]. Journal of Management, 1991, 17(1): 99－120.

[39] 谢强，王红亚．试论区域持续发展中的资源导向模式[J]．地理科学进展，2000，19(1)：80－87.