

郑州兰博尔科技有限公司原址 场地环境初步调查报告



郑州市环境保护科学研究所



杭州大地环保工程有限公司

2012年4月

英文缩写注释

HCH	六六六（总称）
DDT	滴滴涕（总称）
DNAPL	重质非水相液体
TPH	总石油烃
PAHs	多环芳烃
CHC	含氯脂肪烃，含二氯乙烷、二氯甲烷、氯仿等物质
CMA	中国国家计量认证
CNAS	中国合格评定国家认可委员会认证
LNAPL	轻质非水相液体
NAPL	非水相液体
OCP	有机氯农药，含六六六、DDT 等物质
OPP	有机磷农药，含氧乐果、苯氧威、啶虫脒等物质
PID	便携式有机气体检测仪
BTEX	苯系物，含苯、甲苯、乙苯、二甲苯等物质
VOCs	挥发性有机物
SVOCs	半挥发性有机物
RPD	相对差百分比
na	不适用

目 录

英文缩写注释.....	I
目 录.....	II
1. 概述.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 编制依据.....	2
1.3 调查范围与调查目的.....	3
1.4 工作内容概述.....	3
2. 场地概况与自然地理背景.....	5
2.1 地理位置.....	5
2.2 场地现状.....	5
2.3 场地周边状况.....	5
2.4 地形地貌.....	6
2.4.1 区域地形地貌.....	6
2.4.2 场区地形地貌.....	6
2.5 场地周边地表水体.....	6
2.6 地质与水文地质条件.....	7
2.6.1 场区地层结构和土壤类型.....	7
2.6.2 区域水文地质条件.....	7
2.6.3 场区水文地质条件.....	8
2.6.4 历史最高地下水位.....	8
2.7 浅层地下水的开采和使用.....	8
2.8 气候、降雨入渗与洪水冲积可能性.....	8
2.8.1 气候.....	8
2.8.2 降雨入渗与洪水冲积可能性.....	9
3. 第一阶段场地调查.....	10
3.1 资料搜集.....	10
3.1.1 场地历史及功能区划分.....	10
3.1.2 污染源排查与平面布置.....	13
3.1.3 场地未来规划.....	13
3.1.4 相邻场地历史与现状.....	14
3.2 现场踏勘.....	14
3.2.1 厂区现状描述.....	14
3.2.2 半地下储池与储罐汇总.....	15
3.3 人员访谈.....	17
3.3.1 污水处理站建成前污水排放情况.....	17
3.3.2 泄露事故.....	17
3.3.3 其他信息.....	17
3.4 第一阶段调查结论.....	19
4. 第二阶段场地调查（初步调查）.....	20
4.1 调查目的.....	20

4.2	评价标准.....	20
4.3	现场采样与试验室分析情况汇总.....	21
4.3.1	调查方案计划采样情况.....	21
4.3.2	现场实际情况.....	21
4.3.3	首批分析、加测样品分析情况介绍.....	22
4.4	现场工作概述.....	23
4.4.1	采样点放线与定位方法.....	23
4.4.2	地下管线与设施的避让.....	23
4.4.3	现场人员的安全防护措施.....	23
4.4.4	钻进方法.....	23
4.4.5	土样采样方法与现场 PID 测试.....	24
4.4.6	地下水监测井设置与地下水采样方法.....	24
4.4.7	地表样与石棉样采样方法.....	25
4.4.8	墙皮擦拭样采样方法.....	25
4.4.9	地表水采样方法.....	25
4.4.10	样品保存、运输与流转管理.....	26
4.4.11	质量保证与质量控制.....	26
4.4.12	采样点的精确定位与监测井高程测量.....	27
4.5	现场采样过程记录汇总.....	28
4.5.1	现场采样异常情况描述.....	28
4.5.2	土壤 PID 测试结果.....	28
4.5.3	地下水监测井井深、水位、PID.....	28
4.5.4	采样点的精确定位与高程测量结果.....	29
4.6	数据分析.....	30
4.6.1	土壤测试结果.....	30
4.6.2	土壤半定量图谱扫描结果.....	32
4.6.3	地下水测试结果.....	32
4.6.4	地表水测试结果.....	33
4.6.5	石棉测试结果.....	33
4.6.6	墙皮擦拭样结果.....	33
4.7	质量保证与质量控制数据分析.....	33
5.	第二阶段调查结果评价.....	35
5.1	土壤污染状况.....	35
5.1.1	按照功能分区总结.....	35
5.1.2	按照污染类别总结.....	43
5.2	地下水污染状况.....	49
5.3	墙皮样分析结果.....	50
6.	初步场地概念模型及数据缺口分析.....	51
6.1	场地概念模型.....	51
6.1.1	场地历史及对场地污染的影响.....	51
6.1.2	地形地貌与地质条件.....	51
6.1.3	水文地质条件.....	51
6.1.4	地下水流向讨论.....	52
6.1.5	可能的污染源及运移路径.....	52

