

HJ

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1409—2025

环境影响评价技术导则 海洋生态环境

Technical guidelines for environmental impact assessment
—Marine ecology and environment

本电子版为正式标准文件，由生态环境部标准研究所审校排版。

2025-01-10 发布

2025-02-01 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	2
4 总则	2
5 评价等级与评价范围	4
6 海洋生态环境现状调查与评价	6
7 海洋生态环境影响预测与评价	11
8 海洋生态环境风险评价	15
9 环境保护措施与监测计划	17
10 海洋生态环境影响评价结论	19
附录 A（资料性附录） 海洋生态影响评价因子筛选表	20
附录 B（资料性附录） 主要涉海项目的海洋生态环境影响类型	21
附录 C（资料性附录） 其他海洋生物质量参考值	22
附录 D（规范性附录） 平面二维潮流、泥沙、污染物扩散的数值模拟	23
附录 E（规范性附录） 三维潮流、泥沙、床面冲淤的数值模拟	28
附录 F（规范性附录） 海洋生态影响程度分级	31
附录 G（资料性附录） 危险物质临界量和海洋环境敏感程度分级	32
附录 H（规范性附录） 建设项目海洋生态环境影响评价自查表	33

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国海洋环境保护法》和《建设项目环境保护管理条例》，指导和规范建设项目海洋生态环境影响评价工作，促进海洋生态环境保护，制定本标准。

本标准规定了海洋生态环境影响评价的一般性原则、工作程序、内容、方法和要求。

本标准基于《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485—2014）修订而成，修订的主要内容有：

- 标准名称修改为《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》；
- 调整、补充了规范性引用文件；
- 调整、补充和规范了术语和定义；
- 调整了海洋生态环境评价等级、评价范围的确定方法；
- 删除了报告书、报告表的分类标准，删除了原总则中特大型项目评价要求、低放射性废液评价要求、围填海充填材料的要求等，将原 4.7、4.8、4.9 纳入第 6 章的相关内容中；
- 删除了第 5 章，报告书的编制要求按照 HJ 2.1 执行；
- 将原 6、7、8、9、10 章中各要素的资料收集、现状调查和监测、现状质量评价内容单独列为第 6 章，将原 6、7、8、9、10 章中各要素的影响预测与评价内容单独列为第 7 章，将原 6、7、8、9、10 章中各要素的环境保护对策措施单独列为第 9 章；
- 增设了海洋生态环境风险评价章节；
- 规范了现有常规监测资料的使用，优化了现状调查要求；
- 细化了不同评价等级的现状调查与评价、影响预测与评价要求；
- 删除了海洋生态服务价值的计算，完善了海洋生态评价内容及方法；
- 增加了海洋生态环境影响评价结论与建议的内容要求；
- 调整、增加了附录。

本标准附录 A~C、附录 G 为资料性附录，附录 D~F、附录 H 为规范性附录。

本标准自实施之日起，建设项目海洋生态环境影响评价工作停止执行《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485—2014）。

本标准由生态环境部海洋生态环境司、法规与标准司组织修订。

本标准的主要起草单位：生态环境部环境工程评估中心、国家海洋环境监测中心、生态环境部华南环境科学研究所、中国科学院南海海洋研究所、自然资源部第三海洋研究所、海油环境科技（北京）有限公司。

本标准生态环境部 2025 年 1 月 10 日批准。

本标准自 2025 年 2 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

环境影响评价技术导则 海洋生态环境

1 适用范围

本标准规定了建设项目海洋生态环境影响评价的一般性原则、工作程序、内容、方法和要求。

本标准适用于中华人民共和国管辖海域内建设项目的海洋生态环境影响评价。规划环境影响评价中的海洋生态环境影响评价参照本标准执行。对海洋有放射性影响的建设项目还应执行放射性评价的相关标准。

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标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

- GB 3097 海水水质标准
- GB 3552 船舶水污染物排放控制标准
- GB 4914 海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 11607 渔业水质标准
- GB 17378（所有部分） 海洋监测规范
- GB 18421 海洋生物质量
- GB 18486 污水海洋处置工程污染控制标准
- GB 18668 海洋沉积物质量
- GB/T 12763（所有部分） 海洋调查规范
- GB/T 41339 海洋生态修复技术指南
- GB/T 42631 近岸海洋生态健康评价指南
- HJ 2.1 建设项目环境影响评价技术导则 总纲
- 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 169 建设项目环境风险评价技术导则
- HJ 442（所有部分） 近岸海域环境监测技术规范
- HJ 624 外来物种环境风险评估技术导则
- HJ 819 排污单位自行监测技术指南 总则
- HJ 884 污染源源强核算技术指南 准则
- HJ 1406 入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置论证技术导则
- HY/T 081 红树林生态监测技术规程
- HY/T 082 珊瑚礁生态监测技术规程
- HY/T 083 海草床生态监测技术规程
- HY/T 147.5 海洋监测技术规程 第5部分：海洋生态

- HY/T 214 红树林植被恢复技术指南
- HY/T 215 近岸海域海洋生物多样性评价技术指南
- JT/T 1143 水上溢油环境风险评估技术导则
- 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

海洋生态环境 marine ecology and environment

以海岸线为界向海一侧，以海水为介质相互联系的各种生态环境要素的总和。

3.2

海洋生态敏感区 marine ecological 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依法依规划定的国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域。一般敏感区主要包括河口、海湾、海岛，重要水生生物天然集中分布区、栖息地及产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道（以下简称“三场一通道”），特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床和海藻场等），水产种质资源保护区，海洋自然人文历史遗迹和自然景观等。

3.3

海湾 bay

水域面积不小于以口门宽度为直径的半圆面积，且被陆地环绕的海域。

注：本标准中的海湾不含辽东湾、渤海湾、莱州湾、杭州湾和北部湾。

3.4

河口 river mouth

河流末端与海洋相互作用的水域。

3.5

近岸海域 offshore area or near-shore area

与大陆、岛屿、群岛等海岸相毗连，《中华人民共和国领海及毗连区法》规定的领海外部界限向陆一侧的海域，渤海近岸海域为海岸线向海 12 海里以内的海域。

3.6

沿岸海域 coastal area

近岸海域之内靠近大陆海岸的海域，一般指距海岸线 10 公里以内的海域。

3.7

混合区 mixing zone

一般指污水自排放口（扩散器）连续排出，各个瞬时造成附近水域污染物浓度超过该水域水质目标限值的平面范围的叠加区域（亦即包络）。

4 总则

4.1 基本任务

在调查与评价海洋生态环境和海洋生态敏感区现状的基础上，分析判断建设项目与海洋生态环境保护相关要求的符合性，预测和评价建设项目施工、运行和事故状态下对海水水质、海洋沉积物、海洋生

态的影响范围与程度，提出有效的环境保护对策措施、环境管理要求与跟踪监测计划，明确给出海洋生态环境影响是否可接受的结论。

4.2 工作程序

海洋生态环境影响评价的工作程序如图 1 所示，一般分为三个阶段：

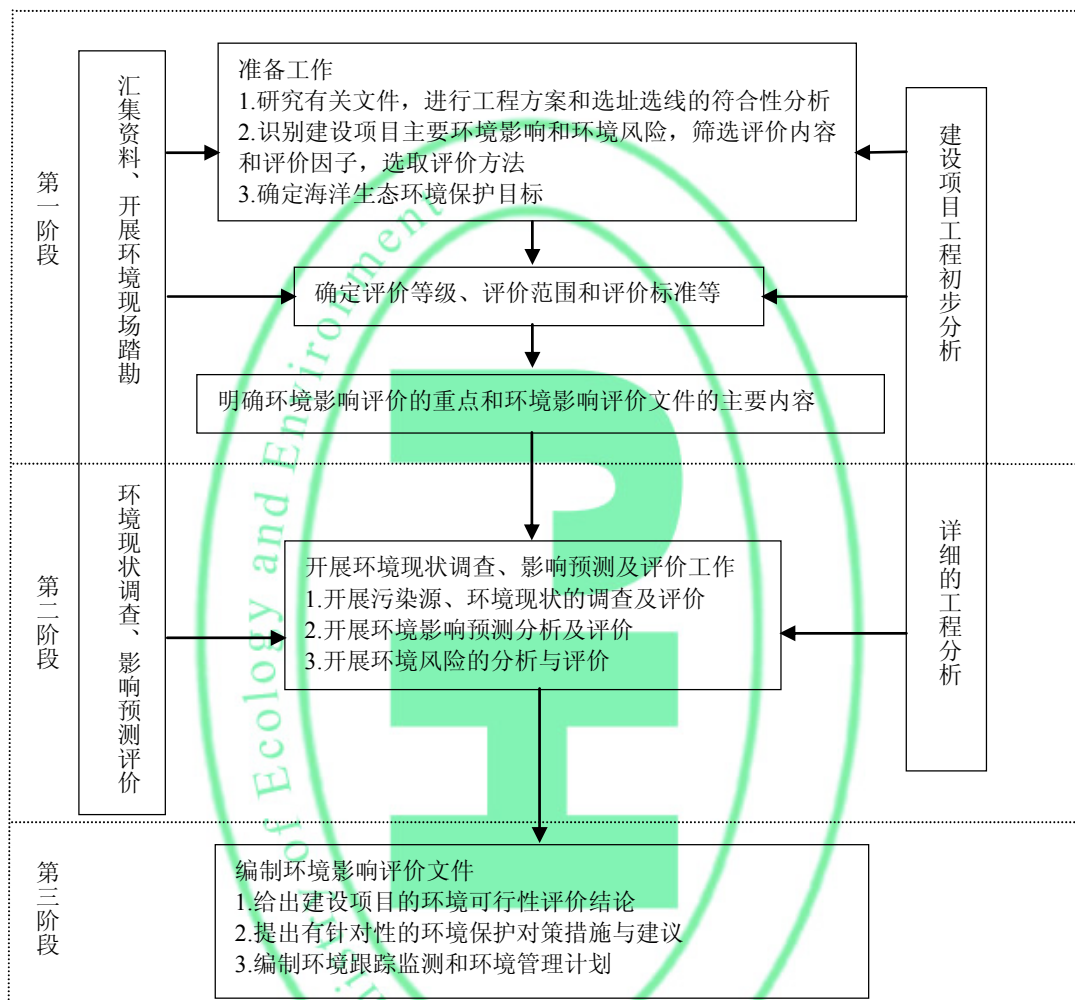


图 1 海洋生态环境影响评价工作程序示意图

a) 第一阶段的主要工作内容包括：

- 1) 研究有关文件，进行工程方案和选址选线的符合性分析；
- 2) 开展区域环境状况的数据收集和初步调查，明确功能区和海域环境管理要求，识别主要环境影响，确定评价内容；
- 3) 筛选评价内容和评价因子，确定评价等级与评价范围，明确评价标准、评价重点和海洋生态环境保护目标；
- 4) 识别建设项目施工和运行中的环境风险，确定环境风险评价等级、评价范围，调查环境风险敏感目标。

b) 第二阶段的主要工作内容包括：

- 1) 根据评价等级与评价范围，开展与海洋生态环境影响评价相关的污染源、海洋生态环境现状、水文动力与地形地貌、海洋生态敏感区的调查与评价，开展必要的环境质量现状调查；

