

文章编号: 1004-7271(2001)01-0031-07

海洋渔业可持续利用预警系统的初步研究

陈新军^{1,2}, 周应祺²

(1.南京农业大学, 江苏南京 210095; 2.上海水产大学, 上海 200090)

摘要:本文在分析世界海洋渔业资源现状的基础上,提出预警系统是实现海洋渔业资源可持续利用的重要手段之一。本文介绍了海洋渔业资源可持续利用预警系统的概念、研究框架、内涵与特点,系统介绍了海洋渔业资源可持续利用预警系统中警义、预警指标的含义及其研究内容,并分析预警系统运行机制。最后初步构建了海洋渔业可持续利用预警指标体系的框架。

关键词:海洋渔业资源;预警;可持续利用

中图分类号:S937 **文献标识码:**A

A primary study on the early-warning system in the sustainable use of marine fishery resources

CHEN Xin-jun^{1,2}, ZHOU Ying-qi²

(1. Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Based on the current condition of marine fishery resources in the world, this paper indicates that warning system is one of the important methods in realizing the sustainable use of marine fishery resources. The paper also introduces the concept, structure, content and characteristics of early-warning system in the sustainable use of marine fishery resources. The paper analyzes the concept and content of both warning means and warning indicator in the early-warning system, and the running mechanism of early-warning system as well. In the end, the paper initially builds the system structure of warning indicators in the sustainable use of marine fishery resources.

Key words: marine fishery resources; early-warning system; sustainable use

20世纪70年代以来,世界一些主要的传统经济鱼类资源开始出现了衰退。1989年世界的年海洋捕捞产量开始下降,这说明捕捞能力已经超过了渔业资源的自然再生能力。自此,许多商业性的重要鱼类资源剧降。同时,大规模的商业性捕捞工具和方法对海洋动物造成很大的杀伤性,如在南半球^[1],延绳钓渔船每年杀害数万只海鸟;流刺网毫无选择地杀害数千万计的海洋动物,而只仅仅捕捞一种或二种有价值的商业性鱼类。另外,一些破坏性渔具和操作方法对海底的栖息环境、海底的生物和珊瑚等产生了严重地损坏。因此,目前人类大规模的捕捞行为正在遭受到自然界的报复,已经严重阻碍着海洋渔业资源的可持续利用,造成许多渔业资源的衰退,这势必会对日益增长的水产品需求、经济福利和就业产生极大的影响。如何采取有效措施和手段恢复渔业资源,确保海洋渔业资源的可持续利用是当今世界渔业管理的热点和难点。

收稿日期:2000-09-29

第一作者:陈新军(1967-),男,浙江义乌人,副教授,在职博士生,主要从事渔业资源经济和远洋光诱鱿钓渔业方面的研究。

预警系统最早始于军事,如预警飞机,预警雷达等。后来,逐渐被应用于经济、灾害的预警等方面,并取得了较好的效果。如美国国家经济研究所对美国国民经济的运行进行预警。在我国,吴延熊等^[2]对区域森林资源预警系统进行了研究,黄贤金和曲福田^[3]对土地生态经济预警系统方法进行了研究,并以江苏省农地为例进行了实证分析,这说明预警系统已在我国森林资源管理以及耕地资源等自然资源的管理和合理利用方面得到了初步应用。预警系统作为一种新的管理模式和方法,在海洋渔业资源管理有着其独特的实用价值。因为海洋渔业资源分布在广阔的海洋中,资源的数量和种类难以被人类准确地掌握,而且渔业资源更易受到外界自然灾害的干扰,因此有着比其他资源更高的风险性和更大的不确定性。

实际上,在任何一个可持续发展系统中,其各个子系统如社会、经济、环境资源等各自都存在着一个合理的运行区域,若各因素都在合理的区域运行,则整个系统将会协调、持续地发展;若一些因素超越了正常合理的范围,则可能会导致可持续发展系统的崩溃。因此,可以依据各种影响因素的特征建立有关警戒标准,结合所收集的数据,运用可持续发展评价方法,对目前资源开发利用的现状进行全面地评价,建立起资源可持续利用的预警系统,这样,就可以根据预警系统提供的信号,及时采取有效的措施和对策,使得整个资源的开发和利用处于安全区域内运行,来确保海洋渔业资源的可持续利用。

