

国际原子能机构 通报



第36卷 第1期

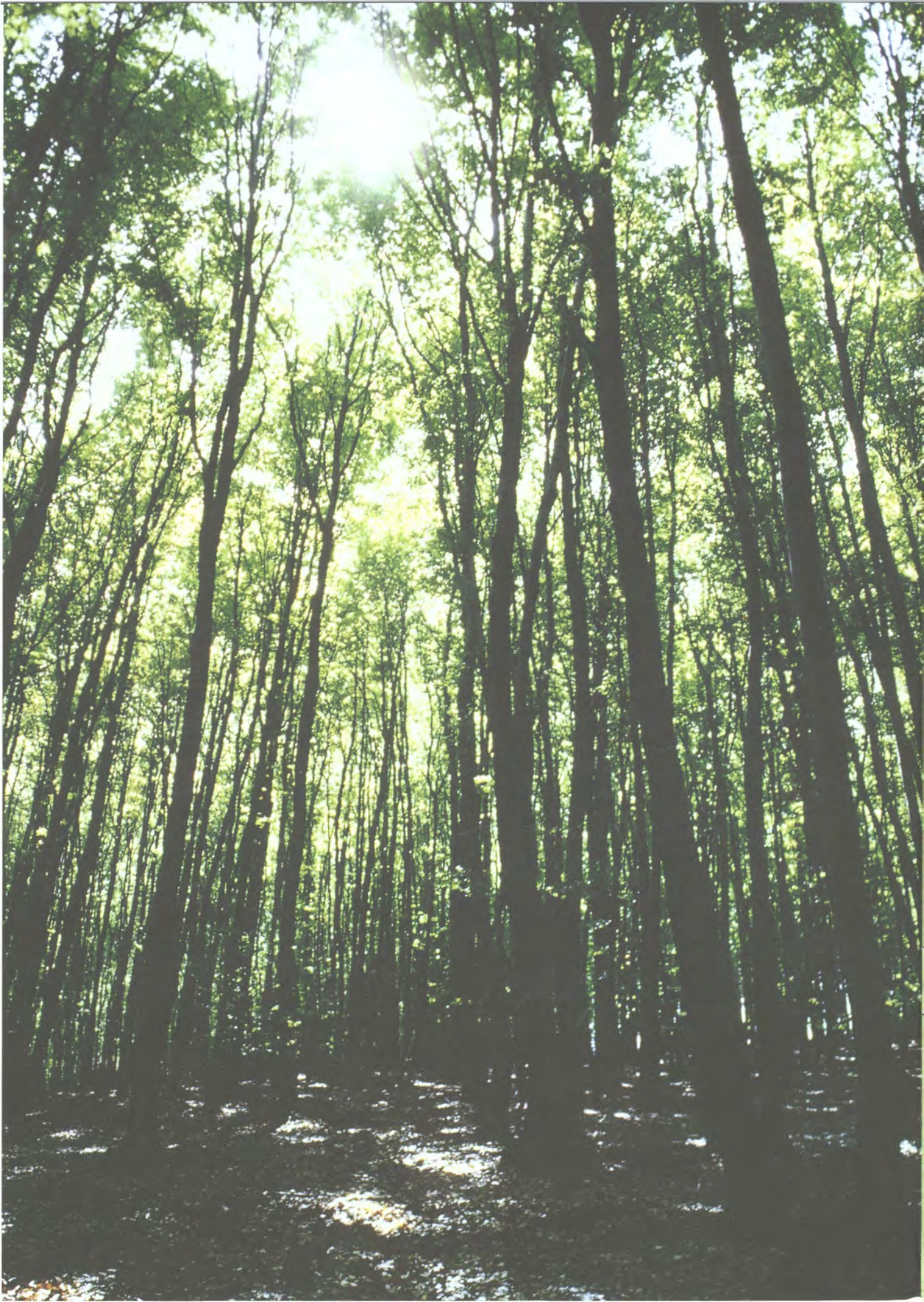
1994 年

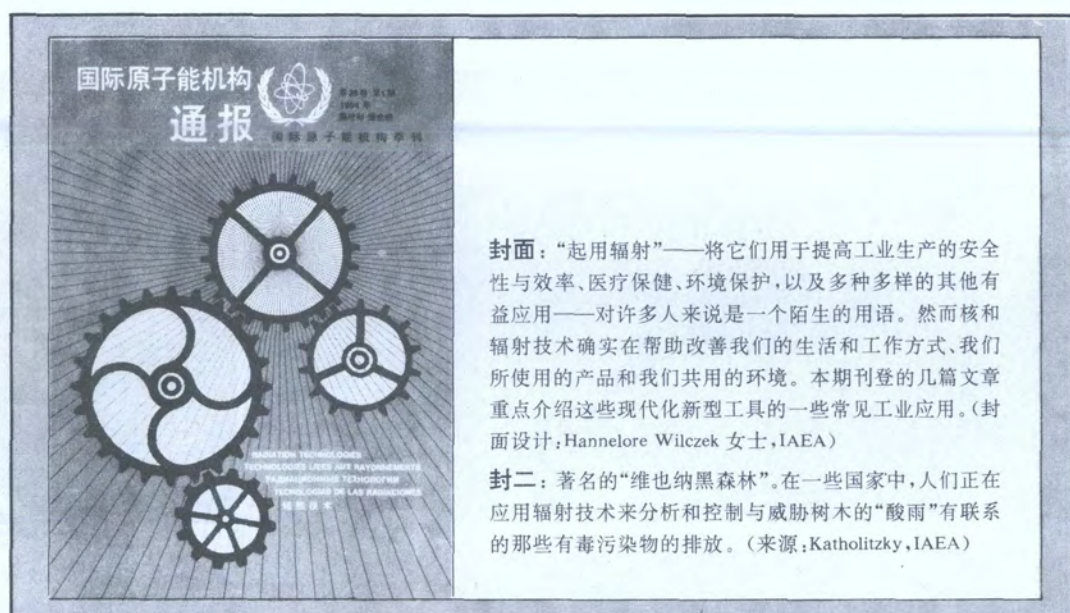
奥地利 维也纳

国际原子能机构季刊



RADIATION TECHNOLOGIES
TECHNOLOGIES LIEES AUX RAYONNEMENTS
РАДИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
TECNOLOGIAS DE LAS RADIACIONES
辐照技术





目 录

- 特 写** 核和辐射技术在工业中的应用: 技术革新的手段
S. Machi 和 R. Iyer / 2
 烟道气的电子束处理: 净化空气
Norman W. Frank 和 Vitomir Markovic / 7
 辐照技术用于废物处理: 全球概况
J. F. Swinwood, T. D. Waite, P. Kruger 和 S. M. Rao / 11
 利用辐射技术监测工业机械设备及系统的磨损与腐蚀
I. O. Konstantinov 和 B. V. Zatolokin / 16
 辐射技术在外科和制药工业中的应用综述
Glyn O. Phillips / 19
 加速器在科研和工业中的应用: 重点介绍中东和欧洲的情况
Vlado Valkovic 和 Wiktor Zyszkowski / 24
 发展中国家的食品辐照: 实用的替代办法
Paisan Loaharanu / 30
 辐射源的应用与废源管理: 善始善终
C. Bergman 和 B. G. Pettersson / 36
- 见 解** “第二个核时代”: 俄罗斯专家的观点
E. O. Adamov 和 V. V. Orlov / 41

- 其 它** 国际简明新闻/数据文档 / 44
 Posts announced by the IAEA / 55
 Keep abreast with IAEA publications / 56
 1993 年的著作者和供稿人 / 57
 Databases on line / 58
 IAEA 会议和研讨会/协调研究计划 / 60



辐射的用途：辐射技术通过多种途径给各行各业带来实际效益。比如，这些技术正在帮助（自左上起顺时针）确定煤的灰分和矿物含量，对医疗用品进行灭菌以保证卫生安全，分析焊接作业的质量，确保管道安全以及保藏食品。第3页：在能源工业中，常常利用各种辐射技术评估石油和天然气的潜在储量。（来源：AECL；Ontario Hydro；Sodel Photothèque EdF；ANSTO；CEA）



核和辐射技术在工业中的应用： 技术革新的手段

简述辐射技术所能发挥的作用

多年来,核和辐射技术的多种应用,一直在为提高工业效率、节能和保护环境作出贡献。

实际的工业应用有:

制造业:辐射加工技术正在诸如电线电缆、汽车轮胎、塑料薄膜薄板及装饰材料等日常用品的制造过程中起着越来越大的作用。

生产过程:另外一些应用放射性同位素仪表的技术,对于纸张、塑料板和钢板生产期间的在线厚度测量是必不可少的。利用核子控制系统检查加工过程和质量,已成为工业生产线中常见的现象。

工业安全和产品质量:利用 γ 或 X 射线照相术的无损检验或检测,被广泛地用于检查焊缝、铸件、机械设备和陶瓷制品,以确保其质量和安全。此外,放射性示踪技术对于优化反应器中的化学反应、探测泄漏及研究磨损与腐蚀等,都是一种独特的手段。

环境保护:德国、日本、波兰和美国一直在开发利用电子束同时除去二氧化硫(SO_2)和氮的氧化物(NO_x)的创新型技术。由 SO_2 和 NO_x 引起的酸雨,仍然在危害森林、湖泊和土壤。电子束技术在费用方面具有非常好的竞争力,其副产品可以用作农

业肥料。

本文简单介绍商业核技术的各种工业应用的现状和前景。IAEA正在通过其各种合作计划,积极从事将这些技术传授给感兴趣的发展中国家的工作。

S. Machi 和
R. Iyer

辐射加工

辐射加工是一种已在工业生产线中得到广泛应用的技术。同比较常规的加工方



Machi 博士是负责 IAEA 研究和同位素司的副总干事,Iyer 先生是该司物理和化学科学处处长。

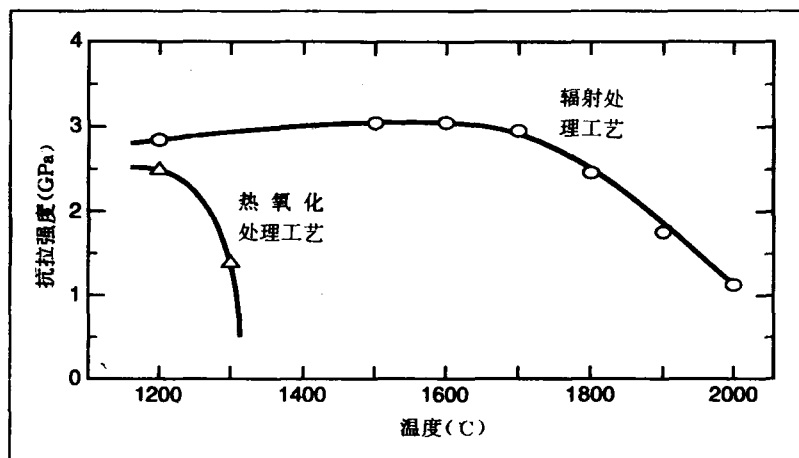
法相比,它具有许多优点,如有利于提高能源效率,便于控制,以及能适应涉及各种材料的多种应用。

辐射加工的工业应用在许多国家中已很普遍,而在另一些国家中正在发展。比如日本,截止 1994 年初,用于工业目的和研究与开发工作的电子束加速器已达到 280 台。在发展中国家,使用辐射技术的事例日益增多,它们常常得到 IAEA 在开发所需人才资源和获取设备方面的支助。某些具有重要意义领域有:

聚合物产品。50 年代,美国率先采用辐射加工技术实现电线电缆绝缘聚乙烯交联的大规模生产。此后,研究和开发活动提供了不少工业应用方面的成果。采用辐射工艺生产特殊材料的例子有:交联电线电缆(耐热),泡沫聚乙烯,热收缩管材和板材,木板、纸张、屋瓦、钢板、石膏板和计算机软磁盘的表面涂层固化,粘胶带,木材—塑料复合材料(耐磨、防水),聚合物絮凝剂(高分子量),汽车轮胎(交联),聚四氟乙烯粉(由废旧聚四氟乙烯裂解而成),隐形眼镜,吸水物品(用于一次性婴儿尿布等),除臭纤维,交联聚氨酯(用作防栓制动闸(anti-lock brake)传感器的电缆),交联尼龙以及电池隔膜。

这些产品具有独特的性质。多数情况下,辐射加工工艺在产品特性、生产经济性、加工温度的变动范围 and 环境保护方面都大大优于常规工艺。

用热处理和辐射处理工艺生产的碳化硅纤维的耐热性之比较



在诸如中国和大韩民国等一些发展中国家,大规模使用辐射交联生产绝缘电线电缆已有多数。

现正在开展制备新型材料的研究和开发,如新的投药系统、生物相容材料和耐高温的碳化硅(SiC)纤维等。

日本原子能研究所(JAERI)已研制出新的超级耐高温 SiC 纤维。这种纤维是采用辐射交联的聚碳硅烷(PCS)纤维制成的,然后经 1200°C 高温的热处理。业已证明,其耐热性要比用化学交联 PCS(常规方法)制成的 SiC 纤维好得多。(见图。)

用电子束加速器进行交联,需要的剂量为 10 兆戈瑞(MGy)。JAERI 运行着一座中试工厂,在真空室中每批辐照 4.5 kg PCS。该项目的实施是为了完善这项技术,并要建造一座月产 1 t SiC 纤维的商业规模工厂。计划 1996 年达到此生产水平。

辐射在表面涂层固化方面的应用,在被处理产品的数量和开发新产品这两个方面都在不断扩大。这种扩大是同该技术在产品质量、能源效率和环境保护方面的优点分不开的。常规的涂层热固化是靠有机溶剂的蒸发在基质上形成聚合物薄膜。蒸发掉的这些溶剂(碳氢化合物)作为温室气体逸入大气,成为氧化剂。常规涂料的全球消耗量每年大约为 2000 万 t。结果是每年有 800 万 t 有机溶剂(约占表面涂层总消耗量的 40%)排入环境。可利用电子束和紫外光固化的涂层不含溶剂,因此使用时不会排放此类溶剂。不过,此类辐射固化涂层目前只占人们使用的全部涂层的 1%。为了保护环境,预计这种新涂层的使用量将迅速增加。

医疗用品灭菌。在工业化国家,约有 40—50% 的医疗用品是用辐射灭菌的。预计这个百分数今后将达到约 80%。这种处理既可采用电子束加速器也可采用钴-60。就工作人员和消费者的安全、灭菌的可靠性和加工的简便性而论,业已证明辐射工艺比常规的环氧乙烷工艺好。

预计这种应用将在发展中国家中迅速增加。IAEA 和联合国开发计划署(UNDP)

已经在印度、大韩民国、智利、匈牙利、伊朗、土耳其、秘鲁、保加利亚、葡萄牙、叙利亚、厄瓜多尔和加纳实施建立辐射灭菌装置的项目。

目前,化妆品和制药原料的辐射灭菌也越来越广泛地被人们所接受。

烟道气净化。由化石燃料燃烧产生的烟道气中的 SO_2 和 NO_x 引起的酸雨,正在严重危害环境。利用电子束同时除去这些污染物的创新技术首先是由日本开发的,接着,美国、德国、意大利和中国的研究人员也相继跟上。目前华沙有一座中试规模的车间在运行,它属于 IAEA 和波兰的一个联合项目。该中试车间有能力净化当地供热厂产生的 $20\,000\text{ m}^3$ 燃煤烟道气。

最近,该车间持续运行了 1 个多月,成功地除去了烟道气中 90% 的 SO_2 和 85% 的 NO_x 。作为 IAEA 的一个典型项目,计划建造一座工业规模、用电子束技术处理波兰燃煤电厂排出物的车间。

在日本,3 座分别处理燃煤电厂烟道气、城市废物焚烧炉烟道气以及公路隧道废气的中试规模电子束车间正在顺利运行。

污水污泥灭菌及其重新利用。污水污泥辐射灭菌的研究工作一直在中试和全规模工厂中进行。在德国和印度,全规模工厂正在顺利运行。经辐照的污泥被用作农田的有机肥。在日本,已经开发出污泥经辐照后再制成混合肥料的技术,以产生经灭菌的农用混合肥料。IAEA 打算设立一项新计划,以促进此技术向最终用户的传播。

水的净化。目前还在研究如何利用辐射除去废水和天然饮用水中的有机污染物。在奥地利,一座利用电子束和臭氧处理饮用水的中试工厂正在运行。美国佛罗里达州的迈阿密,一直在进行评价用电子束技术除去水流(诸如地下水、二次排出物和饮用水)中有毒污染物的效率和费用效果的工程研究。

放射性示踪剂。示踪剂是故意加入一系统以研究其动态行为的一种物质。放射

性示踪剂——它具有极好的探测灵敏度并易于测量——已得到广泛的应用。它们使采用非侵入测量技术实时观察甚至处于高温高压条件下的密闭系统内的化学反应和物理过程成为可能。有关应用包括:探测地下管道和其它工业系统(例如石油和石油化学工业中的系统)的泄漏与确定堵塞部位;在冶金和化学工业中研究混合/配料(例如合金生产);测量转动机械(例如刀具与内燃机活塞)的磨损率和监督其磨损;研究工艺容器的滞留时间分布(例如石化工厂);工艺参数的优化;以及调查污染物在环境中的扩散情况。

这些应用现已相当成熟,并在全世界的许多工业部门中得到了广泛的应用。它们的真实效益是非直接的,只能用反证法证明,即如果没有这些应用,则制造费用的增加和工艺参数缺乏优化,必将使该工业部门效率低下,浪费严重,因而失去竞争力。

核子控制系统。在线分析在采矿、矿物加工、冶金及能源工业中的应用,已为改进过程控制从而降低成本和减少浪费开辟了新的可能性。基于核辐射的在线分析系统——统称核子控制系统(NCS)——已在目前的技术发展中成为一种重要的手段。NCS 具有常规方法所没有的两个优点:无损测量和甚至能在高温高压的严酷条件下使用。NCS 可提供多项参数的连续信息,以控制工业设备的生产质量。

核子仪器已在从评估矿井中矿石的质量和复杂性的核钻孔测井,到评估矿物组成及其后的加工情况等方面,成为矿产工业和冶金工业中必不可少的手段。对不断变化的组成进行在线实时快速分析,有助于改进对采矿、加工和配料作业的控制,并提高有用矿物的采收率。最近几年,诸如中子诱发瞬发 γ 射线、中子热化(thermalization)、 γ 吸收和同位素激发 X 射线荧光(XRF)等一些技术,已使工厂的运行和效率取得突破性进展。

煤炭工业是 NCS 的首批受益大户之一。对于供应者和消费者来说,煤的灰分

(矿物)含量是个非常重要的参数。由于煤炭主要用于电力生产,因此,从锅炉效率、锅炉寿命和大气污染的角度来看,有关这个参数的信息是十分重要的。人们需要在线地持续了解灰分总含量、元素组成和水分含量等方面的详细信息,而现代化的NCS可准确可靠地提供所需的信息。一般使用铀-252中子源和 γ 探测器,然后对煤炭发出的 γ 射线进行实时能谱分析,以获取元素组成。影响锅炉效率的关键元素有:铝、硅、钙、铁、硫、氯、氮、钾和钛。

由于冶金和矿物加工这样的基础工业是所有国家的核心工业部门,因此增加此类先进技术的使用量必然会带来十分明显的效果。比如,仅在澳大利亚,1961年时使用的核子仪器约为125台,到了1990年已超过12000台。这些仪器包括密度计、厚度计、皮带秤、湿度计、钻孔探头、煤炭灰分监测器、独立的和在线的分析器,以及工业射线照相装置。澳大利亚工业中使用的这些仪器数量的增长,就是使用它们能带来技术和经济效益的一个明证。在澳大利亚,由使用核子仪器引起的生产率的提高估计每年在5000万美元以上。

尽管NCS这样的基础技术已广为人知,但在技术文献中,每年仍有有关新的和创新性应用的报道。其中包括:利用灰分的天然放射性估计煤炭灰分,测定化工厂中的酸浓度,制取半导体工业用超纯金属,以及水泥工业中石灰石原料的非在线和在线分析。目前矿产工业和冶金工业使用着数以千计的便携式XRF分析仪,用于鉴别投料金属和碎屑,在现场核验合金组成,控制质量,分析熔炼和焊接过程,鉴别有害废物,以及在现场分析受污染的土壤和地下水。

核钻孔测井和活化分析。石油工业中使用核钻孔测井,是众所周知的,其目的在于测量潜在的含油层,评估石油和天然气储量及其可开采性,以及分析已建成的油

田,以便优化石油采收方法。例如,井壁散射的 γ 射线能提供有关地下岩层的密度和平均原子数的信息。测量中子散射可揭示井孔周围岩层的平均孔隙大小——孔隙越大,岩石容纳碳氢化合物的能力越大。探索 γ 射线和中子与含油岩石和含矿地层的相互作用,目前仍然是一个大的研究领域。这项研究工作结合其它的地球物理和地球化学测井信息和建立模型方面的研究,能提供含油岩石的特性和探测信号之间的定量关系。这些数据最后能得出有关甚至几千米深处的地下环境的完整信息。

另一项技术上广为人知的方法——航测 γ 射线谱学——已广泛用于发现铀的成矿区。它还用于寻找其它的重要矿物,因为铀的成矿是与一些指引元素相关联的,诸如金、银、铍、铋、钴、镍、铜、汞、钼、铌、铅、锡、锌、锆和钛等元素。仪器类中子活化分析(NAA)技术,一直是绘制含矿层地球化学和地质图的重要工具。这种方法本身对污染和基体的效应不灵敏,并且能省去复杂的样品制作阶段。它能提供周期表上40多种元素的浓度数据。在许多国家中,由于利用核反应堆辐照样品的机会有限,因而妨碍了NAA的广泛使用。即使这样,对于金和铂的勘察来说,它仍是人们最喜爱的方法。

技术革新的手段

核和辐射技术在许多方面已经成为技术革新的宝贵手段。通过IAEA的合作研究计划和技术援助计划传播这些技术的做法,对许多国家的经济发展过去是并将继续是至关重要的。

经验证明,最佳与恰当地应用核和辐射技术会带来巨大的实际效益。它们的应用可以在现在甚至很远的将来帮助采用这些技术的工业部门大幅度提高生产率。 □

烟道气的电子束处理：净化空气

当今更加严格的环境标准要求有一种能同时去除
燃料燃烧时产生的 SO_2 和 NO_x 的系统

电子束处理技术有可能成为去除各种燃烧烟道气体中的污染物的适用辐射技术。在过去 5 年里，人们在证明这项技术的经济性和环境适宜性方面已经做了大量工作。

- 研究表明，二氧化硫(SO_2)和氮的氧化物(NO_x)之类的污染物在空气中的迁移范围，要比原先想象的大得多。

- 与 SO_2 相似， NO_x 同样被认为是酸雨的一个成因，这是促使人们开发能同时去除这两种气体的系统的重要原因。

- 许多国家已经通过了更加苛刻的空气质量法规，这必然要求提高污染物的去除效率。

- 许多去除系统能产生残渣，从而引起另一个废物问题。为此，利用去除系统副产品的问题今后将变得更加重要。

- 电子束工艺在过去 3 年内已做过大量试验，并在可靠性和能耗方面做了许多改进。

为什么许多国家要开始研究更加苛刻的、在排放源处去除 SO_2 和 NO_x 的法规呢？原因很简单，因为他们认识到这两种气体会在大气中迁移和转化。（见下页图。）锅炉燃烧气体的排放物能被带到许多公里之外。它们在这一迁移过程中发生大量的转化，如 SO_2 气溶胶转化为硫酸， NO_x 气溶胶

转化为硝酸。这就产生了硫酸和硝酸在雨、雪或雨夹雪中“湿处理”这一现象。现在，原始污染物的干沉降可以发生在离开排放源很远的地方。

在欧洲、日本、美国、亚洲和几个拉丁美洲国家中，更加苛刻的环境法规已经生效。鉴于人们继续在关注硫和氮的污染物，可以预料，未来将会出现越来越严格的法规。

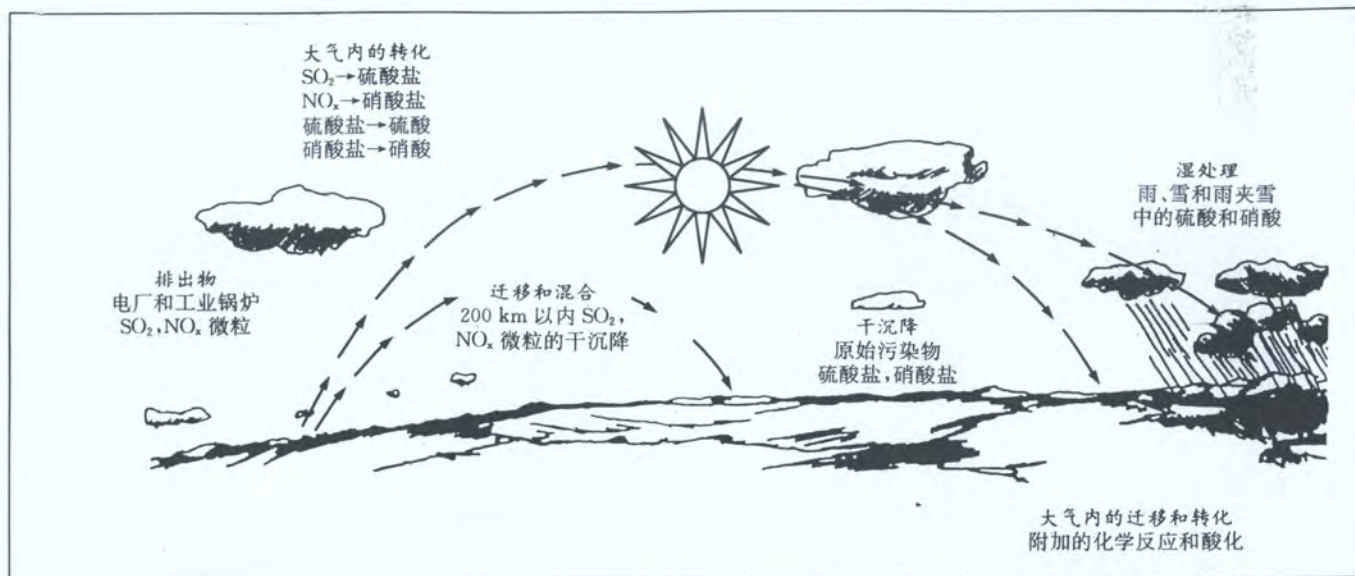
还可以预料，满足“保护臭氧层”的要求将需要更加苛刻的 NO_x 排放标准。这在一些即将生效的法规中已有所体现。可以预见，将需要效率很高的同时去除 SO_2 和 NO_x 的系统。

目前，减少 SO_2 和 NO_x 排放量的常规技术，主要适用于日本和欧洲采用的低硫煤。这些技术称作湿式烟道气脱硫(FGD)

Norman W.
Frank 和
Vitomir Markovic



Frank 先生是美国宾夕法尼亚州格林斯堡的荏原环保公司经理，Markovic 先生是国际原子能机构物理学与化学处职员。



大气内的迁移过程

和选择性催化还原(SCR)。SCR 系统是最常见的 NO_x 去除系统, 尽管并未证实它能用于高硫煤。FGD 和 SCR 系统是一种要求把性质不同的两种技术组成一个供锅炉使用的污染控制流程的系统。

因此, 重要的是开发一些能满足未来要求的使用单一技术的系统, 即能从低硫或高硫煤及石油的烟道气中同时去除 SO_2 和 NO_x 的系统。

电子束工艺正好属于这类技术, 因为它就是使用同一种基本技术同时去除上述两种污染物的系统。(见下页图。)日本、德国、美国和波兰的示范车间已经表明, 这种系统去除 SO_2 的总效率通常超过 95%, 去除 NO_x 的效率达到 80—85%。这样高的效率可满足最苛刻的法规要求。

去除 NO_x 要比去除 SO_2 需要更多的能量, 为此, 已在称作区域辐照的技术方面做了大量研究工作, 以降低去除 NO_x 所需能量。为了尽量减少去除 NO_x 所需的能量输入, 已经做过不少试验, 目前还在做。使用区域辐照后的结果表明, 可节省 20—30% 的能量, 这使得该技术与其它复合技术相比具有极好的竞争力。

许多国家已建成了一批电子束试验设施和示范车间, 有 4 个试验设施仍在运行。它们分别属于日本高崎的日本原子能研究所(JAERI)、波兰华沙的核化学与技术研究

所、德国卡尔斯鲁厄的 KfK 和日本藤泽的荏原公司。这些试验设施均在改进工艺和降低能耗方面的工作。

近几年来, 各个研究设施和中试车间都取得了许多值得注意的成就:

- 氮和硫的质量平衡已得到确认, 发现约 22% 的氮是以 N_2O 的形式释放的。

- 对烟道的构形进行了研究和试验, 现在已研制出适用于这种工况的不同构形。

- 区域辐照概念已做过试验, 并已证实可大大降低能耗。

- 分析和试验了避免副产品积累和烟道阻塞的各种方法, 使这一工艺能够长期运行。

- 气体中 NO_x 浓度较低情况的试验已完成, 结果良好。

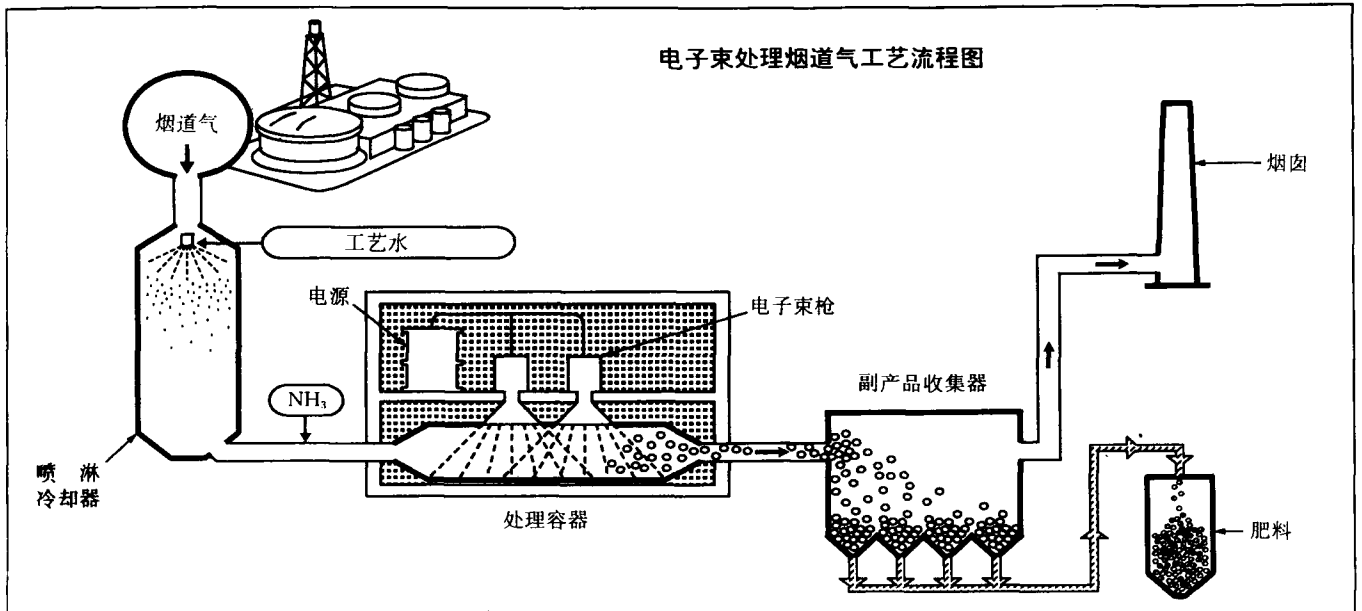
- 去除挥发性有机化合物的试验正在进行。

- 有关焚烧炉气体的试验正在进行; 这将提供去除氯化氢(HCl)之类的其它污染物方面的宝贵信息。

- 美国电力研究所(EPRI)最近的一份报告指出, 电子束工艺正在被看成未来的可同时去除 SO_2 和 NO_x 的系统之一。

- 现有电子束加速器的功率已经增大至 300—400 kW, 并且可以非常可靠地立即启动。

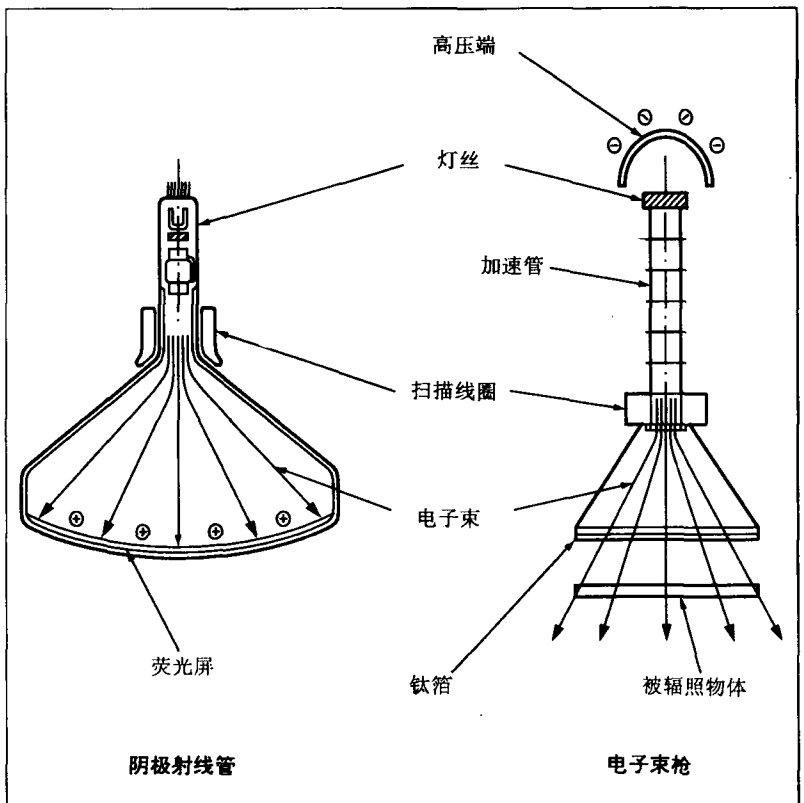
电子束处理烟道气工艺流程图



电子束工艺: 去除 SO_2 和 NO_x

电子束工艺可同时去除燃烧烟道气中的两种污染物—— SO_2 和 NO_x ，它实质上是一种干法涤气工艺。烟道气在进入喷淋冷却器之前，先用常规技术除去飞灰。烟道气通过冷却器时，利用工艺水降低温度和增加湿度。在进入辐照区之前，再加入接近理想配比数量的氨气。混合后的气体在通过处理容器时用高能电子束照射，此时 SO_2 和 NO_x 转化成相应的酸，然后分别转化成硫酸铵和硫酸一硝酸铵。再利用静电除尘器回收这些硫酸铵和硫酸一硝酸铵。这些副产品是有用的肥料，可供农业使用。净化后的气体排入大气。

右图：产生电子束的加速器原理上与许多人很熟悉的一种器件很相像，如世界各地都在使用的电视机中的阴极射线管，只不过加速器的功率大得多罢了。



●美国国防核武器局正在开发功率范围为 0.8—1.8 MW 的用于控制空气污染的加速器。

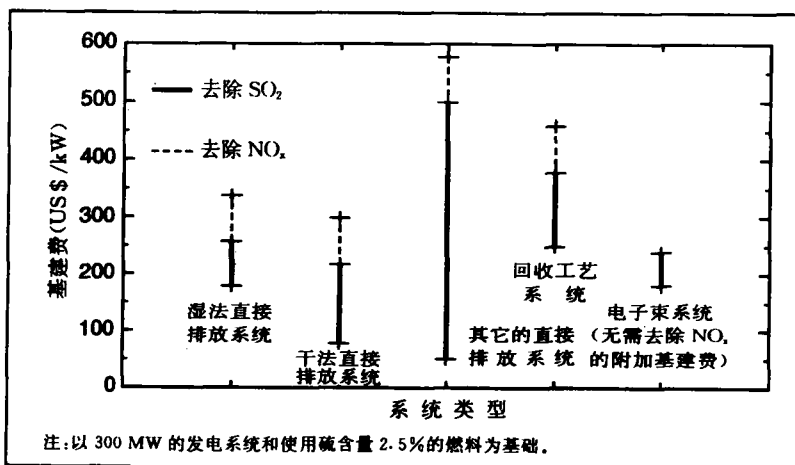
人们研究了电子束工艺用于 SO_2 和 NO_x 浓度不同的各种燃料的经济性。看来有希望使这种系统的基建费达到 200 US\$/kW。从现有的常规 FGD 系统的基建

费统计表可以看出，电子束工艺与现有的一切 SO_2 去除系统相比是有竞争力的。如果加上去除 NO_x 的 SCR 系统的基建费(约 80 US\$/kW)，则预定的电子束工艺基建费将使这一工艺成为可在电厂中安装和运行的最经济的系统之一。(见第 10 页图。)

更重要的是，已经证明这种系统对高

处理烟道气的电子束中试和示范设施

单位/年份	流 量	加 速 器	被处理气体的 SO ₂ /NO _x 浓度 (ppm)	温 度 (°C)
JAERI/1981	900 L/h	1.5 MeV 20 mA	1000/5000	80—150
核化学和技术研究 所,华沙/1989	400 m ³ /h 燃 油	775 keV 5.4 kW	0—1200 0—400	60—150
卡尔斯鲁厄,玛瑙 I /1989	1000 m ³ /h 原 油	500 keV 50 kW	400—1000 300—1000	60—120
荏原公司,藤泽/ 1991	1500 m ³ /h 燃油和天然气	500 keV 15 kW	0—1000 0—200	65
核化学和技术研究 所,华沙 Kaweczyn 电厂/1992	20 000 m ³ /h 燃 煤	500—700 keV 2—50 kW	200—600 250	60—120
NKK—JAERI, 松户 市/1992	1000 m ³ /h 天然气	900 keV 15 kW	SO ₂ -100 NO _x -100 HCl -1000	150
荏原—JAERI, 中部/ 1992	12 000 m ³ /h 燃 煤	800 keV 36 kW×3(108 kW)	800—1000 150—300	65
荏原—东京—EPA/ 1992	50 000 m ³ /h 自动转炉废气	500 keV 12.5 kW×2(25 kW)	NO _x 0—5	室温(20)

烟道器处理基建费
比较

硫燃料是非常有效的。生产高硫原油、煤或褐煤的国家在用这些燃料发电时可以行之有效地使用这一系统,而让高质量燃料继续出口。这可能会对若干国家的环境和经济状况产生重大影响。业已证明,SO₂含量越高,电子束工艺从烟道气中去除SO₂和NO_x的经济性越好。

电子束加速器的可靠性和效率,近几年已取得了一定的进步,目前在其它许多辐照加工应用中使用的加速器很多。现今

供各种应用使用的加速器的功率每台可达400 kW。预计将来可提供功率约800 kW的常规变压器型加速器。与此同时,正在开发功率高达~2 MW的脉冲式加速器,这种加速器的潜在优点是尺寸比较紧凑,采用了模块式设计,因而可降低安装费和减少屏蔽。

将加速器作为净化烟道气之类的辐照处理技术使用,技术上是可靠的,也比较简单。这些系统易于安装、使用和控制,对运行人员和环境是安全的。运行过程不产生放射性,关机后也不存在剩余辐射。

由于处理燃烧烟道气的电子束工艺与常规系统相比具有许多优点,因而是一种大有前途的工艺。随着人们对保护和恢复环境的兴趣日益增加,它必将造福全人类。此外,它能将污染物转化成有用的农用肥料,而不是产生需要另外处置的废物。

这种工艺现在已可用来去除燃烧烟道气中的SO₂和NO_x。预计它将在未来的岁月中获得广泛的应用。在烟道气处理和其它的环保应用方面,当前的研究和开发计划即将提供许多新的改进和创新。 □

辐照技术用于废物处理：全球概况

许多国家正在研究对有害的液体或固体废物
进行消毒或去污的辐照系统

水、土地和空气的污染是一个全球越来越关心的问题。新闻媒介有关废物处理和处置不当引起疾病和污染的报道屡见不鲜。对不够充分或不恰当的废物处理方法引起的潜在健康危害的认识加深，激励人们寻找别的有效的废物处理方法。在许多国家里，在个人、社区、城市乃至省(州)这样一些层次上，都能见到重新利用废物的种种倡议。

人们特别关心的是下面两类成问题的废物：一类是含有可能是传染性微生物的废物(污水污泥、生物医学废物及废水)；另一类是被有毒化学物质污染的废物。目前正在废物处理作业中使用的或正在为这一用途研究的辐照系统，主要是产生 γ 射线、电子束、紫外线及X射线的系统。

自60年代初期以来， γ 辐照装置一直被广泛地用于医疗用品和消费品的灭菌，这种辐照装置通常用放射性钴-60作为能源。德国慕尼黑附近的一个处理厂，是利用 γ 辐照装置进行污水污泥消毒的全规模示范厂；美国阿肯色州的生物医学废物灭菌设施则是处理医院的各种废物的全规模示范厂。目前，使用 γ 辐照装置降解土壤中有毒物质的研究工作正在进行。

同样，在各种工业过程中使用电子束辐照装置，已有数十年的历史。业已证明，这种辐照技术在饮用水和废水消毒方面是很有效的。近来，这种技术已在中试规模的研究中用于分解土壤和工业废渣中的污染物。

紫外线辐照系统已重新在废水处理厂流行，用以替代氯气消毒系统。这些辐照系统同多年前初次使用时相比已作了许多改进，设备更加坚固耐用，运行更加可靠。

最后一点，人们一直在研究利用X射线处理废物的可能性(X射线在医疗诊断和癌症治疗方面的应用是众所周知的)。然而，这一技术至今尚未用于此种用途。

ASCE的综述报告

就大规模的辐照处理来说，人们通常考虑的辐射源有几类。1992年，美国土木工程师学会(ASCE)发表了一篇用4类辐射对水、废水和污泥进行辐照处理的工艺现状的综述报告。^{*}该报告总结了被调查的下列4种辐照技术的发展动向：紫外线、放射性同位素(主要是钴-60)、直线加速器或电子束加速器，以及X光机。

世界上许多国家已建造了处理饮用水、废水和污泥的辐照设施。(参见第12页

J. F. Swinwood,
T. D. Waite,
P. Kruger 和
S. M. Rao

Swinwood女士是加拿大安大略省诺迪昂国际有限公司的市场开发高级职员；Waite博士是美国迈阿密大学环境工程学教授；Kruger博士是美国斯坦福大学土木工程教授；Rao博士是印度孟买的巴巴原子能研究中心同位素部主任。

* *Radiation Treatment of Water, Wastewater and Sludge*, Task Committee on Radiation Energy Treatment, American Society of Civil Engineers, New York (1992).

已在运行或将要运行的处理饮用水、废水和污泥的辐照设施

	辐照装置类型	被处理对象	处理目的
奥地利	电子束	饮用水	减少化学污染物
	钴-60	废水	减少酚类含量
加拿大	钴-60	污泥	用作肥料前消毒
捷克共和国	钴-60	饮用水	消毒
德国	钴-60	污泥	用于造地前消毒
	钴-60	井水	预防生物污染
印度	钴-60	污泥	消毒
日本	钴-60	污泥	制成复合肥料前消毒
	钴-60	垃圾沥滤液	分解有毒物质
挪威	钴-60	污泥	消毒
	电子束	废水	消毒
南非	电子束	污泥	消毒
美国	电子束	废水, 污泥	消毒

来源:摘自美国土木工程师学会 1992 年发表的报告 *Radiation Treatment of Water, Wastewater, and Sludge*。本表包括已在运行或即将要运行的中试和全规模辐照设施。更详细的描述和参考资料参见该报告。

页附表。)第一座大型辐照设施是建于 1973 年的德国盖瑟尔比拉赫 γ 污泥辐照装置。另一项商业应用也在德国,利用辐射减少饮用井水的生物污染。目前,有若干个电子束辐照设施在探索电子束处理饮用水、废水和污泥的商业应用可行性。

印度的污泥浆辐照系统

印度的污泥消毒研究辐照装置 (SHRI), 是世界上第二座此种设施。该设施 1992 年初在巴罗达市正式投入运行。SHRI 已成为孟买巴巴原子能研究中心的辐照技术用于公共卫生与环保计划的一部分。该辐照装置是在古吉拉特邦政府、巴罗达市政公司及巴罗达市立 M. S. 大学合作下建造的, 其最终目标是要处理加杰拉瓦迪污水处理厂每天产生的约 110 m^3 的全部污泥, 并把消毒过的污泥作为一种安全的肥料使用。

SHRI 有两个相同但独立的辐照回路, 每个回路分别由筒仓、辐照室及循环系统组成。目前, 每次仅开动一个回路。每个辐照室的钴-60 源最高装载量约为 500 千居

里。当吸收剂量为 4 千戈瑞 (kGy) 时, 每个辐照回路每天最多能处理约 100 至 120 m^3 污泥。(参见第 13 页简图。)

消化或未消化的污泥首先进入筒仓, 计量后体积为 3 m^3 的污泥借助重力进入辐照容器。随后, 为防止沉淀和达到所要求的剂量, 用泵让污泥循环预定的一段时间。这一工序结束后污泥被排入贮罐, 以后再用泵将它送至干燥床。按照目前的钴-60 装载量, 经过 2 到 3 小时的间歇式作业, 几乎可彻底杀灭污泥中的微生物, 这当然还取其初始含量。该设施每天可消毒 3 批污泥。

消毒和干燥后的污泥一直在 SHRI 设施的花园内作为肥料使用。目前, 印度正努力向该地区农户提供经处理的污泥。

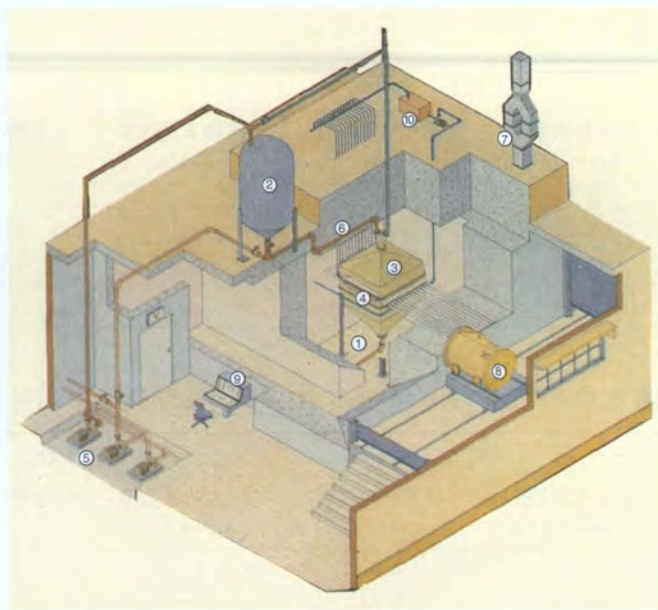
尽管该设施原先是为污泥消毒而设计的, 但它一直在用于评估此项技术处理污水处理出水厂的适用性。印度环保部已表示对使用辐射技术大规模处理印度北部恒河沿岸城市污水厂的出水感兴趣。

分解有毒污染物: 美国的研究

最近 6 年中, 美国一个由科学家与工程师组成的跨学科研究小组, 一直在研究高能电子束辐照对除去(彻底分解)水溶液中有毒有机化学物质的效能, 并研究了若干个被确定为对高效地破坏这些化学物质来说重要的因素。这些研究的成果能应用于废物处理和有害的废物弃置场的整治。这些研究工作是在美国佛罗里达州迈阿密的电子束研究设施 (EBRF) 中进行的。

EBRF 隶属于建在美国佛罗里达州迈阿密的弗吉尼亚沙洲上的迈阿密-达德地区废水集中处理厂。该设施有一台卧式 1.5 兆电子伏 (MeV) 电子加速器。该加速器属于绝缘芯变压器 (ICT) 型, 最多能输出 50 毫安 (mA) 的电子束流。通过调整束流能使吸收剂量按线性方式改变, 从而可使实验所用的剂量在 0—8 kGy 的范围内变化。电子束流的扫描频率为 200 赫 (Hz), 覆盖面宽 1.2 m, 高 5 cm。

按设计流量 $0.45 \text{ m}^3/\text{min}$ 运行时, 自上



上图：印度巴罗达的污泥辐照研究设施。如简图所示，该设施包括辐照室(1)、贮存筒仓(2)、辐照容器(3)、源组件(4)、泵房(5)、循环管线(6)、废气排出管(7)、运输容器(8)、控制台(9)以及源冷却剂系统(10)。

下图：加拿大的安大略农学院在用辐照污泥作肥料的土地上种上了莴苣，这是该学院的研究活动的一部分。

(来源：印度巴巴原子能研究中心；加拿大圭尔夫大学土地资源学系 Thomas Bates 教授)



在有或无粘土时去除水溶液中的 99% 三氯乙烯所需的平均剂量汇总

无粘土		有 3% 粘土	
初始浓度范围 ($\mu\text{mol/L}$) *	所需平均剂量 (kGy)	初始浓度范围 ($\mu\text{mol/L}$) *	所需平均剂量 (kGy)
0.61—0.88	0.57	0.58—0.72	0.58
6.2—8.9	0.64	6.2—7.2	0.64
40—58	1.07	45—59	1.06

* 1 $\mu\text{mol/L}$ = 0.131 mg/L

在有或无粘土时去除水溶液中的 99% 苯所需的平均剂量汇总

无粘土		有 3% 粘土	
初始浓度范围 ($\mu\text{mol/L}$) *	所需平均剂量 (kGy)	初始浓度范围 ($\mu\text{mol/L}$) *	所需平均剂量 (kGy)
1.1—2.1	0.56	1.1—1.3	0.49
17—24	0.72	16—19	0.96
23—87	2.00	25—76	1.81

* 1 $\mu\text{mol/L}$ = 0.078 mg/L

往下流经 EBRF 扫描束流的废水流约厚 4 mm。因为 1.5 MeV 的电子在水中的最大穿透深度约为 7 mm, 因此部分电子会穿透水流。这样, 束流的能量并没有全部转移给水。他们还采用超界扫描废水流的办法确保水流边缘受到辐照, 这又会浪费一部分能量。结果是能量转移效率只有约 60%—85%。因此, 束流为 50 mA (75 kW) 时记录到的剂量在 6.5—8 kGy 之间。包括泵、冷却器等辅助设备在内的总耗电量约为 120 kW。

去除有毒和有害的有机化学物质: 研究成果简介

人们已对在处理被污染的土壤、改善地下水、处理工业废物以及处理有害废物沥滤液时可能碰到的那些有机化学物质, 作了大量的研究。现将对两种化合物(三氯乙烯和苯)的研究结果汇总如下。

现已取得了几种辐照剂量、3 种初始溶质浓度、3 种 pH 值, 以及有无 3% 粘土存在的情况下的去除效率数据。溶质或是在实验室配制的浓的成品溶液, 或是在水槽车灌水时加入水中。(参看上表。)

研究过的所有这些化合物的反应副产物实质上都已高度氧化。例如, 对三氯乙烯来说, 经查明, 甲醛和甲酸是仅有的两种浓度为 $\mu\text{mol/L}$ 量级的反应副产物。原始化合物的其余部分已完全成为无机化合物 CO_2 , H_2O 及 HCl 。

因此, 业已证明, 高能电子束辐照对破坏水流中的有机化学物质是行之有效的, 而且效率很高。这里举出的实例是可以在废水流中和在有害废物整治场发现的典型有机化学物质。

加拿大的污泥重新利用设施: 出售辐照污泥

城市污水污泥是污水处理厂处理废水的过程中排出的固体物。这种污泥通常含有可能有害的成分, 诸如传染性微生物(病毒、细菌和寄生虫)、重金属元素和化学物质。它还含有氮、磷等有益于植物生长的营养物。

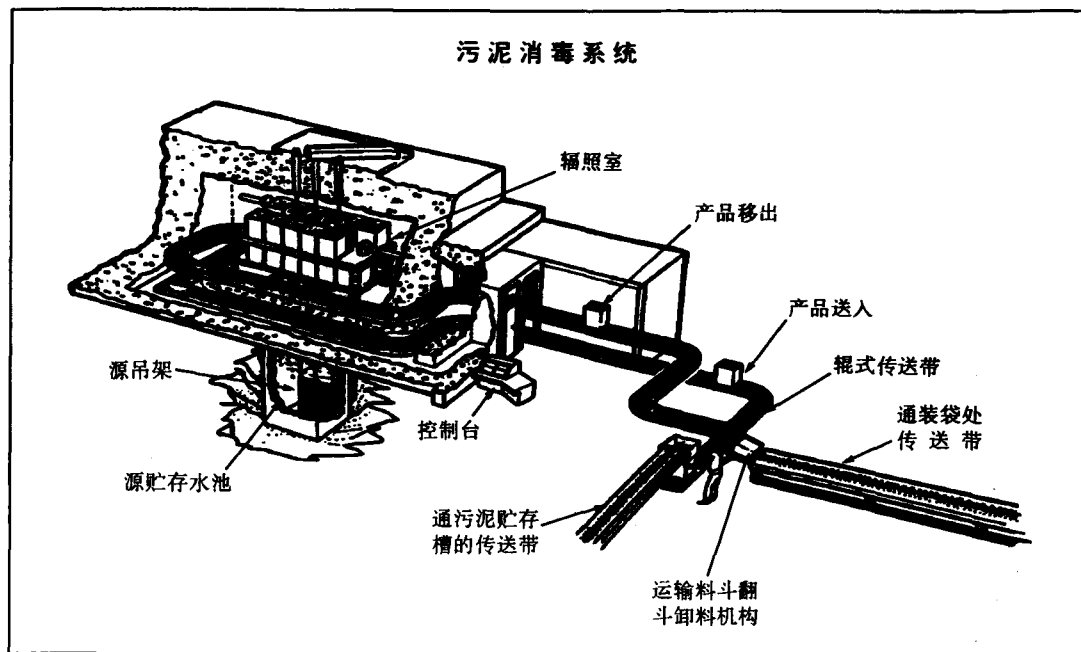
在有些国家(德国、印度及意大利)中, 已成功地采用辐照系统对污泥浆进行消毒, 消毒后的污泥再施用于农田。加拿大制定了一项为期 4 年的试验性计划, 该计划已建议建造一座污泥重新利用设施, 在该设施中安装一台钴—60 源污泥辐照装置。如果这项建议得到批准, 该设施将把污泥转变成一种干燥的与土壤类似的产品, 可以装袋并出售给园艺公司。

污泥辐照系统

污泥辐照消毒通常在装有钴—60 源的 γ 辐照装置中进行。全世界运行中的此类全规模工业辐照装置有 160 多台, 它们主要用于注射器、外科缝线、外科医生工作服、心脏瓣膜、软膏、滑石粉及其他许多医疗用品和消费品的灭菌。

一套污泥辐照消毒系统由 3 大部分组成:

- 一间用于安装辐照装置和钴—60 源的以混凝土墙作屏蔽的消毒室;
- 一套将污泥移入和移出消毒室的输送机械; 和

城市污泥辐照装置
简图

● 用于消毒的钴-60 能源。

钴-60 源是辐照装置的重要组成部分,它是一种专门生产的放射性同位素,与医院中治疗癌症患者所用的一样。先把天然的非放射性钴-59 制成“铅笔”状细棒,然后把这些“铅笔”放在反应堆内让中子轰击1年或数年。经过这段时间后,约有10%的钴-59 转变成了钴-60。从反应堆内取出这些“铅笔”,以便进一步的处理和为运送给工业辐照系统的用户作准备。

钴-60 在衰变成镍时发射 γ 射线。此种射线能够穿透污泥,杀灭微生物和寄生虫。它们不会在污泥中或其表面上留下任何残留物,也不会使污泥成为“放射性的”。辐照过程不会改变水含量,不会改变营养物和重金属的含量——它的唯一功能就是杀灭致病微生物。

辐射污泥用作肥料

经消毒的污泥可安全地重新用作肥料、土壤改良剂或各种各样的特种肥料产品的配料。此类污泥产品可与市场上出售的、典型的土壤改良剂和动物厩肥产品竞争。

因为污泥产品是有机肥料,不同于仅提供营养物而几乎不具有改良土壤性质的

化肥,所以它能使土壤得到长期的改良。以污泥为主的产品所含的天然成分,是灌木和花卉的理想肥料,它也可用于新的或已有的草坪。

未来的挑战与机遇

本文只是极简要地介绍了辐照技术能作出贡献的几类废物管理问题。在某些情况下,此类辐照技术还需要进行更多的研究和试验才能大规模地使用,而在另一些事例中,这项技术早已在或者正准备全规模地使用。

