

# 典型大面积水产养殖区土壤污染状况调查研究 ——以珠三角地区某鱼塘养殖地块为例

庄伟\*, 严明, 刘建新, 张滢允, 邓运泉, 涂家财

广东省工程技术研究所有限公司, 广东 广州

收稿日期: 2026年9月9日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月23日

## 摘要

水产养殖区(即鱼塘)在河网密布的珠三角地区具有典型代表性, 是常见的调查对象之一。本文以珠三角地区某鱼塘养殖地块为例, 开展大面积水产养殖区土壤污染状况调查, 以期同类地块的环境管理提供参考。通过收集资料及文献、现场踏勘及人员访谈等可知, 地块历史上为鱼塘, 鱼塘连片面积超过50亩, 属于规模化养殖的情形。地块内不涉及工业用途、有毒有害物质储存与输送。地块内鱼塘开展挖塘填堤活动时, 使用机械车辆进行地块内土方平衡。按照最保守原则, 不排除地块内存在污染的可能性。特征污染物为石油烃。由采样检测可知, 所检测的土壤、底泥、地下水和地表水样品均低于相应筛选值。结果表明该鱼塘养殖地块不属于污染地块。

## 关键词

鱼塘, 土壤污染调查, 珠三角

# Investigation and Research on Soil Pollution Status in Typical Large-Scale Aquaculture Areas

## —A Case Study of a Fish Pond Aquaculture Plot in the Pearl River Delta Region

Wei Zhuang\*, Ming Yan, Jianxin Liu, Yingyun Zhang, Yunquan Deng, Jiakai Tu

Guangdong Institute of Engineering Technology Research Co., Ltd., Guangzhou Guangdong

Received: September 9, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 23, 2026

\*通讯作者。

文章引用: 庄伟, 严明, 刘建新, 张滢允, 邓运泉, 涂家财. 典型大面积水产养殖区土壤污染状况调查研究[J]. 土壤科学, 2026, 14(4): 253-262. DOI: 10.12677/hjss.2026.144025

## Abstract

Aquaculture areas (*i.e.*, fish ponds) are typically representative in Pearl River Delta region and are one of the common investigation targets. Taking a fish farming plot in the Pearl River Delta as an example, this paper conducts a large area soil pollution investigation of an aquaculture area, aiming to provide a reference for environmental management of similar sites. Through data and literature collection, on-site reconnaissance, and personnel interviews, it is known that the plot has historically been used as fish ponds, with contiguous pond area exceeding 50 mu, representing a large-scale farming scenario. The plot does not involve industrial use, or storage and transportation of toxic and hazardous substances. During the pond excavation and embankment construction activities, mechanical vehicles were used for earthwork balance within the plot. Following the most conservative principle, the possibility of contamination within the plot cannot be ruled out. The characteristic pollutant is petroleum hydrocarbons. Sampling and testing results show that all tested soil, sediment, groundwater, and surface water samples are below the respective screening values. The results indicate that this fish farming plot is not a contaminated site.

## Keywords

Fish Ponds, Soil Pollution Investigation, Pearl River Delta

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

用途变更为住宅、公共管理与公共服务用地的，变更前应当按照规定进行土壤污染状况调查[1]。以保障开发利用的环境安全，利于下一步开展必要的风险防控、环境管理工作和环境保护主管部门的监督工作。

建设用地土壤污染调查地块所涉及的土地利用类型有农用地、工矿用地等多种类型[2]。其中，水产养殖区(即鱼塘)在河网密布区具有典型代表性，是常见的调查对象之一[3]。现有研究主要关注鱼塘沉积物污染特征分析。一项覆盖中国 11 个主要淡水养殖省份的系统性研究发现，沉积物中镉是显著富集的重金属污染物，其生态风险高于铬、铜、砷、铅[4]。浙江省淡水养殖水体质量分析研究表明，某一季节或某一地区水体中总磷、石油类、总大肠菌群、高锰酸盐指数、氨氮、重金属铜或锌等单个项目超标现象较为普遍[5]，养殖池塘表层沉积物中相对土壤背景值镉、锌污染程度较高，渔业生产过程中存在输入性污染[6]。一项连续 4 年对混养鱼塘表层沉积物中的铜、锌含量监测发现，铜、锌含量随着养殖时间的增加而增高[7]。本文以珠三角地区某鱼塘养殖地块为例，开展大面积淡水水产养殖区土壤污染状况调查分析，并对调查结果进行综合评价，以期同类地块的环境管理提供参考。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 地块概况

