

国际原子能机构 通报



第38卷 第3期
1996年
奥地利 维也纳

国际原子能机构季刊

TCHERNOBYL: MISE EN PERSPECTIVE

ПЕРСПЕКТИВЫ ЧЕРНОБЫЛЯ

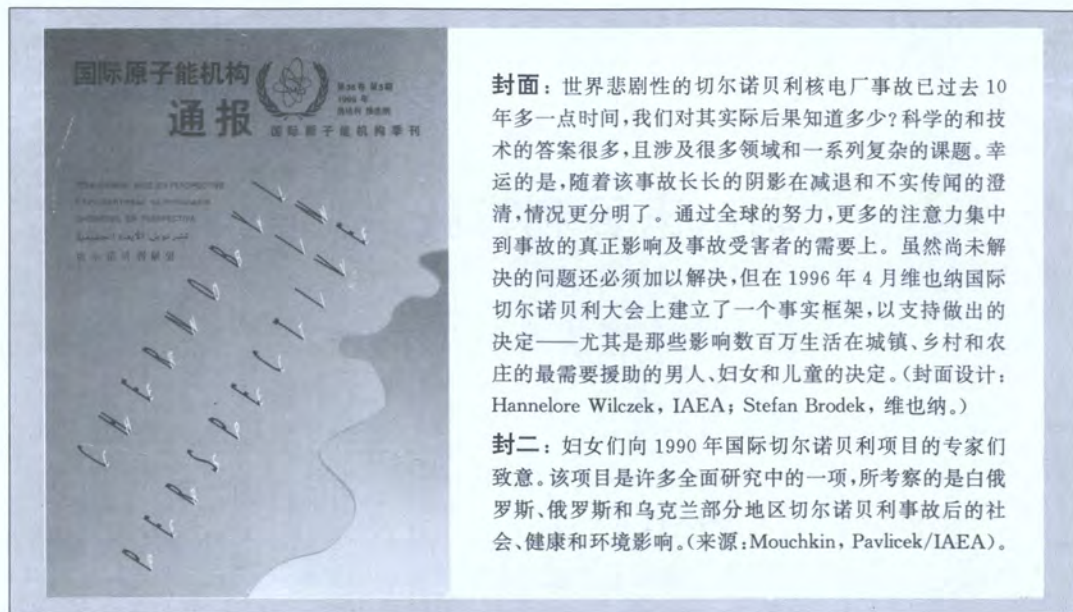
CHERNOBIL EN PERSPECTIVA

تشرنوبل: الأبعاد الحقيقية

切尔诺贝利展望







封面：世界悲剧性的切尔诺贝利核电厂事故已过去10年多一点时间，我们对其实际后果知道多少？科学和技术的回答很多，且涉及很多领域和一系列复杂的课题。幸运的是，随着该事故长长的阴影在减退和不实传闻的澄清，情况更分明了。通过全球的努力，更多的注意力集中到事故的真正影响及事故受害者的需要上。虽然尚未解决的问题还必须加以解决，但在1996年4月维也纳国际切尔诺贝利大会上建立了一个事实框架，以支持做出的决定——尤其是那些影响数百万生活在城镇、乡村和农庄的最需要援助的男人、妇女和儿童的决定。（封面设计：Hannelore Wilczek, IAEA; Stefan Brodek, 维也纳。）

封二：妇女们向1990年国际切尔诺贝利项目的专家们致意。该项目是许多全面研究中的一项，所考察的是白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰部分地区切尔诺贝利事故后的社会、健康和环境影响。（来源：Mouchkin, Pavlicek/IAEA。）

目 录

特 写	切尔诺贝利事故——十年后 <i>Abel J. González</i> / 2
	切尔诺贝利事故后十年：决策的基础 国际切尔诺贝利大会及其结果要点 / 14
专门报告	切尔诺贝利事故后的科学前景：社会、健康和环境效应
	环境后果，由 <i>Mona Dreicer</i> 和 <i>Rudolf Alexakhin</i> 提出的报告 / 24
	社会/心理学效应，由 <i>Britt-Marie Drottz-Sjöberg</i> , <i>G. M. Rumyantseva</i> , <i>A. I. Nyagu</i> 和 <i>L. A. Ageeva</i> 提出的报告 / 27
	临床观察到的效应，由 <i>Gerard Wagemaker</i> , <i>Angelina K. Guskova</i> , <i>Vladimir G. Bebeshko</i> 和 <i>Nina M. Griffiths</i> 提出的报告 / 29
	甲状腺效应，由 <i>E. D. Williams</i> , <i>A. Pinchera</i> , <i>D. Becher</i> , <i>E. P. Demidchik</i> , <i>S. Nagataki</i> 和 <i>N. D. Tronko</i> 提出的报告 / 31
	健康效应，由 <i>Fred A. Mettler</i> 提出的报告 / 33
	长期健康效应，由 <i>E. Cardis</i> , <i>A. E. Okeanov</i> , <i>V. K. Ivanov</i> 和 <i>A. Prisyazhniuk</i> 提出的报告 / 36
	农业对策，由 <i>Jonh I. Richards</i> 和 <i>Raymond J. Hance</i> 提出的报告 / 38
	核安全方面，由 <i>Luis Lederman</i> 提出的报告 / 44
插 页	技术合作实况：核能用于环境
其 它	国际简明新闻/数据文档 / 48
	Posts announced by the IAEA / 56
	Keep abreast with IAEA publications / 58
	《国际原子能机构通报》1995年著作者和供稿人 / 60
	Databases on line / 62
	IAEA的学术会议和研讨会/协调研究计划 / 64

切尔诺贝利事故——十年后

全球专家澄清有关 1986 年事故及其影响的事实

Abel J.
González

1986 年 4 月 26 日,乌克兰共和国境内,靠近那个标志着与白俄罗斯和俄罗斯两共和国接界的三国边界点的切尔诺贝利核电厂 4 号机组发生了灾难性爆炸,将相当大量的放射性物质送入大气。这个事件当时可能成为现代技术时代最持久的和最有争议的论题之一。切尔诺贝利事故引起人们对其放射学后果的广泛关注,还使人们普遍把注意力集中到核安全上。切尔诺贝利事故的余波和前苏联公开性和改革活动的开展纷扰在一起,不久使人们对这次放射性释放及其真实的或感觉到的效应增添了许多误解和担忧。

Leonid Ilyin 教授所著《切尔诺贝利:神秘和现实》一书中曾坦率报道说,这起事故起初是保密的,人们曾对其感到迷惑。生活在那些受影响地区的居民,主要是从传闻而不是从权威性报道中知道这起事故的。苏联境外有关这起事故的第一个证据,来自北欧国家的表明环境放射性有意外增加的测量结果。这种开头缺乏透明度的情况对公众信任有影响,随后散发的使人混乱的和有时是互相矛盾的资料也有这种影响。人们对此次灾难的感受不一,有的人认为切尔诺贝利事故是世界以往发生的最严重事故之一,有的人则把它看作一个比较有限的健康问题,尽管发生过一些悲惨情况。

10 年后的 1996 年 4 月,来自 71 个国家和 20 个组织的 800 多名专家——在 200 多

名新闻记者的关注下——举行会议,评议切尔诺贝利事故的实际后果和可能的未来后果,并设法使人们正确地看待这些后果。他们一起参加的是在维也纳奥地利中心举行的题为“切尔诺贝利事故后 10 年:总结事故后果”的国际大会。这次切尔诺贝利大会是国际合作的典范:涉及其组织工作的有包括 IAEA 在内的联合国系统的 6 个组织和 2 个重要的地区性机构。(见第 8 页和第 17 页方框)。

在 1986 年事故和这次切尔诺贝利会议之间,IAEA 参加了一系列旨在量化其实际后果的科学努力。(见第 5、6、7、8 页方框)。

这次切尔诺贝利大会的目的是,统一“在这次事故后果问题上的国际共识、就被证实的科学事实取得一致意见,以及澄清资料和预测以消除混乱”。此次会议的成果是显而易见的。(见下面一篇关于“切尔诺贝利会议要点:结果总结”的文章)。对一些重要问题,本文作了概述,本期《国际原子能机构通报》的特写报告也分别对其进行了具体分析。

放射性沉降物。虽然在切尔诺贝利事故释放放射性物质的量的方面至今仍没有取得完全的共识,但是一些最适当的估计值(10^{19} 数量级国际活度单位或贝可勒尔)足以说明这起事故的灾难性质。由释放物质形成的放射性羽烟中有两种化学元素碘和铯,是造成放射学后果的主要因素。有一个主要由碘的短寿命放射性同位素组成的碘族;其中重要的是碘-131,它的放射性每 8 天衰减一半。在事故后的短时间内,生活在附近区域

González 先生是 IAEA 核安全司辐射与废物安全处处长。

放射性物质释入环境

被 毁反应堆把极大量(10^{19} 国际活度单位或贝可勒尔)放射性物质释放入环境。虽然这些释放物涉及许多种放射性化学元素,但从放射学观点看只有2种——碘(在

短期内)和铯(在长期内)——是特别重要的。这起事故约释放 10^{18} 贝可勒尔的碘-131。在吸入或食用牛奶制品等污染食物以后,碘主要被人的甲状腺吸收;它的短程 β 粒子从内部照射甲状腺体。通过明令禁止在几个星期内消费受污染食物直到碘-131充分地衰变为止,或服用少量非放射性碘预防性地保护甲状腺等方法,很容易防止甲状腺摄入碘。

约 10^{17} 贝可勒尔的放射性铯被释放,并沉降在广阔的区域(见第5页地图)。铯照射是难以预防的。铯一旦沉积在土壤里,它的长射程 γ 射线就能照射这个地区的任何人。清理受污染地面是困难的,如果铯浓度高,通常采用的唯一可行对策就是疏散居民。土壤中的铯也会转移到农产品和吃草的动物体内。

对碘-131来说,没有关于这种释放物的去向、谁会受到它的照射和碘摄入在多大程度上或是否能有效地防止等方面的明确资料。间接的估计已明确表明,某些人群已遭受很高的甲状腺剂量。特别敏感的是儿童,由于他们通常食入大量牛奶制品而且甲状腺小,接受的剂量较大。

1990年国际切尔诺贝利项目(见第7页方框)预测,在大剂量影响下,几年后受影响的儿童中不大常见的甲状腺癌的发病率将明显增加。

介绍 1990—1991年由若干国际各界科学家小组执行的国际切尔诺贝利项目的小册子俄文版封面。

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПРОЕКТ

ЭКСПЕРТИЗА РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ
И ОЦЕНКА ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ
ИТОГОВАЯ БРОШЮРА



的居民其甲状腺主要受放射性碘照射。在放射性铯同位素中,最重要的是铯-137,它是长寿命核素,其放射性每30年衰减一半。铯-137通过大气长距离迁移,随机沉降在主要属欧洲的大片地面上和——在较小但可

测量的程度上——沉降在整个北半球的其他地方。沉积的铯是使居民受到长期全身辐射照射的主要原因。(见上面方框和第5页地图)。

辐射剂量。放射性物质的释放预计会对

辐射对自然环境的直接影响

切尔诺贝利事故后的头几个星期里,当地生物群尤其是被毁反应堆四周数千米内的针叶林和田鼠(小鼠)群受到致死剂量。到1986年秋季,剂量率下降到原来的1/100。到1989年,这些当地生态系统开始恢复。没有观察到对动物群体或生态系统的持续严重影响。可能的长期遗传学影响及其意义有待研究。



切尔诺贝利核电厂厂址及其附近的居民和生态系统产生严重的直接后果。辐射损伤与居民和生物群所受辐射剂量有关。剂量是与生物物质质量吸收的辐射能量有关的量;居民所受剂量用希沃特表示,并且经常用毫希沃特表示——1毫希沃特为一希沃特的千分之一(可供比较的是,人受到的来自自然本底辐射的年剂量平均为2.4毫希沃特)。核电厂的许多工作人员和帮助处理事故后果的许多人——他们被称作“清理人员”——接受了高剂量,有些高达数千毫希沃特,患临床辐射并发症。28人已死于辐射损伤。从污染区域疏散的十多万居民,和仍然生活在受影响较轻地区的人,受到或将受到较低的全身剂量:在他们的一生中,将受到的与他们一生中从自然辐射源接受的剂量相差不多或较低的剂量。(见第11页方框)。

居民(尤其是儿童)的甲状腺所受剂量是个值得注意的例外,并且据推测是很高的。另一个例外是当地一些生态系统所受的剂量。

环境损害。事故反应堆周围几千米范围内的一些对放射性敏感的当地生态系统尤其是针叶林和田鼠群,受到了致死辐射剂量。几个月内,剂量迅速下降,这些生态系统最终得到恢复。至今没有观察到对环境的持续严重影响。(见左边方框)。M. Dreicer和R. Alexakhin的报告更详细地讨论了这起事故的环境后果。(第24页)。

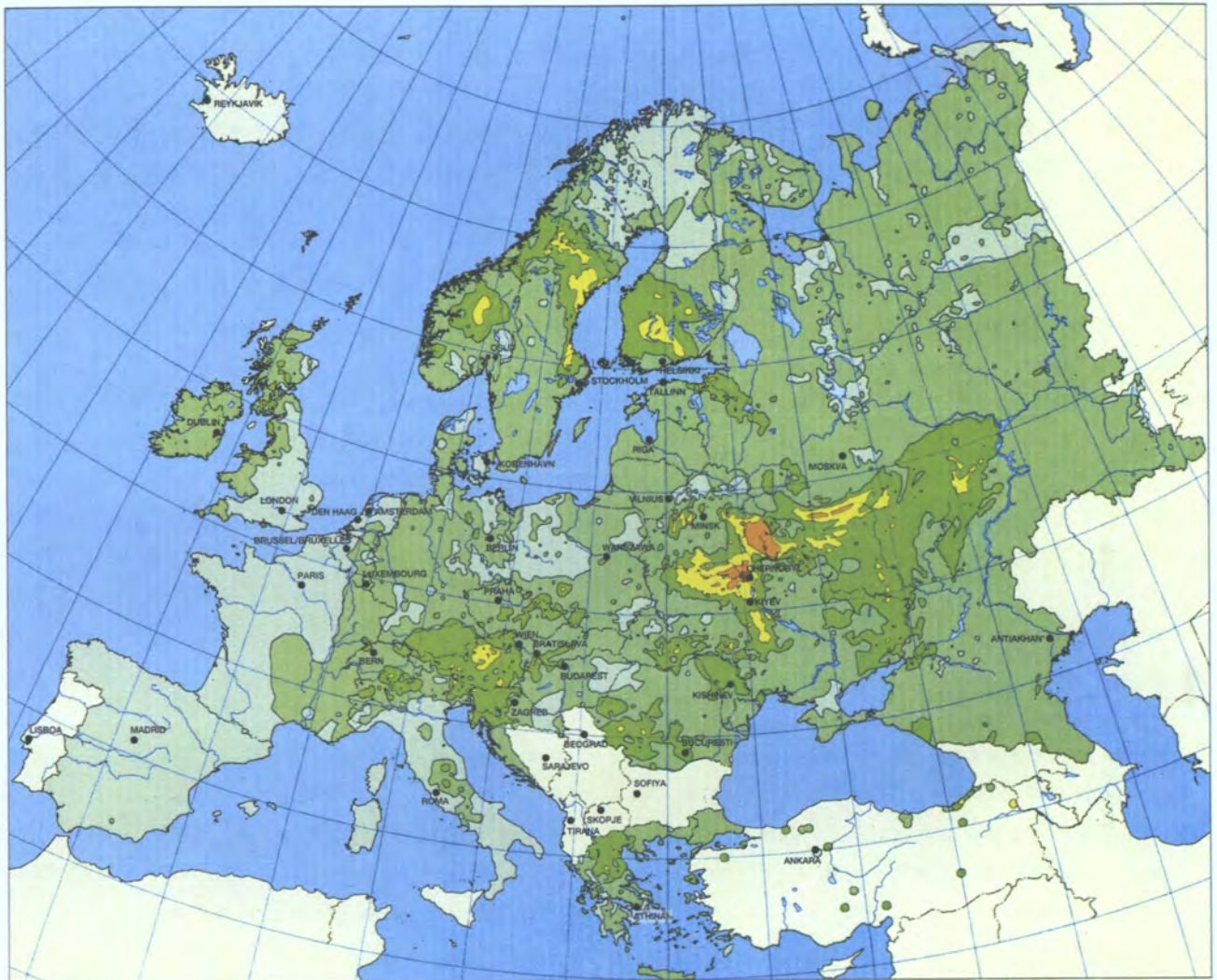
环境污染的副产物是受影响区域生产的食品受到的污染。虽然在这起事故发生后不长时间里,一些主要食品的放射性活度水平曾超过食品规范委员会*允许的最高水平,但目前集体农庄生产的食品没有超过这些水平。例外的是,从受影响较大地区的森林中采摘和捕获的野生食物——如蘑菇、浆果和猎物——以及从欧洲一些湖泊中捕获的鱼,仍超过食品规范委员会允许的水平。控制人类居住处污染的一个重要方面,是在受影响地区实施的农业对策;J. Richards和R. Hance在相关报告中详细探讨了这些对策。(第38页)。

健康效应。可归因于这起事故的健康效应,已引起公众、决策者和政治当局方面的极大关注。切尔诺贝利大会用了很多时间讨论这一课题。临床观察到的(和个别可归因的)效应是与长期效应分开讨论的。长期效应只有在对若干大型人群体的统计流行病学性质进行长期研究后,才能归因于辐射。”(见第10页方框)。在长期效应中,甲状腺效应作为一种特殊效应,是与其他更长期健康效应分开讨论的。

(下转第9页)

* 由FAO和WHO设立的食品规范委员会负责制定国际贸易流通食品最高放射性允许水平。

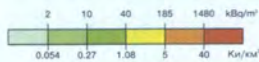
**《IAEA通报》第36卷第4期(1994年12月)本文作者的文章“低剂量电离辐射的生物学效应:更充实的描述”。



Projection: Lambert Azimuthal

© EC/GCE, Roshydromet/Minchernobyl (LIA)/Belhydromet, 1996

Total caesium-137 deposition normalised to 10 May 1986.



□ Data not available

Preliminary version of the total Caesium-137 deposition map taken from the "Atlas of Caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident," EUR report 16733, EC Office of Publication, Luxembourg, 1996.

铯在欧洲各地的累积沉积

切尔诺贝利事故释放的放射性物质沉降到广大地区，并且沉积活度曾很容易测量出来。沉积情况示于若干所谓的“污染”地图中，如同上面这幅地图。上面这幅“污染”地图标出欧洲各地铯累积沉积情况，并已在这次会议上作了介绍。对科学界来说，这些地图清晰地提供了可测量活度的图示。但是，在众多公众头脑里，他们视地图上标示出区域为“受污染的”区域因而是“不安全的”。利用灵敏的辐射测量装置，科学家们能把很低的活度水平标示在“污染”地图上，并使这种地图有很大的覆盖范围。在前苏联制作的一些地图上可忽略不计的活度水平也被标示出来，并被称为“污染”。当事故后若干年人们获得这些地图时，曾感到担惊受怕，尽管在如此被“污染”的数千平方千米区域内的多数地方由这些沉降物引起的辐射剂量低于世界许多地方的自然本底辐射水平。

切尔诺贝利事故后果评估

在过去的10年中,开展的很多国际活动都有助于评估切尔诺贝利事故后果。这些活动可以分为两个阶段:即在1990年国际切尔诺贝利项目(该项目对这起事故作了更全面的评估)之前开展的活动,和在此项目之后至1996年4月国际切尔诺贝利大会召开这段时间开展的活动。

1986—1989年:初始情况——综合事实

1986年8月:事故后审议会议。IAEA在切尔诺贝利事故后几个月组织过一次有各界人士广泛参加的国际集会:“事故后审议会议”。会议结果由当时成立不久的国际核安全咨询组(INSAG)¹作了报道。

IASAG报告分析了这起事故的起因,并介绍了苏联对被毁反应堆中释放的放射性物质的量所作的初步评估结果。报告还包括对放射学后果所作的虽然有限但有意义的早期估计:

- 现场工作人员中,约300人因辐射损伤和烧伤必须住院治疗。

- 135 000人被疏散:他们受到的外照射集体剂量估计为 1.6×10^4 人·希沃特(人·Sv)。

- 大多数人甲状腺受照剂量估计低于300毫希沃特(mSv),尽管有些儿童甲状腺受照剂量可能高达2500 mSv。

- 居民长期集体剂量悲观估计值为 2×10^6 人·Sv,现实估计值为 2×10^5 人·Sv。

还对潜在的长期健康效应进行过一些计算,并且判断这些效应的流行病学探知机会是有限的:只有在受照剂量很高的人群中才可能发现某些效应,如良性和恶性甲状腺瘤。

1988年5月:基辅大会。两年后,国际科学界在1988年5月由苏联主管部门和IAEA于基辅联合举办的切尔诺贝利核电站事故医学问题的国际科学大会期间,再次审议了放射学后果。(大会论文集未编辑版本由IAEA作为未定价文件出版,一份概括这些信息的报告也同时出版。)²

大会上介绍的资料涉及多方面的问题:

- 准确报道了临床诊断的辐射损伤的实际数字:238名职业受照人员声称有辐射综合征疾病症候(最后确诊人数较少);其中28人已经死亡。另有2人死于反应堆爆炸(还有一人死于冠状动脉血栓形成)。

- 放射性物质的释放造成大面积地表污染,有些污染点达到 30×10^5 Bq/m² (80Ci/km²),牛奶污染比活度达到20 000 Bq/L。

- 前苏联境内的待积集体剂量估计为226 000人·Sv,其中第一年待积的占30%。第一年全身剂量高达50 mSv。

- 甲状腺受照剂量被证实高达2500 mSv。

1988年12月:联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)进行的全球评估。UNSCEAR全面评估了这起事故在苏联境外的影响。在其提交联合国大会的1988年报告中,UNSCEAR估计:

- 第一年国家平均剂量最高值为0.7 mSv(即全球平均天然本底照射量的三分之一)。

- 地区平均总待积剂量最高值为1.2 mSv(即天然源造成的平均终身剂量的1/30)。

- 切尔诺贝利事故总的全球影响为600 000人·Sv,平均相当于世界多受天然本底辐射照射21天。

1989年5月:后果程度具体化——IAEA“特别会议”。切尔诺贝利事故后三年,科学家们在1989年5月UNSCEAR第38次会议期间由IAEA秘书处组织的一次非正式特别会议上获得了对该事故后果程度的更全面的认识。20多个国家的100多名科学家参加了这次会议。会议结果在后来举行的事故后恢复工作学术会议³上报告过。参加会议的苏联专家提供的资料对长期形势作了较详细的说明:

- 有待国际社会仔细研究的受影响地区的污染地图表明,有10 000 km²的地区放射性污染超过 5.5×10^5 Bq/m² (15 Ci/km²)。

- 有居民272 800人的786处居住地处在“严格控制区”。截至1990年1月,估计那里将受到高达13 900人·Sv的集体剂量,几个公众成员受照剂量估计将超过170 mSv。

- 国际社会曾获知苏联主管部门制订的作为采取对策与防护行动依据的干预标准。这个350 mSv的终身剂量标准最后变得很有争议。

(下转以后两页)

1990—1991年:更全面的评估——国际切尔诺贝利项目

1990年3月—1991年5月:专家现场评估—澄清更多事实。1989年10月苏联正式请求IAEA协调:针对苏联发展的旨在使人们能在切尔诺贝利事故后受放射性污染影响地区安全生活的概念进行的“国际专家评估活动”,以及对为保障人们健康而在这些地区采取的措施的有效性进行的评估活动。

于是,国际切尔诺贝利项目(ICP)于1990年初开始实施⁴。它的重点是公众和决策者关心的4个主要问题:居住区内现有污染的程度;人群的预计受照情况;现实的和潜在的健康效应;及该项目实施之时为保护公众而正在采取的措施的适宜性。该项目得出的结论和提出的建议于1991年3月22日被ICP国际咨询委员会通过,并被提交给1991年5月21—24日在维也纳召开的国际大会审议。它们都已由IAEA出版,内容可归纳如下:

- 当时绘制的“污染”地图中所报道的地表面污染水平普遍得到证实:25 000 km²划为受影响地区,铯-137的地面浓度水平超过 1.85×10^5 Bq/m²(5 Ci/km²);其中约14 600 km²在白俄罗斯,8100 km²在俄罗斯,2100 km²在乌克兰。

- 终身将受到的全身辐射剂量估计低于160 mSv,或比原先认为的低1/2到2/3;但是,不可能确知甲状腺实际所受的剂量水平。

- 在人群中发现了一些显著的但与放射性无关的健康失调和心理障碍,如压抑和焦虑,但是——在严重受照工作

人群之外——没有发现可能直接归因于辐射照射的健康失调。正如所预计的那样,在该项目期间未能证实白血病或癌症的发病率有所增加。估计除甲状腺癌以外的恶性肿瘤发病率的未来潜在增长难以判断。

- 除这些有关健康状况的普遍性结论外,还得出一些详细结论。其中一些与肿瘤特别是与当时报道的癌症的增加和未来潜在的癌症增加有关:

- 苏联的数据表明,过去10年中报道的癌症发病率一直在增加,而且自事故以来一直以相同速率增长。但是,该项目认为过去的报道有不全面之处,因而不能确定造成这一增长的是发病率增加、方法学差异、更好的检测和诊断,还是其它原因。

- 根据该项目估计的剂量和目前所接受的辐射风险估计,即使进行大规模和精心设计的长期流行病学的研究,未来超过自然发病率的癌增加和遗传效应仍将难以确定;不过所报道的儿童中甲状腺吸收剂量估计值表明,估计将来在甲状腺癌的发病率上可能存在用统计学方法可探知的增长。

- 发现该项目实施之时正在采取的防护措施或正在制订的长远计划如某些人群的重新安置和食品限制等,超出了辐射防护的需要。

ICP还建议采取一些后续行动,包括继续进行流行病学评估和加强以“某些高风险人群”为重点的卫生保健活动。

第6页和第7页注释:

¹ 国际核安全咨询小组,《关于切尔诺贝利事故的事故后审评会议总结报告》,《安全丛书》,第75—INSAG—1;IAEA;维也纳(1986)。

² 见《切尔诺贝利事故医疗问题的全联盟会议论文集》,IAEA-TECDOC516,及Konstantinov, L. V. 和González, A. J.;“切尔诺贝利事故的放射学后果”;《核安全》,第30卷,第1期(1989年1—3月)。

³ González, A. J.;“切尔诺贝利事故后的恢复工作:苏联国家辐射防护委员会的干预准则”;IAEA-SM-316/57;《关于核事故和放射性应急情况下的恢复工作国际学术会议论文集》,IAEA-SM-316/57;第313页。

⁴ ICP由欧洲委员会、联合国粮农组织、国际劳工组织、世界卫生组织、世界气象组织、IAEA及UNSCEAR发起。独立的“国际咨询委员会”由19名成员组成,主席是广岛辐射效应研究基金会主任Itsuzo Shigematsu博士。1950年以来,该基金会一直在监测和分析日本原子弹轰炸幸存者(世界迄今接受到高辐射剂量照射的最大人群)的健康。委员会中的其他科学家来自10个国家和5个国际组织。该项目涉及医学、放射病理学、辐射防护、放射流行病学和心理学等学科。该项目最活跃的阶段是1990年5月至这一年年底。来自23个国家和7个国际组织的约200名专家参加了工作,有50个科学代表团访问过苏联。有几个国家(包括奥地利、法国和美国)的实验室帮助分析和评估过收集的材料。

1991—1996年：后续合作研究——取得更清晰的认识

国际切尔诺贝利项目之后,许多国际行动积极开展起来,包括下面介绍的行动。

IAEA的后续行动。FAO和IAEA发起了一项农业对策项目⁵。IAEA组织了一项新的环境评估活动⁶,并得到核防护和安全研究所(IPSN,法国)的支持。

WHO国际切尔诺贝利事故健康影响计划(IPHECA)。IPHECA项目的研究成果最近已发表,并于1995年11月20—23日在日内瓦举行的WHO国际切尔诺贝利和其它放射学事故健康后果大会上进行了讨论。IPHECA大体证实了ICP的结论,并为ICP预见的儿童中甲状腺癌发病率升高提供了补充信息。

IPHECA的结论可以归纳如下:

- 据信与辐照无关的社会心理影响,是由事故后未能及时提供信息、在污染较少地区强制性重新安置带来的压力和精神创伤、社会联系中断及对辐照可能在将来危害健康的恐惧造成的。

- 甲状腺癌发病率的显著增加,特别是在受影响地区生活的儿童中这种疾病的增加曾报道过。到1994年年底,有

565名0—14岁儿童被诊断患甲状腺癌(333名在白俄罗斯,24名在俄罗斯联邦,208名在乌克兰)。

- 白血病和其它血液疾病发病率无明显增加。

- 虽然有证据表明,少量宫内受照儿童智力发育受阻,行为和情绪反应有偏差;但是,因为缺乏个体剂量测量数据,还无法确定辐射对这种智力改变有多大程度的影响。

- 在“受污染”地区居民中发现的口腔疾病的类型和分布,与“未污染”区居民的情况相同。

欧洲委员会(EC)资助的项目。EC资助了许多有关切尔诺贝利事故后果的科学研究项目。1996年3月18—22日在明斯克举行的“欧洲联盟、白俄罗斯、俄罗斯联邦和乌克兰关于切尔诺贝利事故后果的第一次国际会议”上总结了这些项目的研究成果。这些项目产生的宝贵资料可用于未来应急计划、剂量评估和环境补救,以及高剂量受照个体治疗和儿童中甲状腺癌普查。

其它行动。包括:几项由UNESCO资助的主要是关于心理学后果的研究;UNSCEAR和经济合作与发展组织(OECD)核能机构提出的专门报告;及在受影响的国家和其它国家内进行的独立研究,如德国进行的对受影响人群的综合监测,日本Sasakawa基金会资助的多方面研究,美国的一个大型项目和古巴进行的涉及15 000名儿童的铯-137摄取大型评估活动。

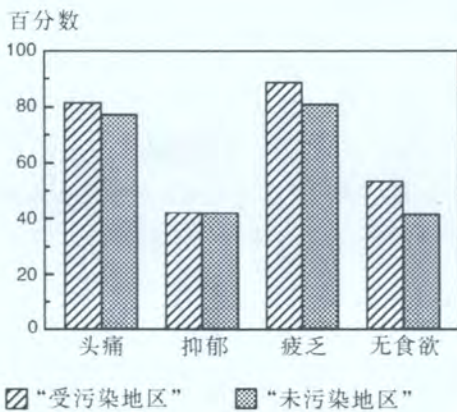
1996年4月:国际切尔诺贝利后10年大会—总结事故后果。切尔诺贝利事故后果评估活动主要参与组织IAEA、WHO和EC,共同主办了最近召开的切尔诺贝利大会。它们与UN本身(通过其人道主义事务部)、UNESCO、UNSCEAR、FAO和OECD核能机构合作组织了这个大会。切尔诺贝利大会来自71个国家和20个国际组织的845名科学家参加,接受280名记者采访。这次大会由德国环境、自然保护和核安全联邦部长主持,参加者有高级官员和政府成员,包括白俄罗斯总统、乌克兰总理和俄罗斯联邦民防、应急和消除自然灾害后果部长,还有法国环境部长。3份国家报告、4篇政府间组织讲话、11篇主旨报告、8篇背景文章、181篇内容详尽的大字报和12件技术展品,为这次总结切尔诺贝利事故后果提供了基础。

