

海籍管理系统中用海变化的自动检测方法

李炳南, 蒋雪中*, 恽才兴

(华东师范大学河口海岸学国家重点实验室, 上海 200062)

摘要:彼此相邻的海域之间由于用海类型的不同,经常存在相互的干扰和影响。本文以国家海洋功能区划中规定的海洋功能区分类及海洋环境保护要求为基础,设计了用海变化的自动检测方法。根据不同海洋功能分区的海水水质质量的标准建立缓冲区检测算法和历史用海检测算法,缓冲区检测算法用来检测同一时期不同位置的用海是否存在冲突;历史用海检测算法用来检测同一位置不同时期的用海是否存在冲突。在两种检测算法的基础上,利用地理信息系统开发组件实现了对新加入宗海及原宗海用海变更的自动检测功能,并以上海海洋功能区划数据为测试数据,验证了作为海籍空间信息管理系统的核心功能之一,可以实现用海变化的自动检测,满足对宗海空间变化和时间变化的信息化管理。

关键词:海洋功能区划;用海变化;自动检测;地理信息系统;海籍管理

DOI: 10.3724/SP.J.1047.2013.00680

1 引言

我国拥有面积近 300 万 km² 的管辖海域,为经济发展提供了宝贵的基础保障^[1]。海洋经济已成为国民经济的重要组成部分,但由于缺乏宏观监控与规划,海域开发引发的海洋资源环境问题也日益突显,已经严重影响到海域资源的健康和可持续利用^[2]。大力发展海洋经济、优化海洋产业结构、提高海洋管理技术水平、维护海洋权益等都离不开科学合理的海洋功能区划^[3]。

不同的海洋功能分区之间存在着相互制约和相互影响的密切关系,因此,在海洋资源的开发和利用过程中难免发生冲突。两种海洋功能分区之间的交叠或是毗邻可能严重影响其中一方的利益^[4],有些海域由于历史用海的原因导致水质产生影响,因此,在一段时间内可能不适合作为某些类型的用海。另外,海域开发利用不同于陆地上的生产活动,它们均发生在海域和海岸附近地区,位置相对偏僻,交通不便,周围也少有明显的界线和标识物,海域使用的详细情况不易被及时掌握^[5]。利用

遥感技术虽一定程度上可以实现海域的动态监测,但动态的监测也只能提供历史用海情况,而不能改变海域的当前使用情况^[6],更不可能预测未来的用海类型及其属性。因此,在海域的开发利用中,严格实行海洋功能区划制度,实现海域的合理开发和持续利用,对于维护海洋生态环境意义重大^[7]。

利用空间信息技术、海岸带地理信息系统、海籍空间信息管理系统来提高海域管理水平是切实可行的途径^[8-10]。宗海是我国海域使用管理的基本空间单位^[11],海籍系统中的宗海变更,常常涉及到用海类型的变化。本文以海洋功能区分类体系为切入点,通过比较分析不同海洋功能分区在海水水质质量上的差异,提出了缓冲区检测方法和历史用海检测方法,满足用海空间变化和时间变化的信息化管理目标,确保宗海用海类型的科学合理。

2 海洋功能区分类体系与关系原则划定

2.1 海洋功能区分类体系

海洋功能区是指根据海域及相邻陆域的自然

收稿日期: 2013-01-18; 修回日期: 2013-04-25.

基金项目: 上海市科学技术委员会重大项目(11dz1204900)。

作者简介: 李炳南(1987-),男,吉林长春人,硕士生,研究方向为河口变化分析和地理信息系统开发及应用。

E-mail: alex_bn_lee@hotmail.com

*通讯作者: 蒋雪中(1974-),男,江苏常熟人,副教授,研究方向为河口海岸地表过程与遥感应用研究。

E-mail: xzjiang@sklec.ecnu.edu.cn

条件、环境状况和地理区位,并考虑到海洋开发利用现状和社会经济发展的需要,而划定的具有特定主导功能,有利于资源的合理开发利用,能够发挥最佳效益的区域^[12]。不同的海洋功能分区不仅在类型、规模及特点上存在差别,其用海位置、海域的自然地理环境、资源等条件上也存在差异,因此,了解不同海洋功能分区之间的用海特点及环境要求,对于合理设置海洋功能分区是非常重要的^[13]。“全国海洋功能区划 2011-2020”将海域按照功能分区

