

# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 1037—2019

## 核动力厂取排水环境影响评价指南

(试行)

Guidelines for environmental impact assessment of cooling water intake and  
thermal discharge for nuclear power plants (on trial)

本电子版为发布稿，请以中国环境出版集团出版的正式标准文件为准。

2019-08-21 发布

2019-10-01 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 RIS 选择方法..... 2

5 核动力厂取水环境影响分析..... 3

6 核动力厂温排水环境影响分析..... 9

附录 A（规范性附录）水生生物调查..... 21

附录 B（资料性附录）取水生物影响评价方法..... 23

附录 C（规范性附录）温排水环境影响分析论证流程..... 26

附录 D（资料性附录）热扩散区域内水生生命准则..... 27

## 前 言

为了贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》和《中华人民共和国环境影响评价法》，结合核电发展的具体情况，规范核动力厂建设项目取排水环境影响评价工作，防止和控制核动力厂取水和温排水产生的负面环境影响，保护水生生物资源和其他资源，维护生态平衡，制定本标准。

本标准规定了核动力厂取排水环境影响评价的要求。

本标准的附录 A 和 C 为规范性附录，附录 B 和 D 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部核电安全监管司、法规与标准司组织制订。

本标准起草单位：生态环境部核与辐射安全中心。

本标准生态环境部于 2019 年 08 月 21 日批准。

本标准自 2019 年 10 月 01 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

# 核动力厂取排水环境影响评价指南

## 1 适用范围

本标准给出了滨海固定式核动力厂取水和温排水环境影响评价方法和判定准则，其他类型的核动力厂取排水环境影响评价可参考本指南的主要原则和方法。

本标准主要用于指导滨海固定式核动力厂新厂址取水和温排水环境影响预测分析。老厂址新机组、工程方案变更（如冷却方式和排放方式的变化）、运行方式的变化（如增加取水量或增加热量排放等）以及运行以后的回顾性分析评价也可参考执行本标准。

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB3097 海水水质标准

GB3838 地表水环境质量标准

GB/T 12763.6 海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查

HJ 19 环境影响评价技术导则生态影响

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 冷却水取水设施 *cooling water intake structure*

将水导入到冷却系统各个部分的整体结构，以实现冷却系统的冷却功能的设施。

### 3.2 卷塞 *impingement*

冷却水进入冷却系统时被拦截在滤网等装置上导致的生物伤害或死亡的物理现象。卷塞对象包括那些被滤网收集或截留的生物，不包括通过滤网进入冷却水设施的生物，一般个体较大。

### 3.3 卷载 *entrainment*

随同取水进入冷却水系统的小型水生生物被动携带传输的过程。卷载生物在高压、高温以及杀生剂的作用下导致伤害或死亡。

### 3.4 最佳实践技术 *best technique available*

从减小冷却水取水和温排水对环境负面影响优化比选中确定的技术。该技术考虑建造成本，是切实可行的最佳技术。

### 3.5 重要代表物种 *representative important species, RIS*

在冷却水取水或温排水影响区域内的重要水产资源物种、保护性物种和起重要生态功能的物种等，包括以下物种：

- a) 重要经济物种（当地经济物种中排名前十的）；
- b) 国家保护的珍稀濒危物种；
- c) 在生态系统结构和功能中起重要作用的物种；

- d) 可能导致取水设施堵塞, 影响冷源安全的物种;
- e) 与上述物种 (a-d) 具有食物关系的物种;
- f) 温升敏感物种或对取水影响敏感的物种。

### 3.6 典型生物群落 typical biological community

本标准中典型生物群落指红树林、珊瑚礁、海藻场、海草床、贝床等重要生物种群的集合, 其是具有相对固定生命阶段特征的动植物群体。

### 3.7 主要分析区 primary study area

冷却水取水影响主要分析区为可能受影响的水域, 取水影响主要分析区的范围由易受取水影响的水生生物的分布决定。温排水影响主要分析区是指2℃以上温升包络区域。

### 3.8 远场分析区 far field study area

主要分析区的外缘水域。远场分析区内的生物可能受到其他环境因素的影响。对于滨海厂址, 远场分析区通常指主要分析区域边缘至厂址半径 15km 范围以内的水域。

### 3.9 温排水 thermal discharge

用于输送废热的冷却水和工业过程用水, 其水温高于排放区自然水体的温度。

### 3.10 热扩散区 heat dissipation area

该区域是经科学论证确定的温排水排放区域, 专用于温排水混合和扩散, 该区域之外的水温应满足当地水环境功能区水质要求。

## 4 RIS 选择方法

当“重要的”或“代表性的”物种较多, 难以全部进行详细研究时, 可选择部分物种 (例如 2~15 个) 作为“重要代表物种”。一般而言, RIS 包括大部分敏感鱼类、软体动物、经济物种和在生态系统结构和功能中起作用的关键物种。

根据如下方法选择 RIS:

- a) 水体环境功能区划。若水体功能区划指定特定物种作为保护对象, 则这些物种应被指定为 RIS;
- b) 咨询渔业水产部门以及鱼类和野生生物保护部门;
- c) 国家公布的珍稀濒危物种或附近保护区的保护物种。选取的物种应特别考虑可能出现的任何珍稀濒危物种;
- d) 对水体温度变化或对取水影响较敏感的物种。应识别当地对温度或对取水影响最敏感的物种 (或类群), 并考虑其重要性;
- e) 当地重要的经济物种;
- f) 根据取水环境、取水设施特点可能导致滤网堵塞的致灾生物。

除了上述考虑, 还需关注候选的 RIS 物种受到的可能影响、影响程度以及在厂址附近水域出现情况等。

## 5 核动力厂取水环境影响分析

### 5.1 评价目的

进行取水影响分析的总体目标是获得充分的环境影响信息,以确定核动力厂冷却水取水设施的位置、设计和建造反映最佳实践技术,对环境的影响小。对于新建的取水设施,应通过对比历史数据、运行前的调查资料以及其他核动力厂的运行经验,获得可信的生物损失量估算。对于现有核动力厂,结合监测数据给出可信的取水造成的生物损失量,评价已发生的和可能的长期影响。

### 5.2 分析论证流程

在编制核动力厂选址阶段环境影响报告书时,可采用收集资料的方式,根据厂址特征,确定冷却方式,判定取水的潜在影响。当取水潜在影响不可接受时,需修改冷却方式或重新确定厂址。

在编制核动力厂建造阶段环境影响报告书时,首先根据收集的资料,初步判定取水影响。判定厂址取水影响较小的情况包括:取水量较小(如二次循环冷却系统取水)且取水区的生物量低;历史数据显示不存在取水影响;或者具备取水影响较小的其他条件。除上述情况外,应初步判定厂址取水影响较大。对于取水影响较小的厂址,收集必要资料,进行简要的综合影响分析;对于初步判定厂址取水存在较大影响的厂址要求进行相对广泛的现场调查,应通过文献调研、现场调查和实验研究,进行估算或模型模拟,对取水环境影响进行分析和评价,判定取水影响及最佳实践技术。

