

黑海的环境污染:寻求答案

IAEA 正在支助为帮助黑海地区国家评估该地区污染问题进行的研究,以此作为其较大工作的一部分

V. Fabry,
K. Fröhlich
和 I. Osvath

世界上许多国家对保护其沿海地区和河口不受污染和有关人类活动的其他有害影响日益关心。黑海地区是一个恰当的例子,该地区各国政府已着手研究黑海海洋环境的管理和保护的地区性解决办法。这项解决办法得到国内和国际上进行的研究工作的支持。

黑海的环境问题是严重的。黑海浅层的混合表面水体接受河流的排水,这种水夹带大量含氮和磷的营养物,并受到工矿废物的污染。此外,沿海工业看来对废物几乎不加处理就直接将其排放到黑海中。这样,支持生命的表层水质已严重恶化。目前,黑海许多水域富营养化(富集营养物)。它已显著地改变了海洋食物链,因而促使黑海渔业衰退,特别是在黑海西北部水域已导致渔业适宜值降低。

其他一些因素也在起作用,其中包括水文学平衡的改变,过度捕捞和化学污染。(见下页的表。)这些因素合起来已促使黑海环境发生灾难性的变化。例如,由于在主要河流建造用于灌溉的拦河坝,已使流入黑海的水量大量减少。结果,通过博斯普鲁斯海峡才有可能改变水交换,通过刻赤海峡才有可能减少水交换。另外,顿河和库班河流量减少已引起附近亚速海水含盐量净

增加。这样必然导致该地区渔业的衰落。

1986 年的切尔诺贝利事故之后,黑海沿岸国家进一步发现放射性污染是一个急待解决的问题。由于一些有关黑海流域某些核设施缺乏安全和有关废物贮存方面存在潜在的问题的报道,公众的担忧近来有所增加。至今,来自黑海的允许限定的放射性核素测量没有提供任何重要的集体放射性照射量或关键群体放射性照射量。尽管如此,还是需要进行较详细的剂量评估。

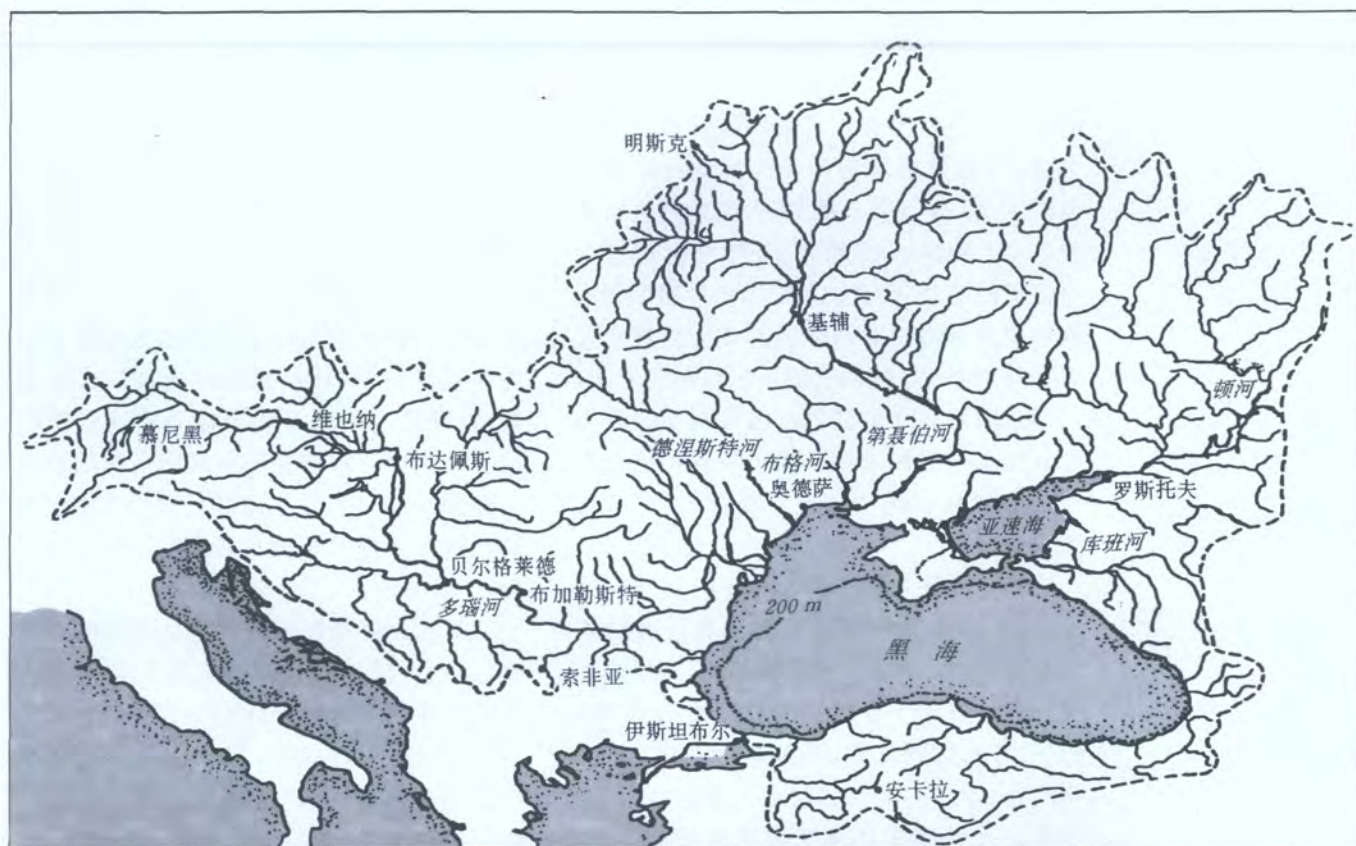
本文着眼于黑海环境现状的一些主要问题,概述了在黑海研究中利用同位素示踪剂的潜力,以及从中得到的首批结果。此外,还讨论了 IAEA 提出的倡议,以便把为恢复黑海环境的国际协商的行动联合起来。

