

附件3

《环境影响评价技术导则 研究堆
(征求意见稿)》编制说明

生态环境部核与辐射安全中心编写组

2024年8月

目 次

1 项目背景	1
2 标准修订的必要性	2
3 标准编制的依据与原则	3
3.1 标准编制的依据	3
3.2 标准编制的原则和思路	5
3.2.1 基本原则	5
3.2.2 总体思路	5
4 导则主要技术内容	5
4.1 导则结构框架	5
4.2 导则适用范围	6
4.3 规范性引用文件	6
4.4 术语和定义	6
4.5 总则	7
4.5.1 环境影响评价主要依据	7
4.5.2 环境影响评价工作任务	7
4.5.3 环境影响评价工作程序	7
4.5.4 环境影响报告书（表）编制要求	8
4.5.5 环境影响评价等级和评价范围	9
4.5.6 环境影响评价标准	12
4.6 环境现状调查与评价	12
4.6.1 区域环境调查	12
4.6.2 环境质量现状	13
4.7 建设项目概况/工程分析	13
4.8 施工期环境影响预测与评价	14
4.9 运行期环境影响预测与评价	15
4.10 事故环境风险评价	16
4.11 流出物监测和环境监测	16
4.12 结论和建议	17
5 附录	17
6 对实施本导则的建议	19

1 项目背景

《核设施环境保护管理导则——研究堆环境影响报告书的格式与内容》(HJ/T 5.1-93)为1993年制定的环境保护行业标准之核设施环境保护管理导则,于1994年4月1日实施,至今已使用三十年。为适应研究堆的最新技术发展以及核与辐射安全和环境保护的最新要求,对该标准进行修订,以确定符合当前实际的研究堆环境影响报告书应包含的基本内容和标准格式,为研究堆的环境影响评价和审批提供技术基础。

在此基础上,为规范研究堆建设项目环境影响评价,确定评价范围、原则、内容和方法,统一技术要求,制定研究堆环境影响评价技术导则,以指导研究堆建设项目的环境影响评价工作。

2020年5月,提出《核设施环境保护管理导则——研究堆环境影响报告书的格式与内容》(HJ/T 5.1-93)标准修订立项申请。

2021年1月,签订国家生态环境标准项目任务书。

2021年2月,提出关于《核设施环境保护管理导则——研究堆环境影响报告书的格式与内容》(HJ/T 5.1-93)修订的建议。

2021年8月,收到生态环境部核电安全监管司工作任务单,要求对《核设施环境保护管理导则——研究堆环境影响报告书的格式与内容》(HJ/T 5.1-93)开展修订工作。

2021年11月9日,召开《核设施环境保护管理导则——研究堆环境影响报告书的格式与内容》(HJ/T 5.1-93)修订工作大纲专家咨询会。

2021年12月14日,召开《核设施环境保护管理导则——研究堆环境影响报告书的格式与内容》(HJ/T 5.1-93)修订初稿专家咨询会。

2022年10月18-19日,召开《环境影响评价技术导则 研究堆》征求意见稿专家咨询会。

2022年12月21日,召开《环境影响评价技术导则 研究堆》征求意见稿修订稿专家咨询会。

2023年9月26-27日,召开《环境影响评价技术导则 研究堆》关键问题专家咨询会。

2024年7月，编制完成可公开的《环境影响评价技术导则 研究堆》（征求意见稿）和编制说明。

2 标准修订的必要性

《核设施环境保护管理导则——研究堆环境影响报告书的格式与内容》（HJ/T 5.1-93）在实施的30年当中，在研究堆环境影响报告书编制的科学性和规范性方面起到了很好的指导作用，对研究堆建设项目的发展起到了积极的推动作用。

近年来，随着新型研究堆的不断涌现，国内外环境影响评价技术方法的不断更新，核与辐射安全和环境保护法规的日益完善，对研究堆的环境保护提出了更高的要求。同时，经过30多年研究堆环境影响评价工作的实践，对于研究堆环境影响评价文件格式和内容的要求逐步完善。研究堆具有类型多样、技术先进、运行灵活的特征，我国现有的几个研究堆基地已建有多座研究堆设施，后期还有长远规划，对于厂址的环境容量、环境质量现状、环境影响后评价和环境保护监督提出了更高的管理要求和技术要求。为服务经济社会发展、适应民生的需要，研究堆将继续呈现稳步发展的态势，可能面临许多新的、更为复杂的环境保护问题。现行导则从评价范围、评价内容、评价深度和技术方法上均不能完全适应新的要求，主要体现在以下几个方面：

（1）未反映最新法律法规的管理要求

现行导则的上位法《中华人民共和国环境保护法》已于2014年修订，《放射环境管理办法》已废除。《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《中华人民共和国环境影响评价法》的实施和修订，对放射性污染防治的监督管理、核设施的放射性污染防治、放射性废物管理、正常运行和事故工况下的环境影响评价等做出了新的管理规定。从法律依据层面，现行导则有必要进行修订。

（2）评价标准不完善

现行的《核设施环境保护管理导则 研究堆环境影响报告书的格式与内容》（HJ/T 5.1-93）仅要求图示给出非居住区边界，而在反应堆事故环境影响评价时，

未要求评价非居住区边界上的公众个人剂量及其可接受性。另外,已经实施的《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)、《核动力厂环境辐射防护规定》(GB6249-2011)等标准对核设施的环境影响评价标准和接受准则提出了明确的要求,而相关要求在现行导则中均未体现。从评价标准完整性方面,现行导则有必要进行修订。