展望未来,许多研究中心正在进行的研究,为辐射技术安全、可靠和经济地用于废物处理开拓了一些新路子。其中包括能去除烟道气中的氮的氧化物和二氧化硫之类环境污染物的电子束装置;利用钴-60 对医院和实验室废物进行灭菌以便安全处置的设备;以及增加紫外线的使用量,使之代替含氯化学品对废水进行消毒。

世界各国城市居民年复一年地面对越来越多的似乎不可克服的环保问题。为了迎接这些挑战,人们正在寻找不仅为现在也为将来提供答案的高技术解决办法。辐射技术为正在进行的这种探索提供了一种富有生命力的选择。 □

利用辐射技术监测工业机械设备及系统的磨损与腐蚀

一些国家正在 IAEA 支助的一个项目名下

探索被称为薄层活化技术的各种应用

I. O. Konstantinov
和 B. V. Zatolokin

众所周知,工业装备与各种机器、运输设备、核电厂与常规电厂、管道及其它材料的可靠性,受磨损与腐蚀等损伤过程的影响极大。出于安全和经济方面的考虑,对这种损伤进行适当的监测,有可能阻止工业设备或车辆在运行期间发生危险的事故,避免因机器故障而影响生产。

当被研究的机器零部件表面不易接近或被外层构件盖住时,核方法就成了检测工作的有力助手。常用的核方法有 X 射线照相术、中子照相术以及被称作薄层活化(TLA)的技术。

TLA 技术是监测磨损与腐蚀的各种方法中最有效者之一。通过远距离测量,可以在真实的运行工况下检测机器或加工厂中的关键零部件,并测定磨损与腐蚀速率。TLA 技术的主要特点是,通常用加速器(如回旋加速器)辐照被研究的物体,使之在被研究的表面下生成薄薄的放射性层。

对于用加速器使机器零部件活化的方法,已做过充分的研究。TLA 方法现在能非常灵敏地测量表面损伤速率,其灵敏度能达到 0.0001—1 毫米/年。TLA 技术现被用作测量各种组件磨损速率的工具。被测组

件除了内燃机的活塞环和汽缸壳外,还包括轴承、凸轮轴和车辆闸盘。更近期的应用包括评估管道、蒸汽和燃气轮机叶片、海上采油平台和核电厂设备的腐蚀与磨蚀情况。这些应用给工业部门带来的效益远远超过了用加速器辐照机器零部件与购买相应辐射测量设备的费用。

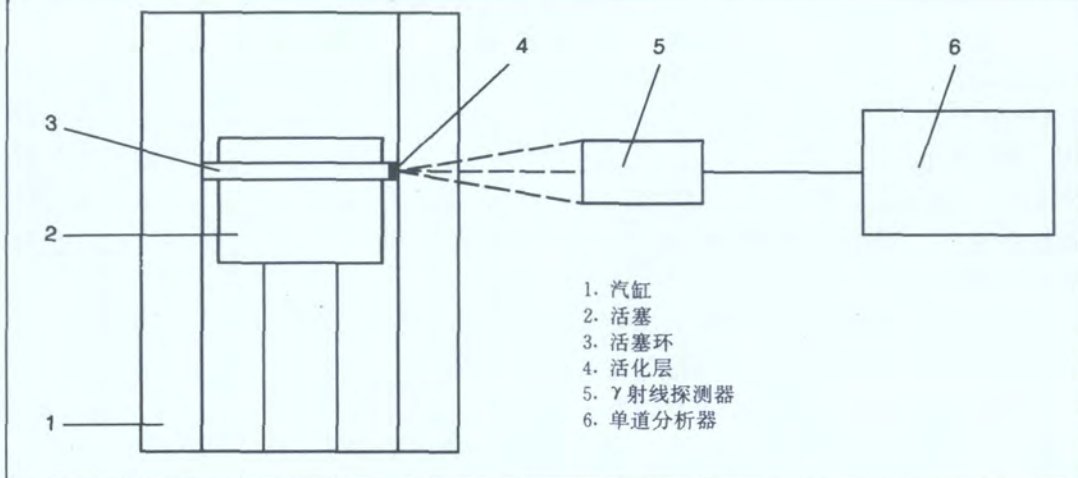
为满足成员国的兴趣,IAEA 于 1991 年设立了一个在工业中采用核方法监测磨损与腐蚀的协调研究计划。其范围包括进一步开发使用带电粒子加速器的辐照技术,和将 TLA 技术实际应用于各工业领域的各项技术性研究。中国、匈牙利、印度、罗马尼亚和俄罗斯的 6 个研究机构参与了此项计划。除其它方法外,参与者正集中力量开发新的被辐照器件、测量系统和实用的磨损与腐蚀监测方法。本文从技术角度简短地介绍 TLA 技术及若干实例的研究报告。

TLA: 示踪技术的变体

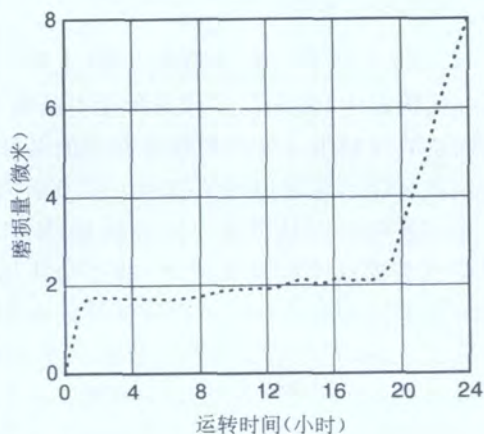
应该说,TLA 是放射性示踪技术的一种变体。在这种方法中,放射性示踪剂是被研究物体在加速器内辐照时生成的。由于带电粒子在致密物质中的射程有限,因此活化层的厚度通常比机器零部件的厚度小得多。一般说来,这种放射性示踪剂的深度分布是不均匀的,必须使用专门技术在单

Konstantinov 先生是俄罗斯奥布宁斯克的物理与动力工程研究院职员,Zatolokin 先生是 IAEA 研究与同位素处职员。详细的技术参考资料可向作者索取。

利用 TLA 技术监测磨损与腐蚀的典型实验装置



内燃机活塞环的磨损情况

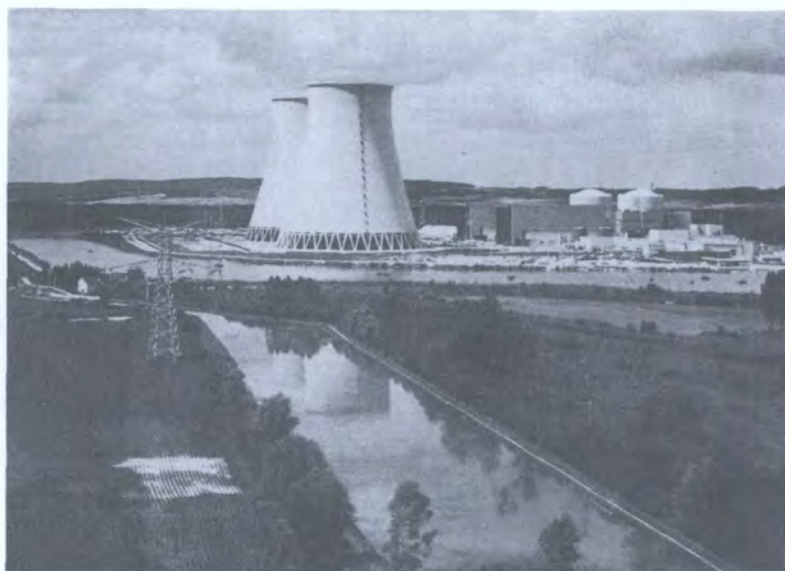


独的实验中测定。(见第 18 页表和曲线图。)

然后,将辐照过的零部件装入机器内,利用合适的 γ 谱仪测量这部分放射性示踪剂的活度。在发生磨损(腐蚀或磨蚀)的情况下,示踪剂活度的减小速率高于其天然衰变的速率。这种放射性示踪剂的活度一般不超过 10 微居左右,故多数情况下不需要添加专门的防辐射屏蔽。

研究活动的实例

内燃机。目前 TLA 技术被大量用于监



业界正在研究 TLA 技术以测量并监测导致机械设备及零部件损伤的过程。近期的应用包括评估管道、汽轮机叶片、海上采油平台和核电厂设备的腐蚀与磨蚀情况。

测内燃机零部件的磨损,包括监测活塞环和汽缸这样的重要摩擦对偶。

俄罗斯的研究人员研究了活塞环在各种运行工况下的磨损速率。在一项实验中,用能量为 28 兆电子伏(MeV)的 α 粒子从与表面成 30° 角的方向辐照镀铬的活塞环表面。含有放射性核素锰-54 的活化层的厚度为 25 微米。结果表明,磨损速度在运行 18 小时后显著上升。(见本页曲线图。)

罗马尼亚布加勒斯特的物理与核工程研究所已利用 TLA 技术获得了有意义的结果。他们用能量为 8.5 MeV 的氘活化活塞环的外表面,产生的放射性标记物是放射性核素钴-57。监测结果证实活塞环外周的磨损速率是不均匀的,有两处的值最大。

TLA 技术还正在用于检测运输机械运行过程的其它方面。例如,北京中国原子能研究院的工作人员,正在研究柴油质量对柴油机磨损速率的影响。

压力容器。在美国,人们利用 TLA 技术监测造纸厂蒸煮锅碳钢内壁的磨蚀与腐蚀情况。先用与蒸煮锅内壁相同的材料制成代表性样品,再利用此种代表性样品进行

辐照和试验。试验中测量其重量损失,并与超声波测厚的结果比较。结果表明,用 TLA 技术测定腐蚀速率能在短得多的时间内提供准确的结果。

刀具。匈牙利科学院核研究所的科学家已开发出在线测量超硬车刀切削刃的磨损的方法,这种切削刃是用人造多晶金刚石和立方氮化硼制成的。研究人员在回旋加速器内用质子辐照这种刀具,然后在实验室条件下利用磨床进行试验。

其它材料。例如,正在开展的研究工作还有使用 TLA 技术监测以下设备的损伤过程:发动机凸轮头、纺织工业中的编织机、人造髋关节、炮筒、压缩机、核电厂用材料、轴承、铁轨与铁路车辆车轮、齿轮以及管道设备。

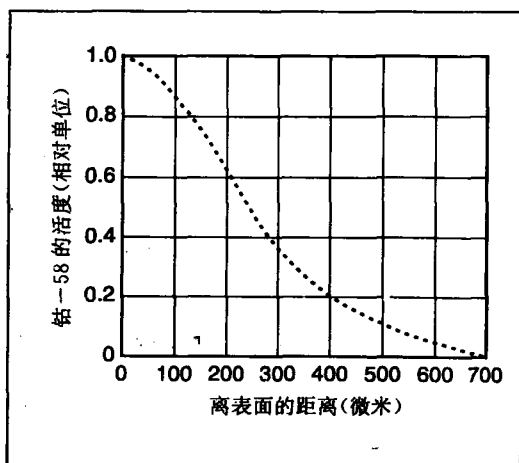
钴-58在辐照过的
铁块内的深度分布

离表面的距离 (微米)	钴-58的活度 (相对单位)
0	1.000
40.6	0.992
82.3	0.982
120	0.970
159	0.957
197	0.940
234	0.916
270	0.896
306	0.874
341	0.842
376	0.806
409	0.779
442	0.748
473	0.705
505	0.657
535	0.605
565	0.551
593	0.491
622	0.432
648	0.378
675	0.323
693	0.272
726	0.229
749	0.183
773	0.143
795	0.107
816	0.074
837	0.050
856	0.026
875	0.014
893	0.004
910	0.001

注:采用初始能量为 22 MeV 的质子辐照。

一项值得推广的技术

以 TLA 技术的许多实际应用(主要在工业化国家中)和正在进行的研究为基础,较发达的发展中国家只要具备相应的基础设施就可以迅速应用该项技术。应当强调的是,国内是否具有相应的加速器(例如回旋加速器或串列式加速器)并不是使用 TLA 技术的先决条件。机器零部件的辐照可以在已拥有相应加速器的国家内进行。这种解决办法可排除用大笔基建投资建造加速器设施的必要性,从而将加快这一技术向发展中国家的传播。□



辐射技术在外科和制药工业中的应用综述

许多国家正在将经 γ 射线灭菌的药物、组织和
其它医疗器材用于医疗保健

Glyn O. Phillips

虽然诸如抗菌素类的药物能够抑制或杀灭人体内的细菌,但它们不能杀灭自身内部的细菌。药品和(或)与药品有关的佐药(用于辅助药物投入的物质)会藏匿细菌,它们或来自初级原料,或是在生产过程中进入的。由于这一类的许多物质能与环氧乙烷起反应产生有毒化学物质,加热时不稳定,因此它们的灭菌是个难题。

另一种办法是在无菌环境中生产,但这很费钱。因此,辐射是人们梦寐以求的替代办法。起初,人们曾不加区别地照射过许多东西,但结果是使那些期望辐射处理成为适用于一切物态和一切混合物的灵丹妙药的人们大失所望。后来,当人们应用了既定的辐射化学基本原理后,就获得了极好的结果。

象所有化学物质一样,药品及佐药在辐射的作用下都会产生化学变化。因此,必须首先精确地研究每一药品体系,考察所引起的化学变化和确定最大允许剂量。然后,还需要做进一步的试验,以确保其长期稳定性和证实选定的剂量未引起功效损失或产生有害的药理学变化。幸好,现在已有记录着辐射对药品体系影响的大量科学文献。主要的经验是,辐照应当在惰性气氛和干燥的固体状态下进行,以尽量减少破

坏。水和氧的存在可产生活性自由基,它们将引起继发性的化学变化。

不管选用何种灭菌或处理程序,最终产品都必须符合国家监管机构制定的安全、质量和药效标准。总之,这意味着生产者必须使监管部门相信,这样的处理既不会改变药物的功效,也不会产生有害的降解产物。尽管有些人对辐射有偏见——这是不可避免的——但在将辐射用于药品灭菌方面还是取得了稳步的进展,因为常常找不到其它的方法,或其它方法费用太高。

虽然有些药物是以纯固体的形式给药的,但通常要制成各种制剂,以利于给药或输送有效成分。为此,常常要使用例如以石蜡或聚乙烯二醇为基体的油类或软膏。因此,此类佐药的辐射稳定性也是必须加以研究的。

药品、原材料和创伤敷料

药品。在干燥条件下进行辐照的大多数固体药品,辐照到 25 千戈瑞(kGy)时并未显示出明显的功效损失,这一剂量值大概是需要评价此项技术的适用性的一个起点。(见第 21 页表。)因此,这就证明了应用 γ 辐射对非消化道投入的抗菌素制剂进行商业规模灭菌是可能的。加热能够使植物油产生有害的效应,但以油为基体的丙酸睾酮、四环素眼油悬液和水杨酸毒扁豆碱之类的制剂对辐射是稳定的。各种类型的眼药膏早就在用辐射进行常规灭菌。(见

Phillips 教授是英国新技术发明中心(Croesnewydd Hall, Wrexham, Clwyd, LL 13 7YP, United Kingdom)主任。本文的详细参考资料可向作者索取。



位于唐格朗的 Sitanala 麻疯病医院的患者。经辐射灭菌的羊膜被用于愈合他们的伤口。(来源:新技术发明中心)



方框。)

原材料。辐射也被广泛用于天然赋形材料的去污。阿拉伯胶(从非洲塞内加尔阿拉伯橡胶树渗出的天然橡胶)被广泛用作药品有效成分的压片、包衣和胶囊材料。当这种天然产品投入药品制作机时,不可避

已批准辐射灭菌的药品

一些国家的监管机构已批准对多种多样的药品进行辐射灭菌。以下是已批准药品的清单:

澳大利亚:加维斯康,卵叶车前子荚(ispaghula husk),润滑乳油,用于制备钨-99m 放射性药物的葡萄糖酸钙和 DTPA 的亲液试剂药盒,新霉素、多粘菌素和杆菌肽(分装或混合粉剂),生理盐水(用于肾移植灌注),水杨酸毒扁豆碱眼油悬液,氧化汞和酞磺胺钠眼软膏,缝线。

印度:吸收性明胶海绵,丙烯酸类聚合物钠片剂,荧光素钠带,生理盐水(用于肾灌注),装在铝软管中的石蜡基眼软膏(硫酸阿托品、氯霉素、硫酸庆大霉素、氯化可的松和新霉素、盐酸四环素)和装在软明胶盒中的石蜡基眼软膏(氯霉素、硫酸庆大霉素),热刺痛粉剂(含硼酸和水杨酸的抗真菌粉剂),原材料(颠茄干浸出物、麦角粉、番木瓜酶、蛇根木碱粉),林格氏乳酸钠,磺胺嘧啶银,PEG 中皮肤软膏(硫酸新霉素、醋酸氯化可的松、 α -胰凝乳蛋白酶),缝线,兽医用品(quinapyramine prosalt)。

印度尼西亚:各种草药,含硫酸新霉素的加药敷料。

以色列:盐酸四环素眼软膏。

挪威:氯霉素软膏。

联合王国:6%硫酸阿托品眼软膏,氯霉素眼软膏,氯霉素耳软膏,氯苯双胍已烷灼伤敷料,1%氯四环素眼膏,隐形眼镜含盐雾剂,皮质酮眼膏,德贝列霜,新霉素眼膏,6%磺乙酰胺钠眼膏,1%四环素眼膏,1%四环素眼油悬液,肌肉注射四环素粉剂,静脉注射四环素粉剂,3%四环素局部使用软膏,兽医用品。

美国:抗菌素,各种草药,1%氯四环素眼膏,眼滴剂,眼膏,注射液,色素,类固醇,美国药典苏的雷斯软膏,滑石粉,1%四环素眼膏,兽医用品。

——加拿大挪迪恩国际有限公司 Brian Read 博士供稿。

免地具有很高的微生物含量。业已证明,辐照是使阿拉伯胶去污的极好方法,它不会使这种胶降解、也不会使其丧失功能或粘性。制药工业界现在赞成对这种橡胶进行辐射处理,尽管广泛使用这种橡胶作配料和添加剂的食品工业界并不完全赞成。目

前,人们正在越来越多地应用辐射使大量天然商品的微生物含量达到允许水平。(欧共体已准备随时将这一方法用于食品。)

只要选用合适的辐照条件,各式各样的其它材料或增稠剂都能用辐射灭菌,而不会引起明显的化学变化。这些材料包括羧甲基纤维素钠、明胶、淀粉、液态石蜡、羊毛脂及白软石蜡。

创伤敷料。具有碳水化合物基质的创伤愈合材料也经常用辐射灭菌。大家最熟悉材料之一是德贝列霜(Debrisan),这是一种交联葡萄糖聚糖。它被制成具有较强亲水性的多孔干小珠。当德贝列霜被敷在正在渗液的伤口上后,它便膨胀并封闭伤口。伤口渗出物连同其附带的细菌被吸进三维大分子网,从而保持了伤口的清洁。它能减少炎症和水肿,防止结痂,并使表面保持柔软和易弯曲。德贝列霜还能与有机醇一起制成对辐射稳定的糊剂。辐射灭菌方法的优点是,最终的干产品或糊剂的灭菌处理能够以带包装的形式进行。对于带包装的治疗化学损伤及烧伤的敷料,辐照确实是一种有效的灭菌方法。

辐射技术与外科

组织移植的历史可追溯到大约 2500 年前的印度外科土医生,当时他们利用前额上的一片皮来修复战斗中受损的鼻子。现代外科始于意大利别洛戈那的外科医生 G. 达利阿果齐(1549—1599 年)的经典著作,书名为《残缺移植外科学》。他描述了将前臂的一片皮连到鼻子上的方法,几周后,当修复部分成活后便可切断连接。这种用自己的组织给自己移植的做法称为自体移植。达利阿果齐认识到把移植体从一个人移到另一个人身上(称为异体移植)有许多问题,因为“个体的体力和能力”不同。因此他反对这种做法。他的著作提出了我们现在科学上称之为免疫排斥的著名预言。

从达利阿果齐时代起,外科学经历了许多个争论频仍的时期。J. 亨特是第一个使用“移植”一词的人,他把这种技术与植

	剂量(kGy)	功效损失(%)
氯四环素	17.9—100	0
氧四环素	17.9—100	0
氯霉素	17.9	0
盐酸四环素	80	0
盐酸链霉素	25	0
钠卡青霉素	25	0
苯氧甲基青霉素	25	0
卡星青霉素	25	0
双氢链霉素	25	0
钾卡青霉素	17.9	0
硫酸多粘菌素	25	0
多粘菌素	最高 80	0
粘杆菌素	最高 80	0
制霉菌素	最高 80	0
放线菌素	最高 80	0
磺胺吡啶	25	0
磺胺噻唑	25	0
硫酸链霉素	25	3
双氢链霉素	250	5
硫酸新霉素	25	4
钠卡青霉素	250	~3
卡星青霉素	250	~3
苯氧甲基青霉素	250	~3
杆菌肽	25	7.1
杆菌肽	250	26.7

物学中的“嫁接”同等看待。在上世纪末的一个时期内,人们曾不加区别地利用异体皮肤和部分器官,并且一致认为它们都能成活。雷维尔丹(1842—1929 年)甚至报告说,利用动物皮肤移植成功(异种移植)。事实上,他们把真正的移植同长出的新皮混为一谈。自那以后的时期,新出现的免疫学知识占据了上风,人们日益坚信,只有自体移植体才能成活。最有影响的实验是密达瓦和吉布逊在设于格拉索的医学院烧伤科做的,该实验显示:烧伤患者的第二批皮肤移植体比第一批排斥得快。这似乎是异体移植毫无临床价值的最后一个证据。

但情况并非完全如此,结论下得早了点。现在,仅美国每年在外科手术中做的异体移植就超过 50 万例。应用电离辐射对组织异体移植体灭菌,对于使移植的命运逆转作出了重大贡献。国际原子能机构(IAEA)的组织辐射灭菌计划,已导致亚太地区的 13 个国家建立了多种组织库,目前非洲和南美也正在建立其它的库。

固体辐照药品的功效损失

为进一步推动这一事业的发展,尤其是在发展中国家里,IAEA 一直在利用倡导这项技术的大型世界性协会的支助,诸如美国组织库协会、欧洲组织库协会及亚太地区外科组织库协会。机构还经常召开一些国际会议,利用这些会议评价辐射在组织灭菌和医疗保健其它领域的应用。

组织的来源

重要的是,要认识到我们在这里是与非活的(死的)组织移植体打交道,而不是与活的器官打交道。所以,它的技术要求不高,费用极低。IAEA 的计划集中在能给发展中国家带来最大好处,并能减少它们对昂贵的进口修复器械、人造皮覆盖物和创伤敷料的依赖的那些组织上。这样的组织包括骨、皮、羊膜、腱和软骨。

活人和尸体捐献者对组织的供应都能作出贡献。世界各地都在做髓的全更换(关节形成术)外科手术,这种更换需要切下股骨头。来自活人捐献者的这段骨头要保存好,供处理和今后的外科手术使用。当有人死亡时,经同意可在死亡后 24 小时内摘取组织。有可能遇到医学上的禁忌,必须严格观察。恶性肿瘤、传染病、长期药物治疗、死亡前中毒或溺死者的组织都不能利用。

对于活体捐献者,必须验血以确定无任何传染性疾病。还必须进行医学观察 6 个月,之后再让该捐献者第二次验血。这是因为在 HIV 感染和出现 HIV 抗体之间会有几周至 6 个月的时间间隔。

必须强调指出,在与亲属们商讨以便获得组织捐献的许可时必须十分谨慎。要注意人体的极端神圣性,务必在采集后重建肢体。所有被切除的骨头都要换上由木料或塑料制成的同样形状的构件,以致最后在人体外表看不出有损伤。

处理和灭菌

为减少每一步的污染程度,以及为了给外科医师提供安全和有用的组织,人们

已开发出了一些处理方法。对于骨,在克卢伊德和奥斯沃斯特的组织研究库,人们已找到的有效方法如下:

最初,骨在 56℃ 下接受低热灭菌,持续 3 小时。在这种温度下,HIV 在 20 分钟内被灭活。这种处理方法也使可以消化某些成分的不耐热酶灭活,并杀死热敏生物。在这种温度下,有助于植入后新骨生长的成骨蛋白(BMP)不被灭活。切去附在骨上的软组织。对股骨头来说,要除去软骨。然后,将骨块冷冻一夜(-20℃),并用电动带锯切断。用冷水和热水(50℃)连续交替冲洗骨块,以除去骨髓和脂肪。在-20℃下冷冻 4—5 天后,骨被冻干。各种形状、尺寸和类型的骨块用耐辐射的聚酯/聚乙烯薄膜和分格喷漆的医用牛皮纸双层包装。第三层再用聚乙烯包好并热封。包装件最后用 γ 辐射灭菌。所有移植体都要贴上标签,写明捐献者的全部详情,以及骨块所经历过的一切处理。

要将全面质量管理(其中包括良好的生产实践)贯穿于组织库的一切管理和操作之中。这种处理方法降低了移植后的抗原性和改善了移植体植入后的相容性。清洗、冻干及随后的 γ 辐射处理同样适用于其它组织的处理。

在 IAEA 的亚太地区区域合作协定名下的各种计划,目前以推广全面质量管理和组织有关的培训为中心。这是为了确保所有组织库都能使用最佳实践和有关这种最有效的处理程序的全部信息。此外,眼下正在推广开放式的学习方法。只要使用统一的全面质量管理制度,预计各个组织库都能得到认可,使灭菌后的组织异体移植体可在整个地区内交流。

对于骨来说,只要最大块的骨异体移植体能被辐射完全穿透,辐射灭菌无疑是当今的最佳选择。此外,用环氧乙烷灭菌的冻干骨异体移植体的毒性作用近来有所报道。在辐照处理工艺中,冻干步骤将水分降到 5% 以下,这减少了来自水生自由基的继发性效应。胶原含量最高的组织,对辐射最稳定。氨基葡萄糖(glycosaminoglycan)是结

缔组织中辐射稳定性最差的成分。因此,过量的辐照剂量能够影响组织的力学性能。所以,剂量的选取非常重要。(有关这一课题的完整报告见 IAEA 1986 年技术文件 TECDOC-454, *Technical and Economic Comparisons of Irradiation and Conventional Methods*。)机构的协调研究计划使人们能够确定辐照时使组织损伤最小的最佳条件。

外科方面的利用

人体骨骼因疾病或外伤受损后,若要肢体恢复功能,就必须把它换掉。假体器件纯粹是由金属和合成聚合物制成的,目的是维持人体的力学结构。一旦植入,这些器件必须终生留在体内。另一方面,如用辐射灭菌的异体移植骨代替缺损的骨头,移植骨就起到了与人体具有生理相容性的嵌接—支撑作用。只要遵循必要的准则,患者自身的骨头通常大约几周的时间就能长入异体移植植物,与它联成一体。死骨转变成了新的活骨。因此,美国巴特士达组织库的座右铭是“让死者复活”(Et Mortua Vita)。现在,有关对 BMP 作用的认识,加上移植期间使用患者自体的骨髓和良好的外科固定操作,就能够通过骨传导和骨诱导极大地帮助新骨的生长。

小块异体移植植物。IAEA 的计划至今并未涉足生产大块异体移植植物,和当切除也许是唯一的其它选择时应用大块异体移植植物替换完整肢体某些部分这样的问题。在一般的矫形外科中,小块异体移植植物已有许多成功的应用。具体实例有:

- 切除囊肿或良性肿瘤后充填空洞。填塞的骨能迅速被结合,并促进愈合和重新成形。
- 起对骨骼构件的拱托作用。对于涉及关节表面的骨折来说,它是骨传导的嵌接—支撑体。
- 扩大自体移植植物的数量,这是促进愈合(“生物焊接”)所必需的,如针对脊柱侧凸做脊柱融合术时的情况。
- 用于修复性髋关节形成术。由于植

入的假体会引起磨损,导致髋部和膝金属植入物松动,因而需要修复。这种用法将显著地增加,尤其是年轻患者,他们的这种需求较高。

● 各种各样的充填空洞、修补外伤性骨损坏的口腔外科,以及下颌骨肿瘤。

异体移植植物比自体移植植物有许多优点。它们可以贮备,可大量提供,而且有各种尺寸和形状。在发展中国家里,它们还有助于外科医师避免从患者身上摘取自体移植植物。取自体移植植物会延长外科手术时间,多消耗专家人力、麻醉剂和血液,而且是新增的潜在感染部位。

