

确定合适的限值

控制放射性核素向环境的排放

CAROL ROBINSON, TIBERIO CABIANCA, CARLOS TORRES 和 GORDON LINSLEY

为了保护当地和附近地区居民的健康,通常要对使用放射性物质的核或其他设施释入大气或地表水的放射性核素进行严格的控制。自 20 世纪 70 年代以来,IAEA 一直在颁布有关对排放进行控制的指导性文件。与此同时,IAEA 还一直在使国际放射防护委员会(ICRP)的基本建议具体化。

最近,IAEA 关于对排放进行控制的指导性文件已经经过审查和更新,机构有关放射性排放的整个计划也已经扩展到当成员国请求提供正在进入环境的放射性物质的来源和数量方面的信息时作出响应。本文总结了机构近来在这一课题范围内的建议,并介绍机构的这些计划的进展。

控制排放的指导性文件

新的 IAEA 安全导则

《向环境的放射性排放监管控制》更新了 1986 年颁布的载于安全丛书 No. 77 的旧导则。此次更新考虑了《辐射防护与辐射源的安全》(安全丛书 No. 120, 1996 年)的安全基本法则中所载的原则和《放射性废物管理原则》(安全丛书 No. 111-F, 1995 年),并解释了《电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》(BBS) (安全丛书 No. 115, 1996 年)的要求。

控制排放的基本概念仍然以现行的辐射防护原则为基础。这些原则是:

- 产生或可能产生辐射照射的实践,只有在它给受照个人或社会带来的好处足以弥补其引起的或可能引起的辐射危害时才可采用(实践的正当性原则);

- 由所有相关实践引起的照射量的组合所带来的个人剂量不超过规定的剂量限值(限制个人剂量原则);

- 辐射源和辐射装置得

到了当时条件下可以获得的最好的保护,以便使辐射照射量和受照射个人数在考虑到经济和社会因素的情况下保持合理可行地低,从而使它们引起的剂量得到限制(防护的最优化原则)。

但是,这份新的安全导则较旧版为排放的监管提供了实用性更强的指导性意见。新导则阐明了监管机构在控制排放方面的职能和运营者的责任。新导则还阐明了决定是否需要经过批准的步骤和制定相应的批准格式的办法,并为新的和已有的源规定了确定排放限值的方法。

依照 BBS,任何运营者打算引入(或中止)某一实践时“必须向监管部门提交一

Robinson 女士和 Cabianca 先生是 IAEA 辐射与废物安全处职员, Torres 先生是该处废物排放股股长, Linsley 先生是该处废物安全科科长。

与关键组预测剂量有关的监管要求简表

与排放有关的 监管要求	关键组未来最大年剂量评估值		
	≤10 微希		>10 微希
	免除或通知	登记证	许可证
建议的条件	<ul style="list-style-type: none"> ■ 源是固有安全的 ■ 对流出物或环境监测无要求 ■ 对实践进行定期审查 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 源不是固有安全的 ■ 要求规定排放限值 ■ 要求对流出物进行监测 ■ 要对实践进行审查 ■ 要求记录排放 	需经正式批准,批准书附有有关下列各项中的任一项或全部的具体条件: <ul style="list-style-type: none"> ■ 排放限值 ■ 流出物监测 ■ 环境监测 ■ 流出物和环境监测记录 ■ 向监管部门报告监测情况
设施举例	<ul style="list-style-type: none"> ■ 利用放射免疫分析技术的研究实验室 ■ 使用氚试验药盒的医院 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 使用数量有限的放射性同位素的小型医院和研究开发设施 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 核反应堆 ■ 后处理设施 ■ 放射性药物生产设施

份说明这一意向的通知书”,并必须向该监管机构申请批准书,此种批准书可以采用登记证或许可证的形式。在有些情况下,并不需要通知,因而也无需批准(如果照射可被排除出 BSS,或实践或源可被免除于其要求*)。

