

北海区海洋放射性环境监测预警信息系统的设计与实现

张馨星^{1,2}, 邓春梅^{1,2}, 王伟^{1,2}, 王荣元^{1,2}, 魏计房^{1,2}, 高晓慧^{1,2}

(1. 国家海洋局北海环境监测中心, 山东 青岛 266033; 2. 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室, 山东 青岛 266033)

摘要:本研究针对海洋管理部门监测预警的需求, 开发了北海区海洋放射性环境监测预警信息系统。系统主要由信息数据库、分析评价模块、信息预警模块三大部分组成。该系统实现了放射性监测数据的管理和自动化评价分析, 实现了核事故的预警、应急响应时的模拟预测、信息传输、信息通报等信息化管理。系统开发完成后, 在北海区放射性监测航次中对部分功能进行了应用, 极大的提高了工作效率, 为海洋放射性监测预警工作提供了技术支持。

关键词:海洋环境科学; 放射性监测; 预警; 信息化; 核应急

DOI: 10.3969/J. ISSN. 2095-4972. 2020. 01. 015

中图分类号: P76

文献标识码: A

文章编号: 2095-4972(2020)01-0117-05

随着沿海核电站工业的发展, 核电站机组数量逐年增加, 低放射性废物等污染物进入海洋, 使得近海海洋环境低放射性污染压力日益增大。随着核电站运行时间的延长, 以及频发的自然灾害, 核能开发利用中的核安全问题也日益突出。在北海局辖区内共有 5 个运行中或建设中的核电站。毗邻黄海的韩国有 28 台运行中的核电机组, 虽位于辖区外, 但有可能对我国海洋环境造成影响。因此, 从北海区海洋环境安全出发, 为保障海洋生态环境安全和公众健康, 需要加强海洋放射性污染的监测及监管。

目前国内已有不少基于 ArcGis 数据引擎开发的海洋环境数据分析评价管理系统^[1-3], 但针对放射性监测数据的管理系统开发较少且侧重于应急管理。目前国内放射性环境管理及核应急相关的信息化技术支持系统主要分三大类, 一类是用于核事故后果及影响评价与管理的评估系统^[4-5], 第二类是核应急指挥决策支持系统^[6-9], 第三类是日常放射性环境安全管理系统^[10-11]。还有一些技术支持系统则为涵盖了核事故应急内容在内的多种海洋突发事件应急管理系统^[12]。

1 系统的功能设计

本系统设计并开发了北海区海洋放射性环境监

测预警信息系统, 通过各海区间的信息互通互访以及北海区各单位间的信息共享, 实现所辖海区及负责监测预警区域的核事故预警功能。本系统能够进行放射性海洋环境监测预警数据的管理、查询和分析、放射性物质的扩散预测、放射性物质对海洋生态环境影响的综合评价、预警信息的发布等功能, 可以为上级决策部门和各级地方政府以及社会公众提供技术政策和应急建议等信息。系统的总体功能设计包括预警功能、信息传输共享功能、数据管理分析功能, 图 1 为系统总体设计框架。

1.1 预警功能

北海局所辖海域预警工作以各海区以及北海区各单位间的信息互通互访为基础。当相邻海区进入预警状态时, 信息平台可将相邻海区的预警信息以及其他相关信息共享, 系统可直接登录平台读取信息并查看。北海区根据共享信息进行辖区内的扩散预测以及应急监测。当北海区发生核事故时, 可立即启动响应机制进行事故源的漂移扩散预测和影响海域范围内的应急监测。在以上两种情况下得到的预测和监测结果均可通过本数据库系统进行预警评价, 最终一键生成预警评价产品通过信息共享平台上报至北海局负责处室, 审核修改完善后发布预警信息。

收稿日期: 2018-12-14

基金项目: 北海分局海洋科技资助项目(2017B03); 国家海洋局海洋减灾中心委托科研资助项目(2018AA051)

作者简介: 张馨星(1986—), 女, 硕士, 工程师; E-mail: zxxxmu@ncs.mnr.gov.cn

1.2 信息传输共享功能

北海信息中心通过数字海洋网与其他各海区及研究所建立接口,北海局相关处室、北海监测中心、北海预报中心通过专网与北海信息中心所建接口相连。各单位可通过这一平台进行数据和信息的共享,并设置相应的读取和写入权限。

1.3 数据管理分析功能

本模块构建了北海区海洋放射性环境监测预警综合数据库,存储监测区域的基础地理数据、核风险

源信息、敏感区背景场数据和化学背景场数据。存储北海区常规放射性监测数据以及福岛核事故以来应急监测数据。

本模块主要实现对北海区放射性监测数据的导入、查询、导出以及分析评价功能。除了进行数据查询外,还可对查询的数据进行统计和分析,通过多类型图表进行直观展示。根据已录入的评价标准、评价方法对海洋放射性状况进行评价分析,并可以实现一键导出评价报告等功能。

