

滨海核电液态流出物数值模拟技术 规范

编制说明
(征求意见稿)

中国海洋学会
二零二五年九月

1 制定标准的背景、目的和意义

滨海核电运行时往往伴随着液态流出物的排放。液态流出物数值模拟旨在精确模拟核电站正常运行和预期运行事件下排放的液态流出物（主要是含低浓度放射性核素的废水）在受纳水体（海洋）中的稀释、扩散、输运和衰减过程。基于模拟结果，可定量评估液态流出物排放对关键海洋环境介质（海水、沉积物、海洋生物）以及公众（尤其是关键组群，如渔民、常食用本地海产品者）可能造成的辐射剂量。开展液态流出物数值模拟是保障核电站长期安全、环保、合规运行，保护海洋生态环境和公众健康的法定要求。

当前各咨询单位开展液态流出物数值模拟时，方法差异较大，参数选择、模型精度缺乏统一标准，亟需通过团标填补空白，提升行业整体技术能力。本规范立项可以建立统一、科学的数值模拟技术规范，明确模型构建、参数选取、情景设计及结果验证的核心要求，确保滨海核电厂液态流出物在海洋环境中迁移扩散预测的准确性、可比性与可靠性，为辐射环境影响评价提供标准化技术支撑。

2 工作简况（包括任务来源、计划项目编号、参加单位、主要工作过程、标准主要起草人及其所做的工作等）

2.1 任务来源 、计划项目编号、参加单位

根据中国海洋学会下发的《关于下达中国海洋学会标准计划的通知》（中海学字[2025]37 号）文件，由浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）、南京水利科学研究院承担《滨海核电液态流出物数值模拟技术规范》（项目编号：CS0-JH-63）团体标准的制定工作。中国海洋学会负责编制项目的协调与技术指导工作，组织项目的审议工作。

2.2 主要工作过程

(1)2024 年 5 月成立编制组，编制组内部明确了各组员的工作职能和任务；

(2)2024 年 5 月～2024 年 12 月，编制组完成了资料收集，相关信息查询工作；经多方查证，发现滨海核电液态流出物并没有成熟专用的标准。

(3)2024 年 12 月～2025 年 7 月，初步完成标准草案的编写；

(4)2025 年 8 月，通过标准立项审查会。

XXXX

2.3 标准主要起草人及其所做的工作

牵头起草单位:浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）

协作起草单位:南京水利科学研究院

主要标准起草人为应超、刘勇、王乐乐、李新文、杨汜、韩宇、陈俐骁、娄海峰、张广之。应超负责本标准编写的组织实施；刘勇负责主要技术内容的制订修改；王乐乐、李新文负责标准的数值验证；杨汜负责标准校核。

3 标准编制原则和确定标准主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据。

3.1 制定原则和依据

3.1.1 制定原则

编制格式完全符合 GB 1.1-2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》与相关的国家标准协调一致。

3.1.2 与现有国标之间的差别

在相关领域中，我国有 GB 6249—2025《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》，其规定了陆上固定式核动力厂在场址选择、设计、建造、运行、退役和修改等活动中所应遵循的环境辐射防护要求。GB 14587—2011《核电厂放射性液态流出物排放技术要求》其规定了核电厂放射性液态流出物排放的技术要求。现有标准均未对放射性液态流出物排入海洋后的预测方法进行明确规定。本标准可以填补国内标准在这部分的空白。

3.2 确定标准的主要内容

本标准规范了滨海核电厂液态流出物数值模拟预测的整个流程。这一过程涵盖了从数据资料的收集,到模型的选择和设定,再到模型的验证,以及工况的计算

和成果的分析等一系列关键步骤,涵盖了数值模拟的主要内容和过程。主要内容确定主要依据如下:

- (1) 第3章“术语和定义”,选择了核电温排水监测与预测工作相关的术语,为保证定义的科学性及与其他标准的相关性,部分术语参考了 GB6249—2025《核动力厂环境辐射防护规定》,部分定义有修改;
- (2) 第4章“数据资料”,4.1.1“取排水口周围不小于2km范围内需采用近五年内不低于1:5000的水深地形资料”主要考虑1:5000测图数据点已与网格尺寸基本匹配,再大比尺的测图无法满足数学模型网格地形刻画的需求。我国近岸海域海军航保司令部提供的海图的比例尺为1:10万~1:15万,考虑到这是目前获取海图的主要手段,因此限定了“其余计算域水下地形需采用比例尺不低于1:150000的最新测图、海图”。4.2.3“则至少应收集近五年内遥感再分析气象数据,数据精度不低于 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ ”,主要考虑目前EMCWF已经提供了此精度的公开数据集。
- (3) 第5章“计算方法”。5.1.2“建议采用基于有限体积法离散的数学模型”主要考虑到有限体积法具有良好的物质守恒性,这对于液态流出物模拟至关重要。5.6.2模型验证精度控制参考了HJ1409—2025《环境影响评价技术导则海洋生态环境》的相关规定,考虑到当流速特别小时可能产生较大的测量误差。因此,本标准中补充规定“如果定点水文测站的平均流速小于0.1m/s,可以放宽流向验证精度要求”。

4 主要方法验证试验

天津大学利用中广核招远二期核电对《滨海核电液态流出物数值模拟技术规范》团体标准中规定的建模要求进行操作验证。明确了《滨海核电液态流出物数值模拟技术规范》标准所提出的技术指标具有高度科学合理性。在预测过程中,

标准中对模型设置、模型验证和关键参数取值等方面的规定，展现了较高的可行性与实用性。

浙江省水利河口研究院（浙江省海洋规划设计研究院）基于《浙江金七门核电厂二维液态流出物数值模拟计算专题》对《滨海核电液态流出物数值模拟技术规范》进行验证，通过对该核电厂液态流出物数值模拟的模型设置的对比与验证，证明《滨海核电液态流出物数值模拟技术规范》标准所提出模型设置的技术指标具备合理性。

南京水利科学研究院基于《广东太平岭核电厂二期工程含放射性液态流出物数值模拟计算》、《浙江三澳核电厂二期工程含放射性液态流出物数值模拟研究》对《滨海核电液态流出物数值模拟技术规范》进行了验证。通过数值模拟计算分析，证明标准提出的网格设置及源强布置方法具有科学性及其可操作性。标准中对模型设置、模型验证和关键参数取值等方面的规定，具有很好的应用价值。

5 与现行有关法律、法规和强制性标准的关系；

本标准符合国家有关政策、法令和法规，编制格式要求符合 GB 1.1-2000《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》，与相关的国家标准协调一致。

6 国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

本标准根据国内滨海核电液态流出物数值模拟实践中存在的一些问题，找到了上述问题出现的原因，提出了针对性的规范要求，不包括强制性措施，因此，建议本标准作为团体标准。

7 贯彻国家标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)；

该标准的贯彻执行，是有组织、有计划、有措施地贯彻执行标准的活动。是

标准制定部门、使用部门或企业将标准规定的内容贯彻到生产、流通、使用、检验、科研等领域中的过程。标准的贯彻实施是标准化重要任务之一，是标准化活动中一个关键的环节，是标准化活动的目的所在。具体措施如下：

(1)标准的发布部门应在相关的管理、生产、使用、科研、检验、标准化等单位及大专院校中提供本标准的宣传资料，举办标准培训班，让实施标准的人员理解和掌握标准的内容和要求，并说明标准的实施范围、起始日期，为标准的顺利实施奠定基础。

(2)各企、事业单位应根据本单位科研、生产、使用的需要，在标准发布后及时组织人员培训，按照本标准提出的贯彻实施要求落实措施，严格认真贯彻实施标准。

(3)实施标准的单位在标准实施一定阶段后应进行总结，对标准的水平和实施标准的效果进行评价；实施中遇到问题，应及时与标准批准发布部门或标准起草单位沟通，待修订时予以更正。