

附件 3

核动力厂环境辐射防护规定

（二次征求意见稿）

编制说明

修订工作组

二〇二四年二月

目 录

1	编制背景	1
1.1	任务来源	1
1.2	编制过程	1
2	目的和意义	1
3	编制原则	2
4	编制说明	3
4.1	章节结构	3
4.2	主要修编内容	3
4.2.1	适用范围	3
4.2.2	规范性引用文件	3
4.2.3	术语和定义	3
4.2.4	辐射防护总则	5
4.2.5	场址选择要求	5
4.2.6	运行状态下的辐射防护要求	6
4.2.7	事故工况下的辐射防护要求	7
4.2.8	流出物排放管理与流出物监测	7
4.2.9	辐射环境监测	8
4.2.10	放射性固体废物管理	9
4.2.11	核动力厂的退役	9
4.2.12	其他方面的修订	10
5	标准第一次征求意见及处理情况	10

1 编制背景

1.1 任务来源

为进一步贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《中华人民共和国核安全法》，防治放射性污染，保护环境和公众健康，2018年生态环境部核电安全监管司启动《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）的修订调研工作，并组织开展相关专题研究，为GB 6249-2011标准的修订工作奠定基础。2022年，生态环境部核电安全监管司委托原标准编制单位苏州热工研究院有限公司和生态环境部核与辐射安全中心等单位正式启动标准修订相关工作。

1.2 编制过程

2022年6月，生态环境部核电安全监管司组织国内相关单位成立了标准修订工作组，主要参与单位包括：苏州热工研究院有限公司、生态环境部核与辐射安全中心、上海核工程研究设计院有限公司、中国核电工程有限公司、深圳中广核工程设计有限公司和清华大学。2022年10月，生态环境部核电安全监管司组织并通过标准复审工作，进一步明确了修订需求。2022年12月，标准修订工作组形成了《核动力厂环境辐射防护规定》征求意见稿初稿。2023年1月，生态环境部核电安全监管司组织标准修订工作组并邀请行业专家对征求意见稿初稿进行研讨，根据会议讨论修订后形成标准征求意见稿草案。2023年2月，生态环境部核电安全监管司组织召开标准征求意见稿草案的技术审查会，邀请行业领域资深专家开展深入技术审查，根据审查意见修订后形成征求意见稿。2023年6月，生态环境部发布《关于公开征求国家标准<核动力厂环境辐射防护规定（征求意见稿）>意见的通知》（环办标征函〔2023〕12号）进行公开意见征集，期间收到22个单位共173条反馈意见。2023年10月-2024年1月，生态环境部核电安全监管司组织标准修订工作组对反馈意见进行了充分研究讨论，目前编制完成GB6249标准的二次征求意见稿。

2 目的和意义

GB 6249-2011作为我国核动力厂环境辐射防护领域的强制性标准，自颁布以来为我国核动力厂的环境辐射防护的监管提供了重要指导和参考，具有不可或缺的重要作用。

随着《中华人民共和国核安全法》等法律法规陆续颁布，我国对核动力厂在环境保护和公众健康方面的要求持续提高，对核动力厂环境和安全方面的事中事后监管要求不断加强，对核动力厂环境监督管理的理念也不断改进。同时，随着新堆型新技术的不断发展和实践，相应的环境辐射防护要求也亟需补充和完善。

此外，GB 6249-2011 中“厂址选择要求”“运行状态下的剂量约束值和排放控制值”“事故工况下的辐射防护要求”等部分条款，在实际实施中存在一定争议和理解分歧；而规划限制区管理、多堆厂址排放限值管理要求的相关条款，也应结合国内核动力厂运行经验反馈进行合理论证后修订。

综上，为进一步贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《中华人民共和国核安全法》，防治放射性污染，改善生态环境质量，保护公众健康，应对 GB 6249-2011 进行修订，以进一步适应我国核动力厂环境辐射防护的监管等需求，促进核电行业的健康稳定发展。

