

核电厂放射性固体废物管理评估实践

Practice of Radioactive Solid Waste Management and Evaluation in Nuclear Power Plants

张庆¹ 赵滢¹ 张聪然²

Qing Zhang¹ Ying Zhao¹ Congran Zhang²

1. 中广核核电运营有限公司 中国·广东 深圳 518000

2. 中国广核电力股份有限公司 中国·广东 深圳 518000

1.China Nuclear Power Operations Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

2.CGN Power Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

摘要: 为落实放射性固体废物管理各环节、各领域的管理要求,持续改进,需对核电厂放射性固体废物管理开展同行评估。评估工作组通过听取报告、文件检查、现场观察及人员访谈等方式,以废物最小化、高效管理和处置前安全为目标和落脚点,对核电厂放射性固体废物管理进行评估,形成良好实践及待改进项。论文简要介绍了某核电集团公司放射性固体废物管理评估的目的及原则、依据及具体实施方法。

Abstract: In order to implement the management requirements of various links and fields of radioactive solid waste management, it is necessary to conduct a peer evaluation of the management of radioactive solid waste in nuclear power plants. An evaluation working group by listening to reports, document inspections, on-site observations, and personnel interviews, with the goal of minimizing waste, efficiently managing waste, and ensuring safety before disposal, good practices and areas for improvement are formed. This paper briefly introduces the purpose, principles, basis, and specific implementation methods of the radioactive solid waste management evaluation of a certain nuclear power company.

关键词: 放射性固体废物; 评估; 实践

Keywords: radioactive solid waste; evaluation; practice

DOI: 10.12346/peti.v5i3.8419

1 引言

放射性固体废物管理(以下简称“固废管理”)是核电厂放射性废物安全管理中的重要内容,更是公众和社会的重点关注领域。中国各电厂放射性废物处理技术差异明显、管理水平参差不齐。国内已针对核安全文化、严重事故等开展专项同行评估,但尚未就核电厂固废管理开展同行评估。

开展核电厂固废管理同行评估可促进行业整体水平提升,并作为交流的重要手段和平台^[1]。同行评估有利于各核电厂固废管理互相交流和借鉴,并集中优势力量对共性问题开展具有针对性的研究。

2 目的及原则

固废管理应坚持“减量化、无害化和妥善处置、永久安全”

的原则,确保放射性固体废物各环节的安全,确保对人员健康的影响及对环境的影响不超过可以接受的水平。为促进固废管理与安全有序发展核电的要求相适应,落实核电厂固废管理各环节、各领域的管理要求,持续改进,参考 WANO、IAEA、ISO、中国核能行业协会等通用的同行评估经验组织第三方评估模式^[2-3],对核电厂固废管理开展同行评估。

在同一核电集团公司内,原则上按机组投产时间先后顺序,开展固废管理专项评估,每年可通过固废管理专项组会议讨论,设定下一年度评估工作计划,确认评估标准指标项目,指导下一年度评估工作。

每次固废管理评估工作由一家运行电厂为组长单位牵头组织,受评估单位和其他单位配合。组长单位负责发起组建评估工作团队,固废管理专项组负责具体组织、技术资料准

【作者简介】张庆(1980-),男,中国河北秦皇岛人,本科,工程师,从事低水平放射性废物管理研究。

备工作，邀请每电厂至少安排一名固废管理方面的技术专家参加，必要时可开展评估培训。建议固废管理评估工作每年至少开展1次，每次一般为期4~5天（含报到和末次会议时间）。

3 评估依据

评估应有其标准和依据，用这些依据来衡量和评价管理的有效性，固废管理评估的主要依据有：

《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003。

《中华人民共和国核安全法》，2018。

HAF001《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》，1986。

《放射性废物安全管理条例》，2012。

HAF401《放射性废物安全监督管理规定》，1997。

《放射性固体废物贮存和处置许可管理办法》，2019。

《放射性废物分类》（第65号公告），2017。

GB14500—2002《固废管理规定》。

GB9132—2018《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》。

HAD 401/08《核设施放射性废物最小化》。

HAD 401/12《核设施放射性废物处置前管理》。

4 评估活动概述

4.1 评估工作组资质要求

评估工作组由各在运电厂固废管理方面的专家组成，评估工作组成员应全部具有丰富的核电厂固废处理技术和管理经验。评估前可由具有丰富评估经验的专家开展评估流程、评估技巧方面培训。

评估工作组成员包括组长1名，由固废管理专项组推荐；副组长1名，由受评单位或固废管理专项组推荐；协调员1名，由固废管理专项组推荐；若干名评估工作组组员，由各核电厂推荐，各单位固废管理部门主管领导确认。

