

# 中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□□—20□□

## 入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则

Technical guidelines for supervision and management of sewage outfalls into  
environmental water bodies

Technical guideline for installation of sewage outfalls to sea  
(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 总则 .....	2
5 论证分类分级及范围确定 .....	4
6 海域环境现状调查与评价 .....	7
7 海域环境影响预测 .....	10
8 合理合法性分析 .....	13
9 排污混合区设置与污染物允许排放量控制 .....	14
10 环境保护措施 .....	16
11 论证结论 .....	17
附录 A（资料性附录） 论证报告章节内容参考 .....	18
附录 B（资料性附录） 海域污染源调查 .....	20
附录 C（资料性附录） 海域及其河口水环境数学模型基本方程及基本解法 .....	21
附录 D（规范性附录） 排污混合区经验估算公式 .....	25
附录 E（资料性附录） 浮射羽流模拟方法简介 .....	26
附录 F（资料性附录） A、B 类污染物名录 .....	33

## 前 言

为贯彻《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》《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，防治海洋环境污染，规范入海排污口的排污行为及其环境监督管理工作，为入海排污口设置及环境影响分析论证提供技术指导，制定本标准。

本标准规定了入海排污口设置的基本原则、要求以及环境影响分析论证的程序、内容、方法及其技术要求。

本标准的附录 D 为规范性附录，附录 A~附录 C、附录 E、附录 F 为资料性附录。

本标准首次发布。

本标准由生态环境部海洋生态环境司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部华南环境科学研究所、国家海洋环境监测中心、海油环境科技（北京）有限公司。

本标准生态环境部 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。

# 入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则

## 1 适用范围

本标准规定了入海排污口设置的基本原则、要求以及环境影响分析论证的程序、内容、方法及其技术要求。

本标准适用于在中华人民共和国海域新、改、扩建入海排污口设置的环境影响分析论证工作，其他水域的排污口设置环境影响分析论证工作可参照执行。入海排污口设置的回顾性分析论证可参照本标准执行。

本标准不适用于核设施的放射性污水排污口。

## 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。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 3097	海水水质标准
GB 17378	（所有部分）海洋监测规范
GB 18421	海洋生物质量
GB 18668	海洋沉积物质量
GB/T 12763	（所有部分）海洋调查规范
GB/T 19485	海洋工程环境影响评价技术导则
HJ 2.3	环境影响评价技术导则 地表水环境
HJ 19	环境影响评价技术导则 生态影响
HJ 442	（所有部分）近岸海域环境监测技术规范
HY/T 215	近岸海域海洋生物多样性评价技术指南
SC/T 9110	建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**入海排污口** *sewage outfalls to sea*

指直接或通过管道、沟、渠等排污通道向海洋排放污水的口门。

### 3.2

**排污口设置** *sewage outfalls installation*

指排污口的新建、改建、扩建。新建，是指入海排污口首次建造或使用，以及对原来不具有排污功能或者已废弃的排污口的使用；改建，是指已有入海排污口的排放位置、排放方式等事项的重大改变；扩建，是指已有入海排污口的排污能力的提高，包括排污口门规模扩大或排污量增加。

### 3.3

#### 污水扩散器 sewage diffuser

指沿着管道轴线设置多个出水口，使污水从水下分散排出的设施，有直线型、L型和Y型等。

### 3.4

#### 排污混合区 mixing zone

指污水自排污口排出，在稀释混合、迁移转化过程中，可不满足所在环境水体水质标准但有环境管理要求的限定水域。

### 3.5

#### 海洋生态环境敏感区 marine eco-environment sensitive area

海洋生态功能与价值较高，且遭受损害后较难恢复其功能的海域，分为重要敏感区和一般敏感区。重要敏感区主要包括各级自然保护区、国家公园、生态红线区中禁止类和优先控制单元、领海基点、特殊生境（红树林、珊瑚、海草床、盐沼等）、珍稀濒危海洋生物的天然集中分布区。一般敏感区主要包括河口、海湾、海岛及其周围海域，重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，水产种质资源保护区、海洋特别保护区，天然渔场，海洋自然历史遗迹和自然景观、生态红线一般控制区等。

## 4 总则

### 4.1 基本任务

入海排污口设置应根据排污口类型、污水特征和海洋生态环境敏感程度等，按要求进行分析论证与规范设置，以尽量减少对海洋生态环境的影响。

### 4.2 基本原则

#### 4.2.1 分区分类差别化原则

入海排污口设置应当符合国土空间规划和生态环境分区管控的要求，根据入海排污口类型，采用相应的论证分析方法。

#### 4.2.2 集中离岸深水排放原则

排污口应适度集中建设，合理控制用海规模，最大限度减少海域和海岸线资源消耗，提高资源利用效率；对扩散条件差、近岸生态脆弱或环境敏感的区域，排污口应离岸深水设置，以充分利用海域环境自净能力、减少对近岸海域生态环境的影响。

#### 4.2.3 客观准确科学合理原则

分析论证必须遵循自然规律，坚持科学、客观、公正的原则，采用科学方法合理论证排污口设置后的环境影响，准确规定相应排污混合区范围，综合考虑设置方案实施后对海域环境要素及其所构成的生态系统可能造成的影响，制定污染减缓措施等，为环境管理决策提供科学依据。

#### 4.2.4 生态环境目标可达原则

因排污引起的海水环境质量等超过目标值的范围应当被控制在排污混合区内，且不应造成排污混合区外的海水环境质量等超过海域的环境质量目标要求。

### 4.3 基本要求

4.3.1 排污口设置应当充分考虑所在海域生态环境特征、周边污染源叠加影响等，综合选择对生态环境影响小的方案。

4.3.2 设置向海域排放污水的设施时，应当合理利用海水自净能力，尽可能设置在迁移扩散和稀释能力较强的水域，并避开由岬角等特定地形引起的涡流区。采用管道方式排放的，出水管口位置应当在低潮线以下。

4.3.3 利用污水扩散器的排污口，扩散器应铺设在理论最低潮面以下 7 m 的水底，其起点离低潮线至少 200 m。

4.3.4 含有机物和营养物质的工业废水、生活污水，应当严格控制向海湾、半封闭海及其他自净能力较差的海域排放。禁止在封闭海域设置排放 A 类污染物（参见附录 F）的排污口。

4.3.5 环境质量未达标海域原则上不得设置增加超标污染物排放量的排污口，确需设置的，应明确提出所在海域超标污染物可靠的削减措施，确保排污口设置后未达标海域环境质量有改善。

4.3.6 排污规模小、分布相对密集的同类排污口原则上合并设置。对于集中分布、连片聚集的中小型水产养殖散排口，鼓励统一收集处理尾水，设置统一的排污口。

4.3.7 排污口设置不得影响鱼类洄游，不得影响排污混合区外邻近功能区的使用功能，不得导致排污混合区以外生物群落结构退化和改变，不得导致有毒物质在环境水体、沉积物和生物体中富集到有害程度。

### 4.4 工作程序

入海排污口设置论证工作程序如图 1 所示。

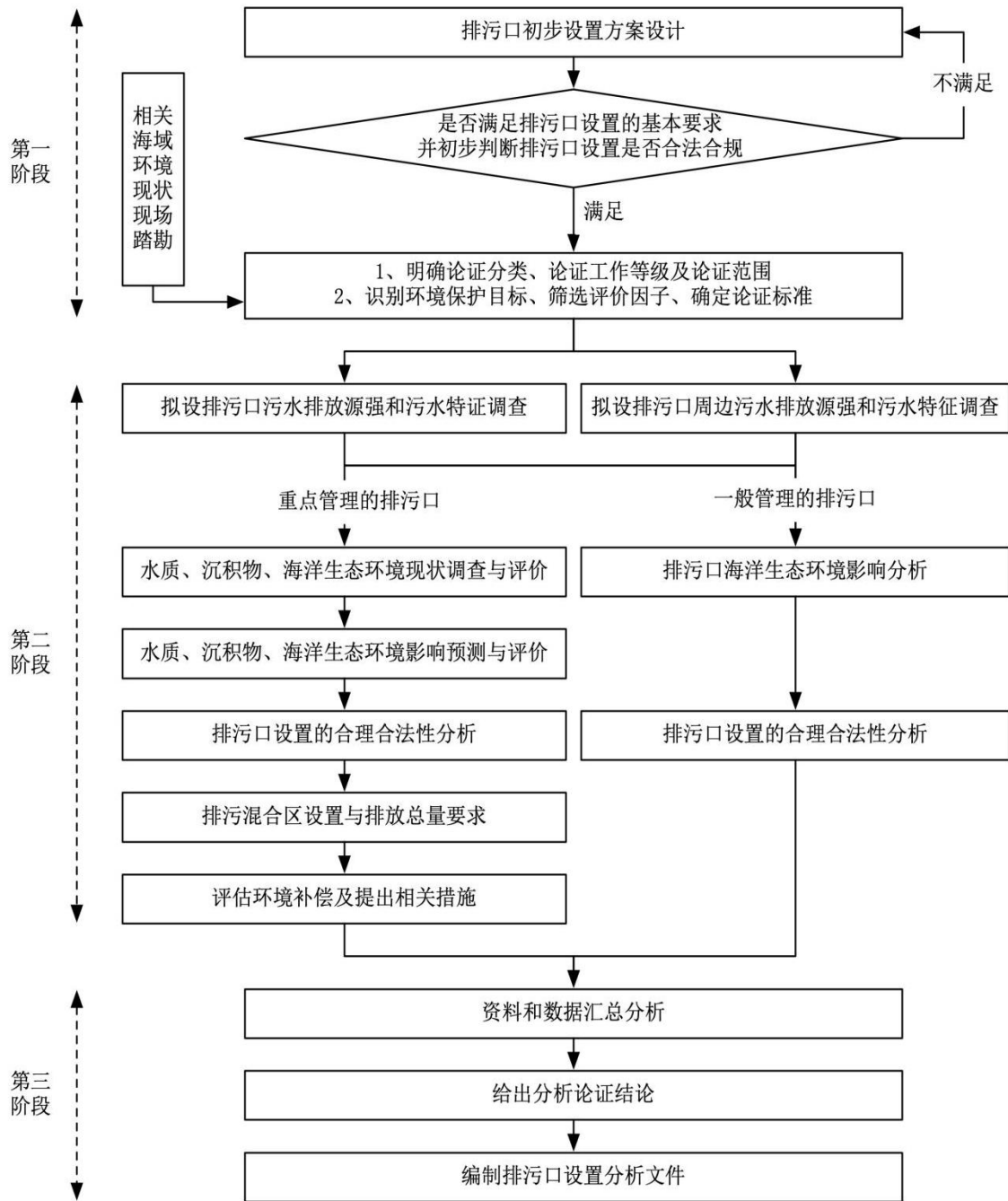


图 1 入海排污口设置论证工作程序

## 5 论证分类分级及范围确定

### 5.1 论证分类及论证内容

5.1.1 实施重点管理的排污口包括工矿企业排污口、工业及其他各类园区污水处理厂排污口、城镇污水处理厂排污口、规模化畜禽养殖排污口、规模化水产养殖排污口。论证内容：在调查和分析论证范围内

