

法国的经验和计划

从土丘和独块巨石到深地质层勘测

J.J. Lefèvre

通过范围广泛的核动力计划以及40年来所取得的经验，已能使法国制定相当全面的废物管理政策。它包括法规和条例，近期和长期的保健和安全，工艺技术（从设施的设计到退役），以及废物的调整、运输和处置。

谁做什么：组织机构

在法国，政府对废物管理政策纲要、国家的法规、条例和监督以及核设施的审查和发放许可证负责。（目前，法国工业研究和外贸部是主管机构。）废物管理政策由法国原子能委员会拟定，交政府批准。

废物产生者本身主要承担短期的废物管理，包括就地临时贮存。长期贮存是专门机构——国家放射性废物管理局——的责任。该管理局是1978年由政府在法国原子能委员会内设立的。

国家放射性废物管理局的任务包括：

- 长期处置场址的选择、建造和管理。
- 为废物和环境间的屏障系统制定技术条件（以确保政府安全标准得到遵守）。
- 在生产、处理、调整和处置现场确保质量保证和监督（除了由专门的管理当局进行的常规检查和监督以外）。
- 预测产生的废物体积以确保及时规划贮存场地。

国家放射性废物管理局的资金按所交付的废物体积和性质，由废物产生者根据基本成本提供。产生者还要按预期将交付的废物，预先对未来处置场址提供资金。废物产生者包括法国电力公司（他们产生的废物量最大）的核电厂；法国原子能委员会的核燃料循环子公司——高杰马公司*；法国原子能委员会的民用和军用研究中心，以及其它各种各样的产生者，如大学、医院和工业界。

Lefèvre 先生是法国原子能委员会（巴黎）放射性废物管理局长。（所有照片都是法国原子能委员会赠送的。）

* 高杰马（Cogéma）即核材料总公司。

研究和发展工作主要由法国原子能委员会实行和提供资金，欧洲共同体和废物产生者（通过国家放射性废物管理局）也提供了一些捐助。废物产生者——主要是法国电力公司，在它自己的实验室里开展一些研究工作，各大学和研究所按照同法国原子能委员会签订的合同或自筹资金也开展一些这方面的工作。

法国原子能委员会向工业界转让技术是通过设备和劳务供应者来保证的，法国原子能委员会或法国电力公司的大多数子公司他们自己也开展了一些研究工作。

进入独块巨石的“检查走廊”，走廊设有收集和排水的系统。



废物管理政策:

废物管理政策已在1984年公布的一份由法国原子能委员会制定、政府批准的计划中作了详细说明。按照放射性水平所提出的技术问题和长期潜在危害所提出的保健防护问题,人们将核废物分为三类。

采取的政策是力图确保在短期内(前几个世纪)使废物与外界完全隔绝。这是通过设置多层屏障来完成的:废物的固化和包装、处置场和工程屏障。对长寿命废物来说,这种隔绝期只能保证一个有限的时期,以后通过天然地质屏障来延缓放射性核素的迁移和稀释。

换言之,只要所有屏障层能够保证放射性衰变到潜在危害至可以接受的水平,短寿命废物就可以贮存在地表或近地表的场址。这条规定限制着任何场址可能接受的短、长寿命的放射性总量,以及每件包装中的含量(长寿命或 α 辐射体)。超过此 α 辐射体限制,所有其它废物都必须进一步用足够稳定的和有效的天然屏障,如深层地质建造来防护,以便把在遥远将来对人类可能受到的放射性水平降至可接受的值。

存放低中放废物的土丘和独块巨石

已确定了三类废物,其中之一是:

- A类。这类包括主要含有 β 和 γ 辐射体的低中放废物,其中 β 、 γ 辐射体的半衰期不超过30年,所含 α 辐射体,就整个场地来说平均不超过0.01居里每吨(0.01Ci/t)。(单个包装的 α 辐射体最多不超过0.1 Ci/t;就个别情况来说,可放宽到0.5 Ci/t)。这些限值考虑了短寿命或中等寿命的 β 辐射体放射性衰变到长寿命的 α 辐射体(如钷-241、镅-241和镎-237)。因此,它们是按监测期结束,即场址封闭300年后计算的。这些数值是以长期最大可信危害情况为依据而确定的。它们包括穿过废弃场地修建主要公路(包括劳动队伍受到的相应照射)以及使公众受到的照射。对个人的寿期来说,可接受的照射限值是国际放射防护委员会(ICRP)推荐的那些值。

废物的形式可以是水泥浆、沥青、聚合树脂或混合形式。国家放射性废物管理局发展的场地工程屏障是现代技术熟知的坟墓或土丘和独块巨石的概念。放射性相当高的短寿命废物,或其包装本身不能提供适当包容的废物,都下放到混凝土隔室里。每一层都浇灌水泥,最后一层放有钢筋而构成钢筋混凝土。混凝土隔室完全回填后即构成独块巨石。独块巨石是成对建造的,并有两米的间隔,以存放任何放热包装。整个构筑物放在水泥垫块上,而垫块设有收集雨水或由重力渗入的任何水的排水系统。

