

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 3 月 23 日 (23.03.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/039773 A1

(51) 国际专利分类号:
G01N 33/18 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/118627

(22) 国际申请日: 2021 年 9 月 16 日 (16.09.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 同济大学 (TONGJI UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市四平路 1239 号, Shanghai 200092 (CN)。

(72) 发明人: 尹海龙 (YIN, Hailong); 中国上海市四平路 1239 号, Shanghai 200092 (CN)。 林夷媛 (LIN, Yiyuan); 中国上海市四平路 1239 号, Shanghai

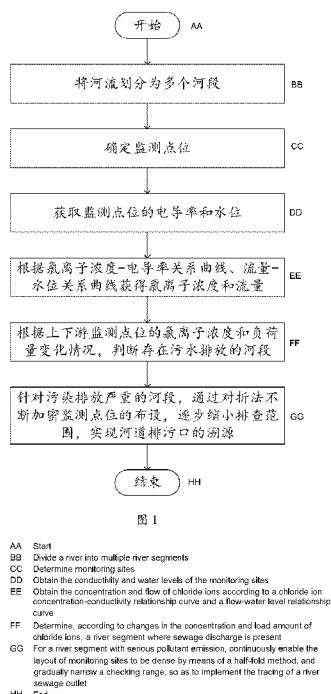
(CN)。 徐祖信 (XU, Zuxin); 中国上海市四平路 1239 号, Shanghai 200092 (CN)。

(74) 代理人: 北京睿智保诚专利代理事务所 (普通合伙) (RZBC PATENT AGENCY (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国上海市丰台区马连道卫强校村 118 号 (万丰基业)A 座 301 室, Shanghai 100071 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: GRID TRACING AND CHECKING METHOD AND SYSTEM FOR RIVER SEWAGE OUTLET, AND STORABLE MEDIUM

(54) 发明名称: 河道排污口网格化溯源排查方法、系统及可存储介质



(57) Abstract: A grid tracing and checking method and system for a river sewage outlet, and a storable medium, relating to the technical field related to river sewage discharge tracing. The method comprises specific steps of: dividing a river into multiple river segments; determining monitoring sites according to the river segments obtained from division; obtaining monitoring data of the monitoring sites, and performing calculation to obtain pollution determination data; determining a pollutant emission river segment according to upstream and downstream pollution determination data; and performing dense layout on the monitoring sites of the pollutant emission river segment, gradually narrowing the pollutant emission river segment, and determining the position of a pollutant emission port. According to the method, a river is divided into a plurality of river segments, soft measurement-based grid tracing and checking of a river sewage outlet is carried out, a river segment where sewage discharge is present can be effectively determined by means of online monitoring data of conductivity and a liquid level, and a calculation method is accurate and convenient, such that the problem that a hidden underwater sewage outlet is difficult to identify by using conventional methods such as manual on-foot checking, and aerial survey by an unmanned aerial vehicle is solved.

(57) 摘要: 一种河道排污口网格化溯源排查方法、系统及可存储介质, 属于河道排污溯源相关技术领域, 具体步骤为: 将河流划分为多个河段; 根据划分的河段确定监测点位; 获取各个监测点位的监测数据, 并进行计算获得污染判断数据; 根据上下游的污染判断数据确定污染排放河段; 通过对污染物排放河段进行监测点位加密布设, 逐步缩小污染排放的河段, 确定污染排放口的位置。该方法将一条河流划分为若干河段, 开展基于软测量的河道排污口网格化溯源排查, 通过电导率、液位的在线监测数据, 能够有效判断出存在污水排放的河段, 计算方法准确便捷, 解决了传统的人工徒步排查、无人机航测等方法难以识别隐蔽的水下排污口的问题。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

河道排污口网格化溯源排查方法、系统及可存储介质

技术领域

本发明涉及河道排污溯源相关技术领域，更具体的说是涉及一种河道排污口网格化溯源排查方法、系统及可存储介质。

背景技术

河道排污口排查整治是水环境治理的基础性工作。目前我国城市化地区虽然统计污水收集率平均达到90%以上，但是按照污染负荷收集率计算，平均只有60%，表明仍有大量污染物进入河道。入河排污口是污染物进入河道的最后一道“闸口”，只有全面摸清入河排污口的数量和污染物排放量，才能切实提高污染物收集能力，推动水环境质量从根本上好转。

河道排污口情况复杂，在水面以上排污口排查取得明显成效的现状下，当前面临的难点是水下排污口的排查。依靠传统的人工徒步排查、无人机航测等方法难以识别隐蔽的水下排污口；近年来水下机器人、热成像仪等也被运用于隐蔽排污口的探测排查中，但是存在操作复杂，夜间难以实施等问题，难以开展全天候的调查。因此研发一种能够实时监测各个位置的排查方法和系统是本领域技术人员亟需解决的问题。

