

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ -2018

核动力厂冷却水环境影响评价指南

Guidelines for environmental impact assessment of cooling water
for nuclear power plants

（征求意见稿）

2018--发布2018--实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

目次.....	4
前言.....	5
1 适用范围.....	6
2 规范性引用文件.....	6
3 术语和定义.....	6
4 水生生物资源调查的原则性要求.....	10
5 核动力厂冷却水取水环境影响分析.....	12
6 核动力厂温排水环境影响分析.....	23
附录 A（规范性附录）取水生物影响评价方法.....	45
附录 B（规范性附录）取水分析论证报告格式.....	52
附录 C（规范性附录）温排水分析论证流程.....	53
附录 D（规范性附录）温排水分析论证类型 II 的格式.....	55

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冷却水环境影响评价工作，防止和控制核动力厂冷却水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，保障人体健康，制定本指南。

本指南规定了核动力厂冷却水环境影响评价要求。

本指南的附录为规范性附录。

本指南为首次发布。

本指南由环境保护部核电安全监管司提出。

本指南由环境保护部核电安全监管司、科技标准司组织制订。

本指南主要起草单位：环境保护部核与辐射安全中心。

本指南环境保护部于 2018 年 月 日批准。

本指南自 2018 年 月 日起实施。

本指南由环境保护部解释。

核动力厂冷却水环境影响评价指南

1 适用范围

本指南给出了核动力厂冷却水取水和温排水环境影响评价方法和判定准则。

本指南主要用于指导核动力厂新厂址冷却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）和运行方式的变化（如增加取水量或热量排放等）、以及运行以后的回顾性分析评价也可参考执行。

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。

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国环境影响评价法》

《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》

《中华人民共和国水法》

《地表水环境质量标准》（GB3838）

《海水水质标准》（GB3097）

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

冷却水取水设施是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。

3.2 撞击 Impingement

撞击是指取水过程中，水生生物在取水设施的外部或在滤网装置上受到撞击而被截留导致死亡。撞击对象包括那些被滤网收集或截留的生物，不包括通过滤网的生物。

3.3 夹带 Entrainment

夹带是指经过水生生物通过取水设施滤网，进入冷却水系统冷凝器、热交换器等管路中导致的死亡；在此过程中，如果水生生物通过间歇氯化（或使用其它抗微生物剂）系统到达具有温差的冷凝器管，其将受机械应力、泵和管道压力变化以及杀生剂的影响。

3.4 最佳适用技术 Best technique available, BTA

最佳适用技术是在切实可行经济代价上的最佳技术，目的是减小冷却水取水对环境的负面影响；BTA 是考虑建造成本后的经济可行的技术。

3.5 负面环境影响 Adverse environmental impact

冷却水取水或排水可能对水生环境产生负面影响，在估计负面影响程度时，短期影响应考虑的因素：

- a) 受损绝对值（每月或每年受热影响的水生物或幼苗数量）；
- b) 受损百分比（受热影响的水生物或幼苗分别占影响范围水域现有种群的百分比）；

除了总生物的受损值外，若受损生物中包含濒危物种、关键种和经济种，则也应该分别说明这些物种的受损绝对值和百分比。

长期影响应参考因素：温排水和冷却水取水是否会危及（危害）水体段中保持生态平衡的水生物（主要指鱼类和贝类）群体的生长和繁育。

3.6 代表性重要物种 Representative import species, RIS

代表性重要物种是指：在冷却水取水影响区域或温排水排放区域的重要水产资源种类（如鱼类、甲壳类、头足类和大型海藻等），以及其他保护物种和重要生态功能种群，包括以下物种：

- a) 有商业或娱乐价值的（当地经济物种中排名前十的）；
- b) 受到威胁或濒临灭绝；
- c) 关键的生态系统结构和功能（例如，栖息地的主要构成者）；
- d) 可能成为局部的有害物种；
- e) 由a) - d) 确定的物种的食物链中必需的物种；
- f) 温度敏感物种或者是特别易受伤害、对取水设施的影响敏感的物种。

对浮游植物和浮游动物，其生命周期短且繁殖能力强，受到负面影响相对较小。如果初步取样或历史数据显示厂址这些生物体不是特殊的或唯一的，则通常不选取浮游植物或浮游动物作为代表性重要物种。

研究温排水影响时选取的代表性重要物种可能与研究冷却水取水影响时选取的物种一样，也可能不同。这取决于相对的影响大小。

3.7 功能区域 Critical function zone

对提供初级生产力有重大贡献的区域，或者是物种的繁育和存活所需的一定范围内的区域。

3.8 水体段 Water body segment

一个水体段是一个地表水流域或海域的一部分，有共同的水文特征，有相同的自然物理、化学和生物过程，并对外部压力（例如污染物的排放）有相同的反应，是具有相同环境功能的水域。

3.9 有害物种 Nuisance species

有害物种是指任何对生态平衡或对人类健康和利益有损害的微生物、植物和动物。

浮游植物的有害物种包括那些高度集中且会产生一定量的毒性、恶臭、有气味的化合物，从而导致水质恶化的藻类类群。

3.10 阶段性浮游生物 Meroplankton

根据本指南的使用目的，阶段性浮游生物被定义为鱼或无脊椎动物的浮游生活阶段（通常指卵或幼虫）。

3.11 典型生物群落 Typical biological community

典型生物群落也称为生境构成者（如红树林、珊瑚礁、海藻场、海草床、贝床、鱼类产卵场、繁育场、索饵场和洄游通道等），是指植物和/或有相对固定生命阶段特征的动物的任意组合，主要包括：

- a) 海底生物附着生活的底质；
- b) 贝类、鱼类和野生动物生长的直接或间接食物来源；
- c) 用于稳定和改变沉积物以及促进生成土壤的生物学机制；
- d) 营养物质循环途径；
- e) 鱼类和贝类产卵、索饵和隐蔽区域的具体位置。

3.12 主要分析区域 Primary study area

温排水影响主要分析区域是2℃以上温升等值线包络的区域（由第6.2.7节确定）。

冷却水取水影响主要分析区域包括受潜在破坏的水体段。该研究区域由易受核动力厂取水影响的生物决定，这些易受影响的生物通常是移动能力较差的生物。能够进行大尺度移动的生物（如迁徙鱼类），只是阶段性地进入到该区域。

3.13 远场影响 Far field effect

远场影响是指主要分析区域以外归因于或可能归因于冷却水取水或温排水（考虑到取水或热与其他的污染物的相互影响）的水生生态系统的任何扰动。

3.14 远场分析区域 Far field study area, FFSA

主要分析区域外的水体段。对于许多物种，尤其是洄游鱼类，种群可能分布在较广阔的地理区域内，水体段中除了主要分析区域外的种群分布区域被定义为远场分析区域。在远场分析区域中，其他环境因素可能影响到区域的种群。可从以下两个方面考虑：

a) 考虑地理范围内的总体种群，评价现有影响；排除主要分析区域外污染源的影响，确定特定取水设施或温排水对种群造成不利影响的程度；

b) 仅考虑潜在受影响区域以及相邻的未受核动力厂影响的区域内的种群。

选择上述两种方法中的一种对取水设施或温排水的影响进行评价。远场分析区域的实际边界可通过专家评价的形式确定。

3.15 温排水近区和远区 Near field and far field for thermal discharge

从环境水力学角度，根据温排水的水力、热力特性将其运动过程分为近区与远区。

温排水近区是指紧邻排水口出流段的局部区域，是水力、热力特性急剧变化的区域。在此区域，温排水的运动受到排水射流动量与温差浮力效应的双重作用。一方面，排水射流与周围环境水体发生强烈的卷吸、掺混，环境低温水不断掺入，射流中汇集流量沿程增加，射流在横向和垂向上扩展，厚度逐渐增大，平均速度沿程减小；另一方面，核动力厂温排水一般高于环境水温 6~11℃，排水密度明显小于环境水体密度，温排水受到浮力的作用向水体表层运动。近区的水温分布表现为：垂向上具有明显的温度梯度；水温沿程急剧下降，具有较大的温降梯度。近区也称为初始稀释区域，是热影响控制的重点区域。

近区之后广阔区域属于远区，在该区域内水力、热力特性变化趋于平缓。温排水的射流初始动量与浮力效应消失殆尽；垂向层与层间的热量交换大为削弱；热水层厚度由于水体下掺逐渐沿程递减，最后趋于零，其温度趋于环境水温；温排水的运动受控于环境水体，对流

扩散作用以及水面散热成为影响水温分布的主要因素；温排水携带的热量最终主要依靠水面的蒸发、对流作用散发到大气中。

3.16 热扩散区 Heat dissipation area

热扩散区是经科学论证确定的温排水排放区域，该区域内温排水进行混合、扩散和消散，该区域外满足水质标准中相应的温升要求。

4 水生生物资源调查的原则性要求

4.1 总体要求

水生生物资源调查的取样方法和调查范围取决于生物物种特性、取水设施特征和温排水的影响范围，具体要求参考《海洋调查规范第6部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）相关内容，本指南提供了一些针对冷却水取水和温排水影响的生物资源调查原则性的指导。

对于核动力厂选址阶段，应充分收集历史数据和文献资料，能够完成描述水生生物资源的背景特征；建造阶段和运行阶段，在对新调查结果进行描述的基础上，应与以往历次调查资料进行对比分析，主要说明种类和数量等的变化情况。

核动力厂运行后进行水生生物资源调查需说明冷却水取水和温排水对生物的影响。

4.2 调查年限

为了获得厂址必要的水生生物资料，应充分收集历史数据和文献资料，并进行区域水生生物资源调查，一般要求进行1至3年的水生生物资源调查。在能够收集到重要历史数据并且核动力厂取水和温排水对水生生物潜在影响低的情况下，只进行1年的调查也是可接受的。

4.3 调查设计

在进行水生生物资源调查前，首先要根据历史数据和文献资料对5.4节、6.3节、6.4.2.1节进行简要分析，明确取样目的和取样区域。主要考虑内容：

- a) 取样单元的尺寸。一般使用最小实际取样单元。
- b) 每个样品取样单元的数目。通过初步采样信息，制定详细取样数目。
- c) 取样单元的位置。优先选择分层随机取样，以简化随机取样。取样单元的面积或体

积上可以不均匀，分配的取样单元与面积或体积成比例。

至少开展一年细致的调查工作，以便基于这一年的调查结果和历史数据判定潜在影响的大小。对不同时间监测数据的比较只能说明灾难性重大破坏的影响；对同一时间不同空间数据的比较，更能说明核动力厂取水和温排水的生物影响。

4.4 调查内容

4.4.1 浮游植物和浮游动物

浮游植物、浮游动物的生命周期短，繁殖能力强。在大多数情况下，由于寿命短和再生能力，取水设施对浮游植物的影响持续时间短，影响范围小。但是，在没有初步评价厂址附近物种的重要性和独特性情况下，浮游植物、浮游动物不应从取样分析中剔除。

针对温排水影响开展调查时，除在主要分析区域内取样外，主要分析区域外也应设置恰当的取样点，以代表远场分析区域数据。取样频率至少每季度一次，收集数据至少应包括：每体积水中所含的有机物的资源量、确定优势种和有害物种。

