



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115774953 B

(45) 授权公告日 2024.04.26

(21) 申请号 202211394841.6

(22) 申请日 2022.11.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115774953 A

(43) 申请公布日 2023.03.10

(73) 专利权人 安徽新宇环保科技股份有限公司
地址 230000 安徽省合肥市包河经济开发区兰州路728号21栋

(72) 发明人 程雨涵 张友德 钱益武 王清泉
田文凤 董晓宛 许玲

(74) 专利代理机构 安徽新越诚途专利代理事务所(普通合伙) 34261
专利代理师 李浩宇

(51) Int. Cl.

- G06F 30/27 (2020.01)
- G06F 18/241 (2023.01)
- G06F 16/26 (2019.01)
- G06N 3/0442 (2023.01)
- G06N 3/08 (2023.01)

G06Q 50/02 (2012.01)

G01N 33/18 (2006.01)

G08B 21/18 (2006.01)

G06F 111/08 (2020.01)

G06F 113/08 (2020.01)

(56) 对比文件

CN 114386771 A, 2022.04.22

WO 2021051609 A1, 2021.03.25

CN 107767032 A, 2018.03.06

CN 111080097 A, 2020.04.28

CN 113269352 A, 2021.08.17

CN 114314854 A, 2022.04.12

CN 205773645 U, 2016.12.07

KR 20120023259 A, 2012.03.13

US 2014337256 A1, 2014.11.13

WO 2021174971 A1, 2021.09.10

(续)

审查员 张盈盈

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

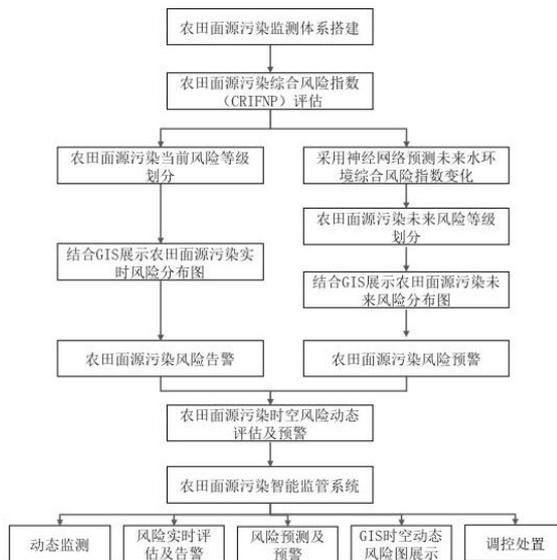
(54) 发明名称

一种基于数据处理的污染时空风险监管评估系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及数据处理技术领域,公开了一种基于数据处理的污染时空风险监管评估系统,包括:农田面源污染监测体系、农田面源污染综合风险指数评估体系和时空动态风险展示模块,可对目标区域农田的汇流节点、源头以及接纳水体进行全生命周期的三级监测,获得全面的水环境参数,然后根据水环境参数对目标区域农田的农田面源污染风险进行实时评估和预测,并划定相应的风险的等级,同时采用时空动态风险展示模块对中、高风险的农田面源汇流节点或者农田进行污染风险告警或预警,帮助监管人员直观掌握农田面源污染风险分布情况,方便工作人员及时调控处置,为农田面源污染“减哪里”、“如何管”

提供技术支撑。



CN 115774953 B

[接上页]

(56) 对比文件

Peng W. Combined impacts of precipitation and temperature on diffuse phosphorus pollution loading and critical source area identification in a freeze-thaw area.《Science of the Total

Environment》.2016,第607-616页.

郑涛;马友华;胡宏祥;王静;张东红;管飞. 农业面源污染生态风险评估研究进展.环境保护与循环经济.2016,(07),第37-41、48页.

李曼;薛祥山;杜家慧;赵轩;曲直.海绵城市建设过程中水环境综合整治方案设计探讨.环境工程.2019,(04),第30-34页.

