海洋环境监测标准实施水平评价

张博，袁玲玲，王颖

（国家海洋标准计量中心　天津　300112）

摘要：海洋环境监测标准是指导我国海洋环境监测工作的技术依据，其使用规范了海洋环境监测业务工作的运行，提高了日常监测工作效率，保证了监测数据的质量，这类标准的实施对海洋环境保护发挥着重要的作用。在标准发布实施后，及时掌握标准的使用信息并对实施情况做出科学评估是海洋标准化管理部门的工作内容之一。针对海洋环境监测标准实施水平这一评估目标，使用层次分析法建立标准评价模型，构造各评价因素的重要性判断矩阵，确定各评价因素的权重，对调查获取的数据进行处理和计算，得出 36 项海洋环境监测标准的综合评价分值。根据分值特点，建立五级评价等级，对各项标准进行分级评价，得到标准实施水平呈明显分化格局的结果，最后对这一结果进行分析，并就如何提高标准的实施水平进行讨论。

关键词：标准实施水平；海洋环境监测；层次分析法

中图分类号：G307；P7　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1005－9857(2016)05－0095－05

Evaluation for Application Level of Marine Environmental Surveillance Standard

ZHANG Bo，YUAN Lingling，WANG Ying

（National Center of Ocean Standard and Metrology，Tianjin 300112，China）

Abstract：Marine environmental surveillance standard is the technical guidance of national marine environmental surveillance，the application of which regulates the marine surveillance work，enhances the working efficiency，guarantee the quality of the obtained surveillance data and plays a significant role in the marine environmental protection. Mastering application information of standards and making scientific evaluation of their application is one part of work for marine standardization administration. An evaluation model for application level of marine environmental standard was built by AHP method，a significance judgment matrix of each evaluation factor was formed，and the weights of each factor were determined. By data processing and calculating，the comprehensive evaluation scores of each of 36 standards were obtained. A 5-rank evaluation was formed and the standards were classified accordingly，and as a result the application levels of the standards come to the opposite side. The result was finally analyzed and the way to enhance appli-

收稿日期：2015-11-13；**修订日期：**2016-03-18

基金项目：海洋强国评价综合标准化研究（201405029－2）.

作者简介：张博，助理工程师，硕士研究生，研究方向为海洋标准化管理，电子信箱：pires－zh@126.com

cation level of standard was also discussed.

Key words: Application level of standard, Marine environmental surveillance, AHP method

1 概述

海洋环境监测是维护海洋环境质量和海洋生态安全,实现海洋可持续发展的重要手段。随着我国建设海洋强国战略目标的提出,海洋生态环境保护的重要性愈发突出,海洋环境监测工作力度不断加强。但是,我国海洋生态环境总体情况不容乐观,近岸局部海域海水环境污染严重,河流排海污染物总量居高不下,陆源入海排污口达标率仅为52%,监测的河口和海湾生态系统仍处于亚健康和不健康状态[1],海洋环境监测工作任重而道远。海洋环境监测标准为我国海洋环境监测事业的发展提供坚实的技术支持,该类标准在规范监测工作、统一监测方法、确保监测数据科学可靠方面发挥了重要的作用。

对海洋标准的实施情况进行科学的评价是海洋标准化管理工作的重要内容之一,通过评价不仅能够直观地掌握海洋标准的实施情况,还可以发现标准使用和标准化工作方面存在的种种问题,通过解决这些问题,进而推动我国海洋标准化建设水平不断提升,最终促进我国海洋各项事业的发展。因此,对海洋环境监测类标准实施水平进行评价,发现标准使用中存在的问题,设法提升标准使用效能,对我国海洋环境保护工作有着积极意义。

2 评价方法

层次分析法(AHP)由美国著名运筹学家T. L. Satty于20世纪70年代提出,是一种定性与定量分析相结合的多准则决策方法[2]。该方法将影响决策目标的各种因素按照其内在之间的关系进行层次划分,构造出一个多层次、多因素的决策模型,然后使用标度法对各层次中各因素进行重要性排序,将人的主观判断进行量化,以便进行定性或定量的分析,这种分析方法为复杂问题的决策提供了一种简便的手段。由于层次分析法在决策中对影响因素进行了重要性判断,使得在各影响量已知的情况下,可以获取对事物的综合影响结果,因此该方法还被广泛地应用于事物的评价。对标准实施水平的评价主要参考了层次分析法的这一基本原理和思想。

3 评价过程

3.1 确立评价模型

在标准的实施环节,可以为标准实施水平建立简单的评价模型。在分析这一目标时主要关注3个问题:一是标准有多少人使用,使用比例如何;二是标准在平时工作或科研中的使用频率如何;三是使用者是否按照标准的技术内容规定执行标准。即在标准实施环节,标准的实施水平与标准使用率、标准使用频率和标准执行程度有关,将这3个指标作为评价目标的3个评价因素,构造出一个双层次的评价模型(图1)。

