

## 6. 结果与分析

### 6.1 场地勘探结果

#### (1) 水文地质条件

场地内 4 个监测井（包括 1 个对照监测井）中地下水理化性质和高程分析结果见表 6-1。地下水埋深为地面下 0.92~1.24 m，地下水水位范围为 3.16~3.59 m（吴淞高程）。

根据水位测量结果和场地周边河道等水文情况，根据本次潜水水位测量结果，经计算获得场地内各监测井地下水位（图 6-1）。场地内的浅层地下水流向为自西南向东北，结合场地周边的河道等水文情况，推测场地内浅层地下水可能为自西南向东北补给至东北侧河道。此外需要注意的是，浅层地下水流向可能会随着季节、降雨量以及周围河道水位的变化而改变。

表 6-1 地下水监测井现场测量结果

监测井	水温 (°C)	pH 值	电导率 (mS/cm)	氧化还原电位 (mV)	溶解氧 (mg/L)	管口标高(m)	地面高程(m)	地下水埋深(m)	地下水水位(m)
MW1	20.2	7.09	1.34	180	3.89	4.44	4.36	1.02	3.34
MW2	20.4	7.22	1.41	190	3.92	4.36	4.30	1.15	3.16
MW3	20.2	7.15	1.31	186	3.94	4.89	4.82	1.24	3.59
MW-DZ	20.2	7.10	1.15	151	3.94	4.34	4.26	0.92	3.34

注：地面和水位高程为吴淞高程，现场所测水质参数为电导率（EC）、温度（T）、pH、氧化还原电位（ORP）、溶解氧（DO）。



图 6-1 场地浅层地下水位流向示意图

洗井开始时，地下水总体呈现灰色，较为混浊，但在洗井过程中逐渐净化。洗井过程中，地下水监测井回水速度均较慢，表明场地浅层含水层的渗透系数较低。

## (2) 地质条件

现场钻探结果表明，场地地面下 4.5 m 以内地质条件自上至下主要为：

- ①素填土，灰色、灰褐色或棕色，松散，无气味，度约 0.4~0.5 m；
- ②粉质粘土，灰色、暗棕色或灰褐色，潮至重潮，可塑至软塑，无气味，厚度至最大钻探深度 4.5 m，未穿透。

## 6.2 土壤样品分析检测结果

本地块土壤样品检测分析结果如表 6-2 和表 6-3 所示。

表 6-2 调查场地土壤样品检出值

检测因子 <sup>1</sup>	单位	方法检出限	筛选标准 <sup>2</sup>	S1-1	S1-1-PX	S1-2	S1-3	S2-1	S2-2	S3-1	S3-2	S3-3
<b>pH</b>												
pH	NA <sup>3</sup>	-	-	7.91	7.86	7.85	7.36	7.50	7.69	7.76	7.29	7.32
<b>重金属</b>												
镍	mg/kg	5	900	30.6	29.6	28.3	39.1	31.1	28.3	29.3	35.5	36.5
铜	mg/kg	1	18000	28.5	27.7	18.1	29.1	28.8	32.9	23.4	23.6	24.6
铅	mg/kg	0.1	800	24.8	25.0	22.8	23.4	20.9	29.1	29.4	24.8	23.3
镉	mg/kg	0.01	65	0.13	0.14	0.11	0.08	0.17	0.11	0.14	0.11	0.08
砷	mg/kg	0.6	60	8.3	8.9	6.7	11.1	7.5	7.3	7.1	6.9	9.7
汞	mg/kg	0.0008	38	0.0863	0.0743	0.0476	0.0331	0.2200	0.1140	0.2810	0.0551	0.0313
<b>石油烃类</b>												
C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	mg/kg	20	4500	ND <sup>4</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	321	ND	ND
注：												
1、仅至少在一个样品被测出的因子被列入表中，完整报告见附件 3；												
2、筛选标准为《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）第二类用地筛选值；												
3、“NA”代表不适用；												
4、“ND”代表检测结果低于检出限。												

