

2001 年 第43卷 第1期
奥地利 维也纳
国际原子能机构

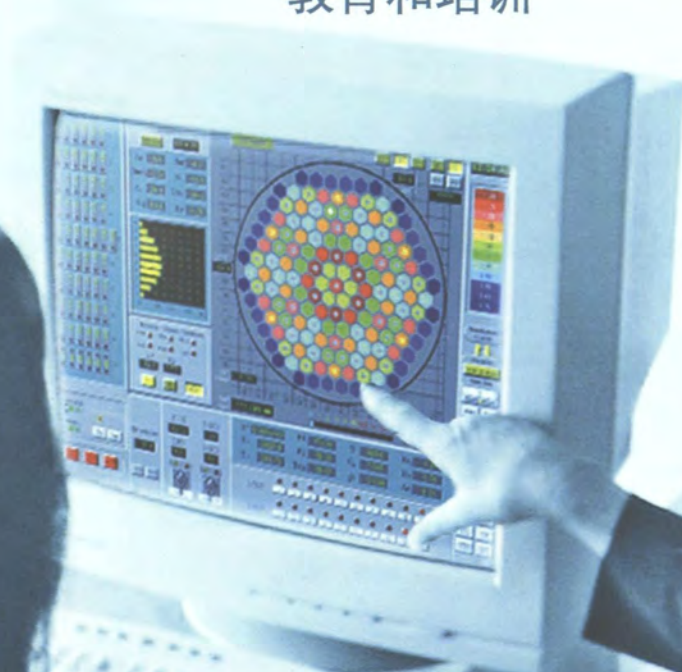
通 报



国际原子能机构 季刊

EDUCATION AND TRAINING
FORMATION THÉORIQUE ET PRATIQUE
ENSEÑANZA Y CAPACITACIÓN
ОБОЧЕНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

التعليم والتدريب
教育和培训



智慧超群

Search



Login



OTB

WORLD OF RESOURCES

WORLDATOM has become a timely and reliable resource about the IAEA and nuclear developments in Member States.

"...expansive UN Web resource, hosted by the International Atomic Energy Agency...This site is thorough in every respect."

British Broadcasting Corporation (BBC)
www.bbc.co.uk/webguide

"...the International Atomic Energy Agency, a powerful group."

Yahoo!, the Internet Directory & Web Guide
www.yahoo.com/new/981030.html

"WORLDATOM gathers a host of resources...into one easily navigated site."

The Scout Report, the Internet Guide to Resources
<http://scout7.cs.wisc.edu/00008606.html>

1997 Editor's Choice Award to www.iaea.org for high quality site
LookSmart, Web Directory subsidiary of Readers Digest
www.looksmart.com



www.iaea.org

ABOUT THE IAEA

PROGRAMMES

JOBS

BOOKS

MEETINGS

THE "NUCLEAR WORLD"



Global issues and development
"nuclear world" are reviewed
perspectives in areas
and verification in the
Annual Report. The report
overviews and a detailed
figures () on Agency programmes

International Atomic Energy Agency
Division of Public Information
P.O. Box 100
Wagramer Strasse 5
A-1400 Vienna, Austria
Telephone: (+43-1) 2600-0
Facsimile: (+43-1) 2600-29610
Email: worldatom@iaea.org

国际原子能机构通报

国际原子能机构季刊

目 录

关注明天的技术队伍

打开新的核教育与培训大门

2

目标明确的行动

支持美国的核工程教育

John Gutteridge

7

能力建设

辐射防护的可持续教育与培训

Patricia Wieland, Geetha Sadagopan, Khammar Mrabit 和 Tony Wrixon

12

实用解决方案的示范

放射性废物管理培训

Sophia Miaw, Vilmos Friedrich, Rudolf Burcl 和 T. Trevor Edwards

17

加强

核安全教育与培训框架

Annick Carnino 和 Luis Lederman

22

教室模拟器

核反应堆模拟器——用户友好的教育方法

Aurora Badulescu 和 Robert Lyon

25

一个多阶段过程

核设施退役培训

Enric Pla

29

工业必不可少的工具

无损检验的培训和认证

Asghar Ali Khan 和 Hernan Vera-Ruiz

33

终身学习之路

同位素水文学教育与培训

Pradeep K. Aggarwal 和 Din D. Sood

38

挑战性计划

对 IAEA 国际保障视察人员的培训

Jaime Vidaurre-Henry, William Lichliter 和 Thomas Killeen

41

IAEA 通报专栏

国际简明新闻/数据文档/职位空缺/书刊/会议

46

关注明天的技术队伍

打开新的核教育与培训大门

尽管各国政府为把下一代科学家、工程师和专家吸引并留在核科技领域而加紧努力,但对一些令人忧虑的趋势却没有预见性地采取任何“紧急措施”。为什么要采取行动?其中主要的理由是,专门人才日渐短缺;大学和学院的核教育趋势令人不安;以及公众对发展前景不佳的“停滞的”核工业产生种种错误认识。

近几年进行的一些研究和一些国际会议的结果促使世人更加关注核未来的“人材”问题。

■ 1999年,由经济合作与发展组织核能机构(OECD/NEA)进行的一项研究,对其16个成员国进行了调查(见第4—5页方框),旨在处理人们对大学中的核教育与培训下滑趋势所关注的问题。研究发现,“在大多数国家,目前大学中全面、高质量的核技术计划数目比以前少”。“现在不采取适当步骤,将来势必会严重危及为

明天提供足够的专门人才”。

■ 在有世界最大核计划的美国,一个“第一流”政府委员会在研究了核教育和研究趋势后,于2000年5月发表报告,紧急呼吁采取行动。该委员会强烈要求为核教育和研究投入更多资金,以扩大计划为目标,支持核工程和科学教育,更新大学的培训和研究反应堆,使正在老龄化的教师队伍和技术队伍恢复活力(见第7页文章)。

■ 其他地区,尤其是核技术已在发电和其他应用中站稳脚跟的亚太地区的趋势更难识别。有关核能研究与教育的国际学术会议上发表的报告披露了一些相关观点。日本东海大学教育系和加利福尼亚(伯克利)大学核工程系联合举办了一系列会议。中国、日本、泰国和其他国家1999年和2000年提出的报告,都很关注吸引大学生到核工程及相关专业领域并把他们留在这些领域的问题(见第4—5页方框)。



■ IAEA 成员国在最近的几届大会上,通过了几项要求加强全球核教育与培训措施的决议,其覆盖范围从核安全、辐射防护和废物管理到核技术在水文学和其他领域的应用(见本期相关文章)。大会还要求机构重视对成员国核应用发展的支持,“以便保留核知识,维持核基础设施,并且促进有利于加强核安全的科学、技术与工程活动”。

共同的背景 许多共同点把研究和学术会议评论联系在一起。对于接受调查的大多数国家而言,最迫切的

是要招收、吸引并留住年轻一代,即大学生、年轻专业人员和教师。主要目标包括恢复核科学与工程教育计划活力,以及加强前瞻性工业宣传与招聘活动。

法国的前景比较光明。该国电力的75%以上靠核动力,并且眼下不担心短缺年轻核专业毕业生。正如NEA所报告的,法国原子能委员会招聘的原子工程大学毕业生的年龄分析显示,法国拥有一个“能够将其专门知识保持到今后若干年”的相对年轻的群体。

另一个共同点是要处理公众的认识,他们往往只看到核能的缺点,因而影响其学术选择和职业选择。在比利时以及其他一些国家,NEA研究发现,随着核动力发展放慢和公众对核能的印象变差,核工程大学生的数目在逐渐减少。

在美国,教育战略的一项主要目标是恢复公众的信心和核能的形象。NEA研究报告中说,“使美国的核能重新具有一个光明的前景,将有利于招收和教育新一代大学生,以满足今后几十年的(人力资源)需要。”

人们的错误观念也许在很大程度上与一些错误印象有关。这表明有必要下大资本进行公众宣传计划。例如,技术“停滞”的印象往往打消

人们涉足其中的念头。

这份NEA研究报告说,“核技术一直在被应用,并且仍在广阔的领域中取得进展:电力和热能生产;医学诊断和治疗;农业;无损检验;等等。”“为使更多的人对核能相关问题感兴趣,……要重视核教育能力。”

这个问题跨越亲核线和反核线。

NEA研究报告指出,“不论人们是支持核能、反对核能,还是对其持中立态度,目前和将来都明显存在若干重要的核问题,需要相当多的专门知识加以解决。”这些问题包括:核动力设施和研究设施的安全和经济运行,其中一些设施将大大延长其计划寿期;设备的退役;环境保护;废物管理;以及辐射防护。为解决这些问题,需要稳步提供高质量大学生和大力开展研究活动。

第三个共同点是需要加强各国政府、工业和学术界之间、发展中国家和工业化国家之间,以及国际、地区和全球非政府组织之间的合作。通过这些渠道,可以共享好的国家作法、有希望的倡议,以及“实际操作”实习和进修机会,并广泛地付诸实践(见第6页方框)。

全球行动 NEA开展研究工作时,成立了一个核教育与培训国际特别工作

组。IAEA参加了该工作组,作为其审查和改善教育与培训计划工作的一部分。机构的另一些活动包括为“保留核知识”而设立的项目。

正如本期《IAEA通报》中的一些文章所报道的,IAEA支持的教育与培训机会是多样的,并且与技术和研究计划密切相关,有助于机构成员国实现其具体的国家发展目标。本期只涉及IAEA工作的一部分领域,更多信息可从机构的《年度报告》、科学技术出版物,以及因特网(<http://www.iaea.org>)上的WorldAtom网页获得。

还没有人看到核教育中的“危机点”,各国正在针对一些最迫切的问题采取行动。不过,对于专业化培训、大学生学习和深造而言,从招生到培养出人才时间较长,这里讨论该问题的目的是防止今后可能出现的种种后果。例如,在美国,今年引入一项立法,以便增加政府对核教育与研究的资金投入,并一直持续到2006年,同时核工业界各部门正在更加积极地开展招聘活动。

要适时开放教育大门并实施鼓励机制。一些美国分析家认为,核就业市场对优秀人材的需求超过供应。——IAEA新闻处
Lothar Wedekind.

问题和前景：一些国家的核教育趋势

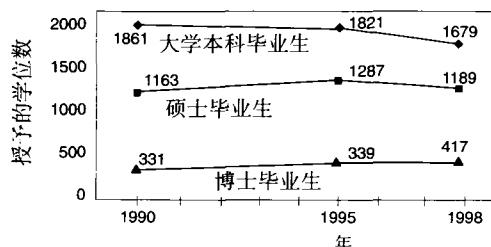
核教育与培训趋势因国而异,并且与科技领域的总体教育模式密切相关。右图是根据 NEA 2000 年提出的有关 16 个国家*的研究报告《核教育与培训:忧虑的原因?》以及在一些国际学术会议上提出的报告得出的。下面介绍部分评述。关于美国提出的报告,见第 7 页文章。

中国:由于核动力的发展和核技术在工业、保健以及其他领域的应用,对核人才的需求“巨大”。同时,更多的大学生正在学习计算机科学、经济学和其他学科,而不是核科学。看不到任何“迅速有效的吸引优秀大学生学习核工程的方法”。不过,一些重点大学已对核工程计划做了修改,作为教育改革的一部分,以吸引更多的大学生,并且确定了需要做出的努力,其中包括在研究与开发领域,为大学生提供更多岗位培训机会;通过专业和信息交流计划,与外国核工程和技术有关的大学和研究机构进行更广泛的交流。——《北京清华大学核工程教育》(Kan Wang 和 Baoshan Jia, 2000 年 7 月)和“中国核工程教育”(Xu Yuanhui, 核能技术设计研究所,清华大学,1998 年 3 月)。这两份报告发表于日本东海大学教育系和美国加利福尼亚大学(伯克利)核工程系联合举办的亚太地区能源未来国际学术会议。学术会议成果可通过因特网(<http://tauon.nuc.berkeley.edu/asia/index.html>)查询。

泰国:为使核技术保持最高水平,需要在核教育与培训方面进行国际合作。核国家和新兴国家必须同意在这个领域建立网络,并进行认真的合作。通过各种计划,泰国已从与加拿大、法国、日本和美国的合作中获益,以及从 IAEA 项目获益。例如,涉及加拿

* 比利时、加拿大、芬兰、法国、匈牙利、意大利、日本、墨西哥、荷兰、大韩民国、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、联合国和美国。

授予的核学位



注:数据涵盖 16 个国家的 154 个单位。

来源:OECD/NEA,《核教育与培训:忧虑的原因?》(2000 年)。

大和泰国大学的联系项目;涉及日本和泰国核研究机构与研究实验室的科学家交流计划;以及与法国合作在法国的实验室培训泰国的大学生和教师。——《泰国核工程教育现状》,T. Sumitra 和 N. Chankow, 朱拉隆功大学工程学院核技术系,1999 年 3 月。该报告发表于日本东海大学教育系和美国加利福尼亚大学(伯克利)核工程系联合举办的亚太地区能源未来国际学术会议。学术会议成果通过因特网(<http://tauon.nuc.berkeley.edu/asia/index.html>)查询。

日本:公众对核技术的认识,尤其是在切尔诺贝利事故发生后,已经投下长期的阴影,影响到教育的发展趋势,以致核工程系在许多重点大学被强调能源、科学或系统研究的新系所取代,而核内容成为那些课程之一。结果是不同专业和基础更广泛的研究领域的大学毕业生有所增加。核工业的结构调整和其他工业部门多种多样的就业机会使招聘一流毕业生到核领域工作更加困难。年轻一代人中,往往有这样的观念:在核工业中,将来不容易找到满意的职业。针对这些趋势,已开始采取许多行动,包括政府、工业和大学之间的合作努力。——《21 世纪核工程教育》,Shiori Ishino 教授,东海大学核工程系,2000 年 7 月。该报告发表于日本东海大学教育系和美国加利福尼亚大学(伯克利)核工程系联合举办的亚太地区能源未来

国际学术会议。学术会议成果可通过因特网(<http://tauon.nuc.berkeley.edu/asia/index.html>)查询。OECD 核能研究报告,《核教育与培训:忧虑的原因?》(2000年)。可通过因特网(<http://www.nea.fr>)查询。

墨西哥:国家主管部门已采取措施,就从辐射防护到核反应堆安全的课题,对核领域工作人员进行培训。在 IAEA 和其他组织的支持下,许多工作人员能够到国外参加专门培训班。鉴于培训申请者往往没有受过核工程方面的正规教育,开始了核技术基础知识培训。由于许多大学生选择学习科学和数学而不是核工程,而且教师队伍中许多人接近退休年龄,因此核教育未来有些不确定,大学和技术学院的高等核教育计划正面临困难。不过,20 世纪 90 年代末,启动了一些研究生计划。虽然政府、大学和专业人员已经采取了一些行动,但为使年轻一代准备到核领域就职,在 4—5 年内还需要更多投资。——OECD 核能研究报告,《核教育与培训:忧虑的原因?》(2000年)。可通过因特网(<http://www.nea.fr>)查询。

联合王国:虽然核教育在该国还没处于“危机点”,但是肯定受到压力。尽管大学本科生没有专门的核课程,但据报道在大学中接受过核专业教育的大学生人数在 1990—1998 年期间保持稳定,甚至稍有增加。与此同时,随着英国核工业的成熟,以及试图在解控后的能源市场上更具竞争力,核工业在招聘和研究两个方面的需要有所减少。现在人们担心,核教育是否依旧完善和灵活,足以支持发展中的核工业。一些公司正在更加紧密地与大学合作,例如英国核燃料有限公司,它一直与大学合作,以建立一个优秀的核化学中心。至于招聘,核工业历史上曾拥有最优秀的人才,因为它可以提供最好的资源和设施,并且处于技术发展的前沿。不过,许多即将毕业的大学生对核工业的认识已

经变成负面的。一些公司为提高形象而开展的公关活动虽然不是特别针对招聘,但肯定会对招聘有所帮助。——OECD 核能研究报告,《核教育与培训:忧虑的原因?》(2000年)。可通过因特网(<http://www.nea.fr>)查询。

匈牙利:核教育与培训一直与该国的核电厂建造、运行和未来紧密联系。该国约 40% 的电力需求由核电满足。多年来一直在科技大学计划框架内制订核动力、放射化学和核测量技术方面的专门计划。在 IAEA 帮助下,建立了一个核维护中心,培训了新一代教师,作为旨在改善该国核电厂专业培训系统和条件项目的一部分。未来的培训需求系于未来的核发展,包括退役、寿期延长和新的核电机组建造。——OECD 核能研究报告,《核教育与培训:忧虑的原因?》(2000年)。可通过因特网(<http://www.nea.fr>)查询。有关该培训中心的报告,请见 IAEA 的 WorldAtom 网页(<http://www.iaea.org/worldatom/press/Booklets/TcDevelop/five.html#hungary>)。

加拿大:核工业结构和资金来源的变化,可能对未来的核教育产生不利影响。20 世纪 90 年代,核学位攻读生和毕业生人数相对保持稳定,教学人员数目也是如此。不过,由于核工业改组、一些大学核研究计划缩减和核工业给公众的印象不佳,将来的情况很可能不太稳定。进入 21 世纪,由于电力公司在努力改进运行中的反应堆,有核工程背景的新毕业生就业市场相当好。但在核工业形成一种更积极的气氛以前,此类毕业生的可获得性可能会下降。各国政府如能更多地注意有关减少温室气体排放量的《京都议定书》,以及核动力在达到目标方面所能起到的作用,便有助于这种气氛的形成。——OECD 核能研究报告,《核教育与培训:忧虑的原因?》(2000年)。可通过因特网(<http://www.nea.fr>)查询。

使核教育与培训充满新活力的“最佳办法”

为扭转核教育与培训令人忧虑的趋势，参加国家和国际研究工作的专家建议了一些行动，这些行动可以由各政府、工业界和学术界单独或联合采取。此外，NEA 报告还根据参与研究国家的报告，确定了一些“最佳办法”。这些办法促使各国：

■ **培养后备人材对核领域的兴趣。**措施包括向大学考生进行广告宣传；在大学校园或研究设施向高中生举办“开放日”；组织学生定期参观反应堆和大学；通讯、海报和网页；组织夏令营；为教师编写有关核能的资源手册；为高中生开办高级实验室；招生旅行和为一年级大学生开设核入门课程；以及由工业和研究机构举办会议。

■ **在一般工程学科的课程和活动中添加核内容。**在物理和应用物理课程中，增加对核的强调；组织与现有课程相对应或相联系的核讲习班，聘请大学外部的演讲者；举行有关核部门、现有毕业生计划、研究和论文课题的情况介绍会；讨论就业潜力和专业活动；以及提请人们注意核的环境好处（与化石资源相比较，来自裂变、聚变和可再生能源的环境好处）。

■ **改变核科学技术教育中的计划内容。**把（可靠性和危险评估之类）高级课程包括进来；拓宽核教育计划，把核医学和等离子体物理等科目包括进来；确保核教育涵盖核活动的整个范围（燃料循环、废物整备、材料性能）；提供及早实际接触硬件、实验设施和工业问题的机会；提供到工业和研究中心的实习机会。

■ **增加预先专业接触。**鼓励学生参加当地核学会及其“年轻一代”网络的活动。

■ **提供奖学金、进修金和受培训者津贴。**除推动若干支持性活动（主要是技术活



动）外，核工业还能够以提供奖学金的方式从财政上参加，并且在一些情况下，启动新的教育和培训计划。不同国家的奖学金金额有很大差别。学会、国家研究机构和政府也能够提供财政帮助。这些资助款额一直保持在比较稳定的水平。

■ **加强核教育网。**建立和推动教育和（或）培训计划方面的国家和国际合作，如举办暑期班和专业人员培训班。使工业雇员有机会参加专业上更有兴趣和更有挑战性的活动和比非核部门待遇更好的活动。把高薪作为吸引年青大学毕业生的手段，一直是例外，而不是通常情况。

■ **向学生和可能加入核工业的学生及早提供“接触硬件”、与教员和研究人员联系以及参加研究项目的机会。**

■ **向高中生和低年级大学生提供与研究机构中的教授和其他资深个人一道工作的机会。**利用万维网和其他信息技术与可能加入核工业的学生积极地建立更多的个人联系。

照片：IAEA 正在通过多种计划提供培训机会。

目标明确的行动

支持美国的核工程教育

JOHN GUTTERIDGE

美国新一代核工程师的招收和培养一定会受益于一系列涉及政府部门、大学和工业集团的计划。这些计划是为吸引更多学生考虑从事核工业职业并为其作准备,以及为核研究和教育提供财政支持而进行的努力的一部分。

核工业的职业前景是光明的。虽然 20 世纪 80 年代以来,核工程计划和反应堆的数目急剧减少,但随着新世纪的开始,对核工程师和受过核培训的人员的需求却在增加。这是因为就业市场需求大、最近毕业的核工程大学生不够多和核领域退休者愈来愈多。