海洋环境现状和海洋环境保护目标的基础上，预测和评价排污口设置后对海水水质、沉积物、海洋生态系统、海洋生态环境敏感区的影响范围与影响程度，进行合理合法性分析，提出排污混合区设置与污染物排放量控制要求，以及对应的减缓措施、环境管理要求与监测计划，给出排污口设置方案。

5.1.2 实施一般管理的排污口包括规模以下水产养殖排污口、农村污水处理设施排污口。论证内容：结合排污口设置的海洋生态环境影响分析以及合理合法性分析，给出排污口设置方案。

5.1.3 同一区域同类型的规模以下入海排污口，可统一集中论证。

## 5.2 论证工作等级

5.2.1 对于拟设置的入海排污口，根据污水特征以及污水量规模、生态环境敏感程度、海域特征等，对照表 1、表 2、表 3 中的条件确定其论证工作等级。对于表格中未涵盖的污水特征，按相近的类型确定论证工作等级。

5.2.2 入海排污口排放不同特征污染物的，应分别确定各类特征污染物对应的论证工作等级，并取其中的最高等级作为入海排污口设置论证工作等级。

5.2.3 对于多个排污口合并论证的，应综合所有排污口的特征确定论证工作等级。

5.2.4 如需进行排污口设置方案比选，应对各排污口设置方案分别确定论证工作等级。

5.2.5 若改建、扩建排污口的污水量和污染物排放量没有新增，且排污口所在海域环境质量达标的，评价等级为 3 级；排污口所在海域环境质量不达标的，按照本标准确定评价等级。

5.2.6 入海排污口所在海域的环境特征较为特殊或对环境质量有特殊要求时，各单项论证内容的工作等级可作适当调整，但调整的幅度应不大于一个等级。

5.2.7 对于 1、2 级进行详细论证，对于 3 级进行简单分析，报告内容参见附录 A。

表 1 排放 A 类污水<sup>a</sup>的入海排污口设置论证工作等级分级

是否邻近海洋生态环境敏感区 <sup>c</sup>	海域特征 <sup>d</sup>	污水量等级 <sup>b</sup>		水质环境工作等级	沉积物环境工作等级	生态环境工作等级
		划分等级	排污规模 $a(\text{m}^3/\text{h})$			
是	非封闭或半封闭海域	V	$a \geq 4000$	1	1	1
		IV	$4000 > a \geq 1000$	1	1	1
		III	$1000 > a \geq 200$	1	1	1
		II	$200 > a \geq 40$	2	2	2
		I	$40 > a \geq 20$	2	2	2
否		V	$a \geq 4000$	1	1	1
		IV	$4000 > a \geq 1000$	1	1	1
		III	$1000 > a \geq 200$	2	2	2
		II	$200 > a \geq 40$	3	3	3
		I	$40 > a \geq 20$	3	3	3

<sup>a</sup> A 类污水表示向海域排放可能引起纳污水体化学性质发生变化的第一类污染物和重金属，难降解、有毒有害污染物的污水。A 类所包含的污染物参见附录 F。

<sup>b</sup> 排污规模  $a$  按照最大小时平均排放量划分。将排污规模划分为 I、II、III、IV、V 五个等级， $a$  值应当包括拟设排污口全部污水排放量。

<sup>c</sup> 是否邻近海洋生态环境敏感区判定。对应 I、II、III、IV、V 五个污水量等级，当拟设排污口距海洋生态环境敏感区边界分别小于或等于 2.5 km、4 km、6 km、9 km、12 km 时，其生态环境类型属于邻近海洋生态环境敏感区。

<sup>d</sup> 海域特征根据湾口宽度与海岸线长度之比  $T$  划分。 $T < 0.01$  为“封闭海域”； $0.01 \leq T \leq 0.1$  为“半封闭海域”。



表 2 排放 B 类污水<sup>a</sup>的入海排污口设置论证工作等级分级

是否邻近海洋生态环境敏感区	海域特征	污水量等级		水质环境工作等级	沉积物环境工作等级	生态环境工作等级
		划分等级	排污规模 $a$ (m <sup>3</sup> /h)			
是	各类海域	V	$a \geq 4000$	1	1	1
	各类海域	IV	$4000 > a \geq 1000$	1	1	1
	封闭或半封闭海域	III	$1000 > a \geq 200$	1	1	1
	其他海域			2	2	2
	各类海域	II	$200 > a \geq 40$	3	3	3
	各类海域	I	$40 > a \geq 20$	3	3	3
否	各类海域	V	$a \geq 4000$	1	1	1
	封闭海域	IV	$4000 > a \geq 1000$	1	1	1
	其他海域			2	2	2
	封闭海域	III	$1000 > a \geq 200$	2	2	2
	其他海域			3	3	3
	各类海域	II	$200 > a \geq 40$	3	3	3
	各类海域	I	$40 > a \geq 20$	3	3	3

<sup>a</sup> B 类污水表示向海域排放可能引起纳污水体化学性质发生变化的第二类污染物（除重金属，难降解、有毒有害污染物等之外）的污水。B 类所包含的污染物参见附录 F。

表 3 排放 C 类污水<sup>a</sup>的入海排污口设置论证工作等级分级

是否邻近海洋生态环境敏感区	海域特征	污水量等级		水质环境工作等级	生态环境工作等级
		划分等级	排污规模 $a$ (m <sup>3</sup> /h)		
是	各类海域	V	$a \geq 250000$	1	1
	各类海域	IV	$250000 > a \geq 167000$	1	1
	各类海域	III	$167000 > a \geq 92000$	1	1
	封闭、半封闭海域	II	$92000 > a \geq 56000$	1	1
	其他海域			2	2
	封闭海域	I	$56000 > a \geq 14500$	1	1
	其他海域			2	2
否	各类海域	V	$a \geq 250000$	1	1
	封闭、半封闭海域	IV	$250000 > a \geq 167000$	1	1
	其他海域			2	1
	各类海域	III	$167000 > a \geq 92000$	2	2
	封闭海域	II	$92000 > a \geq 56000$	2	2
	其他海域			3	3
	各类海域	I	$56000 > a \geq 14500$	3	3

<sup>a</sup> C 类污水表示向海域排放可能引起纳污水体物理性质（如温度、盐度等）发生变化的物质的污水，放射性污水除外。

### 5.3 论证范围

海洋环境论证范围以入海排污口为起点进行划定，根据论证工作等级确定论证范围，具体参照表 4 予以确定。

表 4 论证范围

项目	论证工作等级	论证范围 <sup>1</sup>
潮流主流向距离/ 垂向距离 <sup>2</sup>	1 级	相应流向大潮最大落潮（涨潮）期间水质点可能达到的最大落潮（涨潮）水平距离的 1.5 倍~2.5 倍。
	2 级	相应流向大潮最大落潮（涨潮）期间水质点可能达到的最大落潮（涨潮）水平距离的 1.0 倍~2.0 倍。
	3 级	相应流向大潮最大落潮（涨潮）期间水质点可能达到的最大落潮（涨潮）水平距离的 0.5 倍~1.5 倍。
主要预测因子受影响方向扩展距离 <sup>3</sup>	1 级	不小于 9 km
	2 级	不小于 6 km
	3 级	不小于 2.5 km

注 1：水平距离的系数按表 1~3 中污水量等级确定：当为 I~II 等级时取水平距离倍数的低值~中值，当为 III 等级时取水平距离倍数的中低值~中高值，当为 IV~V 等级时取水平距离倍数的中值~高值。

注 2：潮流垂向距离，即垂直于排污口所在海域中心的潮流主流向距离。根据潮流主流向距离/垂向距离确定水文动力环境的调查范围。

注 3：根据主要预测因子受影响方向扩展距离确定海洋生态和生物资源的调查评估范围。

### 5.4 海洋环境保护目标确定

海洋环境保护目标为论证范围内的所有海洋生态环境敏感区及需要特殊保护的對象。

### 5.5 论证标准

根据海洋环境功能及环境分区管控方案，按照就高不就低的要求，确定论证的环境标准。

## 6 海域环境现状调查与评价

### 6.1 总体要求

6.1.1 海域环境现状调查评价包括海水质量、沉积物质量、生物质量、生物生态、渔业资源、特殊生境（珊瑚、红树林、海草床、盐沼等）、水文动力等，总体参照 GB/T 19485、HJ 2.3 要求。

6.1.2 排污混合区内、排污混合区边缘控制线附近均需布设调查站位。

6.1.3 调查与评价范围应覆盖论证范围，应以平面图方式表示。

### 6.2 数据要求

充分收集和利用现有的有效数据资料，收集的有效现状调查资料需覆盖论证范围。现状数据、历史数据的获取和使用，数据有效性，以及补充监测和调查的相关要求参照 GB/T 19485。当收集的资料不能满足论证要求时应补充现场调查与观测。