发明内容

有鉴于此，本发明提供了一种河道排污口网格化溯源排查方法、系统及可存储介质，实时监测各个位置的数据，以克服现有技术的问题。

为了实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

一种河道排污口网格化溯源排查方法，具体步骤为：

划分河段：将河流划分为多个河段；

确定监测点位：根据划分的河段确定监测点位；

获取污染判断数据：获取各个监测点位的监测数据，并进行计算获得污染判断数据；

确定污染排放河段：根据上下游的污染判断数据确定污染排放河段；

获得污染排放口的位置：通过对污染物排放河段进行监测点位加密布设，逐步缩小污染排放的河段，确定污染排放口的位置。

可选的，确定监测点位时以河段的划分位置和支流的汇入位置为监测点位。

可选的，获取监测数据的步骤为：

S31、获取各监测点位的电导率，根据氯离子浓度与电导率关系曲线，得到各监测点位的氯离子浓度；

S32：同步获取各监测点位的水位，根据水位与流量关系曲线，获取各监测点位的流量。

可选的，氯离子浓度与电导率关系曲线的绘制步骤为：

S311、选择旱天在固定时间内以固定频率对各个监测点位固定深度的河水进行水样采集；

S312、对采集的水样同时测定电导率和氯离子浓度；

S313、以氯离子浓度为 y 轴，以电导率为 x 轴，采用最小二乘法对测定的电导率和氯离子浓度进行线性拟合，得到氯离子浓度-电导率关系曲线。

可选的，流量与水位关系曲线的绘制步骤为：

S321、以固定时间固定频率同步获取各个监测点位的流量和水位；

S322、以流量为 x 轴，水位为 y 轴，利用最小二乘法对获取的各个监测点位的流量和水位进行多项式拟合，得到流量-水位关系曲线。

可选的，确定污染排放河段时根据上下游监测点位的污染判断数据判断污染排放河段，其中包括存在支流汇入和不存在支流汇入的两种情况。

可选的，河段不存在支流汇入的情况下，污染排放河段的判断步骤为：

通过上下游相邻监测点位的氯离子浓度变化进行判断：

若 $C_i > C_{i-1}$ ，第 i 个河段存在污水排放；

式中， $i \in [1, n]$ ， C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度； C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度；其中，第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面，即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度；

通过上下游相邻监测点位的氯化物负荷量变化进行判断：

若 $Q_i C_i > Q_{i-1} C_{i-1}$ ，第 i 个河段存在污水排放；

式中， $i \in [1, n]$ ， C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度； C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度； Q_i 为第 i 个监测点位的日流量； Q_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日流量；其中，第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面，即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度， Q_0 为该河流上游来水的日流量。

可选的，河段存在支流汇入的情况，污染排放河段的判断步骤为：

通过上游监测点位、支流汇入和下游监测点位的氯离子浓度比较进行判断：

若 $C_i > \max(C_{i-1}, C_n)$ ，第 i 个河段存在污水排放的情况；

式中， $i \in [1, n]$ ， C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度； C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度； C_n 为第 i 个河段支流入流日均氯离子浓度，其中，第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面，即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度；

通过上下游相邻监测点位的氯化物负荷量变化进行判断：

若 $Q_i C_i > Q_{i-1} C_{i-1} + Q_n C_n$ ，第 i 个河段存在污水排放的情况；

其中, $i \in [1, n]$, C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度; C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度; C_{Ti} 为第 i 个河段支流入流日均氯离子浓度, 其中, 第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面, 即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度; Q_i 为第 i 个监测点位的日流量; Q_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日流量; Q_{Ti} 为第 i 个河段汇入支流的日流量; 其中, 第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面, C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度, Q_0 为该河流上游来水的日流量。

一种河道排污口网格化溯源排查系统, 包括数据采集装置、数据处理装置、显示装置;

数据采集装置: 采集河流支流汇流数据、各个监测点位的监测数据以及污染排放河段加密监测数据;

数据处理装置: 根据河流支流的汇流信息划分河段; 根据监测数据计算污染判断数据; 根据污染判断数据确定污染排放河段; 对污染排放河段加密监测数据分析, 确定污染排放口的位置;

显示装置: 对污染排放河段和污染排放口位置进行显示。

一种计算机可存储介质, 其上存储有计算机程序, 该程序被处理器执行时实现一种河道排污口网格化溯源排查方法中的步骤。

经由上述的技术方案可知, 本发明公开提供了一种河道排污口网格化溯源排查方法、系统及可存储介质, 与现有技术相比, 本发明具有以下有益效果:

(1) 本发明将一条河流划分为若干河段, 开展基于软测量的河道排污口网格化溯源排查, 通过电导率、液位的在线监测数据, 能够有效判断出存在污水排放的河段, 计算方法准确便捷, 解决了传统的人工徒步排查、无人航测等方法难以识别隐蔽的水下排污口的问题;

(2) 本发明水质指标选择保守性物质氯离子，氯离子浓度只会受外源负荷贡献及与受纳水体物理混合过程影响而发生变化，因此，氯离子浓度的空间分布可以最大程度上反映出污染源输入的信息；

(3) 本发明构建了河流氯离子浓度和电导率的软测量方法，依据氯离子浓度与电导率呈高度正相关的特点，将氯离子浓度的监测转化为电导率的监测，通过安装电导率在线监测仪，避免了水质监测的采样误差，操作方便。

(4) 本发明构建了河流水位和流量的软测量方法，将流量的监测转化为水位的监测，避免了河道流量监测困难、测量精度较低的难题，可实施性强。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例，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，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

图1为本发明的方法流程示意图；

图2为本发明的河道网格化划分示意图；

图3为本发明实施例中氯离子浓度—电导率关系曲线图；

图4为本发明实施例中采用示踪剂稀释法进行断面水量监测的原理示意图；

图5为本发明实施例中水位—流量关系曲线图。

具体实施方式

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做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

本发明实施例公开了一种河道排污口网格化溯源排查方法、系统及可存储介质，包括一种河道排污口网格化溯源排查方法、一种河道排污口网格化溯源排查系统以及计算机可存储介质三部分。

其中一种河道排污口网格化溯源排查方法的具体步骤：将河流划分为若干个河段和相应的监测点位，在每个监测点位布设液位、电导率的在线监测设备，开展基于软测量的排污口网格化排查；根据每个河段的监测数据判断存在污染排放的河段；针对污染排放严重的河段，加密监测点位的布设，逐步缩小排查范围，实现河道排污口溯源；更加具体的步骤如图1所示，具体为：