划为 8 个一级类:包括农渔业区、港口航运区、工业与城镇用海区、矿产与能源区、旅游休闲娱乐区、海洋保护区、特殊利用区和保留区^[14]。对于每一类用海而言,为了维持海水水质质量、海洋沉积物质量和海洋生物质量,都有符合自身的生态环境要求。对于 8 个一级类中的每一个二级类都有相应海水水质质量分类、海洋沉积物质量分类和海洋生物质量分类的限制,表 1 为 3 种标准的具体分类及适宜用海类型。

表 1 3 种引用标准^[15-17]

Tab. 1 Three reference standard sets

标准名称	分类	分类描述
海水水质质量分类 (引用标准: GB3097-1997)	1 类	适用于海洋渔业水域、海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区
	2 类	适用于水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区,以及与人类食用直接有关的工业用水区
	3 类	适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区
	4 类	适用于海洋港口水域、海洋开发作业区
海洋沉积物质量分类 (引用标准: GB18668-2002)	1 类	适用于海洋渔业水域、海洋自然保护区、珍稀与濒危生物自然保护区、海水养殖区、海水浴场、人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区、与人类食用直接有关的工业用水区
	2 类	适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区
	3 类	适用于海洋港口水域、特殊用途的海洋开发作业区
海洋生物质量分类 (引用标准: GB18421-2001)	1 类	适用于海洋渔业水域、海水养殖区、海洋自然保护区、与人类食用直接有关的工业用水区
	2 类	适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区
	3 类	适用于港口水域和海洋开发作业区

由表 1 可知,海水水质质量分成 4 类,每一类水质质量可能符合几种海洋功能分区的要求,因此,对于海水水质质量要求相同的海洋功能分区而言,彼此相邻几乎不会存在水质上的影响,而对于海水水质质量要求不同的海洋功能分区而言,彼此相邻则会存在水质上的影响,因此,需要使两者之间保持一定的距离,从而抵消相互的影响^[18]。随着海水水质质量分类从 1 类到 4 类的变化,海水水质质量则在逐渐下降,因此,不同海洋功能分区之间的理论最小距离也相应存在一定的差别。

2.2 关系原则划定

缓冲区是指为了识别某地理实体或空间物体在其周围建立的一定宽度的带状区,带状区的宽度为缓冲区距离^[19-20]。将缓冲区距离设为不同海洋功能分区之间的理论最小距离,通过不同海洋功能分区之间水质质量的不同,建立了任意两种海水水质质量之间的缓冲区距离计算方法,如表 2 所示。其中海水水质质量 A 和海水水质质量 B 是指任意一

种海水水质质量,海水水质质量具体分为 4 个等级类:不劣于 1 类记为 C1、不劣于 2 类记为 C2、不劣于 3 类记为 C3、不劣于 4 类记为 C4,由 C1 到 C4 海水水质质量逐渐下降。设置如下的原则:同一种海水水质质量的缓冲区距离设置为 d_1 km,一般为 0km,记为 D-I,包括 C1-C1、C2-C2、C3-C3 和 C4-C4;海水水质质量相差 1 个等级的缓冲区距离设置为 d_2 km,记为 D-II,包括 C1-C2、C2-C3 和 C3-C4;海水水质质量相差 2 个等级的缓冲区距离设置为 d_3 km,记为 D-III,包括 C1-C3 和 C2-C4;海水水质质量相差 3 个等级的缓冲区距离设置为 d_4 km,记为 D-IV,包括 C1-C4。

除了要考虑平面上不同海洋功能分区的影响,还要考虑时间上历史用海的影响,例如,某一闲置宗海由于历史用海的原因可能导致海水水质质量的下降,因此,在考虑将该闲置宗海用作其他海洋功能时,必须通过一定途径来提高该闲置宗海的海水水质质量。由于海水内部的自我调节、自身的流动稀释,以及湿地生态系统的净化水质作用等^[21],

