

## 浅水湖泊水源地水生态安全评价指南

Guidelines for evaluating the ecological safety of drinking water sources  
in shallow lake

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

江苏省市场监督管理局

发布



# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 水生态安全评价方法和流程 .....	4
5 水生态安全调查内容和范围 .....	5
6 水生态安全评价常用指标 .....	6
7 水生态安全指数计算及分级 .....	13
8 水生态安全调查与评价报告编制 .....	14

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏省环境科学研究院。

本文件主要起草人：凌虹、苏小妹、徐海波、巫丹、杨积德、岳强、逢勇、陈丽娜、金文龙、罗缙、王凯、刘淼、曹晨昀、施梦琦、徐晨、陶志行。

# 浅水湖泊水源地水生态安全评价指南

## 1 范围

本文件规定了浅水湖泊水源地水生态安全的术语和定义、评价方法和流程、调查内容和范围、评价常用指标、指数计算及分级、报告编制等要求。

本文件适用于县级以上浅水湖泊水源地水生态安全状况评价，浅水型平原人工湖水源地的评价可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3838—2002 地表水环境质量标准
- GB 5749 生活饮用水卫生标准
- GB 12268 危险货物品名表
- GB 13690 化学品分类和危险性公示 通则
- GB 15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- HJ 338 饮用水水源保护区划分技术规范
- HJ 747 集中式饮用水水源编码规范
- HJ 773 集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求
- HJ 774 集中式饮用水水源地环境保护状况评估技术规范
- TD/T 1055 第三次全国国土调查技术规程
- DB32/T 3674 生态河湖状况评价规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**浅水湖泊水源地** drinking water source in shallow lakes

县级及以上城市集中式饮用水水源地中，取水口位于浅水湖泊湖体内的水源地。

### 3.2

**水生态安全** water ecological safety

在人类活动影响下维持生态系统的完整性和生态健康，为人类提供稳定生态服务功能和免于生态灾变的持续状态。

### 3.3

**水生态健康** water ecological health

通过物理化学和生物完整性指标，描述淡水生态系统的组成、结构和功能的稳定性、弹性和可持续发展的状态。

### 3.4

#### 水源地突发环境事件 environmental emergency in water source

指由于污染物排放或自然灾害、生产安全事故、交通运输事故等因素，导致水源地风险物质进入水源保护区或其上游的连接水体，突然造成或可能造成水源地水质超标，影响或可能影响饮用水供水单位正常取水，危及公众身体健康和财产安全，需要采取紧急措施予以应对的事件。

## 4 水生态安全评价方法和流程

### 4.1 水生态安全评价方法

浅水湖泊水源地水生态安全评价方法为层次分析法，分目标层、方案层、因素层和指标层4个层级。根据“压力—状态—影响—响应”评估模型，从浅水湖泊水源地的环境压力、水生态健康、服务功能和应急监管四个方面，评价单个水源地的水生态安全状况。

