

Comparative Analysis and Discussion on the Standard of Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material

Guohua Qiu¹, Jinfeng Li²

¹Department of Safety and Quality, CNNC EVERCLEAN Environmental Technology Engineering Co. Ltd., Beijing

²Department of Radiation Safety, China Institute of Atomic Energy, Beijing

Email: nanqiuguohua@163.com, lijinfeng0514@126.com

Received: Mar. 31th, 2017; accepted: Apr. 14th, 2017; published: Apr. 24th, 2017

Abstract

The Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material (WS-G-5.2) was published by IAEA in 2009, which provides recommendations and guidance for the development and review of safety assessments for decommissioning activities. Based on the comparison of standards of safety assessment for the decommissioning of facilities using radioactive material in IAEA and China, this paper analyzed the current situation and problems about the standards of safety assessment for the decommissioning of facilities in China, proposed corresponding suggestions for improvement, in order to promote the formulation and implementation of standards of safety assessment for the decommissioning of facilities in China.

Keywords

Radioactive Material, Facility, Decommissioning, Safety Assessment, Standard

使用放射性物质设施退役安全评价国内外标准对比分析与讨论

邱国华¹, 李金凤²

¹中核清原环境技术工程有限责任公司安全质量部, 北京

²中国原子能科学研究院辐射安全研究所, 北京

Email: nanqiuguohua@163.com, lijinfeng0514@126.com

收稿日期: 2017年3月31日; 录用日期: 2017年4月14日; 发布日期: 2017年4月24日

摘要

2009年IAEA颁布了安全导则《使用放射性物质设施退役安全评价》(WS-G-5.2), 为退役活动安全评价的开发和审查提供建议和指导。本文在对IAEA与国内使用放射性物质设施退役安全评价相关标准进行比较分析的基础上, 针对我国设施退役安全评价标准的现状及存在的问题, 提出了相应的改进建议, 以推动我国设施退役安全评价标准的制定与实施。

关键词

放射性物质, 设施, 退役, 安全评价, 标准

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在世界范围内有大量正在进行退役或计划近期退役的使用放射性物质的设施, 包括核电站、研究堆、核燃料循环设施、医疗设施与研究设施。如何对这些设施的退役进行充分地计划与评价, 以证明退役活动能够安全进行, 是国际上普遍关注的重要问题。2009年, IAEA 颁布了安全导则《使用放射性物质设施退役安全评价》(WS-G-5.2) [1], 为退役活动安全评价的开发和审查提供建议和指导, 也是对 IAEA 安全要求—使用放射性物质设施的退役(WS-R-5) [2]的支持。在退役全过程中, 安全评价应当使用系统方法来证明其符合退役安全要求与准则, 包括物质释放量、建筑物和场址的监管控制。此外, 安全评价应有助于确保相关方对退役安全有信心。安全评价由营运者开发完成后, 应当由监管机构审查以确保其符合相关安全要求和准则。

2. 设施退役安全评价导则简介

2.1. 目标与范围

安全导则《使用放射性物质设施退役安全评价》(WS-G-5.2)的目标是为退役活动安全评价的开发和审查提供建议, 为退役安全评价审查、监管框架提供指导。此外, 导则意在协助监管者、营运者与技术支持专家应用分级方法开发和审查安全评价。

该导则适用于开发或审查支持退役策略、计划或活动的的安全评价, 为退役期间计划活动与潜在事故造成对工作人员、公众和环境的放射性影响评价提供系统方法学指导。它适用于所有类型的设施(如核电站、研究堆、核燃料循环设施、研究设施与医疗设施)。

该导则不适用于放射性废物处置设施或铀矿冶废渣, 不适用于被以往活动和事故污染地区的修复, 未提供作为退役计划一部分的环境影响评价的导则, 也不适用于厂外运输。

导则中, “退役”是指对一个设施允许解除部分或全部监管控制而采取的管理和技术行动(除了处置库, 对其采取的相应行动是“关闭”而非“退役”)。“设施”是指以需要考虑安全的大规模使用、加工、处理或贮存放射性物质的设施及其有关土地、建筑物和设备。

