

北京巴布科克·威尔科克斯有限公司科技研发中心地块  
(SS00-1617-0012 地块) 土壤污染风险评估报告

【报审稿】



委托单位：北京巴布科克·威尔科克斯有限公司

承担单位：北京地勘水环工程设计研究院有限公司

二零二五年三月

北京巴布科克·威尔科克斯有限公司科技研发中心地块  
(SS00-1617-0012 地块) 土壤污染风险评估报告

【报审稿】



委托单位：北京巴布科克·威尔科克斯有限公司

承担单位：北京地勘水环工程设计研究院有限公司

二零二五年三月



北京巴布科克·威尔科克斯有限公司科技研发中心地块  
(SS00-1617-0012 地块) 土壤污染风险评估报告

编制单位：北京地勘水环工程设计研究院有限公司

项目负责人： 王文强

编 写： 王文强

唐陈彦

牛文珂

审 核： 唐 磊

审 定： 于国庆



王文强

王文强

唐陈彦

牛文珂

唐磊

于国庆

# 目录

1. 概述 .....	1
1.1 项目概况 .....	1
1.2 地块范围 .....	2
1.3 工作依据 .....	3
1.3.1 法律法规 .....	3
1.3.2 标准规范 .....	4
1.3.3 其它文件 .....	4
1.4 技术路线 .....	5
2 地块概况 .....	7
2.1 土地利用状况 .....	7
2.1.1 地块现状 .....	7
2.1.2 用地历史 .....	错误!未定义书签。
2.1.3 用地规划 .....	错误!未定义书签。
2.2 地块污染识别 .....	错误!未定义书签。
2.2.1 主要原辅材料及产品 .....	错误!未定义书签。
2.2.2 车间平面布置 .....	错误!未定义书签。
2.2.3 生产工艺 .....	错误!未定义书签。
2.2.4 废物产排情况 .....	错误!未定义书签。
2.2.5 历史污染事故调查 .....	错误!未定义书签。
2.2.6 历史土壤环境调查情况 .....	错误!未定义书签。
2.2.7 设备拆除过程污染识别 .....	错误!未定义书签。
2.3 地块周边企业状况 .....	错误!未定义书签。
2.3.1 巴威公司其他区域 .....	错误!未定义书签。
2.3.2 北京北锅环保设备有限公司 .....	错误!未定义书签。
2.3.3 首钢设备处 .....	错误!未定义书签。
2.3.4 首钢主厂区南侧辅助生产区域及水泥厂 .....	错误!未定义书签。
2.3.5 首钢运输部 .....	错误!未定义书签。
2.4 地块周围敏感目标 .....	错误!未定义书签。
2.5 污染识别结论 .....	错误!未定义书签。
3 地层及水文地质情况 .....	错误!未定义书签。

3.1	区域自然环境状况 .....	错误!未定义书签。
3.1.1	地形地貌 .....	错误!未定义书签。
3.1.2	气候气象 .....	错误!未定义书签。
3.2	地质条件 .....	错误!未定义书签。
3.2.1	区域水文地质概况 .....	错误!未定义书签。
3.2.2	地块水文地质条件 .....	错误!未定义书签。
3.2.3	场地地层物理参数 .....	10
4	地块污染情况 .....	12
4.1	布点与采样 .....	12
4.1.1	土壤 .....	12
4.1.2	地下水 .....	错误!未定义书签。
4.2	土壤污染情况 .....	错误!未定义书签。
4.2.1	污染风险筛选标准 .....	错误!未定义书签。
4.2.2	检出与超标情况 .....	错误!未定义书签。
4.2.3	超标污染物垂向分布 .....	错误!未定义书签。
4.2.4	超标污染物水平分布 .....	错误!未定义书签。
4.3	地下水污染情况 .....	错误!未定义书签。
4.3.1	污染评价标准 .....	错误!未定义书签。
4.3.2	超标与分布情况 .....	错误!未定义书签。
4.4	小结 .....	错误!未定义书签。
5	健康风险评估 .....	15
5.1	风险评估方法 .....	15
5.2	危害识别 .....	错误!未定义书签。
5.2.1	关注污染物 .....	错误!未定义书签。
5.2.2	地块未来规划 .....	错误!未定义书签。
5.2.3	污染受体分析 .....	错误!未定义书签。
5.3	暴露评估 .....	错误!未定义书签。
5.3.1	暴露途径分析 .....	错误!未定义书签。
5.3.2	暴露评估模型 .....	错误!未定义书签。
5.3.3	暴露参数取值 .....	错误!未定义书签。
5.4	毒性评估 .....	错误!未定义书签。
5.5	风险表征 .....	错误!未定义书签。