1. 一种基于数据处理的污染时空风险监管评估系统,其特征在於,包括:

农田面源污染监测体系,用于获取目标区域农田的汇流节点、源头以及容纳水体的水环境参数;

农田面源污染综合风险指数评估体系,用于根据所述水环境参数输出对应的风险指数评分和未来风险指数评分以及实时风险等级以及未来风险等级;

时空动态风险展示模块,用于展示所述目标区域农田的农田面源污染实时风险分布情况和农田面源污染未来风险分布情况,用不同的颜色展示不同的所述风险等级,形成农田面源污染实时风险分布图、农田面源污染未来风险分布图,并进行相应的风险警告和预警;

其中,所述风险等级为低、中、高;

所述农田面源污染综合风险指数评估体系包括风险计算模型;

所述风险计算模型,综合考虑水质农田面源污染水质COD、NH₃-N、TP及流量指标影响,依据目标区域农田面源污染容纳水体的主要污染因子设置,包括:

$$P(\Delta t) = L(\alpha A + \beta B)$$

其中,主要污染因子包括氨氮和总磷, Δt 为监测时长, $P(\Delta t)$ 为 Δt 时长内所对应的污染风险指数,A为单位时间内检测水流中的氨氮含量评分值,B为单位时间内检测水流中的总磷含量评分值, α 和 β 为加权系数,L为 Δt 时长内的累计流量值。

2. 根据权利要求1所述的基于数据处理的污染时空风险监管评估系统,其特征在於,所述农田面源污染监测体系包括:

汇流监测模块,用于对目标区域农田面源污染进行按汇流节点进行分区,对汇流节点JN进行在线的水环境参数监测;所述水环境参数包括水质参数和水量参数;

源头监测模块,用于对风险等级为高的所述汇流节点JN相关的源头农田进行加密监测,实时获取所述源头农田的所述水环境参数;

终端监测模块,用于获取所述汇流节点JN所汇入的容纳水体河湖的所述水环境参数以及雨量参数。

3. 根据权利要求2所述的基于数据处理的污染时空风险监管评估系统,其特征在於,当所述氨氮含量评分值A超过第一阈值c时,所述风险计算模型包括:

$$P(\Delta t) = L(\alpha e^{|a-c|} A + \beta B)$$

当所述总磷含量评分值B超过第二阈值d时,所述风险计算模型包括:

$$P(\Delta t) = L(\alpha A + \beta e^{|b-d|} B)$$

其中,第一阈值c和第二阈值d均为预设值。

4. 根据权利要求3所述的基于数据处理的污染时空风险监管评估系统,其特征在於,当所述氨氮含量评分值A超过第一阈值c时、所述总磷含量评分值B超过第二阈值d时且监测处的流速大于预设流速时,所述风险计算模型包括:

$$P_i(n) = \frac{L(n)}{n} \left(\alpha e^{\frac{|a-c|}{|b-d|}} A + \beta e^{\frac{|b-d|}{|a-c|}} B \right) + \gamma e^{\frac{L(n)}{\Delta t * s}}$$

$$P(\Delta t) = \sum_{i=1}^n P_i(n)$$

其中, n 为将 Δt 时长随机分段的段数, $P_i(n)$ 为第 i 段随机时间段的污染风险指数, γ 为补偿系数, s 为标准流速。

5. 根据权利要求2所述的基于数据处理的污染时空风险监管评估系统, 其特征在于, 所述农田面源污染综合风险指数评估体系还包括神经网络风险预估模型;

所述神经网络风险预估模型根据历史的污染风险指数的变化趋势及历史的雨量参数预测未来时刻的农田面源污染综合风险指数CRIFNP, 对高风险范围进行预警。

6. 根据权利要求5所述的基于数据处理的污染时空风险监管评估系统, 其特征在于, 所述神经网络风险预估模型基于LSTM神经网络模型进行训练获取, 训练方法包括:

获取历史数据; 所述历史数据包括近一年的以上的历史降雨数据和历史农田面源污染综合风险指数;

对所述历史数据进行预处理; 所述预处理包括数据匹配、数据统计分析, 其中数据匹配为将历史降雨数据、历史农田面源污染综合风险指数数据按照时间关键词进行一一匹配; 数据统计分析为将历史降雨数据、历史农田面源污染综合风险指数分别按最小时间维度时、日进行统计, 降雨量按加和规则, 农田面源污染综合风险指数按均值规则, 分别预测未来小时级、日级的预测;

历史数据标准化处理;

按照比例划分测试集、训练集;

搭建LSTM神经网络, 初始化模型参数, 初始化定义学习率 lr , 定义损失函数、优化器函数;

模型训练; 将初始定义的模型参数带入神经网络训练, 计算每轮训练后的模型分类准确率集计算每轮训练后的损失, 对损失函数求梯度, 根据梯度、初始设定学习率对模型参数进行迭代; 当模型损失函数小于0.1、模型准确率大于85%时, 结束训练, 保存模型;

