目录

1 项目概况 1-1

1.1 项目背景 1-1

1.2 编制依据 1-4

1.2.1 法律依据 1-4

1.2.2 技术导则 1-5

1.2.3 其他相关文件 1-6

1.3 编制目的 1-6

1.4 工作范围 1-7

2 地块概况 2-1

2.1 区域环境概况 2-1

2.1.1 地理区位 2-1

2.1.2 气候气象 2-1

2.1.3 植被情况 2-10

2.2 水文地质条件 2-12

2.2.1 地质构造 2-12

2.2.2 地层岩性 2-14

2.2.3 地形地貌 2-15

2.2.4 岩土体类型 2-19

2.2.5 土工试验 2-26

2.2.6 地下水类型 2-29

2.2.7 地下水补径排关系 2-29

2.2.8 水文地质试验 2-31

2.3 地块土地利用及生产活动 2-35

2.3.1 地块土地利用历史 2-35

2.3.2 地块内生产活动调查 2-35

2.3.3 地块主要污染源及潜在污染物 2-36

2.3.4 地块疑似污染区域 2-37

2.4 土壤污染状况调查 2-38

2.4.1 布点情况 2-38

2.4.2 质量控制和保证措施 2-48

2.4.3 监测结果.....2-84
2.4.4 土壤污染物分布特征.....2-111
2.4.5 地块内碱渣调查.....2-131
2.5 地块调查结论.....2-134
3 地块风险评估 3-1
3.1 风险评估流程.....3-1
3.2 危害识别.....3-3
3.2.1 关注污染物.....3-3
3.2.2 地块规划及敏感受体.....3-5
3.2.3 污染物迁移转化机制.....3-6
3.2.4 地块污染概念模型.....3-7
3.3 暴露评估.....3-10
3.3.1 暴露情景分析.....3-10
3.3.2 确定暴露途径.....3-10
3.3.3 暴露评估模型及参数.....3-11
3.4 毒性评估.....3-15
3.4.1 污染物毒性效应.....3-15
3.4.2 污染物相关参数.....3-16
3.5 风险表征.....3-17
3.5.1 致癌/非致癌风险计算.....3-17
3.5.2 基于血铅的土壤铅健康风险评估.....3-19
3.5.3 暴露途径贡献率分析.....3-22
3.5.4 模型参数敏感性分析.....3-23
3.5.5 风险评估不确定性分析.....3-25
4 风险等级划分 4-1
4.1 工作程序.....4-1
4.2 风险筛查阶段.....4-2
4.3 风险等级.....4-2
4.3.1 土壤风险分值.....4-2
4.3.2 地下水风险分值.....4-5
4.3.3 地块风险等级.....4-5
5 控制值计算 5-1

5.1 计算地块土壤风险控制值.....5-1
5.1.1 计算模型和方法.....5-1
5.1.2 风险控制值计算结果.....5-3
5.2 地块土壤风险控制值调整.....5-3
5.2.1 砷风险控制值调整.....5-3
5.2.2 铅风险控制值确定.....5-4
5.2.3 调整后的风险控制值.....5-4
5.3 地块超风险范围及土方量确定.....5-4
5.3.1 超风险范围及土方量确定原则.....5-4
5.3.2 超风险范围及土方量确定方法.....5-5
5.3.3 超风险范围及土方量.....5-6
6 结论和建议.....6-1
6.1 风险评估结论.....6-1
6.2 修复及管理建议.....6-2

附件

附件 1：土壤污染初步调查备案函
附件 2：土壤污染详细调查备案函
附件 3：土壤超风险范围拐点坐标
附件 4：土工试验报告
附件 5：确权文件
附件 6：测绘报告

1 项目概况

1.1 项目背景

大连石灰石矿生产历史悠久，于 1929 年由侵占大连的日本人建矿，1945 年抗战胜利后苏军接管大连期间，由中苏联合经营，1949 年建国后，为大连碱厂下属单位，1954 年经原重工业部批准，划归鞍山钢铁公司，成立大连石灰石矿，至今已有 89 年开采历史。

大连石灰石矿为国有企业，主管部门为鞍钢集团矿业有限公司。它是鞍山钢铁生产的主要辅助原料基地之一。采矿许可证号为：1000000020068。矿区位于大连市甘井子区内，随着城市的发展矿区已被居民区包围，矿山开采对附近居民及城市生态环境影响较大。大连市政府为改善城市生态环境，更好服务于经济社会发展，与鞍钢集团公司于 2015 年 8 月 4 日在鞍钢集团公司，就关闭鞍钢集团矿业公司大连石灰石矿进行讨论、达成共识，双方同意关闭大连石灰石矿并生成备忘录。大连市石灰石矿土地确权情况如下表所示。

表 1.1-1　大连石灰石矿土地确权面积统计表

宗地分类及名称		分区名称	分区面积 hm^2	是否已完成备案	是否本次评估范围
确权给甘井子矿的土地	采场	A1-1 区	4.1950	是	否
		A1-2 区	69.9647	是	否
		A2 区	9.2785	否	否
		A3-1 区	130.1534	是	否
	排土场	A3-2 区	4.6900	否	是
		A4-1 区	0.1341	是	否
		A4-2 区	0.6162	是	否
	农场	A3-3 区	4.2826	是	否
	小计		223.3145	-	-
确权依据不足，不能确权给甘井子矿的土地	由甘井子矿实际使用的土地	B1-1 区	29.2594	是	否
		B1-2 区	37.3854	是	否
		B2 区	9.6912	是	否
	小计		76.3360	-	-
	由排渣填海形成但甘井子矿未实际使用的土地	C 区	37.7931	否	否
	小计		114.1291	-	-
合计			337.4436		$4.69hm^2$

根据上表可知，确定本次调查的 A3-2 区地块面积为 4.69hm^2。表中 A1-1 区、A1-2 区 A3-1 区、A4-1 区、A4-2 区、A3-3 区、B1-1 区、B1-2 区和 B2 区，已编制完成《大连石灰石矿工业用地（不含 A2 区、A3-2 区及 C 区）地块环境调查报告》，并取得了大连市环境保护局的备案（大环函[2018]164 号）；表中 A2 区已被其他企业（大连汇泉厨房设备有限公司）占用且仍在生产，C 区由排渣填海形成大连石灰石矿未实际使用的土地，不再进行土壤污染状况调查。

按照《大连市城市总体规划（2001-2020 年）》（2017 年修订）中心城区用地规划，A3-2 区主导功能定位为居住用地。

根据 2019 年 1 月 1 日起施行的《中华人民共和国土壤污染防治法》第五十九条规定："对土壤污染状况普查、详查和监测、现场检查表明有土壤污染风险的建设用地地块，地方人民政府生态环境主管部门应当要求土地使用权人按照规定进行土壤污染状况调查。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。"受鞍钢集团矿业有限公司大连甘井子分公司委托，我单位大连理工加华环境科技有限公司承担了大连石灰石矿 A3-2 区工业用地地块土壤污染状况调查工作。

本项目于 2018 年 6 月~8 月进行了初步调查工作，确认地块内土壤中砷和铅存在超过筛选值情况，编制完成《大连石灰石矿 A3-2 区工业用地地块环境调查报告》，并取得了备案（大环函[2018]209 号）。根据备案文件要求，已将"大连石灰石矿 A3-2 区工业用地地块"列入污染地块名录，需要开展地块环境详细调查等有关工作，并确保地块环境安全。

本项目于 2020 年 6 月进行了详细调查工作，经现场踏勘确认，自 2018 年 8 月初步调查结束后，至 2020 年 6 月底，调查范围内地块变化情况较大，新增大量不明来源弃土，因此详细调查工作分两次进行，分别为第二阶段第二次现场采样和第三次现场采样。编制完成《大连石灰石矿 A3-2 区工业用地土壤污染状况详细调查报告》，并取得了备案（详见附件）。根据备案文件要求，需要启动风险评估工作。

受鞍钢集团矿业有限公司大连甘井子分公司的委托，我单位（大连理工加华环境科技有限公司）启动了该地块的风险评估工作。

1.2 编制依据

1.2.1 法律依据

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015 年 1 月 1 日起施行）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议重新修订，2018 年 12 月 29 日起施行）；

（3）《中华人民共和国水污染防治法》（十二届全国人大常委会第二十八次会议修订，2018 年 1 月 1 日起施行）；

（4）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018 年 8 月 31 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过，2019 年 1 月 1 日起施行）；

（5）《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日修正，自 2020 年 1 月 1 日起施行）；

（6）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订）；

（7）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）；

（8）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修订并实施）；

（9）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；

（10）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，国办发[2013]7 号；

（11）关于加强工业企业关停、搬迁及原址地块再开发利用过程中污染防治工作的通知，环发[2014]66 号；

（12）《国家危险废物名录（2021 年版）》（部令第 15 号，自 2021 年 1 月 1 日起施行）；

（13）《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31 号，2016 年 5 月 28 日）；

（14）《辽宁省人民政府关于印发辽宁省土壤污染防治工作方案的通知》（辽政发[2016]58 号）；

（15）《大连市人民政府关于印发大连市土壤污染防治工作方案的通知》（大政发

[2016]75 号）；

（16）《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第 42 号，2017 年 7 月 1 日起施行）；

（17）《关于发布<建设用地土壤环境调查评估技术指南>的公告》（环境保护部公告，2017 年第 72 号，2018 年 1 月 1 日起施行）；

（18）《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》（生态环境部令第 3 号，2018 年 8 月 1 日起施行）；

（19）《辽宁省建设用地土壤污染风险管控和修复管理办法（试行）》（辽环发[2019]21 号）；

（20）关于印发《大连市建设用地土壤污染风险管控和修复管理实施细则》(大环发[2020]45 号)。

1.2.2 技术导则

（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评估技术导则》(HJ25.3-2019)；

（4）《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》(环境保护部公告，2014 年第 78 号，2014 年 11 月 30 日)；

（5）《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告 2017 年第 72 号）；

（6）《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定（试行）》（环办土壤[2017]67 号）；

（7）《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）；

（8）《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ682-2019）；

（9）《危险废物鉴别技术规范》（HJ298-2019）；

（10）《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；

（11）《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364 号）。

1.2.3 其他相关文件

（1）委托单位提供的调查地块其他资料：总平图、地形图、地形标高图；

（2）委托单位与大连理工加华环境科技有限公司签订的技术合同；

（3）《大连石灰石矿 A3-2 区工业用地场地环境调查报告》，大连理工加华环境科技有限公司，2018 年 11 月；

（4）《大连石灰石矿 A3-2 区工业用地土壤污染状况详细调查报告》，大连理工加华环境科技有限公司，2021 年 4 月；

（5）收集的其他相关资料。

1.3 编制目的

为避免地块内残留的污染物可能对未来地块内及周边活动人员身体健康造成影响，判断是否需要针对污染物进行后续的治理工作，展开本次风险评价工作。主要目的为：

（1）明确地块土壤的污染程度及分布范围；

（2）结合水文地质钻探，获得调查区域岩性特征、地块水文地质条件、水文地质结构等特征参数；

（3）通过风险评价方法计算地块土壤风险，计算土壤中关注污染物的风险控制值，并结合相关标准建议修复目标，估算超风险范围及修复量；

（4）结合目前资料汇总和现场调查的结果，根据未来地块开发用途，给出初步的修复建议。

1.4 工作范围

本次调查地块为大连石灰石矿 A3-2 区工业用地，位于大连市甘井子区，本次调评估地块面积共计 4.69hm^2，评估范围如下图所示。

表 1.4-1 大连石灰石矿 A3-2 区拐点坐标

编号	大连城建坐标		CGCS2000 经纬度坐标	
	X	Y	北纬 N	东经 E
J01	4318489.635	40909.142	38.59578	121.37361
J02	4318527.215	41033.135	38.59591	121.37413
J03	4318503.945	41159.084	38.59583	121.37465
J04	4318476.822	41218.785	38.59574	121.37490
J05	4318473.177	41265.135	38.59573	121.37509
J06	4318493.929	41338.807	38.59580	121.37540
J07	4318524.257	41411.017	38.59589	121.37570
J08	4318512.570	41417.544	38.59586	121.37573
J09	4318484.545	41366.655	38.59577	121.37551
J10	4318467.528	41313.785	38.59571	121.37529
J11	4318464.101	41217.740	38.59570	121.37490
J12	4318427.416	41216.515	38.59558	121.37489
J13	4318411.276	41174.158	38.59553	121.37471
J14	4318382.118	41123.141	38.59543	121.37450
J15	4318378.064	41018.119	38.59542	121.37407
J16	4318321.757	40923.581	38.59524	121.37367
J17	4318291.693	40876.110	38.59514	121.37347
J18	4318286.999	40847.356	38.59513	121.37336
J19	4318292.192	40841.681	38.59514	121.37333
J20	4318331.303	40877.912	38.59527	121.37348
J21	4318489.635	40909.142	38.59533	121.37355

2 地块概况

2.1 区域环境概况

2.1.1 地理区位

大连石灰石矿位于大连市甘井子区甘井子街道，地理位置详见图 3.1-1。

图 2.1–1 本项目地理位置图

2.1.2 气候气象

本项目场地所在区域处于北半球中纬度地带，一年中承受太阳辐射变化较大。大气环流以西风带和副热带为主。夏季偏南风，冬季偏北风，并受黄海、渤海影响，属于暖湿带湿润半湿润大陆性季风气候，并且具有明显的海洋性气候特征。气候特点：四季分明，气候温和，夏无酷暑，冬无严寒，降水集中，季风明显。大连市地处北半

球中纬度地带（北纬 38 °左右），属于温带大陆性季风气候。由于三面环海，因此又具有明显的海洋性气候特点。

⑴气象概况

项目采用的是大连气象站（54662）资料，气象站位于辽宁省大连市，地理坐标为东经 121.64 度，北纬 38.9083 度，海拔高度 91.5 米。气象站始建于 1951 年，1951 年正式进行气象观测。以下资料根据 1999-2018 年气象数据统计分析。

表 2.1-1　大连气象站常规气象项目统计（1999-2018）

统计项目		统计值	极值出现时间	极值
多年平均气温（℃）		11.6		
累年极端最高气温（℃）		33.6	2015-07-14	36.6
累年极端最低气温（℃）		-13.9	2016-01-23	-18.8
多年平均气压（hPa）		1005.6		
多年平均水汽压（hPa）		11.2		
多年平均相对湿度(%)		63.8		
多年平均降雨量(mm)		581.3	2011-06-26	156.7
灾害天气统计	多年平均沙暴日数(d)	0.0		
	多年平均雷暴日数(d)	13.8		
	多年平均冰雹日数(d)	0.3		
	多年平均大风日数(d)	13.0		
多年实测极大风速（m/s）、相应风向		23.3	2013-03-09	30.4NNE
多年平均风速（m/s）		3.3		
多年主导风向、风向频率(%)		N14.8%		

⑵气象站风观测数据统计

1)月平均风速

大连气象站月平均风速如下表，3 月平均风速最大（3.8 米/秒），8 月风最小（2.7 米/秒）。

表 2.1-2　大连气象站月平均风速统计（单位 m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均风速	3.5	3.6	3.8	3.8	3.4	3.0	2.9	2.7	2.8	3.3	3.6	3.6

2)风向特征

近 20 年资料分析的风向玫瑰图如图 2-2 所示，大连气象站主要风向为 N 和 S、SSW、NNW，占 48.6%，其中以 N 为主风向，占到全年 14.8%左右。

表 2.1-3　大连气象站年风向频率统计（单位%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
频率	14.8	7.3	4.1	3.6	2.4	2.6	4.1	6.1	12.4	12.1	7.5	3.0	2.7	2.0	4.8	9.3	1.3

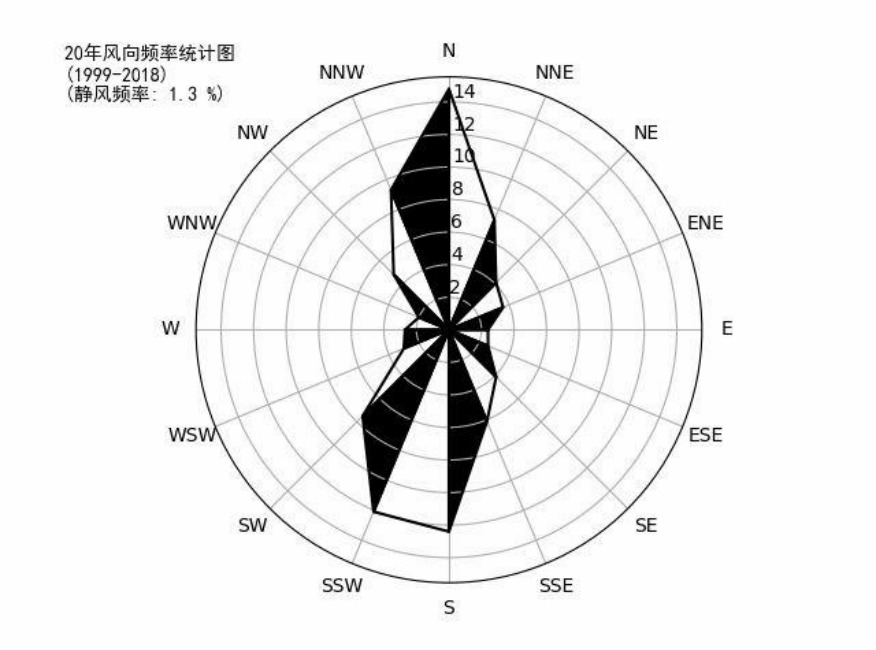
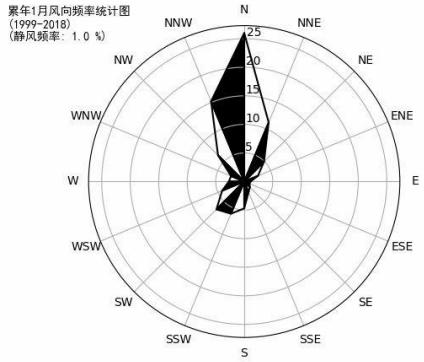


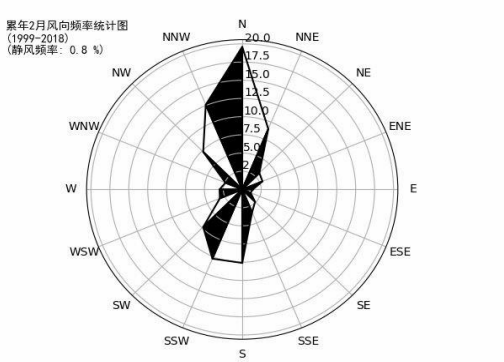
图 2.1–2　大连风向玫瑰图（静风频率 1.3%）

表 2.1-4　大连气象站月风向频率统计（单位%）

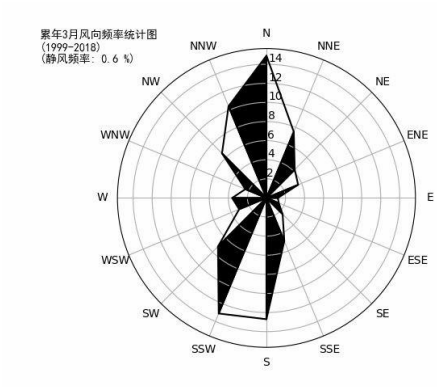
风向 频率 月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1	26	11.2	4.9	2.6	1.1	1	1.4	2	4.7	6.1	6.9	4.2	2.7	2.5	6.5	15.2	1
2	19.6	9	3.2	2.9	1.4	1.2	2.4	3.4	10	10	7.3	3.2	3	2.4	7.3	12.6	0.8
3	14.9	7.5	4.2	3.6	1.2	1.4	2.4	4.9	12	13	7.2	3.1	3.6	2.4	6.6	10.4	0.6
4	11.4	6.1	4.8	3.8	2	2.6	4.5	6.3	14	15	6.2	2.9	2.9	2.6	4.9	9.2	0.5
5	7.7	3.8	4.3	3.5	3.6	3.1	5.9	8.6	15	15	7.5	2.8	2.8	2	4.1	8.6	0.9
6	4.3	3.2	4	5.5	4.2	5.2	8.3	12	19	13	5	1.5	1.7	1.2	3.3	5.4	1.4
7	5.4	3.6	3.6	4.8	4.5	5.3	9.1	12	20	14	4.9	1.1	1.3	1	2.9	4.5	1.4
8	10	5	5.2	4.6	4.3	4.4	5.8	9.4	14	13	5.7	1.7	1.4	1.4	3.8	7.8	2
9	14.2	7.1	4.4	4.6	2.8	1.8	3.8	5.9	14	13	6.5	2.3	2.7	2.5	4.4	7.7	2.1
10	18.7	8.5	2.6	2.1	1.3	1.7	2.4	4.1	11	14	12	3.3	2.8	2.4	3.1	7.6	1.2
11	21.5	9.8	3.2	2.7	1.2	1.9	1.8	2.5	7.3	10	11.4	4.9	3.4	1.8	4.3	10.3	1.2
12	23.8	12.4	4.4	3	1.2	0.8	1.3	1.4	4.2	6.1	9.7	5.2	3.9	1.8	6.5	12.4	1.8



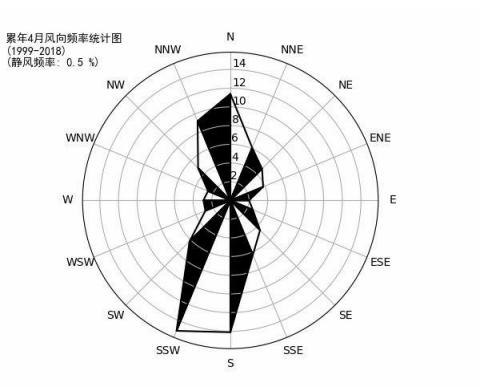
1 月静风 1.0%



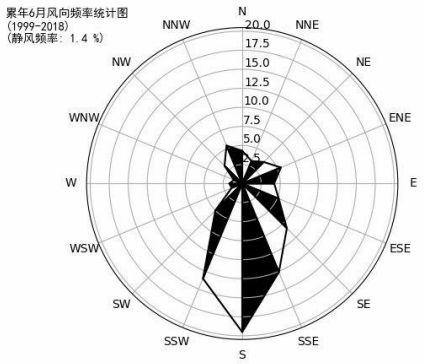
2 月静风 0.8%



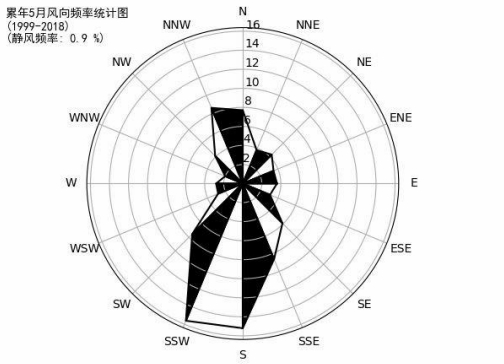
3 月静风 0.6%



4 月静风 0.5%

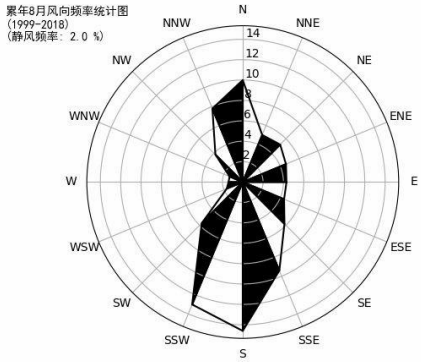


5 月静风 0.9%

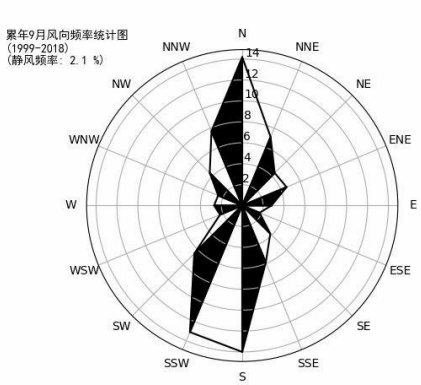


6 月静风 1.4%

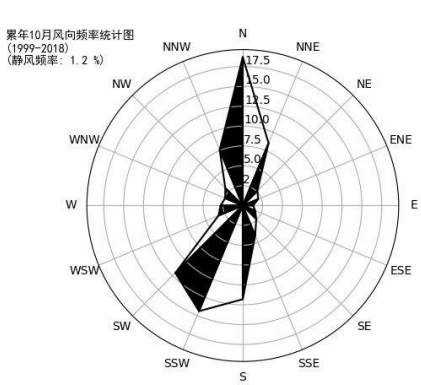
7 月静风 1.4%



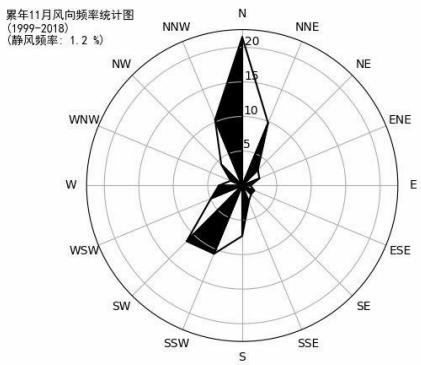
8 月静风 2.0%



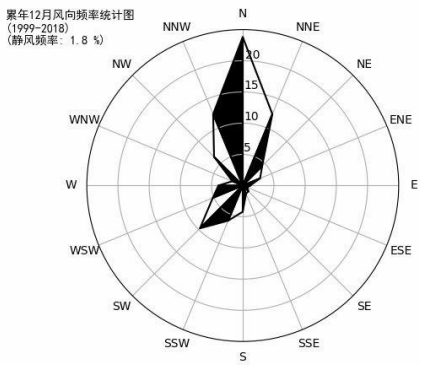
9 月静风 2.1%



10 月静风 1.2%



11 月静风 1.2%



12 月静风 1.8%

图 2.1–3　大连月风向玫瑰图

3)风速年际变化特征与周期分析

根据近 20 年资料分析，大连气象站风速呈现下降趋势，每年下降 0.08%，1999 年年平均风速最大（4.5 米/秒），2007 年年平均风速最小（2.8 米/秒），无明显周期。

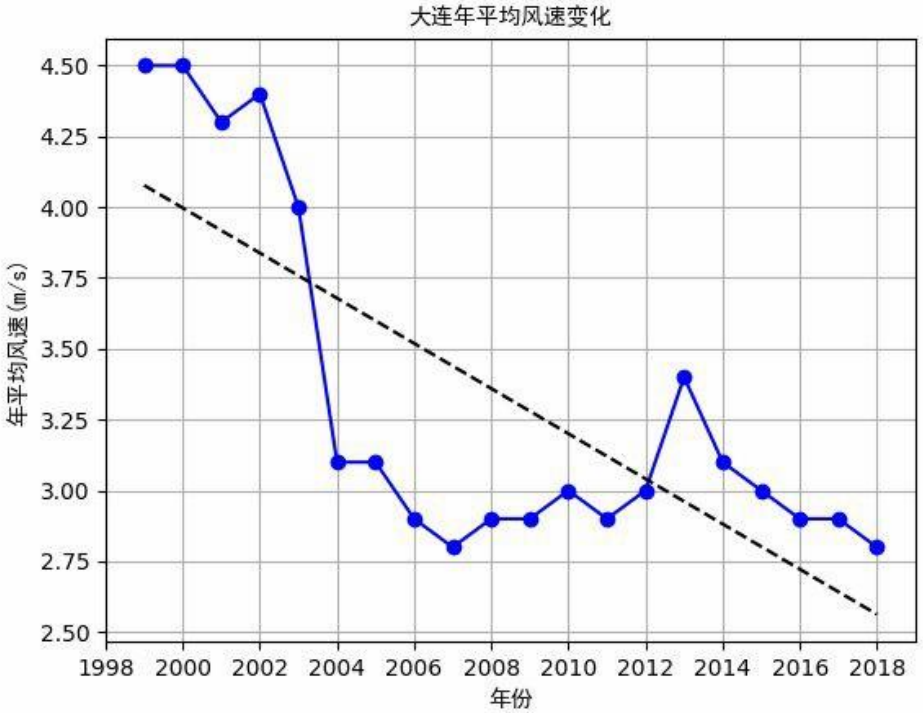


图 2.1–4 大连（1999-2018）年平均风速（单位：m/s，虚线为趋势线）

⑶气象站温度分析

1)月平均气温与极端气温

大连气象站 08 月气温最高（24.7℃），01 月气温最低（-3.6℃），近 20 年极端最高气温出现在 2015-07-14(36.6℃)，近 20 年极端最低气温出现在 2016-01-23(-18.8℃)。

