

文章编号 1001-8166(2007)01-0074-08

我国海洋生态调查指南编制说明^{*}

陈 尚^{1,2,3,4}, 李瑞香^{3,4}, 马 艳^{1,3}, 王宗灵^{3,4}, 朱明远^{3,4}, 丁德文^{1,2,3,4}

(1. 宁波大学生命科学与生物工程学院, 浙江 宁波 315211; 2. 应用海洋生物技术教育部重点实验室, 浙江 宁波 315211; 3. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061; 4. 海洋生态环境科学与工程国家海洋局重点实验室, 山东 青岛 266061)

摘 要 海洋生态调查的主要目的是了解海洋生态系统基本的群落结构和生态功能及其重要影响因素, 掌握生态系统健康状况, 把握其变化趋势。基于生态系统健康理论建立我国海洋生态调查的基本框架体系, 编制了我国海洋生态调查指南。根据目前的技术设备、实用方法和经费限制, 确定最能反映我国海洋生态系统特征的生态要素和评价内容, 并规定了相应的调查和评价方法。与《海洋调查规范海洋生物调查》和《海洋监测规范》比较, 该指南具有 3 个显著特点: 调查要素不仅包括海洋生物和海洋环境等自然要素, 还包括人为活动要素, 充分考虑我国近海生态系统的高强度开发利用的特点; 从生态系统的结构、功能和压力 3 个方面建立起海洋生态系统健康评价的核心框架体系; 提出生态压力的量化指标, 定量评估人类活动对生态系统的压力。

关 键 词 海洋; 生态调查; 生态评价; 健康; 指南; 规范; 导则

中图分类号: 文献标识码: A

1 编制海洋生态调查指南的必要性

海洋生态调查与研究涉及海洋科学的主要领域, 1990 年以来发展迅猛。世界主要海洋发达国家已经建立较完善的海洋生态学学科体系, 开展了大量以生态过程为重点的海洋调查^[1]。正在实施的国际计划, 如“大海洋生态系计划(LMES)”、“全球海洋生态系统动力学计划(GLOBEC)”、“全球有害藻华的生态学与海洋学计划(GEOHAB)”等与海洋生态学科的发展紧密相关。我国也参与这些研究计划, 并得有关部门的资助^[1]。自从 20 世纪 90 年代以来, 我国在渤海、黄海和东海开展许多以生物和生物过程为重点的现场生态调查和大量专题研究, 形成陆架浅海特色的海洋生态学学科体系。海洋生态学是一门交叉学科, 不同专业背景学者的认识差别

显著。目前, 全球尚未有一般性的指导海洋生态调查的技术性文件。因此, 有必要制定一个指导性、技术性文件, 引导各国的海洋生态调查与研究, 促进海洋生态科学研究和调查的发展, 并完善学科体系。

我国现有的《海洋调查规范》和《海洋监测规范》主要针对海洋自然要素的调查与监测^[2,3], 不能满足海洋生态调查的要求。海洋生态调查有别于传统的海洋生物调查, 有着自己独特的要求: 重视生态过程和生态系统整体, 考虑高强度人类活动对海洋生态系统的影响。这都超出了现有的海洋生物调查规范的框架体系^[4]。而且, 国外没有现成的类似指南可以借鉴。因此, 需要制定我国的海洋生态调查指南, 建立海洋生态调查的框架体系, 以指导我国海洋生态调查研究, 推动我国乃至世界海洋生态科学的快速发展。

* 收稿日期: 2006-08-09, 修回日期: 2006-12-20.

* 基金项目: 科技部基础性工作“《海洋调查规范》修订 - 《海洋生态调查指南》编制”(编号: 2001DEA20025-9); 科技部“863”计划项目“渤海海洋生态环境海空准实时综合监测示范系统”(编号: 2002AA634030); 国家海洋局“908”重大专项项目“海洋生态系统服务功能及其价值评估”(编号: 908-02-04-03)联合资助。

作者简介: 陈尚(1972-), 男, 贵州盘县人, 责任研究员, 博士, 从事海洋生态研究. E-mail: qdcs@163.com

编制海洋生态调查指南是我国实施海洋综合管理的需要。海洋综合管理的核心就是基于海洋生态系统的管理,包括海洋生态系统的调查/监测、生态系统评估、管理计划制定、管理措施落实、管理成效评估等方面^[5-7]。编制我国第一部海洋生态调查指南,还可以满足海洋管理、海洋生态保护和海洋生物资源管护的需要,并且积极推动我国海洋生态系统长期定位监测工作。

