

数据分析系统设计文档

——河流污染物动态监测预警

河流污染物动态监测预警研究小组

2020/1/27

目录

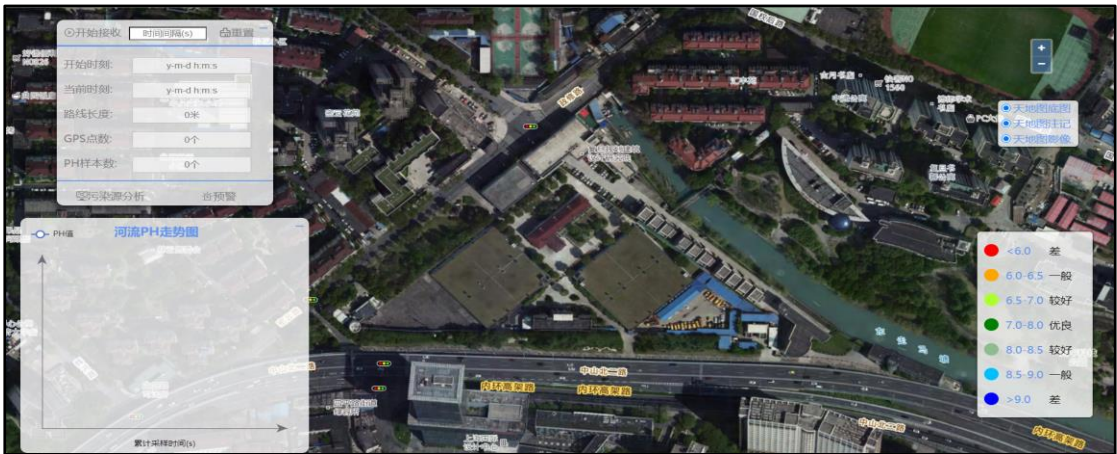
- 一、系统设计目的2
- 二、功能及页面布局.....2
 - 2.1、基础功能.....2
 - 2.2、项目功能.....3
 - 2.2.1、数据接收及数据特征统计3
 - 2.2.2、数据可视化3
 - 2.2.3、污染源分析4
 - 2.2.4、预警信息发送.....6
- 三、技术手段7
 - 3.1、前端7
 - 3.2、后端7
 - 3.3、重点功能详解.....8
 - 3.3.1、污染源分析8
 - 3.3.2、预警信息发送.....8
- 四、项目数据9
 - 4.1、地图数据9
 - 4.2、GPS 数据9
 - 4.3、PH 值数据.....10
 - 4.4、学校/小区等数据.....10
- 五、项目发布11

一、系统设计目的

设计该系统的目的是将其作为上创项目“河流污染物动态监测预警”的软件组成部分，用于接收搭载在无人船上的数据传输模块所发送的数据，具体包括GPS 定位数据和 PH 值数据，并对数据进行可视化处理，基于数据可视化的结果进行一系列分析和预警。

