

# 北辛安棚户区改造项目 698地块土壤污染风险评估报告

委托单位：北京安泰兴业置业有限公司

编制单位：轻工业环境保护研究所



2019年10月北京

# 北辛安棚户区改造项目 698地块土壤污染风险评估报告

委托单位：北京安泰兴业置业有限公司

编制单位：轻工业环境保护研究所

项目负责：魏文侠

参加人员：王硕 李佳斌 王海见 王佳佳

审核：李培中

# 目录

1	总论	1
1.1	项目背景	1
1.2	场地环境评价目的	2
1.3	调查评价原则	2
1.4	评价依据	3
1.4.1	相关法律、法规、政策	3
1.4.2	相关技术导则和规范	4
1.4.3	相关标准	4
1.5	评价范围	4
1.6	场地评价内容	7
2	698 地块场地污染识别	9
2.1	场地概述	9
2.1.1	场地地理位置	9
2.1.2	场地区域自然概况	9
2.1.3	场地历史沿革	16
2.1.4	场地现状	17
2.1.5	场地未来规划	20
2.2	场地污染识别	22
2.2.1	场地调查	22
2.2.2	场地污染分析	25
2.2.3	场地周边污染分析	26
2.2.4	环境突发事件	29
2.2.5	污染识别小结	29
2.3	污染识别结论与建议	30
2.3.1	结论	30
2.3.2	建议	31
3	初步调查	32
3.1	土壤样品现场采集	32
3.1.1	土壤采样布点原则	32
3.1.2	土壤采样布点方案	32
3.1.3	钻探取样	37
3.1.4	土壤样品现场快速筛查	37
3.2	地下水样品现场采集	37
3.3	水文地质调查	38
3.4	样品采集与保存	39
3.4.1	土壤样品采集与保存	39
3.4.2	地下水样品采集与保存	40
3.5	实验室检测	41
3.5.1	检测项目	41
3.5.2	样品分析方法	41
3.6	全过程质量控制	42
3.6.1	现场采样前的准备工作	42

3.6.2	采样现场质量控制.....	42
3.6.3	样品运输与交接.....	43
3.6.4	实验室质量控制.....	44
3.6.5	质量控制结果.....	44
3.7	初步调查结果分析.....	47
3.7.1	场地水文地质调查情况.....	47
3.7.2	初步调查土壤污染特征分析.....	47
3.7.3	地下水污染特征分析.....	51
3.7.4	场地初步调查结论.....	52
4	详细调查.....	54
4.1	土壤样品现场采集.....	54
4.1.1	土壤采样布点原则.....	54
4.1.2	土壤采样布点方案.....	54
4.1.3	钻探取样.....	58
4.1.4	土壤样品现场快速筛查.....	58
4.2	水文地质调查.....	58
4.3	土壤样品采集与保存.....	59
4.4	实验室检测.....	59
4.4.1	检测项目.....	59
4.4.2	样品分析方法.....	60
4.5	全过程质量控制.....	60
4.5.1	现场采样前的准备工作.....	60
4.5.2	采样现场质量控制.....	60
4.5.3	样品运输与交接.....	61
4.5.4	实验室质量控制.....	61
4.5.5	质量控制结果.....	61
4.6	详细调查结果分析.....	63
4.6.1	重金属.....	63
4.6.2	SVOCs.....	65
4.6.3	污染物浓度分布情况.....	67
4.6.4	地块红线边界污染分析.....	72
4.7	场地详细调查结论.....	73
5	698 地块场地风险评估.....	74
5.1	场地风险评价程序.....	74
5.2	风险识别.....	75
5.2.1	污染源分析.....	75
5.2.2	暴露点浓度.....	80
5.3	暴露分析.....	81
5.3.1	暴露对象.....	81
5.3.2	暴露途径.....	81
5.3.3	暴露参数.....	82
5.4	毒性评价.....	85
5.4.1	非致癌物质毒性效应.....	85
5.4.2	致癌物质的效应评价.....	85

5.4.3	毒性参数.....	85
5.5	风险评价.....	87
5.5.1	工作内容.....	87
5.5.2	风险表征.....	87
5.5.3	RBCA 风险计算软件介绍.....	87
5.5.4	土壤污染风险计算.....	88
5.6	风险评价不确定性分析.....	90
5.7	场地土壤污染计算修复目标值.....	91
5.8	小结.....	91
6	698 地块场地修复目标和修复范围.....	92
6.1	建议修复目标.....	92
6.2	修复范围.....	92
7	698 地块调查报告结论及建议.....	102
7.1	结论.....	102
7.2	不确定性分析.....	103
7.3	建议.....	103

# 1 总论

## 1.1 项目背景

北辛安棚户区改造项目位于石景山区北辛安社区，东至首钢集团特殊钢公司用地，南至石景山路，西至北辛安路，北至阜石路，整个棚户区改造项目占地约 140.9 公顷，规划建设南北两个商务区，中间布置商品房和安置房，主要对区域内房屋、企业等实施征地拆迁，建设道路工程、给排水工程、电力工程、燃气工程、热力工程、通信工程以及场地平整等。

按照《环境保护部关于加强企业关停、搬迁及原址地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发〔2014〕66号）、中华人民共和国环境保护部 2014 年第 78 号公告《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》要求，根据北京市环保局《北京市环境保护局关于石景山区北辛安棚户区改造项目环保意见函》，对项目中涉及到的首钢电机厂、首钢热力众达换热设备公司、北京第一低压电器有限责任公司等原厂区组织开展场地调查评估。

北京安泰兴业置业有限公司于 2015 年 6 月委托轻工业环境保护研究所进行“北辛安棚户区改造项目”中涉及到的相关工业场地进行场地环境评价工作。接受委托后，评价单位组织有关技术人员对现场进行了踏勘，并收集相关技术资料，与原厂区工作人员进行访谈，经初步调查后进行了场地污染识别和后续现场调查方案编制。

2016 年 7 月，《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》获得原北京市环境保护局的批复，批复文号为京环[2016]344 号。

目前，应业主要求，《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》整个场地划分为 17 个地块，698 地块属于《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》场地范围内 17 个地块其中之一，在场地调查过程中，地块总体占地面积约 33064 平方米，主要占用北京第一低压电器厂、首钢电机厂、首钢热力众达换热设备公司及石景山烟草专卖局部分用地，该地块四至：东侧临 696 地块，南侧临 646 地块及 704 地块，西侧临 646 地块，北侧临 690 地块。

受业主委托，轻工业环境保护研究所承担了《北辛安棚户区改造项目场地环境初步与详细调查报告——698 地块报告》及《北辛安棚户区改造项目 698 地块土壤污染风险评估报告》编制工作。2019 年 7 月《北辛安棚户区改造项目场地

环境初步与详细调查报告——698 地块报告》顺利通过专家评审会。

轻工业环境保护研究所按照北京市《场地环境评价导则》(DB11/T656-2009)要求,对检测数据进行认真的分析,结合该地块相关资料进行分析研究,在此基础上对该地块进行风险评估计算,编制《北辛安棚户区改造项目 698 地块土壤污染风险评估报告》,呈报北京市相关环境保护主管部门审查。

## 1.2 场地环境评价目的

通过对相关场地进行污染调查、污染分析和风险评价,明确场地内污染物种类、污染物分布和污染程度,并以该场地规划用地类型中的环境敏感人群为风险受体,计算其人体健康风险,确定该场地污染修复目标和修复范围。本次场地环境评价的主要目的包括:

(1) 对相关场地现状、历史用途调查分析,识别和初步确认场地潜在环境污染;

(2) 通过现场布点采样和实验室分析,确定场地是否污染及污染的程度、主要污染物种类、污染物浓度及污染范围等;

(3) 根据场地现状和未来土地利用要求,进行场地污染风险评价,并根据场地土地利用,确定场地修复目标。

## 1.3 调查评价原则

本次场地调查与评价工作遵循以下原则:

### (1) 规范性原则

场地调查与评价过程遵循我国现行的污染场地环境评价相关法律、技术导则、规范以及该场地的相关规划。在国内相关标准和规范性文件不完全覆盖的情况下,在评估的技术细节中借鉴先进国家与地区的经验,以科学的观点分析和论述场地中可能存在的相关问题,确保场地风险评价结果的规范性、有效性。

### (2) 针对性原则

评估过程中所涉及场地的参数均来自于该场地本身或选取最为接近的参数值。风险评估将最大限度接近场地实际污染情况所产生的风险,建立基于特定场地的风险评估体系,保证风险评价结果的针对性,评估结果只适用于此场地。

### (3) 技术可行性原则

结合场地用地规划,根据场地用途对场地进行环境风险评价,确保场地风险

评价结果符合场地环境管理及土地利用规划风险控制要求，保证场地评价结果的技术可行性。

## 1.4 评价依据

### 1.4.1 相关法律、法规、政策

- 《中华人民共和国环境保护法》（主席令[2015]9号，2015年1月1日起实施）；
- 《中华人民共和国土地管理法》（2004年8月28日）；
- 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日实施）；
- 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（原国家环保总局环办[2004]47号，2004年6月1日起实施）；
- 《建设项目环境保护管理条例》（<98>国务院令第253号）；
- 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环境保护部，环办〔2004〕47号）；
- 《关于开展保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环境保护部等四部委，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》（环境保护部，环发〔2014〕66号）；
- 《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发[2008]48号，2008年6月6日起实施）；
- 《关于加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发[2009]61号，2009年12月28日起实施）；
- 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环境保护部、工业和信息化部、国土资源部、住房和城乡建设部环发[2012]140号，2012年11月27日起实施）；
- 《国务院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，2013年1月23日起实施）；
- 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环发[2014]78号，2014年12月1日起实施）；
- 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31号，2016年5月28日起实施）。

## 1.4.2 相关技术导则和规范

- 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部 2017 年第 72 号附件）；
- 《场地环境评价导则》（DB11/T656-2009）；
- 《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）；
- 《污染场地风险评估导则》（HJ25.2-2014）；
- 《污染场地环境监测技术导则》（HJ25.3-2014）；
- 《污染场地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2014）；
- 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；
- 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001-2009）；
- 《工程测量规范》（GB50026-2007）；
- 《土工试验方法标准》（GB/T50123-1999）；
- 《土的工程分类标准》（GB/T50145-2007）；
- 《水位观测标准》（GBJ138-90）；
- 《供水水文地质钻探与凿井操作规程》（CJJ13-1987）。

## 1.4.3 相关标准

- 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600--2018）；
- 《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）；
- 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 《污染场地修复后土壤再利用环境评估导则》（DB11/T 1281-2015）。

## 1.5 评价范围

698 地块总体占地面积约 33064.60 平方米，评价范围如图 1.5-1 所示。

该地块主要场地信息如表 1.5-1 所示。



图 1.5-1 评价范围内主要场地位位置示意图

2016 年



图 1.5-2 调查区域建筑分布示意图

表 1.5-1 698 地块内的主要场地信息

序号	调查区域内主要场地	占地面积 (平方米)	主要原料	备注
1	北京第一低压电器厂	21064	电器元件, 电控箱	生产低压电器元件, 辅件和低压成套设备装置, 主要为来料组装
2	首钢电机厂	4000	硅钢片、漆包线、绝缘线、焊条等	主要占用首钢电机厂东南角部分用地, 且占用面积主要为绿化用地及办公用房。
3	首钢热力众达换热设备公司	5000	钢材、铜管、焊条等	主要占用首钢热力众达换热设备公司西北角部分用地, 且占用面积主要为绿化用地及办公用房。
4	石景山烟草专卖局	3000	--	办公用楼

## 1.6 场地评价内容

场地环境评价项目分为三个工作阶段, 各阶段具体内容如下:

### 第一阶段: 场地污染识别

收集该场地历史和现状生产及污染相关资料, 通过文件审核、现场调查、并对该场地相关人员进行访谈等形式, 获取场地水文地质特征、土地利用情况、场地生产工艺污染识别等基本信息, 了解可能存在的污染物种类、污染途径、污染区域, 再经过现场踏勘进行污染识别, 初步划定重点关注范围。

### 第二阶段: 现场勘查与采样分析

根据场地污染识别结果, 通过现场勘查, 对场地污染区域进行现场土壤采样, 开展实验室检测分析, 然后进行场地环境评价。

### 第三阶段: 场地风险评价

结合样品分析检测结果和未来土地利用规划, 对场地环境进行风险计算, 明确场地的污染情况、污染范围。针对采样调查、风险评估和勘查结果, 编制场地环境评价报告。

工作程序如下图 1.6-1 所示。

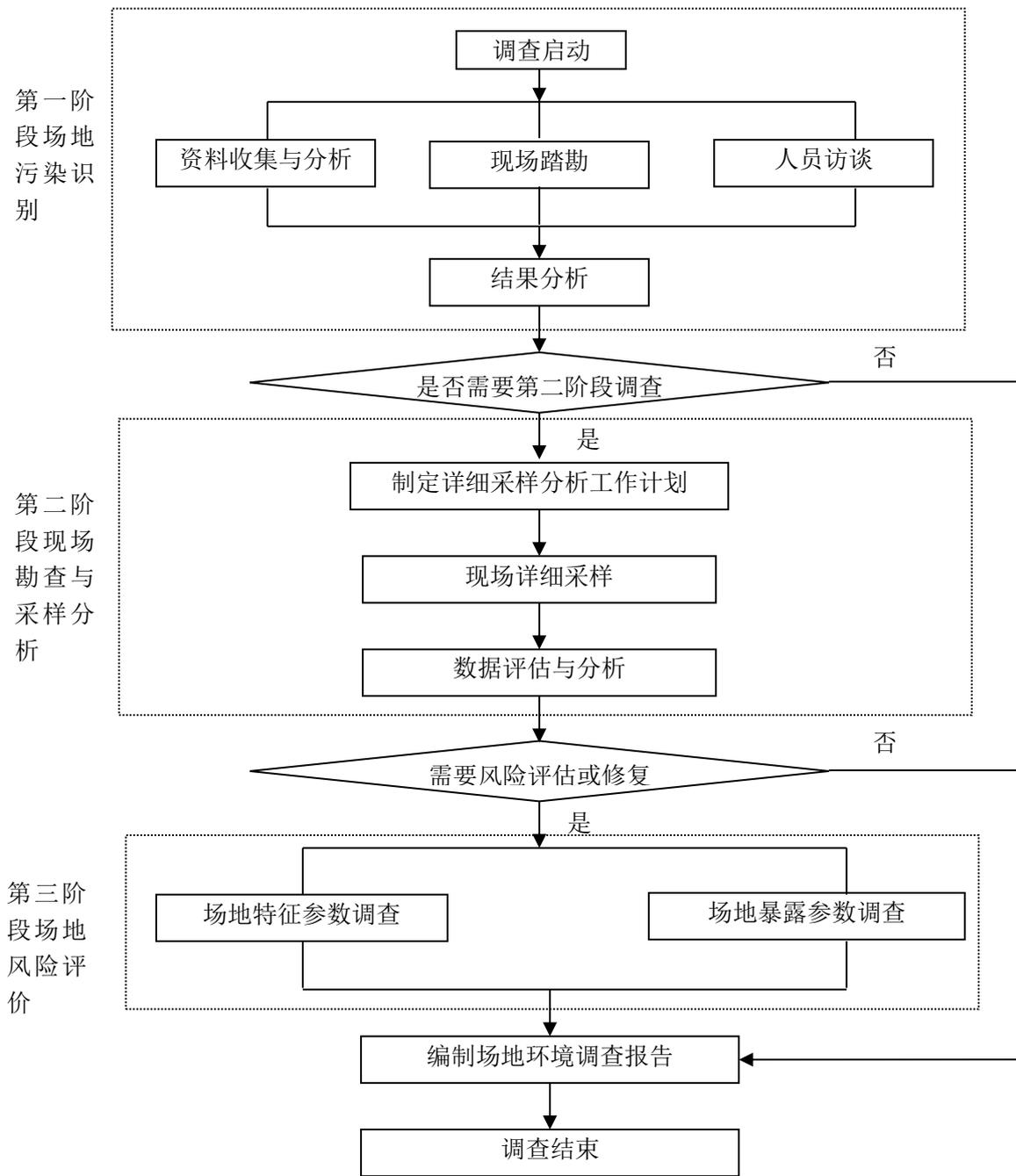


图 1.6-1 场地环境评价工作程序

## 2 698 地块场地污染识别

### 2.1 场地概述

#### 2.1.1 场地地理位置

本次项目调查场地位于北辛安社区，评价范围中心点位置是  $39^{\circ}54'44.38''$  N  $116^{\circ}09'54.14''$  E。评价区域总占地面积约 33064 平方米。具体为北京第一低压电器厂、首钢电机厂、首钢热力众达换热设备公司及石景山烟草专卖局部分用地，该地块四至：东侧临 696 地块，南侧临 646 地块及 704 地块，西侧临 646 地块，北侧临 690 地块。该地块具体位置见图 2.1-1 所示。

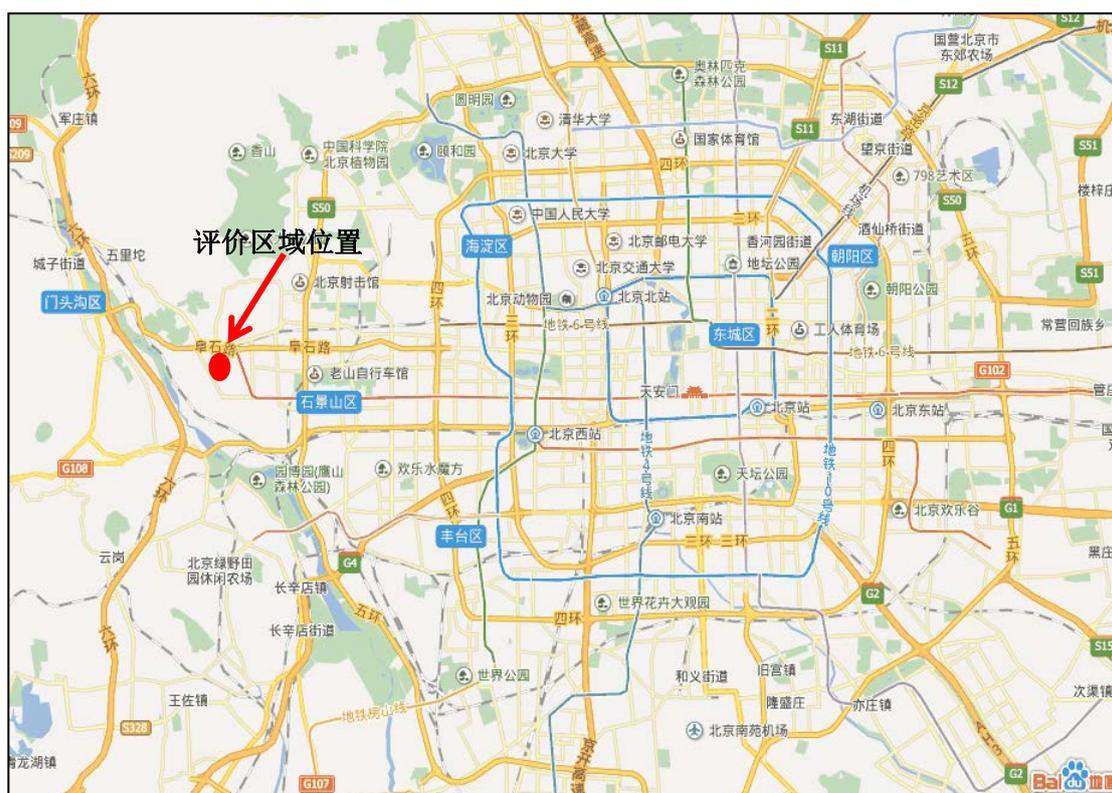


图 2.1-1 评价区域位置示意图

#### 2.1.2 场地区域自然概况

##### 2.1.2.1 气候气象

本项目位于北京市区的西部，属华北平原温带大陆季风型气候，属于暖温带大陆性半湿润-半干旱季风气候，受季风影响形成春季干旱多风、夏季炎热多雨、秋季秋高气爽、冬季寒冷干燥四季分明的气候特点。据北京观象台近十年观测资料，年平均气温为  $13.1^{\circ}\text{C}$ ，历史极端最高气温  $42.6^{\circ}\text{C}$  (近年为  $41.9^{\circ}\text{C}$ ，1999 年)，历史极端最低气温零下  $27.4^{\circ}\text{C}$ ，2001 年为零下  $17.0^{\circ}\text{C}$ ，年平均气温变化基本上

是由东南向西北递减，近二十年最大冻土深度为 0.80m。

石景山区多年平均降水量 626mm，降水量的年变化大，年内分配不均，汛期（6-8 月）降水量约占全年降水量的 80%以上。旱涝的周期性变化较明显，一般 9-10 年左右出现一个周期，连续枯水年和偏枯水年有时达数年。近十年来以 1994 年年降雨量最大，降雨量为 813.2mm，1999 年年降雨量最小，降雨量为 266.9mm。

石景山区月平均风速以春季四月份最大，据北京气象台观测，石景山区最大风速达 3.6m/s；其次是冬、秋季，夏季风速最小。春季风向以西北风最为突出，秋季为西南偏南风为主。

#### **2.1.2.2 地质条件**

项目所在地地处北京西部山前向平原过渡地带，西部为北京西山基岩出露地区，东部为广阔的北京冲洪积平原区。

本区域地质构造发育，断裂构造包括八宝山断裂、黄庄—高丽营断裂、永定河断裂、东北旺—昆明湖断裂等。地层出露比较齐全，除个别地层因构造影响缺失外，从元古界至新生界地层均有出露。前第四系地层主要出露于西部山区，地层多以北东东向延伸，新生界的第三系地层分布于八宝山断裂南部，并被第四系所覆盖。地层由老至新包括蓟县系(Zj)、奥陶系(O)、石炭系(C)、二叠系(P)、侏罗系(J)、白垩系下统(K1)，见图 2.1-2。

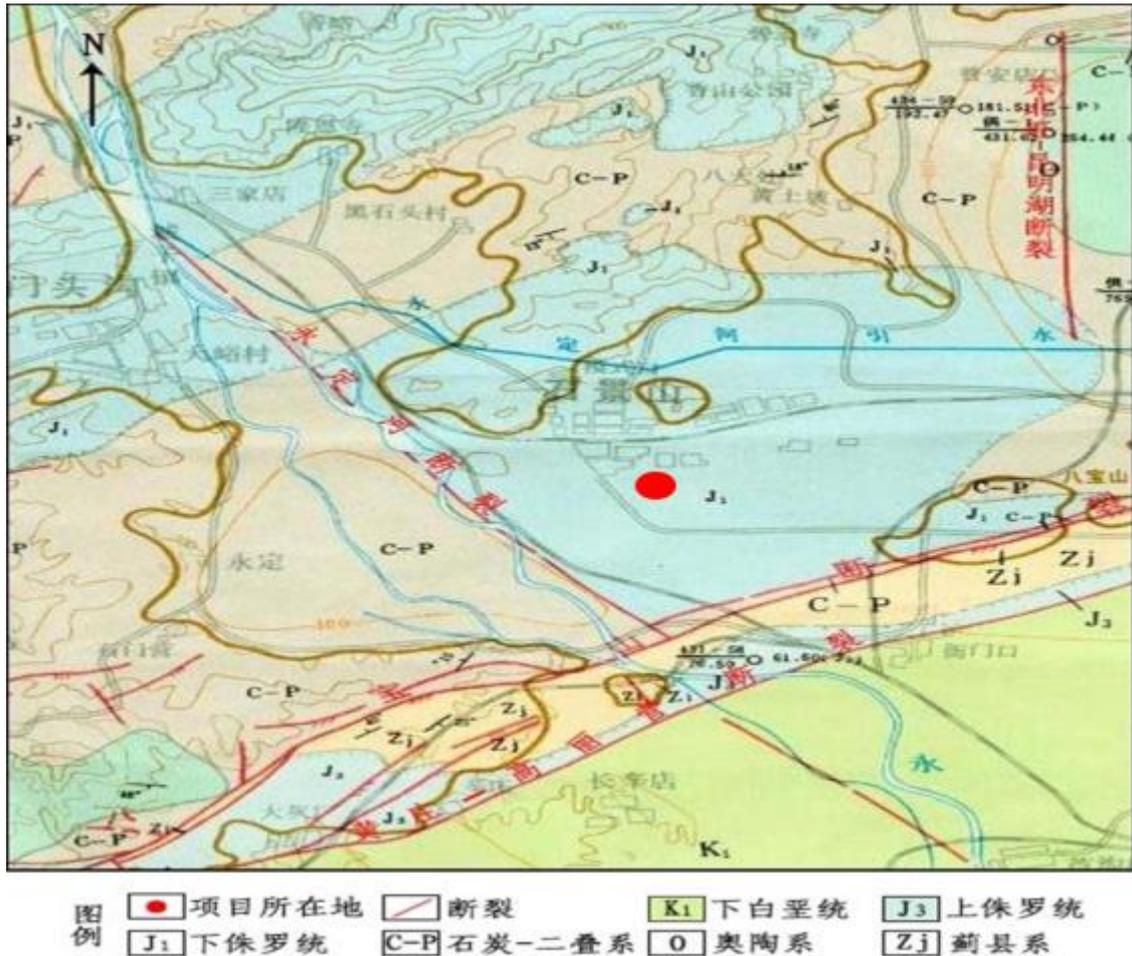


图 2.1-2 调查场地所在区域基岩构造图

此次调查区域位于北京城区以西的石景山区，地层岩性比较简单，主要由单一的砂卵石组成。目前大致分为四个土层：人工填土层、轻亚粘土层、卵石层、基岩层。调查区域地层岩性的垂直分布概况见图 2.1-3。

(1) 人工填土层：成分比较复杂，由砖瓦块、碎石及粘性土组成。灰~杂色，稍湿~湿，松散。该层没有层次规律，厚度在调查区域各个位置是不相同的，从 0.5~2.0 m 不等。

(2) 粉粘层：冲积形成含少量小砾石，黄~褐黄色。稍湿~湿，可塑~硬塑。厚度为 1.0 m 左右，在调查区域各个位置有差别。

(3) 卵石层：该层分布稳定。卵石成分为石英岩、辉绿岩等硬质岩石。卵石粒径 20~80 mm，最大超过 100 mm，含量大于 60%，磨圆度较好，多呈亚圆形。该层杂色，稍湿，密实，由沙充填。该地层也是地下水的含水层，在冲洪积扇顶部潜水区，砂卵石裸露于地表，直接接受地表水补充，该地层平均厚度 40 m，地下水埋深在 20 m 左右。

(4) 基岩层：局部顶面有薄层强风化物，呈土状，一般为中等风化，呈块状，黄绿色。



图 2.1-3 场地所在区域地层岩性的垂直分布图

### 2.1.2.3 区域水文地质条件

#### (1) 区域地下水赋存情况

石景山区地处海河流域，永定河是最重要的过境河，从石景山区的西南边缘流过。因历史上的永定河含沙量极大，致使石景山区河段早已成为“地上河”，自官厅、珠窝、三家店水库建成后，已近断流。永定河引水干渠自西向东横穿石景山区中部。

石景山区诸山除八大处为背斜外，其他均属向斜，储水地层均为砂页岩层，储存方式为裂隙与孔隙水，基本以泉水形式出露。泉水的分布，有两个明显特点：一是与断裂、断层有关——泉水分布在断裂线上；二是与侏罗系南大岭组的玄武岩分布有关——泉在玄武岩与砂页岩接触带上。

