Esri 2009

中国大学生GIS软件开发大赛

青岛浒苔生成分析与处理的全规划

小组成员：冯玉龙 王阳 李青

指导老师：牟乃夏

ESRI空间处理建模组_B082

山东科技大学地理信息系统专业07级

一、研究背景和意义

近年来，海洋环境问题越来越受到人们的关注，由于人类的活动及温室效应使得赤潮绿潮现象在全球沿海多地频频发生。浒苔作为“绿潮”爆发的重要因素，不仅可以分泌一些特殊的化学物质，阻止藻华生物的繁殖，也和赤潮一样，大量繁殖的浒苔还遮蔽阳光，影响海底藻类的生长，同时死亡的浒苔也会消耗海水中的氧气。浒苔爆发还会严重影响景观，干扰旅游观光和水上运动的进行。

几年来，浒苔灾害已在我国多处发生，尤其是2008年，大量浒苔从黄海中部海域漂移至青岛附近海域，使得青岛近海海域及沿岸遭遇了突如其来、历史罕见的自然灾害。青岛作为2008年夏季奥运会帆船比赛场地，浒苔曾一度对帆船运动员海上训练造成影响。为了消除浒苔对奥运会的影响，青岛市政府动用了大量人力物力，累计清除浒苔100多万吨，浒苔的污染也引起了人们的格外关注。

然而，浒苔处理问题不同于一般的固态垃圾处理，它的生成没有固定地点，其繁殖与漂移也受到各种因素的影响。鉴于此，采用更为高效的GIS空间分析与建模技术，综合分析各种影响因素，以实现浒苔污染生成范围的动态预测和相应处理方案。

本模型着眼于青岛周边海域浒苔灾害，为综合治理浒苔问题提供行之有效的整体处理方案。利用我们的模型可快速分析出浒苔污染范围并得出相应解决方案，大大提高环保部门的办事效率，节省人力物力。虽然我们是基于青岛海域的浒苔处理而设计的模型，但可用在其他地方近海海域以分析生成浒苔的可能性，具有较强的推广价值。

二、需求分析

1. 概要分析

浒苔问题受到社会的广泛关注，人们逐渐意识到高效处理浒苔灾害的迫切需要。因此，我们决定开发出一个可以根据成长条件分析浒苔出现范围以及短期内的分布状况变化，并得出相应处理方案的GIS模型。包括水温、盐度、地形、含氧量等空间信息和属性信息的采集、梳理、筛选、分析和表达，快速准确地生成预定时间内浒苔分布情况，经过分析后得到最佳处理位置及人员调配方案并图形化表达分析结果，处理所得垃圾的运送，为管理者提供辅助决策信息。

2. 应用领域和实用性分析

本模型着眼于青岛周边海域浒苔灾害，为综合治理浒苔问题提供行之有效的整体处理方案。利用我们的模型可快速分析出浒苔生成范围并得出相应解决方案，大大提高环保部门的办事效率，节省人力物力。

三、建模说明

1. 数据准备

依据一幅纸质青岛市地图，根据Model的需要对其进行矢量化，并进行拓扑处理。



图1　青岛市地图

矢量化后的数据与Model分析需要的数据如表1所示。

表**1**　所需数据的图层

点图层	海上观测点	检测海面的各属性值（如海洋温度、盐度、风向等）
	方向控制点	确定海上观测点位置方向的辅助点
	临时处理点	处理、存放浒苔的临时垃圾处理点
线图层	海岸线	确定海洋面与陆地面的交界
	hq_street_polyline	表示高速路
面图层	居民区	表示青岛居民居住地
	绿地	表示青岛地区的绿地
	浒苔原分布	表示初始发现的浒苔量及其位置
	海洋及水系	表示海洋和内陆水系
	海岸区	确定海岸区域

矢量后的图层如图2所示。

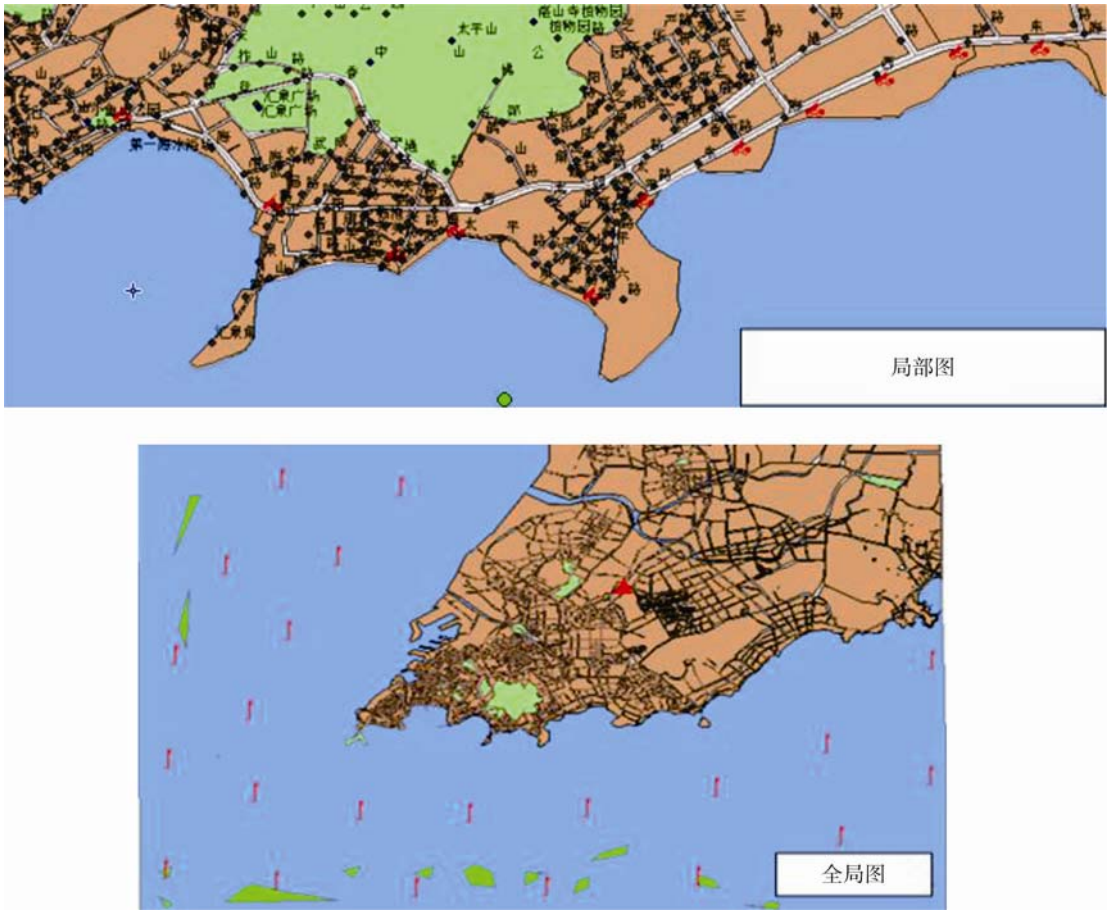


图2　矢量化以后的图层

2. 功能模块描述

我们设计的模型共为4个模块，各模块之间连接紧密，由于我们是基于一个完整工程设计模型，因此，前一步模型生成的结果要为后一步服务，即流程为：PolluExtent_PredictModel（预测浒苔在各海面污染程度）→Clear_StatisticModel（为现有的浒苔临时处理点确定分配区域并生成分配报表）→SelectPlaceModel（基于现有临时处理点为新临时处理点选择位置）→FinalFunctionModel。为了达到重复操作的目的，我们把修改过的数据复原，因此我们添加了FinalFunctionModel，这样我们的模型达到了统一性和完整性。