1 海洋渔业资源可持续利用预警系统的概念与研究框架

1.1 概念

“预”解释为“预先、事先”,“警”解释为“警报或警戒”^[4],因此“预警”可以解释为“预先或事先发出警报或警戒”预警就是指对某一警素的现状和未来进行测度,预报不正常状态的时空范围和危害程度,并提出防范措施和对策。预警既不同于预报,也不同于监测^[5],在其研究对象、研究方法、研究结果和研究重点等方面都有所不同。

海洋渔业资源可持续利用预警就是在全面准确地把握海洋渔业资源的运动状态和变化规律的基础上,对海洋渔业资源的现状和未来进行测度,预报不正常的时空范围和危害程度,对于已出现问题提出解决措施,对于即将出现的问题给予报警并提出防范和调控的措施。简要地说,海洋渔业资源可持续利用预警就是辨识和排除海洋渔业资源开发利用过程中出现的非持续利用征兆的人类行为,从而实现渔业资源的永续利用和生态环境向良性化方向发展。

渔业资源可持续利用预警有狭义与广义之分。狭义的是指针对海洋渔业资源开发利用过程中可能出现的资源衰退或耗竭危机而建立的报警。广义的则指包括在海洋渔业资源开发利用过程中,从警情发现、警兆分析、警源寻找、警度判断以及采取正确的预警方法,并将警情排除的全过程。海洋渔业资源可持续利用预警不仅要正确分析和判断涉及到渔业资源开发利用活动所产生的经济和生态环境后果,更为重要的是针对可能出现的警情,寻找警源以便尽早采取有效措施,控制甚至化解警情的出现。以近年来我国近海渔业资源衰退为例,我们不仅要分析导致渔业资源衰退的人为因素(如过剩捕捞能力),同时还要分析造成过度捕捞的社会因素以及海洋生态环境退化等方面的自然因素,这样才能有效地防止渔业资源的进一步衰退和破坏,来确保海洋渔业资源的可持续利用。

1.2 研究框架

海洋渔业可持续利用预警系统是一个多层次的复杂的系统(图1),涉及到海洋渔业资源、可持续发展理论、预警科学理论以及系统工程等方面的学科,具体包括了海洋渔业资源、可持续利用、预警和系统四个方面的内容。海洋渔业资源是研究的对象,可持续利用是研究的目标,预警是研究的手段和方法,强调预警自身的系统性是指预警应包括明确警义、寻找警源、分析警兆、预报警度和排除警患的完成过程。预警可分为警义和预警指标。而警义又包括警素和警度;预警指标则可分为警情指标、警源指标和警兆指标。

2 海洋渔业资源可持续利用预警系统的内涵与特点

2.1 预警系统的内涵

海洋渔业资源可持续利用预警系统的结构如图 2。它主要由警情诊断、警源分析、警兆辨识、警度预报和排警调控等五个系统组成:①警情动态监测,通过一整套监测指标敏感地反映海洋渔业资源开发利用过程中出现的异常现象和情况,即警情。②警源分析,分析产生某种警情的根源是什么,包括自然的、社会的、经济的、文化的和政策的等因素。③警兆辨识,辨识警情发生前所表现出来的各种征兆,如渔获产量的下降、鱼类个体的小型化、渔获物中种类的组成变化、鱼类性成熟提前、投入产出比下降、生态环境恶化、赤潮发生率等。④警度预报。根据警兆的警度预报警情的轻重,警度一般来说可以分为无警、轻警、中警、重警和剧警。对于不同的警源指标,其警度的值域不一样。⑤预测决策,即采取相应的措施和对策解决渔业资源开发利用过程中所出现的问题。