### 4.2 水生态安全评价流程

浅水湖泊水源地水生态安全评价流程如图1所示。

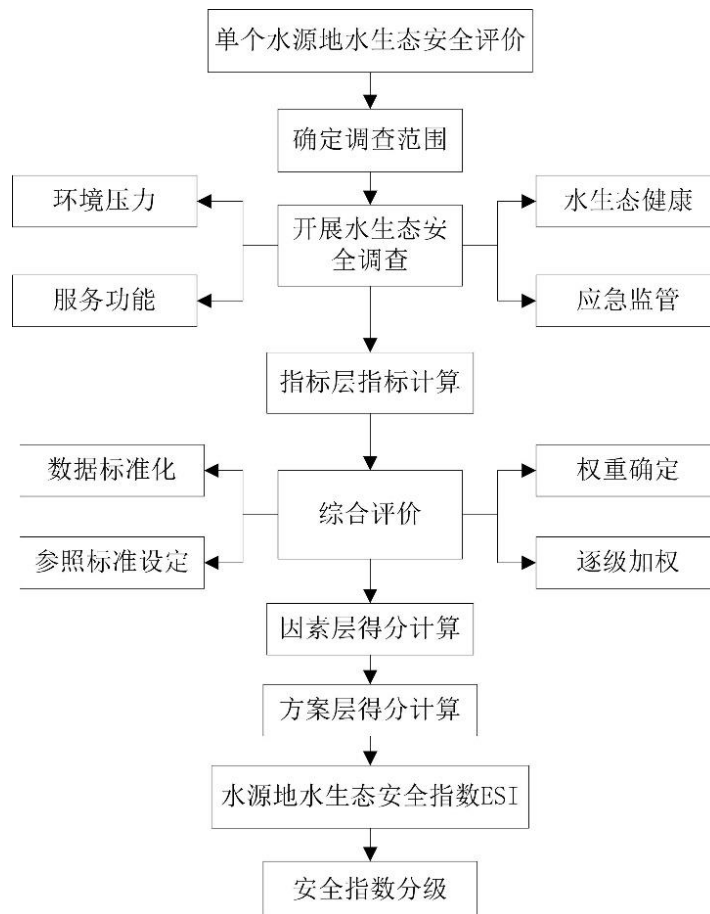


图1 浅水湖泊水源地水生态安全评价流程图

## 5 水生态安全调查内容和范围

### 5.1 安全调查内容和范围

#### 5.1.1 调查周期

调查周期为一年。调查以已现有资料为主，当资料不满足评价要求时，需进行补充调查或监测。

#### 5.1.2 调查内容

调查主要内容包括但不限于水源地的环境压力、水生态健康、服务功能和应急监管四个方面。

#### 5.1.3 调查范围

环境压力指标和应急监管指标调查范围为水源保护区、水源保护区边界向上游连接水体及周边汇水区域上溯24小时流程范围内的水域和分水岭内的陆域，最大不超过汇水区域的范围；水生态健康指标和服务功能指标调查范围均为水源保护区。

### 5.2 水源地环境压力调查

#### 5.2.1 风险源调查

固定源调查包括石油化工企业、污水处理厂、垃圾填埋场、工业固废（危险废物）利用处置企业、危险品仓库、尾矿库和装卸码头等。流动源调查包括存在危险品运输的陆运和水运交通等。

#### 5.2.2 污染源调查

污染源调查主要为面源污染（包括未收集的生活污染）和土地开发利用情况。

### 5.3 水源地水生态健康调查

#### 5.3.1 水源地水质调查

水质调查宜在取水口、水源一级保护区边界、二级保护区边界各设置1个采样点（按照HJ 773的要求）。分析测试指标为GB 3838-2002中表1的基本项目（化学需氧量除外）、表2的补充项目，以及表3的特定项目。表1、表2的项目宜每月测定一次，表3的特定项目宜每年集中监测一次。叶绿素a含量(Ch1a)、透明度(SD)是计算综合营养状态指数的重要指标，宜每月测定。

对于水体中特异污染物（包括藻毒素、抗生素、异味物质、全氟和多氟烷基物质、壬基酚）的含量，有条件的可以测定。

#### 5.3.2 水源地沉积物调查

沉积物调查采样点宜设置在取水口附近，采样频率宜上、下半年各一次，一般采集表层沉积物。沉积物监测指标包括pH值、TN、TP、有机质和重金属。重金属包括镉、铬、铜、锌、铅、汞、砷和镍，单个重金属的背景值按照GB 15618的要求。

#### 5.3.3 水源地水生生物调查

水生生物调查采样点宜设置在取水口附近，采样频率宜每季度一次。重点关注浮游植物、浮游动物、底栖动物和水生植物，主要测定指标为种类数、密度和生物量。水生生物调查方法参照《湖泊生态安全调查与评估技术指南》。

