

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块 土壤污染状况初步调查报告

委托单位：无锡市惠山区洛社镇人民政府
编制单位：苏州朗星环保科技有限公司

2020年06月

项目名称：无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况初步调查
报告

编制单位：苏州朗星环保科技有限公司

委托第三方检测单位：苏州汉宣检测科技有限公司
中认英泰检测技术有限公司

项目负责人：李先宁

参加编制人员：李宁

目 录

1 前言.....	3
2 概述.....	5
2.1 调查的目的和原则.....	5
2.1.1 调查的目的.....	5
2.1.2 调查原则.....	5
2.2 调查范围.....	5
2.3 编制依据.....	7
2.3.1 法规政策.....	7
2.3.2 技术规范.....	7
2.3.3 其他依据.....	7
2.4 调查工作程序.....	8
3 地块概况.....	10
3.1 区域环境状况.....	10
3.1.1 地理位置.....	10
3.1.2 地质地貌.....	10
3.1.3 气候、气象.....	10
3.1.4 水文地质资料.....	11
3.1.5 土层分布及工程特性.....	11
3.2 敏感目标.....	12
3.3 地块使用历史、现状和规划.....	14
3.3.1 地块原有使用历史.....	14
3.3.2 地块现状.....	17
3.3.3 场地土地用地规划.....	18
3.4 相邻场地的使用现状和历史.....	20
3.4.1 相邻地块的使用历史.....	20
3.4.2 相邻地块的使用现状.....	23
3.5 第一阶段场地环境调查总结.....	25
4 工作计划.....	26
4.1 补充资料的分析.....	26
4.2 采样方案.....	26
4.2.1 监测范围、监测对象.....	26
4.2.2 监测布点方案.....	26
4.2.3 质量保证和质量控制计划.....	27
4.2.4 采样、运输与安全防护计划.....	29
4.3 分析检测方案.....	35
4.3.1 检测项目.....	35
4.3.2 检测单位的选择.....	45
4.3.3 实验室送检计划.....	45
5 现场采样和实验室分析.....	46
5.1 现场探测方法和程序.....	46
5.2 采样方法和程序.....	46

5.2.1 现场布点.....	46
5.2.2 现场取样.....	46
5.2.3 现场快速检测.....	47
5.2.4 实验室送检.....	47
5.3 实验室分析.....	53
5.4 质量保证和质量控制.....	55
5.4.1 现场质量保证和质量控制.....	55
5.4.2 实验室质量保证和质量控制.....	57
6 结果与评价.....	59
6.1 地块的地质和水文地质条件.....	59
6.2 分析检测结果.....	60
6.2.1 土壤污染风险筛选值.....	60
6.2.2 土壤污染状况调查结果分析.....	60
6.2.3 地下水质量评价标准.....	62
6.2.4 地下水质量评价结果分析.....	63
6.3 结果分析和评价.....	64
6.3.1 结果分析.....	64
6.3.2 不确定性分析.....	65
7 结论与建议.....	66
7.1 结论.....	66
7.2 建议.....	67

1 前言

无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块位于无锡市惠山区洛社镇联通路 3 号,地理坐标为东经 120°13'10.87",北纬 31°38'56.54"。可建设用地面积为 9043.57 m²。该地块历史为工业用地,现根据规划,地块后续规划为教育用地,属于 GB36600-2018 中规定的第一类用地。

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》的规定,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。因此,2020 年 3 月,无锡市惠山区洛社镇人民政府委托苏州朗星环保科技有限公司对无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块进行土壤污染状况初步调查。

本次土壤污染状况调查采用系统布点法和专业判断法相结合的方法进行点位布设,整个地块采用系统布点法,按照 1600m² 网格布设土壤监测点位。同时根据专业判断在油漆、酸洗淬火车间布置监测点位。结合地块勘察资料,在地块内布设地下水监测点位。现场共布设 6 个土壤监测点位和 3 口地下水监测井,同时在地块东侧未经扰动的空区域布设了 1 个土壤和地下水对照点位。土壤和地下水检测项目包括:《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 项基本项目、表 2 中石油烃和 pH,地下水另加《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)表 1 基本项指标。

无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块红线范围内土壤样品检出重金属 7 项(砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬)和石油烃,挥发性有机物、半挥发性有机物均未检出。土壤样品重金属和石油烃检出指标的检测值均不超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中第一类用地筛选值。

无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块红线范围内地下水样品检出重金属 11 项(铜、砷、镉、汞、铅、锌、硒、锰、铝、钠、铁)、石油烃、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氨氮、高锰酸盐指数、溶解性总固体、总硬度、Cl⁻、SO₄²⁻,挥发性有机物,半挥发性有机物均未检出。地下水样品所有检出指标检测值均能满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中 IV 类水质标准,IV 类指标为铝、高锰酸盐指数、总硬度。

根据目前场地土壤污染状况调查的结果,无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块不属于污染地块,无需开展后续场地土壤污染状况详细调查及健康风险评估工作,可作为教育用地等第一类用地开发利用。

2 概述

2.1 调查的目的和原则

2.1.1 调查的目的

土壤污染状况调查是采用系统的调查方法,确定地块是否被污染及污染程度和范围的过程。

2.1.2 调查原则

(1) 针对性原则

针对地块的特征和潜在污染物特性,进行污染物浓度和空间分布调查,为地块的环境管理提供依据。

(2) 规范性原则

采用程序化和系统化的方式规范土壤污染状况调查过程,保证调查过程的科学性和客观性。

(3) 可操作性原则

综合考虑调查方法、时间和经费等因素,结合当前科技发展和专业技术水平,使调查过程切实可行。

2.2 调查范围

无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块位于无锡市惠山区洛社镇联通路3号,地理坐标为东经 120°13'10.87",北纬 31°38'56.54"。可建设用地面积为 9043.57 m²。地块地理位置如图 2.2-1,调查范围如图 2.2-2 所示,地块四至拐点坐标见表 2.2-1,调查对象为调查范围内的土壤和地下水。

表 2.2-1 地块四至拐点坐标

序号	编号	X	Y
1	A	40523762.3400304°	3518095.0197936°
2	B	40522896.6386357°	3518151.5817912°
3	C	40523867.8816975°	3519099.3824582°
4	D	40522952.1561532°	3519211.2643759°



图 2.2-1 地块地理位置图



图 2.2-2 地块调查范围

2.3 编制依据

2.3.1 法规政策

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- (2) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日施行）；
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2015年4月24日通过修订）；
- (4) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日施行）；
- (5) 《土壤污染防治行动计划》（2016年5月28日）；
- (6) 《污染地块土壤环境管理办法》（环境保护部，2017年7月1日）；
- (7) 《江苏省固体废物污染环境防治条例》（2018年5月1日施行）；
- (8) 《江苏省土壤污染防治工作方案》（2016年12月27日）；

2.3.2 技术规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）；
- (2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；
- (3) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）；
- (4) 关于发布《建设用地土壤环境调查评估技术指南》的公告（2017年12月14日）；
- (5) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (6) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；
- (7) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019-2019）；
- (8) 《原状土取样技术标准》（JB/T89-92）；
- (9) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2009）；
- (10) 《岩土工程勘察规范》（DGJ32/TJ208-2016）；
- (11) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）；
- (12) 《地下水质量标准》（GB14848-2017）。

2.3.3 其他依据

- (1) 《无锡市石塘湾幼儿园新建工程地勘项目岩土工程详细勘察报告》

2.4 调查工作程序

土壤污染状况调查可分为三个阶段，调查的工作程序如图 2.4-1 所示。本次土壤污染状况调查包括第一阶段土壤污染状况调查和第二阶段土壤污染状况调查的初步采样分析阶段。

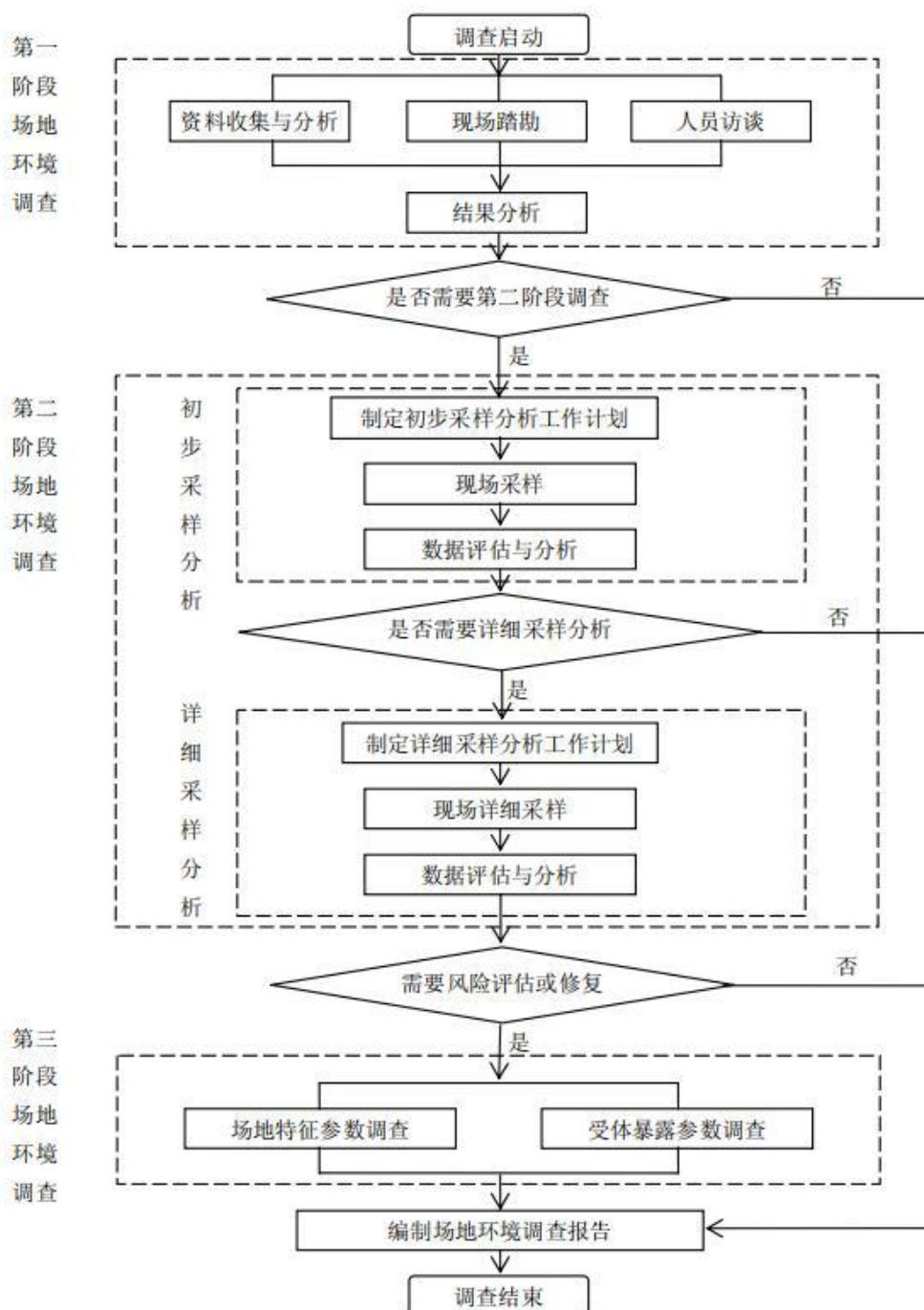


图 2.4-1 土壤污染状况调查的工作内容与程序

第一阶段土壤污染状况调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段，原则上不进行现场采样分析。若第一阶段调查无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块土壤污染状况初步调查报告确认地块内及周围区域当前和历史均无可能的污染源，则认为地块的环境状况可以接受，调查活动可以结束。

第二阶段土壤污染状况调查是以采样与分析为主的污染证实阶段。若第一阶段土壤污染状况调查表明地块内或周围区域存在可能的污染源，如化工厂、农药厂、冶炼厂、加油站、化学品储罐、固体废物处理等可能产生有毒有害物质的设施或活动；以及由于资料缺失等原因造成无法排除地块内外存在污染源时，进行第二阶段土壤污染状况调查，确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布。第二阶段土壤污染状况调查通常可以分为初步采样分析和详细采样分析两步进行，每一步均包括制定工作计划、现场采样、数据评估和结果分析等步骤。初步采样分析和详细采样分析均可根据实际情况分批次实施，逐步减少调查的不确定性。

根据初步采样分析结果，如果污染物浓度均未超过 GB36600 等国家和地方相关标准以及清洁对照点浓度（有土壤环境背景的无机物），并且经过不确定性分析确认不需要进一步调查后，第二阶段土壤污染状况调查工作可以结束；否则认为可能存在环境风险，须进行详细调查。标准中没有涉及到的污染物，可根据专业知识和经验综合判断。详细采样分析是在初步采样分析的基础上，进一步采样和分析，确定土壤污染程度和范围。

第三阶段土壤污染状况调查第三阶段土壤污染状况调查以补充采样和测试为主，获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需的参数。本阶段的调查工作可单独进行，也可在第二阶段调查过程中同时开展。

本次报告仅涉及**第一阶段土壤污染状况调查**和**第二阶段土壤污染状况调查**的初步调查。

3 地块概况

3.1 区域环境状况

3.1.1 地理位置

无锡市惠山区位于“长三角”腹地，南临太湖，北靠长江，东接上海、苏州，西邻南京、常州。截止 2012 年末，惠山区总面积 325.12 平方公里。

无锡市石塘湾幼儿园新建项目工程地块位于无锡市惠山区洛社镇联通路 3 号，地理坐标为东经 120°13'10.87"，北纬 31°38'56.54"。可建设用地面积为 9043.57 m²。具体地理位置见图 2.2-1。

3.1.2 地质地貌

无锡市属江苏省地层南区，地层发育齐全，基底未出露，中侏罗纪岩浆开始活动，喷出盖在老地层上和侵入各系岩层中。第四纪全新统(Qh)现代沉积遍布全区，泥盆纪有少量分布，为紫红色沙砾岩、石英砾岩、石英岩，向上渐变为砂岩与黑色叶岩的交替层，顶部砂质叶岩含优质陶土层。地下水层松散岩类孔隙含水岩层，潜水含水层为泻湖相亚粘土夹粉砂，地耐力为 8—10T/m²，水质被地表水所淡化。本地的地震基本烈度为 6 度，该地区土壤大多为壤质土壤，属水稻土类。