模型测试; 基于最终模型参数组合, 用测试集数据对农田面源污染综合风险指数进行测试识别, 输出最终基于tensorflow LSTM神经网络农田面源污染综合风险指数模型预测准确率。

7. 一种基于数据处理的污染时空风险监管评估方法, 应用于如权利要求1-6中任意一项所述的一种基于数据处理的污染时空风险监管评估系统, 其特征在于, 包括:

获取目标区域农田的水环境参数;

根据所述水环境参数输出对应的风险指数评分和未来风险指数评分以及实时风险等级以及未来风险等级;

展示所述目标区域农田的农田面源污染实时风险分布情况和农田面源污染未来风险分布情况, 用不同的颜色展示不同的所述风险等级, 形成农田面源污染实时风险分布图、农田面源污染未来风险分布图, 并进行相应的风险警告和预警;

其中, 所述风险等级为低、中、高。

一种基于数据处理的污染时空风险监管评估系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数据处理技术领域,具体涉及一种基于数据处理的污染时空风险监管评估系统及方法。

背景技术

[0002] 现有农田面源污染控制主要采取人工湿地、生态塘、生态沟渠等生态工程措施,对农田面源污染“减哪里”主要采用人工偶然采样判断,判断结果具有局限性、随机性,难以做到兼顾经济性、全面性、连续性的监测诊断方式。而且,目前污染监测主要依靠单因子氨氮、总磷评价,没有结合农田排水量、水质多指标、受纳水体环境容量等多因素进行风险评价,从而难以综合衡量农田面源污染风险综合险、指导工程决策,难以实现精准治理,从而造成农田面源污染工程控制措施花费大、成效低。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种能够全面性、连续性的对污染源进行监测和预警的监管系统。

[0004] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:

[0005] 一种基于数据处理的污染时空风险监管评估系统,包括:

[0006] 农田面源污染监测体系,用于获取目标区域农田的汇流节点、源头以及受纳水体的水环境参数;

[0007] 农田面源污染综合风险指数评估体系,用于根据所述水环境参数输出对应的风险指数评分和未来风险指数评分以及实时风险等级以及未来风险等级;

[0008] 时空动态风险展示模块,用于展示所述目标区域农田的农田面源污染实时风险分布情况和农田面源污染未来风险分布情况,用不同的颜色展示不同的所述风险等级,形成农田面源污染实时风险分布图、农田面源污染未来风险分布图,并进行相应的风险警告和预警;

[0009] 其中,所述风险等级为低、中、高。

[0010] 作为本发明进一步的方案:所述农田面源污染监测体系包括:

[0011] 汇流监测模块,用于对目标区域农田面源污染进行按汇流节点进行分区,对汇流节点JN进行在线的水环境参数监测;所述水环境参数包括水质参数和水量参数;

[0012] 源头监测模块,用于对风险等级为高的所述汇流节点JN相关的源头农田进行加密监测,实时获取所述源头农田的所述水环境参数;

[0013] 终端监测模块,用于获取所述汇流节点JN所汇入的受纳水体河湖的所述水环境参数以及雨量参数。

[0014] 作为本发明进一步的方案:所述农田面源污染综合风险指数评估体系包括风险计算模型;

[0015] 所述风险计算模型,综合考虑水质农田面源污染水质COD、NH₃-N、TP及流量指标影

响,依据目标区域农田面源污染受纳水体的主要污染因子设置,包括:

$$[0016] \quad P(\Delta t) = L(\alpha A + \beta B)$$

[0017] 其中,主要污染因子包括氨氮和总磷, Δt 为监测时长, $P(\Delta t)$ 为 Δt 时长内所对应的污染风险指数,A为单位时间内检测水流中的氨氮含量评分值,B为单位时间内检测水流中的总磷含量评分值, α 和 β 为加权系数,L为 Δt 时长内的累计流量值。

