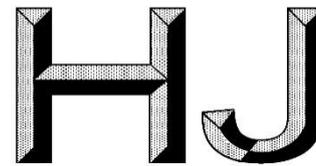


附件 2



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□-20□□

海洋生物水质基准推导技术指南（试行）

Technical guideline for deriving water quality criteria for marine
organisms (on trial)

（征求意见稿）

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

| | |
|--|----|
| 前 言 | ii |
| 1 适用范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 1 |
| 4 基准推导程序..... | 2 |
| 5 方案制定..... | 3 |
| 6 数据获取..... | 3 |
| 7 基准推导..... | 7 |
| 8 质量保证与质量评价..... | 10 |
| 9 不确定性分析..... | 11 |
| 10 报告编制..... | 11 |
| 附录 A（资料性附录）海洋生物水质基准数据收集参考表 | 12 |
| 附录 B（资料性附录）中国海洋生物水质基准推导受试生物推荐名录 | 14 |
| 附录 C（资料性附录）国内外涵盖海洋生物的标准毒性测试方法 | 18 |
| 附录 D（资料性附录）海洋生态毒理学实验中暴露方式和暴露时间的一般性要求 | 23 |
| 附录 E（资料性附录）海洋生物水质基准技术报告编制大纲及要求..... | 25 |
| 参考文献..... | 28 |

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国海洋环境保护法》，进一步规范国家海洋生物水质基准推导工作，制定本标准。

本标准规定了海洋生物水质基准推导的一般性程序、方法与技术要求。

本标准附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 和附录 E 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：国家海洋环境监测中心、中国环境科学研究院、闽江学院。

本标准由生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

海洋生物水质基准推导技术指南（试行）

1 适用范围

本标准规定了海洋生物水质基准推导的一般性程序、方法与技术要求。

本标准适用于单一化学污染物的海洋生物水质基准的推导。

本标准不适用于具显著内分泌干扰效应的污染物、高生物累积性污染物¹⁾的海洋生物水质基准推导。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的版本，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

| | |
|--------------|---------------------------|
| GB 17378.7 | 海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测 |
| GB 30980 | 海洋倾倒物质评价规范 疏浚物 |
| GB/T 1.1 | 标准化工作导则 第1部分：标准文件的结构和起草规则 |
| GB/T 7714 | 信息与文献 参考文献著录规则 |
| GB/T 18420.2 | 海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第2部分：检验方法 |
| GB/T 21807 | 化学品 鱼类胚胎和卵黄囊仔鱼阶段的短期毒性试验 |
| GB/T 21854 | 化学品 鱼类早期生活阶段毒性试验 |
| GB/T 34666.1 | 水质基准数据整编技术规范 第1部分：污染物含量 |
| GB/T 34666.2 | 水质基准数据整编技术规范 第2部分：水生生物毒性 |
| HJ 831 | 淡水水生生物水质基准制定技术指南 |
| HY/T 147.5 | 海洋监测技术规程 第5部分：海洋生态 |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

水质基准 water quality criteria

水环境中的污染物或有害因素对人群健康或水生态系统不产生有害影响的最大浓度或水平。

3.2

海洋生物水质基准 water quality criteria for marine organisms

海水环境中的污染物或有害因素对海洋生物及其用途不产生有害影响的最大浓度或水平¹⁾。

3.3

水生生物短期水质基准 short-term water quality criteria for aquatic organisms, SWQC

对水生生物及其用途不产生急性有害影响的水体中污染物或有害因素的最大浓度或水平。

¹⁾高生物累积性污染物一般指生物富集因子（BCF）> 5000 L/kg 或 $\log K_{ow} > 4.5$ （ K_{ow} 是辛醇-水分配系数）的污染物。

3.4

水生生物长期水质基准 long-term water quality criteria for aquatic organisms, LWQC
对水生生物及其用途不产生慢性有害影响的水体中污染物或有害因素的最大浓度或水平。

3.5

物种敏感度分布 species sensitivity distribution, SSD
描述不同物种由于生活史、生理构造、行为特征和地理分布等的不同，对某一污染物的敏感性差异遵循的概率分布规律。

3.6

半数致死浓度 median lethal concentration, LC₅₀
引起一组受试生物中 50%的个体死亡的污染物浓度。

3.7

x%效应浓度 x% effect concentration, EC_x
引起一组受试生物中 x%的个体产生某种效应的污染物浓度。

3.8

最低观察效应浓度 lowest observed effect concentration, LOEC
与对照相比，对受试生物产生某种显著效应 ($p < 0.05$) 的最低污染物浓度。

3.9

无观察效应浓度 no observed effect concentration, NOEC
与对照相比，对受试生物未产生某种显著效应 ($p > 0.05$) 的最高污染物浓度。

3.10

最大容许毒物浓度 maximum acceptable toxicant concentration, MATC
在规定的暴露条件下，某种污染物对受试生物不引起有害作用的最高浓度，数值为 NOEC 和 LOEC 的几何平均值。

3.11

同效应急性值 acute value for the same effect, AVE
某种污染物对同一受试物种的某类急性毒性效应（一般分为生长和存活两类）的多组毒性值的几何平均值。

3.12

同效应慢性值 chronic value for the same effect, CVE
某种污染物对同一受试物种的某类慢性毒性效应（一般分为生长、繁殖和存活三类）的多组毒性值的几何平均值。

3.13

x%物种危害浓度 hazardous concentration for x% of species, HC_x
根据物种敏感度分布，受影响物种的累积频率达到 x%时的污染物浓度，即(100-x)%的物种免受影响的污染物浓度。

3.14

评估因子 assessment factor, AF
由有限物种毒性外推到生态系统过程中产生的不确定性的安全因子。

4 基准推导程序

海洋生物水质基准的推导包括方案制定、数据获取、基准推导、不确定性分析、报告编制和质量保证与质量评价等 6 个步骤，推导程序见图 1。

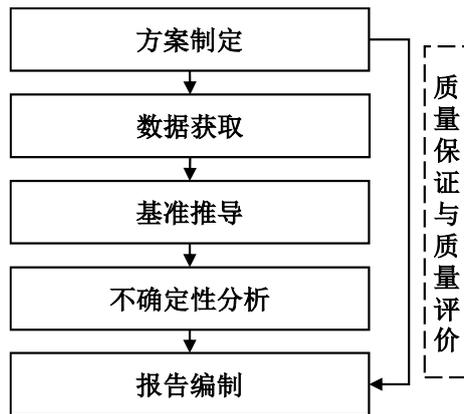


图 1 海洋生物水质基准推导程序

5 方案制定

5.1 明确工作要求

基准推导工作开始之前,熟悉基准推导的一般工作程序,明确基准推导的内容和要求。

5.2 熟悉背景资料

熟知目标污染物的生态环境问题(如赋存形态、环境行为、生物毒性及作用机制和水环境暴露浓度等),以及国内外相关水质基准的研究进展。

5.3 确定数据来源

确定基准推导相关数据的来源、检索方案、数据筛选与评价原则,以及开展补充生物毒性实验或实施现场调查的必要性和要求。

5.4 明确技术要点

熟悉 SSD 模型拟合的原理、基准推导软件的使用、基准确定与表述等各步骤的技术要点,必要时还需要确定毒性数据的校正模型等。

5.5 了解编制要求

了解基准推导技术报告的框架及各章节大致内容和编制要求。

5.6 确定工作方案

在完成上述要求并充分征求生态环境管理相关方的意见后确定工作方案。

6 数据获取

6.1 数据获取程序

数据获取主要包括数据收集、数据筛选和毒性数据评价 3 个步骤,工作程序见图 2。

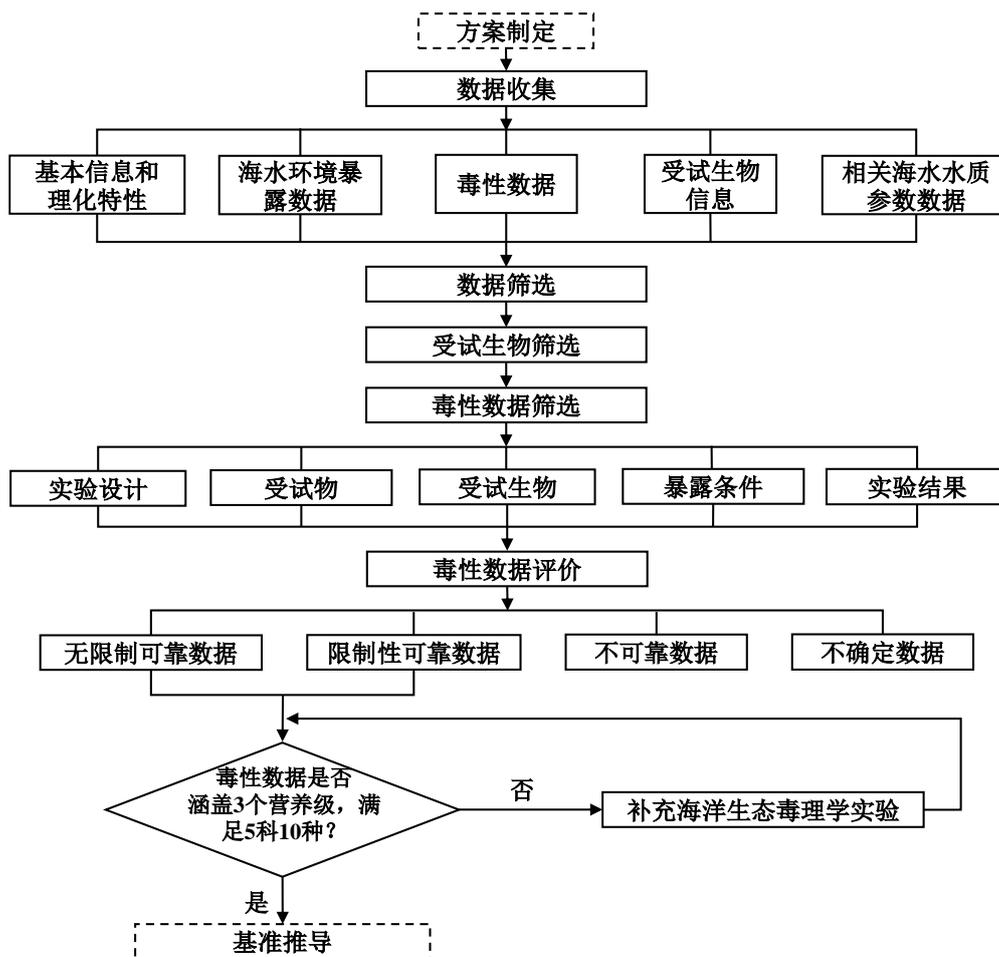


图 2 数据获取工作程序

6.2 数据收集

6.2.1 数据需求

收集的数据包括以下类别：

- a) 污染物基本信息：包括物质名称、分子式、化学物质登记号（CAS 号）、用途等；
- b) 污染物固有的理化特性数据：包括熔点、沸点、溶解度、蒸气压、辛醇-水分配系数、化学平衡常数、半衰期等^[2]；
- c) 污染物海水环境暴露数据：包括采样信息、样品分析信息、海水水质参数等；
- d) 污染物对海洋生物的毒性数据：包括实验方法、暴露方式、暴露浓度、实验设计、暴露时间、毒性终点、效应浓度等；
- e) 受试生物信息：包括受试生物的中文名、常用名、学名（拉丁名）、分类地位、生活习性、栖息地特征、地理分布区域等；
- f) 对污染物毒性有影响的我国海域水质参数的数据：包括盐度、温度、pH、溶解有机碳含量等，同时应包含监测时间、监测区域或采样地点信息等。