海洋生态调查指南的编制是第一次,尚无国际先例可参考。因此,我们试图提出一个指导性的海洋生态调查的技术性文件,建立海洋生态调查的基本框架体系,无疑是一种前瞻性的大胆尝试。而且海洋生态科学内容庞大,不同学科背景的专家有不同的理解和侧重,因此指南编制过程中讨论相当激烈。经过多次书面征求意见,综合多数专家的意见,尤其是一线调查单位专家的意见,最后完成该指南建议。编制过程历经编制大纲、征求意见稿、送审稿(一稿、二稿)等阶段,已经完成报批稿,并通过专家评审和国家海洋局主管部门的审查,提交到国家质量监督检验检疫总局,即将作为国家推荐性标准发布。为便于广大科研人员、一线调查人员正确理解、恰当使用该指南,本文详细介绍了该指南的思路,所规定的主要调查指标体系和评价指标体系是如何比较确定的,所规定的调查和评价方法是如何筛选的,

诚恳指出该指南的不足之处,提出今后改进的建议。读者理解编制指南背后的过程,才能正确使用该指南,恰当应用调查和评价结果。另外,把我们编制的想法和思路公开,对今后修订我国海洋生态调查指南有值得借鉴的地方,对于其它国家制定类似指南也能起到参考作用。

2 海洋生态调查指南的定位

我国实施海洋生态调查的主要目的就是了解海洋生态系统基本的群落结构和生态功能及其重要影响因素,并掌握生态系统的健康状况。包括对生态系统现状的了解和对未来变化趋势的把握。海洋生态调查涉及要素和内容很多,鉴于目前的技术水平、方法和经费限制,应选择那些最能反映我国海洋生态系统特征的要素和评价内容。而且,该指南主要针对一般性的海洋生态调查研究工作,提供指导性的框架体系和方法。而且,该指南不专门针对科学家进行的深入探索性研究。因此,该指南主要采用简单易行、成熟的方法。另外,考虑到指南要具有前瞻性和引导性,也采用了较成熟的先进方法,在使用过程中改进,今后修订时完善。

