

# 烟台某地区农作物的种植对建设用地土壤污染状况的影响

刘玉霞<sup>1</sup>, 庄磊<sup>2</sup>

<sup>1</sup>山东通元建设工程检测有限公司, 山东 烟台

<sup>2</sup>烟台市生态环境局福山分局, 山东 烟台

收稿日期: 2024年7月8日; 录用日期: 2024年8月11日; 发布日期: 2024年8月23日

## 摘要

农作物的种植过程中, 农药、化肥等的使用会对土壤产生污染, 存在潜在的生态风险, 需要开展土壤污染环境调查。文章根据地块实际情况, 采用随机布点和专业判断布点相结合的布点方案, 系统的开展土壤污染调查, 对该地块的污染情况进行分析归纳, 阐述了农作物的种植对建设用地土壤污染状况的影响, 丰富了类似地块的研究情况, 对地块的后期使用给予一定的参考依据。

## 关键词

农作物种植, 土壤污染, 地下水, 土壤污染调查, 建设用地

# Effects of Crop Planting on Soil Pollution of Construction Land in a District of Yantai

Yuxia Liu<sup>1</sup>, Lei Zhuang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Shandong Tongyuan Construction Engineering Testing Co., LTD., Yantai Shandong

<sup>2</sup>Yantai City Ecological Environment Bureau Fushan Branch, Yantai Shandong

Received: Jul. 8<sup>th</sup>, 2024; accepted: Aug. 11<sup>th</sup>, 2024; published: Aug. 23<sup>rd</sup>, 2024

## Abstract

In the process of crop planting, the use of pesticides and fertilizers will pollute the soil, which has potential ecological risks, so it is necessary to carry out soil pollution environmental investigation. According to the actual situation of the plot, this paper adopts the layout scheme combining random layout and professional judgment layout, systematically carries out soil pollution investiga-

tion, analyzes and summarizes the pollution situation of the plot, expounds the influence of crop planting on the soil pollution situation of construction land, enriches the research situation of similar plots, and provides certain reference basis for the later use of the plot.

## Keywords

Crop Planting, Soil Pollution, Ground Water, Soil Pollution Survey, Construction Land

Copyright © 2024 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

耕地污染是现代农业面临的严重问题。在长期的农业生产过程中,耕地受到化肥、农药、畜禽粪便等农业生产活动的污染。此外,城市生活垃圾、工业废物不断增加,土壤污染问题更加严重和突出[1]。为了明确土壤污染风险,推进土壤环境污染治理,防止在后续开发利用过程中带来新的环境问题,国家出台了一系列的政策[2]-[4]。《中华人民共和国土壤污染防治法》明确规定: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。

本文以烟台某农用地块为研究对象,采用场地潜在污染识别和采样分析[5]的方法对调查地块的土壤污染状况进行调查,研究分析农作物的种植对土壤以及地下水污染情况的影响,为本地块的后续开发提供依据,同时也为同类地块土壤污染状况的调查提供参考。

## 2. 项目概况

调查地块位于烟台市,占地面积约为 11,000 m<sup>2</sup>,该地块历史上为村集体用地,地块上附着物主要为桃树、樱桃树等果树,以及玉米、花生等农作物。2023 年 4 月地块被征收后,地块内果树以及农作物被清理,土地处于闲置状态。调查期间地块绝大部分区域被荒草覆盖,无构筑物。地块内有少量建筑垃圾和外来土,为地块北部的道路扩修单位临时堆放。地块内有一条由西南向东北的沟渠,由雨水冲刷而成,暴雨时雨水汇集由西南向东北流入北侧道路旁的河沟内,平时水沟处于干涸状态,目前被野草覆盖。地块内有村民自己挖掘的水井作为灌溉井,深度为 20 米左右,后期该井被闲置,由于野草茂盛,探勘期间未找到该井。