因此,批准书就是监管机构发放的允许运营者进行某项实践和向环境排放放射性物质的书面凭证。这种适合于特定情况的批准书取

决于多个因素,其中包括预计公众可能会受到的危害。对于相关危害为中低度的实践可以发放登记证,这种证通常用比较一般的术语表述。许可证则附有特别的要求和条件。

对于向环境的排放,这些条件可以采取年度或期限更短的特定放射性核素排放限值的形式,或采取这些放射性核素的适当加权和的形式(与不同排放控制

形式有关的条件实例,见表)。

该安全导则还描述了登记者和许可证持有者在运营期间的责任,包括在情况合适时制定并执行监测排出物和环境辐射的计划(见表,它表明何时可能需要这种计划)。

总之,该安全导则规定了一套根据这种排放所带来的危害的大小分级的监管控制办法。

* 排除系指“任何这样的照射:其大小或可能性本质上不可能通过所论标准的要求加以控制”,而免除意味着由被免除监管的实践或源引起的个体与群体的辐射危害低得无需监管,和被免除监管的实践和源是固有安全的。

评估剂量的指导性文件

一份题为《向环境的放射性物质排放的影响评估中

使用的一般模型》的安全报告(安全报告丛书 No. 19), 载有 IAEA 用于评估向环境的排放产生的辐射剂量的成套方法。它取代并拓展了机构以前在安全丛书 No. 57 (1982 年) 中有关如何进行模化的建议。

与早期报告不同的是, 这份安全报告是一本自成体系的手册, 它描述一套完善但偏保守的剂量评估方法。它包含将排放率与很可能因特定作业而受照射最重的那些公众成员(关键组)的有代表性的剂量联系起来所需的全套模型和数据。

集体剂量也很有用, 因此这份报告给出一些可用来针对给定排放估算集体剂量的筛选因子。该安全报告中描述的评估模型是打算在实际排放开始之前使用的, 作为颁发批准书的这个过程的一部分。结果, 这份报告和前面提到的安全导则被密切关联起来。

该安全报告为评估向大气和地表水的排放的影响提供了一个简单的筛选方案。它为每种环境类型提供了两种级别的模化, 并提供了一种确定哪种模化是合适的程序。这一程序是建立在下面的前提之上的, 即剂量非常低时, 一个简单的非常悲观的剂量估算值可能就足够

了, 但是, 随着剂量的增加, 必然需要更加贴近实际的剂量估算值, 因而需要做更详细的模化工作。

第一类模型是建立在关键组连续居住于排放点并且他们的食物也产自这一地点这个假设之上的。这显然是一种非常悲观的处理方法。第二类模型考虑到了物质在排放点和关键组居住地或其食物产地之间的稀释和弥散, 以及由此而来的物质在各个环境组成部分之间(如水和鱼之间)的输运。

该报告提供了简单的大气弥散模型, 可以用来估算大气中放射性核素的浓度, 它们是离开排放点的距离的函数。从这些浓度数据出发, 加上该安全报告同时提供的生活习惯数据和剂量系数, 就有可能预测由云中的放射性核素引起的外照射剂量和由吸入引起的内照射剂量。

该安全报告还提供了估算地表放射性核素浓度和放射性核素通过食物链向人体转移所需的数据。此外, 还给出了估算地表沉积物引起的外辐射剂量和由摄入引起的内照射剂量所需的生活习惯数据和剂量系数。

该安全报告提供了用来研究放射性核素在下列几种地表水体中的分散情况的简

单模型: 河流、入海口、沿海水域和湖泊。利用这些模型, 可以根据离开排放点的距离等因素预测水体中放射性核素的浓度。这一信息能被用于估计饮用从某个特定地点抽取的水所引起的剂量。

该安全报告还提供了放射性核素在水和沉积物之间的分配情况的资料, 据此就能求出水体岸边的放射性核素浓度并利用这些浓度估计出由此引起的外照射剂量。该报告还提供了将水体中的放射性核素浓度和鱼类与贝类中的此类浓度联系起来的因子, 和提供了将此类浓度和剂量联系起来所需的生活习惯和剂量系数。