2.2. 结构

安全导则《使用放射性物质设施退役的安全评价》主要包括引言、安全评价目标、退役安全评价总体考虑、安全评价的开发、安全评价的监管审查、相关方的参与等六个部分的内容,第2章描述了设施退役安全评价的目标和范围,第3章和第4章对退役安全评价的总体考虑的概述为退役活动安全评价开发与分级方法应用提供了系统方法学上的指导,第5章提供了对退役安全评价监管审查方法学的指导,第6章说明了退役安全评价中涉及的相关方,附录提供了危害鉴别检查表与进行审查时总体方法学的示例。

3. 国内外标准现状

3.1. IAEA 标准

IAEA 有关设施退役安全标准如表 1 所示。

由表 1 可知,IAEA 退役相关安全标准主要包括了各种使用放射性物质设施退役安全的相关安全要求和安全导则,涉及退役安全评价的标准为:《使用放射性物质设施退役的安全评价》(WS-G-5.2)。

IAEA 有关设施退役的主要出版物如表 2 所示。

Table 1. IAEA safety standards on the decommissioning of facilities

表 1. IAEA 设施退役相关安全标准

序号	名称	编号	分类	发布日期
1	Decommissioning of Facilities(设施退役)	GSR Part6	一般安全要求	2014.7.8
2	Predisposal Management of Radioactive Waste including Decommissioning (包括退役在内的放射性废物处置前管理)	WS-R-2	安全要求	2005.1
3	Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material (使用放射性物质设施的退役)	WS-R-5	安全要求	2006
4	Decommissioning of Nuclear Power Plants and Research Reactors (核动力厂和研究堆的退役)	WS-G-2.1*	安全导则	1999.12.7
5	Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities (医学、工业和研究设施的退役)	WS-G-2.2*	安全导则	1999.12.7
6	Decommissioning of Nuclear Fuel Cycle Facilities (核燃料循环设施的退役)	WS-G-2.4*	安全导则	2001.6.18
7	Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material (使用放射性物质设施退役安全评价)	WS-G-5.2	安全导则	2009.2.24
8	Safety of Research Reactors (研究堆安全)	NS-R-4	安全要求	2005.7.28
9	Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities (核燃料循环设施的安全)	NS-R-5 (Rev.1)	安全要求	2014.5.8
10	Safety of Nuclear Power Plants: Design (核电厂安全: 设计)	SSR-2/1	特定安全要求	2012.2.20
11	Safety of Radiation Generators and Sealed Radioactive Sources (辐射发生器与密封放射源安全)	RS-G-1.10	安全导则	2006.12.15
12	Safety of Conversion Facilities and Uranium Enrichment Facilities (铀浓缩与转化设施的安全)	SSG-5	特定安全导则	2010.6.3
13	Safety of Uranium Fuel Fabrication Facilities (铀燃料加工设施的安全)	SSG-6	特定安全导则	2010.6.3
14	Safety of Uranium and Plutonium Mixed Oxide Fuel Fabrication Facilities (铀钚混合氧化物燃料加工设施的安全)	SSG-7	特定安全导则	2010.6.3
15	Storage of Spent Nuclear Fuel (乏燃料贮存)	SSG-15	特定安全导则	2012.3.27
16	Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme (核电项目安全基础设施的建立)	SSG-16	特定安全导则	2012.1.19
17	Control of Orphan Sources and Other Radioactive Material in the Metal Recycling and Production Industries (金属回收和生产中无主源和其它放射性材料的控制)	SSG-17	特定安全导则	2012.2.10

*WS-G-2.1、WS-G-2.2 和 WS-G-2.4 正在修订,其中 WS-G-2.1 和 WS-G-2.4 将合并为 1 个标准(DS452)。

Table 2. IAEA publications on the decommissioning of facilities
表 2. IAEA 设施退役相关出版物