调查地块总体地貌属长江三角洲冲积平原区-太湖冲湖积平原地貌，本区地层属江南地层区江苏部分。区内第四纪沉积物覆盖广泛，沉积连续，层序清晰，覆盖厚度大于 50.0m，地势平坦，地表水系发育，各土层水平向分布较稳定。调查地块原为厂地，在岩土勘察期间厂房正常拆迁，地面高程一般在 1.55~2.00m。整个场地顶部有约 0.20m 的混凝土面。

3.1.3 气候、气象

无锡市位于北亚热带和北温带的过渡地带，属北亚热带湿润季风气候区，四季分明，气候温和，雨水充沛，日照充足，无霜期长。冬季北风多，夏季偏南风占多，全年主导风向为东南风和东东南风，次风向是西北风和北风。无锡市多年气象资料统计：历年平均气温 15.4℃，一月份气温较低，平均气温 2.5℃，极端最低气温-12.5℃，七月份气温较高，平均气温 28.2℃，极端最高气温 38.9℃，历

年平均降水量 11070 毫米，年平均相对湿度 79%，最大积雪深度 160 毫米，土壤冻结深度 100 毫米。

3.1.4 水文地质资料

(1) 地表水

无锡市地处长江流域太湖水系区，区内地表水系极其发育，除太湖外，有京杭大运河横贯全区、锡澄运河、东清河、伯渎河等通往长江，五里河、梁溪河等连接太湖，太湖水域面积为 2250 平方公里，总蓄水量在 90 亿 m^3 左右，河湖水位的变化与降水量变化基本一致，由于地势低平，水网水体径流迟缓，河床变化主要表现为淤积，水位变化于 1.9~3.0m 之间，每逢汛期遭受洪水压力较大。

河湖水位的变化与降水量年际、年内的变化基本一致，稍有滞后，从近几十年来资料反映，市区多年平均水位为 1.25m，历史最高水位为 2016 年 7 月 3 日实测的 3.32m，最低水位为 0.104m(1934 年)(属 1985 年国家高程基准)。

无锡地区降水丰富，降雨集中在每年 5~9 月份的梅雨期与台汛期，在此之间易酿成洪涝灾害。例如 1954 年梅雨型洪水和 1962、1991 年的台汛型洪水，1954 年 5~7 月份无锡降水量为 798.5mm，此次洪涝灾害特点为降水日多，降水总量大，太湖出现持续高水位(受浙西来水影响)，同时长江中上游亦出现大洪水，使太湖流域排水严重受阻，京杭大运河无锡南门水位超过 1.70m 警戒水位长达 141 天，7 月 28 日当天最高水位达 2.85 m。

(2) 地下水

根据勘察资料，本场地对工程有影响地下水类为潜水。潜水主要赋存于浅部填土层中，富水性差；主要接受大气降水入渗及地表水的侧向补给，以地面蒸发为主要排泄方式，透水性不均。

无锡地区降雨主要集中在 6~9 月份，在此期间，地下水位一般最高，旱季在 12 月份至翌年 3 月份，在此期间地下水位一般最低，年水位变幅为 0.8m；勘察期间测得稳定水位标高 0.85~1.00m，据调查近 3~5 年最高潜水水位 1.50m。

3.1.5 土层分布及工程特性

根据调查地块地勘报告可知，勘察揭示的 30.0m 以浅土层由第四系全新统(Q4)至上更新统(Q3)冲湖积沉积物~滨海相沉积物，按其时代、成因及土的

物理力学性质，可分为 5 个工程地质层（②、④层缺失），8 个工程地质亚层，各土层分布规律及工程性质，自上而下分别描述如下：

①素填土：顶部有约 0.20m 的混凝土，下段灰黄色，松软，以黏性土为主。该土层场地内普遍分布，层厚 0.80~2.80m，层底标高-1.00~0.90m，压缩性不均，工程特性差。

③1 黏土：灰黄色，可~硬塑，含铁锰质结核，刀切面光滑、有光泽，韧性、干强度高，无摇晃反应。场地内分布较稳定，厚度 1.70~4.10m，层底标高-3.44~-2.85m。中等压缩性，中高强度，工程特性良好。

③2 粉质黏土：灰黄色，可塑状态，含铁锰氧化物，局部夹少量粉土，刀切面较光滑有光泽，韧性、干强度中等，无摇晃反应。场地内分布较稳定，层厚 3.40~4.50m，层底标高-7.60~-6.48m，中等压缩性，中等强度，工程特性中等。

⑤粉质黏土：浅灰色，软塑状态，含少量云母碎屑，刀切面光滑有光泽，韧性、干强度中低，无摇晃反应。场地内分布较稳定，层厚 0.70~2.00m，层底标高-9.60~-8.00m，中等压缩性，中低强度，工程特性一般。

⑥1 黏土：青灰色，可塑，质纯，刀切面光滑、有光泽，韧性、干强度中等，无摇晃反应。场地内分布稳定，厚度 4.10~5.70m，层底标高-13.82~-13.25m。中等压缩性，中等强度，工程特性中等。

⑥2 黏土：灰黄色，可~硬塑状态，含铁锰质结核，刀切面光滑、有光泽，韧性、干强度高，无摇晃反应。该土层场地内分布较稳定，该厚度 6.00~6.90m，层底标高-20.60~-19.60m，中等压缩性，中高强度，工程特性良好。

⑥3 粉质黏土：灰黄色，可塑状态，含铁锰氧化物，刀切面光滑、有光泽，韧性、干强度中等，无摇晃反应。该土层场地内分布较稳定，层厚 2.80~4.80m，层底标高-24.82~-23.10m，中等压缩性，中等强度，工程特性中等。

⑦粉质黏土：浅灰色，可偏软塑状态，含少量云母碎屑，刀切面稍光滑、有光泽，韧性、干强度中等，无摇晃反应。该层未揭穿，最大控制厚度为 3.50m，中等压缩性，中等强度，工程特性中等。

3.2 敏感目标



图 3.2-1 场地周边 500 米范围内概况图

表 3.2-1 场地周边敏感目标

序号	方位	名称	现状
1	北侧	田多里居民住宅及店面房	正在使用中
2	东北侧	石塘湾中心幼儿园	正在使用中
3	东北侧	育才新村及店面房	正在使用中
4	东侧	教师住宅及石塘湾中学	正在使用中
5	南侧	小河	小河
6	南侧	农田	正在使用中
7	西侧	洛社镇石塘湾卫生院	正在使用中
8	西北侧	东新、唐角、周巷等居民住宅	正在使用中

3.3 地块使用历史、现状和规划

3.3.1 地块原有使用历史

本次土壤污染状况调查,我司技术人员访谈到了无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块原企业无锡市锡花袜机有限公司厂长钱树建,根据人员访谈了解到,该地块 1983 年之前为农田,1983 年起开始建厂,厂名为无锡县袜机二厂,该厂为无锡市石塘湾中学校办企业,后于 2001 年更名为无锡市锡花袜机有限公司,主要经营产品为针纺机械设备及配件的制造,加工。该厂一直运营至 2019 年 10 月,2019 年 11 月搬迁后拆迁,现在该地块为拆迁后空地。

该场地历史变迁情况具体见表 3.3-1。

表 3.3-1 场地历史变迁情况

年份	地块用途	产品	年产量	原料	主要生产工艺	行业类别	主要土壤污染特征因子
~1983	农田	——	——	——	——		——
1983~2001	无锡县袜机二厂厂房	针纺机械设备及配件	——	钢材、酸、油漆	机加工、酸洗、淬火、上漆	C3551 纺织专用设备制造	pH+重金属+石油烃+有机物
2001~2019	无锡市锡花袜机有限公司厂房	针纺机械设备及配件	——	钢材、酸、油漆	机加工、酸洗、淬火、上漆	C3551 纺织专用设备制造	pH+重金属+石油烃+有机物
2019 年至今	2019 年 11 月开始拆迁,现为拆迁后空地						

因谷歌地图该场地 2004 年以前历史影像资料精度不够,无法获得该场地 2004 年以前的具体影像资料。无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块 2004 年

~2019 年的历史影像图如下图所示。由历史影像图可以看出，调查地块从 2004 年起至 2019 年一直为工业用地，厂内布置没有发生变化。与访谈人员所说一致。



2004.08



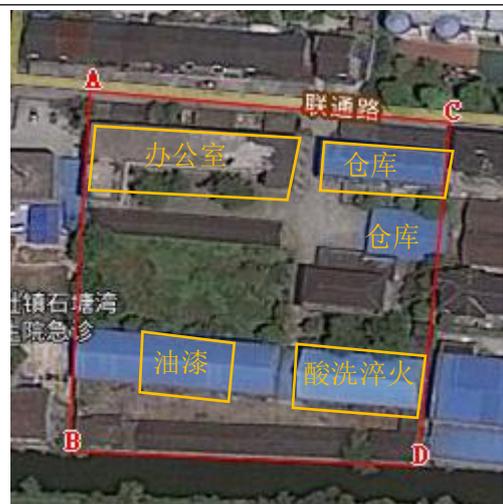
2008.06



2009.12



2012.06



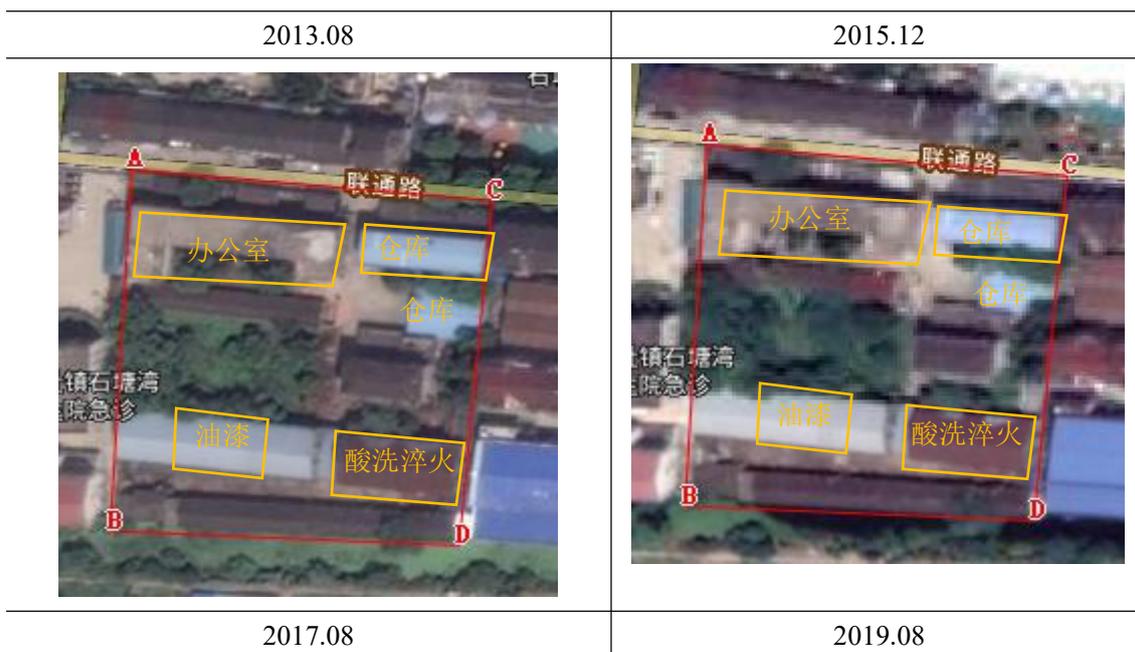


图 3.3-1 地块历史影像图

3.3.1.1 地块内原有生产工艺

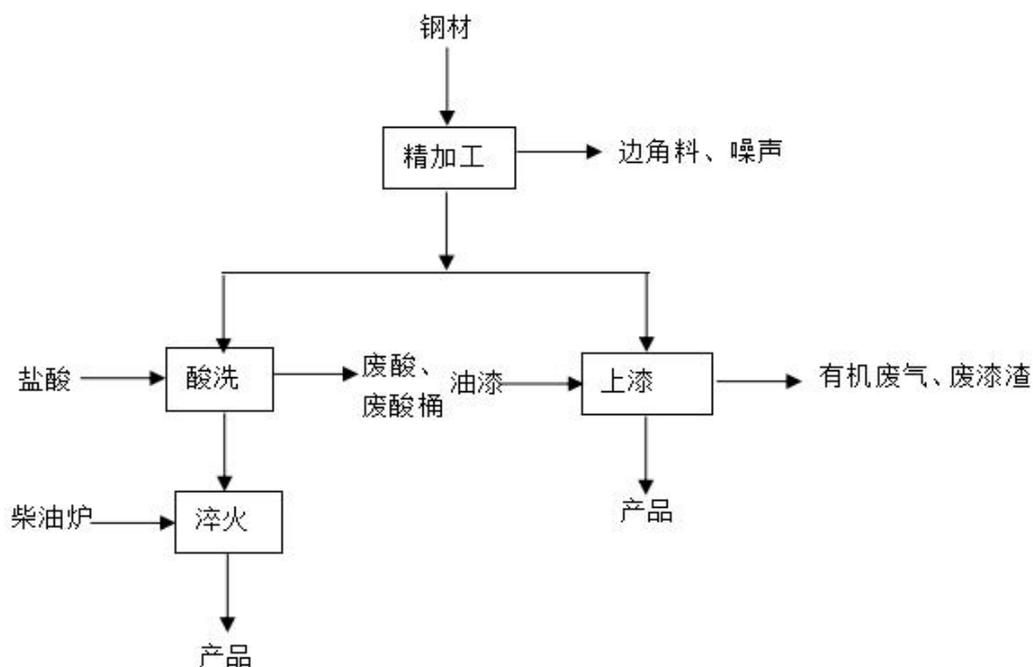


图 3.3-2 针纺机械设备及配件工艺流程图

工艺流程说明：将外购的钢材按照要求精加工后，部分产品进行酸洗、淬火后即为产品，另外一部分经过上漆后即为成品。上漆的工序在 2005 年停掉。

精加工工序有边角料、噪声产生；酸洗工序产生危险废物废酸和废酸桶；上漆工序产生甲苯、二甲苯有机废气、废漆渣等。

3.3.1.2 原辅料

调查地块原有企业使用原辅料情况见下表：

表 3.3-2 原辅料情况表

序号	原辅料名称	形态	理化性质
1	钢材	固态	钢材是钢锭、钢坯或钢材通过压力加工制成的一定形状、尺寸和性能的材料。
2	盐酸	液态	盐酸是无色液体，为氯化氢的水溶液，具有刺激性气味。盐酸与水、乙醇任意混溶，氯化氢能溶于许多有机溶剂。原企业采用浓度 5%~20% 的盐酸水溶液。
3	油漆	液态	油漆为粘稠油性颜料，未干情况下易燃，不溶于水，微溶于脂肪，可溶于醇、醛、醚、苯、烷，易溶于汽油、煤油、柴油。涂料一般由成膜物质、填料（颜填料）、溶剂、助剂等四部分组成。根据性能要求有时成份会略有变化。
4	柴油	液态	轻质石油产品，是复杂的烃类混合物，碳原子数约 10~22) 混合物。