将一条河流划分为 n 个河段，获取各监测点位的电导率，监测点位与河段的划分位置一致。根据相应的氯离子浓度与电导率关系曲线，获取各监测点位的氯离子浓度 C_i ，其中， $i \in [1, n]$ ；

同步获取各监测点位的水位，根据相应的水位与流量关系曲线，获取各监测点位的流量；

对于存在支流汇入的河段，同步监测该河段汇入支流电导率、水位，获取汇入支流的水量 Q_n 、氯离子浓度 C_n ；

依据上下游监测点位的氯化物浓度和负荷量变化情况，判断存在污水排放的河段；

针对污染排放严重的河段，通过对折法不断加密监测点位的布设，逐步缩小排查范围，实现河道排污口的溯源。

其中，选用保守型物质氯化物作为水质监测指标，依据氯离子浓度与电导率呈高度正相关，且电导率可在线监测的特点，采用软测量的方法将氯离子浓度的监测转化为电导率的监测；

氯离子浓度与电导率关系曲线的绘制具体包括：

选择旱天采集水样，监测点位与河段划分位置一致。采样频次为每 2 小时 1 次，连续 2~3 天，每个采样点按规范要求统一采集水面下 0.5m 处水样，每天水样采集完毕后立即送到实验室同时测定其电导率和氯离子浓度；

以氯离子浓度为 y 轴，以电导率为 x 轴，采用最小二乘法对监测数据进行线性拟合，得到氯离子浓度-电导率关系曲线。

依据河道中流量监测困难，而水位监测相对容易的特点，采用软测量的方法将流量的监测转化为水位的监测。

流量与水位关系曲线的绘制具体包括：

同步获取各个监测点位的流量和水位，监测频次为每 4 小时 1 次，持续 2~3 天；

以流量为 x 轴，水位为 y 轴，利用最小二乘法对监测数据进行多项式拟合，得到流量-水位关系曲线。

其中，流量的监测采用示踪剂稀释法，具体包括：

选用 NaCl 作为示踪剂，在监测点位上游某断面瞬时注入已知浓度的 NaCl 溶液，在监测点位连续采取水样，历时应大于等于示踪剂开始和全部通过监测点位的时间。监测水样的电导率，将电导率转化为氯离子浓度值，获得该监测点位氯离子随时间的变化过程线，根据氯离子化学质量平衡计算出监测点位的流量，计算公式如下：

$$Q = \frac{M}{\sum (EC_t - EC_0) \cdot CF}$$

式中， EC_t 为 $t=t$ 时电导率， EC_0 为河道电导率本底值； M 为注入的氯离子质量， CF 为电导率和氯离子浓度的转化系数，其中 CF 的取值通过查读氯离子浓度—电导率关系曲线来获得。

依据上下游监测点位的氯化物浓度和负荷量变化情况，判断存在污水排放的河段分为两种情况

第一种情况为：

河段不存在汇入支流的情况下，污染排放河段的判断步骤为：

通过上下游相邻监测点位的氯离子浓度变化进行判断：

若 $C_i > C_{i-1}$ ，第 i 个河段存在污水排放；

式中， $i \in [1, n]$ ， C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度； C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度；其中，第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面，即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度；

通过上下游相邻监测点位的氯化物负荷量变化进行判断：

若 $Q_i C_i > Q_{i-1} C_{i-1}$ ，第 i 个河段存在污水排放；

式中， $i \in [1, n]$ ， C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度； C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度； Q_i 为第 i 个监测点位的日流量； Q_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日流量；其中，第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面，即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度， Q_0 为该河流上游来水的日流量。

第二种情况为：

河段存在汇入支流的情况，污染排放河段的判断步骤为：

通过上游监测点位、支流汇入和下游监测点位的氯离子浓度比较进行判断：

若 $C_i > \max(C_{i-1}, C_n)$ ，第 i 个河段存在污水排放的情况；

式中， $i \in [1, n]$ ， C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度； C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度； C_n 为第 i 个河段支流入流日均氯离子浓度，其中，第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面，即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度；

通过上下游相邻监测点位的氯化物负荷量变化进行判断：

若 $Q_i C_i > Q_{i-1} C_{i-1} + Q_n C_n$ ，第 i 个河段存在污水排放的情况；

其中, $i \in [1, n]$, C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度; C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度; C_{Ti} 为第 i 个河段支流入流日均氯离子浓度, 其中, 第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面, 即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度; Q_i 为第 i 个监测点位的日流量; Q_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日流量; Q_{Ti} 为第 i 个河段汇入支流的日流量; 其中, 第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面, C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度, Q_0 为该河流上游来水的日流量。

一种河道排污口网格化溯源排查系统, 包括数据采集装置、数据处理装置、显示装置;

数据采集装置: 采集河流支流汇流数据、各个监测点位的监测数据以及污染排放河段加密监测数据;

数据采集装置为液位、电导率在线监测设备;

数据处理装置: 根据河流支流的汇流信息划分河段; 根据监测数据计算污染判断数据; 根据污染判断数据确定污染排放河段; 对污染排放河段加密监测数据分析, 确定污染排放口的位置;

本实施例中数据处理装置为中央处理器;

显示装置: 对污染排放河段和污染排放口位置进行显示;

显示装置在本实施例中采用显示屏。

一种计算机可存储介质, 其上存储有计算机程序, 该程序被处理器执行时实现一种河道排污口网格化溯源排查方法中的步骤。

实施例 2

S1: 针对如图 2 所示的某城市河流, 根据支流的汇入情况将其划分为 3 个河段, 其中第 2 个河段有支流汇入, 在该河流各河段的划分位置及支流汇入处安装电导率、液位在线监测仪, 同步获取各监测点位电导率、水位数据。

S2: 氯离子—电导率软测量方法的构建

S21: 选用保守型物质氯化物作为水质监测指标;

