

安全管理放射性废物技术的传播： 设计多种传播方案

为满足发展中国家的多种需要，

IAEA 已开发出若干标准化的援助包和工具

Donald Saire,
Curt Bergman,
Candace Chan
和 Vladimir
Tsyplenkov

世界上大多数国家没有核电站。比如，国际原子能机构(IAEA)的 121 个成员国中，约 75% 属于这类国家。它们主要将核技术用于研究、医学、工业等目的。从放射性废物管理的角度看，核应用的种类繁多，每个国家的基础设施水平及所处的发展阶段又不同，为技术传播提出了多种多样的任务。

IAEA 正在通过其放射性废物管理计划给一些国家提供援助，包括直接和间接传授各种类型的技术和服务。其目的是帮助这些国家现在和将来有效地保护人体健康和环境免受放射性废物的放射学危害。IAEA 的放射性废物管理计划考虑了各国的需要和兴趣的多样性，其中包括许多技术传播项目。为满足特定类型的要求，这些项目在不断修改。本文阐述该计划的主要内容和战略。

明确需要

为了更好地理解各国的总体情况，IAEA 制定了一套内部的分类方法，按所产生放射性废物的类型和数量将各国分组。(参见第 48 页方框。)各国在解决具体的废

物管理问题方面有多种需要，这是 IAEA 废物管理咨询计划(WAMAP)和其他的专家出访明确指出的一个事实。

目前，仅有很少几个发展中国家能够完全遵守正确安全地做好废物管理的要求。对于大多数发展中国家来说，情况从未遵守到近乎遵守不等。有待这些国家遵守的要求，包括建立全面的废物管理基础设施。这个基础设施应包含法律体系、监管机构、运营单位、各种资源和经培训的人员等方面。国际上在这些方面及其它方面的共识，正在通过 IAEA 的放射性废物安全标准(RADWASS)计划形成文件。

IAEA 的目的是通过其在放射性废物管理领域的整套计划，使所有国家能做到最低限度的遵守，并建立起使一个管理系统能生存下去所必需的许多组成部分。这虽是一个缓慢费时的过程，但只有这样才能充分保证工人和公众的安全。

过去，最常见的援助手段是传授工业化国家已得到证实的废物管理技术。尽管足够的技术成熟度是十分重要的，但经验表明这还不够，因为技术仅是所需基础设施的必要组成部分之一。没有其它的辅助性组成部分，这一管理系统就无法维持或运转。纵然 IAEA 没有权力或法律责任去确保某个国家拥有这方面的必要基础设施，但它仍然有道义上的责任，特别是在由 IAEA 提供核技术和核设备，或提供放射性

Saire 先生是 IAEA 核燃料循环和废物管理处废物管理科科长，Bergman 先生、Chan 女士和 Tsyplenkov 先生是该科职员。

材料本身的场合。

IAEA 的技术传播战略

发展中国家提出的有关放射性废物管理技术援助的许多申请,在范围和内容方面是类似的。已产生或预计要产生的废物的数量、性质和活度水平也常常相当类似。

考虑到这种情况,IAEA 开始执行一项战略:以适用于集中的废物管理设施的标准化一揽子方案形式提供技术援助,并提供容易根据各个国家的具体需要加以修改的辅助性工具、技术和做法。这些标准化的援助包和工具包括:

- 密封辐射源(SRS)的登记系统;
- 废密封源设施(SSSF)的设计;
- 集中的废物处理和贮存设施(WPSF)的设计;
- 有关处理和贮存核应用产生的放射性废物的一系列技术手册。

SRS 登记系统。正在 IAEA 涉及废密封源的计划名下开发这种计算机化的数据库。该项目的主要意图是创造一种基本的管理工具,对于致力于在国家、地区或地方一级管理和记录密封辐射源信息的国家来说,这样的工具是有用的。

对这种登记系统规定了几条切实可行的要求。它应跟踪源的整个寿期——从出厂直到最终处置掉(或返回供应商)——的信息;应能为各种各样的单位,如监管机构、运营单位、实验室等所用;应易于使用和维护;而且不需要专用软件或高级设备。

该登记系统有两个基本功能。第一,它保存有关密封辐射源的主要特性的信息,诸如放射性核素的名称、活度、源的序号或其它识别数字、实际使用地、使用单位、源的所有者、供应者、预定或指定的用途,以及与之相关的屏蔽容器或设备的类型。第二,它能使与源的使用期何时终止(即变成废源)有关的信息得到记录,以便到时候能作出恰当的决定。它还必须提供完整的归档能力。