3.3.1.3 污染物产生情况及治理

序号	工序	产生的污染物	环保措施
1	精加工	噪声	合理布局，绿化等
		边角料	收集后出售
2	酸洗	废酸	由原厂家回收
		废酸桶	由原厂家回收
3	上漆	甲苯、二甲苯有机废气	原先无环保措施，2005 年该工序已停止
		废漆渣	

3.3.2 地块现状

该地块原为工业用地，厂房建筑于 2019 年 11 月拆除。该场地现状为工业用地拆除后的空地。目前现状情况见图 3.3-3。



图 3.3-3 地块现状图

3.3.3 场地土地用地规划

目前该场地规划为幼儿园用地（教育用地）。

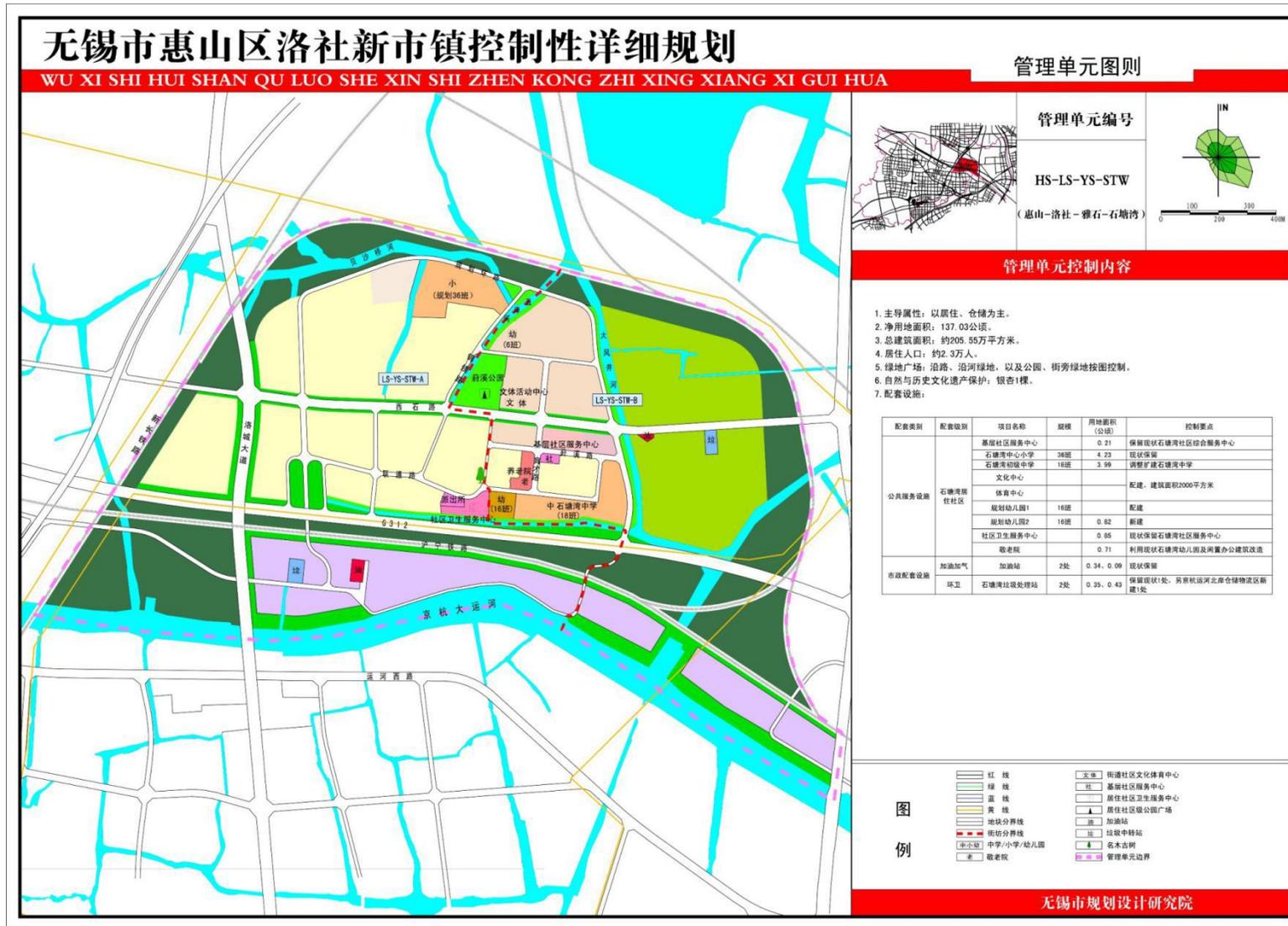


图 3.3-4 地块规划图

3.4 相邻场地的使用现状和历史

3.4.1 相邻地块的使用历史

调查地块北侧为联通路，路北为田多里居民住宅和店面房、石塘湾中心幼儿园；东侧为无锡市石塘湾中学和教师住宅；南侧为小河、农田；西侧为洛社镇石塘湾卫生院。根据2004年~2019年的历史影像图，该地块相邻地块从2004年至今基本没有变化，仅在2013年西侧的洛社镇石塘湾卫生院有改建。

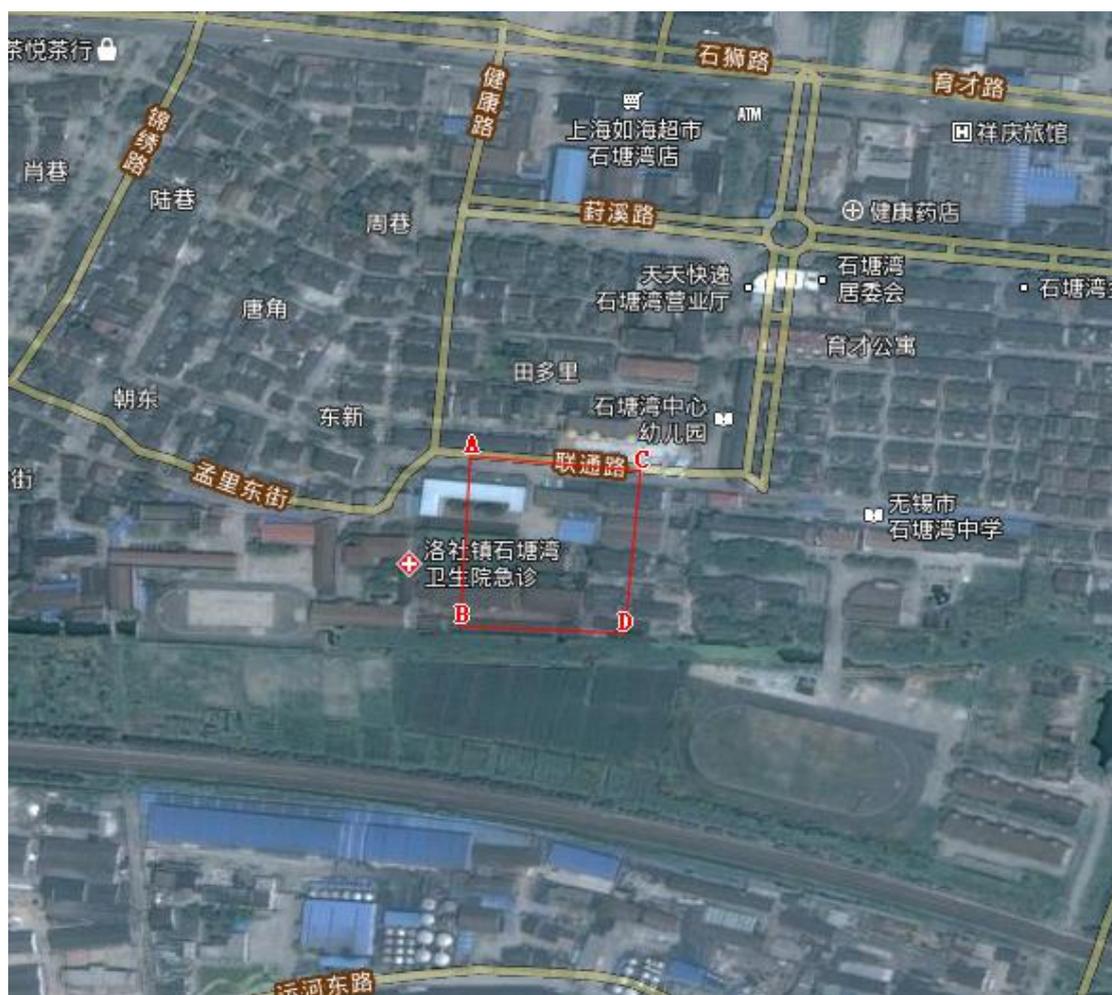


图 3.4-1 相邻地块历史影像图（2004.08）



图 3.4-2 相邻地块历史影像图 (2008.06)

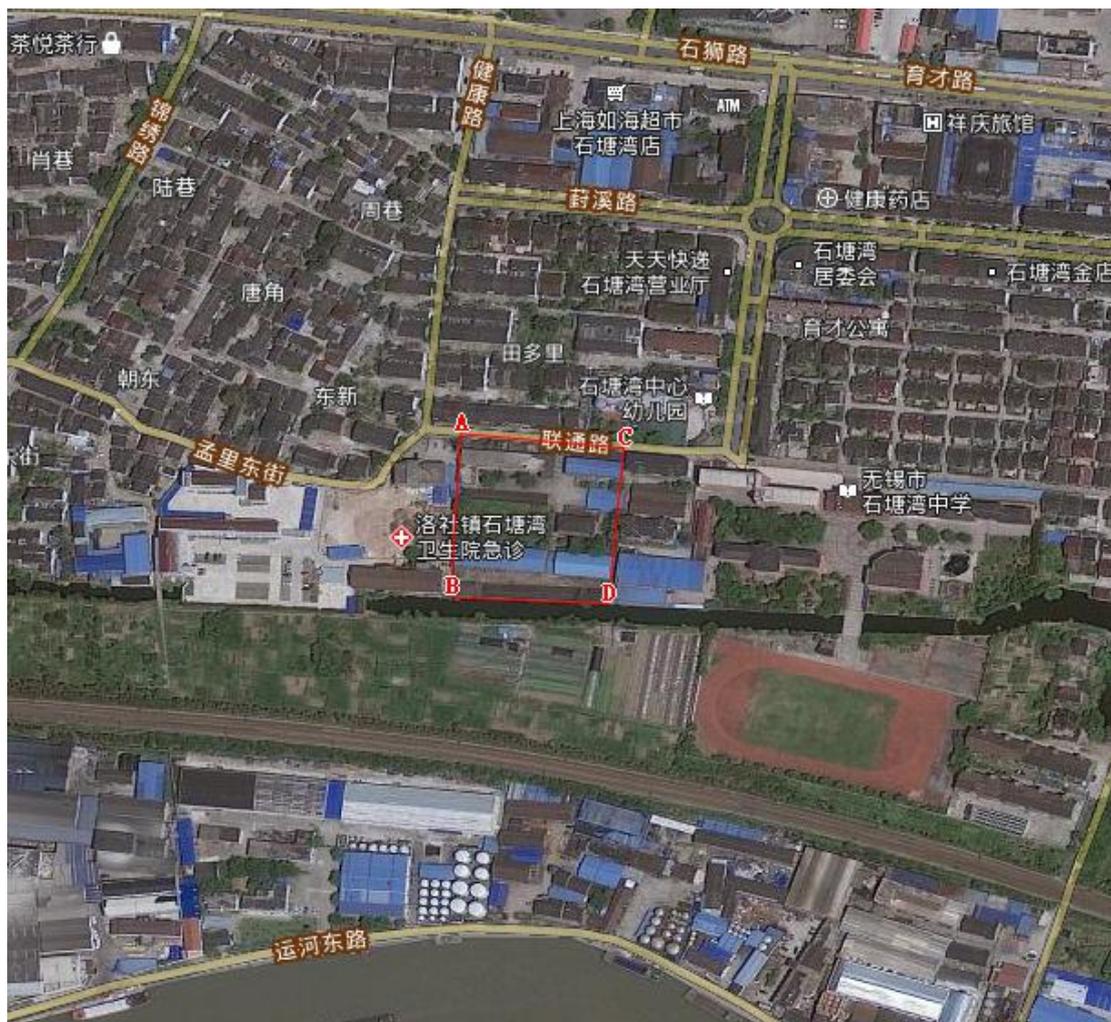


图 3.4-3 相邻地块历史影像图 (2013.08)

