

海洋环境的监测

国际原子能机构摩纳哥实验室提供海洋污染物检测方面的宝贵训练

S. W. Fowler, E. Holm 和 L. D. Mee

国际原子能机构 (IAEA) 摩纳哥国际海洋放射性实验室 (ILMR) 在检测海洋放射性和非放射性污染物及其向人类可能转移的先进技术方面, 培训成员国国民。^{*} 因为海洋污染领域在实质上是多学科性的, 摩纳哥实验室提供的培训的范围十分广阔。

在该领域开始从事研究的大多数国家, 进入该领域的大多数国民的主要要求是学习如何以有利的和效益高的方式, 正确地调查或“监测”拟建或现有核设施附近海洋环境。当地可用人数常常是有限的; 因此, 重要的是准确地了解要监测什么, 如何取得测量结果, 如何经常测量以及最后如何解释数据。为了做好这种工作, 人们必须通晓海洋放射化学和生物学的的方法学。ILMR 放射地球化学和放射生态学科提供这些方面的专门培训。

放射性核素如何通过生物积累进入海洋食物链中, 以及可能在多大程度上进入人体, 是海洋放射性监测计划和调查的中心问题。ILMR 的放射生态学科执行的食物链计划就是力求解决这些问题。参训人员和进修学者通常是一道参加这些活动, 学习动物养殖和保管技术, 学习评价各种有机体生物积累放射性核素潜力和方法学, 以及学习测量各种活的海洋生物内放射性核素的标准计数技术。这种“依次传递”式培

训, 能使参训人员更好地预测他们当地海域存在的各种典型食物链物质中放射性核素的运动和生物转移。

放射生态学计划

目前的海洋放射生态学计划, 还设法确定哪些物质可能具有积累某些放射性核素到相当高, 易用标准辐射测量技术测量的浓度的特殊能力。因此, 这些“哨兵”物质可起放射性污染快速生物指示剂的作用。若不借助这些物质, 海水中低水平放射性冗长而复杂的分析需时较长, 会使这种放射性污染被人忽视。这方面的参训人员应了解到不同类型“生物指示剂”物质的价值, 并将工作集中在他们当地海域中存在的那些类型上。培训中强调这样的物质的现场搜集和保管技术。环境和生物的因素, 诸如盐分、温度、光线、季节、生长情况、繁殖期、性别和大小, 都能大大地改变这些生物内放射性核素的生物积累方式和速度。因此, 培训中重视描述这些影响的方法学。

放射学培训计划也重视用来搜集包括活生物在内的生物物质的现场技术。摩纳哥海洋博物馆的两艘船 (温纳雷塔·辛格尔号和 R/V 菲扎里号) 经常载学员进行现场捕捞和游弋。IAEA 的参训人员和进修学者在船上学习各种标准的海洋学搜集技术, 其中包括使用浮游植物网和浮游动物网、捕捞较大鱼虾的中水层拖网和捕集生活在海底沉积物上和沉积物内各种生物的海底拖网等。学员学习正确地操作和保管供实验室研究用的各种活生物, 以及无污染制备低放环境分析用生物物质的方法。目前, ILMR 工作人员在置放复杂的时序深海沉积物捕集器方面已有丰富经

Fowler 先生、Holm 先生和 Mee 先生分别是 IAEA 的国际海洋放射性实验室 (2 avenue Prince Hérodote Albert, MC-98000 Monaco) 放射生态学实验室, 放射地球化学实验室和海洋环境研究实验室的领导人。

^{*} 有关摩纳哥国际海洋放射性实验室工作情况的全面介绍, 见《国际原子能机构通报》第 29 卷第 3 期 (1987 年)。

验。这种捕集器是为采集载有向沉积层下沉的放射性核素的生物小颗粒而置放的。这些研究方法可直接应用于沿海生态体系许多放射性核素监测计划。

摩纳哥实验室由于紧靠大海，易于利用海洋学考察船来收集样品，并拥有可供实验用的各种海洋水族，特别适合于进行现场和实验室生物技术培训。预期 ILMR 的培训能力，在其迁到新实验室之后会有很大改善。

放射化学培训

ILMR 的放射地球化学科有一个以环境物质中低放射性核素检测为重点的，基础广泛的现场和实验室培训计划。能否在所有海洋环境监测研究中得到正确的测量结果，其关键通常在于分析方法的选择。这种分析方法有时可能相当简单，而在通常的环境研究中，需要使用涉及环境样品的放射化学分离和复杂的核能谱测量的先进技术。培训内容包括放射 β 、 γ 和 α 的放射性核素的各种化学分离方法，以及用于测量它们的不同核技术。培训是简明的，使参加者能够相当熟悉可靠的放射化学方法学，以便返回他们本国实验室后，为正在执行的国家计划正确地进行测量。如果达到了这个目标，他们的数据质量就自然地有了保证。要求这样高质量数据的监测计划有，核设施附近地区的监测，源于超越国界照射的放射性物质的监测，以及放射性物质在地球化学研究中的应用。这些项目常常是机构技术援助计划的重要组成部分。

成员国对海洋放射化学培训的要求，集中在提高分析锕系元素，主要是钚同位素和镅-241 的能力方面。ILMR 在超铀核素测量方面的多年经验使这种培训对成员国很有吸引力。经验表明，未经适当培训的人，完成这样的分析是费时和极其困难的。培训重点一般切合这些国家的要求。然而看来，就锕系元素而言，这种培训虽有助于核设施周围的日常监测，但更有助于海洋地球化学研究。切尔诺贝利事故后，学习海洋监测用 γ 能谱测量技术的兴趣显著增长。