5.5.1	计算方法	错误!未定义书签。
5.5.2	计算结果	16
5.6	不确定性分析	错误!未定义书签。
5.6.1	暴露风险贡献率	错误!未定义书签。
5.6.2	参数敏感性分析	错误!未定义书签。
5.7	小结	错误!未定义书签。
6	风险控制值与控制范围	错误!未定义书签。
6.1	目标污染物	错误!未定义书签。
6.2	风险控制值	错误!未定义书签。
6.2.1	计算方法	错误!未定义书签。
6.2.2	计算结果	错误!未定义书签。
6.3	土壤风险控制范围	错误!未定义书签。
6.3.1	超标区域地层概化	错误!未定义书签。
6.3.2	风险控制范围	16
7	结论与建议	18
7.1	结论	18
7.2	建议	18

附件：

关于组织评审《北京巴布科克·威尔科克斯有限公司科技研发中心地块(SS00-1617-0012 地块)土壤污染状况调查报告》的复函。

# 1. 概述

## 1.1 项目概况

随着我国产业结构调整的深入推进,大量工业企业被关停并转、破产或搬迁,腾出的工业企业地块作为城市建设用地被再次开发利用。根据《中华人民共和国土壤污染防治法》、《北京市土壤污染防治工作方案》及“北京市土壤污染防治2023年行动计划”等有关文件精神,按照全市统一部署和要求,优化建设用地风险防控制度,督促依法调查。

北京巴布科克·威尔科克斯有限公司位于北京市石景山区石景山路36号,于1960年5月投产,占地面积316116.66m<sup>2</sup>,主要进行生产中高压、超高压、亚临界、超临界的大型电站锅炉,地块内设有生产区、储存区、废气治理设施等区域,于2023年6月停产。该地块作为石景山区城市更新项目的重点地块,为查明和消除地块中残留污染物对人体健康的潜在危害,满足置换出的地块后续开发的要求,需对该区域土壤污染状况进行调查与评估,确定可能或潜在的污染区域、污染物构成以及污染程度,为地块的科学管理提供依据。

根据《北京石景山区SS00-1617街区控制性详细规划(街区层面)(2022年-2035年)》,关闭地块以后用地类型主要为公园绿地、研发设计用地、工业研发用地、基础教育用地、其他类多功能用地、公用停车场用地等。本次调查地块为SS00-1617-0012地块,占地面积54100m<sup>2</sup>,按照规划,该地块为企业自主升级改造地块,用地性质不变,仍为工业用地,具体用途有调整,由M1一类工业用地转变为M4工业研发用地,地块使用权人不变,仍为北京巴布科克·威尔科克斯有限公司。

2024年5月,北京巴布科克·威尔科克斯有限公司(土地使用权人)委托北京建工环境修复股份有限公司(土壤污染状况初步调查单位),对北京巴威公司科技研发中心地块(SS00-1617-0012地块)进行地块土壤污染状况初步调查工作。2024年10月,北京巴布科克·威尔科克斯有限公司(土地使用权人)委托北京地勘水环工程设计研究院有限公司(土壤污染状况详细调查单位),对北京巴威公司科技研发中心地块(SS00-1617-0012地块)进行地块土壤污染状况详细调查工作,确定该地块的土壤中苯并(a)芘、石油烃和重金属锰含量超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB3600--2018)中第二类用地

筛选值，可能会对人体健康产生风险，根据国家相关规定，本地块需要对场地开展风险评估工作，为地块的安全开发利用提供支持。

## 1.2 地块范围

本地块规划范围为北京巴威公司科技研发中心科技研发中心地块（SS00-1617-0012 地块），规划占地面积 54100 m<sup>2</sup>。由于调查阶段尚无正式的红线，因此按照预计红线进行调查，调查面积为 62970.95m<sup>2</sup>，调查范围沿东西南北四个方向进行了扩大，确保能够覆盖红线，其中西侧扩至围墙外，东侧扩至厂内道路，南侧扩大至库房外道路，向北扩大至浴室的北侧。地块边界拐点坐标见表 1-1，地块调查范围见 1-1，调查范围线与规划红线位置关系见图 1-2。

表 1-1 调查场地边界坐标一览表

序号	X	Y	东经	北纬
1	39430792.0109	4419014.1245	116.19069868	39.90247590
2	39430792.0109	4418694.7960	116.19073252	39.89960020
3	39430594.8128	4418694.7762	116.18842685	39.89958391
4	39430594.8128	4419014.1046	116.18839292	39.90245960