序号	名称	编号	发布日期
1	Standard Format and Content for Safety Related Decommissioning Documents(退役安全有关文件的标准格式和内容)	SAFETY REPORTS SERIES No. 45	2005
2	Factors Relevant to the Decommissioning of Land-based Nuclear Reactor Plants(陆基核电厂退役的相关因素)	SAFETY REPORTS SERIES No. 52	1980
3	Safety in Decommissioning of Research Reactors (研究堆退役的安全)	SAFETY REPORTS SERIES No. 74	1986
4	Safety Assessment for Decommissioning (退役安全评价)	SAFETY REPORTS SERIES No. 77	2013.6
5	The Regulatory Process for the Decommissioning of Nuclear Facilities(核设施退役的监管过程)	SAFETY REPORTS SERIES No. 105	1990.7
6	Decommissioning of Nuclear Facilities: Decontamination, Disassembly and Waste Management (核设施退役:去污,拆卸和废物管理)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 230	1983
7	Decommissioning of Nuclear Facilities to Permit Operation, Inspection, Maintenance, Modification or Plant Decommissioning (核设施退役的允许操作、检查、维护、修改或电厂退役)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 249	1985
8	Methodology and Technology of Decommissioning Nuclear Facilities(核设施退役的方法和技术)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 267	1986
9	Methods for Reducing Occupational Exposure during the Decommissioning of Nuclear Facilities (核设施退役期间减少职业照射的方法)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 278	1987
10	Decontamination and Demolition of Concrete and Metal Structures during the Decommissioning of Nuclear Facilities (核设施退役期间混凝土和金属结构的去污和拆除)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 286	1988
11	Factors Relevant to the Recycling or Reuse of Components Arising from the Decommissioning and Refurbishment of Nuclear Facilities (核设施退役和整修产生的回收或再利用组件的相关因素)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 293	1988
12	The Cleanup of Very Large Areas Contaminated as a Result of a Nuclear Accident(核事故导致非常大区域污染的清除)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 300	1989
13	Methods for the Minimization of Radioactive Waste from Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities (核设施去污和退役的放射性废物最小化的方法)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 401	2001.5
14	Decommissioning of Research Reactors and Other Small Facilities by Making Optimal Use of Available Resources (通过可用资源的最优利用对研究堆和其他小型设施进行退役)	TECHNICAL REPORTS SERIES No. 463	2008.6
15	Decontamination of Operational Nuclear Power Plants (在运核电厂的去污)	IAEA-TECDOC-248	1981
16	Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities (核设施的去污和退役)	IAEA-TECDOC-511	1989.6
17	Decommissioning of Fast Reactors After Sodium Draining (钠耗尽后快堆的退役)	IAEA-TECDOC-1633	2009.11
18	Policies and Strategies for the Decommissioning of Nuclear and Radiological Facilities (核和辐射设施退役的政策和策略)	IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES No. NW-G-2.1	2011.12
19	Selection and Use of Performance Indicators in Decommissioning (退役中性能指标的选择和使用)	IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES No. NW-T-2.1	2011.7
20	Decommissioning of Small Medical, Industrial and Research Facilities- A Simplified Stepwise Approach (小型医疗、工业和研究设施的退役——一个简化的逐步的方法)	IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES No. NW-T-2.3	2011.9
21	An Overview of Stakeholder Involvement in Decommissioning (退役的利益相关方概述)	IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES No. NW-T-2.5	2009.4
22	Decommissioning of Pools in Nuclear Facilities (核设施水池的退役)	IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES No. NW-T-2.6	2015.9
23	Experiences and Lessons Learned Worldwide in the Cleanup and Decommissioning of Nuclear Facilities in the Aftermath of Accidents (世界范围内核事故后核设施清理与退役的经验和教训)	IAEA NUCLEAR ENERGY SERIES No. NW-T-2.7	2014.9