表 2 缓冲区检测规则

Tab. 2 Buffer detection rules

序号	海水水质质量(A)	海水水质质量(B)	符号表示	类别	距离(km)
01	不劣于1类(C1)	不劣于1类(C1)	C1-C1	D-I	d_1
02	不劣于1类(C1)	不劣于2类(C2)	C1-C2	D-II	d_2
03	不劣于1类(C1)	不劣于3类(C3)	C1-C3	D-III	d_3
04	不劣于1类(C1)	不劣于4类(C4)	C1-C4	D-IV	d_4
05	不劣于2类(C2)	不劣于2类(C2)	C2-C2	D-I	d_1
06	不劣于2类(C2)	不劣于3类(C3)	C2-C3	D-II	d_2
07	不劣于2类(C2)	不劣于4类(C4)	C2-C4	D-III	d_3
08	不劣于3类(C3)	不劣于3类(C3)	C3-C3	D-I	d_1
09	不劣于3类(C3)	不劣于4类(C4)	C3-C4	D-II	d_2
10	不劣于4类(C4)	不劣于4类(C4)	C4-C4	D-I	d_1

注: 由于此表列举的是任意两种海水水质质量的组合, 因此, C1-C4 和 C4-C1 属于同一类, 只用 C1-C4 表示, 其他类似

经过一定年限后, 受污染海洋区域的海水水质质量也会逐渐得到提升, 从而可以达到规划为其他宗海的标准。因此, 同样利用不同海洋功能分区之间海水水质质量的不同, 建立了任意两种海水水质质量之间的海水净化最小年限的计算方法(表3)。其中, 海水水质质量(以前)指的是某宗海曾经的海洋功能分区所对应的海水水质质量, 用 Quality(P) 表示, 海水水质质量(现在)指的是此宗海即将规划的海洋功能分区所对应的海水水质质量, 用 Quality(N) 表示。设置如下的原则: 当 Quality(P) 高于或

等于 Quality(N) 时, 最小年限设置为 y_1 年, 一般为 0 年, 记为 Y-I, 包括 C1-C1、C1-C2、C1-C3、C1-C4、C2-C2、C2-C3、C2-C4、C3-C3、C3-C4 和 C4-C4; 当 Quality(P) 低于 Quality(N) 且两者相差一个等级时, 最小年限设置为 y_2 年, 记为 Y-II, 包括 C2-C1、C3-C2 和 C4-C3; 当 Quality(P) 低于 Quality(N) 且两者相差两个等级时, 最小年限设置为 y_3 年, 记为 Y-III, 包括 C3-C1 和 C4-C2; 当 Quality(P) 低于 Quality(N) 且两者相差三个等级时, 最小年限设置为 y_4 年, 记为 Y-IV, 包括 C4-C1。

表 3 历史用海检测规则

Tab. 3 Historical sea use detection rules

序号	海水水质质量(以前)	海水水质质量(现在)	符号表示	类别	时间(年)
01	不劣于1类(C1)	不劣于1类(C1)	C1-C1	Y-I	y_1
02	不劣于1类(C1)	不劣于2类(C2)	C1-C2	Y-I	y_1
03	不劣于1类(C1)	不劣于3类(C3)	C1-C3	Y-I	y_1
04	不劣于1类(C1)	不劣于4类(C4)	C1-C4	Y-I	y_1
05	不劣于2类(C2)	不劣于1类(C1)	C2-C1	Y-II	y_2
06	不劣于2类(C2)	不劣于2类(C2)	C2-C2	Y-I	y_1
07	不劣于2类(C2)	不劣于3类(C3)	C2-C3	Y-I	y_1
08	不劣于2类(C2)	不劣于4类(C4)	C2-C4	Y-I	y_1
09	不劣于3类(C3)	不劣于1类(C1)	C3-C1	Y-III	y_3
10	不劣于3类(C3)	不劣于2类(C2)	C3-C2	Y-II	y_2
11	不劣于3类(C3)	不劣于3类(C3)	C3-C3	Y-I	y_1
12	不劣于3类(C3)	不劣于4类(C4)	C3-C4	Y-I	y_1
13	不劣于4类(C4)	不劣于1类(C1)	C4-C1	Y-IV	y_4
14	不劣于4类(C4)	不劣于2类(C2)	C4-C2	Y-III	y_3
15	不劣于4类(C4)	不劣于3类(C3)	C4-C3	Y-II	y_2
16	不劣于4类(C4)	不劣于4类(C4)	C4-C4	Y-I	y_1

