

国际北极海洋评估项目概述

KIRSTI-LIISA SJÖBLOM 和 GORDON LINSLEY

1992年,关于三十多年来前苏联一直在将放射性废物倾入北极海洋浅水域的传言不迳而走。这一消息引起了许多国家的极大关注,尤其是那些有北极海岸线的国家。

1993年初,俄罗斯总统办公室公布了一份载有前苏联过去倾倒行动详细资料的文件。根据这一被称为“白皮书”的文件所述,倾入北极海洋中的物项包括6个装有乏燃料的核潜艇反应堆;一个内装有乏燃料的破冰船反应堆的屏蔽组件;10个没有乏燃料的反应堆;以及固态和液态低放废物。

固体废物被倾倒在喀拉海中,主要倾倒在新地岛的几个浅海湾中,那里的倾倒点水深12—135米,新地岛海沟中的倾倒点水深达380米。液态低放废物被排入巴伦支海公海和喀拉海公海中。

1993年,IAEA对其成员国的关注和《防止倾倒废物和其它物质污染海洋公约》缔约国的请求做出响应,开始实施“国际北极海洋评

估项目”(IASAP)。该项目有两个目标:

- 评估倾倒在喀拉海和巴伦支海的放射性废物带来的人体健康危险和环境危险,及

- 探讨可能采取的与倾倒废物有关的补救行动并就其必要性和合理性提出建议。

该项目涉及14个国家的50多名专家,由一个国际咨询小组领导。该小组的工作领域包括:

- 调查北极水域的放射学状况;

- 预测倾倒废物未来潜在的释放;

- 模拟所释放核素的环境迁移和评估对人和生物群的有关放射学影响;和

- 探讨可能的补救措施的可行性、费用和益处。

放射学状况

在该项目中,根据反应堆运行历史和计算出的中子谱资料估算了倾倒的反应堆和燃料组件的裂变产物、活化产物和锕系元素存量。得出的结论是,高放废物物体

在倾倒时的总放射性核素存量为37 PBq。1994年高放倾倒废物的相应存量估计为4.7 PBq。1994年,主要的放射性核素是铯-137、锶-90、镍-63和钴-60。在遥远的将来,即3000年,钷的同位素和镍-59将在存量中占主要份额。

环境中的放射性核素。

与一些其它海域相比,喀拉海公海相对来说未受污染。其人工放射性核素含量的主要来源是核武器试验全球落下灰的直接大气沉积和汇流、西欧后处理厂的排放物和切尔诺贝利事故落下灰。

对环境材料的测量表明,巴伦支海和喀拉海中人工放射性核素造成的年个人剂量值非常小,在2—10 μSv 之间。在低放废物罐周围几米的沉积物中,探测到某些放射性核素浓度较高,这表

Sjöblom女士是辐射与废物安全处废物安全科职员。Linsley先生是该科科长。关于IASAP项目的详细资料和结果见《IAEA通报》1995年第37卷第2期和1997年第39卷第1期中的文章。

明这些罐已经发生了泄漏。不过,这一泄漏还没有导致在浅湾外部和喀拉海公海中产生可测量到的放射性核素增加。

对未来的潜在影响

放射性核素向环境的释放率将取决于反应堆结构材料、倾倒前加设的屏障和核燃料本身的完整性。

对每一个倾倒的高放废物物体,都详细调查了其屏障的结构和组成,并且在计算释放率中使用了腐蚀率和屏障寿命的最佳估计值。船只碰撞或更一般的全球变冷后冰川对这些浅湾的侵蚀等外部事件,都可能损坏废物的包容物。

所考虑的放射性核素释放情景如下:

- 最佳估计情景,通过屏障、废物罐和燃料本身逐渐腐蚀产生释放。

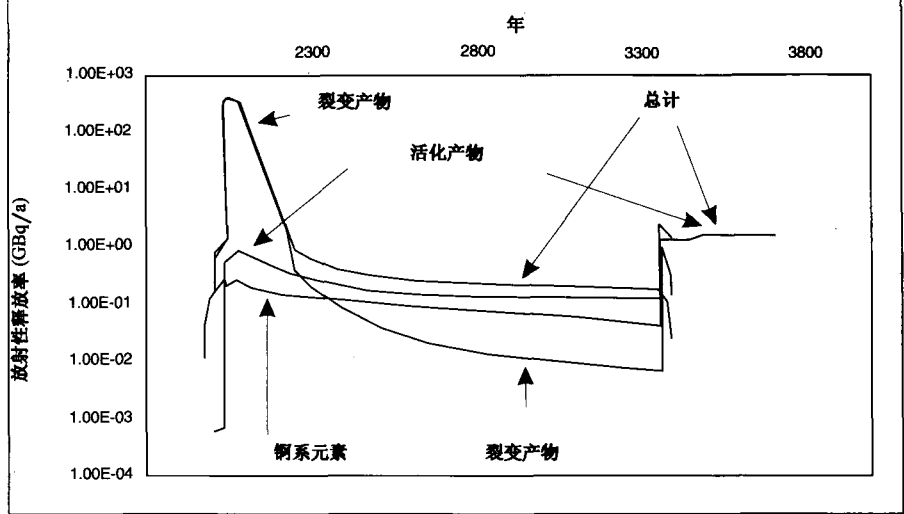
- 两种灾难性情景,在某些时刻剩余的放射性核素存量迅速或加速释放。

释放率是根据一座倾倒的反应堆的最佳估计情景预测的。(见图。)

