

核安全法规
技术文件

NNSA-HAJ-0001-2026

磁约束聚变装置生态环境影响评价工作指南

国家核安全局

前 言

国家核安全局历来高度重视并大力推进核与辐射安全法规的制修订工作。核与辐射安全法规体系包括法律、行政法规、部门规章、规范性文件和参考性文件。具有一定法规属性的技术指南类文件作为国家核安全局核与辐射安全监管的指导性文件，一般是借鉴国外经验和我国实践而编制。

为贯彻落实《中华人民共和国生态环境法典》《中华人民共和国原子能法》关于聚变装置的监管要求，健全聚变装置辐射安全监管法规工作指南体系，规范和指导聚变装置生态环境影响评价工作，制定本技术文件。

本技术文件参考国内外相关法规标准，结合聚变装置建设、运行特点和环境影响特征，给出了生态环境影响评价的评价因子和评价范围，提出了确定评价标准的基本原则，规范了评价内容和方法。

本技术文件可供我国磁约束聚变装置营运单位、设计单位及环境影响评价文件编制单位有关人员开展生态环境影响评价工作时参考使用。

本技术文件编制单位是生态环境部核与辐射安全中心。

目 录

一、目的	5
二、适用范围	5
三、术语和定义	5
四、生态环境影响评价因子及评价范围	6
五、评价标准	6
六、评价内容	7
6.1 场址适宜性	7
6.2 源项分析	7
6.3 辐射安全与防护措施	7
6.4 运行期环境影响预测与评价	8
6.5 事故环境风险分析	8
6.6 辐射与环境监测	8

磁约束聚变装置生态环境影响评价工作指南

一、目的

为适应当前国内聚变行业发展需要，进一步指导磁约束聚变装置生态环境影响评价工作，根据有关行政法规、部门规章以及生态环境部（国家核安全局）的有关规定，制定本工作指南。

二、适用范围

本工作指南适用于磁约束类型的等离子体物理实验装置和氦氖聚变实验装置（包括氦增殖建设项目等）的生态环境影响评价。

非磁约束类型（如惯性约束、磁惯性约束）的等离子体物理实验装置和氦氖聚变实验装置可参照执行。

三、术语和定义

氦氖实验：氦氖按一定比例混合在聚变装置中开展聚变等离子体运行的实验。

聚变燃料循环系统：从等离子体排气流中提取聚变燃料（如氦、氖等）并将其重新注入等离子体，或从氦增殖包层中提取聚变燃料的系统。同时，处理废物中的含氦物质。通常分为内循环和外循环，其中，内循环为“等离子体-抽气与氦处理-注入等离子体”，外循环为“氦增殖包层产氦-提取-接入氦处理与存储系统”。

氦工厂：从聚变装置的燃料系统及其他含氦材料中收集、储存、循环利用、提取及净化氦的设施。

涉氚辅助系统：为支持主工艺系统（如聚变装置的真空室、氚工厂）而专门用于处理、监测、控制或安全包容氚的系统。

四、生态环境影响评价因子及评价范围

等离子体物理实验装置的主要评价因子包括 X/γ 射线、中子和感生放射性等。等离子体物理实验装置的辐射生态环境影响评价，根据装置相关参数和聚变装置分类，确定生态环境影响评价文件的类型及评价范围。

氚氘聚变实验装置的主要评价因子除 X/γ 射线、中子和感生放射性等外，还包括氚及其化合物、磁感应强度、电场强度、含铍和铅及其化合物的粉尘。氚氘聚变实验装置按照氚存量、氚投料量、周边环境特征及可能潜在影响等确定辐射生态环境影响评价范围。

其他环境要素分别按照相关生态环境影响评价技术导则确定评价范围。

五、评价标准

聚变装置及相关设施辐射影响应满足 GB 18871 中职业照射和公众照射的相关要求。应当严格控制聚变装置的辐射照射，确保辐射照射保持在合理、可行和尽可能低的水平。

应限制多设施场址对公众造成的辐射影响。事故工况下公众的辐射防护要求应满足 GB 18871 的相关规定。

应通过优化设计，尽量减少氚氘聚变实验装置流出物中氚的排放量。

其他污染物的排放控制，应当执行相应的国家和地方污染物排放标准。

六、评价内容

6.1 场址适宜性

结合自然环境、社会经济状况和环境质量现状对场址适宜性进行说明和评价。分析建设项目与所在地生态环境分区管控要求、生态保护红线、环境功能区划、生态功能区划、水功能区划和土地利用规划及相关生态环境保护法律法规政策、生态环境保护规划的符合性，判定所选场址的适宜性，并对场址工程设计提出环境保护方面的要求，给出结论或提出优化调整建议。

6.2 源项分析

等离子体物理实验装置应分析放射性源项，包括中子辐射、X/ γ 辐射、感生放射性、流出物以及辐射所致有害气体等。

氦氘聚变实验装置应重点分析氦包容、氦处理系统（包括氦回收利用系统）设计及相应部件质量保证情况、通风设计、氦防护、中子辐射防护、活化材料的防护等情况。根据氦氘聚变实验装置运行方式和燃料使用方式，明确主机系统、聚变燃料循环系统（氦工厂）、涉氦辅助系统等氦投料量、去除机理和迁移过程。

装置运行过程中涉及其他污染（如铍、铅和钨等）的排放，应分析其来源、转移途径和流向。

6.3 辐射安全与防护措施

等离子体物理实验装置应分析中子辐射屏蔽及 γ 射线防护的有效性。氦氘聚变实验装置还应重点分析氦防护措施（如多级防护屏障和除氦系统等）的可靠性和有效性。分析涉氦系统（如主机系统、聚变燃料循环系统和涉氦辅助系统等）气流组织的合理性，确保将

放射性物质向涉及人员活动的操作区及环境的泄漏减至最小。

根据分析的辐射照射途径、场所屏蔽和辐射防护情况，估算装置辐射工作场所及周围主要关注点的辐射水平，估算辐射工作人员和场所周围关注点处人员所受最大年有效剂量。

6.4 运行期环境影响预测与评价

结合自然环境特点和气象条件，选用合适的大气弥散模式和环境转移参数，估算运行期间流出物排放途径造成的各年龄组个人有效剂量。

其他环境要素分别按照相关生态环境影响评价技术导则开展评价。

6.5 事故环境风险分析

等离子体物理实验装置可定性分析说明环境风险。氘氚聚变实验装置根据事故分析的结果合理确定事故的情景和源项，预测事故的环境风险。

6.6 辐射与环境监测

对于氘氚聚变实验装置，应根据装置的特点和源项分析情况制定辐射监测和环境监测方案。等离子体物理实验装置的辐射监测和环境监测方案可适当简化。

辐射与环境监测包括工作场所、个人剂量、流出物和辐射环境等监测，其中工作场所涉及大量气态和挥发性放射性物质（如氚及其化合物等）的，应进行常规内照射个人监测。