表 6-3 调查场地土壤样品检出值

检测因子 <sup>1</sup>	单位	方法检出限	筛选标准 <sup>2</sup>	S4-1	S4-2	S4-3	S5-1	S5-2	S6-1	S6-2	S-DZ-1	S-DZ-2	S-DZ-3
<b>pH</b>													
pH	NA <sup>3</sup>	-	-	7.84	7.89	7.66	7.81	8.10	7.90	7.83	7.71	7.82	7.70
<b>重金属</b>													
镍	mg/kg	5	900	25.2	23.5	38.9	31.9	27.0	29.7	29.9	26.9	32.4	26.6
铜	mg/kg	1	18000	22.3	14.4	31.4	28.7	20.6	43.0	43.2	20.1	22.0	18.4
铅	mg/kg	0.1	800	20.2	18.3	27.4	26.9	22.8	29.1	32.7	20.4	21.0	19.3
镉	mg/kg	0.01	65	0.13	0.10	0.14	0.11	0.10	0.14	0.24	0.07	0.10	0.10
砷	mg/kg	0.6	60	7.2	6.9	12.0	7.5	7.2	7.9	8.0	7.5	7.4	6.5
汞	mg/kg	0.0008	38	0.0431	0.0244	0.0314	0.1690	0.0599	0.3880	0.0483	0.0730	0.0882	0.0358
<b>石油烃类</b>													
C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	mg/kg	20	4500	ND <sup>4</sup>	ND	ND	24.9	42.9	21.0	149	20.5	ND	ND
注： 1、仅至少在一个样品被测出的因子被列入表中，完整报告见附件 3； 2、筛选标准为《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）第二类用地筛选值； 3、“NA”代表不适用； 4、“ND”代表检测结果低于检出限。													

本次初步调查共采集 19 个土壤样品（包括 1 个平行样、3 个对照样）。根据土壤样品的检测数据，统计分析检出项的最小检出值、最大检出值，并同对照点以及《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）第二类用地筛选值进行对比评估，评估结果如下表 6-4 所示。

表 6-4 调查场地土壤样品检出情况分析

检测因子 <sup>1</sup>	单位	检测限	筛选标准 <sup>2</sup>	最小值	最大值	S-DZ-1	S-DZ-2	S-DZ-3	检出数	超标数	检出率	超标率
<b>pH</b>												
pH	NA <sup>3</sup>	-	-	<b>7.29</b>	<b>8.10</b>	<b>7.71</b>	<b>7.82</b>	<b>7.70</b>	19	0	100.0%	0.0%
<b>重金属</b>												
镍	mg/kg	5	900	<b>23.5</b>	<b>39.1</b>	<b>26.9</b>	<b>32.4</b>	<b>26.6</b>	19	0	100.0%	0.0%
铜	mg/kg	1	18000	<b>14.4</b>	<b>43.2</b>	<b>20.1</b>	<b>22.0</b>	<b>18.4</b>	19	0	100.0%	0.0%
铅	mg/kg	0.1	800	<b>18.3</b>	<b>32.7</b>	<b>20.4</b>	<b>21.0</b>	<b>19.3</b>	19	0	100.0%	0.0%
镉	mg/kg	0.01	65	<b>0.07</b>	<b>0.24</b>	<b>0.07</b>	<b>0.10</b>	<b>0.10</b>	19	0	100.0%	0.0%
砷	mg/kg	0.6	60	<b>6.5</b>	<b>12.0</b>	<b>7.5</b>	<b>7.4</b>	<b>6.5</b>	19	0	100.0%	0.0%
汞	mg/kg	0.0008	38	<b>0.0244</b>	<b>0.3880</b>	<b>0.0730</b>	<b>0.0882</b>	<b>0.0358</b>	19	0	100.0%	0.0%
<b>石油烃类</b>												
C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	mg/kg	20	4500	ND <sup>4</sup>	<b>321</b>	<b>20.5</b>	ND	ND	6	0	31.6%	0.0%
注： 1、仅至少在一个样品被测出的因子被列入表中，完整报告见附件 3； 2、筛选标准为《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）第二类用地筛选值； 3、“NA”代表不适用； 4、“ND”代表检测结果低于检出限。												