(3) 评价内容不完善

《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)规定:“对与建设项目有密切关系的环境要素应全面、详细调查,给出定量的数据并作出分析或评价。对于自然环境的现状调查,可根据建设项目情况进行必要说明。充分收集和利用评价范围内各例行监测点、断面或站位的近三年环境监测资料或背景值调查资料,当现有资料不能满足要求时,应进行现场调查和测试,现状监测和观测网点应根据各环境要素环境影响评价技术导则要求布设,兼顾均布性和代表性原则。”同时,《总纲》中对环境现状调查的方法和评价内容有明确规定。现行的《核设施环境保护管理导则 研究堆环境影响报告书的格式与内容》(HJ/T 5.1-93)缺少对环境质量现状分析的规定。从内容完整性方面,现行导则有必要进行修订。

综上,为了承接我国现行有效的法规、导则和标准,充分反映已有的环境影响评价的良好实践,适应研究堆发展的要求,有必要对现行导则进行修订。

经过前期调研和专家咨询,为了更好地指导我国研究堆项目的环境影响评价工作,由修订《核设施环境保护管理导则 研究堆环境影响报告书的格式与内容》(HJ/T 5.1-93)提升为制定新的导则——《环境影响评价技术导则 研究堆》,同时将研究堆环境影响报告书的格式和内容作为新制定导则的附录之一。

3 标准编制的依据与原则

3.1 标准编制的依据

本导则编制的依据包括我国现行有效的有关环境保护和环境影响评价的主要法律、法规、规章、导则、标准等;我国现行有效的核安全法律、法规、导则等;美国核管会 NRC 发布的相关导则等。主要列举如下:

《中华人民共和国环境保护法》(2015)

《中华人民共和国环境影响评价法》（2016）
《中华人民共和国放射性污染防治法》（2003）
《建设项目环境保护管理条例》（2017）
《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）
《核电厂厂址选择安全规定》（HAF101，1991）
《核动力厂设计安全规定》（HAF102，2004）
《核动力厂运行安全规定》（HAF103，2004）
《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021）
《近岸海域环境功能区管理办法》（国家环境保护总局令第8号，1999）
《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249-2011）
《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）
《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）
《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）
《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）
《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2021）
《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）
《环境影响评价技术导则 输变电工程》（HJ 24-2014）
《近岸海域环境功能区划分技术规范》（HJ/T 82-2001）

REGULATORY GUIDE 4.2, REV. 2. PREPARATION OF ENVIRONMENTAL REPORTS FOR NUCLEAR POWER STATIONS (NRC 1976), AND ITS SUPPLEMENT 1, PREPARATION OF SUPPLEMENTAL ENVIRONMENTAL REPORTS FOR APPLICATIONS TO RENEW NUCLEAR POWER PLANT OPERATING LICENSES (NRC 1999 A)

REGULATORY GUIDE 4.7, REV. 2. GENERAL SITE SUITABILITY CRITERIA FOR NUCLEAR POWER STATIONS (NRC 1998)

NUREG-1555 STANDARD REVIEW PLANS FOR ENVIRONMENTAL REVIEWS FOR NUCLEAR POWER PLANTS (NRC 1999)

NUREG-0800 STANDARD REVIEW PLAN FOR THE REVIEW OF SAFETY ANALYSIS REPORTS FOR NUCLEAR POWER PLANTS

3.2 标准编制的原则和思路

3.2.1 基本原则

《环境影响评价技术导则 研究堆》（以下简称《导则》）在编制过程中严格遵守适用性原则，以便于在今后的研究堆建设项目环评工作中使用。重点考虑研究堆建设项目的特点、管理现状、评价重点等诸多因素，确保《导则》在研究堆建设项目环评工作中发挥广泛的指导性作用，并在报告内容、方式方法选择上进行慎重对比和考虑，尽量选取易于操作且能在一定时期内保持稳定的内容及方法，以确保《导则》在较长时间段内适应要求，便于理解和操作。

《导则》符合《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》《建设项目环境保护管理条例》，以及相关法律法规。《导则》满足《环境影响评价技术导则》（HJ 2.1、HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4、HJ 19、HJ 610、HJ/T 169）的相应要求，并与国家现行各项环境保护和环境影响评价标准以及行业规范相符合。

3.2.2 总体思路

（1）完善评价内容：以现有核与辐射安全和环境保护以及环境影响评价相关法规、标准、导则为依据，对现行导则中缺失的内容予以补充。

（2）涵盖各阶段评价重点：体现研究堆建设项目在选址、建造和运行等各阶段的环境影响特征和评价重点。

（3）强化非放要求：参照非放射性建设项目环境影响评价技术导则要求，适当加强有关非放射性污染物环境影响的描述和评价内容。

（4）重视经验反馈：总结近年来已开展的研究堆环境影响评价的实践经验，将良好经验和最新要求体现在本导则当中。

4 导则主要技术内容

4.1 导则结构框架

由于核设施环境保护管理导则系列已取消，按照中华人民共和国环境保护标准（HJ 标准）形式编写要求，编制《环境影响评价技术导则 研究堆》。

本导则以《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例

例》为主要依据，遵照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》的基本要求，结合研究堆建设项目环境影响的特征，规定研究堆建设项目环境影响评价工作的内容要点和环境影响评价文件的编制要求。该标准各章节内容为：

