



江苏中宜金大分析检测有限公司
Jiangsu Zhongyi Jinda Analysis and Testing Co., Ltd.

原江阴市天马镍网有限公司地块 土壤污染状况调查报告 (备案稿)

委托单位：淮安天马纺织器材有限公司

编制单位：江苏中宜金大分析检测有限公司

编制日期：2023 年 8 月

摘要

原江阴市天马镍网有限公司地块，位于江苏省无锡市江阴市徐霞客镇马镇东街 208 号，占地面积为 8750m²，主要进行镍网的生产，地块中心坐标为 X：3510288.572 米，Y：40530577.496 米。地块东面为江阴市昌润包装有限公司，南面为空地，西面为湖庄村，北面为东街。

根据《江阴市土壤和地下水污染防治 2021 年度工作计划》的通知（澄环委办〔2021〕42 号）要求，无锡市江阴生态环境局要求原江阴市天马镍网有限公司地块使用权人开展调查和风险评估工作，为下一步的地块环境管理工作提供必要依据。

第一阶段调查

原江阴市天马镍网有限公司地块，主要进行镍网的生产。地块 1994 年前为农田，1994 年至 1998 年为江阴市天马镍网厂，1998 年转制后更名为江阴市天马镍网有限公司，2018 年企业关停，2019 年厂房设备全部拆除，目前地块内东北面还存在江阴市天马镍网有限公司的一间车库和办公楼，地块西北面出租用作汽车俱乐部，地块南面出租用作中建八局施工人员住宿的工棚，目前工棚已经拆除，工棚已经拆除，残留部分洗漱区建筑，地面固化完好。

项目地块目前东面为江阴市昌润包装有限公司，南面为空地，西面为湖庄村，北面为东街。通过访谈以及卫星图了解到，江阴市天马镍网有限公司，建于 1998 年，地块之前为农田，于 2018 年停止生产，历史上厂区东面是江阴市昌润包装有限公司，南面为原江阴市天马镍

网有限公司污泥堆放处，西面为湖庄村，北面为东街。

根据现场踏勘、资料收集和人员访谈，综合考虑地块区域污染源和区域环境等因素，得出第一阶段的调查结果：

可初步判断地块内环境污染主要来源于地块内部工业生产和周边区域工业企业生产。需要在可能存在的污染区域进一步采样检测分析，开展第二阶段的土壤污染状况调查。

根据初步分析，筛选出的特征污染因子为：

①包含于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)表1中的45项因子为：镍、铜、六价铬、苯、甲苯、乙苯和二甲苯；

②其余因子：石油烃(C₁₀-C₄₀)、氰化物、硼、锑、铍、钴、钒、铬、阴离子表面活性剂。

第二阶段调查

(1) 点位及样品

本次对项目地块的调查采样设置42个土壤监测点位(包含4个对照点)，采集土壤样品378，送检土壤样品235个(地块内部199个，平行样品24个，对照点样品12个)；采集7个地下水样品(地块内部5个，平行样品1个，对照点样品1个)。

对T1、T3、T4、T11、T12和T23进行加密布点，共布设15个土壤监测点位，采集土壤样品150个，送检土壤样品53个。

(2) 土壤

①pH值处于5.02~9.41之间。

②受检的土壤样品中：砷、铜、镉、铅、汞、六价铬检出含量均未超过《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）第二类用地风险筛选值；T1（0-0.5m）镍检出值 1550mg/kg；T3（0-0.5m）镍检出值 1460 mg/kg；T4（0-0.5m）镍检出值 4710 mg/kg；T11（0-0.5m）镍检出值 6720mg/kg，（0.5-1.0m）镍检出值 4100mg/kg，（1.0-1.5m）镍检出值 4440mg/kg；T12（0-0.5m）镍检出值 1300 mg/kg；T23（0-0.5m）镍检出值 3200mg/kg 均超过《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）第二类用地风险筛选值。

③有机物检测指标包括《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）表 1 基本项目挥发性有机物 27 项、半挥发性有机物 11 项其中氯苯最大检出含量为 0.159 mg/kg，未超过《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）第二类用地风险筛选值；其余有机物均未检出。

④特征污染物检测指标包括石油烃（C10-C40）、氰化物、硼、锑、铍、钴、钒、铬，其中石油烃（C10-C40）最大检出含量为 273mg/kg，氰化物、锑、铍、钴、钒检出值均未超过《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）第二类用地相应筛选值，铬检出值未超过《深圳市建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）第二类用地风险筛选值，硼检出值未超过《美国 EPA 通用土壤筛选值》工业用地风险筛选值。

⑤对 T1、T3、T4、T11、T12 和 T23 进行加密布点，项目地块内

1 项目概述

1.1 项目背景

原江阴市天马镍网有限公司地块，位于江苏省无锡市江阴市徐霞客镇马镇东街 208 号，占地面积为 8750m²，主要进行镍网的生产，地块中心坐标为 X: 3510288.572 米，Y: 40530577.496 米。地块 1994 年前为农田，1994 年至 1998 年为江阴市天马镍网厂，1998 年转制后更名为江阴市天马镍网有限公司，2018 年企业关停，2019 年厂房设备全部拆除，后地块西北面出租用作汽车俱乐部，地块南面出租用作中建八局施工人员住宿的工棚。目前地块内东北面还存在江阴市天马镍网有限公司的一间车库和办公楼，地块西北面出租用作汽车俱乐部，工棚已经拆除，残留部分洗漱区建筑，地面固化完好。

2019 年 5 月江阴秋毫检测有限公司对项目地块进行了土壤污染状况调查初步采样分析，调查结论为本地块土壤部分点位镍超标，地下水耗氧量和镍的含量均达到了 V 类标准。

根据《关于印发<江阴市土壤和地下水污染防治 2021 年度工作计划>的通知》（澄环委办〔2021〕42 号）要求，无锡市江阴生态环境局要求江阴市天马镍网有限公司使用权人开展土壤污染状况调查工作，为下一步的地块环境管理工作提供必要依据。

受使用权人淮安天马纺织器材有限公司委托，我公司按照国家相关导则的相关要求进行了本次调查，并基于调查结果编制了本调查报告。

1.2 调查依据

1.2.1 法律依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015.01.01）
- (2) 《中华人民共和国水法》（2016.07.02）
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018.01.01）
- (4) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019.01.01）
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》（2020.01.01）
- (6) 《江苏省土壤污染防治条例》（2022.09.01）
- (7) 《地下水管理条例》（2021.12.01）

1.2.2 技术导则、标准及规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）
- (2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）
- (3) 《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）
- (4) 《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）
- (5) 《土工试验方法标准》（GB/T 50123-1999）
- (6) 《岩土的工程分类标准》（GB/T 50145-2007）
- (7) 《工业企业地块环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环保部公告 2014 年第 78 号）
- (8) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2018.01.01）
- (9) 《工程测量规范》（GB 50026-2007）

- (10) 《国家危险废物名录（修订稿）》（2021）
- (11) 《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)
- (12) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）
- (13) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ
1019-2019）
- (14) 《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）
- (15) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）
- (16) 《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）
- (17) 《深圳市建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》
(DB4403/T 67-2020)
- (18) 《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管
控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）》

1.2.3 相关政策、文件

- (1) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）
- (2) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（2017 年 7 月 1
日）
- (3) 《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》（国
发〔2016〕65 号）
- (4) 《关于贯彻落实<国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护
和综合治理工作安排的通知>的通知》（环发〔2013〕46 号）
- (5) 《关于保障工业企业地块再开发利用环境安全的通知》（环

发〔2012〕140号)

(6) 《江苏省土壤污染防治工作方案》(苏政发〔2016〕169号)

(7) 《无锡市土壤污染防治工作方案》(锡政发〔2017〕15号)

(8) 江阴市人民政府关于印发《江阴市土壤污染防治工作方案》的通知(澄政发〔2017〕69号, 2017年8月31日)

