

核燃料循环企业环境保护地带的放射卫生评价

Зыкова АС等; Гиг и Сан(11):23~25, 1985 (俄文)

随着核科学技术的发展,可能使环境遭受放射性物质污染的生产企业亦随之增加。其中,以核燃料循环企业造成局部性甚或全球性环境污染的可能性最大。这些企业运行时会产生含有放射性和化学物质的气体气溶胶、液体和固体废物。核燃料循环企业运行时影响环境的主要因素和表现是空气和水受到放射性和化学物质的污染、热污染、一部分地块变坏和已耕耘的地块有的不能使用。不同企业产生的废物对环境的影响程度和生活在不同企业所在地区的居民所受剂量是不相同的。其中,采矿和辐照过燃料后处理企业对环境 and 居民的影响最大。

在铀矿开采和加工时,影响人体和环境的主要因素是 α 和 β 放射性核素。在此类企业所在地区进行的土壤和植物污染程度的研究表明,离尾矿坝200米处土壤的 α 比活度平均为 $1.9 \times 10^4 \text{ Bq kg}^{-1}$,超出天然水平一个数量级。植物的 α 比活度为 $1.1 \times 10^3 \text{ Bq kg}^{-1}$ 。尾矿坝放射性污染向周围扩散达500~700米。对生活在离尾矿坝1km处的居民所进行的受照剂量估算表明,相当于每年生产核电1 MW的居民受照剂量为0.75 mGy,相当于每年生产核电1 MW在尾矿坝50km直径范围内的集体剂量为0.15人·Gy。由此可见,在铀矿开采、加工和制备燃料过程,尚未造成放射性核素对环境的明显污染,居民受照剂量大大低于所规定的限值。与此同时,在这些企业里发生了具有生态和经济特征的难以解决的问题:在尾矿坝下常常埋着大面积的肥沃土壤,而要使之再耕种却非常困难而昂贵。

辐照过燃料后处理厂是使环境遭受放射性和化学物质污染的潜在源,随同排出物排入环境的有 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{85}Kr 、 ^{106}Ru 、 ^{129}I 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 和锶系元素。排入环境的废物量和核素组成取决于核燃料的类型、受照特性、废物放置

时间和不同核能设备产生废物的特性。大量分析结果表明,后处理厂正常运行时,厂所在地区大气、土壤、植物和食品受到氟氧化物的局部污染水平超过本底水平10~100倍,居民受照个人剂量当量达 $0.01 \sim 0.1 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$ 。依据许多研究人员的意见,今后在设计核反应堆的释热元件加工厂时应合理规定建造能阻留 ^3H 的清洗设备。

有人报道,由核燃料循环企业随同气体气溶胶排入大气的 ^{14}C 量变化在 $3.7 \times 10^{12} \sim 3.7 \times 10^{13} \text{ Bq} \cdot \text{a}^{-1}$ 范围内,由此引起居民全身受到的个人剂量当量可达 $0.01 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$ 。 ^{14}C 对居民个人和集体内照射剂量有明显的贡献,是具有辐射意义的核素之一。

美国纽约州核燃料后处理厂运行时,每批燃料释放出 ^{85}Kr 约 $1.8 \times 10^{14} \text{ Bq}$ 。 ^{85}Kr 在全球性集体剂量中贡献最大。在放射性化工厂周围80 km的人口稠密区(几百万人)内,排放单位活度 ^{85}Kr 所致集体剂量为 $1.6 \times 10^{-18} \text{ 人} \cdot \text{Gy} \cdot \text{Bq}^{-1}$ 。在汉福特和萨凡纳-里凡尔工厂加工处理已放置150天的释热元件时,排入大气的 ^{137}I 约为 $2.9 \times 10^7 \text{ Bq} \cdot \text{d}^{-1}$ 或 $1.1 \times 10^{10} \text{ Bq} \cdot \text{a}^{-1}$ 。1966~1971年间纽约州放射性化工厂排入大气的 ^{129}I 为 $1.6 \times 10^{11} \text{ Bq}$,该地区儿童甲状腺受照剂量达 $5 \text{ mSv} \cdot \text{a}^{-1}$ 。在这些工厂所在地环境中 ^{129}I 的污染水平明显超过全球性污染水平。牛甲状腺内放射性核素的测定结果可作为例证。假若全球性 ^{129}I 水平为 $0.3 \sim 8.3 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$,则在西魏里工厂区生长的动物甲状腺样品中该核素含量超出几十乃至几百倍。排出物中对居民受照集体剂量贡献较大的放射性核素有 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{89}Sr 、 ^{90}Sr 和 ^{106}Ru 。居住在核燃料后处理厂周围200km的居民受到的附加照射为天然本底辐射照射的0.1~60%。