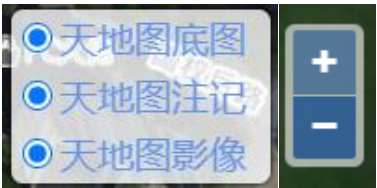
二、功能及页面布局

整个数据分析系统被设计为 web 网页，前后端分离的形式，其页面总体布局如下：



2.1、基础功能

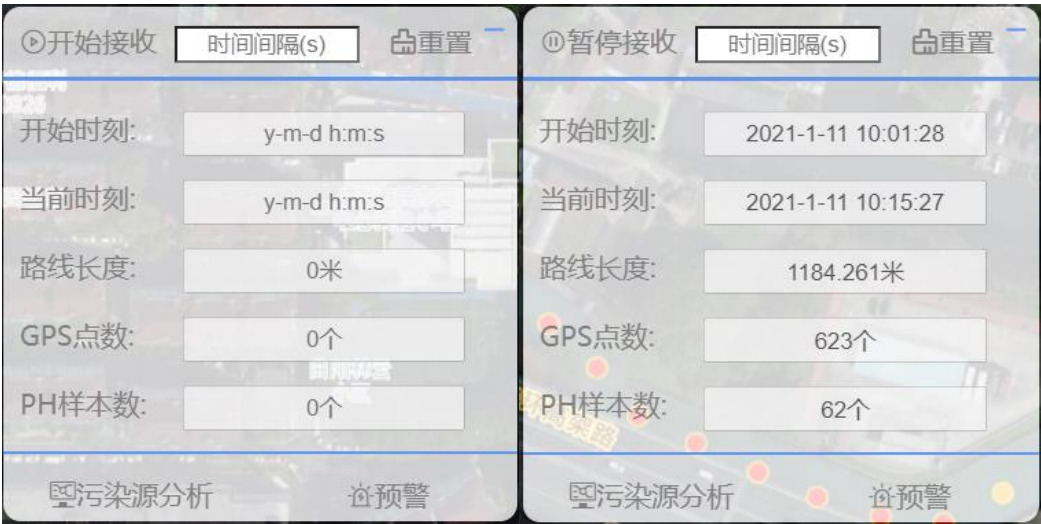
该数据分析系统具有地图加载和图层切换的功能。系统能够加载天地图普通地图、天地图注记图、天地图卫星影像图，并通过图层管理器实现图层的管理，地图缩放控件实现地图的缩放，后续的数据可视化和数据分析都是以加载的天地图为底图进行处理。图层管理器和地图缩放控件如下图所示：



2.2、项目功能

2.2.1、数据接收及数据特征统计

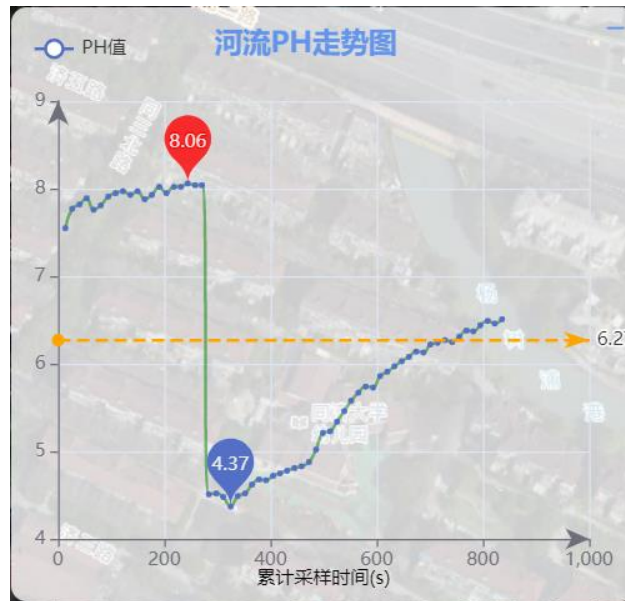
搭载在无人船上的数据传输模块将 GPS 定位数据和 PH 值数据传输到电脑并存入到数据库中后，该数据分析系统会每秒钟向服务器发送一次请求，读取一定时间段内接收到的 GPS 定位数据和 PH 值数据，并对接收到的数据进行一系列数据特征统计，具体包括“数据开始时刻”，“数据当前时刻”，“路线总长度”，“GPS 样本点数”，“PH 样本点数”。系统每次向服务器请求的数据段时间间隔可以人为设置，也可以采用系统默认值 15s，接收数据的过程中也可以暂停接收数据和进行重置，暂停过后可以继续向服务器请求未接收的数据，重置则会刷新页面，清除所有已经接收到的数据。该模块页面布局如下：