膜组织

烧伤或溃疡引起的开放性伤口,是感染和流失体液的部位。由此引起的代谢紊乱可能是致命的。在这种情况下,必须把开放的、可能受污染的伤口尽快地变成封闭清洁的。经辐射灭菌的、冻干的异体移植皮肤或羊膜能作为救命绷带使用。若使用供养子宫中胎儿的羊膜作这种绷带,留在处理过的羊膜中的血管生长因子能够促进组织长出肉芽和发育新皮。

IAEA 的计划一直把很大注意力放在经辐射灭菌的冻干羊膜敷料的生产上,因为许多穆斯林国家不容易得到尸体组织。用这种方法治疗烧伤能大大减轻痛苦,而且与大量使用的其它方法比较,其费用效果极佳。例如,巴基斯坦正在以几分之一卢比每平方英寸的成本生产羊膜,而商业上的皮肤/敷料为 80 卢比每平方英寸。

总而言之,外科医师在使用异体移植物的道路上转了整整一圈。一开始不相信,后来有所醒悟,现在就能现实地评价其价值了。经辐射灭菌的异体移植植物,现在成了所有现代矫形外科医师手中的法宝。利用异体移植皮肤和羊膜能够大大有助于治疗烧伤。在发展中国家里,这能够减少对昂贵的市售合成替代物的依赖。

当然,与造物主相比,化学家在制作组织方面还只是一位新手。 □

加速器在科研和工业中的应用： 重点介绍中东和欧洲的情况

许多国家正在应用使用低能加速度的先进技术，
但并非全都能立即受益

Vlado Valkovic
和 Wiktor
Zyszkowski

通常称为粒子加速器的装置，最初是作为尖端物理学的研究工具发展起来的，现已广泛地应用于科研、工业、医学、环境保护等领域。虽然加速器的大小和类型很多，但产生较低能量束流的加速器已经成为最强有力的核分析工具之一。例如在大气污染研究中，低能加速器就是对痕量元素高度灵敏的科学分析工具。此种加速器在保健与治疗中也已获得广泛应用。

尽管加速器的实际应用很多，但与工业化国家的情况完全相反，这种高级技术在多数发展中国家里迄今还没有扎下根来。为了缩小这种技术差距，并考虑到应用低能加速器可带来的健康和经济效益，国际原子能机构(IAEA)通过其技术援助和合作计划于1993年设立了一个地区项目。这个在科研和工业中应用低能加速器的项目，旨在协调在中东和欧洲地区有关国家中进行的此类工作，是对这个领域内的许多独立的一国项目的补充。

本文简单介绍低能加速器的常见应用，并介绍在IAEA涉及中东和欧洲国家的一国和地区项目范围内正在做的工作。有20多个国家打算参加该地区项目。

该地区项目将处理有关行之有效的技

Valkovic先生是IAEA设在奥地利的塞伯斯多夫实验室的物理学、化学和仪器仪表实验室主任，Zyszkowski先生是IAEA技术合作司职员。详细的技术参考资料可向作者索取。

术转让与科研及工业开发之间的互相联系这样一些基本问题。在工业化国家里，科研单位和工业界之间的联系一般是相当紧密的，开发方面的政策十分得力。另一方面，发展中国家的情况大多不是这样，科研与工业往往脱节，这一弱点致使这些国家不能从先进技术获得实际利益。该地区项目试图帮助这些国家建立这种必要的联系，帮助它们制定行之有效的政策。就此而论，重要的是要记住，今天新出现的技术，就是明天的常规技术。各国必须在能够加强其竞争地位的领域内认真而有选择地建立自己的科研和工业能力。

加速器的各种应用

高新技术和现代医学的几乎所有分支都在使用加速器及其产品。下面简要介绍低能加速器的一些典型应用，这样的加速器大多是回旋加速器、静电加速器(范德格喇夫或与其类似的加速器)和直线加速器。

用作分析工具的加速器。在许多领域，几种以加速器技术为基础的强有力的分析技术已经给人留下深刻的印象。(见第25页图。)名单中包括粒子激发X射线发射、卢瑟福反散射、核反应分析、粒子弹性散射、粒子激发 γ 发射、沟道效应显微术、扫描透射离子显微术和次级电子显微术。

通过正确地利用一种以上的被探测反应产物，可以获得与该样品的形态有关的

元素组成方面的完整信息。用点式离子束扫描的做法,又把这些技术从分析工具发展成了成像器件。它们因而可以被用来绘制元素分布图,并成为一种名副其实的核“显微镜”。

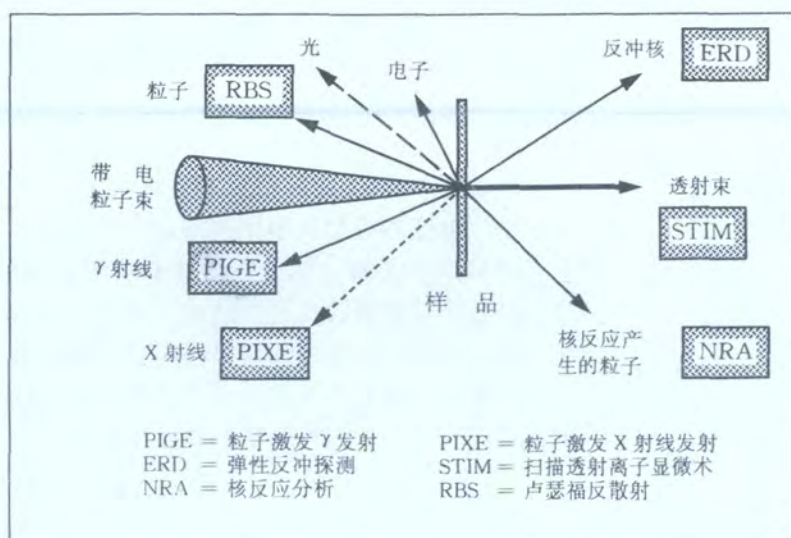
另一种技术——加速器质谱仪(AMS)——把加速器及其束流输运系统用作超灵敏的工具。它能够测定一些小样品(毫克)中某些长寿命放射性同位素(铍-10、碳-14、铝-26、氯-36、钙-41、碘-129)的丰度(量程为 10^{-15} 到 10^{-16})。全世界已有 30 多个实验室采用 AMS。

加速器的应用领域很多,如考古学、艺术、古人类学、地质学、古气候学、宇宙矿物学和生物学等。举例来说,放射性碳定年术大多使用 AMS,它的灵敏度比测定碳-14 β 衰变数的传统方法高得多。

加速器在生命科学和医学中的应用。 加速器产生的粒子束可在医疗部门用于诊断和治疗。诊断应用包括使用核分析技术作元素分析,使用各种放射性同位素,尤其是使用正电子发射体。治疗应用不限于放射疗法,还包括从特殊材料的使用到外科手术应用等范围很广的其他活动。

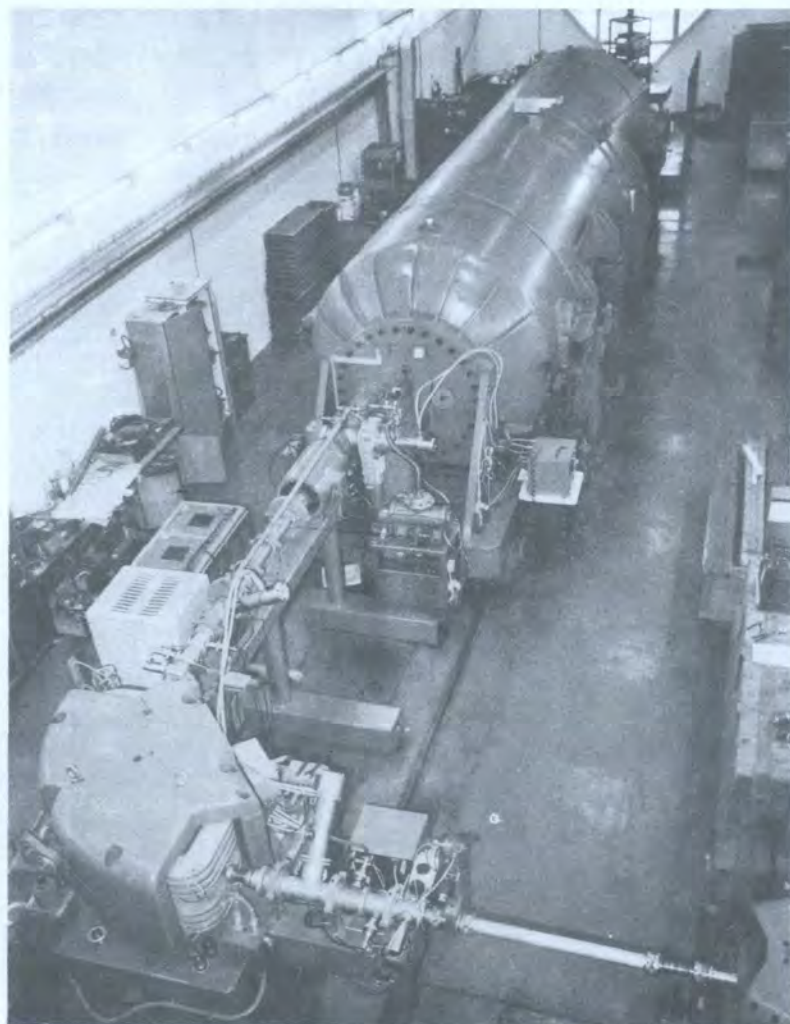
分析人体液体和组织中痕量元素浓度的工作,很有希望成为一种临床检验。以加速器为基础的技术为这些问题的解决提供了非常有意义的方法,因为它们能同时探测细小样品(活组织切片、头发、血液等)中的几种痕量元素。恐怕别的领域的发展没有一个象加速器那样在医学中——特别是在核医学和放射疗法领域——产生了如此显著的影响。核反应堆不能生产的许多医用放射性同位素是用回旋加速器生产的。这些放射性同位素可以帮助人们更深入地了解人类疾病的发展过程。有些放射性同位素的半衰期很短,以多少分钟计,因此它们必须在使用地附近生产,在正电子发射断层术(PET)中最经常使用的放射性核素是碳-11、氮-13、氧-15 和氟-18。

除了使用由电子直线加速器产生的 γ 或 X 这类常规射线外,有些研究中心已在使用中子和质子放射疗法。据报道,目前正



上图:用带电粒子束轰击样品,会发生许多过程。所有过程都可以用来获得有关被研究样品的信息,其中许多过程已被开发成可采用的核分析技术。

下图:得克萨斯州休斯顿的赖斯大学捐助给克罗地亚萨格勒布 Ruder Boskovic 研究所的 EN 串行式范德格拉夫加速器。



在研究质子放射疗法的十几个单位,在控制某些疾病方面已取得极好的效果。此外,不久将可以在某些地方买到作重离子治疗用的设施。重离子束的照射深度和剂量分布较好,并有可能应用于神经外科。

加速器在材料学中的应用。加速器在材料改性及随后的分析方面的应用,一直是基于加速器的技术中迅速发展的一個领域。离子注入技术的众多应用已从研究室转移到工业界。突出的例子是离子注入技术在改进人造假肢耐磨性方面的进展。

一种公认的观点是,建立先进的能创造下至原子和分子级新材料的先进的材料处理和机加工技术,将引起一场新的工业革命。通过开发能聚焦聚束和调节范围宽的高能离子束,以加速器为基础的技术就有可能实现这场革命。

随着带电粒子加速器数量的日益增多,人们正在利用兆电子伏(MeV)级的离子束对各种材料进行改性和分析研究。正在进行的工作包括:离子注入和处理;薄膜的综合处理和表面改性;制作生物材料;研究腐蚀—剥蚀现象;测量浓度分布;以及研究扩散现象等。

目前世界上至少有5家公司拥有高能离子注入系统。这些系统均旨在加速诸如硼、氮、硫、砷和铈等元素的单电荷或双电荷重离子。通过控制束流能量,这些系统均可以用来按所希望的表面深度处理材料。举例来说,用这种方法就可以在普通材料上形成质量极高的多层膜或经改性的表面层,使之具有多种功能。

加速器在环境保护中的应用。在监测环境污染和鉴别污染源方面,人们也利用以加速器为基础的分析技术。因为这种技术能同时分析多种元素和有可能测量浓度分布,因而它们已被广泛地用于空气污染研究。(见第27页图。)

尽管燃烧作业的改进和使用静电除尘器(和电子加速器)之类的气体净化装置能减少空气污染,但发电和供热用煤的燃烧仍是主要的空气污染源之一。此外,电除尘器对粒径0.1—1.0微米微粒的除尘效率

极低。与较大微粒相比,这些粒子在大气中的滞留时间更长,对健康和空气质量的影响更大。飞灰含有潜在的有毒痕量元素,由于飞灰的形成机制,此类痕量元素的浓度随粒度的减小而增加,因而小颗粒微粒包含的此类元素的面浓度通常较大。

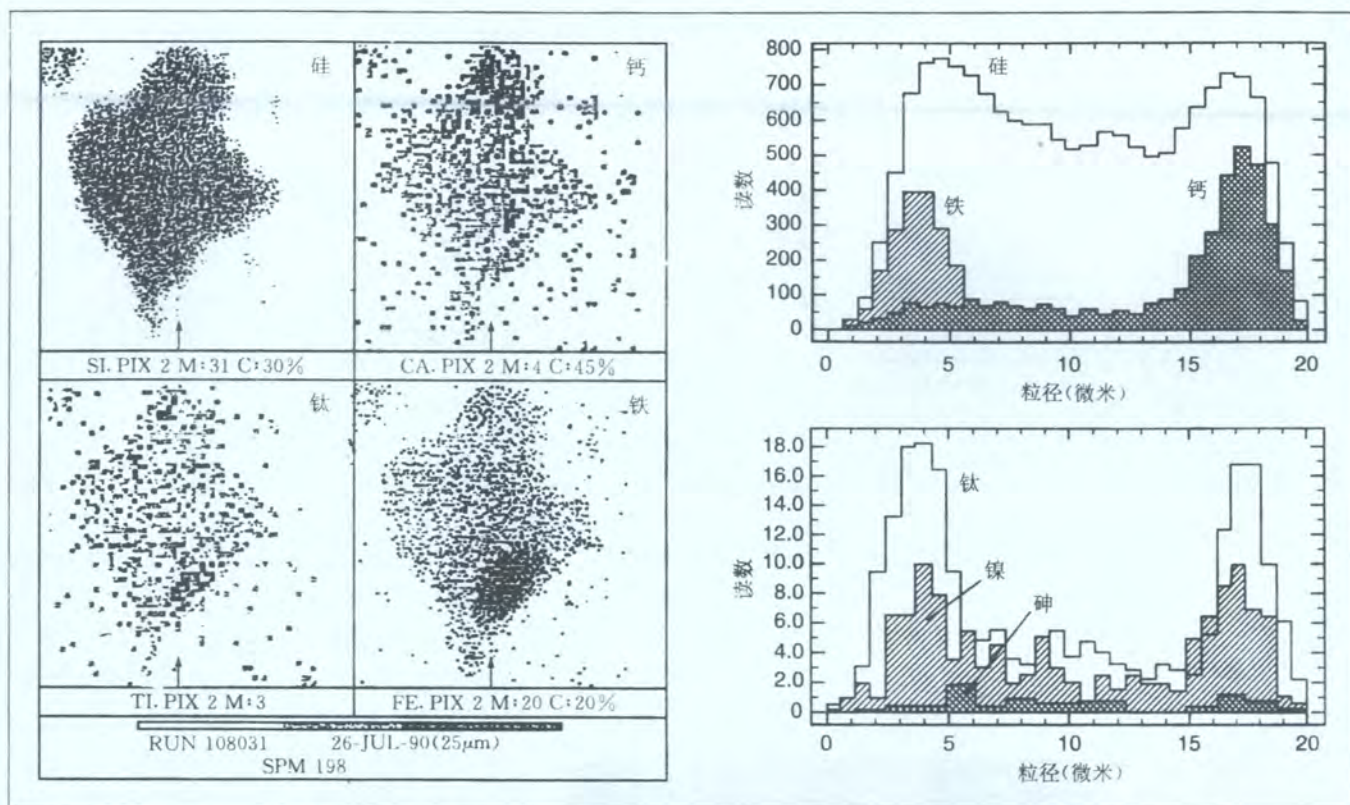
加速器在工业中的应用。另一种值得注意的应用是离子投影印刷术。微电子学工业要求开发制作高级硅器件用的小于0.3微米的印刷能力和制作异质结构与量子耦合器件用的小于0.1微米的印刷能力。离子投影印刷术可以满足这些严格的要求,从而冲破光学和X射线印刷术的限制。

工业化国家意识到了以加速器为基础的技术的潜力。例如,德国有23台静电加速器,其中9台是串列式加速器,拥有从事氢分布测定、RBS、离子注入、沟道效应、微探针和AMS的多种实验装置。在这些设施中,许多设施50%以上的运行时间从事应用研究。此外,还有16台回旋加速器,其中几台专门生产同位素,至少3台具有PET能力;以及11台同步加速器与直线加速器,主要用于加速重离子。在日本,光是医疗用加速器就有13台具有PET能力的回旋加速器,若干台重离子加速器,以及500多台治疗用直线加速器。

IAEA 资助的一国项目

过去的15年中,IAEA有关中东和欧洲地区的技术援助计划一直包括许多与加速器技术有关的项目。IAEA一直在以目的为改进和建立加速器实验室的许多一国项目名下,给阿尔巴尼亚、保加利亚、克罗地亚、希腊、匈牙利、伊朗、约旦、波兰、葡萄牙和罗马尼亚等国的若干实验室提供援助。例如,70年代后期和80年代初期,IAEA动用大量不可兑换货币基金向诸如保加利亚、匈牙利、波兰和葡萄牙提供了苏联制造的加速器。

在匈牙利,德布勒森国家实验室曾收到一台回旋加速器,1985年投入运行。目前,该加速器正广泛地用于原子物理学和



在空气污染研究方面,加速器技术(即 PIXE 和 RBS)可以通过测量元素浓度和提供元素浓度分布图来表征飞灰微粒。上图是铝硅酸盐飞灰微粒的面扫描和线扫描的结果。

核物理学的基础研究,用于工业、农业和医学方面的各种应用,包括生产同位素。该实验室已成为该地区的一流实验室之一,并积极提供专门知识,组织会议、研讨会和适合于集体和个人的培训。

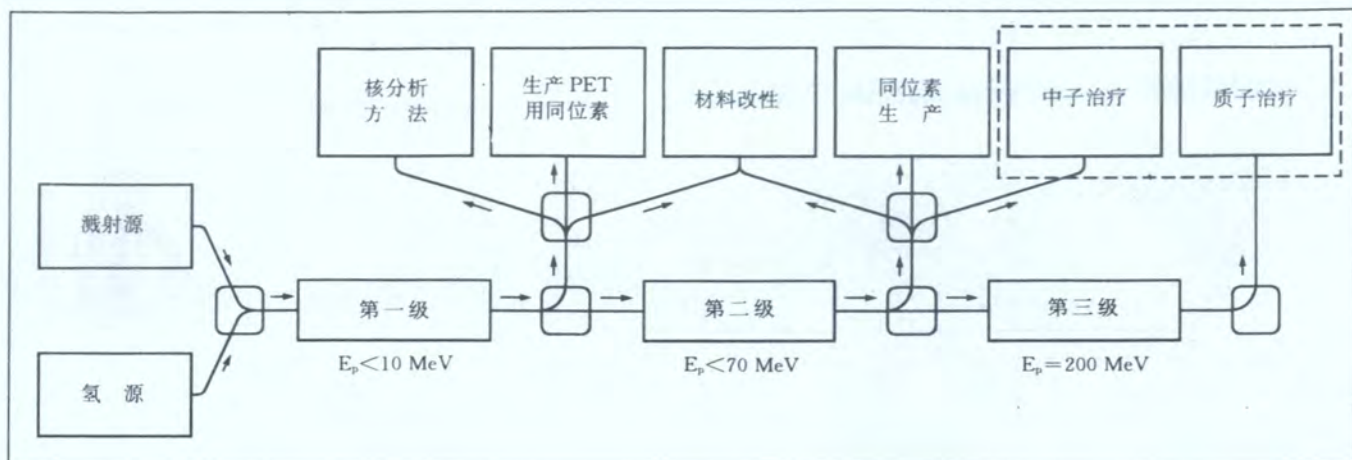
在保加利亚,自 1984 年起,IAEA 一直在对在布尔加斯的高级化学技术研究所内建立加速器实验室一事提供援助。其目的是支持加速器在石油化工和电缆工业中的应用。1991 年安装了一台电子加速器。预计该项目将促使保加利亚生产更加耐热的导线绝缘体和新的包装材料,从而减少此类产品的进口量。

在波兰,最近 10 年中,IAEA 一直在给华沙的核化学和技术研究所提供援助。初期,提供了一台来自前苏联的中试规模电子加速器和一些辅助设备。目前,该加速器正用于试生产热收缩塑料管和塑料带,以及其他的一些应用。

在波兰,1987 年开始在华沙的同一个

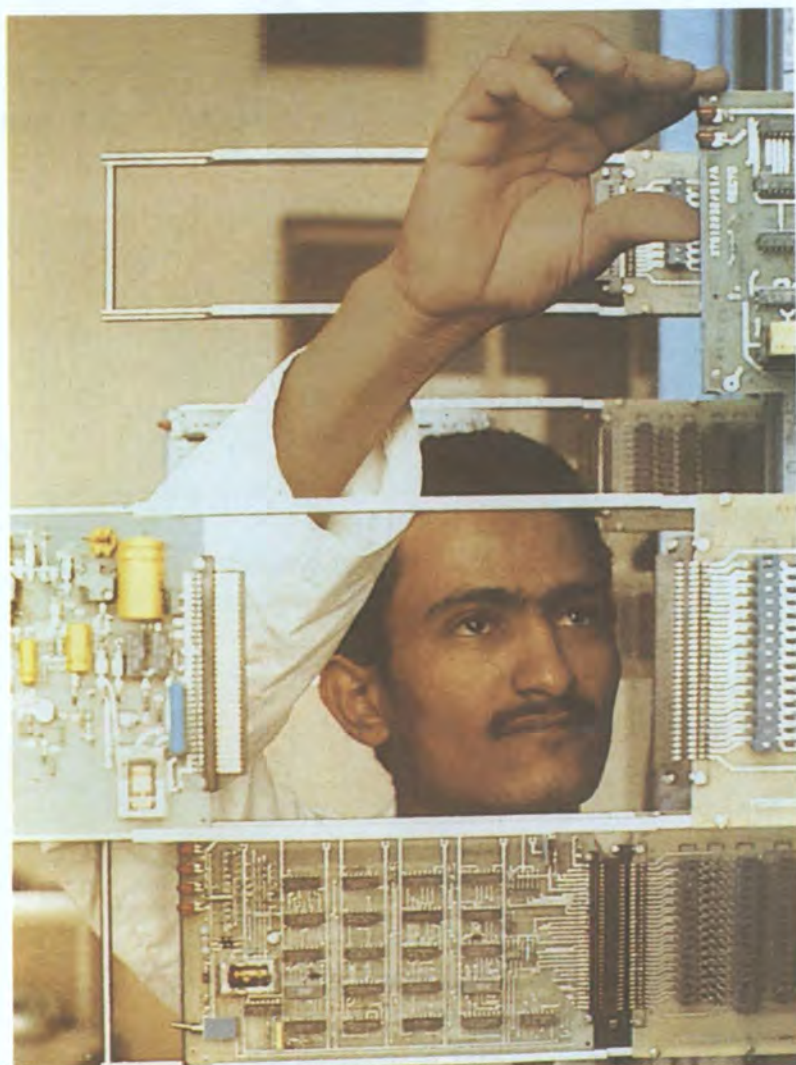
研究所实施一个十分引人注目的项目。该项目涉及用电子束技术净化波兰燃煤电站的烟道气。以苏联制造的 2 台加速器为基础,在华沙建造了一个示范装置,现正在什切青地区大规模地扩充此概念。由于能有效地同时除去二氧化硫和氮的氧化物这两种污染物,预计这一技术会对环境产生积极的影响。该项目正在得到美国和日本捐助者的大力支持,而且它已在许多方面成为一个典型项目。该地区内外的其他许多国家都已表示对该技术感兴趣,因此需要继续给予支持。

在阿尔巴尼亚、克罗地亚、希腊、伊朗、葡萄牙和罗马尼亚,IAEA 的援助一直在帮助配备了范德格喇夫加速器的实验室提高其实验能力。在萨格勒布的 Ruder Boskovic 研究所,目前在该项目名下进行的工作是改进先前安装的加速器,以便能进行微量分析。这台加速器目前的应用包括开发核分析技术,研究煤、生物医学样品和其他材



上图:在典型的医院条件下的一台 3 级加速器的示意图。

下图:加速器的工业应用包括研究和开发微电子学用的材料。



料中的痕量元素,以及从事有关核反应和剂量学方面的研究。

在希腊,在美国资助的一个项目名下,向雅典的 Demokritos 研究中心加速器实验室提供了一台测角器。这将为加速器在材料科学和其他领域中的应用开拓新的可能性。类似的情况是,已经为葡萄牙现有的一台范德格喇夫加速器配备了一些设备,以便进行原子物理学和固体物理学领域的研究。配备的主要设备包括一台计算机、一台多道分析器、一台半导体探测器和一些真空设备。他们已经在利用 PIXE、RBS 技术及其他分析方法进行生物学样品、气溶胶和硅器件方面的研究。

该地区的许多国家对回旋加速器在现代放射疗法方面的应用越来越感兴趣。伊朗正在建造一个回旋加速器实验室,由 IAEA 提供指导、专业人才、培训和某些设备。该回旋加速器打算用于医学应用(包括生产铈-201、镓-67 和碘-123 之类的放射性同位素;将来还要使用 PET)和核物理学研究。土耳其也在规划类似的项目,IAEA 正在帮助该国主管部门进行可行性研究。

直线加速器的使用也同样受到重视。例如,葡萄牙工程和技术工业实验室就配备了一台苏联制造的电子束加速器,以支持研究和开发有前途的辐照工艺。它们包括表面涂层固化和用作电缆护套的塑料的感生交联或聚合作用。

IAEA 正在支助萨格勒布的 Ruder

Boskovic 研究所安装一台由德国捐赠的直线加速器。在波兰,IAEA 已向罗兹技术大学的应用辐射和化学研究所提供了一些设备,其中包括一台直线加速器。该研究所的工作包括下列诸方面的应用研究:聚合物化学,标记化合物的合成,生物学和生物活性材料,以及医疗用品的工业化灭菌。

此外,该地区的几乎所有国家一直对电子束技术用于食品辐照感兴趣,这属于单独的一个 IAEA 地区项目。但是,只有波兰已决定建造一个设施,IAEA 一直在支助那里的加速器建造工作。

地区的需要和新倡议

尽管有多种多样的一国技术援助项目,但不是所有国家都已经有能力实现加速器技术的实际应用。最成功的项目是具备必要的基础设施和得到本国支持的那些项目。匈牙利和波兰的情况就是这样。包括土耳其、叙利亚和塞浦路斯在内的其他许多国家的情况则是另一个极端,例如它们几乎没有或根本没有加速器技术方面的经验。这种情况说明在建立行之有效的多年期项目方面确实存在着许多困难,并说明要把扎实的准备阶段(包括拨款决定)作为使项目行之有效和具有广泛基础的先决条件的重要性。

从规划以加速器为基础的项目和促进参加者之间的有效合作这两个角度看,建立数据库是一种实际的需要。同核动力堆和研究堆的情况不同,例如,不管是地区内还是世界范围内,都缺乏加速器及其应用方面的完整信息。IAEA 已开始汇编低能加速器(能量范围为 100 keV—100 MeV)方面的数据库。虽然已计划要进行世界性的调查,但第一步只是对中东和欧洲进行试验性调查,IAEA 已将调查表寄给该地区的成员国。

1993 年 1 月,IAEA 又为中东和欧洲设立了一个有关低能加速器及其在科研和工业中应用的地区项目。该项目有两个最重要的目标:

- 通过地区合作把先进国家新开发的方法和技术传播给发展中国家,促进低能离子加速器的工业应用;

- 通过地区合作,促进以加速器为基础的分析技术在环境和生物医学研究中的应用,使更多的专家熟悉该地区先进国家所用的此类技术。

该项目的工作计划包括三项基本任务:第一项涉及有关该地区现有加速器的数据的收集和整理。收集范围包括加速器的所在地、类型和参数等信息。这项工作将进一步整理出该地区现有的专业力量、普遍感兴趣的领域和培训需求。