[0018] 作为本发明进一步的方案:当所述氨氮含量评分值A超过第一阈值c时,所述风险计算模型包括:

$$[0019] \quad P(\Delta t) = L(\alpha e^{|a-c|} A + \beta B)$$

[0020] 当所述总磷含量评分值B超过第二阈值d时,所述风险计算模型包括:

$$[0021] \quad P(\Delta t) = L(\alpha A + \beta e^{|b-d|} B)$$

[0022] 其中,第一阈值c和第二阈值d均为预设值。

[0023] 作为本发明进一步的方案:当所述氨氮含量评分值A超过第一阈值c时、所述总磷含量评分值B超过第二阈值d时且监测处的流速大于预设流速时,所述风险计算模型包括:

$$[0024] \quad P_i(n) = \frac{L(n)}{n} \left(\alpha e^{\frac{|a-c|}{|b-d|}} A + \beta e^{\frac{|b-d|}{|a-c|}} B \right) + \gamma e^{\frac{L(n)}{\Delta t * s}}$$

$$[0025] \quad P(\Delta t) = \sum_{i=1}^n P_i \left(\frac{\Delta t}{n} \right)$$

[0026] 其中,n为将 Δt 时长随机分段的段数, $P_i(n)$ 为第n段时间段的污染风险指数, γ 为补偿系数,s为标准流速。

[0027] 作为本发明进一步的方案:所述农田面源污染综合风险指数评估体系还包括神经网络风险预估模型;

[0028] 所述神经网络风险预估模型根据历史的污染风险指数的变化趋势及历史的雨量参数预测未来时刻的农田面源污染综合风险指数CRIFNP,对高风险范围进行预警。

[0029] 作为本发明进一步的方案:所述神经网络风险预估模型基于LSTM神经网络模型进行训练获取,如图3所示,训练方法包括:

[0030] 获取历史数据;所述历史数据包括近一年的以上的历史降雨数据和历史农田面源污染综合风险指数;

[0031] 对所述历史数据进行预处理;所述预处理包括数据匹配、数据统计分析,其中数据匹配为将历史降雨数据、历史农田面源污染综合风险指数数据按照时间关键词进行一一匹配;数据统计分析为将历史降雨数据、历史农田面源污染综合风险指数分别按最小时间维度时、日进行统计,降雨量按加和规则,农田面源污染综合风险指数按均值规则,分别预测未来小时级、日级的预测;

[0032] 历史数据标准化处理;

[0033] 按照比例划分测试集、训练集;

[0034] 搭建LSTM神经网络,初始化模型参数,初始化定义学习率lr,定义损失函数、优化器函数;

[0035] 模型训练;将初始定义的模型参数带入神经网络训练,计算每轮训练后的模型分类准确率集计算每轮训练后的损失,对损失函数求梯度,根据梯度、初始设定学习率对模型参数进行迭代;当模型损失函数小于0.1、模型准确率大于85%时,结束训练,保存模型;

[0036] 模型测试;基于最终模型参数组合,用测试集数据对农田面源污染综合风险指数进行测试识别,输出最终基于tensorflow LSTM神经网络农田面源污染综合风险指数模型预测准确率。

[0037] 作为本发明进一步的方案:一种基于数据处理的污染时空风险监管评估方法,包括:

[0038] 获取目标区域农田的水环境参数;

[0039] 根据所述水环境参数输出对应的风险指数评分和未来风险指数评分以及实时风险等级以及未来风险等级;

[0040] 展示所述目标区域农田的农田面源污染实时风险分布情况和农田面源污染未来风险分布情况,用不同的颜色展示不同的所述风险等级,形成农田面源污染实时风险分布图、农田面源污染未来风险分布图,并进行相应的风险警告和预警;

[0041] 其中,所述风险等级为低、中、高。

[0042] 本发明的有益效果:本发明可对目标区域农田的汇流节点、源头以及接纳水体进行全生命周期的三级监测,获得全面的水环境参数,然后根据水环境参数对目标区域农田的农田面源污染风险进行实时评估和预测,并划定相应的风险的等级,同时采用时空动态风险展示模块对中、高风险的农田面源汇流节点或者农田进行污染风险告警或预警,帮助监管人员直观掌握农田面源污染风险分布情况,方便工作人员及时调控处置。

附图说明

[0043] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0044] 图1为本发明中污染时空风险监管评估系统的原理示意图;

[0045] 图2为本发明中农田面源污染监测体系的框架示意图;

[0046] 图3为本发明中LSTM神经网络模型的获取方法。

具体实施方式

[0047] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0048] 请参阅图1所示,本发明为一种基于数据处理的污染时空风险监管评估系统,包括:

[0049] 农田面源污染监测体系,用于获取目标区域农田的汇流节点、源头以及接纳水体的水环境参数;

[0050] 农田面源污染综合风险指数评估体系,用于根据水环境参数输出对应的风险指数评分和未来风险指数评分以及实时风险等级以及未来风险等级;

