

附件 3

《核设施退役安全评价（征求意见稿）》编制说明

一、起草背景

核设施从选址、设计、建造、运行、安全关闭、退役，历经一个完整的生命周期。退役是核设施生命周期的终点，是全寿期管理的一个重要环节，也是涉及放射性废物管理和环境保护的一项重要活动。

我国核工业事业经过半个多世纪的发展，早期建造的核设施（包括各类反应堆，如核电厂、生产堆、研究堆等，核燃料循环设施以及放射性废物处理设施等），已完成或即将完成其历史使命，即将面临退役。其中少数正在进行退役或已基本完成退役。但是，整体而言我国核设施退役还处在起步阶段，核设施退役安全监管方面的法规、标准还不健全。

国际原子能机构（IAEA）于 2008 年发布了核安全导则 WS-G-5.2 《使用放射性材料设施退役的安全评价》，指导各成员国开展核设施退役安全评价。经过多年的实践和应用，该导则得到了广泛认可。

截至 2017 年底，全世界共有 110 多座核电厂、48 座实验堆或原型堆、250 多座研究堆以及一些核燃料循环设施停闭，其中 17 座核电厂已经完成退役。美国作为世界核大国之一，也是核设施退役领域的大国，是世界上完成核设施退役数量最多的国家，在核设施退役领域积累了丰富的经验。据不完全统计，截至 2017 年，美国共完

成了 7 座核反应堆退役。另外，共有 20 座核电厂和示范堆、4 座研究堆和试验堆、13 座复杂材料厂址、11 座铀回收设施以及 3 座核燃料循环设施正在实施退役。在核安全监管方面，美国也建立了健全的监管体系，分为五个层次，即国家法律、联邦法规、管理导则、技术文件以及核电标准与规范。2002 年，美国核管会（NRC）出版了技术文件《Consolidated Decommissioning Guidance (NUREG-1757)》，共分为三卷，第一卷是《Decommissioning Process for Materials Licensees》；第二卷是《Characterization, Survey, and Determination of Radiological Criteria》；第三卷是《Financial Assurance, Recordkeeping, and Timeliness》。其中第一卷提供了有关设施描述、退役计划、退役活动、退役项目管理和质量保证等方面的指导意见；第二卷提供了核设施特性调查、场址终态调查、剂量评估等方面的指导意见；第三卷提供了退役经费保证、文档记录和工程进度方面的要求。

为了完善我国核设施退役安全监管的法规，使我国核设施退役安全评价达到标准化、规范化，制定核设施退役安全评价的技术导则具有十分重要的意义。

二、起草原则

（一）借鉴国际经验，以 IAEA 导则 WS-G-5.2（以下简称 IAEA 导则）为蓝本，编制导则《核设施退役安全评价》，为核设施退役安全评价提供指导。IAEA 总结国际范围内的退役实践和相关研究成果，在其导则中对核设施退役安全评价的核心内容进行了原则性规定，具有重要参考价值。本导则内容基本反映了 IAEA 导则的原意。

(二) 从我国核设施退役安全监管实际需求出发, 对 IAEA 导则中的规定进行梳理, 删除不适用的部分, 补充完善相关内容, 以提高我国导则的实用性。IAEA 导则考虑了不同国家的不同实践情况, 提出了普遍适用的原则性要求, 同时建议各成员国应根据本国实际情况提出适用的要求。指导核设施退役安全评价是本导则的根本目的, 在导则编写过程中始终以提高实用性为出发点, 对 IAEA 导则的内容进行了梳理完善, 删除了不适用于我国情况的内容。

三、 起草过程

2017 年, 环境保护部委托中国原子能科学研究院依据 IAEA 相关导则编制适用于我国的导则《核设施退役安全评价》。中国原子能科学研究院成立了起草组, 并开展了大量工作, 起草了导则草稿。