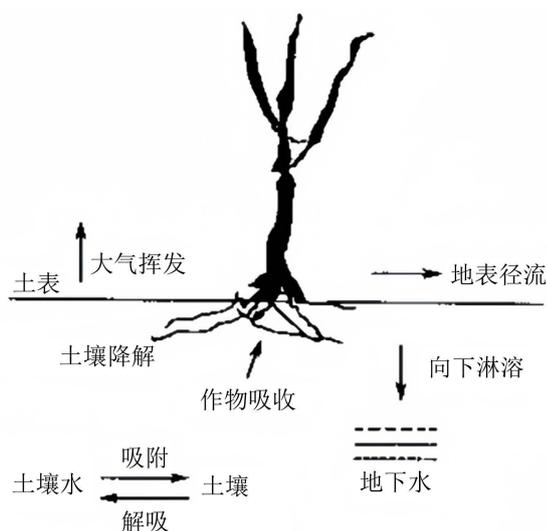
## 3. 污染分析

调查地块周边 1 km 内不涉及生产企业。调查地块一直为农用地,主要种植樱桃树和桃树,树间种植玉米、花生、红薯、蔬菜等农作物;地块紧邻的西侧、南侧为村集体用地,地块内一直种植杨树,不会对调查地块产生不良影响;东侧为学校;北侧为国道,地块调查期间正在进行道路扩建施工,在地块内临时堆放少量建筑垃圾以及外运土。调查地块历史上未进行过生产经营活动,所以调查地块涉及的潜在污染源主要为之前施用的农药、化肥残留污染,以及东侧和北侧的人为活动。

### 3.1. 农药污染

我国是农业大国,农药生产量与使用量都比较高,农药生产在满足农业发展需求的同时,也造成了一定的环境污染[6] [7]。进入土壤的农药,会发生被土壤胶粒及有机质吸附、随水分向四周移动(地表径

流)或向深层土壤移动(淋溶)、向大气中挥发扩散、被作物吸收、被土壤和土壤微生物降解等一系列物理、化学过程, 农药在土壤环境介质中的行为可用下图 1 表示。



**Figure 1.** Behavior of pesticides in soil environmental media  
**图 1.** 农药在土壤环境介质中的行为

经过查阅相关资料和访谈周边居民可知, 地块之前给樱桃树、桃树使用过杀虫剂、除草剂, 对树间种植的玉米、花生等极少单独使用农药, 因此本次调研只分析对果树使用的农药。经果农介绍, 果树使用的除草剂主要是氟乐灵、灭草松、乙草胺, 杀虫剂主要有波尔多液、乐果。

氟乐灵易挥发、易光解, 水溶性极小, 不易在土层中移动。施入土壤后, 由于挥发、光解和微生物的化学作用而逐渐分解消失, 其中挥发和光分解是主要因素。施到土表的药剂最初几小时内的损失最快, 潮湿和高温会加速药剂的分解速度, 氟乐灵在土壤中的半衰期为 57~126 天。

灭草松在土壤中的农药残留降解半衰期为 1.8~8.6 d, 按照农药分级属于易降解农药。以推荐剂量和 1.5 倍推荐剂量于作物后一次施药, 农药残留量均低于最大残留限量(0.05 mg/kg)。因此, 在推荐使用方法及剂量下, 灭草松在作物上使用是安全的。

乙草胺主要保持在 0~3 cm 土层中, 半衰期为 40~70 天。微生物对土壤中乙草胺的降解速度有显著影响, 微生物的存在能加快土壤中乙草胺的降解, 从而使土壤中乙草胺的滞留时间变短。另外较高的温度也有利于乙草胺的化学分解, 烟台地区夏季高温炎热, 有助于乙草胺的分解。

波尔多液主要是利用铜离子起到杀菌效果, 在烟台年平均降水条件下, 由于铜的难移动性, 其迁移主要发生在 0~5 cm 层中, 另外根据附近村民的走访情况可知, 本地块波尔多液使用量较少, 因此铜离子对地块造成污染的可能性不大。