石景山区山前为坡、洪积形成的粉土、碎石；近永定河冲积扇顶，因河流沉积具有分选性特征，造成河流沉积物的粒径分布具有水平分带现象，永定河河床附近的砾石平均粒径为 20~40 厘米，远离河床的东南部（八宝山、衙门口、黄庄），砾石平均粒径约 10 厘米。石景山区表土厚度一般在 1 米到 2.5 米之间，最薄处仅 0.5 米（山前地带表土较厚，约 5~10 米，质地较粘重，有夹石层）；质地多为透水性较好的沙壤及中壤。

石景山区的平原区是由永定河冲积物组成的山前倾斜平原，西部、北部稍高，

东部、南部略低。包含砂卵石、砂砾石、中粗砂含砾及薄层粘性土。按其岩性、结构特征及富水性，大致可划为五个区，此次评价区域位于 I 区，如图 2.1-4 和图 2.1-5 所示：

① I 区( $5000-10000\text{m}^3/\text{d}$ )，主要分布于永定河冲洪积扇地区。第四系厚度 30-150m，颗粒由粗变细，含水层岩性为砂卵砾石为主，含水层累计最大厚度 50-70m。

② II 区( $3000-5000\text{m}^3/\text{d}$ )，主要分布在永定河冲洪积扇近边缘地区，含水层主要为砂卵砾石组成，含水层厚度为 30-50m。

③ III 区( $1500-3000\text{m}^3/\text{d}$ )，主要分布在永定河冲洪积扇边缘地区及山区边缘地带，含水层岩性主要为砂卵砾石夹中粗砂，含水层厚度一般为 20-30m。

④ IV 区( $500-1500\text{m}^3/\text{d}$ )，主要分布在山区边缘地带，一般无含水层，仅在砂粘夹砾石中含水且水量小。

⑤ V 区富水性不均一，主要分布在山前地带。

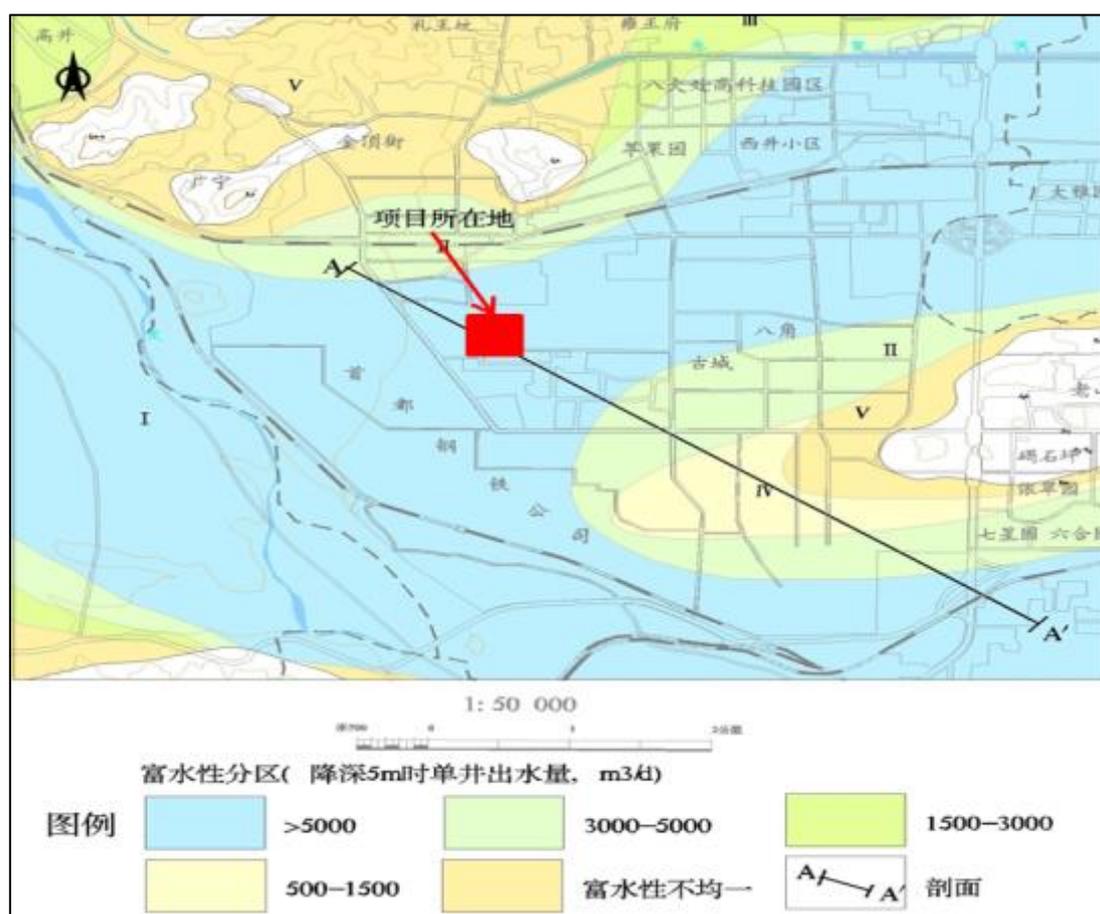


图 2.1-4 区域第四系水文地质图

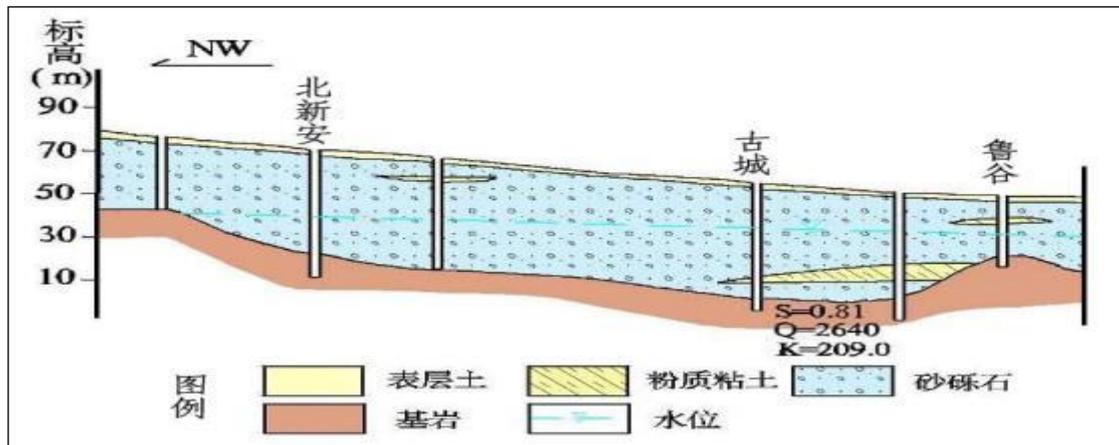


图 2.1-5 石景山水屯-马家堡 (A-A') 地层剖面图

该区域浅层地下水水位埋深西高东低。地下水主要补给来源为地下径流和地表降雨，区域地下水径流方向为由西、西北方向，流向东、东南方向。70 年代后受地下水开采影响，局部流向有一定变化。近年的调查资料表明，该层地下水埋深已经在 55-60m 左右，含水层单层厚度较大，岩性以砾石、卵石为主，累计厚度 30m 左右，渗透系数 500-600m/d，是原工农业井的主要开采层。

区域地下水的补给主要是大气降水入渗补给，河渠入渗补给、农田灌溉入渗补给，在山区与平原交界地带山区基岩测向径流补给第四系地下水。大气降水入渗对含水层的补给受地形、地貌、包气带岩性、厚度、降水性质、植被和建筑的影响。

## (2) 区域地下水利用情况及敏感度分析

区域地下水的排泄主要为人工开采，主要是水厂水源地开采，其次为下游径流排泄以及少量的潜水蒸发，第四系地下水向东部径流排泄。

根据《北京市人民政府关于石景山区集中式饮用水源保护区划定方案的批复》，调查区域目前位于石景山区地下水源保护范围的二级保护区。北京市石景山区水厂地下水源保护区如图 2.1-6。

在东偏北距离大概 2.5km 处为杨庄水厂，距离其它水厂距离相对较远。调查区域位于杨庄水厂的地下水源补给区，但杨庄水厂主要通过深层基岩井采集区域深层承压水，深层承压水层与浅层第四系含水层之间有相对较厚的基岩层阻隔。因此，从区域地下水的开采利用情况来看，本地块浅层地下水的环境敏感性相对较低。如图 2.1-7。

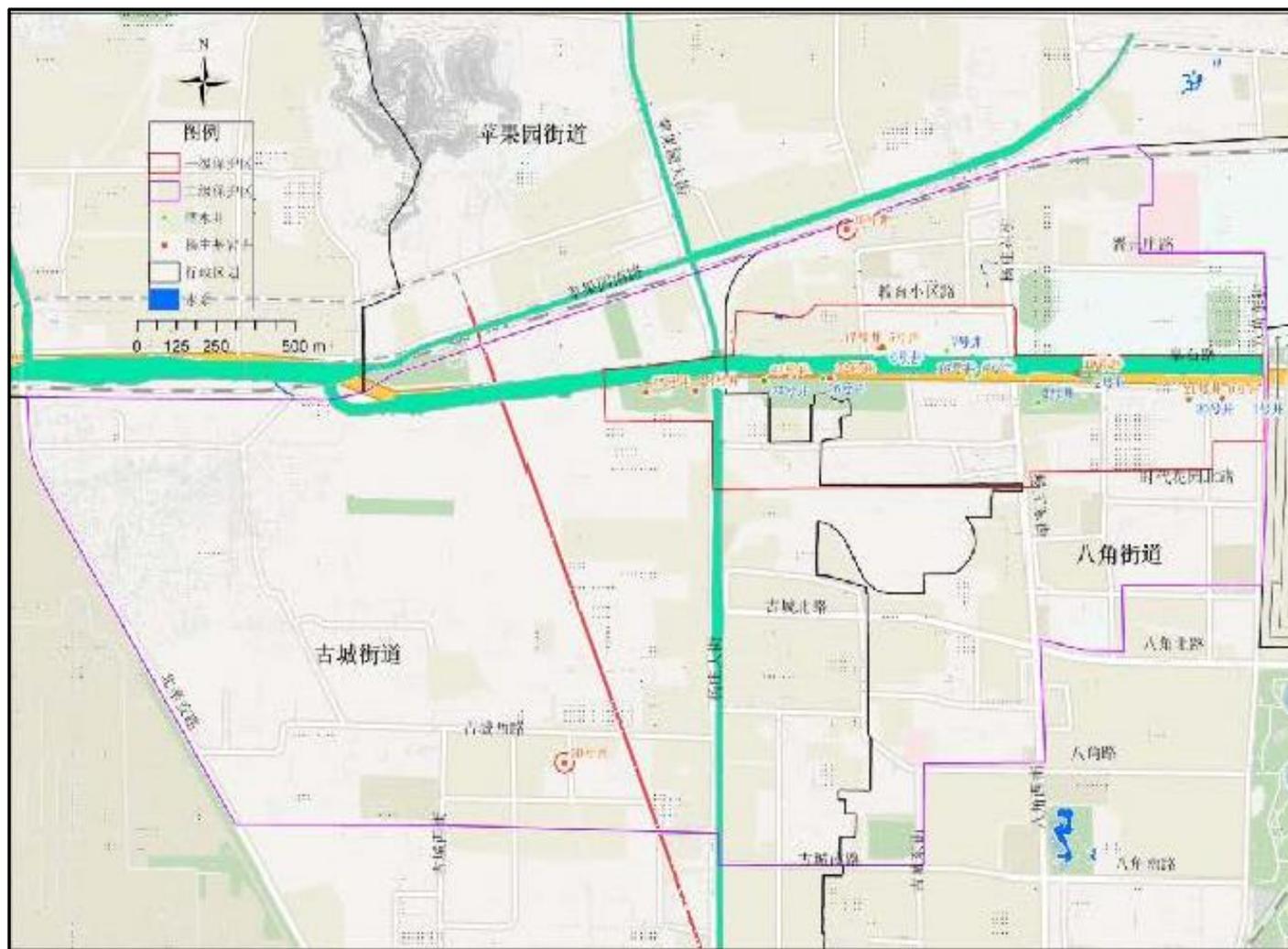


图 2.1-6 北京市石景山区水厂地下水水源保护区图



图 2.1-7 调查区周边水厂位置示意图

### 2.1.3 场地历史沿革

场区主要占用北京第一低压电器厂部分用地

- 上世纪 60 年代之前为农田；
- 该厂区在 20 世纪 60 年代为北京市阀门五厂，主要进行阀门的维护及维修，生产阀门及配件；
- 1997 年左右北京第一低压电器厂与阀门五厂组合，更名为北京第一低压电器有限责任公司。生产阀门、配件、配电柜及配电箱的组装；
- 2000 年以后，该厂区生产逐步减少；
- 2008 年，北京无仪美达科技有限公司租用厂区的 3 层办公大楼进行办公，主要用于测试仪器、集成电路测试仪器组装和调试。
- 2009 年至 2018 年 10 月，北京第一低压电器厂厂房及办公楼完好，主要为机电设备组装。
- 2018 年 6 月至今，该区域范围内的建筑物拆除完毕。

场区东北侧主要占用石景山区烟草局部分用地

- 在上世纪 50 年代以前为农田；
- 2002 年-2018 年 6 月，石景山烟草专卖局办公用房；
- 2018 年 6 月至今，地块范围内的构筑物已拆除。

场区西北侧主要占用首钢电机厂部分用地

- 在上世纪 50 年代以前为农田。
- 1958 年开始，为首钢化肥厂用地，利用首钢焦化厂净化后的煤气进行再次脱硫过程生产合成氨化肥。
- 1979 年该厂区逐步停产。
- 1990 年初，该厂区划归首钢电机厂使用，主要进行电机维修和生产。
- 2018 年 6 月至今，地块范围内的构筑物已拆除。

场区南侧主要占用首钢热力众达换热设备公司部分用地

- 上世纪 40 年代之前为农田。
- 上世纪 40 年代建成首钢热力设备厂。
- 1995 年，经北京市体改办批复、首钢总公司批准，在原有人力框架基础上成立首钢热力众达换热设备公司，归属首钢集团，主营维护、修复、生产各式换热器。
- 2001 年经北京市体改办批复，首钢总厂批准，由首钢机电公司控股，改制为具有独立法人的有限责任公司，其主要生产工艺未发生变化。
- 2018 年 6 月至今，地块范围内的构筑物已拆除。

#### 2.1.4 场地现状

从历史图片上看，调查的场地经历了一些变更，自 2009 年至 2018 年 6 月，北京第一低压电器厂厂房及办公楼完好，主要为机电设备组装。首钢电机厂厂房完好，主要进行大型电机的维修。首钢热力众达换热设备公司厂房完好，主要进行容器产品的制造。石景山烟草专卖局办公楼完好，主要为公司的办公场所和物品保存仓库。2018 年 6 月至今，该区域范围内的建筑物拆除完毕。

调查区域内场地历史用地的变化状况如图 2.1-8 所示。







图 2.1-8 北辛安补充调查 698 地块范围用地历史变化示意图

### 2.1.5 场地未来规划

依据北辛安棚户区改造项目—698 地块规划内容，如图 2.1-9。调查场地区域内未来规划主要将建设成为住宅用地。



图 2.1-9 调查区域用地情况规划图

## 2.2 场地污染识别

按照《场地环境调查技术导则》(HJ25.1-2014)中要求:“第一阶段场地环境调查是污染识别阶段,主要是进行场地资料的收集与分析、现场勘查和人员访谈。”通过资料收集、文件分析、现场踏勘及对相关人员进行访谈等方式,了解厂区的生产情况、功能区布局以及场地周边的环境等,识别存在潜在污染的区域以及与周边环境的相互影响,并初步分析该场地可能存在的污染物,为场地采样的布点和确定分析检测项目提供依据。

### 2.2.1 场地调查

#### 2.2.2.1 调查的工作方法

本次场地调查主要通过资料收集、现场踏勘、座谈、工具辅助等形式进行现场调查。通过向北京第一低压电器厂、首钢电机厂、首钢热力众达换热设备公司职工访谈了解场地历史、场地平面布置、生产工艺、生产设施和污染排放的情况,并向场地内现有员工了解场地内现状。

#### 2.2.2.2 调查的工作过程

本次场地调查通过前期的资料收集、现场踏勘及与场地内现有员工及老职工的座谈,收集了场地的利用历史和现状、平面布置图、地下管线、生产工艺流程、装置及车间位置和污染排放情况,将企业提供的平面布置图和历史卫星图片进行对比,确认了场地内各生产车间、装置、储罐的位置及污水管线的分布情况。

#### 2.2.2.3 资料收集与人员访谈

场地资料主要包括厂区的生产原料、产品、生产工艺以及场地的历史变迁和现状,也包括场地及周边区域的自然环境、污染历史、水文地质等信息。

本次资料收集与人员访谈过程中收集了场地内原企业地下管线、生产工艺、生产设施和污染排放情况等相关资料,将企业提供的平面布置图和历史卫星图片进行对比,确认了生产车间、装置、储罐的原有位置及污水管线的分布情况。

#### 2.2.2.4 场地原企业主要产品

##### (1) 北京第一低压电器有限责任公司

北京第一低压电器有限责任公司是原国家机械部低压电气行业重点企业之一,1958年建厂,至今有40多年的生产历史。生产的产品包括:低压电器元件,

辅件和低压成套设备装置。企业现有职工 1450 名，技术人员 140 余名，生产设备 100 多台，试验设备 50 余台（套）。

20 世纪 60 年代为北京市阀门五厂，主要进行阀门的维护及维修，生产阀门及配件，主要的生产工艺为金属的机加工、配件组装。通过机加工制作阀门配件，对阀门进行维修，同时利用成品件组装阀门。机加工剩余的废弃金属材料，经过收集后集中处理；1997 年左右北京第一低压电器厂与阀门五厂组合，生产阀门、开关柜、控制屏、断路器、转换开关、配电柜及配电箱；涉及的工艺比较简单，主要为金属的机加工、配件组装，利用成品元件组装断路器、电控箱、控制柜等。

## （2）首钢电机厂

首钢电机厂所在场地，在上世纪 50 年代以前为农田。1958 年开始，为首钢化肥厂用地，利用首钢焦化厂净化后的煤气进行再次脱硫过程生产合成氨化肥。1979 年该厂区逐步停产。1990 年初，该厂区划归首钢电机厂使用，主要进行电机维修和生产。

1958 年至 70 年代后期，该场地归首钢化肥厂使用，主要利用焦炉煤气脱硫生产化肥合成氨。主要生产原料为液氨以及由首钢焦化厂经净化后传输过来的煤气。

化肥生产工艺如图 2.2-1 所示，煤气进入脱硫塔，在脱硫塔利用氨水脱去煤气中的硫化氢，净化后的煤气进入洗氨塔，在洗氨塔内被软水洗涤，洗涤后的煤气由塔顶排出进入存储站，经调压后进入市政燃气管网。贫液送入蒸氨塔，在蒸氨塔内，氨蒸出后用来制取氮肥，蒸氨废水排往废水处理装置。上世纪 70 年代末期化肥厂关闭。

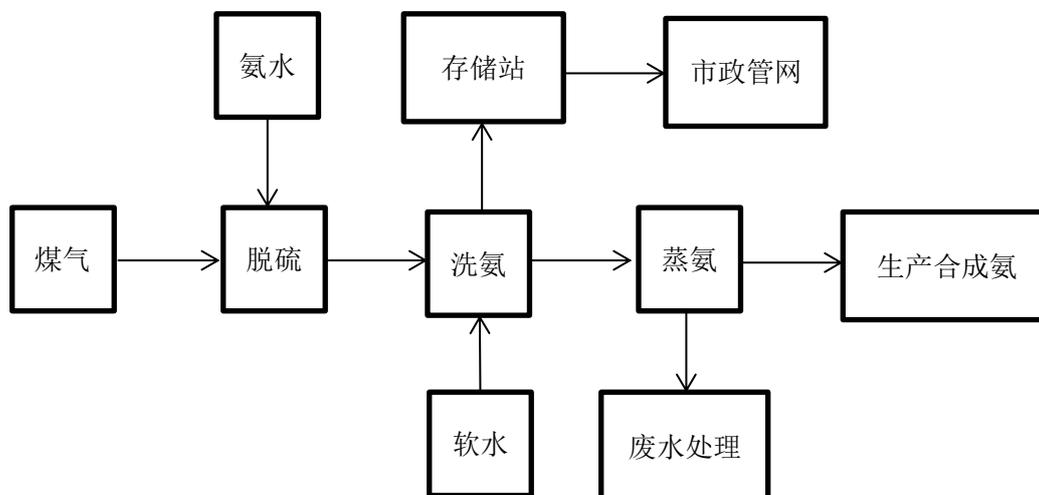


图 2.2-1 化肥生产工艺流程图

在 1990 年左右，首钢电机厂开始在该厂区进行生产。主要承担首钢电机的维修，生产电力变压器、大型整流变压器、电炉变压器，电机及高低配电柜等。工厂下设电机制造、变压器制造及修理、开关柜制造、机加工、电机修理、电气检修和电气试验。主要设备工艺包括数控 32 工位冲床、2.5M 数控剪刀、2.5M 数控折弯机、2M 数控线圈涨形机、32T 数控扇形冲床以及  $\Phi 200$  数控镗铣、 $\Phi 8M$  立车和  $\Phi 8M$  数控立车等重型机加工设备。在首钢电机厂的生产阶段，主要生产过程为金属元件的机加工、配件组装以及设备维修。生产过程中产生的固体废物为金属废弃物，经收集后外售给废品回收单位。

### (3) 首钢热力众达换热设备公司

首钢热力众达换热设备公司是首钢直属单位。主要进行换热设备的维修、设计及制造加工，是首钢总厂专业化维修、生产换热器定点单位。

2001 年经北京市体改办批复，首钢总厂批准，由首钢机电厂控股，改制为具有独立法人的有限责任公司。

主要产品有：QLD 叠片式气体冷却器、KLZ 轧片式空气冷却器和 YL 油冷却器等系列产品及 BR2 级压力容器产品的制造。

主要生产工艺为动平衡和机加工。车间生产设施主要有动平衡机、桥式起重机、电焊机等。

### (4) 石景山烟草专卖局

石景山烟草专卖局主要为烟草的临时暂存地与人员办公用楼，不涉及生产。

## 2.2.2.5 场地现场踏勘

我单位依据评价范围组织技术人员对场地进行了现场踏勘，该场地主要包括北京第一低压电器有限责任公司、首钢电机厂、首钢热力众达换热设备公司和石景山烟草专卖局。

现场踏勘首先重点勘察了北京第一低压电器有限责任公司的生产装置区，发现整个生产车间均为水泥硬化，且有 30cm 厚水泥浇筑基础，从现场情况来看，场地污染痕迹较少，但不排除有土壤污染的可能，需要进行钻探采样分析。

其次，结合人员访谈结果与 Google Earth 历史影像，首钢电机厂生产车间包括在该地块内，对该企业生产区域进行重点查看，企业也已经关停，地面均有水泥硬化、且无异味，场地内没有明显污染痕迹，需要根据下一步钻探采样工作进一步分析地块污染程度。

然后，对地块内首钢热力众达换热设备公司进行现场踏勘，Google Earth 历史影像与人员访谈结果显示该企业仅有北侧区域包含在地块范围内，对企业进行现场踏勘可知，企业已经关停，地面没有明显的污染物渗漏痕迹，需结合企业生产工艺与钻孔采集工作进一步确定企业所在区域土壤污染程度。

最后，对石景山烟草专卖局所在区域进行现场踏勘，该企业同样已经关停，地面没有明显污染痕迹，需要进一步钻孔采样以分析其污染程度。

## 2.2.2 场地污染分析

### (1) 北京第一低压电器有限责任公司

该厂区在 20 世纪 60 年代为生产工艺为金属的机加工、配件组装，通过机加工制作阀门配件，机加工所剩余的废弃金属材料，经过收集后集中处理；1997 年左右北京第一低压电器厂与阀门五厂组合后，涉及的工艺比较简单，主要为金属的机加工、配件组装，利用成品元件组装断路器、电控箱、控制柜等，生产过程中产生的固体废物为金属废弃物及损坏的电子元件等，经收集后外售给废品回收单位。

根据北京第一低压电器的生产历史和生产工艺，考虑周边场区的影响，该厂区内土壤存在污染的可能性，潜在特征污染物为重金属（砷、锌、铅、镉、铬）和 SVOCs 类物质等。

### (2) 首钢电机厂

首钢电机厂所在场地，在上世纪 50 年代以前为农田，不产生明显的污染物质。

1958 年开始，该场地为首钢化肥厂用地，利用首钢焦化厂净化后的煤气进行再次脱硫过程生产合成氨化肥，结合化肥生产工艺，产生的废气污染物主要为氨气以及煤气中的硫化物、挥发性有机物的挥发泄露；废水为化肥生产过程中的蒸氨废水，废水在集水池汇集后进入活性污泥池，经过生物处理后进入沉淀池，沉淀池的上清液为处理达标的水进入市政污水管网，沉淀池的部分污泥回流进入活性污泥池。产生的固体废物为生物污泥，经过脱水处理后进行卫生填埋。煤气输送储存过程中，罐体、管道中残存的液体可能含有多环芳烃、苯系物等有机污染物。管线可能发生渗漏，造成土壤污染。

1979 年首钢化肥厂厂区逐步停产，1990 年初，该厂区划归首钢电机厂使用，主要进行电机维修和生产。在首钢电机厂的生产阶段，主要生产过程为金属元件

的机加工、配件组装以及设备维修，生产过程中产生的固体废物为金属废弃物，经收集后外售给废品回收单位。

综合分析根据该区域的土地利用历史和生产工艺历史，初步判断本厂区内的主要特征污染物是 SVOCs、VOCs、重金属（砷、锌、铅、镉、铬）。潜在重点污染区域为原来生产中的脱硫工段、储罐区、化肥生产区域和后续维修车间等区域。

**698 地块占用首钢电机厂东南角约 4000 平方米，主要为绿化用地及办公用房，不涉及生产车间。**

#### （3）首钢热力众达换热设备公司

首钢热力众达换热设备公司主要进行换热设备的维修、设计及制造加工，是首钢总厂专业化维修、生产换热器定点单位。该企业生产过程中主要的固体废物为原料机加工以及焊机等加工过程中产生的金属废弃物等，经收集后外售给废品回收单位。

考虑周边场区的影响，综合分析认为，该厂区内土壤潜在污染物为重金属（砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞）等及 SVOCs 类物质等。

**698 地块占用首钢热力众达换热设备公司西北角约 5000 平方米，主要为绿化用地及办公用房，不涉及生产车间。**

#### （4）石景山烟草专卖局

石景山烟草专卖局主要为烟草的临时暂存地及人员的办公用楼，无生产过程，对环境产生的影响较小。

结合该场地内企业分布与不同企业各历史阶段生产工艺、设施及原辅材料与产品类型，全面考虑场地周边厂区的分布情况，分析认为该场地可能的潜在污染物有重金属（砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞）、VOCs 和 SVOCs 类物质等。

