



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114113499 B

(45) 授权公告日 2022.04.15

(21) 申请号 202210098822.2

US 4062650 A, 1977.12.13

(22) 申请日 2022.01.27

CN 112485319 A, 2021.03.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 111650102 A, 2020.09.11

申请公布号 CN 114113499 A

CN 106407487 A, 2017.02.15

(43) 申请公布日 2022.03.01

CN 110704807 A, 2020.01.17

(73) 专利权人 广东海洋大学

CN 102819661 A, 2012.12.12

地址 524088 广东省湛江市麻章区海大路1号

CN 110567510 A, 2019.12.13

(72) 发明人 孙成琪 张守俊 纪然

CN 109541628 A, 2019.03.29

(74) 专利代理机构 广州专理知识产权代理事务所(普通合伙) 44493

Huiyan Yang. Sensitivity of photodissociation rate coefficients and O<sub>3</sub> photochemical tendencies to aerosols and clouds.《JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH》.2004, 第109卷(第D24期), 第1-12页.

代理人 邓易偲

杨东旭等. 华北及其周边地区秋季气溶胶光学性质的星载和地基遥感观测.《气候与环境研究》.2012, (第04期), 第421-432页.

(51) Int.Cl.

赵富强等. 气溶胶指数与臭氧总量的相关性初步研究.《成都信息工程大学学报》.2017, (第02期), 第147-151页.

G01N 33/00 (2006.01)

审查员 黎宏飞

G01C 13/00 (2006.01)

权利要求书6页 说明书10页 附图1页

G06F 17/18 (2006.01)

(56) 对比文件

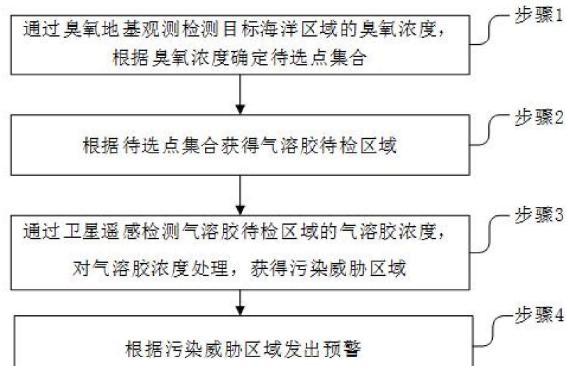
CN 113804829 A, 2021.12.17

(54) 发明名称

一种海洋污染数据采集方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种海洋污染数据采集方法，包括步骤通过臭氧地基观测检测目标海洋区域的臭氧浓度，根据臭氧浓度确定待选点集合，根据待选点集合获得气溶胶待检区域，通过卫星遥感检测气溶胶待检区域的气溶胶浓度，对气溶胶浓度处理，获得污染威胁区域，根据污染威胁区域发出预警。本发明结合了地面的臭氧传感器和卫星遥感获取气溶胶数据，通过臭氧污染和气溶胶综合检测，获得了污染潜在区域和实现污染预测，相比传统的单一污染物检测以及通过卫星遥感获得臭氧浓度和气溶胶，地基检测臭氧配合卫星遥感气溶胶检测的综合应用能更好反映区域的污染情况，减少臭氧和气溶胶检测间的干扰，也使得监控区域更为灵活。



1. 一种海洋污染数据采集方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

步骤1,通过臭氧地基观测检测目标海洋区域的臭氧浓度,根据臭氧浓度确定待选点集合;

步骤2,根据待选点集合获得气溶胶待检区域;

步骤3,检测气溶胶待检区域的气溶胶浓度,对气溶胶浓度处理,获得污染威胁区域;

步骤4,根据污染威胁区域发出预警;

其中,步骤1中,通过臭氧地基观测检测目标海洋区域的臭氧浓度,根据臭氧浓度确定待选点集合的子步骤为:

臭氧浓度获取方式为地基观测,具体为通过沿海岸线以每隔固定距离R部署的臭氧传感器;

每个臭氧传感器的检测间隔为T0,臭氧传感器的数量为N,对臭氧传感器依次编号;前一天所有臭氧传感器获得的平均臭氧浓度为DATA,前一天所有臭氧传感器获得的臭氧浓度的最大值为DATMAX,所有臭氧传感器当天获取的臭氧浓度数据记为DAT,N的最小值为10;

$DAT = \{SEN_i\}$ ,  $SEN_i = \{SEN_{i_1}, SEN_{i_2}, \dots, SEN_{i_M}\}$ ,  $SEN_i$  表示第  $i$  个臭氧传感器在当天获取的臭氧浓度数据,  $i \in [1, N]$ ,  $M$  为一天中一个臭氧传感器获得的臭氧浓度的数量,  $M$  的最小值为 12, 记前一天所有臭氧传感器的臭氧浓度平均值为 DATAVG;  $SEN_{i_M}$  为第  $i$  个臭氧传感器在当天获取的第  $M$  个臭氧浓度数据;

初始化变量  $i$  和  $j$  的值为 1; 初始化空的待选点集合 SENA;

步骤1.1,如果  $SEN_{i_j}$  的值满足第一条件且满足第二条件,把第  $i$  个传感器  $SEN_i$  加入待选点集合 SENA,如果  $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则使  $i$  的值增加 1 并重新开始步骤1.1;

如果  $SEN_{i_j}$  的值满足第一条件但不满足第二条件,跳转步骤1.2;

如果  $SEN_{i_j}$  的值不满足第一条件和第二条件,如果当前  $j < M$ ,使  $j$  的值增加 1 并重新开始步骤1.1;如果  $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则设置  $j$  的值为 1,  $i$  的值增加 1 并重新开始步骤1.1;

其中,第一条件为:

$SEN_{i_j} \geq DATMAX - MIN(SEN_i)$ ,  $MIN(SEN_i)$  为取第  $i$  个臭氧传感器在当天获得的臭氧浓度的最小值,且  $abs(LOC(DATMAX) - i) \leq X$ ,  $LOC(DATMAX)$  为获取前一天测得臭氧浓度的最大值的传感器编号,  $abs()$  为取绝对值操作,  $abs(LOC(DATMAX) - i) \leq X$  为前一天获得臭氧浓度的最大值的传感器与第  $i$  个臭氧传感器的编号距离值小于  $X$ , 编号距离值即前一天获得臭氧浓度的最大值的传感器编号与第  $i$  个臭氧传感器的编号差;

其中,第二条件为:

$SEN_{i_j} > (\sum(MEAN(SEN_{i_j}) + DATAVG)) / (NUM(SEN_{i_j}) + 1)$ , 其中,  $\sum(MEAN(SEN_{i_j}))$  为获取以第  $i$  个传感器为中心半径为  $X \times R$  的范围内的各个臭氧传感器获取的数据的平均值的累加和, 数据的时间范围为从当天第 1 个数据到第  $j$  个数据,  $NUM(SEN_{i_j})$  为以第  $i$  个传感器为中心半径为  $X \times R$  的范围内臭氧传感器的数量;

其中,  $X$  取值默认为 3, 如果第  $i$  个臭氧传感器前一天被放入待选点集合 SENA 则  $X$  设置为 2, 或者,  $X$  设置为臭氧浓度大于 DATA 的臭氧传感器数量;

步骤1.2,如果  $SEN_{i_j} > MKV$ ,把  $SEN_i$  加入待选点集合 SENA,如果  $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则使  $i$  的值增加 1 跳到步骤1.1;否则如果  $SEN_{i_j} \leq MKV$ ,如果当前  $j < M$ ,使  $j$  的值增加 1 重新开始步骤1.1,如果  $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则设置  $j$  的值为 1,  $i$  的值增加 1 重新开始步骤1.1;

其中,  $MKV=AVG(SENi-1, SENi+1)$ ,  $SENi-1$ 、 $SENi+1$  分别表示第  $i-1$  个和  $i+1$  个传感器在当天获得的臭氧浓度数据, 如果不存在第  $i-1$  个或  $i+1$  个臭氧传感器, 则取  $MKV=AVG(SENi+1, SENi+2)$  或  $MKV=AVG(SENi-1, SENi-2)$ ,  $SENi+2$ 、 $SENi-2$  分别表示第  $i+2$  个和  $i-2$  个传感器在当天获得的臭氧浓度数据,  $AVG(A, B)$  表示取  $A$  和  $B$  中所有数据的算术平均值;