6.1.6 可能的污染受体.....	53
6.2 数据缺口及不确定性分析.....	54
7. 结论.....	55
8. 针对详细调查阶段的建议.....	57
8.1 进一步资料搜集应获取的信息.....	57
8.2 进一步现场采样应获取的信息.....	57
8.2.1 场地周边地下水井采样.....	57
8.2.2 土壤污染“热点区域”进一步调查.....	57
8.2.3 场区内地下水污染源和污染路径确认.....	59
8.2.4 主要粉剂仓库和粉剂生产车间墙皮样补充调查.....	59
8.2.5 厂区外东侧和南侧背景点采样.....	59
8.2.6 风险评估参数和土工参数.....	59
9.0 结束语.....	60

嵌 入 表

表 2-1 场地描述和周边土地使用现状.....	6
表 3-1 场地各区域历史变迁表.....	12
表 3-2 本场地各区域未来规划.....	13
表 3-3 相邻场地历史情况.....	14
表 3-4 废弃储池及储罐详细列表.....	15
表 3-5 可能的污染区域和潜在污染物.....	19
表 4-1 地下水监测井深、水位及 PID 数据表.....	29
表 5-1 A 区土壤污染汇总表.....	35
表 5-2 B 区污染汇总表.....	35
表 5-3 C 区污染汇总表.....	36
表 5-4 D 区污染汇总表.....	36
表 5-5 E 区污染汇总表.....	37
表 5-6 F 区污染汇总表.....	38
表 5-7 G 区污染汇总表.....	39
表 5-8 H 区污染汇总表.....	40
表 5-9 I 区污染汇总表.....	40
表 5-10 J 区污染汇总表.....	41
表 5-11 K 区污染汇总表.....	42
表 3-12 L 区污染汇总表.....	43
表 5-13 土壤中农药类污染汇总表.....	45
表 5-14 土壤中 VOCs/SVOCs 类污染汇总表.....	47
表 5-15 土壤中重金属类污染汇总表.....	49
表 5-16 地下水污染状况汇总表.....	50

附表

- 附表 1A~1L – 现场采样汇总表
- 附表 2 – 采样点的精确定位与高程数据
- 附表 3 – 现场采样气味异常记录及可能的原因分析
- 附表 4 – 土壤污染评价筛选值
- 附表 5A~5L- 经分区整理后的土壤污染风险初筛表格
- 附表 6 – 地下水分析数据初筛表
- 附表 7 – 地表水测试数据
- 附表 8 – 石棉测试数据
- 附表 9 – 墙皮样测试数据
- 附表 10 – 采样点位污染情况汇总表

附图

- 附图 1 – 场地地理位置及周边地表水
- 附图 2 – 场地周边环境
- 附图 3 – 厂区平面布置及分区图
- 附图 4 – 采样布点图
- 附图 5.1~附图 5.11 – 土壤污染风险初筛图
- 附图 6.1~附图 6.2 – 推测的地下水流向图-1/-2
- 附图 7 – 地下水污染风险初筛图

附录（另行分册）

- 附录 1 - 现场工作照片筛选
- 附录 2 - 钻孔采样记录单与地下水建井记录单
- 附录 3 - 地下水洗井采样记录单与地表水采样记录单
- 附录 4 – 场地重点污染物物理化学性质汇总
- 附录 5 – 实验室出具的检测分析报告

1. 概述

1.1 项目背景

郑州兰博尔科技有限公司厂区原为郑州农药厂（以下简称“该场地”），建于1952年，占地21.2万m²。该场地位于郑州市东南部二里岗村、城东南路57号，地理坐标为东经113°45′，北纬34°45′。场地北侧为该公司家属院、石化路和陇海铁路，东临铁路专用线和魏庄村，南侧为郑州玻璃厂家属院、管城区安居小区和郑州市石油分公司，西临城东路，隔路为该公司家属院和二里岗小学等。