预警系统的实质就是依据预警科学的基本理论和方法,结合海洋渔业资源系统的生物、经济、社会特性以及组织管理,按海洋渔业资源可持续利用的要求,来制定一系列渔业资源可持续利用的预警指标,并在历史数据的定性分析和定量评价基础上,结合有关理论研究的成果和专家判断系统,确定预警指标的合理警限(即阈值),通过对海洋渔业资源现状和未来的测度,及时发布警情,为渔业资源的管理部门提供及时、准确的反馈调控信息,并提供防范和排警的措施与对策。

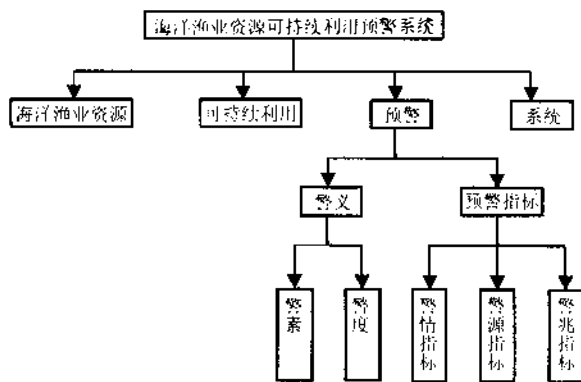


图 1 海洋渔业资源可持续利用预警系统的框架

Fig. 1 The structure of early-warning system in the sustainable use of marine fishery resources

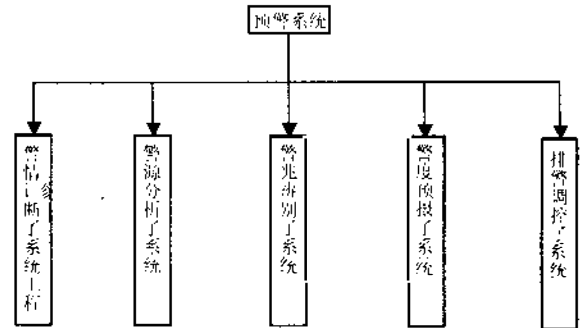


图 2 预警系统的结构图

Fig. 2 The structure of early-warning system

2.2 预警系统特点

由于海洋渔业资源栖息在广阔海洋中,且具有流动性和隐蔽性,因此在渔业资源开发利用过程中,警情的出现不如陆源自然资源如森林资源、耕地资源等明显,这给海洋渔业资源开发利用过程中警情的发现、警度的判断以及警源的寻找等产生了很大的困难。此外,海洋渔业资源可持续利用预警系统还具有以下特点^[6]:①警情的积累性和突变性。渔业资源开发利用中出现的异常情况具有很强的积累性。我国近海渔业资源出现衰退或枯竭以及海洋生态环境的破坏都不是一朝一夕形成的,是较长时间积累和沉淀的结果,是由量变上升到质变的结果。因为渔业资源是一种可再生资源,本身就对资源系统具备一定调节能力。警情的积累性要求我们在渔业资源开发利用时,预警分析要涵盖一定的时间、空间范围,以找出警情的隐患。海洋渔业资源开发利用中出现异常的突发性是由于渔业资源系统自身的性质所决定的。资源的开发利用打破了渔业生态系统平衡,包括渔业资源系统内部的平衡和渔业资