Table 3. Standards on the decommissioning of facilities in China
表 3. 中国设施退役相关标准

序号	名称	编号	分类	发布日期
1	反应堆退役辐射防护规定	GB 11850-89	国家标准	1989.10.21
2	铀矿冶设施退役环境管理技术规定	GB 14586-93	国家标准	1993.8.30
3	反应堆退役环境管理技术规定	GB/T 14588-2009	国家标准	2009.3.13
4	核设施退役安全要求	GB/T 19597-2004	国家标准	2004.11.2
5	潜艇核动力装置退役安全规定总则	GJB 846.1-90	国军标	1990
6	潜艇核动力装置退役安全规定退役安全准则	GJB 846.2-92	国军标	1992
7	潜艇核动力装置退役安全规定核动力装置退役大纲编写要求	GJB 846.3-92	国军标	1992
8	潜艇核动力装置退役安全规定第 4 部分: 退役辐射防护与监测要求	GJB 846.4-2004	国军标	2004
9	潜艇核动力装置退役安全规定第 2 部分: 放射性物品去污要求	GJB 846.5-2004	国军标	2004
10	潜艇核动力装置退役安全规定第 6 部分: 放射性物质排放与控制安全要求	GJB 846.6-2004	国军标	2004
11	潜艇核动力装置退役安全规定第 7 部分: 放射性废物管理要求	GJB 846.7-2004	国军标	2004
12	潜艇核动力装置退役安全规定第 8 部分: 放射性物质存量估算及评估	GJB 846.8-2004	国军标	2004
13	潜艇核动力装置退役安全规定第 9 部分: 核安全监督检查要求	GJB 846.9-2006	国军标	2006
14	潜艇核动力装置退役安全规定第 10 部分: 放射性废物处理与处置要求	GJB 846.10-2005	国军标	2005
15	潜艇核动力装置退役安全规定第 11 部分: 放射性废物包装及贮存要求	GJB 846.11-2005	国军标	2005
16	潜艇核动力装置退役安全规定第 12 部分: 放射性废物贮存设施厂址选择、设计和建造要求	GJB 846.12-2005	国军标	2005
17	潜艇核动力装置退役安全分析报告审评大纲	GJB 4850-2003	国军标	2003
18	研究堆和临界装置退役	HAD202/04	核安全导则	2004
19	γ 辐照装置退役	HAD 401/07-2013	核安全导则	2013.5.24
20	核燃料后处理厂退役辐射防护规定	EJ 588-91	核行业标准	1991.10.11
21	生产堆退役放射工作场所区划划分	EJ 875-94	核行业标准	1994.10.24
22	铀矿地质设施退役辐射环境安全规程	EJ 913-94	核行业标准	1994.11.11
23	铀矿冶设施退役整治工程设计规定	EJ 1107-2000	核行业标准	2001.2.28
24	生产堆退役质量保证	EJ/T 876-94	核行业标准	1994.10.24
25	生产堆退役的去污技术准则	EJ/T 941-95	核行业标准	1995
26	生产堆退役环境和流出物辐射监测准则	EJ/T 968-95	核行业标准	1995.7.5
27	铀加工及燃料制造设施退役环境影响报告的标准格式与内容	EJ/T 1037-1996	核行业标准	1996.10.24
28	推导退役后场址土壤中放射性残存物可接受活度浓度 的照射情景、计算模式和参数	EJ/T 1191-2005	核行业标准	2005.4.11
29	生产堆退役源项调查取样技术准则	EJ/T 1192-2005	核行业标准	2005.4.11
30	后处理厂退役源项调查取样技术准则	EJ/T 1193-2005	核行业标准	2005.4.11
31	生产堆退役设计安全准则	EJ/T 1200-2006	核行业标准	2006
32	核燃料后处理厂退役设计安全准则	EJ/T 1201-2006	核行业标准	2006.12.15
33	核设施退役实施中辐射防护大纲要求	EJ/T 1203-2006	核行业标准	2006.12.15
34	铀矿冶退役环境影响报告书编制格式和内容	NEPA-RG.2-91	核设施环境保护管理导则	1991
35	核设施退役的方法和技术	HAF.J.0063	核安全技术文件	1997
36	陆上核反应堆退役有关的因素	HAF.J.0064	核安全技术文件	1997
37	研究堆退役安全分析报告的格式和内容	HAF.J.0072	核安全技术文件	1998
38	核设施退役的管理	HAB.J 0077	核安全技术文件	2003
39	核电厂退役需要的文件和记录的维护与保存要求	NB/T 20271-2014	能源行业核电标准	2014

