

国际原子能机构 通报



第38卷 第2期

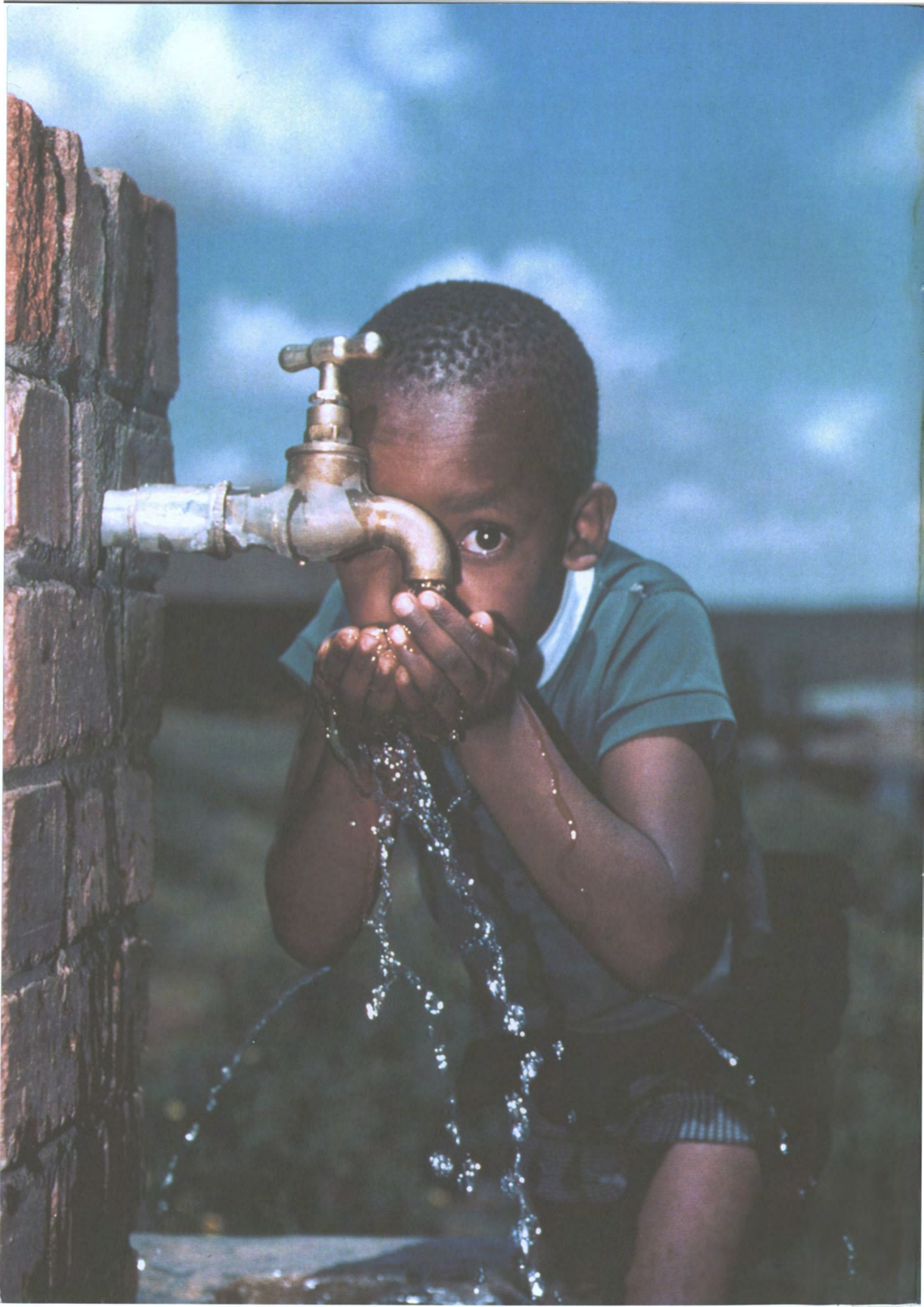
1996年

奥地利 维也纳

国际原子能机构季刊

ENVIRONMENTAL
DEVELOPMENT
DEVELOPPEMENT ET
ENVIRONNEMENT
ЭКОЛОГИЧЕСКИ
РАЦИОНАЛЬНОЕ
РАЗВИТИЕ
DESARROLLO
ECOLOGICO
环境发展







封面: 通过一系列的活动和项目,核和相关技术正在帮助科学家更好地了解人类居住的这个不断变化的世界。例如,在许多国家和地区,它们正被卓有成效地用于有关城市化和大气污染、气候变化和全球变暖、环境保护和恢复,以及水资源的研究。在其它方面,用于发电的核动力正在帮助人们达到可持续的能源和环境目标,包括与废物合理管理有关的目标。为了帮助决策者选择能源方案,IAEA 正在支持为评价用于比较不同发电源的废物处置的环境影响和相关影响的各种方法所作的努力。

(封面设计:Hannelore Wilczek, IAEA; Stefan Brodek, 维也纳)

封二: 水在许多非洲国家和世界其它干旱地区是特别宝贵的资源。IAEA 支持的项目正在帮助各国更有效地保护和补给水资源。

(来源:Carnevali/世界银行)

目 录

- 特 写** 环境变化展望:全球应付挑战
Pier Roberto Danesi 和 Hadj Slimane Cherif / 2
- 放射性与地球科学:了解自然环境
Kazimierz Rozanski 和 Klaus Froehlich / 9
- 环境保护:核分析技术在空气污染监测与研究中的应用
Robert M. Parr, Susan F. Stone 和 R. Zeisler / 16
- 铀采矿和水冶:环境恢复问题评估
Giorgio Gnugnoli, Michele Laraia 和 Peter Stegnar / 22
- 可持续发展与电力生产:废物处置影响的比较
Roger Seitz / 27

插 页 技术合作实况:水和同位素

- 专题报告** 为科学和技术服务的核数据:支持发展的中心
Hans Lemmel / 34
- 发展的伙伴:专家援助在马来西亚
Ainul Hayati Daud / 39

- 其 它** 国际简明新闻/数据文档 / 42
- Keep abreast with IAEA publications / 56
- Posts announced by the IAEA / 58
- 《国际原子能机构通报》1995 年著作者和供稿人 / 60
- Databases on line / 62
- IAEA 的学术会议和研讨会/协调研究计划 / 64

环境变化展望：全球应付挑战

通过“地球观察”和“21 世纪议程”行动计划,IAEA 将对全球为解决环境问题所作的努力作出贡献

Pier Roberto
Danesi 和 Hadj
Slimane Cherif

当我们临近第二个千年末尾时,一系列大问题似乎威胁着全世界迅速增长的人口:全球变暖的种种后果,臭氧层中的洞,地球海洋、淡水、土壤和大气层受到污染,生物多样性减少,陆地和土壤质量降低等。种种担心似乎是有道理的,至少只要世界主要发展目标依然是最富裕国家的经济水平及其高消费和产生废物的生活方式,就会有种种担心。

我们怎样才能更好地评估和正确评价人为环境变化已对我们的地球和人口增长幅度产生的影响?

或许首先应把人为环境变化放进与地球的整个年龄有关的合适时间座标内加以考察。我们的地球在约 45 亿年前形成。第一批细菌有机体约 10 亿年后出现,大气层于约 25 亿年后开始含足以使第一批现代细胞(真核细胞)能够形成的氧气。但是,细胞的发展又经过了 10 亿年。后来的 15 亿年期间生命的发展,逐渐使我们地球的环境达到了为大约 10 万年前的第一批智人所知的状态。事实上,形成直至约 10 万年前实际上没有受到人为因素影响的自然环境,花费了地球整个年龄即大约 45 亿年的时间。

“宇宙钟”。表征地球演化的重大事件所

Danesi 先生是 IAEA 的塞伯斯多夫和维也纳实验室主任。Cherif 先生是 IAEA 的技术合作、核动力与安全及核应用方面总干事特别助理。

发生的时间,可以在所谓“宇宙钟”上表示出来。(见第 4 页图。)这个钟有一个把地球的整个演化史压缩在一天 24 小时的表盘。地球诞生日被定在 00:00 时,现在被定在 24:00 时。在这个时间尺度上,智人的出现距现在仅约 2 秒钟。如果我们考虑一下我们的祖先在 1 万年前还是狩猎者的话,这种人因诱发变化的迅速程度就更加惊人。当时,随着若干种植物和动物被驯化,人们发明了农业。人类社会开始成为全球生态系统的控制者,而不是其一个构成部分,这在“宇宙钟”上只是距现在约 0.2 秒的事情。(见第 4 页表。)

随着农业的发展和更多的地球表面被改变,粮食有了积余,使建立永久性村落成为可能。随着金属加工工艺的引入,人们能够采用效率更高的工具改造环境。农业和金属熔炼规模渐渐扩大,但这是以森林为代价的。砍伐森林清出的土地用于耕种,而树木则用来构筑房屋和生产供更大规模熔炼金属用的木炭。不过,在工业革命开始(约 250 年前,而在“宇宙钟”上距现在仅 0.004 秒)以前,这些过程对全球环境的影响是适度的或可忽略不计的。

随着煤取代木材作为燃料,引起化石燃料消耗量迅速增加并启动了西北欧的工业化,环境变化的幅度开始显著地增大。集约化农业和日益扩大的工业活动虽然是使人类人口增长的粮食保障和财富的产生原因,



但也对地球的生命支持系统构成威胁。不过,鉴于 1830 年时全世界人口约 10 亿人,世界又过了一个多世纪才开始认识到农业和工业发展正引起的那些环境发生变化,也就不足为奇了。

人们考虑一下工业革命后世界人口增长的速度,便可充分认识这个问题的严重性。(见下页图表。)古希腊哲学家亚里斯多德诞生时(公元前 384 年),世界人口约为 2 亿人。经过约 2000 年(到 1650 年),世界人口达到 5 亿人。再经过 150 年(到 1830 年),世界人口翻了一番,达到 10 亿人。而世界人口达到 20 亿人只经过 100 年(到 1930 年)。

现在,仅 65 年过后,世界人口就已接近 60 亿人。到 2100 年,世界人口将达到 120 亿人。这种人口增长特别令人担忧,因为人口增长几乎将完全出现在发展中国家,这些国家的人口已经占全世界人口的 77%,但收入却只占世界总收入的 15%。

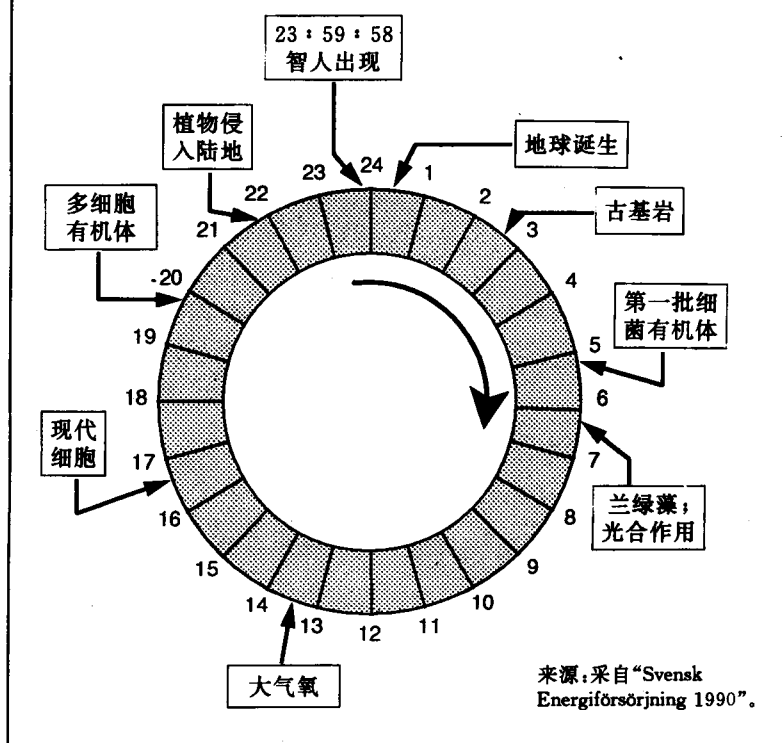
此外,实际趋势表明,不久世界人口(大约 50%)将主要集中在拥有 1500 万—2500 万人口的大城市。人口大量集中在大城市已对城市和农村环境产生严重的消极影响。城市产生大量固态、液态和气态废物,引起水和空气污染问题。而且,如果没有合适的、代价高的措施来处置人类的生活废物和工业废物,它们就会引起严重的卫生问题。同时,农村地区的环境也日趋受到破坏,因为农村人口向城市迁移促使人们放弃灌溉、修梯田和轮种作物等对环境有益的农业作法。推进种植经济作物也产生另外的环境问题。

然而,必须强调的是,人口增长对环境变化的影响是相当复杂的。它涉及收入水平、生产和消费方式之间的复杂的相互联系等。例如,工业化国家的人口虽然只占世界人口总数的 23%,但据估计,这些国家现在产生的废物却占世界废物总量的 75% 以上。主要原因在于这些国家的生活水平高,生产

印度尼西亚的稻田。

(来源: Curt Carnemark,
世界银行)

“宇宙钟”：将地球的 45 亿年压缩为一天

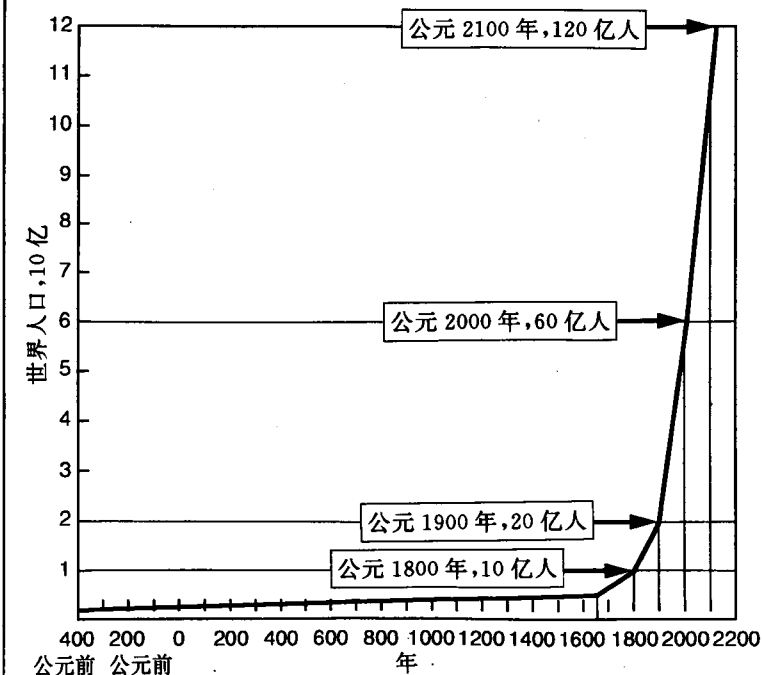


生命、人类和文明发展重要事件的大致年代

	距现在的年数	重要事件在 24 小时宇宙钟上距现在的时间
生命		
第一批脊椎动物	5 亿	2 小时 30 分
第一批爬行动物	3 亿	1 小时 30 分
第一批哺乳动物	2 亿	1 小时
第一批灵长目动物	7 千万	20 分
人类		
最早的人猿	400 万	80 秒
石器	200 万	40 秒
智人	10 万	2 秒
文明		
农业的发明	1 万	0.2 秒
第一批城市和文字	5000	0.1 秒
科学时代(哥白尼时代)	500	0.01 秒
工业时代	250	0.004 秒
20 世纪	100	0.002 秒

采自：A. Hobson, "Education in Global Change", *A Planet in our Hands*, G. Marx, Editor, Roland Eötvös Physical Society, Budapest (1995).

人 口 爆 炸



来源：采自 A. Hobson, "Education in Global Change", from "A Planet in Our Hands", G. Marx Ed., Roland Eötvös Physical Society, Budapest, 1995, Page 18.

和消耗大量能源来生产商品和提供其人口期望的服务。这就必然会产生大量废物。

虽然世界上富国与穷国之间收入的差距将来可能不会缩小,但预计从现在到 2025 年之间穷国的收入水平将慢慢提高。收入水平的微小提高,加上人口急骤增加,致使人们估计,到 2025 年发展中国家产生的废物将约占全世界废物总量的一半(占新增废物的 85%)。这表明加速环境恶化的危险不仅来自人口增长,而且来自人口增长加生活标准的提高。

环境变化的征兆

现在,人们可能要问一个合理的问题:在宇宙钟上最后千分之二秒(0.002 秒)期间也就是说在 20 世纪里,人类发展已引起多程度的环境变化?

人们对化石燃料燃烧期间释放的二氧化碳以及其它气体所引起的温室效应、全球变暖 and 是否已探测到了这种变暖现象均已作了很多论述。还有大量文献论述了臭氧层出现漏洞的原因和后果,以及人类活动引起的局部地区和全球环境变化的其它征兆。遗憾的是,总体上还缺乏精确的环境指标,而且在大多数情况下只能得到近似的估计值。无论怎样,这些环境变化的种种征兆都是相当令人担心的。一些实例就足以使人们意识到,我们现在和不久的将来所面临的地区及全球问题的严重程度。

例如,据估计在世界各地每秒钟我们就失掉 1000 吨表土和 3000 平方米森林。此外,还有 2000 平方米可耕地变成沙漠,1000 吨废气被排入大气以及产生 1000 吨废物。* 每天灭绝的生物物种估计近 100 种。

就粮食生产来说,土地贫瘠化是主要的环境问题之一。人口增长、城市化和提高发展中国家的生活标准之需要,正越来越多地改变土地的使用情况。沙漠化、侵蚀和城市化已明显地把人均可耕地面积,从 1960 年 0.45 公顷/人减少到 1995 年 0.24 公顷/人,估计到 2025 年还将进一步减少到仅有 0.13 公顷/人。世界上不同地区受到不同程度的土地贫瘠化的影响,非洲和亚洲最穷的那些国家面临着严重的问题。(见表。)此外,化学问题和缺水问题使全世界 50% 以上的土壤受到影响,现在世界上只有 11% 的土壤对农业生产没有什么限制。(见图。)

化学品在水、土壤和大气层中的迁移,是受到人们严重关注的另一个环境问题。目前,已知有 1100 万种化学品,其中普遍使用的有 7 万种。经济合作与发展组织(OECD)已确认只有 1500 种化学品的年产量超过 1000 吨;遗憾的是,其中只有一小部分化学品具有毒理学和环境影响方面的充分数据。这意味着大多数情况下,不得不在缺乏充分

* 见 *Environmental Management Handbook*, S. Ryding, IOS Press, Amsterdam, Oxford, (1992)。

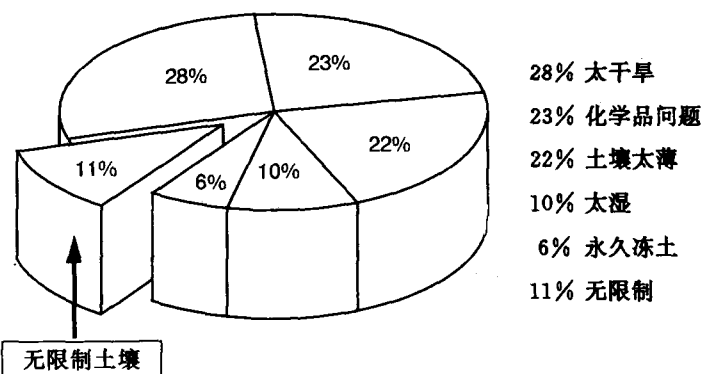
世界不同地区受土地贫瘠化影响的情况

(百万公顷)

类 型	非洲	亚洲	中美洲和南美洲	总计
水侵蚀	170	315	77	562
风侵蚀	98	90	16	204
营养素流失	25	10	43	78
盐化	10	26	—	36
总计				880

来源: H. Oldeman 等, 1990。

世界土壤条件限制农业生产的情况



来源: 数据来自 "This is Codex Alimentarius", 2nd edition, FAO/HWO I/T353OE/1/5. 94/5000。

的科学知识的情况下作出关于这些化学品的允许环境限值决定。这在有毒物质不受控制地排入环境的情况下,会对人类产生消极的后果。但是,如果监管部门对实际上无害的化学品采取严格的预防方针,也会对农业和工业的发展产生严重的阻碍作用。

这些实例说明,为什么近些年在大多数政治和经济决策机制中都逐渐考虑到环境因素,而且在决定发展政策时环境因素变得同经济一样重要。

联合国的响应：“21 世纪议程”

可持续发展的概念源于下述信心，即深信不必耗尽地球现有的有限资源和使环境进一步恶化就能提高全世界人口的基本生活标准。在 1992 年 6 月里约热内卢全球首脑会议上，制订了一项行动计划，并得到国际社会的赞同。这项计划称为“21 世纪议程”，正如其名称所表明的，其目的是为了迎接 21 世纪的挑战。^{*} 这项计划提出全世界面临的许多紧迫问题，并建议采取若干相互关联的行动。不同国家的各方面主要决策者将根据各自国家的能力、状况和优先次序同时考虑里约环境与发展宣言中的原则来采取这些行动。

“21 世纪议程”中可持续发展的广义概念涵盖大量课题。它分成 40 章，涉及战胜贫困、保护大气层、与滥伐森林作斗争、可持续发展农业、管制有毒化学品和危险废物及科学为可持续发展服务等课题。虽然贯彻落实“21 世纪议程”是各国政府的责任，但国际合作应当支持和补充各国为此所作的努力。

在这方面，联合国系统要起关键作用，而且已就此采取一些重大步骤。1993 年联合国大会设立了可持续发展委员会(CSD)，由选举出来的 53 个联合国成员国组成，旨在保证里约会议后采取有效的后续措施，并监督“21 世纪议程”贯彻的进展情况。IAEA 作为其中一个积极成员的可持续发展机构间委员会(IACSD)保证联合国系统各组织及专门机构之间的相互协调。IAEA 已在下列几部分主题方面对 CSD 的工作作出了贡献，包括健康、土地、沙漠化、森林与生物多样性、大气层、海洋与淡水、有毒化学品及危险废物等。IAEA 还是“21 世纪议程”关于放射性废物一章(第 22 章)的后续行动的管理者。

^{*} *Agenda 21: Earth's Action Plan*, annotated, D. Nicholas, A. Robinson, Editors, IUCN Environmental Policy and Law Paper No. 27, New York, Oceana Publications (1993).

受权协调联合国系统环境活动的联合国环境规划署(UNEP)于 1995 年设立了机构间环境协调组(IAEG)。IAEA 是该咨询性组织的积极成员。该组织的受权工作范围和计划是与 IACSD 充分协调后确定的。

在 IAEA 秘书处内，已设立一个关于“21 世纪议程”的司间协调小组，负责对几个司处理的大量环境与可持续发展项目采取协调的后续行动，确保这些项目被置于适当优先的地位，并监督对有关结果的评价和鉴定。

为可持续发展服务的核方法和核技术。 技术能够成为世界有限资源更有效合理地利用以及可持续发展的关键。科学与技术的进步是决定全世界人类社会发展方式和速度的重要因素。人们的共识是，凭借科学与技术的帮助，有可能找到使发展需求与环境保护之间达到均衡的途径。

特别是，核科学与技术对发展中国家和发达国家的实用性和适用性已得到充分证明。核科学与技术业已证明其在人体健康、淡水资源、气候变化、大气层保护、海洋、食物保障和农业可持续发展诸领域的有效性。辐射技术和同位素技术实际上在“21 世纪议程”所涵盖的所有领域里都有广泛的应用，而且确实是切合环境保护和工业与农业的可持续发展需要的。核技术现已是一种日常生活常识，而且放射性发现 100 年来所获得的知识将继续得到充分利用，在物质和提高生活质量两方面为人类造福。

地球观察和环境监测：IAEA 的贡献

25 年前即 1972 年，建立了“地球观察”。它是联合国系统范围体制的组成部分，由 UNEP 协调。其任务是监测全球对环境的重大干扰并就需要采取紧急行动的问题及早告警。1994 年“地球观察”的任务被重新定义为：调整、协调和综合整个联合国系统进行的观测、评估和报告活动，以便为各国和国际上就可持续发展及早告警正在出现的需采取国际行动的问题作出决策提供环境信息和适当的社会经济信息。

IAEA 从“地球观察”设立以来一直参加其活动。现在 IAEA 通过构成其计划的重要组成部分的环境数据收集与评估工作,向“地球观察”提供输入。为国家的、地区的及全球的放射性污染物评估工作提供全面技术支持,非常切合 IAEA 的授权。机构还利用核及核相关技术分析非放射性污染物和研究污染对人类与环境的影响。

就“地球观察”而言,机构积极参与工作的有下列领域:数据收集、评估和报道;建立能力;数据的协调和质量控制,以及为确保国家和国际一级得到可靠和可比的环境数据而进行的方法标准化;建立及早告警、通报及应急响应系统。

IAEA 活动的范围。机构活动的范围涉及环境和食物中放射性污染物的分析;为监督目的和为确定是否遵守核准的程序而进行的环境放射性监测;利用核及核相关分析技术,分析空气、水、土壤和生物群中的非放射性污染物(有毒金属、含氯有机化合物、农药);研究污染物在空气和水中的迁移过程;核装置和设施的安全分析与评估。

应急响应。与“地球观察”密切相关的是与《核事故及早通报公约》和《核事故或辐射紧急情况援助公约》一起被运作的“应急响应系统”。在 1986 年 10 月 27 日的《及早通报公约》中,缔约国同意,对于具有实际或潜在跨国界放射性后果的事故,它们将立即通报 IAEA 和那些可能受事故影响的国家,并提供任何有助于采取适当的响应行动的补充信息。按照 1987 年 2 月 26 日的《援助公约》,缔约国还同意向受到放射性事故影响的国家提供实际可能的援助。

在这两个公约的框架中,IAEA 被要求保有一份各国负责接收通报并协调响应活动的联络点的清单。为有效而及时地履行其职责,机构设立了应急响应股。这是以通信设备、计算机、文件和数据库为手段的专门单位。此外,如果一起事件要求 IAEA 采取行动的话,它可以随时调用训练有素的专家。

环境数据收集。IAEA 收集的有关放射性和非放射性污染物的信息经分析后,通过

几种出版物提供给国际社会。

通过下列途径收集数据:

- 在设在塞伯斯多夫、维也纳和摩纳哥的 IAEA 实验室,利用核和核相关技术直接进行样品分析。样品是 IAEA 专家在执行任务期间搜集的,或是从世界各地(包括收集站网)寄到机构的。

- 参加比对工作的一些实验室。在比对中,由若干实验室分析同一批样品,以便核对其分析结果的可靠性。

- 协调研究计划。

- 寄给成员国的调查表。

- 科学文献。

- 成员国的官方数据,包括对正式请求的答复。

- 国际核信息系统(INIS)的国家中心。这些中心由各国政府指定,并同设在维也纳 IAEA 秘书处的 INIS 总部保持密切联系。

IAEA 直接产生或搜集的与“地球观察”有关的数据可分成下列几类:

- 土壤、空气、气载颗粒物质、淡水、食品和海洋环境(水、沉积物和生物群)中放射性核素、痕量金属和有机化合物浓度数据。分析数据指(1)人造和天然放射性核素数据,包括锶-90 (Sr-90)、钌-106 (Ru-106)、锑-125 (Sb-125)、铯-134 (Cs-134)、Cs-137、钚-238 (Pu-238)、Pu-239、Pu-240、镅-241 (Am-241)、碘-129 (I-129)、钾-40 (K-40)、铅-210 (Pb-210)、钋-210 (Po-210)、镭-226 (Ra-226)、Ra-228、锕-228 (Ac-228)、钍(Th)和铀(U)测定结果;(2)主要元素数据,包括钙(Ca)、K、钠(Na)和镁(Mg)测定结果;痕量元素数据,包括铝(Al)、钡(Ba)、铬(Cr)、铁(Fe)、锰(Mn)、铷(Rb)、Sr 和锌(Zn)测定结果;以及超痕量元素银(Ag)、砷(As)、Cs、镉(Cd)、钴(Co)、铕(Eu)、汞(Hg)、镧(La)、Pb、Sb、钪(Sc)、硒(Se)和钒(V)等测定结果;和(3)有机污染物如含氯农药、除草剂、聚氯联苯(PCB)和石油化合物的数据。测定事故释入环境中的放射性核素是这项工作的一部分。

- 有关成员国实验室自评分析工作情况的数据。这项工作主要目的在于产生全球

可以接受的分析数据。还收集有关生物和环境参考物质及利用参考物质所做的实验室比对的数据。

- 有关在全球海洋中处置放射性废物的数据和一份进入海洋环境的放射性物质的清单。这些数据被输入到一个含有有关因事故(例如因核潜艇沉没和卫星重返)而进入海洋的放射性核素的信息的数据库中。

- 有关混合降水样品中氚、氘和氧-18浓度的数据,以及某些选定的气象数据,诸如月平均降水量、降水类型、蒸汽压和地表空气温度。

- 有关由于土地管理办法改变及森林砍伐而引起的土壤有机物和营养素(包括氮、磷和硫等)变化的定性和定量数据。要测定施用化肥后淋溶水中含氮量。此外,还要测定泄水盆地中的侵蚀流失量。

- 有关各种能源链包括化石能源、核能源和可再生能源的不同环节中温室气体、能量和物质流量的数据。

- 有关大气中 CO_2 、 CH_4 和 CO 的同位素组成随时间和空间变化而变化的数据(用以支持全球气候变化的研究),以及有关湖沼沉积物、洞穴堆积物、树木年轮等中的同位素组成变化的数据(用以确定过去气候变化情况及其原因)。

- 有关成员国放射性废物管理的数据及其他相关信息,特别是与废物处置计划和规划,预计的和累计的废物量,贮存的废物,各国政策和监管政策有关的数据和信息。

- 有关全世界运行中、建造中或设计中的核动力堆的数据,以及研究堆的数据。

- 通过专家工作组出访从 IAEA 成员国搜集到的有关核动力厂安全性的数据。这些工作组有安全重大事件评估工作组、运行安全审查工作组、核动力厂事故报告系统工作组、国际核事件分级表工作组、工程安全审查服务工作组、国际辐射安全审查工作组及运输评估审查工作组。

同样,还通过辐射防护评估工作组和废物管理评估计划,搜集有关辐射防护和废物

管理基础设施的信息。

最后,国际核信息系统(INIS)搜集已发表的关于核能和其它能源的环境和经济问题的各种文献的目录和特种文献的全文。

数据分析和分发。IAEA 还进行数据的评估和分析。例如,比较性地评估了近地表处置固态危险废物的健康和环境风险;评估了大气温室气体的同位素监测;应用综合方法解决水资源开发、管理和使用问题;对使用核材料和(或)放射性同位素和(或)电离辐射的核装置和核设施进行安全分析和评估;分析和评估海洋环境中的放射性和非放射性污染物。