为弄清核工程教育中的问题并确定解决这些问题所需的行动,去年已经完成几项研究工作。

■ 经济合作与发展组织核能机构(NEA)于 1999 年完成一项核工程教育调查,涉及包括美国在内的 16 个

国家(见第 2 页文章)。

■ 另一项由核能系主任组织完成的研究就人员要求调查了美国的工业和一些大学。这项研究和 NEA 调查的结论是,虽然必须在核工程方面培养更多的学生,以提供今天和将来所需要的专门人才,但是在 20 世纪 90 年代,核工程方面学生的注册趋势却不令人鼓舞。

■ 第 3 项研究是由核能研究咨询委员会指定的一个独立小组在美国进行的。这项研究的报告建议,大量增加资金投入以维持美国的核工程基础设施。本文着重介绍这项研究的主要成果(见第 10—11 页)。

大学计划 为保持美国进行研究、应付紧迫的环境挑战和维持核能选择的能力,美国能源部(DOE)正在参与美国大学核工程计划。DOE 的大学反应堆燃料援助和支持计划向美国的大学核工程计划和大学研究堆提

供资金。后两者在提供核教育与培训方面起着极其重要的作用。

大学核工程计划为工业培养了许多高度熟练的工作者,他们活跃在发电、医学研究和医疗用品供应、环境恢复和先进材料等领域,以及政府机构与国家实验室中。

为帮助确保这些计划继续保持生命力,DOE 通过各种活动提供援助。这些活动包括 DOE/工业配合补助金计划。在该计划中,公有部门资金与私营资金按 1:1 的比例进行成本分摊。大学核工程系可将这些资金用于支助大学生和教师、进行研究、采购设备、改进实验室,以及其他目的。

DOE 还通过核工程教育研究(NEER)计划(该计划曾中断 5 年,于 1998 年恢

Gutteridge 先生是美国能源部核能、科学和技术局大学计划处处长。

核工业中的职业：大学生们的想法

美国的核能研究所 (NEI) 是与政府、工业界和教育界合作, 动员有才华的工科大学生考虑从事核工业职业的组织之一。在过去一年中, NEI 曾

请作为通讯研究公司的 Bisconti 研究公司到美国大学校园调查美国工科学生的观点。该公司的总裁 Ann Bisconti 在 NEI 的简讯《核能观察》上介绍了这次调查的结果。

她报道说, 大多数工科大学生从未考虑在核领域从事研究或工作。大学生们说, 核领域的主要公司、机构和组织等以及核职业是大多数人的盲点。但是, 那些对核领域有所了解的大学生大多认为核工程学科过于狭窄。他们还认为——对任何大学工科主修生来说——核工业职业都过于狭窄。

今天的大学生正在寻找做新事情的各种机会。他们想要的是解决困难问题的新任务和令人兴奋的多向职业选择方案。如果非核专业的工科主修生认为核领域狭窄, 他们听到核工程主修生说明他们选择该领域的主要理由也许会感到吃惊:

- 核工程领域有许多极有趣的东西需要研究;

- 核工程领域存在多种应用和许多职业可能性;

- 核工程学科有多学科性质, 这将提高毕业生的价值和就业竞争力。

在与大学生进行的小组讨论中, Bisconti 公司人员听到核工程主修生谈论好

的就业机会; 他们相对较小的系具有家庭式的相互支持的气氛; 参加特别计划和获得奖学金机会; 与教师一同进行研究工作的独特机会; 以及因为人们认为核

工程主修生一定很出色而产生的自豪感。

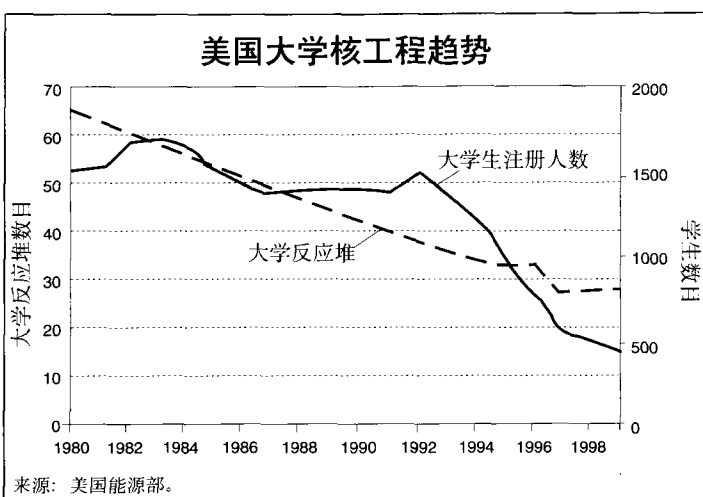
但是, 大多数核和非核工程主修生都不能预见在核电厂或别的核工业环境中的工作状况——除非他们碰巧是在核电厂附近长大的。而且大多数从未与核工业界代表谈过话。

Biscoti 女士说, 尽管核工业正在开始再次认真地关注大学校园招聘, 但只有一些大学生注意到招聘人员的存在。但是大学生们说要让大学生关注招聘人员带来的信息, 先决条件是要建立公司品牌和行业形象。

美国 Tim D. Martin 联合公司顾问 C. Goodnight 先生认为, 现在, 年轻工程师在大多数核电厂中仍是少数。美国核电厂雇员平均年龄现在是 47 岁, 并有 12% 的工程师将在今后 3 年内到退休年龄。Goodnight 先生预期, 减员开始时对工程师的需求会增加。

2001 年 3 月, NEI 举行了首次工业—大学工科招聘工作会议。它把工业界和学术界代表召集在一起, 确定证明有效的协同招聘办法, 以及革新性的招聘方法。更多信息可从 NEI 处获得, 其万维网址是 <http://www.nei.org>。

美国大学核工程趋势



复)向大学核技术计划提供必需的资金。还通过奖学金和进修金计划向杰出的大学生和教师提供学术补助。该计划每年使约 75 名大学生受益。这个计划于 2000 年增加了一个新的内容,即为不设核工程系的少数院校的学生提供取得核工程学位的机会:到有核工程系的大学听课,并且在本校完成主要的学位要求。

美国大学中的研究反应堆是国家研究和教育基础设施至关重要的组成部分。利用这些反应堆开展的研究,对保健、材料科学和能源技术等诸多国家优先课题是极其重要的。目前,有 28 座大学研究反应堆在 20 个州的 27 所大学校园运行。

大学反应堆为医用同位素、人体健康、生命科学、环境保护、先进材料、激光器、能量转化和食品辐照等诸多领域中的研究提供中子。大学研究反应堆直接为高度合格的即技术上博学的人员的培养过程提供支持,使国家实验室、私营产业、联邦政府和学术界能够获得开展对美国的技术竞争能力极其重要的基础性和应用性研究所需的人材。此外,在反应堆共享计划的帮助下,对提供给其他学院和大学的教育计划,以及为教学计划、研究和培

训而访问反应堆的高中学生与教师而言,这些大学研究反应堆起到中心的作用。

其他的措施包括大学反应堆燃料援助计划。这个计划为向大学研究反应堆供应新燃料和从这些反应堆卸出乏燃料提供资金,并使大学能够继续进行重要的研究和教育活动。还通过反应堆升级计划,为反应堆的设备升级提供资金,以提高它们作为研究工具的价值。另一个计划以放射化学领域为目标。它为放射化学学科的学生和教师提供支助。这个学科是美国核能基础设施的基础。

使学生为核工程与科学职业作好准备所需要的资金是通过核教育培训计划提供的。这个计划于 2000 年启动,旨在填补进大学前的理学教师和学生以及新入学的大学一年级学生在核科学和工程领域的知识空白。

咨询委员会 独立的核能研究咨询委员会(NERAC)成立于 1999 年 10 月,任务是为 DOE 的各种核计划提供专家建议和指导。在 NERAC 内部成立了一个“第一流小组委员会”,负责考虑美国核教育基础设施的未来,并且特别关注美国的大学研究反应堆的未来,以及大学和国家实验室

之间在进行核工程研究方面的关系。

2000 年 5 月,在来自大学、国家实验室和政府的代表的参加下,该小组委员会向 NERAC 提出其最后报告。该小组委员会建议了几个旨在加强核工程教育的行动(见上页方框)。它们包括:

- 增加受支持的博士生和硕士生数目;

- 通过初级教师研究补助金,帮助大学招聘和培训教师;

- 通过将 NEER 计划资金增加到每年 2000 万美元,扩大核科学和工程研究活动;以及

- 通过现有的升级计划和添加一个更有竞争力的新计划,更好地支持美国的大学研究反应堆。这个新计划将提供明显更多的资金,从而更快地进行一些费用较高的升级。

战略目标 美国正在采取的这一系列措施是能源部 2000 年战略计划的一部分。一个重要的目标是帮助美国的大学吸引和培养核工程学生,并且维持大学的研究反应堆。

核科学和技术产生的好处是真实的和持续的。为维持上述的投入和确保未来所需要的适当技术基础,需要负责的和积极的领导。 □

美国核科学和教育“第一流”小组委员会

美国核科学和教育“第一流”小组委员会于 2000 年 5 月提出一份报告,评述了几个前沿领域趋势,并且建议了一些行动。报告题目为“大学核工程计划和大学研究与培训反应堆的未来”,可从美国能源部的万维网址(<http://www.ne.gov>)查到。该小组委员会由威斯康星-麦迪逊大学工程学院副院长 Michael L. Corradini 教授主持,还有 6 名其他参加者。他们是得克萨斯 A&M 大学 Marvin L. Adams 教授;美国海军核推进计划首席物理学家 Donald E. Dei 先生;劳伦斯·利弗莫尔国家实验室资深科学家 Tom Isaacs 先生;密歇根大学 Glenn Knoll 教授;洛斯·阿拉莫斯国家实验室实验室主任高级顾问 Warren F. Miller 先生;以及美国核管理委员会前专员 Kenneth Rogers 先生。

该小组委员会在核科学与教育状况的评述中提出下述论点:

■ 由于美国有延长绝大多数运行中的轻水反应堆寿命的计划,运行中的美国核电厂的人力需求正在不断增加,并且肯定会保持高水平。此外,太平洋周边地区核动力持续发展,未来一代核裂变反应堆的设计在不断取得进步。况且,核领域的研究人员已经与工业和医学研究人员以及新的生物技术人员合作,在应用辐射科学方面开始采取新的行动。最后,保卫国家安全仍然需要核科学和工程,并且核科学和工程包括与裁军和军备核查以及国际条约的执行有关的技术,以及为美国海军提供高效而安全的核动力有关的技术。因此,新世纪开始之际,必须重新评价大学核科学和工程计划的未来,并改变其重点。

■ 在美国公众对核工业的认识是使人忧虑的一个原因,特别是因为核科技能起多种重要作用。

■ 环境的可持续性核科学和工程应

美国参议员寻求更多资金

今年早些时候,美国参议院通过了旨在增加对核教育计划的财政支持的法律。

参议员 Pete Domenici 和 Mike Crapo 已经提出一项法案,将授权为 2002—2006 财政年度美国能源部大学核科学和工程计划提供资金。这些资金将用于大学生奖学金;招聘和留住核科学和工程方面年轻教师;以及科研补助金。提供资金还将有助于培训反应堆升级,并支持为使大学教授能够在 DOE 实验室工作较长时间而安排的休假期进修计划。

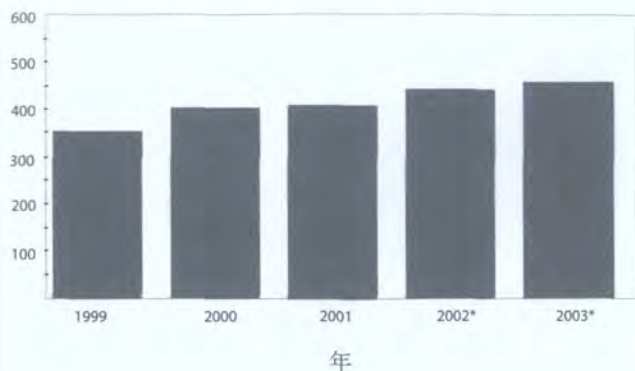
用方面的一个重要影响因素,需要一个持续不断的专业队伍来适当管理核科学和工程的副产品。

公众认识与事实之间的这种矛盾似乎起源于过去 10 年中发生的一些事件,在过去 10 年中,一直没有明确宣传有关新世纪中对核科学和工程的需要以及核科学和工程带来的好处。鉴于人们对与一切能源部门中化石燃料用量日益增加相联系的全球变暖的关切与日俱增;公众比以往更需要在能够改善公众健康状况的生物医学方面取得进展;以及我们有必要在我们的国家安全方面提高警惕;这种状况更加令人苦恼。

■ 核科学和工程有必要成为 21 世纪美国研究和发展蓝图的重要部分。非常重要的是,美国能源部(DOE)肩负着通过自己的研究和教育计划,支持核科学和教育的使命,因此我们的人材能够茁壮成长,且相关基础设施能够保持下来。

中心问题 该小组委员会处理的一个

美国对核工程师的需求



美国对核工程师的需求正在不断上升。图中显示了核工业每年招聘需求与理科学士和理科硕士毕业生数量之间的差距。

* 估计值

来源:美国工程教育学会,1999年

中心问题是核工程作为一门学科的未来。核科学和工程正在大学中经受一场身份危机。是否应保留一些系及其核工程主修生正在受到怀疑。小组委员会成员一致认为,21世纪伊始,美国必须继续坚持把核工程作为一门大学生学科,并就此进行一场公开讨论。

使核工程问题复杂化的另一个重要因素是,该学科的教师正在老龄化。超出 2/3 的教师 45 岁以上,而且新教师雇用数目在 20 世纪 90 年代已经减少 10% 以上。

小组委员会的总结论 小组委员会提出一系列与研究、教育和培训有关的建议。

大学核工程计划 小组委员会说,它的看法是让美国能源部(DOE)帮助大学修改其计划重点,以促进适用于安全、动力和医学的核科学和工程的发展,维持在整个 21 世纪继续该学科所需要的人力资源。这些努力将是:

- 每年增加 500 万美元的博士进修金和硕士奖学金,以加强保持该学科兴旺发达的大学毕业生输送渠道。

- 建立用于提供基础研究同行评审补助金的青年教师研究启动补助金计划,以帮助大学招聘和留住核科学与工程新教师。

- 将核工程教育研究计划(NEER)经费增加到每年 2000 万美元,以增加核科学和工程领域的研究发现。

- 帮助改善大学生核科学和工程训练,并且保持核系统工程与设计的核心能力。

- 鼓励和支持核科学和工程的全国性交流和宣传活动,以确定其在下个世纪对美国的基本好处。

大学研究和培训反应堆

大学反应堆是必须加以维持

的核科学和工程基础设施的重要组成部分,因为实验设施(尤其是涉及电离辐射和核反应的设施)是该学科为大学生培训和研究生科研活动服务的教育基础的重要组成部分。为确保这些设施得到适当支持,该小组委员会建议由一个有竞争力的同行评审计划来增加对这些大学反应堆的 DOE 财政支持。该计划将维持现有的基础计划,并且设立一个有竞争力的同行评审大学反应堆研究和培训奖励计划,并将这个有竞争力的总计划可支配用于研究、培训和(或)宣传目的的奖金保持在每年 1500 万美元的水平。

大学-DOE 实验室合作 小组委员会探讨了几种能够增加大学与 DOE 实验室间合作的办法。这些办法包括:

- 增加核工程和保健物理进修金。
- 增加 DOE 实验室与大学间人员交流。
- 指定大学奖金。

小组委员会的报告全文可从因特网址([http://www. ne. gov/nerac/finalblue. pdf](http://www.ne.gov/nerac/finalblue.pdf))查到。

能力建设

辐射防护的可持续教育与培训

PATRICIA WIELAND, GEETHA SADAGOPAN,
KHAMMAR MRABIT 和 TONY WRIXON

12 电离辐射在世界各地医疗、工业、农业和研究领域的应用继续增加。随着应用的不断增加,在所有这些领域中,更加需要合格而训练有素的人员。在第一线负责核、辐射、运输或放射性废物安全的人员应充分了解与辐射防护有关的概念,熟悉辐射源的安全使用。其他类型人员,即使不直接和电离辐射源打交道,也需要培训,以便能够履行职责。

被授权实施引起辐射照射活动或进行旨在减少已有辐射的干预的雇主/注册人或许可证持有者应承担辐射源安全的主要责任。其中之一是,提供适当且足够的人力资源、适当的防护与安全培训,以及为确保必要的能力水平所需的定期再培训和

更新。

国家辐射安全基础设施的一个重要部分是使用辐射源的设施和监管机构有足够的熟练/训练有素的人员。在一些情况下,监管机构将授权合格人员承担责任或履行某些职能,但前提是他们接受过辐射防护培训。所需培训水平将取决于辐射源的应用或使用及其相关危险。因此预计,将需要 IAEA 对辐射防护和安全能力建设以及此领域的信息交流给予更多关注和作出更多努力。机构为此可采用的一种方法是帮助成员国建立和加强辐射防护和辐射源安全使用方面的

教育与培训国家和地区培训中心。

IAEA 活动内容

教育与培训是 IAEA 旨在应用安全标准和加强成员国辐射安全基础设施计划的重要组成部分。这些活动是根据 IAEA 大会决议进行的,反映了辐射防护和辐射源安全等几个领域的最新建议。

1999 年,大会通过决议 GC(43)/RES/13(1999),忆及 1992 年决议和 1993 年根据该决议提交的报告 GC(XXXVII)/1067),请IAEA

Mrabit 先生是核安全司辐射监测和防护科科长,Sadagopan 女士是该司安全协调科职员。Wrixon 先生是该司辐射安全科科长,Wieland 女士是安全协调科前职员。

秘书处在现有资源范围内加强地区培训中心的作用,推动这些中心与国家 and 地区机构以及专业团体之间的合作,以便有助于协调就电离辐射防护、辐射源安全和《国际电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》(BSS)适用而进行的培训。

根据这项决议,IAEA 制订了一项行动计划(GOV/2000/34-GC(44)/7,在附件6描述了教育与培训活动)。2000年9月,大会通过一项决议(GC(44)RES/13),表示注意到这项计划,并敦促实施和加强培训努力。尤其是,决议强烈要求通过地区和国家中心帮助成员国安排用机构的相关语言进行此类教育与培训。

培训机制

根据该决议,IAEA 建立了若干不同的培训机制。它们包括:

■ **研究生教学班(PGEC)** 这些辐射防护和辐射源安全培训班构成一个有理论、有实践培训目的的综合多学科计划。培训班以培训年轻专业人员为目标;预计其中一些人将在适当时

候成为教员。

IAEA 一直在为在不同国家以不同语言实施 PGEC 组织工作提供帮助。它们包括阿根廷(西班牙语)、叙利亚(阿拉伯语)、德国、印度和南非(英语)、以及法国和摩洛哥(法语)。2000 年对 1995 年用联合国语文出版的标准大纲最初版本进行了修订。修订本考虑了 BSS、IAEA 安全丛书 No. 115(1996)及相关安全导则和报告的要求和建议,以及近年来在几个地区举办 PGEC 获得的经验。

现行版本中的改进,包括明确规定学习目标和先决条件;根据 BSS 进行的内容和技术术语的修订;以及纳入了与示范、实验室练习、个案研究、技术访问和模拟相关的实践培训时间。此外,还包括为 PGEC 编写辐射防护和辐射源安全使用培训材料指南。

建议将来采取的行动包括将标准课程大纲译成 IAEA 的正式语文;根据培训班所有部分(包括讨论会和实际练习)的学习目标完善培训教材。

这项工作一旦完成,便以标准化形式将培训材料提

供给教员。这样,可向不同地区的所有参加者传递相同的信息,参加者可在培训班举办前获得正确材料。所编写的材料还能用于规划和实施特定任务或实践的培训班。目前正在协调举办此类培训班的程序,以确保有效地组织培训班。

■ 专门培训班和讨论会

此类培训班通常为期较短,持续 1 周或 2 周,有时是 1 个月,且主要面向已参加过 PGEC 的学生。讨论会针对特定的任务或实践召开,且为参加者提供更多实际操作培训和信息交流的机会。

所涉及的课题十分广泛,包括监管框架、职业照射(外照射和内照射)、患者防护(放射诊断、放射治疗和核医学)、放射性废物管理、放射性物质运输、应急响应和准备、放射源安全和保安,以及工业应用中的安全。它们通常是针对不同的目标听众(例如监管者、辐射防护官员和技术人员)以国家、地区或国际培训班的形式组织。

每年在不同成员国组织 50 多次地区培训活动。正在编写可在全地区使用的培训计划专门材料。

■ 进修培训和科学访问

进修培训和科学访问是对教育与培训课程的重要补充,意在公认的国家 and/或国际中心提供个人实习培训。进修培训的持续时间从 1 个月到 1 年(在一些特殊情况下)。科学访问持续时间较短,从 1 周到最长 1 个月,访问国外其他组织的一个或多个中心。它们通常提供给需要有关联合项目或其它合作活动特定信息的决策者/管理人员、高级官员以及专家。IAEA 每年为来自约 100 个国家的候选者安排 150 多次辐射和废物安全进修培训和科学访问机会。