项目地块位于江门市江海区外海街道金瓯路与江睦路交界西北侧，总占地面积 68834.15 m<sup>2</sup>。项目地块土地原用途为鱼塘。现拟变更土地性质为二类居住用地。

通过收集资料及文献、现场踏勘及人员访谈等可知，地块历史上为鱼塘，鱼塘连片面积超过 50 亩，属于规模化养殖的情形。地块内不涉及工业用途、有毒有害物质储存与输送。地块内鱼塘开展挖塘填堤

活动时,使用机械车辆进行地块内土方平衡,可能有油品的跑冒滴漏情况,对地块内土壤和地下水环境有潜在影响。地块周边 50 米为鱼塘和道路,无工业企业。地块周边 60 米~500 米有加油站、在建医院和工业厂区,这些企业均按照环保规范处理三废,位于项目地块常年主导风向的下风向、区域地下水系统的下游,且有道路隔绝使得与项目地块处于相对独立的水文地质单元,基本没有污染途径,对项目地块的环境影响可接受。按照最保守原则,不排除地块内存在污染的可能性。潜在污染源来自鱼塘养殖添加剂和挖塘填基过程中机械车辆的油品跑冒滴漏,特征污染物为石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)。

## 2.2. 地块水文地质

根据本项目地块的土孔土壤岩芯分析结果,并参照临近地块地质勘察资料,判断地块地质上部为海陆交互相松散沉积层,下伏基岩为寒武系八村群浅变质砂岩。地块内的地层分为素填土、粉质粘土、淤泥质土 3 层,各个土层情况如下:

(1) 素填土,棕色,稍密,稍湿,以粘性土为主;

(2) 粉质粘土:黄棕色-棕色,松散,可塑,土质较均匀,任性中等;

(3) 淤泥质土:黄棕色-棕色,主要由粉粒、黏粒组成,夹淤泥质砂,湿-饱和,可塑-软塑,夹贝类残骸。

地块上部为松散孔隙水,含水岩组为海陆交互相沉积层、风化残积层;浅部为上层滞水,其下为潜水;下部为层状基岩裂隙水。本次调查中地块内各监测井点位的监测井深度为 7.16~7.46 m。根据对调查地块内的地下水监测井含水层土壤特征以及埋深等调查分析结果可知,地下水主要接受鱼塘地表水、大气降水和侧向地下径流的补给,消耗于蒸发和向邻近低洼处径流,钻探过程中未见突然涌水或严重漏水现象。在钻探结束后的次日测量水位,稳定地下水位埋藏深度变化不大,勘察期间埋深 1.00~1.86 m (标高 0.839~1.773 m),平均深度 1.452 m。地下水位随季节性变化,变化幅度 1~2 m。根据地块内共布设 3 口地下水监测井水位判断,地块地下水流向为自西北向东南。

## 2.3. 点位布设

本次调查按照 100×100 m 网格布设土壤点位 9 个,以调查面积 68834.15 m<sup>2</sup> 算得布点密度为 7648.24 m<sup>2</sup>/个,不小于 10,000 m<sup>2</sup>/个,因此布点满足相关规范的要求,初步采样布点数量合理,采样点位分布见图 1。

## 2.4. 监测指标

结合第一阶段污染识别出该地块的潜在污染物,参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018) [8],本次地块初步采样阶段的所有检测项目情况如表 1 所示。

### 2.4.1. 土壤、底泥的检测项目

本次调查土壤样品以及底泥样品的检测因子,包含常规指标 2 项、GB 36600-2018 表 1 的 45 项、特征污染物 1 项,具体如下:

(1) 常规指标(2 项): pH, 含水率;

(2) 重金属(7 项): 砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍;