### 5.4 水源地服务功能调查

水源地服务功能调查内容包括水量保障、水质达标和水量达标情况，调查指标为单个水源地取水水位、设计枯水位、年取水总量、年达标取水总量、全年监测达标频次等。

## 5.5 水源地应急监管调查

水源地应急监管调查内容包括水源地管理机构设置及人员配置情况、管理规章制度建设情况、饮用水水源保护区划分及批复情况、标志设置情况、环境监察执法、风险防控情况、水源地突发环境事件、应急预案编制及应急响应能力等情况。

## 6 水生态安全评价常用指标

### 6.1 指标筛选

浅水湖泊水源地水生态安全评价常用指标如表 1 所示，包括 1 个目标层 (V)、4 个方案层 (A)、11 个因素层 (B) 和 20 个指标层 (C)，特异污染物对应的指标为可选指标，各地参照实际情况选择是否参与评价，如未测定，按取值为 0 进行评价。其他指标为必选指标。

根据水源地实际情况，如遇到汛期、集中污染过境、突发环境事件时，均可增加相关指标。

表1 浅水湖泊水源地水生态安全评价常用指标

目标层 (V)	方案层 (A)	权重 (WA <sub>k</sub> )	因素层 (B)	权重 (WB <sub>j</sub> )	指标层 (C)	权重 (WC <sub>i</sub> )
水生态安全综合指数 (ESI)	环境压力 (A <sub>1</sub> )	WA <sub>1</sub>	风险源 (B <sub>1</sub> )	WB <sub>1</sub>	风险源强度指数	WC <sub>1</sub>
			污染源 (B <sub>2</sub> )	WB <sub>2</sub>	污染排放强度指数	WC <sub>2</sub>
					人类活动强度指数	WC <sub>3</sub>
	水生态健康 (A <sub>2</sub> )	WA <sub>2</sub>	富营养化 (B <sub>3</sub> )	WB <sub>3</sub>	综合营养状态指数	WC <sub>4</sub>
			特异污染物 (B <sub>4</sub> ) (可选)	WB <sub>4</sub>	藻毒素浓度	WC <sub>5</sub>
					抗生素浓度	WC <sub>6</sub>
					异味物质浓度	WC <sub>7</sub>
					全氟和多氟烷基物质浓度	WC <sub>8</sub>
					壬基酚浓度	WC <sub>9</sub>
			沉积物 (B <sub>5</sub> )	WB <sub>5</sub>	重金属生态风险指数	WC <sub>10</sub>
			水生生物 (B <sub>6</sub> )	WB <sub>6</sub>	浮游植物多样性指数	WC <sub>11</sub>
					浮游动物多样性指数	WC <sub>12</sub>
					底栖动物多样性指数	WC <sub>13</sub>
					水生植物多样性指数	WC <sub>14</sub>
	服务功能 (A <sub>3</sub> )	WA <sub>3</sub>	水量保障 (B <sub>7</sub> )	WB <sub>7</sub>	取水量保证率	WC <sub>15</sub>
			水质达标 (B <sub>8</sub> )	WB <sub>8</sub>	水质达标率	WC <sub>16</sub>
			水量达标 (B <sub>9</sub> )	WB <sub>9</sub>	水量达标率	WC <sub>17</sub>
	应急监管 (A <sub>4</sub> )	WA <sub>4</sub>	应急能力 (B <sub>10</sub> )	WB <sub>10</sub>	应急管理指标完成率	WC <sub>18</sub>
			管理措施 (B <sub>11</sub> )	WB <sub>11</sub>	风险防控指标完成率	WC <sub>19</sub>
	管理制度完成率	WC <sub>20</sub>				

### 6.2 指标计算方法

#### 6.2.1 风险源强度指数



根据风险源名录，对风险源名单进行分析，区分固定风险源和流动风险源。风险源强度指数指水源保护区范围内固定源和流动源的评分值之和。固定源和流动源评分值计算参照《集中式饮用水水源环境保护指南（试行）》。