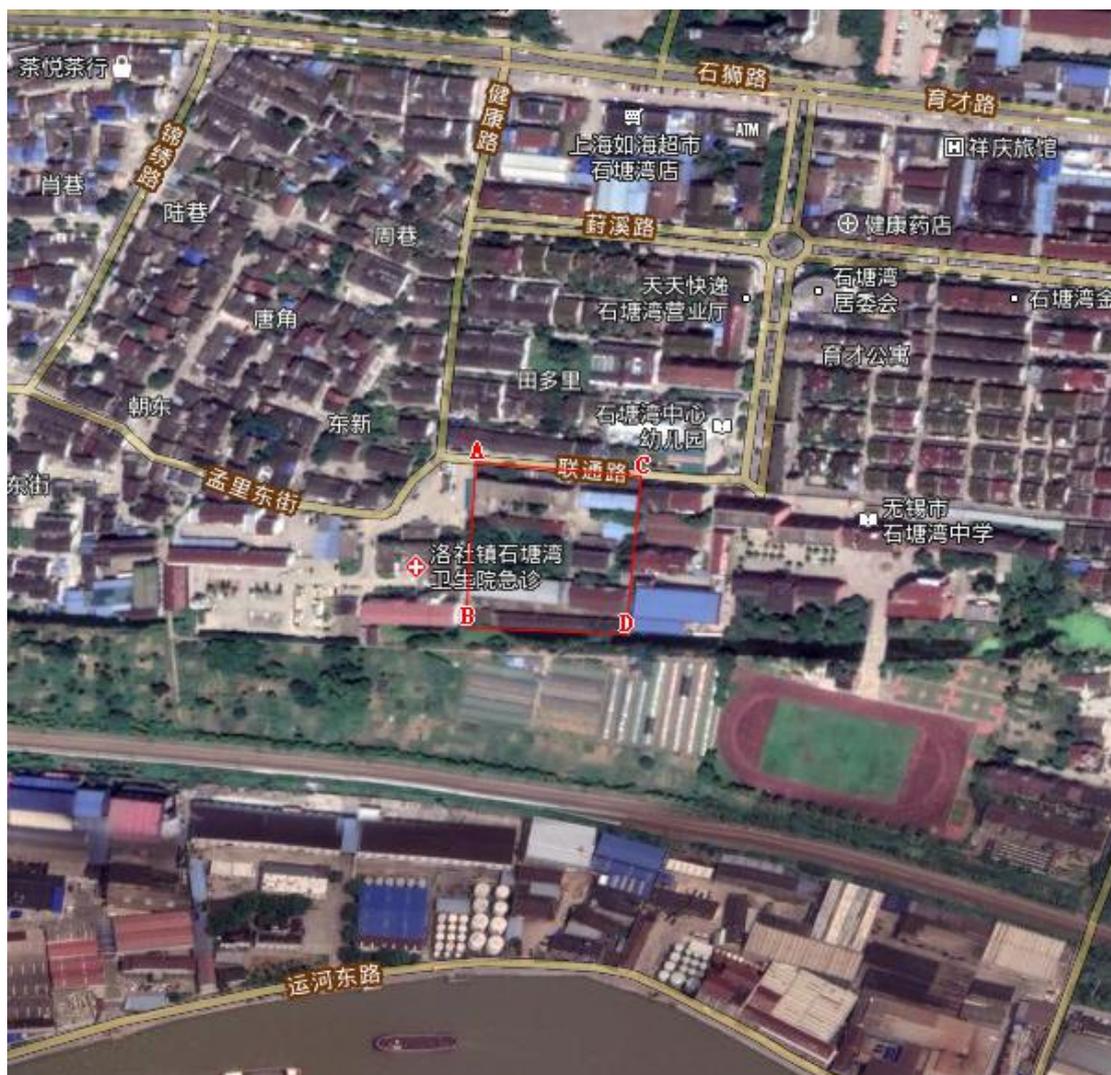


图 3.4-4 相邻地块历史影像图（2019.08）

3.4.2 相邻地块的使用现状

调查地块北侧为联通路，路北为田多里居民住宅和店面房、石塘湾中心幼儿园；东侧为无锡市石塘湾中学和教师住宅；南侧为小河、农田；西侧为洛社镇石塘湾卫生院。现状图片如表 3.4-1。

表 3.4-1 该地块相邻地块现状图

序号	方位	名称	现状
1	地块北侧		田多里居民住宅及店面房，一直有人居住。
2	地块东侧		教师住宅及石塘湾中学，现在使用中。
3	地块南侧		南侧有一条小河，河南面为农田。
4	地块西侧		西侧为洛社镇石塘湾卫生院，正在使用中。

3.5 第一阶段场地环境调查总结

根据前期人员访谈、收集到的地块历史资料和现场踏勘了解的情况，初步判断该地块历史上为工业用地，主要经营产品为针纺机械设备及配件的制造，加工。识别场地可能存在的潜在污染物类型如下：

①历史上针纺机械设备及配件的制造，加工时，会使用盐酸酸洗，可能给土壤和地下水带来 pH 污染；会使用油漆上漆，可能给土壤和地下水带来有机物的污染；机械维修会使用乳化剂等，可能给土壤和地下水带来石油烃的污染；钢材精加工、淬火等工序可能会给土壤和地下水带来重金属的污染。

②历史上袜机厂工作人员的日常人为活动可能给土壤和地下水带来重金属和有机物污染；

综上，结合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）相关要求，本次场地环境调查第一阶段识别出的关注的污染物包括 PH、重金属、有机物以及石油烃等。

4 工作计划

4.1 补充资料的分析

基于第一阶段土壤污染状况调查结果，土壤污染状况第二阶段调查无补充资料。

4.2 采样方案

4.2.1 监测范围、监测对象

本次土壤污染状况调查监测范围为无锡市石塘湾幼儿园新建工程项目地块红线范围。监测介质为场地内土壤和地下水。

4.2.2 监测布点方案

(1) 水平布点方案

本次调查地块历史上主要为工业用地，地块总面积 9043.57m²。通过对前期已收集资料的系统分析，结合人员访谈和场地现状调查的结果，采用系统布点法和专业判断法进行点位布设。整个地块采用系统布点法，按照 1600m² 网格布设土壤监测点位。同时根据专业判断在油漆、酸洗淬火车间布置监测点位。结合地块勘察资料中水文地质情况，在地块内布设地下水监测点位。

综上，土壤污染状况初步调查共布设土壤采样点 6 个，地下水采样点 3 个，土壤布点符合《建设用地土壤环境调查评估技术指南》要求。同时在地块东侧的空区域布设 1 个土壤和地下水对照点。实际调查采样时根据场地内实际情况，对采样点位置进行适当的调整。布点方案见图 4.2-1 所示。



图 4.2-1 监测布点图

(2) 垂直布点方案

根据调查地块地勘资料，勘察期间测得稳定水位标高 0.85~1.00m，据调查近 3~5 年最高潜水水位 1.50m。故本次采样深度设置为 6m。

对于所有监测点位，土壤采样深度设置为 6m，均采集表层和下层土壤，在 0-0.5m、0.5-1.0m、1.0-1.5m、1.5-2.0m、2.0-2.5m、2.5-3.0m、3.0-3.5m、3.5-4.0m、4.0-4.5m、4.5-5.0m、5.0-5.5m、5.5-6.0m 采集土壤样品。具体采样深度可根据现场采样及快速检测仪器检测（采用 PID 挥发性有机物分析仪和 XRF 手持式重金属分析仪）情况进行调整。

对于所有监测点位，地下水监测井制井深度约 6m。土孔钻探完成后，在套管中放入内径 60mm 的聚氯乙烯（PVC）管直至孔底。管子底部是由均匀切割出的带细缝的筛管，筛管以上到地面是白管。筛管长度由现场工程师根据地下水初见水位及地下水季节性的变化决定。筛管的位置应能够过滤最上层含水层，并适当高于地下水位，从而能够监测潜在的低密度污染物。地下水采样深度在监测井水面 0.5m 以下。

4.2.3 质量保证和质量控制计划

质保和质控计划采取现场质量保证和质量控制措施及实验室质量保证和质量控制措施。

(1) 现场质量保证和质量控制计划

①防止采样交叉污染

本次土壤污染状况调查现场通过 Geoprobe 采样,采用专用采样管收集土壤,避免土壤和钻探设备的直接接触过程。采样过程中佩戴一次性 PE 手套,每采集一个样品更换一次手套,避免不同样品之间的交叉污染。

②采集现场质量控制样

现场质量控制样包括现场平行样、运输空白样和全程序空白样。本次土壤污染状况调查现场质量控制平行样采集比例为 5%,每批次土壤或地下水样品均采集 1 个运输空白样和全程序空白样,以便了解运输途中及采样到分析全过程样品是否受到污染。

③现场采样记录

使用表格记录现场采样和现场监测情况,同时对土壤特征、可疑物质或异常现象等进行描述,保留现场相关影像记录,并进行整理归类。

(2) 实验室质量保证和质量控制计划

实验室测试将采取方法空白,实验室控制样,实验室平行样,基质加标样品及基质加标平行样品的检测分析对样品的检测质量进行控制,质控描述、目的和频次见下表。

表 4.2-1 实验室质量控制方案

类别	描述	目的	频次
方法空白 (MB)	在样品处理时与样品同时处理的相同基质的空白样	确认实验过程中是否存在污染,包括玻璃器皿,试剂等	1 个/20 个样品
实验室控制样 (LCS)	将目标化合物加入到空白基质中,与每批样品经完全相同的步骤进行处理和分析	确认目标化合物是否能够准确检出	1 个/20 个样品
实验室平行样 (DUP)	在每批样品中随机选择其中的一个样品,按分析所需量取两份,与其他样品同样处理	确认实验室对于该类基质测试的稳定性	1 个/10 个样品
基质加标样品 (MS)	每批样品中选择其中的一个样品,按分析所需量取两份,加入目标化合物,然后与样品一起,经完全相同的	确认样品基质对于目标化合物的影响及其稳定性	1 个/20 个样品
基质加标平行			

样 (MSD)	步骤进行处理和分析		
---------	-----------	--	--

4.2.4 采样、运输与安全防护计划

(1) 土壤样品采集、运输

样品采集采用“美国 Geoprobe 土壤及地下水钻井系统”。Geoprobe 设备是近年来专对土壤及地下水污染调查项目所设计研发产品，其特有的 Direct Push 直接压入功能，改良了过去传统设备会破坏土壤原状的缺点，提升了工作效率，有利于进行快速现场作业。

土壤采集方法参照《原状土取样技术标准》(JB89-92)中规定进行。不同点位的土壤取样前清洗钻头，用自来水和纯净水各清洗一遍后再次取样。取得的原状土样管按照技术规范要求进行切割，针对每段切割后的土壤样管进行观察记录，首先采集 VOCs 样品，之后每段土样封闭在管子里，送去实验室进行土样采集及检测分析。同时，土壤样品标明编号等采样信息，并做好现场记录。所有样品采集后及时放入装有冷冻蓝冰的低温保温箱中，及时送至实验室进行分析。在样品运送过程中，确保了保温箱能满足样品对低温的要求。

对于土壤样品挥发性有机物的采样，参照《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ1019-2019)中规定进行。使用非扰动采样器采集土壤样品。若使用一次性塑料注射器采集土壤样品，针筒部分的直径应能够伸入 40ml 土壤样品瓶的颈部。针筒末端的注射器部分在采样之前应切断。若使用不锈钢专用采样器，采样器需配有助推器，可将土壤推入样品瓶中。不应使用同一非扰动采样器采集不同采样点位或深度的土壤样品。

(2) 地下水样品采集、运输

监测井设立方法参照《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2004)。在进行地下水样品采集前进行洗井，确保采集的水样可以代表周边含水层中地下水，防止因井体中地下水长期处于顶空状态下发生变化。洗井时采用贝勒管进行，洗井汲水速率均小于 2.5L/min，以适当流速抽除 3 至 5 倍的井柱水体积，记录抽水开始时间，同时量测并记录汲出水的 pH 值、电导率及现场量测时间。并观察汲出水有无颜色、异样气味及杂质等，作好记录。洗井期间现场量测至少五次以上，直到最后连续三次符合各项参数之稳定标准，其量测值之偏差范围如下：①水质参数：稳定标准；②pH：±0.2；③电导率：±3%。

在洗井完成后水位稳定再用贝勒管取样，每个水井使用一根贝勒管，避免交叉污染，装瓶时先用所取水样润洗瓶子，然后盛满，加入保护剂，以保证运至分析单位的样品质量。地下水样品采集后，及时放于装有冷冻蓝冰的 4℃低温保温箱中。

（3）安全防护计划

为确保现场工作过程人员的安全、健康，并保证现场工作的质量，减少对环境的影响，制定健康和安全生产计划。所有现场工作人员均需按照该计划中规定的程序进行工作。

- ①现场工作开始前，由现场安全经理对现场工作人员进行健康和安全生产培训；
- ②钻探作业开始前，由现场工程师对钻探设备的安全及可靠性进行最后检查；
- ③所有现场作业人员均要求佩戴合乎标准的个人劳防用品。

（4）样品的保存与流转

土壤样品保存方法参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）和全国土壤污染状况详查相关技术规定执行，地下水样品保存方法参照《地下水质量标准》（HJ/T14848-2017）和《全国土壤污染状况详查地下水样品分析方法技术规范》执行。

为确保样品 12 小时内送达实验室，检测实验室均配备车载冰箱的样品运输车，保证流转环节冷藏运输。

具体地块采样安排见下表 4.2-2。

表 4.2-2 地块采样工作安排

样品类型	测试项目分类名称	测试项目	分装容器及规格	保护剂	采样量(体积/重量)	样品保存条件	运输及计划送达时间	保存时间(d)	检测实验室	检测实验室
土壤	32090412600 17-土壤重金属 7 项	砷、镉、铬(六价)、铜、铅、汞、镍	自封袋	/	0.8kg	小于4°C冷藏	汽车一日内送达	28	苏州汉宣检测科技有限公司	中认英泰检测技术有限公司
土壤	32090412600 17-土壤 VOCs27 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、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯	40mL 棕色 VOC 样品瓶	甲醇	3 份 5 g 左右装入含有保护剂的样品瓶+1 份装满 40 mL 样品瓶(不含保护剂)	小于4°C冷藏	汽车一日内送达	7	苏州汉宣检测科技有限公司	中认英泰检测技术有限公司
土壤	32090412600 17-土壤 SVOCs11 项	硝基苯、苯胺、2-氯酚、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	125mL 棕色玻璃瓶	/	装满	小于4°C冷藏	汽车一日内送达	10	苏州汉宣检测科技有限公司	中认英泰检测技术有限公司
土壤	32090412600 17-土壤总石油烃	总石油烃	125mL 棕色玻璃瓶	/	装满	小于4°C冷藏	汽车一日内送达	10	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	32090412600 17-地下水重金属 5 项	砷、镉、铜、铅、镍	500mL 聚乙烯瓶	加硝酸, pH≤2	500ml	小于4°C冷藏	汽车一日内送达	14	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	32090412600 17-地下水重	铬(六价)	1000mL 棕色玻璃瓶	加氢氧化钠, 调 pH 约	1000mL	/	汽车一日内送达	1	/	中认英泰检测技术

样品类型	测试项目分类名称	测试项目	分装容器及规格	保护剂	采样量(体积/重量)	样品保存条件	运输及计划送达时间	保存时间(d)	检测实验室	检测实验室
	金属 1 项			至 8/						有限公司
地下水	32090412600 17-地下水重 金属 1 项	汞	500mL 聚乙烯瓶	加入 2.5mL 盐酸	500 mL	/	汽车一日内送达	14	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	32090412600 17-地下水 VOCs27 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、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯	40 mL 棕色 VOC 样品瓶	40 mL 样品瓶需预先加入 25 mg 抗坏血酸，加适量盐酸溶液使样品 pH≤2	40 mL	小于 4°C 冷藏	汽车一日内送达	14	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	32090412600 17-地下水 SVOCs11 项	硝基苯、苯胺、2-氯酚、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	1000ml 棕色玻璃瓶	4 样品瓶需预先加入 80 mg 抗坏血酸，加适量盐酸溶液使样品 pH≤2	1000ml	小于 4°C 冷藏	汽车一日内送达	7	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	32090412600 17-地下水总 石油烃	可萃取性石油烃 (C10-C40)	棕色玻璃瓶	加盐酸, pH≤2	1000ml	小于 4°C 冷藏	汽车一日内送达	14	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	32090412600 17-地下水亚	亚硝酸盐	聚乙烯瓶	加硫酸, pH≤2	1L	4°C 冷藏	汽车一日内送达	原样保存 10	/	中认英泰检测技术