鉴于信息的可利用性对决策过程和公众了解环境问题是一个重要因素,机构发行了大量出版物,范围从科学与技术期刊到新闻稿、技术文件、数据手册和报告。每年还出版大量安全标准、导则、建议、程序和技术报告。在分析质量控制服务(AQCS)目录和报告中,还刊登参考材料和分析数据比对结果。现在还可以在 CD ROM 上和通过 IAEA 在国际互联网上的电子信息服务器,获取某些信息产品和数据库,例如 INIS 或全球降水同位素网。

正在进行的响应

环境问题涉及全球,越来越需要国际社会作出经商定的、坚定的和协调的响应。世界特别是发展中国家日益增加的人口,将给城市乡村满足居民社会和经济需求的能力增加更沉重的负担。很可能更需要行动,因而需要做出以实际为根据、环境上有针对性和经济上合理的决定。

IAEA 一直通过各种渠道与其国际伙伴密切合作,以支持决策过程并对旨在有效地监测和评估环境变化的全球努力作出贡献。在我们为了解和解决环境上合理的发展所面临的艰巨任务正在作出的响应中,机构的工作今后将起更重要的作用。 □

放射性与地球科学：了解自然环境

地球的天然放射性正在帮助科学家更多地了解地质过程
和全球气候变化

事

事实上，所有天然物质均或多或少地含有放射性核素。一个世纪以前法国物理学家亨利·贝可勒尔发现的这种天然放射性，今天正被投入到科学和工业的许多领域的实际应用中。

在地质科学中，根据天然放射性核素的物理和化学性质正在研究其迁移规律，以追溯地壳和地幔的演化、探索与水文学循环有关的过程以及解释大气层结构的某些方面，岩石、矿物、水和有机物中的放射性被广泛用于测定地质材料、文物以及地下水的年龄。

放射性衰变期间释放的能量目前被认为是地球内部热量的主要来源之一。放射性同位素的存在或许是造成岩石圈板块运动、造山运动和火山作用的动力之一。甚至在局部规模上，放射性核素的存在可能引起地壳岩石中形成高热流区。这种高热流区本身又引起能导致热液系统及伴随的矿化作用形成的地下水对流循环。

裂变和聚变反应的发现及随后的利用，为环境中存在的放射性材料库添加了新的元素。许多放射性核素主要是通过大气层核弹试验和核工业排放等途径添加到地球的生态系统中的。追踪这些放射性核素在地球生态系统不同部分的迁移情况，可以使我们对大气层和水文学循环动力学有新的了解。（见第 10 页方框。）

Rozanski 先生是 IAEA 物理和化学处同位素水文学科职员，Froehlich 先生是该科科长。

地球的自然钟

放射性在地球科学中可能最具特征和最成功的应用，是用作能够依次测定地球上发生的各种过程的时间的自然“钟”。这个钟的通用性是显著的：它能够有效地在 15 个多数量级的跨度上工作，确定从数分钟到数十亿年的各种过程的时间。有效地测定任何地质或生物起源材料的时间，需满足两个基本要求：(1)需要仔细分析所利用的放射性核素的可能源头与量；(2)必须了解或分析待测系统过去的物理状态（开放或封闭系统）。

可用于地质学和考古学测年的放射性核素有多种：恒星核合成期间产生的放射性核素（原始放射性核素）、天然衰变系放射性核素、大气中和岩石圈中天然核反应产生的放射性核素（宇宙成因放射性核素和就地产生的放射性核素）和人工核反应产生的放射性核素（人为放射性核素）。

放射性钟是怎样工作的呢？它基于这样的事实，即放射性衰变不依赖于环境中的物理和化学条件及变化。具体放射性核素的衰变率取决于衰变的半衰期。半衰期可以定义为该放射性核素的已知原子数衰变到原数的一半所需的时间。为使测定时间能准确地进行，需要有与待测材料的年龄处于同一数量级的半衰期。幸运的是，天然放射性核素具有范围从不足 1 秒到超过 10^{10} 年的半衰期。（见第 10 页表。）因此，非常大范围地测定时间是可能的，包括估计地球和太阳系的

Kazimierz
Rozanski
和 Klaus
Froehlich

天然和人为放射性核素在地球科学中的主要应用

大气研究

● 地方、地区和全球规模的分散、迁移和混合过程(氡、氩-85、氦-222、碳-14)

- 水蒸汽的迁移(氡)
- 同温层-对流层交换(氡、碳-14、氩-85、铍-7、铍-10)
- CO₂ 和 CH₄ 的来源和壅(氡、碳-14)
- 大气沉降(氯-36、铍-7、铍-10、铯-90、铯-137)

水圈研究

大陆水圈

- 地下水资源补给(氡、氯-36)
- 地表水体中分散研究(氡)
- 曝气研究(氡-85)
- 地表水体与地下水体间相互作用(氡、氩-222、碳-14)
- 测定地下水年龄(氡、碳-14、氩-85、氩-39、氯-36、氩-81)
- 岩-水相互作用(铀-238、铀-234、镭-226、镭-228)
- 湖泊和水库中的沉积速率(铯-137、铅-210)
- 放射性废物处置(氯-36、碘-129)

海洋

- 循环和混合过程(氡、碳-14、氩-85)
- 水体年龄((氡、碳-14、氩-39、氩-85)
- 人为 CO₂ 向海洋中的迁移(碳-14)
- 测定海洋沉积物年龄(碳-14、钾-40)
- 海面的过去变化(碳-14、铀-234、钍-230)

岩石圈研究

- 测定岩石和矿物年龄(钾-40、氩-39、铷-87、铯-137、钍-232、钍-230、钍-234、钍-238、铀-238、铀-235、铀-234、铀-233、铀-231、铀-230、铀-228、铀-226、铀-223、铀-222、铀-220、铀-218、铀-214、铀-210、铀-206、铀-202、铀-200、铀-198、铀-194、铀-190、铀-186、铀-182、铀-180、铀-176、铀-174、铀-170、铀-166、铀-162、铀-158、铀-154、铀-150、铀-146、铀-142、铀-138、铀-134、铀-130、铀-126、铀-122、铀-118、铀-114、铀-110、铀-106、铀-102、铀-98、铀-94、铀-90、铀-86、铀-82、铀-78、铀-74、铀-70、铀-66、铀-62、铀-58、铀-54、铀-50、铀-46、铀-42、铀-38、铀-34、铀-30、铀-26、铀-22、铀-18、铀-14、铀-10、铀-6、铀-2)
- 测定碳酸盐沉积物年龄(碳-14、铀-234、钍-230)
- 测定湖泊沉积物年龄(铯-137、铅-210、碳-14、铀-234、钍-230)
- 表面照射测龄(铍-10、碳-14、铝-26、氯-36)
- 土壤风化(铯-137、铅-210、铍-10)
- 矿产勘探(铀和钍衰变系的放射性核素)
- 地震监测(氩-222)
- 古地震活动性和火山喷发(氯-36、铝-26、铍-10)

年龄。有些测年方法基于放射性核素与其衰变产物的关系,在这种情况下,衰变产物通常是稳定的子核素。

直到20世纪初,关于地球年龄的看法

地球科学中常用天然和人为放射性核素

核素	半衰期(年)	来源*
氡	12.43	N+A
铍-7	9.7×10^{-2}	N
铍-10	1.6×10^6	N
碳-14	5730	N+A
硅-32	140	N
氯-36	3.01×10^5	N+A
氩-39	269	N
氩-85	10.76	A
氩-81	2.1×10^5	N
碘-129	1.57×10^7	N+A
钾-40	1.31×10^9	N
铷-87	4.88×10^{10}	N
铯-137	30.17	A
铀和钍衰变系放射性核素		
铀-238	4.47×10^9	N
铀-235	7.13×10^8	N
铀-234	2.48×10^5	N
钍-231	3.43×10^4	N
钍-230	7.52×10^4	N
镭-226	1602	N
镭-228	5.75	N
氡-222	1.05×10^{-2}	N
氡-220	1.76×10^{-6}	N
铅-210	22.3	N

* N—天然放射性核素(恒星核合成中产生的原始放射性核素衰变,宇宙线与大气层和/或与地壳相互作用);A—人为放射性核素(大气层和地下核爆炸、核工业、钟表工业、医院等);N+A—来自天然源和人为源的重大贡献。

还千差万别:估计值范围在从数千万年到几亿年。1929年这一争论得到了解决。当时卢瑟福利用新发现的放射性测量岩石的年龄,并且很快用U-He法得到了数十亿年的年龄值。首次精确地测定地球和陨星年龄的工作是在50年代初期进行的,并且是基于各个放射性衰变系的稳定的最终产物铅同位素。这次测定给出地球的年龄为45.5亿年——

放射性碳钟

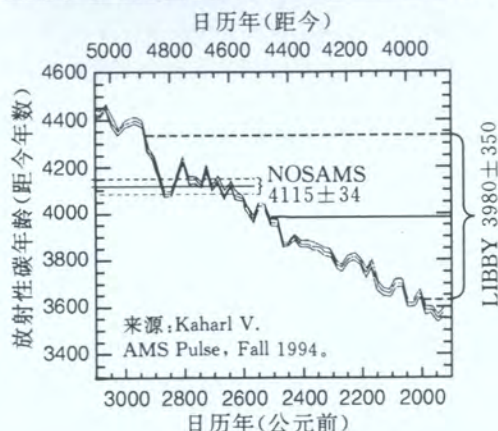
Willard Libby 测量考古文物中的碳-14 含量所用的多丝壁式计数管(右图)。Libby 因其在开发放射性碳测年方面的工作于 1960 年荣获诺贝尔和平奖。

下图:现代碳-14 AMS 设备的实例。这是一个专门用于放射性碳分析的商用串联(tandetron)加速器。Libby 于 1948 年测定的第一个样品,是在埃及塞加拉 Zoser 法老墓中发现的家具上的一块金合欢木。Libby 为进行分析用了约 20 克这种珍贵的考古文物。根据天文事件、象形文字和其他历史记录,许多埃及学者一致认为 Zoser 王统治时期约在公元前 2600 年,而如右图所示,Libby 测出的金合欢木的年龄为公元前 2030 $\pm$ 350 年或距今 3980 $\pm$ 350 年。1992 年,美国用同一块取自 Zoser 法老墓的金合欢木作为第一个样品在马萨诸塞州伍兹霍尔的伍兹霍尔海洋学研究所新设立的国家海洋科学加速器质谱仪设施上进行了年龄测定。这次,仅约 10 毫克木头就足以供进行这种分析用。Zoser 木头样品的 AMS 放射性碳年龄为距今 4115 $\pm$ 34 年,即在首次 Libby 分析的 1 σ 误差之内。

为了将放射性碳年换成日历年,需要进行校正,这种校正要计及过去年代里大气二氧化碳中放射性碳含量的波动。用树木年代学技术测定的一系列树木年轮中的放射性碳浓度的测量结果,是这种校正的基础。用树木年轮校正的年龄对于 Zoser 木头样品的 AMS 分析来说,产生了两个置信度均为 95% 的结果:公元前 2877—2800 年和公元前 2780—2580 年。这个结果与考古学估计值一致。不过,校正曲线上与 Zoser 统治期间相应的一个明显的跃变排除了这种特殊材料的高精度校正年龄估计值。

(照片来源:德国基尔市阿尔布雷希茨基督教大学的 P. M. Grootes 教授)

来源: *Radiocarbon Dating*, Libby, W. F., Chicago, Univ. of Chicago Press (1955)。



这一年龄值是今天仍为大家所普遍接受的地球和太阳系的年龄。

探测天然放射性

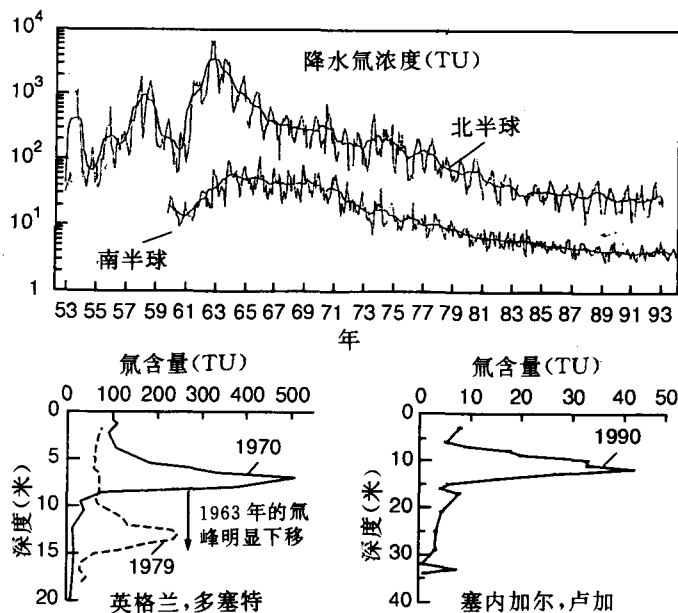
天然放射性核素最初是通过其衰变期间发射的电离辐射探测到的。这种“衰变-计数”技术自一个世纪以前发现天然放射性以

来,已逐渐得到发展。衰变-计数技术已成为一种非常成熟的领域,并且正在采用范围广泛的各种材料(气体、液体、半导体等)来探测各种放射性核素发射的不同类型的电离辐射。由于天然放射性核素的活度通常很低,常采用复杂的信号处理技术和本底减少技术来提高这类探测器的灵敏度。对于探测半衰期不足约 1 年的短寿命的放射性同位

源于大气层核弹试验的氚含量

上图所示为大气层核弹试验造成的降水中氚含量的增加情况。IAEA/WMO 全球降水同位素网(GNIP)正在全球规模上监测降水中的氚含量。这里示出了覆盖北半球和南半球两个长期监测站收集的数据。

下图:核弹来源氚峰值在气候温和带(英格兰的多塞特)和半干旱地区(塞内加尔的卢加)的蓄水层未饱和带中的渗透。对于在 IAEA 地区技术合作计划框架内于塞内加尔获得的卢加剖面来说,这一蓄水层过去 30 年来的平均补给量估计约为 22 mm/a。这样低的补给率用传统的水文学方法很难测量。



素,改进的衰变-计数技术的灵敏度是合适的。半衰期大于约 10^9 年的原始放射性同位素在自然界中相对较丰富(因为它们从太阳系形成至今尚未完全衰变)。在这种情况下人们往往不用衰变-计数技术,而用常规质谱法测量积累的稳定衰变产物。半衰期处于中间范围(10^3 — 10^8 年)的放射性同位素由于在合理计数期间仅有一小部分原子衰变,因而用衰变-计数技术测量很困难。例如,如果用气体正比计数器或流体闪烁计数管测量有机样品中的碳-14 活度,平均来说,样品中存在的碳-14 的每 10^6 个原子中仅有一个原子衰变及对测量信号有贡献。因此,需要相当大量的待分析材料样品。

粒子加速器,例如那些为核物理研究建

造的加速器,也可以与磁力和静电质量分析器一起使用,来测量含量非常低的放射性同位素。这方面的工作始于 70 年代后期。今天用上述方法可例行测量用衰变-计数技术很难测量的小天然样品中所含同位素丰度在 10^{-12} — 10^{-15} 范围内和少到 10^5 个原子的若干长寿命放射性同位素(铍-10、碳-14、铝-26、氯-36、钙-41、碘-129)。有了这种称作加速器质谱法(AMS)的新分析技术,使分析样品的大小降低几个数量级已成为可能。例如,放射性碳测年所需的碳的数量可以从几克(衰变计数法)减少到数十微克(AMS 法)。而且,计数期间也可大大缩短。最近 10 年来,AMS 法的研究应用一直集中在地球科学(气候学、宇宙化学、地质年代学、地貌学、水文学、冰川学、矿产勘探、沉积学)和人类学及考古学(放射性碳测年)方面。(见第 10 页方框。)近几年来,AMS 法也已成为材料科学和生物科学的重要分析工具。

测定地下水年龄

放射性同位素在水文学中有多种应用。氚和碳-14 被广泛地用作“测年工具”。50 年代和 60 年代初进行的核聚变弹大气层试验,向大气层及随后的水圈释放大量人为氚。人们在水循环中观察到这种瞬时氚脉冲后,以全球、地区和地方规模进行了大量水文学研究活动。这种“核弹来源氚”成为判别地下水系统中新水的强有力的指示剂和确定尤其是在半干旱和干旱地区蓄水层补给率的有用示踪剂(见本页诸图)。

尽管地下水系统中碳地球化学行为是复杂的,但是天然的和人为的碳-14 在估计处于几千年到几万年范围内的地下水年龄方面已成为广泛利用的有用工具。例如,放射性碳首次使得估计撒哈拉沙漠下面的巨大的地下水储量的年龄成为可能。(见下页图。)

AMS 技术也已使一些新的放射性同位素(如氯-36、碘-129)在水文学中的应用成为可能。根据氯-36 法测定结果,一些大型沉积盆地(如澳大利亚的大自流盆地)中的地下

水年龄估计高达 100 万年。测量与油矿藏有关的深部水体中的碘-129, 有助于弄清楚这些水体的起源和年龄。

量化剥蚀和沉积

侵蚀的过程涉及不同的时段: 从相对快的常常是人为引起的土壤剥蚀过程, 到相对慢的岩石表面风化过程。土壤剥蚀影响可持续农业的发展, 在世界许多地方成为严重的问题。

许多放射性同位素(既有天然的, 又有人为的)原理上可用于估计土壤剥蚀率, 这取决于所涉及的时段。其中, 铯-137 和铅-210 是迄今为止最常应用的放射性同位素。

IAEA 通过进行中的有 10 个成员国的研究机构参加的协调研究计划(CRP)“借助环境放射性同位素进行的土壤剥蚀和沉积评价研究及其成果在土壤保持措施方面的应用”正在处理这个问题。该计划的目的是进一步开发以同位素为手段的各种方法, 以评价不同气候背景下的土壤剥蚀率、测量河流盆地的沉积量以及估量湖泊和水库中的淤积率。

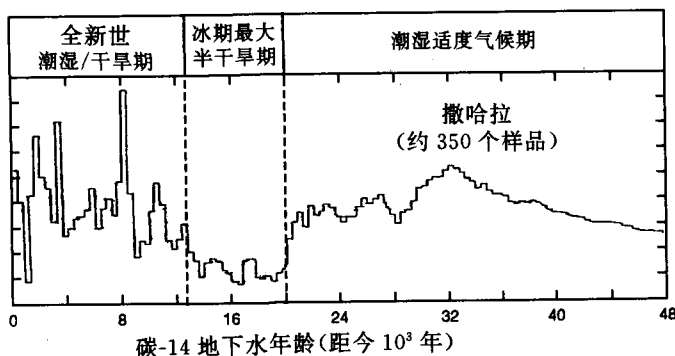
过去 10 年, 由于引入 AMS 技术而开发了几种地貌表面定量测年新方法。这些方法均是基于地球表面出露的岩石中积累的宇宙成因放射性核素(铍-10、碳-14、铝-26、氯-36 和钙-41)。上述放射性核素是宇宙射线与矿物中的原子发生相互作用(高能散裂、中子捕获反应和 μ 介子诱发核衰变)而产生的。就地产生的放射性核素的有效测年限值, 从几千年到数百万年不等。

过去气候变化的年代学

放射性同位素依然是为过去气候和环境变化重建提供年代学框架的主要手段。一套范围很广的同位素已用于这一目的。采用何种同位素, 取决于正在研究的过程的时段和待测年样品的性质。其中, 最常使用的依然是放射性碳。在过去 40 年中, 已对取自海

在撒哈拉沙漠收集的地下水样品中放射性碳年龄的频率分布

本世纪伊始, 人们就已知道在这个世界最大的沙漠下面贮藏着巨大的地下水储量。然而, 仅从采用放射性碳测年开始, 才有可能估计这些水体的年龄。从基于在阿尔及利亚、利比亚、埃及和南撒哈拉收集的 350 个样品测得的数据作出的下图显然可见, 北非的蓄水层主要是在全新世洪水期和最后冰川期的间冰段期间得到补给的。分布曲线上用虚线明显标志的年龄在距今约 1.2 到 2 万年范围内的最小值, 显示了北非最大的干旱期。估计地下水的年龄对地下水资源的勘探有直接影响: 氟缺乏及放射性碳浓度低表明特定含水层目前没有得到补给。



来源: Sonntag et. al., *Radiocarbon*, 22(1987), 871-879.

洋和湖泊沉积物、树木年轮、海水、地下水和大气二氧化碳的含碳材料进行过无数次放射性碳分析。

此外, 铀-钍测年法使用得也越来越多, 其现代化型更是如此。现代化型铀-钍测年法是基于使用热电离质谱法(TIMS)而不是衰变计数法, 探测被分析样品中的铀和钍同位素。该方法能够测定距今约 350 000 年的地质材料(碳酸盐、沉积物)的年龄。对于最近冰消作用期间气候的变化的高分辨率重建来说, 为重建大气中过去碳-14 含量变化(这些变化与这种放射性同位素的产生率变化和在海洋循环中的变化有关)所付出的努力具有特别重要的意义。

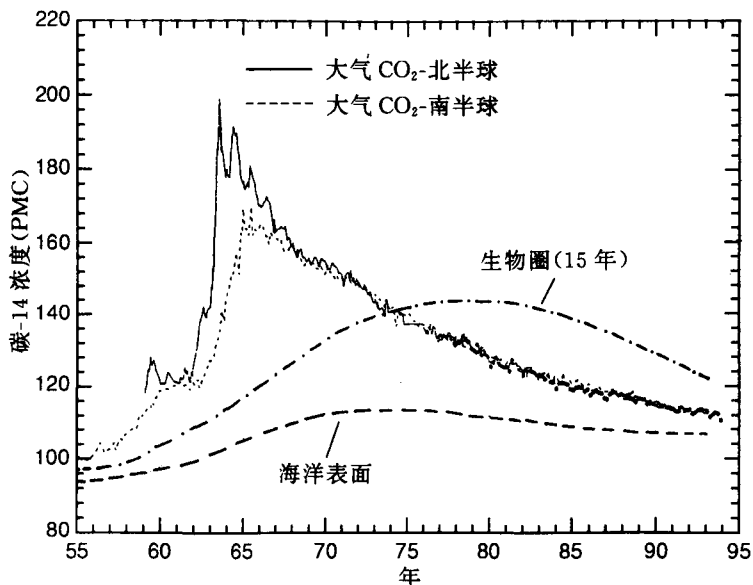
寻找“缺失的整”

大气层核弹试验在大气二氧化碳中留下了一个清晰的碳-14 浓度“脉冲”。(见下页图。)这一脉冲可用作标识全球碳循环的示

核弹试验造成的大气 CO₂ 中碳-14 浓度的变化

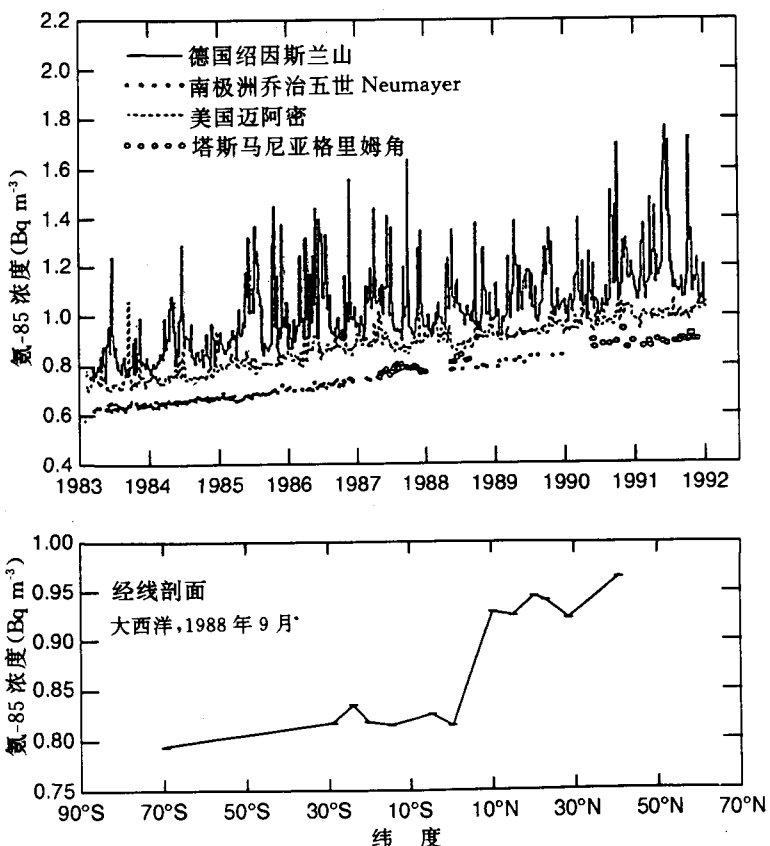
在南北两个半球的几个观察站(德国的绍因斯兰山;西班牙的 Izaña 和 Tenerife;澳大利亚塔斯马尼亚州的格里姆角;委内瑞拉的梅里达;南极洲的 Neumayer 站)对碳-14 进行了长期观察。1962 年《禁止大气层试验条约》缔结不久,北半球碳-14 水平高出此处规定的天然水平的 1 倍。1963 年以后碳-14 的减少是由海洋和生物圈对核弹成因碳-14 强烈吸收造成的。图中虚线所示为经计算的生物圈对大气层二氧化碳中碳-14 增加的响应。计算中假定生物圈是一个混合均匀的蓄积库,碳的周转时间为 15 年。陆地生物圈可能是全球碳循环中最复杂的蓄积库。观察大气层中的碳-14,有助于评价这一蓄积库的性质和动力学。

来源: Hessheimer et al., *Nature*, 370 (1994), 201-203; Levin, I. Thesis B, University of Heidelberg, (1994)。



对流层氙-85 浓度

半衰期为 10.76 年的氙-85 是裂变产物,在乏核燃料后处理期间释入大气层。南半球的氙-85 浓度系统性地较低,这是由于事实上主要的后处理厂均位于北半球,并且释放出的部分氙-85 在有机会被迁移到南半球之前在中北纬度就已衰变。下图:对流层氙-85 浓度的经线剖面,被用来校正大气环流全球模型的物理学参数。作为惰性气体,氙-85 也是示踪新地下水的极好示踪剂。



来源: Weiss et al. STI/PUB/859, IAEA, (1992); W. Weiss, *Fort. Strahl. Umwelt. Radioec.* (1993 年)。

踪剂,其方式与核弹产生的氟正被用于研究全球水循环的方式相类似。大气层中核弹产生的碳-14蓄积库现正逐渐空竭,过量的碳-14活度正在进入生物圈和海洋碳酸盐系统。通过观察相应蓄积库(大气层、生物圈和海洋)中碳-14随时间的演变,人们可以更多地了解碳在这些蓄积库(尤其是大气层和海洋)中的迁移率。

鉴于这样的事实,即二氧化碳是对认定的全球变暖贡献约50%的主要温室气体,定量了解全球碳循环是极其重要的。

对于每年化石燃料燃烧向大气层释放的多达60亿吨的CO₂来说,“缺失的壑”是平衡全球碳循环的核心问题。人们从观察大气层中的CO₂得知,有大约50%的CO₂(约30亿吨)滞留在大气层中。另一方面,现有的海洋-大气层联合总体循环模型预测,全球海洋仅具有每年吸收约20亿吨CO₂的能力。因此,目前的不平衡量达10亿吨。该“缺失的壑”事实上由于与陆地使用方面的变化有关的生物圈来源(估计每年产生10亿吨CO₂)而高达20亿吨。

大气层¹⁴C观察结果,为限制全球碳循环提供了有吸引力的工具。事实上,在最近出版的研究报告中,人们依据对流层碳-14浓度分析结果,认为海洋比先前一直认为的少吸收约25%的人为CO₂。因此,需要继续寻找目前全球碳预算中未计及的另外的碳壑。

改进大气层迁移模型

乏核燃料后处理期间,有氙-85释入大气。大型后处理厂在俄罗斯联邦、北美和欧洲运行,并均座落在30°N到50°N的纬度带。目前的大气层氙-85水平(约1 Bq/m³),用衰变计数技术很容易测量出来。由于氙-85具有化学惰性,其唯一重要的移出过程是放射性衰变,因此,被认为是非常有效的大气层示踪剂。

定量了解全球大气层循环,对合理地估计大气层污染物及其气候影响的全球平衡是必不可少的。尤其是,必须正确地说明这

一循环的两个方面:(1)北、南两半球间大规模空气交换,和(2)垂直混合的强度。由于所涉及过程的复杂性,必须在这一领域应用数字模型。这些数字模型中最先进的,称作总体循环模型(GCM),也用于温室气体排放造成的气候后果预测。氙-85的全球分布,可以用来调整与北、南两半球间长距离迁移和混合有关的模型参数。(见上页图。)其他的重要过程(如对流层内的对流混合,尤其是在热带地区和北半球的大陆地区),由于所涉及的时段非常短暂,不能用大气层氙-85分布参数化。氙-222等其他示踪剂可用于这一目的。

前景

放射性的发现对地球科学造成的影响,怎么强调都不过分。天然放射性核素长期以来一直用作下述诸方面重要的(并且常常是唯一的)信息来源:地质学过程的年代学、陨石和宇宙射线的历史、人类演化和生物学系统的动力学。人为放射性核素尽管被人视为人类环境的一种威胁,但是它们已成为极好的全球示踪剂。它们能使我们更好地了解水循环、获得更多的关于重要生命支持元素(如碳、氮或硫)的生物化学循环的知识。

随着我们离下个世纪越来越接近,有关全球环境变化的问题在包括联合国(UN)系统在内的许多国际组织的议程上的位置正在日益升高。预测短期内地球的水文-气候演变和人类对气候的影响已成为一项重要任务;并将必然成为下个世纪的科学家要承担的最重要任务之一。

量化地球气候对人为压力的可能响应关系重大,对于南北回归线之间的地区尤其如此。这一地区绝大多数国家是发展中国家,常常遭受极其严酷的水文气候变化,如旱灾和洪水。因此,对这类事件做出短期预测是该地区的可持续发展的一个主要条件。以利用放射性同位素和稳定同位素为基础的科学技术,在解释决定全球持续不断的水文气候演变的那些过程和机制方面将起重要作用。 □

环境保护:核分析技术在空气污染监测与研究中的应用

通过在约 30 个国家实施的 IAEA 支助项目,研究人员正在追踪和辨别污染源

Robert M.
Parr, Susan
F. Stone
和 R. Zeisler

空气污染已成为全球关注的问题,尤其在一些世界最大的城市中。造成空气污染有多种不同因素,它们影响着环境,同时直接或间接地影响着人体健康。主要因素包括二氧化硫、颗粒物、一氧化碳、活性碳氢化合物、氮的氧化物、臭氧,以及铅。

核技术在几乎所有这些因素的研究中都有重要应用。不过核分析技术的很多最重要的应用,还是在气载颗粒物(APM)的研究方面。本文着重介绍这些应用和IAEA在该重要研究领域中的工作。

什么是 APM?