注：XY 坐标为国家 2000 高斯投影（中央子午线 117°）



图 1-1 本地块范围四至

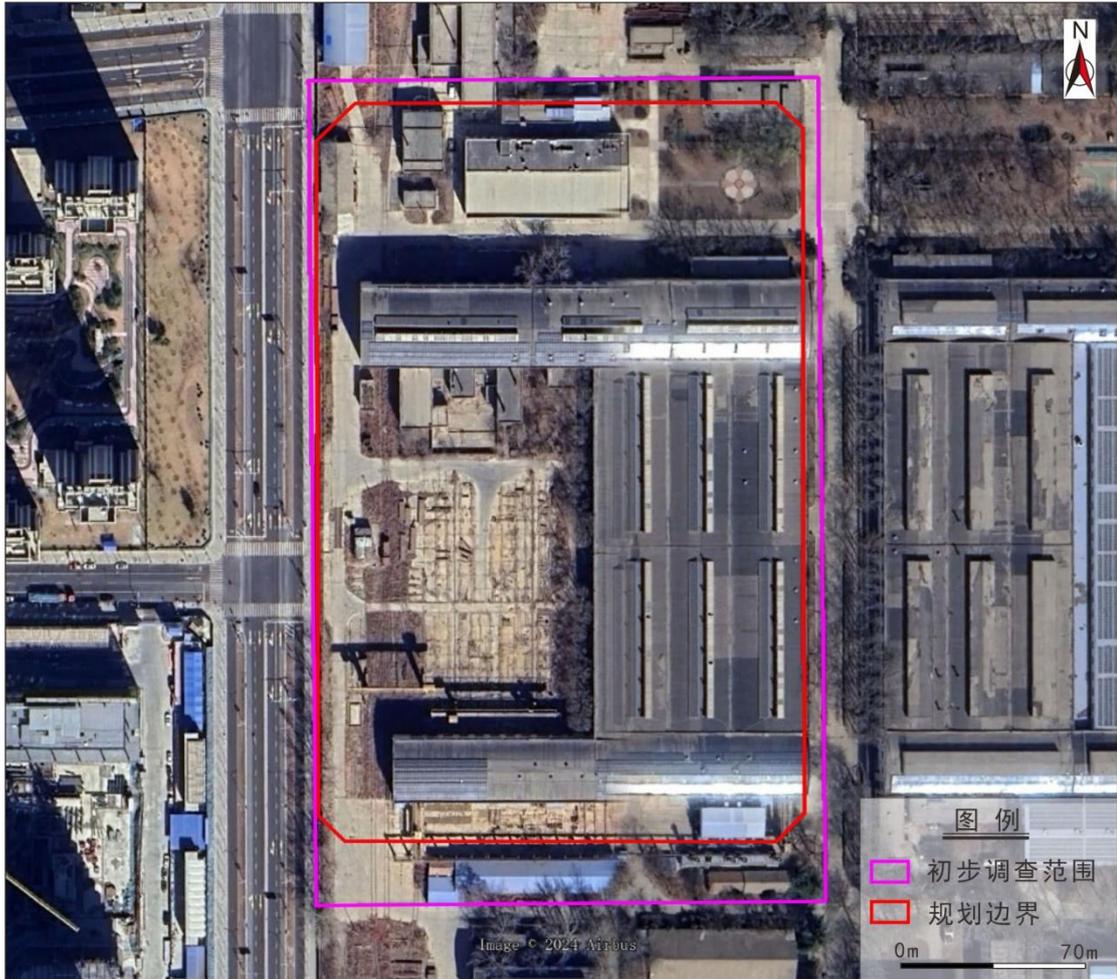


图 1-2 地块调查范围与规划红线位置关系

## 1.3 工作依据

### 1.3.1 法律法规

- 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）
- 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订）
- 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）
- 《污染地块土壤环境管理办法》（部令 第 42 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
- 《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）
- 《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

### 1.3.2 标准规范

- 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）
- 《地下水质量标准》（GB14848-2017）
- 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）
- 《土的分类标准》（GBJ145）
- 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）
- 《土工试验方法标准》（GB-T 50123-1999）
- 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1—2019）
- 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）
- 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）
- 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）
- 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）
- 《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）
- 《环境检测分析方案标准指定技术导则》（HJ/T168-2004）
- 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（部公告 2017 年第 72 号）
- 《污染场地岩土工程勘察标准》（HG/T20717-2019）
- 《建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》（DB11/T656-2019）
- 《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）
- 《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T 5216—2020）
- 《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T 67—2020）
- 《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）的通知》（沪环土[2020]62 号）

### 1.3.3 其它文件

- 《北京石景山区 SS00-1617 街区控制性详细规划（街区层面）（2022 年-2035 年）》（草案）；
- 《北京巴布科克·威尔科克斯有限公司清洁生产审核报告》（2015 年 11

月)；

- 《北京巴布科克·威尔科克斯有限公司厂区平面图》(2008年12月)；
- 《集箱(重容、燃烧器)车间工艺布局图》；
- 《南货场刷漆场地VOC治理项目环境影响报告书》(2014年)；
- 《厂区电力(10KV和380V)布置图》；
- 《科技研发中心工程勘察服务项目岩土工程勘察报告》(2024年6月)；
- 《石景山区巴威-北锅用地更新改造项目规划综合实施方案》(2023年12月)。
- 《北京巴布科克·威尔科克斯有限公司科技研发中心地块(SS00-1617-0012地块)土壤污染状况调查报告》(2025年1月)