样品类型	测试项目分类名称	测试项目	分装容器及规格	保护剂	采样量(体积/重量)	样品保存条件	运输及计划送达时间	保存时间(d)	检测实验室	检测实验室
	硝酸盐									有限公司
地下水	总硬度	总硬度	聚乙烯瓶	加浓硝酸,使pH在1.5左右	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存10	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	高锰酸盐指数	高锰酸盐指数	聚乙烯瓶	加入硫酸至pH<2	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存2	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	氨氮	氨氮	聚乙烯瓶	加入硫酸至pH<2	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存7	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	阴离子表面活性剂LAS	阴离子表面活性剂LAS	125mL棕色玻璃瓶	1%甲醛	装满	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存4	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	氰化物	氰化物	聚乙烯瓶	加氢氧化钠使pH>12	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存1	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	挥发酚	挥发酚	125mL棕色玻璃瓶	加NaOH调PH>12	装满	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存1	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	硫化物	硫化物	棕色玻璃瓶	每升水样加入1ml氢氧化钠溶液和2ml乙酸锌-	装满	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存7	/	中认英泰检测技术有限公司

样品类型	测试项目分类名称	测试项目	分装容器及规格	保护剂	采样量(体积/重量)	样品保存条件	运输及计划送达时间	保存时间(d)	检测实验室	检测实验室
				乙酸钠溶液						
地下水	氯化物	氯化物	聚乙烯瓶	/	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存14	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	氟化物	氟化物	聚乙烯瓶	/	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存30	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	硝酸盐	硝酸盐	聚乙烯瓶	/	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存7	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	硫酸盐	硫酸盐	聚乙烯瓶	/	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存30	/	中认英泰检测技术有限公司
地下水	碘化物	碘化物	聚乙烯瓶	加入氢氧化钠至 pH≈12	1L	4℃冷藏	汽车一日内送达	原样保存1	/	中认英泰检测技术有限公司

4.3 分析检测方案

4.3.1 检测项目

本次土壤和地下水样品分析的测定项目包括《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中7种重金属(表1中第1项~第7项)、27种挥发性有机物(表1中第8项~第34项)和11种半挥发性有机物(表1中第35项~第45项);此外,根据场地历史污染识别,选测了pH及GB36600-2018表2石油烃指标。地下水另加《地下水质量标准》

(GB/T14848-2017)表1基本项指标。具体检测因子详见表4.3-1,土壤样品的检测方法见表4.3-2,4.3-3。

表 4.3-1 检测指标

序号	检测项目	因子	备注
1	pH	pH	
2	重金属	砷、镉、六价铬、铜、铅、镍、汞	
3	VOCs	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、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯	土壤、地下水均有
4	SVOCs	硝基苯、苯胺、2-氯酚、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	其他检测因子	石油烃	
6	其他指标	碘化物、氰化物、亚硝酸盐(以N计)、硝酸盐(以N计)、氟化物、硫化物、氨氮、高锰酸盐指数、挥发酚、溶解性总固体、总硬度、Cl ⁻ 、SO ₄ ²⁻ 、阴离子表面活性剂、硒、锰、铝、钠、铁	地下水独有

表 4.3-2 检测方法（苏州汉宣检测科技有限公司）

类别	技术说明						
	分析指标	方法	主要设备	型号	实验室设备 编号	检出限	控制指标
土样	pH 值	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ962-2018	pH 计	FE28 型	A-1-121	/	6-9
	砷	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定原子 荧光法 第 2 部分：土壤中总砷的测定 GB/T 22105.2-2008	原子荧光光度计	AFS-8220 型	A-1-119	0.01mg/kg	20mg/kg
	镉	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸 收分光光度法 GB/T 17141-1997	石墨炉原子吸收光 谱仪	PinAAcle 900Z 型	A-1-118	0.01mg/kg	20mg/kg
	铜	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测 定 火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2019	火焰原子吸收光谱 仪	PinAAcle 500 型	A-1-104	1mg/kg	2000mg/kg
	铅	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸 收分光光度法 GB/T 17141-1997	石墨炉原子吸收光 谱仪	PinAAcle 900Z 型	A-1-105	0.1mg/kg	400mg/kg
	汞	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定原子 荧光法 第 1 部分：土壤中总汞的测定 GB/T 22105.1-2008	原子荧光光度计	AFS-8220 型	A-1-119	0.002mg/kg	8mg/kg
	镍	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测 定 火焰原子吸收 分光光度法 HJ491-2019	火焰原子吸收光谱 仪	PinAAcle 500 型	A-1-104	3mg/kg	150mg/kg
	六价铬	固体废物 六价铬的测定 碱消解/火焰 原子吸收分光光度法 HJ687-2014	火焰原子吸收光谱 仪	PinAAcle 500 型	A-1-103	2mg/kg	3.0mg/kg
	四氯化碳	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱质谱法 HJ605-2011	气相色谱-质谱联 用仪	Agilent7890B &5977B 型	A-1-097	0.0013mg/kg	0.9mg/kg
	氯仿					0.0011mg/kg	0.3mg/kg

氯甲烷					0.0010mg/kg	12mg/kg
1,1-二氯乙烷					0.0012mg/kg	3mg/kg
1,2-二氯乙烷					0.0013mg/kg	0.52mg/kg
1,1-二氯乙烯					0.0010mg/kg	12mg/kg
顺式-1,2-二氯乙烯					0.0013mg/kg	66mg/kg
反式-1,2-二氯乙烯					0.0014mg/kg	10mg/kg
二氯甲烷					0.0015mg/kg	94mg/kg
1,2-二氯丙烷					0.0011mg/kg	1mg/kg
1,1,1,2-四氯乙烷					0.0012mg/kg	2.6mg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷					0.0012mg/kg	1.6mg/kg
四氯乙烯					0.0014mg/kg	11mg/kg
1,1,1-三氯乙烷					0.0013mg/kg	701mg/kg
1,1,2-三氯乙烷					0.0012mg/kg	0.6mg/kg
三氯乙烯					0.0012mg/kg	0.7mg/kg
1,2,3-三氯丙烷					0.0012mg/kg	0.05mg/kg
氯乙烯					0.0010mg/kg	0.12mg/kg
苯					0.0019mg/kg	1mg/kg
氯苯					0.0012mg/kg	68mg/kg
1,2-二氯苯					0.0015mg/kg	560mg/kg
1,4-二氯苯					0.0015mg/kg	5.6mg/kg
乙苯					0.0012mg/kg	7.2mg/kg
苯乙烯					0.0011mg/kg	1290mg/kg
甲苯					0.0013mg/kg	1200mg/kg
间,对-二甲苯					0.0012mg/kg	163mg/kg
邻-二甲苯					0.0012mg/kg	222mg/kg

	硝基苯	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 HJ834-2017	气相色谱-质谱联 用仪	GCMS-QP202 0 型	A-1-067	0.09mg/kg	34mg/kg
	苯胺					0.1mg/kg	92mg/kg
	2-氯酚					0.06mg/kg	250mg/kg
	苯并[a]蒽					0.1mg/kg	5.5mg/kg
	苯并[a]芘					0.1mg/kg	0.55mg/kg
	苯并[b]荧蒽					0.2mg/kg	5.5mg/kg
	苯并[k]荧蒽					0.1mg/kg	55mg/kg
	蒎					0.1mg/kg	490mg/kg
	二苯并[a, h]蒽					0.1mg/kg	0.55mg/kg
	茚并[1,2,3-cd]芘					0.1mg/kg	5.5mg/kg
	萘					0.09mg/kg	25mg/kg

表 4.3-3 检测方法（中认英泰检测技术有限公司）

类别	技术说明						
	分析指标	方法	主要设备	型号	实验室设备 编号	检出限	控制指标
土样	pH 值	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018	pH 计	/	ITCT200403	/	6-9
	砷	土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王 水提取-电感耦合等离子体质谱法 HJ 803-2016	电感耦合等离子体 质谱仪	ICPMC	ITCT181106	0.01mg/kg	20mg/kg
	镉	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸 收分光光度法 GB/T 17141-1997	火焰/石墨炉原子 吸收分光光度计	AA	ITCR180513	0.01mg/kg	20mg/kg

铜	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019	火焰/石墨炉原子吸收分光光度计	AA	ITCR180513	1mg/kg	2000mg/kg
铅	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 GB/T 17141-1997	火焰/石墨炉原子吸收分光光度计	AA	ITCR180513	0.1mg/kg	400mg/kg
汞	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680-2013	原子荧光分光光度计	AFS	ITCR180444	0.002mg/kg	8mg/kg
镍	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019	火焰/石墨炉原子吸收分光光度计	AA	ITCR180513	3mg/kg	150mg/kg
六价铬	六价铬离子的碱性消解法 USEPA 3060A-1996 比色法测定六价铬离子 USEPA 7196A-1992	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.5mg/kg	3.0mg/kg
四氯化碳	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法 HJ 605-2011	吹扫捕集-气相色谱质谱联用仪	PT-GCMS	ITCR180504	0.0013mg/kg	0.9mg/kg
氯仿					0.0011mg/kg	0.3mg/kg
氯甲烷					0.0010mg/kg	12mg/kg
1,1-二氯乙烷					0.0012mg/kg	3mg/kg
1,2-二氯乙烷					0.0013mg/kg	0.52mg/kg
1,1-二氯乙烯					0.0010mg/kg	12mg/kg
顺式-1,2-二氯乙烯					0.0013mg/kg	66mg/kg
反式-1,2-二氯乙烯					0.0014mg/kg	10mg/kg
二氯甲烷					0.0015mg/kg	94mg/kg
1,2-二氯丙烷					0.0011mg/kg	1mg/kg

1,1,1,2-四氯乙烷					0.0012mg/kg	2.6mg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷					0.0012mg/kg	1.6mg/kg
四氯乙烯					0.0014mg/kg	11mg/kg
1,1,1-三氯乙烷					0.0013mg/kg	701mg/kg
1,1,2-三氯乙烷					0.0012mg/kg	0.6mg/kg
三氯乙烯					0.0012mg/kg	0.7mg/kg
1,2,3-三氯丙烷					0.0012mg/kg	0.05mg/kg
氯乙烯					0.0010mg/kg	0.12mg/kg
苯					0.0019mg/kg	1mg/kg
氯苯					0.0012mg/kg	68mg/kg
1,2-二氯苯					0.0015mg/kg	560mg/kg
1,4-二氯苯					0.0015mg/kg	5.6mg/kg
乙苯					0.0012mg/kg	7.2mg/kg
苯乙烯					0.0011mg/kg	1290mg/kg
甲苯					0.0013mg/kg	1200mg/kg
间,对-二甲苯					0.0012mg/kg	163mg/kg
邻-二甲苯					0.0012mg/kg	222mg/kg
硝基苯					土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用 仪
苯胺	0.1mg/kg	92mg/kg				
2-氯酚	0.06mg/kg	250mg/kg				
苯并[a]蒽	0.1mg/kg	5.5mg/kg				
苯并[a]芘	0.1mg/kg	0.55mg/kg				
苯并[b]荧蒽	0.2mg/kg	5.5mg/kg				
苯并[k]荧蒽	0.1mg/kg	55mg/kg				
蒽	0.1mg/kg	490mg/kg				

	二苯并[a, h]蒽					0.1mg/kg	0.55mg/kg
	茚并[1,2,3-cd]芘					0.1mg/kg	5.5mg/kg
	萘					0.09mg/kg	25mg/kg
	石油烃 (C10-C40)	土壤和沉积物 石油烃 (C10-C40) 的测定 气相色谱法 HJ 1021-2019	气相色谱仪	GC	ITCR180505	6mg/kg	826mg/kg
水样	pH 值	水质 pH 值的测定 玻璃电极法 GB/T 6920-1986	pH 计	/	ITCT200403	/	5.5≤pH< 6.5 或 8.5< pH≤9.0
	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 GB/T 7467-1987	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.004mg/L	0.10mg/L
	碘化物	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 比色法 GB/T 5750.5-2006(11.2)	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.05mg/L	0.50mg/L
	氰化物	水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法 HJ 484-2009	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.004mg/L	0.1mg/L
	亚硝酸盐 (以 N 计)	水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法 GB/T 7493-1987	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.003mg/L	4.80mg/L
	硝酸盐 (以 N 计)	水质 硝酸盐氮的测定 紫外分光光度法 HJ/T 346-2007	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.08mg/L	30.0mg/L
	氟化物	水质 氟化物的测定 离子选择电极法 GB/T 7484-1987	氟离子计	/	ITCR180427	0.05mg/L	2.0mg/L
	硫化物	生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 N, N-二乙基对苯二胺分光光度法 GB/T 5750.5-2006(6.1)	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.02mg/L	0.10mg/L

氨氮	水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 HJ 535-2009	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.025mg/L	1.50mg/L
高锰酸盐指数	水质 高锰酸盐指数的测定 GB/T 11892-1989	25mL 棕色滴定管	/	ITCR180493	0.5mg/L	10.0mg/L
挥发酚	水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分 光光度法 HJ 503-2009	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.0003mg/L	0.01mg/L
溶解性总固体	生活饮用水标准检验方法 感官性状和 物理指标 GB/T 5750.4-2006(8.8.1)	万分位电子天平	/	ITCR07008	/mg/L	2000mg/L
总硬度	水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法 GB/T 7477-1987	50mL 滴定管	/	ITCR180494	5mg/L	650mg/L
Cl ⁻ 、	水质 无机阴离子 (F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ²⁻ 、Br ⁻ 、 NO ³⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻) 的测定 离 子色谱法 HJ 84-2016	离子色谱仪	/	ITCR180514	0.007mg/L	350mg/L
SO ₄ ²⁻					0.018mg/L	350mg/L
阴离子表面活性剂	水质 阴离子表面活性剂的测定 亚甲基 蓝分光光度法 GB/T 7494-1987	紫外可见分光光度计	/	ITCT181109	0.05mg/L	0.3mg/L
石油烃 (C10-C40)	水质 可萃取性石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) 的测定 气相色谱法 HJ 894-2017	气相色谱仪	GC	ITCR180505	0.01mg/L	/
汞	水质汞、砷、硒、铋、锑的测定 原子荧 光法 HJ 694-2014	原子荧光分光光度计	AFS	ITCR180444	0.04μg/L	2μg/L
钠	水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光 光度法 GB/T 11904-1989	火焰/石墨炉原子 吸收分光光度计	AA	ITCR180513	0.01mg/L	400mg/L
铁	水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光 光度法 GB/T 11911-1989	火焰/石墨炉原子 吸收分光光度计	AA	ITCR180513	0.03mg/L	2.0mg/L
砷	水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子 体	电感耦合等离子体	ICPMS	ITCT181106	0.12μg/L	50μg/L