⁵“普鲁士蓝(PB)项目”目的是借助于一项涉及在反刍动物饲料中使用PB化合物的技术,来减少牛奶和肉的污染。该项目主要由IAEA和挪威(其专家开发了这项技术)资助。随着时间的推移,该项目将证明是所有ICP后续项目中效益最高的。白俄罗斯每年投资5万美元,可避免3000万美元的牛奶/肉年生产损失。

⁶应白俄罗斯在1994年IAEA大会期间提出的特殊要求,IAEA参与了一项关于“污染地区前景”的以环境考虑为主的项目。该项目主要由IPSN资助。IPSN积极与受影响区域的科学家共同从事其技术实施工作。得出的一些结论涵盖总体环境,其范围超出ICP的一般结论。就森林生物群落——据报道受切尔诺贝利事故影响最大的环境系统,该项目得出的结论是,放射性污染范围并不大,主要影响了松林:尽管电厂就近的人工松林死亡严重,但其面积不到禁区森林面积的0.5%。

与辐射无关的症状

在受事故直接影响的地区(所谓“受污染区”)和“未污染”地区的对照区,就非辐射相关症状进行过一次人口调查。在国际切尔诺贝利大会上对调查结果作了介绍,结果表明,一方面这些症状的发病率出人意料地高,另一方面发病率并不与人们是生活在“受污染区”或“未污染区”明显相关。这些影响也许可归因于这起事故本身,或归因于地区经济困难和社会分裂。



临床观察到的效应。如果考虑到这起事故的规模,那么个别可归因于由于切尔诺贝利事故造成的辐射照射而患临床观察到的效应的人数,是比较少的。参加处理这起事故的工作人员总共 237 人,估计他们都患有辐射照射引起的临床综合症,并已住院治疗,其中 134 人被诊断患有急性放射综合症。这些人中有 28 人死于辐射损伤后果(另有 3 人死于事故发生之时;2 人死于非辐射爆炸损伤,1 人死于冠状动脉血栓形成)。(见第 10 页图)。事故过后几年,这群人中又有 14 人死亡;但是,他们的死因据调查不一定归因于辐射照射。本期下面一篇由 G. Wagemaker 博士等提出的报告更详细地描述了临床观察到的效应。(见第 29 页)。

甲状腺效应。与甲状腺效应有关的情况是严重的。到 1995 年年底,据报道儿童中已有 800 多例甲状腺癌患者,主要在白俄罗斯。(见第 10 页图)。甲状腺癌虽有可能由辐

社会、经济、体制和政治的影响

白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰高级官员拟定的一份关于切尔诺贝利事故的社会经济、体制和政治影响的背景文件*,在国际切尔诺贝利大会上进行了讨论。当局采取过各种对策,其中一些是针对辐射危害的。这些对策引起了许多社会问题 and 经济问题。该文件指出的一些问题是:

- 事故后不得不立即疏散 116 000 人。后来,从 1990 年到 1995 年年底,另有约 210 000 人被重新安置。为切尔诺贝利电厂工作人员建造了一座新的城镇斯拉乌基卡,以代替人口已被疏散的普里皮亚季。

- 有若干个村庄必须全面去污。在煤气和水供应网络及下水道系统等基础设施方面,进行了大量工作。缺少切尔诺贝利 4 号机组及新反应堆的停建,妨碍了电力供应。

- 受影响地区的正常生活和经济活动受到严重影响。特别是农业和林业生产受到严重干扰并大幅度减产。向农业企业、合作社和广大居民提供过庄稼、动物和财产损失的补偿。此外,向受影响居民的不同部分支付过货币,以便用于购买进口食品替代当地产品等目的。

- 控制措施限制了工商业活动。一度难以销售或出口产品,导致当地收入下降。而且,在受影响地区生活“不安全”且得不到“清洁”产品的感觉,也一直妨碍着工商业投资。

- 对习惯活动施加的限制曾使日常生活变得困难和不安定。焦虑、忧愁、宿命论和“受害者”心态在居民中滋生,并且仍然在受影响地区普遍存在。

- 该地区由于人口移居产生的特别是年轻人中明显的人口统计变化和后来出生率的改变,导致年轻熟练工人和专业人员短缺。

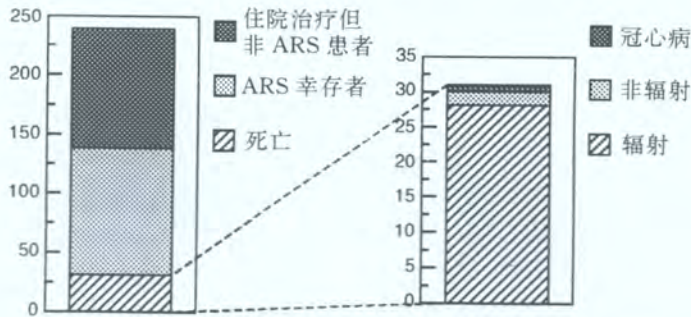
- 事故后,受影响国家开始从中央计划经济向市场经济转变。这一艰难的转变由于处理事故后果的需要而变得复杂。

* Rolevich, I. V.; Kenik, I. A.; Babosov, E. M.; and Lych, G. M.; Voznyak, U. V.; Kholosha, V. I.; Koval'skij, N. G.; and Babich, A. A. Background paper 6 on the Social, Economic, and Institutional Impact, in the Proceedings of the Chernobyl Conference being published by the IAEA.

射以外的原因引起,但所有这些病例看来都与事故造成的辐射照射有关。这些病例表明这类少见癌症的自然发病率有惊人的增长,但这种增长在 1986 年后出生的儿童中似乎不会持久。如果进行早期诊断、治疗和护理,甲状腺癌一般不致命。在切尔诺贝利大会期间,受照儿童中有 3 名已经死亡。甲状腺效应的前景还难以准确预测:估计其高发率

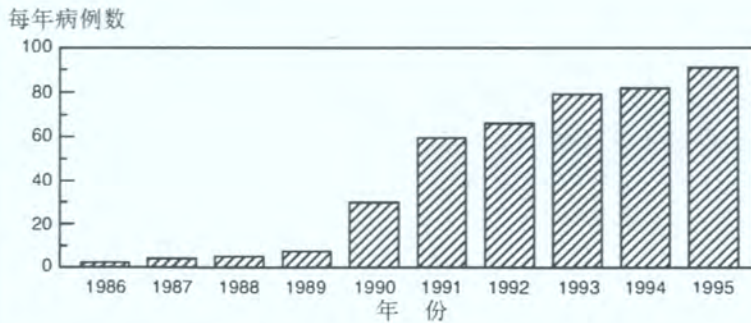
清理人员中临床观察到的效应

本图表示事故后住院治疗人员总数,已被临床诊断为急性放射综合征(ARS)患者人数,辐射有关原因或其它原因致死人数。



白俄罗斯儿童中甲状腺癌病例数

儿童中甲状腺癌发病率的增长一直是明显的。本图表示白俄罗斯年龄在15岁以下的儿童中治疗期间的病例数。到目前为止已报道的病例总数为800人。预计这一高发病率仍将持续一段时间,所报道的过量病例总数可能将数以千计。



还将持续一段时间,已报道的病例数以千计;死亡率很大程度上将取决于对受照儿童治疗的质量和强度。E. D. Williams 教授等在一篇单独报告中评述了甲状腺效应。(见第31页)。

更长期健康效应。到目前为止,尚没有证据说明除甲状腺癌外的其它恶性肿瘤发病率有任何增加或证明存在可归因于切尔诺贝利事故所致辐射照射引起的遗传效应。这一结论尽管使一些观察者感到吃惊,但与

可归因于辐照的健康效应

有两种健康效应可归因于切尔诺贝利事故所引起的辐射照射。

第一种是在受照个体中能临床观察到早期综合症,也就是说这些效应能被专业人员诊断出来。专业人员能够明确地将这些效应的种类和严重性,归因于个体辐射受照量。这些效应只在超过阈值的相对较高辐射剂量下才发生,并产生对特定器官和组织有影响的明确病理。在大剂量下,效应影响全身,并被诊断为急性放射综合征(ARS)。在切尔诺贝利,这些效应只发生在一些消防人员和其它应急工作人员身上。

第二种是潜在的长期辐射引发的恶性肿瘤和——似乎可能的——遗传效应。要把这类效应与人群中这些效应通常高的自然发病率区分开来,是困难的或有时是不可能的。不可能根据个体临床检查结果就把这些长期效应直接归因于辐射,而只能间接地通过对若干大的人体进行长期流行病学研究才能得出结论。由于人群中这些效应的统计发病率增加,情况就变得显而易见。但是,如果辐射剂量非常低或受照人非常少,这些效应就难以与自然发病率区分开来。在切尔诺贝利,只是因为儿童中甲状腺恶性肿瘤发病率增加,这些效应才变得明显。

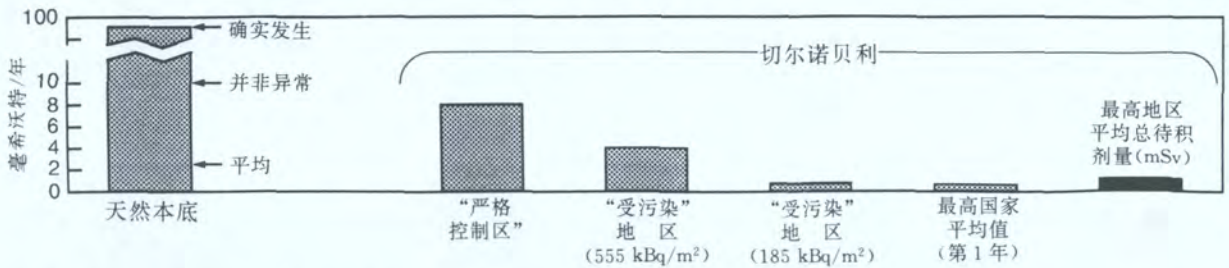
受到释放放射性物质照射的人群所受的较低全身剂量相一致。预计这些人将接受的终身剂量也很小。实际上,在低剂量下辐射引发恶性肿瘤和遗传效应的风险是非常小的,而且由于这些效应在人群中的自然发病率相对较高,所以检测不出这些效应就不足为奇了。(见第11页方框)。

缺乏长期效应证据的一个例外本来可能发生在清理人群中:考虑到所报道的这群人所受的相对较高剂量,本来可能检测出白

估计长期效应

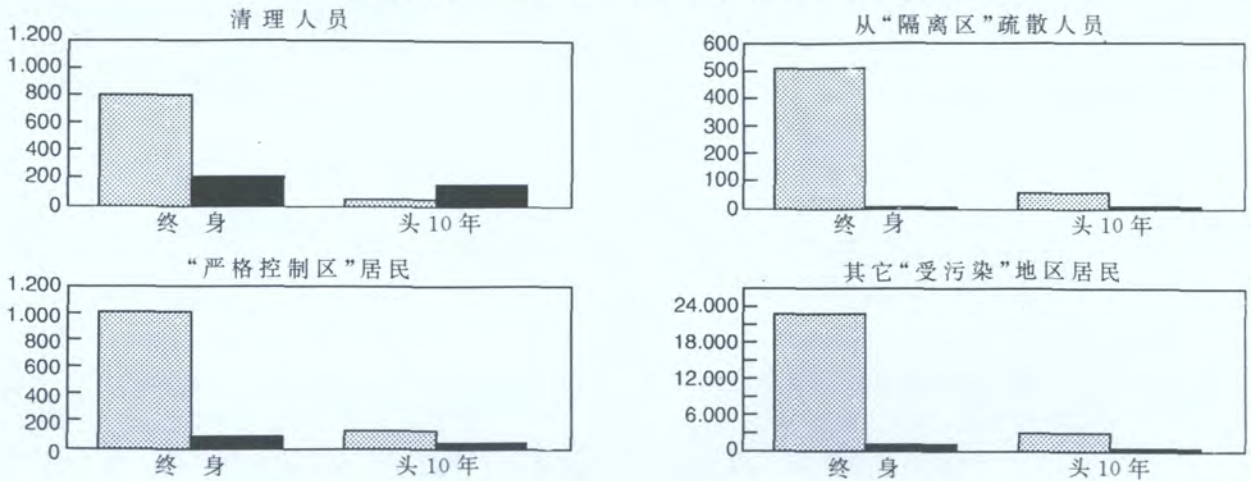
为了预测辐射受照人群中的长期效应,对他们终身所受的辐射剂量进行估计是重要的。除清理人员外,其他人群的全身剂量水平都较低。由于辐射防护原因而疏散的 116 000 人中,受照剂量超过 50 mSv 的不到 10%,在天然本底辐射水平高的地区生活几年也会受到这么高的辐射剂量。即使对那些继续生活在最高污染水平地区的人们来说,其终身所受的剂量仍将与此值处在同一数量级上;ICP 于 1990 年预测的最大累积剂量当时约为 160 mSv,现在估计约为 120 mSv。受影响最大地区以外,这些剂量甚至更小:UNSCEAR 估计 70 年内欧洲地区平均最高待积剂量为 1.2 mSv,或为受平均本底辐射照射仅 1 年所致平均剂量值的一半,如下图所示。

一些剂量率的比较

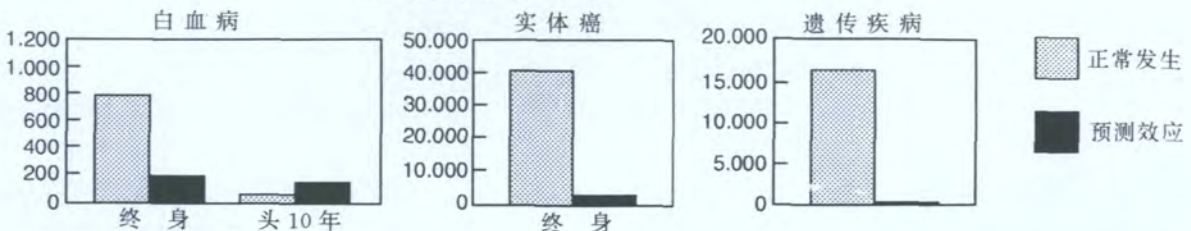


下面这些图所示为,辐射引起的长期效应的预测与同样人群中估计自然发生的这些效应的病例数的比较情况。第一套图示出 4 个人群组的白血病病例:“清理人员”;从“隔离区”疏散人员;“严格控制区”居民;及所谓“受污染”地区居民。第二套图示出清理人员中辐射引起的和自然发生的白血病、实体癌和遗传疾病之间的病例数比较情况。除清理人员中的白血病(和儿童中的甲状腺癌)外,理论上预测的由辐射引起的效应数量与自然发生的相比在统计学上并不明显。但是,清理人员中白血病增加的探知结果令人难以捉摸,而且除甲状腺癌外一直未发现可归因于切尔诺贝利事故的长期效应。

辐射诱发白血病预测与正常发生情况的比较



清理人员中辐射诱发效应预测与正常发生情况的比较





来自 70 多个国家和若干组织的 800 多位专家出席了国际切尔诺贝利大会。

(来源: Pavlicek/IAEA)

血病发病率的增长。对于所有其它恶性肿瘤和遗传效应,理论上所预计的由于事故所致辐射照射引起的病例数与本底发病率相比非常小,以致不可能进行统计确定。

清理人员中白血病发病率的增加不如理论上预计的那样大,其原因有待进一步调查研究。这可能是由于,实际剂量比报道的低,或对此人群的流行病学研究由于某种原因而不够充分。似乎更可能的是,辐射诱发白血病的危险系数比现在估计的参加 1986—1987 年清理工作的 20 万登记在册的清理人员中出现的白血病病例数要低。该病例数在整个寿命期大约为 200 例,而自发病例数约为 800 例。(见第 11 页图)。E. Cardis 博士等在他们的报告中,对长期健康效应进行了较深入细致的研究。(第 36 页)。

Fred Mettler 博士就 1990 年国际切尔诺贝利项目有关健康效应的调查结果作了回顾性介绍。(第 33 页)。

社会和其他影响。切尔诺贝利大会发现,社会、经济、制度和政治影响也是切尔诺贝利事故的重要后果。白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰官员联合拟定的一份背景文件,介绍了这起事故引起的经济和社会混乱。(见第 9 页方框)。这份官方文件以及在这次切尔诺贝利大会上提交的各国声明,均报道了可归因于这起事故的巨大经济损失。据称,在 1986—1991 年间,前苏联的直接损失和费用

支出总额超过 230 亿卢布。这些损失其中包括:固定资产和生产的损失;人口安置,包括住宅和其他设施的建造;森林保护、水体保护和土壤去污与处理;以及对居民的种种补偿和津贴。白俄罗斯总统说:“根据我们所作的最保守的估计,切尔诺贝利事故后导致的经济损失相当于白俄罗斯共和国 32 个年度预算,即 2350 亿美元。为此,我们每年要拨出国家预算的 20%—25%。”俄罗斯联邦民防、应急和消除自然灾害后果部部长说:“在过去的几年里,为重建受这起事故影响的俄罗斯部分地区已动用数万亿卢布。”乌克兰总理说:“仅在 1992—1996 年期间,为消除该事故后果由乌克兰国家预算支付的总费用超过 30 亿美元。”

当然,大的社会问题在于已察觉出居民中表现的一些重要的心理症状,例如可归因于精神压力的忧虑、抑郁和各种心理紊乱。人们已发现,要辨明这些心理效应是仅仅归因于切尔诺贝利事故还是归因于前苏联的经济艰难和该地区的其他社会问题是极其困难的,因为无论居民是否直接受该事故的影响,所涉地区这类疾病发病率均令人吃惊地高。(见第 9 页图)。在一篇单独报告中, Britt-Marie Drottz-Sjoeborg 博士等更详细地考察了社会和心理影响。(第 27 页)。

核安全问题。切尔诺贝利事故向公众以及主管部门提出了这样的问题:切尔诺贝利

核 安 全

1996年4月1—3日,由IAEA和联合国人道主义事务部发起的关于切尔诺贝利核安全问题的国际论坛在维也纳举行。这次论坛的结果已在切尔诺贝利大会上作了汇报。

主要结果如下:

事故的原因:现有的详细资料足以使人找到切尔诺贝利事故的原因,并采取有效措施防止这种事件再次发生。已经证实:

- 在反应堆——尤其是它的停堆系统——设计方面有些严重缺陷并在事故发生时严重违反操作程序;

- 负责运行和控制的组织缺少安全文化:虽然重要的安全弱点在事故发生以前早已被认识到,但没有得到补救。

RBMK 型堆的安全性。在1987和1991年间,对所有切尔诺贝利型 RBMK 机组进行了第一阶段的安全改进工作,处理了已找出的如下最严重问题:

- 减少了反应性空泡效应;
- 提高了紧急停堆系统的效率;
- 加强了运行组织管理。

第一阶段改进范围以外的问题仍需更密切地注意,要针对各代 RBMK 型反应堆提出不同的要求。

石棺。人们普遍认为石棺在其约30年的设计寿期内存在部分或整体坍塌的危险。尽管即使在石棺整体坍塌的最坏情况下,预计也不会产生广泛的影响,但是,稳定石棺仍是高度优先的安全问题。

从临界的角度看,石棺目前是安全的。但是,其中存在当与水接触时可能达到临界状态的燃料主体构型。虽然这种潜在临界不可能导致大量厂外放射性释放,但进入石棺的水是又一个重要安全问题。

石棺附近的安全性对切尔诺贝利核电厂仍在运行机组的潜在影响,有待进一步调查研究。

型反应堆现在安全吗?专家们认为这类事故再次发生的可能性实际上已被排除,因为已对这种类型机组做了种种安全改进。对其余的切尔诺贝利机组和同类的 RBMK 型反应堆的其他安全改进问题,也需要引起注意。此外,在切尔诺贝利还有一个有关剩余残骸(其大部分被包容在称为石棺的建筑物内)安全的问题。所有这些问题都在切尔诺贝利大会之前举办的国际论坛“切尔诺贝利事故后10年:核安全问题”上充分讨论过,而且在这次大会上也报告过。(见上面的方框)。L. Lederman 先生在下面的报告(第44页)中,详细介绍了这次论坛的情况及其结论。

展望。切尔诺贝利事故10年后的今天,一次广泛的和有代表性的国际专家会议,对

切尔诺贝利事故后果的科学评价进行了讨论和确证。会议讨论的结果向众多公众、决策者和政界领导人提供了关于这些后果的权威性资料。这应该能结束因这起事故后果而引发的许多错误宣传。

在大多数受影响地区仍可探知的辐射水平已低到足以使人们能够恢复正常的经济和社会活动的程度。结果表明,健康效应不是一些人所担忧的和另一些人所报道的那种灾难性的。但是,若干辐射效应确实发生过,预料还会发生,应该认真对待。此外,社会、经济影响是非常严重的。

现在应该集中全力,利用我们对这些后果的更好的理解,去帮助那些确实受到过影响并仍需要帮助的人们。 □

切尔诺贝利事故后十年： 决策的基础

大型国际大会总结对切尔诺贝利事故主要后果的科学认识

结果要点

尽管在过去的十年里已对1986年4月26日发生的切尔诺贝利悲剧性事故知道很多,但仍有些重要问题有待解决。为给国际社会正在进行的援助建立事实框架,国际原子能机构(IAEA)、欧洲委员会(EC)和世界卫生组织(WHO)于1996年4月联合举办了一次大型国际大会,总结对这起事故后果的科学认识(见附框)。大会结束时,发表了一份在下列材料的基础上形成的“结果总结”:大会报告和主旨报告;专家委员会准备的背景文件和大会对文件的讨论;以及每一技术专题会议的结论。大会联合秘书处建议,将“总结”用做旨在减轻切尔诺贝利事故后果的未来工作和合作的决策基础。以下主要介绍《大会结果总结》*要点。

从反应堆中抛出的物质,并且随后建造一个被称为“石棺”的封隔构筑物(于1986年11月建成)以包容反应堆堆芯的残留物。

对这一事故的初始响应是由众多的临时工作人员(包括该核电厂操作人员、诸如消防员和军人等应急志愿人员,以及许多非职业人员)进行的。在俄语中,所有这些工作人员被称为ЛИКВИДАТОР(清理人员)。在1986—1987年间,约有200 000清理人员在切尔诺贝利地区工作,那时是辐射照射最高的时期。他们是登记在册的涉入与减轻事故后果有关的活动的约600 000至800 000人中的一部分。他们包括参与事故后清理(包括反应堆周围的清

对事故的初始响应

当时不得不采取一些应急措施,以便将放射性物质的释放置于控制之下,对付

* 总结全文包含在正由IAEA出版的“大会文集”中。





切尔诺贝利事故的深远影响远远超过了其放射学影响,尽管后者常常受到最大关注。受这起事故影响最重村镇的居民仍然面临的问题中有许多与其他因素有关,因而需要进一步研究和更多资源来解决。

左页:围绕30千米隔离区的铁丝网。本页从左上顺时针,在乌克兰,医生正在为儿童检查身体;30千米隔离区内一农场,那里曾被疏散的一些居民自愿返回家园;白俄罗斯的村民学习如何测量家中的辐射水平;切尔诺贝利核电厂鸟瞰图,右侧为石棺;农民收到有关辐射评价结果的资料。

(来源:Mouchkin/IAEA; Pavlicek/IAEA; 白俄罗斯政府; Eric Voice)

理,石棺的建造,去污,修路,以及受污染建筑物、森林和设备的拆毁与掩埋)的人员,以及许多曾在被定为“受污染”区域工作和普遍接受了低剂量的其他普通人员。

1986年4月27日至8月中旬,约有116 000居民从他们在切尔诺贝利核电厂周围区域的家中被疏散。其目的在于保护他们免受辐射照射。划定了一个所谓的“隔离区”(其中包括剂量率最高的区域),禁止公众进入。苏联解体后,在白俄罗斯和乌克兰这两个分化出来的独立国家这种隔离作法被保持下来。隔离区的总面积为4300平方千米。

放射性物质的释放和沉积

这起事故中释放的所有放射性物质的总活度,目前估计约为 12×10^{18} Bq,其中 6×10^{18} — 7×10^{18} Bq来自惰性气体。事故发生时,反应堆中约3%—4%用过的燃料以及高达100%的惰性气体和20%—60%的挥发性放射性核素被释放出来。放射性的这个目前估计值高于1986年估计值。1986年估计值是前苏联主管部门在总计沉积于前苏联各共和国内的放射性物质活度的基础上得出的。但是,对该源项的这一再评价不会改变个人剂量估计值。

这起事故中释放的放射性物质的放射性核素组成是复杂的。碘和铯的放射性同位素具有最重要的放射学意义:碘同位素放射性半衰期短,在短期内有较大的放射

学影响;铯同位素半衰期约为几十年,在长期内有较大的放射学影响。所释放的主要放射性核素量的活度估计值如下:碘-131:约 $(1.3-1.8) \times 10^{18}$ Bq;铯-134:约 0.05×10^{18} Bq;铯-137:约 0.09×10^{18} Bq。这些数值相当于事故发生时反应堆堆芯所含碘-131总量的约50%—60%,和两种放射性铯同位素的20%—40%。

放射性物质的沉积。释入空气的放射性物质广泛分散,并最终沉积于地球表面。实际上在整个北半球都可测到这种物质。

大部分放射性物质沉积在核电厂周围的区域,各处的沉积密度有很大差别。核电厂周围白俄罗斯、俄罗斯联邦和乌克兰铯-137活度水平超过 185 kBq/m^2 的土地面积,估计分别为16 500平方千米、4600平方千米和8100平方千米。

辐射剂量

在1986—1987年间参与事故后果“清理”工作的200 000人接受的平均剂量约为100 mSv。其中约10%的人接受的剂量约为250 mSv;百分之几的人接受的剂量大于500 mSv;然而,也许最初响应事故的几十人,接受了数千毫希沃特的潜在致死剂量。

1986年从隔离区疏散的116 000人

** 辐射剂量是单位组织质量内被组织吸收的,并被辐射类型的有效性和体内各种组织的辐射灵敏度加权的能量的量度。其单位是希沃特(Sv),小单位为毫希沃特(mSv),或1希沃特的千分之一。顺便提到,天然本底辐射造成的全球年平均辐射剂量为2.4 mSv,但有相当大的地理上的差异。因此,在标准寿命70年内,每个人将接受由天然本底辐射造成的平均剂量 $2.4 \text{ mSv} \times 70 = 170 \text{ mSv}$ 。

* 给定的某种放射性核素的量用“活度”量表示,这个量相当于单位时间发生的释放辐射的自发核转变的数目。其单位为秒的倒数(S^{-1}),称为贝可勒尔。

关于“切尔诺贝利事故后十年:总结事故后果”国际大会

Malcolm Crick

1996年4月
8—12

日,在维也纳国际中心,国际原子能机构(IAEA)、欧洲委员会(EC)和世界卫生组织(WHO)联合举办了一次国际大会,以总结对切尔诺贝利事故的主要社会、健康和环境后果的科学认识。参与这次大会组织工作的还有联合国(通过其人道主义事务部(UNDHA))、联合国教科文组织(UNESCO)、联合国环境计划署(UNEP)、联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)、联合国粮农组织(FAO),以及经济合作与发展组织(通过其核能机构(OECD/NEA))。



大会主席德国环境部长 Merkel 博士,在这次于维也纳召开的与会者众多的国际切尔诺贝利大会上与同事交谈。(来源: Pavlicek/IAEA)

约 800 名核能、辐射安全和保健领域的科学家及政府官员,以及 200 多名传媒代表参加了这次大会。与会者包括来自三个受事故影响最重国家——白俄罗斯、俄罗斯联邦和乌克兰——的高层政府代表,以及来自近 90 个成员国和政府间组织的代表。

大会主席是得到由资深科学家组成的主席团协助的,德国环境、自然资源保护和核安全部部长 Angela Merkel 博士。由白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰高级专家组成的顾问委员会,监督了这次大会的组织和进行。

大会主要活动是组织了一系列专题会议。在这些会议上,专家们审议了迄今所做的工作的成果,其中包括两次大型国际大会(一次于 1995 年 11 月由 WHO 主办,另一次由 EC 主办于 1996 年 3 月在明斯克召开)的结果。大会还审议了大会一周前在维也纳举行的 IAEA/UNDHA 核安全问题国际论坛的结果。IAEA 总干事汉斯·布利克斯,WHO 总干事 Hiroshi Nakajima, EC 科学、研究与发展部总干事 H. Tent 和 UNDHA 部长 M. Griffiths 在开幕式上讲了话。大会另一个主要内容是,白俄罗斯总统 A. 卢卡申科、俄罗斯应急部部长 A. Shoigu,以及乌克兰总理 Y. 马尔丘克作国家发言。

在简要情况研讨会上,UNESCO、UNSCEAR、FAO、OECD/NEA,以及德国、日本和美国的组织的代表,就切尔诺贝利事故后重大的双边援助项目的结果,发表了 7 篇主旨报告。

技术专题讨论会主要包括 8 次单独的有一系列社会、健康和环境问题的专题会议。所讨论的课题包括临床观察到的健康效应;甲状腺效应;较长期的健康效应;包括心理压力和忧虑之类的心理效应在内的其他与健康有关的效应;环境后果;社会、经济、体制和政治影响;核安全补救措施;客观地评价后果及对未来的预测等。顾问委员会任命的包括白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰专家在内的高级专家委员会,事先为每个专题会议准备了背景文件。在每个专题会议上,都由报告人介绍相关的背景文件和大字报会上展示的任何相关科学论文。接着进行的公开讨论会是极其令人鼓舞和活跃的。每个专题会议的结论都向主席团汇报,并在技术专题讨论会最后会议上总结。除全体讨论会外,还展示了约 181 份个人科学大字报及 12 个重要项目的技术展品。最后一天,与会者与传媒、科学界和政府的代表举行了非常热烈的小组讨论。人们进一步探讨了公众对切尔诺贝利事故后果的认识,并试图找出公众与专家在认识上存在差异的原因。

包括会议结果总结在内的大会文集正由 IAEA 出版中。有关资料也可通过《IAEA 的世界原子》国际互联网服务器(<http://www.iaea.or.at/worldatom/thisweek/preview/chernobyl>)获得。

Crick 先生是 IAEA 核安全司职员,曾任这次大会的科学秘书。

已受到辐射照射,其中不到 10%的人接受了高于 50 mSv 的剂量,不到 5%的人接受了高于 100 mSv 的剂量。

释出的放射性碘使甲状腺体接受辐射剂量。^{***}碘通常通过食入食物(主要是被污染的牛奶)和吸入最初的放射性烟羽而进入血液中,并积累在甲状腺体上。预计对甲状腺造成的剂量要比对其他身体器官造成的剂量高得多,尤其是对儿童。

联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)已对因这起事故给北半球各国人民造成的长期剂量,包括各国人民的平均剂量进行了评价。UNSCEAR 估计,因这起事故造成的前苏联以外各国人民的个人剂量如下:各国第一年最高平均剂量为 0.8 mSv;到 2056 年的 70 年内欧洲地区最高平均待积剂量估计为 1.2 mSv。在国际切尔诺贝利项目中,人们估计从 1986 年到 2056 年的 70 年内,生活在受污染最严重区域的人们的最高待积剂量约为 160 mSv。最近进行的一些更加详细的研究已得出相似的结果。