(3) VOCs(共 27 项): 四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯 + 对二甲苯、邻二甲苯;

(4) SVOCs (11 项): 硝基苯、苯胺、2-氯苯酚、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、萘;

(5) 特征污染物(1 项): 石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)。

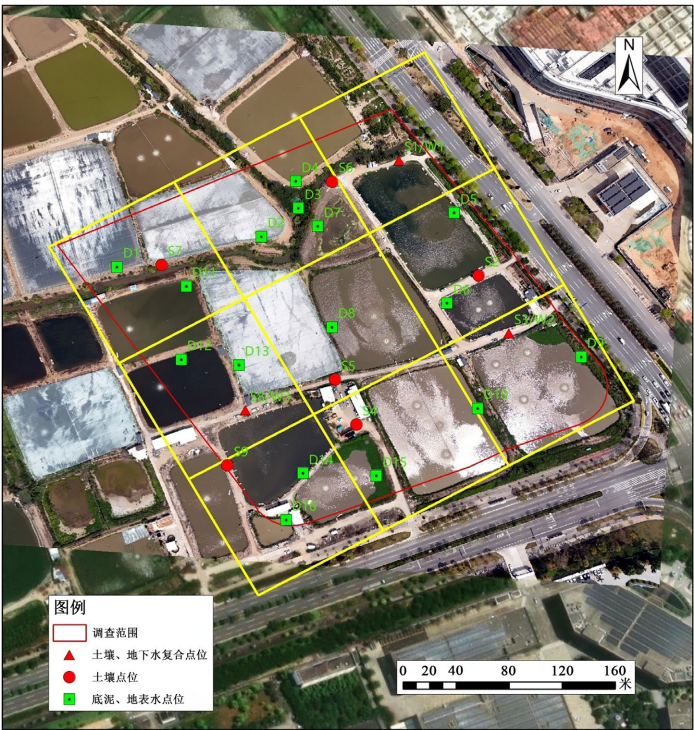


Figure 1. Distribution map of sampling points in the project area  
图 1. 项目地块采样点位分布图

Table 1. List of testing items  
表 1. 检测项目一览表

| 样品类型    | 检测指标                                                                                                   |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 土壤、底泥   | pH 值、含水率、GB 36600-2018 表 1 的 45 项(重金属 7 项、VOCs 27 项、SVOCs 11 项)、石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) |
| 地表水、地下水 | pH 值、浑浊度、重金属 7 项(铜、汞、砷、镉、六价铬、铅、镍)、可萃取性石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )                           |

2.4.2. 地表水、地下水的检测项目

本次调查地表水和地下水样品的检测因子如下: pH 值、浑浊度、重金属 7 项(铜、汞、砷、镉、六价铬、铅、镍)、可萃取性石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)。

2.5. 测定方法

土壤和底泥采样严格按照《土壤环境监测技术规范》(HJ 166-2026) [9]和《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019) [10]有关要求进行。地下水采样严格按《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020) [11]质量控制要求进行。地表水采样严格按照《地表水环境质量监测技术规范》(HJ 91.2-2022) [12]中质量控制要求进行。

3. 结果与分析

调查单位在地块内设置的 9 个土壤监测点位采集了 37 个土壤样品, 在地块外采集 2 个对照点土壤样

品, 合计 39 个(不含 6 个现场平行)土壤样品; 在地块内设置 3 口地下水监测井, 共采集 3 个地下水样品; 在地块内布设 16 个底泥沉积物、地表水采样点, 采集 16 个底泥样品、16 个地表水样品。样品检测结果分析如下。

3.1. 土壤检测结果与分析

(1) 理化指标

地块内土壤 pH 范围为 6.42~9.67, 平均值为 7.23, 共有 3 个样品轻度碱化, 3 个样品中度碱化, 1 个样品重度碱化, 其余 30 个样品无酸化或碱化(土壤 pH 在 5.5~8.5 范围内)。地块内有 7 个土壤样品呈现轻度、中度或重度碱化, 其中有 S4 点位有三个土壤样品为中度或重度碱化。可能的原因是地块内鱼塘养殖使用石灰粉进行消毒过程中, 将石灰粉散落到塘堤上, 或含有石灰粉的底泥在挖塘填基的过程中进入塘基, 造成检测区域的土壤碱化。