铜	体质谱法 HJ 700-2014	质谱仪			0.08μg/L	1500μg/L
镉					0.05μg/L	10μg/L
铅					0.09μg/L	100μg/L
锌					0.67μg/L	5000μg/L
硒					0.41μg/L	100μg/L
锰					0.12μg/L	1500μg/L
铝					1.15μg/L	500μg/L
四氯化碳	水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法 HJ 639-2012	吹扫捕集-气相色谱 质谱联用仪	PT-GCMS	ITCR180504	1.5μg/L	50μg/L
氯仿（三氯甲烷）					1.4μg/L	300μg/L
1,1-二氯乙烷					1.2μg/L	/
1,2-二氯乙烷					1.4μg/L	40μg/L
1,1-二氯乙烯					1.2μg/L	60μg/L
顺式-1,2-二氯乙烯					1.2μg/L	60μg/L
反式-1,2-二氯乙烯					1.1μg/L	
二氯甲烷					1.0μg/L	500μg/L
1,2-二氯丙烷					1.2μg/L	60μg/L
1,1,1,2-四氯乙烷					1.5μg/L	/
1,1,2,2-四氯乙烷					1.1μg/L	/
四氯乙烯					1.2μg/L	300μg/L
1,1,1-三氯乙烷					1.4μg/L	4000μg/L
1,1,2-三氯乙烷					1.5μg/L	60μg/L
三氯乙烯					1.2μg/L	210μg/L

1,2,3-三氯丙烷						1.2µg/L	/
氯乙烯						1.5µg/L	90µg/L
苯						1.4µg/L	120µg/L
氯苯						1.0µg/L	600µg/L
1,2-二氯苯						0.8µg/L	2000µg/L
1,4-二氯苯						0.8µg/L	600µg/L
乙苯						0.8µg/L	600µg/L
苯乙烯						0.6µg/L	40µg/L
甲苯						1.4µg/L	1400µg/L
间,对-二甲苯						2.2µg/L	1000µg/L
邻-二甲苯						1.4µg/L	
氯甲烷						生活饮用水标准检验方法 有机物指标 吹脱捕集/气相色谱-质谱法 GB/T 5750.8-2006 附录 A	吹扫捕集-气相色 谱质谱联用仪
硝基苯	分液漏斗液液萃取法 USEPA 3510C-1996 半挥发性有机物 气相色谱 -质谱法 USEPA 8270E-2018	气相色谱质谱联用 仪	GCMS	ITCT190339	1.0µg/L	/	
苯胺					1.0µg/L	/	
2-氯酚					1.0µg/L	/	
苯并[a]蒽					1.0µg/L	/	
苯并[a]芘					0.10µg/L	0.5µg/L	
苯并[b]荧蒽					1.0µg/L	8.0µg/L	
苯并[k]荧蒽					1.0µg/L	/	
蒽					1.0µg/L	/	
二苯并[a, h]蒽					1.0µg/L	/	
茚并[1,2,3-cd]芘					1.0µg/L	/	
萘					1.0µg/L	600µg/L	

4.3.2 检测单位的选择

本项目的样品检测委托苏州汉宣检测科技有限公司进行,后补测委托中认英泰检测技术有限公司进行。苏州汉宣检测科技有限公司和中认英泰检测技术有限公司具有中国计量认证(CMA)资质。

4.3.3 实验室送检计划

根据场地潜在污染识别结果和污染物迁移转化的一般规律,表层土壤潜在污染可能性比下层土壤高,故本次土壤污染状况调查送检样品时,将表层土壤样品均安排实验室检测,此外,结合现场土壤性状、取样情况、快速检测结果,对于钻探深度为6m的土壤监测点位,再选择3组不同深度的土壤样品实验室送检;

同时,结合现场快速检测数据和各点位实际采样过程中发现的土层分布情况,对现场快速检测结果偏高、土壤性状异常的土壤样品优先安排实验室送检。地下水样品均送实验室检测。同时采集现场质量控制平行样、全程序空白样、运输空白样实验室送检。

检测因子为《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项基本项目、表2中的石油烃以及pH。

5 现场采样和实验室分析

5.1 现场探测方法和程序

现场采样前对场地进行了再次勘探，地块内未发现管线、沟槽、储罐等设施，与结合前期资料收集、人员访谈情况相吻合。

5.2 采样方法和程序

5.2.1 现场布点

按照制订的土壤污染状况调查采样方案进行采样，保证样品具有代表性，现场标识做好点位标记并做好记录。调查地块共布设 6 个土壤监测点位（S1~S6），布设 3 口地下水监测井（D1~D3），同时在地块东侧未经扰动的空区域布设 1 个土壤和地下水对照点位（DZ）。

5.2.2 现场取样

采用直接贯入技术的 Geoprobe 取样设备采集土壤样品和构建地下水监测井。土壤采集方法参照《原状土取样技术标准》（JB/T89-92）和《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019-2019）中规定进行。监测井设立方法参照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）。

土壤样品分表层土壤和下层土壤。下层土壤的采样深度考虑污染物可能释放和迁移的深度（如地下管线和储槽埋深）、污染物性质、土壤的质地和孔隙度、地下水位和回填土等因素。采集含挥发性污染物的样品时，应尽量减少对样品的扰动，严禁对样品进行均质化处理。土壤样品采集后，应根据污染物理化性质等，选用合适的容器保存。土壤采样时应进行现场记录，主要包括：样品名称和编号、气象条件、采样时间、采样位置、采样深度、样品质地、样品的颜色和气味、现场检测结果以及采样人员等。

地下水采样构建地下水监测井。监测井的建设过程分为设计、钻孔、过滤管和井管的选择和安装、滤料的选择和装填，以及封闭和固定等。所用的设备和材料应清洗除污，建设结束后需及时进行洗井。

场地内共布设 3 口地下水监测井，土壤采样过程中产生的剩余土壤回填原采样处，地下水采样过程中产生的洗井废水使用固定容器收集后排放至污水管网。

5.2.3 现场快速检测

土壤样品采集过程中利用 PID 和 XRF 对土壤样品进行快速检测和筛选。现场快速检测过程中土壤样品检出重金属种类主要有铬、铜、锌、镍、砷、铅，XRF 和 PID 速测结果统计见下表。

表 5.2-1 现场快速检测结果统计

指标	地块内土壤		对照点样品	
	最小值 (ppm)	最大值 (ppm)	最小值 (ppm)	最大值 (ppm)
PID	0	2.6	0.7	1.2
铬	44	137	42	66
镍	19	74	27	41
铜	14	54	9	17
锌	26	167	/	/
砷	6	19	ND	2
镉	ND	14	ND	ND
汞	ND	8	ND	ND
铅	8	61	10	14

采集地下水样前，使用贝勒管对各个监测井进行洗井，并现场测定酸碱度、温度和电导率等参数，现场参数测试结果见表 5.2-2。

表 5.2-2 地下水现场测试参数表

监测井编号	pH 值	温度 (°C)	电导率 (μs/cm)	溶解氧 (mg/L)	氧化还原点位 (mV)	井口水位埋深 (m)
D1	7.29	20.7	647	2.49	/	1.51
D2	7.32	21.1	853	0.83	/	0.73
D3	7.29	20.8	679	2.36	/	1.02
DZ	7.26	21.7	547	5.19	/	0.53

5.2.4 实验室送检

分析 XRF 和 PID 快检数据可知，调查地块土壤快速检测数据均处于较低水平，未有明显异常和偏高情况。

场地内土壤按照计划的送检原则，对于钻探深度为 6m 的土壤监测点位选取 0-0.5m，1.0-1.5m，2.5-3.0m，5.0-5.5m 处的土壤样品进行实验室送检。

场地内共布设 3 口地下水监测井。

本次场地环境调查共计送检土壤样品 24 组，地下水样品 3 组，工作量统计表见表 5.2-3。

表 5.2-3 地块内采样及送检工作量统计（个）

监测介质	点位数量	采集样品数	送检样品数
土壤	6	72	24
地下水	3	3	3

注：本表格统计时送检样品数量不包含平行样。

表 5.2-3 现场采样情况记录汇总

钻孔 编号	点位坐标		最大 钻探 深度	采样日期	检测 介质	采集 样品	取样深度 (m)	PID 读 数 (ppm)	筛选送检样品及检测指标					
	东经	北纬							pH	重金 属	VOC	SVOC	石油 烃类	
S1	120° 13'11.89396"	31° 38'57.29920"	3.0m	2020.03.16	土	S1-1	0-0.5	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S1-2	0.6-1.0	0.0						
				2020.03.16	土	S1-3	1.1-1.5	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S1-4	1.6-2.0	0.0						
				2020.03.16	土	S1-5	2.1-2.5	0.0						
				2020.03.16	土	S1-6	2.6-3.0	0.0	√	√	√	√		
					2020.03.16	土	S1-6p	/	/	√	√	√	√	
	120° 13' 9.99987"	31° 38' 57.69201"	6.0m	2020.05.25	土	S1-7	3.0-3.5	0.0						
				2020.05.25	土	S1-8	3.5-4.0	0.0						
				2020.05.25	土	S1-9	4.0-4.5	0.0						
				2020.05.25	土	S1-10	4.5-5.0	0.0						
				2020.05.25	土	S1-11	5.0-5.5	0.0	√	√	√	√	√	
2020.05.25				土	S1-12	5.5-6.0	1.5							
S2	120° 13'11.70539"	31° 38'55.27865"	3.0m	2020.03.16	土	S2-1	0-0.5	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S2-2	0.6-1.0	0.0						
				2020.03.16	土	S2-3	1.1-1.5	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S2-4	1.6-2.0	0.0						
				2020.03.16	土	S2-5	2.1-2.5	0.0						

				2020.03.16	土	S2-6	2.6-3.0	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S2-1p	/	/	√	√	√	√		
	120° 13' 11.99866"	31° 38' 57.54717"	6.0m	2020.05.25	土	S2-7	3.0-3.5	0.0						
				2020.05.25	土	S2-8	3.5-4.0	0.0						
				2020.05.25	土	S2-9	4.0-4.5	0.0						
				2020.05.25	土	S2-10	4.5-5.0	0.0						
				2020.05.25	土	S2-11	5.0-5.5	0.0	√	√	√	√	√	
2020.05.25	土	S2-12	5.5-6.0	1.2										
S3	120° 13'09.59271"	31° 38'55.45571"	3.0m	2020.03.16	土	S3-1	0-0.5	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S3-2	0.6-1.0	0.0						
				2020.03.16	土	S3-3	1.1-1.5	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S3-4	1.6-2.0	0.0						
				2020.03.16	土	S3-5	2.1-2.5	0.0						
				2020.03.16	土	S3-6	2.6-3.0	0.0	√	√	√	√		
	120° 13' 9.89366"	31° 38' 55.68357"	6.0m	2020.05.25	土	S3-7	3.0-3.5	0.0						
				2020.05.25	土	S3-8	3.5-4.0	0.0						
				2020.05.25	土	S3-9	4.0-4.5	0.0						
				2020.05.25	土	S3-10	4.5-5.0	0.0						
				2020.05.25	土	S3-11	5.0-5.5	0.0	√	√	√	√	√	
				2020.05.25	土	S3-12	5.5-6.0	1.1						
S4	120° 13'09.70737"	31° 38'57.50366"	3.0m	2020.03.16	土	S4-1	0-0.5	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S4-2	0.6-1.0	0.0						
				2020.03.16	土	S4-3	1.1-1.5	0.0	√	√	√	√		
				2020.03.16	土	S4-4	1.6-2.0	0.0						

				2020.03.16	土	S4-5	2.1-2.5	0.0					
				2020.03.16	土	S4-6	2.6-3.0	0.0	√	√	√	√	
	120° 13' 11.92141"	31° 38' 55.41320"	6.0m	2020.05.25	土	S4-7	3.0-3.5	0.0					
2020.05.25				土	S4-8	3.5-4.0	0.0						
2020.05.25				土	S4-9	4.0-4.5	0.0						
2020.05.25				土	S4-10	4.5-5.0	0.0						
2020.05.25				土	S4-11	5.0-5.5	0.0	√	√	√	√	√	
2020.05.25				土	S4-12	5.5-6.0	1.1						
2020.05.25				土	S5-1	0-0.5	2.0	√	√	√	√	√	
S5	120° 13' 9.96125"	31° 38' 56.61054"	6.0m	2020.05.25	土	S5-2	0.6-1.0	0.0					
2020.05.25				土	S5-3	1.1-1.5	2.6	√	√	√	√	√	
2020.05.25				土	S5-4	1.6-2.0	0.0						
2020.05.25				土	S5-5	2.1-2.5	0.0						
2020.05.25				土	S5-6	2.6-3.0	1.1	√	√	√	√	√	
2020.05.25				土	S5-7	3.0-3.5	0.0						
2020.05.25				土	S5-8	3.5-4.0	0.0						
2020.05.25				土	S5-9	4.0-4.5	0.0						
2020.05.25				土	S5-10	4.5-5.0	0.0						
2020.05.25				土	S5-11	5.0-5.5	0.0	√	√	√	√	√	
2020.05.25				土	S5-12	5.5-6.0	0.5						
S6				120° 13' 11.84416"	31° 38' 56.49467"	6.0m	2020.05.25	土	S6-1	0-0.5	1.8	√	√
2020.05.25	土	S6-2	0.6-1.0				0.0						
2020.05.25	土	S6-3	1.1-1.5				1.9	√	√	√	√	√	
2020.05.25	土	S6-4	1.6-2.0				0.0						
2020.05.25	土	S6-5	2.1-2.5				0.0						

