

海洋环境监测数据统计研究

曾容,许艳,杨翼,王秋璐,黄海燕,李潇

(国家海洋信息中心 天津 300171)

摘要:文章根据海洋环境监测数据的特点,分别基于监测指标、监测要素、监测任务设计海洋环境监测数据统计指标和统计方法,统计结果能够简洁明了地反映出海洋环境监测数据量的大小并涵盖相关监测信息,对于提高海洋环境监测数据统计结果质量、开展海洋环境监测任务完成情况评估、促进监测数据交换与信息共享、服务海洋环境管理决策制定等具有重要意义。

关键词:海洋环境;海洋监测;监测数据;统计指标

中图分类号:P7

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2017)04-0032-06

The Monitoring Data Statistics for Marine Environment

ZENG Rong, XU Yan, YANG Yi, WANG Qiulu, HUANG Haiyan, LI Xiao

(National Marine Data and Information Service, Tianjin 300171, China)

Abstract: According to the characteristics of the marine environmental monitoring data, statistical indicators and methods of marine environment monitoring data were designed, based on the monitoring indicators, elements and task. The statistics reflected the monitoring data size and covered the relevant monitoring information. Statistical indicators and statistical methods has important significance for improving the quality of marine environment monitoring data statistics, assessing marine environmental monitoring task, promoting monitoring data and information sharing, and environmental management decision making.

Key words: Marine environment, Marine monitoring, Monitoring data, Statistics

1 引言

海洋环境监测作为科学、全面掌握海洋环境状况及变化趋势的基础性、支撑性、公益性业务工作,其在海洋环境保护工作中的基础性地位和重要作用日益凸显^[1]。近年来,我国海洋环境监测能力切实加强,业务体系不断创新发展^[2],海洋环境监测服

务效能不断提升,为开发利用海洋资源、保护海洋生态环境、促进海洋经济可持续发展提供重要支撑。经过多年海洋环境监测业务工作的开展,从最初的单一特征性参数调查发展至今,已形成监测任务、监测区域、监测站位、监测参数等方面业务化和延续性的监测调查^[3],工作领域与工作内容日益丰富^[4];同时随着监测数据的不断获取与更新,已形成

收稿日期:2016-09-07;修订日期:2017-02-21

基金项目:海洋公益性行业科研专项经费项目“我国海洋环境监测评价体系优化与综合服务平台开发”(201005014)。

作者简介:曾容,助理研究员,硕士,研究方向为海洋环境管理,电子邮箱:mimizr@126.com

海量数据积累^[5],目前各类海洋环境监测数据年增长量约为200万个。

但与此同时,在目前公开发布的资料中对海洋环境监测数据的统计口径和方法各异^[6-7],通常采用的统计指标有文件个数、文件大小、月次、航次、站次、监测区域数、监测站位数、数据记录数、数据个数等,统计过程中重复、交叉和遗漏等现象并存,给海洋环境数据资料管理、海洋环境监测数据共享与信息交互、海洋环境监测任务考核评估等工作带来很大不便。

本研究以海洋环境监测数据为对象,提出海洋环境监测数据的统计指标和统计方法,适用于开展海洋环境监测数据量的统计,其结果可辅助各级管理机构开展海洋环境监测任务评估。

2 海洋环境监测数据统计原则

2.1 体现海洋环境监测方案相关要求

海洋环境监测数据的采集均严格按照各级海洋环境监测方案执行,监测方案中对海洋环境监测的时间、空间布局、频次等进行明确规定,因此在统计指标设计时需考虑涵盖监测方案相关要求,与监测方案相衔接,方便管理部门依据监测方案对海洋环境监测工作进行监督、管理与考核。

2.2 可比性与延续性

统计指标的设计基于现有监测数据的类型,同时考虑历史监测数据的分类方法,统计的口径应同时适用于现有监测数据和历史监测数据,考虑到今后监测工作各项监测任务存在变更和调整的可能性,因此统计指标的设计应为今后变更留有接口,使统计结果具有历史可比性和延续性。

2.3 全面性与重点性

统计指标的设计不仅要全面,即反映监测工作在时间维度、空间维度等方面的开展情况,综合统计监测数据量及数据信息;同时要考虑海洋环境监测数据的分类与特征,指标设计要科学合理、简明扼要,避免重复和繁琐,立足全面,突出重点。