Table 4. The comparison between domestic and foreign standards of decommissioning of facilities
表 4. 国内外设施退役安全评价标准比较

已发布设施退役安全评价的标准及相关出版物	
IAEA	<ul style="list-style-type: none"> • Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material(WS-G-5.2, 2009.2.24) • Safety Assessment for Decommissioning (SAFETY REPORTS SERIES No.77, 2013.6) • Standard Format and Content for Safety Related Decommissioning Documents (SAFETY REPORTS SERIES No.45, 2005)
中国	<ul style="list-style-type: none"> • 没有发布专门针对退役安全评价的标准和导则 • 较为相关的标准主要为：核设施退役安全要求、研究堆退役安全分析报告的格式和内容、潜艇核动力装置退役安全分析报告审评大纲、生产堆退役设计安全准则、核燃料后处理厂退役设计安全准则、铀加工及燃料制造设施退役环境影响报告的标准格式与内容、铀矿冶退役环境影响报告书编制格式和内容

由表 2 可见, IAEA 有关设施退役的出版物数量多且涉及面广, 包括了各种使用放射性物质设施退役安全的相关安全报告和技术报告等, 涉及退役安全评价的出版物主要为 77 号安全报告 Safety Assessment for Decommissioning 和 45 号安全报告 Standard Format and Content for Safety Related Decommissioning Documents。

3.2. 国内标准

国内设施退役相关的标准如表 3 所示。

由表 3 可见, 国内有关设施退役的标准总体数量较多且涉及面较广, 包括了反应堆、铀矿冶设施、铀加工及燃料制造设施、核电厂、核燃料后处理厂、潜艇核动力装置等各类核设施退役安全的相关标准和导则等, 其中, 潜艇核动力装置退役相关标准(国军标)最多最全, 数量占了三分之一, 内容包括安全准则、退役大纲编写、厂址选择、设计和建造、辐射防护、去污、排放控制、废物包装及贮存、废物处理与处置、废物管理、核安全监督检查、安全分析报告审评等。

4. 国内外标准比较与分析

国内外设施退役安全评价标准比较如表 4 所示。

由表 4 可知, IAEA 已发布 1 个退役安全评价的标准及 2 个退役安全评价相关出版物, 但我国未发布专门针对退役安全评价的标准和导则。我国现行标准中, 与退役安全评价较为相关的标准主要包括核设施退役安全要求、一些具体设施的退役安全分析报告的格式内容及其审评大纲、退役设计安全准则、环境影响报告格式与内容等。

此外, 经与 IAEA 安全导则《使用放射性物质设施退役的安全评价》中内容相比较, 我国现行设施退役标准中主要存在以下问题:

- 1) 缺少以下内容: 分级方法、纵深防御、不确定性、监管机构对分级方法的使用;
- 2) 涉及很少的内容: 安全评价的监管审查、相关方的参与;
- 3) 对于 WS-G-5.2 中其他涉及到的各项内容, 我国退役标准或导则在全面性、系统性、可操作性和严格程度等方面还存在较大差距。

以上问题应得到重视并逐步加以解决, 否则可能导致退役标准体系愈加滞后于国际先进水平、安全评价水平跟不上设施退役技术发展进步等, 将不利于保障使用放射性物质设施退役活动的安全开展。