步骤1.3, 若  $SENA$  为非空集合, 输出待选点集合  $SENA$ , 若  $SENA$  为空集合则不执行步骤2~4, 判定目标海洋区域无风险。

2. 根据权利要求1所述的一种海洋污染数据采集方法, 其特征在于, 步骤2中, 根据待选点集合获得气溶胶待检区域的子步骤为:

步骤2.1, 对待选点集合  $SENA$  进行处理: 初始化气溶胶待检区域集合  $AA$ , 设置变量  $D$  和变量  $k$  并设置  $D$  和  $k$  值为 1;  $len(SENA)$  为获取  $SENA$  集合的大小;

步骤2.1.1, 如果  $len(SENA) \geq 3$ , 跳转步骤2.1.11; 如果  $len(SENA) \leq 2$  跳转步骤2.2;

步骤2.1.11, 使  $D$  的值为当前  $k$  的值, 跳转步骤2.1.12;

步骤2.1.12, 记  $UPA(SENA_D)$  与  $UPA(SENA_{k+1})$  分别为  $SENA_D$  与  $SENA_{k+1}$  中在当天的臭氧浓度超过第一阈值的臭氧浓度数据个数,  $SENA_D$  为第  $D$  个臭氧传感器对应的待选点集合,  $SENA_{k+1}$  为第  $k+1$  个臭氧传感器对应的待选点集合;  $MAX(SENA_D)$  为在  $SENA_D$  中当天的臭氧浓度的最大值,  $MAX(SENA_{k+1})$  为在  $SENA_{k+1}$  中当天的臭氧浓度的最大值,  $MEAN(SENA_D)$  为取  $SENA_D$  中在当天获得的臭氧浓度数据的平均值,  $MEAN(SENA_{k+1})$  为取  $SENA_{k+1}$  中在当天获得的臭氧浓度数据的平均值, 如果  $abs(UPA(SENA_D) - UPA(SENA_{k+1})) < 0.2N$  和/或  $abs(MAX(SENA_D) - MAX(SENA_{k+1})) > abs(MEAN(SENA_D) - MEAN(SENA_{k+1})) \times abs(UPA(SENA_D) - UPA(SENA_{k+1}))$ , 跳转步骤2.1.13, 如果  $k < len(SENA) - 2$  则使  $k$  的值增加 1, 重新开始步骤2.1.12, 否则跳转步骤2.1.13;

步骤2.1.13, 以第  $D$  个臭氧传感器的位置为点 01, 第  $k$  个臭氧传感器的位置为点 02, 以点 01 和点 02 为端点构造线段 Y, 线段 Y 的中点为 YM, 即 YM 到 01 的距离等于 YM 到 02 的距离; 以风向为方向或者线段 Y 上点 YM 为垂足的垂线的任意一个方向, 构建线段 YX, 使线段 YX 中点经过点 YM, 线段 YX 的端点分别为 YX1 和 YX2, YX1 和 YX2 到 YM 的距离都为 D12, D12 为点 01 到点 02 的欧氏距离, 以 YX1、01、YX2、02 为顶点构建四边形, 将所述四边形的区域加入气溶胶待检区域集合 AA;

其中, 风向为检测时间段内风流过第  $D$  个臭氧传感器获取最后一个臭氧浓度数据时的风向, 并获取风速  $Vw$  为检测时间段内风流过第  $D$  个臭氧传感器获取最后一个臭氧浓度数据时的风速;

如果  $k < len(SENA) - 2$  则使  $k$  的值增加 1, 使  $D$  的值为当前  $k$  的值, 转到步骤2.1.11, 如果  $k = (len(SENA) - 2)$  使  $k$  的值增加 1 且跳转步骤2.2.1, 如果  $k > (len(SENA) - 2)$  则  $k$  的值增加 1 且跳转步骤2.2.4;

步骤2.2, 如果  $len(SENA) = 2$ , 跳步骤2.2.1, 否则执行步骤2.2.4;

步骤2.2.1, 以第  $k$  个臭氧传感器的位置为点 03, 以第  $k+1$  个臭氧传感器的位置为点 04, 如果点 03 到点 04 的欧氏距离大于  $2R'$ , 跳转步骤2.2.2, 否则跳转步骤2.2.3;

步骤2.2.2, 以第  $k$  个臭氧传感器的位置为圆心, 设置半径  $R'$  内的区域为气溶胶待检区域, 把所述气溶胶待检区域加入气溶胶待检区域集合 AA; 以第  $k+1$  个臭氧传感器的位置为圆心, 设置半径  $R'$  内的区域为气溶胶待检区域, 其中  $R' = R \times \exp(\sqrt{R/Vw})$  或者  $R' = D12$ , 把所述气溶胶待检区域加入气溶胶待检区域集合 AA, 跳转步骤2.4;

步骤2.2.3,以点03和点04为端点构造线段Y2,线段Y2的中点为YM2,即YM2到点03的距离等于YM2到点04的距离;以风向为方向或者线段Y2上点YM2为垂足的垂线的任意一个方向,构建线段Y2X,使线段Y2X经过点YM2,线段Y2X的端点分别为YX3和YX4,YX3和YX4到YM2的距离都为D34,D34为点03和点04的欧氏距离,以YX3、03、YX4、04为顶点构建四边形,将所述四边形的区域加入气溶胶待检区域集合AA,跳转步骤2.4;

步骤2.2.4,以第k个臭氧传感器的位置为中心,把半径R2'内的区域加入气溶胶待检区域集合AA,其中, $R2' = 2R \times \exp(\sqrt{R/Vw})$  或者  $R2' = 2 \times D12$ , $\exp()$  为以自然对数为底的指数函数, $\sqrt{}$  为开平方根操作,跳转步骤2.4;

步骤2.4,输出气溶胶待检区域集合AA中所有的气溶胶待检区域。

3.根据权利要求1所述的一种海洋污染数据采集方法,其特征在于,步骤3中,通过卫星遥感检测气溶胶待检区域的气溶胶浓度,对气溶胶浓度处理,获得污染威胁区域的子步骤为:

步骤3.1,依次检测气溶胶待检区域中每个区域的气溶胶趋势值AEROT,具体为:

步骤3.1.1,利用搭载了的紫外臭氧总量探测仪的气象卫星的数据获得气溶胶趋势值AEROT:

$$AEROT = -(\sum (OZ) / R)^2 \times (\log_2(B_{360}/B_{331}) - \log_2(R_{360}/R_{331}));$$

式中,  $\sum (OZ)$  为区域中的所有臭氧传感器获得的浓度极差的和,获得方法为获得区域内每个臭氧传感器在一天内获得的臭氧浓度值的极大值MAX1和极小值MIN1,每个臭氧传感器的OZ= $(MAX1+MIN1)/2$ , $\log_2()$  为以2为底的对数函数, $B_{360}$  为卫星上检测波长360nm的后向散射辐亮度值, $B_{331}$  为在波长331nm的后向散射辐亮度值, $R_{360}$  为波长为360nm的纯分子大气后向散射理论计算值, $R_{331}$  为波长为331nm的纯分子大气后向散射理论计算值,ROK=R或者ROK为区域中的臭氧传感器数量;

步骤3.2,根据气溶胶趋势值AEROT确定污染威胁区域,气溶胶趋势值AEROT大于1的区域标记为污染威胁区域。

4.一种海洋污染数据采集系统,其特征在于,所述系统包括:

臭氧浓度检测模块,用于获取臭氧浓度;

气溶胶浓度检测模块,用于获取气溶胶浓度;

数据处理模块,处理臭氧浓度和气溶胶浓度数据,获得气溶胶待检区域,输出污染威胁区域;

其中,输出污染威胁区域的方法具体为:

步骤1,通过臭氧地基观测检测目标海洋区域的臭氧浓度,根据臭氧浓度确定待选点集合:

臭氧浓度获取方式为地基观测,具体为通过沿海岸线以每隔固定距离R部署的臭氧传感器;

每个臭氧传感器的检测间隔为T0,臭氧传感器的数量为N,对臭氧传感器依次编号;前一天所有臭氧传感器获得的平均臭氧浓度为DATA,前一天所有臭氧传感器获得的臭氧浓度的最大值为DATMAX,所有臭氧传感器当天获取的臭氧浓度数据记为DAT,N的最小值为10;

$DAT = \{SEN_i\}$ ,  $SEN_i = \{SEN_{i_1}, SEN_{i_2}, \dots, SEN_{i_M}\}$ ,  $SEN_i$  表示第i个臭氧传感器在当天获取的臭氧浓度数据,  $i \in [1, N]$ , M为一天中一个臭氧传感器获得的臭氧浓度的数量,M的最小值

为12,记前一天所有臭氧传感器的臭氧浓度平均值为DATAVG;SEN<sub>i\_M</sub>为第i个臭氧传感器在当天获取的第M个臭氧浓度数据;

初始化变量i和j的值为1;初始化空的待选点集合SENA;

步骤1.1,如果SEN<sub>i\_j</sub>的值满足第一条件且满足第二条件,把第i个传感器SEN<sub>i</sub>加入待选点集合SENA,如果i≥N,跳转步骤1.3,否则使i的值增加1并重新开始步骤1.1;

如果SEN<sub>i\_j</sub>的值满足第一条件但不满足第二条件,跳转步骤1.2;

如果SEN<sub>i\_j</sub>的值不满足第一条件和第二条件,如果当前j<M,使j的值增加1并重新开始步骤1.1;如果i≥N,跳转步骤1.3,否则设置j的值为1,i的值增加1并重新开始步骤1.1;

其中,第一条件为:

SEN<sub>i\_j</sub>≥DATMAX-MIN(SEN<sub>i</sub>),MIN(SEN<sub>i</sub>)为取第i个臭氧传感器在当天获得的臭氧浓度的最小值,且abs(LOC(DATMAX)-i)≤X,LOC(DATMAX)为获取前一天测得臭氧浓度的最大值的传感器编号,abs()为取绝对值操作,abs(LOC(DATMAX)-i)≤X为前一天获得臭氧浓度的最大值的传感器与第i个臭氧传感器的编号距离值小于X,编号距离值即前一天获得臭氧浓度的最大值的传感器编号与第i个臭氧传感器的编号差;

其中,第二条件为:

SEN<sub>i\_j</sub>>(Σ(MEAN(SEN<sub>i-j</sub>)+DATAVG))/(NUM(SEN<sub>i-j</sub>)+1),其中,Σ(MEAN(SEN<sub>i-j</sub>))为获取以第i个传感器为中心半径为X×R的范围内的各个臭氧传感器获取的数据的平均值的累加和,数据的时间范围为从当天第1个数据到第j个数据,NUM(SEN<sub>i-j</sub>)为以第i个传感器为中心半径为X×R的范围内臭氧传感器的数量;

其中,X取值默认为3,如果第i个臭氧传感器前一天被放入待选点集合SENA则X设置为2,或者,X设置为臭氧浓度大于DATA的臭氧传感器数量;

步骤1.2,如果SEN<sub>i\_j</sub>>MKV,把SEN<sub>i</sub>加入待选点集合SENA,如果i≥N,跳转步骤1.3,否则使i的值增加1转到步骤1.1;否则如果SEN<sub>i\_j</sub>≤MKV,如果当前j<M,使j的值增加1重新开始步骤1.1,如果i≥N,跳转步骤1.3,否则设置j的值为1,i的值增加1重新开始步骤1.1;

其中,MKV=AVG(SEN<sub>i-1</sub>,SEN<sub>i+1</sub>),SEN<sub>i-1</sub>、SEN<sub>i+1</sub>分别表示第i-1个和i+1个传感器在当天获得的臭氧浓度数据,如果不存在第i-1个或i+1个臭氧传感器,则取MKV=AVG(SEN<sub>i+1</sub>,SEN<sub>i+2</sub>)或MKV=AVG(SEN<sub>i-1</sub>,SEN<sub>i-2</sub>),SEN<sub>i+2</sub>、SEN<sub>i-2</sub>分别表示第i+2个和i-2个传感器在当天获得的臭氧浓度数据,AVG(A,B)表示取A和B中所有数据的算术平均值;

步骤1.3,若SENA为非空集合,输出待选点集合SENA,若SENA为空集合则不执行步骤2~4,判定目标海洋区域无风险;

步骤2,根据待选点集合获得气溶胶待检区域:

步骤2.1,对待选点集合SENA进行处理:初始化气溶胶待检区域集合AA,设置变量D和变量k并设置D和k值为1;len(SENA)为获取SENA集合的大小;

步骤2.1.1,如果len(SENA)≥3,跳转步骤2.1.11;如果len(SENA)≤2跳转步骤2.2;

步骤2.1.11,使D的值为当前k的值,跳转步骤2.1.12;

步骤2.1.12,记UPA(SENA<sub>D</sub>)与UPA(SENA<sub>k+1</sub>)分别为SENA<sub>D</sub>与SENA<sub>k+1</sub>中在当天的臭氧浓度超过第一阈值的臭氧浓度数据个数,SENA<sub>D</sub>为第D个臭氧传感器对应的待选点集合,SENA<sub>k+1</sub>为第k+1个臭氧传感器对应的待选点集合;MAX(SENA<sub>D</sub>)为在SENA<sub>D</sub>中当天的臭氧浓度的最大值,MAX(SENA<sub>k+1</sub>)为在SENA<sub>k+1</sub>中当天的臭氧浓度的最大值,MEAN(SENA<sub>D</sub>)为取SENA<sub>D</sub>中在当天

获得的臭氧浓度数据的平均值,MEAN(SEN<sub>A<sub>k+1</sub></sub>)为取SEN<sub>A<sub>k+1</sub></sub>中在当天获得的臭氧浓度数据的平均值,

如果abs(UPA(SEN<sub>A<sub>D</sub></sub>)-UPA(SEN<sub>A<sub>k+1</sub></sub>))<0.2N和/或abs(MAX(SEN<sub>A<sub>D</sub></sub>)-MAX(SEN<sub>A<sub>k+1</sub></sub>))>abs(MEAN(SEN<sub>A<sub>D</sub></sub>)-MEAN(SEN<sub>A<sub>k+1</sub></sub>))×abs(UPA(SEN<sub>A<sub>D</sub></sub>)-UPA(SEN<sub>A<sub>k+1</sub></sub>)),跳转步骤2.1.13,如果k<len(SEN<sub>A</sub>)-2则使k的值增加1,重新开始步骤2.1.12,否则跳转步骤2.1.13;

步骤2.1.13,以第D个臭氧传感器的位置为点01,第k个臭氧传感器的位置为点02,以点01和点02为端点构造线段Y,线段Y的中点为YM,即YM到01的距离等于YM到02的距离;以风向为方向或者线段Y上点YM为垂足的垂线的任意一个方向,构建线段YX,使线段YX中点经过点YM,线段YX的端点分别为YX1和YX2,YX1和YX2到YM的距离都为D12,D12为点01到点02的欧氏距离,以YX1、01、YX2、02为顶点构建四边形,将所述四边形的区域加入气溶胶待检区域集合AA;

其中,风向为检测时间段内风流过第D个臭氧传感器获取最后一个臭氧浓度数据时的风向,并获取风速Vw为检测时间段内风流过第D个臭氧传感器获取最后一个臭氧浓度数据时的风速;

如果k<len(SEN<sub>A</sub>)-2则使k的值增加1,使D的值为当前k的值,转到步骤2.1.11,如果k=(len(SEN<sub>A</sub>)-2)使k的值增加1且跳转步骤2.2.1,如果k>(len(SEN<sub>A</sub>)-2)则k的值增加1且跳转步骤2.2.4;

步骤2.2,如果len(SEN<sub>A</sub>)=2,跳步骤2.2.1,否则执行步骤2.2.4;

