

【海洋环境管理】

水产种质资源保护区适应性管理研究

杨璐, 陈明茹, 杨圣云, 胡文佳, 程建新, 叶观琼,
纪雅宁, 鲍姗姗

(厦门大学 海洋与地球学院 福建 厦门 361102)

摘要: 针对我国水产种质资源保护区在现行管理模式下普遍存在的资源难以恢复、保护效果不明显等问题, 基于生态系统管理的理念, 借鉴国内外有关自然保护区适应性管理研究实践经验, 探索水产种质资源保护区的适应性管理。水产种质资源保护区的适应性管理可分为模式建立和反馈两个阶段, 包括问题识别、目标制定、方案设计 with 实施、动态监测、绩效评估、反馈与调整等过程, 以全面提升保护区对外界环境变化的不确定性和复杂性的快速反应能力。并以福建长乐西施舌资源增殖保护区为例, 分析该保护区的管理现状, 探索适应性管理模式的构建与应用。

关键词: 水产种质资源保护区; 生态系统管理; 适应性管理; 长乐西施舌资源增殖保护区

中图分类号: X3 文献标识码: A 文章编号: 1007-6336(2014)01-0122-08

Adaptive management of aquatic germplasm reserves

YANG Lu, CHEN Ming-ru, YANG Sheng-yun, HU Wen-jia, CHENG Jian-xin, YE Guan-qiong,
JI Ya-ning, BAO Shan-shan

(College of Ocean and Earth Sciences, Xiamen University, Xiamen 361102, China)

Abstract: There were some common issues of the current management model in domestic Aquatic Germplasm Reserves (AGRs), such as the difficulty of resources recovery and the insignificant efficiency of protection. An Adaptive Management (AM) framework of AGRs was constructed according to the theoretical researches and practices of Ecosystem-based Management (EBM) and Adaptive Management both in domestic and foreign nature reserves. The AM framework of AGRs could be divided into two stages as model establishment and feedback: the former included problem identification, strategic planning, program design and implementation, while the later comprised of dynamic monitoring, performance evaluation, feedback and adjustment. The practice of AM framework could strongly enhance the rapid response to the uncertainty and complexity of external environment of AGRs. Furthermore, the Changle Xishi Tongue (*Coelomactra Antiquata*) Resource Enhancement and Protected Area was used as an example to analyse the current situation of management in AGRs and explore the construction and application of adaptive management model.

Key words: Aquatic Germplasm Reserves; Ecosystem-based Management; Adaptive Management; Changle Xishi Tongue (*Coelomactra Antiquata*) Resource Enhancement and Protected Area

收稿日期: 2013-03-04, 修订日期: 2013-04-19

基金项目: 海洋公益性行业科研专项(200905019, 201005012)

作者简介: 杨璐(1988-), 女, 福建厦门人, 博士研究生, 研究方向海岸带综合管理, E-mail: yanglu880907@gmail.com

通讯作者: 杨圣云, 厦门大学海洋与地球学院教授、博导, E-mail: yangsy@xmu.edu.cn

20世纪70年代以来,随着人类对渔业资源开发利用的强度不断加大,渔业生态环境不断恶化。为有效减缓渔业资源衰退趋势,保护、增殖和合理利用渔业资源及其生境,我国对具有较高经济价值和遗传育种价值的渔业资源设立了相应类型的保护区,包括水产种质资源保护区、主要经济物种资源增殖保护区、幼鱼幼虾保护区等,并加强了对产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道等渔业资源关键栖息地的保护。到目前为止,已设立国家级各类水产种质资源保护区282个,覆盖面积超过10万 km^2 ^[1]。

现行水产种质资源保护区管理模式采用渔业资源管理中常见的伏季休渔制度、捕捞许可证制度、限制捕捞规格和网目尺寸、征收渔业资源增殖保护费、建设人工鱼礁等措施进行管理,保护成效不佳,其资源依然没有恢复的迹象。