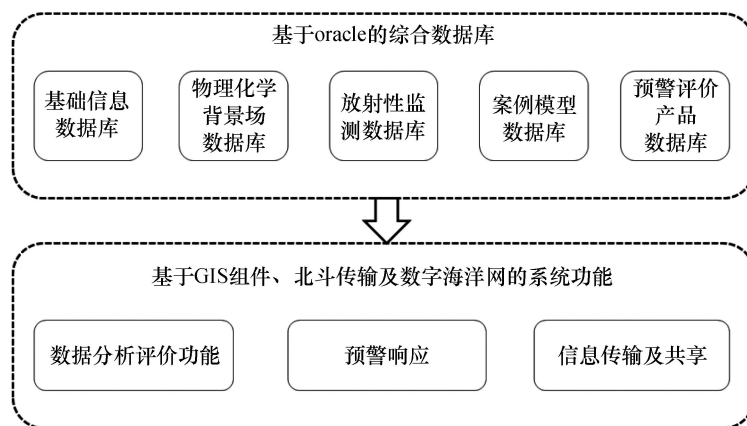


图1 系统设计框架示意图

Fig. 1 System design framework

2 系统的组成及应用

2.1 综合数据库

2.1.1 基础信息数据库 包括基础地理数据库、放射性风险源信息数据库、敏感区数据库。存储了北海区周边地区海岸地貌、等深线、主要海湾、海岛、入海河流、省地级区划等信息,以及北海区在建和运营的沿海核电站分布情况,包括堆型、核电技术类型及来源、规模、动工及运行时间寿命等,此外还有海区邻近国家放射性高风险源信息。建成了基于 ArcSDE 空间数据引擎的敏感区数据库。存储了北海区敏感区矢量数据,包括海洋自然保护区、海洋特别保护区、产卵场、主要渔场、海水增殖区等生态敏感区,沿海城市、城镇、滨海旅游度假区、海水浴场等沿海公众活动密集区、石油平台、石油管线、海底管线、航道等,可以在地图上分别显示或叠加显示。

2.1.2 物理背景场数据库 本模块录入多种手段获取的海洋环境观测数据,实现了部分观测资料的实时入库,数据内容主要包括:北海区海洋站、浮标、志愿船观测数据以及基础地理数据等。观测要素内容包含:风速、温度、压力、湿度、海浪、潮汐、海流等,探空、地面、台风警报、传真报、天气图等数据以及海

图、水深、岸线等地理数据。

2.1.3 化学背景场数据库 本模块整理录入了近 10 a 的海水、沉积物的水文及化学等常规监测数据,包括黄渤海海洋环境趋势性监测、青岛等重点海域的海洋环境监测等数据,基本实现对黄渤海海洋环境历史变化趋势的时空分析,能够实时得出该海域海洋环境中各化学要素浓度的时空变化情况。

2.1.4 放射性监测数据库 本模块录入了北海区放射性监测数据历史资料,包括典型河口海湾以及核电站邻近海域的海水、沉积物、生物放射性水平监测数据,以及 2011 年福岛核事故至今北海区大气、海水、沉积物、生物的应急监测数据。

2.1.5 案例模型数据库 本模块包含了部分根据模型计算的预测结果,假设核事故放射性核素不同量级的排放量,根据预报中心进行的漂移扩散预测结果,构建了北海区主要核电站不同等级事故漂移扩散预测案例库。

2.1.6 预警评价产品数据库 本模块存储了核事故的应急管理措施文件以及监测预警信息和评价报告等文档,方便决策者进行查询和使用。具体内容包含应急预案、监测方案、预警通报和事故评价报告。

