

陈塘科技商务区内江路 X1（小学）东侧
能源站地块
风险评估报告

仅供文件公示使用

项目单位：天津市河西区土地整理中心

报告编制单位：天津生态城环境技术咨询有限公司

编制日期：二〇一八年十二月

目 录

1	概述	4
1.1	项目概况.....	4
1.2	调查范围.....	4
1.3	调查目的.....	5
1.4	调查依据.....	5
1.5	基本原则.....	7
1.6	工作方案.....	7
2	初步和详细调查概况	9
2.1	地块调查基本情况.....	9
2.2	地块污染物种类及含量.....	9
2.3	调查结果分析.....	9
2.4	结论及建议.....	9
3	危害识别	10
3.1	关注污染物的判定.....	10
3.2	污染源分析.....	11
3.3	受体分析.....	11
3.4	污染地块概念模型.....	11
4	暴露评估	13
4.1	地块未来用地规划.....	13
4.2	暴露途径分析.....	13
4.3	暴露量的计算.....	14
4.4	不同暴露途径的贡献率.....	15
5	毒性评估	17
6	风险表征	18
6.1	风险计算过程.....	18
6.2	风险计算结果.....	19
7	不确定性分析	21
8	地下水运移趋势预测	22
9	风险管控建议	23
9.1	风险管控的目的.....	23
9.2	风险管控范围.....	23
9.3	风险管控建议.....	24
10	治理与修复建议	25
10.1	修复目标值确定.....	25
10.2	修复范围及工程量.....	25
10.3	修复技术建议.....	28
11	结论及建议	29
11.1	评估结论.....	29
11.2	建议.....	29

摘要

2018年11月，天津生态城环境技术咨询有限公司受天津市河西区土地整理中心委托，遵照相关法律法规和技术导则要求，在初步调查和详细调查的基础上，对陈塘科技商务区 X1（小学）东侧能源站地块（以下简称能源站地块）开展场地风险评估工作。

依据初步调查和详细调查结果，能源站地块内第一层地下水和第二层地下水均存在 VOCs（苯乙烯、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷等）超过对应筛选值的现象，**第一层地下水中苯乙烯最大超标 3.33 倍，氯乙烯最大超标 71.56 倍，1,1-二氯乙烯最大超标 1.75 倍，1,2-二氯乙烷最大超标 2.43 倍，1,1,2-三氯乙烷最大超标 1.9 倍；第二层地下水中，1,2-二氯乙烷超标 3.4 倍**，可能会对人体健康存在风险，因此应当开展风险评估，确定风险水平。

根据风险评估结果，地块内第一层地下水中氯乙烯的致癌风险水平和非致癌危害商都不可接受，1,1,2-三氯乙烷的非致癌危害商不可接受；第二层地下水中1,2-二氯乙烷的致癌风险水平和非致癌危害商都可接受。因此本地块第一层地下水的关注污染物氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷需要进行修复。

根据场地地下水污染范围预测，在不采取任何措施的情况下，第一层地下水中，以 X1-14 监测井为源点，5 年时，氯乙烯预测超标距离为 38m，影响距离为 50m；苯乙烯预测 1825 天时，预测超标距离为 19m，影响距离为 44m。以 A1-2 监测井为源点，5 年时，氯乙烯预测超标距离为 27m，影响距离为 42m。在第二层地下水中，以 X1-14 监测井为源点，5 年时，1,2-二氯乙烷预测超标距离为 17m；影响距离为 44m。因此，建议地块内及时做好风险管控及污染修复工作。

第二层地下水应及时做好风险管控，对详细调查过程中建立的地下水井做好封井工作，以防其成为污染地下水扩散的途径；在第二层地下水风险管控区域边界设立阻隔措施，做好水平方向上阻隔，阻止受污染地下水迁移扩散至小学地块。

第一层地下水应及时做好修复工作。建议修复范围为全场地，修复水量约为 8502.7m³。为防止过度修复，建议本地块选择《地下水质量标准》(GB14848-2017) IV 类标准作为修复目标值。

本地块西侧及南侧紧邻规划 XI（小学）地块，该地块性质为敏感用地，因此本地块应及时做好第二层地下水的风险管控措施，防止第二层地下水污染进一步

恶化及污染扩散，并对场地内第一层地下水污染进行及时修复，采取有效措施防止地下水污染迁移至 X1（小学）地块，而且本地块修复过程中，应加强土壤及地下水环境管理，防止污染物扩散。在场地修复达到地下水污染物建议目标前，场地内避免进行任何开发建设活动。避免开发建设活动过程造成场地地下水中污染物的迁移、场地环境的破坏、二次污染以及对人体造成健康风险。

仅供文件公示使用

1.3 调查目的

1.3.1 调查与评估目的

开展能源站地块风险评估工作，主要目的是防止潜在污染地块开发利用危害人民群众身体健康、污染区域土壤和地下水环境。

1、通过计算该场地对未来进驻人群可能造成的致癌风险和非致癌风险，判断关注污染物计算得到的风险值是否超过可接受风险水平。

3、如果关注污染物计算风险值超过可接受风险水平，分析计算场地内污染指标的风险控制值，估算修复土方量，为下一步土壤修复工作提供数据支撑。

4、为场地规划利用提供决策依据，为土地和环境管理相关部门提供技术支撑。

1.3.2 主要内容

为了科学充分的调查和判断地块所在区域的详细污染情况及污染对自身和周围敏感目标的健康风险，按照《场地环境调查技术导则》(HJ25.1-2014)将本次风险评估工作的主要内容有：

污染场地风险评估：将第一阶段和第二阶段的场地调查中确定的污染物浓度与筛选值进行比较。如果关注污染物含量高于筛选值，则依据《污染场地环境风险评估技术导则》(HJ 25.3-2014)计算暴露量，确定污染物参数，从而确定场地的污染程度和范围。计算风险表征，对污染场地的风险程度进行评价。如果超过风险值，则提供修复建议。

1.4 调查依据

1.4.1 法律法规

《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月)

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2016年修订)

《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》(国环办[2004]47号)

《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》(环发[2012]140号)