### 6.2.2 污染排放强度指数

污染排放强度指数指水源保护区范围内单位面积总氮、总磷、氨氮和化学需氧量四种主要水污染物的年排放量之和。

### 6.2.3 人类活动强度指数

人类活动强度指数指水源保护区范围内建设用地和农用地面积之和占保护区面积的比例。土地利用现状分类参照TD/T 1055。

### 6.2.4 综合营养状态指数

综合营养状态指数以叶绿素a的状态指数TLI (Chla) 为基准，再选择总磷 (TP)、总氮 (TN)、高锰酸盐指数 (COD<sub>Mn</sub>)、透明度 (SD) 等与基准参数相近的 (绝对偏差较小的) 参数的营养状态指数，同TLI (Chla) 进行加权综合。综合营养状态指数计算方法见公式 (1)：

$$TLI = \sum_{m=1}^5 W_m \cdot TLI(m) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

TLI ——综合营养状态指数；

W<sub>m</sub> ——第m个参数的权重系数 (各参数的权重系数见表2)；

TLI (m) ——第m个参数的营养状态指数 (各参数的营养状态指数计算公式见表3)。

表2 各参数的权重系数

参数	Chla	TP	TN	SD	COD <sub>Mn</sub>
权重系数	0.2663	0.1879	0.1790	0.1834	0.1834

表3 各参数的营养状态指数计算公式

编号	计算公式
1	$TLI(Chla) = 10(2.5 + 1.086 \ln chla)$
2	$TLI(TP) = 10(9.436 + 1.624 \ln TP)$
3	$TLI(TN) = 10(5.453 + 1.694 \ln TN)$
4	$TLI(SD) = 10(5.118 - 1.94 \ln SD)$
5	$TLI(COD_{Mn}) = 10(0.109 + 2.661 \ln COD_{Mn})$

### 6.2.5 藻毒素浓度

藻毒素浓度按照水体中微囊藻毒素-LR、微囊藻毒素-YR和微囊藻毒素-RR三种异构体的浓度总和来计算。

### 6.2.6 抗生素浓度

抗生素浓度按照水体中四环素类、氯霉素类、磺胺类、喹诺酮类和大环内酯类五类物质的浓度总和来计算。

### 6.2.7 异味物质浓度

异味物质浓度按照水体中2-甲基异茨醇和土臭素两种物质的浓度总和来计算。

#### 6.2.8 全氟和多氟烷基物质浓度

全氟和多氟烷基物质浓度按照水体中全氟辛酸和全氟辛基磺酸两类物质的浓度总和来计算。

#### 6.2.9 壬基酚浓度

壬基酚浓度为水体中壬基酚物质的浓度。

#### 6.2.10 重金属生态风险指数

重金属生态风险指数指通过测定表层沉积物样品中的重金属含量,结合重金属的毒性水平计算出的潜在生态风险指数值,计算方法见公式(2):

$$RI = \sum_{i=1}^8 T_i \times \frac{HM_i}{HM_b} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

RI ——沉积物重金属生态风险指数;

$T_i$  ——第*i*种重金属的毒性系数(各重金属的毒性系数见表4);

$HM_i$  ——第*i*种重金属含量的实测值;

$HM_b$  ——第*i*种重金属含量的背景值。

表4 各重金属的毒性系数

重金属元素	毒性系数
锌(Zn)	1
铬(Cr)	2
铜(Cu)	5
镍(Ni)	5
铅(Pb)	5
砷(As)	10
镉(Cd)	30
汞(Hg)	40

#### 6.2.11 浮游植物多样性指数

根据浮游植物的调查结果,应用数理统计方法求得表示浮游植物群落种类和数量的数值,用以计算浮游植物多样性指数,计算方法见公式(3):

$$D_p = -\sum(N_i/N) \log_2((N_i/N)) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$D_p$  ——浮游植物多样性指数;