■ **远程教学** 远程教学是 IAEA 加强国家辐射防护基础设施计划的另一个补充部分。结果正在证明,它对远离培训中心的人或仅有少数人需要培训的地区是有用的。此外,它还可作为进修培训的手段,或用于对将参加培训班的个人进行预备教育。

参加 IAEA 为亚太地区安排的这个地区行动的国家包括澳大利亚(协调员)、大韩民国、印度尼西亚、蒙古、泰国、菲律宾和新西兰;学员目前已增加到 61 名。仍在编写中的培训材料分为如下几

个模块:基础知识、职业和环境辐射防护、辐射防护基础设施以及工业和医疗应用中的辐射防护。每个模块完成时,学生要完成一项评估作业。一些模块还包括实习作业和研究课题。培训材料已在 5 个参加国中成功试用。考试证明学生成绩优良而且兴趣浓厚。目前可以得到材料草稿光盘,并已应请求提供给越南和阿根廷的辐射防护教员进一步研究。

总之,远程教学方法是进行辐射防护培训的一种有效机制。它减少所需的全球资源,并可能使更多的人受益。

成员国的重要作用

尽管 IAEA 提供的培训在成员国发挥着重要作用,但它不能取代国家机构的重要参与。总之,国家的参与决定了国家辐射教育与培训的可持续性。

国家辐射防护和安全能力建设战略由几个相互联系的阶段组成。它们是分析国家培训需求和培训能力;按照实际时间框架设计国家培训计划;制定和实施该计划;以及最后评价国家战略及其

各部分的有效性。

应很好地认识国家中的大学和其它教育机构在这方面的作用。它们在培养具有基础和专业知识的不同学位毕业生精英中能够发挥重要作用。

IAEA 正在设法通过“培训教员”方法,建立一支国际合格人材队伍,担当国家一级辐射安全计划教员或讲师。

另一个好方法注重地区和国家培训中心的建设。首先地区培训中心能够对邻国的学员进行培训。如果需要,国家培训中心将继续用本国语言进行培训。

今后将采用的方法

为了帮助成员国能够以可持续方式进行辐射教育与培训,IAEA 将以各种方法提供支持。它们包括:

■ 编写为制订和改进国家培训计划提供指导的出版物;

■ 对培训指南和直观教具实施标准化,并在世界范围推广;

■ 本着“培训教员”概念举办培训班,以鼓励学员在其国内组织自己的培训班;

■ 改进主办 IAEA 培训班的科研机构的基础设施,为班级提供出版物、设备和材料;

■ 支持建立国家/地区培训中心。已建立几个中心,并基于 IAEA 教学大纲提供培训。

■ 通过因特网提供计算机辅助培训。这包括从电离辐射用户基础指南到辐射源在工业和医疗应用中的安全等几个在线培训模块。例子见 IAEA 因特网站的辐射安全网页 (<http://www.iaea.org/ns/rasanet/training/index.htm>)。

■ 编写远程教学材料。

■ 在成员国研究机构安排岗位培训。

IAEA 的这些及其它行动的最终效果,取决于成员国发展可持续的辐射安全培训计划的决心。通过一起共同努力,可在以下方面取得更多进展:以协调一致的方法举办教育与培训班,编写和使用标准化的教育与培训材料,以及建立参加国家和地区培训中心的信息交流网。这些都是在世界范围内提高和保持高的辐射安全标准所必不可少的措施。 □

相关的 IAEA 出版物

■ 安全标准丛书

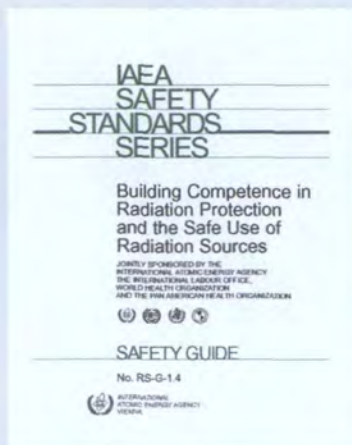
RS-G1. 4,《辐射防护和辐射源安全使用的能力建设》,IAEA,维也纳,2001 年。本安全导则为监管机构制定培训和考核要求以及能力建设战略提供指导。它是由世界卫生组织 (WHO)、泛美卫生组织 (PAHO) 和国际劳工组织 (ILO) 共同倡议编写的。

■ 安全报告丛书 No. 20,《辐射防护和辐射源安全使用培训班》,IAEA,维也纳,2001 年。本报告为教员和培训提供者组织培训班、远程教学和岗位培训以及建立培训中心提供帮助。它涵盖一系列涉及电离辐射工作活动的防护和安全培训安排和提供,取代 1988 年出版的 IAEA 技术报告丛书 No. 280,《辐射防护培训班》。

■ 《辐射防护和辐射源安全使用研究生

教学班标准教学大纲》,IAEA,维也纳,2001 年。本出版物旨在促进大学和培训中心顺利举办此类培训班。培训班对象是参加工作不久的专业人员。大纲结构以《国际电离辐射防护和辐射源安全

基本安全标准》为基础,取代 1995 年出版的大纲。



远程教学:采取的保健行动

与辐射在保健中应用有关的培训和教育得益于IAEA的远程教学计划。过去2年中采取的行动包括扩大在非洲和拉丁美洲地区的一项现有的核医学技术人员远程教学计划。其它行动包括:

■ 推广在一个亚太地区项目名下与新加坡合作完成的远程教学包“IAEA的辐射和组织库课程” 这个包含照片、幻灯片、录音和录象带的多媒体包,为组织库运营者提供最新知识。它分为8个模块,涉及课程历史背景;规则和条例;组织;质量保证;采购;处理;分发和使用;以及组织库的未来发展。该多媒体包强调实践知识,以补充现有教科书(如 G. O. Phillips 等编写的、世界科学出版社1997年出版的《组织库进展》卷1)的不足。该多媒体包已广泛用于地区培训班,且目前正计划将各模块翻译成其它语文,包括西班牙文和中文。

■ 辐射肿瘤学远程教学计划 对此领域专家的培训包括实践经验和书本



学习。尤其是,医学物理学、放射生物学、分子生物学和癌病理学领域已超出通常大学生培训范围。安排这些学科和其它学科的远程教学计划旨在补充经常在发展中国家或相对封闭的研究机构中进行的放射疗法基础科学培训。本材料有助于学生学习课本,为专业考试作准备。这将大大缩短为获得可在当地医学委员会注册的学位而需要长期培训的学生在国外学习的时间。

■ 医疗辐射物理学 为解决东亚和太平洋各国严重缺乏医学物理学专业

人员问题,正在亚太国家地区合作协定(RCA)框架内规划一个新的地区项目。这个远程教学包将包括理科硕士研究生班、专题讨论会、专门培训班、研讨会、远程教学资源、进修培训以及在国外高水平医疗机构中的岗位培训。目标学生是已获大学理科(主要是物理)学位并在医疗中心工作的人,以及想从事医疗辐射物理学工作的理科毕业生。

——有关这些计划的更多信息可从IAEA核科学和应用司人类健康处获得。

照片:斯里兰卡是已建立组织库医疗设施的国家之一。

实用解决方案的示范

放射性废物管理培训

SOPHIA MIAW, VILMOS FRIEDRICH,
RUDOLF BURCL 和 T. TREVOR EDWARDS

对放射性废物实施安全而良好的管理在世界各地变得越来越重要。无论一个国家对于核问题的态度如何，都普遍认为有必要对积累的和新产生的放射性废物进行安全管理。对放射性废物的适当管理，是影响公众对核能的感性认识的重要因素。

IAEA 在此领域帮助成员国的一种方法是，通过安全标准和技术性文件来传播信息。这些标准和文件，都基于广泛接受的标准和良好的运行实践。

许多国家正在建立废物处理中心。在使用核能发电的国家中，这些废物处理中心将向某一特定电厂或一系列核设施提供服务。如果该国只在同一个厂区运行几座动力堆，或如果研究堆运行和同位素应用是唯一的放射性废物源，那么对整个国家

而言，一座中央设施可能是首选方案。经济资源有限和核计划规模相对较小的欠发达国家，往往在建立中央废物处理中心方面寻求 IAEA 的帮助和支持。

通常，IAEA 的支持包括不同类型的技术援助。通过 IAEA 文件、专家组和培训提供经验证的和技术上良好的信息，是最常用的方式。此外，还经常将必要的设备和技术提供给受援国家。但是，在许多情况下，并非所有努力都能产生预期的结果。对于许多发展中国家而言，一个非常显著的问题是，缺乏适当运行可供使用的设备和设施的实际经验和技能。

鉴于这个事实，IAEA 决定为直接参加放射性废物处理设施和/或专门设备运行的人员组织系统的实际操作培训。涉及的典型科目包括

废物处理设施的运行，表征原废物和整备废物专用的化学和放射分析方法，以及废物处理的运行控制。小组培训有助于促进经验和好的工作方法从教员到学员的和在学员之间的传授。因此，它已成为向废物管理运营者提供实践经验的效率最高的方法。

实际操作示范

1995 年，IAEA 废物管理科开始就“处置前放射性废物管理方法和程序”进行若干示范活动。自 1996 年以来，这项工作一直通过 IAEA 的“放射性废物管理可持续技术”跨地区示范项目提供

Miaw 女士、Friedrich 先生和 Burcl 先生是 IAEA 核燃料循环和废物技术处职员。Edwards 先生是 IAEA 技术合作司职员。

IAEA 废物示范培训

来自 50 个国家的学员参加了 IAEA 有关放射性废物管理处置前方法和程序示范。迄今,已在土耳其、智利、菲律宾和俄罗斯联邦的 4 个场所实施了 13 次示范。

■ **土耳其示范参加者**来自阿尔巴尼亚、塞浦路斯、格鲁吉亚、加纳、希腊、伊朗、牙买加、约旦、黎巴嫩、前马其顿南斯拉夫共和国、摩尔多瓦、摩洛哥、罗马尼亚、沙特阿拉伯、斯洛文尼亚、苏丹、叙利亚、突尼斯以及土耳其。

■ **智利示范参加者**来自玻利维亚、智利、哥伦比亚、哥斯达黎加、古巴、厄瓜多尔、萨尔瓦多、危地马拉、尼加拉瓜、巴拿马、巴拉圭、秘鲁、乌拉圭以及委内瑞拉。

■ **菲律宾示范参加者**来自孟加拉国、印度尼西亚、马来西亚、缅甸、菲律宾、新加坡、斯里兰卡、泰国以及越南。

■ **俄罗斯联邦示范参加者**来自亚美尼亚、白俄罗斯、保加利亚、爱沙尼亚、格鲁吉亚、哈萨克斯坦、拉脱维亚以及乌兹别克斯坦。

要,而且能满足国际认可的标准和准则。

迄今已在 4 座设施中进行示范,即土耳其伊斯坦布尔的切克梅杰核研究和培训中心、智利圣地亚哥的 Lo Aguirre 核研究中心、菲律宾马尼拉的菲律宾核研究所、以及与俄罗斯联邦谢尔杰耶夫·波萨德的莫斯科科学工业公司“RADON”合作在 A. A. Bochvar 全俄无机材料研究所。

在土耳其和菲律宾,示范用英语进行,参加者来自欧洲、西亚、非洲和东亚的成员国。在智利,示范用西班牙语进行,参加者来自拉丁美洲国家。在俄罗斯,示范用俄语进行,主要面向来自东欧和前苏联国家的参加者。

技术内容和培训方法

示范计划的主要目标是为参加者提供管理低放固体和液体废物以及短寿命废密封源的实践经验。示范的方法和技术是根据参加者及其国家的具体需要选定的。它们虽然相对简单,但是被国际上认为是安全和经济的。

培训计划以模块形式组织,这为满足国家的特定需求、增加可供选择的方法和程序、以及引入最新的技术改进成果提供了足够的灵活

资金和实施。

示范的目标是向成员国的废物管理人员示范一些已在 IAEA 技术文件中公布并普遍获得国际废物管理界认可的废物管理方法和程序,并以在现场处理真实的放射性废物得来的实践经验补充理论知识。一般优先为这样的成员国设计这种技术安排:它们不得不管理数量较少的废密封放射源和由研究堆运行与核技术在医疗、工业及科研中的应用产生的数

量有限的中低放固体和液体废物。这些示范旨在改进放射性废物管理系统的一个或多个运行部分,以便满足国际认可的标准和准则。

该项目一直以地区为基础,在存在着与目标国家同样问题的国家的运行中的废物处理和贮存设施中实施。它的一个目标是表明能够在一定基础设施内,按照实际需要,对放射性废物进行管理,同时不会增加不必要的财政负担或对先进技术的需



性。培训计划不但涵盖了整个废物管理循环,即从废物产生者处收集废物到分离、处理和贮存废物,再到纪录保存、质量保证和质量控制,还适当涵盖了相关的辐射防护和安全问题。示范持续时间一般为2—3周,视所取模块而定。

每次示范的参加者人数都有限,因此每个人都有足够的机会做尽可能多的练习。迄今示范课程的经验表明,任何课程的参加者最多不应超过10人。通常邀请3—4个国家各派2名参加者参加示范。

预计每名参加者在参加

示范前都要接受辐射防护培训,并对核科学和技术有基本了解。有关核科学和技术知识不一定来自学院的课程设置。许多技术员一级的个人具有足以从参加示范中受益的知识。

在每次示范前都向参加者提供一套文件,以便使其对即将实施的示范演习有基本了解。此外,还提供一套用于记录测量结果和记录保存的表格。在特定情况下,所提供文件中反映的经验和良好的工作方法,成为在学员的家乡机构中实施适当废物管理程序的合理基础。

培训形式有简短讲座、

课堂练习和实际操作,重点是为所有参加者提供实际操作活动。为提高参加和学习的积极性,示范包括一些提问式学习方案,涉及设施特有设备、技术以及实际放射性废物。

提问式学习方案和实践练习 提问式学习方案被用作具体示范过程中指导参加者的高效工具。教员同时评价和评估参加者在主题方面的知识和了解,并根据要求

照片:IAEA通过示范项目正在支持来自核应用放射性废物处理的实际操作培训。(来源:V. Friedrich/IAEA)

对方案进行改动,以确保培训获得最佳效果。

标准方案是首先对问题或情况进行简要介绍和根据具体场地发表一些评论,以增加参加者的兴趣和了解。然后请参加者以个人或小组形式回答一系列问题。这些问题是为帮助他们进行预定的思维过程而设计的。在一节培训课结束时,教员一般鼓励学员就各种技术问题进行讨论,以便补充学员未掌握的知识。基本和复杂的概念知识都可通过这种积极的学习方法得到有效交流。

例如,在有关废密封源管理的学习方案中,一个引导性问题是要求参加者指出潜在的放射学危害和照射的途径,以确保此类基本问题能够得到考虑。另外就安全而有效地加工和处理有关废物所需的必要知识提出一些问题。此类典型问题涉及废密封源的同位素含量、活度以及物理形式,预计参加者通过估算/计算和测量获得的知识来完成这项练习。

为了提高学员的决策能力和独立性,要求每个参加者使用专门数据表单独写下他的方案。接着,教员进行协调工作,使每个参加者都加入小组讨论,并提出正确的

解决方案/答案。这样,参加者在教员直接指导下获得所需的知识,而学习过程将继续进行,直到完成任务为止。

安排足够的时间进行废物管理实际操作练习。对每个参加者来说,实践课是在受监督的工作环境中接收、识别、表征、处理或贮存真实放射性废物的机会。实践练习包括识别常见错误、问题或发现的缺陷。每次练习的范围还包括相关实践,例如使用适当的个人防护设备、剂量测定,以及放射学健康调查。对每次练习而言,完成所有与每道程序相关的必要文件是必不可少的。到课程结束时,每个参加者都有一整套记录课程中实施的所有活动的说明和数据表,供以后参考。

主要成果 迄今已实施 13 次示范,其中 5 次在土耳其,4 次在智利,2 次在菲律宾,2 次在俄罗斯。到 2000 年底,已有来自 50 个国家的 100 多名参加者参加示范。根据已获得的信息,他们中大部分仍是废物管理运营者或在国家监管机构工作。若干参加者一直与 IAEA 保持联系,有的征求有关废物管理课题的进一步技术建议,有的对特定的 IAEA 活动作

出贡献。

许多参加者一直在国家项目,尤其是其废物处理中心建设中使用已获得的知识 and 技能。他们经常为 IAEA 与成员国提供高效的交流渠道。以前参加过示范的人员已启动几个国家技术合作项目,这些项目将为他们的国家带来更多的利益。

旨在拓展示范范围和方法的工作正在进行。计划包括引入,强调放射性废物管理中的质量管理和质量控制问题的改进版示范课程。

放射性废物的分析和控制

在提供有关废物处置前的方法和程序的示范课程的同时,IAEA 还提供旨在改进放射性废物控制和表征的实际操作培训。

对原废物特征有充分的了解,是选择适宜处理技术的必备条件。经过整备的废物特征同样重要,对于宣布废物包是否满足贮存和未来处置要求时尤其如此。

还必须从放射性核素含量的角度,小心控制核设施的其它废物流。典型的例子是,核设施对环境 and 人群有潜在不利影响的排

废物。

没有一种技术能够独自满足所有这些要求。尽管 γ 射线能谱测量法获得了广泛使用,但它没有满足监管机构日益增加的期望和要求的能力。为获得所需的信息,还需要使用更复杂的 α 射线能谱测量法、低水平 α - β 计数法、液体闪烁计数法及其它专门方法。这些方法离不开适当的仪器,同时要求所涉人员在测量用样品的放射化学制备方面有详尽的知识和技能。

IAEA 一直在采用系统方法(例如组织比对试验)来提高被选定分析实验室提供正确和经核实的放射分析信息的能力。但是,由于各种原因,发展中国家仅有不多的实验室能够参加这些练习。最近的专家组出访结果清楚地表明,尽管有了可用的仪器,大部分实验室仍不能完成正确的和经核实的“测量前”操作,以获得可靠结果。因为实验室缺乏制备样品的经验和技能,分析往往只流于形式,没有正确性和准确性保证。

在一些国家,缺乏适当放射分析能力甚至已经导致降低对核设施运营者和/或

废物产生者的一些重要监管要求;这可能对未来产生负面和不可扭转的后果。

为帮助各国提高废物管理分析能力,IAEA 开始对各类人员进行实验室实际操作培训。受训人员包括直接参加废物实验室放射化学分析人员和核设施控制实验室的工作人员。

培训的内容和范围 这种实际操作培训的技术内容和范围基于对目标国家状况的详细分析,以满足其特殊需求。培训计划是根据厂区已有和机构提供的设备制订的。

鉴于需要传授的专门知识和技能,培训课程一般为期 2 个月。学员是在参加技术合作项目的国家向 IAEA 提出的进修培训申请的基础上仔细挑选的。在所有情况下,IAEA 都将考虑其专家就候选者及其工作岗位提出的建议。

培训分为 2 个部分。第一部分主要面向理论知识并提供放射化学分析技术的基本技能。它包括讲座和在有经验的教员指导下进行实际实验室练习。第二部分主要面向各种放射化学技术的实际操作培训。这部分培训将

在运营实验室中用真实废物样品以及预计参加者将作为实际事项加以处理的其它介质进行。此外,还提供有关特定类型的核设施及实验室的组织、运行、安全和管理的信息。

计划不可或缺的组成部分是有关记录保存和质量保证课程。参加者还在编写其实验室运行手册和为每一特定目的制定分析程序方面接受培训。此外,还将向参加者提供一套基础文件,供在其实验室建立和启动工作过程中应用。

IAEA 于 2001 年初引入这种培训,拟在捷克共和国为来自 3 个国家的 7 名参加者举办这种课程。将对培训结果加以评估,作为进一步实施该培训方法的一个步骤。

迄今,IAEA 的经验表明,示范和其它形式的实际操作培训是传播有关放射性废物安全和适当管理技术信息和知识的有效途径。尤其是,此类小组培训使参加者能够共享经验并在学员之间、与教员和讲师之间建立工作联系——这些都是对加强放射性废物管理国家十分重要的实际利益。□

加强

核安全教育与培训框架

ANNICK CARNINO 和 LUIS LEDERMAN

很多国家中核电的未来不确定、工作人员老龄化,以及进入核领域的新专业人员越来越少,已经成为国际普遍关注的问题。很多高校核工程系和研究堆关闭,以及世界各地一些核研究设施关闭,造成核工程领域较高层次教育机会减少,加重了上述状况。

2000 年,IAEA 大会通过一项有关“辐射防护、核安全和废物管理教育与培训”的决议(GC/44/13),要求机构秘书处“在可以利用的财政资源范围内,加强其当前的工作”。

作为响应,IAEA 开始对其教育和培训活动进行系统审查。一个重要目标是帮助成员国建立核安全教育与培训的可持续计划,以促进安全和 IAEA 安全标准的适用。

培训机会

在核安全领域,IAEA 每年组织 60 多个培训班和

讲习班,主题一直是核动力堆与研究堆设计和运行的安全、安全评估方法和工具,以及监管控制。

培训活动通常在技术合作项目 and 预算外核安全计划框架内实施。最近几年,在 IAEA 的安全培训计划引入了新的培训班和远程教学模块。IAEA 还参加了经合组织核能机构(OECD/NEA)组织的核教育与培训国际特别工作组(见第 2 页文章)。