第二项任务涉及通过一系列专题讲习班提高科研能力。专题范围将涉及例如:以加速器为基础的分析技术用样品的制备;以加速器为基础的技术在找矿和勘探方面的利用;评价 X 射线、 γ 射线和带电粒子谱所需的软件;和参加实验室之间的比对演练。还打算举办其他课题的讲习班。

第三项任务有关在工业界内部推广以加速器为基础的涉及特定应用的技术。打算为科学家、加速器专家、工业管理人员和决策者举办几期讲习班。为此,将利用该地区先进实验室——例如意大利帕多瓦的莱尼亚罗国家实验室——的经验和诀窍,以促进技术转让。IAEA 正在考虑编写一本如何进行详细的可行性研究的手册,供或许想要进行此种研究的国家参考。

总之,IAEA 的这个新的地区项目必将有助于人们更多地了解以加速器为基础的技术,有助于对应用此技术感兴趣的国家和地区更密切的合作。此领域内 IAEA 支助的许多一国项目已在该地区(包括试图建立配备医学和科研用加速器(回旋加速器)的新研究中心的那些国家)产生了积极的影响。但愿这些倡议将有助于加强科研机构和工业界之间的联系,有助于发展中国家制定出能考虑到基础科学、研究开发以及技术转让之间的相互衔接的政策。这种做法可以为中东和欧洲地区的国家有效地应用先进技术创造更多的机会,最终有利于他们的社会 and 经济发展。 □

发展中国家的食品辐照:实用的替代办法

有益健康和经济效益是越来越多的国家密切注视

该技术的商业应用的主要原因

Paisan Loaharanu

在现有的食品保藏技术中,食品辐照被认为是一种安全而有效的方法,适用于范围广泛的多种特定应用。使用这一技术以后,食物损失和食物传播疾病可以减少,也有利于扩大许多食物品种的贸易范围。

1983年,食品规范委员会通过了有关食品辐照的世界性标准。该委员会是在联合国粮农组织(FAO)与世界卫生组织(WHO)有关食品标准的一项联合计划名下设立的。制定此项标准的目的是使各国政府和消费者相信该技术是安全和有效的。结果是,38个国家已核准利用辐照技术处理一种以上的食品,而且这一数字正在不断增加。目前有27个国家——其中一半属于发展中国家——正在利用此技术处理商用食品。(见第33页方框。)

鉴于这些发展,国际原子能机构(IAEA)已经制订了一项在发展中国家中实际利用食品辐照的行动计划。此计划是根据印度大使于1992年提出的一项动议制订的。它现在已有了详细的项目建议,以便通过适当的技术合作渠道,在包括FAO、WHO和国际贸易中心在内的联合国其他组织配合下,将商业规模的食品辐照引入发展中国家。这一建议已得到IAEA理事会的核准,并随后于1993年9月得到IAEA大会的赞同。

Loaharanu先生是FAO/IAEA核技术用于粮食和农业联合处食品保藏科科长。

这一计划包括要进行几项经济可行性研究。智利、中国、墨西哥和摩洛哥等4国应邀与IAEA合作进行这些研究。除智利外,其他国家的研究均已完成。

中国政府以其自己的研究为基础,决定拨款近110万美元用于在北京设计建造一台商用食品辐照装置,主要处理大米、大蒜和其它几种食物,供应国内市场。它请求IAEA提供钴-60源、专家服务、质量控制设备和运行人员的进修培训。

有关墨西哥的可行性研究报告说,也许需要建几台商用辐照装置,以满足国内市场和出口的需要。建议第一个这样的商用工厂建在墨西哥的中部地区,处理香料、干食物、水果、蔬菜以及医疗制品,预计潜在的收益较高。

另一方面,有关摩洛哥的研究认为,引入商业规模食品辐照所需的基础设施显然尚不完善。IAEA的专家组建议,在从事商业规模的应用之前首先要加强研究与开发工作。

本文探讨越来越多的国家,特别是发展中国家之所以对食品辐照技术的商业应用感兴趣的几个主要原因。

健康和经济因素

食物的收获后损失。尽管现有的食品加工技术很多,但发展中国家食物的收获后损失仍然相当可观。鱼和海鲜、水果和蔬菜、肉和家禽之类的易腐食物,在到达消费

者之前的生产期间,由各种腐败因素造成的损失最高达到 50%。举例来说,亚洲国家的收获后损失,对谷物来说为 30%,水果蔬菜为 20%到 40%,鱼高达 50%。在非洲,据保守的估计,粮食收获后的损失至少达到总产量的 20%,水果、蔬菜和鱼之类易腐食物的损失甚至超过 50%。1985 年,美国国家科学院估计,发展中国家收获后损失的粮食至少超过 1 亿吨,价值超过 100 亿美元。

许多损失是由虫害引起的。为解决谷物、豆类等仓储农产品的虫害问题,发展中国家往往用二溴化乙烯、溴甲烷或环氧乙烷之类的化学品进行薰蒸,但这些药品必须从发达国家进口。这些薰蒸剂的使用已经在健康、环境和工人安全方面产生了一些问题。由于这些原因,自 80 年代中期起已禁止用二溴化乙烯薰蒸粮食。最近有报道说,最广泛地用于薰蒸粮食防止虫害的化学品——溴甲烷——有较强的耗尽臭氧特性。根据 1989 年大多数国家为保护环境而通过的《蒙特利尔议定书》的条款,损害臭氧层的化学物质必须于 2000 年前停止使用。

食物传播的疾病。食物传播疾病继续在多数国家(尤其是发展中国家)中影响居民的健康和生产率。食物——尤其是畜产品——被微生物,特别是致病无芽孢细菌污染以及被寄生肠虫和原生虫感染,是重要的公共卫生问题和人类得病与营养不良的根源。据 WHO 的统计,传染病和寄生虫病是 1990 年全世界频度最高的死因(35%),且这类死亡大多发生在发展中国家。此类疾病包括疟疾、腹泻、结核病、麻疹、百日咳和血吸虫病。腹泻类疾病在发展中国家中引起的死亡约占全部死亡的 25%。据估计,在可能高达 70%的病例中,食物是传播腹泻类疾病的媒介。

此外,在最近 2 年中,据报道拉丁美洲的 15 个国家发现了约 40 万例霍乱,死亡人数超过 4000 人。传染此种疾病的最重要原因是饮用和食用了已被污染的水和食物。



在其他地方,如泰国东北部各省的 700 万人,大韩民国的 300 万人和中国的数百万人,因生食淡水鱼而感染上肝吸虫。据估计,这些国家中,此类疾病造成的经济损失每年达数亿美元。

食物贸易。即使不说发展中国家之间必然会遇到的争夺食物出口市场问题,它们也必须满足进口大国越来越严格的质量和检疫标准。它们习惯于出口未加工的农业和粮食商品,诸如香料和调味品,水果和蔬菜,谷类和豆类,以及咖啡豆和可可豆之类的饮料作物,这些商品都很容易受到微生物的污染和昆虫的侵害。每年都有大量的此类产品因质量和卫生欠佳而被进口国拒收。因拒收而造成的经济损失很大。

发展中国家生产的许多水果,由于受到虫害特别是实蝇族果蝇的感染而被拒绝进入美国、日本、澳大利亚等国有利可图的市场。此类商品必须在向这些国家出口之前用化学薰蒸剂、热水或蒸汽处理,或在接近 0℃的环境下冷冻。此问题由于多数热带水果和蔬菜经不起较高或较低温度的处理而变得更加棘手。鉴于出口到有严格检疫法规国家的水果蔬菜数量和价值巨大,如

在许多国家中,消费者已可以选购经辐照处理的食物。(来源:CEA)

果找不到有效的替代处理办法,发展中国家就会蒙受巨大的损失。

即将来临的禁用溴甲烷,对发达国家和发展中国家都会造成巨大的经济损失。例如,每年进入美国的大约 30 万吨水果蔬菜要求使用溴甲烷熏蒸法防治虫害。这些进口物品中大部分是智利出口的葡萄(将近 20 万吨每年)。辐照可能是现有的最好替代处理方法。根据美国农业部的分析,只要对美国目前进口的 4 种商品进行辐照,就能在 5 年中产生 6.5—11 亿美元的经济效益。

当前,发展中国家能毫无限制地向欧共体的多数国家出口新鲜水果和蔬菜。由于某些欧洲和地中海国家已开始增加热带水果(如芒果和木瓜)的上市量,欧洲和地中海植物保护组织(Eppo)正在评价植物卫生法规,以适应货物在欧共体内自由流动的需要。这些国家这样做的目的是为了它们免遭外来的检疫虫害。Eppo 的这一行动将会严重影响来自发展中国家的粮食和农产品的贸易。包括 Eppo 在内的地区植物保护组织已承认,食品辐照是解决这一问题的有效检疫处理方法。

受致病微生物(例如沙门氏菌)污染的食品方面的贸易,会产生生产厂责任问题,尤其是速食食品生产厂。前不久,即 1993 年下半年,德国发生了一起快餐食品事件,这种快餐使用的辣椒粉是被沙门氏菌污染的。由于取消订货和销毁产品,该生产厂蒙受了 3000—4000 万德国马克的损失。这种辣椒粉是从某个发展中国家进口的,不清楚在用于制作快餐之前是否作过任何处理。如果辣椒粉经过辐照就可避免此类污染问题的发生。

对食品辐照的兴趣

食物损失。辐照作为一种减少许多种食物的收获后损失的办法是有效的,但需使用不同的吸收剂量。低剂量辐照(0.05—0.15 kGy)对于抑制发芽是有效的。发芽是马铃薯、洋葱、大蒜和薯蓣之类作物变质的

最重要原因。辐照是化学发芽抑制剂的重要替代者,后者在热带的气候条件下并不总是有效的。举例来说,它是控制薯蓣储存期间的发芽损失的唯一有效方法。它还能减少利用冷藏法储存这些粮食的必要性,因为辐照过的产品可以在室温或寒冷条件(10—15℃)下储存,而不是必须在低温(0—2℃)下储存才能减少腐败微生物引起的损失。

食物腐败。芒果、木瓜、蘑菇和芦笋之类的水果和蔬菜的熟化,可以用 1 kGy 左右的低剂量辐照推迟,因而延长了它们的货架期。如果将辐照和中温热处理(例如在 50℃ 热水中浸渍 5 分钟)结合起来使用,可实现芒果、木瓜之类水果的推迟熟化和控制疾病。

肉、鱼和海鲜中的多数腐败微生物对低剂量辐照比较敏感。因此,在妥善包装以后用 1—5 kGy 的剂量照射这些产品,能使腐败微生物大大减少。加上在冷藏条件下妥善储存,这些产品的货架期可以明显延长。

灭虫。对于灭虫来说,辐照是用于谷物、鱼干、果干和木本坚果的化学灭虫剂的有吸引力的替代者。0.25—0.5 kGy 的剂量对于控制几乎所有昆虫对仓储产品的侵扰是有效的。正如坐落在乌克兰敖德萨港的两台大型电子辐照器所证明的,辐照在经济上是有吸引力的。它们每年处理大约 40 万吨谷物。

对于非洲和亚洲的许多发展中国家中的居民来说,干咸鱼是一种重要的动物蛋白来源。这些产品在阳光下晒干和储存期间,通常受到若干种昆虫的侵染。在有几个国家中,仍在使用杀虫剂控制此类产品的虫害。妥善包装好的干鱼用 0.5 kGy 的剂量辐照,对于控制这些产品的虫害来说,是化学方法的有吸引力和无残留物的替代者。

安全 and 卫生。香料和干的蔬菜调味品,在将它们加入香肠、罐头肉、汤菜、调味汁和调味色拉油之类加工过的食品之前,必须进行处理以满足食品生产者提出的微生

世界各地的辐照设施

全世界有 27 个国家已拥有可供大规模食品辐照的设施；另有 6 个国家正在建造或计划建造此类设施。以下是按国家分列的清单，用黑体表示的国家正在辐照商用食品：

阿尔及利亚：穆阿斯凯尔的设施正在建造，准备处理马铃薯。

阿根廷：布宜诺斯艾利斯的一个设施 1986 年开始辐照香料、菠菜和可可粉。

孟加拉国：吉大港的一个设施 1986 年开始辐照马铃薯、洋葱、鱼干和豆类。

比利时：弗勒吕斯的一个设施 1981 年开始辐照香料、脱水蔬菜和深冻食品。

巴西：圣保罗的一个设施 1985 年开始辐照香料和脱水蔬菜。

加拿大：拉瓦勒的一个设施 1989 年开始辐照香料。

智利：圣地亚哥的一个设施 1983 年开始辐照香料、脱水蔬菜、洋葱、马铃薯和家禽肉。

中国：成都的设施自 1978 年起辐照香料、蔬菜调味品、中国香肠和大蒜；上海的设施自 1986 年起辐照苹果、马铃薯、洋葱、大蒜和脱水蔬菜；郑州的设施自 1986 年起辐照大蒜、调味品和水果罐头；南京的设施自 1987 年起辐照西红柿。此外，济南（自 1987 年起）、兰州（自 1988 年起）、北京（自 1988 年起）、天津（自 1988 年起）、大庆（自 1988 年起）和建瓯（自 1991 年起）也有辐照设施，辐照品种不详。

科特迪瓦：阿比让的设施正在建造，准备辐照薯蓣、可可和菜豆。

克罗地亚：萨格勒布的一个设施 1985 年开始辐照香料、大米和各种食品辅料。

古巴：哈瓦那的一个设施 1987 年开始辐照马铃薯、洋葱、菜豆和可可粉。

丹麦：里瑟的一个设施 1986 年开始辐照香料。

芬兰：伊洛曼齐的一个设施 1986 年开始辐照香料。

法国：里昂的设施自 1982 年起辐照香料；巴黎的设施自 1982 年起辐照香料和蔬菜调味品；尼斯的设施自 1986 年起辐照香料；瓦讷的设施自 1987 年起辐照家禽（冷冻去骨鸡）；马赛的设施自 1989 年起辐照香料、蔬菜调味品、果干、冻蛙腿和小虾；普佐日和奥斯曼维尔的设施自 1991 年起开始辐照，品种不详；萨尔特河畔萨布莱的设施自 1992 年起辐照卡门培尔干酪。

匈牙利：布达佩斯的一个设施 1982 年开始辐照香料、洋葱、酒瓶塞子和酶。

印度：准备建在孟买的设施计划辐照香料，建在纳西克的设施计划辐照洋葱。

印度尼西亚：帕索朱迈特的设施自 1988 年和芝巴都的设施自 1992 年开始辐照香料。

伊朗：德黑兰的一个设施 1991 年开始辐照香料。

以色列：亚夫内的一个设施 1986 年开始辐照香料、辛辣调味品和干食品辅料。

日本：北海道的一个设施 1973 年开始辐照马铃薯。

大韩民国：汉城的一个设施 1986 年开始辐照大蒜粉、香

料、辛辣调味品和食品辅料。

墨西哥：墨西哥城的一个设施 1988 年开始辐照香料和干食品辅料。

荷兰：埃德的一个设施 1981 年开始辐照香料、冷冻产品、家禽、脱水蔬菜、大米、蛋粉和包装材料。

挪威：凯勒的一个设施 1982 年开始辐照香料。

菲律宾：奎松城的一个设施 1989 年开始辐照，品种不详。

波兰：华沙的设施自 1984 年、弗沃切的设施自 1991 年和罗兹的设施自 1984 年起辐照某些产品。

南非：比勒陀利亚的设施分别自 1971、1978 和 1980 年开始辐照马铃薯、洋葱、水果、香料、肉、鱼和鸡；察嫩设施的设施自 1981 年起辐照洋葱、马铃薯和加工好的产品；肯普顿帕克自 1981 年起辐照水果、香料和马铃薯，以及米尔纳顿 1986 年开始辐照水果和香料。

泰国：曼谷的一个设施 1971 年开始辐照洋葱，巴吞他尼的设施自 1989 年开始辐照发酵猪肉香肠、酶和香料。

乌克兰：敖得萨的一个设施 1983 年开始辐照谷物。

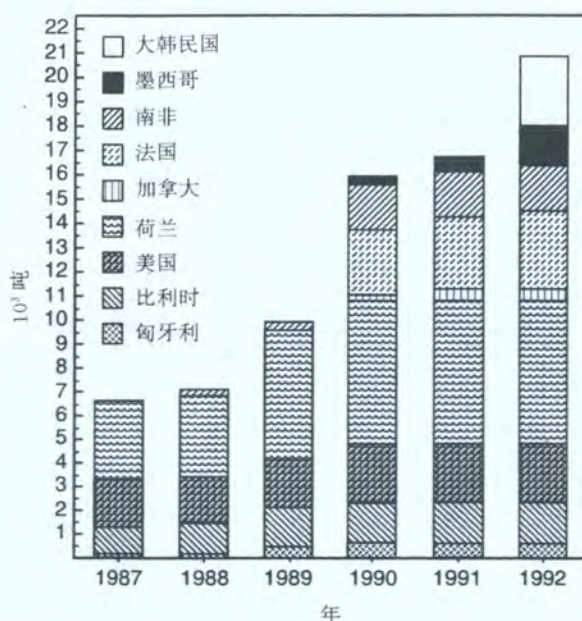
联合王国：斯温敦的一个设施 1991 年开始辐照香料。

美国：新泽西州罗卡韦的设施自 1986 年起、新泽西州惠帕尼的设施自 1984 年起、加利福尼亚州欧文的设施自 1984 年起辐照香料；依阿华州埃姆斯的设施自 1993 年起开始辐照，品种不详；佛罗里达州马尔伯里的设施自 1992 年起辐照水果和蔬菜。此外，佛罗里达州盖恩斯维尔的设施正在建造。

越南：河内的一个设施 1991 年开始辐照洋葱、马铃薯、海鲜、香料、大米和干烟草叶。

南斯拉夫：贝尔格莱德的一个设施 1986 年开始辐照香料。

不同国家中商业辐照香料和蔬菜调味品的情况



国 家	辐照食品	试销年份	调查结果
阿根廷	洋葱,大蒜,大蒜粉	1985--1988	消费者能接受辐照食品。95%的消费者喜欢购买辐照洋葱。
孟加拉国	马铃薯,洋葱,鱼干,豆类	1984--1992	消费者更喜爱辐照食品。
中国	红薯酒,香肠,苹果,马铃薯,红辣椒及其制品,柑桔,梨	1984--1993	消费者能接受辐照食品。
古巴	马铃薯,洋葱,大蒜	1988--1992	消费者能接受辐照食品。
法国	草莓 卡门培尔干酪	1987--1988 1991--1992	消费者能接受辐照食品。
印度尼西亚	鱼干	1986--1988	消费者能接受辐照食品。
巴基斯坦	马铃薯,洋葱,水果干	1984--1992	消费者能接受辐照食品。
菲律宾	洋葱,大蒜	1984--1987	消费者能接受辐照食品。
波兰	洋葱,马铃薯	1986--1988	90--95%的消费者更喜爱辐照食品。
泰国	发酵猪肉香肠,洋葱,大蒜	1986--1992	95%的消费者更喜爱辐照发酵猪肉香肠。消费者能接受辐照洋葱和大蒜。
美国	芒果,木瓜,苹果 草莓,柑桔,葡萄,水果,西红柿,洋葱和蘑菇	1986--1988 1992--1993	消费者更喜爱辐照芒果和苹果。辐照木瓜与未辐照木瓜的销售比例是11:1。 辐照草莓与非辐照草莓的销售比例是20:1。消费者能接受其他的辐照食品。
南斯拉夫	草本植物汁	1984--1985	消费者能接受辐照产品。

辐照食品的市场 试销调查(1984— 1993年)

物理学技术要求。

但是,出于健康和安全的原因,一度获得广泛应用的环氧乙烷熏蒸法正在受到挑战。辐照正在缓慢地取而代之,尤其是在欧洲共同体(1991年已禁用环氧乙烷熏蒸法)及其贸易伙伴国内。为了确保香料的卫生

质量是可接受的而采用辐照的这种做法,近几年来已明显增加,从1990年以前的每年不到1万吨到1993年超过2万吨。(见方框。)香料和蔬菜调味品的商业辐照大多是在发达国家中进行的,诸如荷兰、法国、比利时、美国和南非。生产和出口这些产品的发展中国家,如能开始用辐照处理这些产品,定能获益。

食物贸易。尽管发展中国家生产的水果蔬菜数量巨大、品种繁多,但只有几种热带水果(诸如芒果、木瓜和杨桃)被出口到发达国家。包括美国、澳大利亚、日本和新西兰在内的某些发达国家,都有严格的植物保护和检疫法规,禁止从流行检疫虫害,特别是流行实蝇族果蝇的国家进口水果蔬菜。来自这些国家的新鲜商品必须在进口之前用经核准的方法处理过。

辐照(最小量为0.15 kGy)是能满足检疫法规要求的最有效的处理方法。不大的剂量就能有效地提供检疫可靠性,除去各种果蝇,多数情况下又不伤害水果和蔬菜的质量。一些地区性的植物保护组织已经赞成将辐照作为一种适用于新鲜水果和蔬菜的检疫处理手段。此类组织包括此类植物保护组织、欧洲植物保护组织和亚太地区植物保护组织。

冷藏费用。现代的冷冻技术不但有利于用于扩大易腐食物(特别是畜产品)的贸易,而且还能使食物保持它们的大部分新鲜度。但根据《蒙特利尔议定书》,用得最广泛的制冷剂氟氯烃(CFC)将在2000年以前在制冷工业中停止使用。虽然有可替代的制冷剂,但CFC的禁用将导致制冷费用更高,达到多数发展中国家越来越难以承受的地步。

发展中国家将不得不考虑适用的替代办法,以及能从根本上减少对制冷的依赖的那些技术。如将辐照与其他食品保藏技术结合起来使用,对于许多种食品来说,提供了少用制冷法的极大可能性。最近几年,法国开发出了几种半干的水果制品,它们具有极佳的口感,并已成功地打开销路。辐照过的鱼干已在某些亚洲国家成功

的试销。美国陆军内蒂克实验室早已开发出经辐射灭菌的肉、家禽肉和海鲜,它们自 70 年代初期起就已广泛地供宇航员食用。

利用包括经辐射处理的产品在内的耐储食品,对发展中国家来说是非常宝贵的,特别是无力对销售过程的冷藏连锁进行投资的那些国家。

消费者对辐照食品的认可

食品工业界、消费者组织甚至政府似乎都有一种感觉,即消费者不愿意购买和消费辐照食品。事实上,许多组织做过大量的消费者调查,特别是在 80 年代,当时有几个西方国家正在制订允许使用食品辐照的法规,调查结果似乎支持此种体会。

但应该指出的是,消费者在过去 10 年中一直受到使人误入歧途的宣传材料的侵扰,它们来自反对采用食品辐照的自封的“消费者团体”。他们那些蛊惑人心的关于辐照食品的“消极效应”的种种断言,常常被传播媒介进一步夸大。1986 年切尔诺贝利事故之后,公众更加弄不懂食物链中食物被放射性核素所污染和为了保藏目的而进行的食品辐照之间的差别。

幸运的是,自 80 年代中期开始,在发达国家和发展中国家中都进行了辐照食品的试销。此类试销连同有关辐照食品信息的正确宣传,有助于使消费者对此项技术的安全性、好处和局限性产生好得多的理解。各种各样的辐照食品——包括洋葱、马铃薯、大蒜、芒果、木瓜、草莓、鱼干和发酵猪肉香肠——开始销售,并标明经辐照处理,旁边则摆着未经辐照的同样食品。

试销获得了令人印象深刻的成效:消费者不仅愿意购买辐照食品,而且常常以绝对优势的劲头超过非辐食品。促使消费者较多地购买辐照食品的主要因素似乎是质量或者说安全性。因此,一旦正确地向消费者介绍了有关辐照食品的信息,他们是愿意购买的。(见第 34 页表。)

商业应用

利用辐照处理商用食品的国家数一直在稳步增加,从 1987 年的 19 个增至目前的 27 个。最近几年增加的多半是发展中国家,有的为了满足国内市场对辐照产品的需求,有的则把它看作开拓海外市场的机会。

在政府、食品工业界和传播媒介之间建立起共识的最有意义的事件,是 1992 年美国第一台商用食品辐照装置的投产。该装置位于佛罗里达州坦帕附近的马尔伯里。该设施一直在处理草莓、其他水果和几种蔬菜以控制腐败,并向迈阿密和芝加哥地区供应产品,获得很大成功。辐照过的草莓比未经辐照过的卖得快,根据销售时间的不同,其销售比例为 10:1 到 20:1。消费者明显地被辐照草莓的高质量吸引住了,与他们平时能买到的八成熟的非辐照草莓相比,辐照草莓就象“田间刚成熟”的那样鲜艳。其他辐照食品,如洋葱、蘑菇和桔柑的销售与草莓一样获得成功。负责销售的零售商还说费用明显减少。腐败损失大大减少,辐照草莓只损失 2% 左右,而非辐照草莓要损失 10%。

自 1993 年 9 月以来,美国还成功地销售了有限数量的辐照家禽肉。在过去 5 年中,包括中国、法国、南非和泰国在内的其他国家的零售商也成功地一直在出售贴有标签的辐照食品。

切实可行的选择

食品辐照技术能给发展中国家提供与食物大量损失和食物传播疾病作斗争的补充武器,并能为各种食物商品拓宽贸易市场。发达国家中日益增加的商业应用,对于发展中国家更加大规模地实际利用食品辐照是一个积极的信号。

随着世界人口的增长和加在农业资源上的压力进一步增加,不管是从健康角度还是从经济角度,可用于安全处理和保藏食物的一切技术都会有用武之地。对于发展中国家来说,辐照在许多情况下都可能成为一种切实可行的选择。 □

辐射源的应用与废源管理：善始善终

一些国家正在接受安全管理废辐射源的实际指导和支助

C. Bergman 和
B. G. Pettersson

据报道，已有约 20 名无辜公众死于因废辐射源的管理和贮存不当而引起的辐射事故。根据这一背景，国际原子能机构（IAEA）已开展了一系列服务，以帮助那些有兴趣建立有效地安全控制、管理和处置废辐射源的体系的国家。

本文主要介绍使用密封辐射源的一些核应用，重点介绍密封源的常见应用，并讨论废辐射源的安全管理原则和技术。

密封辐射源的各种应用

不同类型与不同活度的密封辐射源，几乎在所有 IAEA 成员国中都得到了广泛的使用，而且用量越来越大。工业领域使用的放射性核素品种繁多，活度变化范围大。医学领域使用的核素种类和活度变化范围都比较有限。研究应用则会涉及到几乎所有的放射性核素，但其活度一般较低。供与生物学有关的研究使用的辐照装置中的辐射源，则明显地是个例外。

工业用辐射源。大部分辐射源用于工艺过程控制或质量控制。典型的例子是工业射线照相与工业仪表。

射线照相的目的是探测被研究试样中的缺陷、气孔或不相容物。射线照相术在建筑工业中主要用于检查焊缝质量；在钢铁工业中则用于检验管道与铸铁之类成品

件的质量。所用核素主要是钴-60 和铯-137。

射线照相装置由起屏蔽作用的容器和把辐射源驱动到照射部位的机械装置组成。建筑工业中使用的装置是便携式的；钢铁工业中使用的则是固定式的，通常安装在专门建造的屏蔽室中。

工业仪表一般包括在生产过程中或生产之后立即测定某种材料的厚度、密度或水分含量的仪表，或用于监测容器或槽内料位的仪表。 β 源（铯-90 和氪-85）用于测定纸张、塑料以及金属箔的厚度或密度。对于钢板之类密度较大的材料，则需要使用 γ 源（铯-137 与铯-192）。料位计中通常使用铯-137 与钴-60。

用于测定地质构造与建筑材料的密度、孔隙度，以及湿度或碳氢化合物含量的专业性仪表，使用镅-241/铍与铯-137。

专门为手套、注射器及类似医疗用品的灭菌而设计的装置，使用高活度的钴-60 和铯-137 源。这些装置还为食品保藏服务。

医用辐射源。辐射源在医学中的两种主要应用是近距离治疗与远距离治疗。近距离治疗这一术语被用来描述将辐射源直接放在肿瘤内或贴近肿瘤放置的那种组织间或腔内应用。这种应用可以手动控制，也可以远距离控制。