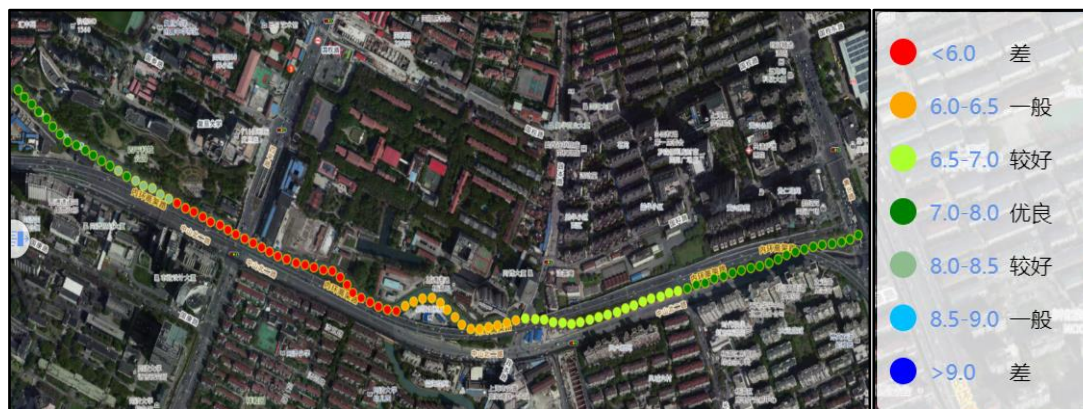
2.2.2、数据可视化

数据分析系统在对获取的数据进行数据特征统计的同时，也会进行数据的可视化处理，数据可视化主要通过以下两种方式进行：

对 PH 值数据进行图表折线图可视化。图表的横轴为数据接收开始时刻到当前时刻的持续时间，图表的纵轴为 PH 样本点的 PH 值，在折线图上还会标注当前已接收 PH 值最大值（红色标记）、最小值（蓝色标记）和平均值（黄色箭头标记线），该折线图会随着数据接收时间的持续动态变化，直到接收到所有的数据为止。该模块页面布局如下：



对 GPS 样本点和 PH 样本点在地图底图上进行可视化。将 GPS 样本点根据定位坐标绘制在地图上，并组织为 GPS 样本点图层。将 PH 样本点根据采样时间利用拉格朗日插值计算得到 PH 样本点的坐标绘制在地图上，并组织为 PH 样本点图层，在绘制 PH 样本点时，根据 PH 值的不同，按照事先划分的等级，以不同的符号进行表示。地图可视化的结果及 PH 等级划分如下图所示：



2.2.3、污染源分析

在污染源分析模块，通过设置污染类型为酸性污染还是碱性污染，污染源种类为工业污染、农业污染或生活污染，以及设置污染源的搜索半径，系统就会在污染河段的周围搜索可能造成河流污染的污染源，并将检索结果绘制在地图和表格上，单击地图上的图标就可以显示检索结果的详细信息，可以实现污染源的初步定位或辅助定位。

该模块的页面布局如下图所示：

污染源分析

污染类型: ☒ 酸性污染 ☐ 碱性污染

污染源: ☐ 工业 ☐ 农业 ☒ 生活

搜索半径: 0千米

地点	类型	地址
同济小学	学校	杨浦区同济新村758号(阜新路彰武路)
同济大学(四平路校区)	学校	上海市杨浦区四平路1239号
同济大学-经济与管理学院	学校	上海市杨浦区彰武路1号 同济大厦A楼
同济大学-建筑与城市规划学院	学校	国康路47号同济大学四平路校区