同位素在黑海研究中的应用

近几年来,同位素技术已大大促进了海洋学和海洋环境研究。这些领域的研究着眼于更好地了解基本的海洋学过程和现象,海洋环境的保护和管理(包括充分地利用海洋资源),以及重建过去的全球变化和预测未来的全球变化。

在黑海地区,有必要对最近输入黑海表面水体的放射性同位素的迁移和再分布情况,尤其是公众所担忧的影响健康的问题,作进一步的研究。为了更好地了解那些对改进地区环境管理十分重要的过程,还需要进行更多的研究。

Fröhlich 先生是研究和同位素司同位素水文学科高级职员。Osvath 女士是 IAEA 摩纳哥海洋环境实验室(IAEA-MEL)的职员,Fabry 女士是该实验室前职员。



地图:面积为 46.1 万平方公里和体积为 54 万 km^3 的黑海是独特的、实际封闭的和非常深(最深为 2212 米)的水体,为保加利亚、格鲁吉亚、罗马尼亚、俄罗斯、土耳其和乌克兰所共有。由于欧洲最大的两条河——多瑙河和第聂伯河,以及德涅斯特河、顿河、库班河和许多较小河流的淡水大量流入黑海,使其混合的浅表层含盐度较低。整个黑海流域面积为 220 多万平方公里。估计流入的淡水总量为 $350 \text{ km}^3/\text{y}$ 。大部分水量($230 \text{ km}^3/\text{y}$)来自黑海地区的降水。通过土耳其境内的博斯普鲁斯海峡进入黑海的地中海海水迅速与大陆架上的冷水体混合,下沉到中等深度(500 米),形成一系列冷侵入水体,横向扩展到海盆内部。黑海和其他海洋不一样,在其水深 150—200 米以下是永久缺氧的(氧不足)。这样,它的深水化学受完全不同于世界其他海洋的化学和生物过程支配。(来源:地图取自 L. D. Mee, Ambio 21.4(1992))。

流入黑海的一些河流年泄水量减少

河流	自然流量 (km^3/y)	不同时期减少百分比		
		1971—75	1981—85	1991—2000 (预计)
顿河	27.9	19	27	43
库班河	13.4	39	49	65
第聂伯河	53.5	24	52	71
德涅斯特河	9.3	20	40	62

来源:取自 L. D. Mee, Ambio 21(4) 278—286(1992)。

多瑙河水进入黑海夹带的营养物和污染物

物质	总量(t/y)
磷	6000
氮	340000
锌	6000
铅	4500
铬	1000
铜	900
汞	60
油	50000

来源:取自 L. D. Mee, Ambio 21(4) 278—286(1992)。

利用各种放射性同位素示踪剂进行的研究,主要提供有关海洋学和生物地球化学过程的不同类型的信息。因为能够提供的任何信息对于深入了解黑海都具有重要意义,所以鼓励对各种示踪剂进行连续测量。(见第 24 页表。)例如,人工放射性核素铯-137 和锶-90 能在 10 年时标内提供有价值的信息。因此,1986 年切尔诺贝利事故释放到黑海表面水体内的放射性核素具有特殊的意义。脉冲式输入示踪剂的方法,可用来跟踪有切尔诺贝利示踪剂标记的表层氧化水与最初无切尔诺贝利各种组分的深层非氧化水的物理混合情况。(见下页图。)