在编制核动力厂运行阶段环境影响报告书时,应根据工程建造对取排水方案和设计参数进行确认,并根据最新环境数据(如与建造阶段发生变化)复核取水影响和最佳实践技术。

核动力厂取水设施环境影响分析论证流程见图 1。

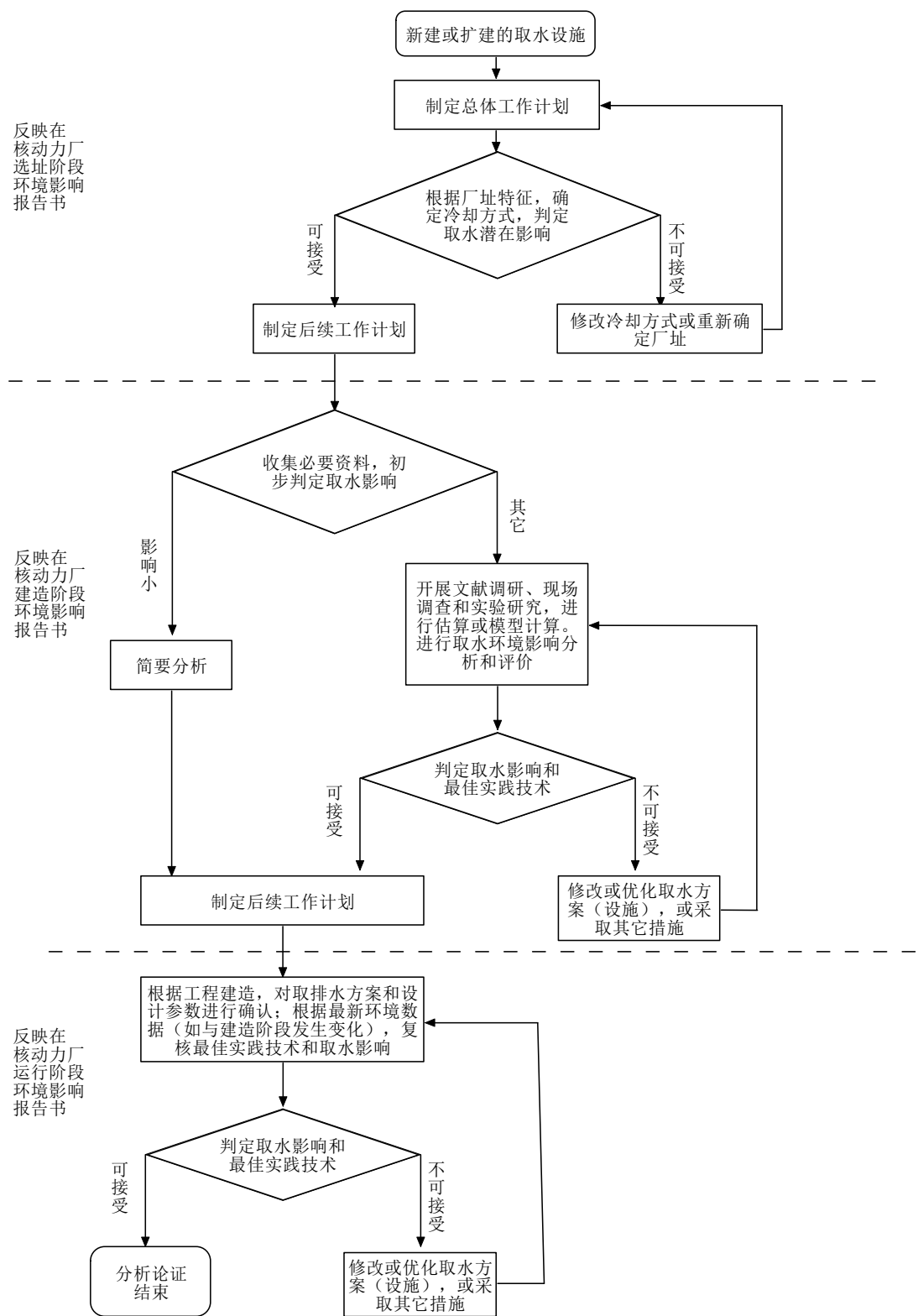


图 1 取水设施环境影响分析论证流程图

### 5.3 厂址特征及取水设施描述

#### 5.3.1 取水设施的位置和布局

##### 5.3.1.1 取水设施的位置，在地图上标明取水设施位置以及厂址半径 15km 范围内与工程

水域水文变化相关的设施。

5.3.1.2 给出取水设施所在水体地形和水文数据图，需要的资料包括：

- a) 详细的地形数据；
- b) 水文特征，包括等深线；
- c) 水体边界；
- d) 受影响的水体；
- e) 厂址附近其他取水工程描述；
- f) 取水设施建设和运行后，取水设施所在地地形和冲淤环境可能出现的变化（视厂址的具体情况而定）。

### 5.3.2 气象数据

当进行流体动力模拟时，需要气象数据的资料包括：

- a) 气温，最大、最小和平均月降雨量；
- b) 太阳辐射 kcal/m<sup>2</sup>/d（平均值或年度循环的每月值）；
- c) 风速和风向，季节性主导风向；
- d) 其他与厂址相关的数据。

### 5.3.3 冷却水取水设施

核动力厂建造、运行阶段环境影响报告书应提供冷却水取水设施信息，包括以下内容。选址阶段的信息根据实际情况提供。

- a) 结构：
  - 1) 冷却系统的位置；
  - 2) 管道和水渠的外形及详细构造图；
  - 3) 容量；
  - 4) 网筛、栅栏，包括拦截网等环保装置类型或规格；
  - 5) 鱼类回流通道的设施结构图和平面图；
  - 6) 通过滤网水流的平均和最大流速；
  - 7) 与负荷特征相关的流量和出现频率；
  - 8) 用来除冰等再循环水的位置、流量和持续时间；
- b) 泵：
  - 1) 设计细节（在构筑物中的位置，叶片和外形的结构）；
  - 2) 转速；
  - 3) 数量、容量和计划运行时间表；
  - 4) 压力条件；
  - 5) 水泵的传输速度和切变力；
- c) 杀生剂和消泡剂：
  - 1) 在系统中添加的位置；
  - 2) 杀生剂和消泡剂毒性描述；
  - 3) 使用时间和持续时间；
  - 4) 受纳水体中的杀生剂和消泡剂的浓度；
- d) 热影响：

年度环境温度表。不同运行功率下冷却水附加的热量，及对冷却水系统中卷载生物的时间-温度影响。



e) 其他关于冷却水系统的数据:

- 1) 可溶性气体;
- 2) 固体悬浮物和浊度;
- 3) 其他废物和添加的化学药剂;
- 4) 冷凝管、热交换组件、水管和虹吸管等的尺寸;
- 5) 维护程序, 热除冰程序的使用。

## 5.4 生物调查和取水环境影响评价

### 5.4.1 评价步骤

生物调查是为了合理评价冷却水取水设施的位置、设计和建造等相关的环境影响, 同时为选址提供充分有效的基础数据。评价的目标是通过分析和优化生物调查和监测数据, 说明取水设施体现了最佳实践技术, 对环境影响小。评价步骤包括:

a) 通过收集资料或对厂址附近初步的生物调查, 选定 RIS, 确定适合 RIS 的调查方法和调查时间, 给出主要分析区和远场分析区生物调查计划, 进行生物调查 (见附录 A);

b) 根据受取水设施运行影响的生物体数量、大小和重量的昼夜以及季节性变化, 评价受取水设施的影响程度, 评价中可保守假设通过取水设施的生物死亡率为 100%, 也可通过现场实验获得死亡;

c) 对供水水体进行研究, 评估取水对特定水域内生物种群的损害和影响, 评价个体生物的损失对当地种群的影响, 说明取水设施的位置、设计和建造对生物的影响。

取水对很多生物物种的影响可能低于调查方法和分析技术的检测下限。对于这类物种, 一般不需要进行全面调查, 除非用于判定最佳实践技术。同时可以征询水生生物学家的意见, 判定取水对物种的负面影响。

### 5.4.2 评价方法

对调查数据以及监测数据可采用附录 B 群落响应参数进行分析评价。若初步调查表明取水设施的卷载和卷塞损失可能较大, 则可采用预测模型对生物损失进行模拟预测, 使用生物价值概念判定最佳实践技术, 见附录 B。

## 5.5 最佳实践技术判定

### 5.5.1 最佳实践技术判定方法

在进行取水设施最佳实践技术判定时, 需通过判定取水设施对某生物的直接、潜在破坏以及该生物在水体中的区域价值, 获得该生物受影响的程度。对于某特定物种, 区域价值的评价主要考虑的内容包括: 主要产卵场、索饵场、越冬场和洄游路线等渔业敏感区, 生物现存量以及生命过程中其它关键功能。

对于取水设施是否为最佳实践技术, 生物价值-潜在影响判定方法表 1 所示, 判定步骤如下:

表 1 生物价值-潜在影响判定方法

	冷却水流量高 (相对于供水水体)	冷却水流量低 (相对于供水水体)
生物价值高	不是	未知
生物价值低	未知	是

a) 在一个生物价值高的地区建设直流冷却取水系统一般不是最佳实践技术，除非能够证明受取水影响的物种少或者能存活下来的较多，且不会导致该种群减少；

b) 通常在低生物价值区域建设低流量取水设施属于最佳实践技术，除非取水设施会影响珍稀濒危物种；

c) 在其它相对生物价值-冷却水流量的组合下，难以直接判定最佳实践技术。在这种情况下，要求提供充分的水生生物调查资料，完成取水设施的环境影响评价，综合考虑经济因素和技术水平确定最佳实践技术，使得取水位置、设计和建造对环境的总体影响小。

### 5.5.2 取水设施优化步骤

取水设施优化步骤如下：

a) 能否通过改造过滤系统降低影响；

b) 能否通过增大取水设施的尺寸（即降低通过滤网的最大流速）降低影响；

c) 考虑其他减少取水影响的工程和管理措施；

d) 考虑放弃现有取水设施，在另一个位置新建取水设施，并且在新建取水设施时引入适当的设计，降低取水的环境影响；

e) 如果以上技术都无法降低环境影响，则可降低取水量，通过提高冷凝器或换热器进出口的温差或者采用二次循环冷却水系统实现。

## 5.6 取水环境影响后评价要求

### 5.6.1 总体要求

核动力厂运行一定时期后，为了评价取水的实际影响，了解生态保护和风险防范措施的有效性，提出补救方案或者改进措施，需进行循环冷却水取水的环境影响后评价。冷却水取水设施环境影响后评价流程见图 2。根据卷载、卷塞的监测结果和水生生物调查结果，评价现有取水设施的环境影响，当取水的环境影响大时需提出补救方案和改进措施。