2)温度年际变化趋势与周期分析

大连气象站近 20 年气温无明显变化趋势，2017 年年平均气温最高（12.4℃），2010 年年平均气温最低（10.3℃），无明显周期。

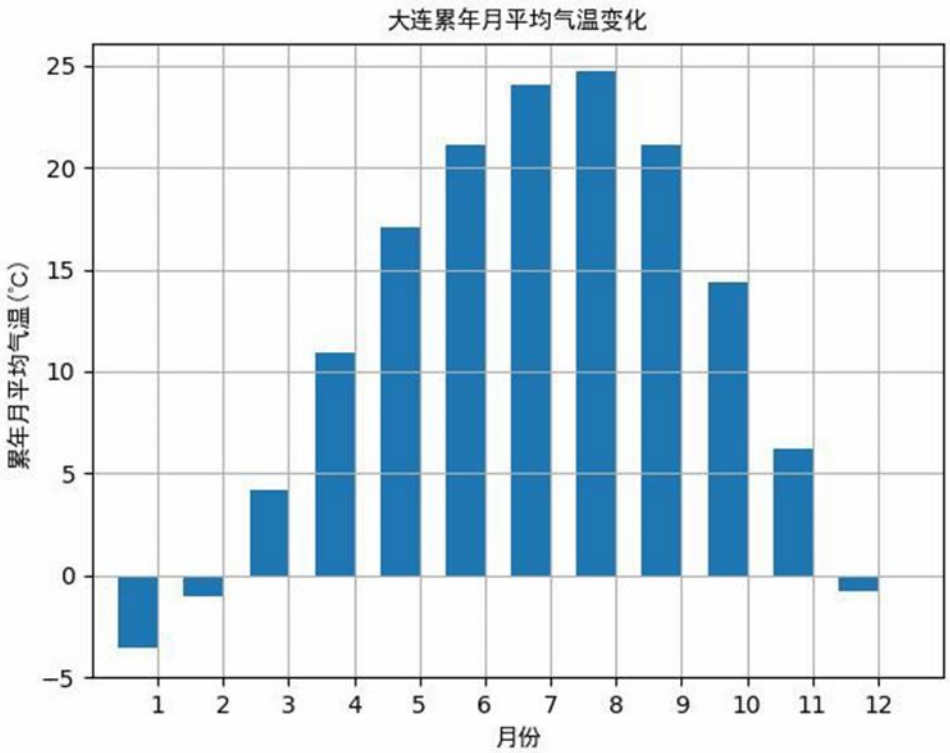


图 2.1–5　大连月平均气温（单位：℃）

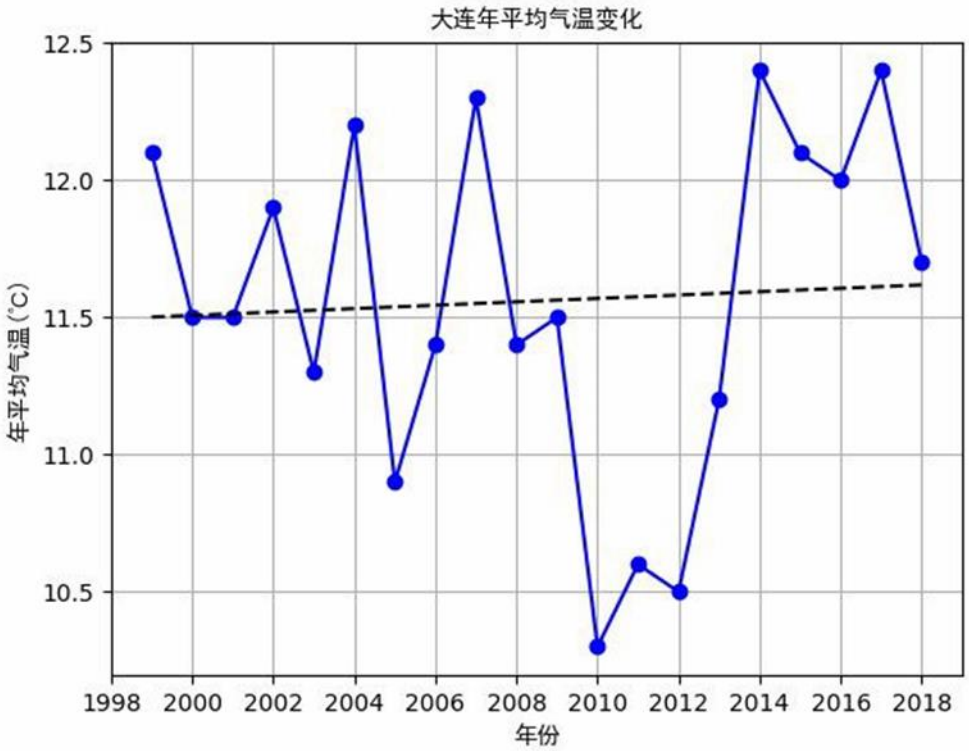


图 2.1–6　大连（1999-2018）年平均气温（单位：℃，虚线为趋势线）

⑶气象站降水分析

1)月平均降水与极端降水

大连气象站 08 月降水量最大（139.9 毫米），01 月降水量最小（5.9 毫米），近 20 年极端最大日降水出现在 2011-06-26（156.7 毫米）。

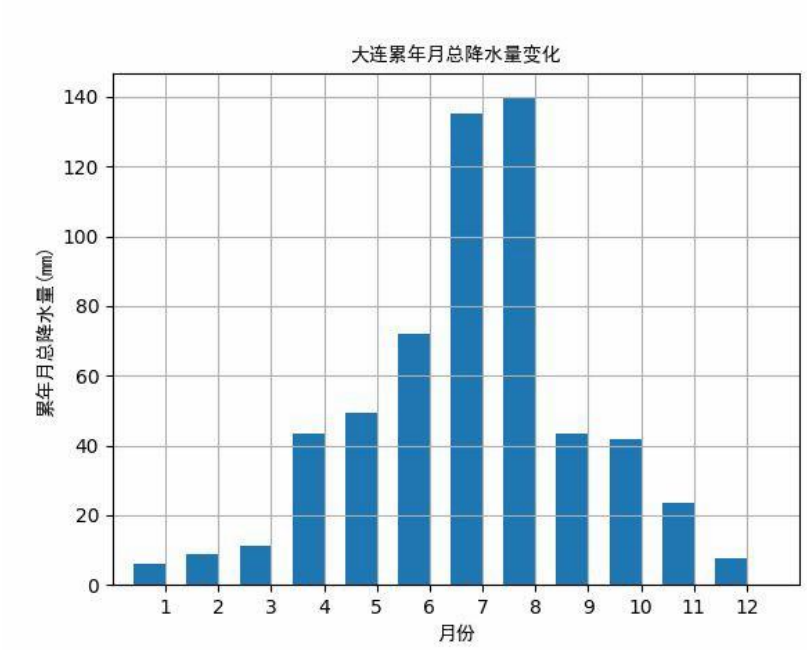


图 2.1–7　大连月平均降水量（单位：毫米）

2)降水年际变化趋势与周期分析

大连气象站近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2011 年年总降水量最大（902.6 毫米），1999 年年总降水量最小（258.2 毫米），周期为 2-3 年。

图 2.1–8　大连（1999-2018）年总降水量（单位：毫米，虚线为趋势线）

2.1.3 植被情况

根据现场调查，本项目地块范围内，有少量植被覆盖，植被主要集中在南侧土堆背阴面，以常见的山椒为主，草本以常见乔本科和菊科的蒿属为主。植被以常见种和广布种为主，未见古树名木及珍惜种类。

臭椿树：臭椿（*Ailanthus altissima*）苦木科臭椿属落叶乔木，树皮灰色至灰黑色，原名樗（chū），又名椿树和木砻树，因叶基部腺点发散臭味而得名。它原产于中国东北部、中部和台湾。生长在气候温和的地带。这种树木生长迅速，可以在 25 年内达到 15 米的高度。此物种寿命较短，极少生存超过 50 年。本种在石灰岩地区生长良好，可作石灰岩地区的造林树种，也可作园林风景树和行道树。

榆树：学名：*Ulmus pumila* L；又名春榆、白榆等，素有“榆木疙瘩”之称，为榆科落叶乔木，幼树树皮平滑，灰褐色或浅灰色，大树之皮暗灰色，不规则深纵裂，粗糙；小枝无毛或有毛，无膨大的木栓层及凸起的木栓翅；冬芽近球形或卵圆形。花先叶开放，在生枝的叶腋成簇生状。分布于中国东北、华北、西北及西南各省区。

图 2.1–9　地块内南侧土堆背阴面斜坡（2021 年 2 月）

图 2.1–10　地块内植被现场照片（2021 年 2 月）

2.2 水文地质条件

2.2.1 地质构造

评估区大地构造单元为中朝准地台（Ⅰ）—胶辽台隆（$Ⅰ_1$）—复州台陷（$Ⅰ_1^4$）区，四级构造区为复州～大连凹陷（$Ⅰ_1^{4—3}$）构造单元。

本次评估区内断裂构造不发育。

区域上构造较发育，断裂纵横交错，大体分为二组，即近东西向构造、北东向构造，其发育程度和规模分述如下：

1、近东西向构造

近东西向构造是发育时间较早，活动时间较长的构造，评估区内发育不同规模的褶皱及断裂。主要有：海茂村倒转背斜、新甘井子向斜等，其南侧出露的辉绿岩脉呈近东西向分布，就是近东西向构造控制结果。

2、北东向构造

是区内主要构造，发育较晚。主要有：南关岭背斜，泉水眼子倒转向斜，姚家村至三道沟储水断裂等，在南关岭至棋盘村一带，出露辉绿岩脉呈北东向分布，这是由于北东向断裂构造控制的结果。

A3-2 地块内主要为碳酸盐岩类地层，由于岩相变化比较复杂，其岩溶、裂隙发育程度及富水性各有差异，同一岩组分布的位置不同，其富水性也是极不均一的，富水性视地质构造和岩溶发育程度及补给条件而异。

2.2.2 地层岩性

评估区依地层生成时代和岩石组成特征由老至新划分为震旦系、第四系等，由老至新分述如下：

（1）震旦系

①甘井子组（Zwhg）：主要分布于椒金山-海茂村一带及中华路两侧区域，岩性主要为灰-灰黑色中厚层石灰岩，灰白色薄层白云质灰岩夹浅粉色白云质灰岩及含硅质白云质灰岩组成，岩性富含镁质成份，岩溶较为发育，局部夹有燧石构造和条带，厚度约 613m。

②营城子组（Zjxy）：主要分布于大连石灰石矿一带，其主要岩性为深灰色中厚层泥晶灰岩及白云质灰岩，本组灰岩较纯，可用于石灰、水泥及化工原料加工，厚度约 622m。

（2）第四系

①中更新统（Q2gl）冰碛：呈椭圆状，零散分布于评估区中部，岩性主要为棕红——红系列的泥砾层，因分布部位的不同，颜色深浅有所变化，胶结粘土含量多寡不等，总体岩性变化不大，砾石含量达 50%以上，底部含量有所减少，磨圆较好，呈次棱角状～次圆状，分选差、砾石排列杂乱无章，外包泥土粘膜，表面常见一层氧化圈，常被铁锰质浸染呈黑褐色光亮的外表，厚度一般小于 5m。

②中更新统（Q2dl-pl）坡洪积：呈条带状分布于评估区中部，近东西向，岩性主要为棕红色，局部夹棕黄色粘土，亚粘土含砾石及碎石，砾石含量 5-20%，无分选，均呈棱角—次棱角状，成分以石英岩，石英脉碎块为主，局部混石灰岩。粘土硬塑，发育有垂直节理，呈柱状结构，裂隙面由于铁锰质侵染形成黑褐色网纹状。粘土中还含有介于 2-6 毫米直径的圆球状黑褐铁锰质结核，厚度约 2～5m。

③上更新统（Q3dl-pl）坡洪积：呈条带状分布于评估区的中部及北部，岩性主要为砂砾石混土夹亚砂土、亚粘土含砾透镜体，厚度一般在 4～5m。

④全新统（Q4al-pl）冲洪积：呈条带状分布于评估区中部，其岩性主要为亚砂土及砂砾石夹淤泥透镜体，厚度约 3～5m。

⑤全新统（Q43al-pl）冲洪积：呈条带状分布于评估区中部，其岩性主要为亚砂土及砂砾石夹淤泥透镜体，厚度约 2～6m。

⑥全新统（Q4ml）人工堆积地形：分布在南部沿海及部分沟谷，其主要岩性为素填土、杂填土、废矿石渣等，堆积厚度因原始地形起伏而差异较大，约 2～30m。

（3）侵入岩

辉绿岩（βμ）：主要分布于石灰石矿一带，呈长条状，分布面积小，岩石呈灰绿色，块状构造、灰绿结构，主要矿物成分为斜长石及辉石基岩风化强烈，风化裂隙发育，具球状风化，风化后为灰黄色，以岩床或岩脉状侵入于震旦系，常由岩床变为岩脉，围岩常见烘烤及退色现象，其时代属晚侏罗世。

本项目 A3-2 地块工作区全部被第四系全新统（Q_4^{ml}）人工堆积层覆盖，其主要岩性为素填土、杂填土、废矿石渣等，堆积厚度差异较大，根据本次钻探堆积厚度约 0.9～31.7m。下伏震旦系甘井子组（Z_{whg}）：岩性主要为灰-灰黑色中厚层石灰岩，灰白色薄层白云质灰岩夹浅粉色白云质灰岩及含硅质白云质灰岩组成，岩性富含镁质成份，岩溶较为发育，局部夹有燧石构造和条带，厚度约 613m。

2.2.3 地形地貌

区域地貌单元类型根据成因可以划分为构造剥蚀地形、剥蚀堆积地形、堆积地形及人工堆积地形四种，分述如下：

（1）构造剥蚀地形：

低丘陵（Ⅰ）：高程 73～156m。分布在评估区南侧，丘顶多为圆顶状和平顶状，坡面较缓，约 5～10°。众多馒状丘顶形成漫岗地形，坡麓上有冲沟发育。高部位基岩裸露，低部位有植被覆盖，由于人类工程活动强烈，多处形成剥蚀残丘地貌。

（2）剥蚀堆积地形

冰碛龙岗（Ⅲ）：呈条带状分布在评估区南北两侧。部分在灰岩或板岩组成的低丘顶部出现。标高在 29～62m，局部分布标高较低，形如长梁垅岗状。

坡洪积扇群（Ⅳ）：呈条带状，分布评估区西侧，分布宽度不等，坡度 2～5°，多发育树枝状冲沟。岩性为亚粘土、亚砂土含砾、碎石、黄土状亚粘土含碎石。

（3）堆积地形

冲洪积谷地（Ⅵ）：分布在评估区西侧，呈条带状分布于丘间，谷底较平坦，上游至下游由窄变宽，一般宽度在 300～800mm，最宽可达 1000mm。规模不大。一般有季节性水流通过。堆积物岩性为亚砂土含碎石、亚砂土及砂砾石。局部有基岩裸露

谷底。

（4）人工堆积地形

人工堆积地形（Ⅷ）：主要分布于评估区内南侧斜坡及东南侧区域，呈长方形及带状分布，地面较平坦，略向海倾斜。

本项目 A3-2 地块工作区属人工堆积地貌单元，底部由鞍钢主工作区筛选出废料，成份以块石为主，南部表层以建筑垃圾为主，堆积形成，总体呈南高北低，最高点位于工作区域西南侧，标高为 30.98m，最低点位于工作区域东北侧，标高为 2.45m，相对高差 28.53m。

（5）调查区原始地貌

调查区堆土前原始地面较平缓，局部略有起伏，最高点位于工作区域西南侧，标高为 1.67m，最低点位于工作区域东北侧，标高为-4.85m，相对高差 6.52m。原状土以淤泥质粉质黏土、含砺粉质黏土和红黏土为主。

2.2.4 岩土体类型

根据现场勘察，钻孔控制深度内，按沉积年代、成因类型由上到下划分为：

①杂填土（Q4ml）：以黄褐色、灰褐色、棕褐色为主，松散，稍湿，主要有粘性土及建筑垃圾组成，碎石含量 30～70%，粒径 5～80mm，覆盖整个工作区，揭露厚度 0.9～31.7m。

②素填土（Q4ml）：浅灰色为主，松散，稍湿，主要有灰岩碎石和少量粘性土组成，碎石含量 40～80%，粒径 5～150mm，揭露厚度 1.90～14.0m。

③碱渣（Q4ml）：紫红色，湿，可塑，手摸有滑腻感，轻微刺鼻气味，揭露厚度 1.2～6.2m。

④粉质黏土（Q4al-pl）：褐色，稍湿，可塑，刀切面稍有光泽，韧性中等，干强度中等，无异味，揭露厚度 0.70～3.50m。

⑤淤泥质粉质黏土（Q4al-pl）：灰黑色，饱和，软可塑，含少量贝壳及腐质物，略腥臭，刀切面稍有光泽，韧性中等，无摇震反应，揭露厚度 0.70～9.40m。

⑥含砾粉质黏土（Q3dl-pl）：黄褐色，稍湿，硬塑，刀切面稍有光泽，韧性中等，干强度低，无摇震反应，砾石含量约 25-30%，无异味，揭露厚度 0.40～6.80m。

⑦红粘土（Q2dl）：棕褐色，硬塑，稍湿，切面光滑，砾石含量 5～10%，粒径 2～20mm，呈次棱角状，无摇震反应，韧性高，揭露厚度 0.2～2.50m。

⑧强风化石灰岩（Zwhg）：灰白色，原岩结构大部分破坏，矿物成分明显变化，节理裂隙发育，岩芯呈粉末状、碎块状，揭露厚度约 0.50～4.80m。

⑨中风化石灰岩（Zwhg）灰色，隐晶质结构，层状构造，岩芯呈碎块状，节理裂隙发育，岩体较破碎，属较硬岩，岩芯多呈碎块状，浅部溶蚀裂隙较发育，连通性较好，部分被红粘土等物质充填，深部岩体较完整，岩溶发育弱，本次调查评估未能穿透此层。

本次地块内设五条工程地质剖面图，1-1’、4-4’和 5-5’均为南北走向，2-2’东西走向穿过南侧覆土区域，3-3’东西走向穿过中北部及东侧狭长区域。

2.2.5 土工试验

本次调查评估在 XD09、XD42、XD57 钻孔于杂填土层采取扰动样 3 件；在 XD22、XD53、XD68 钻孔于淤泥质粉质黏土层采取原状土样 3 件；在 XD49、XD50、XD58 钻孔于碱渣层采取原状土样 3 件。本次采用厚壁敞口取土器快速静力压入法采取原状土试样，土试样质量等级 II 级。

表 2.2-1 土工试验点位统计表

序号	钻孔号	土工样号	位置	样品类型	取样深度 m
1	XD22	T1	地块中部	淤泥质粉质黏土	7.0-7.2
2	XD53	T2	地块东部	淤泥质粉质黏土	27.0-27.2
3	XD68	T3	地块南部	淤泥质粉质黏土	25.0-25.2
4	XD50	T4	地块南部	碱渣	2.0-2.2
5	XD58	T5	地块南部	碱渣	1.0-1.2
6	XD49	T6	地块南部	碱渣	3.0-3.2
7	XD09	T7	地块中部	杂填土	1.0-1.5
8	XD42	T8	地块西部	杂填土	2.0-2.5
9	XD57	T9	地块南部	杂填土	8.0-8.5

杂填土检测项目如下：干密度、天然密度、天然含水率、粒径分析、有机质含量等，层室内试验结果见下表 3.3-2。

淤泥质粉质黏土检测项目如下：孔隙比、土粒比重、干密度、界线含水率、天然密度、天然含水率、垂直渗透系数、有机质含量等，室内试验统计结果见表 3.3-3。

碱渣土检测项目如下：孔隙比、土粒比重、干密度、天然密度、天然含水率、垂直渗透系数、有机质含量等，室内试验统计结果见下表 3.3-4。

表 2.2-2 杂填土室内试验数据表

序号	天然状态土的物理性指标					有机质含量	颗粒组成				
	含水率	密度		重度			砾			砂粒	粉粒
		湿	干	湿	干		>100	100～10	10～2	2.0～0.075	<0.075
	W	ρo	ρd	r	rd	Wu	mm	mm	mm	mm	mm
	%	g/cm³		kN/m³		%	%	%	%	%	%
1	2.4	2.31	2.26	23.1	22.6	1.1	52.4	26.6	11.1	6.6	3.3
2	3.1	2.25	2.18	22.5	21.8	1.7	30.6	38.4	11.1	14.4	5.5
3	2.6	2.28	2.22	22.8	22.2	1.4	48.4	31.1	10.6	5.8	4.1
平均值	2.7	2.28	2.22	22.8	22.2	1.4	43.8	32.0	10.9	8.9	4.3

表 2.2-3　淤泥质粉质黏土室内试验统计表

项目	样本	区间值	平均值
	n	Min-ax	μ
含水率 w（%）	3	44.3～47.6	45.8
湿密度 ρ(g/cm^3)	3	1.67～1.72	1.69
干密度 ρd(g/cm^3)	3	1.13～1.19	1.16
湿重度 r(kN/m^3)	3	16.7～17.2	16.9
干重度 rd((kN/m^3)	3	11.3～11.9	11.6
土粒比重 Gs	3	2.71	2.71
孔隙比 eo	3	1.274～1.395	1.338
饱和度 Sr(%)	3	91～94	92
液限 ωl(%)	3	35.4～36.2	35.7
塑限 ωp(%)	3	20.5～21.0	20.7
塑性指数 Ip	3	14.9～15.2	15.0
液性指数 IL	3	1.53～1.80	1.67
垂直渗透系数 kv(cm/s)	3	3.8E-6～6.2E-6	5.1E-6
有机质含量（%）	3	6.6～9.1	7.7

表 2.2-4　碱渣室内试验统计表

项目	样本	区间值	平均值
	n	Min-ax	μ
含水率 w（%）	3	78.3～85.8	81.5
湿密度 ρ(g/cm3)	3	1.48～1.53	1.51
干密度 ρd(g/cm3)	3	0.82～0.84	0.83
湿重度 r(kN/m3)	3	14.8～15.3	15.1
干重度 rd((kN/m3)	3	8.20～8.40	8.30
土粒比重 Gs	3	2.67～2.68	2.68
孔隙比 eo	3	2.192～2.254	2.225
饱和度 Sr(%)	3	94～100	97
垂直渗透系数 kv(cm/s)	3	3.5E-3～6.4E-3	4.8E-3
有机质含量（%）	3	2.3～3.1	2.6

2.2.6 地下水类型

工作区上部松散层岩类堆积厚度约 0.9～31.7m，勘察期间该层中不含地下水，含水层主要为基岩风化壳与第四纪地层接触带及石灰岩溶洞，石灰岩溶蚀裂隙垂向发育，上部无稳定的隔水层，地下水属于裸露型“碳酸盐岩裂隙岩溶水”，单井涌水量<100t/d，水量贫乏，矿化度 3～10g/L，水位埋深在 1.57～29.54m。

2.2.7 地下水补径排关系

工作区地处滨海地带，兼有大陆和海洋性气候双重特点，北侧为泉水河，地下水的补给主要来源于大气降水；区内南高北低，地势平缓，总体坡度小，水力坡度小，地下水径流方向为由南向北向泉水河径流，由泉水河向东排泄入海；地下水主要排泄方式主要为补给河流、地下径流入海及蒸发三种。

图 2.2–13　水位地质钻探现场照片

（2）洗井及抽水试验

2021 年 2 月 23 日～3 月 6 日分别采用深水泵对本次施工的 6 眼地下水监测孔洗井，洗至水清砂净。洗井完毕后，进行抽水试验。

抽水试验设备：5t/h 潜水泵一台、2t/h 变流量潜水泵一台，发电机二台、电测水位计、电测温度计，测钟等。

静水位观测：在抽水试验之前先进行静水位观测，观测时间间隔 1h，前后两次水位变化小于 2cm 且无上升或下降的趋势，则可视为稳定水位。

动水位、出水量观测：对抽水井水位的观测在正式抽水试验开始后第 1、2、2、5、5、5、10、10、10、10、20、20、20、30 分钟各观测一次并与同步流量观测，以后每隔 30 分钟观测一次，直到水位相对稳定。

恢复水位观测：抽水试验结束或中途因故停泵，需进行恢复水位观测。观测时间间距为：1 分、3 分、5 分、10 分、15 分、30 分，以后每隔 30 分钟观测一次，直至完全恢复，观测精度要求同稳定水位的观测。

图 2.2–14　洗井及抽水试验现场照片

（3）水文参数计算

抽水孔结构：钻孔开孔孔径 φ325mm，上部松散岩类及基岩岩体破碎部分，下 φ273mm 铁管为井壁管，水位以下做成滤水管，滤缝直接开在井壁管上，孔隙率约 25%，尼龙纱布交织缠绕表面呈网状。下部基岩 φ219mm 一径到底，裸孔。

勘察期间工作区内松散岩类堆积层中不含水，含水层主要为基岩风化壳与第四纪地层接触带及石灰岩溶洞，石灰岩溶蚀裂隙垂向发育，上部无稳定的隔水层，地下水属于裸露型“碳酸盐岩裂隙岩溶水”，根据岩溶发育程度，充填情况及节理裂隙发育情况，综合确定含水层厚度。本次施工钻孔均为潜水～承压水完整井，洗井达到要求后进行抽水试验，钻孔抽水半径为 0.1095m，计算公式如下：

渗透系数　$$K=\frac{0.733Q\cdot\lg\frac{R}{r_w}}{(2H-M)M-h^2}$$　公式一

影响半径　$$\mathrm{R}=2\mathrm{S_w}\sqrt{\mathrm{H}K}$$　公式二

2.3 地块土地利用及生产活动

2.3.1 地块土地利用历史

根据企业档案馆资料可知，大连石灰石矿于 1929 年由侵占大连的日本人建矿，1945 年抗战胜利后苏军接管大连期间，由中苏联合经营，1949 年建国后，为大连碱厂下属单位，1954 年经重工业部批准，划归鞍山钢铁公司，成立大连石灰石矿。根据企业提供资料、周边群众以及历史遥感影像，本项目 A3-2 区主要用作排渣场，地块历史使用情况如下表所示。