2.4 可操作性与简洁性

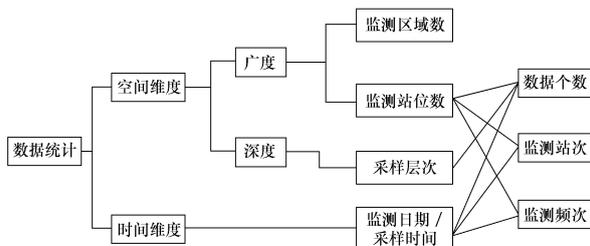
海洋环境监测数据统计结果所提供的相关信息应具备的基本特征之一,就是让使用者便于理解,有关复杂事项的相关信息应尽可能以简洁、易

于理解的方式进行直观显示。

3 海洋环境监测数据统计指标及方法

3.1 统计指标

海洋监测指在设计好的时间和空间内,使用统一的、可比的采样和监测手段,获取海洋环境质量要素和陆源性入海物质资料^[8]。在对监测数据的监管及应用过程中,对其时间、空间精度均有要求,因此海洋环境监测数据的统计指标设计也应从时、空2个维度开展,统计指标为监测区域数、监测站位数、监测频次、监测站次、数据个数5项(图1)。



从时间维度上看,能够反映海洋环境监测数据和监测工作完整性的指标有监测日期(采样时间),可以从时间角度反映海洋环境监测工作的开展情况和布局,但监测日期无法用统一口径进行核算,脱离了空间信息单独考量没有实际意义,仅有与空间维度的指标组合考量,才能反映监测工作的开展情况。监测日期与监测站位综合考量即为监测站次和监测频次,二者可作为表征海洋环境监测数据空间布局广度和时间布局的指标。

从空间维度的广度上看,能够反映海洋环境监测数据和监测工作完整性的指标有监测区域数、监测站位数等,从不同范围尺度反映海洋环境监测工作的空间布局;从空间维度的深度上看,能够反映海洋环境监测数据和监测工作完整性的指标有采样层次,可以从立体尺度反映海洋环境监测工作的布局,但该指标脱离了监测站位没有实际意义,仅有与监测站位组合考量,才能代表监测工作的立体布局。将监测站位数、采样层次与监测日期综合考量,一个监测站位在不同时间和不同层次开展监测工作,即为数据个数,作为综合表征监测工作空间布局广度、深度以及时间布局的指标。

3.2 统计方法

海洋环境监测工作按照海洋环境监测方案的规定依监测任务、监测要素分别开展,结合海洋环境监测数据的特点,以监测指标、监测要素和监测任务为统计对象,分别基于监测指标、监测要素、监测任务设计统计指标和统计方法,既可以实现对具体监测指标项和监测要素项的数据量统计,也可以实现对某项监测任务、某个监测区域或某个组织机构开展监测的数据量统计,满足各级管理机构不同层面的数据量统计需求和监管需求。海洋环境监测数据统计应首先确定数据统计的时空范围,开展数据整理、分类、标准化处理和质量控制,形成一定时空范围的海洋环境监测数据集^[9],然后对数据集进行统计。

3.2.1 基于监测指标的统计

监测指标是海洋环境监测工作中最具体的测定项目,也是反映海洋环境监测数据最小的分类单元,因此对海洋环境监测数据的统计首先是基于监测指标的统计,其统计结果可以反映最底层监测工作开展及数据获取的信息。在海洋数据应用记录格式中,航次、站位、经纬度、采样时间、采样工具等信息属于海洋环境监测数据的表头记录^[10],仅有通过一定监测手段获取的pH值、溶解氧、生物量等测定信息,才属于海洋环境监测数据的数据记录。其中:

(1)水文气象监测要素的监测指标包括气温、风速、风向、气压、湿度、相对湿度、天气现象、光照、海况、降水电导率、降水量、降水pH值、水温、水深、盐度、流速、流向、透明度、浊度、水色、漂浮物、日照、浪高、浪向、涌高、总云量、低云量、能见度、海发光、紫外线指数、令人厌恶生物、色臭味;

(2)海水水质监测要素的监测指标包括pH值、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、叶绿素a、活性磷酸盐、总氮、总磷、总碱度、溶解无机碳、硅酸盐、悬浮物、粪大肠杆菌、有机碳、硫化物、氯化物、氰化物、马拉硫磷、甲基对硫磷、铜、锌、总铬、汞、镉、铅、砷、六价铬、油类、多氯联苯、阴离子表面活性剂、挥发酚、硝基苯、六六六、滴滴涕、多环芳烃、弧菌总数、细菌总数、余氯、二乙酯、二丁酯、二

乙基己基酯;

(3)海水遥感监测要素的监测指标包括温度、透明度、悬浮物、叶绿素a;