核动力厂运行后，应在五年内对取水设施的环境影响进行后评价，卷塞和卷载调查应至少进行两周年，此后可根据取水影响的后评价情况适当降低监测频率。

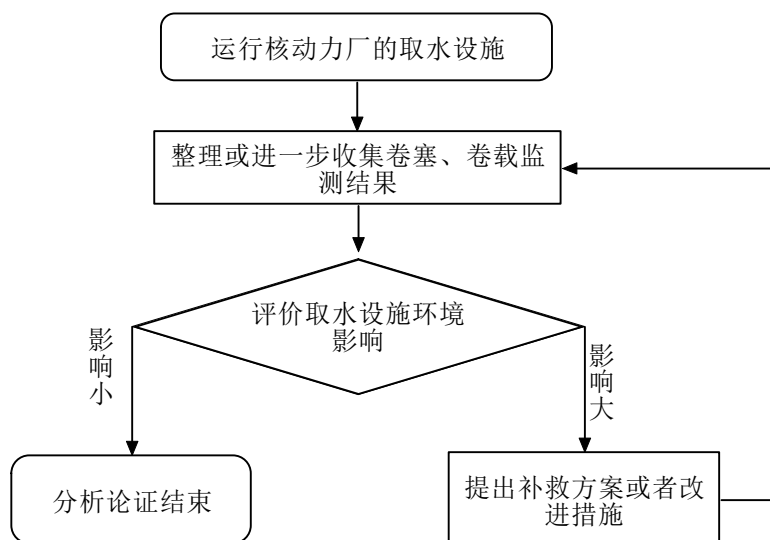


图 2 取水设施环境影响后评价流程图

### 5.6.2 卷塞监测要求

卷塞监测的目的是记录冷却水取水设施运行导致的鱼类损失量。通过对取水滤网的反冲洗可以获得卷塞鱼的数量，并应考虑进行整年的收集，以准确反映物种每年的总损失量。如果无法进行每日的监测，则每月进行一次 24 小时的采样。基于取水影响程度、取水量、产卵期以及其他厂址特定和季节性因素，也可增加或减少取样频次。通常是在滤网反冲洗泄水道上安装收集篮来收集样品。收集篮的网孔应等于或小于取水滤网。取样期间应收集核动力厂运行数据和生物数据。

核动力厂运行数据包括：取水和排水口水温、开始时间和持续时间、取水流量、取水流速（代表性测量值或计算值）、氯化期间循环冷却水中的总余氯、取样间隔中滤网运行次数、海水的流速、盐度和溶解氧。

收集的生物数据包括：

- a) 从滤网或二次取样（当收集的个体物种数量很大时）收集的物种、数量、长度、重量和年龄；
- b) 每种物种的代表性样本，用于测定性别和个体成熟度；
- c) 评估在取水系统滤网之前区域发生的鱼类自然死亡量；
- d) 定期测试，确定滤网上卷塞生物的回收率。

### 5.6.3 卷载监测要求

鱼卵、仔鱼等的卷载损害程度取决于通过冷凝器系统的数量以及经过管道时的条件。监测的目标是确定冷却系统吸入和排出的鱼卵、仔鱼等物种的数量，必要时还应确定这些生物通过冷却系统管道的直接影响和后续影响。卷载的监测建议两周进行一次，每次连续监测 24 小时。基于取水影响程度、取水量、产卵期以及其他厂址特定和季节性因素，可增加或减少取样频次。

建议进行昼夜采样以观测生物数量的变化。若工程水域是某种鱼类良好的产卵和育幼场，这些物种在时间和空间上的数量分布常随时间推移而发生变化（尤其是当浓度较低时）。通过昼夜连续观测，可获得足够的有代表性数据。

实际取样体积取决于工程水域中鱼卵和仔鱼的密度，根据目标物种的最小密度来确定取样体积。如果缺少工程水域的生物密度数据，则需选取尽可能大的样本体积。

采样位置应紧靠取水滤网，并位于滤网之前。当假设小于 100% 的死亡率时，则在排水系统中合适的位置也应进行取样。

## 6 核动力厂温排水环境影响分析

### 6.1 评价目的

在分析评价温排水影响时，应证明温排水限值能够满足水体质量的管理要求，以及基本上不影响受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育。该影响考虑了温排水与其他对物种有重要影响因素（包括杀生剂的影响、冷却水取水的影响、渔业资源过度捕捞、其他污染源的排放等）的总体影响。

### 6.2 分析论证流程

在编制核动力厂选址阶段环境影响报告书时，可采用收集资料的方式，根据厂址特征，确定冷却方式，判定温排水的潜在影响。当温排水潜在影响不可接受时，需修改冷却方式或重新确定厂址。

在编制核动力厂建造阶段环境影响报告书时，当满足如下三种情况中任意一种情况时，选用分析论证类型 I 进行温排水环境影响分析论证，包括：采用二次循环冷却系统；温排水热扩散区域范围满足基于最佳工程实践确定的范围要求（见 6.7.2 节）；根据筛选方法（见 6.4 节）判定对六类生物类别的温排水潜在影响小。除上述情况外，初步判定厂址温排水存在较大的环境影响，应进行 RIS 保护分析和评价，即采用分析论证类型 II 进行温排水环境影响分析论证。

在编制核动力厂运行阶段环境影响报告书时，应根据工程建造对取排水方案和设计参数进行确认，并根据最新环境数据（如与建造阶段发生变化）复核温排水环境影响。

核动力厂温排水环境影响分析论证流程见图 3，具体流程见附录 C。

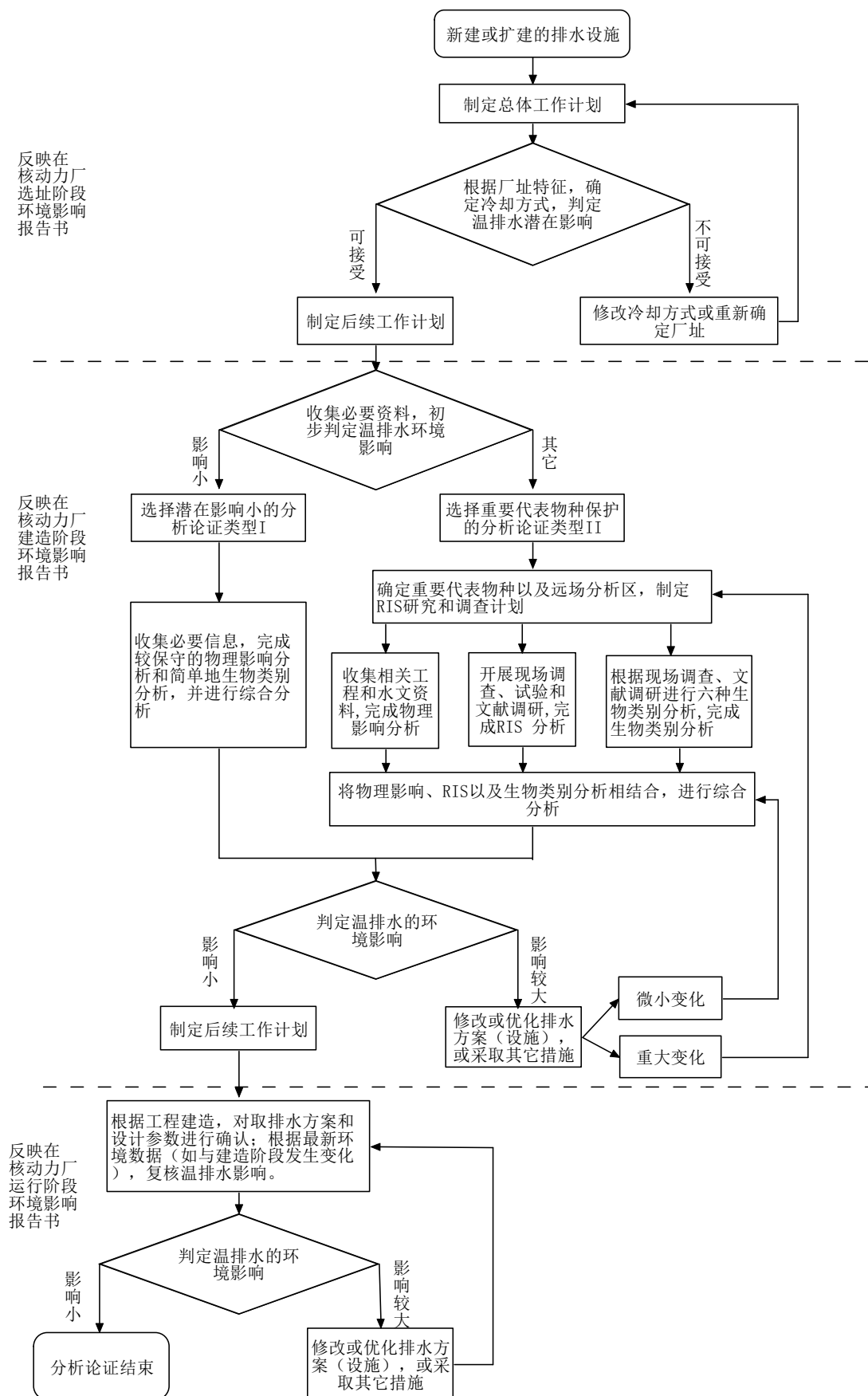


图3 温排水环境影响分析论证流程图

### 6.3 温排水物理影响分析

#### 6.3.1 冷却方式选择

冷却方式的选择是基于技术和经济可接受的最佳实践技术,并考虑厂址的地理位置和环境条件。如果建设单位的信息表明,采用一次循环冷却系统温排水对受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育影响较大,那么只能使用二次循环冷却系统。如果在技术、经济和环境条件上采用二次循环冷却系统有困难,则应充分论证其它工程措施如使用扩散器或辅助冷却塔的可行性。