早期的近距离治疗仅使用镭-226。后来换用了其他源，绝大多数镭源便不再使用，但偶尔仍有人使用。当前的近距离治疗

Bergman 和 Pettersson 两位先生都是 IAEA 核燃料循环与废物管理处职员。

主要使用铯-137、钴-60 和铱-192。其他的应用包括皮肤与眼科病灶的浅表治疗(铯-90)。

在远距离治疗中,使用高活度钴-60 或铯-137 源。这些源总是安放在专门设计的屏蔽容器内,并在屏蔽室内使用。

研究用辐射源。密封辐射源在研究中的应用情况差别很大。几乎任何一种核素都可在研究工作中找到其用途。这一用途的许多辐射源的活度都比较低,而且(或)半衰期都比较短。

用于生物研究的高活度源是明显的例外。钴-60 和铯-137 源用于材料和植物的辐照或灭菌,镅-241/铍或铯-137 源在农业研究中用于测定密度和水分。另外,有人仍然在使用镭-226 和镭-226/铍源校准仪表,或用于大学的培训工作。(见右表。)

废物管理原则

放射性物质之所以能造成危害,主要是由于它能发射电离辐射这一固有特性。这种特性与这种物质(即辐射源)是否处于使用状态无关。因此,不再使用因而被视为放射性废物的辐射源,其潜在危险与该源仍在使用时是一样的。正在使用的辐射源往往被看成宝贵的资源,这使得源的所有者对它的控制要比对废源的控制重视得多,因为废源是一种负资源(要花钱处置)。这一事实及把它保存下来供今后使用是毫无意义的这一情况,常常使废辐射源比正在使用的源更加危险。

放射性废物管理的主要内容是执行行之有效的控制、管理与处置制度,确保公众与环境的安全。这种控制要求有坚强的国家监管和执法体系,并需要自始至终关心显然具有危险性的每一个源。

为了满足成员国在这方面的需要,IAEA 废物管理科即将把辐射源数据库软件包定稿。该软件包包括可在现代个人计算机上运行的数据库和操作手册。这种软件包经过适当的试用后,将提供给所有成

工业用辐射源

应 用	放射性核素	源 活 度
工业射线照相	铱-192 钴-60	0.1—5 TBq 0.1—5 TBq
测井	镅-241/铍 铯-137	1—800 GBq 1—100 GBq
湿度探测器	镅-241/铍	0.1—2 GBq
核子秤(皮带秤)	铯-137	0.1—40 GBq
密度计	铯-137 镅-241	1—20 GBq 1—10 GBq
料位计	铯-137 钴-60	0.1—20 GBq 0.1—10 GBq
厚度计	氚-85 铯-90	0.1—50 GBq 0.1—4 GBq
静电消除器	镅-241 钋-210	1—4 GBq 1—4 GBq
避雷装置	镅-241	50—500 MBq
灭菌与食品保藏	钴-60 铯-137	0.1—400 PBq 0.1—400 PBq
校准装置	钴-60 铯-137	1—100 TBq 1—100 TBq

医用辐射源

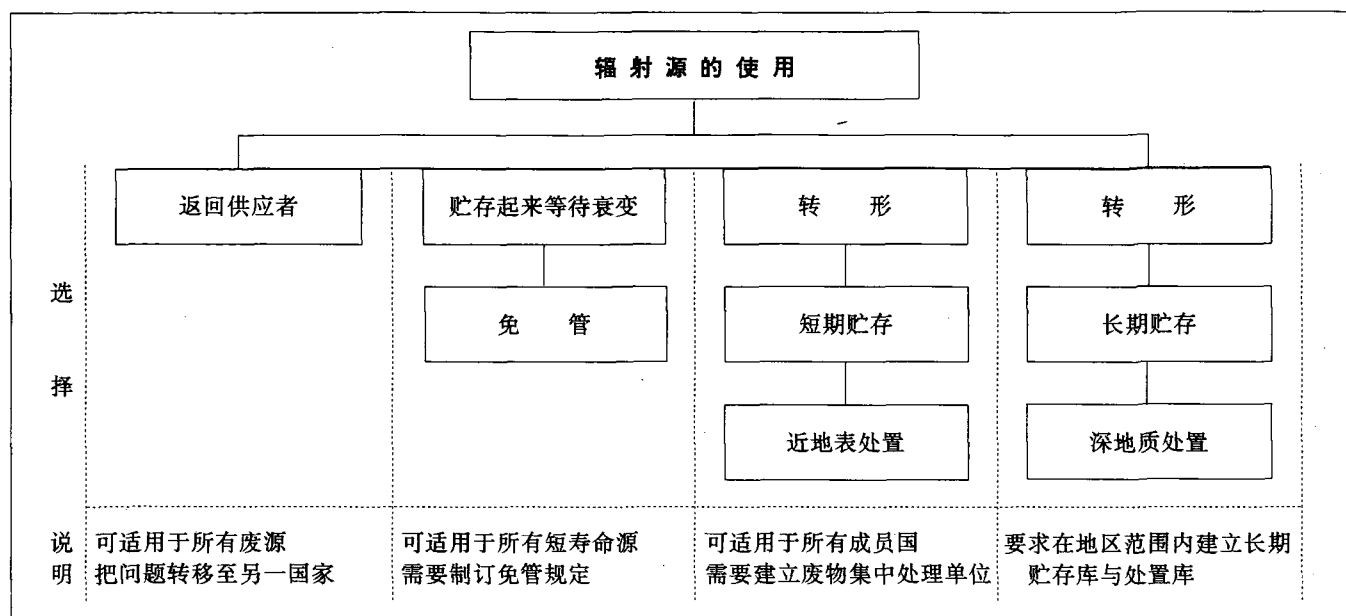
应 用	放射性核素	源 活 度
手动近距离治疗	铯-137 镭-226 钴-60 铯-90	50—500 MBq 30—300 MBq 50—500 MBq 50—1500 MBq
远程后装近距离治疗	钴-60 铯-137 铱-192	约 10 GBq 0.03—10 MBq 约 400 GBq
远距离治疗	钴-60 铯-137	50—1000 TBq 500 TBq

研究用辐射源

应 用	放射性核素	源 活 度
校准源	多种核素	小于 0.1 GBq
校准装置	铯-137 钴-60 镅-252	小于 100 TBq 小于 100 TBq 小于 10 GBq
辐照装置	钴-60 铯-137	小于 1000 TBq 小于 1000 TBq

员国作为跟踪本国密封辐射源的工具。主要对象是国家监管部门,但也可供具体单位,如拥有大量辐射源的国家废物管理部门使用。

为了达到这一废物管理目标,必须有



管理废辐射源的几种选择

一整套适应本国需要,适用于辐射源的收集、运输、处理、转形、贮存以及最终处置的制度。详谈如何实施这些步骤的技术细节已超出本文范围,此处仅就与善终措施有关的几种解决办法作些说明。

在废物管理方面能够采取的善终措施有四种可能。(见图。)它们是:(1)把废辐射源返回供应者;(2)贮存足够长的时间等待衰变,然后免除监管控制;(3)转形、贮存和近地表处置库处置;以及(4)转形、长期贮存和深地质处置库处置。

返回供应者。这一程序可简述如下:废物生产者将不再使用的密封源尽快送回供应者,并通报监管机构。废源的运输和出口,也许需要按照本国法律获得批准和(或)办理许可证。

密封辐射源体积小,表面剂量率常常比较高,这是它的特殊性。另外,许多密封辐射源往往出现在没有适宜于处置这些源的废物管理基础设施的国家中。辐射源的生产者往往最有条件安全贮存其生产的辐射源。而且,生产者有可能用重新封装废源的办法进行整修,使废源中未衰变尽的放射性材料得到重新使用。(用户通常不可能进行此类操作。)

IAEA 已通过其废物管理咨询计划

(WAMAP),向不完全具备废物管理能力的那些国家,特别是发展中国家的国家主管部门,提出了有关返回供应者这一选择的建议。因而某些国家目前的法律常常要求在每份密封辐射源采购合同中列入一条,即允许买方将不再使用的辐射源返回供应者。

然而,将废辐射源返回供应者这一选择,只有当它被认为是最佳的解决办法时才可采用;这不是一种最终解决办法,因为它只是将包袱从一国转移至另一国。对于那些完全有条件最终处置废源的国家,根本没有必要采用此选择,因为这将增大而不是减小来自放射性废物的总风险。

贮存起来等待衰变后免除监管控制。这一程序可简述如下:废物生产者把废物置于合适的衰变贮存库中,让其自然衰变,但要进行适当的监视,直至它达到免管(离库)水平,此时它可按非放射性废物取走和处置。

放射性核素衰变并最终成为稳定核素的这一固有特性,使得将放射性废物存起来直至达到规定免管水平的这一做法变得具有吸引力。尽管这是一种很有用的选择,但必须满足一些先决条件,其适用范围也有一些限制。

废物中放射性核素的半衰期必须较短,以便在适当的时期内(至多几年)达到免管水平。在实践中,半衰期一般不超过一个月,至多不超过几个月。例如,半衰期为一个月,则放射性活度在一年之内会降至原来的 $1/4000$, 两年之内下降至原来的 $1/(1.6 \times 10^7)$ 。

为了能实践这一选择,国家监管部门必须先规定免管水平。当前还没有国际上通用的免管水平,但已就免管基本原则达成一致。IAEA 正在编写有关的指导性文件。

这一选择的主要优点在于每家废物生产者都可以做,可以避免不必要的放射性物质运输。如果运用适当,这种选择也可避免不必要地贮存大量放射性废物,因为可以把已达到免管水平的废物撤走。

为了成功地实施这一选择,必须有一套将废物分类的操作制度,以保证把短寿命废物与长寿命废物正确分开。在一个废物包中,衰变所需的贮存时间将由半衰期最长的放射性核素决定。

这种选择虽然适用于诊断核医学所产生的几乎一切放射性废物,但用于密封辐射源的事例却很少。

短期贮存后近地表处置。这一程序可简述如下:废物生产者将废物(在转形之前或之后)运至本国的废物集中处理与贮存设施,以便随后进行近地表处置。

半衰期小于 30 年左右的放射性废物,一般可在适当转形之后在近地表处置库中处置掉。这种处置库的建设和运营目前在技术上是成熟的,专家们在这一概念的可接受性方面不存在重大的意见分歧,只要要求废物和处置库都要适当地加以限制和具备一定的条件。在某些政治家、要求“绝对无风险”的人以及那些不管怎么说都反对核能的人中,可能仍然存在着不同意见。

原则上几乎每个国家都可以在其领土上建立起处置该国产生的短寿命废物的近地表处置库。由于数量少,普遍认为一个国家不必建一个以上或几个处置库。建设一个处置少量短寿命废物处置库的费用,即

使对小国家来说也不是不可接受的,因为对于废物量很小的生产者来说,一些简单的解决办法就足够了。

供此种贮存或处置的放射性废物必须经过适当的转形。这些操作往往不是每个废物生产者都能做的,而是要由废物集中处理单位来完成。IAEA 已经编写了一套一般地介绍废物处理和贮存设施的技术资料,可供拥有核研究中心该中心又拥有研究堆的国家使用。内容包括此类设施和所用设备的详细说明、平面布置图以及该设施的一般安全分析。这套资料最近已提供给 IAEA 成员国,并已用于新建的废物集中管理与贮存设施。类似的一套有关废辐射源的转形和中间贮存的资料最近已经完成,并准备于 1994 年提供给成员国。

为了实施这种选择,国家必须建立一座废物集中处理和贮存设施,将废物存放在这里直到在近地表处置库中处置。这样的国家迟早要为其短寿命放射性废物建立此类处置库的。

长期贮存后深地质处置。这一程序可简述如下:废物生产者将废物(在转形之前或之后)运至本国的废物集中处理与贮存设施。如果需要,以后再将废物运至地区性的贮存库长期贮存,等待深地质处置。

各种核应用产生的废物中,有些由于其半衰期长和活度大而不宜于近地表处置。含有镭-226 和镭-241 的密封源就属于此列。正如 IAEA 1991 年的一份报告《废辐射源问题的性质与大小》(IAEA TECDOC-620)所谈到的,预计这些辐射源都将在深地质处置库中处置。

建立深地质处置库的费用极大。那些只有一些密封辐射源需要进行深地质处置的国家是负担不起这种费用的。另一方面,拥有核电的国家多半会建立这样一种处置库。因为与乏燃料或高放废物的活度相比,密封辐射源的活度是可以忽略不计的,因而有人提出的解决办法是将长寿命密封源与由核动力堆引起的高放废物一起处置,包括来自国外的长寿命密封源。

一国的密封源与另一国的高放废物共

同处置的做法,需要签署国际或双边协议。鉴于进入下世纪后很多年才会建立深地质处置库,因而签署这种协议的紧迫性目前还不小。尽管如此,现在就着手进行这一极有可能既困难又耗时的谈判工作仍然是明智的。

在深地质处置库建成之前,需要建立若干个贮存转形后废物的中间贮存库,它们应该能安全运营好几十年。考虑到废辐射源的体积很小,对中间贮存库的要求又高,因而最好还是为转形后长寿命密封源

的长期贮存寻找地区性的解决办法。IAEA已着手进行建立这种地区性安排的工作。

眼下许多国家的法律都禁止进口等待处置的放射性废物,许多政策声明的大意是“各国应料理和处置各自的废物”。然而,这些要求和声明的背景是担心来自核电厂的大量放射性废物,而不是指例如由核医学应用产生的少量放射性废物。

管理长寿命废辐射源的善终措施目前尚未提上日程。在能够采取这些措施之前,需要就地区性长期贮存库的必要性,以及就签署密封源与核动力堆引起的高放废物共同处置的国际或双边协议等问题作出决定。

未来的挑战

目前,以国家为单位管理核应用产生的一切放射性废物是可能的,只有几种长寿命密封辐射源例外,它们需要国际性的解决办法。此事能否在一国范围内实际完成,这取决于本国的专业力量和资源。IAEA正在帮助其成员国创造这种可能性。然而,在大多数成员国能够建立起相应的本国废物管理基础设施之前,仍然有一段漫长的路要走。□

辐射的多种应用中包括射线照相,在航空和钢铁工业中一般用于安全控制与质量控制。(来源:Tech/Ops; Dahiström, Bildhuset Sweden)



“第二个核时代”：俄罗斯专家的观点

像其他许多国家一样，俄罗斯也在开发安全性能得到增强的新核电机组。与此同时，人们也意识到，对于这样一个处于深重危机之中、人民生活水平低下但人均能源产量又高于德国或法国的国家来说，几乎不可能指望在今后 20 年内核电会有大的发展。即使核装机容量翻一番，俄罗斯燃料平衡的变化也不到 3%，与该国及其燃料和能源经济当今所面临问题的严重程度相比，解决不了多少问题。

在俄罗斯，核电的主要目标和支持发展核电的理由，与大多数具有核计划的其他国家一样，都是着眼于下个世纪的需要。下阶段——“第二个核时代”——的目标应该是：针对与能源需求的必然增长相联系的社会和国际问题，以及不断出现的环境、资源和运输问题，提供一个彻底的解决办法。

需要新概念

但是，今天的核专家囿于种种原因，不敢冒昧地提出大规模发展核电的明确概念。而没有这样一种概念，人们又看不清其前景。这不仅有损于核电的未来发展，而且也不利于当前的发展。因此，探讨一下其中的某些原因是值得的。

传统的核技术基本上是三四十年前形成的，而且出自那时流行的一些观念。军事核工程和第一座核电厂方面总的说来是有益的那些经验，形成了安全方面的某种“工程原则”，即相信专设的安全保障手段是万能的。

1979 年的三里岛事故和 1986 年的切尔诺贝利事故动摇了这种信心，并产生了一条新的核原则，其关键词——“固有安全性”（inherent safety）——是由 Alvin Weinberg 引入核词汇库的。新的核设计作了实质性的改进。其结果是，现在几乎没有一种堆型不被说成是“固有安全的”，造成这一术语的贬值。但是，对于传统的反

应堆概念来说，突发的临界失控、冷却剂丧失、火灾和爆炸等事故的潜在风险并未消除。这类风险在这些设计的基本原理中是固有的（intrinsic），它们确实与固有安全性的某些因素有关。为了减少危险事故的概率，就得建造专设的系统 and 屏障，并对设备的质量和运行人员的技能提出非同寻常的要求。这就使反应堆比较复杂，造价高昂，从而损害了其竞争性，限制了在发展中国家中的应用，而这些国家对增加能源生产的要求是最迫切的。

在这个“事故后时期”中，对反应堆采取的安全改进措施和这些措施产生的良好运行记录，确实能使利用传统核技术的“第一个核时代”延长。但是，用概率论方法和针对某一类事故用确定论方法证实反应堆安全性的这些做法，毕竟带有局限性，不能完全令人信服。这种证实对公众没有说服力，尤其因为它要以对概率理论的了解为基础。无论核工业界怎样大谈特谈交通事故和化学物质释放死了多少人，人们还是接受不了核电厂那怕再发生一次新的大事故这样的可能性。他们要求任何一项新技术（不管是核技术还是非核技术）都应改善人们的生活质量，而且首要的是改善生存的安全性。

在证实反应堆安全性方面的这种不完善性（它实际上源于现代核技术本身的不完善性），也使人们觉得信奉新概念是危险的。这种情况也许注定了核电只能在常规技术的基础上缓慢地演变，也就是说改进只能以慢慢地积累的经验为基础往外延伸，很长时期内都不允许外推。

摆脱这种近乎停滞状态的方法，是发展并向公众展示一种新的能始终如一地实现固有（即确定论）安全的核技术。没有这样一种从确定论角度看是安全的新技术，“第二个核时代”也许只能停留在空谈阶段。就像近期在确保现有核电厂的安全运行及在提供经改进的设施方面所做出

的努力那样,核工业需要采取实际行动去发现和发展新技术。

俄罗斯的倡议

在俄罗斯,人们一直试图拟订出对此种技术的新要求。他们为称做“非常规的固有安全核电机组概念”这一新的研究和开发路线奠定了基础。这个路线已包含在国家能源计划中,据称曾有许多项目参与这一计划的竞争。

通俗地讲,新的开发工作的目标,是利用安全性、燃料增殖和经济性之间的深层内在联系使这三者得到兼顾。正是这种固有安全性成了实现这种兼顾的关键。对这一新技术的基本要求,将要进一步深入地研究和逐个具体化。这些要求包括:

- 即使发生在自然法则和技术概率范围内可能发生的任何事故,也不会造成燃料破损和向环境释放大量放射性。能可

靠地分析出其概率最大并为社会所接受的某些事件序列,也许是仅有的例外。

- 与现代化的轻水堆相比,其单位能量的天然铀消耗量最多只有前者的五至十分之一。

- 规定放射性废物的处置不得破坏天然辐射平衡,即处置时的放射性水平应与从地球上开采的天然铀及其衰变产物的放射性水平相当。

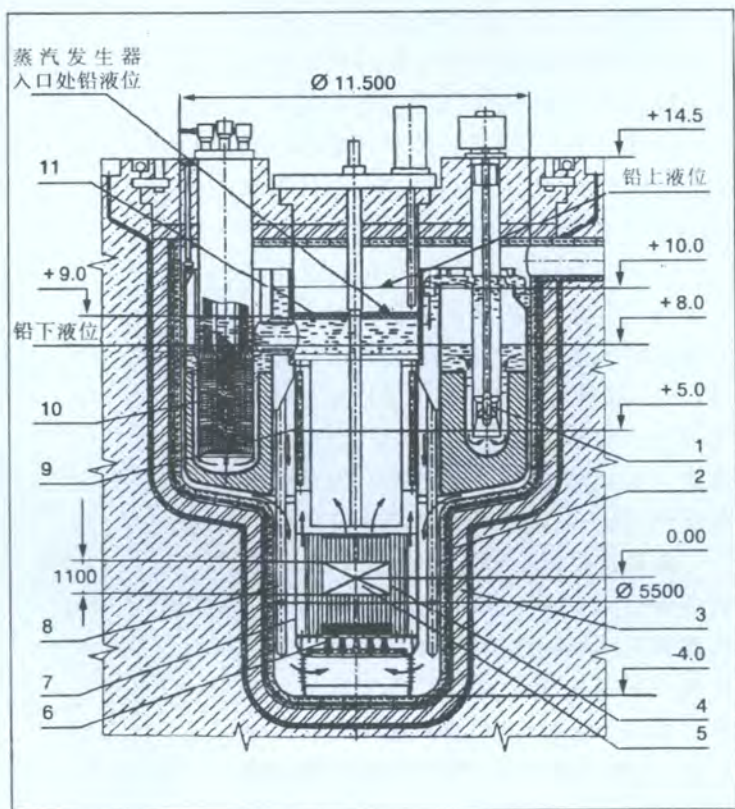
- 使易裂变材料和放射性物质的长距离运输量减至最少,并通过国际的和国内的安全保障排除铀和钚用于核武器的可能性。

- 使核能生产成本保持在现代化轻水堆的水平上。

毫无疑问,在开发确定论安全的核技术方面的各项努力,将产生许多新的反应堆概念和长期的开发计划。但是,重要的是要确保至少有一种概念能满足特定的要求。这种概念不能超离今天的技术能力太远,而且能在可预见的将来实施。

俄罗斯在切尔诺贝利事故刺激下进行的探索已表明,综合利用民用和军事核工程中已经很成熟的技术,就能产生这种概念。以铀—钚循环为基础的液态金属冷却快中子堆,似乎最接近于确定论安全这一理想,并且就安全性和经济性而论特别适合于大型电厂集中生产电力。这一概念并不排除少量地使用热中子堆和钍—铀循环,因为它们对于满足俄罗斯广大边远地区的局部热能和电力需求更为可取。

为了将快堆的潜力用于确保最高的安全水平和最大的经济效益,俄罗斯的概念考虑用化学上不活泼的和沸点极高的铅替代钠。它与铅—铋低共熔物近似,后者在俄罗斯的潜艇反应堆中已用了 30 多



俄罗斯的新型堆概念示意图:1)泵 2)热屏蔽 3)耐热混凝土 4)控制元件 5)堆芯 6)支承柱 7)隔离壳 8)装裂变产物的空气冷却管道 9)存放燃料处 10)蒸汽发生器 11)旋转屏蔽塞。

年。当年选择钠主要是受现已不再是绝对必要的准则所决定的。

这个概念全面荟萃了在研制目前的快堆中获得的许多想法和技术,尤其是美国阿贡国家实验室在一体化快堆方面所取得的成就。还准备把反应堆放在地下以防止外来撞击,并通过更新反应堆以便长期利用反应堆场址。此外,对于让裂变产物在反应堆坑室内贮存 200 年和使其最终处置时的放射性水平与从地球上开采的天然铀及其衰变产物的放射性水平相当这两件事,也正在作出规划。

对功率为 300,600 和 1000 MW 的这种反应堆所做的计算、设计和实验研究证

明,它们能在合理的工期内建成。现正在编写包括铅回路和临界装置的计算、设计和实验在内的概念研究成果报告,不久将发表。

确定论安全的核电技术是能彻底解决世界面临的能源问题的一种技术,它的开发是一种能将国际核合作推向一个新高度的世界性任务。这是一个非常值得国际核界认真考虑的目标。——莫斯科动力工程研究开发所 E. O. Adamov 和 V. V. Orlov 供稿。详细资料可向作者 (Research and Development Institute of Power Engineering, P. O. Box 788, Moscow 101000, Russian Federation) 索取。 □



COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE



DIRECTION DES TECHNOLOGIES AVANCÉES

DÉPARTEMENT DES APPLICATIONS ET DE LA MÉTROLOGIE DES RAYONNEMENTS IONISANTS

STANDARDS OF RADIOACTIVITY :

- STANDARD SOLID SOURCES
- STANDARD LIQUID SOURCES
- STANDARD GASES
- URANIUM REFERENCE MATERIALS
- CHARCOAL CARTRIDGE GAMMA STANDARDS

SERVICES :

- Characterization of radiation fields (food industry, radiotherapy...)
- Activity measurements (low level activity for environmental survey...)

TABLES OF RADIONUCLIDES :

ASK FOR OUR CATALOGUE :

DAMRI/LMRI BP 52 - 91193 GIF-SUR-YVETTE CEDEX FRANCE
TEL : 33 (1) 69.08.25.13
TELEX : ENERG X 604 641 F MRI+ FAX : 33 (1) 69.08.26.19

IAEA 恢复在 DPRK 的安全保障视察

1994 年 3 月,一个 IAEA 安全保障视察员小组视察了朝鲜民主主义人民共和国(DPRK)已申报的核设施。

这次出访是在 1993 年后期和 1994 年初关于(除其他方面外)恢复 IAEA 在 DPRK 的安全保障视察问题取得一系列进展后进行的。这些进展包括 1994 年 2 月 15 日 IAEA 和 DPRK 就这次视察的范围达成的协议,以及 IAEA 理事会在其 2 月 21—23 日的会议上对 DPRK 的安全保障执行情况的审议。

此次视察的目的是核实 DPRK 的 7 个已申报设施中的核材料自 IAEA 前几次视察以来没有被转用。此外,视察人员还采取了某些措施,例如更换了照相机的胶卷和封记,以利于今后的核实。

IAEA 理事会在其 1994 年 2 月召开的会议上,在审议了总干事汉斯·布利克斯的报告之后,表示“继续深深的关切局势的严重性”,并敦促 DPRK 同 IAEA 全面合作。理事会在重申其支持 IAEA 的不懈努力时特别指出,关于视察 7 个已申报场址的协议“只是朝解决所有核问题迈出的第一步”。在所有的核问题中,包括 DPRK 应全面履行 1992 年 4 月生效的安全保障协定中规定的各项义务。

布利克斯博士提交给理事会的报告,

回顾了自理事会于 1993 年 12 月召开的上次会议上审议此事以来的两个月内,机构同 DPRK 主管部门的大量接触,并说明了事情的前后经过。

就象他于 12 月向理事会报告的那样,布利克斯博士在 2 月理事会上发言时再次指出,由于未进行定期视察和未进行有关的活动,对 DPRK 已申报核活动的“了解的持续性”已遭破坏。他说,其结果是,“已不再能说”现在这套安全保障系统“能对 DPRK 的核材料未被转用和已申报设施的和平利用性质提供任何有意义的担保。”

他在 2 月理事会上发言时说,即将进行的视察(当时预计 3 月进行)所获得的结果“至少能部分弥补了解中断所带来的损失”。不过,他着重指出,商定的视察活动仅涉及 IAEA 以前视察过的已申报设施中的材料,不包括访问附加场地和接触为澄清 DPRK 的核材料初始申报单同 IAEA 的调查结果之间的不一致所需的信息。

他说,“如果不访问附加场地和获得补充信息,就无法核实初始申报单的正确性及评估其完整性。”

他表示希望,对已申报设施的视察完成之后,接着能就有关此事的这项决议进行磋商。

6 月核安全公约会议

一个法律和技术专家工作组已将国际核安全公约草案定稿,准备提交 1994 年 6 月将在维也纳召开的由 IAEA 主持的外交会议通过。

该草案文本反映了专家们达成的广泛一致,并得到了 1992 年 2 月成立的该工作组的全体同意。来自 50 多个国家以及来自欧洲共同体委员会、经合组织核能机构、国际劳工组织和 IAEA 的专家们参加了这项工作。该小组的第 7 次即最后一次会议是于 1994 年 1 月 31 日—2 月 4 日

在 IAEA 总部召开的。

正如最后定稿的那样,该公约草案的适用范围限定为陆基民用核动力厂这样的核设施。它给缔约方规定的与安全有关的各项义务基本上是以安全基本原则为基础的。其中特别规定了下面两项义务:一项是建立和维持适用于核设施的立法和监管框架;另一项是实施一系列建立在安全方面的一般考虑基础之上的措施,涉及例如财政和人力资源的可获得性、安全性的评估和核查、质量保证和应急准备

等。

其他义务涉及核电厂安全中包括选址、设计、建造和运行在内的技术方面。此外,还要求缔约方提供有关该公约执行情况的报告。IAEA 被定为该公约的秘书处,总干事为保存人。

这项公约是由 IAEA 组织的国际核动力安全大会于 1991 年 9 月初提出的建议

衍生出的。那次大会强烈要求研究一项涉及一切安全问题的国际一体化解决办法,同时指出了逐步形成一个核安全框架公约的潜在意义。这项建议随后被写入 IAEA 大会的一项决议中,该决议曾要求为制订此公约做进一步的准备。1992 年 2 月,IAEA 理事会批准成立负责核安全公约草案的起草和定稿的专家小组。

