一、背景及意义

随着资源的枯竭、人口的增加和经济的发展，特别是航运业的发展，海洋污染日益严重。目前船舶造成的海洋污染，已引起人们的普遍关注。随着航运市场的繁荣，我国沿海发生船舶溢油事故的风险也在进一步加剧。因此，采用适当的方法对船舶溢油风险进行评估，找到致险的关键性因素，并能对危害程度进行正确预报，做出相应的清污决策分析，将对风险的预防和应急的处理具有重大意义。

在此背景下，运用定量和定性相结合的方法来研究船舶溢油风险评估问题，评估风险发生概率，明确事故对海洋环境的影响，并得到合理可行的风险防范和处理建议及清污决策分析。这对保护海洋环境和生态资源，建立船舶污染应急反应体系意义重大。

二、设计思路

系统框架如图 1 所示。

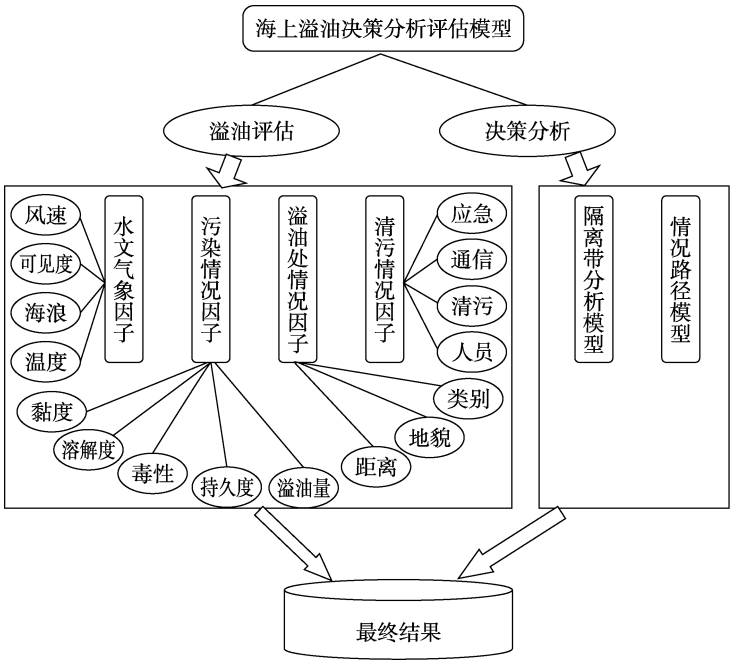


图 1　系统框架图

1. 溢油危害程度评价

溢油危害程度评价其本质不是在于分析溢油发生后海面上石油的分布情况，而是通过当时的水文气象条件、援助条件、海洋利用情况等因素对海域进行危害程度评价，以便更加全面准确地分析出该溢油事故的危害性程度，并对海域进行危害程度分等定级。分等定级指标如下：

{0～<0.5，0.5～<2，2～<3.5，3.5～<4.5，4.5～5}

{危害极小，危害较小，危害一般，危害较大，危害极大}

当海上溢油事故发生后，通过海上检测站监测到当时的水文气象情况等数据，包括风速、可见度、海浪高度、海水温度、海上油的黏度、油的溶解度、油的毒性、油的持久度、油的浓度，以及溢油事故点距离海岸的距离、沿岸地貌类型、海洋利用类型、沿岸各清污船只的清污设备情况、通信设备情况、人员组成情况、溢油反应应急能力等。主要通过叠加分析，重分类分析得到各因子的危害度，再进行加权叠加。各因子权重分配见表 1，各因子技术参数见表 2。

表 1　各因子权重分配表

子因子	权重	因子	权重	结果
风速	0.351	水文气象因子	0.122	评定结果
可见度	0.189			
海浪高度	0.351			
海水温度	0.109			
油的黏度	0.272	污染情况因子	0.363	
油的溶解度	0.097			
油的毒性	0.272			
油的持久性	0.059			
油的浓度	0.299			
离岸距离	0.4	溢油处情况因子	0.212	
沿岸地貌	0.2			
海洋利用	0.4			
清污设备	0.226	清污情况因子	0.303	
通信设备	0.129			
人员组成	0.319			
反应应急能力	0.326			