4.4.2 贝类和大型无脊椎动物

对于贝类和大型无脊椎动物主要考虑温排水的影响。对于贝类和大型无脊椎动物的底栖类，主要分析区域中每个主要群落取样站位中都应有底栖类取样。在远场分析区域中，也应选择相似的站位，以使得两个区域的相对重要性可进行比较。在这些站位中，还应对贝类和无脊椎动物群落中游泳部分进行取样。

取样频率至少每个季度一次。取样时间取决于重要饵料物种、濒危物种以及商业重要物种的已知信息，应选取物种较为脆弱的生命阶段进行取样。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命阶段的变化，或者工程水域存在生命阶段变化未知的复杂物种，那么取样频率需增加。

4.4.3 鱼卵和仔鱼

鱼卵和仔鱼在水平、垂直分布上都是不均匀的，垂直分布不仅指示鱼类的游泳形式，还有鱼卵的分层情况。个体物种鱼卵的垂直分布可能随生长过程而发生变化，并且鱼卵浮力在产卵季节的不同时期会有所不同。

同一片区域的仔鱼夜晚拖网与白天拖网的捕捞量和捕捞种类也不同。这是由于受到水体运动和光强的影响，仔鱼有不同的避网能力和水平分布导致的。因此在取样设计中应考虑夜晚取样，以确保准确描述鱼类浮游生物的数量。尤其是对于幼体后至青年体前状态的鱼类，应进行整个昼夜循环的取样。

仅通过在一系列站点的单次拖网调查不能说明分析区域中鱼类浮游生物的特征。足够数量的重复以显示拖网之间的差别是必要的；应注意，不同的物种拖网间差别可能较大，并且在季节中发生变化。在较均匀的研究区域，可以在站点子集中进行重复，并将结果应用于其他站点；在近岸海域或者取水口附近，建议采用较严格的误差分析，而且要求每个站位进行重复。合适的重复次数取决于每个站位的特征，并且必须基于现场研究。在给定的季节中，鱼类浮游生物中变化最大的 RIS 决定了重复取样的次数。

在鱼类的产卵期间以及产卵之后的阶段，应加密采样。

基于夹带未成年损失数据评估当量成体存储损失时，要求测量从未成体到成体各生命阶段的自然死亡率。对于一些不是最为关键的物种，自然死亡率难以确定时，可通过合理判断得到。

4.4.4 鱼类和大型无脊椎动物

应确定栖息在主要的分析区域和远场分析区域的鱼类各个生命阶段的一般特点。收集的数据可对这两个区域中物种组成、每种类型的数量、生长和繁殖方面相对重要性进行比较。

采样每月应进行一次，以提供代表季节性和生命阶段习性的数据。在北部地区，可能由于天气条件无法做到每月采样，则可从文献中查取所需数据，并将信息与排放口附近区域关联。鱼类各种生命阶段的分布取决于很多因素，包括季节、水流、光强度、密度和食物来源等。对于一些昼夜循环洄游方式的鱼类，夜晚取样可能得到较准确种群数据。在大部分情况下，应确定重复取样数量及频率，并基于现场分析数据，采用合适的数据统计处理方法，提供有效的种群评价。

5 核动力厂冷却水取水环境影响分析

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，以确定核动力厂厂冷却水取

水设施的位置、设计、建造和能力是否反映最佳适用技术，对环境影响最小化。对于新建的取水设施，应通过使用历史数据、运行前的监测以及其他核动力厂的运行经验，获得损失的可靠估算。对于现有核动力厂，结合监测数据给出取水导致可信的生物损失，评价已发生的影响和预计的长期影响。

5.2 分析论证流程

申请者应在核动力厂选址初期就结合厂址特征给出取水潜在影响大小的判定，分析论证过程见图 1 和图 2。潜在影响小的取水一般是那些取水量较小（如闭式循环冷却系统取水），并且位于生物产量少的区域，或者是历史数据显示取水没有影响，或者有其他因素证明取水影响小。取水潜在影响高的厂址一般要进行广泛的现场调查或模拟，以阐明可能的总的水体影响。对于新建的取水应先考虑为潜在影响大，直到获得数据证明其影响是小的。

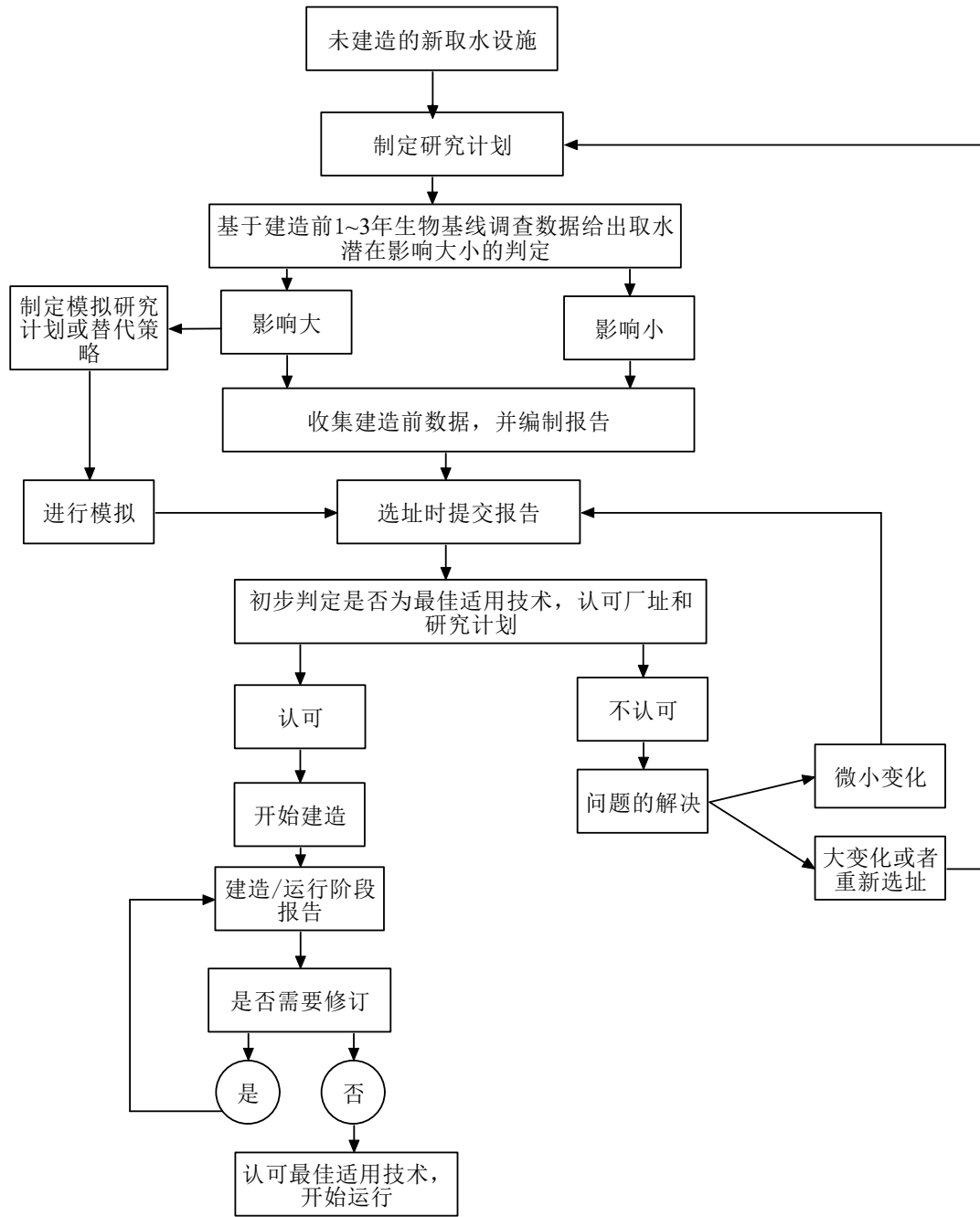


图 1 新取水设施环境影响分析论证流程图

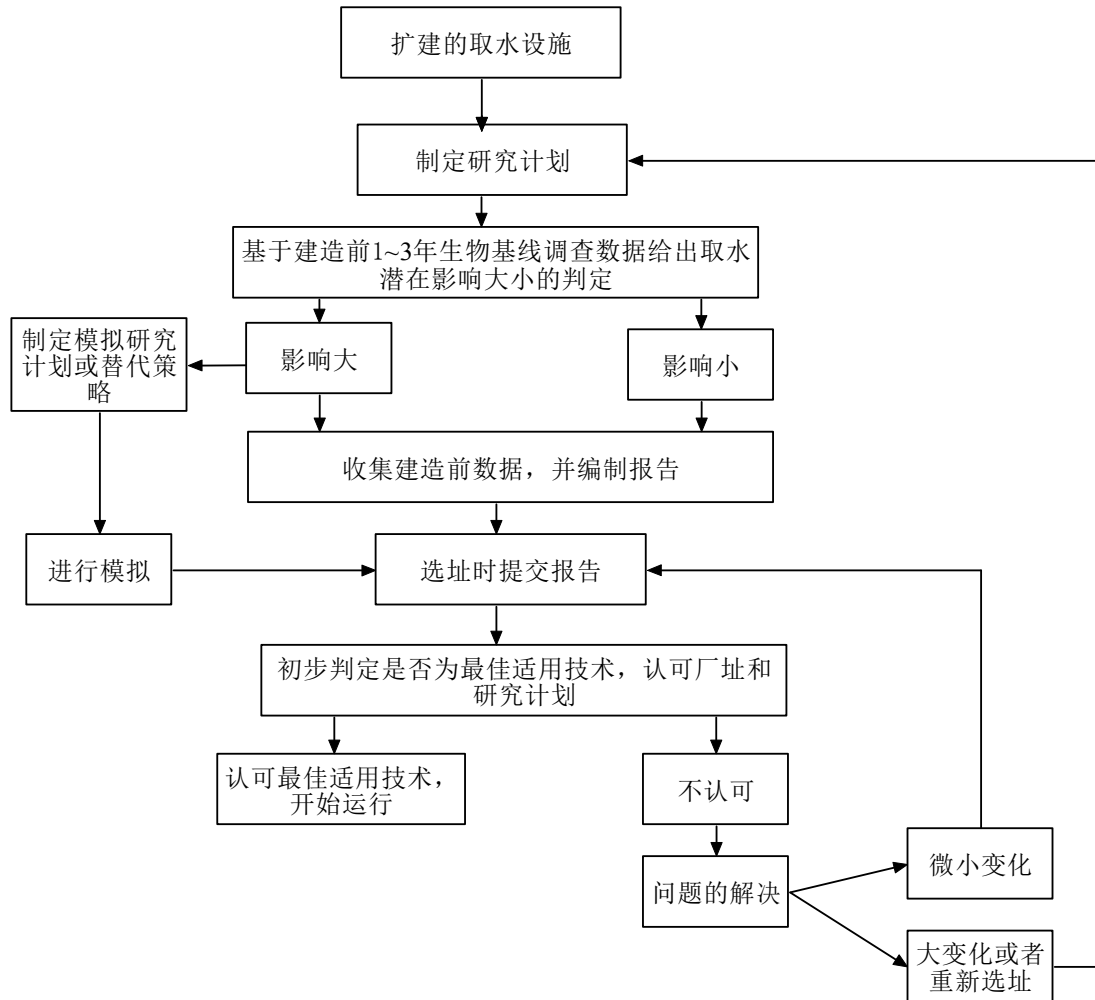


图 2 扩建的取水设施分析论证流程图

5.3 最佳适用技术判定过程

在进行取水设施最佳适用技术判定时，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，获得该生物受到影响的程度。