4.1.1 成员资格要求

①评估组长，应为现任或曾任核电厂高级岗位技术管理人员；熟悉国家核安全法律法规；熟悉核电厂固废管理相关工作；熟悉核电厂固废管理评估相关文件；具有核电厂评估经验。

②评估组员，具有五年以上核领域工作经验或三年以上固废管理经验；熟悉国家核安全法律法规；熟悉固废管理评估相关文件。

4.1.2 成员职责

①组长：负责发起、组织评估工作；在评估过程中指导评估小组工作；在入场会上介绍评估活动安排；负责组织编写评估报告；在离场会上报告评估结果。

②副组长：协助组长组建评估队，配备具有相应资历的队员；具体负责评估计划、安排、协调和指导评估活动；参

与人员访谈、行为观察和文件审视；协助组长组织编写评估报告。

③组员：参加评估培训，熟悉评估流程和程序；负责评估的具体实施，包括人员访谈、行为观察、文件审查等；编写固废管理评估报告。

4.2 评估计划安排

从评估准备到出版评估工作报告一般历时5周，各项工作节点如表1所示。

表1 核电厂固废管理评估重要节点安排

时间	工作内容
第1-2周	组建评估队，完成培训
第3周	将相关文件包资料发至评估队
第4周	现场评估，编制评估报告初稿
第5周	出版评估工作报告

4.3 评估实施过程

4.3.1 工作组内部会议

工作组成员抵达受评估单位后，工作组组长主持召开内部会议，明确工作内容、工作分工、工作要求，强调现场工作注意事项。该会议也可以不召开，由组长通过邮件等形式对有关工作进行安排部署。

4.3.2 首次会议

本会议由工作组组长主持，参加人员包括工作组全体成员及受评估单位固废管理单位主管领导、部门负责人、技术人员等等。本会议主要包括以下议程。

①工作组组长介绍工作组成员、本次评估工作的有关背景和安排，受评估单位介绍主要参会人员；

②受评估单位针对本单位固废管理工作总体情况进行汇报。

③受评估单位介绍各项工作陪同人员，并对工作组成员进行入场前安全教育。

4.3.3 现场评估

根据工作安排及人员分工，工作组在受评估单位对口人陪同下对本组负责的路线、场所进行认真评估，并做好文字和照片记录。根据需要，工作组可以安排对受评估单位的固废管理相关制度和程序、会议记录、工作记录等文件进行抽查，或进行人员访谈。

4.3.4 资料整理及工作组内部会议

评估结束后，各小组及时对现场评估所发现问题、良好实践进行汇总和整理，形成本小组评估意见。各小组意见整理完成后，工作组组长主持召开工作组内部会议，审议各小组发现的问题、良好实践和评估意见，并汇总形成本次技术支持工作结论性意见。

4.3.5 末次会议

评估工作后的末次会议由工作组组长主持，参会人员与首次会议基本一致。本次会议主要包括以下议程：

①汇报所发现问题、良好实践及本小组意见。

②工作组组长宣布本次评估工作的结论性意见，并对本次工作进行总结。

③受评估单位进行表态发言。

④组织讨论下一评估会议安排。

4.3.6 发布工作报告

本次技术支持工作结束后，工作组成员负责整理工作报告，经评估工作组副组长校核，评估工作组组长审核，集团公司核电管理部门批准，然后以公文形式正式发布工作报告。工作报告主送受评估单位，抄送集团公司其他核电厂。

5 评估内容

核电厂固废管理评估应以废物最小化、高效管理和安全处置三方面目的为出发点和落脚点，对固废管理评估的主要内容进行分类和细化。

5.1 废物最小化

从废物最小化角度，评估内容包括但不限于：

①最小化目标设定，包括核电厂设定的最小化目标及最小化实施方案，特别是减少大修期间废物管理方案。

②源头控制，包括核电厂运行期间针对体积源头控制的措施与改进等，如高交换容量树脂、一回路水质净化、去污剂选取、物料复用再循环、减少控制区材料消耗、及时清除废水收集罐和废水收集地坑的淤泥等。