该场地具有近60年六六六粉分装加工、DDT和有机磷农药生产、化学试剂合成的生产历史，生产过程中产生过高残留、有毒有害的化合物，这些化合物可能对该场地造成了污染。现阶段，该场地处于环境敏感地区，周围大部分土地性质为住宅和学校用地，因此该厂计划搬迁，土地将由政府收回并计划重新开发。目前，该场地规划为住宅和商业用地。

根据《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知（环办〔2004〕47号）》、《关于加强土壤污染防治工作的意见（环发〔2008〕48号）》以及《污染场地土壤环境管理暂行办法（征求意见稿）》等环保部文件，企业在搬迁之前需要实施该场地的污染调查和修复工作。

受兰博尔科技有限公司（以下简称“业主”）委托，郑州市环境保护科学研究所（以下简称“郑州环科所”）和杭州大地环保工程有限公司（以下简称“杭州大地公司”）专业技术人员于2011年12月27~28日赴兰博尔厂区踏勘，根据场地现状和此前搜集到的场地历史资料，结合国内的相关标准和技术导则，编制了场地初步调查方案。2012年2月12日~2月23日进场采样，3月16日全部样品检测分析完毕，现结合场地勘察和实验室分析结果编制本调查报告。

1.2 编制依据

1) 法律法规与政策要求

- 关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知（环办〔2004〕47号）
- 关于加强土壤污染防治工作的意见（环发〔2008〕48号）
- 污染场地土壤环境管理暂行办法（征求意见稿）

2) 技术导则与规范

- 场地环境调查技术规范（征求意见稿）
- 北京市地方标准 场地环境评价导则 DB11/T 656-2009
- 地表水和污水监测技术规范（HJ/T 91-2002）
- 地下水环境监测技术规范（HJ/T 164-2004）
- 土壤环境监测技术规范（HJ/T 166-2004）
- 岩土工程勘察规范（GB50021）

3) 相关标准

- 危险废物鉴别标准（GB5085）
- 北京市地方标准 场地土壤环境风险评价筛选值（DB11/T 811-2011）
- 展览会用地土壤环境质量评价标准（暂行）（HJ 350-2007）
- 美国 EPA 通用土壤筛选基准值（2002）
- 中国地下水环境质量标准（GB/T14848-93）
- 荷兰土壤与地下水环境质量标准（2000）
- 美国佛罗里达州地下水与地表水治理目标值（2005）

4) 业主提供资料

- 郑州新天地农化有限公司 5 号家属楼岩土工程勘察报告，2000 年 10 月 22 日；
- 郑州新天地农化有限公司一、二号院住宅楼岩土工程勘察报告，2005 年 3 月；
- 沙隆达农药有限公司总平面图，2001 年 5 月；
- 业主关于泄漏事件等问题的答复，2012 年 3 月。

1.3 调查范围与调查目的

本次调查为初步调查,包括第一阶段场地环境调查和第二阶段场地环境调查的初步调查部分,调查范围为郑州农药厂全部厂区,详见附图 1 的红色线框范围。调查目的是分析厂区的疑似污染区域,对于整个厂区的疑似污染点进行采样,确认场地是否存在污染及污染物的种类,如果存在污染,判断大致的污染区域和污染深度,为详细调查方案提供技术准备。根据《污染场地调查技术规范》(征求意见稿)和北京市地方标准《场地环境评价导则》DB11/T 656-2009 所规定的场地环境评价工作程序,本次调查所处阶段见下页图 1-1 所示。

1.4 工作内容概述

本次初步调查包含了以下主要工作内容:

- 1) 资料搜集: 厂区所在区域自然环境状况资料搜集、场地历史资料搜集
- 2) 人员访谈: 现场访谈、电话和邮件沟通
- 3) 现场踏勘: 了解厂区及周边场地使用现状、采样点放线定位
- 4) 制定现场采样与实验室分析计划
- 5) 现场采样与实验室分析计划的实施
- 6) 采样点精确定位及监测井标高测量
- 7) 对现场采样记录和实验室分析结果进行整理和分析、进行风险初筛
- 8) 建立初步场地概念模型
- 9) 根据分析与评价结果提出针对下一阶段详细调查的建议。
- 10) 初步调查报告撰写

