

放射防护

国际放射防护委员会关于放射性废物管理的建议

ROGER H. CLARKE

就在十多年以前,国际放射防护委员会(ICRP)在第60号出版物中,详细说明了一项放射防护政策,其主要目的是提供对人的适当防护标准,同时不去不适当地限制会引起辐射照射的有益实践。

有益的实践可能产生放射性废物;在第77号出版物《放射性废物处置的放射防护政策》中,给出了该委员会关于所有类型放射性废物处置的政策。在该委员会建议的任何物质范围内,废物系指将被或已被作为没有进一步用途而废弃的任何物质。**废物**包括液体和气体流出物,以及工艺废料之类的固体物质。废物贮存是废物的暂时保存。**废物处置**系指将废物废弃,而且不打算回取。处置一词涵盖流出物的排放与固体废物处置。**废物管理**系指从废物产生开始到处置结束的整个作业序列。

废物处置战略可分为两种概念方案:“稀释与分

散”方案,或“浓集与保留”方案。由于实施这两个战略的任何一个,放射性核素都势必或早或迟地释入环境,因此无释放的目标是不可行的。这两种战略经常使用,并且不相互排斥。破坏性事件引起照射增高的可能性,是决定把废物浓集于一个处置设施中而不是稀释它或分散它的一个不可避免的后果。

该委员会的防护体系,可直接适用于“稀释与分散”战略。要估计照射量,以便对照射源施以适当控制。要考虑受照个人与群体的特性与习惯。此外,在这些情况下,可以在很大程度上证实,通过测量向环境的释放和在发生意外释放时采取行动,正在实现防护。

在采用浓集与保留战略

处置长寿命固体放射性核素的情况下,主要的防护问题涉及在遥远的未来也许发生、也许不发生的照射,即一种潜在照射情况。一个有效的废物处置系统将在最大危害期内保留废物,只允许剩余放射性核素在遥远的未来进入环境。由于不完全了解处置系统的未来行为、地质和生物圈的条件,以及人的习惯与特性,对个人和群体所受剂量的任何相应估计值的不确定性都将随着时间越变越大。不过,该委员会的防护体系仍可适用于长寿命放射性废物的处置。

第81号出版物《适用于长寿命固体放射性废物处置的辐射防护建议》论述的是用浓集与保留战略处置长寿命固体放射性废物之后发生的公众成员的放射防护问

Roger Clarke 是国际放射防护委员会主席,并且是联合王国放射防护局局长。他还是联合国原子辐射科学效应委员会(UNSCEAR)联合王国代表和伦敦大学帝国学院和萨里大学客座教授。

题。它涉及包括浅地掩埋和深地质处置在内的一些方案。该出版物所含建议适用于那些在选址、设计、建造和运行阶段中有机会实施这些建议的新的处置设施;在判定涉及产生废物的实践的正当性时也应考虑这些建议。该委员会还正在第 82 号出版物《长期照射情况下的公众保护原则》中,提出有关处理已在环境中存在的、由未受监管的过去实践等产生的长寿命放射性残留物的建议。

放射学评估 固体放射性废物处置系统的放射学评估,需要考虑人受到照射的各种可能性。可能导致人受到照射的过程,必须根据场地具体情况加以确定。某些自然过程可能导致放射性核素逐渐释放到环境中。一个典型的例子是废物包由于腐蚀而逐渐变坏,以致放射性核素随后释放。接着发生的若干自然过程,可能导致人受到照射。这些过程也许包括放射性核素随地下水迁移,以及相关的吸附过程、扩散过程和分散过程。另一些不太可能发生的自然过程,例如地震事件和冰川现象,也会干扰或影响处置系统的性能。

将来的人的行动也可能干扰废物处置系统。一个影

响处置库完整性并且可能产生放射学后果的人的行动被称为人的闯入。对一个故意的闯入者而言,这些后果主要被认为是该闯入者的责任。也存在这样的可能性:在有关处置系统的知识丢失后,人非故意地闯入处置库,即某个人无意中采取一些会破坏废物处置系统的行动。这些行动包括无意中往深处置库中钻孔和在浅处置库上无意地进行建设活动。这样的非故意行动是长期内人闯入的主要问题;这里,人闯入一词指非故意的闯入。

该委员会使用的剂量学量在第 60 号出版物中进行了界定。(本文中的剂量一词系指有效剂量。)反映剂量和受照人数的量是集体剂量,由一个受照群体的平均剂量与该群体中的个体人数的乘积给出。不过,在第 77 号出版物第 58 条中,该委员会认识到估算直到未来的长时期内的集体剂量问题。“受照群体的个人剂量和人数,将随着时间的增加,变得愈来愈不确定。此外,目前有关剂量与损害的关系的判断,对于未来的群体也许不能成立……对于长于数千年的时期内的集体剂量的预测和对于长于数百年的时期内的健康损害的预测,应该批判地加