1） PolluExtent_PredictModel理论设计

本模型的目的是根据浒苔形成因子动态分析得到浒苔在近海海域污染程度的预期分布状况图，并采用分级方法（不同颜色）形象地表示其在海面的污染状况。

（1）据权威部门统计，影响浒苔在海面分布的因子如图3所示。

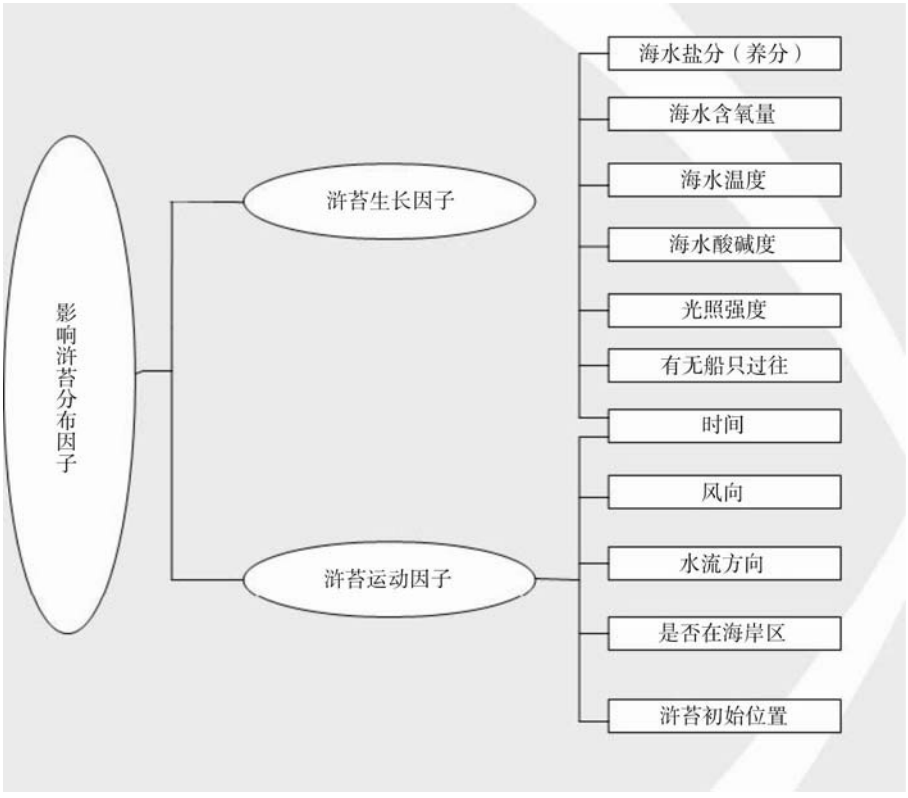


图3　影响浒苔在海面分布的因子

（2）我们针对海上同一地区，不同因子加权求和后，确定的各地等级所对应的因子总分值便可对各区做出等级评定。其理论和数学基础为

$$A=\sum_{i=1}^{n} p_i A_i (i=1,2,3,\cdots,n)$$

式中，A为海面的参评因子指数和（即海面受浒苔污染程度的大小），p_i为第i个评价因子的权重，Ai 为第i个评价因子的分值，n为评价因子总个数。

（3）各个因子对浒苔分布的影响：由于影响浒苔在海面上的分布的因子分为生长因子和运动因子两大部分，我们将浒苔的影响因子分开研究。

——浒苔生长因子。浒苔的生长与海水的盐度、养分、温度、含氧量、酸碱度等基本属性密切相关，其中含氧量对浒苔生长的影响主要在于对海水pH值的影响，由于海水的富营养化，消耗了海水中大量的氧气，使得大量浮游生物死亡，使海水酸度增加，影响海水酸碱度；船只的过往与浒苔的生长也有很大的关系，由于船只对海面的污染、对海水自身成分的改变，往往使得有船只过往的地区浒苔生长较为活跃；浒苔的生长同时与其生长时间具有很大关系，专家分析，浒苔的生长期一般在15 d左右，当藻体变黄发黑时即死亡，自此浒苔的生长不再是影响其海面分布的决定因素。