$N_i$  ——浮游植物中第*i*种的个体数;

$N$  ——浮游植物中所有种类总数的个体数。

#### 6.2.12 浮游动物多样性指数

根据浮游动物的调查结果,应用数理统计方法求得表示浮游动物群落种类和数量的数值,用以计算浮游动物多样性指数,计算方法同公式(3)。

#### 6.2.13 底栖动物多样性指数

根据底栖动物的调查结果，应用数理统计方法求得表示底栖动物群落种类和数量的数值，用以计算底栖动物多样性指数，计算方法同公式（3）。

#### 6.2.14 水生植物多样性指数

根据水生植物的调查结果，应用数理统计方法求得表示水生植物群落种类和数量的数值，用以计算水生植物多样性指数，计算方法同公式（3）。

#### 6.2.15 取水量保证率

水量保障状况用取水量保证率表示。按照HJ 774的要求，取水水位不低于设计枯水位时，取水量保证率为100%；否则，取水量保证率为0。

#### 6.2.16 水质达标率

水质达标率指水源地水质监测中，取水口水质达到或优于GB 3838的表1（Ⅲ类）和表2、表3标准限值的监测次数占全年监测总次数的比例，计算方法见公式（4）：

$$R_d = \frac{F_s}{F_t} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$R_d$  ——水质达标率；

$F_s$  ——全年监测达标次数之和；

$F_t$  ——全年监测总次数。

#### 6.2.17 水量达标率

水量达标率指水源地水质达标月份的取水量之和占全年取水总量的比例，计算方法见公式（5）：

$$WS_r = \frac{WS_s}{WS_t} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$WS_r$  ——水量达标率；

$WS_s$  ——水源地水质达标月份的取水量之和；

$WS_t$  ——水源地全年取水总量。

#### 6.2.18 应急管理指标完成率

应急管理指标包括饮用水水源地突发环境事件应急预案编制、修订与备案；应急演练；应对重大突发环境事件的物资和技术储备；应急防护工程设施建设；应急专家库；应急监测能力6项。按照要求完成单项指标的，单项指标完成率为100%，否则为0。应急管理指标完成率为上述6个单项指标完成率的算术平均值，计算方法见公式（6）：

$$EME = \frac{\sum_1^6 EME_i}{6} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$EME$  ——应急管理指标完成率；

$EME_i$  ——第*i*个单项应急管理指标完成率。

#### 6.2.19 风险防控指标完成率

风险防控指标包括风险源名录和危险化学品运输管理制度2项。按照要求完成单项指标的，单项指标完成率为100%；否则为0。风险源名录包括风险源名单及相应的管理措施，危险化学品认定及分类按照GB 12268和GB 13690的规定。风险防控指标完成率为上述2个单项指标完成率的算术平均值。

### 6.2.20 管理制度完成率

管理制度指标包括水源编码、水源地名录核准、水源地档案制度、保护区建设完成情况、保护区定期巡查、环境状况定期评估、建立信息化管理平台和信息公开8项。水源编码依据HJ 747。按照要求完成单项指标的，单项指标完成率为100%；否则为0。管理制度指标完成率为上述8个单项指标完成率的算术平均值，计算方法见公式（7）：

$$MSR = \frac{\sum_{i=1}^8 MSR_i}{8} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

MSR ——管理制度指标完成率；

MSR<sub>i</sub> ——第i个单项管理制度指标完成率。

### 6.3 参照标准的确定

指标层指标进行标准化时，参照标准宜参考：已有的国家标准、行业标准或地方标准；水源地所在区域水质、水生态、环境管理的目标或者参考历史状态值；对于研究较少，但对水源地水生态安全评价较为重要的指标，可参考经验数据。本文件给出了不同指标层指标的参照标准值，见表5。