(2) 土壤重金属

本次调查在项目地块内共采集 9 个调查点位的 37 个土壤样品进行了砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍共 7 项重金属的实验室检测分析。土壤重金属污染物调查监测结果统计(表 2)如下:

砷的含量范围为 4.50~34.67 mg/kg, 均低于本项目地块风险筛选值(40 mg/kg)。

汞的含量范围为 ND~0.329 mg/kg, 均为未超过本项目地块风险筛选值(8 mg/kg)。

镉的含量范围为 0.01~0.38 mg/kg, 未超过本项目地块风险筛选值(20 mg/kg)。

铜的含量范围为 15~141 mg/kg, 均低于本项目地块风险筛选值(2000 mg/kg)。

铅的含量范围为 15.4~91.5 mg/kg, 均低于本项目地块风险筛选值(400 mg/kg)。

镍的含量范围为 11~55 mg/kg, 均低于本项目地块风险筛选值(150 mg/kg)。

37 个土壤样品的六价铬检测结果均低于方法检出限, 未超过本项目地块风险筛选值。

Table 2. Summary table of survey results of detected indicators in soil samples

表 2. 土壤样品有检出指标检测结果一览表

| 检测指标        | 检出限<br>mg/kg | 检出率<br>(%) | 最小值<br>mg/kg | 最大值<br>mg/kg | 本地块筛选值<br>mg/kg | 超筛个数 |
|-------------|--------------|------------|--------------|--------------|-----------------|------|
| 砷           | 0.01         | 100        | 4.50         | 34.67        | 40              | 0    |
| 汞           | 0.002        | 97.30      | ND           | 0.329        | 8               | 0    |
| 镉           | 0.01         | 100        | 0.01         | 0.38         | 20              | 0    |
| 铜           | 1            | 100        | 15           | 141          | 2000            | 0    |
| 铅           | 0.1          | 100        | 15.4         | 91.5         | 400             | 0    |
| 镍           | 3            | 100        | 11           | 55           | 150             | 0    |
| 六价铬         | 0.5          | 0          | ND           | ND           | 3               | 0    |
| 二氯甲烷        | 0.0015       | 72.97      | ND           | 0.036        | 94              | 0    |
| 反式-1,2-二氯乙烯 | 0.0014       | 2.70       | ND           | 0.0015       | 10              | 0    |
| 氯仿          | 0.0011       | 2.70       | ND           | 0.0108       | 0.3             | 0    |
| 间,对 - 二甲苯   | 0.0012       | 2.70       | ND           | 0.0015       | 163             | 0    |

续表

|                                        |        |       |    |        |     |   |
|----------------------------------------|--------|-------|----|--------|-----|---|
| 1,4-二氯苯                                | 0.0015 | 2.70  | ND | 0.002  | 5.6 | 0 |
| 1,2-二氯苯                                | 0.0015 | 2.70  | ND | 0.0022 | 560 | 0 |
| 蒽                                      | 0.1    | 2.70  | ND | 0.1    | 490 | 0 |
| 石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) | 6      | 97.30 | ND | 269    | 826 | 0 |

**(3) 土壤 VOCs (27 项)**

本项目地块 37 个土壤样品土壤有机物检测结果统计表如表 2 所示，由检测结果可知：

VOCs (27 项)中，二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、氯仿、间,对-二甲苯、1,4,-二氯苯、1,2-二氯苯等 6 种 VOCs 有检出，略高于检出限，远低于本项目地块筛选值；其中，二氯甲烷的检出率为 73%，最大值仅为筛选值的 0.38‰；反式-1,2-二氯乙烯、氯仿、间,对-二甲苯、1,4,-二氯苯、1,2-二氯苯 5 种 VOCs 指标均有 1 个样品检出，检出率 2.7%，最大值仅为各项筛选值的 0.0039‰~36‰；其他 21 个 VOCs 检测项目均未检出。