将分析结果与参考标准值比对，可以得到以下结论：

### **(1) pH**

所有土壤样品的 pH 值范围为 7.29~8.10，场地土壤总体呈弱碱性。

### **(2) 重金属**

镍、铜、铅、镉、砷和汞等重金属在所有土壤样品中均有检出。六价铬在所有土壤样品中均未测出。

镍、铜、铅、镉、砷和汞等重金属的检出浓度均小于《土壤环境质量 建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第二类用地筛选值。土壤样品的重金属检出值与对照样品中的重金属浓度无显著差异。

### **(3) 挥发性有机物**

挥发性有机物在本场地所有土壤样品中的含量均低于检出限。

### **(4) 半挥发性有机物**

半挥发性有机物在本场地所有土壤样品中的含量均低于检出限。

### **(5) 石油烃类**

石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）在部分土壤样品中有检出，但其检出浓度均小于《土壤环境质量 建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第二类用地筛选值。

### 6.3 地下水样品分析检测结果

场地地下水样品监测分析结果如表 6-5 所示。

表 6-5 调查场地地下水样品检出值

检测因子 <sup>1</sup>	单位	检测限	筛选标准 <sup>2</sup>	MW1	MW2	MW3	MW3-PX	MW-DZ
<b>pH</b>								
pH	NA <sup>3</sup>	-	6.5-8.5	<b>7.08</b>	<b>7.15</b>	<b>7.35</b>	<b>7.37</b>	<b>7.12</b>
<b>重金属</b>								
镍	mg/L	0.00007	0.02	<b>0.00174</b>	<b>0.00160</b>	<b>0.00099</b>	<b>0.00108</b>	<b>0.00134</b>
铜	mg/L	0.00008	1.00	<b>0.00306</b>	<b>0.00280</b>	<b>0.00237</b>	<b>0.00241</b>	<b>0.00320</b>
砷	mg/L	0.00012	0.01	<b>0.00418</b>	<b>0.00345</b>	<b>0.00144</b>	<b>0.00159</b>	<b>0.00322</b>
<b>半挥发性有机物</b>								
苯并(a)芘	μg/L	0.004	0.01	ND <sup>4</sup>	<b>0.005</b>	ND	ND	<b>0.008</b>
<b>石油烃类</b>								
总石油烃	μg/L	10	600	<b>179</b>	<b>172</b>	<b>253</b>	<b>256</b>	<b>139</b>
注:								
1、仅至少在一个样品被测出的因子被列入表中，完整报告见附件 3；								
2、pH、镍、铜、砷和苯并(a)芘的筛选标准为《地下水环境质量标准（GB/T 14848-2017）》中的III类限值，总石油烃的筛选标准为《荷兰土壤和地下水干预值》（DIV，2013）；								
3、“NA”代表不适用；								
4、“ND”代表检测结果低于检出限。								

根据表 6-5 的检出结果，进一步分析可得以下结论：

表 6-6 调查场地地下水样品检出情况分析

检测因子 <sup>1</sup>	单位	检测限	筛选标准 <sup>2</sup>	最小值	最大值	MW-DZ	检出数	超标数	检出率	超标率
<b>pH</b>										
pH	NA <sup>3</sup>	-	6.5-8.5	<b>7.08</b>	<b>7.37</b>	<b>7.12</b>	5	0	100.0%	0.0%
<b>重金属</b>										
镍	mg/L	0.00007	0.02	<b>0.00099</b>	<b>0.00174</b>	<b>0.00134</b>	5	0	100.0%	0.0%
铜	mg/L	0.00008	1.00	<b>0.00237</b>	<b>0.00320</b>	<b>0.00320</b>	5	0	100.0%	0.0%
砷	mg/L	0.00012	0.01	<b>0.00144</b>	<b>0.00418</b>	<b>0.00322</b>	5	0	100.0%	0.0%
<b>半挥发性有机物</b>										
苯并(a)芘	μg/L	0.004	0.01	ND <sup>4</sup>	<b>0.005</b>	<b>0.008</b>	2	0	40.0%	0.0%