目前我国在水产种质资源保护区管理方面存在诸多不足,主要包括:(1)保护目标的局限性。管理往往针对单一的渔业资源,忽略了渔业资源与其赖以生存的生态系统之间的内在关联,如围填海对本底环境的破坏、污染物排海对渔业资源的影响等。(2)保护区的管理目标与社区群众利益矛盾。多数情况下,渔业捕捞是保护区周边居民维持生计的主要经济来源,保护区的设立禁止或限制了渔民传统生产生活方式,同时又很少为渔民寻求替代生计,渔民的直接经济利益与资源保护之间的矛盾被激化,而这恰好是现行管理模式易被忽略的一环。(3)随着保护区数量的增加,保护区目标和功能趋于多元化,现行的管理措施已无法满足渔业资源可持续利用的需求。水产种质资源保护区普遍存在重建设轻管理的现象,片面追求保护区数量的增加,忽视了管理体制的完善、管理资金以及配套管理措施的建设,缺乏系统的监管、评估过程,管理措施没有得到全面落实。(4)保护区的生态环境基线调查和科学考察普遍不足,多数保护区缺乏总体发展规划。有些保护区面积过大,既分散了管理力量,又加剧了保护区与各行业的用海需求矛盾。(5)从渔业生态系统的角度来看,渔业资源并非独立存在的,资源本身受到社会-经济-自然复合生态系统中各组分之间的相互联系和相互作用的影响,而现行的管理模式忽视了生态系统内在的复杂性和动态性,管理成效受到限制。

面对水产种质资源保护区存在的诸多问题,保护区的管理工作必须关注渔业资源所在的生态系统,根据渔业生态系统的变化情况及时调整管理目标和策略,以保证系统的整体功能,从而实现保护区系统的可持续发展。本文借鉴国外先进的保护区管理理念,基于生态系统管理^[2]的理念,构建水产种质资源保护区适应性管理模式,并以福建长乐西施舌资源增殖保护区为研究对象,提出适应性管理的具体内容与方法,为水产种质资源保护区管理工作提供参考。

1 生态系统适应性管理的概念与实践

1.1 生态系统适应性管理概念

适应性管理是生态系统管理方法论的主要组成部分^[3-4],是自然资源管理外部法则与科学管理理念详解的产物^[5]。20世纪60年代末,生态学家Holling和Walters提出“适应性环境评估与管理”,即适应性管理的基本思想,旨在克服静态评价和环境管理的局限性^[6]。杨荣金等^[7]指出,适应性管理基于两个前提:一是人类对于生态系统的理解是不完全的;二是管理行为的生物物理响应具有很高的不确定性。Walters^[8]指出适应性管理是一种边做边学的过程。Lessard^[9]认为适应性管理包含明确所期望的生态系统状态、如何决策与实践以达到预期状态这两个过程。Salafsky等^[10]指出适应性管理是一种有效整合规划、管理和监测来系统地检验假设以实现适应和学习的过程。Vogt等^[11]认为,适应性管理是在生态系统功能和社会需要方面建立可测定的目标,通过控制性的科学管理、监测和调控管理活动来提高当前数据收集水平,以满足生态系统容量和社会需求的变化。

从管理模式上看,适应性管理通常可分为被动式管理和主动式管理2种^[12]。其中,被动式管理是管理者针对管理目标尝试他们认为的最好的管理措施,然后通过监测论证这种措施是否可以实现预期目标。主动式管理则是在面对不确定性时,开展多组实验进行主动探索,通过监测和评估结果论证实现目标的最佳途径。

此外,Loucks等^[13]、Nicholsa等^[14]、Lee^[15]、Heinimann^[16]、Williams^[17]、于贵瑞等^[18]、郑景明等^[19]、孙健等^[20]也先后就适应性管理的内涵、框

架、步骤等进行深入研究和探讨。由于适应性管理应用领域广阔,其概念和步骤也因目的、制度背景以及研究者的学科背景相异而不尽相同,但研究者们无一不强调“从实践中学习,以学习指导实践”这一重要循环过程。

综上,本文认为,适应性管理是一个以明确的预期目标和产出为导向,有效整合自然资源管理中的知识、经验和监测评估的作用,揭示生态、经济、社会系统和管理策略的相互关系和相互作用,以应对生态系统所面临的复杂性、动态性,不断改进管理策略而形成的螺旋式上升循环的管理行动。

需要特别指出的是,适应性管理是建立在生态系统管理基础上的一种管理策略,目前已成为生态系统管理的一个重要原则和实践途径。与传统针对单一资源进行保护的渔业资源管理不同,生态系统管理要求将社会-经济-生态系统纳入管理对象,强调对可能影响渔业资源或渔业生境的开发活动(如污染物排放、围填海活动等)进行管理,分析生态系统内部响应的动态性,重视渔业水域生态环境的保护。同时,传统管理模式一般采用行政指令,对不确定问题的考虑甚少,管理滞后现象突出^[21];适应性管理则是从试错角度出发,随环境条件变化,不断调整策略以适应管理需求。

1.2 适应性管理的实践

据统计,全球至今已有100个以上采用适应性管理方法^[22]的研究案例。适应性管理方法已广泛应用于自然资源管理(如渔业资源管理^[23-24]、流域水资源管理^[25]、森林管理^[26-27]、草原管理^[28])以及自然保护区管理等领域。