步骤2.2.1,以第k个臭氧传感器的位置为点03,以第k+1个臭氧传感器的位置为点04,如果点03到点04的欧氏距离大于2R',跳转步骤2.2.2,否则跳转步骤2.2.3;

步骤2.2.2,以第k个臭氧传感器的位置为圆心,设置半径R'内的区域为气溶胶待检区域,把所述气溶胶待检区域加入气溶胶待检区域集合AA;以第k+1个臭氧传感器的位置为圆心,设置半径R'内的区域为气溶胶待检区域,其中R'=R×exp(sqrt(R/Vw))或者R'=D12,把所述气溶胶待检区域加入气溶胶待检区域集合AA,跳转步骤2.4;

步骤2.2.3,以点03和点04为端点构造线段Y2,线段Y2的中点为YM2,即YM2到点03的距离等于YM2到点04的距离;以风向为方向或者线段Y2上点YM2为垂足的垂线的任意一个方向,构建线段Y2X,使线段Y2X经过点YM2,线段Y2X的端点分别为YX3和YX4,YX3和YX4到YM2的距离都为D34,D34为点03和点04的欧氏距离,以YX3、03、YX4、04为顶点构建四边形,将所述四边形的区域加入气溶胶待检区域集合AA,跳转步骤2.4;

步骤2.2.4,以第k个臭氧传感器的位置为中心,把半径R2'内的区域加入气溶胶待检区域集合AA,其中,R2'=2R×exp(sqrt(R/Vw)) 或者R2'=2×D12,exp()为以自然对数为底的指数函数,sqrt()为开平方根操作,跳转步骤2.4;

步骤2.4,输出气溶胶待检区域集合AA中所有的气溶胶待检区域;

步骤3,检测气溶胶待检区域的气溶胶浓度,对气溶胶浓度处理,获得污染威胁区域:

步骤3.1,依次检测气溶胶待检区域中每个区域的气溶胶趋势值AEROT,具体为:

步骤3.1.1,利用搭载了的紫外臭氧总量探测仪的气象卫星的数据获得气溶胶趋势值AEROT:

$$AEROT = -(\sum(OZ)/R)^2 \times (\log_2(B_{360}/B_{331}) - \log_2(R_{360}/R_{331}));$$

式中,Σ(OZ)为区域中的所有臭氧传感器获得的浓度极差的和,获得方法为获得区域

内每个臭氧传感器在一天内获得的臭氧浓度值的极大值MAX1和极小值MIN1,每个臭氧传感器的 $OZ=(MAX1+MIN1)/2$ , $\log_2()$ 为以2为底的对数函数, $B_{360}$ 为卫星上检测波长360nm的后向散射辐亮度值, $B_{331}$ 为在波长331nm的后向散射辐亮度值, $R_{360}$ 为波长为360nm的纯分子大气后向散射理论计算值, $R_{331}$ 为波长为331nm的纯分子大气后向散射理论计算值,ROK=R或者ROK为区域中的臭氧传感器数量;

步骤3.2,根据气溶胶趋势值AEROT确定污染威胁区域,气溶胶趋势值AEROT大于1的区域标记为污染威胁区域;

警报模块,对污染威胁区域发出预警,具体为:根据污染威胁区域发出预警。

5.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行时实现权利要求1-4中任一项所述方法的步骤。

6.一种电子设备,其特征在于,包括:存储器,其上存储有计算机程序;处理器,用于执行所述存储器中的所述计算机程序,以实现权利要求1-4中任一项所述方法的步骤。

## 一种海洋污染数据采集方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理、海洋污染监测与治理技术领域,具体涉及一种海洋污染数据采集方法及系统。

### 背景技术

[0002] 大气气溶胶是由大气介质和混合于其中的固体或液体颗粒物组成的体系,虽然含量很少,但对大气中发生的许多物理化学现象都有影响。例如气溶胶对太阳辐射的吸收和散射会改变大气系统的太阳辐射反照率,从而影响到地气系统的能量平衡。

[0003] 臭氧和气溶胶中的氮氧化物、硫氧化物、挥发性有机物等污染物存在一定的关联,它们既存在竞争前体物的关系,也能通过改变化学反应条件而互相制约。具体关系为臭氧的氧化性可促进气溶胶颗粒的生成,气溶胶颗粒通过改变太阳辐射的反射强度,抑制光化学反应从而降低臭氧浓度,而针对臭氧和气溶胶颗粒的综合监测仍存在空白。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提出一种海洋污染数据采集方法,以解决现有技术中所存在的一个或多个技术问题,至少提供一种有益的选择或创造条件。

[0005] 为实现上述技术目的,本发明技术方案如下:

[0006] 一种海洋污染数据采集方法,所述方法包括以下步骤:

[0007] 步骤1,通过臭氧地基观测检测目标海洋区域的臭氧浓度,根据臭氧浓度确定待选点集合;

[0008] 步骤2,根据待选点集合获得气溶胶待检区域;

[0009] 步骤3,检测气溶胶待检区域的气溶胶浓度,对气溶胶浓度处理,获得污染威胁区域;

[0010] 步骤4,根据污染威胁区域发出预警。

[0011] 进一步地,步骤1中,通过臭氧地基观测检测目标海洋区域的臭氧浓度,根据臭氧浓度确定待选点集合的子步骤为:

[0012] 臭氧浓度获取方式为地基观测,具体为通过沿海岸线以每隔固定距离R部署的臭氧传感器;

[0013] 每个臭氧传感器的检测间隔为T0,臭氧传感器的数量为N,对臭氧传感器依次编号;前一天所有臭氧传感器获得的平均臭氧浓度为DATA,前一天所有臭氧传感器获得的臭氧浓度的最大值为DATMAX,所有臭氧传感器当天获取的臭氧浓度数据记为DAT,N的最小值为10;

[0014]  $DAT = \{SEN_i\}$ ,  $SEN_i = \{SEN_{i_1}, SEN_{i_2}, \dots, SEN_{i_M}\}$ ,  $SEN_i$  表示第  $i$  个臭氧传感器在当天获取的臭氧浓度数据,  $i \in [1, N]$ ,  $M$  为一天中一个臭氧传感器获得的臭氧浓度的数量,  $M$  的最小值为12, 记前一天所有臭氧传感器的臭氧浓度平均值为DATAVG;  $SEN_{i_M}$  为第  $i$  个臭氧传感器在当天获取的第  $M$  个臭氧浓度数据;