检测因子 <sup>1</sup>	单位	检测限	筛选标准 <sub>2</sub>	最小值	最大值	MW-DZ	检出数	超标数	检出率	超标率
<b>石油烃类</b>										
总石油烃	μg/L	10	600	139	256	139	5	0	60.0%	0.0%
注： 1、仅至少在一个样品被测出的因子被列入表中，完整报告见附件3； 2、pH、镍、铜、砷和苯并(a)芘的筛选标准为《地下水环境质量标准（GB/T 14848-2017）》中的III类限值，总石油烃的筛选标准为《荷兰土壤和地下水干预值》（DIV，2013）； 3、“NA”代表不适用； 4、“ND”代表检测结果低于检出限。										

将分析结果与参考标准值比对，可以得到以下结论：

### (1) pH

地下水样品的 pH 值范围为 7.08~7.37，场地地下水总体呈中性，符合《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类限值。

### (2) 重金属

镍、铜、砷三种重金属在所有地下水样品中均有检出，六价铬、镉、铅和汞在所有地下水样品中均未检出。

镍、铜、砷三种重金属的检出浓度均未超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类限值。地下水样品的重金属检出值与对照样品中的重金属浓度无显著差异。

### (3) 挥发有机物

挥发性有机物在本场地所有地下水样品中的含量均低于检出限。

### (4) 半挥发有机物

苯并(a)芘在部分地下水样品中有检出，但其检出浓度均未超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的III类限值。其他半挥发性有机物在本场地所有地下水样品中的含量均低于检出限。

### (6) 石油烃类

总石油烃在所有地下水样品中均有检出，但其检出浓度均未超过《荷

兰土壤和地下水干预值》（DIV，2013）标准限值。

## 6.4 质量保证与质量控制结果分析

### 6.4.1 现场质量控制样品

#### （1）现场平行样品

根据本次调查的现场平行样品（超过检出限的样品）检测结果计算相对偏差（%RD），计算公式如下：

$$RD = \frac{|X_1 - X_2|}{X_1 + X_2} \times 100\%$$

其中：

$X_1$  是平行原样的检出值；

$X_2$  是平行样的检出值。

土壤和地下水平行样品计算的相对偏差结果见表 6-7、表 6-8。根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）和《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）中关于精密度控制的合格要求对相对偏差进行评估，相对偏差计算结果显示，绝大部分样品与平行样品的分析结果偏差处于可接受范围。个别土壤样品相对偏差较高主要是因为土壤样品具有不均质性，以及样品的浓度值接近分析的检出限或土壤的本底值，不影响分析结果的解释和使用。

表 6-7 土壤平行样品监测结果

检测因子	单位	检测限	S1-1	S1-1-PX	RD%
pH	-	-	7.91	7.86	0.32
镍	mg/kg	5	30.6	29.6	1.66
铜	mg/kg	1	28.5	27.7	1.42
铅	mg/kg	0.1	24.8	25	0.40
镉	mg/kg	0.01	0.13	0.14	3.70
砷	mg/kg	0.6	8.3	8.9	3.49

检测因子	单位	检测限	S1-1	S1-1-PX	RD%
汞	mg/kg	0.0008	0.0863	0.0743	7.47

表 6-8 地下水平行样品监测结果

检测因子	单位	检出限	MW3	MW3-PX	RD%
pH	-	-	7.35	7.37	0.14
镍	mg/L	0.00007	0.00099	0.00108	4.35
铜	mg/L	0.00008	0.00237	0.00241	0.84
砷	mg/L	0.00012	0.00144	0.00159	4.95
总石油烃	μg/L	10	253	256	0.59