《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发[2014]66号）

《天津市环境保护条例》（2010年修订版）

《天津市“十二五”固体废物污染防治专项规划》（2013年）

《天津市环保局工业企业关停搬迁及原址场地再开发利用污染防治工作方案》（津环保固[2014]140号）

《天津市建设项目环境保护管理办法》（2015年修正）

《污染地块土壤环境管理办法（试行）》

《天津市土壤污染防治工作方案》津政发[2016]27号

《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》（2014年，试行）

《建设用地土壤环境调查评估及治理修复文件编制大纲（试行）》

1.4.2 标准导则

《场地环境调查技术规范》（HJ25.1-2014）

《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）

《污染场地环境风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）

《污染场地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2014）

《场地环境评价技术导则》（DB11/T 656-2009，2010年1月1日实施）

《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）

《污染场地挥发性有机物调查与风险评估技术导则》（DB11/T 1278-2015）

Regional soil screening level, USEPA 2018

《地下水水质标准》（DZ/T 0290-2015）

《地下水质量标准》（GB14848-2017）

《生活饮用水水质标准》（GB 5749-2006）

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

1.4.3 相关规划

《陈塘科技商务区土地使用性质分布图-16版》

1.5 基本原则

场地环境调查与评估工作是基于主观和客观相结合的综合结果，工作过程遵循以下原则：

1.5.1 针对性原则

场地环境调查是基于主观和客观相结合的综合结果，工作过程遵循以下原则：

1、针对性原则

评估过程中所有涉及该地块的参数均来自于地块本身，因此这个地块的风险评估将最大限度地接近地块实际污染状况所产生的风险，风险评估结果也只适合于应用在这个特定地块中。此类评估的结果能为地块风险管理者最大限度地将风险降低至可忽略程度提供科学依据。

2、规范性原则

目前我国以及北京市地方环境管理部门已初步构建起了国家层面的关于污染地块风险评估和环境管理方面的一些法律、标准和规范性文件，本项目将尽可能遵照现有的与土壤环境风险评估相关的政策和标准进行评估。当现行标准针对污染场地缺乏有效指导时，将从科学角度对美国、欧洲等国家和地区的经验进行综合分析和合理判断，以现场问题为导向，科学分析和论述目标地块涵盖的调查方法、分析方法、评估方法和修复技术等问题。

3、可操作性原则

采用程序化和系统化的方式规范场地环境调查过程，保证调查过程的科学性和客观性。

1.6 工作方案

1.6.1 调查方法和主要内容

污染场地健康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，以及土壤和地下水风险控制值的计算。

2 初步和详细调查概况

2.1 地块调查基本情况

初步调查阶段，本地块共布设 6 个土壤采样点和 2 个地下水采样点，共采集并送检 11 个土壤点位的 45 个样品，送检指标包括 pH、VOCs、SVOCs、重金属、六价铬、TPH 等；地下水送检指标包括 pH、SVOCs、VOCs、重金属 13 项、六价铬等。

详细调查阶段，依据初步调查结果及地块水文地质情况，布设 14 个地下水监测井及 1 个抽水试验井，其中 6 组地下水组井。

2.2 地块污染物种类及含量

经初步调查和详细调查，地块内土壤中重金属、VOCs、SVOCs、TPH 等各项指标均未超过对应筛选值。地下水中，重金属、SVOCs、TPH 等各项指标均未超过对应筛选值。

地下水中，苯乙烯、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷等 VOCs 指标部分点位超过对应筛选值。

2.3 调查结果分析

综合初步调查、详细调查报告结论，第一层地下水中 A1 点位氯乙烯，X1-14 点位苯乙烯、氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷超过对应筛选值，第二层地下水中 X1-14 点位 1,2-二氯乙烷超过对应筛选值。

2.4 结论及建议

依据初步调查和详细调查结果，能源站地块内第一层地下水和第二层地下水均存在 VOCs（苯乙烯、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷等）超过对应筛选值的现象，第一层地下水中苯乙烯最大超标 3.33 倍，氯乙烯最大超标 71.56 倍，1,1-二氯乙烯最大超标 1.75 倍，1,2-二氯乙烷最大超标 2.43 倍，1,1,2-三氯乙烷最大超标 1.9 倍；第二层地下水中，1,2-二氯乙烷超标 3.4 倍，可能会对人体健康存在风险，因此应当开展风险评估，确定风险水平。

3 危害识别

3.1 关注污染物的判定

依据场地风险管理的基本思路，当污染调查结果显示场地土壤或地下水中某种污染物的最高检出浓度超过相应的风险筛选值或筛选标准时，通常认为该污染物的潜在健康风险可能超过可接受水平，需结合场地用地规划、污染物空间分布、场地水文地质条件、未来受体的具体暴露特征参数等因素构建场地风险概念模型，并定量评估其健康风险。这类超过筛选值或评估标准、需进一步开展健康风险评估的污染物，通常称之为关注污染物。

污染现状分析结果显示，场地调查范围内土壤中不存在超过筛选值的污染物，地下水中 5 种 VOCs 超过相应的水质标准。

根据场地水文地质特点和污染物分布特点，每层地下水关注污染物如表 3.1-1 所示，关注污染物理化性质见表 3.1-2。

表 3.1-1 关注污染物筛选

污染物	第一层地下水	第二层地下水
苯乙烯	√	
氯乙烯	√	
1,1-二氯乙烯	√	
1,2-二氯乙烷	√	√
1,1,2-三氯乙烷	√	

表 3.1-2 关注污染物相关物理性质

污染物	亨利系数 (无量纲)	扩散系数 cm ² /s		K _{oc} cm ³ /g	水中溶解度 mg/L
		空气	水		
苯乙烯	1.12E-01	7.11E-02	8.78E-06	4.46E+02	3.10E+02
氯乙烯	1.14E+00	1.07E-01	1.20E-05	2.17E+01	8.80E+03
1,1-二氯乙烯	1.07E+00	8.63E-02	1.10E-05	3.18E+01	2.42E+03
1,2-二氯乙烷	4.82E-02	8.57E-02	1.10E-05	3.96E+01	8.60E+03
1,1,2-三氯乙烷	3.37E-02	6.69E-02	1.00E-05	6.07E+01	4.59E+03