在生物资源管理上,美国野生动物保护区系统(National Wildlife Refuge System, NWRS)在鱼类、野生动物等种群的管理中采用了“制定可量化的管理目标-设计结果预测模型用于管理决策-开展管理工作-监测评估-基于评估结果对预测模型进行调整-新一轮的管理目标制定”的循环式适应性管理策略,通过管理中积累的新认知有效提高单个或多个保护区网络的管理成效^[29]。

在自然保护区管理实践方面,澳大利亚大堡礁海洋公园适应性管理项目^[30]于1997年试验并监测了禁捕区的作用,并于2004年根据监测成果调整了禁渔区比例,使禁渔区比例从5%增加到

33%,并形成了一个10a的多机制和社区水平的管理计划,极大的增强了管理系统的功能。适应性管理同样也被应用在菲律宾的珊瑚礁保护区网络^[31]。

自2000年以来,我国已有一些学者开始探索适应性管理的理论和应用^[32],其中多见于流域水资源管理^[33-34]和森林管理^[35-36]等领域。在实践上,UNDP/GEF/SOA中国南部沿海生物多样性管理项目^[37]率先在我国海洋自然保护区的建设与管理上引入了适应性管理的理念并获得成功,具有宝贵的借鉴意义。

尽管适应性管理在国外众多案例中都取得了成功,但是要将其在我国广泛推广仍然面临着很多挑战,例如:监测工作需要长期的资金支持,尤其是针对珍稀物种的监测;在一些需要建立数学模型的实践中,还需要提供大量、长期的关于管理对象及其各要素耦合关系的基线信息;管理者、公众对于开展环境管理或资源保护的认知和重视程度不够;缺乏强有力的领导者或机构来实施复杂的管理步骤等^[8]。

考虑到我国水产种质资源保护区在建区、规划、管理等方面都与自然保护区存在一定的相同之处,而我国目前针对这一类保护区的管理研究工作远不如自然保护区管理研究和实践的成熟和完善,因此,本文借鉴自然保护区管理以及自然资源管理的成功经验,研究适用于我国水产种质资源保护区的生态系统适应性管理。

2 水产种质资源保护区适应性管理研究

水产种质资源保护区适应性管理就是围绕保护区管理过程中出现的各种问题展开的一系列保护与管理的工作,包括规划、设计、评估、监测及反馈等,以达到渔业资源可持续利用的目的。简言之,水产种质资源保护区适应性管理可以划分为两个阶段,即建立阶段和反馈阶段(如图1所示),前者包括问题识别、目标制定、方案设计与实施;后者则包括动态监测、绩效评估、反馈与调整等过程。通过对水产种质资源保护区实施动态管理,全面提升保护区对外界环境变化的不确定性和复杂性的快速反应能力,从而达到保护和管理的目标。

(1) 问题识别。对问题进行识别是开展适应

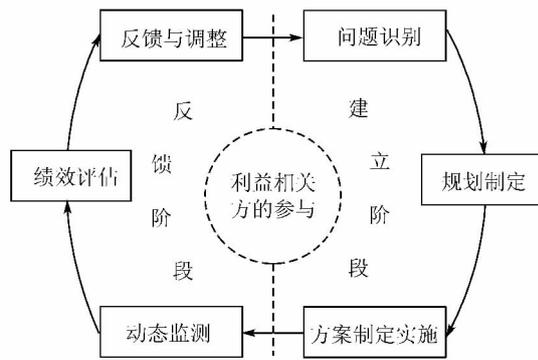


图1 水产种质资源保护区适应性管理模式

Fig.1 Adaptive Management of Aquatic Germplasm Reserves

性管理的前提条件。管理者要掌握保护区的现状、驱动保护区生态系统演变的因子、基本数据等。问题识别包括两方面,一是识别威胁资源及生态环境的因子,二是对管理现状进行评估,从而揭示保护和管理过程中存在的不足。

(2) 规划制定。管理规划制定应针对渔业资源现状、保护区建设与管理等方面存在的问题或矛盾,确定规划的目标以及相应措施。该规划还应具备充分的弹性,设计反馈机制,适时调整规划方案。基于此,保护区规划应包括管理关键问题的界定和分析、管理目标、保护方案、监测和评估方案、适应性调整机制如何建立等内容。需要指出的是,规划必须能够为管理者、渔民等利益相关者之间的合作拟定合理的方案,同时明确规划实施的各个阶段时间表。