表 2　因子技术参数表

参数名称	旧值	新值	参数名称	旧值	新值
风速	0～5.4	1	可见度	0～<200	5
	5.5～13.8	2		200～<1000	3
	13.9～24.4	3		1000～4000	2
	>24.4	5		>4000	1
海浪高度	0～<0.5	1	海水温度	<10	5
	0.5～<1.25	2		10～20	3
	1.25～<2.5	3		>20	1
	2.5～5	4			
	>5	5			
油的黏度	<100	1	油的溶解度	<=15	5
	100～<10000	2		16～18	3
	10000～50000	3		19～21	2
	>50000	5		>=22	1
油的毒性	链烃	1	油的持久性	<=15	1
	环烃	2		16～18	2
	烯烃	3		19～21	3
	芳烃	5		>=22	5
溢油量	<10	1	离岸距离	<3	5
	10～100	3		3～<10	3
	>100	5		10～25	2
				>25	1
沿岸地貌	Ⅰ、Ⅱ	1	海洋利用	非自然保护区及其他区域	1
	Ⅲ、Ⅳ	2		渔业区	2
	Ⅴ、Ⅵ	3		旅游区	3
	Ⅶ	5		自然保护区	5
清污设备	设备齐全	1	通信设备	通信状况良好	1
	设备较齐全	2		通信状况一般	3
	设备不全	3		通信状况较差	5
	设备严重缺少	5			
人员组成	有专家指导，经过正规训练	1	反应应急能力	优	1
	无专家指导，经过正规训练	2		良	2
	有专家指导，未经过正规训练	3		中	3
	无专家指导，未经过正规训练	5		差	5

2. 溢油清污决策分析

1）隔离带选址分析

通常海上溢油事故发生后，清污人员都会拉一些临时隔离带，以减小溢油的扩散，尤其是对一些海域保护区或者是沿岸；我们的模型就涉及隔离带的位置选择分析。选择隔离带的位置主要考虑以下几个因素：

（1）离海岸的距离。1000～2000m，不能靠海岸太近，否则无用。

（2）风向。隔离带应该选择在迎风向处，这样可以阻止油随风扩散。

（3）海浪。由于隔离带是有一定高度，所以所选区域的海浪不能超过隔离带高度，否则无用。

（4）所处地区。位置应尽量沿着保护区，尽量阻止溢油扩散到保护区而引起严重危害。

2）清污船只路径分析

当溢油事故发生后，应当尽快地清除溢油以免造成更大的危害，因此需要分析出清污船只到达溢油事故点的路径，要求及时，路径分析模型主要涉以下参数：

（1）风向。清污船只应该尽量顺着风行驶。

（2）海浪。应该沿着海量起伏度较小的区域行进。

（3）距离。清污船只到达事故点距离应该最短。

将这 3 个因子作为距离成本，对溢油浓度>10 的区域进行分析，得到最短时间内离事故点最近的清污船只的路径。

三、模型结构

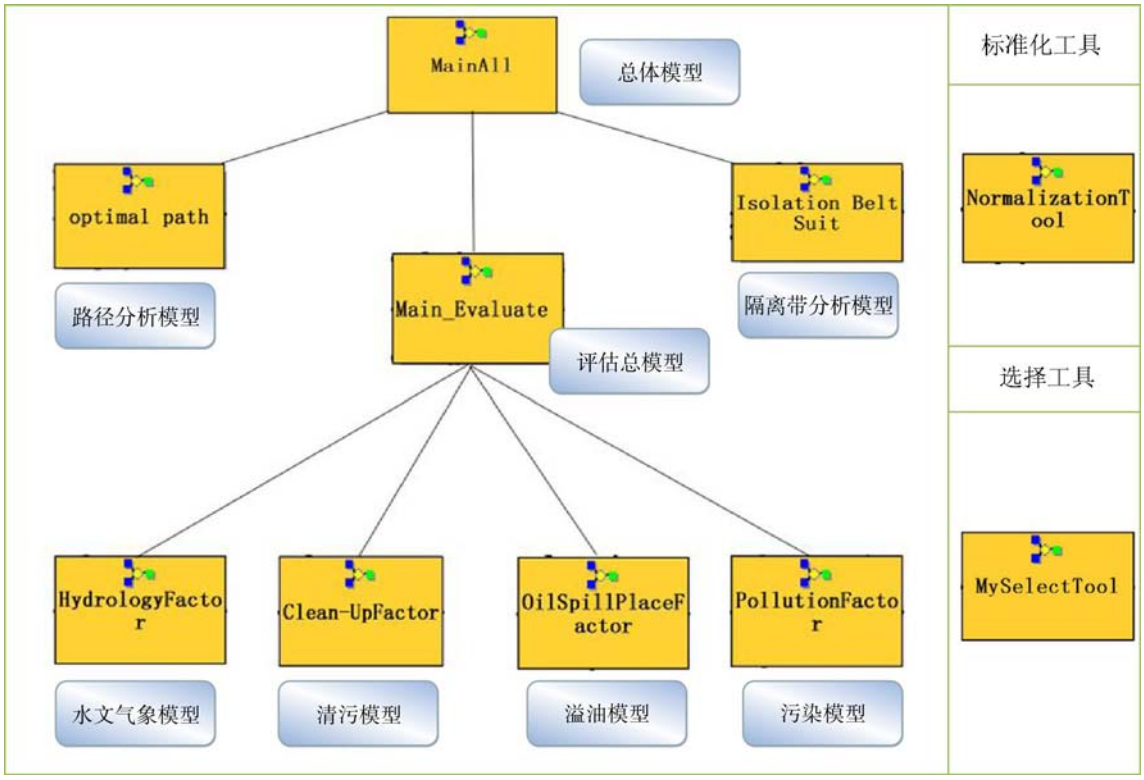


图 2　模型结构图