源与人类社会系统间的平衡。特别是针对一些集群性很强的中上层小型鱼类,这些种类集群性极强,依靠目前先进的探鱼设备和卫星遥感,容易发现中心鱼群并加以捕获,当发现渔获量出现下降时,该资源可能衰退到不能恢复的地步,因此其警情的突发性更为强烈。警情的突变性要求我们在运行预警系统时,要注重在预警的预报,以尽早发现警兆,特别是生物学方面的指标,并为此提供切实可行措施化解警情。②警兆的滞后性。由于警情的积累性特征,因此海洋渔业资源开发利用所产生的不利后果要相对滞后一段时间才能出现。不过,不同渔业种类,其滞后的时间长短不一。一般来说,生命周期长的鱼类资源,其滞后时间长,至少需要几年以上的时间,其资源基础不易遭受破坏;而生命周期短的中上层鱼类资源,其滞后时间短,资源极易破坏。但是,当警兆表现出来之后,警情的危害性已经达到相当的程度。因此,在预警分析时,一定要采用一些相应的预先指标,才能保证预警系统的决策了系统采取有效的措施。●警源的复杂性。由于渔业资源种类之间存在着种群竞争、种群共生、种群替代等关系,同时渔业资源与海洋环境条件之间存在更为复杂的关系,因此对某一种渔业资源的开发利用进行预警分析时,必须要考虑到它与其它渔业种类间可能存在的种种关系,如目标鱼种和兼捕种类。产生渔业资源警情的原因很多的,具有很大的复杂性,包括了海洋环境污染、捕捞过度、社会经济、渔业管理因素等。

3 警义、预警指标的含义及其研究内容

3.1 警义的含义及其研究内容

警义是指在海洋渔业资源开发利用过程中出现警情的含义(即出现异常现象或偏离可持续发展的运行区间)。警义包括警素和警度。警素是指构成警情的指标是什么,也就是说海洋渔业资源开发利用过程中出现了什么样的警情。警度是指警情处在什么状态,即严重程度。海洋渔业资源可持续利用预警本质上就是要对渔业资源在利用过程中将偏离可持续利用轨道的那些“危险点”或“危险区间”作出预测,并发出警报,从而为渔业资源的管理、控制和决策提供科学依据,以确保渔业资源可持续利用的实现。这些“危险点”或“危险区间”实际上就是渔业资源可持续利用过程中出现的异常现象,在预警科学中称为警素。警素的严重程度即“危险点”或“危险区间”的危险程度称为警度。

(1)警素。海洋渔业资源系统是一个复杂的、涉及到多方面的系统,因此在其开发利用过程中,已经出现过、现在或将来可能出现的警素是多种多样的,因此必须作出科学的归类,以便分类指导和研究。渔业资源可持续利用的警素初步可以分为系统内部警素和系统外部警素,系统内部警素主要包括生产力警素、多样性警素和生物学警素;系统外部警素主要包括总体效益警素、捕捞强度警素和灾害警素等。它们还可以进一步细化和分解为产量警素、海域面积警素、初级生产力警素、物种多样性警素、生态系统多样性警素、渔获个体组成警素、繁殖力警素、社会效益警素、生态效益警素、海洋环境污染警素、水温异变警素等具体的警素。

(2)警度。警度是渔业资源可持续利用预警系统中一个非常重要的概念。警度的科学划分需要一系列数学手段的支持。警度一般来说可以分为无警、轻警、中警、重警和剧警^[3]。对于不同的警源指标,其警度的值域不一样。

3.2 预警指标的含义与研究内容

在海洋渔业资源可持续利用预警系统中,预警的方式可分为指标预警法、统计预警法和模型预警法^[2]。还可分为黑色预警、黄色预警、红色预警、绿色预警和白色预警^[3]。

指标预警法是统计预警法和模型预警法的基础。在建立海洋渔业资源可持续利用预警系统时,首先是设计指标预警系统,其次是分析统计预警系统,最后建立模型预警系统。这三种方法的基础就是选择和确定预警指标,这也是预警系统研究的核心问题之一。预警指标的类型很多,从空间尺度来看,主要有宏观预警指标、中观预警指标和微观预警指标;从时间尺度来看,主要有长期预警指标、中期预警指标和短期预警指标;从预警指标的内涵看,主要有警情指标、警源指标和警兆指标。现对警情指标、警源指标和警兆指标作具体分析。

(1)警情指标。警情是事物发展过程中出现的异常现象或情况,即在海洋渔业资源开发利用过程中已存在或将来可能出现的各种各样的问题。用来描述和刻划这些各种各样问题或异常现象(即警情)的统计指标则称为警情指标。当海洋渔业资源在开发利用过程中,偏离了可持续利用的“合理区间”或“轨道”,则可认为渔业资源在利用的过程中遇到了警情。具体来讲,我国目前海洋渔获产量中是以低值、小型鱼类为主,在近海赤潮事件频发,这些都可以认为渔业资源遇到了警情。