(9) 关于印发《江阴市土壤和地下水污染防治2021年度工作计划》的通知(澄环委办〔2021〕42号)

(10) 《中江大院岩土工程详细勘察报告》

(11) 《江阴市天马镍网有限公司突发环境事件应急预案》

1.3 调查目的和原则

1.3.1 调查目的

本阶段工作的调查对象主要为地块内的土壤和地下水,根据地块水文地质调查、现场采样、样品检测、数据分析与评价等结果编制调查报告,进一步确定地块内污染物种类、浓度(程度)和空间分布状况,分析污染物在该地块的迁移与归宿等,为风险评估、风险管控或者修复等提供支撑。

1.3.2 调查原则

本次调查遵循《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)中的基本原则,即:

(1) 针对性原则

(3) 现场采样：根据调查工作方案，严格按照相关导则规范进行采样以及建井、洗井等，规范、完整地做好采样记录，进行全过程质量控制，做好全流程的相关资料记录。

(4) 样品检测：通过实验室检测，准确知晓样品污染情况，为地块污染情况分析 & 下一步工作建议提供必要依据。在样品检测过程中，应做好实验室检测的质量控制工作，确保检测的准确性、精密性。

(5) 数据分析与评估：对现场采样记录和实验室检测结果进行整理和分析，根据评价标准确定地块内污染物种类、程度和空间分布，分析地块的污染情况。

(6) 编制地块环境调查报告：详细分析地块的污染情况，污染物迁移情况，为后续工作提供必要支撑。

2.2 区域自然环境

2.2.1 地形、地貌

江阴市徐霞客镇地处长江三角洲的太湖平原，土地平坦，地面处于 3~7.5 米之间，平畴沃野，河塘密布，境内无山丘。该区域地层发育齐全，基岩未出露，中侏罗纪岩浆开始活动，喷出物盖在老地层上和侵入各系岩层中，第四纪全新统现代沉积，遍及全区。泥盆纪有少量分布为紫红色砂砾岩、石英砾岩、石英岩，向上渐变为砂岩与黑色页岩的交替层，顶部砂质页岩含优质陶土层。该区域地质基础较好，自第四纪以来，地震活动频率低，强度弱。

2.2.2 地表水环境

江阴市地处长江流域太湖水系。区内地表水系极为发育，天然河流和人工开凿的河道纵横交织，湖塘密布，沟通长江与京杭大运河及太湖，形成极为便利的航运、灌溉、排涝河流网络。主要骨干河道有锡澄运河、白屈港、张家港河、利港河、西横河、新沟河、东横河、二千河、新沙河、华士河等。

全市水系以白屈港东控线为界，分为两大水系，西部属于太湖流域武澄锡低片水系，东部属于澄锡虞高片水系。南北向通江河道主要承担防洪排涝、引水、航运等功能，在长江口门段均建有节制闸控制；东西向河流主要起到沟通水系，排涝、引水调蓄水量等功能。

长江流经江阴市内岸线 35km，江面宽 1.5~4km，水深 30~40m，多年径流量 9730 亿 m³，年平均高潮位 4.04m，低潮位 2.40m。

锡澄运河是市域主干河道，平均水位 3.44m，最高水位 5.04m，最低水位 2.62m。河网水系受边界条件影响较大，尤其是长江潮位影响。

白屈港河北起长江，向南流经长山、山观、云亭等，穿越东横河和澄杨公路入应天河，长 9.8 公里。河道标准港口至应天河段底宽 25 米，底高 0.5 米，边坡 1:2。

老夏港河北起长江，向南流经夏港镇、葫桥、观山，东行至蔡泾入锡澄运河，全长约 12 公里。

江阴市地下水主要有松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类裂隙溶洞水及碎屑岩类裂隙水，地下水天然补给量 2.48 亿 m³/年，平均补给模数为 30 万 m³/km² 年，地下水蕴藏量不丰富，为贫水区。

2.2.3 气象气候

江阴市位于长江下游南侧，该区域属亚热带季风气候区，气候温和，四季分明，冬夏较长，春秋较短，日照充足，降水丰富，霜期短，冬无严冬，夏无酷暑，气候宜人。

江阴市主导风向为东北风，静风发生概率为 5.0%，扣除静风下年平均风速为 2.2m/s，非扣除静风下年平均风速为 2.1m/s。春夏季盛行东风，平均风速为 2.2m/s；秋季盛行东北风，平均风速为 1.9m/s；冬季盛行东风，平均风速为 2.0m/s。年平均气温 15.3℃，最高气温 38.9℃，最低气温 -11.4℃，年平均气压 1016.5hPa，年平均降雨量 1156.6mm，相对湿度 80%，无霜期 225 天，日照时数 2092.6 小时。

2.2.4 土壤

根据《苏南典型地区耕地土壤质量时空变化研究》中所述，江阴市土壤分三大类水稻土、潮土、山地土壤，以水稻土占绝大多数，约占各类土壤总数的 78.6%，水稻土又以潴育型水稻土(黄泥土)面积最大，分布最广，占水稻土面积的 27.1%，其次是黄白土，占水稻土面积的 25.2%。

江阴北部沿江一带为潮土和渗育型水稻土，由长江泥沙冲积沉积母质发育而成，以沙质为主。西南部和东南部为脱潜型水稻土，由湖积母质发育而成，粘性较强。中部为漂洗型水稻土和潴育型水稻土，由黄土状母质发育而成。低山丘陵区为粗骨型黄棕壤和普通型黄棕壤，由砂岩和石英砂岩风化的残积物发育而成。

全市水田土壤有机质平均含量 $2.10\pm 0.29\%$ ，属中等水平；丘陵山区黄棕壤土有机质平均含量 1.68%。黄泥土是境内分布最广、面积最大的土种，占水稻土面积的 27.1%，黄白土、乌山土、粉沙壤土、中位白土分别占水稻土面积的 25.2%、15%、10.7%、5.5%。旱地土占潮土面积的 78.7%，山黄土占黄棕壤土面积的 43.8%。

从《江阴县土壤志》中查得江阴土壤图，根据图中项目地块所在位置可知该地块土壤类别为水稻土，江阴土壤图见下图 2.2-2 所示。

2.3 社会环境概况

2.3.1 行政区划

徐霞客镇，隶属于江苏省江阴市，面积 110.17 平方公里，人口 153788 人，镇人民政府驻地在璜塘金凤中路 67 号，在市政府驻地向南 24 千米处。东接祝塘镇、周庄镇，南邻无锡市惠山区堰桥镇，西至青阳镇、月城镇，北靠澄江镇、云亭镇。辖北渚村、马镇村、湖塘村、红星村、上东村、璜东村、阳庄村、金凤村、璜塘村、方园村、新须毛村、皋岸村、峭岐村、黎明村、南苑村、东宏村、新街村、宏岐村、钓岐村、霞客村、任九房村 21 村，马镇、桥南、桥北、峭岐 4 社区。

2.3.2 社会经济发展概况

江阴领航中国县级市经济。民营经济发达，制造业强。江阴市有 10 家中国 500 强企业、17 家中国制造业 500 强企业，分别占江苏省入围企业数的 19.23%、34%。江阴有 51 家上市公司。2019 年全市实现地区生产总值 4001.12 亿元，人均地区生产总值达 24.21 万元。江阴有滨江要塞旅游区、学政文化旅游区、飞马水城、华西村、徐霞客故居、敔山湾、顾山红豆、长泾古镇等景点。

2.4 地块水文地质条件

2.4.1 区域水文地质

江阴市河流属于太湖流域区水系，地块所在地澄江镇北靠长江，

无摇振反应，稍有光泽，韧性中等，干强度高，具中等压缩性，层厚 4.305.50 米。

(3)粉土夹粉质粘土：灰黄色，湿~很湿，稍密中密、可塑状态，含少量氧化铁成分，可见云母片，夹层厚度 0.10~0.20 米，具层理，摇振反应中等~一无，光泽反应无一稍有，韧性及干强度低~中等，具中等压缩性，层厚 4.00~5.40 米。