- 2) 根据建设项目工程分析, 确定与预测分析有关的工程参数, 核算污染源源强;
 - 3) 选择适合的预测分析方法, 开展海水水质、海洋沉积物、海洋生态等环境影响预测, 分析与评价建设项目对海洋生态环境及海洋生态敏感区的影响范围与程度;
 - 4) 根据评价等级及评价范围, 开展环境风险影响评价。
- c) 第三阶段的主要工作内容包括:
- 1) 根据环境现状调查和预测评价结果, 按照环境管理要求, 阐明建设项目的环境可行性;
 - 2) 提出环境保护对策措施和建议, 开展环境保护措施的有效性论证;
 - 3) 编制环境跟踪监测计划和环境管理计划;
 - 4) 给出海洋生态环境影响评价结论;
 - 5) 完成环境影响评价文件的编写。

4.3 环境影响因素识别与评价因子筛选

4.3.1 环境影响因素识别

应按照 HJ 2.1、HJ 884 的要求开展工程分析、污染因子识别和污染源源强核算, 分析建设项目建设期、生产运行期和服务期满后(可根据项目情况选择, 下同)各阶段对海水水质、海洋沉积物、海洋生态等环境因素的影响, 识别建设项目引起的水文动力、地形地貌与冲淤变化对海水水质、海洋沉积物、海洋生态的影响。

4.3.2 评价因子筛选

评价因子的筛选应符合以下要求:

- a) 根据建设项目环境影响的主要特征, 结合海洋环境功能要求、海洋生态环境保护目标、评价标准和环境制约因素, 筛选环境影响评价因子, 包括污染影响评价因子和生态影响评价因子;
- b) 项目执行的生态环境质量标准和污染物排放标准中包含的污染因子作为海水水质和海洋沉积物的评价因子, 无国家和地方相应标准的污染物不作筛选(国家有特殊管控要求的有毒有害物质等除外);
- c) 生态影响评价因子以表征海洋生物生态、生物多样性、生物质量等因子为主, 根据生态系统的特点参照附录 A 进行筛选;
- d) 有温(冷)排水、余氯排放的建设项目, 温升(温降)、余氯应作为评价因子。

5 评价等级与评价范围

5.1 评价等级的判定

根据建设项目海洋生态环境影响类型和影响程度, 评价等级划分为 1、2、3 级, 见表 1。

不同涉海项目的影响类型可参考附录 B。建设项目向海洋排放废水的, 根据废水所含污染物的特征划分为 A、B、C 三类; 污染物分类参考 HJ 1406 附录 A, 附录外的新污染物按 A 类考虑。

涉及多种影响类型的建设项目, 应分别判定评价等级, 取其中最高等级作为建设项目评价等级, 并按照评价等级的要求开展海洋生态环境现状调查及影响预测工作。

建设项目涉及(临时或永久占用、穿越等)重要敏感区或排放废水入封闭海域的, 评价等级应提高一级(最高为 1 级)。

依托现有入海排放口排放废水, 且未新增排放污染物的建设项目, 评价等级为 3 级, 重点评价依托现有排放口的环境可行性; 新增排放污染物的建设项目, 按新增排放量确定评价等级。

表 1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

影响类型		评价等级		
		1	2	3
废水排放量 Q ($10^4\text{m}^3/\text{d}$) ^a	含 A 类污染物	$Q \geq 2$	$0.5 \leq Q < 2$	$Q < 0.5$
	含 B 类污染物	$Q \geq 20$	$5 \leq Q < 20$	$Q < 5$
	含 C 类污染物	$Q \geq 500$	$50 \leq Q < 500$	$Q < 50$
水下开挖/回填量 Q (10^4m^3) ^b		$Q \geq 500$	$100 \leq Q < 500$	$Q < 100$
泥浆及钻屑排放量 Q (10^4m^3)		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$
挖沟埋设管缆总长度 L (km) ^c		$L \geq 100$	$60 \leq L < 100$	$L < 60$
水下炸礁、爆破挤淤工程量 Q (10^4m^3) ^d		$Q \geq 6$	$0.2 \leq Q < 6$	$Q < 0.2$
入海河口(湾口)宽度束窄/拓宽尺度占原宽度的比例 $R\%$		$R \geq 5$	$1 < R < 5$	$R \leq 1$
用海面积 S (hm^2)	围海	$S \geq 100$	$S < 100$	/
	填海	$S \geq 50$	$S < 50$	/
	其他用海 ^e	$S \geq 200$	$100 \leq S < 200$	$S < 100$
线性水工构筑物轴线长度 L (km)	透水	$L \geq 5$	$1 \leq L < 5$	$L < 1$
	非透水	$L \geq 2$	$0.5 \leq L < 2$	$L < 0.5$
人工鱼礁固体投放量 Q (空方 10^4m^3)		$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$
^a : 排放口位于近岸海域以外海域的评价等级降低一级(最低为 3 级); 建设项目排放的污染物为受纳水体超标因子, 评价等级应不低于 2 级。 ^b : 海底隧道按水下开挖(回填)量划分评价等级, 采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道, 评价等级降低一级(最低为 3 级)。 ^c : 挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。 ^d : 爆破挤淤工程量以挤出淤泥量计。 ^e : 其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖等开放式用海建设项目; 不投加饵料的海水养殖项目, 评价等级为 3 级。				

5.2 评价范围

海洋生态环境影响评价范围应覆盖建设项目整体实施后可能对海洋生态环境造成影响的范围。根据评价等级、工程特点、生态敏感区分布情况, 确定评价范围, 具体要求包括:

- 评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定, 1 级、2 级和 3 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km、5km~15km、1km~5km, 垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目, 评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况, 适当扩展。
- 管缆、航道类项目穿越非生态敏感区时, 以线路中心线向两侧和两端外延 1km 为参考评价范围。穿越一般敏感区时, 以线路中心线向两侧和两端外延 2km 为参考评价范围; 穿越重要敏感区时, 以线路中心线向两侧和两端外延 3km 为参考评价范围; 实际确定评价范围时, 应结合生态敏感区主要保护对象的分布、物种生态习性、项目的穿越方式等适当扩展。
- 建设项目涉及多个不相连的组成部分时, 分别确定评价范围; 各组成部分的环境影响范围可能存在明显叠加时, 应整体考虑其评价范围。

5.3 评价时段

海洋生态环境影响评价应选择有代表性的季节和月份开展, 评价时段见表 2。如表 2 中评价时段不能满足评价要求, 则应增加其他代表性季节或月份。

表 2 海洋生态环境影响评价时段

海域	评价等级		
	1 级	2 级	3 级
河口	丰水期、枯水期	枯水期	任何一季
海湾、沿岸海域	春季和秋季	春季或秋季	
除沿岸海域外的近岸海域	春季或秋季	任何一季	
其他海域	任何一季		

注：温（冷）排水建设项目的评价时段宜选择夏季和冬季。

5.4 海洋生态环境保护目标

海洋生态环境保护目标是评价范围内所有海洋生态敏感区及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等。

5.5 评价标准

根据海洋生态环境保护规划和近岸海域生态环境分区管控要求，按照 GB 3097、GB 18421、GB 18668、GB 18486、GB 4914、GB 11607、GB 3552、GB 8978 等国家标准及相应行业、海域（区域或流域）污染物排放标准，确定各评价因子适用的生态环境质量标准、生态环境风险管控标准及污染物排放标准。

在海洋生态环境保护规划或近岸海域生态环境分区管控均未明确质量目标的海域，以维持环境质量现状为目标，或由地方人民政府生态环境主管部门确认应执行的评价标准。

上述标准中均未包含的污染物，可参照选用国际标准或其他相关标准，并明确所参照标准名称、类别和标准值。

6 海洋生态环境现状调查与评价

6.1 总体要求

6.1.1 海洋生态环境现状调查内容包括海水水质、海洋沉积物、海洋生态（含生物生态、生物资源、生物质量）。需要开展数值模拟的建设项目，还应获得满足预测要求的水文动力现状数据；需要开展岸线冲淤数值模拟的建设项目，还应获得海洋地形地貌与泥沙数据。

6.1.2 优先收集使用评价范围内国家和地方开展常规调查（监测）的现状数据；收集数据的环境背景已发生明显变化的，应分析资料的有效性和代表性。当收集的现状数据不能满足评价要求时，应开展补充调查。

6.1.3 收集的现状数据和历史数据应注明数据来源，给出调查站位、调查要素、调查因子、调查时段、调查频次、调查方法（方式）、分析检测方法等基本内容。沿岸海域的海水水质、海洋生态现状数据有效期为 3 年，其他海域的为 5 年。沿岸海域的海洋沉积物、海洋水文动力、海洋地形地貌与泥沙现状数据有效期为 5 年，其他海域的为 10 年。数据有效期以取得现场调查样品之日顺延起算。

6.1.4 调查范围应覆盖评价范围，调查因子应包含全部评价因子，调查时段无特殊要求的，应与评价时段一致。

6.1.5 环境现状调查站位布设的一般原则是：全面覆盖（评价范围），基本均匀，重点代表。海水水质、海洋沉积物、海洋生态的现状调查站位宜统一布设。污染源、排污口、海洋生态敏感区等重点位置应布设调查站位，新增排污口附近调查站位的布设应参照 HJ 1406。调查内容应包括海水水质、海洋沉积物、

海洋生态，调查因子应包括常规因子和特征因子。

6.1.6 海水水质、海洋沉积物、海洋生态调查样品的采集及分析检测应符合 HJ 442 和 GB/T 12763 的要求，如评价因子在 HJ 442 和 GB/T 12763 中无相应分析检测方法的，应符合 GB 17378 的要求；水文、气象、地形地貌的调查应符合 GB/T 12763 的要求。红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场等特殊生境的调查内容和分析方法应符合 HY/T 081、HY/T 082、HY/T 083、GB/T 41339 的要求。用于环境现状评价和影响预测的数据资料处理应符合 GB 17378.2 和 GB/T 12763.7 的要求。

6.2 海水水质现状调查与评价

6.2.1 海域污染源调查

以污染物排放影响为主或可能导致水体交换能力明显下降的 1 级和 2 级评价项目应收集评价范围内有关污染源资料，主要包括：

- 排放同类污染物的已建项目、在建项目、拟建项目（已批复环境影响评价文件）的分布情况；
- 入海排污口的位置及污染物排放情况；
- 入海河流的水质、水量等。

6.2.2 海水水质现状调查

6.2.2.1 调查断面与站位布设

调查断面一般与主潮流方向或海岸垂直。调查站位数量须满足表 3 的要求。

表 3 海水水质现状调查站位数量

评价等级	现状调查站位数量（个）		
	河口、海湾和沿岸海域	除沿岸海域的近岸海域	其他海域
1	≥16	≥12	≥8
2	≥10	≥8	≥4
3	≥2		

注：跨越不同海域类型的建设项目，调查站位按数量最多的海域要求进行设置。

6.2.2.2 采样层次

石油类采集表层样品。其他因子水深小于等于 10 m 深时，采集表层样品；水深大于 10 m 小于等于 50 m 深时，采集表层和底层样品；水深大于 50 m 时，采集表层和 50 m 层样品。

6.2.2.3 调查时段和频次

根据表 2 的评价时段确定海水水质现状调查时段和频次，以影响范围较大或影响程度较重为原则，选择大潮期或小潮期开展调查。

6.2.2.4 调查因子

海水水质现状调查因子应包括常规因子和特征因子。

常规因子一般包括：pH、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、重金属（铜、铅、镉、汞、锌、总铬、砷），直接接触人体的项目还应包括粪大肠菌群、大肠菌群、病原体等。