③分拣与分类，包括废物分类方法与分拣方案，对非放、可解控、可燃、可压废物的分拣，监测与控制措施等。

④减容处理，包括焚烧、超压、高完整性容器等减容技术的采用情况。

⑤循环利用，包括劳保用品复用、材料复用、废金属熔炼去污后再利用等。

⑥解控，包括解控废物清单、解控程序、解控后废物的处理与处置等。

5.2 高效管理

从管理高效角度，评估内容包括但不限于：

①组织管理，包括集团公司层面管理制度的落实情况，固体废物管理相关组织架构，取样与监测部门，相互之间接口与协调机制，运行情况等。

②人员资质与培训，包括对所有员工开展废物产生、处理、贮存、解控、处置等各环节，废物最小化，废物分类等方面的知识、法规标准要求和相关技能培训。

③管理程序，包括管理规程、操作程序和相关文件。

④经验反馈，包括国内外放射性废物管理（特别是最小化）技术和实践的经验反馈，本核电厂废物管理经验总结，国内外良好实践的借鉴与应用，通过统计数据查找管理薄弱环节，开展的国内外交流等。

⑤信息系统，包括全厂核电废物管理信息系统录入的及时性、准确性等。

5.3 处置前安全

从安全处置角度，评估内容包括但不限于：

①固体废物核素测量，包括不同废物中关注的核素，核素活度测量/估算方法，测量能力建设，测量频次，测量/估算结果代表性等；表面剂量率、表面污染水平等。

②工艺流监测，包括各类工艺流中核素监测数据等。

③废物包处置符合性，包括废物体与废物包的状态，是否能满足废物接受准则及其他要求，是否建立完善的废物档案等。

④处置前安全状态，包括废物处理、贮存和运输相关设施与活动的安全状态等，以及贮存期间废物包安全管理，如防腐蚀、开裂措施，废物包完整性检查等。

⑤与处置之间的关系，包括每一类废物存在处置方案，在分拣、处理、整备和贮存时考虑处置方案的要求，及时送交处置。

6 评估体系

6.1 废物最小化

评估项目有最小化目标，源头控制，分拣与分类，减容处理，循环利用，解控等。

具体指标可包括：①最小化目标值，可能情况下，包括各类型废物的目标值，各类型废物实际产生量（年/换料周期）及其变化趋势；②最小化实施策略，特别是大修期间废物最小化，大修期间废物产生量，在可能的情况下，包括日产量、多年趋势，分类与分拣准则、方案，分类与分拣对处理处置方式的考虑，可燃、可压废物数量，固体废物减容效果，辐射防护用品复用，废金属再利用，解控/待解控废物年产生量，解控废物年处理处置量等。

6.2 管理高效

评估项目有组织体系、管理有效性、人员资质与培训、管理程序、经验反馈、信息化等。

具体指标可包括：统一、全面的组织体系，特别是废物最小化、废物流转过程中的上下游接口管理、固体废物监测与贮存职权、领导力、纠正行动、承担固废管理专项组年度任务数量、完成情况、人员培训效果、管理程序完整性、程序与规程合规性、国内外放射性废物管理经验反馈与应用、本核电厂放射性废物管理经验总结与应用、技术优化与改进、全厂核电废物管理信息系统录入的及时性、准确性、数据完备性、数据质量（包括核素活度、浓度）等。

6.3 处置前安全

评估项目有固体废物测量/估算、工艺流监测、废物包处置符合性、处置前管理、与处置之间关系等。

具体指标可包括：核素种类充分性、表面剂量率和表面污染水平、核素活度测量/估算方法准确性、测量/估算能力、工艺流监测系统有效性、工艺流监测系统可靠性、废物体性能及其监测控制、废物包装容器规格、性能及其监测控制、

完善的废物档案、废物处理设施运行状态、废物贮存设施运行状态、废物转运（厂内运输）状况、每一类废物均有处置方案、处理方案综合考虑处置要求、年送交废物处置量或外运废物处理量等。

7 结论及建议

通过在某核电集团公司两个核电厂实践证明，开展固废管理同行评估是加强核电厂固废管理行之有效的方式之一，也是强化经验反馈、提升领域内整体水平的重要机制。通过固废管理评估，可掌握核电厂全面、真实的放射性固体废物处理状态和管理水平，有效地推动固废管理工作的提升和经

验交流，帮助核电厂系统地识别固废管理的良好实践和待改进项，提出应坚持的良好绩效和改进建议，帮助核电厂持续提高固废管理水平，保障核电高质量发展和可持续发展。

参考文献

- [1] 王春丽,魏方欣,徐春艳,等.核电厂放射性废物管理同行评估初探[J].中国核电,2021,14(2):258-263.
- [2] IAEA的放射性废物管理同行评审服务(WATRP)[J].辐射防护通讯,1996,16(5):53-54.
- [3] Warne E.放射性废物管理:国际同行评审[J].国际原子能机构通报,1995,37(4):26.