S22: 选择旱天采集水样, 监测断面与河段划分位置一致; 每隔 2h 采集一个水样, 连续 2 天, 每个采样点按规范要求统一采集水面下 0.5m 处水样, 每天水样采集完毕后立即送到实验室同时测定其电导率和氯离子浓度;

其中, 电导率测定: 采用 DDS-307 型电导率仪测定电导率, 使用温度补偿功能折算成 25°C 下的电导率值;

氯离子浓度测定: 采用硝酸银滴定法 (GB11896-89), 若氯化物含量高, 可取适量水样用水稀释后测定。

S23: 以氯离子浓度为 y 轴, 以电导率为 x 轴, 采用最小二乘法对监测数据进行线性拟合, 得到氯离子浓度-电导率关系曲线, 曲线如图 3 所示。

S3: 流量—水位软测量方法的构建

S31: 流量和水位的监测同步进行, 监测频次为每 4 小时一次, 持续 2 天;

S32: 流量的监测采用示踪剂稀释法; 选用 NaCl 作为示踪剂, 在监测点位上游某断面瞬时注入 5kg NaCl 溶液, 在 NaCl 到达监测点位前按 20s 的固定间隔时间开始连续采取水样, 测定所采取水样的电导率, 采样历时 500s。将电导率转化为氯离子浓度值, 获得该监测点位氯离子随时间的变化过程线, 具体如图 4 所示。根据氯离子化学质量平衡计算出监测断面的水量, 计算公式如下:

$$Q = \frac{M}{\sum (EC_t - EC_0) \cdot CF}$$

式中, EC_t 为 $t=t$ 时电导率, EC_0 为河道电导率本底值; M 为注入的氯离子质量, CF 为电导率和氯离子浓度的转化系数, 本实施例中 CF 取值 0.38。

S33: 以流量为 x 轴, 水位为 y 轴, 利用最小二乘法对监测数据进行多项式拟合, 得到流量-水位关系曲线, 如图 5 所示。

S4: 判断存在污水排入的河段

S41: 通过氯离子浓度-电导率关系曲线, 将各监测点位的电导率在线监测数据转化为氯离子浓度值, 得到各监测点位氯离子随时间的变化过程线, 换算成日均氯离子浓度。

监测得日均电导率 E_0 为 $232 \mu S/cm$, E_1 为 $246 \mu S/cm$, E_2 为 $263 \mu S/cm$, E_3 为 $260 \mu S/cm$, E_{T2} 为 $329 \mu S/cm$; 计算得各监测点位日均氯离子浓度 C_0 为 $83.6 mg/L$, C_1 为 $91.7 mg/L$, C_2 为 $95.9 mg/L$, C_3 为 $95.8 mg/L$, C_{T2} 为 $118.8 mg/L$ 。

S42: 通过流量-水位关系曲线, 将各监测点位的水位在线监测数据转化为流量值, 得到各监测点位流量随时间的变化过程线, 换算成日水量数据。

监测得日均水位 h_0 为 $0.68 m$, h_1 为 $0.72 m$, h_2 为 $0.79 m$, h_3 为 $0.81 m$, h_{T2} 为 $0.86 m$;

计算得各监测点位日水量 Q_0 为 $2.77 \times 10^5 m^3/d$, Q_1 为 $2.79 \times 10^5 m^3/d$, Q_2 为 $2.94 \times 10^5 m^3/d$, Q_3 为 $2.95 \times 10^5 m^3/d$, Q_{T2} 为 $9.88 \times 10^3 m^3/d$ 。

S403: 在获取以上监测数据基础上, 依据上下游监测点位的氯化物浓度和负荷量变化情况, 判断存在污水排放的河段。

通过上下游相邻监测点位的氯离子浓度变化进行判断:

由 $C_1 > C_0$ 可判断第 1 个河段存在污水排入;

而 $C_1 < \max(C_2, C_{T2})$, $C_2 < C_1$, 第 2、3 河段是否存在污水排入还需进一步判断;

通过上下游相邻监测点位的氯化物负荷量变化进行判断:

由 $Q_2 C_2 > Q_1 C_1 + Q_{T2} C_{T2}$, 可判断第 2 个河段存在污水排入;

由 $Q_3 C_3 > Q_2 C_2$, 可判断第 3 个河段存在污水排入。

S5: 计算得 3 个河段均存在污染排放的现象, 采用对折理论加密电导率和水位监测点位的布设, 则 3 个河段进一步细分为 6 个河段。同上, 根据本发明的污染物溯源方法判断各个河段是否存在污水排放。

具体地，如针对第 1 个河段， $C_1 - C_0 > 0$ ，说明第 1 个河段存在污水排放且排放污水的氯离子浓度高于河道氯离子本底浓度，在第 1 个河段中部监测得断面日均电导率为 $233 \mu S/cm$ ，计算得日均氯离子浓度 C_{12} 为 $84.0 mg/L$ ，可以判断重点排污口位于第 1 个河段的后半段，若要进一步缩小排污口排查范围，可对第 1 个河段的后半段继续进行对折划分，逐步缩小排查范围，实现河道排污口的溯源。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求 书