[0051] 时空动态风险展示模块,用于展示目标区域农田的农田面源污染实时风险分布情

况和农田面源污染未来风险分布情况,用不同的颜色展示不同的风险等级,形成农田面源污染实时风险分布图、农田面源污染未来风险分布图,并进行相应的风险警告和预警;

[0052] 其中,风险等级为低、中、高。

[0053] 通过上述技术方案,本发明可对目标区域农田的汇流节点、源头以及受纳水体进行全生命周期的三级监测,获得全面的水环境参数,然后根据水环境参数对目标区域农田的农田面源污染风险进行实时评估和预测,并划定相应的风险的等级,同时采用时空动态风险展示模块对中、高风险的农田面源汇流节点或者农田进行污染风险告警或预警,帮助监管人员直观掌握农田面源污染风险分布情况,方便工作人员及时调控处置,为农田面源污染“减哪里”、“如何管”提供技术支撑。

[0054] 作为本发明进一步的方案:农田面源污染监测体系包括:

[0055] 汇流监测模块,用于对目标区域农田面源污染进行按汇流节点进行分区,对汇流节点JN进行在线的水环境参数监测;水环境参数包括水质参数和水量参数;

[0056] 源头监测模块,用于对风险等级为高的汇流节点JN相关的源头农田进行加密监测,实时获取源头农田的水环境参数;

[0057] 终端监测模块,用于获取汇流节点JN所汇入的受纳水体河湖的水环境参数以及雨量参数。

[0058] 如图2所示,搭建农田面源污染“三分”式(分步、分区、分级)监测体系;首先对目标区域农田面源污染进行按汇流节点分区;在汇流节点J1、J2……JM进行在线水质水量监测,根据农田汇水节点监测数据进行初步大数据分析研判。

[0059] 以汇流节点J2为例,这里假设J2汇流节点存在农田面源污染高风险、其他汇流节点为农田面源污染低风险,然后对面源污染高风险的区域农田J2T1、农田J2T2、农田J2T3、农田J2TN进行分步加密监测,对面源污染低风险仅保留汇流节点监控,确保农田面源污染监测体系的精细化与经济化,最后在受纳水体河湖布设水质、水量、雨量监测,实现农田面源污染全生命周期的三级监测网。

[0060] 作为本发明进一步的方案:农田面源污染综合风险指数评估体系包括风险计算模型;

[0061] 风险计算模型,综合考虑水质农田面源污染水质COD、NH₃-N、TP及流量指标影响,依据目标区域农田面源污染受纳水体的主要污染因子设置,包括:

[0062] $P(\Delta t) = L(\alpha A + \beta B)$

[0063] 其中,主要污染因子包括氨氮和总磷, Δt 为监测时长, $P(\Delta t)$ 为 Δt 时长内所对应的污染风险指数, A 为单位时间内检测水流中的氨氮含量评分值, B 为单位时间内检测水流中的总磷含量评分值, α 和 β 为加权系数, L 为 Δt 时长内的累计流量值。

[0064] 作为本发明进一步的方案:当氨氮含量评分值 A 超过第一阈值 c 时,风险计算模型包括:

[0065] $P(\Delta t) = L(\alpha e^{|a-c|} A + \beta B)$

[0066] 当总磷含量评分值 B 超过第二阈值 d 时,风险计算模型包括:

[0067] $P(\Delta t) = L(\alpha A + \beta e^{|b-d|} B)$

[0068] 其中,第一阈值 c 和第二阈值 d 均为预设值。

[0069] 通过上述技术方案,在计算污染风险指数时,对受纳水体的氨氮超标严重情况,加

大农田面源污染氨氮的风险评价加权系数, $\alpha e^{|a-c|}$ 可随着氨氮含量评分值A的增加而增加; 对受纳水体的总磷超标严重情况, 加大农田面源污染总磷的风险评价加权系数, $\beta e^{|b-d|}$ 可随着总磷含量评分值B的增加而增加; 如此, 能够对不同的污染情况, 给出更为准确的污染评分指数。