收集数据时可参考附录 A。

6.2.2 数据来源

数据来源主要包括：

- a) 有明确数据来源的国内外生物毒性数据库；
- b) 经同行评议认可的公开发表的文献或报告；

- c) 国家政府部门发布的相关数据;
- d) 经专家判断可靠的其他来源数据;
- e) 在基准推导过程中补充测试且经同行评议认可的毒性数据(受试物种参见附录 B)。

6.3 数据筛选

6.3.1 受试物种筛选

用于基准推导的受试物种应满足如下要求:

- a) 受试物种一般能反映我国海洋生物(包括浮游生物、游泳生物、底栖生物等)区系特征,能充分代表我国河口、沿海或与海洋环境类似的盐湖或盐田等自然水体中不同营养级及其关联性,或具有重要经济价值、生态价值或娱乐用途;
- b) 受试物种能够被驯养、繁殖并获得足够的数量,优先选择能够从国家级种质资源库、权威学术科研机构或具有相关资质的机构获取的受试物种;或在某一海域范围内有充足的资源,确保有个体均匀的群体可供实验;
- c) 受试物种对污染物应具有较高的敏感性及其毒性反应的一致性;
- d) 污染物对受试物种的毒性效应有标准的测试方法或测试方法较为成熟;
- e) 受试物种在人工驯养、繁殖时能保持遗传性状稳定;
- f) 当采用野外捕获物种进行毒性测试时,应通过专业的物种鉴定准确识别物种,并确保采用的生物个体未曾接触过目标污染物;
- g) 对于我国海域珍稀或濒危物种、特有物种,应根据国家野生动物保护的相关法规选择性作为受试物种;
- h) 微生物(微藻除外)不应作为受试物种。

6.3.2 毒性数据筛选

6.3.2.1 实验设计要求

实验设计一般遵循如下原则:

- a) 实验设计应依据国家或国际标准毒性测试方法(GB 17378.7、GB 30980、GB/T 18420.2、GB/T 21807、GB/T 21854、HY/T 147.5等,参见附录 C)或相关权威文献^[3-36],否则应对实验设计进行详细说明;
- b) 实验应设置空白对照组,必要时需设置阳性对照组,应尽量避免使用助溶剂或分散剂;如需使用,则应设置溶剂对照组,其浓度一般不超过 0.1 mL/L,且在所有容器中浓度保持一致,同时助溶剂或分散剂不能对实验结果有显著影响;
- c) 实验组浓度应按照标准毒性测试方法的要求进行设定,急性毒性实验浓度间隔系数一般不超过 2.2,慢性毒性实验浓度间隔系数一般不超过 3.2;
- d) 急、慢性毒性实验应设置一定数量的平行。

6.3.2.2 受试物要求

受试物一般遵循如下原则:

- a) 应明确受试物的准确名称及CAS号,当受试物为无机盐时,应说明实验结果的受试物化学形态或名称;
- b) 受试物纯度一般大于95%,否则应进行专家判断,并根据受试物纯度对实验数据进行校正或采用实测浓度。

6.3.2.3 受试生物要求

受试生物一般遵循如下原则:

- a) 应说明受试生物的学名(拉丁名)、开展毒性实验的生命阶段、来源(实验室、养殖基地、野外),野外获取的应说明获取物种的具体地理位置;
- b) 实验开始前,应将受试生物在实验条件下进行驯养,受试生物在驯养期间的死亡率一般不能超过10%。

6.3.2.4 暴露条件要求

暴露条件一般遵循如下原则：

- a) 对于有明确证据表明具有高挥发性、易于水解或降解的物质，只能使用实测浓度；对于其他物质可以使用实测浓度或表观浓度，但在未使用助溶剂或使用表观浓度的情况下，受试物的暴露浓度应低于其在水中的溶解度；
- b) 实验系统应符合受试生物的生存特点，水质条件应根据受试生物的生存要求稳定在一定范围内，溶解氧饱和度应大于60%；
- c) 实验稀释用水应采用过滤后的天然海水或人工海水；
- d) 毒性实验系统的生物负荷应符合或接近标准毒性测试方法的规定；
- e) 在急性毒性实验期间，一般受试生物无需喂食，糠虾类生物除外；
- f) 采用流水式、半静态或静态暴露方式的急性毒性数据均可使用，慢性毒性实验一般使用流水式或半静态暴露方式的毒性数据，微藻一般只适合静态暴露方式；
- g) 对于急性毒性实验，微藻的暴露时间一般不大于24 h，轮虫一般不大于48 h，其他海洋生物（如大型藻类、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、脊索动物等）一般不大于96 h（详见附录D中表D.1）；
- h) 对于慢性毒性实验，微藻的暴露时间一般不少于3 d，轮虫一般不少于4 d，枝角类一般不少于5 d，其他生命周期较短的海洋生物一般不少于7 d，生命周期较长的海洋生物一般不少于21 d（详见附录D中表D.2）。

6.3.2.5 实验结果要求

实验结果一般遵循如下原则：

- a) 对照组的生长率（如藻类）、死亡率（如鱼类、贝类等）或活动抑制率（如浮游动物）等变化范围应符合标准毒性测试方法的规定，急性毒性实验中对对照组的存活率通常不应低于90%，微藻毒性实验中对对照组的72 h生长率通常不应低于16倍；
- b) 应选用与生物存活（如存活率、死亡率等）、生长（如体重、体长、生长率、生物量、发育周期等）、繁殖（如孵化率、孵化时间、性别比等）等具有生态相关性的毒性效应指标相关的实验数据，不应使用与组织、细胞或分子水平等个体以下水平的毒性效应指标相关的实验数据^[37]；
- c) 应选用具有明确毒性终点的毒性数据，对于急性毒性数据，一般使用LC₅₀或EC₅₀作为毒性终点；对于慢性毒性数据，一般使用EC₁₀、EC₂₀、MATC、NOEC、LOEC、EC₅₀或LC₅₀作为毒性终点；针对不同的毒性终点应选择相应的统计分析方法，并详细说明统计学参数，实验结果应具有统计学意义。

6.4 毒性数据评价

6.4.1 评价内容

对筛选后的毒性数据进行评价，评价内容包括：

- a) 一般使用国际标准、国家标准或行业标准毒性测试方法开展测试；
- b) 对于使用非标准毒性测试方法的测试，所用实验方法应经同行评议科学合理；
- c) 实验过程和实验结果的描述应详细；
- d) 用于推导基准的毒性数据应满足 6.4.2 的规定；
- e) 毒性数据一般应包括幼体等相对敏感生命阶段。

6.4.2 最少毒性数据需求

用于海洋生物水质基准推导的海洋受试物种应涵盖生产者、初级消费者和次级消费者 3 个营养级，以及以下门类中的至少 5 科 10 种：

- a) 微藻或大型藻类（如硅藻、金藻、绿藻、红藻等）中的 1 科；
- b) 节肢动物门甲壳类（如对虾科、卤虫科、猛水蚤科、螺赢蜚科、方蟹科等）中的

- 2 科；
- c) 脊索动物门硬骨鱼类（如牙鲆科、鲽科、鲷科、鰕虎鱼科、怪颌鲂科等）中的 1 科；
- d) 其他生物门类，如软体动物门（如贻贝科、牡蛎科、帘蛤科、鲍科等）、环节动物门（如沙蚕科等）、棘皮动物门（如长海胆科、球海胆科、刺参科等）、轮虫动物门（如臂尾轮科等）等中的 1 科，或是甲壳类和硬骨鱼类中未使用的 1 科。

6.4.3 评价结果

6.4.3.1 数据可靠性

依据数据可靠性评价，将毒性数据分为 4 类：

- a) 无限制可靠数据：数据产生过程完全符合标准毒性测试方法；
- b) 限制性可靠数据：数据产生过程不完全符合 a) 中实验准则，但实验程序翔实、可靠，有充足的证据证明数据可用；
- c) 不可靠数据：数据产生过程与 a) 中实验准则有冲突或矛盾，实验设计不科学，没有充足的证据证明数据可用，实验过程不能令人信服或不为专家所接受；
- d) 不确定数据：没有提供足够的实验细节，无法判断数据可靠性。

6.4.3.2 可靠性数据不足时处理方式

无限制可靠数据和限制性可靠数据可用于推导基准，当可靠数据不满足 6.4.2 时，应开展相应的生态毒理学实验补充毒性数据，优先使用本标准推荐的海洋受试生物（参见附录 B），实验方法参见国际标准、国家标准或行业标准毒性测试方法或文献（参见附录 C），且满足可靠性评价中的无限制可靠数据和限制性可靠数据的相关要求。

7 基准推导

7.1 推导程序

采用 SSD 法计算海洋生物水质基准，利用适宜的模型对物种敏感度的分布进行拟合后，计算出能保护 95% 生物的污染物浓度，经评估因子外推后获得基准，包括毒性数据预处理、模型拟合与评价、物种危害浓度确定和基准定值等步骤，推导程序见图 3。

7.2 毒性数据预处理

7.2.1 海水水质参数对污染物生物毒性影响分析

分析并确定影响污染物毒性效应的主要海水水质参数，如盐度、温度、pH 或溶解有机碳等。根据污染物的理化特性和毒性研究结果构建模型，以水质参数或其对数等转换形式为自变量 x ，以对应的毒性值或其对数等转换形式为因变量 y ，进行回归分析，确定水质参数对污染物毒性的影响。当水质参数对污染物毒性影响显著且影响规律明确时，须建立或利用相关模型对毒性数据进行校正。