乐果是一种降解速率较快的低残留农药, 在自然条件下的田间土壤中的半衰期只有 2~3 d。影响氧化乐果在土壤中降解的主要因素是土壤微生物, 即土壤微生物对氧化乐果的降解具有较强的促进作用。乐果在环境中很容易分解。在潮湿的空气中能很快地发生光化学分解, 生成水解和氧化产物。此外, 乐果具有较高的挥发性, 很容易挥发进入大气。

### 3.2. 肥料污染

对农作物施加的肥料进入土壤中, 大部分被农作物吸收利用, 剩余一部分未被植物根系吸收固定,

在土壤根层以下积累或转入到地下水中成为污染物质, 影响地下水和土壤环境[8] [9]。经果农访谈得知, 地块历史施用肥料主要有: 生物肥(土肥)、复合肥。生物肥施肥后一般一个月可以见效, 其效果对生长周期长的作物不明显, 但肥效可持续 6~8 个月。复合肥十天见效, 持效期 90 天。

### 3.3. 灌溉污染

经果农访谈得知, 该地块以及周边区域主要灌溉用水为地下水, 本地块的灌溉井为方便使用建在地块内, 井深在二十米左右, 不使用其他外来水进行灌溉, 无外来水污染的影响。

### 3.4. 人为活动

为考察地块东、北侧对调查地块的影响, 本项目采用土壤快筛的方式进行。

## 4. 水文地质

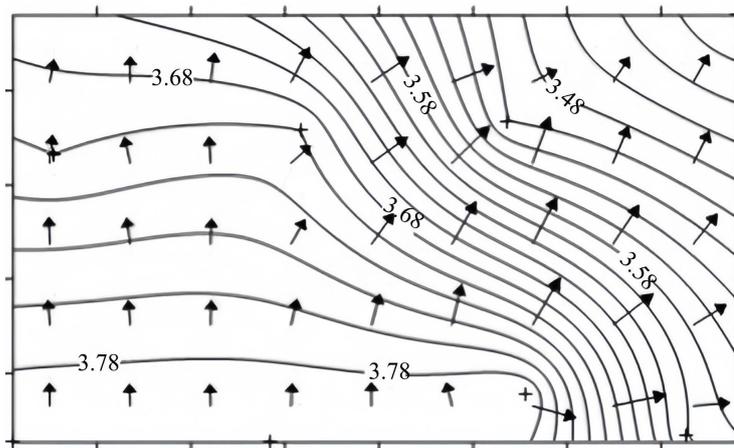
根据本项目的工程勘察报告可知: 调查地块的地层特征自上而下依次为素填土、粉质黏土、卵石、强风化云母片岩(图 2)。



Figure 2. Stratigraphic characteristics of the investigated block

图 2. 调查地块的地层特征

调查地块的地下水类型主要为第四系孔隙潜水和承压水, 第四系孔隙潜水主要赋存于(2)粉质黏土包含的砂土薄层中, 承压水主要赋存于(3)层卵石层中。地下水主要由大气降水垂直渗透和含水层侧向径流补给, 并以蒸发及地下迳流等方式排泄, 勘察期间钻孔实测稳定地下水位埋深 3.40~3.80 m, 稳定水位标高 10.31~11.03 m, 地下水由西南流向东北方向, 地下水位随季节的变化而变化, 其水位年动态变化规律一般为: 6 月份~9 月份水位较高, 其它月份相对较低, 场区地下水位变化幅度 0.5~1.5 m。未调查到历史最高水位资料, 近 3~5 年的最高水位标高为 12.50 m。根据本项目岩土工程勘察报告中的数据, 并结合高程等数据, 利用 sufer 软件绘制了调查地块的地下水流线图(图 3), 可知调查地块内地下水由西南流向东北。



**Figure 3.** Groundwater flow map of the investigated plot  
**图 3.** 调查地块的地下水流向图

## 5. 污染状况调查

### 5.1. 布点依据

在实际的采样调查过程中, 由于场地污染的复杂程度情况与地形地貌的不同, 因此采取不同的点位布设方法[10] [11]。按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019) [12]《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019) [13]《山东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点(试行)》等技术规范要求, 本次调查采用系统布点和专业判断布点相结合的方式。