(2)警源指标。警源是指警情产生的根源,是海洋渔业资源开发利用过程中已存在或潜伏着的问题或“危机”。用来描述和刻划警源的统计指标称为警源指标。从警源的生成机制来看,警源指标大致可以分为四类:①自生警源指标,是指用来描述渔业资源系统中自身因素的警源指标,如渔场作业面积、鱼类种类结构、鱼类种类年龄结构、生物多样性等;②自然警源指标,是指用来描述各种自然灾害而对渔业资源系统造成破坏的警源指标,如气象灾害、海啸、厄尔尼诺现象等;③外生警源指标,是指用来描述由渔业资源外部输入的警源指标,这些外生警源的作用机理十分复杂的,如市场价格的提高刺激渔业资源的过度开发、导致渔业资源的衰退;④内生警源指标,是用来描述渔业资源系统内在自身运行状态的警源指标,如渔业产权制度、渔业资源管理等。从警源的可控程度看,警源指标可分为三大类:①强可控警源指标,如内生警源等;②弱可控警源指标,如目前的渔业资源状况等;③不可控警源指标,如自然警源等。

(3)警兆指标。警兆是指警素发生异常变化导致警情爆发之前出现的先兆。用来描述刻划警兆的统计指标称为警兆指标。警兆指标又称为先导指标,它是预警指标的主体,是唯一能够直接提供预警信号的一类预警指标。海洋渔业资源预警系统的目的是为海洋渔业资源管理提供宏观微调的信息依据,其特点在于在足够长的时间内预先发出警报,以便有足够的时间研究对策和组织实施。为此必须要首先建立起合理的警兆指标。

警兆指标按照时间运行的长短,又可分为先行指标,同步指标和滞后指标^[2]。警兆又可分为景气警兆和动向警兆^[3],景气警兆一般以实物运动为基础,表示渔业资源系统某一方面的景气程度,如水域面积、鱼类产量等。动向警兆则是指那些不能直接表示渔业资源系统景气程度的价值指标,如渔民的收入水平、水产品价格等。一般来讲,不同的警素对应着不同的警兆,相同的警素在特定的时空条件下也可能表现出不同警兆。

警情指标是预警研究对象,是渔业资源开发利用过程中已存在或潜伏着的问题。警情产生于警源,同时在爆发之前又必然会产生警兆。寻找警源是分析警兆的基础,同时也是排除警患的前提。因此,海洋渔业资源可持续利用预警系统要以警情指标为对象,以警源指标为依据,以警兆指标为主体。

4 海洋渔业资源可持续利用预警系统的运行机制

系统科学是渔业资源预警系统理论的基础,是解决预警系统问题的基本手段。如从时间和逻辑二个因素来考虑,则预警系统的运行机制可以构造一个二维表(表1)。从表1可知,在时间维来看,其运行机制为:数据采集→系统分析→系统设计→系统实施。在逻辑维来看,其运行机制为:监测警情→寻找警源→分析警兆→预报警度→排除警源。

若单从逻辑维来分析,可以构造出预警系统的一维运行机制图(图3)。从运行机制的一维过程图可知,警情监测是预警研究的基础;寻找警源是对警患产生原因的分析,是排除警患的基础;分析警兆是预报警度的基础,预报警度是排除警患的根据,而排除警患则是预警系统的目标所在。

表1 预警系统运行机制的二维表

Fig.1 The table of running mechanism of early-warning system

时间维	逻辑维				
	监测警情	寻找警源	分析警兆	预报警度	排除警源
数据采集	A11	A12	A13	A14	A15
系统分析	A21	A22	A23	A24	A25
系统设计	A31	A32	A33	A34	A35
系统实施	A41	A42	A43	A44	A45