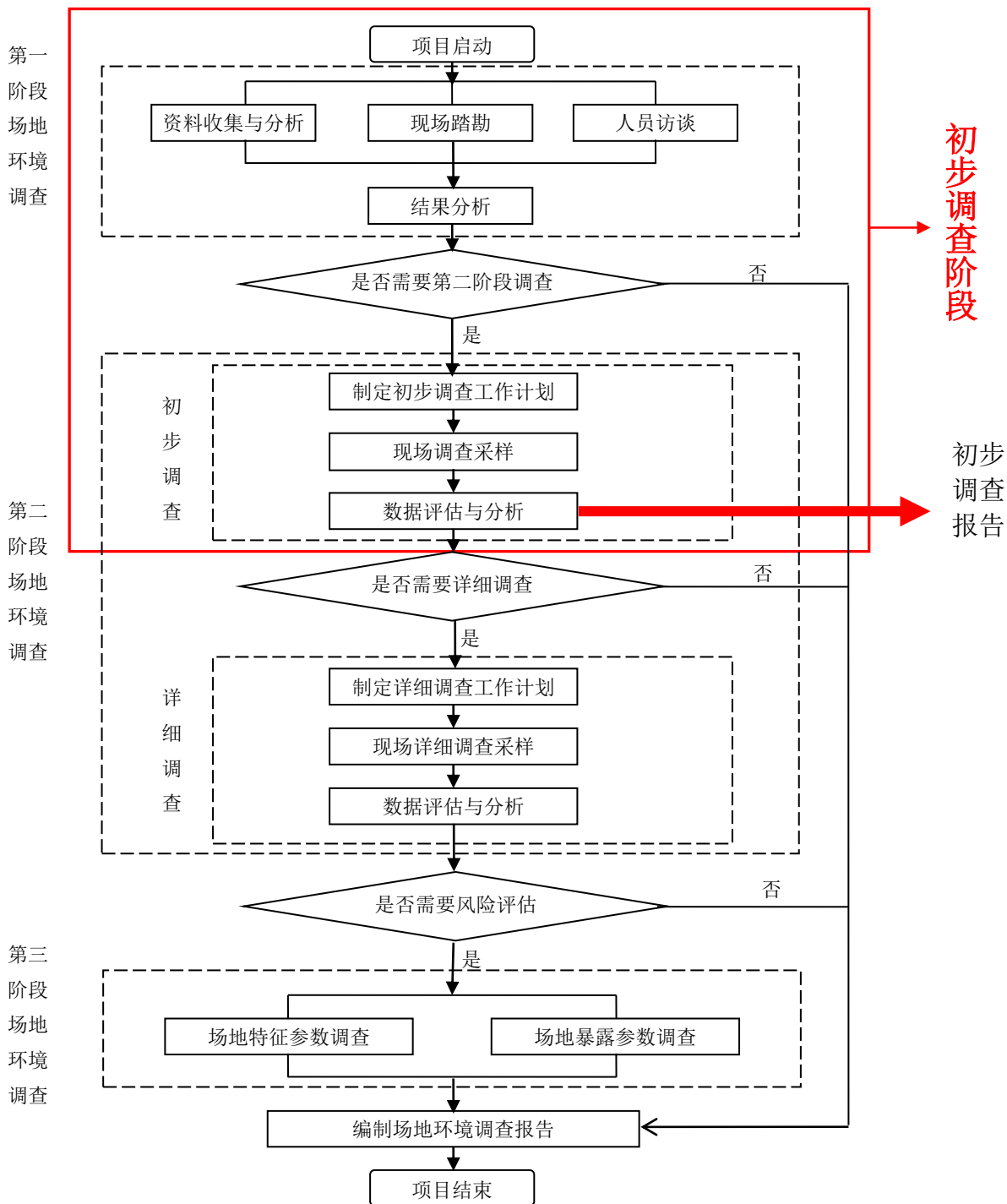


图 1-1 场地环境评价工作程序

2. 场地概况与自然地理背景

2.1 地理位置

该场地位于河南省郑州市东南部二里岗村、城东南路 57 号，地理坐标为东经 113° 45' ，北纬 34° 45' ，详见附图 1-场地位置及周边地表水。

2.2 场地现状

该厂建于 1952 年，主要由办公区、生产车间（多个）、仓库（多个）、储罐区及其它辅助的建筑物和构筑物组成。厂区有两条主要的道路横贯东西，将整个厂区分分为北部、中部和南部三个大区域。北部区域由北向南包括七亩地区域、仓库及储罐区、六六六粉剂加工车间、苯氧威车间和污水处理站；中部区域由西向东包括办公区及机加工车间、氧乐果二分厂、氧乐果一分厂；南部区域由西向东包括氯碱车间、老锅炉区、久效磷车间和啶虫脒车间（见附图 3-厂区平面及采样分区图）。