本次修订稿主要依据国内法律法规，参照相关标准和核安全导则，并参考国际原子能机构（IAEA）和美国核管会（NRC）等国外相关标准和技术文件，进行修订和完善。

3 编制原则

（1）规范性

本次修订遵循《中华人民共和国标准化法》《强制性国家标准管理办法》以及《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）的相关要求，删除了标准中的行政管理要求。

（2）协调性

随着新法律法规标准的不断推出，有关环境辐射防护的相关要求也在不断改进。本次修订切实考虑了国家有关法律法规标准的要求，使有关定义及条款与有关其他法律法规标准保持一致，编制过程中也关注相关内容的协调性。比如，“国土空间规划”“生态环境分区管控”等要求。

（3）实用性

在前期充分调研的基础上，本次修订充分总结了国内外的实践经验和成果，结合了国内外核动力环境辐射防护要求的新进展，并增强了各条款的可操作性和实用性，以满足实际工作的需要。例如，新增了核动力厂液态流出物中的放射性核素活度浓度限值；新增了“至少包含受剂量贡献超过 1%或活度占比超过 1%的核素”的液态流出物监测核素的选取原则等。

（4）前瞻性

本标准适用于陆上固定式核动力厂的场址选择、设计、建造、运行、退役和修改等活动，在核动力厂环境辐射防护领域具有举足轻重的地位，属于强制性国家标准。因此，相关条款考虑应具有一定的前瞻性，以指导核动力厂全寿期内的环境辐射防护管理。

4 编制说明

4.1 章节结构

本次修订基本保留 GB 6249-2011 基本框架，同时新增四个资料性附录。主要章节结构如下：

第一章 范围

第二章 规范性引用文件

第三章 术语和定义

第四章 辐射防护总则

第五章 场址选择要求

第六章 运行状态下的辐射防护要求

第七章 事故工况下的辐射防护要求

第八章 流出物排放管理和流出物监测

第九章 辐射环境监测

第十章 放射性固体废物管理

第十一章 核动力厂的退役

附录A（资料性附录） 轻水堆核动力厂选址假想事故源项确定基本假设

附录B（资料性附录） 小型模块化核动力厂选址假想事故源项确定推荐方法

附录C（资料性附录） 不同功率反应堆的流出物年排放量控制值调整方法

附录D（资料性附录） 轻水堆核动力厂典型设计基准事故类别

4.2 主要修编内容

4.2.1 适用范围

根据《中华人民共和国核安全法》《核动力厂设计安全规定》（HAF102-2016）等法律法规对于核设施主要活动的论述及最新行业实践，本次修订删除了“扩建”活动的描述。为适应我国核能发展需要，增加了“供汽供热”的适用范围。

4.2.2 规范性引用文件

本次修订仍引用《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871），并根据GB/T 1.1-2020的要求删除了标准年号，使之适用于GB 18871未来可能的修订版本。

4.2.3 术语和定义

本次修订增加、删除、修改了若干术语和定义，并调整了若干术语和定义内容及排序。修订后术语和定义总数量保持13条不变。

（1）新增的术语和定义

本次修订提出了小型模块化核动力厂相关要求，进一步明确厂址选择人口分布要求及排放口浓度限值，因此新增了“小型模块化核动力厂”“人口集中地区”“槽式排放口”等3条术语和定义。

新增“小型模块化核动力厂”定义。参考《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部 部令第4号）相关要求及国内实践，将小型模块化核动力厂的单堆堆芯热功率定为不大于300MW。

新增“人口集中地区”定义。参考《中华人民共和国大气污染防治法》第三十一条释义内容，并从实施核事故应急角度，将人口集中地区定义为“规划限制区内人口居住和通行密度较高、需要进行特殊控制的区域”，从范围上涵盖了常住人口与流动人口。