该安全报告提供了使用上述模型和关于排放特点和关键组的居住地与生活习惯的一些标准化假设计算出的简单放大因子。利用这些因子, 人们可以根据预测的排放率或浓度信息, 一下子估算出关键组的剂量。报告中还包括了一些更加详细的解释和实例计算, 以便提供简单而灵活的评估工具。

全球排放信息系统

IAEA 正在开发一个有关全世界放射性核素向大气和水环境的排放、放射性度

物的海洋处置、涉及放射性物质的海难海损,以及陆上环境中的残余物的信息系统。

IAEA 已就海洋处置问题发表了一份文件(《放射性废物的海洋处置清单》,TECDOC-1105),并正在就海难海损问题编写一份类似的文件。

该信息系统中不可或缺的部分是 IAEA 正在开发的放射性物质信息交流中心。它是 IAEA 按联合国环境规划署(UNEP)“保护海洋环境免受陆基活动影响的全球行动计划”承担的工作的一部分。

1996 年,IAEA 被第 51 届联大指定为与放射性物质有关的事项的牵头机构和信息交流中心。信息交流中心是一种引荐性的系统,旨在使人们能访问当前有关防止陆基活动引起海洋环境退化的信息、实用经验和科技专门知识的来源,以及保持和保护海洋环境。

最后一点,IAEA 的这个信息系统将有助于支持向各种组织提出技术性建议(见图)。这些组织包括 1972 年《伦敦公约》(《防止倾倒废物和其他物质污染海洋公约》)、奥斯陆-巴黎委员会和联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)等(见第 49 页方框)。



保护环境

迄今为止,已经制定种种排放政策,目的都是为保护人类免受电离辐射的各种效应的危害。

1992 年在里约热内卢召开的联合国环境与发展大会之后,国际社会的注意力越来越多地转向保护环境的必要性方面,更具体地说,是保护植物群和动物群免受可能有污染的

危害。

用于保护环境免受电离辐射的各种效应的危害的原则和准则,可望从不断进行的讨论中产生,这些准则对于放射性核素排放控制政策的影响将需要进行评价。

当国际社会在解决这些及其他难题时,预计 IAEA 将通过其计划,在促进经验与观点的交流和提供实实在在的信息方面起到重要作用。 □

UNSCEAR 关于辐射水平及效应的 2000 年度报告



UNSCEAR 估计,所有核燃料循环作业(采矿与水冶、反应堆运行和燃料后处理)引起的当地和附近地区的照射量目前约为 0.9 人·希/吉瓦/年。鉴于目前全球的核电产量为 250 吉瓦/年,因而这一实践每年引起的集体剂量约为 200 人·希。相应的全球平均年个人剂量估计低于 1 微希。

此外,UNSCEAR 还估算出了弥散在全球的放射性核素给预计的最大全球居民数带来的集体剂量,估算时假定核电生产实践以当前的

联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)是联合国系统内的一个机构,其任务是评估和报告电离辐射照射的水平及其效应。机构在履行《规约》赋予它的制定辐射防护的标准并为其适用作准备的职能时使用 UNSCEAR 的成果。UNSCEAR 预定于 2000 年秋季向联大提交一份报告。该委员会关于来源于人造源的照射水平的结论,关系到机构当前和未来的有关控制向环境的放射性排放的工作计划。其摘要如下。

作为一些涉及辐射源的活动、实践和事件的结果,已经发生向环境的放射性物质释放。就释入环境的人造放射性物质而言,全球居民受到的集体剂量主要来自大气层核武器试验。这种实践发生于 1945 年到 1980 年。

在编制 2000 年度报告时,UNSCEAR 考虑了刚刚获得的有关核试验的次数与当量的新资料。UNSCEAR 现在据环境中残存放射性核素水平,主要是碳-14、铯-90 和铷-137 水平估计:全球平均年有效剂量,于 1963 年达到峰值 150 微希;自那以来一直在下降,现已降至约 5 微希。大部分核试验是在北半球进行的,那里的平均年剂量要高出 10%,南半球则低 10%。