2.2 数据管理分析评价模块

本模块功能主要是基于放射性监测数据库,一方面可对数据库中的数据进行管理查询,另一方面

则可对选定时间或空间范围的数据进行统计分析 & 评价,功能实现方式见图 2。

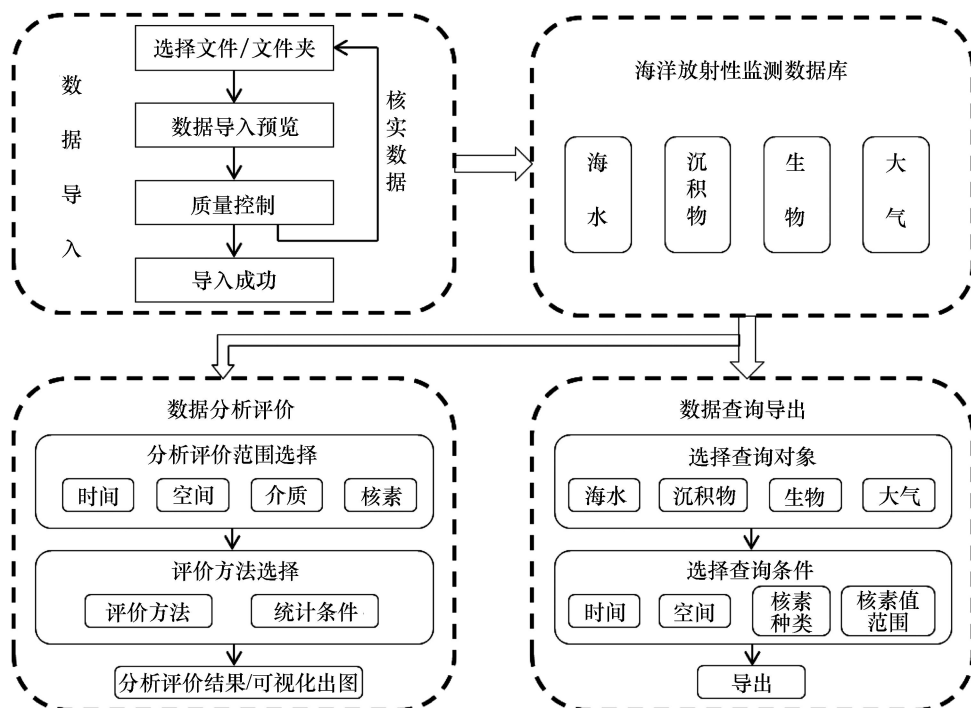


图 2 数据管理分析评价模块示意图

Fig. 2 Module of data analysis and evaluation

2.2.1 数据管理 本模块包括数据导入、查询、导出和质量控制几个方面。可根据固定的海水、沉积物、生物或大气的监测报表格式导入数据,既可导入单个文件,也可进行文件夹的导入。在进行数据导入时,可进行质量控制,导入时不符合质量标准的数据可预览或进行提示。进行数据查询时可根据时间或空间设定查询范围,查询的数据可以导出,还可以设定更为具体的条件进行数据筛选。

2.2.2 数据分析评价 统计分析功能主要是指选定时间或空间条件进行数据查询后,可选择数据进行统计分析,分析内容包括浓度范围和均值以及历史变化趋势图,并可根据需求选择图表类型。

评价功能则建立在评价标准和评价模型的基础上。根据筛选的放射性状况评价指标录入了评价标准,评价标准包括本底标准和浓度限值标准。本底标准来源主要为监测点的历史调查值,区域范围变化较大。浓度限值一般根据相关标准确定。因此整个评价标准是在不断地补充修改中完善,在评价标准的管理中管理人员可以进行标准的添加、修改和删除。

海洋环境放射性质量评价通过对不同监测对象

进行评价实现,具体评价指标即各监测对象对应的监测项目。评价指标均可以根据需要进行手动的添加或删除。评价结果可通过文字和图形共同展示。现主要评价方法为本底比较评价法,正在完善结合监测海域易损度和核素毒性系数的指数评价法,期望通过评价得到的指数直接判定预警级别。因此设置了评价方法的公式编辑管理模块,可根据新的研究成果继续对评价方法进行添加和更新。

2.2.3 一键生成报告 系统能够通过不同分析及评价条件的选择,快速出具监测评价报告和对外监测预警信息通报。也可在数据分析及展示等各个界面中,通过截图等方式将当前的图或表单独保存到存储设备或者评价报告当中。这种一键式报告的功能,为业务化工作提供了极大的方便,尤其在放射性应急工作中会发挥其方便快速的优势,为决策和对外信息发布提供快速高效的支持。

2.3 信息预警模块

2.3.1 预警响应及信息交换 系统已实现了各海区间的信息互通互访以及北海区各单位间的信息共享。通过设置权限,用户可进行文件的上传和下载。例如在应急演习中通过共享模块上传监测数据,预

报中心读取后可进行扩散预测,然后将预测结果上传,从而在系统中结合其它放射性分析评价结果形成产品和报告。系统连接配置成功后,系统每 10 s 会对相邻海区信息中心的文件夹进行文件读取,当读取到预警信息时会进行窗口及声音提示,并且系统会自动发送短信至相关负责人和技术人员。