(3) 保护方案设计与实施。对发现的问题进行比较判断,紧扣不同阶段的管理目标,制定和实施管理决策,以解决保护区在不同阶段面临的关键性问题。管理机构负责协调处理管理过程中出现的问题,运用法律、行政、经济、技术等手段,开展管护基础设施建设、修复渔业水域生态环境、建立多部门协调管理机制、定期巡逻执法、开展人工育苗研究和增殖放流试验、拓宽保护区资金来源、向公众充分宣传教育渔业资源重要性等工作。为保证方案顺利实施,应最大限度争取利益相关方的参与,包括政府、渔民、科研单位、社团组织等。

(4) 动态监测。对保护区内的渔业资源及其所处的生态系统进行专门的监测和研究,为制定和调整管理措施、评估管理效果提供科学依据。监测是一个长期的、持续的过程,应根据保护区的具体情况,筛选出能够有效反应渔业资源与生态

系统变化的监测指标,以快速掌握保护区的状况,进而开展绩效评估。

(5) 绩效评估。建立一套评价适应性管理行为的指标体系,以评估保护与管理是否有效。可从正、反两个方向进行分析,主要包括:①对保护与管理实施效果的评估,即通过监测信息的反馈,检验管理是否有效进行;②对有效的保护与管理措施进行跟踪,并总结经验、加以推广^[38]。

(6) 反馈与调整。根据管理绩效评估结果,检验保护区的保护与管理方案的实施是否达到预定管理目标;如果是,则可以结合复合生态系统动态以及不断更新丰富的知识和技术制定更高的目标;反之,需要找出导致失败的直接原因和根本原因,及时对管理措施进行反馈调整。

需要注意的是,以上几个阶段并不是孤立的,某一个阶段并不是上一阶段简单的后续,而是相互影响、相互作用的,形成一个反馈循环的上升模式,以降低管理的不确定性,适应水产种质资源保护的需要。

3 长乐西施舌资源增殖保护区的适应性管理研究

西施舌(*Coelomactra antiquata* Spengler)是一种经济价值很高的海产珍贵双壳类^[39],被列入首批《国家重点保护经济水生动植物资源名录》。福建长乐西施舌以其个体大、营养价值高等特点享誉海内外。福建省自1985年开始对日趋衰退的西施舌资源开展保护,并于1992年建立长乐海蚌(西施舌)资源增殖省级保护区,该保护区于2011年获批准列入国家级水产种质资源保护区(图2),由长乐市海洋与渔业局以及西施舌资源增殖保护区管理处负责管理工作,并落实《福建省人民政府关于海蚌资源繁殖保护管理的若干规定》(1985年)、《福建省长乐海蚌资源增殖保护区管理规定》(1992年)等保护区管理条例(属于行政指令)。虽经过20余年的管理保护,但西施舌资源状态依然呈现下降的趋势(图3),传统管理模式收效甚微。因此,根据前文构建的适应性管理模式,基于生态系统管理理念,对该保护区开展适应性管理研究,为有效推进西施舌资源保护与管理工作提供参考。

3.1 问题与威胁识别

长乐西施舌资源增殖保护区存在较大的信息

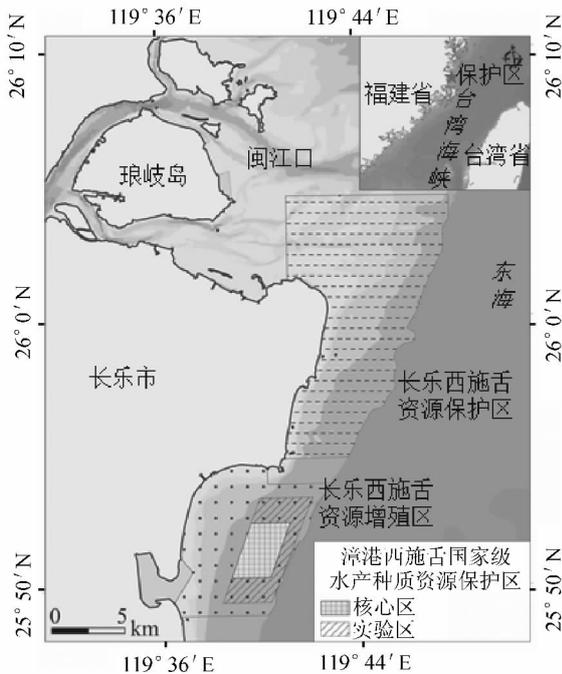


图2 长乐西施舌资源增殖保护区

Fig. 2 The Changle Xishi Tongue (*Coelomactra Antiquata*) resource enhancement and protected area