(4)水动力监测要素的监测指标包括流速、流向、波高、波向、温度、盐度、风速、风向;

(5)沉积物质量监测要素的监测指标包括pH值、Eh、有机碳、油类、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、滴滴涕、多氯联苯、硫化物、酞酸酯类(二乙酯、二丁酯、二乙基己基酯)、酚类化合物(壬基酚、辛基酚、双酚A)、有机磷农药(马拉硫磷、对硫磷、甲基对硫磷)、多环芳烃、六六六;

(6)沉积物粒度监测要素的监测指标包括粒组含量砾、粒组含量砂、粒组含量粉砂、粒组含量黏土、粒组系数Md、粒组系数QD、粒组系数SK、平均粒径、中值粒径、偏态值、峰态值、分选系数;

(7)生物质量监测要素的监测指标包括石油烃、总汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬、六六六、滴滴涕、多氯联苯、弧菌数量、粪大肠杆菌、异养菌数量、腹泻性贝毒、麻痹性贝毒、二丁基钛酸酯、二异丁基钛酸酯、二乙基己基钛酸酯、萘、菲、蒽、荧蒽、芘、屈、氯霉素、磺胺类;

(8)二氧化碳分压监测要素的监测指标包括大气CO₂分压、水体CO₂分压、平衡器水温、气温、风速、风向、相对湿度、气压、采水口水温、盐度、溶解氧、叶绿素a、浊度;

(9)气溶胶监测要素的监测指标包括AOT440、AOT500、AOT675、AOT870、AOT1020、臭氧du、水汽;

(10)海洋大气(干、湿沉降)监测要素的监测指标包括降水量、降水pH值、降水电导率、温度、总悬浮颗粒物、汞、铜、铅、镉、锌、砷、铬、铁、硝酸盐、气态硝酸、亚硝酸盐、铵盐、磷酸盐、多环芳烃、硫酸盐、EC、钙、钠、钾、镁、甲基磺酸盐、氨;

(11)海水放射性监测要素的监测指标包括总U、²²⁶Ra、总β、¹³⁷Cs、¹³⁴Cs、¹¹⁰Ag、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁰Sr、³H、⁵⁴Mn、⁶⁵Zn;

(12)沉积物放射性监测要素的监测指标包括总U、²²⁶Ra、²³²Th、⁴⁰K、总β、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹¹⁰Ag、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁰Sr、⁵⁴Mn、⁶⁵Zn;

(13)生物放射性监测要素的监测指标包括总U、²²⁶Ra、⁴⁰K、总 β 、¹³⁷Cs、¹¹⁰Ag、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁰Sr、⁵⁴Mn、⁶⁵Zn;

(14)大气放射性监测要素的监测指标包括环境 γ 辐射剂量率;

(15)赤潮贝毒监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、贝毒种类、贝毒含量;

(16)赤潮生物监测要素的监测指标包括总密度、优势种拉丁名、优势种中文名称、优势种密度;

(17)海水入侵监测要素的监测指标包括水位、氯度、矿化度;

(18)土壤盐渍化监测要素的监测指标包括pH值、氯离子、硫酸根离子、全盐含量;

(19)海岸侵蚀监测要素的监测指标包括海岸侵蚀长度、最大侵蚀宽度、平均侵蚀宽度、侵蚀总面积;

(20)陆源入海水质监测要素的监测指标包括pH值、径流量、盐度、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、总铬、总氮、总磷、有机碳、硫化物、硅酸盐、悬浮物、六价铬、六六六、滴滴涕、氯化物、高锰酸盐指数、叶绿素a、纳氏氨、多氯联苯、挥发酚、硝基苯、苯胺、动植物油、阴离子表面活性剂;

(21)海洋垃圾监测要素的监测指标包括类型、密度、数量;

(22)浮游植物监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、数量、密度;

(23)浮游动物监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、数量、密度、重量、生物量;

(24)底栖生物监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、数量、密度、重量、生物量;

(25)潮间带生物监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、数量、密度、重量、生物量;

(26)红树林栖息地监测要素的监测指标包括林地总面积、未成林面积、天然更新林面积、覆盖度、病虫害类型、主要侵害红树林种类、病虫害发生面积、外来生物种类、外来生物分布面积;