注：来源于《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）附录 B；

3.2 污染源分析

3.2.1 污染来源

根据检测结果，场地内地下水中污染物主要为 VOCs。具体污染物质详见表 3.1-1。

苯乙烯可能是苯乙烯离子交换树脂车间生产原料及生产过程；氯乙烯可能来源于聚氯乙烯生产车间的生产原料及产品，以及苯乙烯离子交换树脂车间生产废液；1,2-二氯乙烷可能主要来源于苯乙烯离子交换树脂车间的化学助剂；1,1,2-三氯乙烷等污染物可能是来源于聚氯乙烯生产车间的副产物。1,1-二氯乙烯可能来源于苯乙烯离子交换树脂车间生产废液，也可能来源于聚氯乙烯生产车间的副产物。

3.2.2 污染扩散

随着原工厂的拆除，生产车间构筑物和硬化地面破拆，车间内堆存的污染物未及时有效清理，污染物随雨水下渗至场地内土壤和地下水。进入地下水中的污染物可进一步随地下水的流动，向下游方向迁移，导致地下水污染羽的进一步扩散。

3.3 受体分析

根据《陈塘科技商务区土地使用性质分布图-16版》见图 1.1-1，此地块规划为能源站，用地性质为公用设施用地，在此土地利用方式下，能源站内职工可能会长时间暴露于场地污染而产生健康危害。同时，现场作业的建筑工人作为短期暴露的敏感受体同样存在着人体健康风险。

3.4 污染地块概念模型

基于以上分析，构建场地调查区域的概念模型如图 3.4-1 所示。

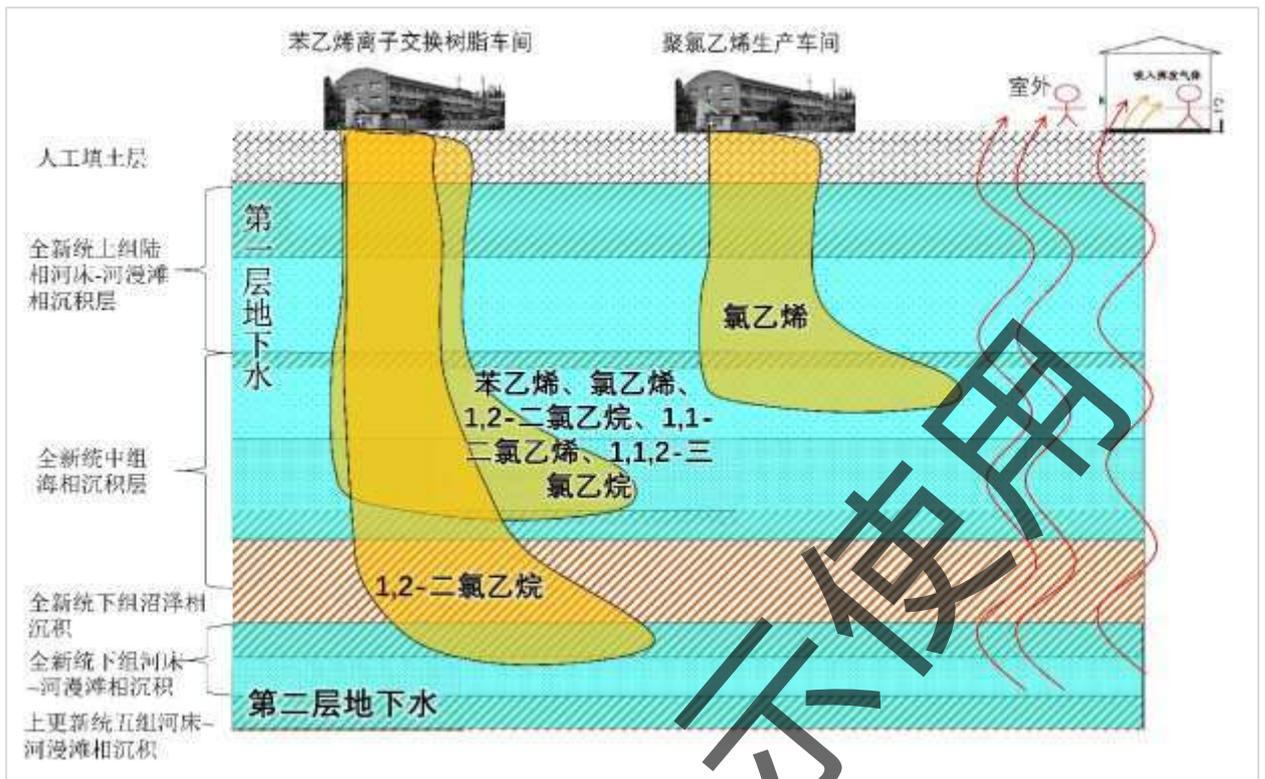


图 3.4-1 场地概念模型示意图

4 暴露评估

4.1 地块未来用地规划

《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)规定了 2 类典型用地方式下的暴露情景,即以住宅用地为代表的敏感用地(简称“敏感用地”)和以工业用地为代表的非敏感用地(简称“非敏感用地”)的暴露情景。

住宅类敏感用地具体包括 GB50137-2011 规定的城市建设用地中的居住用地(R)、文化设施用地(A2)、中小学用地(A33)、社会福利设施用地(A6)中的孤儿院等,也包括农村地区此类用地。

工业类非敏感用地具体包括 GB50137-2011 规定的城市建设用地中的工业用地(M)、物流仓储用地(W)、商业服务业设施用地(B)、公用设施用地(U)等,也包括农村地区此类用地。

根据场地规划资料,河西区陈塘科技商务区 X1(小学)东侧能源站地块未来用地类型为公用设施用地(能源站),因此,该场地按照非敏感用地类型进行评估。

4.2 暴露途径分析

考虑到场地未来规划为公用设施用地(能源站),受体(成人)主要暴露特征是在室内及室外的工作及生活活动,暴露有室内也有室外。

场地上未来建筑基本位于污染地下水的垂直上方,污染物 VOCs 在分子扩散作用下依次通过地下水及土壤上方的非饱和土层进入地标呼吸层与受体接触,或依次通过土层及建筑物底板进入室内空间与受体接触。