- [0015] 初始化变量i和j的值为1;初始化空的待选点集合SENA;
- [0016] 步骤1.1,如果 $SEN_{i,j}$ 的值满足第一条件且满足第二条件,把第i个传感器 $SEN_i$ 加入待选点集合SENA,如果 $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则使i的值增加1并重新开始步骤1.1;
- [0017] 如果 $SEN_{i,j}$ 的值满足第一条件但不满足第二条件,跳转步骤1.2;
- [0018] 如果 $SEN_{i,j}$ 的值不满足第一条件和第二条件,如果当前 $j < M$ ,使j的值增加1并重新开始步骤1.1;如果 $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则设置j的值为1,i的值增加1并重新开始步骤1.1;
- [0019] 其中,第一条件为:
- [0020]  $SEN_{i,j} \geq DATMAX - MIN(SEN_i)$ , $MIN(SEN_i)$ 为取第i个臭氧传感器在当天获得的臭氧浓度的最小值,且 $abs(LOC(DATMAX) - i) \leq X$ , $LOC(DATMAX)$ 为获取前一天测得臭氧浓度的最大值的传感器编号, $abs()$ 为取绝对值操作, $abs(LOC(DATMAX) - i) \leq X$ 为前一天获得臭氧浓度的最大值的传感器与第i个臭氧传感器的编号距离值小于X,编号距离值即前一天获得臭氧浓度的最大值的传感器编号与第i个臭氧传感器的编号差;
- [0021] 其中,第二条件为:
- [0022]  $SEN_{i,j} > (\sum(MEAN(SEN_{i,j}) + DATAVG)) / (NUM(SEN_{i,j}) + 1)$ ,其中, $\sum(MEAN(SEN_{i,j}))$ 为获取以第i个传感器为中心半径为 $X \times R$ 的范围内的各个臭氧传感器获取的数据的平均值的累加和,数据的时间范围为从当天第1个数据到第j个数据, $NUM(SEN_{i,j})$ 为以第i个传感器为中心半径为 $X \times R$ 的范围内臭氧传感器的数量;
- [0023] 其中,X取值默认为3,如果第i个臭氧传感器前一天被放入待选点集合SENA则X设置为2,或者,X设置为臭氧浓度大于DATA的臭氧传感器数量;
- [0024] 步骤1.2,如果 $SEN_{i,j} > MKV$ ,把 $SEN_i$ 加入待选点集合SENA,如果 $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则使i的值增加1转到步骤1.1;否则如果 $SEN_{i,j} \leq MKV$ ,如果当前 $j < M$ ,使j的值增加1重新开始步骤1.1,如果 $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则设置j的值为1,i的值增加1重新开始步骤1.1;
- [0025] 其中, $MKV = AVG(SEN_{i-1}, SEN_{i+1})$ , $SEN_{i-1}$ 、 $SEN_{i+1}$ 分别表示第i-1个和i+1个传感器在当天获得的臭氧浓度数据,如果不存在第i-1个或i+1个臭氧传感器,则取 $MKV = AVG(SEN_{i+1}, SEN_{i+2})$ 或 $MKV = AVG(SEN_{i-1}, SEN_{i-2})$ , $SEN_{i+2}$ 、 $SEN_{i-2}$ 分别表示第i+2个和i-2个传感器在当天获得的臭氧浓度数据, $AVG(A, B)$ 表示取A和B中所有数据的算术平均值;
- [0026] 步骤1.3,若SENA为非空集合,输出待选点集合SENA,若SENA为空集合则不执行步骤2~4,判定目标海洋区域无风险。
- [0027] (待选点集合的选取极大的减少了数据处理的时空复杂度,极大的提高了数据预警局部鲁棒性,减少了海量的臭氧数据处理引发的污染预警的误报警率,减少了数据存储所需的服务器空间)。
- [0028] 进一步地,步骤2中,根据待选点集合获得气溶胶待检区域的子步骤为:
- [0029] 步骤2.1,对待选点集合SENA进行处理:初始化气溶胶待检区域集合AA,设置变量D和变量k并设置D和k值为1; $len(SENA)$ 为获取SENA集合的大小(SENA集合中元素的数量);
- [0030] 步骤2.1.1,如果 $len(SENA) \geq 3$ ,跳转步骤2.1.11;如果 $len(SENA) \leq 2$ 跳转步骤2.2;
- [0031] 步骤2.1.11,使D的值为当前k的值,跳转步骤2.1.12;
- [0032] 步骤2.1.12,记 $UPA(SENA_D)$ 与 $UPA(SENA_{k+1})$ 分别为 $SEN_A_D$ 与 $SEN_{k+1}$ 中在当天的臭氧

浓度超过第一阈值的臭氧浓度数据个数,SENA<sub>D</sub>为第D个臭氧传感器对应的待选点集合,SENA<sub>k+1</sub>为第k+1个臭氧传感器对应的待选点集合; MAX (SENA<sub>D</sub>) 为在SENA<sub>D</sub>中当天的臭氧浓度的最大值,MAX (SENA<sub>k+1</sub>) 为在SENA<sub>k+1</sub>中当天的臭氧浓度的最大值,MEAN (SENA<sub>D</sub>) 为取SENA<sub>D</sub>中在当天获得的臭氧浓度数据的平均值,MEAN (SENA<sub>k+1</sub>) 为取SENA<sub>k+1</sub>中在当天获得的臭氧浓度数据的平均值,

[0033] 如果abs (UPA (SENA<sub>D</sub>) -UPA (SENA<sub>k+1</sub>)) <0.2N和/或abs (MAX (SENA<sub>D</sub>) -MAX (SENA<sub>k+1</sub>)) >abs (MEAN (SENA<sub>D</sub>) -MEAN (SENA<sub>k+1</sub>)) × abs (UPA (SENA<sub>D</sub>) -UPA (SENA<sub>k+1</sub>)),跳转步骤2.1.13,如果k<len (SENA) -2则使k的值增加1,重新开始步骤2.1.12,否则跳转步骤2.1.13;

[0034] 步骤2.1.13,以第D个臭氧传感器的位置为点01,第k个臭氧传感器的位置为点02,以点01和点02为端点构造线段Y,线段Y的中点为YM,即YM到01的距离等于YM到02的距离;以风向为方向或者线段Y上点YM为垂足的垂线的任意一个方向,构建线段YX,使线段YX中点经过点YM,线段YX的端点分别为YX1和YX2,YX1和YX2到YM的距离都为D12,D12为点01到点02的欧氏距离,以YX1、01、YX2、02为顶点构建四边形,将所述四边形的区域加入气溶胶待检区域集合AA;

[0035] 其中,风向为检测时间段内风流过第D个臭氧传感器获取最后一个臭氧浓度数据时的风向,并获取风速Vw为检测时间段内风流过第D个臭氧传感器获取最后一个臭氧浓度数据时的风速;

[0036] 如果k<len (SENA) -2则使k的值增加1,使D的值为当前k的值,转到步骤2.1.11,如果k=(len (SENA) -2) 使k的值增加1且跳转步骤2.2.1,如果k>(len (SENA) -2) 则k的值增加1且跳转步骤2.2.4;

[0037] 步骤2.2,如果len (SENA)=2,跳步骤2.2.1,否则执行步骤2.2.4;

[0038] 步骤2.2.1,以第k个臭氧传感器的位置为点03,以第k+1个臭氧传感器的位置为点04,如果点03到点04的欧氏距离大于2R',跳转步骤2.2.2,否则跳转步骤2.2.3;

[0039] 步骤2.2.2,以第k个臭氧传感器的位置为圆心,设置半径R'内的区域为气溶胶待检区域,把所述气溶胶待检区域加入气溶胶待检区域集合AA;以第k+1个臭氧传感器的位置为圆心,设置半径R'内的区域为气溶胶待检区域,其中R'=R×exp (sqrt (R/Vw)) 或者R'=D12,把所述气溶胶待检区域加入气溶胶待检区域集合AA,跳转步骤2.4;

[0040] 步骤2.2.3,以点03和点04为端点构造线段Y2,线段Y2的中点为YM2,即YM2到点03的距离等于YM2到点04的距离;以风向为方向或者线段Y2上点YM2为垂足的垂线的任意一个方向,构建线段Y2X,使线段Y2X经过点YM2,线段Y2X的端点分别为YX3和YX4,YX3和YX4到YM2的距离都为D34,D34为点03和点04的欧氏距离,以YX3、03、YX4、04为顶点构建四边形,将所述四边形的区域加入气溶胶待检区域集合AA,跳转步骤2.4;

[0041] 步骤2.2.4,以第k个臭氧传感器的位置为中心,把半径R2'内的区域加入气溶胶待检区域集合AA,其中,R2'=2R×exp (sqrt (R/Vw)) 或者R2'=2×D12,exp () 为以自然对数为底的指数函数,sqrt () 为开平方根操作,跳转步骤2.4;

[0042] 步骤2.4,输出气溶胶待检区域集合AA中所有的气溶胶待检区域在电子地图上对应位置。

[0043] 通过以上方法步骤2能够快速的获取到与当前臭氧传感器相关度很高的多个气溶胶待检区域,能够避免局部数据缺失导致的监测失真问题。

[0044] 在一个实施例里,目标海洋区域为海岸线到距离海岸线2KM的区域,臭氧传感器的布置方式为沿海岸线布置,检测时间段为8:00am~5:00pm,检测间隔T0取30min,固定距离R可以是2KM。