APM 可以说是悬浮在气体状态(空气)中的固体和液体颗粒的混合物。一般说来,颗粒的粒度频数有一个分布,在约 0.2 微米和约 10 微米处有两个主峰(见第 19 页图)。人们还可以根据来源对颗粒粒度进行分类。粒度小于 2 微米的颗粒主要来源于燃烧过程(人为活动)或气-粒转化。粒度大于 2 微米的颗粒主要产生于机械过程(如土壤侵蚀)或不完全燃烧。

为什么要研究气载颗粒物呢?一条主

要原因与 APM 对健康的影响有关。(见第 17 页方框。)现在,许多国家尤其是发展中国家正开始对与 APM 相关的健康问题给予很大关注。在这些国家的一些人口稠密的城市里,悬浮空气颗粒总量(TSP)往往远远超出世界卫生组织(WHO)的细则范围。

WHO 建议,年平均 TSP 不应超过 60—90 微克/米³。然而,许多城市经常超过这些值。至少在 17 个此类城市(均在发展中国家)有主要因煤燃烧和工业源造成的中高水平的 TSP 污染,而且这种污染因汽车废气实际上在世界每个国家都在日益增高。在许多受污染的城市里,最直接的后果是显而易见的后果:大气能见度下降和眼睛与咽喉发炎。不过,更隐伏、更严重的后果是对人体健康的长期效应。

由于健康效应主要与粒度范围约 10 微米及 10 微米以下的颗粒(称作 PM-10 颗粒)有关,因此人们对这些颗粒最为关注。然而,遗憾的是,迄今为止尚没有国际认可的适用于 PM-10 颗粒的空气质量标准,大多数国家甚至没有按常规方法对其进行监测(或仅在最近 5 年才开始监测)。实际上,美国建议的空气质量标准最常被用作参比的基准,即 PM-10 颗粒的平均年浓度不应超过 50 微克/米³,24 小时的平均值不应每年多于一次地超过 150 微克/米³。(这些平均值与由参加 IAEA 研究计划的一名巴西人报道的圣保罗的数值的比较情况,见第 17 页图。)

Parr 先生是 IAEA 人体健康处职员,Stone 女士是该处前职员。Zeisler 先生是 IAEA 塞伯斯多夫实验室前职员。

用核及相关技术测定的气载 颗粒物中的典型元素

中子活化分析法(NAA): 铝(Al)、砷(As)、金(Au)、钡(Ba)、溴(Br)、钙(Ca)、镉(Cd)、氯(Cl)、钴(Co)、铬(Cr)、铯(Cs)、铕(Eu)、铁(Fe)、镓(Ga)、碘(I)、铟(In)、钾(K)、镧(La)、镨(Lu)、镁(Mg)、锰(Mn)、钠(Na)、镍(Ni)、铷(Rb)、铟(Sb)、钪(Sc)、钐(Sm)、钍(Th)、钛(Ti)、钒(V)、钨(W)、锌(Zn)

粒子诱导 X 射线发射分析法(PIXE): Al、Br、Ca、Cl、铜(Cu)、Fe、Ga、K、Mg、Mn、Mo、Na、铈(Nb)、Ni、磷(P)、铅(Pb)、Rb、硫(S)、硒(Se)、硅(Si)、Ti、Zn、锆(Zr)

X 射线荧光分析法(ED-XRF): Br、Ca、Cu、Fe、K、Mn、Ni、Pb、Rb、S、Se、Ti、Zn

IAEA 支助的空气污染研究

根据上述事实 and 成员国评估与控制空气污染明显需要, IAEA 在 1992 年开始实施一项题为“用核相关分析技术进行的空气污染的应用研究”的协调研究计划(CRP); 此外, 还支助了 4 个技术合作项目。最近, 在 1995 年, 针对亚太地区的地区性 CRP 开始实施。它遵循与第一个 CRP 一样的目标和程序。人们正在 IAEA、亚太地区地区性合作协议(RCA)和联合国开发署(UNDP)的关于应用同位素和辐射加强技术和支持环境上可持续发展的联合项目框架内, 实施这个 CRP。

这些 CRP 的目的有 3 个: 支持将核及核相关技术应用于空气污染的定向研究和监测研究; 找出影响每个参加国家的主要空气污染源(尤指有毒重金属); 以及获得有关高污染地区(如市中心或大污染源下风人口稠密地区)和低污染地区(如乡村地区)的污染水平的对比数据。

原则上, 可以使用很多不同类型的取样器收集 APM。(见第 18 页方框。)但出于实

空气污染的健康效应

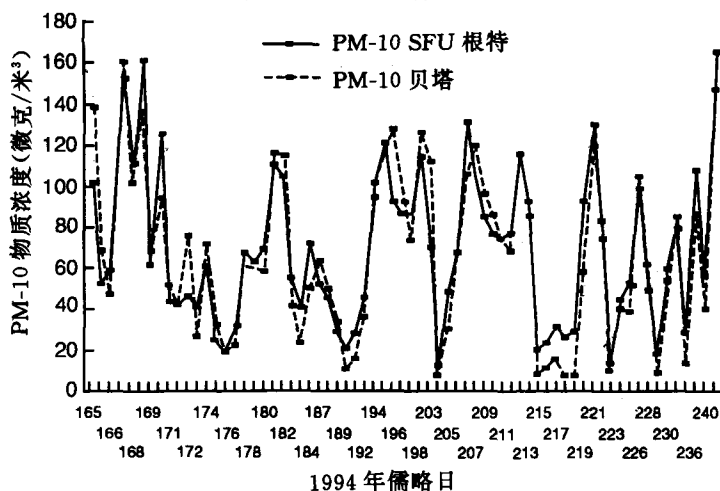
人们至少在 1952 年那场声名狼藉的伦敦大雾发生之时, 就已经知道空气污染能够杀人。据估计, 那场大雾在约一周时间内使约 4000 人过早死亡。虽然这样的大雾现已成过去, 但最近的研究正在表明, 目前由于空气污染造成的死亡人数可能比以前想象的要多。

为查明是什么原因和什么东西正在造成这些死亡, 首先要了解空气污染如何进入人体, 这种主要与颗粒粒度有关的过程。一般说来, 大于 10 微米的颗粒过大、过重, 无法漂浮很远, 而那些确实到达人体的颗粒大部分又被入鼻滤出。最具危害性的是更小的、粒度在 10 微米或 10 微米以下的、通常被称作 PM-10 的颗粒。颗粒越小, 穿入肺中越深。目前尚未完全了解这些颗粒在肺中到底干些什么, 但有些科学家认为, 人体免疫系统可能会对这些颗粒作出反应, 就像它们正在侵扰机体一样。虽然该免疫反应以类似于枯草病患者过敏反应的方式引起人体组织发炎, 但如果是特细颗粒, 则炎症会出现在肺部深处。严重呼吸道疾病患者将感觉最糟, 因此在高 PM-10 期间死亡的那些人中的许多人可能在一两周或一两个月内已经丧生。流行病学家们称这种现象为“剔除”。不过, 从具有不同 PM-10 水平的一些美国城市的对比中得出的有证据说明, 如果 PM-10 增加会使总预期寿命下降, 其主要原因是心血管疾病和肺癌造成的死亡率有所上升。这并不是“剔除”那些虚弱者, 而是对普通人健康的实际威胁。

受影响的人数无法准确估计, 且从事该领域工作的科学家们甚至尚未就如何做这件事达成共识。然而, 一些有威望的政府科学家指出, 美国每年约有 6 万例死亡可能是由空气污染造成的, 而英国每年约有 1 万例。这些数字如果无误, 便清楚地说明空气污染不仅是重要的环境问题, 而且是极其严重的公众健康问题。

圣保罗气溶胶特性

(1994 年 PM-10 物质浓度)



气载颗粒物质的取样

APM 的取样与区分颗粒的粒度有很大关系。用于 APM 表征的取样装置有多种。最简单的方法是收集总悬浮物质而不进行任何粒度选择。相应的装置由过滤器(收集基体)、泵和流量计或控制器组成,后者使空气以一定流量通过过滤器。APM 收集在过滤器上。一些较复杂的取样器能按各种粒度范围收集 APM。

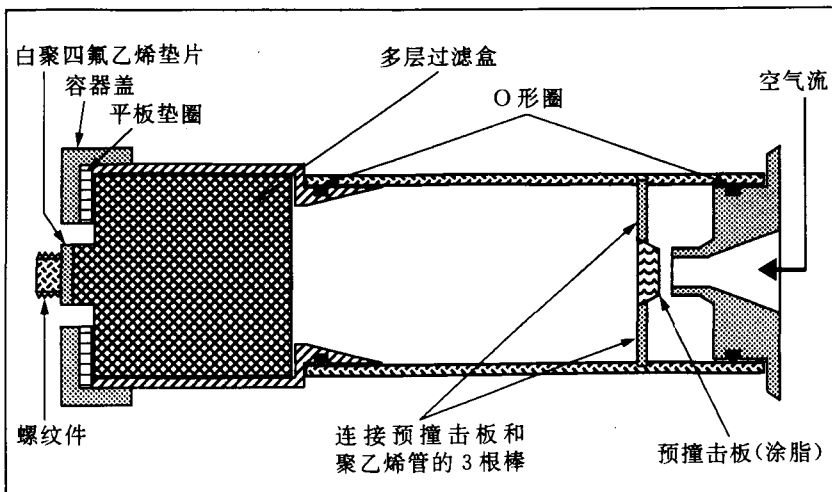
不作粒度选择的 APM 收集。干沉降样品的收集:这类取样器仅依赖颗粒的重力沉降。它涉及在没有降水的情况下,颗粒移积到地表或收集器上。干沉降与湿沉降(即雨或雪之类的降水使颗粒移积)以及总沉降(干-湿沉降的结合)形成对照。总悬浮颗粒物(TSP)的收集:通常,这类取样器是“大体积”空气取样器,通过低阻力(玻璃或纤维素)过滤器吸入大量空气。空气流量范围为 1.1—1.7 米³/分,或约 2000 米³/天。进气管和收集过滤器的直径为 25—30 厘米。这类取样器特别适用于监测颗粒浓度相对低的偏远地区,或监测人为核活动产生的低放产物。

作粒度选择的 APM 收集。带实体撞击器级的取样器:这些取样器的原理是利用“障碍物”或撞击器按粒度分离颗粒。利用惯性力将颗粒移至固体表面;空气围绕障碍物(撞击器)流动,气流中的颗粒按其质量(粒度)或随气流走,或冲撞障碍物并被收集起来。级联式撞击器由一系列颗粒收集器级组成,每个收集器级收集不同粒度范围的颗粒。顶级收集器收集最大的颗粒。带虚拟撞击器的取样器:在这种取样器中,粒度分离发生在分流气流形成的“虚拟”面上。粗、细颗粒随后被带入分离过滤器。这类装置的粒度分离没有实体撞击器那样精细,分离粒度低于约 1 微米的颗粒操作起来显得困难,但基本上避免了与收集表面有关的问题。双歧取样器是这类空气取样器的实例。该取样器有供大于 10—15 微米的样品颗粒使用的粒度选择入口,和一个进一步将颗粒分离为粗细两个部分的虚拟撞击器。这些取样器在“中等”容积流量下操作。利用离心力的取样器:这些类型的取样器如旋风分离器,也能通过气流在圆柱或圆锥室内流动产生颗粒粒度分级效果。在碰撞的基础上,大颗粒从稳定气流中被去除。更大的颗粒冲撞旋风分离器器壁。这些颗粒留在器壁上或落到旋风分离器的底部,通常不予分析。旋风分离器常用于将 APM 分成粗细两部分。多层过滤装置(SFU):这种类型的取样器利用连续过滤的原理,而颗粒分级是通过部分有效的聚碳酸酯过滤器实现的。采用这类过滤器是由于其对所需粒级有特定的颗粒俘获能力。SFU 由位于泵的上游的两个串联的过滤器组成。第一个过滤器(粗粒级)收集约 3—15 微米的颗粒。第二个过滤器(细粒级)收集通过第一个过滤器的颗粒,即小于约 3 微米的颗粒。这些取样器也是在“中等”体积流量(约 18 升/分或 360 米³/天)下操作的。

个人取样器。这些取样器是小型的袖珍空气取样器,由泵和将颗粒收集到过滤器上的装置构成。这些取样器或收集总微颗粒物,或有一些装置用于颗粒粒度区分,并且大多是低容量取样器(1—5 米³/小时)。这种采样器由被监测人员戴在身上。这些取样器用于评估气载颗粒物质的个人照射量。

“根特”多层过滤装置空气取样器。“根特”SFU 空气取样器是专为收集人能吸入的(PM-10)粒度级中的 APM 而设计的,采用连续过滤原理。(见原理图)。在比利时根特大学设计成功的这种取样器(现由美国克拉克森大学提供),现正被 IAEA 空气污染研究与相关项目协调研究计划的所有参加者使用。这种取样器采用“裸露”型多层过滤器装置,里面的两个 47 毫米核微孔聚碳酸酯过滤器(一个 8 微米孔径过滤器和一个 0.4 微米孔径过滤器)

用于收集 APM。该过滤器装置插入圆柱形容器中。容器中安装一个预撞击板,用于收集大于 10 微米的颗粒。该样品按设计是在 18 升/分的流量下操作的,预撞击级在标准温度和压力下提供一个 PM-10 截止点。在该流量下,粗(8 微米孔径)核微孔过滤器有 2 微米的 d_{50} 值,因此实际收集 2—10 微米粒级的颗粒,而细过滤器收集粒度小于 2 微米的颗粒。



参加 IAEA 支持的空气污染 监测和研究的国家

参加全球协调研究计划(CRP)的国家:

澳大利亚、泰国、孟加拉国、中国、肯尼亚、印度、伊朗、土耳其、斯洛文尼亚、葡萄牙、匈牙利、比利时、奥地利、捷克共和国、阿根廷、智利、巴西、牙买加和美国

参加地区性 CRP 的国家: 蒙古、中国、

缅甸、泰国、大韩民国、菲律宾、越南、新西兰、印度尼西亚、新加坡、马来西亚、孟加拉国、斯里兰卡和巴基斯坦

技术合作项目: 哥斯达黎加、智利、菲律

宾、斯里兰卡、葡萄牙

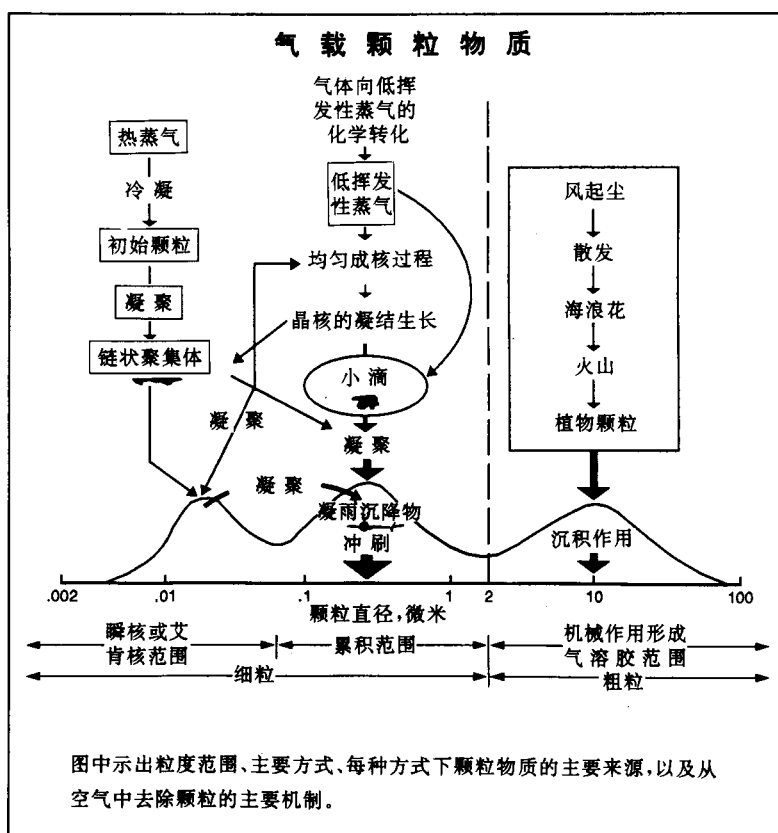
际原因,这些 CRP 所有的参加者均在使用一种相对简单、价廉的取样装置。所有取样装置都具有完全相同的设计,以确保由此产生的分析数据的可比性。比利时根特大学设计的低容量 PM-10 多层过滤装置,收集两种粒级的空气颗粒物。机构已向约 30 个国家提供了这种设计的取样器。(见上面的方框。)

这些 CRP 也得到了 IAEA 塞伯斯多夫实验室工作的支持。该实验室已装备了一台根特取样器,用于在维也纳和奥地利乡村取样点收集 APM。(见右边的方框。)此外,该实验室还积极从事于开发供空气污染研究用的参比物质,包括供所有 CRP 参加者使用的参比空气过滤器样品。这样,有望能够确保在 CRP 期间收集的数据质量高,并且能对不同分析者报道的数据进行有意义的比较。出于同样的原因,现已决定大多数数据将由一位数据协调员集中评估。

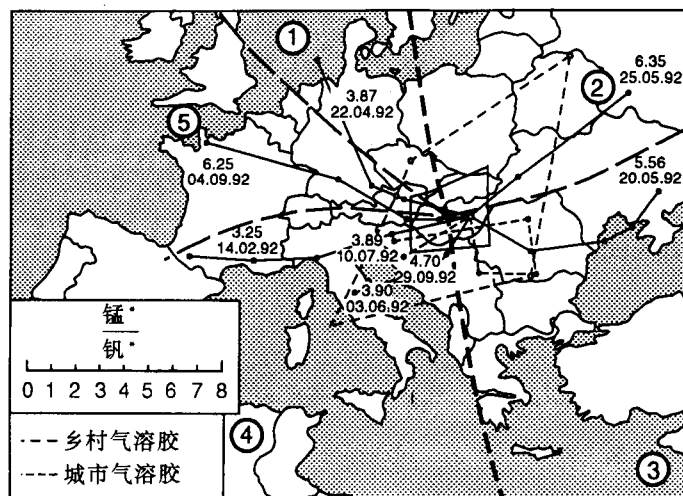
核及相关分析技术的应用。多种分析技术正应用于这些计划,但重点放在核及相关技术方面,即中子活化分析法(NAA)、能量色散 X-射线荧光分析法(ED-XRF),以及粒子诱导 X-射线发射分析法(PIXE)。这些技术具备的特点,使其非常适合(实际上,独一无二地)对过滤器上气载颗粒物进行非破坏性多元素分析。(见第 17 页方框。)所有其

IAEA 塞伯斯多夫实验室的贡献

机构的塞伯斯多夫实验室正在参加空气污染计划的一种方式,评价有关的程序,包括样品收集、制备、分析,以及数据处理程序。利用“根特”PM-10 取样器收集 APM 的取样点,设在维也纳市内的一个市区居民区和作为具有代表性乡村地区的塞伯斯多夫实验室场地。在这些场地既研究各种分析技术的适用性,又研究取样和制备步骤中的可能缺陷,并取得了有关相对小容量的取样器在发展中国家的适宜性的资料。由于在 CRP 中使用的取样器所收集的 APM 量小,因此需要高灵敏的分析方法。NAA 和 PIXE 等核分析技术,被证明特别适用于由此产生的样品的分析。塞伯斯多夫实验室采用的多技术分析方案不仅提供大量元素的分析结果,而且提供数种元素的分析结果。所提供的结果由两种不同技术分析得出,以便使所获得数据有更好的置信度。尽管收集到的样品数量有限,但仍然获得了维也纳地区以及塞伯斯多夫乡村 APM 中痕量元素组成的小“快照”。对于取自更加偏远地区(如乡村采样点)的样品,尤其强调“本底”(即“基体”或过滤器的痕量元素组成)表征的重要性,因为很多痕量元素的浓度等于或低于这种本底值。尽管在 APM 样品的收集和分析方面存在难题,但通过仔细的分析工作既可以获得许多有关 APM 中可吸入部分的痕量元素组成的信息,也可以获得有关 APM 来源(包括天然来源和人为来源)的信息。



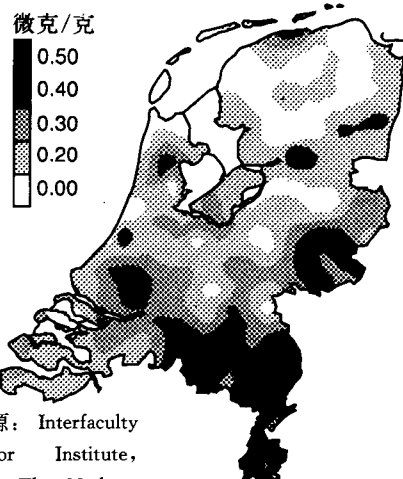
匈牙利德布勒森城市和乡村空气颗粒的风区分布图



尽管相当复杂,该图仍基本显示上所调查的空气污染的组份主要来自两个方向:独联体的顿涅茨克、莫斯科和乌拉尔地区;以及意大利北部和巴尔干西北部。此外,还可以识别一些特别的污染事件,并追溯其具体的来源和日期。

计算出的荷兰锌冶炼厂对镉空气污染的贡献

(根据地衣样品分析结果)



们的直接关注。但大多数元素要被研究,是因为可利用它们提供一种与众不同的使单个污染源能被找出的指纹。

污染源鉴别和分配。表征一些污染源,要看它们是由哪些不同比例的元素的不同混合物组成的。以下与6种细颗粒指纹源有关的元素的实例,引自IAEA研究计划的澳大利亚参加人员研究结果:

● 机动车: H、Na、Al、Si、S、Cl、Fe、Zn、Br、Pb、Elt. C (元素碳)

● 煤燃烧: H、Na、Al、Si、P、S、K、Ca、Fe、Elt. C

● 烟: H、Cl、K、Ca、Ti、Mn、Fe

● 土壤: Al、Si、K、Ca、Elt. C

● 海浪花: Na、S、Cl、K、Ca

● 工业: H、P、S、V、Cr、Cu、Pb Etl. C

如果在一组空气过滤器样品中测量到若干种成为上述每一种污染源特征的元素,便可利用统计技术估算来自这些源中每一种源的指纹贡献百分比。(见表。)这类信息对环境主管机构非常有用,因为它能使这些机构根据污染在不同类型污染源间的分配情况来了解这种污染来自何方。

另一种能够确定污染源的途径是,将有关空气过滤器样品中痕量元素含量的资料

澳大利亚新南威尔士一座城市的空气污染
(PM-2.5 颗粒)的分配

指纹	百分比指纹贡献		
	冬季月份 1994年7月	夏季月份 1994年12月	1994年 平均值
机动车	68±7	19±5	54±21
烟	18±7	—	8±12
土壤	—	2.7±0.9	5±4
海浪花	3.5±0.9	5.4±0.8	4±2
工业	11±2.6	73±7	35±21
总量	30±2 微克/米 ³	9.5±0.6 微克/米 ³	14±8 微克/米 ³

它具有竞争力的方法都要用较多时间溶解过滤器上的物质而且一般仅应用于分析一种或很少几种元素(ICP-MS是个例外,该技术也是一种核相关方法)。有些元素如铅(化学符号Pb),由于其对健康的影响而引起人

与气象学资料尤其是有关风向和近期气团运动(所谓的反向空气轨迹)的资料结合起来。(匈牙利实例,见上页图。)

生物监测。同类分析和统计技术不仅可以应用于空气过滤器样品,而且可以应用于其它类型的空气污染指示器。近年来,对使用各种类型的空气污染生物监测体即地衣、苔藓,甚至树皮的样品的兴趣显著增加。应用这类技术的“技巧”,在于选择从空气中、而不是从其生长的土壤或其它基质中获取大部分养分的生物监测体。

利用生物监测体的主要优点是:(1)样品可以几乎“无偿”地获取,因此没有必要装备昂贵的、需要电力以及经常检查和维护的空气过滤装置;(2)样品已“就位”在覆盖广大地区(甚至可能整个国家)的取样现场。

通过这种途径可以获取有关空气污染物地理分布的惊人地详细的资料,不仅可以获取有关具体污染物水平的资料,而且(用统计判别法)可以获取有关这一污染的诸个来源的资料。(荷兰实例,见上页图。)机构CRP的几个参加者也在探索这类技术的用途。IAEA为支持该领域的进一步工作已做好充分准备,最近在来自26个国家的42名研究人员的协助下,认证了一种合适的分析参比物质即地衣。

未来的重点领域

机构的关于空气污染的全球CRP将于1997年完成,亚太地区CRP将于1999年完成。这些CRP提供的信息,将构成关于许多发展中国家大城市的特定类型空气污染的水平和来源的独一无二的数据库。

由于那些正在被测量的颗粒被认为与人体健康直接相关,因此机构的数据库可用于探讨正在调查的城市和地区中空气污染与心血管疾病发病率之间的可能的关联。大多数国家在此之前尚未报道过此类数据。由于所有研究参加者采用的都是同类空气取样器和分析质量控制程序,因而从能够在不同城市和国家之间进行有意义的对比的角度看,预期研究结果将具有高的置信度。



美国正在讨论一些新的空气质量标准。人们预期这些标准将提供有关PM-10颗粒和PM-2.5颗粒的导则。IAEA的计划已在提供此类信息。

孟加拉国,参加IAEA支助的空气污染研究的国家之一。

在UNDP/RCA/IAEA关于利用同位素与辐射来加强技术并支持环境上可持续发展的联合项目框架内,机构这方面的部分工作正在亚太地区得到支持。机构为了在1997—1999年期间扩展这种工作,正在与UNDP进行讨论。如被核准,空气污染研究将继续是该项目的重要组成部分。

同样,在拉丁美洲,在ARCAL地区计划的框架内,可望能够促进核及相关技术在空气污染监测与研究方面的应用,并将重点放在生物监测体的应用上。

在整个这种工作中,核及相关技术已被证明有能力提供有关空气污染水平和来源的有价值信息。这类信息不仅本身直接有用,而且实际上是通过其它非破坏性的仪器分析方法不可能获得的。 □

铀采矿和水冶:环境恢复问题评估

IAEA 正在为解决中、东欧和新独立国家中的问题提供援助

Giorgio
Gnugnoli,
Michele Laraia
和
Peter Stegnar

随着中、东欧(CEE)政治上的改变和从前苏联分化出来的一些新独立国家(NIS)的出现,人们已对这些国家的环境状况有了相当多的了解。这些国家为完成基于定额的生产率目标,一直推行粗放的工业化并大量消耗该地区的自然资源。在许多地方,人们在这个过程中常常忽视环境保持和保护。

政治上的变化使一些放射性污染场所陆续公开。政治上的变化也创造了一些条件。在这些条件下,这些国家变得易于接受一些先前它们与之隔绝的国家提供的合作。

虽然对环境恢复的需要不限于 CEE 和 NIS 地区,但该地区与众不同的几个特点可能会带来额外的困难。例如,倘若发现一些铀生产设施需要采取某种形式的补救措施,CEE 和 NIS 生产中心的规模和位置会给恢复工作造成一些潜在麻烦。与那些在边远地区开发矿产的国家(如美国)或产生少量废物的国家不同,CEE 国家和 NIS 面临着因两个显而易见的原因造成的较大的后勤困难。首先,累积的放射性废物量非常大以致不能以一种合理的费用清除掉。其次,较安全的可替代处置场所不是没有就是不实用。

80 年代和 90 年代初期间,由于铀需求量的下降和总供应量的增加,许多较老的铀矿山被关闭。由此引起的低的铀价格和提供满足社会在环境保护和放射防护方面的更高的期望所需额外措施的费用,使许多低品位铀矿山的铀生产变得无利可图。此外,这

种经济上的考虑已使场地恢复的实施工作变得更加困难。

虽然这些矿山和水冶厂在铀需求和价格回升时有些可能重新运营,但许多将永远停产和需要退役/关闭。由于这种状况在较短期内逐渐形成,因此在 CEE 国家和 NIS 受污染地区的补救甚至是保护方面投入的资源并不多。

使放射性污染风险增加的因素有:

- 长久的运营时间,造成较大污染风险;
- 较高的矿石品位,可增大矿渣造成的辐射剂量率;
- 自然气候条件(如风雨),显著地增强放射性物质的分散和污染;和
- 国家资源有限,仅能对环境恢复作极为有限的资源投入。

遗憾的是,大多数 CEE 国家和 NIS 都受这些因素影响。本文简要介绍在这些国家规划和实施环境恢复项目方面存在的一些典型问题。

基本状况和问题

虽然对 CEE 和 NIS 地区的许多国家来说,某些政治的、经济的和基础设施的条件相同,但也存在若干大的差别。一般说来,可按基本环境恢复状况将这些国家分为三类:

- 铀工业发展有限、有少量采矿/水冶废物、几乎没有受污染场所的国家(例如波兰);
- 铀工业较发达、有几个铀矿山/水冶

Gnugnoli 先生和 Stegnar 先生是 IAEA 核安全司职员;Laraia 先生是核能司职员。



厂和资源受过适度冲击的国家(例如罗马尼亚);和

- 铀工业很发达、有许多铀矿山/水冶厂和资源受过严重冲击的国家(例如捷克共和国)。

在 CEE 和 NIS,与过去实践有关的典型问题有:氡的释放;地下水污染;污染迫近居民;缺少用于环境恢复的资源;处置地点/替代场所的可获得性;缺乏环境恢复方面的法规或监管基础设施;尾矿在建筑中的误用或移用;缺乏负责的运营者;以及废物存量上和散布广。

在有些情况下,地下水污染是如此严重以致主要的饮用水源受到放射学污染和化学污染的威胁。CEE 国家的另一典型情况是,铀生产场所邻近居民中心。这种邻近有时导致把某些废岩和尾矿料用于建筑目的。这样建成的构筑物是室内氡的恒定来源,氡是最重要的放射性危害之一。