在本次调查现场工作期间，场地南部区域，包括氯碱车间、老锅炉区、久效磷车间和啶虫脒车间在内的 94 亩地（约 6.26 公顷）已经停产。北部区域的六六六粉剂加工车间已经停产，目前作为仓库使用；北部区域的苯氧威车间已经停产。场地其余区域，包括办公区、氧乐果一分厂、氧乐果二分厂、污水处理站、储罐区和仓库区等仍然处在生产或使用状态。

在本次调查现场工作期间，场地南部的 94 亩地区域大部分设施、储罐已经被拆除，地面有开挖地下或半地下储罐/储池留下的痕迹，部分区域有明显污染痕迹，部分废弃储池内水体颜色和气味异常，部分区域土壤颜色和气味异常（详见第 3.2 节现场踏勘部分）。

2.3 场地周边状况

本次调查现场工作期间，周边场地现状详见下表 2-1 和附图 2-周边环境状况图所示。

表 2-1 场地描述和周边土地使用现状

场地地理位置	河南省郑州市城东南路 57#
场地面积	21.2 公顷
场内设施	北部区域：七亩地区域、仓库和储罐区、六六六粉剂加工车间（停产）、苯氧威车间（停产）、污水处理站； 中部区域：办公区及机加工车间、氧乐果二分厂、氧乐果一分厂； 南部区域（94 亩）：氯碱车间（停产）、老锅炉区（停产）、久效磷车间（停产）、啶虫脒车间（停产）
场地周边状况	北侧 – 西部兰博尔公司家属院，东部紧邻石化路，再往北是陇海铁路； 东侧 – 紧邻铁路专用线，隔着铁路是魏庄村和郑州市有机玻璃厂； 南侧 – 西部郑州市石油分公司，中部郑州玻璃厂家属院，东部郑州市安居工程 西侧 – 紧邻城东路，隔路为兰博尔公司家属院和二里岗小学

2.4 地形地貌

2.4.1 区域地形地貌

郑州市位于秦岭东段余脉、北临黄河，西依嵩山，东南为黄淮平原。总体地势自西南向东北倾斜，西南部最高海拔 258 米，东北部的柳园口海拔 82.5 米。西南部是受到侵蚀而形成的低山丘陵，逐渐向南过渡为黄土倾斜平原和黄淮冲积平原以及少量的沙丘和沙地。

2.4.2 场区地形地貌

根据场区的地理位置和现场测量结果，该场地位于郑州的东南部，属于黄河冲积一级阶地地貌单元，地势基本平坦，高差不大，平均海拔在 100m 左右。

2.5 场地周边地表水体

离场地最近的地表水体为东南 1.6km 的七里河及西北 1.3km 的熊儿河（见附图 1），这两条河流二十世纪初为城市的排污河流，目前已无天然地表径流补充。现阶段，郑州市开展生态水系建设，将黄河水引入郑州西南高地，使黄河水自流入熊儿河、七里河等城市南部河流，变成城市景观河。

2.6 地质与水文地质条件

2.6.1 场区地层结构和土壤类型

根据现场钻探结果以及场地北侧和西侧住宅小区的岩土工程勘察报告，在地面以下 20m 深度范围内的地层全部为第四系全新统一—上更新统松散沉积物，地层岩性在自然地面埋深 10~12.7m 以上以粉土为主，埋深 10~12.7m 以下以粉细砂为主，粉细砂层未揭穿。

2.6.2 区域水文地质条件

郑州市区除了西南部深切沟谷中有零星出露的基岩外，其余区域均被松散岩类覆盖。根据地下水的埋藏条件、补排关系、水质和各层水的功能等，可将含水层划分为四层：浅层含水层埋深 0~60m、中深层含水层埋深 60~350m、深层含水层 350~800m、超深层含水层埋深>800m **【郑州市城区地下水漏斗分析，赵华，《河南水利与南水北调》2010 年12 期，p45】**。其中，与本次调查相关的含水层为浅层含水层。