对于一种给定物种，区域价值的评价主要考虑的内容包括：主要产卵地、迁徙路径、育苗区、个体的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适用技术，生物价值-潜在影响判定方法如下：

表 1 生物价值-潜在影响判定方法

	冷却水流量高 (相对于源水体段)	冷却水流量低 (相对于源水体段)
生物价值高	不是 BTA	未知
生物价值低	未知	是 BTA

a) 在一个生物价值高的地区建直流冷却取水系统一般不是 BTA，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是 BTA，除非取水设施会影响珍惜物种或濒危物种。

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 BTA。在这种情况下，需关注生物调查和数据分析，完成取水的影响评价，由专家进行判定是否为 BTA。

本指南要求对水生生物资源的调查应能够提供充分的资料，以说明最佳取水设施的位置、设计、建造及取水量对环境的总体影响最小。对于那些会产生夹带/撞击不利环境影响且须采取最佳适用技术使得影响降到最低的情况，推荐的进行优化的步骤为：

第一步，能否通过改造现有的过滤系统来降低影响；

第二步，能否通过增大取水设施的尺寸（即降低最大通过滤网速度）来降低影响；

第三步，考虑是否需要放弃现有取水设施并在另一个位置新建取水设施，并且在新建取水设施时引入恰当设计以降低环境影响；

最后，如果以上技术都无法降低环境影响，则应降低取水量，减少流量主要通过提高冷凝器或换热器进出口的温差或采用闭式循环冷却水系统实现。

5.4 厂址特征及取水设施物理影响评价

5.4.1 取水设施的位置和布局

a) 取水设施的位置，在小比例尺地图显示取水设施、相关冷却水系统和周围 15km 半径内与工程水域水文变化相关的排放。

b) 在大比例尺的总平面图上标识地形和水文数据，明确取水设施布置，包括：

- ◆ 详细的地形数据
- ◆ 水文特征，包括等深线
- ◆ 水体边界

- ◆ 受影响的水体段
- ◆ 水体段中其他工程取水位置描述
- ◆ 可能随预计的取水结构建造和运行而改变的现有取水设施的地形和水文特征(视厂址的具体情况而定)

5.4.2 气象数据

当进行流体动力模拟时，需要气象数据的项目资料。

- a) 气温，最大、最小和平均月降雨量
- b) 太阳辐射 kcal/m²/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) 其他相关厂址的数据

5.4.3 水体段的其他排放影响

- a) 现存的或者计划的对环境有潜在影响的排放口位置
- b) 与现存或未来排放相关的影响描述 (这是一个较广泛的分析，例如考虑到温排水影响分析论证等)

5.4.4 冷却水取水设施

- a) 结构
 - ◆ 冷却水系统的位置
 - ◆ 在水体中水平和垂直位置 (包括撇渣墙)
 - ◆ 管道和水渠的外形及细构图
 - ◆ 容量
 - ◆ 过滤装置
 - ◆ 鱼类旁路和处理设施
 - ◆ 平均和最大的路径和过滤网流速
 - ◆ 与负荷特征相关的流量和出现频率
 - ◆ 用来除冰或调和的再循环水的位置、流量和持续时间
 - ◆ 其它相关系统特定数据
- b) 泵
 - ◆ 设计细节 (在构筑物中的位置，刀片和外形的结构)
 - ◆ 每分钟转速
 - ◆ 数量、容量和计划运行时间表

- ◆ 压力条件
- ◆ 泵送中的速度切应力
- ◆ 潜在的湍流和物理影响
- c) 杀菌剂
 - ◆ 在系统中添加的位置
 - ◆ 杀菌剂毒性描述
 - ◆ 使用时间和持续时间
 - ◆ 在冷却水系统各部分及在受纳水体中的杀菌剂浓度
- 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，及导致的冷却水系统中夹带生物的时间-温度影响。

- e) 其他关于冷却水系统的数据
 - ◆ 溶解气体
 - ◆ 悬浮固体和浊度
 - ◆ 其他废物和添加的化学药剂
 - ◆ 冷凝管、热交换组件、水管和虹吸管等的尺寸
 - ◆ 维护程序，热除冰程序的使用

5.4.5 核动力厂的其它数据

- a) 核动力厂寿期的相关数据。
- b) 核动力厂非满负荷的时间占比。

5.5 取水环境影响的 RIS 分析说明

在进行水生生物资源调查前，必须收集足够的数据进行分析，并简化评估准则，判定负面影响的存在及程度。

a) 选定代表性重要物种（RIS），以确定适合于 RIS 以及取水设施位置和特点的取样方法、调查研究范围和调查的时间。

b) 进行生物资源调查，以确定可能被取水设施损害的生物群落的时空变化。这些调查包括浮游生物、底栖鱼类、表层鱼类、底栖大型无脊椎动物、浮游植物、浮游动物、底栖生物以及有害物种等的。一般而言，RIS 主要是鱼类和大型无脊椎动物。

c) 通过调查获得不同生命阶段 RIS 的出现频次和相对丰度,则可以确定取水设施可能的影响。有些物种可能只是生命周期中的一个阶段如生活在海水上层时易受夹带影响。有些迁徙物种一年中只有一段时间在取水设施附近。有些生物整个生命都受到取水设施的影响,生物体生命循环以及当地与取水设施相关的水循环特点对于评估个体物种潜在的影响是很重要的。

d) 若确定生物受到取水的影响,则需评估对这些生物影响大小。在评价中,常假设所有的生物通过取水设施的死亡率为 100%这种最坏情况。如果不是这样的假设,则需进行具体实验以估计死亡率大小。

e) 评价个体生物的损失对当地种群的影响,这些影响是由取水设施的位置、设计、建造和能力产生的。在设计调查的早期阶段,数据简化方法和分析方法也是很重要的考虑因素。数据必须遵循生物统计学,以用于判定最佳适用技术,对环境影响最小化。

5.6 取水设施的生物影响评价

5.6.1 评价要点

目前水生生物在循环冷却水取水过程中的损失评价主要分为两步。首先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,评估每个厂址的影响程度。如果显示损失很严重,则进入第二步,对源水体进行研究,评估这种损失对水体范围或当地种群基础的影响。

在分析取水环境影响之前应搞清楚生物系统的自然变化、其他压力对种群大小影响、以及获取精确生物样本的难度可能掩盖了冷却水取水设施运行的影响。取样的变化幅度是非常大的,会达到可能数值的 20%到 300%。因此,除非取水设施的影响明显大于背景值,否则难以从“背景值”中区分出来。对于许多物种,取水的负面环境影响可能低于标准调查和分析技术可探测的水平。这样的现场研究将是广泛的而难于进行的,并且一般需要数年的数据收集,没法给出确定的结果。不应要求进行这种研究,除非对于最佳适用技术的确定是必要的。由于上述困难,可基于经验丰富的水生生物学家的专业判断来确定负面影响。

影响评价的目标是分析和简化生物调查和监测数据,使得数据形式概念化,并易于说明取水设施的位置、设计、建造和运行体现最佳适用技术,最小化环境影响。

5.6.2 评价方法

若初步的调查表明取水设施的夹带和撞击损失可能较小,可以采用生物统计分析、群落响应参数分析等方法进行评价,见附录 A。

若初步的调查表明取水设施的夹带和撞击损失可能很高,则有必要评估这些损失对涉及的生物群落的影响,可采用生物价值概念模型和预测生物模型等方法进行评价,见附录 A。对于易受夹带或撞击影响的生命阶段,用于预测核动力厂取水损失所需的参数包括生命阶段持续时间、繁殖力、生长和死亡率、分布、扩散方式以及取水易损性。这些参数既可以是现场实验测得的,也可以通过历史文献查到。其他用于预测取水系统对生物群落的长期影响数据包括种群尺寸、年龄结构、繁殖力和死亡率。

5.7 取水影响后评估要求

5.7.1 总体要求

核动力厂运行一定时期后,为对冷却水取水实际产生的环境影响以及生态保护和风险防范措施的有效性进行跟踪监测,并提出补救方案或者改进措施,提高环境影响评价有效性,需进行循环冷却水取水的环境影响后评估。

冷却水取水设施环境影响的后评估工作流程图见图 3。根据夹带、撞击的监测结果和水生生物资源调查结果说明现有取水设施的环境影响,提出改进方案。

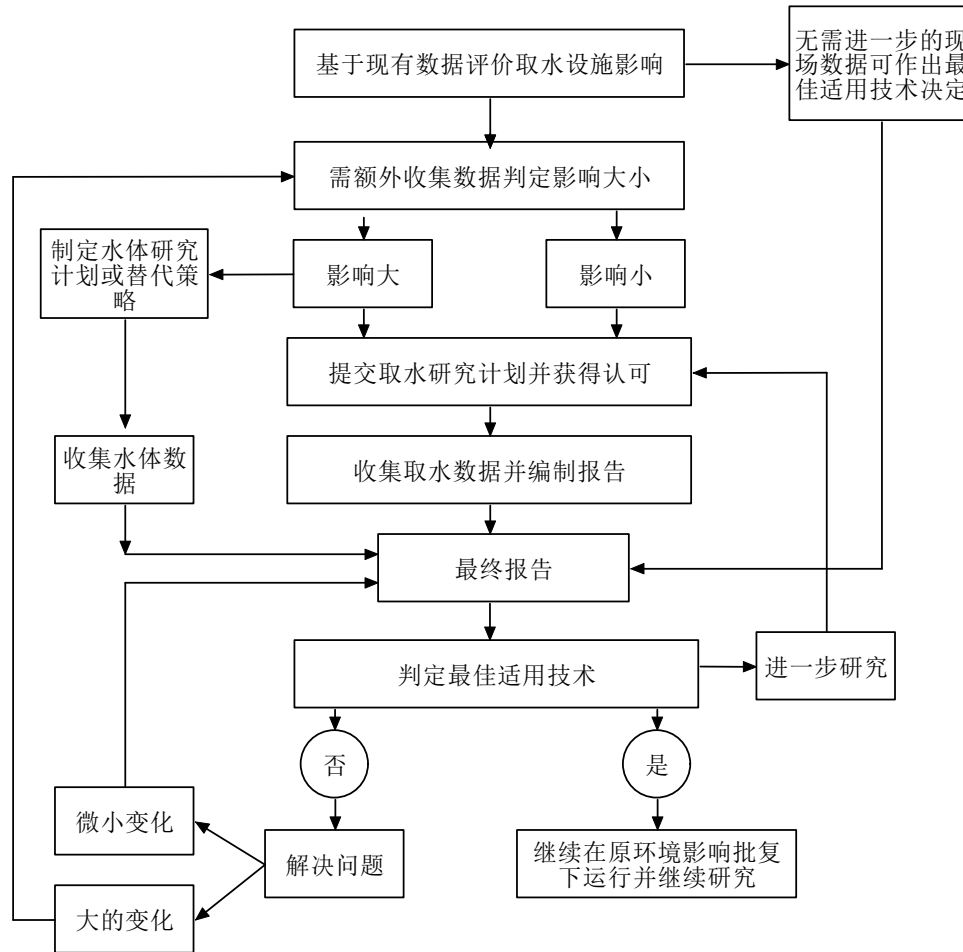


图 3 现有取水设施环境影响后评估流程图

5.7.2 撞击监测

撞击监测的目的是记录冷却水取水设施运行时鱼类损失量。通过对取水滤网的反冲洗可以获得每日撞击鱼的数量，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，则每四天取样一次样是最低要求。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，也可进行增加或减少采样频次。