(4)粉质粘土：黄灰~青灰色，可塑状态，含少量氧化铁成分，无摇振反应，稍有光泽，韧性及干强度中等，具中等压缩性，层厚 5.40—6.20 米。

(5)粉质粘土：灰黄~姜黄色，硬塑状态，含少量铁锰质结核和高岭土，无摇振反应，稍有光泽，韧性中等，干强度高，具中等压缩性，层厚 6.20 米。

(6)粉质粘土夹粉土：黄灰~青灰色，湿~很湿，软塑~可塑，稍密~中密状态，含少量氧化铁和云母片，局部夹粉砂薄层，夹层厚度约 0.20 米左右，摇振反应无~一中等，光泽反应稍有一无，韧性及干强度中等~低，该层钻至 38.20 米未揭穿，全区分布。

本区属于亚热带湿润季风气候。从揭露的地层分布情况分析，本场区浅部地下水属潜水类型，大气降水的垂直入渗为主要补给来源。因此，地下水位具季节性变化。第（3）层为本区主要含水层，具微承压性质，但对本工程影响不大。勘察期间，潜水水位埋藏较浅，初见水位标高 2.30 米左右，稳定水位标高 2.50 米左右。据了解，历史最高水位约 3.50 米左右，近 3-5 年最高水位 3.00 米左右，地下水位

3.2.1 企业生产资料

3.2.1.1 江阴市天马镍网有限公司

地块 1994 年前为农田，1994 年至 1998 年为江阴市天马镍网厂，1998 年转制后更名为江阴市天马镍网有限公司，2018 年企业关停，2019 年厂房设备全部拆除，后地块西北面出租用作汽车俱乐部，地块南面出租用作中建八局施工人员住宿的工棚。目前地块内东北面还存在江阴市天马镍网有限公司的一间车库和办公楼，地块西北面出租用作汽车俱乐部，工棚已经拆除，残留部分洗漱区建筑，地面固化完好。

原江阴市天马镍网有限公司地块

江阴市天马镍网厂始建于 1994 年，主要从事 25 万只/每年的圆筒的制造、加工、销售，1998 年转制为江阴天马镍网有限公司，生产工艺和产品未发生变化，2018 年企业关停。

印花机圆网制作过程可分为二个过程：

①制作基网

将模具在渡槽里进行电镀。将镍块作为阳极，模具作为阴极。镀液为硫酸镍、氯化镍、硼酸，pH 值为 3.0。制作完基网将基网从模具上脱下来再进行第二次电镀，深加工。

②制作成品网

制作成品网的过程与基网的过程相似，将基网加厚到规定的厚度。

印花机圆网制作完后，要对其进行检验其厚度，开孔率，然后进行包装。

（5）三废产生及防治措施

废气

公司产生废气主要为有组织挥发，主要包括：电镀槽中的硫酸雾，盐酸雾、钝化槽中的铬酸雾等。在生产过程中经引风机吸入喷淋设备，用碱液中和吸收后通过 15 米排气筒排放，排放浓度达到《电镀污染物排放标准》（GB21900-2008）表 4 中的标准。

废水

江阴天马镍网有限公司的生活废水直接纳管处理，生产过程中电解液不需更换，只需定期补充；清洗废水收集于生产线旁的废水收集池（位于地上，材质为 PVC），收集池连接管道（位于地下，材质为 PVC），废水通过由管道输送至地块南面的污水处理中心预处理，处理工艺为离子交换膜，预处理后的废水由泵通过连接管道（位于地下，材质为 PVC）抽至地块外南侧的污泥堆场压滤，压滤后的废水

好,考虑到日常生产存在跑冒滴漏的情况,可能会对该区域造成污染。

3.2.1.2 汽车俱乐部

地块西北面出租用作汽车俱乐部,俱乐部内主要为洗车场所,根据现场踏勘和人员访谈地面有环氧地坪和排水设施,排水设施接通地下城市污水管网,洗车水不会渗透到项目地块土壤中,对项目地块影响较小,由于洗车过程中存在洗涤剂,所以地下水增加阴离子表面活性剂的特征指标。

3.2.1.3 特征污染物识别

①江阴市天马镍网有限公司,根据人员访谈可知,企业主要生产镍网制品;生产过程中由于设备或者管路老化废水可能发生渗漏情况、污泥存储可能存在“跑、冒、滴、漏”现象,污染物通过地表径流进入项目地块的土壤和地下水中,对地块产生影响,识别的特征污染因子为:

- a.镍板、氯化镍、硫酸镍: 镍;
- b.磷铜、硫酸铜: 铜;
- c.硫酸、盐酸、片碱: 以 pH 表征;
- d.硼酸: 硼;
- e.含镍污泥: 镍、六价铬;
- f.电镀工艺: 氰化物;
- g.机器设备润滑: 石油烃 (C₁₀-C₄₀)
- H.无缝钢管: 锑、铍、钴、钒、铬。

固废：职工生活垃圾；一般工业固体废物；危险废物（废机油）委托有资质单位处置。

3.2.2.4 特征污染物识别

①江阴市昌润包装有限公司根据现场踏勘该企业原材料为木板，剪裁组装后即完成成品，故不增加特征污染因子。

②无锡升合汽车科技有限公司、江阴市宝睿精密五金有限公司、无锡米技工业自动化科技有限公司、江阴市皓钧机械有限公司、江阴市富昌橡机电控有限公司，主要设备的制造、加工，使用的原料为钢板，不锈钢以铬镍合金为主，切割过程中产生的金属粉尘通过大气沉降、地表径流和淋溶，污染物可能会进入项目地块的土壤和地下水中，造成镍、六价铬的污染；机械设备使用机油进行润滑，因此将镍、六价铬、石油烃（C₁₀-C₄₀）定为特征污染因子。

③江阴市湖成塑料电器公司、江阴市霞天电塑实业有限公司，江阴市湖成塑料电器有限公司和江阴市霞天电塑实业有限公司主要从事塑料制品和设备的生产和加工，生产过程中造成的主要影响为注塑工序产生的非甲烷总烃和有机废气，保险起见加测苯、甲苯、乙苯和二甲苯为特征污染因子。

3.3 现场踏勘

2021 年 11 月份，我单位技术人员进行现场踏勘，本次调查区域为原江阴市天马镍网有限公司地块，占地面积约 8750m²。通过现场踏勘，目前地块内东北面还存在江阴市天马镍网有限公司的一间车库

3.3.1.1 现存构筑物

现场踏勘时，厂区无异常气味，厂区无异常气味，地块内相关生产设施、生产设备、渡槽等设施均已拆除，现厂区内无生产活动。目前地块内构筑物主要有：办公楼和汽车俱乐部，地块内无地下管线。

3.3.1.2 有毒有害物质的储存、使用和处置情况

调查地块未发现有毒有害物质的储存、使用和处置等情况。

3.3.1.3 各类槽罐内的物质和泄漏评价

现场踏勘期间地块内未发现相关槽罐。原江阴天马镍网有限公司的生活废水直接纳管处理，镀槽位于地上，生产过程中电解液不需更换，只需定期补充；清洗废水收集于生产线旁的废水收集池（位于地上，材质为 PVC），收集池连接管道（位于地下，材质为 PVC），废水通过由管道输送至地块南面的污水处理中心预处理，处理工艺为离子交换膜，预处理后的废水由泵通过连接管道（位于地下，材质为 PVC）抽至地块外南侧的污泥堆场压滤，压滤后的废水由管道重新泵回污水处理中心循环处理由于企业成立时间早，可能存在厂区地面水泥固化开裂造成跑冒滴漏现象，管道位于地下可能存在管路老化渗漏进土壤中的风险。