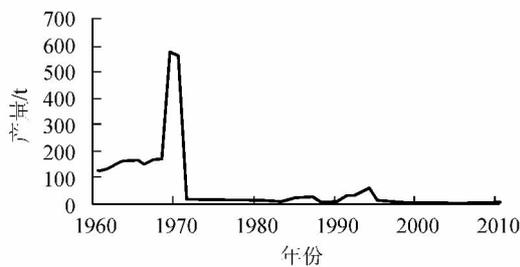


图3 长乐西施舌年产量变动曲线

Fig. 3 Annual production of *Coelomactra Antiquata* in Changle

缺口,保护区设立至今,尚未开展系统的海水水质、海洋沉积物质量、海洋生物质量、生物环境、西施舌饵料、敌害生物等基线信息调查。保护区采用传统的自上而下的强制性管理模式,管理工作基本处于封闭状态,公众参与程度较低。

调查和专家咨询结果表明,对西施舌资源的过度捕捞和深水耙蚌破坏性捕捞作业是造成长乐西施舌资源衰退的最主要原因。此外,入海污染物排放以及周边海域偶有发生的非法采砂和围填海等活动也对西施舌资源及其生境造成一定的威胁。

3.2 管理目标

根据该保护区现状及面临的威胁,西施舌资源增殖保护区的阶段性的管理目标应包括以下三个

方面:①资源与生态环境目标:根据历史调查资料^[41],即产量高峰时期西施舌密集区的成体栖息密度可达10个/m²以上,甚至呈垂直多层分布状态,结合西施舌的生物学特性,即西施舌具有定居性强、个体生殖力较强^[40]、从幼体生长到9 cm~13 cm的成品大约需要3 a~4 a时间等特点,以及保护区科研人员的建议,将资源恢复的目标设定为“5 a内使保护区核心区西施舌自然资源量恢复到平均10个/m²左右的水平”;同时保护与修复海洋生态环境,使之适宜西施舌的繁殖与生长。②社会经济目标:根据识别的最大威胁因子是过度捕捞这一因素,在保护的同时,需要积极引导渔民寻求替代生计,保障渔民生活。③能力建设目标:赋予保护区执法权力,加大科学研究力度,完善保护区基础设施。

3.3 规划设计和实施措施

(1)明确保护区的分区及等级结构。生态系统管理要求有确定的系统边界和单元,有适宜的尺度和等级结构。保护区设立之初,将西施舌分布较多的区域全部纳入保护区范围,仅划定核心区和实验区(图2),未划定缓冲区。保护区及各分区边界没有设置标志,渔民仍可自由进入保护区进行捕捞活动。因此要确定保护区分区界址,并设立标桩,对核心区实行封闭式管理,实验区可适当开展西施舌增殖放流及其跟踪监测。

(2)开展科学考察和科学研究。保护区原有管理思路是通过发展人工养殖和增殖放流,缓解自然资源受到的捕捞压力。经多年研究,保护区已在西施舌育苗技术取得进展^[42-44],但幼苗死亡率较高。适应性管理计划应开展全面科学考察,了解保护区全面基线信息并继续开展科学研究。

(3)规划方案设计与实施。应制定保护区的总体管理规划,明确规划的指导思想、编制原则、保护区基本情况,管理目标、分区任务、重点工作、能力建设、资金投入、年度计划等并认真实施。

(4)进一步完善《福建省长乐海蚌资源增殖保护区管理规定》,加强执法管理。建议设立保护区海洋与渔业执法中队,配备执法快艇及相关设备,实行定期、不定期的巡查,严厉打击非法捕捞和其他破坏保护区的行为。

(5)将所有利益相关者纳入西施舌保护区的管理框架中,从根源上缓解西施舌自然资源面临的重大威胁,即过度捕捞问题。通过采取多方位

的宣传使当地渔民了解建立该保护区的目的和意义,认识到可持续采捕西施舌可以使他们获得更为长期的利益,进而能够积极配合保护区管理工作,以实现西施舌资源的可持续利用。

针对保护区目前公众参与程度较低的现状,建议扩大公众参与的范围,邀请当地渔民、餐饮业主、科研人员、长乐市海洋馆、长乐市海蚌公园工作人员等共同参与保护区管理,形成明确分工。

应加大惠渔政策力度,创造更多转产转业的条件和机遇,积极鼓励和引导渔民发展远洋捕捞、休闲渔业、水产品加工与流通等。通过举办渔民培训班,在开展渔业资源可持续发展知识普及的同时,培训渔民其他生活技能,拓宽就业渠道。在保护区核心区和实验区以外区域适当开展承包养殖,并以 3 a 为期限进行分区轮捕,既能保证一定的渔业生产,又可确保足够的西施舌亲贝蕴藏量。

