

理,也不会增加环境中的 ^3H 浓度。而且在回收的溶剂中,几乎不含有害的或难以燃烧的杂质,而便于焚烧处理。不必担心会对环境引起污染。

本实验对闪烁溶剂研究了甲苯和二氧化杂环二个品种,标记化合物只研究了 ^3H -胸腺嘧啶。在其他场合下蒸馏法的有效性尚需进一步验证。目前已经确定 ^{14}C

化合物比 ^3H 化合物要难于进入馏出液。鉴于闪烁废液贮藏时间一长,馏出液中 ^3H 的浓度会有所增高,因此,应根据闪烁废液的组成加以分类存放,并避免不必要的长期放置,应尽早给予蒸馏处理。

[王泉弟节译 金益和 章仲侯审校]

放射性废物处理

Harrison JM: Science 226(4670):11~14,1984(英文)

国际原子能机构、经济合作与开发核能机构、欧洲共同体和经互会等国际组织对HLW (high level radioactive wastes) 的处置给予关注并协调了研究计划。

在回顾各国关于处置HLW的研究计划中,获悉阿根廷、巴西、中国、墨西哥和挪威等核能利用国还没有发表过处置HLW的详细研究计划;比利时、加拿大、西德、法国、日本、荷兰、瑞典、瑞士、苏联、英国和美国有陆上处理或海底处理,或两者均有的广泛的处理计划;澳大利亚、奥地利、丹麦、芬兰、意大利和西班牙有小规模的HLW处置研究计划。

下面是关于陆地处理、海上处理和环境转移报告的主要考虑:

1. 对HLW的处置(Disposal)是指不再回收的封存,而贮存放射性废物是指暂时的存放。

2. 应从安全和科学的角度确定选址原则。

3. 核废物与人们的健康有关,对它的处理必须寻找安全的方法。

4. HLW至少在10万年内有潜在危险,在这期间必须考虑到放射性核素的归宿。

5. 国际防护委员会发展的剂量限制系统是合理的,规定的剂量限制水平如此低,以至于其危险度可以与日常生活中的其他危险度相比较。

6. 对国际机构和由其资助、发起或协调的研究应给予重视,但必须结合各国的研究计划。

7. 评述应限于目前可利用的处理技术。

8. 环境转移工作组应考虑核素在生态中的转移规律,陆上和海洋处理工作组应评述核素从贮存所到生态的转移资料,某些重复是不可避免的,亦许是有用的。

指导委员会和工作组确信加紧研究,提供某些专门方法能够安全地处理HLW。所谓安全处理只是意味

着危险度降低到一个可以被接受的水平。

陆上或海底处理需要一套处理系统和密切协作,预先计划必须涉及各有关方面,包括废物容器的设计,废物库的设计和建造,以及运输、存放和对装满了的容器进行监测。必须注意确保封存HLW的过程对各类人群不引起更大的危险。

工作组作了注解的19项建议叙述如下:

1. 确保固体化的HLW安全贮存100年。

HLW的热容量随时间而迅速降低,减少处理介质中的热效应使处理有可能使用更小的地下空间。现有的资料对处理设施的最佳选择是不充足的,所以应注意对特殊地点的研究。

2. 发展在整体岩石中建立地下实验室。

临时贮存可利用这种地下实验室进行材料试验,并且监测液体和气体50年以上。某些地下实验室还可以作为小型处理场所。

3. 需要更多的关于岩石和容器破裂与渗透性方面的资料。

需要预测破裂与渗透性的关系。岩石(如花岗岩)中的裂缝是令人担心的,但是在岩石(如油页岩)中的无数小破碎可阻止液体流动。需要探测破碎和估计通过破碎的流量。

4. 对HLW处置的研究应当与研究在大约5百万年内形成的地质沉积相结合。

通过对地质沉积的研究可以确定地层构造的稳定性以及气候改变、水位变化等因素的影响。尽管还不能预测地震,但对地震的研究同样是必要的。

5. 应仔细研究挖坑道的技术方法,以便保证放置HLW的最佳条件。

在开凿坑道时最重要的是最低限度地扰动岩石。采用大型机械钻探地下坑道,可减少使用爆破,意味

着较少地破碎岩石。构筑贮存罐的工程师和编写安全容器规范的科学家必须协同工作，以便使封存工作取得最佳程序。

6. 应仔细分析放置的HLW和其他毒性废物通过地下管道的过程。

如果研究表明在地下管道某些区域的表层下的沉积物被冲走，并且能预测地下管道的流速，则可用来作为HLW的处置场所，可使所有的物质被带进地层内部。

7. 应研究热干扰对所含介质的影响，以及对液体流动、液体化学、岩石与沉积物变动和物理性质的综合影响。

在陆地环境中，这种研究有助于确定岩石的破碎程度及其渗透性和失去安全容器的危害。在海洋环境中，必须更好地了解充满微孔的精细颗粒状沉积物的影响，热原是否会引起小的喷发，甚至喷出罐？发生破碎的“岩石”是否会凝结沉积物？

8. 根据深海沉积物的岩芯进行试验性调查，这些岩芯是取自几个位置，几十米长的沉积物。

研究岩芯对选址是必不可少的，它可阐明调查地区的地质史、沉积率、沉积物的成份、地质破坏的可能性和其他地质资料。

9. 需要更多的关于深海沉积物的吸附作用和机械特性方面的资料。

需要关于沉积物的资料，包括颗粒大小，成份，离子交换力，吸附放射性核素的能力和含有的生物群以及随着发生的生物包裹(bioturbation)。

10. 需要更仔细地估价沉积物系统对放射性核素的吸着作用。

放射性核素能以不同的氧化物状态存在，其性质可能区别于相应的元素，尤其是当地层受到罐的放置干扰时，会乖僻地移动。

11. 需要更多地研究发生在沉积物和覆盖的海水之间的过程。

海底表面含有的物质向水中的释放取决于在交界区的混合和平流，以及交界层与覆盖层、分层、深水之间的交换诸因素。

12. 需要研究在海底扩散过程的物理和化学模

式。

目前还不太清楚在无干扰沉积物中的扩散过程，对受干扰的沉积物还需作更多的验证。

13. 海洋物理学家需要确定进入水中的这些放射性核素将如何分布。

弥散与稀释那种最有意义？近来已认识到深水羽状或小球状物中的放射性核素，对局部的生物群可能导致较高的剂量。

14. 需要重点研究与放置有关工程的各个方面。

科学家必须确保工程师参与设计HLW处置的各方面的工作，以便保证最佳设计和技术。

15. 海洋中放射性核素的沉积作用，以及从海底返回到海洋中的转移率需要更多的资料。

需要预测放射性核素向海底沉积，及又从海底向海水中释放过程的相应速率。

16. 更好地了解放射性核素在海洋生物中是如何浓集的。

不同的放射性核素可能蓄积在有机体的不同部位，所以弄清导致可食部分中放射性核素浓集的因素是特别重要的。

17. 需要更多地研究摄入每单位放射性核素的剂量因子。

放射性核素的代谢率，以及摄入每单位核素后的剂量取决于摄入或吸入放射性核素的化学性质。

18. 应研究地面水中放射性核素在化学上的物种形成(speciation)和延缓放射性核素迁移的方法。

放射性核素通过不同介质时，以不同的速率被吸附，关于吸附作用的动力学知道甚少。

19. 应加紧研究陆地环境中(包括淡水)放射性核素的转移规律。

在几十年内的转移率已进行了大量研究，但是HLW的半衰期是非常长的，目前还没有足够的知识作长远的预测。

科学家们认为利用目前的技术可以安全地处置核动力废物。临时贮存50~100年可以大大减少在最终处置场所的热负载问题，但仍需对临时贮存作更多的研究。

[陈德清节译 王燮华校]

国外医学放射医学分册自一九八六年起由天津市邮局发行，
刊号6-102，欢迎广大读者到当地邮局订阅