前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、环境现状调查与评价、建设项目概况/工程分析、施工期环境影响预测与评价、运行期环境影响预测与评价、事故环境风险评价、流出物监测和环境监测、环境影响评价结论、附录等。附录部分由 2 个规范性附录和 2 个资料性附录组成，分别为研究堆环境影响报告书的格式与内容、研究堆环境影响报告表的格式与内容、研究堆最大假想事故源项分析准则、大气弥散因子的计算。

4.2 导则适用范围

本导则规定了研究堆建设项目环境影响评价工作的基本原则、内容、方法和技术要求，以及环境影响报告书（表）的编制要求。

本导则适用于中华人民共和国境内的陆地固定式研究堆新建、改建、扩建项目和技术改造项目的环境影响评价工作。浮动式或移动式核动力平台（即调试与装料基地）的环境影响评价工作，本导则规定的一般性原则适用。陆地固定式小型反应堆核动力厂（单堆热功率 300MW 以下）的环境影响评价可参考本导则。

4.3 规范性引用文件

本导则除了引用研究堆辐射防护和环境保护方面的国家标准外，还引用了其他相关环境保护方面的技术导则标准。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本导则。

4.4 术语和定义

本章给出了适用于本导则的相关术语及定义。

“研究堆”取自《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》（2019 年部令第 8 号）中的术语和定义。

“环境保护设施”取自《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》（HJ 808-2016）中的术语和定义。

“流出物”参考《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）和《环境

影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》(HJ 808-2016)中的术语和定义。

“辐射环境影响”参考《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》(HJ 808-2016)中的术语和定义。

“非辐射环境影响”参考《环境影响评价技术导则 核电厂环境影响报告书的格式和内容》(HJ 808-2016)中的术语和定义。

4.5 总则

本章对研究堆环境影响评价的主要依据、工作任务、工作程序、报告书(表)的编制要求、环境影响评价等级和评价范围、环境影响评价标准等做了规定。

4.5.1 环境影响评价主要依据

研究堆环境影响评价的主要依据为：国家及地方生态环境保护的法律法规、政策、规划、标准以及相关的规范性技术文件。

4.5.2 环境影响评价工作任务

环境影响评价制度是我国贯彻“预防为主”方针、控制环境污染的主要制度之一，环境影响评价制度在保证建设项目选址的合理性上起到突出作用。与其他类型的建设项目一样，研究堆建设项目环境影响评价的主要目的和任务为：通过编制建设项目环境影响评价文件，分析项目选址、规模、环境影响与相关规划和生态环境管控要求的符合性，判断项目选址的环境适宜性；在工程分析和环境现状调查与评价的基础上，预测和评价建设项目在施工期、运行期的环境影响；提出预防或者减缓不利影响的生态环境保护措施；分析评价建设项目的环境可行性。

4.5.3 环境影响评价工作程序

环境影响评价工作一般分为两个阶段，即调查分析和工作方案确定阶段、环境影响报告书(表)编制阶段。

第一阶段通过开展调查分析，完成项目准入判定，确定工作方案。

首先收集和梳理建设项目涉及的生态环境保护法律法规、政策、标准、规划和规范性技术文件等，作为评价依据，应保证评价依据的时效性、真实性。

在完成评价依据梳理之后，分析判定建设项目选址、工艺路线、环境影响等与所涉及的区域规划及生态环境管控要求的相符性，判定建设项目与国家及地方有关生态环境保护法律法规、政策、标准、相关规划等要求的相符性。

在此基础上，初步识别评价的制约因素，以及应关注的重点、难点问题，确定评价因子、评价等级、评价范围、专题等。建设项目的环境影响一般包括施工期和运行期的影响，因此，应按施工期和运行期两个阶段分别进行环境影响因素识别。首先从各环境要素对环境影响因素进行识别，在环境影响因素识别和工程分析的基础上确定建设项目的具体评价因子。环境影响要素应重点关注评价范围内的环境保护目标，应按环境要素说明需要保护的目标、功能及其与评价中心的相对位置关系和环境保护要求等。

在完成第一阶段工作任务之后，第二阶段开展环境现状调查、建设项目工程分析、环境影响预测与评价，提出预防或减缓不利影响的生态环境保护措施，制定环境监测计划，完成环境影响报告书（表）的编制。

环境影响评价工作程序具体可依据 HJ 2.1、HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4、HJ 19、HJ/T 169、HJ 610、GB/T 23728、GB 11215 等的规定执行。

4.5.4 环境影响报告书（表）编制要求

《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版）中规定了“研究堆”建设项目的环境影响评价分类管理要求，研究堆建设项目依据该项规定来确定环境影响评价文件的类型。对于新建、扩建的研究堆建设项目，包括研究堆、实验堆、临界装置等，应当编制环境影响报告书。对于研究堆主生产工艺或安全重要构筑物的重大变更但源项不显著增加，以及新建、扩建的次临界装置，应当编制环境影响报告表。

环境影响报告书的主要内容一般包括：概述、环境现状调查与评价、建设项目工程分析、环境影响预测与评价、生态环境保护措施及其有效性论证、流出物排放管理和环境监测、环境影响经济损益分析、环境影响评价结论和附录附件等。

