



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101520449 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 25

(21) 申请号 200910078366. X

审查员 孙春梅

(22) 申请日 2009. 02. 26

(73) 专利权人 孟伟

地址 100012 北京市朝阳区安外北苑大羊坊
8 号

(72) 发明人 孟伟 邓义祥

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理
有限公司 11006

代理人 祁建国 梁挥

(51) Int. Cl.

G01N 33/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2009013503 A1, 2009. 01. 29,

CN 1441913 A, 2003. 01. 29,

CN 2694263 Y, 2005. 04. 20,

JP 2005030839 A, 2005. 02. 03,

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种近岸海域水质采样点优化装置及优化方法

(57) 摘要

本发明涉及一种近岸海域水质采样点优化装置及优化方法。该优化装置包括：近岸海域水质数据采集系统，用于采集进行近岸海域水质数据；近岸海域水质抽样分析系统，用于基于距离的聚类分析方法对采样点的水质数据进行聚类；对聚类结果进行分析，以确定最终采样点。本发明能够提高采样点的代表性，因而能够保证监测效率、减少监测成本。本发明能够尽可能合理地布局采样点，可在有限的监测成本条件下，最大限度地代表研究区域的水质状况。

采集进行近岸海域水质数据

基于距离的聚类分析方法对采样点的水质数据进行聚类；对聚类结果进行分析，以确定最终采样点

1. 一种近岸海域水质采样点优化装置,其特征在于,包括:

近岸海域水质数据采集系统,用于采集进行近岸海域水质数据;

近岸海域水质抽样分析系统,用于基于距离的聚类分析方法对采样点的水质数据进行聚类;对聚类结果进行分析,以确定最终采样点;

所述采样点之间的水质距离定义为: $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n w_k (c_{ik} - c_{jk})^2}$, 其中采样点 i 的水质浓

度为 $C_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in})$, w_k 为水质指标的权重, i、j、k 均为自然数;

近岸海域水质抽样分析系统在对采样点的水质数据进行聚类时:对单个采样点之间的水质距离,直接采用采样点之间的水质距离;对单个采样点和已经聚为一类的水质采样点之间的水质距离,采用该单个采样点和该类中每一个采样点的最小水质距离表征它们之间的距离;对已经聚类的两个采样点集之间的水质距离,采用分别属于两个采样点集的任意两个采样点之间水质距离的最小值。

2. 如权利要求 1 所述的近岸海域水质采样点优化装置,其特征在于,近岸海域水质数据采集系统采用现场实测或数值仿真方法进行近岸海域水质数据采集。

3. 如权利要求 1 所述的近岸海域水质采样点优化装置,其特征在于,还包括近岸海域水质采样点空间抽样数据库系统,用于存储近岸海域水质抽样分析系统所需的数据。

4. 如权利要求 1 所述的近岸海域水质采样点优化装置,其特征在于,还包括近岸海域水质插值分析系统,用于采用空间插值技术对近岸海域水质数据进行插值,以全面反映近岸海域的水质特征。

5. 如权利要求 1 所述的近岸海域水质采样点优化装置,其特征在于,还包括近岸海域水质空间抽样专家人机交互系统,用于实时地更新分析结果,反映专家的意图。

6. 如权利要求 1 所述的近岸海域水质采样点优化装置,其特征在于,还包括近岸海域水质空间抽样评估系统,用于依据设定的评估指标,对空间抽样分析结果进行评估。

7. 如权利要求 1 所述的近岸海域水质采样点优化装置,其特征在于,还包括近岸海域水质抽样分析显示系统,用于基于 GIS 的空间分析技术对水质抽样分析的过程和结果进行动态显示。

8. 一种近岸海域水质采样点优化方法,其特征在于,包括:

步骤 1,采集进行近岸海域水质数据;

步骤 2,依次把水质距离最近的采样点聚为一类;对聚类结果进行分析,以确定最终采样点;

所述步骤 2 中,采样点之间的水质距离定义为: $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n w_k (c_{ik} - c_{jk})^2}$, 其中采样点 i 的

水质浓度为 $C_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in})$, w_k 为水质指标的权重, i、j、k 均为自然数;

在对采样点的水质数据进行聚类时:对单个采样点之间的水质距离,直接采用采样点之间的水质距离;对单个采样点和已经聚为一类的水质采样点之间的水质距离,采用该单个采样点和该类中每一个采样点的最小水质距离表征它们之间的距离;对已经聚类的两个采样点集之间的水质距离,采用分别属于两个采样点集的任意两个采样点之间水质距离的最小值。