上图:匈牙利佩奇铀采冶场地的“堆浸”矿石堆和废岩(来源:Mecsekore Mining, Hungary)右图:保加利亚布霍沃采冶场地附近亚纳村一条被污染的沟渠。



该地区环境恢复的具体问题

场地鉴定。对于环境恢复项目来说, CEE 国家放射性污染场地的定位和表征, 可能是最困难的问题。可用的资料非但不全而且多少有些可疑。环境恢复项目的一个先决条件必定是与特定放射性污染场地有关的资料来源的可获得性; 不然, 投入到这个过程的努力和资源都将是无结果的。

与政治变化有关的组织问题。在许多 CEE 国家和 NIS 中, 旧的监管框架正在被改变以反映新独立的或彻底改造过的政治体制。包括制定新的法律和法规在内的这样一些框架, 已在规划中或刚刚变成现实。在有些国家, 已有的法律将必然被修改以适应变化了的形势。由于这样一些变化在发生和新职责中一些模糊部分需要解决, 所以将会有一个过渡时期。这种状况可能使环境恢复方面的决策变得复杂。

环境恢复工作的资金筹措。世界银行和欧洲复兴开发银行等许多外部机构, 以及一些个别国家和欧洲联盟等国家集团, 正在对环境恢复提供支持。然而, 可能存在缺乏协调的情况而使这些项目之间发生重复, 导致可用资金得不到有效应用。此外, 这些国家财政资源的有效配置和分配也可能证明是困难的。

可用于管理补救计划所产生的废物和残留物的基础设施。为了有效地管理清理计划产生的残留物和废物, 各国需要有废物管理基础设施/设备来处理、贮存和安全地处置在环境恢复中产生的任何放射性废物。在许多 CEE 国家和 NIS, 以往是地区性地协调核燃料循环的各个环节。在大多数国家, 仅有部分这类基础设施保留下来。在没有可实际使用的放射性废物处置设施的条件下, 清理工作就可能受到限制。

CEE 国家和 NIS 间日益增大的差异。对于这些地区, 大型协调项目可能要比采取单个的国家计划更经济和有益。然而, 现在的趋向是, 这些国家将走不同的道路, 因为它们目前的经济和政治目标的性质并不一致。按照环境恢复中有效使用资源的总目标, 这

是没有好处的。地域接近、类似的政治体制和相同的废物类型, 客观上要求这些国家进行合作和采用类似的技术与经验。

公众态度。环境恢复项目的另一个问题, 是政府、科学界和公众对放射性废物问题的看法。由于这些地区近 50 年来一直普遍利用被放射性污染的物质和在管理这类物质时采用过时的办法, 直到现在公众几乎没有追索权, 只能认可放射性废物在他们周围的存在。在许多情况下, 公众甚至不知道这些物质是如此地靠近他们的住房。这种状况似乎正在改变, 因为这些国家的人民已逐渐认识到了与这种废物有关的危害。

受污染场地的解决办法

在许多方面, 处理采冶设施作业产生的污染和释放所用的战略, 类似于过去实践中所采用的战略。例如, 要表征侵蚀引起的场外污染, 并在可行的场合, 将污染物挖掘出来并送返原场地。某些实践和战略如果在作业期间实施, 就能大大减少设施关闭时的环境恢复工作量。

采冶的现行战略。现行的运作采用一些与整体隔离和掩埋战略并举的作法, 这提供了一种比较安全和比较有效的处置方法。这些废物管理实践包括: 用水和/或化学稳定剂喷洒矿堆和尾料滩; 在碎矿和拌矿场所使用集尘室; 在 U_3O_8 干燥和封装场所同时使用湿式除尘器和集尘室; 在采矿岩洞壁上涂浆; 向尾矿液体中添加中和剂和实施地下矿山通风。

尾矿场和废石堆。常规矿山和水冶厂的现行废物管理战略, 由掩埋、回填矿井和深/浅湖处置构成。这些类型的处置战略, 可通过如下的额外环境保护措施得到很大加强:

- 用土壤/岩石填充料回填矿井;
- 使用矿井隔墙;
- 化学中和;
- 使用液态废物池衬里;
- 采用分级沟槽处置系统;
- 泵送地下水; 和
- 采用漏流/渗流收集和处理系统。

非常规采矿作业。在许多情况下,由于矿产资源的性质特殊,不可能容易地或经济地采用常规的采矿和(或)水冶方法提炼。有些工业方法可用来提炼资源,而且不会带来与常规矿石加工有关的费用和其它负担。这类方法通常称做非常规采矿方法或水冶方法。与常规采冶方法对比,这类作业往往是在采掘矿石不经济或不可行的场合进行的较小规模作业。主要的非常规采冶方法有原地浸出(溶液采矿)、堆浸和副产品回收。如果这类较小规模的相对经济的设施得以适当地维持和运营,CEE 国家和 NIS 便可维持一定的 U_3O_8 生产水平,而不会有大的地表废水池带来的负担和危害。

一些 CEE 国家,如捷克共和国和保加利亚,一直采用原地开采和常规水冶并举的方法。匈牙利一直应用堆浸方法。副产品回收的原则是利用现有工业工艺,通过转换工艺物流(甚至是废物流)用作另外的提炼工艺。例如吉尔吉斯斯坦(卡拉巴尔特)的前铀采冶设施就将被转用金的回收。虽然堆浸和副产品回收是相当独立的和可控制的运营战略,但原地浸出却要求有更精心管理的作业顺序,以便获得成功而不污染可用蓄水层。

环境恢复的现行战略

过去的铀和钍采冶实践所污染的场地的恢复方法,非常类似于目前矿山和水冶厂关闭时通常所选择的恢复工作方法。通常恢复范围和程度是复杂的,因为这些设施造成的影响通常只是在许多年之后才变得明显。实际上,危害是比较隐伏的或长期的。恢复工作涉及下述的一个或多个方面:

一般土地工程。所涉及的典型移土设备有反向挖土机、推土机和铲土机。不过,由于被污染的土壤和岩石有放射性,还需要对人员和设备进行监测,以及对设备和工作区进行去污。

受污染材料的去污。在有些情况下,过去作业后的残留物在场外一直被用于建筑目的。这种做法的后果是造成这类放射性废

物在原本未受到如此污染的构筑物 and 陆地中的扩散。与核设施本身不同,在这些场外的房地产处,所能进行的恢复工作的程度是有限的。在这种情况下,可能需要更大的监管灵活性。例如,建设一条铁路线所利用的废岩可能需要就地处理,因为挖除和重建可能带来其他更具破坏性的后果。

水污染。地下水和地表水资源的恢复是一个更大的技术问题。由于恢复深部蓄水层需要很高的费用,人们不得不把更多地依赖自然恢复作为去污总战略的一部分。CEE 和 NIS 地区的一些国家面临着水体污染的问题。其余国家处在确定这种污染程度的调查阶段。

虽然完全依靠那些较昂贵的技术中的某些技术可能超出个别国家的资源的承受能力,但涉及自然恢复和有效水处理(如离子交换)的综合战略可能是值得探讨的。在许多情况下,这在源项终止时会给人们带来直接的好处。对未被覆盖的废岩堆和其它放射性物质,应尽可能快地加以隔离和稳定。雨水可与这类废物作用产生额外的污染问题(如来自废岩的酸性液体)。

任一恢复战略的重要一面是要利用部分恢复带来的好处;当(例如通过添加象碳酸钙一样简单的中和剂调节 pH)使蓄水层或水体恢复到一种较好的状态能使其自然属性得以复原时,自然恢复(或者说一种较简单的恢复方法)便可得到大大增强。

监测在环境恢复中的作用。为了充分表征环境恢复问题的程度和度量任一恢复战略的进展,有必要采用一种有效的、可靠的和成熟的监测方法。最后,为了证明是否已成功地完成了环境恢复,也需要使用这样一种监测方法。

IAEA 在铀采冶方面的计划

IAEA 在其废物管理计划方面主要有三种机制:

- 拟定文件以帮助各国实施本国的国家计划;
- 为技术信息交流提供论坛或场所;

● 促进在核材料和平应用方面对发展中国家的技术合作和援助。

IAEA 最近在该计划下着手开展了一些活动,下面介绍两个实例。

IAEA 的一项侧重于放射性废物标准(RADWASS)的计划包括发布铀采冶方面的指导性意见,其中含有一份有关设施和环境恢复的的安全标准。

IAEA 还支持了有关 CEE 环境恢复的地区技术合作项目。大部分工作集中在表征废物的类型和程度,以及规划进行清理的实施战略上。为了提供有关污染问题的第一手见解,1993—1994 年在一些 CEE 国家举行了一系列讨论会。在这些讨论会中,谈到了废物场地的表征、恢复规划的制定,以及恢复计划的实施和所需的技术。虽然所讨论的废物场地类型包括铀矿山和水冶厂,但该项目并不只限于采冶污染(例如把切尔诺贝利也包括在内)。一些有着放射性废物场地复原和补救经验的国家,也参与了这个项目。在可能的程度上,确定了那些负责各场地监测和清理的实体。如果不确定一个可依赖的或负责任的实体,那么任何恢复工作的开创、实施和完成都将是值得怀疑的。

这个技术合作项目现已进入 1995—

1996 年阶段,要开展的工作是,制定采冶污染场地恢复的工作计划。1996 年以后有关工作将移交国家一级,以便将重点放在这些类型设施的一些因场地而异的方面。IAEA 最近在 TECDOC-865 的文件中发表了这些讨论会的结果。

继续存在的艰巨任务

随着 CEE 国家和 NIS 逐步进入全球经济,它们面临着参与包括铀加工业在内的这个特殊工业部门中的竞争的艰巨任务。虽然这些国家中的有些国家仍拥有大量的天然铀矿藏,但他们仍需处理陈旧的废物管理实践遗留下来的问题,这已使他们背负了大量尾矿、废岩和其它工业废物存量的负担。

国际社会承认这种状况并已通过多种途径向这些国家提供了援助。IAEA 一直在其技术合作计划框架内参与援助活动。在此过程中,IAEA 正在使这种援助与国际上认可的准则和标准联系起来。这样做的目的是,确保铀采冶工业中的未来资源开发及有关过去遗留的污染场地的环境恢复工作,能以一种不致重复过去错误的方式进行。 □



乌兹别克斯坦乌奇库杜克的铀露天矿开采
(来源: C. Bergman, IAEA)

可持续发展与电力生产： 废物处置影响的比较

国际原子能机构和其他组织正在评估用于比较
能源链产生的废物及其处置的方法

Roger Seitz

废物处置可能引起的健康和环境影响，是人类社会可持续发展所面临的一个日益令人担忧的问题。许多工业部门(采矿/采石、农业、制造业、电力生产、医疗等)都产生对人类健康和环境有潜在危害的废物。如果管理得当，这种废物对人类健康和环境将产生极小的危害。

然而，对环境的种种担忧源于这样的事实，即由于世界人口的增长、工业化和城市化，所产生的废物量日益增加(并预计会继续增加)。因此，制定可持续发展战略的一项艰巨任务，将是提供为维持经济增长和改善生活质量所必需的服务，同时在潜在危害和数量方面限制产生的废物及其健康和环境影响。

因为可持续发展将给日益增长的世界人口带来更好的生活条件，所以将需要使用更多能源尤其是电力。在开发出一种能满足对电力日益增长的需求的合适替代能源之前，未来电力需求的绝大部分将必须由煤、天然气、石油和铀/钍等常规燃料来满足。因此，可持续发展战略必须包括对基于上述燃料的整个能源链产生的废物的考虑。

本文简单介绍 IAEA 的一个旨在比较不同电力生产系统产生的废物和处置方法，

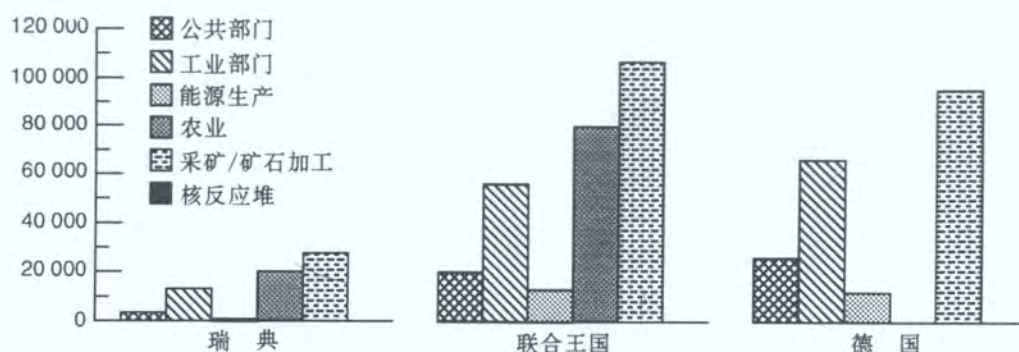
并审议用于评价和比较由于这种废物的处置造成的健康和环境影响的方法的项目初始阶段。重点是核动力在人类社会可持续发展战略中的作用。在这方面，本文强调与所有能源链和其他公共活动产生的总的废物量比较起来，核动力利用所产生的废物量是很少的。讨论电力生产能源链各个阶段产生的一些废物和它们各自的处置方法。(本文不涉及直接排放到空气和天然水体中的废气与废液。)本文重视对能源链所有阶段的考虑，由此获得有关通常被认为是“清洁”的电力生产系统产生的大量有长期潜在影响的废物方面的数据资料。本文还讨论多种非核废物中存在的放射性核素。

废物管理和可持续发展

经济合作与发展组织(OECD)估计，1990年其成员国产生的固体废物约为90亿吨。尽管近年来核工业和其他工业均实施了废物量最少化计划，但固体废物的总量仍继续增加。联合国环境规划署(UNEP)的评论认为，采矿/采石和农业(肥料、作物残余物等)部门产生的废物量最多。涵盖 OECD 国家的数据和来自联合国统计委员会与欧洲经济委员会(UNSC/ECE)的数据，都支持 UNEP 的基本结论。它们还认为，在有些国

Seitz 先生是 IAEA 辐射和废物安全处职员。本文全部参考资料可向作者索取。

三个国家的估计废物产生率



	瑞 典*	联合王国*	德 国**
公共部门	3 200	20 000	26 383
工业部门	13 000	56 000	67 203
能源生产	625	13 000	11 917
农业	21 000	80 000	未报道
采矿/矿石	28 000	107 000	96 667
核反应堆***	7.7	65	20

* 经济合作与发展组织(OECD)的估计值,《环境数据,1993年纲要》

** 联合国统计委员会和欧洲经济委员会的估计值,《欧洲和北美环境:带注解的统计数字,1992》。《能源经济问题》1993年1月/2月号“核电厂废物处置的国际比较”一文对核反应堆废物的估计值。未提供农业废物估计数字。

*** 引自1994年4月《IAEA废物管理概况》包括低中放废物在内的估计值(德国除外)。假定2吨相当于1立方米,将低中放废物数据从立方米换算成吨。高放废物不会改变这些数字。

注:上述数据应只用作大致的“数量级”指标。国家间的比较可能意义不大,因为它们对废物类型采用不同的定义和采用不同的计算方法。能源生产数据不包括采矿废物,报道的数据不包括其他国家在进口燃料的开采期间产生的废物。

家里,工业部门、公共部门和能源生产部门产生的固体废物占很大比例。(见图。)值得一提的是,核动力厂产生的放射性废物量只占所有能源生产产生的废物量的一小部分。

正在产生的废物数量的继续增加和对保护人类健康与环境的合适处置设施的需要,已导致一些联合国组织更多涉入废物管理问题。1992年6月在里约热内卢举行的联合国环境与发展大会(UNCED),除讨论许多其他环境问题外,还为讨论与废物管理有关的可持续发展战略提供了国际论坛。“21世纪议程”,即参加UNCED的各国政府一致同意的可持续发展行动计划,反映了世人

对废物问题关注的严重性。“21世纪议程”有三章专门针对废物管理,其他许多章中也提到废物管理问题。

通过UNCED和“21世纪议程”,联合国和世界各国政府要求全世界关注制定人类社会可持续发展的全面战略的必要性。“21世纪议程”包括若干声明,这些声明强调减少正在产生的废物量是任何这类战略的必不可少的部分。“21世纪议程”中还承认,无论为获得更清洁电力所付出努力的成就如何,废物总是社会发展的一种后果而且将继续产生,因此必须继续有能保护健康和环境的处置方案。现有的数据支持这样一种论

点,即通过核动力进行的电力生产所产生的废物量最少,这可能有助于使核动力成为更清洁电力生产和可持续发展的全面战略的有益贡献者。

IAEA 的项目和计划

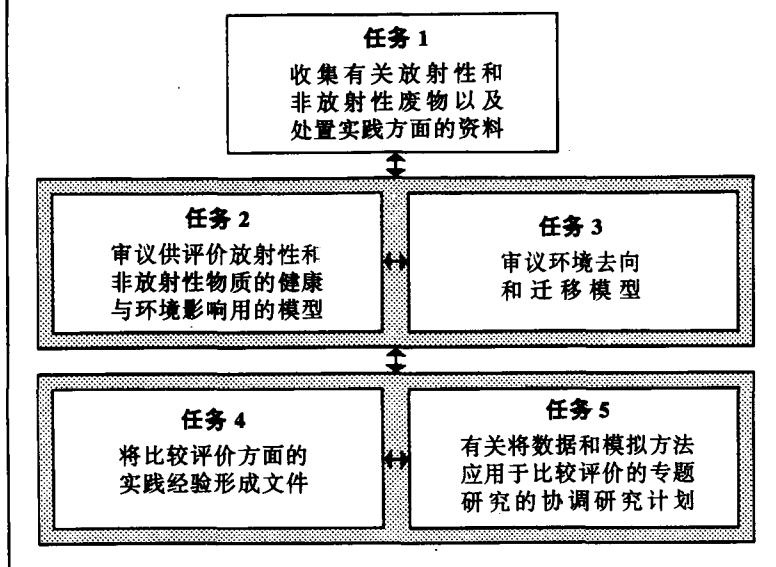
IAEA 正在实施一项比较性评价计划,目的是论证核动力在电力生产部门的更清洁电力生产和可持续发展的全面战略中的作用。此计划考虑健康和环境影响以及电力生产许多方面的费用,其中包括电力生产能源链的各个阶段正常运转费用和事故费用。IAEA 正在与其他一些国际组织合作实施的 DECADES 项目是该计划的重点。其目的是提高在能源规划和决策过程中把健康和环境问题纳入比较性评价不同能源链和战略中综合考虑的能力。该项目的重点是,开发可用来帮助这种决策的计算机手段(数据库、模拟软件等)。

IAEA 的这个全面计划的一部分(它的执行多少有点独立于 DECADES 项目)是本文的主题。1995 年,IAEA 开始实施一个项目,其重点是比较用于评价核电及其他电力生产系统产生的放射性与非放射性废物处置造成的健康和环境影响的方法。此项目的目的是:(1)收集、评估和向成员国分发与核动力和其他能源产生的放射性和非放射性废物处置有关的潜在健康与环境影响的数据和资料;和(2)评估与检验用来评价和比较核及其他能源系统产生的废物处置造成的潜在健康与环境影响的方法。

许多组织——联合国工业发展组织(UNIDO)、联合国教科文组织(UNESCO)、UNEP、UNEP 巴塞尔公约秘书处、世界卫生组织(WHO)、联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)和国际海事组织(IMO)——都通过积极参加会议、为报告提供素材或对报告进行审议、或简单地提供对该项目有用的信息资料,对该项目正式或非正式地作出过贡献。

该项目被规划成包括性质上重复和平

关于核动力和其他电力生产系统产生的废物的健康和环境影响的比较研究项目中的任务



行的 5 项任务。(见图。)第一项任务是,鉴定和比较电力生产系统和其他来源产生的废物的数量、一般特征及其处置方法。第二和第三项任务被分别规划成包括审议用于评价放射性和非放射性物质造成的环境和健康影响的方法,以及用于评价不同类型废物的环境去向和迁移的模型。这两项任务将提供能使与废物有关的健康和环境危害以定量方式得到评价和比较的资料。第四和第五项任务被规划成包括通过检验第二和第三项任务中关于评价核电和其他电力生产系统产生的废物的潜在健康和环境影响的方法取得的实践经验。在第五项任务中,这种经验被规划成要通过涉及一些不同国家的专家的协调研究计划所包括的专题研究来获得。

有关废物和处置方法的数据,可以用来补充作为 DECADES 项目一部分而开发的数据库。但是,由于各场地的废物、处置方法和环境条件各不相同,以及存在一些与模拟废物从处置设施中长期释放和迁移有关的独特问题,正在多少与更传统的大气和运行风险评价方法有些分开地审议本项目的

一些材料中的放射性核素含量

材料	放射性核素浓度(平均值或最高值)
钻管和采出水处理设备污垢和污泥	高达 5000 Bq/g(Ra-226) (平均 1 至数百 Bq/g)
天然气供应设备污泥	高达 100 Bq/g(Ra-226)
采出水蓄水池污泥	高达约 40 Bq/g
煤/褐煤	0.001—100 Bq/g(U)
泥炭	高达 50 Bq/g(U)
地热废物	约 5 Bq/g(Ra-226)
铀采矿废岩堆	约 1 Bq/g(Ra-226)
饮用水处理废物	污泥—约 1 Bq/g(Ra-226) 树脂—约 1,000 Bq/g(Ra-226)
磷肥	约 5 Bq/g(U-238)
磷酸盐岩处理废物	矿渣—约 1 Bq/g(Ra-226) 污垢—约 40 Bq/g(Ra-226)
矿石处理废物	约 1 Bq/g(Ra-226)

注：这些数值包括对最大值、几套具体数据的平均值或一般数值范围。在许多数值中，只给出与一种核素有关的放射性，尽管知道还存在有其他许多核素。因此，这些数据应用作这些材料中存在的放射水平的大致指标。

评价方法。这些任务的重点是，审议和检验用于评价和比较与不同能源链废物处置有关的短期与长期影响的独立的模拟方法，和提供关于不同情况下不同模拟方法的有效性的反馈。这种反馈将有助于成员国根据它们的具体情况选择和利用评价废物处置影响的方法。

不同类型固体废物的健康和环境影响的比较性评价结果，可能有若干潜在的应用。它们可被用作(1)各种能源系统的影响的整体比较的一部分；(2)废物管理政策决策的辅助手段(使决策者能够比较不同类型废物的影响和可供选择的管理/处置战略)；和(3)用于评估含放射性核素、非放射性有毒元素/化合物或二者兼有的废物的处置造成的潜在影响。

电力生产能源链产生的废物

人们利用各种不同的能源发电。通常，这些能源被划分为“常规”能源，包括煤、石油、天然气和铀/钍等燃料；或“可再生”能源，包括太阳辐射、风、地表水、生物燃料和地热等能源。尽管其中的有些能源(如太阳辐射、风和水等)，除维护和其他一般活动外，不一定会因运行产生废物，但仍产生与采矿和原材料加工及太阳能电池、风机和水坝等的建造与退役有关的长期有害废物。

为了鉴别与一种选定的电力生产系统有关的不同放射性和非放射性废物，方便的做法是把废物按照在能源链中的各个不同阶段进行分类。就本文来说，总能源链的定义是包括提取、燃料制备、电厂运行和退役等各阶段。注意，建造、维护、运输和处理过程产生的废物，按情理应在能源链的每一阶段加以处理。

由于公众的注意力集中在用常规燃料发电上，人们常常感到，与用常规燃料生产电力有关的大多数废物是电厂设施运行的结果(如各种灰渣、乏核燃料)。然而，正如前面已讨论过的那样，UNEP、OECD 和 UNSC/ECE 的数据表明，世界上两种最大的废物源之一是采矿工业。

这种情况也反映在电力生产部门。对于许多电力生产系统来说，在燃料(煤、天然气、石油和铀/钍)提取期间产生相对大量的废物。例如据 UNSC/ECE 报道，德国 80% 以上的采矿/矿石废物是由于煤矿开采产生的。同样，用于建筑材料(各种金属、混凝土等)、处理过程(如用于烟道气除硫或 PGD 的石灰石)、用作生物燃料的肥料以及如太阳能电池等专用部件制造的矿产的开采，都导致废物的产生。废物产生的量和毒性随提取方法、所需燃料/矿物的数量和资源的质量而异。

由于生产一定量的电力需要大量燃料，煤矿开采通常产生最大量的采矿废物。但是，铀/钍开采也能产生大量来自核能链的废物。同样，其他许多能源链也产生大量采

矿废物(如用来靠太阳辐射发电的光电池在其制作中需要大量的各种金属化合物;生产生物燃料用的肥料常常需用磷酸盐;和为了生产建造水坝、电厂、运输设备等所必需的材料,我们必须开采大量的原材料)。采矿工业的另一个大的废物源,是在开采期间从矿山泵出的地下水或矿山关闭后流经矿山的水。这种水可能含有各种各样的污染物,其中包括自然产生的放射性物质,通常缩写成 NORM(如钍、铀、镭),痕量金属(如铝、汞、铬、镉、铅、锌、砷等),各种盐以及硫。煤矿水还可能含有水平增高的碳氢化合物。

虽然人们常常把天然气视为“清洁”能源,但天然气和石油的勘探和钻孔是大的废物来源。从这些作业中产生的废物包括积蓄在管道内的放射性污垢、钻孔泥浆以及被泄出的石油和处理采出水污染的土壤。积蓄在管道内的污垢可能含有大量放射性核素(见第 30 页表),并需要作为放射性废物来处置。钻孔泥浆可能受到盐类、痕量金属(硒、砷、镁、铜、锌、铬、镍、铝和铁)以及石油和其他润滑剂的污染。石油和天然气的提取也伴有大量来自含天然气或石油建造的“采出水”(高达 300 万升/天)。这种采出水含有各种各样的污染物,其中包括 NORM(尤其是镭)、痕量金属、氨、盐类、脂肪族与芳香族石油碳氢化合物、酚和萘。采出水水池中的污泥,受到水中浓度增高的金属、有害物质和放射性核素的污染。钻孔作业也产生包括石棉、杀虫剂、聚氯联苯(PCB)和三氯乙烯在内的各种各样的有害废物。

总能源链中的第二阶段是燃料制备。燃料制备也是大的废物来源。对常规燃料来说,燃料制备包括洗涤原煤以除去杂质、提炼石油产品以及核动力方面的矿石加工和燃料生产。由采矿活动后产生的废物包括尾矿、水和受到与采矿废物(如痕量金属、盐类、金属和 NORM)类似的物质污染的固体。精炼厂产生废油与废水,受到 NORM、碳氢化合物、痕量金属、PCB 和其他污染物污染的各种污泥。为核动力厂制造燃料产生包括玷污有 NORM 和痕量金属的灰和污泥在内的废物。太阳电池(光电池)的制造可以看成

类似于为利用太阳能而制备燃料。太阳电池(光电池)的制造产生各种受砷、铜、镉、镓和锌化合物污染的有毒或有害废物。

能源链中的第三阶段涉及发电厂运行期间产生的废物。这些废物是公众最重视的,因为它们往往受到最大的关注。燃煤电厂产生大量的燃烧废物,包括因燃烧燃料产生的飞灰(气载燃烧产物)和底灰(较重的燃烧产物),以及由不同 FGD 工艺产生的石膏和污泥。这些废物受到 NORM 和痕量金属的污染。有点令人啼笑皆非的是,为减少化石燃料设施排放的温室气体而采用的烟道气除硫技术所产生的废物竟多于燃烧燃料产生的灰。人们正在大力推进飞灰和 FGD 废物的回用,大量这类废物正用于其他用途(如水泥添加剂、回填材料、建筑材料中的石膏和许多其他用途)。但是,即使回用,所产生的大量灰和 FGD 废物还是远远超过需求量(据估计,世界每年未被利用的这类废物超过 4.5 亿吨)。燃油电厂产生的灰量较少,但它是 FGD 废物的大的来源。而且,有些锅炉清洗和废水处理废物也含有害物质。

核动力厂运行产生的废物尤其是乏核燃料,可能是世界上研究得最多的废物。然而研究数据表明,核动力厂产生的废物量与整个电力生产系统产生的废物量相比是很少的。对核废物的主要担忧是,尽管其高放废物量极少,但其中的放射性水平较高。一些国家对乏燃料进行后处理,从而减少与必须处置的废物有关的长期危害。核动力厂运行也产生低中放废物。这类废物包括各种废料、管道和被较短半衰期放射性核素污染的废旧设备。

电厂关闭后的退役是总能源链中的最后阶段。对燃煤、燃油和燃天然气电厂来说,退役废物包括建筑碎石、来自电厂的旧设备和因运行产生的受污染的土壤。这些材料将被燃烧副产物和其他与电厂运行有关的物质污染。核电厂退役产生的废物不同于其他电厂产生的废物,因为反应堆堆芯或一回路冷却剂附近的材料可能由于主要的短寿命核素放射性水平升高而需要进行特殊处理。太阳电池、水坝和风机的退役,也将产生

必须加以管理的废物。尤其是大阳电池将含多种对人类健康产生潜在长期危害的有害化合物。

若干种废物,是作为能源链每个阶段中的建造、维护、运输和废物处理过程的结果而产生的。对所有能源链来说,一般的建造、维护和运输废物多半是有代表性的,但污染的数量、类型和程度却将因能源链而异。例如,对燃煤电厂来说,由于每天必须运送大量的燃料和最终产生的灰和废物,所以与运输有关的废物量是相当大的。据估计,为把一座典型的 1000 MWe 燃煤电厂产生的飞灰和 FGD 废物运送到处置场,每天将需要使用 50 辆 40 吨的卡车(如有可能,也可用火车或其他运输工具)。完整的寿命周期分析需要把生产卡车或火车用燃料产生的废物和与维修这些运输工具有关的废物考虑在内。在全面比较中还将需要考虑,用来处理许多这类废物的处理过程产生的二次废物的处置。

天然放射性物质

上面所讨论的许多废物,尤其是与提取、燃料制备和燃烧副产物有关的那些废物,都含有天然放射性物质(NORM)。NORM 包括碳-14、钾-40、铀-238、镭-226 和钍-232 等同位素。(见表。)含 NORM 废物的一个重要方面是,它包括若干长寿命放射性核素(如半衰期为 45 亿年的铀-238、半衰期为 140 亿年的钍及其包括镭在内的子体)。人们对 NORM 的担忧主要是由于与 NORM 有关的镭及其子体的放射性对人体健康有影响。