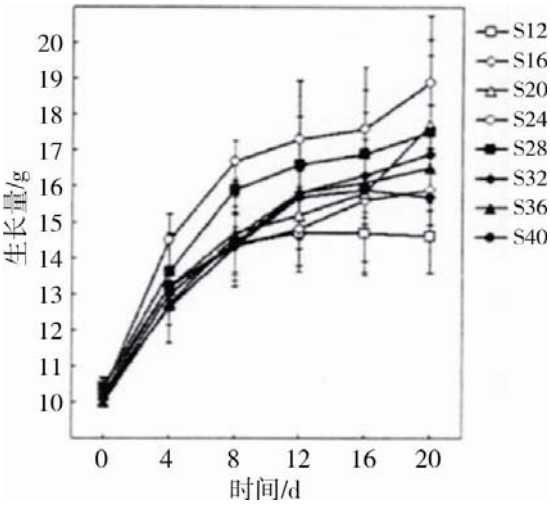


图4　盐度对浒苔生长的影响（水温为20℃，光照强度为36μmol/m²s，pH值为7）

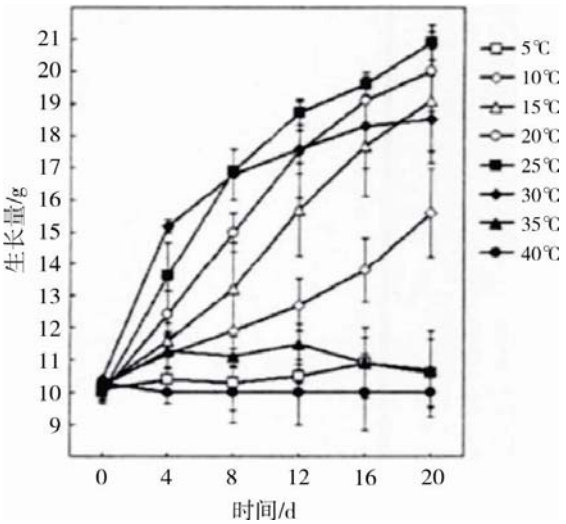


图5　温度对浒苔生长的影响（海水盐度为24，光照强度为36μmol/m²s，pH值为8.2）

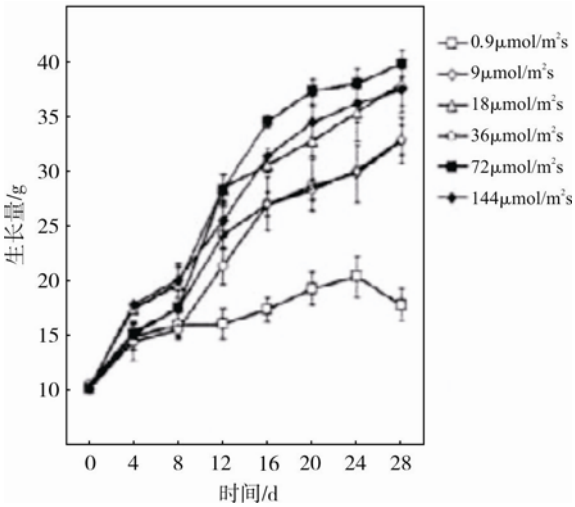


图6　光照强度对浒苔生长的影响（水温为20℃，海水盐度为24，pH值为8.2）

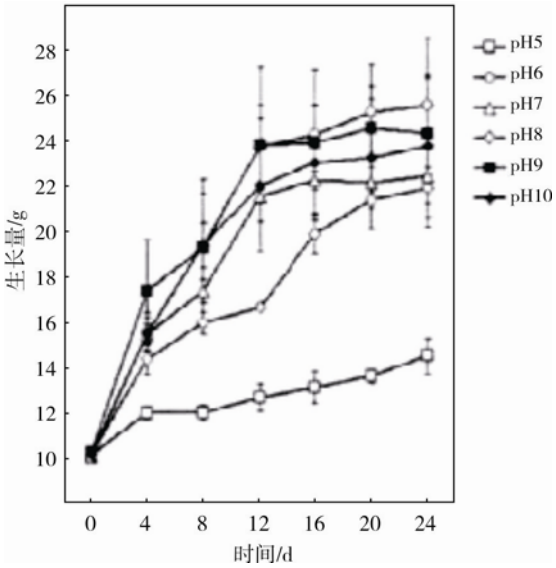


图7　酸碱度对浒苔生长的影响（水温为20℃，海水盐度为24，光照强度为36μmol/m²s ）

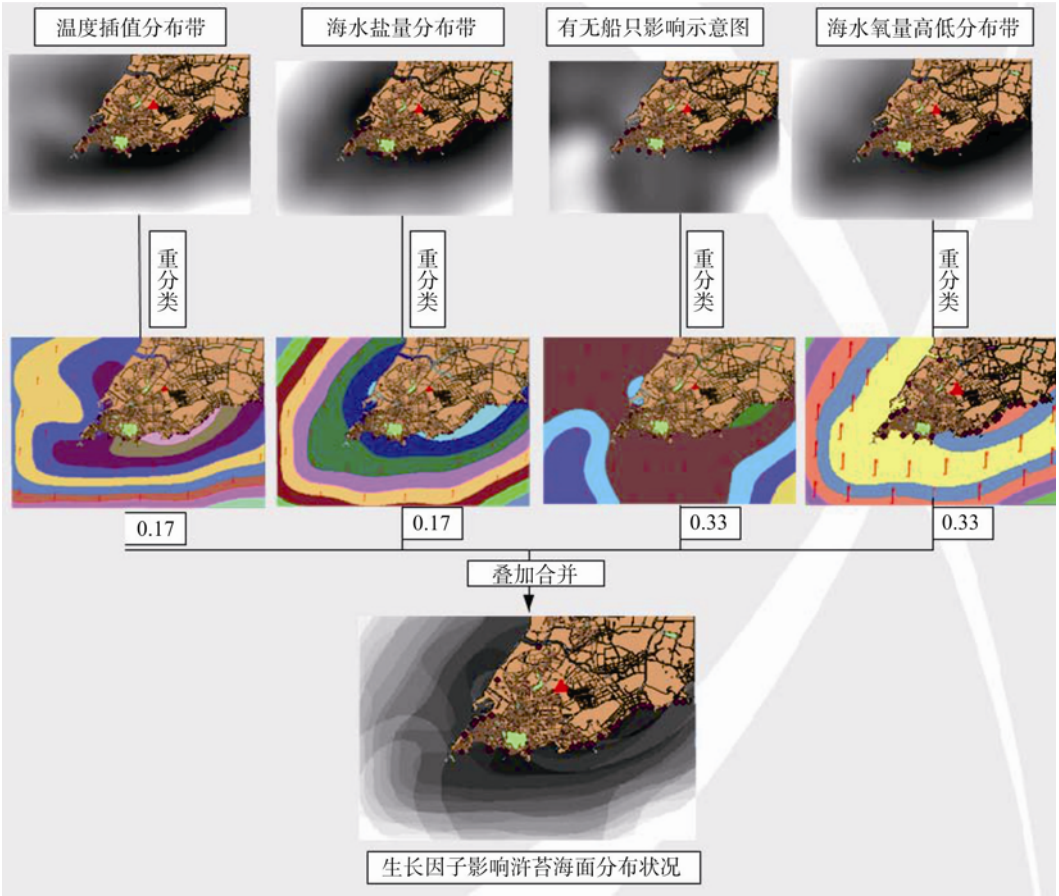


图8　浒苔生长示意图

——浒苔运动因子。风向和水流方向是浒苔漂流的重要因素，然而对于风向和水向影响的思考不能局限于传统地理意义的正南正北方向，我们应从此方向同青岛海岸的关系，是对向海岸还是逆向海岸，为了实现这一技术要求，我们引入了方向控制点，利用海上观测站与方向控制点的位置夹角同风向和水向的夹角之差的绝对值来评价是否吹（漂）向海岸。具体技术如图9所示。

