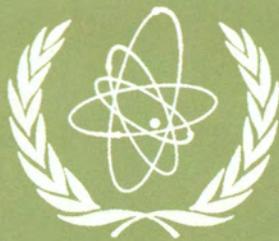


# 国际原子能机构 通报



第36卷 第4期  
1994年  
奥地利 维也纳

国际原子能机构季刊



HEALTH AND  
DEVELOPMENT

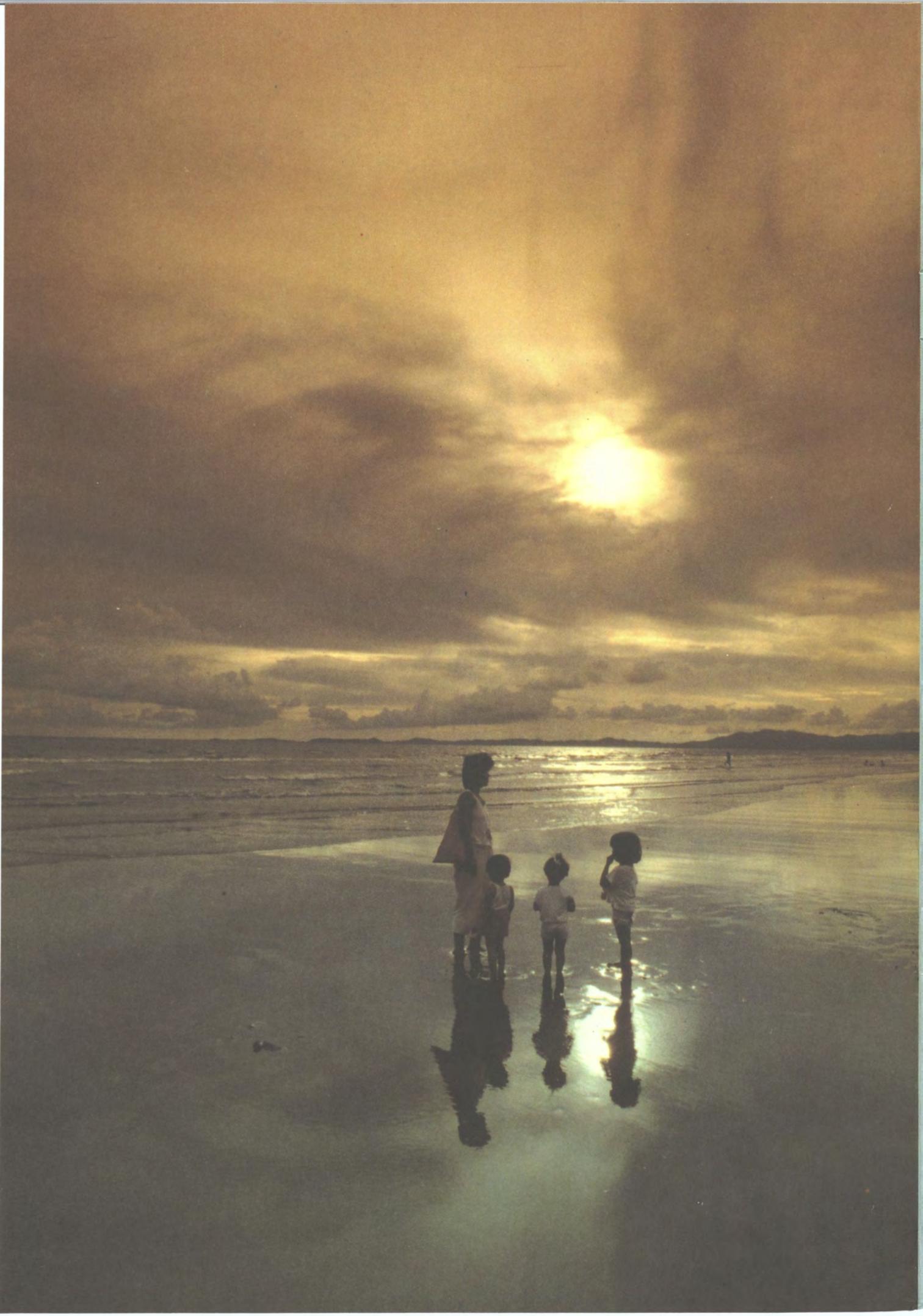
SANTE ET  
DEVELOPPEMENT

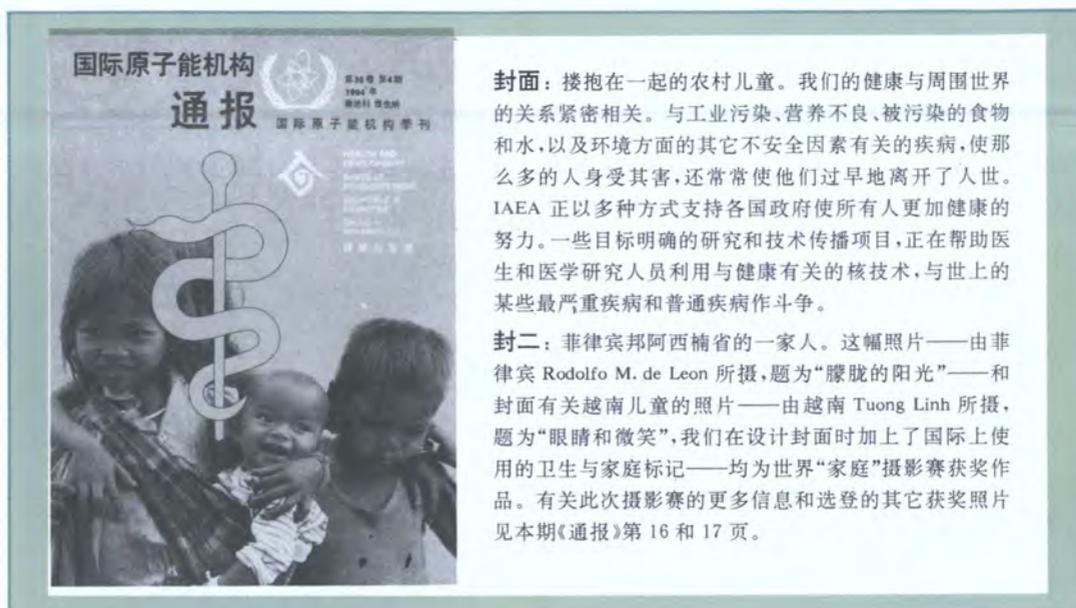
ЗДОРОВЬЕ И  
РАЗВИТИЕ

SALUD Y  
DESARROLLO

健康与发展







**封面:** 搂抱在一起的农村儿童。我们的健康与周围世界的关系紧密相关。与工业污染、营养不良、被污染的食物和水,以及环境方面的其它不安全因素有关的疾病,使那么多人身受其害,还常常使他们过早地离开了人世。IAEA 正以多种方式支持各国政府使所有人更加健康的努力。一些目标明确的研究和技术传播项目,正在帮助医生和医学研究人员利用与健康有关的核技术,与世上的某些最严重疾病和普通疾病作斗争。

**封二:** 菲律宾邦阿西楠省的一家人。这幅照片——由菲律宾 Rodolfo M. de Leon 所摄,题为“朦胧的阳光”——和封面有关越南儿童的照片——由越南 Tuong Linh 所摄,题为“眼睛和微笑”,我们在设计封面时加上了国际上使用的卫生与家庭标记——均为世界“家庭”摄影赛获奖作品。有关此次摄影赛的更多信息和选登的其它获奖照片见本期《通报》第 16 和 17 页。

## CONTENTS

- 特 写** 用于人体健康的核应用:跟上前进的步伐  
*Alfredo Cuaron / 2*
- 健康与环境:探讨某些相互联系  
*Gopinathan Nair, Robert M. Parr 和 John Castellino / 10*
- 照片集锦:健康·环境·家庭 / 16
- 人体健康与营养:利用同位素帮助克服“隐性饥饿”  
*Robert M. Parr 和 Carla R. Fjeld / 18*
- 保健与研究:癌症放射疗法的临床试验  
*Jordanka Mircheva / 28*
- 医疗保健领域的辐射剂量学:扩大全球网络的所及范围  
*Peter Nette 和 Hans Svensson / 33*
- 专门报告** 低剂量电离辐射的生物学效应:更充实的描述  
*Abel J. González / 37*
- 安全管理放射性废物技术的传播:设计多种传播方案  
*Donald Saire, Curt Bergman, Candace Chan 和 Vladimir Tsyplyenkov / 46*
- 专题报告** 无国界专家:传播核技术的先锋  
*Robert Lauerbach 和 Alicia Reynaud / 51*
- 核科技领域的进修:学以致用  
*John P. Colton / 55*
- 其 它** 国际简明新闻/数据文档 / 60
- Posts announced by the IAEA / 72
- Keep abreast with IAEA publications / 73
- Databases on line / 74
- IAEA 会议和研讨会/协调研究计划 / 76

# 用于人体健康的核应用：跟上前进的步伐

介绍今日造福于人民的与健康有关的各种核应用  
及 IAEA 计划的演变

Alfredo Cuarón

上个世纪末的 1895 年，人们发现了 X 射线，1896 年又发现了放射性，从此开辟了一些全新的科学领域。对医学界来说，自那以后，这个领域一直在不断地变化，但有些国家的变化要比另一些国家的快得多。

在过去的 100 年中，X 射线已像牙医的椅子那样为大多数人所熟悉。对于现今的医生们能够用来对多种疾病进行及早诊断和治疗的辐射技术和核应用，尽管人们还不太熟悉，但它们确实影响深远。随着我们向下个世纪迈进，此类辐射技术和核应用正在受到越来越多的注意。在这些工具中，有许多是国际原子能机构 (IAEA) 自身在人体健康领域的许多计划的核心。这些计划的宗旨是鼓励和支持传授与健康有关的核应用。机构正在使这些计划越来越适应能影响保健和治疗效果的多变而复杂的条件，尤其是适应发展中国家里面的条件。

本文将以问答方式阐述用于人体健康的各种核应用之间的差异，并介绍 IAEA 的有关活动的演变及其策略。

## 什么是核应用？

**什么是用于人体健康的核应用？** 从根本上说，它们是利用核辐射的电离本领或利用特定放射性核素的某些特性的各种应用。第一类应用被用于破坏病变组织，例如癌的放射治疗。第二类一般被用于获取对

医学诊断有用的信息，例如核医学研究。其中的某些应用是核能的历史最悠久和最人道的应用。它们也是世界上使用范围最广泛的核技术。

**什么是放射治疗？** 放射治疗是将强度较高的电离辐射集中到肿瘤上，达到消灭恶性组织所有痕迹的目的。据估计，目前每年发生的癌症新病例达到 1000 万个，其中大多数发生在发展中国家。所有癌患者的 60% 以上都需要以某种形式的放射治疗作为治疗的一部分。虽然仅靠手术治疗的癌患者所占的比例很大，但在以治愈为目的的综合治疗方案中，放疗和化疗正在成为经常使用的方法。

假如他或她能享用正确诊断和最佳治疗所需的一切设施，那么有治愈可能性的患者 (占癌患者的 30% 到 40%) 成功地得到治疗的机会就会大得多。然而，此事并不总是可能的，只能从实际可利用的条件中挑选。正如世界卫生组织 (WHO) 所说的：“好的外科手术优于坏的放疗，但同样正确的是，好的放疗优于坏的外科手术”。放疗在减轻病痛方面也具有重要作用。这就是说，在疾病已进入晚期的多数情况下，放疗总能起一些作用。

**放疗是不是一种新的医疗应用？** 完全不是。人们在差不多一个世纪以前 (1896 年) 就开始使用 X 射线进行放疗了，那时称作伦琴疗法，即以 1895 年发现 X 射线的德国物理学家 W. C. 伦琴的名字命名的疗法。从 1903 年开始，伦琴疗法的名称逐渐被为纪念法国科学家居里夫人而得名的居里疗

Cuarón 博士是 IAEA 研究与同位素司人体健康处处长。

法所取代。从技术上讲,这是核能的首次实际应用。这种疗法是让镭源与肿瘤紧密接触。它持续了近半个世纪,直到在回旋加速器和核反应堆中生产出核特性和放射生物学特性更优越的人工放射性核素为止。

现今的放射肿瘤学家,可根据特定患者的临床需要选择不同的治疗方案:

近距离疗法,这种疗法使用 $\beta$ 粒子源,让它与肿瘤紧密接触,就像治疗位于子宫颈及其它腔体或体表处的癌时所做的那样。

远距疗法,将 $\gamma$ 辐射源置于距肿瘤一定距离处,就像治疗各种深位癌时所做的那样。

在多数工业化国家和极少数发展中国家里,也有使用电子加速器而不是放射源治癌的,而且效果往往更好。此外,正在不断出现一些新的技术,虽然它们越来越复杂和越来越昂贵,但它们更加安全和更加准确。这些技术动用的是质子加速器、中子辐照器、硼-中子俘获及重离子加速器。

## 示踪技术和核医学

**“示踪方法学”指的是什么?**几千年以前,中国人就曾利用着色软木块示踪长江的水流。两三千年后,埃及人改进了这种方法,利用大量可溶于水的染料示踪尼罗河的水流。目前,为了能通过跟踪放射性示踪河流、湖泊或海洋的水流,或示踪水在活生物体中的代谢过程,只需几个克分子的放射性水。

在贝可勒尔于1896年发现放射性后仅几个月,有人就提供了能说明放射性示踪方法学的灵敏度极佳的例子。居里夫人发现,沥青铀矿的放射性要比根据那时已知的两种放射性元素(铀和钍)的含量预估的高3倍。她的结论是,沥青铀矿中必定含有仍然未知的别的放射性元素。她决定利用不同的溶剂和化学反应处理这些沥青铀矿,同时测量各种反应产物的放射性,以便弄清楚未知元素的化学性质。最后,她成功地从8t沥青铀矿中分离出了100mg镭——按重量计,镭与其它元素之比是1:( $8 \times 10^7$ )!

**示踪方法学自何时开始可适用于生物医学科学?**1932年,Blumgart利用铋的一种天然放射性同位素作为血流的示踪剂。通过探测人体不同部位的放射性,他能高度准确地测出血液从静脉注射部位循环至被测部位的相应时间。这是有史以来首次利用放射性示踪剂进行人体生理学实验。

几年之后,一些化学家开始利用别的放射性核素示踪特定有机分子的连续合成与分解过程,结果形成了现代的生物化学。若要了解发生在活生物体内的各种代谢循环,如果不利用同位素示踪原理就完全不可能。只有利用稳定的或放射性的同位素给所需的原子加上标记,才能示踪给定原子在错综复杂的生物化学过程中从一个分子转至其它分子的路线。

**核医学如何利用放射性示踪原理?**核医学是以利用其生物学行为为已知的少量放射性分子示踪特定的功能和生化过程为基础的。可以把这类示踪剂(或称作“放射性药剂”)看作被制导的分子探针(探针)。如果给患者服用(体内)或加到试管内的组织样品中(体外),那么只要1亿个分子探针就能搜遍全身或整个样品。它们一直搜索到遇上靶细胞中的识别点为止。在这些靶细胞中,它们的可溶性、电荷和形状使得它们被有选择地结合进某种细胞成分,被特定的组织浓集,或被某种器官排出。

**这种信息怎么会具有诊断价值?**当这些分子探针在血液中流动或聚集在一些特定部位时,可利用外部探头测量其发射的辐射,从而知道它们的踪迹,提供功能和生化方面的定量数据。这种信息通常由 $\gamma$ 照相机以平面图像或二维图像形式给出。这些图像显示的是放射性示踪剂在人体内的空间分布,反映的是某种生化或功能过程的性质和区域分布。一种称为单光子发射断层术(SPET)的方法,则以人体断层的二维图像方式显示这种分布。最先进的系统被称为正电子发射断层术(PET)。它利用被回旋加速器中产生的正电子发射体标记的分子探针获得所需的图像。人们利用这种方法便可分析生命的最精细的生化过程,

包括脑内放射性神经递质与神经受体之间的相互作用。这样,对于以前被认为源于“精神”的疾病(痴呆、精神分裂、抑郁症、妄想狂)或仅仅是“变性”的那些疾病(帕金森氏病),这种系统能提供独特的、有关它们的生化基础的图像。

总之,核医学显像的独到之处是,它能够利用不同的放射性示踪剂分辨给定器官的多种多样功能。例如,就心脏而言,有可能研究它的14种功能,其中包括在心脏的不同部分发生的生化和代谢过程。

**核医学只是临床放射学的一种高级变种吗?**完全不是。虽然两者都以利用电离辐射为基础,但它们所面对的是两种不同的医学专业。

临床放射学始于1895年11月,即伦琴发现X射线后不久。医生们首次可以不用外科手术,而是观察X射线在照相底片上产生的阴影,就能仔细研究患者体内器官的结构。这些阴影的明暗度与组织的密度有关。从这样的图像上可获得有关不同器官的大小、形状、位置和密度的极其简洁的信息。换句话说,它们是解剖学性质的图像。当然,在这个过程中,患者的一大片身体会在极短的时间内受到极强电离辐射的照射。就来源而言,这种辐射不是核辐射。虽然解剖学确实很重要,但这只限于对各种构件进行研究,而这些构件只在病情发展到极晚期时才起变化。放射片并不能提供关于生物化学和功能的任何线索。事实上,放射学家利用尸体也能获得极好的放射片。

另一方面,核医学是在放射学问世近半个世纪后才诞生的,那时已经能利用回旋加速器和核反应堆生产人工放射性核素。它是在示踪方法学原理的基础上自然而然地发展起来的,目的是探查活分子的行为。核医学远远超出了解剖学的范畴,进入了生理学、生物化学和分子生物学的范畴——它的研究对象必须是活体,它无法提供尸体的显像。

**放射学与核医学间的这些差别在医学诊断方面有什么含义?**它们提供不同的医

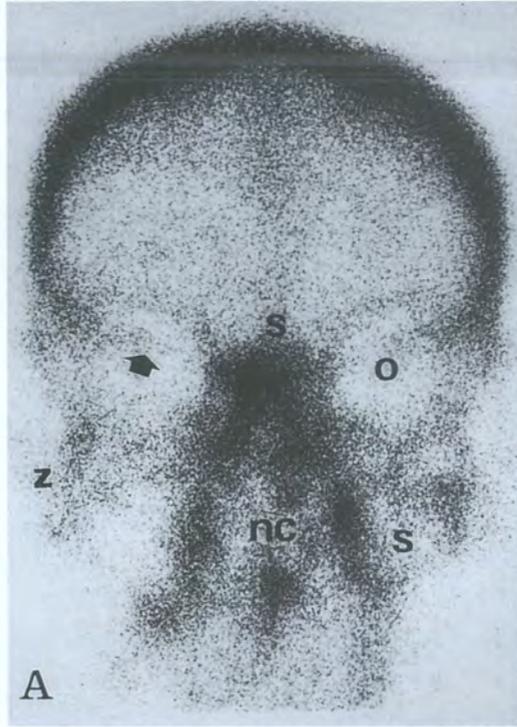
学指征。放射学用于探知疾病的结构影响,而核医学则用于研究疾病的生化和功能后果。放射学对于成功地治疗骨折是十分重要的,而核医学在这方面的作用即使有也很小。某一器官或某一系统范围内的疾病,通常是从分子这一层的生化紊乱开始的,放射学与核医学的相对价值必须从疾病的自然发展过程这个角度进行考察。随着时间的推移,该器官的局部功能或整体功能受到影响,但结构方面的第一批变化仅在很晚期才变得明显。例如,在骨骼的放射片中见到明显的结构变化之前6至12个月,核医学就能探测到由来自乳腺癌和前列腺癌的骨转移产生的第一批生化征候。就这种具体情况而言,核显像对于该患者来说是至关重要的。

核医学的一大优点是,它不像放射学那样是面向器官的,而是面向问题的。核医学不仅仅是给一些老的疾病提供新的检验方法。它用局部的生化和生理学词语描述临床问题,并利用这方面的测量结果帮助解决这些问题。疾病的生化和功能表征方法,不仅能给诊断而且也能给预后和治疗(不管是药物治疗,外科手术,放射治疗,还是它们的某种组合)提供有力的依据。

我们可以拿乳腺癌为例加以说明。乳腺癌可以依靠乳房射线照相很好地诊断,它可以指出严重的预后和作外科手术与放疗的必要性。但如果核显像表明此处的肿瘤有能力浓集放射性雌激素,则证明该肿瘤拥有雌激素受体,因而能够用药物进行成功的治疗。这一发现不仅改变了预后,而且避免了创伤性治疗。这并不意味着核医学排斥放射学。实际上,两者的作用是互补的。在这种情况下,乳房射线照相用于诊断,核医学则用于确定最佳的治疗方法。

### 安全性与灵敏度

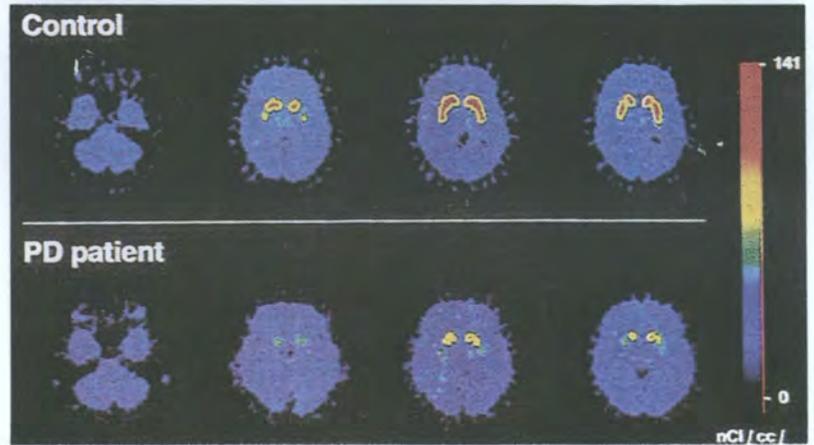
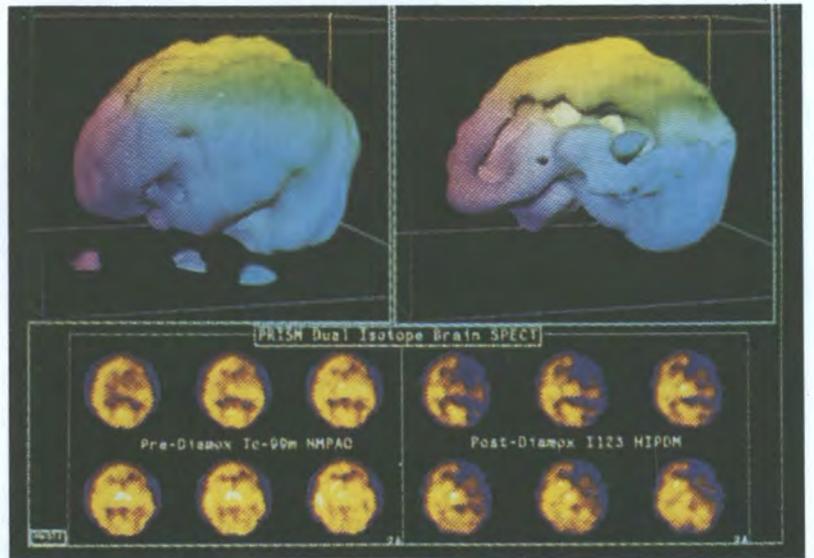
**患者内服放射性核素是否安全?**核医学中使用的放射性核素是经过特别挑选的,而且半衰期较短。所服剂量中的放射性刚好够灵敏的核医学仪器探测。虽然放射性核素逗留在人体内的时间与利用X射线



(左上起顺时针)

人头颅视图:一个正常人的 X 射线前位像。该图十分详细地显示出头颅骨构件的解剖。接着显示的是利用核医学显像术得到的同一受试者的前位平面像。它告诉医生们,头颅每一区域和面骨的磷酸根代谢的正常数量是不同的,颅骨和面骨的磷酸根代谢更活泼。

人脑视图:利用铟-99m-HMPAO 获得的人脑单光子发射断层术(SPET)照片。脑组织中放射性示踪剂的浓度正比于局部的血流量。下半部的 12 张断层切片表示左脑区血流量严重不足。在该照片的上半部,根据这一组断层切片重建的三维图像清楚地指出了梗塞区。底部照片是人脑正电子发射断层术(PET)的结果。该照片上半部是一个正常受试者的显像。下半部是帕金森氏病患者基底神经节神经受体的功能降低的显像。



进行研究时极短的照射时间相比要长一些,但核医学使患者实际受到的辐射剂量比临床放射学的低,因为后者的辐射强度总是很高的。

另一方面,放射性示踪剂的化学量是如此之少,以致它们不会引起药理学效应或改变生理参数。所有放射性示踪剂都不会产生中毒效应。这些特点允许在怀孕妇女和新生儿身上做核医学操作,而且无论是用于监测病情变化还是用于监测治疗效果都能定期地重复进行。

**什么是核医学的体外检验?**这是核医学中最简单和最省钱的一种检验方法。它们可以在实验室内利用非常简单的仪器设备完成,数以百计的样品只需几小时就能同时处理完毕。就像其它的临床化验室检验那样,它们是在试管中进行的,对象是生物样品(血液或其它组织),所以患者不会受到电离辐射的照射。最常见的是放射免疫分析(RIA)和免疫放射分析(IRMA),这些方法兼有免疫学工艺所特有的特异性与基于放射性的检验所特有的灵敏度。

这些操作使生化测量的灵敏度提高了100万倍,即从微克( $10^{-6}$  g)量级提高到皮克( $10^{-12}$  g)量级,使人们能够发现意想不到的激素生产情况。此类操作实际上被用于侦查和测量具有医学意义的微量致免疫物质,其中包括激素、酶、蛋白质、医用和麻醉药物,以及某些肿瘤特异地产生和分泌的物质,即所谓肿瘤标志物。

体外检验还包括使用放射性的DNA探针或遗传标志物。它们被用于鉴别存在于细胞遗传物质中的特异的DNA碎片。这些碎片能借助于聚合酶链式反应方法进一步放大或复制,这样便可以有足够的物质被用来检验那怕只含有单个细胞的极微量DNA的样品。众所周知,遗传指纹法在侦查疟疾、麻风病、科什曼病和血吸虫病之类的疾病,以及胆囊纤维化、血友病和地中海贫血之类的疾病方面具有特殊的价值。在双亲鉴定、法医学、犯罪学、人类学及古生物学方面,它也是有价值的。

**治疗性核医学应用同放疗应用有无区**

**别?**放疗是利用来自外源的射线束破坏恶性组织。治疗性核医学则设法让口服或静脉注射的发射 $\beta$ 辐射的放射性核素进行特定的生理浓集,浓集后的放射性强度应大得足以特异地破坏靶组织。在这种情况下,分子探针成了准确度极高的分子“制导导弹”。如果放射性分子导弹的结合点是肿瘤,目标就是用大放射性剂量特异地和彻底地摧毁恶性组织,同时几乎不影响周围的正常细胞。如果目标是部分地消蚀过于活泼的非恶性组织以恢复特定器官内正常的生化和功能,那么可使用较低的放射性治疗剂量。下述两例就是这种情况:一是治疗甲亢时服用碘-131以破坏过于活泼的甲状腺组织,二是服用磷-32以破坏生产过量红细胞的过于活泼的骨髓。消灭甲状腺癌的转移所需的碘-131剂量要高10倍。

同样,亲骨放射性核素被用于缓解乳腺癌和前列腺癌骨转移患者的疼痛。放射免疫治疗是正在研究的一个新课题。其基础是利用特异的放射性单克隆抗体作为“魔术般的”导弹,来消灭诸如黑素瘤、淋巴瘤,以及结肠癌、卵巢癌和肝癌等特定类型的癌及其转移,但又不使周围的正常组织受到过分的照射。

**核医学的费用与放射学和其它临床显像方法相比有无竞争力?**虽然不能说核医学是便宜的,但总费用是有竞争力的。有些类型的医学显像操作比其它的花钱还多。例如,PET几乎是一种“科学幻想”——在工业化国家中是科学,在发展中国家中则成了幻想——因为现场必须有回旋加速器。

总的说来,核医学设备的费用与放射学设备的费用不相上下,但低于磁共振显像之类高级显像系统的费用。不过,核医学设备的运行费用高于放射学的。原因是必须不断供应放射性核素和放射性药剂,不管使用与否它们都会随着时间的推移而衰变掉。从人力资源方面看,一个放射学科需要一个由若干名放射学家、若干名技师和一名医学物理学专家组成的核心班子;而核医学所需的人力资源专业面更宽,而且是跨学科性质的,包括核医生、技师、放射

性药剂师、生物医学工程师以及医学物理与信息科学方面的专家。

核医学看起来是很费钱的,但如果运用得当,它确实能降低医疗保健费用。在情况不明的条件下作出的决定,必然会使医疗保健费用上升。提高疾病最初阶段的确诊率,能使患者得到更好的治疗和降低费用。准确地说,这就是核医学的最高价值:及早诊断可及时制定最佳治疗方案和消除并发症的可能性。这可以降低药品费用、更加复杂昂贵的创伤性诊断方法的费用,以及医院病床费用。它还能缩短患者的康复期,减少他们的缺勤时间。

### 辐射在健康方面的其它应用

**辐照还有没有别的与健康有关的应用?**辐照是一种高效的灭菌方法。许多医疗用品,例如外科敷料、缝线、导管和注射器等,都经不起蒸汽或干燥热空气灭菌,因为它们是以塑料为主要成分的热敏材料。用环氧乙烷气体或别的化学物质灭菌,可引起有害健康的讨厌的残留物。业已证明,对于这类产品,钴-60  $\gamma$ 射线灭菌非常有效,费用也较低。供植入人体使用的骨、神经、筋膜、硬脑膜、心脏瓣膜之类组织,以及治疗烧伤用的绒膜敷料等,也一直在成功地用  $\gamma$ 射线灭菌。因此,它们已在许多发展中国家中越来越多地被用于临床实践。

IAEA 和粮农组织(FAO)的核技术用于粮农处,一直在成功地推广辐照的另一些与健康有关的应用。例如,食品辐照能够杀死富有生命力的微生物和特殊的无孢子病原微生物(诸如沙门氏菌),因而消除了食物方面的许多危及健康的因素。另一种重要的应用是,在根除威胁人类健康的害虫(例如新大陆螺旋蝇和采采蝇)运动中应用昆虫不育技术。

**在营养和与健康有关的环境方面有哪些应用?**在研究与人体营养有关的各个过程时,示踪原理已成为十分重要的东西。使用氢、碳、氮和氧的稳定同位素,对被研究的人来说是完全安全的,因为它们没有放射性。人们也一直在利用核分析技术研究

世界各国的正常膳食,以便提供不同元素的生物可用率和饮食摄入量方面的信息,从而为制定饮食方面的指导方针提供有用的新数据。(参看第 18 页开始的文章。)

核技术和示踪原理在研究环境污染方面同样是十分重要的。环境污染正在影响着数以百万计的人民的健康和幸福。人们能探测到极少量的放射性和非放射性同位素并能跟踪其行动路线这一事实,使它们成为跟踪空气、水或土壤中的污染物的理想工具。非放射性同位素能够用活化分析或 X 射线荧光之类的核方法准确地测定。其它的核方法(如电子束辐射)也能够成功地用于除去气体污染物,包括燃煤发电厂排放的二氧化硫或氮的氧化物之类令人讨厌的气体。

**辐射剂量测定在人体健康方面的作用是什么?**准确的剂量对一切辐射应用来说都是极其重要的。对于治疗应用来说,剂量准确与否可能涉及人的生与死。低于预定值的剂量也许不足以起到治疗作用,而且可以增加恶性组织的抗辐射性;如果剂量高于预定值,也许会产生严重的并发症。

在现代辐射肿瘤学中,人们强调,在投入剂量时,准确度(至少是可重复性)应在 5%以内。为此,IAEA 和 WHO 已在发展中国家里建立了 70 家副标准剂量学实验室(SSDL)。由于准确的剂量测定是放疗的前提,因此放疗中心的剂量计必须定期经 SSDL 校准,并通过由 IAEA 剂量测定实验室组织的比对每年核对一次。此外,IAEA 在 WHO 合作下给各放疗中心提供世界范围的剂量测定服务。700 多家放疗中心的结果表明,由于缺少合适的设备、工作人员和培训,10%以上癌患者接受的剂量与处方剂量相差 20%以上。在参加最近一次评估的所有医院中,有 70%医院的辐射剂量测定值的平均偏差已从 20%降到 5%。其余的中心目前正在改进它们的测量工作。(参看第 33 页开始的文章。)

在某些工业应用中,例如医疗产品灭菌和食品辐照,使用的辐射剂量高得多。为了保证达到处方剂量,正在通过 SSDL 推广

新开发的技术。此外,这两种服务已有一项内容广泛的计划,包括对辐射防护和高剂量测量用的所有仪表进行校准。

### 传授技术:支助发展中国家的各种应用

**发展中国家是否已具备利用用于人体健康的核应用的条件?**这完全取决于它们的具体的历史发展水平。核医学是核能的医学应用中最复杂的一种。人们不应忘记一些发展中国家在推动核医学进步方面所起的重要作用。巴西圣保罗大学于1948年成立了世界上第一家国家核医学研究所;50年代,在安第斯国家(阿根廷、玻利维亚、智利、厄瓜多尔、秘鲁)和墨西哥中,通过对地方性甲状腺肿进行的开拓性研究,全面地验证了放射性示踪剂作为医学研究的一种实用工具的原理。60年代初在拉美国家中成立的全国性核医学学会,是继美国核医学学会之后成立的第一批全国性学会;1965年在拉美成立了该专业的第一个地区性学会联合会;并且成了1970年在墨西哥城成立世界联合会的催化剂。核医学

秘鲁的一些保健专业人员接受过 IAEA 支助的推广核医学应用的援助。



中使用的许多操作程序,就是60年代和70年代初在这些国家里首先开发出的。

但是,这种良好的开端,被70年代后期同时出现的国际金融危机和80年代工业化国家中取得的前所未有的技术进步所粉碎。这些发展使发展中国家中的核医学向前推进的所有大门关闭。这些国家现在迫切需要赶上核医学的前进步伐,缩小技术差距。商业性公司只生产十分昂贵和十分复杂的现代化设备,但不适合许多发展中国家的条件。这些国家必须十分小心地使新技术适应它们自身的需要和条件,避免盲目采用既昂贵又不适合的技术。

用于人体健康的核技术与该国国内有无尖端的核基础设施无关。最重要的是要有比较好的医学基础设施。核医学与诸如临床化验室、常规放射学和超声波之类的其它基本诊断方法是有关的,它只能作为对后者的支持。同样,如果得不到癌的及早诊断系统的支持或没有肿瘤学家和化学家的配合,放疗在治疗癌症方面也不可能是有效的。在这些情况下,放疗也许只能主要用于缓解疼痛和某些症状,但患者最终将死于癌。

### 不断调整,迎接挑战

过去十年间,IAEA在支助用于人体健康的核应用方面的各项计划一直在演变,以适应新的现实。这一动向在组织机构,以及在目标更加具体的一些项目身上都有所反映。1993年8月,生命科学处从IAEA的系统图上消失,代之以一个新的处——人体健康处。该处分成4个科,即核医学、应用辐射生物学与放疗、剂量学,以及营养和与健康有关的环境研究。

**为什么要改名?**因为它的许多子计划已不再与前生命科学处名下覆盖的动物和植物生物学有关,所以老的称号已名不副实,容易使人误解。动植物方面的子计划已完全落入IAEA/FAO联合处的工作范围。此外,新名称的附加好处是有助于潜在的对口部门(主要来自医学研究单位)认识本处的任务与它们自己的任务是相同的。

这种渐进式的变化能使 IAEA 更好地跟上核技术的进步及形成 IAEA 有关人体健康的核应用的中期策略。这些策略包括建立其触角可到达发展中国家多数核医学设备用户的机制。

**该处将与 WHO 竞争吗?** 肯定不会。WHO 的工作重点是公共卫生和疾病预防。这就是说, IAEA 是明确地负有促进将核能用于人体健康(主要侧重于疾病的诊断和治疗)这一使命的唯一国际机构。IAEA 与 WHO 长期保持着十分良好的关系。IAEA 通常都要征求它的意见,并经常与 WHO、它的地区办事处(像泛美卫生组织——PAHO)及涉及人体健康或环境的其他国际机构协调它们的项目。

### IAEA 的新策略

核技术的医学应用只有当治疗患者需要它们时可获得和能给临床医师提供可靠的结果时才有价值。因此, IAEA 将更加重视建立其触角可到达这一医学应用的多数用户的机制,目的是促进**临床质量保证**和增加核应用在发展中国家中的**可获得性**。

只有降低费用才能提高可获得性。专门设计了一批技术合作和协调研究计划,用于建立由本国生产放射免疫分析试剂、镅-99m 发生器和放射性药物的能力。机构还支助一些核研究中心生产具有医用价值的放射性核素,以便在每个地区内均可低价买到这些放射性核素。

已通过技术合同开发出把各种  $\gamma$  照相机与个人计算机连接起来的接口硬件及处理核医学显像的软件。目前正在维也纳评价这种低价系统。它将被用于提高发展中国家近千台老式模拟  $\gamma$  照相机的档次,使其进入数字时代。对  $\gamma$  照相机的全球普查已开始,并已拟定了地区性的计划,以期证明预防性维修和故障维修与质量控制检查有联系。这项政策将减少设备的停机时间,延长其使用寿命。在引导制造厂家生产简易、低价、技术新颖的核医学和放疗设备方面,机构已作出卓有成效的努力。

