

## 保持黑海地区持续发展

# 命运多变的海

IOLANDA OSVATH, MASSOUD SAMIEI, F. CARVALHO 和 J. P. VILLENEUVE

**最**近揭示的科学证据表明,7000多年前,在最后一冰川期结束后的一个时期里,黑海海面显著上升。在数月里,海面升至150多米,100000多平方千米的陆地被淹没。

不论那真是一个突发的自然灾害还是象全球海面上升那样的逐渐进行的过程,反正是地中海海水漫过波斯普鲁斯岩床流入,使黑海由盐湖变成咸海。强烈的分层作用有效地使较重的咸水位于由河流输入的淡水之下,从而防止了任何明显的混合。海底水缺氧(缺少溶解氧),没有维持生命的能力。

但是,在黑海的表层水体中,却存在众多海洋生命。其后,大约在30年前,生物种类和鱼种开始减少,黑海面临着这次由人类引起的新危机。

在这种历史背景下,一个包括IAEA在内的诸多组织的多学科小组正在通过

IAEA的技术合作计划及其摩纳哥海洋环境实验室开展工作,以帮助解决黑海面临的紧迫环境问题。本文回顾为保持黑海地区持续发展在IAEA计划范围内开展的主要活动。

### 严重的环境问题

污染和自然资源的不适当的使用是加剧黑海环境恶化的主要因素。科学家认为,黑海是一种独特的海洋环境,即特别易受人类活动影响的环境。它几乎被陆地所包围。它除与内陆浅海亚速海相连接外,只通过狭窄的博斯普鲁斯海峡与世界海洋进行水交换。

黑海含有世界上最大的永久性缺氧水体:黑海总体积 $5.37 \times 10^5$ 立方千米的90%缺氧并富有硫化氢,仅剩下150米厚的表层水体能够维持海洋生命。

黑海流域面积是其自身

面积的5倍,有17个国家,居民超过1.6亿。河流(知名的如多瑙河、第聂伯河、顿河、库班河和布格河)带入的污染物约占80%(其中50%为多瑙河带入的)。这些污染物包括农用化学品、未充分处理的工业废水和生活废水。其余20%的污染物是由大气迁移(主要来自欧洲)和沿岸的污染源(例如直接的工业废物和污水排放或倾倒地场所造成的)。河流带入毒性金属和化合物是一个严重问题。仅多瑙河,每年就带入黑海60吨汞、240吨镉、4000吨铅、900吨铬、50000吨石油、60000吨磷和340000吨氮。

Osvath女士是IAEA摩纳哥海洋环境实验室(MEL)工作人员, Samiei先生是IAEA技术合作司欧洲科科长, Carvalho先生是MEL海洋环境研究实验室主任, Villeneuve先生是该实验室工作人员。

尤其是,营养物通过食物链中复杂的功能性和结构性的变化,极大地影响着整个海洋生态系统。富营养化,即过剩的营养物引起浮游植物的大量持续繁殖,会使较高等生物体大量死亡,还会大大地减少生物种类并促使鱼的死亡。

若干种“投机移居者”的偶然引入,是影响鱼群的另一个重要因素。最具破坏性的是一种栉水母(Mnemiopsis leidyi),它以幼鱼为食。业已受污染干扰的生态系统更易受外来物种侵害。

80年代后期,栉水母数量激增。黑海中的这种水母总量达到峰值 $10^9$ 吨(多于世界全年捕鱼量的10倍)。与这种情况同时发生的是捕鱼量的直线下降。渔业还受到水平衡变化的影响。这种变化可归因于淡水流入量的急剧减少,而后者则与工农业使用河水有关。

黑海环境恶化造成的年经济损失和社会代价,1993年估计达10亿美元。其后,这些损失可能一直在增加。另一项重要环保任务已提到日程,即计划在海底2100米深处建造一条穿越黑海的输油管。

## 黑海中的放射性核素

公众一直认为,黑海的

放射性污染应为该地区优先考虑的环境问题。

黑海沿岸的IAEA成员国一再请求IAEA就黑海放射性的全面可靠评估提供建议和支持。1993—1996年IAEA研究和同位素司同位素水文学科和MEL联合组织实施了一个“应用示踪技术研究黑海中的过程和污染”协调研究计划(CRP)。这个CRP的研究结果表明,尽管黑海环境中人为放射性核素的浓度比世界其他海洋高很多,但预期不会达到对公众带来明显放射学后果的程度。<sup>\*</sup>