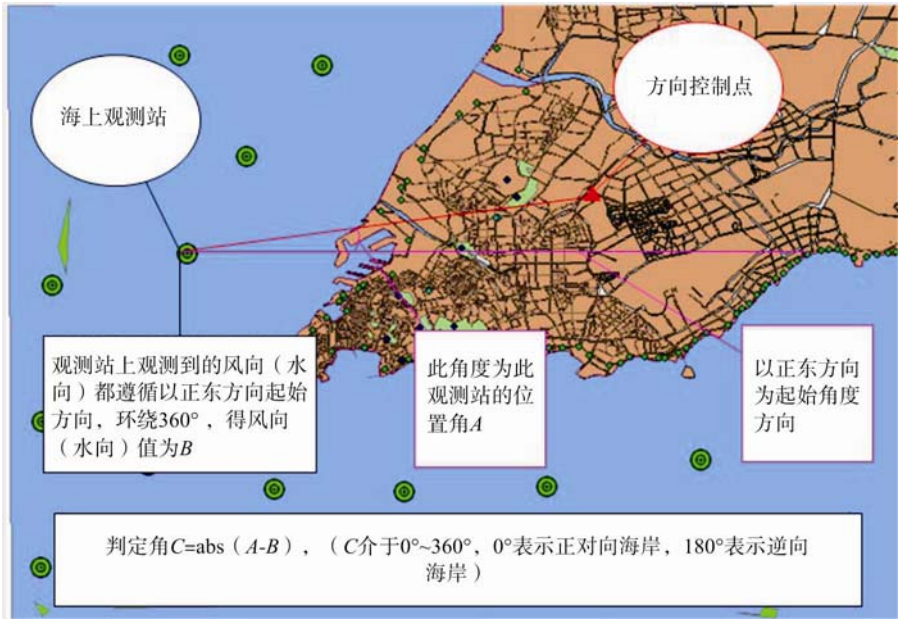


图9　浒苔运动因子

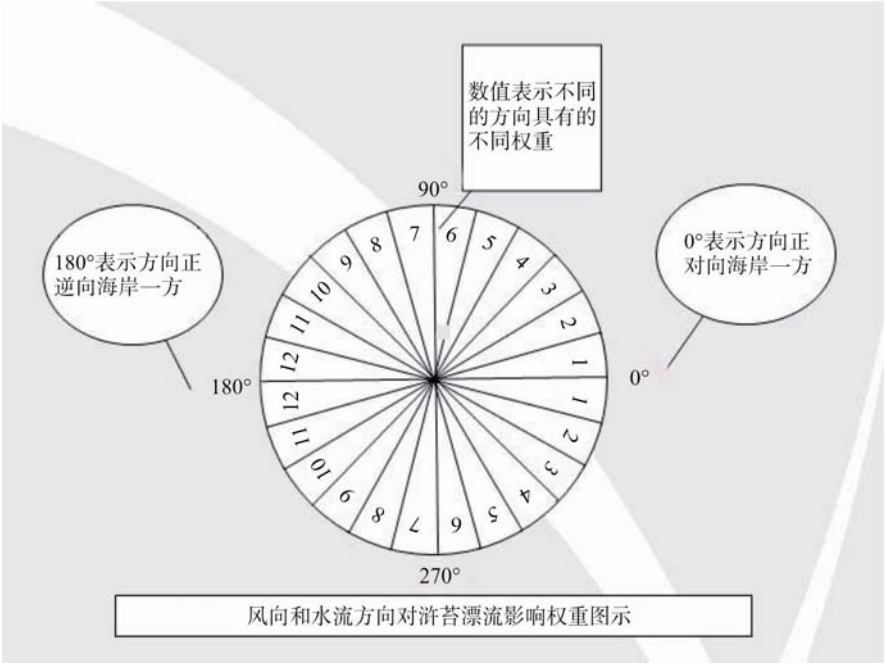


图10　风向和水流对浒苔漂流影响权重

海岸的地形对于浒苔的漂流也有至关重要的影响作用，由于海水的冲击，海岸一般形成凹式地形，浒苔一旦漂流到海岸区域，往往就形成堆积之势，很难再漂流出来；初始浒苔出现的方位是影响浒苔最终分布的重要因素，尽管浒苔是漂流的，但浒苔到达海面每一个地方的几率是不同的，这与水流方向，风向，初始位置的综合影响密切相关。

——影响因子数据的添加与实现。由于本模型研究的海面广阔，其不同区域的海

面具有不同的属性，而浒苔在海面上的分布与海面的属性息息相关，于是将不同的海洋属性科学地赋予海洋面成了一个技术问题。我们在此模型的研究中，结合现实中海洋数据的获取一般都是通过海洋监测站实现，我们引入了海洋观测站的作用，将海洋的基本属性如温度、含盐量、风向、水流方向等赋予分散在海洋面上的观测站属性表中，然后通过插值功能将各属性合理的分布在海洋面上，既符合实际，又符合科学依据。

Attributes of 海上观测点

OBJECTID *	SHAPE *	海水温度	有无鸥只	LocateDirecti	WindDirection	WaterDirection	含氧量	含盐量
1	Point	16.578	1	330	95	357	43	54
2	Point	16.555	1	345	95	355	43	55
3	Point	16	1	17	95	354	43	54
4	Point	16.601	0	35	95	45	49	54
5	Point	16.654	0	54	95	45	51	54
6	Point	16.689	1	76	95	90	54	54
7	Point	16.7	1	81	95	90	52	56
8	Point	16.722	1	87	95	90	56	55
9	Point	16.731	1	102	95	90	57	57
10	Point	16.789	1	143	95	123	60	59
11	Point	16.801	1	167	95	123	65	60
12	Point	16.035			95	132	40	39
13	Point	15.321			95	113	30	34
14	Point	15.234	1	97	95	90	35	39

海上观测点基本属性表

图11　海上观测点信息

2）Clear_StatisticModel理论设计

Clear_StatisticModel是基于PolluExtent_PredictModel生成结果，实现得到每个浒苔临时处理点的分配即分工报表，报表中包括每个临时处理点需要控制的海面面积、清理的浒苔体积、最多分配的清理人员数量、清理车的数量。由于实际的清理只局限于近海岸区域，此模型研究的海面较PolluExtent_PredictModel的海面进一步缩小。同时对每个浒苔临时处理点根据浒苔的就近原则进行科学分配区域，并通过科学计算得到应当回收清理浒苔的数量，通过此数量与单位人和车的劳动效率得到每个处理点控制区域的分配报表，此功能涉及区域分配和区域统计两大方面的问题。

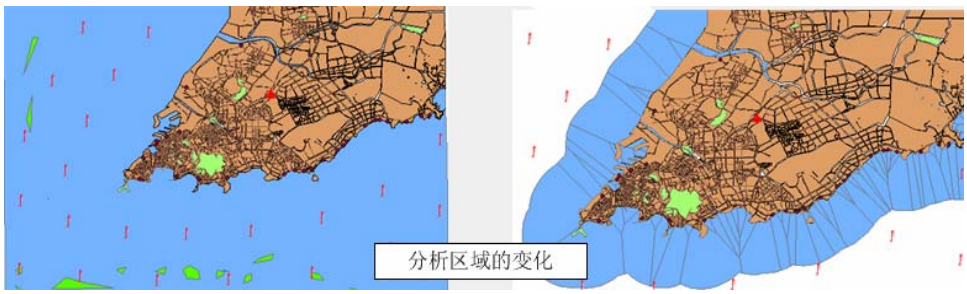


图12　分析区域的变化

由于此模型中涉及表的创建和操作，因此Data Management Tools在此Model的应用十分广泛，通过单位人和车的劳动效率计算并将其添加到分配报表的操作中，要涉及表字段的添加和计算；同时区域分配中采取合理有效的分配方法是Model设计中需要注意的问题，我们在每个临时处理点进行分配的同时采用了泰森多边形的最近邻插值方法对矢量图层进行精确分配，并通过一系列的要素图层叠加相交运算得到每个临时处理点最精确、最科学的分配区域。

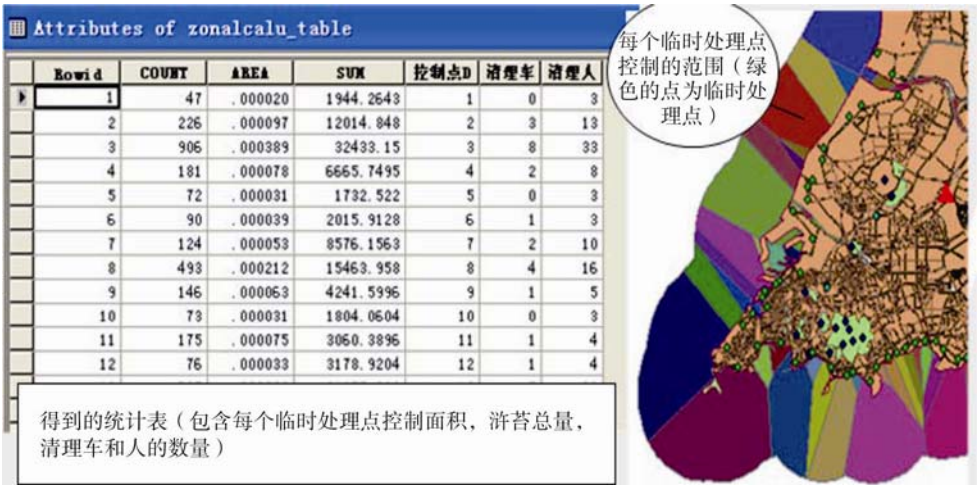


图13　临时处理点统计表

3）SelectPlaceMode理论设计

此模型的目的是在现有浒苔临时处理点的基础上，通过Clear_StatisticModel的临时处理点的报表结果来分析新的临时处理点选择的最适当位置。由于浒苔本身的特殊性和救灾的迫切性，对临时处理点的选择具有以下要求：