但是,预计将在发展中国家中具有较

大影响的项目,是已经安排的能把触角伸到发展中国家中所有用于人体健康的核技术用户的那些项目。这些项目是通过 IAEA 与 WHO/PAHO、各国医疗主管部门、一国和地区性的医学学会和商业公司组成的协作网实施的。其目的是建立一国、地区和全球性的协调网,以提高核技术用于保护和增进人体健康的临床效果。

这方面的第一次尝试以成功地建立伊—美核医生理事会而圆满结束。该理事会在 IAEA 主持下于 1993 年 10 月 15 日在哥伦比亚的波哥大成立的。它的组成包括拉美核医学和生物学学会联合会 6 位卸任主席,拥有 10 名属于核医学不同方面的国际公认专家的考试委员会,以及代表每个国家参加该理事会的各国理事。这个网络将起外部质量控制系统的作用,以提高拉美、西班牙和葡萄牙的核医学研究生教育水准。它将组织考试以考核自愿应考者的知识,并给被认为在核医学临床实践方面合格的应考者颁发证书。这种证书每五年重新确认一次,确认时各门课程需一一加以评价以确保证书持有者跟上该专业的进步。这种证书会使持有者取得患者和研究机构的信任及享有合格医生的声誉。它的定期重新确认将促进核医生更广泛、更积极地参与科研和学术交流,这些活动在任何国家中都是推动各个专业不断前进的最佳手段。

与亚洲和大洋洲核医学联合会共同建立的另外两个类似的协作网也即将问世。一个协作网将用作采用交互、远距离方式培训核医学技师和给他们发证书。另一个协作网是  $\gamma$  照相机用户协会,以监督商业公司在该地区出售的核医学设备的保养与维修。

这些新策略是对过去几十年间 IAEA 一直在使用的传统办法的补充,并表明机构具有适应性强和生气勃勃这样一些可贵的特点。IAEA 为了能适应不断变化的客观条件,已经加强了它在提高发展中国家核技术医学应用的效率和质量方面的工作。 □

## 健康与环境：探讨某些相互联系

研究人员正通过 IAEA 支助的项目

研究不断变化的环境条件对人体健康的影响

Gopinathan Nair,  
Robert M. Parr  
和 John Castelino

环境方面多种形式的可持续发展，不只是一种旨在保护脆弱的地球生态系统的概念。对个人来说，这是改善健康状况所必需的。例如，目前世界上的数十亿人，遇到了由工业空气污染，有毒金属与有毒废物，以及能很快适应不良环境条件的威胁生命的各种寄生虫所引起的健康问题。随着地球的“健康”状况由于执行了可持续发展政策而得到改善，地球居民的健康也将得到改善。

国际原子能机构(IAEA)正在与一些国家的和国际的组织一道，千方百计地为加深对环境与人体健康之间的相互联系的科学认识而工作。在寻求复杂而令人困惑的问题的答案时，人们往往会使用核的及与之相关的技术。本文着重介绍这方面的某些工作，以便阐明问题与潜在解决办法的范围。

### 观察城市空气污染对肺的影响的核“窗口”

工业化使人类获益匪浅。在许多国家中，生活已变得更加社会化、更加舒适和更加丰富多彩。与此同时，工业化也带来了祸害，其一便是城市化。城市化的第一个伤害对象就是环境。就对人体健康的影响而言，空气污染是全球环境的所有变化中最值得注意的变化之一，它现在如此不祥地威胁着人类。污染是人口和经济活动的结果，而

这两者都在以相当高的速度增加。

对发展中国家来说，这种状况使他们处于进退维谷的境地。一方面他们需要大力推进工业化以实现经济增长；另一方面，他们没有可用来建设足以控制污染的工业安全系统的资源。大多数发展中国家兼顾不了经济迅速增长和环境保护这两个相互冲突的需要，往往屈服于经济学的压力。一些国家的政府只是最近才开始正视与此有关的危险。在许多这样的国家中，有关环境安全的法规尚未得到严格的遵守。

亚洲提供了一个触目惊心的能说明情况多么糟的例证。世界上人口超过 1000 万的城市有 13 座，其中亚洲却有 7 座。亚洲约有 10 亿人生活在拥挤和脏乱不堪的城市里。世界上空气污染最严重的 7 座城市中，有 5 座在亚洲。

空气污染是环境危害中最坏的，因为这种污染有可能越界迁移。使空气受到污染的主要根源是：机动车辆和火电厂燃烧化石燃料；木柴炉、焚烧炉和工业烟囱等设施排出的烟；以及农业生产、建筑工地和采矿场等处产生的尘埃。污染物通常是铅、二氧化硫、硫酸和硫酸盐、氮的氧化物、臭氧和光化学污染物、一氧化碳、挥发性有机化合物，以及包括气载变应原在内的高度弥散性有机物。所有这些污染物超过一定浓度时，都有害于人体健康。

自从 1952 年发生著名的伦敦雾事件以来，空气污染的健康影响都有详细的记载。这起事件引起的额外死亡约 4000 人。这个数据完全能证实严重的空气污染与死

Nair 博士是 IAEA 人体健康处核医学科科长，Castelino 先生是该科高级职员。Parr 先生是该处营养和与健康有关的环境研究科科长。

亡率直接相关。根据伦敦事件以来进行的许多研究工作的报道,甚至在污染程度较低的情况下死亡率也有所上升。关于空气污染事件的一些报道进一步表明,因呼吸系统疾病和心血管疾病急症入院的人数增加,为工人们申请健康/风险赔偿的事件增多。在有关实验室中进行的肺功能试验表明,在发生各种空气污染事件期间,人每秒钟的被迫呼气量(FEVI)增加。在空气污染程度不同的各个地区,FEVI 值是不同的。

现在还了解空气污染引起高死亡率和高发病率的基础性机理。空气污染也许能增加肺渗透性,导致肺水肿。这样,肺泡中的气体交换将受阻,引起全身缺氧。众所周知,急性和慢性呼吸系统疾病患者对空气中的颗粒污染物是比较敏感的。

人体通常的防卫机制,诸如带有纤毛的膜和导气管表面的粘液中的免疫球蛋白,都不能保护肺免受吸入空气中污染物的伤害。充其量也不过是大颗粒因撞入上部导气管表面带粘液的膜中而到达不了肺的较深部位。自我感觉呼吸不畅和气短,是大家熟悉的急性接触污染空气的症状。

空气污染能够恶化原先已有的病情,使康复机会大大减小,对支气管炎、气喘和心血管病等慢性疾病患者的害处尤其大。老年人较年轻人更易受空气污染的影响。

来自空气污染的危害多半与所谓的PM 10 颗粒有关。这种颗粒很细,能够深深穿入肺中。它们主要(但不只是)来自机动车辆排出的尾气。最近有人估算出,PM 10 颗粒在美国每年约杀死 60 000 人,在英国每年约杀死 10 000 人。其他国家的此种情况虽然基本上不了解,但现有的资料表明,很多地方都可能存在此问题。

**需要生物标记物。**例如,人接触一氧化碳的量可通过测量空气中的一氧化碳浓度,或测量血液中的碳氧血红蛋白估算出来。同样,接触周围空气中铅的量,可通过测量受影响居民血液和尿中的平均铅浓度估算出来。此类生物标记物能够帮助内科医生评估发病的风险。不过,目前在接触

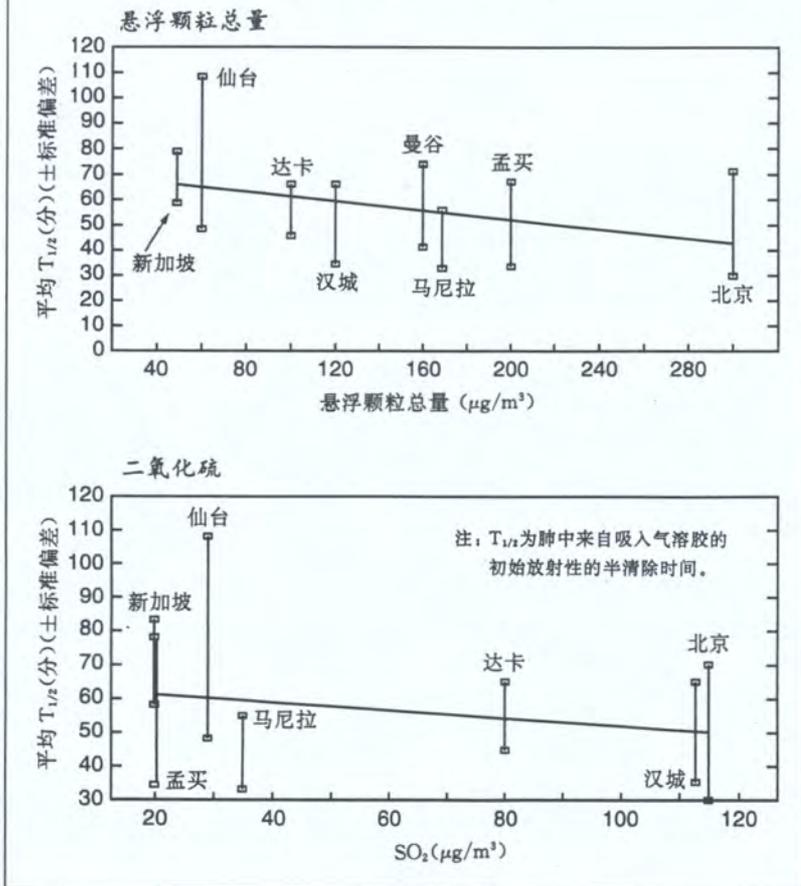
被污染空气对肺的影响方面,尚无生物标记物。

然而,核技术可以给这方面的科研工作提供工具,帮助填补这个空白。过去的 30 年中,核技术一直被用于有关肺和导气管的研究。例如,所获得的数据已能使一些重要的污染源得到鉴别和定量。

从技术方面讲,使用放射性核素作示踪剂有助于研究人员研究肺的呼吸功能,即血的灌注和肺换气。只是到了最近,粘液纤毛的清除作用及肺渗透性之类非呼吸功能才引起临床研究人员的注意。在有关这一内容的一项研究中,人们使用以二亚乙基三胺五乙酸(DTPA)钨-99 m 为示踪剂的气溶胶闪烁扫描技术使肺显像。这种用来测量肺泡-毛细血管膜渗透性的技术,是能够在任何核医学部门完成的一种快速、安全和简单的检验方法。先让患者吸入由一供气源提供的气溶胶,历时约 5 分钟,然后用一计算机化的  $\gamma$  照相机系统监测放射性离开肺区的清除率。这些测量结果被用来计算肺中初始放射性的半清除时间。肺泡微血管的任何损伤都将影响渗透性,这一点肯定能在肺清除率上反映出来。这种技术一直被用于诊断以能导致肺泡微血管损伤的肺部弥漫性炎为特征的多种肺病。

气溶胶闪烁扫描技术,已被参加 IAEA 最近的一项关于肺气溶胶吸入显像的协调研究计划(CRP)的研究人员采用。这些研究人员特别考察了城市空气污染对肺的影响。来自 10 座亚洲城市——达卡、北京、孟买、班东、仙台、汉城、拉合尔、马尼拉、新加坡和曼谷——的志愿受试者参加了这项研究。这些人都不吸烟,没有任何呼吸道症状,其胸部放射片正常。他们接受了标准的肺量测量肺功能试验。研究中使用的气溶胶供气系统,是由孟买巴巴原子研究中心(BARC)设计制造的,并经过了试验和验证,证明它适用于气溶胶吸入研究。这项研究还包括汇编这 10 座城市的年度空气质量数据,内容涉及悬浮颗粒总量(TSP)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮的氧化物(NO<sub>x</sub>)、一氧化碳(CO)和臭氧。

亚太地区 IAEA 资助的一项研究的结果：  
空气污染对肺渗透性的影响



这项研究的结果表明,肺功能即肺的渗透性有随着空气中污染物浓度的增高而改变的迹象。这种迹象与 TSP(对肺的影响最大的污染物)和 SO<sub>2</sub> 浓度的关系非常明显。根据所获得的结果有理由认为,渗透性的改变是由肺部可能已发生的损伤造成的,而这种损伤是长时间接触周围污染空气所致,因为这些受试者本来是健康的不吸烟成人。因此,这些试验提供了一个可借以观察城市空气污染对肺的影响的窗口。不过,尚需就本项研究结果继续做些工作,才能得出最后的结论。

从许多方面来看,IAEA 资助的此项研究在该领域里开辟了新天地,它提供了一种可用于检验环境污染对人肺的生理学影响的定量方法。由于肺是直接对环境开放的主要器官,因此现在看来把肺的损伤



在 IAEA 资助的空气污染研究工作中,受试者吸入放射性标记的气溶胶,以测量其肺的渗透性。

与呼吸道疾病的发病率更紧密地联系起来是合理的。这样做为更好地理解空气污染影响人体健康的机理开辟了道路。

IAEA 正在通过其在研究和技术合作领域的计划,支助关于空气污染、环境和健康方面的多种研究。例如,有 IAEA、联合国开发计划署和 IAEA 亚太地区合作协定(RCA)的国家参与的一项正在实施的联合项目,预计 1995 年将扩大。它的整个工作重点将放在使用同位素与辐射来加强工艺技术和支助环境上可持续的发展方面。目前,参加该项目的有亚太地区的 15 个国家,其内容还包括有关沉积物、土壤、水体和生物监测物的研究。

### 有毒重金属： 研究人通过食物和水受到的影响

若干世纪以来,人们一直在开采和提炼铅和汞之类有毒重金属。不幸的是,随着时间的推移,包括食物和饮用水在内的人类环境已被这些元素和其他元素所污染。(见第 13 页的表。)某些研究人员甚至认为,铅中毒是罗马帝国垮台的原因之一。

更为肯定的一个事实是：正如最近对格陵兰冰核所作的分析所证实的那样，人们从公元前的某个时期以来就一直在加重地球的铅污染。

今天，在有毒重金属的全球生物地球化学循环中，人的因素仍是最重要的。此外，由人类活动转入环境的所有金属的年总毒性，现在已超过了每年产生的所有放射性废物和有机废物的合计总毒性。

因此，关于评估环境污染对人的影响的许多国家计划和国际计划，都优先安排对有毒重金属的研究，这是不足为奇的。在联合国这一级，许多这样的计划都进入了“21世纪议程”的范畴。所谓21世纪议程，系指1992年联合国环境与发展大会提出的有关可持续发展的一组活动。

**IAEA 支助的计划。** 砷、镉、铜、铅和汞等，都是适合于用各种核的和基于核的技术来研究的有毒元素。所涉及的主要技术包括中子活化分析、能量色散X射线荧光分析、粒子激发X射线发射分析、电感耦合等离子体质谱分析，以及各种各样的同位素示踪研究方法。IAEA 正通过各种途径支助特定研究领域的工作。（见下页的表。）

核分析技术最有用的应用之一，与利用“生物监测物”有关。人的头发就是这样一种生物监测物的实例，它除了环境方面的用途外，还有历史方面的用途。（如目前仍在争论的有关拿破仑是否死于砷中毒，以及能否根据据说来自其尸体的一些头发样品的分析结果定为砷中毒的问题。）

头发分析的一种比较“有生命力的”应用，在目前正在进行的一项 IAEA 支助的研究计划中得到了证实。在该项计划中，头发正被用来监测孕妇及其新生儿受汞影响的程度。世界卫生组织(WHO)已提出，头发中的汞含量最好不超过4—6微克/克，否则新生儿便有遭受到神经学损伤的风险。

\* 这种总毒性是通过将放射性废物或有机废物稀释到饮用水质量所需水量度量的。见 *Nature*, Vol. 3, 33 (May 1988) 所载 J. O. Nriagu 和 J. P. Pacyna 的文章。

## 环境中的典型重金属及规定的某些限值

	空气中浓度限值 <sup>1</sup>	饮用水中浓度限值 <sup>2</sup>	暂定的容许周摄入量 <sup>3</sup>	摄入量的主要来源
砷	0*	10 µg/L	14 µg/kg 体重	被污染的饮用水
镉	10—20 ng/m <sup>3</sup> (城市空气)	3 µg/L	约 7 µg/kg 体重	职业；烟草的烟
铜		1 mg/L	0.35—3.5 mg/kg 体重	被污染的饮用水
铅	0.5—1 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/L	50 µg/kg 体重	职业；异食癖； <sup>4</sup> 来自加铅石油产品的沉降物
汞	1 µg/m <sup>3</sup>	1 µg/L	5 µg 全部汞/kg 体重 3.3 µg 甲基汞/kg 体重	被污染的鱼；职业

\* 一般认为不管浓度如何砷都是一种致癌因素。

1 以1年内的时间加权平均数计的浓度上限指导值(WHO)。

2 饮用水中浓度的上限指导值(WHO)。

3 成人可接受的最大周摄入量(WHO/FAO)。为求得适用于个人的可接受的最大周摄入量，此处列出的值须乘以千克为单位的体重。

4 异食癖指吃粘土、土壤、灰渣等非食物物品的那种习惯。对生活在被污染的环境尤其是带有老的铅基涂料的房屋中的幼儿来说，异食癖是他们的铅摄入量的重要来源。

IAEA 的工作表明，在几个发展中国家里的一些人群组中，已超过这个含量。进入人体的汞通常是由食用被污染的鱼所致。有些人（如生活在巴西亚马孙河流域的某些受试者）的头发汞含量特别高，可能与提取和提纯金时使用汞有关。该项目还包括研究汞的最重要的有机化合物甲基汞。

## 传染病和环境：设法适应各种变化

社会—经济的发展理应导致健康水平和生活质量的提高。然而，直到最近为止，发展往往渐渐地被看作环境退化、污染、发病率增加，以及原设想会受益于发展的人中至少有一部分人的生活质量变坏的同义词。所幸的是，近来愈来愈多的人认识到，必须把健康和生活质量的改善与可持续的发展联系在一起，否则不利的后果将是不可避免的。

例如，许多农业发展方案可以导致环境发生助长疾病传播的变化。阿斯旺水坝及其相关的灌溉计划能增加棉花和谷物的

## 在与健康有关的环境研究中应用核技术的 部分 IAEA 协调研究计划

年 份	数 目	题 目
1984—1989	14	头发无机分析作为评估人体内环境污染物负担的一种手段的意义
1984—1990	14	用核技术和其他技术测定的人从日常饮食中摄入的营养上重要的微量元素量
1985—1990	11	测定食品中有毒元素的核技术(RCA 地区)
1987—1992	20	核技术和核相关技术与在固体废物有关的环境污染研究中的应用
1987—1992	10	可用于分析农产品加工业的产品和食品中微量元素的核分析技术(ARCAL 地区)
1990—1995	10	用核技术和其他技术评估选定人群中的汞环境接触量
1992—1997	19	用核相关分析技术进行的有关空气污染的应用研究
1996—2000		用放射免疫分析和其他相关技术评估环境污染物
1995—2000		用核分析技术和相关分析技术进行的工作场所监测和职业人员的保健研究
1995—2000		提供环境研究用副标准(地区性的)参考物质**
1995—2000		环境生物监测和建立供发展中国家用的样品库**

\* 参加国数目。

\*\* 取决于能否得到预算外资源。

注:在 1992 年于德国卡尔斯鲁厄举行的 IAEA 学术讨论会的论文集《同位素和辐射在环境保护中的应用》(*Applications of Isotopes and Radiation in Conservation of the Environment*)中,有关于 IAEA 在该领域中的工作的更详细介绍。订购信息请见本刊 *Keep Abreast* 栏。

产量,但这些计划也使血吸虫病(一种很讨厌的使人虚弱的病,WHO 估计此种病影响到 70 多个国家的 2 亿人)发病率升高,因为这种病的传播媒介钉螺能在灌溉渠中繁殖。肯尼亚的姆韦亚—特贝里灌溉计划同样使该国的稻米达到了自给,但随着周围地区的移民和塔纳河下游的蚊子进入姆韦亚—特里贝,该计划把疟疾(WHO 估计此种病影响到 103 个国家的近 3 亿人)带入了该地区。在巴西,亚马孙河的开发导致利什曼病和疟疾的发病率猛增。对于利什曼病来说,作为森林循环的一个组成部分的白蛉,以及疟疾的传播媒介蚊子,叮咬来自巴西城市的在免疫方面准备不足的移民。这些到亚马孙河来开辟新天地的移民

却发现自己成了疟疾病原体的新靶子。

人们往往找不到有关巴西和哥伦比亚森林之类地区有哪几种蚊子是人疟疾的传播媒介的资料。80 年代初期,为了有助于防治疟疾,人们开发了一种方法,即利用以碘-125 标记的抗子孢子单克隆抗体(在由蚊子携带的疟疾病原体的感染阶段)与子孢子抗原相结合的免疫放射分析法(IRMA)。

此种方法能把恶性疟原虫和间日疟原虫(两种最常见的人疟疾形式)的子孢子与感染灵长类和其他动物的子孢子区分开来。因此,它可以明确地鉴定出携带人疟疾病原体的蚊种。随后研究这种媒介的生态学和个体生态,以便形成费用少效益高的防治办法。结论是,在房屋内及其周围繁殖和栖息并以人血为食的蚊虫,可以用喷洒 DDT 之类杀虫剂的方法防治。当然,如果得出这种媒介是森林栖息蚊的结论,这样处理当然不会奏效。

当 IRMA 方法与疟疾抗原 NANP 一起使用时,它能够测量人体内抗子孢子抗体的水平。这种抗体是作为人体对通过蚊咬进入体内的子孢子的响应而产生的。因为这种抗体的半存留期短,所以它反映的是以前 3—6 个月内发生的疟疾传播情况。这种检验方法可以用于比较不同地区的疟疾传播强度,和探测环境改善或采用防治措施所引起的变化。

工业化和与之相关的农村人口进城,使得在与机动车辆和工业引起的空气污染直接有关的健康问题之外又增添了许多健康问题。这常常意味着移民会集中居住在贫民窟中,那里过分拥挤的居住条件和较差的卫生条件会引起腹泻与支杆菌腹泻等疾病发病率升高。

在许多都市中心买药容易,这会进一步导致滥用治疗药物,和出现抗药性病原体菌株。随着农村人口大批进城,他们把以往局限于农村地区的媒介和疾病也带进了城。例如在拉丁美洲的一些国家,南美洲锥虫病就是这样进城的。这种病的主要传播途径已不再是锥猎蝥虫而是血库,因为穷人们把他们的血连同血液传播的疾病一起

卖给了血库。

有效的诊断能有助于对疾病的防治。在为传染病诊断服务的化验室中,临床材料的首次分析通常是借助显微镜和培养基进行的。这两种方法的灵敏度和特异性都不高。况且培养法一般比较费时费事,某些病原体在培养基中也许不繁殖。放射免疫分析(所用的指示试剂用碘-125 标记)等免疫检验法,可以部分地满足快速诊断的需要。这些免疫检验方法尽管灵敏,但有时缺少特异性,尤其是在发展中国家中。在工业化国家中被列入“高度特异”类的检验方法,对流行于许多发展中地区的许多种微生物的宿主并不那么有效。

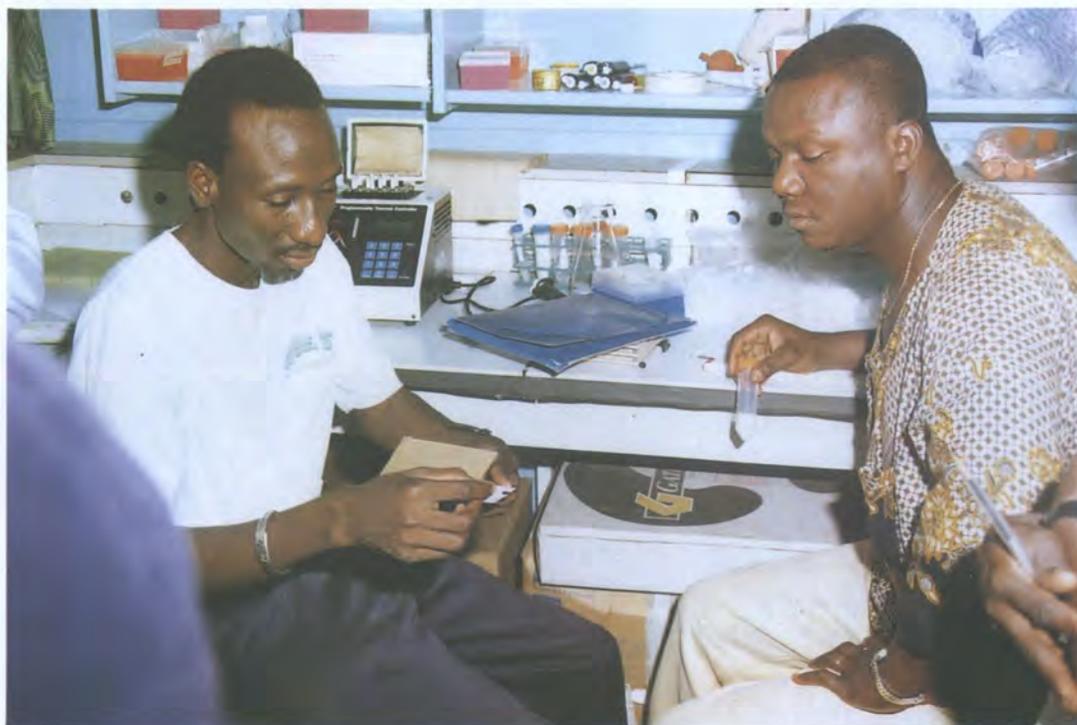
有时候,科学中的技术发展能产生认识上的飞跃和增加创新的潜力。随着脱氧核糖核酸(DNA)技术的发展,生物医学研究就已发生了这样的革命性变化。DNA 技术为分子生物学方面的一系列研究打开了大门。DNA 可用生化方法复制,也可以放大;核苷酸序列可以测定。DNA 的片段可以拼接,因而可用作能高特异地结合到 DNA 互补序列上的分子探针。DNA 探针之所以能获得成功,原因是可以用高比活度

放射性同位素对它进行标记。这一特点使得微生物学家能探知这种探针是否已结合到特定生物的互补的靶 DNA 上。DNA 探针能鉴别各色各样临床样品中的从病毒到蠕虫的各种病原体。

探针测定能否成功,部分地取决于临床样品中的生物的数目。某些疾病(诸如结核性脑膜炎、麻风病和南美洲锥虫病)以临床样品中病原体少著称。在这些场合,微生物学家要利用 DNA 技术的另一个方面:用聚合酶链式反应(PCR)放大 DNA。PCR 是一种供酶合成特定 DNA 使用的离体方法。

分子技术对于解决与传染病有关的临床问题来说拥有巨大的潜力。这类技术在发达国家中使用得越来越多,成了诊断化验室的支柱。由于许多这样的技术涉及到使用放射性核素示踪剂,因而 IAEA 正在通过支助研究、培训和散发资料等方面的各种计划,积极参与将有关技术传播给发展中国家的活动。

这项技术以及其他技术,在研究、预防和控制那些竭力适应不断变化的环境条件的传染病方面,总体上将会起更大的作用。 □



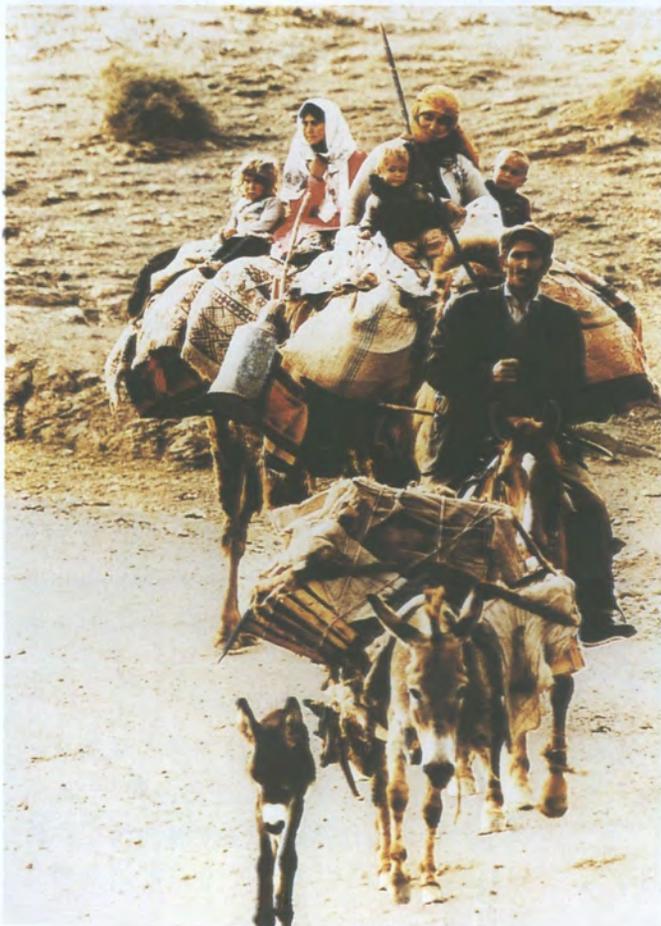
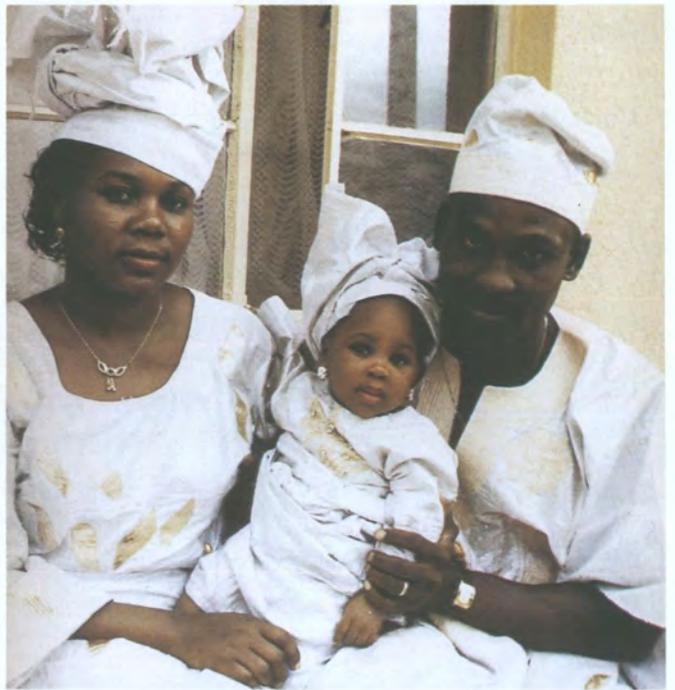
在法国的巴马科, IAEA 和意大利支助的一个项目的参加者在学习如何使用分子技术研究疟疾。(来源: Castelino, IAEA)



### 健康 · 环境 · 家庭

这些主题鲜明(从养育新生儿的欢乐和骄傲到合家团圆的特殊凝聚力)的照片,显示了世界人民和文化的丰富,并使 we 想起许多家庭所面对的艰难。本期《通报》的文章从不同角度加以讨论的保健和合理营养等专题,属于最突出的问题之列。此处以及封面和封二刊登的照片,均为获奖作品。它们选自“家庭”世界摄影竞赛的万余件作品。该竞赛活动是由联合国教科文组织(UNESCO)和设在东京的 UNESCO 亚太文化中心(ACCU)组织的,属于世界文化发展十年活动的范畴,也是专门献给联合国 1994 国际家庭年的一份礼物。本页:蒙古的 R. Gombojav 所摄“哈萨克家庭”,全家人聚集在巴彦乌列盖省照全家福,获这次摄影竞赛特别奖。Humberto G. Mayol 于古巴的哈瓦那拍摄的“亲爱的爸爸”,抓住了当上父亲的人们的特别瞬间。下页,顺时针左上起:美国的 Elaine Abrams 所摄“骄傲”,显示了中国一对父子的共同情感。在越南的 Tuong Linh 于胡志明市拍摄的“眼睛和微笑”中,儿童们的眼睛多么明亮。在莱索托的马塞卢,一对年青夫妇和他们的女儿摆好姿势让尼日利亚的 A. C. Ebenebe 拍摄“一周岁的头生女”。在土耳其的 Timurtas Onan 于安塔利亚拍摄的无题照片中,处最前面的是一对孪生儿。伊朗的 Mohammad Reza Baharnaz 所摄的“家”,获这次摄影竞赛特别奖,照片内容为冬天即将来临,全家迁往较暖和的地方。所有照片均由 ACCU 提供。





## 人体健康与营养： 利用同位素帮助克服“隐性饥饿”

稳定同位素和放射性同位素正在通过

多种途径对研究影响人体健康的严重营养问题作出贡献

Robert M. Parr  
和  
Carla R. Fjeld

各国卫生当局都在关注本国居民的营养状况。

在工业化国家，人们关心得较多的是与称作“营养过剩”有关的那些问题。随着富裕程度和城市化程度的提高，饮食的趋势是所含能量和脂肪特别是饱和脂肪越来越高。所含纤维和复合碳水化合物较少，酒精则较多。这些和其它一些危险因素，正在导致肥胖、高血压、心血管病、糖尿病、骨质疏松、贫血和某些癌症的发病率增加，从而带来巨大的社会开支和保健开支。

对发展中国家来说，它们的问题基本上位于另一个极端，即主要发生在穷人身上的“营养不足”（或称营养不良）是他们的大敌，这些人所遭受的营养不良影响种类最多，情况最严重。

某些统计数字确实向人们敲起了警钟。有 7.8 亿人（占发展中国家总人口的 20%）长期处于营养不足的境地。约 1.9 亿五岁以下儿童（包括亚洲的 1.5 亿多儿童和非洲的 2700 万儿童）身受低蛋白性营养不良之害。每天有 4 万名五岁以下儿童死亡，营养不良是个重要因素。100 多个发展中国家中的约 20 亿人身受微量营养素缺乏之害，这种缺乏能导致视觉缺损、智力发育迟缓甚至死亡。

许多问题并不是刚发现的——说真的，其中的多数问题已被人们认识到了多

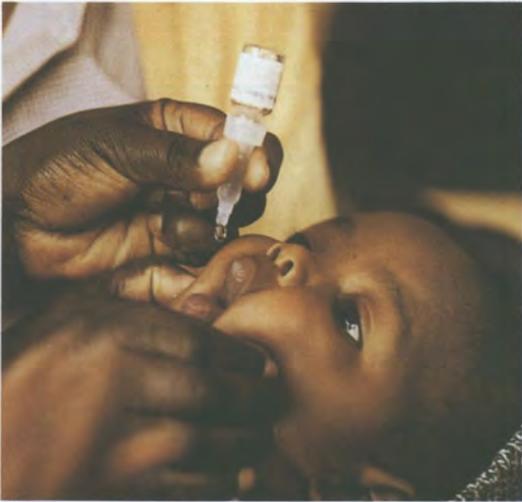
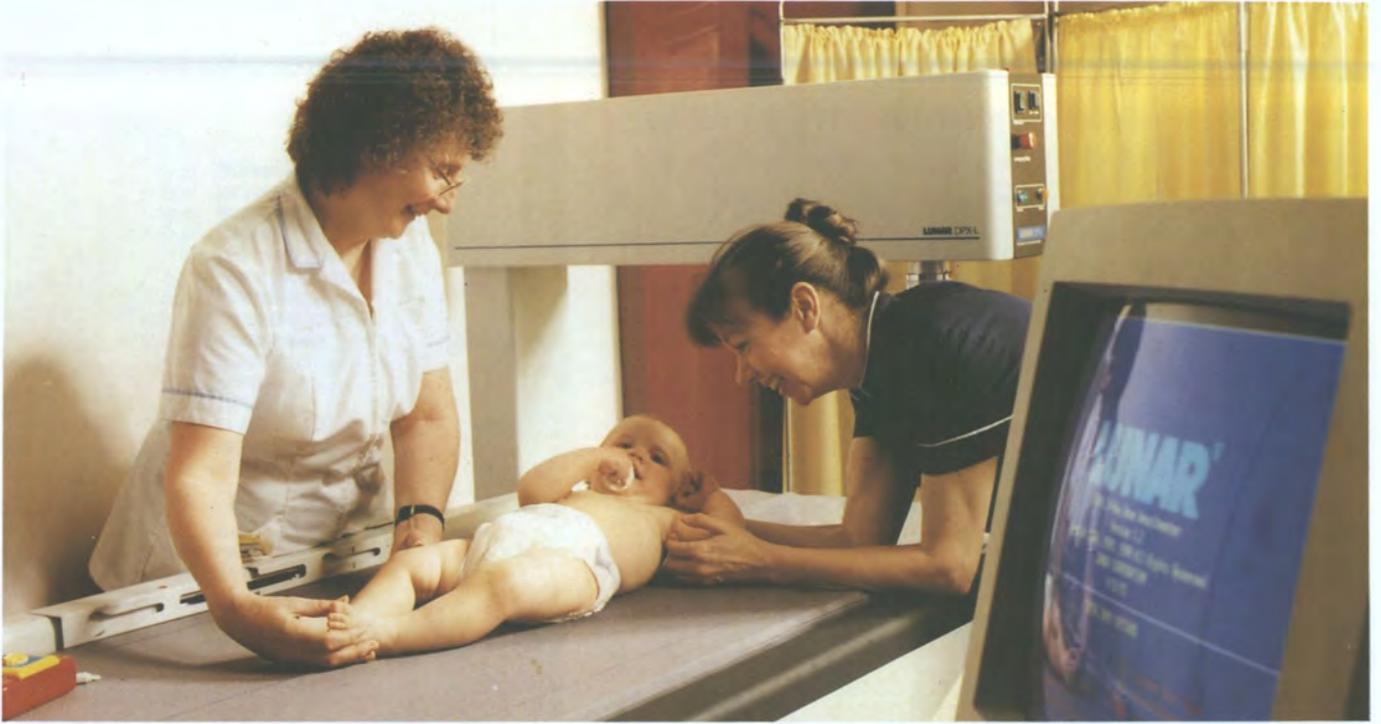
年。这些问题的严重程度因国因时而异，而且差别很大。近几年来，某些国家已经观察到与饮食有关的死亡率明显下降；但另有许多国家的这种死亡率明显增加。（参看第 20 页的图。）