通常是在滤网反冲洗泄水道上插入收集篮来收集样品。收集篮的网格大小应等于或小于取水滤网。在取样期间应收集以下数据：

- a) 核动力厂运行数据：
- ◆ 流量；
 - ◆ 温度（取水和排水口）；
 - ◆ 开始时间、持续时间及取水流量；

- ◆ 氯化期间循环冷却水中的总余氯；
- ◆ 取水流速（代表性测量值或计算值）
- ◆ 取样间隔中滤网运行次数；
- ◆ 海水的流速（当时）；
- ◆ 盐度（当时）；
- ◆ 溶解氧，当从低溶解氧处（或水层）取水时。

b) 生物收集的数据：

- ◆ 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、重量和年龄组（小于一岁、几岁或成体）；
- ◆ 每种物种的代表性样本，用于测定性别和繁殖条件；
- ◆ 评估在取水系统滤网之前区域发生自然死亡的鱼数量；
- ◆ 定期进行测试以确定滤网上撞击鱼的回收率。

5.7.3 夹带监测

5.7.3.1 鱼和贝类浮游生物

鱼或贝类夹带损害的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类和贝类的卵和幼虫物种和数量，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延迟影响。

使用泵进行取样时，需假设泵不会对脆弱的生物造成破坏；与悬浮滤网取样相比，泵取样易于实现自动化和量化。

建议进行昼夜采样以观测生物体数量的变化。若工程水域是某物种良好的产卵和育苗区，这些物种在时间和空间上的分布常随自然条件而发生迅速的或不均匀的变化（尤其是当浓度较低时）。因此，只有通过昼夜循环连续监测以获得足够的有代表性的这些生物。

实际取样体积取决于工程水域中鱼卵和仔鱼的密度。因此，应根据关注的物种的最小密度来确定取样体积。如果没有工程水域中生物密度数据，则有必要取尽可能大的选取样本量。这一点对于所得数据的可接受性是非常关键的。因为若样本体积太小，则监测结果显示受影响的生物比实际的少。

采样位置应在取水系统取水滤网前紧靠的位置。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，取水和排水中样本来自同一水团。每个位置取样包括接

近表层水、靠近底部和中间深度三个点位。若可以证明生物是均匀分布的，则一个采样深度就够了。

5.7.3.2 大型无脊椎动物幼体

大型无脊椎动物的夹带影响主要关注的问题是，夹带是否会影响死亡率、生长和繁殖。监测的目标是确定被夹带生物的种类和数量，评价夹带对其生存和繁殖的影响。描述夹带的季节性和昼夜性。

使用泵进行取样时，需假设泵不会对脆弱的生物造成破坏。通过滤网浓集无脊椎动物幼体，并记录泵的流量来确定过滤体积。取样位置应设在滤网前的前池以及接近排水口的位置。样品应在无毒的容器中浓集，并且收集后尽快在显微镜下观察死亡和损伤；在前池和排放口收集的样品至少每月收集一个 24 小时周期的样品。在 24 小时调查中，每 3-4 小时要进行重复取样。

5.7.3.3 浮游植物

浮游植物的死亡率、生长率、繁殖率和初级生产力等很容易受到夹带和冷却水系统的损害。确定这些影响的研究主要包括微观测试、叶绿素浓度检测、初级生产力的检测以及细胞成长和分裂观察。大多数情况下，对浮游植物的影响是短暂的，并且限制在水体段中较小的区域中。但是，在没有初步评价厂址附近物种的重要性和独特性情况下，监测计划需包括浮游植物。

5.7.3.4 浮游动物

浮游动物取样与取水设施的夹带影响相关。浮游动物本质上是微小的动物悬浮在水中。由于它们的物理特征，大部分不能持久运动，只能通过水流和漂浮来移动。在大多数情况下，由于生命周期短，繁殖能力强，取水影响对它的影响是短暂的。但是，在没有初步评价厂址附近物种的重要性和独特性情况下，监测计划需包括浮游动物。

6 核动力厂温排水环境影响分析

6.1 分析论证流程

根据温排水潜在影响的大小，可将温排水影响分析论证分为两种类型，即潜在影响小的分析论证（类型 I）和代表性重要物种保护的分析论证（类型 II）。

采用闭式循环冷却系统的核动力厂以及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 6.6.2.1 节）的核动力厂，可选用潜在影响小的类型 I 进行温排水影响

分析论证。如果温排水对某些或所有生物类别的潜在影响为中等甚至较大水平，则应进行代表性重要物种保护的分析评价，即分析论证类型 II。

分析论证过程需在核动力厂的选址阶段完成，具体流程见附录 C。

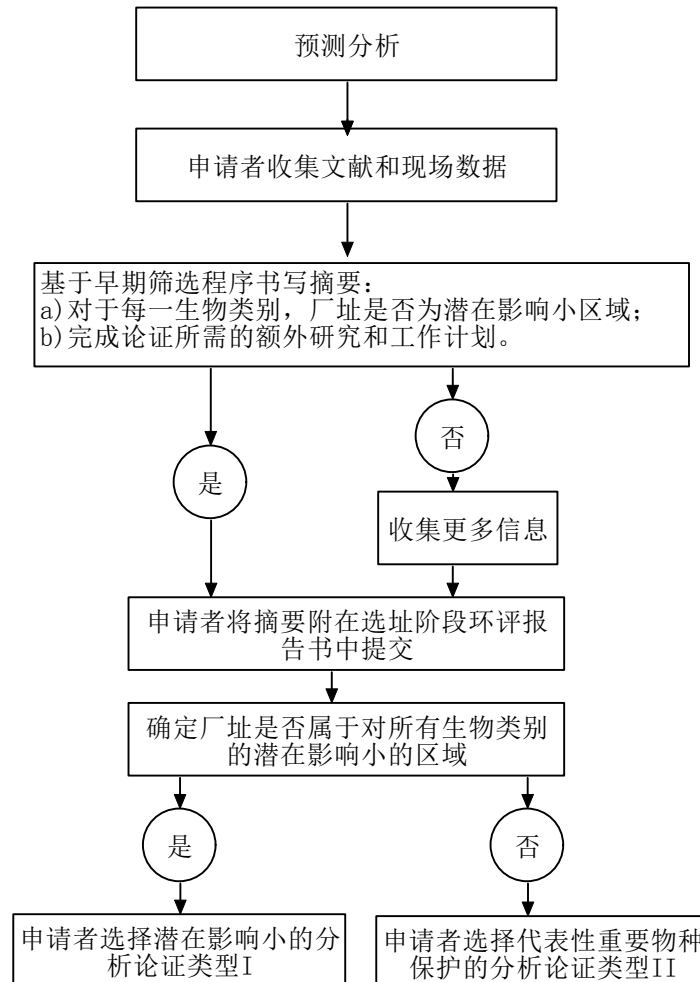


图 4 分析论证流程图（I）

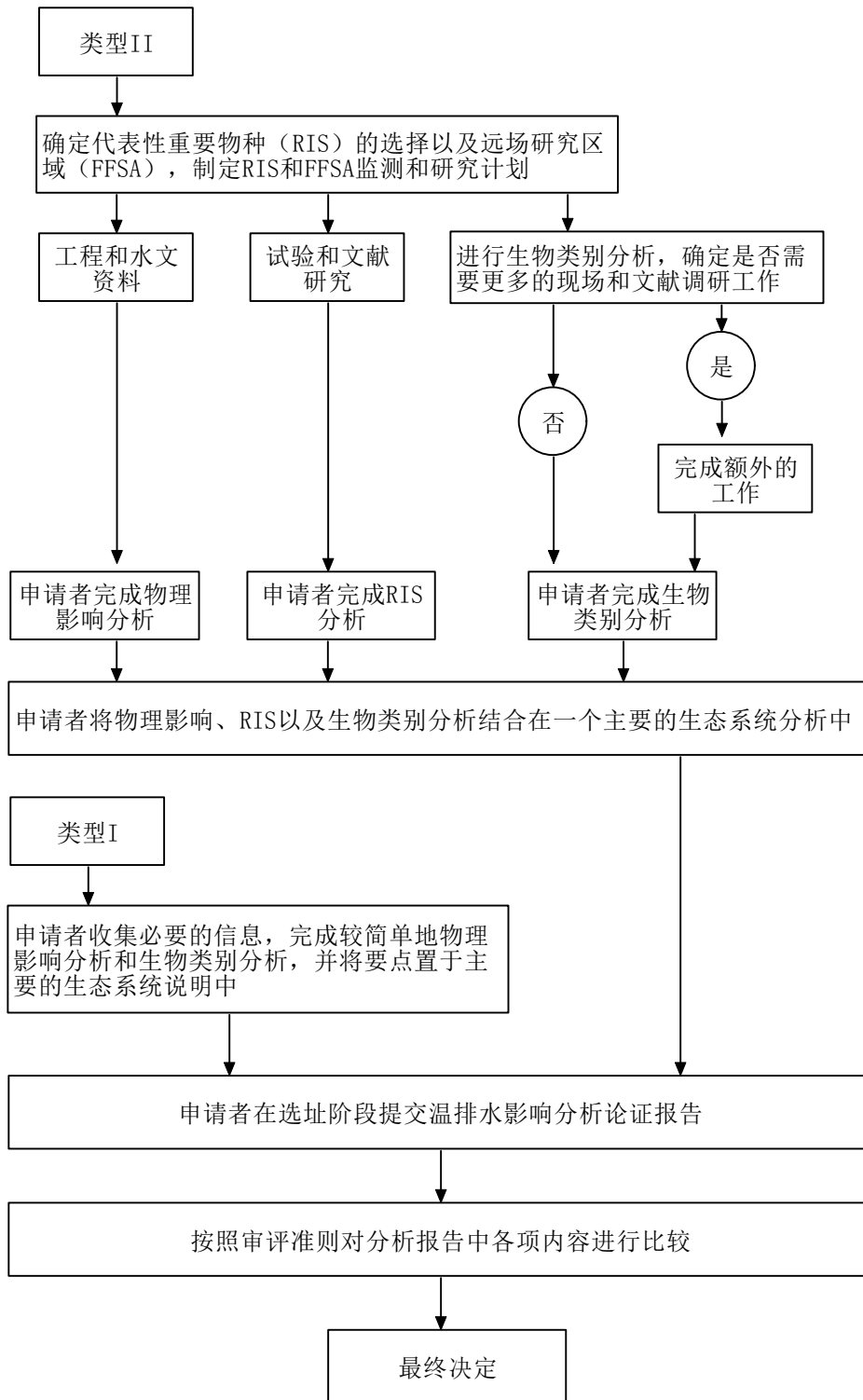


图 4 分析论证流程图（II）

6.2 温排水物理影响分析说明

6.2.1 核动力厂运行数据

- a) 各种工况下冷却水流量及温升。
- b) 应给出排放口附近夏、冬季的平均水温和垂向分布。
- c) 每日、每月和每年氯的使用量、使用频率和氯化时间以及在任何氯化循环中排放口处总的最大余氯；受纳水体中余氯的要求；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、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）、化学组成和排放原因。
- e) 提供平均和最差两种情况下排放口附近溶解氧水平和垂直分布图。评估由于温排水导致分层或排放中生化需氧量的出现可能导致氧水平降低的程度。

