

溢油应急响应系统的设计与研究

李 全 韩 增

(中海石油环保服务(天津)有限公司)

摘 要 文章提炼出溢油应急过程中的三种信息流,以整合信息流为目标,利用以状态机为核心的指挥技术和通用共享指挥图技术(Common Operational Picture,简称 COP),并结合现有的溢油应急预案及专家决策支持系统和船舶动态管理系统(Automatic Identification System,简称 AIS 系统),提出“溢油应急一张图”核心理念,研究并设计了能够进一步提高溢油应急效率和信息流转功效的溢油应急响应资源分布及决策支持系统。

关键词 信息流;状态机;通用共享指挥图;溢油应急图

中图分类号: TE38

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2013)06-0076-03

0 引 言

按照《中海油突发安全生产事件总体应急预案》的相关规定^[1],中海石油环保服务(天津)有限公司(下称“环保公司”)建立了完善的溢油应急响应程序和预案,对溢油应急事件的处理过程建立了完善的信息通道^[2]。通过分析发现在该信息通道中存在以下三种信息流:

由下至上流动的协作—反馈信息流:保证溢油应急事态信息、下级部门的专业意见真实、快速地反映到上级决策机构。由上至下流动的决策—指挥信息流:保证上级决策机构的指挥命令下达和畅通流转。各部门之间横向流动的资源协调—整合共享信息流:保证应急各部门之间信息和交互渠道的畅通,防止资源的冲突。

溢油应急响应资源分布及决策支持系统就是要以“溢油应急一张图”理念为核心,对以上三种信息流进行有效整合,并集成溢油应急预案及专家决策支持系统和船舶动态管理系统,涵盖溢油应急事件所有信息(包括环境信息、敏感区信息、溢油信息、装备和物资信息等),实现对溢油应急事件中各类信息的有效利用。

1 系统开发涉及的主要内容

溢油应急响应资源分布及决策支持系统以地理信息系统(Geographic Information System,简称 GIS)为核心,通过网络以及相应的接口软件将各个独立的应急相关基础系统关联在一起,实现相互之间信息的互通联动,为环保公司管理人员提供一个集成化

的溢油应急响应平台。在军事指挥中,各级指挥员都需要在其作战任务区域地图上,标绘各种军事要素,如战场建设、敌我双方部署、作战进程等情况,以便清楚地掌握和运用战场信息。这种在作战地图上标绘的信息称为态势信息,态势信息的主要用途就是帮助指挥决策者在地理空间中认识战场,达到战场感知的目的^[3]。

溢油应急响应资源分布与决策支持系统是以共享态势感知为基础的图形化指挥辅助系统,将现场的环境、态势以及高层的判断和决策通过网络实时共享给全部的指挥员、救援人员,由此来提高作业组的整体战斗力。实际上,就是将所有现场态势、分析判断、处置决心、部署与战术等所有信息构成共享的指挥图,并以此引导所有人的行动,以达到群策群力的效果。并且可以将突发事件相关的一定空间范围内发生危险的性质、影响范围、发展趋势,各类救援人员和单位的部署、进展和机动状况,救援设施和设备的位置、状态,以及周边的人文环境和自然环境等信息,集中展示在同一张图中,辅助决策。通过一张电子地图,决策组可以迅速了解和掌握溢油事件的重要信息。如图 1 所示。