以审查”。

实践的正当性 废物管理和处置作业是产生所论废物的实践的一个不可缺少的组成部分。把这些作业看成是一个独立的、需要其本身的正当性证明的实践,是错误的。因此,在评估产生所论废物的实践的正当性时应包括这些废物管理和处置作业。如果国家废物处置政策已经改变,而且实践正在继续,则也许有必要重新评估实践的正当性。如果实践已经停止,则必须考虑的是干预的正当性而不是这种实践的正当性。

防护的最优化 人们一直普遍认为,防护最优化的主要输入是总的(积分的)集体有效剂量。不过,对于固体废物处置而言,使用集体剂量是远不理想的。防护的最优化已变得与集体剂量、成本-效益分析和其他定量程序的应用密不可分。在空间与时间上不受限制地使用集体剂量的种种误解,经常导致资源滥用。在较长距离和时期内,个人剂量与集体剂量的估计值是靠不住的,其部分原因是模化技术中存在的不确定性。在流出物评估中,应格外小心地使用集体剂量,并按照个人剂量的分解数据表和受到这些个

人剂量的时间向决策者介绍。

防护的最优化对为降低剂量所做的合理的一切有广泛的解释。现在该委员会的主要重点是在防护最优化的定性技术要求上。防护最优化这个概念的基本作用是，在负责辐射照射控制的每个人中形成这样一种思维状态，以致于他们不断地问自己这个问题：“我是否已经做了为降低这些辐射剂量而能够合理地去做的一切？”因此，该委员会关于最优化的政策是明智的，基本上可用第 60 号出版物第 117 条来概括——如果降低损害的下一个步骤只能通过使用与随之发生的降低严重不符的资源来实现，则采取这个步骤是不符合社会利益的。

子孙后代的保护 对子孙后代的保护至少达到与当前几代人相同的水平这个目标，意味着要用从相关的健康损害考虑中导出的现行定量剂量约束值与危险约束值作为指标。第 77 号出版物认为，作为健康损害量度的剂量和危险，对于今后约数百年以后的时期来说，是不能以任何确定度加以预测的。然而，在为说明所论处置库在现有对于处置系统的理解下是否是可接受的而进行的

试验中，可以为较长的时期求出剂量或危险的估计值，并且将它们与适当的标准做比较。**这样的估计值不得看成是未来健康损害的预测值。**

不能假定，子孙后代将了解目前一代人所进行的处置。因此，保护子孙后代免受放射性废物处置的影响，应该主要通过**在处置库开发阶段采取的非能动措施来实现，而不应该过分地依靠未来采取的能动措施。**不过，该委员会认识到，在关闭后对处置设施保持的有组织的可能性，也许通过减少闯入的可能性，也许会增强人们对处置设施安全的信心。该委员会认为，这些控制不会持续较长时期是没有理由的，因此，它们可能对特别是浅处置设施的总的放射学安全做出显著贡献。此外，对于铀水冶尾矿的地表或近地表处置而言，在下述场合，也许要在很长时期内依赖这些控制，即如果这些控制失效，后果将总体上低于与其他长寿放射性废物有关的那些后果。

自然过程和人的闯入 应该考虑两大类照射情况：自然过程和人的闯入。后者仅指无意中闯入。故意闯入处置库引起的放射学后果是

闯入者的责任。应将产生于自然过程的剂量或危险的评估结果与 ICRP 所建议的最大约束值 0.3 毫希/年或其危险当量(约 10^{-5} /年)相比较。对于人的闯入，应该考虑来自一个或多个似乎真实的格式化情景的后果，以便评估处置库对这样一些事件的恢复力。

该委员会认为，在人的闯入可能导致剂量高到按现有标准来看干预几乎总是正当的情况下，应该在处置库开发阶段做出合理的努力，以降低人闯入的可能性，或限制其后果。在这方面，该委员会以前曾建议，可以将现有的约 10 毫希/年的剂量作为一个通用参考水平，低于这个水平，干预就不可能总是正当的。相反，现有的约为 100 毫希/年的剂量可以作为这样一个通用参考水平，高于它，干预就应该几乎总是被认为是正当的。在相关器官中的确定论效应阈值被超过的情况下，同样要进行这种考虑。

在该委员会看来，如果已为满足自然过程的约束值和减少非故意的人闯入的可能性与后果采取合理的措施，并且已经遵守技术和管理原则，那么就可以认为放射防护要求已达到。 □