

# 海洋放射性污染监测技术

卢 霞

# 主要内容

- 海洋放射性污染监测技术概述
- 海洋放射性污染监测技术国外发展现状
- 海洋放射性污染监测技术国内发展现状
- 海洋放射性污染主要来源和检测方法
- 海洋放射性污染监测的发展趋势

# 海洋放射性污染监测技术概述

- ◆ 海洋放射性污染包括**人为产生的放射性污染**以及**天然放射性元素**，而大部分污染的产生为人类活动产生的污染物质。
- ◆ 海洋放射性监测即是海洋中主要污染物放射性核素的监测，主要围绕采样—制样—测量—数据分析等过程进行调查。
- ◆ 通过测量海洋中各种介质放射性核素浓度判断分析污染程度。
- ◆ 污染海洋的人工放射性核素主要有： $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{65}\text{Zn}$ 、 $^{55}\text{Fe}$ 、 $^{59}\text{Fe}$ 、 $^{144}\text{Ce}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^3\text{H}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ 等。
- ◆ 海洋中的天然放射性核素，主要有 $^{40}\text{K}$ 、 $^{87}\text{Rb}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、Th、Ra、U等60余种，它们不是人为产生，不作为污染研究的范畴。

# 海洋放射性污染监测技术国外发展现状

- 海洋放射性污染物在线监测网
- 独立的海洋放射性污染物在线监测平台
- 海洋放射性污染物在线监测传感器

## 海洋放射性污染物在线监测网

- ◆国际上已经建立的海洋放射性污染物在线监测网主要是德国的Marine Environmental Monitoring Network (MARnet)系统。
- ◆该监测网于1987年在波罗的海西部建立，是以海基浮标为主体，同时包括岸基、船基的海洋放射性污染物在线监测网。
- ◆MARnet由位于海上或岸站的12个永久监测站组成，主要用于监测北海和西波罗的海的核辐射。
- ◆海洋上的核辐射仪主要放置在浮标系统上，岸基站点的核辐射仪放置在验潮站内和4个船基系统。
- ◆所有永久台站的记录数据通过卫星(海洋)或无线电(岸站)传输到德国海事与水文局BSH的计算机上。

## 独立的海洋放射性污染物在线监测平台

- ◆独立的海洋放射性污染物在线监测平台是指在海洋环境中使用的监测范围较小，目的性很强且单独使用的在线监测系统。
- ◆2000年，国际原子能机构的海洋环境实验室IAEA MEL和爱尔兰辐射防护研究院RPII合作，应用MEL的检测器和Oceanor公司制造的浮标，在爱尔兰近海监测来自英国Shellafield的处理厂排放流出物中的 $^{137}\text{Cs}$ 。
- ◆2003年，美国的劳伦斯·利弗摩尔国家实验室 研制了两套辐射探测浮标，布放在美国佐治亚州的Kings Bay海军基地等处，以防止恐怖分子携带核武器潜入潜艇基地。该浮标重 6800kg，直径2.4m，高 8 m。在浮标水上部分建造了一个不锈钢室，放置了多种中子和  $\gamma$ 射线探测器。

## 独立的海洋放射性污染物在线监测平台

- ◆2011年，日本福岛发生核辐射泄漏后，美国为了监测太平洋水域异常预警，在太平洋水域部署了Intellicheck Mobilisa 公司研制的核辐射监测浮标。
- ◆希腊的Poseidon地中海监测与预报系统建立于1997年，在部分Seawatch浮标上安装Oceanor公司的RADAM核辐射检测器，监测海水中核素浓度变化。

## 海洋放射性污染物在线监测传感器

- ◆德国BSH水下放射性污染物在线监测传感器
- ◆德国ENVINET IGW810水下放射性污染物在线监测传感器
- ◆挪威Oceanor公司的RADAM 放射性传感器
- ◆希腊KATERINA NaI (T1) 在线监测传感器
- ◆俄罗斯REM-10 水下放射性传感器

# 海洋放射性污染监测技术国内发展现状

- ◆ 国内对海洋环境放射性在线监测工作的开发与研究工作开展比较晚。
- ◆ 近年来，随着日本福岛核事故后将巨量放射性废物向西太平洋海域违规排放以及我国正在东南沿海大力推进各类型核电建设项目，我国政府和公众越来越关心海洋环境放射性对公众健康的影响问题。
- ◆ 由于诸多原因，长久以来我国海洋放射性监测采取实地采样、实验室处理分析为主的监测方式。每年在重点海域若干站位采集海水、生物和沉积物样品，然后带回实验室进行分析与处理。
- ◆ 与发达国家相比，国内在海水核素现场监测技术的水平和海洋放射性监测系统建设上还有很大差距，目前尚无海洋核辐射现场监测设备和系统的产品。

# 海洋放射性污染监测技术国内发展现状

- ◆ 国内相关海洋机构在2011年3月11日日本福岛核事故发生之后，开始海洋环境放射性在线监测技术的研究工作。
- ◆ 清华大学研制了基于 $\phi 40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$  NaI (T1) 晶体的海洋放射性监测传感器。
- ◆ 清华大学还与原国家海洋局第三海洋研究所合作开展了小型化HPGe现场监测仪器的研究开发工作。
- ◆ 国家海洋技术中心承担了西太平洋海洋环境放射性在线监测设备研发和在线监测任务，研发了海洋环境放射性总辐射剂量在线监测漂流浮标和海洋环境放射性在线监测锚系浮标系统两类在线监测设备。
- ◆ 海洋环境放射性总辐射剂量在线监测漂流浮标抵近日本观测，取得了敏感海区的监测数据。
- ◆ 海洋环境放射性在线监测锚系浮标于2013年进行了为期一年的长期连续在线监测。