### 6.3 水质现状调查与评价

#### 6.3.1 区域污染源调查

区域污染源调查内容应包括：

- 拟设置排污口所对应的污染源的调查应在工程主要污染因素及源强分析基础上，确定污水排放量及主要污染物排放量；
- 区域污染源调查具体调查信息参见附录 B。

#### 6.3.2 水质现状调查

##### 6.3.2.1 调查因子

水质调查因子包括常规因子和特征因子，对于只有 C 类污水的排污口，可重点调查特征因子。常规调查因子参照 GB/T 19485，特征因子根据污水排放特征、海域污染特征、分析论证要求等选定。至少包含：

- 行业污染物排放标准中涉及的水污染物；
- 排污口排放的且为受纳水体的水质超标污染物或潜在超标污染物；
- 排污口排放的可能导致受纳水体富营养化的有关污染物；
- 排污口可能排放的且对生态和人群健康影响较大的水污染物。

##### 6.3.2.2 调查时间、频次及站位布设要求

调查时间、频次及站位布设要求包括：

- 依据调查海域的环境特征，以影响范围较大或影响程度较重为依据，确定调查时间及频次，并满足论证要求；
- 依据随机均匀、重点代表的站位布设原则，站位布设应覆盖排污口的论证范围，调查站位应能反映各环境功能区、各海洋生态环境敏感区的环境质量，并满足环境影响模拟预测的要求；
- 海水水质现状调查和监测参照 GB 17378、HJ 442 要求。

具体要求见表 5。

表 5 海水水质现状调查时间、频次及站位要求

分析论证等级	调查时间和频次	调查站位数（个）		
		总数	排污混合区内数量	排污混合区边缘控制线附近数量
1 级	选择有代表性的两个季节调查，至少进行不利季节调查	≥16	≥1	≥3
2 级	选择有代表性的一个季节调查	≥10	≥1	≥3
3 级	选择一个季节调查	≥5	≥1	≥2

注 1：对间歇排水的排污口，应在主要排污时段开展调查。  
 注 2：每季监测一期，均选择大潮期或小潮期中的一个潮期开展调查（无特殊要求时，可不考虑一个潮期内高潮期、低潮期的差别），根据影响程度定性判别和选择大潮期或小潮期作为调查潮期。  
 注 3：排污混合区与邻近高功能海域范围的调查站位不得少于总调查站位数的 1/2；需布设至少 1 个对照站位。  
 注 4：布设调查站位时，采用附录 D、附录 E 的方法估算排污混合区范围。

##### 6.3.2.3 水质现状评价内容及要求

水质现状评价内容及要求如下：

- 水环境质量回顾性评价。选择项目排放的特征性污染物指标，统计分析区域的水质环境演变历

史趋势和特点，重点分析排污混合区、海洋生态环境敏感区与其他重点海洋环境保护目标区域的历史演变态势；

- b) 水环境质量现状及功能区达标情况。给出各监测点样品数、评价因子浓度变化范围、平均浓度、超标率、最大超标倍数等，并给出达标与否的评价结论，明确超标因子、超标程度，分析超标原因；
- c) 水质现状评价应根据各调查站位的论证质量标准，选取 GB 3097 中相应类别标准值，进行单因子评价，评价方法参照 GB 17378 要求。对于 GB 3097 中尚无相应标准值（指标）的因子，可不进行评价。

## 6.4 沉积物环境质量现状调查与评价

### 6.4.1 调查因子

沉积物调查因子包括常规因子和特征因子。常规因子参照 GB/T 19485 选定；特征因子根据污水排放特征、海域污染特征、分析论证要求等选定。至少包含：

- a) 排污口排放存在累积效应的污染物；
- b) 排污口排放的且在排放区域的沉积物中超标的污染物或潜在超标污染物。

### 6.4.2 调查时间、频次及站位布设要求

6.4.2.1 可与水质监测同步，选择有代表性的季节开展一次调查。

6.4.2.2 站位设置可与海水水质相同，站位数量不少于水质调查站位数量的 50%，至少包括排污混合区内站位及排污混合区边缘控制线附近站位各 1 个。

6.4.2.3 沉积物现状调查和监测参照 GB 17378、HJ 442 要求。

### 6.4.3 沉积物现状评价内容及要求

6.4.3.1 根据排污特征及水环境质量管理要求，选择以下内容开展评价：

- a) 沉积物环境质量回顾性评价。统计分析区域的沉积物环境演变历史趋势和特点，重点分析海洋生态环境敏感区与其他重点海洋环境保护目标区域的历史演变态势。
- b) 沉积物质量现状及程度评价。给出各监测点样品数、评价因子浓度变化范围、平均浓度、超标因子、超标率、最大超标倍数等，分析超标原因，并给出评价结论。

6.4.3.2 沉积物现状评价应根据各调查站位的论证标准，选取 GB 18668 中相应类别标准值，进行单因子评价，评价方法参照 GB 17378。GB 18668 中尚无相应标准值（指标）的因子，可不进行评价。

## 6.5 海洋生态环境现状调查与评价

### 6.5.1 生物生态与渔业资源现状调查与评价

6.5.1.1 现状调查与评价内容、海洋生态环境敏感区及渔业生产等相关数据资料收集内容参照 GB/T 19485 确定，现状调查方法参照 GB/T 12763、GB 17378 和 SC/T 9110 要求，现状评价方法参照 GB/T 12763、SC/T 9110、HY/T 215 要求。

#### 6.5.1.2 调查范围、时间与频次和站位布设要求

调查范围、时间与频次和站位布设要求如下：

- a) 现状调查范围应覆盖论证范围；
- b) 1 级和 2 级论证调查时间和频次要求与海水水质现状调查一致。3 级论证可收集调查海域有效的历史资料。

- c) 1级和2级论证调查站位布设可与海水水质相同,生物生态调查站位总数应不少于水质调查(表5)的60%,在排污混合区内和排污混合区边缘控制线附近应分别至少布设1个站位;游泳生物调查站位总数应不少于水质调查(表5)的40%,在排污混合区内应至少布设1个站位;鱼卵仔鱼调查站位与生物生态一致。调查站位应具有代表性,如调查范围内分布有海洋生态环境敏感区,应在海洋生态环境敏感区内适当增设反映其生态环境及生物资源现状的调查站位。

#### 6.5.1.3 现状评价内容与要求

现状评价内容与要求如下:

- a) 回顾分析与评价。1级和2级论证,在现状调查数据资料分析与评价的基础上,收集调查海域历史数据资料,分析浮游生物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼和游泳生物等的种类组成与数量(生物量)分布特征、生物多样性水平、群落结构、资源状况变化趋势及其影响因素,重点分析排污混合区和海洋生态环境敏感区的历史演变态势。3级论证可不进行回顾分析与评价。
- b) 现状分析与评价。根据6.5.1.1相关要求,对调查海域浮游生物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼和游泳生物等的种类组成与数量(生物量)分布特征、生物多样性水平、群落结构、资源状况进行现状分析与评价。

#### 6.5.2 生物质量现状调查与评价

6.5.2.1 调查因子、调查方法、评价标准和评价方法参照GB/T 19485、GB 17378、GB 18421要求。

6.5.2.2 应选取调查范围内有代表性的贝类(底栖生物)、游泳生物类(定居性鱼类)、甲壳类和大型藻类(海草床、海藻床)海域样品,优先选取双壳贝类样品。1级论证不少于5个样品(类群不少于3类),2级论证不少于3个样品(类群不少于2类)。3级论证可收集调查海域的有效历史资料。

#### 6.5.2.3 现状评价内容与要求

现状评价内容与要求:

- a) 回顾分析与评价。1级和2级论证选择排污口排放的特征污染物,统计分析区域的生物质量变化趋势及其影响因素,重点分析排污混合区、海洋生态环境敏感区的历史演变态势。3级论证可不进行回顾分析与评价。
- b) 现状分析与评价。给出生物质量各监测站位的评价因子浓度变化范围、平均浓度、超标率、最大超标倍数等,并评价达标情况,明确超标因子、超标程度,分析超标原因。

### 7 海域环境影响预测

#### 7.1 总体要求

7.1.1 海域环境影响预测评价包括海水水质、沉积物质量、生物质量、生物生态和渔业资源等,应参照GB/T 19485、HJ 2.3要求。

7.1.2 海域环境影响预测范围按照5.3论证范围。

#### 7.2 水质影响预测

##### 7.2.1 水质影响预测因子

预测因子根据工程分析和环境现状的评价结果筛选,重点选择与受纳水体水质关系密切、有代表性的因子开展预测分析。常规因子为化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐。特征因子为排污口排放的特征污染物,包括排放量大、毒性较大、对生态和人群健康影响较大的污染物,受纳水体的水质超标污染物或

潜在超标污染物。

## 7.2.2 水质影响预测方法

7.2.2.1 1级、2级分析论证采用数学模型法，有条件时1级论证的温排水排放口同时采用物理模型实验法。排放口近区宜采用三维数学模型，若论证海域潮混合较强烈、各要素垂向分布较均匀，可采用平面二维非恒定模型，模式参见附录C确定，亦可采用其他成熟的数值模型和方法，优先选用国家生态环境主管部门发布的推荐模型。3级论证可采用解析解。

7.2.2.2 采用数学模型法进行预测时，基础数据要求、初始条件、边界条件、验证精度等参照GB/T 19485要求，还应满足以下要求：

- a) 海流数值模拟考虑主要入海河流、季风环流等的影响。
- b) 排污口附近海域应有海流验证点。
- c) 预测时段选取具有代表性的季节且包含有实测海流验证的时段，1级论证分别选取两个代表季节时段，至少选择不利季节的时段，2级论证至少选择一个代表季节的时段；模拟时段至少覆盖连续的大、中、小潮，包含持久性污染物的应适当延长模拟时段。
- d) 1级和2级论证，其排污口附近的网格空间分辨率应基本能反映排污混合区及附近海域浓度变化。

