

保持港口的通达性：巴西利用核技术节省“数百万”的疏浚费用

文/Rodolfo Quevenco

“就像心脏外科医生可利用医用示踪剂检查主要血管或放射医生利用医用示踪剂追踪人体免疫器官功能一样，放射性示踪剂也可以用来评估沿海地区沉积物运动的主要路径和水力学特性。”

—巴西国家核能委员会高级研究员 Jefferson Vianna Bandeira

巴西有8500多千米的海岸线，该国90%的进出口通过其港口进行。

该国的许多主要港口都建于100多年前，保持航道的畅通，使这些港口能停靠装载量不断增大的大型船舶，需要经常对航道进行疏浚，往往耗资巨大。

巴西国家核能委员会环境司高级研究员 Jefferson Vianna Bandeira 说，这些年，采用核技术来研究沉积物的堆积和通过主要港口的输运情况（见方框）使巴西节省了数百万美元的疏浚费用。

在国际原子能机构的协助下，Bandeira 和一个科学家小组一直利用放射性示踪剂来标绘自20世纪60年代以来困扰巴西主要港口的沉积物运动路径。

最初，主要工作注重于评估桑托斯港（Port Santos）区疏浚被倾倒的沉积物特性。桑托斯港位于圣保罗附近，是拉丁美洲

示踪剂的利用，使港口工程师们能找到离港口最近的最佳倾倒地。

Bandeira说：“20世纪70年代因伊拉·马德拉港（Ilha da Madeira）的建设而在里约热内卢州塞佩蒂巴湾（Sepetiba Bay）进行的研究中，我们大概“节省”了100 000千米以上的疏浚长度。”他补充说，这为巴西的港口当局节省了数百万美元。

从港口到海：用放射性示踪剂模拟沉积物和水的运动

在桑托斯港和巴西其他港口进行的多年示踪剂研究，还使Bandeira团队拥有了关于沉积物输运动力学和在变化条件下运动模式的广泛知识。在这一过程中，他们使用了数学模型和精确的沉积物输运数据集及海岸工程活动中所频繁采用的流动模式图。

在介绍他和他的同事所做的工作时，Bandeira说，“我们象外科医生和专家”。他说：“就像心脏外科医生可利用医用示踪剂检查主要血管或放射医生利用医用示踪剂追踪人体免疫器官功能一样，放射性示踪剂也可用来评估沿海地区沉积物运动的主要路径和水力学特性。”

这一熟悉的知识得到多次的良好应用。例如，在对将成为苏阿普港（Port of Suape）的沿岸进行的沉积物研究中，通过放射性示踪剂标记来揭示最下层沉积物在夏天和冬天的输运速率。这一资料成为确定港口理想位置的基础，同时表明并不需要对近岸水域进行大量的维护性疏浚。这些研究与近岸海洋测量（海浪、风、海流和潮汐）同时完成。苏阿普港后来发展



放射性示踪剂能够帮助经济地进行疏浚工作，使港口维持足够的深度，靠泊装载量更大的船只。

（图/A. Hardacre/
Flickr.com/CC BY 2.0）

最大和最繁忙的港口之一。目前，该港口服务于若干个巴西州，处理的货物量占巴西整个对外贸易的28%。

为最大限度地减小沉积物回流到港湾，疏浚物倾倒地曾经进行了几次搬迁。放射性



成为巴西东北部最重要的港口综合体。

与海岸侵蚀博弈

伴随着沉积物的侵蚀、输运、沉积和固结，海岸线和海床会发生动态变化。海滩侵蚀的主要原因是海浪冲击，但人类活动，例如，江河入海口的疏浚，海堤和防波堤的建设，也干扰沉积物的自然流动。

“核技术也是评估沿海区淤泥和沉积物侵蚀与运动的最有用和最高效的方法”，国际原子能机构工业技术专家Patrick Brisset

说。“这样的技术已经和正在被许多国家用于海岸工程，愈来愈多的国家正开始将这一技术用于为其发展计划提供支撑。”

Brisset解释说，通过国际原子能机构的技术合作计划，许多巴西科学家得到了培训。同时，国际原子能机构也有许多专家前往巴西开展沉积物输运研究，向各种技术人员传授相关知识。巴西专家现在也通过放射性示踪剂技术在沉积物输运应用研究项目，对委内瑞拉、乌拉圭和尼日尔等其他成员国提供帮助和支持。

了解沉积物运动的动力学特性能够有助于确定疏浚物倾倒场的最佳位置，避免对附近海滩的污染。

(图/国际原子能机构 R. Quevenco)

科学

用放射性示踪剂研究沉积物输运的优点

世界上大多数污染都在海岸或近海区，认识这些区域的沉积物输运的动力学特性对许多国家至关重要。

放射性示踪剂技术是一种研究沉积物动力学特性的有效方法，因为它们能对沉积位置、运动方式和原因进行实时的精确评估。常见过程是，将少量的放射性同位素（例如，金-198或铯-137）投入欲测量的沉积物样品中，滴入关键的取样点，然后用

船拖拽闪烁计数器来检测其运动。

示踪剂技术也常用来验证其他技术手段对沉积物特性的评估结果，例如，用于海洋深度调查或数学和物理模型的验证。作为利用数值分析和一些算法来进行流体分析的流体力学的一个分支，利用计算流体力学对放射性示踪剂试验进行分析，也是一种发展趋势。这有望导致建立更可靠的模型和对结果的更好的验证。