6.2.2 冷却方式

冷却方式的选择是基于技术和经济可接受的最佳适用技术，并考虑厂址的地理位置和环境条件。申请者的信息表明，在技术、经济和环境条件上采用闭式循环冷却系统有困难，但又没有证据表明一次循环冷却系统是合理的，则其应充分论证其它排放方式如使用扩散器或辅助冷却塔的可行性；若在使用这些排放方式时难以确保对受纳水体中关键种和经济种的生长和繁育的影响小，那么只能使用闭式循环冷却系统。

6.2.3 水文信息

- a) 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、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。
- b) 应收集工程水域冬、夏季典型水文条件下水流、水位、水温资料，原则上应采用近5年的资料。
- c) 工程水域测点、测站的位置应满足温排水数值模拟计算和物理模型试验的边界控制和验证要求。

6.2.4 气象数据

由包含近期资料在内的长系列资料给出：工程水域冬、夏季月平均气温、湿度、风速、风向、太阳辐射及云量等资料。

6.2.5 排放口的结构

提供以下排放口结构信息：

- ◆ 排放管或渠道的长度；
- ◆ 排放口的面积和尺寸；
- ◆ 排放口数量；
- ◆ 排放口的间距（中心距离）；
- ◆ 深度（平均和极限）；
- ◆ 排放角度（与水平轴夹角、与垂直轴夹角）。

6.2.6 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、泥沙含量的变化，说明对岸线淤积或冲刷的影响。

6.2.7 温排水预测模型

a) 采用数学模型、物理模型实验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发生变化时，应说明变化原因及合理性。

b) 温排水的影响范围。

1) 对于滨海厂址

关注夏、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、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和示意图。

对于风生流、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、温度场的分布。

2) 对于滨河厂址

关注全年和夏季设计枯水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。

3) 对于滨湖/水库厂址

关注全年和夏季设计枯水来流条件下与湖泊/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。

4) 当温排水影响范围与底栖生物区接触时，还应关注底部等温线。

6.2.8 温排水影响范围评价

a) 分析和评价温排水与水域环境功能区划的相符性，核动力厂温排水不应降低受纳水体的现状使用功能。

关注温排水影响范围与现行有效的环境功能区划的叠加图，及相符性评价。

温排水热扩散区域的位置应尽量避免重要生态敏感区，不侵犯整体水体指定功能，不导致水体功能降级。应划定热扩散区域和确定的位置，以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、监测等要求满足 6.6 节的要求。热扩散区域边界外应满足近岸海域环境功能区划对应的水质要求。

b) 当温排水 1℃影响范围与现行有效的近岸海域环境功能区划对应的水质要求不符时，如能同时满足以下 3 个条件，也可认为这种影响是可接受的。

- 1) 1℃温排水包络范围内不涉及环境敏感区和保护区;
- 2) 1℃温排水平均温升范围能够满足现行有效的近岸海域环境功能区划;
- 3) 按照分析论证类型 II 说明温排水对各物种的影响可接受 (6.4 节)。

c) 关注温排水影响范围与环境敏感点 (保护区、养殖区、三场一通道等) 的叠加图，及相符性评价。

6.3 早期筛选程序

6.3.1 总体要求

在进行详细生态系统现状调查前，申请者应首先根据本节要求，通过收集资料以及文献调研等方式，确定温排水对哪些生物类别潜在影响小。对于潜在影响小的区域，没有必要对该生物类别进行进一步的温排水研究，申请者只需要提供一个叙述性的说明。

6.3.2 浮游植物

6.3.2.1 浮游植物潜在影响小的区域

浮游植物潜在影响小的区域一般是开阔的海域或者是不以浮游植物为食物链基础的系统。例如以碎屑食物链为基础水生生态系统，包括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。

对于其他厂址，当申请者证明如下内容，则厂址温排水对浮游植物潜在影响小。

- a) 将不会发生浮游植物往有害物种的转化；
- b) 由于温排水导致浮游植物群落的变化不会对受纳水体中关键种和经济种的生长和繁育有明显的破坏。

6.3.2.2 没有被归类为潜在影响小的区域

如果主要的文献调研和/或简要的现场实验研究表明：

- a) 浮游植物贡献于支持群落的主要光合作用；
- b) 向有害物种的转化被强化；或
- c) 核动力厂运行的温排水可能改变群落，使得碎屑物质为基础的系统变至以浮游植物为基础的系统。

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。

6.3.2.3 没有被归类为潜在影响小区域的评价要求

在分析论证中提供的信息应足以表征污染耐受物种和有毒物种的数量和丰度，并提供关于浮游植物群落的基线信息。按照 4.3.1 的相关要求进行生物调查。

6.3.3 浮游动物

6.3.3.1 浮游动物潜在影响小的区域

浮游动物潜在影响小区域一般是那些商业重要物种低密度地区、濒危物种和/或那些食物链重要成分罕见区域，或温排水将影响受纳水体中相对较小部分地区。

大部分河口地区不属于浮游动物潜在影响小的区域。然而，当存在一个浮游动物丰度的对数梯度时，对于最低丰度水平的区域，经论证后可被认为是潜在影响小的区域。

对于其他厂址，当申请者证明如下内容，则厂址温排水对浮游动物潜在影响小。

a) 由于温排水导致的在主要研究区域中的浮游动物群落的改变，将不会对受纳水体中关键种和经济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) 温排水热羽不包含一个死亡屏障，而阻止浮游动物的自由运动（漂移）。

6.3.3.2 没有被归类为潜在影响小的区域评价要求

对于那些选址不是在潜在影响小的区域的设施，申请者应描述浮游动物种群定性和量化的特征，数据应包括：出现类群的资源量、相对丰度、各类群在丰度和分布上的季节变化以及在纵向分布上昼夜和潮汐变化。按照 4.3.2 的相关要求进行生物调查。

6.3.4 典型生物群落（或生境构成者）

6.3.4.1 典型生物群落潜在影响小的区域

在一些情况下，厂址的水生环境缺乏生境构成者，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生境构成者可能被再次建立，则申请者需表明温排水不会抑制生境构成者的重建。

对于其他的厂址，当申请者证明如下内容，则厂址温排水对典型生物群落的影响小。

a) 温排水将不会导致对典型生物群落的任何破坏，或者破坏不会导致对受纳水体中关键种和经济种的明显损害；

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。

6.3.4.2 没有被归类为潜在影响小的区域

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；或温排水通过对生境构成者的负面影响而可能影响濒危物种的厂址，均属于潜在影响大的区域。

6.3.4.3 没有被归类为潜在影响小区域的研究要求

对于那些没有被归类为潜在影响小的区域，申请者应提交如下信息：

a) 区域位置图和缩放的航拍图，以展示生境构成者在预计厂址附近区域的分布。航拍图应包括主要和远场研究区域。若可能，应提供展示生境构成者分布的历史变化的航拍图。

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) 对优势种资源量的估算，以单位面积有机物质重量表示。估算的最小频率为每季度一次。

d) 应识别取决于生境构成者对其的保护或将生境构成者作为饵料的占优势的或濒危的鱼类物种。对于这类物种（未在温排水论证报告其它地方被考虑的），申请者应提供定量的丰度估算。

设计恰当的实验以确定在整个主要研究区域内生境构成者群落的一般特点。在远场研究区域内的取样也应在最恰当的位置，以产生指示远场研究区域的数据。应进行充足的重复取样以确定收集数据的准确度并进行恰当的统计测试。

6.3.5 贝类/大型无脊椎动物

6.3.5.1 贝类/大型无脊椎动物潜在影响小的区域

贝类/大型无脊椎动物潜在影响小的区域被定义为在主要分析区域以及远场分析区域中，能够满足如下要求的区域：

a) 现有或可能有经济价值的贝类/大型无脊椎物种没有在该厂址出现或可忽略不计；

b) 贝类/大型无脊椎动物不是厂址处水生生物群落重要组成部分；

c) 厂址处没有出现濒危的贝类/大型无脊椎动物；

- d) 贝类/大型无脊椎动物在最大丰度时的资源量低于 1 克（无灰干重）每平方米；
- e) 厂址不是上述 a)、b) 和 c) 中物种的产卵场或索饵场。

对于其他厂址，当申请者证明如下内容，则厂址温排水对贝类/大型无脊椎动物潜在影响小。

a) 资源量。申请者能够表明温排水导致的贝类和大型无脊椎动物的资源量的减少不会导致水体段中经济种和关键种的明显损害。

b) 群落结构。申请者能够表明当温排水导致多样性组成减少时，仍能维持水体段中温排水引入前大型无脊椎动物的关键功能。

6.3.5.2 没有被归类为潜在影响小的区域

选址在可能影响重要贝类和/或大型无脊椎动物的产卵场和索饵场等功能区域的核动力厂，其温排水的潜在影响不被认为是小的。大部分河口厂址属于该类别。

6.3.5.3 没有被归类为潜在影响小的区域的研究要求

没有被归类为贝类/大型无脊椎动物潜在影响小的区域，按照 4.3.3 节进行生物资源调查。

申请者应定性地尽可能全面地列举栖息在影响区域和临近区域中的贝类/大型无脊椎动物物种。应提供商业物种，重要饵料物种以及濒危物种的信息，包括在区域中状态（永久性 or 暂时性）、出现的季节性时间以及大量浮游生物出现的时间。此外，申请者应描述繁殖和早期发育阶段的关键功能区域的重要性。若温排水可能影响高生产力贝类/大型无脊椎动物，则申请者应提供对贝类/大型无脊椎动物资源量的定量评价。这样的厂址包括河口、浅的无波动海湾以及具有与河口厂址相似特点的开放的海岸厂址。

申请者应认识到调查详细程度是基于温排水影响面积。当厂址水域较深而使热羽无法接触到底部，则对贝类/大型无脊椎动物底栖部分的取样最少。对于深的波动水域，底栖动物衰落，则要求少量信息以记录其特点。若是浅的非波动水域，其有丰富而多样的底栖动物，申请者应进行详细的研究。应评价的参数包括：

a) 资源量。对于主要的研究区域以及远场研究区域，各种物种的资源量应被评估，以每平方米的数量或生物量表示。

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。

申请者应尽力增加样本数据，以获得合理的完整的分类列表。

申请者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。若需要研究底栖生物，则申请者应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，应展示预测热羽与商业物种、濒危物种、饵料物种以及重要物种的产卵场、索饵场以及洄游通道之间的关系。申请者应进行数据分析和叙述性的评价，并且将原始数据置于报告的附录中。