新增“槽式排放口”定义。根据核动力厂实际情况，将槽式排放口明确为液态流出物排放槽的出口。

（2）删除的术语和定义

考虑到其他标准规范已有明确的术语和定义，本次修订删除了“剂量约束”“环境敏感区”“严重事故”等3条术语和定义。

删除“剂量约束”。由于GB18871中已有相关定义，故本修订稿中不再列入。

删除“环境敏感区”。考虑到《建设项目环境影响评价分类管理名录》已有说明，且其范围内涵随生态环境保护的要求不断延伸，故本修订稿不再另行规定。

删除“严重事故”。HAF102-2016中已有相关定义，故本修订稿中不再列入。

（3）修改的术语和定义

为保持相关术语和定义与相应法律法规标准表述的一致性，本次修订共修改“多堆厂址”“规划限制区”“事故工况”“放射性流出物”等4条术语和定义。

“多堆厂址”修改为“多堆场址”。参照《中华人民共和国核安全法》《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》（生态环境部 部令第8号），将“多堆厂址”修改为“多堆场址”，并在全文进行同步修改，使其概念外延更加精准。

修改“规划限制区”定义。根据《中华人民共和国核安全法》对规划限制区的管理要求和多年来国内实践，本次修订明确规划限制区为“由省级人民政府划定的与非居住区直接相邻的区域”，并将内涵从核应急要求外延至核安全管理，即“规划限制区的人口分布和人口集中地区对场外应急不会产生不可接受的影响”且“规划限制区内的工业设施和活动不会对核动力厂安全产生不可接受的威胁”。

修改“事故工况”定义。参照HAF102-2016关于“事故工况”的定义进行了修改。

“放射性流出物”修改为“流出物”。明确为“含放射性物质的气态流或液态流”，并强调“经批准后排放，并应得到有效监控”。

4.2.4 辐射防护总则

第4章为辐射防护总体要求。本次修订主要将原标准中第4.4条款的“四统一”内涵进行了适当调整与延伸，将条款修订为：“对于多堆场址的各核动力厂，应实施流出物排放总量控制，统一考虑流出物排放、流出物监测、环境监测以及应急管理。”

4.2.5 场址选择要求

第5章为场址选择要求，条款数量由9条增加为10条，新增条款为原标准3.12条款中部分内容的细化，并对其他条款进行调整。

考虑到我国近年来在生态环境保护管理制度方面出台的较多规定，本次修订在5.1条款中增加了核动力厂选址应避开生态保护红线，符合国土空间规划、生态环境分区管控等要求。条款修订为：“核动力厂的选址应避开饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜区和生态保护红线等环境敏感区，并符合场址所在区域的国土空间规划和生态环境分区管控等要求。涉及环境敏感区的，应重点从环境制约因素、环境影响程度等方面进行适宜性论证”。

参考美国核管会（NRC）管理导则RG 4.7《General Site Suitability Criteria for Nuclear Power Stations (Rev. 3)》，本次修订在5.6条款中明确将“初步设计目标”和“场址周围环境特征”作为确定非居住区和规划限制区边界时应考虑的因素，并新增了小型模块化核动力厂的非居住区和规划限制区边界距离要求。

根据《中华人民共和国核安全法》对规划限制区的规定，并结合核动力厂场址周围人口控制管理的实际情况，本次修订在5.7条款中明确了核动力厂选址时周围人口分布要求，将“规划限制区范围内不应有1万人以上的乡镇”修改为“规划限制区范围内不应有1万人以上的人口集中地区”，取消了“厂址半径10km范围内不应有10万人以上的城镇”的要求，增强了条款的可操作性。

为了规范多堆场址非居住区和规划限制区的范围，本次修订在5.8条款中明确为“各反应堆非居住区和规划限制区的包络线”。

本次修订将原标准中的选址假想事故的部分定义描述移至新增的5.9条款，并在条款中针对核动力厂和小型模块化核动力厂，分别新增了针对轻水堆核动力厂的选址假想事

故源项确定基本假设（附录A）和小型模块化核动力厂选址假想事故源项确定推荐方法（附录B）。

参考《小型压水堆核动力厂安全审评原则（试行）》（国核安发〔2016〕1号）及国内已有相关经验，本次修订在5.10条款中明确了小型模块化核动力厂选址假想事故的剂量接受准则。

4.2.6 运行状态下的辐射防护要求

第6章为运行状态下的辐射防护要求。为更好涵盖本章条款内容，本次修订将章节标题由“运行状态下的剂量约束值和排放控制值”修改为“运行状态下的辐射防护要求”。修订后条款数量由8条减为7条。本次修订将原标准6.6和6.7条款修订后移至第8章，原标准8.1.3条款前移至6.7条款，并增加“禁止漫滩排放”要求。