构成这些趋势（特别是发展中国家中的这种趋势）的基础的营养问题，普遍与食物的绝对数量不足——明显饥饿——无关。在多数情况下，它们是由食物质量不够或缺乏多样性引起的，这种情况能导致维生素和不可缺少矿物质的缺乏。因为许多效应不是靠肉眼能立即看出来的，因而世界卫生组织（WHO）创造了“隐性饥饿”这个术语，用来描述这些问题。

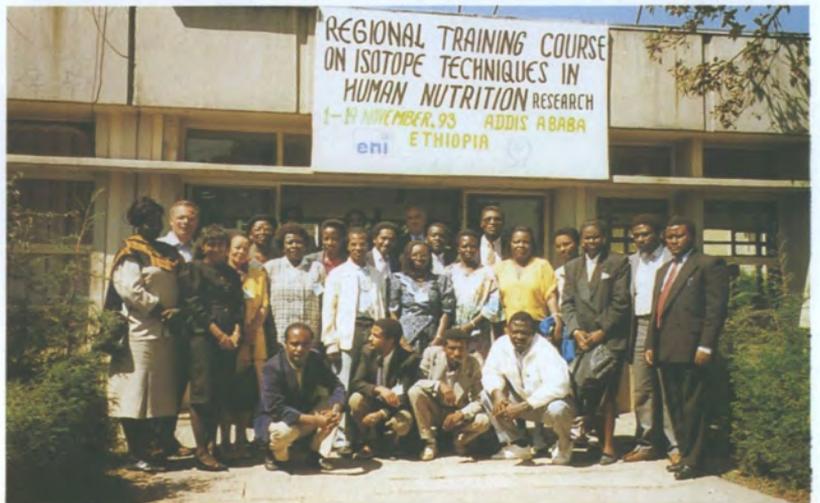
国际原子能机构（IAEA）正在用多种方式对旨在攻克隐性饥饿和其它营养问题的努力作出贡献。IAEA 介入这一努力的基本理由有两个。第一，充足的营养是任何一种增进健康的战略不可缺少的组成部分，IAEA 的《规约》也明文规定要将“扩大原子能对和平、健康和繁荣的贡献”作为各种计划的重要目标。第二，同位素技术在有关人体营养的专项研究、评估营养状况和监测营养干预计划的有效性方面，有多种多样的应用——其中有些是独一无二的。（参看第 21 页的表。）

本文将简单介绍人体营养领域的这些技术和它们的主要应用。还将说明 IAEA 的这些计划是如何致力于帮助解决特定的营养问题，特别是影响发展中国家妇女和儿童的那些问题的。

Parr 先生是 IAEA 人体健康处营养和与健康有关的环境研究科科长，Fjeld 女士是该科职员。



世界上数以亿计的男人、妇女和儿童营养不足,其起因不一。IAEA 正在通过各种计划支助研究营养问题和增进人体健康的工作,并常常把母亲与儿童的营养问题放在特别重要的位置。此项工作包括将核及相关技术用于研究营养不良和健康方面的各种问题的专项研究项目、技术援助和给科研人员开设的培训班——例如,右图即是 1993 年 11 月在埃塞俄比亚的斯亚贝巴举办的一期培训班。1990 年以来,IAEA 一直在支助 50 多个国家内的各种营养计划。(来源:AEA Technology; Schytte, WHO; R. Parr, IAEA)



## 全球营养宣言

近期在人体营养方面最有意义的事件之一,是由世界卫生组织(WHO)和联合国粮农组织(FAO)1992年末在罗马召开的国际营养问题大会(ICN)。有史以来第一次要求参加国际论坛的各国政府除考虑现今仍然存在的饥饿和生存问题之外,还应将矛头对准营养和健康问题。这次大会的成果是《全球营养宣言》。该宣言是来自150多个国家的政府部长和高级决策人士,同非政府组织的代表一起通过的。该宣言的部分要点摘录如下:

- 使所有人保持良好的营养状况,这是使社会得到发展的先决条件……它应该是各项人类发展计划的关键目标,并应该是我们的社会—经济发展规划与战略的核心问题

- 从总体上看,有足够的食物可供所有人食用……主要问题在于利用方法不当

- 获得营养充足且安全的食品是每个人的权利

- 在非洲、亚洲和拉美与加勒比地区的部分地方,五岁以下儿童营养不良的状况非常普遍,人数也在不断增加……应特别重视这些儿童的营养问题

- 20多亿人——多半是妇女和儿童——缺乏一种以上的微量营养素

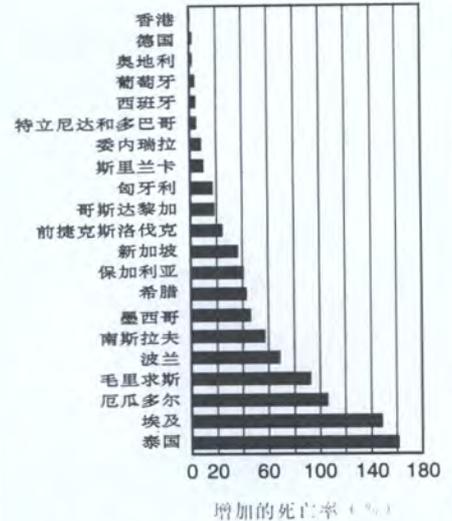
- 第四个联合国发展十年的营养目标包括……大大改善儿童的营养不良状况和减少儿童死亡率

- 儿童问题世界首脑会议的营养目标(预定2000年达到)包括:使严重和中等营养不良的五岁以下儿童数减少到1990年的一半;使妇女患缺铁性贫血的人数减少到1990年的三分之二;基本上消灭碘缺乏病;基本上消灭缺维生素A的现象及其后果;90年代末在所有国家中做到促进生长工作制度化并定期进行监测

- 除食物与营养监视系统以外,基础研究与应用研究对于更清楚地找出产生营养不良问题的原因及解决这些问题的方式方法都是需要的,特别是与妇女、儿童和老年人有关的问题

- FAO, WHO……等主管机构及其它的有关国际组织,应就如何适当优先考虑它们的与营养有关的计划和活动的方式方法作出决定,使这些计划和活动尽可能地确保有力地和协调一致地实施《营养问题的全球宣言和行动规划》中推荐的活动……这将包括酌情增加给成员国的援助。

与饮食有关的非传染性疾病的死亡率变化



注:数据适用于65岁以上的受试人员。被比较的是1960—1964年和1985—1989年两个时段的数据,共42个国家和地区。  
来源:WHO

### 微量营养素不足:维生素和矿物质缺乏

**问题简述。**微量营养素——维生素和矿物质——在健康和发育方面起着多种作用。它们除了能预防某些特定的疾病外,还能保护母亲和儿童的生命,促进智力的发育,帮助抵御感染和增进人们的劳动能力。

微量营养素缺乏能从妊娠的那时起就带来危害,因为它们影响到对生长和其它

生理过程的调节。此类缺乏能导致需要一代以上的时间才能纠正的恶性循环:营养不良的母亲生出的孩子能把缺陷带到成人期,如果是女性,还能传给下一代。

**缺铁**是当今世界上最常见的一种营养缺乏。在婴儿期和幼年期,它能损害学习能力和抗病能力。它所引起的成年人倦怠乏力,降低了他们的劳动能力和照顾家人与家庭的能力。世界各地20亿以上的人贫血

### IAEA 支助的人体营养计划统计数字 (1990—1994 年)

	研究和 技术援助*	培训和 研讨会**
阿根廷	1	
澳大利亚	2	
孟加拉国	4	1
玻利维亚	1	
巴西	2	2
喀麦隆	1	4
加拿大	2	1
智利	3	2
中国	3	2
捷克共和国	1	
埃塞俄比亚		4
芬兰	1	
法国	1	
德国	1	
加纳		2
危地马拉	2	
匈牙利	1	
印度	6	20
印度尼西亚	2	1
伊朗	1	
意大利	1	
牙买加	2	
肯尼亚		4
马达加斯加		1
马来西亚	3	2
毛里求斯		1
墨西哥	1	
缅甸	1	2
荷兰	1	
尼泊尔		1
尼日利亚		2
巴基斯坦	2	1
巴布亚新几内亚	1	
秘鲁	2	1
菲律宾	1	2
波兰	1	1
葡萄牙	1	
罗马尼亚	1	1
塞内加尔		2
塞拉利昂		2
斯洛文尼亚	2	
西班牙	1	
斯里兰卡	1	1
苏丹	1	2
坦桑尼亚		2
泰国	1	2
土耳其	1	
乌干达		1
联合王国	5	2
美国	11	4
前苏联	1	
委内瑞拉	1	1
扎伊尔		1

\* 项目数(包括研究协定)。

\*\* 参加者/学员人数。

或缺铁,其中大部分在发展中国家。经血的流失使育龄妇女特别容易患贫血症。贫血是母亲死亡率较高、新生儿体重低和婴儿死亡率增加的原因之一。

**缺碘**影响甲状腺激素的产量,这种激素支配着脑和神经系统的发育和功能,并调节身体的产热、散热及能量系统。甲状腺激素数量少既可降低体力又可降低智力。对孕妇来说,缺碘能引起流产和死产。它可以使胎儿或新生儿产生不可改变的脑损伤,并引起儿童智力发育迟缓。据估计,有10亿以上的人居住在具有缺碘风险的地区。2亿人患甲状腺肿病(即颈部甲状腺肿大),2600万人因缺碘而智力发育迟缓。

**缺维生素 A**是引起可预防的儿童期视觉缺损的最常见原因,它还能降低免疫系统的效力和使生长发育迟缓。至少有4000万学龄前儿童缺乏维生素 A,其中1300万人的眼睛已受到某种损伤。每年最多有50万名学龄前儿童因缺乏维生素 A 而部分或彻底失明。其中的将近三分之二在失明后的数月内死亡。缺乏维生素 A 和别的重要营养素还使儿童更难抵御诸如麻疹、腹泻和呼吸道感染等疾病的严重后果。某些研究成果表明,即使中等程度的维生素 A 缺乏也能阻碍儿童的生长,增加其受感染的

### 人体营养研究中使用的部分同位素技术简介

技 术	应 用
放射性同位素示踪研究 (利用样品计数)	机体组成(氡标记的水) 铁的摄入量和生物可用率的体内研究(铁-59/铁-55) 铁的可渗透性的体外研究(铁-59)
放免分析	铁的状况(基于血清铁蛋白) 碘的状况(基于 T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub> , TSH)
核分析技术(如 NAA)	粮食、饮食和人体组织的微量元素含量
全身计数	机体组成(肌肉组织重量——钾-40) 必要微量营养素〔如铁(铁-59)和锌(锌-65)]的摄入量 和生物可用率
体内中子活化分析(NAA)	机体组成(全身氮,钙等)
稳定同位素示踪研究	机体组成(氡标记的水) 基质新陈代谢(碳-13 和氮-15 标记的氨基酸、脂肪等) 能量消耗(氡和氧-18 标记的水) 利用相应的稳定同位素测定重要微量营养素(如铁、锌和维生素 A)的摄入量和生物可用率

严重程度和死亡率,并可以增加爱滋病病毒试验呈阳性妇女将爱滋病病毒由母体传至胎儿的机会。

### 同位素技术用于研究微量营养素缺乏

对人体营养来说至关重要的许多微量营养素(维生素及微量元素),都能利用同位素技术进行研究。

**铁。**在有关铁营养问题的任何研究中,具有根本性意义的是人体以代谢活动形式实际摄入(如从食品或膳食摄入)的铁量。此事人们早已知道得很多。例如,吸收量与铁的来源(来自肉食或来自蔬菜)和是否存在维生素 C(来自水果和某些蔬菜)、植酸盐(来自某些谷物制品)或鞣酸(来自茶)之类的其它物质关系极大。但是,关于这些成分之间的相互作用,以及关于通过适当地选择当地可获得的食物和利用某些食品加工方法(如发酵和发芽)使铁的吸收优化的手段等许多问题,仍需继续研究。

同位素技术是唯一可直接用于测量铁摄入量和生物可用率的方法,并被正确地看成可供研究人体中铁使用的“金标准”。这种方法的最常见形式是建立在让放射性铁同位素(铁-55及铁-59)进入红细胞的基础之上的。具体做法是将待检验粮食或饮食在体外加上标记,并让挑选出的受试人员食用。在2—4周的一段时间内抽取血液样品,经处理后用液体闪烁计数器计数。另一种做法是利用全身计数器测量铁-59。最近,在某些国家中,已开始将使用可用质谱仪测量的稳定同位素(铁-54,-57和-58)看成一种更可取的技术,因为它不会引起辐射剂量,因而允许被用于对儿童和孕妇进行研究。

可供使用的一种替代操作——虽然准确度较小——是能够在不必求助于受试人员的情况下进行的操作。让待检食品在模拟胃里进行体外实验室消化。以低分子量形式释放的铁,是借助于透析过人造膜的铁-59示踪剂估计的。这是一种十分有用的快速筛选工具。

同位素方法对于以血清铁蛋白测量结

果为基础评估个体和群体的铁状况也是有用的。血清铁蛋白低意味着体内铁储备已耗竭,这是表示缺铁的最特异的检查结果。放免分析——不管是放射免疫分析(RIA)还是基于酶的分析(ELISA)——是当前唯一可供测量铁蛋白使用的技术。

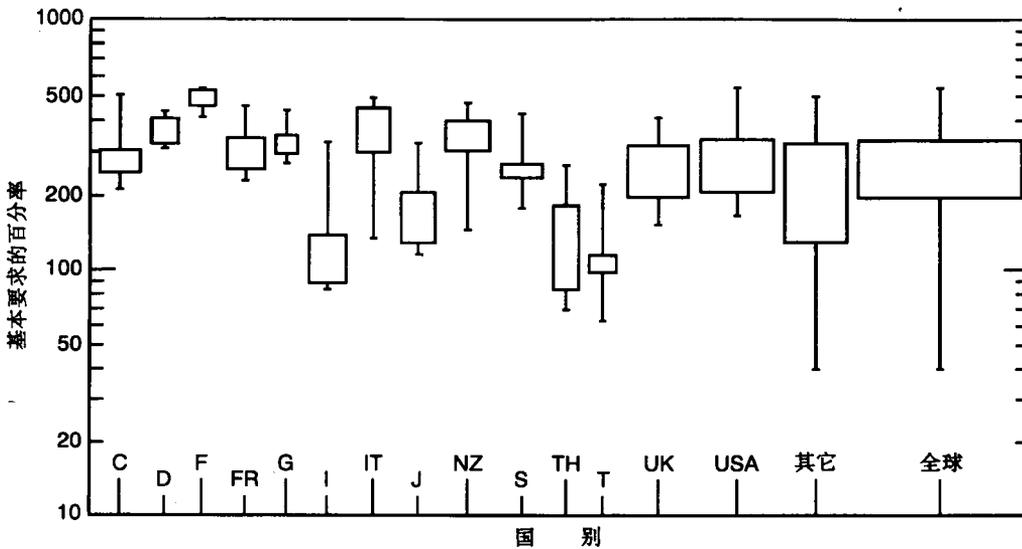
**碘。**地方性缺碘地区,通常是根据尿中的碘排泄量测定值发现的(使用非核技术)。但是,看一看血清中所含的与甲状腺有关的激素水平,有时也能获得有关个体或群体碘营养状况的有用附加信息。程度中等到严重的缺碘能导致甲状腺激素分泌模式改变,进而改变血清的浓度。放免分析就是可供此类测量使用的最佳技术。它依赖于使用起特异结合剂作用的抗体探测各种分析物(此处是与甲状腺有关的激素,诸如 $T_3$ ,  $T_4$ 和TSH)。由于RIA和ELISA的特异性、灵敏度和“稳定性”都好,因而是两种适用的放免分析形式。对于早已在使用RIA的一些研究中心,这种技术往往是受人喜爱的,因为它比较稳定;此外,正如IAEA的几项计划所表明的,利用散装试剂可以使这种技术的费用效益特别高,某些试剂还可以在本地生产。

**维生素 A。**研究维生素 A 的同位素方法,尚未达到刚才提到的供研究其它微量营养素使用的方法那样成熟。但是,毫无疑问,它们在评估维生素 A 的状况方面(如根据同位素标记的瑞叮醇检验剂量的血浆清除率测定值评估)一定会有特别有价值的应用。对于人体研究来说,通常选用氘作为同位素标记物。

联合国儿童基金会和 WHO 等机构一直在实施预防维生素 A 缺乏症的许多大型计划,其中包括:补充维生素 A 的计划,修改膳食结构以增加维生素 A(此法较贵)或其先驱物 $\beta$ -胡萝卜素(它来源于植物因而不贵)摄入量的计划,用维生素 A 强化食品的计划,以及母乳喂养计划。人们期望目前正在开发的同位素方法能大大改进发展中国家中的维生素 A 状况评估工作。

**其它微量元素。**同位素技术——特别是中子活化分析(NAA)之类的核分析方

## 锌的饮食摄入量： 不同国家中的研究 结果汇总



上图所示为不同国家的锌的饮食摄入量分布,用新的 WHO/FAO/IAEA 基本要求的百分率表示。这些结果表明,到目前为止,来自发展中国家的有关微量元素的饮食摄入量数据极少。在有数据的这么几个国家中,数据表明,在多数发展中国家中,锌的饮食摄入量至多只刚刚达到基本要求(其中有些国家的摄入量如与基本要求相比,实际还差一截)。这类调查的部分效果是,锌营养不足的范围也许比较宽的这种可能性,目前正开始引起负责营养问题的国际机构的注意。可以预料,在今后几年中,研究发展中国家中的锌营养问题的项目数将会快速增加。核技术在这一工作中有可能起重要作用,IAEA 目前打算于 1996 年开始执行一项有关这一专题的新计划。

图中所示的国家有:加拿大(C),丹麦(D),芬兰(F),法国(FR),德国(G),印度(I),意大利(IT),日本(J),新西兰(NZ),瑞典(S),泰国(TH),土耳其(T),联合王国(UK)和美国(USA)。属于“其它”类的国家有澳大利亚、比利时、巴西、中国、伊朗、马拉维、摩洛哥、缅甸、荷兰、尼日利亚、菲律宾、波兰、西班牙、苏丹、瑞士、前苏联和前南斯拉夫。“全球”类系指来自所有研究结果的整个数据集。

法——对于研究粮食和膳食中的微量元素是特别有用的。所关心的元素是铜、锰、硒和锌之类不可缺少的微量元素(加上前面已提到的铁和碘)及砷、镉和汞之类的有毒元素。近期在 16 个国家中实施的一项 IAEA 支助的研究计划中, NAA 就是可供分析 24 种所关心元素中的 14 种元素使用的最佳技术,并用作由另外 4 种元素组成的元素组的质量控制程序。

IAEA 在微量营养素缺乏领域的计划和规划。自 1990 年以来, IAEA 一直支助着在 11 个国家中实施的一项协调研究计划(CRP),其题目为“借助同位素研究人饮食中的铁和锌的生物可用率”。它的侧重点是获取规划和实施一国的营养计划所需的关键信息。这些计划涉及到饮食的多样化与改变膳食结构、食品强化与补充微量营养

素,以及评估干预行动的效力等。

预料这些工作将以与 WHO 合作的方式继续做下去。目前要做的工作是更好地了解下述两者之间的定量关系:一是从膳食中吸收的食物铁;另一是已知影响铁生物可用率的食物主要组分的数量。(用一个简单的例子可以说明这些相互作用的重要性,这就是边吃饭边喝茶几乎会完全阻止铁的吸收。)

1995—1996 年间,预计 IAEA 还将支助非洲和拉丁美洲的几个技术合作项目。除其它内容外,这些项目将设法利用当地的食物制品开发供儿童食用的富铁断奶食品。这一工作需要动用各种各样的体内和体外同位素技术,使用放射性同位素和稳定同位素做示踪剂。

关于碘的营养问题, IAEA 尚未直接

支助有关这一课题的工作。但是, IAEA 的许多计划一直在提供间接的支助, 特别是有关将 RIA 用于诊断新生儿甲状腺机能低下(此病一般是由其母亲营养性缺碘所引起的)方面的支助。

IAEA 已制定了有关维生素 A 营养不良的几个新计划。其中包括计划于 1995 年开始执行的一项 CRP, 内容为开发评估维生素 A 状况用的新方法, 在可行之处采用现有的方法, 并开发解释同位素动态数据的新模型。其次, 将支助一个新的调查领域, 包括生产用碳和氢同位素作内在标记的食品以评估类胡萝卜素在特定的饮食和生理条件下的生物转化情况。第三, IAEA 将给在与 WHO 联合主办的营养干预项目中使用某些技术提供支助, 该项目将于 1994 年后期或 1995 年初在拉丁美洲开始执行。

至于微量元素, 通过 IAEA 支助的、由 16 个国家的 25 个研究小组参加的研究工作产生的数据, 早已被用于编写供“WHO/FAO/IAEA 关于人体营养中的微量元素的专家磋商会议”使用的工作文件。(即将出版的一份报告将提出维持良好健康所需的微量元素饮食摄入量的新数值。)此外, 这些数据已作为涉及 47 个不同国家的 35 种少量和微量元素饮食摄入量的数据库的输入。(参看第 23 页的图。)

### 母亲和儿童的特殊营养问题

对某些居民组(即母亲和儿童)来说, 与蛋白质有关的营养问题特别重要。幼儿期的饮食差, 加上腹泻、呼吸道和其它感染的协同作用, 导致生长不足, 延缓运动系统和智力的发育, 损害免疫能力和增加由感染性疾病引起并发症与死亡的风险率。

尽管这种形式的营养不良的部分原因是食物数量不足, 但更主要的是饮食质量差和多样性不够。感染又极大地造成低蛋白性营养不良。它引起一定程度的食欲缺乏, 代谢率增加, 以及把蛋白质和其它重要营养素从维持和生长转移至与感染作斗争所涉及的各种过程。

在发展中国家中, 五岁以下体质差的

儿童每年要患 5 至 10 次感染性疾病, 还有一些临床症状不明显的感染。轻度营养不良儿童死于某种疾病的风险率加倍, 中等营养不良儿童则增加两倍。

对妇女来说, 育龄期间缺乏蛋白质和能量能增加母亲分娩时的风险, 导致新生儿体重低和增加产前 5 个月内的胎儿至产后 1 个月内的婴儿的发病率和死亡率。每年出生的新生儿中, 有 2000 万以上体重偏低, 其中 90% 以上在发展中国家。这种情况多半是由母亲营养不良引起的。

持续获得数量充足的营养食品, 肯定有助于解决营养不足问题。但这不是一蹴而就的。在此事成为现实之前, 需制定有助于解决这些营养问题的干预措施。这样做的关键是要有能力作出准确的营养评估和推荐能改善营养状况又能高效利用稀缺资源的食物。同位素技术对于这些应用来说是唯一的, 也是非常合适的。

同位素技术在工业化国家中一直被广泛地用于提供重要信息, 这些信息对于过去 20 年中改进对蛋白质营养的了解, 和过去 10 年中改进对能量要求的了解, 都已作出很大贡献。这些知识可以被用来帮助人们设计切实可行的营养干预计划和监测此类计划的有效性。IAEA 在与蛋白质有关的营养领域的营养计划, 旨在给发展中国家传授成熟的同位素及相关技术(经修改或不经修改的), 并促进开发新的技术和操作方案。在美国另外提供的基金的帮助下, 此类工作自 1992 年以来已大大扩充。得益于这些计划最多的两个人群是母亲和儿童。

**母亲的营养不良。**世界各地的研究提供的资料证明, 针对营养不良母亲和儿童的营养计划, 增进了他(她)们的健康和幸福。此外, 正如在中美洲已得到证实的那样, 在一代人中采取的合适的营养补给措施, 能影响随后几代。在母亲营养方面较重要问题之一是妊娠期间的营养, 特别是与妊娠期间增加体重有关的营养。通常认为, 妊娠期间体重增加较多的母亲生出的孩子较健康, 能降低新生儿体重低的风险率。

同位素技术在改进妊娠结局的研究工

作中的应用。母亲在妊娠期间的机体组成——及其与饮食摄入量和妊娠结局的关系——可以用测量受孕前的机体组成并将它与妊娠期间和分娩后的机体组成相比较的办法加以评估。这些信息能成为评价妊娠营养要求——这是发展中国家中的一个关键问题——的部分依据。

具有广泛实用意义的另一个领域涉及妊娠的能量要求。由 FAO, WHO 和联合国大学(UNU)联合报道的许多估计值,是建立在公认的妊娠总能量需求估计值为 335 MJ 的基础之上的。不过,人们认为,观察到的整个妊娠期的能量需求增加不多这一事实,是伴随着的体力活动减少所致,未获得充足饮食的妇女尤其如此。总之,如果妊娠的能量要求得不到满足,结果不是新生儿体重低、妊娠期间劳动能力下降、或许需要作为授乳期间能源的脂肪储备量减少,就是体力活动减少。IAEA 仍在参与发展中国家中正在进行的利用同位素技术测量机体脂肪储备量的研究。

IAEA 支助的母亲营养计划。IAEA 一直在通过两种重要的方式对改善母亲妊娠期间的营养作出贡献。第一种方式是它与国际饮食能量协商组(IDECCG)共同支助关于借助双标记水(DLW)方法测量能量消耗的科学依据及其实际应用的报告。<sup>\*</sup>此外,IAEA 一直在支助有关妊娠期间能量消耗的若干项多中心的和单独的研究项目。其中有些项目的结果,给 FAO, WHO, IDECCG 和 UNU 正在进行的、重新评价饮食的能量要求的工作提供了部分依据。

这种 DLW 方法是一种直接量热法,由 Nathan Lifson 开发并经世界各地的研究者修改过。这种方法以加入一定剂量的氘与氧-18 之后它们从体液中排出的速率不同为基础。这两种同位素进入人体后,它们的命运是不同的;它们以不同的速率排出

——氘只以水的形式排出,而氧-18 以水和二氧化碳两种形式排出。因此,这两个排出率之差就是观察期间(一般是 4 至 21 天)二氧化碳产生量的量度。

出于几方面的理由,测量人体的能量消耗是很重要的。具体地说,它能给有关营养干预措施的各种评估工作提供十分有用的信息。例如,给先天营养不良儿童补充饮食,不仅可以增加生长用的能量,还可增加活动用的能量,因此它或许与学习或体育成绩有很大的关联。在妊娠或授乳母亲中,为维护妊娠和授乳也许不得不减少可供其它机能(包括体力活动)使用的能量。

在患变态反应性或囊性纤维化之类呼吸系统疾病的儿童中,医嘱的药物治疗可减轻他们的呼吸困难。但是,作为一种副作用,这种治疗可以增加能量消耗,因而对于体重的增加具有间接和消极的影响。

了解人体中需要能量的各种机能之间的相互影响,是如何提供合适的饮食摄入量的关键。为满足这种需求,需要拥有有关能量消耗的各种测量数据。

**儿童的营养不良。**对于低蛋白性营养不良儿童来说,其营养要求超过营养良好儿童。这是因为,除了需要给正常的维持和生长提供营养之外,还需要弥补体重的欠缺。因为生长状况是人们用得最多的衡量儿童营养状况的指标之一,分析偏离正常生长模式的程度,就能知道营养不足的严重程度及如何进行补救。通过合适的营养手段恢复营养不良儿童的正常体重及机体组成,就需要他们的机体组成是否已发生继发于营养亏损的变化方面的信息。

获得这些信息的一种途径是依靠人体测量术,这是一种通过测量体重、身高、臂围和皮肤皱襞厚度等估计机体组成的办法。当然,这只是一种估计。将人体测定值与机体组成联系起来的一些公式,是以人群的具体数值为基础的,被看作适用于个体。这些公式已对照用同位素及其它方法获得的较可靠的机体组成测定值验证过。

同位素技术在改进儿童营养的研究工作中的应用。一种已获得广泛应用的直接

<sup>\*</sup> *The Doubly Labelled Water Method for Measuring Energy Expenditure: Technical Recommendations for Use in Humans*. 该手册涵盖了该方法的大部分理论与实践方面,已分发给 38 个国家的研究工作者。详细资料可向作者索取。

方法同样是利用氦和氧-18 稀释法测量全身体液总量。生长分析不仅涉及测量身高体重,还包括评价机体组成。

利用氦和氧-18 可不使受试人员受到辐照和不牺牲测量精密度。大家一致认为,在涉及儿童或育龄妇女的研究工作中,或需要短时间内在同一人身上重复测量的应用中使用放射性示踪剂(如氦),那是不道德的。随着气体色谱法、红外吸收光谱法和同位素比质谱法等技术的进步,和这些方法的精密度变得可以接受,氦开始代替氦。不久前,氧-18 已被用作测量全身体液总量的示踪剂,因为它能避免示踪元素同体内非水氢交换,从而可避免高估体液总量的可能性。广泛使用氧-18 的最主要限制是费用,因为它的费用约为氦的 100 倍。

IAEA 支助的儿童营养计划。IAEA 已经通过几种重要的方式,并借助氦、氧-18 和碳-13,对改进严重营养不良儿童的膳食结构作出了贡献。人们利用有关机体组成、蛋白质沉积和能量消耗的测量数据,制定了供营养不良儿童使用的饮食疗法,这种疗法能在不牺牲肌肉组织量的情况下大大加速体重的增加。使用饮食干预措施的结果是入院治疗时间减少了 50%。

特别是在发展中国家的儿童中,营养不足和感染的协同作用,使可用于生长的营养素减少,能量储备耗竭以及发病率与死亡率大增。通过深入了解营养不良人群中的感染代谢效应,我们增强了提供合适食品以减少发病率与死亡率的能力。稳定同位素方法给了我们这种机会。我们正在一些新计划中应用同位素方法,以便测量特定的营养素传输蛋白质的合成速率,及测量人体为响应致免疫刺激而制造出的蛋白质的合成速率。来自发展中国家和工业化国家的科学家小组,现正在进行这两类研究。

例如,有一组调查人员正在为找出感染怎样改变儿童对蛋白质和氨基酸的饮食需求而工作。这项工作涉及到利用用碳-13 和氮-15 标记的氨基酸使特定感染对蛋白质的新陈代谢和合成代谢的相对影响

量化。这些同位素的富集度用气体色谱-质谱法(GCMS)、燃烧 GCMS 或同位素比质谱法测量。该小组还正在估测高海拔地区的生活对营养不良儿童的蛋白质新陈代谢的影响。他们已经制定并正在验证基础性的操作方案,内容涉及使用能在室外条件下进行的非侵入性操作在现场估测蛋白质及氨基酸的新陈代谢速率。该小组试图将这些数据用于开发肯定能非常高效地满足蛋白质与特定氨基酸的要求的补充食品,因而能产生使养分高效地用于生长的结果。

### 营养与老年人

受到与营养有关问题严重影响的另一人群是老年人。在许多国家中,人们特别关注的是称作骨质疏松的疾病。这是老年人(特别是绝经后的妇女)易患的严重骨病,严重地限制着他们的生活质量,并给许多国家的保健系统带来越来越重的负担。其特征是骨质量低和骨组织微观结构变坏,导致脆性增加及随之而来的髌与椎骨折发生率增加。

关于这种疾病的病源学,关于不同国家人群之间发病率与严重程度方面的差别,以及如何预防这种疾病和发病时如何使诊断和治疗优化等方面,仍有许多问题有待深究。虽然普遍认为骨质疏松是一种多因素的疾病,但毫无疑问营养是有必要加以注意的最重要因素之一。饮食中也许很重要的许多成分中,包含着多种多样的少量元素(如钙、镁和钠)和微量元素(如镉、铜、锰和锌)。NAA 之类的核分析技术,特别适合于测定粮食、饮食和人体组织(包括骨)中的这些元素的含量。

IAEA 的一项有关此专题的新协调研究计划刚开始执行。它将侧重于测定每一研究人群中的峰值骨质量年龄,并使骨质密度的差别与被研究人群中个体的年龄与性别的函数关系量化。它还将使不同国家的被研究人群之间的差别量化。将利用 NAA 进行与各被研究人群中的个人的微量元素营养有关的补充性研究。 □

## 辐射问题、人体健康和营养研究

最近几年,人们对于与低水平辐射有关风险的了解已大大增加。随之而来的是,现在人们对科学研究中使用放射性同位素的担心程度也高得多,如果将它们施用于正常的健康受试者,则尤为担心(如果这些受试者刚好又是儿童或孕妇,则担心程度当然会达到顶峰)。

其实,在使用的放射性同位素技术中,许多是“体外”技术。这就是说,放射性同位素是在实验室里作为分析操作的一部分使用的,根本没有将放射性同位素施用于受试者。所以,对受试者来说,绝对不存在任何辐射危害。(唯一可能受到危害的是从事分析工作的科学家。通常他(或她)必须被归入辐射工作人员一类,并须遵守相应的操作规程,以尽量减少他(或她)及其同事们所受到的辐射剂量。这种可能的危害是极小的或者根本不存在,而且对于医务和其它类型的辐射工作人员来说,此类工作被普遍地认为是一种标准操作。)

当然,对某些类型的营养研究而言,费用效益最佳的做法是给受试者(志愿人员)服用或注射放射性同位素示踪剂。此类研究中投入的辐射剂量相当小。例如,在典型的利用铁-55/铁-59 双同位素技术进行铁摄入量的“体内”研究中,受到照射量最大的一些人体器官所受的剂量大约是 0.4 毫希(mSv)。这一剂量完全在正常的年本底辐射照射剂量的变动范围内(例如,因居住在不同的地球化学环境或不同的海拔高度而产生的变动)。如果用另一种方式表达,这一剂量小于现代的常规胸部 X 光诊断所引起的剂量,或者说它约相当于乘客乘飞机飞越大西洋 10 次所受到的额外辐射剂量。尽管此类剂量的数值完全处于 WHO 为涉及人体受试者的生物医学研究制订的国际道德准则所允许的范围内,人们现在还是普遍认为把儿童和孕妇排除在利用放射性同位素进行研究的范围之外是一种良好的实践。

特别是就儿童和孕妇而言,目前优先采用的是使用稳定同位素而不是放射性同位素(例如用铁-58 代替铁-59)作示踪剂的技术。尽管一般说来所涉及的整套方法比较难和比较贵,但使用稳定同位素不会给受试者带来任何辐射危害,所以即使用于对很小的儿童进行研究也可以被道德委员会所接受。IAEA 的许多计划也正在鼓励使用此类技术。

**营养、免疫和低水平辐射。**人们特别关心的另一个问题是辐射对免疫系统的影响。辐射只是可能影响人群的总体免疫水平的几个因素之一,其它因素包括营养和环境中的有毒化学物质。至今所进行的大多数免疫状况调查往往在某一时刻只是针对某个因素,其它因素普遍遭到忽视。在受到高于正常水平辐射照射的人群中,要分清辐射对免疫状况的影响有多大,其它因素的影响又有多大,一般来说是很困难的,甚至是不可能的。1994 年 5 月在维也纳 IAEA 总部举行的 IAEA/WHO 联合咨询组会议,使人们对其中的某些问题有了更多的了解。需要特别指出的是,该咨询组曾负责总结关于这些专题知道多少和关于目前的研究工作优先次序了解多少等问题,并就今后可以在协调研究计划(CRP)框架内组织的行动的目的和范围给 IAEA 出谋划策。拟议中的这项 CRP 计划预计 1996 年开始实施,将主要侧重于研究低水平辐射对人群免疫状况的影响。所考虑的主要变量是个体的辐射照射水平及营养状况。可能的被研究人群组包括居住在高辐射本底地区的人(例如,已知存在着天然的高辐射本底区的国家中的人,或高海拔区的人,或受切尔诺贝利事故影响地区的人)。可能的其它人群组包括辐射工作人员和铀矿工人。

**营养和辐射防护。**就辐射防护而言,可以较方便地以所谓的“参考人”为基础计算单个器官和全身的辐射剂量。“参考人”是一种概念化了的人体模型,其器官群、生理功能以及对辐射防护来说比较重要的其他特性都已用标准化的方法定义好。最近,IAEA 核安全处一直在依靠日本提供的经济援助实施一项计划,该计划的目的是通过收集供称作“亚洲参考人”使用的数据完善参考人的概念。预定该计划自 1995 年开始扩充一些重点研究营养和与之相关方面的新研究项目。首先考虑的元素包括铯、碘、锶、钍和铀。首先考虑的样品包括各国有代表性的全套膳食和单独的主食样品。分析工作将根据参与国所具备的设备情况,使用核及与核相关的分析技术,以及别的非核技术进行。