6.3.6 鱼类

6.3.6.1 鱼类潜在影响小的区域

如果满足下述条件，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) 有商业和娱乐价值的鱼类物种很少出现，几乎可以忽略不计；
 - b) 排放位置不是产卵场或索饵场；
 - c) 温排水（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变成易受冷冲击的影响或对濒危物种有负面影响。
- 对于其他厂址，只有当申请者能够证明鱼类群落将不会遭受来自如下的明显危害，则对鱼类影响将被判定为小的。

- a) 冷冲击不会导致重要鱼类的直接或间接的死亡；
- 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) 无重要鱼类不可接受的大面积屏障；
- e) 不会造成重要鱼类洄游阻隔。

6.3.6.2 没有被归类潜在影响小的区域的研究要求

- a) 没有被归类为鱼类潜在影响小的区域，按照 4.3.5 进行生物调查。
- b) 物种水平：对于 RIS，可要求如下信息：
 - 1) 繁殖。给出主要物种产卵习性以及繁殖特点。
 - 2) 生命阶段栖息地使用。讨论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，说明物种的迁徙活动。

3) 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比较条件。

4) 疾病和寄生。讨论在主要研究区域中土著群落和物种出现疾病和寄生虫病的可能性。

5) 年龄和生长。应讨论通常出现在物种中的年龄和生长趋势。

c) 群落水平

1) 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将提供关于哪种物种将最易受到取水和排水的影响的信息。

2) 各物种的相对丰度。这些信息由取样数据计算得到。其一般以总捕获量的百分比表示。相对丰度有季节性和昼夜的波动。其不应随年度变化而有显著的不同。在一个时期中相对丰度的显著变化指示鱼类群落的改变。

3) 主要的关联。通过合适的数据分析，可确定主要的关联。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。对一个物种的显著影响可能导致主要关联的改变。

4) 制图要求。申请者应提供制图以描述接纳水体段鱼类群落产卵、索饵、洄游、休息等位置和范围。给出这些区域受到厂址温排水 2°C 等温升影响的面积。

6.3.7 其他脊椎野生生物

6.3.7.1 其他脊椎野生生物潜在影响小的区域

如果申请者能够证明其他野生生物群落组成将不会受到明显伤害或将实际上受益于温排水，那么分析论证中对其他野生生物影响被判定为小的。大部分厂址属于其他脊椎野生生物潜在影响小的区域。其他脊椎野生生物包括除了鱼类以外的脊椎野生生物，例如海龟、斑海豹、中华白海豚等。

6.3.7.2 没有被归类为潜在影响区域小的区域

在寒冷地区，温排水可能吸引其他脊椎野生生物，并且使它们呆那里过冬。这不能归类为潜在影响小的区域，除非申请者能够证明这些野生生物将通过野生生物管理计划或其他方法而被保护。

温排水可能影响重要的（或濒危的）野生生物的厂址也不能归类为潜在影响小的厂址。

6.3.7.3 没有被归类为潜在影响区域小的区域的研究要求

申请者应进行必要的调查和研究，以解释什么因素（或野生生物管理计划）将确保其他野生生物不遭受来自如下显著伤害。

- a) 过量热或冷冲击；
- b) 增加的疾病和寄生虫病；
- c) 成功生长或繁殖的减少；
- d) 无法进入独特或大的栖息地；或
- e) 迁徙方式受到干扰。

在分析说明中，申请者应讨论温排水与任何濒危物种或商业和娱乐重要物种的习性和栖息地的关系。

6.4 分析论证类型 II

6.4.1 制定生物类别分析说明

在文献调研和简要现场调查的早期筛选阶段，申请者将给出制定生物类别说明所需要的一些信息。如果这些早期筛选程序后被确定为分析论证类型 II，申请者应回顾 6.2 和 6.3 节、本部分内容以及可获得的数据，以确定完成生物类别分析说明所需的额外的现场研究。申请者应完成 6.3 节给出的没有被归类为潜在影响小的区域的研究要求，然后书写总结生物类别分析说明。

对于每个生物类别，应提供完整的讨论，给出温排水的影响小的理由，以确保接纳水体经济种和关键种的生长和繁育。在分析说明中，申请者应说明每个生物类别的判定准则。

若使用模型预测温排水的影响，申请者应提供所使用模型的完整的文件。文件应包括模型优缺点的讨论、敏感性分析、验证研究以及可靠性分析。

6.4.2 温排水环境影响 RIS 分析说明

6.4.2.1 RIS 选择准则

受到时间和费用的限制，无法详细研究一个厂址的每种物种，因此有必要选择一定数

量的代表性重要物种（RIS）进行实验研究。RIS 选择准则包括：

- a) 一些经济上很重要的物种，例如，有商业和娱乐价值的鱼类。
- b) 一些“代表性”物种是尤其易受温排水影响或对温排水影响敏感的物种，或若对其进行保护，能够确保对厂址其他物种进行保护。
- c) 广泛分布物种一般不被认为是“尤其易受影响”或“敏感”的代表性物种，但他们可被认为是“重要的”物种。
- d) 无法对“重要的”或“代表性的”所有生物进行详细研究，因此，可选择较小的清单（例如大于 1 但小于 15）作为“代表性重要的”物种清单。
- e) 一般而言，代表性重要物种清单包括大部分敏感鱼类、贝类、或其他人类直接使用物种或生态系统结构和功能的物种。
- f) 官方列出的濒危物种自然是重要的物种。

6.4.2.2 RIS 选择流程

申请者首先应充分论证 RIS 的选择并确定远场研究区域。对一个特定厂址，若生物类别现场研究计划是不全面的，那么 RIS 的选择数量可能较多（5~15 种）；若现场研究计划是广泛而全面的，则 RIS 选择数量少（2~5 个）。

应按照上述准则以及 RIS 定义，根据如下方法选择 RIS。

- a) 当物种选择相关的信息是充足时，考虑如下内容：
 - 1) 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。
 - 2) 咨询海洋渔业部门以及鱼类和野生生物保护部门。
 - 3) 濒危物种。物种选择应尤其考虑出现的任何濒危物种，无论是在哪个生物类别或营养水平，除非没有信息，而现场取样又被禁止。
 - 4) 热敏感物种。应识别当地热最为敏感的物种（及类群），并考虑其重要性。
 - 5) 有商业或娱乐价值的物种。应基于效益分析选择有商业或娱乐价值的物种。
 - 6) 远场和间接影响。应包括对整个水体段的考虑。例如，应考虑热诱导影响或与受纳水体其他现有热或其他污染物的协同效应。
 - 7) 从食物链考虑，确保如上物种良好状态所需的物种。

除了上述考虑，建议在选出 RIS 前关注预计作为 RIS 物种可能受到的影响，影响

的程度以及在厂址附近出现情况等。

b) 当信息不充足时物种的选择

当可获得信息是不足以选择合适的 RIS，则申请者应进行研究并且提供可作为选择所需的依据。

6.4.2.3 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。

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 ¹ 、CTM	
	幼鱼		
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变化： 核动力厂关闭造成的冷冲击以及穿 越热羽收到的热冲击 ²	
	幼鱼		
	早期生长阶段（包括浮游生物阶段）		
性能和生长的优化温度		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。	
注： ¹ UILT：高起始致死温度； ² 只对饲养物种或实验室物种。			

表 3 对每种代表性重要物种（RIS）汇总数据表

物种热影响参数	温度限值或范围（°C）	功能不可用的平均和最大面积（m ² ） ¹	功能不可用平均和最大时间（天） ¹	预期会对 RIS 种群产生影响吗？	参考文献来源
注： ¹ 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。					

表 2 和表 3 的说明：

a) 使用表格组织温排水影响大小判定所需的生物数据。表格具有通用性，适用于任何代表性重要物种，无论是被保护的物种还是防范的物种（如有毒物种）物种。

b) 热特性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、冲刷）常与热影响同时发生，这些不包括在本表格中，但应被考虑。

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，若有多于一组的数据是可获得的，应给出多组数据，并解释为什么选择一组用于厂址是否为影响小区域的判定依据。

f) 配子发生和产卵的数据指示恰当的季节时间，即使没有核动力厂的影响，也将随着地区和年度而变化。主要关注这些事件是否被季节性排除。

g) 对于很多鱼类，性能和生长的优化温度（如最大游泳速度、最大代谢范围、最终温度嗜性等）是相似的，例外的则应被说明。

表 2 中 RIS 功能不可用的面积和时间是基于 6.2.5 节温排水热羽模拟得到的。根据表 2 得到温排水对 RIS 影响的结论：大、中、小或不确定需要进一步研究。

6.4.3 主要生态系统分析说明

温排水论证报告中主要的生态系统分析说明应以简洁的方式总结主要的发现，并形成关于温排水对受纳水体中关键种和经济种的生长和繁育影响小的有说服力的论据。该说明应包括生态系统整体性总结，即包括温排水物理影响分析说明、生物类别分析说明、以及 RIS 分析说明的总结。

6.5 分析论证类型 I

在早期筛查研究后，如果相关资料能够证明该厂址对所有生物类别都是一种低的潜在影响，那么申请者可以做一个简要的分析论证，即潜在影响小的分析论证类型 I。其基本概念是，当厂址和拟建设施对当地物种的潜在威胁小时，申请者可比其他申请者（如选址不佳或其他方式造成较多不良潜在影响）少做大量的水生生物研究。

潜在影响小的分析论证类型 I 是一个简要的分析论证，考虑了每个生物类别的信息，确

保对每个生物类别进行了研究并做出判断。申请者可在早期筛选研究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，形成温排水论证报告。

潜在影响小的分析论证类型 I 的格式类似于附录 C 所建议的格式，但应删除 RIS 部分。

6.6 热扩散区域准则

6.6.1 热扩散区域设置原则

热扩散区域设置应充分考虑海洋功能区划、近岸海域环境功能区划、海洋生态环境特征、海洋水文动力条件等因素，论证其可行性和合理性。

详细论证温排水对近岸海域环境功能和水生生态系统的影响，确定热扩散区域的范围，使对受纳水体中关键种和经济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。应划定热扩散区域和确定的位置，以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，应位于典型大潮低潮位以下，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。

6.6.2 热扩散区域范围

6.6.2.1 根据最佳工程实践确定热扩散区域范围

当新建核动力厂热扩散区小于最佳工程实践范围时（见表 4），可按照分析论证类型 I 进行分析。

表 4 最佳工程实践范围的确定方式

热扩散区的位置	范围
河流/河口/海湾	任何时间不超过断面和/或水体体积的 1/2；或者任何时间不超过岸与岸之间表面 2/3
开放海域	热扩散区域所在的水体有很强的稀释能力，4℃温升包络范围不贴岸； 或一个核动力厂址所有机组温排水 4℃温升包络范围不超过 3km ²

6.6.2.2 具体厂址热扩散区域范围的确定

- 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尺寸。
- b) 热扩散区域尺寸最小化原则

热扩散区域应被限制在一个尽可能小的区域，以便它不干扰指定用途，或不干扰指定用途的水体段内的水生生物群落。应用可获得的技术优化排放口的位置、设计和运行，以确保热扩散区域尺寸最小。

热扩散区域的尺寸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；1) 温排水近区；和 2) 温排水远区。近区是在排放点附近的废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，近区结束过度到远区。