## 7.2.3 水质影响预测内容

水质影响预测内容应满足以下要求：

- a) 按各种设计的预测情景（排污口预选方案）分别进行模拟计算。拟设排污口排放的污染物属于现状水质不达标的，应考虑区域环境质量改善目标要求情景的模拟预测。
- b) 1级和2级论证应附有各水质预测因子的增值浓度包络浓度场图，并标出各环境功能区与海洋生态环境敏感区范围、海洋环境保护目标或关系点位置。水质预测增值叠加背景浓度作为预测浓度。背景浓度的取值应具有代表性，混合区范围内有常规调查站位的，原则上以离排放口最近的调查站位近1年常规监测数据的平均值作为背景浓度；如无常规监测站位的，可采用排放口附近环境现状调查数据的平均值作为背景浓度。
- c) 影响预测应考虑论证范围内在建和拟建排污口排放同类（种）污染物的叠加影响。

## 7.2.4 水质影响预测结论

水质影响预测结论主要内容如下：

- a) 考虑叠加影响的情况下，各排污口预选方案对环境功能区水质的影响程度，明确论证海域水质是否能满足环境质量目标要求；对现状不达标海域，明确是否满足区域环境质量改善目标的要求。
- b) 考虑叠加影响的情况下，各排污口预选方案对海洋生态环境敏感区、海洋环境保护目标的水质影响程度，明确给出影响结论。
- c) 对排污口排放可能导致富营养化的，给出各排污口预选方案对论证海域富营养化水平的影响程度。对排污口排放毒性较大、对生态和人群健康影响较大的，明确给出各排污口预选方案对论证海域水质的长期影响程度。

## 7.3 沉积物环境影响评估

### 7.3.1 沉积物影响评估因子

根据排放的水污染物类别与沉积物现状质量特征，按代表性原则确定沉积物影响评估因子，所选取

的评估因子应能反映排放的污水对沉积物环境的影响状态。

### 7.3.2 沉积物影响评估方法

可采用半定量评估或定性分析方法，评估方法为类比分析等。

### 7.3.3 沉积物影响评估内容

沉积物影响评估内容主要包括：

- a) 正常排放条件下，结合评估因子特性，评估分析各排污口预选方案长期连续排污对排污混合区及周边海域沉积物质量的影响范围与程度；
- b) 正常排放条件下，分析各排污口预选方案长期连续排污对各环境功能区、海洋生态环境敏感区和海洋环境保护目标所在海域沉积物质量的影响范围与程度；
- c) 1级和2级论证应给出沉积物评估因子的累积影响和趋势性描述，明确影响范围与程度，3级论证应定性阐述影响范围与程度。

### 7.3.4 沉积物影响评估结论

沉积物影响评估结论应满足以下要求：

- a) 阐述排污口长期连续排污导致论证海域及周边海域沉积物环境要素的变化与特征；
- b) 排污口长期连续排污对环境功能区沉积物质量的累积影响，明确沉积物质量是否满足区域环境质量改善目标的要求；
- c) 排污口长期连续排污对海洋生态环境敏感区和海洋环境保护目标所在海域沉积物质量的累积影响，明确给出长期影响结论。

## 7.4 海洋生态影响评估

### 7.4.1 生物生态与渔业资源影响评估

7.4.1.1 筛选、确定评估因子。根据排污口排污特征、论证海域及其周边海域生物生态与渔业资源现状和基本特征，以及区域海洋生态保护需要、物种及其生境保护要求，筛选、确定评估因子。

7.4.1.2 评估内容。

评估内容包括：

- a) 分析排污口排污对论证范围内初级生产力、浮游生物、底栖生物、潮间带生物、游泳生物和鱼卵仔鱼的种类组成、数量（或密度）、空间分布的影响；对生物资源（含游泳生物、鱼卵仔鱼及水产养殖等）的损害影响，参照 SC/T 9110 估算其损失量；按照 HY/T 215 分析论证海域的生物多样性现状和变化趋势，分析排污口长期连续排污对论证海域生物多样性的影响；
- b) 分析排污口排污对海洋生态环境敏感区的主要生态功能、主要保护对象等的影响；
- c) 排污口排放 A 类污染物的，应开展海洋生物多样性和重要海洋生态系统生态健康状况的影响分析，并开展生物毒性效应分析；
- d) 3 级论证可主要开展海洋生物生态、重要水生生物及其产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道的影响分析，可不估算生物资源的损失量。

7.4.1.3 评估方法参照 GB/T 19485、HJ 19、SC/T 9110 相关要求，评估结论参照 GB/T 19485 相关要求。

### 7.4.2 生物质量影响评估

1 级和 2 级论证应根据污水排放特征，结合生物质量变化趋势分析结论，可采用类比分析等方法进行半定量或定性评估，分析论证排污口长期连续排污对海洋生物质量的影响范围与程度，对邻近海域和

海洋生态环境敏感区生物质量的累积影响，明确给出长期影响结论。3级论证主要对上述影响做定性分析。

## 8 合理合法性分析

### 8.1 基本要求

8.1.1 应根据影响论证并结合区域生态环境质量目标要求，明确对应的水质和沉积物环境质量和生态保护等要求，分析入海排污口位置、排放浓度和总量是否符合有关要求，是否有制约因素，制约因素能否采取措施减免，对不能满足要求的入海排污口设置方案，应提出入海排污口设置方案调整优化建议并予以论证。

8.1.2 入海排污口的设置应当分析与涉海相关法律法规的相符性，与国土空间规划、生态环境分区管控要求、环境功能区划、入海排污口布局规划、生态环境保护相关规划等的相符性，与各类保护区和海洋环境保护目标的相符性等。

8.1.3 对于工业排污口，应论证是否符合区域产业结构与布局、产业环保要求、固定源排污许可等方面的要求。

8.1.4 对于城镇污水处理厂排污口、农村污水处理设施排污口，应论证是否符合区域城市面源污染治理、农村环境综合整治等方面的要求。

8.1.5 分析拟设入海排污口与论证范围内已建、在建、拟建取水口的位置关系及其合理性。

8.1.6 对于在环境质量不达标海域拟设的新建、改建、扩建排污口，应论证是否满足区域削减要求。对于所在区域控制单元环境质量未达到国家或者地方环境质量的，原则上不得设置新增超标污染物排放量的排污口，确需设置的，应明确提出所在海域超标污染物可靠的削减措施，确保排污口设置后未达标海域环境质量有改善。

8.1.7 应明确给出入海排污口设置合理合法性分析结论。对于推荐的入海排污口设置方案，应说明推荐理由并提出建议；对于有制约因素且可以采取减缓措施减缓的，应给出可操作性的减缓措施，并给出有条件的结论。

### 8.2 排污口设置方案

8.2.1 入海排污口设置方案应说明入海排污口基本情况、污水排放特征、排污口责任主体。

8.2.2 排污口基本情况包括入海排污口名称，排污口位置，设置类型（新建、改建、扩建），排污口类型，排放方式（连续、间歇、季节性排放），排水设施类型（明管、暗管、明渠、暗渠、其他），入海方式（岸边、离岸排放），排污混合区面积，污水排放量，主要污染物排放浓度及排放总量等。对于养殖类排污口还应包括养殖种类及规模、饵料/饲料使用情况、排水性状、换水情况等。同时满足以下要求：

- a) 对于改建或扩建的入海排污口，说明原有设置基本情况，包括许可或登记情况；说明对周边环境影响的情况；
- b) 附示意图说明入海排污口地理位置、入海排污线路；
- c) 污水海洋处置工程排污口说明扩散器类型，并附示意图说明污水扩散器布置情况。

8.2.3 入海排污口污水排放特征包括污水来源、污水排放量、主要污染物种类及其排放浓度、总量，以及特征污染物排放情况、不确定性分析等，并满足以下要求：

- a) 对于共用入海排污口，分别说明各排污单位的污水排放特征，明确各排污单位的责任；
- b) 对于温、冷排水，说明温水、冷水排放量和温升、温降数据；
- c) 对于排放有毒有害污染物的入海排污口，详细分析其调查数据。



8.2.4 对于已有入海排污口，根据污染物排放特征、纳污海域水污染特征确定监测因子，并开展补充调查监测。补充调查监测的相关要求参照 GB/T 19485 要求。水质监测数据应由具备计量认证资质的检测机构出具。

## 9 排污混合区设置与污染物允许排放量控制

### 9.1 总体要求

#### 9.1.1 排污混合区设置要求

排污混合区设置要求如下：

- a) 排污混合区设置不应整体上削弱区域水体的使用功能；
- b) 排污混合区设置不得影响周边相邻的高功能区等海洋环境保护目标的水质和表层沉积物目标要求；
- c) 排污混合区内污染物浓度不应对经过的有机体造成致命影响；
- d) 排污混合区内污染物浓度在各种可能暴露的途径下不应对人体健康造成威胁。

#### 9.1.2 不适宜设置排污混合区的情形

不适宜设置排污混合区的情形包括：

- a) 海洋生态环境敏感区中的重要敏感区；
- b) 可能造成大范围累积性影响的多排污口和多排污混合区区域；
- c) 可能造成大范围累积性影响的扩散条件差的封闭、半封闭海域；
- d) 具有毒性或者持久性化学物质排放造成累积性影响的；
- e) 污染物排放可能造成生物富集到有害程度的。

### 9.2 排污混合区设置论证

#### 9.2.1 论证因子

论证因子应满足以下要求：

- a) 论证因子与排污口水质影响预测因子相同；
- b) 论证因子背景浓度应采用排污口附近具有代表性站位的实测浓度，背景浓度的确定与水质影响预测的方法相同。

#### 9.2.2 排污混合区计算方法确定

##### 9.2.2.1 计算要求

计算要求包括：

- a) 1 级、2 级论证应采用精细评估或详细评估的方法确定其排污混合区范围。对于垂向密度均匀分布或者线性分层的海域的纯射流、浮力羽流和浮射流等情况，可采用量纲分析法进行模拟求解；对于环境水体分层复杂且附近存在海洋生态环境敏感区，无法采用量纲分析法求解的，可采用积分方程离散求解；在无法采用量纲分析法或积分方程方法模拟的情况下，为准确估算排污混合区，可采用紊流模型进行模拟；
- b) 3 级论证可采用简单近似方法确定排污混合区范围。