表 2.3-1 地块原有企业经营情况

序号	名称	地块原使用情况	建厂时间	停产时间	备注
1	A3-2	石灰石矿	1929 年	2015 年	石灰石矿排渣场

本次调查评估检索收集了地块及周边 2000 年至今不同年份的历史影像图件，根据历史影像可知，本项目 A3-2 地块主要以石灰石排渣场存在，未进行过生产经营活动。

2.3.2 地块内生产活动调查

（1）地块平面布置

根据卫星历史影响及调查可知，本次调查地块范围内未建设过生产厂房，仅在入口处设有一个门卫，建筑面积约 100m^2。

（2）生产工艺及设备

经调查，本次地块调查评估范围内，未建设过生产车间，仅作为石灰石矿排渣场使用。

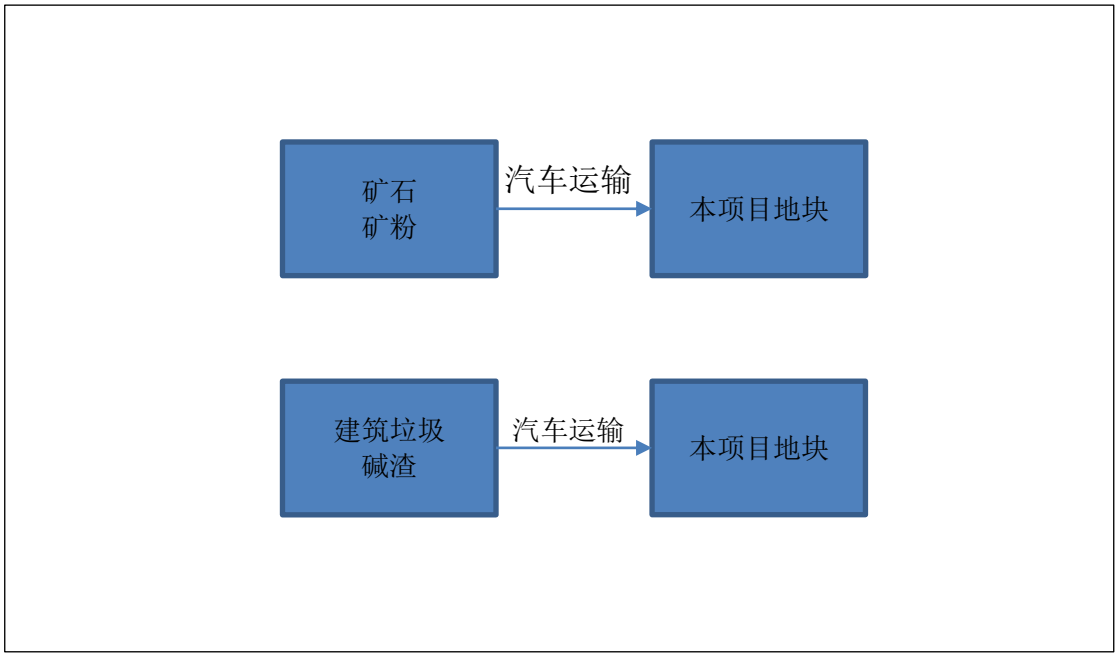


图 2.3–1　生产工艺流程图

（3）生产活动涉及物质

本项目地块作为大连石灰石矿排渣场使用，2015 年初停止开采后，陆续有其他单位将建筑垃圾堆积在地块的南侧，并且在 2017 年 1 月~9 月，存在碱渣排放情况，经走访甘井子环保局，确认碱渣的来源为大连地铁 5 号线梭鱼湾南站。《大连地铁 5 号线工程项目梭鱼湾南站地块污染调查与风险评估报告》已编制完成，并取得了大连市环保局的备案。根据该调查报告可知，梭鱼湾南站位于原大化厂区内部，碱渣主要为大化碱厂产生，主要超标污染物包括重金属砷和铅、苯并[a]芘等。《大化集团搬迁及周边改造项目污染地块调查及风险评估报告》已编制完成，并取得了大连市环保局的备案。根据该调查报告可知，大化整体区域内土壤主要超标污染物包括重金属、VOCs 和 SVOCs，本次地块调查评估范围内生产活动涉及的物质情况如下表所示。

表 2.3-2　地块内生产活动涉及物质一览表

序号	涉及物质	来源
1	石灰石矿石、矿渣	大连石灰石矿
2	建筑垃圾	未知
3	碱渣	大化梭鱼湾南站
4	大化污染土	大化集团整体

2.3.3 地块主要污染源及潜在污染物

通过对评估地块历史及现状企业生产情况的调查，初步识别可能导致调查地块土

壤污染的企业包括大连石灰石矿和大化集团，其中大连石灰石矿可能造成土壤污染的时间为 1929 年至 2015 年，潜在污染物类型包括重金属、氰化物和石油烃，污染范围可能涉及整个地块；大化集团可能造成土壤污染的时间为 2017 年~至今，潜在污染物包括重金属、石油类、VOCs 和 SVOCs，污染范围主要集中在地块南侧碱渣堆放区域。本项目地块可能对地块土壤及地下水环境产生污染的主要污染源及潜在污染物见下表。

表 2.3-3 调查地块潜在污染分析

序号	企业	潜在污染物
1	大连石灰石矿	砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、氰化物、石油烃（$C_{10\sim40}$）
2	大化集团	砷、铬、铅、汞、镍、四氯化碳、氯仿、1,2-二氯丙烷、1,2,3-三氯丙烷、苯、乙苯、1,4-二氯苯、一溴二氯甲烷、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧恩、苯并[k]荧恩、䓛、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、2,4-二硝基甲苯、五氯酚、2-甲基萘、二苯并呋喃、咔唑、2,6-二硝基甲苯、六氯苯、4-氯苯胺、N-亚硝基二正丙胺

2.3.4 地块疑似污染区域

根据查结果，地块主要污染源为来自原大化厂区的碱渣，潜在污染物包括砷、铅、石油烃、苯并[a]芘等，可能通过雨水淋溶作用对地块内其他土壤造成污染。地块主要疑似污染区域为碱渣堆放及附近区域，由于地块内其他排渣土来源不清晰，因此整个地块均有可能存在土壤污染。

2.4 土壤污染状况调查

本项目土壤污染状况调查现场采样工作分三次进行，分别为初步第一次采样、详细第二次采样和详细第三次采样。

2.4.1 布点情况

2.4.1.1 初步第一次采样

⑴土壤

由于地块使用功能较明确，污染特征有明显差异，因此采用分区布点和专业判断布点相结合的布点方法，同时考虑避开地块地下石油管网，根据采样点位布设条件进行相应的调整。地块内合计 10 个点位，46 个土壤样品，检测项目包括 pH+基本项目 45 项+其他项目 10 项（氰化物、一溴二氯甲烷、4-氯苯胺、2,4-二硝基甲苯、五氯酚、2-甲基萘、咔唑、二苯并呋喃、六氯苯和石油烃（C_{10-40}））+2,6-二硝基甲苯+N-亚硝基二正丙胺，合计 58 项。

⑵地下水

布设 3 个地下水点位，实际仅在 1#（土壤 4#并点）发现浅层地下水，1 个地下水样品，检测因子包括 pH、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、石油类、氰化物、氯乙烯、2-氯酚、2,6-二硝基甲苯、4-氯苯胺、N-亚硝基二正丙胺、六氯苯、五氯酚、一溴二氯甲烷、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、顺 1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、反 1,2-二氯乙烯、三氯甲烷（氯仿）、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、甲苯、四氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烷、氯苯、乙苯、对(间)二甲苯、苯乙烯、邻二甲苯、1,2,3-三氯丙烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、1,1,2,2-四氯乙烷、硝基苯、萘、2,4-二硝基甲苯、苯并[a]蒽、䓛、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒽，合计 53 项。

⑶地表水

地块内无地表水，本次在地块外泉水河内进行采样分析，1 个地表水样品。检测因子包括检测因子包括 pH、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、石油类、氰化物、2,6-二硝基甲苯、4-氯苯胺、N-亚硝基二正丙胺、六氯苯、五氯酚、一溴二氯甲烷、

1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、顺 1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、反 1,2-二氯乙烯、三氯甲烷（氯仿）、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、甲苯、四氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烷、氯苯、乙苯、对(间)二甲苯、苯乙烯、邻二甲苯、1,2,3-三氯丙烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、1,1,2,2-四氯乙烷、硝基苯、萘、2,4-二硝基甲苯、苯并[a]蒽、䓛、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒽，合计 53 项。

⑷对照点

土壤点位 2 个，土壤样品 2 个，检测因子包括 pH+基本项目 45 项+其他项目 10 项（氰化物、一溴二氯甲烷、4-氯苯胺、2,4-二硝基甲苯、五氯酚、2-甲基萘、咔唑、二苯并呋喃、六氯苯和石油烃（C_{10-40}））+2,6-二硝基甲苯+N-亚硝基二正丙胺，合计 58 项。

初步第一次采样点位坐标及高程情况如下表所示。

表 2.4-1　大连石灰石矿 A3-2 区初步第一次采样点位坐标

编号		大连城建坐标 m		高程 m
		X	Y	
地块范围内土壤	1#	4318494.148	41368.120	5.922
	2#	4318491.303	40978.162	3.083
	3#	4318451.071	41089.262	3.288
	4#	4318493.026	41127.701	3.468
	5#	4318418.455	41151.002	18.309
	6#	4318390.184	41056.052	25.443
	7#	4318391.215	41075.070	23.356
	8#	4318391.622	40998.993	29.436
	9#	4318375.978	40950.536	27.223
	10#	4318333.762	40905.884	27.377
地块范围外对照点	1#	4318212.644	40943.189	20.00
	2#	4318237.991	40932.884	21.00
地下水	1#	4318493.026	41127.701	-
地表水	1#	4318478.011	41134.557	-

2.4.1.2 详细第二次采样

⑴土壤

①布点原则

本期调查工作是在分析地块及收集资料的基础上，根据中华人民共和国《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）及《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）等文件规范进行，具体土壤布点采样原则如下：

由于 2018 年调查后，该地块原始状况严重破坏，新增大量不明来源排渣土，依据技术导则要求，拟采用系统布点法进行监测布点，系统布点法是将监测区域分成面积相等的若干工作单元，每个工作单元内布设一个监测点位。地块面积为 46900m^2，布设 30 个点位，每个点位代表的面积约为 1600m^2。

②监测项目

根据《辽宁省污染地块风险评估筛选值(试行)》(辽环综函[2020]364 号)以及《大连地铁 5 号线工程项目梭鱼湾南站地块污染调查与风险评估报告》和《大化集团搬迁及周边改造项目污染地块调查及风险评估报告》，本次土壤监测项目包含表 1 基本项目 45 项+表 2 其他项目中 9 项污染物（一溴二氯甲烷、4-氯苯胺、2,4-二硝基甲苯、五氯酚、2-甲基萘、咔唑、二苯并呋喃、六氯苯和石油烃（C_{10-40}））+2,6-二硝基甲苯+N-亚硝基二正丙胺；另根据《地块环境调查技术导则》（HJ25.1-2019）中附录 B 常见地块类型及特征污染物可知，非金属矿物采选业潜在特征污染物类型为重金属、氰化物，因此增加氰化物；因此本次土壤监测项目包括 pH+基本项目 45 项+其他项目 10 项（氰化物、一溴二氯甲烷、4-氯苯胺、2,4-二硝基甲苯、五氯酚、2-甲基萘、咔唑、二苯并呋喃、六氯苯和石油烃（C_{10-40}））+2,6-二硝基甲苯+N-亚硝基二正丙胺，合计 58 项。

③采样深度

每个点位采样深度视钻探结果而定，每个点位采集不同深度土壤样品，纵向在每隔 0.5m~1.5m 左右设 1 个采样层次。并保证不同性质土层至少采集一个土壤样品，同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时，根据实际情况在该层位增加采样点。各点位采样深度均至基岩层为止。

⑵地下水

①布点原则

本次调查布设地下水点位 6 个（ZK1~ZK6），分别位于地块地下水流向的上游、地下水可能污染较严重区域和地下水流向下游。

②监测项目

包括 pH、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、石油类、氰化物、氯乙烯、2-氯酚、2,6-二硝基甲苯、4-氯苯胺、N-亚硝基二正丙胺、六氯苯、五氯酚、一溴二氯甲烷、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、顺 1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、反 1,2-二氯乙烯、三氯甲烷（氯仿）、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、甲苯、四氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烷、氯苯、乙苯、对(间)二甲苯、苯乙烯、邻二甲苯、1,2,3-三氯丙烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、1,1,2,2-四氯乙烷、硝基苯、萘、2,4-二硝基甲苯、苯并[a]蒽、䓛、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒽，合计 53 项。

③采样深度

监测井水面下 0.5m 以下。

⑶地表水

地块内无地表水，本次在地块外泉水河内进行采样分析，1 个地表水样品。检测因子包括检测因子包括 pH、砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、石油类、氰化物、2,6-二硝基甲苯、4-氯苯胺、N-亚硝基二正丙胺、六氯苯、五氯酚、一溴二氯甲烷、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、顺 1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、反 1,2-二氯乙烯、三氯甲烷（氯仿）、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、苯、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、甲苯、四氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烷、氯苯、乙苯、对(间)二甲苯、苯乙烯、邻二甲苯、1,2,3-三氯丙烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、1,1,2,2-四氯乙烷、硝基苯、萘、2,4-二硝基甲苯、苯并[a]蒽、䓛、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒽，合计 53 项。

⑷对照点

土壤点位 6 个，土壤样品 6 个，检测因子包括 pH+基本项目 45 项+其他项目 10 项（氰化物、一溴二氯甲烷、4-氯苯胺、2,4-二硝基甲苯、五氯酚、2-甲基萘、咔唑、二苯并呋喃、六氯苯和石油烃（C_{10-40}））+2,6-二硝基甲苯+N-亚硝基二正丙胺，合计 58 项。

2.4.1.3 详细第三次采样

根据初步第一次采样和详细第二次采样结果，地块内土壤超过《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364 号）第一类用地筛选值标准的污染物有两种，分别为重金属铅和砷。本次主要针对在前期调查中超过筛选值的两项污染物涉及污染的区域进行加密布点，根据第一次和第二次采样监测结果可知，地块范围内的深层土壤也存在超标的情况。

根据本项目地块第二阶段第一次采样和第二次采样结果，地下水中砷满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，其他指标均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅰ类标准。关注污染物铅均未检出，砷第一次采样检测结果为 8.4×10^{-3}mg/L，满足 III 类标准，第二次未检出。因此，本次调查不再对地块内地下水质量做进一步的调查。

（1）布点原则

平面布点：根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）和《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017），详查阶段采样应根据初步采样结果，结合地块分区，采用系统布点法加密布设采样点，对于根据污染识别和初步调查筛选的涉嫌污染的区域，以 20m×20m 的网格进行加密布点。

根据第一次和第二次采样监测结果可知，超标点位主要位于南侧碱渣堆存区域，但北侧及其他区域点位也存在砷超过 20mg/kg 筛选值情况，因此本次调查以 20m×20m 网格进行加密布点，并根据边界情况和实际地形情况进行调整，共布点 68 个，结合地块第一次调查 10 个点位和第二次调查 30 个点位，地块共计布点 108 个。根据现场实际情况，陡坡等无法布点区域面积约为 5000m^2，因此土壤单个点位代表面积约为 388m^2，满足 20m×20m 布点要求。

（2）监测项目

本次调查，关注污染物为重金属铅和砷。

（3）采样深度

每个点位采样深度视钻探结果而定，每个点位采集不同深度土壤样品，纵向在每隔 0.5m~1.5m 左右设 1 个采样层次。并保证不同性质土层至少采集一个土壤样品，同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时，根据实际情况在该层位增加采样点。各点位采样深度均至基岩层为止。

2.4.2 质量控制和保证措施

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）及《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）要求，监测单位对采样现场、样品保存和流转以及实验室分析均采取了质控措施。采取的措施及质控结果介绍如下（主要内容引自质控报告）。

（1）土壤采集

土壤检测仪器符合国家有关标准或技术要求，仪器经计量部门检定合格，并在检定有效期内使用。采样、运输、保存全过程严格按照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《地块土壤和水样中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019-2019）及各检测项目的标准方法等规定执行。采样人员均通过岗前培训、持证上岗，切实掌握土壤采样技术，熟知采样器具的使用和样品保存、运输条件。平行样采集：平行样的采样与实际样品同步进行，与样品一起送实验室分析。

①使用冲击式三菱钻机采集柱状土土芯。按采样深度将样品摆放到岩芯箱内。

②用非扰动 VOC 采样器在土芯中取出约 5g 样品后，快速将样品注入装有 10ml 水的棕色吹扫瓶中，清除瓶口螺纹处的土壤，拧紧瓶盖包上锡纸后封存在密封袋中，4℃低温保存。同时取相同点位的土壤样品于 40ml 吹扫瓶中，压紧压实，做为 VOC 样品备样同样品一样保存。

③采样现场 VOC 样品携带运输空白和全程序空白。

④另取一份土壤样品装入 100ml 土壤棕色玻璃样品瓶中，压紧压实，用于测定半挥发性有机物和石油烃等项目。

⑤无机物采样次序自下而上，先采剖面的底层样品，再采中层样品，最后采上层样品。测量重金属的样品用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤，再用其取样。样品保存信息见下表。

表 2.4-3 土壤样品保存信息

测试项目	容器材质	温度（℃）	保存时间(d)	备注
金属	聚乙烯、玻璃	＜4	180	
汞	玻璃	＜4	28	

砷	聚乙烯、玻璃	＜4	180	
六价铬	聚乙烯、玻璃	＜4	1	
挥发性有机物	棕色吹扫瓶	＜4	7	①锡箔纸包裹、避光②备样采样瓶装满装实并密封
半挥发性有机物、石油烃（C_{10}-C_{40}）、农药类	棕色玻璃瓶	＜4	10	采样瓶装满装实并密封

（2）水样采集

采样、运输、保存全过程严格按照《水样环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）、《水质采样 样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）等规定执行。采样人员均通过岗前培训、持证上岗，切实掌握水样采样技术，熟知采样器具的使用和样品保存、运输条件。水样保存信息详见下表。

1）水样水质监测采集瞬时水样。

2）采样前测量水样埋深。

3）采样前进行洗井，抽汲水量为井内水体积的 2 倍，采样深度在水样水面 0.5 m以下，保证水样能代表水样水质。

4）采样前，除石油类、半挥发性有机物、挥发酚类、总大肠菌群、挥发性有机化合物外，其它项目用采样水荡洗水样容器 2~3 次。

5）本项目测定有机污染物项目的水样，采样时水样注满容器，上部不留空隙。水样采集后现场添加固定剂，盖好瓶塞后需用水封口。

6）本项目测定硫化物、石油类、挥发酚类、挥发性有机化合物、半挥发性有机物、总大肠菌群等项目的水样分别单独采样。

表 2.4-4 水样保存信息

检测项目	采样容器	保存剂及用量	保存期	采样量/ml	容器洗涤
pH 值	P	/	12h	200	I
镍	P	HNO3，1 L 水样中加浓 HNO3 10ml	14d	250	III
铜	P		14d	250	III
氰化物	P	NaOH，pH＞9	12h	250	I
汞	P	HCl，1%，如水样为中性，1L 水样中加浓 HCl 2ml	14d	250	III
砷	P	H2SO4，pH＜2	14d	250	I
镉	P	HNO3，1 L 水样中加浓 HNO3 10ml	14d	250	III
六价铬	P	NaOH，pH＝8~9	24h	250	III
铅	P	HNO3，1 L 水样中加浓 HNO310ml	14d	250	III

石油类	G	用 HCl 酸化至 pH≤2	7d	250	Ⅱ
硫化物	G	1L L 水样加 NaOH 至 pH=9，加入 5%抗坏血酸 5ml，饱和 EDTA3ml，滴加饱和 Zn（Ac）2 至胶体产生，常温避光	24h	250	Ⅰ
氯苯类化合物	棕磨口塞 G	1L 水样中加入 1mL 浓 H2SO4，于 2-5℃下保存	7d	1000	
硝基苯类化合物	磨口塞 G	采样时先加 0.3-0.5g 抗坏血酸于定空瓶内、取水至满瓶、密封低温保存	7d	250	
多环芳烃	棕 G	4℃下避光保存	7d	2000	
酚类化合物	棕 G	加 HCl 调节 pH＜2。样品应充满采样瓶，并加盖	7d	500	
半挥发有机物	棕 G	4℃冷藏，避光	7d	2000	Ⅰ
挥发性有机物	棕 G	1+10HCl 调至 pH≤2，加入抗坏血酸 0.01-0.02g 除去残余氯；1-5℃避光保存	12h	40	Ⅰ
Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ分别表示四种洗涤方法： Ⅰ—洗涤剂洗 1 次，自来水洗 3 次，蒸馏水洗 1 次； Ⅱ—洗涤剂洗 1 次，自来水洗 2 次，1+3HNO3 荡洗 1 次，自来水洗 3 次，蒸馏水洗 1 次； Ⅲ—洗涤剂洗 1 次，自来水洗 2 次，1+3HNO3 荡洗 1 次，自来水洗 3 次，去离子水洗 1 次； Ⅳ—铬酸洗液洗 1 次，自来水洗 3 次，蒸馏水洗 1 次。					

平行样采集：平行样的采样步骤与实际样品同步进行，与样品一起送实验室分析。

（3）样品保存

土壤样品采集后按照要求，保存在密封的聚乙烯和玻璃容器盛装样品，避免用含有待测组分或对测试有干扰的材料制成的容器器盛装保存样品。运输前安排专人检查样品包装，核对样品信息，保证样品封存完好，便于清点，避免遗漏。样品标签、采样记录、样品登记表都确认无误后，放入专用的具有保温功能的样品保温箱，放入冰袋，按项目分类装箱。水样采集后按照要求加入相应的固定剂，同时会采取避光、冷藏等措施。为保证样品的时效性，每天都有专车往实验室运送样品，且运输时有押运人员，防止运输过程中样品的损失、混淆和玷污。针对该项目，公司设置专用的样品室及冰箱进行样品保存，已测项目、留测样品及待测样品分类保存。

（4）采样记录

采样的同时，由专人填写样品标签、采样记录。样品采集完成后，在每个样品容器外壁粘贴采样标签，同时在采样原始记录上注明采样编号、样品深度、采样地点、经纬度、土壤质地、水样形态等相关信息。采样结束后，逐项检查采样记录、样品标签和样品，确保无缺项和错误。

（5）样品运输

采集完的样品当天送入实验室进行分析。在样品运输过程中，为满足样品运输过程中低于 4℃的保存要求，使用具有保温功能的样品保温箱中放入冰袋低温保存样品，避免阳光照射，并防止运输途中的样品污染。

在样品装箱、运输过程中，为保证运输和接样过程中的质量控制，具体的操作如下：1）样品装箱前将样品容器盖盖紧，检查了样品标签是否清晰准确。2）同一点位的样品瓶装在了同一箱内，与记录进行了逐件核对，检查样品是否全部装箱。3）运输过程中避免日光照射，采取了保温箱保存措施，避免了气温偏高或偏低时带来的影响。4）样品进行当面交接，填写了《样品登记表》，现场清点样品，确认样品数量。

（6）实验室内部质量控制

在样品分析检测过程中，实验室实行了严格的内部质量控制，从标准操作程序（SOP）、试剂、器具、仪器设备的性能评价和维护管理、测定结果可信度的评价、数据的管理和评价、报告编制、审核、签发、其它质量控制相关的内容进行控制，保证测试结果在给定的置信区间内满足质量要求。

①标准操作程序

实验室根据相关规范标准，并结合实验室的相关作业文件，从样品制备、样品管理、仪器操作、实验室质量控制、环境条件控制、安全管理方面给予指导，具体见下表。

表 2.4-5　标准操作规程

序号	文件编号	文件名称
1	Q/CTI LD-DLCEDD-2003	《管理体系文件控制和维护作业指导书》
2	Q/CTI LD-DLCEDD-2013	《记录控制作业指导书》
3	Q/CTI LD-DLCEDD-2016	《人员培训与管理作业指导书》
4	Q/CTI LD-DLCEDD-2017	《检测工作的监督控制作业指导书》
5	Q/CTI LD-DLCEDD-2022	《检测方法的选择与确认作业指导书》
6	Q/CTI LD-DLCEDD-2025	《计算机文件及数据控制作业指导书》
7	Q/CTI LD-DLCEDD-2026	《环境实验室设备管理作业指导书》
8	Q/CTI LD-DLCEDD-2028	《仪器设备期间核查作业指导书》
9	Q/CTI LD-DLCEDD-2029	《实现测量可溯源作业指导书》
10	Q/CTI LD-DLCEDD-2030	《标准物质管理作业指导书》
11	Q/CTI LD-DLCEDD-2033	《样品处置和管理作业指导书》
12	Q/CTI LD-DLCEDD-2034	《检测结果质量保证作业指导书》
13	Q/CTI LD-DLCEDD-2037	《检测报告管理作业指导书》
14	Q/CTI LD-DLCEDD-2038	《内控样品管理作业指导书》

序号	文件编号	文件名称
15	Q/CTI LD-DLCEDD-2039	《化验室管理作业指导书》
16	Q/CTI LD-DLCEDD-2040	《化验室安全管理作业指导书》
17	Q/CTI LD-DLCEDD-2042	《化验室分析质控管理作业指导书》
18	Q/CTI LD-DLCEDD-2045	《普通化学品使用和管理作业指导书》
19	Q/CTI LD-DLCEDD-2048	《实验室环境条件控制作业指导书》
20	Q/CTI LD-DLCEDD-2049	《样品保存作业指导书》
21	Q/CTI LD-DLCEDD-2050	《仪器设备校准检定作业指导书》
22	Q/CTI LD-DLCEDD-2052	《实验室抽取测试样品作业指导书》
23	Q/CTI LD-DLCEDD-2053	《化验室实验器皿清洗、储存和隔离作业指导书》
24	Q/CTI LD-DLCEDD-2054	《数值修约作业指导书》
25	Q/CTI LD-DLCEDD-2055	《检测结果数字保留作业指导书》
26	Q/CTI LD-DLCEDD-2059	《有机分析谱图原始记录内容作业指导书》
27	Q/CTI LD-DLCEDD-2060	《报告编制作业指导书》
28	Q/CTI LD-DLCEDD-2061	《土壤中半挥发性有机化合物的测定-质量控制作业指导书》
29	Q/CTI LD-DLCEDD-2062	《标准曲线核查作业指导书》

②试剂和标准物质、器具、仪器设备的性能评价和维护管理

试剂和标准物质：公司开展该项目监测所用到的关键试剂均按照流程进行质量验收，验收合格后方可使用，能够保证试剂质量不对检测结果造成影响。开展该项目用到的标准物质均为有证标准物质，保证了监测结果有效的量值溯源。标准物质保存方法和保存期严格执行《化学试剂 杂质测定用标准溶液的制备》（GB/T 602-2002）的有关规定执行。

器具、仪器设备的性能评价和维护管理：本项目验收检测用到的器具、仪器设备性能均满足使用要求。我公司对检测结果的有效性和准确性产生影响的器具、仪器设备均进行了检定/校准，并对结果有效性进行核查，保证了器具、仪器设备的量值溯源。并且在日常的使用中，由仪器使用人员对仪器进行日常维护保养。我公司也制定仪器设备年度保养计划，由仪器设备售后服务人员对仪器设备进行全面的维护保养。通过日常维护保养和全面维护保养，仪器设备性能稳定，有效保证了监测结果质量。

③测定结果可信度的评价

空白试验：实验室分析均进行了空白样品测试，根据分析方法要求空白实验结果均小于方法检出限。主要来排除实验环境（室内空气和湿度）、实验试剂（溶剂和指示剂等）、实验操作（误差、滴定终点判断等）对实验结果的影响，判断在取样或分析过程中是否造成污染。通过空白样品的测试，有效控制了环境、试剂、操作对实验

