

为核设施退役作准备

核设施退役产生的放射性残留物

DENNIS REISENWEAVER 和 MICHELE LARAIA

核工业在过去的 50 年中已经发展成熟。许多相关设施当初是按有效运行寿期 40 到 50 年设计的,现在则已纷纷步入晚年。

将需要最终退役的与能源生产和燃料循环有关的设施有 800 多座。这些设施包括核电厂、后处理厂、中间贮存设施、浓缩厂和铀矿水冶厂。

另外还有近 400 座将需要进行某种形式退役的研究反应堆。如果把使用放射性材料的商业公司和大学也算进去,则这个数字要达到好几千。这不包括与以前的核武器生产场所有关的许多辅助性联合企业。

什么叫退役?

退役是指为撤消加在原先曾使用放射性材料设施上的部分或全部监管控制措施而采取的各种行动。这些行动包括为表明曾使用放射性

材料的设施可被不受限制地使用或改作它用而必须完成的行政和技术行动。这些行动可以包括拆除某个系统或整幢建筑物;也可以仅仅包括进行一些去污工作和放射学检测,以表明已达到可接受状况。

大多数人有这样的错觉,即退役是在设施寿期接近终了时开始的,那时拆除或去污开始进行。事实上,退役是一个过程,是从最初设计该设施时通过在该设计中采取一些能有利于最终拆除和退役工作的措施开始的。这可以包括在混凝土地板和墙上设一些舱门,以便大型设备能运出来;使用模块式生物屏蔽;或将该设施使用期间或许会受到污染的工艺小室或其它地区加上衬里。这种退役过程贯穿该工厂的整个寿期,直到工厂的状况允许撤消监管控制。

为什么要最终撤消对一个设施或系统的监管控制

呢?这有多方面的原因。这可能是由于政府政策的改变,如不允许使用放射性材料或使之不能继续使用;可能存在着需要中断使用放射性材料活动的安全问题;最初使用这种放射性材料的工艺技术也许已变得过时或不经济;也许是某项研究计划已达到其目的,因而包含放射性核素的设备或材料不再需要;或者出现了另一些需要进行最终退役活动的理由,如发生了事故或未料到的事件。

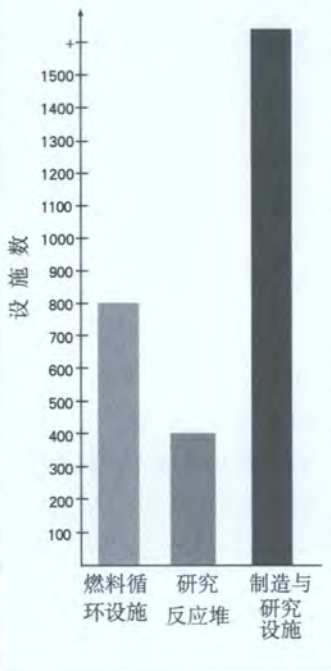
不管出于什么原因,退役过程都必须以安全而经济的方式小心地规划和实施。

当规划退役所需的行动时,有三种主要选择方案。它们是立即拆除该设施,安全贮存,或者推迟拆除并最终

Reisenweaver 先生是 IAEA 辐射与废物安全处职员, Laraia 先生是 IAEA 核燃料循环与废物管理处职员。

核设施退役

需要退役的设施



出于种种原因,估计全世界约有 2800 座核设施需要在未来的几十年中退役。

让核设施退役的主要原因包括:

- 政府政策改变
- 工艺技术过时
- 设施的运行不经济
- 发生了未料到的事件或事故

- 安全问题
- 计划已完成

退役的三种主要选择方案:

- 立即拆除设施
- 安全贮存设施
- 将设施掩埋

存 50 年。

■ 掩埋方案需要将设施置于允许剩余放射性材料原地不动且不需全部移走的状态。这种方案通常要减小放置放射性材料区域的规模,然后建立一个混凝土块或其他构筑物。该构筑物应能够存在一段时间并且确保剩余放射性材料不再是一个令人担忧的问题。多数监管者不欣赏这种方案,因为这相当于允许低放废物处置设施落户该厂址。已经实施这种方案的例子是美国的哈勒姆核电厂。

组织与管理

正常情况下,退役作业是在已经有一批工作人员的厂址开始的。一般有两种方案可用来完成设施的退役工作。它们对项目的组织都有着重要影响。第一种方案是由许可证持有者利用本单位内部资源进行退役工作,必要时请专业承包商协助。第二种方案是由许可证持有者将退役执行活动包给经验丰富的外部单位,自己则提供总体监督和支持服务。

上述两种方案各有利弊。如果许可证持有者自己进行退役活动,可以最大限度地利用其已有的实际工作

将该设施掩埋。这些方案各有利弊,在为导致最终退役的那些活动制定相应的战略时,应该认真地考虑这些利弊。

■ 立即拆除方案允许在设施的受监管活动结束或中止后不久撤消对该设施的监管控制。通常,最终拆除或去污活动在几个月或几年内开始,具体时间视设施的情况而定。美国的圣符伦堡核电厂和加拿大的 ZEEP 研究