### 9.2.2.2 简单近似

简单近似要求如下：

- a) 可采用排污混合区经验估算公式（见附录 D）估算排污混合区半径；
- b) 应根据实际情况选择相应的计算公式，对于近岸排污口或河口水域，建议采用公式 D.3 推算排污混合区半径；对于离岸排污口或宽阔海域，公式 D.1 和 D.2 均可采用，原则上取两者中较小值确定为排污混合区半径；
- c) 在河口区，根据经验估算公式计算得到的排污混合区横向范围宽度不得超过河口宽度的 1/4。

### 9.2.2.3 详细评估

详细评估要求如下：

- a) 应采用满足验证要求的近区混合模型（量纲分析法或积分方程，参见附录 E）与远区稳态模型预测排污混合区的长度及范围；
- b) 应采用最不利水文设计条件论证排污混合区范围。

### 9.2.2.4 精细评估

精细评估要求如下：

- a) 将远近区耦合成整体进行分析计算。近区采用动态的三维计算模型，并采用满足验证要求的  $k-\epsilon$  双方程模型等紊流模型（附录 E），远区采用满足验证要求的二维或三维水流水质模型。
- b) 选择最不利季节进行预测，一般要考虑排污口浮射流与环境水体密度分层特征等综合影响。
- c) 根据潮汐周期、径流、风等引起的海流特性，一般模拟不应少于一个完整的大潮-小潮-大潮或小潮-大潮-小潮连续过程，且考虑扩散条件最为不利的情况。
- d) 近区范围控制在排污混合区周边海域，一般可取排污口所在海域最大主导流向上下游各 20 倍水深的范围，远区范围根据实际情况确定；特大型排污口可根据实际情况确定近区、远区范围。

## 9.2.3 排污混合区的确定

排污混合区的确定要求包括：

- a) 按照 9.2.2 计算实际排污混合区，采用最小规则形状（圆形、椭圆形、方形等）划定排污混合区，该范围至少包括排污口各个污染因子排放导致的超标区，排污混合区范围之外不造成超标；
- b) 严格控制排污混合区面积，单个排污口排放污染物的排污混合区面积应小于  $3 \text{ km}^2$ ；
- c) 主要污染物排污混合区边缘控制线应预留足够安全余量，受纳水体为 GB 3097 二类、三类、四类水质的区域，安全余量按照边缘控制线处环境质量标准限值的 8% 确定（安全余量  $\geq$  环境质量标准限值  $\times 8\%$ ）；地方如有更严格的环境管理要求，按地方要求执行。

## 9.2.4 排污混合区设置结论

排污混合区设置结论包括：

- a) 给出排污混合区范围划定的合理建议；
- b) 给出排污混合区边缘控制线执行的水质目标要求。

### 9.3 主要污染物最大允许排放量分析

#### 9.3.1 计算方法

计算方法要求包括：

- a) 主要污染物最大允许排放量计算方法与排污混合区计算方法相同；
- b) 若排污混合区采用简单近似方法估算，则最大允许排放量计算可根据实际采用稳态公式。

#### 9.3.2 最大允许排放量计算

##### 9.3.2.1 最大允许排放量计算的约束条件：

- a) 满足排污口出水排放标准；
- b) 满足 9.2 排污混合区控制要求；
- c) 海洋生态环境敏感区、海洋环境保护目标等的预测浓度满足水质目标要求。

##### 9.3.2.2 进行最大允许排放量计算时，应考虑区域在建、拟建排污口的叠加影响。

#### 9.3.3 最大允许排放量分析结论

最大允许排放量分析结论包括：

- a) 定量给出排污混合区主要污染物的最大允许排放量；
- b) 给出排污混合区主要污染物的最大允许排放量对应的包络范围，并附图表。

### 9.4 排污口污染物排放总量建议

9.4.1 结合区域污染控制规划要求，分析评估排污口污染物排放总量是否符合区域污染控制要求与环境目标管理要求。

9.4.2 基于最大允许排放量给出的污染物排放总量，若小于排污口后方工程所需排放量，应将该最大允许排放量作为申报固定源排污许可的依据。

## 10 环境保护措施

### 10.1 一般要求

10.1.1 环境保护措施、环境监测计划等一般要求参照 GB/T 19485。

10.1.2 重点关注跟踪监测计划，在排污混合区内、排污混合区边缘控制线附近及邻近海域开展跟踪监测，必要时可包括论证范围内海洋环境保护目标调查站位。

### 10.2 环境保护措施

#### 10.2.1 海水水质保护措施

海水水质保护措施包括：

- a) 提出排污口规范化建设的具体要求。
- b) 按照污染源分类管理要求，提出排污口监测设施安装要求。工业、城镇污水处理厂进出口安装流量、主要污染物在线检测仪。
- c) 对排污工程可能出现超标排放的情形提出相应的防范措施。
- d) 对于作业过程，提出有效的施工方案及环保措施，尽可能减少悬浮物扩散影响范围。
- e) 不达标区排污口设置进行多方案比选时，应结合海域水环境质量改善目标的要求、替代源的削减实施方案等，优先推荐对环境质量改善明显的方案。

### 10.2.2 沉积物质量保护措施

沉积物质量保护措施包括：

- a) 应采用最佳的排污方式，尽可能减少污水中重金属、持久性有机污染物的沉积；
- b) 对可能沉积的特征污染物，应加强沉积物跟踪监测，并提出减缓或处置措施。

### 10.2.3 海洋生态保护措施

海洋生态保护措施包括：

- a) 应针对海洋生态影响的对象、范围、时段和程度，提出拟采取的避让、减缓、修复、补偿、管理和监测等对策措施；
- b) 对珍稀濒危海洋生物造成不利影响的，应提出就地保护、迁地保护等措施，实施物种救护、划定生境保护区域、开展生境修复等措施；
- c) 对海洋生物资源造成损害的，应根据影响的范围和程度，提出具体的生态补偿措施。

## 10.3 生态环境监测计划

10.3.1 水污染源监测计划。根据排污口的类型，提出针对性的监测方案。对于多个排污单位共用一个排污口的，应给出每个排污单位的监测计划。

10.3.2 水体环境监测计划。结合排污特征、环境影响预测结果和排污混合区设置情况，针对性地提出水体环境监测计划，合理设置监测站位、明确监测指标、制定监测频次，对主要污染因子开展跟踪监测。

10.3.3 生态监测计划。结合排污特征、生态影响特点及所在区域的生态敏感性，针对性地提出生态跟踪监测计划。对于海洋生态环境敏感区，调查内容、站位及频次等应能反映其生态环境及生物资源状况。对于排放 A 类污染物或具有累积影响的 B 类污染物的排污口，应针对沉积物和生物质量开展长期跟踪监测。

## 10.4 影响补偿方案建议

补偿原则坚持“谁排污、谁补偿”原则。根据入海排污口设置影响分析，若在采取必要的措施后仍对利益相关方造成不利影响和损害时应定量估算造成的损失并提出补偿方案建议。

## 11 论证结论

### 11.1 环境影响与排污口设置方案结论

根据污水排放对水质、沉积物、生物生态和渔业资源影响预测评价结论，环境影响减缓措施，明确给出排污口设置推荐方案。

### 11.2 排污混合区设置与污染物排放总量建议

明确入海排污口设置的排污混合区、主要污染物最大允许排放量以及入海污染物排放总量控制建议。

### 11.3 环境保护措施

明确各要素的环境保护及影响减缓措施、补偿方案及跟踪监测计划。

附录 A  
(资料性附录)  
论证报告章节内容

论证报告包括以下全部或部分章节内容。如有需要，其中的有关章节内容可另行编制成册。依据排污口设置项目的特点和论证的具体内容，可对下列章节及内容适当增设或删减。

**1 总论**

- 1.1 论证任务由来与目的
- 1.2 报告编制依据
- 1.3 环境论证执行标准
- 1.4 海域环境功能属性与海洋环境保护目标
- 1.5 论证工作等级
- 1.6 环境论证范围与论证重点

**2 排污口设置工程污染分析**

- 2.1 排污口及后方项目概况
- 2.2 区域污染源调查

**3 排污口设置海域及其集水区环境概况**

- 3.1 排污口所在海域自然环境概况
- 3.2 排污口所在区域陆地自然环境概况
- 3.3 区域社会经济状况

**4 海域环境与资源现状**

- 4.1 水文动力环境现状调查与分析
- 4.2 水质环境现状调查与分析
- 4.3 沉积物环境质量现状调查与分析
- 4.4 海洋生态环境现状调查与评价

**5 污水排放的环境影响预测与评估**

- 5.1 水质影响预测与评估
- 5.2 沉积物影响分析
- 5.3 海洋生态影响评估

**6 排污混合区设置与污染物允许排放量控制**

- 6.1 排污混合区论证
- 6.2 主要污染物的最大允许排放量
- 6.3 主要污染物排放总量控制建议

**7 排污口设置合理合法性分析**

- 7.1 排污口设置方案比选
- 7.2 排污口设置方案建议
- 7.3 排污口设置合理合法性分析结论

**8 生态环境保护措施**

- 8.1 排污口规范化设置措施
- 8.2 生态环境保护措施
- 8.3 影响补偿方案

**9 生态环境监测计划**

- 9.1 水污染源监测计划
- 9.2 海域环境监测计划
- 9.3 海域生态监测计划

**10 结论与建议**

- 10.1 环境影响结论
- 10.2 排污口设置方案
- 10.3 排污混合区设置方案
- 10.4 污染物排放总量控制建议
- 10.5 环境保护措施建议

附录 B  
(资料性附录)  
海域污染源调查

**B.1 排污口及后方项目概况**

**B.1.1** 明确拟设排污口的地理位置(应附图件)、排污口大小、排放规模、排放时间、排放规律、污染物种类和排放量、各类污染物排放浓度等。

**B.1.2** 应详细阐明依托排污口排污的后方工程的名称、性质、地理位置(应附图件)、建设规模与投资规模(扩建项目应说明原有规模)、总体布置(应附平面图);工程占用(利用)海岸线、滩涂、海域和陆域等情况,包括其类型、利用方式、范围和面积等;工程污水来源、工程污水处理工艺(应附流程图表)、管线路由(应附管线路由图)、主要污染物排放种类与排放量等、污水处理工程和排污利用现状。