随同核燃料循环企业的废物进入环境的放

放射性物质的数量和由此引起的居民受照剂量尚不会达到所规定的限值。鉴于这些放射性物质对环境的潜在危险,这一问题已引起设计部门、工矿企业和国家卫生监督机关的认真关注。

减少放射性和化学物质排入环境的措施有:研究制定可以减少放射性物质排入环境的体积和数量的工艺流程、采用循环流程、限制水和空气的用量、采用高效清除排出物的方法、采用阻留放置法、采用有效的分散和稀释法(建造高烟囱和分散式排入水体)和规划措施(划定卫生防护区,把居民区安置在企业的风向上风向等)。

尽管核燃料循环企业为减少排放进行了不懈的努力,仍然可能有放射性物质和化学物质的复合物排入环境。为此,在改革工艺流程和净化排出物的同时,必须进行有效的卫生学调研工作。

现今在环境卫生防护方面已做了不少工作:制定了附有说明的卫生法规,遵守这些法规可以保证放射性物质对环境的污染不会超过容许水平和居民的受照剂量限值;建立了计算排入大气的放射性和化学物质最大容许排放量的方法;提出了核燃料循环各企业卫生防护区大小的依据;建立了对企业排出物和企业所在地区辐射状况的剂量监督系统;拟定了对环境中各种物体的放射性物质含量进行卫生监督所推荐的方法;拟定了计算居住在企业所在地区的居民受照剂量所推荐的方法。

有关环境和居民健康保护方面的所有官方文件都基于HPB-76和ОСН-72/80中提出的原则。

在核燃料循环企业环境保护方面放射卫生研究的主要方向是:

1. 制定和进一步完善测定企业排出物中放射性和化学物质的方法,以便更精确地确定随同气体气溶胶排出物和污水排入环境的放射性和化学物质的成分和数量。

2. 确定现有企业所在地区环境遭受放射性和化学物质污染的程度。对 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{129}I 和 α 辐射体等具有辐射危害的放射性核素的污染程度和它们环境中的行为应给予特别关注。辐射状况评价可以为拟定进一步保护企业所在地环境的措施以及制定对环境状况监督的改善和最优化措施提供依据。

3. 拟定并改进对居民受照剂量的估算方法。确定内照射剂量尚存在着很大困难,因为目前还不能直接地测量内照射剂量,而是基于放射性核素在体内和环境中的行为规律方面的资料算出内照射剂量,因而求得的吸收剂量值仅接近于真值。在计算儿童和少年(12~17岁)内照射剂量时所遇到的困难更大。

4. 运用临床-生理学方法研究小剂量电离辐射和化学物质对居民健康的长期影响,完善流行病学和医学统计的方法学。这一问题尚未引起足够的重视。

〔章仲侯节译 朱壬葆校〕



放射卫生学

036 燃煤与核动力辐射危险度的比较〔Cohen BL, Health Phys 48(3), 342~343, 1985(英文)〕

DeSantis和Longo 1984年关于燃煤和核动力的辐射危险度的比较,没有包含两者在远期辐射损害上有重要意义的两个问题:①将地中的U挖出在核工厂制成核燃料会减低辐射水平。②燃煤时U、 ^{230}Th 和 ^{226}Ra 向环境中释放Rn的辐射问题。对这些因素本文作者虽

曾指出过,但将上述两个问题一并提出并用现代的观点加以阐明是有益的。

根据河流将溶解的物质和河水中的悬浮物载带到海洋的速率估计,陆地表层每年被浸蚀冲刷的量平均为 1.2×10^{-4} 吨/ m^2 。假设土壤的比重平均为2.0吨/ m^3 ,则每17000年地表就要降低1米。按照这一假设,我们计算了U及其子体 ^{230}Th 和 ^{226}Ra 的效应。假定U及其子体是从处于平衡的比例而存在。下边用U泛指U及其子体总体。地中的U是环境中Rn的来源。据估计由于Rn照射,美国每年死于肺癌的人数约为10000。若引用美国电离辐射生物效应委员会第三号报告的危险度,则此人数是25000,上边所说的效应便都应乘以