特征因子根据建设项目污染物排放特征确定。

6.2.3 评价方法

海水水质现状评价采用单一站位的单因子标准指数法，指数计算公式参考 HJ 2.3 附录 D。分层采样的点位采用多层数据的平均值进行评价。

6.2.4 环境现状评价

1 级评价项目的海水水质现状评价应包括：

- a) 分析阐明水质主要调查因子的质量现状及其基本特征；
- b) 评价各海洋环境功能区和生态敏感区水质达标情况，明确超标因子和超标程度，分析超标原因；
- c) 分析超标因子、特征因子的分布特征，结合历史资料阐明水质年际变化的趋势及特征；
- d) 明确水质现状的综合评价结论。

2 级评价项目应包括上述 a)、b)、d) 项。

3 级评价项目应包括上述 a) 项。

6.3 海洋沉积物现状调查与评价

6.3.1 调查站位布设

1 级和 2 级评价项目应开展海洋沉积物现状调查，调查站位宜与海水水质站位相同，数量不少于水质站位的 50%。对海洋沉积物可能有较大影响的项目，站位数量可适当增加。

一般采集表层沉积物样品，必要时采集柱状样品，样柱的分段间隔一般根据沉积物的沉降速率和污染调查需求确定。

评价范围内涉及海岸（岛岸）时，增加潮间带沉积物调查，断面设置要求同 6.4.2.1。

6.3.2 调查时段和调查因子

调查时段不受季节限制，至少进行 1 次现状调查。

调查因子应包括常规因子和特征因子。常规因子一般包括：硫化物、石油类、有机碳、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷，直接接触人体的项目还应包括粪大肠菌群、大肠菌群、病原体等。特征因子根据建设项目污染物排放特征确定。涉及劣于第一类海洋沉积物质量标准的沉积物综合利用的建设项目（如岸滩整治与生态修复、海滩养护、栖息地恢复与营造等），应参照 HY/T 147.5 开展海洋沉积物生物毒性检验。

6.3.3 评价方法

海洋沉积物现状评价采用单一站位、单一层次单因子标准指数法。

6.3.4 环境现状评价

1 级评价项目的海洋沉积物现状评价应包括：

- a) 分析阐明沉积物调查因子的环境质量现状及其基本特征，评价沉积物质量达标情况，明确超标因子和超标程度，分析超标原因；
- b) 分析阐明超标因子、特征因子的分布特征；
- c) 明确沉积物现状的综合评价结论。

2 级评价项目应包括上述 a)、c) 项。

3 级评价项目应收集所在海域沉积物数据资料，分析资料的代表性，定量或定性分析评价各因子的环境现状及特点，阐明沉积物现状的综合评价结果。

6.4 海洋生态现状调查与评价

6.4.1 资料收集

应收集现状调查范围及周边海域的海洋生态现状资料，包括：

- a) 初级生产力（叶绿素 a），浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物（含污损生物）的种类组成、分布、群落特征等，游泳生物（含鱼卵仔稚鱼）的种类组成、分布、群落特征、成幼体比例、资源密度等；
- b) 各类海洋生态敏感区的基本情况、历史数据和相应图件；
- c) 珍稀濒危海洋生物种类、数量与分布等；
- d) 重要水生生物“三场一通道”的分布特征和相应图件。

6.4.2 海洋生态现状调查

6.4.2.1 生物生态和生物资源调查

调查站位可与水质站位相同，站位数量不少于水质站位的 60%。当调查海域位于海洋生态敏感区时，站位数量应当适当增加。

评价范围涉及海岸（岛岸）时，应开展潮间带生物调查，调查断面宜垂直于海岸（岛岸）布设，1 级评价项目不少于 3 条，2 级评价项目不少于 2 条，尽量选取不同的底质类型。

调查时段与频次应满足评价时段（表 2）要求。

调查因子一般包括：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）、潮间带生物、底栖生物等。

6.4.2.2 生物质量调查

结合海洋生物生态调查获取生物质量样品，每个样品应记录获取地点。应选取评价范围内有代表性的贝类、甲壳类、定居性鱼类、其他软体动物和大型藻类样品，优先选取双壳贝类样品。1 级评价项目不少于 5 个样品（生物类型原则上不少于 3 类），2 级评价项目不少于 3 个样品（生物类型原则上不少于 2 类）。

调查因子一般包括总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷、石油烃，以及国家有特殊管控要求且易生物累积的有毒有害物质。

双壳贝类应采用 GB 18421 的标准值进行评价。其他软体动物、甲壳动物和定居性鱼类等的重金属、石油烃的评价标准参考附录 C。

评价方法采用单一样品的单因子标准指数法。

6.4.3 海洋生态现状评价

6.4.3.1 生物生态和生物资源评价

1 级评价项目的生物生态和生物资源环境现状评价应包括：

- a) 分析阐明初级生产力（叶绿素 a）浓度范围、分布特点，浮游植物、浮游动物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）、潮间带生物、底栖生物等的种类组成、群落特征、分布特点；
- b) 参照 HY/T 215 分析浮游植物、浮游动物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）、潮间带生物、底栖生物（含污损生物）的总物种数、单站物种数、优势种及其优势度、生物量、密度（丰度）、物种多样性指数、物种丰富度指数、物种均匀度指数等，分析阐明评价海域的生物多样性现状；结合历史数据，分析评价生物多样性的变化趋势；
- c) 分析阐明各类生态敏感区现状、珍稀濒危动植物及其生境现状；
- d) 位于河口、海湾和沿岸海域的建设项目参照 GB/T 42631 评价海洋生态健康状况；
- e) 项目排放有毒有害、持久性有机污染物等特征污染物时，应开展特征污染物对代表性生物的毒性分析。

2 级评价项目应包括上述 a)、b)、c) 项。

3 级评价项目依据收集的资料定量或定性分析海洋生物生态现状及特点，重点阐明周边生态敏感区分布情况。

评价方法参考 HJ 19 的附录 C，根据需要，可采用列表清单法、图形叠置法、生态机理分析法、景观生态学法、指数法与综合指数法、类比分析法、系统分析法等。

6.4.3.2 生物质量评价

1 级评价项目的生物质量现状评价应包括：

- a) 分析各调查因子的环境现状及其基本特征，评价各调查因子达标情况，明确超标因子和超标程度，分析超标原因；
- b) 分析超标因子、特征因子的浓度分布特征；
- c) 给出综合评价结果。

2 级评价项目应包括上述 a)、c) 项。

3 级评价项目应收集所在海域生物质量现状资料，分析资料的代表性，定量或定性分析评价生物质量各评价因子的环境现状及特点。

6.5 海洋水文动力、地形地貌与冲淤环境现状调查

6.5.1 海洋水文动力环境调查

6.5.1.1 数据资料收集

根据需要主要收集以下数据：

- a) 优先收集利用建设项目所在海域的海洋水文动力环境现状数据，注明其来源和调查时间；
- b) 收集利用的数据资料一般包括：水温、水深、盐度、潮流（流向、流速）、潮位、波浪、泥沙（含悬沙）、气象要素（气压、气温、降水、湿度、风速、风向、灾害性天气）等。海冰区还应包括冰期、冰型等基本情况。

6.5.1.2 补充调查的原则与内容

当收集资料不能满足分析评价要求的，应按照以下要求开展补充调查：

- a) 调查内容包括水温、水深、盐度、潮流（流速、流向）、潮位、泥沙（含悬沙），气象要素包括风速、风向等；
- b) 潮流调查站位的布置应满足数值模拟需求，重点考虑工程对水动力影响较大的区域、现状水动力变化明显的区域及控制边界，1 级评价项目一般应不少于 3 条断面，每条断面应布设 2~3 个站位；2 级评价项目一般应不少于 2 条，每条断面应布设 2~3 个站位；调查潮期可选择水质影响较大的潮期，每个潮期不少于连续 25 小时的现场观测；
- c) 项目评价范围内宜布置不少于 2 个潮位观测站位，开展包括大潮期和小潮期在内的连续观测，连续观测时长应满足现状分析和数值模拟的需求；
- d) 调查时段（季节）、频次可依据所在海域潮流场特征选择，或与海水水质现状调查一致。

6.5.1.3 现状分析

依据收集和补充调查的数据资料，开展下述分析：

- a) 各季节海水温度和盐度的状况，最大风速、最小风速、平均风速及变化规律，典型日平均风速，主导风向、风速及频率等；
- b) 潮汐特征及类型，涨、落潮历时等；
- c) 潮流场特征，潮流类型，涨、落潮和涨、落急的特征流速、流向，余流大小与方向等；
- d) 悬沙场及其分布特点。

6.5.2 海洋地形地貌与冲淤环境资料收集

收集的地形地貌与冲淤环境资料宜包括（但不限于）：

- a) 地形地貌：水深地形、海岸线、海岸类型（砂砾质海岸、淤泥质海岸、基岩海岸；红树林、珊

珊瑚礁、海草床、海藻场等特殊生态系统海岸)、海床类型、底质类型、滩涂潮间带类型与特征等；
b) 冲淤环境：海岸线、海床、滩涂等的侵蚀、冲刷和淤积现状，物质来源与冲淤特点，冲淤速率、海岸线变化趋势等。

根据收集资料，分析地形地貌与冲淤环境的现状特点和变化特征，并以图表说明。

7 海洋生态环境影响预测与评价

7.1 海水水质影响预测与评价

7.1.1 总体要求

1 级和 2 级评价项目应定量预测项目对海水水质的影响。3 级评价项目应半定量或定性分析对海水水质的影响。

7.1.2 预测因子和预测范围

预测因子应根据评价因子确定，重点选择与建设项目水环境影响关系密切的因子。

预测范围应覆盖评价范围，并覆盖各污染物浓度贡献值占标率超过 10% 的海域；涉及温度变化的，应覆盖水温变化超过 0.5℃ 的海域。

7.1.3 预测时期

预测时期应满足不同评价等级对评价时段的要求（见表 2）。

评价海域水体自净能力季节性差异明显的，应选择不利季节开展预测。

7.1.4 预测情景

7.1.4.1 根据建设项目特点选择建设期、生产运行期和服务期满后（可根据项目情况选择）三个阶段进行预测。

7.1.4.2 预测建设项目生产运行期正常排放新增污染源的贡献值，新增污染源与环境质量现状值、在建及拟建污染源（如有）的叠加值；预测建设项目生产运行期非正常排放新增污染源的贡献值。

7.1.4.3 直接排放的污染物为受纳水体超标因子的 1 级评价项目，应根据所在海域环境质量改善目标要求，叠加预测采取区域削减措施后的环境影响。

7.1.4.4 环境质量现状值的选取应具有代表性。评价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 2 年常规监测数据的季节平均最大值作为环境质量现状值；如无常规监测站位的，可采用排放口附近站位环境现状调查数据的季节平均最大值作为环境质量现状值。

7.1.5 预测内容

7.1.5.1 预测分析各评价因子在评价海域的浓度变化及其空间分布，给出各评价因子预测浓度增加值及与环境质量现状值的浓度叠加后的空间分布图（表）。根据预测结果，给出污染因子（含悬浮物质）迁移扩散达到标准浓度值的最大外包络线范围及面积，并图示。