[0070] 作为本发明进一步的方案: 当氨氮含量评分值A超过第一阈值c时、总磷含量评分值B超过第二阈值d时且监测处的流速大于预设流速时, 风险计算模型包括:

$$[0071] \quad P_i(n) = \frac{L(n)}{n} \left(\alpha e^{\frac{|a-c|}{|b-d|}} A + \beta e^{\frac{|b-d|}{|a-c|}} B \right) + \gamma e^{\frac{L(n)}{\Delta t * s}}$$

$$[0072] \quad P(\Delta t) = \sum_{i=1}^n P_i \left(\frac{\Delta t}{n} \right)$$

[0073] 其中, n为将 Δt 时长随机分段的段数, $P_i(n)$ 为第n段时间段的污染风险指数, γ 为补偿系数, s为标准流速。

[0074] 通过上述技术方案, 在受纳水体的氨氮和总磷均严重超标时, 将某一段时间内的监测时长随机分段为n段时间段, n段时间段的时间和为 Δt , 先对每段时间段内的污染评分指数进行计算, 再对 Δt 时间段内的污染评分指数求平均值; 而且, 考虑到流速会对相关传感器的检测精度产生影响, 流速越高, 主要污染因子能够与传感器接触的时间越少, 因此加入 $\gamma e^{\frac{L(n)}{\Delta t * s}}$ 作为补偿, 来提升污染风险指数的评价精准度。

[0075] 作为本发明进一步的方案: 农田面源污染综合风险指数评估体系还包括神经网络风险预估模型;

[0076] 神经网络风险预估模型根据历史的污染风险指数的变化趋势及历史的雨量参数预测未来时刻的农田面源污染综合风险指数CRIFNP, 对高风险范围进行预警。

[0077] 作为本发明进一步的方案: 神经网络风险预估模型基于LSTM神经网络模型进行训练获取, 训练方法包括:

[0078] 获取历史数据; 历史数据包括近一年的以上的历史降雨数据和历史农田面源污染综合风险指数;

[0079] 对历史数据进行预处理; 预处理包括数据匹配、数据统计分析, 其中数据匹配为将历史降雨数据、历史农田面源污染综合风险指数数据按照时间关键词进行一一匹配; 数据统计分析为将历史降雨数据、历史农田面源污染综合风险指数分别按最小时间维度时、日进行统计, 降雨量按加和规则, 农田面源污染综合风险指数按均值规则, 分别预测未来小时级、日级的预测;

[0080] 历史数据标准化处理;

[0081] 按照比例划分测试集、训练集;

[0082] 搭建LSTM神经网络, 初始化模型参数, 初始化定义学习率lr, 定义损失函数、优化器函数;

[0083] 模型训练; 将初始定义的模型参数带入神经网络训练, 计算每轮训练后的模型分

类准确率集计算每轮训练后的损失,对损失函数求梯度,根据梯度、初始设定学习率对模型参数进行迭代;当模型损失函数小于0.1、模型准确率大于85%时,结束训练,保存模型;

[0084] 模型测试;基于最终模型参数组合,用测试集数据对农田面源污染综合风险指数进行测试识别,输出最终基于tensorflow LSTM神经网络农田面源污染综合风险指数模型预测准确率。

[0085] 作为本发明进一步的方案:一种基于数据处理的污染时空风险监管评估方法,包括:

[0086] 获取目标区域农田的水环境参数;

[0087] 根据水环境参数输出对应的风险指数评分和未来风险指数评分以及实时风险等级以及未来风险等级;

[0088] 展示目标区域农田的农田面源污染实时风险分布情况和农田面源污染未来风险分布情况,用不同的颜色展示不同的风险等级,形成农田面源污染实时风险分布图、农田面源污染未来风险分布图,并进行相应的风险警告和预警;

[0089] 其中,风险等级为低、中、高。

[0090] 以上对本发明的一个实施例进行了详细说明,但内容仅为本发明的较佳实施例,不能被认为用于限定本发明的实施范围。凡依本发明申请范围所作的均等变化与改进等,均应仍归属于本发明的专利涵盖范围之内。