#### 6.3.2 核动力厂运行数据

在核动力厂建造、运行阶段的环境影响报告中提供冷却水取水设施的以下信息,厂址选择阶段根据实际情况提供:

- a) 各种工况下冷却水流量及温升;
- b) 应给出排放口附近夏季和冬季的水温以及垂向分布;
- c) 每日、每月和每年氯的使用量、使用频率和加氯时间;受纳水体中余氯的要求以及提供氯化期间排放口处总余氯的时间-浓度曲线;
- d) 给出任何排放到冷却水系统中的其他化学物质和添加剂的清单,包括通用名、数量(包括频率、使用持续时间以及稀释前最大浓度)、化学成分和排放原因。

#### 6.3.3 水文信息

应收集工程水域以及周边水文观测站的水位、流量、潮汐、潮位、波浪、水温和泥沙等长系列水文观测资料及工程水域基本水文特征,必要时设立专用水文连续观测站(观测时间不少于1年)。应根据包含近期资料在内的长系列资料给出统计分析结果。

应收集工程水域冬季和夏季典型水文条件下水流、水位和水温资料,应采用近5年的资料。

工程水域测点和测站的位置应满足温排水数值模拟计算、物理模型试验的边界控制和验证要求。

#### 6.3.4 气象数据

长时间序列资料应包含近期观测数据,应给出包括工程水域冬季和夏季月平均气温、湿度、风速和风向等气象资料。

#### 6.3.5 排放口的结构

在核动力厂建造和运行阶段的环境影响报告中应提供冷却水排水设施的以下信息,厂址选择阶段根据实际情况提供:

- a) 排放管或渠道的长度;
- b) 排放口的位置和布置;
- c) 排放口的面积和尺寸;
- d) 排放口数量;
- e) 排放口的间距(中心距离);

- f) 深度 (平均和极限);
- g) 排放角度 (与水平轴夹角、与垂直轴夹角)。

### 6.3.6 取排水构筑物影响

针对修建取、排水构筑物前、后,以及取排水系统运行后,说明工程海域代表性点位的流速、流向和泥沙含量的变化,以说明对岸线淤积或冲刷的影响。

### 6.3.7 温排水影响范围预测

#### 6.3.7.1 模型预测

采用数学模型、物理模型或两者结合的方式进行温排水预测。说明综合散热系数、扩散系数等参数的取值及合理性。当温排水预测模型及主要参数与上一阶段环评发生变化时,应说明变化原因及合理性。

#### 6.3.7.2 影响范围

a) 对于滨海厂址。关注夏季和冬季典型潮型 (大、中、小潮) 或半月潮型条件下典型时刻 (涨急、落急、涨憩、落憩) 的流场、温度场和温升面积,并建立温排水典型时刻面积与包络面积的关系;关注夏季和冬季典型潮型 (大、中、小潮) 或半月潮型条件全潮最大和全潮平均的温升面积,并给出示意图;对于风生流和沿岸流等余流影响较强水域,需关注典型潮与代表性余流组合条件下流场和温度场的分布。

b) 对于滨河厂址。关注全年和夏季设计枯水 (如: 90%保证率最小周均流量以及 97%保证率最小月平均流量) 来流条件下工程水域水面线、流场以及温度场的分布;对有顶托影响水域,应给出设计枯水来流与顶托水位组合条件下,工程水域流场以及温度场的分布。

c) 对于滨湖/水库厂址。关注全年和夏季设计枯水 (如: 90%保证率最小周均流量以及 97%保证率最小月平均流量) 来流条件下与湖泊/水库正常蓄水位及死水位组合工况下的流场以及温度场的分布。

d) 当温排水影响范围覆盖底栖生物分布区时,还应关注底层水体的等温线。

### 6.3.8 温排水影响范围评价

#### 6.3.8.1 与热扩散区准则相符性评价

温排水热扩散区域应尽量避免重要生态敏感区,不削弱水体整体的使用功能以及不导致水体功能降级。应划定热扩散区域,确定热扩散区域位置,提供一个连续的通道区域,保护迁徙、自由游泳和漂移的生物。热扩散区域范围、热扩散区域内水质、热扩散区域形状等满足 6.7 节的要求。热扩散区域边界外应满足环境功能区划对应的水质要求。

#### 6.3.8.2 与水环境功能区划等相符性评价

给出温排水影响范围与现行有效的水环境功能区划等的叠加图,分析和评价温排水与水环境功能区划等的相符性,核动力厂温排水不应降低受纳水体的现状及指定的使用功能。

#### 6.3.8.3 与环境敏感区相容性评价

给出温排水影响范围与环境敏感区 (保护区、养殖区、三场一通道、生态红线等) 叠加图,进行相容性分析和评价。

## 6.4 筛选方法

### 6.4.1 浮游植物

#### 6.4.1.1 潜在影响小判定准则

浮游植物潜在影响小的厂址一般是位于开阔海域的厂址以及临近红树林沼泽地的海湾、盐碱滩、淡水沼泽地以及大部分河流、小溪等厂址。或者当建设单位能同时证明如下要求,则厂址温排水对浮游植物潜在影响小:

- a) 浮游植物种类组成不会往有毒有害方向转化;
- b) 温排水导致浮游植物群落的变化不会明显破坏受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育。

#### 6.4.1.2 其他要求

如果主要的文献调研和/或简要的现场实验研究表明:

- a) 浮游植物支持群落的主要光合作用;
- b) 向有害物种的转化被强化,则厂址附近水域不能被归类为浮游植物潜在影响小的区域。该区域的调查要求:调查资料应足以表征污染耐受物种和赤潮物种的数量和丰度,并提供关于浮游植物群落的基线信息。按照附录 A 的相关要求进行生物调查。

### 6.4.2 浮游动物

#### 6.4.2.1 潜在影响小判定准则

对浮游动物潜在影响小的厂址一般位于经济物种低密度地区、濒危物种和食物链重要成分罕见区域,或者是温排水对受纳水体影响范围小的厂址。大部分位于河口地区的厂址不属于对浮游动物潜在影响小的厂址。或者当建设单位能证明同时满足如下要求,则厂址温排水对浮游动物潜在影响小:

- a) 由于温排水导致的主要研究区域内浮游动物群落的改变,将不会对受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育造成明显伤害;
- b) 在远场研究区域中自然群落的波动,相对于核动力厂运行前,温排水不改变其资源量和相对丰度;
- c) 温排水热羽不构成一个屏障,导致浮游动物死亡而阻隔其自由漂移。

#### 6.4.2.2 其他要求

对于那些选址在潜在影响较大区域的设施,建设单位应描述浮游动物种群定性和定量的特征。按照附录 A 的相关要求进行生物调查。

### 6.4.3 底栖生物

#### 6.4.3.1 潜在影响小判定准则

对底栖生物潜在影响小的厂址被定义为在主要分析区以及远场分析区中,满足如下四个



要求的厂址:

- a) 厂址附近水域有经济价值的底栖生物物种很少或者可忽略不计;
- b) 底栖生物不是厂址处水生生物群落重要的组成部分;
- c) 厂址处没有出现濒危的底栖生物;
- d) 底栖生物在最大丰度时的资源量低于 1 克 (干重) 每平方米。

或者建设单位能够证明:温排水导致的底栖生物的资源量的减少不会导致水体中经济物种和关键物种的明显损害,则厂址温排水对底栖生物的潜在影响小。

#### 6.4.3.2 其他要求

选址在可能对重要底栖生物的产卵场和索饵场等功能区域有影响的核动力厂,其温排水的潜在影响较大。大部分河口厂址、潮差小的浅海湾以及具有重要生态功能的开放海岸厂址属于该类别。没有被归类为对底栖生物潜在影响小的区域,按照附录 A 进行生物调查。

对底栖生物调查的详细程度与温排水影响面积有关。当厂址水域较深而热羽无法接触到底部,则对底栖生物的取样少。对于深的波动水域,底栖动物衰落,则要求少量的信息并记录其特点。若是浅的非波动水域,其有丰富而多样的底栖动物,应进行详细的调查。

建设单位应提供一定比例的包括主要研究区域和远场研究区域的地图。提供最大和最小环境水温条件下底部等温升线地图。在地图上,展示预测热羽与经济物种、濒危物种、饵料物种以及关键物种的产卵场、索饵场以及洄游通道之间的关系。