3.3.1.4 固体废弃物和危险废物

现场踏勘期间，生产车间及设备均已拆除，无生产设施、设备，无原辅材料等遗漏，未发现其他固体废物堆放。

3.5 小结

3.5.1 地块利用历史和用途变迁

地块 1994 年前为农田,1994 年至 1998 年为江阴市天马镍网厂,1998 年转制后更名为江阴市天马镍网有限公司,2018 年企业关停,2019 年厂房设备全部拆除,目前地块内东北面还存在江阴市天马镍网有限公司的一间车库和办公楼,地块西北面出租用作汽车俱乐部,地块南面出租用作中建八局施工人员住宿的工棚,目前工棚已经拆除,工棚已经拆除,残留部分洗漱区建筑,地面固化完好。

3.5.2 企业生产情况

江阴市天马镍网厂始建于 1994 年,主要从事印花镍网及其他印染器材的制造、加工、销售,1998 年转制为江阴天马镍网有限公司,生产工艺和产品未发生变化,2018 年企业关停。

3.5.3 地下储罐、管槽和管线情况

原企业生产过程中无地上或地下储罐存在,地块内曾经存在地下污水管网和雨水管网具体见图 3.2-1。

3.5.4 周边潜在污染源情况

地块周边存在多家企业:江阴市昌润包装有限公司、无锡升合汽车科技有限公司、江阴市宝睿精密五金有限公司、无锡米技工业自动化科技有限公司、江阴市皓钧机械有限公司、江阴市富昌橡机电控有限公司、江阴市湖成塑料电器公司、江阴市霞天电塑实业有限公司。

样，确保在采样过程中不扰动土层。

4 第二阶段土壤污染状况调查-工作方案

4.1 布点方案

原江阴市天马镍网有限公司地块,位于江苏省无锡市江阴市徐霞客镇马镇东街 208 号,占地面积为 8750m²。调查及评价的环境要素为土壤、地下水。

4.1.1 布点依据

依据国家《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019)以及本调查地块污染识别结果布设取样点位,原则上需满足以上导则要求。故本次调查在对已有资料分析与现场踏勘的基础上,采用分区布点法结合系统布点法在地块内布设取样点位。

4.1.2 布点原则

在地块内主要疑似污染区域进行布点,原则如下:

- (1) 符合建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则要求。
- (2) 采样点的布置能够满足判别场内污染区域的要求。
- (3) 每个地块的监测点位应确定为该地块的中心或潜在污染最重的区域,如取样点位不具备采样条件可适当偏移。

4.1.3 布点设计

4.1.3.1 土壤采样点布设及依据

(1) 布点设计

之需要在水位线 50cm 范围内取样。地下水含水层中，保障依然选择在粉粘层下部。

当土层特性垂向变异较大、地层厚度较大或存在明显杂填区域时，现场适当增加土壤样品数量。现在采样时，当土层特性垂向变异较大、地层厚度较大、XRF 读数较大或存在明显杂填区域时，现场适当增加土壤样品数量。

4.1.3.2 地下水监测井布设及依据

依据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）对于地下水流向及地下水位，按三角形或四边形至少布置 3~4 个点位监测判断。本次地块加强对原有企业的重点污染区域的地下水监测，故地块内按照五边形分别在制网车间布设 2 个点位，镀铜车间布设 1 个点位，废水处理中心布设 1 个点位，污泥堆场布设 1 个点位，共布设 5 个地下水采样点。

根据岩土工程勘察报告，地下水初见水位埋深为 0.7m，稳定水位 0.6m 左右，水位埋深较浅，为了不揭穿弱透水层，地下水设计井深 6.0m。

根据规范要求，运输过程中每批次设置不少于 1 个运输空白样和 1 个全程序空白样品。

4.1.3.3 对照点布设及依据

（1）土壤

依据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019），“对照监测点位可选取在地块外部区域的四个垂直轴向

上，每个方向上等间距布设 3 个对照点，分别进行采样分析。”因此在项目地块四个方向分别设一个对照点。

依据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019），“对照监测点位应尽量选择在一定时间内未经外界扰动的裸露土壤，应采集表层土壤样品，采样深度尽可能与地块表层土壤采样深度相同。如有必要也应采集下层土壤样品。”，本次 4 个背景对照点，3 个采集表层样品，1 个采集下层土壤样品。

（2）地下水

依据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019），“一般情况下，应在地下水流向上游的一定距离设置对照监测井”，参考地勘《中江大院岩土工程详细勘察报告书》中钻探点位的高程和地下水稳定水位埋深，可知本区域地下水流向大致为从北至南，因此，在项目地块上游处（南面）布设 1 个地下水对照点。

4.2 分析检测方案

4.2.1 测试项目确认

1、土壤监测项目

本次调查地块土壤需要监测的因子如下：

（1）必测项目

根据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），该标准表 1 中的 45 项因子为土壤调查的必测项目，因此本次监测包含该 45 项必测项目。

（2）特征污染项目

江阴市天马镍网有限公司：pH 值、石油烃（C₁₀-C₄₀）、氰化物、硼、锑、铍、钴、钒、铬、镍、铜；

汽车俱乐部：阴离子表面活性剂；

无锡升合汽车科技有限公司、江阴市宝睿精密五金有限公司、无锡米技工业自动化科技有限公司、江阴市皓钧机械有限公司、江阴市富昌橡机电控有限公司：镍、六价铬、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

江阴市湖成塑料电器公司、江阴市霞天电塑实业有限公司，江阴市湖成塑料电器有限公司和江阴市霞天电塑实业有限公司：苯、甲苯、乙苯和二甲苯。

2、地下水监测项目

监测项目同土壤。

调查地块具体监测项目汇总详见表 3.2-1。

地内地下水进行了二次采样检测分析。

5 现场采样和实验室分析

5.1 采样准备

采样单位为江苏中宜金大分析检测有限公司，钻探单位为江苏中宜金大分析检测有限公司。

现场采样准备的材料和设备包括：PID、XRF、RTK、手机（拍照）、测距仪、EP2000+型土壤地下水取样修复一体钻机、取样袋、吹扫瓶、棕色玻璃瓶（根据检测指标选取）、取水瓶（根据检测内容选取材质）、标签纸、笔。

5.1.1 采样的一般说明

（1）土壤样品采集

依据《全国土壤污染状况调查土壤样品采集（保存）技术规定》、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019），本项目土壤取样采用EP2000+型土壤地下水取样修复一体钻机进行采样，并观察采样深度内是否存在污染迹象，根据土层结构及调查目的判断哪些深度的土层送往实验室进行定量分析。确定分析土壤的深度范围后，用取样器在相应深度的土层中取中间部位未受到扰动的土壤装入相应取样容器。

（2）地下水样品采集

根据《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020），地下水采

样深度为地下水稳定水位线以下 0.5m 处，以保证水样能代表地下水水质。

5.1.2 现场定位

根据采样计划，采用 GPS 定位仪对监测点进行现场定位，定位测量完成后，用旗帜标志监测点。

5.1.3 土壤和地下水样品的管理和保存

土壤样品保存方法和有效时间要求参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）相关技术规定，地下水样品保存方法和有效时间要求参照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）和《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）。样品（土壤和地下水）的保存容器，保存条件及固定剂加入情况汇总表，见表 5.1-1、5.1-2。

5.2 采样方法和程序

5.2.1 土壤样品的采集

柱状土样取出来之后，根据岩心钻取率判定是否可用。其中对检测 VOCs 的样品进行单独采集，不能进行均质化处理。取土器将柱状的钻探岩芯取出后，先采集用于检测 VOCs 的土壤样品。使用不锈钢铲除去柱状土样表面接触取样管部分，采集非挥发性和半挥发性有机物（SVOCs）污染土壤样品，250mL 棕色聚四氟乙烯内衬垫的螺口广口玻璃瓶分装至满瓶；使用木铲采集重金属污染土壤样品，用无纺布袋和一次性自封袋分装样品，重金属新鲜土样取样量至少 1100 克。

（1）土壤平行样

为确保采集、运输、贮存过程中样品质量，依据技术规定要求，本项目在采样过程中，采集不低于 10% 的平行样，本项目需采集 24 个土壤平行样，优先选择污染较重的样品作为平行样。每份平行样品需要采集 2 份，同时送检测实验室。