带来的影响。

平行样测定：实验室分析过程中，在分析样品的同时同步分析平行样。平行双样测定结果误差在允许误差范围之内者为合格。具体参照各监测标准方法要求。

准确度检验：实验室在分析过程中，每批样品均做质控样分析，质控样均为有证标准物质，在测定的精密度合格的前提下，质控样测定值均落在质控样保证值（在 95%的置信水平）范围之内，证明该批样品的质控样结果有效；当选测的项目无标准物质或质控样品时，通过加标回收实验来检查测定准确度。

④数据的管理和评价

异常值的处理：在实验室分析过程中，出现以下异常值情况时，实验室进行如下的处理方式：当分析的空白样品监测结果高于日常监测结果平均值，甚至高于仪器检出限，判断该情况属于异常情况，分析人员会进行原因分析，从试剂、容器的干净程度、仪器状态、实验记录等方面进行经核查，根据核查的结果进行改进，重新分析该批样品；当分析的平行样品的结果相差较大时，即可判断测定结果的可信度有问题，需要重新分析，同时从仪器状态、实验操作的一致性以及样品的均匀性等方面查找原因，确保其后样品分析的可靠性；当分析的样品结果明显高于或低于日常范围，经验值，或监测结果高于仪器的测定上限，实验室判定为异常值，通过原因分析，重新进行复测处理；在每批样品中插入的标准物质测定结果不合格时，实验室查明不合格原因，实施纠正措施，对当时测定标准物质前 2 个样品与之后所有样品，以及该标准物质重新测定核查。

分析测定过程中的记录：实验室分析过程中，所有样品测试都留有完整的分析记录，记录包含了充分的信息、能够在接近原条件的情况下重复，基本上包括：所有的分析原始记录；仪器使用记录；标准溶液配制记录；环境温湿度记录。所有记录（电子记录和纸质记录）都按照记录管理要求进行保存。

数据评价：根据对数据的评价，包括：空白试验、平行样测定、准确度检验等质控措施，实验室分析结果在 95%的置信度区间范围准确有效。

⑤报告编制、审核、签发

检测公司具有专门的报告编制人员进行报告编制工作。报告文员刁文颖与李伟作为报告编制人员，保证编制工作的顺利进行。

为保证分析测试数据的完整性，确保全面、客观地反映检测结果，不选择性地舍

弃数据，人为干预检测结果。保证数据三级审核，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。质控数据原始记录随分析数据原始记录一同审核。

第一级主要校对原始记录的完整性和规范性，仪器设备、分析方法的适用性和有效性，测试数据和计算结果的准确性，校对人员应在原始记录上签名。

第二级为分析组负责人的校核，主要校核检测报告和原始记录的一致性，报告内容完整性、数据准确性和结论正确性。

第三级为技术负责人（或授权签字人）的审核签发，主要审核检测报告是否经过了校核，报告内容的完整性和符合性，检测结果的合理性和结论的正确性。

⑥质量控制相关的内容

实验室在分析每批样品前，都进行校准曲线的绘制，并对曲线进行标准点检验，检验合格后方可进行样品分析；实验室在进行空白试验时，空白试验的结果和以往数据进行比较，保证空白样品的结果在一定的可控范围内；实验室采购不同批号的化学试剂后，对试剂进行检验，和前一批试剂的检验结果进行比较，保证其可比性，保证试剂质量的可控；实验室分析过程中，平行样的分析穿插在样品中间进行；实验室分析结果的报出按照法定计量单位，并经过数据处理，按照《数值修约规则与极限数值的表示和判定》（GB/T 170-2008）结合方法检出限进行修约后报出，保证监测数据的规范性和有效性；分析结果报告和分析数据统计记录、分析原始记录、仪器记录、校准曲线绘制记录一同存档，保证监测结果的可追溯性。

（8）第一次采样质控结果

实验室接收样品后立即进行分析，分析过程中加入不低于 10%比例的质控样品，质控结果如下。根据标准样品值和实测值的检出结果可知，本项目地下水、地表水及土壤各检测项目均满足质控要求。本次监测分析对土壤、地下水和地表水样品进行了加标回收测试，根据测试结果可知，均符合质控要求，主要质控结果如下表所示。

表 2.4-6 标准样品质控结果

检测类别	检测项目	标准样品值	实测值	是否符合质控	单位
地下水	pH 值	4.13±0.05	4.11	符合	无量纲
	砷	34.8±2.9	32.5	符合	μg/L
	镉	0.119±0.006	0.114	符合	mg/L
	六价铬	0.219±0.009	0.213	符合	mg/L
	铜	0.591±0.028	0.591	符合	mg/L
	铅	53.8±3.4	54.4	符合	ng/mL
	汞	2.96±0.47	2.96	符合	μg/L

	镍	0.681±0.033	0.696	符合	mg/L
	石油类	45.7±2.4	46.5	符合	mg/L
	氰化物	92.9±5.2	92.4	符合	μg/L
地表水	pH 值	4.13±0.05	4.11	符合	无量纲
	砷	34.8±2.9	32.5	符合	μg/L
	镉	45.3±2.7	46.4	符合	μg/L
	六价铬	0.219±0.009	0.217	符合	mg/L
	铜	0.500±0.022	0.491	符合	mg/L
	铅	53.8±3.4	54.4	符合	ng/mL
	汞	2.96±0.47	2.96	符合	μg/L
	镍	0.681±0.033	0.696	符合	mg/L
	石油类	45.7±2.4	46.5	符合	mg/L
	氰化物	92.9±5.2	92.7	符合	μg/L
土壤	pH 值	6.14±0.07	6.14	符合	无量纲
		6.14±0.07	6.14	符合	无量纲
		8.50±0.07	8.50	符合	无量纲
	砷	15.8±0.9	16.1	符合	mg/kg
		15.8±0.9	16.0	符合	mg/kg
		15.8±0.9	15.5	符合	mg/kg
	铅	40±2	40	符合	mg/kg
		40±2	40	符合	mg/kg
		40±2	39	符合	mg/kg
		40±2	40	符合	mg/kg
	镉	0.106±0.007	0.101	符合	mg/kg
		0.106±0.007	0.099	符合	mg/kg
		0.106±0.007	0.106	符合	mg/kg
		0.106±0.007	0.104	符合	mg/kg
	铜	28±1	29	符合	mg/kg
		28±1	28	符合	mg/kg
		28±1	27	符合	mg/kg
		28±1	28	符合	mg/kg
	汞	0.058±0.005	0.057	符合	mg/kg
		0.058±0.005	0.060	符合	mg/kg
		0.058±0.005	0.057	符合	mg/kg
	镍	24±1	25	符合	mg/kg
		24±1	25	符合	mg/kg
		24±1	25	符合	mg/kg
		24±1	25	符合	mg/kg

表 2.4-7　加标回收率质控结果

检测类别	检测项目		加标量	加标回收率%	回收率范围（%）	是否符合质控
土壤	石油烃	石油烃（C10-C40）	31.000μg/mL	97.8	80-120	符合
			31.000μg/mL	102		
	半挥发性有机	2-氟苯酚	50.000μg/mL	89.1		符合
		苯酚-d6	50.000μg/mL	89.1		符合
		硝基苯-d5	50.000μg/mL	88.4		符合

检测类别	检测项目		加标量	加标回收率%	回收率范围（%）	是否符合质控
	污染物	2-氟联苯	50.000μg/mL	75.6		符合
		2,4,6-三溴苯酚	50.000μg/mL	112.0		符合
		4’4-三联苯-d14	50.000μg/mL	81.7		符合
		2-氟苯酚	50.000μg/mL	75.0		符合
		苯酚-d6	50.000μg/mL	76.7		符合
		硝基苯-d5	50.000μg/mL	69.2		符合
		2-氟联苯	50.000μg/mL	61.5		符合
		2,4,6-三溴苯酚	50.000μg/mL	83.7		符合
		4’4-三联苯-d14	50.000μg/mL	64.2		符合
	挥发性有机污染物	1,1,2,2-四氯乙烷	1000.000ng/mL	99.9		符合
		1,1-二氯乙烯	1000.000ng/mL	99.3		符合
		二氯甲烷	1000.000ng/mL	115		符合
		顺 1,2-二氯乙烯	1000.000ng/mL	102		符合
		1,1-二氯乙烷	1000.000ng/mL	104		符合
		反 1,2-二氯乙烯	1000.000ng/mL	104		符合
		氯甲烷	1000.000ng/mL	105		符合
		三氯甲烷	1000.000ng/mL	108		符合
		氯乙烯	1000.000ng/mL	111		符合
		1,2-二氯乙烷	1000.000ng/mL	105		符合
		1,1,1-三氯乙烷	1000.000ng/mL	102		符合
		四氯化碳	1000.000ng/mL	98.4		符合
		苯	1000.000ng/mL	107		符合
		1,2-二氯丙烷	1000.000ng/mL	112		符合
		三氯乙烯	1000.000ng/mL	99.8		符合
		1,1,2-三氯乙烷	1000.000ng/mL	103		符合
		甲苯	1000.000ng/mL	107		符合
		四氯乙烯	1000.000ng/mL	103		符合
		1,1,1,2-四氯乙烷	1000.000ng/mL	96.5		符合
		氯苯	1000.000ng/mL	105		符合
		乙苯	1000.000ng/mL	103		符合
		对(间)二甲苯	2000.000ng/mL	104		符合
		苯乙烯	1000.000ng/mL	103		符合
		邻二甲苯	1000.000ng/mL	104		符合
		1,2,3-三氯丙烷	1000.000ng/mL	102		符合
		1,4-二氯苯	1000.000ng/mL	102		符合
		1,2-二氯苯	1000.000ng/mL	101		符合
		1,1,2,2-四氯乙烷	1000.000ng/mL	104		符合
		氰化物	0.1μg	117		符合
			0.1μg	93		符合
			0.1μg	108		符合
地表水	挥发性有机污染物	1,1-二氯乙烯	10.000ng/mL	104	80-120	符合
		二氯甲烷	10.000ng/mL	99.6		符合
		顺 1,2-二氯乙烯	10.000ng/mL	101		符合
		1,1-二氯乙烷	10.000ng/mL	103		符合
		反 1,2-二氯乙烯	10.000ng/mL	101		符合
		氯仿	10.000ng/mL	101		符合

检测类别	检测项目		加标量	加标回收率%	回收率范围（%）	是否符合质控
		1,2-二氯乙烷	10.000ng/mL	102		符合
		1,1,1-三氯乙烷	10.000ng/mL	102		符合
		四氯化碳	10.000ng/mL	97.4		符合
		苯	10.000ng/mL	101		符合
		1,2-二氯丙烷	10.000ng/mL	102		符合
		三氯乙烯	10.000ng/mL	105		符合
		1,1,2-三氯乙烷	10.000ng/mL	101		符合
		甲苯	10.000ng/mL	103		符合
		四氯乙烯	10.000ng/mL	101		符合
		1,1,1,2-四氯乙烷	10.000ng/mL	95.1		符合
		氯苯	10.000ng/mL	98.9		符合
		乙苯	10.000ng/mL	102		符合
		对(间)二甲苯	10.000ng/mL	103		符合
		苯乙烯	10.000ng/mL	95.2		符合
		邻二甲苯	10.000ng/mL	103		符合
		1,2,3-三氯丙烷	10.000ng/mL	98.1		符合
		1,4-二氯苯	10.000ng/mL	95.0		符合
		1,2-二氯苯	10.000ng/mL	96.9		符合
		1,1,2,2-四氯乙烷	10.000ng/mL	103		符合
地下水	挥发性有机污染物	1,1-二氯乙烯	10.000ng/mL	104	80-120	符合
		二氯甲烷	10.000ng/mL	99.6		符合
		顺 1,2-二氯乙烯	10.000ng/mL	101		符合
		1,1-二氯乙烷	10.000ng/mL	103		符合
		反 1,2-二氯乙烯	10.000ng/mL	101		符合
		氯仿	10.000ng/mL	101		符合
		1,2-二氯乙烷	10.000ng/mL	102		符合
		1,1,1-三氯乙烷	10.000ng/mL	102		符合
		四氯化碳	10.000ng/mL	97.4		符合
		苯	10.000ng/mL	101		符合
		1,2-二氯丙烷	10.000ng/mL	102		符合
		三氯乙烯	10.000ng/mL	105		符合
		1,1,2-三氯乙烷	10.000ng/mL	101		符合
		甲苯	10.000ng/mL	103		符合
		四氯乙烯	10.000ng/mL	101		符合
		1,1,1,2-四氯乙烷	10.000ng/mL	95.1		符合
		氯苯	10.000ng/mL	98.9		符合
		乙苯	10.000ng/mL	102		符合
		对(间)二甲苯	10.000ng/mL	103		符合
		苯乙烯	10.000ng/mL	95.2		符合
		邻二甲苯	10.000ng/mL	103		符合
		1,2,3-三氯丙烷	10.000ng/mL	98.1		符合
		1,4-二氯苯	10.000ng/mL	95.0		符合
		1,2-二氯苯	10.000ng/mL	96.9		符合
		1,1,2,2-四氯乙烷	10.000ng/mL	103		符合

（9）第二次采样质控结果

本项目水样和土样中各类质控样品数量如下表所示，各项质控结果均符合要求。

表 2.4-8　水样质控实施措施表

检测类别	检测数量	样品数量	质控方式							结果
			全程序空白+运输空白	现场平行	实验室平行	实验室空白	盲样	基体加标	QC	
地下水	pH 值	6	/	/	1	/	1	/	/	合格
	镍	6	/	/	1	/	1	/	/	
	石油类	6	/	/	/	/	1	/	/	
	铅	6	/	/	1	2	1	/	/	
	镉	6	/	/	1	2	1	/	/	
	砷	6	/	/	1	1	1	/	/	
	汞	6	/	/	1	1	1	/	/	
	六价铬	6	/	1	/	/	1	/	/	
	氰化物	6	/	/	1	/	1	/	/	
	铜	6	/	/	1	1	1	/	/	
	4-氯苯胺	6	/	/	1	/	/	1	1	
	N-亚硝基二正丙胺	6	/	/	1	/	/	1	1	
	六氯苯	6	/	/	1	/	/	1	/	
	2,6-二硝基甲苯	6	/	/	1	/	/	1	/	
	2,4-二硝基甲苯	6	/	/	1	/	/	1	/	
	苯并[b]荧蒽	6	/	/	1	/	/	1	/	
	苯并[a]芘	6	/	/	1	/	/	1	/	
	2-氯酚(2-氯苯酚)	6	/	/	1	/	/	1	/	
	五氯酚	6	/	/	1	/	/	1	/	
	半挥发性有机化合物	6	/	/	1	/	/	1	1	
	一溴二氯甲烷（溴二氯甲烷）	6	/	/	1	/	/	1	1	
	挥发性有机化合物	6	/	/	/	/	/	1	/	
地表水	pH 值	1	/	/	1	/	1	/	/	合格
	镍	1	/	/	1	1	1	/	/	
	石油类	1	/	/	/	/	1	/	/	
	铅	1	/	/	1	2	1	/	/	
	镉	1	/	/	1	2	1	/	/	
	砷	1	/	/	1	1	1	/	/	
	汞	1	/	/	1	1	1	/	/	
	六价铬	1	/	/	1	/	1	/	/	
	氰化物	1	/	/	1	/	1	/	/	
	铜	1	/	/	1	1	1	/	/	

检测类别	检测数量	样品数量	质控方式							结果
			全程序空白+运输空白	现场平行	实验室平行	实验室空白	盲样	基体加标	QC	
	4-氯苯胺	1	/	/	1	/	/	1	1	
	N-亚硝基二正丙胺	1	/	/	1	/	/	1	1	
地表水	六氯苯	1	/	/	1	/	/	1	/	合格
	2,6-二硝基甲苯	1	/	/	1	/	/	1	/	
	2,4-二硝基甲苯	1	/	/	1	/	/	1	/	
	苯并[a]芘	1	/	/	1	/	1	1	/	
	2-氯酚 (2-氯苯酚)	1	/	/	1	/	1	1	/	
	五氯酚	1	/	/	1	/	1	1	/	
	半挥发性有机化合物	1	/	/	/	/	1	/	/	
	一溴二氯甲烷（溴二氯甲烷）	1	/	/	/	/	1	/	/	
	挥发性有机化合物	1	/	/	/	/	/	1	/	

表 2.4-9 水样实验室平行样监测结果（单位：mg/L）

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906DX01	镍	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DB01	镍	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DX01	铅	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DB01	铅	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DX01	镉	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DB01	镉	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DX06	砷	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	砷	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX06	汞	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	汞	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	六价铬	ND	ND	0	≤5	合格
DLN21906DX06	氰化物	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	氰化物	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX06	铜	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DB01	铜	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DX01	4-氯苯胺	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX01	N-亚硝基二正丙胺	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	4-氯苯胺	ND	ND	0	≤20	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906DB01	N-亚硝基二正丙胺	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX01	苯并[b]荧蒽	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX01	苯并[a]芘	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	苯并[a]芘	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX01	六氯苯	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	六氯苯	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX01	2,6-二硝基甲苯	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX01	2,4-二硝基甲苯	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	2,6-二硝基甲苯	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DB01	2,4-二硝基甲苯	ND	ND	0	≤20	合格
DLN21906DX06	2-氯酚	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DX06	五氯酚	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DB01	2-氯酚	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DB01	五氯酚	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906DX01	pH	7.50	7.48	0.02	0.10	合格
DLN21906DB01	pH	7.24	7.23	0.01	0.10	合格
DLN21906DX03	六价铬	ND	ND	0	≤5	合格

表 2.4-10　土壤质控实施措施表

检测类别	检测项目	样品数量	质控方式							结果
			运输空白+全程序空白	现场平行	实验室平行	实验室空白	盲样	基体加标/样品加标	QC	
土壤	pH 值	662	/	69	12	/	33	/	/	合格
	镍	662	/	69	/	28	30	/	28	
	铜	662	/	69	/	28	30	/	28	
	砷	662	/	67	2	28	6	/	35	
	镉	662	/	69	/	31	37	/	41	
	铅	662	/	69	/	37	37	/	41	
	汞	662	/	69	2	6	6	/	35	
	六价铬	662	/	69	/	34	/	34	34	
	氰化物	662	/	69	18	/	/	84	/	
	石油烃(C_{10}-C_{40})	662	/	69	/	/	/	40	13	
	N-亚硝基二正丙胺	662	/	69	/	/	/	68	12	
土壤	4-氯苯胺	662	/	69	/	/	/	68	12	合格

检测类别	检测项目	样品数量	质控方式							结果
			运输空白+全程序空白	现场平行	实验室平行	实验室空白	盲样	基体加标/样品加标	QC	
	2-甲基萘	662	/	69	/	/	/	68	12	
	2,6-二硝基甲苯	662	/	69	/	/	/	68	12	
	二苯并呋喃	662	/	69	/	/	/	68	12	
	六氯苯	662	/	69	/	/	/	68	12	
	咔唑	662	/	69	/	/	/	68	12	
	2,4-二硝基甲苯	662	/	69	/	/	/	68	12	
	五氯酚	662	/	69	/	/	/	68	12	
	半挥发性有机化合物（苯胺）	662	/	69	/	/	/	68	12	
	半挥发性有机化合物	662	/	69	/	/	/	68	12	
	挥发性有机化合物	662	8+8	69	/	/	/	68	18	
	一溴二氯甲烷	662	/	69	/	/	/	68	18	

表 2.4-11　土壤样品现场平行样监测结果(单位：mg/L)

