

GIS 和 Google Earth 开发在溢油预测中的整合应用

焦俊超¹, 马安青¹, 娄安刚¹, 陈爽¹, 杨少磊²

(1. 中国海洋大学环境科学与工程学院, 山东 青岛 266100; 2. 山东省海事局, 山东 青岛 266002)

摘要:为防止溢油污染扩散蔓延,以渤海湾为研究对象,根据海洋环境动力学建立动态溢油模型并生成 DLL。在 Visual Studio. net 语言环境下基于 ArcEngine 控件进行组件式 GIS 开发并嵌入 DLL,开发出 GIS 溢油预测系统。输入溢油事故相关参数, DLL 就自行运算生成 SHP 格式溢油轨迹文件,系统可将其转成 KML 格式文件,然后自行启动 Google Earth 并加载 KML,通过 Google Earth 来显示溢油轨迹,为溢油应急治理提供辅助决策。结果表明整合 GIS 和 Google Earth 开发可以提高效率、节省费用,能较准确地对海上溢油轨迹进行预测,有进一步推广的潜力。

关键词: GIS; Google Earth; 溢油; 预测

中图分类号: X 820. 4; P 208. 2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-0323(2011)02-0215-05

1 引言

海上溢油是指在海上石油开采和运输过程中,由于自然因素和人为因素造成的大量石油倾入海洋的事故。在全球性海洋石油开采和海上运输迅速发展的同时,海上溢油污染事故也越来越多^[1]。据统计全球每年至少有 600 万 t 油类通过各种途径泄入海洋^[2]。仅在 2010 年前 3 个季度,就发生了举世震惊的墨西哥湾、新加坡海峡和大连湾溢油事件。2010 年 4 月 20 日英国石油公司在墨西哥湾的“深水地平线”钻井发生爆炸,截止 5 月初,就有上万吨原油侵入墨西哥湾,污染海域约 5 200 km²; 2010 年 5 月 25 日,一艘马来西亚籍油船与一艘圣文森特和格林纳丁斯籍货船在新加坡海峡樟宜东附近相撞,约 2 000 t 石油泄漏; 7 月 16 日,大连新港输油管线爆炸起火事故造成约 1 500 t 原油泄漏进入近海,导致海面污染区域约为 430 km²。连续发生的海上溢油事故严重威胁着海洋生态环境,并对社会、经济等产生长期的影响^[3]。海上溢油轨迹的分析和预测是溢油处理和决策的基础和依据^[4],为了防止溢油污染蔓延扩散,对海上溢油轨迹的变化趋势做出科学

的预测是十分必要的^[5],这样能够有效降低事故的危害和损失程度。

发达国家已利用计算机技术和 GIS 技术发展溢油预测系统,如美国的 OILMAP 系统^[6]、英国的 OSIS 系统^[7]、挪威的 OSCAR 系统^[8]。本研究在充分考虑溢油的环境动力因素和非动力因素以及油品属性的基础上,使用 Fortran 语言建立动态溢油模型并生成动态链接库(Dynamic Link Library, DLL)文件。以 Visual Studio. net 语言环境为开发平台,结合 ArcEngine 控件进行组件式 GIS 开发,并嵌入 DLL 溢油模型。在使用时,用户只需键入溢油事故相关参数,系统后台会自动调用 DLL 模型完成相关计算,计算完成后生成溢油轨迹的 SHP 矢量格式文件,系统可以把 SHP 矢量格式的文件转成 KML 格式文件,并自行启动 Google Earth 并加载 KML 文件,并通过 Google Earth 平台显示海上溢油的运动轨迹,为溢油事故处理提供辅助决策。

2 建立动态溢油模型

为了模拟海上溢油的运动轨迹,采用油粒子模型对溢油进行量化分析^[9]。分别采用 FVCOM 模

收稿日期:2010-08-15;修订日期:2010-10-26

基金项目:山东省海事局“渤海湾溢油污染预测预警技术”项目(2008-311-000-035),我国海岸带主要地质灾害预警预报系统前期研究项目(200705021)。

作者简介:焦俊超(1985—),男,河南驻马店人,硕士研究生,主要从事 GIS 开发研究。E-mail: zmdjjchjjch@163. com。

通讯作者:马安青(1970—),男,安徽太和人,博士,主要从事遥感与地理信息系统在资源与环境方面的应用与开发研究。

E-mail: maanqing538@sina. com。

型和 MM5 模式对流场和风场进行模拟,在充分分析风化过程对溢油行为的归宿影响和油膜动力学、非动力学过程的基础上,建立结合溢油风化模式和输移扩散模式的渤海湾动态溢油模型。Fortran 语言是一门适合科学计算和工程分析的程序设计语言^[10],在数值模拟方面具有强大的功能,所以选用 Fortran 语言编写溢油动态模型,并生成 DLL,供组件式 GIS 开发时调用。这就同时利用了 Fortran 语言强大的计算功能和 Visual Studio. net 良好的可视化界面设计功能^[11]。