[0045] 优选地,检测时间段也可以根据日出日落(上午6时到下午19时)的时间确定。

[0046] 臭氧第一阈值为以当前臭氧传感器为中心半径为X×R的范围内的各个臭氧传感器获取的所有数据的平均值。

[0047] 优选地,臭氧第一阈值为为290DU,臭氧浓度为单位DU(多布森单位)。臭氧第一阈值也可以根据目标海洋区域的历史数据的平均值确定。

[0048] 进一步地,步骤3中,通过卫星遥感检测气溶胶待检区域的气溶胶浓度,对气溶胶浓度处理,获得污染威胁区域的子步骤为:

[0049] 地基观测吸收性气溶胶检测可以获得吸收系数和光学厚度光谱数据(AOD),对比卫星观测,地基观测具有更高的精度和时间连续性,但覆盖能力不足,难以反映气溶胶的空间分布特征和运动过程。

[0050] 中国的第二代极轨气象卫星风云三号A星搭载的紫外臭氧总量探测仪,能用于大气污染过程的吸收性气溶胶以及沙尘暴的监测。

[0051] 传统的紫外后向散射仪器观测数据的吸收性气溶胶指数在实际的反演中受到诸多因素的影响,利用气溶胶微物理特性、地表反射率的关系,结合地面站检测的臭氧浓度能有效推算出气溶胶的含量。

[0052] 步骤3.1,依次检测气溶胶待检区域集合中每个区域的气溶胶趋势值AEROT,具体为:

[0053] 步骤3.1.1,利用搭载了的紫外臭氧总量探测仪的气象卫星的数据获得气溶胶趋势值AEROT:

$$[0054] AEROT = -(\sum (OZ) / ROK)^2 \times (\log_2(B_{360}/B_{331}) - \log_2(R_{360}/R_{331})) ;$$

[0055] 式中,  $\Sigma (OZ)$  为区域中的所有臭氧传感器获得的浓度极差的和,获得方法为获得区域内每个臭氧传感器在一天内获得的臭氧浓度值的极大值MAX1和极小值MIN1,每个臭氧传感器的 $OZ = (MAX1 + MIN1) / 2$ ,  $\log_2()$  为以2为底的对数函数,  $B_{360}$  为卫星上检测波长360nm的后向散射辐亮度值,  $B_{331}$  为在波长331nm的后向散射辐亮度值,  $R_{360}$  为波长为360nm的纯分子大气后向散射理论计算值,  $R_{331}$  为波长为331nm的纯分子大气后向散射理论计算值,  $ROK=R$  或者  $ROK$  为区域中的臭氧传感器数量;

[0056] 步骤3.2,根据气溶胶趋势值AEROT确定污染威胁区域,气溶胶趋势值AEROT大于1的区域标记为污染威胁区域。

[0057] 纯分子大气后向散射理论计算值见参考文献:

[0058] [1] 赵富强等. 大气臭氧总量与吸收性气溶胶指数的关系[J]. 遥感学报, 2017, 21(4):9.

[0059] [2] 张春光等. 用后向散射系数计算颗粒物质量浓度的方法研究[J]. 大气与环境光学学报, 2008, 3(3):6.

[0060] [3] 吕春光, 王维和, 杨文博, 等. 面向高光谱大气臭氧传感器的多观测几何条件下紫外辐射模拟及对TOMS V8算法臭氧初值估算模型改进与评价[J]. 光谱学与光谱分析, 2015, 35(11):6.

- [0061] 一种海洋污染数据采集系统,所述系统包括:
- [0062] 臭氧浓度检测模块,用于获取臭氧浓度;
- [0063] 气溶胶浓度检测模块,用于获取气溶胶浓度;
- [0064] 数据处理模块,处理臭氧浓度和气溶胶浓度数据,获得气溶胶待检区域,输出污染威胁区域;
- [0065] 警报模块,对污染威胁区域发出预警。
- [0066] 第三方面,本发明提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现本发明第一方面提供的所述方法的步骤。
- [0067] 第四方面,本发明提供一种电子设备,包括:存储器,其上存储有计算机程序;处理器,用于执行所述存储器中的所述计算机程序,以实现本发明提供的所述方法的步骤。
- [0068] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:
- [0069] 本发明结合了地面的臭氧传感器和卫星遥感获取气溶胶数据,通过臭氧污染和气溶胶综合检测,获得了污染潜在区域和实现污染预测,相比传统的单一污染物检测以及通过卫星遥感获得臭氧浓度和气溶胶,地基检测臭氧配合卫星遥感气溶胶检测的综合应用能更好反映区域的污染情况,减少臭氧和气溶胶检测间的干扰,也使得监控区域更为灵活。

## 附图说明

[0070] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面通过对结合附图所示出的实施方式进行详细说明,本发明的上述以及其他特征将更加明显,本发明附图中相同的参考标号表示相同或相似的元素,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图,在附图中:

- [0071] 图1为本发明提供的一种海洋污染数据采集方法的流程图;
- [0072] 图2为本发明一个实施例的一种海洋污染数据采集系统结构示意框图。

## 具体实施方式

[0073] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清晰,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详尽说明。此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0074] 同样应理解,以下实施例只用于对本发明进行进一步说明,不能理解为对本发明保护范围的限制,本领域的技术人员根据本发明上述内容做出的一些非本质的改进和调整均属于本发明的保护范围。下述示例具体的工艺参数等也仅是合适范围内的一一个示例,即本领域技术人员可以通过本文的说明做合适的范围内选择,而并非要限定于下文示例的具体数值。

- [0075] 以下示例性地说明本发明提供的一种海洋污染数据采集方法。
- [0076] 如图1所示为一种海洋污染数据采集方法的流程图,下面结合图1来阐述根据本发明的实施方式的一种海洋污染数据采集方法,所述方法包括以下步骤:
- [0077] 步骤1,通过臭氧地基观测检测目标海洋区域的臭氧浓度,根据臭氧浓度确定待选点集合;

- [0078] 步骤2,根据待选点集合获得气溶胶待检区域;
- [0079] 步骤3,检测气溶胶待检区域的气溶胶浓度,对气溶胶浓度处理,获得污染威胁区域;
- [0080] 步骤4,根据污染威胁区域发出预警。
- [0081] 进一步地,步骤1中,通过臭氧地基观测检测目标海洋区域的臭氧浓度,根据臭氧浓度确定待选点集合的子步骤为:
- [0082] 臭氧浓度获取方式为地基观测,具体为通过沿海岸线以每隔固定距离R部署的臭氧传感器;
- [0083] 每个臭氧传感器的检测间隔为T0,臭氧传感器的数量为N,对臭氧传感器依次编号;前一天所有臭氧传感器获得的平均臭氧浓度为DATA,前一天所有臭氧传感器获得的臭氧浓度的最大值为DATMAX,所有臭氧传感器当天获取的臭氧浓度数据记为DAT,N的最小值为10;
- [0084]  $DAT = \{SEN_i\}$ ,  $SEN_i = \{SEN_{i_1}, SEN_{i_2}, \dots, SEN_{i_M}\}$ ,  $SEN_i$  表示第  $i$  个臭氧传感器在当天获取的臭氧浓度数据,  $i \in [1, N]$ ,  $M$  为一天中一个臭氧传感器获得的臭氧浓度的数量,  $M$  的最小值为12,记前一天所有臭氧传感器的臭氧浓度平均值为DATAVG;  $SEN_{i_M}$  为第  $i$  个臭氧传感器在当天获取的第  $M$  个臭氧浓度数据;
- [0085] 初始化变量  $i$  和  $j$  的值为1;初始化空的待选点集合SENA;
- [0086] 步骤1.1,如果  $SEN_{i_j}$  的值满足第一条件且满足第二条件,把第  $i$  个传感器  $SEN_i$  加入待选点集合SENA,如果  $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则使  $i$  的值增加1并重新开始步骤1.1;
- [0087] 如果  $SEN_{i_j}$  的值满足第一条件但不满足第二条件,跳转步骤1.2;
- [0088] 如果  $SEN_{i_j}$  的值不满足第一条件和第二条件,如果当前  $j < M$ ,使  $j$  的值增加1并重新开始步骤1.1;如果  $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则设置  $j$  的值为1,  $i$  的值增加1并重新开始步骤1.1;
- [0089] 其中,第一条件为:
- [0090]  $SEN_{i_j} \geq DATMAX - MIN(SEN_i)$ ,  $MIN(SEN_i)$  为取第  $i$  个臭氧传感器在当天获得的臭氧浓度的最小值,且  $abs(LOC(DATMAX) - i) \leq X$ ,  $LOC(DATMAX)$  为获取前一天测得臭氧浓度的最大值的传感器编号,  $abs()$  为取绝对值操作,  $abs(LOC(DATMAX) - i) \leq X$  为前一天获得臭氧浓度的最大值的传感器与第  $i$  个臭氧传感器的编号距离值小于  $X$ ,编号距离值即前一天获得臭氧浓度的最大值的传感器编号与第  $i$  个臭氧传感器的编号差;
- [0091] 其中,第二条件为:
- [0092]  $SEN_{i_j} > (\sum(MEAN(SEN_{i_j}) + DATAVG)) / (NUM(SEN_{i_j}) + 1)$ , 其中,  $\sum(MEAN(SEN_{i_j}))$  为获取以第  $i$  个传感器为中心半径为  $X \times R$  的范围内的各个臭氧传感器获取的数据的平均值的累加和,数据的时间范围为从当天第1个数据到第  $j$  个数据,  $NUM(SEN_{i_j})$  为以第  $i$  个传感器为中心半径为  $X \times R$  的范围内臭氧传感器的数量;
- [0093] 其中,  $X$  取值默认为3,如果第  $i$  个臭氧传感器前一天被放入待选点集合SENA则  $X$  设置为2,或者,  $X$  设置为臭氧浓度大于DATA的臭氧传感器数量;
- [0094] 步骤1.2,如果  $SEN_{i_j} > MKV$ ,把  $SEN_i$  加入待选点集合SENA,如果  $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则使  $i$  的值增加1转到步骤1.1;否则如果  $SEN_{i_j} \leq MKV$ ,如果当前  $j < M$ ,使  $j$  的值增加1重新开始步骤1.1,如果  $i \geq N$ ,跳转步骤1.3,否则设置  $j$  的值为1,  $i$  的值增加1重新开始步骤1.1;