根据上述定位,我们提出海洋生态调查框架体系,包括海洋生态要素调查和海洋生态评价两个部分,详见图 1。与《海洋调查规范海洋生物调查》等

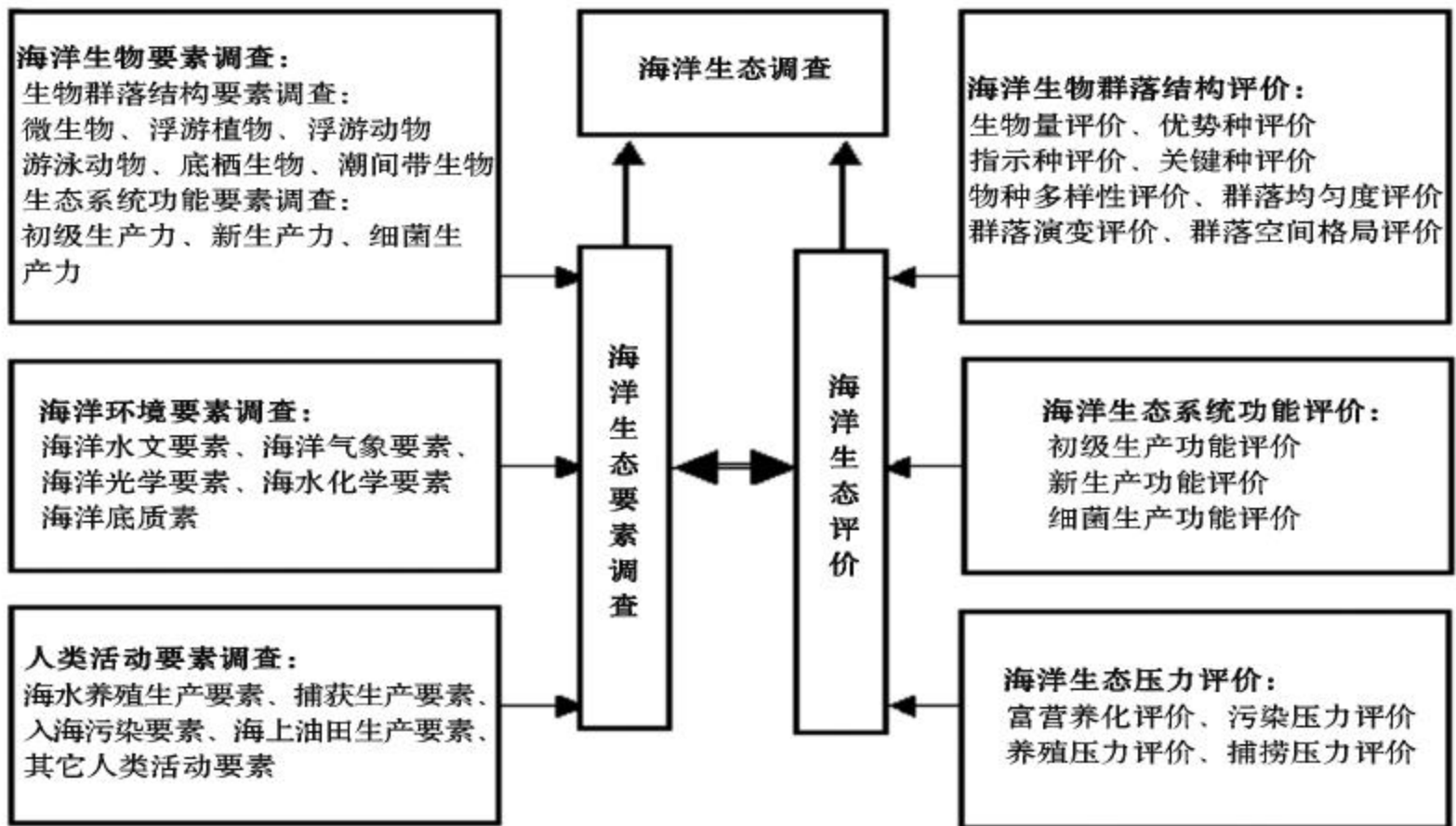


图 1 海洋生态调查框架体系

Fig.1 Fram ework for m arine ecological survey

其它规范不同,《海洋生态调查指南》不仅包括海洋生态要素调查,还包括海洋生态评价。其中生态要素不仅包括自然要素,还包括人为活动要素。

3 编制依据与原则

该指南的编制依据包括:《海洋调查规范》修订委托任务书;《海洋生态调查指南》编制任务书和编写大纲;《中华人民共和国海洋环境保护法》;《中华人民共和国海洋倾废管理条例》;《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》; GB/T 12763-1991《海洋调查规范》^[2]; GB/T 17378《海洋监测规范》^[3]。

指南编制严格遵照国家质量技术监督局发布的《标准化工作导则第 1 部分:标准的结构和编写规则》^[8]的规定执行。根据以下 7 条原则确定海洋生态调查的主要目的和内容:适应全球海洋生态学发展的要求;满足我国实施海洋综合管理的现实需求和未来需要;实施基于生态系统的海洋管理和生态系统健康评价的要求;考虑我国海洋生态系统的特点和开发现状;与海洋调查规范其它部分,尤其是海洋化学要素和海洋生物调查相衔接;参考国际上其它国家的海洋生态调查现状,尽可能与国际接轨;考虑我国海洋调查技术的现状和经济水平。

4 海洋生态调查要素说明

海洋生态调查要素分为 3 大类:海洋生物要素、海洋环境要素和人类活动要素。

4.1 海洋生物要素

海洋生物要素分为群落结构要素和生态功能要素。海洋生物群落结构要素考虑微生物、叶绿素 a (分级)、浮游植物(网采和采水结合,但采水样品分级鉴定计数)、浮游动物(网采和采水结合,但采水样品分级过滤鉴定计数)、游泳动物、底栖生物、潮间带生物和污损生物等。

关于红树林、珊瑚礁、滨海湿地、海藻等特殊生态系,专业性相当强。国家海洋局正在计划制定《典型海洋生态系统监测指南》,已经考虑这些特殊生态系统。作为一般性的海洋生态调查,暂不考虑。海洋生态系统功能要素:考虑初级生产力(分级)、新生产力、细菌生产力。

这些要素已经在《海洋调查规范海洋生物调查》^[4]修订版(2003 年完成修订,待发布)中规定。但是本指南特别要求:浮游植物采水样品要分级鉴

定计数,浮游动物采水样品分级过滤鉴定计数。另外,初级生产力、叶绿素、浮游植物、浮游动物和颗粒有机碳(氮)的分级测定,以及新生产力测定已经成为国内外海洋生态过程研究和颗粒谱研究重要内容,因此,列入该指南的要求。

是否考虑浮游动物次级生产力我们考虑了很久,也征询了许多专家的意见,有的认为可以考虑,但是更多专家认为很难做到,不如不规定。次级生产是反映生态系统功能的重要要素,但是测定次级生产需要测定摄食率、呼吸率、排泄率、死亡率和产卵量才能计算出来,比较复杂。其次,浮游动物的生长较慢,需要较长时间的培养,难以配合海上调查。由于操作难度较大,国内目前只有少数科学家在进行浮游动物次级生产的专题性研究,在海洋监测部门还缺少相应的技术手段和人员。因此,暂不考虑。

高营养阶层,比如食物网、营养级也是相当重要的生态功能,有专家建议考虑。但是,更多专家认为难度较大,需要涉及大量鱼类的胃含物种类鉴定工作,只有少数研究单位具备条件,更多海洋监测单位不具备条件。因此,综合多数专家意见,暂不采纳,待今后修订时考虑。

4.2 海洋环境要素

对环境影响因子,主要考虑对海洋生态系统的群落结构和功能有重要影响的因素,包括自然的海洋环境要素和人类活动要素。海洋环境要素包括海洋生态系统内部的环境要素和生态系统外部的环境要素。

生态系统内部的环境要素主要考虑:

海洋水文要素:深度、水温、温跃层、盐度、盐跃层、水位、海流、海面状况等。

海洋光学要素:水下辐照度、真光层深度、透明度。

海水化学要素:总氮、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、总磷、活性磷酸盐、活性硅酸盐、溶解氧、pH、化学耗氧量、悬浮颗粒、颗粒有机碳(分级)、颗粒氮(分级)。