#### 6.4.4 鱼类

##### 6.4.4.1 潜在影响小的判定准则

如果同时满足下述条件,则温排水可被定为对主要的分析区域以及远场分析区域内的鱼类的影响小:

- a) 经济鱼类物种几乎不出现;
  - b) 排放口附近水域不是产卵场或索饵场;
  - c) 温排水水团 (以 2°C 等温升线为边界) 将不会占据洄游通道区域的大部分,而导致在最保守的环境条件下 (基于最大环境水温) 阻隔或妨碍鱼类洄游;
  - d) 温排水的分布形态将不会导致鱼类易受冷冲击的影响或对濒危物种有负面影响。
- 或者建设单位证明鱼类群落将不会遭受如下的明显危害,则温排水对鱼类影响为小的:
- a) 冷冲击不会导致重要鱼类的直接或间接死亡;
  - b) 过量热不会导致重要鱼类的直接或间接死亡;
  - c) 温排水不会导致重要鱼类繁殖率降低或生长减缓;
  - d) 温排水不会导致重要鱼类生境不可接受的大面积损失;
  - e) 不会造成重要鱼类洄游阻隔。

##### 6.4.4.2 其他要求

对于没有被归类为对鱼类潜在影响小的厂址,按照附录 A 进行生物调查。

制图以描述受纳水体鱼类群落产卵、索饵、洄游、休息等位置和范围。给出这些区域受厂址温排水 2°C 等温升影响的范围和面积。

## 6.4.5 其他野生脊椎生物

### 6.4.5.1 潜在影响小的判定准则

其他脊椎野生生物包括除鱼类以外的脊椎野生生物,例如海龟、斑海豹、中华白海豚等。如果建设单位能够证明其他野生脊椎生物群落组成将不会受到明显伤害,或者可能将受益于温排水的排放,那么分析论证中可判定为对其他野生脊椎生物影响小。

### 6.4.5.2 其他要求

寒冷地区的温排水可能吸引其他脊椎野生生物,并导致它们滞留过冬。此时需证明这些野生生物将通过野生生物管理计划或其他方法受到保护,否则厂址不能归类为潜在影响小的厂址。温排水可能影响到重要的或濒危的野生生物,厂址不能归类为潜在影响小的厂址。建设单位应进行必要的调查和研究,确保其他野生生物不遭受如下明显伤害:过量热或冷冲击、无法进入独特或大的栖息地、迁徙方式受到干扰等。

## 6.4.6 典型生物群落

### 6.4.6.1 潜在影响小的判定准则

在一些情况下,厂址的水生生态环境缺乏典型生物群落,这可能是由低的营养水平、不充分的透光、沉积、冲刷流速、基底特征或有毒物质导致的。在这种情况下,厂址可认为是潜在影响小的区域。但是,如果限制因素(尤其是人为导致的限制因素)可能被解除以及该区域的典型生物群落可能被再次建立,则建设单位需能够说明温排水不会抑制典型生物群落的重建。或者,建设单位能够说明如下内容,则厂址温排水对典型生物群落的影响小:

a) 温排水不对典型生物群落产生破坏,或者这种破坏不会对受纳水体中关键物种和经济物种产生明显损害;

b) 温排水对典型生物群落的影响将不会导致对濒危物种的负面影响。

### 6.4.6.2 其他要求

在河口、海洋环境或毗邻的湿地,如果典型生物群落可能会因为温排水而消失;或温排水占用了重要的鱼类、贝类或野生生物生境时;或温排水造成的负面影响可能影响濒危物种,均属于潜在影响大的厂址。对于这类厂址,建设单位应提交如下信息:

a) 区域位置图和缩放的航拍图,以展示典型生物群落在预计厂址附近区域的分布;

b) 列出生境形成的优势种,包括大型植物、大型藻类、贝类、珊瑚和海绵动物;

c) 给出优势种资源量和丰度。

设置合适的取样点,确定在整个主要研究区域内典型生物群落的一般特点。在远场研究区域内的取样也应设置在合适的位置,以指示远场研究区域的状态。

## 6.5 分析论证类型 I

在初步筛选后,如果相关资料能够证明该厂址对所有生物类别都是一种小的潜在影响,那么建设单位可以做一个简要的分析论证,即潜在影响小分析论证类型 I。

潜在影响小的分析论证类型 I 是对每个生物类别的信息进行简要分析,给出对每个生物

类别潜在影响小的判定依据。建设单位可在初步筛选以及判定所有生物类别均为潜在影响小后，总结这些信息以及物理影响的分析说明，形成论证材料。

## 6.6 分析论证类型 II

### 6.6.1 制定生物类别分析说明

在文献调研和简要现场调查的筛选阶段，建设单位将给出制定生物类别说明所需要的一些信息。如果筛选后被确定为分析论证类型 II，建设单位应根据 6.3 和 6.4 节、本部分内容以及可获得的数据，确定完成生物类别分析说明所需的额外的现场调查工作内容。建设单位应按 6.4 节中的其他要求完成生物调查，而后完成生物类别分析说明。

对于每个生物类别，应提供充分的分析，给出温排水影响小的理由。在分析说明中，建设单位应说明每个生物类别的判定准则。

### 6.6.2 完成 RIS 分析说明

对于每个 RIS 进行实验和文献研究，以填写表 2 和 3，并基于这些表格的数据信息，制定 RIS 分析说明。对表 2 和表 3 的说明如下：

- a) 表格具有通用性，适用于任何 RIS；
- b) 热特性数据不适用于类似的所有类群，则应说明；
- c) 非温度影响（如化学物质、取水卷载卷塞影响）常与热影响同时发生，这些不包括在本表格中，但应考虑；
- d) 当类群的成体和幼体对温度敏感性明显不同，则应指出；
- e) 对于任何类别，若能获得一组以上的数据，应给出多组数据，并解释为什么选择一组数据用于判定厂址是否为影响小的区域；
- f) 对于很多鱼类，生长和存活的适宜温度是相似的，例外的则应说明。

表 3 中 RIS 功能受限的面积和时间是基于 6.3.7 节温排水热羽模拟得到的。根据表 3 得到温排水对 RIS 潜在影响的结论：大、中、小或不确定需要进一步研究。

表 2 RIS 的水生生物的热影响参数

热影响参数		判定方法	RIS 可能的类群
高温存活温度	成体	UILT <sup>a</sup> 、CTM <sup>b</sup>	
	幼体		
热冲击和冷冲击耐受性 ——逃避温度	成体	包含最不利条件下热梯度变化： 核动力厂关闭造成的冷冲击以及穿越热羽时受到的热冲击 <sup>c</sup> 。	
	幼体		
生长和存活的适宜温度		通过实验研究或查阅资料获得	
繁殖的特定温度要求、正常产卵数据和温度		通过查阅资料获得产卵季节和范围	
a 高起始致死温度。 b 临界最大温度。 c 只对饲养或实验室培养物种。			

表 3 对每种 RIS 汇总数据表

物种热影响 参数	温度限值或范围（℃）	生物功能受限 的平均和最大 面积（m <sup>2</sup> ） <sup>a</sup>	生物功能受限 的平均和最大 时间（天） <sup>a</sup>	预期是否会对 RIS 种群产生影 响	参考文献 来源

<sup>a</sup> 在平均和最不利条件下的这些区域和时间下，无法实现特定生物功能。

6.6.3 进行综合影响分析说明

对温排水物理影响分析说明、生物类别分析说明以及 RIS 分析说明的主要结论进行分析和总结，形成温排水对受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育影响小的有说服力的论据。

6.7 热扩散区域准则

6.7.1 热扩散区域设置原则

热扩散区域设置应充分考虑水功能区划、水环境功能区划、生态环境特征、水文动力条件等因素，论证其可行性和合理性。

详细论证温排水对水环境功能和水生生物的影响，确定热扩散区域的范围，使对受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育影响小。

温排水热扩散区域应尽量避免重要生态敏感区，不削弱水体整体的使用功能，不导致水体功能降级。应划定热扩散区域，确定热扩散区域位置，提供一个连续的通道区域，保护迁徙、自由游泳和漂移的生物。

温排水排放口应避开重要生态敏感区，应避免漫滩排放。在有条件的地区，应当将排放口深海设置，实施离岸排放。

6.7.2 热扩散区域范围

厂址热扩散区域范围的确定应满足如下要求：

- a) 根据具体厂址的取排水结构及环境特征确定厂址温排水热扩散区域的实际范围；
- b) 热扩散区域范围满足最小化原则。

热扩散区域应被限制在一个尽可能小的区域，以便不干扰指定用途，或不干扰指定用途的水体内的水生生物群落。应用可获得的技术优化排放口的位置、设计和建造，以确保热扩散区域范围最小。