7.1.5.2 温（冷）排水排海影响范围的预测，应阐明全潮时（或典型半月潮周期）条件下，或典型潮时叠加（例如典型大潮、中潮和小潮叠加）条件下代表性温升（温降）值或余氯浓度值的最大外包络线、最大外包络面积及其空间分布特点。

7.1.5.3 参照 HJ 1406 计算混合区最大面积及空间位置，并图示。

7.1.5.4 可能造成湾口或河口宽度改变、水下地形或岸线改变的 1 级和 2 级评价项目，应定量预测水交

换能力的变化，并根据预测结果分析对海水水质的长期影响。

7.1.6 预测方法及预测模型

7.1.6.1 预测方法包括：数值模拟法、类比分析法、近似估算法、物理模型法等。

选取的基本原则如下：

- a) 一般情况下宜选用数值模拟法，水流或水质垂向分布存在较大差异的海域，宜采用三维数值模型；平均水深小于 10 m 且潮混合较强烈、各要素垂向分布较均匀的宽浅海域，可采用二维数值模型近似描述海水运动；
- b) 类比分析法，适用于有成熟实践经验和检验结果、且具备类比条件的预测项目。对于已采纳规划环评要求的规划所包含的建设项目，当涉海工程建设规模不大于规划规模，可基于规划环评的预测结果进行类比分析；
- c) 近似估算法，采用成熟的、有可信验证结果的近似估算法，适用于 2 级和 3 级评价项目；
- d) 物理模型法，适用于有特殊要求的 1 级评价项目，物理模型应遵循水工模型实验技术规程等要求。

7.1.6.2 数值模拟法的模型构建

依据分析判明的污染因子类型、排放源强、排放特征和评价海域的水深、水动力特征，选择的预测数学模型应符合附录 D、附录 E 和以下要求：

- a) 基础数据包括水文数据、气象数据、水下地形数据、涉水工程资料等，应参照附录 D 说明数据的来源、有效性及数据预处理情况，获取的基础数据应能够支持模型参数率定、模型验证的基本要求；
- b) 根据项目建设情况确定预测模式的网格空间分辨率，网格空间分辨率应基本能反映工程附近海域水文动力特征和评价因子浓度变化，原则上应不大于 50 m；
- c) 初始条件设定应满足所选用数学模型的基本要求，需合理确定初始条件、控制预测结果不受初始条件的影响；当初始条件对计算结果的影响在短时间内无法有效消除时，应延长模拟计算的初始时间，必要时开展初始条件敏感性分析；
- d) 注入海域的小型河流可视为点源，可忽略其对近岸海域流场的影响，小型以上河流应根据河道特征及流量等考虑其对海域流场的影响；开边界的潮位边界条件，宜采用已知潮位或潮汐调和常数形式给出；在采用潮汐调和常数形式给出时，至少取太阴主要半日分潮 (M_2)、太阳主要半日分潮 (S_2)、太阴太阳赤纬全日分潮 (K_1)、太阴赤纬全日分潮 (O_1)、太阴浅水 1/4 日分潮 (M_4)、太阴太阳浅水 1/4 日分潮 (MS_4) 等 6 个分潮；预测模式的水陆边界宜采用动边界，以模拟海水的“漫滩”和“露滩”；海湾内如滩涂面积超过海湾总面积的 10%，水陆边界应采用动边界；
- e) 模型参数确定可采用类比、经验公式、实验室测定、物理模型试验、现场实测及模型率定等，可以采用多类方法比对确定模型参数；应对参数确定的过程及结果进行说明；
- f) 水动力模型的潮汐、潮流模拟结果应与实测资料予以参数率定和结果验证，评价范围内应包含不少于 2 个潮位验证站位，1 级评价项目不少于 6 个、2 级评价项目不少于 4 个连续观测潮流站位；三维模型应至少对表、中、底三层进行验证；对于改扩建工程，宜收集前期工程历史水质（水温）数据，并开展验证；模型的验证计算及精度控制应满足附录 D 要求；
- g) 根据污染因子的水溶性选择数值模型：溶解于水的污染物可按照非恒定的对流—扩散模型进行影响预测；不溶于水且漂浮扩散的污染物（如石油类），按照基于拉格朗日体系油粒子模型，预测不同时刻的污染物（油粒子）在某段时间的扩散路径、扩散范围、残留量等；溢油预测应考虑石油类的蒸发、乳化等参数。温（冷）排水的模拟预测应考虑热耗散衰减，宜考虑水气交换、风速、太阳辐射、气温、湿度等边界条件；深水排放宜采用三维模型，考虑温度层化对海水密

度的影响。潮流数值模拟中，应结合项目特点确定是否考虑波浪应力、风应力的影响。

7.1.7 影响评价

7.1.7.1 评价内容

海水水质影响评价内容包括：

- a) 给出水质目标的可达性分析结论；
- b) 明确给出建设项目对评价范围内的海洋生态敏感区的影响程度和范围；
- c) 在考虑叠加影响的情况下，评价各预测时段海洋功能区的水质达标状况；
- d) 分析建设项目对评价范围海洋功能区的水质影响特征和水质变化趋势；
- e) 易产生累积效应的污染因子，应分析对海洋沉积物和生物质量的累积影响。

1级和2级评价项目应开展上述全部相关的评价内容，3级评价应至少开展a)、b)项。间接排放的建设项目应分析依托污水处理设施的环境可行性，从处理能力、处理工艺、设计进水水质要求、污水水稳定达标排放情况、排放标准是否涵盖建设项目特征污染物等方面，给出建设项目污水水依托处理的环境可行性评价结论。

7.1.7.2 评价要求

评价要求包括：

- a) 水污染控制措施应满足国家和海域（或地方）排放标准，符合有关规定的排放协议中关于水污染物排放的条款要求；
- b) 对于接纳海域环境质量达标的建设项目，选择污废水处理措施或方案时，应满足行业污染防治可行性技术指南的要求，确保污水水稳定达标排放且环境影响可接受；
- c) 对于向接纳海域排放现状已经超标的污染物的建设项目，选择污废水处理措施或方案时，应满足海域环境质量达标规划和污染物削减替代要求、海域环境改善目标要求及行业污染防治可行技术指南中污染防治先进技术要求，确保污水水污染物达到最低排放强度和浓度，且环境影响可接受；
- d) 新设或调整入海排污口的建设项目，应结合入海排污口设置论证技术要求，论证排放口位置、排放方式、排放规模的环境合理性。

7.2 海洋沉积物影响评价

7.2.1 总体要求

建设项目以不同形式向海洋环境排放易产生沉积物累积效应的污染因子时，应开展沉积物环境影响评价；其余项目根据对沉积物的影响情况，选择性地开展沉积物环境影响评价。

应根据建设项目工程分析结果，选择沉积物环境质量影响的评价时段和评价因子。

根据沉积物影响特点和沉积物环境敏感情况，可选择定量或定性方法进行预测和分析。

7.2.2 影响评价

建设项目海洋沉积物影响评价应符合以下要求：

- a) 阐述建设项目对评价海域沉积物质量的影响范围、影响程度，分析评价沉积物环境质量的变化趋势；
- b) 阐明评价海域沉积物影响评价结论，阐明沉积物对海洋生态环境敏感区和海洋生态环境保护目标的影响评价结论；
- c) 涉及沉积物综合利用的建设项目，应考虑沉积物中污染物释放对海水水质、海洋生态的影响。

7.3 海洋生态影响预测与评价

7.3.1 总体要求

海洋生态影响评价应符合以下要求：

- a) 应分析建设项目施工和生产运行造成的海洋水体理化性质变化、海洋沉积物质量变化、水文动力变化、人为水下噪声变化、海岸线变化、岸滩（海床）冲淤变化、海域占用等因素对海洋生物及其生境、自然保护地、生态保护红线、水产种质资源保护区、珍稀濒危海洋生物及其天然集中分布区、重要水生生物“三场一通道”、重要湿地、特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场）等的影响；
- b) 围填海工程、海上堤坝工程及堤坝拆除工程、跨海桥梁工程、海上风电工程、海上太阳能发电工程、含水下开挖（回填）内容的以及造成入海河口（湾口）宽度束窄（拓宽）的1级和2级评价项目，应定量分析工程前后的泥沙输运变化以及冲淤变化，并进一步分析对海洋生态敏感区的影响；其中永久改变沙质或粉砂质岸线的建设项目输沙影响应综合波浪和潮流的联合作用；
- c) 涉及陆生生态的环境影响，按照 HJ 19 进行分析评价。

7.3.2 预测与评价内容

海洋生态影响预测与评价内容包括：

- a) 分析建设项目施工和生产运行对评价范围内初级生产力、浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）等的种类、组成、数量（或密度）的影响。施工期重点分析开挖回填、疏浚清淤、水下炸礁（爆破）、爆破挤淤、悬浮物扩散等，生产运行期重点分析海域占用、海岸线变化、水文动力变化、岸滩（海床）冲淤、污染物排放、海水资源利用、温（冷）排水及浓盐水排放等，对浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）的影响。参考 SC/T 9110 预测海洋生物资源的损失量；结合评价海域的生物多样性现状和变化趋势，定性分析建设项目施工和生产运行对评价海域生物多样性的影响；
- b) 分析建设项目施工和生产运行对评价范围内珍稀濒危海洋生物的种类、数量和空间分布的影响，对重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区的生态功能的影响。施工期重点分析开挖回填、疏浚清淤、水下炸礁（爆破）、爆破挤淤、悬浮物扩散、饵料生物基础变化等对珍稀濒危海洋生物的数量和空间分布的影响；生产运行期重点分析海域占用、海岸线变化、水文动力变化、岸滩（海床）冲淤、污染物排放、海水综合利用、温（冷）排水及浓盐水排放、海洋沉积物变化等对重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区的占用、损害、阻隔和干扰等影响；分析人为水下噪声对珍稀濒危海洋生物和重要水生生物的影响；
- c) 分析建设项目施工和生产运行对评价范围内重要湿地、特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场）等的面积、结构、功能以及景观格局的影响。重点分析生境被占用、损害、阻隔和干扰对重要湿地、特殊生境结构和功能的影响；重点分析水动力变化、岸滩（海床）冲淤对红树林生境稳定性的影响；重点分析温（冷）排水排放、悬浮物扩散、水动力变化、岸滩（海床）冲淤、光线遮蔽等对珊瑚覆盖率、种类、群落和珊瑚礁生境稳定性的影响；重点分析悬浮物等污染物、温（冷）排水排放对海草床、海藻场的影响；参考 GB/T 42631 分析建设项目施工和生产运行对特殊生境的生态健康影响；
- d) 分析建设项目施工和生产运行对自然保护地、生态保护红线的主要保护对象、主要生态功能、物种栖息地连通性的影响；
- e) 需定量分析冲淤变化的建设项目应预测泥沙的冲淤变化、冲淤量、平均冲淤厚度和最大冲淤厚度，分析冲淤变化对沙质、粉砂质、淤泥质岸线的长度、宽度、功能和景观等影响；

- f) 分析建设项目长期运行产生的或与区域其他建设项目叠加产生的海洋生态累积影响；
- g) 涉及外来物种的建设项目，应参考 HJ 624 分析外来物种造成海洋生态危害的风险。