由表1可知,不同的海洋功能分区也同时对应着不同的海洋沉积物质量分类和海洋生物质量分类,因此,按照表2、表3中建立的2种检测方法原则,也可以利用海洋沉积物质量的分类,以及海洋生物质量的分类来建立符合它们各自要求的缓冲区检测规则和历史用海检测规则。

3 系统的用海变化检测算法

3.1 缓冲区检测

表2给出了不同海水水质质量间的缓冲区距

离,利用这个距离值可以进行缓冲区检测。图1给出了缓冲区检测的示意,宗海A代表任意一个已经存在的宗海,宗海B则代表一个即将要规划的宗海,两宗海具有不同的海洋功能分区类型。根据两个宗海所对应的海水水质质量分类值,以及表2中的对应关系可以获得宗海A相对于宗海B的缓冲区距离,图1中的缓冲区即为通过此缓冲区距离绘制的宗海A的缓冲区,然后通过检测缓冲区和宗海B是否存在重叠部分来判断两个宗海之间是否存在冲突,冲突区域即是宗海B相对于宗海A存在环境要求不兼容的区域。

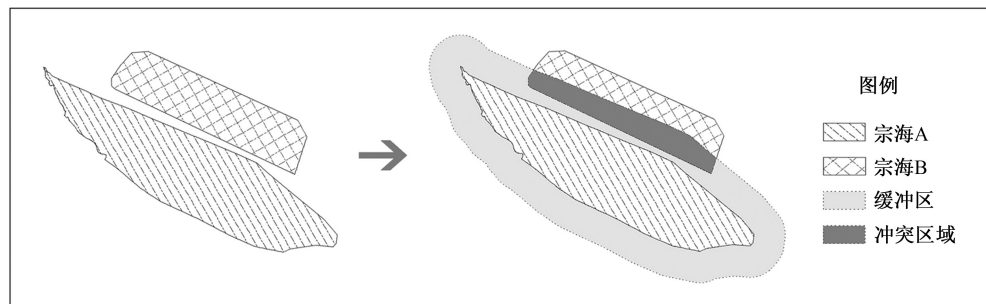


图1 缓冲区检测示意

Fig.1 Buffer detection schematic

按照此算法给出缓冲区检测的具体实现过程,如图2,此算法可以得到布尔型的返回值,若返回值为false,则说明绘制要素与其周围的所有要素之间都不存在冲突,若返回值为true,则说明绘制要素至少与其周围的一个要素之间存在冲突。图中pDrawGeometry为当前绘制要素pDrawFeature(可以理解为图1中的宗海B)的几何形状,然后获取遍

历pDrawFeature周围要素的游标pCursor^[22],利用游标的NextFeature方法可以获取其指向的下一个要素pTempFeature(可以理解为图1中的宗海A),若其不存在,则返回值为false,若存在,则获取其几何形状pTempGeometry,利用要素属性值及表2中的对应关系得到其相对于pDrawFeature的缓冲区距离,然后通过此距离值获取pTempGeometry的缓冲

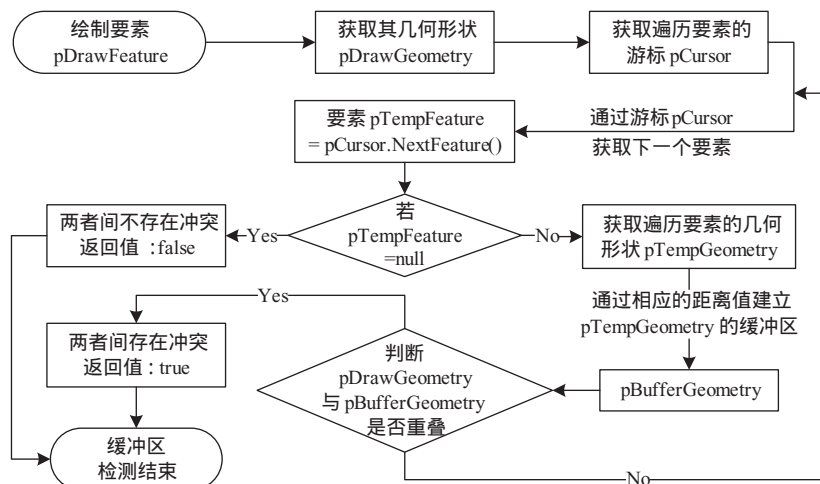


图2 缓冲区检测的算法流程图

Fig.2 Buffer detection algorithm flowchart

区 pBufferGeometry, 判断 pDrawGeometry 和 pBuffer Geometry 是否存在重叠部分, 若存在则返回值为 true, 若不存在则返回到游标处继续获取下一个要素, 依此循环下去。