[0095] 其中,  $MKV=AVG(SENi-1, SENi+1)$ ,  $SENi-1$ 、 $SENi+1$ 分别表示第*i*-1个和*i*+1个传感器在当天获得的臭氧浓度数据, 如果不存在第*i*-1个或*i*+1个臭氧传感器, 则取 $MKV=AVG(SENi-1, SENi+2)$ 或 $MKV=AVG(SENi-1, SENi-2)$ ,  $SENi+2$ 、 $SENi-2$ 分别表示第*i*+2个和*i*-2个传感器在当天获得的臭氧浓度数据,  $AVG(A, B)$ 表示取A和B中所有数据的算术平均值;

[0096] 步骤1.3, 若SENA为非空集合, 输出待选点集合SENA, 若SENA为空集合则不执行步骤2~4, 判定目标海洋区域无风险。

[0097] (待选点集合的选取极大的减少了数据处理的时空复杂度, 极大的提高了数据预警局部鲁棒性, 减少了海量的臭氧数据处理引发的污染预警的误报警率, 减少了数据存储所需的服务器空间)。

[0098] 进一步地, 步骤2中, 根据待选点集合获得气溶胶待检区域的子步骤为:

[0099] 步骤2.1, 对待选点集合SENA进行处理: 初始化气溶胶待检区域集合AA, 设置变量D和变量k并设置D和k值为1;  $len(SENA)$  为获取SENA集合的大小(SENA集合中元素的数量);

[0100] 步骤2.1.1, 如果 $len(SENA) \geq 3$ , 跳转步骤2.1.11; 如果 $len(SENA) \leq 2$ 跳转步骤2.2;

[0101] 步骤2.1.11, 使D的值为当前k的值, 跳转步骤2.1.12;

[0102] 步骤2.1.12, 记 $UPA(SENA_D)$ 与 $UPA(SENA_{k+1})$ 分别为 $SENA_D$ 与 $SENA_{k+1}$ 中在当天的臭氧浓度超过第一阈值的臭氧浓度数据个数,  $SENA_D$ 为第D个臭氧传感器对应的待选点集合,  $SENA_{k+1}$ 为第k+1个臭氧传感器对应的待选点集合;  $MAX(SENA_D)$ 为在 $SENA_D$ 中当天的臭氧浓度的最大值,  $MAX(SENA_{k+1})$ 为在 $SENA_{k+1}$ 中当天的臭氧浓度的最大值,  $MEAN(SENA_D)$ 为取 $SENA_D$ 中在当天获得的臭氧浓度数据的平均值,  $MEAN(SENA_{k+1})$ 为取 $SENA_{k+1}$ 中在当天获得的臭氧浓度数据的平均值,

[0103] 如果 $abs(UPA(SENA_D) - UPA(SENA_{k+1})) < 0.2N$ 和/或 $abs(MAX(SENA_D) - MAX(SENA_{k+1})) > abs(MEAN(SENA_D) - MEAN(SENA_{k+1})) \times abs(UPA(SENA_D) - UPA(SENA_{k+1}))$ , 跳转步骤2.1.13, 如果 $k < len(SENA) - 2$ 则使k的值增加1, 重新开始步骤2.1.12, 否则跳转步骤2.1.13;

[0104] 步骤2.1.13, 以第D个臭氧传感器的位置为点01, 第k个臭氧传感器的位置为点02, 以点01和点02为端点构造线段Y, 线段Y的中点为YM, 即YM到01的距离等于YM到02的距离; 以风向为方向或者线段Y上点YM为垂足的垂线的任意一个方向, 构建线段YX, 使线段YX中点经过点YM, 线段YX的端点分别为YX1和YX2, YX1和YX2到YM的距离都为D12, D12为点01到点02的欧氏距离, 以YX1、01、YX2、02为顶点构建四边形, 将所述四边形的区域加入气溶胶待检区域集合AA;

[0105] 其中, 风向为检测时间段内风流过第D个臭氧传感器获取最后一个臭氧浓度数据时的风向, 并获取风速Vw为检测时间段内风流过第D个臭氧传感器获取最后一个臭氧浓度数据时的风速;

[0106] 如果 $k < len(SENA) - 2$ 则使k的值增加1, 使D的值为当前k的值, 转到步骤2.1.11, 如果 $k = (len(SENA) - 2)$ 使k的值增加1且跳转步骤2.2.1, 如果 $k > (len(SENA) - 2)$ 则k的值增加1且跳转步骤2.2.4;

[0107] 步骤2.2, 如果 $len(SENA) = 2$ , 跳步骤2.2.1, 否则执行步骤2.2.4;

[0108] 步骤2.2.1, 以第k个臭氧传感器的位置为点03, 以第k+1个臭氧传感器的位置为点04, 如果点03到点04的欧氏距离大于 $2R'$ , 跳转步骤2.2.2, 否则跳转步骤2.2.3;

[0109] 步骤2.2.2,以第k个臭氧传感器的位置为圆心,设置半径R'内的区域为气溶胶待检区域,把所述气溶胶待检区域加入气溶胶待检区域集合AA;以第k+1个臭氧传感器的位置为圆心,设置半径R'内的区域为气溶胶待检区域,其中 $R' = R \times \exp(\sqrt{R/V_w})$ 或者 $R' = D_{12}$ ,把所述气溶胶待检区域加入气溶胶待检区域集合AA,跳转步骤2.4;

[0110] 步骤2.2.3,以点03和点04为端点构造线段Y2,线段Y2的中点为YM2,即YM2到点03的距离等于YM2到点04的距离;以风向为方向或者线段Y2上点YM2为垂足的垂线的任意一个方向,构建线段Y2X,使线段Y2X经过点YM2,线段Y2X的端点分别为YX3和YX4,YX3和YX4到YM2的距离都为D34,D34为点03和点04的欧氏距离,以YX3、03、YX4、04为顶点构建四边形,将所述四边形的区域加入气溶胶待检区域集合AA,跳转步骤2.4;