1、一种河道排污口网格化溯源排查方法，其特征在于，具体步骤为：

划分河段：将河流划分为多个河段；

确定监测点位：根据划分的河段确定监测点位；

获取污染判断数据：获取各个监测点位的监测数据，并进行计算获得污染判断数据；

确定污染排放河段：根据上下游的污染判断数据确定污染排放河段；

获得污染排放口的位置：通过对污染物排放河段进行监测点位加密布设，逐步缩小污染排放的河段，确定污染排放口的位置。

2、根据权利要求1所述的一种河道排污口网格化溯源排查方法，其特征在于，确定监测点位时以河段的划分位置和支流的汇入位置为监测点位。

3、根据权利要求1所述的一种河道排污口网格化溯源排查方法，其特征在于，获取监测数据的步骤为：

S31、获取各监测点位的电导率，根据氯离子浓度与电导率关系曲线，得到各监测点位的氯离子浓度；

S32：同步获取各监测点位的水位，根据水位与流量关系曲线，获取各监测点位的流量。

4、根据权利要求3所述的一种河道排污口网格化溯源排查方法，其特征在于，氯离子浓度与电导率关系曲线的绘制步骤为：

S311、选择旱天在固定时间内以固定频率对各个监测点位固定深度的河水进行水样采集；

S312、对采集的水样同时测定电导率和氯离子浓度；

S313、以氯离子浓度为y轴，以电导率为x轴，采用最小二乘法对测定的电导率和氯离子浓度进行线性拟合，得到氯离子浓度-电导率关系曲线。

5、根据权利要求3所述的一种河道排污口网格化溯源排查方法，其特征在于，流量与水位关系曲线的绘制步骤为：

S321、以固定时间固定频率同步获取各个监测点位的流量和水位；

S322、以流量为 x 轴，水位为 y 轴，利用最小二乘法对获取的各个监测点位的流量和水位进行多项式拟合，得到流量-水位关系曲线。

6、根据权利要求 3 所述的一种河道排污口网格化溯源排查方法，其特征在于，确定污染排放河段时根据上下游监测点位的污染判断数据判断污染排放河段，其中包括存在支流汇入和不存在支流汇入的两种情况。

7、根据权利要求 6 所述的一种河道排污口网格化溯源排查方法，其特征在于，河段不存在支流汇入的情况下，污染排放河段的判断步骤为：

通过上下游相邻监测点位的氯离子浓度变化进行判断：

若 $C_i > C_{i-1}$ ，第 i 个河段存在污水排放；

式中， $i \in [1, n]$ ， C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度； C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度；其中，第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面，即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度；

通过上下游相邻监测点位的氯化物负荷量变化进行判断：

若 $Q_i C_i > Q_{i-1} C_{i-1}$ ，第 i 个河段存在污水排放；

式中， $i \in [1, n]$ ， C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度； C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度； Q_i 为第 i 个监测点位的日流量； Q_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日流量；其中，第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面，即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度， Q_0 为该河流上游来水的日流量。

8、根据权利要求 6 所述的一种河道排污口网格化溯源排查方法，其特征在于，河段存在支流汇入的情况，污染排放河段的判断步骤为：

通过上游监测点位、支流汇入和下游监测点位的氯离子浓度比较进行判断：

若 $C_i > \max(C_{i-1}, C_n)$ ，第 i 个河段存在污水排放的情况；

式中, $i \in [1, n]$, C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度; C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度; C_{Ti} 为第 i 个河段支流入流日均氯离子浓度, 其中, 第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面, 即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度;

通过上下游相邻监测点位的氯化物负荷量变化进行判断:

若 $Q_i C_i > Q_{i-1} C_{i-1} + Q_{Ti} C_{Ti}$, 第 i 个河段存在污水排放的情况;

其中, $i \in [1, n]$, C_i 为第 i 个监测点位的日均氯离子浓度; C_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日均氯离子浓度; C_{Ti} 为第 i 个河段支流入流日均氯离子浓度, 其中, 第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面, 即 C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度; Q_i 为第 i 个监测点位的日流量; Q_{i-1} 为上游第 $i-1$ 个监测点位的日流量; Q_{Ti} 为第 i 个河段汇入支流的日流量; 其中, 第 0 个监测点位表示该河流上游来水断面, C_0 为该河流上游来水的日均氯离子浓度, Q_0 为该河流上游来水的日流量。

9、一种河道排污口网格化溯源排查系统, 其特征在于, 包括数据采集装置、数据处理装置、显示装置;

数据采集装置: 采集河流支流汇流数据、各个监测点位的监测数据以及污染排放河段加密监测数据;

数据处理装置: 根据河流支流的汇流信息划分河段; 根据监测数据计算污染判断数据; 根据污染判断数据确定污染排放河段; 对污染排放河段加密监测数据分析, 确定污染排放口的位置;

显示装置: 对污染排放河段和污染排放口位置进行显示。

10、一种计算机可存储介质, 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如权利要求 1-8 任一项中所述的一种河道排污口网格化溯源排查方法中的步骤。