7.2.2 最大容许毒物浓度的计算

对于从同一暴露实验中获得的某物种某个毒性效应的 NOEC 和 LOEC，将 NOEC 和 LOEC 代入公式 (1) 计算获得该物种该效应的 MATC。

$$MATC_{i,z} = \sqrt{NOEC_{i,z} \times LOEC_{i,z}} \quad (1)$$

式中：MATC——最大容许毒物浓度， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

NOEC——无观察效应浓度， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

LOEC——最低观察效应浓度， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

i ——某一物种，无量纲；

z ——某一毒性效应，无量纲。

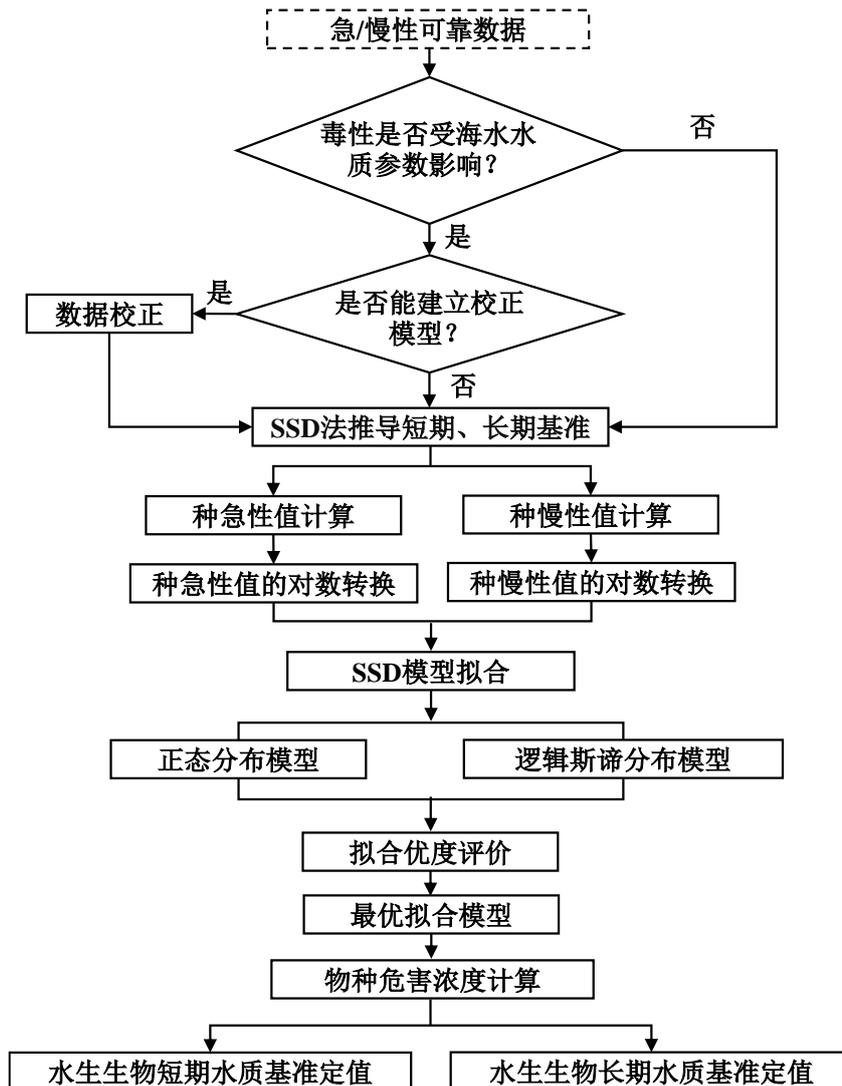


图 3 海洋生物水质基准推导程序

7.2.3 数据优先性

同一受试生物具有多组毒性数据时，应按照毒性终点、生命阶段、暴露方式、溶液浓度化学分析情况和离群值判断的顺序确定数据使用的优先性，步骤如下：

- a) 毒性终点：急性毒性数据通常使用 LC_{50} 或 EC_{50} 作为毒性终点，不区分优先性；慢性毒性数据的优先性为 $EC_{10} > EC_{20} > MATC > NOEC > LOEC > EC_{50} > LC_{50}$ ；
- b) 生命阶段：急性毒性数据的优先性为明确报道物种暴露初始生命阶段的数据 $>$ 未报道物种暴露初始生命阶段的数据；如果某种毒性效应具有多个不同生命阶段，比较不同生命阶段毒性值的差异；如果相差 2 倍以上，则相对敏感生命阶段毒性数据 $>$ 相对不敏感生命阶段毒性数据；对于慢性毒性数据，全生命周期 $>$ 部分生命周期 $>$ 单一生命阶段；
- c) 暴露方式：流水式 $>$ 半静态/静态 $>$ 未报道暴露方式；
- d) 溶液浓度化学分析情况：实测浓度 $>$ 表观浓度；
- e) 离群值判断：如果经上述筛选后的相同效应毒性数据之间相差 10 倍以上，需通过统计学方法或专业判断剔除离群值，当无法判断离群值时，弃用全部相关数据。

7.2.4 种急性值的计算

如果同一受试生物的某种急性毒性效应(如生长、存活等)具有多组急性毒性值(ATV)，

按公式 (2) 计算几何平均值作为该效应的急性毒性值 AVE。

$$AVE_{i,k} = \sqrt[m]{ATV_{i,k,1} \times ATV_{i,k,2} \times \dots \times ATV_{i,k,m}} \quad (2)$$

式中：AVE——同效应急性值， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

i ——某一物种，无量纲；

k ——急性毒性效应种类，无量纲；

m ——ATV 数量，个；

ATV——急性毒性值， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L 。

如果同一物种存在多个 AVE，取最敏感效应即 AVE 的最小值作为该物种的种急性值 (SAV) [38]。

7.2.5 种慢性值的计算

如果同一受试生物的某种慢性毒性效应（如生长、繁殖、存活等）具有多组慢性毒性值 (CTV)，按公式 (3) 计算几何平均值作为该效应的慢性毒性值 CVE。

$$CVE_{i,k} = \sqrt[m]{CTV_{i,k,1} \times CTV_{i,k,2} \times \dots \times CTV_{i,k,m}} \quad (3)$$

式中：CVE——同效应慢性值， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

i ——某一物种，无量纲；

k ——慢性毒性效应种类，无量纲；

m ——CTV 数量，个；

CTV——慢性毒性值， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L 。

如果同一物种存在多个 CVE，取最敏感效应即 CVE 的最小值作为该物种的种慢性值 (SCV)。

7.2.6 SAV 和 SCV 的对数转换

将得到的 SAV_i 和 SCV_i 分别取常用对数，得到 $\lg SAV_i$ 和 $\lg SCV_i$ 。

7.3 模型拟合与评价

7.3.1 累积频率计算

将物种 $\lg SAV_i$ 和 $\lg SCV_i$ 分别从小到大进行排序，确定其秩次 R （按毒性值由小到大依次排列，最小毒性值的秩次为 1，如果有两个或两个以上物种的毒性值相同，将其任意排成连续秩次），分别计算物种的急性和慢性累积频率 F_R ，计算方法见公式 (4)。

$$F_R = \frac{\sum_{i=1}^R f}{\sum_{i=1}^n f} \times 100\% \quad (4)$$

式中： F_R ——累积频率，%；

R ——毒性值的秩次，无量纲；

f ——频数，指毒性值秩次 R 对应的物种数，个。

7.3.2 模型拟合

分别以 $\lg SAV_i$ 和 $\lg SCV_i$ 作为自变量 x ，以对应的累积频率 F_R 为因变量 y ，利用正态分布模型和逻辑斯谛分布模型进行 SSD 模型拟合，拟合时推荐使用“国家生态环境基准计算软件 物种敏感度分布法”[39]。

7.3.3 模型评价

根据模型拟合优度评价参数评价模型的拟合度，评价参数包括：

a) 均方根误差 (RMSE)：RMSE 越接近于 0，表明模型拟合的精确度越高；

b) 概率 p 值 (Kolmogorov-Smirnov 检验)： p 值大于 0.05，表明拟合通过 K-S 检验，模型符合理论分布。

根据拟合优度评价结果，在 p 值大于 0.05 的拟合模型中，选择 RMSE 最小的模型作为最优拟合模型，最优拟合模型应能充分描绘数据分布情况，确保根据拟合的 SSD 曲线外推得出的水质基准在统计学上具有合理性和可靠性。

7.4 物种危害浓度确定

7.4.1 确定方法

依据确定的最优拟合模型，取 y 值为某一累积频率数值，计算获得对应的 x 值，则 x 的反对数 (10^x) 为对应的物种危害浓度。

7.4.2 危害浓度的种类和用途

计算的物种危害浓度包括累积频率分别为 5%、10%、25%、50%、75%、90%和 95% 时对应的长期和短期物种危害浓度 HC_5 、 HC_{10} 、 HC_{25} 、 HC_{50} 、 HC_{75} 、 HC_{90} 和 HC_{95} ，其中 HC_5 用于基准定值，其他物种危害浓度供管理决策参考。

7.5 基准定值

利用公式 (5) 和公式 (6) 进行基准外推，分别计算获得短期水质基准和长期水质基准。

$$SWQC = \frac{SHC_5}{SAF} \quad (5)$$

式中：SWQC——水生生物短期水质基准， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

SHC_5 ——基于急性毒性数据推导的 5%物种危害浓度， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

SAF——短期水质基准的评估因子，无量纲。

$$LWQC = \frac{LHC_5}{LAF} \quad (6)$$

式中：LWQC——水生生物长期水质基准， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

LHC_5 ——基于慢性毒性数据推导的 5%物种危害浓度， $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；

LAF——长期水质基准的评估因子，无量纲。

AF 的数值根据推导基准所用数据的数量、受试生物涵盖范围和数据拟合分布等情况综合确定，一般取值为 2~5。当有效毒性数据包括的物种数量大于 20 时，AF 一般取值为 2；有效毒性数据包括的物种数量小于等于 20 时，AF 一般取值为 3。特殊情况下由专家判断确定。