通过遍历检测判断宗海与一种海洋功能区划是否存在矛盾, 如果在图2中第二个判断条件的 Yes 后记录当前的冲突信息, 再按照 No 部分的流程返回游标再检测, 即可实现宗海对多种海洋功能区划检测。

3.2 历史用海检测

根据表3给出的不同海水水质质量间的年限

值, 可以进行历史用海检测。图3给出了历史用海的检测示意, 分别包括时间轴 T 和空间轴 X、Y, 从 t_1 时刻到 t_2 时刻, 宗海 A 转为闲置宗海, 从 t_2 时刻到 t_3 时刻, 又由闲置宗海转为宗海 D, 且与宗海 A 具有相同的边界但不同的海洋功能分区类型, 接下来利用历史用海检测方法判断宗海 D 的规划是否合理。首先, 通过宗海 D 的属性值计算出该宗海的闲置年限, 然后, 依据宗海 D 和宗海 A 的海洋功能分区类型所对应的海水水质质量分类, 在表3中获取相对应的年限值, 若前者的值大于或等于后者则不存在冲突, 若前者的值小于后者则存在冲突, 说明此处不适宜规划为宗海 D 的海洋功能分区类型。

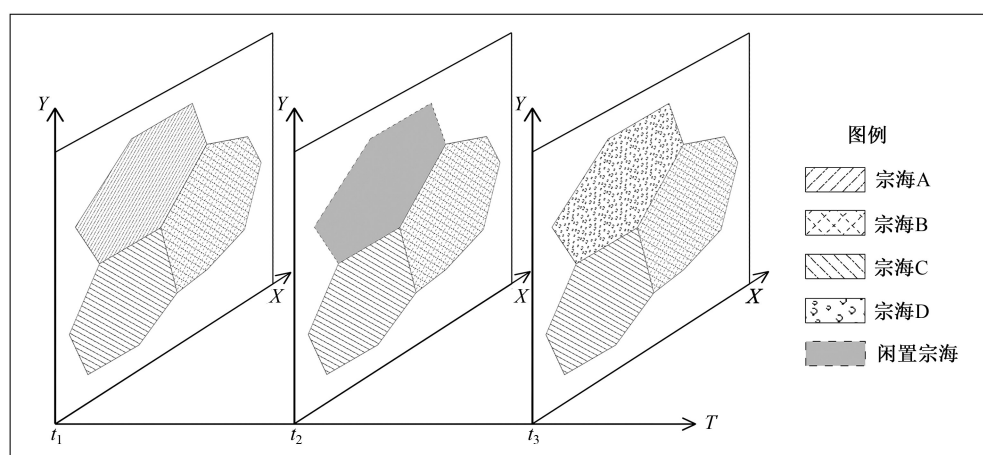


图3 历史用海检测示意

Fig.3 Historical sea use detection schematic

历史用海的检测算法同样可以得到布尔型的返回值, 若返回值为 false, 则说明选择要素的规划用海功能分区类型与该区域之前的历史用海功能分区类型不存在冲突, 若返回值为 true, 则说明选择要素的规划用海功能分区类型与该区域之前的历史用海功能分区类型存在冲突。算法的具体实现如下: 首先, 通过要素的变更年月来获取选择要素的闲置年限 t_s , 然后通过要素前后的用海功能分区类型所对应的海水水质质量。依据表3可获取两者所对应的理论最小年限 t_0 , 若 $t_s > t_0$ 或 $t_s = t_0$, 则返回值为 false, 若 $t_s < t_0$, 则返回值为 true。

4 用海变化检测方法的实现

用海变化的自动检测功能充分利用地理信息系统 (geographical information system, GIS) 的空间分析及数据管理功能^[23], 依据缓冲区检测方法和历