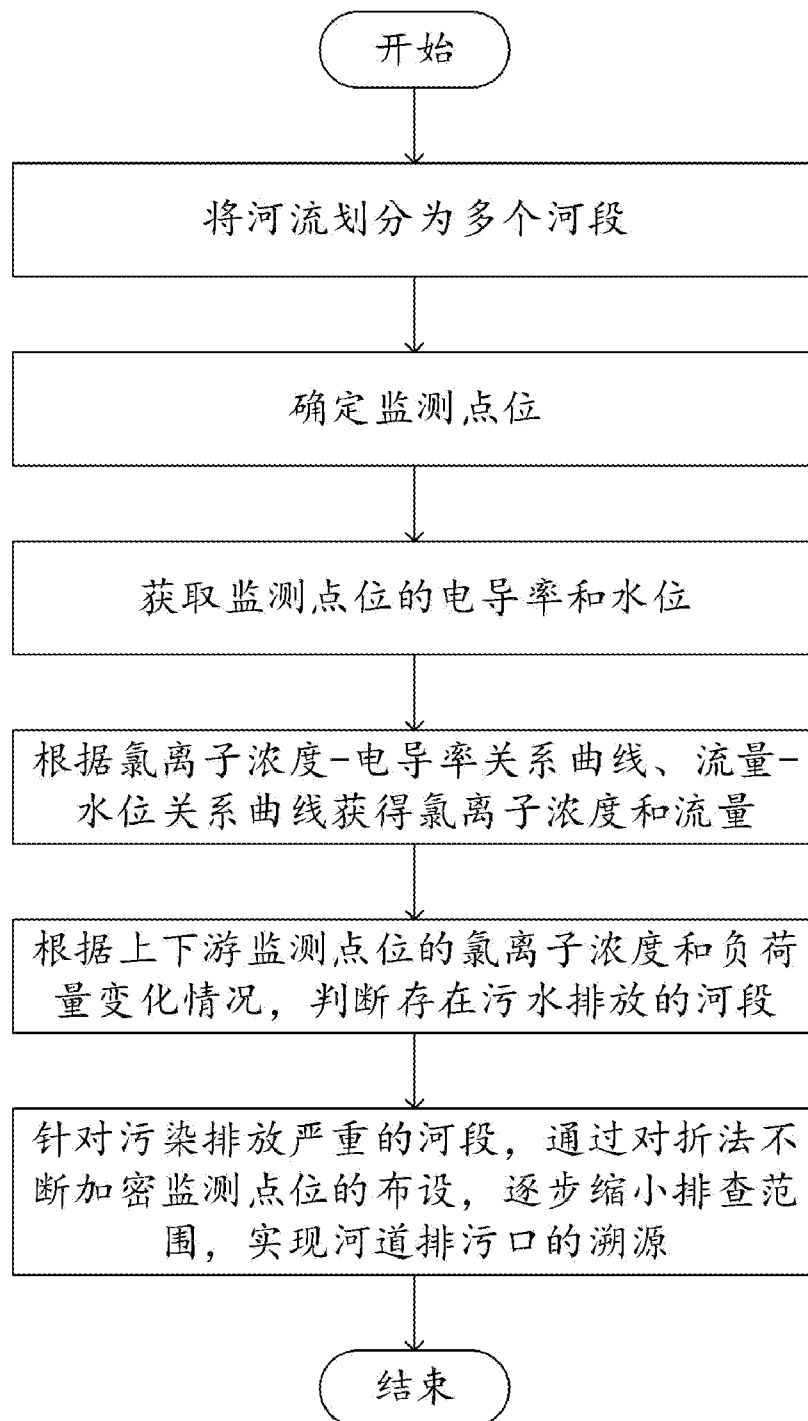


图 1

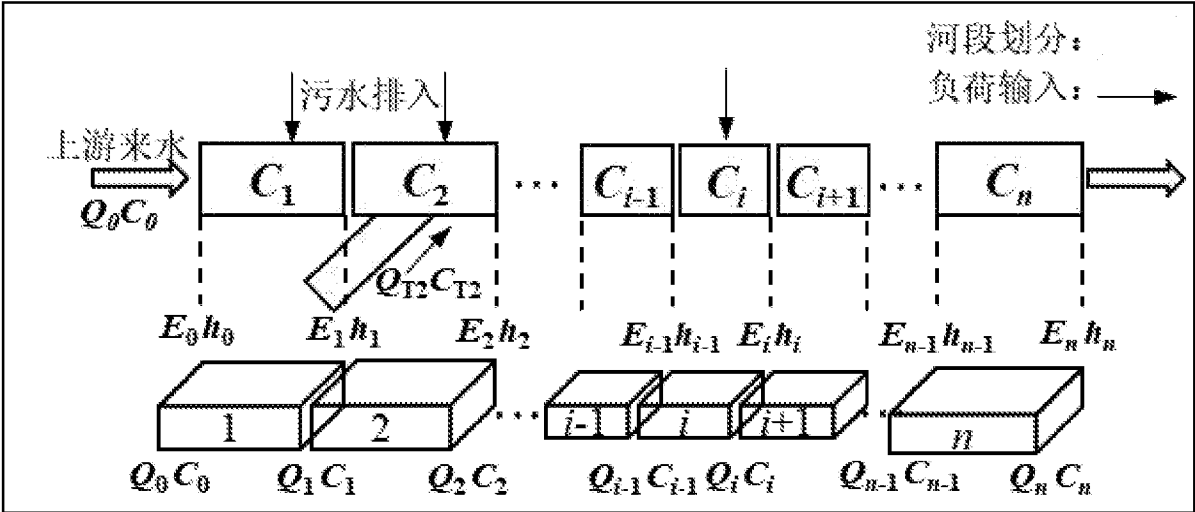


图 2

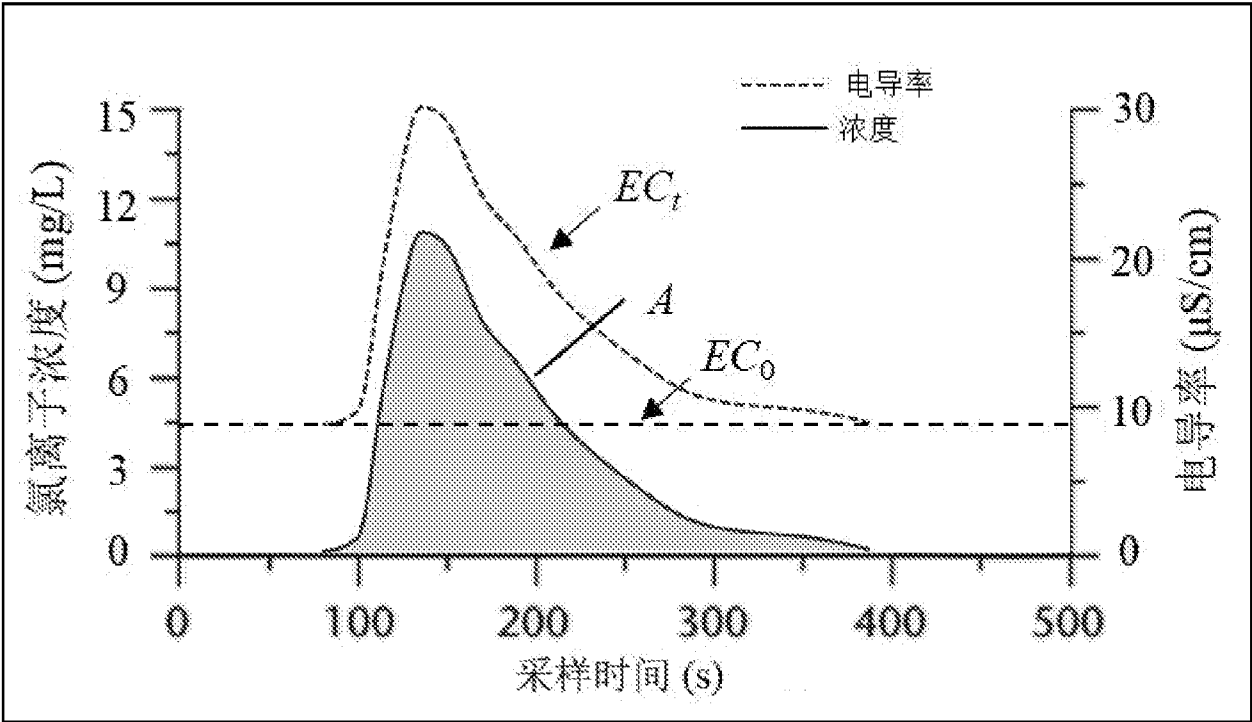


图 3

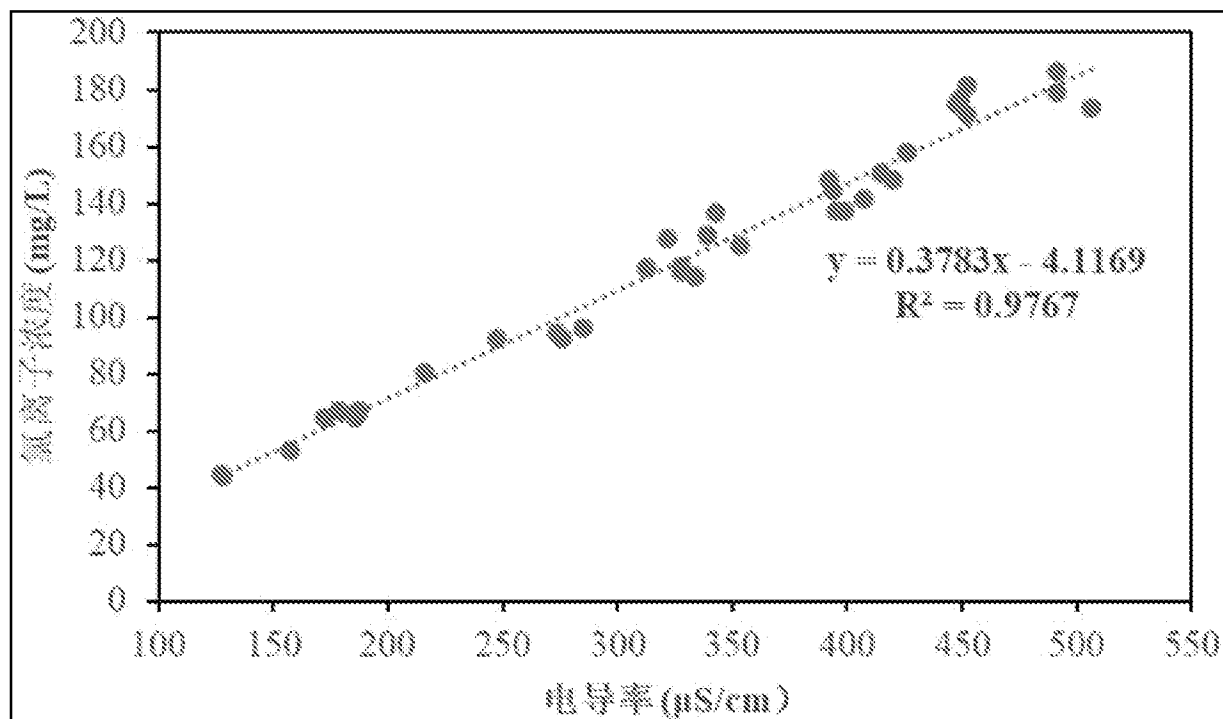


图 4

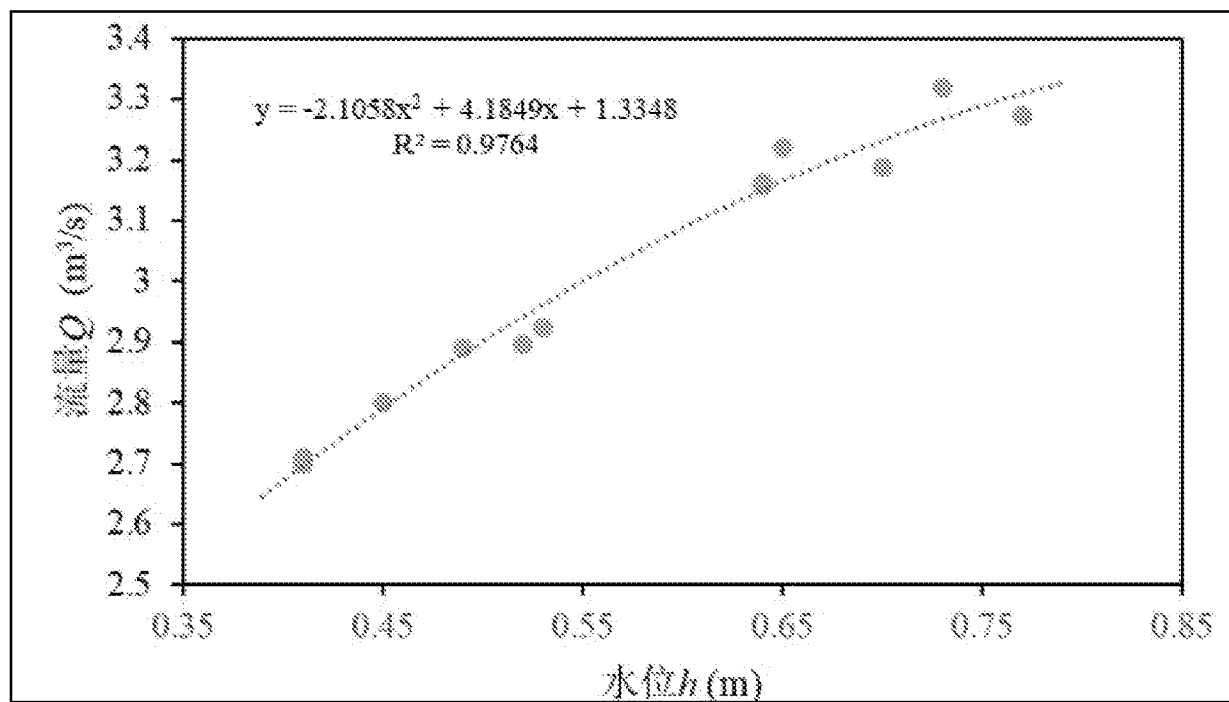


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/118627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01N 33/18(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01N,G06F Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 排污, 污水, 排放, 溯源, 河段, 监测, 电导, 水位, 浓度, 流量, 水量, blowdown, sewage, discharge, traceability, river segment, monitor+, conductance, concentration, flow, water																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 112816646 A (TONGJI UNIVERSITY) 18 May 2021 (2021-05-18) description, paragraphs 45-100</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 113030416 A (BEIJING MUNICIPAL RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION) 25 June 2021 (2021-06-25) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 113128884 A (NANJING UNIVERSITY et al.) 16 July 2021 (2021-07-16) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111898691 A (SOUTH CHINA INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL SCIENCES, MEE) 06 November 2020 (2020-11-06) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2009168464 A (CHUGOKU ELECTRIC POWER) 30 July 2009 (2009-07-30) entire document</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	CN 112816646 A (TONGJI UNIVERSITY) 18 May 2021 (2021-05-18) description, paragraphs 45-100	1-10	A	CN 113030416 A (BEIJING MUNICIPAL RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION) 25 June 2021 (2021-06-25) entire document	1-10	A	CN 113128884 A (NANJING UNIVERSITY et al.) 16 July 2021 (2021-07-16) entire document	1-10	A	CN 111898691 A (SOUTH CHINA INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL SCIENCES, MEE) 06 November 2020 (2020-11-06) entire document	1-10	A	JP 2009168464 A (CHUGOKU ELECTRIC POWER) 30 July 2009 (2009-07-30) entire document	1-10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	CN 112816646 A (TONGJI UNIVERSITY) 18 May 2021 (2021-05-18) description, paragraphs 45-100	1-10																		
A	CN 113030416 A (BEIJING MUNICIPAL RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION) 25 June 2021 (2021-06-25) entire document	1-10																		
A	CN 113128884 A (NANJING UNIVERSITY et al.) 16 July 2021 (2021-07-16) entire document	1-10																		
A	CN 111898691 A (SOUTH CHINA INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL SCIENCES, MEE) 06 November 2020 (2020-11-06) entire document	1-10																		
A	JP 2009168464 A (CHUGOKU ELECTRIC POWER) 30 July 2009 (2009-07-30) entire document	1-10																		
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.																				
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family																				
Date of the actual completion of the international search 18 May 2022		Date of mailing of the international search report 25 May 2022																		