环境影响报告表的主要内容包括：区域环境质量现状和环境保护目标、项目建设内容、工艺流程及产排污环节、主要环境影响和环境保护措施等。

由于研究堆堆型和设计多样，其流出物排放途径和排放的特征核素也各不相同，因此研究堆建设项目的工程分析应体现工程设计特点和排放特征，源项计算的技术方法和相关参数选取应合理。环境现状调查应反映现状环境特征，主要环境问题应阐述清楚；影响预测方法应科学，预测结果应可信；生态环境保护措施应可行有效。

4.5.5 环境影响评价范围

根据《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016), 环境影响评价范围是指项目整体实施后可能对环境造成的影响范围, 具体根据环境要素环境影响评价技术导则的要求确定。

对于研究堆辐射环境影响评价, 需要考虑气载流出物和液态流出物两种途径对公众的影响, 辐射影响所致个人有效剂量为各途径所致剂量之和。研究堆产生的辐射环境影响主要来自气载流出物排放, 因此研究堆辐射环境影响评价的范围主要依据气载流出物影响范围来确定。原则上气态途径(通过大气扩散)和液态途径(通过水体弥散)评价范围应一致, 以方便后期对公众个人有效剂量的估算。根据以往研究堆建设项目环境影响评价的实践经验, 对于气载流出物排放口和液态流出物排放口距离较近的项目, 一般将以气载流出物排放口为中心的一定范围的圆形区域作为评价范围。对于气载流出物排放口和液态流出物排放口距离较远的项目, 比如液态流出物通过长距离管线排放的情况, 可分别以气载流出物排放口和液态流出物排放口为中心确定两个途径的评价范围。

目前对于热功率为 3000MW 的大型核动力厂建设项目, 辐射环境影响评价范围为以气载流出物排放口为中心半径 80km 的范围, 根据已有的环境影响评价结果, 流出物排放所致的最大公众个人剂量一般在 5km 范围内。

根据《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》(2019 年部令第 8 号)对研究堆的分类, I 类研究堆热功率范围 10MW~300MW, II 类研究堆热功率范围 500kW~10MW, III 类研究堆热功率小于 500kW。可见, 研究堆较少的核燃料装载量和较低的反应堆堆芯功率决定了较小的堆芯放射性物质总量, 即使发生事故, 包括严重事故工况下, 对环境和公众的影响将大大低于大型核反应堆。因此, 研究堆的辐射影响范围比大型核动力厂应更小。

统计各类研究堆正常运行工况下排放的气载流出物所致的环境影响结果如下:

(1) I 类研究堆

典型 I 类研究堆正常工况下排放的气载流出物总 β 活度约 2×10^{14} Bq, 所致地面总 β 浓度在 20km 之后的最大浓度为 2.8×10^{-3} Bq/m³, 与本底 2.03×10^{-3} Bq/m³ 在同一水平。

(2) II类研究堆

典型II类研究堆正常工况下排放的气载流出物总 β 活度约 $2 \times 10^{13} \text{Bq}$, 所致地面总 β 浓度在10km之后的最大浓度为 $9.30 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$, 与本底 $2.03 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$ 在同一水平。

(3) III类研究堆

典型III类研究堆正常工况下排放的气载流出物总 β 活度约 $2 \times 10^{12} \text{Bq}$, 所致地面总 β 浓度在5km之后的最大浓度为 $5.60 \times 10^{-4} \text{Bq/m}^3$, 与本底 $2.03 \times 10^{-3} \text{Bq/m}^3$ 在同一水平。

通过国内外已开展的研究堆环境影响评价实践经验, 基于评价范围与潜在环境影响相一致以及研究堆分类管理的原则, 并参考《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》中根据潜在危害由大到小可划分为I类、II类和III类研究堆, 确定研究堆辐射环境影响评价范围由原标准的“以反应堆为中心、半径为50km的圆形区域”调整为“以反应堆为中心、半径20km的圆形区域”。对于有多个气载流出物排放口的研究堆基地, 辐射影响评价范围应统筹考虑各排放口的分布情况, 以各排放口为中心半径20km的包络范围作为评价范围。对于液态流出物排放口远离研究堆场址的情形, 应以液态流出物排放口为中心适当扩大评价范围。对于裂变产物总量有限、潜在源项小、放射性释放后果轻的研究堆, 如III类研究堆, 评价范围可以取以反应堆为中心, 半径5km范围。如果评价范围外较近区域内有重要环境敏感点, 可适当扩大评价范围。通用的确定方法如图1所示。

研究堆辐射环境影响评价中的子区划分是以气载流出物排放口为圆心, 在评价范围内以半径为1km、2km、3km、5km、10km、20km划分为同心圆, 再将这些同心圆划分成 22.5° 扇形段, 以正北向左右各划分 11.25° 为起始段, 共分96个评价子区。

对非放射性环境要素评价, 按照建设项目特点及工程组成、所在地区的环境特征, 结合区域生态环境功能要求、环境保护目标的分布和保护要求, 确定环境影响因素和评价因子。评价因子一般包括废气(大气污染物)、废水(水污染物)、噪声、余热、固体废物等。按照相关环境要素的环境影响评价技术导则(HJ 2.2、HJ 2.3、HJ 2.4、HJ 19、HJ 610等), 确定相应环境要素的评价等级和评价范围。