针对导则草稿, 召开了专家咨询会, 起草组依据专家意见对导则进行了修改, 并经过反复研究、协商, 形成征求意见稿。

四、 需要说明的内容

本导则共分为五章, 即“引言”、“目标和责任”、“安全评价、安全分析、环境影响评价和独立审核”、“总则”和“安全评价”, 同时保留了 IAEA 导则中具有实用性的附录。删除了 IAEA 导则中“引言”、“安全评价的目标”、“安全评价的监管及审查”和“利益相关方的参与”四章, 以及“术语和定义”。在导则中增加了“安全评价、安全分析、环境影响评价和独立审核”章节及两个附录, 即“美国退役核设施分组策略示例”和“核设施退役安全分析报告的格式及内容要求示例”。

(一) 引言

本导则参考 IAEA 导则编制，IAEA 导则“引言”中，包括了导则编制背景、结构等内容，鉴于我国导则编制体例的要求，本导则中未包含这些内容。

制定本导则的目的是为核设施退役的营运单位选择退役策略、制定退役计划和方案而开展的安全评价提供建议和指导，保证退役计划和方案满足我国法律法规标准的要求；同时也为监管部门进行核安全审评和监督管理提供参考。

关于导则的适用范围，IAEA 导则适用于所有类型的设施。考虑到不同类型的核设施复杂程度、源项、废物类型和数量、实施周期及退役终态等差别巨大，退役的技术难度也存在很大的差别，安全分析和评价的复杂程度也存在巨大的差异。因此，将本导则的适用范围缩小，即适用于核动力厂、研究堆、核燃料循环设施和放射性废物处理设施的安全评价。本导则的适用范围不包括放射性废物处置设施、铀的开采与加工设施以及尾矿处理设施的退役，以及由于事故或活动导致污染的场址的补救活动。本导则也不包括退役过程中物料的场外运输。

(二) 目标 and 责任

IAEA 导则第二章为“安全评价的目标”，对开展退役安全评价的目标进行了概述。起草组认为，还应明确进行安全评价的责任主体。因此，本导则除了保留安全评价的目标外，还在本章增加了“责任”一节，并将本章的标题改为“目标和责任”。

(三) 安全评价、安全分析、环境影响评价和独立审核

IAEA 导则中没有本章节。但是，起草组经过研究，认为明确安

全评价、安全分析、环境影响评价之间的关系对今后开展退役安全评价十分重要，因此增加本章节。

IAEA 导则中提出了“独立审核”的要求。“独立审核”是指核设施退役的营运单位在完成安全评价后，将安全分析报告提交国家核安全监督管理部门审查之前，由营运单位组织没有参与安全评价的人员对安全评价的内容进行独立审核，以确定安全评价的内容和结果符合国家法规及标准的要求，从而提高安全评价结果的可靠性。

“独立审核”对提高退役安全评价结果的可靠性是有意义的，因此在导则中保留此项内容。

（四）总则

IAEA 导则此章共分为 11 个小节，包括：1) 分级方法；2) 退役过程中的危害；3) 纵深防御；4) 安全功能；5) 辐射防护最优化和废物最小化；6) 长期安全；7) 工程分析；8) 废物管理；9) 不确定性；10) 管理系统；11) 退役人员配备及培训。本导则中此章节的内容与 IAEA 导则基本一致，但有以下几点，需进行说明：

（1）关于分级方法。在 IAEA 导则中，分级方法是进行核设施退役安全评价的重要概念之一，但是在导则中没有详细阐述分级方法的概念和内容。在 IAEA 另一个安全导则 SSG-22 《分级方法在研究堆安全要求中的应用》（Use of Graded Approach in the Application of the Safety Requirements for Research Reactors）中，给出了分级方法的中心思想，即是与法规要求、核设施复杂程度、源项复杂程度相匹配的一种分析过程，它贯穿退役安全评价的全过程。采用分级方法的目的是使进行安全评价的人员关注点集中

在最重要的安全方面的问题，优化资源，提高效率。

(2) 关于退役核设施分组策略。美国联邦法规依据退役核设施类型、残留放射性核素种类及活度、场址污染范围及程度等因素的差异性，将退役核设施划分为 7 组。参加退役安全评价的人员可根据场址及设施特性调查结果对应不同的组，并根据不同组的要求开展安全评价。为了明确分组策略的概念，起草组将美国退役核设施分组策略的概念和方法列在附录中，供技术人员参考。