热扩散区域的范围是由物理和水文因素决定的，如流速、动量、密度、对流和扩散。当温排水排入受纳水体，这些作用将温排水稀释直到完全混合。这个过程可以分为两部分：温排水近区和温排水远区。近区是在排放点附近的温排水与受纳水体的快速和不可逆的湍流混合的过程，当动量诱导的排放速度停止并产生明显混合时，近区结束过渡到远区。

近区准则：对于淹没式排放，从水体底部排放口排放，排放动量和初始的浮力作用在一起产生湍流混合。当受稀释的温排水停止在水体柱中升高并且首次开始水平扩散时，即在近区边界处温排水满足水质标准，并且没有违反热扩散区域的其它限制，则可认为热扩散区域

是最小化的。

远区准则——抗降级准则。使用温排水远区作为热扩散区域，需核实以满足如下抗降级的内容：

- 没有环境影响更小的可替代厂址、冷却方式或排放方式；
- 在设计和运行上最小化热扩散区域的大小和形状；
- 热扩散区域将不会破坏水体整体性，包括现有和指定的功能。

c) 当热扩散区小于基于最佳工程实践确定的范围时（见表 4），可按照分析论证类型 I 进行分析。

表 4 基于最佳工程实践确定的热扩散区域范围

热扩散区的位置	热扩散区域范围
河流/河口/海湾	不符合当地水质标准的区域任何时间不超过断面的 1/2
开放海域	不符合当地水质标准的区域包络范围不贴岸；或者一个核动力厂址所有有机组不符合当地水质标准的区域垂向投影最大包络范围不超过 3km <sup>2</sup>

d) 当热扩散区面积不满足上述要求，则建设单位应按照分析论证类型 II 进行分析论证，包括物理影响的分析说明、RIS 分析说明、生物类别分析说明以及综合影响分析说明。根据 6.8 节判定准则，确定水生生物受到影响的大小。

e) 若建设单位无法证明温排水对受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育影响小，则应重新进行替代厂址分析、冷却方式或排放方式的优化和比选、冷却系统设计和运行的优化和比选等。

6.7.3 热扩散区域内水质

在热扩散区域内水质有允许下降的程度。热扩散区域应避免：

- a) 形成沉积物；
- b) 漂浮的碎片、油、泡沫和其他物质；
- c) 会产生颜色、臭气、异味或浑浊的物质；
- d) 会产生有毒水生生物的物质、条件或浓度组合。

热扩散区域内水质不得导致 RIS 的急性死亡，即应确保穿过热扩散区域的 RIS 能够存活。热扩散区域内水生生命准则见附录 D。

6.7.4 热扩散区域的形状

水体类型、排放口设计以及排放特性将确定热扩散区域的形状。形状应是一个简单的轮廓，而易于在水体中定位，并且避免进入生物重要区域。

由于近岸区域一般是水体中生物生产力最高和最敏感的区域，而且这些区域常常被用作娱乐用途。同时，温排水贴岸后，不易与受纳水体混合，稀释扩散能力差。所以，应尽可能避免热扩散区贴岸。

6.7.5 多个热扩散区域的考虑

当没有累积效应且低于各类限值时，热扩散区域的重叠和叠加是允许的。

在大型河口或海湾，应根据水文过程线的变化、底质和当地温度和生物特性确定热扩散区域的最大数量和范围。对于开放海域，周围无敏感区域，在考虑了鱼类的长短途迁徙，底

部群体的性质以及其他因素后,可允许多个热扩散区域重叠和叠加。

## 6.8 温排水生物影响的判定准则

### 6.8.1 生物类别分析说明

判定温排水对浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类、其他脊椎野生生物和典型生物群落潜在影响小的判定准则分别见 6.4.1.1、6.4.2.1、6.4.3.1、6.4.4.1、6.4.5.1 和 6.4.6.1。

### 6.8.2 RIS 分析说明

如果由于建设单位所提供的 RIS 信息不完整,而难以进行评价;或者 RIS 分析说明结论表明(或没有提供令人信服的论据)关键物种和经济物种可能因为下列四类原因遭受明显损害,则 RIS 信息及其分析说明中影响小的结论是不可接受的:

- a) 高温存活因素;
- b) 热或冷冲击;
- c) 生长、发育和繁殖的温度不适宜;
- d) 上述变量在时空上的组合。

### 6.8.3 综合影响分析说明

温排水分析论证报告需满足如下条件:

- a) 满足附录 C 中论证流程 n) -r) 步的要求;
- b) 没有证据表明对关键物种和经济物种群体或群体组成有损害;
- c) 热扩散区域以外受纳水体的温度都不超过 RIS 物种生存、生长和繁殖的上限温度;
- d) 受纳水体不存在因温排水导致有毒生物的过度生长;
- e) 洄游通道的消减不影响 RIS、鱼类优势种和经济种、贝类和野生生物的正常运动;
- f) 对濒危物种无不良影响;
- g) 不得破坏独特或稀有的栖息地;
- h) 建设单位应给出使用杀生剂(如次氯酸钠)的理由,并确保其对当地物种不产生明显的损害。

若不满足上述条件,核动力厂温排水对关键物种和经济物种造成明显影响,则应重新进行替代厂址分析、冷却方式或排放方式的优化和比选、冷却系统设计以及运行的优化和比选等。给出优化后的温排水限值,并重新进行温排水论证工作。

## 6.9 温排水环境影响后评价要求

### 6.9.1 总体要求

核动力厂运行一定时期后,为对温排水实际产生的环境影响以及生态保护的有效性进行跟踪,并提出补救方案或者改进措施,提高环境影响评价有效性,需进行温排水的环境影响后评价。

温排水的环境影响后评价工作流程图见图 4。根据温排水的物理影响、生物影响的监测结果和水生生物调查结果评价温排水的环境影响,当温排水的环境影响大时需提出补救方案和改进措施。

核动力厂运行后，应在 5 年内对温排水的环境影响进行后评价。

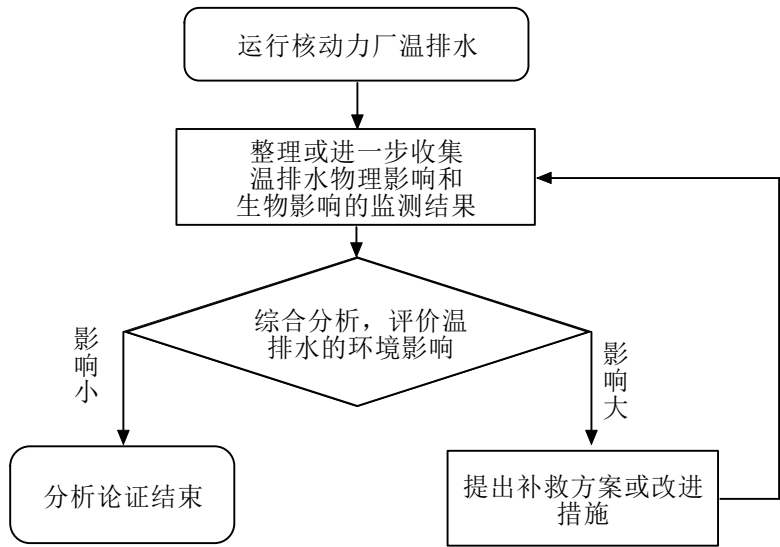


图 4 温排水环境影响后评价流程图

6.9.2 温排水物理影响

各核动力厂应设置冷却水取水及排水温度连续监测设备，以确保获得排放口处的小时平均温度值和温升值任何时间不超过审批通过的温度上限值和最大温升值。

可综合采用水体实际测量、遥感测量等多种方式进行温排水影响范围的观测，并说明温排水影响范围与热扩散区和水体环境功能区划的相符性。同时，还应说明本底温度扣除方法的合理性。

在进行水体实际测量时，应根据排放口处的水文条件合理布置监测点位，监测点位的布置应基本覆盖温升的包络范围，并着重考虑热扩散区。热扩散区的监测点位需综合考虑水体上、中、下层水温，其它监测点位在综合考虑排放方式和扩散距离后，可以只监测上层水温。

对于滨海厂址，温排水的监测时间应覆盖至少一个潮周期，监测时刻应抓住高潮、低潮、涨急、落急等特定水流条件。监测次数应能够满足温排水影响后评价所需。

在核动力厂运行后，至少开展一次（夏季大、中、小潮）大范围 and 全潮程的水温测量，说明温排水实际影响范围。同时，采用同期水文、气象、温排水温升和流量数据进行数值模拟，根据实测结果修正数值模拟参数，建立适合该厂址的温排水评价（预报）模型进行温升影响范围的后评价，也可后续机组温排水影响评价提供依据。

6.9.3 温排水生物影响

若温排水对水生生物影响不满足 6.8 节各生物类别准则，那么在核动力厂运行后应按照 6.4 节中其他要求进行监测研究。除在主要分析区布置取样点外，还应在远场分析区设置恰当的对照点，以使得两个区域的 RIS 监测结果能够进行比较，判定水生生物受温排水的实际影响程度。