9. 如权利要求 8 所述的近岸海域水质采样点优化方法,其特征在于,步骤 1 中,采用现场实测或数值仿真方法进行近岸海域水质数据采集。

10. 如权利要求 8 所述的近岸海域水质采样点优化方法,其特征在于,在步骤 1 和步骤 2 之间还包括:存储用于步骤 2 所需的数据。

11. 如权利要求 8 所述的近岸海域水质采样点优化方法,其特征在于,步骤 2 后还包括:步骤 21,采用空间插值技术对近岸海域水质数据进行插值,以全面反映近岸海域的水质特征。

12. 如权利要求 8 所述的近岸海域水质采样点优化方法,其特征在于,步骤 2 后还包括:步骤 22,近岸海域水质空间抽样专家人机交互系统实时地更新分析结果,反映专家的意图。

13. 如权利要求 8 所述的近岸海域水质采样点优化方法,其特征在于,步骤 2 后还包括:步骤 23,依据设定的评估指标,对空间抽样分析结果进行评估。

14. 如权利要求 8 所述的近岸海域水质采样点优化方法,其特征在于,步骤 2 后还包括:步骤 24,基于 GIS 的空间分析技术对水质抽样分析的过程和结果进行动态显示。

一种近岸海域水质采样点优化装置及优化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋环境保护和水质监测技术领域,尤其涉及一种近岸海域水质采样点优化装置及优化方法。

背景技术

[0002] 近岸海域是人类居住的陆地环境与海洋环境的交接地带。近岸海域蕴藏着丰富的矿产、海水养殖、旅游景观、港口以及岸线等资源,是人类海洋活动十分频繁的地区,也是海洋生产力最为发达的地区。近年来,来自陆域、大气沉降以及海水养殖等的污染物排放量急剧增加,导致我国近岸海域的环境质量严重恶化。

[0003] 根据海洋环境质量公报,2007 年我国近岸海域局部水质略有好转,但污染形势依然严峻;近海绝大部分区域水质达清洁和较清洁标准;远海海域水质继续保持良好的。全海域未达到清洁海域水质标准的面积约 14.5 万平方公里。较清洁海域、轻度污染海域、中度污染海域和严重污染海域面积分别约为 5.1、4.8、1.7 和 2.9 万平方公里。严重污染海域主要分布在辽东湾、渤海湾、黄河口、莱州湾、长江口、杭州湾、珠江口和部分大中城市近岸局部水域。

[0004] 加强近岸海域的保护是我国环境保护的重要内容。水质监测是掌握近岸海域环境质量状况和演变趋势、制定环境管理方案的重要依据。采样点、监测指标和采样频率是环境水质监测的三要素,其中采样点的选取决定着采样数据能否有效地反映研究区域的环境质量状况,因此是近岸海域水质监测十分重要的一环。

[0005] 理论上,采样点越多越能代表目标海域的水质特征。但事实上,受人力、物力和财力的约束,所能够进行水质分析的采样点是十分有限的,并且采样点采集的水样可能存在相似的情况,会减少有效的采样点。

发明内容

[0006] 为了解决上述的技术问题,提供了一种近岸海域水质采样点优化装置及优化方法,其目的在于,优化近岸海域水质采样点,以便获取更有代表性的采样数据。

[0007] 本发明提供了一种近岸海域水质采样点优化装置,包括:

[0008] 近岸海域水质数据采集系统,用于采集进行近岸海域水质数据;

[0009] 近岸海域水质抽样分析系统,用于基于距离的聚类分析方法对采样点的水质数据进行聚类;对聚类结果进行分析,以确定最终采样点。

[0010] 近岸海域水质数据采集系统采用现场实测或数值仿真方法进行近岸海域水质数据采集。

[0011] 还包括近岸海域水质采样点空间抽样数据库系统,用于存储近岸海域水质抽样分析系统所需的数据。

[0012] 还包括近岸海域水质插值分析系统,用于采用空间插值技术对近岸海域水质数据进行插值,以全面反映近岸海域的水质特征。

[0013] 采样点之间的水质距离定义为： $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n w_k (c_{ik} - c_{jk})^2}$ ，其中采样点 i 的水质浓度

