

监测结果不确定度在海洋环境评价中的应用

曹婧^{1,2}, 李玲玲^{1,2}, 李琴^{1,2}, 谢冕^{1,2}, 高磊^{1,2}, 韩锡锡^{1,2}

(1. 国家海洋局北海环境监测中心 青岛 266033; 2. 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室 青岛 266033)

摘要: 文章将监测结果的不确定度与海洋环境评价相结合, 认为当监测结果为“跨界数值”时, 对水质等级的评价将出现疑问。为解决这一问题, 引入水质等级概率 F 的概念, 并以无机氮的评价为例, 提出最差等级判别法、概率均分判别法和 F 值赋值判别法 3 种判断跨界数值水质等级的方法, 为更科学地评价海洋环境提供依据。

关键词: 海洋环境评价; 海水水质; 环境监测

中图分类号: P71 文献标志码: A 文章编号: 1005—9857(2016)08—0036—03

The Applications of Uncertainty in the Evaluation of Marine Environment

CAO Jing^{1,2}, LI Lingling^{1,2}, LI Qin^{1,2}, XIE Mian^{1,2}, GAO Lei^{1,2}, HAN Xixi^{1,2}

(1. North China Sea Environmental Monitoring Center, State Oceanic Administration, Qingdao 266033, China; 2. Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao 266033, China)

Abstract: The uncertainty of measurement was applied in the evaluation of marine environment. When the monitoring result is “cross-border numerical”, there will be doubt on the evaluation of water quality grade. This paper introduced the concept of probability water quality grade- F and suggested three ways to solve the problem of evaluation of water quality grade by a case study of the inorganic nitrogen. The three ways are respectively the worst grade criterion, the probability criterion and the criterion F value assignment. The result provided a basis for more scientific evaluation of the marine environment.

Key words: Evaluation of marine environment, Seawater quality, Environmental monitoring

监测结果的准确度在海洋环境监测过程中具有重要的意义。对样品的分析测量过程进行研究, 从而评价监测结果的准确度是环境监测工作必不可少的一个环节。监测结果的不确定度能够全面、准确地反映其准确度, 因此在进行环境监测与评价

时, 对监测结果的不确定度进行评价具有显著意义。对于海洋环境监测而言, 海洋环境的复杂性、现场实验环境的局限性等均会影响监测结果的准确度, 而通过对监测结果进行不确定度评价能够全面分析影响监测结果的主要因素, 提高数据的质

收稿日期: 2016-02-26; 修订日期: 2016-07-04
基金项目: 2015 年度北海分局海洋科技项目(2015B03); 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室 2015 年度开放基金项目(201501)。
作者简介: 曹婧, 高级工程师, 博士, 研究方向为海洋环境监测与评价, 电子信箱: caojing@bhj. gov. cn

量^[1]。目前已有关于不确定度在海水和沉积物监测中的应用的相关研究^[2-3],也有关于海水总碱度^[4]、化学需氧量^[5]、营养盐^[6-7]等监测项目不确定度的来源的相关分析,为提高海洋环境监测能力提供依据。

监测结果的不确定度对海洋环境评价也具有重要的意义,尤其是当监测结果正好处于海水水质标准“界限值”两侧时,海洋环境评价结果会发生质的变化^[8]。因此,海洋环境评价结果也应考虑监测结果不确定度带来的差异,从而更加科学可靠。目前的监测结果不确定度研究大多集中在建立不确定度评价模型和探讨不确定来源方面,对于如何将监测结果不确定度与海洋环境评价相联系方面缺乏相关研究。本文以海水水质无机氮的评价为例,探讨监测结果不确定度在海洋环境评价中的应用。

海水水质等级评价是利用监测结果对照《海水水质标准》(GB3097—1997)进行判断的,因此海水水质等级评价的信息主要通过监测获取,将监测结果与规定“允许限”或者“允许区间”相比较来判断。在实际工作中,引入不确定度的监测结果为 $y=x\pm U$ (其中 x 为实际监测结果值、 U 为其扩展不确定度、 y 为监测结果),对其进行海水水质等级评价可能出现两种情况,即 y 完全落于某类水质等级的区间内,或 y 的结果区间位于海水水质等级标准“界限值”的两侧。以无机氮为例,依据《海水水质标准》(GB3097—1997),无机氮的水质等级判断标准如表 1 所示;假设某个站位无机氮的监测结果为 $(198\pm 4.51)\mu\text{g/L}$,将该结果与无机氮第一类水质等级标准比较,就会发现测试值在“界限值”的两侧,通常被称为“跨界数值”。从此例可以看出,由于不确定度的存在,当监测结果为“跨界数值”时,对无机氮的水质等级判断将出现疑问。

表 1 无机氮水质等级标准 $\mu\text{g/L}$

水质等级	无机氮含量
第一类	$\text{DIN}\leq 200$
第二类	$200<\text{DIN}\leq 300$
第三类	$300<\text{DIN}\leq 400$
第四类	$400<\text{DIN}\leq 500$