**(4) 土壤 SVOCs (11 项)**

块内的 37 个土壤样品中，所测 SVOCs (11 项)，地仅有蒽这一指标有 1 个样品检出，检出率 2.7%，最大值仅为蒽筛选值的 0.2‰；其余 10 项半挥发性有机物均未检出。

**(5) 土壤石油烃**

地块内 37 个土壤样品中，36 个石油烃样品有检出，检出浓度为 ND~269 mg/kg，平均检出浓度为 50 mg/kg，低于本地块风险筛选值(826 mg/kg)。

综上，地块内土壤重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物和石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)污染物浓度符合规划用地的土壤质量要求，人体健康风险可以接受。

**3.2. 底泥检测结果与分析**

本次调查在地块内共布设 16 个底泥采样点，共采集 16 个底泥样品(不含 3 个现场平行样)进行检测分析。检测结果见表 3，由检测结果可知。

**(1) 理化指标：**

项目地块底泥样品 pH 值范围为 7.42~8.01，平均值为 7.74，整体呈碱性。水分含量在 32.2%~43.4% 范围。

**(2) 底泥重金属：**

项目地块内 16 个底泥样品重金属 7 项中，除六价铬未检出外，砷、铜、铅、汞、镉、镍均有检出，检出浓度均低于本地块风险筛选值，人体健康风险可接受。

**(3) 底泥 VOCs (27 项)**

项目地块内的 16 个底泥样品，27 项挥发性有机物检测项目中，氯仿、1,2-二氯苯等 2 种 VOCs 有检出，略高于检出限，远低于本项目地块筛选值，其他 25 个检测项目均未检出。

**(4) 底泥 SVOCs (11 项)**

11 项半挥发性有机物检测项目中，检测结果均低于检出限，低于本项目地块筛选值，人体健康风险可接受。

**(5) 底泥石油烃**

项目地块底泥石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)检出范围为 17~157 mg/kg，低于本项目地块风险筛选值(826 mg/kg)，人体健康风险可接受。

**Table 3.** Summary table of survey results of detected indicators in sediment samples**表 3.** 底泥样品有检出指标检测结果一览表

| 检测指标                                   | 检出限<br>mg/kg | 检出率<br>(%) | 最小值<br>mg/kg | 最大值<br>mg/kg | 本地块筛选值<br>mg/kg | 超筛个数 |
|----------------------------------------|--------------|------------|--------------|--------------|-----------------|------|
| 砷                                      | 0.01         | 100        | 15.46        | 23.74        | 40              | 0    |
| 汞                                      | 0.002        | 100        | 0.103        | 0.416        | 8               | 0    |
| 镉                                      | 0.01         | 100        | 0.25         | 0.37         | 20              | 0    |
| 铜                                      | 1            | 100        | 47           | 148          | 2000            | 0    |
| 铅                                      | 0.1          | 100        | 35.5         | 61.8         | 400             | 0    |
| 镍                                      | 3            | 100        | 41           | 52           | 150             | 0    |
| 六价铬                                    | 0.5          | 0          | ND           | ND           | 3               | 0    |
| 氯仿                                     | 0.0011       | 6.25       | ND           | 0.005        | 0.3             | 0    |
| 1,2-二氯苯                                | 0.0015       | 6.25       | ND           | 0.0015       | 560             | 0    |
| 石油烃(C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) | 6            | 100        | 17           | 157          | 826             | 0    |

### 3.3. 地下水检测结果与分析

本次调查在项目地块内呈三角形布设了 W1、W2、W3 共 3 个地下水监测井，并采集了 3 个地下水样品(不含平行样)进行砷、汞、镉、六价铬、镍、铜、铅、可萃取性石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)的实验室检测，检测结果如表 4 所示。由检测结果可知：

调查地块地下水样品 pH 值范围为：6.8~6.9，检测值均符合标准( $6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$ )，人体健康风险可接受。

地下水重金属指标(砷、汞、镉、六价铬、镍、铜、铅)中，汞均未检出，其他指标均略有检出，检出浓度均低于《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV 类水质的标准限值[13]。

地块内监测井可萃取性石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)均有检出，检出浓度为 0.06~0.12 mg/L，低于本项目地块地下水风险筛选值(0.572 mg/L)。