史用海检测方法, 以 Microsoft Visual Studio.NET 2010 平台为基础, 利用 ESRI ArcGIS Geodatabase 数据模型构建上海海洋功能区划的地理数据库, 采用 C# 开发语言和 ESRI ArcGIS Engine 10.0 组件设计而成^[24]。实现了对宗海要素添加和更改进行自动检测的功能, 从而实现对海洋资源的合理开发和利用。

4.1 数据组成

空间数据通过 Geodatabase 来构建, 主要分成两层: 第一层为线状图层, 包括边界线、桥梁、隧道和管道等; 第二层为面状图层, 具体为上海海洋功能分区数据, 相应的属性数据的字段设置及解释如表4所示。

上海海洋功能区划与全国海洋功能区划相比, 由于区域环境的原因, 只存在部分海洋功能分区, 包括港口区、管线区、海洋生态自然保护区、航道、

表4 数据的字段组成
Tab.4 Geographic data fields

字段名称	别名	数据类型	解释
FID	FID	Object ID	系统默认分配的对象ID, 每个要素都有一个唯一的值
Shape	Shape	Geometry	表示要素的几何形状, 包括点、线、面等
Sea_Type	Sea_Type	Text (20)	宗海的海洋功能区分类名称, 通过该值确定不同面状要素的功能分区类型
Water_Qua	Water_Quality	Short	指海水水质质量, 包括0、1、2、3、4, 其中0指的是与海洋无关的分类, 例如陆地, 1代表C1, 2代表C2, 3代表C3, 4代表C4
Create_Yea	Create_Year	Text (10)	宗海创建的年份
Create_Mon	Create_Month	Text (10)	宗海创建的月份
Change_Yea	Change_Year	Text (10)	宗海更改的年份, 空值表示到目前为止该宗海没有发生过变更
Change_Mon	Change_Month	Text (10)	宗海更改的月份, 空值表示到目前为止该宗海没有发生过变更
Before_ID	Before_ID	Short	宗海更改前的ID值, -1表示到目前为止该宗海没有发生过变更
Before_Typ	Before_Type	Text(20)	宗海变更前的海洋功能分类值, 空值表示到目前为止该宗海没有发生过变更

注: 由于 Geodatabase 中对于字段名称的长度限制, 因此, 有些字段的名称被截断了, 但这些字段名称所对应的别名中都有完整的名称记录

灰场、芦苇区、锚地、排泥场、捕捞区、浅海养殖区、倾废区、湿地生态自然保护区、水源保护区、滩涂、滩涂养殖区、滩涂围垦区, 以及中华鲟保护区等, 其中捕捞区为操作区域。

4.2 功能的实现

功能实现流程如图4所示, 分别包括缓冲区检测和历史用海检测。对于缓冲区检测, 主要是针对宗海的添加, 首先是利用要素编辑工具绘制欲添加宗海要素的面状图形, 在编辑结束后, 系统会根据

图形的位置判断是否在允许的范围内, 所谓的允许范围指的是上海海洋功能区划中的捕捞区区域, 若返回值为否, 则提示错误, 点击确定后返回到之前的绘制要素界面, 若返回值为是, 则弹出缓冲区检测对话框进入缓冲区检测模式, 先为要素添加相应的属性值, 接着进行检测, 若检测结果为没有冲突, 则可以选择保存绘制要素或是删除绘制要素来退出检测过程, 若检测结果为有冲突, 则提供原图显示、缓冲区显示和冲突显示3种提示方案来确定冲突区域并给出相应的建议, 之后可以选择保存绘制