3.4 生态与环境监测

在现行管理模式下,保护区缺乏系统的长期监测与调查,不能准确反映西施舌资源衰退的严重性及其生存环境的变化。建议在保护区内设置 2~3 个环境监测点,同时配备 1~2 名有经验的科技人员,长期定点跟踪监测。监测内容包括西施舌资源及其饵料生物,增殖放流的苗种在自然

海区的生长状况、病害风险、回捕率,保护区内的环境条件,污染物排放量,社区经济发展状况,法律法规以及保护规划的实施情况等。总之,监测的内容不仅应包含西施舌资源本身,还应包含其所处的生态系统的状况。

3.5 绩效评估

在现行管理模式下,保护区缺乏对管理绩效的评估,因而不能及时识别西施舌资源保护和管理措施存在或新出现的问题,进而对保护措施进行动态调整,以致 20 余年的保护工作未见成效。参考 IUCN 对保护区最佳实践的经验总结^[45],建议开展每年一次的自评和每 3 a~5 a 一次的综合评估,总结管理绩效与经验。定期广泛交流经验,获得对西施舌生物学特性、影响西施舌生长的生态因子、新的保护区管理技术等认知。

3.6 适应性管理调整

在绩效评估结果基础上,重新对保护区的问题进行剖析,对规划、保护措施和监测计划进行评估、优化调整,调整的时间跨度可以定为 5 a,从而动态地提升整个保护区系统对外界环境变化的反应能力,在满足生态目标需求的同时,获得最大的社会-经济效益。最终形成行之有效的长乐西施舌资源增殖保护区适应性管理模式(图 4)。

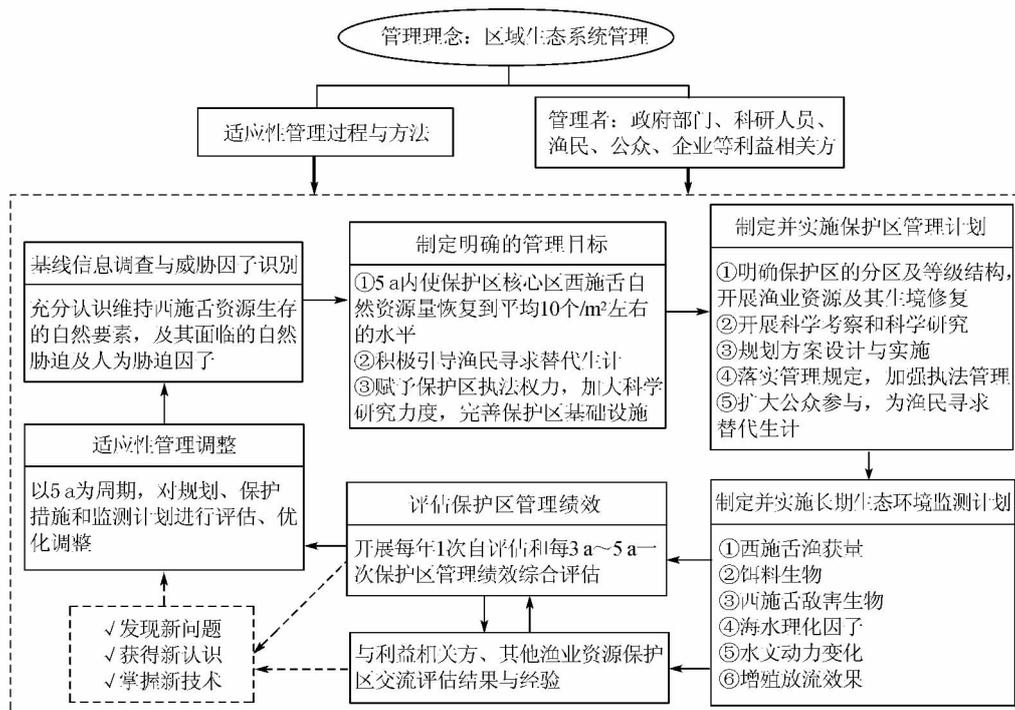


图 4 长乐西施舌资源增殖保护区适应性管理模式

Fig. 4 Adaptive management model of the Changle Xishi Tongue (*Coelomactra Antiquata*) resource enhancement and protected area

4 结 语

将适应性管理理念引入到水产种质资源保护区管理,有积极的现实意义和可操作性。本文基于生态系统管理的理念,探索水产种质资源保护区适应性管理模式的构建,通过增加传统管理模式中通常缺乏的管理过程,如制定明确目标、重视监测、评估,强调公众参与、对管理过程的反馈以及管理规划的调整等,以解决传统管理模式存在的弊端,提升管理有效性。水产种质资源保护区实际上是一个自然、社会、经济复合的渔业生态系统,这就需要在保护区的管理中不断寻找能够适应变化、适应不确定性问题的平衡策略。适应就意味着保护区内部的各管理要素之间以及保护区与外部环境之间要达到协调与和谐的状态,当各要素、保护区及其周围环境之间相互适应时,保护区的发展会带动周围环境的发展,实现协同进化。一旦出现不适应时,就需要对保护区内的管理要素进行必要的调整,乃至是彻底的变革,才能解除危机,实现动态的平衡^[46]。