				2020.05.25	土	S6-6	2.6-3.0	1.3	√	√	√	√	√
				2020.05.25	土	S6-7	3.0-3.5	0.0					
				2020.05.25	土	S6-8	3.5-4.0	0.0					
				2020.05.25	土	S6-9	4.0-4.5	0.0					
				2020.05.25	土	S6-10	4.5-5.0	0.0					
				2020.05.25	土	S6-11	5.0-5.5	0.0	√	√	√	√	√
				2020.05.25	土	S6-12	5.5-6.0	1.0					
D1	120° 13' 9.99987"	31° 38' 57.69201"	6.0m	2020.06.07	水	D1	/	/	√	√	√	√	√
D2	120° 13' 11.84416"	31° 38' 56.49467"	6.0m	2020.06.07	水	D2	/	/	√	√	√	√	√
D3	120° 13' 9.89366"	31° 38' 55.68357"	6.0m	2020.06.07	水	D3	/	/	√	√	√	√	√
				2020.05.25	土	DZ-1	0-0.5	1.2	√	√	√	√	√
				2020.05.25	土	DZ-2	0.6-1.0	0.0					
				2020.05.25	土	DZ-3	1.1-1.5	1.0	√	√	√	√	√
				2020.05.25	土	DZ-4	1.6-2.0	0.0					
				2020.05.25	土	DZ-5	2.1-2.5	0.0					
				2020.05.25	土	DZ-6	2.6-3.0	1.1	√	√	√	√	√
				2020.05.25	土	DZ-7	3.0-3.5	0.0					
				2020.05.25	土	DZ-8	3.5-4.0	0.0					
				2020.05.25	土	DZ-9	4.0-4.5	0.0					
				2020.05.25	土	DZ-10	4.5-5.0	0.0					
				2020.05.25	土	DZ-11	5.0-5.5	0.0	√	√	√	√	√
				2020.05.25	土	DZ-12	5.5-6.0	0.7					
					水	DZ	/	/	√	√	√	√	√
DZ	120° 13' 13.55326"	31° 38' 56.94850"	6.0m										

5.3 实验室分析

本次土壤污染状况调查地块内土壤样品检出重金属 7 项（砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬）和石油烃，挥发性有机物、半挥发性有机物指标均未检出。地下水样品检出重金属 11 项（铜、砷、镉、汞、铅、锌、硒、锰、铝、钠、铁）、石油烃、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氨氮、高锰酸盐指数、溶解性总固体、总硬度、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ，挥发性有机物、半挥发性有机物均未检出。

对照点处土壤样品检出重金属 7 项（砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬）和石油烃，挥发性有机物、半挥发性有机物指标均未检出。对照点处地下水样品检出重金属 10 项（铜、砷、镉、铅、锌、硒、锰、铝、钠、铁）、石油烃、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氨氮、高锰酸盐指数、溶解性总固体、总硬度、 Cl^- 、 SO_4^{2-} ，挥发性有机物、半挥发性有机物均未检出。

土壤和地下水样品检出指标的检测数据汇总见表 5.3-1 和表 5.3-2 所示。

表 5.3-1 土壤样品检出指标汇总表

分析指标	pH	砷	镉	铜	铅	镍	汞	六价铬	石油烃
单位	无量纲	mg/kg							
汉宜检出限	/	0.01	0.01	1	0.1	3	0.002	2	/
英泰检出限(补)	/	0.01	0.01	1	0.1	3	0.002	0.50	6
筛选值*	/	20	20	2000	400	150	8	3.0	826
最小值	7.59	5.67	0.04	23	9.4	35	0.036	ND	27
最大值	8.57	19.9	0.25	40	113	70	0.270	1.48	73
S1-1	8.37	12.1	0.25	33	103	36	0.270	ND	/
S1-3	8.54	10.2	0.08	29	22.2	45	0.044	ND	/
S1-6	8.57	9.27	0.07	27	17.8	41	0.046	ND	/
S1-11(补)	8.26	11.7	0.19	38	26.9	46	0.106	0.65	48
S2-1	8.41	10.0	0.08	27	18.6	46	0.045	ND	/
S2-3	8.41	9.30	0.09	29	19.7	48	0.041	ND	/
S2-6	8.48	9.00	0.09	26	20.6	42	0.050	ND	/
S2-11(补)	8.22	9.18	0.08	28	39.8	35	0.065	0.52	61
S3-1	8.15	9.76	0.06	28	21.6	38	0.259	ND	/
S3-3	8.32	10.9	0.06	30	18.6	44	0.049	ND	/
S3-6	8.49	5.67	0.07	23	13.8	36	0.044	ND	/
S3-11(补)	8.23	11.6	0.12	31	9.4	36	0.090	0.55	32

S4-1	8.37	9.60	0.10	30	19.7	44	0.125	ND	/
S4-3	8.57	9.63	0.06	29	17.8	44	0.051	ND	/
S4-6	8.51	9.42	0.08	28	17.3	43	0.060	ND	/
S4-11(补)	8.24	10.5	0.10	36	21.3	70	0.083	0.57	34
S5-1(补)	7.81	19.8	0.11	36	89.8	49	0.077	0.74	37
S5-3(补)	7.83	19.4	0.14	40	113	49	0.051	0.67	42
S5-6(补)	7.70	19.2	0.17	38	34.1	54	0.066	1.48	39
S5-11(补)	8.00	13.7	0.10	29	17.8	53	0.036	0.60	27
S6-1(补)	7.90	15.5	0.09	34	11.7	50	0.082	ND	49
S6-3(补)	7.91	17.0	0.09	35	69.6	48	0.064	0.71	57
S6-6(补)	7.59	19.0	0.16	37	67.3	48	0.063	0.85	45
S6-11(补)	8.15	14.2	0.07	29	17.0	56	0.046	0.51	35
S1-6p	8.41	9.59	0.07	28	18.9	42	0.047	ND	/
S2-1p	8.25	9.58	0.08	29	19.9	49	0.043	ND	/
S5-11P(补)	8.04	13.4	0.11	32	17.1	50	0.047	0.60	44
DZ-1(补)	7.85	19.9	0.08	29	23.3	41	0.071	0.78	73
DZ-3(补)	8.02	17.2	0.04	34	20.7	54	0.065	1.36	53
DZ-6(补)	7.88	18.1	0.17	36	32.7	52	0.059	1.11	34
DZ-11(补)	8.12	13.4	0.10	37	16.8	52	0.076	ND	42

注：“*”参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值。

表 5.3-2 地下水样品检出指标汇总表

分析指标	单位	检出限	评价标准*	最小值	最大值	D1(补)	D2(补)	D3(补)	D3p(补)	DZ(补)
pH	无量纲	/	5.5≤pH<6.5 或 8.5<pH≤9.0	7.25	7.50	7.50	7.25	7.34	7.42	7.44
铜	μg/L	0.08	≤1500	1.25	2.86	2.86	1.25	1.71	1.71	1.43
砷	μg/L	0.12	≤50	1.67	2.50	2.50	1.70	1.67	1.87	2.01
镉	μg/L	0.05	≤10	ND	0.12	ND	ND	ND	0.05	0.12
汞	μg/L	0.04	≤2	ND	0.12	0.12	0.08	0.04	0.05	ND
铅	μg/L	0.09	≤100	2.80	14.5	3.98	9.46	2.80	2.82	14.5
锌	μg/L	0.67	≤5000	8.67	15.0	9.72	8.67	14.9	15.0	12.1
硒	μg/L	0.41	≤100	1.37	8.23	1.37	7.27	4.80	4.24	8.23
锰	μg/L	0.12	≤1500	6.96	71.5	6.96	66.6	62.8	62.5	71.5
铝	μg/L	1.15	≤500	102	563	438	275	104	102	563
钠	mg/	0.01	≤400	36.4	45.7	42.2	40.8	45.1	45.7	36.4

	L									
铁	mg/L	0.03	≤2.0	0.09	0.38	0.21	0.19	0.10	0.09	0.38
石油 烃	mg/L	0.01	/	1.28	2.70	1.28	1.44	1.84	1.80	2.70
亚硝 酸盐	mg/L	0.00 3	≤4.8	0.018	0.271	0.023	0.135	0.270	0.271	0.018
硝酸 盐	mg/L	0.08	≤30.0	1.53	11.6	2.47	11.6	10.5	10.8	1.53
氟化 物	mg/L	0.05	≤2.0	0.55	0.67	0.55	0.55	0.64	0.66	0.67
氨氮	mg/L	0.02 5	≤1.50	0.060	0.187	0.077	0.075	0.187	0.181	0.060
高锰 酸盐 指数	mg/L	0.5	≤10.0	1.7	3.3	3.3	1.7	3.0	3.1	1.9
溶解 性总 固体	mg/L	/	≤2000	293	476	293	476	432	423	342
总硬 度	mg/L	5	≤650	261	458	261	458	393	377	332
Cl ⁻	mg/L	0.00 7	≤350	21.9	77.0	73.4	25.7	76.1	77.0	21.9
SO ₄ ²⁻	mg/L	0.01 8	≤350	52.5	124	52.5	75.9	123	124	66.2

注：“*”参照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的IV类水质标准。

5.4 质量保证和质量控制

5.4.1 现场质量保证和质量控制

(1) 现场质量控制平行样

本次土壤污染状况调查现场质量控制共采集 3 个土壤现场质量控制平行样和 1 个地下水现场质量控制平行样，均检测 pH、重金属和有机物。检出指标相对偏差（RD）计算公式如下，计算结果见表 5.4-1 所示。

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

其中：A 是平行原样的检测值；

B 是平行样的检测值。

①土壤

检测结果显示，土壤平行样品重金属检测结果相对偏差范围在 0.0%~5.1%，石油烃检测结果相对偏差范围在 5.0%，符合质量控制要求。

表 5.4-1 土壤现场质量控制平行样相对偏差分析结果一览表

分析指标	单位	检出限	实验室分析结果		相对偏差
			S1-6	S1-6p	
pH	无量纲	/	8.57	8.41	0.94%
砷	mg/kg	0.01	9.27	9.59	1.70%
镉	mg/kg	0.01	0.07	0.07	0.0%
铜	mg/kg	1	27	28	1.82%
铅	mg/kg	0.1	17.8	18.9	3.00%
镍	mg/kg	3	41	42	1.20%
汞	mg/kg	0.002	0.046	0.047	1.08%
六价铬	mg/kg	2	ND	ND	0.0%
分析指标	单位	检出限	实验室分析结果		相对偏差
			S2-1	S2-1p	
pH	无量纲	/	8.41	8.25	0.96%
砷	mg/kg	0.01	10.0	9.58	2.15%
镉	mg/kg	0.01	0.08	0.08	0.0%
铜	mg/kg	1	27	29	3.57%
铅	mg/kg	0.1	18.6	19.9	3.38%
镍	mg/kg	3	46	49	3.16%
汞	mg/kg	0.002	0.045	0.043	2.27%
六价铬	mg/kg	2	ND	ND	0.0%
分析指标	单位	检出限	实验室分析结果		相对偏差
			S5-11	S5-11p	
pH	无量纲	/	8.26	8.24	0.1%
砷	mg/kg	0.01	13.4	13.4	0.0%
镉	mg/kg	0.01	0.10	0.10	0.0%
铜	mg/kg	1	37	39	2.3%
铅	mg/kg	0.1	16.8	17.1	0.9%
镍	mg/kg	3	52	54	2.2%
汞	mg/kg	0.002	0.076	0.084	5.1%
六价铬	mg/kg	0.50	0.65	0.66	0.8%
石油烃	mg/kg	6	48	53	5.0%

②地下水

检测结果显示，地下水平行样品检测结果相对偏差范围在 0.0%~5.9%，符合质量控制要求。

表 5.4-2 地下水现场质量控制平行样相对偏差分析结果一览表

分析指标	单位	检出限	实验室分析结果		相对偏差
			D3(补)	D3p(补)	
pH	无量纲	/	7.50	7.42	0.5%
铜	μg/L	0.08	1.74	1.78	1.1%
砷	μg/L	0.12	1.04	1.04	0.0%
镉	μg/L	0.05	ND	ND	0.0%
汞	μg/L	0.04	0.06	0.07	4.0%
铅	μg/L	0.09	0.71	0.70	0.9%
锌	μg/L	0.67	29.9	30.4	0.8%
硒	μg/L	0.41	4.23	4.40	1.9%
锰	μg/L	0.12	0.42	0.42	0.0%
铝	μg/L	1.15	131	126	1.9%
钠	mg/L	0.01	47.9	47.9	0.0%
铁	mg/L	0.03	0.06	0.06	0.0%
石油烃	mg/L	0.01	1.28	1.44	5.9%
亚硝酸盐	mg/L	0.003	0.023	0.023	0.0%
硝酸盐	mg/L	0.08	2.45	2.47	0.4%
氟化物	mg/L	0.05	0.55	0.55	0.0%
氨氮	mg/L	0.025	0.077	0.072	3.4%
高锰酸盐指数	mg/L	0.5	3.3	3.3	0.0%
总硬度	mg/L	5	261	261	0.0%
Cl ⁻	mg/L	0.007	73.4	71.7	1.2%
SO ₄ ²⁻	mg/L	0.018	52.5	46.9	5.6%

(2) 现场质量控制运输空白样

本次土壤污染状况调查现场质量控制共采集 2 个批次的土壤运输空白样和全程序空白样，1 个批次的地下水运输空白样和全程序空白样，检测挥发性有机物。检测结果显示，现场质量控制运输空白样和全程序空白样检测指标的检测值均低于检出限，符合质量控制程序要求。

5.4.2 实验室质量保证和质量控制

(1) 方法空白：土壤和地下水样品分别按照每 20 个样品设置一套空白，共设置 2 套土壤方法空白样和 1 套地下水方法空白样，检测结果显示土壤和地下水方法空白样品检测指标的检测值均低于检出限，符合质量控制程序要求。

(2) 质量控制平行样品：土壤和地下水样品分别按照每 10 个样品设置一套平行样品，共设置 3 套土壤平行样和 1 套地下水平行样，检测结果显示土壤和地下水平行样品的重金属检测值相对偏差最大值为 5.1%，有机物平行样品检出指标的相对偏差最大值为 5.9%，符合质量控制程序要求。

(3) 基质加标及基质加标平行样：土壤和地下水样品分别按照每 20 个样品设置一套基质加标及基质加标平行样，共设置 2 套土壤基质加标及基质加标平行样和 1 套地下水基质加标及基质加标平行样，检测结果显示土壤和地下水样品重金属检测的基体加标结果的回收率为 77.7%~109%，有机化合物检测的基体加标结果的回收率为 60.1%~128%，符合质量控制程序要求。

(4) 全程序空白样：土壤和地下水样品分别按照每批次设置 1 个全程序空白样，共采集 2 个批次的土壤全程序空白样，1 个批次的地下水全程序空白样，检测挥发性有机物指标，检测结果显示土壤和地下水全程序空白样检测指标的检测值均低于检出限，符合质量控制程序要求。

6 结果与评价

6.1 地块的地质和水文地质条件

(1) 地质条件

根据调查地块地勘报告可知，勘察揭示的 30.0m 以浅土层由第四系全新统（Q4）至上更新统（Q3）冲湖积沉积物~滨海相沉积物，按其时代、成因及土的物理力学性质，可分为 5 个工程地质层（②、④层缺失），8 个工程地质亚层，各土层分布规律及工程性质，自上而下分别描述如下：

①素填土：顶部有约 0.20m 的混凝土，下段灰黄色，松软，以黏性土为主。该土层场地内普遍分布，层厚 0.80~2.80m，层底标高-1.00~0.90m，压缩性不均，工程特性差。