为 $C_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in})$, w_k 为水质指标的权重, i, j, k 均为自然数；

[0014] 近岸海域水质抽样分析系统在对采样点的水质数据进行聚类时：对单个采样点之间的水质距离，直接采用采样点之间的水质距离；对单个采样点和已经聚为一类的水质采样点之间的水质距离，采用该单个采样点和该类中每一个采样点的最小水质距离表征它们之间的距离；对已经聚类的两个采样点集之间的水质距离，采用分别属于两个采样点集的任意两个采样点之间水质距离的最小值。

[0015] 还包括近岸海域水质空间抽样专家人机交互系统，用于实时地更新分析结果，反映专家的意图。

[0016] 还包括近岸海域水质空间抽样评估系统，用于依据设定的评估指标，对空间抽样分析结果进行评估。

[0017] 还包括近岸海域水质抽样分析显示系统，用于基于 GIS 的空间分析技术对水质抽样分析的过程和结果进行动态显示。

[0018] 本发明提供了一种近岸海域水质采样点优化方法，包括：

[0019] 步骤 1，采集进行近岸海域水质数据；

[0020] 步骤 2，基于距离的聚类分析方法对采样点的水质数据进行聚类；对聚类结果进行分析，以确定最终采样点。

[0021] 步骤 1 中，采用现场实测或数值仿真方法进行近岸海域水质数据采集。

[0022] 在步骤 1 和步骤 2 之间还包括：存储用于步骤 2 所需的数据。

[0023] 步骤 2 后还包括：步骤 21，采用空间插值技术对近岸海域水质数据进行插值，以全面反映近岸海域的水质特征。

[0024] 步骤 2 中，采样点之间的水质距离定义为： $d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n w_k (c_{ik} - c_{jk})^2}$ ，其中采样点 i 的

水质浓度为 $C_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in})$, w_k 为水质指标的权重, i, j, k 均为自然数；

[0025] 在对采样点的水质数据进行聚类时：对单个采样点之间的水质距离，直接采用采样点之间的水质距离；对单个采样点和已经聚为一类的水质采样点之间的水质距离，采用该单个采样点和该类中每一个采样点的最小水质距离表征它们之间的距离；对已经聚类的两个采样点集之间的水质距离，采用分别属于两个采样点集的任意两个采样点之间水质距离的最小值。

[0026] 步骤 2 后还包括：步骤 22，近岸海域水质空间抽样专家人机交互系统实时地更新分析结果，反映专家的意图。

[0027] 步骤 2 后还包括：步骤 23，依据设定的评估指标，对空间抽样分析结果进行评估。

[0028] 步骤 2 后还包括：步骤 24，基于 GIS 的空间分析技术对水质抽样分析的过程和结果进行动态显示。

[0029] 本发明能够提高采样点的代表性，因而能够保证监测效率、减少监测成本。本发明能够尽可能合理地布局采样点，可在有限的监测成本条件下，最大限度地代表研究区域的水质状况。

附图说明

[0030] 图 1 是本发明提供的近岸海域水质采样点优化装置原理示意图；

[0031] 图 2 是本发明提供的近岸海域水质采样点优化方法示意图。

具体实施方式

[0032] 本发明的目的是在现场实测或数值仿真数据的基础上,采用空间抽样分析技术,对近岸海域水质采样点的选取进行优化,以提高采样点的代表性,减少监测成本,尽可能真实地反映近岸海域的水质状况。现场实测方法是预先布置大量的采样点并进行水质监测,根据水质监测的结果分析近岸海域的水质变化。数值仿真方法是根据近岸海域的流场和水质变化特点,分析近岸海域的污染物迁移、扩散和衰减的规律,分析近岸海域的水质污染分布特征。在上述方法所采集到的数据基础上,采用空间抽样分析技术,对近岸海域的水质特征进行分析,确定最终的采样点。

[0033] 为了实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:

[0034] 1、采集近岸海域水质数据。采用现场实测或数值仿真方法,进行近岸海域水质数据采集。现场实测方法和数值仿真方法的选取,取决于监测成本和监测目标。

[0035] 2、进行空间抽样分析。采用空间抽样的方法,对获取的实测数据或仿真数据的代表性进行分析。可供选取的空间抽样技术有模糊聚类方法、物元分析法、神经网络法、密切值法、动态贴近度法和逼近理想解技术法等。其中模糊聚类方法由于其概念清晰、计算简洁、信息遗失较少,是优选的方法。聚类分析方法采用数理统计方法,将具有相似特点的水质采样点聚为一类,从而突出水质采样点的差异性,避免相似水质采样点重复采样。