### 2.2.3 场地周边污染分析

经现场勘察，场地周边主要受首钢煤料堆场、首钢建设总公司古城基地、明塑包装制品厂三个厂区的影响。

#### （1）首钢煤料堆场

该煤堆场在 2008 年停用。通过卫星图片，可以看出在 2010 年，进行了修整，2012 年划归首钢建设总公司作为下属企业的办公用房和吊机及脚手架等设备材

料的存放场地。

首钢煤料堆场是首钢的生产原料堆场，主要堆存生产用煤和焦炭；外购的各类精煤由卸煤机械卸料至煤场，采用配煤机械倒运或抓取相应数量的原料煤，按比例分别输送至配煤仓内，经配煤混合后破碎至一定颗粒大小并调湿后输送至煤塔待用。

煤料堆场负责原料煤的储存、加工和输送，为主厂区炼焦生产提供合格的装炉原料。大气排放源是来自煤的装卸、混配、粉碎、皮带运输过程中煤尘的飞扬。排放的大气污染物主要是烟尘。煤泥中含有少量的重金属及有机物，长久地堆放，受到雨水淋溶，备煤区的土壤可能会受到污染。

首钢煤料堆场的潜在污染物为堆存的原料中存在的重金属砷、SVOCs 以及 VOCs 等。

## (2) 首钢建设总公司古城基地

首钢建设总公司古城基地所在场地，在上世纪 50 年代以前为农田。1958 年开始，为首钢化肥厂用地，利用首钢焦化厂净化后的煤气进行再次脱硫过程生产合成氨化肥。1979 年，首钢化肥厂生产逐步停产。该区域仍旧作为首钢焦化煤气处理厂的煤气脱硫厂房，对首钢焦化厂净化后的煤气进行再次脱硫，后续进入市政管网。1990 年以后，煤气脱硫停产，场区搁置。2011 年该厂区划归首钢建设总公司使用，首钢建设总公司在原有厂房基础上进行翻修改建，将原有厂房改建为现有办公楼进行使用，并将该厂区作为公司的办公基地。基地办公楼建设过程中出现一定的场地建设用地扰动。

该调查区域和首钢电机厂所在调查区域在首钢化肥厂使用阶段，场地用地历史和生产工艺基本一致。因此该区域场地评价中的工艺分析、产排污节点和污染初步识别过程与首钢电机厂章节的内容一致，在此不再赘述。

下面主要介绍该场区在首钢化肥厂停产后作为煤气脱硫加压站的生产过程。

煤气脱硫加压站阶段：

厂区内原主要工艺流程见图 2.2-2。

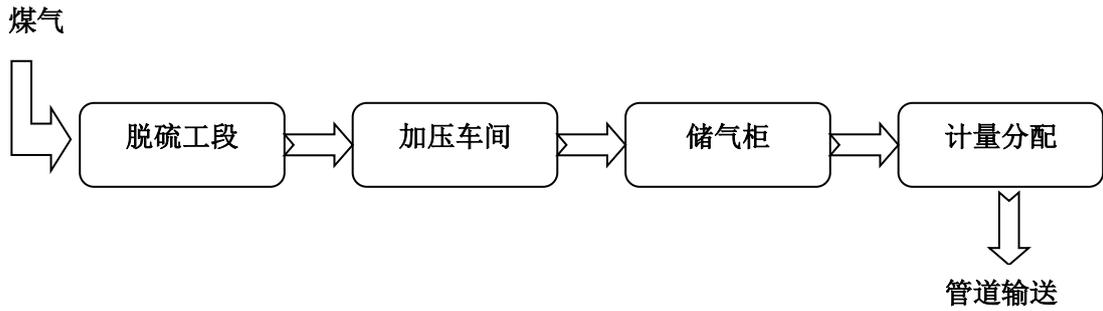


图 2.2-2 煤气储配厂生产工艺流程

### ① 脱硫工段

脱硫工段主要采用干法脱硫，即采用含氧化铁脱硫剂去除煤气中的  $\text{H}_2\text{S}$  等含硫组分，从而使原煤气中的含硫量从  $100 \text{ mg/m}^3$  降至  $20 \text{ mg/m}^3$ 。脱硫剂定期置换，不在场地内临时堆放和暂存。

### ② 加压工段

净化后煤气经加压车间内的空压机压缩后，储放至储气柜中。

### ③ 分配输送

储气柜中临时储放的气体，经过计量、加压后输送至城市燃气管网。但是在厂区内，各工段之间主要通过管路连接。

通过以上工艺分析可知，在脱硫净化过程中，废气污染物为煤气中的硫化物、挥发性有机物的挥发泄露。产生的固体废物为失效的脱硫剂，脱硫剂定期置换，不在场地内临时堆放和暂存。原煤气输送、储存过程中，罐体、管道中残存的液体可能含有多环芳烃、苯系物等有机污染物。生产过程污染物可能泄漏至土壤中，造成土壤污染。

初步判断本厂区内的主要特征污染物是 SVOCs、VOCs、重金属砷等。潜在重点污染区域为原来生产中的加压工段、储气罐区、地下管路等区域。

## (3) 明塑包装制品厂

该塑料厂原生产过程中主要采取外购母料，在此加工成型，具体生产工艺如下：

### ① 塑料绳加工

主要外购聚乙烯 (PP) 颗粒，经过电加热融化后进行吹膜，拉伸后制成包装绳，然后缠绕打包后进行外售。该产品年生产规模最大时达到 4000-5000 吨。由于该生产工艺相对简单，主要可能的污染物主要来源于塑料加热过程中产生的尾

气以及用于降温的循环冷却水。

### ②塑料打包带加工

主要外购聚乙烯（PP）颗粒，经过加热融化后拉伸压制成塑料打包带，然后缠绕打包后进行外售。该产品年生产规模最大时达到 1000 吨左右。由于该生产工艺相对简单，主要可能的污染物主要来源于塑料加热过程中产生的尾气以及用于降温的循环冷却水。

### ③塑料保护套加工

主要外购聚乙烯（PP）颗粒，经过加热融化后拉伸压制成塑料保护套，主要用于葡萄酒玻璃瓶保护。该产品属于该厂后期发展的主要产品之一，受制于企业生产经营和市场变化的原因，年生产规模最大时仅为 500 吨左右。

产生的固体废弃物主要为生产过程产生的残次品，经收集后外售其他塑料行业回收做原料。结合该场地生产工艺以及周边厂区分布情况，分析认为该场地可能的潜在污染物有重金属砷和 SVOCs。

另外，调查地块正处于首钢主厂区高炉烟囱的排放下风向方向，直线距离为 1-2 公里，属于烟气沉降区，受首钢主厂区的大气沉降影响，大气排放源来自煤的装卸、混配、粉碎、皮带运输过程中烟尘的飞扬等，排放的大气污染物主要是烟尘飘落。受主厂区及周边地块清挖施工的扰动影响，初步判断调查区域表层土壤可能受到一定程度的潜在污染。分析认为该场地可能的潜在污染物有重金属和 SVOCs。

## 2.2.4 环境突发事件

经初期调查，场地在生产过程中，未出现环境污染突发事件。

## 2.2.5 污染识别小结

此次调查涉及潜在污染地块，下面结合调查地块的历史变迁情况，分析 698 地块潜在污染状况，结果如表 2.2-1 所示。

表 2.2-1 调查区域内潜在污染状况

	厂区名称	生产工艺	原辅材料及用量	产成品类型及产量	污染排放特征
地块内污染识别	北京第一低压电器有限责任公司	生产低压电器元件，辅件和低压成套设备装置，主要为来料组装	电器元件，电控箱	电器元件	固废遗撒、泄露。排放量不明确。潜在特征污染物为

					重金属砷、 锌、铅、镉、 铬、SVOCs。
	首钢电机 厂	无	无	无	无
	首钢热力 众达换热 设备公司	无	无	无	无
	石景山烟 草专卖局	无	无	无	无
地块周边 污染识别	首钢煤料 堆场	生产原料堆场，主要 堆存生产用煤和焦 炭；	生产用 煤、焦 炭，用 于原料 堆放。	生产用煤、焦炭	无组织排放， 遗撒、泄露。 排放量不易 估计。 潜在特征污 染物为重金 属砷、VOCs、 SVOCs。
	首钢建设 总公司古 城基地	1958年-1980年，利 用焦炉煤气脱硫生 产化肥合成氨。 化肥厂停产后，进行 首钢焦化煤气的过 滤、加压、储存站	焦炉煤 气，年 产量约 700万 立方	煤气	无组织排放。 排放量不易 评估。 潜在特征污 染物为重金 属砷、VOCs、 SVOCs。
	明塑包装 制品厂	外购母料，塑料加工 成型。	聚乙烯 (PP) 颗粒。 年产约 80吨	塑料成品	无组织排放， 遗撒。泄露。 排放量不易 评估。 潜在特征污 染物为重金 属砷、 SVOCs。

参考北京第一低压电器厂、首钢电机厂和首钢热力众达换热设备公司及周边企业的污染因子，本区域存在的潜在污染物可能为重金属（砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞）、VOCs、SVOCs。

## 2.3 污染识别结论与建议

### 2.3.1 结论

通过对首钢电机厂、北京第一低压电器有限责任公司、首钢热力众达换热设备公司、石景山烟草专卖局及周边企业的初步污染识别，场区内未发生环境污染事故，没有明显的污染痕迹。

**698 地块**占用首钢电机厂东南角约 **4000 平方米**，主要为绿化用地及办公用

房，不涉及生产车间。

北京第一低压电器有限责任公司主要是对电子元件进行组装，生产电子检测仪器，场区内没有明显的污染痕迹，由于可能会受到周边环境的影响，场区内的土壤需要进行采样调查，主要调查污染物为重金属砷、锌、铅、镉、铬和 SVOCs 类污染物。

**698 地块占用首钢热力众达换热设备公司西北角约 5000 平方米，主要为绿化用地及办公用房，不涉及生产车间。**

石景山烟草专卖局主要为烟草的临时暂存地及人员的办公用楼，无生产过程。

另外，本次调查区域范围受原厂区堆煤场污染迁移、粉尘飘落，以及主厂区大气沉降等因素的影响，调查区域可能存在潜在污染。

按照相关导则规范要求，本场地需开展现场采样调查工作。698 调查区域内存在的潜在污染物可能为重金属（砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞）、VOCs、SVOCs。

### **2.3.2 建议**

依据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环保部 2017 年第 72 号附件)、《场地环境调查技术导则》( HJ25.1-2014) 等相关技术导则，结合场地实际情况，建议采用判断布点的方法开展现场钻探采样工作，以便快速、准确的判断调查区域的污染状况及修复范围。

## 3 初步调查

### 3.1 土壤样品现场采集

#### 3.1.1 土壤采样布点原则

现场调查过程中，主要采用判断布点原则，进行场地采样调查；现场采样过程中根据场地实际情况判断，实时调整采样点的位置，确保掌握整个场地的污染状况。

#### 3.1.2 土壤采样布点方案

在场地污染识别的基础上，按照相关导则技术要求，采用判断布点的方法，在调查区域内进行土壤布点采样，对污染区域、污染深度、污染物种类进行确认。

依据该场地区域水文地质资料，分析厂区内工程地质单元层的主要分布情况及特征，此次土壤采样点的计划采样深度自表土向下为：

第 1 层：0.2m 左右；

第 2 层：1-2m 左右；

第 3 层：2m-3m 左右；

第 4 层：3m-4m 左右；

第 5 层：4m-5m 左右；

在实际采样过程中，根据现场观察的实际情况和现场快速测试设备 PID 及 XRF 的辅助判断，适当调整采样深度和采样层数。

698 地块初步调查的区域，根据原《北辛安棚户区改造项目场地环境评价调查报告》中，涉及 698 地块的采样点位单独摘录出来，进行分析汇总，调查土壤采样孔 16 个，采集土壤样品 62 个（包括平行样 10 个）；测试重金属 37 个、测试 SVOCs 62 个、VOCs 1 个。

调查区域土壤取样孔具体情况如表 3.1-1。

调查区域土壤钻孔具体分布情况见下图 3.1-1。

表 3.1-1 采样点位信息表

场地调查情况	采样点	钻进深度(m)	采样深度(m)	测试指标
场地初步调查	DYS1	2.5	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			1	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			2	SVOCs
			2.5	SVOCs
	DYS2	2	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			1	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			2	SVOCs
	DYS3	2	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			1.4	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			2	SVOCs
	DYS4	3.5	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			1	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			3	SVOCs
			3.5	SVOCs
	DYS5	5.5	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			1	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			1.8	SVOCs
			3	SVOCs
			5	SVOCs
			5.5	SVOCs
DYS6	3	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs	

			1	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			3	SVOCs
	DYS7	2.4	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			1	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			2	SVOCs
			2.4	SVOCs
	DYS8	4.3	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			3	SVOCs
			4.3	SVOCs
	DYS11	4.5	0.2	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			0.3	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			1	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
			2.5	SVOCs
			4.3	SVOCs
			4.5	SVOCs
	JD1	0.3	0.3	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs、VOCs
	JD2	0.3	0.3	重金属砷、铅、锌、镉、铬、SVOCs
	RL4	2.7	0.2	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs
			1	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs
2.7			SVOCs	
RL5	1.5	0.5	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs	
		1.5	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs	
		1.5	SVOCs	

	RL6	3.4	0.2	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs
			1	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs
			2	SVOCs
			3.4	SVOCs
	RL7	2	0.2	重金属砷、镉、铬、铅、锌、SVOCs
			1	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs
			2	重金属砷、镉、铬、铅、锌、SVOCs
	RL11	2.0	1	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs
			1.3	重金属砷、镉、铬、铜、镍、铅、锌、汞、SVOCs
			2	SVOCs



图 3.1-1 场地初步调查土壤钻孔位置示意图

### 3.1.3 钻探取样

此次现场采样使用冲击钻探和人工钻进行土壤采样。取样结束后回填钻孔，结束该点样品采集工作。

现场土壤样品采集均由评价单位专业人员现场工作。由于 VOCs 类样品的敏感性，为降低样品采集的不确定性，取样时要求严格按照取样规范进行操作，采用 EasyDraw 针孔取样器现场取样。

现场采样过程中，由于场地自身条件限制，取样点位位置有所调整。土壤采样现场取样记录情况见附件 2 土壤采样现场记录表。

### 3.1.4 土壤样品现场快速筛查

现场土壤样品采集时，使用 PID 以及 XRF 对土壤污染情况进行现场快速筛查，相对准确判断土壤污染区域和污染深度。同时结合 PID 和 XRF 检测结果，适当调整土壤采样深度及层数，并选取土壤样品进行采集保存，送至实验室检测分析。

## 3.2 地下水样品现场采集

根据现场踏勘和土壤样品采样现状分析，在首钢电机厂布设 1 个地下水监测井。该场地调查地下水监测井使用汽车钻进行建井。监测井的具体信息如表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 地下水监测井信息

地下水监测井	X	Y	成孔深度	筛管顶部埋深	水位埋深	对应的土壤采样孔
MW1	484048.86	305289.59	55m	50m	51m	JD11

针对该场地地下水监测，地下水样品采集深度为 51m 左右。具体采样过程检测数据见下表 3.2-2。地下水监测指标包括 SVOCs、VOCs 和重金属。

表 3.2-2 地下水取样记录表

井孔编号	水温(°C)	溶氧(mg/l)	电导(us/cm)	pH	氧化还原电位(mv)	静止水位埋深(m)
MW1	13	2.82	1284	7.7	-18.6	51.49

另外在周边设置的两个地下水监测井，钻探深度为 50m，成井后井内未见出水。经调查，该区域北侧地铁 S1 号线正在进行施工，可能由于周围施工降水造成地下水水位下降。

为全面掌握调查区域地下水水质特征,参考了 2014 年 10 月首钢主厂区内的监测井及周边井的监测数据,具体信息如表 3.2-3 所示,监测井位置如图 3.2-1 所示。后续将结合首钢主厂区监测井地下水水质数据综合分析本调查场地地下水水质特征。

表 3.2-3 首钢主厂区监测井信息表

地下水监测井	X	Y	地面标高 (m)	井口标高 (m)	水位标高 (m)	水位埋深 (m)
W1	483045.25	305072.29	83.35	83.71	30.21	53.50
W2	483920.65	304746.53	/	78.96	28.74	50.22
W3	483971.03	305181.33	/	78.24	29.05	49.19

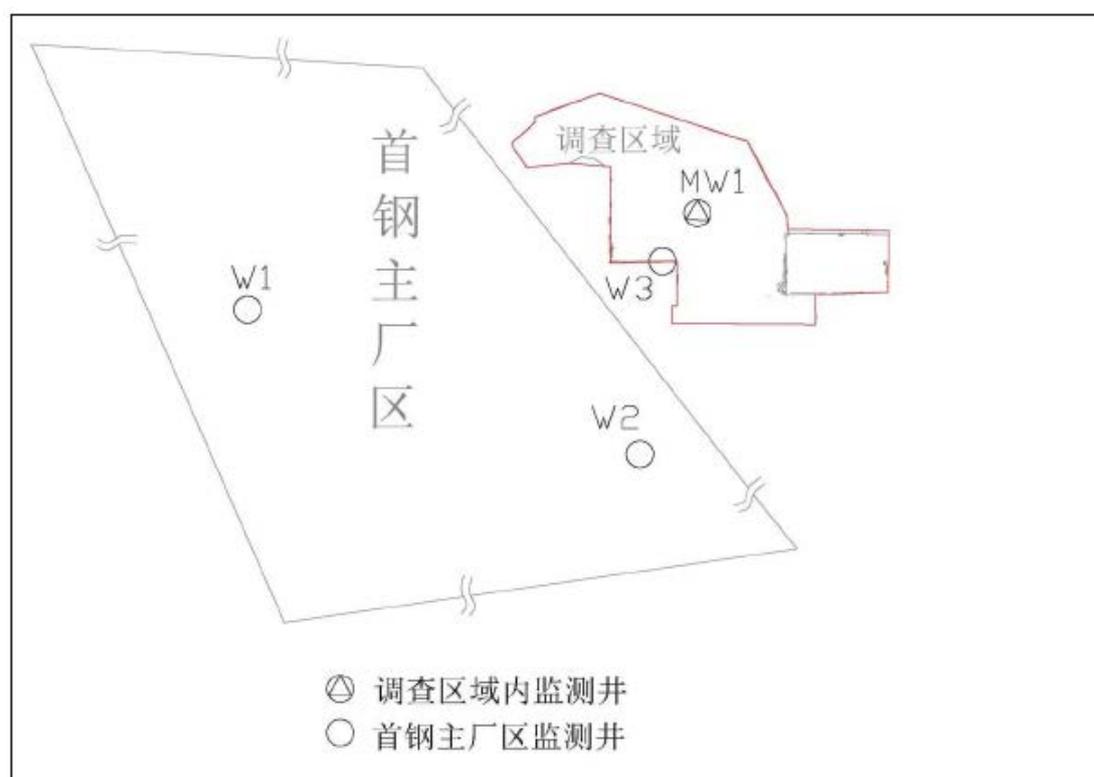


图 3.2-1 监测井位置示意图

### 3.3 水文地质调查

该场地水文地质调查方法贯穿于该场地调查土壤污染调查的全过程,调查过程中进行土壤钻孔,在整个过程中记录每个采样孔的地层及相关现场特征信息,形成现场钻孔记录单,最终形成钻孔柱状图,见图 3.3-1。全部钻孔柱状图见附件 3 所示。

dys5 0	变层标高 (m)	变层深度 (m)	成因年代 (代号)	土名	物理指标				力学指标				
					w (%)	w <sub>L</sub> (%)	w <sub>p</sub> (%)	w <sub>c</sub>	E <sub>s100</sub>	E <sub>s200</sub>	C	φ	
①	-1.6	1.6	Q <sup>ms</sup>	杂填土 填土									
① <sub>1</sub>	-5.8	5.8	Q <sup>ms</sup>	粉土填土									
③	-6.5	6.5	Q <sup>ms</sup>	卵石									

图 3.3-1 钻孔柱状图

### 3.4 样品采集与保存

#### 3.4.1 土壤样品采集与保存

土壤采样按《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)的要求进行。采用 SH-30 型钻机进行土壤钻孔取样。土壤采样器根据不同土壤类型和污染物类型选择。现场土壤采样时应对采样器进行清洗,以防止交叉土样污染。

土壤样品采集方法主要分为两大类: VOCs 样品采用非扰动采样法,使用甲醇液封保存;重金属和 SVOCs 采用常规采样方法,直口玻璃瓶保存。现场使用 PID 对土壤样品中的 VOCs 浓度进行检测,使用 XRF 对土壤样品中的重金属含量进行检测。

现场样品采集与保存方法见表 3.4-1。

表 3.4-1 现场样品采集与保存方法

容器	指标类型	备注
40ml 棕色瓶	VOCs	采集时预先放置保存剂,采样后保温箱冷藏
直口瓶	SVOCs、重金属	采样后保温箱冷藏

VOCs 类样品采集过程为:

取样剖面:进行 VOCs 类土样取样前,使用弯刀刮去表层约 1cm 厚土壤,排除因取样管接触或空气暴露造成的表层土壤 VOCs 流失。

取样:快速使用 Easydraw 针管取样器进行取样,取样量为 5g 左右,转移至加有甲醇保护液的 VOCs 样品瓶中,进行封装。

保存:为延缓 VOCs 流失,样品通常在 4℃左右保存,保存期限 7 天。

现场过程如图 3.4-1 所示。



图 3.4-1 现场采样过程

### 3.4.2 地下水样品采集与保存

样品采集后立即放到装有保温冰块的保温箱中，注意保温箱内温度不超过 4℃。水样品的保存如表 3.4-2 所示。

表 3.4-2 地下水样品保存方法

序号	检测类	容器	注意事项	保存
1	挥发性物质 (VOCs)	棕色玻璃瓶 (40mL)	装样前加 HCl 至 pH<2，水样装满瓶子后不留空气，用聚四氟乙烯盖封口	保温箱，温度 ≤4℃
2	半挥发性有机物 (SVOCs)、重金属	棕色玻璃瓶 (1000mL)	水样装满瓶子，不留空气，用带螺纹的聚四氟乙烯盖封口	保温箱，温度 ≤4℃

### 3.5 实验室检测

#### 3.5.1 检测项目

该场地不同的潜在污染区域可能残留的土壤污染物类型不同,因此相应的检测因子不同,具体如表 3.5-1 所示。

表 3.5-1 场地潜在污染区域土壤样品检测项目

区域编号	采样	土壤样品检测项目
北京第一低压 电器有限责任 公司	第 1 层和第 2 层	重金属、SVOCs
	第 2 层以下	SVOCs
首钢电机厂	第 1 层和第 2 层	重金属、VOCs 、SVOCs
	第 2 层以下	VOCs 、SVOCs
首钢热力众达 换热设备公司	第 1 层和第 2 层	重金属、SVOCs
	第 2 层以下	SVOCs

#### 3.5.2 样品分析方法

本次评价中涉及多种有机污染物,使用的土壤样品检测方法如表 3.5-2 所示。土壤样品和地下水样品检测方法见附件 4 和附件 5,采样样品检测报告及质检报告。

表 3.5-2 土壤样品检测方法

序号	检测指标	检测方法	检测仪器
1	汞	《土壤质量 总汞 总砷 总铅的测定 原子荧光法 第 1 部分:土壤中总汞的测定》GB/T 22105.1-2008	双刀原子荧光光度计
2	砷	《土壤质量 总汞 总砷 总铅的测定 原子荧光法 第 2 部分:土壤中总砷的测定》GB/T 22105.1-2008	双刀原子荧光光度计
3	铅、镉、铬、镍、铜、锌等其他重金属	《电感耦合等离子体质谱法》EPA 6020A	电感耦合等离子体质谱仪
4	SVOCs	《气相色谱-质谱法测定半挥发性有机化合物》EPA 8270D	气质联用仪
5	VOCs	《气相色谱-质谱法测定挥发性有机化合物》EPA 8260C	气质联用仪

## 3.6 全过程质量控制

### 3.6.1 现场采样前的准备工作

在采样前要做好相关的防护、设备维护、人员分工、现场定点等工作。填写采样前准备事项一览表。采样前的准备工作包括：

- 在采样前应该做好个人的防护工作，佩戴安全帽、眼罩、防毒面罩；
- 根据采样计划，准备采样计划单、钻探记录单、土壤采样记录单、地下水采样记录单、样品追踪单及采样布点图。
- 准备 GPS 定位仪、相机、PID、样品瓶、标签、签字笔、保温箱、保温冰块、橡胶手套、蒸馏水、不锈钢铲子、聚四氟乙烯胶带、岩箱、采样器等；
- 确定采样设备和台数；
- 进行明确的任务分工；
- 现场定点，依据采样布点方案和采样计划，采样前一天或采样当天，采用金属探测器和探地雷达等设备探测地下障碍物，确保采样位置避开地下电缆、管线、沟、槽等地下障碍物，采用卷尺、经纬仪和水准仪等工具在现场确定采样点的具体位置，在现场做记号，并在图中标出。

### 3.6.2 采样现场质量控制

#### (1) 采样过程交叉污染控制

为避免采样过程中钻机的交叉污染，对两个钻孔之间钻探设备进行了行清洁；同一钻孔不同深度采样时，对钻探设备和取样装置也采取了进行清洗；与土壤接触的其它采样工具，在重复使用时也进行了清洗。现场采样设备和取样装置的清洗方法和程序如下：

- ① 用刷子刷去除黏附的污染物；
- ② 用肥皂水等不含磷洗涤剂清洗可见颗粒物和油类物质残余；
- ③ 用水冲洗去除残余的洗涤剂；
- ④ 用去离子水清洗后备用。

另外，根据不同的采样目的，上述清洗方法会有所变化：

- ① 采集重金属样品时，采样工具在用自来水清洗后，还需用 10%的硝酸冲洗，然后再用自来水和去离子水进行清洗；

② 采集有机样品时，采样工具在用去离子水清洗后，还需用色谱级丙酮溶剂进行清洗，再用自来水和去离子水进行清洗；

③ 去离子水清洗后，需用空气吹干备用。

#### (2) 采样过程现场管理

① 安全责任人：负责调查、发现、并提出针对现场的安全健康的要求。有权停止现场工作中任何违反安全健康要求的操作。

② 工作负责人：根据既定的采样方案组织、完成现场的采样工作，确保现场的采样工作顺利、安全实施。

③ 样品管理员：负责采样容器的准备、采样记录和样品保存，确保样品编号正确、样品保存和流转满足要求，确保样品包装紧密，避免交叉污染，确保送样并确认实验室收到样品。

#### (3) 现场质量控制样品

为评估从采样到样品运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果，本项目在现场采样过程中采集了现场平行样。本项目共检测分析土壤样品 62 个，其中现场平行样品 10 个，采样过程的质量控制样品数量达样品总数的 16%。

### 3.6.3 样品运输与交接

**装运前核对**采样结束后现场逐项检查，采样记录表、样品标签等，有缺项、漏项和错误处，及时补齐和修正后装运。

**样品运输**样品运输过程中严防损失、混淆或沾污，并将样品在遮光、低温(4℃)冷藏条件下尽快送至实验室分析测试。

**样品交接**样品送到实验室后，采样人员和实验室样品管理员双方同时清点核实样品，并在样品流转单上签字确认，样品流转单一式四份，由采样人员填写并保存一份，样品管理员保存一份，交分析人员两份，其中一份存留，另一份随数据存档。样品管理员接样后及时与分析人员进行交接，双方核实清点样品，核对无误后分析人员在样品流转单上签字，然后进行样品制备。