本次修订将原标准6.5条款调整至6.2条款，进一步明确了气液态流出物排放量控制值的要求，排放量申请值应“不高于排放量控制值”，并将有关定期优化的规定移至8.1.5条款。

本次修订调整了原标准6.2条款中3000MW热功率的反应堆流出物年排放量控制值。国内外核动力厂运行经验反馈和专题研究表明，原标准中惰性气体、气态碘、气态粒子和液态其余核素的排放控制值比国内核动力厂实际排放量高出一至两个数量级。因此，本次修订将上述类别流出物的单堆流出物排放量控制值进行了适当调整。对于原标准的气液态氙和碳-14排放量控制值，结合行业实践和专题研究，基本保持不变（仅气态碳-14由 $7 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ 微调为 $7.5 \times 10^{11} \text{Bq/a}$ ）。

本次修订在6.4条款中明确给出了按照功率调整的年排放量控制值调整推荐方法。该方法基于国内核动力厂已有的流出物排放量申请实践，以6.3条款规定的3000MW热功率反应堆的流出物年排放量控制值为基准，通过功率归一化的调整因子来计算不同热功率反应堆的流出物年排放量控制值，详见新增的附录C。

根据环境总量控制要求，本次修订在6.5条款中进一步明确了多堆场址排放总量控制要求。修订后的表2列出的各类别流出物排放总量控制值严于原标准，要求更加明晰，并与国内核动力厂实际排放情况相匹配。

本次修订在6.6条款中增加了核动力厂液态流出物中的放射性核素活度浓度限值。根据国内核动厂运行经验反馈，结合6.3条款液态流出物中的氙和碳-14的年度排放量控制值，按照年排放体积 10000m^3 进行估算，并在考虑一定的裕量基础上，将氙和碳-14的活度浓度限值分别设置为 $8 \times 10^6 \text{Bq/L}$ 和 $3 \times 10^3 \text{Bq/L}$ 。特别说明，本修订稿中液态流出物中氙

和碳-14浓度控制点在槽式排放口（即系统排放口），而美国、日本、韩国等国是在环境总排口（混合其他废水）进行控制，故数值有一些差别。对除氙和碳-14外的其余液态核素活度浓度限值，在参考国外（欧美）排放统计经验和可能的燃料破损影响，并考虑常见的液态流出物中放射性核素清单以及我国流出物管理现状后，共确定了17个核素；通过对国际压水堆核动力厂超过2500堆年的排放数据进行统计估算，充分兼顾正常运行工况及少量燃料破损的影响，按照统计数据中各类核素的75%统计包络值，本次修订确定了各核素的比例；再按照GB6249-2011中的1000Bq/L总的控制要求，对相关核素活度浓度进行了规定。表3列出了槽式排放口处的液态流出物放射性核素活度浓度限值。对于接纳水体为河流或湖库的核动力厂，其槽式排放口处的液态流出物的放射性核素活度浓度，按照不超过接纳水体为海洋的相应限值的十分之一来控制，这与GB6249-2011中100Bq/L的内陆厂址排放管理要求原则一致。

4.2.7 事故工况下的辐射防护要求

第7章为事故工况下的辐射防护要求，条款数量由3条增加为4条，新增了小型模块化核动力厂事故工况下的辐射防护要求，并对其他条款进行调整。

为增强标准的可操作性，本次修订在7.1条款中新增了轻水堆核动力厂典型设计基准事故类别，详见附录D。

删除了7.2条款中甲状腺剂量接受准则要求。参照美国NRC管理导则RG1.183《alternative radiological source terms for evaluating design basis accidents at nuclear power reactors (Rev.1)》，本次修订稿中不再单列甲状腺剂量接受准则要求。

新增7.3条款为小型模块化核动力厂的相关要求。参照《小型压水堆核动力厂安全审评原则（试行）》（国核安发〔2016〕1号），本次修订提出了小型模块化核动力厂的事故的剂量接受准则。

