

辐射防护与核安全的教育与培训:填补空白

IAEA 将进一步把重点放在
帮助各国主管部门加强它们的人力资源开发上

Karol Skornik

在全世界的工业部门中,教育与培训对人力资源的开发来说是必不可少的。最近若干年,核工业方面的此类工作已得到加强。国际原子能机构(IAEA)在其到2000年的计划规划中,十分重视核与辐射安全方面的人力资源开发,以便与其正在进行的、提供旨在加强各国基础设施和促进核技术在各个和平应用领域安全使用的技术援助这一重点相配套。

1993年9月,IAEA大会批准了1994—1998年辐射防护与核安全方面的教育与培训计划。本文仅从世界核领域的发展、各国的重点与需求及IAEA的政策方针这三个角度对该计划作一说明。

核领域的发展

为了使核和辐射安全达到一流,需要一揽子的教育与培训方案。一般说来,辐射防护与核安全属于多学科性质的领域,它们由应用物理学、化学、生物学、核工艺技术和其他的专门化之间相互交叉的部分组成。然而,就人力资源的开发而言,又有一些重要的差别和特殊的要求与问题。有些差别和问题起因于核与辐射的应用花样繁多和涉及各行各业。

当今,辐射技术和放射源已在世界上得到广泛的使用,除工业、农业和研究之外,医学(诊断放射学、放射治疗和核医学)中用得也很多。

举例来说,医学方面的应用大致如下:

- 正在使用的诊断用 X 光机有 40 多万台,每年大约做 12 亿次医疗性 X 光检查;
- 每年做 3.2 亿次牙科 X 光检查;
- 全世界已有 1 万台 γ 照相机,用于支持范围广泛的核医学操作;
- 每年完成 2200 万次放射性同位素的体外检查(核医学);
- 每年有 400 多万病人接受放射治疗;以及
- 60 多个国家已设立了或多或少用到核技术的常规医疗计划。

有迹象表明,全世界居民从诊断和治疗用电离辐射接受的照射量正在增加。其中的许多增加从临床角度看可以被认为是正当的,尤其是在发展中国家里,那里的医疗设施尚不够多。根据联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)的估计,到2000年,全世界居民从医疗照射接受的集体剂量大概将增加50%,到2025年则可能增加一倍以上。

在过去的20年里,根据已安装的辐射源的数量和总的额定功率估计,辐射加工每年以10%—15%的速率稳步增长。目前正在42个国家中运行的工业 γ 辐照装置有135台以上,电子束加速器约有400台。可用辐射加工和处理的产品有食品、医疗用品、人造和天然的橡胶制品,以及电线电缆等。据估计,这些产品的总价值每年达到20亿美元以上。

Skornik 先生是 IAEA 核安全处职员。

在工业部门,电离辐射已得到广泛应用。这些应用包括,例如,测量液流量或探测泄漏的放射性示踪技术。作为材料无损检验一部分的 γ 射线照相术,也已被广泛地用于检查铸造缺陷、探测管道和容器的焊接缺陷,以及在大量生产前使铸造方法优化等方面。放射性同位素已作为一种常规手段用于石油和天然气工业的测井、用于自然资源勘查和地球物理勘探。许多工业仪表和消费产品也都以辐射源的利用为基础,或与之有关。

在农业方面,全世界有几百万公顷的土地种植了由辐射诱发突变育成的将近1000个作物品种,估计能产生几十亿美元的经济收益。此外,利用辐射技术防治虫害已使由虫害引起的作物损失和昆虫传播疾病造成的牲畜损失减少。

在利用电离辐射方面,也许效益最显著的是全世界运行中的430台核电机组,它们的发电量占世界总发电量的16%以上。为了提供可靠的电力,另有55座核动力堆在建造中。截至1993年年底,世界民用核反应堆的累积运行经历已超过6500堆年。1993年年底时,59个国家中还有301座研究反应堆在运行,它们被用于支持许多科学领域的分析工作和生产医学、工业和农业用的放射性同位素。其中包括18个国家内的用于培训的51座反应堆。

电离辐射的用途如此之广,意味着辐

射防护与核安全领域需要进行教育与培训的范围也非常广。这样的计划需要涉及使用电离辐射、辐射源或核技术的,数量日益增多的装置、设施、实验室和工作场所中的各种实践。

基础设施方面。在辐射和核安全领域,已经有了大量的标准,包括一些国际标准。然而,这并不能保证会产生良好的安全实践。为了达到和维持所期望的防护和安全水平,需要有合适的本国基础设施。一般认为,这种基础设施本质上是由以下几个重要部分组成的:

- 陈述法律、技术和行政管理要求的法律法规;

- 通过监管机构强制执行这些法律法规的制度,例如通告、登记、办理许可证、检查以及就如何满足安全要求进行咨询等;

- 各个层次的人力资源和专门技能,从包括制定政策和研究开发在内的与专门化的应用领域有关的高级工作,直到给运营和服务提供技术支持的一般性工作;

- 能提供各种安全服务的强有力的技术基础,例如辐射监测(个人剂量的测定、仪器仪表的校准、环境监测)、设备和部件的维修以及应急能力等服务;和

- 制定和执行本国辐射安全计划所需的资源。

本国的任何一种基础设施的范围和数量,必须与涉及安全工作的各种核技术活动的深度、广度和数量相称,这些技术活动的范围从核电厂发电直到电离辐射的其他应用。

IAEA成员国在核技术和与安全有关的基础设施方面开展的工作是各不相同的。因此,他们对其国民进行适当的教育与培训的需求与能力也是各不相同的。机构在教育与培训方面的政策考虑了这些差别。这些计划也可针对不同类别的国家调整。重点放在辐射防护与核安全方面的一些特定领域上,即放在与有关国家在本国的人力资源开发计划方面的需要和重点相一致的那些领域上。由于这个原因,人们总是把各国的教育与培训计划,看作这个国

参加IAEA辐射防护培训班的专业人员。



家旨在使专业人员、技术人员和一般公众知道使用电离辐射的利弊的整个教育体系中的不可缺少部分。

需求分析

辐射防护与核安全主要是本国的责任。使用电离辐射或从事核电事业的所有国家,正在这些领域开展一些教育与培训活动。但是,由于预算限制、合格教师短缺以及基础设施方面的其他不足,许多发展中国家仍然感到制定和(或)执行此类计划有困难。因此,他们越来越意识到在这方面能够从国际合作和协调中得到好处。

在分析 IAEA 成员国的需求时,IAEA 一直在吸取通过其技术合作计划(具体地说是各种安全服务和各种跨地区、地区及一国项目)和通过诸如会议、学术会议、研讨会等技术会议的例行活动获得的见识与经验。IAEA 在辐射防护与核安全方面的安全服务包括以下几方面的服务:辐射防护咨询组(RAPAT);运行安全检查组(OSART);重要安全事件分析组(ASSET);国际监管工作评议组(IRRT);研究堆综合性安全分析组(INSARR);和工程安全检查服务(ESRS)。

辐射防护。对 RAPAT 调查结果的分析,突出说明了加强辐射防护领域国际合作的重要性。有证据表明,目前半数以上 IAEA 成员国的**辐射安全管理机制**不健全。许多国家根本没有执行基于国际推荐意见的安全政策所必需的基础设施。在某些国家里,国家的辐射防护设施不健全;而在另一些国家里,有多个机构声称负责此事;有几个国家(包括那些比较新的 IAEA 成员国)尚未建立国家主管部门。需要基础性立法和支持性的符合潮流的法规的事例数不胜数。

核动力领域外发生的几起放射性事故突出说明了安全管理机制的重要性。例如,IAEA 在 1989 年圣萨尔瓦多的一台工业辐射装置发生严重放射性事故后进行的一次国际性检查揭示,假如有合适的辐射防护体系在运作,这起事故本来是可以避免的。

即使在制定了相应的本国法规的国家里,也常常缺乏受过严格教育与培训的、能建立有效的辐射安全体系的人才,包括进行许可证审批、检查和提供支持性技术服务的体系。

1991 年,国际放射防护委员会发表了经修订的推荐意见(ICRP 第 60 号出版物),这些推荐意见构成了《电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》修订本的基础。这一国际标准即将由下列单位联合发布:IAEA、国际劳工组织(ILO)、经济合作与发展组织核能机构(NEA/OECD)、世界卫生组织(WHO)、泛美卫生组织(PAHO)以及粮食与农业组织(FAO)。为了实施这一标准,今后必须给许多发展中国家提供各种类型的援助:把国际标准变成详细的本国辐射防护法规;建立监督此类法规的实施的主管部门;及提高此类主管部门的工作水平。IAEA 在涉及放射性物质和其他辐射源的使用方面的援助,必须包括向不同类别的专业人员提供辐射防护方面的教育与培训。