2008 年浅层地下水水位平均埋深为 16.17m，地下水由于超采形成了棉纺厂~五里堡漏斗区。该漏斗区存在两个漏斗中心，分别是西部的棉纺厂区和东部的五里堡地区。2008 年 8 月，五里堡漏斗中心的水位埋深为 31.84m，水位为 73.62m **【郑州市城区地下水动态，穆小玲、江海涛，《河南水利与南水北调》2010 年5 期，p62】**。根据地图上的信息，五里堡与本场地位于同一区域，与本场地的直线距离约为 800m。

浅层地下水的补给来源主要有降雨入渗补给、黄河侧渗补给，径流受地形条件影响明显，市区因降落漏斗的形成使地下水向漏斗中心汇集，该层主要排泄途径是越流补给给中深层地下水及人工开采。中深部地下水与上部浅水层无良好隔水层，除各含水层的越流补给外，主要为西南基岩裂隙水的侧向径流补给。径流是从西南、西北向东北径流，排泄途径主要是人工开采 **【郑州市城区地下水漏斗分析，赵华，《河南水利与南水北调》2010 年12 期，p45】**。

2.6.3 场区水文地质条件

根据本次调查过程中设置的 6 口地下水监测井的监测数据,该场地浅层地下水静止水位埋深在自然地面 15~18.0m,水位在 83.3~86m。由于该含水层没有穿透,根据场区的地质结构推测,第一含水层的厚度可能大于 10m。另外,根据监测数据,初步推测场区地下水由南向北流,但还需要设置更多的监测井进行进一步分析,详见第 6 章关于地下水流向的讨论。

2.6.4 历史最高地下水位

根据熟悉场地周边情况的人回忆,80 年代在场区东侧 1km 处农村地区打农用机井,地下水水位埋深约为 3~5m。假设本场地与东侧 1km 处的自然地面高差在 5m 范围内,如果该回忆准确,那么历史上本场地的地下水位埋深可能在地表以下 5~10m 之间。

2.7 浅层地下水的开采和使用

郑州市是地表水和地下水联合供水的城市,从 1971 年大规模集中开采地下水以来,开采区地下水位大幅下降【*郑州市中深层地下水集中开发研究,李桂荣等,《人民黄河》2005 年 5 期, p27 页*】。近年来地下水开采量一直占供水量的 20%左右。2008 年郑州市区地下水开采量为 2235.9 万立方米,其中浅层地下水开采量为 440.9 万立方米,占市区总开采量的 20%左右【*郑州市城区地下水动态,穆小玲、江海涛,《河南水利与南水北调》2010 年 5 期, p62*】。

2.8 气候、降雨入渗与洪水冲积可能性

2.8.1 气候

郑州市属北温带大陆性季风气候。在太阳辐射、地形地质、大气环流等因素的共同作用下,形成了冷暖适中、四季分明、雨热同期、干冷同季等特征的气候。随着四季的明显交替,依次呈现为春季干旱少雨,夏季炎热多雨,秋季晴朗日照长,冬季寒冷少雨的特点。郑州市的冬季最长,夏季次之,春季较短。郑州市常年主导风向具有明显的季节性变化;冬季在蒙古高压的控制下,以西西北风为主;

夏季受太平洋副热带高压和内陆热低压的控制，多为偏南风；春秋两季为转换季节，风向多变。

统计资料表明郑州市的平原和丘陵地区春季开始的时间大致在 3 月 27 日，终止于 5 月 20 日，历时 55 天；夏季开始于 5 月 21 日，终止于 9 月 7 日，历时 110 天；秋季开始于 9 月 8 日，终止于 11 月 9 日，历时 63 天；11 月 10 日至次年的 3 月 26 日为冬季，长达 137 天。郑州市年平均气温在 9.3~20.1℃之间，年平均降雨量 640.9 毫米，无霜期 220 天，全年日照时间约 2400 小时（1971~2000 年数据）。

2.8.2 降雨入渗与洪水冲积可能性

在本次调查期间，调查的点位约有 60% 的区域铺有混凝土或沥青硬化地面。但从调查结果来看，即使有硬化地面的区域，也有污染物检出，并且从上至下污染连续，可以推测该场地在历史上硬化地面范围比现状更小，因此，降雨会通过场地内的裸露土壤区域入渗，造成可能的污染扩散。