放射性极低的和已适当调整的废物堆放在独块巨石顶部平板上。水泥固化废物的容器沿平板边堆放并跨越平板,这样又构成可存放抵抗力差一些的桶的隔室。用回填材料将整个堆积物填满,最后在堆积物上盖一层粘土,再者,这里也没有收集雨水或可能渗入的任何水的排水系统。这样,这个堆积物便形成坟墓或土丘,以后再在其上覆盖一表土层并种上植物。

在法国西北部,与阿格后处理厂相邻的一个现在依然使用的处置场已经经营了16年。该场地近几年将装填满额(400000立方米)。预计到2000年,A类废物总量将达800000立方米。

超铀废物

第二类废物是:

- B类。这些是些超铀废物,主要来自后处理操作以及某些军事和研究单位。为了通过分选、分离和再循环来减少它们的数量,以及结合或添加,例如:焚烧,压碎或浸滤来缩小体积,人们已做了大量的工作,并仍在继续做工作。经过掺入水泥浆、聚合树脂、沥青或它们的混合物后,将所有超铀废物临时贮存起来,等待深层地质处置库可以使用。预计到2000年,这些废物的体积将达60000至80000立方米。

高放废物

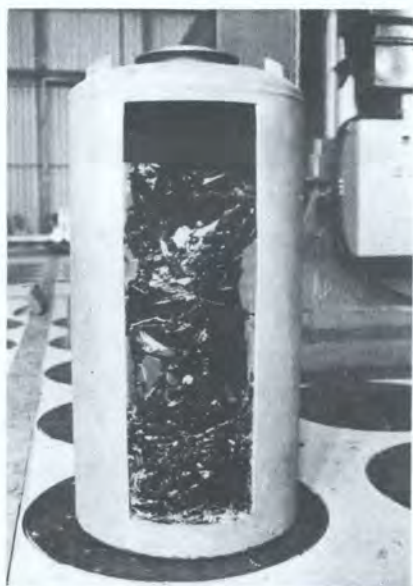
第三类是:

- C类。这些是些高放废物(HLW),它们是放射性非常高的后处理废液。对策是玻璃固化这些废液,正如1978年以来在马尔库尔AVM工业装置上所做的那样(AVM玻璃固化流程已被英国核燃料公司选用于它在塞拉菲尔德的热堆氧化物燃料后处理工厂)。到1985年,马尔库尔已生产了1000多个钢罐,约装400多吨玻璃体,相当于约12000吨核燃料。

为了玻璃固化浓缩铀燃料后处理过程中产生的高放废液,阿格正在建造两座大型装置。(第一座称为R7的装置1986年将可以用来进行冷试验。)这两座装置的每一座都有三条玻璃固化生产线,每条生产线的能力为50升每小时,即每小时可生产25公斤玻璃体。总生产能力将足以两座后处理厂提供服务,即每年可以对付1600吨轻水堆燃料后处理产生的高放废液。这一流程的每道工艺都曾在马尔库尔类似AVM的AVH原型装置上试验过。

现在的研究目的在于,增加玻璃体及其容器在真实处置条件下的长期性能的知识;改善工艺的灵活性和增加可靠性;因而,例如,减少二次废物量。

玻璃容器或许至少要冷却贮存30年,这就为建造一座最终处置库留有时间,但是时间还不充足,因为



在马尔库尔 AVM 玻璃固化厂贮存厅的玻璃体容器全尺寸模型。



法国芒什处置场址的处置独块巨石的底层：放混凝土块的预应力混凝土墙和空间。



正在法国核材料总公司阿格后处理厂建造的 R7 装置的玻璃固化室内景。

必须事先了解真正的贮存条件，以便最优化整个屏障系统。

处置场址计划

鉴于现有低放废物处置场将于几年内装满，政府要求国家放射性废物管理局提前提交另外两个场址供批准，以便在1990年有一个或两个场址准备好交付使用。从法国地质和矿物调查局为国家放射性废物管理局作的初步工作来看，有可能将调查面缩小到三个县。至少有一个场址已被确认为可能是适宜的，目前正在继续做鉴定工作。对国家放射性废物管理局来说，这就要在各个方面的公众中，从地方当局和舆论界开始，

开展一个深入细致的查询活动。

就所涉及的深层地质处置来看，法国政府要求法国原子能委员会于1987年底呈交一份地下实验室场址的建议书。并且希望该场址在条件上完全合适修建一个处置库。具体的地质建造尚未确定，但可以在盐矿、花岗岩、粘土或页岩中选择。将于1986年宣布要做的勘测工作。如果该实验室的测定证明该场址不适合，就将在有可能发展成为最终处置库的别的场址上建造另一个实验室。

虽然某些方案还没有结论，但是法国的废物管理政策的一般轮廓已经确定，而且此时此地大部分技术皆可利用。