3 GIS 系统开发及溢油轨迹生成

3.1 系统开发路线

GIS 是一种采集、存储、管理、分析、显示与应用地理信息的计算机系统,是分析和处理海量地理数据的通用技术^[12]。组件式 GIS(ComGIS)面向对象

技术和组件技术在 GIS 软件开发中的应用^[13],它把 GIS 分成不同的功能模块,用户以可视化开发语言为平台,通过 GIS 组件之间的接口实现相应的功能,形成适合特定需要的应用 GIS 系统。研究选用 Visual Studio. net 为语言平台, ArcEngine 为组件进行 GIS 系统开发,并在开发过程中嵌入设计好的动态溢油 DLL 模型。总体设计过程如图 1 所示。

3.2 溢油轨迹生成

在用溢油预测系统对溢油事故进行模拟时,首先调入由 FVCOM 模型和 MM5 模式产生的流场和风场,根据可视化界面操作(如图 2),输入溢油事故相关参数(如表 1),系统便在后台运行 DLL 模型,时间间隔和粒子数用户可以自行设定。模型运行完毕后,会在指定的位置产生 SHP 矢量格式的溢油轨迹文件,也包括扩散、密度、蒸发、含水率、溶解率等文本文件。

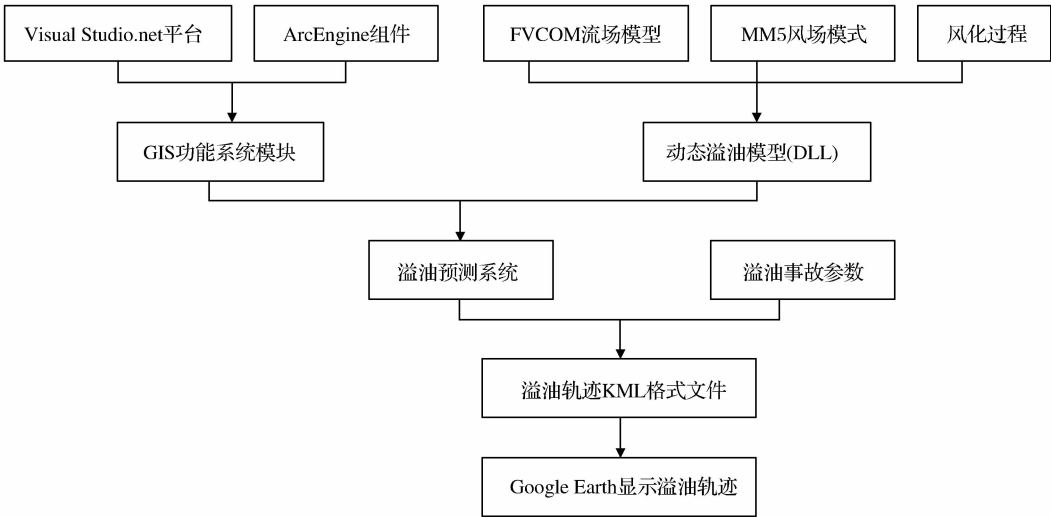


图 1 系统设计流程图

Fig. 1 Flow chart of system design



图 2 参数输入界面

Fig. 2 The interface of parameter inputting

表 1 溢油事故相关信息			
Table 1 The information about oil spilling			
时间参数	位置参数	过程参数	风场参数
溢油起始时间	溢油发生位置	溢油品种选择	选择 MM5 模式风场或定长风
模型运行时间	溢油量、溢油速度	油粒子个数设置	风应力系数和偏向角设置

4 Google Earth 溢油轨迹显示

4.1 Google Earth 简介

Google Earth 是由 Google 公司开发的以地球

坐标(经纬度)为依据的、具有多分辨率的、由海量数据组成的、能立体表达的 3D 虚拟地球软件^[14]。Google Earth 能提供有效分辨率至少为 100 m 的全球地貌影像,通常为 30 m,像大城市、著名景区等分辨率甚至达到了 1 m 以内,它提供的卫星照片和真实的地理信息是一致的,而且拥有良好的交互式界面,为我们利用 Google Earth 和 GIS 结合提供了可能。

Google Earth 地标文件有 KML 和 KMZ 两种格式^[15],KML 全称是 Keyhole Markup Language,是一个基于 XML 语法和文件格式的文件,KMZ 是一个经过 ZIP 格式压缩过的 KML 文件。但这两种地标文件只能依赖于 Google Earth 来显示和描述地理信息,所以,其他格式的地理信息文件要想通过 Google Earth 显示,首先要转成 KML 或者 KMZ 格式。本研究通过语言程序使 SHP 格式转为 KML 格式,然后通过 Google Earth 显示。