根据天津市人民政府于 2014 年发布的《天津市人民政府办公厅关于重新划定地下水禁采区和限采区范围严格地下水资源管理的通知》,天津市市内六区属于地下水禁采区,禁止开发利用,地下水暴露途径不考虑饮用和暴露途径。地下水中的 VOCs 通过挥发,室外大气扩散,室内浓度聚集,对场地室内外活动的受体造成影响。

结合场地地下水分层情况,因此本次评估过程中,结合未来受体的特征,具体暴露途径如图 4.2-1 所示。

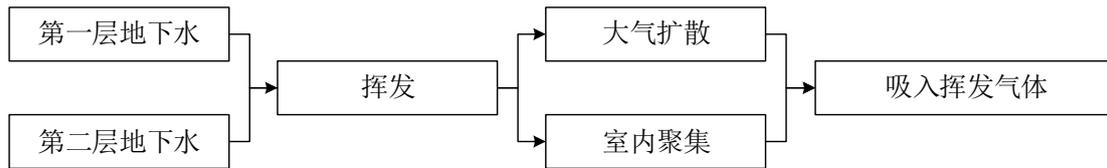


图 4.2-1 暴露途径示意图

4.3 暴露量的计算

4.3.1 暴露参数

在考虑暴露模型与参数时，考虑到污染物致癌效应和非致癌效应的区别，对于致癌效应和非致癌效应的评估按照不同的模型和参数进行计算，模型中参数主要依照场地现场实际调查测量以及《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）中的推荐值及《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）等 5 项国家环境保护标准修改单（征求意见稿）确定。

4.3.1.1 受体暴露参数

非敏感用地用地方式下，成人的暴露期长、暴露频率高，一般根据成人期的暴露来评估污染物的致癌风险和非致癌效应。

4.3.2 暴露量计算

4.3.2.1 吸入室外空气中来自地下水的气态污染物

对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害，吸入室外空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量，采用公式 4.3-1 计算；对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期的暴露危害，吸入室外空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量，采用公式 4.3-2 进行计算。

$$IOVER_{ca3} = VF_{gwoa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}}$$

公式 4.3-1

$IOVER_{ca3}$ —吸入室外空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量（致癌效应），L 地下水 kg^{-1} 体重 d^{-1} ；

VF_{gwoa} —地下水中污染物扩散进入室外空气的挥发因子，L m^{-3} ；

$DAIR_a$ —成人每日空气呼吸量, $m^3 d^{-1}$;

EFO_a —成人的室外暴露频率, $d a^{-1}$;

ED_a —成人暴露期, a;

BW_a —成人体重, kg;

AT_{ca} —致癌效应平均时间, d。

$$IOVER_{nc3} = VF_{gwoa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{nc}}$$

公式 4.3-2

$IOVER_{nc3}$ —吸入室外空气中来自下层地下水的气态污染物对应的地下水暴露量 (非致癌效应), L 地下水 kg^{-1} 体重 d^{-1} ;

AT_{nc} —非致癌效应平均时间, d。

4.3.2.2 吸入室内空气中来自地下水的气态污染物

对于致癌效应, 吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径暴露量采用公式 4.3-3 计算; 对于非致癌效应, 吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径暴露量采用公式 4.3-4 进行计算。

$$IIVER_{ca2} = VF_{gwia} \times \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}}$$

公式 4.3-3

$IIVER_{ca2}$ —吸入室内空气中来自地下水的气态污染物对应的地下水暴露量 (致癌效应), L 地下水 kg^{-1} 体重 d^{-1} ;

VF_{gwia} —地下水中污染物扩散进入室内空气的挥发因子, $L m^{-3}$;

EFI_a —成人的室内暴露频率, $d a^{-1}$ 。

$$IIVER_{nc2} = VF_{gwia} \times \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{nc}}$$

公式 4.3-4

$IIVER_{nc2}$ —吸入室内空气中来自下层地下水的气态污染物对应的地下水暴露量 (非致癌效应), L 地下水 kg^{-1} 体重 d^{-1} 。

4.4 不同暴露途径的贡献率

根据该场地实际状况及未来土地利用类型, 结合场地中目标污染物类型及其理化性质, 确定该场地土壤中不同污染物对应的主要暴露途径包括以下几种: 吸入室

内空气中来自地下水的气态污染物、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物这 2 种暴露途径。根据风险评估所考虑的污染物及暴露途径的种类，评估单一污染物、单一暴露途径对总风险的贡献率，可筛选出风险贡献率大的污染物及暴露途径，为后期场地土壤的风险管理对策制定提供参考和依据。

各种污染物不同暴露途径贡献率如表 4.4-1 和表 4.4-2 所示。

表 4.4-1 第一层地下水暴露途径的致癌风险/非致癌风险贡献率（单位：%）

污染物	致癌风险		非致癌风险	
	吸入室外空气中来自地下水的气态污染物	吸入室内空气中来自地下水的气态污染物	吸入室外空气中来自地下水的气态污染物	吸入室内空气中来自地下水的气态污染物
苯乙烯	-	-	0.37	99.63
1,1-二氯乙烯	-	-	0.27	99.73
氯乙烯	0.27	99.73	0.27	99.73
1,1-二氯乙烷	0.31	99.69	-	-
1,1,2-三氯乙烷	0.61	99.39	0.61	99.39

表 4.4-2 第二层地下水暴露途径的致癌风险/非致癌风险贡献率（单位：%）

污染物	致癌风险		非致癌风险	
	吸入室外空气中来自地下水的气态污染物	吸入室内空气中来自地下水的气态污染物	吸入室外空气中来自地下水的气态污染物	吸入室内空气中来自地下水的气态污染物
1,1-二氯乙烷	0.19	99.81	0.19	99.81