1999 年引入核安全基础专业培训班,并于当年首次在法国萨克莱与法国主管部门合作举办。为这种为期 9 周的培训班制定了包括 22 个模块的标准教学大纲,草拟了约 700 页的课本。培训班学员大部分是来自欧洲国家的核电厂运行人员、监管人员和技术支持组织的专业人员。

对这种培训班的评价表明,专业人员通过培训班获取的知识对其技术能力和工作质量都产生重要的影响。2000 年,分别在巴西用西班牙

语为拉美国家和在罗马尼亚作为国家培训班用英语举办了此类培训班。前者为期 6 周,后者为期 4 周。2001 年,在法国萨克莱和美国阿贡实验室也举办了此类培训班。

更专门的培训包括为期 2 周的核电厂监管控制培训班。1994 年以来,已在欧洲和亚洲组织过几期这种培训班。为此培训班草拟了约 300 页的课本。

在核电厂的安全评估和运行安全领域,还举办过 2 期为期 2 周的专门培训班。第一期是 2000 年 6 月在赫尔辛基与 IAEA 和芬兰组织合作举办,重点为安全评估。此期培训班对安全评估进行一次广泛的全面评述,包括确定论安全分析和概率论安全分析的利用。第二期培训班针对包括安全管理在内的运行安全,于 2000 年在德国

Lederman 先生是 IAEA 核设施安全处特别项目股股长,Carnino 女士是该处处长。

卡尔斯鲁厄以讲习班的形式举办。为这两种培训班编写教材的工作已经开始。

加强框架

随着 IAEA 及其成员国检查旨在加强与核教育和培训相关的活动的方法,一个改进了的框架正在形成(见第 24 页方框)。它考虑了 IAEA 到目前为止所取得的广泛经验;成员国的需要;以及 IAEA 的各项安全标准和核安全方面的种种趋势。

在基础知识方面,培训要达到的目的是广泛而概要地向学员介绍核安全概念及其在核动力堆与研究堆设计与运行中的应用。其性质和范围主要面向涉入核安全相关活动不久的初级专业人员。这种培训也适合缺乏广泛核安全概念的高度专业化人员。

近来的经验表明,在某些情况下,有必要提供包括反应堆物理学和热工水力学等课题的核工程基本原理方面的理论教育。这种知识对涉足核安全领域的人员至关重要,并且由于世界上很多高校逐步淘汰核工程计划而越来越难以获得。

在专业知识方面,经常举办有关核动力堆和研究堆的监管控制、安全评估和运行安全的标准培训班。目标

人群是监管部门中的技术人员、技术支持组织、核电厂运行人员、研究堆运行人员与使用者、研究机构的科技人员以及教育工作者。IAEA 还将在制定出相关安全标准后,组织燃料循环设施领域的培训班和讲习班。

这一框架还包括实际岗位培训机会。IAEA 以进修培训、科学访问和作为观察员参加机构安全审查组等形式提供这些机会。

正在连同 IAEA 安全服务一起提供一种有效的培训形式。这种方法也已用于安全管理和安全文化领域。对于与核动力堆安全自评估有关的活动,这种培训能取得立竿见影的效果。

培训材料 实施所建议的计划需要 IAEA 的协调努力和成员国的支持。

每一种培训活动都需要标准的培训材料,例如已为核安全基础专业培训班和监管控制草拟出课本。需要为其他专门培训类别的培训班编写类似的教材。

为补充这些教材和其他相关 IAEA 出版物,还要有供授课人使用的有关 IAEA 核安全标准与实践的、最好是以授课语言说明的成套标准视图。

培训时间表 20 世纪 70 年代以来,成员国一直始终如一地支持 IAEA 在核安

全领域的培训活动。几个国家的核研究中心定期主办 IAEA 培训活动。要求这些培训中心在所建议的培训计划的未来实施中发挥更大的作用,包括提供设施、国家授课人,以及支持标准化的课本和讲义的编写工作。

远程教学 远程教学媒介覆盖一系列的技术手段,包括函授课程、录像带教学、远程电视电话教学和因特网培训班。

典型的远程教学包由一套模块化课程讲义、学习指导和基于教学大纲中专门题目的辅助训练组成。参加者在自己的工作地或家中完成这一教学包。培训包括完成评估作业,然后交给管理人员或指导老师进行打分和反馈。管理人员的作用对于远程教学的成功具有重要意义,参加者和管理人员之间的经常交流也可能是非常重要的。

这种培训方法是一种对资源的有效利用,并且允许参加者以自己的进度进行学习。不过,培训成功与否取决于参加者有无在最低限度直接管理下完成作业的自我鞭策能力。

随着全球个人电脑的普及,许多工作人员现在有机会在工作场所使用计算机。这已经促使人们去开发以计算机为基础的、由带有问题

核安全教育与培训框架			
基础知识方面			
核安全基础专业培训班			
专业知识方面			
核动力堆的监管控制	核动力堆的安全评估	核动力堆的运行安全	研究堆的安全
特别专家知识方面			
— 监管框架 — 监管部门的组织 — 审批程序 — 检查和执行 — 监管有效性	— 事故分析方法 — 概率论安全评估 — 事故管理 — 老化管理 — 机组改动安全评估	— 安全文化和安全管理 — 核电厂营运者和监管者间的相互联系 — 运行经验与反馈 — 运行实践	— 监管方面和安全文件 — 安全分析 — 运行和利用中的安全 — 老化管理 — 安全关闭和退役
实践经验			
科学访问、进修培训、IAEA 安全审查出访组中的观察员			

和答案的交互式培训模块构成的培训包。

根据与 IAEA 签订的合同,美国伊利诺斯大学制作了一套预先录制反应堆物理学和热工水力学讲座的 CD-ROM。正在参加 2001—2002 年安全和事故分析系列培训讲习班的约 18 名亚洲专业人员正在使用该材料进行自学。针对因特网教学,专门建立了一个“网上探讨区”,以便利学生和授课人间的交流,以及提交指定的家庭作业。该培训在有关东南亚、太平洋及远东国家核设施安全的预算外计划框架内实施。

还开发出一些反应堆物理学和热工水力学自学模块,并正通过因特网(通过 IAEA 的 NUSAFE 网页,

<http://www.iaea.org/ns>) 和发行 CD-ROM 进行试用。NUSAFE 网址上还提供基本安全原则指南。

未来措施和方向

2001 年 3 月底,IAEA 召集了一次核安全教育与培训咨询组会议,征集来自成员国专家们的意见。此次会议的目标是审查机构的相关计划,并就关键领域内的改进提出建议。这些领域包括活动的范围和结构;课本与其他培训材料;远程教学工具的使用;国家和地区培训班的准备;以及促进成员国保持国家一级教育与培训的措施。其结果将于 2001 年 9 月提交 IAEA 大会。

此外,国际核安全咨询组(INSAG)——由来自 IAEA 成员国的高级官员组成,就核安全问题向机构总干事提出建议——正在准备提出一份强调保持知识、培训、研究与开发基础设施的重要性的报告。报告着重介绍对核教育、研究与开发的需要以及它们带来的好处,强化这些活动在帮助确保成员国核安全方面的必不可少的作用。

随着 IAEA 及其成员国实施加强核教育与培训活动的计划,这些活动带来的好处将是深远的。最重要的是,加强核安全关键领域的国家能力和专门技术知识,更多地支持下一代核工程师和安全专业人员的教育工作。

教室模拟器

核反应堆模拟器——用户友好的教育方法

AURORA BADULESCU 和 ROBERT LYON

以计算机为基础的工具，正在成为培训计划的基本组成部分。近年来，核工业界在提供更加广泛的、以利用核反应堆模拟器为基础的教育和培训服务方面已经取得重大进展。

IAEA 正在通过自己的计划，主持开发在个人电脑上运行的核反应堆模拟器，模拟一系列堆型对运行与事故工况的响应。这些模拟器为参与核能教学课题的高校教授和工程师提供了培训工具，同时也直接提供给有意增加自己对该课题的理解的学生、初级工程师，以及高级工程师和科学家。机构安排这些模拟程序和培训材料的供应或开发，发起培训班和讲习班，并分发文件和计算机程序。

1997 年以来，已经在奥地利维也纳、埃及、沙特阿拉伯、大韩民国和意大利举办过 10 期 IAEA 讲习班。总共

向来自 42 个国家的 181 名以上的参加者提供了培训，并分发了模拟器。

模拟器培训使参加者能够非常熟练地运行模拟程序。显然，把有关反应堆物理学和控制的讲座和用模拟器考查这方面知识的机会结合起来，在保持参加者的兴趣和传授关于各种反应堆系统的操作特征的知识方面，是极其有效的。在若干情况下，模拟器正在或即将被纳入国家高校教学大纲或国家培训班。

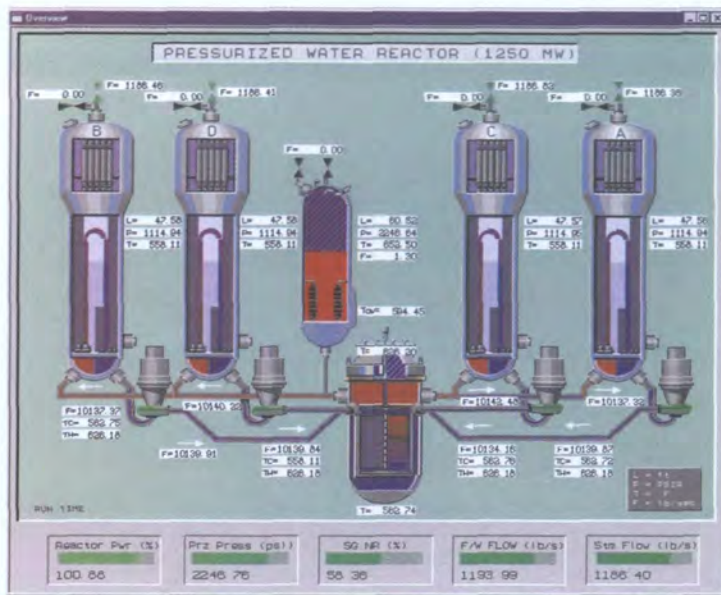
本文介绍 IAEA 主持开发的模拟程序。现有 4 种不同的程序，适用于不同堆型，包括压水堆(PWR)、沸水堆(BWR)和重水堆(HWR)。这些模拟程序的应用，限于提供所选定动力堆系统类型的通常响应特性。它们并不是为用于诸如设计、安全评价、许可证申请或运行者培训等电站特定目的而开

发的。

以教室为基础的先进反应堆示范器(CARD) 这是一套由加拿大航空电子有限公司(CAE)开发的核动力堆模拟器，简称 CARD。它由 PWR、BWR 和 HWR 模拟器构成，在一般的个人电脑上运行。这些模拟器以基本原理为基础，模拟到分立部件层面。控制逻辑以堆原理图为基础，并包括堆液压回路的动态模型。已用设计数据和设备数据对这些模拟器进行全面校准。

CARD 模拟器用彩色图形显示堆芯通量、温度和空泡等数据，并显示泵和阀等装置的状况。这 3 个反应堆模型每个都被称为“CARD”。CARD 包被用作示范器而非培训模拟器。尽管 CARD 中使用的模型是

Badulescu 女士和 Lyon 先生是 IAEA 核能司核动力处职员。



CAE 先进全尺寸模拟器的子模型,但这个包已被简化成仅能示范从核蒸汽供应系统看到堆的一般行为所需的必要软件,同时模拟这一系统的所有边界,以提供整体动态响应。

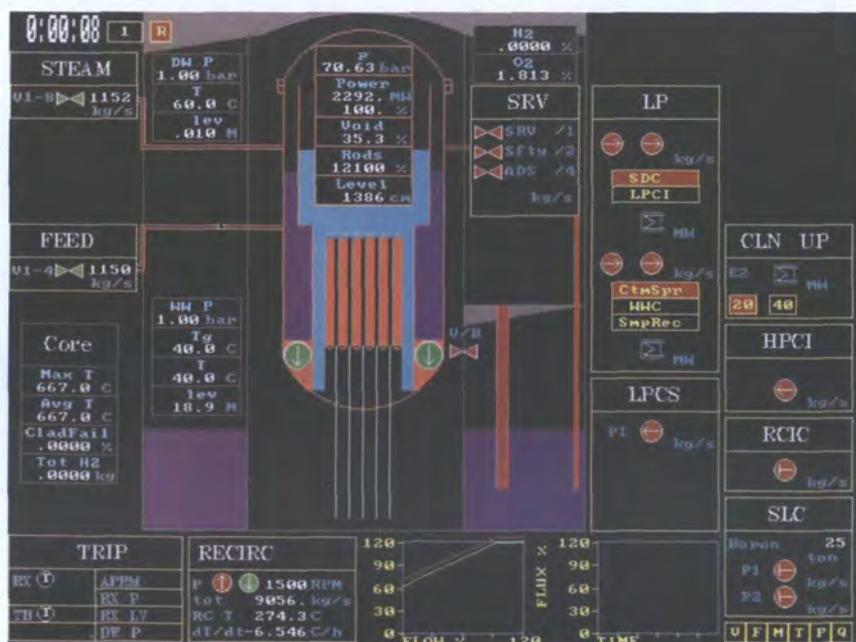
这些示范装置的特点是使用 CAE 热工水力模型和反应堆模型。示范装置由反应堆和反应堆冷却剂系统的完整中子和热工水力模型组成。与邻近系统的界面都被模拟,以提供真实的反馈。示

范器用一个用户友好的图形人机界面来处理输入,插入误操作,并显示各系统的行为。

PWR 的反应堆冷却剂回路的图形屏幕显示,并由连到反应堆压力容器的 4 个热传递回路组成。每个回路包括 1 台反应堆冷却剂泵和 1 个蒸汽发生器。该系统包括 1 个稳压器、1 个稳压器卸压箱、互连管线、阀门和运行控制必需的仪器仪表(见照片)。

先进反应堆模拟器 该模拟器由美国微模拟技术公司开发,在一般的个人电脑上运行。它模拟 600 MWe 范围内的 PWR、BWR 和 HWR。对 PWR 型式而言,模拟器包括西方设计的带垂直倒 U 形弯管蒸汽发生器的堆,如前苏联设计的带水平蒸汽发生器的堆,以及带非能动安全设施的下一代 PWR。

该模拟器实时或加速运行,覆盖核蒸汽供应系统、安全壳、控制系统和安全系统。能够选择故障和参数,以模拟每种堆型相关的正常和异

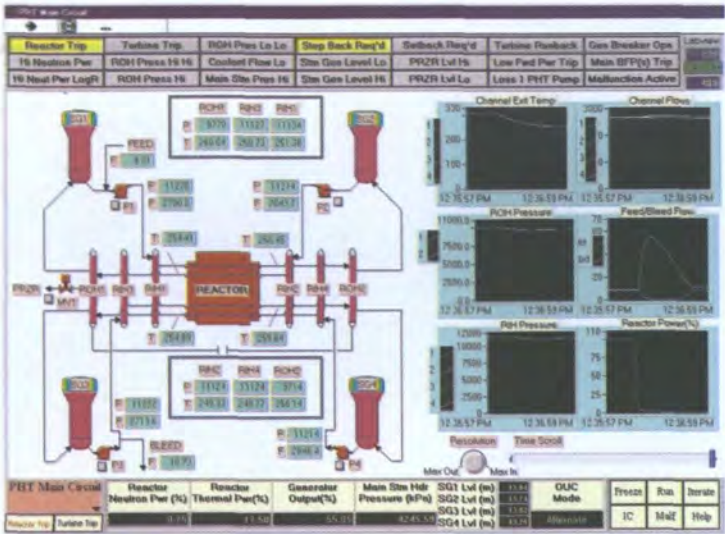


照片:上图是用于教室培训的先进反应堆示范器中使用的压水堆冷却剂回路的计算机显示画面。左图是沸水堆先进反应堆模拟器的计算机显示屏幕,这种模拟器在通常的个人电脑上运行。

常设计基准工况。还能模拟设计基准之外的工况。

显示器将可控制系统显示为一些小的画面,而主要部件则以图像示出。稳压器和蒸汽管线的电动卸压调和安全阀、稳压器喷淋阀和加热器、主蒸汽隔离阀、汽轮机旁路(蒸汽排放)阀、给水阀和反应堆冷却剂泵等部件都得到显示。它们的状况以彩色显示,操作人员可用鼠标选定目标实施动作(例如,按1个按钮、启动1台泵)加以控制。仅在输入误操作值、设定新的初始条件或输入数据趋势的范围值时,才需要使用键盘。控制棒位置和动作都得到显示。管线破裂在破裂位置以闪光显示,泄漏流量以数字显示。

典型运行的第一步是选择一套与各种功率、流量、寿期等条件相应的初始条件。运行中,模拟器动态地显示反应堆工况,并且操作员能够启动覆盖反应堆安全分析报告(和某些情况下超出报告范围)的所有类别的误操作。每个故障的严重性、延迟和线性时间都被输入。操作员能够保护性地使汽轮机停机或反应堆停堆,并能控制显示器中的阀或泵的状态,使之接通(断开)或发生部分故障。例如,操作员能够越过应急堆芯冷却系统泵的自动启动而采用人工控制。



根据每种反应堆的安全分析报告导出的一套故障及其严重性(如破裂尺寸)已编入程序,并且可以加以选择。典型的故障包括:冷却剂丧失;蒸汽管线破裂;给水丧失;以及断流。

反应堆保护系统和安全设施启动系统的状况也得到显示。反应堆在超出任何反应堆保护系统设定值的条件下将自动实现保护停堆。相应的信号将变成红色,并将插入所有的控制棒。

随着模拟的进行,可在屏幕上的“趋势”图中观察输出变量。模拟结束时,能够打印出上述的图。操作员能够选择将计算出的瞬态参数写入输出文件,以便进行详细的模拟后分析。

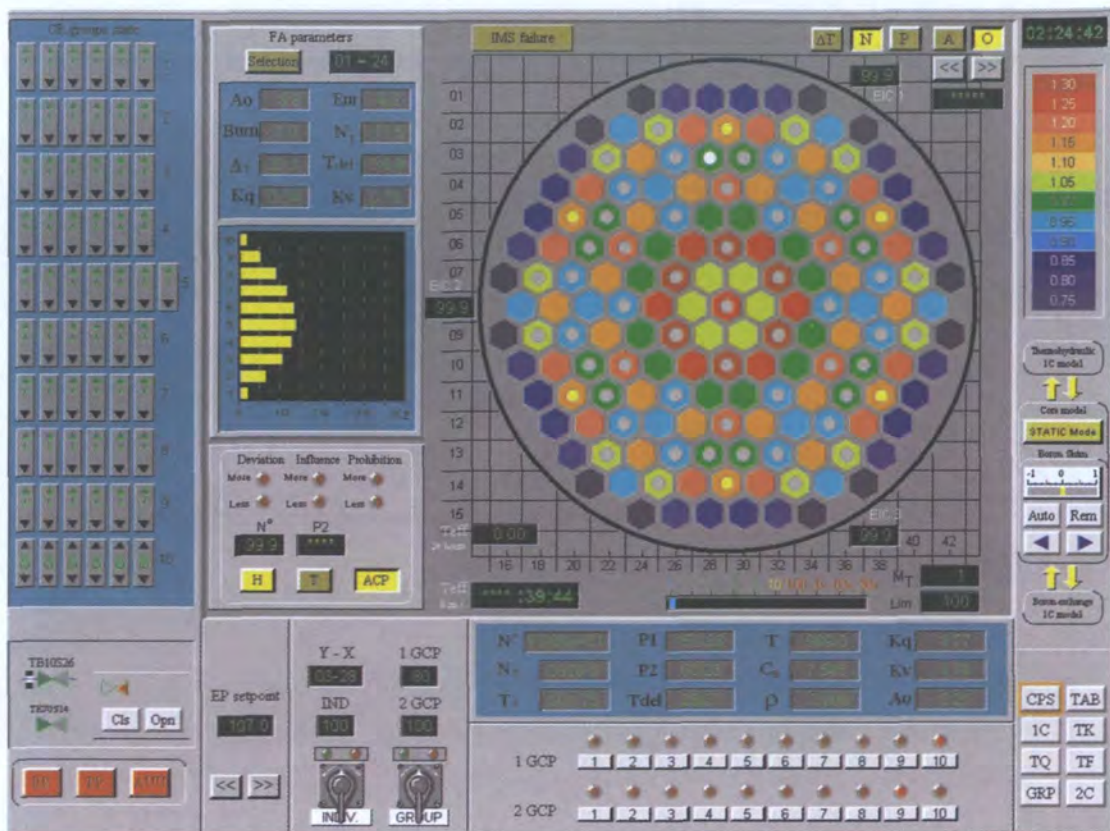
CANDU-9 小型反应堆模拟器 该模拟器由仙后技术有限公司开发,有16个互

动式显示屏,显示反应堆的各大系统、子系统和控制与安全系统。每个屏幕都在显示画面的顶部和底部标明堆的21项报警信号和通报信号、模拟器状况、堆重大事件和参数。用户和模拟器之间的交互作用通过监视器、鼠标和显示器联合进行。控制板仪器仪表和控制装置,如按钮和手动开关,以固定格式的图显示,通过为响应用户输入而设的专门弹出菜单和对话框进行操作。