海水污染物要素:重金属(总汞、铜、铅、镉、总铬、砷)、有机污染物(硫化物、氰化物、有机氯农药、挥发酚类)和油类。

海洋底质要素:底质类型、粒度、有机碳、总氮、总磷、重金属(总汞、铜、铅、镉、总铬、砷、硒)、油类、有机氯、pH、Eh 和硫化物。

海洋生态系统以外的环境要素主要考虑:海面辐照度、日照时数、气温、天气状况等海洋气象要素,

以及入海河流径流量、输沙量等水文要素。

上述多数环境要素的测定方法在《海洋调查规范》^[3] 修订版和《海洋监测规范》^[4] 中已经规定。这里规定了温跃层、盐跃层和真光层的数据分析要求, 主要根据杨鹤鸣^[9] 的方法规定了颗粒有机碳(氮)的测定方法。入海河流径流量和输沙量主要从水文站收集资料。

上述自然环境要素, 是进行生态调查研究时经常考虑的, 对海洋生物的生长、繁殖、迁移等过程有直接影响或重要影响, 对于掌握生态系统健康状况相当重要。

4.3 人类活动要素

我国近海的人类活动很多, 对海洋生态系统干扰较大的主要是养殖生产、捕捞作业、污染物排海和油田生产, 广泛存在于四大海区, 影响持久, 已经造成局部海域生态系统的退化。对于人类活动因素, 主要考虑:

海水养殖生产要素: 养殖海区坐标、面积、养殖种类、养殖方式、时间、数量、密度、总产量、单位产量、从业人口等。

海洋捕捞生产要素: 捕捞生产海区坐标、面积、捕捞种类、捕捞方式、时间、产量、渔船数量(马力)、网具规格、从业人口等。

入海污染要素: 排污口和污染源分布、主要污染物种类、成分、数量、排污方式等。

海上油田生产要素: 石油平台分布、坐标、平台数量、位置、产量、输油方式、污水排放量、溢油事故发生时间、溢油量、污染面积、持续时间、重要生物受污染和死亡情况、清除化学试剂种类和使用量等。

其它人类活动要素: 建港、填海、挖沙、疏浚、倾废、围垦、运动(游泳、帆船、滑水等)、旅游、航运、管线铺设等。

上述人类活动要素作为分析生态压力的基础。每次航次的调查要素要根据具体海区的特殊情况和调查具体目的相应调整。

5 海洋生态评价说明

与海洋生物调查等要素的调查规范不同, 海洋生态调查指南还包括生态评价内容。根据生态系统健康理论, 从群落结构、生态功能和生态压力等三方面评价生态系统的状况, 描述海洋生态系统的基本健康状况。具体包括:

海洋生物群落结构评价: 评价对象包括浮游植物群落、浮游动物群落、游泳动物群落、底栖生物群

落、潮间带生物群落和污损生物。评价指标选择生物量、优势种、指示种、关键种、物种多样性、均匀度、群落演变、群落空间格局, 以及国际上最常用的 3 种多变量群落分析等 10 个指标。

海洋生态系统功能评价: 选择初级生产功能、新生产功能、细菌生产功能作为评价指标。

海洋生态压力评价: 选择富营养化、污染压力、捕捞压力、养殖压力作为评价指标。

5.1 海洋生物群落结构评价

海洋生物群落结构评价的对象包括浮游植物群落、浮游动物群落、游泳动物群落、底栖生物群落、潮间带生物群落和污损生物群落。

评价指标除了采用反映种群现存量大小的生物量、个体密度以及在群落中起重要作用的优势种和对环境起关键作用的指示种、关键种评价外, 下列几个指标也是评价海洋生物群落结构的重要指标。

(1) 物种多样性。生物多样性是群落结构的重要指标, 指生物群落在组成、结构、功能和动态等方面表现出来的丰富多彩的差异。生物多样性分为遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。由于遗传多样性和生态系统多样性定量困难, 缺乏相应的调查数据, 因此, 该指南目前只评价群落的物种多样性。物种多样性包括多样性(群落内的多样性)和多样性(群落间的多样性)。多样性反映群落内物种的丰富度及其个体数量分布。多样性的度量采用物种多样性指数和均匀度指数。物种多样性指数综合了物种的丰富度和相对多度, 得到广泛使用。物种多样性指数的计算公式较多, 有 Shannon 指数、Simpson 指数、McIntosh 指数、种间相遇几率等。其中, Shannon 指数在样方区别能力、对样方大小敏感性低、对稀疏种的敏感性等方面表现不错^[10]。本指南推荐常用的 Shannon 指数, 便于不同科研人员、不同海区的比较。

(2) 群落均匀度。定义为群落中不同物种间数量(生物量)分配的均匀程度, 反映群落物种结构的均匀性。均匀度指数的计算公式采用 Pielou 均匀度指数公式计算^[10]。