[0111] 步骤2.2.4,以第k个臭氧传感器的位置为中心,把半径R2'内的区域加入气溶胶待检区域集合AA,其中, $R2' = 2R \times \exp(\sqrt{R/V_w})$ 或者 $R2' = 2 \times D_{12}$ , $\exp()$ 为以自然对数为底的指数函数, $\sqrt{()}$ 为开平方根操作,跳转步骤2.4;

[0112] 步骤2.4,输出气溶胶待检区域集合AA中所有的气溶胶待检区域。

[0113] 在一个实施例里,目标海洋区域为海岸线到距离海岸线2KM的区域,臭氧传感器的布置方式为沿海岸线布置,检测时间段为8:00am~5:00pm,检测间隔T0取30min,固定距离R可以是2KM。

[0114] 优选地,检测时间段也可以根据日出日落(上午6时到下午19时)的时间确定。

[0115] 臭氧第一阈值为以当前臭氧传感器为中心半径为 $X \times R$ 的范围内的各个臭氧传感器获取的所有数据的平均值。

[0116] 优选地,臭氧第一阈值为290DU,臭氧浓度为单位DU(多布森单位)。臭氧第一阈值也可以根据目标海洋区域的历史数据的平均值确定。

[0117] 进一步地,步骤3中,通过卫星遥感检测气溶胶待检区域的气溶胶浓度,对气溶胶浓度处理,获得污染威胁区域的子步骤为:

[0118] 地基观测吸收性气溶胶检测可以获得吸收系数和光学厚度光谱数据(AOD),对比卫星观测,地基观测具有更高的精度和时间连续性,但覆盖能力不足,难以反映气溶胶的空间分布特征和运动过程。

[0119] 中国的第二代极轨气象卫星风云三号A星搭载的紫外臭氧总量探测仪,能用于大气污染过程的吸收性气溶胶以及沙尘暴的监测。

[0120] 传统的紫外后向散射仪器观测数据的吸收性气溶胶指数在实际的反演中受到诸多因素的影响,利用气溶胶微物理特性、地表反射率的关系,结合地面站检测的臭氧浓度能有效推算出气溶胶的含量。

[0121] 步骤3.1,依次检测气溶胶待检区域集合中每个区域的气溶胶趋势值AEROT,具体为:

[0122] 步骤3.1.1,利用搭载了的紫外臭氧总量探测仪的气象卫星的数据获得气溶胶趋势值AEROT:

$$[0123] AEROT = -(\sum(OZ)/ROK)^2 \times (\log_2(B_{360}/B_{331}) - \log_2(R_{360}/R_{331})) ;$$

[0124] 式中, $\Sigma(OZ)$ 为区域中的所有臭氧传感器获得的浓度极差的和,获得方法为获得区域内每个臭氧传感器在一天内获得的臭氧浓度值的极大值MAX1和极小值MIN1,每个臭氧传感器的 $OZ = (MAX1 + MIN1) / 2$ , $\log_2()$ 为以2为底的对数函数, $B_{360}$ 为卫星上检测波长360nm的

后向散射辐亮度值,  $B_{331}$  为在波长331nm的后向散射辐亮度值,  $R_{360}$  为波长为360nm的纯分子大气后向散射理论计算值,  $R_{331}$  为波长为331nm的纯分子大气后向散射理论计算值, ROK=R或者ROK为区域中的臭氧传感器数量;

[0125] 步骤3.2,根据气溶胶趋势值AEROT确定污染威胁区域,气溶胶趋势值AEROT大于1的区域标记为污染威胁区域。

[0126] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0127] 本发明结合了地面的臭氧传感器和卫星遥感获取气溶胶数据,通过臭氧污染和气溶胶综合检测,获得了污染潜在区域和实现污染预测,相比传统的单一污染物检测以及通过卫星遥感获得臭氧浓度和气溶胶,地基检测臭氧配合卫星遥感气溶胶检测的综合应用能更好反映区域的污染情况,减少臭氧和气溶胶检测间的干扰,也使得监控区域更为灵活。

[0128] 如图2所示是本发明一个实施例的一种海洋污染数据采集系统结构示意框图。

[0129] 一种海洋污染数据采集系统,所述系统包括:

[0130] 臭氧浓度检测模块,用于获取臭氧浓度;

[0131] 气溶胶浓度检测模块,用于获取气溶胶浓度;

[0132] 数据处理模块,处理臭氧浓度和气溶胶浓度数据,获得气溶胶待检区域,输出污染威胁区域;

[0133] 警报模块,对污染威胁区域发出预警。

[0134] 所述基于一种海洋污染数据采集系统可以运行于桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备中。所述一种海洋污染数据采集系统,可运行的系统可包括,但不仅限于,处理器、存储器。本领域技术人员可以理解,所述例子仅仅是一种海洋污染数据采集系统的示例,并不构成对一种海洋污染数据采集系统的限定,可以包括比例子更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件,例如所述一种海洋污染数据采集系统还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0135] 所称处理器可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等,所述处理器是所述一种海洋污染数据采集系统运行系统的控制中心,利用各种接口和线路连接整个一种海洋污染数据采集系统可运行系统的各个部分。

[0136] 所述存储器可用于存储所述计算机程序和/或模块,所述处理器通过运行或执行存储在所述存储器内的计算机程序和/或模块,以及调用存储在存储器内的数据,实现所述一种海洋污染数据采集系统的各种功能。所述存储器可主要包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序(比如声音播放功能、图像播放功能等)等;存储数据区可存储根据手机的使用所创建的数据(比如音频数据、电话本等)。此外,存储器可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如硬盘、内存、插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card, SMC),安全数字(Secure Digital, SD)卡,闪存卡(Flash Card)、至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他易失性固态存储器件。

[0137] 尽管本发明的描述已经相当详尽且特别对几个所述实施例进行了描述,但其并非旨在局限于任何这些细节或实施例或任何特殊实施例,从而有效地涵盖本发明的预定范围。此外,上文以发明人可预见的实施例对本发明进行描述,其目的是为了提供有用的描述,而那些目前尚未预见的对本发明的非实质性改动仍可代表本发明的等效改动。

[0138] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0139] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

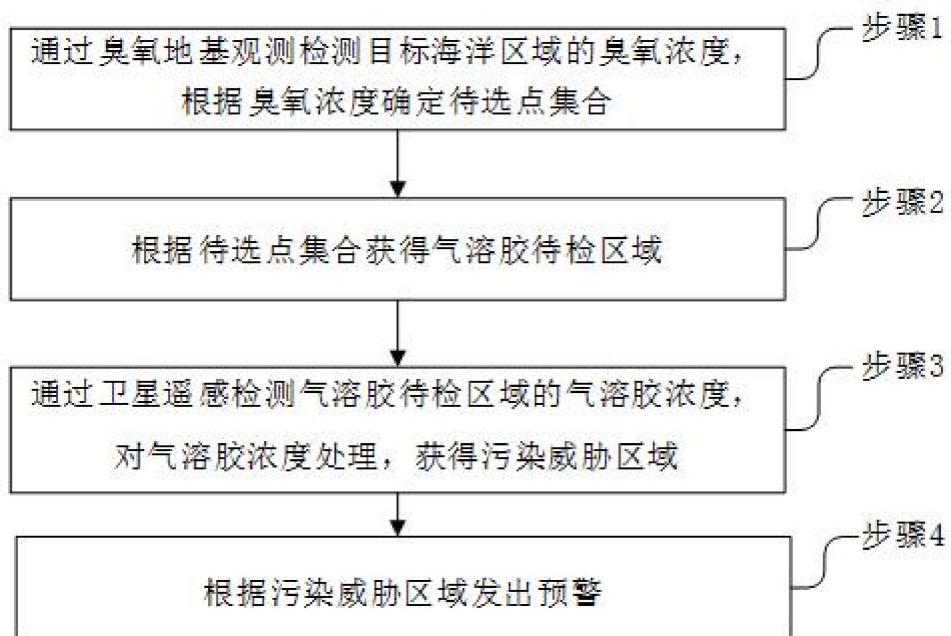


图1



图2