其它象钍和钷一类与粒子可起反应的元素,可用来确定微粒从海水表层和陆架区排出的时标。对于海底沉积物,利用放射性核素,如碳-14、铅-210、钍同位素、铯-137 和钷同位素,可提供长达数万年的年代表。此外,配合其它有关参数,它们能用来记录气候变化速度和富营养化过程。还可以获得沉积物中某些生物标志物年龄的信息。例如,最近发现,用碳-14 测定的沉积速度低于用铅-210 测定的沉积速度,这表明总沉积速度的长期下降趋势。利用新近确定的这种沉积数据,就能确定过去 3000 年内黑海中任何附属元素和生物标志物的准确记录。

根据稳定同位素比能够得出有关河流进水作用和波斯普鲁斯海峡的影响的信息。它们还能给出有关有机物和营养元素来源,以及表面水体浮游生物群历年变化的信息。

IAEA 协调研究计划

30 多年来,IAEA 研究和同位素司通过由物理和化学科学处同位素水文学科和 IAEA 摩纳哥海洋环境实验室(IAEA-MEL)进行的活动,推动和支助了同位素示踪技术在水文学和海洋环境研究中的应用。

鉴于目前黑海环境情况紧急,1992 年

夏在摩纳哥举行了由 IAEA-MEL 和同位素水文学科联合组织的一次协商会议。来自 8 个国家的专家出席了这次会议,这次会议提出了进一步研究的指导方针,并确定了应用示踪技术研究黑海各种过程和污染的协调研究计划(CRP)的范围和目标。

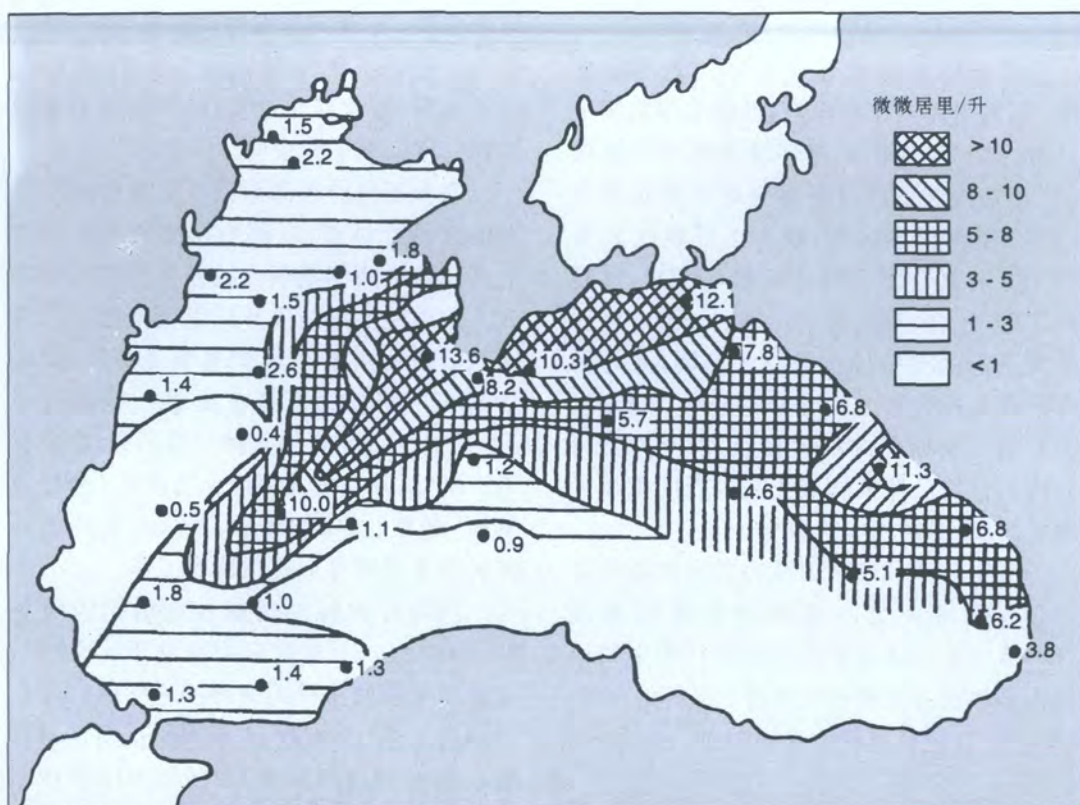
与会专家推荐利用天然的和人工的放射性核素和环境同位素来评估黑海中放射性核素的总量;评价放射性污染的未来趋势;以及研究黑海中物理循环和富营养化过程。这项计划被指定由黑海沿岸国家各研究所实施。但是,在海洋环境研究中有长期利用这项技术经验的其他实验室也将参与。