开始分析

污染源分析

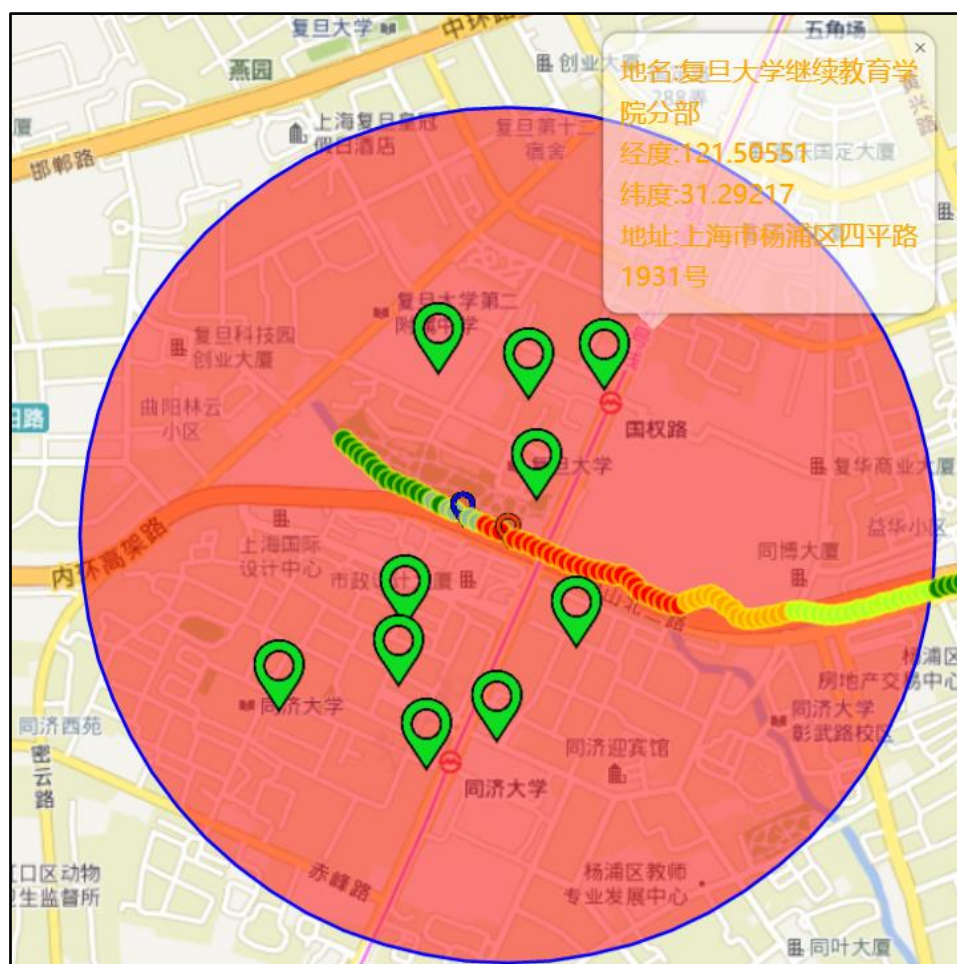
污染类型: ☒ 酸性污染 ☐ 碱性污染

污染源: ☐ 工业 ☐ 农业 ☒ 生活

搜索半径: 1千米

地点	类型	地址
同济小学	学校	杨浦区同济新村758号(阜新路彰武路)
同济大学(四平路校区)	学校	上海市杨浦区四平路1239号
同济大学-经济与管理学院	学校	上海市杨浦区彰武路1号 同济大厦A楼
同济大学-建筑与城市规划学院	学校	国康路47号同济大学四平路校区