由于钻机取样量有限，检测不同项目的平行样酌情在不同点位不同深度进行取样。同一监测因子的平行样在土样同一位置采集，两者检测项目和检测方法应一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的土壤样品编号。

（2）土壤空白样

①土壤全程序空白样品

挥发性有机物的项目①高浓度：采样前在实验室将 10mL 甲醇放

入 40mL 土壤样品瓶中密封，将其带到现场。②低浓度：采样前在实验室将转子放入 40mL 土壤样品瓶中密封，将其带到现场。与采样的样品瓶同时开盖和密封，随样品运回实验室，按与样品相同的分析步骤进行处理和测定，用于检查样品采集到分析全过程是否受到污染。

②土壤运输空白样

从实验室到采样现场又返回实验室。运输空白可用来测定样品运输、现场处理和贮存期间或由容器带来的可能沾污。样品运输应设置运输空白样进行运输过程的质量控制，一个样品运送批次设置一个运输空白样品。①高浓度：采样前在实验室将 10 mL 甲醇放入 40 mL 土壤样品瓶中密封，将其带到现场。采样时使其瓶盖一直处于密封状态，随样品运回实验室，按与样品相同的分析步骤进行处理和测定，用于检查样品运输过程中是否受到污染；②低浓度：采样前在实验室将一份空白试剂水放入吹扫瓶中密封，将其带到采样现场。采样时不开封，之后随样品运回实验室，按与样品相同的操作步骤进行试验，用于检查样品运输过程中是否受到污染。挥发性有机物土壤空白样采用 40mL 的棕色瓶包装，半挥发性有机物土壤空白样采用广口 250mL 棕色玻璃瓶，挥发性有机物与半挥发性有机物土壤空白样品采样瓶，均要求装满不留空隙。

现场钻探照片见图 5.2-1。

①土壤样品的简易处理：将采集的不同分层的土壤样品装入自封袋保存，在检测之前人工压实，平整。

②准确发射：使用整合型 CMOS 摄像头和微点准直器，可对土壤样品进行检测。

③查看结果：将检测结果记录下来。

（2）光离子化检测器（PID）

光离子化检测器(Photoionization Detector, PID)是一种通用性兼选择性的检测器，主要由紫外光源和电离室组成，中间由可透紫外光的光窗相隔，窗材料采用碱金属或碱土金属的氟化物制成。土壤样品现场 PID 快速检测分为三个步骤：

①取一定量的土壤样品于自封袋内，保持适量的空气（同一场地不同样品测定应注意土壤及空气量保持一致），密闭袋口，适度揉碎样品；

②待样品置于自封袋中约 10min 后，摇晃或震动自封袋约 30s，再静止约 2min 后，将 PID 探头插入自封袋，检测土壤气中的有机物含量；

③读取屏幕上的读数，记录仪器最高读数。

空白测定：测量部分样品后，需测定空自封袋内气体的 PID，除不加入土壤样品外，其他与土壤样品的 PID 测定相同。

5.2.3 地下水样品的采集

(1) 采集

地下水样品的采集参照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019-2019）的要求进行。地下水采样主要分为：建井、成井洗井、采样前洗井和样品采集四个部分。

①建井

a.筛管长度：地下水水位以上的滤水管长度根据地下水水位动态变化确定。本项目中开筛位置为 0.5m，筛管长度为 5.5m。

b.筛管位置：筛管应置于拟取样含水层中以取得代表性水样。若地下水中可能或已经发现存在低密度非水相液体(LNAPL)，筛管位置应达到潜水面处；若地下水中可能或已经发现存在高密度非水相液体(DNAPL)，筛管应达到潜水层的底部，但应避免穿透隔水层。

c.筛管类型：宜选用缝宽 0.2mm-0.5mm 的割缝筛管或孔隙能够阻挡 90%的滤层材料的滤水管。本项目中采用缝宽 0.25m 的割缝筛管。

d.沉淀管的长度一般为 50cm。若含水层厚度超过 3m，地下水采样井原则上可以不设沉淀管。本项目不设置沉淀管。

e.滤料填充：使用导砂管将滤料缓慢填充至管壁与孔壁中的环形隙内，应沿着井管四周均匀填充，避免从单一方位填入，一边填充一边晃动井管，防止滤料填充时形成架桥或卡锁现象。滤料过应进行测量，确保料填充至设计高度。

②成井洗井

依据《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）：

地下水采样井建成至少 8h 后(待井内的填料得到充分养护、稳定后)，才能进行洗井。洗井时一般控制流速不超过 3.8L/min，成井洗井达标直观判断水质基本上达到水清砂净(即基本透明无色、无沉砂)，同时监测 pH 值、电导率、浊度、水温等参数值达到稳定(连续三次监测数值浮动在 $\pm 10\%$ 以内)，或浊度小于 50NTU。避免使用大流量抽水或高压气提的洗井设备，以免损坏滤水管和滤料层。洗井过程要防止交叉污染，贝勒管洗井时应一井一管，气囊泵、潜水泵在洗井前要清洗泵体和管线，清洗废水要收集处置。

③采样前洗井

a.采样前洗井应至少在成井洗井 24h 后开始。

b.采样前洗井应避免对井内水体产生气提、气曝等扰动。若选用气囊泵或低流量潜水泵，泵体进水口应置于水面下 1.0m 左右，抽水速率应不大于 0.3L/min，洗井过程应测定地下水位，确保水位下降小于 10cm。若洗井过程中水位下降超过 10cm，则需要适当调低气囊泵或低流量潜水泵的洗井流速。

若采用贝勒管进行洗井，贝勒管吸水位置为井管底部，应控制贝勒管缓慢下降和上升，原则上洗井水体积应达到 3~5 倍滞水体积。

c.洗井前对 pH 计、溶解氧仪、电导率和氧化还原电位仪等检测仪器进行现场校正。

开始洗井时，以小流量抽水，记录抽水开始时间，同时洗井过程

中每隔 5 分钟读取并记录 pH、温度(T)、电导率、溶解氧(DO)、氧化还原电位(ORP)及浊度，连续三次采样达到以下要求结束洗井：a)pH 变化范围为 ± 0.1 ；b)温度变化范围为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；c)电导率变化范围为 $\pm 3\%$ ；d)DO 变化范围为 $\pm 10\%$ ，当 $\text{DO} < 2.0\text{mg/L}$ 时，其变化范围为 $\pm 0.2\text{mg/L}$ ；e)ORP 变化范围 $\pm 10\text{mV}$ ；f) $10\text{NTU} < \text{浊度} < 50\text{NTU}$ 时，其变化范围应在 $\pm 10\%$ 以内；浊度 $< 10\text{NTU}$ 时，其变化范围为 $\pm 1.0\text{NTU}$ ；若含水层处于粉土或粘土地层时，连续多次洗井后的浊度 $\geq 50\text{NTU}$ 时，要求连续三次测量浊度变化值小于 5NTU 。

d.若现场测试参数无法满足(3)中的要求，或不具备现场测试仪器的，则洗井水体积达到 3~5 倍采样井内水体积后即可进行采样。

e.采样前洗井过程填写地下水采样井洗井记录单。

f.采样前洗井过程中产生的废水，统一收集处置。

本项目洗井采用连续三次采样达到水质稳定，洗井记录详见附件 3。

④地下水样品采集

使用贝勒管进行地下水样品采集时，将用于采样洗井的同一贝勒管缓慢、匀速的放入筛管附近位置，待充满水后，将贝勒管缓慢、匀速的提出井管，避免碰触管壁。采集贝勒管内的中段水样，使用流速调节阀使水样缓慢流入地下水样品瓶中，避免冲击产生气泡，一般不超过 100ml/min ；将水样在地下水样品瓶中过量溢出，形成凸面，拧紧瓶盖，颠倒地下水样品瓶，观察数秒，确保瓶内无气泡。