5 毒性评估

毒性评估是在危害识别的基础上，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参数，包括参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和呼吸吸入单位致癌因子等。本次评估涉及到的污染指标毒性参数见表 5-1。本次毒性评估过程，关注污染物毒性参数优先选用《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）中附录 A 中相应污染物的毒性参数，如该导则缺少，则参考 2018 年 5 月美国环保局发布的区域筛选值中相应的毒性参数。

表 4.4-1 污染物毒性参数列表

参数	符号	单位	苯乙烯	氯乙烯	1,1-二氯乙烯	1,2-二氯乙烯	1,1,2-三氯乙烯
CAS 编号	N	--	100-42-5	75-01-4	75-35-4	107-06-2	79-00-5
类型	T	--	有机	有机	有机	有机	有机
分子量	MW	g/mol	104.2	62.5	97	98.96	133.4
水中溶解度	S	mg/L	3.10E+02	8.80E+03	2.42E+03	5.04E+03	4.59E+03
蒸气压 20℃	Pv	mm Hg	0.67kPa	--	66.5kPa	8.7kPa	2.5kPa
亨利常数	H	--	1.12E-01	1.14E+00	1.07E+00	4.82E-02	3.37E-02
经口摄入致癌斜率因子	SFo	1/(mg/kg/d)	-	7.20E-01	-	5.70E-03	5.70E-02
呼吸吸入单位致癌风险	IUR	1/(mg/m ³)	-	4.40E-03	-	1.60E-03	1.60E-02
经口摄入参考剂量	RfDo	mg/kg/d	2.00E-01	3.00E-03	5.00E-02	6.00E-03	4.00E-03
呼吸吸入参考浓度	RfC	mg/m ³	1.00E+00	1.00E-01	2.00E-01	7.00E-03	2.00E-04
参考剂量分配比例	RAF	--	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01	2.00E-01
消化道吸收因子	ABS _{gi}	--	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00	1.00E+00
皮肤吸收效率因子	ABS _d	--	-	-	-	-	-
空气中扩散系数	D _{air}	m ² /s	7.11E-06	1.07E-05	8.63E-06	8.57E-06	6.69E-06
水中扩散系数	D _{wat}	m ² /s	8.78E-10	1.2E-09	1.1E-09	1.1E-09	1.0E-09
水体最大浓度限值	MCL	mg/L	2.00E-02	5.00E-03	-	-	-
土壤-水分配系数	K _d	cm ³ /g	-	-	-	-	-
辛醇-水分配系数	K _{ow}	--	7.85E+02	4.20E+01	1.30E+02	5.73E+01	1.03E+02
土壤-植物可利用校正因子	δ	--	-	-	-	-	-
传输因子	TF	g/g	5.00E-01	5.00E-01	5.00E-01	5.00E-01	5.00E-01
EPA 毒性分级	--	--	NA	A	C	C	C

6 风险表征

6.1 风险计算过程

按照《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)的要求针对污染物暴露途径进行了风险表征。风险表征过程中提出的风险控制值这一概念是基于可接受致癌风险为 10^{-6} 及危害商为 1 的基础,到达风险控制值的场地基本能满足土地使用要求,不会对范围内的人体健康和动植物造成危害。

6.1.1 致癌风险

计算土壤污染物经各种暴露途径的致癌风险值,在此基础上,利用导则推荐公式计算得出该场地污染物作为敏感用地类型开发时的综合致癌风险值。

6.1.1.1 吸入室外空气中来自地下水的气态污染物途径的致癌风险

吸入室外空气中来自地下水的气态污染物途径的致癌风险,采用公式 6.1-1 计算:

$$CR_{iov3} = IOVER_{ca3} \times C_{gw} \times SF_i$$

公式 6.1-1

CR_{iov3} —吸入室外空气中来自地下水的气态污染物途径的致癌风险,无量纲。

6.1.1.2 吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径的致癌风险

吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径的致癌风险,采用公式 6.1-2 计算:

$$CR_{iiv2} = IOVER_{ca2} \times C_{gw} \times SF_i$$

公式 6.1-2

CR_{iiv2} —吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径的致癌风险,无量纲。

6.1.2 非致癌风险

6.1.2.1 吸入室外空气中来自地下水的气态污染物

基于吸入室外空气中来自地下水的气态污染物途径的非致癌风险计算方法

见公式 6.1-3:

$$HQ_{iov3} = \frac{IOVER_{nc3} \times C_{gw}}{RfD_i \times SAF}$$

公式 6.1-3

HQ_{iov3} —吸入室外空气中来自地下水的气态污染物途径的非致癌风险，无量纲。

6.1.2.2 吸入室内空气中来自地下水的气态污染物

基于吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径的非致癌风险计算方法见公式 6.1-4:

$$HQ_{iiv2} = \frac{IOVER_{nc2} \times C_{gw}}{RfD_i \times SAF}$$

公式 6.1-4

HQ_{iiv2} —吸入室内空气中来自地下水的气态污染物途径的非致癌风险，无量纲。

6.2 风险计算结果

在计算场地风险水平时，用关注污染物浓度的最大值作为暴露点浓度，计算对应的风险水平。风险评估结果见表 6.3-1。

表 6.2-1 地下水致癌风险和非致癌风险效益结果计算

污染物	第一层地下水			第二层地下水		
	最大值 ($\mu\text{g/L}$)	致癌风险	非致癌危害商	最大值 ($\mu\text{g/L}$)	致癌风险	非致癌危害商
苯乙烯	133	/	1.08E-03	--	--	--
氯乙烯	6440	1.52E-04	5.25E+00	--	--	--
1,1-二氯乙烯	105	/	3.30E-02	--	--	--
1,2-二氯乙烷	97	1.70E-07	/	136	7.22E-07	6.03E-02
1,1,2-三氯乙烷	113	3.73E-07	1.77E+00	--	--	--

第一层地下水中氯乙烯的风险评估结果超过了致癌风险可接受值 10^{-6} 和非致癌危害商 1；1,1,2-三氯乙烷的风险评估结果超过了非致癌危害商 1。第二层地下水中 1,2-二氯乙烷的风险评估结果未超过致癌风险可接受值 10^{-6} 和非致癌危害商 1。