7.6 基准确定与表述

基准的确定和表述遵守以下规定：

- 按照本标准推导出的水质基准包括 SWQC 和 LWQC；
- 结合专业判断，确保 SWQC 和 LWQC 分别小于所有经济价值高或生态学意义突出的重要物种的 SAV 和 SCV，否则，应以最敏感的重要物种的 SAV 或 SCV 作为 SWQC 或 LWQC；
- 海洋生物水质基准值的有效位数一般不少于全国海洋生态环境监测数据，地方海洋生态环境监测数据或监测技术规范，数据质量可靠的调查、环评、跟踪监测等数据的有效位数(全国海洋生态环境监测数据优先,有效位数一般保留 2~4 位)，单位为 $\mu\text{g/L}$ 或 mg/L ；特殊情况下须根据实际情况处理，必要时，可采用科学计数法进行表述；
- 海洋生物水质基准表述内容包括水质基准值、 HC_5 和评估因子，若污染物毒性受海水水质参数影响，表述内容还应包括与其相关的海水水质参数信息。

8 质量保证与质量评价

8.1 质量保证

8.1.1 方案制定阶段

通过资料调研、专家咨询等方式确定工作方案，基准推导人员应熟悉本标准。

8.1.2 数据获取阶段

数据获取阶段的质量保证主要包括以下内容：

- a) 对数据检索人员进行数据检索知识和技能的培训，包括数据的类别、含义、毒性数据库和文献数据库的使用、数据筛选方法等；
- b) 确定数据筛选结果时，全面展示所获得的本标准规定的各类数据信息，并说明数据剔除的方法和原则以及每类或每条数据被剔除的原因；
- c) 对于影响基准定值的关键数据，至少由 2 人对数据的来源和可靠性进行核实；
- d) 基准推导过程中，通过补充开展生物毒性实验获取毒性数据时，遵照标准毒性测试方法，并对实验人员进行培训，包括实验设计、实验过程和结果的质量控制以及对实验结果的统计分析方法等。

8.1.3 基准推导阶段

基准推导阶段的质量保证主要包括以下内容：

- a) 对基准推导人员进行基准推导方法的培训，使其熟知基准推导的原理并掌握 SSD 拟合模型软件的使用方法；
- b) 对于因毒性受水质参数影响而需要进行数据校正的污染物，原则上在相同水质条件下不宜出现长期物种危害浓度或基准大于短期物种危害浓度或基准的现象。

8.2 质量评价

质量评价主要包括以下内容：

- a) 基准推导的步骤和方法应完全符合本标准的要求，包括纳入物种的营养级和类群、基准推导方法和模型等；
- b) 采用的毒性数据应全部真实、有效、可靠，符合本标准中 6.2 至 6.4 的规定，并说明用于基准推导的每一条毒性数据的测试方法（国际标准、国家标准、行业标准或非标方法）和可靠性评价结果（无限制可靠数据、限制性可靠数据）；
- c) 补充的生物毒性实验应参照国际标准、国家标准或行业标准毒性测试方法开展，实验结果具有统计学意义且符合测试方法中实验有效性的相关规定，并充分展示实验质量控制和有效性评价结果。

9 不确定性分析

对基准推导过程中的不确定性进行定性分析，不确定性的产生涉及数据获取、模型选择、基准推导等相关步骤，具体包括但不限于数据来源、检索方案、数据筛选与评价、受试物种的代表性、毒性数据校正、SSD 拟合模型评价以及评估因子取值等。

10 报告编制

基准推导应附技术报告描述基准推导过程，技术报告的主要内容包括：概述、国内外研究进展、目标污染物的海洋环境问题、毒性数据检索、筛选与评价、基准推导、质量评价、不确定性分析、参考文献和附录等，技术报告大纲和相关要求参见附录 E。

附录 A
(资料性附录)
海洋生物水质基准数据收集参考表

推导海洋生物水质基准的数据类别主要包括污染物的基本信息、理化特性数据、海水环境暴露数据、毒性数据、受试生物信息以及相关海水水质参数数据，数据收集主要依据 GB/T 34666.1、GB/T 34666.2 和 HJ 831，具体要求参见表 A.1。

表 A.1 数据收集参考表

| 数据类别 | | 具体指标 | |
|-------------|------------------------|--|---|
| 污染物基本信息 | 名称* | 中英文名称 | |
| | 分子式* | 化学分子式或结构式 | |
| | 编号* | CAS 编号、EINECS 编号、UN 编号等 | |
| | 其他信息 | 商业名称、俗名和用途等 | |
| 污染物理化特性 | | 相对分子质量: M_w ; 密度: ρ (g/cm^3); 熔点: T_m ($^{\circ}\text{C}$); 沸点: T_b ($^{\circ}\text{C}$); 溶解度: S_w (mg/L); 蒸气压: P_v (Pa) 等 | |
| | | 分配参数: 亨利定律常数 (K_H)、辛醇-空气分配系数 (K_{OA})、辛醇-水分配系数 (K_{OW})、有机碳分配系数 (K_{OC})、解离常数 ($\text{p}K_a$) 等 | |
| | | 降解特性: 光降解、生物降解等半衰期 | |
| 污染物海水环境暴露数据 | 采样信息 | 所属海域、站位名称、站位经纬度、采样时间、采样介质、水体采样层次等 | |
| | 样品分析信息 | 浓度值、浓度单位、分析方法等 | |
| | 海水水质参数 | 温度、pH、盐度、溶解氧和溶解有机碳等 | |
| | 数据来源 | 国内外数据库、公开发表的文献或报告等 | |
| 污染物毒性数据信息 | 实验条件 | 实验类型* | 急性毒性实验、慢性毒性实验(单一生命阶段实验、部分生命周期实验、全生命周期实验、多世代实验等) |
| | | 实验位置 | 自然野外实验、人工野外实验或室内实验等 |
| | | 实验方法* | 标准毒性测试方法名称及方法编号、非标准毒性测试方法 |
| | | 污染物纯度类型 | 优级纯 (GR)、分析纯 (AR)、化学纯 (CP) 或色谱纯等 |
| | | 污染物纯度值 | 污染物纯度值或有效成分的百分比 |
| | | 暴露方式* | 流水式、半静态、静态 |
| | | 实验负荷 | 单位体积海水中暴露的生物数量或质量 |
| | | 暴露浓度* | 暴露浓度值 (实测/表观) 和单位 |
| | | 实验基质类型 | 天然海水、人工海水、半咸水等 |
| | | 实验设计* | 对照组的设置、平行实验的数量等 |
| | | 溶剂 | 助溶剂、乳化剂、分散剂等, 如有使用则填入该溶剂的中文名称、英文名称、CAS 号、纯度、纯度值和最终浓度等信息 |
| | | 实验海水水质参数 | 温度、pH、盐度、溶解氧等 |
| 暴露时间* | 暴露时间值、暴露时间单位 (天或小时等) 等 | | |

续表

| 数据类别 | | 具体指标 | |
|----------------|----------------|--|--|
| 污染物毒性数据信息 | 实验结果 | 测试效应指标* | 生长（体重、体长、生长率、生物量、发育周期等）、繁殖（孵化率、孵化时间、性别比等）、存活（存活率、死亡率）等 |
| | | 毒性终点* | 急性毒性终点：LC ₅₀ 、EC ₅₀ 等 |
| | | | 慢性毒性终点：EC ₁₀ 、EC ₂₀ 、NOEC、LOEC、MATC、EC ₅₀ 、LC ₅₀ 等 |
| | 效应浓度* | 效应浓度值和单位 | |
| | 毒性数据来源* | 国内外毒性数据库、自测毒性数据、公开发表的文献或报告等 | |
| 海洋受试生物信息 | 受试生物名称* | 受试生物中文名和学名（拉丁名） | |
| | 生物分类信息* | 门、科等 | |
| | 生物来源 | 商业购买（野外捕捞或养殖场）、野外采集及地点或实验室驯养 | |
| | 暴露初始生物生命阶段 | 胚胎、幼体或成体等 | |
| | 暴露初始生物龄期、重量、长度 | 龄期值、龄期单位；重量值、重量单位；长度值、长度单位 | |
| | 生物性别 | 雄性、雌性或两性等 | |
| | 地理分布信息 | 栖息地特征、地理分布区域等 | |
| | 其他 | 生物生活习性等 | |
| 我国海域相关水质参数 | 采样站位信息 | 所属海域、站位名称、站位经纬度等 | |
| | 采样数据信息 | 采样时间、采样介质、水体采样层次等 | |
| | 水质参数分析信息 | 水质参数（温度、pH、盐度、溶解氧和溶解有机碳等）、水质参数值、单位、分析方法等 | |
| | 数据来源 | 国内外数据库、公开发表的文献或报告等 | |
| 注：带“*”的项目为必填项。 | | | |

附录 B
(资料性附录)
中国海洋生物水质基准推导受试生物推荐名录

表 B.1 中国海洋生物水质基准推导受试生物推荐名录

| 序号 | 中文名 | 学名 (拉丁名) | 分类地位 | |
|---------|--------|--|--------|-------|
| 微藻和大型藻类 | | | | |
| 1 | 中肋骨条藻 | <i>Skeletonema costatum</i> | 硅藻门 | 骨条藻科 |
| 2 | 假微型海链藻 | <i>Thalassiosira pseudonana</i> | 硅藻门 | 海链藻科 |
| 3 | 牟氏角毛藻 | <i>Chaetoceros muelleri</i> | 硅藻门 | 角毛藻科 |
| 4 | 三角褐指藻 | <i>Phaeodactylum tricorutum</i> | 硅藻门 | 褐指藻科 |
| 5 | 新月菱形藻 | <i>Nitzschia closterium</i> | 硅藻门 | 菱形藻科 |
| 6 | 湛江等鞭金藻 | <i>Isochrysis zhanjiangensis</i> | 金藻门 | 等鞭金藻科 |
| 7 | 亚心形扁藻 | <i>Platymonas subcordiformis</i> | 单细胞绿藻门 | 衣藻科 |
| 8 | 小球藻 | <i>Chlorella vulgaris</i> | 单细胞绿藻门 | 小球藻科 |
| 9 | 龙须菜 | <i>Gracilaria lemaneiformis</i> | 红藻门 | 江蓠科 |
| 10 | 环节藻 | <i>Champia parvula</i> | 红藻门 | 环节藻科 |
| 11 | 海带 | <i>Laminaria japonica</i> | 褐藻门 | 海带科 |
| 12 | 羊栖菜 | <i>Hizikia fusiforme</i> | 褐藻门 | 马尾藻科 |
| 13 | 裂片石莼 | <i>Ulva fasciata</i> | 绿藻门 | 石莼科 |
| 14 | 石莼 | <i>Ulva lactuca</i> | 绿藻门 | 石莼科 |
| 15 | 孔石莼 | <i>Ulva pertusa</i> | 绿藻门 | 石莼科 |
| 动物 | | | | |
| 16 | 褶臂尾轮虫 | <i>Brachionus plicatilis</i> | 轮虫动物门 | 臂尾轮科 |
| 17 | 小头虫 | <i>Capitella capitata</i> | 环节动物门 | 小头虫科 |
| 18 | 日本刺沙蚕 | <i>Neanthes japonica</i> | 环节动物门 | 沙蚕科 |
| 19 | 双齿围沙蚕 | <i>Perinereis aibuhitensis</i> | 环节动物门 | 沙蚕科 |
| 20 | 多齿围沙蚕 | <i>Perinereis nuntia</i> | 环节动物门 | 沙蚕科 |
| 21 | 皱纹盘鲍 | <i>Haliotis discus</i> | 软体动物门 | 鲍科 |
| 22 | 杂色鲍 | <i>Haliotis diversicolor</i> | 软体动物门 | 鲍科 |
| 23 | 马蹄螺 | <i>Trochus maculatus</i> | 软体动物门 | 马蹄螺科 |
| 24 | 疣荔枝螺 | <i>Reishia clavigera</i> (<i>Thais clavigera</i>) | 软体动物门 | 骨螺科 |
| 25 | 方斑东风螺 | <i>Babylonia areolata</i> | 软体动物门 | 蛾螺科 |
| 26 | 日本东风螺 | <i>Babylonia japonica</i> | 软体动物门 | 蛾螺科 |
| 27 | 管角螺 | <i>Hemifusus tuba</i> | 软体动物门 | 盔螺科 |
| 28 | 泥螺 | <i>Bullacta exarata</i> | 软体动物门 | 阿地螺科 |
| 29 | 泥蚶 | <i>Tegillarca granosa</i> | 软体动物门 | 蚶科 |
| 30 | 紫贻贝 | <i>Mytilus edulis</i> | 软体动物门 | 贻贝科 |
| 31 | 地中海贻贝 | <i>Mytilus galloprovincialis</i> | 软体动物门 | 贻贝科 |