2.3.2 扩散预测 通过本系统发送监测数据至预报中心,或根据已有的预警信息中的预测数据进行放射性物质的扩散预测(该预测通过预报中心放射性污染物扩散预测模型进行),预报中心通过系统将结果返回。本模块可将返回的结果以动态的形式显示在地图上,也可基于敏感区背景场中以动态或静态的预测结果显示,更直观的判断污染物的扩散对海区内较敏感区域的影响。

2.3.3 数据传输 系统开发完成后,随即在当年的放射性监测航次中进行了部分功能的测试。将航次中现场富集监测的¹³⁷Cs、¹³⁴Cs 数据编码通过北斗传

输系统传回并直接导入本系统,实现了船舶监测数据的即时传输,达到了随时监测随时预警的目标。此外,系统还留出了实验室管理系统和浮标实时数据接口,便于后续实验室检测数据和浮标监测数据的直接录入。

3 结论

本研究从业务化监测预警的实际需求出发,通过数据预处理、范围质控,对多源监测数据的有效性、准确性进行检验,把可用的数据导入到综合数据库中。实现了监测数据存取的便利化,分析评价的快速化和可视化。通过数据及信息的快速或实时传输预警,满足了应急的时效性。本研究致力于通过计算机技术和海洋监测业务的结合,充分发挥信息化优势,提高业务人员的办公效率和业务质量,提升海洋放射性监测的信息化水平,便于海洋管理部门充分掌握海洋监测预警数据信息。

参考文献:

- [1] 卜志国,高晓慧,李忠强. 基于 GIS 的海洋生态环境监测数据分析评价系统研究[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2012, 42(1): 36-40.
- [2] 尹维翰,卜志国,孙培艳,等. 基于 ArcGIS Engine 和 .NET 的海水环境数据分析评价系统的设计与实现[J]. 山东科学, 2014, 27(2): 13-18.
- [3] 温婷婷,卜志国,赵玉慧,等. 北海区陆源入海排污口数据分析评价系统的设计与实现[J]. 海洋开发与管理, 2015, 32(12): 90-93.
- [4] 林雪清,曹建主,曲静原,等. 国家环保总局核事故后果评价与预测系统的设计与研发[J]. 辐射防护, 2006, 26(2): 70-77.
- [5] 李冰,陈晓秋,乔清党,等. 气载放射性污染物长距离迁移辐射后果评价系统简介及应用[J]. 中国科技成果, 2015(9): 20-27.
- [6] 张升涛,左启贵. 基于 ArcGis 的核事故响应与决策支持系统的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2011, 7(31): 7 706-7 708.
- [7] 凌永生,贾文宝,单卿,等. 江苏省核应急管理指挥决策支持系统的研究[J]. 原子能科学技术, 2012, 46(增刊 1): 677-682.
- [8] 刘振军. 核应急指挥系统安全技术探讨[J]. 原子能科学技术, 2014, 48(增刊 1): 1 092-1 095.
- [9] 李斌,柳超,唐天翼. 核应急指挥系统设计[J]. 计算机与数字工程, 2015, 43(5): 934-939.
- [10] 赖德军,袁宏,王丽坤. 基于 GIS 的环境放射性管理与评价系统[J]. 信息技术, 2013(3): 28-35.
- [11] 段中山,冯考杰,秦兵,等. 核与辐射环境安全管理与评价系统的研究与应用[J]. 核科学与工程, 2015, 35(4): 749-756.
- [12] 于庆云,张蒙蒙. 全国海洋突发事件应急管理系统设计与实现[J]. 海洋开发与管理, 2017, 34(9): 54-58.

Design and implementation of marine radioactive environment monitoring and warning information system in the North China Sea

ZHANG Xin-xing^{1,2}, DENG Chun-mei^{1,2}, WANG Wei^{1,2}, WANG Rong-yuan^{1,2},
WEI Ji-fang^{1,2}, GAO Xiao-hui^{1,2}

(1. North China Sea Environmental Monitoring Center, SOA, Qingdao 266033, China; 2. Shandong Province Key Laboratory of Marine Ecological Environment and Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao 266033, China)

Abstract: The monitoring and early-warning information system of marine radioactive environment in the North China Sea was developed to meet the demand of monitoring and early-warning of marine management department. The system includes three parts: information database, analysis and evaluation module and early-warning module. The system implements the management of radioactive monitoring data and automatic evaluation and analysis, and the information management of nuclear accident early-warning, simulation prediction of emergency response, information transmission and information notification. Some functions of the system had been applied in the radioactive monitoring voyage after establishment of the system. It shows that the system has greatly improved the work efficiency and provided technical support for the marine radioactive monitoring and early-warning.

Key words: marine environmental science; radioactive monitoring; early-warning; informatization; nuclear emergency

DOI: 10.3969/J. ISSN.2095-4972.2020.01.015

(责任编辑:方建勇)