该模拟器采用的方法是以目标为导向,对反应堆正常运行工况和很多故障工况做出响应。

当反应堆概观得到显示时,热传输主回路、压力和存量控制系统显示为单独回

照片:Candu-9 小型反应堆模拟器的计算机显示画面。



路。4台蒸汽发生器——被模拟。反应性控制有单独的显示屏,显示极限控制图和处于反应堆调节系统控制下的3个反应性控制装置的情况。

所有被模拟系统、单位功率调节器、堆通报信号系统和所有主要系统功能的计算机控制之间全部可以不断地交互作用。

VVER-1000 小型计算机模拟器 这种模拟器由莫斯科国家工程物理研究院反应堆部开发。其工作分为3个主要阶段:模拟阶段的准备(配置),模拟器的运行,以

及模拟结果的直观化和分析。该模拟器有8个显示主要技术系统的显示屏,可模拟正常工况和涉及安全系统响应和设备故障的异常工况。

该模拟器基于一个综合软件包,后者具有涵盖模拟全套装置的开发和运行的一套广泛功能。该系统具有以下功能:以定制的格式存储和显示工作文件;自如地运行其他部件;配置模拟过程的方法简便;以及存储目标文件。

燃料以三维模拟,并为堆芯冷却剂提供均匀热工水

力学模型。中子动力学模型能够以比实时快30 000倍的速度运行,这对于研究燃料燃耗和氙过程非常有用。

另一个特点是有硼调节器模型。它对于长时期人工调节硼浓度非常有用。还可以在模拟器中断开堆调节系统,并以人工模式运行。

模拟器还提供一套监测程序,以评价学员使用模拟器的结果。 □

照片:VVER-1000小型计算机模拟器的计算机显示画面。

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,并为回收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。 □

工业必不可少的工具

无损检验的培训和认证

ASGHAR ALI KHAN 和 HERNAN VERA-RUIZ

从事无损检验专业人员的教育情况,包括正式培训和认证,可能是影响检验质量的从最大一个因素。大多数无损检验(NDT)的目标是探查内部缺陷的性质、大小和位置。这是一个复杂的过程,受许多变化因素的制约,因此需要专门的技能、培训和认证。

所有 NDT 方法的共同因素是操作员,即负责实施检验和报告结果的人员。NDT 检验结果要通过操作员汇集起来,供进一步考虑,并决定所检验部件的命运。在许多情况下,操作员负责就接收或拒收该部件做出判断。如果操作员知识不够、缺乏培训和经验不足,他或她就有可能对结果做出完全错误的判断,产生负面和代价很高的后果。

基于射线照相的 NDT 使用辐射源。如果射线照相

人员不懂得或疏忽潜在危害,就会不必要地把人置于危险之中。因此,非常重要的是,要对射线照相人员进行适当培训,确保他们有正式认证,以防在安全使用辐射源时误操作或疏忽大意。

随着太空时代新型材料和复杂系统的出现,工程师将有能力开发要求重量轻、强度大、性能好、维护要求低和可靠性强的结构和系统,以迎接将来的商业和社会挑战。这种发展的每一步都需要通过 NDT 程序和应用进行质量控制。

近几年,越来越多的工业官员开始对 NDT 专业人员的教育和培训表示担忧。一个担忧是,没有将 NDT 作为常规课程向理工科大学学生讲授。另一个担忧是,不对大学生讲解 NDT 基本原理,它必须成为新的工程课程的一部分。该原理要以质量控制

和质量保证为核心,它们是任何成功的制造、装配和生产过程必不可少的组成部分。更大的国际市场竞争和更严格的消费者保护与产品责任法使工业界更加重视质量控制和质量保证。

在 NDT 领域和国际社会内,已采取一些步骤,并计划采取其他步骤,来解决人们担心的这些问题。本文回顾发达国家和发展中国家所取得的进展,介绍国际上为协调培训和认证实践所作的努力。

趋势和发展

发达国家已广泛采用 NDT,建立了健全的培训官员和组织机构网络。在这些

Khan 先生是 IAEA 核科学和应用司工业应用和化学科前职员, Vera-Ruiz 先生是该科科长。

国家中,大多数在许多大学设置 NDT 课程,主要作为物理、机电工程、焊接工程、机械工程、材料科学和质量控制等教育课程内其他学科的一部分。NDT 也是学院和职业培训学校教学大纲的一部分。美国和联合王国的一些研究院所设有专门的 NDT 学位计划。

NDT 操作员,即实际从事 NDT 工作的专业人员,需要专门的培训。培训工作通常由 NDT 私立学校、或由 NDT 专业团体运作的机构或与之合作的机构进行。在这些机构,NDT 教员资历深,并广泛收集了有已知缺陷的 NDT 检验件。它们的明确目标是,使有关人员做好参加单独组织的认证考试准备。

NDT 人员的认证多数由各国的专业团体、或监管或技术机构进行。不同国家采用不同的认证方法,其中一些方法涉及 NDT 人员的雇主。例如,美国和德国就采用不同的方法。在联合王国采用的另一种方法,已被澳大利亚、新西兰、南非和若干其他国家采用。

一个共同点是,各国都有本国的 NDT 培训和认证标准,规定认证考试应试者

的教育和经验要求。这些标准还包含考试程序以及主考者和其他有关人员的责任。

目前流行的一种 NDT 培训和认证方法是利用一个集中控制的、非赢利的第三方。国际标准化组织(ISO)制定的标准,尤其是 ISO 9712 标准,从根本上促进了这种方法的使用。总的来说,要对实际执行检查工作的人员进行培训,使他们在使用的具体方法方面达到与 ISO9712 2 级相当的国际水平。监督人员要有相当于 ISO 9712 3 级的技能。

由 IAEA 支持的活动

在世界发展中国家和地区,过去几十年里 NDT 培训和认证已取得飞速发展。

从 20 世纪 60 年代末至今,一直在进行合作性努力,其中包括:

- 拉丁美洲和加勒比项目从 1967 年至 1974 年,美洲国家组织(OAS)发起了进修培训,把 NDT 作为其培训课程的一部分,从而使来自整个拉美地区的学生都接触到 NDT 技术及其应用。这些学生回到其祖国后,促使向包括 IAEA 在内的联合国机构发出 NDT 援助请求。

IAEA 用两年时间评估启动一个地区项目的必要性。1982 年,在 IAEA 和联合国开发计划署(UNDP)、联合国科学和技术促进发展筹资系统(UNFSSTD),以及联合国工业发展组织(UNIDO)支持下,6 个国家启动了拉丁美洲和加勒比地区的地区无损检验项目。到 1985 年,又有 11 个国家加入该项目,意大利、加拿大和德国已成为设备、专门技术和资金的积极捐助者。

发起机构和捐助国家在贡献专门技术、资金和设备时,都认识到需要一个尺度来衡量培训的充分性,并需要协调整个地区的培训。于是,组建了一个地区工作组,以审查地区培训和认证细则、根据现有的阿根廷标准制订人员资格和认证地区标准草案,以及为 5 种基本培训方法各建一套 3 级培训细则等问题。

就 IAEA 方面来说,1984 年在温哥华召开了一次国际专家会议,审查协调问题。根据会议提出的建议,IAEA 决定支持 ISO/TC135/SC7 的工作,并建议将其草案供所有 IAEA 项目使用,如果进展显得过于缓慢的话,密切监视各种新情

况并保留制订自身文件方案的余地。IAEA 还积极参与 ISO/TC135/SC7 的工作,并做出巨大贡献。

这些步骤促使拉丁美洲和加勒比地区国家将最新版 ISO 草案用作正在通过各自的核准系统处理的国家标准的范本。(亚太地区项目国家也已达成一致,并同捐助国日本和澳大利亚一起开始了按照 ISO 范本协调各自的国家标准过程)。作为一项特殊贡献,拉丁美洲和加勒比地区工作组培训细则由 IAEA 作为技术文件(TECDOC-407, 1991 年更新,作为 TECDOC-628 发行)出版,并作为参考文献载入 ISO 建议草案。

通过拉丁美洲项目直接支助的培训班或按照该项目细则在参与国举办的培训班,约 18 000 名学生受到培训。项目已使 17 个参加国中几乎所有国家能够自己自足,以致能组织包括 NDT2 级培训在内的 5 个基本方法的培训班,从而满足自己的需求。17 个国家中大多数建立了国家 NDT 团体,颁布了有关人员资格和认证的某种国家标准。

■ 亚太项目 受拉丁美洲项目成果的鼓舞,1981 年

IAEA 将一个 NDT 子项目纳入亚太地区合作协定(RCA)中。RCA 涵盖更加广泛的辐射技术领域,包括放射示踪剂、辐射加工和核子控制系统等。该地区有 17 个国家加入该协定,日本和澳大利亚为捐助国。

在该项目下进行的培训遵循 TECDOC-628 所载的 IAEA 细则和一些专业教科书。15 个国家按照 ISO 9712 要求建立了国家认证机构或相应的技术培训委员会。14 个国家组建了 NDT 专业团体,这些团体被认为是即使项目结束后,仍负责关注各国 NDT 需要的一个必不可少的机构。

最近已为非洲和西亚国家启动了类似的其他项目。

通过这些项目,约 85 个发展中国家正在从 IAEA 的 NDT 计划中受益。重点是开发能够从事人员培训和认证并向各行业提供 NDT 服务的核心人员组。结果表明,IAEA 在通过国际标准的运用和 NDT 专业团体的工作促进 NDT 人员的有效培训和认证中起着重要作用。

国际协调

由于每个国家都有独立

的认证标准体系,这样便产生了一些国际问题。对于跨国公司尤其如此,它们通常坚持按照自己的标准鉴定 NDT 人员,而不接受东道国的认证标准。这对公司和东道国都没好处。如果培训和认证标准统一的话,这个问题就能够解决。

认证类型的不同,阻碍了 NDT 人员在国家之间的流动。在这些情况下,NDT 人员不得不取得不同国家的多重认可。认证标准的不同有时导致难以达成双边或国际协定,以至造成贸易壁垒。

NDT 界一直在致力于解决这些问题。

继在国家和地区采取若干行动后,1999 年更新了 ISO 9712 标准,以消除不同 NDT 标准间的差异。现在设想,到 2002 年将统一 ISO 9712 标准与欧洲标准化委员会(EN 473)1993 年颁布的标准。但愿统一后的标准将在世界各地 NDT 人员的协调培训和认证中发挥重要作用,从而确保 NDT 活动与测试产品质量的统一。

在美国,美国无损检测学会(ASNT)现已启动一项中心认证计划。它包括按照 ISO 9712 标准及其他国际标准进行的认证。

NDT 培训导则

IAEA 有关 NDT 培训和认证方面的出版物包括:

- 《无损检验培训细则》,IAEA TECDOC-407(1987)和 IAEA TECDOC-628(1991)
- 《工业射线照相——IAEA TECDOC-628 所载大纲手册》,IAEA 培训班丛书 No. 3(1992)
- 《无损检验——工业管理和控制人员指南》,IAEA 培训班丛书 No. 9(1999)
- 《材料 2 级超声检测——IAEA TECDOC-628 所载大纲手册》,IAEA 培训班丛书 No. 10(1999)
- 《液体渗入和磁粒子检测——IAEA TECDOC-628 所载大纲手册》,IAEA 培训班丛书 No. 11(2000)

2000 年 10 月 15—21 日,在罗马举行了第 15 届世界 NDT 大会,期间召开了一次研讨会,介绍现行 ISO 9712 版本的突出特性。为使所有重要国际认证机构(包括来自欧洲、美国、日本和中国的机构)在把 ISO 9712 用作 NDT 人员资格和认证的一个普遍标准方面取得共识,曾做出一些努力,但要实现该领域的全球协调,还要继续努力。

不过,颁布 ISO 标准并非国际协调的最终目的;它只是开始。为取得统一,每个国家都要执行该标准。要在各方面采取重要步骤:

■各级认证应有明确的大纲。首先,应包括 ISO 9712 列出的 6 个基本 NDT 方法。

其次,应包括泄漏测试、声发射和中子射线照相等其他方法。IAEA 在两个技术文件(1987 年的 TECDOC-407 和 1991 年的 TECDOC-628)中处理了这个问题。预计将在 2001 年对 TECDOC-628 进行修订。

■接着要做的重要工作是编写培训教材和教科书。IAEA 已开始这个过程,进行了有关液体渗入测试、磁粒子测试、超声波测试和射线照相测试教科书。它们采用 TECDOC-628 的大纲,可用于前两级人员的培训。同样,已计划为其他方法编写教科书。

■接下去的重要步骤涉及不同级别认证的实际工作内容,以及用于认证培训和

考试的有已知缺陷的标准测试件。TECDOC-628 载有一些有关不同级别和不同 NDT 方法培训班实际内容的细则。此外,已编写有关进行和评价实际考试的内容和程序的细则,尽管颁布前还有工作要做。

关于测试件,IAEA 已举办多次有关标准测试件生产方法的专题会议。重点一直是焊接。有关这个科目的指南已由一专家组编辑完成,不久将出版。有必要将这种做法推广到铸造、锻造等其他技术领域以及混凝土和陶瓷材料的测试。还应编写一份细则,涉及 ISO 9712 所概述的具体领域需要哪种标准测试件,并且要对不同制造商提供的标准测试件进行审查。

■实现协调的另一个步骤涉及考试标准和试题的统一问题。发达国家的不同认证机构设有认证试题库。IAEA 通过专家会议编纂了 1、2 和 3 级试题,正准备出版,以帮助各国认证机构,尤其是发展中国家的机构。

■NDT 已在许多国家使用,其中许多国家不以英语为主要语言。这就突出了翻译教科书、细则和其他文件,也许最初译成联合国正式语言的重要性。

NDT 在工业中的应用

世界上大多数工业——从汽车、航空航天和铁路运输到电子设备的生产和石油生产——都依靠无损检验来确保质量控制和安全。NDT 服务包括设计研究,传感器和控制系统,X 射线和 γ 射线检查,以及超声检测。应用最广泛的 NDT 技术是着色检测法、涡流检测,磁粒子检测,射线照相和超声检测。



NDT 检查员和操作员是由国家和国际 NDT 委员会按照严格标准认证的专业人员。IAEA 的资格和认证体系基于国际标准化组织的标准,该组织规定三个能力级别:

- 1 级——可以被授权在 2 级或 3 级人员的监督下,按照书面说明安装设备,并做检测;可以在这种监督下对结果分类和报告。

- 2 级——可以被授权按照既定的或认可的程序进行和指导试验。

- 3 级——可以被授权指导已得到认证的 NDT 方法操作。

学员必须逐级上升,并满足每一级别和方法的最低经验要求。教育和认证的时间期限取决于 NDT 培训开始前在理工方面获得的学历。

- 将更加强调现代教学方法,包括录像和磁带。例如,ASNT 制作了有关若干 NDT 方法的录像带。

- 教师和教员在协调过程中起关键作用。IAEA 印发了“培训教员”的细则,培训和认证机构需进一步改进这种方法,并加以采纳。

- 要认证的具体方面应界定得更严密和更明确。这将有助于确保在一个国家明确界定的方面中受过培训和认证的人员将具有和其他国家一样的能力水平。

- 要更多努力,确保所有地区在协调过程中都得到支助。有些地区,如东欧和前苏联国家地区,在 IAEA 的

地区努力中未涉及到。

- 有必要评估每个国家满足 ISO 要求的程度。NDT 实验室和培训机构的一些评估和认证标准已经存在,有助于评估这些组织的能力。

- 对促进和协调 NDT 人员培训和认证感兴趣的各種国家和国际组织间仍需要更加密切合作。IAEA 已采取积极行动促进合作,如邀请这些组织的代表参加其地区协调会议和专家咨询组会议。

- 必须使协调过程正式化,并形成文件。这可以通过相关国家机构间签订双边或地区协定来实现。一个好的例子是欧洲 NDT 学会联合会成员间签订的协定。为促进这类协定的发展,IAEA 最近通过地区项目召开了一次会议,准备非洲国家间的协定草案。

设想今后几年世界其他地区会有类似的协定。预期参与这一过程的组织包括国际无损检验委员会。为统一的 NDT 活动,尤其是为培训和认证负责执行和解释这些测试的操作员建立强大和可持续的世界网络,还要继续进行这些和其他合作步骤。



终身学习之路

同位素水文学教育与培训

PRADEEP K. AGGARWAL 和 DIN D. SOOD

38

人类的生存和发展取决于能否获得淡水。这一基本需求促使人类养成了一种靠直觉管理水资源的技能——比如收集雨水之类的作法已在不同文明中使用4000多年。如今,由于淡水变得越来越难采集,需要用更先进的科学和系统方法来评估和管理水资源。

自20世纪中叶以来,水文学作为一门旨在了解支配地球上水的存在、循环及分布的物理学、化学和生物学过程的学科而发展起来。在水文学这个专业分支中,核技术或同位素技术的应用虽然开始相对较晚,但在最近约20年内已达到被完全认可的程度。

IAEA在将同位素水文学发展成为一门学科和在世界各地建设一支训练有素的同位素水文学家队伍方面,一直起着重要作用。直到最

近,IAEA的出版物仍是同位素水文学培训和教育方面唯一书面材料来源。由于同位素水文学是水资源可持续管理的有利工具,水文学家能够应用同位素技术是非常重要的。本文回顾同位素水文学家培训战略和机制随发展中国家和工业化国家的需要而演变的过程。

不断演变的培训方法

历史上,同位素水文学是有能力测量天然物质中同位素浓度的物理学家和化学家的活动领域。因而在从事同位素水文学的科学家与从事水资源管理的水文学家之间有着很大分歧。IAEA在同位素水文学能力建设方面的工作,主要着眼于从事研究和现场应用的水文学家的个人或小组培训。在过去的40年里,已向700多人发放

进修金,在IAEA总部或其它建立的同位素水文学中心进行培训。这些进修培训一般包括一些课堂指导以及和一个或多个专家的深入交流,以提高学员数据采集和分析的技能。还进行了为期1—8周的国家、地区和跨地区培训班的小组培训,参加者已超过600人。学员通过与技术合作项目有关的岗位培训进一步提高了技能。

协调研究计划(CRP)为来自发展中国家的有限参加者提供了更高层次的培训。他们中的许多人凭借IAEA的进修金得到初步培训。CRP给经验不足的研究人员提供了提高其技能的机会,使其能够在从事共同研

Aggarwal先生是IAEA核科学与应用司物理和化学处同位素水文学科科长。Sood先生是该处处长。

究题目时与有经验的研究人员等其他人对话。有了受过培训且有同位素水文学方面能力的科学家,通过与当地能力和外部专门知识相结合并开发有关研究的能力,已改善技术合作项目的实施。不过,由于技术合作项目急剧增加,近年来培训活动也在稳步增多。例如,1980—1990年完成了51个同位素水文学方面的技术合作项目。1991—2000年期间该数字增加到141个。目前,约有56个项目在2001—2002年期间执行,其中2个地区项目专门用于能力建设。

新战略的要点

世界对同位素水文学所有方面的培训需求越来越大,即使是那些数年来水文学计划已很有发展的国家也是如此。现在需要做更多的工作,将已传授的知识和技能传给下一代水文学家。对过去工作成败进行的一次仔细分析结果,为提出下述同位素水文学培训方法提供了建议。

■ **在大学开设同位素水文学课程** 过去,IAEA的同位素水文学培训计划几乎完全依赖进修模式,从而把重点放在经过正规教育后的培训上。但是如果在正规教

育阶段有了基础培训,那么在某一学科方面的进修会取得更高水平的知识和技能。鉴于这一好处,有理由改变IAEA计划的重点,使其包括同位素水文学正规培训。

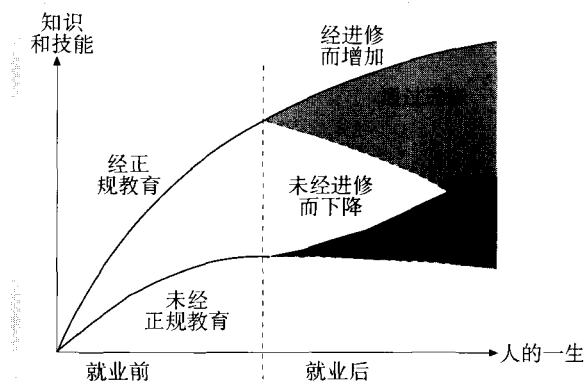
“水文学家”可以来自各个学科,象地质学、地理学、土木工程、农业工程、化学或气象学。这个学术背景往往由水文学研究生课程加以补充。1965年,UNESCO发起的“国际水文学十年(IHD)”计划使人们更好地了解了水文学教育。经UNESCO倡议,研究生课程及当时完善的学位和证书计划在发展中国家和发达国家的许多学术机构启动。