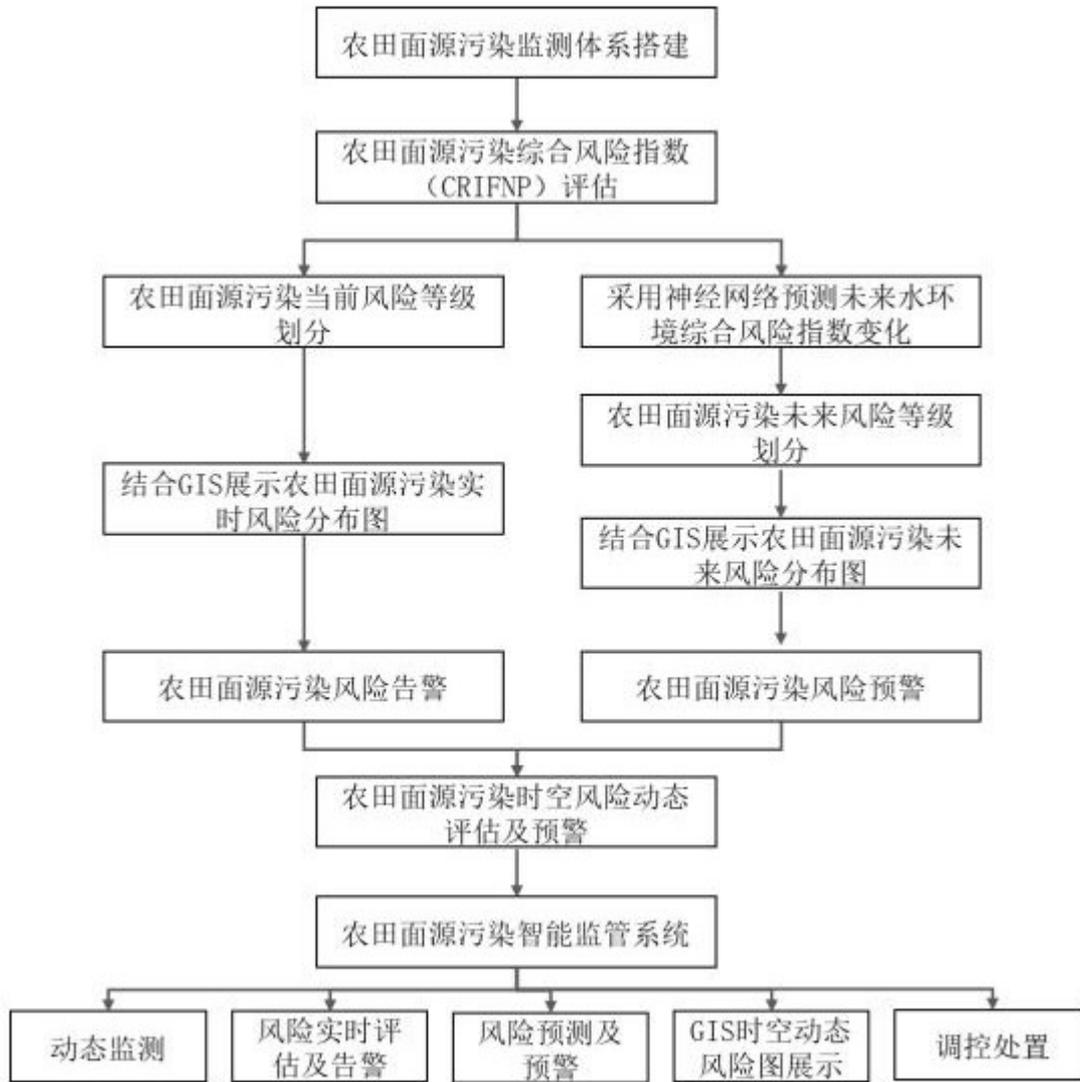


图1

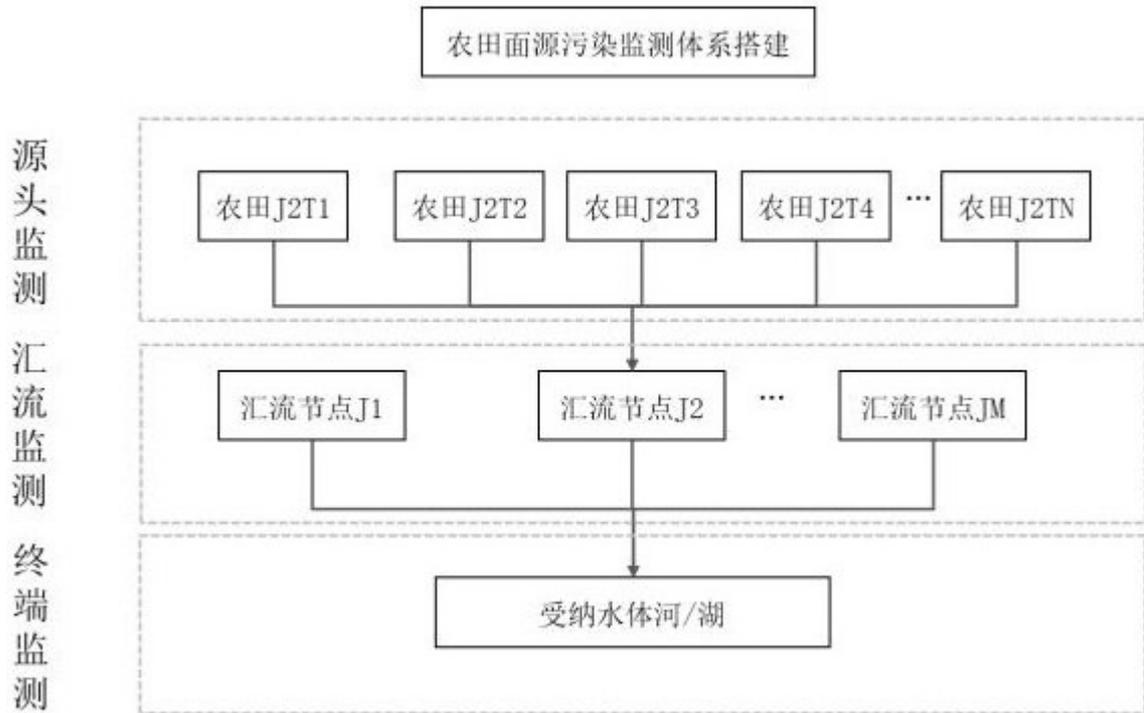