(3) 群落演变。指海洋生物群落的结构随着时间的变化。采用演变速率度量群落物种更替的快慢。演变速率度量群落之间的差异程度(或者说不相似程度), 与相似性恰好相反。演变速率基于相似性指数计算。演变速率 $E = 1 -$ 标准化后的相似指数。演变速率(E) 介于 0 ~ 1 之间。当 $E = 0$, 说明两个群落没有差异, 完全相同, 相似性指数为 1,

没有发生演变。当 $E = 1$ 说明两个群落发生彻底改变,完全不同,相似性指数为 0,没有共同种,发生完全演变。当 $0 < E < 1$,两个群落的结构发生部分改变。因此用演变速率可以定量比较群落的变化快慢,分析群落的退化程度,衡量生物群落的改善等。

(4) 群落空间格局变化。群落空间格局变化采用多变量分析方法:等级聚类(Cluster)分析、非度量(MDS)标序和主分量(PCA)分析^[11, 12],用于分析生物群落的格局的空间分类和确定主要支配因素。群落结构差异显著性的统计检验采用方差分析(ANOVA)、样品相似性矩阵的 ANOSIM 检验、BIOENV / BVSTEP 分析等方法^[11, 12]。

5.2 海洋生态系统功能评价

目前,该指南只规定了海洋生产功能的评价,其他功能的评价待方法成熟后考虑。

初级生产功能:海洋生态系统中初级生产功能主要由浮游植物承担,初级生产提供了生态系统运转的几乎全部的能量来源,是最重要的功能指标。初级生产功能采用初级生产力评价,它反映了海洋生态系统的活力大小。

新生产功能:新生产指由浮游植物利用新进入真光层的营养盐完成的有机物生产。新生产功能是最重要的海洋生态系统功能指标。新生产功能采用新生产力评价。

细菌生产功能:海洋生态系统中细菌生产功能主要由异养细菌承担,细菌生产提供了生态系统运转的补充能量来源。细菌生产功能采用细菌生产力评价。

5.3 生态压力评价

我们都知道来自人类活动已经对海洋生态系统产生长期持续的影响。但是如何定量描述,依然是个棘手的问题,深入的研究很少。作为我国的第一部海洋生态调查指南,只有定性的描述是远远不够的。因此,我们在生态评价中引入生态压力指标来定量描述海洋生态系统受到的胁迫大小,刻画生态系统健康状况。把系统外的因子对海洋生态系统的胁迫作用强度称为生态压力。我国近海生态系统遭受的生态压力主要包括:污染压力、富营养化、养殖压力、捕捞压力等。生态压力作用在局部海域,但是影响到整个生态系统水平。

(1) 污染压力。指入海污染物质对生态系统结构和功能的胁迫。污染物来自陆地、大气、石油平台、养殖活动、船舶排污等,但主要来自陆源污染。污染压力采用单因子指数法和入海污染物质通量与

生态系统中相应物质的现存量的比值度量。营养盐污染物的通量一般用单位时间进入单位水体的氮(磷)通量表示。油污染的物质通量用单位时间进入单位水体的油通量表示。由于我国许多海域的入海污染物主要是氮、磷和油^[13]。因此,该指南目前主要评价氮污染压力、磷污染压力和油污染压力。其它污染物的污染压力可以参照计算。

(2) 富营养化程度。指海水中营养盐的自然或人为增加及其引起的生态效应^[14]。富营养化程度采用营养指数判断,是判断赤潮爆发的重要指标之一。营养指数的计算主要有 2 种方法:

第一种方法考虑化学耗氧量、总氮、总磷和叶绿素 a。在《海洋生态环境监测技术规程》^[15]中的营养指数公式基础上,增加叶绿素 a 一项,反映营养盐增多造成叶绿素增加的效应。计算公式如下:

$$N_I = C_{COD} / S_{COD} + C_{TN} / S_{TN} + C_{TP} / S_{TP} + C_{Chla} / S_{Chla}$$

式中 N_I :营养指数, C_{COD} 、 C_{TN} 、 C_{TP} 、 C_{Chla} 分别为水体中的化学耗氧量、总氮、总磷、叶绿素 a 的实测浓度, S_{COD} 、 S_{TN} 、 S_{TP} 、 S_{Chla} 分别为水体中的化学耗氧量、总氮、总磷、叶绿素 a 的评价标准。化学耗氧量 (3.0 mg/dm^3)、总氮 (0.6 mg/dm^3) 和总磷 (0.03 mg/dm^3) 的标准值来自文献 13。叶绿素 a 的标准值参考专家的意见确定。通常海水叶绿素 a 浓度在几个 $\mu\text{g/dm}^3$,当叶绿素 a 达到 $20 \mu\text{g/dm}^3$ 时认为赤潮发生。因此,叶绿素 a 的标准值确定为 $10 \mu\text{g/dm}^3$ 。当营养指数大于 4 时,认为海水达到富营养化。