健康效应

临床观察到的效应。共有 237 名受到职业照射的人员被认为患有可归因于辐射照射的临床综合症,并被送进医院治疗。被诊断为急性辐射综合症(ARS)的有 134 例。在这 134 例病人中,有 28 人因辐射损伤在头 3 个月内死亡。另有 2 人在 4 号机组死于与辐射无关的伤害(还有 1 人被认为死于冠状动脉血栓形成)。

胃肠道损伤是一个受到严重关注的问

题,它在 11 名已接受大于 10 Gy 剂量的患者中造成早期的和致命的肠功能变化。在 28 名死亡的患者中,26 人的死亡与超过 50%全身表面积的皮肤损伤有关。在度过急性期后,又有 14 名患者在过去的 10 年内死亡;然而,他们的死与 ARS 的最初严重程度无关,并且因此不一定——在某些病例中肯定不是——可直接归因于辐射照射。

毫无疑问,这些患者是在当时所能利用的最有经验的医疗中心,得到了在当时知识条件下可能做到的最好的治疗的。然而,当时建议的骨髓移植治疗没有任何益处。以目前的知识,这一点是很容易从这种手术过程固有的免疫学风险、非均匀照射特性,以及辐射造成的其他使问题变得复杂的损伤(如不易处理的肠胃损伤或皮肤损伤)的角度加以理解的。骨髓损伤将来可通过迅速服用造血生长因子得到最好的治疗。然而,这些因子的最佳结合及服用剂量安排尚有待确定。对其他辐射损伤,也有了一些新的诊断工具。它们可能有助于医生更准确地预断病状和更有针对性地进行治疗。

目前,受较严重影响的病人患有包括精神压力效应在内的多种疾病,需要最新的治疗措施和针对二次效应的防范措施。应确保这些患者的保健,并且在今后的 20 到 30 年内应当监测他们的健康状况。在所遇到的疾病类型中,区分可归因于辐射照射的那些疾病与由于受事故影响人群固有的惶惑因素引起的疾病将是重要的。

甲状腺效应。在受影响区域内那些 1986 年时还是儿童的人群中甲状腺癌发病率的明显增高,是迄今为止由切尔诺贝利事故引起的辐射照射对公众健康造成影响的唯一明确证据。(在 1991 年,有关国际切尔诺贝利项目的报告中提到:“预计今后几十年内,甲状腺癌病例会有因放射所致的过量增加。这一风险与事故后头几个月内接受的甲状腺剂量有关……”。)发病率的这种增加已在白俄罗斯观察到,而在乌克兰及俄罗斯联邦这种增加的程度

*** 特定器官接受的剂量通常用戈瑞(Gy)表示。就此处所论辐射类型而言,甲状腺接受的 1 Gy 剂量相当于 1 Sv(加权)的当量甲状腺剂量。

较低。截至1995年末,在诊断时年龄为15岁以下的儿童中已报道的病例数约为800。这些病例中,有400多出现在白俄罗斯。多数诊断的病例已得到国际专家认可。

切尔诺贝利事故之前或其后6个月内出生的儿童中,已观察到甲状腺癌发病率增高。事故后过6个多月出生的儿童,其甲状腺癌发病率戏剧性地降低到在未受照人群中预期的低水平。而且,甲状腺癌的多数病例集中在被认为是因该事故而被放射性碘污染的地区。因此,时间上和地区性上的分布都明确地说明甲状腺癌的增加与辐射照射有关。此外,由于甲状腺体浓集碘,一种或多种放射性碘同位素被认为是儿童甲状腺癌发病率增加的原因。

按年龄段对照射进行的分析证实了这样的假设,即年龄很小的儿童受到的风险最大。人们现在认为,在童年时期受过照射的人群中甲状腺癌发病率的增加也许会持续下去。这一点将来会增大这个受影响人群中甲状腺癌的普遍性,因而需要适当的资源来对付它。

在目前情况下,照射与甲状腺癌诊断之间最小的潜伏期似乎为4年左右。这一潜伏期比在与急性外照射有关的先前经验的基础上预计的稍短。

迄今,确诊的同类病例中仅有3名儿童死于甲状腺癌。儿童中出现的这些切尔诺贝利事故后乳头状甲状腺癌尽管有侵袭性,但如果应用得当也能用标准医疗程序得到很好的治疗;然而,迄今仍仅获得了短期随访数据。因此为制订最佳疗法,需要对受影响的儿童进行全面的和连续的随访。甲状腺切除术后,给儿童长期服用L-甲状腺素是必须要做的。

可归因于切尔诺贝利事故的甲状腺癌将来的发病率程度很难预测。在剂量估计方面仍有不确定性,并且,尽管不能肯定目前的发病率增加在将来会持续下去,但是很有可能会持续几十年。如果目前的相对高风险持续下去,未来几十年内,儿时接受高辐射剂量的成人中的甲状腺癌发病

率将会大大增加。

将来万一发生事故,应在严格确定的条件下采取得到认可的措施,诸如防止消费受污染食物以及通过分发稳定碘药剂进行碘预防等,来保护处于危险中人群的甲状腺免受放射性碘照射。切尔诺贝利核电厂周围居民历史上一直缺碘,因此在任何情况下都建议通过食用食物中的加碘盐来补碘。

更长期健康效应。除经确认的年轻人中甲状腺癌发病率的增加外,还有一些有关受污染区域居民和清理人员中特别恶性肿瘤发病率增加的报告。然而这些报道不一致,并且,报道的这些发病率增加可能反映了受照人群随访方面的差异,和切尔诺贝利事故后人们作出的偏高推断。总之,这些情况需要进一步的调查研究。

作为罕见疾病的白血病是受辐射照射后产生的一大问题。根据一些(基于日本原子弹轰炸和其他事故幸存者数据建立的)预测模型理论上预测,辐射诱发白血病导致的死亡应该是很少的。在“受污染”地区和“严格控制区”内的710万居民中,因白血病而增加的死亡预计总数约为470人,要把这470人从自发死亡的约25000人中区分开是不可能的。在1986—1987年间从事清理工作的200000清理人员中预计死亡总人数约为200人,而由于白血病自发死亡的人数却是800人。根据目前的模型,预计清理人员中这些因白血病而增加的200例死亡中有150例将在照射后头10年发生,这期间自发发生的为40例。总之,到目前为止,在白血病发病率方面,和除甲状腺癌以外的任何恶性肿瘤发病率方面,均未找到一致的可归因的增加。

* 见 *The International Chernobyl Project: Technical Report, Assessment of Radiological Consequences and Evaluation of Protective Measures, Part F: Health Impact, Section 3.11.3, p. 389, published by the IAEA (1991).*

用预测模型计算“受污染区域”和“严格控制区”710万居民中因这起事故而造成的致死癌症患者数。结果是,今后85年内这种患者数约为6600人,而由癌造成的自发死亡数为870000例。正如国际切尔诺贝利项目报告已提到的那样,即使进行大规模的和精心规划的长期流行病学研究,也难以辨明公众中将来超出所有癌(甲状腺癌除外)自然发生率或遗传效应的增加量。

据报道,受照人群尤其是清理人员中,除癌以外的若干非特定有害健康效应的频度有所增加。这些调查结果难以解释,因为受照人群的健康状况经历了比一般公众更加细致和有效的随访。任何此类增加如果是真,或许也反映了紧张和忧虑的影响。

现有的以人口为基础的癌和死亡登记制度应加以改进,并应在适用的地方建立这样的登记制度。此外,应当进行一些专门研究,目的是对报道的还有预测的增加情况(尤其是清理人员中白血病发病率增加情况)进行调查。进行此类研究要采用一些仔细设计过的、统一用于分析各种混淆因素及其影响,和也许用于区别各种混淆因素及其影响的方法。

心理学后果。在过去的10年里,已经实施若干项重要的研究和计划,以确定切尔诺贝利事故的社会和心理影响。这些研究和计划证实了早些时候(包括国际切尔诺贝利项目)得出的结论,即受切尔诺贝利事故影响的人群中,存在明显的心理健康失调和心理症状,如忧虑、抑郁以及可归因于心理压力的各种身心失调。区分切尔诺贝利事故的心理影响与经济艰难和前苏联解体的影响,是非常困难的。

切尔诺贝利事故的心理影响产生于:公众宣传(尤其是事故后立即进行的宣传)不够、搬迁的压力和精神创伤、社会联系中断,以及人们的忧虑,即任何辐射照射正在损害和将来可能损害他们的健康及其子女的健康。事故后几年内未被告知实情的人们,继续怀疑官方的声明,并认为

目前似乎流行甚广的各种疾病必定起因于辐射,这是可以理解的。对辐射风险的这种误解引起的心理压力对人极其有害。

对这起事故的后果缺乏共识以及处理这些后果所用的政治化方法,在公众中造成了广泛的、严重的和持久的心理影响。严重的影响包括感到无助和绝望,导致逃避社会和失去对未来的希望。有关辐射风险、防范措施和一般社会政策的旷日持久的辩论,以及归因于早期照射的甲状腺癌的发生,正在延长这些影响。

急需培养人们对自己改善生活的能力的信心;鼓励能够改善当地条件的小型项目和社区项目,并支持促进有关居民恢复正常生活的组织;提高公众对辐射的健康效应和辐射防护的认识;和扩大、完善和维持社会 and 心理学领域内的地方主管部门、专家和研究者的现有网络。

环境后果

关于对动物和植物造成的直接后果,情况是:在事故后的头几个星期内,一些对辐射敏感的当地生态系统,尤其是被毁反应堆厂址周围10千米内的针叶树和某些小哺乳动物,曾接受致死辐射剂量。到1986年秋天,剂量率已下降99%。到1989年,这些地方的自然环境开始恢复。没有观察到对人群或生态系统有持续的严重影响。长期遗传效应存在的可能性及其意义尚有待研究。

对人类来说,环境污染影响的大小取决于其接受照射的方式。主要方式是来自沉积于地面的放射性物质的外照射,和因消费污染食品而受到的内照射。在事故后的头几个星期内,放射性碘是放射学上最重要的放射性核素。1987年以来,人们接受的辐射剂量大部分来自铯-134和铯-137,小部分来自锶-90,而钷-239对剂量仅有极小的贡献。

正常饮食的几种食品受到放射性物质污染。在事故后初期,牛奶和绿色蔬菜等主要食品曾有超过 WHO/FAO 食品规范委员会现在认为可接受的污染水平(该委员会为国际贸易流通食品规定的最高许可污染水平)。(目前,《电离辐射防护和辐射源安全的国际基本安全标准》全面规定了这些水平。)事故后早期阶段所采取的控制措施的有效性,存在一些问题。

虽然所采取的措施在减少外照射方面效率较低,但对减少放射性物质的摄取量却非常有效。从长远看,恰当地实施农业对策能够减少食物对铯的吸收量。对策的有效性取决于当地的条件,诸如土壤类型等。例如在某些地方,沉积于地面的铯的量较少,然而进入牛奶的铯的量可能较多。一般说来,目前集体农场生产的食物中铯含量没有超出 WHO/FAO 食品规范委员会规定的水平,尽管私人农场主生产的一些食物确实超出了这些水平。

半自然环境,即具有介于有管理的农业土地与自然环境之间特性的环境,可能对人类群体未来的剂量水平有主要影响。放射性核素从土壤向在牧场牧养的奶牛所产牛奶转移的因子可以相差几百倍,这取决于土壤的类型。从半自然牧区、林区和山区牧养的动物得到的某些食品以及野生食品(如猎物、浆果和蘑菇)中的铯-137 水平,在今后几十年内将继续超过、并在某些情况下大大超过食品规范委员会规定的水平,并且很有可能是将来内照射剂量的一个大的来源。

掩埋在切尔诺贝利厂址的放射性物质造成的当地剂量率可能很高。而且,为了有条理地管理这起事故所致放射性残留物的临时处置库,应当考虑当地地下水的长期潜在污染问题。

进一步重新安置居民,其中乌克兰约 53 000 人、白俄罗斯约 107 000 人、俄罗斯联邦约 50 000 人。疏散和重新安置带来了一些严重的、与适应新生活条件的困难与艰辛相关联的社会问题。

“受污染”区的人口指标变得更糟:出生率下降,并且劳动力正从“受污染”地区向“未受污染”区域迁移,造成劳力和专业人员短缺。

当局实施的限制“受污染”区域辐射照射的控制措施,已经制约了工业和农业活动。而且,公众对来自“受污染”地区产品的态度使得产品难于出售或出口,从而使当地收入减少。

对人们的习惯活动施加的限制,使日常生活变得艰难与痛苦。在过去的几年里,已采取一些大的恢复正常生活的行动。然而,有必要向公众提供更多更好的有关为限制事故后果所采取的措施、目前的辐射水平,以及食品中测得的放射性核素浓度的信息。

生活和工作在“受污染”区域的人们的社会和经济状况,主要取决于公众补助金。如要重新审议已生效的补偿制度,一些资金可能要改投到新的工业和农业项目上。

切尔诺贝利事故及采取的那些响应措施所产生的后果因过去几年政治、经济和社会变化而加重,已导致生活质量和公众健康状况下降,并对社会活动产生了不利影响。在事故后的岁月里,对有关事故后果及减轻这些后果所采取措施的不完全和不准确的新闻报道曾使这种形势进一步复杂化。

核安全与石棺

切尔诺贝利事故的主要起因,是反应堆和停堆系统设计方面同时存在着严重缺陷,以及违反操作规程。前苏联主管部门缺乏“安全文化”,结果是此类设计缺陷即

社会、经济、体制和政治影响

从 1990 年到 1995 年末,当局决定进

使事故前已为人所知也得不到补救。

除这些与事故起因直接有关的问题外,RBMK型反应堆(苏联轻水冷却石墨慢化反应堆)核电厂的原始设计还有其他的缺陷。尤其是,第一代 RBMK 型反应堆的原始设计不符合目前的安全目标。局部安全壳等其他缺陷,也需要进一步注意。

根据解决安全问题的动态方案,所有达不到国际可接受的安全水平的核电厂都需要进行适当的改进,或应予以关闭。1991年9月,“IAEA核动力安全:未来战略大会”表达过一种共识,即运行中的老龄核电厂的安全标准应当合理地符合目前的安全目标。积极承诺这一目标,对确保核设施达到可接受的安全水平和增加公众对核能的信心仍是最重要的。

在过去的10年里,对现有的 RBMK 型反应堆核电厂已采取许多旨在增强核安全性的补救措施:切尔诺贝利事故后曾立即采取过多种技术和组织措施,并在1987年到1991年间实施过多种安全性改进措施,这些措施基本上补救了造成这起事故的设计缺陷。在电厂管理、人员培训、无损试验及安全分析等方面,也已取得进展。因此,相同事故情景的重演实际上似乎不再是可能的。然而,不能排除发生其他的可能导致放射性大量释放的事故的可能性。

对所有的 RBMK 型堆核电厂,都有进一步改进安全的计划,以便补救那些与切尔诺贝利事故不直接相关的 RBMK 型反应堆的设计缺陷。这些计划的实施滞后于需要,因为有关国家缺乏必要的资源。

迅速实施已协商一致认为是必要的和已经规划的事项,是各国核计划以及国际合作最优先考虑的事:必须抛开 RBMK 型堆核电厂及早退役的考虑进行必要的安全性改进;必须为提高目前运行中的 RBMK 型堆核电厂的安全性准备更多资源;必须加强各国监管部门及其支助机构的地位。

在切尔诺贝利核电厂进行过与其他 RBMK 型堆机组类似的改进工作。然而,RBMK 型堆机组的安全问题不仅与总的设计缺陷有关,而且也与设备的质量有关。

乌克兰当局关闭切尔诺贝利核电厂其余机组的决定,不是在其剩余运行时间内忽视实施必要安全措施和进行必要改进的理由。

石棺。沿被毁反应堆四周建造的石棺,目前包容约200吨与多种形式的其他物质(主要是尘埃)相混合的已辐照和未辐照核燃料。这些物质中长寿命放射性核素总活度估计为 700×10^{15} Bq。在过去的10年里,石棺已达到为防护目的而规定的目标。然而,从长远看,其稳定性及其封隔屏障质量值得怀疑。结构的坍塌能导致放射性尘埃的释放,使场地受雇人员受到照射。然而预计即使是最坏的情形,也不会产生超出30千米的广泛影响。

人们发现,从发生临界的观点来看,石棺目前是安全的。不能完全排除的是,石棺内存在与水接触时可能达到临界状态的燃料块构型。然而,即使这样一种条件导致石棺内辐射水平增高,预计也不会发生大的场外释放。这种情况对场地工作人员的可能影响有待澄清。

在石棺坍塌引起切尔诺贝利3号机组发生事故的风险大小上,人们的见解相差很大,需就这个问题进行更详细的研究。

其余机组的安全性和石棺的稳定性,并非切尔诺贝利厂址上有待解决的仅有的主要问题。另一些有待解决的问题与发生污染的可能性,尤其是与掩埋在厂址的放射性物质有关。这些问题相互有联系,需要用一体化方案一并解决。所建议在石棺上建造第二个掩蔽体的作法,应当是此方案的一部分。由欧洲委员会资助的在这方面开展的一些活动,已为达成一个一体化方案做出了贡献。目前,这一方案需要加以归纳,应更有效地吸收前苏联一些主管机构的专门知识。为了确保石棺在生态

上是安全的,需要研究和开发一种适当的设计。

费用-效益高的工作方法要求,根据研究进展情况和资金状况采取合适的措施。第一项措施应当是稳定现有石棺。这将大大减小其坍塌风险,并为精心规划进一步的措施(如第二个掩蔽体)提供所需的时间。

展望和预测

这个隔离区的全面恢复,目前是不可能的。其原因有:在居民区附近存在污染“热点”;当地地下水放射性污染的可能性;与石棺可能坍塌相关的危害;以及对饮食和生活方式施加的严格限制。

鉴于与某些假设相关的不确定性,对任何可归因于这起事故的致死和非致死癌总数的估计,都应慎重解释。这是因为这些估计必须依据的那些假定,都有相应的不确定性。然而,此类估计确实提供了长期影响的量的方面的展望,并有助于确定现在和将来需要特别关注的方面(如清理人员中白血病发病率以及生活在“受污染”区儿童中甲状腺癌发病率)。

发生事故时还是儿童的那些人群中出现的甲状腺癌数与在标准甲状腺剂量学和目前的风险预测模型基础上预测的此类癌数之间,存在大的差异。造成这一差异的可能是这起事故独有的、一般未纳入标准模型的几个因素。澄清这些问题以及继续执行探查甲状腺肿瘤的计划都是很重要的。

甲状腺癌发病率的增加,很可能将持续几十年。虽然我们不可能在现有数据基础上肯定地做出预测,但估计1986年时还是儿童的人群中预期的甲状腺癌数约有几千例。如果癌被早期诊断出来并经恰当治疗,那么死亡人数应远低于这一数字。

应当在这些人的整个生命期内,对他们继续进行认真细致的监测。

尽管有了广泛的有关辐射效应的科学知识和医学知识,但在辐射造成的人类健康影响方面仍有一些有待解决的重要问题。继续支持辐射的生物学效应研究是必要的。

经济艰难等多种因素对公众总体(包括因这起事故而受到照射的各种群体)的健康有明显的影响。鉴于前苏联各国疾病和死亡人数普遍明显地增加,正对有关受照人群的统计资料进行检查,以便排除这些趋势起因于这起事故的误解。

苏联当时困难的社会经济形势、当局为把事故的影响减小到最低限度而采取的对策,和公众对来自持续的放射性污染水平的风险的印象,这三者可能加重了公众对这起事故目前和未来影响的想法。

过去与辐射无关的事故的的经历表明,心理影响可能持续很长时间。事实上,切尔诺贝利事故10年之后,心理症状的发展尚未结束。可以预计,这种影响将随时间推移而变小。然而,有关辐射风险及对策的持续争论,以及早期照射的影响现正变为可见的事实(即儿童甲状腺癌发病率明显增加),都可能延长这些症状。在评估心理影响时,应当考虑到苏联解体产生的心理学效应。任何预测都应考虑这三个国家的经济、政治和社会情况。与心理压力相关的忧虑等症状,可能是这起事故的主要后遗症。

鉴于与大多数“受污染”地区目前辐射水平相关的风险是低的,今后为进一步减少给公众造成的剂量所做的努力而带来的好处,将抵不上经济的、社会的和心理的消极影响。为给人类带来最大的净好处,重要的是要制定一种既考虑实际辐射风险又考虑经济的、社会的和心理的不利因素的战略。另外,还应考虑采取一些可以减轻心理影响的措施。□

切尔诺贝利事故后的科学前景：社会、健康和

关于切尔诺贝利事故 10 年后在维也纳召开的国际大会技术专题会议上讨论的问题的报告

环境后果

由专题会议 5：“环境的后果”报告人、美国的 Mona Dreicer 女士和专题会议副主席、俄罗斯联邦奥布宁斯克农业放射学与农业生态学研究所 Rudolf Alexakhin 院士提出的报告。

公众和决策者经常提出的问题是：“专家怎么看切尔诺贝利事故造成的环境损害？对未来能预期什么？”

得出一个唯一的答案是困难的，因为当时的环境污染水平变化很大、缺少可显示各种环境后果的统一度量单位，以及对这些后果有许多可能的解释。辐射防护界传统上认为，如果人类群体受到保护，则自然环境自然就受到保护。因此在大多数情况下，只从对人类的影响的角度来考察环境后果。正是由于这个原因，在过去 10 年中，人们一直在积极地研究（以所谓的对策）限制环境中放射性核素迁移的自然过程的最有效方法。除了为制定适用于受事故影响地区的辐射防护政策提供重要信息外，还在基础放射生态学研究方面取得进展。

下面简要总结切尔诺贝利事故所致放射性核素向环境初始释放的最新估计、增高

的辐射水平对厂址附近植物和动物产生的已被观察到的影响，和放射性核素在环境中的迁移。

对放射性释放的最新估计。人们对该事故引起的初始环境释放的各种估计，已取得广泛一致。所释放的物质大部分是短半衰期放射性核素。一些放射学上重要的放射性核素（碘-131、铯-134 和铯-137）向环境的释放量现在估计要比 1986 年估计值高 1—2 倍，即分别为 2 艾贝可（EBq）、50 拍贝可（PBq）和 90 PBq。不过，对源项的重估不影响对个人剂量的评估，后者基于在受影响地区进行的环境或全身测量。10 年后仍然存在于环境中的放射性物质的总量，已衰变到长寿命放射性核素（主要是铯-137 和锶-90）的约 80 PBq，或所释放总量的约 1%。（见下页表）。

过去 10 年里，这些长寿命放射性核素所致污染的总体情况基本未变，物质的二次迁移微乎其微。被毁反应堆释放的热燃料颗粒，是该事故的那些使其有别于武器落下灰物质的因素之一。在被毁反应堆近旁，这些颗粒开始分解，需要进一步研究才能了解其在环境中的最终分布。

对植物和动物的直接影响。距被毁反应堆 30 千米半径范围内的植物和动物接受了事故刚发生后释放的最高剂量。在一些地方，污染水平通常达到数十兆贝可（MBq）每平方米（数千居里每平方千米）。在头一个月

环境效应



上图:30千米隔离区内一株开着花的栗树。右图:在事故后林木被砍伐的切尔诺贝利核电站(地平线处)附近,新树重新长出。(来源:Eric Voice)

内,短寿命放射性核素对植被和小动物的外照射剂量相应地达约数十戈瑞(Gy)。至1986年秋,土壤表面的剂量率降低到初始值的百分之一。

据报道,对植物和动物的直接辐射损伤仅限于30千米隔离区以内的局部地区。自然环境中的不同生物体受到过高剂量照射,并且部分辐射敏感的生态系统遭到了致死剂量。在最邻近地区的针叶林中和有些小的哺乳动物中,观察到了这些致死效应。

虽然在某些个别动物身上观察到高辐射剂量造成的直接严重效应,但在改变群体总体健康方面并不一定是显著的。例如,事故后早期,在被毁反应堆附近受污染牧场牧养的奶牛接受了数百戈瑞的甲状腺剂量,导致甲状腺萎缩和全部坏死。对于其他生态系统和个别动植物,则没有观察到致死效应。

作为1986年4月切尔诺贝利事故的结果残留在全球环境中的放射性物质

重要的放射性核素	1986年释放量(PBq*)	1996年残留量(PBq)	2056年残留量(PBq)
I-131	1200-1700	0	0
Sr-90	8	6	1.5
Cs-134	44-48	1.6	0
Cs-137	74-85	68	17
Pu-238	0.03	0.03	0.02
Pu-239	0.03	0.03	0.03
Pu-240	0.044	0.044	0.03
Pu-241	5.9	3.6	0.2
Am-241**	0.005	0.08	0.2

* 1PBq=10¹⁵Bq。修正到事故发生之日1986年4月26日的释放衰变估计值。**1986年以来,镅-241的活度一直在增加,因为镅-241是钚-241(半衰期14年)的子体产物。任何放射学预测都必须考虑这种增加;不过,镅-241产生的剂量将不会超过其他放射性核素目前产生的剂量。



大多数情况下,受过辐射影响的植物和动物群体在数年内会恢复正常。在该电厂周围3000公顷区域内可看到这类例子:到1988—1989年,受到损害的针叶树已恢复它们的生殖机能,今天看来它们将会完全恢复。在30千米隔离区以内部分地区的长期剂量率也许已降低了部分种类动物的生殖力,但其它受影响的动物群体看来已经恢复正常。特定群体长期健康状况方面已观察到的一些变化的意义目前尚难确定。

1988—1989年,传媒曾报道30千米隔离区以外的一些农业牲畜有严重出生缺陷。不过,据证明在乌克兰,这些见诸报道的出生缺陷出现频率在受高度污染和未受污染的区域是相似的。于是人们得出结论:这些缺陷不是增加的辐射剂量造成的。一直没有进一步的关于在农场牲畜中已观察到严重效应的报道。

虽然一直有一些关于高剂量率地区发生线粒体染色体损伤并已传给后代的报道,但另有证据支持这种受辐射损伤染色体能够完全恢复的说法。关于在剂量曾很高的地区,植物和动物受到潜在的长期遗传性影响问题,如今没有普遍一致的看法。

10年后,低剂量长效辐射的主要来源是残留的几种铯放射性核素。在一些隔离点,外照射剂量可能仍然是约1毫戈瑞每日。不过,即使在30千米隔离区内,自然环境看来也在恢复。由于居民已从30千米隔离区内迁出,动植物群落的数量和种类发生了某些变化,但是这些变化是由土地废弃而不是因辐射效应造成的。由于没有人类的干预,一些自然群体兴旺起来。尚未发现任何植物或动物物种已从受污染最严重的地区永久消失的证据,不过有些地区除外,在这些地区涉及土壤移出的清理活动已显著改变了其生态系统。

环境中的污染。在半自然环境中,控制放射性核素从表土向草原生态系统中植物迁移的关键因素是土壤中粘土和有机质含量以及土壤湿度。总的说来,目前的迁移率是低且稳定,预期今后几十年也将是这样,即使土壤中放射性物质的水平降低。铯-90的转移比铯-137快,但不同类型土壤对此的影响是类似的。在做出将草原长期用作奶牛牧场的决定中,迁移率是需考虑的重要因素。

今天,森林生态系统受到的几乎所有污染都在表土中被发现。放射性铯从土壤经树根迁移,在树中被浓集在新生长的年轮中。这虽不是大问题,但将会增加木材中铯-137的含量。尚未找到有成本效益的对策来减少这种迁移。

在半自然牧场、森林或山区牧养的猎物 and 人们消费的野生食品(如浆果和蘑菇),将在今后几十年内继续显示有升高的铯-137水平。在白俄罗斯、乌克兰、俄罗斯以及北欧国家和联合王国的一些地区,这些食品可能仍受到超过各国采纳的严格限值的污染。铯-137在这些地区保持的时间比在农业环境中的更长,将被更长期地转移到食品中。

1986年以来,在农业环境中,一些能够显著降低铯和锶进入食品的对策的有效应用,不断得到证明。污染水平、土壤类型、土壤湿度,以及作物类型是重要的影响因素。例如,由于土壤类型不同,牧场和牛奶之间的转移因子可相差数百倍。这清楚地说明,这些对策的正确应用具有很强的场地特定性。比较简便、省钱且成功的农业对策包括:对表面受污染土壤进行深耕;向农业用地添加肥料或其他化学品;改变作物类型;改变牲畜饲养办法和屠宰时间;应用浸过“普鲁士蓝”的舐盐和药丸来减少铯向牲畜的转移;以及把家畜转移到未污染的牧场。(见本期第38页有关文章。)

水生态系统已被证明能耐放射性污染,后者逐渐浓集于沉积物中。即使在切尔诺贝利核电厂的冷却池中,受到影响的也只是某些人群,并且没有资料证明存在长期直接辐射效应。进入淡水系统的放射性物质的量与总的沉积量相比较少。地表水的放射性活度水平在事故后一个月内急剧下降。无论公众的感觉如何,目前水库中的污染水平远低于表明水质下降的标准。不过,鱼类可能积累放射性核素,在某些地方(甚至在瑞典等高得远的国家)可能需要采取一些对策。

结论。可以得出的结论是,虽然在高辐射水平下,部分高剂量率地区的自然环境显示有短期影响,但显著的长期影响是否存在尚待观察;同时,虽然可采取有效的对策来减少污染从环境向人类群体的转移,但这些对策具有很强的场地特定性,因而必须从实用性上加以评估。如果恰当地实施了农业对策,则未来剂量将主要源于在自然和半自然生态系统中进行的食物采集活动和消遣活动。 □

社会/心理学效应

由专题会议 4：“其它健康相关效应：心理学后果、压力和担忧”主席、瑞典风险研究中心的 Britt-Marie Drottz-Sjöberg 女士，莫斯科 Serbsky 社会与法庭精神病学中心的 G. M. Rumyantseva，乌克兰基辅放射医学研究所的 A. I. Nyagu 和白俄罗斯明斯克社会学研究所的 L. A. Ageeva 提出的报告。*

联合研究项目-2 是欧洲和独联体 (CIS) 研究人员间的一项合作活动并得到欧洲委员会资助，该项目始于 1991—1992 年，结束于 1995 年。研究的一个方面重点是切尔诺贝利事故的社会和心理学效应。

进行了若干次调查，目的是弄清楚直接受影响的居民中对切尔诺贝利事故的反应，即居住在不同污染水平地区的和因该事故而重新定居的居民的反应。作法是将这类人群与居住在放射学上未受影响地区的对照人群进行比较。采访和调查研究着重于心理学反应，包括心理压力、个人控制体验、主要情绪，以及对与各类危害相关的风险的感受。这些研究同时涉及其他方面，例如对信息源的信赖程度，对辐射知识认识的自我评定，对居住区放射性污染的感知程度，以及生活水平。这些调查共涉及 5000 人。

先前的研究表明，与切尔诺贝利事故有关的心理学问题并没有随着时间推移而减少。经历过实际风险的人和被重新定居的



在 30 千米隔离区内，切尔诺贝利附近的部分永久居民已重返他们在 1986 年事故后撤离的家园。其他被迁居的人没有返回，他们原来的村舍、农场和果园被废弃。(来源：Eric Voice)