## 附录 A

### (规范性附录)

## 水生生物调查

### A.1 总体要求

根据生物物种分布特点、取排水设施位置以及取水和温排水影响范围确定水生生物资源的调查深度和范围。在核动力厂选址阶段,应充分收集历史数据和文献资料,对于潜在影响大的核动力厂,应开展详细而全面的生物调查,描述水生生物资源的历史和现状。在核动力厂建造阶段和运行阶段,在生物调查的基础上,对冷却水取水和温排水的 RIS 进行现场调查和实验,获得主要分析区和远场分析区的背景数据;并对数据进行分析 and 评价,说明核动力厂取排水对水生生物的影响。

各类别海洋生物调查方法按照《海洋调查规范第 6 部分:海洋生物调查》(GB/T 12763.6)执行。本附录提供了一些针对取水和温排水影响的生物调查的原则性指导。

### A.2 浮游植物和浮游动物

收集数据至少应包括:水体叶绿素、初级生产力、浮游植物和浮游动物的数量、优势种和有害物种的种类及其分布等数据。

### A.3 底栖生物

取样时间取决于重要饵料物种、濒危物种以及经济物种的已知信息,应选取物种生活史脆弱的阶段进行取样。如果每季度一次的取样不能说明这些物种的季节性以及生活史变化,或者工程水域存在未知生活史的物种,应适当增加取样频率。需评价的底栖生物参数包括:

a) 现存量。对于主要的研究区域以及远场研究区域,评估各种物种的现存量,以单位面积的生物密度和生物量表示。

b) 群落结构。群落结构应按照每个样品中物种的数量、每个样品中每种物种的个体数量、在研究区域内物种总的数量、以及在每个样品中物种的年龄结构进行评价。

### A.4 鱼类浮游生物

在生物分布均匀的海区,可以在特定取样点进行重复拖网,并将结果应用于其他站点;在近岸海域或者取水口附近,建议每个取样点进行重复拖网(不低于 3 次),并进行统计分析。鱼类产卵期间以及产卵之后的阶段,应加密采样。

基于幼体损失数据评估成体损失时,需要通过实测或收集文献的方式获得自然死亡率。

### A.5 鱼类和其它脊椎动物

对于鱼类和其它脊椎动物,除实地调查外,也可获取文献数据,并将获得信息与取排水口附近区域关联。不同发育期鱼类的分布取决于很多因素,包括季节、潮流、光照、密度和食物来源等。对于一些进行昼夜洄游的鱼类,需要实施连续观测调查,获得生物种类组成变化数据。并基于现场分析数据,结合数理统计方法,对调查的种群进行评价。

对于 RIS,要求如下信息:

a) 繁殖。给出主要物种产卵习性以及繁殖特点;

b) 洄游习性和路径。分析各个生命阶段的栖息地以及出现在不同类型栖息地中的季节性时间,说明物种的迁徙行为和路径;

c) 生存条件因素。给出主要研究区域以及远场研究区域中主要物种的生存条件并进行



比较;

d) 体长和体重。分析物种的种群结构和生长趋势。

对于群落, 要求如下信息:

a) RIS 的丰度。在主要的研究区域以及远场研究区域中的 RIS 的空间和时间分布信息, 提供最易受到温排水影响物种的信息;

b) 各物种的相对丰度, 一般以总捕获量的百分比表示。说明相对丰度的季节性和昼夜变化;

c) 主要的关联。通过数据分析确定物种间的关系。一个物种的出现和消失直接或间接取决于样品中其他物种的出现或消失。对某个物种的显著影响可能改变物种间的相互关系。

## 附录 B

### (资料性附录)

#### 取水生物影响评价方法

##### B.1 生物群落响应参数

群落响应参数例如结构的变化,常通过多元分类技术来研究和评估。物种多样性或关联系数的测量,也可以用来测量群落对扰动的响应。

估计群落结构时,应用最广泛是理论信息指数。当样品随机来自生物群落或者亚群落时,可使用多样性指数进行分析,如种类(或物种)多样性指数(也叫 Shannon-Wiener 或香农指数)。

可以使用“群落分类”法对生物群落进行分组。

水环境可以通过几种方法分层,如深度、底质构成等。建议对水体进行分层,并且列表给出每种物种在环境层次中的出现频率或者密度。这些表在梯度分析中用来分析分布曲线,并且用于描述物种相互联系数据。这些作为多元数据分析方法基础的表格用来分析空间和时间变化性。另外,对于包含优先群组的数据,线性判别函数使用多种测量或计数数据可测试环境层的不同。

也可参考《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19)附录 C 的 C.8 生物多样性评价方法。

##### B.2 生物预测模型

###### B.2.1 生物损失预测模型

冷却水取水潜在影响的区域随着生物种类、季节而变化,但其核心是确定影响区域卷载的概率,得到卷载概率等值线。卷载的概率图有利于通过合理的分析方法得到的潜在影响区域。可单独采用数值模型或物理模型实验,也可两者结合。通过水动力学模型模拟漂流物的运动,通过水质模型计算浓度的扩散,可采用浮标或染色示踪进行验证。对于要研究的水生生物,漂流物、浮标或者染色物可能不是最合适的对照物。因此,这种模拟必须要经过论证,说明水生生物和对照物在行为上的不同。

采用水动力学模型模拟漂流物运动获得卷载概率图时,首先在某一点位上释放若干浮标,用水动力学模型进行模拟直到所有浮标被卷载或穿过模型边界并离开区域,此时被卷载浮标占总浮标数的比值就是该点位的卷载概率。在其他点位重复上述操作可得到该区域的卷载概率分布。采用水质模型计算浓度扩散得到卷载概率图时,被取水口卷载的浓度与释放的总浓度的比值就是卷载的概率,该方法可以通过染色示踪来验证。卷载概率等值线可以与生物价值区域(见 B.3 生物价值模型)进行比较,以确保取水不从高生产力区域吸取高百分比的卷载生物,考虑对不同取水口位置进行模拟来减少生物影响。由于这种水动力条件模拟需对大范围水域进行模拟,实践中计算取水设施的卷载概率等值线是比较昂贵的。

在通过水动力学模型计算卷载概率等值线时,需要注意的有:

a) 对于给定的关键水生生物,可以用水动力学模型去评估每年生物幼体被卷载造成的补充量损失(减少的百分比)。水域动物卵和幼虫的密度和分布可由生物调查得到,据此可计算取水损失导致的补充量的减少量。

b) 卷载死亡率要与自然死亡率分开。自然死亡率一般与密度相关,如果不将卷载死亡率和自然死亡率分开,那么卷载的影响可能被高估。

c) 普遍情况下,一些动物卵和幼虫会随水体扩散到模拟区域范围外,这种情况则需额外的假设。

1) 如果假定一旦动物卵和幼虫随水体扩散到模拟区域范围外, 它们就不会成长为模拟区域范围内的成年群体。那么, 需对一段时间内考虑取水和不考虑取水分别进行模拟, 通过比较模拟区域范围内剩余的生物数量, 来估算取水造成的生物补充量的减少量。这种假设忽略了在模型研究区域范围以外生物体的数量减少的影响, 以及其他支撑性种群的影响。

2) 如果假定模拟区域是一个开放系统, 卵和幼虫随水体扩散至模拟区域外的同时, 还需要考虑模拟区域外通过模型边界进入模拟区域的生物体的影响。那么, 可以从文献或实地调查中得到边界处的生物体浓度作为模型的输入条件。也可以对一段时间内考虑取水和不考虑取水分别进行模拟, 通过比较模拟区域范围内剩余的生物数量, 来估算取水造成的生物补充量的减少量。生物的补充量随着模拟区域群体减少而减少, 并且越来越依赖于从边界外进入的生物体。

水动力学模型不能预测卷塞的死亡率, 卷塞死亡率可根据相似取水设施运行后的监测结果估算。

### B.2.2 群落损失预测模型

当评估了关键水生生物由于卷载和卷塞死亡率导致补充量的损失后, 则有必要评估取水对当地群落的长期影响。种群的动态可以通过年龄的区划模型来评估, 即生物根据年龄被分配到相应的区划中。如果区划不受取水的影响, 那么将通过老化模拟进入下一个年龄段的区划中, 用具有年龄特征的繁殖率来确定生物种群总的生物潜能。模拟取水影响(卷塞和卷载)将取水造成的死亡率加入老化中进入下一年龄段的区划中。可以同时模拟考虑取水和不考虑取水时区划模型群体的动态, 并进行比较。

这些模拟需要知道分析物种的生命特征相关信息, 这些信息可以来源于文献, 也可以从现场研究中获得。此外, 还需知道年龄/长度-繁殖力函数和产卵-补充量的关系。产卵-补充量的关系可能有以下三种形式:

- a) 补充量是产卵的线性函数;
- b) 补充量是产卵的密度函数;
- c) 补充量与产卵无关。选择合适的补充量-产卵关系以及参数的估计, 至少需要该物种二十年的数据资料, 如果没有足够的资料, 可选择产卵-补充量为线性关系。