考虑到被吸引到水文学计划中的学生的不同背景,重要的是设计既满足不同学生需要又适应已有的工作机会的同位素水文学课程。不能提高就业技能的专门教育计划不会吸引学生太久。在地球科学和工程学校与水文学有关的课程中,应包括一些同位素水文学入门话题,以便让学生对该学科有初步了解。严格安排的同位素水文学课程应包括在研究生水文学计划中。

为启动同位素水文学课程而进行的努力,最初可把在UNESCO主持下或与其合作开始实施的水文学计划

终身学习水文学

如本示意图所示,正规教育和进修在开发水文学家应具备的技能方面起着重要作用。



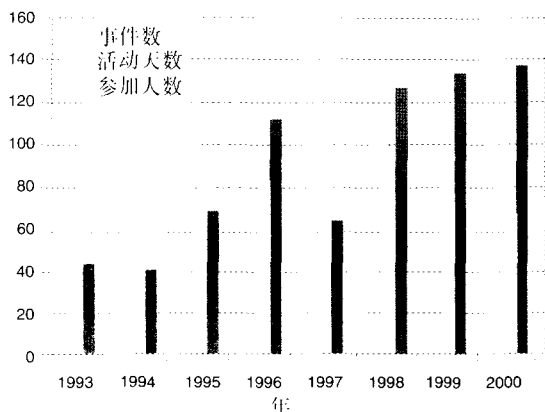
来源: 取自A. van der Beken的
“Continuing Education in Hydrology”, UNESCO (1993)。

作为目标,以便它们被容易地纳入水文学教育中。IAEA为授课者编写和提供的教材及必要的支持,会最大程度地减少选择将同位素水文学课程纳入其水文学计划的学术机构所受的财政影响。

在大学促进同位素水文学教育的另一个途径是,在选定的大学中资助同位素水文学教授职位。这项资助让获奖者的形象更突出,使其成为国家或地区的教育与应用活动的磁石或中心。

■ **建立各中心之间的联系** 进修培训是IAEA培训计划的主要机制。这类同位素水文学进修培训大多数在欧洲和北美的同位素水文学中心进行。不过,这类培训现越来越难以执行,因为发达国家的研究环境在不断变化,那里的多数研究人员不得不在日益稀少的国家基金

IAEA 同位素水文学培训



来源中去争取研究基金。在许多情况下,要用一年多的时间与主办培训的学术机构达成一项进修培训协议,而结果却发现所建议的学员的需要和接受培训的可能性已经改变。这种情况的起因是,许多潜在的主办单位把接纳几乎没有经过同位素水文学培训并且属于一个与其研究方向无关的项目的学员视为消耗资源,而不是一项相互有益的交流计划。结果,为期4—6个月的个人培训机会越来越少。

对科学交流和培训的更大兴趣,或许可以通过发达国家和发展中国家学术机构间的长期联系来培养。例如,可以请一个公认的同位素水文学小组帮助开展国家级或地区级的小组培训或大学课程。然后,可从这些事件参加者中选择一些人员,并在该

合作学术机构对其进行有关更先进技术的短期小组培训。在此期间,可能要确定一些将与东道主研究计划相一致的联合研究项目或现场项目。这种学术机构间联系最终会提高发展中国家学术机构的培训能力,使其能在外部输入很少或没有的情况下自己举办一些同位素水文学培训班。

■ 把更广大的水文学家队伍作为目标 水文学是一门学科间的、实用的和以现场为基础的科学。有必要对以前可能未接触过同位素技术的大批从事水文学的专家提供同位素水文学方面的进修机会。同联合国其他机构和专业协会的合作活动可以很好地实现这些目标。

机构间合作的一个当然合作伙伴是 UNESCO 的国际水文学计划(IHP)。IHP 已经运行约 30 年,而其最有价值的特色之一是国家 IHP 委员会组织。这些按照 UNESCO 和各国政府之间的协定进行工作的委员会,在水文学家的教育和培训以及水文学研究和实践的协调方面有许多活动。

IAEA 的同位素水文学计划与 IHP 合作已久,尽管是在有限的领域。IAEA 和 UNESCO 已联合出版几本同位素在水文学方面应用的

手册。在扩大这方面的合作上,有很大发展机会和潜在利益。因此,提出一个名为“国际同位素在水文学中应用联合计划(JIIHP)”的机构间计划,以便把一些同位素技术引入水文学实践中。作为该计划的一部分,已要求 IHP 国家委员会扩大其成员范围,将同位素专家包括在内,并实施那些能将同位素引入水资源部门的联合教育活动和项目。

增加与国际水文学协会(IAHS)和国际水文学家协会(IAH)这样的专业协会的合作,也将有助于扩大 IAEA 活动的拥护者,并提高同位素水文学方面的能力。这种合作正在通过倡议举行 IAHS 和 IAH 国际会议和专题讨论会,以及在这些会议期间举办的短期培训班不断增加。在科学学会内开展的这些活动有助于增加对同位素水文学的了解,激发科学界和有志年轻科学家的兴趣。

预计这一新战略将导致不断涌现出大量已在同位素应用方面取得一些经验的水文学家。这些水文学家中的许多人最终会从事水资源管理职业。这些水管理者将有能力把同位素技术作为水文学工具包的一个组成部分,并当必要时,通过进修和培训提高他们的技能。 □

挑战性计划

对 IAEA 国际保障视察人员的培训

JAIME VIDAURRE-HENRY, WILLIAM LICHLITER 和 THOMAS KILLEEN



IAEA 每年都召募一批资深专家参加它的富有经验的国际保障视察员小组。他们的工作是到世界各地的核设施,利用各种仪器搜集信息,以核实各国有关接受 IAEA 保障的核活动和材料仅用于和平目的的保证。对于那些除保障协定外还签订了《附加议定书》的国家,他们要保证该国没有未申报的核活动或材料。根据与 139 个国家缔结的 220 多个保障协定,IAEA 过去 40 年一直起着世界“核保障视察团”的

作用。机构在全世界 900 多个核设施执行了核查活动,每年完成约 2200 次视察。

不过,新的视察员在上岗以前,先要走入课堂,参加一系列内容广泛的 IAEA 培训班、讲

习班和研讨班。这些课程全面涵盖核燃料循环,IAEA 的保障作用和责任,以及保障视察员有效和高效开展工作所需的技能和能力。

一旦上岗,培训将加强视察员完成不断演变的保障任务的能力。根据机构的“强化”保障培训计划,老练的视察员参加一些旨在提高他们的技能,并使他们随时充分了解与法律责任、技术能力和视察程序等方面有关的保障发展的研讨班和培训班。

强化培训计划是为响应

IAEA 不断增加的保障责任而建立的。该体系自 1991 年以来已在诸多方面得到加强,特别是在探查一个国家是否存在根据保障协定应该申报而未申报的核材料和活动方面。

本文概述了 IAEA 就提高保障体系的有效性和效率的措施而开展的保障培训活动。

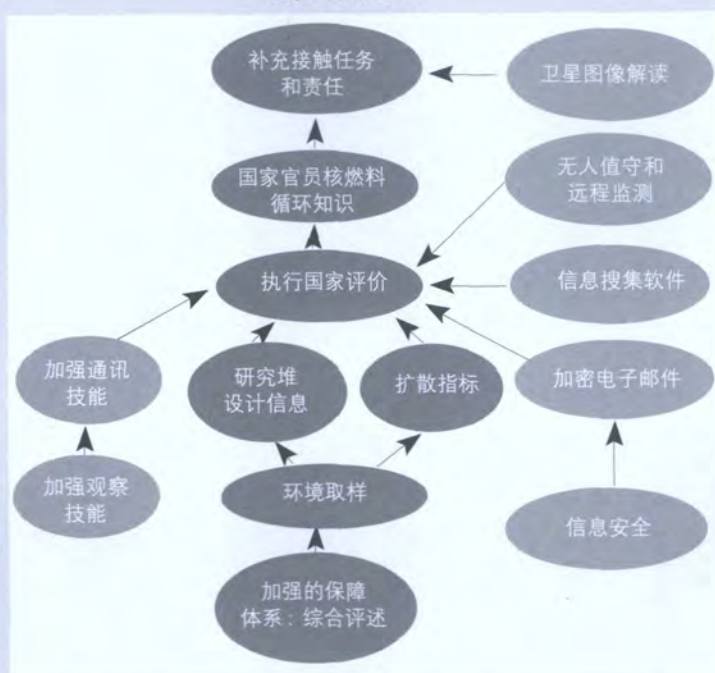
保障视察员是 IAEA 视察体系的基石,并且,显然是执行保障任务以及采取旨在加强保障体系的措施的中坚力量。

IAEA 特别重视对其保障人员以及成员国的与其国际保障协定义务有关的人员的培训。为此,1980 年在机

Vidaurre-Henry 先生是 IAEA 保障司保障培训科科长。Lichter 先生是该司计划与资源科科长。Killeen 先生是保障培训科职员。

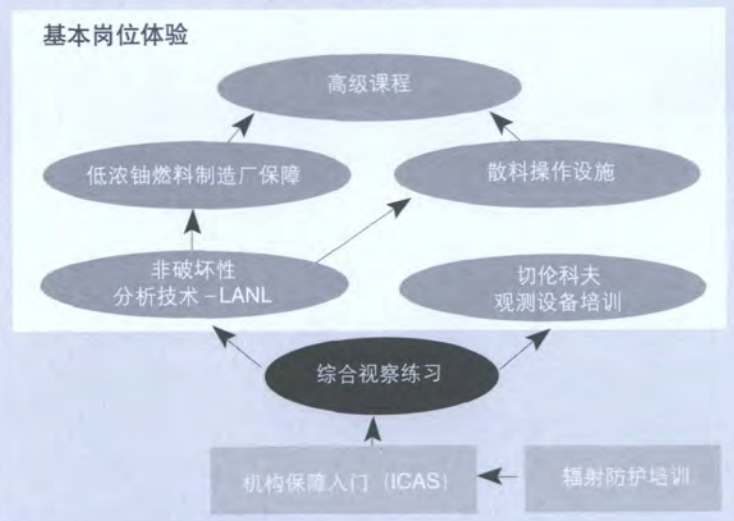
保障培训活动

强化培训计划



视察员基本培训计划

基本岗位体验



构保障司内专门设立了培训科。自那时起,一个综合性的培训计划不断被完善,以便向视察员和其他有关人员传授有效和高效执行保障任

务所需的知识和技能。

视察员参加的初级班是“机构保障入门”(ICAS)。由于来机构的新视察员所受教育水平和专业经验参差不

齐,ICAS 为期 10 周,目标是使所有学员在核燃料循环以及机构的承诺和责任方面的知识达到一个共同的水平。它的另一个目标是使学员掌握一名视察员在执行视察任务时所需的必要技能。这些技能涉及核材料衡算、封隔和监视技术(C/S)及无损分析(NDA)设备和技术等领域。

ICAS 完成后,接着进行综合视察练习。该课程是对 ICAS 培训的补充,它使新视察员有机会熟悉在轻水堆实施的保障措施和视察活动,并实践与核实核材料存量有关的活动。

包括核设施和衡算系统概览在内的体验,扩大了课堂培训的内容。学员通过各种活动,获得对设施记录的审查、新燃料和乏燃料的核实及反应堆封隔和监视措施的实地体验。所有活动都跟正常视察一样记录下来。

这些课程结束后,新视察员被派到现场,和更有经验的视察员在一起工作,以加深他们对与视察过程有关的实际问题的理解。一、两年之内,这些视察员会被要求参加能够加深他们对 NDA 技术理解的更多培训班,以及在更加复杂的设施开展视

IAEA 保障视察员:背景和资质

IAEA 保障司有 600 多名职员,其中近半数被批准为保障视察员。2000 年底,已委派视察员 213 名,在约 900 个受保障的设施完成近 2500 次视察。这些视察员是 IAEA 从 130 多个成员国雇来的,并被要求起码具备以下教育和职业经验:

- 核科学、化学、物理、工程或电子/仪器专业大学本科或相当学历。财会专业本科学历也可以。

- 在核领域,最好是核设施运行领域,至少有 6 年的 P-3 和 10 年的 P-4 相关经验。

- 国家或国际保障经验。

视察员背景 IAEA 保障视察员的背景主要是工程和科学领域。约四分之一(26%)有核物理及相关专业背景;20%有核工程和相关专业背景;14%有化学和相关专业背景;9%有化学/冶金工程和相关专业背景;7%有机械工程和相关专业背景;6%有电气/电子工程和相关专业背景。另外,约 7%有其他工程专业背景,还有 7%有诸如财会、经济或工商管理等专业经验。

视察员国籍 一个可信赖的国际视察团要有来自广大成员国的代表。IAEA 力求从尽可能多的国家招收视察员。目前,视察



员队伍由分别来自 69 个国家的人员组成。世界所有地理区域都有代表:例如,22%的成员来自北美;22%来自欧盟国家;17%来自远东及太平洋地区;16%来自东欧,包括新独立的国家;10%来自非洲;6%来自中东和南亚;6%来自南美。

尽管该视察员队伍的组成复杂且其成员具有不同的文化背景,但大多数指派视察员来自工业化国家。这里有几个原因。发达国家一般拥有更先进的核燃料循环体系,因此,能提供适当的专业人员充当保障视察员。尽管如此,业务处有 38%的视察员来自发展中国家。IAEA 一直在尽力招收来自全世界的合格人才,以组成真正国际的视察员队伍。

察活动。

强化培训计划

向加强的保障体系过度,要求视察员具备更多的技能。为此,保障培训科建立一个“强化培训计划”,以确

保视察员有能力更好地探查与机构缔结有全面保障协定的国家中的未申报的核活动及未申报的核设备和设施的滥用。该强化培训计划的工作始于“93 + 2 计划”——一个广泛的旨在加强保障体系的有效性和提高

其效率的发展计划——提出之时。

综合评审研究班 强化培训计划的第一个活动是概要介绍加强的保障体系的背景、发展及现状。这是一个为期一周的研究班,其中安排一系列讲座和讨论,旨在

介绍加强的保障体系发展背景和原理,以及实现加强的信息评价和报告所需的框架、事态发展和要求。该研究班还涉及因执行《附加议定书》而产生的要求和义务;包括一次圆桌讨论会,与负责“加强的保障”发展和实施的有关人员讨论所有这些概念。

环境取样 下一个活动是“环境取样”培训班。该培训班的安排以上述研究班提供的广泛概论为基础。它传授利用有效的工具探查未申报的核活动的技能和知识。这个培训班的目标是让视察员了解环境取样的原理和方法,以及将擦拭样品用于保障目的的技能。讲座所覆盖的专题包括环境取样原理,有效的样品收集计划和样品介质。实际操作培训重点是在真实和/或模拟条件下擦拭样品的收集和处理技术。

强化培训班 强化培训计划分成两种培训班:“研究堆设计信息”培训班和“扩散指标”培训班。这两种培训班有一个共同内容,即都涉及探查未申报的核材料和活动,以提供不存在这些材料和活动的可靠保证所需的技能。这些培训班的目标是,使

视察员在例行视查中能够更好地探查未申报的核活动和已申报的核设施的滥用,以及确定和评估未申报的核活动指标的重要性。扩散指标培训班在一定程度上使视察员能够探查可能的核武器化活动。这些培训班的形式包括讲座、个人和小组练习,使视察员在核燃料循环和可观察扩散指标方面的保障相关知识得到加强。

从本质上讲,这两种培训班介绍的是“要查什么”。但同时还存在为视察员提供查找扩散指标的工具的相应需求。这个需求将在第三种培训班“强化观察技能”中得到解决。该培训班的目标是提高学员在保障视察中的观察能力,并帮助他们评估和解释所观察到的一切。强化观察技能培训涉及视察员查找、识别和记忆可能表明一个国家的核申报中不一致处的实体结构、设备和其他情况并从其观察中得出推论的能力。培训形式包括讲座、讨论、个人和小组练习,以及实验课程,并辅以声像设备。

讲习班 机构为保持得出没有未申报的核材料和活动的结论的能力,要对一个国家的申报和其他信息源进

行持续审查和评估。强化计划包括为完成此任务提供必要技能和知识的几种培训班。

主要培训班是“执行国家评估讲习班”。该培训班是针对将参与国家评估过程的人员开设的,其宗旨是使学员能够有效汇总和评估机构可获得的各种信息,以便编制“国家评估报告”。该讲习班为期4个工作日,重点是执行国家评估中需要考虑的程序步骤。它为“国家评估报告”的编制提供了政策基础,明确了有助于执行国家评估的可获得的信息源和工具,并详尽介绍编写步骤。

“国家评估报告”的编制还需要更多的知识和技能。其中之一就是有效使用信息搜集软件从可获得的来源中检索相关信息的能力。为此,经常举办有关最新信息搜集方法的培训班。这些培训班一般需要1个工作日,由机构保障司信息技术处的人员讲授。另外,需要保护《附加议定书范本》第15条中所概括的保密信息。已为这些需求举办两种培训班,一种涉及加密电子邮件的实践和程序,另一种涉及信息安全。后者是全体保障司成员必须参加的。

扩大培训计划 强化培训计划随着加强 IAEA 保障的动态过程中产生的需求而不断发展扩大。目前,已设立了几种培训班。其中一种培训班涉及“国家官员的核燃料循环知识”,是为增强与扩散指标和途径知识有关的技能。另一种培训班涉及“卫星图像解读”。第三种培训班着重于“补充接触任务和责任”,目的是使视察员具备在附加议定书框架内准备、执行和汇报补充接触活动的必要知识和技能。补充接触是指附加议定书中为确认一个国家的核计划仅用于和平目的而授权 IAEA 视察员更多地进入该国有关核场所的规定。

强化方法 保障培训科很早就认识到,在加强的保障体系框架内,需要采用更有效的培训方法。这既是一种挑战,也是为确保加强的保障体系的可靠性而提出的一项要求。在此基础上,保障培训科选择系统培训法(SAT)作为其培训方法。SAT 方法被公认为是获得和保持核电厂运行人员的资质和能力的世界上最好的方法。

IAEA 报告“核电厂人员培训与评估”是保障培训 SAT 方法的入门基础。SAT 是一种能促进以下过程合理发展的方法:从确认完成一项工作所需的能力,到安排和进行获得这些能力的培训,以及评价培训结果。该方法把质量保证应用于培训,从而确保保障视察员的能力。

与以授课为主的更加常规的培训相比,SAT 的使用在一致性、效率和管理控制方面具有明显的优势。采用这种系统化的培训方法,就可以制订和满足对视察员工作能力的要求。而且,可以证实,通过基于 SAT 的培训,学员已经获得所要求的全部能力。SAT 方法的重要一环是评估阶段,用来确定培训计划的有效性、效率和影响,以及确定是否和哪里需要进行一些补课和/或改进。此评估通过促进质量明显提高了培训的有效性。

不断发展的过程

对 IAEA 保障视察员的培训是一个不断发展的过程,在培训科成立至今的 20

年内,培训计划已大大扩展。设计这套培训班、研究班、讲习班和现场实习的目的是,使视察员能够完成从加强的保障体系遇到的新挑战中产生的任务。

自 20 世纪 90 年代初引入加强措施以来,保障视察员和职员已在一系列领域得到培训:环境取样;加强观察;了解核燃料循环及其扩散途径;信息评估;加强设计信息评审;以及加密数据的电子传输。另外,从 1996 年起,已在亚洲、欧洲、美国 and 拉丁美洲为 IAEA 成员国的保障人员举办若干期培训班。

IAEA 保障体系持续有效,在很大程度上依赖于招收、培训和保留充满活力的人员作为视察员。新招收的职员必须达到高的教育和专业经验标准,并应来自能够代表 IAEA 成员国多样性的广泛国家。

对新老视察员的培训,要求使用最新的培训技术和方法。随着他们的经验和责任的增加,视察员将受益于强化保障培训计划。这个计划在不断更新,以便与保障演变中的最新事态发展保持一致。□

关于乏燃料和放射性废物安全管理的重要公约即将生效

3月在IAEA总部的一个仪式上,爱尔兰交存了《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》的批准书,从而确保了该公约的生效。该公约将是第一份处理有核计划和无核计划国家内放射性废物和乏燃料的管理和贮存安全问题的国际文书。

IAEA总干事穆罕默德·埃勒巴拉迪说:“联合公约将显著地扩大IAEA的核安全制度,促进管理公众关注的重大问题的国际标准。”

《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》在1997年9月5日外交会议上被通过,并在同年9月29日召开的IAEA大会上开放供签署。该联合公约适用于乏燃料管理安全和放射性废物管理安全。前者的定义是“除厂外运输外的所有与乏燃料装卸或贮存有关的活动”,后者的定义是“包括退役活动在内的所有与放射性废物装卸、预处理、处理、整备、贮存或处置有关的活动。”

除此之外,该公约还涉



及军事或国防计划产生的乏燃料或放射性废物的管理安全,条件是这些材料已永久地转入纯民用计划并在此计划范围内管理,或被宣布为适用本公约的乏燃料或放射性废物。

穆罕默德·埃勒巴拉迪说:“这项公约的主要目标之一是确保现在和将来在乏燃料和放射性废物管理的各个阶段,都有对付潜在危害的有效防范措施,从而保护个人、社会和环境免受电离辐射的有害影响”。