5. 建议与讨论

我国的退役相关标准和导则总体数量虽然不少, 但与 IAEA 安全导则 WS-G-5.2 内容相比较, 我国退役标准或导则只是涉及其中的部分要求或规定, 在全面性、系统性、可操作性和严格程度等方面还存在

较大差距。

为推动我国退役安全评价标准的制定与实施, 缩小与 IAEA 相关标准的差距, 提出以下改进建议:

1) 尽早启动我国核设施退役安全评价标准的制定工作。

在对我国退役标准进行调研、分析和有机整合的基础上, 参考 IAEA 退役安全评价标准, 并结合国内的实际情况, 尽早开展我国核设施退役安全评价标准的编写工作, 以制定真正切实有效的核设施退役安全评价标准。由于核设施类型较多, 具体情况复杂, 也可以从先制定某类或某种具体核设施退役安全评价标准开始, 逐步整合并制定通用性较好的退役安全评价标准。

2) 需要进行深入研究的核设施退役安全评价相关问题。

① 为制定我国核设施退役安全评价标准, 需要参考 IAEA 退役安全评价标准, 对以下核设施退役安全评价相关问题进行深入研究: 安全评价目标、分级方法、纵深防御、不确定性、安全评价的监管审查、监管机构对分级方法的使用、相关方的参与等; 尤其是分级方法、纵深防御、不确定性和监管审查方面需要重点研究并加以规范;

② 清洁解控水平、场址开放要求和极低放废物管理要求等是退役安全评价中关注的主要问题, 因此还要加强设施退役后清洁解控、场址开放准则和极低放废物标准的研究与有关标准的制修订, 如《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定(暂行)》(HJ53-2000)、《放射性污染的物料解控和场址开放的基本要求》(GBZ167-2005)、《推导退役后场址土壤中放射性残存物可接受活度浓度的照射情景、计算模式和参数》(EJ/T1191-2005)等标准发布已有十年以上, 应结合国内外进展, 尽早开展修订升版工作;

③ 需要进一步确定退役安全评价有关文件的类型, 并编制相应的格式与内容标准, 对法定要求的实施提供支持。IAEA 第 45 号安全报告(Standard Format and Content for Safety Related Decommissioning Documents)全面论述了有关退役计划和其他安全相关文件的格式、内容及编制要求。建议参考该报告, 制定我国核设施退役安全相关文件的标准格式与内容, 文件主要包括: 最终退役计划、安全分析报告、环境影响评价报告、特性调查报告、终态辐射调查报告、最终退役报告等。

3) 保持放射性废物管理标准体系的一致性。

在制定我国核设施退役安全评价标准过程中, 涉及到的限值、方法、程序和要求等具体内容需要与我国其它放射性废物管理标准保持一致, 以确保放射性废物管理标准体系的有效性和可操作性。此外, 还要对标准体系开展定期评估和清理, 并注意放射性废物管理各级各类标准的整合精简, 避免不适用、重复和不一致的情况。

6. 结论

本文简要介绍了 IAEA 安全导则《使用放射性物质设施退役安全评价》(WS-G-5.2), 对 IAEA 与国内使用放射性物质设施退役安全评价相关标准进行了比较, 分析了我国设施退役安全评价相关标准存在的问题, 提出了相应的改进建议。为适应设施退役技术的不断发展与进步、提高退役安全评价水平, 需要加快制定并实施我国设施退役安全评价并对有关问题进行深入研究, 这对保障使用放射性物质设施退役活动的安全开展很有必要。

参考文献 (References)

- [1] International Atomic Energy Agency (2009) Safety Assessment for the Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material. IAEA Safety Standards Series No. WS-G-5.2.
- [2] International Atomic Energy Agency (2014) Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material. IAEA Safety Standards Series No. WS-R-5.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：nst@hanspub.org