③1 黏土：灰黄色，可~硬塑，含铁锰质结核，刀切面光滑、有光泽，韧性、干强度高，无摇震反应。场地内分布较稳定，厚度 1.70~4.10m，层底标高-3.44~-2.85m。中等压缩性，中高强度，工程特性良好。

③2 粉质黏土：灰黄色，可塑状态，含铁锰氧化物，局部夹少量粉土，刀切面较光滑有光泽，韧性、干强度中等，无摇振反应。场地内分布较稳定，层厚 3.40~4.50m，层底标高-7.60~-6.48m，中等压缩性，中等强度，工程特性中等。

⑤粉质黏土：浅灰色，软塑状态，含少量云母碎屑，刀切面光滑有光泽，韧性、干强度中低，无摇振反应。场地内分布较稳定，层厚 0.70~2.00m，层底标高-9.60~-8.00m，中等压缩性，中低强度，工程特性一般。

⑥1 黏土：青灰色，可塑，质纯，刀切面光滑、有光泽，韧性、干强度中等，无摇震反应。场地内分布稳定，厚度 4.10~5.70m，层底标高-13.82~-13.25m。中等压缩性，中等强度，工程特性中等。

⑥2 黏土：灰黄色，可~硬塑状态，含铁锰质结核，刀切面光滑、有光泽，韧性、干强度高，无摇振反应。该土层场地内分布较稳定，该厚度 6.00~6.90m，层底标高-20.60~-19.60m，中等压缩性，中高强度，工程特性良好。

⑥3 粉质黏土：灰黄色，可塑状态，含铁锰氧化物，刀切面光滑、有光泽，韧性、干强度中等，无摇震反应。该土层场地内分布较稳定，层厚 2.80~4.80m，层底标高-24.82~-23.10m，中等压缩性，中等强度，工程特性中等。

⑦粉质黏土：浅灰色，可偏软塑状态，含少量云母碎屑，刀切面稍光滑、有光泽，韧性、干强度中等，无摇晃反应。该层未揭穿，最大控制厚度为 3.50m，中等压缩性，中等强度，工程特性中等。

(2) 水文条件

根据勘察资料，本场地对工程有影响地下水类为潜水。潜水主要赋存于浅部填土层中，富水性差；主要接受大气降水入渗及地表水的侧向补给，以地面蒸发为主要排泄方式，透水性不均。

无锡地区降雨主要集中在 6~9 月份，在此期间，地下水位一般最高，旱季在 12 月份至翌年 3 月份，在此期间地下水位一般最低，年水位变幅为 0.8m；勘察期间测得稳定水位标高 0.85~1.00m，据调查近 3~5 年最高潜水水位 1.50m。

6.2 分析检测结果

6.2.1 土壤污染风险筛选值

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块未来规划为教育用地，属于第一类用地。本次土壤污染物指标采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值进行评价，具体见表下表。

表 6.2-1 土壤样品检出指标筛选值

分析指标	单位	检出限	筛选值
pH	无量纲	/	/
砷	mg/kg	0.01	20
镉	mg/kg	0.01	20
铜	mg/kg	1	2000
铅	mg/kg	0.1	400
镍	mg/kg	3	150
汞	mg/kg	0.002	8
六价铬	mg/kg	2 (0.50)	3.0
石油烃	mg/kg	6	826

6.2.2 土壤污染状况调查结果分析

本次土壤污染状况调查对照点处土壤样品检出重金属 7 项（砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬）、石油烃，挥发性有机物、半挥发性有机物指标均未检出。

地块内土壤样品检出重金属 7 项（砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬）、石油烃，挥发性有机物、半挥发性有机物指标均未检出。

对比地块内土壤样品检测值与对照点处土壤样品检测值，无明显差异。本次土壤污染状况调查土壤样品检出指标评价结果见表 6.2-2 所示。

表 6.2-2 土壤样品检出指标评价结果

分析指标	单位	检出限	筛选值	浓度范围	对照点浓度范围	总样品数	检出样品数	超标样品数	评价结果
pH	无量纲	/	/	7.59-8.57	7.85-8.12	28	28	0	不超标
砷	mg/kg	0.01	20	5.67-19.8	13.4-19.9	28	28	0	不超标
镉	mg/kg	0.01	20	0.06-0.25	0.04-0.17	28	28	0	不超标
铜	mg/kg	1	2000	23-40	29-37	28	28	0	不超标
铅	mg/kg	0.1	400	9.4-113	16.8-32.7	28	28	0	不超标
镍	mg/kg	3	150	35-70	41-54	28	28	0	不超标
汞	mg/kg	0.002	8	0.036-0.270	0.059-0.076	28	28	0	不超标
六价铬	mg/kg	2 (0.50)	3.0	ND-1.48	ND-1.36	28	10	0	不超标
石油烃	mg/kg	6	826	27-61	34-73	16	16	0	不超标

由上表各检出指标的检测值与相应筛选值对比后得出：

① 土壤 pH

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查土壤样品的 pH 值均在 7.59~8.57 之间，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》，调查地块土壤环境生态影响型敏感程度整体为不敏感。

② 土壤重金属

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查土壤样品重金属检出指标 7 项（铜、镍、铅、镉、砷、汞、六价铬）检测值均不超过《土壤环境质量

建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。

③ 挥发性有机物、半挥发性有机物

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查土壤样品挥发性有机物、半挥发性有机物指标均未检出。

④ 石油烃类

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查土壤样品石油烃指标检测值均不超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。

6.2.3 地下水质量评价标准

根据《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）地下水分类定义：III类水：地下水化学组分含量中等，主要适用于集中式生活饮用水水源及工农业用水；IV类：地下水化学组分含量较高，以农业和工业用水质量要求，适用于农业和部分工业用水，适当处理后可作为生活饮用水。本调查地块未来规划为幼儿园教育用地，区域内覆盖城市自来水管网，本地块区域地下水不作为饮用水使用，故本次评价地块地下水评价标准首先采用《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准限值评价，具体见下表。

表 6.2-3 地下水样品检出指标评价标准

分析指标	单位	检出限	评价标准
pH	无量纲	/	5.5≤pH<6.5 或 8.5<pH≤9.0
铜	μg/L	0.08	≤1500
砷	μg/L	0.12	≤50
镉	μg/L	0.05	≤10
汞	μg/L	0.04	≤2
铅	μg/L	0.09	≤100
锌	μg/L	0.67	≤5000
硒	μg/L	0.41	≤100
锰	μg/L	0.12	≤1500
铝	μg/L	1.15	≤500
钠	mg/L	0.01	≤400

铁	mg/L	0.03	≤2.0
石油烃	mg/L	0.01	/
亚硝酸盐	mg/L	0.003	≤4.8
硝酸盐	mg/L	0.08	≤30.0
氟化物	mg/L	0.05	≤2.0
氨氮	mg/L	0.025	≤1.50
高锰酸盐指数	mg/L	0.5	≤10.0
溶解性总固体	mg/L	/	≤2000
总硬度	mg/L	5	≤650
Cl ⁻	mg/L	0.007	≤350
SO ₄ ²⁻	mg/L	0.018	≤350

6.2.4 地下水质量评价结果分析

本次土壤污染状况调查地块内地下水样品检出重金属 11 项（铜、砷、镉、汞、铅、锌、硒、锰、铝、钠、铁）、石油烃、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氨氮、高锰酸盐指数、溶解性总固体、总硬度、Cl⁻、SO₄²⁻，挥发性有机物、半挥发性有机物均未检出。

对照点处地下水样品检出重金属 10 项（铜、砷、镉、铅、锌、硒、锰、铝、钠、铁）、石油烃、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氨氮、高锰酸盐指数、溶解性总固体、总硬度、Cl⁻、SO₄²⁻，挥发性有机物、半挥发性有机物均未检出。

对比地块内地下水样品检测值与对照点处地下水样品检测值，地块内地下水样品较对照点处地下水样品重金属多检出 1 项（汞）。本次土壤污染状况调查地下水样品检出指标质量评价结果见表 6.2-4 所示。

表 6.2-4 地下水质量评价结果

分析指标	单位	检出限	评价标准	D1(补)	D2(补)	D3(补)	DZ(补)	评价结果
pH	无量纲	/	5.5≤pH <6.5 或 8.5 < pH≤9.0	7.50	7.25	7.34	7.44	I 类水质
铜	μg/L	0.08	≤1500	2.86	1.25	1.71	1.43	I 类水质
砷	μg/L	0.12	≤50	2.50	1.70	1.67	2.01	III 类水质
镉	μg/L	0.05	≤10	ND	ND	ND	0.12	II 类水质
汞	μg/L	0.04	≤2	0.12	0.08	0.04	ND	III 类水

								质
铅	μg/L	0.09	≤100	3.98	9.46	2.80	14.5	III类水质
锌	μg/L	0.67	≤5000	9.72	8.67	14.9	12.1	I类水质
硒	μg/L	0.41	≤100	1.37	7.27	4.80	8.23	I类水质
锰	μg/L	0.12	≤1500	6.96	66.6	62.8	71.5	III类水质
铝	μg/L	1.15	≤500	438	275	104	563	IV类水质
钠	mg/L	0.01	≤400	42.2	40.8	45.1	36.4	I类水质
铁	mg/L	0.03	≤2.0	0.21	0.19	0.10	0.38	III类水质
石油烃	mg/L	0.01	/	1.28	1.44	1.84	2.70	/
亚硝酸盐	mg/L	0.003	≤4.8	0.023	0.135	0.270	0.018	III类水质
硝酸盐	mg/L	0.08	≤30.0	2.47	11.6	10.5	1.53	III类水质
氟化物	mg/L	0.05	≤2.0	0.55	0.55	0.64	0.67	I类水质
氨氮	mg/L	0.025	≤1.50	0.077	0.075	0.187	0.060	III类水质
高锰酸盐指数	mg/L	0.5	≤10.0	3.3	1.7	3.0	1.9	IV类水质
溶解性总固体	mg/L	/	≤2000	293	476	432	342	II类水质
总硬度	mg/L	5	≤650	261	458	393	332	IV类水质
Cl ⁻	mg/L	0.007	≤350	73.4	25.7	76.1	21.9	II类水质
SO ₄ ²⁻	mg/L	0.018	≤350	52.5	75.9	123	66.2	II类水质

根据地下水质量评价结果得出：

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查地下水样品检出指标 pH 值、重金属 11 项（铜、砷、镉、汞、铅、锌、硒、锰、铝、钠、铁）、石油烃、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氨氮、高锰酸盐指数、溶解性总固体、总硬度、Cl⁻、SO₄²⁻检测值均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水质标准，IV 类指标为铝、高锰酸盐指数、总硬度。

6.3 结果分析和评价

6.3.1 结果分析

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤样品重金属和石油烃检出指标的检测值均不超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》

（GB36600-2018）中第一类用地筛选值。地下水样品检出指标重金属 11 项（铜、砷、镉、汞、铅、锌、硒、锰、铝、钠、铁）、石油烃、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氨氮、高锰酸盐指数、溶解性总固体、总硬度、Cl⁻、SO₄²⁻检测值均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水质标准，IV 类指标为铝、高锰酸盐指数、总硬度。

6.3.2 不确定性分析

本项目通过现场踏勘、资料收集与文件审核、人员访谈、制定采样监测方案、现场采样及实验室分析等过程，严格按照《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）等技术规范中的相关要求，最终得到本项目调查结论。但考虑到现实条件存在不确定因素，因此，有必要对本项目调查评估结论进行不确定性分析，主要体现在以下几个方面：

（1）在调查中没有发现的污染物质及情况不应被视为现场中该类污染物及情况完全不存在的保证，而是在项目工作内容局限的考量范围内所得出的调查结果。

（2）本报告结果是基于现场调查范围、测试点和取样位置得出的，除此之外，不能保证在现场的其它位置处能够得到完全一致的结果。地下条件和污染状况可能在一个有限的空间和时间内即会发生变化。尽管如此，我们将尽可能选择能够代表地块特征的点位进行测试。

（3）即使本调查完全遵照针对现场制定的程序作业，一些状况还是会影响到样品的检测和其结果的准确性。这些状况包括但不限于复杂的地质环境，迁移特性，气象环境和其它环境现象，公用工程和其它人造设施的位置，以及评估技术及实验室分析方法的局限性。

7 结论与建议

7.1 结论

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查共布设 6 个土壤监测点位（S1~S6）和 3 口地下水监测井（D1~D3），同时在地块东侧未经扰动的空地区域布设了 1 个土壤和地下水对照点位（DZ）。土壤和地下水检测项目包括：《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 项基本项目、表 2 中的石油烃类及 pH，地下水另加《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）表 1 基本项指标。地下水调查结果表明：

（1）土壤

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块红线范围内土壤样品检出重金属 7 项（砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬）和石油烃，挥发性有机物、半挥发性有机物指标均未检出。

将土壤样品检出指标的检测值与《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中相应指标的第一类用地筛选值对比后得出：

① 土壤 pH

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查土壤样品的 pH 值均在 7.59~8.57 之间，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》，调查地块土壤环境生态影响型敏感程度整体为不敏感。

② 土壤重金属

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查土壤样品重金属检出指标 7 项（铜、镍、铅、镉、砷、汞、六价铬）检测值均不超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。

③ 挥发性有机物、半挥发性有机物

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查土壤样品挥发性有机物、半挥发性有机物指标均未检出。

④ 石油烃类

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查土壤样品石油烃指标检测值均不超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。

（2）地下水

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块红线范围内地下水样品检出重金属 11 项（铜、砷、镉、汞、铅、锌、硒、锰、铝、钠、铁）、石油烃、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、氨氮、高锰酸盐指数、溶解性总固体、总硬度、Cl⁻、SO₄²⁻，挥发性有机物、半挥发性有机物均未检出。

将地下水样品检出指标的检测值与《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类标准限值对比后得出：

无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤污染状况调查地下水样品所有检出指标检测值均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水质标准。IV 类指标为铝、高锰酸盐指数、总硬度。

根据目前场地土壤污染状况调查的结果，无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块土壤样品重金属和石油烃检出指标的检测值均不超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值。地下水样品所有检出指标的检测值均能满足《地下水质量标准》

（GB/T14848-2017）中的 IV 类水质标准。该地块不属于污染地块，无需开展后续场地土壤污染状况详细调查及健康风险评估工作，可作为教育用地等第一类用地开发利用。

7.2 建议

（1）该地块土地使用者或者土地使用性质发生变更时，须按照国家法律、法规、环保政策和技术要求履行相关的环保手续。

（2）建议无锡市石塘湾幼儿园新建工程地块在今后的开发利用过程中地下水不可作为饮用水使用。