公约对各缔约国为履行公约义务所采取的各种措施规定了一个有约束力的报告

制度,包括要报告国家放射性废物和乏燃料的存量。联合公约在25个国家——包括15个有1座运行的核动力堆的国家——向IAEA交存了批准书、接受书或核准书后90天生效。因此,公约将在2001年6月18日生效。该公约的25个缔约国是:阿根廷、保加利亚、加拿大、克罗地亚、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、爱尔兰、拉脱维亚、摩洛哥、荷兰、挪威、波兰、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士、乌克兰和联合王国。

照片:爱尔兰于2001年3月20日在维也纳IAEA总部交存批准书,成为批准《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》的第25个国家。Thelma M. Doran大使和一些高级官员出席了仪式。来源:P. Pavlicek/IAEA。

IAEA“WorldAtom”网站上的主题新闻

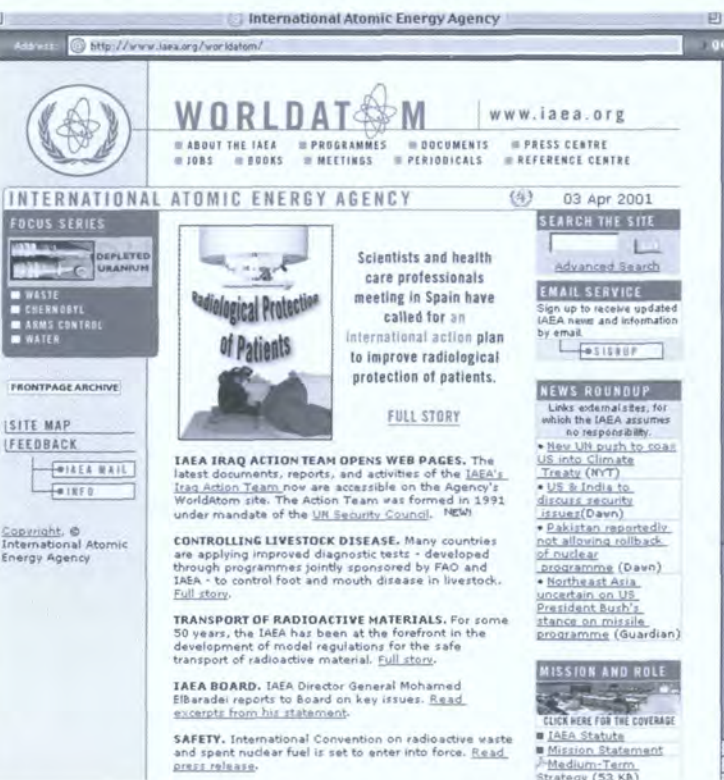
近几个月来, IAEA WorldAtom 网 (<http://www.iaea.org>) 上刊登了一系列专题新闻, 其中包括(欲了解更多内容请访问“WorldAtom”网站):

■ **波兰治理酸雨** 波兰是率先使用辐射技术来控制化石燃料电厂所造成的酸雨污染的国家之一。

在什切青港附近的东北工业区中的波莫札尼(Pomorzany)燃煤电厂, 正在对这项技术进行示范。IAEA总干事穆罕默德·埃勒巴拉迪3月初正式访问波兰时, 访问了这个电厂。机构与日本和大韩民国一起, 支助波兰的这个2000万美元新技术论证项目。

波兰主要用煤发电, 它一直在研究能减少相关污染物并达到国家和地区排放标准的方法。燃煤电厂产生的污染物包括二氧化硫和氮氧化物, 它们是造成酸雨的原因, 也是全球变暖的因素之一。

波莫札尼项目是一个工业规模的示范项目。它利用电子束技术, 在烟道气通过电厂烟囱排入环境前对其进行净化。尽管IAEA支助的这个项目并非新工艺, 但它已经激起欧洲、亚洲和美洲



的十多个国家大规模应用该工艺的兴趣。

■ **IAEA 伊拉克行动小组开设网页** 有关IAEA伊拉克行动小组的最新文件、报告和活动, 现可通过IAEA“WorldAtom”站点查询。该行动小组是1991年根据联合国安理会授权成立的。

■ **牲畜疾病防治** 许多国家正在应用改进的诊断方法, 来防治牲畜口蹄疫。这些改进的诊断方法是通过FAO和IAEA联合发起的项目开发出来的。

■ **放射性物质运输** 约50年来, IAEA一直处于放射性物质安全运输所需示范条例制订的最前列。IAEA正在鼓励更多国家接受并运用这种条例。

■ **IAEA 理事会** 2001年3月, IAEA理事会在维也纳IAEA总部召开会议, IAEA总干事穆罕默德·埃勒巴拉迪向理事会发表讲话。访问“WorldAtom”网站, 可获得讲话摘要。

■ **水: 极其重要但日益减少的资源** 世界各国在保存和保护重要水源方面, 正取得稳步进展。通过今年

贫 铀

由于国际社会对贫铀武器可能在冲突后形势中产生的健康影响的担忧,IAEA 正在采取相应的措施。机构工作的重点是放射学安全,既要评估环境状况,又要评估贫铀对可能已接触贫铀的人的健康影响。IAEA 总干事穆罕默德·埃勒巴拉迪保证机构支持国际社会的努力,并强调全面评估贫铀的可能影响的重要性。应 IAEA 成员国的要求,机构最近几年已进行若干次放射学评估。

1 月底,IAEA 和联合国环境规划署

(UNEP)宣布,他们正在探讨向波斯尼亚和黑塞哥维那、南斯拉夫和伊拉克派遣实地调查组的可能性。同时,IAEA 的奥地利塞伯斯多夫实验室提交了科索沃一些探查有贫铀的地点的土壤样品分析结果。IAEA 科学家 2000 年 11 月参加了由 UNEP 领导的实况调查组。该调查组从科索沃的 11 个地点取回 340 个水、土壤、植被、牛奶、车辆尘土和武器碎片的样品。瑞典、瑞士、意大利和联合王国的实验室也对这些样品进行了分析。

由 IAEA 支持的价值近 900 万美元的项目,40 多个国家的水利专家正在获取相关的知识和技能,这些知识和技能将有助于完善就水资源开发和管理作出决定所需的科技信息。还有一些国家已参与涉及海水淡化用核技术,以及能够引起健康和安全问题的水污染物跟踪用辐射技术的项目。

3 月 22 日,“2001 世界水日”纪念会集中体现了国际社会对水资源短缺、污染和保存等问题的重新关注。今年的主题——水与健康,除了水量问题,还特别强调了水质问题。在未来几十年内,世界人口的日益增长将对安全、清洁水供应提出更多要求。联合国预计,在这十年内,全球会出现严重的水资源短缺,它的 21 世纪议程概述了一个多步行动计划。

通过 IAEA,许多国家正致力于各种科研项目、国家和地区项目、技术研讨会和讲习班。

■ 患者辐射防护会议

一个具有里程碑意义的保健辐射安全会议 3 月底在西班牙闭幕。与会者要求制定

P T P

Professional Training Programs

Over Fifty Years of Creating Solutions for Your Training Needs

Please visit our Web site for course information and on-line registration at <http://www.ornl.gov/ptp/ptp.htm>

2001 Courses

- Applied Health Physics (September/October)
- Air Sampling for Radioactive Materials (August)
- Environmental Monitoring (July/August)
- Gamma Spectroscopy (November)
- Health Physics for the Industrial Hygienist (April)
- Introduction to Radiation Safety (August)
- MARSSIM (January/April/May/August)
- Packaging and Transportation of Radioactive Materials and Associated Hazard Classes (July)
- Radiation Detection Instrumentation for MARSSIM Decommissioning (May)
- Radiation Safety Officer Training (August)
- Radiopharmaceutical Internal Dosimetry (May)
- X-Ray Physics for Inspectors (April/May)

- Hands-on exercises and laboratory activities
- Dedicated, modern nuclear instrumentation
- In addition to the basic course materials, each course participant will receive a copy of the PTP electronic library (also available for purchase separately)

ORAU

Registrar, Professional Training Programs
Oak Ridge Associated Universities, MS-11
P.O. Box 117, Oak Ridge, TN 37831-0117
Phone: 865-576-3576 • E-mail: Registrar@ornl.gov

为加深对贫铀及其分析结果的科学认识,IAEA 正在为有关国家的专家安排一个培训班。其重点将是介绍相应的测量方法,以及对来自贫铀和其它放射源的风险的评估。处于其基本形态的贫铀,只具有少量的放射性,约为天然铀放射性的 60%。在物理和化学方面,贫铀与土壤中天然存在的铀完全一样。

发布的 UNEP 有关贫铀的最终报告

2001 年 3 月 13 日,UNEP 在日内瓦发布了有关 1999 年科索沃冲突中贫铀武器的环境影响的最终报告。报告说,受调查地区未发

现广泛地面污染,相应的放射学和化学危险是不显著的。尽管调查组的结论显示没必要发出警报,但报告描述了一些可能是有显著危险的具体地点。贫铀在环境中的一些较长期行为在科学上存在不确定性。为此,UNEP 要求采取一些预防行动,其中应该包括访问科索沃所有已发现贫铀的地点,移除地面上具有轻度放射性的贯穿件和包壳,对可行的地区进行去污,教育当地居民如发现贫铀应采取哪些预防措施。这份报告可通过网址 <http://www.unep.ch> 查询。

一项国际行动计划,以加强对患者的辐射防护。其他的全球合作建议涉及:支持基本医用显像设备在发展中国家的分发和适当应用;强调以电脑为基础的培训和利用现有的教育材料;加强世界各地的辐射防护基础设施;为用过的医疗设备制定性能标准,以使后来的使用者能够安全使用。超过 85 个国家的 720 多名专家参加了这次会议。它由 IAEA 组办,欧洲委员会、泛美卫生组织 (PAHO) 和世界卫生组织 (WHO) 协办,西班牙政府主办。

■ **保健支持** 全世界有 28 个国家在保健中使用辐射技术,对移植手术用人体组织移植消毒。由 IAEA 支持的项目,是技术上帮助计划并建立这种组织库的重要机制。

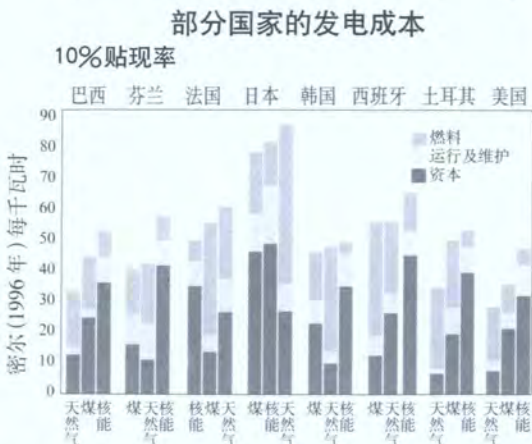
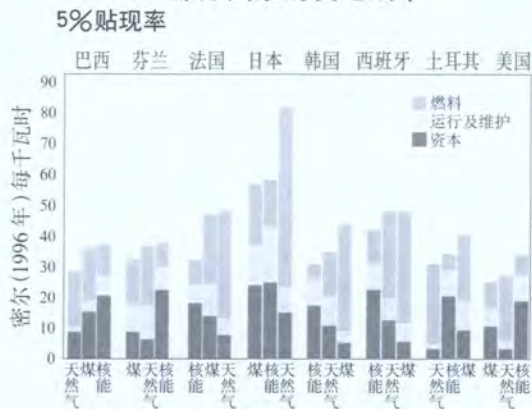
我们为前两期《通报》中出现的错误向读者致歉。

■ 《通报》Vol. 42, No. 2 (2000) 第 40 页的“发展的目标:核电的经济竞争力”一文附图说明中有错,更正后如右图。详细数据可向 IAEA 核能司计划和经济研究科索取。

■ 《通报》Vol. 42, No. 4 (2000) 第 40 页报道联合国大会审议一项有关 IAEA 工作的决议有错。所报道的信息适用于后来修订了的决议草案。联合国大会 2001 年 3 月 16 日通过其有关 IAEA 的决议。2001 年 3

月 16 日散发的一篇联合国新闻稿 (GA/9860) 中对此有更多报道。这篇新闻稿可通过 <http://www.un.org> 网址查询。

更正
部分国家的发电成本



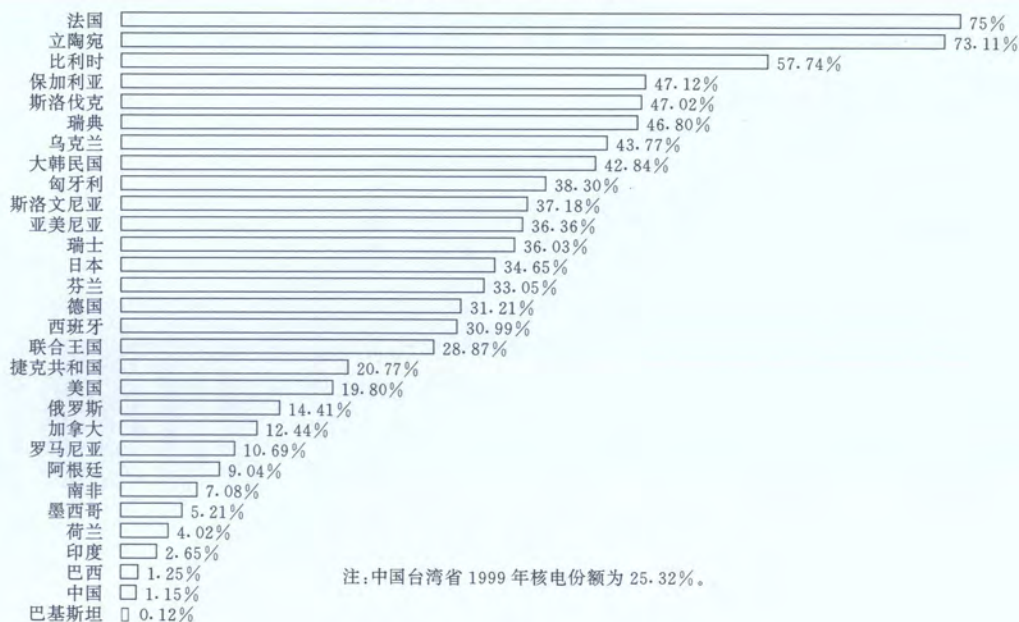
世界核电现状

	运行中的反应堆		建造中的反应堆	
	机组数	总净装机容量 (MWe)	机组数	总净装机容量 (MWe)
阿根廷	2	935	1	692
亚美尼亚	1	376		
比利时	7	5 712		
巴西	2	1 885		
保加利亚	6	3 538		
加拿大	14	9 998		
中国	3	2 167	7	5 420
捷克共和国	5	2 569	1	912
芬兰	4	2 656		
法国	59	63 103		
德国	19	21 122		
匈牙利	4	1 729		
印度	14	2 503		
伊朗			2	2 111
日本	53	43 691	4	4 515
大韩民国	16	12 990	4	3 820
立陶宛	2	2 370		
墨西哥	2	1 308		
荷兰	1	449		
巴基斯坦	2	425		
罗马尼亚	1	650	1	650
俄罗斯联邦	29	19 843	3	3 375
南非	2	1 842		
斯洛伐克	6	2 408	2	776
斯洛文尼亚	1	632		
西班牙	9	7 470		
瑞典	11	9 432		
瑞士	5	3 079		
联合王国	35	12 968		
乌克兰	13	11 207	4	3 800
美国	104	97 145		
世界总计*	438	351 086	31	29 891

* 总计中包括中国台湾省正在运行的 6 台机组(其总装机容量为 4884 MWe)和 2 台正在建造中的机组。表反映截至 2001 年 4 月向 IAEA 报告的情况。

核电占总发电量的份额

截至 2001 年 4 月数据



注:中国台湾省 1999 年核电份额为 25.32%。

Satellite Imagery Specialist, Director's Office, Division of Safeguards Information Technology, Department of Safeguards (2001/021). This P-5 position is responsible for the successful implementation of a limited satellite imagery capability and geographic information laboratory, in line with the needs of the Department of Safeguards. To establish a capability for using commercial satellite imagery and other geographic information derived from geographic data, photos, commercial satellite imagery, tabular data and open source data. The post requires a university degree or equivalent in computer science, information management or a related field; at least 15 years of practical experience, including at least 5 years of recent experience, in information management, analysis tools and the use of computers for large information systems; recent experience in nuclear related research either in the nuclear industry or international/government service; and proficiency in English.
Closing Date: 5 June 2001

Satellite Imagery Database Administrator, Director's Office, Division of Safeguards Information Technology, Department of Safeguards (2001/901). This P-2 position is responsible for the successful implementation of a limited satellite imagery capability and geographic information laboratory, in line with the needs of the Department of Safeguards and assisting in establishing a capability for using commercial satellite imagery and other geographic information derived from

maps, aerial and ground photos, tabular data and open source data. The post requires a university degree in computer science or equivalent practical experience, including at least 4 years of experience in using HTML and JavaScript programming skills; recent experience using FLASH technology in the development of on-line systems, desktop publishing and report preparation skills using industry standard tools such as Adobe Photo shop, Corel draw and MSOffice; at least 2 years' experience in geographical systems applications and data archiving and proficiency in English.
Closing Date: 15 June 2001

Regional Project Manager, Latin America Section, Division for Europe, Latin America and West Asia, Department of Technical Co-operation (2001/803). This P-4 position will be responsible for planning and co-ordinating fruit fly related programme activities in six countries: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua and Panama; for operation assistance in the field, and seeking extra-budgetary sources of funding from governments and potential donor institutions. The position requires an advanced university degree in entomology or equivalent; at least 10 years' experience in the planning and management of fruit fly projects, including hands-on experience with: quarantines (regulations, exclusion and host treatments), detection tools (traps and fruit sampling), control technologies (baits, SIT (sterile insect technique, parasitoids), environmental monitoring and mass rearing;

proficiency in English and Spanish.
Closing Date: 15 June 2001

Safeguards Inspector (two posts). Two positions, one at the P-4 level (2001/SGO-3) and the other at P-3 (2001/SGO-4) are being recruited through the year 2001.

READER'S NOTE

The IAEA Bulletin publishes short summaries of vacancy notices as a service to readers interested in the types of professional positions required by the IAEA. They are not the official notices and remain subject to change. On a frequent basis, the IAEA sends vacancy notices to governmental bodies and organizations in the Agency's Member States (typically the foreign ministry and atomic energy authority), as well as to United Nations offices and information centres. Prospective applicants are advised to maintain contact with them. Applications are invited from suitably qualified women as well as men. *More Specific information about employment opportunities at the IAEA may be obtained by writing to the Division of Personnel, P. O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.*

POST ANNOUNCEMENTS ON THE INTERNET

The IAEA's vacancy notices for professional positions, as well as sample application forms, are available through a global computerized network that can be accessed directly. Access is through the internet. *They can be accessed through the IAEA's World Atom services on the World Wide Web at the following address: <http://www.iaea.or.at/worldatom/vacancies>. Also accessible is selected background information about employment at the IAEA and a sample application form. Please note that applications for posts cannot be forwarded through the computerized network, since they must be received in writing by the IAEA Division of Personnel, P. O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.*

The Radiological Accident in Istanbul

A serious radiological accident occurred in Istanbul, Turkey, in December 1998 and January 1999 when two packages used to transport ^{60}Co teletherapy sources were sold as scrap metal. The present report gives an account of the circumstances which led to the accident, and the medical aspects and the lessons learned.

STI/PUB/1102 (75 pp., 12 figures; 2000)

ISBN 92-0-101400-7

Price: 290 Austrian schillings/€ 21.08



The Criticality Accident in Sarov

On 17 June 1997 a physicist working as a senior technician at the Nuclear Centre, Sarov, in the Russian Federation, was severely exposed as a result of a criticality accident with an assembly of highly enriched uranium. This is the first report that the IAEA has published on a criticality accident. It is based on the information provided by the Russian authorities and addresses the circumstances leading to the accident as well as the medical management of the patient.

STI/PUB/1106 (46 pp., 15 figures; 2001)

ISBN 92-0-100101-0

Price: 210 Austrian schillings/€ 15.26



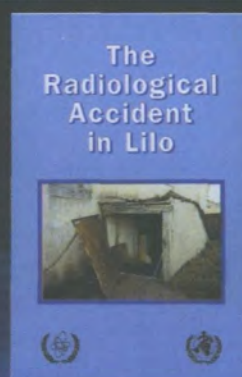
The Radiological Accident in Lilo

The radiological accident described in this report took place in Lilo, Georgia, when sealed radiation sources were abandoned by a previous owner at a site. The present report, which is co-sponsored by the World Health Organization, provides information on the medical management of radiation induced skin injuries as well as a comprehensive report on the circumstances and details of the accident and the lessons learned.