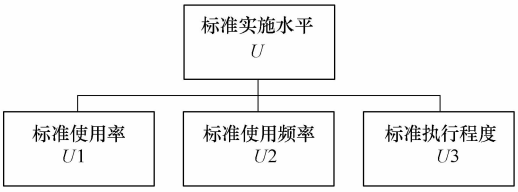

图1 标准实施水平评价模型

3.2 构造判断矩阵

在对标准实施水平进行评价时,首先需要明确各个评价因素的重要性。由于层次分析法引入评价重要性等级的1~9标度法,因而可以使用该法对评价因素两两之间进行重要性比较,得出对应的重要性标度值,从而构造一个判断矩阵。判断矩阵各标度值的含义如表1所示。

表1 判断矩阵标度的含义

序号	重要性等级	A_{ij}
1	i 和 j 两因素同等重要	1
2	i 因素比 j 因素稍重要	3
3	i 因素比 j 因素明显重要	5
4	i 因素比 j 因素强烈重要	7
5	i 因素比 j 因素极端重要	9
6	i 因素比 j 因素稍不重要	1/3
7	i 因素比 j 因素明显不重要	1/5

续表

序号	重要性等级	A_{ij}
8	i 因素比 j 因素强烈不重要	1/7
9	i 因素比 j 因素极端不重要	1/9

采用 1～9 标度法对评价因素的重要性进行比较是一种将人的主观思维判断数学化的过程，虽然这个过程不可避免地带有评价者的主观色彩，但是却使人的思维能够以量化的方式得以呈现。各标度的赋值可以由决策者确定，或是由熟悉评价问题的专家分析确定，也可以采用德尔菲(Delphi)法确定。本评价问题中判断矩阵的标度由进行标准实施情况调查的团队成员通过综合分析确定。

一项标准发布实施后，如果仅有少数几家单位使用，可能存在两种情况：一方面该标准的覆盖面很窄，造成标准的普遍使用需求不高；另一方面该标准的质量不高，各单位虽有使用需求但却由于各种原因无法使用。不论是哪种情况，一项标准如果使用率不高其综合实施水平必然较低，因此标准的使用率($U1$)对标准实施水平产生重要的影响。标准使用的频率($U2$)表征标准与实际工作结合的紧密程度，使用频率越高表示标准在实际工作中的应用价值越大，使用频率越低其应用价值也越小。标准的执行程度($U3$)又称标准完全执行程度，反映标准使用者在使用标准时的选择倾向，一项标准不能完全执行可能是由标准本身的原因或非标准本身的原因造成的，标准的执行程度越高，标准的实施水平越好。综合以上分析，标准使用率是反映标准实施水平的重要因素，标准使用频率和标准执行程度是反映标准实施水平的次重要因素，因此 3 个评价因素的重要性指标排序为 $U1>U2=U3$。由此构造出判断矩阵 $\boldsymbol{A}$

$$\boldsymbol{A}=\begin{pmatrix}1 & 3 & 3\\ 1/3 & 1 & 1\\ 1/3 & 1 & 1\end{pmatrix}$$

3.3　求解权向量 $\boldsymbol{W}$

利用和法[3]求解矩阵 $\boldsymbol{A}$ 的最大特征根，得到 $\lambda_{\max}=3$(过程略)，然后得到矩阵 $\boldsymbol{A}$ 的权向量 $\boldsymbol{W}=(W_1,W_2,W_3)=(0.6,0.2,0.2)$。在应用权向量进行计算前还需要对矩阵的一致性进行检验，由于 $\lambda_{\max}=n=3$，因此 $C_{\mathrm{I}}=\dfrac{\lambda_{\max}-n}{n-1}=0$，$C_{\mathrm{R}}=\dfrac{C_{\mathrm{I}}}{R_{\mathrm{I}}}<0.1$。此时矩阵具有完全的一致性，说明对 3 个评价因素进行的重要性判断是一致的。

3.4　数据处理

在得到各个评价因素在评价模型中的权重后，还需要获取评价者对各因素的直接评价结果。评价结果可以是定性的也可以是定量的，为便于对最终结果进行评价，需要先将评价结果进行规范化处理，可将评价结果统一到同一评判准则下，或对评价结果进行无量纲化处理。

本评价中，各因素的评价结果由调查统计得到。其中，定量评价因素标准使用率($U1$)的评价值可以直接由统计得到，是一个无量纲的数据；而定性评价因素($U2$、$U3$)的统计结果则需要先进行定量化处理，可以采用赋分的方式。这里根据调查问卷内容的设计情况对各评价因素的 3 种选项进行赋分，赋分规则如表 2 所示。