1 级评价项目需开展上述全部相关内容的分析评价；2 级评价项目可不开展生态健康影响和生态累积影响分析；3 级评价项目主要开展生物资源损失预测和重要生态敏感区影响分析。

7.3.3 预测方法

海洋生态影响预测可采用类比分析法、图形叠置法、生态机理分析法、海洋生物资源影响评价法等方法进行定量、定性的预测分析和评估，其中类比分析法、图形叠置法、生态机理分析法可参照 HJ 19 的要求，海洋生物资源影响评价可参考 SC/T 9110 的要求。

海洋地形地貌与冲淤影响预测方法包括：

- a) 物理模拟法，1 级评价项目且有特殊要求时选用物理模型，物理模型应遵循水工模型实验技术规程等要求；
- b) 数值模拟法，1 级评价项目宜采用数值模拟法。数值模拟法的预测方法、结果和精度等应符合附录 D 或附录 E 的要求；预测结果应采用调查或最近监测的实测数据予以验证，验证计算应包括含沙量过程线和床面冲淤变化；
- c) 经验公式估算法，各评价等级在满足其使用条件时均可采用。1 级评价项目采用该方法时，需利用实测数据对床面冲淤变化予以验证，其验证方法和精度应符合附录 E 的要求。2 级评价项目采用该方法时，需分析预测结果的合理性；
- d) 类比法，适用于具备成熟实践经验和检验结果，且类比条件（影响类型、影响方式、海洋环境特征等）相似的评价项目。对于已采纳规划环评要求的规划所包含的建设项目，当工程涉海建设规模不大于规划规模时，其地形地貌与冲淤影响可引用规划环评的预测结果。

7.3.4 影响评价

建设项目海洋生态影响评价应符合下列要求：

- a) 阐明海洋生物资源损失的量化评价结果，明确建设项目造成的生物资源损失量是否可接受，明确建设项目对评价海域生物多样性的影响是否可接受；明确建设项目对重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区的占用、损害、阻隔和干扰等影响是否可接受；
- b) 明确建设项目对珍稀濒危海洋生物种群和数量的影响，以及对其生境的占用、损害、阻隔和干扰等影响是否可接受；
- c) 明确建设项目对重要湿地、特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场）等的占用、损害、阻隔和干扰等影响是否可接受；
- d) 明确建设项目对自然保护地、生态保护红线的占用、损害、阻隔和干扰等影响是否可接受；
- e) 明确建设项目造成的冲淤变化对岸滩长度、宽度、生态功能和景观等影响是否可接受；
- f) 明确建设项目是否会造成或加剧区域的重大生态环境问题或风险。

依据生态影响预测和分析结果，按照附录 F 阐明建设项目对生态敏感区、生物资源、重要物种、特殊生境的影响程度。针对影响程度为“中”及以上的建设项项目必须采取有效的生态保护和修复措施，对周边海洋生态的影响程度降低至可接受范围内。

8 海洋生态环境风险评价

8.1 评价基本内容

海洋生态环境风险评价基本内容应包括风险调查、等级判定、风险识别、环境风险分析、风险预测

与评价、环境风险防控方案等。

仅涉及船舶航行的碰撞风险，且评价范围内无重要敏感区的建设项目，海洋生态环境风险可作简单分析。

位于已批准规划环评的规划范围内且符合规划环评要求、不涉及生态敏感区的建设项目，可直接类比规划环评的海洋生态环境风险评价结论。

8.2 风险调查

风险调查包括项目风险源调查和环境敏感目标调查。

海洋生态环境风险敏感目标调查应包括环境风险评价范围内的所有海洋生态环境保护目标，以及评价范围外可能受环境风险影响的重要生态敏感区。

8.3 评价等级判定

采用 HJ 169 的判定方法，分析建设项目环境风险潜势，判定风险评价等级。建设项目的海洋环境风险评价等级划分为一级、二级和三级。危险物质临界量和海洋环境敏感程度分级参见附录 G。

8.4 评价范围确定

海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72 h、48 h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。

8.5 风险识别及源项分析

结合建设项目工程分析和环境风险敏感目标分布情况，开展施工期和生产运行期涉及的物质危险性识别、生产系统危险性识别和危险物质向环境转移的途径识别。识别方法参照 HJ 169。

海洋油气开发工程应开展地质性溢油（包括浅层气）风险事故的识别。

根据风险识别结果，结合事故概率分析合理选取最大可信事故，设定风险事故情形，合理估算源强。概率分析和事故源强的计算方法及参数可参照 HJ 169、JT/T 1143 确定。

8.6 海洋生态环境风险预测

一、二级评价项目油和类油（漂浮型）有毒有害物质的漂移扩散过程按附录 D 中的“溢油粒子模型”进行预测。预测情景应结合风场条件，选择具有代表性的不利风向、风速和典型潮型、潮时；预测结果应给出溢油应急物资抵达现场前及 72 h（仅一级评价）、48 h、24 h、12 h 等不同代表性时刻溢油漂移轨迹、漂移距离、扫海面积、扩散面积和残余油量等，以及溢油到达海洋生态环境风险敏感目标和岸线的时间；给出评价范围内环境风险敏感目标与溢油漂移轨迹预测结果的叠加图示。三级评价项目应定性分析说明海域环境影响后果。

水溶性有毒有害物质的扩散过程按附录 D 中的污染物扩散模型进行预测，并参照 HJ 169 地表水相关要求给出预测结果。

8.7 环境风险防控方案

8.7.1 风险防范应急措施

8.7.1.1 针对风险识别确定的各个风险因素、事故原因和潜在后果，提出防止事故发生、减轻事故影响的控制措施，并进行充分性、可控性和有效性评估。

8.7.1.2 根据风险预测影响后果、影响时间及行业规范要求等，分析说明建设项目应急资源配备合理性，

以及依托周边区域应急物资的可行性；不能满足要求时，应提出应急能力建设方案。其他环境风险防范和应急措施需满足 HJ 169 的要求。

8.7.1.3 对海洋环境可能产生重大损害的事故类型，如海洋油气开采的井喷、地质性溢油事故，应重点加强环境风险源头控制和应急措施。

8.7.2 风险应急预案编制要求

8.7.2.1 按照国家、地方和相关部门要求，提出环境风险应急预案编制或完善要求，包括预案适用范围、环境风险事件分类与分组、组织机构与职责、监控和预警、应急响应、事故处置、应急保障、善后处置、预案管理与演练等内容。

8.7.2.2 环境风险应急预案应体现分级响应、区域联动的原则，与国家和地区各级环境风险应急预案相衔接，明确分级响应程序。

8.8 环境风险评价结论

项目危险因素、环境敏感性、事故环境影响等环境风险评价结论需满足 HJ 169 的要求。

9 环境保护措施与监测计划

9.1 一般要求

9.1.1 在建设项目污染防治措施与污染物排放满足排放标准与环境管理要求的基础上，针对建设项目实施可能造成海洋生态环境不利影响的阶段、范围和程度，提出预防、控制、治理、补偿等环境保护对策措施或替代方案等内容，并制订跟踪监测计划。

9.1.2 环境保护对策措施的论证应包括环境保护措施的内容、规模及工艺、投资及责任主体、实施计划，以及所采取措施的预期效果、达标可行性、经济技术可行性及可靠性分析等内容。

9.2 环境保护措施

9.2.1 海水水质保护措施

9.2.1.1 针对建设项目产生的水污染物，应通过优化生产工艺、加强水资源循环利用，提出减少污水产生量和排放量的环境保护对策措施，并对污水处理方案进行技术经济及环境保护论证比选，明确污水处理设施的位置、规模、处理工艺、主要构筑物或设备、处理效率、排放去向等；采取的污水处理方案要实现达标排放，并对入海排污口设置及排放方式开展优化论证。

9.2.1.2 建设项目选择水污染治理方案时，应综合考虑经济成本和污染治理效果，兼顾减污降碳协同控制要求，选择可行的污染防治技术方案。

9.2.1.3 向水质环境现状超标海域排放超标因子有关的污染物的建设项目，应优先考虑污染治理效果，结合评价海域水质改善目标和污染物区域削减方案，选择最佳的污染防治技术方案。

9.2.1.4 位于河口、海湾并造成纳潮量或水交换能力下降的 1 级评价项目，或向现状已经超标海域排放超标因子有关污染物的建设项目，应根据陆海统筹原则提出改善环境质量的区域削减措施建议。

9.2.1.5 引起水温变化并可能对海洋生物资源产生不利影响的建设项目，应从减少排水量、减小排水温差、合理布局排水口、优化排水方式等途径提出水温影响减缓措施，并开展方案比选和有效性论证分析。

9.2.1.6 应提出有效措施收集处置建设项目产生的工业垃圾、生活垃圾、船舶垃圾、危险废物等各类固体废物，防止固体废物污染海洋环境。

9.2.2 海洋沉积物保护措施

9.2.2.1 应采用最佳的排污方式，减少建设项目污水中重金属、持久性有机污染物的沉积影响。

9.2.2.2 应采取可行的污染防治技术方案，避免建设项目含重金属的污染物或物料通过无组织方式进入海洋。

9.2.2.3 建设项目在填海（吹填造陆）和港池、航道疏浚等过程中，应采用悬浮物影响较小的施工工艺。

9.2.2.4 可能产生污染物沉积影响的建设项目，应加强海洋沉积物跟踪监测，发现问题及时采取减缓或处置措施。

9.2.3 海洋生态保护措施

9.2.3.1 应针对海洋生态影响的对象、范围、时段和程度，提出建设期、生产运行期和服务期满后（可根据建设项目情况选择）拟采取的避让、减缓、修复、补偿、管理、监测和科研等对策措施。应分析措施的技术可行性、经济合理性、长期稳定运行的可靠性、生态保护和修复效果的可达性，可依据生态环境保护可行技术指南等提出，无技术指南的以相同或同类措施的实际运行效果为依据，无实际运行效果的措施可提供工程化实验数据。应给出各项措施的具体内容、责任主体、实施时段，估算环境保护投资并明确资金来源。

9.2.3.2 优先采取避让措施，建设项目选址选线时应尽最大可能避让重要海洋生态敏感区，尽量避让一般敏感区；其次采用减缓措施，包括通过选址选线调整（或局部调整）、采用无害化穿（跨）越方式、优化建设方案和工艺、施工作业避让珍稀濒危物种和重要物种的繁殖（或迁徙、洄游）等关键活动期、取消或调整产生显著不利影响的施工工艺等。

9.2.3.3 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。若采取迁地保护措施，应分析论证迁地保护措施的必要性与有效性。

9.2.3.4 对红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场等特殊生境及海湾、河口等海域造成不利影响的，应参照 GB/T 41339、HY/T 214 等的要求，制定具体的生态修复方案。

9.2.3.5 对海洋生物资源造成损失的建设项目，应根据所造成的生物资源损失量和特征，提出具体的修复或补偿方案。

9.3 环境管理与监测

9.3.1 按建设项目建设期、生产运行期、服务期满后（可选）等不同阶段，针对不同工况、不同海洋生态环境影响的特点，根据 HJ 819、HJ 442、相应的污染源源强核算技术指南和自行监测技术指南，提出污染源自行监测计划。