## 1.4 技术路线

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)和《建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》(DB11/T 656-2019)的要求,评估地块土壤中污染物的健康风险和污染物迁移扩散对周边环境污染的可能性。主要工作内容包括:地块概念模型细化、健康风险评估(危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征)、风险控制值的确定、划定风险管控与修复范围、编制风险评估报告,技术路线图如下:

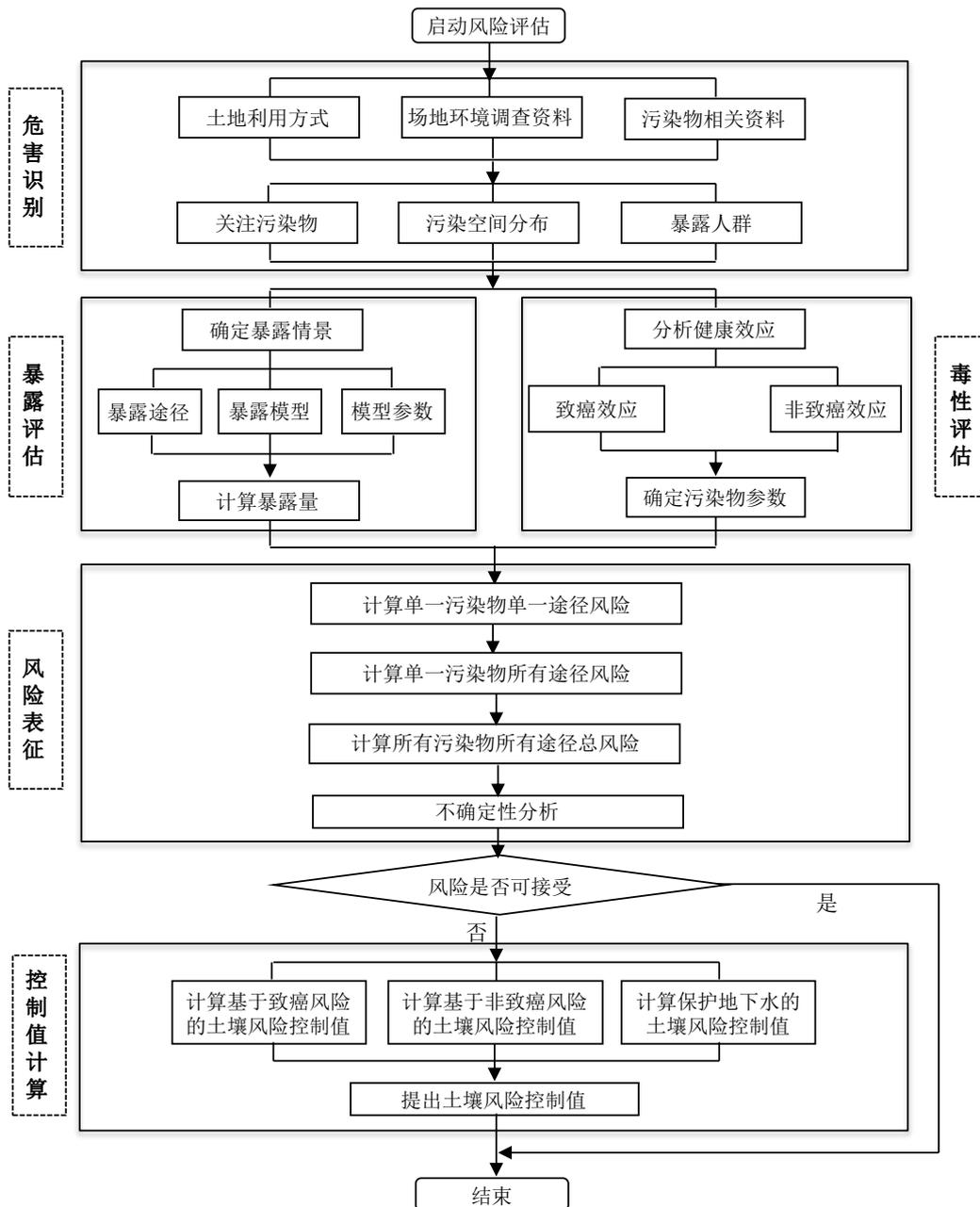


图 1-3 风险评估技术路线

## 2 地块概况

### 2.1 土地利用状况

#### 2.1.1 地块现状

巴威公司已于 2023 年 6 月全面停产，厂区门口有专人值守，避免外人进入。本地块位于巴威公司中部偏西位置，调查范围内有重容集箱车间、燃烧器车间、原料堆放场地、喷漆房、露天焊接区、危废间、库房、锅炉房、食堂、浴室等区域。巴威公司平面布置图见图 2-6，本地块平面布置见图 2-7。