由此可知，本项目调查地块内的监测井地下水中的有毒有害物质检出浓度均低于本项目地块地下水风险筛选值。

**Table 4.** Summary table of survey results of detected indicators in groundwater samples**表 4.** 地下水样品有检出指标检测结果一览表

| 检测指标 | 单位   | 检出率(%) | W1   | W2    | W3    | 本地块筛选值                                                   | 超筛个数 |
|------|------|--------|------|-------|-------|----------------------------------------------------------|------|
| pH 值 | /    | 100    | 6.9  | 6.8   | 6.9   | $5.5 \leq \text{pH} < 6.5$<br>$8.5 < \text{pH} \leq 9.0$ | /    |
| 浊度   | NTU  | 100    | 211  | 225.5 | 238   | $\leq 10$                                                | 3    |
| 砷    | μg/L | 100    | 6.10 | 8.62  | 7.95  | 50                                                       | 0    |
| 汞    | μg/L | 0      | ND   | ND    | ND    | 2                                                        | 0    |
| 镉    | μg/L | 67     | ND   | 0.11  | 0.13  | 10                                                       | 0    |
| 铜    | μg/L | 67     | ND   | 1.69  | 28.70 | 1500                                                     | 0    |

续表

|         |      |     |        |        |        |        |   |
|---------|------|-----|--------|--------|--------|--------|---|
| 铅       | μg/L | 33  | ND     | ND     | 21.17  | 100    | 0 |
| 镍       | μg/L | 100 | 0.64   | 8.48   | 6.53   | 100    | 0 |
| 六价铬     | mg/L | 100 | 0.0056 | 0.0078 | 0.0040 | 0.1    | 0 |
| 可萃取性石油烃 | mg/L | 100 | 0.08   | 0.12   | 0.06   | ≤0.572 | 0 |

### 3.4. 地表水检测结果与分析

地块内共设置了 16 个地表水监测点位, 采集 16 个地表水样品。检测结果(表 5)显示地表水样品 pH 值为 6.9~8.2, 7 项重金属和可萃取性石油烃检测项目中, 仅砷、铜、镍、铅略有检出, 检出结果均低于相应的风险筛选值, 其余指标均未检出。

**Table 5.** Summary table of survey results of detected indicators in surface water samples

**表 5.** 地表水样品有检出指标检测结果一览表

| 检测指标    | 单位   | 检出率(%) | 最小值   | 最大值    | 本地块筛选值 | 超筛个数 |
|---------|------|--------|-------|--------|--------|------|
| pH 值    | /    | 100    | 6.90  | 8.20   | 6~9    | 0    |
| 浊度      | NTU  | 100    | 86.00 | 276.00 | /      | /    |
| 砷       | μg/L | 100    | 0.81  | 3.62   | 100    | 0    |
| 汞       | μg/L | 0.00   | ND    | ND     | 1      | 0    |
| 镉       | μg/L | 6.25   | ND    | 0.06   | 5      | 0    |
| 铜       | μg/L | 100    | 4     | 174    | 1000   | 0    |
| 铅       | μg/L | 75.00  | ND    | 2.9    | 50     | 0    |
| 镍       | μg/L | 100    | 1     | 5      | 20     | 0    |
| 六价铬     | mg/L | 18.75  | ND    | 0.007  | 0.05   | 0    |
| 可萃取性石油烃 | mg/L | 100    | 0.060 | 0.200  | 0.527  | 0    |

## 4. 结论与建议

### 4.1. 结论

根据地块内 37 个土壤样品、16 个底泥样品、16 个地表水样品和 3 个地下水样品的检测结果, 地块内土壤、底泥、地下水和地表水四大类主要环境指标, 均显示无样品超过筛选值。

#### (1) 土壤检测结果

在 37 个土壤样品, 重金属(7 项)项目中, 六价铬未检出, 仅砷、镉、铜、铅、汞、镍有不同程度的检出, 检出结果均低于相应的土壤污染风险筛选值; 有机污染物项目中, 有 6 种 VOCs (二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、氯仿、间,对-二甲苯、1,4,-二氯苯、1,2-二氯苯)和 1 种 SVOCs (蒎)有检出, 略高于检出限, 远低于本项目地块筛选值, 检出的石油烃低于本项目地块筛选值, 其余 21 项挥发性有机物和 10 项半挥发性有机物指标均未检出。