由于公众的注意力集中在核电厂产生的放射性废物上,其他能源链产生的废物中的放射性核素过去一直很少被注意。但是最近,在适用核废物法规越来越严的情况下,鉴于与含 NORM 废物中的放射性核素有关的长半衰期和潜在危害,监管部门不得不研究非核能链产生的废物中的放射性核素。

这一点可以用石油和天然气工业产生

的 NORM 废物的两个例子来说明。第一,现在常把沉淀在油、气井和生产管道内侧的污垢认为是一种放射性废物。值得注意的是,在某些情况下,已证明这类污垢含有的镭-226 的浓度已达到可在近地面设施中加以处置的低、中放废物中 α 浓度国际标准的上限。第二,对采自石油和天然气钻井现场油、气井中的大量采出水的研究表明,所调查的美国三个州的油、气井中,有 50% 至 78% 的井产出的采出水含有平均浓度超过 1.85 Bq/L (50 pCi/L) 的镭。其他数据表明,某些油、气井中采出水的平均镭浓度高达 111 Bq/L (3000 pCi/L)。比较而言,美国核设施排放的水的镭浓度限值约为 2.2 Bq/L (60 pCi/L)。尽管在某些情况下有必要考虑产业的特殊要求,但显然必须与对核电工业的要求进行比较。

电力生产产生的废物的处置方法

虽然“21 世纪议程”强调生产更清洁的电力,但在新的工艺技术可供利用之前可以预计,能源燃料链会产生大量废物。因此,将需要有合适的处置方法。能源燃料链的最终的健康和环境影响,在某种程度上将取决于所用的处置方法。目前对电力生产能源链产生的废物采用各种各样的处置方法。下面简要介绍这些方法。

在提取和燃料制备阶段,所产生的大量废物通常不需要任何坚固的工程处置技术。在某些情况下,把挖出的泥土和岩石(废石)回填到采矿掘出的岩洞内或散放在地表上。但是,在许多情况下,现在把采矿废石(废物)用专设掩盖物保护起来,以便使渗流水绕过有潜在危害的废物区。石油和天然气钻井产生的废物,通常注回原地层、置于钻井现场矿坑中,或散放在现场地表上。

煤和核能链产生的燃料制备废物,包括大量通常要在蓄水池(人造水池或氧化塘)内进行处置的液体废物。燃料制备产生的固体废物(如尾矿和蒸发残留物)常常用专设覆盖土盖起来,以便最大限度地减少渗流水

国际原子能机构
技术合作
实 况



1996年6月 第2卷,第2期

目 录

利用地下的火	1
开发撒哈拉地下宝贵的水资源	1
委内瑞拉首都用水的补给	2
同位素和水	5
简讯	7
干旱平原盼山泉	8

开发撒哈拉地下宝贵的水资源

北非是一个广阔的干旱地区,那里缺水严重影响了经济活动和数百万人的健康与幸福。在大多数北非国家,水是用手或各种样式的阿基米德螺旋泵从地下水源的浅水井中取上来的。随着人口的增长和需求的增加,这些浅水源已不能充分满足需要。

一个新的地下水源是由一些位于地下深处的含水岩石区域构成的一个复杂系统。水可用下述办法提取:钻出若干口深数百米的井眼,用泵把水抽到地面。但是世界各地的经验表明,这往往是一种冒险,而且甚至会产生相反的结果:花很多钱钻出的井变干涸;水中含有很多不受欢迎的盐;

利用地下的火

地处太平洋两岸所谓环太平洋火山带上的两个遥遥相对的国家——萨尔瓦多和菲律宾——都在坚持不懈地开发其地热资源以生产电力。处于这个广大的古火山活动环带中的国家,大多数都拥有地热储层——含有比沸水热若干倍的流体的沸腾着的火山口。这种干蒸汽和热水是驱动汽轮机和发电所需的高压的潜在来源。

地热能有许多优点,对要花匮乏的硬通货进口热电厂所需化石燃料的国家来说这些优点尤为明显。它可以使这些国家从一开始就削减进口清单。作为本地能源来源的地热,还能使国家有较大的能源独立性。现在,预先制造的标准组件式系统使人们更容易安装和启动新的地热发电厂。另一个优点是,地热发电厂能够一年到头运行,不象水电厂那样受干旱季节的影响,也不受燃料供应延迟的影响。适当管理的地热储层能无限期地加以利用。

而且大量抽取会引起地面下沉。对地下蓄水层系统的监控和可持续管理,需要做大量复杂的分析工作。



萨尔瓦多水电委员会(CEL)的技术员在从地热井中取样。(来源:J. Gerardo/IAEA)

在目前世人对气候变化和温室气体备受关注时期,地热发电的一个重要好处是,热能可以
(下转第3页)

1995年,IAEA技术合作司开始了一个4年期示范项目,其

(下转第4页)

委内瑞拉首都用水的补给

加拉加斯正面临着复杂的水危机。一方面该市严重缺水,另一方面它充斥着必须移走和排放掉的不需要的水。在某些天里,该市的每个区要暂停若干小时供水;在另一些天里,则全天停止供水。而且,拥挤的郊区连自来水都没有。即使是水管理局也不例外。每天,大众媒介宣布这一天将得到自来水供给的区甚至具

斜坡上。即使在最近几年委内瑞拉北方降水量很少致使水库水位开始下降之前,供水网也很难满足不断增加的水需求。

具有讽刺意味的是,埋在地下的混凝土管道把水从水库引向该市时发生大量漏失。而且,几年前附近的瓜伊尔河“渠道化”时,地下水的自然排水系统受阻。渗

的问题——借助同位素技术,精确地确定加拉加斯市地下蓄水层系统更深部分中的水的数量、流量和质量。主要目的是找到一些新的水源,以便至少解决现在260 000立方米/天水缺口的一部分。可能得到的一个副产物是,正在研究的那些深水提取方法也许能大大降低地下水的水位,从而能停止成本高的、浪费性的泵抽活动。

如果要使用这个蓄水层系统,至少是在旱季或当地供水有限的时候,必须确定若干个参数。这个系统中含有多少水?其排泄率和补给率各为多少?其流入量来自何处?该系统各个部分中的水的纯度如何?污染的过程和途径有哪些?常规的水文地质技术不能提供确定的答案。同位素作为示踪剂并与地球化学技术相结合,能以相当高的准确性和速度提供确切的答案。

到1995年年底,委内瑞拉水主管部门已完成了对这个蓄水层系统的“绘图”——把这个系统按两个子系统画成在水平方向上明确划分区域的垂直结构——还找出了该蓄水层系统的补给源,并描绘了补给源的特征。似乎是来自一些特定深度的水可以大大减少加拉加斯市饮用水缺口。这个蓄水层系统的另一些区域,可以提供足以满足灌溉、工业和其他方面需要的水。

这个项目正在传播对提取的地下水保持经常的质量控制所需的技术和知识。它将提供技术培



罐车向加拉加斯各缺水供水。(来源:H. F. Meyer/IAEA)

体医院和学校的名字。最近一则典型新闻报道中悲叹地说,“救助队正在向苏克雷区提供40罐车水(约100万升),该区已有20天未得到水了。”

座落在海拔约1000米的一条浅谷中的加拉加斯市,直到60年代初,一直是从浅地下水获得家用水供应的。为了向这座城市的不足一百万人口供经处理过的水,在50年代和60年代曾在附近较高的地方建造了一些收集雨水的水库。不过,自那以后,该市人口迅速增加,目前已达五百万人,而且居民区也延伸到盆地的

漏涨出的地下水无处可走只能向上流动,现在已经上升到如此接近地面的程度,以致地铁和其他建筑物的地基受到威胁。缺水的居民不能再使用这种地下水,因为它已经达到会被污水和其他污染物所污染的高度。所以,在这座缺水的城市的许多地方,水泵的声音证明人们在不停地抽取地下水,但这样做只是为了把抽出的水排到很远的地方去。

1994年年中以来,IAEA的一个技术合作项目一直在帮助当地人解决缺水问题中涉及地下水

以有益于环境保护的方式加以利用。电站的管理者必须确保地热发电厂所在的整个汇水区得到保护,因为这个汇水区是使地热储层保持活跃所需的淡水的唯一来源。所有被提取上来的水可以再注入到该储层,而不是排放到地面上。菲律宾不顾基本建设费用高而仍然选择地热,就是因为地热发电厂能将二氧化碳的预计排放量减少,例如减少到相当于燃煤发电厂的5%—10%。这种选择得到“全球环境机构”的支持,后者最近为帮助在菲律宾新建一座地热发电厂提供了3000万美元(其规章所规定的最大援助金额)。

开发地热能源的技术,人们已应用了近100年。世界第一座地热发电厂建在意大利的拉尔代雷洛,自1904年以来一直在发电。但是,地热能在全世界尚未得到充分利用。虽然已有18个国家利用地热能源,但所生产的电力只占各国总发电量的很小份额。世界上最大地热发电国美国,其地热生产的电力为220多万千瓦。另一些主要的地热发电国包括墨西哥(70多万千瓦)、意大利(50多万千瓦)和日本(20多万千瓦)。开发地热能源遇到的真正障碍是,实际上一直不可能确实弄清的那些为实现可持续的和环境上安全的管理所需的重要数据。这个地热储层中有多少蒸汽和热水?这个地热储层以多大的速率得到补给?补给的水来自何处?每口井的费用约为200万美元,钻井是地热能源开发中费用最高的部分;那么,在哪里下钻最好呢?

同位素水文学技术能够帮助人们很精确和很快地回答这些问题。用作示踪剂的放射性同位素

在地下深处也可被追踪到。稳定同位素能够揭示出入地热储层的水流的方向、路径和流量。这些有效的工具也能表明哪适于钻井和如何最好地把提取出来的水注回到地热储层中,以确保这个资源可持续地利用,以及环境不受废水的破坏。最近的一些IAEA技术合作项目通过传播应用同位素技术所需的知识和提供有关的设备,一直在帮助埃塞俄比亚、希腊、中国、危地马拉、印度尼西亚、墨西哥和尼加拉瓜发展开发地热资源的能力。

萨尔瓦多和菲律宾已在利用地热。IAEA正在对他们的活动给予支持,因为这两个国家在其国民经济发展计划中,对地热能开发作了重大承诺并将其放在高度优先的位置。

菲律宾已成为世界第二大地热发电国。虽然菲律宾的大部分电力仍然靠燃烧进口的油生产,但是地热发电的份额现在已达

24%(103.6万千瓦),并且仍在上升。预计在3年内,正在进行的地热田开发活动将增添68万千瓦地热发电能力。在世纪之交前后,正在勘探中的其他一些潜在地热田可能再提供250万千瓦以上地热发电能力,从而使菲律宾成为世界上最大的地热发电国。

萨尔瓦多也跻身于世界10大地热发电国之列,尽管其地热发电量仅占全国总发电量(90万千瓦)的14%。阿瓦查潘省的地热田自1975年以来一直在开采,现有32口井,发电5.8万千瓦。位于柏林的一个新地热田于1992年开始采热,现有10口井,发电0.5万千瓦。从1992年开始实施经济复兴计划以来,该国电力需求以每年平均9%的速率增长。靠进口的油和天然气生产的电量,约占全国总发电量的40%。水力发电量虽占全国总发电量的46%,但水电的进一步发展受到限制,因为唯一的大河已几乎完全得到开发利用。

国家的计划是,在今后5年内把地热发电量提高一倍。从美洲开发银行新近得到的2.15亿美元贷款中的至少1.8亿美元将用于地热源开发工作,即阿瓦查潘的15口新井和柏林的18口新井的开发以及别处的勘探活动。该国政府期望两年内把化石燃料进口量削减20%(每年节约3280万美元),并将逐渐进一步减少进口量。又将有大约225000个家庭用上电。总的来说,这个示范项目正在帮助该国提高其对远期地热勘探和发电有重要意义的同位素数据和地球化学数据的分析能力。这些增强了的能力,将使萨尔瓦多能够向该地区的其他国家提供分析服务。



来源:J. Gerardo/IAEA



齐心协力。撒哈拉地区浅水井旁常见的景象。(来源:Carnemark/世界银行)

目的是收集基本数据和向9个北非国家即阿尔及利亚、埃及、埃塞俄比亚、利比亚、马里、摩洛哥、尼日尔、塞内加尔和苏丹提供同位素技术,使这些国家能够更好地管理自己的地下水资源。有急迫问题要解决的埃及、埃塞俄比亚、摩洛哥和塞内加尔,加入了这个示范项目第一阶段(1995—1996年)的活动。另外5个国家将参加于1997年开始的第二阶段活动。

●埃及现在使用的水,几乎全部取自尼罗河。尼罗河流域人口已经过多,因此该示范项目着眼于“开拓”撒哈拉周围的边缘地区。在埃及西北部的基纳省和埃斯纳省已经有了一些小村落。那个浅的尼罗河蓄水层能够满足约50 000公顷土地和200万人的需要吗?

●埃塞俄比亚容易发生长期干旱的莫亚莱地区(约45 000平方千米)有300万居民,并且是非

洲最大的牛集中地之一。这个地区下面的蓄水层能够确保人和牛得到稳定的水供应吗?

●在摩洛哥西南部阿特拉斯山脉的南部,有50万人靠来自几条短暂河流的供水,在塔菲拉勒特平原和盖勒米姆平原,冒着毫无收成的风险耕种着15 000公顷土地。周围的蓄水层能否向他们提供充足的、质量好的水呢?

●在非洲大陆西部边远地区,塞内加尔首都达喀尔(人口:200万)的用水70%是靠从海滨地区蓄水层抽取来供应的。该首都水的日需求量为250 000立方米。在干旱期,估计水缺口每日高达100 000立方米。在不引起咸水侵入的限度内,这些蓄水层还能提供多少水呢?

这些正是这个示范项目第1阶段正在通过对当地水的同位素组成的现场研究和分析要解决的主要问题。

对水文学有特殊意义的3种同位素是氘(H-2)、氚(H-3)和氧-18(O-18)。因为这3种同位素比另外两种同位素(分别是H-1和O-16)重,从海洋蒸发产生而形成雨云的水蒸汽比海水含的H-2、H-3和O-18同位素要少。当雨云降雨时,这3种同位素多数首先从雨云中被去除;而保持在云中等待以后成为落雨的湿气中含有较少的这3种同位素。因此,在同位素组成上,海滨雨不同于内陆雨,也不同于山地雨。

当雨水以不同方式、深度和速度回归海洋时,H-2/H-1和O-18/O-16同位素比率将发生另外一些变化(主要取决于温度)。在这个过程中,水会获得与不同环境紧密相关的标志性同位素“指纹”,于是分析水的样品便能揭示其“年龄”、起源和怎样到达取样地点的。同位素水文学技术测定其他一些基本同位素(即氮、碳、氮、硫和氯)的同位素比率,从而帮助各种研究工作。

在埃及取得的一些初步成果看来是令人鼓舞的。业已查清,尼罗河浅蓄水层正在得到邻近较深处巨大的努比亚砂岩蓄水层的补给。正在进行的研究期望能确定补给速率和补给量。努比亚砂岩蓄水层含有自大约6000年前上一个多雨期以来一直未受到有效补给的“古地下水”的事实,是人

(下转第6页)

同位素和水管理

我们称地球为兰色行星。从空间拍摄的照片显示出一种特有景象,在可见的宇宙中其他任何地方都见不到的这种景象。水是地球上一切生命的基础。地球表面的三分之二是水。专家们算得,这些水的体积近 15 亿立方千米。但是,只有约 2% 是淡水,而且几乎所有的淡水都封锁在冰河、冰冠和深地下水储层中。估计只有约 2000 立方千米的淡水可容易地利用,来满足人的需求。这虽然一直足够维持地球上的生命之用,但据粮食与农业组织(FAO)估计,全球对水的需求量每 21 年翻一番。由于工业、农业和家庭的污染威胁着有限的供水,水正在变成愈来愈宝贵的资源。

最近的历史表明,一些国家之间在化石燃料资源的占有权和使用权方面曾发生冲突。这种冲突在将来也可能因水短缺而发生,因为世界上许多国家都缺少容易得到的或丰富的水资源来满足其需求。IAEA 在其技术合作活动中愈来愈重视帮助各国(和支持地区合作)利用同位素水文学方法调查和管理水资源。同位素技术向负责管理自然资源的人提供了一种重要的分析工具。机构已经在维也纳建立了一个专门的同位素水文学实验室,用以支持各国在自然资源管理方面的开发活动。通常,技术合作项目通过提供培训、专家咨询和设备来传授经验和知识,从而改善当地基



来源: Carnemark/世界银行

础设施和建立利用示踪同位素研究水资源的能力。

本期《技术合作实况》的内容是关于如何利用同位素技术,有效地和可持续地管理水的开发和保护。对于自然科学的许多领域内的研究工作来说,同位素是极其有用的工具。大多数元素是由不同的同位素构成的。一种元素的不同同位素,其化学性质几乎完全一样,但它们的原子量不同。我们生活中必不可少的水分子主要是由氢-1 和氧-16 这两种同位素构成的。但是,除了这两种含量“丰富”的同位素之外,还有浓度较低而且可变化的“稀少”同位素(氢-2 和氧-18)。借助这两种稀少的同位素,可进行广泛的水文学研究。

同位素水文学已经发展成为一个多学科领域。在地热能开发中,同位素技术有助于人们确定高热流区和各种

流体的起源。钻到 3 千米深度的深井,等于为地热储层装上龙头,以便引出蒸汽运往发电厂。在地下水的污水污染调查研究中,可用硼同位素追踪污染物、测定污染物浓度和确定污染途径。大气中二氧化碳(CO_2)和甲烷(CH_4)浓度的迅速增高,也许在导致作为“温室效应”一种结果的全球变暖。通过碳同位素的亚原子分析,确定大气中温室气体的变化,从而阐明这种复杂的环境现象,在这方面业已证明同位素技术是一种有效的工具。水的同位素组成能够提供有关过去气候变化的情况,使专家们能够监测和比较全球变暖现象,以及评估几万年前的气候变化。人们还正利用同位素技术帮助解释里海海面上升之类的环境现象。《技术合作实况》下一期将介绍,这些有关的同位素技术在帮助自然资源的环境管理方面的应用。

在过去的 10 年中,IAEA 已经支持了约 160 个技术合作项目,用于技术和知识传授方面的费用累计达 1880 万美元,帮助 63 个国家建立了同位素水文学应用方面的国家基础设施。550 余名学者接受了同位素水文学方面的培训,结果形成了本地开展同位素调查研究和分析工作为自然资源管理服务的专业队伍。本期《技术合作实况》介绍几个将为提高世界不同地区人们的生活质量作出显著贡献的项目。

们深信不疑的。这个蓄水层覆盖数千平方千米的地区,是世界上最大的已知蓄水层。抽取这个蓄水层中的地下水用于这个地区的土地垦殖,不大可能把其中的蓄水用尽。期望这项研究,将确定可以从尼罗河蓄水层抽取多少水,和以什么样的速率抽取水而不产生不希望有的后果。

对摩洛哥来说,这一消息使人忧喜参半。同位素数据已经推翻了早先常规水文学的结论:塔菲拉勒特地区北部的蓄水层正得到补给。同位素数据表明,该蓄水层中的水是古地下水,轻率的开发会把它采干。但是一些同位素分析表明,塔菲拉勒特平原南部和盖勒米姆平原的另外两个蓄水系统已得到最近降雨的补给。5月,为了定量测定地下水的补给和排泄以及可能受到的污染,在塔菲拉勒特盆地(雨水通过这个盆地渗入塔菲拉勒特平原南部蓄水层)南部的不饱和区开始进行若干项同位素研究工作。

在塞内加尔,主管部门希望与技术合作项目相关的活动,将使人们能够抽取足以弥补现有缺口的70%的地下水。这个技术合作项目的重点是:确定在不发生海水侵入蓄水层的威胁的前提下可以提取多少地下水,和为谨慎管理这些资源开发所需的工具。塞内加尔已掌握了在不饱和区调查中使用同位素的技能。这种技能将有助于在摩洛哥开展的调查活动。

埃塞俄比亚莫亚莱地区的研究工作,正在确定蓄水层的补给特性,很可能还将确定蓄水层



来自阿尔及利亚、摩洛哥和塞内加尔的项目学员在达喀尔半岛一农村井旁进行水的现场化学分析。(来源:K. Froelich/IAEA)

滤 入地下的雨水,通常要回到其所来自的海洋。有些雨水被植物摄取,最后散发到大气中。有些雨水进入湖泊,最后蒸发掉。有些雨水进入河流,并很快回到海洋。其余的雨水在地面以下不同深度处慢慢流动。大面积的这种一小股一小股缓慢流动的雨水使许多岩石层充满水。这些充满水的“饱和区”也被称为蓄水层,通常能很快受到新降雨的补给从而保持饱和状态。根据补给速率的不同,可用从浅井到深钻孔的不同方法从“饱和区”中持续地提取水。某些很深的储水层,也许是在数千年以前的史前大降雨期间储积起水的。这些得不到新雨水补给的“古地下水”虽然也向海洋渗透,但渗透速度如此之慢以致于也许要数百万年之后这些“古地下水”才枯竭。同时,它们正在“老化”,并且人们可借助碳-14之类天然发生的放射性同位素确定它们的“年龄”以判断所述蓄水层是不是有限资源。

的补给率。这项基本评估结果对良好的水资源管理是极其重要的,并且不可能用其他方法取得。根据这个项目,用地球物理方法调查了14个钻井场地,并且到目前为止已钻出6口新井。只有在水资源得到良好管理的情况下,发现新的水源才有价值。建立良好的管理办法是这个示范项目的中心任务。

为此,1996年年初从塞内加尔研讨会和摩洛哥讲习班开始,

作为管理工具的计算机模型的开发工作便拉开了序幕。今年年底以前,将完成进一步的培训和以项目取得的成果为基础的软件开发工作。

这种计算机软件模仿美国地质调查局(USGS)的软件和澳大利亚联邦科学和工业研究组织(CSIRO)的软件。一些曾参与USGS和CSIRO软件开发工作的专家,一直帮助指导该项目工作和提供必要的培训服务。

海水淡化进展

由于地球表面的三分之二是体积达 14 亿多立方千米的海水,因此,如果一种经济的海水淡化方法能被论证,则许多缺水居民便会有大量潜在的淡水可以利用。这是机构 1994 年开始的一项可行性研究的工作设想。通过该项研究,已为采用小型和中型核反应堆作为运行其海水淡化厂生产低成本饮用水的可能动力源的北非国家,选定了多种方案。

摩洛哥参加了可行性研究阶段的工作。该国将在 IAEA 和中国的援助下,承担一个示范工厂的项目前联合研究。该工厂将利用中国提供的 10 兆瓦反应堆,每日生产 8000 立方米淡水。参与该项研究的其它一些国家有阿尔及利亚、埃及(也在研究项目设计)、利比亚、沙特阿拉伯和突尼斯。阿根廷、加拿大、约旦、大韩民国、利比亚、美国和阿拉伯原子能机构为该项研究提供了 670 000 美元的财政支持。机构将在 1997 年与联合国工业发展组织、世界卫生组织、世界气象组织和欧洲联盟合作,举行一次有关海水淡化的国际专题讨论会。

圆桌会议掀起马里的昆虫不育技术运动

牲畜的发展在非洲许多地区,受到分布广泛的采采蝇的限制。这种采采蝇能够传染一种被称为家畜锥虫病的嗜睡病(见《牛杀手遇到了对手》,《技术合作实

锥虫病是对马里牲畜越来越严重的威胁。(来源:P. Fouchard/IAEA)

况》,1996 年 3 月)。在巴马科城区周围,牲畜的感染率高达 45%,这促使了马里政府与其发展伙伴举行圆桌会议,讨论如何协调采采蝇和锥虫病管理一体化方案下开展的活动。法国、德国和美国的援助机构对会上介绍的这一地区有关牲畜的发展项目提供了资助。

1996 年 5 月 27—31 日的圆桌会议,讨论了开始进行涉及地方社区的旨在显著减少近 2000 平方千米的地区内的采采蝇虫口的全地区常规灭蝇活动(使用捕集器、网屏和化学处理等手段)的可能性。这是有可能使用昆虫不育技术干预的先决条件。马里政府同意通过社会经济研究,提出有关采采蝇和锥虫病问题的程度的文件。根据这些有希望的讨论结果,机构正在为涉及用标记的不育雄蝇进行的释放和再捕获研究的边界绘图和采采蝇范围确定,进行技术可行性规划。



委内瑞拉首都用水的补给(上接第 2 页)

训;特别是用于水质控制的实验室设备;和帮助精心设计一个数学模型,以便预测水流方式和水位变化,使蓄水层能被可持续地和安全地利用。

这项工作的第一个重大成果是,水主管部门首都水管理局做出建造一些新井的决定。新井的位置和设计是以 IAEA 项目产生的资料为依据的。已经钻出 15 口井,且另有 50 口井将于今年钻成。估计这些井将能够每日提供 112 000 立方米的水,或者约占目前缺水量的 46% 的水。

该城市打算长期继续这项钻井计划,以保证要害设施,例如医院和消防站在紧急情况下将获得水。10 所医院已在配备这种井。

干旱平原盼山泉

位于南美洲太平洋海岸线的阿塔卡马是世界上最早旱的地区,其年降雨量只有1厘米。而与阿塔卡马北部紧挨着的秘鲁境内的一块7500平方千米的海岸平原,虽然也常年无雨,但几个世纪来,却一直支撑着在从安第斯山脉流向太平洋的仅有的两条长流不息的河流两岸的村落和农业。

称为莫克瓜和塔克纳的两个早期村落已扩展为两座城市。它们相距约80千米,离海岸线15—20千米。在这部分海岸平原上,现在居住着约200 000人口,他们主要靠附近的铜矿和小型工业维持生活。该地区最北部的伊洛港由于一项条约使它成为邻国玻利维亚的唯一出海口而已发展成为一座城市。起自拉巴斯的繁忙公路贯穿莫克瓜省。

这些居民点不断增长的水需求量,已经超过两条河流的供水能力。该省的水管理部门,现正急切地寻找增加供水的途径,以便至少满足饮用和家庭用水。他们正寄希望于高原:此高原是一块广阔的小区域(面积有几百公顷,高出海平面3400—4000米,地处秘鲁和玻利维亚境内的安第斯山峰的东部山脉和西部山脉之间),有300—400毫米的年降雨量。这虽然不算多,但一些地质学家一直认为此处应有大到足以满足平原需要的蓄水层。

这个高原的水文学从未被研究过。1995年,IAEA技术合作司开始了一个两年期项目,旨在向该地区提供有关该高原的完整水文学评价和把水输送到海岸地



阿塔卡马严重缺水影响到每个人。

(来源:C. Fjeld/IAEA)

区的方法。迄今,同位素分析的结论是各式各样的。大部分蓄水层规模小,处于被不渗透的阻挡层分隔开来的夹层中,而且大部分只靠附近降雨补给。该处的水文学是极其复杂的。

已经发现,蒸发和蒸散(主要来自植被)是很高的。丛生草类和其它天然植物根扎得不深,所以,如果因为提取的缘故使近地表的水位大大下降的话,将严重影响植物的生命和造成对野生小羊驼、驯服的美洲驼、南美的羊驼和其它动物的浩劫。这还将危害居住在分散村落中以种植已适应苛刻环境要求的作物为生的当地居民的生活与传统。

另一方面,某些蓄水层系统似乎是有希望的,而且根据现有的一些研究成果,已经在钻井。该研究正采用氦和碳-14同位素,来探索高原蓄水层的复杂性,并为开发供精确的水资源管理所用的水流模型提供重要数据。可以利用干河床和向常年河流供水的沟渠,把高原的水输送到干旱的海岸平原。

多年来,机构一直在帮助发展它的对应方即秘鲁核能研究所(IPEN)的基础设施和研究能力。该所已在塔克纳建立了一个分析实验室。通过这个项目,提供了一台原子吸收光谱仪和测井设备以及专家服务和培训。该省的水管理部门和IPEN现在必须制订和实施处理几个具体问题所需的计划。例如,天然输水路线途经一些高海拔地热泉,泉中的沸水很咸,且含有对植物和人有毒的高浓度硼和砷。

可能的解决办法包括:修建约50千米的水渠;建造一座用热水发电、并把水再循环到地热储层的电站;以及建造一座昂贵的水处理工厂去除污水。今年结束的该项目,预计将提供有助于评价这些方案的数据,并把高原的水象山中甘泉一样送到干旱的海岸平原。

《技术合作实况》是由Maximedia为IAEA印制的。所载文章可免费复制。详细资料可与IAEA技术合作司计划协调科(P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria;电话: +43 1 2060 26005;传真: +43 1 2060 29633;电子邮件: foucharp @ tcpol.iaea.or.at)联系。

进入这些废物和限制气体从这种废物中释放出来。炼油厂产生的废物常常用土地耕种来处置或在坑孔里处置。炼油厂或太阳能光电池制造产生的有害废物通常要送到被许可的设施里处置。典型的有害废物处置设施,包括一个与沥滤液收集系统连接的有衬里的地沟和一个专设土盖,以限制水与废物接触。与燃料制造有关的其他废物通常要处置在浅埋坑里,而在有某些核废物的场合要处置在专设地沟里,或混凝土拱顶地下室里。

燃煤和燃油电厂产生的飞灰和FGD废物等运行废物,一般处置在水池、浅埋坑、开采岩洞里或地表废物堆里。水蒸发和排放后,残留在处置水池底部的污泥通常用土壤覆盖。燃煤、燃石油和燃天然气电厂的锅炉冲洗废物必须作为有害废物加以处理,这种废物需要在被许可的设施内处置。核电厂产生的低、中放废物常常被处置在专设地沟、混凝土拱顶地下室或开采岩洞里。这种废物在处置前通常要进行包装。包括乏燃料在内的高放废物,被计划处置在深地质建造中或以可回取方式贮存起来。

未来的方向

“21世纪议程”,即世界各国政府在NUCED上一致同意的可持续发展行动计划,已把更清洁的电力生产(即需要减少目前不断产生的废物量)确定为人类社会可持续发展战略的一个主要因素。可持续发展必不可少的电力生产是废物的一个来源,因此必须减少其产生的废物量。为了评价核动力在更清洁电力生产和可持续发展的全面战略中的作用,IAEA开始实施一项题为“能源系统产生的固体废物对健康和环境影响的比较研究”的项目。