在 IAEA 视察人员的严密监视下,第二批即最后一批辐照核燃料形式的高浓铀(HEU)已运出伊拉克。这次行动完成了从伊拉克运走已申报的核武器级材料这一任务。

这些辐照燃料是按照与俄罗斯原子能部和美国的一家分包商签订的合同运走的,这家分包商提供了专门设计的能经受得住严重事故工况的运输容器。伊拉克原子能委员会提供了一切必要的帮助。为运走这些辐照燃料曾不得不解决许多技术难题,有些辐照燃料是从海湾战争期间被摧毁的一座研究堆的乱石堆下挖出的。

这些辐照燃料是在 IAEA 的严密监视下分两批运走的:第一批于 1993 年 12 月 4 日运走,第二批于 1994 年 2 月 12 日运走。两次装运情况是,将核材料经陆路从图瓦塔的伊拉克核研究中心运至巴格达以西的哈巴尼亚机杨,然后装上安东诺夫-124 型飞机,从伊拉克直接飞往俄罗斯的叶卡捷琳堡,再转运到车里雅宾斯克的一座后处理厂。这些材料将在车里雅宾斯克进行后处理并稀释成低浓铀,以后将在 IAEA 的监督下出售,供和平核活动使用。预计这些燃料的后处理将需要 6 个月的时间。

从伊拉克运走可供核武器使用的材料(即 HEU 和钚),是 IAEA 自 1991 年以来根据联合国安理会的决议在联合国伊

拉克问题特别委员会的配合和帮助下已采取的行动之一。1991 年,IAEA 视察小组在伊拉克进行了数次视察之后,运走了被发现的伊拉克已分离的数克钚,他们还监视了包括新核燃料在内的其它核材料的转移,这些新核燃料是伊拉克申报的已置于 IAEA 安全保障之下的库存量的一部分。

正在伊拉克进行的活动包括核实伊拉克主管部门提供的有关外国技术咨询

在伊拉克的核视察

正在从伊拉克运走辐照燃料。(来源:V. Mouchkin, IAEA)



的信息以及有关各种材料设备的供应商、供应量和所在地的信息。与伊拉克主管部门就顺利执行 IAEA 正在进行的监测和核查计划的技术会谈正在继续,此计划现正

在逐渐付诸实施。该计划包括(除其他内容外)对伊拉克地表水体定期进行放射性测量,以便提供有关该国核活动的额外担保。

强化安全保障体系

IAEA 正在评价目的在于改善其安全保障体系的费用效率的一系列措施和建议。这些措施是安全保障执行常设咨询组(SAGSI)提出的,准备通过称作“93+2”的两年期开发计划加以评价。SAGSI 由与有关政府磋商后任命的专家组成,它的任务是就安全保障体系的有效性和效率向总干事提供咨询。

IAEA 的这项计划旨在进一步评估、开发和检验 SAGSI 的推荐意见及相关措施,包括评价它们的技术、法律和经费内涵。正在评价以下六个方面的问题:分析执行目前这种安全保障的实际费用;评估潜在的节约措施;如何将环境监测技术用于安全保障;增加与国家核算和控制体系的合作及改善安全保障费用效果的其他措施;改进有关一国核活动的资料的分析方法;以及加强安全保障培训。

评价的结果将纳入预计于 1995 年初

提交 IAEA 理事会的、使安全保障更有效和效率更高的建议。

作为该计划的不可分割部分的是许多国家积极参与技术方面的工作,包括现场的环境监测试验。已提供援助的国家包括阿根廷、芬兰、法国、德国、匈牙利、印度尼西亚、大韩民国、俄罗斯、南非和瑞典。已进行过两次现场环境监测试验,一次在瑞典,该国收集了 5 座核设施周围的 35 个点的样品,另一次在匈牙利,该国收集了波克什核电站附近的多瑙河和布达佩斯附近地区的样品。

总之,该计划以已采取的、目的在于强化 IAEA 安全保障体系的行动为基础。这些行动包括 1991 年后期和 1992 年初期理事会作出的有关决定,如有关及早提供和使用设计资料的决定,有关核材料进出口情况和专用设备与专门非核材料出口情况的自愿通报制度的决定。

禁止海洋倾倒放射性废物

禁止在海洋倾倒低放废物的禁令已于 1994 年 2 月下旬生效,目前正在对 IAEA 在这一管辖性国际公约中的技术咨询作用进行修改。这一禁令是 1993 年 11 月推出的,当时《伦敦公约》——其全称是《防止倾倒废物和其它物质污染海洋公约》——的缔约方通过了有关该公约的一项修正案。按照总部设在伦敦的主管该公约的国际海事组织(IMO)的意见,该修正案于 1994 年 2 月 20 日生效。IMO 指出,俄罗斯联邦已声明不接受该修正案,虽然它将“赞同避免倾倒废物和其它物质污染海洋。”

《伦敦公约》这样修订后,实际上禁止在海洋倾倒一切类型的放射性废物。而在以前,只禁止海洋倾倒高放废物,低放废物的海洋处置则按照 1983 年通过的一项自愿暂停决定暂停。当时曾指定 IAEA 负责定义不宜海洋倾倒的高放废物和其它高放物质,并在颁发海洋处置低放废物的特许证方面给各国主管部门提供指导。

既然全面禁止倾倒的禁令已经生效,IAEA 新的技术作用将是根据本公约的目的定义各种放射性水平,使得放射性水平低于这些值的材料可看成“非放射性的”(称作“微量”或“免管”水平)。IAEA 还将

继续考虑各国要求帮助解决与放射性废物的安全处置有关的特殊问题,以便帮助它们履行该公约规定的国际义务。为此,预计 IAEA 将参加以该公约的名义组成的专家组,共同评价支助俄罗斯完善其安全管理低放液体放射性废物设施的必要性,以便今后不再需要海洋倾倒。

IAEA 还将继续主管国际北极海洋评估项目(IASAP)。该项目旨在评价已倾倒在北极海洋的放射性废物所带来的健康

和环境风险,并编制和维持一份已进入海洋环境的放射性材料清单。

《伦敦公约》已被 70 多个国家所接受。它全面禁止向海洋倾倒某些物质,其它材料只要满足某些准则是允许倾倒的。

有关 IAEA 在该公约中的作用的详细资料,可向 IAEA 核燃料循环和废物管理处索取。有关该公约本身的资料可向 IMO (4 Albert Embankment, London SE1 7SR, United Kingdom)索取。

由于许多国家都在考虑它们的涉及今后几十年的能源计划,因而将经改进的数据、分析工具和方法用于比较不同的发电选择,特别是比较它们的健康、环境和经济利弊的兴趣正在增加。

作为解决这些问题的一种手段,IAEA 和其它 8 个组织正在实施一个跨机构项目,内容涉及供比较各种发电用能源使用的数据库和基本方法。这个被称为 DECADES 的项目是 1992 年设置的。其它的参加组织有联合国工业发展组织、石油输出国组织、国际应用系统分析研究所、欧洲共同体委员会、亚太地区经济和社会委员会、国际复兴与开发银行(世界银行)、经合组织核能机构和世界气象组织。

IAEA 于 1993 年 12 月设立的一个协调研究计划(CRP)是该项目的一部分。其工作重点为事例研究,主要分析与比较核动力与其它能减少发电排放物和残留物的选择的潜在作用。事例研究的目的是,示

范如何在作为电力部门决策依据的研究中使用现有的数据库和计算机工具,包括 DECADES 正在开发的某些数据库和工具。大约 15 个国家已提交了参加这项将延续到 1995 年的 CRP 的意向书。这项 CRP 的成果将与参与 DECADES 有关活动的组织正在做的其它事例研究的成果一起,在预定于 1995 年 9 月在维也纳召开的国际电力、健康的环境学术会议上发表。

这一 DECADES 项目是全球响应 90 年代的能源和环境需求的一部分。联合国环境与发展大会 1992 年 6 月通过的《21 世纪议程》,曾特别指出能源在可持续的发展中的作用及全球共同帮助发展中国家建立环境有利的能源战略的重要性。既然不存在单一的、能全面涵盖与能源和发电有关的这些和其它一些问题的世界性政府间组织,则这个 DECADES 项目就成了把国际和地区性的各种组织的专业力量联合起来的一种可利用的渠道。

DECADES 项目

来自 IAEA 成员国和国际组织的 80 多名专家,出席了 1994 年 2 月 21—25 日在维也纳召开的放射性废物运输研讨会。这次研讨会给修订 IAEA 的《放射性废物安全运输条例》(安全丛书 No. 6)提供了信息,并推动了各国运输与废物管理两个

领域的营运单位和监管单位间的对话。

在 7 个科学专场会议期间宣读的论文,涉及如下领域:IAEA 在放射性废物运输方面的活动;各国在国际运输条例方面的经验和建议;废物的运输及操作;废物产生量、特性和处置要求;风险分析;以及

放射性废物的运输

运输和废物的包装。与会者讨论了与低比活度材料和低表面污染物件的运输有关的建议的修正意见。他们表示全力支持确保废物管理要求和运输要求(尤其是材料包装方面的要求)的兼容性。

IAEA 目前正忙于审查和修订其放射性废物运输条例。它计划于 1996 年发行新的修订本,以反映最新的科学技术发

展,并考虑以下因素:国际辐射防护委员会的新条例,对大量放射性物质的空运包装提出的更加严格的要求,以及在 IAEA 连续的审查和修订过程中同意采用的其它变化。这次研讨会期间提供的资料将供安全丛书 No. 6 修订小组下次会议使用,下次会议预定于 1994 年 10 月 10—14 日在维也纳召开。

国际安全保障 学术会议

在 1994 年 3 月 14—18 日于维也纳召开的国际安全保障学术会议上讨论的几个专题中,正在采取的加强核材料和核设施安全保障的措施是其中之一。

这次学术会议是 IAEA 在其它 4 个组织(美国核学会、欧洲安全保障研究和开发协会、核材料管理研究所和设在莫斯科的国际核学会)的合作下组织的。来自 50

多个国家的安全保障专家和政府代表出席了这次学术会议。

讨论过的专题包括:强化的和费用效果更好的安全保障;专门核查方面的经验;铀、钍浓缩、燃料制造和乏燃料贮存设施的安全保障;封隔和监视技术;安全保障方案和评价;以及地区和国家的核材料衡算和控制体系。

16 个国家请求 IAEA 检查核电厂安全

在 IAEA 的两项计划名下,1994 年计划派出国际专家小组对 16 个国家的核电厂进行现场安全检查。

1994 年计划以安全重要事件分析组(ASSET)服务的名义进行 20 次出访。它们包括:联合王国的埃奇·克罗夫特 2 次(1 月 24—28 日)和克利夫·奎伊 1 次(1 月 31 日—2 月 2 日);俄罗斯的加里宁(2 月 15—17 日和 7 月 4—15 日)、斯摩棱斯克(6 月 6—10 日)和巴拉科沃(9 月 4—14 日);乌克兰的扎波罗热(2 月 7—11 日和 6 月 13—24 日)、南乌克兰(3 月 21—25 日和 10 月 3—14 日)和切尔诺贝利(4 月 11—22 日);斯洛伐克共和国的博胡尼斯(4 月 26—28 日);斯洛文尼亚的克尔什科(5 月 2—6 日);希腊的雅典(研讨会,5 月 16—20 日);伊朗的德黑兰(研讨会,5 月 30 日—6 月 8 日);南非的科贝赫(9 月 5—16 日);保加利亚的科兹洛杜伊(11 月 14—25 日);西班牙的马德里(研讨会,10 月 3—21 日);以及匈牙利的波克什(12 月 5—9 日)。

1994 年计划以运行安全检查组(OSART)服务的名义进行 13 次出访和后续访问。它们包括:美国的大海湾(2 月 14—18 日);联合王国的塞兹韦尔 B(2 月 14—18 日)和亨特斯顿 B(4 月 11—29 日);乌克兰的切尔诺贝利(3 月 7—18 日)和扎波罗热(5 月 9—27 日);法国的卡特农(3 月 14 日—4 月 1 日)和格拉夫林(11 月 7—11 日);大韩民国的蔚珍(6 月 6—24 日);俄罗斯的科拉(6 月 6—10 日);斯洛伐克共和国的博胡尼斯(9 月 5—16 日);阿根廷的恩巴尔斯(9 月/10 月);斯洛文尼亚的克尔什科(10 月 24—28 日);以及瑞士的莱布施塔特(11 月 21 日—12 月 10 日)。

ASSET 和 OSART 这两项计划——属于 IAEA 在核安全和辐射防护方面的众多服务之列——包括应单个国家请求进行的特定类型的服务。OSART 服务主要处理核电厂安全领域的运行安全实践。ASSET 服务侧重于从已经发生的事件的角度总结和分析运行安全经验。

立陶宛、马绍尔群岛、乌兹别克斯坦：

IAEA 新成员

立陶宛、马绍尔群岛和乌兹别克斯坦已经成为 IAEA 的成员国。立陶宛于 1993 年 11 月 18 日交存了必要的法律文书，马绍尔群岛和乌兹别克斯坦也于 1994 年 1 月 26 日交存了此类文书。

拉脱维亚和乌兹别克斯坦：

缔结 IAEA 安全保障协定

IAEA 已与拉脱维亚和乌兹别克斯坦缔结了与《不扩散核武器条约》(NPT)有联系的全面安全保障协定。

IAEA 理事会于 1993 年 12 月核准了与拉脱维亚缔结的协定，并于 1994 年 2 月核准了与乌兹别克斯坦缔结的协定。拉脱维亚与乌兹别克斯坦分别于 1992 年 1 月和 5 月成为 NPT 的缔约国。

保加利亚：核宣传

保加利亚将于 1994 年 5 月中旬主办一次由 IAEA 与该原子能管理委员会合作组织的新闻研讨会。这次会议将集中讨论核能领域的新闻宣传和教育方法问题，应邀出席这次会议的有教育工作者、新闻记者和政府宣传工作人员。讨论的专题涉及核动力的经济、环境和安全问题；新闻媒介的态度；以及不同国家的新闻战略和方式方法。该研讨会将由 IAEA 新闻处在由日本提供经费的预算外计划的范围内进行安排。

孟加拉国：新的研究中心

据设在意大利的里雅斯特的国际理论物理中心(CTP)报道，孟加拉国——世界上人口最稠密的国家之一——正在建设一个国际研究中心，以便致力于研究与人口稠密地区有关的科技问题。该中心正在达卡建造，预计其研究工作将得到联合国工业发展组织和世界银行的支助。

这个新的人口稠密地区科学、技术和

环境国际研究中心，一开始将从事以下几方面的研究工作：环境保护与自然灾害的防护；人口控制和生物技术；计算机软件开发；以及材料科学，其中将包括开发黄麻之类的天然产品，还包括开展半导体器件和其他固态物质的工艺技术。预计研究人员约 150 人。详细资料可向 ICTP (P. O. Box 586, 34100 Trieste, Italy) 索取。

赞比亚：区域合作

赞比亚已经成为参加非洲核科学技术研究、开发和培训的地区合作协定(AFRA)的第 17 个 IAEA 成员国。该国于 1993 年 12 月 20 日把它的加入决定通知了 IAEA。

AFRA 是 IAEA 的三个地区合作计划之一，其任务是传播核技术及其在医学、农业、工业和科研领域的和平利用。其他两个正在实施的地区计划是拉丁美洲和亚太地区的。目前，AFRA 的成员有：突尼斯、埃及、阿尔及利亚、尼日利亚、马达加斯加、阿拉伯利比亚民众国、摩洛哥、肯尼亚、苏丹、加纳、坦桑尼亚、毛里求斯、喀麦隆、南非、扎伊尔、埃塞俄比亚和赞比亚。

阿尔及利亚：宣布加入 NPT

1993 年 12 月 21 日，阿尔及利亚外交部长宣布，他的国家“决定加入 NPT”。这位部长还说，阿尔及利亚“纯粹致力于原子能的和平利用”以及“令人可信而明确地肯定了对不扩散制度的承诺”。这项声明——已得到 IAEA 总干事汉斯·布利克斯的欢迎并已通知机构理事会——是在“和平”研究堆落成之际宣布的，该堆已置于 IAEA 安全保障之下。

拉丁美洲：原子能用于和平

已经采取进一步的措施，使得将在拉丁美洲建立无核武器区的《特拉特洛尔科条约》尽早生效。1994 年 1 月 18 日，阿根

廷向该条约保存国墨西哥交存了必要的法律文书,因而该条约对该国已正式生效。此外,智利也已成为《特拉特洛尔科条约》的缔约国。应智利政府的要求,IAEA正在编写将与智利缔结的全面安全保障协定的建议文本。

四方安全保障协定。预计 IAEA 即将在阿根廷和巴西实施全面安全保障。这种预计的主要依据是 1993 年 12 月四方在 IAEA 总部的建设性讨论和巴西参议院于 1994 年 2 月 9 日批准了阿根廷、巴西、IAEA 和巴西—阿根廷核材料衡算和控制机构(ABACC)之间的四方协议。

非洲:无核武器区条约的进展

预计联合国委派的一个专家小组在非统组织配合下将于今年下半年完成非洲无核武器区条约草案。1994 年,该小组预定在温得和克和亚的斯亚贝巴举行几次会议。预计该条约草案的最后文本将于今年晚些时候递交联大第 49 届会议。

联合国大会在其 1993 年第 48 届会议期间,曾坚决重申要求所有国家考虑并尊重非洲及其周围地区作为一个无核武器区。1993 年 10 月,IAEA 大会通过一项决议,称赞非洲国家为在该地区建立无核武器区所做出的努力。

俄罗斯和美国:支持 IAEA

正如美国和俄罗斯总统最近所宣布的,将成立一个美—俄联合工作组以研究“确保核武器削减进程的透明度和不可逆性的措施,包括将部分可裂变材料置于 IAEA 安全保障之下的可能性”。

在美国和 IAEA 之间,就美国提出的关于将武器计划中撤出的部分富余核材料置于 IAEA 安全保障之下的倡议,早已开始进行磋商。

克林顿和叶利钦两位总统在 1994 年 1 月 14 日的联合声明中谈及 IAEA 的内

容还有如下各点:

- 他们表示支持 IAEA 在履行其安全保障职责方面所做的努力。他们还表示打算在安全保障领域给机构提供援助,包括通过双方有关实验室的共同努力来改进安全保障。

- 他们支持核供应国集团(一个不属于 IAEA 领导的团体)并赞同有必要将有效执行 IAEA 全面安全保障这一原则做为核出口的条件,还赞同有必要控制核领域内的两用材料和技术出口。

- 他们要求 DPRK 全面履行 NPT,及其同 IAEA 缔结的与该条约有关的安全保障协定给其规定的义务,并要求 DPRK 解决与安全保障的实施有关的各种问题,其中包括通过 IAEA 与 DPRK 之间的对话来解决这些问题。

- 他们坚决支持联合国特别委员会和 IAEA 为了使监测伊拉克军事潜力的长期监测系统投入运行所作的努力,并要求伊拉克遵守联合国安理会的全部决议。

可能的核核查任务。目前还正在裁军会议(CD)主持下采取步骤谈判《核禁试条约》。预计另一些步骤是谈判停止生产核武器或其他核爆炸装置用易裂变材料的公约。CD 最近曾就与可能的核查安排和《核禁试条约》有关的事项征求机构的意见。

哥伦比亚:反应堆燃料

IAEA 理事会已核准给波哥大的一座置于安全保障下的研究堆再转让一批核燃料。

哥伦比亚已请求 IAEA 帮助它从美国获得另外一批最多为 8 kg 的低浓铀(LEU),以利于波哥大核科学和替代能源研究所的 IAN-R1 研究堆的继续运行。该反应堆正在改用 LEU 作燃料。为了改用 LEU 和满足该堆在功率增至 1000 kW 的条件下运行的需要,在 5 年左右的时间内

将需要约 18 kg LEU。第一次转让给该堆的约 7.8 kg LEU 燃料,已于 1993 年 2 月经 IAEA 理事会核准。

日本:核会议

1994 年 4 月 13—15 日,第 27 届日本原子力产业会议(JAIF)年会将在广岛召开,已安排 IAEA 总干事汉斯·布利克斯在会上讲话。此类会议一般有 1000 多人参加,已成为一种涉及核能发展中的许多重大问题的国际会议。

本年度的议题集中在以下诸方面:最终废除核武器;促进核能的和平利用;核燃料循环过程中遇到的各类问题;以及根据对曾遭受原子弹轰炸的广岛和长崎两地进行调查,评价辐射照射效应。

会议活动包括几次技术性参观访问,其中包括参观岛根核电厂和使用液化天然气作燃料的柳井电厂。

1994 年 2 月,日本举行了第 21 届辐射和放射性同位素会议,专门纪念 X 射线发现 100 周年。这次会议组织了有关辐射在食品处理、考古学、医学、环境保护和航空工业方面的应用的若干专场会议,中国、日本、俄罗斯和泰国提供了有关它们国家辐射技术及其利用情况的报告。这次会议由 JAIF、日本放射性同位素协会和日本原子力学会联合主办。

美国:核组织机构合并

领导电力公司的执行机构,已经批准将核工业的几个联合会和组织合并为一个叫作核能研究所(NEI)的团体。NEI 兼备以前 4 个组织的职能,它们是:美国核能理事会,核管理和核资源委员会,美国能源意识委员会和爱迪生电气研究所内与核有关的那部分。

NEI 的目标是要使公众和决策者普遍承认核能是美国电力供应中重要的、安全的和对环境有利的组成部分;并创造一

种行之有效的、客观的和高度可靠的监管与政治环境,以支持和加强对确保核能安全、可靠和经济地发电负主要责任的核电公司管理部门。预计新组织的负责人是美国能源意识委员会的主席 P. Bayne 先生。

哈萨克斯坦:批准 NPT

1993 年 12 月 13 日,哈萨克斯坦议会批准了 NPT。一经交存所需的法律文书,加入即行生效。因此,哈萨克斯坦——4 个领土上拥有战略核武器的前苏联共和国之一,其它 3 个是白俄罗斯、俄罗斯和乌克兰——将成为第 8 个加入 NPT 的前苏联共和国。自 1991 年 9 月以来,已经成为缔约国的其他国家是立陶宛、爱沙尼亚、拉脱维亚、乌兹别克斯坦、阿塞拜疆、亚美尼亚和白俄罗斯。

越南:辐射加工

越南原子能委员会(VINATOM)在 IAEA 支助的一个项目名下进行的研究获得了初步结果,从而打开了产品辐照加工的前景。

据 VINATOM 的核科学技术研究所的 Dang Duc Nhan 博士说,现正在利用在 IAEA 援助下投入运行的半商业性辐照设施对聚合物进行辐射加工方面的研究。根据至今已进行的研究,利用该设施可以建立小规模的生产线,生产用于包装如药物、饮料和食品等产品的热收缩管和袋。

拉丁美洲:需要更多的电力

据设于美国的电力公司数据研究所(UDI)报道,拉美和加勒比地区的国家正在规划在今后 10—15 年间将它们电力装机容量增加 40%,即 66 000 MW。在一篇题为《拉丁美洲和加勒比海地区发电厂名录》的报告中,UDI 说正在安装的大部分新机组在巴西、墨西哥、阿根廷和委内瑞拉,紧随其后的其他 6 个国家是哥伦比

亚、秘鲁、智利、厄瓜多尔、巴拿马和古巴。规划的新装机容量中,约 66% 为水力发电,11% 为燃油发电,8% 为燃煤发电,7% 为核发电,还有 3% 为天然气发电,其余部分为地热能。大部分新电厂已开始建造。UDI 的报告除以表格形式列出该地区 40 个国家的 3900 台发电机组的详细情况外,还按地区与国家进行了讨论。详细资料可向 UDI (1200 G Street NW, Suite 250, Washington, DC 20005) 索取。

马来西亚:纪念诺瓦克博士

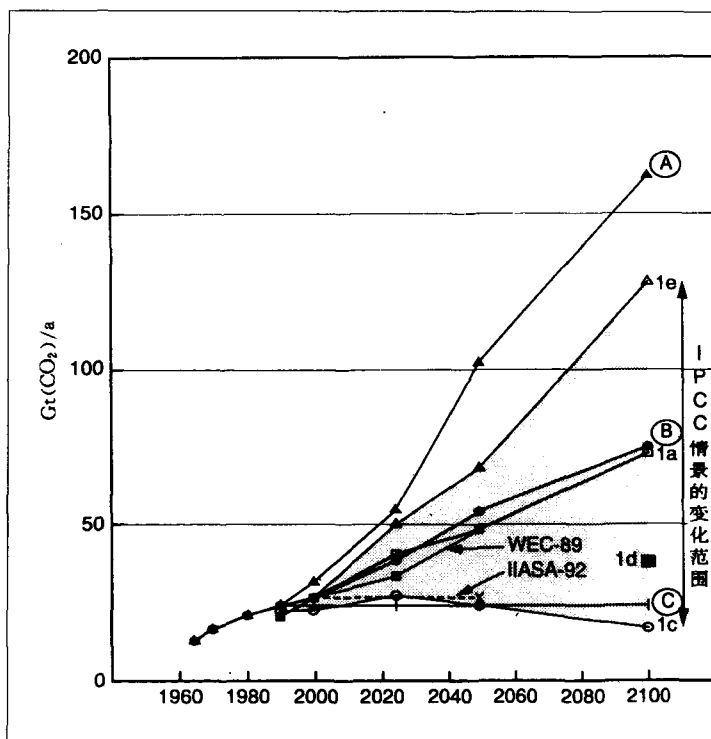
为纪念 F. J. 诺瓦克博士 (IAEA 的一位高级职员,1993 年逝世),马来西亚正在推广一种称做“诺瓦利亚”的香蕉新品种。这种作物是诺瓦克博士及其小组与马来西亚科学家一起,利用辐照突变育种技术培育出来的。诺瓦克博士生前是设在奥地利的 IAEA 塞伯斯多夫实验室的植物育种股股长。

“诺瓦利亚”是过去 25 年内培育出的和推广的 1500 多种作物和观赏植物栽培品种之一,其中的许多品种是在塞伯斯多夫实验室科学家的支持下培育出来的。

罗马尼亚:能源战略

罗马尼亚第二次全国能源会议 (CNE '94) 将于 1994 年 6 月 13—16 日在该国黑海海滨的海王星市召开。这次会议将讨论该国的能源部门在向市场经济过渡中碰到的问题和机遇。计划召开的专场会议包括:能源政策和环境要求;制订电力规划;核动力与核安全;电力生产的先进技术;以及人力资源的开发与管理。

该国的第一次全国能源会议是 1992 年召开的,当时汇集了 20 多个国家的近千名能源科学家和专家。详细资料可向能源研究和现代化研究所 (ICEMENERG) (8 Energeticienilor Blvd., 79619 Bucharest 3, Romania) 索取。



更正

《国际原子能机构通报》中文版 1993 年第 35 卷第 4 期有几处错误需更正。具体内容如下:

关于第 25 页的附图,缺少表示 IIASA 预测值的虚线,纵坐标的单位应该是 Gt (CO₂)/a。改正后的该图如左图所示。同样,第 25 页右栏第一和第二段中各个排放量的单位也应该是 Gt/a 而不是 Mt/a。

关于第 31 页右栏的表,“转化和浓缩”的“高范围”数值应该是 20,“燃料制造”的“高范围”数值应该是 30。

IAEA 的任命。美国的 Richard Hooper 先生被任命为 IAEA 安全保障司概念和规划处处长,接替美国的 Raymond Parsick 先生。大韩民国的 Poong-Eil Juhn 先生被任命为 IAEA 核能和核安全司核动力处处长,接替印度的 Pranab Dastidar 先生。

NPT 大会的筹备工作。IAEA 的三名高级官员最近在《不扩散核武器条约》(NPT)缔约国 1995 年大会的筹备委员会第二次会议上就 IAEA 的安全保障和技术合作计划作了报告,这次会议于 1994 年 1 月 21 日在纽约结束。这三名高级官员是:负责对外关系的总干事助理 Mohamed ElBaradei 先生,IAEA 安全保障司新任命的处长 Richard Hooper 先生,以及 IAEA 技术合作计划处处长 Paulo Barretto 先生。会议期间,该委员会请 IAEA 总干事就机构在 NPT 方面的有关活动编写综合性的背景材料。筹备委员会的另外两次会议预定于 1994 年 9 月 12—16 日在日内瓦和 1995 年 1 月 23—27 日在纽约召开。NPT 大会将于 1995 年 4 月 17—5 月 12 日召开,会期四周。