以图 1 信息为核心,可以在电子地图上完成溢油应急响应事件的分析、判断、预测、决心、战术、总结、情报、命令、会商、反馈、控制、推演等图型的标绘。

2 系统设计

2.1 结构设计

该系统在不改变各部门应急指挥系统及各自运

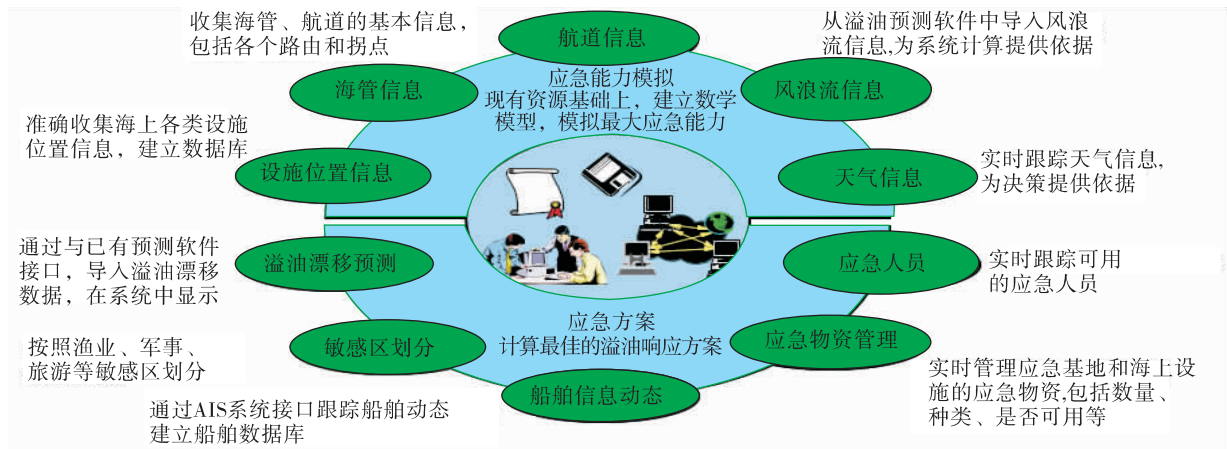


图1 关联的主要信息

行机制的前提下^[4]，充分利用已有的系统建设基础，将不同部门的专业系统整合利用，互联互通，协调一致，统一行动，资源共享，形成统一的溢油应急指挥平台，如图2所示。

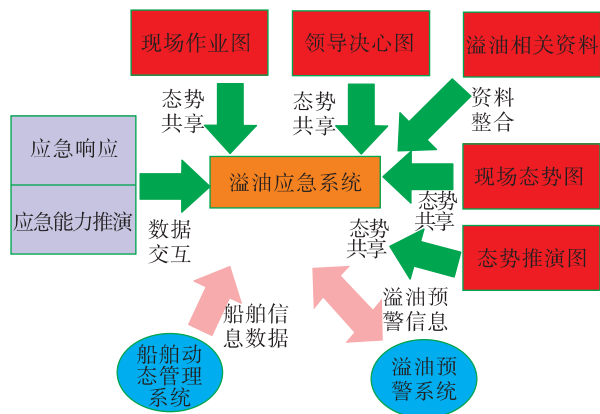


图2 系统结构

2.2 功能设计

2.2.1 基础数据

应急人员通过在GIS系统上切换不同的图层，实现不同类别内容的信息查看。

通过查看应急基地、采油平台、FPSO、海管、环保船的基本信息，可以了解所辖区域内的应急能力，从而在溢油应急事件发生时，能更快地进行相关设备、物资和人员的调配。

2.2.2 应急物资管理

对应急基地库存的应急设备、应急物资进行出入库登记和管理，可以查询设备、物资历史使用情况及用途。

2.2.3 系统集成

通过集成溢油预警系统，输入溢油参数，经过溢

油预警系统进行模拟计算，并将预测油膜轨迹及中心等信息同步到系统中，与此同时，在系统中根据应急现场人员实时汇报海况数据以及油膜位置进行修正，供领导和专家决策。同时，同步显示船舶动态管理系统中船舶信息。

2.2.4 溢油应急响应

启动溢油应急后，将目前溢油事件输入到系统中，并将与溢油事件有关的油膜轨迹信息、气象海况水文信息、涉及敏感区信息、各种影像（航拍、卫星）进行管理。

根据输入的溢油位置、溢油位置、溢油量、油品，辅以各采油平台、应急基地、环保船应急能力指数，经过计算，生成应急响应方案，并跟踪任务完成情况。

2.2.5 溢油应急能力推演

对现有应急能力，进行模拟溢油事件计算，生成各基地及采油平台现有应急能力所能处置溢油应急事件程度。

模拟溢油事件发生，根据溢油事件溢油参数不断变化，计算处置该溢油事件所需的溢油应急能力。

3 系统集成

在该系统的开发过程中，有效集成现有的系统信息，一方面能够有效利用现有系统的成果，减少重复开发的必要性，同时也能在现有系统的基础上对新系统的模型进行优化，从而更加有效地应对溢油应急事件。目前，该系统可以集成的成熟系统主要为AIS（船舶自动识别系统）船信息和溢油应急预测结果。

3.1 AIS 船舶信息导入

充分利用现有的AIS系统船舶信息，进行AIS信息解译、提取、整理，构建AIS信息数据库进行数据集中化管理应用。当读取AIS信息时，创建AIS数

据结构体,此结构体中包含船舶 MMSI、船舶呼号、经纬度信息、航速、航向、船舶尺寸等船舶动态静态信息。系统依据船舶当前地理位置信息选择海图,然后将船舶经纬度坐标转换为屏幕坐标进行图形化显示,并根据船舶类型选择相应图形标记进行标注。