5 构建渔业资源可持续利用的预警指标框架

5.1 选择预警指标的条件和原则

海洋渔业资源可持续利用预警系统成功的关键就在于预警指标的确定,特别是警兆指标的确定。因此,必须从大量的渔业统计指标中精心筛选,选取一组最具有代表性的先行指标。例如,美国国家经济研究所从数百项统计指标中筛选了72个指标,选取36个确实对国民经济发展有预测作用的先行指标,组成了一个综合先行指标体系。

(1)选择预警指标的条件。要确保预警指标充分发挥预警的作用,选择的指标必须能够正确地评价当前和历史上渔业资源开发和利用的状态,通过这些指标可以自然地判断出渔业资源利用状态的正常与异常,为未来的发展进行预警创造条件。同时,选择的指标必须能够准确地预测未来渔业资源的发展趋势,揭示渔业资源持续利用状态的合理区间。最后,选择的指标必须能够及时敏感地反映整个渔业资源调控效果,通过控制渔业资源系统中的异常现象,使资源系统的波动能够在合理的区间内进行,而不脱离这一范围。

(2)预警指标筛选的原则。预警指标必须从大量统计指标中精心筛选,统计指标是预警指标研究的基础,而监测指标是预警指标选择的重点,科学地选择预警指标。为此,必须要坚持以下原则:①可操作性原则。所选择和设计的预警指标应是可操作的。要充分考虑到数据及其指标量化的难易程度,应多从实用和资料容易获取的角度来考虑,同时要保证全面地反映渔业资源系统中的各种内涵。要尽量利用现有的统计指标及有关规范标准^[4]。②准确敏感性原则。所设计的预警指标必须能够准确灵敏地反映海洋渔业资源开发利用过程中出现的各种问题以及变化和发展趋势。准确敏感性原则表现在预警时效和预警显示两个方面。在预警时效方面,针对当前渔业资源开发利用过程中出现的各种警情,预警指标应该能够迅速及时地提供预警信号。在预警显示度方面,预警指标对渔业资源运行状态的变化有较强的反映能力,并给以准确显示,以便清晰地反映出渔业资源的运行过程中可持续利用的程度。③可靠充分性的原则。所设计的预警指标,其数据来源必须是可靠的,同时统计数据样本数量要足够大,即有较长时间序列,以满足预测的需要。只有根据数据可靠且充分的预警指标,才能对渔业资源系统的运行状态进行序分析,并建立相应的动态预警模型,从而实现预警的目的。④相互匹配原则。相互匹配是指预警指标要与具体的警素以及具体的预警方法相互匹配,即警素不同,预警指标也各不相同;不同的预警方法,预警指标也不同。⑤动态性原则。随着时间的推移和条件的变化,渔业资源系统发生了变化,个别预警指标可能不再具有预测的作用,因此需要适时地用新的预警指标进行替换和调整,以保证预警指标具有充分的代表性。

预警指标的选择在很大程度上就决定了海洋渔业资源可持续利用预警系统能否成功实现。因此,在筛选和设计预警预报过程中,应该很好地把握上述条件和原则。同时,在预警指标的综合、对比和选择过程中,各种指标的重要性不能同等看待,而是应该科学确定指标的权重系数。