地块内第一层地下水中氯乙烯的致癌风险水平和非致癌危害商都不可接受，1,1,2-三氯乙烷的非致癌危害商不可接受；第二层地下水中 1,2-二氯乙烷的致癌风险水平和非致癌危害商都可接受。因此本地块第一层地下水需要进行修复。第二层地下水，虽然风险评估结果未超过致癌风险和非致癌危害商，但 1,2-二氯乙烷超过筛选值，因此需要对第二层地下水进行风险管控。

仅供文件公示使用

7 不确定性分析

受基础科学发展水平、时间及资料等限制，本项目的风险评价可能存在以下不确定性：

(1) 暴露途径的不确定性

在风险评价过程中，不同国家或研究机构之间暴露途径选择不尽相同，有时候差异还比较大。一方面是地区实际情况的差异，另一方面也是各国风险评价方法理论框架带来的差异。本地块主要遵从场地风险评价技术导则。另外，考虑场地实际情况，在评价过程中，不考虑食用种食物带来的风险。

(2) 参数的不确定性

本项目尽量采用实测数据（如场地参数）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（如对暴露参数和建筑物参数的估计），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。另外，由于部分毒性效应和污染物毒性参数的缺失，无法开展定量风险评估工作，这可能导致结果的偏差。本次风险评价采用了场地调查中的相关水文地质参数，和区域地质经验相结合的方式，确定了场地概念模型的相关参数。这些依靠区域地质经验估计的参数可能会影响场地风险和修复目标值的计算。

(3) 敏感性参数是对目标结果（风险计算结果或土壤修复目标值）影响较大的参数，包括人群相关参数（体重、暴露周期、暴露频率等）、与暴露途径相关的参数（每日摄入土壤量、暴露皮肤表面积、皮肤表面土壤粘附系数、每日吸入空气体积、总悬浮颗粒物含量、室内地基厚度、室内空间体积与蒸气入渗面积比等）。采用敏感性比例表征模型参数敏感性，即参数取值变动对模型计算结果的影响程度。参数的敏感性比例越大，表示目标变化程度越大，该参数对目标计算的影响也越大。制定污染风险管理对策时，应该关注对风险和修复目标值影响较大的敏感性参数。

8 地下水运移趋势预测

第一层地下水中，以 X1-14 监测井为源点，1825 天时，氯乙烯预测超标距离为 38m；影响距离为 50m；3650 天时，氯乙烯预测超标距离为 59m；影响距离为 76m。以 A1-2 监测井为源点，1825 天时，氯乙烯预测超标距离为 27m；影响距离为 42m；3650 天时，预测超标距离为 43m；影响距离为 65m。

第一层地下水中，以 X1-14 监测井为源点，1825 天时，苯乙烯预测 1825 天时，预测超标距离为 19m；影响距离为 44m；3650 天时，苯乙烯预测超标距离为 31m；影响距离为 67m。

在第二层地下水中，以 X1-14 监测井为源点，以 1825 天时，1,2-二氯乙烯预测超标距离为 17m；影响距离为 44m；3650 天时，1,2-二氯乙烯预测超标距离为 28m；影响距离为 67m。

9 风险管控建议

9.1 风险管控的目的

1、根据风险评估结果、地下水污染范围预测结果，地块内第一层地下水需要修复，第二层地下水中超标污染物 1,2-二氯乙烷的风险评估结果均未超过了致癌风险可接受值 10^{-6} 和非致癌危害商 1，其致癌风险水平和非致癌危害商都可接受。为了防止 DNAPL 类污染物继续向第二层地下水纵向扩散，因此需要做好第二层地下水风险管控。

2、为防止地块内第一层地下水向临近的小学地块水平迁移扩散，因此需要在 X1 能源站地块和 X1 小学地块交界处做好两层地下水的水平风险管控。

9.2 风险管控范围

第二层地下水中超标污染物为 1,2-二氯乙烷，针对 1,2-二氯乙烷制定风险管控范围。具体步骤如下：

1、采用反距离加权法，绘制第二层地下水 1,2-二氯乙烷的分布情况，模拟出 1,2-二氯乙烷的超标范围 S1。

2、连接第一层地下水中未检出 1,2-二氯乙烷的监测井点位，圈出管控范围 S2。

3、将 S1 与 S2 重叠，以最大范围作为风险管控范围。最终划定风险管控范围如图 9.2-1 所示。

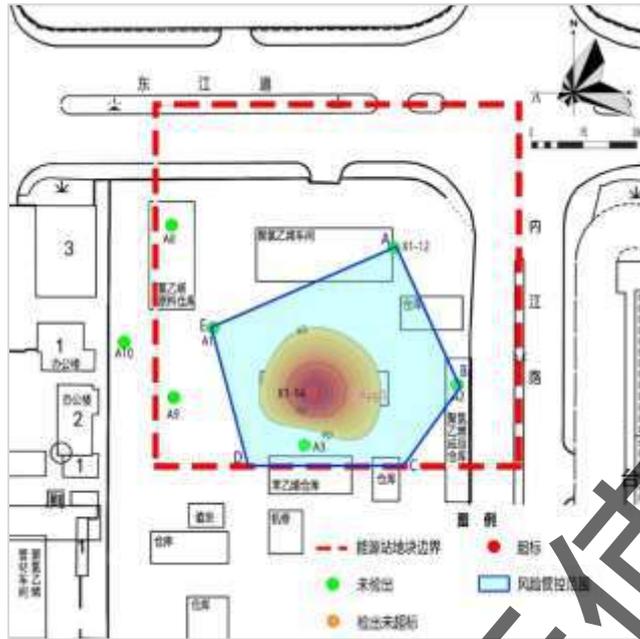


图 9.2-1 第二层地下水 1,2-二氯乙烯风险管控范围示意图

9.3 风险管控建议

1、由于场地内第一层地下水中污染物的移致癌风险水平和非致癌危害商都不可接受，因此要在第一层地下水和第二层地下水之间的黏土层做好阻隔，防止第一层污染地下水向第二层地下水迁移。