该项目的第一项任务的重点是确定电力生产能源链产生的废物的数量和类型及其有关的处置方法。该项目其次的任务,包括审议和检验可用来比较与废物处置有关的潜在健康和环境影响的方法,例如可用来比较这些废物中的一些放射性和非放射性组份在环境中的释放及随后的迁移对健康和环境的潜在影响的方法。这些审议活动,将包括对有关已进行的其他比较性评价研究的讨论。比较放射性核素和非放射性有毒元素/化合物的健康与环境影响的方法,以及模拟这些污染物在地下和地面环境中的去向与迁移的方法,将是与废物处置有关的比较性评价中的关键部分。

本文概述了迄今所获得的与该项目第一项任务有关的资料中的一些资料。在这方面,已对核动力和其他能源链产生的废物的性质与废物量提出一种看法。资料表明,核动力产生的废物量既占产生的总废物量的一小部分,也只占电力生产所产生的废物的一小部分。这个事实支持核动力在更清洁电力生产和人类社会可持续发展战略方面的潜在有利的作用。

本文也强调了研究电力生产能源链中所有阶段的重要性。对能源链中每个阶段的详细审议表明,即使被认为是“清洁”的能源链,如太阳能(产生有害金属化合物)和天然气(产生放射性的和有害的钻孔与管道废物),都会导致具有潜在长期健康和环境影响的废物产生。此外,有些能源生产链产生的大量废物(如飞灰和烟道气除硫废物)都带来了一些处置问题。

此项目今后的工作重点将集中在更准确地确定和量化目前对能源燃料链有典型意义的废物与处置实践;审议和检验现有的可用于模拟这些废物中污染物去向和迁移的方法;以及计算有关的健康和环境影响。

□

为科学和技术服务的核数据： 支持发展的中心

关于 IAEA 的核数据中心及其服务和发展中国家对此全球网的贡献的最新报道

Hans Lemmel

用中子活化法作地质样品的矿物分析,是现代核物理应用的一个范例。在这种分析中,先用中子照射所研究的样品,然后按 γ 射线强度和能量分析所产生的 γ 射线谱,以测定该样品的核组成及其矿物含量。这种不仅在工业化国家使用,而且在发展中国家也日益得到使用的方法,需要全面的核数据文档:样品所含各种元素的中子活化截面、核半衰期,以及研究中被活化的核素的放射性衰变数据。

放射治疗是能够说明核数据应用重要性的另一个实例。在某些情况下,治疗一种癌症可用不同种类的核辐射:重离子、有电离能力的带电粒子、电子、光子或中子。为选择最合适的辐射并评估其对肿瘤的效应和对周围健康组织的不良作用,要依据包括电离和散射截面在内的各种数据库用计算机进行计算。

所有 IAEA 成员国的科学家,都可通过机构的核数据服务使用这样一些数据文档。所需的数据文档连同有关这些数据的格式和来源的文献,都可在磁带或计算机软盘上获得。最近,人们已可经由互联网或环球网,通过核数据信息系统(NDIS)对世界上的这些大数据文件库进行联机访问。此外,可供科学家使用的还有若干种核数据手册。在电

子服务迅速发展的今天,许多用户使用这些手册依然感到方便。

IAEA 核数据科经营的一个中心维持着成员国核与辐射技术界所需的、世界最全的一套核和原子数据文件库。本文回顾这些服务和发展中国家在这个全球数据网中所起的独特作用。

能源和非能源应用

尽管核数据现在越来越为所有类型的核技术所需要,但是当初对这种全面数据文档的需要来自依赖各种各样核数据的核动力研究与发展。(见第 35 页方框。)这些数据的大部分也是非能源应用所需要的。因此,这些基础数据文件库是“通用”文件库,并未打算用于专门应用。(见第 36 页方框。)这些数据文件库都相当大;每个文件库的典型规模约为 100 兆字节。它们是以国际上商定的一些格式来提供的。已有多种数据处理计算机程序,可以用来处理这些格式。

此外,也已建立了供专门应用的大量“专用”核数据文件库。它们包括专门供核测量标准化、探测器校准和中子剂量学以及许多其他方面使用的标准参考数据的文件库。这些数据文件库使用不同的格式且规模较小,因此非常适合在个人计算机上使用。还有一些核数据手册,不仅含有核数据表和曲线图,而且有供专门应用的有关测量技术

Lemmel 先生是 IAEA 物理和化学处核数据科高级职员。

的详细说明。(见第 36 页方框。)

核数据文档除供核动力应用外,还用于大学教育、核物理研究、国家中心或研究机构、研究与发展、材料中子活化分析、工业过程、剂量学与探测器校准、医用同位素生产,和放射治疗中的各种应用。

核数据测量

尽管人们以粗略的核数据知识开发了第一批核动力堆,但人们很快认识到要提高动力堆的效率、经济性和安全性不仅应详细和准确地了解所有重要的核数据,而且还应仔细分析这些数据的不确定性及其后果。更准确的核数据使人能够预测反应堆在非正常运行工况下的行为,从而提高反应堆的安全性。它们还可以提高运行的经济性,例如可提供比较准确的辐射损伤截面,使人能够更可靠地预测反应堆压力容器的寿命。因此,核计量学中核数据的准确性即使有很小的增加,也能使世界动力堆运行费用节省许多百万美元。

因此,曾主要在美国、西欧、前苏联和日本实施一项全面的核数据测量计划。该计划从 50 年代开始,在 70 年代和 80 年代初达到实施高峰期。该计划目前仍在继续,尽管是在较低水平上进行。该计划还包括由较先进发展中国家提供的各种测量。

核数据评价

第一批核数据测量结果有相当大的不确定性,同一量的不同测量结果间常有差异。为改变这种状况曾付出很大努力。它们包括开发新的方法、测量设施、辐射探测器和电子分析器,以及制备同位素纯样品,直至能以使准确核技术成为可能所需的高精度测定核数据。

核数据评价作为新学科逐渐发展起来。评价人员的工作是从现有实验数据开始,用有关实验未覆盖的能区和数据类型的理论估计值补充这些数据,并将产生的建议数据引入专门应用所需计算机程序所要求的文

核数据种类实例

核结构和衰变数据

- 同位素质量;核能级及其性质
- 放射性核素和同质异能素的半衰期
- γ 射线和发射粒子的能量和强度

核反应数据

- 中子、光子、质子和包括重离子在内的其他带电粒子诱发的核反应截面
- 导致活化、辐射损伤、放射性同位素生产、裂变、散裂、转变等的反应
- γ 射线和次级粒子的产额和能量
- 核裂变:裂变中子和裂变产物的产额、相关能量释放等。

原子数据

- 电子的相互作用
- 聚变等离子体相互作用
- 医疗辐照中的原子过程

档格式中。

由这些努力产生的核数据文件库能够带来巨大效益。工业化国家和发展中国家间核数据文档的自由交换,标志着成功的技术传授达到了新的高度。

发展中国家的贡献

发展中国家在核数据的开发中起了什么作用呢?在 1970—1990 年期间,世界范围内共进行了约 44 000 次中子反应数据的测量,其中 4000 次(或 9%)是在 32 个发展中国家做的。为改善该领域技术传授情况,增强发展中国家在许多应用中利用核技术的能力,IAEA 曾在 80 年代实施一项有关核数据技术和仪器仪表的跨地区技术合作项目。随后,一些发展中国家参与了机构的旨在建立并改进供专门应用的核数据库的协调研究计划。这些库包括 14-MeV 中子活化截面、核医疗应用数据、裂变堆中的锕系元素核数据,以及供聚变反应堆设计用的核和原

核数据文件库

(首字母缩写,组织者,内容)

大型综合文件库

- EXPOR;国际核数据中心网;含实验核反应数据
- ENSDF;美国和国际网;含放射性核素的核结构数据和辐射数据
- 采用统一的“ENDF”格式的含评价过的反应数据的文件库:ENDF/B-6,美国;JEF-2,OECD的核能机构;JENDL-3.2,日本;BROND-2,俄罗斯联邦;CENDL-2,中国
- FENDL;IAEA和国际网;含聚变堆设计和其他场合使用的核数据

专用文件库

- N. D. 标准;IAEA国际核数据委员会;核测量标准
- XG 标准;IAEA协调研究计划; γ 射线和X射线探测器校准
- IRDF;IAEA与其他中心合作;国际反应堆剂量学文档,箔活化中子剂量学
- IDGAM;日本-巴西;根据放射性核素的 γ 射线鉴别放射性核素
- ALADDIN;IAEA和数据中心网;核聚变用原子和分子碰撞数据
- SGNucDat;IAEA核数据科;核保障核数据
- GANAAS;IAEA物理科;中子活化分析
- CENPL;中国;各种评价过的核参数
- MENDL-2;俄罗斯联邦;核转变

核数据中心网

- 国家核数据中心,美国布鲁克黑文;为美国和加拿大服务
- 经济合作与发展组织(OECD)核能机构(NEA)数据库,法国巴黎;为欧洲的OECD国家和日本服务
- IAEA核数据科,奥地利维也纳;主要为发展中国家和协调全球网服务
- 俄罗斯核数据中心,俄罗斯奥布宁斯克和莫斯科;为从前苏联分化出来的国家服务

核数据中心网除这些核心中心外,还包括日本、中国和匈牙利的国家核数据中心。其他一些国家虽提供合作但未正式参与该网。

核数据手册

- 用于放射治疗和辐射研究的原子和分子数据(IAEA TECDOC-799,1995年发行)
- 有关微中子数据的文献和计算机文档索引(CINDA,每年出版)
- 国际聚变原子和分子数据通报(IBMAD-49,每年出版两次)
- 核活化数据手册(IAEA技术报告丛书 No. 273,1987年发行,1995年再版)
- 超铀核素衰变数据(IAEA技术报告丛书 No. 261,1986年发行,1995年再版)
- 探测器校准用X射线和 γ 射线标准(IAEA TECDOC-619,1991年发行,1994年再版)
- 测井和矿物分析用核数据手册(IAEA技术报告丛书 No. 357,1993年发行)

子数据。

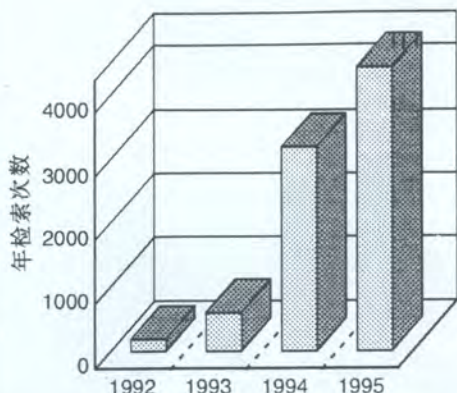
目前各国情况不尽相同。一些发展中国家——例如,阿根廷、孟加拉国、巴西、埃及、以色列、摩洛哥、巴基斯坦、泰国、土耳其、越南和许多东欧国家过去有而且现在仍有核数据测量计划。一些国家(例如,阿尔及利亚、马来西亚、墨西哥、缅甸、沙特阿拉伯等)间或报道过核数据测量结果。印度在70年

代实施过强有力的核数据计划,目前已明显减少这些活动。中国在1980年前后开始实施强有力的核数据计划,并且现在继续给予有力支持。

一个有趣的例子是大韩民国:尽管该国有核动力计划,但过去该国几乎没有进行过核数据测量。不过近几年,人们已认识到,在能源和工业领域大量应用核技术的国家要

核数据信息系统 (NDIS)

目前 41 个国家使用的核数据
联机服务的发展情况



按地理地区计的核数据服务, 1990—1995 年

地区	邮 件 服 务		联 机 服 务	
	国家数	请求次数 的百分比	国家数	请求次数 的百分比
OECD 国家	22	24%	17	36%
前苏联	6	7%	2	17%
东欧	9	18%	8	40%
亚洲, 澳大利亚	15	24%	6	1%
非洲和近东	26	13%	2	3%
拉丁美洲	15	14%	6	3%
	93	100%	41	100%

有包括数据测量在内的适当的核物理基础设施。因此,预期大韩民国不久将大大加强核数据方面的活动。

就核动力应用来说,为把核数据文件库加工成计算机程序所需要的特殊格式(“多组数据”)需要付出格外的努力。发展中国家中参与这种由 IAEA 协调并以培训班支助的活动的,主要有阿尔及利亚、印度、印度尼西亚、大韩民国和斯洛文尼亚。

另外一个合作项目涉及国际核结构和衰变数据的数据库维护。中国、科威特和俄罗斯同经济合作与发展组织(OECD)的 7 个国家一道,参与了由 IAEA 和美国国家核数据中心指导的项目。

工业化国家的核数据需求

在核数据领域中,工业化国家目前处于过渡阶段。在解决了对热动力堆和快中子动力堆的主要核数据需求后,许多测量设施已经关闭。与此同时,许多有经验的核物理学家已经退休。人们突然意识到,可能缺少年轻的核物理学家,而且如果不保存核数据测量技术的专门知识,能否继续使用核能可能成为问题。法国、美国、日本、俄罗斯和 OECD 核能机构(NEA)的若干专家的研究

报告,都表示过这种担心。此外,1995 年 IAEA 召集的一组一流专家认为,机构的核数据计划对所有成员国都仍然重要,是需要给予高度优先考虑的。

目前,工业化国家的活动主要集中在聚变堆开发所需的核数据上和研究动力堆中产生的有害锕系元素转变所需的高能核数据上。这种研究需要使用发展中国家不具备的昂贵设施。

除这种先进的核数据研究外,改进供裂变动力堆用的核数据的工作也在继续。在国际核数据委员会支持下,数据中心为动力堆和核材料保障中的专门应用需提高准确性的核数据,汇编了一份清单。这份清单包括 290 种需最优先考虑的数据和 430 种需次优先考虑的数据。汇编这份清单意在作为科学家和行政官员规划核研究计划时的一个指南。最近 NEA 也提出一份类似的“最优先”考虑的核数据的清单。在核数据中心网中,NEA 在核数据评价合作动力中起领导作用。

国际协调

50 年代,核数据测量的数量已经很大,以致在美国的布鲁克黑文国家实验室建立

包括保健在内的许多领域需要核数据。

(来源: H. F. Meyer/IAEA)



了国家核数据中心。1964年,在NEA、IAEA和俄罗斯奥布宁斯克又建3个中心。这4个中心是由IAEA协调的核数据中心网的核心。(见第36页方框。)它们提供核数据生产者和用户之间的必不可少的联系。大量数据的收集、汇编和评价以及把它们制成用户所需要的格式,只能通过得到很好协调的国际努力来进行。该方案能够避免工作重复,并最大限度发挥合作中心和各国的专家的作用。

这一网络的成就一直令人佩服。通过中心之间的系统性交换,任何成员国的科学家都有机会获得所有核数据信息,无论数据是在哪个国家生产的。此外,这些数据(至少是主要种类的核数据)是以世界上统一的格式提供的,以便在使用来自美国、欧洲、俄罗斯、中国或日本的已评价过的数据文件库时,可以应用同一套数据处理计算机程序。

在数据网中,IAEA核数据科工作重点是为发展中国家服务,而对工业化国家主要是借助它们的国家数据中心或NEA数据库提供服务。IAEA核数据中心的产品除从合作中心接收的对所有成员国免费提供的数据库外,主要来自协调研究计划和非正式合

作机制。IAEA核和原子数据应用计划的先后次序,由国际核数据委员会决定。该委员会是一个常设咨询机构,成员来自巴西、中国、匈牙利、印度、俄罗斯和8个OECD国家。

对服务的请求

在过去几年,机构的核数据中心每年收到来自93个成员国科学家的大约800次请求。每年要运送约300个磁带和软盘存贮的数据文件,100个有关的数据处理计算机程序和2000份印刷材料复印件。除这些传统的请求服务外,1995年通过互联网上联机的核数据信息系统提供4000多次电子检索服务。(见第37页图表。)

今后,预期联机服务的需求将快速增长。为进一步拓宽和改进这些服务,IAEA核数据科将做出重大努力。请求的次数表明,目前使用联机服务的主要是欧洲国家的科学家。这种对核数据的电子访问将成为传统的邮件运送的补充。眼下对许多发展中国家来说,传统的邮件运送依旧是接收他们支持其核科技发展所需信息的主渠道。 □

发展的伙伴:专家援助在马来西亚

根据 IAEA 技术合作项目进行的专家派遣已帮助

马来西亚提高了自身的专门知识水平

Ainul Hayati
Daud

总的发展和趋势

1980—1995 年期间,马来西亚共接受 392 次专家派遣。来自 48 个国家的 273 名被派遣专家,向核科学技术各领域的 20 多个研究单位提供了服务。

活动领域。核科学技术涵盖的主题范围广泛,涉及多种专门知识。过去若干年里,马来西亚将重点放在 3 个主要领域:各种核技术在农业中的应用;它们在工业和水文学中的应用;以及核和辐射安全。

在过去 15 年期间,与核技术在农业中的应用有关的专家派遣有 108 次,涉及 75 位专家;在工业和水文学领域(包括工业开发,其中重点是无损检验、辐照技术、水文学和示踪剂研究)的派遣有 69 次,涉及 48 位专家;辐射防护领域的核安全相关活动方面的专家派遣有 46 次,涉及 33 位专家。

专家来源国。这些年来派遣到马来西亚的 273 名专家来自 48 个国家,其中有近 2/3 的专家来自工业化国家。西欧是派遣专家来源的首要地区,提供 89 位专家,完成 133 次派遣任务(占 34%);其次是北美,提供 75 位专家,完成 101 次派遣任务(占 26%);再次是亚太地区,提供 65 位专家,完成 91 次派遣任务(占 23%)。

在各个国家中,主要的专家提供国是美国(占 21%)、联合王国(占 9%)、德国(占 7%)、加拿大(占 5%)、奥地利(占 4%)、澳

马来西亚自 1969 年成为 IAEA 成员国以来,一直积极地参与技术合作计划(TC)。在最近 15 年中,该国已经实施了 60 多个项目。机构以设备、专家服务和进修金培训等形式提供的援助价值近 900 万美元。

尽管提供设备和培训也已起到重要作用,但过去若干年里的专家服务证明是特别有价值的。1989 年以来,就得到的 TC 服务而论,马来西亚已较少依赖设备提供。实施 TC 支助项目所需的基础设施和基础结构的开发,一直主要由马来西亚政府提供资金。因此,马来西亚一直请求 IAEA 提供更多的培训和专家服务援助,并从那里得到了这些援助。

马来西亚认为专家派遣会给若干方面带来机会。这些专家使这个国家能够获得具体技术方面的技术建议和指导;分享和采纳新思想和新技术;以及加强与国际核科技界的战略联系。专家始终被当作核科学技术和平开发中的朋友、顾问和伙伴。

本文回顾 1980—1995 年期间马来西亚在 TC 计划名下接受的专家派遣情况,并提供有关派遣和专家服务类型、接受专家的研究单位和派遣期限的资料。本文还回顾马来西亚有关专家派遣的请求和实施过程,以及该国有关的目标和计划。

Daud 先生是马来西亚核技术研究所(MINT)对外关系室主任兼 MINT 的 IAEA/TC 联络员。

大利亚(占4%)、日本(占4%)和法国(占3%)。在发展中国家,印度(占4%)、波兰(占2%)和匈牙利(占2%)在提供的专家人数方面居前列。与此同时,马来西亚的科学家也已为在本国的项目的实施作出贡献,完成18次派遣任务(占5%)。这些科学家被聘为TC计划专家和培训班教员,或项目拟订和研究协调会议的参与者。

接受专家的单位。1980年以来,已有20多个单位和政府和私营机构中数百个人直接或间接从IAEA专家服务中获益。受益者包括研究院所、监管部门、电力公司、大学及研究委员会(由有关研究单位的科学家组成的多学科和综合项目研究小组)。

过去15年期间,马来西亚20个单位接受392次专家派遣。其中,研究院所接受的稍过半(202次)。其次是研究委员会和大学,分别为80次(占20%)和37次(占9%)。负责实施和推广核科学技术在马来西亚应用的马来西亚核技术研究所(MINT)接受的专家派遣次数最多,有161次(占41%),涉及112位专家。

任务期限。专家派遣的期限差别很大,取决于派遣的活动和性质、所要求的技能类型和马来西亚拥有的技能的现状。大部分(近61%)派遣期限为2—5个星期;大约1/5的派遣期限为一个星期左右;6%的派遣期限不满一周。马来西亚所接受的较长的(从几个月到一年出头)专家派遣,主要针对与长期实验和野外工作有关的项目活动,如产品配制、核原材料的勘探和开采、肥料摄取的监测和昆虫饲养。不满一周的派遣通常针对项目前实地调查出访、项目制订会议、培训班上授课和参加协调研究会议。

近几年,派遣任务的平均期限已从5周左右降至3周。同时,派遣的次数却增加一倍。这表明该国依靠本国技能自力更生的程度日益增加,要求外部专家只是为了进行较短期的更专门的工作任务。

还值得一提的是,来自如澳大利亚(47天)和波兰(56天)等国的专家执行的派遣任务的时间较长,尽管完成派遣任务的专家人数一直较少。这表明,来自这些国家的专家

愿意执行长期派遣任务。另一方面,对专家服务的主要提供国如美国、联合王国、德国和加拿大来说,专家派遣期限一般在2—4周内,尽管他们所完成的派遣次数通常高于来自其它国家的次数。这意味着,来自这些国家的专家主要愿意执行专门性活动方面的短期派遣任务。

当比较对每个研究单位的派遣次数和期限时,可以观察到一些明显的趋势。马来西亚霹雳地质勘查所(GSMP)的情况是,该所虽然仅接受12次专家派遣,但每一派遣的期限均为73天;马来西亚沙捞越地质勘查所(GSMS)的情况与此相似。这是因为原材料勘探和开采领域的一些项目,主要涉及一些需要更大范围专家服务的野外踏勘、数据采集和分析等活动。

马来西亚核技术研究所的作用

在马来西亚的TC计划,行政上由MINT政策、规划和对外关系处通过其对外关系办公室进行管理。专家服务请求书须提交该处审查后,由马来西亚驻维也纳的科学参赞转交IAEA技术合作司以便征聘专家。审查着眼于所提出的请求对该项目实施的重要性和适宜性。审查内容包括拟议的派遣日期和期限、专家的任务以及这一请求的背景(正当理由)。专家实际征聘工作由IAEA专家科完成。

对外关系办公室收到IAEA寄来的合适专家履历表,立刻通知在马来西亚的该项目联络官,并请求批准,然后向IAEA建议出访日期。接着办理必要事项:如政府许可证、签证(如需要的话)、预订住宿、交通和派遣计划。在这一阶段,鼓励项目联络官直接与专家联系,以讨论出访任务的技术细节和工作安排。安排情况随时通报IAEA。

对外关系办公室收到确认书和专家旅行路线,立刻通知项目联络官并使一切安排就绪。专家一到,即向其提供交通等方面的帮助和有关马来西亚的资料以便于他们执行在马来西亚的派遣任务。

1980—1995 年马来西亚接受 IAEA 专家派遣的 研究单位、大学和组织

- 原子能许可证委员会(AELB)
- 吉隆坡总医院(GHKL)
- 马来西亚霹雳地质勘查所(GSMP)
- 马来西亚沙撈越地质勘查所(GSMS)
- 医学研究所(IMR)
- 国家能源公司(TNB)
- 马来西亚农业研究与发展研究所(MARDI)
- 马来西亚核技术研究所(MINT)
- 马来西亚橡胶研究所(RRIM)

- 马来西亚工业标准研究院(SIRIM)
- 研究委员会,包括海洋研究委员会(RCM)、突变育种研究委员会(RCMB)、昆虫不育技术研究委员会(RCSIT)、土壤科学研究委员会(RCSS)和组织移植研究委员会(RCTG)
- 马来西亚国民大学(UKM)
- 马来西亚大学(UM)
- 马来西亚农业大学(UPM)
- 马来西亚理科大学(USM)

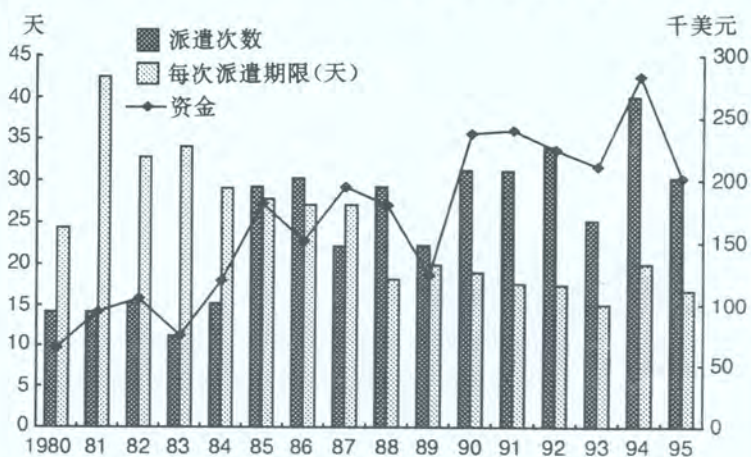
派遣任务结束时,对外关系办公室将收到一份详细报告。报告中包括一些需要由接受派遣专家的单位和主办项目官员进行评价的建议。对该报告要进行讨论并在必要的地方作出说明,然后向 IAEA 提交一份经修改的报告的复印件。项目官员要注意这些建议,并采取相应的行动。对外关系办公室继续监督这些建议的实施情况。此外,还要保存有关该派遣任务进行和实施的档案材料、记录和报告。

将来的任务和方向

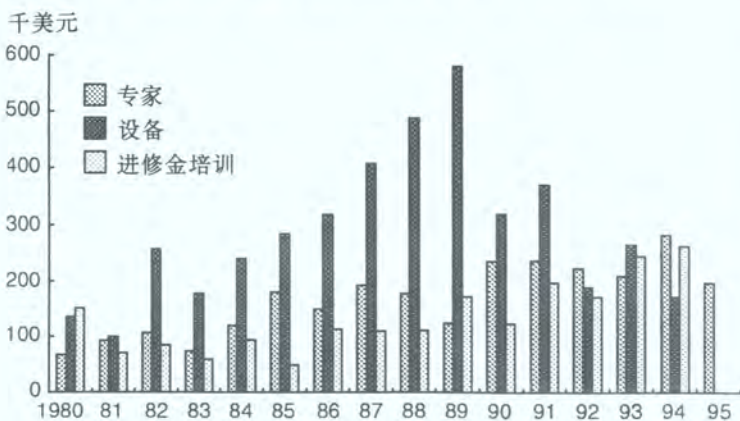
随着核和相关技术在马来西亚的应用越来越广,马来西亚的专门知识正在达到一定的水平。专门知识在向项目管理、无损检验、辐射防护、能源研究、放射免疫测定法、农业、生物组织移植和组织库、辐照加工技术、水文学、示踪剂和密封源技术等领域延伸。

目前,马来西亚正准备参加 IAEA 的专家服务计划,以援助其它国家开发核和相关技术。同时,马来西亚预期自身将需要更多的来自 TC 计划的专家援助。这与该国推广核技术应用相一致。然而,正如过去的趋势所表明的那样,专家派遣应是短期的,针对重点突出和被特别指明需要的。□

1980—1995 年马来西亚接受的专家派遣



1980—1995 年马来西亚
在 IAEA 技术合作计划名下获得的援助



IAEA 理事会会议

IAEA 理事会拟在其 1996 年 6 月的会议上,审议从机构技术合作活动计划和预算到加强核保障体系的有效性和提高其效率的措施(即通过所谓“93+2”发展计划而采取的措施)的若干议题。

IAEA 总干事汉斯·布利克斯在 6 月 10 日向理事会所作的介绍性说明中,谈到了与这些和其它项目有关的问题。

1997 年的计划和预算。布利克斯博士提到理事会行政和预算委员会已于 1996 年 5 月发表过认为理事会在就 1997 年预算达成一致意见方面“似乎存在坚实基础”的看法,然后概述了秘书处根据该委员会的意见而采取的措施。该委员会曾要求秘书处修改其在 1997 年预算中提出的一些建议(秘书处建议增加 190 万美元,相当于实际增长 0.9%)并设法进一步节约行政和支助性费用。

技术援助和合作。总干事援引坦桑尼亚、哥斯达黎加和其它国家的实例,说现在指导技术合作活动的示范项目的概念,“正在成功地证明核技术可为社会和经济作出重要的贡献”。同时他说,要继续审查技术合作的管理情况,以达到更高的效率和有效性。他还指出,尽管对技术合作基金的捐款水平仍低于 80 年代达到过的水平,但情况已经好转,他迫切希望目前的势头保持下去。

关于其它有关技术传播的项目,布利克斯博士谈到了与核能海水淡化技术可行性研究的准备工作和与同位素水文学的应用(包括在非洲和中东的涉及 13 个严重缺水国家的两个地区技术合作项目)有关的活动。

核保障。在回顾迄今有关强化 IAEA 核保障体系的建议方面所取得的进展时,

布利克斯博士指出,包括核保障专家、律师和外交官在内的政府代表间就所建议的需要补充法律授权的措施直接进行详细讨论的时机已经到来。在这方面,他说,已建议作出安排,可能通过成立一个理事会委员会来审查、修正已起草的议定书草案并使其定稿。布利克斯博士说:“在过去几年里,理事会一直在维持产生这些建议的稳定的势头。这种势头应保持下去。……更好的核查和更大的透明度的最终目标和将带来的利益是实现(局部、区域和全球范围内)国家间的更高程度的信任和促进和平核技术、设备和材料的转让。”

在其它方面,布利克斯博士还报告了核保障在朝鲜民主主义人民共和国(DPRK)的实施情况。在那里,IAEA 正维持检查员的继续存在。他说,现在预计 IAEA 与 DPRK 之间的下一轮技术谈判于六月晚些时候进行,机构已提出在这些会谈中应着重讨论紧急实施一些旨在保存重要资料的措施的必要性,没有这些资料,机构将失去将来能够核实 DPRK 初始申报单的正确性和完整性的可能性。这些会谈还应涉及有关在该国实施核保障的若干问题,包括在后处理厂的核废物容器处安装机构监视设备及监视 US-DPRK 商定的框架中所规定的冻结情况。

核安全。布利克斯博士报告说《核安全公约》即将生效,并且机构已为其执行采取了若干重要的准备步骤,包括与成员国代表一起拟定与《公约》的同行评审过程有关的程序和细则。他说,《放射性废物管理安全公约》草案已取得很大进展,可望于今年底或明年初拟就。