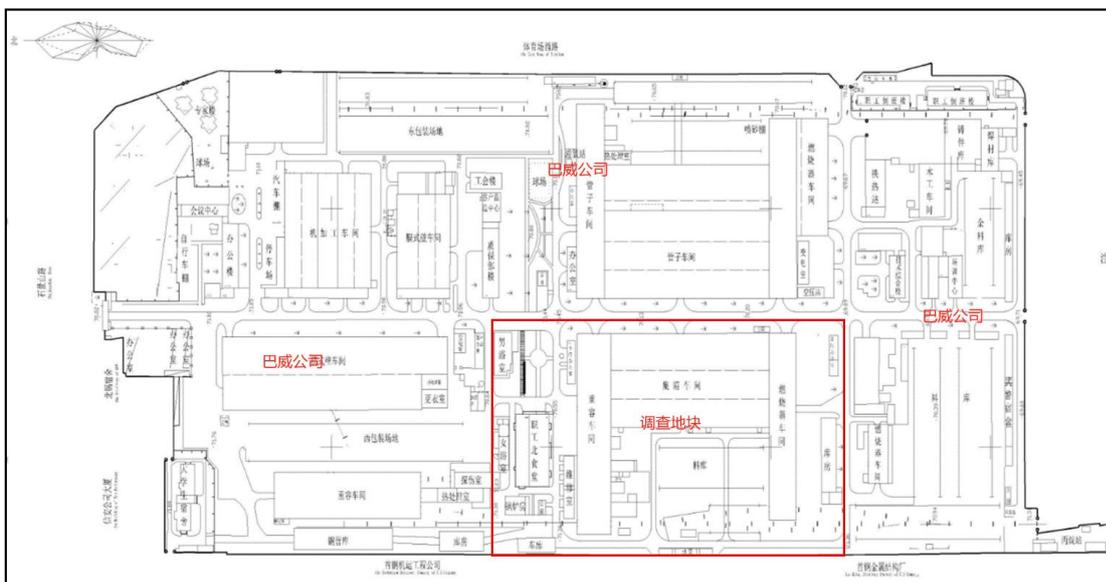


图 2-1 巴威公司平面布置图

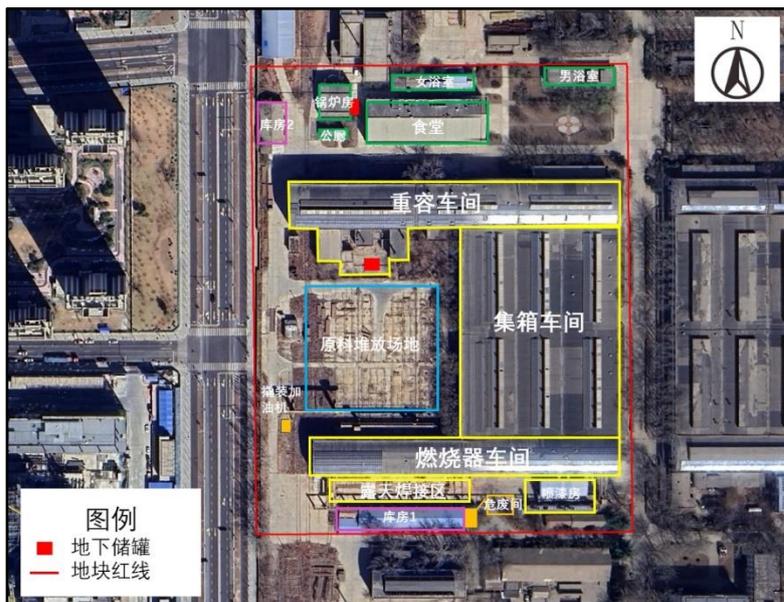


图 2-2 本地块平面布置图

目前车间建筑物未拆除，未来研发中心会保留现有建筑框架，在内部进行夹层改造，车间内设备设施除拟保留的水压机外已全部拆除，厂区现状见图 2-4。

地块内除车间建筑物未来不会拆除以外，其他区域（喷漆房、危废间、库房、锅炉房、食堂和浴室）建筑物也未拆除，主要原因为该地块为企业自主升级改造地块，巴威公司其他区域地块为出让地块，其他区域仍有在用办公区，不满足出让条件，需先行将本地块升级改造后，将巴威公司其他区域的办公区转移至本地块，才能满足出让条件，同时本地块内食堂浴室等为在用区域。

表 2-1 地块内建筑物基本情况

建筑物名称	是否已拆除	是否有遗留物料	是否有遗留的设备	备注
重容车间	否	否	是，西侧遗留有水压机，为拟保留设备	建筑物不拆除，未来研发中心依托现有车间建筑物框架进行升级改造
集箱车间	否	否	否	
燃烧器车间	否	否	否	
喷漆房	否	否	否	待拆除
危废间	否	否	否	待拆除
库房	否	否	否	待拆除
锅炉房	否	否	/	待拆除
食堂	否	否	/	待拆除
浴室	否	否	/	待拆除



图 2-3 重容车间拟保留水压机



图 2-4 厂区现场现状

## 2.1.2 场地地层物理参数

为获取场地土样的物理参数，为后续的风险评价提供依据，本次详细调查对土壤样品进行了主要包括含水量、天然密度、饱和度、孔隙比、孔隙率、塑限、塑性指数、液性指数、实验室垂直渗透系数和粒径分布等物理参数的测试，测试样本数见表 2-2 错误!未找到引用源。和测试报告见图 2-5 图 2-5。