图2

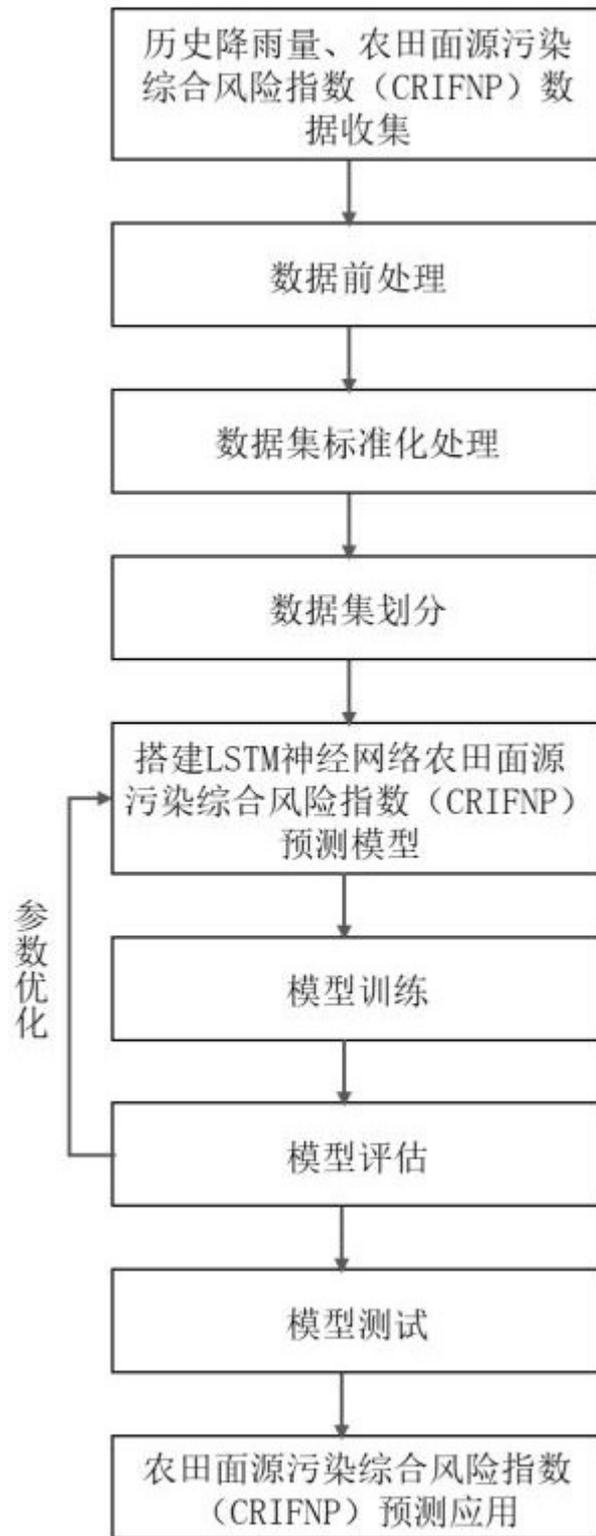


图3