表5 浅水湖泊水源地水生态安全评价指标层指标参照标准值

指标层	参照标准值	单位
风险源强度指数	6	/
污染排放强度指数	同年湖泊所在流域的污染排放强度指数	t/ (km <sup>2</sup> ·a)
人类活动强度指数	80年代历史值	/
综合营养状态指数	60	/
藻毒素浓度	1.0	μg/L
抗生素浓度	620	ng/L
异味物质浓度	20	ng/L
全氟和多氟烷基物质浓度	70	ng/L
壬基酚浓度	6.6	μg/L
重金属生态风险指数	150	/
浮游植物多样性指数	3	/
浮游动物多样性指数	3	/
底栖动物多样性指数	3	/
水生植物多样性指数	3	/
取水量保证率	100	%
水质达标率	100	%
水量达标率	100	%
应急管理指标完成率	100	%
风险防控指标完成率	100	%
管理制度完成率	100	%

6.4 指标层数据预处理和标准化

环境与生态的质量-效应变化符合 Weber-Fishna 定律，即当环境与生态质量指标成等比变化时，环境与生态效应成等差变化。根据该定律，进行指标标准化，参照标准见 6.3。

按照指标层指标对目标层结果的影响，将指标分为正向指标和负向指标。

正向型指标越大，水生态安全指数得分越高，计算方法见公式（8）；而负向型指标越大，水生态安全指数得分越低，计算方法见公式（9）。

a) 正向型指标：

$$r_{ij} = x_{ij}/s_{ij} \dots\dots\dots (8)$$

b) 负向型指标：

$$r_{ij} = s_{ij}/x_{ij} \dots\dots\dots (9)$$

式（8）和（9）中：

$r_{ij}$  ——指标层C各指标的标准化值，此处需满足  $0 \leq r_{ij} \leq 1$ ，大于1的按1取值；

$x_{ij}$  ——指标层C各指标的实测值；

$s_{ij}$  ——指标层C各指标的参照标准。

6.5 权重的确定

6.5.1 计算方法

用1-9标度法分别确定方案层的权重  $W_A_k$ 、因素层的权重  $W_B_j$  和指标层的权重  $W_C_i$ 。当因素层只有一个指标层指标时，该指标层的权重为1，如  $W_{C_1}=1$ 。其他情况均按照下列步骤确定权重。

具体分析方法如下：

第一步：明确层次结构模型。根据表1构建的层次结构模型，目标层V与其下一层次的因素层要素有关，每个方案层A与其对应的下一层次的因素层要素有关，每个因素层B与其对应的下一层次的指标层要素C有关。

第二步：构建判断矩阵。基于本层要素相对上层要素的重要性，将本层要素进行两两比较，建立判断矩阵表，如表6。对上层要素M而言， $a_{ij}$ 为要素  $D_i$  相较于要素  $D_j$  的重要程度，其中， $i=1, 2, \dots, n$ ； $j=1, 2, \dots, n$ 。

表6 两两判断矩阵表

M	$D_1$	$D_2$	...	$D_n$
$D_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$
$D_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2n}$
...	...	...	...	...
$D_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{nn}$

构建判断矩阵D, 具有下述性质：当  $i=j$  时， $a_{ij}=1$ ；当  $i \neq j$ ， $a_{ij}=1/a_{ji}$ 。

$$D = \begin{pmatrix} 1 & 1/a_{21} & \dots & 1/a_{n1} \\ a_{21} & 1 & \dots & 1/a_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

第三步：为矩阵 D 赋值。用 1-9 之间的九个数标度  $D_i$  和  $D_j$  之间的相对重要性，形成判断矩阵 D，具体判断过程如下：两因素相比，如  $D_i$  比  $D_j$  重要，相对重要程度采用 1-9 标度；如  $D_j$  比  $D_i$  重要，相对重要程度采用倒数，具体见表 7。