**B.1.3** 有特殊需求的排污口设置的工程分析内容应根据具体情况适当增加或调整。

**B.2 区域污染源调查**

**B.2.1** 在建、已建、拟建排污口(已审批或备案)的污染源调查内容,主要包括:排污口名称、地理位置(应附图件)、排污口大小、排污许可证编号、排放规模、排放时间、排放规律、污染物种类和排放量、各类污染物排放浓度。

**B.2.2** 同一海域入海河流调查内容,主要包括:入海河流名称、位置(应附图件)、流量、主要污染物浓度、闸口布设与开放规律等。

附录 C  
(资料性附录)  
海域及其河口水环境数学模型基本方程及基本解法

### C.1 平面二维数学模型

#### C.1.1 适用范围

本方法适用于海水垂向混合比较充分的浅海和海湾水域。

#### C.1.2 控制方程

平面二维水流模型的基本方程为：

连续方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [(h + \zeta)u] + \frac{\partial}{\partial y} [(h + \zeta)v] = 0 \quad (\text{C.1})$$

$x$  向动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial u}{\partial y}) - f_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{h + \zeta} u \quad (\text{C.2})$$

$y$  向动量方程：

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial v}{\partial y}) - f_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{h + \zeta} v \quad (\text{C.3})$$

式中： $\zeta$ ——相对某一基面的水位(m)；

$h$ ——相对某一基面的水深(m)；

$N_x$ —— $x$  向水流紊动粘性系数( $\text{m}^2/\text{s}$ )；

$N_y$ —— $y$  向水流紊动粘性系数( $\text{m}^2/\text{s}$ )；

$f$ ——科氏系数；

$f_b$ ——底部摩阻系数。

平面二维水质模型的基本方程为：

$$\frac{\partial(HC)}{\partial t} + \frac{\partial(uHC)}{\partial x} + \frac{\partial(vHC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x H \frac{\partial C}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_y H \frac{\partial C}{\partial y}) + HQ \quad (\text{C.4})$$

式中： $H$ ——水深 (m)；

$C$ ——某种污染物浓度 (mg/L)；

$D_x, D_y$ ——分布为  $x$  向及  $y$  向紊动扩散系数 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )；

$Q$ ——污染物源 (汇) 项 [ $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ]。

(1) 对于污染物：

$$Q = Hf(C) + qC_q \quad (\text{C.5})$$

$$f(C) = -kC \quad (\text{C.6})$$



式中:  $f(C)$ ——生化反应项,  $g/(m^3 \cdot s)$ ;

$k$ ——污染物综合衰减系数,  $1/s$ ;

$q$ ——污水排放量 ( $m^3/s$ );

$C_q$ ——污水排放浓度 ( $mg/L$ );

式 (C.6) 中, 对于可溶性持久性污染物,  $k$  取 0; 非持久性污染物根据实际情况确定衰减系数。

(2) 对于热 (冷) 源排放:

$$Q = -\frac{k_T T}{\rho C_p} + q T_0 \quad (C.7)$$

式中:  $T$ ——水体温升 (降) ( $^{\circ}C$ );

$k_T$ ——水面综合热交换系数 ( $J/s \cdot m^2 \cdot ^{\circ}C$ );

$\rho$ ——水的密度 ( $kg/m^3$ );

$C_p$ ——水的比热 ( $J/kg^2 \cdot ^{\circ}C$ );

$q$ ——为温 (冷) 排水的流量 ( $m^3/s$ );

$T_0$ ——为温 (冷) 排水的排放温升 (降) ( $^{\circ}C$ )。

## C.2 三维数学模型

### C.2.1 适用范围

本方法适用于评价海域水深较大, 或者需要进行排放口近区的精细分析的海域。

### C.2.2 控制方程

三维分层数学模型的基本方程为:

连续方程:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (C.8)$$

$x$  向动量方程:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial u}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (N_z \frac{\partial u}{\partial z}) + f \quad (C.9)$$

$y$  向动量方程:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (N_z \frac{\partial v}{\partial z}) - fu \quad (C.10)$$

$z$  向动量方程:

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial w}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial w}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (N_z \frac{\partial w}{\partial z}) - \rho g \quad (C.11)$$

式中:  $t$ ——时间 ( $s$ );

$g$ ——重力加速度 ( $m/s^2$ );

$\rho$ ——海水密度 ( $kg/m^3$ );

$x$ 、 $y$ 、 $z$ ——原点置于某一基面,  $z$  轴垂直向上的右手直角坐标系坐标;

$u$ 、 $v$ 、 $w$ ——空间流速矢量  $v$  沿着  $x$ 、 $y$ 、 $z$  轴的速度分量 ( $m/s$ );

$P$ ——水压力 ( $kg/m^2$ );

$N_x$ 、 $N_y$ 、 $N_z$ ——分别为潮流沿  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向的紊流粘性系数 ( $m^2/s$ )。

三维水温数学模型的基本方程为:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial(uT)}{\partial x} + \frac{\partial(vT)}{\partial y} + \frac{\partial(wT)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( E_{tx} \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( E_{ty} \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( E_{tz} \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{q_T}{\rho C_p} + S(T)$$

式中:  $T$  ——水温 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$E_{tx}$ 、 $E_{ty}$ 、 $E_{tz}$  ——分别为  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向上水温紊流扩散系数;

$q_T$  ——热交换反应式 ( $\text{J}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ );

$C_p$  ——水的比热 ( $\text{J}/\text{kg}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ );

$S(T)$  ——温度源汇项。

三维盐度数学模型的基本方程为:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial(us)}{\partial x} + \frac{\partial(vs)}{\partial y} + \frac{\partial(ws)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( E_{sx} \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( E_{sy} \frac{\partial s}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( E_{sz} \frac{\partial s}{\partial z} \right) + S(s) \quad (\text{C.12})$$

式中:  $s$  ——盐度 (PSU);

$E_{sx}$ 、 $E_{sy}$ 、 $E_{sz}$  ——分别为  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向上盐度紊流扩散系数;

$S(s)$  ——盐度源汇项。

三维水质数学模型的基本方程为:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial(uC)}{\partial x} + \frac{\partial(vC)}{\partial y} + \frac{\partial(wC)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( E_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( E_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( E_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \frac{q_T}{\rho C_p} + ST_s \quad (\text{C.13})$$

式中:  $C$  ——污染物浓度 ( $\text{mg}/\text{L}$ );

$E_x$ 、 $E_y$ 、 $E_z$  ——分别为  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向上污染物紊流扩散系数;

$S(C)$  ——污染物源汇项。

### C.3 解析解方法

#### C.3.1 二维水质模型的稳态解

将污染排放源概化为岸边线源排放, 当不考虑对岸反射时, 可以得到解析解:

$$C(x, y) = \frac{m}{\sqrt{\pi D_y x}} \exp\left(-\frac{uy^2}{4D_y x} - k \frac{x}{u}\right) \quad m = S/h \quad (\text{C.14})$$

式中:  $h$  ——水深,  $\text{m}$ ;

$S$  ——为单位时间污染物排放量,  $\text{g}/\text{s}$ ;

$m$  ——为单位深度排放强度,  $\text{g}/(\text{m}\cdot\text{s})$ 。

#### C.3.2 二维稳态混合衰减模式

岸边排放

$$c(x, y) = c_h + \frac{c_p Q_p}{H \sqrt{\pi D_y x u}} \left\{ \exp\left(-\frac{uy^2}{4D_y x}\right) + \exp\left[-\frac{u(2B-y)^2}{4D_y x}\right] \right\} \quad (\text{C.15})$$

非岸边排放

$$c(x, y) = c_h + \frac{c_p Q_p}{2H\sqrt{\pi D_y x u}} \left\{ \exp\left(-\frac{uy^2}{4D_y x}\right) + \exp\left[-\frac{u(2a+y)^2}{4D_y x}\right] + \exp\left[-\frac{u(2B-2a-y)^2}{4D_y x}\right] \right\} \quad (\text{C.16})$$

## C.4 数值解方法及精度控制

### C.4.1 数值解法

二维模型的数值解法按网格形状可分为：三角形、正方形、长方形、四边形、曲线坐标网格及各种形状的组合等。按计算方法可分为：有限差分法、有限元素法及破开算子法等。推荐采用长方形有限差分法或三角形有限元法。可根据拟设排污口的具体要求确定采用的方法。

### C.4.2 验证计算

验证计算应通过参数的调整，满足模拟计算结果与实测结果基本相符的要求，同时应满足验证计算精度的要求。

二维模型验证计算内容应主要包括：a) 潮位过程线；b) 流速、流向过程线；c) 流路。

三维模型验证计算应主要包括：a) 潮位过程线；b) 分层流速、流向、含沙量过程线；c) 垂线平均速、流向、含沙量过程线。

### C.4.3 精度控制

a) 潮位最大误差不超过 10%；

b) 潮流流速平均绝对误差不超过潮流振幅的 30%，流向平均绝对误差不超过 20°（不计转流时刻流向偏差）；

c) 流量，断面潮量允许偏差为±10%；

d) 污染物浓度变化及分布趋势应与实测基本一致。

附录 D  
(规范性附录)  
排污混合区经验估算公式

### D.1 基于排污口流量的估算方法

#### D.1.1 适用范围

该方法适用于对宽阔海域离岸排污口的排污混合区进行简单估算的情况。

#### D.1.2 经验公式

可采用如下公式根据污水排放量推算排污混合区半径：

Fetterolf 公式：

$$M < 9.78Q^{1/3} \quad (\text{D.1})$$

Mackenthun 公式：

$$M < 0.991Q^{1/2} \quad (\text{D.2})$$

式中： $M$ ——离排放点任何方向排污混合区不应超过的半径，m；  
 $Q$ ——污水排放量，m<sup>3</sup>/d。

### D.2 基于水深的估算方法

#### D.2.1 适用范围

该方法适用于对近岸或河口区排污口的排污混合区进行简单估算的情况。

#### D.2.2 经验公式

可根据排污口处的平均水深推算排污混合区半径：

$$M < NH_{avg} \quad (\text{D.3})$$

式中： $N$ ——调和因子，取值为 1~10，其大小根据水体和生态敏感性调整，对于附近存在高度敏感水体  $N$  取值必须为 1；

$H_{avg}$ ——排污口处的平均水深，m。

附录 E  
(资料性附录)  
浮射羽流模拟方法简介

## E.1 量纲分析法

## E.1.1 适用范围

本方法适用于静水或者恒定横流环境下,垂向密度均匀分布或者线性分层的海域的纯射流、浮力羽流和浮射流的模拟计算。

## E.1.2 静水不分层环境

射流、羽流和浮射流可以采用射流浮力弗汝德数  $F_0$  进行定量区分:

$$F_0 = \frac{u_0}{\sqrt{\frac{\Delta\rho_0}{\rho_0} gD}} \quad (\text{E.1})$$

式中:  $u_0$ ——射流出口流速;