第二种方法指考虑化学耗氧量、溶解无机氮、溶解无机磷。该方法由冈市友利(1972)提出,邹景忠^[16]最早运用于渤海的富营养化评价。计算公式如下:

$$N_I = (C_{COD} \times C_{DIN} \times C_{DIP}) / 4500$$

式中 N_I 为营养指数, C_{COD} 、 C_{DIN} 、 C_{DIP} 分别为水体中的化学耗氧量 (mg/L)、溶解无机氮 ($\mu\text{g/L}$)、溶解无机磷 ($\mu\text{g/L}$) 的实测浓度。4500 是三类海水水质标准是 COD、DIN 和 DIP 的标准值的乘积。

当营养指数 $N_I > 1$,认为水体富营养化。

上述营养指数的计算方法,推荐使用第一种,理由有以下方面:

首先,第一种方法考虑了营养盐和叶绿素,更符合富营养化的内涵“营养盐的增加及其生态效应”,叶绿素就反映了富营养化的生态效应。

另外,海水中氮磷的颗粒态和溶解态之间、无机态和有机态之间转化快,只考虑无机态不能完全反

映营养盐的增加变化,而且赤潮发生期间无机氮、无机磷含量往往不高。因此,考虑总氮和总磷更全面反映营养盐的变化。富营养化海域的调查资料显示无机磷有时很低。2002年5月赤潮“973项目”长江口海区第一航次就发现某些赤潮发生区,无机磷异常低,几乎难以检出(朱明远,未发表报告)。那么,根据第二类计算方法营养指数为很低,甚至为零,事实上总磷相当丰富,无机磷过几天时间恢复到正常水平。若用第一种计算方法就不会出现这种情况。

最后,第二种计算方法在数学上不科学,化学耗氧量、氮和磷之间应该是加和关系(第一种计算方法),不是乘积关系(第二种计算方法),因为它们之间不存在必然的正相关关系。

(3) 养殖压力。养殖对生态系统的影响很多^[17],体现在:养殖生产从生态系统输出大量的物质,加速生态系统的物质消耗和生态系统内部的物质运转;养殖生物的摄食直接减少饵料生物的现存量;养殖生物的“自顶向下(top-down)”效应引起生态系统(尤其是浮游生态系统)的结构和功能改变;养殖生物的排泄和残饵导致有机污染。目前,要定量养殖对生态系统的所有影响作用,还比较困难。因此我们把养殖压力的内涵限定为养殖输出物质对海洋生态系统的物质循环的胁迫,采用养殖压力指数度量。

对于我国大规模养殖的滤食性贝类和浮游生物食性的鱼类,主要摄食浮游植物、浮游动物和有机碎屑。它们对生态系统的影响主要体现为从生态系统输出颗粒物,加速生态系统的物质消耗和生态系统内部的物质运转加速。因此,它们的养殖压力指数可以用养殖收获净输出的物质通量与海洋生态系统现存量的比值来度量。养殖输出的物质通量用单位时间单位水体输出的碳(氮)通量表示。这里,养殖收获净输出的碳(氮)通量等于养殖收获物的碳(氮)通量减去苗种和饵料的碳(氮)通量。

(4) 捕捞压力。捕捞对海洋生态系统的影响主要体现在:捕捞渔获物从生态系统输出大量的物质,加速生态系统的物质消耗和生态系统内部的物质运转;捕捞削弱了捕捞品种“自顶向下(top-down)”的控制效应,引起生态系统(尤其是浮游生态系统)的结构和功能改变;捕捞对高营养阶层和低营养阶层都有影响,不仅引起其食物网结构改变,也破坏其物质循环^[18];过度捕捞破坏渔业资源的补充机制和产卵场。目前,要定量捕捞对生态系统

的所有影响,还比较困难。因此我们把捕捞压力限定为捕捞渔获物输出对海洋生态系统的胁迫。捕捞渔获物指主要生活在所研究的海区范围内的种类。在高营养阶层,捕捞直接减少渔业生物的现存量和补充量,称为Ⅰ类捕捞压力。在低营养阶层,捕捞加速浮游生态系统中颗粒有机物质的输出,称为Ⅱ类捕捞压力。

Ⅰ类捕捞压力采用Ⅰ类捕捞压力指数度量。Ⅰ类捕捞压力指数定义为某单位时间的渔获量除以同时期的渔业资源现存量。Ⅱ类捕捞压力采用Ⅱ类捕捞压力指数度量。Ⅱ类捕捞压力指数定义为某单位时间的渔获量碳(氮)通量除以同时期海水中颗粒有机碳(氮)平均含量。

5.4 海洋生态指南的特点

与海洋调查规范其它分册和海洋监测规范比较,该指南具有如下特点:从生态系统健康理论的思路设计调查要素和评价内容;调查要素不仅包括海洋生物和海洋环境等自然要素,还包括人为活动要素,充分考虑我国近海生态系统的高强度开发利用的特点;从生态系统的结构、功能和压力三个方面建立起海洋生态系统评价的核心框架体系;提出生态压力的量化指标,定量评估、比较人类活动对生态系统的压力。规定海洋生态调查报告的编写要求