表7 1-9 标度法

含义	标度	含义	标度
$D_i$ 与 $D_j$ 相比，具有相同重要性	1	$D_j$ 与 $D_i$ 相比，具有相同重要性	1
$D_i$ 比 $D_j$ 稍微重要	3	$D_j$ 比 $D_i$ 稍微重要	1/3
$D_i$ 比 $D_j$ 明显重要	5	$D_j$ 比 $D_i$ 明显重要	1/5
$D_i$ 比 $D_j$ 强烈重要	7	$D_j$ 比 $D_i$ 强烈重要	1/7
$D_i$ 比 $D_j$ 极端重要	9	$D_j$ 比 $D_i$ 极端重要	1/9
上述两因素相邻判断的中间值	2, 4, 6, 8	上述两因素相邻判断的中间值	1/2, 1/4, 1/6, 1/8

第四步：用求根法计算权重值。计算判断矩阵 D 每行元素乘积的 n 次方根，见公式（10）：

$$\bar{w}_l = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$\bar{w}_l$  ——每行元素乘积的n次方根；

$a_{ij}$  ——要素 $D_i$ 对要素 $D_j$ 的相对重要性赋值；

n ——要素的个数，即判断矩阵的阶数。

将 $\bar{w}_l$ 归一化可得各要素的权重，见公式（11）：

$$w_l = \bar{w}_l / \sum_{i=1}^n \bar{w}_l \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$w_l$  ——各要素的权重；

$\bar{w}_l$  ——每行元素乘积的n次方根；

n ——要素的个数，即判断矩阵的阶数。

### 6.5.2 权重值

本文件给出了不同层级指标的权重值，见表8。

表8 浅水湖泊水源地水生态安全评价指标权重值

目标层	方案层	权重	因素层	权重	指标层	权重
水生态安全综合指数	环境压力	0.13	风险源	0.32	风险源强度指数	1
			污染源	0.68	污染排放强度指数	0.48
					人类活动强度指数	0.52
	水生态健康	0.34	富营养化	0.19	综合营养状态指数	1
			特异污染物 (可选)	0.18	藻毒素浓度	0.22
					抗生素浓度	0.18
					异味物质浓度	0.17
					全氟和多氟烷基物质浓度	0.20
	壬基酚浓度	0.23				

表8 浅水湖泊水源地水生态安全评价指标权重值（续）

目标层	方案层	权重	因素层	权重	指标层	权重
水生态安全综合指数	水生态健康		沉积物	0.18	重金属生态风险指数	1
			水生生物	0.45	浮游植物多样性指数	0.2
					浮游动物多样性指数	0.19
					底栖动物多样性指数	0.25
					水生植物多样性指数	0.36
	服务功能	0.31	水量保障	0.21	取水量保证率	1
			水质达标	0.44	水质达标率	1
			水量达标	0.35	水量达标率	1
	应急监管	0.22	应急能力	0.42	应急管理指标完成率	1
			管理措施	0.58	风险防控指标完成率	0.51
管理制度完成率					0.49	

## 7 水生态安全指数计算及分级

### 7.1 水生态安全指数计算

#### 7.1.1 计算方法

浅水湖泊水源地水生态安全评价采用分级评分、逐级加权的方法，分因素层计算、方案层计算和目标层计算三个步骤。

#### 7.1.2 因素层计算

因素层得分计算包括指标层指标的计算及其标准化，指标标准化见 5.4。因素层得分计算方法见公式 (12)：

$$B_i = \sum_{j=1}^{n_i} r_{ij} \times WC_i \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$B_i$  ——第  $i$  个因素层的得分；

$n_i$  ——第  $i$  个因素层对应指标层指标的个数；

$r_{ij}$  ——指标层  $C$  各指标的标准化值；

$WC_i$  ——指标层  $C$  各指标的权重。

#### 7.1.3 方案层计算

方案层包括环境压力、水生态健康、服务功能和应急监管四个方面，计算方法见公式 (13)：

$$A_k = \sum_{j=1}^{n_j} B_i \times WB_j \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$A_k$  ——第  $k$  个方案层的得分；