4.2 溢油轨迹 KML 文件

由于 GIS 系统根据输入的溢油事故相关参数生成的溢油轨迹是 SHP 格式的,所以要通过编写程序使 SHP 格式转为 KML 格式,然后在 Google Earth 上显示。转换窗口界面如图 3,用户在选择图层和字段后执行转换程序,生成对应的 KML 格式文件。点状地标 KML 文档架构如下:

```
Private pXmlKml As XmlTextWriter
pXmlKml. WriteStartElement("Placemark")
pXmlKml. WriteElementString("name", CleanXMLString(m_strFeatureName,False))
pXmlKml. WriteStartElement("Snippet")
```

```
pXmlKml. WriteAttributeString("maxLines","2")
pXmlKml. WriteEndElement()
pXmlKml. WriteElementString("styleUrl","#"+CleanXMLString(m_strStyleName,False))
pXmlKml. WriteStartElement("Point")
pXmlKml. WriteElementString("altitudeMode",m_strAltitudeMode)
pXmlKml. WriteStartElement("coordinates")
```

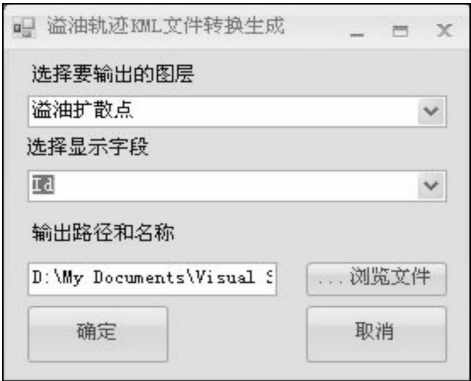


图 3 KML 文件转换界面

Fig. 3 The interface of KML files conversion

4.3 实例验证

2010 年 4 月 19 日 21 : 00,在 120°57. 69'E、38°36. 38'N处发生溢油事故。调入由 FVCOM 模型和 MM5 模式预测出来的 4 月 19 日和 20 日的流场和风场,输入溢油事故相关参数(如图 2),设定每隔 30 min 输出一次位置,油粒子个数为 100 个,根据本系统预测未来 12 h 的运动轨迹以及其他属性变化。把生成的溢油轨迹矢量文件转成相应的 KML 文件,通过 Google Earth 显示(如图 4)。其中,0 为



图 4 溢油预测结果显示

Fig. 4 The prediction results of oil spilling

事故发生后第 0.5 h 的溢油位置,23 为第 12 h 的溢油位置。测得 4 月 20 日 7:00 的位置在 $121^{\circ}1.68'E$, $38^{\circ}32.70'N$ 处,对照卫星图片发现 2010 年 4 月 20 日 7:00 实际溢油位置在 $120^{\circ}0.95'E$, $38^{\circ}36.63'N$ 处。用测量工具进行测量,两者距离约为 1 150 m,误差在可以接受的范围之内,模拟溢油轨迹和实际运动轨迹基本一致。

5 结 语

Google Earth 已经在很多领域得到了应用,它提供的卫片和航片可以免去部分制作底图的时间和费用,而且能使用户从不同的角度去研究世界。它也已经公开了部分开发接口 API,可以使用开发语言针对特定的需求进行二次开发,和 GIS、GPS 进行整合联动,实现 3S 集成。本研究即是把 GIS 和 Google Earth 开发整合起来,在采用 Visual Studio.net 语言平台结合 ArcEngine 开发 GIS 系统时嵌入动态溢油模型 DLL,通过 Google Earth 平台,借助于它的免费底图显示溢油轨迹。软件界面友好、无需海域底图、移植性强、溢油预测结果和实际卫星图片对照时,满足精度要求,有值得推广的潜力和价值。

参考文献(References):