（1）选择的地点要在距离海岸500m范围内，并且离海岸越近越好。

（2）必须在现有临时处理点不能承载浒苔现有量的附近500m区域内。

（3）新建设的临时处理点不能与现有临时距离点相隔200m内。

（4）为了便于运输方便，临时处理点应该距离高速路越近越好。

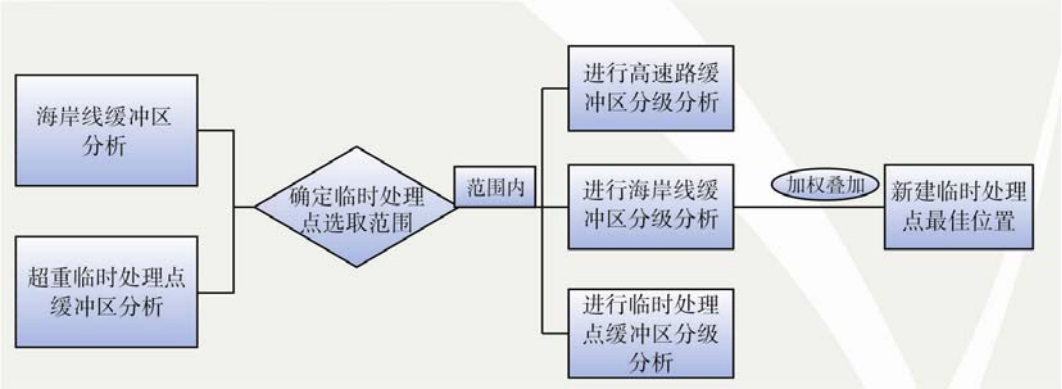


图14　新建临时处理点的流程

4）FinalFunctionModel的理论设计

本模型的建立主要是为了便于前面三个模型重复执行而设计的。由于SelectPlaceMode对于浒苔临时处理点的属性表进行了修改，而在Clear_StatisticModel需要应用临时处理点的属性表，为了避免此冲突引起的错误而设计了此模型。

3. 模型具体技术设计

1）PolluExtent_PredictModel设计

此模型具体设计中，首先考虑将影响浒苔分布的各因子通过海上观测站赋给海洋面，本模型采用了样条函数插值和泰森多边形相结合的方法，通过多次相交，合并得到具有各个属性的海洋面；其次将得到的海洋面通过不同的属性栅格化，并根据两类因子（即浒苔生长因子和运动因子）的不同分析方法得到每个属性的浒苔在海洋面的分布状况图；最后将每个单独属性的分布图进行加权叠加，最后得到浒苔总分布状况图即可。

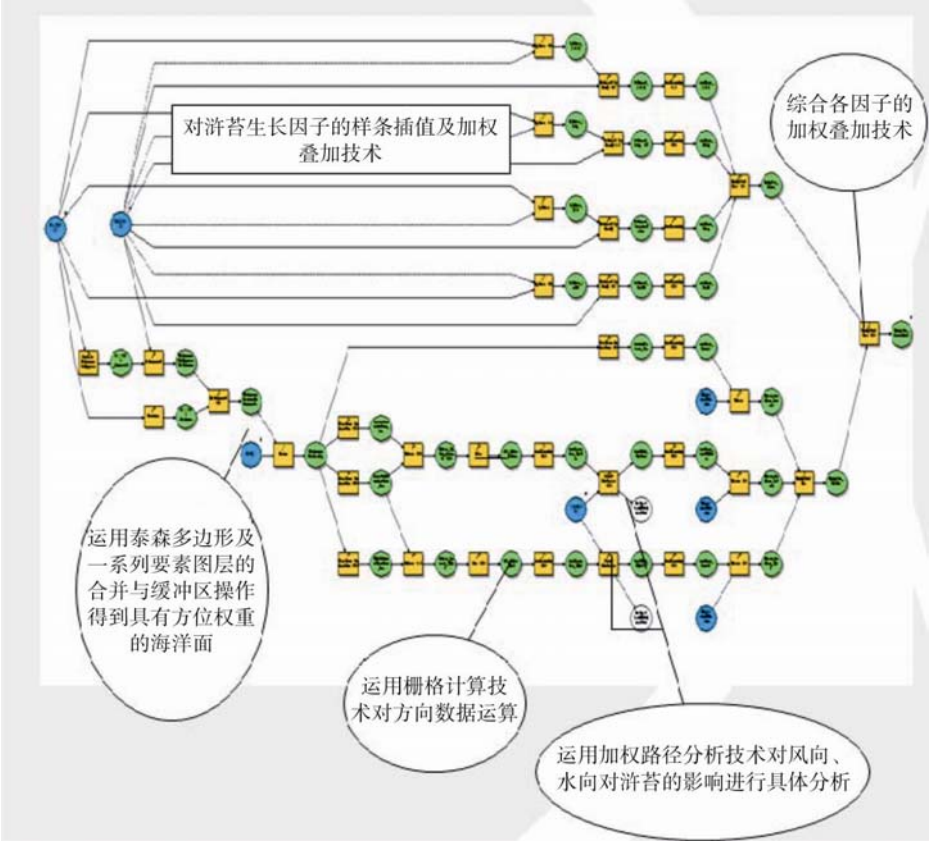


图15　PolluExtent_PredictModel模型

2）Clear_StatisticModel设计

此模型的设计主要确定清理区域的范围和通过临时处理点对所选范围的分配问题，清理区域范围主要通过海岸线的缓冲区来实现，而临时处理点的分配区域主要通过泰森多边形实现，表统计主要依靠区域统计到表和属性表的相关操作实现。