近区准则：对于淹没式排放，从海底排放口排放，排放动量和初始的浮力作用在一起产生湍流混合。当稀释废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，并且没有违法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：a、没有较小环境影响的替代厂址、冷却方式或排放方式是合理可用的或可行的；b、在设计和运行上最大可行的程度上最小化热扩散区域的大小和形状；c、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) 当热扩散区面积不满足 6.6.2.1 节的要求，则申请者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、代表性重要物种分析说明、生物类别分析说明以及主要生态系统分析说明。根据 6.3 节审评准则，确定物种的生长和繁殖是否受到影响。

d) 若申请者无法证明温排水和所有其他对物种重要影响的累积影响小，难以保证受纳水体中关键种和经济种的生长和繁育，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。

6.6.3 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，有上限值。热扩散区域应避免：

- a) 那些将沉降而形成令人不快的沉积的物质；
- b) 漂浮的碎片、油、泡沫和其他物质；
- c) 会产生颜色、臭气、有味或浑浊的物质；
- d) 会产生有毒水生生物的物质、条件或浓度组合。

6.6.4 热扩散区域内水生生命准则

热扩散区域内水质不得导致代表性重要物种的急性死亡，即应确保穿过热扩散区域的生物是能够存活而不遭受过度损害和压力。

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5所示。在紧邻排放口处，急性和慢性准则可能都会被超越，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以防止通过的生物死亡，以保护整个水体的指定的用途。为了确保温排水的快速混合，急性热扩散区域范围应与初始稀释区域（即温排水近区）范围相当或在其内部。

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，慢性准则可能被超越，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护整个水体的指定的用途。慢性准则对应于水质标准中的温度要求。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由RIS物种的研究得到的，急性热扩散区域为温度高于临界最大温度（Critical thermal maximum, CTM）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行为反应，记录受试生物的最大临界温度CTM，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。

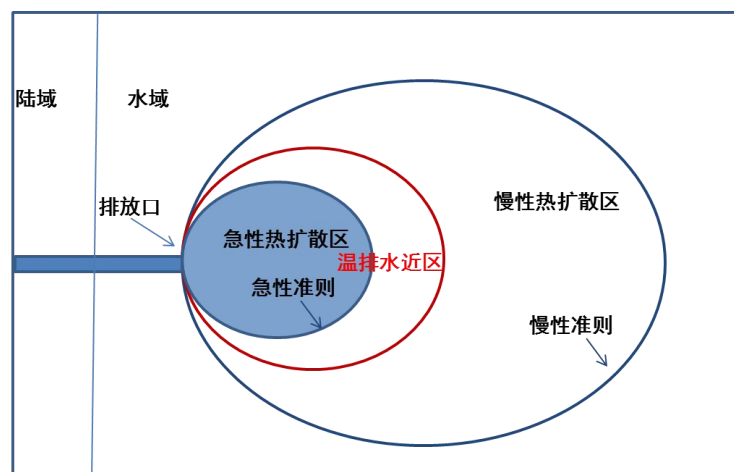


图5 急性和慢性水生生命准则对应的热扩散区域

6.6.5 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。

应尽可能避免热扩散区贴岸，一方面岸边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；另一方面温排水贴岸后，不易于受纳水体混合，难以稀释扩散。

6.6.6 多个热扩散区域的考虑

热扩散区域之间的定位是很重要的，尤其是当热扩散区域中含有不同成分以及热扩散区域相邻或叠加时。当没有累积效应并且低于有毒限值时，重叠和叠加热扩散区域是允许的。

在大型河口或邻近开放海岸线区域的热扩散区域的最大数量（是生态允许的，现有或可能的）取决于水文过程线的变化、底质和当地温度和生物特性。因此，该问题只能通过“一事一议”的方式解决。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。

6.7 温排水生物影响分析说明

6.7.1 生物类别分析说明

各生物类别的判定准则如 6.3 节所述，根据各生物类别的分析说明与 6.3 节中的判定准则进行比较，以确定是否满足准则要求。

6.7.2 代表性重要物种分析说明

如果因为申请者所提供的代表性重要物种信息不完整，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反驳）关键种和经济种可能因为下列 4 类原因遭受明显损害，则代表性重要物种信息及其分析说明结论是不可接受的。

- 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。

6.7.3 主要生态系统分析说明

温排水分析论证报告需满足如下条件：

- a) 满足论证程序 n) -s) 步的要求。
- b) 没有证据表明对关键种和经济种群体或群体组成有损害。
- c) 任何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、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) 当没有强而有说服力的理由时，不得破坏独特或稀有的栖息地。
- h) 申请者应给出使用杀菌剂（如次氯酸钠）的理由，并确保其不对当地物种产生明显的损害。

若不满足上述条件，核动力厂温排水对关键种和经济种造成明显影响，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、冷却系统设计和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。

6.8 温排水后评估要求

6.8.1 温排水物理影响后评估

a) 在冷却水取水口和排水口应设置水温的连续监测站位，执行 24 小时连续监测，获得排放口处的小时平均温升值以及温度值，确保任何时候不超过审批通过温度上限值和最大温升值。

b) 为了保护水生生物免受热冲击和冷冲击的影响，核动力厂稳态运行期间，每小时的温升或温降不超过 2°C；正常负荷跟踪时，每小时的温升或温降不超过 5°C，在应急和非计划停堆时，可以超过上述值。

c) 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、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。

d) 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

布置应基本控制温升的包络面积，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，可只监测上层水温。

e) 对于滨海厂址

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估所需，每五年对冬夏季各测量一次。

在核动力厂运行后，至少开展一次（夏季大、中、小潮）大范围、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）模型可以为后续机组温排水影响评价提供依据。

6.8.2 温排水生物影响后评估

若温排水对水生生物影响不满足 6.3 节各生物类别准则，那么在核动力厂运行后应按照 6.3 节没有被归类为潜在影响小的区域的研究要求进行监测研究。

附录 A
(规范性附录)
取水生物影响评价方法

A.1 生物统计分析

一般通过计算算术平均数、标准差（或标准偏差）以及样本大小，最小限度减少原始样本数据。如果对各种物种进行大量的测量，则数据可概括为频率分布，频率分布的形式是通过数值分布形式给出的（如频率表）。使用图形表示数据则更直观，例如柱状图（图中每个类别的频率由垂直误差棒表示）。柱状图的形状描述取样分布。已知的数学频率分布可用作研究种群的模型，样品的频率分布可与已知模型的预期频率进行比较。

可定量描述种群个体的空间分布，即通过三种基本类型的空间分布进行描述，即随机分布、均匀分布（或称规律分布）和连续分布（或称聚集分布）。种群的空间分散可通过方差和均值间的关系或其它方法确定。对于随机分布，方差等于平均值。对于均匀分布，方差小于平均值；对于连续分布，方差大于平均值。一般而言，泊松分布是随机分布模型、正二项式是均匀分布的近似模型，负二项式是常用的连续分布模型。

可以统计学上比较密度的时空分布变化。当由以往经验或样本推断亲本种群的分布为正常或接近正常时，数据组比较的重要性测试是参数测试，通常非正常数据可被转换成适合该测试的数据。否则，应采用非参数测试其重要性。

A.2 生物群落响应参数

在给定区域内所有物种种群称为群落。该术语一般被认为是在给定区域内有相互作用物种的总和。然而，对于特定研究和假设的测试，群落的组成应被严格定义。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。

估计群落多样性中，最广泛应用的是基于理论信息的指数。当物种丰度的样品随机来源于生态群落或者亚群落，可使用香农指数（也叫 Shannon-Wiener 或 Shannon Weaver 指数）。如果样品不是随机来自较大的物种聚集体，则使用 Brillouin 指数。两个指数中任一个指数计算都较方便，并且须说明对数底数。此外，需认清各种指数的缺点。

“群落分类”用来将物种进行分组，包括区分和归并。一般，区分技术始于优先的概念性区分或者将数据分到优先组中，而后制定将数据分为这些优先类别中的规则。另一方面，归并技术是相似性测量、准则和类别描述的优先选择，以发现数据的固有的经验性的结构，例如，群集。归并不使用外部提供的标签，包含内部相似的数据组的衍生物。

水环境可以通过几种方法分层，如深度、底质构成等。建议做这样的分层，并且列表给出每种物种的环境层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的变化性。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。

A. 3 生物价值概念模型

在冷却水取水设施影响的水体段中建立相对生物价值区域的概念是一个有效的办法来确定取水设施设计、选址和运行的最佳技术，以使得对环境影响最小化。这个概念最主要的作用描述水体段中最佳的位置，最小化特定取水设施对环境的影响。

这个概念的本质是在取水设施所在的水体段（或其他明确的区域）中各个区建立生物价值。考虑到取水设施的影响类型（撞击和夹带）和受到负面影响的数量，给出代表性的重要物种价值判断。结果按照物种、季节性或年度性表示、并以绘图的方式描述对物种非常重要的水体区域。相对低值区域为适合取水设施的区域。

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体段中含有代表性重要物种不同浓度的区域；
- b) 在水体段中，生物浓度区域可用代表性重要物种存在的相对价值表示；
- c) 用种群相对密度表示的最小的生物价值的区域就是取水设施的最佳位置，减少负面影响。

该方法不是精确的方法，因为不同物种之间的价值区分是不精确性，并且难以比较鱼卵、仔鱼和成鱼损失的重要性。此外，该方法还假设对关键水生物种群的负面影响是严重的，而需要最小化负面影响，以最终达到最佳可行的取水位置。

如果可以确定一个物种比另一个物种重要，则可以用一些方法来衡量。如果不能确定物种的相对重要性，则关键水生物种的最低浓度的位置为取水设施适宜的位置。步骤如下：

- a) 选择关键水生生物；

b) 将水体段进行空间划分（可以根据夹带概率划分，也可以根据生物资源调查结果划分）。

对于每一个物种和空间区划：

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

f) 在水体段图中叠加每个物种。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。一般来说，三种不同水平值就足够了；

g) 所有代表性重要物种的叠加图得到一个水体段中所有空间区划的合成价值，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厂址位置，深色是最不适合的。

该方法是灵活的。在不同的物种或者密度变化中，不同颜色的不同阴影显示相对的价值。价值等级可通过与整个水体段中关键水生生物的群落之间的关系来表达，以认识整个系统中特定段的重要性。

使用生物价值概念分析调查数据，选择取水设施最小影响区域，确定最佳适用技术，最小环境影响。该概念的使用是依据数据的，虽然不够精确，但至少完整的显示了多种因素并为取水设施的选址给出明确的指示。

在取水设施的年运行周期内，可使用时间序列图描绘指定物种的出现和丰度的动态性质。主要的应用是确定取水设施的最佳位置。而且，生物预测数学模型输出的图能更清晰的描绘取水设施对 RIS 的影响。

表 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%(若假设不是 100%)			数量损失			相当于成体的损失				价值等级		
	卵	仔鱼	成体	卵	仔鱼	成体	卵	仔鱼	成体	卵	仔鱼	成体	总数	小	中	大
夹带																
撞击																
总的 影响																