续表

| 序号 | 中文名 | 学名 (拉丁名) | 分类地位 | |
|----|--------------------|---|-------|-------|
| 32 | 厚壳贻贝 | <i>Mytilus unguiculatus</i> (<i>Mytilus coruscus</i>) | 软体动物门 | 贻贝科 |
| 33 | 翡翠贻贝 | <i>Perna viridis</i> (<i>Mytilus smaragdinus</i>) | 软体动物门 | 贻贝科 |
| 34 | 偏顶蛤 | <i>Modiolus modiolus</i> | 软体动物门 | 贻贝科 |
| 35 | 合浦珠母贝 | <i>Pinctada fucata</i> | 软体动物门 | 珍珠贝科 |
| 36 | 栉孔扇贝 | <i>Chlamys farreri</i> | 软体动物门 | 扇贝科 |
| 37 | 海湾扇贝 | <i>Argopecten irradians</i> | 软体动物门 | 扇贝科 |
| 38 | 虾夷扇贝 (虾夷盘扇贝) | <i>Mizuhopecten yessoensis</i> (<i>Patinopecten yessoensis</i> ; <i>Pecten yessoensis</i>) | 软体动物门 | 扇贝科 |
| 39 | 角巨牡蛎 | <i>Crassostrea angulata</i> | 软体动物门 | 牡蛎科 |
| 40 | 近江巨牡蛎 | <i>Crassostrea ariakensis</i> (<i>Ostrea rivularis</i>) | 软体动物门 | 牡蛎科 |
| 41 | 长牡蛎 | <i>Crassostrea gigas</i> (<i>Ostrea gigas</i>) | 软体动物门 | 牡蛎科 |
| 42 | 香港巨牡蛎 | <i>Crassostrea hongkongensis</i> | 软体动物门 | 牡蛎科 |
| 43 | 僧帽囊牡蛎 (僧帽牡蛎) | <i>Saccostrea cucullata</i> | 软体动物门 | 牡蛎科 |
| 44 | 褶牡蛎 | <i>Alectryonella plicatula</i> | 软体动物门 | 牡蛎科 |
| 45 | 缢蛏 | <i>Sinonovacula constricta</i> | 软体动物门 | 灯塔蛤科 |
| 46 | 文蛤 | <i>Meretrix meretrix</i> | 软体动物门 | 帘蛤科 |
| 47 | 硬壳蛤 | <i>Mercenaria mercenaria</i> | 软体动物门 | 帘蛤科 |
| 48 | 菲律宾蛤仔 | <i>Ruditapes philippinarum</i> | 软体动物门 | 帘蛤科 |
| 49 | 盐卤虫/卤虫 | <i>Artemia parthenogenetica</i> | 节肢动物门 | 卤虫科 |
| 50 | 盐卤虫/卤虫 | <i>Artemia salina</i> | 节肢动物门 | 卤虫科 |
| 51 | 蒙古裸腹蚤 | <i>Moina mongolica</i> | 节肢动物门 | 裸腹蚤科 |
| 52 | 沃氏纺锤水蚤 (克氏纺锤水蚤) | <i>Acartia omorii</i> (<i>Acartia clausi</i>) | 节肢动物门 | 纺锤水蚤科 |
| 53 | 日本虎斑猛水蚤 | <i>Tigriopus japonicus</i> | 节肢动物门 | 猛水蚤科 |
| 54 | 近霍糠虾 | <i>Hoimesiella affinis</i> | 节肢动物门 | 糠虾科 |
| 55 | 黑褐新糠虾 | <i>Neomysis awatschensis</i> | 节肢动物门 | 糠虾科 |
| 56 | 博氏双眼钩虾 | <i>Ampelisca bocki</i> | 节肢动物门 | 双眼钩虾科 |
| 57 | 短角双眼钩虾 | <i>Ampelisca brevicornis</i> | 节肢动物门 | 双眼钩虾科 |
| 58 | 河螺赢蜚 | <i>Corophium acherusicum</i> | 节肢动物门 | 螺赢蜚科 |
| 59 | 隐居螺赢蜚 | <i>Corophium insidiosum</i> | 节肢动物门 | 螺赢蜚科 |
| 60 | 日本大螯蜚 | <i>Grandiderella japonica</i> | 节肢动物门 | 螺赢蜚科 |
| 61 | 刀额新对虾 | <i>Metapenaeus ensis</i> | 节肢动物门 | 对虾科 |
| 62 | 中国明对虾 | <i>Fenneropenaeus chinensis</i> (<i>Penaeus chinensis</i>) | 节肢动物门 | 对虾科 |

续表

| 序号 | 中文名 | 学名(拉丁名) | 分类地位 | |
|----|------------------|--|-------|------|
| 63 | 长毛明对虾 | <i>Fenneropenaeus penicillatus</i> | 节肢动物门 | 对虾科 |
| 64 | 日本囊对虾 | <i>Marsupenaeus japonicas</i> (<i>Penaeus japonicas</i>) | 节肢动物门 | 对虾科 |
| 65 | 斑节对虾 | <i>Penaeus monodon</i> | 节肢动物门 | 对虾科 |
| 66 | 短钩对虾 | <i>Penaeus semisulcatus</i> | 节肢动物门 | 对虾科 |
| 67 | 凡纳滨对虾 | <i>Litopenaeus vannamei</i> | 节肢动物门 | 对虾科 |
| 68 | 细角滨对虾 | <i>Litopenaeus stylirostris</i> (<i>Penaeus stylirostris</i>) | 节肢动物门 | 对虾科 |
| 69 | 脊尾白虾 | <i>Palaemon carinicauda</i> | 节肢动物门 | 长臂虾科 |
| 70 | 罗氏沼虾 | <i>Macrobrachium rosenbergii</i> | 节肢动物门 | 长臂虾科 |
| 71 | 远海梭子蟹 | <i>Portunus pelagicus</i> | 节肢动物门 | 梭子蟹科 |
| 72 | 红星梭子蟹 | <i>Portunus sanguinolentus</i> | 节肢动物门 | 梭子蟹科 |
| 73 | 锯缘青蟹 | <i>Scylla serrata</i> | 节肢动物门 | 梭子蟹科 |
| 74 | 厚纹蟹属 | <i>Pachygrapsus</i> sp. | 节肢动物门 | 方蟹科 |
| 75 | 近方蟹属 | <i>Hemigrapsus</i> sp. | 节肢动物门 | 方蟹科 |
| 76 | 中华绒螯蟹 | <i>Eriocheir sinensis</i> | 节肢动物门 | 弓蟹科 |
| 77 | 招潮蟹属 | <i>Uca</i> sp. | 节肢动物门 | 沙蟹科 |
| 78 | 紫海胆 | <i>Anthocardis crassispina</i> | 棘皮动物门 | 长海胆科 |
| 79 | 中间球海胆 | <i>Strongylocentrotus intermedius</i> | 棘皮动物门 | 球海胆科 |
| 80 | 光棘球海胆 | <i>Strongylocentrotus nudus</i> | 棘皮动物门 | 球海胆科 |
| 81 | 马粪海胆 | <i>Hemicentrotus pulcherrimus</i> | 棘皮动物门 | 球海胆科 |
| 82 | 仿刺参 | <i>Apostichopus japonicus</i> | 棘皮动物门 | 刺参科 |
| 83 | 太平洋鲱 | <i>Clupea pallasii</i> | 脊索动物门 | 鲱科 |
| 84 | 遮目鱼 | <i>Chanos chanos</i> | 脊索动物门 | 遮目鱼科 |
| 85 | 黄线狭鳕 | <i>Theragra chalcogramma</i> | 脊索动物门 | 鳕科 |
| 86 | 龟鲛 (鲛) | <i>Chelon haematocheilus</i> (<i>Liza haematocheilus</i>) | 脊索动物门 | 鲛科 |
| 87 | 大鳞龟鲛 (大鳞鲛) | <i>Chelon macrolepis</i> (<i>Liza macrolepis</i>) | 脊索动物门 | 鲛科 |
| 88 | 鲮 | <i>Mugil cephalus</i> | 脊索动物门 | 鲮科 |
| 89 | 黑点青鳉 | <i>Oryzias melastigma</i> | 脊索动物门 | 怪颌鳉科 |
| 90 | 三刺鱼 | <i>Gasterosteus aculeatus</i> | 脊索动物门 | 刺鱼科 |
| 91 | 许氏平鲉 | <i>Sebastes schlegelii</i> | 脊索动物门 | 鲉科 |
| 92 | 褐菖鲉 | <i>Sebastes marmoratus</i> | 脊索动物门 | 鲉科 |
| 93 | 尖吻鲈 | <i>Lates calcarifer</i> | 脊索动物门 | 尖吻鲈科 |
| 94 | 日本花鲈 | <i>Lateolabrax japonicus</i> | 脊索动物门 | 狼鲈科 |
| 95 | 赤点石斑鱼 | <i>Epinephelus akaara</i> | 脊索动物门 | 鲷科 |
| 96 | 橘点石斑鱼 (点带石斑鱼) | <i>Epinephelus coioides</i> | 脊索动物门 | 鲷科 |
| 97 | 鲱鳅 | <i>Coryphaena hippurus</i> | 脊索动物门 | 鲱鳅科 |