土壤及地下水样品的保存方式及注意事项见表 3.5-1。

表 3.5-1 土壤样品的保存方式及注意事项

序号	检测因子	容器	注意事项	保存
1	重金属	250ml 广口玻璃瓶	采集均质样品，填满瓶子消除顶空	保温箱 4℃以下
2	SVOCs	250ml 广口玻璃瓶	取样前刮去表层约 1cm 的土层，然后装满瓶子，与瓶口形成切面，不留空气。填装过程要快，减少暴露时间。	保温箱 4℃以下
3	VOCs	40ml 棕色玻璃瓶	用采样器采集 4-5cm <sup>3</sup> 土柱装入有甲醇保护剂的 40ml 棕色玻璃瓶中	保温箱 4℃以下

### 3.6.4 实验室质量控制

根据《土壤环境监测技术规范》 HJ/T 166-2004 的标准要求进行实验室分析质量保证和质量控制。

实验室从接样到出数据报告的整个过程严格执行 CNAL/AC01：2003《检测和校准实验室认可准则》体系和计量认证体系要求。

实验室分析时设实验室空白样、平行样、基质加标样。要求分析结果中平行盲样的相对标准偏差均在要求的范围内，实验室加标和基质加标的平行样品均在要求的相对百分偏差内。样品的保留时间、保留温度等实验室内部质量保证/控制措施均符合规定的要求。

### 3.6.5 质量控制结果

本项目共检测分析土壤样品 62 个，其中现场平行样品 10 个，采样过程的质量控制样品数量达样品总数的 16%。实验室检测分别对实验室控制样加标回收率、平行样和加标平行样进行实验室检测过程质量控制，结果显示实验室检测数据有效，符合本地块初步调查评价工作。

#### 3.6.5.1 第一低压电器有限责任公司地块调查实验室质控信息

第一低压电器有限责任公司地块在前期调查中，共计布设土壤采样点 11 个，采集土壤样品 45 个。本次调查的 698 地块范围内有 9 个土壤采样点位，分别为 DYS1、DYS2、DYS3、DYS4、DYS5、DYS6、DYS7、DYS8、DYS11。

澳实分析检测(上海)有限公司北京分公司分别于 2015 年 8 月 18 日、19 日对第

一低压电器有限责任公司地块采集的样品进行检测分析，检测过程中分别对实验室控制样加标回收率、平行样和加标平行样进行实验室检测过程质量控制。结果显示，该地块采集的土壤样品在实验室质量控制工作中加标回收率控制为 70.4%-125%，实验室平行样品的相对差异为 0-9.5%，加标平行样品的相对差异为 0.1%-21.4%，三者都在实验室质控控制范围内。具体质控信息详见表 3.6-1。

表 3.6-1 第一低压电器有限责任公司地块土壤样品检测实验室质控信息表

检测样品 检测时间	土壤半挥发性有机物					
	加标回收率 (%)		平行样相对差异 (%)		加标平行样相对差异 (%)	
质控类型	回收率	控制范围	相对差异	控制范围	相对差异	控制范围
2015.8.18	<b>70.4-119</b>	70-130	<b>0-9.5</b>	0-35	<b>0.2-12.6</b>	0-35
2015.8.19	<b>75.3-124</b>	70-130	-	0-35	<b>0.3-21.4</b>	0-35
	<b>72.7-125</b>	70-130	-	0-35	<b>0.1-14.1</b>	0-35

备注：实验室检测质控数据详见附件 4 中 CLEC150147 检测报告-质量控制报告单。

### 3.6.5.2 首钢热力众达换热设备公司及首钢电机厂地块调查实验室质控信息

首钢热力众达换热设备公司及首钢电机厂检测数据同在一个检测报告中，因此进行了汇总统计。在前期调查中，地块范围内共布设土壤采样点位 43 个，采集土壤样品 140 个。本次调查的 698 地块范围内有 6 个土壤采样点位，分别为 JD1、JD2、RL4、RL5、RL6、RL11。

澳实分析检测(上海)有限公司北京分公司分别于 2015 年 10 月 22 日、2015 年 10 月 26 日和 2015 年 11 月 5 日对首钢热力众达换热设备公司地块采集的样品进行检测分析，检测过程中分别对实验室控制样加标回收率、平行样和加标平行样进行实验室检测过程质量控制。结果显示，该地块采集的土壤样品在实验室质量控制工作中加标回收率控制为 70.1%-130%，实验室平行样品的相对差异为 0-20.2%，加标平行样品的相对差异为 0%-34%，三者都在实验室质控控制范围内。具体质控信息详见表 3.6-2。

表 3.6-2 首钢热力众达换热设备公司及首钢电机厂土壤样品检测实验室质控信息表

检测样品 检测时间	土壤半挥发性有机物					
	加标回收率 (%)		平行样相对差异 (%)		加标平行样相对差异(%)	
质控类型	回收率	控制范围	相对差异	控制范围	相对差异	控制范围
2015.10.22	<b>76-125</b>	70-130	<b>0-20.2</b>	0-35	<b>0.2-15</b>	0-35
	<b>88-127</b>	70-130	<b>0-3.4</b>	0-35	<b>0-15</b>	0-35
	<b>96.1-129</b>	70-130	-	0-35	<b>0-19</b>	0-35
	<b>70.6-126</b>	70-130	-	0-35	<b>0.5-15</b>	0-35
	<b>70.1-130</b>	70-130			<b>0.1-21</b>	0-35
	<b>70.1-127</b>	70-130				
2015.10.26	<b>71.9-118</b>	70-130	<b>0-8.7</b>	0-35	<b>0.2-16</b>	0-35
	<b>70.3-114</b>	70-130	-	0-35	<b>0-20</b>	0-35
	<b>71.9-117</b>	70-130	<b>0-3.6</b>	0-35	<b>0-29</b>	0-35
2015.11.5	<b>70.1-124</b>	70-130	<b>0.2-3.1</b>	0-35	<b>0.5-34</b>	0-35
			<b>0-11</b>	0-35	<b>0.3-22</b>	0-35

备注：实验室检测质控数据详见附件 4 中 CLEC150147 检测报告-质量控制报告单。

### 3.7 初步调查结果分析

#### 3.7.1 场地水文地质调查情况

根据钻探结果,场地地层主要由第四纪冲洪积相堆积物组成,沉积韵律明显,层位较稳定。根据现场调查数据分析,将场地调查范围深度上划分为6个地质单元层。各地质单元层的分布情况及特征见下表3.7-1。

表 3.7-1 场地地层分布一览表

地层编号	地层名称	地层底板埋深 (m)	地层厚度 (m)	地层描述及特征
1	杂填土	1.0-5.0m	1.0-5.0m	杂色;稍密;稍湿;包含砖块、混凝土块、碎石,砖渣、灰渣、植物根。砂土填土约35%
2	卵石	23-34.5m	20-29m	亚圆形级配较好,含中砂35%
3	卵砾石	32-32.5m	5.5-9m	亚圆形级配较好-
4	中砂	33.3-35m	0.5-0.8	含石英、云母
5	卵石	48-55m	13-21.7	亚圆形级配较好,含中砂35%
6	以下	未勘透	未勘透	未勘透

#### 3.7.2 初步调查土壤污染特征分析

本次评价以北京市地方标准《场地环境评价导则》(DB11/T 656-2009)为主要参考标准对场地污染情况开展调查。土壤样品的检测结果见附件4。

本次调查的区域范围内土地未来规划为居住用地,为了控制健康风险,将本次调查区域涉及的场地主要以北京颁布的《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011)中的住宅用地情景筛选值为参照标准。

##### 3.7.2.1 重金属

698地块初步调查中,有37个样品进行了土壤中砷、铬、铅、锌和镉等重金属类污染物含量的检测。对比北京市场地土壤环境风险评价筛选值(DB11/T 811-2011)中的住宅用地标准,超过筛选标准值的污染物是重金属砷,有8个样品超过筛选值,结果如表3.7-2所示。

表 3.7-2 土壤样品中砷超过筛选值的检测结果（单位：mg/kg）

编号	污染物	砷
	筛选值（DB11/T 811-2011）	<b>20</b>
1	DYS2-2	<b>21</b>
2	JD1-1	<b>87</b>
3	JD2-1	<b>71</b>
4	RL4-2	<b>26</b>
5	RL5-1	<b>33</b>
6	RL6-1	<b>62</b>
7	RL7-1	<b>38</b>
8	RL7-2	<b>30</b>

重金属超标污染物的检测结果所示，土壤样品中重金属砷的最小检测浓度为 4mg/kg，最大检测浓度为 87mg/kg，最大超标倍数为 3.35 倍。

表 3.7-3 土壤样品中砷的检测浓度统计情况

污染物	超标样品个数	最大浓度 (mg/kg)	最小浓度 (mg/kg)	报告检出限 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)
砷	8	87	<1	1.0	20

### 3.7.2.2 SVOCs

698 地块初步调查中，有 62 个样品进行了土壤 SVOCs 类污染物含量的检测。对比北京市场地土壤环境风险评价筛选值（DB11/T 811-2011）中的住宅用地标准，超过筛选标准值的污染物是苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽，有 19 个样品超过筛选值，结果如表 3.7-4 所示。

表 3.7-4 土壤样品中 SVOCs 超过筛选值的检测结果（单位：mg/kg）

编号	污染物	苯并(a)蒽	苯并(b)荧蒽	苯并(a)芘	茚并(1,2,3-cd)芘	二苯并(a,h)蒽
	筛选值(DB11/T 811-2011)	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.05</b>
1	DYS1-2	<b>0.59</b>	<b>0.96</b>	<b>0.3</b>	<b>0.33</b>	<0.05

2	DYS1-3	<0.10	<b>0.53</b>	<b>0.32</b>	<b>0.33</b>	<0.05
3	DYS2-1	<b>1.54</b>	<b>2.11</b>	<b>0.75</b>	<b>0.74</b>	<b>0.07</b>
4	DYS4-1	<b>3.75</b>	<b>6.91</b>	<b>2.29</b>	<b>2.34</b>	<b>0.46</b>
5	DYS5-1	<b>0.69</b>	<b>1.04</b>	<b>0.42</b>	<b>0.42</b>	<b>0.07</b>
6	DYS5-2	0.27	<b>0.55</b>	<b>0.22</b>	<b>0.21</b>	<b>0.07</b>
7	DYS7-2	0.36	<b>0.58</b>	<b>0.31</b>	<b>0.44</b>	<0.05
8	DYS8-2	<b>1.04</b>	<b>1.67</b>	<b>0.98</b>	<b>0.97</b>	<0.05
9	DYS8-3	<b>1.46</b>	<b>2.75</b>	<b>1.56</b>	<b>1.63</b>	<0.05
10	DYS8-4	<b>0.84</b>	<b>1.52</b>	<b>0.89</b>	<b>0.95</b>	<0.05
11	DYS11-1-1	<b>2.39</b>	<b>3.44</b>	<b>1.82</b>	<b>1.66</b>	<0.05
12	DYS11-1-2	0.37	<b>0.54</b>	<b>0.3</b>	<b>0.35</b>	<0.05
13	DYS11-2	0.26	0.5	<b>0.24</b>	<b>0.28</b>	<0.05
14	RL4-1	<0.10	<b>3.00</b>	0.14	<0.10	<0.05
15	RL4-2	<b>0.89</b>	<b>1.02</b>	<0.10	<b>1.11</b>	<0.05
16	RL5-1	0.32	0.45	<b>0.31</b>	<b>0.44</b>	<0.05
17	RL6-1	<b>0.95</b>	<b>1.46</b>	<b>0.68</b>	<b>1.38</b>	<0.05
18	RL7-1	0.20	0.28	<b>0.21</b>	0.28	<0.05
19	JD1-1	<0.10	<0.10	<0.10	<b>0.47</b>	<0.05

SVOCs 超标污染物的检测结果所示, 苯并(a)蒽超标个数为 10 个, 最大超标倍数为 6.5; 苯并(b)荧蒽超标个数为 15 个, 最大超标倍数为 12.82; 苯并(a)芘超标个数为 16 个, 最大超标倍数为 10.45; 茚并(1,2,3-cd)芘超标个数为 17 个, 最大超标倍数为 10.7; 二苯并(a,h)蒽超标个数为 4 个, 最大超标倍数为 8.2。

表 3.7-5 土壤样品中 SVOCs 超过筛选值的污染物统计情况

污染物	超标样品个数	最大浓度 (mg/kg)	最小浓度 (mg/kg)	北京市筛选值 (mg/kg)
苯并(a)蒽	10	3.75	<0.1	0.5
苯并(b)荧蒽	15	6.91	<0.1	0.5
苯并(a)芘	16	2.29	<0.1	0.2
茚并(1,2,3-cd)芘	17	2.34	<0.1	0.2
二苯并(a,h)蒽	4	0.46	<0.1	0.05

### 3.7.2.3 VOCs

本次采集的土壤样品中,有 1 个样品进行了土壤 VOCs 类污染物含量的检测,检测结果显示: VOCs 浓度值低于北京市场地土壤环境风险评价筛选值(DB11/T 811-2011)中的住宅用地标准限值。

本次 698 地块调查过程中, VOCs 检测指标仅 1 个,主要是由于场地污染识别过程中,仅首钢电机厂识别出 VOCs 类污染物质, 698 地块评价范围内,仅包含原《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》中首钢电机厂的两个采样点位,且根据原《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》中的检测结果,首钢电机厂的所有 VOCs 类检测指标均未超标。

### 3.7.2.4 污染物来源及成因分析

根据以上分析,可知该场地土壤中主要特征污染物为砷、多环芳烃类的苯并(a)芘和苯并(b)荧蒽三种挥发性相对较弱的物质。

根据王堃等(2015)、Yuan(2013)和 Rachwal(2015)等对钢铁厂大气和周边表层土壤中污染物分析结果,推测该区域表层土壤中的 PAHs(尤其是 4 环以上的大分子量的多环芳烃类占主要成分的特征,与燃煤、焦炭以及炼铁烟尘中的多环芳烃类的组成指纹特征密切相关);砷可能的来源是原首钢主厂区长期生产过程中转炉工段和燃煤烟尘,通过长期气源沉降,对位于下风向的调查场区产生影响,同时也可能与首钢电机厂所在区域场地的燃气脱硫生产历史过程有关。

根据污染识别结果和现场采样分析结果,初步构建的场地污染概念模型的为

部分污染区域的土壤中砷、苯并（a）芘和苯并（b）荧蒽等主要来源为原场地西侧的原首钢主厂区多年生产造成的气源污染沉降，在后期场地内几个独立生产厂区开发建设过程中的施工扰动造成了目前表层土壤污染严重。

考虑到受原厂区堆煤场污染迁移、粉尘飘落，以及主厂区大气沉降等因素的影响，调查区域可能存在潜在污染，潜在的污染物为 SVOCs 类和重金属污染物。

### 3.7.3 地下水污染特征分析

在厂区布设 1 个地下水监测井。该场地调查地下水监测井使用汽车钻进行建井。地下水样品采集深度为 51m 左右。

调查在监测井 MW1 采集了 2 个地下水样品，对样品进行了重金属、VOCs、SVOCs 的检测分析，地下水检测结果见附件 5 地下水样品检测报告。

地下水样品中检出物质主要包括重金属铜和砷，有机物氟二溴甲烷。地下水样品检测结果与国家《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）进行对比分析。地下水中重金属铜、砷的检测浓度均小于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）的 III 类水质标准。

同时，结合首钢主厂区监测井地下水样品水质检测结果，色度、嗅和味、浑浊度和肉眼可见物等感官性状指标均达到我国地下水质量 III 类标准，挥发酚、氰化物、碘化物和六价铬未检出；样品中重金属均未超标。样品中 SVOCs 未检出。VOCs 检测指标仅 7 项有检出，检出项主要包括苯、甲苯、乙苯、总二甲苯、三氯甲烷、三氯乙烯、四氯乙烯，检出点位为首钢厂区监测井 W1 号，且均未超过我国地下水质量 III 类标准。

综合以上调查数据，认为该调查场地区域内地下水重金属、SVOCs 和 VOCs 均未超过地下水质量 III 类标准，说明调查场地地下水基本没有受到潜在特征污染物的影响。

根据收集到的 2014 年 10 月调查区域的地下水流场资料，在本次调查区域内，地下水有西北向东南东方向流动（摘自首钢厂区场地调查报告）。结合场区位置可见，本次调查区域内的监测井位于调查范围的中下游方向，同时本次调查区域内地下水坡降较小，流动较缓，本次调查区域内监测井可以代表在调查时调查区域的地下水水质。结合调查场地周边情况，分析认为该调查场区对下游地下水不产生污染影响。因此后续不再扩展到对外围周边地下水进行调查及分析。

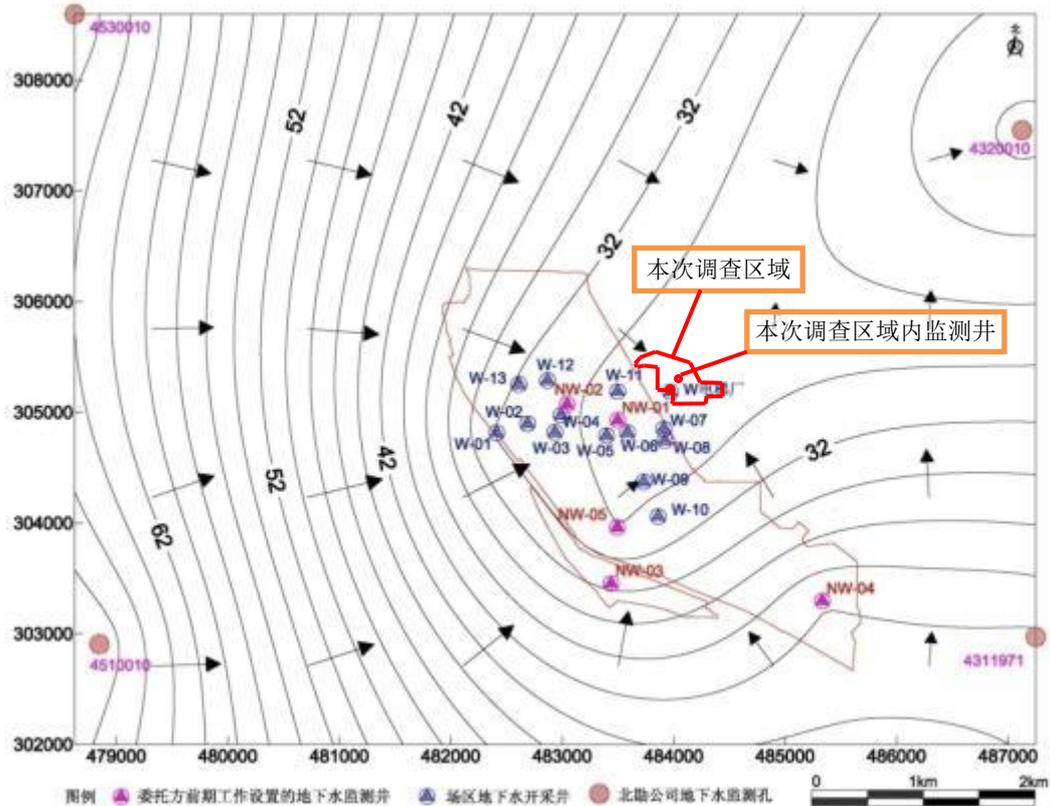


图 3.7-1 调查区域及周边其他场地地下水监测井位置相关性示意图

### 3.7.4 场地初步调查结论

1、698 地块初步调查，调查土壤采样孔 16 个，采集土壤样品 62 个（包括平行样 10 个）；测试重金属 37 个、测试 SVOCs 62 个、VOCs 1 个。

2、本次评价以北京市地方标准——《场地环境评价导则》(DB11/T 656-2009) 为主要参考标准对场地污染情况开展调查，主要以北京颁布的《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011) 中的住宅用地情景筛选值为参照标准。

3、根据原《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》中 698 地块涉及的相关调查区域及布点原则，调查区域有 37 个样品进行了土壤中砷、铬、铅、锌和镉等重金属类污染物含量的检测，主要超标物质是砷。

4、调查区域有 62 个样品进行了土壤 SVOCs 类污染物含量的检测。主要超标物质是苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽。

5、调查区域有 1 个样品进行了土壤 VOCs 类污染物含量的检测。未检出超标物质。

6、根据样品检测结果的统计分析，需要关注的污染物主要包括砷、苯并(a)

蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽。

7、初步调查选用原《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》中涉及到698地块的相关数据进行分析。按照原北京市环保局对《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》的备案批复要求，“评价范围内构筑物拆除后，要对构筑物占地范围进行补充调查”的原则，需要进一步开展场地详细调查工作。

## 4 详细调查

### 4.1 土壤样品现场采集

#### 4.1.1 土壤采样布点原则

现场采样过程中根据场地实际情况判断，主要依据原《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》中环保局备案意见，“评价范围内构筑物拆除后，要对构筑物占地范围进行补充调查”原则，进行加密布点，实时调整采样点的位置，确保掌握整个场地的污染状况。

#### 4.1.2 土壤采样布点方案

在场地初步调查的基础上，按照相关导则技术要求，在调查区域内进行土壤布点采样，对污染区域、污染深度、污染物种类进行加密布点。

依据该场地区域水文地质资料，分析厂区内工程地质单元层的主要分布情况及特征，此次土壤采样点的计划采样深度自表土向下为：

第1层：0.2m左右；

第2层：1-2m左右；

第3层：2m-3m左右；

第4层：3m-4m左右；

第5层：4m-5m左右；

详细调查土壤采样孔9个，采集土壤样品50个（包括平行样4个）；测试重金属（砷、铬、镉、铜、铅、镍、汞）50个、测试SVOCs 50个。

调查区域土壤取样孔具体情况如表4.1-1。

调查区域土壤钻孔具体分布情况见下图4.1-1。

表4.1-1 采样点位信息表

场地调查情况	采样点	钻进深度(m)	采样深度(m)	测试指标
详细调查	DY1	5.0	0.2	重金属、SVOCs
			1.0	重金属、SVOCs
			2.0	重金属、SVOCs

			3.0	重金属、SVOCs
			5.0	重金属、SVOCs
	DY2	4.0	0.2	重金属、SVOCs
			1.0	重金属、SVOCs
			2.0	重金属、SVOCs
			3.0	重金属、SVOCs
			4.0	重金属、SVOCs
	DY3	5.0	0.2	重金属、SVOCs
			1.0	重金属、SVOCs
			2.0	重金属、SVOCs
			3.0	重金属、SVOCs
			5.0	重金属、SVOCs
	DY4	5.0	0.2	重金属、SVOCs
			1.0	重金属、SVOCs
			2.0	重金属、SVOCs
			3.0	重金属、SVOCs
			5.0	重金属、SVOCs
	DY5	5.0	0.2	重金属、SVOCs
			1.0	重金属、SVOCs
2.0			重金属、SVOCs	
3.0			重金属、SVOCs	
5.0			重金属、SVOCs	
DY8	3.7	0.2	重金属、SVOCs	
		1.0	重金属、SVOCs	

			2.0	重金属、SVOCs
			3.0	重金属、SVOCs
	DY9	5.0	0.2	重金属、SVOCs
			1.0	重金属、SVOCs
			2.0	重金属、SVOCs
			3.0	重金属、SVOCs
			5.0	重金属、SVOCs
	YC1	6.5	0.5	重金属、SVOCs
			1.5	重金属、SVOCs
			2.2	重金属、SVOCs
			4.0	重金属、SVOCs
			5.0	重金属、SVOCs
			6.0	重金属、SVOCs
			6.5	重金属、SVOCs
	YC4	6.0	0.1	重金属、SVOCs
			1.0	重金属、SVOCs
			1.8	重金属、SVOCs
			3.5	重金属、SVOCs
5.3			重金属、SVOCs	



图 4.1-1 土壤详细调查钻孔位置示意图

### 4.1.3 钻探取样

此次现场采样使用冲击钻探和人工钻进行土壤采样。取样结束后回填钻孔，结束该点样品采集工作。

现场土壤样品采集均由评价单位专业人员现场工作。现场采样过程中，由于场地自身条件限制，取样点位位置有所调整。

### 4.1.4 土壤样品现场快速筛查

现场土壤样品采集时，使用 PID 以及 XRF 对土壤污染情况进行现场快速筛查，相对准确判断土壤污染区域和污染深度。同时结合 PID 和 XRF 检测结果，适当调整土壤采样深度及层数，并选取土壤样品进行采集保存，送至实验室检测分析。

## 4.2 水文地质调查

该场地水文地质调查方法贯穿于该场地调查土壤污染调查的全过程，调查过程中进行土壤钻孔，在整个过程中记录每个采样孔的地层及相关现场特征信息，形成现场钻孔记录单，最终形成钻孔柱状图，见图 4.2-1。此次详细调查区域水文地质条件参照主厂区水文地质调查结果。

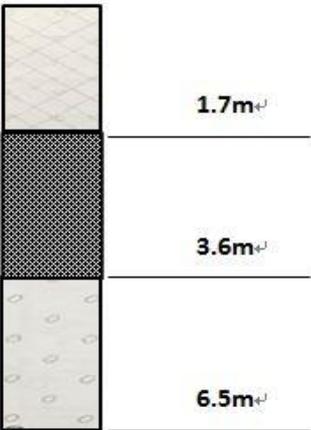
监测井编号	YC1#	
钻孔深度	6.5m	
钻孔结构	深度 (m)	岩性描述
	0-1.7	杂填土，杂色，密度中，稍湿，以碎石为主粘土填充
	1.7-3.6	粉质黏土，褐黄，湿，云母含卵石
	3.6-6.5	卵石，杂色，密度中，湿，呈亚圆状，粒径一般约 4-6cm，含砂约 10%

图 4.2-1 钻孔柱状图

### 4.3 土壤样品采集与保存

土壤采样按《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)的要求进行。采用 SH-30 型钻机进行土壤钻孔取样。土壤采样器根据不同土壤类型和污染物类型选择。现场土壤采样时应对采样器进行清洗,以防止交叉土样污染。

土壤样品采集方法主要为:重金属和 SVOCs 采用常规采样方法,直口玻璃瓶保存。现场使用 XRF 对土壤样品中的重金属含量进行检测。

现场样品采集与保存方法见表 4.3-1。

表 4.3-1 现场样品采集与保存方法

容器	指标类型	备注
直口瓶	SVOCs、重金属	采样后保温箱冷藏

现场过程如图 4.3-1 所示。



图 5.3-1 现场采样过程

### 4.4 实验室检测

#### 4.4.1 检测项目

调查过程中,土壤检测因子具体如表 4.4-1 所示。

表 4.4-1 场地潜在污染区域土壤样品检测项目

区域编号	采样	土壤样品检测项目
698 详细调查	第 1 层	重金属、SVOCs
	第 2 层	重金属、SVOCs
	第 3 层	重金属、SVOCs
	第 4 层	重金属、SVOCs
	第 5 层	重金属、SVOCs
	第 6 层	重金属、SVOCs

根据初步采样调查结果可知，698 地块厂区内部分区域存在的污染物主要是砷和 SVOCs，因此，698 地块详细调查区域的检测指标主要为重金属和半挥发性有机物 SVOCs。