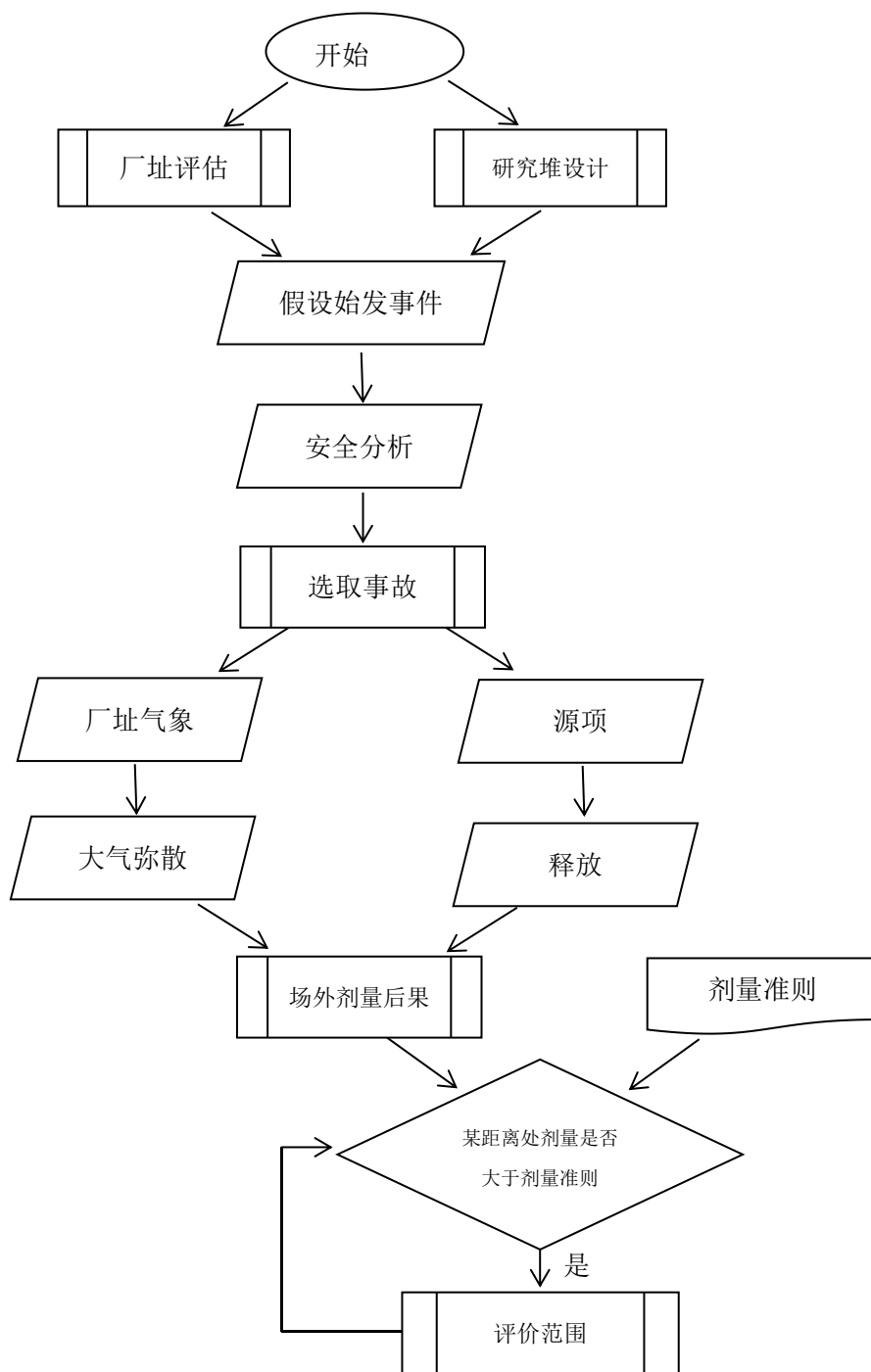


图 1 研究堆辐射环境影响评价范围确定流程图

4.5.6 环境影响评价标准

为确保在各种运行状态下，公众的辐射照射剂量低于国家规定的限值，并保持在合理可行尽量低的水平，确保事故引起的辐射照射不会对公众和环境产生不可接受的影响，需要确定建设项目在正常运行工况下和事故工况下对公众辐射影响的接受准则。

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中规定了公众个人剂量限值，并对实践中的任一特定的源提出了剂量约束的要求。因此，导则中规定公众个人剂量限值应符合 GB18871 的规定，并根据建设项目的自身特点进行最优化，提出正常运行工况下的剂量约束值。

研究堆运行状态下公众剂量约束执行 GB18871 的相关规定。单个研究堆的公众剂量约束值不低于 0.01mSv/a，研究堆所在核基地的公众剂量约束值不大于 0.25mSv/a。

事故工况下剂量控制执行 GB18871 的相关规定，或研究堆其他相关规定。

根据研究堆的设计和排放源项，还应明确流出物排放的相关控制要求，包括排放总量和活度浓度等。

为确保在各种运行状态下，各类非放射性污染物排放的浓度和总量，以及区域环境质量符合国家和地方相关标准要求，需要确定建设项目非放射性环境影响评价标准。

应根据环境影响评价范围内各环境要素的环境功能区划，确定各评价因子适用的环境质量标准；根据环境功能分区管控要求，确定污染物排放标准。

对于尚未划定环境功能区的区域，或环境分区管控要求不明确的，可由地方生态环境行政主管部门确认建设项目执行的环境质量标准和污染物排放标准。

4.6 环境现状调查与评价

4.6.1 区域环境调查

本章应提供厂址地区有关环境特性的基本资料，资料应尽可能反映出最新时期、较长时段的调查结果，并能够充分反映评价范围内的环境特征。报告中给出的基本资料，应说明资料来源。应全面调查评价范围内的环境保护目标。