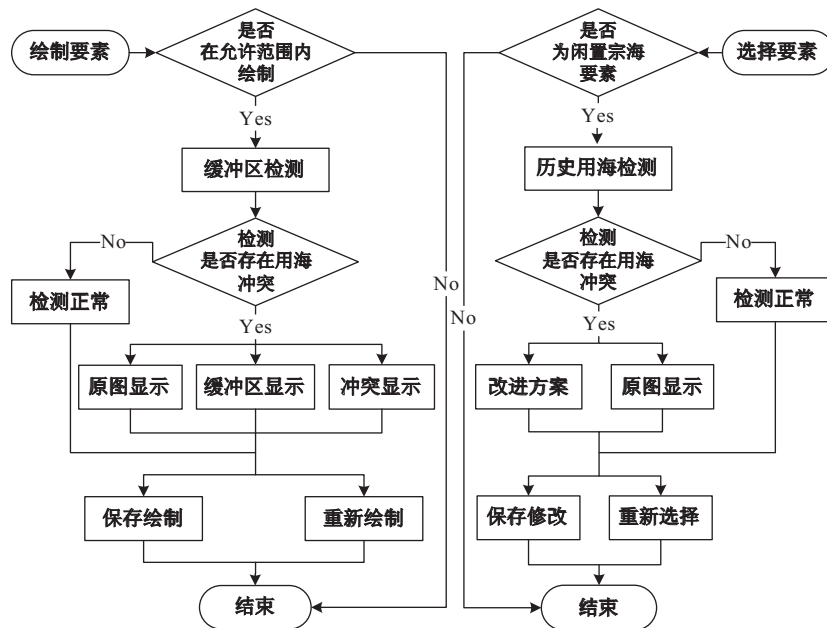


图4 程序实现流程图

Fig.4 Program flowchart

要素或是删除绘制要素来退出缓冲区检测过程;对于历史用海检测,主要针对宗海的变更,首先,选择需要变更的宗海要素,判断此要素是否属于闲置宗海要素,若返回值为否,则提示错误,点击确定后返回到之前的选择界面,若返回值为是,则弹出历史用海检测对话框进入历史用海检测模式,默认会加入更改宗海要素的已知属性值,需手动添加要素当前的 Sea_Type 属性值,接着进行检测,若检测结果为没有冲突,则可以选择保存修改或是重新选择要素来退出检测过程,若检测结果为有冲突,则提供原图显示和改进方案两个选项,改进方案分为两方面内容:其一为该要素的 Sea_Type 属性通过修改成哪些值可以满足检测要求;其二为当前的 Sea_Type 值,再过多少年可以满足检测要求,之后可以选择保存修改或是重新选择要素来退出历史用海检测过程。

5 结语

海籍管理是实现海岸带/海域用海管理的有效方法,可提升我国用海空间信息化管理水平。海籍变更中的用海类型变化经常引起用海冲突。对于用海变化的检测更多的是依靠多期遥感影像比较,从多时相遥感影像中对各种时态现象进行定量化的描述^[25],籍此来确定和评价各种地表现象随时间发生变化的过程^[26]。本项研究基于海籍管理系统业务流程考虑,从遥感影像中获得宗海变化信息,或者实际宗海变更时实现宗海变化检测。

方法的建立依照了国家海洋功能区划中规定的海洋功能区分类及海洋环境保护要求,根据不同海洋功能分区的海水水质质量标准,建立的宗海缓冲区检测算法和历史用海检测算法可以实现对新增宗海和宗海变更进行空间变化和时间变化的用海类型检测,确保用海类型相协调,从而保证海洋功能区划的合理性。

根据上海海洋功能区划数据,利用通用地理信息系统开发组件验证了该方法。用海变化自动检测方法及其实现对于推进海籍空间管理系统具有重要意义。

需要注意的是,方法构建中的缓冲区距离值 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 , 以及历史用海年限值 y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 的确定,需要根据用海区域当地的动力条件、沉积物类型和生态环境等要素来综合判断。

参考文献:

- [1] 安晓宁.我国海洋资源环境现状及其可持续利用[J].生态农业研究,1999(2):1-5.
- [2] 付元宾,赵建华,王权明,等.我国海域使用动态监测系统(SDMS)模式探讨[J].自然资源学报,2008,23(2):185-193.
- [3] 杨山,张武根,李荣军.江苏省海洋功能区划实施评价指标体系与方法[J].长江流域资源与环境,2011(10):1164-1171.
- [4] 王佩儿,洪华生,张珞平.试论以资源定位的海洋功能区划[J].厦门大学学报(自然科学版),2004,43(z1):205-210.
- [5] 周立,董春来,谢宏全,等.海域使用管理 GNSS 基准框架集成技术研究[J].测绘通报,2010(12):10-13.
- [6] 孙钦帮.基于遥感的海域使用变化信息识别技术[J].海洋环境科学,2008,27(S2):104-108.
- [7] 杨辉.海域使用论证与海洋环境影响评价的比较研究[J].海洋环境科学,2007(2):197-200.
- [8] 张秋明.国外海籍研究经验及我国需考虑的问题——以澳大利亚和印度尼西亚为例[J].国土资源情报,2010(3):2-6.
- [9] 张瑞林,肖桂荣,王国乾,等.基于 ArcGIS Server 的海域使用管理信息系统开发[J].地球信息科学,2007,9(4):80-84.
- [10] 滕骏华.网络地理信息系统及其在海岸带管理中的应用[J].台湾海峡,2000(3):316-321.
- [11] 国家海洋局. HY/T 124-2009,海籍调查规范[S].2009,1-44.
- [12] 任一平,徐宾铎,慕永通.青岛市海洋功能区划对海洋渔业发展的影响分析[J].中国海洋大学学报(社会科学版),2006(2):17-19.
- [13] 谢高地,鲁春霞,甄霖,等.区域空间功能分区的目标、进展与方法[J].地理研究,2009(3):561-570.
- [14] 国家海洋局.全国海洋功能区划(2011-2020年)[R].2012,1-31.
- [15] 国家环境保护局. GB3097-1997,海水水质标准[S].1997,15-21.
- [16] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB18668-2002,海洋沉积物质量[S].2002,1-3.
- [17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB18421-2001,海洋生物质量[S].2001,1-3.
- [18] 陈宝明,宋莉英,侯玉平,等.中国海洋自然保护区功能分区模式及分类管理初探[J].生态环境,2007,16(2):704-708.
- [19] 吕妙儿,黄杏元.基于 GIS 的缓冲区生成模型理论和方法[J].科技通报,2000(5):356-360.
- [20] Er E, Kilinc I, Gezici G, et al. A buffer zone computation algorithm for corridor rendering in GIS[C]. 2009.
- [21] 郗敏,刘红玉,吕宪国.流域湿地水质净化功能研究进展[J].水科学进展,2006(4):566-573.
- [22] 朱红梅.游标在地理数据库中的应用[J].计算机工程与设计,2008(8):2102-2104.
- [23] 鄂越,张建兵,诸叶平,等.基于嵌入式 GIS 的农业经济信

- 息服务系统[J].计算机工程,2008(23):269-271.
- [24] Cameron E, Davies C, Elkins R, *et al.* ArcGIS engine developer guide[M]. California: ESRI, 2004.
- [25] Garcia-Aguirre M C, Alvarez R, Dirzo R, *et al.* Post-classification digital change detection analysis of a temperate forest in the southwest basin of Mexico City, in a 16-year span[C]. 2005.
- [26] Bruzzone L, Bovolo F. A novel framework for the design of change-detection systems for very-high-resolution remote sensing images[J]. Proceedings of the IEEE, 2012 (99):1-22.

An Automatic Detection Method on Sea Use Change in Marine Cadastral Management System

LI Bingnan, JIANG Xuezhong* and YUN Caixing

(State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: There often exist contradictories between different sea uses at adjacent sea areas. So it is needed to carry out an automatic method to detect the sea use change based on the marine functional area classification and marine environmental protection requirement in China. According to the sea water quality standards of the marine functional zones, this automatic detection method firstly computes the different values of distance and time between any two classifications of the above water quality standards, then establishes the buffer detection algorithm and the historical sea use detection algorithm between them respectively. The buffer detection algorithm could detect two different types of sea use in the same time but the different spatial places, then judging whether there are contradictories between these two types. The historical sea use detection algorithm could detect two different types of sea use in the same spatial place but the different times, then judging whether there are contradictories between these two types. Based on the above two detection algorithms, Microsoft Visual C# and the geographic information system development component ESRI ArcGIS Engine, the automatic detection function of new marine parcel adding and original marine parcel changing has been built. At last, we took Shanghai marine function zoning data as a case, and proved that as one of the core functions of marine cadastral spatial information management system, this method can realize automatic detection function of sea use.

Key words: marine functional zoning; sea use change; automatic detection; geographic information system; marine cadastral management

*Corresponding author: JIANG Xuezhong, E-mail: xzjiang@sklec.ecnu.edu.cn