$\Delta\rho_0$ ——排出的流体密度  $\rho_0$  与射流出口处环境流体的密度  $\rho_a$  之差;

$g$ ——重力加速度;

$D$ ——圆形射流的出口直径,若为平面线源射流,可以射流出口宽度  $b$  取代之。

流态分类见表 E.1:

表 E.1 流态分类

弗汝德数 $F_0$	类 型
$F_0 < 1$	羽 流
$1 \leq F_0 < \infty$	浮射流
$F_0 \rightarrow \infty$	射 流

(1) 静水条件下的纯射流公式

表 E.2 静水条件下的射流公式

特性	点源射流 ( $x \geq 6.2D$ )	线源射流 ( $x \geq 5.2B$ )
射流半宽	$b = 0.114x$	$b = 0.154x$
中心线流速	$\frac{u_c}{u_0} = 6.2 \left( \frac{D}{x} \right)$	$\frac{u_c}{u_0} = 2.28 \left( \frac{B}{x} \right)^{1/2}$
中心线浓度 (不计本底)	$\frac{c_c}{c_0} = 5.59 \left( \frac{D}{x} \right)$	$\frac{c_c}{c_0} = 1.97 \left( \frac{B}{x} \right)^{1/2}$
中心线稀释度	$S_C = \frac{c_0}{c_c} = 0.18 \left( \frac{x}{D} \right)$	$S_C = 0.51 \left( \frac{x}{B} \right)^{1/2}$
平均稀释度	$\bar{S}_C = \frac{Q}{Q_0} = 0.32 \left( \frac{x}{D} \right)$	$\bar{S} = 0.62 \left( \frac{x}{B} \right)^{1/2}$

式中:  $x$ ——断面到射流源点(或射流源中心)的距离;

$D$ ——圆形射流出口直径；

$b$ ——射流半宽；

$u_c$ ——中心线流速；

$u_0$ ——射流出口流速；

$c_c$ ——中心线浓度；

$c_0$ ——射流出口处浓度；

$S_c$ ——中心线稀释度；

$Q$ ——任意断面体积流量；

$Q_0$ ——出口体积流量；

$B$ ——射流源长度。

### (2) 静水条件下的浮力羽流公式

表 E.3 静水条件下的浮力羽流公式

特性	点源浮力羽流	线源浮力羽流
浮力羽流半宽	$b=0.102z$	$b=0.147z$
中心线流速	$u_c=4.74B^{1/3}z^{-1/3}$	$u_c=2.05B^{1/3}$
中心线浓度 (不计本底)	$c_c=11.17Q_0c_0B^{-1/3}z^{-5/3}$	$c_c=2.40q_0c_0B^{-1/3}z^{-1}$
中心线稀释度	$S_c=\frac{c_0}{c_c}=0.089Q_0^{-1}B^{1/3}z^{5/3}$	$S_c=\frac{c_0}{c_c}=0.417q_0^{-1}B^{1/3}z$
平均稀释度	$\bar{S}=\frac{Q}{Q_0}=0.156Q_0^{-1}B^{1/3}z^{5/3}$	$\bar{S}=\frac{q}{q_0}=0.535q_0^{-1}B^{1/3}z$

式中： $b$ ——浮力羽流半宽；  
 $z$ ——垂向坐标；

$B$ ——比动量通量，对于圆形断面浮力羽流， $B=\frac{\Delta\rho_0}{\rho_a}gQ_0$ ，对于平面浮力羽流， $B=\frac{\Delta\rho_0}{\rho_a}gq_0$ ；

$Q_0$ ——出口体积流量；

$c_c$ ——中心线浓度；

$c_0$ ——射流出口处浓度；

$S_c$ ——中心线稀释度；

$u_c$ ——中心线流速；

$Q$ ——任意断面体积流量；

$q_0$ ——出口单位宽度体积流量。

### (3) 静水条件下的浮射流公式

不考虑过渡区的情况下，采用流体特征长度  $l_Q$  和动量特征长度  $l_M$  区分：

a. 如果  $7.0l_Q \leq z \leq 2.36l_M$ ，可作为射流处理，采用纯射流计算公式；

b. 如果  $\frac{z}{l_M} > 2.36l_M > 7.0l_Q$ ，可作为浮力羽流处理，采用浮力羽流计算公式。

其中  $l_Q$  和  $l_M$  计算公式如下：

$$l_Q = \frac{Q_0}{M_0^{1/2}} = \sqrt{A_0} = \sqrt{\frac{\pi}{4}} D \quad (\text{E.2})$$

$$l_M = \frac{M_0^{3/4}}{B_0^{1/2}} \quad (\text{E.3})$$

式中： $Q_0$ ——出口总体积流量；  
 $M_0$ ——出口动量通量；  
 $A_0$ ——出口断面面积；  
 $D$ ——出口直径；  
 $B_0$ ——出口处浮力通量。

### E.1.2 静水线性分层环境

#### (1) 静水线性分层浮力羽流

表 E.4 线性分层条件下浮力羽流计算公式

特性	点源浮力羽流	线源浮力羽流
最大上升高度	$z_m = 3.98(Q_0 g_0')^{1/4} \left(-\frac{g}{\rho_a} \frac{d\rho_a}{dz}\right)^{-3/8}$	$z_m = 2.84(q_0 g_0')^{1/3} \left(-\frac{g}{\rho_a} \frac{d\rho_a}{dz}\right)^{-1/2}$
加速度	$g_0' = \frac{\rho_a(0) - \rho_0}{\rho_0}$	$g_0' = Q_0 / L_D$
最大高度处中心线稀 释度	$S_m = 0.071 \frac{g_0'^{1/3} z_m^{5/3}}{Q_n^{2/3}}$	$S_m = 0.31 \frac{g_0'^{1/3} z_m}{q_0^{2/3}}$

式中： $Q_0$ ——出口总体积流量；  
 $q_0$ ——单位宽度体积流量；  
 $\rho_0$ ——排出的流体在出口处密度；  
 $\rho_a(0)$ ——排口所在高度环境流体的密度；  
 $L_D$ ——线源（或者污水扩散器）的长度；  
 $z$ ——垂向坐标。

#### (2) 静水线性分层浮射流

表 E.5 线性分层环境中浮射流最大上升高度及平均稀释度

特性	点源射流源	
	$S \gg 1$	$S \ll 1$
最大上升高度	$z_m = 3.8(M_0 / N^2)^{1/4}$	$z_m = 3.8(B_0 / N^3)^{1/4}$
无量纲平均稀释度	$1.2S^{-1/4}$	$1.5S^{-5/8}$
特性	线源射流源	
	$S \gg 1$	$S \ll 1$
最大上升高度	$z_m = 3.6(M_0 / N^2)^{1/3}$	$z_m = 2.5(B_0 / N^3)^{1/3}$
无量纲平均稀释度	$0.82S^{-1/6}$	$1.0S^{-1/2}$

式中,  $S$  为无量纲量,

$$S = \left(\frac{M_0 N}{B_0}\right)^2, N = \sqrt{-\frac{g}{\rho_0} \frac{d\rho_a}{dz}} \quad (\text{E.4})$$

- $\rho_a$ ——环境水体密度;
- $\rho_0$ ——排出的流体密度;
- $M_0$ ——出口动量通量;
- $B_0$ ——出口处浮力通量。

E.1.3 横流环境浮射流

(1) 不分层横流环境浮射流

在近区, 横流中浮射流各特性与静水中相似, 包括轴线上的流速变化和稀释度, 因此前述得到的动量射流和浮力射流公式可照用, 只是参数不同。采用无量纲特征长度  $l_m$  和  $l_b$  给出近、远区公式:

表 E.6 不分层横流中浮射流轨迹和轴线流速及稀释度关系

流型	动量作用近区	动量作用远区	浮力作用近区	浮力作用远区
轨迹	$\frac{z}{l_m} = C_1 \left(\frac{x}{l_m}\right)^{1/2}$	$\frac{z}{l_m} = C_2 \left(\frac{x}{l_m}\right)^{1/3}$	$\frac{z}{l_b} = C_3 \left(\frac{x}{l_b}\right)^{3/4}$	$\frac{z}{l_b} = C_4 \left(\frac{x}{l_b}\right)^{2/3}$
轴线速度	$\frac{u_c}{u_a} = E_1 \frac{l_m}{z}$	$\frac{u_c}{u_a} = E_2 \left(\frac{l_m}{z}\right)^2$	$\frac{u_c}{u_a} = E_3 \left(\frac{l_b}{z}\right)^{1/3}$	$\frac{u_c}{u_a} = E_4 \left(\frac{l_b}{z}\right)^{1/2}$
稀释度	$\frac{SQ_0}{u_a l_m^2} = D_1 \left(\frac{z}{l_m}\right)$	$\frac{SQ_0}{u_a l_m^2} = D_2 \left(\frac{z}{l_m}\right)^2$	$\frac{SQ_0}{u_a l_b^2} = D_3 \left(\frac{z}{l_b}\right)^{5/3}$	$\frac{SQ_0}{u_a l_b^2} = D_4 \left(\frac{z}{l_b}\right)^2$

其中参数  $E_1 \sim E_4$  需根据实验确定,  $C_1 \sim C_4$ 、 $D_1 \sim D_4$  参考值见表 E.7:

表 E.7 各式参数

参数	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$
模型预测	2.65	1.3	2.3	1.1	0.17	0.56	0.087	0.55
Wright 实验 (1984)	2.3	1.9	2.5	1.7	0.2	0.25	0.12	0.25



(2) 密度分层横流环境浮射流

表 E.8 密度分层横流中浮射流最大上升高度及稀释度估算公式

流型	动量作用近区	动量作用远区	浮力作用近区	浮力作用远区
最大上升高度	$\frac{z_t}{l_m} = k_1 \left(\frac{l_a}{l_m}\right)^{1/2}$	$\frac{z_t}{l_m} = k_2 \left(\frac{l_a}{l_m}\right)^{1/3}$	$\frac{z_t}{l_b} = k_3 \left(\frac{l_a}{l_b}\right)^{3/4}$	$\frac{z_t}{l_b} = k_4 \left(\frac{l_a}{l_b}\right)^{2/3}$
最大上升高度处的稀释度	$\frac{S_m Q_0}{u_a l_m^2} = k_5 \left(\frac{z_t}{l_m}\right)$	$\frac{S_m Q_0}{u_a l_m^2} = k_6 \left(\frac{z_t}{l_m}\right)^2$	$\frac{S_m Q_0}{u_a l_b^2} = k_7 \left(\frac{z_t}{l_b}\right)^{5/3}$	$\frac{S_m Q_0}{u_a l_b^2} = k_8 \left(\frac{z_t}{l_b}\right)^2$

其中各式参数见表 E.9:

表 E.9 各式参数

系数	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
取值	2.8	2.2	3.5	2.3

其中最大上升高度处的稀释度估算公式系数没有给出, 建议可取用无密度分层的横流情况的  $D_1 \sim D_4$  值, 但原则上仍以取用较为保守值为妥。

E.2 积分方程方法

E.2.1 适用范围

本模型方法适用于一般的水下排放单排污口或者多排污口的排放角度为-5~90 度的近区浮射流模拟。

E.2.2 UM 浮射羽流模型

(1) 基本方程

该模型由浮射流方程、动量守恒方程、能量守恒方程、盐度守恒方程、一级衰减方程等 5 个方程组成:

$$\frac{dm}{dt} = -\rho \vec{A}_p \cdot \vec{U} + \rho A_T v_i \tag{E.5}$$

$$\frac{dm\vec{V}}{dt} = \vec{U} \frac{dm}{dt} - m \frac{\rho_a - \rho}{\rho} \vec{g} \tag{E.6}$$

$$\frac{dmC_p(T - T_{ref})}{dt} = C_p(T_a - T_{ref}) \frac{dm}{dt} \tag{E.7}$$

$$\frac{dmS}{dt} = S_a \frac{dm}{dt} \tag{E.8}$$

$$\frac{dmx}{dt} = X_a \frac{dm}{dt} - kmt \tag{E.9}$$

式中:  $m$  ——羽流单元的质量;

$\vec{A}_p$  ——在包含流矢量的一个垂向平面内的一个矢量, 大小等于投影面积;

$\vec{U}$  ——通过投影面积的平均环境流速矢量;

$A_T$  ——羽流单元与环境流体接触的面积;

$v_i$  ——泰勒引吸速度, 且有  $v_i = a|\vec{V}|$ ,  $a$  为比例系数,  $\vec{V}$  为平均羽流单元速度;

$\rho_a$  ——环境单元密度；

$\rho$  ——平均单元密度；

$\vec{g}$  ——重力矢量；

$C_p$  ——常压下定压比热；

$T$ ,  $T_a$  和  $T_{ref}$  ——分别为平均单元温度、环境温度和任意参考温度；

$S$  和  $S_a$  ——平均单元盐度和环境盐度；

$X$  和  $X_a$  分别为污染物浓度和环境浓度；

$k$  ——一级反应衰减系数。

(2) 边界条件、初始条件及其他相关关系

各个单元的位置通过轨迹方程获得：

$$\frac{d\vec{R}}{dt} = \vec{V} \quad (\text{E.10})$$

式中： $\vec{R}$  为质点的半径矢量（单元中心）。另外需要知道初始条件包括：排放流速、温度、盐度和浓度，环境流速、温度、盐度和浓度，以及排口半径、数目、间距和排放角度等。

### E.3 紊流方程模型

#### E.3.1 适用范围

本方法适用于动水环境下需要对排污口近区浮射流进行精细分析的海域。

#### E.3.1 控制方程

各向异性紊流  $k$ - $\varepsilon$  双方程模型的连续方程、动量方程、浓度方程、密度方程和  $k$ 、 $\varepsilon$  方程可表示如下：

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (\text{E.11})$$

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ (v + v_i) \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \right] \quad (\text{E.12})$$

$$\frac{\partial \rho c}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i c)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( v + \frac{v_i}{\sigma_i} \right) \frac{\partial c}{\partial x_i} \right] \quad (\text{E.13})$$

$$\frac{\partial \rho^2}{\partial t} + \frac{\partial(u_i \rho^2)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( v + \frac{v_i}{S_c} \right) \frac{\partial \rho}{\partial x_i} \right] \quad (\text{E.14})$$

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i k)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( v + \frac{v_i}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right] + G - \rho \varepsilon \quad (\text{E.15})$$

$$\frac{\partial(\rho \varepsilon)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i \varepsilon)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[ \left( v + \frac{v_i}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i} \right] + C_1 \frac{\varepsilon}{k} G - C_2 \rho \frac{\varepsilon^2}{k} \quad (\text{E.16})$$

式中： $v_i = \frac{\rho C_v k^2}{\varepsilon}$ ， $G = v_i \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j}$ ；

$t$  ——时间；

$u_i$  ——速度分量；

HJ □□□□—20□□

$x_i$ ——坐标分量；

$p$ ——压力；

$\rho$ ——流体密度；

$\nu$ ——分子动力粘性系数；

$\nu_i$ —— $\nu_i = \rho C_\nu k^2 / \varepsilon$ ，紊动粘性系数；

$c$ ——污染物浓度；

$\sigma_t$ ——紊动普朗特系数，取值 0.85~0.9；

$S_c$ —— $S_c = 0.614$ ；

$k$ ——紊动动能；

$\varepsilon$ ——紊动耗散率。

对于 RNG  $k-\varepsilon$  紊流模型来说，上述各式中的紊流模型参数如下：

$$C_\nu = 0.085; C_1 = 1.42 - \frac{\tilde{\eta}(1 - \tilde{\eta}/\tilde{\eta}_0)}{1 + \beta\tilde{\eta}^3}; C_2 = 1.68; \sigma_k = 0.7179; \sigma_\varepsilon = 0.7179; \tilde{\eta} = Sk/\varepsilon;$$

$$S = (2S_{i,j}S_{i,j})^{1/2}; \tilde{\eta}_0 = 4.38; \beta = 0.015; S_{i,j} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)。$$

附录 F  
(资料性附录)  
A、B 类污染物名录

表 F.1 A、B 类污染物名录

污染物分类	项目
A 类	总汞、烷基汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铅、总镍、苯并(a)芘、总铍、总银、总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性、可吸附有机卤素(AOX)、钍、铀总量、氟化物、总钒、总钡、总锑、总钴、总钼、总锡、总锑、总铊、多环芳烃、TNT、DNT、RDX、活性氯、聚乙烯、莠去津、氟虫腈、苯、甲苯、邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯、乙苯、丙烯腈、苯酚、氯苯、1,4-二氯苯、总硒、苯系物、氯苯类、急性毒性(HgCl <sub>2</sub> 毒性当量)、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、三氯甲烷、1,1,1-三氯乙烷、三溴甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯丁二烯、1,2-二氯苯、三氯苯、四氯苯、多氯联苯、丙烯醛 <sup>(1)</sup> 、邻苯二甲酸二乙酯 <sup>(1)</sup> 、邻苯二甲酸二正丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、四氯化碳、四乙基铅、二噁英类
B 类	pH、色度、悬浮物、五日生化需氧量、化学需氧量、石油类、动植物油、挥发酚、总氰化合物、硫化物、氨氮、氟化物、磷酸盐(以P计)、甲醛、苯胺类、硝基苯类、阴离子表面活性剂(LAS)、总铜、总锌、总锰、彩色显影剂、显影剂及氧化物总量、元素磷、有机磷农药(以P计)、粪大肠菌群数、总余氯、总氮、总磷、总有机碳、总铝、总铁、氯化物、无机氮、活性磷酸盐、苯乙烯、环氧氯丙烷、双酚A、乙醛、丙烯酸、2-氯-5-氯甲基吡啶、咪唑烷、吡虫啉、三唑酮、对氯苯酚、多菌灵、邻苯二胺、吡啶、百草枯离子、2,2',6',2"-三联吡啶、二甲基甲酰胺、乙腈、总大肠菌群数、五氯丙烷 <sup>(1)</sup> 、环氧氯丙烷、氯丁二烯、二溴乙烯 <sup>(1)</sup> 、异丙苯、戊二醛 <sup>(1)</sup> 、三氯乙醛、萘酚、 $\beta$ -萘酚 <sup>(1)</sup> 、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、苯甲醚 <sup>(1)</sup> 、二氯乙酸 <sup>(1)</sup> 、三氯乙酸 <sup>(1)</sup> 、环烷酸 <sup>(1)</sup> 、黄原酸丁酯 <sup>(1)</sup> 、二(2-乙基己基)己二酸酯、丙烯酸胺、水合肼 <sup>(1)</sup>
<p>注：1、A 类污染物指可能引起纳污水体化学性质发生变化的第一类污染物和重金属，难降解、有毒有害污染物等。包括 GB 8978 规定的第一类污染物；各行业规定在车间或生产设施污水排放口进行监测的项目；各行业规定在总排口进行监测且被纳入美国优控污染物清单的项目。</p> <p>2、B 类污染物是指可能引起纳污水体化学性质发生变化的第二类污染物（除重金属，难降解、有毒有害污染物等之外）。</p> <p>3.<sup>(1)</sup> 待国家污染物监测方法标准发布后实施。</p>	