不扩散书目。最近一期《国际不扩散组织和体系目录》(*Inventory of International Non-Proliferation Organizations and Regimes*)介绍了 30 多个组织,IAEA 是其中之一。这份目录是美国蒙特里国际问题研究所(MIIS)以它的有关不扩散问题的一个项目的名义出版的。它汇编与不扩散大规模杀伤性武器及其运载手段有关的国际、地区和双边组织,国际条约,以及国际的非政府组织方面的信息。因此,对于想要增加知识和了解负责防止核、化学、生物及其它大规模杀伤性武器进一步扩散的国际组织的学者、分析人员、决策者及其它人员来说,这份目录是一个综合性的信息库。有关该参考目录单的详细资

料可向 MIIS,不扩散问题计划(425 Van Buren Street, Monterey California 93940 USA)索取。包括印刷和邮费在内该目录每本 10 美元。

退役问题学术会议。由美国能源部(DOE)在 IAEA 配合下组织的国际退役问题学术会议将于 1994 年 4 月 24—29 日在美国田纳西州诺克斯维尔的世界博览会会议中心举行。本次会议期间将宣读技术论文,参观 DOE 橡树岭国家实验室,放映内部电影和举办展览会。由于 DOE 的许多设施的任务已从生产核武器转向环境恢复,这次学术会议将讨论使设施保持安全状态以及进行最终去污和退役方面的许多技术任务和变通处理办法。详细资料可向 DOE 新闻秘书办公室(Office of the Press Secretary, Washington, DC 20585)索取。

发展中国家中的测试设备。MMSZ 手册(*MMSZ Notebook*)是一份有关发展中国家中的测试设备的信息性小册子,欢迎提供信息。该资料由匈牙利科学院主办,刊登发展中国家中的技术性测试设备与有关的发展,以及培训计划与会议方面的条目。详细资料可向 Gy. Stokum 博士(MTA-MMSZ, Kft., P. O. Box 58, H-1502 Budapest, Hungary)索取。

怀念。国际社会对享年 79 岁的 Dixy Lee Ray 女士于 1994 年 1 月初在美国逝世深表悲痛。Ray 女士曾任美国原子能委员会主席和华盛顿州州长,她杰出的工作生涯是众多科学和民间组织所熟悉的。除其它外,1973 年他荣获联合国和平奖章。Ray 女士的近著《净化地球》(*Trashing the Planet*)中的一篇文章,《国际原子能机构通报》(1990 年第 32 卷第 2 期)曾以《谁在为科学说话?》的标题刊登过。

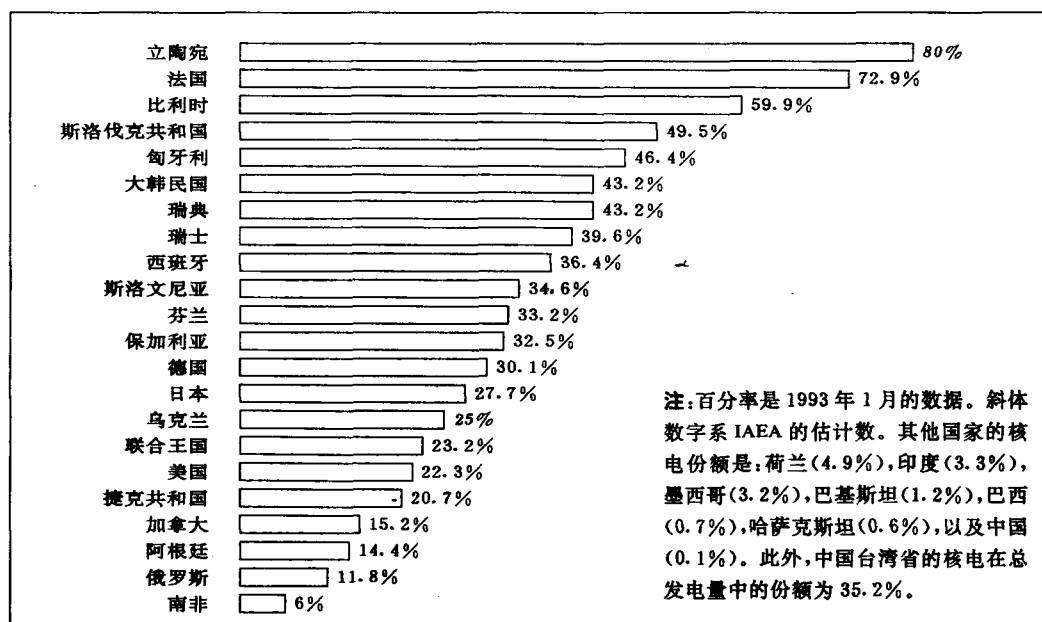
世界核动力现状

	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
比利时	7	5 484		
巴西	1	626	1	1 245
保加利亚	6	3 538		
加拿大	22	15 755		
中国	2	1 194	1	906
古巴			2	816
捷克共和国	4	1 632	2	1 784
芬兰	4	2 310		
法国	57	59 033	4	5 815
德国	21	22 559		
匈牙利	4	1 729		
印度	9	1 593	5	1 010
伊朗			2	2 392
日本	47	36 970	6	5 397
哈萨克斯坦	1	135		
大韩民国	9	7 220	7	5 770
立陶宛	2	2 370		
墨西哥	1	654	1	654
荷兰	2	504		
巴基斯坦	1	125		
罗马尼亚			5	3 155
俄罗斯联邦	29	19 843	17	13 225
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	7 101		
瑞典	12	10 002		
瑞士	5	2 985		
联合王国	35	11 901	1	1 188
乌克兰	15	13 020	6	5 700
美国	109	98 784	2	2 330
世界总计*	429	336 998	67	53 631

* 总计中包括中国台湾省正在运行的 6 套机组,其总装机容量为 4890 MWe。

注:以上数据反映的是各国报给IAEA的1993年终时的状况,该数据是暂时的,可能会有变动。

部分国家的核电
占总发电量的份
额



POSTS ANNOUNCED BY THE IAEA

NUCLEAR POWER PLANT ENGINEER (94-006), Department of Nuclear Energy and Safety. This P-4 post requires a Master of Science or equivalent degree in nuclear or mechanical engineering, and at least 10 years of professional experience in nuclear power projects, preferably in project management and infrastructure development. *Closing date: 26 May 1994.*

SAFEGUARDS DATA ANALYST (94-004), Department of Safeguards. This P-4 post requires a university degree in chemistry or physics and at least 10 years of experience with various nuclear properties measurement systems and the analysis of the resulting data; some experience/training in the use of statistical methods is required. *Closing date: 26 May 1994.*

COMPUTER INFORMATION SYSTEMS SPECIALIST (94-001), Department of Nuclear Energy and Safety. This P-2 post requires an advanced degree in information science or related discipline and 2 years of practical experience in the field of data processing; excellent communication skills, both written and verbal, familiarity and experience in the area of customer support; and solid knowledge of technical development in information technology. *Closing date: 19 May 1994.*

HEAD, PRINTING SECTION (94-002), Department of Administration. This P-4/P-5 post requires a university degree in business administration or engineering, or equivalent qualification specific to the printing and publishing industry, and at least 10 years of relevant experience in a national and/or international organization or in the private printing sector, and demonstrated administrative and supervisory experience. *Closing date: 19 April 1994.*

HEAD, RADIATION SAFETY SERVICES SECTION (94-003), Department of Nuclear Energy and Safety. This P-5 post requires a university degree or equivalent in physics or chemistry, and at least 15 years of experience in measurement aspects of radiation protection, of which 10 have been in a senior supervisory capacity. *Closing date: 19 May 1994.*

RUSSIAN TRANSLATOR (93-082), Department of Administration. This P-3 post requires a university degree or equivalent, at least 3 years of relevant experience with a demonstrated aptitude for translation work, and the ability to handle difficult technical material. *Closing date: 15 April 1994.*

RADIATION PROTECTION SPECIALIST (93-083), Department of Nuclear Energy and Safety. This P-4 post requires a university degree in medicine, at least 10 years of experience at the

national level, at least 5 of which have been in medical aspects of radiation protection, including international basic standards and regulation, and at least 2 of which have been at the international level. *Closing date: 15 April 1994.*

HEAD, PROGRAMME CO-ORDINATION SECTION (94-005), Department of Technical Co-operation. This P-5 post requires an advanced university degree or equivalent in nuclear science, technology, or business administration. At least 15 years of professional work experience, 5 years of which should be at the international level in the following areas: project management, including project design, field implementation, monitoring and evaluation; technical co-operation administration at both field and headquarters level; sound knowledge of techniques of management, programme, statistical and quality analysis; practical acquaintance with multilateral and bilateral development agencies, especially their project management systems and procedures. *Closing date: 25 March 1994.*

Note: This is a re-advertisement of the post.

RESEARCH ENTOMOLOGIST (94-007), Department of Research and Isotopes. This P-2 post requires academic qualifications equivalent to an advanced university degree in medical and/or veterinary entomology. At least 2 years of experience in research and in rearing large numbers of insects, and knowledge and experience with the Sterile Insect Technique (SIT). *Closing date: 14 June 1994.*

EVALUATION OFFICER (94-008), Department of Technical Co-operation. This P-3 post requires a university degree or equivalent in science and technology. At least 6 years of overall experience with project management and technical co-operation at the national and/or international level, effective communication and excellent English drafting capabilities. *Closing date: 19 May 1994.*

HEAD, INIS CLEARING HOUSE (94-009), Department of Nuclear Safety. This P-4 post requires an advanced university degree in information science, computer science or related field, 10 years of relevant working experience, including the provision of document delivery services, knowledge in the use of micrographic and related technology, familiarity in the use of CD-ROM or Optical Disk technology, PC and mainframe applications. *Closing date: 14 June 1994.*

HEAD, STATISTICAL ANALYSIS SECTION (94-010), Department of Safeguards. This P-5 post requires an advanced university degree in statistics, physics, nuclear engineering or equivalent,

coupled with 15 years of practical experience in the statistical analysis of data and quality control of measurement systems, including at least 5 years of which have been in nuclear material safeguards. Also required are a sound knowledge of the nuclear fuel cycle and demonstrated experience in progressively responsible positions of a supervisory/managerial nature. *Closing date: 14 June 1994.*

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, Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

ON-LINE COMPUTER SERVICES. IAEA vacancy notices for professional positions, as well as application forms, now are available through a global computerized network that can be accessed directly. Access is through the Internet Services. The vacancy notices are located in a public directory accessible via the normal Internet file transfer services. To use the service, connect to the IAEA's Internet address NE-SIRS01.IAEA.ORG.AT (161.5.64.10), and then log on using the identification *anonymous* and your user password. The vacancy notices are in the directory called *pub/vacancy_posts*. A *README* file contains general information, and an *INDEX* file contains a short description of each vacancy notice. Other information, in the form of files that may be copied, includes an application form and conditions of employment. 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.

Reports and Proceedings

Off-Gas and Air Cleaning Systems for Accident Conditions in Nuclear Power Plants, *Technical Reports Series No. 358*, 400 Austrian schillings, ISBN 92-0-102993-4

Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion Research 1992, *Vols. 1, 2, 3 and 4*; ISBN 92-0-101093-1, 2200 Austrian schillings, ISBN 92-0-101193-8, 1900 Austrian schillings; ISBN 92-0-101293-4, 1560 Austrian schillings, ISBN 92-0-101393-0, 240 Austrian schillings

Cost-Benefit Aspects of Food Irradiation Processing, *Proceeding Series, 1400 Austrian schillings*, ISBN 92-0-000393-1

Management of Insect Pests: Nuclear and Related Molecular and Genetic Techniques, *Proceeding Series, 1900 Austrian schillings*, ISBN 92-0-000293-5

Strengthening Radiation and Nuclear Safety Infrastructures in Countries of the Former USSR, 300 Austrian schillings, ISBN 92-0-102793-1

Nuclear Power, Nuclear Fuel Cycle and Waste Management: Status and Trends 1993, (*Part C of the IAEA Yearbook 1993*), 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-102593-9

Nuclear Safety Review 1993, (*Part D of the IAEA Yearbook 1993*), 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-102693-5

Feasibility of Separation and Utilization of Caesium and Strontium from High Level Liquid Waste, *Technical Report Series No. 356*, 220 Austrian schillings, ISBN 92-0-102093-7

Containers for Packaging of Solid and Intermediate Level Radioactive Wastes, *Technical Reports Series No. 355*, 260 Austrian schillings, ISBN 92-0-101993-9

Financing Arrangements for Nuclear Power Projects in Developing Countries: A Reference Book, *Technical Reports Series No. 353*, 600 Austrian schillings, ISBN 92-0-100993-3

Reference books/statistics

IAEA Yearbook 1993, 500 Austrian schillings, ISBN 92-0-102493-2

Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates up to 2010, *Reference Data Series No. 1*, ISBN 92-0-102193-3 (IAEA-RDS-1/13)

Nuclear Power Reactors in the World, *Reference Data Series No. 2*, ISBN 92-0-101593-3 (IAEA-RDS-2/13)

Nuclear Research Reactors in the World, *Reference Data Series No. 3*, ISBN 92-0-159291-4

Price: 80 to 140 Austrian schillings

HOW TO ORDER IAEA SALES PUBLICATIONS

IAEA books, reports, and other publications may be purchased from sales agents or booksellers listed here or through major local bookstores.

ARGENTINA

Comisión Nacional de Energía Atómica,
Avenida del Libertador 8250
RA-1429 Buenos Aires

AUSTRALIA

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

BELGIUM

Service Courier UNESCO
202, Avenue du Roi, B-1060 Brussels

CANADA

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

CHILE

Comisión Chilena de Energía Nuclear
Venta de Publicaciones,
Amunátegui 95, Casilla 188-D, Santiago

CHINA

IAEA Publications in Chinese:
China Nuclear Energy Industry Corp.
Translation Section,
P.O. Box 2103, Beijing
IAEA Publications other than in Chinese:
China National Publications Import &
Export Corp., Deutsche Abteilung
P.O. Box 88, Beijing

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

INDIA

Oxford Book and Stationary Co.,
17, Park Street, Calcutta-700 016
Oxford Book and Stationary Co.,
Scindia House, New Delhi-110 001

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

PAKISTAN

Mirza Book Agency, 65, Shahrah
Quaid-e-Azam, P.O. Box 729, Lahore 3

POLAND

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

ROMANIA

Ilexim, P.O. Box 136-137, Bucharest

RUSSIAN FEDERATION

Mezhdunarodnaya Kniga
Sovinkniga-EA, Dimitrova 39
SU-113 095 Moscow

SLOVAK REPUBLIC

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

SOUTH AFRICA

Van Schaik Bookstore (Pty) Ltd,
P.O. Box 724, Pretoria 0001

SPAIN

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

SWEDEN

AB Fritzes Kungl. Hovbokhandel,
Fredsgatan 2, P.O. Box 16356,
S-103 Stockholm

UNITED KINGDOM

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

UNITED STATES OF AMERICA

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

YUGOSLAVIA

Jugoslovenska Knjiga, Terazije 27,
P.O. Box 36, YU-11001 Belgrade

**Orders and requests for information
also can be addressed directly to:**

Division of Publications
International Atomic Energy Agency
Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100,
A-1400 Vienna, Austria

1993 年的《国际原子能机构通报》

著作者和供稿人(第 35 卷,第 1—4 期)

- Baxter, M. S.**
环境放射性:对工业贡献的看法,第 2 期第 33 页
- Bennett, L. L.**
中欧和东欧国家的电力供应:核能的作用,第 1 期第 2 页
核动力及其在限制 CO₂ 排放量方面的作用,第 4 期第 20 页
- Bertel, E.**
拉美和加勒比地区的能源战略与核动力:使发展持续下去,第 4 期第 13 页
- Benson-Wiltschegg, T.**
核技术应用于环境保护:一个全球性的研究网,第 2 期第 39 页
- Bibilashvili, Yu. K.**
俄罗斯的核燃料循环:工业前景,第 3 期第 28 页
- Blix, H. (汉斯·布利克斯)**
核时代的两大难题,第 1 期第 32 页
- Buchholz, B.**
核技术和非放射性固体废物处置,第 1 期第 14 页
- Carvalho, F. P.**
热带海洋环境中的农药:对其去向的分析,第 2 期第 14 页
- Chantoin, P. M.**
作为能源资源的铀:商用前景分析,第 3 期第 38 页
- Chitumbo, K.**
敏感核材料的安全保障:一些强化的方案,第 3 期第 23 页
- Danesi, P. R.**
核技术和可持续的发展:水资源和环境污染监测,第 1 期第 7 页
- Dastidar, P.**
中欧和东欧国家的电力供应:核能的作用,第 1 期第 2 页
- Dorn, A. W.**
禁止化学武器组织(OPCW)和国际原子能机构:综合性对比,第 3 期第 44 页
- Easey, J.**
亚太区域合作:能源、电力和核动力规划,第 4 期第 8 页
- Fabry, V.**
黑海的环境污染:寻求答案,第 2 期第 20 页
- Finucane, J.**
作为能源资源的铀:商用前景分析,第 3 期第 38 页
- Fowler, S. W.**
海湾污染:监测海洋环境,第 2 期第 9 页
全球海洋研究、温室效应和气候变化:调查各种联系,第 2 期第 25 页
- Fröhlich, K.**
黑海的环境污染:寻求答案,第 2 期第 20 页
- Goetzmann, C. A.**
下一代及其以后的核电机组:增强后劲,第 4 期第 45 页
- González, A. J.**
全球辐射照射量水平:最新的国际研究结论,第 4 期第 49 页
- Grigoriev, A.**
动力堆和研究堆的乏燃料管理:国际现状和趋势,第 3 期第 18 页
- Hance, R. J.**
热带海洋环境中的农药:对其去向的分析,第 2 期第 14 页
- Hu, C. (胡传文)**
亚洲的核电发展,第 4 期第 2 页
- Kabanov, L.**
下一代及其以后的核电机组:增强后劲,第 4 期第 45 页
- Kupitz, J.**
下一代及其以后的核电机组:增强后劲,第 4 期第 45 页
- Landsberger, S.**
核技术和非放射性固体废物处置,第 1 期第 14 页
- Mee, L. D.**
研究海洋污染应用的核技术和同位素技术,第 2 期第 2 页
- Molina, P.**
亚太区域合作:能源、电力和核动力规划,第 4 期第 8 页
- 拉美和加勒比地区的能源战略与核动力:使发展持续下去,第 4 期第 13 页**
- Müller-Kahle, E.**
世界铀的供应和需求:变化中的市场,第 3 期第 8 页
- Oi, N.**
核燃料循环:使之适应于新的现实,第 3 期第 2 页
- Osvath, I.**
黑海的环境污染:寻求答案,第 2 期第 20 页
- Paschoa, A. S.**
重访戈亚尼亚:将为放射性废物建最终处置库,第 1 期第 28 页
- Readman, J. W.**
研究海洋污染应用的核技术和同位素技术,第 2 期第 2 页
- Reshetnikov, F. G.**
俄罗斯的核燃料循环:工业前景,第 3 期第 28 页
- Ritchie, I. G.**
动力堆和研究堆的乏燃料管理:国际现状和趋势,第 3 期第 18 页
- Rolya, A.**
禁止化学武器组织(OPCW)和国际原子能机构:综合性对比,第 3 期第 44 页
- Rozanski, K.**
全球海洋研究、温室效应和气候变化:调查各种联系,第 2 期第 25 页
- Rosen, M.**
加强前苏联各国的核和辐射安全,第 4 期第 34 页
- Rosenthal, J. J.**
重访戈亚尼亚:将为放射性废物建最终处置库,第 1 期第 28 页
- Scott, E. M.**
全球海洋研究、温室效应和气候变化:调查各种联系,第 2 期第 25 页
- Semenov, B. A.**
中欧和东欧国家的电力供应:核能的作用,第 1 期第 2 页
核燃料循环:使之适应于新的现实,第 3 期第 2 页
- Shea, T. E.**
敏感核材料的安全保障:一些强化的方案,第 3 期第 23 页
- Takáts, F.**
动力堆和研究堆的乏燃料管理:国际现状和趋势,第 3 期第 18 页
- Tauchid, M.**
核原料:通过技术合作开发铀资源,第 3 期第 14 页
- Tranjan Filho, A.**
重访戈亚尼亚:将为放射性废物建最终处置库,第 1 期第 28 页
- Tsyplenkov, V.**
电力生产与废物管理:对多种选择进行比较,第 4 期第 27 页
- Underhill, D. H.**
世界铀的供应和需求:变化中的市场,第 3 期第 8 页
- van de Vate, J. F.**
核动力及其在限制 CO₂ 排放量方面的作用,第 4 期第 20 页
- Vera-Ruiz, H.**
放射性药物作为治疗剂在医学护理与治疗中的应用,第 1 期第 24 页
- Wolfe, G.**
亚洲的核电发展,第 4 期第 2 页
- Zyszkowski, W.**
改进 WWER 型核电机组的安全性:对中欧和东欧的技术援助重点,第 4 期第 39 页

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) 2360
Telex (1)-12645
Facsimile +43 1 234564
Electronic mail via
BITNET/INTERNET to ID:
NES@IAEA1.IAEA.ORG.AT

Scope

Worldwide information on power
reactors in operation, under construc-
tion, 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 com-
mercial operation, date of shutdown,
and data on reactor core charac-
teristics 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) 2360
Telex (1)-12645
Facsimile +43 1 234564
Electronic mail via
BITNET/INTERNET to ID:
FAS@IAEA1.IAEA.ORG.AT

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

Scope

Worldwide information on agricul-
tural sciences and technology, includ-
ing 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 produc-
tion; plant protection; post-harvest
technology; fisheries and aquacul-
ture; agricultural machinery and en-
gineering; natural resources; process-
ing 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) 2360
Telex (1)-12645
Facsimile +43 1 234564
Electronic mail via
BITNET/INTERNET to ID:
RNDS@IAEA1.IAEA.ORG.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.ORG.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 86 IAEA
Member States and 16 other
international member organizations

IAEA contact

IAEA, INIS Section, P.O. Box 100,
A-1400 Vienna, Austria
Telephone (43) (1) 2360
Telex (1)-12645
Facsimile +43 1 234564
Electronic mail via
BITNET/INTERNET to ID:
ATIEH@IAEA1.IAEA.ORG.AT

**Number of records on line from
January 1976 to date**

more than 1.5 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



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

5000 JOURNALS

1.5 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.

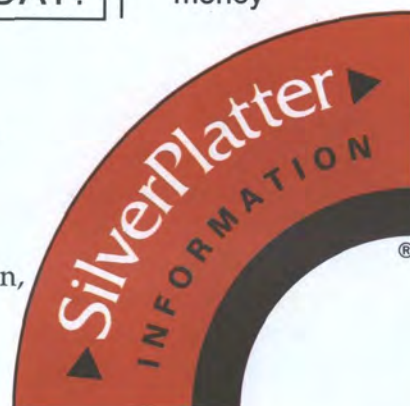
10 Barley Mow Passage, Chiswick, London,
W4 4PH, U.K.

Tel: 0800 262 096 +44 (0)81 995 8242

Fax: +44 (0)81 995 5159

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



**碘-131 治疗甲状腺机能亢进的标准化**

目的在于使碘-131 治疗甲状腺机能亢进(弥漫性中毒性甲状腺肿)标准化,使辐射剂量和治疗效果优化,及找出影响治疗结果的重要因素。

核技术在诊断细菌性和病毒性感染中的应用(非洲地区)

目的在于在非洲地区开发将脱氧核糖核酸示踪杂化作用和聚合酶链式反应放大方法用于诊断诸如爱滋病、病毒性肝炎和肺结核等疾病的专门技术,并评价能极好地适用于该地区病原体菌株的各种引子和示踪剂。

辐射敏化剂在癌症放射治疗中的临床应用

目的在于通过在治疗管理中采用有效的低含氧量细胞辐射敏化剂来增强辐射诱发的治疗增益。

开发利用核模型计算核数据用的输入参数参考库(第1阶段:起动文档)

目的在于建立输入参数库的起动文档。该文档将被用来为利用核反应模型计算入射能量最高约 30 MeV 的核数据提供必要的输入。

聚变等离子体杂质的辐射冷却率

目的在于建立一个综合性的推荐性数据库,供目前正在运行的和下一代的聚变装置使用,内容涉及在相关的等离子体参数范围内最重要的等离子体杂质的辐射功率损失。

事故与安全分析方法的验证

目的在于促进研究和交流事故与安全分析方法的验证方面的信息,所涉范围为设计基准事故(DBA)和超 DBA 事故。

将辐照作为拉美和加勒比地区的一种控制食物传播疾病的公共保健措施

目的在于促进利用辐照控制因食用猪肉而感染囊虫病或绦虫病及因食用海鲜而感染弧菌的可能性方面的研究和开发工作,包括中试规模的研究。该项 CRP 是与泛美卫生组织(PAHO)共同发起的。

亚太地区核医学中心用仪器的质量控制和预防性维护的研究和认可

目的在于在实验室之间的比对和研究中应用新脏器模型的硬件和软件,以便改善亚洲发展中国家中核医学中心的质量控制和预防性维护实践,并进行有关认可核医学仪器完好性的方法学研究。

这是一份精选的清单,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* (欲知详情,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。

**1994 年 3 月**

IAEA 国际安全保障学术会议,奥地利,维也纳(3月14-18日)

1994 年 6 月

通过《核安全公约》的外交会议,奥地利,维也纳(6月14-17日)

1994 年 8 月

同位素技术在干旱及半干旱地区水文学中的应用跨区域研讨会,奥地利,维也纳(8月15-26日)

放射治疗剂量测定术跨区域研讨会:放射治疗中从处方到施用的辐射剂量,巴西(8月27-30日)

1994 年 9 月

核动力选择会议,奥地利,维也纳(9月5-9日)

第15届国际等离子体物理与受控核聚变研究会议,西班牙,马德里(9月26日-10月1日)

1994 年 10 月

发展中国家放射性废物管理实践和问题研讨会,中国,北京(10月10-14日)

乏燃料贮存——安全、工程和环境问题国际学术会议,奥地利,维也纳(10月10-14日)

FAO/IAEA 核及相关技术在可持续发展农业的土壤/植物研究和环境保护中的应用国际学术会议,奥地利,维也纳(10月17-21日)

1994 年 11 月

国际辐射、健康和社会大会:充分理解辐射风险,法国,巴黎(11月7-12日)

《核损害民事责任维也纳公约》审议大会,奥地利,维也纳(暂定)

大会

IAEA 大会,第38届常会,奥地利,维也纳(1994年9月19-23日)



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) 2360-1270; 传真: (43-1) 234564)。

总干事: Hans Blix 博士

副总干事: David Waller 先生, Bruno

Pellaud 先生, Boris Semenov 先生,

Sueo Machi 先生, Jihui Qian 先生

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: G. Drèger 先生, R. Kelleher

先生, I. Emge 女士, H. Bacher 女士,

A. Primes 女士, M. Swoboda 女士, W.

Kreutzer 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

英文版以外的语年版

翻译协助: J. Rivals 先生, E. Fritz 女士

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。

R. Luttenfeldner F. Prochaska

《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
阿尔及利亚
安哥拉
奥地利
巴巴多斯
孟加拉国
巴巴多斯
加拿大
古巴
多米尼加共和国
多美尼加
埃及
萨尔瓦多
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
马来西亚
墨西哥
摩洛哥
尼泊尔
荷兰
新西兰
挪威
巴基斯坦
巴拉圭
巴巴多斯
波兰
葡萄牙
罗马尼亚
俄罗斯
南非
西班牙
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
美国
委内瑞拉
越南
南斯拉夫

1958年
比利时
柬埔寨
刚果
芬兰
法国
德国
希腊
海地
意大利
日本
大韩民国
马来西亚
墨西哥
摩洛哥
尼泊尔
荷兰
新西兰
挪威
巴基斯坦
巴拉圭
巴巴多斯
波兰
葡萄牙
罗马尼亚
俄罗斯
南非
西班牙
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
美国
委内瑞拉
越南
南斯拉夫

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
朝鲜民主主义人民共和国
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
乌兹别克斯坦*
1993年
亚美尼亚
捷克共和国*
哈萨克斯坦*
马绍尔群岛*
斯洛伐克共和国
前南斯拉夫马其顿共和国*

国际原子能机构《规约》的生效, 需要有18份批准书。1957年7月29日前批准《规约》的国家用黑体字表示。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《规约》的主要宗旨: 加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献, 并尽其所能确保由其本身、或经其要求、或在其监督或管制下提供的援助不致用于推进任何军事目的。

维也纳国际中心的国际原子能机构总部

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