## 保健与研究：癌症放射疗法的临床试验

IAEA 一直在通过其健康计划提倡

旨在提高癌症治疗效果的合作临床研究

Jordanka  
Mircheva

**世**界上的许多国家已经认识到，癌症已成为头号健康问题。恶性肿瘤是人死亡的最主要原因之一，仅次于事故。全部癌死亡人数的大约 60% 发生在 55 岁以上的人中。

从表面上看，似乎年龄是患癌的最重要因素。情况之所以是这样，只因为年龄越大，他们接触直接或间接致癌因素的时间越长。

**癌负担越来越重。**此外，仅根据人口正在增多和他们的寿命越来越长这两点，就可预计到世界范围的癌负担会增加。的确，统计数字表明，在今后 20 年内，仅由于人口的老化，癌患者的数量就可能翻番。

除了死亡的可能性、难以消除的疼痛和心理创伤之外，这种病的长期性及其使患者慢慢衰弱的各种效应，会给患者乃至整个社会带来沉重的经济负担。

**费用越来越高。**癌的治疗是很花钱的，日益增加的癌负担将对各国的社会保险计划带来越来越大的压力，许多国家的这种计划早已处于非常紧张的状态。因此，从战略的观点出发，绝对有必要毫不迟缓地采取更大的步骤，以减少癌的发生率及其死亡率。

**癌的预防。**彻底防止癌的发生，当然是我们的最终目标。有些癌可以通过限制与致癌原的接触和限制与生活方式、职业或

环境有关的危险因素而加以避免。然而，要实施一项靠避免与致癌原接触来预防癌的试验性计划远不是件简单的事。鉴于无法把致癌作用(癌的引发、肿瘤启动和恶性进展过程)与某种普适的原因联系在一起，因此期望有很高的成功率是不现实的。目前，人们已辨认出 60 多种能引起人体癌的致癌因素。这些致癌因素的地域分布大多很广，其中包括许多化学品、电离与非电离辐射、某些寄生虫和病毒。不过，现在根本没有有力的证据能说明我们已经找到了所有最重要的致癌原。事实上，即使是某些常见的人体恶性肿瘤，其原因仍然不清楚。因此，关于癌的预防，除了抽烟以外，别的因素似乎没有一个是只要避开它就能明显减少癌的总负担的。

**教育与癌的普查。**公众教育和癌的普查，对于及早发现恶性赘生物因而有助于取得较好的疗效是非常重要的。绝大多数发达国家都极力提倡和采用这套办法。然而，它尚未使癌的发病率和死亡率产生明显的变化。

**改进治疗方法。**重要的是，临床方面的需求一直在有力地推动着基础研究和应用研究。结果是引入了一些新的概念和药物，它们进一步带来了治疗方法的改进。尽管如此，人们还是认为，目前在肿瘤学方面的这些研究在今后十年内将不会有重大的临床影响。

**对症治疗的武器。**考虑到癌负担越来越重的这种背景，而癌的预防、普查和公众

Jordanka Mircheva 博士是 IAEA 人体健康处职员。本文的参考文献清单可向作者索取。

教育又基本无效,因而下面这一点变得十分明显,即在与癌斗争时,目前最看好的武器是彻底摘除肿瘤或控制其生长的治疗方法。的确,及早诊断和立即逐个治疗,可为癌患者提供幸免于死的最好机会。随着一年一年的过去,有更多的癌患者能够治愈,伴随着的是癌死亡率比过去低。在过去的二三十年中,工业化国家癌患者的治愈率在缓慢而稳步地增高,从1950年的约25%增高到1985年的大约50%。应该认识到,这种进步不仅因为及早诊断,而且还因为一些主要的癌症治疗方法(外科手术、放射疗法和化学疗法)在逐步改进。

外科手术是治疗癌的经典方法。在癌的早期,当肿瘤能被完全切除时,尽管有解剖学上的形态改变和也许存在的生理功能损害这样的代价,但治愈率较高。遗憾的是,在多数情况下,到了癌的较晚期才进行诊断,那时肿瘤的组织扩散和局部或系统的转移限制了外科手术治疗的成功。

### 放射疗法在癌症治疗中的作用

在癌的治疗对策中,放射疗法是仅次于外科手术的第三种最重要的疗法,并且它有可能成为更加重要的方法。它的主要目的是将经过精确测定的电离辐射剂量投入范围确定的肿瘤体上,以便在周围的正常组织只受到极小损伤的情况下杀死癌细胞。辐射除了有治疗效果外对缓解这种疾病也能起重要作用,因此可改善患者存活期间的生活质量。

将来,在治疗癌症时保护器官将显得越来越重要,这将明显提高放疗的地位,尤其是对于身患下列癌的病人:头部和颈部肿瘤、乳腺癌、食道癌、软组织肉瘤、直肠癌、肛门肿瘤、外阴肿瘤和儿科肿瘤等。

过去20年中,人们在癌的放疗方面已取得了长足的进步,痊愈已成为一种现实的治疗目标。已经引入一些更精确、更准确和可再现的电离辐射发生系统,这些系统具有较好的诊断程序和利用计算机制定治疗计划等新技术。与此同时,人们还掌握了

放疗物理学方面的重要知识,并对临床放射生物学现象有了更多的了解。癌放疗的这些生物学的和技术方面的发展,已经导致下列疾病患者的存活率大大提高:何杰金氏病、宫颈癌、子宫内膜癌、精原细胞瘤和喉癌。

遗憾的是,有相当大比例的恶性肿瘤在原处复发和往远处转移的事件仍是常有的。放疗无力控制疾病的这种发展过程的情况,对下列部位恶性肿瘤的晚期患者来说尤为明显:头部与颈部、肠胃道、妇科系统、皮肤、骨和软组织等等。

因此,人们把许多精力投入到通过开发和研究复合疗法上,以便挖掘放疗在原发区和局部控制肿瘤的潜力。人们已引入了施用常规放疗的一些新技术,并被可用于改变肿瘤和正常组织对辐射的响应的一些方法所补充。这些新技术包括改变剂量率,涉及细胞抑制剂的复合药征疗法、药物致敏作用或热致敏作用等。具有物理学和生物学优点的一些新型辐射——诸如快中子、质子、轻的与重的离子,以及负 $\pi$ 介子——现在也已可供使用。

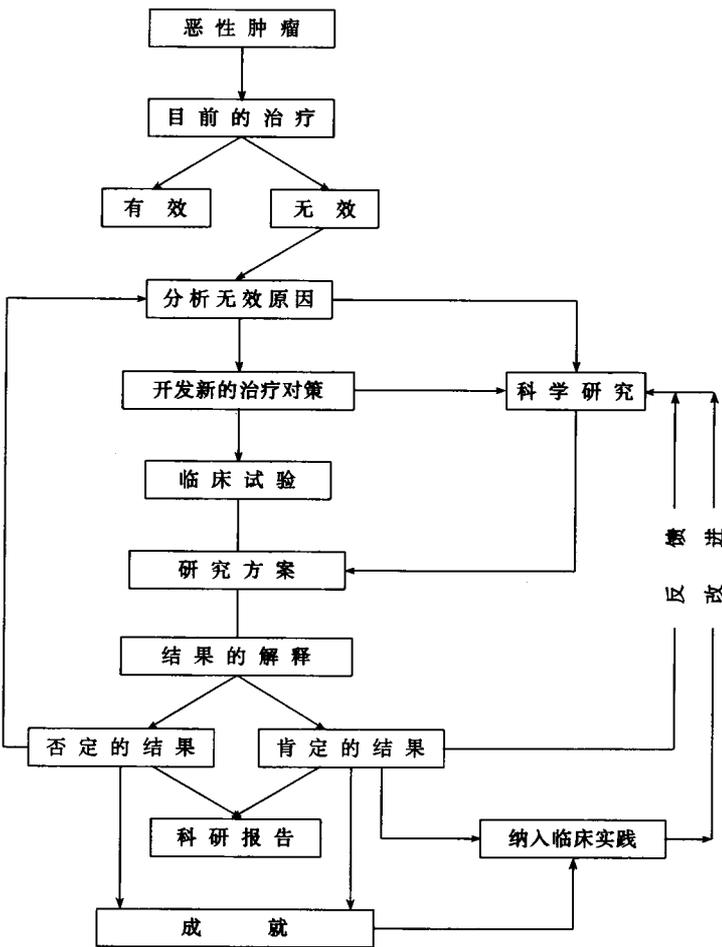
当然,这些新的概念和治疗方法有可能成为对付癌症的有效武器,但只有通过严格的和认真的临床研究才能用于常规的临床实践。

### 癌的放疗的临床试验

根据目前所掌握的知识,似乎有众多的治疗方法能有助于控制恶性赘生物,但它们仍不能根除肿瘤。因此,如上所述,只有基于先进概念的新治疗对策才有可能真正影响癌的发病率和死亡率。

临床试验是验证任何新治疗手段的功效的最重要的(即使不说它是唯一的)方法。临床试验在医疗实践史中是一种相对较新的现象。进行精心组织的临床试验,只是最近40年的事。在现代化的临床试验阶段开始以前,治疗决定基本上是建立在信仰与传统、尊敬权威或简单的逸事趣闻式观察的基础之上的。最近,由于开发出了许

癌的放疗临床试验过程的主要组成部分



正确地进行临床试验涉及到许多组成部分。其中最重要的是研究方案。它需要载明：临床试验的目标；肿瘤类型；疾病的阶段；治疗计划；质量保证准则；发生中毒时的应急程序；响应准则；评论程序，包括道德方面的评论；数据中心的建立方法；临床医师和患者的招募方法；患者的合格条件；签订书面协议的要求；数据获取方法；以及统计分析方法。临床试验的成就包括：放疗效果得到改善；治疗速度加快；传授了技能与知识；质量保证制度得到实施；临床和统计方面的能力得到提高；科学方面的成就；结果无系统误差；以及节省时间和金钱。

多新的治疗方法，临床试验已大大增加。

人们可以或通过回顾性研究(如果过去试验过有关的治疗方法)，或借助于展望性临床试验评价治疗对策。回顾性研究的一个主要缺点是结果的分析 and 解释存在着严重的系统误差。这常常是由于选择患者

和治疗操作方面缺乏均一性，以及存在着大量未成文的事实或因素所致。

与上述情况相反，展望性临床试验的主要长处是，其目标已事先明确规定，并据此挑选和治疗患者。数据也用统一的方法评价，以确保其结果无系统误差。

**临床试验的基本原则。** 癌的临床试验的基本原则是，给特定类型的患者以事先计划好的方式和在受控条件下提供已知的最佳治疗。因此临床试验可以得出可靠的、随后可用于使未来患者得益的结论。

只有预期会给患者和社会带来的好处能说明可预见的风险是正当的，才能说临床试验是道德的。但是，如果没有机会获得事先确定的患者数量以确保结果的统计显著性(例如能得出可靠的结论)就开始临床试验，那也是不道德的。只有少数几个研究机构能够独自在可接受的时期内拥有一定数量的病例，足以确定地和统计上显著地确定被选定治疗方案的价值。

这突出了多个医学和研究中心合作进行临床试验的必要性，只有这样才能保证接受试验的患者达到必不可少的数量。绝大多数多中心临床试验是由一国的不同研究机构完成的，只有欧洲癌研究与治疗组织(EORTC)的治疗部门在欧洲联盟国家和瑞士中组织了国际的癌临床试验。值得指出的是，EORTC在1992—1993年中共进行了282次癌临床试验，其中只有35次涉及用放射疗法治疗癌。

在由国家或国际研究机构定期发表的有关癌临床试验的分析中常常指出的一点是，尽管在临床试验中接受治疗的癌患者的结局比较好，但现有的患者中只有一小部分(通常低于10%)参与了这种研究。即使是多中心合作，病例数不足也是成功地完成试验的头号障碍。

缺少可参加试验的患者说明存在着极严格的排斥准则。另一方面，这与参加临床试验的主要合格性规则是一致的，即以每个患者应能逐一地得到已知的最佳治疗为前提。在工业化国家里，多数癌患者通常在癌的较早期就去找大夫，此时外科手术就

是已知的最佳治疗,或单独使用,或与常规的放疗和(或)标准的化疗结合起来使用。相反,在发展中国家里,大多数患者在癌症的极晚期才去找大夫,此时预后已很差,利用经典的治疗方法改善疾病状况的机会已极小。这一点在设计同时让发达国家和发展中国家放疗部门的医务人员参加的癌临床试验时是必须考虑的。

### IAEA 现在的和可能起的作用

从上述的讨论可以看出,IAEA 现在有一个可为改善癌的防治作出贡献的大好机会,尤其是在发展中国家中。具体地说,IAEA 可以作为一些国家通过它参加癌放疗临床试验的中介机构,它也能帮助寻找所需数目的患者。此事只需成立一个由来自 IAEA 发展中成员国选定研究中心的肿瘤学专家和发达国家有经验的肿瘤学专家组成的国际小组就可以做,条件是这些专家对参加临床试验感兴趣并有坚实的科学与临床基础。

IAEA 现有的合作进行此类工作的渠道——协调研究计划(CRP)——既可用于促进这种研究,也可有助于确保向发展中国家有效地传授这种方法学的知识、技能和技巧,使这些成果能被 IAEA 的所有成员国共享。

成功地执行和完成合作性的癌放疗临床试验,有赖于合理设计治疗对策、患者挑选工作的标准化以及统一遵守精心制定的一套治疗细则。因此,参与研究的所有患者将接受基本相同的治疗,与哪个参加中心负责治疗该患者无关。因此,研究方案必须由所有参加方共同精心设计和采用。它应清楚地载明该项研究的目标、患者的合格条件(包括排斥准则)、恶性肿瘤的确切类型、待研究疾病的允许阶段、须遵守的治疗规范的确切细节、供质量保证评价用的准则、响应准则、发生中毒时的应急程序,以及评价用的统计方法等。

严格执行这种精心设计的、以肿瘤学的最新科研和临床成就为基础的治疗方

案,肯定会带来很多好处。它不仅有助于改善对选定肿瘤进行放疗的效果,而且有助于增强这一领域参加各方的能力。

**IAEA 支助的癌放疗临床试验。**IAEA 支助的若干项临床试验正在通过 CRP 这种机制实施。

CRP 之一是放射致敏剂在癌治疗中的临床应用。其目的是通过在治疗管理计划中引入缺氧细胞放射致敏剂增强辐射对晚期子宫颈癌的疗效。

大家都知道,癌的放疗无效的原因之一是有缺氧细胞存在,它们通常占实质肿块的大约 20%。它们抵抗辐射杀死细胞的能力比含氧充足的正常细胞大得多。人们发现,与含氧充足细胞相比,杀死同样比例的缺氧细胞所需的辐射剂量大约是前者的 3 倍。

尽管缺氧细胞在辐射治疗肿瘤无效中的确切作用尚未完全了解,但人们一直在特别努力地开发能有效增加缺氧癌细胞辐射敏感度的药物。希望用这种方法增加肿瘤放疗取得成功的可能性。在有临床意义的药物中,比例较大的一类是硝基咪唑化合物,其中做过检验最多的药剂是甲氧甲基硝基咪唑乙醇(2-硝基咪唑)。

遗憾的是,对使用甲氧甲基硝基咪唑乙醇的 33 次临床试验的结果所做的全面评价发现了一些问题。评价结果表明,在涉及放疗的癌综合治疗中使用这种药物后,只有比例不大的病例——主要是头部和颈部肿瘤——实际获益,其原因是大约 50% 的患者患有末梢神经病。问题在于,在累积剂量水平较低尚不能产生临床上可察觉的缺氧细胞致敏作用时,这种药物的神经毒性就显示出来了,因而限制了剂量水平的进一步提高。缺氧细胞致敏剂随后的发展包括合成了一系列 2-硝基咪唑类似物,从药物代谢动力学、放射致敏和毒理学的参数角度看,这些类似物也许优于甲氧甲基硝基咪唑乙醇。

科学文献中发表的数据清楚地表明,称为 AK-2123 的硝基三唑衍生物是一种神经毒性比甲氧甲基硝基咪唑乙醇低、但

临床情况下的致敏作用增强比更高的缺氧细胞辐射致敏剂。

11 个国家的 25 个工作小组获得并发表的亚临床和临床结果表明,对某些类型肿瘤而言,利用 AK-2123 增强电离辐射的抗肿瘤效应的可能性是存在的。不过,确实需要对 AK-2123 的毒理学和药理学性质作进一步的系统研究,以便能得出有关这种药物在肿瘤致敏放射疗法中的临床可用性的可靠结论。这项任务不仅是发展中国家而且也是工业化国家关心的一个重要的临床/科研领域。IAEA 支助的这项 CRP,提供了帮助一些国家取得有益结果的良策。正是通过此项 CRP,精心设计的多中心受控临床试验才得以进行。

第二项 CRP 所涉及的内容是在治疗头部和颈部晚期肿瘤中结合使用丝裂霉素 C 的放射治疗的随机化临床试验。

头部和颈部的鳞状细胞癌是世界各地常见的一种恶性肿瘤,晚期肿瘤患者的预后很差。大多数患者死于无法控制的局部疾病(肿瘤的持久性/复发)。外科切除之后进行术后放疗,仍然是可用于局部晚期但技术上可切除的恶性肿瘤患者的最常用治疗对策之一。但是,即使有这些攻击性的治疗方法,仍有约 50% 的患者将会发生原发区/局部的复发。

如果进行辐照的同时给患者服用合适的细胞中毒药物以增强辐照效应,也许可以改善对肿瘤的初步控制,继而提高患者的存活时间。事实证明,丝裂霉素 C 是一种能优先使缺氧细胞中毒的药物。在理论上,由于同时服用的丝裂霉素 C 能有选择地使缺氧细胞中毒,加之放疗对含氧充分细胞是非常有效的,因而治愈率理应增大。

在过去的 12 年里,为了评估丝裂霉素 C 作为放疗(单独应用或结合外科手术应用)的一种辅助剂对头部和颈部鳞状细胞癌患者的效力,已相继进行了两次随机化临床试验。对至今所获得的结果的分析表明,丝裂霉素 C 能改善利用辐射控制原发区肿瘤的效果,又不使正常的组织辐射反应增大。但是,到现在为止,参与这项研究

的患者数量还不足以说明结果的统计有效性。通过组织多中心的临床试验,IAEA 的这项 CRP 能够有助于获得晚期头部和颈部癌进行放疗时服用丝裂霉素 C 的治疗效果方面的重要信息。它还能帮助获得必需的病例数,使得这些结果是统计上有效的。

IAEA 还发起了一项涉及应用放射性核素的 CRP 临床试验。由于现在能得到新的放射性药物,因而使使用开放源的放射性核素治疗获得了新的机会。这项 CRP 的主攻方向是使用镭-89 和磷-32。它试图根据镭-89 和磷-32 被用于对痛苦的恶性骨转移作缓解性治疗时的效力和毒性,分析两者的相对优点。

磷-32 已经问世 25 年以上,相对而言不算贵,许多地方都可以买到。镭-89 则是一种新的放射性药物,十分昂贵,不是到处可以买到的。这两种放射性核素的效力差不多,但认为磷-32 对骨髓的毒性更大。迄今为止尚未对这两种药剂做过对比。

这种随机化受控临床试验的结果,将对这些药剂在发展中国家的使用产生深远的影响,因为不管在什么地方,费用效益比总是医疗保健中的一个重要因素。

总之,IAEA 在癌的放疗方面的计划旨在进行高质量的临床试验。这意味着处理临床上极重要问题的这些研究是随机化的,有足够多的样本,而且符合高标准的质量控制要求。

## 成就和受益

IAEA 在癌的放疗方面的协调研究计划的关键组成部分是研究方案。它概述了此项研究的目的,阐明了在临床实践中执行此方案的机制。

确切地说,研究方案是肿瘤学方面的最新科学成就的反映。严格地执行此方案应能保证成功地执行和完成拟议中的 IAEA 计划。这又将改进放疗的效果(例如治愈率和癌患者的存活时间),提高该领域参加各方的能力,鼓励在肿瘤学实践中更广泛地使用这种多形式方案,尤其是在发展中国家中。 □

# 医疗保健领域的辐射剂量学： 扩大全球网络的所及范围

IAEA 和 WHO 联合采取措施  
改进医院和放疗中心的质量保证服务

Peter Nette 和  
Hans Svensson

**早**在 1968 年,在加拉加斯召开的一次国际专家小组会议上,人们就听到了一些令人不安的消息:在整个拉丁美洲,日常使用的钴-60 放射治疗设备有 50 多台,而合格的医学物理学家只有 5 位,根本没有从事仪器校准的实验室。这就是说,没有相应的体制能确保接受放射治疗的患者所受剂量的准确性。

加拉加斯会议是由国际原子能机构 (IAEA) 和世界卫生组织 (WHO) 联合召集的。会上的这些消息促使人们制订了一项行动计划,以便不仅在拉丁美洲而且在世界所有地区改善这种状况。

这项计划有 3 个组成部分:(1)为发展中国的医院建立 IAEA/WHO 剂量比对服务,帮助它们监测和修正治疗剂量;(2)建立 IAEA/WHO 剂量学实验室网,帮助有关国家使放射治疗中心的辐射测量标准化;以及(3)通过 IAEA 提供辐射剂量学方面的培训。

今天,这三个组成部分正在全世界实施,对于支持各国在改善接受放疗患者的治疗条件方面的努力,正在起着重要作用。

本文将从全球的角度回顾已取得的进展和仍然存在的问题。还将讨论为达到下述这一艰巨目标需要采取的措施,即建立一个世界范围的、把校核每年接受放疗的数以百万计患者所受剂量包括在内的质量

保证计划。

## 剂量学方面的服务和网络

恶性肿瘤就是癌,它将侵袭我们中的许多人。在工业化国家,一般有 20—30% 的人身患癌症。目前,发展中国家的这个比例从总体上看要低一些,主要是因为发展中国家人民的预期寿命较短。但这种状况很可能会随着早死原因的减少而改变。

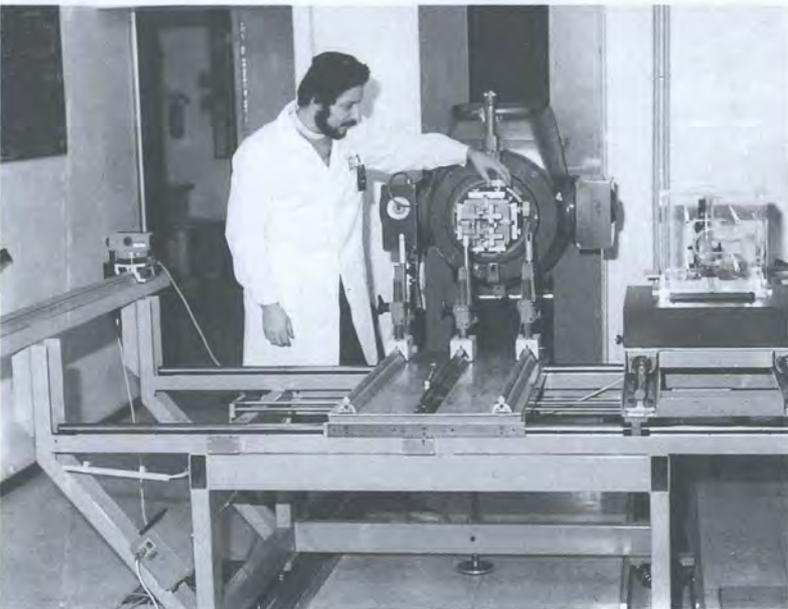
癌的治疗方法包括手术、化疗和放疗,或者是这三种方法的组合。在许多国家中,有 50—60% 的癌患者会接触到放疗,它们或作为治疗手段,或作为减轻疼痛的手段。

对于以治疗为目的的放疗来说,最重要的是将辐射集中到实质癌及其周围组织处,包括所谓的癌细胞微观扩散。辐照效应依赖于传给肿瘤或健康组织的辐射能量的多少——即肿瘤或组织的吸收剂量。由于水吸收辐射的方式与组织吸收辐射的方式相似,因此已经商定用水的吸收剂量作为描述辐照的物理量。必须以可达到的最高准确度测定这个量,并要考虑辐射损伤(破坏健康组织)和辐照效益(消灭肿瘤或控制肿瘤的生长)之间的微妙平衡。确定每一患者的剂量是一种高度专门化的工作,通常要在辐射肿瘤学家的密切配合下由医学物理学家完成。它是以合格的测量和计算技术为基础的。

辐射剂量学领域存在着若干种服务,可以通过各种渠道帮助各国。

**IAEA/WHO 的邮寄 TLD 剂量比对服务。**IAEA 和 WHO 联合给参加医院提供使用

Nette 先生是 IAEA 塞伯斯多夫实验室剂量学股股长, Svensson 先生是 IAEA 人体健康处剂量学科前科长。



在 IAEA 的剂量学实验室中评价已辐照的 TLD(上)和标定电离室(下)。

小型辐射剂量计的比对服务,这种剂量计的学名为热释光剂量计(TLD)。它由封装好的氟化锂粉末构成,由设在奥地利塞伯斯多夫的 IAEA 剂量学实验室制备和标定。

在这种服务中, TLD 连同可拆装的辐照台架被邮寄给 WHO 的各个办事处,由它们分发给发展中国家中参加比对的放疗医院。TLD 在那里按照明确规定的患者治疗条件接受治疗装置发出的钴-60 射线束的照射,直至医学物理学家断定已达到规定剂量为止。TLD 小盒然后被返回到 IAEA 的

该实验室,以便评价其实际剂量。医院标出的剂量与 IAEA 的评价剂量之间的偏差通过 WHO 告知医院。偏差超过 5% 被认为是不可接受的,因而该医院用于治疗患者的辐射束需重新标定。

IAEA/WHO 副标准剂量学实验室网(SSDL)。加拉加斯小组会议的推荐意见之一是要使全世界放疗部门的辐射测量保持一致。在工业化国家,医院通过校准其剂量计实现与国家主标准的一致。遗憾的是,世界上现有的 13 个主标准剂量学实验室(PSDL)的工作负荷已很饱满,无力承担全世界其它数千家医院的标准剂量计的校准工作。因此,各国主管部门都指定各自的 SSDL 提供经认可的校准。

辐射计量学的一个要求是,标准化实验室应定期互相比较其标准。对于各个主标准来说,这种比对的组织工作由设在法国巴黎的国际度量衡局(BIPM)负责。

对于 SSDL 来说,这一要求同样适用,为此 IAEA 和 WHO 于 1976 年建立了一个国际 SSDL 网。它包括技术援助的内容,参加该网的多数发展中国家可据此接受财政支助和专家指导与咨询。今天,这个网已扩展到将近 60 个实验室,其中大多数在发展中国家。其行政和协调工作由 IAEA 和 WHO 分担,IAEA 还负责成员实验室的技术开发。

塞伯斯多夫的 IAEA 剂量学实验室起着该网络中心实验室的作用。许多国家的 PSDL 和某些国际团体——其中包括 BIPM、国际法定计量局和国际辐射单位与测量委员会(ICRUM)——给 SSDL 网的工作提供支持。此外,必要时可向常设的 SSDL 科学技术委员会请教。顾问们和咨询组也可帮助执行特定的项目(如起草技术报告、实施细则和手册等)。

当前的 SSDL 和 PSDL 的全球分布情况表明,多数国家已建立了辐射测量方法标准化方面的基础设施。然而,为了扩大这个网络的所及范围,特别是在非洲大陆,还要继续努力。

IAEA 的剂量学实验室。如前所述,设在距维也纳 30 公里的塞伯斯多夫的 IAEA

剂量学实验室,是 IAEA/WHO 的 SSDL 网的中心实验室。这个实验室的工作范围是:

- 组织各 SSDL 的剂量比对测量;
- 每年完成大约 100 个放疗中心的剂量比对;

● 给来自 SSDL 和医院的标准剂量计

出具校准证明;

- 接待 SSDL 工作人员进行现场培训;
- 设计和开发专门供 SSDL 和医院使用的方法和器件;

● 开展国际剂量保证服务业务,为

IAEA 成员国的辐射处理设施服务。

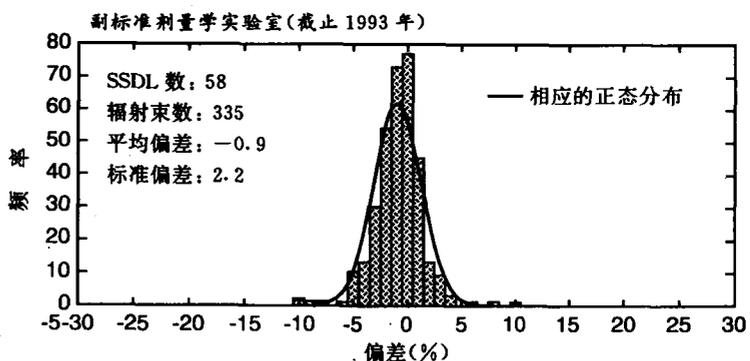
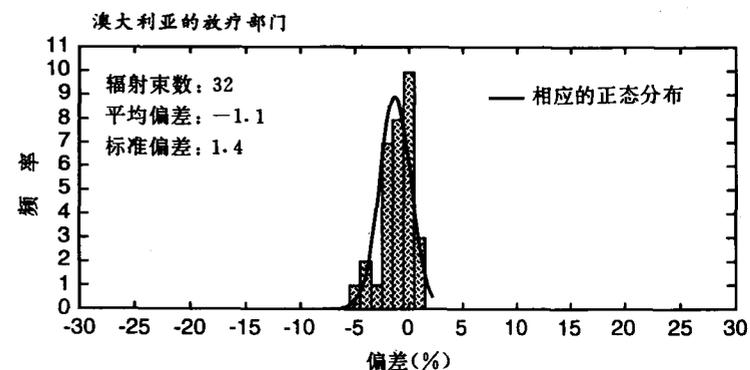
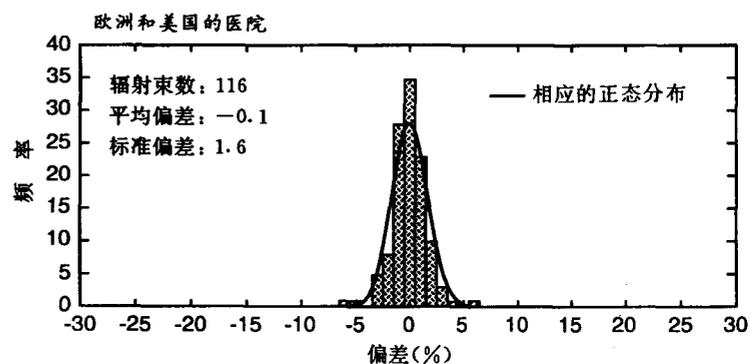
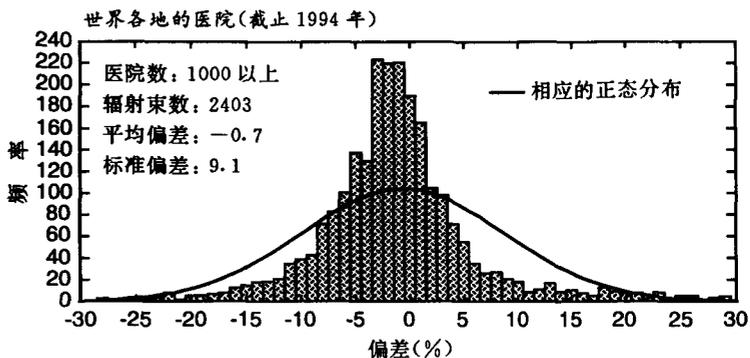
举例来说,该实验室已制备了 80 多批 TLD,以邮寄比对服务的名义寄出并加以评价。这项服务的所及范围已到达发展中国家的约 1000 家医院。

直到 1991 年,所有结果都来自钴-60 的辐照。从那时起,由于发展中国家中安装的医用加速器越来越多,该项服务已经扩充到包括来自此类加速器的 X 射线束。扩大后的这项服务得到了欧洲和美国的 12 个著名放疗中心的医学物理学部门的支持。这些部门给 IAEA 提供评价用标准辐照。组织了两次 TLD 比对,一次有欧洲和美国的 48 家医院参加,另一次有澳大利亚的所有放疗部门参加。(见附图。)它们可被看做工业化国家中有关辐射束校准状况的代表。

1991 年以来,IAEA 的这个实验室一直在给结果长期较差的那些 SSDL 和医院寄送跟踪性质的一组组 TLD,也就是说要求这些 SSDL 和医院反复进行比对测量。到目前为止,SSDL 的所有跟踪测量已表明情况有了改善,得出的结果在给定的容许限值以内。然而,在由发展中国家中的医院完成的跟踪测量中,甚至在进行了第二次跟踪测量之后,许多测量结果仍没有达到令人满意的地步。

在所有的比对测量中,IAEA 自己所进行的工作的质量也是受到监督的。按照 IAEA 的监督程序,一些 TLD 在 BIPM 的国际主标准剂量学实验室和(或)某些国家主标准剂量学实验室中用标准剂量进行辐照,然后由 IAEA 进行评价。结果表明,

由 IAEA 剂量学实验室组织的比对  
所获得的结果:频率分布



### 一项 SSDL 测试计划： IAEA 的一项试点性研究的结果

阿根廷、印度和泰国的 3 个 SSDL，参加了 IAEA 的一项旨在加强放疗领域的质量保证服务的试点性研究。这项研究涉及到这 3 个 SSDL 已顺利通过的一些质量控制测试：

测试 1：要求各 SSDL 校准一组电离室剂量计。然后将它们的校准因子与 IAEA 预先确定的值比较。（泰国的这一测试目前尚未完成。）

测试 2：在比对作业期间，各 SSDL 使用它们自己的及 IAEA 提供的刻度曲线评价来自医院的 TLD。然后比较这些结果。

测试 3：IAEA 以一家“医院”的身份参与由每个 SSDL 组织的全国比对。

测试 4：SSDL 和 IAEA 将一批 TLD 送给这三国的医院进行辐照，IAEA 的 TLD 占 10%，SSDL 的 TLD 只送给本国的医院。SSDL 评价返回的属于它们的 TLD，IAEA 评价其自己的，然后比较这些结果。

IAEA 的 TLD 系统的剂量测量准确度约为 1%，远低于 SSDL 的容许限值(3.5%)和医院的容许限值(5%)。

### 质量监查网

根据对 IAEA 正在做的一项调查的答复，目前发展中国家中日常使用的钴-60 装置和医用加速器约有 2000 台。此外，在正在安装的加速器中，有越来越多的加速器也能生产治疗用电子束。因此，这项 TLD 服务需要相应扩大，提供电子束校准性检查。但各种设备涉及的范围很宽，超出了人数不多的 IAEA 剂量学实验室的能力范围。

如前所述，结果清楚地表明，发展中国家的辐射束校准工作必须大大改进，以便达到工业化国家的医院和 SSDL 已普遍达到的那种一致。对结果较差的那些单位的跟踪测量，只解决了一部分医院中的问题。因此，需要更多地关注这个问题，同时还应注意现场测量和与医学物理学家商讨。当然，这是由 IAEA 集中控制的质量控制服务所办不到的。

此外，若要使涉及患者治疗的剂量学

质量控制体系有效，一定不能把目光局限于辐射束校准上。它还必须检查从剂量处方到给患者投入剂量的每一个与剂量学有关的环节。只有那样，才能得知给每一位患者的肿瘤投入的剂量达到了所要求的高准确度，也只有那样，各个医疗中心才能分享它们的经验以找出最佳的治疗操作。

目前，欧洲各中心在 IAEA 的配合下正在进行有关一项质量控制计划的试点性研究。这样的计划需要在人体脏器模型中安放剂量计，以模拟患者正在接受放射治疗的情况。为了能覆盖欧洲的所有医院，要求几个参照中心参与 TLD 服务和跟踪已探知的不一致。

为了能在发展中国家实施这个欧洲方案，IAEA/WHO 已对这一方案做了一些修改。这几年中，阿根廷、印度和泰国的 3 个 SSDL 一直在按照 IAEA 的方法运营着它们本国的 TLD 放射治疗服务。因此，已邀请它们使用其 TLD 系统参与这项试点性研究。（见方框。）IAEA 将在这些中心连续监视 TLD 的工作质量，作为朝着世界范围内在吸收剂量的测定方法和吸收剂量测定值的准确度方面实现一致迈出的又一步。

在今后几年中，放疗在癌症治疗中的重要性可望增加，特别是在第三世界。为了引入现代化的治疗技术，有必要改进剂量测定术的准确度。从原则上说，质量保证计划理应确保所有接受以治愈为目的的治疗的患者所受到的剂量与处方剂量之差在 5% 左右。要在 2000 年之前建立起这样的质量保证计划，这确实是项艰巨的任务，因为它必须把校核每年接受辐照的几百万患者的剂量测量结果包括在内。

尽管与这样一种计划有关的多数工作必须分散进行，但由于 IAEA 和 WHO 一直在组织 SSDL 的工作，因而最有条件协调全球的这一努力。在欧洲质量保证网和在 IAEA 成员国中的三个 SSDL 中进行试点性研究，为的是更实际地看一看如何在其他地区的 SSDL 和医院之间建立类似的网。这就有可能产生一个具有大大改善几百万癌症患者治疗条件的潜力的全球计划。 □