STI/PUB/1097 (103 pp., 39 figures; 2000)

ISBN 92-0-101300-0

Price: 370 Austrian schillings/€ 26.89



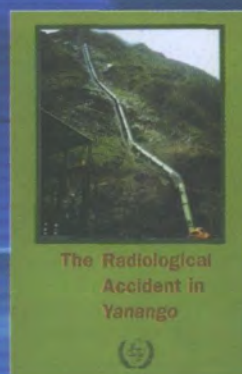
The Radiological Accident in Yanango

In February 1999 a serious radiological accident occurred in Yanango, Peru, when a welder picked up a ^{192}Ir industrial radiography source and put it in his pocket for several hours. The purpose of this report is to provide an account of the circumstances of the accident and its medical aspects.

STI/PUB/1101 (41 pp., 1 figure; 2000)

ISBN 92-0-101500-3

Price: 200 Austrian schillings/€ 14.53



The Radiological Accident in Yanango

The Radiological Accident

The Radiological Accident in Istanbul

The Criticality Accident in Sarov

Safety of Radioactive Waste Management

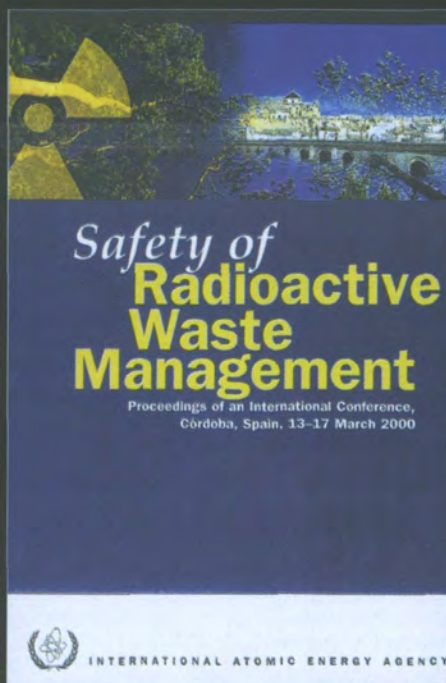
Proceedings Series

Proceedings of an international conference organized in co-operation with the EC, the OECD/NEA and the WHO, and held in Córdoba, Spain, 13–17 March 2000. The purpose of the conference was to provide an international forum for senior experts in the field to discuss safety issues in radioactive waste management, in order to promote an international consensus and to foster information exchange on issues related to the international corpus of safety standards.

STI/PUB/1094 (458 pp., 1 figure; 2000)

ISBN 92-0-101700-6

Price: 1370 Austrian schillings/€ 99.56



Restoration of Environments with Radioactive Residues

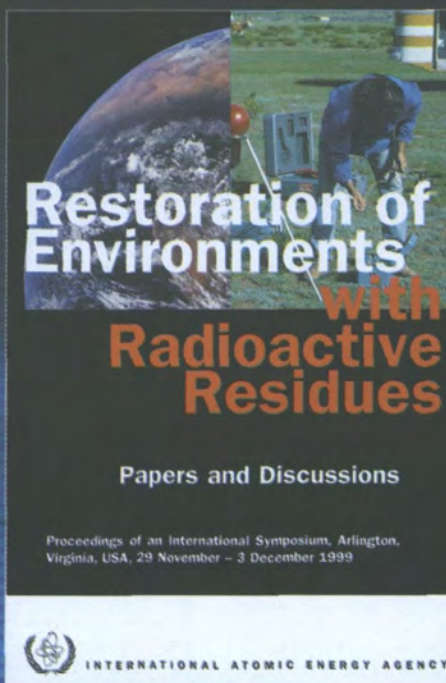
Proceedings Series

Proceedings of a symposium held in Arlington, Virginia, USA, 29 November–3 December 1999. The purpose of the symposium was to exchange information and to generally discuss the question of whether the restoration of environments affected by radioactive residues is required and to what extent it should be performed.

STI/PUB/1092 (697 pp., 93 figures; 2000)

ISBN 92-0-102600-5

Price: 1250 Austrian schillings/€ 90.84



Sales and Promotion
Division of Conference and Document Services, IAEA
Tel: 43 1 2600 22529/22530, Fax: 43 1 2600 29302
E-mail: sales.publications@iaea.org
Visit our site: <http://www.iaea.org/worldatom/Books>

Lilo

Restoration of Environments with Radioactive Residues

Safety of Radioactive Waste Management



INTERNATIONAL NUCLEAR INFORMATION SYSTEM (INIS)

TYPE OF DATABASE
Bibliographic

PRODUCER

International Atomic Energy
Agency in co-operation with
103 IAEA Member States and
19 international organizations.

IAEA CONTACT

IAEA, INIS Section
P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria
Tel.: (43-1) 2600-22842
Fax: (43-1) 26007-22842
E-mail:
INIS.CentreServicesUnit@iaea.org
More information over
IAEA's internet service at
<http://www.iaea.org/inis/inis.htm>

To subscribe to the INIS Database
on the Internet go to
<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>
Demo database available cost free.

**NUMBER OF RECORDS ON LINE
FROM JANUARY 1970 TO DATE**
over 2 million

SCOPE

Worldwide information on the
peaceful uses of nuclear science
and technology; economic and
environmental aspects of other
energy sources

COVERAGE

The central areas of coverage are
nuclear reactors, reactor safety,
nuclear fusion, application of
radiation or isotopes in medicine,
agriculture, industry, and pest
control. Also covered are related
fields such as nuclear chemistry,
nuclear physics, and material
science. Special emphasis is placed
on the environmental, economic
and health effects of nuclear
energy as well as on the economic
and environmental aspects of non-
nuclear energy sources. Legal and
social aspects associated with
nuclear energy are also covered.



POWER REACTOR INFORMATION SYSTEM (PRIS)

TYPE OF DATABASE
Factual

PRODUCER

International Atomic Energy
Agency in cooperation with
32 IAEA Member States

IAEA CONTACT

IAEA, Nuclear Power
Engineering Section
P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria
Tel.: (43-1) 2600
Telex: (1)-12645
Fax: (43-1) 26007
E-mail:
r.spiegelberg-planer@iaea.org
More information over
IAEA's internet services at
[http://www.iaea.org/
programmes/a2/](http://www.iaea.org/programmes/a2/)

SCOPE

Worldwide information on power
reactors in operation, under
construction, planned or
shutdown, and data on operat-
ing experience with nuclear
power plants in IAEA Member
States.

COVERAGE

Reactor status, name, location,
type, supplier, turbine generator
supplier, plant owner and
operator; thermal power, gross
and net electrical power, date of
construction start, date of first
criticality, date of first
synchronization to and, date of
commercial operation, date of
shutdown, and data on reactor
core characteristics and plant
systems; energy produced;
planned and unplanned energy
losses; energy availability and
unavailability factors; operating
factor and load factor.



NUCLEAR DATA INFORMATION SYSTEM (NDIS)

TYPE OF DATABASE
Numerical and bibliographic

PRODUCER

International Atomic Energy
Agency
in cooperation with the United
States National Nuclear Data
Centre at the Brookhaven National
Laboratory, the Nuclear Data Bank
of the Nuclear Energy Agency,
Organization for Economic
Co-operation and Development in
Paris, France, and a network of over
20 other nuclear data centres
worldwide

IAEA CONTACT

IAEA Nuclear Data Section,
P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria
Tel.: (43-1) 2600
Telex (1)-12645
Fax: (43-1) 26007
E-mail: o.schwerer@iaea.org
More information over
IAEA's internet service at
<http://www.nds.iaea.org/>

SCOPE

Numerical nuclear physics data
files describing the interaction of
radiation with matter, and related
bibliographic data.

DATA TYPES

Evaluated neutron reaction data in
ENDF format; experimental nuclear
reaction data in EXFOR format, for
reactions induced by neutrons,
charged particles, or photons;
nuclear half-lives and radioactive
decay data in the systems NUDAT
and ENSDF; related bibliographic
information from the IAEA data-
bases CINDA and NSR; various
other types of data.

*Note: Off-line data retrievals from
NDIS also may be obtained from the
producer on diskettes, CD-ROMs and
4mm DAT tape cartridge.*



ATOMIC AND MOLECULAR DATA INFORMATION SYSTEM (AMDIS)

TYPE OF DATABASE
Numerical and bibliographic

PRODUCER

International Atomic Energy
Agency in cooperation with the
International Atomic and
Molecular Data Centre network,
a group of 14 national data
centres from several countries.

IAEA CONTACT

IAEA Atomic and Molecular Data
Unit, Nuclear Data Section
E-mail: j.a.stephens@iaea.org
More information over
IAEA's internet service at
<http://www-amdis.iaea.org>

SCOPE

Data on atomic, molecular,
plasma-surface interaction, and
material properties of interest to
fusion research and technology.

COVERAGE

Includes ALADDIN formatted
data on atomic structure and
spectra (energy levels, wave
lengths, and transition
probabilities); electron and
heavy particle collisions with
atoms, ions, and molecules (cross
sections and/or rate coefficients,
including, in most cases, analytic
fit to the data); sputtering of
surfaces by impact of main
plasma constituents and self
sputtering; particle reflection
from surfaces; thermophysical
and thermomechanical
properties of beryllium and
pyrolytic graphites.

*Note: Off-line data and
bibliographic retrievals, as well as
ALADDIN software and manual,
also may be obtained from the
producer on diskettes, magnetic
tape, or hard copy.*

For access to these databases, please contact the producers. Information from these databases also may be purchased from the producer in printed form. INIS additionally is available on CD-ROM. For the full range of IAEA databases, see the Agency's **WorldAtom** internet services at <http://www.iaea.org/database/dbdir/>.



International Nuclear Information System

INIS Database on INTERNET

**To subscribe go to
<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>**

• nuclear energy • nuclear power plants • nuclear reactors • nuclear fuel •
• radioactive waste • nuclear safety • nuclear law • safeguards •
• environmental and economic aspects of nuclear and
nonnuclear energy sources • nuclear
physics • nuclear fusion •
• treaties •

INIS Database

on Internet

• uranium •
• nuclear chemistry •
• corrosion • radiation chemistry •
• radioactive contamination • labelling •
• radionuclide transport and monitoring in land,
water and atmosphere • nuclear medicine • radiotherapy •

INIS

International Nuclear Information System

Access current and retrospective information through the INIS Database. For more than 28 years, the scientific, academic and industrial communities have used the INIS Database to retrieve references to literature on relevant nuclear science and technology subjects.

For more information about INIS please go to <http://www.iaea.org/inis/inis.htm>

It's your turn now!!!

**Subscribe to the INIS Database at:
<http://www.iaea.org/inis/inisdb.htm>**

IAEA 协调研究计划

为亚洲可持续稻麦耕作制度开发一体化土壤、水和养分管理方法

亚洲亚热带稻麦生产制度,在南亚占近 1200 万公顷,在中国中部占 2000 万公顷。本协调研究计划的目标,是通过提高水和养分的利用效率,改善该地区的稻麦耕作制度的生产率和可持续性。更具体地说,通过核技术和相关技术的使用,改变现有的水和养分管理制度,并且进行小规模试验;将传统的土壤管理方法与新的耕作制度(高设苗床、非紧密土以及直接播种)相比较,看哪些更适合谷物生产的可持续加强。该协调研究计划的重点将是中国和南亚印度-恒河平原上的大的稻麦生产国家。该计划将在 2001 年实施。优先参与机会将给予有核技术经验,并在稻麦耕作制度方面不断开展研究的科学家和研究单位,以便利用核技术的协调研究计划研究工作能够与现有的实验及可供使用的资源充分地结合。

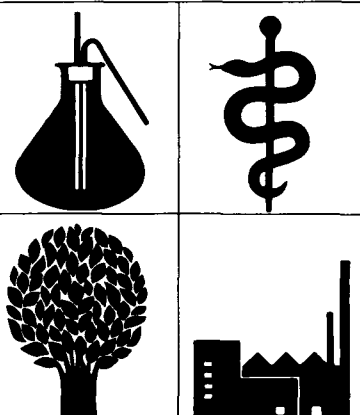
利用同位素技术进行泥沙源表征

该协调研究计划的总目标,是为把核技术用于以下目的开发一套方法:流域管理中的冲刷和泥沙堆积补救战略的规划和设计,以及冲刷与泥沙堆积的监测;坝可持续性分析。已被用于泥沙来源辨别的核技术有若干种,主要通过环境放射性和同位素组成。除这些核技术外,泥沙的磁性质方法,大量和微量元素方法以及其他常规方法也是可用的,并且应该作为泥沙来源辨别的补充工具加以考虑和评估。意图是,被选定参加该协调研究计划的承包者和协议书持有者将把他们的技术用于一两个参考流域。后者将在那些正在实施有效的土壤侵蚀控制计划的发展中国家中选出。

供聚变等离子体诊断用的原子和分子数据

本协调研究计划将为在核聚变反应堆等离子体诊断中有重要意义的过程建立一个数值数据库。为了进行诊断,在核心区域有必要使用软 X 射线光谱学方法和光学光谱学方法。加热束流用于提高核心温度,而掺杂束流则用于诊断目的。这样,束流光谱学方法成为等离子体核心区域的一个重要考虑因素。来自边缘区域中杂质的辐射对于理解高级放电状态的形成是很重要的。电荷交换之类的过程对于诊断目的可能是重要的,因此将被包括在本协调研究计划中。本协调研究计划产生的数据经评价后,将添加到可通过因特网查得的电子数据库中。国际聚变研究委员会原子和分子分委员会认识到这些类型数据的重要性,并已强烈建议建立本协调研究计划。

这是两份精选的清单,可能会有变动。有关 IAEA 会议更完整的资料,可向 IAEA 维也纳总部会议服务科索取,或参阅 IAEA 新闻处编写的 IAEA 期刊 *Meetings on Atomic Energy*,或访问 IAEA 因特网网站 *WorldAtom* (<http://www.iaea.org>)。有关 IAEA 协调研究计划的更多资料,可向 IAEA 总部的研究合同管理科索取。这些计划旨在促进有关各种领域的科学和技术研究课题的全球合作,其范围从辐射在医学、农业和工业中的应用到核动力技术及核安全。



IAEA 学术会议 和研讨会 2001 年

5 月

国际材料保安会议:预防、阻止核材料和放射源的非法使用以及作出反应的措施

瑞典,斯德哥尔摩(5月7—11日)

国际中小型反应堆状况与前景研讨会

埃及,开罗(5月27—31日)

8 月

国际营养与发展计划中营养状况监测的同位素手段学术会议(国际营养学联合会第 17 次国际会议组成部分)

奥地利,维也纳(8月27—31日)

9 月

国际核、辐射与放射性废物安全中的当前有关问题会议

奥地利,维也纳(9月3—6日)

IAEA 第 45 届大会

奥地利,维也纳(9月17—21日)

10 月

国际保障学术会议

奥地利,维也纳(10月29日—11月2日)

11 月

国际非动力应用产生的放射性废物会议——经验共享

奥地利,维也纳(11月5—9日)

国际加速器利用学术会议

巴西,圣保罗(11月26—30日)

2002 年

5 月

国际心血管核医学学术会议
中国,北京(5月27—31日)

6 月

国际突变基因用于作物改良和功能基因组学学术会议

奥地利,维也纳

所有信息可能有变动。见左边方框。

国际原子能机构 通 报

国际原子能机构季刊

本刊出版单位是国际原子能机构新闻处。

通讯: P.O. Box 100, A-1400 Vienna,

Austria; 电话: (43-1) 2600-21270;

传真: (43-1) 26007;

E-mail: official.mail@iaea.org

总干事: Mohamed ElBaradei 博士

副总干事: David Waller 先生, Bruno

Pellaud 先生, Victor Mourougov 先生,

Sueo Machi 先生, Jihui Qian 先生,

Zygmund Domaratzki 先生

新闻处处长: David Kyd 先生

主编: Lothar H. Wedekind 先生

编辑助理: Ritu Kenn 女士

版式/设计: Ritu Kenn女士, S. Brodek先生,
维也纳

供稿人: A. Schiffmann女士, R. Spiegelberg
女士, Melanie Konz-Klingsb gel女士

印刷发行: P. Witzig先生, R. Kelleher先生,

D. Schroder 先生, R. Breitenacker 女士,

P. Murray 女士, M. Liakhova 女士,

M. Swoboda 女士, W. Kreutzer 先生,

A. Adler 先生, R. Luttenfeldner先生,

L. Nimetzki 先生

英文版以外的语文版

翻译协助: 原子能机构语文处

法文版: Yvon Prigent先生, 翻译, 出版编
辑

西班牙文版: 古巴哈瓦那的笔译口译服务
社(ESTI), 翻译; L. Herrero 先生, 编辑

中文版: 北京的中国原子能工业公司翻译
部; 翻译、印刷和发行。

俄文版: 国际交流协会, 莫斯科; 翻译、
印刷和发行。

广 告

广告信件请寄: IAEA Division of
Publications, Sales and Promotion Unit, P.O.
Box 100, A-1400 Vienna, Austria. 电话号
码、传真号码和电子邮件地址同上。

《国际原子能机构通报》免费分发给
一定数量的对国际原子能机构及和平利用
核能感兴趣的读者。书面请求应函致编辑。
《国际原子能机构通报》所载国际原子能
机构资料, 在别处可自由引用, 但引用时
必须注明出处。作者不是国际原子能机构
工作人员的文章, 未经作者或原组织许可
不得翻印, 用于评论目的者除外。《国际
原子能机构通报》中任何署名文章或广告
表达的观点, 不一定代表国际原子能机构
的观点, 机构不对它们承担责任。

国际原子能机构 成 员 国

1957年

阿富汗

阿尔巴尼亚

阿根廷

澳大利亚

奥地利

白俄罗斯

巴西

保加利亚

加拿大

古巴

丹麦

多米尼加共和国

埃及

萨尔瓦多

埃塞俄比亚

法国

德国

希腊

危地马拉

海地

教廷

匈牙利

冰岛

印度

印度尼西亚

以色列

意大利

日本

大韩民国

摩纳哥

摩洛哥

缅甸

荷兰

新西兰

挪威

巴基斯坦

巴拉圭

秘鲁

波兰

葡萄牙

罗马尼亚

俄罗斯联邦

南非

西班牙

斯里兰卡

瑞典

瑞士

泰国

突尼斯

土耳其

乌克兰

大不列颠及北爱尔兰

联合国

美利坚合众国

委内瑞拉

越南

南斯拉夫

1958年

比利时

柬埔寨

厄瓜多尔

芬兰

伊朗伊斯兰共和国

卢森堡

墨西哥

菲律宾

苏丹

1959年

伊拉克

1960年

智利

哥伦比亚

加纳

塞内加尔

1961年

黎巴嫩

马里

刚果民主共和国

1962年

利比里亚

沙特阿拉伯

1963年

阿尔及利亚

玻利维亚

科特迪瓦

阿拉伯利比亚民众国

阿拉伯叙利亚共和国

乌拉圭

1964年

喀麦隆

加蓬

科威特

尼日利亚

1965年

哥斯达黎加

塞浦路斯

牙买加

肯尼亚

马达加斯加

1966年

约旦

巴拿马

1967年

塞拉利昂

新加坡

乌干达

1968年

列支敦士登

1969年

马来西亚

尼日尔

赞比亚

1970年

爱尔兰

1972年

孟加拉国

1973年

蒙古

1974年

毛里求斯

1976年

卡塔尔

阿拉伯联合酋长国

坦桑尼亚联合共和国

1977年

尼加拉瓜

1983年

纳米比亚

1984年

中国

1986年

津巴布韦

1992年

爱沙尼亚

斯洛文尼亚

1993年

亚美尼亚

克罗地亚

立陶宛

捷克共和国

斯洛伐克

1994年

前南斯拉夫马其顿共
和国

哈萨克斯坦

马绍尔群岛

乌兹别克斯坦

也门

1995年

波斯尼亚和黑塞哥维那

1996年

格鲁吉亚

1997年

拉脱维亚

马耳他

摩尔多瓦共和国

1998年

贝宁

布基纳法索

1999年

安哥拉 *

洪都拉斯 *

国际原子能机构《规约》的生效, 需要有18份批准书。1957年7月29日前批准《规约》的国家(包括前捷克斯洛伐克)用黑体字表示。年份表示成为机构成员国的时间。国家名称不一定是其当时的称谓。标有星号(*)的国家的成员国资格已经国际原子能机构大会核准, 一旦交存了所需的法律文书即生效。



国际原子能机构成立于1957年7月29日, 是联合国系统内一个独立的政府间组织。其总部设在奥地利维也纳, 现有131个成员国。这些成员国共同工作, 以实现国际原子能机构《规约》的主要宗旨: 加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献, 并尽其所能确保由其本身、或经其要求、或在其监督或管制下提供的援助不致用于推进任何军事目的。

维也纳国际中心的国际原子能机构总部

EMBRACING THE FUTURE

Aloka, the leader in medical ultrasound, has always responded to diagnostic needs with innovative solutions that are ahead of their time. Our 50-year history of research and development has spanned the entire history of medical ultrasound. Moreover, our achievements have ranged from the world's first diagnostic ultrasound system in 1960 to the world's first Color Doppler system in 1983, as well as Hemispheric Sound Technologies and Pure Harmonic Detection in our 1999 ProSound™ PureHD ultrasound platform. With an eye to the future, we will continue pushing the limits of ultrasound technology in our quest for better health care. We're Aloka, the innovator in ultrasound.