区域自然环境调查包括自然资源、气候气象、水文、地形地貌等。给出环境影响预测与评价时所需的气象参数和受纳水体的相关水文参数。

社会环境调查包括人口分布、居民饮食结构等，给出环境影响预测与评价时所需的评价范围内的人口分布、居民食谱及生活习性等资料。

4.6.2 环境质量现状

辐射环境质量调查应按照 GB 6249 和 HJ 969 的要求进行，分为新建项目的辐射环境本底调查和改建、扩建项目的辐射环境现状调查。

根据建设项目排放的非放射性污染因子及影响范围进行非放射性环境质量现状调查，现状调查和评价按照 HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4、HJ 610、HJ 19 中的相关规定开展。

环境质量现状调查应说明调查的实施单位及资质、调查时间等。详细说明调查和监测方案，给出各项监测结果并进行分析，对于异常数据应进行原因分析。对于改建、扩建项目或在已有厂址上建设的新建项目，其监测结果要与建厂前的环境本底值以及现有厂址近三年的日常监测结果进行比较分析。

关于气象参数，参考《环境影响评价技术导则 大气环境》中 5.5 节评价基准年筛选中的规定：“依据评价所需环境空气质量现状、气象资料等数据的可获得性、数据质量、代表性等因素，选择近 3 年中数据相对完整的 1 个日历年作为评价基准年。”同时参考 REGULATORY GUIDE 1.23 METEOROLOGICAL MONITORING PROGRAMS FOR NUCLEAR POWER PLANTS 中对气象数据年限的相关要求：“对于建造许可证申请，需要代表性的连续 12 个月的数据；对于运行许可证申请，需要代表性的连续 24 个月的数据，包括最近 1 年；对于早期厂址许可申请或联合许可证申请，需要自申请之日起不超过 10 年期间的连续 24 个月的数据，这些数据是经得起推敲的、具有代表性和完整性。但最好是 3 年或以上的数据。

根据以上相关规定，结合已有实践经验，考虑到气象数据的代表性，本导则选取近三年内连续两年的代表性气象站的数据，如无厂址实测数据，还应对所选取的气象站的代表性进行说明。

4.7 建设项目概况/工程分析

在研究堆建设项目环境影响评价工作中，工程分析为环境影响预测计算和评价提供主要污染源、污染因子及其排放特征、污染物排放量等评价参数，是后续环境影响评价的主要依据，从而为项目建设的正确决策提供科学依据。因此，工

程分析要根据不同建设项目的工程特征和建设地区的环境特征,抓住其对环境可能产生较大不利影响的环境因素进行全面深入分析,以保证评价结论的正确性。

本导则要求工程分析章节包括工程组成及总平面布置、三废处理系统、源项、流出物排放系统和排放量、废物最小化等基本内容,并对改建、扩建项目的专有内容进行说明。

应提供放射性废气和废液的初始活度、通风量和废水量,以及处理工艺,说明去污因子的依据。应论证建设项目的废气和废液处理系统的处理效能,如何达到处理目标。

放射性废气处理方法一般包括通过延迟床或衰变箱进行衰变、过滤等,放射性废液处理方法一般包括过滤、蒸发、离子交换等。根据处理需要,可采用多级处理的方式,如串联的碘吸附器和高效过滤器等,应通过试验或工程实践论证其去污因子的合理性。

排放系统包括气载流出物排放系统和液态流出物排放系统。对于液态流出物需经长距离管线排放的建设项目,液态流出物排放应考虑最优路径方案,遵循合理可行尽量低的液态流出物活度浓度控制要求。液态流出物排放管线设置原则上应尽量避免沿途涉及过多的地下水保护目标。气载流出物和液态流出物均应实现可控排放。

放射性固体废物的管理和处理工艺可参考 HAD 401-2016-08 的相关规定,需满足放射性固体废物最小化的要求。

4.8 施工期环境影响预测与评价

研究堆建设项目施工期的环境影响因素主要包括扬尘、噪声、废水、弃土弃渣、植被破坏、水土流失等,应对其可能产生的影响范围、影响程度进行分析,说明拟采取的环境保护措施以及达到的效果。

大气和噪声环境影响,一般按照开山造地、土石方开挖、土建施工、设备安装调试等工程建设时段,根据大气污染物无组织排放源(扬尘、车辆尾气等)以及噪声源,预测评价建筑施工对场界和周围环境保护目标的影响。

大气环境影响根据所执行的大气污染物排放标准和环境空气质量标准,评价厂界大气污染物排放的达标情况和周围居民点等保护目标的大气环境质量达标情况。

噪声环境影响根据所执行的噪声排放标准和声环境质量标准，评价厂界噪声排放的达标情况和周围居民点等保护目标的声环境质量达标情况。

施工期产生的水污染物主要是施工生产废水和生活污水。根据所执行的污水排放标准，必须做到达标排放，并尽量回用，回用须符合相应的回用标准。对于施工初期污水处理设施尚未建成的情况，应采用收集外运处理等方式，实现对生产废水和生活污水的控制。