由于水产种质资源保护区涵盖的面较广,保护对象可能涉及鱼、虾、贝、藻等各种渔业资源,其生活习性、环境特征差异很大,因而采取的管理措施也应当有所不同,必须根据资源本身及其生态环境特点,因地制宜,制定具有针对性的管理措施,才有可能获得成功。

在我国现行保护区和渔业资源管理体制下,在水产种质资源保护区开展适应性管理还需要相关行政主管部门予以更多的政策扶持与资金投入。与传统较为固定的、被动的资源管理模式相比,适应性管理模式要求管理人员做出更为积极、主动、灵活的探索与实践,广泛纳入并协调利益相关者的参与,注重管理经验的总结与交流,开展跨区域协调与合作,完善水产种质资源保护区网络建设。

致谢:本论文在研究和撰写过程中得到长乐市海洋与渔业局邹文钟副局长、长乐市水产技术推广站池宝兴站长、长乐市海蚌资源增殖保护区管理处雷光高技术员的大力支持和悉心帮助,谨致谢忱!

参考文献:

[1] 农业部渔业局. 农业部公告第 1684 号 [EB/OL]. http://www.moa.gov.cn/zwl/m/tzgg/gg/201112/t20111227_2444640.htm 2011-12-27.

- [2] 叶属峰,温泉,周秋麟. 海洋生态系统管理——以生态系统为基础的海洋管理新模式探讨[J]. 海洋开发与管理, 2006, (1): 77-80.
- [3] 任海, 邱建国, 彭少麟, 等. 生态系统管理的概念及其要素[J]. 应用生态学报, 2000, 11(3): 455-458.
- [4] 赵云龙, 唐海萍, 陈海, 等. 生态系统管理的内涵与应用[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(6): 94-98.
- [5] HABER S. Efficiency and uplift: scientific management in the progressive era, 1890-1920 [M]. Chicago: University of Chicago Press, 1964.
- [6] HOLLING C S. Adaptive environmental assessment and management [M]. London: John Wiley, 1978: 377.
- [7] 杨荣金, 傅伯杰, 刘国华, 等. 生态系统可持续管理的原理和方法[J]. 生态学杂志, 2004, 23(3): 103-108.
- [8] WALTERS C. Challenges in adaptive management of riparian and coastal ecosystems [J]. Conservation Ecology, 1997, 1(2): 1-24.
- [9] LESSARD G. An adaptive approach to planning and decision-making [J]. Landscape and Urban Planning, 1998, 40(1): 81-87.
- [10] SALAFSKY N, MARGOLUIS R. Threat reduction assessment: a practical and cost-effective approach to evaluating conservation and development projects [J]. 1999, 13(4): 830-841.
- [11] VOGT A, GORDON J C, WARGO J P, et al. Ecosystems: balancing science with management [M]. New York: Springer, 1997.
- [12] WALTERS C. Adaptive management of renewable resources [M]. New York: MacMillan, 1986.
- [13] LOUCKS D P, GLADWEL J S. 水资源系统的可持续性标准 [M]. 王建龙, 译. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [14] NICHOLS J D, WILLIAMS B K. Monitoring for conservation [J]. Trends in Ecology and Evolution, 2006, 21(12): 668-673.
- [15] LEE K N. Compass and gyroscope: integrating science and politics for the environment [M]. Washington, DC: Island Press, 1993: 243.
- [16] HEINIMANN H R. A concept in adaptive ecosystem management—an engineering perspective [J]. Forest Ecology and Management, 2010, 259(4): 848-856.
- [17] WILLIAMS B K. Adaptive management of natural resources—framework and issues [J]. Journal of Environmental Management, 2011, 92(5): 1346-1353.
- [18] 于贵瑞, 谢高地, 于振良, 等. 我国区域尺度生态系统管理中的几个重要生态学命题 [J]. 应用生态学报, 2002, 13(7): 885-891.
- [19] 郑景明, 罗菊春, 曾德慧. 森林生态系统管理的研究进展 [J]. 北京林业大学学报, 2002, 24(5): 103-109.
- [20] 孙健. 从三个视角看适应性管理与传统管理理念的差异 [J]. 中国行政管理, 2006(9): 101-103.
- [21] 佟金萍, 王慧敏. 流域水资源适应性管理研究 [J]. 软科学, 2006, (2): 59-61.
- [22] WALTERS C. 适应性管理能帮助解决渔业问题吗? [J].