续表

| 序号 | 中文名 | 学名 (拉丁名) | 分类地位 | |
|-----|------------------|--|-------|------|
| 98 | 五条鲷 | <i>Seriola quinqueradiata</i> | 脊索动物门 | 鲷科 |
| 99 | 紫红笛鲷 | <i>Lutjanus argentimaculatus</i> | 脊索动物门 | 笛鲷科 |
| 100 | 黑棘鲷 (黑鲷) | <i>Acanthopagrus schlegelii</i> (<i>Sparus macrocephalus</i>) | 脊索动物门 | 鲷科 |
| 101 | 真赤鲷 (真鲷) | <i>Pagrus major</i> (<i>Pagrosomus major</i>) | 脊索动物门 | 鲷科 |
| 102 | 平鲷 | <i>Rhabdosargus sarba</i> | 脊索动物门 | 鲷科 |
| 103 | 乳色刺鰕虎鱼 | <i>Acanthogobius lactipes</i> | 脊索动物门 | 鰕虎鱼科 |
| 104 | 短吻栉鰕虎鱼 | <i>Ctenogobius brevirostris</i> | 脊索动物门 | 鰕虎鱼科 |
| 105 | 裸项栉鰕虎鱼 | <i>Ctenogobius gymnauchen</i> | 脊索动物门 | 鰕虎鱼科 |
| 106 | 多线栉鰕虎鱼 | <i>Ctenogobius notophthalmus</i> | 脊索动物门 | 鰕虎鱼科 |
| 107 | 大弹涂鱼 | <i>Boleophthalmus pectinirostris</i> | 脊索动物门 | 鰕虎鱼科 |
| 108 | 诸氏鲷鰕虎鱼 | <i>Mugilogobius chulae</i> | 脊索动物门 | 鰕虎鱼科 |
| 109 | 牙鲆 | <i>Paralichthys olivaceus</i> | 脊索动物门 | 牙鲆科 |
| 110 | 星斑川鲷 | <i>Platichthys stellatus</i> | 脊索动物门 | 鲷科 |
| 111 | 钝吻鲷 (钝吻拟鲷) | <i>Pleuronectes yokohamae</i> (<i>Pseudopleuronectes</i>) | 脊索动物门 | 鲷科 |
| 112 | 暗纹多纪鲷 (暗色东方鲷) | <i>Takifugu fasciatus</i> (<i>Takifugu obscurus</i>) | 脊索动物门 | 三齿鲷科 |
| 113 | 红鳍多纪鲷 (红鳍东方鲷) | <i>Takifugu rubripes</i> | 脊索动物门 | 三齿鲷科 |

注：本名录中的物种主要为我国海域分布的海洋模式生物；本土物种的确定及物种名依据《中国海洋物种和图集》（2012年）和《中国海洋生物名录》（2008年）等文献确定，括号内为曾用中文名或曾用学名（拉丁名）。

附录 C
(资料性附录)
国内外涵盖海洋生物的标准毒性测试方法

表 C.1 国内外涵盖海洋生物的标准毒性测试方法

| 标准编号 | 标准名称 | 测试类型 | 受试生物类型 | 效应类型 |
|-------------------|---|------|-------------------|----------|
| GB 17378.7—2007 | 海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测 | 急性 | 多毛类、贝类、甲壳类、棘皮类 | 存活 |
| GB 30980—2014 | 海洋倾倒物质评价规范 疏浚物 | 急性 | 贝类、甲壳类、棘皮类、鱼类 | 存活 |
| GB/T 18420.2—2009 | 海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第 2 部分：检验方法 | 急性 | 甲壳类、鱼类 | 存活 |
| GB/T 21807—2008 | 化学品 鱼类胚胎和卵黄囊仔鱼阶段的短期毒性试验 | 慢性 | 鱼类 | 存活、生长、繁殖 |
| GB/T 21854—2008 | 化学品 鱼类早期生活阶段毒性试验 | 慢性 | 鱼类 | 存活、生长、繁殖 |
| HY/T 147.5—2013 | 海洋监测技术规程 第 5 部分：海洋生态 | 急、慢性 | 微藻 | 生长 |
| | | 急性 | 多毛类、贝类、甲壳类、棘皮类、鱼类 | 存活 |
| ISO 10253:2016 | 水质 海洋藻类生长抑制试验 骨条藻和三角褐指藻 (Water Quality — Marine Algal Growth Inhibition Test with <i>Skeletonema</i> sp. and <i>Phaeodactylum tricorutum</i>) | 急、慢性 | 微藻 | 生长 |
| ISO 10710:2010 | 水质 海水和半咸水中大型海藻红藻生长抑制试验 (Water Quality — Growth Inhibition Test with the Marine and Brackish Water Macroalga <i>Ceramium tenuicorne</i>) | 慢性 | 大型藻类 | 生长 |
| ISO 14669:1999 | 水质 海洋桡足类急性致死毒性的测定 (Water Quality — Determination of Acute Lethal Toxicity to Marine Copepods (<i>Copepoda</i> , <i>Crustacea</i>)) | 急性 | 甲壳类 | 存活 |
| ISO 17244:2015 | 水质 水样对长牡蛎和贻贝胚胎至幼虫发育毒性的测定 (Water Quality — Determination of the Toxicity of Water Samples on the Embryo-Larval Development of Japanese Oyster (<i>Crassostrea gigas</i>) and Mussel (<i>Mytilus edulis</i> or <i>Mytilus galloprovincialis</i>)) | 急性 | 贝类 | 生长 |

续表

| 标准编号 | 标准名称 | 测试类型 | 受试生物类型 | 效应类型 |
|-------------------------|---|------|---------------|-------|
| ISO 16778:2015 | 水质 桡足类哲水蚤早期生命阶段试验 汤氏纺锤水蚤 (Water Quality — Calanoid Copepod Early-Life Stage Test with <i>Acartia tonsa</i>) | 慢性 | 甲壳类 | 存活、生长 |
| ISO/TS 18220:2016 | 水质 桡足类猛水蚤幼虫发育试验 美丽 猛水蚤 (Water Quality — Larval Development Test with the Harpacticoid Copepod <i>Nitocra spinipes</i>) | 慢性 | 甲壳类 | 存活、生长 |
| ISO 19820:2016 | 水质 海洋轮虫急性毒性的测定 褶臂尾 轮虫 (Water Quality — Determination of the Acute Toxicity to the Marine Rotifer <i>Brachionus plicatilis</i>) | 急性 | 轮虫 | 存活 |
| ASTM E724-98 (2012) | 四种海水双壳类软体动物胚胎静态急性 毒性试验指南 (Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests Starting with Embryos of Four Species of Saltwater Bivalve Molluscs) | 急性 | 贝类 | 生长 |
| ASTM E729-96 (2014) | 鱼类、大型无脊椎动物和两栖类急性毒性 试验指南 (Standard Guide for Conducting Acute Toxicity Tests on Test Materials with Fishes, Macroinvertebrates, and Amphibians) | 急性 | 贝类、甲壳类、 鱼类 | 存活 |
| ASTM E1023-84 (2014) | 材料对水生生物及其用途危害评估指南 (Standard Guide for Assessing the Hazard of a Material to Aquatic Organisms and Their Uses) | 慢性 | 鱼类、甲壳类 | 生长、繁殖 |
| ASTM E1191-97 (2014) | 海水糠虾生命周期毒性试验指南 (Standard Guide for Conducting Life-Cycle Toxicity Tests with Saltwater Mysids) | 慢性 | 甲壳类 | 存活、生长 |
| ASTM E1192-97 (2014) | 水环境样品和废水对鱼类、大型无脊椎动 物和两栖类急性毒性试验指南 (Standard Guide for Conducting Acute Toxicity Tests on Aqueous Ambient Samples and Effluents with Fishes, Macroinvertebrates, and Amphibians) | 急性 | 贝类、甲壳类、 鱼类 | 存活 |
| ASTM E1241-05 (2013) | 鱼类早期生命阶段毒性试验指南 (Standard Guide for Conducting Early Life-Stage Toxicity Tests with Fishes) | 慢性 | 鱼类 | 存活、生长 |

续表

| 标准编号 | 标准名称 | 测试类型 | 受试生物类型 | 效应类型 |
|-------------------------|---|------|-----------------|----------|
| ASTM E1463-92 (2012) | 美国西海岸糠虾静态和流水式急性毒性试验指南 (Standard Guide for Conducting Static and Flow-Through Acute Toxicity Tests with Mysids From the West Coast of the United States) | 急性 | 甲壳类 | 存活 |
| ASTM E1562-00 (2013) | 多毛类环节动物的水生急性、慢性和生命周期毒性试验指南 (Standard Guide for Conducting Acute, Chronic, and Life-Cycle Aquatic Toxicity Tests with Polychaetous Annelids) | 急、慢性 | 多毛类 | 存活、繁殖 |
| ASTM E1563-98 (2012) | 海胆胚胎静态急性毒性试验指南 (Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests with Echinoid Embryos) | 急性 | 棘皮类 | 存活 |
| ASTM E1711-20 | 鱼类行为毒性试验测定指南 (Standard Guide for Measurement of Behavior During Fish Toxicity Tests) | / | 鱼类 | 行为 |
| ASTM E2317-04 (2012) | 海洋小型底栖桡足类半静态生命周期试验指南 (Standard Guide for Conducting Renewal Microplate-Based Life-Cycle Toxicity Tests with a Marine Meiobenthic Copepod) | 慢性 | 甲壳类 | 存活、生长、繁殖 |
| EPA-821-R-02-012 | 废水和受纳水体对淡水和海洋生物急性毒性的测定方法 (Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms) | 急性 | 甲壳类、鱼类 | 存活 |
| EPA-821-R-02-014 | 废水和受纳水体对淡水和海洋生物慢性毒性的短期评估方法 (Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Marine and Estuarine Organisms) | 慢性 | 大型藻类、甲壳类、棘皮类、鱼类 | 存活、生长、繁殖 |
| EPS 1/RM/10 | 生物试验方法 三刺鱼急性致死率试验 (Biological Test Method: Acute Lethality Test Using Three Spine Stickleback (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)) | 急性 | 鱼类 | 存活 |