### B.3 生物价值概念模型

在冷却水取水设施影响的环境功能区中建立相对生物价值区域的概念, 是确定取水设施选址、设计、建造和运行最佳实践技术的有效办法, 以降低取水对环境的影响。生物价值概念的本质是在取水设施所在的水环境功能区(或其他明确的区域)中的各个区域建立生物价值。考虑到取水设施的影响类型(卷塞和卷载)和受到负面影响的数量, 判定给出 RIS 的价值。价值按照物种、季节性或年度性叠加在水域地形图上, 描述对物种非常重要的水体区域。最后在确保取水设施安全的基础上, 选择价值相对较低的区域作为取水设施区域。

生物价值概念的使用需要满足如下几个前提:

- a) 在取水设施可能选址的水域中含有 RIS 密度不同的区域;
- b) 在该水域中, RIS 存在的相对价值可用生物密度表示;
- c) 用种群相对密度表示的最小生物价值区域就是取水工程的最佳位置, 降低取水对生物的影响。

需要指出的是, 本方法难以区分不同物种之间的价值, 并且难以比较鱼卵、仔鱼和成鱼损失的重要程度。价值等级可通过与整个水域中关键水生生物群落之间的关系来确定。如果可以确定一个物种比另一个物种重要, 则可以通过采用权重或其它一些方法来衡量。如果不能确定物种的相对重要性, 则关键水生生物种密度最低的位置就是取水工程的适宜位置。

本方法的评估步骤：首先根据生物调查结果和各物种受取水（卷塞和卷载）负面影响的  
大小，确定 RIS（一种或几种）的种类。其次根据卷载概率或生物调查结果对水域进行空间  
划分。

对于每类物种和空间区划：

- a) 确定可能受取水影响的生命阶段和影响类型（卷塞、卷载）；
- b) 估算在年度运行期间，代表性时间段内受影响的生物体数量；
- c) 估算每年受影响并且损失的量（通过确定生存率或者死亡率）；
- d) 估算损失的鱼卵、仔鱼转化为成体的比率；
- e) 整理数据（表 B.1）以形成生物价值水平叠加图；

f) 在水环境功能区图中叠加每类物种。取水设施导致的不同的生物损失的区域可用不  
同颜色标出，例如，最大价值区域是灰色的，最小价值区域是透明的。一般采用三种不同水  
平值；

- g) 所有 RIS 的叠加图得到该水域的地形图上形成合成价值，用相对颜色表示；
- h) 分析相对价值的图，并确定浅色为最适合的取水位置，深色是最不适合的。

在不同的物种或者密度变化中，用不同颜色显示相对的价值。本方法是基于实际数据，  
并且较完整的考虑了多种因素，可为取水设施的选址提供参考。

表 B. 1 数据矩阵

（物种 I）

（空间区划[A]）

影响 类型	受影响的 生物			损失% (假设损失 <100%)			数量损失			相当于成体的损失				价值等级		
	卵	幼 体	成 体	卵	幼 体	成 体	卵	幼 体	成 体	卵	幼 体	成 体	总 数	小	中	大
卷载																
卷塞																
总的 影响																

## 附录 C

## (规范性附录)

## 温排水环境影响分析论证流程

温排水环境影响分析论证流程如下：

- a) 根据本标准 6.3 和 6.4 节，分析温排水的物理影响以及收集进行早期筛选（判定是否为潜在影响小的区域）所需的数据；
- b) 与鱼类和野生生物保护、渔业水产等部门沟通，以确定工程水域是否存在可能受温排水影响的濒危物种；
- c) 收集水生生物的文献资料和现场数据；
- d) 确定需收集的信息是否充分：
  - 1) 对于每个生物类别，判定潜在影响的大小；
  - 2) 完成分析所需的额外调查和工作计划。
 如果需要收集更多的信息，可通过较简要的现场调查获得。
- e) 将调查简况反映到核动力厂选址阶段环境影响报告书中；
- f) 如果通过相关资料能够确定厂址温排水对于所有生物类别的潜在影响小，则可选择潜在影响小的分析论证类型 I。若不是，选择分析论证类型 II；
- g) 完成 6.3 节的物理影响分析说明；
- h) 若属于潜在影响小的分析论证类型 I，则收集必要的信息，完成较简要的生物类别分析说明，并将要点置于综合影响分析说明中。一般进行一年的现场研究，以满足第 6.8 节生物类别和综合影响分析说明的要求，直接进行第 m 步的流程。
  - i) 若属于分析论证类型 II，则首先充分论证 RIS 的选择并确定远场研究区域；
  - j) 完成现场和文献研究，根据 6.6.1 节完成生物类别分析说明；
  - k) 完成实验和文献研究，根据 6.6.2 节完成 RIS 分析说明；
  - l) 将物理影响、生物类别和 RIS 分析说明结合在一起，形成综合影响分析说明，如 6.6.3 节所述；
  - m) 在环境影响报告书中以附件形式提交分析论证材料；
  - n) 评审时，对分析材料中的数据进行审查，判断是否足够支持生物类别分析说明的结论。如果是，并且没有其他相反的证据，则进入下一步；
  - o) 对各生物类别的分析说明进行审查，判断温排水是否对受纳水体中关键物种和经济物种的生长和繁育影响小。生物类别说明中的任一类别不满足要求（详见 6.8.1），则该论证是不成功的。如果所有生物类别分析说明满足准则要求，并且没有其他反面证据，则进入下一步；
  - p) 对 RIS 的分析说明进行审查，判断 RIS 分析说明是否与 6.8.2 节的准则相符。如果满足准则要求，则进入下一步；
  - q) 对温排水物理影响、生物类别以及 RIS 的分析说明进行综合审查，判断分析说明能否支撑主要的生态系统影响结论。如果能，并且没有其他反面证据，则进入下一步；
  - r) 对综合影响分析说明与所有其他可用数据的关系进行审查。考虑 6.8.3 节整体性准则，确定温排水影响的最终分析论证是否满足要求。并将最终分析结果反映到核动力厂建造阶段环境影响报告书中。
  - s) 在编制核动力厂运行阶段环境影响评价报告书时，应根据工程建造对取排水方案和设计参数进行确认，并根据最新环境数据（如与建造阶段发生变化）复核取水影响，确定最佳实践技术。

附录 D

(资料性附录)

热扩散区域内水生生命准则

热扩散区域内水质不得导致 RIS 的急性死亡，即应确保穿过热扩散区域的 RIS 能够存活，且不受伤害。

对于水生生命准则，可设有两种类型热扩散区域：一个是急性准则（导致生物的急性死亡），一个是慢性准则，如图 D-1 所示。在紧邻排放口处，急性和慢性准则可能均不能满足，但需要在急性热扩散区域边界处满足急性准则，划定急性热扩散区域，防止生物阻隔或死亡，以保证整个水体的功能用途。为了确保温排水的快速混合，急性热扩散区域范围不应超过初始稀释区域（即温排水近区）范围。

下一个热扩散区域常被称为慢性热扩散区域，该区域内在满足急性准则的前提下，慢性准则可以不满足，但需要在慢性热扩散区域边界处满足慢性准则。划定慢性热扩散区域以保证整个水体的功能用途。慢性准则与受纳水体水质标准中的温度要求相一致。慢性热扩散区域温升较低，一定温升条件尤其是在冬季可能吸引生物停留在该区域。

急性水生生命准则对应的急性热扩散区域可通过调查 RIS 物种的得到，急性热扩散区域为温度高于临界最大温度的区域，通过该区域的时间必须足够小而使得通过的生物不会死亡。最大临界温度试验为动态试验，它是持续温升条件下受试生物的最大热耐受温度。试验时按照设定温升速率对水体进行持续加热。观察试验过程中受试生物因升温受到热刺激而发生的反应，记录受试生物的临界最大温度，以生物出现运动能力紊乱、行为异常、失去平衡、身体翻转等作为临界点。

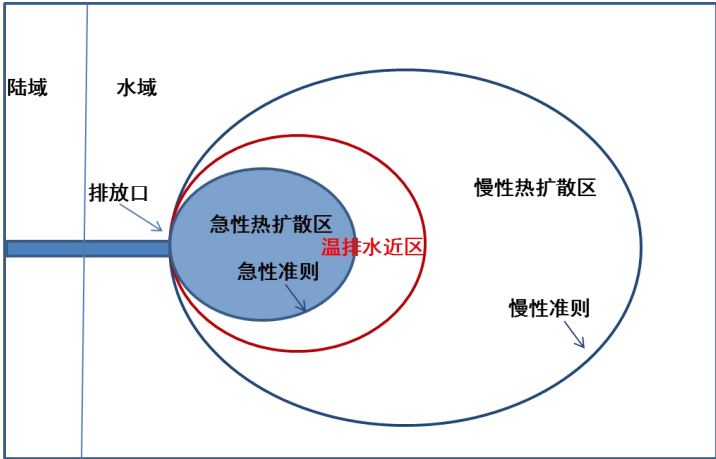


图 D.1 急性和慢性水生生命准则对应的热扩散区域