本场地距离黄河约 25 公里，建国后，国家对黄河开展了全面综合的治理，致使黄河泛滥冲积本场地的可能性很小。

近年来，郑州市因降雨过大过急、但因地下排水管网和排水明沟堵塞而造成市区低洼处积水的现象屡有发生。另外，距离场地北侧 1.3km 的熊儿河是市区泄洪的主通道，但由于郑州西高东低，市区西部的大量雨水沿这条河向东流，而其外排渠道是贾鲁河，由于近些年贾鲁河淤塞严重，短时间内就会造成这条河水位升高，会出现大量积水短时间无法下泄甚至倒流入市区的现象[新浪新闻 2009 年 06 月 29 日-郑州市政部门解释市区逢雨被淹原因]。

场地被淹的可能性多来自于暴雨排泄不畅造成的场地积水。如果场地内因暴雨而积水，那么污染会随着积水四处扩散。

3. 第一阶段场地调查

第一阶段场地调查主要包括场地资料搜集、现场踏查和人员访谈等工作，根据上述工作收集的信息，判断本场地的疑似污染区域与关注污染物，为第二阶段场地调查提供技术基础。

3.1 资料搜集

3.1.1 场地历史及功能区划分

根据场地业主提供的资料及介绍，该场地各区域的生产车间和建（构）筑物从建厂时起，基本没有发生大的变化，各区域的历史和现状情况详见表 3-1，具体位置及编号详见附图 3。各生产车间的工艺流程简介如下。

（1）氯碱车间

1970 年建设氯碱车间，其生产工艺为原盐在化盐工序制成合格的盐水送往电解工段，经直流电电解生产烧碱溶液、氢气和氯气；烧碱经蒸发工序熬制，经离心机脱盐后制成 31% 的成品烧碱；氢气经干燥加压后送往合成盐酸工段，氯气经干燥加压后送往液氯工段和合成盐酸工段，氢气和氯气在合成炉内反应生产氯化氢气体，经膜吸收塔吸收制成 31% 的盐酸；氯气送液氯工段后，经冷却液化生成液氯进入储罐贮存。该车间于 2009 年停产，目前生产装置已拆除，厂房保留，位于厂区西南部。

（2）久效磷车间

1993 年建设久效磷生产车间，包括亚磷酸三甲酯和双乙烯酮生产装置，其生产工艺为：原料双乙烯酮和一甲胺进行胺解，加入氯气进行氯化，通过萃取、脱溶后与亚磷酸三甲酯进行合成反应，加入乙醇调制后为久效磷成品。亚磷酸三甲酯采用叔胺一氨法（以叔胺如 N，N-二甲基苯胺作为缚酸剂）进行生产。1996 年全部停产，2010 年拆除所有生产装置，厂房位于厂区东南部。

（3）啶虫咪车间

2000 年建设啉虫咪生产车间，其生产工艺为将二氯化物加入氯仿，配成 30% 的二氯化物氯仿溶液，滴加入苄胺合成釜内与一甲胺氯仿反应，将合成的物料转移至苄胺赶气釜，在常压下脱去一甲胺，加碱中和，再用氯仿将苄胺萃取出来，在负压下脱去氯仿，加入一定量的乙醇；向啉虫咪合成釜内返岗入定量的乙脂，再滴加计量的苄胺乙醇溶液，升温放料至啉虫咪结晶槽，经降温、离心、粉碎为成品。该车间 2009 年停产，2010 年拆除生产装置。厂房位于东南部。

(4) 氧乐果车间

1983 年建设两个氧乐果生产车间，分别为氧乐果一分厂和氧乐果二分厂，位于厂区中部偏东，其中氧乐果一分厂 2006 年停产，装置仍保留；氧乐果二分厂仍在生产。

氧乐果生产工艺为：采用“后胺解法”进行生产，由三氯化磷和甲醇在氯乙酸甲酯溶剂的作用下反应生成亚磷酸二甲酯，亚磷酸二甲酯再与硫磺和氨反应生成二甲基硫代磷酸铵盐，二甲基硫代磷酸铵盐与氯乙酸甲酯反应生成氧硫磷酯，氧硫磷酯与一甲胺反应得到氧乐果，经氯仿萃取、蒸发脱溶得到 70% 以上的氧乐果原油。