# 低剂量电离辐射的生物学效应： 更充实的描述

UNSCEAR 的两份最新报告全面综述了现有知识

Abel J. González

当 联合国原子辐射效应委员会 (UNSCEAR) 今年向联合国大会递交其 1994 年度报告时, 国际社会得到了一份有关低剂量电离辐射生物学效应的更为充实的描述。这份长达 272 页的报告, 特别提及了有关辐射致癌作用和细胞与机体对辐射的适应性反应的流行病学调查结果。

这份报告旨在补充 UNSCEAR 1993 年向联合国提交的内容更广泛的长达 928 页的报告。\* 1993 年的报告论述了全球辐射水平以及与辐射效应有关的几个大问题, 包括: 辐射致癌作用的机制; 剂量水平和剂量率对辐射随机效应的影响; 辐射遗传学效应; 辐射对发育中人脑的影响; 以及辐射在儿童中产生的后期确定性效应。

总而言之, 这两份报告就有关电离辐射生物学效应的现有知识, 提供了一个很好的说明。本文只是重点而并非面面俱到地介绍 UNSCEAR 从现有辐射生物学证据的角度, 对电离辐射的低剂量〔以下称“低辐射剂量” (见第 39 页方框)〕的各种效应所作的评价。

## 辐射生物学效应: 当今的认识

本世纪初以来, 人们已知高剂量电离辐射可使受照个体产生在临床上可察觉的损伤, 这种损伤可严重到足以使个体丧命。在几十年前, 人们又开始懂得, 低辐射剂量同样能引起严重的健康效应, 尽管其发生

率低且需通过对大群体进行复杂的流行病学调查方能察觉。由于 UNSCEAR 的努力, 低辐射剂量的健康效应现已得到更好的和更广泛的了解, 并已更好地量化。

**细胞级的效应: DNA 损伤和修复机制。** 辐射的生物学效应源于辐射使细胞的化学结构受到损伤。在低辐射剂量情况下, 值得考虑的是对细胞核内的脱氧核糖核酸 (DNA) 的损伤。这种损伤表现为在干细胞染色体中的基因中发生 DNA 突变。这种突变能够改变细胞传给其子代的信息。

DNA 突变虽会得到高效修复机制的修复, 但这种修复并不总是没错的。大多数损伤虽可得到修复, 但有些将得不到, 或得不到合适的修复, 因而对细胞及其子代产生不良后果。(见第 38 页方框。)

**细胞适应性反应的证据。** 实验证据表明, 使用预先调节好的低辐射剂量能够减少 DNA 突变, 这可能是由于它激发了细胞的修复机制。(见第 42 页方框。) 这样一种适应性反应过程已在人体淋巴细胞和某些鼠类细胞内得到证实。这种细胞响应是暂时的, 并且似乎个体间有差异。正如所认识到的 DNA 修复的有效性不是绝对的那样,

\* 见 1994 UNSCEAR Report: *Sources and Effects of Ionizing Radiation*; UN Pub. Sales No. E. 94. IX. 11; United Nations, New York (1994) 和 1993 UNSCEAR Report: *Sources and Effects of Ionizing Radiations*; UN Pub. Sales No. E. 94. IX. 2; United Nations, New York (1993)。关于 1993 年度报告的要点, 可见《国际原子能机构通报》1993 年第 35 卷第 4 期第 49 页的文章。

González 博士系 IAEA 核安全处副处长。

## 辐射照射与活物质的物质

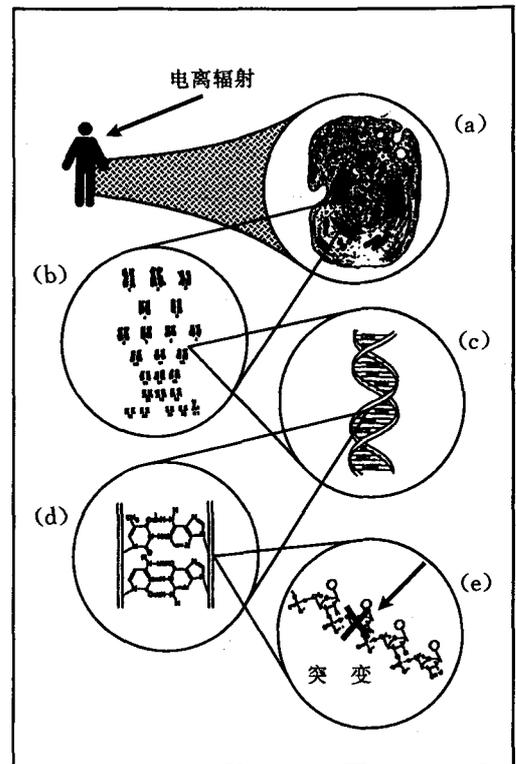
辐射与生物物质的相互作用,可影响能独立存在的活物质的最小单位即**细胞(a)**。典型的细胞是一袋流质,即被细胞膜包着的**细胞质**,其内的**细胞核**含有携带着维系生命的信息的**染色体**——一些复杂的生物物质线状体——它包含着更基本的生命化合物**脱氧核糖核酸**,即**DNA**。染色体里包含**基因**,它是一段能对这些信息进行编码并允许从一个细胞传给该细胞子代的**DNA**。细胞质还含有一些**细胞器**,它们调节细胞的重要代谢功能和生命不可缺少的能量的产生过程。

人体约有 100 万亿(即  $10^{14}$ ) 个细胞。其形状和大小各异,平均直径小于 10 微米。大多数细胞为**体细胞**,即构成机体主体的细胞。数量相对较少的细胞在生殖期间将来自机体的遗传信息传给其后代;它们被称为**生殖细胞**。在这么多的人体细胞中,只有一小部分具有似干特性,即能繁殖细胞子代。人体约有  $10^{10}$  到  $10^{11}$  个干细胞;其份额在不同组织和不同器官中不同,且随年龄变化。

辐射能够电离细胞组分中的任何原子。其重要后果是产生活泼的**化学自由基**,即能促进细胞内的化学变化的、反应性极强的化合物。这些变化或者破坏细胞的基本功能,并可能杀死细胞或使其不能繁殖,或者改变遗传信息。就表现为细胞的遗传信息改变的辐射效应而言,**靶细胞**是干细胞。辐射与细胞物质的相互作用,可随机发生在干细胞繁殖这一动态过程中的任一时刻。在低辐射剂量下,虽然按细胞平均或许有大量入射辐射,但发生相互作用的频度极低。据 UNSCEAR 估计,在低辐射剂量例如 1 mSv/a 的场合,一个细胞每年平均约发生一次相互作用。

人的细胞有 46 条染色体(b)和大量决定个体特性的基因。基因以称为**等位基因**的交替形式存在(一种等位基因来自一个亲体)。等位基因在具有同样结构特点的染色体中占据同样的相对位置。可以对另一种等位基因起支配作用的那种等位基因称为**显性基因**,由它决定机体将显示出特定特性的哪一方面;仅处于“被支配”地位的等位基因称为**隐性基因**。

基因组分 DNA(c),是一对称**多(聚)核苷酸**的类似带状长链而又相互卷绕在一起的分子,象是一个呈螺旋梯形的、由两个链或束相互缠绕而构成的双螺旋复杂分子。这种复杂分子包含许多单元即**核苷酸(d)**。核苷酸由四种互补的碱基,即**腺嘌呤、鸟嘌呤、胸腺嘧啶和胞嘧啶**构成。这些碱



基的顺序表示遗传码。

辐射通过化学自由基的作用,能直接或间接地诱发碱基顺序的变化从而改变遗传码。这个过程称为**突变**,即 DNA 分子(e)的核苷酸顺序方面的突然随机变化,它导致遗传码的改变,从而可引起这些细胞及其衍生的所有细胞在外观和特性上有差别,即所谓**表型变化**。可能的改变有:**点突变**(即一个核苷酸被另一个置换)、**诱裂突变**(包含插入或删除)和**倒位**。插入或删除指增加或去除 DNA 的任何片段,从一个碱基对到相当大的一段。倒位指切去这种双螺旋中的一个片段,然后,在同一位置以相反的取向重新插入。在生殖期间,突变借助**生殖细胞**从个体传给后代。

其表型已被突变改变的细胞或机体,称为**突变体**。较常见的突变体起因,是细胞繁殖期间复制 DNA 时的随机误差。如果细胞受到能引起突变的物理或化学**诱变因素**的影响,则突变率增大。热力大概是重要的环境诱变因素。辐射是相当轻微的诱变因素。

细胞能够通过人们尚不太了解的某些机制有效地修复突变。情况可能是,如果点突变只发生在 DNA 的一个链的碱基上,修复比较容易,因为在

DNA 另一链上的互补碱基显然能起修复用的样板作用。但是,如果在两个链的同一位置上都发生突变或者发生诱裂损伤,无差错的修复则不大可能。辐射似乎是这种修复过程的刺激因素。(关于适应性反应见第 42 页方框。)然而,即使是一个链上的点突变,似乎也总存在着误修复的机会。

未修复的突变是使突变细胞产生恶果的原因。如果突变未被正确修复,则该细胞可能有两种结局:或死亡,例如通过凋亡<sup>2</sup>死亡,或作为一种虽有生命力但已变性的细胞存活下来,并可以产生一系列新的突变细胞。这两种结果将对机体产生完全不同的后果。在低辐射剂量下,细胞致死是少量的,因而通常无严重的健康后果。但突变细胞能演变而对健康带来严重的影响:如果是体细胞,它能够成为恶性肿瘤的引发因子,如果是生殖细胞,它能够成为遗传疾病的引发因子。

注:

1 **生殖细胞**是指**睾丸输精子的管细胞**和**卵巢内的特殊卵原细胞**。前者通过有丝分裂成为**精原细胞**,再分裂成为**精母细胞**,继而通过减数分裂成为**精子细胞**,最终发育成**精子**。后者通过有丝分裂成为**卵母细胞**,又经过两次减数分裂成为**卵子**。精子与卵子融合形成**受精卵**,即一个新生命的开始。

2 **细胞凋亡(apoptosis)**是有规则的、系统的和按既定程序进行的细胞自毁性死亡过程。大概是作为遗传变更的一种结果,细胞进入胞质嗜碱性与核浓缩期。接着发生的是嗜伊红细胞增多和胞质浓缩,细胞碎裂与解离以及在典型情况下被相邻细胞吞噬。与**细胞成体终末分化**(即细胞复制停止)、**细胞老化**(仅在细胞寿命的末期才变得明显)、和**细胞坏死**(即细胞结构遭到破坏的死亡)相反,细胞凋亡是可在细胞生命任一时刻被引发的有序的细胞自毁过程。有人推测,辐射是细胞凋亡的一种重要的引发因子,因而细胞凋亡对于阻碍肿瘤启动及恶性进展来说可能是有利的。

## 辐 射 剂 量

**辐射**指以电磁波或光子形式,或以亚原子粒子形式传播的能量。电离辐射是能量高得足以在其所经介质里产生离子对的辐射。离子对就是由丢失或获得一个或多个电子而带正电或负电的原子或原子组及与其互补的电子组成的对。就生物效应而言,产生离子对的介质是生物物质,更确切地说是细胞物质。

**辐射(吸收)剂量**一般指单位质量的物质吸收的电离辐射能量。这个量以能量每单位质量表示,即焦耳/千克,其专门名称为戈瑞(Gy) [1 Gy=1000 mGy]。为了辐射防护的目的,这种吸收剂量要进行加权处理,以考虑不同辐射类型的有效性及各种器官和组织的辐射敏感度。加权处理后的这个量称为有效剂量,其单位是希沃特(Sv) [1 Sv=1000 mSv];对于中等能量范围的光子,1 mGy 约等于 1 mSv。

**低辐射剂量**用来表示规定水平以下的剂量;有时还用来自非正式地表示低剂量率,即单位时间内的低剂量。在特定的辐射生物学场合,低辐射剂量(和剂量率)指的是这样的照射,即在细胞修复机制能起作用的时间范围内,细胞关键部分决不可能发生一次以上的辐射能量吸收事件(和损伤细胞)。因此,UNSCEAR 得出结论,低辐射剂量系指低于 200 mSv 的总剂量,或低于 0.1 mSv/min 的剂量率(实际上这个剂量率是很高的,约为 5000 mSv/a)。

对于一般公众来说,低辐射剂量被认为相当于来自例如天然本底照射产生的那种剂量水平,或相当于如航空旅行中发生的那种十分常见的辐射剂量水平。在世界范围内,天然本底辐射变化很大。年剂量率的一些“正常”[和“增高的”]值如下:宇宙线,0.38 mSv [2.0 mSv];地球辐射,0.43 mSv [4.3 mSv];氡照射,1.2 mSv [10 mSv];其平均总量约为 2.4 mSv/a。经常飞行的人员(如机组人员)的年平均剂量约为 2.5 mSv。据估计,每年几 mSv 的剂量率水平在人生产生 100 mSv 以上的剂量,与 UNSCEAR 规定的低辐射剂量属于同一数量级。

适应性反应也很可能与 DNA 突变诸过程及其随后的效应同时发生。激发起的细胞修复和残留损伤间的平衡关系尚不明了。

**剂量—响应关系。**DNA 突变若取决于辐射同单个细胞的相互作用,则 DNA 突变频度(假如细胞间无相互作用)应与剂量成线性—二次关系。(见第 42 页方框。)此外,对于低辐射剂量,如果假定占主导地位的主要是辐射的单径迹相互作用而不是多径迹效应,那么细胞发生一次或多次相互作用的频度及 DNA 的突变频度,将完全与剂

量成正比。因此,如果一小部分突变仍然未被修复,则预计已发生突变的细胞数将与剂量成正比。

**细胞死亡:确定性效应。**细胞内的若干种辐射相互作用和部分未经修复的 DNA 突变,可能导致已突变细胞死亡,或使其不能产生子代。这种情况可以是细胞坏死(即由不可逆的辐射损伤引起的细胞病理学死亡)或细胞凋亡(apoptosis,即一种有序的细胞自毁)的结果,或者是正常的细胞繁殖受到阻碍的结果。对于低辐射剂量,细胞致死数极小,而且由于细胞功能和细胞更新的冗余性,因此对健康没有不利影响。对于可杀死器官或组织内大量细胞的高辐射剂量,细胞致死效应对组织是致命的,如果涉及重要组织则对相关个体也是致命的。尽管个体细胞致死事件是随机发生的,但高剂量下大量细胞致死造成的那些健康效应被称作**确定性效应**,因为它们在高于阈值剂量水平下是注定要发生的。因此,在低辐射剂量下,不会在临床上表现出确定性效应。例外的情况是,器官在宫内发育期间发生的若干重要细胞致死,有可能导致新生儿在临床上表现出严重的有害效应;这些效应统称为**胚胎内效应**。

**细胞变性:随机效应。**那些未经修复的 DNA 突变,可以产生虽已被改性但仍有生命力的干细胞。如果这个已被改性的细胞是体细胞,则它能够成为可以导致严重“体健康效应”(例如癌)的一个长而复杂的过程的引发因子。另一方面,如果这个细胞是生殖细胞,那么这种突变可能在受照射者后代中表现为种种**遗传健康效应**。这些起因于细胞变性的体的和遗传的健康效应被称为**随机效应**,因其临床表现具有随机性。

## 致癌作用

辐照的一种非常重要的随机效应是**致癌作用**。人们认为这是一个多阶段的过程,通常粗略地将其划分为癌的引发、肿瘤启动和恶性进展三个阶段。(见第 41 页方

框。)人们认为,辐射是重要的**引发因子**而不是重要的**启动因子**和**进展因子**。因此在低辐射剂量情况下,既然引发突变的可能性与剂量成正比,致癌作用的可能性也应与剂量成正比。

**免疫响应与细胞监督机制。**据论证,免疫响应在缓和人的辐射致癌作用方面可能不起重要作用。不过,某些器官中特有的免疫功能和非免疫原细胞监督机制的存在,意味着一部分早期癌前细胞也许会在形成之前被消除。阻止肿瘤被诱发和发展的其它机制,包括早已提到的 DNA 修复、细胞凋亡、成体终末分化和表型抑制。这些机制将共同减小受损伤靶细胞向明显恶性发展的概率;不过,要估计出这种概率是非常困难的。

**有机体的适应性反应。**文献中已报道了实验室哺乳动物机体对辐射照射的适应性反应的证据。然而,由于缺乏结论性的证据,UNSCEAR 依然怀疑适应性是否也在细胞系层次发生,和免疫系统是否在这个过程中起作用。

**致癌作用的流行病学证据。**虽然临床上还不可能确定具体的某个恶性肿瘤是否由辐射引起的,但通过对受较高辐射剂量照射的人群进行的流行病学调查,现已检测出并在统计上量化了辐射诱发的肿瘤和白血病。从癌引发到临床表现要经过一段时间,称做潜伏期。潜伏期的长短与癌的类型有关,从白血病例的数年到实质肿瘤病例的数十年不等。辐射作用仅是影响恶性肿瘤进展的多种过程之一,所以已发现辐射诱发恶性肿瘤的显现时间与自发产生的恶性肿瘤显现时间没有什么不同。

对许多受一般高剂量和高剂量率辐射照射的人群,包括日本广岛和长崎原子弹轰炸的幸存者和医疗中受照射的患者进行的流行病学调查,发现辐射剂量与致癌作用之间有明确的联系。

最全面的原始流行病学资料来源是日本幸存者的“寿命研究”。这已证明了遭受的辐射剂量和随后肺、胃、结肠、肝、乳房、卵巢和膀胱肿瘤,以及若干种白血病(但不

## 致癌作用：一个多阶段的过程

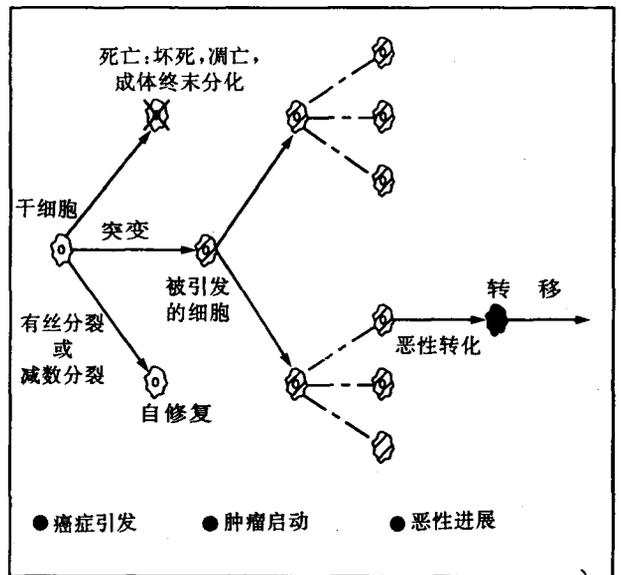
人们认为致癌作用是一个多阶段的过程，它通常包括癌的引发、肿瘤启动和恶性进展三个阶段。

**癌的引发阶段。**多数甚至一切癌似乎是从单个干细胞的DNA突变“开始的”。这个干细胞就成为变异的致癌细胞。这个过程涉及对细胞增殖循环和分化的失控。人们假定，这是作为在调节细胞增殖方面似乎起决定性作用的**肿瘤抑制基因**失活的结果而开始的。这些基因活动性的丧失，例如经由缺失或突变，能够导致细胞不受控制地生长。致癌作用的引发过程，也可能是**原致癌基因**转化的结果。这种原致癌基因似乎参与调节细胞的增殖和分化，并能潜在地变成致癌基因和把细胞转变成恶性细胞。就这些事件的诱发而言的靶的相对大小，往往表明肿瘤抑制基因是对辐射最敏感的靶。人们假定，这个引发事件集中在许多可能基因中的单个基因失活之上，并假定引发是一个不可逆的过程。

**肿瘤启动阶段。**启动阶段包括被引发的干细胞的克隆扩展成一个由非终末分化的细胞组成的病灶。被引发的细胞会在这样一些因子刺激或“助长”下繁殖；这些因子单个来说也许致癌潜力不大，但它们能够大大增加因先前接触引发因子而诱发的新生物的产额。辐射像许多其它的因子一样，能够独立地起引发因子和启动因子的作用。引发以后，变性细胞也许比正常细胞具有某些增殖或选择的优势，例如繁殖时间较短。然而，这些变性细胞和它们的直接子代处于正常细胞的包围之中。这一点会使变性细胞及其直接子代的瘤前性质受到约束，因为它们在繁殖竞争过程中易被消灭。随着变性细胞数目的增加，这种消灭将变得不大可能。因此，启动阶段似乎可能是可中断的和可逆的。

**恶性进展阶段。**在引发和启动阶段之后，还需有一个“进展”阶段才能完成多阶段的致癌作用。这一阶段的特点是朝病变恶性方向逐渐愈来愈快地发展。被引发和被启动的细胞

将发生额外的变化而变成独立的和侵入性的启动因子，从而加剧恶性进展。恶性进展阶段的重要表型特征是病变能从原发性肿瘤块扩散或遗传表型转移开去，并在其它部位形成继发病灶或转移。这是一个复杂的多方面的过程，该过程似乎涉及演变的细胞瘤前克隆内的一系列连续的遗传变化，包括生长速率、生长因子响应、侵入性和转移潜力的变化。进展阶段包括血管形成、脱落、侵入、释放、存活（寄主相互作用）、阻留、外渗和侵入、新的生长、血管形成等等。这一过程就这样不断重复，直到产生临床上严重的转移。人们现在还不知道，辐射照射是否和怎样影响此种导致进展的变化，和影响这一进展过程的不同阶段。进展阶段似乎也是不可逆的。



包括淋巴瘤和多发性骨髓白血病)发病率及所致死亡率增加之间的正相关关系。“寿命研究”所涉约 86 300 人中，有 6900 人于 1950—1987 年期间因实质肿瘤死亡，但这些癌死亡中仅约 300 人可归因于辐射照射。在这同一时期，白血病发病率流行病学资料在统计上表明，总计 230 例白血病死亡中有 75 例可归因于辐射照射。这个发病率资料也提供了有关甲状腺和非黑色素瘤皮肤癌的过多发生的证据。这项研究几乎没有提供有关直肠、颈部、胆囊、咽喉、前列腺、子宫颈、子宫体、胰腺、肾、肾盂或睾丸

癌的辐射诱发证据，或有关慢性淋巴细胞白血病和霍奇金病的辐射诱发证据。

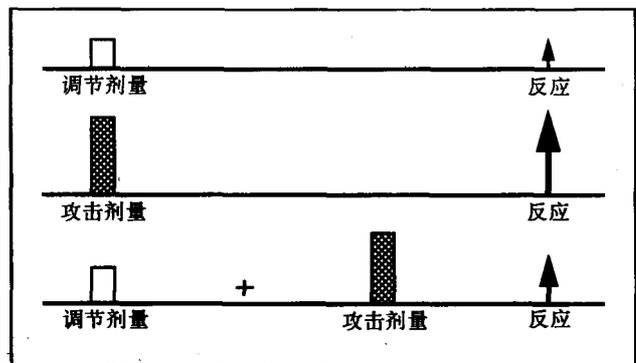
关于因职业接触所受低剂量率照射的效应，诸多流行病学调查报告的结论是相互矛盾的。虽然对若干职业接受辐射者的研究报告表明，接触辐射的工人患白血病风险明显增加——与根据高剂量率研究结果推导的估计值大致一致——但其它研究报告未能证明任何正相关关系。（见第 45 页作者注。）然而，在职业上接触氡的矿工中，肺癌研究结果表明过高的发病率和辐射剂量间有始终如一的正相关关系。

### 适应性响应

人们已经知道存在着这样一种可能性已有多多年,即低剂量辐射会在细胞和机体内引起一些表明它有补偿辐射效应能力的变化。有人指出,对低水平辐射随机效应风险的估计也许一直过高,因为一直没有把被称为适应或适应性反应的过程考虑进去。适应性反应这一术语用于表示这样一种可能性,即小的辐射剂量(有人称它为适应剂量,有人称它为诱发剂量、先导剂量或调节剂量)可通过引发一些过程来调节细胞。这些过程或者减少恶性自然发生率,或者减少由更大的辐射剂量(通常称为攻击剂量)引起过量恶性的可能性。在玻璃试管内,淋巴细胞在受到剂量范围约 5—200 mGy 的调节剂量照射后,大约 4—6 小时之间发生适应性反应,并在大约三个细胞生命循环内保持有效。受到攻击剂量后,修复表现为染色体畸变、姐妹染色体交换、诱发小细胞核及特殊部位突变的减少(低于预计水平),有时减少近 1 倍。此外,继调节剂量之后受攻击剂量照射的鼠的骨髓细胞和精母细胞,与只受攻击剂量照射的细胞相比,染色体断裂数也显示出减少。

看来,许多因子有时可在接受调节剂量后被激活,从而能够减少由于随后接受攻击剂量而发生的 DNA 突变。这些因子包括诸多转录因子(即影响 DNA 遗传信息传递过程的

那些因子)的基因编码,以及与控制细胞生命循环因而与细胞增殖及损伤修复有关的酶的合成。观察结果支持这样的假说,即调节剂量会激活某些基因,并在这之后很快发生负责 DNA 修复工作的酶的合成过程。这些酶在细胞接受攻击剂量时若能达到足够高的浓度,则 DNA 修复程度似乎会得到改善。人们认为,这些适应性反应的机理类似于接触其他毒性因素(包括微量氧化性自由基)后起作用的机理。因此,对辐射的适应性反应,也许是细胞对损伤作出反应这种一般机理所产生的结果。

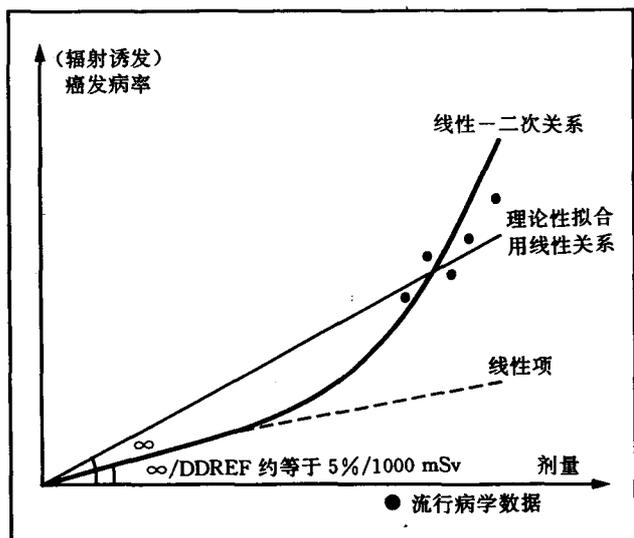


### 剂量—响应关系

人们假定,辐射是在均匀的细胞群体中通过按泊松分布规律随机发生的单径迹相互作用产生影响的。在数学上,可用一线性—二次式表述这种理论上的剂量—响应关系——即一种可归因于辐射效应的表现概率与所受剂量之间的数学关系。这种关系与大多数现有的流行病学数据相符。对于低辐射剂量,存在的辐射径迹非常之少,以致一个细胞(或细胞核)极不可能被一个以上的径迹穿过。因此,按照这些假定,剂量—响应关系几乎必定是线性的,与剂量率无关且没有剂量阈值。

由于现有的放射流行病学数据大多仅与高剂量有关,通常用于评估低剂量下风险的方法,是用一种理论性的线性剂量—响应关系去拟合高剂量数据,以便预测缺乏数据的低剂量的风险。当假定实际的剂量—响应曲线遵循线性—二次关系(在低剂量下线性项为主)时,必须引入一个缩减系数,即所谓的“剂量与剂量率有效性系数”或写作 DDREF。基于实验数据,似乎 DDREF 应当比较小。就体细胞和生殖细胞中的细胞变性和诱变而言,人们已观察到 DDREF 大约是 2 或 3,虽然在较宽的剂量范围内未观察到低剂量率下效应方面有任何减少(即 DDREF 是 1)。总的来看,现有的流行病学数据

表明,对于肿瘤诱发,采用的 DDREF 应该有一个低值,可能为 2 左右和不大于 3。在遗传疾病的情况下,数值为 3 的 DDREF 得到了大多数动物实验数据的支持。



已就许多问题特别是核设施附近居民中白血病发病率,进行了环境接触研究。虽然开始时据说有几份这类研究报告表明白血病例群和靠近核设施的程有正相关关系,但进一步的证据表明,这样的白血病例群不大可能归因于辐射照射。有一特殊例外,即有关对前苏联接触排入捷恰河中高放废物的人所作的研究。结果是这些人中的白血病发病率过高。对比高和低水平天然本底辐射照射地区的癌发病率,未得出任何统计上显著的联系。

**无法得出结论的适应性反应流行病学证据。**有关人的适应性反应的流行病学调查结果,一直没有多大的统计学说服力。因此,这类研究工作没有提供可用自发产生的人癌发病率的减少表示的适应性反应证据。此外,广泛的动物实验和有限的人类资料也没有提供能支持如下观点的结论性证据,即由低剂量辐射引起的细胞适应性反应可增加或减少人类癌症风险。

**致癌预测模型。**致癌的风险评价一般依据可以得到的有限的流行病学资料,并考虑到由似乎合理的放射生物学模型得出的理论假设,通过外推完成的。例如,为了求得受照射人群中的终生风险,必须预测在对该人群平均寿命观察时期中注意到的过多的癌诱发频度。现在,这是通过“乘法”模型(不是简单的“加法”模型)做的。这种模型认为,癌的诱发率随年龄增加而增加,且正比于也随年龄增加的自发癌率。

UNSCEAR 应用了三种乘法预测模型:一种模型认为,整个一生中过量的相对比率保持不变;其他两种模型认为,照射后某个时候这个比率将减少(按不变模型,照射诱发死亡的风险较高,而按后两种模型,每个被诱发病例的寿命缩短值可能较大)。

另一方面,由于缺乏有关低剂量下诱发癌和白血病的流行病学资料,人们不得不用高剂量下的发病率资料来估计风险。具体做法是,先用理论上的线性(非阈值)拟合高剂量和高剂量率流行病学资料,推断出风险值,然后再乘以小于1的缩小系数。UNSCEAR在其风险评价中采用的缩小

系数约为1/2。该缩小系数是依据理论假设和某些流行病学资料估计的,有很大的不确定度。

## 遗传效应

生殖细胞中的所有未修复的非致死DNA突变,基本上都可传给后代,并在受照个体后代中作为遗传障碍显现出来。迄所做各种流行病学调查,都尚未以统计学上有意义的置信度探测到辐射在人体中的遗传效应。然而,根据用多种生物进行的遗传学实验及细胞学研究所得的结果,并考虑到有关人的否定结论的统计学局限性,可保守地认为,可能确实存在着人受到辐射照射后诱发的遗传效应。潜在的遗传效应也许是以下几种变化造成的:

- 显性突变(即显性等位基因突变,可由单亲遗传并导致第一代疾病,而且在若干代后变得不明显);

- 隐性突变(即隐性等位基因突变,仅可由双亲遗传——其他情况下,显性等位基因将占优势——并且在前几代中几乎不产生效应。它也许在群体基因库即群体所有基因内积累);

- 或者,多因子疾病。这类疾病起因于几个遗传因素和环境因素相互作用引起的突变。

人们对辐射引起遗传疾病的产生过程的认识虽不如对致癌作用过程的认识,但提出的看法是类似的:任何辐射作用所致疾病的随机单细胞源,完全能够成为引发因子。因此,人们也认为,低辐射剂量下的响应与剂量成线性关系,不存在剂量阈值。

**遗传疾病模型。**鉴于缺乏直接的流行病学证据,人的辐射诱发遗传效应发生率,一般是通过利用动物实验资料的两种间接方法估计的。其中的加倍剂量(或相对突变)法,提供的估计值以可归因于辐射的遗传疾病额外病例数表示,并以(这种疾病的)天然流行率为参考。这种做法旨在表示这一种辐射诱发遗传疾病相对其在居民中一般天然发生率来说的似然性。(这样,加

倍剂量便是这样一种剂量:预计它将产生与一代中自行发生的一样多的突变。加倍剂量的求法是,用预计每单位剂量的突变诱发率除染色体中有关基因的一个部位或位置中的自发突变率。)用直接(或绝对突变)法,可通过将可发生突变基因数、预计的每单位剂量的突变数和剂量本身结合起来,直接评价预计的遗传疾病发病率。因此,采用这种方法的目的,在于以所论疾病发病率的预计增加来绝对地表示遗传疾病的似然性。鉴于事实上辐射对多遗传因子病症发病率的任何影响都很小和非常可疑,这类风险估计通常不包括诸多遗传疾病和复杂的多遗传因子病原学病症。

### 对胚胎的影响

宫内辐射效应一般指对胚胎的影响。它们可发生在胚胎发育(从受精卵到胎儿)的整个阶段,而且也许包括致死效应、畸形、智力发育迟缓和诱发癌。头三项也许是胚胎发育期间,特别是器官形成期间确定性效应的可能结果。

通过观察广岛和长崎某些在宫内受过照射婴儿中的严重智力发育迟缓,发现了辐射照射影响脑的生长和发育的证据。宫内高剂量、高剂量率照射,特别是在妊娠后8—15周内发生的照射的影响,似乎有智商(IQ)分布下移的迹象。就低辐射剂量而言,对胚胎的这种潜在效应在新生儿中是察觉不到的。

宫内照射研究给出的儿童中致癌作用的证据一直是相互矛盾的,既有相对高的风险,也有非常小的不可察觉的风险,包括(可能)根本没有风险。虽然生物学上没有理由认为,胚胎有抗致癌作用能力,但从现有资料来看,这样一些辐射影响即使不管其确定度如何也是无法量化的。

### UNSCEAR 结论的要点

考虑到现有的放射生物学和放射流行病学的资料,UNSCEAR 已作出若干与低辐射剂量的健康效应有关的定量估计。结果是该科学团体继续认为辐射是一种弱致癌

原,是遗传疾病的一种更弱的潜在起因。UNSCEAR 的一些定量估计值摘录如下:

#### ● 流行病学估计值:

##### 终身死亡率:

- 接受 1000 mSv 剂量后,患白血病的终身死亡率为 1.1%,实质肿瘤为 10.9%(合计 12%)。作为参考,在 UNSCEAR 的 1988 年报告中,相应数据是白血病为 1.0%,实质肿瘤为 9.7%。
- 在 4000—200 mSv 范围内,存在线性关系(更低剂量下几乎无证据)。

#### ● 放射生物学估计值:

对于约 1 mSv/a 的低(慢性)辐射剂量:

- 过量恶性肿瘤概率:  $10^{-4}$ /a
- 终身概率: 0.5%
- 居民中可归因于辐射的致命癌比例: 约 1/40。

上述估计基于以下假设和推理:

#### 假设:

- 人体的细胞总数:  $10^{14}$  个/人
- 靶干细胞数:  $10^{10}$ — $10^{11}$  个/人
- 引发事件: 约 10 个可能基因中有一个发生一次基因突变
- (每个细胞)诱发突变率:  $10^{-5}$ /1000 mSv
- 过量恶性肿瘤概率: 约 10%; 以及
- (每个细胞)相互作用: 1000/1000 mSv。

#### 推理:

- 过量恶性肿瘤:  $1/(10^{11}$ — $10^{12}$  个接受 1000 mSv 的靶细胞);
- 靶基因失活率:  $10^{-4}$ /细胞·mSv; 以及
- 单径迹引起过量恶性肿瘤概率:  $10^{-14}$ — $10^{-15}$ 。

#### ● 风险估计值:

##### 恶性肿瘤风险:

- 辐射诱发致命癌终身概率: 所有年龄的普通居民为 5%/1000 mSv; 以及工作人员为 4%/1000 mSv。

##### 遗传效应风险:

(加倍剂量法)

□ 所有各代的遗传辐射效应概率：  
1.2%/1000 mSv(或每代连续照射  
1000 mSv 时为 1.2% 每代)

□ 头两代的遗传效应概率：0.3%/  
1000 mSv。

(直接法)

□ 第一代遗传效应(临床上重要的病  
症):0.2%和 4%/1000 mSv。

**胚胎效应风险**(妊娠后 8—15 周在宫  
内受过照射的胚胎):

□ 智商(IQ)分布下移:接受 1000 mSv,  
下降 30 IQ 点

□ 从正常 IQ 下移至严重智力延迟发  
育所需剂量:1000 mSv 或更大

□ 从低 IQ 下移至严重智力延迟发育  
所需剂量:几百 mSv。

通过一并考虑 UNSCEAR 的各估计值  
和加上来自非致命癌的估计损害,国际放  
射防护委员会(ICRP)推荐,为了辐射防护  
的目的,采用下述来自辐射随机效应的总  
的名义风险值:

- 对全体居民为 0.0073% 每 mSv; 及

- 对所有成年工作人员为 0.0056%  
每 mSv。

这些都是编写新的《国际电离辐射防  
护和辐射源安全基本安全标准》\* 时采用的  
名义风险因子。

## 展望

由于联合国系统的这个专门机构  
UNSCEAR 的工作,人们对电离辐射的生物  
效应的了解,比对其它许多影响人类和环  
境的化学和物理因素的生物效应的了解更  
多。然而,在放射生物学特别是低辐射剂量  
效应方面,仍有许多问题有待回答。其中,  
缺乏以实验为根据的证据就是问题之一。  
应该着重指出,在低剂量水平下,在测定和