#### (2) 底泥检测结果

在 16 个底泥样品, 重金属(7 项)项目中, 六价铬未检出, 仅砷、镉、铜、铅、汞、镍有不同程度的检

出, 检出结果均低于相应的土壤污染风险筛选值; 有机污染物项目中, 有 2 种 VOCs (氯仿、1,2-二氯苯) 有检出, 略高于检出限, 远低于本项目地块筛选值, 检出的石油烃低于本项目地块筛选值, 其余 25 项挥发性有机物和 11 项半挥发性有机物指标均未检出。

### (3) 地表水和地下水检测结果

在 16 个地表水和 3 个地下水样品, 重金属(7 项)项目中, 汞未检出, 仅砷、镉、铜、铅、镍、六价铬有不同程度的检出, 检出结果均低于相应的土壤污染风险筛选值; 有机污染物中, 可萃取性石油烃( $C_{10}-C_{40}$ )有检出, 检出结果均低于相应的污染风险筛选值。

初步调查结果可知, 本次调查检测的土壤、底泥样品均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018) [8]第一类用地筛选值; 地下水样品检出结果均未超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) [13]中 IV 类水质标准(其中可萃取性石油烃( $C_{10}-C_{40}$ )筛选值由 HJ 25.3-2019 [14]推导所得); 地表水样品检测结果均低于《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) [15]中 IV 类水质的标准限值。

结果表明调查地块内土壤和地下水环境质量良好, 未因地块生产活动而受到明显污染。项目地块不属于污染地块, 土壤和地下水环境质量符合未来用地规划对土壤和地下水环境质量的要求。该地块土壤和地下水污染状况调查工作可以结束, 无需再做下一步的详细调查和风险评估工作。地块可以作为第一类用地进行下一步开发利用。

## 4.2. 讨论

有研究将鱼塘沉积物重金属来源进行量化, 发现农业活动(饲料、农药、化肥)对沉积物重金属积累的贡献最高(44.29%), 其次为工业生产(36.66%)和自然来源(19.05%) [4]。本项目地块内土壤、底泥、地下水和地表水环境中的主要污染物浓度较低, 与地块水文地质条件、鱼塘养殖模式等有一定关系。通过历史影像判断, 地块 1980 年之前为耕地, 后挖塘。地块地层性质为素填土、粉质粘土、淤泥质土。地块周边, 尤其是上游以鱼塘为主, 污染风险低。通过现场踏勘和人员访谈得知, 鱼塘养殖采用鱼菜共生的生态养殖模式: 鱼塘中生长的蔬菜、塘堤上种植的象草均作为养鱼青饲料, 配合米糠、豆饼等人工饲料实用。放养前清塘使用生石灰、茶粕消毒。使用曝气增氧设备和微生物制剂保证鱼塘水体环境。生态养殖模式使得鱼塘内形成了可持续的生态系统食物网, 营养物质在鱼塘生态系统食物网中流动, 降低了饲料等外源性污染对鱼塘环境的影响。传统养殖模式倾向于促进元素积累, 而稻虾共作等生态养殖模式则能有效降低富集和相关生态风险, 表明优化养殖模式降低鱼塘养殖污染风险有效途径[16]。

## 4.3. 建议

(1) 本次调查按照相关规范开展调查监测工作。调查结果表明地块不是污染地块, 无需开展详细调查工作。地块开发利用过程中, 若发现疑似土壤和地下水污染现象, 应及时向当地生态环境部门报告, 待确认环境安全后方可继续建设。

(2) 地块开发利用前, 做好地块现场管控工作。具体保护措施包括设立明显标识或围蔽, 禁止任何单位和人员开挖、取土等扰动地块的行为, 对地块进行定期巡查, 避免地块受到人为扰动, 杜绝地块在开发利用前的监管真空, 防止人为倾倒建筑垃圾、工业固废以及有毒有害化学品等现象, 切实防止可能对地块土壤环境污染的行为, 确保下一步工作的顺利开展和环境安全。