A. 4 预测生物模型

用来模拟流体的模型（流场模型）和物质扩散的模型（浓度模型）可用于影响评价（见附录 A）。这些模型通常可以根据水文数据进行验证，因此，是核动力厂对其周围环境影响评价的重要工具。但是模型预测的代价较高，可根据具体情况考虑是否采用。

可以开发多样化的种群和群体模型，但它们所基于的假设是难以测试并且参数是难以估计的。一些重要的参数取决于长时间序列的数据（几十年）。生物模型的这些问题有时可由"较糟情形"的假设和估计来解决，但这可能倾向于产生一个用于表明潜在灾难的模型。然而，模型是整合问题的现有的信息和主观假设的手段，以产生基于输入的最合理的答案。在这方面，模型在影响评价方面扮演了重要角色。

如前所述，理论上，水力模型可用模拟预测源水被吸入并通过核动力厂取水设施过程。这可通过模拟浮标的运动或者模拟在模拟区中某个特定点成分扩散得到。应进行足够时间的模拟，使得大部分物质被运至取水设施中可被认为是夹带位置，或者物质被带离取水设施足够远而免于再次被夹带。应重复该过程（或同时进行）以模拟不同的源项组成、不同的初始流量或者潮汐条件。模拟结果给出预计的取水设施周围的夹带概率等值线。等值线可以与生物价值区域进行比较，以确保核动力厂不从高生产力区域吸取高百分比的夹带生物。考虑不同取水口位置来减少影响。由于需对大面积进行模拟并且计算时间长，在实践中计算取水设施的夹带概率等值线可能是非常昂贵的。

对于给定的关键水生生物,可以用水力模型去评估每年海洋生命早期阶段被夹带造成的损失导致的补充量减少的百分比。当海洋中卵和幼虫的来源是已知,则可计算在研究区域内这些生物体的分布以及核动力厂取水损失,得到补充量的减少量。在这个过程中,夹带死亡率要与自然死亡率分开。如果自然死亡率是与密度相关的,夹带死亡率没有与自然死亡率分开时,那么核动力厂夹带影响被高估了。

以上讨论的由于夹带损失导致补充量的减小的方法只能用于循环冷却水系统。更普遍的情况是,一些幼虫扩散到模拟研究区域范围(循环和扩散模拟区域)外,这种情况则要求额外的假设。若可以合理的假定一旦生物被移出所研究的区域,则它们就不支持所研究区域的成年群体。那么,可以模拟与物种易受损害的时间长度相当的时间内研究区域生物的扩散,包括考虑和不考虑核动力厂夹带影响。通过比较研究区域剩余的生物数量,可以估计以后生命阶段补充量的减少量。这个方法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。

对于开放系统,夹带的浮游生物扩散至模型研究范围外,同时有必要考虑核动力厂对通过模型边界进入系统生物体的影响。如果可以得到充足的信息,边界上的生物体浓度可以输入到模型中作为边界条件。可对存在和不存在取水设施的情况进行模拟,并且可以比较在模拟研究区域中生物体存量,以导出补充量的损失。补充量的减少随着研究区域群体减小而变化,并且越来越依赖于穿过边界的生物体的输入。

水力模型对于预测撞击死亡率几乎没有什么价值。对于独立的但相似的取水的情况下,该死亡率可在机组运行后估计得到。得到的结果可推算估计其它取水的影响。

当评估了关键水生生物由于夹带和撞击死亡率导致补充量的损失,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,即根据年龄,生物被分配到相应的区划中。假设每个区划遭受非核动力厂相关的死亡。老化模拟是将生物划到下一个年龄段的区划中。具有年龄特征的繁殖率是用来确定生物种群总的生物潜能。撞击和夹带的影响并入到预测的补充量损失中,并将年龄特性(尺寸特性)撞击死亡增加到年龄区划中。可以模拟计算考虑和不考虑核动力厂存在时区划模型群体未来的动态,并可进行比较。

这些模拟需要知道分析物种的生命表相关信息。物种的生命表信息可能来源于文献;也可以从现场研究中获得。还须知道年龄/长度-繁殖力函数和产卵-补充量的关系。后者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。必须基于该物种可得到的历史数据,选择合适的补充量-产卵关系以及参数的估计。要做出这些决定,至少需要二十年的数据。如果没有足够的数据,最合适的选择是产卵

-补充量的线性关系。值得指出的是，对于线性产卵-补充量模型，只有单一的平衡条件，任何与核动力厂相关的死亡都会影响这种平衡。

如果种群不是隔离的，可以模拟与其他种群的交换。标记和重新捕获的实验结果可评估交换率。此外，还需要现场试验验证上述生物模型的预测结果。

A.5 夹带概率说明

为了确定取水影响，应确定水体中主要的流场类型，建立监测水流以及其他相关的水文和物理参数方案。

a) 水力特征

水体主要的流场类型包括河道径流、潮汐和风力驱动流、河口或重力流、沿岸流等。大型取排水工程足以改变现有水力模式，而创建新的生物栖息地。收集或观测得到的水文参数包括水流、流速和流向、风速和风向、潮汐或当地水位、温度以及水密度，在河口环境中，还需增加盐度数据。所有水文参数应能够提供预测流体水力模型的输入以及验证数据。

使用水力模型时，需如下的输入参数，以提供区域水流的真实的预测，包括：边界几何结构、水底地形、底部摩擦系数、区域的纬度、开放边界的潮汐和水位、河道径流、温度和盐度、风压力、核动力厂冷却水取水流量和其它设施取水流量。

数学模型求解水流方程，用于预测水体中的水流；水质模型可以求解质量流量的方程，两者联合使用以预测在流场影响下生物体的量和浓度，即得到 A.4 节中夹带概率。对于水流和有机物浓度，应做模型输出的验证。监测数据适用于水流模型的验证；生物样品监测适用于有机物迁移验证，染色研究也可用于模型验证。

b) 夹带概率

冷却水取水潜在影响的区域随着生物种类和时间而变化，但其核心是确定影响区域夹带的概率。通过预测模型可画出夹带概率等值线。其可通过水力模型模拟漂流物，或者使用浓度模型计算从点源到取水的扩散。可采用浮标和染色研究进行验证。对于讨论的生物，漂流物、浮标或者染色物可能不是好的类似物。因此，该性质的任何研究必须有论证，讨论和说明有机物和其机械模型在行为上的不同。

夹带的概率图有利于描绘通过合理的分析方法得到的潜在影响区域。流体水力模型可以用于模拟区域内的浮标的流动。进行浮标的模拟释放（每小时几个），直到所有浮标被夹带或穿过了模型边界并离开区域。被夹带浮标占总数的比率给出了夹带的概率。在其他释放点

位重复上述操作可给出概率的场分布。替代方法是模拟点位质量传递，被夹带的质量与释放的总质量的比例就是夹带的概率，该方法可以通过染色研究来验证。

在可能出现密度分层的环境中，或者可能出现生物分层时，有必要对所有参数进行多层取样，并且在模型选择中考虑分层。在浅水区，风的影响是很重要的。在分层系统中，参数的空间变化可能较大，需在取样中应加以考虑。

可见，模型模拟是很好的方法，获得的概率等值线是有力的分析工具。然而，在很多情况下，该方法的时间和成本较高。

附录 B

(规范性附录)

取水分析论证报告格式

作为取水设施采用最佳适用技术的支持性分析报告应按照如下格式编写。

- a) 标题页（核动力名称、水体、公司、许可证信息）；
- b) 目录；
- c) 摘要（2-3 页，给出重要的信息和结论）；
- d) 详细描述用于数据收集的具体方法，当与参考标准不一致时，给出分析或解释；
- e) 支持性报道、文档和原始数据。无需包括公开文献中的数据；

f) 提供解释性和全面性的叙述。内容包括厂址描述、受影响水体描述、生物调查或监测计划、环境影响评价等。内容应包括一个明确的讨论，说明为什么报告显示（或者不显示）讨论中的取水设施对取水口附近及整个水体段中水生生物造成的影响最小，使用的数据来源应标注出处。给出最终的评价结论。

附录 C

(规范性附录)

温排水分析论证流程

温排水分析论证流程如下：

a) 申请者应根据本指南 6.2 和 6.3 节，确定温排水的物理影响以及进行早期筛选（判定是否为潜在影响小的区域）所需的数据要求。

b) 申请者与鱼类和野生生物保护、国家海洋渔业等部门沟通，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) 申请者收集文献资料和现场数据。

d) 申请者确定需收集的信息是否充分：

1) 对于每一生物类别，潜在影响是否均为小的；

2) 完成分析所需的额外研究和工作计划。

如果需要收集更多的信息，应通过较简要的现场调查收集信息。

e) 申请者将摘要反映到选址阶段环境影响报告书中。

f) 如果相关资料能够确定厂址温排水对于所有生物类别潜在影响小，则申请者可选择潜在影响小的类型 I。若不是，申请者选择分析论证类型 II。

g) 申请者完成 6.2 节的物理影响分析说明。

h) 适合潜在影响小的分析论证类型 I 的申请者收集必要的信息，完成较简要的生物类别分析说明，并将要点置于主要的生态系统分析说明中。

一般进行一年的现场研究，以满足第六章生物类别和主要生态系统分析说明的要求。

进入第 n) 步。

i) 选择分析论证类型 II 的申请者首先充分论证 RIS 的选择并确定远场研究区域。

j) 申请者完成现场和文献研究，根据 6.4.1 节完成生物类别分析说明。

k) 申请者完成实验和文献研究，根据 6.4.2 节完成 RIS 分析说明。

l) 申请者将物理影响、生物类别和 RIS 分析说明结合在一起，形成主要的生态系统分析说明，如 6.4.3 节所述；并按 6.4.4 节推荐的格式对信息进行整理。

m) 申请者环境影响报告书中以附件形式提交分析论证报告。

n) 对分析论证报告进行形式审查，看分析说明是否恰当给出关键证据，是否提交所有要求的数据，是否按 6.4.4 节给出的格式或其它认可的格式进行编写。

o) 对分析报告中的数据进行审查，看是否能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。

p) 对各生物类别的分析说明进行审查，看温排水是否对受纳水体中关键种和经济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 6.7），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。

q) 对 RIS 的分析说明进行审查，看 RIS 分析说明是否与 6.6.3 节的准则相符。如果满足准则要求，则进入下一步。

r) 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，看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。

s) 对主要生态系统分析说明与所有其他可用数据的关系进行审查。考虑 6.7.4 节整体性准则，确定是否做出温排水影响的最终分析论证和决定。

附录 D

(规范性附录)

温排水分析论证类型 II 的格式

温排水分析论证类型 II 的格式如下：

- a) 引言（简要）
- b) 物理影响的分析说明（如 6.2 节所述）
- c) 代表性重要物种分析说明（如 6.4.2 所示）
- d) 生物类别分析说明（如 6.3 所示）
- e) 主要生态系统分析说明（如 6.4.3 节所述）
- f) 论证报告附录
 - 1) 工程和水文信息
 - ◆ 基础数据
 - ◆ 讨论物理数据与总结说明和模型选择或其他预测方法的关系
 - 2) 支持代表性重要物种分析说明的信息
 - 3) 支持生物类别分析说明的信息
 - 4) 支持主要生态系统分析说明的信息
 - 5) 未发表的支持性报告、文献和原始数据。