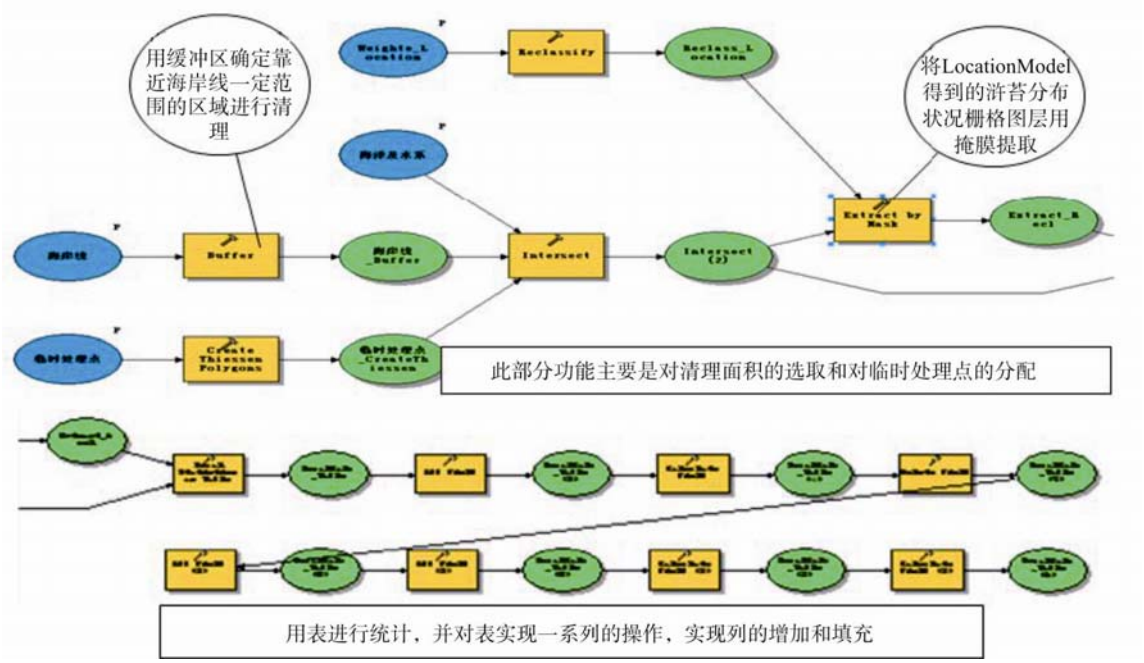


图16　Clear_StatisticModel模型

3）SelectPlaceMode设计

此模型的设计主要通过临时处理点选择标准的各要素通过缓冲区与要素在图层的距离分布状况图进行加权叠加来产生的最佳位置状况图。其中对超重临时处理点的选择问题上涉及表的合并与操作问题，应重点突破。