\* 这个标准是在 IAEA 和另外 5 个国际组织  
主持下编写的。这 5 个组织是联合国粮食及农业  
组织、国际劳工组织、经济合作与发展组织核能机  
构、泛美卫生组织和世界卫生组织。有关新标准的  
报道,见《国际原子能机构通报》1994 年第 36 卷  
第 2 期所载本人的文章。

量化统计上显著的(体和遗传)随机辐射效  
应方面,流行病学调查者们目前的能力很有  
限。结果是,尚未得到有关低水平辐射剂  
量效应的确凿的直接观测证据,而且可能  
长时间也得不到。为获得确凿的证据,应进  
行充分的能把增加的特定健康效应发生率  
与辐射照射关联起来的流行病学调查。这  
类研究应克服统计学和人口统计学固有的  
局限性。此外,它们还应包括正确的情况调  
查、适当的对照群、足够的跟踪、干扰因素  
控制,以及相当成熟的剂量测定法。现在不  
可能获得这样有关低水平辐射剂量效应的  
证据。因此,预计将会继续缺少这种有关健  
康效应的直接证据。”

由于存在这些局限性,人们不得不依  
靠为解释高辐射剂量下现有流行病学调查  
结果而建立的理想化放射生物学模型来估  
计辐射风险。虽然该模型反映了迄今为止  
的正确认识,但它比较简单(或许可以说  
过于简单)而且还在发展之中。科学的诸  
多领域正在发展。这将扩大人们对辐射生  
物学效应的认识,并促使人们不断去改变  
这个模型。例如,分子生物学方面的研究  
可能提供有关癌诱发机制的新信息。适  
应性反应的机制和辐射照射在癌的引发、  
启动、进展阶段的作用将会得到更好的了  
解。今后若干年会改变我们对低辐射剂  
量健康效应的看法。

尽管一些相关科学分支在快速发展,  
UNSCEAR 仍认为没有必要对其辐射生物  
学效应概念和相应风险估计做任何大的修  
正。虽然世界 1/4 左右人口受着致命恶性  
肿瘤的威胁,但正如 UNSCEAR 所指出的,  
仅“约 4% 的癌死亡可归因于电离辐射,  
而且这些电离辐射大多来自不受人控制  
的天然辐射源”。 □

\*\* 本文发表之际,国际癌研究机构公布了有  
关 95 673 名核工业工作者中癌风险的流行病  
学调查结果。该研究报告给出了长时间接受  
低辐射剂量所致死亡率的最直接精密估计  
值。Lancet (344: 1039—43) 中报道的这  
些估计值“几乎没有提供 [UNSCEAR]……  
估计值明显有误的证据”。——作者注

## 安全管理放射性废物技术的传播： 设计多种传播方案

为满足发展中国家的多种需要，

IAEA 已开发出若干标准化的援助包和工具

Donald Saire,  
Curt Bergman,  
Candace Chan  
和 Vladimir  
Tsyplenkov

世界上大多数国家没有核电站。比如，国际原子能机构(IAEA)的 121 个成员国中，约 75% 属于这类国家。它们主要将核技术用于研究、医学、工业等目的。从放射性废物管理的角度看，核应用的种类繁多，每个国家的基础设施水平及所处的发展阶段又不同，为技术传播提出了多种多样的任务。

IAEA 正在通过其放射性废物管理计划给一些国家提供援助，包括直接和间接传授各种类型的技术和服务。其目的是帮助这些国家现在和将来有效地保护人体健康和环境免受放射性废物的放射学危害。IAEA 的放射性废物管理计划考虑了各国的需要和兴趣的多样性，其中包括许多技术传播项目。为满足特定类型的要求，这些项目在不断修改。本文阐述该计划的主要内容和战略。

### 明确需要

为了更好地理解各国的总体情况，IAEA 制定了一套内部的分类方法，按所产生放射性废物的类型和数量将各国分组。(参见第 48 页方框。)各国在解决具体的废

物管理问题方面有多种需要，这是 IAEA 废物管理咨询计划(WAMAP)和其他的专家出访明确指出的一个事实。

目前，仅有很少几个发展中国家能够完全遵守正确安全地做好废物管理的要求。对于大多数发展中国家来说，情况从未遵守到近乎遵守不等。有待这些国家遵守的要求，包括建立全面的废物管理基础设施。这个基础设施应包含法律体系、监管机构、运营单位、各种资源和经培训的人员等方面。国际上在这些方面及其它方面的共识，正在通过 IAEA 的放射性废物安全标准(RADWASS)计划形成文件。

IAEA 的目的是通过其在放射性废物管理领域的整套计划，使所有国家能做到最低限度的遵守，并建立起使一个管理系统能生存下去所必需的许多组成部分。这虽是一个缓慢费时的过程，但只有这样才能充分保证工人和公众的安全。

过去，最常见的援助手段是传授工业化国家已得到证实的废物管理技术。尽管足够的技术成熟度是十分重要的，但经验表明这还不够，因为技术仅是所需基础设施的必要组成部分之一。没有其它的辅助性组成部分，这一管理系统就无法维持或运转。纵然 IAEA 没有权力或法律责任去确保某个国家拥有这方面的必要基础设施，但它仍然有道义上的责任，特别是在由 IAEA 提供核技术和核设备，或提供放射性

Saire 先生是 IAEA 核燃料循环和废物管理处废物管理科科长，Bergman 先生、Chan 女士和 Tsyplenkov 先生是该科职员。

材料本身的场合。

### IAEA 的技术传播战略

发展中国家提出的有关放射性废物管理技术援助的许多申请,在范围和内容方面是类似的。已产生或预计要产生的废物的数量、性质和活度水平也常常相当类似。

考虑到这种情况,IAEA 开始执行一项战略:以适用于集中的废物管理设施的标准化一揽子方案形式提供技术援助,并提供容易根据各个国家的具体需要加以修改的辅助性工具、技术和做法。这些标准化的援助包和工具包括:

- 密封辐射源(SRS)的登记系统;
- 废密封源设施(SSSF)的设计;
- 集中的废物处理和贮存设施(WPSF)的设计;
- 有关处理和贮存核应用产生的放射性废物的一系列技术手册。

**SRS 登记系统。**正在 IAEA 涉及废密封源的计划名下开发这种计算机化的数据库。该项目的主要意图是创造一种基本的管理工具,对于致力于在国家、地区或地方一级管理和记录密封辐射源信息的国家来说,这样的工具是有用的。

对这种登记系统规定了几条切实可行的要求。它应跟踪源的整个寿期——从出厂直到最终处置掉(或返回供应商)——的信息;应能为各种各样的单位,如监管机构、运营单位、实验室等所用;应易于使用和维护;而且不需要专用软件或高级设备。

该登记系统有两个基本功能。第一,它保存有关密封辐射源的主要特性的信息,诸如放射性核素的名称、活度、源的序号或其它识别数字、实际使用地、使用单位、源的所有者、供应者、预定或指定的用途,以及与之相关的屏蔽容器或设备的类型。第二,它能使与源的使用期何时终止(即变成废源)有关的信息得到记录,以便到时候能作出恰当的决定。它还必须提供完整的归档能力。

曾给几个 IAEA 成员国提供了该登记系统的一种版本,供现场检验之用,检验已于 1994 年 6 月结束。迄今收到的意见都对这一系统大加赞赏。一些成员国即使知道该数据库还处于开发阶段,也要求立即使用。他们的理由是,该系统尽管还不很完备,但总比没有好。预计 1995 年 1 月可提供该登记系统的最后版本。

**SSSF 设计包。**1993 年,IAEA 为响应废辐射源在被处置前的安全装卸、转形和贮存方面不断增长的需要,开始开发一种设施的标准设计包,使所有处置前作业均可在一个设施内完成。这类设施虽属必需,但在许多发展中国家,尤其是仅有少数医院或研究机构使用放射性核素的发展中国家中尚不存在。这种 SSSF 设计融技术简易、维护方便、灵活可变、经济性和安全性等具体要求于一体。这种标准设施是一座隔成若干房间和区域的平房。可在这些房间和区域里接收和监测废辐射源,贮存起来让其衰变或贮存到转形为止,必要时进行固化以及为转移至中间贮存库作准备。

此设计包推荐了完成废密封源的操作和固化所需的一系列设备和消耗品。中间贮存设施可设在 SSSF 附近或同一场址上,也可设在远离 SSSF 处,此时需增添运输车

IAEA 放射性废物管理  
培训班的一个镜头。  
(来源: C. Chan, IAEA)



## 放射性废物的产生

除了核燃料循环设施的运行外,还有许多种活动产生放射性废物。它们包括:

**核研究中心。**放射性同位素是在不同用途的研究堆或粒子加速器中通过辐照专用的靶生产的,随后在邻近的热室或实验室中从靶中提取所需的同位素。一个也使用和处理放射性同位素的核研究中心,可能有若干个核装置。研究中心内各个放射性物质用户产生的液体和固体放射性废物,一般数量不大。其中的大部分放射性废物,不管是固体还是液体,只是被短寿命放射性同位素所污染,因此可用衰变贮存随后外排的办法处理,或作为非放射性废物处置掉。发展中国家只有少数几个实验室产生含长寿命裂变产物(包括超铀核素)的废物。因此,研究中心产生的放射性废物只有极小部分是长寿命放射性同位素污染的。

**医院。**放射性物质在医疗诊断和治疗中的应用是极其重要的一种应用,并且其应用范围在不断扩大。在许多情况下,没有替代方法。主要的应用领域是放射免疫分析、体内和体外诊断技术、放射治疗和医学研究。这些领域使用的不仅有非密封源,还有装在屏蔽装置中的高度浓缩的密封源。

**工业。**某些工业主要使用密封源形式的放射性物质,以进行无损检验、质量控制、设备性能评价和产品开发。所用放射性物质的量主要取决于国家的技术水平。

**大学和其它研究单位。**许多研究中心和大学经常参加监测与药物、农药、化肥和矿物质之类物质相关的代谢途径或环境途径。所用放射性核素的种类通常是有限的,而且标记化合物的放射性活度通常很低。不过,有些研究中心或许会使用相当奇特的某些放射性核素。在许多化合物的毒理学及与其相关的代谢途径研究中,最常用的放射性核素是碳-14和氚,因为它们可被相当均一地结合进多种复杂分子中。在给蛋白质加标记方面,已证明碘-125是很有用的。现在有许多种放射性核素可供研究和调查之用。

## IAEA 的技术指导和援助

以下9种文件已作为IAEA在放射性废物管理方面的技术文件的新丛书出版:

- 《放射性废物的最小化和分离》
- 《放射性废物的贮存》
- 《废密封源的装卸、转形和处置》
- 《液体放射性废物的装卸和处理》
- 《生物放射性废物的装卸、处理、转形和贮存》
- 《固体放射性废物的处理和转形》
- 《放射性有机液体的处理和转形》
- 《研究堆废离子交换树脂、沉淀残渣和其它放射性浓缩物的处理和转形》
- 《集中的废物处理和贮存设施的设计》

## 按放射性废物的类型和数量 将 IAEA 成员国分类

为了更好地理解各国的总体情况和决定最佳的援助包类型,IAEA按所产生放射性废物的类型和数量将各国分组。前3组是本文所讨论的重点。

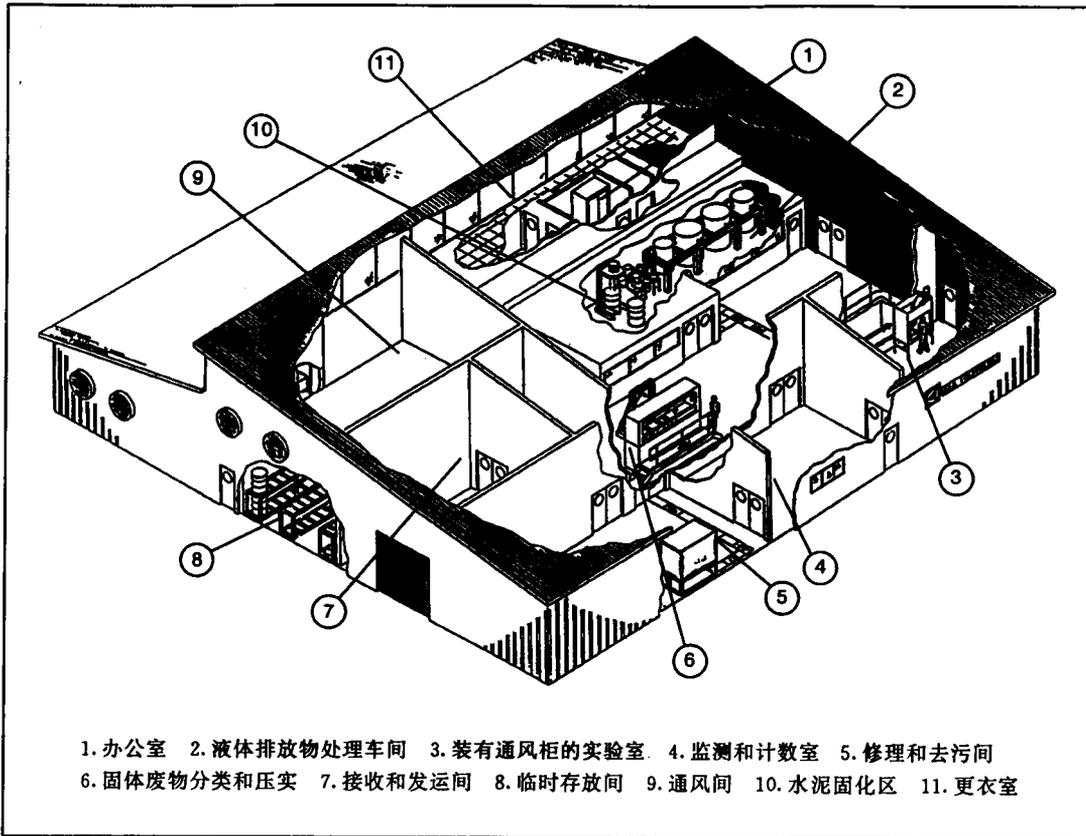
**A组:**放射性核素在医院和其它研究机构中有一种用途的国家。

**B组:**放射性核素在医院和其它研究机构中有多种用途的国家。

**C组:**广泛使用放射性核素,并有一个以上能够(利用研究堆或粒子加速器)自己生产若干种放射性同位素的核研究中心的国家。

**D组:**广泛使用放射性核素,并有计划中或运行中核电站的国家。

**E组:**有核电站和燃料循环业务的国家。

WPSF 废物处理厂  
房简图

辆。备有分别适合暖干、暖湿和寒冷气候的三种结构设计。

**WPSF 设计包。**此参考设计包是专门开发的,以利于处理来自放射性核素的生产及多种使用过程中产生的,具有不同活度、物理性质和化学组成的各种放射性废物流。

在准备此参考设计和确定其要求时,IAEA 认真总结了世界各地所用的放射性废物管理技术。首先,被选中列入此参考设计的流程必须是非常成熟和经实践证实了的,并且必须能适应废物来料的变化。所选设备必须坚固耐用、设计简单和易于操作维修。该设计还必须含有相应的辐射防护手段,以确保运行安全。(上图为根据参考设计包设计的此类设施的简图。)

此设计推荐的废物处理流程包括液体废物沉淀、固体废物压实和泥浆的水泥固化。此设计含有安全运行处理车间所需的一切辅助设备和服务。另有一座废物库,是一幢大型简易建筑,除照明设备外没有其

它设备。

**参考设计包的好处。**提供上述设计包,可使 IAEA 及其成员国得到两大好处。第一,这种服务使人们容易得到可按国家需要加以修改的车间设计。其次,由于可向发展中国家提供技术援助的资源有限,所以开发一种可满足几个国家的需要并可重复使用的应用或概念很有好处。

这些标准化援助包进一步支持了 IAEA 在低中放废物的装卸、处理和贮存方面的技术援助计划。访问发展中国家的专家,可以以这些援助包为基础,提出能有效解决问题的技术和经济方案。

#### 技术支助和培训

**技术手册。**30 多年来,IAEA 一直在出版有关放射性废物管理的技术报告和安全文件。这些文件一直在向成员国提供基础性的参考资料和有关现代化技术的综合性调研报告。

最近已开始编写一套新的技术文件丛书,以帮助要求简单而省钱地解决废物管理问题的国家。这套丛书的题目为《小型核研究中心和医学、研究与工业部门放射性同位素用户产生的低中放废物的管理技术手册》,意在提供:(1)关于如何充分地利用本国资源的指导性意见;(2)有效利用先进技术的具体程序;和(3)有关可纳入本国废物管理计划的技术规程的推荐意见。

目前,这套丛书的9种手册已编写好,并已作为IAEA的技术文件(TECDOC)出版。(见第48页方框。)将来或许还会编写其它课题的手册。

**技术援助项目。**支助的另一个渠道是技术援助项目。这一渠道给提供专门人才、技术、个别培训和设备,以满足废物管理的具体需要创造了机会。这类项目的目的是为开发专门技术和培养专门人才,以便在放射性废物的安全管理方面做到自立提供必要的支助。1976年以来,IAEA已支助了42个国家内60个有关放射性废物管理的技术合作项目。目前,36个国家正通过40多个项目获得不同类型的这种技术援助。此外,目前还有5个区域项目正在实施。

援助包括提供设备和设施。其中包括固体废物压实机、化学沉淀与废物水泥固化设备以及各种监测和测量装置。

**示范项目。**正在实施的还有一种示范项目,其目的是提高选定发展中国家的废物管理基础设施的档次。该项目于最近开始实施,包括利用标准援助包提高废物管理基础设施不同部分的档次。

**培训。**许多科学家和技术人员已通过IAEA在拥有废物管理计划的国家中实施的技术援助项目接受了培训。此外,在最近4年内还举办了9期地区的和3期跨地区的培训班,共有来自60个国家的300人参加。实际练习和技术演示包括以下几方面的专场:液体废物化学沉淀;固体废物压实;废密封源转形;以及表面去污。

**国际会议。**交流技术知识的另一途径

是科学会议。1994年10月,IAEA在中国北京举办了一次题为《发展中国家放射性废物管理实践和问题》的研讨会。这次研讨会是专为发展中国家举办的,重点放在与核燃料循环无关的作业所产生废物的管理实践和技术上。IAEA还给发展中国家参加由专业和贸易组织发起的国际会议和国际学术会议的部分专家提供财政支助。

**研究支助。**尽管IAEA本身并不从事放射性废物管理领域的任何研究工作,但是它的协调研究计划(CRP)鼓励并促进对广泛感兴趣的专题进行研究。此类计划通常既有发达成员国又有发展中成员国参加,因而是传授技术的极好场所。

当前,有关将无机吸附剂用于液体废物的处理和转形,以及有关研究机构辐射源所产生低中放废物的处理技术的两项CRP,对发展中国家来说特别重要。研究工作包括修改成熟的处理技术,使之适合各国的具体废物的管理和适合当地的其他条件。

---

## 责任感

要利用原子能,就必须做好各种核应用产生的放射性废物的安全管理。因此,IAEA放射性废物管理计划的一个重要方面,就是要使国家主管部门认识到他们有责任去有效地规划、拟订和实施本国的废物管理计划。IAEA的各项活动,正在帮助建立必要的基础设施和传播有关的技术。

为了使IAEA能有效地对放射性废物的安全管理作出贡献,需要不断评估各国的需求,以确保资源和精力的分配有利于取得最大的效益和成就。这是一个动态过程。现正在开发可以使某些国家的废物管理状况更上一层楼的新示范项目。这些项目将得到实施和评价,以判断它们的各个组成部分能否将建立基础设施和传播技术的各种援助包恰当地组合起来,使它们可适合众多国家的需要。 □

## 无国界专家:传播核技术的先锋

IAEA 聘用的本国和国际专家  
将自己的经验传授给发展中国家以提高其技术水平

有一位内科医生来到肯尼亚塔机场,等候返回维也纳的航班,指望在飞机上休息一下。他在肯尼亚紧张工作了两周,做完了 IAEA 在该国核医学研究所实施的一个癌放射治疗项目的最后几项工作。他的肯尼亚对应方拟订了一个非常紧凑的工作日程——他们甚至晚上和周末都在一起工作。目前,这个旨在提高肯尼亚的癌治疗技术和实践水平的项目,已进入第二年并接近完成。他从一开始便以 IAEA 聘用的临时委派专家身份参与了该项目。他在德国的固定工作是海德堡大学核医学研究所所长。

现在,当他等候晚点航班时,他的思绪转到了他的出访报告上。他为该项目所取得的进展和获得的支助而高兴。他上次出访后提出的建议完全被设在维也纳的 IAEA 总部所接受,其中包括为肯尼亚急需的钴-60 放射治疗设备提供财政支助。作为放射治疗专家,他很了解这个领域,了解其问题和隐藏着危险,以及它们的好处和回报。这是他第 5 次作为 IAEA 技术合作计划某个具体项目的专家被派出访。虽然并非次次出访都和这次一样顺利,但谁都知道成功总是来之不易的……

对一名受委派专家的这一简短描述,是 IAEA 每年聘用的几百名专家的日常生活真实写照。过去 10 年中,IAEA 在其技

术合作计划框架内计划和进行了近 18 000 人次专家出访。该技术合作计划的作用就像一个转盘,将核技术传送到发展中国家,帮助它们在核科学技术的许多应用方面实现自力更生。

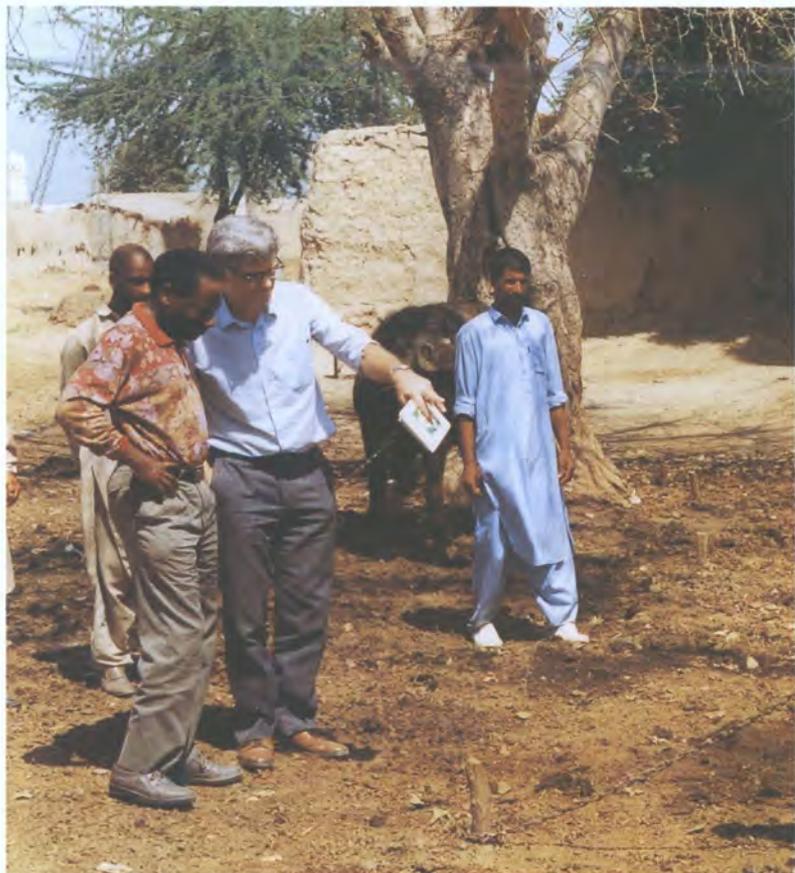
正如本文开头所提到的那样,传播的核技术不只是核能发电。IAEA 的技术合作计划的重点是放射性同位素和辐射技术在粮食和农业、人体健康、水文学和工业,以及其他领域的安全应用。这些技术用途很广,例如改良农作物、根除害虫、探测地下水资源、给医疗用品消毒、检查飞机结构、监测环境污染和治疗疾病。

这些成熟的核技术依然集中在某些国家中,因此愈来愈有必要把它们传播到缺乏这类资源的国家中去。向发展中国家传播技术的重要手段是技术合作项目。现今,执行中的这类 IAEA 合作项目有 1000 多个。其中,人力资源开发是帮助一些国家实现科技自力更生的关键组成部分。核技术的传播者是一些乐意与发展中国家的同行们分享其专业知识的科学家和工程师。他们的出访使他们跨出国门,成为名副其实的“无国界专家”。

专家们是在和平利用核能的法定框架内开展工作的。实际上,这意味着要特别注意核安全和安全保障这两个方面。世界各地的核技术和平利用,是通过国际协定(诸如《不扩散核武器条约》)和有关辐射防护的基本安全标准之类国际实施细则和条例加以监视的。这使得核技术捐助国、专家、

Robert  
Lauerbach 和  
Alicia Reynaud

Lauerbach 先生和 Reynaud 女士均是 IAEA 技术合作执行处专家科职员。



在巴基斯坦和印度的边界附近，一名参加 IAEA/FAO 联合牲畜健康检查项目的出访专家正在与当地的牲畜主谈话。（来源：Feldman, IAEA）

出资者、受援国和 IAEA 之间存在着密切的相互配合关系。

本文主要介绍专家们在 IAEA 技术合作计划范围内所起的作用。并介绍如何提供专家服务，包括出访的类型和招聘过程。专家服务已像提供设备和进修金以及组织培训班和讲习班一样，成为 IAEA 的技术合作的支柱之一。

### 提供专家服务

自 1958 年以来，IAEA 一直在通过专家出访提供核技术传授服务。典型的情况是，专家们从事的是与他们的专长有关的项目，起顾问、讲课者或讲习班参与者的作用。此类专家属于专门的一类人物，仅受聘一段有限的时间并随时准备被派往其他国家。这样的人都身怀高精尖的技术知识，并具有将这些知识传授他人的能力。

应用性的核科学技术覆盖的科目范围

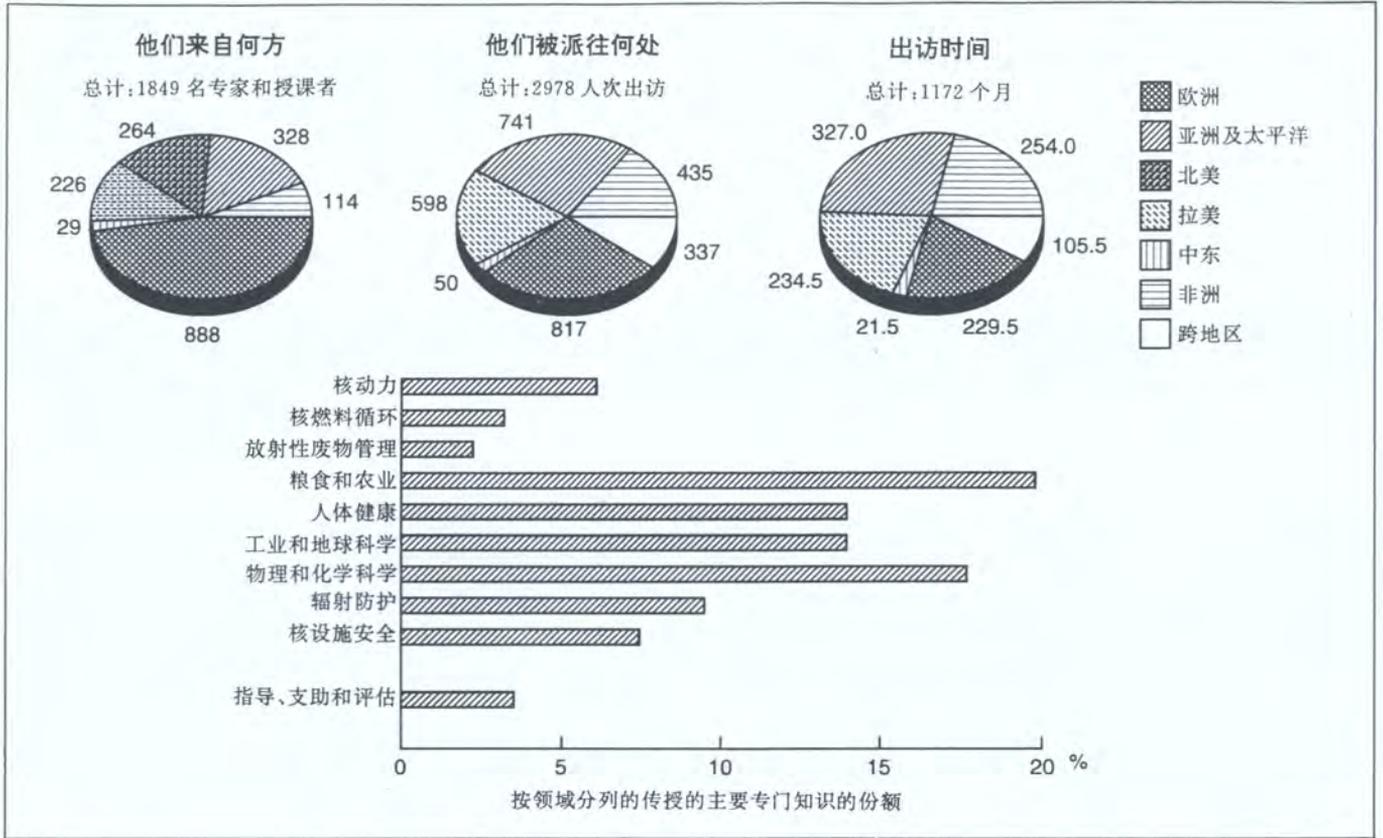
很广，需要多种多样的专业知识。（见下图。）比较突出的是 5 个领域。同位素和辐射技术在粮食和农业方面的应用多年来一直是最重要的专家活动。其次是物理和化学科学方面的应用；人体健康方面的应用，包括放射性药物的生产；地球科学方面的应用，包括开发水资源之类的活动；以及以无损检验技术为重点的工业方面的应用。就所有这些应用和技术而言，辐射防护领域与安全有关的活动占据了专家服务的很大一部分。因为这些活动是传授技术的先决条件，并有助于使人确信受援国已拥有或有待建立必要的基础设施。

这些专家是些什么人，他们来自何方？典型的 IAEA 专家是年龄在 35 岁至 60 岁之间的男子，获得硕士学位后在同位素和辐射应用方面有十年以上的工作经验。他非常熟悉本专业范围的辐射防护规则和操作规程。他的职业常常与本国或国际的发展有关，通常是学术团体的成员，至少掌握一门或两门联合国语言。最后但并非最不重要的是，他有兴趣并热衷于与发展中国家的同行们分享他的经验。

那妇女们呢？经验表明，妇女能够很容易地达到男性同事的标准。然而，申请专家职位的妇女不够多。在 IAEA 的专家花名册（一份包括 5000 多位候选人的计算机化的专家名单）中，妇女仅占 6%。增加妇女的参与，是 IAEA 的技术合作计划要达到的目标之一。就此而言，它主要依靠各国大力提拔妇女并由国家主管部门鼓励妇女们申请国际职位。

IAEA 将由其技术合作计划提供经费的专家分成两大类，一类是为非本国项目工作的专家（称作国际专家）；另一类是为本国项目工作的专家（称作本国专家）。根据项目的范围和所需进行的工作，同一个人可以作为本国专家，或作为国际专家。近几年，本国专家的比例一直稳步增长。1993 年，该比例已达到全部委派人次的 25%。这类委派在传授核技术方面正起着越来越重要的作用。

专家们来自世界各地。仅在 1993 年，



IAEA 就从 100 多个国家招聘了专家。实际上, IAEA 所有成员国都对交换专家服务作出了贡献。在这一年中, IAEA 聘用和派出的专家人数达到了创记录的近 1900 名。尽管大部分专家出访是由 IAEA 职员以外的人完成的,但大约 20%是由 IAEA 职员完成的。通常,外聘职员是向其雇主请假后为 IAEA 的某个技术合作项目工作的,时间不长。

每 3 名专家中,大概有 2 名来自工业化国家。目前, IAEA 正在鼓励来自发展中国家的专家在向其他发展中国家(最好在 同一地区内)提供专门知识方面发挥更大的作用。这一点特别适用于尚未供应足够数量专家服务的中东和非洲地区。另一方面,欧洲作为一个地区供应了全部专家服务的将近一半。就单个国家而言,较大的供应者是美国和联合王国,其次是德国和加拿大。在发展中国家中,印度、阿根廷、巴西和匈牙利在所提供的专家人数方面居领先

地位。(见上图。)

专家们被派往何处,他们的出访时间多长? 在 IAEA 的技术合作项目的执行计划中,多数含有称作“专家部分”的内容。目前,世界各地的约 80 个国家中有专家在出访。这个地理范围有可能要扩大,因为需要派遣专家出访新的 IAEA 成员国,尤其是前苏联解体后形成的国家。当前,招聘后用于出访欧洲的人最多,其次是亚洲及太平洋地区,再往后是拉丁美洲地区。招聘后用于出访中东和非洲地区的人数比预计的少。

过去 10 年中,一次专家出访的平均时间已从 1 个月缩短到两周。同期,出访次数增加了一倍多。这是发展中国家的自力更生能力增强的结果,使人们能够安排时间更短、专业性更强的出访。也是技术合作项目执行期间国际合作增多(如举办了更多的讲习班、培训班和协调会议)的结果。

### 1993 年的 IAEA 专家出访情况

### 专家招聘过程

为 IAEA 技术合作计划招聘专家和将他们派赴现场是一项复杂的工作,需要采取大量涉及许多合作伙伴的行政步骤。这些合作伙伴包括 IAEA、受援国和捐助国,而且往往包括别的国际机构,如粮食和农业组织(FAO)、世界卫生组织(WHO)和联合国开发计划署(UNDP)。为适时招聘和派出合适的专家,需要与有关国家政府、应聘人员所在单位、项目对应方、UNDP 办事处,以及最重要的是与专家本人密切配合。

在作为招聘依据的任务说明中,概要地介绍了出访专家的职权范围。IAEA 专家科收到来自项目负责官员的任务说明后,立即同合适的候选人联系。这项工作是根据派出国政府和接受国政府所要求的各种程序和这次出访的性质进行的。在圈定将担任技术合作项目出访专家的候选人时,涉及的信息来源也许因例而异。主要的信息来源是受援国本身,它们心里往往有一份具体专家的名单;IAEA 负责某一具体项目的技术官员,他能提出专家人选或可能有合适专家的单位;再有就是 IAEA 专家科自己的专家花名册,即一份列有 5000 多位专家的姓名及其专长的计算机化档案。对于从未为 IAEA 的项目服务过的候选人,则将其履历表送给相关的技术官员,请他进行评价和分类,以便列入专家花名册。

挑选出合适的人选后,依照 UNDP 和有关政府的程序提请受援国认可。在此阶段,IAEA 专家科通常还将该专家可进行拟议中的出访的日期通知受援国政府。

在得到有关政府主管部门的正式认可或收到这类认可书后,专家科根据可用来完成招聘安排的时间,适时地向此专家发出聘用建议。该建议将包括对即将提供的服务的合理报酬,以及每日津贴额和差旅费等条件。在此阶段,该专家会收到有关签证和体检要求的通知,以及简单的情况介绍和报到须知。

一旦得到相应的认可书,且该专家也

接受了上述建议,便可准备合同,即该专家、或该专家的长期雇主或其赞助组织,和 IAEA 之间的合同。合同有好几种形式,随专家的工作性质和派往地点的不同而不同。合同的平均期限为两周;很少有长于一个月的。对于长久性质的项目,也许会向某些专家提供为期 1 年的合同,且有可能展期。

一旦 IAEA 专家科将专家的旅行和预定行程通知 UNDP 的当地办事处和对应方,它的大部分工作就算完成了。至此,使出访成功的责任落在了专家和对应方的有关单位身上。由于合同期限短,一般立刻开始工作。通常,专家在出发前要通过与国家对应方之间的直接联系,弄清项目目的和工作计划,以便专家到达后,双方就可集中精力进行工作。通常,一次专家出访只能涉及某个技术合作项目的一个小方面。那些最终对将国家的发展带来较大影响的大型项目,往往需安排小组出访和后续出访。

出访结束时,专家们应向 IAEA 提交一份详细的报告。这有助于评估该项目的进展情况,找出问题的所在,及提出必需加以考虑的行动。

### 未来的方向

IAEA 的技术合作计划将继续努力加强其在提供技术援助方面的作用,为新技术的推广应用修桥铺路,并增强其对发展中国家日益增长的需求的响应能力。过去两年中,IAEA 一直在集中精力审议其政策,以便加强国家一级的核技术传播。由于过去的工作,许多国家已建立了基本的基础设施,本国的发展可以以此为基础。就此而论,辐射防护法律法规的进一步发展和强化,定能起重要作用。此外,一些典型项目已开始实施,它们能更好地面向国家的发展规划和最终用户的实际需要。

无国界专家通过这些和其他一些有助于技术合作的渠道,将继续起着关键作用。他们将继续是向发展中国家传播核科学技术的基本力量。 □

## 核科技领域的进修：学以致用

现在每年有近 1200 名科学家、工程师和专业人员在 IAEA 支助的进修和科学访问计划名下受到培训

John P. Colton

过去的 30 年里，在国际原子能机构 (IAEA) 的进修和科学访问计划名下，几十个国家的有关人员齐心协力地负责挑选、安排和培训了 16 000 多名工程师、科学家、专业人员和技师。

如果只看数字，只能了解该计划的一部分。这项合作培训计划的许多“校友”，今天正管理着他们本国负责将核技术用于各种和平应用的许多研究单位和机构。另有一些人则在包括 IAEA 在内的一些国际组织中担任高级职务。