续表

| 标准编号 | 标准名称 | 测试类型 | 受试生物类型 | 效应类型 |
|---------------------|--|------|--------|----------|
| EPS 1/RM/27 | 生物试验方法 棘皮类（海胆和沙钱）受精试验（Biological Test Method: Fertilization Assay Using Echinoids (Sea Urchins and Sand Dollars)） | 急性 | 棘皮类 | 繁殖 |
| OECD 203 | OECD 化学品试验指南 鱼类急性毒性试验（OECD Guidelines for Testing of Chemicals — Fish, Acute Toxicity Test） | 急性 | 鱼类 | 存活 |
| OECD 210 | OECD 化学品试验指南 鱼类早期生命阶段试验（OECD Guidelines for Testing of Chemicals — Fish, Early-life Stage Toxicity Test） | 慢性 | 鱼类 | 存活、生长、繁殖 |
| OECD 212 | OECD 化学品试验指南 鱼类胚胎和卵黄囊仔鱼阶段的短期毒性试验（OECD Guidelines for Testing of Chemicals — Fish, Short-term Toxicity Test on Embryo and Sac-fry Stages） | 慢性 | 鱼类 | 存活、生长、繁殖 |
| USEPA OCSP 850.1025 | 生态效应试验指南 牡蛎急性毒性试验（贝壳沉积）（Ecological Effects Test Guidelines — Oyster Acute Toxicity Test (Shell Deposition)） | 急性 | 贝类 | 存活、生长 |
| USEPA OCSP 850.1035 | 生态效应试验指南 糠虾急性毒性试验（Ecological Effects Test Guidelines — Mysid Acute Toxicity Test） | 急性 | 甲壳类 | 存活 |
| USEPA OCSP 850.1045 | 生态效应试验指南 对虾急性毒性试验（Ecological Effects Test Guidelines — Penaeid Acute Toxicity Test） | 急性 | 甲壳类 | 存活 |
| USEPA OCSP 850.1055 | 生态效应试验指南 双壳类动物急性毒性试验（胚胎至幼虫）（Ecological Effects Test Guidelines — Bivalve Acute Toxicity Test (Embryo-Larval)） | 急性 | 贝类 | 生长 |
| USEPA OCSP 850.1075 | 生态效应试验指南 淡水和海水鱼类急性毒性试验（Ecological Effects Test Guidelines — Freshwater and Saltwater Fish Acute Toxicity Test） | 急性 | 鱼类 | 存活 |
| USEPA OCSP 850.1400 | 生态效应试验指南 鱼类早期生命阶段毒性试验（Ecological Effects Test Guidelines — Fish Early Life Stage Toxicity Test） | 慢性 | 鱼类 | 存活、生长、繁殖 |

续表

| 标准编号 | 标准名称 | 测试类型 | 受试生物类型 | 效应类型 |
|-------------------------|--|------|--------|--------------|
| USEPA OCSP 850.4500 | 生态效应试验指南 藻类毒性试验 (Ecological Effects Test Guidelines — Algal Toxicity) | 急、慢性 | 微藻 | 生长 |
| USEPA OPPTS 850.1350 | 生态效应试验指南 糠虾慢性毒性试验 (Ecological Effects Test Guidelines — Mysid Chronic Toxicity Test) | 慢性 | 甲壳类 | 存活、生 长、繁殖 |
| USEPA OPPTS 850.1500 | 生态效应试验指南 鱼类生命周期毒性试 验 (Ecological Effects Test Guidelines — Fish Life Cycle Toxicity) | 慢性 | 鱼类 | 存活、繁殖 |

附录 D
(资料性附录)

海洋生态毒理学实验中暴露方式和暴露时间的一般性要求

表 D.1 急性毒性实验中暴露方式和暴露时间的一般性要求

| 受试生物类型 | | 暴露方式 | 暴露时间 |
|--------|---------------------------------------|------------|---|
| 海洋微藻 | 如硅藻、金藻、绿藻 | 静态 | 不大于 24 h |
| 海洋大型藻类 | 如红藻 | 流水式/半静态/静态 | 不大于 96 h |
| 轮虫动物门 | 如臂尾轮虫科 | 半静态/静态 | 24 h 或 48 h |
| 环节动物门 | 多毛类(如沙蚕科、小头虫科) | 流水式/半静态/静态 | 24 h、48 h、72 h 或 96 h |
| 软体动物门 | 双壳类(如贻贝科、牡蛎科、帘蛤科)、腹足纲(如鲍科) | 流水式/半静态/静态 | 胚胎、幼虫、幼体或稚贝: 24 h、48 h、72 h 或 96 h |
| 节肢动物门 | 枝角类 | 半静态/静态 | 48 h、72 h 或 96 h |
| | 桡足类(如纺锤水蚤科、猛水蚤科) | 流水式/半静态/静态 | 无节幼体: 96 h 桡足幼体或成体: 24 h、48 h 或 96 h |
| | 端足类(如螺赢蜚科)、十足类(如对虾科、方蟹科、沙蟹)、糠虾类(如糠虾科) | 流水式/半静态/静态 | 受精卵或幼体: 24 h、48 h、72 h 或 96 h |
| 棘皮动物门 | 如长海胆科、球海胆科、刺参科 | 流水式/半静态/静态 | 胚胎或幼体: 24 h、48 h、72 h 或 96 h |
| 脊索动物门 | 鱼类(如牙鲆科、鲽科、鲷科、虾虎鱼科、怪颌鲂科) | 流水式/半静态/静态 | 胚胎、仔鱼或幼鱼: 96 h |

表 D.2 慢性毒性实验中暴露方式和暴露时间的一般性要求

| 受试生物类型 | | 暴露方式 | 代表生物及暴露时间 |
|--------|------------------|---------|--|
| 海洋微藻 | 如硅藻、金藻、绿藻 | 静态 | 中肋骨条藻 (<i>Skeletonema costatum</i>): 不少于 3 d |
| 轮虫动物门 | 如臂尾轮虫科 | 半静态 | 褶臂尾轮虫 (<i>Brachionus plicatilis</i>): 不少于 4 d |
| 环节动物门 | 多毛类(如沙蚕科、小头虫科) | 半静态 | 小头虫 (<i>Capitella capitata</i>): 不少于 14 d 双齿围沙蚕 (<i>Perinereis aibuhitensis</i>): 不少于 7 d |
| 节肢动物门 | 枝角类 | 半静态 | 蒙古裸腹溞 (<i>Moina mongolica</i>): 不少于 5 d |
| | 桡足类(如纺锤水蚤科、猛水蚤科) | 流水式/半静态 | 日本虎斑猛水蚤 (<i>Tigriopus japonicus</i>): 不少于 14 d |
| | 端足类(如螺赢蜚科) | 流水式/半静态 | 河螺赢蜚 (<i>Corophium acherusicum</i>): 早期生命阶段/部分生命周期实验不少于 10 d, 全生命周期实验不少于 32 d |

续表

| 受试生物类型 | | 暴露方式 | 代表生物及暴露时间 |
|--------|--------------------------|---------|--|
| 节肢动物门 | 十足类（如对虾科、方蟹科、沙蟹科） | 流水式/半静态 | 斑节对虾（ <i>Penaeus monodon</i> ）：不少于 21 d |
| | 糠虾类（如糠虾科） | 流水式/半静态 | 近霍糠虾（ <i>Hoimesiella affinis</i> ）：早期/部分生命周期实验不少于 28 d |
| 脊索动物门 | 鱼类（如牙鲆科、鲽科、鲷科、鰕虎鱼科、怪颌鲂科） | 流水式/半静态 | 黑点青鳉（ <i>Oryzias melastigma</i> ）：早期生命阶段实验不少于 21 d，全生命周期实验不少于 90 d |

附录 E
(资料性附录)
海洋生物水质基准技术报告编制大纲及要求

E.1 名称和结构

E.1.1 文件名称

《海洋生物水质基准技术报告》(以下简称《技术报告》)名称由基准类别、污染物名称和版本号三部分组成。

示例:

海洋生物水质基准—镉(20××年版)

E.1.2 文件结构

E.1.2.1 构成要素

《技术报告》的构成要素及表述规则见表 E.1。

表 E.1 《技术报告》构成要素及表述规则

| 要素 | 必备或可选 | 表述规则 | | | | |
|-------|-------|---|-----|-------|----------------------|-------------|
| 封面 | 必备 | 标明《技术报告》名称、编制完成时间和版本号 | | | | |
| 声明 | 必备 | 说明生态环境基准性质、定位和作用 | | | | |
| 前言 | 必备 | 说明《技术报告》编写背景、编制依据、与其他文件的关系、编制单位以及其所代替或废止的历次《技术报告》版本等基本情况 | | | | |
| 缩略语说明 | 可选 | 以列表形式说明《技术报告》所使用的缩略语清单,由序号、缩略语、中文名称、外文名称和单位 5 部分组成,其中:中文名称为缩略语的中文全称,应与外文名称相一致;外文名称为缩略语的外文全称;单位以字母表示并符合相关国家标准要求,如无单位用“—”注明 | | | | |
| | | 示例: | | | | |
| | | 序号 | 缩略语 | 中文名称 | 外文名称 | 单位 |
| | | 1 | ATV | 急性毒性值 | Acute Toxicity Value | μg/L 或 mg/L |
| ... | ... | ... | ... | ... | | |
| 目录 | 必备 | 最多设置到三级标题(自动生成的内容) | | | | |
| 正文 | 必备 | 根据需要设置章节、图、表、数学公式等,其中:章节编排见 E.1.2.2,主要内容及要求见 E.2;图、表、数学公式编排执行 GB/T 1.1 | | | | |
| 参考文献 | 可选 | 格式执行 GB/T 7714 | | | | |
| 附录 | 可选 | 给出有助于理解或使用《技术报告》的附加信息,包括用于基准推导的目标污染物生物毒性数据、根据需要开展的补充生物毒性实验报告等 | | | | |

E.1.2.2 层次编号

表 E.2 给出了《技术报告》可能具有的层次名称。

表 E.2 《技术报告》层次编号

| 名称 | 编号示例 |
|----|--|
| 章 | 3 |
| 节 | 3.1 |
| 节 | 3.1.1 |
| 节 | 3.1.1.1 |
| 段 | [无编号] |
| 列项 | 列项符号：“——”“●”；列项编号 a)、b) 和下一层次的数字编号 1)、2) |
| 附录 | 附录 A A.1 A.1.1 A.1.1.1 A.1.1.1.2 |