装机容量持续 100 年。由此得出的全球居民受到的人均最大年有效剂量低于 0.2 微希。这样的个人剂量率远低于天然辐射照射。

有一些行业处理或利用大量的含天然放射性核素的原材料。这些行业的排放可以增加公众成员的照射量。UNSCEAR 的这份报告指出,磷酸生产、矿物处理和燃煤电站产生的照射量最大。极少数当地居民有可能受到约 100 微希的年剂量,虽然比较常见的是约 1 至 10 微希。

UNSCEAR 的结论是,除了能使局部区域受到严重污染的事故之外,再没有其他的实践会因释入环境的放射性核素而引起大的照射量。

未来可能进行的实践,诸如核武器的拆卸、核装置的退役和废物管理项目,可边取得经验边进行评述。但 UNSCEAR 认为,所有这些活动都只会释放极少量甚至不释放放射性核素,因而只会引起可忽略不计的照射量。

照片:应成员国请求,IAEA 已经组织若干研究项目,以评估前核武器试验场放射学状况。(来源: Pavlicek/IAEA)

监测海洋环境中的废物

IAEA 设在摩纳哥的海洋环境实验室(MEL)一直在实施几个与废物管理问题有关的项目,包括对经批准的从后处理厂排入海洋环境的放射性废物进行研究,和调查位于海底的放射性废物倾倒场可能发生的泄漏。

在使用固定的 γ 射线监测器加上卫星数据传输监测海洋放射性方面,IAEA-MEL的放射性测量实验室已经想出一种新方法。这套新的监测系统曾于1999年4月到2000年2月部署在摩纳哥湾,以试验卫星传输数据的性能并评价其结果。传感器安置在附着于浮标上的构件上,低于海平面几米。这些传感器能长期且连续地产生有关海水中的 γ 活度,海水的咸度、温度以及流速流向的记录。试验期内该监测系统运行良好,就水中铯-137浓度而言,达到了4贝可每立方米的预定灵敏度。这一系统将于2000年夏季安置于爱尔兰海,以检查海水中从塞拉菲尔德后处理厂释放的铯的长期运输情况。

最近在爱尔兰海完成的一项工作是就地绘制从塞拉菲尔德排放点到离海岸约15公里处的海床沉积物 γ 射线分布图。所覆盖的海区总面积约为400平方公里。得到了一份高分辨率的有关这一区域的沉积物中的铯-137分布图。如果依靠实验室工作来获得绘制这张图所需的数据,就需要采集数百个点的样品,和对沉积物进行数千次的分析。



西北太平洋中一些放射性废物倾倒场的可能的放射性核素释放情况的调查工作已经完成。获得的结果显示,在所调查的倾倒场没有观察到可归因于放射性废物倾倒的泄漏。海面

倾倒液体放射性废物和倾倒在海底的固体放射性废物的模化和放射学评估工作显示,当地居民受到的辐射照射剂量可以忽略不计。

在有关“世界范围的海洋放射性研究”的协调研究项目的第一次会议期间,提出了一种用于评估全球海洋中的海洋放射性的地理学方法。氚、碳-14、铯-90、碘-129、铯-137、钚和镅同位素,被选为海洋环境中具有代表性的由人类活动产生的放射性核素,并确立了它们的主要分布模式。人类活动产生的海洋放射性各种来源的评价显示,全球的放射性落下灰仍然是海洋放射性的主要来源,尽管在某些海域中,来自后处理厂(如爱尔兰海和北海)和切尔诺贝利事故(波罗的海和黑海)的释放物的贡献超过全球放射性落下灰。

全球海洋放射性数据库(GLOMARD)正在开发之中,并将储存所有可获得有关海洋环境中放射性核素的浓度与分布状况的数据。

照片:2000年8月,爱尔兰放射防护研究所在北爱尔兰环境与遗产组织和IAEA配合下,在爱尔兰海部署装备有一个能够连续测量海水中放射性污染的辐射探测器的实验性浮标。(来源:IAEA-MEL)