$n_j$  ——第  $k$  个方案层对应因素层指标的个数；

$B_i$  ——第  $i$  个因素层的得分；

$WB_j$  ——因素层  $B$  各因素的权重。

#### 7.1.4 目标层计算

根据环境压力、水生态健康、服务功能和应急监管四个方案层得分结果，采用加权求和法计算目标

层得分，即浅水湖泊水源地水生态安全指数（ESI），计算方法见公式（14）：

$$ESI = \sum_{k=1}^4 A_k \times WA_k \times 100 \dots\dots\dots (14)$$

式中：

ESI ——单个浅水湖泊水源地水生态安全指数， $0 \leq ESI \leq 100$ ；

$A_k$  ——第  $k$  个方案层的得分；

$WA_k$  ——方案层 A 各方案的权重。

## 7.2 水生态安全指数分级

浅水湖泊水源地水生态安全指数根据 ESI 得分结果分为安全、较安全和不安全三个等级。具体划分和等级特征见表 9。

表9 浅水湖泊水源地水生态安全指数等级划分说明

安全状态	赋分	等级特征
安全	80-100	水源地保护区范围内没有风险和污染，取水口水量、水质满足用水需求，水生态系统结构完整，功能健全
较安全	60-80	水源地保护区范围内存在一定风险和污染，取水口水量、水质基本满足用水需求，水生态系统结构较完整，功能较健全
不安全	<60	水源地保护区范围内存在较多风险和污染，取水口水量、水质不能满足用水需求，水生态系统结构不完整，功能不健全

## 7.3 否决项

浅水湖泊水源地水生态安全评价设2个否决项，分别为“取水量保证率”和“受突发环境事件影响水源地中断取水”。若取水量保证率为0，或受突发环境事件影响水源地中断取水，则直接判定水源地水生态安全状态为不安全。

## 8 水生态安全调查与评价报告编制

### 8.1 编制内容

浅水湖泊水源地水生态安全调查与评价报告主要包括水源地的基本情况、环境压力调查、水生态健康调查、服务功能调查、应急监管调查、水生态安全评价结果及保护对策和建议。

### 8.2 编制框架

可参照示例1的框架进行编制。

示例1：

- 1、浅水湖泊水源地基本概况调查
  - 1.1 浅水湖泊基本情况
  - 1.2 评价水源地基本情况
- 2、浅水湖泊水源地环境压力调查
  - 2.1 风险源调查
  - 2.2 污染源调查
- 3、浅水湖泊水源地水生态健康调查
  - 3.1 富营养化情况
  - 3.2 特异污染物
  - 3.3 沉积物
- 3.4 水生生物
- 4、浅水湖泊水源地服务功能调查



- 4.1 水量保障
- 4.2 水质达标
- 4.3 水量达标
- 5、浅水湖泊水源地应急监管调查
  - 5.1 应急能力
  - 5.2 管理措施
- 5、湖泊水源地水生态安全评价
  - 5.1 评价指标体系的建立
  - 5.2 参照标准的确定
  - 5.3 数据的预处理和标准化
  - 5.4 权重的确定
  - 5.5 生态安全分级标准
  - 5.6 综合评价结果及分析
- 6、湖泊水源地水环境保护对策
  - 6.1 湖泊水源地主要环境问题
  - 6.2 水源地保护主要任务
  - 6.3 对策及建议

参 考 文 献

- [1] 《湖泊生态安全调查与评估技术指南（试行）》（环办〔2014〕111号）
  - [2] 《集中式饮用水水源环境保护指南（试行）》（环办〔2012〕50号）
  - [3] 《全国集中式生活饮用水水源地水质监测实施方案》（环办监测函〔2012〕1266号）
-