3.2 溢油预测结果导入

通过对“溢油动态预测数据”进行自动化数据解析,与系统提取的电子海图基础地理空间信息数据进行地理耦合图形化显示,后台通过溢油应急方案推演进行溢油应急响应方案的生成,将分析结构进行图形化叠加直观分析判断,如图 3 所示。

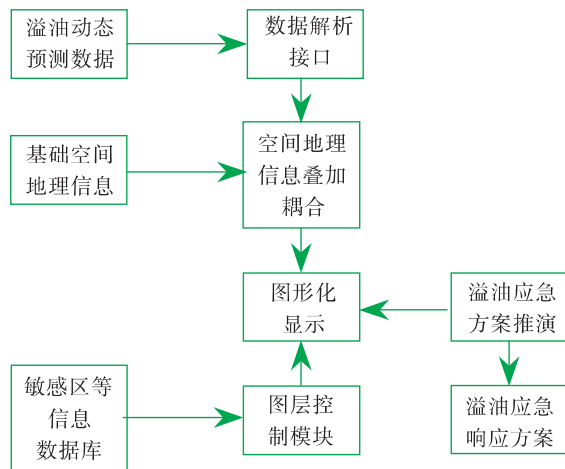


图3 溢油漂移预测集成原理示意

4 功能实现

系统技术实现手段是构建该系统设计的基础,通过一系列相关系统组件和模块,指导各个方面的设计,各个组件和模块之间的连接则明确地描述组件之间的通讯,组件之间的连接用接口来实现。主要设计途径与方法如下:

◆ 从整体上采用三层(N层)结构体系^[5],可以灵活地应对用户需求变化和系统应用的扩展,同时较好地实现系统响应速度快、安全性高以及可维护性好特性,更符合当前通信指挥系统的要求。

◆ 采用协同服务的理念,可以有效地解决各专业应急中心单独处置的模式,并且也可以让所有席位都实现信息交互与共享。

◆ 采用组件开发技术,软件模块化管理,可以实现软件功能的动态组合。

◆ 采用 XML 信息交换标准实现信息交换,提供开放式和标准化协议。

◆ 采用统一接入接口和统一交互接口,实现与外部

系统的连接和集成。

5 系统开发涉及的关键技术

5.1 以状态机为核心的指挥技术

以状态机为核心的指挥技术^[6]是指以事件为核心、将事件的发展周期分解为几个阶段和状态,通过不同性质事件的不同处理状态自动关联资源和操作,实现溢油应急响应指挥过程的场景联动、信息联动、操作联动和资源联动的基本手段。随着状态机的演进,进入不同的指挥状态,就会自动执行预先绑定的各种操作。

通过定义事件类型、处理原则、处置机构和人员、处理过程状态及状态条件、预案、预警阈等信息,即可定义一种新的业务。在状态机的引导下,可以履行完整的事件处理过程,系统无须任何改动。同样,某类型事件不再处理时,只须删除相应的数据即可。这样以统一的业务处理平台处理不同的事件,统一流程,统一资源。

基于通用共享指挥图的应急指挥系统设计模型见图 4。

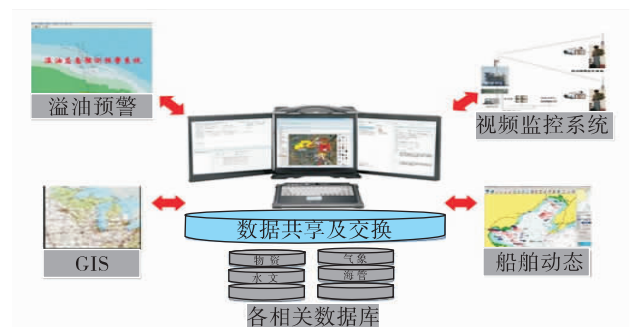


图4 基于通用共享指挥图的应急指挥系统设计模型

5.2 基于通用共享指挥图的应急指挥系统

通用共享指挥图技术理念来自军方作战指挥系统^[7-8]。作为一种可视化、易操作的作战指挥辅助决策工具和作战协同能力验证工具,该技术将在未来企业应急指挥自动化和应急模拟演练中扮演着重要角色。

溢油应急响应信息系统整合通用共享指挥图功能的设计对多部门应急响应控制和协同问题的解决有着极其重要的作用。它将通过通用共享的电子地图实现多系统的集成,加速部门之间行动态势的共享与统一,方便领导迅速了解突发事件,以及当前溢油事件发展态势。

(下转第 81 页)