* 本报告基于“The influence of social and psychological factors in the management of contaminated territories”, by Ms. Drottz-Sjöberg, G. M. Rumyantseva; P. T. Allen, Robens Institute, University of Surrey, UK; H. V. Arkhangelskaya, Institute of Radiation Hygiene, St. Petersburg, Russia; A. I. Nyagu; L. A. Ageeva; and V. Prilipko, Institute of Radiation Medicine, Kiev, Ukraine. 该论文曾在 1996 年 3 月 18—22 日召开的题为“切尔诺贝利事故的放射学后果”的明斯克大会上介绍过。

人,给出的风险评定结果通常最高。被调查者对保护自身免受放射性污染的能力问题的回答,总的说来令人感到灰心。不过,被调查者对增加他们的辐射和放射性污染知识显示出兴趣。他们的顾虑虽然集中在因放射性污染引起的健康风险上,但对日常生活的艰难也相当担忧。日常生活方面的忧虑,加重了精神压力。在受到污染的地区,与辐射有关的因素也产生过影响,例如,自身具有的辐射知识对减少精神压力有过影响。

同样,人们相信他们能够影响他们所接受的剂量数量的自信程度,也能减少精神压力。研究结果还表明,误以为一切命里注定的人某种程度上更可能比其他人接受更高的剂量。自愿重新定居并认为迁居是正确的人的精神压力最小,而那些非自愿重新定居且不认为迁居是正确的人的心理反应最强烈。对各种信息源的信赖普遍地低,但对外国专家的信任程度高于本国专家,同时对健康促进团体的信任程度超过对各种政治团体的信任程度。

对传媒关注较多的人,日常忧虑也较重。对俄罗斯、乌克兰和白俄罗斯不同时间的几份报纸所作的分析表明,这些报纸有一个共同特点,即绝大多数文章是记者写的。尽管专家、专业人员和主管部门写的材料以往很少被发表,但1986年多少发表了一些,1989—1990年以后又有一些被发表。另一个共同特点是,1986年和1987年报纸登载的文章往往有抚慰性情感内容。情感上受到歪曲的文章1990年前后在报刊上发表的频率较大。人们认为,1990年前后这类被歪曲文章的出现是苏联解体和竞选时期不确定政治气候的反映。

调查结果还显示人群中对该事故的不同反应和不同要求随着时间而变化。在直接受影响的人群与其他人群之间,这种分歧似乎越来越大。从短期和中期前景看,对信息、行为建议和医疗保健的类似需要似乎会出现。

不过,从长远来说,我们的结果指出了对诸如迁居等对策本身产生的新需要的出现有所准备的重要性。结果表明,自愿迁

居或自己选择迁居的人心理压力较小。在俄罗斯,迁居政策看来不仅已改变了心理状况,也减小了心理压力。该政策以分阶段的方式实施,迁居以自愿为主,延续一定时间,并伴有显著的经济好处,而且便于社会网络的维持。关于有组织的医疗保健,也许在放射学事故后对立即进行大规模医学筛选做好准备是必要的,但中期策略却可以包括一些不在强制性规定之列的其他方案,如咨询服务、个人或食品剂量测量服务。健康风险的长期管理办法可加以修改,以适应已受影响和易受影响的人群的需要。

同样,虽然从即刻的和中期的观点看,经济支持和补偿策略似乎是非常重要的,但如果这些作法造成依赖心理而不是提高自给自足能力,那么它们的有益效应在较长时期内也许会受到威胁。很少提及的一个迁居方面的教训是向接纳新成员的社区提供的信息和支持不足。尽管被迁居的人得到了新建的房屋,但他们仍可能对当地社区产生影响。如果长期风险管理包括对公共资源的评定,并有助于适应共同的需要,那么社区福利本可有所改善。

这些调查结果必定与由改革和公开性政策引起的变化,以及80年代中期和90年代早期发生的加剧社会不稳定性因素相关。切尔诺贝利事故将一个70多年的社会制度与新时代划分开来。因此其意义将长期显现在人们心中。人们对放射学事故的反应,可能给社区或社会带来长久感情的、社会的和经济的影响。如果这些反应能得到更充分地理解,则这些认识将有助于:改进风险管理、有效地减小风险、最佳地使用经济资源,以及使人从不必要的痛苦中解脱出来。由于大规模的调查和对特定人群的分析,使得我们以经验为依据的研究获得了新的信息和认识。调查中一直用到对照人群,以便参照他们就全局性的大的社会变化和政治变化,对调查结果进行修正。该项目还表明,调查公民的个人经验以便于找出当前的具体需要和规划未来的工作是可行的。由于国际合作和个人经验与信息的交流,这项研究获得了更多的认识。 □

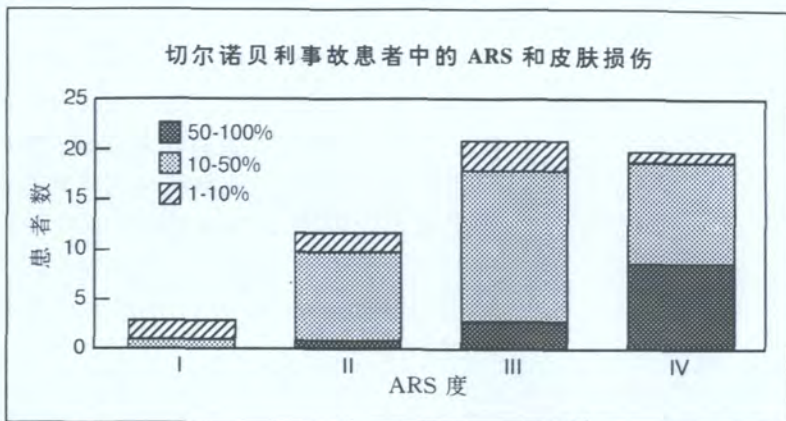
临床观察到的效应

由专题会议 1:“临床观察到的效应”报告人欧洲委员会伊拉斯谟大学的 Gerard Wagemaker, 和该专题会议副主席、俄罗斯莫斯科生物物理研究所的 Angelina K. Guskova, 乌克兰基辅辐射医学科学中心的 Vladimir G. Bebeshko, 以及法国丰特奈欧罗兹核安全和防护研究所 (ISPN) 的 Nina M. Griffiths (后两位是该专题会议专家委员会成员) 提出的报告。

当哺乳动物机体组织接受的辐射剂量足够大时, 其功能就可能部分或全部丧失。在极端情况下, 组织可能全部坏死。如果该组织是重要器官, 还可能导致机体死亡。与辐射源有关事故已发生多起, 它们导致身体局部严重受损, 有时需要截肢。

切尔诺贝利事故的受害者中, 有许多人是偶然受到高辐射剂量的。这种高剂量照射剧烈而严重地影响血细胞生成、抗感染力和肠功能, 并可能导致对皮肤的严重损伤。这种照射引起的疾病症状的复征称作“急性辐射综合症”或 ARS。这种综合症的最常见症状一开始是恶心、呕吐和腹泻, 随后是出血和全面高烧感染 (常常是正常情况下无害的微生物引起的)。若得不到治疗, ARS 是致命的, 即使在接受未必与人体机体存活不相容的和定期用于临床医学上治疗某种癌症的

* 作者向下述材料提供者表示感谢: 俄罗斯莫斯科生物物理研究所国家研究中心的 Alexander A. Baranov、联合王国牛津大学研究所的 Jonh W. Hopewell、德国慕尼黑路德维希马克西米利亚大学皮肤病学系的 Ralf U. Peter、德国乌尔姆大学临床生理学及职业病医学系的 T. M. Fliedner。该研究部分地得到欧共体委员会的核裂变安全合同的支持。



辐射剂量之后产生的 ARS 也如此。在事故情况下, 辐射损伤常常因诸如热灼伤等其他伤害而变得更加复杂。

切尔诺贝利事故导致总共 237 人被怀疑患 ARS。诊断证实 134 人患 ARS。其中, 41 人患轻度 (I 度) ARS, 都活了下来; 另外有一个病例尚存争议。50 人患 II 度 ARS, 其中一人死亡。22 人患 III 度 ARS, 其中 7 人死亡。受影响最严重的 21 人患 IV 度 ARS, 除一人外均已死亡。在这一组中, 胃肠损伤是接受超过 10 Gy 的剂量并导致肠功能早期致命变化的人遇到的最严重的问题。事故照射后头三个月死亡的 26 人的死因, 均与身体总表面积 50% 以上的皮肤损害有关。总之, ARS 与受损害皮肤面积似乎有联系, 这表明几乎所有受严重影响的人都受过复合损伤。(见本页图。)

在欧盟支助项目框架内, 皮肤灼伤患者正在莫斯科生物物理研究所接受检查。

(来源: Wagemaker/EC)

切尔诺贝利核电厂事故通过污染和摄入等途径导致一些群体受到大量 β 辐照。这使临床处理方式不同于广岛和长崎获得的经验。从一开始,一个显著特点就是大量患者受辐射诱发导致的皮肤和粘膜尤其是上消化道和上呼吸道损伤,这是由于受到铯-137、铯-134和锶-90等 β 和 γ 辐射同位素污染造成的。皮肤灼伤和(或)口咽粘膜炎症,是作为事故直接后果而死亡的人的一大死因。

幸免于ARS的病人,都有大面积身体创伤的痛苦而难忘的经历和长恢复期。正如其他严重事故受害者一样,有些人余生精神上 and 肉体上都将留下创伤痕迹。尽管最大骨髓抑制可能在两个月后消除,但免疫功能完全重建可能起码要半年时间,并且在照射后数年内可能尚无法完全正常化。这未必意味着,这些患者有一个功能上有缺陷的免疫系统。

在被外科手术和不良愈合伤口复杂化的严重皮肤损害患者身上,长恢复期可能引起长期心理压力。还可预期,在这些患者身上生物化学应力指数是高的。对男性患者来说,生殖力恢复可能非常缓慢,并且在较高剂量范围内,有缺陷的生育力可能是一种长期效应。眼睛的若干组成部分对辐射相当敏感,患者尤其会在受照后数年患白内障。接受高辐射剂量后,患者的心血管和缓发胃肠问题可能引起很大不适。

在事故急性阶段过后,237个患者中已

有14个在最近10年死去。他们的死与ARS最初的严重程度无关,并且在多数情况下大概是不能直接归因于辐射照射的,尽管排除事故的影响是困难的。事实上,14个死亡者有5个原来未患过ARS,可能只接受了很小的辐射剂量。

仍然活着的ARS患者总的来说健康状况还可以,并正在接受定期检查。充分证据表明,这些幸存患者的生活质量或许应该得到改善。起码,受影响较重的患者目前受多种疾病的折磨,需要得到最新的治疗和继发性预防;而且他们的精神健康状况也不是很好。因此,为了区分所遇到的疾病类型中哪些是可归因于辐射照射的和哪些是由群体内固有的使人迷惑不解的因素造成的,将来必须做更多的工作。在今后20—30年要保证对这些患者进行随访,而且最好是由一个具备高的临床和研究能力的中心来协调。

切尔诺贝利事件给我们的教训是,在通常被皮肤辐射损伤和与辐射无关损伤复杂化的事故情况下,ARS的临床管理方面,有许多工作过去需要(并且现在仍然需要)改进。几乎毫无疑问的是,ARS患者和严重皮肤损伤患者在已有的经验最丰富的医疗中心接受了与当时知识状态相符的可能达到的最好的治疗。

当时建议的骨髓移植疗法,对受影响最重的患者几乎没有益处。以目前的知识看,这是可以理解的。在将来任何事故中,还象应用在切尔诺贝利事故最严重病例上那样利用骨髓移植,是不可想象的。一些新的手段,尤其是总称造血生长因子的一组能促进血液及免疫系统恢复的细胞因子已经可供利用。

在将来的病例中,骨髓损伤可通过迅速施用造血生长因子而得到最好的治疗,尽管最佳组合和剂量安排待确定。不过,血干细胞移植和组织定型方面取得的进展,使移植很可能仍然被视为拯救生命的辅助措施,尤其是在骨髓损伤过重以致不可期望更新的疗法对其有效的情况下。同样,对其他辐射损伤,一些新的诊断手段也许有助于更准确的预后和更对症的治疗。 □



在1990年国际切尔诺贝利项目实施期间,来自日本的医生为切尔诺贝利核电厂附近村庄的儿童作检查。
(来源:Metzler/USA)

甲状腺效应

由专题会议 2:“甲状腺效应”科学秘书、联合王国剑桥大学 E. D. Williams 教授,该会议主席、意大利比萨大学 A. Pinchera 教授和美国康奈尔医疗中心 D. Becker 教授,白俄罗斯国立医学研究所 E. P. Demidchik 教授,日本长崎大学医学院 S. Nagataki 教授,以及乌克兰内分泌学和代谢研究所 N. D. Tronko 教授(后 4 位均为该专题会议的专家委员会成员)提出的报告。

切尔诺贝利周围地区,尤其是白俄罗斯南部和乌克兰北部地区的居民,曾受切尔诺贝利事故产生的包括大量放射性碘在内的高水平落下灰的照射。甲状腺浓集碘,因此,它比身体其他组织受更多照射。碘的放射性同位素(碘-131)一直被广泛和安全地用于治疗甲状腺毒症。因此,有关受切尔诺贝利落下灰照射地区的儿童中,患甲状腺癌人数不断增加的报道曾令一些人吃惊,这不但因为先前接受放射性碘治疗的人中没有患甲状腺癌的,还因为照射和甲状腺癌开始增加之间的时间间隔非常短(4 年)。

本报告在考虑了这种增加与受到切尔诺贝利落下灰的照射有关的证据后,研究了甲状腺癌增加的规模、造成这种增加的同位素或多种同位素,以及可能的未来效应。

切尔诺贝利事故是首次使这样一大群人受到高水平放射性落下灰照射的事故。释放的放射性物质数量巨大,主要成分之一是碘-131。还释放了一些寿命很短的碘同位素。有关寿命很短的碘同位素的摄入情况的直接数据还没有获得;碘-131 摄入情况的测量是在摄取高峰过后进行的。

不同居住区(不一定代表整个地区)内甲状腺的碘-131 吸收剂量估计值范围是:对婴幼儿为 790—2400 mGy,对成年人为

190—370 mGy。短寿命碘同位素的照射使上述数值有所增加,因而甲状腺剂量的上述早期估计值可能需要重新计算。一些研究报告认为,戈梅利州 0—7 岁儿童平均剂量约为 420 mGy。而核能机构最近的评价报告中报道的剂量表明,戈梅利州 0—7 岁儿童的平均剂量约为 1 Gy,其中 9% 以上的儿童的剂量在 10—40 Gy。

切尔诺贝利事故后头 4 年,白俄罗斯儿童甲状腺癌病例是一位数,而 1990 年诊断出 29 例,1993 年上升到 79 例,1994 年达到 82 例。接受治疗时,约半数病例有周围组织直接侵入,三分之二病例有淋巴结转移。尽管在 1986 年后出生的儿童中仅发现 4 例,但须记住 1994 年他们不满 8 岁。

事故后头 4 年,乌克兰基辅内分泌研究所每年诊断出 8—11 例儿童甲状腺癌。但在 1990 年诊断出 26 例,1993 年 43 例,1994 年 39 例。这些病例中,60% 在外科上有软组织侵入,淋巴结转移病例占 60%。该研究所查出的 114 个已证实病例中,只有 1 例发生在 1986 年后出生的儿童身上。在俄罗斯,1986—1989 年间,仅在布良斯克州发现一名儿童患甲状腺癌,而 1990—1994 年间(包括首末年)报道诊断时年龄在 15 岁以下的儿童中有 23 例甲状腺癌。

最近对白俄罗斯甲状腺癌的组织学诊断的调查发现,由白俄罗斯病理学研究所和剑桥大学病理组织学系工作人员联合研究的 134 个病例有 98% 符合。1990—1994 年白俄罗斯病理学研究所查出的共 298 个病例中,98% 为乳头状癌,1.3% 为滤泡状癌,0.3% 为髓状癌。

对乌克兰病例的调查结果,与白俄罗斯的极为相似。1990—1994 年间(包括首末年)基辅内分泌学研究所诊断出的 15 岁以下儿童中的 122 个甲状腺癌病例中,114 个已在基辅和剑桥被联合研究。其中 97% 以上的病例的诊断得到确认。在诊断得到确认的癌中,乳头状癌占 94%,髓状癌占 2%,滤泡状癌占 4%。奥布宁斯克和剑桥放射医学学会(RAMS)的病理学家已对取自布良斯克州、卡卢加州和图拉州受污染地区儿童中 10 个

儿童期甲状腺癌病例的材料进行了研究。在供研究的材料中,一个病例没有肿瘤。其余9个病例均为乳头状癌,包括一例乳头状微小癌。所有这些研究结果都证实,独联体所作的甲状腺恶性肿瘤诊断是正确的。这些结果还表明,虽然在受照射地区诊断出的儿童期甲状腺癌的类型与意料之外人群中发现的相同,但除乳头状癌外,其他类型癌在受照射地区仅占很小比例。

分子生物学研究结果表明,所涉及的癌基因类型和所发现的肿瘤病理学类型间有密切联系。这样,切尔诺贝利周围地区儿童中甲状腺肿瘤频度的增加是特殊类型甲状腺肿瘤即乳头状癌的增加。在很多病例中,这种癌与特殊癌基因即雷特(*ret*)中的重排过程有关。在研究过的、已知与甲状腺癌发生有关的其他类型癌基因即 *TS*、*Hr* 和 *p53* 这三种拉斯(*ras*)基因的激活方面,没有增加。

白俄罗斯的戈梅利州与乌克兰接壤并靠近切尔诺贝利,受过落下灰最严重照射。1990—1994年间,有37万名儿童的戈梅利州儿童患者共有172例,而白俄罗斯其余地方196万儿童中只有143例。因此,1990—1994年间戈梅利州儿童期甲状腺癌的粗略发病率为每年每百万儿童92例,而白俄罗斯其余地方则为每年每百万儿童14.6例。

乌克兰的情况与此相似,与白俄罗斯接壤的北部各州比乌克兰其余诸州受到高得多的照射。1990—1994年间,在有200万儿童的6个受污染州中共出现112例儿童患者,而在有880万儿童的乌克兰其余各州只有65例。乌克兰北部各州儿童的粗略发病率为每年每百万儿童10.6例,其余诸州则为每年每百万儿童1.5例。

在切尔诺贝利事故之前,白俄罗斯和乌克兰的儿童发病率,以及英格兰和威尔士的儿童发病率经30年期的研究发现均为每年每百万儿童0.5例。因此,我们可以得出结论:切尔诺贝利周围地区儿童期甲状腺癌发病率有很大增加,这种增加与受落下灰照射有关。

当把在白俄罗斯出现的儿童期甲状腺癌病例按受切尔诺贝利事故照射时儿童年龄分组时,可以看出观察到的病例数与预期病例数的比率在切尔诺贝利事故发生时最年幼的儿童中是最高的,并随照射时儿童年龄的增大而迅速减小。这种年龄很小儿童对落下灰的甲状腺效应的增加的敏感性,与婴幼儿对X射线的甲状腺致癌效应的增加的敏感性观察结果一致。虽然为确定甲状腺肿瘤发生机会随年龄增大而减小的准确定量关系尚需进行更多的观察,但新生儿和10岁儿童间有很大差别。这些观察活动也需要扩大至成人年龄组。敏感性随着年龄增加而降低,也与甲状腺毒症成年患者的碘-131治疗没有任何致癌效应一致,尽管一些别的因素也可能是重要的。

人们知道,除癌外辐射还有另外几种甲状腺相关效应。其中最明显的是在受大剂量内照射或外照射后,发生甲状腺能级减退症。Sasakawa基金会支助的研究发现,在受落下灰照射最重的戈梅利地区,结节症和甲状腺机能减退症发生频度较高,而与另一些与辐射无关的病在所有5个被研究地区的发生频度相差不多,这表明在戈梅利州发生频度很高的结节症和甲状腺机能减退症,可能与辐射有联系。

以上证据清楚地表明,切尔诺贝利事故以来,病理学上被证实的白俄罗斯和乌克兰儿童甲状腺癌病例有明显增加。虽然在俄罗斯的布良斯克州可能有较小的增加,但肯定这一点则需要有在被证实的儿童期甲状腺癌病例发病率方面有可靠的以大群体为基础的的证据。一项国际合作研究已经证实,对白俄罗斯和乌克兰的250多个病例的甲状腺癌的诊断的正确率超过90%。

甲状腺癌病例的增加与落下灰中一些碘同位素有关的证据虽然有力,但却是间接的。迄今,尚无可靠证据说明受落下灰高水平照射的人群中任何非甲状腺癌恶性病症有任何大的增加。有报道说,一些肿瘤发病率有所增加,但增加幅度比甲状腺的低得多。报道的这种增加很小,使人难把一种真正与照射相关的增加与夸大报道因素及趋

国际原子能机构 技术合作 实 况



1996年9月,第2卷第3期

目 录

核技术	1
恢复农业	1
控制水污染	4
改善环境	5
调查研究温室效应	6
简讯	7
污染追踪	8

恢复污染地区的农业

在受 1986 年切尔诺贝利核事故影响的白俄罗斯和乌克兰的农村地区,今天人们的生活从许多方面来看,似乎都是正常的。但是现象掩盖着一个严峻的事实:这些农业地区的产品,现在实际上仍然是没有买主。虽然这里的庄稼和粮食的确含有放射性核素,但其水平往往远低于联合国粮食和农业组织(FAO)和世界卫生组织(WHO)的食品标准委员会规定的保守限值。不过,公众仍然不愿接受来自污染地区的粮食。

IAEA 在白俄罗斯和乌克兰的技术合作项目,正在设法通过提供可替代的种植方法和引入新的技术,来寻求解决这个问题。在白俄罗斯,这方面的想法是促进

用核技术净化燃煤的释放物

在靠近革但斯克港的波兰北部工业城市什切青周围,新鲜空气是一种奢侈品。低质煤大量用于发电,结果产生大量的二氧化硫(SO₂)和氮的氧化物(NO_x),使大气受到污染。作为直接结果,周围的森林被毁坏,而人的许多呼吸系统疾病的发病率达到惊人地高。

当化石燃料尤其是煤和石油燃烧时,会有“酸雨”生成。这是由于通过在大气中进行的光化学转化过程,SO₂气溶胶转化成硫酸,NO_x气溶胶转化成硝酸。酸雨不但破坏植被和建筑物,而且据信这两种气体还会助长“全球变暖”过程。世界大多数国家现已承诺控制这两种气体的排放,同时最近的一些全球条约要求所有国家通过和执行限制国家 SO₂ 排放量的法律。

一种办法是从利用煤,改为利用水力、天然气或核动力等其他主要能源。但对波兰来说,这些

油菜籽生产,并把它油转化为工业润滑剂(润滑脂、润滑油和其他润滑产品)。白俄罗斯的科学家已经发现,某些油菜品种把来自



波兰成千上万的就业机会将依赖于国产煤的清洁利用。

(来源: PAP/CAF R. Koszowski)

现在都不是可选的方案:它没有可以实际应用的资源;它支

(下转第 3 页)

土壤的放射性核素——其中为目前所关切的是铯和锶(铯-137和

(下转第 2 页)

铯-90)——贮存在梗和籽皮里,不贮存在籽里。油菜籽油可容易地加工为生物燃料。白俄罗斯有炼油厂,因此拥有开展这项工作所需的技术和专门知识。

IAEA 的技术合作项目于 1995 年开始实施,目的是帮助项目的主要对应方,即白俄罗斯土壤科学和农业化学研究所(BRISSA)确定能在该地区提供高的油菜籽产量的油菜籽作物品种,和最好的种植条件与耕作技术。这些是极其重要的因素,因为虽然有 200 000 公顷的土地适于种植油菜籽,但为遵守 5 年作物轮作制每年可播种的只有 40 000 公顷。

若干关键问题必须得到解决:怎么处理油菜梗呢?可以把它们掩埋掉,或必须焚烧掉吗?富含蛋白质的籽皮能够加工成动物饲料或代替现在进口的昂贵的某些精饲料吗?油菜籽能广泛种植来作为一种天然“真空吸尘器”,只为从土壤中收集放射性核素吗?

在今后几年中,白俄罗斯有关主管部门将在 IAEA 的技术帮助下,致力于解决这些问题。第一阶段是开发一个中间规模工厂,以加工油菜籽油和生产润滑剂。实验室规模生产的某些润滑脂已在维也纳技术大学接受试验。这些开发工作可能导致将规模扩大到工业化生产。所需的财政支持,预计将主要通过欧洲联盟获得。

IAEA 在乌克兰的一项重要恢复工作,着重于恢复切尔诺贝利以西 100 千米处的北方历史名城奥夫鲁奇市内的一座一度日处理 550 吨牛奶的工厂的牛奶和牛奶制品生产。切尔诺贝利事故发生后,该厂的产量即大幅度下降,其原因是该地区奶牛数目已经减

少,和来自受影响区域的牛奶含有浓度不等的放射性核素。该项目采取双管齐下方案:测定向该厂供应牛奶的所有奶源牛奶中的放射性核素浓度,这样可使农业部找出生产受污染牛奶的农场,并使农场开始实施改进的生产办法;以及在该厂本身的批料处理过程中监测牛奶和其他制品中的污染物水平。

该项目正在向该厂提供实验室设备,和培训工作人员如何使用仪器来探测和准确测量进厂牛奶和出厂制品中的铯-137 和铯-90 浓度。这家牛奶厂的厂长 Anatoliiy Kushnirchuk 乐观地认为,如果除了对农场进行帮助之外,受污染的牛奶在该厂也能得到处理而生产出不含放射性核素的产品的话,受污染地区的奶牛养殖业便会有发展。

做后一件事所需的技术,也许近在手边:磁分离。这项技术是最近由英格兰布里斯托尔的科学家用以除去核场地被污染的水中的放射性核素而发明的。相应的专利现为美国佐治亚州亚特兰大市的一家叫塞伦特克(Selentec)的公司所有和投入市场。一位专家告诉《技术合作实况》,这项技术已经试用过和检验过,并且“在处理水时工作性能很好……,能把各种放射性核素除去”。在美国已就牛奶去污进行过一次大规模试验,结果证明这项技术是有效的。在乌克兰进行的几次现场试



使用一种新技术,可能很快就会使乌克兰农场生产的受污染牛奶变得可以安全饮用。

(来源:E. Voice)

验,也取得了令人惊讶的成功。牛奶中铯-137 的浓度降低了 95%,使牛奶变得可安全饮用。美国政府准备对设在奥夫鲁奇的一个中间规模工厂,投资 150 万美元。

磁分离技术将使奥夫鲁奇工厂能够批量处理牛奶制品,并使生产范围扩大到果汁和婴儿食品。约有 150 万婴幼儿,将从当地生产的这种牛奶和食品中受益。安全的婴儿食品现在是从其他地区“进口”的,因此,光是运输费用上的节省就将是可观的。

只有当这些受到污染的土地重新具有某种经济价值和生产出可销售的产品时,农村地区的经济困境才开始得到解除。油菜籽和奶制品,给自切尔诺贝利事故以来的 10 年中一直受着重大打击的农场社区提供了一个有希望的新开端。

付不起从俄罗斯进口天然气所需的硬通货;和它的核动力计划已被无限期推迟。在可预见的未来,波兰必须依靠其巨大的褐煤储量(估计超过140亿吨)。实际上,千百万人的生计有赖于褐煤工业。

关键问题是如何确保新的工业生产,不象过去那样对环境造成损害;和如何确保气体的排放符合欧洲联盟的标准。波兰90年代初生效的法律,要求各电力公司从1997年开始逐渐减少二氧化硫的排放量。虽然已有若干种技术,可用于在单个燃煤发电机组的烟道气被排入大气之前,从中去除二氧化硫或氮的氧化物,但直到现在还没有一种技术能在单一阶段的工艺过程中同时去除这两类气体。

什切青的一个燃煤电厂,现在是为期4年的IAEA技术合作示范项目的场所。该项目的目的是以工业规模验证一种能够同时去除这两类气体的“新”技术。电子束干式气体洗涤装置(EBDS)的工作情形如下:在烟道气从烟囱逃逸之前,使其通过一个洗涤室作再循环,并接受来自加速器的低能电子辐射的照射。结果是有毒性的二氧化硫和氮的氧化物,被转化为其他的化学形式。通过往洗涤室中加氨,得到可用作肥料的干粉状副产品。其他的净化系统没有这种有益的效果,并且产生许多废物。虽然这是一种辐射处理过程,但在操作中不产生任何放射性,并且没有剩余辐射。

EBDS是约20年前主要在德国和日本被开发出来的。说它是新的,只是因为除在德国、日本和美国的验证装置中使用过以外,

尚未以工业规模应用过。在这种技术从实验室中被开发出来并在80年代中期变得可以工业规模应用之前,在这些管理严格的国家里,电力公司已经用其他成熟的洗涤技术装备了非常老的燃煤电厂,或已经承诺安装一些更有效率的产生较少排放物的锅炉。

在德国、日本、美国和波兰(机构的一个更早的技术合作项目,曾于1988年帮助波兰在华沙附近建立了一座中间规模的EBDS装置)进行的研究已经表明,这种技术在建造和运行上能比常规系统节省25%—30%的费用。当氮的氧化物的去除也变成强制性的事情时,EBDS的优点将会更大。农业可用的副产品的价值和相对小得多的废物处置问题,使这种技术更有吸引力。

波兰的整个能源部门、波兰的邻国以及一些迅速工业化并拥有大量煤储量的发展中国家,对EBDS有强烈的兴趣。乌克兰有一个正在执行的计划,而且机构刚刚开始旨在评价在保加利亚实施这一方案的新的技术合作项目。

波兰已经打开了通向什切青电厂的大门,使IAEA能把渴望目睹该电厂如何运行的其他国家的访问者带入厂中。在这些国家中,计划在约60个发电厂中安装

净化系统的中国,最近与日本一家公司签订了有关用EBDS装备一座发电厂的合同。打算这样做的还有印度、印度尼西亚、马来西亚、大韩民国、新加坡和泰国。在拉丁美洲,巴西、智利和墨西哥已经有中间规模项目,并且正密切注视着什切青的进展。

波兰政府准备承担建立这个EBDS系统所需的2000万美元的60%,和所有的人员费用以及运行费用。其余40%将由日本、大韩



许多发展中国家正在调查研究在什切青验证的EBDS技术。(来源:M. Samiei/IAEA)

民国和IAEA分担。瑞典和美国也可能提供捐款。按计划,该项目装置将于1998年年底以前完全投入运行。人们希望,该项目将给波兰指明在不损害工业增长的情况下达到欧洲排放标准的道路,并向能源部门证明,这是一种费用效率高的和有利于环境的技术。

现在,工业的重建和私有化正在影响能源部门,因而到头来,EBDS本身的经济性和效力也许还决定它在波兰以及许多其他发展中国家中的前途。

控制水污染

保护水资源使之不受有害的和代价高的化学、生物学和放射学污染,是全球环境议程上的一个高度优先任务。一段时间以来,IAEA一直在与一些国家的和多国的机构合作,开展专门的科学研究。这些研究正在证明,它在预防埃及的曼扎拉湖和欧洲的黑海的不可恢复损害的计划中是极其重要的。

曼扎拉湖是埃及尼罗河三角洲中的一个长 50 千米的海岸咸水湖,位于开罗东北,东邻苏伊士运河和塞得港市。这个湖是大量未经处理的城市污水和污染物的贮存地,而这些污水和污染物最终要流入地中海。这种得不到控制的污染威胁着一个人口稠密地区数以百万计的居民的健康和生计。