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/118627

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112816646	A	18 May 2021	None	
CN	113030416	A	25 June 2021	None	
CN	113128884	A	16 July 2021	None	
CN	111898691	A	06 November 2020	None	
JP	2009168464	A	30 July 2009	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/118627

A. 主题的分类 G01N 33/18(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G01N, G06F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 排污, 污水, 排放, 溯源, 河段, 监测, 电导, 水位, 浓度, 流量, 水量, blowdown, sewage, discharge, traceability, river segment, monitor+, conductance, concentration, flow, water		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 112816646 A (同济大学) 2021年5月18日 (2021 - 05 - 18) 说明书第45-100段	1-10
A	CN 113030416 A (北京市环境保护科学研究院) 2021年6月25日 (2021 - 06 - 25) 全文	1-10
A	CN 113128884 A (南京大学 等) 2021年7月16日 (2021 - 07 - 16) 全文	1-10
A	CN 111898691 A (生态环境部华南环境科学研究所) 2020年11月6日 (2020 - 11 - 06) 全文	1-10
A	JP 2009168464 A (CHUGOKU ELECTRIC POWER) 2009年7月30日 (2009 - 07 - 30) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2022年5月18日		国际检索报告邮寄日期 2022年5月25日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 林婉娟 电话号码 86-(10)-53961343

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/118627

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	112816646	A	2021年5月18日	无	
CN	113030416	A	2021年6月25日	无	
CN	113128884	A	2021年7月16日	无	
CN	111898691	A	2020年11月6日	无	
JP	2009168464	A	2009年7月30日	无	