(3) 本次调查显示地块内的底泥沉积物污染物未超出相应筛选值, 从环境管理的角度判断, 建议底泥原位保留, 无需开展清淤。考虑到房地产项目通常会抬高场地标高, 建议用清洁土覆盖底泥, 且覆盖厚度足以阻断未来居民与底泥的直接接触途径, 以进一步加强风险管控。

(4) 建议土地管理单位在后续开发利用过程中密切关注地块环境质量的变化, 同时做好环境保护工作, 防止土壤及地下水污染的发生。若后期开发建设过程中发现地下存在有毒有害填埋物等环境风险源, 需重新组织调查评估, 依据评估结论进行环境管理。

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国生态环境法典[M]. 北京: 中国法制出版社, 2026.
- [2] 刘立勇, 吉庆, 戚永洁. 我国建设用地土壤污染状况调查的现状与建议[J]. 广州化工, 2022, 50(6): 112-114.
- [3] 王文登. 某镇域对虾养殖底泥重金属污染评价与防治对策分析[J]. 资源节约与环保, 2026(5): 109-112.
- [4] Liu, S., Wu, K., Yao, L., Li, Y., Chen, R., Zhang, L., et al. (2024) Characteristics and Correlation Analysis of Heavy Metal Distribution in China's Freshwater Aquaculture Pond Sediments. *Science of the Total Environment*, **931**, Article ID: 172909. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172909>
- [5] 郑重莺, 吴洪喜, 黎飞, 等. 浙江省典型淡水养殖区水体质量评价[J]. 浙江农业科学, 2017, 58(12): 2268-2274.
- [6] 施沁璇, 赵汉取, 王俊, 张敏, 姚伟忠, 盛鹏程, 徐磊. 湖州市养殖池塘表层沉积物重金属风险评价及其来源分析[J]. 淡水渔业, 2015, 45(6): 80-84.
- [7] 庞洋洋, 罗伟, 李文红, 等. 淡水养殖池塘表层沉积物中重金属 Cu、Zn 含量积累及污染分析[J]. 水产科技情报, 2016, 43(1): 45-49.
- [8] GB 6600-2018 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行) [EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/trhj/201807/t20180703\\_446027.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/trhj/201807/t20180703_446027.shtml), 2018-07-03.
- [9] HJ 166-2026 土壤环境监测技术规范[EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/jcffbz/202602/t20260228\\_1145106.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/jcffbz/202602/t20260228_1145106.shtml), 2026-02-09.
- [10] HJ 25.1-2019 建设用地土壤污染状况调查技术导则[EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk01/201912/t20191209\\_748356.html](https://www.mee.gov.cn/xxgk/xxgk/xxgk01/201912/t20191209_748356.html), 2019-12-06.
- [11] 中国环境监测总站, 生态环境部环境规划院, 等. HJ 164-2020 地下水环境监测技术规范[S]. 北京: 中国环境出版社, 2020.
- [12] HJ 91.2-2022 地表水环境质量监测技术规范[EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/jcffbz/202205/t20220506\\_977066.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/jcffbz/202205/t20220506_977066.shtml), 2022-04-15.
- [13] GB/T 14848-2017 地下水质量标准[EB/OL]. <http://slt.ah.gov.cn/tsdw/ahsncysglzz/zcfg/52126131.html>, 2018-09-27.
- [14] HJ 25.3-2019 建设用地土壤污染风险评估技术导则[EB/OL]. [https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/trhj/201912/t20191224\\_749893.shtml](https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/trhj/201912/t20191224_749893.shtml), 2019-12-05.
- [15] 中国环境科学研究院. GB 3838-2002 地表水环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [16] Zhang, L., Yang, Y., Zheng, H., Wang, Z. and Zhang, W. (2026) Dominant Role of Aquaculture Patterns over Seasonal Variations in Controlling Potentially Toxic Elements' Occurrence and Ecological Risks in Sediments. *Toxics*, **14**, Article 65. <https://doi.org/10.3390/toxics14010065>