在机构的摩纳哥海洋环境实验室(MEL)的积极参与下,曾进行过一项由联合国开发计划署提供资金的,旨在测量曼扎拉湖污染程度的项目前研究工作。这项与来自埃及开罗国家研究中心的科学家共同承担的研究工作,涉及在受污染的几个主要地区进行广泛的水、沉积物和鱼的取样活动。MEL 的参与集中于氯化烃和石油烃之类的化学污染物和痕量元素的分析工作。这种工作需要专门的设备和知识。

根据所收集的数据得出的结论,人们能够对曼扎拉湖作出全面的环境影响评估。此外,这项研究已经对能够防止来自开罗的污染物通过尼罗河三角洲向地中海渗透的人工湿地的形成做出了重

要贡献。这个即将实施的全球环境设施项目(GEF)将需要 1100 万美元以上的资金,并将证明人工湿地作为捕集来自市政、工业和农业源的沉积物和污染物的一种费用效率高和生态学上合理的手段的价值。



为测定曼扎拉湖中的有机污染物取水草样品。(来源:M. Horvat/IAEA/MEL)

在世界许多其他地区,MEL 正在利用基于同位素的分析技术,研究淡水和海水的污染问题。这些技术在鉴定放射性的或非放射性的污染物、追踪它们在环境中的复杂途径,和调查研究它们的生物学效应方面,都是很有用的。

这些技术现在正广泛用于收集有关黑海污染情况的信息。黑海宽广的河网或集水区域包括约 300 条河,向西延至慕尼黑,向北延至明斯克,向南延至安卡拉。欧洲最大的河流中有几条,例如多瑙河、德涅斯特河和第聂伯河,都是流入黑海的。这个较大的地理区域是约 1.6 亿人的家乡。

仅仅 30 年以前,黑海还庇护着众多动物和植物的生命,包括

海豚和僧海豹。黑海的各个水域曾是作为沿岸 6 国(保加利亚、格鲁吉亚、罗马尼亚、俄罗斯、土耳其和乌克兰)重要蛋白质来源的大批鱼类的繁殖场地。千百万急不可耐的夏日度假者,曾蜂拥至黑海之滨休息、游泳和避暑。

但是今天,黑海已成为世界上污染最严重的水体之一,其生命维持能力受到很严重损害。由于状况有碍健康,整个黑海的各段海滨定期被警戒线封锁。商业捕鱼活动几乎已经消失,而旅游部门则处于危机之中。

这 6 个与黑海相邻的国家已经开始采取旨在治理污染的协调一致的行动。为了响应这种积极的地区承诺,一些国际援助组织已被卷入。1993 年,GEF 开始实施一系列旨在拯救黑海的大规模项目,但這些项目中没有一个试图直接处理放射性污染这个最受关注的问题,或者采用机构的 MEL 已经有几十年应用经验的放射化学示踪剂技术。在 GEF、UNEP、世界银行和其他组织开过一次机构间会议以后,IAEA 应请求增加它的专门知识。

MEL 现在正与包括土耳其的切克梅西核研究和培训中心、乌克兰塞瓦斯托波尔的南海生物学研究所、罗马尼亚的环境放射性实验室和保加利亚的国家气象

(下转第 7 页)

IAEA : 改善环境

从现在起再过约 25 年,世界人口的大约 60% 将生活在城市地区。同时,许多城市尤其是发展中国家中的城市的规模,正在膨胀到超过基础设施可持续支持它的能力。包括水与空气的污染、卫生条件和臭氧大大减少在内的环境问题,正在给许多新的“大城市”带来严重的人体健康后果。例如在墨西哥城,空气污染每年就造成 12 000 人死亡;在曼谷,由于汽车排气造成的高铅接触量已使儿童的平均智商下降。

本期《技术合作实况》阐明,IAEA 正在如何与各国政府和国际组织建立新的伙伴关系,以评估和计划减轻环境问题,和利用多种核技术以可持续的方式

帮助解决环境污染问题。这些调查研究涉及多种核技术的应用,从利用同位素作为一些污染物的示踪剂的研究到利用电子加速器净化化石燃料发电厂产生的烟道气体。正如上期《技术合作实况》所介绍的,对有关水管理、地热能发电和包括减轻海洋污染在内的环境管理方面的国家计划来说,IAEA 也是一个重要的技术资源。

保卫海洋:

未加控制的人类活动,正在给世界许多地区的海洋环境造



MEL 科学家在波斯湾取样。(来源: MEL)

成巨大损害。象开罗、圣保罗和雅加达这样一些城市,每日都向海洋排放数以吨计的污染物,把近海岸水域变成没有任何水下生命的垃圾场;从而威胁着人们的生计和海洋生态。关于污染物及其与自然海洋过程相互作用的知识,为有效地管理国际水体和预防海洋环境的进一步恶化而做出有资料依据的决定,提供了基础。只有具备这样的认识,才能做出正确的选择。

IAEA 海洋环境实验室 (MEL) 经常帮助成员国处理被污染的海洋和沿岸地区的问题。有多种分析技术可用来调查研究各种水体中的放射性核素的污染、沉降、化学浓集和弥散等问题。MEL 既在实施室内又在野外现场实施的培训计划,旨在提高成员国认识、监测和保护海洋环境的能力。MEL 实验室也是放射性的和非放射性的海洋污染物分析质量控制服务方面的国际中心。

在水文学和环境研究中使用的一些同位素手段

同位素系统	化学形式	应用
^3H $^3\text{He}/^3\text{H}$ ^{85}Kr	H_2O	最近补给的指示; 不饱和区渗入速率的测定; 运输机制; 裂隙流和基体交换的解释; 保护区的描述。
$^2\text{H}/^1\text{H}$ $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	H_2O	补给区域的鉴定; 与地表水互相联系; 描述; 蓄水层泄漏的描述; 盐碱化机制的确定; 灌溉水的再循环; 古水体的鉴定。
$^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$	HCO_3^-	古水体的鉴定; 地下水动态描述; 地下水流动模型的确认。
$^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	NO_3^- NH_4^+ N_2	污染源的确定; 和微生物脱氮作用的鉴定。
$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ $^2\text{H}/^1\text{H}$	CH_4	甲烷源的确定。
$^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$	SO_4^{2-}	地下水中各种污染过程的描述; 酸化过程的描述; H_2S 源、盐分源的确定; 酸性矿坑水研究; 地热系统中地下水流的研究。

调查研究温室效应

同位素技术早已证明其在研究地下水和改善水资源管理方面的价值。最近,这类技术已用于调查研究“全球变暖”和气候变化问题。

覆盖面积超过 600 万平方千米的亚马孙河流域,拥有世界热带森林的大约一半。这个巨大的蒸发流域生存着约 80 000 种植物和约 3000 万种动物,主要是昆虫。亚马孙河排入海洋的水量占世界所有河流排入海洋的水量的 20%。但是,加速的森林砍伐正在严重地威胁着这个举世无双的生态系统,并由此,威胁着全球的环境平衡。

十多年来,IAEA 一直在设法了解这种现象。1985 年,机构开辟了一个支持巴西环境研究的项目。根据这个项目进行的关于改变土地利用对巴西亚马孙流域的生态和气候影响的以同位素为辅助手段的多学科研究,凝聚了巴西几个研究单位的约 80 位科学家的努力。机构供应了实验室设备,并提供了若干次专家组出访以协调当地同行的工作和向其提供建议。当地同行中的 23 人,曾获得资助在国外培训。巴西的这个环境研究项目曾得到瑞典为期 5 年的资助,和巴西以外其他研究组织的支持。FAO/IAEA 联合处和机构的物理和化学处同位素水文学科也提供过技术支持。

亚马孙流域的研究工作于 1993 年结束,通过这些研究确认了一个关于水运输的地区性同位素模型。后者揭示,这个流域 50% 的降水由再循环水构成。再循环



收集到的有关降水数据也许能为长期解决全球变暖问题提供线索。

(来源:J. Marshall/IAEA)

水所占的这一高比例,反映了水循环对森林砍伐的敏感性。象目前这样大规模的森林砍伐,将因向大气的总蒸发量减小而改变地区性水平衡。这将使更多的水通过河流流掉并引起当地温度上升。此外,当今的一些气候模型计算结果均表明,亚马孙森林遭受的完全和迅速的破坏将是不可逆的,这将不仅给局部气候还会给全球气候带来严重后果。

亚马孙河流域研究只是下述的正在扩大的科学担心的一个实例:森林砍伐和能源生产之类的大规模人类活动,会在不久的将来明显地改变世界的气候。由于所谓的“温室”气体(GHG)的浓度稳步增高而引起的全球变暖现象,是这种影响的一部分。天然存在的温室气体主要是水蒸气和二氧化碳(CO₂),它们在调节地球和大气温度方面起重要作用。不过,过多的排放物,主要是来自化石燃料燃烧释放的 CO₂、农业生产中产生的甲烷(CH₄)和各种工业过

程中合成的氯氟烃(CFC),将使温度和降水模式发生变化并使一些自然生态系统遭到破坏。

到目前为止,似乎人因引发的气候变化仍比自然发生的少。不过,气候变化仍然是人类长期严重担心的问题,因为大气辐射平衡的任何改变都将导致蒸发量和降水量的变化。为了了解这些支配全球生态系统的复杂过程,有必要采取一种涉及分析现在和过去气候变化的一体化研究方案。这里的情况又是,环境同位素是很有用的调查研究手段。

IAEA 倡议建立的全局降水同位素网(GNIP)于 1961 年开始运行,当时与世界气象组织(WMO)合作开始在世界范围内调查月降水的同位素组成。主要目的是收集系统性的全球同位素

(下转第 7 页)

简讯：一些项目和新闻事件的最新报道

与乌普萨拉大学的伙伴关系在发展

IAEA 是瑞典乌普萨拉大学的国际科学计划 (ISP) 的理事会会员。该计划旨在通过物理和化学等学科方面的科学家交流和研究生教育交流,提高发展中国家的研究能力。机构正在与乌普萨拉大学一齐做出安排,以加强在这两个领域的合作。

为从他们的所谓“三明治计划”中受益,机构进修人员要在国际科学计划指导下,在国内、在瑞典和在其它北欧国家接受培训,

以获得高级学位并返回家乡,培训他人应用核技术以求得科学发展和经济发展。

这种由 IAEA 发起的培训活动是专门面向最不发达国家 (LDC) 的。来自埃塞俄比亚、纳米比亚、塞内加尔、苏丹和扎伊尔的十余名培训申请者已被选定。IAEA 还正在环境监测和工业废水处理之类双方感兴趣的领域内的技术合作项目的实施方面,得到乌普萨拉大学的积极合作。

对相关学科感兴趣的大学毕业生,欲了解更多情况请与本国的原子能委员会联系。

释放到整个桑给巴尔区的不育蝇

桑给巴尔区采采蝇的根治趋势,继续为最近几周记录“零野蝇捕获”的野外数据所证明。坦桑尼亚坦噶的雌性采采蝇群体已增大到 635 000 只,能够确保每周生产 80 000 多只不育雄性采采蝇。该项目管理组已经决定,增加从该岛南部航空释放不育雄性采采蝇的数量,使之遍布全岛(见“牛的杀手遇到对手”,《技术合作实况》,1996 年 3 月)。

在总干事于 5 月初进行的一次现场访问期间,桑给巴尔区的一位牧主说,因为野生采采蝇蝇口已减小,他的牲畜更健壮了。

调查研究温室效应(上接第 6 页)

(氧-18,氘和氟)数据,以表征降水中的同位素浓度在空间上的和时间上的变化性。收集到的这类数据,已广泛用于以水资源调查、规划和开发为目标的水文学调查研究工作。

这个网络最初有约 100 个气象站,从 60 多个国家和地区收集数据。几年以后,运行中的气象站的总数达到 220 个。这个网络的数据库也已证明其在古气候学研究方面是不可缺少的,并且正在为检验和改进各种大气环流模型提供重要的输入。

为支持这些全球性的调查研究工作,机构在最近 10 年中以 2810 万美元的总预算,通过 13 个技术合作项目,提供了有关同位素应用的培训服务和设备。在这

一时期,来自发展中成员国的 100 多位科学家,通过各种讲习班和培训班,得到了有关学科的培训。通过支持国家的环境调查研究的协调研究计划 (CRP),机构继续提供这方面的支持。例如,阿根廷正在与另外 13 个国家合作,参加一项旨在重建最后的冰川期(20 000 年以前)期间的古气候条件和古环境条件的协调研究计划。从事该计划工作的阿根廷方面的领头科学家是国家原子能委员会的 Hector Osvaldo Panarello 博士。他在 1991 年和 1993 年,参加过机构在拉丁美洲举办的培训班。该计划产生的初步结果是很有意义的,因为它们揭示出全新世与最后冰川期的冰川极盛期之间在温度上有约 5 摄氏度的温差。这些结果对全球气候模拟有重要意义。

控制水污染(上接第 4 页)

学和水文学研究所在内的当地黑海科学研究机构合作。技术合作正在帮助建立当地的科学研究能力和质量控制能力,其目的是收集可靠的和有代表性的基线数据,和最终确保接受援助的科研单位能够靠自己的力量从事污染监测活动。

在两三年内,现在参加该项目的 4 个国家将能够分析海水样品,测定其中所有重要的放射性核素,和应用放射性示踪剂技术来研究非放射性污染物的行为。他们将第一次亲手掌握这些手段来评估曾经富庶的黑海今后的生态命运。有这种知识在手,治理黑海的重任就移交到该地区的决策者、企业和广大民众身上,他们便有义务把这个科学知识转变成积极的环境行动。

拉普拉塔河污染追踪

蒙得维的亚有理由以自己的城市河滩自豪。这些由若干个长长的滩段组成的河滩,展现在乌拉圭首都前沿的拉普拉塔河河岸上。但是,最近几年这种自豪中已融入某种担心,因为例行采集的样品开始显示,每 100 毫升水样中的大肠杆菌数超过 3000 个。这样高的细菌含量证明河中存在污水,但其准确来源却尚未得知。

拉普拉塔河是一条不寻常的河。如果它的水是清的和咸的,那么可以说它是一个海。事实上,它是由巴拉那河和乌拉圭河这两条大河的流出水形成的一个大流域。它夹持在阿根廷和乌拉圭之间,形状象一只倒放的漏斗,河水由西北向东南流入大西洋。在这条褐色的河流汇入蔚兰色的大西洋的地方,河口宽度超过 100 千米。

拉普拉塔河的污染问题不局限于有机物。这个广阔的流域充满来自蒙得维的亚湾周围数百家小制革厂的工业废物和来自乌拉圭第一港口的流出物。由于受到严重污染,一度很有名的卡拉斯科河滩游览胜地已关闭多年。蒙得维的亚 150 万居民中大部分人居住在紧靠拉普拉塔河的地方,人们频繁地利用这个流域捕鱼和休养。但是可用来解决日益增多的环境问题的资源和数据是有限的,而且很多仍是未知的。

虽然蒙得维的亚许多年来一直在建设现代化的污水系统,但是该系统仍不完善。许多未经处理的污水被排入两条小河即潘塔诺索河和米格莱特河。它们污染着蒙得维的亚湾和拉普拉塔河。蒙得维的亚目前专设的污水处置系统的主要部分,采用被称为“排出口”的久经考验的技术,即用管



污染威胁着乌拉圭的河滩。

(来源:J. Marshall/IAEA)

道输送来自一个河岸站的污水,并在数千米以外和约 10 米深处,把污水排入拉普拉塔河中。污水是在计算好的能将污水分散到使细菌死尽的压力下排出的。

追踪污水和其他污染物在这个广阔流域中的运动,是一项艰巨的高技术任务。1991 年开始的一个 IAEA 技术合作项目曾采用同位素技术,确认当特殊情况下河水流、潮流、风和洋流联合作用时,来自拉普拉塔河排出口的污水,有可能偶尔返流到河滩附近。但是,该项目也幸好证实,这个流出系统正在很好地工作。该项目产生的有关这条河流水动力学数据,正被乌拉圭环境部、卫生部和工业部,以及蒙得维的亚市政当局用做城市计划中的输入。现在这些部门正在与 IAEA 的对应方核技术管理局(DINATEN)合作监测污染和规划补救行动。

借助项目提供的培训、专门知识和技术,包括若干 γ 计数器、一个 γ 探测系统和一台自动多样品分析器,以及一些用于在不同深度处取水样的装置,DINATEN 与市政当局已经提高了他们的环境监测能力。

另外还规划了一些其他 IAEA 技术合作项目,以便系统化地提供帮助。虽然那个起始项目是以水流型式为重点,但目前即将完成的第二个项目,则是在拉普拉塔河流域和蒙得维的亚市海洋一侧的不同地点,使用同位素示踪剂和荧光示踪剂,来研究沉积物的运动情况的。预计 1997 年开始实施的一个新项目,将分析蒙得维的亚湾及其周围的沉积物中的污染物含量,以及这些污染物的“年龄”,以便计划人员能够了解在过去的 30—40 年里那儿都沉积了些什么东西。机构将提供一些专家服务和培训,以准备一些很专门的现场设备,例如带探测器的采泥器,并进行示踪剂注入和测量工作。在这个流域将首次使用,借助环境铅-210 测定沉积物年龄的技术。

通过同位素技术逐步产生的科学证据,正在为乌拉圭各主管部门制定合理的环境政策和采取有效的补救行动,提供可靠的基础。这是一个长期的过程,它需要有牢固的发展的合作关系——IAEA 本身已承诺在乌拉圭和其他许多发展中成员国中保持这种合作关系。

《技术合作实况》是由 Maximedia 为 IAEA 印制的。所含报道文章可免费复制。欲知更多信息可与 IAEA 技术合作司计划协调科(P. O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria. 电话: +43 1 2060 26005; 传真: +43 1 2060 29633; 电子邮件: foucharp @ tcpol.iaea.or.at)联系。

高的推断区分开来。

虽然,别的肿瘤在发病频度上都没有可与甲状腺癌相比的增加。因此非常可能的是,碘放射性同位素的照射是甲状腺癌增加的原因。已知碘放射性同位素在落下灰中一直呈高水平存在着;它们高度浓集在甲状腺中,结果甲状腺中的辐射照射是其他组织的很多倍。虽然找不到有关受放射性碘照射与甲状腺癌发生间的因果关系的绝对证据,但间接证据是很有力的,而且这种增加没有其他似乎合理的解释。

人们不可能确定无疑地预测,发生甲状腺癌的相对高的风险是否仍将保持在目前水平上;这需要5年以上的观察。滤泡状癌的潜伏期可能比乳头状癌的长,在以后年月里其发病率也许增高。外部辐射方面的证据表明,照射后20年内相对风险会增高,然后会降低。但是,照射后40年增加的风险依然存在,因此当考虑受照射人群甲状腺癌将来可能发生率时,应慎重做这种假设。

如果在目前受照射地区呈现的趋势基础上利用相对风险模型估计将来的风险,那么戈梅利州那些儿时受照的人的发病率将是联合王国的200倍。由于有很多不确定性,准确预测将来甲状腺癌的预期数是不可能的。然而,就提前规划筛选和健康护理而言,考虑大量增加是一种可能的结果将是明智的。

成人甲状腺癌在大多数病例中是恶性较低的肿瘤;仅在少数病例中造成死亡。这种癌在非常幼小的儿童身上有相当大的侵害性,需要长期的随访治疗。在白俄罗斯和乌克兰观察到的患者数量,对于治疗和我们了解核事故落下灰照射与恶性肿瘤随后发生之间的关系,都构成一大难题。

非常幼小的儿童对随后发生甲状腺癌的增加的易感性虽然需要进一步研究,但这似乎使我们能够针对一些风险最大的人群进行筛选工作。 □

健康效应

由专题会议1:“临床观察到的效应”主席、美国新墨西哥大学 Fred A. Mettler 博士提出的报告。本报告回顾了1990年实施的国际切尔诺贝利项目调查得出的健康危害。

国际切尔诺贝利项目(ICP)是在切尔诺贝利事故发生后约4年半的1990年实施的。该项目的健康效应部分是12个国家的约100名医生和科学家联合努力的结果。由于严重污染区域很大(从被毁反应堆堆址向外延伸数百千米),该项目的设计曾是困难的。最终,该项目被设计成利用与临近未受污染居住区居民的年龄相仿人群相对照的方法。

ICP是为研究与仍然生活在高污染土地上的人有关的问题而专门设计的。这些人继续受辐射照射,因而存在一些与干预和降低潜在剂量有关的迫切问题。众所周知,那里有几十万受到照射的应急工作人员,但1990年没有降低这些人群的剂量的可能性。1988—1989年国际红十字会和世界卫生组织向该地区派遣过一些健康评价组。这些活动虽然都是较小的项目,但得出了与ICP基本相同的结论。

与ICP有关的出版物已有不少,包括简短总结和综述。该项目的“技术报告”有500多页。该报告多方面的科学说明、有限的可利用性和价格,无疑使很多人无法实际阅读它。有关该项目的一些总结是通常最易获得的文献,一直被公众和传媒看到的正是这些东西。不过,认真关注该项目的人应该获取并阅读得到该项目国际咨询委员会* 研

* *The International Chernobyl Project: Technical Report*, STI/PUB/885, (ISBN 92-0-129191-4) published by the IAEA, Vienna (1991).

可的“技术报告”。

重要的是要检查 ICP 健康效应组得出的具体结论,并根据 1996 年 4 月国际切尔诺贝利大会上介绍的另外 5 年的研究成果,看它们如何经得住检验。

健康效应组收集过有关当地医生表示关切的一些问题的大量数据。这里介绍我们曾研究并得出结论的问题的几个实例。尽管有些儿童患贫血症,但清洁居住区和受污染居住区在这方面没有差别。由于倾倒在被毁反应堆的那些材料的潜在辐射,铅中毒曾是许多父母担心的问题。所有乡村儿童的血中铅含量,普遍低于西欧和美国的通常水平。这些和 ICP 的其他结论已被其他的研究组证实。

至于免疫问题,1990 年人们已认识到整体淋巴细胞水平未受影响。ICP“技术报告”提到,“这个独立医学组仍不能绝对地说,当地人口没有一些细微的免疫学变化;不过,即使有这类变化,其临床重要性似乎也微不足道。”尽管 1996 年 4 月切尔诺贝利大会曾收到若干篇有关免疫学异常的论文,但它们在结论和时序方面彼此间有明显差别。尽管传媒一直声称存在“切尔诺贝利爱滋病”,但在大会上没有支持这一概念的论文和共识。

1990 年 ICP 得出结论:在对照居住区和受污染居住区,都有过一些明显的非辐射相关健康问题。接受检查的人有 10%—15%需要迅速医治。高血压和牙病被指出是主要的公众健康问题。其他医学组的随后工作支持这一结论。最近 5 年中,中风、心脏病、事故、自杀和酒精中毒等非辐射相关健康问题,已使前苏联大部分地区的人均寿命降低。

ICP 的各健康效应组,把主要精力用在儿童身上。直到 1990 年,从胎儿畸形数据还找不出有关明显的辐射相关增加的证据。1996 年切尔诺贝利大会上人们就这个让人情绪激动的问题发表的意见和论文表明,尽管大多数科学组认为不存在辐射相关增加,但仍有些人觉得存在某种效应。

ICP 的心理学调查表明,生活在受污染

居住区的多达 90%的人认为他们患有或可能有某种由辐射照射造成的疾病。饶有趣味的是,在清洁居住区相应的百分数为 75%。“技术报告”中对心理学问题所做的总结是:“与切尔诺贝利事故有关的心理学问题是主要的。大多数人有着出自内心的担忧,而且从他们所处的环境考虑,他们现在的行为不是没有道理的。”这些结论后来被许多科学组证实,而且 1996 年切尔诺贝利大会上的许多发言人认为心理学问题仍然是当今主要的健康效应。

显然,对甲状腺问题的担忧过去有,现在仍有。这一问题与甲状腺增大、小节和癌有关。1990 年,通过触诊发现约 3%的儿童甲状腺增大,0.5%的儿童甲状腺有小节。但是,在清洁和受污染地区间没有统计学上的差别。近 5 年发表的并提交给 1996 年切尔诺贝利大会的论文表明,人们在甲状腺小节目目前是否有所增加方面几乎没有共识。

ICP 的大部分工作是估计将来的健康效应,尤其是白血病和癌。1990 年所做的健康数据评述表明,切尔诺贝利事故前和事故后,癌发病率每年都在增加。增加的速率似乎是稳定的。虽然癌发病率在最近 5 年一直以几乎同样的速率继续增加,但近来寿命降低的主要原因并不是癌。

1990 年人们主要担心的是甲状腺癌。我们在“技术报告”(第 510 页)中说过,“审议过的现有数据没有为确定作为切尔诺贝利事故一个后果的白血病或甲状腺癌发病率是否一直有所增加,提供充分根据。这些数据不够详细,不能根据它们排除一些肿瘤类型发病率增加的可能性。”

健康效应组还被要求估计将来的及终身的健康效应。由于我们既不知道成千受污染居住区各区受到的准确剂量,也不知道各区人数,ICP 给出了一个有代表性的居住区的例子,并指出那些预期的后果按理应该是什么。我们用过一个有 10 000 居民、70 年外辐射剂量为 0.1 Sv 的假想居住区。我们预计在这样一个典型的村庄里,在 70 年时间内甲状腺癌发病率几乎会翻一番,白血病约有 40%的增加,所有癌死亡约有 3%的增加。



ICP“技术报告”说：“预期大多数甲状腺癌将发生在儿童身上，因为儿童甲状腺吸收的剂量较大，与成人相比他们寿命较长而且更敏感。”它还说：“因为事故期间释放过大量放射性碘，所以可以预计今后数十年间会有辐射导致的过量甲状腺癌病例。这一风险与事故后头几个月甲状腺吸收的剂量有关。”

ICP 还指出，“所报道的儿童中甲状腺剂量的估计值如此之高，以致于将来甲状腺肿瘤发病率会有统计学上的增加。”它还指出，“某些高风险人群(如甲状腺吸收剂量高的儿童)将需要一些以其潜在风险为基础的专门医疗计划。”我们的确指出过，由于资源有限，随访所有受到照射的人费用太高也不切实际；WHO 提出的集中力量针对高风险人群搞国际联合研究的建议，应该得到支持。这一建议尚未被采纳。现在仍有许多相互竞争的科学研究，它们涉及一些相同的问题，尤其是与甲状腺癌和白血病有关的问题。

总之，国际切尔诺贝利项目是一个历史性事件。它是科学家、医生和普通百姓合作进行的一项空前的国际努力。健康效应组得出的结论有助于把注意力集中在重要领域。



ICP 健康效应组的医生检查白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰城镇许多儿童的健康情况。来自 12 个国家的 100 多名医生和科学家参加了 1990 年的 ICP 项目。

(来源: Mettler/USA)

1996 年切尔诺贝利大会的副标题是“总结事故后果”。这有该问题已经结束的含义。从原子弹轰炸幸存者的数据可知，任何关于人群接受大剂量辐射照射的后果的最终总结，至少要用 50 年而不只是 10 年才能完成。人们主要关心的将仍然是儿童中的种种效应和一些心理学问题。 □

长期健康效应

由专题会议 3:“更长期效应”科学秘书、法国国际癌研究机构的 E. Cardis, 该专题会议副主席、白俄罗斯医学技术中心的 A. E. Okeanov 教授和均在该专题会议专家委员会服务的俄罗斯联邦医学放射学研究中心的 V. K. Ivanov 和乌克兰科学中心辐射医学部的 A. Prisyazhniuk 提出的报告。*

如果日本原子弹轰炸幸存者和其他受照射人群的经验可以借鉴,那么预期的切尔诺贝利事故重大放射学影响将是癌造成的死亡。过量癌死亡的总寿期数在“清理人员”(1986—1987 年受雇进行应急和恢复工作的人员)和“受污染”区域的居民中将是最大的。由于个人剂量和低剂量延迟辐射照射效应的准确数量方面存在不确定因素,对此过量数的任何估计都很不明确。不过,目前我们的最适当估计数是:在 1986 年到 1987 年期间工作的近 200 000 名清理人员中终身过量癌死亡人数约为 2000;在受污染区域的约 680 万居民中,相应数为 4600。在这两组人群的癌死亡预期各为 41 500 和 800 000 的基数下,要在流行病学上探知出这一数量的增加是极其困难的。

根据来自其他受辐照人群的数据,迄今(即事故后头十年内)预期的重大放射学影响是白血病。这种增加预期主要出现在清理人员中;实际上,如果日本原子弹轰炸幸存者的经验可以借鉴,那么在这一人群中的这种增加用流行病学方法应是可探知的。清理人员中白血病例的增加虽然已有报道,但报

道的增加量不一致。而且,这些增加量很难解释,因为病例尚未得到全部核实,而且这些增加量也许反映的是下述两种情况产生的结果,即对清理人员加强了监测;和这些国家由于在切尔诺贝利事故发生之时系统化集中癌登记能力有限,人群病例登记有漏。迄今未见增加量一致的报道。不过,最近的一些报道只涉及两年期间的情况,因而大大降低了探知这种增加的能力。

在白俄罗斯、乌克兰和俄罗斯受污染较重地区,观察到那些儿时受到照射的人中甲状腺癌有增加,增加率比根据以前研究结果预测的高得多。这些增加也许可以解释为,当地人的因素或环境因素使当地人群特别易患甲状腺癌;或以前对甲状腺吸收剂量估计过低;或极短寿命碘同位素有较强的致癌能力。在清理人员和普通人群中甲状腺癌的增加目前也有所报道;不过,由于上面提到的原因,在将这些增加归因于切尔诺贝利事故之前必须对其进行核实。

现在有一种倾向将一段时间癌发生率的波动和(或)增加均归因于切尔诺贝利事故。不过应该指出,在该事故前的几十年里,已观察到几种癌的发生率在一些国家有所增加。有报道说,近些年在前苏联许多地区死亡率普遍增加,而这种增加似乎与辐射水平无关。在解释研究结果时,必须考虑这种情况。

还有报道说,受照人群尤其是清理人员中,除癌以外的若干非特定有害健康效应的频度有所增加。这些调查结果难以解释,因为受照人群接受了比一般公众更加细致和有效的健康随访。

由动物实验结果得知,辐射照射后除癌外遗传疾病还可能出现少量增加。根据这些数据,这起事故辐射诱发的遗传效应预计发生率应很低;在受照人群的活产儿中占有所有活产儿的 0—0.03%,和占其中所有遗传疾病的不足 0.1%—0.4%。

在考虑切尔诺贝利事故辐照所致可能健康效应的种种预测时,重要的是承认目前对受照人群所受剂量的估计不确定;尤其是,对事故初期所受剂量不很了解。此外,人

* 本文作者向专家委员会委员、美国劳伦斯利弗莫尔国家实验室的 L. Anspaugh, 向顾问、日本辐射效应研究基金会的 K. Mabuchi, 以及顾问、乌克兰科学中心辐射医学部的 I. Lichtarev 致谢。

群因切尔诺贝利事故而受到的照射,(在类型和形式上)不同于日本原子弹轰炸幸存者所受的照射。因此,根据对这些人群的研究结果作出的预测是靠不住的。尽管预计到由于切尔诺贝利事故的结果儿童中甲状腺癌发生率会增加,但是不能预测这种增加的程度。切尔诺贝利事故刚过十年,而根据对其他人群的流行病学研究结果,除白血病以外癌发生率的任何增加,通常至少要在照射后10年才可看到。因此,为评估该事故的这种公众健康影响必须继续监测人群的健康情况,虽然切尔诺贝利事故辐射造成的癌(清理人员中的白血病和甲状腺癌除外)增加或许很难探知。