#### 4.4.2 样品分析方法

本次评价中涉及多种有机污染物，使用的土壤样品检测方法如表 4.4-2 所示。土壤样品检测方法见附件 4，采样样品检测报告及质检报告。

表 4.4-2 土壤样品检测方法

序号	检测指标	检测方法	检测仪器
1	砷、汞、铅、镉、铬、镍、铜等其他重金属	《电感耦合等离子体质谱法》EPA 6020A	电感耦合等离子体质谱仪
2	SVOCs	《气相色谱-质谱法测定半挥发性有机化合物》EPA 8270D	气质联用仪

### 4.5 全过程质量控制

#### 4.5.1 现场采样前的准备工作

与本文本 3.5.1 小节相同。

#### 4.5.2 采样现场质量控制

(1) 采样过程交叉污染控制

与本文本 3.5.2 节相同。

(2) 采样过程现场管理

与本文本 3.5.2 节相同。

(3) 现场质量控制样品

为评估从采样到样品运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果，本项目在现场采样过程中采集了现场平行样。本项目共检测分析土壤样品 50 个，其中现场平行样品 4 个，采样过程的质量控制样品数量达样品总数的 8%。

#### 4.5.3 样品运输与交接

与本文本 3.5.3 小节相同。

#### 4.5.4 实验室质量控制

与本文本 3.5.4 小节相同。

#### 4.5.5 质量控制结果

本项目共检测分析土壤样品 50 个，其中现场平行样品 4 个，采样过程的质量控制样品数量达样品总数的 8%。实验室检测分别对平行样品、方法空白、实验室控制样品等进行质量控制，结果显示实验室检测数据有效，符合本地块初步调查评价工作。

##### 5.5.5.1 第一低压电器有限责任公司地块调查实验室质控信息

698 地块详细调查工作共完成土壤采样点位 9 个，采集土壤样品 50 个。本次调查地块采样点位分别为 DY1、DY2、DY3、DY4、DY5、DY8、DY9、YC1、YC4。本次详细调查的 7 个点位均位于第一低压电器有限责任公司地块，分别为 DY1、DY2、DY3、DY4、DY5、DY8、DY9。

澳实分析检测(上海)有限公司北京分公司 2018 年 10 月 11 日对第一低压电器有限责任公司地块详细调查采集的土壤样品进行检测，检测过程中对平行样品、方法空白、实验室控制样品等进行质量控制。结果显示，该地块采集的土壤样品在实验室质量控制工作中方法空白检测结果都低于检出限，加标回收率符合控制范围，平行样相对差异符合控制范围。具体质控信息详见表 5.5-1。

表 5.5-1 第一低压电器有限责任公司地块土壤样品检测实验室质控信息表

质控类型	加标回收率 (%)		平行样相对差异 (%)		加标平行样相对差异 (%)	
	回收率	控制范围	相对差异	控制范围	相对差异	控制范围
重金属	<b>95.7-102</b>	80-120	<b>0-7.58</b>	0-35	--	--
半挥发性有机物	<b>66.4-125</b>	50-130	<b>0-18</b>	0-35	--	--

备注：实验室检测质控数据详见附件 4 检测报告 19 页-23 页。

### 5.5.5.2 石景山烟草专卖局地块调查实验室质控信息

698 地块详细调查工作共完成土壤采样点位 9 个，采集土壤样品 50 个。本次调查地块采样点位分别为 DY1、DY2、DY3、DY4、DY5、DY8、DY9、YC1、YC4。本次详细调查的 2 个点位均位于石景山烟草专卖局地块，分别为 YC1、YC4。

澳实分析检测(上海)有限公司北京分公司 2018 年 7 月 4 日对烟草公司地块详细调查采集的土壤样品进行检测，检测过程中对平行样品、方法空白、实验室控制样品等进行质量控制。结果显示，该地块采集的土壤样品在实验室质量控制工作中方法空白检测结果都低于检出限，加标回收率符合控制范围，平行样相对差异符合控制范围。具体质控信息详见表 4.5-2。

表 4.5-2 石景山烟草专卖局地块土壤样品检测实验室质控信息表

质控类型	加标回收率 (%)		平行样相对差异 (%)	
	回收率	控制范围	相对差异	控制范围
重金属	<b>98.7-104</b>	80-120	<b>0-7.79</b>	0-35
半挥发性有机物	<b>50.5-127</b>	50-130	<b>0-22.7</b>	0-35

备注：实验室检测质控数据详见附件 4 检测报告 87 页-129 页。

## 4.6 详细调查结果分析

本次评价采用原《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》中的《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011)中的住宅用地情景筛选值,沿用北京市地方标准《场地环境评价导则》(DB11/T 656-2009)为主要参考标准对场地污染情况开展详细调查。

本次调查的区域范围内土地未来规划为居住用地,为了控制健康风险,将本次详细调查区域以北京颁布的《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011)中的住宅用地情景筛选值为参照标准。

### 4.6.1 重金属

详细调查设置土壤采样孔 9 个,采集土壤样品 50 个(包括平行样 4 个);测试重金属(7 种) 50 个、测试 SVOCs 50 个。对比北京颁布的《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011)中的住宅用地情景筛选值,超过筛选标准值的污染物有 1 种,为砷。此次详细调查结合初步调查,土壤样品中重金属的检出超标情况如表 4.6-1 所示。

表 4.6-1 土壤样品中重金属超过筛选值的检测结果(单位: mg/kg)

调查阶段	编号	污染物	岩性	砷
		筛选值(DB11/T 811-2011)		20
初步调查	1	DYS2-2	杂填土	21
	2	JD1-1	粉质填土	87
	3	JD2-1	杂填土	71
	4	RL4-2	杂填土	26
	5	RL5-1	粉质黏土	33
	6	RL6-1	杂填土	62
	7	RL7-1	杂填土	38
	8	RL7-2	杂填土	30
详细调查	9	DY1-0.2	碎石填土	21
	10	DY1-2.0	碎石填土	22
	11	DY1-3.0	卵石层	23
	12	DY2-0.2	碎石填土	21
	13	DY2-1.0	碎石填土	22
	14	DY4-0.2	杂填土	24
	15	DY4-1.0	杂填土	24
	16	DY4-2.0	杂填土	36
	17	DY5-2.0	卵石填土	25

18	YC1-2.2	粉质黏土	28
19	YC1-4.0	卵石层	25
20	YC4-0.1	杂填土	43
21	YC4-1.0	杂填土	27
22	YC4-1.8	粉质黏土填土	29
23	YC4-3.5	粉质黏土	27

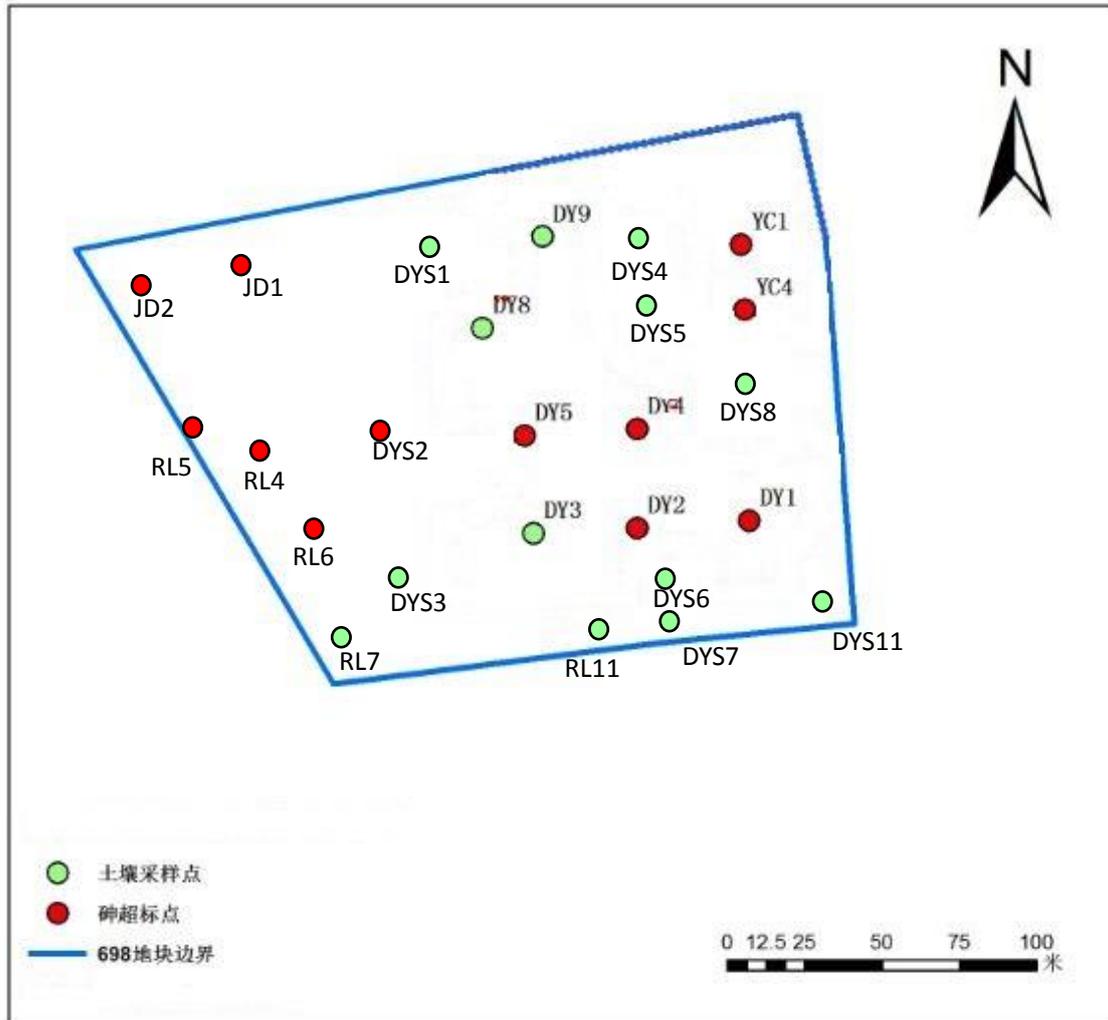


图 4.6-1 698 地块重金属超标点位图

结合初步调查，重金属超标污染物的检测结果统计数据如表 4.6-2 所示，土壤样品中重金属砷的最小检测浓度<1mg/kg，最大检测浓度为 87mg/kg。后期对重金属砷进行风险评估计算。

表 4.6-2 土壤样品中重金属的检测浓度统计情况

调查阶段	污染物	超标样品个数	最大浓度 (mg/kg)	最小浓度 (mg/kg)	报告检出限 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)
初步调查	砷	8	87	<1	1.0	20
详细调查		15	43	4		

## 4.6.2 SVOCs

详细调查过程中，共有 50 个（包括 4 个平行样）土壤样品进行了 SVOCs 的检测分析，对比《北京市场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）中的住宅用地标准，有 17 个土壤样品中的 SVOCs 浓度超过筛选值，结果如表 4.6-3 所示，超过筛选值的 SVOCs 有苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽。此次详细调查结合初步调查，地块范围内土壤样品中半挥发性有机污染物（SVOCs）的检出超标情况如表 4.6-3 所示。

表 4.6-3 土壤中 SVOCs 超过筛选值的检测结果（单位：mg/kg）

调查阶段	编号	筛选值	岩性	苯并(a)蒽	苯并(b)荧蒽	苯并(a)芘	茚并(1,2,3-cd)芘	二苯并(a,h)蒽
				0.5	0.5	0.2	0.2	0.05
初步调查	1	DYS1-2	杂填土	0.59	0.96	0.3	0.33	<0.05
	2	DYS1-3	杂填土	<0.10	0.53	0.32	0.33	<0.05
	3	DYS2-1	杂填土	1.54	2.11	0.75	0.74	0.07
	4	DYS4-1	碎石填土	3.75	6.91	2.29	2.34	0.46
	5	DYS5-1	杂填土	0.69	1.04	0.42	0.42	0.07
	6	DYS5-2	杂填土	0.27	0.55	0.22	0.21	0.07
	7	DYS7-2	杂填土	0.36	0.58	0.31	0.44	<0.05
	8	DYS8-2	杂填土	1.04	1.67	0.98	0.97	<0.05
	9	DYS8-3	碎石填土	1.46	2.75	1.56	1.63	<0.05
	10	DYS8-4	卵石层	0.84	1.52	0.89	0.95	<0.05
	11	DYS11-1-1	碎石填土	2.39	3.44	1.82	1.66	<0.05
	12	DYS11-1-2	碎石填土	0.37	0.54	0.3	0.35	<0.05
	13	DYS11-2	杂填土	0.26	0.5	0.24	0.28	<0.05
	14	RL4-1	杂填土	<0.10	3.00	0.14	<0.10	<0.05
	15	RL4-2	杂填土	0.89	1.02	<0.10	1.11	<0.05
	16	RL5-1	粉质黏土	0.32	0.45	0.31	0.44	<0.05
	17	RL6-1	杂填土	0.95	1.46	0.68	1.38	<0.05
	18	RL7-1	杂填土	0.20	0.28	0.21	0.28	<0.05
	19	JD1-1	粉质填土	<0.10	<0.10	<0.10	0.47	<0.05
详细调查	20	DY1-0.2	碎石填土	1.2	2.1	1.1	0.8	0.27
	21	DY1-1.0	碎石填土	1.6	3.1	1.9	1.2	0.43
	22	DY1-2.0	碎石填土	1.0	2.1	1.4	1	0.34
	23	DY1-3.0	卵石层	1.4	3.1	1.7	1.1	0.39
	24	DY2-0.2	碎石填土	0.2	0.5	0.3	0.2	0.06
	25	DY2-1.0	碎石填土	0.7	1.4	0.9	0.5	0.18

26	DY2-2.0	碎石填土	1.2	2.3	1.4	0.8	0.28
27	DY3-0.2	房渣土	0.6	1.4	0.9	0.5	0.18
28	DY3-1.0	房渣土	1.1	2.2	1.4	0.8	0.27
29	DY3-2.0	房渣土	0.9	1.4	0.9	0.5	0.19
30	DY4-0.2	杂填土	2.3	4.2	2.4	1.3	0.51
31	DY4-1.0	杂填土	0.3	0.6	0.3	0.2	0.07
32	DY5-3.0	卵石层	0.4	0.6	0.3	0.2	0.06
33	DY9-0.2	碎石填土	0.2	0.5	0.2	0.1	0.07
34	YC1-0.5	杂填土	2.85	6.02	3.55	2	0.63
35	YC1-1.5	杂填土	3.45	7.18	6.15	4.85	1.2
36	YC1-4.0	卵石层	0.68	1.03	0.74	<0.10	0.15

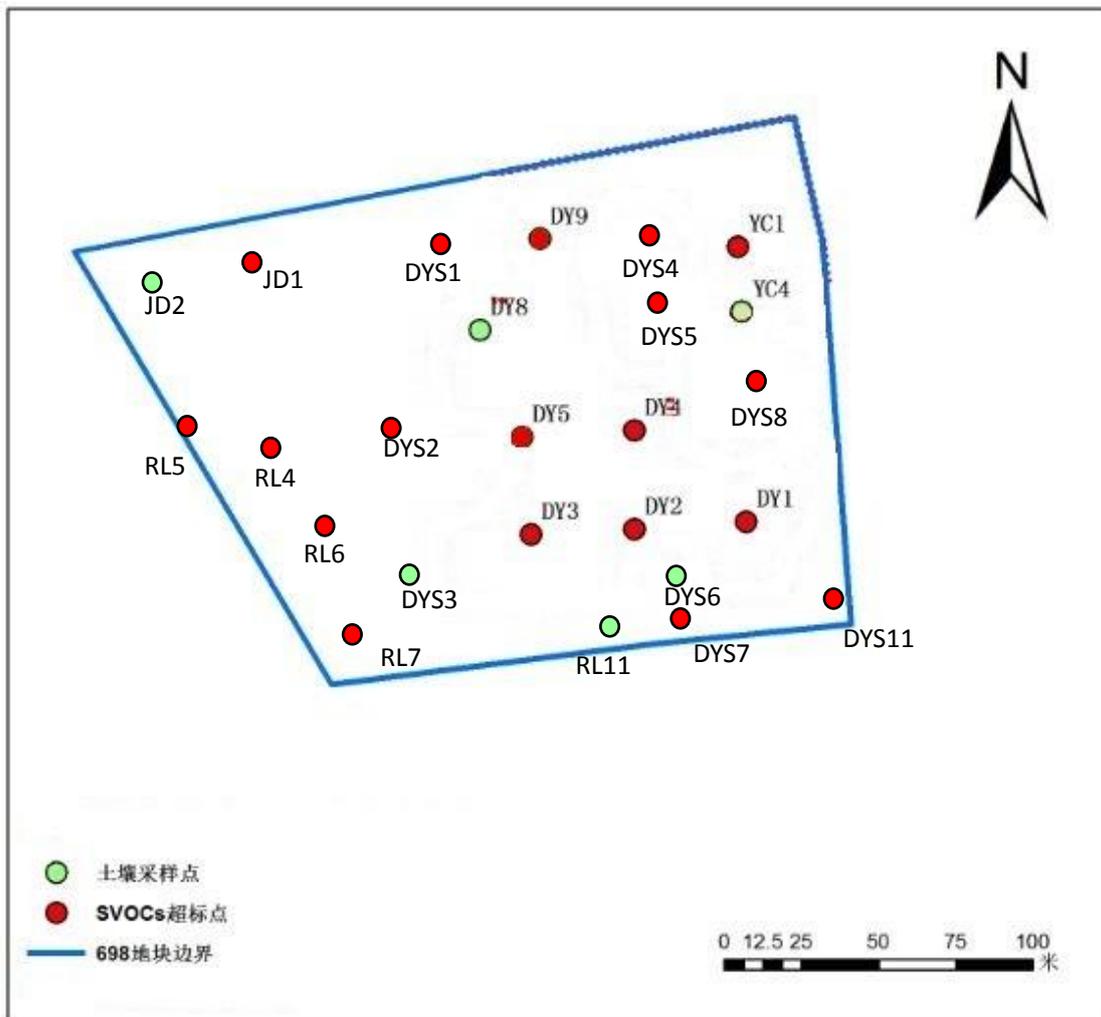


图 4.6-2 698 地块 SVOCs 污染点位分布图

SVOCs 超标污染物的检测结果统计数据如表 4.6-4 所示，详细调查中，苯并(a)蒽超标个数为 13 个，最大超标倍数为 5.9；苯并(b)荧蒽超标个数为 15 个，最大超标倍数为 13.36；苯并(a)芘超标个数为 16 个，最大超标倍数为 29.75；茚并(1,2,3-cd)芘超标个数为 12 个，最大超标倍数为 23.25；二苯并(a,h)蒽超标个数为 17 个，最大超标倍数为 23；因此，后期对苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽开展风险评估计算。

表 4.6-4 土壤样品中 SVOCs 的检测浓度统计情况

调查阶段	污染物	超标样品个数	最大浓度 (mg/kg)	最小浓度 (mg/kg)	报告检出限 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)
初步调查	苯并(a)蒽	10	3.75	<0.1	<0.1	0.5
	苯并(b)荧蒽	15	6.91	<0.1	<0.1	0.5
	苯并(a)芘	16	2.29	<0.1	<0.1	0.2
	茚并(1,2,3-cd)芘	17	2.34	<0.1	<0.1	0.2
	二苯并(a,h)蒽	4	0.46	<0.1	<0.1	0.05
详细调查	苯并(a)蒽	13	3.45	<0.1	<0.1	0.5
	苯并(b)荧蒽	15	7.18	<0.1	<0.1	0.5
	苯并(a)芘	16	6.15	<0.1	<0.1	0.2
	茚并(1,2,3-cd)芘	12	4.85	<0.1	<0.1	0.2
	二苯并(a,h)蒽	17	1.2	<0.05	<0.05	0.05

### 4.6.3 污染物浓度分布情况

结合初步调查与详细调查的污染物超标情况，选用具有代表性的超标污染物进行浓度分析，重金属中超标污染物是砷，且主要分布于埋深 0-1m，因此选用第一层砷进行浓度分析，SVOCs 中超标倍数最大的是苯并(a)芘，选用苯并(a)芘进行每一层的浓度分析，污染物分布情况见图 4.6-3 至 4.6-7。