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR18D	镍	30	29	1.7	≤20	合格
DLN21906TR19J	镍	19	18	2.8	≤20	合格
DLN21906TR20J	镍	20	21	2.5	≤20	合格
DLN21906TR20T	镍	50	52	2.0	≤20	合格
DLN21906TR21J	镍	25	25	0	≤20	合格
DLN21906TR18N	镍	28	28	0	≤20	合格
DLN21906TR13J	镍	32	33	1.9	≤20	合格
DLN21906TR14J	镍	20	18	5.3	≤20	合格
DLN21906TR15E	镍	31	30	1.7	≤20	合格
DLN21906TR15N	镍	31	31	0	≤20	合格
DLN21906TR16A	镍	55	53	1.9	≤20	合格
DLN21906TR17J	镍	25	27	3.9	≤20	合格
DLN21906TR22J	镍	26	26	0	≤20	合格
DLN21906TR12J	镍	45	44	1.2	≤20	合格
DLN21906TR14P	镍	41	38	3.8	≤20	合格
DLN21906TR23G	镍	30	30	0	≤20	合格
DLN21906TR23Q	镍	29	28	1.8	≤20	合格
DLN21906TR24J	镍	31	30	1.7	≤20	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR25D	镍	42	41	1.3	≤20	合格
DLN21906TR26A	镍	36	35	1.5	≤20	合格
DLN21906TR27J	镍	33	31	1.6	≤20	合格
DLN21906TR27T	镍	25	25	0	≤20	合格
DLN21906TR28C	镍	28	28	0	≤20	合格
DLN21906TR28M	镍	26	27	1.9	≤20	合格
DLN21906TR04A	镍	42	37	6.4	≤20	合格
DLN21906TR04J	镍	29	29	0	≤20	合格
DLN21906TR06I	镍	24	24	0	≤20	合格
DLN21906TR06W	镍	9	9	0	≤20	合格
DLN21906TR07V	镍	23	23	0	≤20	合格
DLN21906TR02F	镍	22	22	0	≤20	合格
DLN21906TR02K	镍	23	24	2.2	≤20	合格
DLN21906TR03F	镍	14	12	7.7	≤20	合格
DLN21906TR03P	镍	19	17	5.6	≤20	合格
DLN21906TR04W	镍	34	33	1.5	≤20	合格
DLN21906TR07F	镍	31	29	3.4	≤20	合格
DLN21906TR07ZE	镍	25	24	2.1	≤20	合格
DLN21906TR08E	镍	18	18	0	≤20	合格
DLN21906TR08J	镍	17	18	2.9	≤20	合格
DLN21906TR08O	镍	30	31	1.7	≤20	合格
DLN21906TR09D	镍	55	56	1.0	≤20	合格
DLN21906TR09I	镍	35	31	6.1	≤20	合格
DLN21906TR02P	镍	14	15	3.5	≤20	合格
DLN21906TR30J	镍	30	31	1.7	≤20	合格
DLN21906TR01E	镍	30	29	1.7	≤20	合格
DLN21906TR01M	镍	21	22	2.4	≤20	合格
DLN21906TR01R	镍	71	70	0.8	≤20	合格
DLN21906TR01ZB	镍	51	48	3.1	≤20	合格
DLN21906TR02A	镍	13	13	0	≤20	合格
DLN21906TR02W	镍	33	33	0	≤20	合格
DLN21906TR02ZB	镍	25	27	3.9	≤20	合格
DLN21906TR05A	镍	26	27	1.9	≤20	合格
DLN21906TR05K	镍	23	22	2.3	≤20	合格
DLN21906TR05U	镍	16	16	0	≤20	合格
DLN21906TR05ZE	镍	32	31	1.6	≤20	合格
DLN21906TR08T	镍	17	17	0	≤20	合格
DLN21906TR08Y	镍	47	49	2.1	≤20	合格
DLN21906TR08ZD	镍	33	35	3.0	≤20	合格
DLN21906TR09R	镍	13	12	4.0	≤20	合格
DLN21906TR09W	镍	37	39	2.7	≤20	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR09ZB	镍	38	39	1.3	≤20	合格
DLN21906TR10A	镍	44	43	1.2	≤20	合格
DLN21906TR10K	镍	14	14	0	≤20	合格
DLN21906TR10ZC	镍	28	26	3.8	≤20	合格
DLN21906TR11E	镍	25	26	2.0	≤20	合格
DLN21906TR02ZF	镍	31	30	1.7	≤20	合格
DLN21906TR26K	镍	33	33	0	≤20	合格
DLN21906TR31A	镍	52	52	0	≤20	合格
DLN21906TR25N	镍	19	18	2.8	≤20	合格
DLN21906TR01W	镍	28	29	1.8	≤20	合格
DLN21906TR11J	镍	10	8	11.2	≤20	合格
DLN21906TR18D	铜	45	45	0	≤20	合格
DLN21906TR19J	铜	8	8	0	≤20	合格
DLN21906TR20J	铜	9	8	5.9	≤20	合格
DLN21906TR20T	铜	28	28	0	≤20	合格
DLN21906TR21J	铜	11	10	4.8	≤20	合格
DLN21906TR18N	铜	16	15	3.3	≤20	合格
DLN21906TR13J	铜	22	21	2.4	≤20	合格
DLN21906TR14J	铜	13	13	0	≤20	合格
DLN21906TR15E	铜	23	22	2.3	≤20	合格
DLN21906TR15N	铜	20	21	2.5	≤20	合格
DLN21906TR16A	铜	29	29	0	≤20	合格
DLN21906TR17J	铜	14	12	7.7	≤20	合格
DLN21906TR22J	铜	8	9	5.9	≤20	合格
DLN21906TR12J	铜	19	18	2.8	≤20	合格
DLN21906TR14P	铜	17	16	3.1	≤20	合格
DLN21906TR23G	铜	9	9	0	≤20	合格
DLN21906TR23Q	铜	12	11	4.4	≤20	合格
DLN21906TR24J	铜	10	11	4.8	≤20	合格
DLN21906TR25D	铜	20	19	2.6	≤20	合格
DLN21906TR26A	铜	13	12	4.0	≤20	合格
DLN21906TR27J	铜	10	9	5.3	≤20	合格
DLN21906TR27T	铜	13	13	0	≤20	合格
DLN21906TR28C	铜	22	22	0	≤20	合格
DLN21906TR28M	铜	10	10	0	≤20	合格
DLN21906TR04A	铜	29	30	1.7	≤20	合格
DLN21906TR04J	铜	58	61	2.6	≤20	合格
DLN21906TR06I	铜	32	32	0	≤20	合格
DLN21906TR06W	铜	10	10	0	≤20	合格
DLN21906TR07V	铜	94	94	0	≤20	合格
DLN21906TR02F	铜	236	236	0	≤20	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR02K	铜	40	40	0	≤20	合格
DLN21906TR03F	铜	11	11	0	≤20	合格
DLN21906TR03P	铜	19	20	2.6	≤20	合格
DLN21906TR04W	铜	22	22	0	≤20	合格
DLN21906TR07F	铜	193	193	0	≤20	合格
DLN21906TR07ZE	铜	11	12	4.4	≤20	合格
DLN21906TR08E	铜	191	194	0.8	≤20	合格
DLN21906TR08J	铜	72	72	0	≤20	合格
DLN21906TR08O	铜	43	43	0	≤20	合格
DLN21906TR09D	铜	31	30	1.7	≤20	合格
DLN21906TR09I	铜	32	33	1.6	≤20	合格
DLN21906TR02P	铜	19	18	2.8	≤20	合格
DLN21906TR30J	铜	40	40	0	≤20	合格
DLN21906TR01E	铜	19	18	2.8	≤20	合格
DLN21906TR01M	铜	26	25	2.0	≤20	合格
DLN21906TR01R	铜	17	18	2.9	≤20	合格
DLN21906TR01ZB	铜	26	26	0	≤20	合格
DLN21906TR02A	铜	110	108	1.0	≤20	合格
DLN21906TR02W	铜	24	25	2.1	≤20	合格
DLN21906TR02ZB	铜	13	12	4.0	≤20	合格
DLN21906TR05A	铜	47	48	1.1	≤20	合格
DLN21906TR05K	铜	28	27	1.9	≤20	合格
DLN21906TR05U	铜	138	141	1.1	≤20	合格
DLN21906TR05ZE	铜	51	49	2.0	≤20	合格
DLN21906TR08T	铜	42	42	0	≤20	合格
DLN21906TR08Y	铜	22	22	0	≤20	合格
DLN21906TR08ZD	铜	21	22	2.4	≤20	合格
DLN21906TR09R	铜	18	18	0	≤20	合格
DLN21906TR09W	铜	41	41	0	≤20	合格
DLN21906TR09ZB	铜	19	18	2.8	≤20	合格
DLN21906TR10A	铜	49	48	1.1	≤20	合格
DLN21906TR10K	铜	7	7	0	≤20	合格
DLN21906TR10ZC	铜	11	10	4.8	≤20	合格
DLN21906TR11E	铜	20	21	2.5	≤20	合格
DLN21906TR02ZF	铜	12	12	0	≤20	合格
DLN21906TR26K	铜	25	27	3.9	≤20	合格
DLN21906TR31A	铜	558	589	2.8	≤20	合格
DLN21906TR25N	铜	12	12	0	≤20	合格
DLN21906TR11J	铜	5	5	0	≤20	合格
DLN21906TR01W	铜	15	15	0	≤20	合格
DLN21906TR13J	砷	7.60	7.68	1	≤7	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR14J	砷	10.4	11.1	4	≤7	合格
DLN21906TR15E	砷	14.0	14.1	1	≤7	合格
DLN21906TR15N	砷	11.1	11.0	1	≤7	合格
DLN21906TR16A	砷	16.9	17.7	3	≤7	合格
DLN21906TR17J	砷	10.8	10.8	0	≤7	合格
DLN21906TR18D	砷	6.70	6.28	4	≤7	合格
DLN21906TR18N	砷	12.2	12.1	1	≤7	合格
DLN21906TR19J	砷	7.53	6.87	5	≤7	合格
DLN21906TR20J	砷	9.10	9.35	2	≤7	合格
DLN21906TR20T	砷	23.0	22.6	1	≤7	合格
DLN21906TR21J	砷	11.2	11.4	1	≤7	合格
DLN21906TR22J	砷	11.0	12.0	5	≤7	合格
DLN21906TR14P	砷	13.3	13.8	2	≤7	合格
DLN21906TR23G	砷	9.06	9.72	4	≤7	合格
DLN21906TR23Q	砷	10.9	10.3	3	≤7	合格
DLN21906TR24J	砷	9.47	10.2	4	≤7	合格
DLN21906TR25D	砷	11.1	10.3	4	≤7	合格
DLN21906TR26A	砷	13.7	13.2	2	≤7	合格
DLN21906TR27J	砷	8.10	8.23	1	≤7	合格
DLN21906TR27T	砷	2.22	2.07	4	≤7	合格
DLN21906TR28C	砷	14.2	14.1	1	≤7	合格
DLN21906TR28M	砷	8.13	7.75	3	≤7	合格
DLN21906TR04A	砷	3.81	3.83	1	≤7	合格
DLN21906TR04J	砷	5.93	6.02	1	≤7	合格
DLN21906TR06I	砷	6.60	7.27	5	≤7	合格
DLN21906TR06W	砷	3.66	3.56	2	≤7	合格
DLN21906TR07V	砷	90.0	83.6	4	≤7	合格
DLN21906TR02F	砷	107	108	1	≤7	合格
DLN21906TR02K	砷	87.0	89.6	2	≤7	合格
DLN21906TR03F	砷	6.33	5.59	7	≤7	合格
DLN21906TR03P	砷	5.80	6.23	4	≤7	合格
DLN21906TR25N	砷	5.48	5.16	4	≤7	合格
DLN21906TR26K	砷	7.60	7.70	1	≤7	合格
DLN21906TR07ZE	砷	4.63	4.30	4	≤7	合格
DLN21906TR04W	砷	8.75	9.84	6	≤7	合格
DLN21906TR08E	砷	127	120	3	≤7	合格
DLN21906TR08J	砷	108	114	3	≤7	合格
DLN21906TR08O	砷	49.0	53.7	5	≤7	合格
DLN21906TR09D	砷	21.7	21.6	1	≤7	合格
DLN21906TR09I	砷	11.1	10.4	4	≤7	合格
DLN21906TR02P	砷	22.5	23.4	2	≤7	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR30J	砷	21.5	21.0	2	≤7	合格
DLN21906TR01E	砷	8.55	8.83	2	≤7	合格
DLN21906TR01M	砷	6.01	5.49	5	≤7	合格
DLN21906TR01R	砷	8.07	8.97	6	≤7	合格
DLN21906TR01ZB	砷	9.36	9.66	2	≤7	合格
DLN21906TR02A	砷	48.2	48.7	1	≤7	合格
DLN21906TR02W	砷	24.6	24.9	1	≤7	合格
DLN21906TR02ZB	砷	8.75	8.73	1	≤7	合格
DLN21906TR05A	砷	24.2	23.6	2	≤7	合格
DLN21906TR05K	砷	18.5	18.0	2	≤7	合格
DLN21906TR05U	砷	6.94	7.53	5	≤7	合格
DLN21906TR05ZE	砷	21.5	20.6	3	≤7	合格
DLN21906TR08T	砷	5.85	6.22	4	≤7	合格
DLN21906TR08Y	砷	4.28	3.81	6	≤7	合格
DLN21906TR08ZD	砷	6.66	5.83	7	≤7	合格
DLN21906TR09R	砷	6.26	6.90	5	≤7	合格
DLN21906TR09W	砷	3.04	2.77	5	≤7	合格
DLN21906TR09ZB	砷	8.16	7.62	4	≤7	合格
DLN21906TR10A	砷	6.84	6.72	1	≤7	合格
DLN21906TR10K	砷	3.26	3.14	2	≤7	合格
DLN21906TR10ZC	砷	6.93	7.35	3	≤7	合格
DLN21906TR11E	砷	3.00	3.04	1	≤7	合格
DLN21906TR02ZF	砷	4.99	4.77	3	≤7	合格
DLN21906TR11J	砷	10.5	10.3	1	≤7	合格
DLN21906TR01W	砷	11.2	10.7	3	≤7	合格
DLN21906TR31A	砷	10.4	10.8	2	≤7	合格
DLN21906TR22J	镉	0.13	0.12	4	≤10	合格
DLN21906TR12J	镉	0.24	0.25	3	≤10	合格
DLN21906TR14P	镉	0.31	0.30	2	≤10	合格
DLN21906TR23G	镉	0.08	0.08	0	≤10	合格
DLN21906TR23Q	镉	0.07	0.07	0	≤10	合格
DLN21906TR24J	镉	0.11	0.10	5	≤10	合格
DLN21906TR25D	镉	0.27	0.27	0	≤10	合格
DLN21906TR26A	镉	0.40	0.40	0	≤10	合格
DLN21906TR27J	镉	0.03	0.03	0	≤10	合格
DLN21906TR27T	镉	0.06	0.07	8	≤10	合格
DLN21906TR28C	镉	0.03	0.03	0	≤10	合格
DLN21906TR28M	镉	2.24	2.02	6	≤10	合格
DLN21906TR04A	镉	0.31	0.32	2	≤10	合格
DLN21906TR04J	镉	0.43	0.42	2	≤10	合格
DLN21906TR06I	镉	0.46	0.45	2	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR06W	镉	0.39	0.39	0	≤10	合格
DLN21906TR07V	镉	0.42	0.39	4	≤10	合格
DLN21906TR02F	镉	6.06	5.53	5	≤10	合格
DLN21906TR02K	镉	1.16	1.13	2	≤10	合格
DLN21906TR03F	镉	0.26	0.25	2	≤10	合格
DLN21906TR03P	镉	0.29	0.29	0	≤10	合格
DLN21906TR04W	镉	0.09	0.09	0	≤10	合格
DLN21906TR07F	镉	2.73	2.49	4	≤10	合格
DLN21906TR07ZE	镉	0.06	0.07	8	≤10	合格
DLN21906TR08E	镉	4.96	4.95	1	≤10	合格
DLN21906TR08J	镉	1.42	1.30	5	≤10	合格
DLN21906TR08O	镉	0.44	0.43	2	≤10	合格
DLN21906TR09D	镉	0.15	0.16	4	≤10	合格
DLN21906TR09I	镉	0.12	0.12	0	≤10	合格
DLN21906TR02P	镉	11.5	9.81	8	≤10	合格
DLN21906TR30J	镉	0.28	0.28	0	≤10	合格
DLN21906TR01E	镉	0.09	0.08	6	≤10	合格
DLN21906TR01M	镉	0.21	0.21	0	≤10	合格
DLN21906TR01R	镉	0.09	0.09	0	≤10	合格
DLN21906TR01ZB	镉	0.16	0.16	0	≤10	合格
DLN21906TR02A	镉	1.99	2.00	1	≤10	合格
DLN21906TR02W	镉	0.25	0.25	0	≤10	合格
DLN21906TR02ZB	镉	0.03	0.03	0	≤10	合格
DLN21906TR05A	镉	0.53	0.52	1	≤10	合格
DLN21906TR05K	镉	0.15	0.16	4	≤10	合格
DLN21906TR05U	镉	0.19	0.20	3	≤10	合格
DLN21906TR05ZE	镉	0.22	0.22	0	≤10	合格
DLN21906TR08T	镉	0.17	0.17	0	≤10	合格
DLN21906TR08Y	镉	0.04	0.04	0	≤10	合格
DLN21906TR08ZD	镉	0.06	0.06	0	≤10	合格
DLN21906TR09R	镉	0.08	0.07	7	≤10	合格
DLN21906TR09W	镉	0.08	0.07	7	≤10	合格
DLN21906TR09ZB	镉	0.06	0.06	0	≤10	合格
DLN21906TR10A	镉	0.16	0.15	4	≤10	合格
DLN21906TR10K	镉	0.02	0.02	0	≤10	合格
DLN21906TR10ZC	镉	0.13	0.13	0	≤10	合格
DLN21906TR11E	镉	0.09	0.09	0	≤10	合格
DLN21906TR02ZF	镉	0.07	0.06	8	≤10	合格
DLN21906TR26K	镉	0.19	0.20	3	≤10	合格
DLN21906TR11J	镉	0.07	0.07	0	≤10	合格
DLN21906TR31A	镉	16.9	16.3	2	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR25N	镉	0.34	0.33	2	≤10	合格
DLN21906TR01W	镉	0.34	0.34	0	≤10	合格
DLN21906TR13J	镉	0.20	0.20	0	≤10	合格
DLN21906TR14J	镉	0.11	0.10	5	≤10	合格
DLN21906TR15E	镉	0.16	0.16	0	≤10	合格
DLN21906TR15N	镉	0.20	0.20	0	≤10	合格
DLN21906TR16A	镉	0.49	0.47	3	≤10	合格
DLN21906TR17J	镉	0.11	0.11	0	≤10	合格
DLN21906TR18D	镉	0.19	0.19	0	≤10	合格
DLN21906TR19J	镉	0.04	0.04	0	≤10	合格
DLN21906TR20J	镉	0.21	0.22	3	≤10	合格
DLN21906TR20T	镉	0.32	0.34	4	≤10	合格
DLN21906TR21J	镉	0.12	0.13	4	≤10	合格
DLN21906TR18N	镉	0.11	0.10	5	≤10	合格
DLN21906TR09R	铅	2.7	2.8	2	≤10	合格
DLN21906TR09W	铅	19.2	19.2	0	≤10	合格
DLN21906TR09ZB	铅	8.8	8.8	0	≤10	合格
DLN21906TR10A	铅	21.5	20.9	2	≤10	合格
DLN21906TR10K	铅	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR10ZC	铅	5.4	5.3	1	≤10	合格
DLN21906TR11E	铅	9.0	8.7	2	≤10	合格
DLN21906TR02ZF	铅	12.2	11.8	2	≤10	合格
DLN21906TR26K	铅	13.5	13.5	0	≤10	合格
DLN21906TR25N	铅	3.0	3.3	5	≤10	合格
DLN21906TR11J	铅	2.6	2.8	2	≤10	合格
DLN21906TR31A	铅	259	264	1	≤10	合格
DLN21906TR01W	铅	6.5	5.9	5	≤10	合格
DLN21906TR13J	铅	10.4	10.6	1	≤10	合格
DLN21906TR14J	铅	1.8	1.8	0	≤10	合格
DLN21906TR15E	铅	12.8	12.8	0	≤10	合格
DLN21906TR15N	铅	7.3	7.3	0	≤10	合格
DLN21906TR16A	铅	10.3	9.6	4	≤10	合格
DLN21906TR17J	铅	18.3	17.3	3	≤10	合格
DLN21906TR18D	铅	19.1	18.9	1	≤10	合格
DLN21906TR19J	铅	7.5	7.6	1	≤10	合格
DLN21906TR20J	铅	5.9	6.7	7	≤10	合格
DLN21906TR20T	铅	10.4	10.6	1	≤10	合格
DLN21906TR21J	铅	8.5	8.2	2	≤10	合格
DLN21906TR18N	铅	8.2	8.5	2	≤10	合格
DLN21906TR22J	铅	8.5	7.8	5	≤10	合格
DLN21906TR12J	铅	9.4	9.7	2	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR14P	铅	6.6	7.2	5	≤10	合格
DLN21906TR23G	铅	8.5	7.9	4	≤10	合格
DLN21906TR23Q	铅	10.6	10.2	2	≤10	合格
DLN21906TR24J	铅	5.4	5.2	2	≤10	合格
DLN21906TR25D	铅	6.0	5.9	1	≤10	合格
DLN21906TR26A	铅	10.6	10.8	1	≤10	合格
DLN21906TR27J	铅	2.6	2.3	7	≤10	合格
DLN21906TR27T	铅	2.1	2.0	3	≤10	合格
DLN21906TR28C	铅	10.0	10.8	4	≤10	合格
DLN21906TR28M	铅	46.9	48.1	2	≤10	合格
DLN21906TR04A	铅	1.2	1.2	0	≤10	合格
DLN21906TR04J	铅	13.4	13.5	1	≤10	合格
DLN21906TR06I	铅	0.9	0.9	0	≤10	合格
DLN21906TR06W	铅	9.3	9.3	0	≤10	合格
DLN21906TR07V	铅	57.3	56.2	1	≤10	合格
DLN21906TR02F	铅	46.7	46.7	0	≤10	合格
DLN21906TR02K	铅	14.7	15.4	3	≤10	合格
DLN21906TR03F	铅	2.4	2.8	8	≤10	合格
DLN21906TR03P	铅	2.3	2.2	3	≤10	合格
DLN21906TR04W	铅	4.3	4.3	0	≤10	合格
DLN21906TR07F	铅	132	134	1	≤10	合格
DLN21906TR07ZE	铅	12.7	12.4	2	≤10	合格
DLN21906TR08E	铅	13.8	14.3	2	≤10	合格
DLN21906TR08J	铅	5.7	5.8	1	≤10	合格
DLN21906TR08O	铅	15.5	15.8	1	≤10	合格
DLN21906TR09D	铅	8.7	8.7	0	≤10	合格
DLN21906TR09I	铅	4.5	4.3	3	≤10	合格
DLN21906TR02P	铅	4.0	3.8	3	≤10	合格
DLN21906TR30J	铅	3.7	3.7	0	≤10	合格
DLN21906TR01E	铅	4.0	3.9	2	≤10	合格
DLN21906TR01M	铅	2.4	2.3	3	≤10	合格
DLN21906TR01R	铅	26.4	25.9	1	≤10	合格
DLN21906TR01ZB	铅	58.6	50.8	8	≤10	合格
DLN21906TR02A	铅	43.6	45.5	3	≤10	合格
DLN21906TR02W	铅	7.5	7.4	1	≤10	合格
DLN21906TR02ZB	铅	16.3	16.6	1	≤10	合格
DLN21906TR05A	铅	14.7	14.9	1	≤10	合格
DLN21906TR05U	铅	1.2	1.2	0	≤10	合格
DLN21906TR05ZE	铅	12.7	12.7	0	≤10	合格
DLN21906TR08T	铅	1.1	1.1	0	≤10	合格
DLN21906TR08Y	铅	12.1	12.5	2	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR08ZD	铅	18.1	18.4	1	≤10	合格
DLN21906TR05K	铅	1.1	1.2	5	≤10	合格
DLN21906TR13J	汞	0.074	0.074	0	≤12	合格
DLN21906TR14J	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR15E	汞	0.077	0.073	3	≤12	合格
DLN21906TR15N	汞	0.079	0.075	3	≤12	合格
DLN21906TR16A	汞	0.254	0.270	4	≤12	合格
DLN21906TR17J	汞	0.072	0.081	6	≤12	合格
DLN21906TR18D	汞	0.079	0.082	2	≤12	合格
DLN21906TR18N	汞	0.025	0.026	2	≤12	合格
DLN21906TR19J	汞	0.081	0.088	5	≤12	合格
DLN21906TR20J	汞	0.023	0.023	0	≤12	合格
DLN21906TR20T	汞	0.159	0.169	4	≤12	合格
DLN21906TR21J	汞	0.113	0.100	6	≤12	合格
DLN21906TR22J	汞	0.103	0.098	3	≤12	合格
DLN21906TR12J	汞	0.074	0.071	3	≤12	合格
DLN21906TR14P	汞	0.163	0.156	3	≤12	合格
DLN21906TR23G	汞	0.015	0.014	4	≤12	合格
DLN21906TR23Q	汞	0.048	0.044	5	≤12	合格
DLN21906TR24J	汞	0.068	0.071	3	≤12	合格
DLN21906TR25D	汞	0.015	0.016	4	≤12	合格
DLN21906TR26A	汞	0.008	0.007	7	≤12	合格
DLN21906TR27J	汞	0.003	0.003	0	≤12	合格
DLN21906TR27T	汞	0.204	0.247	10	≤12	合格
DLN21906TR28C	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR28M	汞	0.023	0.022	3	≤12	合格
DLN21906TR04A	汞	0.016	0.018	6	≤12	合格
DLN21906TR04J	汞	0.039	0.037	3	≤12	合格
DLN21906TR06I	汞	0.067	0.060	6	≤12	合格
DLN21906TR06W	汞	0.459	0.465	1	≤12	合格
DLN21906TR07V	汞	0.037	0.039	3	≤12	合格
DLN21906TR02F	汞	1.12	1.13	1	≤12	合格
DLN21906TR02K	汞	0.025	0.023	5	≤12	合格
DLN21906TR03F	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR03P	汞	0.019	0.018	3	≤12	合格
DLN21906TR25N	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR26K	汞	0.008	0.009	6	≤12	合格
DLN21906TR07F	汞	0.038	0.043	7	≤12	合格
DLN21906TR07ZE	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR04W	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR08E	汞	ND	ND	0	≤12	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR08J	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR08O	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR09D	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR09I	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR02P	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR03J	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR01E	汞	0.169	0.155	5	≤12	合格
DLN21906TR01M	汞	0.157	0.157	0	≤12	合格
DLN21906TR01R	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR01ZB	汞	0.058	0.059	1	≤12	合格
DLN21906TR02A	汞	0.048	0.051	4	≤12	合格
DLN21906TR02W	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR02ZB	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR05A	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR05K	汞	0.042	0.040	3	≤12	合格
DLN21906TR05U	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR05ZE	汞	0.080	0.081	1	≤12	合格
DLN21906TR08T	汞	0.052	0.060	8	≤12	合格
DLN21906TR08Y	汞	0.054	0.051	3	≤12	合格
DLN21906TR08ZD	汞	0.046	0.049	4	≤12	合格
DLN21906TR09R	汞	0.054	0.053	1	≤12	合格
DLN21906TR09W	汞	0.056	0.054	2	≤12	合格
DLN21906TR09ZB	汞	ND	ND	0	≤12	合格
DLN21906TR10A	汞	0.038	0.032	9	≤12	合格
DLN21906TR10K	汞	0.041	0.040	2	≤12	合格
DLN21906TR10ZC	汞	0.039	0.041	3	≤12	合格
DLN21906TR11E	汞	0.130	0.118	5	≤12	合格
DLN21906TR02ZF	汞	0.045	0.046	2	≤12	合格
DLN21906TR11J	汞	0.027	0.025	4	≤12	合格
DLN21906TR01W	汞	0.035	0.036	2	≤12	合格
DLN21906TR31A	汞	0.040	0.038	3	≤12	合格
DLN21906TR18D	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR19J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR20J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR20T	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR21J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR18N	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR13J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR14J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR15E	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR15N	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR16A	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR17J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR22J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR12J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR14P	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR23G	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR23Q	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR24J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR25D	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR26A	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR27J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR27T	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR28C	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR28M	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR04A	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR04J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR06I	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR06W	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR07V	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR02F	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR02K	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR03F	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR03P	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR04W	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR07F	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR07ZE	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR08E	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR08J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR08O	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR09D	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR09I	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR02P	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR30J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR01E	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR01M	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR01R	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR01ZB	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR02A	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR02W	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR02ZB	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR05A	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR05K	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR05U	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR05ZE	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR08T	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR08Y	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR08ZD	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR09R	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR09W	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR09ZB	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR10A	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR10K	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR10ZC	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR11E	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR02ZF	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR26K	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR31A	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR25N	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR11J	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR01W	六价铬	ND	ND	0	≤10	合格
DLN21906TR23G	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR23Q	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR17J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR18D	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR18N	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR19J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR21J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR13J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR14J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR15E	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR15N	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR16A	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR20J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR20T	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR22J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR14P	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR12J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR24J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR25D	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR25N	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR26A	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR26K	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR27J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR27T	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR28M	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR03F	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR04A	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR04J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR06I	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR07F	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR30J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR03P	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR04W	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR06W	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR07V	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR07ZE	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR31A	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR01R	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR01W	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR01ZB	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR08T	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR08Y	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR08ZD	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR08J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR08O	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR09D	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR09I	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR02A	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR02F	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR02K	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR02P	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR01E	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR08E	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR02W	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR02ZB	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR02ZF	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR09R	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR09W	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR09ZB	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR01M	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR11E	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR11J	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR05A	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR05K	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR05U	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR05ZE	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR10A	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR10K	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格
DLN21906TR10ZC	氰化物	ND	ND	0	≤25	合格

（10）第三次质控结果

本次土壤中各类质控样品数量如下表所示，质控结果均满足相关要求。

表 2.4-12　土壤质控实施措施表

检测类别	检测项目	样品数量	质控方式							结果
			运输空白+全程序空白	现场平行	实验室平行	实验室空白	盲样	基体加标/样品加标	QC	
土壤	砷	1262	/	130	/	16	16	/	73	合格
	铅	1262	/	130	/	75	75	/	75	

注：所有实验室空白检测结果均为低于方法检出限。

表 2.4-13　土壤样品现场平行样监测结果(单位：mg/L)