2、根据地块地下水污染范围预测，5年内，1,2-二氯乙烯预测超标距离为 17m；影响距离为 44m，由于地下水下游地块为规划小学地块，因此建议在风险管控区域边界设立阻隔措施，做好水平方向上阻隔，阻止受污染地下水迁移扩散至小学地块。

10 治理与修复建议

10.1 修复目标值确定

根据风险评估结果，本地块地下水需进行修复的关注污染物为氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷。充分考虑我国国情，为防止过度修复，建议本地块选择《地下水质量标准》（GB14848-2017）IV类标准作为修复目标值。

10.2 修复范围及工程量

10.2.1 氯乙烯

由于初调 X1-14 点位氯乙烯检出值过高（6440ug/L），因此连接清洁点，并将可能为污染源的聚氯乙烯车间囊括在内，作为氯乙烯修复范围，如图 10.2-1 所示。

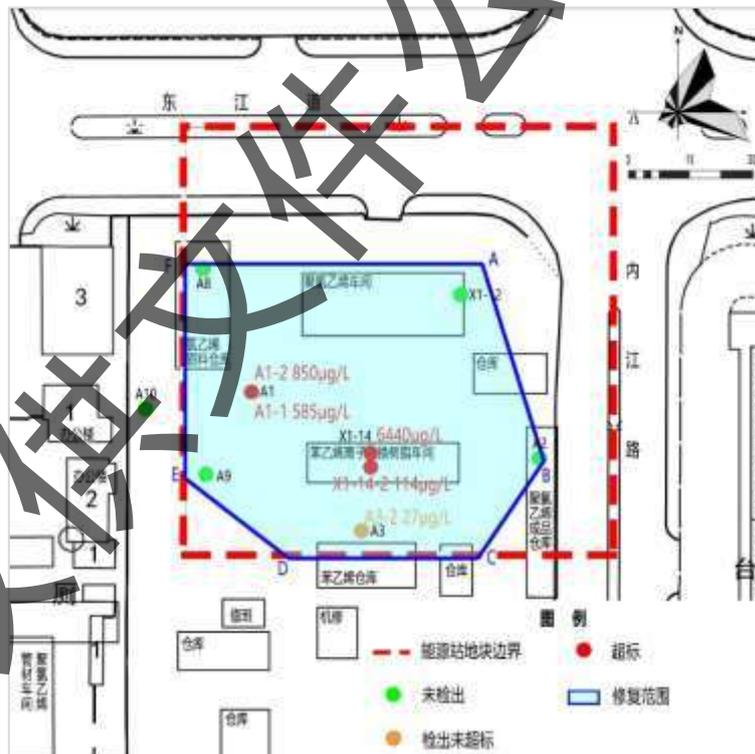


图 10.2-1 第一层地下水氯乙烯修复范围示意图

10.2.2 1,1,2-三氯乙烷

根据 1,1,2-三氯乙烷各点位检出浓度值，利用反距离插值法绘制第一层地下水 1,1,2-三氯乙烷分布情况示意图，并以此为依据划定修复范围如图 10.2-2 所示。