通过这项研究计划,示踪剂对黑海海洋学研究的无可比拟的潜力引人注目。大气层武器试验和切尔诺贝利事故产生的放射性沉降物为黑海提供了极好的放射性示踪剂,例如铯-90、铯-137和钚同位素。直接沉积在海面上是放射性沉降物进入海洋的主要途径。就铯-90而言,在切尔诺贝利事故之后,第聂伯河成为重要的来源。铯-137和铯-90可用来示踪多瑙河和第聂伯河入海口附近滨外西北大陆架水混合和环流情况。氡及一些稳定同位素比,除用于深海盆地研

究外,也可用于该地区。铯-137和钚同位素可用作时标,与天然铅-210一起确定沉积物沉积年表。

铅-210沉积物测龄是非常有用的技术。使用这种技术,人们可以定量评估十年时段内不同类型海洋环境中沉积物混合和沉积速率。在长时段的情况下,人们可使用碳-14。钍和铀同位素也能提供有关粒子和粒子反应性污染物通量的信息。从铯-134/铯-137同位素比或钚-239和钚-240的氧化态,人们可以推测出有关某些水团(如冷的中间层)的起源或有关水团混合和博斯普鲁斯外黑海较深层的通气的信息。

除这些环境放射性核素外,放射性示踪剂亦可成功地用于多项实验。这些示踪剂包括用于初级生产研究(与富营养化有关)的碳-14或用于硫化氢生产评估的硫-35。实际上,放射性示踪剂研究涉及所有海洋学过程,跨越数日至数千年的时段。与其他分析工具配合使用,放射性测定技术能够大大改进我们对海洋学过程的认识,并已成为了解黑海污染物去向的必不可少的手段。

这个CRP清楚地表明,黑海盆地放射性数据覆盖面有许多需要填补的空白,并

<sup>\*</sup> 见IAEA通报第35卷第2期(1993年)一篇报告。

且该地区在应用核技术研究海洋污染和监测方面需要提高技术能力。通过IAEA技术合作司的一个地区项目和MEL提供的科技支持,可以满足这些需要。

## 黑海地区的技术合作

1995年,IAEA为“黑海地区海洋环境评估”开辟了一个地区技术合作项目。该项目的目的是:帮助黑海周边成员国建立一些地区性协调的、有关海洋环境放射性核素的监测和应急响应计划;通过使用放射性示踪剂,评估控制黑海污染物去向的关键过程。

在该项目的第一阶段,外派现场专家组设法确定可能的参加实验室,并详细地确定它们的培训、专业技能和设备需要,然后制定和实施了一个全面的计划。该项目的第二阶段(1997—1998年)着重于能力建设、水平测试和把获得的能力应用于地区性协调的海洋污染监测和评估。第三阶段(1999—2000年)按计划是加强新建立的业务能力、完成已实施的环境评估和针对旨在提高黑海环境质量的未来活动提出推荐意见和细则。

六个实验室——保加利亚、格鲁吉亚、罗马尼亚、俄罗斯、土耳其和乌克兰各一

个,在其国家海洋放射性监测和评估计划中起关键作用——是主要的项目对应方。此外,还有12个合作研究所协助该项目的各项计划的实施。迄今,已提供了价值700000美元的取样和放射性测量设备、各种材料和实验室用品。通过进修、讲习班和培训班,已有50多位研究人员接受了有关海洋取样和放射性分析及示踪剂技术的培训。

一个由若干任务组构成的结构已经建立,为该项目结束后继续从事地区性协调提供一个功能基础。这些任务组分别与核心计划的下述主要目标相对应:方法学研究、质量控制、监测和评估、示踪剂应用、数据管理、科学考察(见第35页方框)和项目信息。得到专家建议支持的任务组活动包括:精心制订旨在使取样和分析方法相符合的方法学细则;海洋样品中放射性核素分析结果比对活动;协调的监测计划;开发应急响应能力与建立联合数据库;取样与分析工作;以及出版各类报告。该项目与联合国教科文组织政府间海洋学委员会(IOC)的黑海计划和欧委会的欧洲河流-海洋系统计划一直保持着良好的合作和信息交流。最后,IAEA的这个项目和其他计划一起,将有助于黑海地区

开发评估、控制和治理海洋污染所需的能力。

**加强承诺。**黑海周边各国政府通过了一系列关于海洋环境管理的政治、法律和体制地区框架文件,从而确认其对治理和保护海洋环境予以支持的承诺。这些文件包括1992年通过的《保护黑海免受污染公约》、1993年通过的《奥得萨部长宣言》和1996年通过的《黑海战略行动计划》。