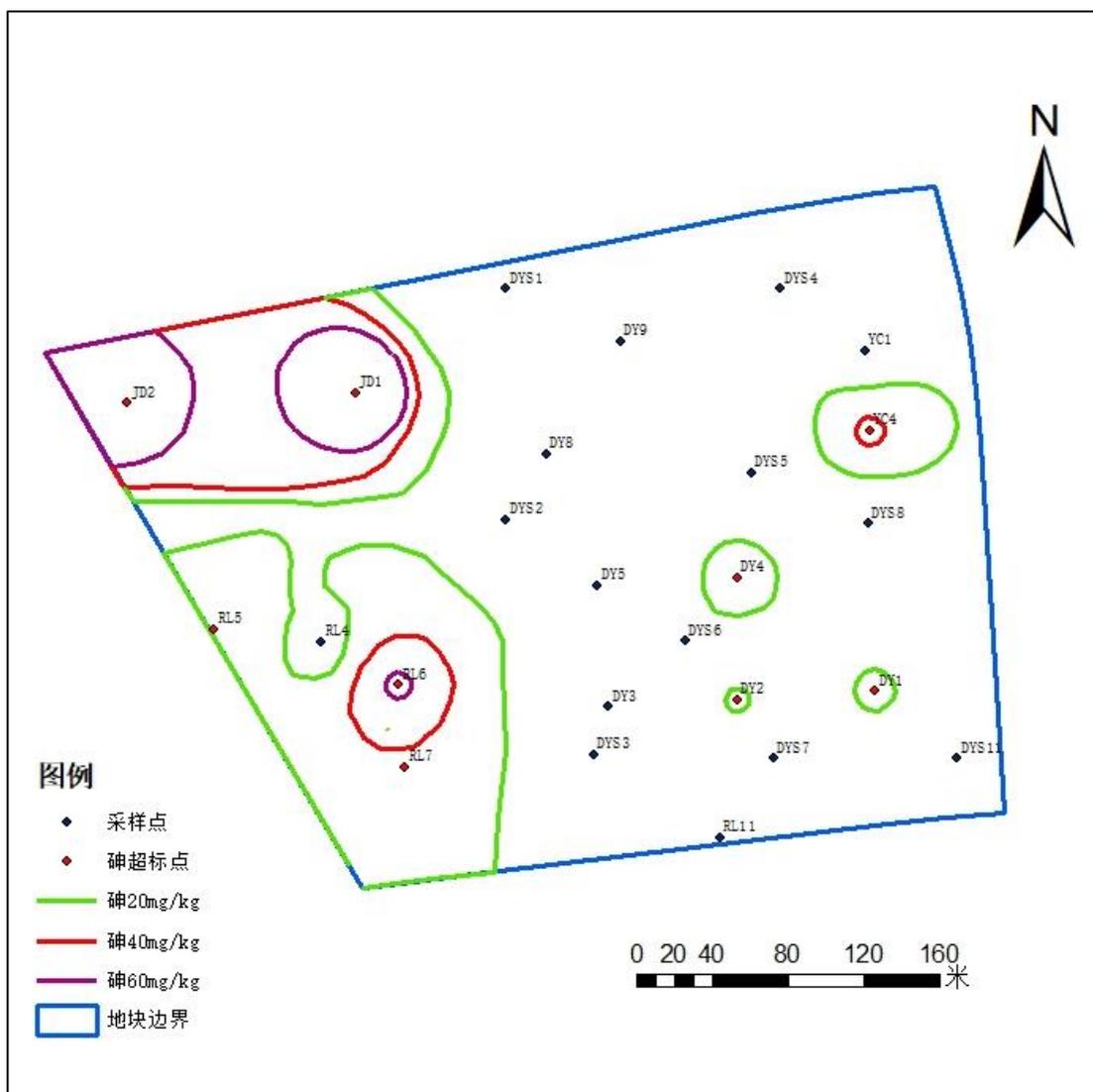


图 4.6-3 埋深 0-1m 范围内土壤样品中砷浓度分布示意图

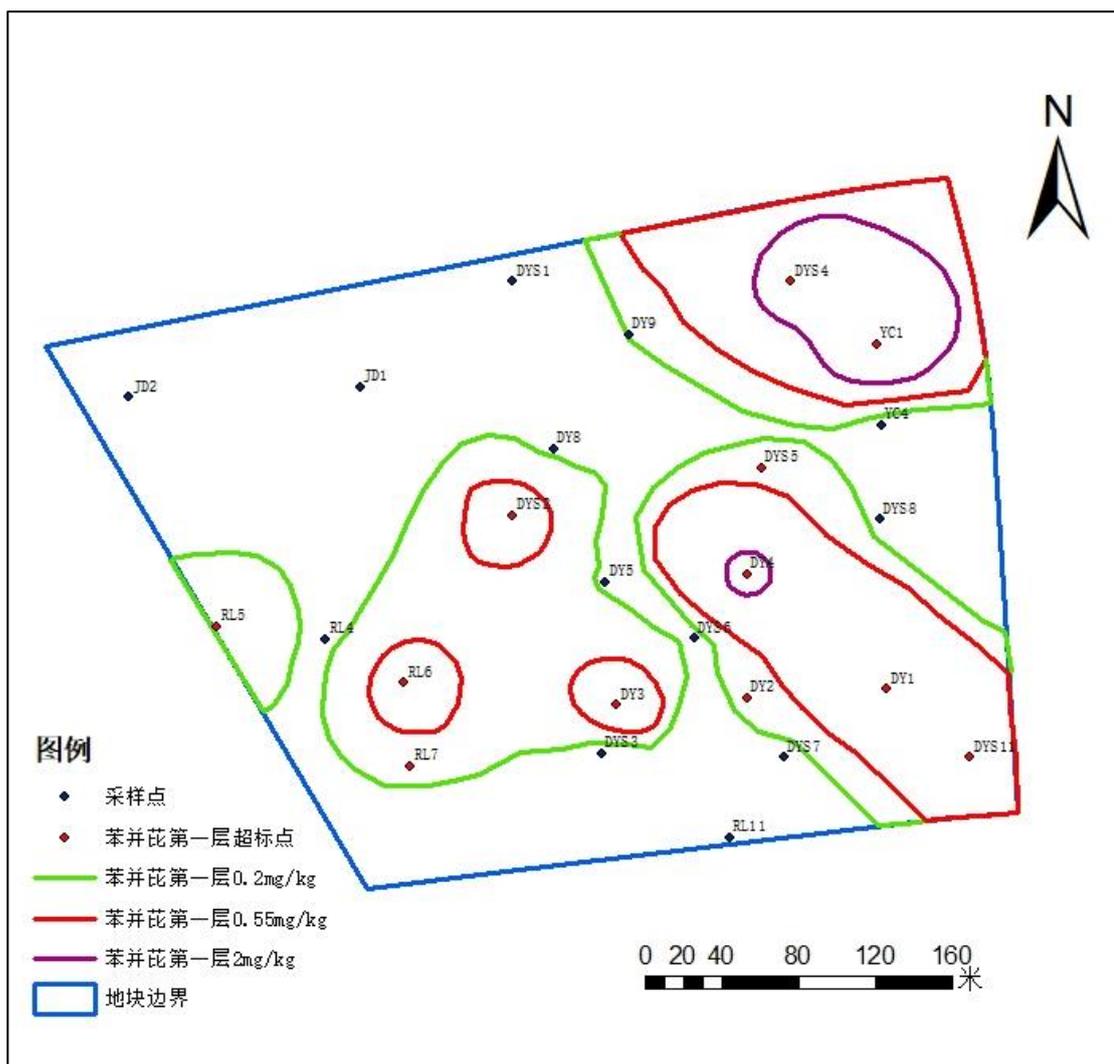


图 4.6-4 埋深 0-1m 范围内土壤样品中苯并(a)芘浓度分布示意图

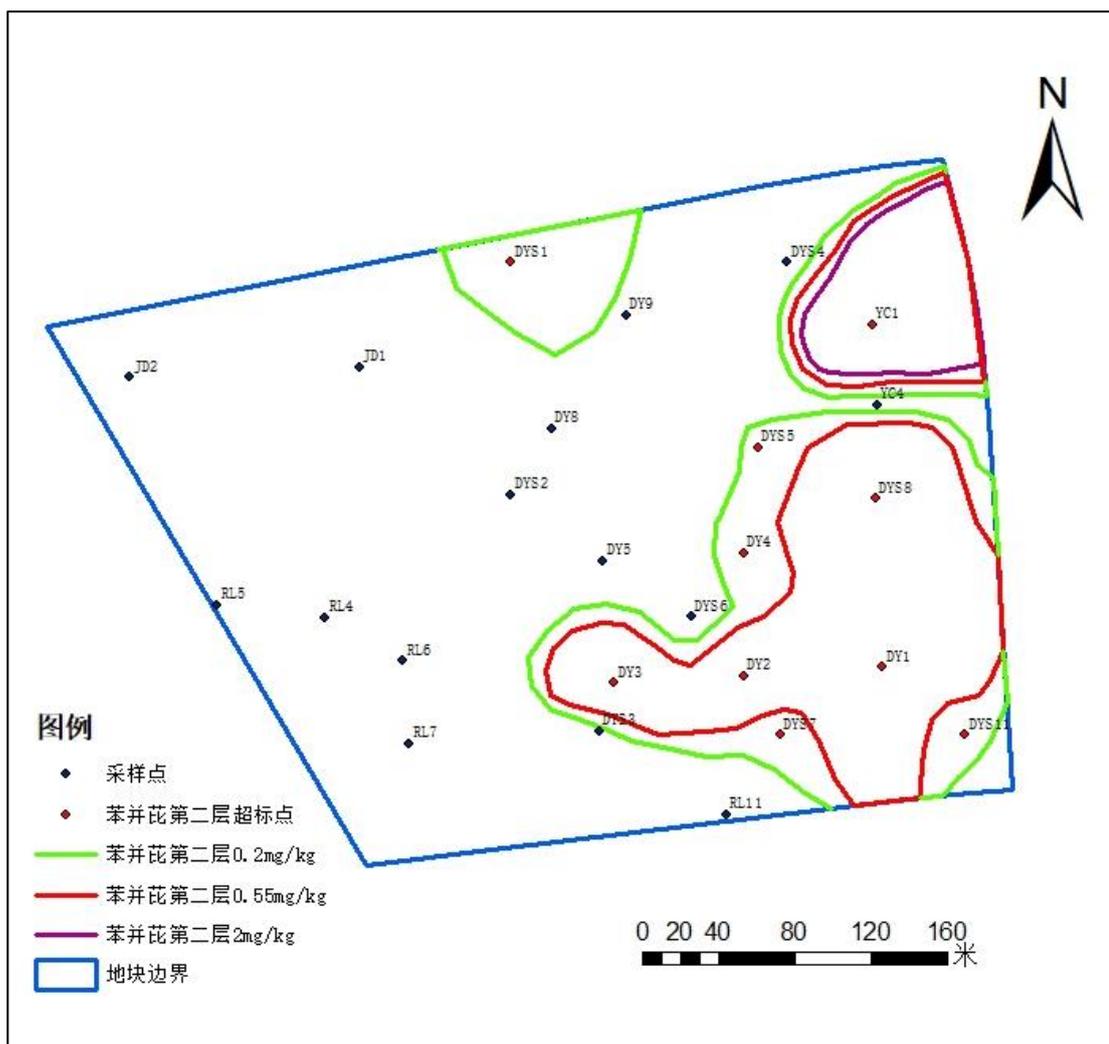


图 4.6-5 埋深 1-2m 范围内土壤样品中苯并(a)芘浓度分布示意图

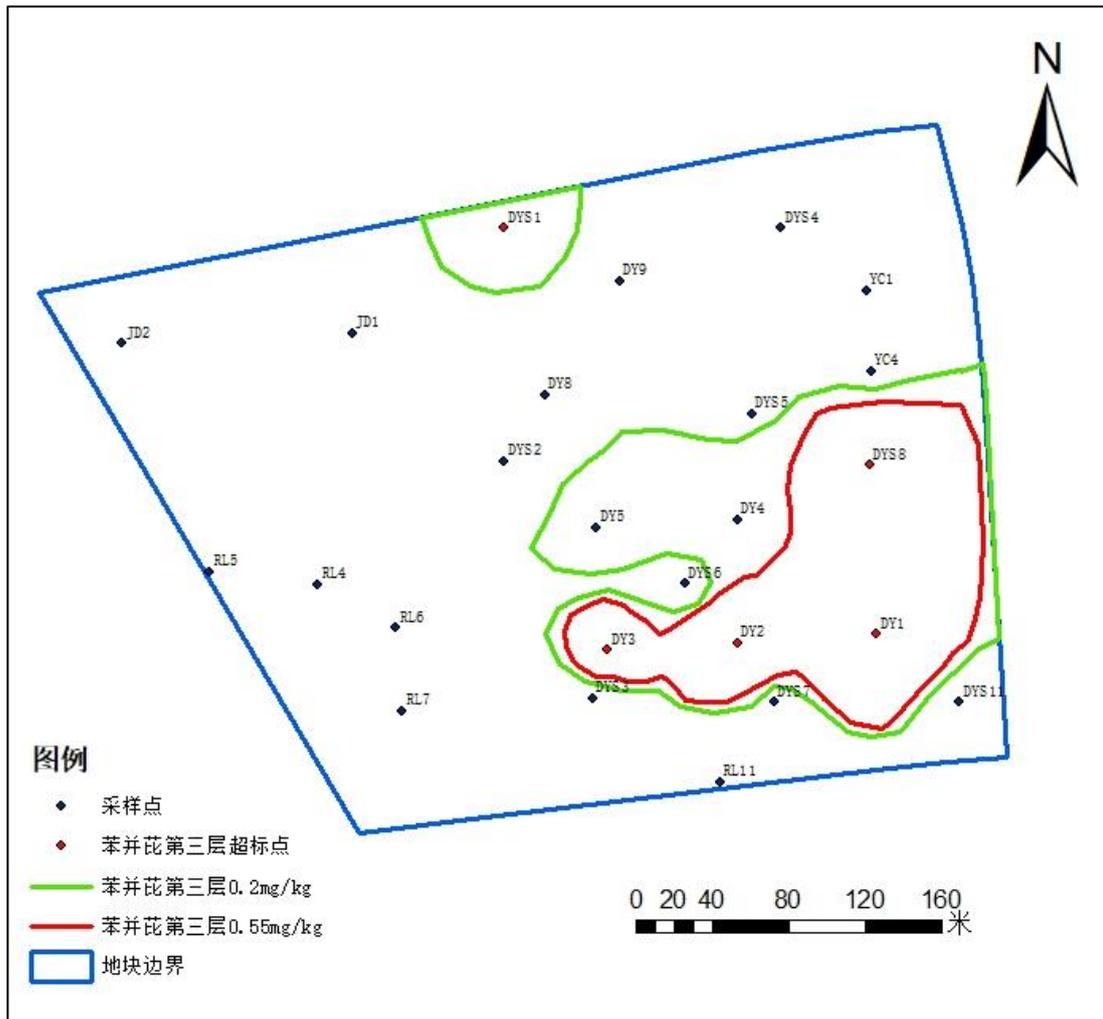


图 4.6-6 埋深 2-3m 范围内土壤样品中苯并(a)芘浓度分布示意图

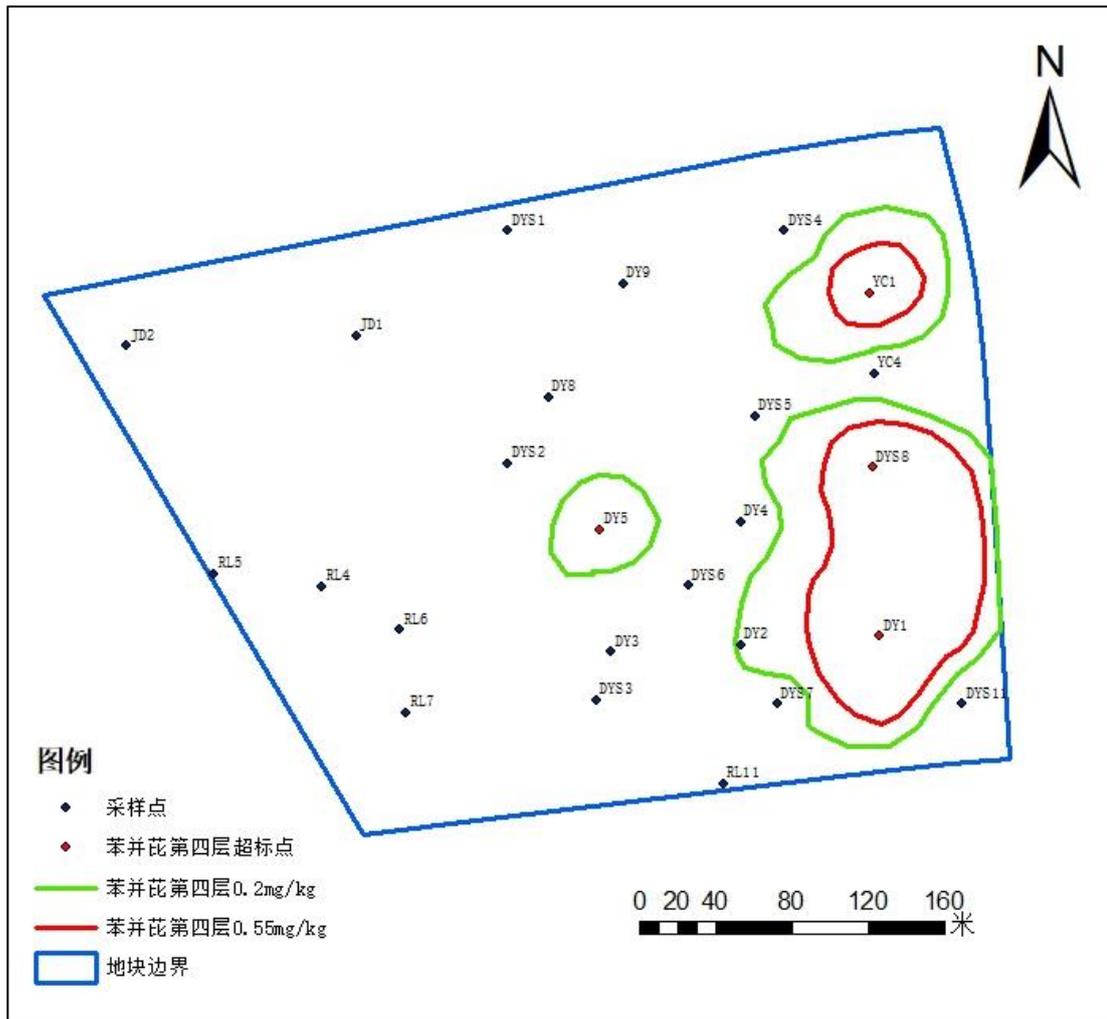


图 4.6-7 埋深 3-4m 范围内土壤样品中苯并(a)芘浓度分布示意图

#### 4.6.4 地块红线边界污染分析

698 地块属于《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》场地范围内 17 个地块其中之一，该地块四至：东侧临 696 地块，南侧临 646 地块及 704 地块，西侧临 646 地块，北侧临 690 地块。

调查点位在数据分析过程中，存在边界附近点位超标的现象，如 698 地块西北侧边界 JD1、JD2 两个点位重金属砷超标，应考虑西北侧临近地块 690 是否仍存在该污染物的超标区域，在 690 地块西南侧与 698 地块相邻区域存在 JD4、JD5 两个调查点位，这两个点位重金属神经检测未超标，因此，在 690 地块修复过程中，应考虑修复范围扩展至达标点位。

698 地块在总体修复过程中，均需综合考虑两个相邻地块的污染情况，对临近地块可能存在的 698 地块边界超标点位延伸出的污染区域进行统计分析，直至修复范围扩展至临近地块的达标区域。

## 4.7 场地详细调查结论

1、详细调查共布设土壤采样点 9 个，共采集土壤样品 50 个（4 个平行样），其中测试重金属（7 种）50 个、测试 SVOCs 50 个。

2、本次评价以北京市地方标准——《场地环境评价导则》(DB11/T 656-2009) 为主要参考标准对场地污染情况开展调查，主要以北京颁布的《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011) 中的住宅用地情景筛选值为参照标准。

3、场地详细调查中对 50 个土壤样品进行重金属类物质检测，主要超标物质是砷。

4、场地详细调查中对 50 个土壤样品进行 SVOCs 类污染物检测。土壤样品中主要超标物质是苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽。

5、根据样品检测结果的统计分析，同时参考初步调查的特征污染物，需要关注的污染物主要包括砷、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽。

6、需要对土壤污染中关注的特征污染物开展风险评估分析。

## 5 698 地块场地风险评估

### 5.1 场地风险评价程序

场地环境污染的风险影响主要步骤见图 5.1-1，具体为：

- (1) 风险识别或污染源分析：识别关心的污染物及暴露点的浓度；
- (2) 暴露分析：确认潜在暴露人口、暴露途径、暴露程度；
- (3) 毒性评价：综合暴露分析和毒性分析确定污染浓度水平与健康的反应之间的关系；
- (4) 风险评价：确定场地的环境及健康风险。

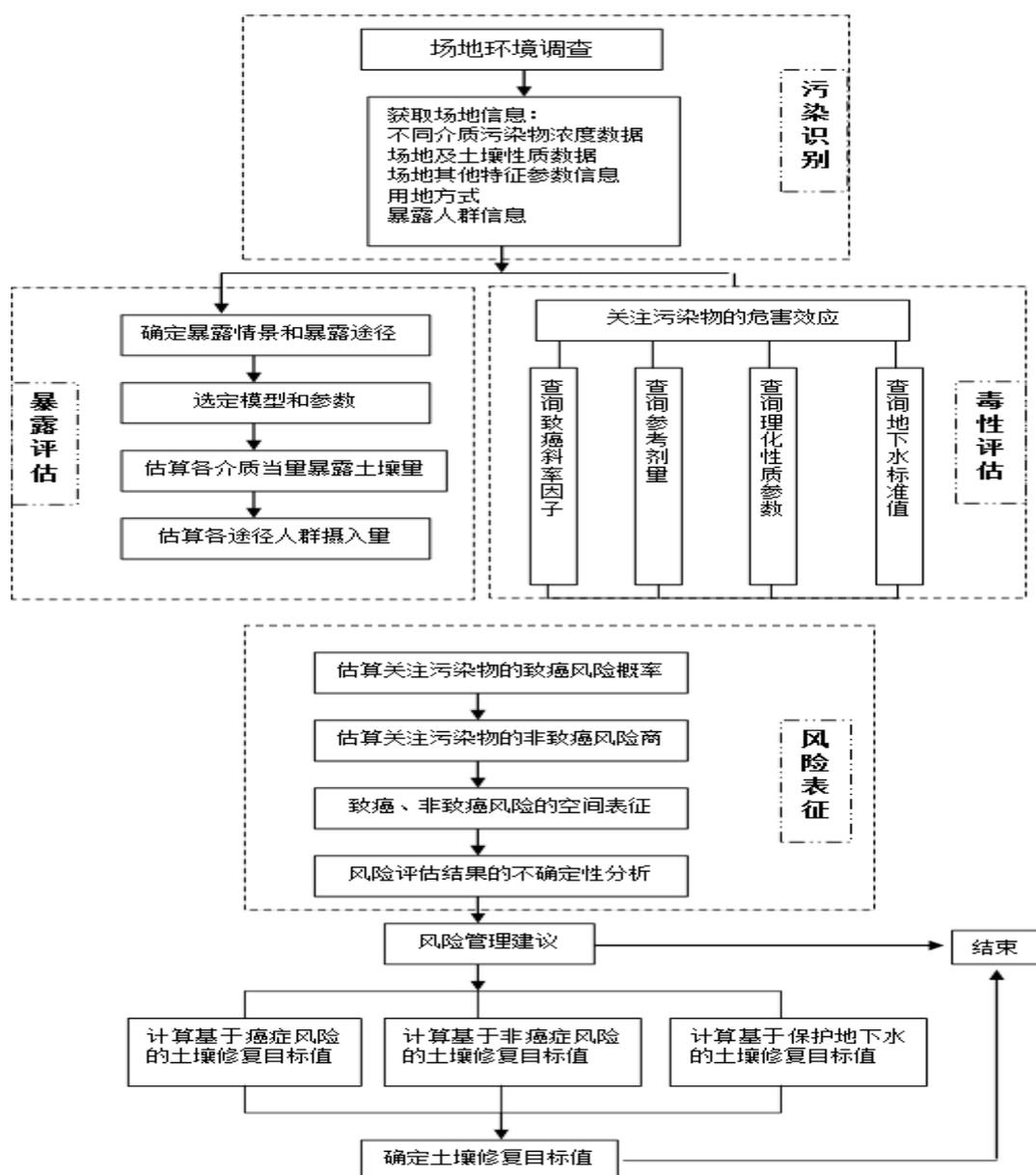


图 5.1-1 场地健康风险评价一般程序

## 5.2 风险识别

### 5.2.1 污染源分析

风险评价中的污染源是指可能对健康和环境产生不良影响的受污染的土壤。根据场地调查的检测分析结果，土壤中关注的污染物是砷、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘，本次评价将对 698 地块进行评估。

#### 5.2.1.1 砷

**砷，英文名称 Arsenic; As。**

砷，是一种类金属元素，元素符号 As，单质以灰砷、黑砷和黄砷这三种同素异形体的形式存在。砷元素广泛的存在于自然界，共有数百种的砷矿物是已被发现。砷化合物可区分为有机砷及无机砷，有机砷化合物绝大多数有毒，有些还有剧毒。另外有机砷及无机砷中又分别分为三价砷( $As_2O_3$ )及五价砷( $NaAsO_3$ )，在生物体内砷价数可互相转变。

溶解性：不溶于水，溶于硝酸和王水，也能溶解于强碱，生成砷酸盐。

毒性：单质砷无毒性，砷化合物均有毒性。三价砷比五价砷毒性大，约为 60 倍。五价砷会在许多生化反应中与磷酸竞争，因为键结的不稳定，很快会水解而导致高能键（如 ATP）的消失。氢化砷被吸入之后会很快与红血球结合并造成不可逆的细胞膜破坏。低浓度时氢化砷会造成溶血（有剂量 - 反应关系），高浓度时则会造成多器官的细胞毒性。肠胃道、肝脏、肾脏、心血管系统、神经系统、皮肤系统、呼吸系统、血液系统、生殖系统均有可能造成不同程度的危害。砷急性中毒的表现症状为可有恶心、呕吐、口中金属味、腹剧痛、米汤样粪便等，较重者尿量减少、头晕、腓肠肌痉挛、发绀以至休克，严重者出现中枢神经麻痹症状，四肢疼痛性痉挛、意识消失等。砷中毒的症状可能很快显现，也可能在饮用含砷水十几年甚至几十年之后才出现。这主要取决于所摄入砷化物的性质、毒性、摄入量、持续时间及个体体质等因素。

致癌性：

皮肤癌：在长期食用含无机砷的药物、水以及工作场所暴露砷的人的研究中常常会发现皮肤癌。

肺癌：暴露三氧化二砷的精炼厂工人及五价砷农药的研究校正过二氧化硫及

抽烟的暴露之后显示肺癌发生的机率较高。

### 5.2.1.2 多环芳烃

多环芳烃是一类含有两个或两个以上苯环的碳氢化合物，一类是稠环芳烃，即苯环之间以稠环形式连接，如萘、蒽、菲等，另一类是非稠环芳烃，即苯环之间通过单键连接或通过一个或几个碳原子连接，如联苯、三联苯等。目前已知的多环芳烃有 200 多种。PAHs 室温下为固体，熔点和沸点高，难溶于水，易溶于有机溶剂，广泛存在于大气、水和土壤环境中。低分子量（2--3 环）PAHs 通常以气体形式存在，4 环 PAHs（如菲、蒽、荧蒽、芘等）以气态和固态两种形式存在，而 4 环以上 PAHs 通常吸附在颗粒物或散布在大气飘尘中，几乎所有的 PAHs 都分布在可吸入颗粒物上。

PAHs 具有致癌、致畸和致突变性，且其毒性随着苯环的增加而增加。目前已知的 500 多种致癌化合物中，有 200 多种是 PAHs 及其衍生物。其中，苯并(a)芘，二苯并(a,h)蒽等具有强致癌性。PAHs 可以通过消化道、呼吸道以及皮肤等进入人体，从而诱发皮肤癌、肺癌、直肠癌、膀胱癌等。众多 PAHs 中，受关注最多的是苯并(a)芘，因为苯并(a)芘具有强致癌性，当苯并(a)芘进入机体后，可被一些氧化酶激活，并代谢产生 7, 8-二氢二醇-9, 10-环氧化物等强致癌物，潜伏期可达 10-15 年。研究表明，苯并(a)芘浓度每上升 0.1  $\mu\text{g} / 100\text{m}^3$ ，肺癌死亡率上升 5%。PAHs 暴露于紫外光下时，会加速自由基的形成，使膜脂过氧化，从而损伤 DNA，引起人体遗传信息发生突变，形成光致毒效应。

多环芳烃极其稳定，难降解，会在环境中不断积累。1979 年，美国环保局公布了 16 种多环芳烃作为优先监测污染物，蒽、萘、二氢萘、萘、菲、芘、荧蒽、芴、苯(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、蒽、苯并(ghi)菲、二苯并(a, h)蒽、茚并(1, 2, 3-cd)芘。其中，萘、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1, 2, 3-cd)芘、苯并(ghi)芘这 7 种多环芳烃被列入了“中国环境优先污染物黑名单”。下表为常见的多环芳烃类成分性质。

表 5.2-1 多环芳烃类成分性质表

化合物名称 Compound name	分子式 Molecular formulas	分子量 Molecular weight	Kow	环数 Numbers of rings	致癌性 Carcinogenicity
萘	$\text{C}_{10}\text{H}_8$	128.2	3.28	2	

萘烯	C <sub>12</sub> H <sub>8</sub>	152.2	4.07	2	
萘	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub>	154.2	3.98	3	
芴	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub>	166.2	4.18	3	
菲	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178.2	4.45	3	
蒽	C <sub>14</sub> H <sub>10</sub>	178.2	4.45	3	
荧蒽	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202.3	4.90	4	助癌
芘	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub>	202.3	4.88	4	
屈	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.3	5.16	4	弱致癌
苯并蒽	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub>	228.2	5.61	4	强致癌
苯并(b)荧蒽	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.3	6.04	5	强致癌
苯并(k)荧蒽	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.3	6.06	5	强致癌
苯并芘	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>	252.3	6.06	5	特强致癌
二苯并(a,h)蒽	C <sub>20</sub> H <sub>14</sub>	278.4	6.84	6	特强致癌
苯并(g,h,j)花	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276.3	6.50	6	助癌
茚并(1,2,3-cd)芘	C <sub>22</sub> H <sub>12</sub>	276.3	6.58	6	相对较弱

下面对多环芳烃类各特征污染物的性质进行介绍。

**苯并(a)蒽，英文名称：Benz(a)anthracene。**

溶解性：黄棕色有荧光的片状物质，溶于乙醇、乙醚、丙酮和苯。

本品在工业上无生产和使用价值，一般只作为生产过程中形成的副产物随废气排放。

致癌性：IARC 列为对实验动物有足够证据致癌物。Ames 试验鼠伤寒沙门氏菌 TA100、TA98 +S9 阳性；小鼠皮下最小中毒剂量 2mg/kg 阳性；小鼠非肠道最小中毒剂量 8mg/kg 阳性；小鼠种植最小中毒剂量 80mg/kg 阳性；小鼠经皮最小中毒剂量 240mg/kg(5 周)阳性。

致突变性：微粒体致突变：鼠伤寒沙门氏菌 50μg/plate(JJIND8 62,893,79)；

DNA 损伤：大肠杆菌 10 $\mu$ mol/L(MUREAV 89,95,81)

来源：本品存在于煤焦油、煤焦油沥青、杂酚油中，炼焦、各种烧煤烟道气、汽车发动机排气以及碳水化合物、氨基酸和脂肪酸在 700 $^{\circ}$ C 热解均有苯并(a)蒽存在。

**苯并(a)蒽，英文名称: Benzo(a)pyrene, BaP。**

无色至淡黄色、针状、晶体(纯品)，不溶于水，微溶于乙醇、甲醇，溶于苯、甲苯、二甲苯、氯仿、乙醚、丙酮等，本品在工业上无生产和使用价值，一般只作为生产过程中形成的副产物随废气排放。

苯并(a)蒽为一种突变和致癌物质，从 18 世纪以来，便发现与许多癌症有关。其在体内的代谢物二羟环氧苯并蒽，是产生致癌性的物质。

致癌：BaP 被认为是高活性致癌剂，但并非直接致癌物，必须经细胞微粒体中的混合功能氧化酶激活才具有致癌性。BaP 进入机体后，除少部分以原形随粪便排出外，一部分经肝、肺细胞微粒体中混合功能氧化酶激活而转化为数十种代谢产物，其中转化为羟基化合物或醌类者，是一种解毒反应；转化为环氧化物者，特别是转化成 7,8-环氧化物，则是一种活化反应，7,8-环氧化物再代谢产生 7,8-二氢二羟基-9,10-环氧化物，便可能是最终致癌物。这种最终致癌物有四种异构体，其中的(+)-BP-7 $\beta$ ,8 $\alpha$ -二醇体-9 $\alpha$ ,10 $\alpha$ -环氧化物-苯并[a]蒽，已证明致癌性最强，它与 DNA 形成共价键结合，造成 DNA 损伤，如果 DNA 不能修复或修而不复，细胞就可能发生癌变。其它三种异构体也有致癌作用。动物试验包括经口、经皮、吸入，经腹膜皮下注射、均出现致癌。许多国家相继用 9 种动物进行实验，采用多种给药途径，结果都得到诱发癌的阳性报告。在多环芳烃中，BaP 污染最广、致癌性最强。BaP 不仅在环境中广泛存在，也较稳定，而且与其它多环芳烃的含量有一定的相关性，所以，一般都把 BaP 作为大气致癌物的代表。

致畸：1000mg/kg，妊娠大鼠以口，胎儿致畸。

致突变：40mg/kg，1 次，田鼠经腹膜，染色体试验多种变化。小鼠，遗传表型试验多种变化。昆虫，遗传表型试验多种变化。微生物，遗传表型试验多种变化。人体细胞培养 DNA 多种变化。