为了研究观察到或预测到的效应,对部分人群和疾病进行流行病学研究也是必要的。从仔细研究中或许能够得到尤其是有关低、中剂量范围内照射量率和照射类型的效应,以及有关可能缓和辐射效应的因素等重要信息。因此,这类研究或许对今后任何事故照射情况下患者和普通人群的辐射防护有重要影响。对调查剂量关系来说,群体和

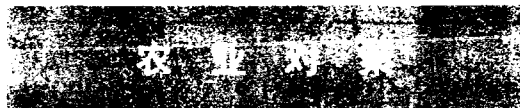
个体控制研究通常比说明性研究有用得多。不过,为了提供情况,有关切尔诺贝利事故后果的研究必须满足几个重要准则:研究必须涉及大量的受照对象;随访必须是完整的、非选择性的;精确和准确的个人剂量估计值(或照射标志)必须是现成可用的。尤其是,流行病学研究的可行性和质量主要取决于,以基本人口为基础的登记簿的存在与否和质量好坏,以及将来源于不同数据源的有关个人的信息联系在一起的可行性。

总之,切尔诺贝利事故后十年,除那些儿时受到照射的人中甲状腺癌有引人注目的增加外,迄今没有找到证据,证明在三个受影响最重国家中因切尔诺贝利事故产生的辐射照射造成的重大公众健康影响。在一切癌的发生率或死亡率方面,尚未发现可归因于该事故的重大增加。尤其是尚未发现白血病发病率有重大增加,甚至是在清理人员中。这种病是辐射照射后备受关注的疾病之一。这与根据对其他受到辐射照射人群尤其是日本原子弹轰炸幸存者研究所做的预测基本上一致。 □

国际切尔诺贝利大会新闻发布会,事故的健康效应在会上受到密切关注。

(来源:Pavlicek/IAEA)





由被指定参加国际切尔诺贝利大会的 FAO 参加者、IAEA 塞伯斯多夫实验室内的 FAO/IAEA 农业和生物技术实验室主任 John I. Richards 和 FAO/IAEA 核技术用于粮食和农业联合处农业化学和残留物科科长 Raymond J. Hance 提出的报告。

切尔诺贝利事故的教训之一是,距离事故场址数百甚至数千千米的农业耕作易受核事故的影响。因此,不管一个国家是否拥有自己的核计划,都需要就可减少农产品污染的对策制订计划。这类计划的主要目的应是,将农作物和动物产品的放射性污染减至最小,并尽可能和尽快恢复土地的生产使用。这些目的必须使政府付出的费用与给人体健康带来的好处相平衡,使日常生活所受干扰与社区所获福利相平衡。这些计划需要明确规定食品和饲料须进行干预的辐射水平;并且需要包括一系列对策,以便在各种可能的事故后实施这些对策保护农业。

国际上已为制定干预水平确定了若干准则。总的来看,食品法禁止不安全的污染水平,但不区分污染物是农药残留物、重金属、毒枝菌素、病原微生物,还是放射性核素。针对对健康风险低或难完全消除的低污染水平,要确定一些允许食品被买卖和消费的污染水平。这样的限值必须毫不含糊,以便易被所有与执行这些限值有关的人理解。

FAO/WHO 食品规范委员会已制定了适用于进入国际贸易的食品的国际放射性核素污染水平。(见表。)许多国家在它们的国家法规中采用了这些标准,其部分原因是国际上认可的干预水平有助于维持对国家主管部门的信任、信心和信赖,并防止相反情况下沿相邻国家边界可能出现的异常。此

外,食品规范委员会的标准还将为世界贸易组织所采用。

这些水平是以若干保守假设为基础的,以便确信对终身接触基本上没有影响。因此,在没有替代食品的情况下,较高的水平在短期内是可以接受的。另一方面,例如在外部辐射对总剂量有高贡献的情况下,较低水平或许是适当的。

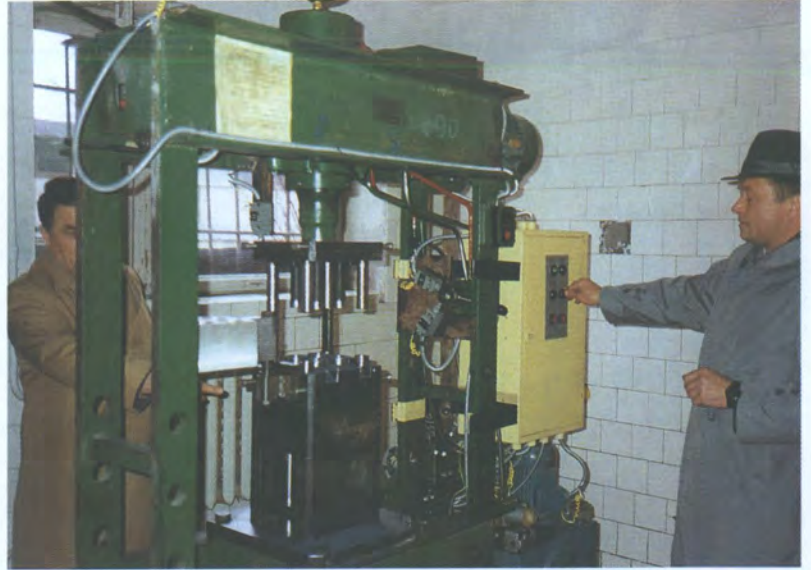
在这种背景下,可以看到农业对策的一个重要目的是,最大限度地生产出能通过干预标准的粮食量。

农业对策

FAO/IAEA 核技术用于粮食和农业联合计划,以三种方式处理过农业对策问题。第一种方式是,尽可能多地将切尔诺贝利事故后获得的信息和经验集中起来以便制定农业对策的细则。第二种方式是,帮助受影响成员国制定和实施具体对策。第三种方式是,支持能够产生可用来完善现有对策和制定新对策的数据的工作。

《放射性核素事故释放后的农业对策细则》(IAEA 技术报告丛书 No. 363, 1994)。切尔诺贝利事故促进了大量科学研究,使处理事故后果的人获得了许多实际经验。这份由 19 个国家的近 40 名科学家编写的文件,总结了所产生的信息。其目的是就制定应急响应计划,提供一般建议。主要内容有:引入农业对策的总体战略;对可用于决策现有对策的评述;和国家具体细则制定导则。(该文件俄译本为 IAEA TECDOC-745。)

为保护农业部门(人、土地、农作物和牲畜)免受核事故影响而采取的措施的有效性取决于预先制定的计划。《细则》概述了制定这种应急计划的战略。这种应急计划不仅应规定采取迅速短期行动要遵循的准则,还应规定采取长期行动要遵循的准则。后一种行动对维持公众对主管部门能力和诚实的信任极有用。



在白俄罗斯南部受切尔诺贝利事故放射性沉降物影响的地区,小农户正在运用一些对策来减少牛奶、肉和其他产品中的污染水平。他们正得到由挪威政府和 FAO/IAEA 联合处支助的一些项目提供的援助。照片所示为该地区一个典型小农户;用于混合“普鲁士兰”化合物和压制药丸的设备,这些药丸可用来降低奶牛体内的放射性铯水平;以及正在对喂服了普鲁士兰的牲畜进行身体 γ 辐射监测的科学家。(来源:Richards/IAEA)



国际贸易中采用的事故性核污染后食品中放射性核素的指导水平

单位摄入量因子	代表性放射性核素	水平(Bq/kg)
一般消费食品		
10 ⁻⁶	铯-241, 铯-239	10
10 ⁻⁷	铯-90	100
10 ⁻⁸	碘-131, 铯-134, 铯-137	1000
牛奶和婴儿食品		
10 ⁻⁵	铯-241, 铯-239	1
10 ⁻⁷	碘-131, 铯-90	100
10 ⁻⁸	铯-134, 铯-137	1000

注: 这些水平只适用于事故后进入国际贸易的污染食品的放射性核素, 不适用于饮食中经常存在的自然发生的放射性核素。食品规范委员会的这些指导水平在核事故后一年内依旧适用。所谓事故是指这样一种状况, 放射性核素向环境不可控制的释放使将进入国际贸易的食品受到污染。

《细则》确认考虑对策分两个不同阶段。在规划和准备对事故作出的响应时, 应联系各种可信事故情景对一些可能的保护行动作大体评估。据此, 可以制定事故后立即可用的和短期可用的第一批行动准则。这些行动计划需要一个数据库, 应包括有关铯和锶同位素在当地土壤、水、植物、牲畜和鱼之间迁移的数据。这些同位素是最有可能给农业带来不止是短暂问题的同位素。此外, 它还应包括有关土壤、气候类型、当地饮食偏好和一些可行对策及其代价的估计值的数据。还必须建立放射性同位素分析实验室网络。

第二阶段一般开始于实际事故发生一段时间以后。届时, 已掌握了有关事故性质和可能后果的具体资料, 于是可以考虑采用具体的保护措施。不过在很多情况下, 对策的选择将受该地区社会因素和基础结构的限制, 所以决策用数据库将这类资料也包括

在内是重要的。

《细则》接着继续考虑具体的农业对策, 并评估其效力。这类对策处理的是人群中的长期健康效应问题; 辐射照射对植物和牲畜的较直接影响未被直接考虑。

在放射性落下灰沉降之前或沉降期间可采取一些措施, 如让牲畜进舍, 遮盖贮存的饲料和粮食。如果警告及时, 在沉降发生前收获农作物(草、谷物、经济作物)或许是可以做到的。

沉降发生后的前几个星期适用的对策特别是要减少碘-131 等短寿命放射性核素产生的照射。因此, 农作物可被收割和贮存, 或推迟收割, 使放射性在消费前衰变掉。同样, 可将被碘-131 污染的牛奶转化成可贮存的产品(如奶粉、奶酪)。

一旦放射性污染在生物圈散布开来, 便需要采取范围更广的对策。采取的这些对策中, 要考虑相关放射性核素从土壤向食物链的迁移。例如, 由于植物的矿物质摄取量与各种离子的可获得总量和相对丰度有关, 所以施用高含量钾肥可以减少放射性铯的摄入量; 施用石灰肥料, 通过增加钙含量可以减少放射性铯的摄入量。有时, 可以换种比一个地区通常的种植物积累放射性核素更少的作物或品种—例如, 用谷类作物代替多叶蔬菜和牧草。另一种可行做法是, 在能加工可食用产品并且污染得到降低的地方种植甜菜和油菜之类作物。为了在一切可能的地方维持某些形式的农业活动, 必须考虑种植纤维用亚麻和棉花、润滑油或生物燃料用油籽, 和观赏植物等非粮食作物。最后, 如果有合适的犁, 通过深耕掩埋被污染的表土对大农场来说可能是有效的方法。

通过限制牲畜对放射性核素的摄入或减少其吸收, 可以非常有效地减少牲畜产品的污染。用未受污染的贮存饲料饲养, 是第一种办法的例子。使用普鲁士兰(后面将详细讨论)是第二种办法的例子。就肉用牲畜来说, 也许只有当临近屠宰时才有必要用未受污染的饲料饲养, 这是因为有关放射性同位素的生物半衰期很短, 例如铯的不同种类放射性同位素生物半衰期约为 2—4 周。从

牧草污染水平 (Bq/kg)	日摄入量 (kBq)	肉		牛奶	
		铯-137 平衡水平 (Bq/kg)	服用药丸后的 铯-137 水平 (Bq/kg)	铯-137 平衡水平 (Bq/kg)	服用药丸后的 铯-137 水平 (Bq/kg)
250	17.5	280	90	112	34
500	36	700	234	280	94
1000	70	1400	450	550	186
1500	105	2100	700	840	280
2000	140	2800	920	1120	374
3000	210	4200	1400	1680	560
5000	350	7000	3000	2800	920
10000	700	14000	4600	5600	1860

该表说明牧草污染水平和肉及牛奶中铯-137 水平间的关系,以及投放药丸对肉和牛奶水平的影响。

* 假设每头牲畜日摄入鲜草 70 kg。

理论上说,这种办法应该辅之以监测屠宰场或农场的活牲畜,以确定哪些牲畜需要继续使用未受污染饲料饲养一段时间。对于猎物,在动物有季节性觅食习惯的地方,改变狩猎季节也许有效。例如,可能受到严重污染的蘑菇和地衣常常在秋季最充足,所以在此期间不应狩猎动物。

这只是对策的一些例子;还有更多的可行做法。不过,要就是否实施这些对策和哪些对策合适做出决定,需要取得有关放射性污染的性质和程度的资料。由于要产生有效的响应需有可观的基础设施,因此《细则》中有一大章节与组织结构有关。最后,该文件简单回顾了部分国家对切尔诺贝利事故的响应。

在受污染地区帮助采取对策

切尔诺贝利事故后,在白俄罗斯、乌克兰和俄罗斯西部实施的许多对策,使国营和集体农场生产的牛奶和肉的放射性铯污染大大减少。不过,由于经济原因许多对策难

以被小规模农场实施。1990年,多达 50 000 头奶牛仍在产出超过临时允许水平或 TPL 的牛奶(在白俄罗斯为 111 Bq/L;在乌克兰和俄罗斯为 370 Bq/L)。因此,需要一种简单、有效和费用低的替代方法。

由挪威政府发起的一个项目,制定了用所谓“普鲁士兰”(PB)的若干化合物的混合物降低驯养和野生反刍动物的放射性铯水平的对策。该项目以联合国名义实施,涉及挪威农业大学和辐射卫生研究所、乌克兰基辅农业放射学研究所、白俄罗斯奥布宁斯克农业放射学全联盟研究所分所,以及贝尔法斯特女王大学。IAEA 塞伯斯多夫实验室、FAO/IAEA 核技术用于粮食和农业联合处和 IAEA 核安全处向三个国家的主要对口研究机构提供了在影响最重村庄进行试验所需的合作、专家服务、设备和材料。

1990—1992 年进行的成功试验涉及白俄罗斯 21 个村落的 3000 多头牛、乌克兰 54 个村落的 10 000 头牛,以及俄罗斯一些村庄的许多牛。此后,三国农业部长都批准在牲畜中广泛使用 PB,以减少牛奶和肉中的铯-137 含量。

对策对牛奶和肉中铯-137 水平的影响

益处	说明
个人剂量减少	总体减少约 60% (在从土壤进入到草的摄入因子特别高的地区可能达 80% 以上)
集体剂量	可能达几百人·Sv; 因为独联体(CIS)正在采用极低的 TPL, 所以集体剂量较低。然而费效比高。
额外牛奶产量	每年额外又有 5000 万升牛奶符合 TPL, 不需要分配“清洁”饲料和牛奶。
牛奶生产所需清洁饲料	“清洁喂养”所需时间可减少 40—50 天, 从而使所需的“清洁”草场面积减少到 1/5。
社会益处/心理益处	约 50 000 农民可恢复传统耕作, 同时其福利感觉和生活质量有所提高。许多预定迁居的农民将不必搬家。
补偿	因超过年标准而得到补偿的人数可减少约 50%。

使用普鲁士兰化合物的益处小结

“普鲁士兰”指若干铁的六氰铁酸盐; 氰铁酸铁氨 (AFCF) 可能是最常用的铯束缚化合物。以药丸形式喂给反刍动物, 或掺入复合浓缩饲料中, 或洒入舐盐中, 或简单地喷在饲料上喂给反刍动物的 ACFE, 在反刍动物的肠内与食入的放射性铯反应形成一种络合物, 它在粪便中被排除掉而不会进入动物血液。粪中被 PB 束缚的放射性铯只能被植物缓慢吸收。根据喂入的 PB 化合物的剂量和类型, 食入受污染饲料的牛产出的牛奶和肉中的放射性铯可减少 1/2—7/8。这大大减少了对人类消费者的内剂量, 从而常常足以使村民留在污染区。结果, 减少了迁移整个村落的必要性及其伴随的创伤, 并避免了巨额费用。正如所料, 采用 PB 化合物的好处得到农场主和政府的极大欢迎。

尽管在国营和集体农场已实施了一些成功的对策, 而且在以前受到污染的土地上现在已生产出放射性核素含量低到可被接受的粮食, 但公众对来自这些地区的“清洁”粮食的认可仍是个问题。因此, 白俄罗斯和乌克兰主管部门渴望以其他方式使用这种土地。IAEA 技术合作司通过其与粮农组织的联合计划, 目前正在支持白俄罗斯的一项旨在调查用油籽作物 (主要是油菜籽) 作为替代作物的可能性项目。初步研究结果表明, 用在放射性铯水平为 15—40 Ci/km² 的土地上产出的某些品种的油菜籽榨出的油不含这种放射性核素 (和放射性铯); 污染只限于禾秆和残留的油籽饼。1995 年, 白俄罗斯主管部门在大约 20 000 公顷的受污染土地上播种了油菜籽, 并打算把油菜籽油提炼成目前不得不进口的润滑油。如果这个项目成功, 供生产润滑油用的播种土地面积将扩大 2—3 倍。

此外, IAEA 也在帮助乌克兰提高技术和改善设施, 用于测量、控制及随后减少食品中放射性核素。该计划以奥夫鲁奇牛奶罐装联合企业为基础, 该企业每天加工 200—500 吨牛奶, 其大部分来自切尔诺贝利污染区内的农场。美国政府目前正在提供额外资源, 以协助评估商用磁分离系统用于液态牛奶去污的可能性。

数据的产生。白俄罗斯正在通过 IAEA 的这项技术合作计划得到援助, 获取更多有关土壤、森林和水体中放射性核素存在和迁移的数据。这些数据将用于预测把污染地区恢复到正常经济活动有多大成功可能性和所需的时间。

运用取得的经验

有关放射性核素在生物圈的不同组成部分间迁移的数据和处理核事故后果的经验, 大多局限于温带地区, 主要是欧洲的温带地区。不过, 世界有些地方的核电站如果发生事故, 可能会影响到热带国家。因此, 正



在实施一项涉及 IAEA 辐射与废物安全处和 FAO/IAEA 联合处的协调研究计划 (CRP), 目的是测量放射性铯和放射性锶从土壤进入到主要热带作物及从水进入到热带鱼的迁移因子。这些数据对于规划对策和确定热带工业废物中放射性核素的可允许水平将是重要的。此外, 还有计划要设立另一项 CRP, 以考察在欧洲已证明有效的对策在热带条件下的效力。

在设计和实施农业对策时, 应更多地考虑整个被污染环境尤其是森林和水体的管理问题, 因为它们同农业用地有种种相互作用。有必要针对牲畜饲料和草场制定二级参考水平(所谓“操作干预水平”)。这需要额外的有关迁移因子的数据, 或至少要重新考查现有的知识。

现在已有一系列农业对策, 可用来减少

食物链中放射性铯污染的影响。在放射性锶污染方面, 情况有些不同。为改善这种状况, 需要进行大量实验室和现场研究与开发工作。例如, 虽然已提出若干种材料用于选择性地吸收/吸附食品中的锶, 但因数据不充分, 尚无一种被明确推荐。对于液体食物产品, 目前有商业上现成可用的过滤器和磁分离器等替代手段, 尽管它们还未在受污染地区中普遍存在的条件下接受过严格评价。

总之, 切尔诺贝利事故突出了这样的必要性: 每个国家制定好一套农业对策, 以备核事故情况下立即使用。在许多对策的效用和为实施这些对策所需的基础设施的效用方面, 已取得许多经验。为确保这些经验得到运用, 还要做工作。这一点对热带环境特别重要, 因为我们的经验大多是在温带气候条件下取得的。 □

在白俄罗斯, IAEA 支持的一项技术合作项目正在调查用油菜籽(背景)作为某些受污染土地可替代轮作作物的可能性。

(来源: Richards/IAEA)

核安全方面

由 IAEA 核安全司安全评价科代理科长、专题会议 7:“核安全补救措施”科学秘书 Luis Lederman 提出的报告。

1996 年 4 月 1—3 日,在奥地利维也纳 IAEA 举办了一次“切尔诺贝利事故后 10 年:核安全问题”国际论坛。这次论坛是由 IAEA 在联合国人道主义事务部(UNDHA)合作下组织的。论坛的目的是审议切尔诺贝利事故以来,为改进 RBMK 型反应堆和切尔诺贝利被毁堆封隔构筑物(石棺)的安全性所采取的措施。在次周举行的国际切尔诺贝利大会上报告了论坛的结果。

本文介绍安全论坛关于切尔诺贝利型反应堆(RBMK)安全性和切尔诺贝利核电厂厂址本身状况所作的结论的摘要。

事故起因

在过去的 10 年,许多科学家小组已对导致 1986 年 4 月 26 日切尔诺贝利核电厂 4 号机组事故的事件进行了调查研究。虽然对事故中所涉及的某些现象的细节的了解还存在一些空白,但人们根据所获得的知识足以判定事故的起因和采取有效措施来防止此类事故的再度发生。

从今天的观点看,事故的主要起因可概述如下:

- 反应堆物理设计和停堆系统设计存在严重缺陷;
- 高能耗运行工况下的高正反应性空泡效应;
- 事故前反应堆工况下的正紧急停堆效应;
- 未能将运行反应性裕度(OMR)纳入

堆保护中;

● 主管部门缺乏安全文化,从而导致无力纠正重大缺陷,虽然在事故之前这些缺陷很早已为人所知;

● 技术安全性方面的试验计划,是考虑不周并缺乏论证的;

● 违反操作程序;

● 运行和运行设备对责任人员强加了过分要求;

● 对超过设计基准的事故保护不充分;

RBMK 型堆的安全性

普遍认为,RBMK 型堆堆芯和停堆系统的初始设计存在严重缺陷。各代 RBMK 机组都存在这种情况。在 1987—1991 年期间,对所有 RBMK 机组进行过第一阶段的安全性改进,处理了这一领域的最严重问题。

空泡反应性效应通过如下措施已得到减弱:安装 80—90 根额外吸收棒;把运行反应性裕度提高到有 43—45 根手动控制棒;和把燃料富集度提高至 2.4%。

紧急停堆系统的效率通过如下措施已得到提高:消除水柱;增加事故停堆信号后与上部控制棒一起插入堆芯的底部控制棒的数量;提高控制棒插入速度;增加一个新的速动停堆系统;以及增加控制和安全系统输入信号。

组织和运行通过如下措施已得到加强:更加频繁地计算和显示运行反应性安全裕度;改进运行规则和程序。在遥控停堆操纵台的设立、无损试验和人员培训(模拟机)等方面也已取得进展。这些措施实施情况在各核电厂不尽相同。

在第一阶段改进范围之外,还留有一些需进一步注意的问题。这些问题在很大程度上取决于 RBMK 发展的不同阶段。

毫无疑问,在与切尔诺贝利事故相关的安全性缺陷方面,已实现了重大改善。至于其它方面的安全问题,改进工作正在进行或处于规划中。这第二阶段改进工作的实施依然遇到大的财政困难。对于 RBMK 型堆安



全性来说,第二阶段的改进即使不是现今的主要问题,也可称得上是重要问题。

RBMK 型堆尚存的问题。迄今所作的分析表明,从技术观点看,第二和第三代 RBMK 型堆已知的安全性缺陷,或许能用一种与纵深防御概念大体一致的方式克服。许多将要采取的措施业已确定,并已成为国际上所认可。

改进第一代 RBMK 型堆的可行性,还提出了除与第二、三代 RBMK 相关的问题之外的一些问题。关于改进的可行性及其费效,西方国家一直有很大的疑问。不过,从现今看来,必须承认,现有的改进计划将解决大多数安全问题,包括控制和保护系统、应急堆芯冷却系统和局部包容等基

本安全设施的改进。显然,这些改进计划将导致重大改善,虽然它们并不是总能再现在新的 RBMK 型堆电厂实施的技术方案。在“经典”方案难以实施的情况下,它们往往依赖“补偿方案”。

切尔诺贝利的特有问題

上面有关 RBMK 型堆安全性的考虑,多数也适用于切尔诺贝利核电厂。不过,切尔诺贝利的情况是特殊的,因为那里存在一系列厂址特有的问题。这些问题涉及余留的机组的安全和事故后果。

切尔诺贝利核电厂鸟瞰。石棺(图的前部)围住了事故中被毁机组。(来源:Mouchkin/I-AEA)

有关 RBMK 型堆安全性的国际活动概述

应前苏联提出的请求,IAEA 在 1992 年启动了一项关于 RBMK 型堆安全性的计划。“此项计划的目的在于综合各国、双边和多边活动的成果,并就所要求的安全改进和相关的优先次序达成国际一致意见。它向监管机构和运行组织提供帮助,并为技术和财政决策提供依据。

计划涵盖的活动范围很广,而且自 1992 年以来已进行了若干评述和评价工作。在计划实施的第一阶段,一直用斯摩棱斯克-3 和伊格纳林纳-2 作为 RBMK 型堆参考机组。

欧洲委员会。在欧洲委员会的主持下,1991 年建立了关于“RBMK 型反应堆核电站设计方案和运行安全”的国际 RBMK 财团。8 个西方国家(加拿大、芬兰、法国、德国、意大利、西班牙、瑞典、联合王国)和 3 个运行 RBMK 型堆的国家(立陶宛、俄罗斯联邦和乌克兰)参加了该财团。研究的课题领域有:系统工程设计与事故进展;控制和保护系统;堆芯物理学;外部事件;工程质量;运行经验;人为因素;监管配合;和概率安全评价(PSA)。

在安全性改进方面,已提出了 300 多条建议。其中许多建议是先前已被设计人员和运行人员所认可并已按其行事的,而其余则是重要的新建议。

世界核运营者协会(WANO)。1992 年,“国际苏制反应堆用户集团”确定了改进 RBMK 型堆安全性的一般要求,包括已经实施的或开发完毕可以实施的措施,以及那些尚待实施的措施。

欧洲复兴和开发银行(EBRD)。截至 1995 年底,已有 14 个国家和欧洲联盟就 2.45 亿欧

洲货币单位的“核安全帐户”(NSA)做出保证。

向伊格纳林纳核电站提供的援助包括在役检查设备、全规模模拟机、消防设备,以及安全分析报告的编写。

对列宁格勒 RBMK 型堆提供的援助与安全改进计划有关,所提供的设备类似于向伊格纳林纳提供的设备。

NSA 切尔诺贝利项目重点是 3 号机组的短期安全性改进。相应的援助包括提供在役检查设备、中子通量仪器仪表,以及氦监测系统。

此外还正在为设施退役,即一个低中放液态废物处理厂和一个乏燃料贮存设施的退役提供资金。

双边计划。瑞典和立陶宛。该计划包括支持监管机构 VATESI、瑞典核工业公司与伊格纳林纳核电站的合作,以及各种技术项目。正在接受援助的主要领域涉及法律框架(《立陶宛能源法》的审议)、监管制度的制定、材料检查、管理和组织,以及关于伊格纳林纳核电站的一级概率安全分析的研究。

主要技术项目涉及:消防措施、堆空腔卸压能力的增强、事故局部化系统的增强、乏燃料贮存能力、废物压实、电厂实体保卫的改善,和通讯系统的升档。

俄罗斯和加拿大、法国、德国、日本、意大利、瑞典、瑞士、联合王国、美国。与俄罗斯的双边计划涉及:开发基于征兆的应急运行程序(美国);消防;燃料元件管道密封塞;仪器仪表和控制系统的改进;在役检查;泄漏探测系统(日本);金相分析;概率安全评价;质量保证;热工水力和中子规范。

展望。普遍认为,国际援助的成果已增加了这样的信任,即 RBMK 型堆的主要缺陷和所要求的安全性改进都已得到确认。

各电厂实施安全性改进情况大不相同。因此,仍需花大力气完成针对特定电厂的安全分析和实施所需要的安全性改进。

* 该计划的综述刊登在《国际原子能机构通报》第 38 卷第 1 期(1996 年 3 月)上。

尽管有在不久的将来关闭切尔诺贝利反应堆的计划,但还应执行得到国际认可的改进计划,以确保它们在剩余寿期内的安全。

对于事故后果,人们关注的有三点:沿被毁反应堆而围造的石棺;石棺内所包放射性材料;和该厂址所埋放射性材料。

石棺。石棺的潜在不稳定性是一大问题。这种担心主要与下述事实有关:主构筑物最重要的支撑物,当时是不得不在没有焊接和栓连接件等固定部件的情况下用遥控方法建造的。因此,在抵抗可能的内部和外部影响方面,存在着相当大的不确定性。上述事实与石棺能否经受得住外部负荷或冲击(如风、雪或地震所造成的荷载)有关。普遍认为在最初预期的约30年的石棺设计寿期期间,如果不采取必要的对策,石棺局部或整体坍塌的危险是不容忽视的。

即使在整体坍塌的最坏情况下,预期也不会有广泛的影响。尽管如此,稳定石棺还是一个高度优先考虑的问题。

水进入石棺是另一个重要的安全问题。水的存在会促进燃料块体解体成碎屑和造成构筑结构的腐蚀毁坏,并能增加燃料块体的反应性。关于地下水污染的危险,石棺内水的存在从长远来看会带来某种风险。不过,这种风险被认为比石棺外掩埋在地下的放射性材料与水相结合所带来的风险要小得多。

临界的可能性已受到广泛研究。结果表明,从临界角度看,石棺现在是安全的。不过不能完全排除这种情况,即石棺内存在的燃料块体配置与水接触时可能达到临界状态。然而,即使这种情况可能导致石棺内产生强辐射场,但也无需担心此类事件中会有大的场外释放或机械效应。对其它机组运行人员的影响,也应予以澄清。

切尔诺贝利核电厂另一特殊问题是,石棺和被毁反应堆附近的安全性对毗邻的运行中的3号机组可能产生怎样的影响。

虽然这种风险一般被认为是小的,但该问题需进一步调查研究。(注:在石棺坍塌引起切尔诺贝利3号机组发生事故的风险大小方面,存在广泛的不同意见。这个问题需要更详细的研究。)

其他的厂址特有问題

其他的厂址特有问題与污染有关,尤其是与厂址掩埋的放射性材料有关。污染类型和范围,通过测量可确切得知。虽然局部剂量率很高,但大部分地区仍是可进入的。然而,高放材料(例如事故期间从反应堆抛出的核燃料)的临时处置设施,成为建造和重建措施的障碍。此外,放射性物质还进到那里的地下水中。目前,污染水平仍然低。不过从长期来看,存在很大风险,绝对需要有次序地对临时设施进行处置。

厂址的逐步恢复

鉴于要在切尔诺贝利解决的问题的规模,显然需要付出长期的巨大努力。必须确保石棺的稳定性、被毁反应堆的永久安全、废物得到处置和厂址得以恢复。

许多人普遍认为,处理这些问题要有总体方案,分成若干适当步骤进行。这个方案应建立在现实的目标上,要考虑厂址放射学状况、适当的安全和废物处置优先次序。方案应从稳定现有石棺起步。稳定石棺可大大减小这个屏障坍塌的风险,并为精心考虑和周密规划下一步措施(例如构筑新的包封结构和废物管理设施)准备时间。这一步骤应包括回收或部分回收石棺内的燃料块体,以及处置厂址掩埋的放射性材料。 □