将继续得到重视的一个问题是增强现场核运行人员的辐射安全,这个领域的培训工作仍然是十分需要的。每一类工作人员都有其与所从事职业有关的特殊需要。已受到照射的或可能要受到照射的工作人员,可以按不同的领域分成以下几类:核工业和放射性物质运输;医院和其他医疗机构(放射治疗、诊断放射学和核医学中心);使用辐射源的工厂和工程项目;大学和研究中心;涉及应急事务的机构和团体(例如医务、民防和当地警察局等)。

在工业部门,培训必须是绝大多数工作人员所能理解的,并必须建立在使他们的职业所需的知识水平和辐射防护所需的知识水平相均衡的基础之上。

在医学的教学和研究部门,必须对具有良好科学基础但缺少辐射防护知识的各类专业人员进行培训。世界上希望对辐射安全官员(保健物理学家)和在放射治疗、诊断放射学及核医学部门工作的医务人员(包括大夫)进行培训的这种要求增长得特

别快。需要给这类人员定期开设进修班,使他们能跟上辐射安全的新要求。必须关心护理人员,这类人员对于公众理解辐射危险有着非常重要的影响。

应该把对应急人员的辐射防护培训看作处理核事故和辐射紧急情况的国家计划的一部分。对各个地区的许多国家来说,在各个层次上进行此种培训的必要性将长期存在。因此,辐射防护方面的培训和再培训涉及具有不同知识水平的范围很广的各类人员。这就需要统筹兼顾,必须首先考虑的是决策人员、教师和专业人员,然后扩大到所有受职业照射的工作人员。

关于普及教育,应该指出,大多数国家普遍忽视辐射保健和安全方面的教育,而且在中等教育中很少包括辐射防护课程。这个领域的培训常常缺乏赖以生存的基础。各国教学方法(如果有此类课程的话)之间的差别也非常大。对许多国家来说,如何才能得到足够数量的既有辐射安全方面的渊博知识又能传授这些知识的地方教育工作者和教员,仍然是个大问题。

核安全。在分析对核安全的教育与培训需求时,必须将各国具体地分类。在IAEA的这一计划中,重点放在如下三类国家上: a)具有实施中的涉及核动力机组或研究堆的运行或建造计划的发展中国家和(或)正在转轨的那些国家; b)把核选择看作满足其日益增长的电力需求的手段、但目前只具有运行中的研究/培训堆的国家;和 c)没有核动力计划的国家,它们对涉及核安全技术的使用限于研究/培训堆。

需要与辐射防护一起进行核安全(包括未来反应堆的安全性)方面的普及教育,这已为世界所公认。IAEA 安全人员已把一系列的普及性课题领域和运行人员组确定为优先领域,其中的许多课题领域与制定、组织和管理供各个运行人员组使用的培训计划有关。

在确保各国的安全标准水平保持一致方面,困难比较明显。经济实力、工业传统、法律框架和商业政策都是五花八门的。各监管单位必须按自己的方式强制执行本国

标准,使这些标准能够在建立本国良好的安全文化中起作用。IAEA 的指导性意见已编入“核安全标准”(NUSS)——这是一套就与核动力堆和研究堆安全有关的许可证审批、组织体制和技术等问题提供推荐意见的文件。它们可以被用于支持各国的活动,并且是机构提供安全援助的基础。对各国监管人员的培训,将继续在这一过程中起着重要的作用。

对于按早期安全标准建造的核电机组,以及面临着由各种老化过程造成的种种问题的核电机组来说,培训活动在提高它们的安全水平方面能起关键作用。培训活动在一定程度上也能提高研究堆的安全水平。

有些问题是正在前苏联以及中东欧国家中运行的 WWER 440/230 型核动力堆所特有的,与核设施老化有关的问题则具有世界意义。IAEA 已经预见到这方面的培训需求将增多。其依据是有关核动力机组或研究堆中随着堆龄的增长可能发生的基础物理过程的知识,将有助于改善操作员响应电厂暂态和其他事件的能力。此外。在把对老化现象的理解转变成反应堆设施操作方面的改变之后,必须让核电厂运行人员接受新程序方面的培训。

IAEA 的政策和计划

IAEA 在辐射防护与核安全方面的教育与培训计划是以下列目的为基础的:

- 使各国在教育与培训计划方面达到自立;
- 加强各国的辐射防护与核安全基础设施;和
- 满足请求援助成员国的眼前需要。

该计划强调要制定近期和远期的战略规划,以便确保教育与培训计划达到尽可能高的水准,避免零敲碎打的那种做法带来的缺陷。制定规划时需遵循的基本方针包括两个相互独立的方面:少而精,指的是在安排 IAEA 支助的培训活动时应与成员国合作,认真地选择能反映持久需要的课题;工作的标准化,指的是 IAEA 为普及教

育和专门化培训班编写标准教学大纲的活动标准化。

总之,该计划的特点在于有许多程式和技巧。

教育。研究生教育班的目的在于,满足参加工作不久已经从事或打算从事辐射防护(包括保健物理)或核安全工作的大学毕业生的教育和初步培训要求。听众对象包括需要在这些领域打下良好基础以便有朝一日成为其本国教员的年轻专业人员。除了继续用西班牙语举办已有的辐射防护与核安全的研究生教育班外,还将在经挑选的教育/培训中心用英语和法语(辐射防护)及可能时用俄语(辐射防护与核安全),举办跨地区或地区的新培训班。辐射防护的培训班将以 IAEA 编写的标准教育大纲为基础。已打算将此教育大纲分发给成员国,以利于把辐射防护方面的教育课程并入它们的重点院校的课程表中。

专门化培训班。有的培训班是专门为希望得到辐射防护与核安全特定领域的专业知识的人办的。这样的培训班一般为期 3—8 周,在此期间学员们有机会更新和提高他们的理论与实践的知识与技能。

跨地区培训班考虑的是不止一个地区的成员国所共同的专门化培训要求,这样的培训班需要有在注重实践的培训期间通常不具备的专用设施和专门人才。它们的主要任务是培训以后将要担任高级管理或运行职位并兼有培训他人任务的人。在这种“培训教员”的做法方面,IAEA 将继续鼓励各国推荐候选学员,这些学员应该是接受培训后愿意和有能力对他们各自国家的人员开发计划作出贡献的人。将继续举办地区培训班,这种培训班涉及范围很广的课题,并涉及成员国中的许多主办机构;也还要举办一国培训班,它们通常与 IAEA 技术合作项目有关,一些国家往往将此类培训班看作其本国的人力资源开发计划的一部分。

培训讲习班。利用这种讲习班进行短期(1—2 周)、紧张的培训,旨在提高这两大领域中从事有关工作的人员的技能。其重

点总是放在培训和提高“操作”经验的实践方面。笼统地说,此类实践是指大量的实验室工作、计算机辅助的工作或现场工作。IAEA 除了提供专家服务、培训材料和整套演示仪器之外,还提供能增强本国培训能力的实验室设备或仪器仪表。

其他培训方式。进修金主要用于向发展中国家的个人提供在职培训。IAEA 的这项工作重点是挑选候选人,他们在经过进修培训后要能为本国的人力资源开发计划作出贡献。还为与加强他们国家的辐射防护与核安全基础设施可能有关的决策者安排科学访问。

1994—1998 年计划还包括一系列促进辐射防护与核安全的教育与培训的地区研讨会。这些研讨会可以作为具有共同兴趣的部分专业人员及时交流信息和进行有意义的讨论的论坛。总之,这些研讨会能给参与类似工作的人们(例如,教育工作者、保健物理学家和反应堆安全专业人员等)提供交流思想和经验的机会。它们还是 IAEA 详细介绍成员国的积极参与至关重要的那些新活动或新服务的场所,例如介绍 IAEA 的应急系统。

这些不同类型的活动全都有参考材料。这些材料基本上包括了 IAEA 的与安全有关的出版物(标准、导则、培训丛书和辐射安全手册等)和专门为教育与培训班编写的其他资料。

填补空白

尽管许多问题在发展中国家内更为普遍,但即使较先进的国家也面临着需要能填补正在影响辐射防护与核安全领域的理解与沟通这一大空白的专业人才。

从国际的角度看,借助于辐射防护与核安全方面的一揽子教育方案、协调好培训班的内容以及提供培训教员方面的援助,这个问题可以比较容易地得到解决。可把重点放在更好地传播已有的经验与知识和改进保障机制的协调上。在今后几年中,IAEA 将通过其计划致力于帮助各国克服这些困难。 □