[0036] 3、采用特征指标体系对抽样分析结果进行评估。本发明拟采取的评价指标体系有:(1) 平均值:反映近岸海域水质平均状况,该平均值既可以是算术平均,也可以是面积加权平均;(2) 最大值和最小值:反映近岸海域极端水质状况;(3) 达标率:反映环境监管要求的水质达标率指标;(4) 重点海域和重点污染物水质指标:以评价重点海域和重点污染物的水质状况;(5) 平均水质变化率:如果有分期采样数据,应有反映水质演变趋势的特征指标。由于具有多个评估指标,因此采用基于加权的方法建立综合评估指数。具体的评估

指数为: $I = \sum_{i=1}^n w_i I_i$,式中, w_i 为各项指标的权重, I_i 为各项指标权重的评分, $I_i = (x'_i - x_i) / x_i$,其中 x'_i 为抽样后的数据集所得到的指标值, x_i 为抽样前数据集的指标值。

[0037] 4、根据对抽样结果的评估,选取近岸海域的水质采样点。为加强人机交互,使专家智能参与到采样点的决策过程中,可提供多种水质采样点优化方案,对每种优化方案的优点和不足进行如实分析,以供专家进行最终决策。

[0038] 5、基于地理信息系统技术(GIS),对分析数据、过程和结果进行显示。

[0039] 依据上述设计方案,参照图 1 对本发明的各个部分作进一步的说明。

[0040] 近岸海域水质数据采集系统。采用现场实测或数值仿真方法,进行近岸海域水质数据采集。数值仿真方法需收集目标近岸海域内影响污染物扩散的各种数据资料,包括入海河流水量和污染物浓度、污染源的排放水量和污染物浓度、水下地形、开边界潮位等特点,利用海洋动力学理论编制数学模型或采用现有的数学模型软件,进行污染物的迁移扩

散规律研究。现场观测法可采用经验判断法确定初次采样点,采样点的数量可适当较多,以尽可能全面地反映目标近岸海域的水质状况。

[0041] 近岸海域水质采样点空间抽样数据库系统。该数据库系统具有数据录入、查询、修改、追加和删除等功能。该数据库将包括以下数据信息:一是近岸海域水质数据采集系统所收集到的抽样点水质属性数据和空间属性数据;二是污染源的源强属性数据和空间属性数据;三是近岸海域陆域和海域地理位置空间属性数据;四是其它空间和属性数据库,例如自然保护区、珍贵鱼类产卵场、栖息地等;五是抽样分析参数数据;六是抽样评估指标体系。采样点的水质信息主要用于聚类分析,源强数据、地理信息数据的空间和属性数据用于GIS图形显示,抽样分析的参数和指标数据用于构建评估指标。

[0042] 近岸海域水质插值分析系统。采用多种空间插值技术,对近岸海域水质数据进行插值,以全面反映近岸海域的水质特征。插值分析的结果应可以在抽样显示系统中进行显示,以方便专家直观了解近岸海域的水质特点。

[0043] 近岸海域水质抽样分析系统。其于多种空间抽样技术,对采样点进行优化。本发明提出基于距离的聚类分析方法,具体过程描述如下。设采样点 i 的水质浓度为 $C_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{in})$, 式中 n 为水质指标的个数。采样点 i 、 j 之间的水质距离可描述为:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n w_k (c_{ik} - c_{jk})^2}, \text{ 式中 } w_k \text{ 为水质指标的权重。类群之间的水质距离定义为:对单个采}$$

样点,直接采用采样点之间的水质距离;对单个参数和已经聚为一类的水质采样点,采用这个采样点和该类中每一个采样点的最小水质距离表征它们之间的距离;对已经聚类的两个采样点集,它们之间的水质距离为一个采样点集中任选一个采样点,与另一个采样点集中任选一个采样点,其水质距离的最小值来表示。依次把水质距离最近的采样点聚为一类,直到所有的采样点都聚为一类为止。

[0044] 对聚类结果进行分析,突出采样点之间的差异,以确定最终采样点。

[0045] 近岸海域水质空间抽样专家人机交互系统。人机交互在近岸海域水质抽样分析中具有十分重要的意义,因此该系统的优劣对分析结果具有十分重要的影响。专家人机交互系统,可以使专家比较容易地选择和设置水质插值系统的参数、空间抽样分析参数、评估指标参数等。依据专家评估系统,抽样系统将能够实时地更新分析结果,反映专家的意图,便于其分析。