E.2 主要内容和要求

E.2.1 概述

描述目标污染物基准推导的必要性和重要性以及基准推导纳入物种和数据等基本情况。

E.2.2 国内外研究进展

描述目标污染物基准研究的国内外进展，包括国内外相关基准的发布机构、制/修订时间、纳入物种的情况和推导方法等。

E.2.3 目标污染物的海洋环境问题

描述目标污染物的来源、基本信息和理化特性、近年我国海洋环境中目标污染物的来源和浓度水平、目标污染物的毒性效应，以及海水水质参数对目标污染物毒性影响的分析等。

在描述近年我国海洋环境中目标污染物的浓度水平时，优先采用国家层面的监测数据，次之采用地方层面或文献报道的监测或检测数据。

E.2.4 毒性数据检索、筛选与评价

详细描述资料检索和数据筛选步骤、方法和结果，主要包括：

- a) 基准推导所需数据类型，包括化合物名称、化合物形态、受试生物名称、受试生物分类信息、暴露初始生命阶段、暴露方式、暴露时间、毒性终点、毒性效应指标、效应浓度值、水质参数等；
- b) 资料检索所利用的毒性数据库、文献数据库、检索时间、检索方案和检索结果等；
- c) 毒性数据的筛选方法和筛选结果，包括受试物种、暴露时间、毒性终点、暴露方式和实验水质参数等数据的筛选结果，以及筛选获得数据的分布情况，包括数据库类型、毒性数据类型、总数据量、删除的各类数据数量、剩余数据量等；对筛选获得的数据进行可靠性评价和分类；分别说明获得的急、慢性可靠数据涉及的物种总数量等；
- d) 基准推导过程中，如需补充开展毒性实验，应单独说明并将实验报告作为附录。

E.2.5 基准推导

描述基准推导的方法和结果，具体包括：

- a) 如果海水水质参数对目标污染物毒性有显著影响，描述依据相关模型对毒性数据进行校正的方法和结果；
- b) 种急/慢性值的处理方法、计算方法和结果；
- c) 累积频率的计算方法和结果；
- d) 基准推导中模型拟合与评价的方法和结果；
- e) 物种危害浓度确定的方法和基准外推的方法和结果，包括评估因子的取值等；
- f) 基准取值的有效数字保留情况和计量单位等；
- g) 短期和长期水质基准推导的结果和基准含义等。

E.2.6 质量评价

描述对基准推导过程与本标准技术要求的相符性进行评价的结果，包括基准推导采用的方法和模型、纳入物种的营养级别与物种类群、文献毒性数据的测试方法及可靠性、所推导的基准对重要物种的保护性（SWQC 和 LWQC 分别与重要物种的 SAV 和 SCV 的对比）等。如果基准推导过程中采用了补充测试的毒性实验数据，须对补充的毒性实验的质控结果和实验有效性等进行评述。上述相关内容应完全符合本标准的要求。

E.2.7 不确定性分析

描述对基准推导的不确定性分析结果，包括数据获取、模型选择、基准推导等相关方面。

E.2.8 科学评估

描述基准科学评估会议的召开日期和主要结论等。

E.2.9 参考文献

描述为反映基准推导工作背景和依据、撰写《技术报告》而引用的有关文献资料信息的出处。

E.2.10 附录

通常可以将用于基准推导的毒性数据和补充开展的毒性测试实验报告列于附录，具体包括：

- a) 目标污染物的生物毒性数据：列表展示，对每条原始毒性数据进行编号，同时展示物种名称与生命阶段、化合物名称、毒性值、暴露方式（静态、半静态、流水式）、暴露时间、溶液浓度化学分析情况、毒性终点、毒性效应、同效应毒性值、种毒性值、相关实验水质参数（如盐度、温度、pH 值）、参考文献等，毒性测试方法（国际标准、国家标准、行业标准或非标方法）和可靠性判断结果（无限制可靠数据、限制性可靠数据）等也应一并展示；
- b) 基准推导过程中补充开展的生物毒性测试实验报告：应清晰表述实验方法依据、受试生物特征、实验设计、实验条件、实验结果及统计学分析信息，实验质量控制和有效性等信息也应一并展示。

参考文献

- [1] USEPA. Guidelines for deriving numerical national water quality criteria for the protection of aquatic organisms and their uses[R]. Washington DC: United States Environmental Protection Agency, 1985.
- [2] RIVM. Guidance for the derivation of environmental risk limits within the framework of ‘International and national environmental quality standards for substances in the Netherlands’ (INS) Revision 2007[R]. Bilthoven: National Institute for Public Health and the Environment, 2007.
- [3] ISO. Water quality — marine algal growth inhibition test with *Skeletonema* sp. and *Phaeodactylum tricornutum*: ISO 10253:2016[S]. Switzerland: International Organization for Standardization, 2016.
- [4] ISO. Water quality — growth inhibition test with the marine and brackish water macroalga *Ceramium tenuicorne*: ISO 10710:2010[S]. Switzerland: International Organization for Standardization, 2010.
- [5] ISO. Water quality — determination of acute lethal toxicity to marine copepods (*Copepoda*, *Crustacea*): ISO 14669:1999. Geneva: International Organization for Standardization, 1999.
- [6] ISO. Water quality — determination of the toxicity of water samples on the embryo-larval development of Japanese oyster (*Crassostrea gigas*) and mussel (*Mytilus edulis* or *Mytilus galloprovincialis*): ISO 17244:2015[S]. Geneva: International Organization for Standardization, 2015.
- [7] ISO. Water quality — calanoid copepod early-life stage test with *Acartia tonsa*: ISO 16778:2015[S]. Switzerland: International Organization for Standardization, 2015.
- [8] ISO/TS. Water quality — larval development test with the harpacticoid copepod *Nitocra spinipes*: ISO/TS 18220:2016[S]. Switzerland: International Organization for Standardization, 2016.
- [9] ISO. Water quality — determination of the acute toxicity to the marine rotifer *Brachionus plicatilis*: ISO 19820:2016[S]. Geneva: International Organization for Standardization, 2016.
- [10] ASTM. Standard guide for conducting static acute toxicity tests starting with embryos of four species of saltwater bivalve molluscs: ASTM E724-98 (2012)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2012.
- [11] ASTM. Standard guide for conducting acute toxicity tests on test materials with fishes, macroinvertebrates, and amphibians: ASTM E729-96 (2014)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2014.
- [12] ASTM. Standard guide for assessing the hazard of a material to aquatic organisms and their uses: ASTM E1023-84 (2014)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2014.
- [13] ASTM. Standard guide for conducting life-cycle toxicity tests with saltwater mysids: ASTM E1191-03a (2014)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2014.
- [14] ASTM. Standard guide for conducting acute toxicity tests on aqueous ambient samples and effluents with fishes, macroinvertebrates, and amphibians: ASTM E1192-97 (2014)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2014.
- [15] ASTM. Standard guide for conducting early life-stage toxicity tests with fishes: ASTM E1241-05 (2013)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2013.
- [16] ASTM. Standard guide for conducting static and flow-through acute toxicity tests with

- mysids from the West Coast of the United States: ASTM E1463-92 (2012)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2012.
- [17] ASTM. Standard guide for conducting acute, chronic, and life-cycle aquatic toxicity tests with polychaetous annelids: ASTM E1562-00 (2013)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2013.
- [18] ASTM. Standard guide for conducting static acute toxicity tests with echinoid embryos: ASTM E1563-98 (2012)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2012.
- [19] ASTM. Standard guide for measurement of behavior during fish toxicity tests: ASTM E1711-20[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2020.
- [20] ASTM. Standard guide for conducting renewal microplate-based life-cycle toxicity tests with a marine meiobenthic copepod: ASTM E2317-04(2012)[S]. PA: American Society of Testing Materials, 2012.
- [21] USEPA. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms: EPA-821-R-02-012[S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2002.
- [22] USEPA. Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to marine and estuarine organisms: EPA-821-R-02-014[S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2002.
- [23] Environment Canada. Biological test method: Acute lethality test using three spine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*): EPS 1/RM/10[S]. Ottawa: Environment Canada, 2000.
- [24] Environment Canada. Biological test method: Fertilization assay using echinoids (sea urchins and sand dollars): EPS 1/RM/27[S]. Ottawa: Environment Canada, 2011.
- [25] OECD. OECD guidelines for testing of chemicals — fish, acute toxicity test: OECD 203[S]. Medmenham: Organization for Economic Co-operation and Development, 2019.
- [26] OECD. OECD guidelines for the testing of chemicals — fish, early-life stage toxicity test: OECD 210[S]. Medmenham: Organization for Economic Co-operation and Development, 2013.
- [27] OECD. OECD guidelines for the testing of chemicals — fish, short-term toxicity test on embryo and sac-fry stages: OECD 212[S]. Medmenham: Organization for Economic Co-operation and Development, 1998.
- [28] USEPA. Ecological effects test guidelines — oyster acute toxicity test (shell deposition): USEPA OCSPP 850.1025[S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2016.
- [29] USEPA. Ecological effects test guidelines — mysid acute toxicity test: USEPA OCSPP 850.1035[S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2016.
- [30] USEPA. Ecological effects test guidelines — penaeid acute toxicity test: USEPA OCSPP 850.1045 [S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2016.
- [31] USEPA. Ecological effects test guidelines — bivalve acute toxicity test (embryo-larval): USEPA OCSPP 850.1055[S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2016.
- [32] USEPA. Ecological effects test guidelines — freshwater and saltwater fish acute toxicity test: USEPA OCSPP 850.1075[S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2016.
- [33] USEPA. Ecological effects test guidelines — fish early life stage toxicity test: USEPA

- OCSPP 850.1400[S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2016.
- [34] USEPA. Ecological effects test guidelines — algal toxicity: USEPA OCSPP 850.4500 [S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 2012.
- [35] USEPA. Ecological effects test guidelines — mysid chronic toxicity test: USEPA OPPTS 850.1350 [S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 1996.
- [36] USEPA. Ecological effects test guidelines — fish life cycle toxicity: USEPA OPPTS 850.1500 [S]. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 1996.
- [37] CCME. A protocol for the derivation of water quality guidelines for the protection of aquatic life 2007[R]. Winnipeg: Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007.
- [38] European Commission. Technical guidance for deriving environmental quality standards, Guidance Document No. 27[R]. Copenhagen: European Commission, 2018.
- [39] 国家生态环境基准专家委员会. 国家生态环境基准计算软件 物种敏感度分布法 1.0 [CP/OL]. [2021-11-25] http://www.craes.cn/xxgk/tzgg/202103/t20210326_826338.shtml.
-