表 2-2 土工样品测试信息表

项目	件数	项目	件数
含水率	19	土粒比重	19
密度	19	孔隙比	19
饱和度	19	孔隙度	19
液限	19	塑限	19
塑性指数	19	液性指数	19
垂直渗透系数	19	水平渗透系数	19
颗粒组成	19		

### 土工试验成果表

工程名称：北京巴布科克·威尔科克斯有限公司科技研发中心地块(SS00-1617-0011地块)土壤污染状况调查

报告日期：2024年 12月 14日

共01页 第1页

工程编号：

序号	试验室编号	钻孔编号	取土深度 m	天然状态土的物理性指标						孔隙度 n	界限含水率				垂直渗透系数 kv ×10 <sup>-6</sup> cm/s	水平渗透系数 kh ×10 <sup>-6</sup> cm/s	颗粒组成				土分类名称  分类标准： DBJ 11-501-2009 (2016年版)
				含水率 ω	密度		土粒比重 Gs	孔隙比 eo	饱和度 Sr		液限 ω <sub>L</sub>	塑限 ω <sub>p</sub>	塑性指数 Ip	液性指数 IL			砂粒		粉粒	粘粒	
					ρ <sub>w</sub>	ρ <sub>d</sub>											0.5 ~ 0.25 mm	0.25 ~ 0.075 mm	0.075 ~ 0.005 mm	< 0.005 mm	
				%	g/cm <sup>3</sup>		%	%	%		%	%	%	%			%	%	%	%	
0001	431997	B1-1	6.30	20.4	1.94	1.61	2.69	0.669	82	40.1	24.6	18.4	6.2	0.32	18.00	22.00	23.0	64.2	12.8	砂质粉土	
0002	432001	B10-1	0.50	11.7	2.04	1.83	2.68	0.467	67	31.8	21.9	16.2	5.7	-0.79	26.00	32.00	24.2	65.1	10.7	砂质粉土	
0003	432002	B10-2	6.00	11.4	2.15	1.93	2.69	0.394	78	28.3	22.5	16.1	6.4	-0.73	4.10	4.70	22.9	64.7	12.4	砂质粉土	
0004	432003	B10-3	6.50	10.0			2.69				22.0	15.6	6.4	-0.88			21.9	66.9	11.2	砂质粉土	
0005	432010	B12-1	0.50	16.4	2.14	1.84	2.71	0.474	94	32.2	26.5	16.0	10.5	0.04	<0.1	<0.1	3.0	71.4	25.6	粉质黏土	
0006	432011	B12-2	1.00	26.6	1.96	1.55	2.72	0.757	96	43.1	33.4	20.8	12.6	0.46	1.40	1.90	2.1	69.8	28.1	粉质黏土	
0007	432012	B13-1	0.60	17.0	2.03	1.74	2.69	0.550	83	35.5	24.4	16.6	7.8	0.05	3.50	4.70	18.1	66.0	15.9	黏质粉土	
0008	432013	B13-2	1.50	28.2	1.96	1.54	2.72	0.779	98	43.8	35.2	22.0	13.2	0.47	1.70	2.10	2.2	69.9	27.9	粉质黏土	
0009	432004	B16-1	0.50	17.4	2.06	1.75	2.70	0.539	87	35.0	25.0	16.8	8.2	0.07	3.10	3.80	20.2	64.0	15.8	黏质粉土	
0010	432005	B16-2	1.50	17.0	1.98	1.69	2.69	0.590	78	37.1	24.3	16.7	7.6	0.04	5.60	7.00	15.5	68.4	16.1	黏质粉土	
0011	431998	B2-1	6.30	21.9	1.96	1.61	2.69	0.673	88	40.2	25.9	19.7	6.2	0.35	29.00	34.00	24.3	64.0	11.7	砂质粉土	
0012	432006	B3-1	6.20	23.6	1.98	1.60	2.72	0.698	92	41.1	30.1	18.0	12.1	0.46	1.90	2.50	2.1	71.3	26.6	粉质黏土	
0013	432007	B3-2	6.40	22.4	1.97	1.61	2.71	0.684	89	40.6	34.0	22.4	11.6	0.00	2.10	2.60	1.8	72.2	26.0	粉质黏土	
0014	431999	B4-1	6.50	29.8	1.92	1.48	2.73	0.846	96	45.8	36.8	23.0	13.8	0.49	<0.1	<0.1	2.3	69.4	28.3	粉质黏土	
0015	432014	B7-1	0.70	12.4	2.00	1.78	2.69	0.512	65	33.9	22.6	16.4	6.2	-0.65	24.00	30.00	23.2	64.2	12.6	砂质粉土	
0016	432015	B7-2	5.50	7.6	2.02	1.88	2.68	0.428	48	30.0	20.7	15.0	5.7	-1.30	31.00	39.00	22.7	65.9	11.4	砂质粉土	
0017	432000	B8-1	5.00	12.0	2.04	1.82	2.69	0.477	68	32.3	24.1	16.8	7.3	-0.66	2.90	3.50	23.6	62.3	14.1	黏质粉土	
0018	432008	B9-1	4.50	9.8	2.02	1.84	2.68	0.457	57	31.4	20.8	15.4	5.4	-1.04	21.00	2.80	23.2	65.4	11.4	砂质粉土	
0019	432009	B9-2	5.00	11.5	2.06	1.85	2.69	0.456	68	31.3	22.4	16.4	6.0	-0.82	5.40	6.30	24.0	63.9	12.1	砂质粉土	