六月理事会会议结果,将于下期《国际原子能机构通报》报道。

国际切尔诺贝利大会在维也纳闭幕

今年4月在维也纳召开的一次国际大会总结了可归因于10年前发生在乌克兰的切尔诺贝利事故的主要社会、健康及环境后果的科学认识。核能、辐射安全和保健领域的800多名科学家和政府官员参加了此次由IAEA、欧洲委员会(EC)和世界卫生组织(WHO)共同发起的会议。与会者包括受此事故影响最严重的三个国家——白俄罗斯、俄罗斯联邦和乌克兰——的高级政府代表和70多个其它国家和政府间组织的代表。会议从过去10年中前苏联各国所发生的重要变化的角度,认真审议了切尔诺贝利事故影响评估中涉及的许多科学、医学、环境、社会和政治问题。

德国环境部长兼此次大会主席 Angela Merkel 说:“这起事故的实际影响有社会和经济两方面,而这两个方面可能比辐射照射本身要重要得多。”

尽管这次会议(4月8—12日)不指望在涉及的所有问题上取得科学共识,但其成果可使人正确认识切尔诺贝利事故的后果,并用作未来工作和合作决策的事实依据。

这次会议成果总结涵盖若干重要问题,包括与下列诸方面有关的问题:

最初伤亡人数。1986年4月26日的爆炸和放射性核素最初的释放,使28人死于严重的辐射疾病,3人死于其它原因。这些死亡发生在该机组工作人员、消防人员和最初对事故作出反应的应急工作人员(清理人员)中,包括134名被诊断出的严重辐射综合症患者。从那时起,在过去的10年中,又有14名患者死亡;这些死亡只有一部分可能是辐射照射所致。

甲状腺癌发病率。在白俄罗斯、乌克兰和俄罗斯的一些地区,特别是在儿童中,报道的甲状腺癌病例显著增加。通常把这些

病例归因于在1986年事故的初期与放射性碘的接触。到1995年年底,据报道共有约800名(其中白俄罗斯占400名)15岁以下的儿童接受过治疗。截至1996年4月,3名儿童已死于甲状腺癌。在今后几十年里,1986年出生的一代儿童中甲状腺癌发病率很可能增加;由于剂量估计值有很大的不确定性,病例数难以预测,应对这个群体进行终生密切监测,因为早期诊断的大多数病例能被成功治疗。

长期辐射健康效应。除甲状腺癌发病率增加外,一些报导说在生活在污染严重地区的某些人口和清理人员中特殊癌症的发病率也有所增加。但这些报导并不一致,或许需要进一步调查。利用预测模型,估计今后85年内居住在污染区和严格控制区的710万居民中因事故引发致命癌症的约为6600人,而自然死亡的癌症患者数为87万。预测由于辐射诱发的白血病造成的死亡是极少的。在污染区和严格控制区的710万居民中,预计由于白血病导致额外死亡的人数为470人。把这些病例与25000名自然发病死亡人数区分开来是不可能的。在1986—1987年工作过的20万清理人员中,预计的总死亡人数约为200人,而由于白血病导致的自然死亡人数为800人。

其它与健康有关的因素。受照人群健康状况许多变化不是由于辐射照射引起的。该区域的人口口的一些明显的健康失调和症状,如焦虑、抑郁及各种心理障碍是由精神压力所致。这种症状很普遍,可能是这次事故最主要的影响。这种心理影响不可能与苏联解体的影响完全分开,因此任何预测都应考虑这三个国家的经济、社会和政治状况。

环境后果。没有观测到切尔诺贝利事

故对各种群体或各种生态系统造成非常明显的长期影响。在特殊地区可以采取有效的对策,以便大大减少食品中的放射性铯含量。总的来看,集体农场生产的食品没有超过既定的国际辐射水平,尽管私营农场主生产的一些食品以及蘑菇、猎物等其他野生食物超过了这一水平。

核安全补救措施。切尔诺贝利事故的技术原因是众所周知的。立陶宛、俄罗斯和乌克兰运行中的 15 座 RBMK 型机组的安全性已被提高到能够实际防止相同事故再次发生的水平。不过,对 RBMK 型堆的安全性还需作更多改进。需采取进一步措施来稳定用以限制被损坏的切尔诺贝利 4 号机组的石棺。在 4 月初于维也纳召开的国际论坛上研讨了 RBMK 的安全性问题,研讨结果已报告给后来的切尔诺贝利大会。

这次大会包括一系列会议专场。在这些会议专场上,专家们审议了迄今为止所进行的工作的成果,包括两次大型国际大会(一次是 1995 年 11 月由 WHO 主办的,另一次是 1996 年 3 月在 EC 主持下于明斯克召开的)取得的成果。在大会做开场发言的有 IAEA 总干事汉斯·布利克斯、WHO 总干事 Hiroshi Nakajima、EC 的科学、研究与发展司司长 H. Tent 和联合国人道主义

事务部(UNDHA)主席 M. Griffiths。大会还包括一些国家代表的发言:白俄罗斯总统鲁卡申科、俄罗斯应急部部长 A. Shoigu 和乌克兰总理 Yevgeni Marchuk;7 个国际和国家组织的代表就与俄罗斯、乌克兰和白俄罗斯的切尔诺贝利后重大的双边援助项目的成果作了主旨发言。它们是:联合国教科文组织(UNESCO)、联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)、联合国粮农组织(FAO)、欧洲经济合作与发展组织核能机构(NEA)、以及德国、日本和美国的组织。

技术性学术会议包括有关社会、健康和环境课题的 8 个单独的专题会议。这些专题包括临床观察到的健康效应;甲状腺影响;长期健康效应;其它与健康有关的效应(包括心理影响、心理压力和精神焦虑);环境后果;社会、经济、制度和政治影响;核安全补救措施;及后果展望即对未来的预测。还举行一次小组讨论会,探讨公众对切尔诺贝利事故的感受。

大会文集正由 IAEA 出版,下期《国际原子能机构通报》将广泛介绍会议结果。通过 Internet 上的 IAEA 的世界原子服务器(地址: <http://www.iaea.or.at/worldatom/thisweek/preview/chernobyl>)也可获得会议的要点。

塞伯斯多夫农业科学家开发新技术

在开发发展中国家用来提高农业产量的新方法方面,国际原子能机构的科学家起着重要作用。

大豆等豆类植物蛋白质含量高,是发展中国家的重要粮食和饲料作物。在这些植物的根瘤中的有益的固氮菌(根瘤菌或

徐缓根瘤菌)能“固定”大气中的氮,使这种重要的养份可被这种植物利用。这种固氮方法能大大减少对施氮肥的需求和减轻施氮肥所带来的污染,在促进可持续的农业生产中起着关键作用。它们还可用于轮作和混作制中,因为氮可以传给后续作物或

伴作物以维持土壤肥力。

塞伯斯多夫 FAO/IAEA 农业和生物实验室的土壤科学股,开发了利用稳定同位素氮-15 量化固定的氮的方法,从而提供一种选择土壤接种用高效菌株的手段。因为许多土壤中含有一些仅能固定少量氮的攻击性本地菌株,因此选择菌株时除有效性外竞争能力也是非常重要的参数。最近,土壤科学股开发了用于简单鉴别菌株的分子生物技术,通常叫作 *gusA* 和 *celB* 标记基因技术。用 *gusA* 或 *celB* 标记的菌株,可以通过出现的蓝或红的颜色而被看到。在为土壤接种挑选有竞争力和耐不利因素的菌株方面,进行微生物鉴定是非常重要的。采取这项技术,只需使用简单的设备和基本的微生物程序。

为了使发展中国家能够利用这种技术,土壤科学股在塞伯斯多夫开发了一种 GUS 基因标记药盒。这种药盒很适合一些国家中希望使用这套系统但不熟悉这种方法而且缺乏在自己的实验室建立这种方法所需资源的微生物学家和农学家使用。目前,24 个参加正在实施的 FAO/IAEA 协调研究计划或技术合作项目的科学小组已收到了这种药盒。

新分子生物方法学的开发及其向第三世界国家的传播,将促进在为实现可持续农业实践所作的努力中利用种种“有机”系统。另外,这些系统还将使科学家更好地了解迄今为止在他们国家中还没有使用的多种土壤细菌。

世界上总计有总容量为 344 442 MWe 的 437 座核动力堆正在运行发电,另外 39 套总容量为 32 594 MWe 的机组正在建造中(见本期国际数据文档页)。据 IAEA 的动力堆信息系统报道的信息,在 1995 年有 4 套新的核电机组在印度、大韩民国、乌克兰和联合王国并网发电。1995 年关闭机组有 2 套,即德国的维尔加森和加拿大的布鲁斯-2 号机组。

根据 IAEA 的统计,到 2000 年世界核电装机容量将增至 361 000 MWe 到 368 000 MWe 之间。由于将在世纪之交投入运行的机组都已在建造中,估计值的范围反映了与建造和许可证审批的可能推迟有关的不确定性。

在若干技术的、经济的、环境的和政策的因素影响下,世纪之交之后的核电容量

估计值的不确定性范围变得更大。低的和高的预测结果反映了对影响核电推广应用的的不同推动因素所作的虽然不同但非根本不同的基本假设。

在低的估计情况下,是假设在未来 20 年中影响核电推广应用的现有障碍在大部分国家普遍存在。在工业化国家中,经济和电力需求增长率保持低水平。公众依旧反对核电,人们对全球气候变化风险等环境问题的关切没有成为旨在朝着从化石燃料转变到核能的能源政策的有力推动因素。制度上和财政上的问题,阻止或减缓了特别是转轨国家和发展中国家先前规划的核电计划的执行。根据这些较悲观的假设,大多数在建的核电机组将能完成,但订购新机组的主要是那些将核电作为电力工业重要组成部分的国家,如法国、日本和大韩民

核动力:现状和前景

国。由于大量机组在其预计的寿期结束时将被关闭,2010年后世界总核电容量将开始下降,2015年将只比2000年稍多即约为375 GWe。核电在世界电力供应的份额将从现在的17%降为2015年的12%。

高的预测情况考虑了核电发展的适当复兴。这种复兴可能源于尤其是结合经济、社会、健康和环境等方面对各种发电方案

进行的更全面的比较性评估。这种情况假设,将采取一些政策措施,如加强国际合作、增强技术改造和传播及建立创新基金机制,以便于核电计划的实施。根据这些假设,2015年世界核电总装机容量将达到535 GW,核电占总发电量的份额将达到14%。

NEA/IAEA 联合组织对 WIPP 安全性国际同行评审

美国能源部(DOE)、经济合作与发展组织(OECD)核能机构(NEA)和国际原子能机构(IAEA)在巴黎商定,对美国的一个预计不久将接收长寿命放射性废物处置设施——废物隔离中间试验工厂(WIPP)的长期安全性分析报告组织国际同行评审。

这次同行评审是应美国 DOE 卡尔斯巴德地区办公室的请求,将由 NEA 和 IAEA 联合组织,作为这两个机构在放射性废物管理领域向其成员国提供服务的一部分。设计 WIPP 的目的是,永久处置防务相关活动产生的超铀放射性废物。超铀废物主要包括被放射性元素(主要是钚)污染的服装、工具、擦拭材料和其它处置物品。WIPP 设施位于新墨西哥州卡尔斯巴德以东 42 公里(26 英里)处,包括在地下 654 米(2150 英尺)处稳定的古岩盐结构中挖掘的处置洞室。

象在有核电计划的大多数国家一样,处置如超铀废物等长寿命放射性废物的首选方法是,将废物长期隔离在位于深部稳定地质结构中的多层屏障系统内。WIPP 的选址和建造,符合美国超铀废物长期安全处置监管机构——环境保护局(EPA)制定的标准。在该场址处置超铀废物的正式许

可证申请书,将由 DOE 提交给 EPA。这个申请书称为合格证明申请书,将包括对处置库关闭后的长期安全性评估。

这次 NEA/IAEA 联合同行评审的目的是检查对 WIPP 关闭后的评价是否恰当、技术上合理、符合国际标准和惯例。为了评审的这一目的,NEA 和 IAEA 将成立一个联合秘书处,并指定由长期安全性评价所涉各学科独立国际专家组成的小组。这些学科包括地质学、地球化学、材料科学、辐射和环境保护及核安全。专家组成员包括核监管机构、放射性废物管理机构、大学和研究单位的代表。

该同行评审将于 1996 年 10 月开始,持续 6 个月,以美国能源部提供的详细文件及访问 WIPP 期间与该项目的专家的讨论为基础。一份包含国际专家组调查结果的报告将送交能源部。通过这种同行评审,有可能从核废物处置和放射性安全评估领域内的世界一流专家的经验中获益,并考虑其它先进国家为安全处置长寿命放射性废物所采取的方案。这些同行评审符合 NEA 和 IAEA 促进各成员国采纳安全的放射性废物处置政策和实践的共同目标。

国际低放废物处置设施规划和运行经验学术会议,1996年6月17—21日。

大多数国家已涉入因核燃料循环活动和放射性核素在医学、研究和工业中的使用而产生的低放废物(LLW)的管理工作。一些国家运行LLW处置设施多年,有相当丰富的运行经验。只有很少几个处置库达到其运行寿期的终点并已关闭,所以有关废物处置的关闭和关闭诸阶段的经验现在还不多。另一方面,其它一些国家仍在为第一座处置库的选址和申请许可证而努力。

这次学术会议使来自在该领域有较好经验的国家和在LLW管理和处置方面还处在初级发展阶段国家的专家走到一起。与会者讨论了与下列问题有关的课题:组织问题(包括监管体制、规划、许可证审批和存量的确定);选址(准则和方案,包括社会经济因素;场址的调查和评价);设计(准则和方案、专设屏障的性能、贮置库的设计);建造;运行(调试、废物接收、废物安置、运行管理、监测);关闭(关闭准则、关闭方案、封盖系统和性能);关闭后的方案(制度上的管理问题、监测和修正措施、长期记录的保存);安全性评价(成套方法、个例研究应用);质量保证;研究和开发;以及国际和地区的合作。会议文集正由IAEA出版。

FAO/IAEA国际核及相关技术在作物保护化学品的环境行为研究中应用学术会议,1996年7月1—5日。

农药是全世界农业系统中必不可少的组成部分。人们普遍认为,要提高可接受质量的粮食产量,在可预见的将来,农药在许多情况下仍将是不可不用的。

但是,农药的使用有得也有失。就环境而论,一种产品在注册前必须提供资料来证明其使用不会对非目标生物产生不可接受的危害。另外,有必要进行注册后的监督和监测研究,以便核实田间条件下农药的去向和环境影响与预测的相一致。

许多数据是用放射性同位素和其它核或相关方法得到的。这些数据可应用于研究有关农药在不同环境空间(土壤、水和空气)、以及在陆地生态系(农业和非农业)和海洋生态系中的去向和影响。

由于各种原因,发展中国家通常不得不依靠来自其它地区的数据来评价一种化合物的可接受性,特别是当它是非特许时。这次会议考察了那些在其中可根据可比条件下得出的数据,作从一种环境到另一种环境的外推的情况。这次会议还讨论了那些在其中可用较简单的方法确定从复杂实验条件下得到的数据的现场实用性的情况。会议文集正由IAEA出版。

IAEA最近的学术会议

1996年4月19—20日在莫斯科由叶利钦总统主持的莫斯科首脑会议上,7国集团和俄罗斯联邦领导人高度评价了IAEA在核发展的几个关键领域内的工作。

具体地说是,这次首脑会议之后发表的正式文件,对机构的在提供防止核材料

转用保证方面起关键作用的核保障检查制度表示强烈的支持。他们还呼吁努力促进已着手进行的旨在强化核保障体系的工作,并呼吁各国为此目的提供充足的资金。

IAEA还指出,报道的俄罗斯联邦今后将把超过武器需要的敏感核材料置于机

核安全与保安首脑会议

构检查之下的意图,将加强已由美国引发的一种趋势。但是,这种检查将不断大大加重机构的检查责任。

关于“被指明不再需要用于防务目的的武器用可裂变材料的安全和有效管理”这一项目,7国集团表示打算最好在今年年底召集一次国际专家会议,讨论国家战略实施中的国际合作的可供采用的方案和可能的发展。IAEA认为,这次会议可有效地补充计划于1997年召开的机构燃料循环和反应堆战略学术会议。

这次首脑会议还讨论了核损害责任制度的问题。该制度谋求确保对由核事故造成的损害予以充分的补偿。与会者表示希望看到这方面的进展,认为这可为当前在

IAEA框架内进行的工作获得新的动力。

核材料的实物保护是此次会议上讨论的又一日益重要的方面。7国集团鼓励所有国家批准这个重要的公约和采纳IAEA在这方面提出的建议。机构秘书处正在尽其所能,在现有总的资源限制条件下向希望得到援助的成员国提供这方面的援助。

这次首脑会议还呼吁各国全力支持IAEA主持下的各个国际安全公约。具体地说是,这些领导人特别敦促各国签署《核安全公约》以使其能够生效。他们还呼吁有效完成和迅速通过正在IAEA支持下起草的《放射性废物管理安全公约》。《莫斯科核安全与保安首脑声明》全文,已由IAEA作为《情况通报》(INFCIRC/509)发表。

铀 1995 年: “红皮书”

IAEA和经济合作与发展组织核能机构(NEA)联合出版了最新版“红皮书”——《铀 1995 年——资源、生产和需求》。该书介绍 1995 年世界铀供需评估的结果。它是此领域最重要的参考书。该书提供截至 1995 年 1 月 1 日世界铀工业的统计概况。它是 1993 年版的修订版,包含 54 个国家铀勘探活动、资源和生产方面的数据。为许多先前不易得到数据的国家提供了重要的新信息。本版“红皮书”载有 25 个铀生产国中的 23 个国家的情况。这些国家 1994 年的铀产量占世界产量的 92%。

由于铀生产和消费地区政治和经济的发展,世界铀市场在 90 年代发生了巨大的变化。80 年代的过量生产在这 10 年间已变成一种较为含糊的状况。当前的铀产量低于需求量的 60%。

与此同时,由于预计有新的铀来源继

续供应大量的铀,铀价一直维持在低水平。尽管世界核电装机容量及其核燃料循环的需要继续适当地扩大,但铀的储备则在减少,而且世界大多数地区的铀生产也一直在收缩。但是 1994 年年底以来的铀现货价格稳步上涨表明,上述情况可能在发生变化。

“红皮书”表明,7 个国家差不多占有世界可采铀资源的 90%。该书给出各个国家的“相当可靠量”和估计的额外资源的铀的氧化物(U_3O_8)的总吨数。澳大利亚占 29%,其后是哈萨克斯坦占 19%,加拿大占 11%,南非和纳米比亚各占 9%,巴西占 8%,以及美国占 4%。

详细资料可向 IAEA 核燃料循环和废物管理处索取。该书可向 OECD (2 rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16 France) 购买。

智利：根除地中海果蝇带来的好处

智利借助基于辐照技术的所谓昆虫不育技术(SIT)对地中海果蝇的成功根除,预计将使该国果品业得以进入新的出口市场。智利主管部门估计这对智利国际贸易产生的经济影响是,今后5年中每年将增加多达5亿美元的收入。

地中海果蝇是一种害虫,在侵扰区每年能毁坏价值千百万美元的水果。由于检疫原因,这种害虫一直妨碍着智利数十亿美元的新鲜水果出口业。尽管智利的南部和中部地区早已没有这种害虫,但是这些

地区的产品在一些国际出口市场上仍受限制,因为人们担心智利北部的地中海果蝇会突然蔓延开来。

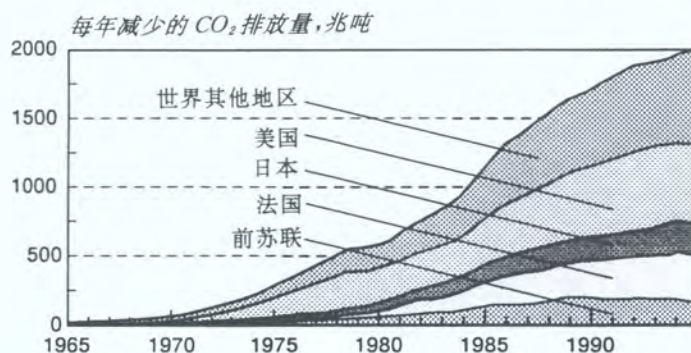
这种果蝇是采用 SIT 根除的。智利是在10年来用农药消灭其北部地区果蝇失败后,采用 SIT 的。这项技术依靠在专门设施内饲养大量的用低剂量辐照使之不育的雄性果蝇,然后将其释放到野外。不育雄蝇与野生蝇交配,结果是不产生后代。

这项 SIT 项目得到 IAEA/粮农组织(FAO)联合处和与智利农业部一道工作的 IAEA 技术合作司的支持。机构在项目规划、阿里卡-尤塔瓦利地中海果蝇大量饲养

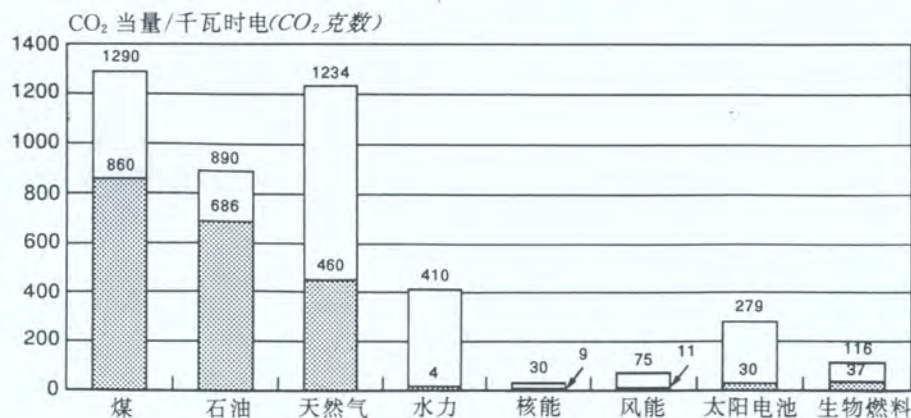
更正

《国际原子能机构通报》1995 年第 37 卷第 4 期“核能和环境关系的讨论：选择的条件”一文附图编辑有误。以斜体字更正的图附后。我们的疏忽或许给读者带来不便,谨表歉意。

使用核电和水电后全球减少的 CO₂ 排放量



不同能源的 CO₂ 当量排放因子
(全能源链:最高值和最低值)



和不育化设施的设计建造及专业项目人员培训、专家服务和专门设备提供,以及信托公司中的智利项目资金的管理等方面提供了支助。因此,1993年建成每周能生产6000万只不育果蝇的地中海果蝇大量饲养设施,且从那时开始释放不育果蝇。1995年初以来,智利一直未发现野生地中海果蝇,从而成功地结束了该国32年来持续进行的地中海果蝇根除工作。这种害虫是1963年进入智利的。

在1995年12月由智利前总统、农业部长和外交要人主持的一次仪式上,智利政府正式宣告已经根除地中海果蝇。

马里:开始 SIT 活动

马里政府于1996年5月底同其发展伙伴召开圆桌讨论会,讨论采采蝇与锥虫病管理一体化方案下的协调活动。法国、德国和美国的援助机构对会上介绍的、在该地区实施的、与家畜相关的发展项目提供了资助。

非洲许多地区的家畜发展,受限于分布广泛能够传染被称为家畜锥虫病的嗜睡病的采采蝇。据记录,马里巴马科市区周围的家畜感染率高达45%。

正如1996年6月版《技术合作实况》(见插图)所报道的,1996年5月27—31日圆桌讨论会讨论了开始进行涉及地方团体的旨在显著减小近2000平方公里地区内的采采蝇虫口的全地区常规灭蝇活动(使用捕集器、管网和化学处理等手段)的可行性。这是昆虫不育技术(SIT)(基于辐照的可用来消灭害虫以减少其在野外的虫口的技术)可能使用的先决条件。马里政府同意通过社会经济研究,提出有关采采蝇和锥虫病问题的程度的文件。根据这些有希望的讨论结果,IAEA目前正在就SIT活动

的各方面继续进行技术可行性研究。

黎巴嫩:批准核安全公约

黎巴嫩已成为第21个批准、接受或认可《核安全公约》的缔约国,该国已于1996年6月5日交存批准书。这一行动使《核安全公约》离生效之日更近。该公约将在第22份批准、接受或认可书(包括17个至少有一个堆芯已达临界的核装置的国家的批准书)交存之日后3个月生效。

这个在IAEA主持下形成的公约是1994年6月17日在维也纳通过的。其宗旨是在法律上责成运营陆基核电厂的各缔约国,通过建立各缔约国将签署的国际标准以维持高的安全水平。该公约富有革新精神的一个内容是,它规定各缔约国有责任提交关于公约所规定其义务履行情况的报告,以便在定期召开的会议上供同行审议。

多米尼加与圣基茨和内维斯:核保障协定

IAEA与多米尼加共和国之间以及IAEA与圣基茨和内维斯之间的核保障协定,分别于1996年5月3日和5月7日生效。

这两项协定的缔结与《不扩散核武器条约》(NPT)规定的缔约国义务有关。

埃及:非洲无核武器区(NWFZ)条约

IAEA总干事汉斯·布利克斯在向1996年4月11日于开罗召开的《非洲无核武器区条约》签署大会致词时,称赞了“非洲大陆各国在核军备控制和裁军方面不懈的努力。”

他指出,该条约(亦称《佩林达巴条约》)比非统组织(OAU)的51个成员国已加入的《不扩散核武器条约》(NPT)前进了一步。他说,与NPT不同的是,《佩林达巴

条约》禁止在缔约国领土上安置和试验任何核爆炸装置；它还责成缔约国适用核材料、核器材及核设备安全和实物保护的最高标准，以防其被偷窃和被擅自使用；它禁止武装攻击本地区的核设施；以及禁止倾倒任何放射性废物。

根据《佩林达巴条约》，IAEA 受托承担如下义务：通过其核保障体系并依照条约中规定的控诉程序，核查各缔约国履行其只将核能用于和平目的的承诺的情况。布利克斯博士指出，机构目前依据因设施而异的协定对五个非洲 NPT 缔约国（埃及、加纳、利比亚、南非和扎伊尔）和一个国家（阿尔及利亚）的 26 座核设施实施核保障。他说，同阿尔及利亚的与该国加入 NPT 相连的核保障协定最近已经签署，并预计将很快生效。

在签字仪式上，43 个非洲国家的代表签署了《佩林达巴条约》。（总干事讲话全文可通过 Internet 上的 IAEA《世界原子》服务器 (<http://www.iaea.or.at/worldatom>) 获得）。

坦桑尼亚：采采蝇防治

一个新的育虫室已在坦噶采采蝇与锥虫病研究所 (TTRI) 的大型饲养厂落成。该育虫室连同其它整修过的育虫室和在主要捐助国支持下由 IAEA 提供的新设备一起，将用于采用昆虫不育技术 (SIT) 消灭桑给巴尔岛上采采蝇的活动中。SIT 是一种用于抑制并彻底根除害虫虫口的以辐射为基础的技術。

IAEA 总干事汉斯·布利克斯博士在落成仪式上的讲话中，称赞采采蝇根除项目有突出进展。他说：“在坦噶与翁古贾岛上取得的进展，已受到其它非洲国家重视。他还提到，该地区的其它国家已经询问根

除项目的情况。他说，对于该地区今后实施这些项目来说，TTRI 很可能成为提供必要的不育蝇的生产设施之一，同时作为技术人员和科学家的主要培训场所。

瑞典：核前景

IAEA 总干事汉斯·布利克斯在 1996 年 6 月于卡尔马举行的一次核能会议上讲话时，从与安全性、不扩散、废物管理、舆论和环境影响有关问题的角度，评论了核能作为能源的实际的和潜在的作用。他在其上发表讲话的会议是机构与其他组织共同主办的“加速器驱动转变技术及应用会议”。

他说，“核动力虽是一种要求高的技术，但只有这种技术在可预见的时间内具有最大的在温室气体排放极少情况下提供大量能量的潜力。经济上可行的核技术，的确提供着一种‘无遗憾’的选择。虽然即使是核动力的猛烈扩展也不能单独对温室威胁给出我们需要的反响，但它能发挥相当大的作用。”

布利克斯博士在谈到核动力发展势头在许多国家已经加强而在其它一些国家有适度增长时指出，在今后若干年里将需要各种电力生产来源来满足世界对电力日益增长的需求。但是他告诫人们，不要过分依赖目前在能源工业中占主导地位的煤、石油、天然气，或过分依赖再生能源的潜在作用，因为可以预计再生能源只能对电力生产作出很小的贡献。至于核发展，他呼吁继续千方百计进一步减小核事故风险；进一步开发核废物现有的处置办法；防止核武器扩散和核材料的非法贩卖，开发比现有反应堆更安全、简单甚至更经济的新型核反应堆，并且找到核动力更广泛的应用而不只用于发电。

各国动态

牙买加:核保障研讨会

IAEA 和拉丁美洲禁止核武器机构 (OPANAL), 于 1996 年 4 月 25 日在金斯敦共同主办有关 IAEA 核保障的研讨会。此次研讨会的重点是不扩散承诺履行情况的核查过程。与会者来自拉丁美洲和加勒比海地区国家。

IAEA 总干事汉斯·布利克斯在研讨会上发言时介绍了核能的和平安全利用的全面概况;回顾了技术援助与合作、核动力发电,核保障与不扩散等领域的发展情况。

他说,“IAEA 的业务涵盖核相关活动的所有方面。通常引起公众关注的领域,是与核安全和我们试图制止核武器扩散中的作用相关的领域。这些方面是至关重要的。但是,必须在这些职能和机构向其发展

中成员国提供服务之间保持重要的平衡。发展中成员国期望 IAEA 帮助它们提高技术水平,从而改善其居民的生活质量。”

(总干事讲话全文可通过 Internet 上的 IAEA《世界原子》服务器(<http://www.iaea.or.at/worldatom>)获得)。

俄罗斯联邦:签署《维也纳公约》

俄罗斯联邦已签署《核损害民事责任维也纳公约》。IAEA 是《维也纳公约》的保存者。迄今,已有 26 个国家成为《维也纳公约》缔约国。该公约于 1977 年生效,并且是建立全球核责任法律框架的文件之一。