这些文件是在黑海周边六国环境部长参加的外交会议后通过的。大部分准备工作是在联合国系统一些组织支持下完成的。这些支持是在过去五年里通过全球环境机构(包括联合国环境规划署、联合国开发计划署和世界银行)及其黑海环境计划提供的。

IAEA将在其地区项目框架内于1998年10月在摩纳哥召开黑海周边国家部长会议,以商定进一步的合作。这次会议将在国际海洋污染学术会议期间举行,其间将召开一次黑海问题专题会议。

部长会议后将签署一份谅解备忘录,将IAEA和黑海周边国家政府主管部门联合支持的活动正式纳入国家和地区的行动计划中。

这次高级会议将为确定旨在详细说明整治黑海环境

## 黑海国家一再遭损失

黑海过去曾是富饶的捕鱼区。黑海渔业一度养活约 200 万居民,其中许多人以捕鱼为生。80 年代后期,黑海的渔业衰落。总捕获量由 1988 年的 650000 多吨降至 1992 年的约 100000 吨,其后再也没有回升,引起巨大经济损失和严重失业。这导致仅渔业部门年估计损失至少为 3 亿美元。

旅游业是黑海周边国家另一重要收入来源。污染和失控的沿岸开发导致一些



来源: BSEP

海滩被关闭和超过 4 亿美元的年损失。

所需补救行动的未来国家战略和地区战略提供一个新的依据。

### 黑海环境计划

黑海环境计划(BSEP)于 1993 年 9 月正式确立,其资金来源有三个方面,一是全球环境机构(GEF),二是欧共体委员会若干计划(PHARE 和 TACIS)追加费用分摊捐款,三是加拿大、荷兰、瑞士及法国。

该计划的主要目标是,加强和建立地区性管理黑海生态系统的能力;制定和实施评估、控制和防止污染以及保持和增加生物多样性所需的配套政策和法律框架;以及促进合理环境投资的准备工作。

GEF 及其合作伙伴在

设备和培训方面已投资近 200 万美元。黑海沿岸国家的一些实验室已被确定接受援助,并妥善装备以测量污染物。

MEL 海洋环境研究实验室(MESL)与 BSEP 以及黑海地区的那些实验室合作,以增强监测非放射性污染物的能力。在摩纳哥举办了讲习班,培训来自保加利亚、格鲁吉亚、罗马尼亚、俄罗斯、土耳其和乌克兰的分析人员,并在乌克兰和俄罗斯各自的实验室再次举办了讲习班为这两个国家培训分析人员。

在该计划名下还组织过一些分析比对活动,以确保数据有可比较性。通过上述国家实验室与 MESL 合作进行的工作,在黑海的一些地区完成了污染物的初步筛

选。所筛选的地区包括乌克兰的大陆架、俄罗斯索契附近沿岸水域和土耳其博斯普鲁斯入口处。这些现场调查是 1995 年进行的。来自黑海地区的科学家在黑海污染联合评估活动中,审议了调查的结果。

从这次污染物的初步筛选似乎可以看出,黑海生态恶化的主要原因是营养物和废水的排放。营养物排放引起过快富营养化和氧的耗尽。这些排放不只是来自黑海周边国家;例如排入黑海的溶解磷中,66%来自多瑙河流域。

黑海油污染在数量上似乎一半来自沿岸污染源,一半来自多瑙河排放。在某些海港附近的沉积物中和多瑙河入海口水域中,油浓度高,污染程度约为西地中海中的

## IAEA的1998年“Radeux”黑海考察

IAEA的黑海环境评估地区技术合作项目中的一项主要活动是将于1998年9月进行的为期两周的科学考察。这次考察简称“Radeux”，意思是“黑海中的放射性核素”，由英文单词放射性核素(RADionuclides)和古希腊人对黑海的若干称呼之一的Pontus Euxinus(意思是“好客的海”)衍化而来。

来自黑海周边国家的30位科学家将参加这次考察。他们大多来自参与IAEA技术合作项目的实验室。此外在对等基础上，一些参与IOC/UNESCO黑海计划的科学家也应邀参加。考察的范围覆盖黑海西部盆地，重点是污染情况最令人关注的西北大陆架和多瑙河及第聂伯河入海口地区。人们还将从深海盆地和博斯普鲁斯地区采集样品。