**核武器试验**



**核工厂、核电站和核动力舰船的废物排放**



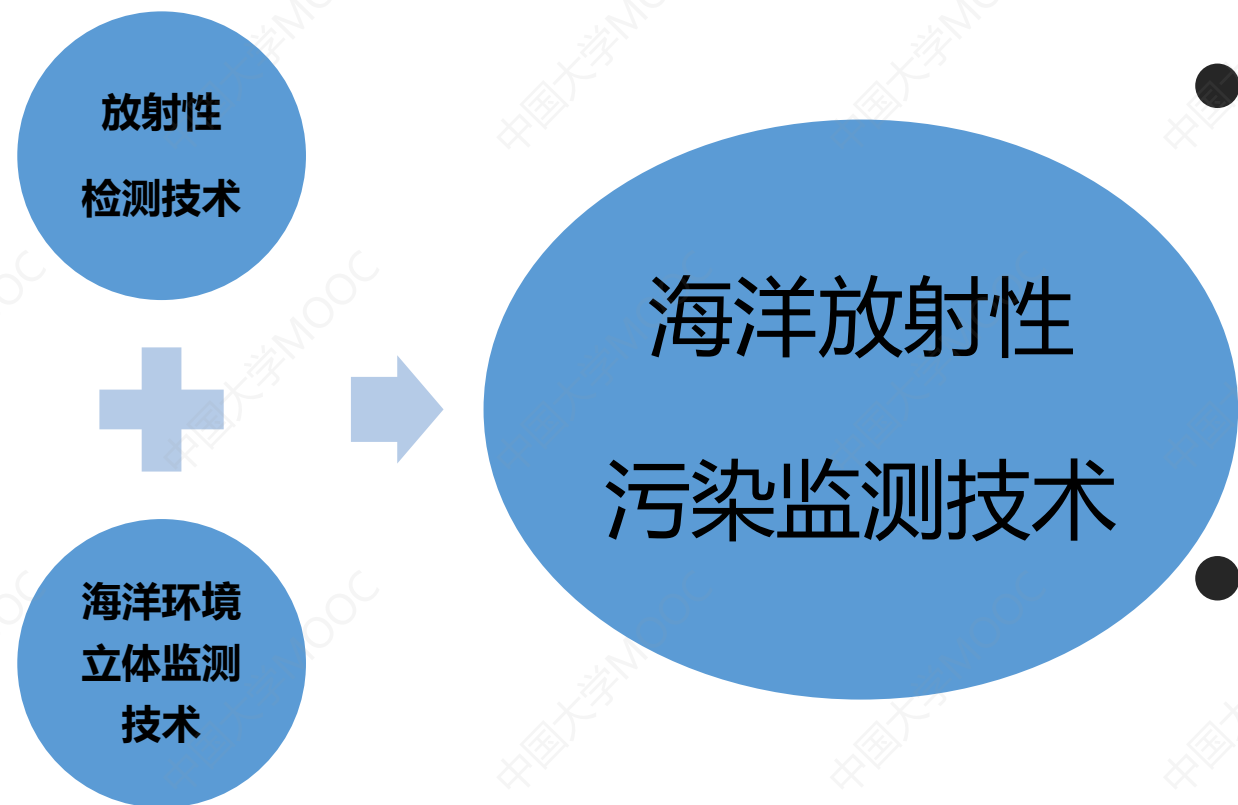
**核事故造成的放射性物质的逸出**



**海底放射性废物倾废**

**海洋中人为产生的放射性污染主要来源**

# 检测方法



## ● 直接检测

- 主要围绕采样--制样--测量--数据分析等过程进行调查
- 直接测出采样的海水和沉积物中放射性核素的浓度和分布(水平分布和垂直分布)。

## ● 间接检测

- 通过测量海洋中的各种介质（海洋生物群）放射性核素浓度，判断分析污染程度。

# 海洋放射性污染监测技术的发展趋势

- ◆ 国际上的发达国家大多已经建立了业务化的海洋放射性监测系统或网络，主要分布在核电站周围海域监测其排放情况，同时也有系统或设备部署在关键的海上战略通道，肩负着海上核反恐的责任。
- ◆ 我国海洋环境放射性在线监测方面基本空白，一旦发生海洋相关核泄漏等事故，没有快速有效的现场在线监测手段，难以开展有效的应急监测，无法满足业务化和放射性应急监测的需要。
- ◆ 重点应该关注海洋放射性在线监测传感器研发与监测预警技术研究两方面内容。

# 海洋放射性在线监测传感器技术的发展趋势

- ◆ 海洋环境放射性具有低活度、大体积、液态三个特殊性。
- ◆ 针对于这一特点，目前我国还未有专门针对海洋环境使用的放射性传感器，现有移植使用传感器存在探测下限过高、能量分辨率差等方面的缺陷，因此海洋环境在线监测传感器技术研究应以传感器低探测限、低温、耐高压、耐腐蚀等指标为重点，配合以低水平放射性解谱、能量与效率刻度、稳谱等关键技术研究，研究真正适合于海洋低放射性活度、高腐蚀、高压环境要求，并具有温度校正功能的高灵敏探测器。

# 海洋放射性在线监测预警技术研究的发展趋势

在现有海洋观测与在线监测系统基础上，重点针对放射性监测特点进行技术升级和改进，满足其对电源供给、数据传输等要求，并通过无线电远程传输、卫星传输和互联网数据交换，将设立固定在海上的浮标/潜标、岛屿上的陆基监测系统、水下滑翔器和巡逻船上的仪器组成实时在线连续监测系统，突破在线监测系统的实时数据分析与预警关键技术，实现对海洋放射性核素的实时在线监测与预警。

**感谢聆听！**