曾给几个 IAEA 成员国提供了该登记系统的一种版本,供现场检验之用,检验已于 1994 年 6 月结束。迄今收到的意见都对这一系统大加赞赏。一些成员国即使知道该数据库还处于开发阶段,也要求立即使用。他们的理由是,该系统尽管还不很完备,但总比没有好。预计 1995 年 1 月可提供该登记系统的最后版本。

SSSF 设计包。1993 年,IAEA 为响应废辐射源在被处置前的安全装卸、转形和贮存方面不断增长的需要,开始开发一种设施的标准设计包,使所有处置前作业均可在一个设施内完成。这类设施虽属必需,但在许多发展中国家,尤其是仅有少数医院或研究机构使用放射性核素的发展中国家中尚不存在。这种 SSSF 设计融技术简易、维护方便、灵活可变、经济性和安全性等具体要求于一体。这种标准设施是一座隔成若干房间和区域的平房。可在这些房间和区域里接收和监测废辐射源,贮存起来让其衰变或贮存到转形为止,必要时进行固化以及为转移至中间贮存库作准备。

此设计包推荐了完成废密封源的操作和固化所需的一系列设备和消耗品。中间贮存设施可设在 SSSF 附近或同一场址上,也可设在远离 SSSF 处,此时需增添运输车

IAEA 放射性废物管理
培训班的一个镜头。
(来源: C. Chan, IAEA)



放射性废物的产生

除了核燃料循环设施的运行外,还有许多种活动产生放射性废物。它们包括:

核研究中心。放射性同位素是在不同用途的研究堆或粒子加速器中通过辐照专用的靶生产的,随后在邻近的热室或实验室中从靶中提取所需的同位素。一个也使用和处理放射性同位素的核研究中心,可能有若干个核装置。研究中心内各个放射性物质用户产生的液体和固体放射性废物,一般数量不大。其中的大部分放射性废物,不管是固体还是液体,只是被短寿命放射性同位素所污染,因此可用衰变贮存随后外排的办法处理,或作为非放射性废物处置掉。发展中国家只有少数几个实验室产生含长寿命裂变产物(包括超铀核素)的废物。因此,研究中心产生的放射性废物只有极小部分是长寿命放射性同位素污染的。

医院。放射性物质在医疗诊断和治疗中的应用是极其重要的一种应用,并且其应用范围在不断扩大。在许多情况下,没有替代方法。主要的应用领域是放射免疫分析、体内和体外诊断技术、放射治疗和医学研究。这些领域使用的不仅有非密封源,还有装在屏蔽装置中的高度浓缩的密封源。

工业。某些工业主要使用密封源形式的放射性物质,以进行无损检验、质量控制、设备性能评价和产品开发。所用放射性物质的量主要取决于国家的技术水平。

大学和其它研究单位。许多研究中心和大学经常参加监测与药物、农药、化肥和矿物质之类物质相关的代谢途径或环境途径。所用放射性核素的种类通常是有限的,而且标记化合物的放射性活度通常很低。不过,有些研究中心或许会使用相当奇特的某些放射性核素。在许多化合物的毒理学及与其相关的代谢途径研究中,最常用的放射性核素是碳-14和氚,因为它们可被相当均一地结合进多种复杂分子中。在给蛋白质加标记方面,已证明碘-125是很有用的。现在有许多种放射性核素可供研究和调查之用。

IAEA的技术指导和援助

以下9种文件已作为IAEA在放射性废物管理方面的技术文件的新丛书出版:

- 《放射性废物的最小化和分离》
- 《放射性废物的贮存》
- 《废密封源的装卸、转形和处置》
- 《液体放射性废物的装卸和处理》
- 《生物放射性废物的装卸、处理、转形和贮存》
- 《固体放射性废物的处理和转形》
- 《放射性有机液体的处理和转形》
- 《研究堆废离子交换树脂、沉淀残渣和其它放射性浓缩物的处理和转形》
- 《集中的废物处理和贮存设施的设计》