**苯并(b)荧蒽，英文名称: Benzo[b]fluorathene; BbF。**

溶解性：不溶于水，表面活性剂可增加其水中溶解度，在橄榄油中的溶解度为 0.6mg/2ml。

本品在工业上无生产和使用价值，一般只作为生产过程中形成的副产物随废气排放。

**毒性毒理：**人们对环境中多环芳烃的毒性的全面研究还比较少。在环境中很少遇到单一的多环芳烃(PAH)，而 PAH 混合物中可能发生很多相互作用。PAH 化合物中有不少是致癌物质，但并非直接致癌物，必须经细胞微粒中的混合功能氧化酶激活后才具有致癌性。第一步为氧化和羟化作用，产生的环氧化物或酚类可能再以解毒反应生成葡萄糖苷、硫酸盐或谷胱甘肽结合物，但某些环氧化物可能代谢成二氢二醇，它依次通过结合而生成可溶性的解毒产物或氧化成二醇-环氧化物，这后一类化合物被认为是引起癌症的终致癌物。PAH 的化学结构与致癌活性有关，分子结构的改变，常引起致癌活性显著变化。在苯环骈合类的多环芳烃中有致癌活性的只是 4 至 6 环的环芳烃中的一部分。苯并[b]荧蒹的相对致癌性很强。

**代谢、降解、蓄积：**PAH 具有高度的脂溶性，易于经哺乳动物的内脏和肺吸收，能迅速地从血液和肝脏中被清除，并广泛分布于各种组织中，特别倾向于分布在体脂中。虽然 PAH 有高度的脂溶性，但是在动物或人的脂肪中几乎无生物蓄积作用的倾向，主要因为 PAH 能迅速和广泛地被代谢，代谢产物主要以水溶性化合物从尿和粪中排泄。在环境大气和水体中的 PAH 受到足够能量的阳光中紫外线的照射时会发生光解作用，土壤中的某些微生物可以使 PAH 降解，但分子量较大的苯并[b]荧蒹的光解、水解和生物降解是很微弱的。

**二苯并(a,h)蒹，英文名称：Dibenz[a,h] anthracene。**

**溶解性：**溶于石油醚、丙酮、乙酸、苯、甲苯、二甲苯和油类，微溶于乙醇和乙醚，不溶于水。

**致癌：**流行病学研究已证明人们暴露在含有二苯并(a,h)蒹的混合物中会增加肺癌的几率。动物研究证明暴露在二苯并(a,h)蒹中引起肿瘤、白血病、生殖困难、先天缺陷和体重下降。二苯并(a,h)蒹对中枢神经、血液毒性作用很强，对粘膜的刺激性及麻醉性极强。

除致癌性外，二苯并(a,h)蒹对人类健康还有很大的影响。毒性作用主要表现为引起血小板和白细胞减少，髓细胞性贫血及白血病，出现神经衰弱症候群，四肢麻木和痛觉减退，对新陈代谢产生影响，并对皮肤有损害和致敏作用，长期接触可出现皮肤粘膜出血倾向。

致突变作用：对水生物有剧毒，在水生环境可能会引起长期有害作用,微藻在葱的胁迫下，生命体的生长会受到抑制，还可使体内活性氧积累而使微藻受到伤害。

**茚并(1,2,3-cd)芘，英文名称：Indeno[1,2,3-cd]Pyrene；InP。**

外观与性状，轻质石油中析出黄色片状或针状结晶，有淡绿色荧光。

溶解性：不溶于水，表面活性剂可增加其水中溶解度，在橄榄油中的溶解度为 0.6mg/2ml。

本品在工业上无生产和使用价值，一般只作为生产过程中形成的副产物随废气排放

毒性毒理：茚并（1,2,3-cd）芘的相对致癌性较弱。

### 5.2.2 暴露点浓度

本次风险评价将整个场地土壤作为污染源进行风险评价，主要关注的污染物为砷、苯并(a)葱、苯并(b)荧葱、苯并(a)芘、二苯并(a,h)葱、茚并(1,2,3-cd)芘。

在计算场地风险水平时，将其概化为两大层，其中表层土壤（0-3 米）可能会受未来土地开发利用过程中施工扰动的影响，均可按照表层土壤进行概化，其暴露浓度取 0-3 米范围内的最大浓度值；深层土壤其暴露浓度取 3 米以下的最大浓度值。

结果见下表 5.2-2。

表 5.2-2 暴露点浓度（单位：mg/kg）

场区 指标	表层（0-3 米）最大浓度值	深层（3 米及以下）最大浓度值
砷	87	27
苯并(a)葱	3.75	1.46
苯并(b)荧葱	7.18	3.1
苯并(a)芘	6.15	1.7
二苯并(a,h)葱	1.2	0.39
茚并(1,2,3-cd)芘	4.85	1.63

## 5.3 暴露分析

人体周围的环境，包括空气、水、土壤、产品等，含有各种各样的化学物质，这些化学物质与人体外部边界的接触被定义为暴露。暴露点化学物质的浓度定义为暴露浓度。暴露评估指定量或定性估计暴露量、暴露频率、暴露期和暴露方式，可概述为 3 步：描述暴露背景、识别暴露途径和暴露量化。

### 5.3.1 暴露对象

确定场地环境污染的健康风险暴露对象和暴露途径是场地风险评估的关键之一。暴露对象和暴露途径主要依据场地的未来用途确定。

本次评价区域在棚户区改造范围内，为了最大可能地保护场地未来利用过程中人体健康和生态环境，设定本次评价的暴露对象为居住人员。由于土壤污染深度较浅，在评价过程中，将污染土壤作为表层土壤进行风险评估。

### 5.3.2 暴露途径

住宅类用地方式下，表层土壤受到污染，居住人群可因不慎经口摄入污染土壤而暴露于污染物，可因皮肤接触污染土壤而暴露于污染物，也可因吸入室内和室外空气中的污染物而产生健康危害。本次评价地块的污染场地风险评估的概念模型如图 5.3-1 所示。

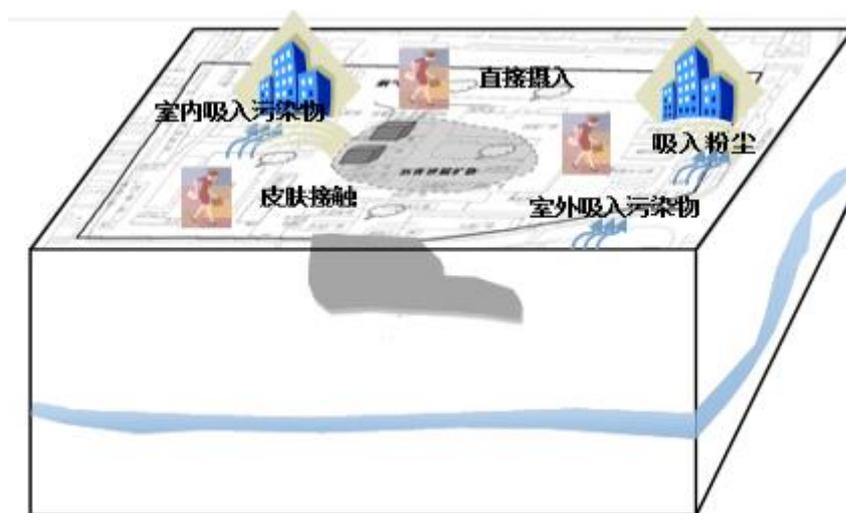


图 5.3-1 场地暴露途径概念模型图

通过场地前期调查与数据分析工作确定场地的主要污染物为重金属和多环芳烃类。依据北京市场地环境评价导则（DB11/T 656-2009），结合场地可能的清挖和未来的使用情景判断，进行暴露途径分析。

表层污染土壤主要暴露途径包括不慎直接摄入、通过皮肤直接接触土壤、通

过呼吸吸入土壤尘而摄污染物和通过呼吸空气中挥发的污染物而摄入污染物而产生危害。深层土壤通过吸入土壤颗粒物而产生危害。污染物暴露途径图见图 5.3-2。

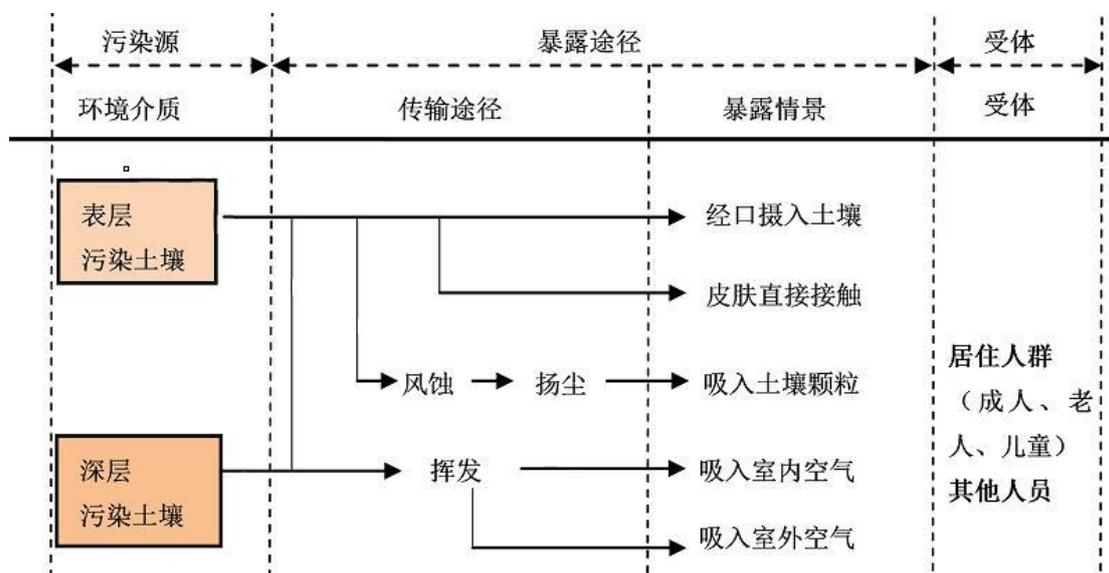


图 5.3-2 污染场地暴露途径示意图

### 5.3.3 暴露参数

暴露参数包括暴露频率、暴露期、土壤的摄入量 and 人体的相关参数。人体相关参数如体重、寿命、空气呼吸率和日饮水量等，土壤经口摄入量、暴露频率和暴露期等主要参照主要参考《场地环境评价导则》(DB11/T656-2009) 和《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014) 及修改单征求意见稿推荐的相关参数，风险评价中各层土壤的相关参数主要通过现场实测获取，部分数据由经验公式计算得出，见表 5.3-1。

表 5.3-1 场地风险评估模型参数及推荐值

人体参数（居住）				来源
参数	儿童	青少年	成人	
致癌作用时间(yr)	70			DB11/T656
非致癌作用时间(yr)	6	12	30	DB11/T656
体重(Kg)	15	35	60	DB11/T656
暴露持续时间(yr)	6	12	30	DB11/T656
暴露频率(d/a)	350			HJ25.3
皮肤暴露频率(d/a)	350			HJ25.3
皮肤暴露表面积 cm <sup>2</sup>	1600		4350	DB11/T656
皮肤的土壤吸附参数	0.5			RBCA 系统推荐值
土壤摄入量 (mg/d)	200		100	HJ25.3
迁移模型参数				
室外空气挥发因子	表层土壤挥发模型使用 ASTM Model			
室内空气挥发因子	Johnson&Ettinger model			
土壤淋滤到地下水因子	使用 ASTM Model			
模型操作	不使用质量平衡限制			
土壤参数				
地下水埋深	51m			实测平均
毛细带厚度	0.05m			实测平均
土壤层厚度	50.95m			实测平均
	包气带/Vadose Zone		毛细带/Capillary Fringe	
体积含水量	0.15		0.414	实测平均
体积空气含量	0.31		0.046	实测平均

总孔隙度	0.46	实测平均
干容积密度	1.6g/cm <sup>3</sup>	实测平均
气体渗透性	7.2E-12 m <sup>2</sup>	实测平均
毛细带厚度	0.05m	实测平均
区域降水量	60cm/yr	查阅资料
土壤有机碳含量	10	实测平均
土壤/水 pH	7.7	实测平均
室外空气参数		
空气混合区高度	2m	HJ25.3
空气混合区的空气流速	2.25m/s	RBCA 系统推荐值
颗粒扩散因子	0.000000000069kg/m <sup>3</sup>	RBCA 系统推荐值
区域颗粒浓度	1.9E-14g/cm <sup>2</sup> /s	RBCA 系统推荐值
室内空气参数		
室内空间体积与气态污染物入渗面积比	2.2m	GB36600 编制说明
室内地板面积	70 m <sup>2</sup>	HJ25.3
室内地板周长	34m	HJ25.3
室内空气交换率	0.00014 次/s	HJ25.3
室内地基深度	0.35m	HJ25.3 修改单征求意见稿
地基和墙体裂隙表面积所占比例	0.0005	GB36600 编制说明
地基裂隙中水体积比	0.12	HJ25.3
地基裂隙中空气体积比	0.26	HJ25.3
地下水参数		
水力传导系数	300m/d	RBCA 系统推荐值
水力坡度	0.002	RBCA 系统推荐值

有效孔隙度	0.38	RBCA 系统推荐值
-------	------	------------

## 5.4 毒性评价

污染物质对人体产生的不良效应以剂量~反应关系表示。对于非致癌物质如具有神经毒性、免疫毒性和发育毒性等物质，通常认为存在阈值现象，即低于该值就不会产生可观察到的不良效应。对于致癌和致突变物质，一般认为无阈值现象，即任意剂量的暴露均可能产生负面健康效应。

### 5.4.1 非致癌物质毒性效应

对于非致癌物质，假定其在高浓度条件下都会产生不良的健康效应；然而，当剂量非常低时，不存在或观察不到典型的不良效应。因此，定性化学物质的非致癌效应时，关键参数是阈值剂量。阈值指在此剂量下不良的效应开始出现。低于阈值剂量被认为是安全的，而高于阈值剂量可能会导致不良的健康效应。

本次评价中采用的慢性参考剂量和参考浓度及其来源见表 5.4-1。

### 5.4.2 致癌物质的效应评价

致癌效应的剂量~反应关系是以各种关于剂量和反应的定量研究为基础建立的，如动物实验学实验数据、临床学和流行病学统计资料等。由于人体在实际环境中的暴露水平通常较低，而实验学或流行病学研究中的剂量相对较高，因此，在估计人体实际暴露情形下的剂量~反应关系时，常常利用实验获取的剂量~反应关系数据推测低剂量条件下的剂量~反应关系，称为低剂量外推法。

本次评价中采用的致癌斜率及参考浓度及其来源见表 5.4-1。

### 5.4.3 毒性参数

污染物的人体健康毒性参数主要参考《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》编制说明。见表 5.4-1。

表 5.4-1 特征污染物毒性参数表

污染物	英文名称	CAS 序号	参考剂量 (RfD)		参考浓度	致癌斜率		单位致癌系数	皮肤吸收因子
			(mg/kg/day)		(mg/m <sup>3</sup> )	1/(mg/kg/day)		1/(μg/m <sup>3</sup> )	
			经口	经皮肤	呼吸	经口	经皮肤	呼吸	
砷	arsenic	7440-38-2	0.0003	0.0003	-	1.5	1.5	0.0043	0.03
苯并(a)蒽	Benzo(a)anthracene	56-55-3	-	-	-	1.00E-01	1.00E-01	6.00E-05	0.13
苯并(a)芘	Benzo(a)pyrene	50-32-8	-	-	-	1.00E+00	1.00E+00	6.00E-04	0.13
苯并(b)荧蒽	Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	-	-	-	1.00E-01	1.00E-01	6.00E-05	0.13
二苯并(a,h)蒽	Dibenz(a,h)anthracene	53-70-3	-	-	-	1.00E+00	1.00E+00	6.00E-04	0.13
茚并(1,2,3-cd)芘	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	-	-	-	1.00E-01	1.00E-01	6.00E-05	0.13

注：主要参考《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》编制说明。

## 5.5 风险评价

### 5.5.1 工作内容

风险表征的主要工作内容包括单一污染物的致癌和非致癌风险的计算、所有关注污染物的致癌和非致癌风险计算。

### 5.5.2 风险表征

风险表征应按照每个采样点样品中关注污染物分析浓度数据，计算致癌风险值和危害商值。本次风险评价根据调查区域内的暴露点浓度值计算致癌风险值和危害商值。

本次风险评价将考虑致癌和非致癌两种不同的健康影响风险。

#### ①致癌风险评价

致癌风险值是通过平均到整个生命期的平均每天摄入量 EDI 乘以经口、经皮肤或直接吸入致癌斜率系数（CSF）计算得出。即

$$HI = EDI \times CSF$$

EDI——平均每天摄入量（按寿命周期为 70 岁计），mg/(kg·d)；

CSF——各类途径的致癌风险斜率系数，(mg/(kg·d))<sup>-1</sup>。

#### ②非致癌风险计算

非致癌风险值可通过每天摄入量（平均到整个暴露作用期）除以每一途径的慢性参考剂量来计算。即：

$$HI = EDI / RfD;$$

HI=风险值；

EDI=每天摄入量（平均到整个暴露作用期），mg/(kg·d)；

RfC=参考剂量，mg/(kg·d)。

每个化学物质总的非致癌风险等于通过各种途径非致癌风险值的总和。

### 5.5.3 RBCA 风险计算软件介绍

本次场地风险评估使用的计算软件是美国的 RBCA（Risk-Based Corrective Action）Version2.5 模型。RBCA 模型是由美国 GSI 公司根据美国试验与材料学会（ASTM）“基于风险的矫正行动”（Risk-Based Corrective Action）标准开发，旨在完成 RBCA 计划中的场地风险评价，并可用来制定基于风险的土壤筛选水平（SSLs）及初步修复目标（PRGs），已在美国各州及世界多个国家和地区得到广泛的应用，是目前国际上较为完善和先进的环境风险评价模型。其主界面见图 5.5-1。

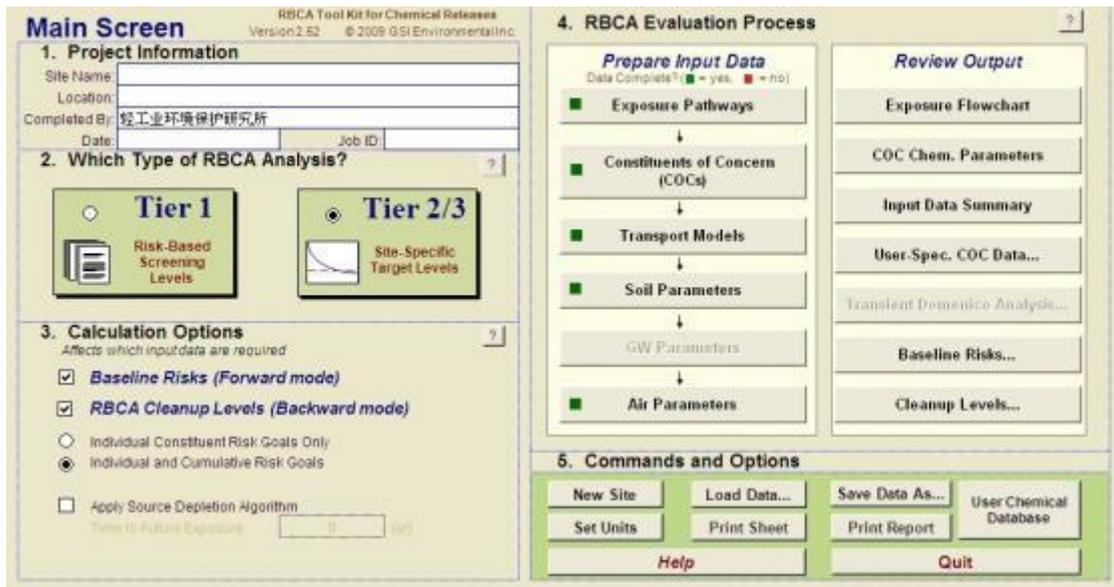


图 5.5-1 RBCA 模型主界面

RBCA 模型按照美国 EPA 的化学物质分类，将化学物质分为致癌与非致癌两类。在计算场地特征筛选值时，对于致癌物质，风险水平设定为  $10^{-6}$ ；对于非致癌物质，危害指数判定标准设定为 1，不计算污染物累积风险。对于具有致癌与非致癌双重效应的物质，取二者之中的最小值作为筛选值；RBCA 模型分别计算直接摄入、皮肤接触、空气挥发等暴露途径的筛选值，取其中最小值作为场地特征筛选值。

第一步：将利用 RBCA toolkit 计算出健康风险水平。

第二步：计算每一情景下每一个污染物的累积风险。

$$HI_{i,j} = \sum_k HI_{i,j,k}$$

其中：i 为污染种类，j 情景，k 为土层。

第三步：根据土壤的累积风险值，利用 RBCA toolkit 计算每个关键污染物的修复目标。

#### 5.5.4 土壤污染风险计算

考虑到该场地后续土地利用拟作为住宅用地开发，采用最保守的暴露途径，进行该场地土壤扰动情景下的风险计算，考虑不同特征污染物的致癌风险和非致癌风险。其计算结果见表 5.5-1。

表 5.5-1 调查区域内表层土壤污染物的致癌风险

污染物	表层土壤不同暴露途径						
	表层土壤最大浓度	呼吸接触		经口摄入		皮肤接触	
		致癌风险	危害商	致癌风险	危害商	致癌风险	危害商
砷	87	4.62E-05	2.44E-01	2.35E-04	1.24E+00	3.12E-05	1.65E-01
苯并(a)蒽	3.75	3.19E-08	--	8.66E-07	--	4.14E-07	--
苯并(a)芘	6.15	4.79E-07	2.99E-02	1.42E-05	8.86E-01	6.79E-06	4.24E-01
苯并(b)荧蒽	7.18	5.82E-08	--	1.66E-06	--	7.94E-07	--
二苯并(a,h)蒽	1.2	9.01E-08	--	2.77E-06	--	1.32E-06	--
茚并(123-cd)芘	4.85	3.63E-08	--	1.12E-06	--	5.35E-07	--

由表 5.5-1 可见，表层土壤不同暴露途径中，重金属砷的经口摄入致癌风险及危害商最大，分别为 2.35E-04、1.24E+00；苯并(a)蒽三种不同暴露途径的致癌风险均小于  $10^{-6}$ ，不存在健康风险；苯并(a)芘经口摄入的致癌风险及危害商最大，分别为 1.42E-05、8.86E-01；苯并(b)荧蒽经口摄入的致癌风险最大为 1.66E-06；二苯并(a,h)蒽经口摄入的致癌风险最大为 2.77E-06；茚并(123-cd)芘经口摄入的致癌风险最大为 1.12E-06。

表 5.5-2 调查区域内深层土壤污染物的致癌风险

污染物	深层土壤不同暴露途径						
	深层土壤最大浓度	呼吸接触		经口摄入		皮肤接触	
		致癌风险	危害商	致癌风险	危害商	致癌风险	危害商
砷	27	1.43E-05	7.57E-02	--	--	--	--
苯并(a)蒽	1.46	1.24E-08	--	--	--	--	--
苯并(a)芘	1.7	1.32E-07	8.27E-03	--	--	--	--
苯并(b)荧蒽	3.1	2.51E-08	--	--	--	--	--
二苯并(a,h)蒽	0.39	2.93E-08	--	--	--	--	--
茚并(123-cd)芘	1.63	1.22E-08	--	--	--	--	--

深层土壤的暴露途径主要是呼吸接触，由表 5.5-2 可见，重金属砷呼吸接触的致癌风险为 1.43E-05，危害商为 7.57E-02。苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(123-cd)芘的致癌风险均小于  $10^{-6}$ ，不存在健康风险。

本次调查的场地内，对致癌风险影响最大的暴露途径主要是经口摄入。

## 5.6 风险评价不确定性分析

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。本研究主要遵从场地风险评价技术导则。

(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。

## 5.7 场地土壤污染计算修复目标值

将调查区域未来用地情形作为居住用地考虑，根据《北京市场地环境评价导则》单一污染物的致癌风险目标值最大为  $1 \times 10^{-6}$ ，可接受危害商为 1，采用 RBCA 2.5 软件计算该场地多环芳烃的场地特征筛选值。

重金属砷的主要暴露途径是经口摄入。根据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 中 III 类地下水标准，砷的浓度值为 0.01mg/L，采用 RBCA 软件进行计算，砷的致癌风险为 1.2E-04，危害商为 1.4。采用致癌风险目标值最大为 1.2E-04 进行反算，确定砷的最终修复目标值。

根据前面的风险评价结论，结合场地未来用地类型，推算得到的场地土壤污染修复目标值如见表 5.7-1 所示。

表 5.7-1 场地土壤污染的计算修复目标值 (单位 mg/kg)

目标污染物	计算修复目标值
砷	40
苯并(a)芘	0.29
苯并(b)荧蒽	2.9
二苯并(a,h)蒽	0.29
茚并(123-cd)芘	2.9

## 5.8 小结

将调查区域的未来利用方式设定为居住用地，以关注污染物的最高检测浓度值作为暴露点浓度，进一步开展风险评价。

根据风险计算结果，调查区域的致癌风险超过了可接受的致癌风险  $1.0E-6$ ，需要对污染土壤进行修复治理。后期对污染土壤进行修复处理过程中，关注的主要污染物是砷、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(123-cd)芘。

通过对不同暴露途径的风险分析，对健康风险影响最大的暴露途径主要是经口摄入。

## 6 698 地块场地修复目标和修复范围

### 6.1 建议修复目标

确定修复目标时的主要原则是，参考通过风险计算反推得到的场地修复目标计算值以及污染物的检出限、相关的法律法规和现有的场地案例等资料，在满足法律法规的要求下，充分考虑经济和技术的可行性，在综合考虑的基础上给出场地建议修复目标值。

本次调查的场地中，污染物类型相对比较单一，主要为挥发性能相对较弱的砷和多环芳烃类物质，将场地土壤风险评价后的修复目标计算值与《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地标准进行综合比较，结合北京的环境、气候、水文地质、人体参数等实际条件，按照基于人体健康风险的方式，充分考虑不同的暴露途径，确定最终的建议修复目标值。

综上所述该场地调查区域污染建议修复目标值如表 6.1-2 所示。

表 6.1-2 场地土壤污染建议修复目标（单位：mg/kg）

目标污染物	修复目标计算值	<sup>a</sup> 国家管控标准筛选值	<sup>a</sup> 国家管控标准控制值	建议修复目标值
砷	40	20	120	40
苯并(a)芘	0.29	0.55	5.5	0.55
苯并(b)荧蒽	2.9	5.5	55	5.5
二苯并(a,h)蒽	0.29	0.55	5.5	0.55
茚并(1,2,3-cd)芘	2.9	5.5	55	5.5

注：引用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600--2018）中（第一类标准居住用地）。

### 6.2 修复范围

根据采样点的样品检测浓度，首先采用反距离插值法计算场地污染物分布范围。在污染物分布范围插值基础上，对照场地污染建议修复目标值，结合调查区域范围、土壤采样点的位置、采样点深度、土壤地层结构分布、采样点的高程、污染物特征，综合考虑污染物迁移特征和现场识别等进行综合判断，最终确定场地土壤污染修复范围，修复范围以不同污染物污染范围叠加后的最大范围计算。

在调查区域内，根据总体高程，地势相对较为平整，高程为 79.26~80.18 米左右。

根据现场采样过程中的地质情况记录，个别点的地质情况与整个区域和四周采样点的地质情况存在明显差别，在划分修复范围时，将该采样点作为单独的污染点，根据周边点的位置情况判断该点土壤的回填范围进行修复范围的划分。