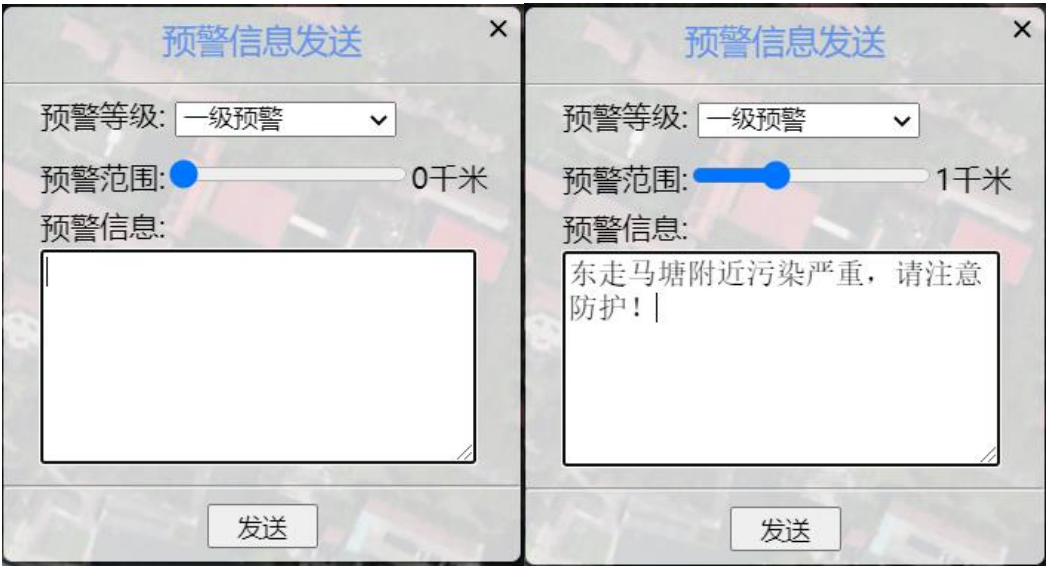
开始分析



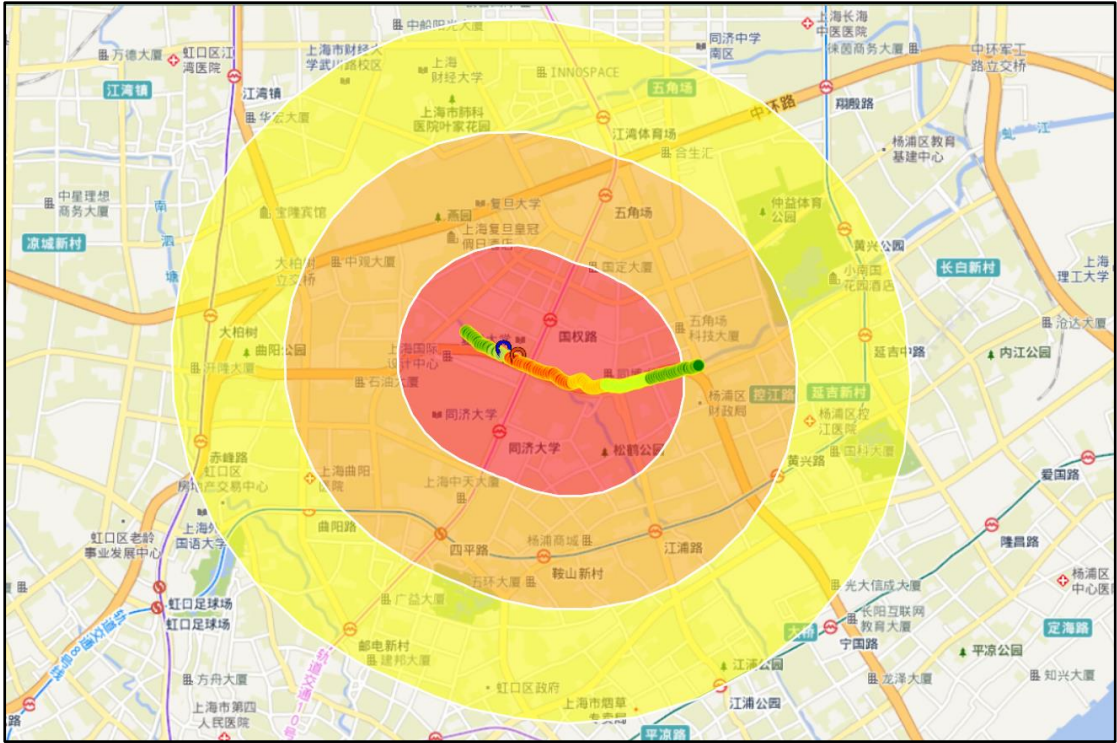
上图中的红色区域为污染源的检索范围，绿色图标为检索到的可能污染源，蓝色图标为PH值最高点，红色定位图标为PH值最低点。