9.3.2 依据海洋生态环境影响预测和评价结果，提出建设项目海洋生态环境质量跟踪监测计划。

9.3.3 监测计划包括监测点位、监测因子、监测频次、监测数据采集与处理、分析方法等。监测因子需与评价因子、排污许可的监测方案相协调，监测点位需与环境质量现状调查点位、环境影响范围相协调，监测时间和频次应具有代表性、合理性。监测点位应具有代表性，在建设项目排放口、排污混合区、生态敏感区可适当增加调查站位或频次。

9.3.4 可能造成水文动力、地形地貌与冲淤影响的建设项目，应加强岸线和重要海洋生态环境保护目标的跟踪观测。

9.3.5 根据建设项目生态影响特点，针对性地提出全生命周期、长期跟踪或常规的生态监测计划，应明确监测因子、方法、频次、点位等。

9.3.6 根据项目类型编制基础信息表，明确污染治理措施和污染物排放的管理要求，与排污许可管理做好衔接。

9.3.7 根据建设项目和生态环境特点，明确施工期和生产运行期环境管理原则与技术要求，必要时提出开展施工期工程环境监理、环境影响后评价的要求。

10 海洋生态环境影响评价结论

10.1 海洋生态环境影响评价结论

10.1.1 根据污染控制措施和环境影响减缓措施有效性评价、海水水质和海洋沉积物影响评价结果，明确给出建设项目海水水质和海洋沉积物环境影响是否可接受的结论。

10.1.2 海洋水环境质量现状不达标海域，应结合区域削减方案，明确建设项目是否满足海洋生态环境改善目标的评价结论。

10.1.3 结合水文动力、地形地貌与冲淤变化，依据海洋生态影响预测与评价结果，明确建设项目海洋生态影响是否可接受，生态补偿、修复措施和方案是否有效、可行的评价结论。

10.1.4 根据海洋生态环境风险评价结果，明确建设项目环境风险是否可防控的结论。

10.2 建设项目的重大环境制约因素

当建设项目存在下述任一情况时，应判定存在重大环境制约因素，可提出建设项目重新选址或重新设计的建议，并根据改进方案重新开展海洋生态环境影响评价：

——建设项目的选址（选线）、建设规模、总平面布置、用海方式等不符合现行有效的国土空间规划、海洋生态环境保护规划等有关规划及其规划环评要求；

——建设项目的主体装备、技术设备、工艺水平、能源消耗、污染治理措施等不符合国家产业政策、环境保护政策和清洁生产要求；

——建设项目向海域排放的污废水种类、浓度、数量、排放方式和混合区范围等不符合国家或者地方的有关规定；

——建设项目的建设或生产运行产生的海洋生态环境影响程度，不能满足评价海域和周边海域生态环境保护要求；

——采取最佳可行技术后，建设项目的建设或生产运行将对所在海域海水水质、生物生态、主要海洋生态环境保护目标仍产生重大不利影响；

——采取区域削减方案后，建设项目仍不能满足所在海域环境质量改善目标要求；

——建设项目的建设或生产运行对评价海域和周边海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境产生影响，并导致海洋生态环境产生重大不利影响；

——建设项目存在重大海洋生态环境风险和环境隐患。

附 录 A
(资料性附录)
海洋生态影响评价因子筛选表

表 A.1 评价因子筛选表 (海洋生态影响)

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式 ¹	影响性质 ² 及影响时段 ³
初级生产力	叶绿素 a		
浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物(含鱼卵仔稚鱼)	种类组成、生物量、密度(丰度)、种群结构、群落特征、分布范围、物种多样性指数等		
珍稀濒危海洋生物及其生境	种类、数量、种群规模、结构、分布、行为特征, 生境的面积、质量、连通性等		
重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区	分布范围、生产力		
重要湿地、特殊生境	分布面积、物种种类、物种盖度、生物多样性、生境稳定性、生态健康情况		
自然保护地和生态保护红线	主要保护对象数量和种群规模、主要生态功能、物种栖息地连通性		
自然岸线	长度、宽度、类型和功能		
.....
注 1: 影响方式可分为直接、间接、累积生态影响。			
注 2: 影响性质包括长期和短期、可逆和不可逆。			
注 3: 影响时段包括施工期、生产运行期和服务期满后。			

附录 B
(资料性附录)

主要涉海项目的海洋生态环境影响类型

表 B.1 主要涉海项目的影响类型¹

影响类型		主要项目类别
向海洋排放废水 (新增排放因子或排放量)		工业废水排放工程 ² ；城镇生活污水排污管道工程；海洋油气开发工程；矿盐卤水开发工程；海上娱乐及运动、海上景观开发工程；码头工程；水产养殖基地、工厂化养殖、高位池（提水）养殖工程；其他有浓盐水、温（冷）排水排海的工程
水下工程开挖/回填量		海洋（海底）矿产资源（不含油气开采）开发、海砂开采工程；清淤、疏浚、取土（沙）等水下开挖工程；滩涂垫高等回填（补沙）工程；海底隧道；航道工程、码头工程、水运辅助工程
挖沟埋设管缆总长度 ³		海底管道及电（光）缆工程；海洋能源开发利用、输送设施及网络工程；海洋油气开发及其附属工程
水下炸礁、爆破挤淤工程量		水下炸礁（岩）、爆破、挤淤工程
泥浆及钻屑排放量		海洋油气开发工程；海洋（海底）矿产资源开发；海底物资储藏设施工程、海洋空间资源利用工程
入海河口（湾口）宽度束窄/ 拓宽尺度占原宽度的比例		跨海桥梁工程；海上堤坝工程；围填海工程
用海面积	围海	围海工程，围海养殖
	填海	填海工程
	其他用海 ⁴	海上风电、海上太阳能发电、海水养殖、各类海上平台及浮式设施工程、海上景观开发工程
线性水工构筑物轴线 长度	透水	跨海桥梁工程；海上栈桥
	非透水	防波堤等水运辅助工程；海上堤坝、临时围堰、堤坝拆除等工程；海洋能源开发利用类工程
人工鱼礁固体投放量 Q（空方万 m ³ ）		海洋人工鱼礁工程、含人工鱼礁投放的海洋牧场项目
注 1：本表列举的涉海项目影响类型仅供参考，应根据项目情况具体分析。		
注 2：指有工业废水排海的海岸工程或工业废水排污管道工程。		
注 3：可用管缆总长度判定评价等级的建设项目不考虑水下开挖量。		
注 4：其他用海面积是指项目外缘线投影面积，当项目涉及多个不相连的组成部分，以各组成部分单个外缘线投影面积总和计。		

附 录 C
(资料性附录)
其他海洋生物质量参考值

表 C.1 其他海洋生物质量参考值 (鲜重)

单位: mg/kg

生物类别 评价因子	软体动物 (非双壳贝类)	甲壳类	鱼类
总汞	0.3	0.2	0.3
镉	5.5	2.0	0.6
锌	250	150	40
铅	10	2	2
铜	100	100	20
砷	1	1	1
石油烃	20	20	20

附录 D (规范性附录)

平面二维潮流、泥沙、污染物扩散的数值模拟

D.1 适用范围

本附录规定了平面二维潮流、泥沙、污染物扩散及溢油、冷热源扩散的数值模拟原则、方法、内容及要求。

属于宽浅型水域且潮混合较强烈、各要素垂向分布较均匀的近岸海域、河口、海湾，可采用二维数值模型近似描述海水的三维运动。

D.2 模型计算域的确定及网格剖分

D.2.1 模型计算域确定

模型计算域的确定应符合：

- a) 计算域应能反映工程海区整体流场特性和特征，应保证计算域开边界处的水文要素不受工程方案的影响；
- b) 开边界宜选在流场比较均匀的断面。

D.2.2 网格剖分

网格剖分应符合：

- a) 网格大小应有足够的空间分辨率，并应考虑海水水质、地形地貌与冲淤、海洋生态和生物资源、海洋沉积物等评价内容的预测需求；
- b) 网格结点水深应能反映水下地形特征和工程前后水深变化；
- c) 应有利于概化和反映岸线边界、岛屿边界和工程方案的固边界。

D.3 平面二维潮流、泥沙、污染物扩散的数值模拟

D.3.1 基本资料

用于平面二维潮流泥沙数值模拟的基本资料应符合如下要求：

- a) 数据应满足模型的边界条件和模型水动力验证的需要，包括：开边界端点的潮位数据，评价范围内至少 2 个站位的潮位连续观测数据，1 级评价项目不少于 6 个、2 级评价项目不少于 4 个站位的潮流连续数据；
- b) 潮流的调和与分析应按 GB/T 12763.8 中海洋调查资料处理所列方法和步骤进行；
- c) 岸界和水深应从实测水深图或最新出版的海图上读取，同时应注意海图水深与平均海平面之间的转换。读取岸界数据时应注意当地虾池、盐田和围海造地等的实际范围以及建设项目引起岸线改变和地形改变的详细情况。

D.3.2 基本方程

D.3.2.1 潮流运动方程

潮流运动的基本方程为：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial [(h + \zeta)u]}{\partial x} + \frac{\partial [(h + \zeta)v]}{\partial y} = q_0 \dots\dots\dots (D.1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = & -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{\tau_{bx}}{\rho(h + \zeta)} + \frac{1}{\rho(h + \zeta)} \left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \\ & \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) - g \frac{u \sqrt{(u^2 + v^2)}}{c^2 (h + \zeta)} + fv + \frac{\tau_{wx}}{\rho(h + \zeta)} \dots\dots\dots (D.2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = & -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{\tau_{by}}{\rho(h + \zeta)} + \frac{1}{\rho(h + \zeta)} \left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \\ & \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) - g \frac{v \sqrt{(u^2 + v^2)}}{c^2 (h + \zeta)} - fu + \frac{\tau_{wy}}{\rho(h + \zeta)} \dots\dots\dots (D.3) \end{aligned}$$

式中： t ——时间，s；

h ——相对于 xoy 坐标平面的静水深，m；

u 、 v ——流速矢量沿 X 、 Y 方向的分量，m/s；

x 、 y ——原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系纵向和垂向坐标，m；

q_0 ——区间单宽来流量， m^3/s ；

g ——重力加速度， m/s^2 ；

τ_{bx} 、 τ_{by} ——波浪、潮流共同作用下的底部切应力矢量沿 X 、 Y 方向的分量， N/m^2 ；

S_{xx} 、 S_{xy} 、 S_{yx} 、 S_{yy} ——波浪辐射应力张量的四个分量， N/m ；

N_x 、 N_y —— X 、 Y 向水流紊流黏性系数， m^2/s ；

c ——谢才系数， $m^{1/2}/s$ ；

f ——科氏参量， s^{-1} ； $f = 2\omega \sin \varphi$ ， ω 为地球自转角速度， φ 为地理纬度；

τ_{wx} 、 τ_{wy} ——风应力矢量沿 X 、 Y 方面的分量， N/m^2 ；

ρ ——水密度， kg/m^3 。

D.3.2.2 悬沙输移扩散方程

悬沙输移扩散可按下列方程控制：

$$\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial s}{\partial y} \right) + \frac{F_s}{h + \zeta} \dots\dots\dots (D.4)$$