(27)珊瑚礁群落监测要素的监测指标包括珊

瑚礁总面积、活珊瑚盖度(硬珊瑚、软珊瑚)、种类数量(硬珊瑚、软珊瑚)、底质类型(岩石、鹅卵石、沙、软泥)、死亡状况(死亡珊瑚数量、6个月内死亡率、1~2年内死亡率、2年以上死亡率、总死亡率)、硬珊瑚补充量、病害种类及发生率(B、BB、WB、RW、YB、RB、其他)、病害发生面积、敌害生物入侵种名、敌害生物入侵面积、敌害入侵生物种中文学名、敌害入侵生物种拉丁名;

(28)鱼卵仔鱼监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、数量、密度;

(29)红树林群落监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、数量、密度、平均胸径、最大株高、最小株高、平均株高、最长年龄、最短年龄、红树林分布面积、红树林植物名称、高度、生长时间、红树林病虫害;

(30)珊瑚礁鱼类监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、密度;

(31)海草床群落监测要素的监测指标包括柱状样面积、盖度、高度、总密度、总生物量、物种拉丁文、物种中文名、叶片、鞘(茎)、根、密度;

(32)鸟类群落监测要素的监测指标包括种类、密度、主要种群数量、海鸟迁徙时间、繁殖期;

(33)珍稀生物监测要素的监测指标包括数量、分布、生物量、年龄结构;

(34)游泳动物监测要素的监测指标包括物种中文名、物种拉丁名、种类、数量、优势种、分布;

(35)保护对象监测要素的监测指标包括种群数量、栖息密度、栖息面积;

(36)外来物种监测要素的监测指标包括种类、数量、分布范围。

需要注意的是,上述监测要素及监测指标名称可依监测方案进行新增及调整。

基于监测指标的统计结果是后续开展监测要素及监测任务统计的基础。统计项包括对某项监测指标实施监测的监测区域数(A1)、监测站位数(B1)、监测频次(C1)、监测站次(D1)、数据个数(E1)5项,监测数据集中所有监测指标均应参与统计,未检出项也参与统计。

计算方法如下:

A1 为计算对该项监测指标实施监测的监测区域总数量,单位为个;

B1 为计算对该项监测指标实施监测的监测站位总数量,单位为个;

C1 为计算各监测站位对该项监测指标实施监测的监测频次最大值,单位为次/单位时间,公式为

$$C1 = \max_i \{c1_i\} \quad (1)$$

其中 $c1_i (i=1, 2, \dots, B1)$ 为第 i 个监测站位对该项监测指标实施的监测频次,单位为次/单位时间;

D1 为计算各监测站位对该项监测指标实施监测的监测频次之和,单位为次/单位时间,公式为

$$D1 = \sum_{i=1}^{B1} c1_i \quad (2)$$

E1 为计算对该项监测指标实施监测的数据个数,单位为个。

3.2.2 基于监测要素的统计

监测要素是指海水水质、海洋沉积物、浮游植物、浮游动物等反映海域监视监测对象的基本要素。监测要素是由各监测指标构成的,在海洋环境监测工作开展过程中,数据报表也是以监测要素为单位进行报送,其统计结果可以反映每种监测要素监测工作的开展及数据获取的情况。基于监测要素的统计应当确定数据集中该监测要素涉及的监测指标个数(M),并在监测指标统计结果的基础上开展。

统计项包括对某项监测要素实施监测的监测区域数($A2$)、监测站位数($B2$)、监测频次($C2$)、监测站次($D2$)、数据个数($E2$)5项。

计算方法如下:

A2 为计算该监测要素中各项监测指标 $A1_j (j=1, 2, \dots, M)$ 的最大值,单位为个;

B2 为计算该监测要素中各项监测指标 $B1_j (j=1, 2, \dots, M)$ 的最大值,单位为个;

C2 为计算该监测要素中各项监测指标 $C1_j (j=1, 2, \dots, M)$ 的最大值,单位为次/单位时间;

D2 为计算该监测要素中各项监测指标 $D1_j (j=1, 2, \dots, M)$ 的最大值,单位为次/单位时间;

E2 为计算该监测要素中各项监测指标 $E1_j (j=1, 2, \dots, M)$ 之和,单位为个。

3.2.3 基于监测任务的统计

监测任务是在海洋环境监测方案中确定的、根据不同的海洋环境监视监测与评价目的而划分的海洋环境监视监测类型,是构成海洋环境监测方案的核心内容,也是各地海洋环境管理机构开展海洋监测工作考核评估的重点。一项监测任务中一般包含多项监测要素的监测工作,基于监测任务的统计应确定数据集中该监测任务涉及的监测要素个数(N),在监测要素统计结果的基础上开展。基于组织单位、监测机构、监测区域等的统计可参照本方法开展。