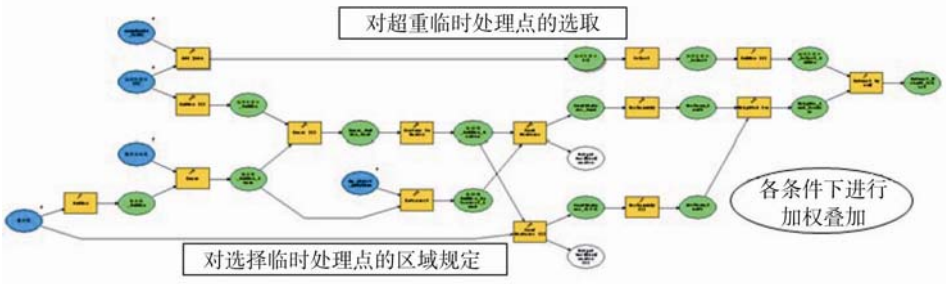


图17　SelectPlaceMode模型

4）FinalFunctionModel的设计

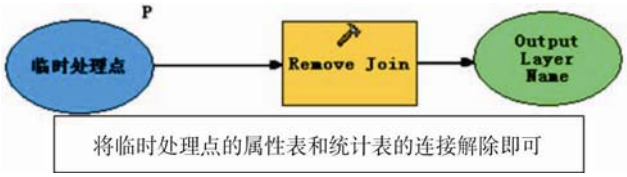


图18　FinalFunctionModel模型

4. 操作指南

1）资料夹设定说明

在所附有的MyToolbox中，共有4个文件夹，其作用及其功能见图19所示。

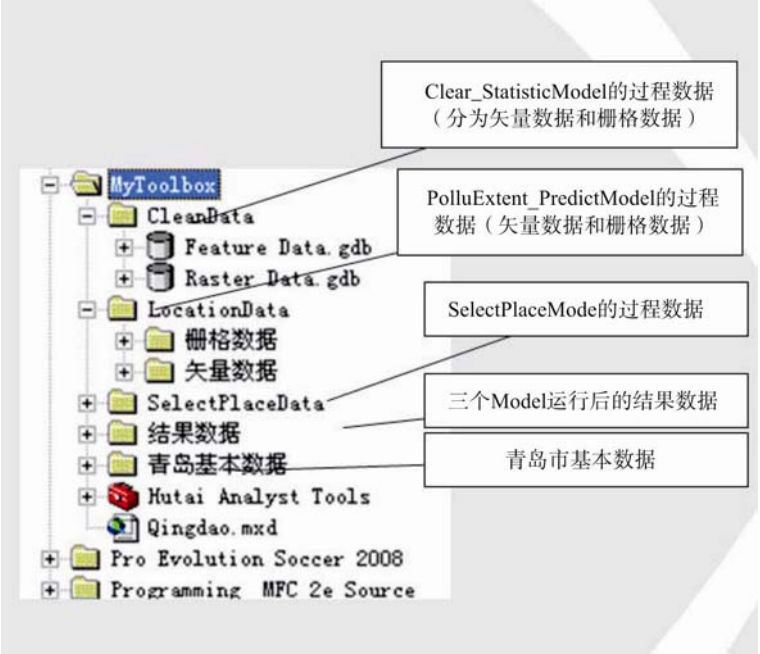


图19　文件夹结构

2）操作指南

（1）运行 MyToolbox文件夹下的 Qingdao.mxd 文档。

（2）在ArcToolbox中加载 Hutai Analyst Tools.tbx，如图20所示。

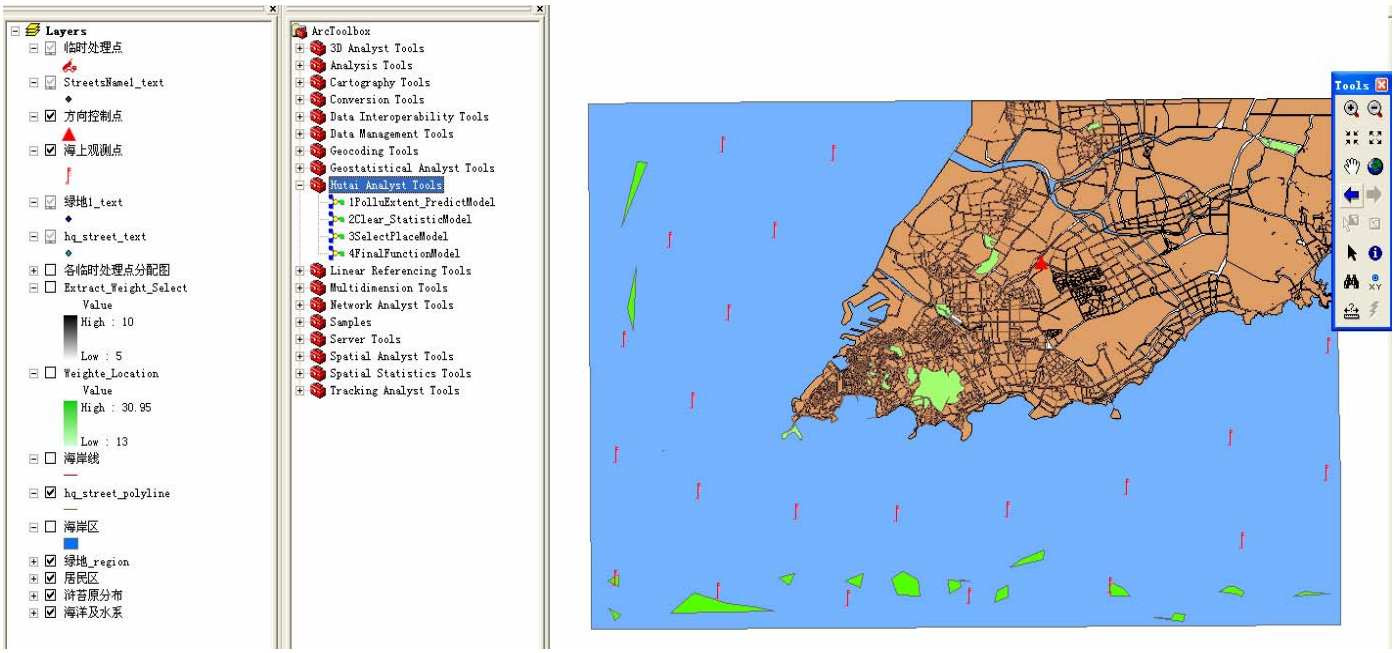


图20　加载Hutai Analyst Tools.tbx后的ArcToolbox

（3）按照Hutai Analyst Tools中PolluExtent_PredictModel（预测浒苔在各海面污染程度）→Clear_StatisticModel（为现有的浒苔临时处理点确定分配区域并生成分配报表）→ SelectPlaceModel（基于现有临时处理点为新临时处理点选择位置）→ FinalFunctionModel的顺序运行，示例如图21所示。

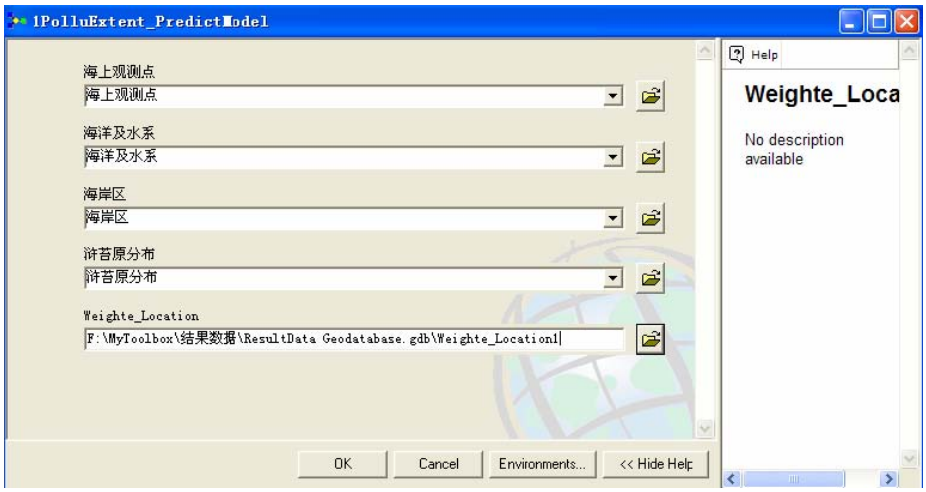
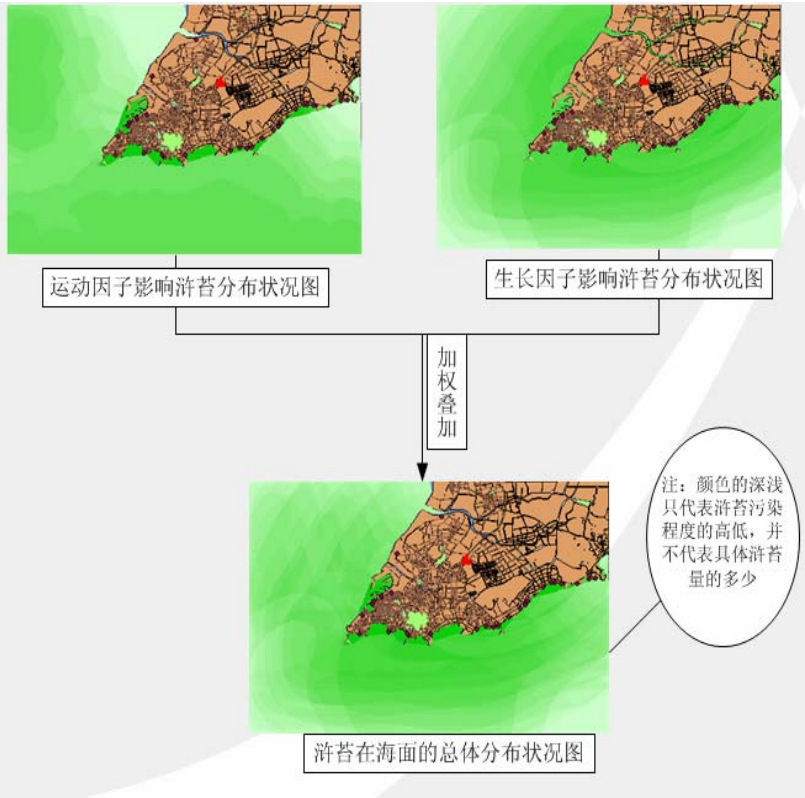