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR138J	砷	12.5	12.2	2	≤7	合格
DLN21906TR139J		16.5	15.9	2	≤7	合格
DLN21906TR140J		7.99	7.68	2	≤7	合格
DLN21906TR140O		12.6	12.4	1	≤7	合格
DLN21906TR127J		11.6	11.0	3	≤7	合格
DLN21906TR127N		14.3	15.1	3	≤7	合格
DLN21906TR132O		20.2	18.9	4	≤7	合格
DLN21906TR136J		12.6	12.6	0	≤7	合格
DLN21906TR136N		2.74	2.43	6	≤7	合格
DLN21906TR138W		3.59	3.46	2	≤7	合格
DLN21906TR139W		5.35	5.27	1	≤7	合格
DLN21906TR140ZD		4.16	4.06	2	≤7	合格
DLN21906TR141J		12.3	13.1	4	≤7	合格
DLN21906TR141O		10.1	9.81	2	≤7	合格
DLN21906TR142J		2.18	2.20	1	≤7	合格
DLN21906TR142T		10.2	10.7	2	≤7	合格
DLN21906TR145J		2.22	2.16	2	≤7	合格
DLN21906TR148J		9.54	9.73	1	≤7	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR148T		5.24	5.56	3	≤7	合格
DLN21906TR148ZA		2.87	2.72	3	≤7	合格
DLN21906TR132J		8.54	8.26	2	≤7	合格
DLN21906TR134J		8.65	8.36	2	≤7	合格
DLN21906TR141T		3.12	3.40	5	≤7	合格
DLN21906TR142ZD		1.30	1.34	2	≤7	合格
DLN21906TR143J		13.7	13.7	0	≤7	合格
DLN21906TR143T		8.61	8.74	1	≤7	合格
DLN21906TR143ZD		14.3	14.1	1	≤7	合格
DLN21906TR144J		16.5	17.0	2	≤7	合格
DLN21906TR144T	砷	3.63	3.40	4	≤7	合格
DLN21906TR149J		151	149	1	≤7	合格
DLN21906TR149T		21.2	20.1	3	≤7	合格
DLN21906TR149ZD		17.7	18.7	3	≤7	合格
DLN21906TR153J		8.61	7.63	7	≤7	合格
DLN21906TR153T		12.7	12.3	2	≤7	合格
DLN21906TR154J		8.45	7.29	2	≤7	合格
DLN21906TR154T		17.5	16.5	3	≤7	合格
DLN21906TR154ZB		11.3	11.2	1	≤7	合格
DLN21906TR112J		15.2	14.9	1	≤7	合格
DLN21906TR112O		2.49	2.52	1	≤7	合格
DLN21906TR117C		2.54	2.56	1	≤7	合格
DLN21906TR118C		6.11	5.98	2	≤7	合格
DLN21906TR119J		7.58	8.12	4	≤7	合格
DLN21906TR121C		3.96	4.27	4	≤7	合格
DLN21906TR122F		4.30	4.33	1	≤7	合格
DLN21906TR123J		9.60	10.0	3	≤7	合格
DLN21906TR123M		9.52	9.52	0	≤7	合格
DLN21906TR124J		10.6	10.5	1	≤7	合格
DLN21906TR125J		7.10	7.18	1	≤7	合格
DLN21906TR126J		8.30	8.20	1	≤7	合格
DLN21906TR128J		12.8	12.9	1	≤7	合格
DLN21906TR129G		4.42	4.32	2	≤7	合格
DLN21906TR133J		18.5	17.6	3	≤7	合格
DLN21906TR135M		7.55	7.95	3	≤7	合格
DLN21906TR146J		11.8	11.9	1	≤7	合格
DLN21906TR146T		5.36	5.43	1	≤7	合格
DLN21906TR147J		5.48	5.54	1	≤7	合格
DLN21906TR147T		8.38	8.58	2	≤7	合格
DLN21906TR147ZD		6.00	6.05	1	≤7	合格
DLN21906TR148ZE		6.97	6.96	1	≤7	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR149ZI		9.09	8.23	5	≤7	合格
DLN21906TR151J		3.90	4.21	4	≤7	合格
DLN21906TR151T		3.61	3.64	1	≤7	合格
DLN21906TR152J		2.14	2.24	3	≤7	合格
DLN21906TR152T		0.60	0.53	7	≤7	合格
DLN21906TR153ZB		2.79	2.94	3	≤7	合格
DLN21906TR155J		5.83	8.34	5	≤7	合格
DLN21906TR155T		3.17	2.99	3	≤7	合格
DLN21906TR155ZB		5.18	4.68	6	≤7	合格
DLN21906TR157J		9.51	8.70	5	≤7	合格
DLN21906TR157T	砷	7.74	7.38	3	≤7	合格
DLN21906TR159B		6.28	6.27	1	≤7	合格
DLN21906TR106L		5.84	6.00	2	≤7	合格
DLN21906TR108E		5.77	5.93	2	≤7	合格
DLN21906TR109G		4.70	5.47	7	≤7	合格
DLN21906TR118M		8.16	8.25	1	≤7	合格
DLN21906TR119N		1.74	1.61	4	≤7	合格
DLN21906TR120I		8.68	8.93	2	≤7	合格
DLN21906TR131H		7.87	7.93	1	≤7	合格
DLN21906TR150ZD		8.13	8.34	2	≤7	合格
DLN21906TR157ZI		10.2	10.3	1	≤7	合格
DLN21906TR166J		6.97	6.97	0	≤7	合格
DLN21906TR166T		9.35	8.70	4	≤7	合格
DLN21906TR166W		9.69	9.27	3	≤7	合格
DLN21906TR168T		20.0	18.4	5	≤7	合格
DLN21906TR167J		83.6	85.7	2	≤7	合格
DLN21906TR167T		7.22	7.26	1	≤7	合格
DLN21906TR167ZD		8.04	7.13	6	≤7	合格
DLN21906TR101H		6.20	5.87	3	≤7	合格
DLN21906TR103L		6.99	7.03	1	≤7	合格
DLN21906TR104A		4.66	4.70	1	≤7	合格
DLN21906TR104K		7.32	7.36	1	≤7	合格
DLN21906TR106B		5.13	5.48	4	≤7	合格
DLN21906TR110I		6.50	6.55	1	≤7	合格
DLN21906TR111H		8.63	8.29	3	≤7	合格
DLN21906TR113B		8.07	7.72	3	≤7	合格
DLN21906TR113L		5.16	5.64	3	≤7	合格
DLN21906TR114G		8.95	8.46	3	≤7	合格
DLN21906TR116E		3.76	4.08	5	≤7	合格
DLN21906TR117M		8.74	8.56	2	≤7	合格
DLN21906TR121M		8.20	8.36	1	≤7	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR126M		8.66	9.67	6	≤7	合格
DLN21906TR128O		8.02	8.34	2	≤7	合格
DLN21906TR130J		11.6	11.0	3	≤7	合格
DLN21906TR146ZD		6.98	7.14	2	≤7	合格
DLN21906TR151ZA		5.99	5.33	6	≤7	合格
DLN21906TR152X		8.65	8.33	2	≤7	合格
DLN21906TR162M		5.75	5.96	2	≤7	合格
DLN21906TR102F		7.62	7.71	1	≤7	合格
DLN21906TR107I		7.49	7.58	1	≤7	合格
DLN21906TR115J	砷	7.12	7.18	1	≤7	合格
DLN21906TR135J		7.26	7.48	2	≤7	合格
DLN21906TR150J		146	147	1	≤7	合格
DLN21906TR156T		14.5	14.5	0	≤7	合格
DLN21906TR156J		7.81	7.76	1	≤7	合格
DLN21906TR156ZC		7.52	7.45	1	≤7	合格
DLN21906TR157ZD		12.1	12.9	4	≤7	合格
DLN21906TR158T		10.7	10.3	2	≤7	合格
DLN21906TR159L		7.04	7.11	1	≤7	合格
DLN21906TR161J		7.62	7.21	3	≤7	合格
DLN21906TR162J		8.66	9.17	3	≤7	合格
DLN21906TR164E		6.61	6.31	3	≤7	合格
DLN21906TR168J		144	136	3	≤7	合格
DLN21906TR158J		11.1	10.5	3	≤7	合格
DLN21906TR158ZB		7.47	7.27	2	≤7	合格
DLN21906TR160J		7.12	7.57	4	≤7	合格
DLN21906TR163J		6.75	7.09	3	≤7	合格
DLN21906TR165G		8.04	7.96	1	≤7	合格
DLN21906TR140T		23.6	21.8	4	≤7	合格
DLN21906TR145T		23.8	24.5	2	≤7	合格
DLN21906TR137J		10.0	10.0	0	≤7	合格
DLN21906TR150T		7.53	7.42	3	≤7	合格
DLN21906TR138J	铅	3.3	3.3	0	≤10	合格
DLN21906TR139J		5.0	5.1	1	≤10	合格
DLN21906TR140O		7.7	7.6	1	≤10	合格
DLN21906TR140J		7.8	7.8	0	≤10	合格
DLN21906TR127J		4.5	4.5	0	≤10	合格
DLN21906TR127N		8.4	8.1	2	≤10	合格
DLN21906TR132O		14.3	14.5	1	≤10	合格
DLN21906TR136J		9.0	9.2	2	≤10	合格
DLN21906TR136N		13.6	14.1	2	≤10	合格
DLN21906TR138W		7.1	7.3	2	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR139W		10.2	10.2	0	≤10	合格
DLN21906TR140ZD		1.7	1.7	0	≤10	合格
DLN21906TR141J		13.3	13.5	1	≤10	合格
DLN21906TR141O		5.1	5.0	1	≤10	合格
DLN21906TR142J		3.0	3.0	0	≤10	合格
DLN21906TR142T		105	107	1	≤10	合格
DLN21906TR145J		0.5	0.5	0	≤10	合格
DLN21906TR148J		2.2	2.2	0	≤10	合格
DLN21906TR148T		1.2	1.3	4	≤10	合格
DLN21906TR148ZA	铅	5.3	5.3	0	≤10	合格
DLN21906TR132J		2.1	2.2	3	≤10	合格
DLN21906TR134J		11.5	11.3	1	≤10	合格
DLN21906TR141T		0.5	0.5	0	≤10	合格
DLN21906TR142ZD		0.2	0.2	0	≤10	合格
DLN21906TR143J		6.3	6.3	0	≤10	合格
DLN21906TR143T		1.2	1.2	0	≤10	合格
DLN21906TR143ZD		2.0	2.1	3	≤10	合格
DLN21906TR144J		8.8	9.1	2	≤10	合格
DLN21906TR144T		0.6	0.5	10	≤10	合格
DLN21906TR149J		13.4	14.2	3	≤10	合格
DLN21906TR149T		27.3	26.9	1	≤10	合格
DLN21906TR149ZD		0.3	0.3	0	≤10	合格
DLN21906TR153J		0.1	0.1	0	≤10	合格
DLN21906TR153T		0.2	0.2	0	≤10	合格
DLN21906TR154J		0.3	0.3	0	≤10	合格
DLN21906TR154T		0.4	0.4	0	≤10	合格
DLN21906TR154ZB		7.2	7.4	2	≤10	合格
DLN21906TR112J		2.7	2.6	2	≤10	合格
DLN21906TR112O		5.6	5.7	1	≤10	合格
DLN21906TR117C		0.6	0.6	0	≤10	合格
DLN21906TR118C		1.5	1.3	8	≤10	合格
DLN21906TR119J		10.4	10.5	1	≤10	合格
DLN21906TR121C		0.5	0.5	0	≤10	合格
DLN21906TR122F		ND	MD	0	≤10	合格
DLN21906TR123J		1.7	1.7	0	≤10	合格
DLN21906TR123M		4.8	4.8	0	≤10	合格
DLN21906TR124J		5.4	5.4	0	≤10	合格
DLN21906TR125J		5.7	5.6	1	≤10	合格
DLN21906TR126J		2.7	2.7	0	≤10	合格
DLN21906TR128J		0.9	0.8	6	≤10	合格
DLN21906TR129G		0.4	0.4	0	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR133J		0.6	0.6	0	≤10	合格
DLN21906TR135M		18.9	18.7	1	≤10	合格
DLN21906TR146J		1.5	1.5	0	≤10	合格
DLN21906TR146T		8.5	8.5	0	≤10	合格
DLN21906TR147J		0.7	0.8	7	≤10	合格
DLN21906TR147T		3.0	3.0	0	≤10	合格
DLN21906TR147ZD		2.4	2.4	0	≤10	合格
DLN21906TR148ZE		4.0	4.9	10	≤10	合格
DLN21906TR149ZI		3.6	3.7	2	≤10	合格
DLN21906TR151J	铅	0.3	0.3	0	≤10	合格
DLN21906TR151T		0.5	0.5	0	≤10	合格
DLN21906TR152J		0.2	0.2	0	≤10	合格
DLN21906TR152T		0.2	0.2	0	≤10	合格
DLN21906TR153ZB		8.6	8.6	0	≤10	合格
DLN21906TR155J		2.7	2.5	4	≤10	合格
DLN21906TR155T		0.2	0.2	0	≤10	合格
DLN21906TR155ZB		1.0	1.0	0	≤10	合格
DLN21906TR157J		2.7	2.7	0	≤10	合格
DLN21906TR157T		2.6	2.5	2	≤10	合格
DLN21906TR159B		18.9	19.2	1	≤10	合格
DLN21906TR106L		2.9	3.0	2	≤10	合格
DLN21906TR108E		6.2	6.2	0	≤10	合格
DLN21906TR117M		0.7	0.7	0	≤10	合格
DLN21906TR118M		0.8	0.7	7	≤10	合格
DLN21906TR119N		18.2	18.0	1	≤10	合格
DLN21906TR120I		7.5	7.7	2	≤10	合格
DLN21906TR131H		12.9	13.0	1	≤10	合格
DLN21906TR150ZD		2.0	2.2	5	≤10	合格
DLN21906TR156ZC		3.8	3.7	2	≤10	合格
DLN21906TR157ZD		1.5	1.6	4	≤10	合格
DLN21906TR157ZI		2.1	2.1	0	≤10	合格
DLN21906TR166J		24.9	24.5	1	≤10	合格
DLN21906TR166T		0.3	0.3	0	≤10	合格
DLN21906TR166W		5.0	5.1	1	≤10	合格
DLN21906TR168T		0.3	0.3	0	≤10	合格
DLN21906TR167J		1.0	1.0	0	≤10	合格
DLN21906TR167T		3.0	3.0	0	≤10	合格
DLN21906TR167ZD		0.3	0.3	0	≤10	合格
DLN21906TR101H		7.1	7.2	1	≤10	合格
DLN21906TR103L		2.7	2.8	2	≤10	合格
DLN21906TR104A		0.8	0.9	6	≤10	合格

样品编号	监测项目	样品监测结果	平行样监测结果	相对偏差%	允许偏差%	评价
DLN21906TR104K		1.0	1.1	5	≤10	合格
DLN21906TR106B		0.7	0.7	0	≤10	合格
DLN21906TR110I		2.1	2.1	0	≤10	合格
DLN21906TR111H		4.9	5.1	2	≤10	合格
DLN21906TR113B		3.0	2.8	4	≤10	合格
DLN21906TR113L		0.3	0.3	0	≤10	合格
DLN21906TR114G		7.0	7.0	0	≤10	合格
DLN21906TR116E		0.7	0.7	0	≤10	合格
DLN21906TR121M	铅	4.0	3.9	2	≤10	合格
DLN21906TR126M		3.6	3.7	2	≤10	合格
DLN21906TR128O		0.8	0.9	6	≤10	合格
DLN21906TR130J		5.0	5.0	0	≤10	合格
DLN21906TR146ZD		4.6	4.7	2	≤10	合格
DLN21906TR151ZA		20.4	20.5	1	≤10	合格
DLN21906TR107I		3.1	2.8	6	≤10	合格
DLN21906TR115J		1.9	2.2	8	≤10	合格
DLN21906TR135J		1.3	1.2	4	≤10	合格
DLN21906TR150J		5.1	5.1	0	≤10	合格
DLN21906TR156J		3.8	3.6	3	≤10	合格
DLN21906TR152X		5.7	5.6	1	≤10	合格
DLN21906TR162J		9.6	9.3	2	≤10	合格
DLN21906TR162M		16.9	17.0	1	≤10	合格
DLN21906TR102F		4.3	4.4	2	≤10	合格
DLN21906TR158T		4.9	4.7	3	≤10	合格
DLN21906TR159L		8.5	8.5	0	≤10	合格
DLN21906TR161J		5.7	5.2	5	≤10	合格
DLN21906TR164E		10.2	9.3	5	≤10	合格
DLN21906TR168J		4.7	4.2	6	≤10	合格
DLN21906TR140T		1.6	1.5	4	≤10	合格
DLN21906TR158J		8.8	9.3	3	≤10	合格
DLN21906TR156T		13.2	13.5	2	≤10	合格
DLN21906TR158ZB		11.5	11.8	2	≤10	合格
DLN21906TR160J		8.4	8.2	2	≤10	合格
DLN21906TR163J		6.1	6.2	1	≤10	合格
DLN21906TR165G		3.8	3.8	0	≤10	合格
DLN21906TR137J		5.4	5.4	0	≤10	合格
DLN21906TR145T		7.9	8.2	2	≤10	合格
DLN21906TR150T		4.5	4.9	5	≤10	合格
DLN21906TR109G		5.9	5.7	2	≤10	合格

表 2.4-14　土壤盲样检测结果

检测类别	检测项目	标准样品值	实测值	单位
土壤	砷	8.4±1.3	9.0	mg/kg
			9.6	mg/kg
			7.3	mg/kg
			7.6	mg/kg
			8.5	mg/kg
			8.4	mg/kg
			8.2	mg/kg
			8.3	mg/kg
土壤	砷	8.4±1.3	7.6	mg/kg
			7.5	mg/kg
			8.2	mg/kg
			7.7	mg/kg
			8.3	mg/kg
			8.7	mg/kg
			7.8	mg/kg
			7.7	mg/kg
	铅	25±3	23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			24	mg/kg
			24	mg/kg
			22	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			22	mg/kg
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			24	mg/kg
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			23	mg/kg

检测类别	检测项目	标准样品值	实测值	单位
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			24	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			22	mg/kg
			22	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
土壤	铅	25±3	23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			25	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			24	mg/kg
			24	mg/kg
			23	mg/kg
			22	mg/kg
			23	mg/kg
			22	mg/kg
			22	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			22	mg/kg
			23	mg/kg
			24	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg
			23	mg/kg

（11）质控小结

本项目三次现场采样，土壤及水样空白试验结果、平行双样分析测试结果、平行双样分析测试合格率、加标回收率试验结果、加标回收率试验合格率、有证标准物质测试结果、有证标准物质测试合格率详见质控报告。

通过上述质控措施，本批样品的空白试验低于方法检测限，符合要求；定量校准的曲线线性 r 值大于 0.999，符合要求；平行双样相对偏差 0.00%～20.00%，合格率 100%，符合要求；加标回收率在 60.0%～117.0%间，符合要求，有证标准物质检测都在标准值的不确定度内，符合要求。

2.4.3 监测结果

2.4.2.1 初步第一次采样

（1）土壤结果与评价

本次评价土壤污染风险筛选标准执行《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364 号）中的第一类用地筛选值进行评价分析。

本次初步采样调查地块范围内合计布设 10 个土壤采样点位，46 个土壤样品，检出污染物包括砷、镉、铜、铅、汞、镍、石油烃（C_{10}-C_{40}）、苯、甲苯、乙苯、对（间）二甲苯、苯乙烯、邻二甲苯、萘、䓛、苯并[a]蒽、苯并[b]荧恩，合计 18 项。超标点位包括 4#、6#、7#、8#和 9#，超标污染物包括砷和铅，最大超标倍数分别为 22.3 倍和 1.21 倍。来源于大化地块的碱渣砷和铅超标严重，排渣土中铅超标可能是由于铅超标地块的土壤排放到本次地块调查范围之内。

表 2.4-15　土壤监测统计结果

污染物类型	污染物	样品数量	检出率%	浓度范围 mg/kg	筛选值 mg/kg	管制值 mg/kg	最大占标率%	超标点位
酸碱度	pH	48	100	7.71-9.12 无量纲	-	-	-	-
重金属	砷	48	100	5.88-466	20	120	2330	4# 1m/2.5m 6# 0.5m/3m/27.5m 7# 1m/3m6m 8# 1m 9# 1.5m/6.5m
	镉	48	100	0.04-17.2	20	47	86	-
	铜	48	100	12-930	2000	8000	46.5	-
	铅	48	100	4.8-883	400	800	220.75	7# 1.0m/3.0m 8# 5.5m
	汞	48	95.8	0.001-0.44	8	33	5.5	-
	镍	48	100	18-86	150	600	57.3	-
石油烃	C_{10}-C_{40}	48	97.9	0.2-28.7	826	5000	3.5	-
VOCs	苯	17	100	0.0151-0.0367	1	10	3.7	-
	甲苯	17	100	0.0573-0.107	1200	1200	0.01	-
	乙苯	17	100	0.0038-0.144	7.2	72	2	-
	对(间)二甲苯	17	100	0.0102-0.0662	163	500	0.04	-
	苯乙烯	17	100	0.0063-0.0397	1290	1290	0.01	-

污染物类型	污染物	样品数量	检出率%	浓度范围 mg/kg	筛选值 mg/kg	管制值 mg/kg	最大占标率%	超标点位
	邻二甲苯	17	100	0.0041-0.0186	222	640	0.01	-
SVOCs	萘	17	5.9	0.001-0.62	25	255	2.48	-
	苯并[a]蒽	17	5.9	0.001-0.4	5.5	55	7.27	-
	䓛	17	5.9	0.001-0.4	490	4900	0.08	-
	苯并[b]荧蒽	17	11.8	0.001-0.5	5.5	55	9.09	-

（2）地下水结果与评价

本次初步采样地块范围内布设 3 个地下水点位，实际仅在 1#（土壤 4#并点）发现浅层地下水，1 个地下水样品，检出污染物包括 pH 值、砷、石油类、乙苯、对（间）二甲苯和苯乙烯，合计六项，砷满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，其他均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅰ类标准。

（3）地表水结果与评价

泉水河为大连市的排污河，水域功能定性为Ⅴ类水体，本次泉水河地表水环境质量评价标准执行《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅴ类标准进行分析。

本次初步采样地块范围内无地表水系，地块外北侧泉水河内布设 1 个地表水点位，1 个地表水样品，检出污染物包括 pH 值、砷、铜、铅、石油类、氰化物、五氯酚、甲苯和对（间）二甲苯，合计 9 项。均满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅴ类标准和集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。

（4）对照点结果与评价

根据上表可知，本项目场外 2 个对照点位土壤样品中 14 项检出污染物均未超出《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364 号）中的第一类用地筛选值。砷的检出浓度均接近筛选值，占标率达到了 93.6%和 95%，说明调查区域的砷背景值较高。

2.4.2.2 详细第二次采样

（1）地块内土壤

本次地块内土壤调查，共设置土壤采样点位 30 个，采样样品 662 个（含平行样品 69 个）。样品污染物监测结果统计见下表。

①检出污染物统计

本次地块内土壤检出污染物共计 32 种，如下：

重金属和无机物（基本项目）：6 项，分别为砷、镉、铜、铅、汞和镍，其中砷和铅均存在超标情况；

挥发性有机物（基本项目）：16 项，分别为氯仿、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、四氯乙烯、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、对(间)二甲苯和邻二甲苯。

半挥发性有机物（基本项目）：6 项，分别为苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、茚并[1,2,3-cd]芘和萘。

半挥发性有机物（其他项目）：3 项，分别为 2-甲基萘、咔唑和二苯并呋喃。

石油烃类（其他项目）：1 项，为石油烃 C_{10}-C_{40}。

②超标污染物统计

本次调查共有 17 个点位 78 个土壤样品，重金属铅和砷超标，超标点位包括 CD02、CD05、CD07、CD08、CD09、CD10、CD13、CD14、CD20、CD21、CD25、CD26、CD29、CD30、手工钻 1#、手工钻 2#和手工钻 3#。各点位超标情况如下表所示。

表 2.4-16 超标污染物统计结果

污染物	超标位置		超标深度 (m)	检出浓度 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)	超标倍数
砷	CD02	碱渣	0-1.0	48.4	20	1.42
		碱渣	1.0-2.0	84.3	20	3.22
		碱渣	2.0-3.0	80.8	20	3.04
		碱渣	4.0-5.0	67.3	20	2.37
		排渣土	5.5-6.0	108	20	4.40
		排渣土	6.0-7.0	81.8	20	3.09
		排渣土	10.0-11.0	88.3	20	3.42
		排渣土	12.0-13.0	22.6	20	0.13
		排渣土	13.0-14.0	65.9	20	2.30
		排渣土	14.0-15.0	22.2	20	0.11
		排渣土	15.0-16.0	23.0	20	0.15
		排渣土	17.0-18.0	22.7	20	0.14
		排渣土	18.0-19.0	24.8	20	0.24
		排渣土	19.0-20.0	21.3	20	0.06
		排渣土	22.0-23.0	24.8	20	0.24
	CD05	碱渣	0-1.0	23.9	20	0.20
		碱渣	1.0-2.0	40.4	20	1.02
		碱渣	2.0-3.0	96.6	20	3.83
		排渣土	3.0-4.0	128	20	5.40
		排渣土	4.0-5.0	131	20	5.55
		排渣土	6.0-7.0	48.7	20	1.44

污染物	超标位置		超标深度 (m)	检出浓度 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)	超标倍数
		排渣土	7.0-8.0	124	20	5.20
		排渣土	11.0-12.0	21.6	20	0.08
		排渣土	15.0-16.0	22.1	20	0.11
		排渣土	30.0-31.0	21.0	20	0.05
	CD07	碱渣	4.0-5.0	23.5	20	0.18
		碱渣	5.0-6.0	124	20	5.20
		碱渣	6.0-7.0	80.8	20	3.04
		排渣土	7.0-8.0	95.9	20	3.80
		排渣土	8.0-9.0	23.8	20	0.19
		排渣土	10.0-11.0	26.2	20	0.31
		排渣土	21.0-22.0	86.8	20	3.34
		排渣土	22.0-23.0	24.6	20	0.23
	CD08	排渣土	1.0-2.0	48.6	20	1.43
		排渣土	2.0-3.0	50.2	20	1.51
砷	CD08	排渣土	3.0-4.0	49.5	20	1.48
		碱渣	4.0-5.0	124	20	5.20
		碱渣	5.0-6.0	126	20	5.30
		碱渣	6.0-7.0	107	20	4.35
		碱渣	7.0-8.0	127	20	5.35
		碱渣	8.0-9.0	134	20	5.70
		碱渣	9.0-10.0	111	20	4.55
		排渣土	10.0-11.0	124	20	5.20
		排渣土	11.0-12.0	82.8	20	3.14
		排渣土	12.0-13.0	53.0	20	1.65
		排渣土	13.0-14.0	51.4	20	1.57
		排渣土	14.0-15.0	24.5	20	0.23
		排渣土	18.0-19.0	45.1	20	1.26
	CD09	排渣土	3.0-4.0	21.6	20	0.08
		排渣土	6.0-7.0	54.3	20	1.72
		排渣土	10.0-11.0	45.5	20	1.28
		排渣土	12.0-13.0	99.5	20	3.98
		排渣土	13.0-14.0	53.9	20	1.70
		排渣土	14.0-15.0	52.5	20	1.63
		排渣土	15.0-16.0	51.1	20	1.56
	CD10	排渣土	5.0-6.0	47.5	20	1.38
		排渣土	20.0-21.0	49.1	20	1.46
		排渣土	21.0-22.0	25.7	20	0.29
		排渣土	22.0-23.0	24.7	20	0.24
		排渣土	23.5-24.0	54.6	20	1.73
	CD13	原位黏土	8.5-9.0	26.0	20	0.30
	CD14	原位砂土	8-8.5	22.5	20	0.13
	CD20	原位黏土	8-8.5	21.1	20	0.06
		原位黏土	10-10.5	22.8	20	0.14
		原位黏土	10.5-11.0	20.6	20	0.03
		原位黏土	11.5-12.0	25.2	20	0.26
	CD21	原位黏土	9.5-1.0	22.1	20	0.11

污染物	超标位置		超标深度 (m)	检出浓度 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)	超标倍数
	CD25	原位黏土	11.5-12.0	22.3	20	0.12
	CD26	排渣土	2.0-3.0	22.4	20	0.12
	CD29	原位黏土	9.5-10.0	20.9	20	0.04
	CD30	排渣土	0-1.0	26.1	20	0.31
		原位砂土	7.5-8.0	21.2	20	0.06
	手工1#	碱渣	0.5-1.0	24.7	20	0.24
		碱渣	1.0-1.5	21.6	20	0.08
	手工2#	碱渣	0-0.5	21.8	20	0.09
		碱渣	1.0-1.5	96.4	20	3.82
	手工3#	碱渣	0-1.0	24.6	20	0.23
		碱渣	1.0-2.0	22.4	20	0.12
铅	手工2#	碱渣	0-0.5	438	400	0.10
	手工3#	碱渣	0-1.0	470	400	0.18
		碱渣	1.0-2.0	461	400	0.15

③超标原因分析

来源于大化地块，大化厂区早期为填海造地形成，填海材料中含有大量的硫铁矿渣、粉煤灰、铸铁废渣、碱厂废渣等，硫铁矿渣中砷含量较高、铸铁公司废渣中的铅含量较高，且大化地区地下水普遍受重金属砷、铅污染，所以造成调查范围内碱渣中的砷和铅超标严重。

碱渣中的砷和铅，经雨水淋溶等作用，污染下层或周边土壤。

④结果分析和评价

本次评价土壤污染风险筛选标准执行《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364 号）中的第一类用地筛选值进行评价分析。

本次调查地块范围内合计布设 30 个土壤采样点位，662 个土壤样品（含平行样 69 个），检出污染物包括 pH、砷、镉、铜、铅、汞、镍、石油烃（C_{10}-C_{40}）、氯仿、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、四氯乙烯、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、对(间)二甲苯、邻二甲苯、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、2-甲基萘、咔唑和二苯并呋喃，合计 32 项。超标点位 17 个、超标土壤样品 78 个，包括 CD02、CD05、CD07、CD08、CD09、CD10、CD13、CD14、CD20、CD21、CD25、CD26、CD29、CD30、手工钻 1#、手工钻 2#和手工钻 3#。超标污染物包括砷和铅，最大超标倍数分别为 5.70 倍和 0.18 倍。来源于大化地块的碱渣是造成本项目地块砷和铅超标的最大原因。

（2）对照点土壤监测结果

本次调查土壤对照点共 6 个，土壤样品共 6 个。共检出土壤污染物 8 项，包括 pH、镍、铜、砷、镉、铅、汞、石油烃（C_{10}-C_{40}）。挥发性有机物和半挥发性有机物均未检出。

东侧 4#对照点位，砷检测结果为 20.4mg/kg，超过 20mg/kg 筛选值标准，最大占标率为 102%，说明本项目地块所在区域土壤中砷背景值较高。其他对照点位所有土壤样品检测项目均低于《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364 号）中的第一类用地筛选值。

2.4.4 土壤污染物分布特征

（1）土壤关注污染物筛选

将超过《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364 号）第一类用地筛选值的污染物确定为关注污染物，则本项目地块关注污染物为砷和铅。

（2）污染物平面分布情况

结合第二阶段三次采样调查结果，本项目地块关注污染物砷和铅，超标点位平面分布情况如下图所示。

铅：整个地块铅仅在南部碱渣排放区存在超标情况，点位包括 7#、8#、手工钻 2#和手工钻 3#，最大值出现在 7#碱渣样品中，检出浓度为 883mg/kg。

砷：砷在整个地块均有分布，东侧狭长区域内 CD29 和 CD30 超标，最大值为 26.1mg/kg；北侧新增覆土区域，CD25、CD26、XD27、XD60、XD61、XD62 均有不同程度超标，最大值为 24.7mg/kg；中部 CD13、CD14、XD04、XD20、XD28 和 XD33 均有不同程度超标，最大值为 26.0mg/kg；南部碱渣排放区，超标情况严重，包括 CD02、CD08、CD09、CD10、XD57、XD68 等 31 个点位超标，最大值为 466mg/kg。