堆,就是已经成功实施这种方案的两个例子。目前这两座设施已不再接受监管控制。

■ 安全贮存方案把最终撤消监管控制推迟较长一段时间,通常为 40 到 60 年左右。在最终开始拆除和去污活动以前要让设施处于安全贮存状态。联合王国的伯克利核电站就是这种情况。目前,哈萨克斯坦的 BN-350 增殖堆核电机组准备安全贮

经验丰富的人员。

退役活动中的某些活动与维护活动是类似的,而后者的操作规程早已制定。一个例子是,在该厂运行期间,拆卸和更换部件属正常活动。使用已有人员可以使当地雇员得到延聘。不过,有些经验较多的人员也许会离开,因为他们觉得退役完成时他们的雇用期就会结束,因而愿意去有新工作或有长期前途的地方。

使用以前人员进行退役活动的不利之处是,此类人员在接受工厂从运行模式变为退役模式(例如从例行操作变为需要更多准备的独特任务)时所需的文化变化方面或许有困难。这使他们的工作效率低于例行进行退役活动的单位。

即使是利用内部人员的方案,现场也不可避免地要使用一些承包商。少则签订一二个专业合同(例如等离子体切割),多则为厂区的部分地区签订许多个合同。究竟使用多少承包商,取决于挽留人员的政策、费用与找到合适承包商的可能性。

当雇用外部承包商进行退役活动时,由于许可证持有者是监督单位,因而仍需要保持少量的人员。外部承包商掌管着设施的大部分,

并确保这些活动按照法规要求安全进行。在去污和拆除活动方面,这些有经验的承包商工作效率通常会比内部人员高。他们一直在例行进行这些活动,因而更熟悉能被用来帮助他们进行混凝土墙壁和地面去污之类工作的现有工艺技术。承包商还可以安排可能需要的任何分包商。如果许可证持有者进行退役活动,需要的分包商可能较少。

当使用承包商时,许可证持有者仍然保持对项目的控制。为保持这种控制,必然要求许可证持有者与承包商不断接触,以确保满足一切安全与监管要求和实现项目目标。许可证持有者必须熟悉各种承包制度,以便尽量减小费用超支的可能性,这一点很重要。监督工作所需的资源与技能可能非常重要。

许可证制度的前提是,由许可证持有者保持对设施、各种工艺和活动的日常控制,由其雇员管理设施的运行。对于承包商提供的服务来说,许可证持有者是一个“聪明的消费者”。在设施的照料与维护时期以及废物贮存时期,这仍然是必要的。因此许可证持有者将需要有能力去证明,一个履行这些

责任的健全组织已经或将要就位,直至设施最终被解除监管控制和它的责任期结束。

与安全担忧有关的问题

在制定退役计划和整个规划过程期间,有大量与安全担忧有关的问题必须处理。这些问题能够对最后方案的选定产生极大的影响。

在多数情况下,这些问题如得不到解决,就会把设施置于安全贮存状态,使最终去污和拆除活动推迟。

■ 第一个问题是缺乏能接收退役与拆除活动中产生的废物的处置或贮存场地。在国家没有废物管理方面的政策或没有可用于处理和处置放射性废物的设施的情况下产生放射性废物,不是好的做法。极力建议事先建造能接收和处理退役期间产生的全部废物流的设施。

■ 第二个问题是缺乏资金,无法进行能导致撤消控制的活动。当设施关闭时退役所需的资金也许并未备足,这可能有多种原因。也许是设施关闭得过早,以致筹集到的资金总额不足。这部分资金也可能因计划不周或本国缺乏对谨慎财务计划的要求而不够用。另一种原因



照片：在德国，在拆解一座原型堆期间，正在切割反应堆压力容器的封头。做好退役的规划能大大减少废物量。全世界最终需要退役的核电生产及相关设施有 800 多座。

可能是政治形势发生了变化（就像前苏联的某些国家中出现的），因而无法获得完成这一退役过程所需的资金。

不管出于什么原因，资金缺乏会使退役过程大大推迟，并会在解决这一问题

期间对安全产生明显的影响。

■ 第三个问题是如何在设施运行期间和设施最终脱离监管控制之前维护好“公司”的知识。如果选择长期安全贮存且覆盖的时期长于一个人的正常工作期，这可能

特别麻烦。

如果缺少有关系统和工厂在役期间发生的事故或事件的操作知识，对工艺进行规划就会比较困难，并可能会在最终去污或拆除活动中出现未知的或意外的情况。

制定好退役计划

放射性废物是核事业的一个必然遗留问题，必须安全加以管理。随着设施运行寿期即将结束，与其退役有关的任务显得更加重要。

许多国家正在通过 IAEA 的计划，分享有关各种核设施所需的退役作业的安全和技术方面的经验与信息。随着越来越多的设施计划在未来几年内退役，这些经验和信息定能给各国在编制、规划和实施安全管理退役相关的放射性废物计划方面提供宝贵的支持。 □