场地内污染土壤修复范围面积和修复体积见表 6.2-6，不同深度的污染土壤修复面积见表 6.2-7 至表 6.2-9。

根据不同深度修复面积的成图叠加，经计算，调查场区内修复土方量约为 30712.98 立方米。其中 PAHs 修复土方量为 25728.52 立方米，As 修复土方量为 4984.46 立方米。

表 6.2-6 污染土壤修复范围信息表

污染土壤修复区	修复深度	修复面积 (m <sup>2</sup> )	修复土方量 (m <sup>3</sup> )	PAHs 污染土方量 (m <sup>3</sup> )	As 污染土方量 (m <sup>3</sup> )
第一层	0-1m	13688.73	13688.73	8704.27	4984.46
第二层	1-2m	12119.52	12119.52	12119.52	0
第三层	2-3m	4904.73	4904.73	4904.73	0
合计			30712.98	25728.52	4984.46

表 6.2-7 污染土壤第一层修复范围信息表（修复深度 0-1m）

修复区域	第一层	修复面积	拐点坐标
1	第一层 重金属污染 (1)	40.08	484178.3731 305190.0948
			484174.3533 305190.4308
			484172.8827 305193.0666
			484173.6871 305196.0348
			484177.2031 305197.3259
			484179.7859 305195.7873
			484180.1162 305191.6768
			484178.6417 305190.4065
484178.3731 305190.0948			
2	第一层 重金属污染 (2)	524.35	484051.3060 305112.3460
			484046.3721 305112.7584
			484042.5069 305116.0885
			484041.1738 305120.9592
			484042.0489 305126.3405
			484043.6409 305129.9082
			484047.1429 305135.4995
			484050.0625 305137.7859
			484054.1974 305139.3044
			484059.0325 305138.6215
			484063.6611 305135.2979
			484065.9505 305131.1947
			484066.7374 305127.5868
			484065.4341 305120.4419
			484062.8291 305116.2828
484059.0646 305113.9332			

			484055.6792 305113.1947 484051.5745 305112.6577 484051.3060 305112.3460
3	第一层 重金属污染 (3)	4420.03	484049.2290 305176.1021 484032.6430 305174.2639 484024.3878 305174.7401 484011.3704 305174.7401 483992.3204 305174.7401 483983.4522 305174.8823 483960.3445 305214.1155 484046.2422 305230.9769 484052.9676 305224.4243 484056.7730 305220.9365 484060.2654 305215.8565 484064.0754 305210.1413 484066.2598 305203.9661 484065.8218 305195.8539 484064.7104 305192.2027 484060.1098 305182.7057 484054.0742 305177.1213 484049.2290 305176.1021
4	第一层 PAHs 污染 (1)	356.29	484113.6644 305113.6637 484110.5423 305113.5579 484108.0553 305113.9812 484106.2031 305114.4046 484103.7160 305115.1454 484101.4408 305116.4682 484099.4828 305118.1352 484098.3715 305119.1670 484096.9426 305121.1250 484096.3607 305122.7653 484096.0960 305124.9350 484096.3077 305127.0516 484097.5247 305128.8507 484098.8476 305130.3324 484100.4351 305131.4436 484102.6578 305132.3432 484105.3565 305132.8196 484107.6320 305132.8726 484109.3781 305132.7137 484111.2831 305132.1316 484113.6116 305131.1792 484115.1461 305130.2266 484116.5219 305128.7449 484117.8448 305127.1046 484118.9032 305124.9350 484119.8556 305122.5537 484119.9614 305120.3841 484119.4323 305117.7911 484118.0036 305115.5159 484115.6224 305114.1928 484113.6644 305113.6637
5	第一层 PAHs 污染 (2)	4128.76	484194.7161 305091.2517 484187.9119 305090.6037 484181.1079 305097.4079 484175.5997 305102.9161 484169.1195 305108.7481

			484163.2875 305112.9603 484155.8351 305119.7643 484150.6511 305125.9205 484145.7909 305133.6967 484140.2829 305137.2609 484136.3947 305140.1769 484130.8865 305144.3891 484124.7305 305149.5731 484118.1623 305158.8547 484117.8317 305167.1229 484121.8005 305172.7453 484127.4229 305176.3833 484135.0295 305178.6985 484143.7939 305178.2023 484152.5583 305175.0605 484162.1495 305165.1385 484173.3317 305157.0253 484183.3759 305151.5173 484191.8001 305144.0649 484201.1963 305136.6129 484209.2965 305129.1607 484209.9445 305120.0885 484210.8865 305104.2113 484211.8885 305092.5477 484202.1683 305091.8997 484194.7161 305091.2517
6	第一层 PAHs 污染 (3)	415.27	484082.3377 305157.1612 484079.0832 305156.5263 484075.8290 305157.0026 484072.4157 305157.8758 484070.2727 305159.4631 484068.7646 305163.5113 484068.3677 305166.4483 484068.6057 305169.3851 484069.0821 305173.5125 484070.5901 305176.9256 484073.7652 305178.5925 484076.9402 305179.2276 484080.2739 305179.1482 484083.9252 305178.0370 484087.3383 305176.0526 484089.4815 305174.2271 484091.2277 305170.6551 484090.9896 305166.2895 484089.7196 305163.3525 484088.2114 305160.4951 484085.1950 305158.6693 484082.3377 305157.1612
7	第一层 PAHs 污染 (4)	3803.95	484179.0167 305200.1959 484179.0167 305200.1959 484167.1105 305198.8731 484152.5583 305203.5031 484142.9671 305207.8027 484134.0375 305213.4251 484125.4385 305220.3703 484119.4855 305229.9617 484115.1473 305234.0051

			484108.6875 305243.4897 484136.4735 305248.9113 484157.8869 305253.1159 484170.2345 305255.1987 484179.1945 305256.3831 484185.7883 305257.2163 484193.4767 305258.1805 484197.4185 305242.9237 484199.5833 305231.8605 484201.9785 305207.8297 484198.8605 305202.5109 484188.6079 305201.1881 484179.0167 305200.1959
合计	13688.73		

表 6.2-8 污染土壤第二层修复范围信息表（修复深度 1-2m）

修复区域	第二层	修复面积	拐点坐标
1	第二层 PAHs 污染 (1)	5735.81	484191.3655 305187.7591
			484196.1941 305182.9435
			484202.5439 305162.8353
			484203.9287 305160.6095
			484205.6321 305157.8713
			484206.9139 305155.8111
			484207.9993 305154.0663
			484209.5371 305129.3359
			484206.1821 305121.3485
			484203.0071 305117.3797
			484195.0299 305115.4217
			484190.7965 305110.8181
			484188.5741 305103.0393
			484188.2565 305098.2767
			484187.7803 305094.3079
			484187.8211 305090.4431
			484170.4098 305088.5188
			484165.5023 305095.3663
			484161.2689 305105.4205
			484156.7711 305112.8289
			484152.2731 305113.8873
			484146.4523 305112.0351
			484140.1023 305108.8601
			484131.9003 305108.0663
			484119.4647 305107.2725
			484106.2355 305112.2997
			484096.4459 305114.9455
			484091.4189 305117.5913
			484090.3605 305124.2059
			484092.4771 305130.0269
			484097.5043 305134.5247
			484104.6479 305136.6415
			484110.4689 305135.8477
			484118.4063 305130.5559
			484123.6979 305126.5873
			484127.9315 305125.2643
484140.3669 305135.3185			
484146.9815 305137.9643			
484153.8607 305144.3143			
484154.6545 305149.6061			

			484152.5377 305155.6913 484150.6855 305162.8353 484155.9773 305177.1227 484158.6233 305182.1497 484168.8759 305188.5529 484184.4861 305189.0819 484191.3655 305187.7591
2	第二层 PAHs 污染 (2)	1963.68	484200.9375 305226.3961 484204.6101 305199.8303 484201.4505 305199.8151 484192.4017 305199.8151 484180.4953 305199.6563 484171.4465 305198.5451 484163.4033 305199.0743 484157.3179 305202.8315 484154.3015 305209.4989 484153.9841 305215.6901 484155.7303 305221.0877 484160.6515 305227.9139 484165.5729 305234.1053 484170.6529 305241.7253 484180.0191 305248.2339 484188.7505 305252.0439 484194.2035 305254.6603 484200.9375 305226.3961
3	第二层 PAHs 污染 (3)	4420.03	484049.2290 305176.1021 484032.6430 305174.2639 484024.3878 305174.7401 484011.3704 305174.7401 483992.3204 305174.7401 483983.4522 305174.8823 483960.3445 305214.1155 484046.2422 305230.9769 484052.9676 305224.4243 484056.7730 305220.9365 484060.2654 305215.8565 484064.0754 305210.1413 484066.2598 305203.9661 484065.8218 305195.8539 484064.7104 305192.2027 484060.1098 305182.7057 484054.0742 305177.1213 484049.2290 305176.1021
合计		12119.52	

表 6.2-9 污染土壤第三层修复范围信息表（修复深度 2-3m）

修复区域	第三层	修复面积	拐点坐标
1	第三层 PAHs 污染	4904.73	484199.9480 305184.8427 484204.3315 305174.2895 484204.7233 305166.5118 484205.3056 305157.8914 484205.7927 305148.7994 484205.1433 305141.1687 484204.6562 305134.5122 484203.1952 305127.3683 484201.7339 305122.6602 484197.9996 305120.0624

			484194.7524	305115.8410
			484193.1291	305114.0553
			484188.2582	305109.3468
			484181.6015	305101.5538
			484179.0040	305099.9302
			484171.5354	305101.5538
			484164.2294	305107.8856
			484159.5212	305113.2432
			484156.9235	305115.0292
			484152.2150	305114.2177
			484147.6691	305111.7822
			484143.2854	305109.1844
			484139.0643	305107.0738
			484132.8946	305107.0738
			484128.5111	305107.5609
			484126.7252	305109.6716
			484123.9650	305112.7564
			484122.0167	305113.5682
			484118.2827	305112.5941
			484113.4119	305112.5941
			484109.6778	305113.5682
			484105.2941	305113.8929
			484100.9103	305116.1657
			484098.7999	305118.2764
			484097.1763	305121.6860
			484096.6892	305125.7448
			484098.6375	305129.9661
			484102.3716	305131.7521
			484106.7553	305133.8627
			484112.6000	305132.2391
			484114.3860	305130.4532
			484118.7697	305127.8554
			484121.8544	305124.9329
			484124.1274	305125.9071
			484127.8617	305128.6672
			484134.0311	305132.7263
			484137.2783	305135.4861
			484143.7725	305139.5451
			484146.3702	305140.0322
			484148.4810	305141.8182
			484154.1633	305147.3382
			484155.6246	305151.2348
			484155.4622	305156.9172
			484154.9752	305162.4374
			484155.6246	305168.9316
			484157.2482	305172.6659
			484159.5212	305177.3741
			484162.1188	305182.4073
			484166.0154	305183.8685
			484172.6721	305184.8427
			484180.1405	305185.8167
			484199.9480	305184.8427
合计		4904.73		

不同类别污染物污染土壤的修复范围示意图 6.2-1 至 6.2-3。

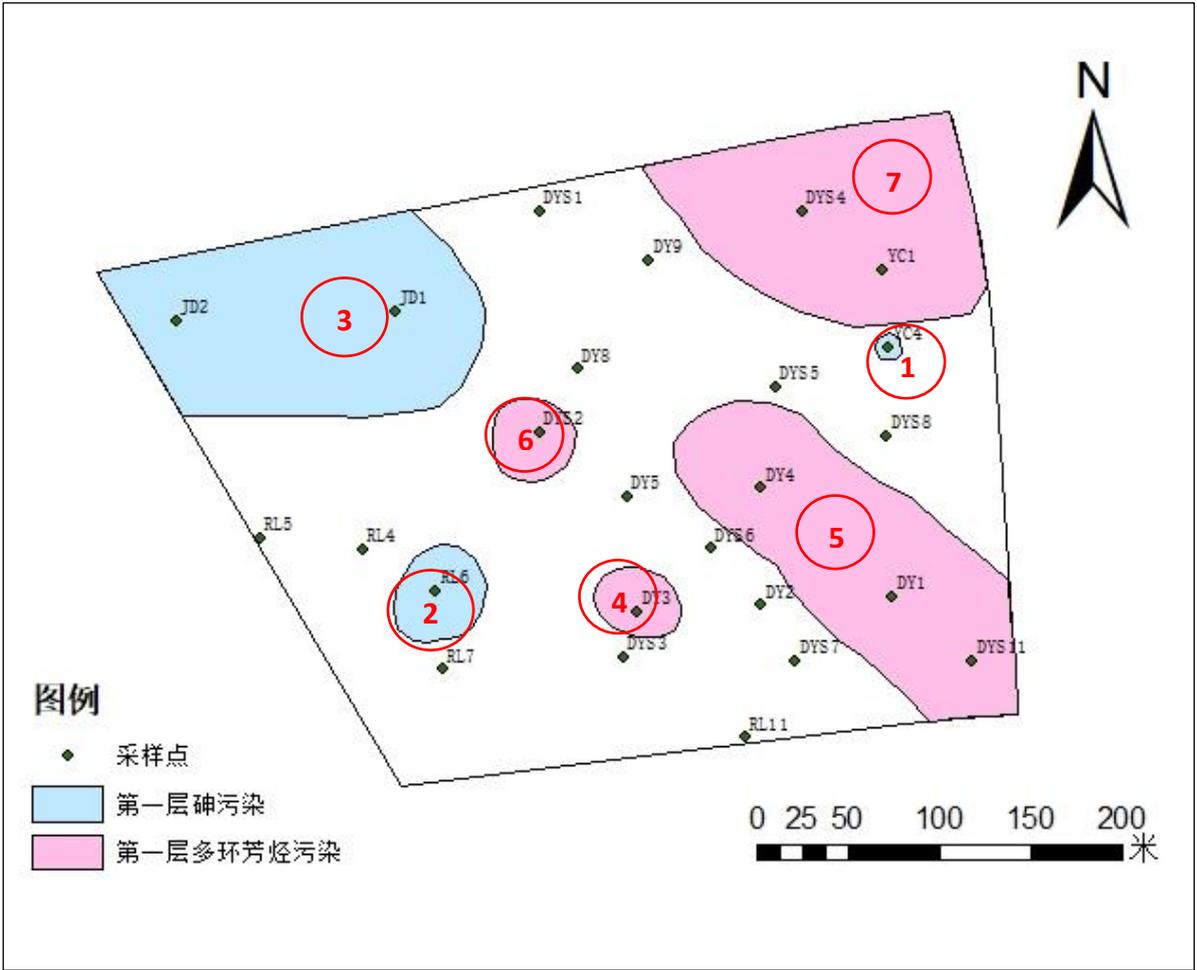


图 6.2-1 污染土壤第一层(0-1m)修复范围分布图

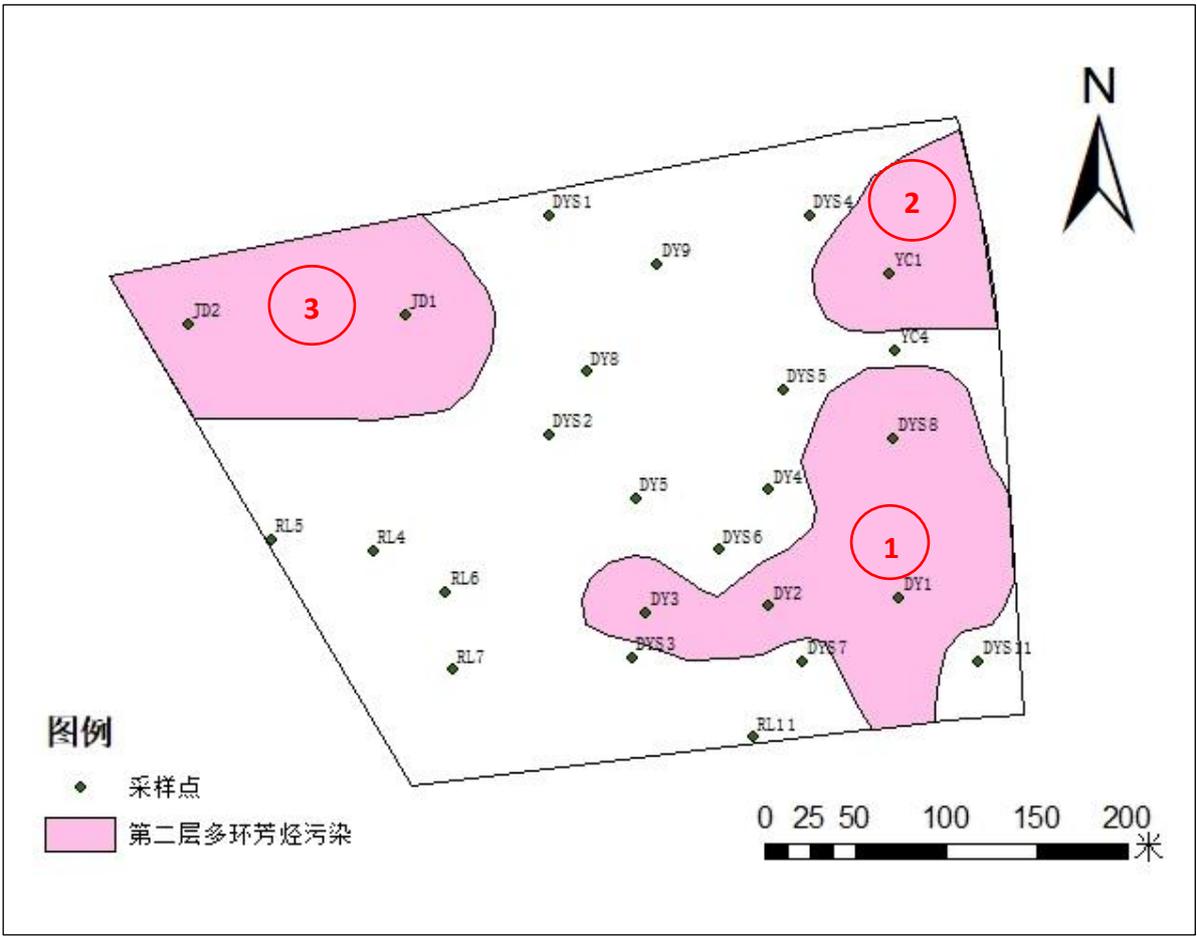


图 6.2-2 污染土壤第二层(1-2m)修复范围分布图

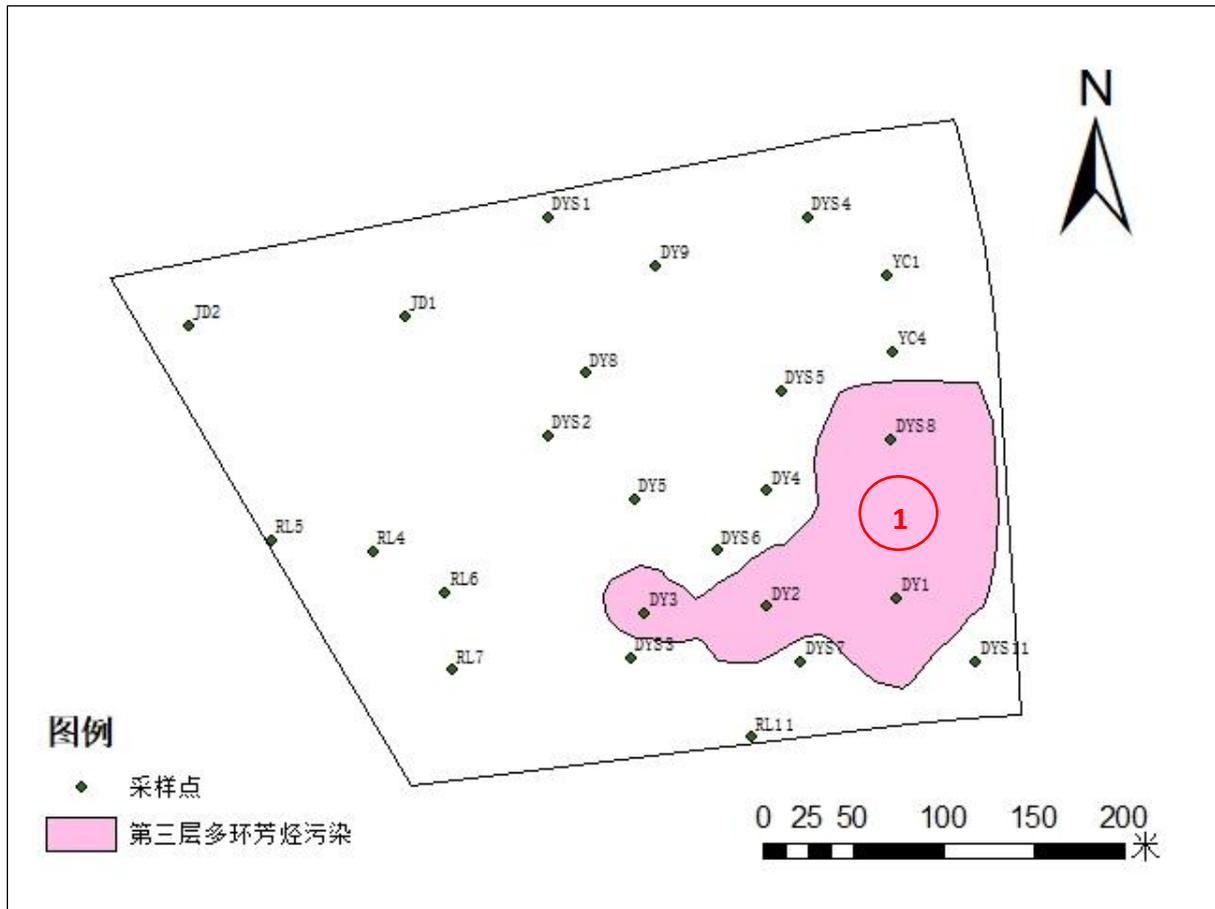


图 6.2-3 污染土壤第三层(2-3m)修复范围分布图

## 7 698 地块调查报告结论及建议

### 7.1 结论

1、《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》整个场地划分为 17 个地块，698 地块属于《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》场地范围内 17 个地块其中之一，在场地调查过程中，地块总体占地面积约 33064 平方米，主要占用北京第一低压电器厂、首钢电机厂、首钢热力众达换热设备公司及石景山烟草专卖局部分用地，该地块四至：东侧临 696 地块，南侧临 646 地块及 704 地块，西侧临 646 地块，北侧临 690 地块。规划建设住宅区。

2、698 地块初步调查，调查土壤采样孔 16 个，采集土壤样品 62 个（包括平行样 10 个）；测试重金属 37 个、测试 SVOCs 62 个、VOCs 1 个。详细调查共布设土壤采样点 9 个，共采集土壤样品 50 个（4 个平行样），其中测试重金属（7 种）50 个、测试 SVOCs 50 个。

3、本次评价以北京市地方标准——《场地环境评价导则》(DB11/T 656-2009) 为主要参考标准对场地污染情况进行分析，以北京颁布的《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011) 中的住宅用地情景筛选值为参照标准。

4、根据样品检测结果的统计分析，调查区域需要关注的污染物主要包括：砷、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽。

5、通过风险评估，场地土壤中的污染物对人体的健康风险超出可接受水平，需要对场地进行修复，主要关注的污染物为：砷、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘。

6、通过对不同暴露途径的风险贡献率分析，对致癌风险影响最大的暴露途径主要是经口摄入。

7、针对不同的污染物，计算了修复目标值，调查区域砷的修复目标值为 40mg/kg；苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、苯并(a)蒽的修复目标值分别是 0.55mg/kg、5.5 mg/kg、0.55mg/kg、5.5 mg/kg、5.5 mg/kg。

8、根据不同深度修复面积的成图叠加，经计算，698 地块调查场区内修复土方量约为 30712.98 立方米。

## 7.2 不确定性分析

1、此次调查区域长期受主厂区生产活动影响，造成一定程度的污染。厂区内工业生产历史久远，期间生产工艺多次变化，场地原环保措施实施情况不易掌握，进而给厂区内及外围污染情况带来一定的不确定性。

2、调查地块周边区域存在拆迁、挖掘动土等活动，存在一定的动土扰动现象，因此土壤样品采集（特别是表层土壤）可能具有一定的扰动性。

3、由于调查地块土壤中局部区域污染程度严重，污染范围具有一定的不确定性，可能会使得土壤污染修复施工过程中的存在一些不确定因素。

## 7.3 建议

建议该场地在开发利用之前，进行场地污染土壤修复。在修复过程中采取一定的环境保护措施。

现阶段未进行污染土壤修复前，建议对已查明的严重污染区采取有效的阻隔或者地面覆盖等措施，控制无关人员的暴露接触量，降低扰动产生污染扩散的风险。

建议现场扰动过程中，若局部土壤出现异色异味时，可以适当进行土壤采样检测，保障场地用地安全。

建议业主在土壤修复过程中，采取分区开挖和分类堆放等管理措施。

建议在场地开发前，相关业主应聘请具有污染土壤修复经验的单位，依据场地调查报告和场地修复技术方案编制场地污染施工治理方案，场地修复过程中，建立相应的应急预案，防范不确定因素的发生，防止二次污染情况的发生。

建议本地块在修复过程中，如存在红线边界超标现象，应考虑在临近地块开展补充调查工作。

# 《北辛安棚户区改造项目 698 地块土壤污染风险评估报告》专家评审意见

2019 年 9 月 25 日，北京市生态环境局会同市规划和自然资源委员会组织召开了《北辛安棚户区改造项目 698 地块土壤污染风险评估报告》（以下简称“报告”）专家评审会。会议邀请三位专家组成专家组（名单附后）。与会专家审阅了报告，听取了报告编制单位轻工业环境保护研究所的汇报，经质询和讨论，形成如下意见：

编制单位根据国家和北京市相关的技术导则，及初步调查和详细调查情况，开展了该地块的风险评估工作，并编制了报告。报告内容较为完整，数据较为详实，建议对以下内容进行修改，经专家签字确认后，可作为下一步环境管理的依据。

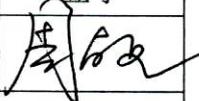
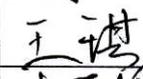
1. 补充场地内原工厂的位置图和车间布局图，细化关注污染物（氨氮）的识别。
2. 核实风险评估的模型参数，优化风险评估结果及修复（或风险管控）目标。
3. 进一步规范文本编制。

专家组长：



2019 年 9 月 25 日

专家名单表

姓名	单位	职称	签字
周友亚	中国环境科学研究院	研究员	
王琪	北京市环境保护科学研究院	副研究员	
李厚恩	北京市勘察设计研究院有限公司	高工	

## 修改说明

编号	修改内容	对应专家意见	报告页码
1	增加原工厂车间及平面布置图。 报告中仅首钢电机厂识别出氨氮，但本项目占地首钢电机厂东南角部分用地，且占地性质为办公用房及绿化用地。	补充场地内原工厂的位置和车间布局图，细化关注污染物（氨氮）的识别	报告 6、7、20、24、25 页
2	核实场地风险评估参数，完善风险评估章节	核实风险评估模型参数，优化风险评估结果及修复目标	报告 69-86 页
3	规范文本编制	进一步规范文本编制	报告全文
4	分层计算风险评估		报告 75 页
5	修改、更新相关法律法规		报告 3 页
6	轻亚粘土层改成粉粘层		报告 11 页
7	修改 698 地块修复目标及修复范围		报告 92-103 页