该计划自 1958 年问世以来已经历了几个发展阶段。如今的培训更多地面向与核技术的利用有关的实际知识而非理论研究。例如，进修人员的个别培训旨在提供对某一特定技术的深入理解，而科学访问学者的培训则反映人们对应用核技术的应用与商业化的兴趣越来越高。该计划涉及许多学科，诸如物理学和化学、放射性同位素在海洋生物学和工业中的各种应用、核动力与核安全、辐射防护、农业和健康。

在过去的 25 年里，捐助国资助了来自 95 个以上的 IAEA 成员国的进修人员和科学访问学者的培训——总金额达 1.2 亿多美元。

本文从其发展历史、提名国和东道国间的合作框架、挑选标准以及未来的规划与期望的角度回顾该计划。

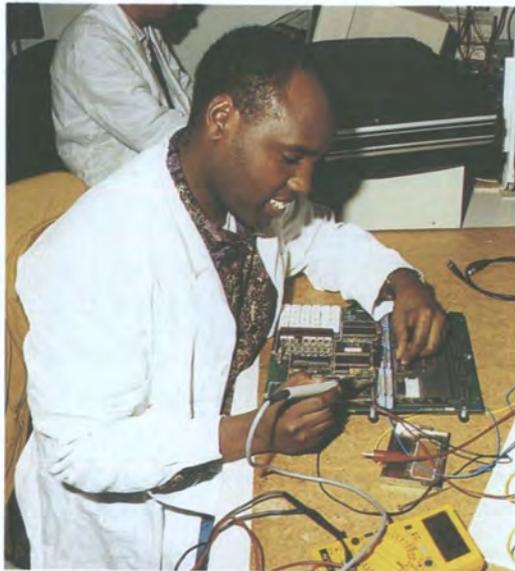
### 发展历史和趋势

在这些年里，IAEA 的学员们得到的见识，一直在推动着核技术的各种科学和理论知识的传播。同样重要的是，许多学员成了本国的研究单位和各种组织的管理和领导人才。对数百名进修人员和科学访问学者的采访证实了这样一个事实，即这种培训的最重要好处之一是学以致用——看看人家是怎么做的，然后将这种知识用于造福他人。

我们身边就有许多这样的领导人员，他们在学习和培训时期就曾得到过 IAEA 的支助。大批学员已成为本国和国际社会的高级领导。例如，在 IAEA 本身的技术合作司内，相当一部分处长和科长就在 IAEA 进修过。IAEA 的其他技术司也有在 IAEA 帮助下受过技术培训的高级官员。此外，各国的原子能主管部门和研究单位的许多领导人，在其任职期间也不断得益于 IAEA 的培训计划。还值得一提的是 IAEA 理事会的几名理事及其主要助手，他们是进修和科学访问计划“校友”中的佼佼者。

该计划已经历了几个发展阶段。50 年代末期和 60 年代初期，各国的兴趣主要是

Colton 先生是 IAEA 技术合作司进修和培训科科长。1994 年的《IAEA 年鉴》(IAEA Yearbook) 载有有关该计划的更详细的报告。该书可向 IAEA 出版处购买。



IAEA 支助的科研进修人员和科学访问学者正在接受培训的几个镜头。培训覆盖核能在诸如电力生产、粮食与农业、健康与医学,以及工业与地球科学等领域的多种应用。



**北美和拉丁美洲:**

1043/1396

北美洲: 0/898

加拿大: 0/277

美国: 0/621

拉丁美洲: 1043/498

阿根廷: 115/116

玻利维亚: 23/0

巴西: 137/116

智利: 86/45

哥伦比亚: 57/10

哥斯达黎加: 31/10

古巴: 120/39

多米尼加共和国: 22/0

厄瓜多尔: 82/5

萨尔瓦多: 17/2

危地马拉: 57/23

海地: 1/0

洪都拉斯: 0/1

牙买加: 4/0

墨西哥: 101/94

尼加拉瓜: 15/0

巴拿马: 20/1

巴拉圭: 17/0

秘鲁: 62/1

乌拉圭: 31/23

委内瑞拉: 45/12

**亚太地区: 1701/683**

澳大利亚: 0/134

孟加拉国: 131/4

中国: 329/59

朝鲜民主主义人民共和国: 30/0

印度: 3/162

印度尼西亚: 186/31

日本: 0/106

大韩民国: 116/23

马来西亚: 130/44

蒙古: 82/0

缅甸: 35/1

新西兰: 0/5

巴基斯坦: 149/39

菲律宾: 86/7

新加坡: 11/0

斯里兰卡: 49/1

泰国: 167/62

联合王国(香港): 6/4

越南: 191/1

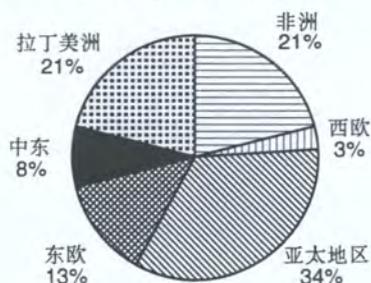
**按地区统计的 IAEA 进修人员和科学访问学者概况，1989—1993 年**

本页和上页的表提供了按地区统计的 IAEA 进修人员和科学访问学者的来源国和培训地的概况。黑体数字表示按地区或国家统计的 IAEA 进修人员和科学访问学者的人数(即进修人员和科学访问学者来自何方)。白体数字表示每个地区、每个东道国(或机构)接待的进修人员和科学访问学者的人数(即在何处受训)。

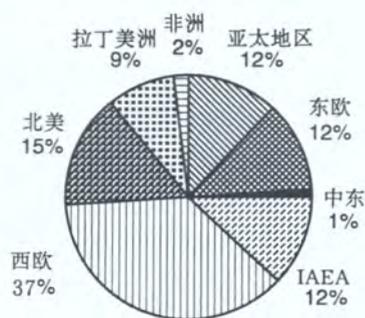
1989—1993 年期间,各国共获准派出 4905 名进修人员和科学访问学者。同一时期内,各国共接待了 5835 名进修人员和科学访问学者的培训。(由于各种原因,这两个数字不等。原因之一是科学访问学者平均要访问二至三个国家)。

以下两图示出了各地区所占的百分比。可以明显地看出,有几个地区的发展中国家主办了大量培训活动。

**进修人员来自何方  
(各地区所占百分比)**



**进修人员在何处受训  
(各地区所占百分比)**



**西欧: 138/2940**

奥地利: 0/126	荷兰: 0/113
比利时: 0/106	挪威: 0/18
丹麦: 0/57	葡萄牙: 24/9
芬兰: 0/53	西班牙: 1/120
法国: 0/343	瑞典: 0/93
德国: 0/460	瑞士: 0/25
希腊: 29/23	土耳其: 82/7
冰岛: 0/4	联合王国: 0/516
爱尔兰: 2/4	欧洲核研究中心: 0/36
意大利: 0/117	IAEA: 0/703
摩纳哥: 0/7	

**东欧: 638/690**

阿尔巴尼亚: 56/0	匈牙利: 79/257
白俄罗斯: 4/0	波兰: 101/140
保加利亚: 150/15	罗马尼亚: 127/4
克罗地亚: 3/0	俄罗斯联邦: 0/52
塞浦路斯: 10/0	斯洛伐克共和国: 7/0
(前)捷克斯洛伐克: 51/59	斯洛文尼亚: 3/7
捷克共和国: 10/0	乌克兰: 12/7
前南斯拉夫马其顿共和国: 1/0	(前)苏联: 0/90
德国(前东德): 0/20	(前)南斯拉夫: 24/39

**非洲: 1012/93**

阿尔及利亚: 67/6	尼日尔: 23/1
布基纳法索: 0/7	尼日利亚: 134/2
喀麦隆: 26/0	塞内加尔: 17/1
科特迪瓦: 18/2	塞拉里昂: 16/0
埃及: 158/47	南非: 0/5
埃塞俄比亚: 44/0	苏丹: 72/1
加纳: 67/5	突尼斯: 34/2
肯尼亚: 49/8	坦桑尼亚: 54/2
马达加斯加: 21/0	乌干达: 24/0
马里: 26/0	扎伊尔: 24/0
毛里求斯: 7/0	赞比亚: 39/0
摩洛哥: 79/4	津巴布韦: 11/0
纳米比亚: 2/0	

**中东: 373/33**

阿富汗: 8/0	黎巴嫩: 1/0
伊朗: 124/2	阿拉伯利比亚民众国: 83/0
伊拉克: 19/0	沙特阿拉伯: 15/1
以色列: 0/20	叙利亚: 76/7
约旦: 45/1	阿拉伯联合酋长国: 1/0
科威特: 0/2	也门: 1/0

让个别科学家接受纯理论培训。援助给了正在所有科学领域创建广泛的理论基础,但重点放在核动力应用和燃料循环方面的那些国家。

在随后的30年中,各国的需要和期望逐渐切合实际。今天的培训计划主要集中在应用技术方面。这是与IAEA要求其计划紧跟各国的目标和要求的总政策相符的。与过去常见的引进一般核专门知识的情况不同,许多国家现在感兴趣的是依靠自己的力量掌握此类技术。

实施培训的方法有了较大的改变。过去的申请表只是一张个人简历表,其中包括一句关于请求哪类培训的话。大多数报名者甚至在请求IAEA援助以前,就已被东道机构接受。他们本国的核主管部门在整个提名和安排过程中只起很小的作用或不起作用。申请由IAEA工作人员组成的一很小的小组审查,批准的依据主要是每个报名者的个人条件。在少数情况下,由IAEA与东道国打交道,在多数情况下,签证、旅行安排或与东道单位联系等事宜都由进修人员自己办理。常常出现这种情况,由于报名者没有得到本国有关单位的认可或支持,所以他们回国后不能回到原工作岗位,必须另找工作。

由于各国更加重视土生土长的专门人才,因而这种状况有了改变。国家主管部门现在积极参与报名过程,确定培训的轻重缓急,并通过保留薪水和保证重新聘用等措施表示充分支持。各东道国能较快答复培训建议,帮助申请签证,考查和监督东道单位能否提供合适和合格的培训,并安排大部分行政事务方面的支持。IAEA方面则已经制定出用于审查、评价、挑选、安排和提供培训支助的新程序。修改后的这些程序和支助机制,有助于IAEA及时、费用效益较高和高质量地实现其满足申请国需求这一目标。

**IAEA处理技术合作的流程。**安排进修人员和科学访问学者,是IAEA向发展中国家提供技术援助这一全过程的一部分。IAEA受理各国培训援助申请的工作以两

年为一个周期。这些申请由政府主管部门以技术合作项目形式提交IAEA。该项目文件由IAEA技术合作计划处会同技术官员(所涉技术的专业人员)和技术合作执行处(设备采购及安排进修人员、科学访问学者及合同专家的专业人员)一起审查和评价。推荐项目经理事会的技术援助和合作委员会审议后,提交IAEA理事会核准。在理事会核准了为期两年的此类计划之后,它将每年审批一次项目基金(举例来说,1993年12月核准1993—1994年计划中1994年部分的经费。)技术合作项目通常由专家服务、设备采购、进修与科学访问,以及培训班等方面的援助组成。

就1995—1996年计划周期而言,提交了约1000份新项目申请,预计约有一半申请将获得批准。用于进修与科学访问部分的经费通常占拨给该计划的总经费的20%—25%。1994年,这一部分的预算约为1800多万美元,包括前几年结转的800多万美元。因为进修培训的跨年度性和结转资金的可能性,所以可动用基金大于当年预算拨款。

---

### 进修和科学访问:挑选与培训

通过IAEA技术合作培训计划提供的援助,在促进原子能的和平应用方面一直起着重要的作用。通常采用的培训形式有:去学术单位进修,参加研究小组,学习特定技术的在职培训,短期访问研究设施,或这些形式的组合。因此,东道国及其东道单位是这一技术传播过程不可缺少的参与者。

在IAEA的早期年代,安排进修人员和科学访问学者相对而言比较容易,当时多数申请是去大学从事高级研究。不过,随着发展中国家自身的研究机构和工业部门的成长壮大,培训工作的重心已移向专业性更强的实用培训。现有的大学课程很少能满足他们对应用技术的兴趣,因此必须同东道单位一起作出专门安排。尽管这种情

况使进修人员的安排变得更加困难,而且比较费时,但从技术传播角度看这种培训更有价值。

**挑选标准。**IAEA 进修计划的申请者必须完全合乎条件且富有进取心。此外,IAEA 要对申请书进行评价,以确信培训目标已明确列出,想要的培训类型已解释清楚,建议的东道单位已明确列出,国家的支持性承诺已给出;并确信报名者及其国家主管部门都已保证将在申请国内使培训的好处落实。另外还要审查语言的合格证明。经验表明,在约 1/3 的事例中,语言是使培训成功的关键。语言能力如此重要,以致许多国家规定了自己的最低语言要求。他们只接受满足其语言要求的报名者。

在审查、挑选和安排的过程中,约 40% 的报名者将落选或退出该过程。典型的原因是不符合要求,申请人的现状已改变或未找到合适的东道国。主要的具体原因包括:缺乏必要的专业和语言基础;在本国可以获得同样的培训;要求与技术合作计划无关;和要求超出机构的责任范围。

由于远程通讯能力的改进,通讯在挑选过程中变得越来越重要,这是不足为奇的。这个情况增加了提名国的作用,因为它必须关注其申请人的现状,并准确及时地通知 IAEA,防止浪费时间和资源。举例来说,过去在安排某些报名者时曾花费了许多精力,后来却发现他们或者已接受了其他的培训机会,或者他们的专业方向已经变化,因而不适合拟议中的培训。

一旦进修资格获准和可接待的东道单位表示它准备提供所申请的培训,IAEA 就会立即通知申请国的主管部门和进修人员。IAEA 随后会向报名者寄去任命书,提供与拟议中的学习有关的资料,以及生活津贴、补助和保险内容等细节。同时寄去的还有关于旅行和签证的安排以及如何为在东道国逗留作准备等指导性意见。

从总体上看,从 IAEA 收到提名书到实际做出安排的时间间隔已大大缩短。收到

申请到批准申请的平均时间(以进修得到成功安排为准),已从 1990 年的 8 个月缩短到约两三个月。同东道国的安排谈判平均时间已从 1990 年的 6 个月缩短到 4 个月。这样,从收到申请到培训开始的平均时间大约为 10 个月,明显低于 1990 年的 18 个月。

**发展中国家作东。**发展中国家越来越多地作为进修和科学访问的东道国。许多发展中国家建立了提供高质量培训所需的技术基础。这种培训常常只需较低的费用就能完成。此外,发展中国家的培训条件往往更接近于学员本国的条件。

### 未来的规划和期望

到 2000 年,估计会有 100 个 IAEA 成员国申请技术援助,其中包括进修和科学访问。在 IAEA 成立不久的 1958 年,得到技术援助的只有 11 个国家。如今这样的国家已达到 85 个。

按照预测的申请数增长速度,到本世纪末,每年接受培训的 IAEA 进修人员和科学访问学者将增加到 1400—1600 人。如果这些预测成为现实,则 2000 年时接受过 IAEA 培训的进修人员和科学访问学者的总人数将达到 25 000 人以上。培训方式将继续突出短而精的特点并包括应用性的在职培训。对于来自欠发达国家的进修人员,将继续提供高级的纯理论培训,因为那里需要建立坚实的人力资源基础以支持工艺技术的开发。

如果把过去看成一个开端,则由 IAEA 给来自发展中国家的科学家、工程师、专业人员和技师提供培训机会的这种支持,今后仍将是有效地传授原子能的许多和平应用知识的种种努力的宝贵组成部分。在这个过程中,这种支持定将有助于培养出将来领导核事业的大批国家和国际领导人。 □

### IAEA理事会会议

IAEA 理事会在其 1994 年 12 月初的会议上,审议了与下述几个问题有关的事项:1995—1996 年的机构技术援助和合作计划;核保障;核材料的非法交易(见第 61 页有关条目)和放射性废物的管理。

**在 DPRK 的保障。**11 月 11 日,理事会举行了一次特别会议,审议在朝鲜民主主义人民共和国(DPRK)实施核保障的情况。1994 年 10 月 24 日,美国与 DPRK 在日内瓦签署了一个框架协议,此次会议是鉴于这一进展而举行的。

理事会授权 IAEA 秘书处按照联合国(UN)安理会给机构提出的有关在 DPRK 进行检查的要求行事,包括监视其石墨慢化堆及相关设施的冻结情况。这项要求包

含在安理会主席 1994 年 11 月 4 日的声明中。理事会还对 DPRK 愿意继续留在《不扩散核武器条约》内和将全面遵守 IAEA—DPRK 的核保障协定表示欢迎。

IAEA 检查员目前仍然留在 DPRK 宁边的核设施内。11 月中,一个 IAEA 技术小组访问了 DPRK,与朝鲜主管部门讨论按照 IAEA 的既定做法需采取的核查措施。

**技术合作:**理事会在其 12 月会议上,收到了其技术援助和合作委员会关于 1995—1996 年期间将要提供的技术援助的报告。拟议中的此项计划涉及给 80 多个国家的援助,包括一些地区与跨地区的项目。

### IAEA 总干事谈未来的新任务

IAEA 总干事汉斯·布利克斯博士认为,1995 年及其以后将给 IAEA 带来新任务。

布利克斯博士 1994 年 10 月 17 日在纽约第 49 届联合国大会上发言时说,人们正在根据全球核领域的发展对机构在核查和安全服务方面的工作提出新的期望和要求。

布利克斯博士指出,关于将于 1995 年 4—5 月举行的审议和延长《不扩散核武器条约》(NPT)的大会,IAEA 将提出若干份报告,详细介绍它在加强其核保障核查体系方面正在采取的措施。他说,IAEA 还将向 NPT 大会报告它在支助传播和平利用核科学技术方面的活动。在核保障领域,总干事列举了几项使 IAEA 有必要扩大其活动的重要发展,包括与前苏联的许多国家正在顺利地谈判全面核保障协定。

在 IAEA 将要进行的新的核查活动中,布利克斯博士提到了美国已开始执行将国防目的不再需要的易裂变材料最终

交 IAEA 检查的这一过程。他还说,IAEA 已成立了一个工作组,以研究与拟议中的中止生产武器用高富集铀和钚的协定有关的问题。他还指出了 IAEA 在《全面禁止核试验条约》的未来核查安排方面的技术咨询作用。布利克斯博士说,国际社会的种种新期望,正在导致人们建立安全发展核能所需的更加强有力的全球法律框架。他指出:许多政府最近已通过了《国际核安全公约》;IAEA 理事会本月初通过了新的国际辐射安全基本标准;在放射性废物的安全管理和处置公约方面已有了共识。他还介绍了 IAEA 在传播核科学技术的计划的取向方面的明显变化。

布利克斯博士除了在联合国发言外,还于 1994 年 9 月和 10 月在由许多著名人士参加的下列会议上发了言:在美国华盛顿举行的外交委员会,在法国里昂举行的欧洲核学会大会;和在奥地利维也纳举行的 IAEA 大会第 38 届常会。

总干事的这些讲话的复本可向 IAEA 新闻处索取。

核材料非法交易问题专家会议

46个国家和3个国际组织的96名专家,出席了1994年11月2—3日在维也纳举行的一次会议,讨论与核材料和辐射源的非法交易进行斗争的措施。

专家们普遍表示支持IAEA加强其活动和在国际一级详细探讨还能采取哪些行动。这次会议是IAEA总干事汉斯·布利克斯为响应IAEA大会的决议而召开的。(参看第63页有关条目。)

与会者透彻地讨论了核材料和辐射源的非法交易问题。与会者一方面确认防止和追查这类事件的主要责任落在有关政府身上,另一方面则呼吁在国际一级

(尤其是由IAEA或通过IAEA)采取一些实际且有效的补充性措施以对付这种非法交易。

专家们指出,必须首先在源头堵住非法交易。他们提出了一些IAEA可加强其活动的领域,包括帮助成员国改进其本国有关这些材料的衡算和控制体系及实物保护体系,和开发一个可靠的有助于决策和更好地通告公众的事件信息库。

IAEA秘书处在考虑了这次专家会议上提出和审议过的意见、建议和提议之后,就需采取的行动向IAEA理事会1994年12月会议提出了推荐意见。

IAEA总干事布利克斯获Foratom奖

欧洲原子工业公会将其1994年欧洲原子能共同体(Foratom)奖授予IAEA总干事汉斯·布利克斯。这项奖是1978年设立的,每4年颁发给对欧洲和世界各地的和平利用原子能做出重大贡献的个人。该奖是1994年10月4日在法国里昂举行的欧洲核学会大会上由欧洲原子工业公会主席Bill Wilkinson博士颁发给布利克斯博士的。

Wilkinson博士在颁奖时称赞布利克斯博士提出的“核动力是环境相容的电力来源”这一令人鼓舞且行之有效的主张。他还称赞布利克斯博士政治上公正,行政和外交上干练和能获得各国领导人的信

任。布利克斯博士致答词时衷心感谢Wilkinson博士使他获得此荣誉。他说,这个奖不仅是给他个人的,而且是给和他一道为达到机构的目标而努力工作的全体IAEA员工的。他还说,他一贯深信核能的多种和平应用(包括发电)能给人类带来许多好处。他强调了国际社会在使用核能方面的相关性日益增大——需要对核设施的和平性质进行国际核查和需要制订国际条例与提供服务以补充各国为确保核动力的安全使用而采取的措施。布利克斯博士在表达他对核动力的未来充满信心时说,作为整个能源混合体系重要组成部分的核动力,其优势将愈来愈明显。

国际核安全公约

《国际核安全公约》于1994年9月开放供签署以来,已有50多个国家签署,其中挪威已将批准书交存IAEA。该公约是第一份直接涉及世界核动力厂安全问题的法律文书,是1994年9月20日在维也纳IAEA大会期间开放供签署的。

该公约适用于陆基民用核动力厂,责成缔约方建立并维持必要的管理安全的法律与审管体系。各缔约国通过该公约承

诺采用核设施的基本安全原则,并同意参加定期召开的同行审议会和提交关于其履行义务情况的国家报告。

该公约将继续在IAEA总部开放供签署直到生效。公约将在第22份批准书交存IAEA(IAEA是该公约的保存者)后第90天开始生效。这22份批准书应包括17个至少有一座其中一个堆芯已达到临界的核设施的国家的批准书。

截至 1994 年 11 月 15 日,已有 52 个国家签署了该公约。它们是:阿尔及利亚、阿根廷、亚美尼亚、澳大利亚、奥地利、比利时、巴西、保加利亚、加拿大、智利、中国、古巴、捷克共和国、丹麦、埃及、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、印度、印度尼西亚、爱尔兰、以色列、意大利、日本、大韩民国、卢森堡、墨西哥、荷兰、尼日利亚、尼加拉瓜、挪威、巴基斯坦、秘鲁、菲律宾、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、俄罗斯联邦、斯洛伐克共和国、斯洛文尼亚、南非、西班牙、苏丹、叙利亚、瑞典、突尼斯、土耳其、乌克兰、联合王国和美国。

开。

### 核技术在农业中的应用

世界各地从事农业和环境研究的科学家,于 1994 年 10 月 17—21 日在维也纳出席了“国际核及相关技术在可持续农业土壤研究和环境保护中的应用学术会议”。该会议由 IAEA 和联合国粮食和农业组织(FAO)联合组织,在 FAO/IAEA 核技术应用于粮农联合处成立 30 周年之际召

开。这次会议上发表的主要是有关可持续农业体系内土壤—作物关系的研究成果和有关环境污染问题的研究成果。具体技术专题包括土壤肥力、植物营养、水的管理、农作物生产,和与农作物生产研究中的养料和水的管理相关的环境问题。



1994 年 10 月 4 日,在 IAEA 塞伯斯多夫实验室举行了建造新的核保障洁净实验室的奠基仪式。这个洁净实验室预计 1995 年晚些时候投入运行,将专门致力于为核保障服务的环境样品的分析和测量。该设施的资金来源包括美国提供的 150 万美元预算外捐款。出席奠基仪式的有:美国大使 John Ritch III(上图,中);IAEA 主管核保障司的副总干事 Bruno Pellaud 先生(左三), IAEA 主管研究与同位素司的副总干事 Sueo Machi 先生(左二), IAEA 总务处处长 Wim Breur 先生(左); IAEA 塞伯斯多夫实验室主任 Pier Danesi 先生(右二)和核保障分析实验室负责人 Stein Deron 先生。



IAEA大会1994  
年常会要点

来自 100 个成员国包括 20 位部长在内的高级政府代表,出席了 1994 年 9 月 19—23 日在维也纳召开的 IAEA 大会第 38 届常会。代表们选举瑞士的 Alec Jean Baer 教授为大会主席。大会在有关全球核能发展的一些重要领域采取了行动。大会审议过的专题包括与下列问题有关的一些专题:

**在朝鲜民主主义人民共和国(DPRK)的 IAEA 核保障。**成员国表示“继续关切”DPRK 未遵守与 IAEA 缔结的核保障协定,并通过一项决议敦促 DPRK 立即与机构合作全面执行该协定,和允许 IAEA 接触与核保障有关的所有资料和场所。决议还坚决赞同 IAEA 理事会已采取的行动,并称赞 IAEA 总干事汉斯·布利克斯和秘书处在执行核保障协定方面已做出的公正努力。(亦见第 60 页有关理事会会议的条目。)

**在伊拉克的监督和核查。**大会通过的决议强调伊拉克必须与 IAEA 充分合作使联合国安理会有关伊拉克的决议得到彻底的和长期的执行。该决议提到,IAEA 在摧毁了伊拉克的核武器能力后,现在已有可能执行其需持续进行的监督和核查计划。该决议还提到,IAEA 保留进一步调查伊拉克过去的核武器计划的任何方面的权利,特别是在 IAEA 得到任何新信息并认为有必要作进一步调查的情况下。

**IAEA 的核保障体系。**成员国注意到《不扩散核武器条约》(NPT)1995 年审议大会和 IAEA 在执行该条约和区域性(拉美和南太平洋无核武器区)协定中规定的核保障方面的重要作用,因而通过了一项关于加强 IAEA 核保障体系的决议。决议表示相信 IAEA 的核保障能进一步促进各国间的信任从而有助于加强它们的集体安全,它还强调了有效的核保障对于防止核能滥用于非和平目的和促进核能和平利用方面的合作的重要意义。该决议明确

地请 IAEA 总干事继续评估、开发并在自愿的基础上检验可使核保障体系得到加强和费用效率更高的措施,并于 1995 年 3 月向 IAEA 理事会提出达到这一目的的建议书并说明这些建议的技术、法律和财政影响。

**与核材料非法交易作斗争的措施。**为了表示对有关非法交易的报道深为关切,并支持采取更多的预防措施,大会通过一项决议,请 IAEA 总干事汉斯·布利克斯采取若干行动以强化 IAEA 在该领域支持成员国的活动。需采取的行动包括建立和提高国家核材料核算和控制体系的管理水平;按照机构的《规约》研究在收集、核实和分析与非法交易事件有关的数据方面以及实物保护方面可供使用的其他选择;与成员国和主管国际机构指定的专家小组磋商后编写一份建议书,供 IAEA 理事会审议。(亦见第 61 页有关非法交易的条目。)

**非洲无核武器区。**大会欢迎在缔结非洲无核武器区条约方面取得的进展,并通过一项决议赞扬非洲国家做出的努力,和请 IAEA 总干事在这方面继续帮助非洲国家。

**南非参加 IAEA 的活动。**大会通过的决议邀请南非重新参加 IAEA 的所有活动。该决议明确地请 IAEA 理事会考虑关于指定南非为理事会理事国的问题。(南非自 1977 年起不再是理事会非洲地区指定理事国。)大会在采取这项行动时,特别提到南非撤销其核武器计划和它在建立非洲无核武器区方面的贡献,并对代表南非全体人民的新的民族团结政府表示欢迎。

**在中东适用 IAEA 保障。**大会通过的决议呼吁有关各方认真考虑采取实际的和相应的步骤,以满足为执行在该地区建立可相互和有效地核查的无核武器区(NWFZ)的建议而提出的要求。决议还请



瑞士的 Alec Jean Baer 教授当选 IAEA 大会主席(来源: Pavlicek, IAEA)

求所有有关国家加入包括《不扩散核武器条约》在内的国际不扩散体制,使之与参加中东无一切大规模杀伤性武器区配套,并作为加强该地区的和平与安全的手段。决议要求 IAEA 总干事就编写协定范本有关事宜继续与中东国家磋商,以利于早日将机构的全面核保障适用于该地区的一切核活动,以此作为建立中东 NWFZ 的必要一步。

**IAEA 的技术合作活动。**大会就此问题通过两项决议。一项涉及加强技术合作活动,一项涉及技术援助资金来源。第一项决议除其他内容外,请机构总干事与成员国磋商,提出加强 IAEA 的技术合作活动的新倡议,也就是要拟订一些旨在提高发展中国家在核能和平利用诸领域的科技能力和实现可持续发展的有效计划。第二项决议对机构技术援助和合作基金认捐额和支付额的下降表示关切,要求 IAEA 理事会重新建立所有成员国可自由参加的技术援助资金来源非正式工作组。

**在中东的技术援助。**大会决定恢复对

以色列的技术援助,并表示愿意在符合 IAEA 的《规约》和目标的条件下在机构活动方面与以色列更紧密地合作。(依照大会的一项决议,1981 年以来机构一直暂停对以色列的技术援助。)此外,为了与巴勒斯坦解放组织(PLO)和以色列之间的 1994 年 5 月 4 日《开罗协定》一致,大会授权机构理事会,通过其技术援助委员会,确定可通过相应的国际组织在巴勒斯坦当局管辖的领土上实施的技术援助项目。

**放射性废物的管理。**成员国通过了一项强调 IAEA 继续促进、协调和加强放射性废物管理领域的国际合作的极端必要性的决议。该决议明确要求 IAEA 理事会和总干事开始为废物管理安全方面的国际公约做准备,并继续收集对起草此公约有用的背景材料。决议还要求增加 IAEA 在帮助成员国,特别是帮助发展中国家加强废物管理基础设施方面的活动,和进一步增强全球合作(包括评估废物的陆地和海洋处置的影响)的措施。

**水的资源和生产。**大会通过两项有关



1994—1995 年 IAEA 理事会主席、印度的 Chidambaram 博士。(来源:Pavlicek, IAEA)

### 1994—1995 年 IAEA 理事会

新组成的 1994—1995 年 IAEA 理事会,选举印度理事 R. Chidambaram 博士为主席,接替澳大利亚的 Ronald Alfred Walker 大使。Chidambaram 博士是印度原子能委员会主席。他的杰出服务纪录现在还包括:印度核动力公司董事长,印度技术研究所理事会主席,印度科学院副院长和贾瓦哈拉尔·尼赫鲁高级科学研究中心名誉教授。

当选的副主席是土耳其国家原子能局局长 Yalçın Sanalan 先生,和乌克兰国家核和辐射安全委员会主席 Nikolai Aleksandrovich Shteinberg 先生。

1994—1995 年理事会的 35 个理事国是:阿尔及利亚、阿根廷、澳大利亚、巴西、加拿大、中国、哥伦比亚、古巴、埃及、埃塞俄比亚、芬兰、法国、德国、加纳、印度、印度尼西亚、爱尔兰、日本、黎巴嫩、墨西哥、摩洛哥、巴基斯坦、菲律宾、波兰、俄罗斯联邦、斯洛伐克共和国、西班牙、瑞士、泰国、突尼斯、土耳其、乌克兰、联合王国、美国和乌拉圭。

这个问题的决议。一项涉及经济地生产可饮用水的规划。决议表示注意到一些国家对利用核能淡化海水活动的兴趣和咨询小组关于建立一项计划以鉴别各种选择和挑选示范设施的结论,要求有能力这样做的成员国提供专家服务和预算外资源以支持这些活动。决议还请总干事就海水淡化一事与感兴趣的国际组织进行磋商。第二项决议涉及更广泛地将同位素水文学方法用于水资源管理,尤其是认识到了它在研究与地下水回灌、水盐碱化、渗漏和水污染等问题有关的过程方面具有重要作用。决议请总干事把 IAEA 现有的专家和资源用于为数不多的具体的和有说服力的项目上,

在 IAEA 大会期间,为庆祝 FAO/IAEA 核技术用于粮农联合处建立 30 周年,举办了专门的展览会。科学家 M. Maluszynski 和 J. Richards(左)正在向 IAEA 总干事汉斯·布利克斯(中)和 FAO 总干事 J. Diouf(右三)作介绍。在场的还有联合处处长 B. Sigurbjoernsson 先生(右二)和 IAEA 主管研究与同位素司的副总干事 Sueo Machi 先生。(来源: Pavlicek, IAEA)

以便在借助同位素技术改善水资源管理方面产生明显的影响。决议还促请 IAEA 在此类项目中设法和其他有关国际组织一起工作,并恳请它们给予合作。

**IAEA 的 1995 年预算和预算外资源。**大会通过的决议核准 1995 年的开支为 2.115 亿美元。这意味着实际零增长。大会还核准 1995 年机构技术援助和合作基金的目标金额为 6150 万美元。

**IAEA 秘书处工作人员的配备。**大会就此问题通过两项决议。一项决议表示注意到了正在不断做出的努力,并请总干事在成员国的支持下增加来自发展中国家的工作人员数,特别是高级和决策层的工作人员。另一项决议请总干事继续努力,纠正妇女目前在专业职类和更高职类(特别是高级和决策层工作人员)以及在要求科学技术资格的职位中的比例不足的状况,纠正来自发展中国家的妇女比例不足的状况。

**核安全和辐射防护。**大会还表示注意到了关于 IAEA 在加强核安全和辐射防护方面的活动的几份报告。这些报告中介绍



了与下述几方面有关的活动:实施国际公约(包括在本届常会期间开放供签署的《国际核安全公约》);提供安全服务;制定安全标准,包括最近通过的《国际电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》;促

进教育和培训;提供特别与东欧和前苏联国家中的核动力厂安全有关的技术援助;和提出未来核动力厂的安全原则。此外,这方面的工作还包括由常设委员会审议与核损害责任有关的问题。

## 放射性材料的空运

IAEA 的 17 个成员国和 3 个国际组织的专家们日前在维也纳开会,审议拟议中的空运某些类型放射性材料的监管条款。他们具体审议了一份技术文件草案,这是专供拟订空运超过某些阈值量的放射性材料所需的一种新型货包的监管条款使用的文件。打算把这些条款收入《IAEA 放射性材料安全运输条例》1996 年修订版中。

专家们就所建议的对这种被称为 C 型货包的新型货包的大部分试验要求,达成了共识。这些试验包括:撞击速度不低于 85 米/秒的撞击试验(大多数飞机坠毁事件中出现的撞击速度低于所建议的这个试验标准);800°C 温度下历时 1 小时的耐火试验;旨在能从近海或大陆架找

回这种货包的 200 米浸没试验;刺穿/撕裂试验;以及挤压试验。拟议中的这些试验标准一部分是补充性的,在各种情况下都比现有的其它货包设计更严格,这是因为考虑了飞机坠毁时出现的机械力和热力这些环境条件多种多样和比较恶劣。

《IAEA 放射性材料安全运输条例》长期以来一直是监管国内和国际的公路、铁路、航空和水路运输放射性材料的依据。该条例需要不断地审议和修订,以便找出可以进一步加以改进的地方。就空运放射性材料而言,这次的审议旨在:限制涉及机载放射性材料货包事故的严重放射学后果的概率;便于制订规划;以及确保放射性材料货包的回收。

## 用于保健的辐射技术

随着更多国家将电离辐射用于组织、血液和其它医疗产品的灭菌,把这一技术的国际知识汇集起来的必要性变得愈来愈明显。在“第三届欧洲组织库和移植术临床应用大会”上,该领域的专家们除探讨标准化和质量保证问题外,还探讨了法律和伦理问题。这次大会于 1994 年 10 月 4—7 日在维也纳召开,是欧洲组织库协会(EATB)在 IAEA 合作下,与美洲组织库协会和亚太外科组织库协会共同组织的。

一些科学专场会议集中讨论了一系列技术专题,并讨论了由 EATB 提出的有

关组织库和伦理准则的通用标准。提出此标准是为了在欧洲内部协调一致。会上还简单介绍了 IAEA 的有关组织辐射灭菌的计划。该计划已导致亚太地区 13 个国家建立了组织库。目前,非洲和南美洲也在兴建组织库。为进一步推动这一进展,IAEA 一直在利用涉足该技术的世界各大协会的支助。大会评议的其它应用包括使用辐射技术对带包装医疗用品和相关产品进行灭菌。全世界目前 40% 以上的这类产品是使用辐射技术灭菌的。据报道,正在使用的辐照装置有 180 台  $\gamma$  辐照器和 20 台电子束加速器。

1994年10月10—14日在维也纳召开的IAEA国际学术会议,评议了乏燃料贮存的安全性、工程和环境问题。本次学术会议的议题包括:评议一些国家的乏燃料安全贮存方案;比较不同的乏燃料贮存技术;以及贮存设施的设计、规划和选址。1993年底,世界累积的乏燃料总量为14万吨重金属(tHM),预计2010年将达到33万tHM。考虑到其中一部分将被后处理,2010年时需贮存的量大概为21.5