2.4.4.3 预估范围和方量

根据现场采样结果，以发现碱渣点位连线外扩 5 米形成碱渣平面分布，根据碱渣点位的地表高程、碱渣区距地表的深度分别获得碱渣上、下层高程，用泰森法和 Kriging 法插值，得到碱渣区上下表面高程的栅格数据，再利用 Arcgis 工具箱的 Cut fill 工具求得两层之间的体积。

本项目估算碱渣方量、对应范围和平均厚度，详见下表和下图所示。

表 2.4-25 碱渣范围和方量估算结果表

碱渣面积（m^2）	平均厚度（m）	预估方量（m^3）
5145.5	3.15	16223.8

2.5 地块调查结论

水文地质调查：A3-2 地块地貌单元为人工堆积地貌，地层主要包括：震旦系甘井子组、第四系上更新统、全新统。本区地下水类型为碳酸盐岩裂隙岩溶水，属于裸露型岩溶水，水量贫乏，单井涌水量<100t/d。工作区北侧为泉水河，地下水的补给主要来源于大气降水；区内南高北低，地势平缓，总体坡度小，水力坡度小，地下水径流方向为由南向北向泉水河径流，由泉水河向东排泄入海；地下水主要排泄方式主要为补给河流、地下径流入海及蒸发三种。通过单孔抽水试验确定场区渗透系数 K 值范围为 0.143～2.449 m/d。影响半径 R 值范围为 48.49～94.31m。

第一次现场初步采样地块内布设 10 个土壤点位、46 个土壤样品，布设 3 个地下水点位，实际仅在 1#（土壤 4#并点）发现浅层地下水，1 个地下水样品，1 个地表水采样点、1 个地表水样品，2 个对照点、2 个对照点土壤样品，检测项目包括《辽宁省污染地块风险评估筛选值(试行)》(辽环综函[2020]364 号)中的 pH+基本项目 45 项+其他项目 10 项（氰化物、一溴二氯甲烷、4-氯苯胺、2,4-二硝基甲苯、五氯酚、2-甲基萘、咔唑、二苯并呋喃、六氯苯和石油烃（C_{10-40}））+2,6-二硝基甲苯+N-亚硝基二正丙胺，合计 58 项。土壤共检出三类 17 项污染物，包括重金属 6 项、石油烃 1 项、VOCs 6 项和 SVOCs 4 项。根据《辽宁省污染地块风险评估筛选值(试行)》(辽环综函[2020]364 号)中的第一类用地筛选值进行筛选，各样品检出项目仅有土壤中砷和铅存在超标情况，其他检出污染物均满足相关标准限值要求。地下水检测结果，本项目地块内地下水质量现状较好，砷满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，其他均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅰ类标准。泉水河为大连市的排污河，水域功能定性为Ⅴ类水体，根据地表水检测结果可知，各项指标均满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅴ类标准和集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。其中关注污染物砷满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅰ类标准，铅满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

第二次现场采样地块内布设 30 个土壤点位、662 个土壤样品，6 个地下水采样点、6 个地下水样品，1 个地表水采样点、1 个地表水样品，6 个对照点、6 个对照点土壤样品，检测项目包括《辽宁省污染地块风险评估筛选值(试行)》(辽环综函

[2020]364 号)中的 pH+基本项目 45 项+其他项目 10 项（氰化物、一溴二氯甲烷、4-氯苯胺、2,4-二硝基甲苯、五氯酚、2-甲基萘、咔唑、二苯并呋喃、六氯苯和石油烃（C_{10-40}））+2,6-二硝基甲苯+N-亚硝基二正丙胺，合计 58 项。土壤共检出三类 32 项污染物，包括重金属和无机物 6 项、石油烃 1 项、VOCs 16 项和 SVOCs 9 项。根据《辽宁省污染地块风险评估筛选值(试行)》(辽环综函[2020]364 号)中的第一类用地筛选值进行筛选，各样品检出项目仅有土壤中砷和铅存在超标情况，其他检出污染物均满足相关标准限值要求。根据地下水检测结果可知，本项目地块内地下水质量现状较好，均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的Ⅰ类指标。泉水河为大连市的排污河，水域功能定性为Ⅴ类水体，根据地表水检测结果可知，各项指标均满足《地表水质量标准》（GB3838-2002）Ⅴ类标准和集中式生活饮用水地表水源地特定项目标准限值。本项目地块关注污染物砷和铅均未检出。

第三次现场采样地块内布设 68 个土壤点位、1262 个土壤样品，检测项目包括砷和铅，最大值分别为 191mg/kg 和 204mg/kg，砷最大超标倍数为 8.55 倍，铅未超标，最大占标率为 51%。砷超标点位在整个地块均有分布，铅仅在南侧碱渣区存在超标情况。土壤中砷的含量随深度呈现下降趋势，但在 20.0m 以下仍有部分样品超过 20mg/kg 筛选值。土壤中铅的含量随深度呈现明显下降趋势，检出浓度＞200mg/kg 的样品主要集中在表层 0-5.0m 范围内。

根据三次采样调查结果，需要启动风险评估，关注污染物为重金属铅和砷。

3 地块风险评估

人体健康风险评估是环境风险评价的重要内容。健康风险评估是在收集和整理毒理学资料、流行病学资料、环境监测资料及暴露情况等资料的基础上，通过一定的方法或使用模型来估计某一暴露剂量的化学或物理因子对人体健康造成损害的可能性及损害的性质和程度大小。在目标地块土壤污染状况调查结果的基础上，依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中的相关建设用地的风险评价模型，对本项目地块进行风险评估。

3.1 风险评估流程

风险评估工作内容包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征和风险控制值计算。

（1）危害识别：关注污染物识别，根据土壤环境调查和检测结果，将对人群等敏感受体具有潜在风险且需要进行风险评估的污染物，确定为关注污染物；污染区域分析，根据土壤污染现状及模拟预测的结果，健康风险评估范围为受影响人群估算。估算影响人群，包括人口数量、人口分布、人口年龄构成等。

（2）暴露评估：暴露评估是分析调查关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性。根据水文地质条件、土地利用方式及地下水功能等资料，确定评估区（污染区及潜在污染区内）关注污染物的暴露情景、暴露途径和受体类型，计算各途径暴露浓度和各暴露途径下的总暴露剂量。

（3）毒性评估：在危害识别的工作基础上，分析关注污染物对人体健康的危害效应，包括致癌效应和非致癌效应，确定与关注污染物相关的毒性参数，包括参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和单位致癌因子等。

（4）风险表征：在暴露评估和毒性评估的工作基础上，采用风险评估模型计算单一污染物经单一暴露途径的风险值、单一污染物经所有暴露途径的风险值、所有污染物经所有暴露途径的风险值；进行不确定性分析，包括对关注污染物经不同暴露途径产生健康风险的贡献率和关键参数取值的敏感性分析；根据需要进行风险的空间表征。

（5）土壤污染健康风险控制值计算：在风险表征的基础上，判断计算得到的风险值是否超过可接受风险水平。如风险评估结果未超过可接受风险水平，则结束风险

评估工作；否则，分别计算关注污染物基于致癌风险和非致癌风险的土壤风险控制值。进行关键参数值的敏感性分析。

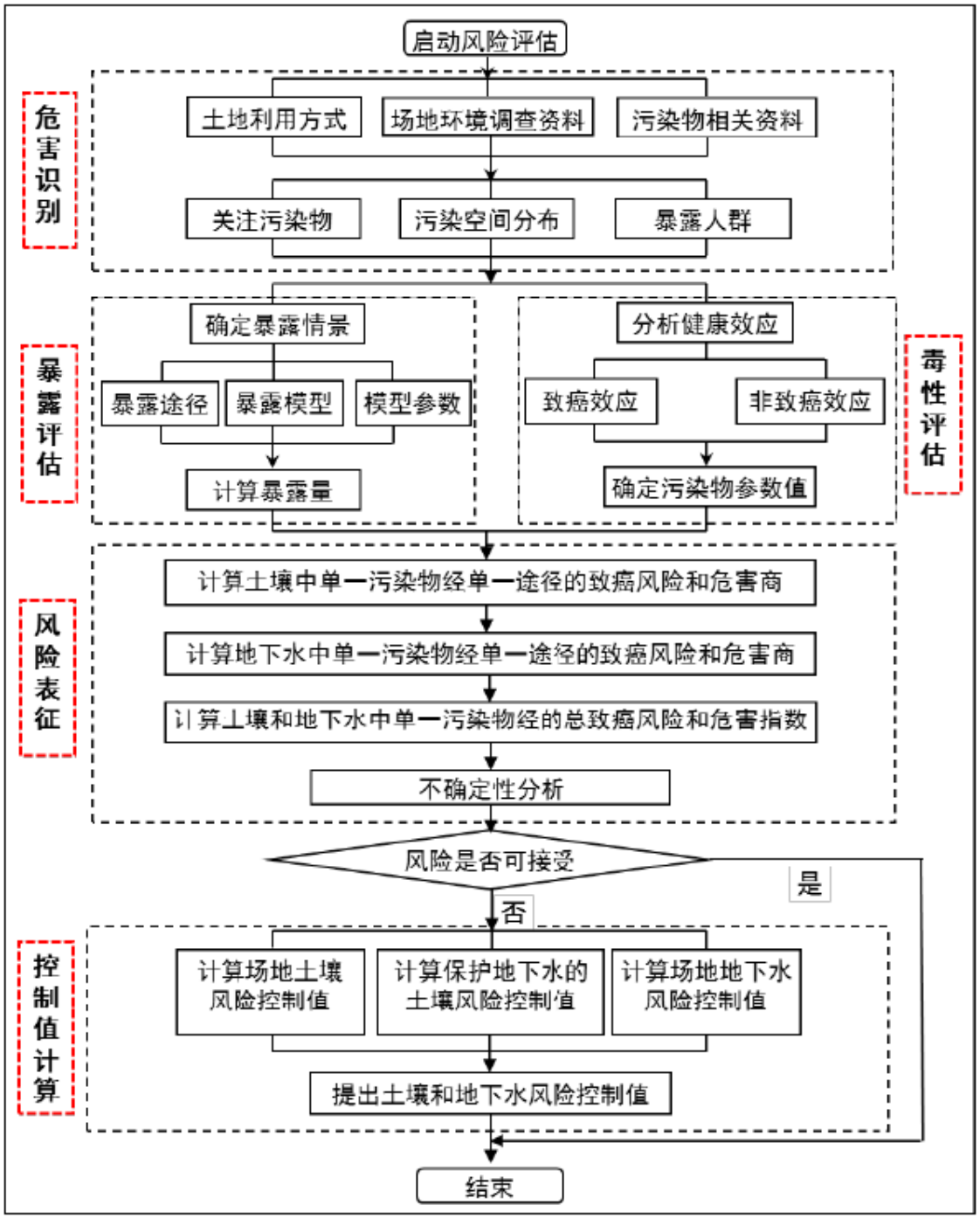


图 3.1-1 污染地块风险评估流程

3.2 危害识别

3.2.1 关注污染物

3.2.1.1 确定关注污染物

根据地块调查结果和污染概念模型分析，本次风险评估范围主要针对红线区域，评估对象为场区内污染土壤。依据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)及《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)的相关要求，本次初查和详查土壤样品各检测指标中，超过《辽宁省污染地块风险评估筛选值（试行）》（辽环综函[2020]364 号）第一类筛选值的污染物共两种，分别为砷和铅，将此两种污染物确定为关注污染物。根据地下水检测结果可知，检出项目中砷满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准，其他均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅰ类标准。因此仅针对土壤进行风险评估。

3.2.1.2 关注污染物理化性质

关注污染物理化性质见下表所示。

表 3.2-1 砷理化性质

中文名称：	砷	CAS No.	7440-38-2
外观与性状:银灰色发亮的块状固体，质硬而脆。			
熔点（℃）	817	相对密度（水=1）	5.73
沸点（℃）	615	相对蒸气密度（空气=l）	无资料
分子式：	A_S	分子量：	74.92
主要成分：	纯品		
饱和蒸气压(kPa):	0.13(372℃)	燃烧热(kJ/mol)：	无资料
溶解性：	不溶于水、碱液、多数有机溶剂，溶于硝酸、热碱液。		
危险性概述			
健康危害:	元素砷不溶于水，无毒性。口服砷化合物引起急性胃肠炎、休克、周围神经病、中毒性心肌炎、肝炎以及抽搐、昏迷等，甚至死亡。大量吸入亦可引起急性中毒，但消化道症状较轻。慢性中毒：长期接触砷化合物引起消化系统症状、肝肾损害，皮肤色素沉着、角化过度或疣状增生，多发性周围神经炎。无机砷化合物已被国际癌症研究中心（IARC）确认为致癌物，可引起肺癌、皮肤癌。		
环境危害：	对环境有严重危害，对水体、土壤和大气可造成污染。		
燃爆危险：	本品可燃，有毒。		
毒理学资料			
急性毒性	LD_{50}:763mg/kg（大鼠经口）；145mg/kg（小鼠经口）		
急救措施			
皮肤接触：	立即脱去污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤。就医。		
眼睛接触：	提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。		

吸入：	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。
食入：	催吐。洗胃。给饮牛奶或蛋清。就医。
消防措施	
危险特性：	燃烧时产生白色的氧化砷烟雾。
有害燃烧产物：	氧化砷。
灭火方法：	消防人员必须穿全身防火防毒服，在上风向灭火。灭火剂：干粉、泡沫、二氧化碳、砂土。
泄漏应急处理	
应急处理：	隔离泄漏污染区，限制出入。建议应急处理人员戴防尘面罩（全面罩），穿防毒服。不要直接接触泄漏物。用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。转移回收。

表 3.2-2　铅理化性质

中文名称：	铅	CAS No.	7439-92-1
外观与性状:灰白色质软的粉末，切削面有光泽，延性弱，展性强。			
熔点（℃）	327	相对密度（水=1）	11.34
沸点（℃）	1620	相对蒸气密度（空气=l）	无资料
分子式：	Pb	分子量：	207.2
主要成分：	纯品		
饱和蒸气压(kPa):	0.13(970℃)	燃烧热(kJ/mol)：	无资料
溶解性：	不溶于水，溶于硝酸、热浓硫酸、碱液，不溶于稀盐酸。		
主要用途：	主要用作电缆、蓄电池、铅冶炼、废杂铜冶炼、印刷、焊锡等		
危险性概述			
健康危害:	损害造血、神经、消化系统及肾脏。职业中毒主要为慢性。神经系统主要表现为神经衰弱综合征、周围神经病（以运动功能受累较明显），重者出现铅中毒性脑病。消化系统表现有牙龈铅线、食欲不振、恶心、腹胀、腹泻或便秘，腹绞痛见于中等及较重病例。造血系统损害出现卟啉代谢障碍、贫血等。短时接触大剂量可发生急性或亚急性铅中毒，表现类似重症慢性铅中毒。		
环境危害：	对环境有严重危害，对水体、土壤和大气可造成污染。		
燃爆危险：	本品可燃。		
急救措施			
皮肤接触：	脱去污染的衣看，用流动清水冲洗。		
眼睛接触：	提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。就医。		
吸入：	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。		
食入：	饮足量温水，催吐。洗胃，导泄。就医。		
消防措施			
危险特性：	粉体在受热、遇明火或接触氧化剂时会引起燃烧爆炸。		
有害燃烧产物：	氧化铅		
灭火方法：	消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。灭火剂:干粉、砂土。		
泄漏应急处理			
应急处理：	隔离泄漏污染区，限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴防尘面罩，穿防毒服。用洁净的铲子收集于干燥、洁净、有盖的容器中。若大量泄漏：用塑料布、帆布覆盖，收集回收或运至废物处理场所。		

图 3.2-2　项目地块周边环境敏感目标图（1:10000）

3.2.3 污染物迁移转化机制

3.2.3.1 转化机制

（1）沉淀和溶解作用

重金属污染物在一定的碱性条件下，在自然环境作用下，与硫化物等物质结合发生沉淀作用，使得重金属以固态的形式从土壤颗粒表面和水中析出；或者自然状态下呈现结合态或者固态的重金属，在酸性等环境下，再次溶解到环境中，如土壤和地下水中。沉淀和溶解作用是相互转化的动态过程，在整个迁移转化过程中随着环境、物理、化学作用的变化下发生作用。

（2）氧化和还原作用

重金属在自然环境下会以最稳定的价态存在，如五价砷等。但是，工厂排污、泄露的过程中，生产原料、中间产物、副产品等进入环境后，与重金属等无机污染物实现接触和反应，形成了一定的还原或者氧化条件，使得重金属形成剧毒、危害大的价态污染物。

（3）配合作用

在水环境中，重金属可与多种无机的或者有机的配位体形成稳定的配合物或者螯

合物，呈现出复杂的化学形态。实际上，自然条件下重金属主要是以配合态出现，其迁移、转化及毒理学行为均与配合作用有密切关系。

（4）吸附和解吸作用

吸附作用指地下水中的污染物在迁移过程中，由于和土壤颗粒之间的粘附作用，暂时的吸附在土壤表面的现象。这个过程会导致污染物的迁移速度降低，短期内减少地下水中污染物的浓度。吸附作用的反作用是解吸作用，污染物从土壤颗粒表面脱离，再次溶解到地下水中的过程。污染物与含水层土壤的吸附力取决于土壤中有机碳的含量。由于本地块含水层主要是粉沙层，表面的有机碳含量低，因此吸附作用对污染物不能产生明显的作用。

3.2.3.2 迁移机制

结合地块内关注污染物的特征和地块特点，分析地块内关注污染物（重金属铅和砷）迁移转化可能主要通过以下途径：

①非饱和层中的污染物吸附在土壤颗粒上随风力传播；

②非饱和层中的污染物随雨水淋溶下渗；

③包气带中残余态的污染物被淋溶以后，下渗至地下水面后随地下水迁移、稀释和吸附；

④由于水位的丰、平和枯水期的变化，土壤中的污染物随水位抬升和下降，互相吸附、解吸和释放的动态过程。

3.2.4 地块污染概念模型

根据前期地块环境调查及污染识别及水文地质条件调查结果，建立地块概念模型如下，参见地块概念模型图 3.2-4 和 3.2-5。

⑴关注污染物来源及分布

关注污染物两种，分别为砷和铅。地块内超标严重的土壤主要来自原大化厂区的碱渣，碱渣主要分布在本项目地块南侧中部，通过雨水等淋溶作用污染碱渣周边土壤。

⑵地块潜在污染区域

根据初步和详细调查采样结果，超标区域较分散，覆盖范围较大，但超标严重区域主要位于地块南侧碱渣堆放区域。

⑶水文地质条件分析：本项目地块地貌单元为人工堆积地貌，地层主要包括：

震旦系甘井子组、第四系上更新统、全新统。本区地下水类型为碳酸盐岩裂隙岩溶水，属于裸露型岩溶水，水量贫乏，单井涌水量<100t/d。工作区北侧为泉水河，地下水的补给主要来源于大气降水；区内南高北低，地势平缓，总体坡度小，水力坡度小，地下水径流方向为由南向北向泉水河径流，由泉水河向东排泄入海；地下水主要排泄方式主要为补给河流、地下径流入海及蒸发三种。通过单孔抽水试验确定场区渗透系数 K 值范围为 0.143～2.449 m/d。影响半径 R 值范围为 48.49～94.31m。

⑷污染物特征及其在环境介质中的迁移分析：通过水文地质条件调查，地块主要污染物在环境介质迁移包括①非饱和层中的污染物吸附在土壤颗粒上随风力传播；②非饱和层中的污染物随雨水淋溶下渗；③包气带中残余态的污染物被淋溶以后，下渗至地下水面后随地下水迁移、稀释和吸附；④由于水位的丰、平和枯水期的变化，土壤中的污染物随水位抬升和下降，互相吸附、解吸和释放的动态过程；⑤海水潮汐运动中海水与地下水的相互补给等。

⑸受体分析：居住用地未来受影响的人群主要为在该地块活动的人群，包括成人和儿童。

⑹暴露途径分析：本项目关注污染物为重金属铅和砷，暴露途径包括经口摄入土壤颗粒物、皮肤接触土壤颗粒物、吸入土壤颗粒物。

3.3 暴露评估

3.3.1 暴露情景分析

根据地块规划，地块未来开发用途主要为居住用地，属于第一类用地。关注污染物传播迁移路径和到达受体人群情况见表 3.3-1。

第一类用地方式下，儿童和成人均可能会长时间暴露于地块污染而产生健康危害。对于致癌效应考虑人群的终生暴露危害，一般根据儿童期和成人期的暴露来评估污染物的终生致癌风险；对于非致癌效应，儿童体重较轻、暴露量较高，一般根据儿童期暴露来评估污染物的非致癌效应。

表 3.3-1 地块土壤关注污染物暴露情景

用地方式	暴露情景	关注污染物	污染源	传播途径	受体
第一类用地	居住用地情景	砷和铅	表层土壤	直接接触土壤扬尘	儿童和成人

3.3.2 确定暴露途径

根据现场钻探调查结果，将本次调查地块地层按地层岩性，自上而下概化为 4 个相对均匀的土层，土层概化情况及岩性描述见下表所示。

表 3.3-2 本项目概化土层情况表

序号	南侧土堆		其他区域	
	土层埋深	岩性	土层埋深	岩性
1	0-25m	杂填土层：以粘性及灰岩碎石为主，混有少量建筑垃圾及生活垃圾，硬杂质含量约 20~60%，分布不均匀。中部区域有碱渣分布，平均厚度 3.15m，紫红色，湿，可塑，手摸有滑腻感。	0-5m	杂填土层：杂色，干，松散，以粘性及灰岩碎石为主，混有少量建筑垃圾及生活垃圾，硬杂质含量约 20~60%，分布不均匀。
2	25-30m	淤泥质粉质黏土层：灰黑色，饱和，软可塑，含少量贝壳及腐质物，略腥臭，刀切面稍有光泽，韧性中等，无摇震反应。	5-10m	淤泥质粉质黏土层：灰黑色，饱和，软可塑，含少量贝壳及腐质物，略腥臭，刀切面稍有光泽，韧性中等，无摇震反应。
3	30-32m	含砾粉质黏土层：黄褐色，稍湿，硬塑，刀切面稍有光泽，韧性中等，干强度低，无摇震反应，砾石含量约 25-30%，无异味	10-12	含砾粉质黏土层：黄褐色，稍湿，硬塑，刀切面稍有光泽，韧性中等，干强度低，无摇震反应，砾石含量约 25-30%，无异味。
4	＞32m	中风化石灰岩：灰色，隐晶质结构，层状构造，岩芯呈碎块状，节理裂隙发育，岩体较破碎，属较硬岩。	＞12m	中风化石灰岩：灰色，隐晶质结构，层状构造，岩芯呈碎块状，节理裂隙发育，岩体较破碎，属较硬岩。

根据调查区规划用地类型、概化土层情况以及关注污染物的理化性质，确定本项目土壤暴露途径包括经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物。

表 3.3-3 暴露途径分析

用地方式类别	用地类型	暴露途径						受体类型
		经口摄入土壤(a)	皮肤接触土壤(b)	吸入土壤颗粒物(c)	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物(d)	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物(e)	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物(f)	
第一类用地	居住用地	●	●	●	×	×	×	儿童和成人

3.3.3 暴露评估模型及参数

3.3.3.1 暴露评估模型

A1.1 经口摄入土壤途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在儿童期和成人期暴露的终身危害。经口摄入土壤途径的土壤暴露量采用公式(A.1)计算：

$$OISERca = \frac{\left(\frac{OSIRc \times EDc \times EFc}{BWc} + \frac{OSIRa \times EDa \times EFa}{BWa}\right) \times ABSo}{ATca} \times 10^{-6} \quad (A.1)$$

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在儿童期暴露受到的危害。经口摄入土壤途径的土壤暴露量采用公式(A.2)计算：

$$OISERnc = \frac{OSIRc \times EDc \times EFc \times ABSo}{BWc \times ATnc} \times 10^{-6} \quad (A.2)$$

A1.2 皮肤接触土壤途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在儿童期和成人期暴露的终身危害。皮肤接触土壤途径的土壤暴露量采用公式(A.5)计算：

$$DCSERca = \frac{SAEc \times SSARc \times EFc \times EDc \times Ev \times ABSd}{BWc \times ATca} \times 10^{-6} + \frac{SAEa \times SSARa \times EFa \times EDa \times Ev \times ABSd}{BWa \times ATca} \times 10^{-6} \quad (A.3)$$

$$SAEc = 239 \times Hc^{0.417} \times BWc^{0.517} \times SERc \quad (A.4)$$

$$SAEa = 239 \times Ha^{0.417} \times BWa^{0.517} \times SERa \quad (A.5)$$

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在儿童期暴露受到的危害。皮肤接触土壤途径对应的土壤暴露量采用公式(A.6)计算：

$$DCSERnc = \frac{SAEc \times SSARc \times EFc \times EDc \times Ev \times ABSd}{BWc \times ATnc} \times 10^{-6} \tag{A.6}$$

A1.3 吸入土壤颗粒物途径

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在儿童期和成人期暴露的终身危害。吸入土壤颗粒物途径对应的土壤暴露量采用公式(A.7)计算：

$$PISERca = \frac{PM10 \times DAIRc \times EDc \times PIAF \times (fspo \times EFOc + fspi \times EFIc)}{BWc \times ATca} \times 10^{-6} + \frac{PM10 \times DAIRa \times EDa \times PIAF \times (fspo \times EFOa + fspi \times EFIa)}{BWa \times ATca} \times 10^{-6} \tag{A.7}$$

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在儿童期暴露受到的危害。吸入土壤颗粒物途径对应的土壤暴露量采用公式(A.8)计算：

$$PISERnc = \frac{PM10 \times DAIRc \times EDc \times PIAF \times (fspo \times EFOc + fspi \times EFIc)}{BWc \times ATnc} \times 10^{-6} \tag{A.8}$$

3.3.3.2 暴露参数

暴露评估所需的相关参数主要包括地块特征参数、建筑物参数、暴露因子及污染物理化性质等。根据具体地块的相关参数变化，敏感受体的暴露量也会随之变化。本次调查所需的地块特征参数主要来自地块的实测数值（土工样品检测）。对于部分无法获取的参数主要参考我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）编制说明的相关数值。

（1）选用导则参数

暴露因子参数来自我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）。本地块主要规划为居住用地，以第一类用地分析，其中，致癌效应考虑人群的终生暴露危害，根据儿童期和成人期的暴露来评估污染物的致癌风险；对于非致癌效应，儿童体重较轻、暴露量较高，采用儿童期暴露来评估。主要暴露因子参数的取值详见下表。

表 3.3-4 暴露参数

暴露参数				参数来源
符号	含义	单位	第一类用地	
EDa	成人暴露期	a	24	HJ 25.3-2019 附录 G
EDc	儿童暴露期	a	6	HJ 25.3-2019 附录 G

ABS_{gi} —消化道吸收效率因子，无量纲。

表 3.4-2 关注污染物毒性参数

序号	参数	单位	砷（无机）
1	污染物英文名	-	Arsenic, inorganic
2	CAS 编号	-	7440-38-2
3	经口摄入致癌斜率因子 SFo	$(mg/kg\text{-}d)^{-1}$	1.50E+00
4	呼吸吸入致癌斜率因子 SFi	$(mg/kg\text{-}d)^{-1}$	1.83 E+01
5	皮肤接触致癌斜率因子 SFd	$(mg/kg\text{-}d)^{-1}$	1.50E+00
6	呼吸吸入单位致癌风险 IUR	$(mg/m^3)^{-1}$	4.30E+00
7	经口摄入参考剂量 RfDo	mg/kg-d	3.00E-04
8	呼吸吸入参考剂量 RfDi	mg/kg-d	3.52E-06
9	皮肤接触参考剂量 RfDd	mg/kg-d	3.00E-04
10	参考浓度 RfC	mg/m^3	1.50E-05
11	消化道吸收效率因子 ABS_{gi}	无量纲	1
12	皮肤吸收效率因子 ABS_d	无量纲	0.03
13	口摄吸收效率因子 ABS_o	无量纲	1