图21　PolluExtent_PredictModel 模型对话框

（4）设定完成，单击OK即可进入分析阶段，其结果显示在ArcMap中， Model运行完的结果存放在“MyToolbox\结果数据”文件夹下。

5. 成果展示

1）PolluExtent_PredictModel成果展示



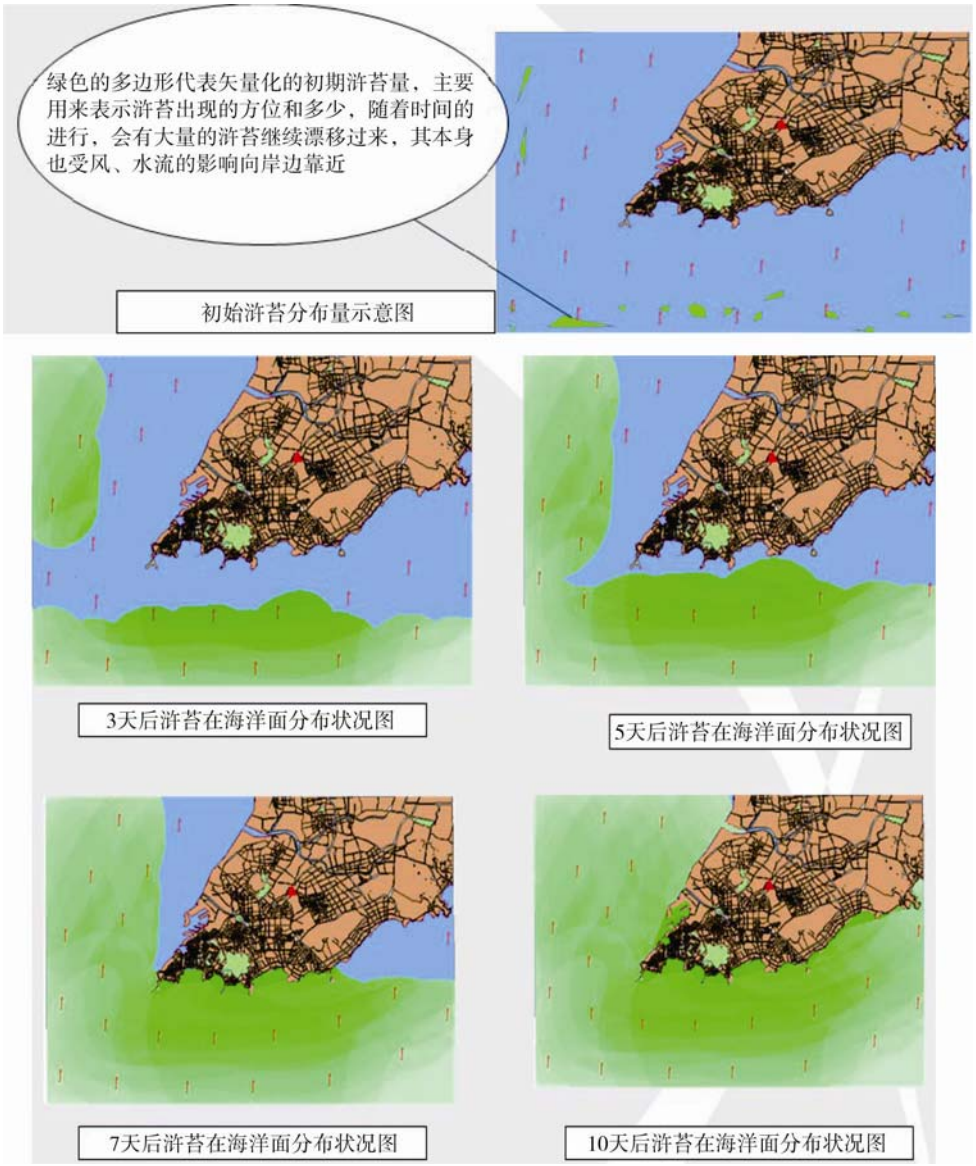
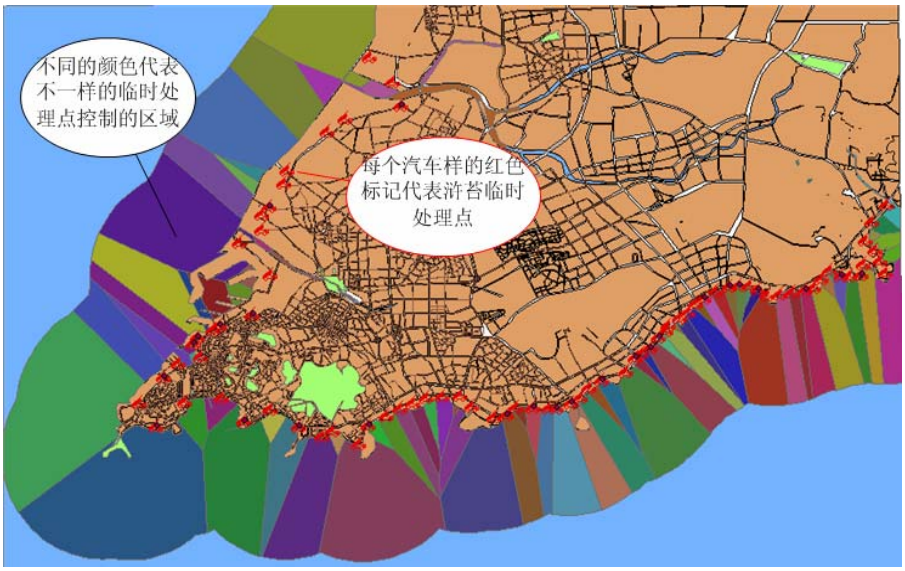


图22　PolluExtent_PredictModel运行成果展示

2）Clear_StatisticModel成果展示



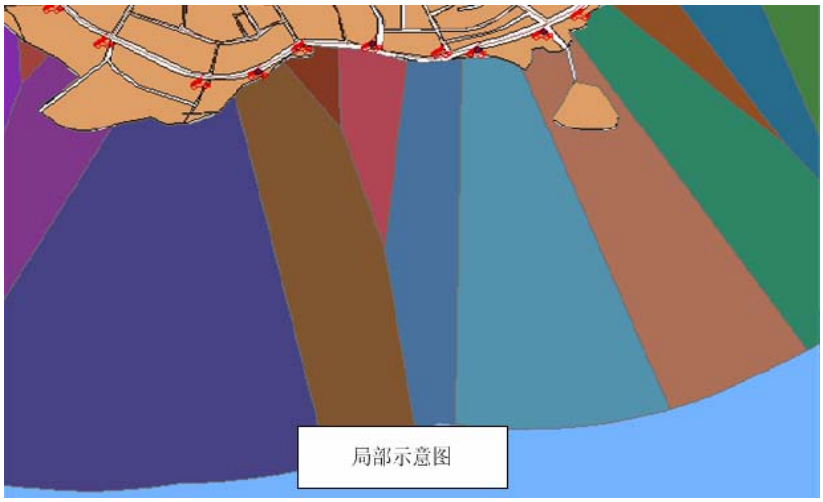




图23　Clear_StatisticModel运行成果展示

3）SelectPlaceMode成果展示

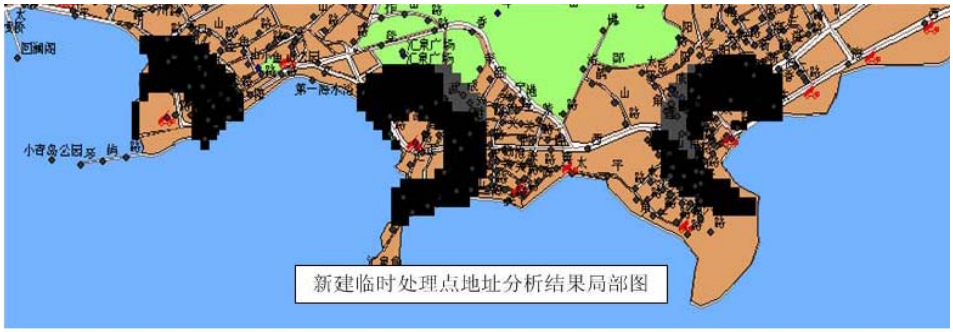




图24　SelectPlaceMode运行成果展示

四、竞赛感言

因为彼此的信任我们走到一起，理解与默契，让我们希望在竞赛的路上一如既往，自信乐观、勇敢团结的作风，更使幼小的我们在竞赛中成长。我们对GIS或许也只是略懂皮毛而已，是对GIS的热爱、对专业的热爱激励着我们不断向前。拼搏，不惜汗水，只为心中的梦想，只为体现自己的价值，证明自己的实力。很想感谢Esri给了我们这么一个难得的学习和锻炼的机会，相信通过竞赛我们会对GIS、对ArcGIS有一个更加深刻的认识。

山东科技大学开设本专业以来，同学们把参加Esri大赛视为提高我们创新能力和实践能力的机会。为了拓宽我们的知识面，加深对GIS知识的理解，增强动手能力，我们申请参加空间分析与建模组的比赛，并希望在此过程中促进每个成员的进步！

感谢我们的指导老师牟乃夏老师对我们学业上的谆谆教诲和生活上无微不至的关怀，在大学中能遇到这样一位对学生如此负责的老师是我们一生的福分。

最后建议贵公司加强大赛宣传，使更多的GISer参与进来，多一分竞争，多一分精彩。