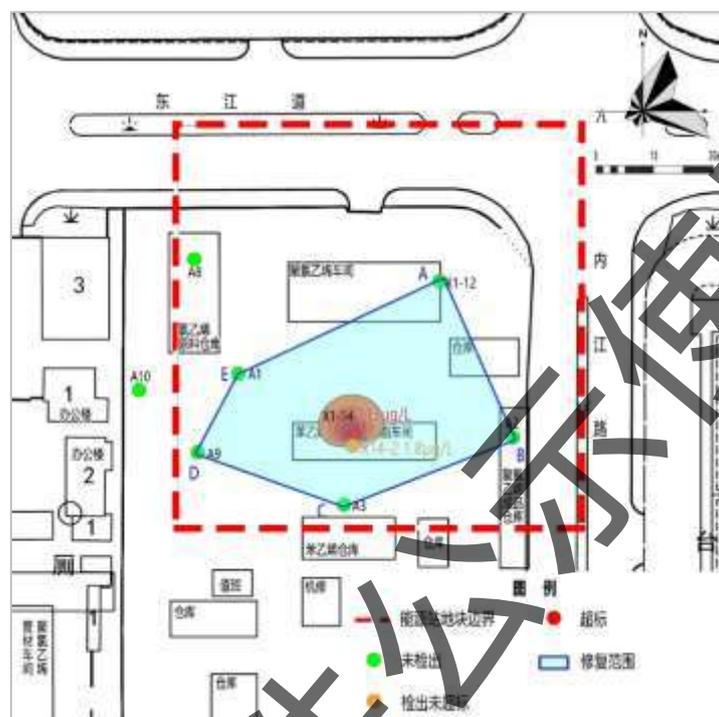


图 10.2-2 第一层地下水 1,1,2-三氯乙烷修复范围示意图

10.2.3 第一层地下水修复范围

叠加氯乙烯和 1,1,2-三氯乙烯的修复范围，以最外侧边界为准划定第一层地下水修复范围如下图所示。

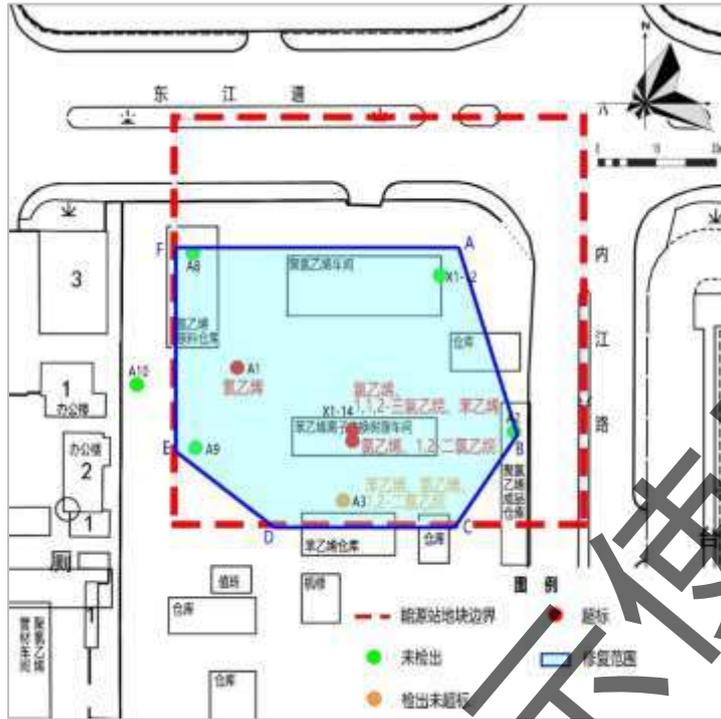


图 10.2-3 第一层地下水修复范围（叠加）

由于本地块相邻地块的规划用地为小学用地，为敏感用地，因此建议本地块保守计算修复面积，即 X1（小学）东侧能源站地块全场地为修复范围，修复地下水。但是由于场地北侧及东侧为已建成的东江道和内江路，因此修复范围如下图所示。

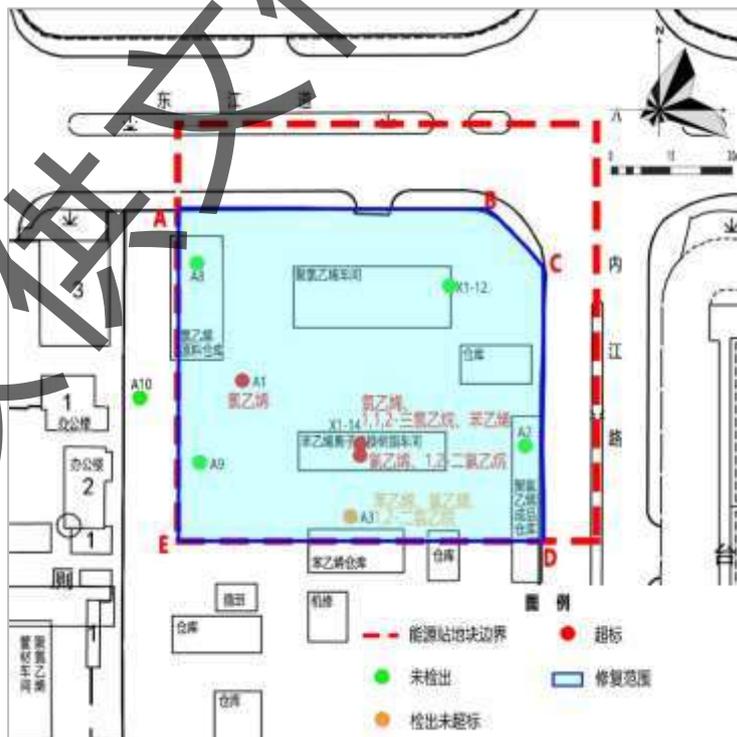


图 10.2-4 地块地下水修复范围示意图

经过计算，场地第1层地下水（潜水含水层）水量约为8502.7m³，即场地第一层地下水修复需修复地下水水量约为8502.7m³。

10.3 修复技术建议

1、原位化学氧化/还原技术

该技术的应用主要就是借助于氧化剂进行处理，促使其能够和有机污染源形成充分反应，进而实现有效净化处理。化学氧化技术修复具有所需周期短、见效快和效果好等优点。

2、电化学动力修复技术

主要就是在地下水中构建电解场，能够对于相应水体中的污染物形成较为理想的电解分离效果，促使其将相关污染物质有效清除。

3、空气扰动技术

也称为地下水曝气技术，一般与气相抽提法联用，其目的是去除地下水中的有机污染物。该技术将新鲜空气注入到饱和地层中，由于污染物在气液间存在浓度差，通过挥发作用进入气相，然后由于浮力的作用，空气携带污染物逐步上升，到达非饱和区域后，通过抽提井将污染气体收集，从而达到去除挥发性有机污染物的目的。

4、抽出处理法

抽出处理法是当前应用很普遍的一种方法，抽取和处理系统的目的包括对污染物羽流的水力控制以及从地下水去除污染物。该方法中井群系统的建立是关键，井群系统要能控制整个受污染水体的流动。

结合本项目特点从实效性和成本方面考虑，建议第一层地下水修复采用抽出处理技术，考虑地下水迁移性及周边地块的特殊性（规划小学地块且未污染），建议在场地边界设置止水帷幕，防止污染物随水流流向规划小学地块。

11 结论及建议

11.1 评估结论

地块内第一层地下水中氯乙烯的致癌风险水平和非致癌危害商都不可接受，1,1,2-三氯乙烷的非致癌危害商不可接受；第二层地下水中 1,2-二氯乙烷的致癌风险水平和非致癌危害商都可接受。因此本地块第一层地下水的关注污染物氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷需要进行修复，修复范围为全场地，修复水量约为 8502.7m³。

第二层地下水应及时做好风险管控，在第二层地下水风险管控区域边界设立阻隔措施，做好水平方向上阻隔，阻止受污染地下水迁移扩散至小学地块。

第一层地下水应及时做好修复工作。充分考虑我国国情，为防止过度修复，建议本地块选择《地下水质量标准》（GB14848-2017）IV 类标准作为修复目标值。

建议第一层地下水修复采用抽出处理技术，考虑地下水迁移性及周边地块的特殊性（规划小学地块且未污染），建议在场地边界设置止水帷幕，防止污染物随水流流向规划小学地块。

11.2 建议

1、本地块西侧及南侧紧邻规划 XI（小学）地块，该地块性质为第一类用地，因此应加强该地块的风险管控。同时防止第一层地下水中污染物向第二层地下水污染迁移扩散。

2、建议尽快开展修复工作。在修复过程中，加强环境管理，制定风险管控措施。

3、在修复达标前，应避免人员和附近居民进入场地逗留，以免造成人员暴露在区域污染环境。

4、本报告是基于有限的资料、数据、工作范围、时间周期、项目预算及目前可以获得的调查事实而做出的专业判断。本报告中的修复建议只能作为指导性说明使用而不适合作为直接的行动方案。