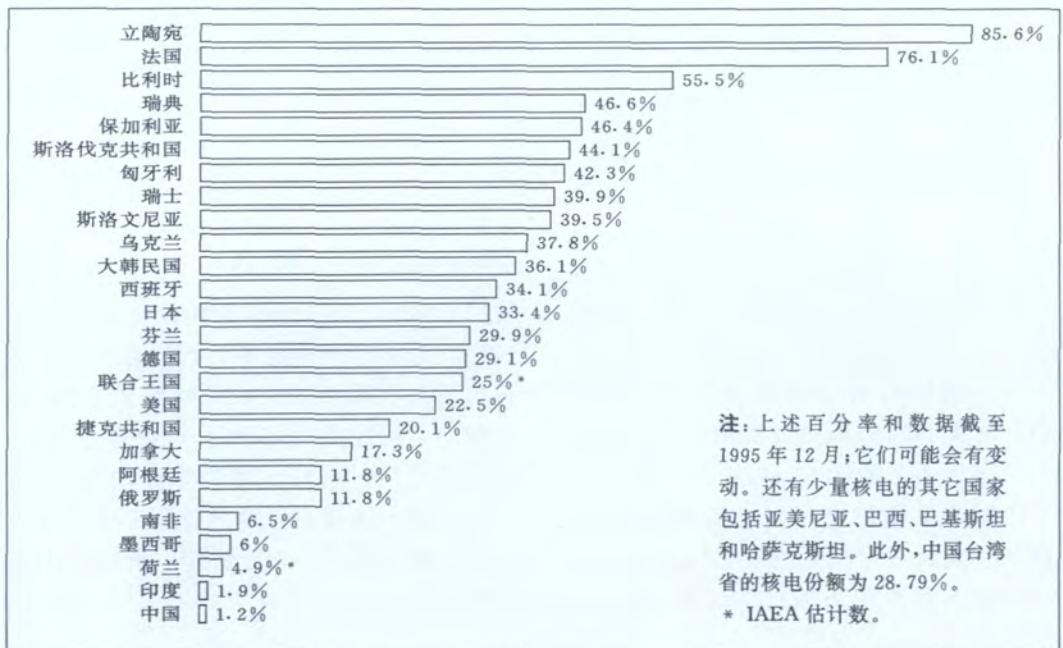
世界核电现状

	正在运行		正在建造	
	机组数	净装机总容量 (MWe)	机组数	净装机总容量 (MWe)
阿根廷	2	935	1	692
亚美尼亚	1	376		
比利时	7	5 631		
巴西	1	626	1	1 245
保加利亚	6	3 538		
加拿大	21	14 907		
中国	3	2 167		
捷克共和国	4	1 648	2	1 824
芬兰	4	2 310		
法国	56	58 493	4	5 810
德国	20	22 017		
匈牙利	4	1 729		
印度	10	1 695	4	808
伊朗			2	2 146
日本	51	39 893	3	3 757
哈萨克斯坦	1	70		
大韩民国	11	9 120	5	3 870
立陶宛	2	2 370		
墨西哥	2	1 308		
荷兰	2	504		
巴基斯坦	1	125	1	300
罗马尼亚			2	1 300
俄罗斯联邦	29	19 843	4	3 375
南非	2	1 842		
斯洛伐克共和国	4	1 632	4	1 552
斯洛文尼亚	1	632		
西班牙	9	7 124		
瑞典	12	10 002		
瑞士	5	3 050		
联合王国	35	12 908		
乌克兰	16	13 629	5	4 750
美国	109	98 784	1	1 165
世界总计*	437	344 422	39	32 594

注:1995年期间有两座反应堆关闭(包括将来可能重新启动的加拿大布鲁斯-2)。

* 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。

部分国家的核电
占总发电量的份
额



注:上述百分率和数据截至1995年12月;它们可能会有变动。还有少量核电的其它国家包括亚美尼亚、巴西、巴基斯坦和哈萨克斯坦。此外,中国台湾省的核电份额为28.79%。

* IAEA 估计数。

IAEA 大会第 40 届常会

IAEA大会第40届常会将于1996年9月16日在维也纳的奥地利中心开幕。在一周的会议上,来自机构124个成员国的高级政府代表将就影响IAEA的政策、计划和预算的问题作出决定。

会议临时议程包括与下述诸方面有关的项目:加强核、辐射和废物安全方面的国际合作;加强IAEA的技术合作活动;加强核保障体系的有效性并提高其效率;防止非法贩卖核材料和其它放射源的措施;同位素水文学在水资源管理中的广泛应用;IAEA和朝鲜民主主义人民共和国之间的核保障协定执行情况;联合国安理会有关伊拉克问题的决议的执行情况;非洲无核武器区;在中东适用IAEA核保障;以及机

构的1997年计划和预算。

在大会期间,还将组织一些别的活动。其中专门的科学活动涉及3个主题——改进的核燃料循环,面向未来的新概念;IAEA面向成员国的信息管理,信息技术的发展;研究堆应用的趋势。此外,还将组织有关IAEA核保障发展计划的情况介绍会。已安排的还有核安全方面的高级官员例会。例会中将介绍IAEA和其它组织于1996年4月召开的国际切尔诺贝利大会的成果。

有关大会的详细资料可向IAEA新闻处索取,或通过环球网上的《IAEA的世界原子》互联网服务器(<http://www.iaea.or.at/worldatom>)获取。

IAEA 理事会会议

IAEA理事会的一个委员会定于1996年10月召开第二次会议研究一份向IAEA提供附加权力使其能接触资料和进入场地的议定书草案,这是为强化核保障体系所做努力的一部分。这个由IAEA理事会于6月14日成立的强化核保障体系有效性和提高其效率的委员会,7月2—4日在IAEA总部召开了第一次会议。来自65个成员国和欧洲委员会以及巴西-阿根廷核材料核算和控制机构的代表出席了这次会议;该委员会由IAEA理事会现任主席、荷兰大使J. Th. H. C van Ebbenhorst Tengbergen主持。

委员会在其7月会议上,一读了该议定书草案。它将是全面核保障协定的附加法律文件。该文件将特别定义附加权力的性质,使机构检察员可以接触资料和进入核相关场地。

理事会在成立该委员会时认识到,追加资料(包括采集环境样品)和增加实体接

触将增强机构探知未申报核材料和核活动的的能力。理事会强调,新措施既要满足机构对资料和进入的需要,又要满足成员国对保护其合法权益和尊重其宪法义务的需要。它还强调,在这些措施实施之前,应建立机构要遵守的关于收到的资料和核查全过程的严格的保密规则。

理事会还认为,为强化机构有效地探知当事国未申报核材料和核活动的能力和提高核保障计划的效率,需要所有国家提供合作。在这方面,理事会欢迎核武器国家所表达的意愿,探讨如何最好地为审议中的强化计划的实施作贡献。

1995年核保障实施情况。1995年期间,IAEA未发现任何转用核材料或滥用置于核保障下的任何设施、设备或非核材料的迹象。因此IAEA的结论是,这样一些物项依然处于和平利用中或者另有充分说明。不过,机构仍未能核实朝鲜民主主义人民共和国(DPRK)的初始申报。DPRK没有

完全遵守其核保障协定。

到 1995 年底,机构核保障协定已在 125 个国家(和中国台湾省)生效。这些国家中的 66 个国家(和中国台湾省)有核活动并受到检查。在具有涵盖专用核材料或非核材料、设施或设备的双边或多边协定的 5 个国家,以及在 5 个核武器国家中一些经指定的核设施上,也实施了核保障。1995 年,受检查的核设施和含有核材料的其它场所共 554 个。共检查 2285 次,检查工作量为 10167 人·天。

IAEA 为检查工作雇用近 200 名现场检查员。1995 年此项活动的预算为 8860 万美元,外加 8 个成员国捐赠的 1400 万美元预算外资金。IAEA 的大多数检查工作是按照依据《不扩散核武器条约》(NPT)签订的协定执行的。该条约于 1995 年 5 月被无限

期延长。

1995 年 IAEA 核保障活动的其它要点。

在伊拉克和 DPRK,IAEA 过去有现在仍有检查员小组。在美国,除对 1994 年已经从美国军事计划中释出的核材料外,还对 1995 年释出的和自愿置于机构核保障之下的核材料实施了核保障。此外在 1995 年,IAEA 还就从前苏联分化出来的新独立国家中的 3 国即白俄罗斯、哈萨克斯坦和乌克兰提交的核材料初始库存清单,进行了核查活动。

尽管 IAEA 在 1995 年的核保障活动是有效的,但在实施方面遇到一些困难,其中包括机构监视设备方面的技术困难,以及几个国家在检查员指派和检查员长期多次入境签证可获得性方面施加的行政限制。机构正在设法解决这些问题。

穆鲁罗瓦放射学研究

1996 年 7—8 月,IAEA 的几个国际科学家小组在太平洋穆鲁罗瓦和方阿陶法环礁采集了陆地和海洋样品。这项活动是法国政府要求 IAEA 进行的放射学研究的组成部分。这些小组轮流访问了这两个环礁,采集了包括浮游生物、鱼类、海水、滨海沉积物、珊瑚、土壤、椰子和植被等样品。其后,这些样品被分配到世界各地(包括太平洋地区)的分析实验室网。分析结果将提交给维也纳的 IAEA。IAEA 设在奥地利塞伯斯多夫和摩纳哥的实验室也将参与取样和分析工作。法国已进行的研究产生的数据,在确定环礁放射学状况的科学研究中将用于比较目的。全部研究活动的这部分工作预计要 6 个月才能完成。

另外在这项研究中,地质专家将主要以环礁的地质特性、在其它核试验场获得的经验,以及法国有关主管部门就其自己

的一系列核试验提供的资料等为出发点,利用模拟技术分析有关各种可能的未来(包括很长时期)情景的状况。届时,这项工作的成果将同这项研究的其它部分的成果汇集一起并公开发表。最终报告预计于 1998 年初发表。

这项研究是法国 1995 年请求,IAEA 总干事汉斯·布利克斯在当年的 IAEA 大会期间宣布的。在由 10 个国家的著名科学家组成的国际咨询委员会的指导下,这项研究正在进行之中。该委员会主席由美国的 E. Gail de Planque 博士担任,成员包括南太平洋论坛、联合国原子辐射效应科学委员会、世界卫生组织和欧洲委员会的当然代表。该委员会打算晚些时候亲自访问法属波利尼西亚群岛,届时预计将就这项研究工作进展情况举行记者招待会。

IAEA 1995 年
度报告

IAEA 1995 年度报告将于 9 月发行。它将总结 IAEA 在安全发展核技术和核查其和平利用方面取得的最重要成就。通过进一步改善机构活动的影响和效率做出的许多努力, IAEA 在一些重要的工作领域 1995 年有了很大进展。

报告中提及的活动有:

强化核保障。 1995 年, IAEA 理事会认可总干事关于在现有法律授权下及早实施旨在强化目前核保障体系的措施的计划。这些措施包括更广泛地接触资料、更多地实体接触厂址和场所, 以及通过同各国的更多的合作和引入新的核保障措施和监视系统使目前的核保障体系最优化。1995 年 12 月, 理事会还初步审议过需有附加的法律授权才能实施的其它建议措施。

核材料的非法贩卖。 1995 年, IAEA 在此领域建立了一项专门计划, 并建立了一个可给成员国和公众提供事实资料的有关贩卖事件的数据库。此外, 还在核材料衡算和控制体系实施以及实物保护方法和技术方面举办过培训班。对若干成员国的技术支持得到进一步协调。

放射学研究。 有关前核试验场地的放射学状况的研究, 于 1995 年开始或启动。IAEA 组织了一次对马绍尔群岛比基尼环礁试验场的重新考察, 并对哈萨克斯坦的一个多年来一直试验过核武器的地区进行了检查。此外, 应法国请求, 机构还开始为评估穆鲁罗瓦和方阿陶法环礁的放射学状况做了准备工作。

废物安全。 为编写《放射性废物安全管理公约》草案, 1995 年 IAEA 理事会召集了一个人数不限的法律和技术专家组。专家组是年举行两次会议, 取得良好进展。

可持续发展与核能。 这方面的活动中包括, IAEA 与其它 9 个国际组织合作于

1995 年 10 月召开的有关支持电力部门决策的比较性评估国际学术会议。这次学术会议以可持续电力政策的决定与实施所需信息为重点, 并考虑经济、社会、健康和环境因素。

加强技术合作。 为加强 IAEA 技术合作计划并使之对可持续发展更加有效, IAEA 1995 年采取几项行动。这些行动有许多集中在改进规划方面。还设立了技术援助与合作常设咨询组(SAGTAC), 并在 12 月召开首次会议。该咨询组的任务是审议政策与战略, 并向机构提出建议。

基于核和辐射的应用。 1995 年, IAEA 基于核能的技术的研究与发展计划, 取得了一些显著成果。若干国家报道了基于辐射技术防治威胁农业害虫取得的成功应用。IAEA 还同世界卫生组织合作, 在卫生保健和营养学领域实施了一些新计划。IAEA 还启动了一项新的, 有关利用受辐照污泥提高土壤肥力和作物产量及帮助保护环境的研究计划。1995 年 3 月, 机构主办了以水问题和用于地下水资源管理的技术的实际应用为重点的学术会议。

辐射源安全。 作为帮助一些国家安全管理工业、医学和其它领域中使用的辐射源工作的一部分, IAEA 发行了供监测和清点密封辐射源记录管理人员使用的计算机辅助软件包和应用文件。

东欧和前苏联的核安全。 机构为帮助这些地区运营特殊类型核电机组的国家所作的努力, 取得了一些进展。就所建议的改进达成国际共识之后, 检查其实施状况成为工作重点。

《年度报告》可向 IAEA 新闻处索取。电子版也可通过《IAEA 的世界原子》互联网服务器(<http://iaea.or.at/worldatom>)联机获得。

核能海水淡化
新情况

一份关于IAEA为援助需要可饮用水资源国家开展活动的报告,将在1996年9月IAEA大会上审议。与利用核能淡化海水有关的工作是该报告的讨论重点。机构已承担若干项可行性研究,并监督一些成员国(摩洛哥、印度尼西亚、埃及、大韩民国、印度和俄罗斯联邦)的核能海水淡化计划。

报告提到的IAEA活动包括完成北非地区的可行性研究,并在1995年和1996年初组织几次会议。这些会议审议的内容有该领域的进展情况;海水淡化用核反应堆的设计,以及使核电机组与区域供热网和海水淡化工艺过程相结合的全球经验。世界主要是前苏联和东欧国家累积的核热电联供堆和仅供热堆的运行经验,约为500堆·年。日本和哈萨克斯坦的一些地区,一直在利用核能淡化海水。在日本,淡化的水主要用在核电厂本身,而在哈萨克斯坦,海

水淡化厂则把水供应给附近居民区。

共有22个国家和若干组织,正在支持IAEA的旨在帮助一些国家经济地生产可饮用水的工作计划。今后几年,机构期望开展一系列有关核能海水淡化的活动。其中包括有关北非海水淡化可行性研究的后续研究,和为审议该地区基础设施能力提供专家服务。该技术开发中的下一步,将是很少几个国家为海水淡化论证项目做准备工作。

此外,还安排在1997年5月召开一次国际核能海水淡化学术会议,并建立一个有9个国家和一些国际组织的代表参加的指导委员会。欧洲委员会、全球技术开发中心、国际海水淡化协会、联合国工业发展组织(UNIDO)、世界卫生组织(WHO)和世界气象组织(WMO),已表示以各种方式支持这次国际学术会议。

YOUR LINKS ON THE INTERNET



- IAEA Press Releases
- Articles from the IAEA Bulletin
- Director General statements
- Topical overviews
- IAEA meetings



- Project updates
- Agency programmes and nuclear development
- Scientific databases
- The IAEA Annual Report
- Reports and documents
- Conference reports

Visit the IAEA's World Atom and TecAtom World Wide Web sites at <http://www.iaea.or.at>. If you want to reach us by electronic mail, the address is iaeo@iaea1.iaea.or.at.

On line, the facts are yours 24 hours a day.

墨西哥:核新闻研讨会

墨西哥最近主办了由 IAEA 同该国国家核能委员会(ININ)合作组织的,有关原子用于发展的地区研讨会。这期研讨会是为纪念 ININ 成立 40 周年和放射性发现 100 周年而举办的。与会者为应邀的墨西哥和包括古巴、厄瓜多尔、巴拿马和委内瑞拉在内的该地区其它国家的新闻记者、政府官员和核宣传工作者。约 500 名与会者出席了 6 月 18—20 日在墨西哥城近郊的 ININ 和工程学院组织的会议。

IAEA 总干事汉斯·布利克斯在开幕致辞中着重谈论了核能与可持续发展这一主题,并援引了在墨西哥和其它国家实施的一些正在论证能够支持环境上合理发展的核技术的实际的和潜在的作用的项目。总干事还参加了特别安排的活动,包括同墨西哥总统埃内斯托·塞迪略先生会谈。

其它发言者讨论了一系列专题,包括:核能用于发电、辐射技术的安全性、放射性同位素在农业、水文学和卫生保健领域中的应用、通过技术合作计划传播技术以及核不扩散方面的地区问题。该研讨会是在得到日本资助的预算外新闻计划名下组办的。

秘鲁:考察昆虫不育技术

秘鲁正在更深入地考察用基于辐射的昆虫不育技术(SIT),在该国开展根除地中海果蝇(Medfly)的运动的可能性。地中海果蝇是能在侵扰区每年毁坏价值数百万美元的水果害虫。SIT 技术的主要部分是在专门设施饲养大量雄蝇,用低剂量辐照使之不育,然后将其释放野外。不育雄蝇与野生蝇交配,但不产生后代。

秘鲁与智利合作,试图根除该国南部地区的地中海果蝇,并为在其它地区开展一体化的虫害防治行动做准备。正在联合寻求对该拟议项目技术援助的秘鲁和智利两国的项目官员,今年 7 月在维也纳与

IAEA 官员和技术人员会晤,以确定与该项目有关的战略和工作计划。预计,机构的支持将包括:向智利的大规模饲养设施提供地中海果蝇遗传学辨性技术,以及为秘鲁的野外活动提供培训、专门设备和技术支持。按照该项目,智利的大规模饲养设施将向秘鲁提供不育蝇。

根除运动已在秘鲁最南部山谷塔克纳开始。通过主要由智利资助的合作努力,在智利阿里卡设施饲养的 2000 多万只不育地中海果蝇每周一次被运往秘鲁并释放到有关地区。地中海果蝇是秘鲁的一个代价昂贵的问题。该国有价值数百万美元的水果产量,占地 17.5 万多公顷。这种果蝇造成的损失,每年估计超过 2500 万美元。芒果、葡萄、柑橘以及其它柑橘属水果,是该国主要出口水果。

秘鲁已计划的活动是一项雄心勃勃的国家果蝇防治和根除计划的一部分。由于产水果的山谷地理上有隔离性,一些沿海地区有潜力成为无地中海果蝇地区。该国还计划建造两个新的大规模饲养设施,并改进利马的一个较旧的设施。这些设施将用来生产不育地中海果蝇和南美实蝇。在许多地区南美实蝇与地中海果蝇同时存在,也必须加以防治。

罗马尼亚:第一套核电机组

7 月,罗马尼亚切尔纳沃达核电站第一套核电机组以低功率并入国家电网。一些报告提到,该反应堆预期在最终调试结束后,于 9 月份满功率投入运行。这台 700 MW 机组,是与加拿大合作建造的。

计划在切尔纳沃达场址再建 4 套坎杜型核电机组。1 号机组的装机容量可满足罗马尼亚目前总发电量的多达 10%,该国目前严重依赖燃煤、燃油和水力发电站发电。

格鲁吉亚:IAEA 成员国

格鲁吉亚共和国今年早些时候成为

各国动态

IAEA成员国。机构今年5月下旬接到通知,该国政府已交存其接受IAEA《规约》的文书。

IAEA现有124个成员国。

白俄罗斯:批准《化学武器公约》

白俄罗斯成为第56个批准《化学武器公约》的国家,它于7月11日交存了必要的法律文书。迄今已有160个国家签署该公约,该公约将在第65个批准文书交存后180天生效。

该公约禁止研制、生产、获得、保持、储存、转移和使用化学武器。该公约是第一个规定全部消除一个全部类别的大规模毁灭性武器的多边裁军协定。目前在组建的禁止化学武器组织(OPCW)将负责保证该公约的实施;OPCW总部设在荷兰海牙。

详细资料可向OPCW筹备委员会(Laan Van Meerdervoort 51, 2517 AE The Hague; 传真:31-70-360-0944;或互联网地址 <http://www.opcw.nl>)索取。

美国:核电成本、核废物法规方面的进展

设在华盛顿特区的电力公司数据研究所(UDI)报道说,美国核电厂的生产成本再度降低,1995年下降5%。从美国核工业整体看,净兆瓦小时电力生产成本1995年为19.11美元。据UDI报道,1995年电产量增长5%,达到6.74亿兆瓦小时。

名列UDI运行实绩表前茅的核电厂有:弗吉尼亚州的北安娜、乔治亚州的沃格特勒和堪萨斯州的沃尔夫河。所有这些核电厂的运行和维修成本,均远低于每兆瓦小时12美元。

美国核电生产成本在经历了70年代到80年代中期的急剧上升之后,在过去10年里一直稳定地下降。1995年,排名前25位的核电厂的核电生产成本范围从北安娜的每兆瓦小时11.16美元到北卡罗来纳州不伦瑞克核电厂的17.35美元。美国共有100多套核电机组在运行。

详细资料可向作为McGraw-Hill公司数据库和指南出版部的UDI(1200 G. Street NW, Suite 280, Washington, DC 20005-3802, USA。传真:001-202-942-8789。电子邮件:info@udidata.com)索取。

核废物立法。美国参议院已开始审议新的立法,后者将改革美国目前的废物管理计划并专门解决乏燃料贮存、运输和处置问题。

设在华盛顿特区的核工业贸易组织核能研究所(NEI)报道说,新立法将保留对美国核工业有重要意义的重要规定。这些规定包括开发一体化核废物管理体系(包括建造一个中央、中间贮存设施和一座处置库,以及一个向这两座设施运送乏燃料的运输网);提供能够满足核工业直至2019年需求的中间贮存容量;和以对每千瓦小时电费实行最高限制的方式解决资金问题。

有关目前美国废物管理计划的和美国参议院正在审议的新立法的详尽情况可向NEI(Suite 400, 1776 Eye Street, NW, Washington, DC, 20006-3709。传真:001-202-785-4113)索取。

阿根廷和巴西:ABACC最新情况

巴西-阿根廷核材料衡算和控制机构(ABACC)工作的最新情况,正由定期出版的时事通讯《ABACC新闻》报道。

建立ABACC为的是,管理阿根廷和巴西所有核活动中的所有核材料,并对其适用共同的核保障办法;其活动经协调与IAEA的保持一致。该时事通讯1996年第一期提到,截至1996年4月,ABACC为配合IAEA执行的核保障检查进行了49次检查活动。

详细资料可向ABACC(Av. Rio Branco, 123-grupo 515, CEP 20040-005, Rio de Janeiro, Brazil。传真:55-21-507-1857/232-0382)索取。

IAEA 新任命。IAEA 宣布四项新任命。加拿大的 *Zygmund Domaratzki* 先生被任命为主管核安全司的副总干事,任期自 1996 年 8 月 1 日开始。1992—1994 年,他曾任 IAEA 召集的《核安全公约》起草专家组主席。他将接替担任总干事助理的美国的 *Morris Rosen* 先生。法国的 *Annick Carnino* 女士被任命为核安全司核设施安全处处长,任期自 1996 年 7 月 1 日开始。1990 年以来她一直在 IAEA 工作。阿根廷的 *Abel J. González* 先生被任命为核安全司辐射和废物安全处处长,任期自 1996 年 7 月 1 日开始。他以前担任前核安全司副处长。印度的 *Swapan Kumar Datta* 先生被任命为行政司语言处处长,任期自 1996 年 9 月 1 日开始。他以前担任 IAEA 英文翻译科科长。他将接替法国的 *Jean Rivals* 先生。

环境参考文献。有关环境发展方面的国际合作年度述评和参考文献——《绿色地球年鉴》,已由挪威 Fridtjof Nansen 研究所出版发行。《年鉴》包括对以下方面的评价:蒙特利尔议定书,地区性海洋公约,联合国环境计划,世界卫生组织的 AIDS 计划,以及发展援助方面问题事务的一体化。此外,《年鉴》还介绍了包括 IAEA 在内的一些国际组织和经济合作与发展组织的 13

个国家的工作概况。这一最新版本还提供有关环境与发展方面国际合作的国际互联网源参考文献,包括一份有关该方面的电子会议的简要指南。详细资料可向该研究所(P. O. Box 326, N-1324 Lysaker, Norway. 传真:47-67-111910. 电子邮件:green.yearbook@fni. no.)索取。

世界能源展望。据美国能源部能源信息署(EIA)报道,强劲的经济增长预期在今后 20 年内将大大增加世界能源需求。能源使用增加量最大的预计是亚洲地区。到 2015 年,以中国和印度经济为龙头的该地区的能源需求预期将增加 150%。EIA 指出,新兴经济下更高的生活标准正在促进电力生产和个人汽车运输方面能源使用的不断增长。EIA 报道说,在今后 20 年内,预计电力将是世界范围内增长最快的最终用途能源供应源。核电将继续在这一电力供给中保持相当大的份额,尽管拥有核计划的国家中,只有不到一半的国家计划在今后 20 年内扩大核电容量。EIA 报道说,电力增长预期主要发生在发展中国家。这些预测均载入《1996 年世界能源展望》中。详细资料可向 EIA(Forrestal Building, Room 1F-048, Washington, DC 20585. 电子邮件:infoctr@eia. doç. gov.)索取。

周年纪念奖。IAEA 荣誉退休总干事西格瓦尔德·埃克隆德博士被瑞典乌普萨拉大学技术和自然科学院授予荣誉证书。埃克隆德博士 1911 年生于瑞典,1946 年获得博士学位,该纪念奖是在其取得这一成就周年纪念日授予的。埃克隆德博士在 1961—1981 年期间任 IAEA 总干事。



POSTS ANNOUNCED BY THE IAEA

NUCLEAR SAFEGUARDS INSPECTOR

(several positions) (96/SGO-4), Department of Safeguards. These P-4 posts participate in the implementation of the Agency's safeguard system as safeguards inspectors subject to the approval of the Board of Governors. They require a university degree in chemistry, physics, engineering or electronics/instrumentation or equivalent with at least 10 years of relevant experience with the nuclear fuel cycle, processing of nuclear materials, material accounting or non-destructive analysis, preferably in plant operation conditions.

Closing date: 31 December 1996.

UNIT HEAD (96-056), Department of Research and Isotopes. This P-4 post supervises the isotopic analysis unit in the Safeguards Analytical Laboratory (SAL) in Seibersdorf, and is responsible for the performance of isotopic analyses of samples of safeguarded nuclear materials. It requires a Ph.D. in chemistry, physics or equivalent with at least 10 years of experience in the isotopic analysis of nuclear fuel material, specifically but not exclusively, uranium, plutonium, and americium.

Closing date: 25 October 1996.

SECTION HEAD (96-055), Department of Research and Isotopes. This P-5 post assists the Division Director in matters related to nuclear medicine, covering all *in-vivo* and *in-vitro* applications of radionuclides in medical diagnosis, treatment and research and also all matters related to ancillary subjects like medical physics, instrument maintenance and radiopharmaceuticals. It requires a university degree in medicine with at least 15 years comprehensive and recent specialized clinical experience in all aspects of *in-vivo* and *in-vitro* nuclear medicine, and familiarity with informatics related to image processing (hardware and software). *Closing date: 25 October 1996.*

SYSTEMS PROGRAMMER (96-053), Department of Nuclear Energy. This P-3 post is responsible for the provision of systems programming support for the LAN environment, LAN server and workstation operation systems, and for the connected network of the VIC (server-based global applications). It requires a university degree in computer science, related field or equivalent plus at least 6 years of relevant practical experience.

Closing date: 14 October 1996.

INSTRUMENTATION SYSTEMS ANALYST (96-052), Department of Safeguards. This

P-4 post provides the broad interdisciplinary computer/instrumentation support needed in the development section to collaborate effectively with MSSPs (Member State Support Programs) in all matters concerning Unattended Integrated Monitoring Systems and IAEA Integrated Safeguards Instrumentation Programme recommendations. It requires an advanced university degree in engineering, with specialization in electronics or computer science.

Closing date: 14 October 1996.

UNIT HEAD (96-051), Department of Research and Isotopes. This P-4 post is Head of the Chemistry Unit of the Agency's Laboratories at Seibersdorf. It requires a Ph.D. in radiochemistry, analytical chemistry or inorganic chemistry (or equivalent advanced degree) with at least ten years practical experience in nuclear and non-nuclear modern analytical chemistry with emphasis on trace element analysis and environmental radioactivity. *Closing date: 14 October 1996.*

RESEARCH REACTOR SPECIALIST (96-050), Department of Research and Isotopes. This P-4 post provides assistance to developing Member States in the acquisition, upgrading and utilization of research reactors. It requires a Ph.D. or equivalent in nuclear engineering or reactor physics with 10 years of relevant experience, and experience with research reactor operations and maintenance, reactor ageing issues, and research reactor organizations.

Closing date: 14 October 1996.

UNIT HEAD (96-049), Department of Technical Co-operation. This P-4 post administers the various components of the Agency's Group Fellowship and Scientific Visitors Programme. It requires an advanced university degree or equivalent in nuclear science, engineering, or nuclear applications, and at least 10 years of experience in research, engineering and administration in one of the above-mentioned fields including 4 years of management experience at a national and/or international level.

Closing date: 14 October 1996.

RADIOIMMUNOASSAYIST (96-048), Department of Research and Isotopes. This P-4 post assists in formulating, guiding, monitoring and evaluating the Agency's programme for assisting Member States to use radionuclide-based microanalytical techniques such as radioimmunoassay

(RIA) and radioimmunoassay (IRMA). It requires an advanced university degree (M.D., Ph.D. or equivalent) in medicine, biochemistry, chemical pathology, pharmacology or allied discipline with ten years of research and management experience in the use of radionuclide based microanalytical methods for disease diagnosis.

Closing date: 14 October 1996.

ASSOCIATE EXPERTS/JUNIOR PROFESSIONAL OFFICERS.

The Government of Finland has undertaken to provide the IAEA with Finnish Associate Experts and Junior Professional Officers (generally qualified persons under 32 years of age) for technical co-operation activities. The assignments, made at the P-2 grade, are normally for a period of one year. Interested candidates should directly contact the responsible authorities in Finland.

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 suitable qualified women as well as men. More specific information about employment opportunities at the IAEA may be obtained by writing the Division of Personnel, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

ON-LINE COMPUTER SERVICES. IAEA vacancy notices for professional positions, as well as sample application forms, now are available through a global computerized network that can be accessed directly. Access is through the Internet. The vacancy notices 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.