在正确选择 β 测量和 α 与 γ 能谱测定仪器，以及购买放射化学操作设备，如放射化学产额测定装置方面，通常给予全面指导。在电沉积装置的设计与制作、源制备、能谱仪的校准和数据评价等方面也给予帮助。

学员在 ILMR 的培训时间为 3 到 12 个月，这取决于他们的教育程度和先前经验。一般地说，这一时

间足以使他们成为所要求的分析方法学的内行。在 ILMR 度过至少一年时间的大多数人，都参加过一项专门的科学项目，以便直接学习每种方法的相应应用。

海洋放射性测量领域的一个重要方面是，需要标准的参比方法和实验室中严格的质量控制。目前国际上使用的方法，通常需要相当昂贵的化学试剂。这些化学试剂必须认真选择，向世界上为数有限的供应商购买。因此，要提醒学员认识这些潜在困难。此外，还使他们知道，如何取得参比物和利用 ILMR 质量控制服务计划。

跟踪援助

跟踪摩纳哥提供的放射化学和放射生态学培训，也是使接受培训者最后成功的一个因素。通常在受训者回国以后，ILMR 派遣工作人员到成员国，帮其建立分析方法和在当地条件下进行测量。他们检修仪器，现场解决标准化方法中的问题，并且评价当地得到的结果。接受培训者在国内现有条件下开展这方面工作，为 ILMR 教员提供了有价值的反馈信息，这种反馈信息将成为制订更切合实际的机构在摩纳哥实验室的培训计划的依据。

海洋污染监测

1986 年，机构为加强其在非放射性海洋污染物方面的工作，联合在国际上关心海洋环境污染的联合国其他机构和非政府机构，建立了 ILMR 海洋环境研究实验室 (MESL)。该实验室是联合国系统中唯一的这类实验室，并得到联合国环境计划署 (UNEP) 通过其区域海洋计划，和联合国教科文组织 (UNESCO) 政府间海洋学委员会 (IOC) 的积极支持。基于 IAEA 在分析质量控制方面的开拓工作，MESL 已成为开发和检验分析技术，全球和区域性相互校准活动，实验性监测和研究计划，以及制订和实施区域数据质量保证大纲的主要中心。核技术也是研究非放射性海洋污染物的重要工具。在这样的研究中可以采用中子活化分析等“标准技术”。在可控微观世界示踪剂研究中，则可使用有机污染物的放射性同位素标记类似物。

培训是 MESL 活动的一个不可缺少的组成部分，在区域数据质量保证大纲方面尤其是这样。这些大

纲目前正在地中海和海湾地区小规模地实施（在 UNEP 的地中海和科威特行动计划范围内），未来很可能扩大到其他地区（如西非、加勒比和南非）。摩纳哥实验室为来自各国海洋污染监测计划方面的分析人员，开设有关氯化碳氢化物（多氯联苯或杀虫剂），有毒痕量金属，或石油烃残留物分析的专门课程。

接受培训者返回他们本国时，组织一次联合采样出访。出访小组中的一位 MESL 专家与 UNEP 赞助的 MESL 维修工程师，将访问接受培训者的实验室并参与例行监测活动。该维修工程师确保有关分析仪器正常工作，并在基本的用户服务和校准方面给予指导。然后，该专家与当地工作组一起工作，提供切实可行的意见，并根据需要补充摩纳哥的基础培训。该专家在逗留将结束时，和他的主人们一道制备并校准大批有关的内部工作参比物。出访结束后，该参比物在国家中心进行例行的测试，以对数据质量进行不断的核对。此外，还鼓励所有的参加者参与机构的相互校准活动，和利用《IAEA-UNEP-IOC 海洋污染参考方法》。该书是由摩纳哥实验室编写的。

在 1988 年期间，为在地中海地区实施质量保证大纲选定了 3 个目标国家：埃及、阿尔及利亚、摩洛哥。在今年头三个月里，来自这几个国家的 8 位分析

人员在摩纳哥接受专业培训；在 4 月份进行了首次联合采样出访（到埃及）。

MESL 还为来自成员国的个别科学工作者提供海洋污染物测量和评价方面的专门培训。整套所研究的参量在不断审查中，新的重点污染物如有机汞和有机锡（目前国际上关注的）构成实验室计划的一部分。工作重点不仅放在分析技术上，而且放在采样、采样方案、以及应用这套数据进行污染评价上。来自伊拉克和尼日利亚的接受培训者，目前在该实验室已培训 1—2 个月。来自拉丁美洲国家的受训者，预计在 1988 年晚些时候到达。

实验室工作人员一直在海洋污染各方面，为成员国提供以英语、法语和西班牙语为工作语言的小组培训。目前正在制订分析仪器用户维修和最优校准方面的小组培训计划。

正如 ILMR 的其他各科一样，人们没有把 MESL 培训看成被动的“教室”或“演示实验室”训练，而是看作一种生气勃勃的相互学习过程。接受培训者在摩纳哥实验室稍事停留后，即长时间参加这种学习。MESL 工作人员积极参与实验性监测和研究计划、会议和科学工作组，使他们能够在方法学和污染科学的现代成就，以及成员国在这一领域的实验室的实际能力和工作重点之间进行统盘考虑，从而设计出有意义的培训班和后续训练。