按放射性废物的类型和数量 将 IAEA 成员国分类

为了更好地理解各国的总体情况和决定最佳的援助包类型,IAEA按所产生放射性废物的类型和数量将各国分组。前3组是本文所讨论的重点。

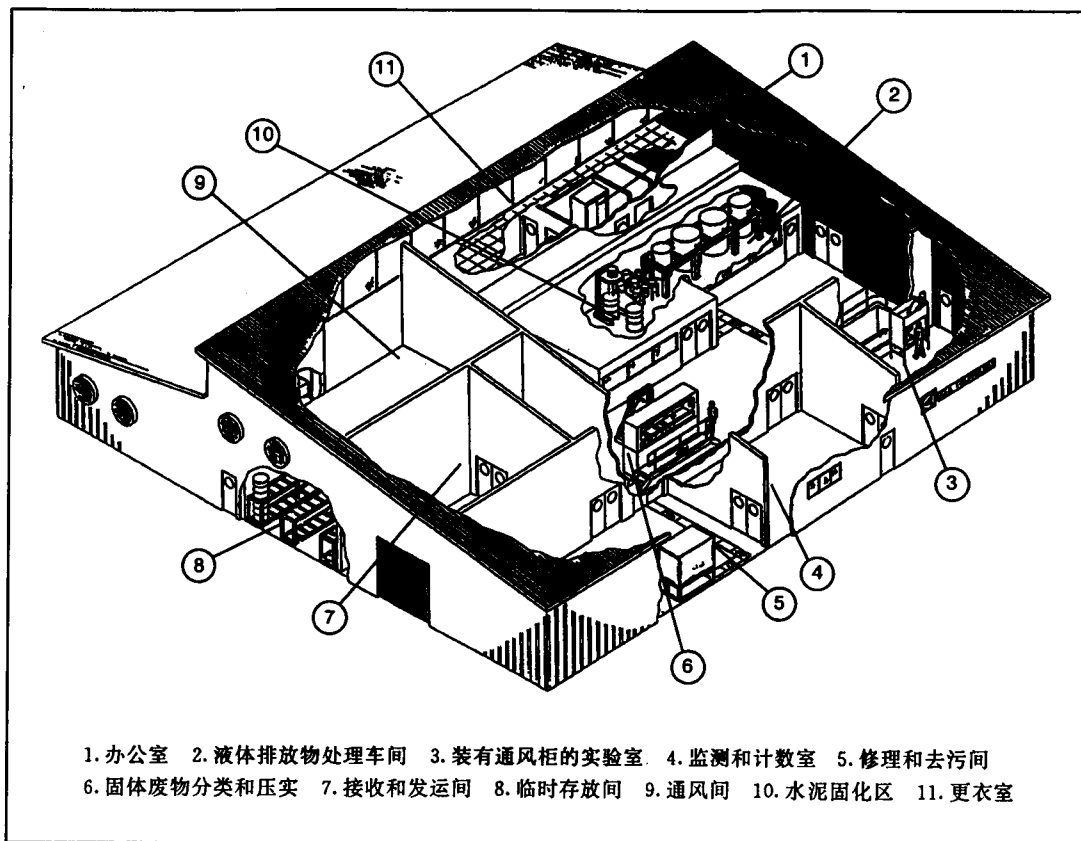
A组:放射性核素在医院和其它研究机构中有一种用途的国家。

B组:放射性核素在医院和其它研究机构中有多种用途的国家。

C组:广泛使用放射性核素,并有一个以上能够(利用研究堆或粒子加速器)自己生产若干种放射性同位素的核研究中心的国家。

D组:广泛使用放射性核素,并有计划中或运行中核电站的国家。

E组:有核电站和燃料循环业务的国家。

WPSF 废物处理厂
房简图

辆。备有分别适合暖干、暖湿和寒冷气候的三种结构设计。

WPSF 设计包。此参考设计包是专门开发的,以利于处理来自放射性核素的生产及多种使用过程中产生的,具有不同活度、物理性质和化学组成的各种放射性废物流。

在准备此参考设计和确定其要求时,IAEA 认真总结了世界各地所用的放射性废物管理技术。首先,被选中列入此参考设计的流程必须是非常成熟和经实践证实了的,并且必须能适应废物来料的变化。所选设备必须坚固耐用、设计简单和易于操作维修。该设计还必须含有相应的辐射防护手段,以确保运行安全。(上图是根据参考设计包设计的此类设施的简图。)

此设计推荐的废物处理流程包括液体废物沉淀、固体废物压实和泥浆的水泥固化。此设计含有安全运行处理车间所需的一切辅助设备和服务。另有一座废物库,是一幢大型简易建筑,除照明设备外没有其

