

一个多阶段过程

核设施退役培训

ENRIC PLA

在核工业内,术语“退役”是指为部分或全部解除一座核设施的监管控制而采取的一系列行动,其最终目标是将所有放射性材料移走或包封,从而无限制地开放或使用该场址。

世界上有几百座核设施面临退役,其中包括服务期已超过 30 年的核动力堆、研究堆和核设施。这些设施中有许多已关闭,但由于受脆化和其他致弱过程等老化影响,将需要去污和拆除。

直到最近,人们才重点关注核动力堆和研究堆的退役。不过,一些国家正更多地关注非反应堆核设施的退役,并把实施退役计划作为头等大事。

自 20 世纪 70 年代初以来,退役一直是 IAEA 的计划内容。为处理核设施退役安全和技术问题,IAEA 制

定了一套指导文件,并在文件中涵盖了有关核设施安全去污、拆除和拆毁的技术合作项目、研究计划和培训讲习班。

虽然一些实施核动力计划的国家已制订了规划并拥有基础设施,但另外一些国家却面临着反应堆和其他设施(如医疗实验室)退役的新挑战。因此 IAEA 调整支持方向,帮助这些国家建立安全而有效地实施退役活动的能力。本文重点介绍与退役培训有关的主要方面,包括新旧两代专家间的知识保留问题。

一个多阶段过程

核设施退役问题在其设计和运行阶段就应考虑到。设计阶段要非常有效地考虑由于拆除活动期间处理活化

或玷污材料而可能使工作人员和环境受到的放射学影响。另外,运行期间实施的所有修改都应考虑到清洁材料被污染而引起的困难。不过,许多核设施多年来一直在运行,其退役很可能在设计或运行阶段未得到考虑。

新核动力机组建造停滞不前的一些国家制定了延长运行中的机组寿期的计划。应对负责这些计划的工程师进行拆除技术培训,以便有利于将来最终退役。

为便于放射区退役,应考虑的设计特性包括远距维护和监测能力;工艺功能划分;防护性覆盖物和热室衬里;工艺设备、构筑物、系统和部件的易接触性和移除方便性;内装去污机构;以及便

Pla 先生是 IAEA 核燃料循环和废物技术处职员。

于拆除难以去污的构筑物、系统设备和部件的模块建造方式。

退役包括从详细制订计划到拆毁设施的各种活动,因此需要专门知识来执行这些既有常规活动又有非常规活动的任务。常规活动可能涉及放射学表征和去污,与运行阶段的活动大体类似。同样,拆毁活动与建筑业中的那些活动相似。不过,退役活动还需面对非同寻常的挑战,因为其工作环境具有危险性和放射性,常常遇到一些未知的因素和意外情况。

由于意外事件引起的实际困难众多,因而解决困难往往需要设计并实施创新方法。要处理这些困难,需要广泛理解解决问题必须采用的相关概念和原则。

培训计划的作用

在核设施整个寿期内,都应保持对足够工作人员进行适当水平的培训和考核。在退役阶段,培训计划的好处多多。

■ 促进旨在增加工作人员、公众和环境安全水平的努力,证明核设施关闭后对公众健康和环境安全的承诺。

■ 减少或优化费用。实施去污和拆除工作需要巨额资金。及时制订涵盖退役计划期间所有概念、技术和程序的广泛培训计划,能够帮助优化使用可利用资源。

■ 发展并保持一支能干的工作队伍。应对设施操作人员进行拆除阶段培训,并在退役期间加以保留,因为其经验是不可转让的。对运行阶段详细审查时,要深入分析一些事件、审查理论计算,甚至再现可能造成拆除期间困难的人为动作。此外,必须清点核材料,并为回取任何已回收的材料进行培训。

■ 培训扩大到各种工作人员和设施工作人员,培训期间的重点是审查既定程序,在多次发现执行某项任务的困难后,就要对相关程序进行修改。例如,用液力剪切割管道是机械工常干的活。然而,在放射性环境必须穿特殊服装并在有限的时间内完成这项活动时,工作人员就需要专门培训,并从中取益。

培训的需要和支持

IAEA 就退役的一般问题和技术问题组织地区培训

班。培训班以出版的安全导则和技术文件为基础,并邀请世界各地的专家参与指导。

IAEA 在帮助成员国进行退役中起着重要作用,研究堆和其他小型设施的退役就是这方面的实例。有许多国家的研究堆或教学用堆建于约几十年前,但它们几乎没有退役管理经验。

拆除和退役作为一项专门活动,需要采用分阶段培训的方法。每项相关任务都有一些具体特征,因而需要针对每项任务对人员进行培训。对于某些活动来说,使用实体模型和其他模型能够提高效率和安全。一项专门培训计划能否有效,取决于能否明确界定每项所需任务的职能、责任和管理标准。