表 2　定性评价因素赋分规则

定性评价要素	赋分值及对应选项		
	5 分	3 分	1 分
标准使用频率	经常	一般	偶尔
标准执行程度	完全执行	部分执行	参考执行

赋分后按公式 $F'_{jm}=\sum_{i=1}^{3}(R_{ji}\times P_i)$ 计算出各项定性评价因素的得分值，式中：F'_{jm} 为第 m 项标准第 j 项评价因素的得分，R_{ji} 为第 j 项评价因素第 i 个选项的比例，P_i 为第 i 个选项的赋分值。

定性评价结果定量化完成后，应将评价值 F'_{jm} 进行无量纲化处理，与定量评价因素结果保持一致。利用下面的公式计算得到无量纲化的结果，

$$F_{jm}=\frac{F'_{jm}-P_{\min}}{P_{\max}-P_{\min}}$$

式中：F_{jm} 为第 m 项标准第 j 项评价因素的无量纲值；$P_{\max}$ 为最大赋分值；$P_{\min}$ 为最小赋分值。

则第 m 项标准评价结果向量为 $\boldsymbol{B}_m=(F_{1m},F_{2m},F_{3m})^{\mathrm{T}}$，由此得到表示所有标准得分情况的评

价目标矩阵 $\boldsymbol{B}$。$\boldsymbol{B}=(\boldsymbol{B}_1,\boldsymbol{B}_2,\cdots,\boldsymbol{B}_m,\cdots,\boldsymbol{B}_n)=\begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} & \cdots & F_{1m} & \cdots & F_{1n} \\ F_{21} & F_{22} & \cdots & F_{2m} & \cdots & F_{2n} \\ F_{31} & F_{32} & \cdots & F_{3m} & \cdots & F_{3n} \end{pmatrix}$，在本例中 $n=36$。

3.5 数据计算

将矩阵 $\boldsymbol{B}$ 和权向量 $\boldsymbol{W}$ 进行合成运算，计算各标准的综合评价结果。

令 $R=\boldsymbol{W}\cdot\boldsymbol{B}=(W_1,W_2,W_3)\cdot\begin{pmatrix} F_{11} & F_{12} & \cdots & F_{1m} & \cdots & F_{1n} \\ F_{21} & F_{22} & \cdots & F_{2m} & \cdots & F_{2n} \\ F_{31} & F_{32} & \cdots & F_{3m} & \cdots & F_{3n} \end{pmatrix}=(0.6,0.2,0.2)\cdot\begin{pmatrix} 0.956 & 0.956 & \cdots & 0.292 & \cdots & 0.587 \\ 0.816 & 0.868 & \cdots & 0.200 & \cdots & 0.381 \\ 0.871 & 0.831 & \cdots & 0.575 & \cdots & 0.608 \end{pmatrix}$

$=(0.911,0.913,\cdots,0.330,\cdots,0.550)$

经过矩阵合成运算后，得到 36 项海洋环境监测标准的综合评价分值(表 3)。由表 3 中数值大小可以直观地了解到各项标准的实施水平高低状况。由表 3 可知，所有被调查的海洋环境监测类标准中实施水平最高的是《海洋监测规范 第 4 部分 海水分析》、分值为 0.937，实施水平最低的是《海水、沉积物中致突变性的测定 鼠伤寒沙门氏菌/哺乳动物微粒体酶试验》、分值仅为 0.161。

表 3 36 项海洋环境监测标准综合评价分值

序号	标准名称	综合评价分值
1	海洋监测规范 第 1 部分:总则	0.911
2	海洋监测规范 第 2 部分:数据处理与分析质量控制	0.913
3	海洋监测规范 第 3 部分:样品采集、贮存与运输	0.907
4	海洋监测规范 第 4 部分:海水分析	0.937
5	海洋监测规范 第 5 部分:沉积物分析	0.846
6	海洋监测规范 第 6 部分:生物体分析	0.811
7	海洋监测规范 第 7 部分:近海污染生态调查和生物监测	0.856
8	海洋监测技术规程 第 1 部分:海水	0.806
9	海洋监测技术规程 第 2 部分:沉积物	0.757
10	海洋监测技术规程 第 3 部分:生物体	0.709
11	海洋监测技术规程 第 4 部分:海洋大气	0.441
12	海洋监测技术规程 第 5 部分:海洋生态	0.673
13	海洋监测技术规程 第 6 部分:海洋水文、气象与海冰	0.627
14	海洋监测技术规程 第 7 部分:卫星遥感技术方法	0.383
15	海水中 16 种多环芳烃的测定 气相色谱—质谱法	0.331
16	海洋沉积物与海洋生物体中重金属分析前处理微波消解法	0.692
17	海水中颗粒物和黄色物质光谱吸收系数测量 分光光度法	0.189
18	海水中有机碳的测定 非色散红外吸收法	0.330
19	海洋微藻中溶血毒素的检测 血细胞法	0.185
20	海水中三价砷和五价砷形态分析 原子荧光光谱法	0.385
21	海水、沉积物中致突变性的测定 鼠伤寒沙门氏菌/哺乳动物微粒体酶试验	0.161
22	海面溢油鉴别系统规范	0.378
23	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值	0.305
24	海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第 1 部分:分级	0.313
25	海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第 2 部分:检验方法	0.272
26	赤潮监测技术规程	0.683
27	陆源入海排污口及邻近海域监测技术规程	0.739
28	江河入海污染物总量监测技术规程	0.685
29	海洋生物质量监测技术规程	0.708
30	贻贝监测技术规程	0.483
31	滨海湿地生态监测技术规程	0.496
32	红树林生态监测技术规程	0.356
33	珊瑚礁生态监测技术规程	0.248
34	海草床生态监测技术规程	0.224
35	海湾生态监测技术规程	0.516
36	河口生态监测技术规程	0.550