[0046] 近岸海域水质空间抽样评估系统。采用预定的评估体系,采样设定的评估指标,对空间抽样分析结果进行评估。采用专家评分系统,给出多种空间抽样分析结果,对每种结果进行打分,对每种结果的优缺点进行说明,以增加专家选择的多种可能性,辅助专家进行决策。

[0047] 近岸海域水质抽样分析显示系统。采用基于GIS的空间分析技术,对水质抽样分析的过程和结果进行动态显示。动态显示系统建立在近岸海域水质采样点空间抽样数据库系统的基础上,其显示的主要信息应包括陆域和海域的空间位置信息、主要污染源信息、敏感保护目标信息、抽样分析结果的可视化信息。空间抽样分析显示系统,具有放大、缩小、漫游、拖曳、查询、输出图片、打印等功能,能够支持简单的编辑功能,如复制、图形元素的属性如点线大小、颜色的设置功能。近岸海域水质抽样分析显示系统,以最直观的方式对原始数据、分析过程和分析结果进行显示,方便人机交互,是本发明的重要组成部分。

[0048] 本发明中, 在实现采样点的聚类以后, 可以从各个类中任意选取一个采样点作为该类中采样点的代表, 这样处理以后就可以实现本发明的目的, 当然为了使每一个类中选取的采样点更具有代表性, 可以利用上面提供的评估方案进行评估。

[0049] 本发明提供的近岸海域水质采样点优化方法如图 2 所示, 主要包括:

[0050] 步骤 1, 采集进行近岸海域水质数据;

[0051] 步骤 2, 基于距离的聚类分析方法对采样点的水质数据进行聚类; 对聚类结果进行分析, 以确定最终采样点。

[0052] 本领域的技术人员在不脱离权利要求书确定的本发明的精神和范围的条件下, 还可以对以上内容进行各种各样的修改。因此本发明的范围并不仅限于以上的说明, 而是由权利要求书的范围来确定的。

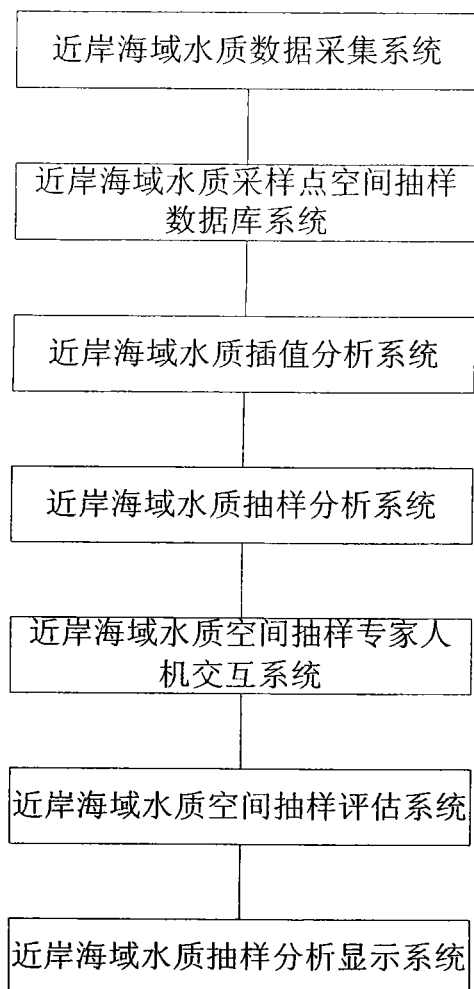


图 1

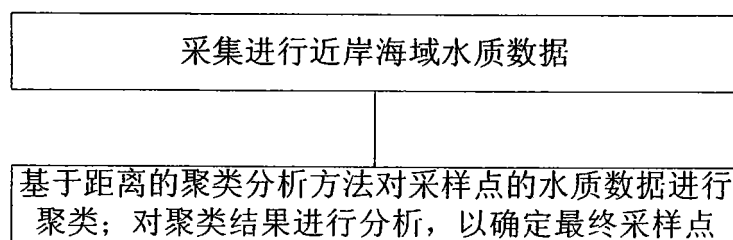


图 2