环境监测 进行系统化环境监测是实施退役计划的一项必不可少的任务。它包括现场测量 α 辐射体和气载污染。必须熟练掌握取样和评价技术以及各种设备的使用。

辐射照射控制 在拆除和退役活动中,控制对工作人员的辐射照射特别重要。对于保健物理人员的培训来说,培训班应从评价设施的历史记录和数据开始,以便

详细描述和分析运行期间工作场所的放射学图,了解有危害区域的辐射水平。同样重要的是,要全面了解退役项目,因为放射学危险将随着拆除活动的继续而变化。

培训班还应涉及以下科目:适当的防护衣和防护设备在每项具体活动中使用,以及减少剂量战略。此外,保健物理人员还应根据活动类型了解各种工作环境。在拆除反应堆、退役旧的放射性材料运输容器系统、处理铀尾矿堆,或对铀生产设施去污时,使用的放射学程序是截然不同的。一般培训班也许不详细论述各种不同工作环境,但是会讲述评价工作场所使用的准则。

废物管理 许多核设施有需要整备的放射性废物。因此,拆除过程会导致需要处置或贮存的放射性废物显著增加。在其他退役程序不合适时,清理旧废物常常要改变废物的存放位置。为封存这类废物和防止其向空气、水或陆地的迁移,需要在去污、环境运输,以及废物稳定和工程技术方面进行额外培训。为整备正在去污和拆除的任何设施中产生的放射性废物,需要了解防止放射

性材料丢失或放射性核素迁移的废物控制工程和程序。

放射学调查报告 退役一旦完成,要向监管部门提交最终放射学调查报告。收集的数据应能反映正在退役设施的复杂性和相关的潜在危害。

样品和数据管理是提出最终放射学调查报告必不可少的。没有它们,拆除的设施就不能被认证为无污染和可开放供其他使用。对保健物理人员在样品收集和实验室分析以及数据管理方面的额外培训,能够帮助他们以系统的和可恢复的方式履行确认和记录职能。

对培训的需要关系到退役计划的每个干预步骤,其中包括对于最终决定取消对核设施的监管控制至关重要的“行政管理行动”。因此,监管部门还应注意对其检查人员进行退役技术、环境影响和辐射课题的培训。

运行单位的工作人员

应该使参与退役活动的人员熟悉设施和运行程序,以便有效地履行其职责。应成立一个由退役专业人员和合适的场地人员组成的小组,来管理退役计划。尽管退

役阶段和安全关闭期可能需要新的能力,但即便有新的能力,熟悉设施运行的前运行人员的参与和帮助也是很有益的。可以对这些老雇员交叉培训,以使他们能够更高效地执行所要求的任务。

IAEA 的培训材料和出版物特别提到了在拆除阶段保留运行人员的好处。不过,这并不妨碍对运行人员进行新的培训或再培训。

应对运行单位的人员进行以下领域的培训或再培训:辐射防护;去污;遥控学和远程操作;工程辅助拆除和拆毁;质量保证和质量控制;废物管理;以及工业安全。

在某些情况下,可使用承包商或类似设施的人员执行全部或部分退役工作。运行单位应确保提供适当水平的控制、监督和针对具体设施的培训。

某些工作领域可能需要专门培训。应小心谨慎,利用合理的工作方法和保持良好的工作条件。在高污染区工作开始之前,应在清洁区对工作人员进行培训。

在使用遥控装置进行拆除工作或放射性废物操作时,要在实际活动开展前利用清洁材料对使用这些装置

的操作人员进行培训。在使用遥控设备时出现错误或知识不够,都会造成重大的放射学影响和经济损害。

知识的传播

核工业已证明了核设施退役的可行性。从核电厂到小的研究实验室,许多设施已退役。在从设计到拆除和放射性废物处置的所有应用领域,都很好地掌握了核技术。如果干系人意识到对新一代培训和再培训的重要性,这种专门知识就会得到保证。

最好的培训者是有核设施工作经验的现有核专业人员。在核设施退役领域,一些 IAEA 成员国越来越担心其国家教育和培训能力正在随着国家核工业的停滞或下降而消失。加上核工业头几代专业人员的老龄化,这可能导致退役所需的专门知识迅

速减少。

对指导和管理退役工作的合格专业人员的需求正在增加,其速度超过新的合格人员的获得速度。主要通过岗位培训培养合格的核工业专业人员,这种方法迄今继续是培养这一领域新人的主要方法。这种人员培养方法已不能跟上对人员的需求,因为专业人员中有许多快要到退休年龄,而且对合格工作人员的需求预期将随着核设施的老化而增加。

显然,必须保存核领域的专门知识。运行核电厂或其他核设施的国家将来需要将这些设施退役。

环境和核工业方面的许多工程师和科学家具有与一些退役领域有关的教育背景和经验。但是几乎没有人不经过某种形式的再教育就拥有能为退役计划有效出力的背景和经验。因此,显然这些缺陷不是个人缺点,而是表

明传统的学术课程不能满足这一新兴行业的教育需要。尽管过去几年中举办过以退役程序为重点的短期培训班,但是却缺乏能提供与退役有关的关键学术领域教育背景的教学计划。

在核活动日渐减少和学习核技术的学生所剩无几的一些国家,人们质疑,大学是否应保留专门的核工程课程,或是不是开设机械工程、化学工程和其他工程课程就够了。如果采取后面决定,那么一名通才工程师将需要接受合理指导才能开发和管理一个核项目。尤其是,退役计划基于现有设施,该设施建造的概念、标准和准则均是通才技术人员所不熟悉的。

负责核设施拆除工作的新人需要从前辈那里获得知识和经验。这种知识传播能够在国际上非常有效地实施。IAEA 在迎接这一挑战中要发挥重要作用。 □