本次调查, 经过污染识别阶段工作, 认为地块土壤存在污染风险的可能较低。因此, 在调查地块内存在原状土的区域, 以及堆放建筑垃圾、外运土的区域设置取样点位, 进行快速检测, 查明地块土壤是否存在污染。

在地块内可能受到污染的区域着重布点, 根据地块内快检结果与地块外对照点取样结果数据进行对比, 从而判别本次调查地块的土壤环境是否受到污染; 本次调查地块内共布设 11 个快筛检测点位, 采用系统布点法确定 1#、2#、5#、9#点, 依据专业判断法确定其他点位。地块外设置 3 个对照点(表 1, 图 4)。

**Table 1.** Basis and purpose of sampling distribution

**表 1.** 采样布点的依据与目的

选择依据	点位	目的
系统布点	1#、2#、5#、9#	主要查看农业种植对地块可能的影响
	6#、7#	查看北侧道路扩建活动对地块土壤带来的影响
	3#、4#	查看地块东侧小学人为活动对地块土壤带来的影响
专业判断布点	11#	查看地块内的水渠对土壤的影响
	8#	查看地块内建筑垃圾对土壤的影响
	12#	查看地块内外来土对土壤的影响
对照点	10#	选取地块西南侧地下水上游, 长期进行农业种植的农田内布一个对照点
	外 1#、外 2#	查看地块内外来土来源处的土壤是否存在污染



Figure 4. Distribution of sampling points  
图 4. 采样布点分布图

## 5.2. 监测方案

根据地块实际情况,使用光离子化检测仪(PID)和 X 射线荧光光谱仪(XRF)对地块内 11 个监测点和地块外 3 个对照点的土壤均进行了 VOCs 和重金属进行检测: 1) 快筛前, 校准快筛检测仪, 清理土壤表面石块、杂物等; 土壤表面保持平坦, 对表层土壤(0~0.5 m)进行快筛分析, 保证检测端与土壤表面充分接触。2) 检测前采用 RTK 定位现场确定采样点的经纬度, 并记录。

## 5.3. 监测结果及分析

### 5.3.1. VOCs 检测结果及分析

地块内 VOCs 的快筛数据在 82~141 ppm 之间; 地下水下游 10#对照点的检测结果是 113 ppm; 地块北侧外来土来源处的外 1#、外 2#的检测结果是 128、98。地块内 VOCs 快筛检测数据与 10#对照点位数数据相比, 数据没有明显的差异。地块内外来土的检测结果, 也与地块外土来源处的检测结果基本一致, 无明显偏高(表 2, 图 5)。

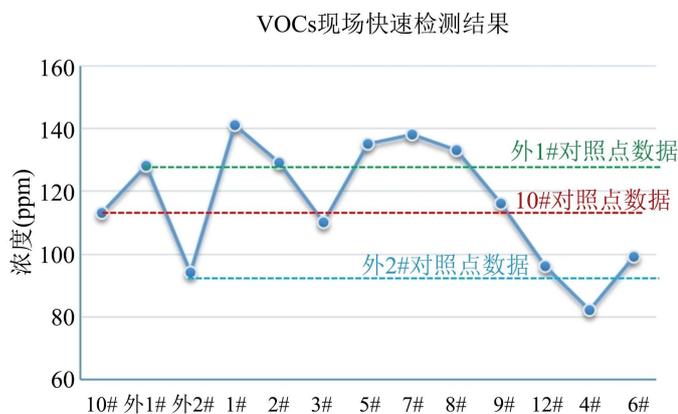


Figure 5. Distribution of VOCs rapid detection results  
图 5. VOCs 快速检测结果分布图

**Table 2.** VOCs field rapid test results (unit: ppb)**表 2.** VOCs 现场快速检测结果(单位: ppb)

土样	点位(0~0.5 m)	结果
对照点	10#	113
	外 1#	128
	外 2#	94
地块内采样点	1#	141
	2#	129
	3#	110
	5#	135
	7#	138
	8#	133
	9#	116
	12#	96
	4#	82
	6#	99