地下水平行样采集要求：地下水平行样应不少于地块总样品数的

10%，本次采集一个地下水平行样。使用非一次性的地下水采样设备，在采样前后需对采样设备进行清洗，清洗过程中产生的废水，应集中收集处置。地下水采样过程中应做好人员安全和健康防护，佩戴安全帽和一次性的个人防护用品（口罩、手套等），废弃的个人防护用品等垃圾应集中收集处置。

（2）送检

从 6 个监测井中各取 1 个地下水样品用作实验室分析，将采集的水样按标准流程盛入由实验室提供的干净容器中。在被送往实验室前，所有水样将被置于放有冰块的保温箱内，以确保样品在低于 0-4℃的条件下冷藏保存。

（3）地下水空白样

①地下水全程序空白样品

采样前在实验室将二次蒸馏水或通过纯水设备制备的水作为空白试剂水放入地下水样品瓶中密封，将其带到现场。与采样的样品瓶同时开盖和密封，加入同样的固定剂，随样品运回实验室，按与样品相同的分析步骤进行处理和测定，用于检查样品采集到分析全过程是否受到污染。地下水全程序空白样取样量与样品保持一致。

②地下水运输空白样品

为检验同一批带出去的收集瓶，还有运输过程中可能造成的偏差。采样前在实验室将二次蒸馏水或通过纯水设备制备的水作为空白试剂水放入地下水样品瓶中密封，将其带到现场。

在地下水点位取水时，把蒸馏水按同样的分装方法加入所带的瓶

5.2.4 安全防护

(1) 组织安全培训

根据国家有关危险物质使用及健康安全等相关法规制定安全防护计划，并对进场作业人员进行安全培训。

(2) 正确佩戴安全防护装备

进入潜在污染场地进行调查作业时，必须预防潜在危害，正确佩戴各项安全防护设备。主要安全防护设备包括：面式或半面式面罩空气滤镜呼吸器、化学防护手套、工作服、安全帽及抗压防护鞋等。

(3) 严格遵守现场设备操作规范

严格执行现场设备操作规范，防止因设备使用不当造成的各类工伤事故。

(4) 建立危险警示牌或工作标识牌

对于需要作业的区域竖立警示牌及工作标识牌，同时对现场危险区域，如深井、水池等应进行标识，并将紧急联络通讯数据置于明显可供查询处。

(5) 配备急救设备

急救设备可以在现场调查人员发生事故时，能第一时间对伤员进行必要防护，避免危害扩大。现场急救设备主要包括：纯净水、通讯系统、灭火器、急救药箱（内含药品及简易包扎工具）。

5.2.5 采样过程中二次污染防控

5.2.5.1 土壤二次污染防治

在进行土壤采样时，土壤接触的采样工具，在采样完成后应及时

进行清洗，避免将土壤带出地块，对环境造成污染。

土壤样品采集完成后，应此刻用水泥膨润土将所有取样孔封死，防止人为的造成土壤中污染物的迁移。

地下水监测井设置时，用防水防腐蚀密封袋将建井过程中带上地面的土壤进行现场封存，防止地下污染土壤对环境造成二次污染。

5.2.5.2 地下水二次污染防治

采样过程中，洗井水经现场抽出后，由现场人员采用塑料筒暂存，妥善处置。不得随意排入周边水体，避免直接污染周边水体。

5.2.5.3 固废污染防治

现场使用的仪器设备、耗材等妥善放置，产生的废耗材杂物、垃圾等分类收集，生活垃圾及普通废弃塑料材料，由现场人员收集后送至当地生活垃圾收集点。采样结束后彻底清洁现场，使现场保持和采样前状态基本一致。

采样过程中产生的废样，如多余的深层土(尤其是可能受污染的)，现场回填至采样孔，不得随意抛弃。土壤采样管废管由现场人员收集带回，不得遗弃在现场。

5.3 样品流转

(1) 现场采集的每份样品均张贴有唯一性标识，用于检测重金属的样品采集于聚乙烯样品袋，用于检测有机物的样品采集于棕色磨口玻璃瓶中。样品采集结束后，及时将样品袋及样品瓶密封，放入装有冷冻冰袋的低温保温箱。样品装箱前，应对每个样品袋/瓶上的采

样编号、采样日期、采样地点等相关信息进行核对，同时应确保样品的密封性和包装的完整性，并填写相关纸质流转单。

(2) 样品装箱后，对保温箱进行包装，防止运输途中样品发生破损。指定专人将样品从现场送往临时实验室，运输途中，需保证样品的完整性。到达临时实验室后，送样者和接样者双方同时清点样品，即将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单核对，并在样品交接单上签字确认，样品交接单由双方各存一份备查。核对无误后，将样品分类、整理和包装后放于冷藏柜中，于当天或第二天发往检测单位。

(3) 样品运输至检测单位时，核对样品记录单和流转单，确保样品编号的一致性，以及样品包装的密封性和完整性。

5.4 质量保证和质量控制

本项目质量控制管理分为现场采样及实验室分析的控制管理两部分。

5.4.1 现场采样质量控制

现场样品采集过程中的质量控制工作主要包括：

(1) 防止采样过程中的交叉污染。采样时，应由 2 人以上在场进行操作。采样工具、设备保持干燥、清洁，不得使待采样品受到交叉污染；钻机采样过程中，在两个钻孔之间的钻探设备应进行清洁，同一钻机不同深度采样时应对钻探设备、取样装置进行清洗，与土壤接触的其他采样工具重复利用时也应清洗。

(2) 采样过程中要防止待采样品受到污染和发生变质，样品盛入容器后，在容器壁上应随即贴上标签；现场采样时详细填写现场记录单，包括采样土壤深度、质地、气味、地下水的颜色、快速检测数据等，以便为后续分析工作提供依据。

5.4.2 样品流转质量控制

样品流转过程中的质量控制工作主要包括：

(1) 装运前核对，在采样现场样品必须逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后分类装箱；

(2) 运输中防损，运输过程中严防样品的损失、混淆和玷污。

(3) 样品的交接，由样品管理和运输员将土壤样品送到检测实验室，送样者和接样者双方同时清点核实样品。

5.4.3 样品制备质量控制

样品制备过程中的质量控制工作主要包括：

(1) 制样过程中采样时的土壤标签与土壤始终放在一起，严禁混错，样品名称和编码始终不变；水样采用样品唯一性标识，该标识包括唯一性编号和样品测试状态标识组成，实验室测试过程中由测试人员及时做好分样、移样的样品标识转移，并根据测试状态及时作好相应的标记。

(2) 制样工具每处理一份样品后擦抹（洗）干净，严防交叉污染。

5.4.4 样品保存质量控制

样品保存过程中的质量控制工作主要包括：

- (1) 样品按名称、编号和粒径分类保存。
- (2) 新鲜样品，用密封的聚乙烯或玻璃容器在 0~4℃以下避光保存，样品要充满容器。
- (3) 预留样品在样品库造册保存。
- (4) 分析取用后的剩余样品，待测定全部完成数据报出后，也移交样品库保存。
- (5) 分析取用后的剩余样品一般保留至整个项目结束后 15 天。
- (6) 新鲜样品保存时间参照《土壤环境质量评价技术规范》(HJ/T 166-2004)。
- (7) 现场采样时详细填写现场观察的记录单，比如土层深度、土壤质地、气味、颜色、含水率，地下水颜色、气味，气象条件等，以便为分析工作提供依据。
- (8) 为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，本项目在现场采样过程中设定现场质量控制样品，主要为现场平行样和现场空白样，密码平行样比例不少于 10%，一个样品运送批次设置一个运输空白样品。

5.4.5 样品分析质量控制

调查地块检测实验室江苏中宜金大分析检测有限公司，在样品实验室检测工作中，依据本公司《检测结果质量控制程序》

PF/ZYFX04-38 进行实验室内部质量控制，包括空白试验、定量校准、精密度控制、准确度控制和分析测试数据记录与审核等。

5.4.5.1 空白试验

空白试验包括运输空白和实验室空白。

每批次样品分析时，应进行该批次的运输空白试验。

每批次样品分析时，应进行实验室空白试验。分析测试方法有规定的，按分析测试方法的规定进行；分析测试方法无规定时，要求每批样品或每 20 个样品应至少做 1 次空白试验。