在此引入水质等级概率 F 的概念, F =可能出现在第 N 类水质等级标准内的数据的总数/可能出现的测量值的总数。

从 F 的定义中可以看出, F 值的大小可以反映出在判定监测结果属于某类水质等级时的概率大小。 F 值越大,表示属于该类水质等级的可能性越高;反之,则可能性越小。并且 F 值介于 $[0,1]$ 之间,即 $0\leq F\leq 1$,当 F 值为 0 或者 1 时,表示不存在跨界数值。

假设无机氮水质界限值为 M_0 ,当 $M>M_0$ 时符合 N 类水质等级,而该样品无机氮实际监测结果为 $y=x\pm U$,考虑到海上现场无机氮监测的特点,将跨界数值的分布密度函数假定为均匀分布,则根据 F 的定义,即

$$F=\frac{(x+U)-M_0}{(x+U)-(x-U)}$$

如果当 $M\leq M_0$ 时符合 N 类水质等级,则

$$F=\frac{M_0-(x-U)}{(x+U)-(x-U)}$$

在上述举例中,符合一类海水水质标准是无机氮含量不大于 $200\mu\text{g/L}$,测定结果为 $(198\pm 4.51)\mu\text{g/L}$,则水质等级概率 $F=[M_0-(x-U)]/2U=0.72$,即说明该结果有 72%的概率属于第一类海水水质标准,有 28%的概率属于第二类海水水质标准。

从上述分析可以看出,对跨界数值的判定总存在相应的风险,因此在对海水水质等级进行判定时,除监测结果和界限值外,还需确定水质等级概率 F 的阈值,由界限值、扩展不确定度和风险系数计算出判定界限值,最终将监测结果与判定界限值进行比较做出判定。因此对于 F 的阈值的判断即成为跨界数值判定的标准,根据实际工作及文献统计^[9-10],提出以下 3 种跨界数值的海水水质等级评价方法。

(1)最差等级判别法。2015 年 1 月 1 日实施的《中华人民共和国环境保护法》以及国家海洋局于 2014 年先后下发的《国家海洋局关于进一步加强海洋生态环境监测质量管理的意见》和《全国海洋生态环境监测质量管理 3 年行动计划(2015—2017 年)》中均对数据质量提出严格要求,同时渤海红线的划定也对渤海实施最严格的环境保护。在此基

础上参考海水水质的综合评价方法——最差等级判别法,提出跨界数值的最差等级判别法,根据跨界数值可能出现的最差水质等级作为监测结果的最终水质等级。该方法操作简单,只要一次判别即可以判断出水质等级,但同时也有较大的片面性,评价结果最为悲观。

(2)概率均分判别法。这种判别法提出的依据是基于风险均担,考虑到日常环境监测与评价的特点,认为当出现在第 N 类海水水质等级区间内的概率不小于 50% 时,即监测结果符合第 N 类海水水质标准,即选择 $F=0.5$ 。该方法较为简单,评价结果具有一定的科学性,且与未引入不确定度时的海水水质等级评价结果一致,但具有较大的主观性,无法客观反映监测结果的真实水质等级。

(3) F 值赋值判别法。考虑到上述两种判别法的片面性和主观性,在此方法中对 F 值的赋值引入专家意见,即建议专家在综合考虑海水环境和数学统计的基础上对 F 值的赋值提出意见,对专家意见进行统计并最终提出 F 值的赋值。该方法能够综合考虑海水环境、数学统计方法和专家意见,较为客观全面,但判断过程较为复杂,且判断方法具有较大的地域局限性。

从上述分析可以看出,3 种评价方法各有优缺

点,在实际应用中可根据海洋环境管理需求和水质等级评价目的进行选择,以获得更为科学的海水水质等级判断结果,为海洋开发管理提供技术支持。

参考文献

[1] 胡巧开,邓真丽,付勤. 不确定度及其应用探讨[J]. 湖北师范学院学报:自然科学版,2010,30(2):104—109.

[2] 任松. 测量不确定度在近海水质污染监测中的应用探讨[J]. 海洋环境科学,2004,23(2):61—65.

[3] 尹维翰,齐衍萍,温婷婷,等. 测量不确定度在海洋环境监测中的应用[J]. 科技信息,2011(28):440—441.

[4] 烟卫,冯晏辉,刘小骐. 海水总碱度的测量不确定度评定[J]. 分析试验室,2009(B12):42—45.

[5] 张世强. 碱性高锰酸钾法测量海水化学耗氧量(COD)不确定度的研究[J]. 海洋技术学报,2006,25(4):49—50.

[6] 任松,陈东,卜建平,等. 东海近海水质活性磷测定的不确定度探讨[J]. 海洋学报:中文版,2005,27(6):26—29.

[7] 任松,张丽旭,卜建平,等. 东海近海水质无机氮类测定中的不确定度探讨[J]. 海洋通报,2006,25(1):30—37.

[8] 谢国晖. 浅谈环境监测中的不确定度评估[J]. 科技资讯,2010(22):142—143.

[9] 耿维明. 测量不确定度与合格评定[J]. 中国计量,2014(7):89—91.

[10] 高云平. 测量不确定度与数值界限的判定[J]. 中国计量,2011(10):72—73.