为加强核损害责任制度,在 IAEA 主持下汇聚一起的国际法律专家正在修改《维也纳公约》,并草拟有关补充筹资的新公约。

YOUR LINKS ON THE INTERNET

WORLD ATOM

TECATOM

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

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

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

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

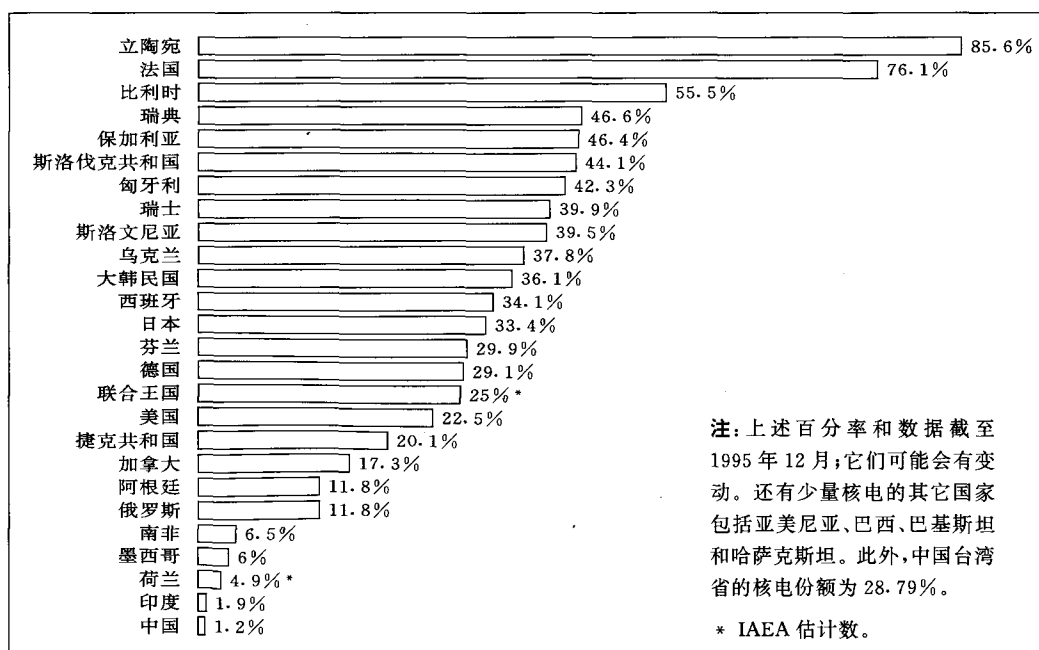
世界核电现状

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

* 总计中包括中国台湾省正在运行的 6 台机组,其总装机容量为 4884 MWe。

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

部分国家的核电
占总发电量的份
额



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

* IAEA 估计数。

各国动态

大韩民国:X射线管的科学轨迹

最近,放射学的科学界与医学界的新老专家聚集在举办关于X射线管发展的专门技术展览会的汉城。这次展览会展示了一批令人难忘的X射线管、科学文集以及历史书籍和照片。设想并组织这个展览会的是J. W. Nam先生,他是IAEA前职员,又是辐射物理学专家和威廉斯·康拉德·伦琴先生及其百年前发现的毕生研究者。

Nam先生以朝文写了一部关于伦琴及其生平的书。1955年以来他一直在收集X射线管。这个展览会的主要展品是过去40年制造的43种典型射线管。这些射线管包括从最老的气体离子管到“库利奇”电子

管,直至全部由金属或半玻璃半金属制成的现代管。这个展览还包括Nam先生收集的120篇论文中的部分论文和参考资料,20本历史书籍和各种照片以及选自跟踪射线管发展的科学文献的插图。

根据搜集的资料线索,Nam先生已能确定出自1895年伦琴发现X射线以来X射线管的技术发展年代。(见方框。)

汉城X射线管及相关技术文献展览,是为庆祝X射线应用方面的科学进步100年而组织的。

读者欲详细了解展览和科技藏书情况请与Nam先生(Hyodong Villa A-101,4-2 Shinyong-dong, Chongno-ku, Seoul, Republic of Korea)联系。

X射线管发展年表

1895年 伦琴发现X射线	1928年 空阳极管
1896年 引入凹形(聚焦)阴极、对阴极和可调真空离子管	1929年 重钨/铜阳极管(旋转阳极管)
1899年 水冷离子管(铂对阴极)	1932年 栅控制管(固定阳极)
1903年 钨和钽用作对阴极材料(自1909年起,离子管用钨作对阴极)	1937年 栅控制管(旋转阳极)
1910年 旋转阳极离子管(1897年提出原理,1929年出现实际设计)	1941年 电子感应加速器
1913年 热阴极(库利奇)管、电子管整流器(高压二极管整流器)	1943年 含钽钨丝整流器
1914年 硬玻璃管壳	1945年 油绝缘硬玻璃管
1915年 排气罩式阳极管	1959年 高速管
1918年 行聚焦(格策)管	1962年 铌合金钨复合阳极管
1920年 油冷管	1971年 钼阳极玻璃-金属管
1925年 软X射线管	1972年 机械应力消除防裂阳极
1926年 铍窗管	1973年 三层阳极(W-Re)+Mo+石墨或(W-Re)+W+(W-Zr-Mo)
	1979年 金属陶瓷管
	1981年 3焦管
	1989年 无声转子阳极直冷



汉城展览会吸引了大韩民国的科学家、学生和新闻界人士。在左上照片中,Nam 先生(右)向参观者和来宾介绍他过去 40 年中收集的主要 X 射线管。(来源:J. W. Nam)

Reports and Proceedings

Electricity, Health, and the Environment: Comparative Assessment in Support of Decision Making, *Proceedings Series, 2440*
Austrian schillings, ISBN 92-0-102496-7

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

Induced Mutations and Molecular Techniques for Crop Improvement, *Proceedings Series, 2160*
Austrian schillings, ISBN 92-0-104695-2

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

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

External Man Induced Events in Relation to Nuclear Power Plant Design, *Safety Series No. 50-SG-D5 (Rev. 1), 280*
Austrian schillings, ISBN 92-0-103295-1

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

Establishing a National System for Radioactive Waste Management, *Safety Series No. 111-S-1, 160*
Austrian schillings, ISBN 92-0-103495-4

International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, *Safety Series No. 115-1, 1160*
Austrian schillings, ISBN 92-0-100695-0

Assessment of the Overall Fire Safety Arrangements at Nuclear Power Plants, *Safety Series No. 50-P-11, 360*
Austrian schillings, ISBN 92-0-104795-9

Reference Books/Statistics

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

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

Nuclear Research Reactors in the World, *Reference Data Series No. 3, 200*
Austrian schillings, ISBN 92-0-105195-6
(IAEA-RDS-3/09)

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

HOW TO ORDER IAEA SALES PUBLICATIONS

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

AUSTRALIA

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

BELGIUM

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

CHINA

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

CZECH REPUBLIC

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

DENMARK

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

FRANCE

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

GERMANY

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

HUNGARY

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

ISRAEL

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

ITALY

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

JAPAN

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

NETHERLANDS

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

POLAND

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

SLOVAKIA

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

SPAIN

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

SWEDEN

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

UNITED KINGDOM

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

UNITED STATES & CANADA

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

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

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

Set-up, Verify, Move On



Fast, Reliable On-Site Verification Measurements with IMCA

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

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

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

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

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

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

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



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



With Offices In: Australia, Austria, Belgium, Canada, Central Europe, Denmark, France, Germany, Italy, Netherlands, Russia, United Kingdom.

POSTS ANNOUNCED BY THE IAEA

SOIL SCIENTIST (96-047), Department of Research and Isotopes. This P-2 post participates in ongoing research on soil fertility and plant nutrition studies and assists in the development of related nuclear technologies conducted in support of the Joint FAO/IAEA Division's activities in soil fertility, irrigation and crop production. It requires an advanced university degree in soil science with specialization in soil fertility, plant nutrition or equivalent with two years working experience in soil biology and plant nutrition.

Closing date: 30 September 1996.

ANALYTICAL CHEMIST (96-046), Department of Research and Isotopes. This P-1 post participates in ongoing research, training and analytical service activities of the agrochemicals unit. It requires a university degree in analytical organic chemistry or a closely related discipline with experience in the analysis of trace quantities of organic compounds, especially pesticides, by using gas chromatography and HPLC.

Closing date: 30 September 1996.

SECTION HEAD (96-045), Department of Safeguards. This P-5 post has the prime responsibility for instrumental measurements, analyses and surveillance applications in the Department of Safeguards. It requires an advanced university degree (or equivalent) in physical science or engineering (nuclear or electrical) and a minimum of 15 years of experience in nuclear research and/or industry with substantial experience in conducting instrumentation programmes.

Closing date: 30 September 1996.

UNIT HEAD (two posts) (96-044), Department of Safeguards. This P-5 post participates in the execution of the Agency's safeguards system and functions as a safeguards inspector subject to the approval of the Board of Governors. It requires an advanced university degree in chemistry, physics, engineering or electronics/instrumentation or equivalent, and at least 15 years of combined research, industrial, and safeguards experience in the nuclear fuel cycle, processing of nuclear materials, nuclear material accounting and/or destructive/non destructive analysis.

Closing date: 30 September 1996.

SENIOR TRAINING OFFICER (96-043), Department of Safeguards. This P-4 post designs and implements the technical training activities offered by the Safeguards Training Section. It requires a university degree or equivalent with emphasis in a nuclear science, and at least 10 years of combined experience in

the nuclear industry including experience in a training position.

Closing date: 20 September 1996.

UNIT HEAD (96-042), Department of Research and Isotopes. This P-4 post leads the Soil Science Unit in its implementation of agreed laboratory activities in support of the FAO/IAEA subprogramme in soil fertility, irrigation and crop production. It requires a Ph.D. or equivalent in soil science with particular experience in soil biology, soil fertility and crop production, followed by at least 10 years of relevant experience.

Closing date: 20 September 1996.

LIAISON/PUBLIC INFORMATION OFFICER (96-041), Division of External Relations, Department of Administration. This P-4 post at the IAEA Liaison Office at the United Nations in New York follows developments in areas of interest to the Agency, represents the IAEA at relevant meetings, and carries out liaison and public information activities. It requires an advanced university degree or equivalent in political science, international relations, law or social studies, and at least 10 years of relevant experience.

Closing date: 20 September 1996.

UNIT HEAD (96-040), Department of Research & Isotopes. This P-4 post supervises the Chemical Analysis Unit in the Agency's Safeguards Analytical Laboratory (SAL) in Seibersdorf and is responsible for the performance of the elemental assays of nuclear samples, and for the coordination of the analyses of safeguarded nuclear materials at SAL. It requires a Ph.D. in analytical chemistry or equivalent professional experience, and at least 10 years of relevant professional experience.

Closing date: 20 September 1996.

SENIOR ENGINEERING SAFETY OFFICER (96-039), Department of Nuclear Safety. This P-5 post advises and assists with matters regarding the engineering and operational safety of nuclear power plants. It requires a Ph.D. or equivalent higher degree in engineering or physical science, and a minimum of 15 years of relevant national and international experience in the safety of nuclear power plants.

Closing date: 20 September 1996.

RADIATION ONCOLOGIST (96-037), Department of Research and Isotopes. This P-4 post assists and advises Member States on matters related to promotion, identification, and co-ordination of programmes in the fields of radiation oncology and applied radiation biology and their applications in human health. It requires a Ph.D. (preferably) or equivalent degree in radiation biology, and at least 10 years of

experience in clinical radiation oncology and applied radiation biology.

Closing date: 26 August 1996.

NUCLEAR MEDICINE PHYSICIAN (96-036), Department of Research and Isotopes. This P-4 post assists in formulating, guiding, monitoring and evaluating the Agency's programme for assisting Member States to apply *in vivo* open sources of radionuclides for diagnosis and treatment of diseases and for research on human health. It requires a university degree in medicine with at least 10 years of comprehensive and specialized clinical experience in all aspects of *in vivo* nuclear medicine as applied to patient care, teaching and training and research at university level or equivalent.

Closing date: 26 August 1996.

READER'S NOTE:

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

ON-LINE COMPUTER SERVICES. IAEA vacancy notices for professional positions, as well as sample application forms, now are available through a global computerized network that can be accessed directly. Access is through the Internet. The vacancy notices can be accessed through the IAEA's *World Atom* services on the World Wide Web at the following address:

<http://www.iaea.or.at/worldatom/vacancies>

Also accessible is selected background information about employment at the IAEA and a sample application form. Please note that applications for posts cannot be forwarded through the computerized network, since they must be received in writing by the IAEA Division of Personnel, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria.

DSPEC™



Gamma-Ray Spectroscopy Goes Digital

Unlike existing gamma-ray spectrometers, DSPEC* from EG&G ORTEC incorporates the latest **Digital** Signal Processing technology and surpasses the performance offered by analog techniques.

Unlike existing gamma-ray spectrometers, the DSPEC Digital Spectrometer achieves the optimum resolution possible from each HPGe detector, even when ultra-high throughput is required.

Unlike existing gamma-ray spectrometers, DSPEC solves the ballistic deficit problem associated with large Ge detectors and thereby delivers the optimum resolution of which they are capable.

Unlike existing gamma-ray spectrometers, DSPEC achieves superior stability of resolution and peak shape over a wide range of count rates and operating conditions.

Unlike existing gamma-ray spectrometers, DSPEC allows you to precisely match the instrument settings to your specific detector, via an "infinitely" variable integration-time selection. Vital system functions can be continuously observed via the new **InSight™** virtual oscilloscope. With DSPEC: no screwdrivers, no oscilloscopes, no aggravation.

* Pronounced D-Spec

DSPEC...UNLIKE EXISTING GAMMA-RAY SPECTROMETERS.

Call the HOTLINE, to learn what DSPEC will mean for you.



EG&G ORTEC

HOTLINE 800-251-9750

100 Midland Road, Oak Ridge, TN 37831-0895 U.S.A. • (423) 482-4411 • Fax (423) 483-0396

Internet: 709-6992@MCIMAIL.COM

AUSTRIA
(01) 9142251

CANADA
(800) 251-9750

FRANCE
76.90.70.45

GERMANY
(089) 926920

ITALY
(02) 27003636

JAPAN
(043) 2111411

NETHERLANDS
(0306) 090719

UK
(01734) 773003

PRC
(010) 5124079

《国际原子能机构通报》1995 年

著作者与供稿人

第 37 卷,第 1—4 期

AMENTA, J. 25 岁的国际核信息系统:核信息高速公路的先锋,第 3 期,第 39 页。

ANDEMICAEL, B. 针锋相对:NPT 及前面的路程,第 3 期,第 30 页。

BAECKMANN von, A. 在南非的核查,第 1 期,第 42 页。

BANNER, D. L. 核聚变领域的全球合作:稳步进展的记录,第 4 期,第 16 页。

BARRETTO, P. 国际原子能机构的技术合作:加强技术转让,第 1 期,第 3 页。

BARTON, J. IAEA 的联机服务:使全球核科技界靠得更近,第 3 期,第 44 页。

BAXTER, M. 海洋科学家调查北极海洋:将放射学资料形成文件,第 2 期,第 31 页。

BERTEL, E. 电力、健康和环境:DECADES 项目,第 2 期,第 2 页。
核能和环境关系的讨论:选择的条件,第 4 期,第 2 页。

BLIX, H. 国际原子能机构、联合国和全球核领域的新议程,第 3 期,第 2 页。

BONNE, A. 放射性废物管理:国际同行评审,第 4 期,第 26 页。

BOOTHROYD, A. D. 核动力:保住这一选择,第 2 期,第 14 页。

BOUSSAHA, A. 非洲的核合作:开发专门人才和资源,第 1 期,第 37 页。

CHITUMBO, K. 欧洲联盟的核保障:新的伙伴关系方案,第 1 期,第 25 页。

CLEVELAND, J. C. 核聚变:瞄准安全和环境目标,第 4 期,第 22 页。

DAVIES, L. M. 核动力:保住这一选择,第 2 期,第 14 页。

DILLON, G. 在南非的核查,第 1 期,第 42 页。

DOLAN, T. J. 核聚变:瞄准安全和环境目标,第 4 期,第 22 页。

核聚变领域的全球合作:稳步进展的记录,第 4 期,第 16 页。

ELBARADEI, M. 国际法和核能:法律框架概述,第 3 期,第 16 页。

FLAKUS, F. N. 正确看待辐射:改善对辐射风险的理解,第 2 期,第 7 页。

核聚变:瞄准安全和环境目标,第 4 期,第 22 页。

HERA, C. 原子能用于可持续的农业:使农户田地肥沃,第 2 期,第 36 页。

HOOVER, R. 90 年代的国际原子能机构核保障:继往开来,第 1 期,第 14 页。

JACKSON, P. 核聚变领域的全球合作:稳步进展的记录,第 4 期,第 16 页。

KABANOV, L. 未来的核电机组:使安全目标协调一致,第 4 期,第 12 页。

KOUVSHINNIKOV, B. A. 核聚变领域的全球合作:稳步进展的记录,第 4 期,第 16 页。

KUPITZ, J. 核能海水淡化:重整旗鼓,第 2 期,第 21 页。

LINSLEY, G. 国际北极海洋评估项目:进展报告,第 2 期,第 25 页。

LOPEZ-LIZANA, F. 辐射防护服务:从实验室到现场,第 3 期,第 26 页。

MAKSOUDI, M. 非洲的核合作:开发专门人才和资源,第 1 期,第 37 页。

MAUTNER-MARKHOF, F. 核动力:加强培训以确保安全性和可靠性,第 2 期,第 18 页。

MCGOLDRICK, F. 美国的易裂变材料倡议:对 IAEA 的影响,第 1 期,第 49 页。

NWOGUGU, E. 国际法和核能:法律框架概述,第 3 期,第 16 页。

OPELZ, M. 针锋相对:NPT 及前面的路程,第 3 期,第 30 页。

OSVATH, I. 海洋科学家调查北极海洋:将放射学资料形成文件,第 2 期,第 31 页。

OUVRARD, R. 辐射防护服务:从实验室到现场,第 3 期,第 26 页。

PELLAUD, B. 90 年代的国际原子能机构核保障:继往开来,第 1 期,第 14 页。

PERRICOS, D. 在南非的核查,第 1

期,第 42 页。

POVINEC, P. 海洋科学家调查北极海洋:将放射学资料形成文件,第 2 期,第 31 页。

PRIEST, J. 国际原子能机构的核保障和《不扩散核武器条约》:探讨两者的相互关系,第 1 期,第 2 页。

针锋相对:NPT 及前面的路程,第 3 期,第 30 页。

QIAN, J. 原子能用于和平:扩大核技术的收益,第 1 期,第 21 页。

RAMES, J. 国际法和核能:法律框架概述,第 3 期,第 16 页。

RAO, K. V. 核动力:加强培训以确保安全性和可靠性,第 2 期,第 18 页。

ROGOV, A. 原子能用于和平:扩大核技术的收益,第 1 期,第 21 页。

ROMAN-MOREY, E. 拉丁美洲的《特拉特洛尔科条约》:和平与发展的法律文书,第 1 期,第 33 页。

ROSEN, M. 使人们理解辐射风险:巴黎会议的经验教训,第 2 期,第 12 页。

SHARMA, S. 国际原子能机构和联合国大家庭:核合作网,第 3 期,第 10 页。

SJOEBLOM, L. 国际北极海洋评估项目:进展报告,第 2 期,第 25 页。

SNIHS, J. O. 放射性废物处置:放射学原则和标准,第 4 期,第 30 页。

SOROKIN, A. 25 岁的国际核信息系统:核信息高速公路的先锋,第 3 期,第 39 页。

THORSTENSEN, S. 欧洲联盟的核保障:新的伙伴关系方案,第 1 期,第 25 页。

VAN DE VATE, J. 核能和环境关系的讨论:选择的条件,第 4 期,第 2 页。

WARNECKE, E. 放射性废物管理:国际同行评审,第 4 期,第 26 页。

WEDEKIND, L. IAEA 的联机服务:使全球核科技界靠得更近,第 3 期,第 44 页。

Radiation Measurement and Control— rely on Mini's range and know-how.



Since its formation in 1963, Mini Instruments has produced a wide range of units for the accurate monitoring and measurement of radiation and contamination. Illustrated is a selection of up-to-the-minute Mini units of which there are nearly 40,000 currently in use throughout the world.

SmartION a state-of-the-art, microcomputer based ion chamber survey meter for the measurement of Gamma, Beta and X-ray radiation, and which sets new standards in versatility, accuracy, operational simplicity and reliability.

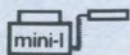
The 1000 Series Mini-Rad gamma survey monitor for use by research, hospital and industrial organisations as an inexpensive, convenient and reliable gamma doserate meter.

The 900 Series of monitors for radiation control. All units have a large logarithmically scaled meter:

a speaker to give an audible estimate of radiation intensity: an alarm which can be set to trip at any level on the scale: battery or mains operation.

Full technical information and prices are available on request.

*Mini Instruments Limited,
15 Burnham Business Park,
Springfield Road,
Burnham-on-Crouch, Essex,
CM0 8TE. England.
Telephone: 01621 783282.
Fax: 01621 783132.*



MINI-INSTRUMENTS LTD

RAD/CON

RADIATION AND CONTAMINATION INSTRUMENTATION

ON LINE DATABASES

OF THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY



Database name

Power Reactor Information System (PRIS)

Type of database

Factual

Producer

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

IAEA contact

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

Scope

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

Coverage

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



Database name

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

Type of database

Bibliographic

Producer

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

IAEA contact

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

Number of records on line from January 1993 to date

more than 130 000

Scope

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

Coverage

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



Database name

Nuclear Data Information System (NDIS)

Type of database

Numerical and bibliographic

Producer

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

IAEA contact

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

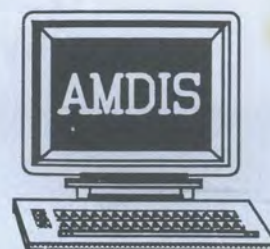
Scope

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: RNDIS@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 91 IAEA
Member States and 17 other
international member organizations

IAEA contact

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

**Number of records on line from
January 1976 to date**
more than 1.6 million

Scope

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

Coverage

The central areas of coverage are
nuclear reactors, reactor safety,
nuclear fusion, applications of
radiation or isotopes in medicine,
agriculture, industry, and pest
control, as well as related fields
such as nuclear chemistry, nuclear
physics, and materials science.
Special emphasis is placed on the
environmental, economic, and
health effects of nuclear energy, as
well as, from 1992, the economic
and environmental aspects of
non-nuclear energy sources. Legal
and social aspects associated with
nuclear energy also are covered.

INIS

ON CD-ROM



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

5000 JOURNALS

MORE THAN 1.6 MILLION RECORDS

6 COMPACT DISCS

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

Call +44 (0)81 995 8242 TODAY!

*for further information
and details of your local distributor*

or write to

SilverPlatter Information Ltd.

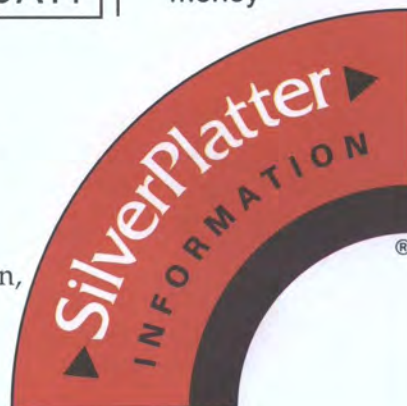
10 Barley Mow Passage, Chiswick, London,
W4 4PH, U.K.

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

Fax: +44 (0)81 995 5159

CD-ROM means

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



IAEA 即将执行的协调研究计划



用平行板电离室在治疗用电子和光子束流中测定剂量

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

面向应用的光核数据编纂和评价

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

保证反应堆压力容器的结构完整性

目的在于便利资料的国际交流,提供反应堆压力容器监测方面的操作指导,开发并评价一种统一的用于估价 RPV 结构完整性的样本试验程序。

拟定适用于低比活度材料和表面污染物体运输安全要求的放射学基准

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

核电厂安全相关设备检查性试验和维护最优化所需基本方法的开发

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

生物圈模拟和评价方法(BIOMASS)

目的在于分析和量化放射性核素在生物圈中的行为,以帮助评价与核燃料循环活动(包括废物管理)有关的通常作法和干预的放射学影响。

水冷堆一回路中放射性物质运输的模拟

目的在于比较和改善用于模拟反应堆一回路中放射性物质运输的计算机程序。

标准亚洲人项目(第2阶段):在放射防护中有重要意义的痕量元素的摄入及其在脏器中的含量

目的在于具体以在放射防护中有重要意义的痕量元素为根据获取有关典型亚洲人的食物摄取(摄入)和人体组成的高质量分析数据。

利用辐射处理方法制备医用生物材料

目的在于促进利用辐射合成和工艺方法制备医用和工业用生物材料方面的研究和开发工作。

IAEA 的学术会议和研讨会

1996 年 8 月

核技术用于癌探测和治疗研讨会,斯里兰卡,科伦坡(8月12—16日)

1996 年 9 月

IAEA 大会第 40 届常会,奥地利,维也纳(9月16—20日)

1996 年 10 月

第 16 届 IAEA 聚变能大会,加拿大,蒙特利尔(10月7—11日)

现有核电厂安全性审议学术会议,奥地利,维也纳(10月8—11日)

1996 年 11 月

用核分析技术协调健康相关环境测量学术会议,印度,海得拉巴(11月4—7日)

同位素技术在海洋环境研究中应用研讨会,希腊,雅典(11月11—22日)

1997 年 4 月

用核及相关技术诊断和防治家畜疾病学术会议,奥地利,维也纳(4月7—11日)

国际同位素技术在水圈和大气圈古今环境变化中应用学术会议,奥地利,维也纳(4月14—18日)

世界放射治疗现状研讨会,美国,纽约(4月17—19日)

1997 年 5 月

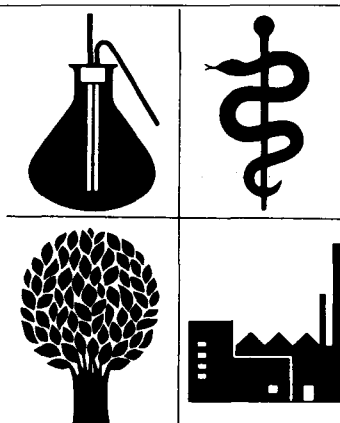
核技术在提高作物生产率和保护环境为目的的养分和水应用最优化中的应用研讨会,巴西,皮拉西卡巴(5月12—16日)

核能海水淡化学术会议,大韩民国,大田(5月26—30日)

1997 年 6 月

核燃料循环和反应堆战略适应新现实学术会议,奥地利,维也纳(6月2—6日)

这是两份精选的清单,可能会有变动。有关 IAEA 会议的更完整的资料,可向 IAEA 总部(维也纳)会议服务科索取,或参阅 IAEA 季刊 *Meetings on Atomic Energy* (订购信息见本刊 *Keep Abreast* 栏)。有关 IAEA 协调研究计划的详细资料,可向 IAEA 总部研究合同管理科索取。该计划旨在促进有关各种领域的科学和技术研究课题的全球性合作,其范围从辐射在医学、农业和工业中的应用到核动力技术及其安全。





本刊(季刊)出版单位是国际原子能机构新闻处。通讯: P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria; 电话: (43-1) 2060-21270; 传真: (43-1) 20607; E-mail: iaco@iaea1.iaea.or.at.

总干事: Hans Blix 博士

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

新闻处处长: David Kyd 先生

主编: Lothar H. Wedekind 先生

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

版式/设计: Hannelore Wilczek 女士

“其他”栏供稿人: S. Dallalah 女士,

L. Diebold 女士, A. B. de Reynaud 女士, R. Spiegelberg 女士

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

英文版以外的语文版

翻译协助: J. Rivals 先生,

法文版: S. Drège 先生, 翻译: V. Laugier-Yamashita 女士, 出版编辑

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

中文版: 北京的中国原子能工业公司翻译部, 翻译、印刷和发行。

《国际原子能机构通报》免费分发给一定数量的对国际原子能机构及和平利用核能感兴趣的读者。书面请求应函致编辑。《国际原子能机构通报》所载国际原子能机构资料, 在别处可自由引用, 但引用时必须注明出处。作者不是国际原子能机构工作人员的文章, 未经作者或原组织许可不得翻印, 用于评论目的者除外。

《国际原子能机构通报》中任何署名文章或广告表达的观点, 不一定代表国际原子能机构的观点, 机构不对它们承担责任。

广告

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

1957年
阿富汗
阿尔巴尼亚
阿根廷
澳大利亚
奥地利
白俄罗斯
巴西
保加利亚
加拿大
古巴
丹麦
多米尼加共和国
埃及
萨尔瓦多
埃塞俄比亚
法国
德国
希腊
危地马拉
海地
罗马尼亚
匈牙利
冰岛
印度
印度尼西亚
以色列
意大利
日本
大韩民国
摩纳哥
摩洛哥
缅甸联邦
荷兰
新西兰
挪威
巴基斯坦
巴拉圭
秘鲁
波兰
葡萄牙
罗马尼亚
俄罗斯联邦
南非
西班牙
斯里兰卡
瑞典
瑞士
泰国
突尼斯
土耳其
乌克兰
大不列颠及北爱尔兰联合王国
美利坚合众国
委内瑞拉
越南
南斯拉夫

1958年
比利时
柬埔寨
厄瓜多尔
芬兰
伊朗伊斯兰共和国
卢森堡
墨西哥
菲律宾
苏丹

1959年
伊拉克

1960年
智利
哥伦比亚
加纳
塞内加尔

1961年
黎巴嫩
马里
扎伊尔

1962年
利比里亚
沙特阿拉伯

1963年
阿尔及利亚
玻利维亚
科特迪瓦
阿拉伯利比亚民众国
阿拉伯叙利亚共和国
乌拉圭

1964年
喀麦隆
加蓬
科威特
尼日利亚

1965年
哥斯达黎加
塞浦路斯
牙买加
肯尼亚
马达加斯加

1966年
约旦
巴拿马

1967年
塞拉利昂
新加坡
乌干达

1968年
列支敦士登

1969年
马来西亚
尼日尔
赞比亚

1970年
爱尔兰

1972年
孟加拉国

1973年
蒙古

1974年
毛里求斯

1976年
卡塔尔
阿拉伯联合酋长国
坦桑尼亚联合共和国

1977年
尼加拉瓜

1983年
纳米比亚

1984年
中国

1986年
津巴布韦

1991年
拉脱维亚*
立陶宛
也门共和国

1992年
克罗地亚
爱沙尼亚
斯洛文尼亚

1993年
亚美尼亚
捷克共和国
斯洛伐克共和国

1994年
前南斯拉夫马其顿共和国
哈萨克斯坦
马绍尔群岛
乌兹别克斯坦

1995年
玻利维亚和黑塞哥维那

1996年
格鲁吉亚

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, 并尽其所能够保由其本身、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,

SCIENCE AND HUMANITY

ALOKA

ALOKA CO., LTD.

6-22-1 Mure, Mitaka-shi, Tokyo

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