2.2.4、预警信息发送

在这个模块能够实现对污染河流周围区域的污染等级划分，并根据污染等级以短信和邮件的方式向污染区域内的小区、学校等发送预警信息，接收到预警信息的小区和学校等可以将预警信息转达给居民和学生。该模块的页面布局如下：



划分的不同等级的预警区域。红色为一级预警，橙色为二级预警，黄色为三级预警，如下图所示：



下图为接收到的预警邮件和预警短信：



三、技术手段

该 web 端的数据分析系统, 采用的是前后端分离的方式, 接下来将从前端和后端两个方面来对项目搭建过程中采用的技术手段进行介绍。

3.1、前端

前端采用的开发语言为 JavaScript, HTML, CSS。

利用开源的 open layer 地图开发组件实现了地图的加载和图层管理, GPS 样本点和 PH 样本点的地图可视化, 以及后续的图形属性互操作。利用开源的 turf 框架实现了无人船监测路线长度计算, 污染等级划分中缓冲区的建立和缓冲区之间的空间分析。利用开源的坐标转换框架实现了百度坐标和 GPS 坐标间的相互转换。

利用百度提供的 echarts 数据可视化组件, 实现了 PH 样本点 PH 值随时间变化的折线图绘制, 以及图表与地图之间的互操作。利用 Ajax 技术实现了前后端通讯, 在前端向服务器发送请求, 获取服务器处理请求后返回的结果并进行相应的操作。例如利用 jQuery 框架提供的 Ajax 函数每秒钟向服务端发送一次请求, 获取一段时间间隔的采样数据并进行可视化处理。