3.5 风险表征

3.5.1 致癌/非致癌风险计算

本项目依照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中规定的风险评估方法，结合土壤污染调查获得相关数据，针对地块关注污染物进行风险评估及风险控制值计算。

根据每个采样点样品中关注污染物的检测数据，通过计算超筛选值点位污染物的致癌风险和危害商进行风险表征。

根据水文地质调查可知，本项目南部表层以建筑垃圾为主，堆积形成，总体呈南高北低，最高点位于工作区域西南侧，标高为 30.98m，最低点位于工作区域东北侧，标高为 2.45m，相对高差 28.53m。

由于本项目地块详细规划未出，未来作为居住用地房地产开发情况下，可能会先将南部土堆（包括碱渣）清挖外运处理之后，再进行地下车库等地下建筑施工，预计开挖深度可达地表现状高程最低点之下 10~15m，因此各层土壤均有可能作为表层土暴露于环境中，因此按照 3 种暴露途径进行风险表征。各层土壤浓度取该层浓度检测值的最大值。

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中的规定，单一污

3.5.4 模型参数敏感性分析

单一暴露途径风险贡献率超过 20%时，应进行人群相关参数和该途的敏感性分析。本场地的主要风险暴露途径为经口摄入土壤颗粒物、皮肤接触土壤颗粒物、吸入土壤污染物。本项目敏感性分析参数如下。

人群相关参数：体重、暴露周期、暴露频率；

与暴露途径相关的参数：每日土壤摄入量、每日空气吸入量；

土壤参数：土壤颗粒密度(ρs)、土壤容重(ρb)、土壤含水率（Pws）、土壤有机质含量（fom）。

敏感性分析采用敏感性比例进行表征，即参数取值变动对模型计算风险值的影响程度。

参数的敏感性比例越大，表示风险变化程度越大，该参数对风险计算的影响也越大。分析时，应兼顾考虑参数的实际取值范围，进行小范围或大范围参数值变化分析。参数值小范围变化是指将参数值变动±5%；参数值大范围变化是指将参数值变动±50%，或取该参数的最大与最小可能数值。敏感性比例绝对值小于 100%，参数敏感程度低；敏感性比例绝对值等于 100%，参数敏感程度中等；敏感性比例绝对值大于 100%，敏感程度高。敏感性比例计算模式如下：

$$SR = \frac{\frac{X_2 - X_1}{X_1}}{\frac{P_2 - P_1}{P_1}} \times 100\%$$

式中：

SR——模型参数敏感性比例，无量纲；

P_1——模型参数 P 变化前的数值；

P_2——模型参数 P 变化后的数值；

X_1——按 P_1 计算的致癌风险或危害商，无量纲；

X_2——按 P_1 计算的致癌风险或危害商，无量纲。

根据 3.5.3 暴露途径贡献率分析结果，选择关注污染物砷经口摄入土壤颗粒物暴露途径参数敏感性分析。本次敏感新分析选择更为敏感的儿童参数，并以初步调查 7#点位第一层（0-0.1m）为例，分别计算各参数+5%和+50%时对该点位风险值的影响。

3.5.5 风险评估不确定性分析

地块健康风险评估是一个系统工程，需要化学、地质学、毒理学等多方面的专家合作。受基础科学发展水平、时间及资料等限制，本项目报告在许多方面存在不确定性，相关研究还有待进一步深入。充分分析各个阶段可能的不确定性因素，有利于科学认识和对待调查及评价结果的相对性，从而制定出行之有效的污染防治策略。

（1）暴露途径的不确定性：在风险评估过程中，由于我国各地地形地貌、气候气象各异，地块条件不尽相同，不同地区的暴露途径不尽相同，而人群活动方式决定了暴露频次、暴露周期、暴露量等参数，人群活动有很大的随机性，因此也会对最终的评估结果产生一定的不确定性。本项目主要参照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)。

（2）参数的不确定性：本项目尽量采用实测数据（如地块土壤参数）和国内官方认可的参数，但由于我国相关基础研究十分匮乏（如对暴露参数和部分污染因子的毒理参数估计），因此仍有某些参数采用的是国外数据，难免会造成参数估计不能完全反映我国的实际情况。且由于土壤分布的不均一性，各个点位土壤理化性质参数存在差异，对最终的计算结果会产生影响。本次对致癌/非致癌风险贡献率＞20%的主要暴露途径的典型参数进行敏感性分析，可知各参数敏感程度较低，参数取值变动对模型计算风险值的影响程度较小。

（3）物质在介质间迁移过程的不确定性：本次采用的迁移公式均来自于《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)，导则中的迁移公式是基于现有数据和软件模拟结果得出的理论值，在一定程度上存在局限性。

综上，地块健康风险评估技术仍是一门发展中的科学，其评估过程与评估结果仍存在一些不确定性因素。

4 风险等级划分

4.1 工作程序

为掌握关闭搬迁企业地块环境风险情况，建立地块管控目录，现需对本项目地块进行评级工作。根据《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》（试行），关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级的工作程序分为风险筛查、风险分级与优先管控名录建立三个阶段，其中优先管控名录建立工作由行政主管部门完成，本报告仅从事前两个阶段工作，风险评估技术路线如图所示。

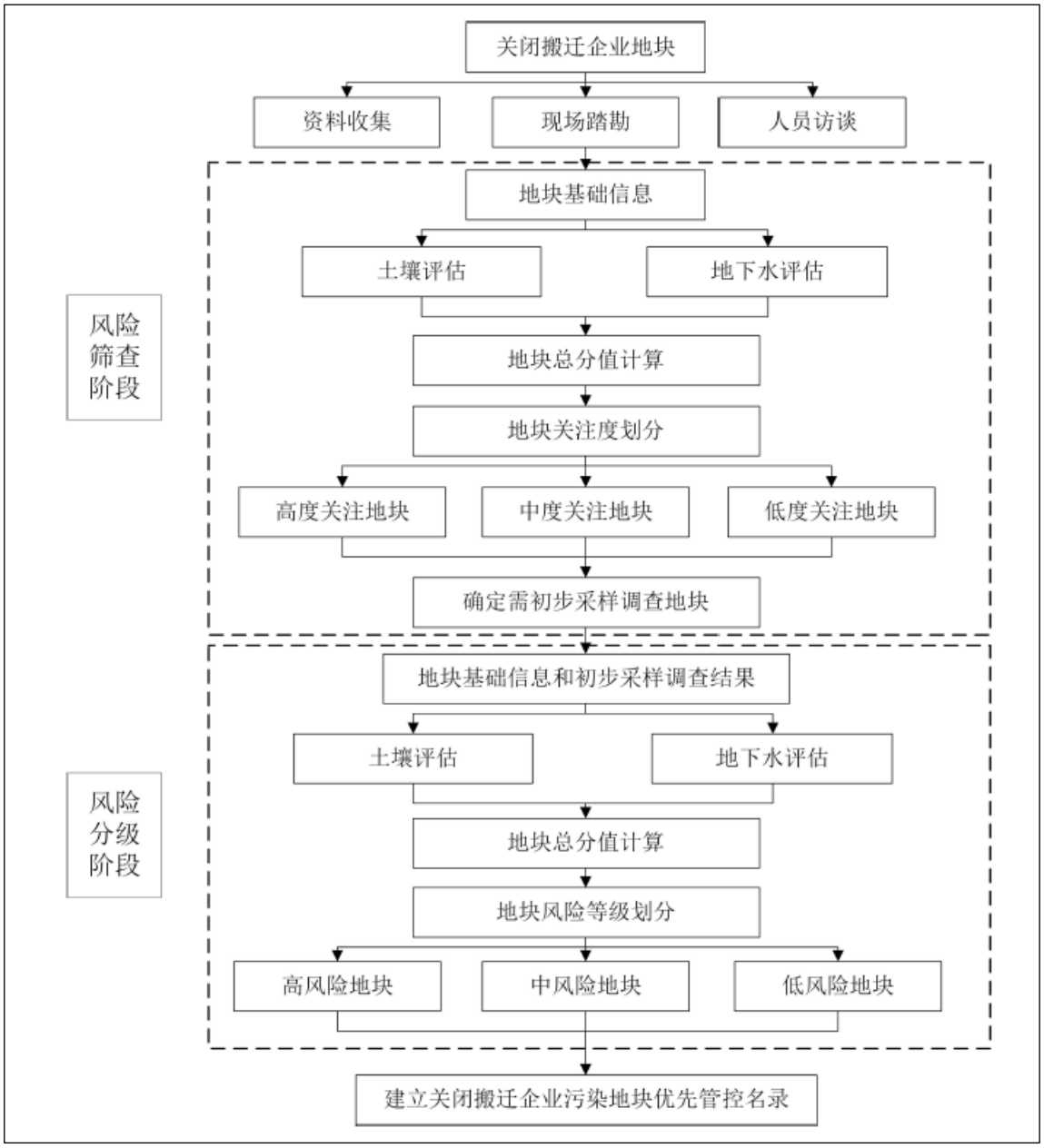


图 4.1-1 关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级工作程序

4.2 风险筛查阶段

风险筛查阶段：依据《重点行业企业用地调查信息采集技术规定》收集关闭搬迁企业地块相关信息，采用基于“源-途径-受体”风险三要素构建的风险筛查指标体系和评估方法，评估关闭搬迁企业地块的相对风险水平，确定关闭搬迁企业地块的关注度。

根据《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定（试行）》的相关规定：“在风险筛查阶段，符合下列条件的关闭搬迁企业地块可直接列为高度关注地块：地块上曾经有过炼焦（行业代码 2520）、有机化学原料制造（行业代码 2614）、化学农药制造（行业代码 2631）、金属表面处理及热处理加工（行业代码 3360）等行业且生产运营超过 10 年的企业。

本地块原为石灰石矿排土场，不属于高关注度地块。

4.3 风险等级

依据关闭搬迁企业地块初步采样和详细采样调查结果与地块相关信息，采用基于“源-途径-受体”风险三要素构建的风险分级指标体系和评估方法，评估关闭搬迁企业地块的相对风险水平，确定关闭搬迁企业地块的风险等级。

关闭搬迁企业地块风险分级指标包含三个级别。其中，一级指标包括土壤和地下水 2 项；二级指标包括污染特性、污染物迁移途径和受体 3 项；土壤和地下水的三级指标分别为 14 项和 13 项。

4.3.1 土壤风险分值

风险分级阶段土壤的二级和三级指标、指标等级及指标分值计算初步得分情况如下：

（1）土壤污染物超标总倍数

该指标是指在地块土壤样品中检出，且浓度超过建设用地土壤污染风险筛选指导值中筛选值的污染物的超标倍数之和。

土壤污染物超标总倍数的计算公式如下：

$$E_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_{si} - RS_{si}}{RS_{si}}$$

式中：

Es：土壤污染物超标总倍数；

n：土壤中浓度超过筛选值的污染物种类数；

C_{si}：浓度超过筛选值的第 i 种污染物在地块土壤中的浓度，取地块所有土壤样品测试

5 控制值计算

5.1 计算地块土壤风险控制值

本次评估按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）的相关参数要求，综合地块未来规划用途，确定敏感受体的暴露情况，进行风险控制值计算。

依据地块内敏感受体暴露途径分析结果，按照健康风险评估方法分别计算风险控制值：

（1）保护地块内敏感人群人体健康安全的致癌效应土壤风险控制值；

（2）保护地块内敏感人群人体健康安全的非致癌效应土壤风险控制值。

风险控制值是基于健康风险评估模型的计算值，是确定污染地块土壤风险控制值的重要参考值，污染地块土壤风险控制值根据不同修复方式（原位/异位）和不同修复技术（污染物总量削减/风险途径控制）而确定，风险控制值并不完全等同于风险控制值。关注污染物的风险控制计算值为完全基于理论、不考虑污染物生物有效性的条件下计算的理论值，因此会出现风险控制值低于建设用地土壤污染风险筛选值。在实际应用中，从安全保守、技术可达性和经济可行性等角度综合考虑，修复目标参考值应将通过模型计算的到的风险控制计算值与建设用地土壤污染风险筛选值进行比较加以调整得到。

5.1.1 计算模型和方法

土壤和地下水风险控制值的确定是风险评估的逆过程，先设定可接受的风险水平，再根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中的暴露评估公式和迁移模型反推得该风险水平下的污染物浓度即风险控制值。

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019），单一污染物的可接受致癌风险水平为 10^{-6}，非致癌效应可接受危害商为 1，在本次评估中对于污染物的致癌风险和非致癌效应，选用 10^{-6} 和 1 作为可接受水平来进行计算。

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）附录 E 计算土壤和地下水分析控制值的推荐模型，并结合本项目实际的暴露途径情况，土壤风险控制值计算采用如下公式：

所有暴露途径土壤致癌风险控制值：

$$RCVS_n = \frac{ACR}{OISER_{ca} \times SF_o + DCSER_{ca} \times SF_d + PISERca \times SF_i}$$

所有暴露途径土壤非致癌风险控制值：

$$HCVS_n = \frac{AHQ \times SAF}{\frac{OISER_{nc}}{RfD_0} + \frac{DCSER_{nc}}{RfD_d} + \frac{PISER_{nc}}{RfD_i}}$$

式中：

$RCVS_n$——单一污染物（第 n 种）基于 3 种土壤暴露途径综合致癌效应的土壤筛选值（$mg \cdot kg^{-1}$）；

ACR——可接受致癌风险，无量纲；

$OISER_{ca}$——经口摄入土壤暴露量（致癌效应），kg 土壤·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

$DCSER_{ca}$——经口摄入土壤暴露量（致癌效应），kg 土壤·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

$PISER_{ca}$——吸入土壤颗粒物的土壤暴露量（致癌效应），kg 土壤·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

SF_o——经口摄入致癌斜率因子，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

SF_d——皮肤接触致癌斜率因子，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

SF_i——呼吸吸入致癌斜率因子，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

$HCVSn$——单一污染物（第 n 种）基于 6 种土壤暴露途径综合非致癌效应的土壤筛选值（$mg \cdot kg^{-1}$）；

AHQ——可接受危害商，无量纲；

SAF——暴露于土壤的参考剂量分配系数，无量纲；

$OISER_{nc}$——经口摄入土壤暴露量（非致癌效应），kg 土壤·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

$DCSER_{nc}$——皮肤接触的土壤暴露量（非致癌效应），kg 土壤·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

$PISER_{nc}$——吸入土壤颗粒物的土壤暴露量（非致癌效应），kg 土壤·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

RfD_o——经口摄入参考剂量，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

RfD_d——皮肤接触参考剂量，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}；

RfD_i——呼吸吸入参考剂量，mg 污染物·kg^{-1} 体重·d^{-1}。

5.1.2 风险控制值计算结果

由于该地块详细规划未出，各层土壤均有可能作为表层土暴露于环境中，因此本次风险控制值计算不分层给出结果。根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019），本项目风险控制值计算结果见下表。

表 5.1-1 风险控制值计算结果

序号	污染物名称	风险控制值 （mg/kg）	备注
1	砷	0.45	根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推荐模型计算
2	铅	345	IEUBK 成人血铅模型计算

5.2 地块土壤风险控制值调整

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险控制标准》(GB366000-2018)是基于人体健康风险制定的标准，该标准确定了工业用地开再发利用为建设用地的土壤风险筛选值和风险管制值，标准规定地块土壤中污染物超过“土壤污染风险筛选值”对人体健康可能存在风险，应当开展进一步的详细调查和风险评估，确定具体污染范围和风险水平。

“土壤污染风险管制值”则是指在特定土地利用方式下，建设用地土壤中污染物含量超过该值的，对人体健康通常存在不可接受风险，应当采取风险管控或修复措施。

因此，初步对超过筛选值，且风险评估结果超过可接受风险的污染物，计算的风险控制值高于筛选值的优先采用风险控制值作为风险控制值，计算的风险控制值低于筛选值的，优先采用筛选值作为风险控制值；对采用国家导则计算的风险控制值较低，不具有实际可操作性的项目，建议可参考国内其他相关标准和国内类似项目，最终确定合理风险控制值。

由于目前该地块详细性控制规划尚未正式发布，无法确定居住用地及配套的绿化带、道路、公共设施等分布及最大挖深情况，因此本次评估以未来地块基岩层以上土壤全部开挖情景，确定砷和铅的风险控制值。

5.2.1 砷风险控制值调整

根据导则推荐模型计算得到砷的风险控制值为 0.45mg/kg，低于第一类用地砷风险筛选值 20mg/kg，因此本次评估优先采用筛选值 20mg/kg 作为砷的风险控制值。

5.2.2 铅风险控制值确定

根据 IEUBK 成人血铅模型计算得到铅的风险控制值为 345mg/kg，低于第一类用地铅风险筛选值 400mg/kg，因此本次评估优先采用筛选值 400mg/kg 作为铅的风险控制值。

5.2.3 调整后的风险控制值

本项目最终确定的风险控制值如下表所示。

表 5.2-1 土壤风险控制值比较及确定（单位：mg/kg）

编号	污染物（中文）	风险控制值	筛选值	管制值	**调整后的风险控制值**
1	砷	0.45	20	120	**20**
2	铅	345	400	800	**400**

5.3 地块超风险范围及土方量确定

5.3.1 超风险范围及土方量确定原则

超风险范围的确定是指根据风险评估结果和调整后的风险控制值，确定超过风险水平的污染土壤范围，为地块修复方案提供依据。超风险范围的准确划定取决于调查时的采样密度、以及在确定污染边界时是否适度补充采样点以更为精确和细化超风险范围与修复方量。因此，地块调查时应充分考虑调查工作对超风险范围确定的指导意义，并基于准确和细化的调查结果，根据在各土壤取样点不同深度处的各种污染物浓度值和地表标高，采用空间插值得出各种污染物在地层中的空间分布场。以确定的最大风险可接受水平为基准的调整后风险控制值作为超风险范围的基准，分别针对各种可能需要清理或修复的污染物，在污染物分布场内切出大于或等于风险控制值的范围，并且计算需要清理的土壤体积。

根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，确定以下地块土壤超风险范围划定原则：

（1）本项目土壤修复管理后需保证敏感受体安全。因地块尚未完成详细规划，本次超风险范围是按照居住用地规划情况确定，具体修复方量可结合后期地块规划和修复需求进行确定。

（2）针对土壤中不同的污染物先分别划定单一污染物的超风险水平范围，然后

再进行叠加合并，得出综合考虑各种污染物后每一层超风险水平范围。

（3）土壤清理体积是以地块原地面或探孔的起始零点作为计算起始地面，不包括地块上现场调查后重新堆积的砖、石、灰、渣和水泥等建筑垃圾。土方量按层分别计算，考虑到修复工程的可操作性，在对深层污染土壤进行取土或修复时，不可避免地涉及到对浅层土壤的扰动，但不同层次土壤在空间上相重叠的部分若只在深层有污染而浅层不污染，则浅层部分只需取土，无需修复，将总取土量扣除这一部分的土方量后即得到需要处理的污染土方量。

5.3.2 超风险范围及土方量确定方法

本项目超风险范围的确定采用常用方法进行，主要是采用空间加权反距离插值法和泰森插值法相结合的方法进行划定。

插值方法采用空间加权反距离插值法（Inverse Distance to a Power），该方法的基本原理是设平面上分布一系列离散点，已知其坐标（x_i，y_i）和属性值 z_i（i=1,2,⋯,n）情况，p(x,y)为任一网格点，根据周围离散点的属性值，通过距离加权插值求 p 点属性值。该方法综合了泰森多边形的临近点法和多元回归法的渐变方法的长处，它假设 p 点的属性值是在局部邻域内中所有数据点的距离加权平均值，可以进行确切的或者圆滑的方式插值。

泰森法（自然邻域法）插值的原理是构建 voroni 多边形，也就是泰森多边形。该插值工具使用的算法可找到距查询点最近的输入样本子集，并基于区域大小按比例对这些样本应用权重来进行插值。该插值方法的基本属性是它具有局部性，仅使用查询点周围的样本子集，且保证插值高度在所使用的样本范围之内。该插值方法不会推断趋势且不会生成输入样本尚未表示的山峰、凹地、山脊或山谷。该表面将通过输入样本且在除输入样本位置之外的其他所有位置均是平滑的。

首先，依据各采样点坐标和污染物检测浓度进行插值，初步确定超风险范围。其次，结合加密检测结果进行修正，即依据加密布点后超标样品点和不超标样品点来判断超风险边界，根据实际污染及地块特征等情况，结合专业判断的方式确定最终的超风险范围。当确定超风险范围后，超风险方量即为超风险范围内的面积与超风险深度的乘积。

5.3.3 超风险范围及土方量

（1）超风险面积及土方量

本地块土壤超风险面积及土方量统计如下表所示，超风险土方量为 107700.6m^3。其中单独砷污染土方量 107446.1m^3，单独重金属铅污染土方量 47.6m^3，砷和铅复合污染土方量 207.0m^3。

（2）超风险范围

本项目各层超风险范围情况如下图所示。拐点坐标见附件。

6 结论和建议

6.1 风险评估结论

本次调查评估的地块为大连石灰石矿 A3-2 工业用地地块，原为大连石灰石矿的排土场，地块面积为 46900m^2。现场采样调查地块内共布设土壤点位 108 个，最大钻探采样深度至基岩层，采集土壤样品 1970 个。通过与第一类用地筛选值比较，超过筛选值的关注污染物为砷和铅。

（1）危害识别

关注污染物：关注污染物为土壤中的砷和铅。

地块规划：根据《甘井子区椒金山片区 1 单元控制性详细规划》（2020 年 3 月通过审查），本地块范围内用地性质以“居住用地”为主。

受体类型：包括成人和儿童。

（2）暴露评估

暴露情景：居住用地情景。

暴露途径：包括经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物。

评估模型：依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）。

暴露参数：地块特征参数主要来自地块的实测数值（土工样品检测），对于部分无法获取的参数主要参考我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）编制说明的相关数值。

（3）毒性评估

砷：具有致癌和非致癌危害，采用《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)推荐模型进行评价；

铅：暴露途径与模型不同于一般污染物，其风险评估采用单独的评价方式——血铅（Blood Lead）浓度评价。

（4）风险表征

风险计算：砷在第一层（0-1.0m）~第三十五层（34-35m）均存在致癌风险水平＞10^{-6} 或非致癌风险危害商＞1 的情况，仅在第三十四层(33-34m)和第三十五层(34-

35m)非致癌风险危害商风险水平可接受（风险危害商＜1）；根据 IEUBK 模型计算可知，本项目土壤中铅含量≤345mg/kg 时，可满足 5 中暴露途径导致的儿童体内血铅水平＞10μg/dL（0.1mg/L）的概率＜5%的要求。

暴露途径贡献率：砷的“经口摄入土壤颗粒物”途径致癌和非致癌风险贡献率最大，分别为 86.4%和 77.4%。

参数敏感性：儿童体重、暴露频率、摄入土壤量和空气呼吸量，各参数取值变动+5%和+50%，敏感性均＜100%，参数取值变动对模型计算风险值的影响程度较小。

（5）风险等级划分

通过计算得到地块风险等级总分为 59.1 分，根据关闭搬迁企业地块风险分级标准，本项目地块风险级别为中风险地块。

（6）控制值计算

调整后的风险控制值：砷为 20mg/kg，铅为 400mg/kg。

超风险范围及土壤量：本项目地块超风险土方量为 107700.6m^3。其中单独砷污染土方量 107446.1m^3，单独重金属铅污染土方量 47.6m^3，砷和铅复合污染土方量 207.0m^3。

（7）修复建议

本项目修复工程实施时，可根据该地块具体的详细规划，在修复技术方案论证可行的前提下，将深层砷污染浓度在 20～40mg/kg 部分的土壤，采取原位稳定化措施治理；其他高浓度砷（浓度＞40mg/kg）污染土壤，离填埋前，需进行稳定化处理。

6.2 修复及管理建议

（1）尽快进行场地修复并在修复前保护场地不被扰动。在自然过程作用下，土壤中的污染物会发生迁移和转化。如风会促使污染物挥发，日照会使有机物发生反应或产生分解，降雨和地下水会使污染物发生迁移和转化等。此外，尽快实施修复有利于控制污染物的扩散，减少和控制被污染土壤的分布范围，降低修复成本。因此，为保护场地不被扰动，建议地块周边设置围挡，并在主要出入口处设立警示标牌，裸露地表覆盖防风抑尘网。当发生强降雨，形成地表径流汇集在地块内中部低洼区域时，建议对该部分雨水进行采样分析，若雨水中砷或铅浓度超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅳ类标准限值时，应妥善收集处理达标后排放。

（2）场地修复过程中要进行跟踪观测，修复后要有修复效果评估。在场地开挖

取土过程中，需要观察是否有在调查阶段中没有被发现的污染，例如地下埋藏物、地下罐体、地下管线和有明显特殊气味的地方，一经发现，需要相关专业人员及时处理，并调整超风险范围。另外，在开挖过程中需要进行质量控制，确保分类开挖和开挖到位。在开挖边界和底部要有取样监测，确保污染土壤全部清除。

（3）场地修复中要有安全环保措施，场地的大规模挖掘活动不仅会改变土壤污染物的分布特性，造成污染物进一步扩散，还会对施工人员、场地周围居民及场地其他工作人员的身体健康和安全产生不利影响。因此，在进行场地修复施工前，要进行安全环保培训，特别是防止化学品和污染土壤毒害的培训，确保施工安全进行。施工之前要制定包括运输在内的安全环保方案，为施工提供指导并要求施工人员遵照执行。

（4）开挖过程绘制详细的土方开挖图，规定开挖路线、顺序、范围、底部各层标高，边坡坡度，排水沟、集水井位置及流向，弃土堆放位置等，避免混乱，造成超挖、乱挖，应尽可能的使用机械，减少人工挖方。土方清挖前，严格按照污染土范围确定的坐标进行测量放线，控制污染土清挖边界线。

（5）修复后的土壤，优先进行资源化利用，可作为该地块及周边再开发的回填土、绿化土、路基材料、建筑材料等使用；如需异位填埋处置，则应按标准要求进行鉴别，根据鉴别结果合理安排土壤去向。

（6）开挖过程出现降雨等可能导致污染土中重金属淋溶迁移至地下水或排水的极端情况时，应尽量减小作业面，合理安排工期避开不利天气及极端事件，必要时可通过提前喷洒重金属固化稳定剂等手段，加强对可能出现重金属污染等土壤事件的控制能力。

（7）本次评估给出的碱渣范围和方量，是根据现有钻探采样结果预估得到，在后期清挖过程中，应根据实际情况，确定碱渣的范围和方量。加强与碱渣接触的土壤检测，包括侧壁、底层和顶部的土壤，并严格按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）进行布点采样和实验室检测。在进行碱渣清挖施工前，要进行安全环保培训，特别是如何识别碱渣，确保施工顺利进行，施工之前要制定包括运输碱渣在内的安全环保方案，为施工提供指导并要求施工人员遵照执行。碱渣清挖需进行跟踪观测，在场地开挖取土过程中，需要观察是否有在调查阶段中没有被发现的碱渣，一经发现，需要相关专业人员及时处理，并调整碱渣范围。

（8）按照对于污染介质的扰动方式，污染地块治理修复可分为原位治理和异位