- [1] Zhang Heqing, Li Fujiao. Study and Practice of the Oil Drift and Diffusion on the Sea Surface in the Offshore[J]. Journal of Tropical Meteorology, 2001, 17(1): 83-89. [张和庆, 李福娇. 近海海面油类漂流扩散的研究和预测实践[J]. 热带气象学报, 2001, 17(1): 83-89.]
- [2] Chen Guohua. Oil Pollution of Water[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2002. [陈国华. 水体油污染治理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.]
- [3] Lou Sha, Liu Shuguang. Review in Theory and Study of Oil Spill Models[J]. Environmental Science and Management, 2008, 33(10): 33-37. [娄厦, 刘曙光. 溢油模型理论及研究综述[J]. 环境科学与管理, 2008, 33(10): 33-37.]
- [4] Liu Yancheng, Yin Peihai, Lin Jianguo, et al. Prediction of Oil Spill Spreading and Transport over the Sea[J]. Journal of Dalian Maritime University, 2002, 28(3): 41-44. [刘彦呈, 殷佩海, 林建国, 等. 基于 GIS 的海上溢油扩散和飘移的预测研究[J]. 大连海事大学学报, 2002, 28(3): 41-44.]
- [5] Liu Yang, Shao Yun, Yu Wuyi, et al. Analysis on Radar Backscatter Feature and Evolution of Ocean Pollution Oil Slick with ENVISat SAR[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2010, 25(3): 311-317. [刘扬, 邵芸, 于五一, 等. 基于 ENVISat 的海洋污染性油膜雷达散射特征与扩散趋势分析[J]. 遥感技术与应用, 2010, 25(3): 311-317.]
- [6] Anderson E L. The OILMAPWin/WOSM Oil Spill Model: Application to Hindcast a River Spill[C]//Proceeding of the 18th Arctic and Marine Oil Spill Program, Technical Seminar, Edmonton, Alberta, Canada, 1995: 793-817.
- [7] Leech M. OSIS: A Windows Oil Spill Information System [C]//Proceeding of the 16th Arctic and Marine Oil Spill Program, Technical Seminar. Calgary, Alberta, Canada: 1983, 5(1): 27-30.
- [8] Reed M, Ekrol N, Rye H, et al. Oil Spill Contingency and Response(OSCAR) Analysis in Support of Environmental Impact Offshore Namibia[J]. Spill Science and Technology Bulletin, 1999, 5(1): 29-38.
- [9] Long Shaoqiao, Lou Angang, Tan Haitao, et al. Comparison of Two Numerical Methods for Solving the Model for Oil Spill Particle Trajectory on the Sea[J]. Periodical of Ocean University of China, 2006, 36(Sup.): 157-162. [龙绍桥, 娄安刚, 谭海涛, 等. 海上溢油粒子追踪预测模型中的两种数值方法比较[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2006, 36(Sup.): 157-162.]
- [10] Peng Guolun. Fortran 95 Program[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002. [彭国伦. Fortran 95 程序设计[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.]
- [11] Liu Peng, Pu Junping. Application of VB and Fortran Mixed Programming in Structural Dynamic Analysis[J]. Journal of Zhejiang University of Technology, 2010, 38(1): 102-106. [刘鹏, 蒲军平. VB 和 Fortran 语言混合编程在结构动力分析中的应用[J]. 浙江工业大学学报, 2010, 38(1): 102-106.]
- [12] Chen Shupeng, Lu Xuejun. Introduction to Geographic Information Systems[M]. Beijing: Science Press, 2001. [陈述彭, 鲁学军. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 2001.]
- [13] Song Guanfu, Zhong Ershun. Research and Development of Components Geographic Information Systems[J]. Journal of Image and Graphics, 1998, 3(4): 313-317. [宋关福, 钟耳顺. 组件式地理信息系统研究与开发[J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(4): 313-317.]
- [14] Jiang tong, Zhao Yanyan, Wang Siwei. Ambulance Decision-making System in Flood Risk at Floodplain in Yellow River Downstream based on Google Eearth[J]. Yellow River, 2009, 31(12): 20-21, 82. [姜彤, 赵彦彦, 王四巍. 基于 GE 的黄河滩区迁安救护决策系统开发[J]. 人民黄河, 2009, 31(12): 20-21, 82.]
- [15] Lu Baishu, Liu Yunbiao. Program Realizaiton of Exploration Spots Display in Google Earth[J]. Resources Environment and Engineering, 2007, 21(4): 450-454. [陆柏树, 刘云彪. 勘测点在 Google Earth 中显示的程序实现[J]. 资源环境与工程, 2007, 21(4): 450-454.]

The Integration Application of GIS and Google Earth Development in Oil Spill Prediction

JIAO Jun-chao¹, MA An-qing¹, LOU An-gang¹,
CHEN Shuang¹, YANG Shao-lei²

(1. *College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China*; 2. *Shandong Maritime Safety Administration, Qingdao 266002, China*)

Abstract: Taking Bohai Bay as a case constructed dynamic oil spill model and resulted in DLL in terms of marine environment dynamics in order to prevent the spread of spill oil pollution. We developed component GIS embedded with DLL based on ArcEngine controllers under Visual Studio. net program language circumstance to obtain GIS spill oil system. First, input parameters on spill oil accidents, then DLL automatically processed this data to generate SHP file of spill oil trajectory, and the system could convert the former SHP file into KML file, following which the system would start Google Earth and also load the KML file obtained in the above step. The movement trajectory of marine spill oil was revealed through Google Earth, which provided decision support to urgently manage spill oil incidents for government department. The results demonstrated that the combination development of GIS and Google Earth could enhance the run efficiency and also save cost as well as accurately predict the spill oil change on the sea, therefore, which had a potential meaning for further promotion.

Key words: GIS; Google Earth; Oil spill; Prediction