3.2、后端

后端采用的开发语言为 PHP, 采用的数据库为 MySQL。

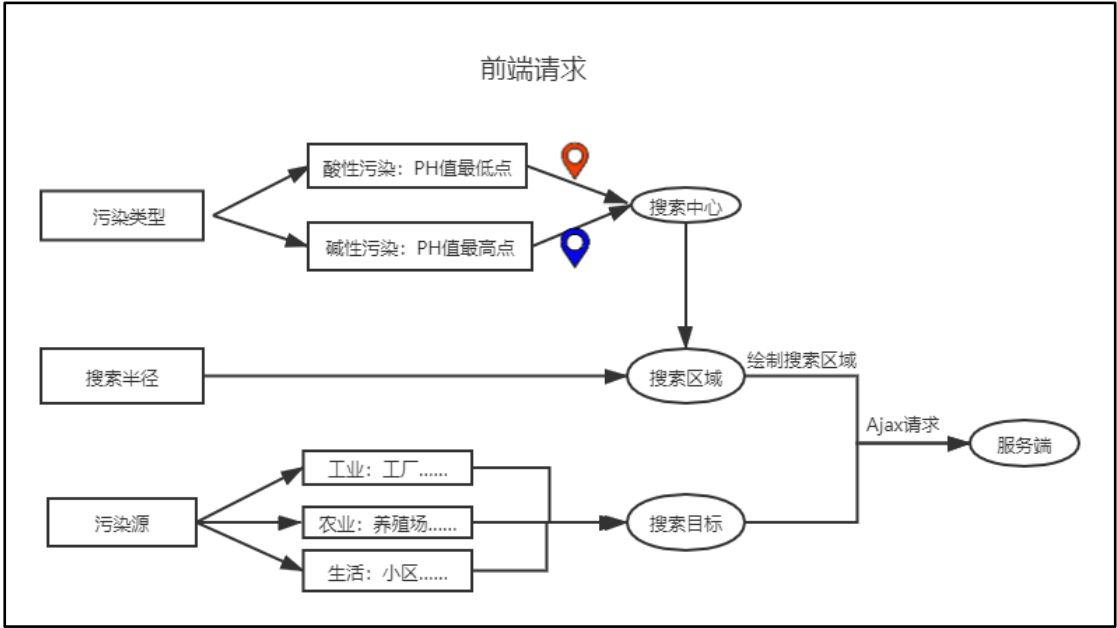
后端接收前端通过 Ajax 发送的请求, 从数据库中获取数据, 经过处理后在

返回给前端进行相应的操作。

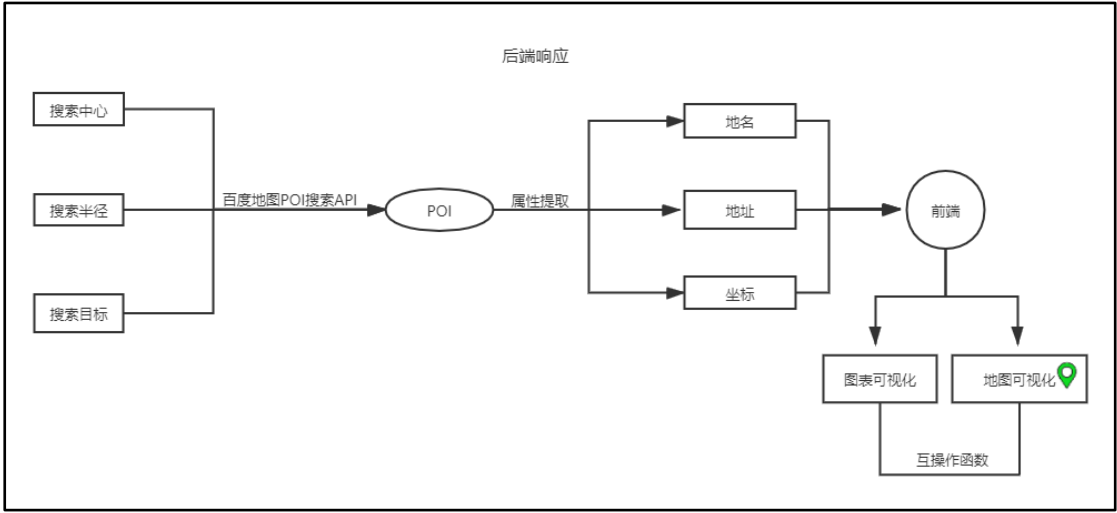
3.3、重点功能详解

3.3.1、污染源分析

前端设置一些列参数，并向后端发送请求，如下图所示：

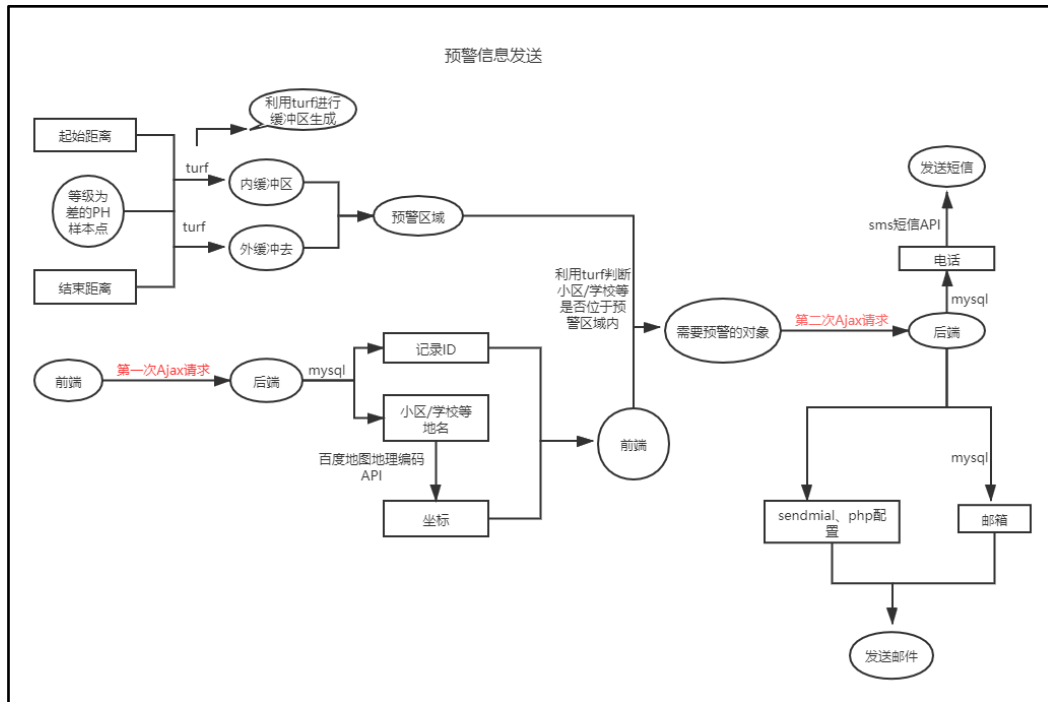


后端相应请求，并将处理结果返回给前端进行后续处理，如下图所示：



3.3.2、预警信息发送

前端和服务端通过两次 Ajax 数据交互实现预警信息的发送功能，如下图示：



四、项目数据

4.1、地图数据

该数据分析系统采用的地图、影像和注记均来源于天地图，调用的是天地图官方提供的在线地图服务。

4.2、GPS 数据

该系统采用的 GPS 定位数据是搭载在无人船上的定位模块获取的 GPS 和北斗定位数据，具体包括定位坐标和定位时间，在接收到定位数据后，将定位坐标由“EPSG：4326(WGS84)”转为了“EPSG：3857(伪墨卡托投影)”坐标同原始坐标一起存入到数据库中。

GPS 数据表如下图所示：

	#	名字	类型	排序规则	属性	空	默认	额外
<input type="checkbox"/>	1	id	int(11)			否	无	AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2	date	varchar(20)	utf8_general_ci		是	NULL	
<input type="checkbox"/>	3	B	double			是	NULL	
<input type="checkbox"/>	4	L	double			是	NULL	
<input type="checkbox"/>	5	X	double			是	NULL	
<input type="checkbox"/>	6	Y	double			是	NULL	

4.3、PH 值数据