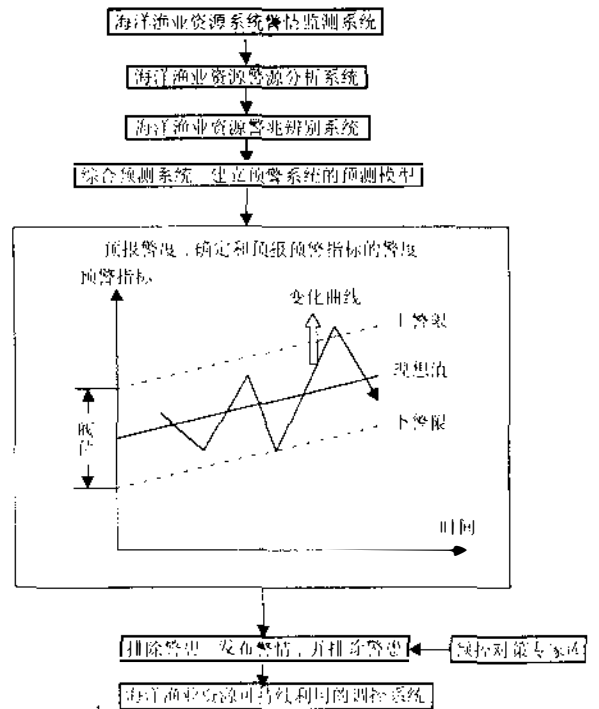


图3 预警系统的一维运行机制过程

Fig.3 The running mechanism of early-warning system

5.2 构建海洋渔业资源可持续利用预警指标体系的框架

利用单个先行预警指标往往会造成预警的失败或失误。例如,1929年美国哈佛ABC曲线预警法采用的单个指标进行经济预警,结果失败了^[7]。其原因是所选择的单个指标并不可靠,更为严重的是单个指标难以准确、全部地反映整个预警对象。海洋渔业资源开发利用是由多层次的子系统和多方面的要素构成的复合系统,它在发展过程中会受到各种因素的干扰,既包括自然的(如发生厄尔尼诺现象)和人为的因素(如捕捞),也包括内部(如繁殖力下降)和外部(如人为的干扰)的因素,导致渔业资源在开发利用的过程中出现各种各样的问题。因此,渔业资源系统中的警素复杂性不是哪个指标所能反映的,必须建立起海洋渔业资源可持续利用预警指标体系,特别是警兆指标体系。

海洋渔业资源可持续利用预警指标体系主要包括资源环境预警、社会可持续发展预警、经济可持续发展预警的三个方面。

(1)资源环境预警。资源环境预警就是对渔业资源系统本身以及系统与外界环境因素之间关系出现的异常现象进行报警。资源预警包括了渔获物种类组成、渔获的个体组成、目标对象的资源量、捕捞开发率、渔具对目标鱼种的直接影响等内容,环境预警包括了捕捞对食物链的影响、渔具对重要栖息地直接影响、生物多样性、重要栖息地面积和质量的改变、环境污染、捕捞压力即作业海域面积与非作业海域面积之比等内容。资源环境预警系统的建立需要长期的观测和研究。

(2)社会可持续发展预警。是指渔业在社会可持续发展出现非持续现象进行报警。主要包括了渔业就业率、渔业人口、渔业劳力中接受教育的程度、为人类提供蛋白质数量、人均水产品消费量以及海洋渔业的传统习惯和文化的改变。

(3)经济可持续发展预警。是指对渔业经济可持续发展偏离合理轨道进行的报警。渔业资源可持续发展的预警指标包括了渔获量、渔获产值、渔业产值在GDP中比重、渔业出口产值(或与总出口产值的比值)、渔业补贴以及人均渔民收入等。

参考文献:

- [1] FAO, The Global Fisheries Crisis [DB/OL], <http://www.fao.org/fi>, 1997/1999-12-09.
- [2] 吴延熊,周国模,郭仁鉴.区域森林资源预警机制的研究[J].浙江林学院学报, 1999, 16(1):45-49.
- [3] 黄贤金,曲福田.耕地生态经济预警的理论与方法[J].生态经济, 1998, (5):14-17.
- [4] 辞海编辑委员会.辞海[M].上海:上海辞书出版社, 1999, 1160, 5237.
- [5] 陈美兰,吴延熊,周国模,等.预测、监测和预警关系的初步探讨[J].浙江林学院学报, 1999, 16(1):10-13.
- [6] 尹昌斌,陈基湘,鲁明中.自然资源开发利用度预警分析[J].中国人日.资源环境, 1999, 9(3):34-38.
- [7] 吴延熊,周国模,郭仁鉴.区域森林资源预警指标的研究[J].浙江林学院学报, 1999, 16(1):14-19.