2.2.1 水上溢油事故

◆ 立即寻找管道泄漏源,关闭管道穿越河流两端的阀门。如果泄漏源不能立即发现,应首先使用拦油栅,以控制漏油影响的范围,同时立即向有关部门报告。

◆ 限制漏油的扩散、漂移,有效地制止漏油源继续泄漏,回收水面浮油。主要的应对措施有以下几个方面:①使用拦油栅汇集水面油,将溢油拦截至适宜回收的河岸附近再进行回收。溢油量大时,可以根据情况考虑设置多道拦油栅。②使用化学药剂把浮油推回,直至浮油层厚度达到一定的界限为止。此时扩散的化学药剂可把浮油包围在一定的区域内,从而有利于回收。③喷洒化学药剂。如在溢油水面喷洒硫磺等固化剂,使浮油聚集成一种较易回收的半固态物质。还可使用消油剂,以减轻污染。

2.2.2 陆上泄漏事故

◆ 管道发生断裂、漏油事故时,首先关闭距出事地点最近的上下游干线截断阀,上游泵站按逻辑顺序停泵,抢修队根据现场情况及时抢修,做好安全防范与生态环境保护,将事故影响控制在最小范围内^[1]。

◆ 根据地形地貌,因地制宜地采取有效措施清除土壤油浸润体中的残油,回收泄漏的原油,减轻对土壤及地下水环境的污染。主要的应对措施有以下几个方面^[5]:①挖坑撇油。在漏油点附近挖坑进行撇油。②挖坑截油撇油。根据原油以漏油点为点源向下游迁移扩散为主的特点,在漏油点下游 10~30 m 距离内,开挖 3 m、5 m 深的两排水平截油沟,一撇二排,以加速土壤油浸润体中残油的外溢。③抽水取油。为加

速从土壤油浸润体里排油,可根据情况在残油含量高的地段(即漏油点下游),打大口径井并定期抽水外排,以防止含油高的上层滞水向下流和深部扩展,从而避免土壤和地下水污染范围进一步扩大。

3 结束语

原油长输管道因腐蚀或操作失误等原因,往往造成大量原油泄漏,从而可能对地表水、土壤、地下水和植被等造成严重污染或破坏,引发环境污染事故。尤其是管道河流穿越段如果发生泄漏,将对河流下游及沿岸的生态环境造成较严重的环境污染。为此,必须做好应对原油长输管道泄漏的环境风险防范措施和应急处置措施,以便有效控制原油管道泄漏事故造成的环境影响。

参考文献

- [1] 胡睿.成品油管道工程油品泄漏对水环境的风险分析与评价[J].科技广场,2007(10):242-245.
- [2] 马红娜,李彦娥,武征.成品油管道泄漏的环境风险评价[J].油气储运,2011(11):801-804.
- [3] 王磊,余曦,虎蕾.原油管道泄漏对地表水环境风险评估[J].环境科学与管理,2012,37(12):193-194.
- [4] 张亚非.油田开发对生态环境的影响[J].油气田环境保护,2006,16(4):28-30.
- [5] 王秀英.油田管输建设工程项目环境风险评价问题研究[D].西安:西安石油大学,2012.

(收稿日期 2013-10-08)

(编辑 李煜)

(上接第 78 页)

6 结束语

可以将溢油应急响应资源分布与决策支持系统定义概括为:一个动态的、网络化、图形化的集成信息响应系统,能够实时地将溢油事件的相关信息、应急救援人员的部署和机动情况以及其它环境要素以态势的形式展现在地理空间中,有利于实现实时的态势感知和集成调用,从而实现溢油应急响应行动的高效性,最大程度地降低溢油应急的损失,同时也最大程度地降低溢油应急响应的成本。

参考文献

- [1] 王伟.中国海油应急预案体系建设[J].劳动保护,2009(12):12-13.

- [2] 靳腾.中国海油应急信息系统建设[J].劳动保护,2009(12):14-16.
- [3] 孙向军,刘凤玉,张宏,等.战场态势信息的分布交互式视景仿真[J].计算机仿真,2003,20(5):1-2.
- [4] 赵红玲.中国海油应急指挥中心建设[J].劳动保护,2009(12):10-11.
- [5] 吴锋,李晓平,廖伍彬,等.基于 3/N 层体系结构的数字油田框架[J].特种油气藏,2007,14(5):102-105.
- [6] 李小将,杨凡德.基于有限状态机的一致性测试模型[J].装备指挥技术学院学报,2003(1):70-73.
- [7] 章琦鸿.巧用态势图应用的实现和集成技术[J].计算机工程与设计,2011,32(7):2557-2561.
- [8] 李欣.美军通用作战图发展现状与趋势[J].长沙大学学报自然科学版:农学卷,2005(3):12-15.

(收稿日期 2013-10-15)

(编辑 李娟)