式中： s ——水体含沙量， kg/m^3 ；

D_x 、 D_y —— X 、 Y 向悬沙紊动扩散系数， m^2/s ；

F_s ——泥沙源汇函数或泥沙冲淤函数， $kg/(m^2 \cdot s)$ 。

泥沙源汇函数按下列方法确定：

(1) 挟沙能力法

$$F_s = \alpha\omega(S_* - S) \dots\dots\dots (D.5)$$

(2) 底部切应力法

当 $\tau_b < \tau_d$ 时水中泥沙处于落淤状态

$$F_s = \alpha\omega\left(\frac{\tau}{\tau_d} - 1\right) \dots\dots\dots (D.6)$$

当 $\tau_d \leq \tau_b \leq \tau_e$ 时水中泥沙处于不冲不淤状态

$$F_s = 0 \dots\dots\dots (D.7)$$

当 $\tau_b > \tau_e$ 时泥沙起动

$$F_s = M\left(\frac{\tau_b}{\tau_e} - 1\right) \dots\dots\dots (D.8)$$

式中: α ——泥沙沉降几率;

ω ——泥沙沉降速度, m/s;

S_* ——水沙挟沙能力, kg/m^3 ;

S ——含沙量, kg/m^3 ;

τ_b ——底部切应力, N/m^2 ;

τ_d ——临界淤积切应力, N/m^2 , 由试验确定, 或通过验证计算确定;

τ ——切应力, N/m^2 ;

τ_e ——临界冲刷切应力, N/m^2 , 由试验确定, 或通过验证计算确定;

M ——冲刷系数, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 由试验确定, 或通过验证计算确定。

D.3.2.3 床面冲淤变化方程

床面冲淤变化可按下列方程控制:

$$\gamma_0 \frac{\partial \Delta h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [(h + \zeta)us] + \frac{\partial}{\partial y} [(h + \zeta)vs] + \frac{\partial}{\partial x} (q_x) + \frac{\partial}{\partial y} (q_y) + \frac{\partial}{\partial t} [(h + \zeta)s] = 0 \dots\dots (D.9)$$

式中: Δh ——冲淤厚度, m;

q_x —— x 向底沙单宽输沙率, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;

q_y —— y 向底沙单宽输沙率, $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$;

γ_0 ——底沙干容重, kg/m^3 。

D.3.2.4 污染物扩散方程

水温数学模型的基本方程为:

$$\frac{\partial((h + \zeta)T)}{\partial t} + \frac{\partial(u(h + \zeta)T)}{\partial x} + \frac{\partial(v(h + \zeta)T)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(E_{tx} (h + \zeta) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_{ty} (h + \zeta) \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{S_\phi}{\rho C_p} + (h + \zeta) ST_s \dots\dots\dots (D.10)$$

式中：T——水温，℃；

E_x 、 E_y ——分别为 x 向及 y 向水温扩散系数， m^2/s ；

S_ϕ ——水流界面净获得的热交换通量，表示水流与外界（太阳、空气、河道边界）之间的热交换， $J/(m^2 \cdot s)$ ；

C_p ——水的比热， $J/(kg \cdot ^\circ C)$ ；

T_s ——源（汇）项温度，℃。

水质数学模型的基本方程为：

$$\frac{\partial((h+\zeta)C)}{\partial t} + \frac{\partial(u(h+\zeta)C)}{\partial x} + \frac{\partial(v(h+\zeta)C)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(E_x(h+\zeta) \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y(h+\zeta) \frac{\partial C}{\partial y} \right) + (h+\zeta)f(C) + (h+\zeta)SC_s \dots\dots\dots (D.11)$$

式中：C——某种污染物浓度， mg/L ；

E_x 、 E_y ——分别为 x 向及 y 向污染物扩散系数， m^2/s ；

$f(C)$ ——生化反应项， $g/(m^3 \cdot s)$ ；

C_s ——源（汇）项污染物浓度， mg/L 。

D.3.3 计算模式

应根据计算域地形特征、项目布置方案等具体情况，采用有限差分法、有限单元法、有限体积法、边界单元法等适宜的方法计算。

D.4 岸线变化控制方程

岸线变化可按下列方程进行控制：

$$\frac{\partial y_c}{\partial t} = -\frac{1}{d} \frac{\partial Q}{\partial x} + q \dots\dots\dots (D.12)$$

式中： y_c ——海岸线至基线的距离， m ；

t ——时间， s ；

d ——水深， m ；

Q ——沿岸泥沙输沙率， m^3/s ；与近岸波要素的关系可用波能流公式计算；

x ——沿岸方向坐标， m ；

q ——单宽源汇项， m/s 。

D.5 溢油粒子模型

D.5.1 模型计算域的确定及网格剖分

溢油粒子模型计算域的确定、网格剖分和基本资料应符合本附录 D.2、D.3 节的相关要求。

D.5.2 漂移

将粒子运动过程分为两个主要部分，即平流过程和扩散过程。宜采用确定性方法模拟溢油的输移过程。单个粒子在 Δt 时段内由平流过程引起的位移可表达为：

$$\overline{\Delta S_i} = (\overline{U_i} + \overline{U_{wi}}) \Delta t \dots\dots\dots (D.13)$$

式中： $\overline{\Delta S_i}$ ——代表第 i 粒子的平流距离；

\overline{U}_i ——代表质点初始位置处的平流速度；

\overline{U}_{wi} ——表示风应力直接作用在油膜上的风导输移。

D.5.3 水平扩散过程

宜采用随机走步方法模拟湍流扩散过程。随机扩散过程可以用下式描述。

$$\overline{\Delta\alpha}_i = R \cdot \sqrt{2k_\alpha \Delta t} \dots\dots\dots (D.14)$$

式中： $\Delta\alpha_i$ —— α 方向上的湍流扩散距离（ α 代表 x 、 y 坐标）；

R ——[-1, 1]之间的正态分布随机数；

k_α —— α 方向上的湍流扩散系数；

Δt ——时间步长。

因此，单个粒子在 Δt 时段内漂移扩散的位置可表示为：

$$S_i = S_0 + \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} (\overline{U}_i + \overline{U}_{wi}) dt + R \cdot \sqrt{2k_\alpha \Delta t} \dots\dots\dots (D.15)$$

式中： S_i ——代表第 i 粒子经过时刻 Δt 后的位置；

S_0 ——代表第 i 粒子初始时刻的位置。

D.5.4 边界条件处理

干湿边界：一旦油粒子位于干区域，它不会运动直到网格再次为湿区域。

陆域边界：油粒子团在运动过程中，可能到达陆地（岛屿）的边界，它可根据岸线类型部分吸附在陆地（岛屿）上或者重新反射回海中。

D.6 验证计算及精度控制

D.6.1 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。

验证计算内容应主要包括：1) 潮位过程线验证；2) 流速、流向过程线验证。

D.6.2 精度控制

验证计算精度应符合：

- a) 潮位，高低潮时间的相位允许偏差为 $\pm 0.5h$ ，最高、最低潮位值允许偏差为 $\pm 0.1m$ ；
- b) 流速，过程线的形态基本一致，涨落潮段平均流速允许偏差为 $\pm 10\%$ ；
- c) 流向，往复流时测点主流流向允许偏差为 $\pm 10^\circ$ ，平均流向允许偏差为 $\pm 10^\circ$ ；旋转流时测点流向允许偏差为 $\pm 15^\circ$ ；
- d) 流量，断面潮量允许偏差为 $\pm 10\%$ ；
- e) 如需进行水质（水温）验证，则要求水质（水温）变化趋势基本一致；
- f) 如需进行床面冲淤验证，其平均冲淤厚度偏差宜小于 $\pm 30\%$ ，并应满足冲淤部位与趋势相似的要求；
- g) 如需进行含沙量验证，则要求含沙量变化趋势基本一致，潮段平均含量允许偏差为 $\pm 30\%$ 。

验证超出允许偏差的站位不应超过总验证站位的 30%，且位置不应集中分布在项目附近，并分析产生较大偏差的原因。

附录 E
(规范性附录)

三维潮流、泥沙、床面冲淤的数值模拟

E.1 适用范围

本附录规定了三维潮流、悬沙输移扩散、床面冲淤变化数值模拟的原则、方法、内容及要求。

潮混合不充分、各要素垂向分布不均的海域,海域水文条件较复杂或模拟分辨率要求较高等状况时,应采用三维潮流泥沙数值模拟方法。

E.2 模型计算域的确定及网格剖分

模型计算域的确定及网格剖分应符合 D.2 的要求。

垂向分层可根据试验要求、水深及工程性质确定。

E.3 三维潮流泥沙数值模拟方程

E.3.1 基本资料

用于三维潮流泥沙数值模拟的基本资料除需满足 D.3 的要求外,还需包括不同水层的流速、流向和含沙量资料。

E.3.2 基本方程

E.3.2.1 潮流运动方程

潮流运动的基本方程为:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots\dots\dots (E.1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - fv = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) \dots\dots\dots (E.2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + fu = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial v}{\partial z} \right) \dots\dots\dots (E.3)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(N_x \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(N_y \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(N_z \frac{\partial w}{\partial z} \right) - g \dots\dots\dots (E.4)$$

当流速变化远小于重力加速度的影响时,可忽略垂向流速的影响, E.4 近似采用 E.5,

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g \dots\dots\dots (E.5)$$

式中: ζ ——相对于 xoy 坐标平面的水位, m;

t ——时间, s;

h ——相对于 xoy 坐标平面的静水深, m;

u 、 v 、 w ——空间流速矢量 V 沿 X 、 Y 、 Z 方向的分量, m/s;

x 、 y 、 z ——原点 o 置于某一水平基面, Z 轴垂直向上的直角坐标系坐标;

P ——水压强, N/m^2 ;

N_x 、 N_y 、 N_z —— X 、 Y 、 Z 向水流紊动黏性系数, m^2/s 。

E.3.2.2 悬沙输移扩散方程

悬沙输移扩散方程可按下列方程控制:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + \frac{\partial us}{\partial x} + \frac{\partial vs}{\partial y} + \frac{\partial ws}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial s}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_z \frac{\partial s}{\partial z} \right) + \omega \frac{\partial s}{\partial z} \dots\dots\dots (E.6)$$

式中: s ——水体含沙量, kg/m^3 ;

D_x 、 D_y 、 D_z ——泥沙在 x 、 y 、 z 方向上的紊动扩散系数, m^2/s ;

ω ——泥沙沉降速度, m/s。

E.3.2.3 床面冲淤变化方程

床面冲淤变化可按下列方程控制:

$$\gamma_0 \frac{\partial \Delta h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} - \omega s = D_z \frac{\partial s}{\partial z} \dots\dots\dots (E.7)$$

式中: Δh ——床面冲淤厚度, m;

γ_0 ——泥沙干容重, kg/m^3 ;

q_x ——沿 x 向的底沙单宽输沙率, $kg/(m^2 \cdot s)$;

q_y ——沿 y 向的底沙单宽输沙率, $kg/(m^2 \cdot s)$;

s ——水体含沙量, kg/m^3 ;

ω ——泥沙沉降速度, m/s。

E.3.2.4 污染物扩散方程

水温数学模型的基本方程为:

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial (uT)}{\partial x} + \frac{\partial (vT)}{\partial y} + \frac{\partial (wT)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(E_{tx} \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_{ty} \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(E_{tz} \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \frac{q_T}{\rho C_p} + ST_s \dots\dots (E.8)$$

污染扩散的基本方程为:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial (uC)}{\partial x} + \frac{\partial (vC)}{\partial y} + \frac{\partial (wC)}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(E_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(E_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + f(C) + SC_s \dots\dots (E.9)$$