它设备。

参考设计包的好处。提供上述设计包,可使 IAEA 及其成员国得到两大好处。第一,这种服务使人们容易得到可按国家需要加以修改的车间设计。其次,由于可向发展中国家提供技术援助的资源有限,所以开发一种可满足几个国家的需要并可重复使用的应用或概念很有好处。

这些标准化援助包进一步支持了 IAEA 在低中放废物的装卸、处理和贮存方面的技术援助计划。访问发展中国家的专家,可以以这些援助包为基础,提出能有效解决问题的技术和经济方案。

技术支助和培训

技术手册。30 多年来,IAEA 一直在出版有关放射性废物管理的技术报告和安全文件。这些文件一直在向成员国提供基础性的参考资料和有关现代化技术的综合性调研报告。

最近已开始编写一套新的技术文件丛书,以帮助要求简单而省钱地解决废物管理问题的国家。这套丛书的题目为《小型核研究中心和医学、研究与工业部门放射性同位素用户产生的低中放废物的管理技术手册》,意在提供:(1)关于如何充分地利用本国资源的指导性意见;(2)有效利用先进技术的具体程序;和(3)有关可纳入本国废物管理计划的技术规程的推荐意见。

目前,这套丛书的9种手册已编写好,并已作为IAEA的技术文件(TECDOC)出版。(见第48页方框。)将来或许还会编写其它课题的手册。

技术援助项目。支助的另一个渠道是技术援助项目。这一渠道给提供专门人才、技术、个别培训和设备,以满足废物管理的具体需要创造了机会。这类项目的目的是为开发专门技术和培养专门人才,以便在放射性废物的安全管理方面做到自立提供必要的支助。1976年以来,IAEA已支助了42个国家内60个有关放射性废物管理的技术合作项目。目前,36个国家正通过40多个项目获得不同类型的这种技术援助。此外,目前还有5个区域项目正在实施。

援助包括提供设备和设施。其中包括固体废物压实机、化学沉淀与废物水泥固化设备以及各种监测和测量装置。

示范项目。正在实施的还有一种示范项目,其目的是提高选定发展中国家的废物管理基础设施的档次。该项目于最近开始实施,包括利用标准援助包提高废物管理基础设施不同部分的档次。

培训。许多科学家和技术人员已通过IAEA在拥有废物管理计划的国家中实施的技术援助项目接受了培训。此外,在最近4年内还举办了9期地区的和3期跨地区的培训班,共有来自60个国家的300人参加。实际练习和技术演示包括以下几方面的专场:液体废物化学沉淀;固体废物压实;废密封源转形;以及表面去污。

国际会议。交流技术知识的另一途径

是科学会议。1994年10月,IAEA在中国北京举办了一次题为《发展中国家放射性废物管理实践和问题》的研讨会。这次研讨会是专为发展中国家举办的,重点放在与核燃料循环无关的作业所产生废物的管理实践和技术上。IAEA还给发展中国家参加由专业和贸易组织发起的国际会议和国际学术会议的部分专家提供财政支助。

研究支助。尽管IAEA本身并不从事放射性废物管理领域的任何研究工作,但是它的协调研究计划(CRP)鼓励并促进对广泛感兴趣的专题进行研究。此类计划通常既有发达成员国又有发展中成员国参加,因而是传授技术的极好场所。

当前,有关将无机吸附剂用于液体废物的处理和转形,以及有关研究机构辐射源所产生低中放废物的处理技术的两项CRP,对发展中国家来说特别重要。研究工作包括修改成熟的处理技术,使之适合各国的具体废物的管理和适合当地的其他条件。

责任感

要利用原子能,就必须做好各种核应用产生的放射性废物的安全管理。因此,IAEA放射性废物管理计划的一个重要方面,就是要使国家主管部门认识到他们有责任去有效地规划、拟订和实施本国的废物管理计划。IAEA的各项活动,正在帮助建立必要的基础设施和传播有关的技术。

为了使IAEA能有效地对放射性废物的安全管理作出贡献,需要不断评估各国的需求,以确保资源和精力的分配有利于取得最大的效益和成就。这是一个动态过程。现正在开发可以使某些国家的废物管理状况更上一层楼的新示范项目。这些项目将得到实施和评价,以判断它们的各个组成部分能否将建立基础设施和传播技术的各种援助包恰当地组合起来,使它们可适合众多国家的需要。□