### (2) 运输空白样品

本次送样过程备有 1 个运输空白样，对运输空白样检测挥发性有机物，检测结果均显示低于检出限。因此认为，本次送样过程中未受到污染。

### (3) 设备淋洗样品

本次采样过程备有 1 个设备淋洗样，对设备淋洗样检测重金属（砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍）、挥发性有机物、半挥发性有机物和总石油烃类，检测结果均显示低于检出限。因此认为，本次采样过程中未受到污染。

## 6.4.2 实验室质量控制样品

### (1) 实验室平行样品

本次调查实验室共分析 2 个实验室平行样品，检测结果显示所有实验室平行样品的相对偏差均在允许偏差范围之内，检测结果详见附件 3 的实验室质控报告。

### (2) 基体加标样品

本次调查实验室共分析 2 个基体加标样品，检测结果显示所有基体

加标样品的回收率均在允许控制范围之内，检测结果详见附件 4 的实验室质控报告。

### （3）方法空白样品

本次调查实验室共分析 2 个方法空白样品，检测结果显示所有方法空白样品的检测结果均小于报告限值，检测结果详见附件 4 的实验室质控报告。

### （4）空白加标样品

本次调查实验室共分析 2 个空白加标样品，检测结果显示所有空白加标样品的回收率均在允许控制范围之内，检测结果详见附件 4 的实验室质控报告。

### （5）替代物加标检测

本次调查实验室针对所有样品均进行替代物加标检测分析，检测结果显示所有替代物加标回收率均在允许控制范围之内，检测结果详见附件 4 的实验室测试报告及质控报告。

## 6.4.3 质量保证与质量控制措施分析

本次调查项目设专人对现场质量保证计划及措施的落实情况进行检查核实，检查结果汇总如表 6-9 所示。

表 6-9 现场质量保证计划及措施落实情况

质控措施	要求	结果	是否落实
现场检测仪器校准	现场调查前对所有现场检测仪器进行校准	已在现场调查前对所有现场检测仪器进行校准，并填写校准记录	已落实
采样点位是否偏移	应在预设采样点位进行采样，或根据现场情况进行适当偏移并说明原因	实际采样点位均为采样方案预设采样点位	已落实
土壤钻孔及安装地下水监测井	使用标准工作流程进行土壤钻孔及安装地下水监测井	所有点位均使用标准工作流程进行土壤钻孔及安装地下水监测井	已落实

质控措施	要求	结果	是否落实
土壤及地下水采样及保存	使用标准采样方法及清洁容器进行土壤和地下水取样和保存	所有土壤和地下水样品均使用标准采样方法及清洁容器进行取样和保存	已落实
样品保质时限	根据标准方法完成样品流转	所有样品均根据标准方法完成样品流转，并在保质时限内送达实验室	已落实
样品流转监管链	使用标准样品流转监管链，并完成相关记录	已使用标准样品流转监管链，并完成相关记录	已落实
现场平行样品	平行双样的相对偏差满足相关技术规范要求	所有平行双样的相对偏差基本满足 HJ/T 166-2004 和 HJ/T 164-2004 的要求	已落实
运输空白样品	运输空白样品的所有挥发性有机物指标均无检出	运输空白样品的所有挥发性有机物指标均无检出	已落实
设备清洗样品	设备清洗样品的所有指标均无检出	设备清洗样品的所有指标均无检出	已落实
实验室精密度控制	实验室平行样品偏差满足相关技术规范要求	实验室平行样品偏差满足相关技术规范要求	已落实
实验室准确度控制	实验室基体加标样品回收率在允许控制范围内	实验室基体加标样品回收率在允许控制范围内	已落实
实验室系统控制	实验室方法空白样品所有指标均无检出，实验室空白加标样品回收率在允许控制范围内，实验室替代物加标回收率在允许控制范围内	实验室方法空白样品所有指标均无检出，实验室空白加标样品回收率在允许控制范围内，实验室替代物加标回收率在允许控制范围内	已落实