万tHM。贮存问题当然是若干国家的当务之急。

乏燃料是能够长期安全贮存的,一些国家的有些乏燃料现已安全贮存了30多年。本次学术会议重申了这样的科学共识,即目前的乏燃料贮存技术可以给人类和环境提供充分的保护,并重申继续有兴趣研究能否进一步减小风险和提高辐射安全性。34个国家和4个国际组织的120多位人士出席了本次学术会议。

## 乏燃料贮存学术会议

1994年10月下旬,在巴黎召开了一次大型的国际辐射与社会大会。这次为期一周的大会,是IAEA应法国政府的邀请,在法国防护与核安全研究所(IPSN)支持下组织的。会议在罗浮宫新会议中心举行。

这次会议引起了51个国家和9个国际组织的约400位决策者、核专家和新闻界人士的兴趣和参与。与会者研讨了若干份个案研究报告。它们涉及核武器遗产、癌和白血病群、放射性废物的处置与环境,以及切尔诺贝利事故的健康效应。与会者还讨论了与专家意见、公众与新闻界

人士的认识及决策过程三者之间的相互关系有关的种种问题。

技术专场会议涉及多种专题,包括:对辐射照射水平的分析;对辐射健康效应的分析;辐射对环境的影响;对辐射风险的认识;以及如何管理辐射风险。为新闻界人士和决策者举办的座谈会,专门探讨了辐射风险的宣传问题,包括讨论有争议的个案研究报告。

详细资料可向IAEA核安全处或法国巴黎的IPSN宣传部(电话33-1-46-5486-38,或传真33-1-46-5484-51)索取。

## 辐射与社会大会

最近,来自IAEA成员国的代表听取了关于加强前苏联各国辐射防护、核安全和放射性废物管理基础设施计划的状况的简要汇报。该计划是根据IAEA与联合国开发计划署(UNDP)的一项多阶段的联合倡议于1993年建立的,旨在促进信息交流、编制和实施国家一揽子援助计划。

这一计划目前处于第二阶段。汇报主要侧重于已经为8个前苏联国家,即白俄罗斯、爱沙尼亚、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、拉脱维亚、立陶宛、摩尔多瓦和乌兹别

克斯坦编制好的一揽子援助计划。这些一揽子计划是以1993年5月4—7日维也纳讨论会和专家出访收集的信息,以及当地专家提供的信息为基础拟就的。实施这些计划的目的是:加强这些国家的法律和监管体系;增强其监管和运作的实效;提高其对外部资源的调度和管理能力;以及增加公众对辐射防护的了解和信心。

现正寻求使该计划进入实施阶段所需的额外财政资源。详细资料可向IAEA核安全处索取。

## 加强辐射防护的基础设施

## 克罗地亚:与IAEA合作

克罗地亚鲁杰尔·波什科维奇研究所的核微量分析实验室,现在成了IAEA在以加速器为基础的分析技术领域的合作实验室之一。IAEA专门为此举行了挂牌仪式。该实验室使IAEA能够提供尤其是与其若干计划有关的高级分析服务和培训。

在克罗地亚,已在现有的范德格喇夫加速器上建造并安装了一台射束分析装置。合作协议规定IAEA可免费使用该装置以及样品制备和电子学实验室之类的辅助设施。合作协议还涉及安装在该加速器上的质子微探针,这种微探针可用于绘制以微米为尺度的元素浓度图。该射束分析装置还可用于为来自IAEA成员国及其研究机构的科学家提供高级分析服务。此外,还能为拥有加速器设施的发展中国家提供加速器设备的培训和维修服务。该装置的用途包括:空气污染分析和环境样品的多元素分析;医学和生物学应用;固态和材料分析;以及农业研究。

## 阿根廷:核培训班

1994年10月31日到12月2日,阿根廷主办了有关核动力厂运行质量保证的IAEA跨地区培训班,有12个国家的30名学员参加。该培训班向学员们介绍了有关现行的、有助于确保核动力厂安全性和可靠性的方法和技术的情况。授课专家来自阿根廷、法国、墨西哥、西班牙、联合王国、美国 and IAEA。

## 乌克兰:签署核保障协定

1994年9月28日,在机构总部举行了IAEA和乌克兰之间的全面核保障协定的签署仪式。IAEA总干事汉斯·布利克斯代表机构,乌克兰国家核与辐射安全委员会主席Nikolai A. Shteinberg先生代表乌克兰

签署了该协定。1994年9月,IAEA理事会核准了该协定。该协定覆盖乌克兰领土内的、受其管辖的或在其控制下在任何地方进行的一切和平核活动中的一切核材料。该协定将在IAEA收到乌克兰说明它已完成法律和宪法要求的书面通知后生效。该协定在被乌克兰和机构之间关于适用与《不扩散核武器条约》(NPT)有关的核保障协定取代之前,将一直有效。

1992年9月,乌克兰外交部长通知IAEA,乌克兰打算以无核武器国家身份加入NPT。从那时起,IAEA已采取了为在乌克兰适用NPT核保障所必需的许多措施,包括进行技术访问。技术访问的目的在于从事与NPT型核保障协定中规定的核查活动相似的活动。1994年11月16日,乌克兰议会经表决同意签署NPT。

## 也门:IAEA的新成员

1994年10月4日,也门共和国交存了其接受《规约》的文书,因而成为IAEA的新成员。也门的成员资格申请是1991年由IAEA大会核准的。截至1994年11月,IAEA有122个成员国。

## 哈萨克斯坦:将高富集铀转移至美国

1994年11月下旬,IAEA接到通知,有一批高富集铀将从哈萨克斯坦转移至美国,今后将在美国接受IAEA的核保障检查。IAEA是在转移之前得知这一消息的。哈萨克斯坦是NPT的缔约国,因而已与IAEA签订了由IAEA进行检查的核保障协定。

## 意大利和中国:中国科学家获ICTP奖

设在意大利的里雅斯特的国际理论物理研究所,将其1994年数学、核物理、等离子体物理和物理学其它领域的ICTP奖授予了中国武汉大学的徐超江博士。该奖包括奖章、证书和1000美元奖金,每年

授予在数学和物理学领域做出突出和创造性贡献的人。候选人必须是在发展中国家中工作和生活的发展中国家国民。

ICTP 还公告,有关其活动的信息现可以通过计算机通讯获得。例如,电子邮件的用户可以与 [smr@ictp.trieste.it](mailto:smr@ictp.trieste.it) 联系。写信者仍可用 ICTP 的常规通讯地址 (P. O. Box 586, 34100 Trieste, Italy)。

### 加拿大: ASTM 国际讲习班

1995 年 10 月 1—6 日,将在魁北克举办由美国试验和材料学会 (ASTM) 组织的第 3 期国际辐射加工剂量学讲习班。讲习班的内容包括:在加拿大辐照中心实习和由该领域国际公认的专家讲课。预定的学员将包括:辐照装置操纵员,质量保证人员,研究人员,剂量计供应者,医疗设备制造者及食品加工者。详细资料可向 John Rickey 先生 (通讯: Far West Technology, Inc., 330 D S. Kellogg, Goleta, CA 93117 USA; 传真: 805-964-3162) 索取。

### 日本:放射治疗研讨会

日本科学家已将一台称作 HIMAC 的重离子加速器投入临床应用,它是世界上第一台专门用于医疗,具体地说用于癌的放射治疗的重离子加速器。

在 1994 年 11 月召开的国际重离子加速器在癌的放射治疗中的应用研讨会上,发表了若干篇着重介绍 HIMAC 的研制和临床应用的科学报告。来自 19 个国家的 160 名专业人员出席了这次研讨会。该研讨会是在 IAEA 合作下由设在日本千叶的放射线医学综合研究所 (NIRS) 组织的。在召开研讨会的同时,IAEA 举行了一次顾问会议,就今后它在将带电重粒子用于治疗癌症方面的活动征求建议。

研讨会期间召开的各技术专场会议涉及与下述问题有关的一些专题:癌的粒子放射治疗;辐照系统束流投射和辐

射剂量学;治疗计划的制订;实验生物学在放疗中的作用;特定人体肿瘤的临床结果和治疗方案。特别讨论了未来的专供带电重粒子放疗使用的装置的设计。与会者强调有必要加强该领域的国际合作。需要更多地合作的领域包括:有关带电重粒子物理学和生物学的研究,以及旨在确保癌症患者获得更有效和更安全的放疗的临床结果相互比较。为响应人们在研讨会上表达的愿望,NIRS 表示要开放 HIMAC 设施,供国际上研究癌症和治疗癌症患者使用。

### 奥地利: IASA 土壤项目

设在奥地利的国际应用系统分析研究所 (IASA) 已设立了一个新项目,旨在开发限制有毒重金属对人类和环境的影响的替代策略。虽然近 20 年来水和空气的质量有了明显的改善,但 IASA 指出,土壤的质量在不断恶化。土壤的结构性质使得有毒化学品和其他难分解有机物质存在于土壤中的时间,比存在于水和空气中的更长。这个 IASA 项目将研究世界不同地区的条件,以便建立一个可供制定控制土壤污染的政策和挑选行之有效的对策使用的模型。详细资料可向 IASA (Laxenburg, Austria, A-2361) 索取。

日本千叶 NIRS 的 HIMAC 设施内景。这里已开始给癌症患者提供三维重离子放射治疗。(来源: NIRS)



**核电厂老化。**1994年9月5—9日,20个成员国的约47位技术专家在维也纳开会,审议供评估和管理核电厂主要部件老化问题用的指导性报告的草案。这些部件包括:压水堆(PWR)的反应堆压力容器、压力容器内部构件、稳压器和一回路管道;沸水堆(BWR)的反应堆压力容器、压力容器内部构件和金属部件;坎杜堆的压力管、排管容器、排管容器支架和一回路管道;以及PWR和坎杜堆的蒸汽发生器。预计这些报告于1995年中期定稿。

**废物管理支助。**IAEA废物管理科成立了一个专门负责帮助发展中国家改善其废物管理基础设施的小组。这个名为“支助发展中成员国”的小组,将组织提供直接援助服务的技术活动,并协调废物管理方面的技术活动。成立该小组是鉴于发展中国家对放射性废物管理领域的技术援助和支助的需求有所增加。

**核宣传。**IAEA核燃料循环和废物管理处出版的一本新书,讨论了核活动和新闻报道方面的一些重要问题。这本题为《核宣传:核燃料循环设施宣传实践指导手册》(*Nuclear Communications: A Handbook for Guiding Good Communications Practices at Nuclear Fuel Cycle Facilities*) (280奥地利先令),给核领域的业务人员提供了一个袖珍的资料库。它列出并回答了社会公众在核燃料循环的各个方面可能提出的主要问题。订购信息见本刊 *Keep Abreast* 栏。

**核电厂安全检查服务。**目前正在安排1995年期间检查IAEA成员国核电厂运行安全的出访计划。在IAEA运行安全检查组(OSART)计划名下,1995年的出访包括已安排的对哈萨克斯坦、法国、日本、乌克兰、立陶宛、阿根廷、瑞典、瑞士和联合王国的出访。在重大安全事件分

析组(ASSET)计划名下,截止1994年12月,要求在1995年进行的出访有11家,其中包括含有新的ASSET服务内容的首次出访,即对按ASSET程序已进行过的核电厂安全分析进行同行检查。1995年,ASSET出访服务将完成自该服务开办以来的第100次出访。有关这些和其它的安全服务的详细资料,可向IAEA核安全处索取。

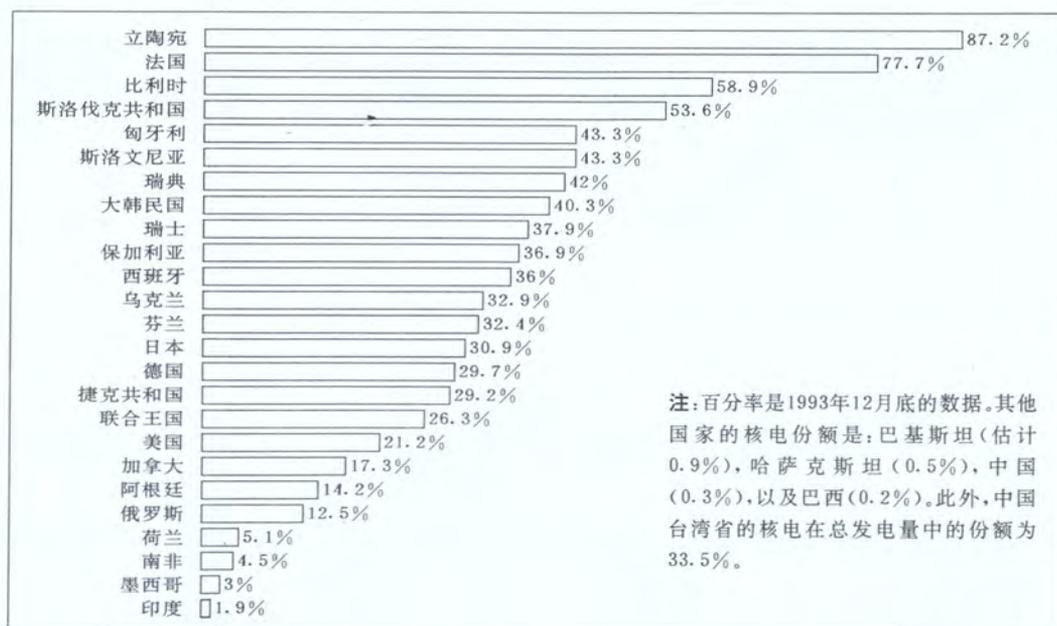
**国际核事件分级表。**IAEA国际核事件分级表(INES)参加国政府的官员,1994年10月下旬在维也纳开会总结该体系的运作情况。INES被用来按7个等级划分核设施发生的值得注意的安全有关事件的级别。这次INES会议指出,愈来愈多的事实证明该体系能够有效地促进社会对这些事件得出共同的理解并实现迅速沟通。同时会议还指出,参加国之间在具体运用INES的定级办法和程序方面还有一些不一致之处。预计这个问题将在1995年处理。由IAEA和经济合作与发展组织核能机构共同开发的INES信息系统,现在有54个参加国,自1992年以来一直在全球范围内使用。

**WHO辐照食品研究。**世界卫生组织(WHO)在其最新的详细研究报告中得出结论说,可以认为按照良好生产实践生产的辐照食品是安全的和营养充足的。该报告题为《辐照食品的安全性和营养充分性》(*Safety and Nutritional Adequacy of Irradiated Food*),是该组织迄今为止就这一课题所发表的资料中最全面的一本汇编。全世界约有40个国家已批准对多种食品进行辐照,其中约30个国家正以不大的商业规模利用该技术。有关此研究报告的详细资料,可向WHO食品安全股(1211 Geneva 27, Switzerland; Fax: 791-0746)索取。

世界核动力现状

	正在运行		正在建造	
	机组数	净装机总容量 (MWe)	机组数	净装机总容量 (MWe)
阿根廷	2	935	1	692
比利时	7	5 527		
巴西	1	626	1	1 245
保加利亚	6	3 538		
加拿大	22	15 755		
中国	2	1 194	1	906
古巴			2	816
捷克共和国	4	1 648	2	1 824
芬兰	4	2 310		
法国	57	59 033	4	5 815
德国	21	22 657		
匈牙利	4	1 729		
印度	9	1 593	5	1 010
伊朗			2	2 392
日本	48	38 029	6	5 645
哈萨克斯坦	1	70		
大韩民国	9	7 220	7	5 770
立陶宛	2	2 370		
墨西哥	1	654	1	654
荷兰	2	504		
巴基斯坦	1	125	1	300
罗马尼亚			5	3 155
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	7 105		
瑞典	12	10 002		
瑞士	5	2 985		
联合王国	35	11 909	1	1 188
乌克兰	15	12 679	6	5 700
美国	109	98 784	2	2 330
世界总计*	430	337 820	55	44 369

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



部分国家的核电占总发电量的份额

注:百分率是1993年12月底的数据。其他国家的核电份额是:巴基斯坦(估计0.9%),哈萨克斯坦(0.5%),中国(0.3%),以及巴西(0.2%)。此外,中国台湾省的核电在总发电量中的份额为33.5%。

## POSTS ANNOUNCED BY THE IAEA

**SECTION HEAD (94-052)**, Department of Research and Isotopes. This P-5 post requires a Ph.D. in physics and 15 years of experience in a physics-related field and thorough knowledge of and demonstrated experience in the management of staff and scientific projects. Also required is a broad experience in plasma physics, with emphasis on thermonuclear fusion research, as attested by relevant publications and familiarity with scientific and technological problems of developing countries. *Closing date: 20 January 1995.*

**REACTOR ENGINEERING SAFETY SPECIALIST (94/053)**, Department of Nuclear Energy and Safety. This P-4 post requires an advanced degree in nuclear engineering or in a field of related sciences as appropriate to the duties of the post. Also required are at least 10 years of experience in matters related to engineering safety of nuclear power plants, safety analysis, including fire safety, the use of computer codes, and safety research. *Closing date: 20 January 1995.*

**NUCLEAR POWER PLANNER/ ECONOMIST (94/054)**, Department of Nuclear Energy and Safety. This P-4 post requires a Ph.D. or equivalent degree in energy technology/economics, or computer sciences/operations research in the field of energy. At least 10 years of experience, at a national or international level, related to energy systems, including energy and electricity demand/supply analysis and planning. Also required is extensive experience in the development and use of databases and models on personal computers related to energy and electricity supply technologies, preferably including economic comparison and treatment of health and environmental aspects. *Closing date: 20 January 1995.*

**UNIT HEAD/SYSTEMS ANALYST (94/055)**, Department of Safeguards. This P-4 post requires a university degree, preferably in computer science and at least 10 years of relevant experience. Also required is familiarity with techniques and practices of structured system analysis, design and programming, demonstrable programming, analysis and design experience for large mainframe systems, and management experience. *Closing date: 20 January 1995.*

**SYSTEMS ANALYST (94/056)**, Department of Safeguards. This P-4 post requires a university degree, preferably in computer science and at least 10 years of relevant experience. Also required is knowledge of data processing, in particular techniques and practices of structured system analysis, as well as design and programming. *Closing date: 20 January 1995.*

**FRENCH TRANSLATOR (94-061)**, Department of Administration. This P-3 post requires a university degree or equivalent. Applicants must have at least 3 years relevant experience, with a demonstrated aptitude for translation work, and the ability to handle difficult technical material. *Closing date: 10 February 1995.*

**UNIT HEAD (TWO POSITIONS) (94-063)**, Department of Safeguards. These P-5 posts require an advanced university degree in chemistry, physics, engineering or electronics/instrumentation or the equivalent. At least 15 years combined research, industrial, and safeguards experience in the nuclear fuel cycle, processing of nuclear materials, nuclear material accounting and/or destructive/non destructive analysis. The posts also require experience in safeguards related activities including inspection planning, execution, data analysis and preparation of inspection reports and statements. *Closing date: 10 February 1995.*

**SAFETY ASSESSMENT SPECIALIST (94-062)**, Department of Nuclear Energy and Safety. This P-4 post requires an advanced degree (Master of Science) in nuclear engineering. Also required are ten years of experience in the area of nuclear safety including quantitative techniques and component behaviour. *Closing date: 10 February 1995.*

**PROCEDURES AND PERFORMANCE MONITORING ENGINEER (94-064)**, Department of Safeguards. This P-4 post requires a university degree in electrical or industrial engineering, with specialization in computer sciences. Also required is demonstrated managerial and organizational abilities, technical competence in the field of electronic data processing and of electronics and safeguards instrumentation, technical competence in the programming of interactive database applications. Demonstrated capability in the preparation of technical and management reports, and 10 years of relevant professional experience including some in an international environment. *Closing date: 3 March 1995.*

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

**ON-LINE COMPUTER SERVICES.** IAEA vacancy notices for professional positions, as well as application forms, now are available through a global computerized network that can be accessed directly. Access is through the Internet Services. The vacancy notices are located in a public directory accessible via the normal Internet file transfer services. To use the service, connect to the IAEA's Internet address NESIRS01.IAEA.OR.AT (161.5.64.10), and then log on using the identification *anonymous* and your user password. The vacancy notices are in the directory called *pub/vacancy\_posts*. A *README* file contains general information, and an *INDEX* file contains a short description of each vacancy notice. Other information, in the form of files that may be copied, includes an application form and conditions of employment. Please note that applications for posts cannot be forwarded through the computerized network, since they must be received in writing by the IAEA Division of Personnel.

**Reports and Proceedings**

**Use of Irradiation to Control Infectivity of Food-borne Parasites, Panel Proceedings Series No. 933, 400 Austrian schillings, ISBN 92-0-103193-9**

**Measurement Assurance in Dosimetry, Proceedings Series No. 930, 1900 Austrian schillings, ISBN 92-0-100194-0**

**Advanced Nuclear Power Systems: Design, Technology, Safety and Strategies for their Development, Proceedings Series No. 931, 1520 Austrian schillings, ISBN 92-0-101894-0**

**Radiation and Society: Comprehending Radiation Risk, Proceedings Series No. 959, 640 Austrian schillings, ISBN 92-0-102194-1**

**International Nuclear Safeguards 1994: Vision for the Future, Proceedings Series No. 945, 2000 Austrian schillings, ISBN 92-0-101994-7**

**Classification of Radioactive Waste, Safety Series No. 950, 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-101194-6**

**Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material, Safety Series No. 953, 360 Austrian schillings, ISBN 92-0-100394-3**

**Siting of Geological Disposal Facilities, Safety Series No. 952, 180 Austrian schillings, ISBN 92-0-101294-2**

**Software Important to Safety in Nuclear Power Plants 560 Austrian schillings, ISBN 92-0-101594-1**

**Reference books/statistics**

**IAEA Yearbook 1994, 500 Austrian schillings, ISBN 92-0-10394-4**

**Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates up to 2015, Reference Data Series No. 1, ISBN 92-0-102694-3 (IAEA-RDS-1/14)**

**Nuclear Power Reactors in the World, Reference Data Series No. 2, ISBN 92-0-101794-4 (IAEA-RDS-2/14)**

**Nuclear Research Reactors in the World, Reference Data Series No. 3, ISBN 92-0-103793-7**

**Radioactive Waste Management Glossary, 200 Austrian schillings, ISBN 92-0-103493-8**

**The Law and Practices of the International Atomic Energy Agency 1970-1980, Supplement 1 to the 1970 edition of Legal Series No. 7, Legal Series No. 7-S1, 2000 Austrian schillings, ISBN 92-0-103693-0**

**HOW TO ORDER IAEA SALES PUBLICATIONS**

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

**ARGENTINA**

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

**AUSTRALIA**

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

**BELGIUM**

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

**CANADA**

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

**CHILE**

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

**CHINA**

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

**FRANCE**

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

**GERMANY**

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

**HUNGARY**

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

**INDIA**

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

**ISRAEL**

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

**ITALY**

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

**JAPAN**

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

**NETHERLANDS**

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

**PAKISTAN**

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

**POLAND**

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

**ROMANIA**

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

**RUSSIAN FEDERATION**

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

**SLOVAK REPUBLIC**

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

**SOUTH AFRICA**

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

**SPAIN**

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

**SWEDEN**

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

**UNITED KINGDOM**

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

**UNITED STATES OF AMERICA**

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

**YUGOSLAVIA**

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

**Orders and requests for information also can be addressed directly to:**  
Division of Publications  
International Atomic Energy Agency  
Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100,  
A-1400 Vienna, Austria

# ON LINE DATABASES

## OF THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY



**Database name**  
Power Reactor Information System  
(PRIS)

**Type of database**  
Factual

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

**IAEA contact**  
IAEA, Nuclear Power Engineering  
Section, P.O. Box 100  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone (43) (1) 2360  
Telex (1)-12645  
Facsimile +43 1 234564  
Electronic mail via  
BITNET/INTERNET to ID:  
NES@IAEA1.IAEA.OR.AT

**Scope**  
Worldwide information on power  
reactors in operation, under construc-  
tion, planned or shutdown, and data  
on operating experience with  
nuclear power plants in IAEA  
Member States.

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



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

**Type of database**  
Bibliographic

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

**IAEA contact**  
AGRIS Processing Unit  
c/o IAEA, P.O. Box 100  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone (43) (1) 2360  
Telex (1)-12645  
Facsimile +43 1 234564  
Electronic mail via  
BITNET/INTERNET to ID:  
FAS@IAEA1.IAEA.OR.AT

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

**Scope**  
Worldwide information on agricul-  
tural sciences and technology, includ-  
ing forestry, fisheries, and nutrition.

**Coverage**  
Agriculture in general; geography  
and history; education, extension,  
and information; administration and  
legislation; agricultural economics;  
development and rural sociology;  
plant and animal science and produc-  
tion; plant protection; post-harvest  
technology; fisheries and aquacul-  
ture; agricultural machinery and en-  
gineering; natural resources; process-  
ing of agricultural products; human  
nutrition; pollution; methodology.



**Database name**  
Nuclear Data Information System  
(NDIS)

**Type of database**  
Numerical and bibliographic

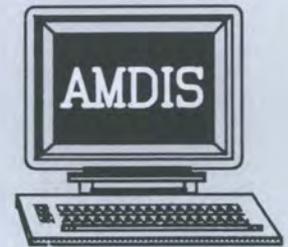
**Producer**  
International Atomic Energy Agency  
in co-operation with the United  
States National Nuclear Data Centre  
at the Brookhaven National  
Laboratory, the Nuclear Data Bank  
of the Nuclear Energy Agency,  
Organisation for Economic  
Co-operation and Development in  
Paris, France, and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

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

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

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

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



**Database name**  
Atomic and Molecular Data  
Information System (AMDIS)

**Type of database**  
Numerical and bibliographic

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

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

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

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

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

*For access to these databases, please contact the producers.  
Information from these databases also may be purchased from the producer in printed form.  
INIS and AGRIS additionally are available on CD-ROM.*



**Database name**

International Nuclear Information System (INIS)

**Type of database**

Bibliographic

**Producer**

International Atomic Energy Agency  
in co-operation with 87 IAEA  
Member States and 16 other  
international organizations

**IAEA contact**

IAEA, INIS Section, P.O. Box 100,  
A-1400 Vienna, Austria  
Telephone (43) (1) 2360 2842  
Telex (1)-12645  
Facsimile +43 1 234564  
Electronic mail via  
BITNET/INTERNET to ID:  
ATIEH@NEPO1.IAEA.OR.AT

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

more than 1.5 million

**Scope**

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

**Coverage**

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

# INIS



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

## ON CD-ROM

5000 JOURNALS

1.5 MILLION RECORDS

6 COMPACT DISCS

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

**Call +44 (0)81 995 8242 TODAY!**

*for further information  
and details of your local distributor*

or write to

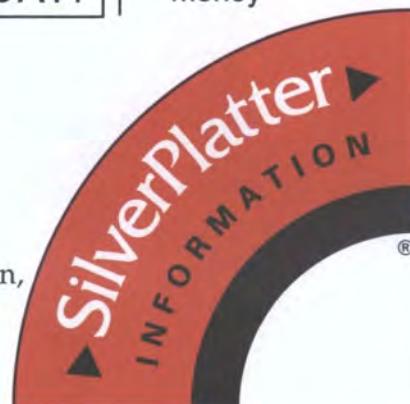
SilverPlatter Information Ltd.  
10 Barley Mow Passage, Chiswick, London,  
W4 4PH, U.K.

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

Fax: +44 (0)81 995 5159

### CD-ROM means

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





### 通过应用黄体酮放免分析提高人工授精的效率和质量,以改善发展中国家反刍家畜的生产率

目的在于通过找出效率低下的原因和采取相应纠正措施,改善发展中国家人工授精(AI)的质量。这项计划将作为一种手段,用来更好地培训 AI 技术员,提高其专业知识,以及教育农民懂得观察家畜动情情况和改进饲养方法的重要性。

### 应用基于 ELISA 的技术改善东南亚国家家畜口蹄疫的诊断和防治

目的在于通过建立应用基于 ELISA 的方法诊断和监测口蹄疫的能力,加强亚洲的国家兽医部门有效地指导口蹄疫防治工作的能力。

### 在治疗晚期头颈肿瘤时同时使用丝裂霉素 C 的放射治疗随机化临床试验

目的在于增强放射治疗的效力和由此提高治愈率和存活时间,增加所涉领域参加单位的能力,尤其是在发展中国家中鼓励更广泛地使用这种多形式肿瘤研究方法。

### 应用同位素技术调查地下水污染

目的在于开发一套基本的监测方法,使得制订水资源利用规划、作出相应决定和制订相应决策用的数据更权威。

### 亚洲和远东地区诊断放射学方面的辐射防护

目的在于通过比较参加国的集体剂量了解这方面的详细情况,并确定国家一级为改善这种状况需优先采取的措施。

### 水化学和腐蚀的高温在线监测

目的在于就如何执行供下述工作使用的措施制订推荐意见。这些工作是指一切运行工况下在线监测重要水化学参数用的方法和设备的开发、鉴定和工厂调试。

### 使用经辐照的下水道污泥提高土壤肥力、作物产量和保护环境

目的在于开发一些技术,以便经济而有效地将经去污处理的下水道污泥用作有机肥料,增加和维持土壤肥力和作物产量。

### 用诱发突变和相关生物技术改良新的和传统的经济作物

目的在于开发培育新品种的诱变方法及能满足农业和工业要求的选育程序,诱发能够出现新产品组成和(或)品质的突变,并使农作物品种多样化,以利于以更加可持续的方式搞好作物轮种。

### 1995年3月

同位素技术在水资源管理中的应用学术会议,奥地利维也纳(3月20—24日)

### 1995年4月

FAO/IAEA 动物锥虫病:用核技术控制媒介和防治疾病非洲研讨会,坦桑尼亚(4月3—7日)

### 1995年5月

老化研究堆的管理研讨会,德国汉堡(5月8—12日)

放射性释放的环境影响学术会议,奥地利维也纳(5月8—12日)

### 1995年6月

作物改良学术会议,奥地利维也纳(6月19—23日)

### 1995年8月

核医学中的断层术的现状与前景学术会议,奥地利维也纳(8月21—25日)

对放射性废物安全管理的要求研讨会,奥地利维也纳(8月28日—9月1日)

执行新的基本安全标准方面的进展研讨会(运用 ICRP 1990年推荐意见的经验),奥地利维也纳(8月14—18日)

### 1995年9月

国际核动力厂运行安全方面的进展大会,奥地利维也纳(9月4—8日)

### 1995年10月

国际电力、健康与环境:有助于决策的比较分析学术会议,瑞典斯德哥尔摩(10月23—27日)

### 1995年11月

亚太地区辐射剂量学:放射治疗中的辐射剂量(从处方到投入)研讨会,泰国曼谷(11月27—28日)

这是一份精选的清单,可能会有变动。有关 IAEA 会议的更完整的资料,可向 IAEA 总部(维也纳)会议服务科索取,或参阅 IAEA 季刊 *Meetings on Atomic Energy* (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) 2360-1270; 传真: (43-1) 234564)。

总干事: Hans Blix 博士

副总干事: David Waller 先生, Bruno Pellaud 先生, Boris Semenov 先生, Sueo Machi 先生, Jihui Qian 先生

新闻处处长: David Kyd 先生

主编: Lothar H. Wedekind 先生

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

版式/设计: Hannelore Wilczek 女士

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

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

英文版以外的语文版

翻译协助: J. Rivals 先生, E. Fritz 女士  
法文版: S. Drège 先生, 翻译: V. Laugier-Yamashita 女士, 出版编辑

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

中文版: 北京的中国原子能工业公司翻译部, 翻译、印刷和发行。

《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 伊斯兰共和国  
阿尔巴尼亚  
阿根廷 阿根廷共和国  
澳大利亚 澳大利亚  
奥地利 奥地利  
巴巴多斯 巴巴多斯  
孟加拉国 孟加拉国  
比利时 比利时  
巴西 巴西  
保加利亚 保加利亚  
加拿大 加拿大  
古巴 古巴  
塞浦路斯 塞浦路斯  
捷克 捷克  
法国 法国  
德国 德国  
希腊 希腊  
危地马拉 危地马拉  
海地 海地  
罗马尼亚 罗马尼亚  
匈牙利 匈牙利  
冰岛 冰岛  
印度 印度  
印度尼西亚 印度尼西亚  
意大利 意大利  
日本 日本  
大韩民国 大韩民国  
老挝 老挝  
马来西亚 马来西亚  
墨西哥 墨西哥  
尼泊尔 尼泊尔  
挪威 挪威  
巴基斯坦 巴基斯坦  
巴拉圭 巴拉圭  
秘鲁 秘鲁  
波兰 波兰  
葡萄牙 葡萄牙  
俄罗斯 俄罗斯  
南非 南非  
西班牙 西班牙  
瑞典 瑞典  
瑞士 瑞士  
泰国 泰国  
土耳其 土耳其  
乌克兰 乌克兰  
大不列颠及北爱尔兰联合王国 大不列颠及北爱尔兰联合王国  
美国 美国  
委内瑞拉 委内瑞拉  
越南 越南  
南斯拉夫 南斯拉夫

1958年  
比利时 比利时  
柬埔寨 柬埔寨  
厄瓜多尔 厄瓜多尔  
芬兰 芬兰  
印度尼西亚 印度尼西亚  
伊朗 伊朗  
以色列 以色列  
日本 日本  
马来西亚 马来西亚  
尼泊尔 尼泊尔  
菲律宾 菲律宾

1959年  
伊拉克 伊拉克

1960年  
智利 智利  
哥伦比亚 哥伦比亚  
加纳 加纳  
塞内加尔 塞内加尔

1961年  
黎巴嫩 黎巴嫩  
马里 马里  
扎伊尔 扎伊尔

1962年  
利比亚 利比亚  
沙特阿拉伯 沙特阿拉伯

1963年  
阿尔及利亚 阿尔及利亚  
科威特 科威特  
阿拉伯叙利亚共和国 阿拉伯叙利亚共和国  
阿拉伯埃及共和国 阿拉伯埃及共和国  
乌拉圭 乌拉圭

1964年  
喀麦隆 喀麦隆  
加蓬 加蓬  
尼日利亚 尼日利亚

1965年  
哥斯达黎加 哥斯达黎加  
塞浦路斯 塞浦路斯  
牙买加 牙买加  
马达加斯加 马达加斯加

1966年  
约旦 约旦  
巴拿马 巴拿马

1967年  
塞拉利昂 塞拉利昂  
新加坡 新加坡  
乌干达 乌干达

1968年  
列支敦士登 列支敦士登

1969年  
马来西亚 马来西亚  
尼日利亚 尼日利亚  
赞比亚 赞比亚

1970年  
爱尔兰 爱尔兰

1972年  
孟加拉国 孟加拉国

1973年  
蒙古 蒙古

1974年  
毛里求斯 毛里求斯

1976年  
卡塔尔 卡塔尔  
阿拉伯联合酋长国 阿拉伯联合酋长国  
坦桑尼亚 坦桑尼亚  
刚果民主共和国 刚果民主共和国

1977年  
尼加拉瓜 尼加拉瓜

1983年  
纳米比亚 纳米比亚

1984年  
中国 中国

1986年  
津巴布韦 津巴布韦

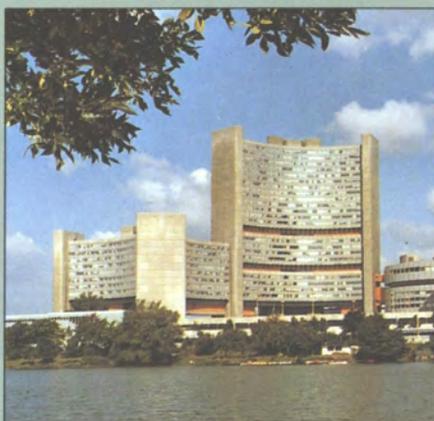
1991年  
拉脱维亚 拉脱维亚  
立陶宛 立陶宛  
也门 也门

1992年  
克罗地亚 克罗地亚  
爱沙尼亚 爱沙尼亚  
斯洛文尼亚 斯洛文尼亚

1993年  
亚美尼亚 亚美尼亚  
捷克共和国 捷克共和国  
斯洛伐克 斯洛伐克

1994年  
前南斯拉夫马其顿共和国 前南斯拉夫马其顿共和国  
哈萨克斯坦 哈萨克斯坦  
马绍尔群岛 马绍尔群岛  
乌兹别克斯坦 乌兹别克斯坦

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



国际原子能机构成立于1957年7月29日, 是联合国系统内一个独立的政府间组织。机构总部设在奥地利维也纳, 现有100多个成员国。这些成员国共同工作, 以实现国际原子能机构《规约》的主要宗旨: 加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献, 并尽其所能确保由其本身、或经其要求、或在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.

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

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

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

SCIENCE AND HUMANITY

**ALOKA**

ALOKA CO., LTD.

6-22-1 Mure, Mitaka-shi, Tokyo 181, Japan

Telephone: (0422) 45-5111

Facsimile: (0422) 45-4058

Telex: 02822-344

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

Model	Energy	Range	Application
PDM-101	60 keV ~	0.01 ~ 99.99 $\mu$ Sv	High sensitivity, photon
PDM-102	40 keV ~	1 ~ 9,999 $\mu$ Sv	General use, photon
PDM-173	40 keV ~	0.01 ~ 99.99 mSv	General use, photon
PDM-107	20 keV ~	1 ~ 9,999 $\mu$ 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-101



PDM-173



PDM-303



ADM-102