### 5.3.2. 重金属检测结果及分析

结果如表 3, 图 6 所示。

**Table 3.** Results of rapid on-site detection of heavy metals (unit: ppm)**表 3.** 重金属现场快速检测结果(单位: ppm)

土样	点位	元素						
		Cu	Pb	As	Ni	Cd	Hg	Cr
烟台市市土壤地球化学背景值[14]		26.0	27.2	6.4	24.6	0.117	0.034	57.0
对照组	10#	18.56	4.05	5.28	21.88	ND	ND	55.87
	外 1#	17.23	ND	4.46	16.73	ND	ND	57.22
	外 2#	15.17	ND	4.37	15.39	ND	ND	44.79
地块内采样点	1#	21.30	10.01	5.45	17.57	ND	ND	26.68
	2#	22.50	ND	5.09	21.17	ND	ND	41.50
	3#	20.73	11.32	5.31	20.43	ND	ND	66.23
	5#	15.29	ND	5.2	23.69	ND	ND	63.2
	7#	23.03	ND	4.84	13.19	ND	ND	46.01
	8#	20.15	3.79	4.97	17.59	ND	ND	44.73
	9#	19.34	7.31	5.18	21.46	ND	ND	40.62
	11#	21.13	10.46	5.47	22.53	ND	ND	48.32
	12#	20.06	ND	5.09	23.02	ND	ND	63.78
	4#	17.33	ND	5.08	22.63	ND	ND	50.29
6#	18.80	10.41	4.83	22.88	ND	ND	50.85	