本次修订将原标准7.3条款调至7.4条款，将条款中“严重事故”修改为“堆芯熔化的设计扩展工况（严重事故）”，与HAF102-2016中“严重事故”的定义保持一致。

4.2.8 流出物排放管理与流出物监测

第8章为流出物排放管理与流出物监测，条款数量增加至12条。新增条款5条，调出条款1条。其中8.1.1、8.1.2、8.1.3、8.1.5条款为原标准其他章节条款转入，8.2.2条款为本次修订新增，并将原标准8.1.3条款调至6.7条款。

本次修订的8.1.1条款，为原标准6.1条款中制定剂量管理目标值的要求。

本次修订的8.1.2条款，为原标准6.6条款要求，并根据国内核动力厂大修期间流出物集中排放的实际情况，结合国内外核动力厂运行经验反馈，删除了月度排放总量控制要求。

本次修订的8.1.4条款，为原标准6.7条款要求，但删除“报审管部门批准”的行政管理要求。

本次修订的8.1.5条款，为原标准6.5条款中的排放量申请定期优化的相关规定，并删除“每隔5年复核一次”的频次要求和“并经审管部门批准后实施”的行政管理要求。

本次修订将原标准8.1.2条款调至8.2.1条款，并增加了气态流出物排放烟囱开展监测及进入烟囱之前实施排放控制等要求。

本次修订新增8.2.2条款，明确了气态和液态流出物在线监测项目要求。

参考《核电厂流出物放射性监测技术规范（试行）》（国核安发〔2020〕44号），本次修订在8.2.3条款中增加了营运单位应制定流出物监测大纲的内容，并删除了上报主管部门的行政管理要求。

参考美国NRC管理导则RG 1.21 《Measuring, Evaluating, and Reporting Radioactive Material in Liquid and Gaseous Effluents and Solid Waste (Rev.3)》相关规定，针对液态流出物其余核素类别，本次修订在8.2.4款中提出了“应至少包括对公众通过液态途径所受剂量贡献超过1%或该类别中活度占比超过1%的核素”的流出物监测核素选取原则。

删除了8.2.5条款中对低于探测限且无法估算的监测结果按探测限的二分之一取值计算的规定，相关要求后续将在其他环境监测标准或规定中进一步明确。

4.2.9 辐射环境监测

第9章为辐射环境监测，条款数量由13条减少为10条。原标准9.2.5条款要求合并到9.2.1条款，原标准9.4.1条款、9.4.2条款和9.4.3条款修改合并到9.4条款。

本次修订将第9.1节标题由“运行前的环境调查”修订为“运行前辐射环境本底或现状调查”，使描述更加准确。

本次修订将9.1.1条款中的“首次装料前”调整为“运行前”，与《中华人民共和国核安全法》等法律法规保持一致。

本次修订在9.1.4条款中增加了小型模块化核动力厂的本底调查范围要求。

本次修订将原标准9.2.5条款有关辐射环境监测大纲的优化要求纳入9.2.1条款，并删除了监测数据定期上报主管部门和监测大纲优化周期通常5年的行政管理要求。

根据核动力厂场内地下水辐射环境监测的经验反馈，本次修订在9.2.3条款中补充了对场内地下水辐射环境水平的监测要求。

本次修订在9.2.4条款中增加了小型模块化核动力厂辐射环境监测范围的要求。

本次修订在9.4条款中将原标准9.4.1条款和9.4.2条款合并，并删除了原标准9.4.3条款有关核动力厂环境监测与监督性监测定期比对的行政管理要求。

4.2.10 放射性固体废物管理

第10章为放射性固体废物管理，条款数量4条无变动。

本次修订在10.1条款中增加了核动力厂设计“应考虑运行经验反馈”的要求。

本次修订采纳了第一次征求意见稿中10.2条款的反馈意见，将“先进的固化工艺和减容工艺”修改为“先进的废物处理和整备工艺”，增加了“使其在放射性活度和体积两方面保持在可合理达到的尽量低的水平”及在废物装桶后进行放射性监测的要求。