式中: E_{tx} 、 E_{ty} 、 E_{tz} ——分别为 x 、 y 、 z 向水温扩散系数, m^2/s ;

E_x 、 E_y 、 E_z ——分别为 x 、 y 、 z 向污染物扩散系数, m^2/s 。

E.3.3 计算模式

应根据计算域地形特征、项目建设方案等,可采用垂直坐标变换法、流速分解法、分层二维法、过程分裂法、边值模型法、破开算子法、谱方法、解析法等计算模式计算。

E.4 验证计算及精度控制

E.4.1 验证计算

三维潮流数值模拟的验证计算应包括下列内容：

- a) 潮位过程线；
- b) 分层流速、流向、含沙量过程线；
- c) 垂线平均流速、流向、含沙量过程线。

E.4.2 精度控制

潮位、分层流速及流向、垂线平均流速及流向、冲淤、含沙量等的验证计算精度应满足 D.6 的要求。



附 录 F
(规范性附录)
海洋生态影响程度分级

表 F.1 海洋生态影响程度划分表

影响程度 影响要素	强	中	弱	无
生态敏感区	受到永久占用、损害或阻隔,且造成主要保护对象数量和种群规模显著减少,或主要生态功能和物种栖息地连通性受到严重破坏	受到临时占用、损害或阻隔,且造成主要保护对象数量和种群规模一定程度上减少,或主要生态功能和物种栖息地连通性受到一定程度干扰	受到间接扰动,主要保护对象数量和种群规模略有减少,主要生态功能和物种栖息地连通性略受干扰	不受占用、损害、阻隔或干扰,主要保护对象数量和种群规模基本无变化,主要生态功能和物种栖息地连通性未受影响
生物资源	生物资源受损量大,重要水生生物“三场一通道”受到严重破坏,生产能力受到严重的不可恢复的损害	生物资源受到一定损失,重要水生生物“三场一通道”受到一定程度的破坏,生产能力受到一定的损害	生物资源略受损害,重要水生生物“三场一通道”受到一定程度的干扰,生产能力略受损害	生物资源未受损,重要水生生物“三场一通道”未受破坏或干扰,生产能力未受损害
重要物种	生物数量显著减少、种群规模显著变小,生境受到严重破坏,活动空间显著受限,饵料生物显著减少,生物栖息繁衍(或生长繁殖)受到显著影响	生物数量一定程度减少、种群规模一定程度变小,生境受到一定程度的破坏,活动空间一定程度受限,饵料生物一定程度减少,生物栖息繁衍(或生长繁殖)受到一定程度影响	生物数量略有减少、种群规模略有变小,生境受到间接干扰,活动空间略有受限,饵料生物略有减少,生物栖息繁衍(或生长繁殖)略受影响	生物数量基本不变、种群规模无变化,生境和活动空间未受破坏或干扰,饵料生物未减少,生物栖息繁衍(或生长繁殖)未受影响
特殊生境	特殊生境受到严重破坏,物种盖度、生物多样性显著下降,生境稳定性难以维持	特殊生境受到一定程度的破坏,物种盖度、生物多样性下降,生境稳定性受到一定程度干扰	特殊生境受到间接干扰,物种盖度、生物多样性略有下降,生境稳定性略受干扰	特殊生境未受破坏或干扰,物种盖度、生物多样性无变化,生境稳定性未受影响

附录 G

(资料性附录)

危险物质临界量和海洋环境敏感程度分级

G.1 危险物质临界量

危险物质主要考虑对海洋生态产生危害的物质，其中油类物质的临界量见表 G.1，其他危险物质的临界量参照 HJ 169。

表 G.1 油类物质的临界量

物质名称	临界量 (t)
油类物质 (矿物油类, 如石油、汽油、柴油等; 生物柴油等)	100

注: 船舶在线量按单个船舶所载货油或船用燃料油全部舱容的数量确定。

G.2 危险物质数量与临界量比值 (Q)

计算所涉及的每种危险物质在危险单元内的最大存在总量与对应临界量 (油类物质参照本标准, 其他物质参照 HJ 169) 的比值 Q 。在不同厂区的同一种物质, 按其在厂界内的最大存在总量计算。长输管线项目按照两个截断阀之间管段危险物质最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时, 计算该物质的总量与其临界量比值, 即为 Q ;

当存在多种危险物质时, 则按式 (G.1) 计算物质总量与其临界量比值 (Q):

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \dots\dots\dots (G.1)$$

式中: q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险物质的最大存在总量, t;

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——每种危险物质的临界量, t。

将 Q 值划分为: (1) $Q < 1$; (2) $1 \leq Q < 10$; (3) $10 \leq Q < 100$; (4) $Q \geq 100$ 。

G.3 环境敏感程度 (E) 的分级

依据事故情况下危险物质泄漏可能影响生态敏感区的情况, 分为三种类型, E1 为环境高度敏感区, E2 为环境中度敏感区, E3 为环境低度敏感区。

表 G.2 环境敏感程度分级

敏感性	环境敏感特征
E1	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第一类区域或重要敏感区
E2	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第二类区域或一般敏感区
E3	上述地区之外的其他地区

附录 H
(规范性附录)

建设项目海洋生态环境影响评价自查表

表 H.1 建设项目海洋生态环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	直接向海洋排放废水□；短期内产生大量悬浮物□；改变入海河口（湾口）宽度束窄比例□；直接占用海域面积□；线性水工构筑物□；投放固体物□		
	生态敏感区	生态敏感区（ ），相对位置（ ）		
	影响因子	海水水质□；海洋沉积物□；海洋生态□；环境风险□		
评价等级		一级□；二级□；三级□		
评价范围		主流向（ ）km，垂直主流向（ ）km；管缆类（ ）km		
评价时期		春季□；夏季□；秋季□；冬季□		
现状调查及评价				
海水水质	区域污染源	调查项目	数据来源	
		已建□；在建□； 拟建□；其他□	环评□；环保验收□；既有实测□；现场监测□； 入海排污口数据□； 其他□	
	调查时期		调查因子	调查断面或点位
	春季□；夏季□；秋季□；冬季□		（ ）	（ ）个
	评价因子	（ ）		
	评价标准	第一类□；第二类□；第三类□；第四类□		
	评价结论	海洋环境功能区水质达标状况：达标□；不达标□，超标因子（ ） 功能区外海域环境质量现状：符合第（ ）类		
海洋沉积物	调查站位	（ ）个		
	调查因子	（ ）		
	评价标准	第一类□；第二类□；第三类□		
	评价结论	符合第（ ）类，超标因子（ ）		
海洋生态	调查断面或点位	（ ）个		
	调查因子	（ ）		
	评价标准	第一类□；第二类□；第三类□；附录 C□		
	评价结论	符合第（ ）类，超标因子（ ）		
影响预测及评价				
预测时期		春季□；夏季□；秋季□；冬季□		
预测情景		建设期□；生产运行期□；服务期满后□		
海水水质影响预测与评价	预测方法	数值模拟□；类比分析□；近似估算□；物理模型□；其他□		
	影响评价	<p>污染控制措施及入海排污口排放浓度限值应满足国家和地方排放标准□；</p> <p>达标区的建设项目，选择废水处理措施或方案应满足行业污染防治可行技术指南的要求，环境影响可接受□；</p> <p>不达标区的建设项目，选择废水处理措施或方案时，应满足海域环境质量达标规划和污染物削减替代要求、海域环境改善目标要求及行业污染防治可行技术指南中污染防治先进技术要求，确保废水污染物达到最低排放强度和浓度，且环境影响可接受□；</p> <p>新设或调整入海排污口的建设项目，入海排污口位置、排放方式、排放规模具有环境合理性□；</p> <p>对海水水质产生重大不利影响□。</p>		

工作内容		自查项目		
海洋沉积物影响评价	评价方法	定量预测 <input type="checkbox"/> ；半定量分析 <input type="checkbox"/> ；定性分析 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
	影响评价	海洋沉积物质量的影响范围、影响程度可接受 <input type="checkbox"/> ； 海洋沉积物对海洋生态环境敏感区和海洋生态环境保护目标的影响可接受 <input type="checkbox"/> 。		
海洋生态影响预测与评价	预测方法	类比分析法 <input type="checkbox"/> ；图形叠置法 <input type="checkbox"/> ；生态机理分析法 <input type="checkbox"/> ；海洋生物资源影响评价法 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
	影响评价	造成的生物资源损失量可接受 <input type="checkbox"/> ； 对评价海域生物多样性的影响可接受 <input type="checkbox"/> ； 对重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input type="checkbox"/> ； 对珍稀濒危海洋生物种群和数量的影响，以及对其生境的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input type="checkbox"/> ； 对重要湿地、特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场）等的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input type="checkbox"/> ； 对自然保护地、生态保护红线的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input type="checkbox"/> ； 造成的冲淤变化对岸滩长度、宽度、生态功能和景观等影响可接受 <input type="checkbox"/> ； 产生重大的海洋生态和生物资源损害，造成或加剧区域的重大生态环境问题，存在不可承受的损害或潜在损害 <input type="checkbox"/> 。		
环境风险				
危险物质	名称			
	存在总量			
物质及工艺系统危险性 ¹	Q 值	Q<1 <input type="checkbox"/> ；1≤Q<10 <input type="checkbox"/> ；10≤Q<100 <input type="checkbox"/> ；Q≥100 <input type="checkbox"/>		
	M 值	M1 <input type="checkbox"/> ；M2 <input type="checkbox"/> ；M3 <input type="checkbox"/> ；M4 <input type="checkbox"/>		
	P 值	P1 <input type="checkbox"/> ；P2 <input type="checkbox"/> ；P3 <input type="checkbox"/> ；P4 <input type="checkbox"/>		
环境敏感程度		E1 <input type="checkbox"/> ；E2 <input type="checkbox"/> ；E3 <input type="checkbox"/>		
环境风险潜势		IV ⁺ <input type="checkbox"/> ；IV <input type="checkbox"/> ；III <input type="checkbox"/> ；II <input type="checkbox"/> ；I <input type="checkbox"/>		
评价等级		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/> ；简单分析 <input type="checkbox"/>		
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input type="checkbox"/> ；易燃易爆 <input type="checkbox"/>		
	环境风险类型	泄漏 <input type="checkbox"/> ；火灾爆炸引起的伴生/次生污染物排放 <input type="checkbox"/>		
事故情形分析	源强设定方法	计算法 <input type="checkbox"/> ；类比估算法 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
	预测模型	溢油粒子模型 <input type="checkbox"/> ；污染物扩散的数值模拟 <input type="checkbox"/>		
风险预测与评价		最近敏感目标（）km，抵达时间（）h		
重点风险防范措施				
评价结论				
主要污染物排放总量核算	污染物名称	排放量	排放浓度	
污染物削减替代	污染物名称	削减量	来源	
污染防治和生态修复措施		污水处理设施 <input type="checkbox"/> ；生态修复措施 <input type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ； 依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		

续表

工作内容		自查项目	
监测计划	内容	环境质量	污染源
	监测方式	手动□；自动□；无监测□	手动□；自动□；无监测□
	监测点位		
	监测因子		
	监测频次		
总体评价结论		可接受□；不可接受□	
注 1：M、P 的确定参照 HJ169。			