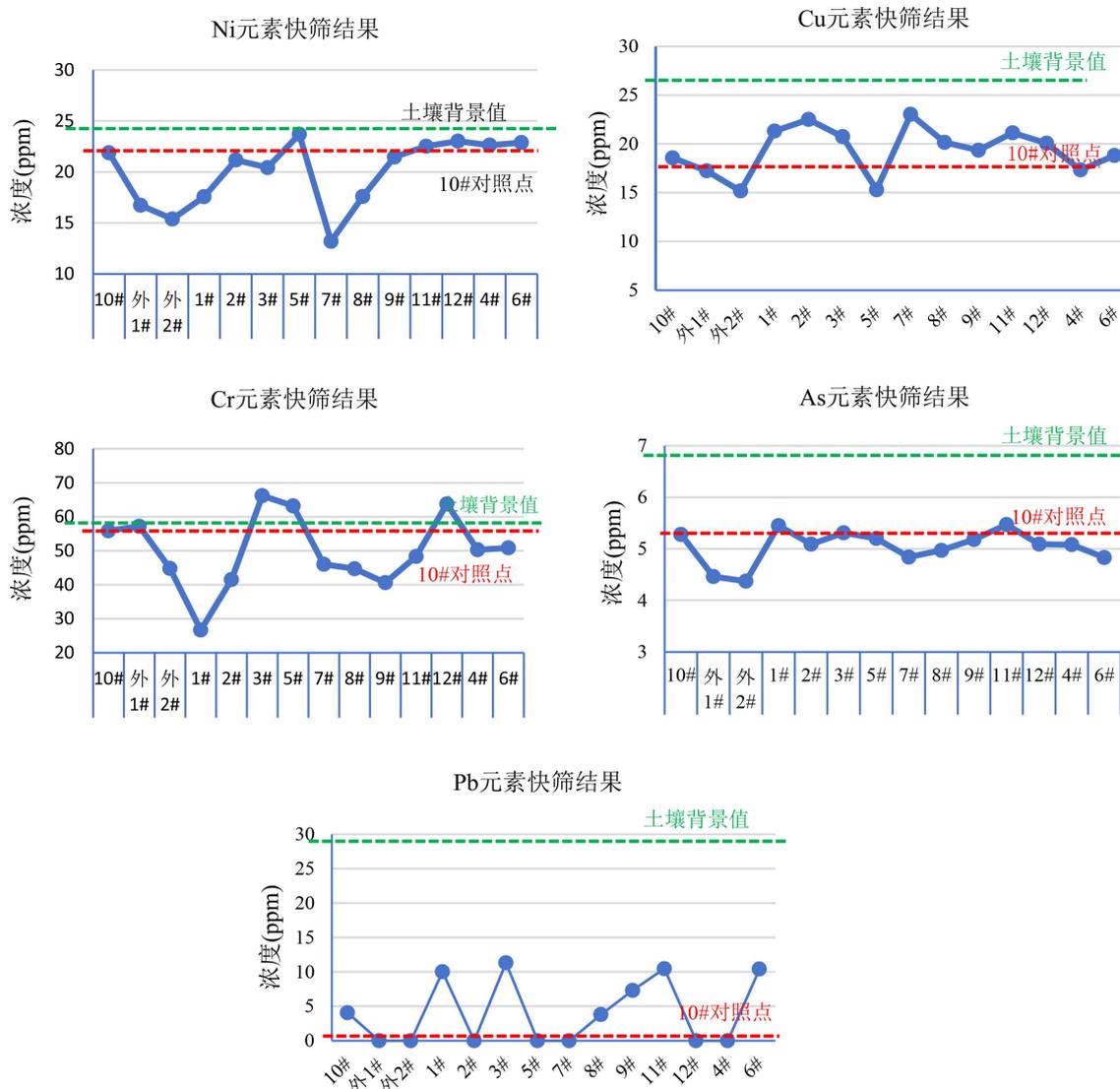


Figure 6. Distribution of rapid detection results of each element  
图 6. 各元素快速检测结果分布图

地块内与地块外对照点处镉、汞均为检出, 说明地块内未受到重金属镉与汞的污染。

地块内铜的快筛数据 15.17~23.03 ppm 之间, 地下水上游对照点位数据 17.23 ppm, 铜(Cu)的烟台市土壤地球化学背景值为 26.0 ppm; 故地块内快筛检测数据与对照点位数据要低于区域土壤化学背景值。因此地块内土壤没有重金属铜的污染。

地块内铅的快筛数据 0~11.32 ppm 之间, 地下水上游对照点位数据 4.05 ppm, 铅(Pb)的烟台市土壤地球化学背景值为 27.2 ppm; 故地块内快筛检测数据与对照点位数据要低于区域土壤化学背景值。

地块内砷的快筛数据 4.37~5.47 ppm 之间; 地下水上游对照点位数据 5.28 ppm, 砷(As)的烟台市土壤地球化学背景值为 6.4 ppm; 故地块内快筛检测数据与对照点位数据和区域土壤化学背景值没有明显差异。

地块内镍的快筛数据 13.19~26.69 ppm 之间; 地下水上游对照点位数据 21.83 ppm, 镍(Ni)的烟台市土壤地球化学背景值为 26.4 ppm; 故地块内快筛检测数据与对照点位数据和区域土壤化学背景值没有明显差异。

地块内铬的快筛数据 26.68~66.23 ppm 之间; 地下水上游对照点位数据为 55.87 ppm, 铬(Cr)的烟台市土壤地球化学背景值为 57.0 ppm; 故地块内快筛检测数据与对照点位数据和区域土壤化学背景值没有明显差异。

### 5.3.3. 水质检测

另外在地块东侧的小学内有一口自建井作为于全校师生的饮用水, 该井位于地下水的下游, 取该井水进行水质检测, 检测结果如下表 4。

Table 4. Water quality test results

表 4. 水质检测结果

检测项目	检测结果
菌落总数	<1 CFU/mL
总大肠菌群	<2 MPN/100mL
大肠埃希氏菌	<2 MFW/100mL
色度(铂钴色度单位)	<5 度
浊度(散射浊度单位)	<0.5 NTU
臭和味	无异臭、无异味
肉眼可见物	无
pH	7.9
游离余氯	0.05 mg/L
铝	0.012 mg/L
铁	<0.3 mg/L
锰	<0.1 mg/L
铜	<0.2 mg/L
锌	<0.05 mg/L
氯化物	1.3 mg/L
硫酸盐	2.1 mg/L
溶解性总固体	43 mg/L
总硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	36.5 mg/L
高锰酸盐指数(以 O <sub>2</sub> 计)	0.22 mg/L
氨 (以 N 计)	<0.02 mg/L
砷	<0.001 mg/L
汞	<0.0001 mg/L
镉	<0.0005 mg/L
铬(六价)	<0.004 mg/L
铅	<0.0025 mg/L
氰化物	<0.002 mg/L