空白样品分析测试结果低于方法检出限，空白结果忽略不计。如果空白分析测试结果略高于方法检出限，多次测试比较稳定，则进行多次重复试验，计算空白样品分析结果平均值并从样品分析结果中扣除。如果空白样品分析测试结果明显超过正常值，本实验室须查找原因，采取纠正措施，并重新对该批样品分析测试。

5.4.5.2 平行样检验

每批次样品分析时，每个检测项目（除挥发性有机物外）均做平行双样分析。平行双样的添加原则：

（1）在每批次分析样品中，本实验室质控部随机抽取 5% 的样品重新编入分析样品中进行平行双样分析，当批次样品数 < 20 时，随机抽取 1 个样品进行平行双样分析。

（2）平行双样测定值（A、B）的相对偏差（RD）在允许范围内，则该平行双样的精密度控制为合格，否则为不合格。RD 计算公式如下：

$$RD(\%) = \frac{|A - B|}{A + B} \times 100$$

(3) 平行双样分析测试合格率按每批同类型样品中单个检测项目进行统计, 计算公式如下:

$$\text{合格率}(\%) = \frac{\text{合格样品数}}{\text{总分析样品数}} \times 100$$

平行双样分析合格率达到 95%, 如果合格率 < 95%, 实验室须查找原因, 采取纠正措施, 对不合格样品重新分析, 并增加 10% 的平行样分析比例, 直至总合格率达到 95%。

5.4.5.3 标准物质检验

本实验室对具备与被测土壤或地下水基体相同的有证标准物质进行采购准备, 在样品分析检测时同样品同时检测, 对分析检测的准确度进行控制。

(1) 在每批样品分析时同步均匀插入与被测样品含水量相当的有证标准物质进行分析测试。每批次同类型分析样品按样品数 5% 的比例插入标准物质样品, 当批次分析样品数 < 20 时, 插入 1 个标准物质样品。

(2) 将标准物质样品的分析结果 (x) 与标准物质认定值 (或标准值) (μ) 进行比较, 计算相对误差 (RE)。RE 计算公式如下;

$$RE(\%) = \frac{x - \mu}{\mu} \times 100$$

若 RE 在允许范围内, 则对该标准物质样品分析测试的准确度控制为合格, 否则为不合格。

(3) 对有证标准物质样品分析测试合格率要求达到 100%, 当出

现不合格时，查明其原因，采取纠正措施，并对该标准物质样品及与之关联的送检样品重新分析测试。

5.4.5.4 基质加标检验

当没有合适的土壤或地下水基体有证标准物质时，本实验室采用基体加标回收率实验对其准确度进行控制。

(1) 每批同类型分析样品每批次同类型分析样品按样品数质控部随机抽取 5% 的样品进行加标回收率实验，当批次分析样品数 < 20 时，随机抽取 1 个样品进行加标回收率试验。进行有机物样品分析时，如有代替物，优先选用替代物加标回收率试验。

(2) 基体加标和替代物加标回收率试验在样品处理之前加标，加标样品与试样在相同前处理和分析条件下进行分析测试。

(3) 加标量视被测组分含量而定，含量高可加入被测组分含量的 0.5-1.0 倍，含量低可加 2-3 倍，加标后被测组分的总量不得超出分析测试方法的测定上限。

(4) 基体加标回收率在规定范围内，则该试验样品的准确度控制为合格，否则为不合格。

(5) 对基体加标回收率试验结果合格率要求达到 100%，当出现不合格时，查明其原因，采取纠正措施，并对该批次样品重新分析测试。

5.4.5.5 分析数据准确度和精密度要求

样品分析检测过程中平行样品检测分析数据精密度、标准物质检测和基体加标回收率试验分析数据准确度的允许范围按照各指标检

测方法标准执行。

5.4.5.6 校准曲线

采用校准曲线法进行定量分析时，一般应至少使用 5 个浓度梯度的标准溶液（除空白外），覆盖被测样品的浓度范围，最低点浓度接近方法测定下限的水平。分析方法有规定时，按照分析测试方法进行，分析测试方法没有规定，校准曲线相关系数要求为 $r > 0.999$ 。在检测过程中，每测定 40 个样品，测试标准曲线中间浓度样品，对曲线进行校准。

4.4.5.7 分析数据记录与审核

（1）按照本实验室《检验工作控制程序》、《记录控制程序》要求进行原始数据的记录和审核，保证数据的完整性，全面客观的反应测试结果。

（2）检测人员对原始数据和报告进行校核，发现可疑数据，及时与样品分析测试原始记录进行校对。

（3）审核人员对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核。

（4）复核人对整个记录、审核过程进行复核。

（5）最后原始记录检测人员、审核人员、复核人员三级审核签字。

5.4.6 有效性评价

（1）本次调查共分为两个批次，2021 年 11 月进行了 4 组土壤样品平行样检测，2022 年 11 月进行了 19 组土壤平行样品的检测，

标试验、分析测试了 2 批试剂空白、4 批运输空白和全程序空白试验。实验室质控结果均为合格（具体见附件质控报告）。

（3）在 2022 年 11 月进一步采样时，将 9 个土壤平行样品送至江苏中宜生态土研究院有限公司进行检测，根据《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 的要求进行区间判定，判定结果均为合格（详见附件 7）。

有机物（27 个指标）和半挥发性有机物（11 个指标）、pH 值、石油烃（C₁₀-C₄₀）、氰化物、硼、锑、铍、钴、钒、铬。

根据江苏中宜金大分析检测有限公司提供的检测报告（C20211122003）和（C20221106001），土壤样品中监测因子检测结果如表 6.2-1 所示。

6.3.2 土壤环境评价结果

(1) 土壤 pH 值

地块内部共选取了 199 个土壤样品检测 pH 值，各点位土壤样品 pH 值处于 5.02~9.41 之间。

(2) 土壤重金属

检测结果表明，受检的土壤样品中：砷、铜、镉、铅、汞、六价铬检出含量均未超过《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）第二类用地相应筛选值；T1（0-0.5m）镍检出值 1550mg/kg；T3（0-0.5m）镍检出值 1460 mg/kg；T4（0-0.5m）镍检出值 4710 mg/kg；T11（0-0.5m）镍检出值 6720mg/kg，（0.5-1.0m）镍检出值 4100mg/kg，（1.0-1.5m）镍检出值 4440mg/kg；T12（0-0.5m）镍检出值 1300 mg/kg；T23（0-0.5m）镍检出值 3200mg/kg 均超过《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）第二类用地相应筛选值。

(3) 土壤有机物

有机物检测指标包括《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）表 1 基本项目挥发性有机物 27 项、半挥发性有机物 11 项其中氯苯最大检出含量为 0.159 mg/kg，未超过《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）第二类用地对应筛选值；其余有机物均未检出。

(4) 特征污染物

特征污染物检测指标包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、氰化物、硼、锑、

铍、钴、钒、铬，其中石油烃（C₁₀-C₄₀）最大检出含量为 273mg/kg，氰化物、锑、铍、钴、钒检出值均未超过《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）第二类用地风险筛选值，铬检出值未超过《深圳市建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）第二类用地风险筛选值，硼检出值未超过《美国 EPA 通用土壤筛选值》工业用地标准。

（5）对照点检测情况

采集的 12 个对照点土壤样品，pH 值处于 5.88~8.22 之间；镍、铜、砷、镉、铅、汞、石油烃（C₁₀-C₄₀）、氰化物、锑、铍、钴、钒检出含量均未超过《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）第二类用地风险筛选值。铬检出值未超过《深圳市建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）第二类用地风险筛选值，硼检出值未超过《美国 EPA 通用土壤筛选值》工业用地标准。其余指标均未检出。