此次会议的建议包括建立详细的数据库,之后可借此确定一般放射性核素研究及特别是污染和剂量评估问题的基本活动。会议指出,IAEA-MEL 将为该地区提供详细的数据库,以此作为现有项目的一部分。

专家们还指出,除了最新式的 γ 能谱系统外,黑海周边国家拥有的其他仪器设备,是不能满足示踪技术用于海洋研究所需低放射性水平分析要求的。直接参与海洋研究的各实验室一般都没有稳定同位素分析用的仪器设备。因此,会议认为,向参加该项计划的选定的地区实验室提供低放射性辐射测量仪器和某些放化处理设施,是有必要的。

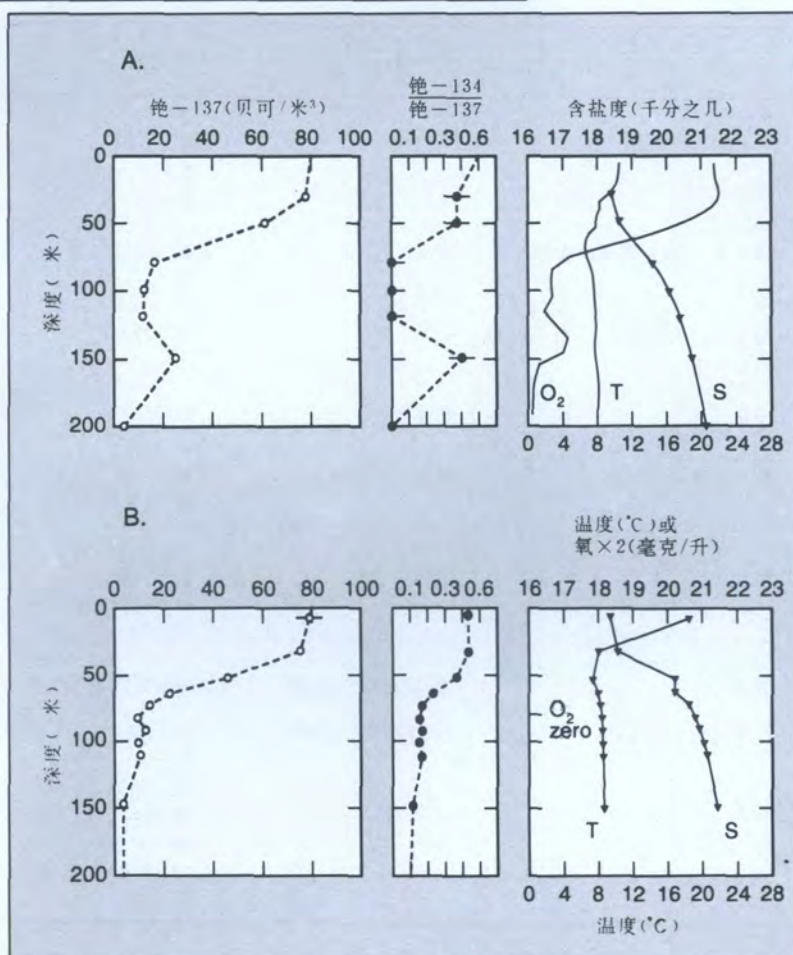
此外,会议极力建议,有关实验室定期参加 IAEA 通过分析质量控制服务(AQCS)计划组织的比对训练活动。这种训练应包括高放和低放两类样品。另外,还建议采用黑海的沉积物和水样组织比对操作。

关于黑海沿岸国家里现有专业人才的讨论,结论是,在 CRP 实施中需要尽快对有关人员进行培训。特别指出需要举办有关取样、样品制备、分析方法,涉及海洋环境放射性和稳定同位素分析的数据处理以及人工示踪技术等方面的地区培训班。培训班将由 IAEA-MEL 与 IAEA 同位素水文学实验室合作举办。