利用预测的释放率及放射性核素环境行为的数学模型来估计给人和生物群带来的辐射剂量。

剂量估计。剂量是按选定人群组、全球人口以及植物和动物来估计的。

处置在喀拉海中的一座反应堆的预计释放率



个人剂量。为评估对个人的剂量,考虑了三个人群组。个人剂量的计算是针对涵盖上述三种释放情景中每一情景的峰值个人剂量率的时间范围进行的。

- 人群组 1——这一组人群主要以消费喀拉海鱼、海洋哺乳动物、海鸟及海鸟蛋为生,每年在海边的时间为 250 个小时;

- 人群组 2——这一组人群是假想军事人员,他们每年沿海湾的海岸巡逻时间假设达到 100 个小时。考虑的辐照途径包括外辐射,以及吸入海浪花和重悬浮沉积物;

- 人群组 3——这是所考虑的一组食海产品的人群,他们代表着居住在科拉半岛、食用捕自巴伦支海的鱼、软体动物和甲壳类动物

的俄罗斯北部居民。

在所有三种情景下,每个海产品消费者关键人群组(1 组和 3 组)中最大年个人剂量都很小(小于 $1 \mu\text{Sv}$),并且远远小于天然本底剂量的变化。(海产品中存在的天然钷-210 对人群组 1 和人群组 3 的年剂量分别为 500 微希沃特和 300 微希沃特。)对假想的沿海湾巡逻的军事人员关键人群组(2 组)的剂量较高,但仍与天然本底辐射剂量(平均为 2400 微希沃特)不相上下。(见第 19 页表。)

集体剂量。集体剂量仅是就最佳估计释放率情景估计的。世界海洋中放射性核素(碳-14 和碘-129 以外的核素)分散产生的对全球居民的集体剂量按下述两个时间范围进行计算,即一直到

该项目中的辐射剂量估计值

选定人群组最大年个人总剂量(mSv/a)		
情景	海产品消费者年剂量	军事人员年剂量
最佳估计情景	<0.1	700
灾难性情景	0.3—1	3000—4000
全球人口的集体剂量(人·Sv)		
	截止时间(年)	
	2050	3000
除碳-14 和碘-129 之外的核素	0.01	1
碳-14	NA	8
碘-129	NA	0.0001
总计		~10

2050年,提供有关对当代人的集体剂量的资料;和涵盖估计的峰值释放的下一个1000年。估计的集体剂量分别是0.01人·Sv和1人·Sv。

假定倾倒废物的全部碳-14存量在2000年前后释放,将对全球人口的剂量在后1000年(即到3000年)范围内加以积分,得出集体剂量约为8人·Sv。相应的碘-129的值非常低,为0.0001人·Sv。因此,倾倒的放射性废物中所有放射性核素在下一个1000年给全世界人口造成的总集体剂量约为10人·Sv。(见表。)

对植物和动物的剂量。对从浮游动物至鲸鱼等的一系列野生生物种群的辐射剂量率,经计算发现是很低的。此评价工作预测出的峰值剂量率约为0.1毫戈瑞每小时。此剂量率被认为不大可

能对可能影响健康种群生存的疾病、死亡率、繁殖力、产卵量和突变率产生任何有害的影响。

还应指出,当地生态系统中仅有小部分生物种群可能受到此释放的影响。

考虑采取的补救行动

在可能采取的补救行动方面,针对核破冰船乏燃料罐进行了初步工程可行性及费用研究。破冰船在倾倒的废物物体中所含的放射性核素存量最大,建造和屏障方面的文件最全。

打捞专家选择了2种潜在可行的补救方案以进行进一步研究。第一种方案是用混凝土或其它适当的材料进行原地覆盖以密封这些物体;第二种方案是将其回取到陆地环境中。这两种方案都被认为在技术上是可行的。海洋作业的费用据估计

在500—1300万美元范围内。

在就采取补救措施的必要性作出决定之前,需要考虑若干因素。从放射防护角度看,它们包括:如果不采取行动,对受照最严重的个人(关键人群组)的剂量和风险;以及通过采取行动,他们的情况能够被改善的程度。另一个因素是对受照射人群的总的健康影响(与集体剂量成比例),以及其多大部分可通过采取补救行动加以避免。

项目结论

该项目得出了下述一些结论:

- 监测表明,已确认的倾倒物体的释放量很少并局限于倾倒点附近。

- 倾倒在喀拉海中的放射性废物对当地典型人群组中公众成员的预计的未来剂量非常低,低于1微希沃特。对假想的沿已倾倒废物的海湾海岸巡逻的军事人员组的预计未来剂量较高,高达4000微希沃特,但仍然与平均天然本底剂量处于同一数量级。

- 对海洋动物群的剂量无足轻重,其数量级低于预计可能对动物群有不利影响的数量级。

- 从放射学角度考虑,补救行动是不合理的。 □