试验负责人：

*Handwritten signature*

审核：

*Handwritten signature*

审定：

*Handwritten signature*

试验负责人岗位证书编号：SY2012000027

航天规划设计集团有限公司



图 2-5 土工试验报告

### 3 地块污染情况

#### 3.1 布点与采样

##### 3.1.1 土壤

初步环境调查和详细环境调查阶段共完成土壤钻孔 43 个（含 1 个土壤背景点），其中初步调查完成土壤钻孔 24 个（含 3 个土水共同点）；详细调查完成土壤钻孔 16 个，分别位于初步调查发现的锰超标区、石油烃超标区和苯并（a）芘超标区；为确定石油烃超标范围，开展了补充调查，完成土壤钻孔 3 个，同步完成初步调查阶段 2 个未兜底点位的原位兜底工作，具体布点情况如下。

表 3-1 土壤采样点分布

序号	位置	布点数量（个）				备注
		初调	详调	补充调查	总数	
1	重容集箱车间	11	5	3	19	石油烃超标区
2	燃烧器车间	2（含 1 个土水共同点）			2	
3	原料堆存场地	4			4	
4	喷漆房	1			1	
5	露天焊接区	1	6		7	锰超标区
6	危废间	1			1	
7	锅炉房/柴油罐	1 个土水共同点	5		6	苯并（a）芘超标区
8	浴室、食堂及空地	1			1	
9	巴威公司北门外	1			1	背景点
10	撬装加油机	1 个土水共同点			1	
合计		24	16	3	43	

初步调查土壤钻孔的实际钻探深度为 2.5-4m，以钻至卵石层为终孔原则；对照点取表层土壤样品，钻探深度为 0.5m；土水共同点的实际钻探深度为 11.5-23m；详细调查实际钻探深度为 5.5-6.5m，以钻至粘粉或粉粘土层为终孔原则；补充调查阶段钻探深度为 6.9-7.0，以钻至粘粉或粉粘土层为终孔原则。共采集土壤样品 258 件，其中重金属锰土壤样品 153 件（初步调查 106 件，详细调查 47 件），

石油烃(C10-C40)土壤样品 175 件 (初步调查 106 件, 详细调查 68 件), 苯并[a]芘土壤样品 142 件(初步调查 106 件, 详细调查 36 件), 初步调查检测指标包括: GB 36600-2018 中的基本项目 45 项、pH 值、石油烃 (C10-C40)、钒、钼、锰、锌、氨氮、三甲苯、氟化物; 详细调查及补充调查检测指标为锰、苯并(a)芘、石油烃(C10-C40)。

厂时间较早，可能存在地面无硬化的情况，因此造成锰的超标。半挥发性有机物苯并(a)芘仅有一个点位超标，位于 S1 点位 2.0m 处 (2mg/kg)，超标倍数为 0.33 倍，该点位于生活区锅炉房的南侧，为现状绿化区域。锅炉房曾使用柴油进行供暖，苯并(a)芘是柴油的特征污染物，但是考虑表层和第三层以下均无污染，且该点位 0~4.6m 为填土，以下为卵石层，中间有粉黏夹层，因此初步判断该点位超标为土壤扰动所致。燃油锅炉房东侧和南侧为原柴油罐存储区和卸油工作区，柴油装卸环节可能存在跑冒滴漏情形，后锅炉房东侧食堂新建施工过程中曾扰动锅炉房南侧柴油装卸工作区，可能导致污染物出现深层超标情形；石油烃超标点位有 2 处，位于 S8#点位 0.5m 处和 B8#点位 0.5m 和 1.0m 处，S8 点位 0.5m 处检出结果为 5990mg/kg，超标倍数 0.33 倍，B8#点位 0.5m 和 1.0m 处检出结果为 8570mg/kg 和 4690mg/kg，超标倍数 0.90 倍和 0.04 倍，均超第二类用地筛选值但尚未超过第二类用地管制值。S8#点位和 B8#点位均位于自动焊接区，根据历史资料，该区域曾有一台长约 13m 的单臂刨床，是比较老旧的机械设备且钻探点位处地面有裂缝，初步判断为机械用油跑冒滴漏造成的污染。上述两个土壤采样点位石油烃检出浓度普遍较高且含量自表层向下浓度递减，符合石油烃垂向迁移规律。