考察的目的是：

■ **提高海洋环境放射性核素测量水平。**作为质量保证/质量管理计划的一部分，由参与这次考察的许多研究所组成的考察小组将对船上取样和样品制备方法进行比对。然后在实验室里，利用所采集的水、沉积物和生物群样品，把这种比对范围扩大，使之涵盖在获得海洋样品的放射性核素浓度值和某种关键的放射性示踪剂应用中所涉及的所有分析步骤和数据解释步骤。

■ **利用放射性核素研究对黑海海洋学和污染有重要意义的自然过程和人为过程。**这些过程包括沉积、水混合和生物累积。估计水和沉积物中放射性核素的存量。优先解决填补资料空白，



例如优先获取有关鱼中超铀元素和钷-210浓度的数据。除通常测得的铯-137数据外，这类数据对于评估人群所受放射性剂量和比较人为放射性核素与天然放射性核素的影响是必要的。

■ **向放射性数据库提供新的输入并综合时序测量。**其目的在于帮助完成可用于对环境 and 放射性作综合评估的数据库，并确认黑海环流与扩散模型。

■ **解释放射性数据和辅助数据；以报告和科学论文形式发表考察结果。**考察结果将以IAEA报告和公开科学文献的形式发表。

考察期间采集的样品将分发给各参与实验室分享，用于分析。除天然和人为放射性核素外，还将在船上和实验室里进行放射性数据解释所需的辅助测量。

照片：“Radeux”考察船上的科学家将采集大量分析用样品。照片所示是1996年参与IAEA黑海地区项目的研究人员培训演练的情景。(来源：Osvath/IAEA)

10 倍。

农药和多氯联苯(PCB) 的浓度通常很低。虽然在多瑙河入海口附近,六氯化苯浓度略有升高,但是大多数样品可以与地中海的样品相比较。不过,人们尚未对这些化合物在黑海的分布作全面调查。

人们已收集了有关黑海中重金属浓度的大量可靠数据。分析表明,黑海中的重金属浓度一般同自然水平没有实际的差异。然而,某些地区的污染程度较高(接近于工业的“热点”),需要对沿岸场地作更详细的调查。

有关黑海中垃圾的定量资料几乎是空白。大家都知道,黑海南部和东南部的一些城市正在往海滩、海里或支流河岸上倾倒城市垃圾。结果是海滩拉圾遍地。水线以下的情况尚不可知。

在黑海地区实施化学污染物的适当环境监测和环境管理,要有经过协调的监测计划和合格的分析能力。黑海环境计划和相关项目的实施,使黑海周边若干国家现已具有这些能力。

合作努力和支持必须保持下去。黑海周边国家继续

这种努力的愿望,最近通过作为伊斯坦布尔委员会代理机构的计划实施单位的建立而得以确认。

作为其继续提供支持的一部分,MESL 1997 年为实验室管理人员举办了海洋监测计划设计培训班(重点是数据质量保证)。1998 年,该实验室正在着手举办两期黑海地区分析人员培训班。一期在保加利亚,涉及痕量金属,另一期在罗马尼亚,涉及有机污染物。此外,该实验室还与地区实验室合作共同安排了新的筛选项目,以评估石油烃和农药对黑海沿岸地区的污染。

## 行动的机会

进一步协调地区一级的努力的机会肯定存在。

作为一个步骤,IAEA 技术合作计划和黑海环境计划所涉实验室可以安排一些联合活动。这些实验室已就广泛存在的一种生物指示剂有机体即贻贝 *Mytillus* sp 中的放射性和非放射性污染物,安排了一些协调的监测计划。

通过联合培训班、现场

工作和示踪剂研究,IAEA 与 IOC/UNESCO 继续保持着极好的合作关系。此外,IAEA 已为由黑海地区的实验室和西欧研究所组织的若干次黑海研究考察提供取样设备。这些考察期间所收集样品的放射分析工作,由机构的地区技术合作项目的参加者进行。

因此,该地区业已得到加强的能力已在产生回报。在各国主管部门的支持下并根据独立专家组的建议,放射性研究在继续进行。这些专家组的专家包括 1997 年粮农组织地中海渔业总理事会和全球环境机构全球国际水评估咨询机构召集的专家。通过 IAEA 的黑海活动开创的发展局面符合“保护海洋环境免受陆基活动影响全球行动计划”——这 10 年新的重要联合国计划——的要求,并有助于后者的实施。

重要的是,国际协调努力现正导致对海洋污染及其在黑海地区的各种影响的更可靠和更全面的评估。为保护黑海环境和管理黑海国家如此严重依赖的海洋资源,需要有一致的方针。 □