3.6 评价分级和结果

考虑到各评价因素的得分值是经过无量纲化处理的介于 0～1 之间的数值，则经过矩阵运算得到

的各标准综合得分值也应是介于 0～1 之间的数值。因此建立分级评价规则，将标准实施水平按照得分情况均等划分为 5 个等级，依次为“很高、较高、中、较低、很低”，各等级对应分值区间如表 4 所示。

表 4　标准实施水平评价规则

实施水平	得分区间
很高	＞0.8～1.0
较高	＞0.6～0.8
中	＞0.4～0.6
较低	＞0.2～0.4
很低	0～0.2

将标准实施水平的计算结果，按照表 4 的规则进行分级评价，其中有 8 项标准实施水平为“很高”，实施水平为“较高”的有 9 项标准，而实施水平为“中”“较低”和“很低”的分别为 5 项、11 项和 3 项（图 2）。综合来看，有不足 50％的海洋环境监测标准实施水平为较高及以上水平，同时也有接近 40％的标准实施水平处于较低及以下水平。标准实施水平差异较为明显。

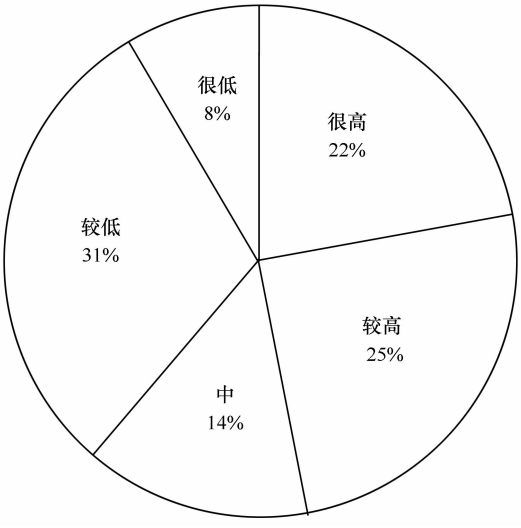

图 2　标准实施水平分布

4　讨论

4.1　标准实施水平分化的主要原因

从标准分级评价的结果看，标准实施水平总体上高低分化明显，处于中等水平的较少。标准实施水平较高及以上的主要集中在《海洋监测规范》《海洋监测技术规程》以及污染物排海监测方面的标准上；而实施水平较低及以下的标准多为对海水中的某些特定生物和化学物质进行检测的标准或是对部分地区特有的海洋生态环境进行监测的标准。这一评价结果客观地反映了我国海洋环境监测工作的实际，即满足日常监测工作普遍需求的标准其实施水平较高，如《海洋监测规范》；反之如果标准不适用于日常监测工作的实际需要，则其实施水平较低。

4.2　提高标准实施水平的对策

基于对海洋环境监测标准实施水平现状的评估结果和原因分析，提出以下对策，以提高标准实施水平。一是针对实施水平较高的标准，海洋标准化管理部门应当不断征询使用问题和使用意见，根据问题反馈情况有计划地对标准进行修订，不断强化标准指导实际工作的效能；二是针对实施水平较低的标准，标准化管理部门应加强标准的宣贯和推广力度，鼓励有能力、有条件、有需求的单位使用该标准；三是严把标准立项技术审查关，对于少部分在实际工作中普遍应用性不强的标准项目，建议暂时不转化为标准，可以考虑制定为单位内部作业文件或系统内部技术规程实施。

参考文献

[1]　国家海洋局．2014 年中国海洋环境状况公报[R]．北京：国家海洋局，2015：1.

[2]　杜栋．现代综合评价方法与案例精选[M]．北京：清华大学出版社，2008：11.

[3]　叶耀军，王首军，魏磊，等．矩阵最大特征值的近似求法[J]．河南农业大学学报，2001，35(9)：69－71.