施工期的固体废物包括建筑垃圾和生活垃圾，建筑垃圾应做到分类收集，尽量回收利用，不能二次利用的建筑垃圾和生活垃圾应分类收集暂存，并由有资质单位进行处理处置。

对于施工期产生的危险废物，应严格管理，按照相关的法规标准，做好危险废物的收集、暂存、处理处置。

在施工开始前，应制定行之有效的施工期环境监测方案，包括污染物排放和周围环境监测两方面。监测方案一般包括监测点位布设、监测因子、监测频次等内容。在施工开始后，立即开展监测工作。施工期间应采取有效的污染防治措施，防止施工产生的各类污染物对周围环境产生影响。

4.9 运行期环境影响预测与评价

运行期的环境影响包括辐射环境和非放射性污染物的环境影响预测与评价。对于辐射环境影响预测与评价，重点关注大气、地表水和地下水环境，应根据建设项目的具体特点进行预测与评价。

辐射环境影响预测与评价应说明对公众产生照射的途径，提供预测与评价的计算模式和参数。给出各年龄组个人有效剂量计算结果，确定关键居民组、关键核素和关键照射途径。根据公众剂量约束值，评价项目对周围公众辐射影响的可接受性。

增加了非人类物种的辐射剂量。根据实践经验，研究堆项目的散热系统一般有水循环冷却和冷却塔冷却两种方式，因此增加了散热系统的环境影响，主要评价温排水引起的温升与水环境质量标准的相符性，以及冷却塔产生的雾羽、飘滴对环境的影响。

按照 HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4、HJ 610、HJ 19 等相关导则，预测与评价建设项目运行期间非放污染物的排放对大气、水、声和生态环境的影响。

4.10 事故环境风险评价

事故环境风险评价中考虑的放射性事故包括最大假想事故、设计基准事故和可能的严重事故，以及放射性物质场内运输事故，考虑的非放射性事故包括危险化学品等其他事故。

最大假想事故（Maximum hypothetical accident, MHA），是基于研究堆概率论、确定论及工程判断等分析，在一定可能性区间内发生的事故中，构建的对环境危害最严重的事故。最大假想事故的事故后果（以周围公众受到的辐射量衡量）超过研究堆寿期内任何确有可能发生的事故。

最大假想事故后果评价作为确定研究堆建设项目非居住区范围的依据。对于可能发生堆芯损伤的研究堆，参考核动力厂选址假想事故的分析方法，最大假想事故采用全堆芯熔化，包容体完好的假想事故。对于确定论方法分析不发生堆芯损伤、概率论方法分析发生堆芯损伤频率极低的研究堆，也可以采用概率论、确定论方法，结合工程判断确定研究堆的最大假想事故。最大假想事故源项分析准则在附录 C 中具体给出。

设计基准事故具体根据反应堆、实验装置、放射性热室等设施的始发事件进行分类，取各类事故中放射性后果最大的事故作为这一类设计基准事故的代表进行评价。

对于可能有放射性释放的研究堆、实验堆的设计扩展工况，还应对其严重事故的环境影响进行评价。

4.11 流出物监测和环境监测

根据排放口的设置及其排放源项、相关法规标准要求等确定流出物在线监测设计和取样监测方案，再根据流出物监测方案确定流出物监测设施的建设方案，提出流出物监测方面的评价要求、格式与内容。

根据排放口的设置、排放源项、环境特征、辐射环境影响评估结果、相关法规标准要求等确定辐射环境监测方案，再根据辐射环境监测方案确定环境监测设施建设和配置方案，提出辐射环境监测方面的评价要求、格式与内容。

参照非放射性建设项目环境监测要求，提出非放射性污染物排放监测、热影响监测、噪声监测等方面的评价要求、格式与内容。

4.12 结论和建议

研究堆建设项目环境影响评价的结论一般应包括建设项目的基本情况、环境质量现状、三废产生及处理措施、流出物排放源项、环境保护措施、正常运行和事故工况下环境影响评价结论、环境管理与监测计划等内容，在概括反映环境影响评价结论的基础上，结合环境质量和公众影响可接受的目标要求，明确给出建设项目环境影响可行性结论。

对存在重大环境制约因素、环境影响不可接受或环境风险不可控、环境保护措施经济技术不满足长期稳定达标及生态环境保护要求、区域环境问题突出且整治计划不落实或不能满足环境质量改善目标的建设项目，应提出环境影响不可行的结论。