## 7. 不确定性分析

考虑到污染物质在土壤介质中分布的不均匀性、同一监测单元内不同点位之间的地下状况可能存在一定差异，而导致每个采样点位的监测结果所代表的平面或纵向范围可能小于根据相关导则所选择的设计值。

此外，在自然条件下污染物浓度可能随着时间而产生变化，其中可能的原因包含但不限于：

（1）污染物质可能发生或已经出现自然降解状况使其浓度降低；

（2）可能由于出现自然降解过程从而使得原污染物质的代谢产物在地下环境中出现或浓度升高；

（3）地下污染物质可能随着地下水流迁移，使得污染物浓度在地下的分布产生变化；

（4）由于季节性丰枯水期导致的地下水中污染物浓度的周期性变化等。

## 8. 结论与建议

### 8.1 结论

上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司(简称“上海市政总院”)受圣戈班高功能塑料(上海)有限公司委托,对该企业所在场地进行土壤和地下水调查监测。地块面积约 31870 m<sup>2</sup>。该企业生产的产品包括工程零件产品(衬套、高分子产品和密封圈)、聚合物产品(泡棉、涂层布、薄膜)和液体系统(医用硅树脂产品、聚四氟乙烯等材料内衬管)三大类。

本场地调查监测分析工作主要包括:

(1)土壤监测:采用专业判断布点法,在场地内布置 6 个监测点位,其中编号为 S1、S3、S4 的点位,每个点分别按照 0 到 0.2 米、0.2 米到地下水位和地下水位以下采集 3 个样品;编号为 S2、S5、S6 的点位,每个点按照 0 到 0.2 米、0.2 米到地下水位采集 2 个样品,共采集 16 个土壤样品(包括 1 个土壤平行样品)。

(2)地下水监测:在场地内安装 3 个地下水监测井,共采集 4 个地下水样品(包括 1 个地下水平行样品)。

(3)对照监测:在场地东部无扰动的绿化带内布置 1 个对照采样点,采集 3 层土壤对照样品和 1 个地下水对照样品。

(5)所有样品均由中检集团理化检测有限公司进行样品采集和检测分析,分析因子包括重金属(砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍)、挥发性有机物、半挥发性有机物和总石油烃类。

根据现场调查和实验室检测分析结果,得到以下结论和建议:

(1)土壤监测分析结果表明:土壤呈弱碱性,镍、铜、铅、镉、砷和汞在所有土壤样品中有检出,石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)在部分土壤样品中有

检出，上述检出项目的检出浓度均小于《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）第二类用地标准。其他重金属、挥发性有机物和半挥发性有机物在所有土壤样品中均未检出。

（2）地下水监测分析结果表明：地下水总体呈中性，镍、铜和砷在所有地下水样品中有检出，苯并(a)芘在部分地下水样品中有检出，上述检出项目的检出浓度均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类限值。总石油烃在所有地下水样品中有检出，检出浓度均未超过《荷兰土壤和地下水干预值》（DIV，2013）标准限值。其他重金属、挥发性有机物和半挥发性有机物在所有地下水样品中均未检出。

（3）在本次场地调查中，土壤和地下水样品中有关检测指标均未超过相应的评价标准。

## 8.2 建议

建议企业指派专人对监测井的设施进行经常性维护，设施一经损坏，需及时修复，同时做好井内清淤工作，便于后续监测。在企业日常管理中应定期对厂区内重点区域、重点设施开展隐患排查、监测，若发现场地土壤和地下水存在污染迹象的，应当排查污染源，查明污染原因，采取措施防止新增污染。企业如需拆除涉及有毒有害物质的生产设施设备、构筑物 and 污染治理设施的，应当严格按照有关规定实施残留物料和污染物、污染设备和设施的安全处理处置，并做好拆除活动相关记录，防范拆除活动污染土壤和地下水。拆除活动相关记录应当长期保存。