- Ambio 2007, 36(4):286-289.
- [23] WILLIAMS B K ,JOHNSON F A. Adaptive management and the regulation of waterfowl harvests [J]. Wildlife Society Bulletin, 1995, 23(3):430-436.
- [24] GERBER L R ,WIELGUS J ,SALA E. A decision framework for the adaptive management of an exploited species with implications for marine reserves [J]. Conservation Biology, 2007, 21(6):1584-1602.
- [25] PAHL-WOSTL C ,MOSTERT E ,TABARA D. The growing importance of social learning in water resources management and sustainability science [J]. Ecology and Society, 2008, 13(1):24-28.
- [26] STOKSTAD E. Learning to adapt [J]. Science, 2005, 309:688-690.
- [27] Forest Ecosystem Management Assessment Team. Forest ecosystem management: An ecological economic and assessment [C]// Report of the Forest Ecosystem management Assessment Team. Washington DC: Government Printing Office, 1993.
- [28] CHADDEN A ,DOWKSZA E ,TURNER L. Adaptive management for Southern California Grasslands [R]. University of California, Santa Barbara: Donald Bren School of Environmental Science and Management, 2004.
- [29] MOORE C T ,LONSDORF E V ,WKNUTSON M G et al. Adaptive management in the U. S. National Wildlife Refuge System: Science-management partnerships for conservation delivery [J]. Journal of Environmental Management, 2011, 92(5):1395-1402.
- [30] DAY J. Marine park management and monitoring: lessons for adaptive management from the Great Barrier Reef [J]. Science and Management of Protected Areas Assoc., 2002, 19:1258-1282.
- [31] UYCHIAOCO A J ,ARCEO H O ,GREEN S J et al. Monitoring and evaluation of reef protected areas by local fishers in the Philippines: tightening the adaptive management cycle [J]. Biodiversity and Conservation, 2005, 14(11):2775-2794.
- [32] 侯向阳,尹燕亭,丁勇. 中国草原适应性管理研究现状与展望 [J]. 草原学报, 2011, 20(2):262-269.
- [33] 孙东亚,董哲仁,赵进勇. 河流生态修复的适应性管理方法 [J]. 水利水电技术, 2007, 38(2):57-59.
- [34] 刘小峰,盛昭瀚,金帅. 基于适应性管理的水污染控制体系构建——以太湖流域为例 [J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 4(2):73-78.
- [35] 赵庆建,温作民. 森林生态系统适应性管理的理论概念框架与模型 [J]. 林业资源管理, 2009, 4(5):34-38.
- [36] 赵庆建,温作民,蔡志坚. 森林生态系统生产力适应性管理模型 [J]. 生态经济, 2010, 4(4):56-59.
- [37] 俞永跃. 基于海岛管理的南麂列岛生物多样性保护实践与经验 [M]. 北京:海洋出版社, 2011.
- [38] 罗伯特·波默罗伊,约翰·帕克斯,兰尼·华生. 海洋自然保护区管理绩效评估指南 [M]. 周秋麟,牛文生,尹卫平,译. 北京:海洋出版社, 2006.
- [39] 刘德经,朱善央. 福建与江苏西施舌群体形态差异研究 [J]. 南方水产, 2010, 6(2):29-34.
- [40] 刘德经,谢开恩. 西施舌的繁殖生物学 [J]. 动物学杂志, 2003, 38(4):10-15.
- [41] 吴进锋,张汉华,梁超愉,等. 广东沿海西施舌资源及增殖保护对策 [J]. 湛江海洋大学学报, 2002, 22(3):68-69.
- [42] 陈健光,陈利雄,吴进锋,等. 西施舌的人工育苗现状及养殖发展前景展望 [J]. 水产科技, 2006, 4(3):4-8.
- [43] 高如承. 西施舌生物学及人工育苗研究进展 [J]. 厦门大学学报(自然科学版), 2006, 45(2):195-200.
- [44] 李正华. 西施舌的生物学与苗种培育 [J]. 水产科学, 2006, 25(5):263-267.
- [45] PHILLIPS A. IUCN 保护区类型 V——陆地/海洋景观保护区管理指南 [M]. 刘成林,朱萍,译. 北京:中国环境科学出版社, 2005.
- [46] 韩俊丽,武曙红,栾晓峰,等. 自然保护区适应性管理研究 [J]. 山西农业科学, 2012, 40(3):284-287.