通过环境影响评价，如果建设项目在环境保护方面还存在一些问题，评价单位应提出相应的建议。

如果建设项目现阶段在环保方面存在未解决的问题，项目实施单位应说明存在的问题及其原因，对拟采取的措施做出承诺。

5 附录

本导则提供了 2 个规范性附录，分别为附录 A 研究堆环境影响报告书的格式与内容，附录 B 研究堆环境影响报告表的格式与内容。

附录 A 对研究堆建设项目环境影响报告书的格式与内容进行了总体设置，并给出了环境影响报告书的封面格式。

附录 B 参照《建设项目环境影响报告表的格式与内容》，并结合研究堆建设项目特点制定了研究堆建设项目环境影响报告表的格式与内容，并给出了环境影响报告表的封面格式。

本导则提供了 2 个资料性附录，分别为附录 C 研究堆最大假想事故源项分析准则，附录 D 大气弥散因子的计算。

附录 C 研究堆最大假想事故源项分析准则

研究堆最大假想事故源项分析准则中给出了最大假想事故的定义、确定原则、剂量接受标准、事故源项确定方法和基本假设。

研究堆最大假想事故有两个确定原则,可结合研究堆的设计特点和事故分析,根据其中一个原则来确定最大假想事故。必须对研究堆的设计基准事故和预计发生频率 $>1.0E-7$ /堆·年的事件序列进行分析,确定放射性物质的释放,并从中选取保守的包络性的源项作为研究堆最大假想事故。在分析过程中,应仔细分析模型的合理性,当对放射性物质释放计值的了解还不够清楚,或者相应的数据资料还不够充分时,则必须考虑适当的保守性。

最大假想事故剂量接受标准,根据《电离辐射防护与辐射源安全基本准则》(GB18871-2002)中的通用优化干预水平确定,对于研究堆所有设计基准事故和预计发生频率 $>1.0E-7$ /堆·年的事故序列,场外个人可能受到的有效剂量和甲状腺当量剂量分别低于隐蔽和碘防护的干预水平。

最大假想事故确定方法有导则推荐方法、机理源项方法,以及结合这两个方法的综合分析方法,可根据研究堆特点及其设计成熟性选择合适的方法进行事故源项分析。

最大假想事故源项分析基本假设中给出了事故源项计算中主要采用的假设和参数,包括:堆芯积存量、事故释放时间、堆芯释放份额、放射性核素释放组成和化学形态、放射性核素的去除机制、向环境释放途径的考虑。

附录 D 大气弥散因子的计算方法

对于正常运行期间大气弥散因子的计算,参考美国 REGULATORY GUIDE 1.111:1977 Methods for estimating atmospheric transport and dispersion for gaseous effluent in routine releases from light water cooled reactors 以及核电厂厂址选择的大气弥散问题(HAD101/02)。对于事故工况下大气弥散因子的计算,参考美国 REGULATORY GUIDE 1.145:1982 Atmospheric dispersion models for potential accident consequence assessment at nuclear power plants.

除了目前常用的计算方法,本导则参考美国 2023 年 8 月发布的 REGULATORY GUIDE 1.249: 2023 Use of Arcon methodology for calculation of accident-related offsite atmospheric dispersion factors,增加了一种基于 Arcon 模型的短期弥散因子的计算方法,适用于可能释放放射性物质的建筑物边缘 10m 之外、1200m 范围内非居住区边界大气弥散因子的计算。因假定的适用距离有限,建议采用地面释放。如使用高架(烟囱)和通风孔释放模型应进行论证。1980

年代中期，NRC 工作人员确定了设计基准事故（DBA）的大气弥散模拟指南，包括 RG 1.145 和 PAVAN 程序，该方法在建筑物附近的小风情况下明显地高估了空气浓度，因此 NRC 开展了一系列研究，最终建立了 ARCON96 模型。ARCON 模型基于 7 个反应堆厂址进行的现场测量。现场测量的下风向距离从建筑物的上部和邻近位置直到 1200m 的距离。获得一组经修订的扩散系数，对低风速和建筑物尾流进行了修正，通过减少浓度的高估而又无明显低估，提高了模式性能。ARCON96 程序作为确定大气相对浓度的方法，用于主控室的设计基准放射性可居留性的评估。ARCON 程序是为模拟用于主控室可居留性剂量评价的典型建筑物附近的(X/Q)值而开发的，用于计算相对较近的EAB和LPZ的(X/Q)值。ARCON 弥散算法的建立是基于 1200m 范围内进行的现场测量。因此，本方法适用于距可能释放放射性物质的建筑物边缘 10m 之外，不超过 1200m 范围的非居住区边界短期弥散因子的计算。

6 对实施本导则的建议

本导则主要适用于陆地固定式研究堆建设项目环境影响评价，浮动式或移动式核动力平台以及单堆热功率 300MW 以下的陆地固定式小型反应堆核动力厂环境影响评价可参照执行。本标准不适用于研究堆退役项目的环境影响评价工作。

研究堆类型多样、设计差异化大、运行模式复杂，比如辐照考验回路、热室等建设项目与常规的反应堆建设项目差异较大。本导则给出了研究堆建设项目环境影响评价工作的一般性原则、内容、方法和技术要求，在针对具体项目时，应根据项目的特点，对相关的流出物排放源项、核素在环境中的衰变和弥散特征、以及环境影响特征给予详细描述，反映建设项目的环境影响特性。

目前我国研究堆建设项目多位于个别研究堆基地，且均为内陆厂址，考虑到后续建设项目可能位于新厂址或位于滨海，为保证导则规定内容的全面性和长期适用性，本导则包含了厂址适宜性（如建设项目与相关规划的相符性等）和海洋环境特征和影响相关的内容。同时，出于内容完整性考虑，本导则按照功率最大的 I 类研究堆，规定了环境影响评价的相关内容，内容更为全面，功率很小的 III 类研究堆和临界装置等可能不涉及导则中的部分内容。因此，在开展具体项目环

境影响评价时，可根据项目的实际情况对本导则中规定的相关内容做简化处理。

研究堆建设项目环境影响报告书报批时还应按相关规定提供必要的支撑文件和资料。