统计项包括某项监测任务的监测区域数($A3$)、监测站位数($B3$)、监测频次($C3$)、监测站次($D3$)、数据个数($E3$)5项。

计算方法如下:

A3 为计算该监测任务中各项监测要素 $A2_k (k=1, 2, \dots, N)$ 的最大值,单位为个;

B3 为计算该监测任务中各项监测要素 $B2_k (k=1, 2, \dots, N)$ 的最大值,单位为个;

C3 为计算该监测任务中各项监测要素 $C2_k (k=1, 2, \dots, N)$ 的最大值,单位为次/单位时间;

D3 为计算该监测任务中各项监测要素 $D2_k (k=1, 2, \dots, N)$ 之和,单位为次/单位时间;

E3 为计算该监测任务中各项监测要素 $E2_k (k=1, 2, \dots, N)$ 之和,单位为个。

3.3 统计结果

以2014年海洋生态文明示范区监测任务中海水水质、海洋沉积物的部分合并监测数据集为样例,对3种统计方法的统计结果进行说明。

基于监测指标的统计结果如表1所示。

表1 基于监测指标的统计结果

监测指标名称	监测区域数/个	监测站位数/个	监测频次/ (次/单位时间)	监测站次/ (次/单位时间)	数据个数/个
pH值	1	3	2	6	12
石油类	1	3	2	6	6
汞	1	1	1	1	1
铜	1	1	1	1	1

基于监测要素的统计结果如表2所示。

表2 基于监测要素的统计结果

监测要素 名称	监测区 域数/个	监测站 位数/个	监测频次/ 监测站次/ 数据个数		
			(次/单位 时间)	(次/单位 时间)	
海水水质	1	3	2	6	18
海洋沉积物	1	1	1	1	2

基于监测任务的统计结果如表3所示。

表3 基于监测任务的统计结果

监测任务 名称	监测区 域数/个	监测站 位数/个	监测频次/ 监测站次/ 数据个数		
			(次/单位 时间)	(次/单位 时间)	
生态文明 示范区	1	3	2	7	20

通过对以上3种统计模式的计算,不仅给出每个监测指标、每个监测要素监测情况的统计结果,同时也可以方便地计算出“生态文明示范区”这项监测任务共有4项监测指标、2项监测要素开展监测,从多个维度清晰反映监测工作的开展情况。

4 结语

目前我国海洋环境监测数据信息量呈几何增长趋势,但尚未有规范的统计指标项与统计方法,不仅不利于对监测数据的摸底清查,也给数据信息共享、交互、服务等带来一定障碍。本研究根据海洋环境监测数据的获取方式及特点,以时间和空间为基点,对统计指标进行多维组合,由小尺度至大

尺度,层层递进设计统计指标,满足管理者不同维度的统计需求。统计结果能够简洁明了地反映出海洋环境监测数据量的大小并涵盖相关监测信息,对于提高海洋环境监测数据统计结果质量、开展海洋环境监测任务完成情况评估、促进监测数据交换与信息共享、服务海洋环境管理决策制定等具有重要意义。同时,海洋环境监测数据统计指标的确定也有利于针对统计指标制定统计程序,为实现海洋环境监测数据统计工作智能化、信息化奠定基础。

参考文献

- [1] 熊小飞,上官茂森,陈洁,等.我国海洋环境监测工作的发展对策[J].海洋开发与管理,2014,31(8):76-79.
- [2] 石斌,葛海洋,王荣平.完善综合监测预警系统提高海洋环境监控能力[J].海洋开发与管理,2006,23(3):39-42.
- [3] 路文海,向先全,杨翼,等.海洋环境监测数据处理技术流程与方法研究[J].海洋开发与管理,2015,32(2):58-62.
- [4] 陈军.关于加强海洋环境监测工作的思考[J].海洋开发与管理,2010,27(12):60-63.
- [5] 石绥祥,雷波.中国数字海洋:理论与实践[M].北京:海洋出版社,2011.
- [6] 国家海洋局.2015年中国海洋环境质量公报[Z].2016.
- [7] 国家海洋局.2014年中国海洋统计年鉴[M].北京:海洋出版社,2015.
- [8] 国家质量技术监督局.海洋监测规范 第1部分:总则:GB 17378.1-2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [9] 向先全,路文海,杨翼,等.海洋环境监测数据集质量控制方法研究[J].海洋开发与管理,2015,32(1):88-91.
- [10] 国家质量技术监督局.海洋数据应用记录格式:GB/T 12460[S].北京:中国标准出版社,2006.