（6）加密点位监测情况

根据检测结果，S3 和 S5 的土壤 0-0.5m 样品镍检出值为 4800mg/kg 和 2090mg/kg，超过《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）第二类用地相应筛选值，其他点位土壤镍检出值均未超过《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）第二类用地相应筛选值。

6.3.3 地下水环境评价结果

(1) 地下水 pH 值

检测结果表明，地块采集的地下水样品的 pH 值为 7.2~8.0，符合 IV 类水标准。

(2) 地下水重金属

地块内 5 个地下水样品中砷、汞、镍、铜、铅、六价铬、镉检出浓度均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV 类水质标准。

(3) 地下水有机物

地下水有机物检测指标包括：挥发性有机物 27 项、半挥发性有机物 11 项检测结果表明，所有有机物均未检出。

(4) 一般性指标

地下水监测了高锰酸盐指数、阴离子表面活性剂、化学需氧量、溶解性总固体、铝、钠、铁、锌、钠等指标，检出浓度均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV 类水质标准。

(5) 特征污染物

特征污染物检测指标包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、氰化物、硼、锑、铍、钴、钒、铬，其中石油烃（C₁₀-C₄₀）检出值未超过《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）》（沪环土[2020]62 号）（第二类用地），氰化物、锑、铍、钴、钒、硼检出值均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV 类水质标准，铬检出值和背景点处于同一水平。

（6）对照点检测结果

对照点地下水样品 pH 值为 8.39，镍、铜、砷、铅均有检出，检出浓度符合《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV 类水质标准；其余指标均未检出。

6.4 地块污染状况一致性分析

根据第二阶段场地环境采样分析，原江阴天马镍网有限公司地块存在污染情况，污染区域为镀铜车间、制网车间和废水处理中心，土壤对应本次调查点位为制网车间 T1（0-0.5m）、T11（0-1.5m）、T12（0-0.5m）、T23（0-0.5m）；镀铜车间 T3（0-0.5m）；废水处理中心 T4（0-0.5m），污染物为镍。分析原因，可能是生产过程中原辅材料存在“跑冒滴漏”现象，由于设备或者管路老化生产废水存在渗漏现象，固废存储过程存在“跑冒滴漏”现象，且在企业生产设备、设施拆除过程中的污染防治措施不完善，最终导致这几个区域土壤受到镍的污染，由于地块内土壤主要被为粉质粘土，防渗透较好，且污染物主要为重金属镍，在迁移中受到土壤性质影响难以向下迁移，主要富集在表层。

因此针对污染点位进行加密布点调查，确定污染范围。

6.4.1 土壤污染物分布情况的分析

对 T1、T3、T4、T11、T12 和 T23 进行调查，根据现场快筛结果在污染点位的四周增设点位，共布设 15 个土壤监测点位，采集土壤样品 150 个，送检土壤样品 53 个。

域为 224m^2 ，污染深度为 1.5m ；废水处理中心 T4 点位污染区域为 87m^2 ，污染深度为 0.5m ，综上所述，项目地块内 $0-0.5\text{m}$ 污染范围为 271m^2 ，污染方量 135.5m^3 ； $0-1.5\text{m}$ 污染范围为 224m^2 ，污染方量 336m^3 。项目地块污染土方总量为 471.5m^3 。检测结果见表 7.1-1。

7 结论和建议

7.1 结论

通过本次项目调查中现场踏勘，人员访谈结果及样品检测结果得知，本次调查地块调查结果如下：

（1）点位及样品

本次对项目地块的调查采样设置 42 个土壤监测点位（包含 4 个对照点），采集土壤样品 378，送检土壤样品 235 个（地块内部 199 个，平行样品 24 个，对照点样品 12 个）；采集 7 个地下水样品（地块内部 5 个，平行样品 1 个，对照点样品 1 个）。

对 T1、T3、T4、T11、T12 和 T23 进行加密布点，共布设 15 个土壤监测点位，采集土壤样品 150 个，送检土壤样品 53 个。

（2）土壤

①pH 值处于 5.02~9.41 之间。

②受检的土壤样品中：砷、铜、镉、铅、汞、六价铬检出含量均未超过《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）第二类用地风险筛选值；T1（0-0.5m）镍检出值 1550mg/kg；T3（0-0.5m）镍检出值 1460 mg/kg；T4（0-0.5m）镍检出值 4710 mg/kg；T11（0-0.5m）镍检出值 6720mg/kg，（0.5-1.0m）镍检出值 4100mg/kg，（1.0-1.5m）镍检出值 4440mg/kg；T12（0-0.5m）镍检出值 1300 mg/kg；T23（0-0.5m）镍检出值 3200mg/kg 均超过《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）第二类用地风险筛选值。

③有机物检测指标包括《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）表 1 基本项目挥发性有机物 27 项、半挥发性有机物 11 项其中氯苯最大检出含量为 0.159 mg/kg，未超过《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）第二类用地风险筛选值；其余有机物均未检出。

④特征污染物检测指标包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、氰化物、硼、锑、铍、钴、钒、铬，其中石油烃（C₁₀-C₄₀）最大检出含量为 273mg/kg，氰化物、锑、铍、钴、钒检出值均未超过《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）第二类用地相应筛选值，铬检出值未超过《深圳市建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67-2020）第二类用地风险筛选值，硼检出值未超过《美国 EPA 通用土壤筛选值》工业用地风险筛选值。

⑤对 T1、T3、T4、T11、T12 和 T23 进行加密布点，项目地块内 0-0.5m 污染范围为 271m²，污染方量 135.5m³；0-1.5m 污染范围为 224m²，污染方量 336m³。项目地块污染土方总量为 471.5m³。

（3）地下水

①地下水样品的 pH 值为 7.2~8.0，符合 IV 类水标准。

②地块内 5 个地下水样品中砷、汞、铜、铅、镍、六价铬、镉检出浓度均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV 类水质标准。

③地下水有机物检测指标包括：挥发性有机物 27 项、半挥发性有机物 11 项。检测结果表明，所有有机物均未检出。

④特征污染物检测指标包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、氰化物、硼、锑、铍、钴、钒、铬，其中石油烃（C₁₀-C₄₀）检出值未超过《上海市建设用

地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）》（沪环土[2020]62号）（第二类用地）标准，氰化物、锑、铍、钴、钒、硼检出值均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV类水质标准，铬检出值和背景点处于同一水平。

⑤地下水一般指标监测了高锰酸盐指数、阴离子表面活性剂、化学需氧量、溶解性总固体、铝、钠、铁、锌、钠等指标，检出浓度均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV类水质标准。

故项目地块为土壤镍污染地块，含量存在潜在风险，建议将镍列为关注污染物并开展风险评估工作，评估镍对人体健康风险是否超过可接受水平，若人体健康风险超过可接受水平，则还需要计算镍的土壤污染风险控制值，并划定污染风险管控或修复范围及方量，提出风险管控或修复建议。

7.2 建议

按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）进一步开展地块土壤的风险评估，确定风险水平。如需要修复，则建议土地使用权人应对修复区域进行必要的管理和保护，在地块修复实施方案通过相关主管部门备案之前，禁止任何单位和人员开挖、取土等扰动修复区域的行为，避免修复区域受到扰动而影响下一步环境修复工作。

项目地块中的汽车俱乐部、办公楼均未拆除，建议在后期的规划设计中如需拆除构筑物，做好现场的二次污染防控措施，如发现异味应立即停工并开展异味来源调查工作。

7.3 不确定性分析

(1) 本次采样已尽可能的获取污染范围,但由于污染物与土壤颗粒结合的紧密程度受土壤粒径及污染物理化学因素影响,地块范围内污染物分布均存在差异,不同污染物在不同地层或土壤中分布的规律差异性较大,一定程度上易造成检出结果出现偏差。

(2) 监测因子选用不同的检测方法在前处理、测定过程中具有一定的局限性,检测结果在允许的范围内具有一定的误差性。