上图:1986年4月切尔诺贝利事故中的铯-137弥散在黑海表面水体中。在1986年6月12日至7月6日的观察期内,测量结果表明,该海的东部水域由于落下灰较多而污染更为严重。事故前,表面水体的铯含量(0.5微微居里/升或18贝可/米³)是均匀的。1986年6-7月间记录的最大浓度水平(14微微居里/升或520贝可/米³)几乎是这个事故前数值的30倍,但还是低于最大允许浓度约3个数量级。(来源:取自A. I. Nikitin, Atomnaya Energiya, 65,2(1988))。

下图:所示分别为1987年5月和1988年6月铯同位素和辅助数据与博斯普鲁斯海峡口(a)和黑海西南部(b)水域深度的关系曲线。这些曲线表明,切尔诺贝利事故中释放的铯迅速渗入到氧/缺氧界面以下,这种迅速渗透不能只用垂直混合过程来解释。这些数据表明,流出的海面水体被流入的地中海水体带走而回流。这就形成中等密度的卷流,然后随密度梯度横向进入海盆。这种横向扩展为黑海中等深度的海水换气提供迅速而有效的机制。这一过程的一个主要影响是,生物学和地球化学水柱数据应该用横向的而不是一维的垂直传输来解释。因此,垂直剖面上的特性也许与边缘源和汇有关,并且与原地的某些过程也有关。(来源:取自K. O. Buesseler et al., DeepSea Reseach, Vol. 38, Supplement 2 (1991))。



国际合作项目

黑海危机要求有一项协调的国际方案。黑海沿岸国家的政府,已请求帮助制定一个为期3年的“黑海环境管理与环境保护”计划。这个项目是由全球环境实验室(1992年由世界银行、联合国环境规划署(UNEP)和联合国开发计划署(UNDP)发起成立)主办的。它应为其活动之一的环境评价所急需的支持提供具体的范围,并为提高各研究机构能力创造一些条件。它还将为控制污染所需的巨大投资,以及为支持该地区目前已计划的或正在进行的重建黑海的倡议,提供基本的数据。

自1988年以来,由欧洲共同体委员会(CEC)提供资金的欧洲河流海洋系统(EROS),是一项有关欧洲海岸环境生物地球化学过程的长期研究项目。到现在为止,EROS一直把研究集中在地中海。最近,一

稳定同位素和放射性同位素在示踪黑海环境方面的可能应用

过 程	介 质	同位素
环流,通气	水	铷-90 铯-137 氢-3 碳-14
河水流入,博斯普鲁斯海峡效应	淡水	氧-18 氢-2
深层水的垂直混合,大气-海洋相互作用	水	氮-222
净化	悬浮物质	钍同位素
粒子迁移,生物过程	捕集的沉积物	钚 镅、以及镎同位素
沉积作用	沉积柱状样	铅-210 钍和铀同位素 碳-14
污染	水、沉积物、生物群	所有同位素
生物地球化学循环	水、沉积物、生物群	碳-14 氢-3 硫-35 氮-15 磷-32 碳、氮和硫稳定性同位素

项把EROS扩大到黑海的议案提交给CEC以求资助。已受到重视的调查研究有:黑海作为一种温室气体源的重要性;河水输入量的影响;富营养化过程;以及黑海主要污染物的污染水平和去向。

联合王国的黑海深海项目集中在对黑海的区域性调查,以评价黑海资源和环境危害。这个两年期项目的任务包括对那些人工放射性核素污染所致危险地区进行海床 γ 放射性调查。南海(塞瓦斯托波尔)生物研究所将作为东道主提供一些调查船只。联合王国将提供旁侧扫描声纳,高分辨率声纳,以及拖曳式海床 γ 能谱仪。来自俄罗斯、乌克兰、保加利亚、罗马尼亚和土耳其的科学家将参加这项工作。

黑海海洋科学规划合作组织(CoMS-Black)作为一个非政府组织建于1991年,目的在于帮助协调黑海海洋科学研究工作和监测工作。CoMSBlack将对那些对黑海环境现状有兴趣的国家、多国和国际管理组织和机构,起到一个咨询机构的作用。该规划合作组织包括所有黑海沿岸国家,并将在一个有美国两个研究所派代表参加的指导委员会指导下工作。该组织的作用是,提供高质量的统一协调的科学研究和成果,以及有关的监测计划,以保证管理和决策都能够建立在最有效可行的科学基础之上。

概括地说,为了黑海的未来,解决黑海环境问题的各种规划必须彼此协调一致。在这个意义上,IAEA的这项协调研究计划,对于支助为改善黑海地区环境管理的国家和国际工作来说,可被看做是起到及时而重要的促进作用。□