续表

氮化物	<0.10 mg/L
硝酸盐(以 N 计)	0.2 mg/L
三氯甲烷	0.0020 mg/L
一氯二溴甲烷	0.0029 mg/L
二氯一溴甲烷	0.003 mg/L
三溴甲烷	<0.006 mg/L
三卤甲烷	0.1423 mg/L

该水水质符合 GB5749-2022《生活饮用水卫生标准》，说明调查地块地下水水质良好，未受到污染。

## 6. 结论

通过对调查地块内土壤进行快检，对比对照点位数据与烟台市土壤地球化学背景值，可以得出：该地块 Ni 元素都低于或与 10#对照点持平；多数点位的 Cu 元素含量均高于 10#对照点；Cr 元素的快筛结果中，有三个点高于土壤背景值，其余点位含量低于 10#对照点；As 快筛结果显示，地块内整体 As 元素含量相对较低，各点为含量均低于 10#对照点；地块内 Pb 元素与其他元素相比，含量较低，与背景值差距较大，且有部分点位未达到检测限，说明地块内 Pb 污染潜在风险较小。

综合来看，除 Cr 中有 3 个点位超出土壤背景值外，各点为的其余元素均低于土壤背景值。水质检测数据符合 GB5749-2022《生活饮用水卫生标准》。结合相关标准要求，其数据表明，检测点位与参照点检测数据以及外来土来源处检出数据出入性不大，在可接受范围内，并且下游地下水水质良好。因此，地块内的农业生产活动未对本次调查地块土壤环境产生明显不利影响。

## 参考文献

- [1] 徐建明, 何丽芝, 唐先进, 等. 中国重金属污染耕地土壤安全利用存在问题与建议[J]. 土壤学报, 2023, 60(5): 1289-1296.
- [2] 冯宪凤, 梁志健. 建设用地土壤污染状况调查中地下水重金属含量与 pH 关系的研究[J]. 中国资源综合利用, 2023, 41(12): 212-215.
- [3] 国家环境保护总局. 土壤环境监测技术规范: HJ/T 166-2004 [S]. 北京: 中国环境出版社, 2004.
- [4] 生态环境部. 地下水环境监测技术规范: HJ 164-2020 [S]. 北京: 中国环境出版社, 2020.
- [5] 李正平, 尚芬瑾. 场地污染土壤调查布点及评估要点分析[J]. 质量与认证, 2023(5): 78-80.
- [6] 薛巧玲. 农药生产类企业污染土壤问题防治[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(9): 94-96.
- [7] 徐建明. 中国重金属污染耕地土壤安全利用存在问题与建议[J]. 土壤学报, 2023, 60(5): 1290-1296.
- [8] 谢秋灵. 土壤肥料在农业可持续发展中的作用研究[J]. 河南农业, 2023(35): 22-24.
- [9] 杨莉. 土壤肥料的科学施用及推广分析[J]. 种子科技, 2023, 41(18): 112-114.
- [10] 张鑫. 污染场地土壤调查布点及采样方法研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(21): 176-178.
- [11] 张萧汉. 污染场地损害调查中土壤布点方法的探讨[J]. 农业与技术, 2023, 43(11): 110-112.
- [12] 国家环境保护总局. HJ25.1-2019, 建设用地土壤污染状况调查技术导则[S]. 北京: 中国环境出版社, 2019.
- [13] 国家环境保护总局. HJ25.2-2019, 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则[S]. 北京: 中国环境出版社, 2019.
- [14] 庞绪贵. 山东省 17 市土壤地球化学背景值[J]. 山东国土资源, 2019, 35(1): 46-56.