MATERIALS ACCOUNTANCY

– we have the NDA solution for all fuel cycles

PIMS

- Locates plant hold-up
- Advanced Safeguards applications
- Near real time Pu inventory

Spent Fuel Monitor

- Irradiation and enrichment parameter measurement
- Single or diverse measurements
- 1 million fuel items measured

CIVIL/ MILITARY MATERIAL

Pu Can Contents Monitor

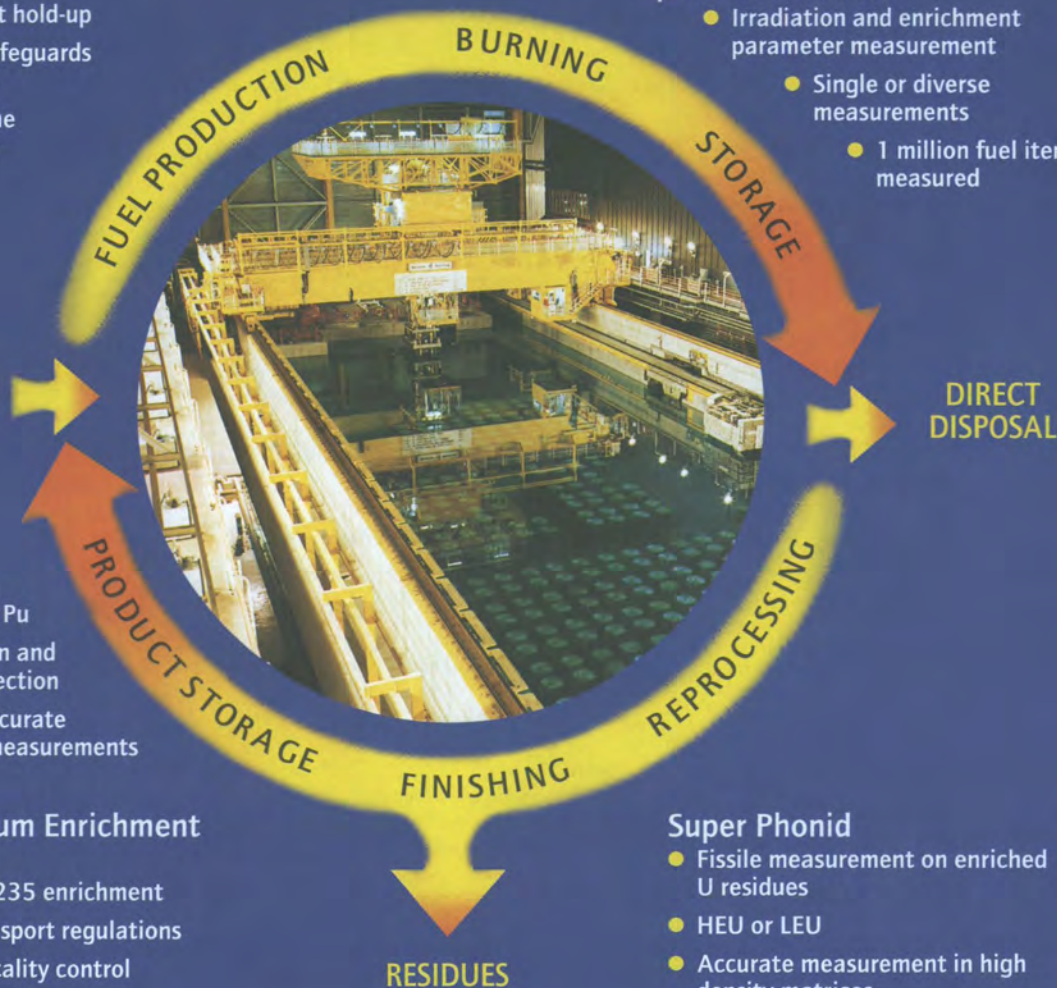
- Measures kg quantities of Pu
- Multiplication and isotopic correction
- Rapid and accurate automated measurements

Uranium Drum Enrichment Monitor

- Measures U-235 enrichment
- Satisfies transport regulations
- Ensures criticality control

Super Phonid

- Fissile measurement on enriched U residues
- HEU or LEU
- Accurate measurement in high density matrices



Our new instrumentation with operationally proven technology is designed to solve all your materials accountancy needs and satisfy regulatory requirements. It's the total NDA solution backed by over 20 years specialist experience in every segment of the fuel cycle.

Contact us now for the BNFL Information Pack on Materials Accountancy.

BNFL Instruments Ltd

Pelham House, Calderbridge, Cumbria
CA20 1DB England
Telephone: +44 (0) 19467 85000,
Fax: +44 (0) 19467 85001

Pajarito Scientific Corporation

278 D.P. Road, Los Alamos,
New Mexico 87544 USA
Telephone: 505 662-4192,
Fax: 505 662-2286

Pajarito Scientific Corporation is a BNFL company



Reports and Proceedings

Induced Mutations and Molecular Techniques for Crop Improvement, *Proceedings Series, 2160 Austrian schillings, ISBN 92-0-102495-2*

Environmental Impact of Radioactive Releases, *Proceedings Series, 2480 Austrian schillings, ISBN 92-0-104495-X*

Tomography in Nuclear Medicine, *Proceedings Series, 1320 Austrian schillings, ISBN 92-0-101296-9*

Isotopes in Water Resources Management 1995, *Proceedings Series, Vol 1, 1360 Austrian schillings, ISBN 92-0-105595-1; Vol. 2, 1520 Austrian schillings, ISBN 92-0-100796-5*

Assessment of the Overall Fire Safety Arrangements at Nuclear Power Plants, *Safety Series No. 50-P-II, 360 Austrian schillings, ISBN 92-0-100996-8*

Radiation Protection and the Safety of Radiation Sources, *Safety Series No. 120, 160 Austrian schillings, ISBN 92-0-105295-2*

Direct Methods for Measuring Radionuclides in Man, *Safety Series No. 114, 400 Austrian schillings, ISBN 92-0-100896-1*

Human Reliability Analyses in Probabilistic Safety Assessment of Nuclear Power Plants, *Safety Series No. 50-P-10, 360 Austrian schillings, ISBN 92-0-103395-8*

The Radiological Accident at the Irradiation Facility in Nesvizh, 280 Austrian schillings, *ISBN 92-0-101396-5*

Lessons Learned from Accidents at Industrial Irradiation Facilities, 240 Austrian schillings, *ISBN 92-0-102696-X*

Reference Books/Statistics

IAEA Yearbook 1995, 500 Austrian schillings, *ISBN 92-0-101295-0*

Nuclear Power Reactors in the World, *Reference Data Series No. 2, 140 Austrian schillings, ISBN 92-0-101896-7 (IAEA-RDS-2/16)*

Nuclear Research Reactors in the World, *Reference Data Series No. 3, 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-105195-6*

NFCIS: The Nuclear Fuel Cycle Information System, 920 Austrian schillings, *ISBN 92-0-101096-6*

Operating Experience with Nuclear Power Stations in Member States in 1994, 2400 Austrian schillings, *ISBN 92-0-104795-9*

HOW TO ORDER IAEA SALES PUBLICATIONS

IAEA books, reports, and other publications may be purchased from the sources listed below, or through major local booksellers. Payment may be made in local currency or with UNESCO coupons.

AUSTRALIA

Hunter Publications, 58A Gipps Street, Collingwood, Victoria 3066

BELGIUM

Jean de Lanoy, 202, Avenue du Roi B-1060 Brussels

CHINA

IAEA Publications in Chinese:
China Nuclear Energy Industry Corp. Translation Section, P.O. Box 2103, Beijing

CZECH REPUBLIC

Artia Pegas Press Ltd., Palác Metro Narodni tr. 25, P.O.Box 825, CZ-111 21 Prague 1

DENMARK

Munksgaard International Publishers Ltd., P.O. Box 2148 DK-1016 Copenhagen K

FRANCE

Office International de Documentation et Librairie, 48, rue Gay-Lussac F-75240 Paris Cedex 05

GERMANY

UNO-Verlag, Vertriebs- und Verlags GmbH, Dag Hammarskjöld-Haus, Poppelsdorfer Allee 55 D-53115 Bonn

HUNGARY

Librotrade Ltd., Book Import, P.O. Box 126, H-1656 Budapest

ISRAEL

YOZMOT Literature Ltd., P.O. Box 56055, IL-61560 Tel Aviv

ITALY

Libreria Scientifica Dott. Lucio di Biasio "AEIOU", Via Coronelli 6 I-20146 Milan

JAPAN

Maruzen Company Ltd, P.O. Box 5050, 100-31 Tokyo International

NETHERLANDS

Martinus Nijhoff International, P.O. Box 269, NL-2501 AX The Hague Swets and Zeitlinger b.v., P.O. Box 830 NL-2610 SZ Lisse

POLAND

Ars Polona, Foreign Trade Enterprise, Krakowskie Przedmiescie 7, PL-00-068 Warsaw

SLOVAKIA

Alfa Press Publishers, Hurbanovo námestie 3, SQ-815 89 Bratislava

SPAIN

Díaz de Santos, Lagasca 95, E-28006 Madrid
Díaz de Santos, Balmes 417, E-08022 Barcelona

SWEDEN

Fritzes Customer Service, Fredsgatan 2, S-106 47 Stockholm

UNITED KINGDOM

HMSO Publications Centre, Agency Section, 51 Nine Elms Lane, London SW8 5DR

UNITED STATES & CANADA

UNIPUB
4611-F Assembly Drive
Lanham, Maryland 20706-4391
USA

Outside the USA and Canada, orders and requests for information also can be addressed directly to:

International Atomic Energy Agency
Sales and Promotion Unit
Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100,
A-1400 Vienna, Austria
Telephone: +43 1 2060 (22529, 22530)
Facsimile: +43 1 2060 29302
Electronic mail:
SALESPUB@ADPO1.IAEA.OR.AT

Set-up, Verify, Move On



Fast, Reliable On-Site Verification Measurements with IMCA

When taking on-site verification measurements for safeguards, inspectors can't afford to experience problems with outdated MCA technology, cumbersome user interfaces and complicated operating procedures. They need to set up quickly, take the measurement and move on. They need to maximize accuracy and reliability while minimizing time and operational impact at the facility.

With Canberra's IMCA (Inspector MultiChannel Analyzer), safeguards inspectors can do just that. Built on the world's smallest, full featured MCA, the IMCA offers portable, laboratory grade spectroscopy with all day operation from standard video camcorder batteries.

Measurement procedures are built-in for uranium enrichment and plutonium isotopic measurements. The IMCA supports multiple detector configurations – using Am-doped or undoped NaI detectors, CdTe detectors and HPGe detectors. Temperature compensation is built in for Am-doped NaI detectors.

Inspectors don't have to worry about setting up the MCA – setting gains or High Voltage values – in the field. Simply select the desired procedure from a menu and the system automatically downloads previously defined setups and calibrations for the exact measurement and detector in use. It's fast – and the possibility of error is virtually eliminated.

Data reduction is performed using either enrichment meter techniques or optionally, Canberra's exclusive safeguards versions of MGA or MGAU. All measurement and calibration data, system setup parameters, and performance monitoring information, are automatically archived for subsequent lab reanalysis. Built-in QA procedures verify that everything is working correctly.

Keep your inspectors moving – use the IMCA and get fast, accurate, dependable results.

For additional information on the Canberra IMCA, call, write, or fax us today.



Canberra Industries Inc., Nuclear Products Group, 800 Research Parkway, Meriden, CT 06450 U.S.A.
Tel: (203) 238-2351 Toll Free 1-800-243-4422 FAX: (203) 235-1347 <http://www.canberra.com>

ISO 9001
SYSTEM
CERTIFIED

《国际原子能机构通报》1995 年

著作者与供稿人

第 37 卷,第 1—4 期

- AMENTA, J.** 25 岁的国际核信息系统:核信息高速公路的先锋,第 3 期,第 39 页。
- ANDEMICHAEL, B.** 针锋相对:NPT 及前面的路程,第 3 期,第 30 页。
- BAECKMANN von, A.** 在南非的核查,第 1 期,第 42 页。
- BANNER, D. L.** 核聚变领域的全球合作:稳步进展的记录,第 4 期,第 16 页。
- BARRETTO, P.** 国际原子能机构的技术合作:加强技术转让,第 1 期,第 3 页。
- BARTON, J.** IAEA 的联机服务:使全球核科技界靠得更近,第 3 期,第 44 页。
- BAXTER, M.** 海洋科学家调查北极海洋:将放射学资料形成文件,第 2 期,第 31 页。
- BERTEL, E.** 电力、健康和环境:DECADES 项目,第 2 期,第 2 页。核能和环境关系的讨论:选择的条件,第 4 期,第 2 页。
- BLIX, H.** 国际原子能机构、联合国和全球核领域的新议程,第 3 期,第 2 页。
- BONNE, A.** 放射性废物管理:国际同行评审,第 4 期,第 26 页。
- BOOTHROYD, A. D.** 核动力:保住这一选择,第 2 期,第 14 页。
- BOUSSAHA, A.** 非洲的核合作:开发专门人才和资源,第 1 期,第 37 页。
- CHITUMBO, K.** 欧洲联盟的核保障:新的伙伴关系方案,第 1 期,第 25 页。
- CLEVELAND, J. C.** 核聚变:瞄准安全和环境目标,第 4 期,第 22 页。
- DAVIES, L. M.** 核动力:保住这一选择,第 2 期,第 14 页。
- DILLON, G.** 在南非的核查,第 1 期,第 42 页。
- DOLAN, T. J.** 核聚变:瞄准安全和环境目标,第 4 期,第 22 页。核聚变领域的全球合作:稳步进展的记录,第 4 期,第 16 页。
- ELBARADEI, M.** 国际法和核能:法律框架概述,第 3 期,第 16 页。
- FLAKUS, F. N.** 正确看待辐射:改善对辐射风险的理解,第 2 期,第 7 页。核聚变:瞄准安全和环境目标,第 4 期,第 22 页。
- HERA, C.** 原子能用于可持续的农业:使农户田地肥沃,第 2 期,第 36 页。
- HOOPER, R.** 90 年代的国际原子能机构核保障:继往开来,第 1 期,第 14 页。
- JACKSON, P.** 核聚变领域的全球合作:稳步进展的记录,第 4 期,第 16 页。
- KABANOV, L.** 未来的核电机组:使安全目标协调一致,第 4 期,第 12 页。
- KOUVSHINNIKOV, B. A.** 核聚变领域的全球合作:稳步进展的记录,第 4 期,第 16 页。
- KUPITZ, J.** 核能海水淡化:重整旗鼓,第 2 期,第 21 页。
- LINSLEY, G.** 国际北极海洋评估项目:进展报告,第 2 期,第 25 页。
- LOPEZ-LIZANA, F.** 辐射防护服务:从实验室到现场,第 3 期,第 26 页。
- MAKSOUDI, M.** 非洲的核合作:开发专门人才和资源,第 1 期,第 37 页。
- MAUTNER-MARKHOF, F.** 核动力:加强培训以确保安全性和可靠性,第 2 期,第 18 页。
- MCGOLDRICK, F.** 美国的易裂变材料倡议:对 IAEA 的影响,第 1 期,第 49 页。
- NWOGUGU, E.** 国际法和核能:法律框架概述,第 3 期,第 16 页。
- OPELZ, M.** 针锋相对:NPT 及前面的路程,第 3 期,第 30 页。
- OSVATH, I.** 海洋科学家调查北极海洋:将放射学资料形成文件,第 2 期,第 31 页。
- OUVRARD, R.** 辐射防护服务:从实验室到现场,第 3 期,第 26 页。
- PELLAUD, B.** 90 年代的国际原子能机构核保障:继往开来,第 1 期,第 14 页。
- PERRICOS, D.** 在南非的核查,第 1 期,第 42 页。
- POVINEC, P.** 海洋科学家调查北极海洋:将放射学资料形成文件,第 2 期,第 31 页。
- PRIEST, J.** 国际原子能机构的核保障和《不扩散核武器条约》:探讨两者的相互关系,第 1 期,第 2 页。针锋相对:NPT 及前面的路程,第 3 期,第 30 页。
- QIAN, J.** 原子能用于和平:扩大核技术的收益,第 1 期,第 21 页。
- RAMES, J.** 国际法和核能:法律框架概述,第 3 期,第 16 页。
- RAO, K. V.** 核动力:加强培训以确保安全性和可靠性,第 2 期,第 18 页。
- ROGOV, A.** 原子能用于和平:扩大核技术的收益,第 1 期,第 21 页。
- ROMAN-MOREY, E.** 拉丁美洲的《特拉特洛科条约》:和平与发展的法律文书,第 1 期,第 33 页。
- ROSEN, M.** 使人们理解辐射风险:巴黎会议的经验教训,第 2 期,第 12 页。
- SHARMA, S.** 国际原子能机构和联合国大家庭:核合作网,第 3 期,第 10 页。
- SJOEBLOM, L.** 国际北极海洋评估项目:进展报告,第 2 期,第 25 页。
- SNIHS, J. O.** 放射性废物处置:放射学原则和标准,第 4 期,第 30 页。
- SOROKIN, A.** 25 岁的国际核信息系统:核信息高速公路的先锋,第 3 期,第 39 页。
- THORSTENSEN, S.** 欧洲联盟的核保障:新的伙伴关系方案,第 1 期,第 25 页。
- VAN DE VATE, J.** 核能和环境关系的讨论:选择的条件,第 4 期,第 2 页。
- WARNECKE, E.** 放射性废物管理:国际同行评审,第 4 期,第 26 页。
- WEDEKIND, L.** IAEA 的联机服务:使全球核科技界靠得更近,第 3 期,第 44 页。

"Put Down that 6-Pound Book!" Instead...

Use NUCLIDE NAVIGATOR, the *first* ON-LINE Reference for Gamma-Ray Data

For the first time ever, application-specific gamma-ray libraries may be assembled in seconds, replacing hours of searching through heavy reference books!

NuclideNavigator™, from EG&G ORTEC is **the** indispensable tool for the gamma-ray spectroscopist. NuclideNavigator contains an instant-access, **on-line** Nuclide Database Manager and the complete Erdtmann and Soyka¹ nuclide database. The user may scroll through the Segré chart in any direction, or jump instantly to a specific nuclide by entering its chemical symbol.

Multiple database search constraints, based on sample origin (e.g., thermal neutron activation, fission product, or naturally-occurring isotope), may be employed for speedy and accurate gamma ray identification.

For "difficult" analyses Nuclide Navigator allows instant scrutiny of possible identification candidates in a given energy range. Input and output data may be written in Microsoft® Access® format.

Request the **FREE** 4-color brochure from EG&G ORTEC, 800-251-9750; FAX 615-483-0396; INTERNET: 709-6992 @ MCIMAIL.COM.

P.S. NuclideNavigator is totally compatible with any gamma analysis software you currently use!

¹G. Erdtmann and W. Soyka, "The Gamma-Rays of the Radionuclides," Verlag Chemie, ISBN 3-527-25816-7, Weinheim, FRG.
©Microsoft and Access are registered trademarks of Microsoft Corporation.

**Proven
systems
for personal
protection.**



R.A. Stephen is a member company of the Nuclear Safety Products Group of Morgan Crucible Company plc and is a specialist in personal dosimeters and protection systems.

The Stephen 6000, a recent advance in radiation protection technology which comprises a compact electronic dosimeter with a range of sophisticated features.

The Stephen Quartz Fibre Detector, a simple and reliable pen-size personal dosimeter which requires no battery and gives immediate scale reading of radiation.

The Gammacon 4200, a range of manual and automatic digital alarming dosimeters which meets a wide range of radiological protection requirements.

Please write for literature and further information.

R.A. Stephen, 15 Burnham Business Park, Springfield Road, Burnham-on-Crouch, Essex CM0 8TE, England.

Tel: 01621 783282. Fax: 01621 783132.

Morgan

R.A. Stephen is a business name of Mini Instruments Limited.

R.A. STEPHEN
DOSIMETRY

The range is in use throughout the world in a wide variety of nuclear, industrial and medical applications.

ON LINE DATABASES

OF THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY



Database name
Power Reactor Information System
(PRIS)

Type of database
Factual

Producer
International Atomic Energy Agency
in co-operation with
29 IAEA Member States

IAEA contact
IAEA, Nuclear Power Engineering
Section, P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria
Telephone (43) (1) 2060
Telex (1)-12645
Facsimile +43 1 20607
Electronic mail via
BITNET/INTERNET to ID:
NES@IAEA1.IAEA.OR.AT

Scope
Worldwide information on power reactors in operation, under construction, planned or shutdown, and data on operating 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 grid, 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.



Database name
International Information System for
the Agricultural Sciences and
Technology (AGRIS)

Type of database
Bibliographic

Producer
Food and Agriculture Organization of
the United Nations (FAO) in
co-operation with 172 national,
regional, and international AGRIS
centres

IAEA contact
AGRIS Processing Unit
c/o IAEA, P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria
Telephone (43) (1) 2060
Telex (1)-12645
Facsimile +43 1 20607
Electronic mail via
BITNET/INTERNET to ID:
FAS@IAEA1.IAEA.OR.AT

**Number of records on line from
January 1993 to date**
more than 130 000

Scope
Worldwide information on agricultural sciences and technology, including forestry, fisheries, and nutrition.

Coverage
Agriculture in general; geography and history; education, extension, and information; administration and legislation; agricultural economics; development and rural sociology; plant and animal science and production; plant protection; post-harvest technology; fisheries and aquaculture; agricultural machinery and engineering; natural resources; processing of agricultural products; human nutrition; pollution; methodology.



Database name
Nuclear Data Information System
(NDIS)

Type of database
Numerical and bibliographic

Producer
International Atomic Energy Agency
in co-operation with the United
States National Nuclear Data Centre
at the Brookhaven National
Laboratory, the Nuclear Data Bank
of the Nuclear Energy Agency,
Organisation for Economic
Co-operation and Development in
Paris, France, and a network of 22
other nuclear data centres worldwide

IAEA contact
IAEA Nuclear Data Section,
P.O. Box 100
A-1400 Vienna, Austria
Telephone (43) (1) 2060
Telex (1)-12645
Facsimile +43 1 20607
Electronic mail via
BITNET/INTERNET to ID:
RNDS@IAEA1.IAEA.OR.AT

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 databases CINDA and NSR; various other types of data.

Note: Off-line data retrievals from NDIS also may be obtained from the producer on magnetic tape



Database name
Atomic and Molecular Data
Information System (AMDIS)

Type of database
Numerical and bibliographic

Producer
International Atomic Energy Agency
in co-operation with the International
Atomic and Molecular Data Centre
network, a group of 16 national data
centres from several countries.

IAEA contact
IAEA Atomic and Molecular Data
Unit, Nuclear Data Section
Electronic mail via
BITNET to: RNDS@IAEA1;
via INTERNET to ID:
PSM@RIPCRS01.IAEA.OR.AT

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 and AGRIS additionally are available on CD-ROM.



Database name

International Nuclear Information System (INIS)

Type of database

Bibliographic

Producer

International Atomic Energy Agency
in co-operation with 91 IAEA
Member States and 17 other
international member organizations

IAEA contact

IAEA, INIS Section, P.O. Box 100,
A-1400 Vienna, Austria
Telephone (+431) 2060 22842
Facsimile (+431) 20607 22842
Electronic mail via
BITNET/INTERNET to ID:
ATIEH@NEPO1.IAEA.OR.AT

**Number of records on line from
January 1976 to date**
more than 1.6 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, applications of
radiation or isotopes in medicine,
agriculture, industry, and pest
control, as well as related fields
such as nuclear chemistry, nuclear
physics, and materials science.
Special emphasis is placed on the
environmental, economic, and
health effects of nuclear energy, as
well as, from 1992, the economic
and environmental aspects of
non-nuclear energy sources. Legal
and social aspects associated with
nuclear energy also are covered.

INIS

ON CD-ROM

5000 JOURNALS

MORE THAN 1.6 MILLION RECORDS

6 COMPACT DISCS

INIS (the International Nuclear Information System) is a multi-disciplinary, bibliographic database covering all aspects of the peaceful uses of nuclear science and technology. INIS on CD-ROM combines the worldwide coverage of the nuclear literature with all the advantages of compact disc technology.

Call +44 (0)81 995 8242 TODAY!

*for further information
and details of your local distributor*

or write to
SilverPlatter Information Ltd.
10 Barley Mow Passage, Chiswick, London,
W4 4PH, U.K.
Tel: 0800 262 096 +44 (0)81 995 8242
Fax: +44 (0)81 995 5159



The IAEA's
nuclear science
and
technology
database on
CD-ROM

CD-ROM means

- ◆ unlimited easy access
- ◆ fast, dynamic searching
- ◆ fixed annual cost
- ◆ flexible downloading and printing
- ◆ desktop access
- ◆ easy storage
- ◆ saving time, space and money





光子辐射外照射个人监测的比对

目的在于提高实施光子辐射外照射个人监测的操作质量。

确认农药残留物分析用薄层色谱筛选法

目的在于确认一些比较便宜的基于薄层色谱法的方法。这些方法可用来对食物和环境样品作农药残留物筛选,以确定那些必须用更复杂的核及相关技术分析样品。

γ能谱专业软件程序

目的在于开发处理γ能谱分析中当前课题的现代算法、子程序、程序和程序库,并使之可供各成员国使用。这些算法将提高专家系统、谱发生、数据库、探测器效率标定、质量保证、质量控制、高活度源和符合校验等领域中的分析质量。

用平行板电离室在治疗用电子和光子束流中测定剂量

目的在于研究新实施法规中所包括的数据和程序的准确性。此外,将量化与现有推荐值的差异,以分析在患者剂量学方面可能产生的影响。

面向应用的光核数据的编纂和评价

目的在于建立一个关于评价过的光核反应截面的数据文件。相应的核素表里应包括在生物材料、结构材料和屏蔽材料中具有重要意义的天然元素和同位素,以及铀系元素、裂变产物和另外几种元素。

保证反应堆压力容器的结构完整性

目的在于促进反应堆压力容器监测方面的国际信息交流并提供实际指导,以及制定和评价一种统一的用于评估反应堆压力壳结构完整性的样本试验程序。

拟定适用于低比活度材料和表面沾污物体运输安全要求的放射学基准

目的在于帮助机构制定运输安全要求。该CRP将为低水平放射性材料(例如低放废物)的分类和运输事故中可能的释放的模拟,提供一个基准。

核电厂安全相关设备的检查性试验和维护最优化所需基本方法的开发

目的有二,一是在以核电厂安全为重点的维护和检查性试验工作的改进和最优化的不同的战略的研究和分析方面,提供交流经验的机会;二是促进完成这类最优化过程所需方法和技术的交流。

1996年10月

第16届IAEA聚变能大会,加拿大,蒙特利尔(10月7—11日)
现有核电厂安全性审议学术会议,奥地利,维也纳(10月8—11日)

1996年11月

用核分析技术协调健康相关环境测量学术会议,印度,海得拉巴(11月4—7日)
同位素技术在海洋环境研究中应用研讨会,希腊,雅典(11月11—12日)

1997年4月

用核及相关技术诊断和防治家畜疾病:21世纪疾病防治学术会议,奥地利,维也纳(4月7—11日)
国际同位素技术在水圈和大气圈古今环境变化研究中应用学术会议,奥地利,维也纳(暂定4月14—18日)
世界放射治疗现状研讨会,美国,纽约(4月17—19日)

1997年5月

借助核技术最优利用养分和水以提高作物单产和保护环境研讨会,巴西,皮拉西卡巴(5月12—16日)
核能海水淡化学术会议,大韩民国,大田(5月26—30日)

1997年6月

核燃料循环和反应堆战略——适应新现实学术会议,奥地利,维也纳(6月2—6日)

1997年9月

辐射技术在环境保护中应用学术会议,地点待定(9月15—19日)

1997年10月

国际核安全保障学术会议,奥地利,维也纳(10月13—17日)

这是两份精选的清单,可能会有变动。有关IAEA会议的更完整的资料,可向IAEA总部(维也纳)会议服务科索取,或参阅IAEA季刊*Meetings on Atomic Energy*(订购信息见本刊*Keep Abreast*栏)。有关IAEA协调研究计划的详细资料,可向IAEA总部研究合同管理科索取。该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性合作,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其安全。





本刊(季刊)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) 2060-21270; 传真: (43-1) 20607; E-mail: iaeo@iaea1.iaea.or.at.

总干事: Hans Blix 博士

副总干事: David Waller 先生, Bruno Pellaud 先生, Victor Mourogov 先生, Suceo Machi 先生, Jihui Qian 先生, Morris Rosen 先生(代理)

新闻处处长: David Kyd 先生

主编: Lothar H. Wedekind 先生

编辑助理: Rodolfo Quevenco 先生, Juanita Pérez 女士, Brenda Blann 女士

版式/设计: Hannelore Wilczek 女士

“其他”栏供稿人: S. Dallalah 女士, L. Diebold 女士, A. B. de Reynaud 女士, R. Spiegelberg 女士

印刷发行: P. Witzig 先生, R. Kelleher 先生, A. Primes 女士, M. Swoboda 女士, W. Kreuzer 先生, G. Demal 先生, A. Adler 先生, R. Luttenfeldner 先生, F. Prochaska 先生, P. Patak 先生, L. Nimetzki 先生

英文版以外的语文版

翻译协助: J. Rivals 先生,

法文版: S. Drège 先生, 翻译: V. Laugier-Yamashita 女士, 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。

《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。

广告

广告信件请寄: IAEA Division of Publications, Sales and Promotion Unit, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|---|--------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------|---------------|
| 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
罗马尼亚
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
缅甸联邦
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王国
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
扎伊尔 | 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 | 1991年
拉脱维亚*
立陶宛
也门共和国 | 1992年
克罗地亚
爱沙尼亚
斯洛文尼亚 | 1993年
亚美尼亚
捷克共和国
斯洛伐克共和国 | 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 | 1995年
波斯尼亚和黑塞哥维那 | 1996年
格鲁吉亚 |
|---|--|--------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|---|--------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------|---------------|

国际原子能机构《公约》的生效, 需要有18份批准书。1957年7月29日首批批准《公约》的国家用黑体字表示。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。机构总部设在奥地利维也纳, 现有100多个成员国。这些成员国共同工作, 以实现国际原子能机构《公约》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

Until now, one of the biggest problems with reading personal exposure doses has been the size of the monitoring equipment. Which is precisely why we're introducing the Electronic Pocket Dosimeter (EPD) MY DOSE mini™ PDM-Series.

These high-performance

dosimeters combine an easy-to-read digital display with a wide measuring range suiting a wide range of needs.

But the big news is how very small and lightweight they've become. Able to fit into any pocket and weighing just 50-90 grams,

the Aloka EPDs can go anywhere you go. Which may prove to be quite a sizable improvement, indeed.

SCIENCE AND HUMANITY

ALOKA

ALOKA CO., LTD.
6-22-1 Mure, Mitaka-shi, Tokyo 181, Japan
Telephone: (0422) 45-5111
Facsimile: (0422) 45-4058
Telex: 02822-344

To: 3rd Export Section
Overseas Marketing Dept.
Attn: N. Odaka

Model	Energy	Range	Application
PDM-101	60 keV ~	0.01 ~ 99.99 μ Sv	High sensitivity, photon
PDM-102	40 keV ~	1 ~ 9,999 μ Sv	General use, photon
PDM-173	40 keV ~	0.01 ~ 99.99 mSv	General use, photon
PDM-107	20 keV ~	1 ~ 9,999 μ Sv	Low energy, photon
PDM-303	thermal ~ fast	0.01 ~ 99.99 mSv	Neutron
ADM-102	40 keV ~	0.001 ~ 99.99 mSv	With vibration & sound alarm, photon



Safety, convenience and a variety of styles to choose from.



PDM-107



PDM-102



PDM-173



PDM-101



PDM-303



ADM-102