通过污染调查结果分析，确定该地块关注污染物为土壤中锰、石油烃和苯并(a)芘，应结合地块调查结果开展风险评估工作，以确定对人体健康和环境产生的风险。

## 4 健康风险评估

### 4.1 风险评估方法

污染调查结果表明，调查地块内局部土壤中苯并(a)芘、TPHs（C10-C40）和重金属锰含量超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值，应进行风险评估以分析对人体健康产生的危害。风险评估采用《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中的方法，包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征以及土壤风险控制值的计算。

#### （1）危害识别

危害识别主要收集场地环境调查阶段获得的相关资料和数据，根据搜集调查的污染基本信息和污染物监测信息，依据相关原则筛选出污染区域中关注污染物，明确规划土地利用方式，分析可能的敏感受体，如儿童、成人等。

#### （2）暴露评估

在危害识别的基础上，分析场地内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性，确定场地土壤的主要暴露途径和暴露评估模型，确定评估模型参数取值，计算敏感人群对土壤和地下水中污染物的暴露量。

#### （3）毒性评估

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。

#### （4）风险表征

在暴露评估和毒性评估的基础上，采用风险评估模型计算土壤中单一污染物经单一途径的致癌风险和危害商，计算单一污染物的总致癌风险和危害指数，进行不确定性分析。

#### （5）土壤风险控制值的计算

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。如污染地块风险评估结果超过可接受水平，则计算土壤中关注污染物的风险控制值，

并根据最终根据计算结果，提出关注污染物的土壤风险控制值。

#### 4.1.1 计算结果

风险评估结果表明，该地块苯并(a)芘致癌风险为  $1.31 \times 10^{-6}$ ，高于人体健康可接受的致癌风险水平  $10^{-6}$ 。TPHs(C10-C40)的非致癌危害商为 1.85，高于人体健康可接受的非致癌风险水平 1。

表 4-1 污染物致癌风险

污染物	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	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物	总风险
	CRois	CRdcs	CRpis	CRiov1	CRiov2	CRiiv1	
苯并(a)芘	7.29E-07	5.73E-07	9.26E-09	1.07E-09	4.84E-12	8.26E-13	<b>1.31E-06</b>

表 4-2 污染物非致癌危害商

污染物	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	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物	总危害商
	HQois	HQdcs	HQpis	HQiov1	HQiov2	HQiiv1	
苯并(a)芘	1.48E-02	1.16E-02	4.69E-02	5.42E-03	2.45E-05	4.18E-06	<b>7.88E-02</b>
锰	1.36E-01	-	4.79E-01	-	-	-	<b>6.14E-01</b>
TPHs(C10-C40)	4.60E-01	1.39E+00	-	-	-	-	<b>1.85E+00</b>

表 4-3 计算的第二类用地土壤风险控制值 (mg/kg)

污染物	计算的风险控制值			第二类用地筛选值	最终的风险控制值
	基于致癌效应 RCVSn	基于非致癌效应 HCVSn	较小者		
苯并(a)芘	1.5	25.4	1.5	1.5	<b>1.5</b>
TPHs(C10-C40)	-	4490	4490	4500	<b>4500</b>

#### 4.1.2 风险控制范围

依据超标区域地层概化成果，同时结合各区域超标污染物污染物的垂向分布，运用 ArcGIS 软件中的反距离插值法绘制土壤水平风险控制范围。统计每个钻孔的最大超标深度，在此基础上分别向上和向下各扩大 1 米，从而确定需进行风险

控制的垂直深度与厚度。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

结合地块污染状况、用地规划、地层结构等信息，开展土壤污染健康风险评估，结果表明，苯并(a)芘对人体健康产生的致癌风险为  $1.31 \times 10^{-6}$ ，高于人体健康可接受的致癌风险水平  $10^{-6}$ ；TPHs(C10-C40)的非致癌危害商为 1.85，高于人体健康可接受的非致癌风险水平 1。因此，土壤苯并(a)芘和 TPHs(C10-C40)健康风险不可接受。

计算苯并(a)芘和 TPHs(C10-C40)基于致癌效应和非致癌效应的风险控制值，取较小者作为计算的风险控制值，本项目最终确定的苯并(a)芘风险控制值为 1.5mg/kg，TPHs(C10-C40)的风险控制值为 4500mg/kg。

根据超标区域地层概化成果和污染物的垂向分布，采用反距离插值方法确定地块土壤风险控制范围面积为  $41.4\text{m}^2$ ，土方量为  $101.91\text{m}^3$ 。

### 5.2 建议

(1) 若该地块内未来用地规划发生改变，尤其是原来规划为第二类用地的区域改变为第一类用地时，需重新开展风险评估，并根据风险评估结果采取相应的环境管理措施。

(2) 地块开发建设过程中应做好施工现场扬尘污染防治措施和施工人员的个人防护。