6 建 议

今后修订该指南时,建议加强生态功能要素调查和评价内容,如次级生产力、营养级、食物网、微生物环、生态系统能流负荷等;考虑特殊生态类型调查等方面的内容。

致谢:该指南吸收了邱志高、王斌、辛红梅、田琼华、鹿守本、王辉、崔凤友、刘瑞玉、邹景忠、李永棋、张志南、唐学玺、高会旺、唐启升、仝龄、王保栋、宁修仁、李家彪、张玉生、江锦祥、马明辉、李钦亮、黄秀清等专家的宝贵建议,一并致谢。

参考文献(References):

- [1] Tang Qisheng, Su Jilan. Study of Marine Ecosystem Dynamics of China: 1 Key Scientific Questions and Research Strategies[M]. Beijing: Science Press, 2000. [唐启升,苏纪兰著.中国海洋生态系统动力学研究:1 关键科学问题和研究发展战略[M].北京:科学出版社,2000.]
- [2] GB/T 12763.2-1991 Specifications for oceanographic survey.

- [Z].1991.[GB/T12763.2-1991 海洋调查规范[Z].1991.]
- [3] GB 17378.7-1998 Specifications for marine monitoring[Z].1991.
[GB 17378.7-1998 海洋监测规范[Z].1991.]
- [4] GB/T 12763.5-1991 Specifications for oceanographic survey : Specifications for marine biological survey [Z].1991. [GB/T 12763.5-1991 海洋调查规范·海洋生物调查[Z].1991.]
- [5] Sherman K. Achieving regional cooperation in the management of marine ecosystem : The use of the large marine ecosystem approach [J]. *Ocean and Coastal Management*, 1995, 29(1-3) :165-185.
- [6] Lu Shouben. Introduction of marine management [M]. Beijing : Ocean Press, 1997 :35-41. [鹿守本著·海洋管理通论[M].北京 :海洋出版社, 1997 :35-41.]
- [7] Wang Bin. Protection and management strategies for marine biodiversity of China [J]. *Biodiversity*, 1999, 7(4) :347-350. [王斌·中国海洋生物多样性的保护和管理对策[J].生物多样性, 1999, 7(4) :347-350.]
- [8] GB/T1.1-2000 Directives for the work of standardization : Part 1 Rules for the structure and drafting of standards [Z].2001. [GB/T1.1-2000 标准化工作导则·第1部分 :标准的结构和编写规则[Z].2001.]
- [9] Yang H. A modified method for determination of POC and PN in seawater in Jiaozhou Bay [C] Jiao Lianzhi, Dong Jinhai, eds. *Ecological Research on Jiaozhou Bay*. Beijing : Science Press, 1997 :53-56. [杨鹤鸣·胶州湾海水颗粒有机碳和颗粒氮测定方法的改进[C].焦练志,董金海编·胶州湾生态学研究·北京 :科学出版社, 1997 :53-56.]
- [10] Ma Keping. Quantification methods of the diversity of biological community [C] Qian Yingqian, Ma Keping. *Principles and Methods of Biodiversity Studies*. Beijing : China Science and Technology Press, 1994 :141-165. [马克平·生物群落多样性的测度方法[C].钱迎倩,马克平·生物多样性研究的原理与方法·北京 :中国科技出版社, 1994 :141-165.]
- [11] Grey J S, ed. *Marine Sediment Ecology—Introduction of Structure and Function of Benthic Community* [M]. Yan Tie, et al. translate. Beijing : Ocean Press, 1987 :45-61. [格雷 JS 著·海洋沉积物生态学——底栖生物群落结构与功能导论[M].阎铁等译·北京 :海洋出版社, 1987 :45-61.]
- [12] Gao Huixuan, ed. *Practical Statistic Methods and SAS System* [C]. Beijing : Beijing University Press, 2001 :56-78. [高惠璇编·实用统计方法与 SAS 系统[C].北京 :北京大学出版社, 2001 :56-78.]
- [13] State Oceanic Administration. *Communique of Chinese marine environmental quality :2003* [Z].2004. [国家海洋局·2003 年中国海洋环境质量公报[Z].2004.]
- [14] Chen Shang, Zhu Mingyuan, Ma Yan, et al. Study on effects of eutrophication on marine ecosystem by mesocosm experiments [J]. *Advances in Earth Science*, 1999, 14(6) :571-576. [陈尚, 朱明远, 马艳, 等·富营养化对海洋生态系统的影响及其围隔实验研究[J].地球科学进展, 1999, 14(6) :571-576.]
- [15] State Oceanic Administration. *Technical specifications for marine ecological and environmental monitoring* [Z].2002. [国家海洋局·海洋生态环境监测技术规程[Z].2002.]
- [16] Zou Jingzhong. Preliminary study on eutrophication and red tide in Bohai Bay [J]. *Marine Environmental Science*, 1983, 2(2) :42-55. [邹景忠·渤海湾富营养化和赤潮问题的初步探讨[J].海洋环境科学, 1983, 2(2) :42-55.]
- [17] Zhu Mingyuan, Zhang Xuelei, Li Ruixiang, et al. Impact of shellfish mariculture on coastal ecosystem [J]. *Journal of Ocean University of Qingdao*, 2000, 30(2) II :53-57. [朱明远, 张学雷, 李瑞香等·贝类养殖对沿岸生态系统的影响[J].青岛海洋大学学报, 2000, 30(2) II :53-57.]
- [18] Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, et al. Fishing down marine food web [J]. *Science*, 1998, 279(6) :860-863.