(3) 对于退役过程中的危害，IAEA 导则第 1.13 节中指出，根据国家法规要求，应将对于工作人员、公众和环境的非放射性危害作为退役安全评价的一部分进行说明。但是，非放射性危害对人体健康和环境的具体安全影响及适当的防护不在本导则的讨论范围内。当提到非放射性危害时，要么是为了起到说明的目的，要么是由于它们可能会影响放射性安全评价。在第 3.5 节中也指出，本导则中概述的分级方法只涉及放射性方面。然而，营运单位还应该考虑可能导致安全评估升级的非放射性危害。在分级方法中考虑非放射性危害超出了本导则的范围。对此，经过研究讨论后认为，核设施退役工程中除了会面临辐射危害外，工程实施过程中的非放射性危害（一般工业危害）种类多，且有的非放射性危害还可能引起放射性后果，非放射性危害的评价在退役工程中也十分重要。因此，本导则在安全评价的过程中考虑了可能导致较严重后果的非放射性危害（一般工业危害）。

(4) IAEA 导则中关于“长期安全”的章节，并没有给出“长期”的具体时间范围。起草组调研了美国 NRC 的技术文件 NUREG-1757，

该文件明确要求“第4至第7组核设施退役完成后，应计算场址（或建筑物）残留的放射性对关键人群组的照射剂量，确定退役完成时刻之后1000年期间的最高照射剂量”，这个原则是考虑了残留的铀系 α 长寿命核素对环境的影响。虽然目前我国核设施退役监管法规标准中并没有此要求，但是编写组认为借鉴美国的经验，将“长期”定为1000年是合适的。

（5）对于退役后场址的剂量限值，IAEA导则第3.21节中提出：“如果没有无限制使用的国家或场址的解控标准，安全评价应表明，一旦该场址退役终态是达到无限制使用，关键组成员的潜在有效剂量将小于0.3mSv/a，并且经过优化。”在第3.22节中提出：“如果场址退役终态为有限制开放，安全评价应证明，在有剂量限制措施的情况下，关键组成员的潜在有效剂量将小于0.3mSv/a，并经过优化。”此外，安全评价应表明，即使发生剂量限制措施失效的情况，关键组成员的潜在有效剂量也不会超过1mSv/a。对此，经调研我国现行的法律法规标准并经过讨论后认为，我国现行的法律法规标准中对退役场址有限制使用和无限限制使用的场址终态剂量限值均未明确具体数值，本导则中无法给出该剂量限值，因此，本导则此部分统一描述为“退役场址终态残留的放射性对关键人群组造成的年有效剂量不会超过相关法规标准规定的剂量限值”。

（五）安全评价

“安全评价”章节为导则的核心部分。本导则“安全评价”章节的内容与IAEA导则基本一致。不同之处是本导则增加了5.9节“质量保证”，与本导则第四章的4.10节“质量保证”对应。

(六) 附录

IAEA 导则包含两个附录，分别是“危害和初始事件清单示例”和“通用的监管审查方法示例”。起草组认为，IAEA 在经过研究、分析汇总众多国家核设施退役工程经验的基础上，总结出的核设施退役危害和初始事件清单，基本能够覆盖各类核设施退役可能面临的危害和初始事件，对从事安全评价的技术人员具有参考价值，应保留。“通用的监管审查方法示例”与本导则的编制目的不符，因此删除。

起草组编制本导则的过程中，调研了美国核设施退役的安全导则等有关技术文件，通过研究，认为美国将核设施退役进行分组的策略科学合理，与 IAEA 导则中的分级方法类似，因此将美国退役核设施分组策略作为附录供技术人员参考。

核设施退役安全分析报告是安全评价的成果体现，我国目前还没有针对核设施退役安全分析报告的标准格式及要求。起草组经过研究认为在本导则中提出核设施退役安全分析报告的格式及要求十分必要。经过调研比较美国、IAEA、欧盟等国家的相关资料，认为美国的核设施退役安全分析报告的格式更具实用性，因此将其作为附录供技术人员参考。

(七) 其他

IAEA 导则中关于“安全评价的监管及审查”和“利益相关方的参与”的章节与我国导则编制体例不符，故本导则中未包含此部分内容。