该系统采用的 PH 值数据是搭载在无人船上的 PH 传感器测量得到的，包括 PH 值和测量时间。为了将 PH 数据在地图上进行可视化需要获取 PH 样本点的坐标，以 GPS 定位数据为样本，以时间为自变量，坐标为因变量通过五阶拉格朗日插值可以获取 PH 样本点的坐标。PH 数据表如下图所示：

	#	名字	类型	排序规则	属性	空	默认	额外
<input type="checkbox"/>	1	id	int(11)			否	无	AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2	date	varchar(20)	utf8_general_ci		是	NULL	
<input type="checkbox"/>	3	ph	double			是	NULL	
<input type="checkbox"/>	4	X	double			是	NULL	
<input type="checkbox"/>	5	Y	double			是	NULL	
<input type="checkbox"/>	6	ph_sim	double			是	NULL	

4.4、学校/小区等数据

为了发送预警信息，需要获取研究河流周围的小区，学校等联系方式数据，包括电话号码和邮箱。数据表结构如下图所示：

	#	名字	类型	排序规则	属性	空	默认	额外
<input type="checkbox"/>	1	name	varchar(20)	utf8_general_ci		是	NULL	
<input type="checkbox"/>	2	phnoe	varchar(15)	utf8_general_ci		是	NULL	
<input type="checkbox"/>	3	mail	varchar(30)	utf32_general_ci		是	NULL	
<input type="checkbox"/>	4	id	int(11)			否	无	AUTO_INCREMENT

五、项目发布

在数据分析系统的各项功能实现以后，需要将项目进行发布，使得能够在网上进行访问。由于该项目服务采用的语言为 PHP，因此采用 PHP 建站工具组合包 AppServer 来进行项目发布，只需将整个项目进行打包放在 AppServer 安装路径下的 www 文件夹中，重启 Apache 即可。项目发布后在手机上进行访问，如下图所示：