Explanation for Guidelines for Marine Ecological Survey of China

CHEN Shang^{1,2,3,4}, LI Rui-xiang^{3,4}, MA Yan^{1,3},
Wang Zong-ling^{3,4}, ZHU Ming-yuan^{3,4}, DING De-wen^{1,2,3,4}

(1. College of Life Science, Ningbo University, Ningbo 315211, China; 2. Key Laboratory for Applied Marine Biological Technology, Ministry of Education, Ningbo 315211, China; 3. First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China; 4. Key Laboratory for Science and Engineering of Marine Ecology and Environment, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, China)

Abstract : Marine ecological survey aims at : to understand structure and function of marine ecosystem and to identify their impacting factors, to assess health status of marine ecosystem and to predict trend of marine ecosystem health. Based on the theory of ecosystem health, the overall framework of marine ecological survey was established and Guidelines for Marine Ecological Survey of China was drafted. The parameters, methods and procedures of ecological survey and assessment were determined in this guidelines with the consideration of currently pop-

ular equipment level, applicable and mature methods and budget limitation in China marine ecological survey activities.

Compared with the "Specifications for Marine Biological Survey of China" and "Specifications for Marine Monitoring of China", this guidelines has three significant features: It covers not only the natural parameters (including marine biological and environmental parameters) but also anthropogenic parameters which indicate the highly extensive exploitation status in the coastal waters; The framework of marine ecological assessment consists of 3 keystones: i.e. structure and function of ecosystem and the ecological stress; Four groups of ecological stress indices, i.e. Eutrophication Stress Index, Pollution Stress Index, Maricultural Stress Index, Fishing Stress Index, were developed and applied to assess quantitatively the anthropogenic stress on marine ecosystem.

Key words: Marine; Ecological survey; Ecological assessment; Health; Guidelines; Specifications; Directive.

欄

《地球科学进展》“973 项目研究进展”专栏公告

1997 年 6 月 4 日,国家科技领导小组第三次会议决定要制定和实施“国家重点基础研究发展规划”,随后由科技部组织实施了国家重点基础研究发展计划(亦称“973”)。其战略目标是加强原始性创新,在更深的层面和更广泛的领域解决国家经济与社会发展中的重大科学问题,以提高我国自主创新能力和解决重大问题的能力,为国家未来发展提供科学支撑。

自 1998 年起至 2006 年,围绕农业、能源、信息、资源环境、人口与健康、材料、综合交叉和重要科学前沿等领域,已先后批准了 297 个项目,其中资源环境领域有 44 项,此外,其他方面含有资源环境和全球变化范畴的项目约有 28 项,合计达 72 项,占总项目的 24.2%。

为了更好地宣传、交流我国“973”原创性项目的研究成果,提升这些项目的科学价值,《地球科学进展》编辑部自 2005 年第 11 期开辟“973 项目研究进展”专栏以来,到 2006 年第 12 期已刊登了 13 项的 15 篇综述论文,得到了广大读者的好评和积极关注,普遍认为增进了对“973”项目的了解,有利于项目之间的交流。为此,我们希望继续不断得到广大 973 项目首席科学家的大力支持和踊跃投稿,扩大刊登“973”项目中有关资源环境和全球变化方面的项目介绍、最新研究成果和进展。该专栏文章可包括以下几方面内容:

(1) 对已结题的项目,主要围绕该项目取得的研究成果及其应用价值、发展前景、与国际水平的差距等内容。

(2) 对正在进行的项目,主要就项目研究的现状、进展、新成果及发展前景等内容。

(3) 对刚申请批准的项目,围绕该项目研究的目的、意义、关键科学问题及其要达到的目标等内容。

凡是无项目首席科学家署名的来稿,最好经首席科学家的同意和认可,并签署意见。撰写的文章要求客观、公正、实事求是,内容完整,数据翔实,应有必要的文献、英文文摘等内容。具体格式要求参阅《地球科学进展》的投稿须知。

专栏负责人:林海教授 联系方式:linhai@mail.nsf.gov.cn linh@igsnr.ac.cn

编辑部地址:兰州市天水中路 8 号 730000 adearth@lzb.ac.cn

投稿时请注明“973 项目研究进展”栏目,栏目稿件经审核达到发表要求的将尽快刊出,免收审稿费,酌收一定的版面费并致稿酬,同时免费赠送全年期刊一套(1~12 期)。

欢迎从事“973”项目研究的科学家、学者赐稿。谢谢对我们工作的支持和帮助。

《地球科学进展》编辑部

2006 年 12 月