删除了10.3条款中“必要时开展专项评价论证”。

删除了10.4条款中“放射性固体废物厂内5年暂存期限”的要求。国家强制标准《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）已详细规定了固体废物贮存期、贮存要求（如不丢失、可回取和容器完整性等）以及便于进一步处理与处置要求，因此本次修订不再保留。

参考《核设施放射性废物处置前管理》（HAD 401/12-2020），本次修订在10.5条款中明确了“放射性固体废物管理范围应涵盖放射性固体废物产生、预处理、处理、整备、贮存和运输等各个步骤，并在运行期间定期优化，确保其符合放射性废物处置前管理的相关要求。”

4.2.11 核动力厂的退役

第10章为核动力厂的退役，条款数量由4条减少为3条，原标准11.2条款要求合并到11.1条款中。

参考《核动力厂调试和运行安全规定》（HAF 103-2022），本次修订在11.1条款中增加初步退役计划的编制、维护及更新等要求，与原标准中11.2条款进行合并，并删除了经批准后实施安全退役的行政管理条款。

本次修订将原标准11.3条款调至11.2条款，修改为“在核动力厂整个寿期内，营运单位应当考虑退役方面的需要，记录和保留在核动力厂修改和维修活动中获得的关于受污染或被活化的建（构）筑物、系统和设备的信息”与HAF 103-2022表述一致性。

4.2.12 其他方面的修订

本次修订新增四个资料性附录。

(1) 附录A 轻水堆核动力厂选址假想事故源项确定基本假设

参考《核电厂选址假想事故源项分析准则》(NB/T 20470-2017RK)，附录A给出了轻水堆核动力厂选址假想事故源项的基本假设，并对安全壳泄漏率的考虑进行了优化，提升内容要求的适用性。

(2) 附录B 小型模块化核动力厂选址假想事故源项确定推荐方法

由于小型模块化核动力厂设计差别大，很多堆型处于研发阶段，缺乏运行经验，选址假想事故选取及其假设条件设置尚未统一。因此，充分考虑不同应用场址条件及堆型设计特点，本次修订在附录B中给出了小型模块化核动力厂选址假想事故源项确定的两种推荐方法：

方法一为“考虑全堆芯熔化在确定选址假想事故源项可以参照大型水冷反应堆核动力厂选址假想事故源项的计算方法和参数假设”。

方法二为采用概率论、确定论方法，结合工程判断选择小型模块化核动力厂选址假想事故。其中，截断频率要求是参照美国NRC相关技术文件及《陆上小型压水堆核应急工作指南意见（试行）》（国核应急〔2017〕29号）中相关要求确定的。

(3) 附录C 不同热功率反应堆的流出物年排放量控制值调整方法

本次修订在附录C中给出了不同热功率反应堆的流出物年排放量控制值调整方法。该方法基于国内核动力厂已有的流出物排放量申请实践，以6.3条款规定的3000MW反应堆的流出物年排放量控制值为基准，通过功率归一化的调整因子来计算不同功率反应堆的流出物年排放量控制值。

(4) 附录D 轻水堆核动力厂典型设计基准事故类别

参照美国NRC管理导则 RG1.183 《alternative radiological source terms for evaluating design basis accidents at nuclear power reactors (Rev.1)》及《压水堆核电厂设计基准事故源项分析准则》(NB/T 20444-2017RK)，附录D给出了轻水堆核动力厂的九类典型设计基准事故及所属事故类别。

5 标准第一次征求意见及处理情况

2023年6月，生态环境部发布《关于公开征求国家标准〈核动力厂环境辐射防护规定（征求意见稿）〉意见的通知》（环办标征函〔2023〕12号）。意见征求期内共收到22个单位反馈意见共173条，主要集中在小型模块化核动力厂定义、规划限制区控制要求、

流出物排放单堆排放量控制值、场址流出物排放总量控制值、槽式排放口放射性核素活度浓度限值、流出物取样监测的排放量统计方法和放射性固体废物贮存期等方面。

2023年10月-2024年1月，生态环境部核电安全监管司多次组织对标准征求意见的研讨，采纳和部分采纳了115条意见，不采纳58条，形成《核动力厂环境辐射防护规定》（二次征求意见稿）。