(5) 苯氧威车间

2001 年建设苯氧威生产车间，其生产工艺为：计量后的对苯氧基苯酚和氯乙胺基甲酸乙酯及溶剂和催化剂，投入反应釜内搅拌升温，恒温反应，反应物经冷却、分离、回收溶剂。油层经萃取、分离、处理、析晶、过滤，两次滤液回收、套用、结晶干燥后得苯氧威。该车间 2010 年停产，装置仍保留，位于厂区污水站以西。

(6) 六六六粉加工车间及库存区

50 年代开始，公司产品为六六六粉剂，其生产工艺为购买六六六原药进行分装加工。1984 年停产至今，厂房目前存放有氧乐果纸质包装材料，位于厂区中部偏西北。

表 3-1 场地各区域历史变迁表

序号	区域名称	编号	始建时间	停产时间	目前状态	生产所涉及的主要物质
1	办公区、机加工车间和废旧设备库	A	50 年代	在用	检修分厂仍有部分生产活动进行	废旧设备
2	氯碱车间	B	1970	2009	生产装置已拆除，厂房仍在	原盐、硫酸、盐酸、烧碱
3	老锅炉区及垃圾场	C	未知	未知	停用，装置和构筑物仍在，仍有煤堆放	原煤、煤灰煤渣
4	久效磷车间	D	1993	1996	生产装置已拆除，厂房仍在；部分厂房几年前曾用于瓶托厂和印刷厂，现已关停	一甲胺、丙酮、亚磷酸三甲酯、双乙烯酮、乙醇、叔胺、久效磷；
5	啶虫脒车间	E	2000	2009	生产装置已拆除，厂房仍在	乙醇、氯仿、一甲胺、甲苯、卞胺、乙酯、啶虫脒；
6	氧乐果一分厂	F	1983	2006	装置和厂房都在，目前有敌敌畏生产迹象	黄磷、甲醇、氯仿、一甲胺、盐酸、三氯化磷、氯乙酸甲酯、苯、敌敌畏、亚磷酸二甲酯、硫磺、氧乐果
7	氧乐果二分厂	G	1983	在用	仍在生产	黄磷、甲醇、氯仿、一甲胺、盐酸、三氯化磷、氯乙酸甲酯、苯、亚磷酸二甲酯、硫磺、氧乐果
8	苯氧威车间	H	2001	2010	生产装置和厂房均在	对苯氧基苯酚、氯乙氨基甲酸乙酯、苯酚、烧碱、苯氧威
9	污水处理站	I	1971	在用	完好，仍在使用	各车间废水
10	成品库和危险品库区域	J	未知	在用	大部分仍在使用	甲醇、苯酚、VOCs、SVOCs、有机磷农药、六六六；
11	六六六粉加工车间及仓库	K	50 年代	1984	厂房和库房仍在，厂房目前作为包装材料库房	六六六粉、DDT 粉剂
12	7 亩地区域	L	未知	未知	靠近北侧石化路的一半区域租给汽修厂	有机磷农药、六六六、DDT

3.1.2 污染源排查与平面布置

除了上述提及的、作为疑似污染源的各区域生产车间之外，本场地仍存在另一可能的污染源——东西向和南北向的地下污水管线。这些污水管线在污水处理站建成之前用于厂区内污水向厂外排放。目前，仍有部分管线用于生产区至污水处理站的污水输送排放。这些地下污水管线分别为：

1) 三条东西向主污水管线，分布在北区东西向主马路两侧和南区主马路南侧，作用是将污水输送至西侧场外的排水管线；

2) 三条南北向支线污水管线，分布于厂区中部氧乐果二分厂区域（G 区）两侧及厂区南部久效磷车间和啶虫脒车间之间的南北向马路的中间，作用是将污水汇入三条东西向主管线。

地下污水管线在厂区平面图中的具体位置详见附图 3 所示。另外，污水管线埋深约 5m，管径约 800mm。上述信息由业主在初步调查结束后提供，因此初步调查过程中未能在污水管线附近取样，留待于详细调查阶段。

3.1.3 场地未来规划

根据业主提供的信息，本场地未来使用规划以二类居住用地和商业用地为主。各区域规划见下表所示。

表 3-2 本场地各区域未来规划

现功能区编号	未来规划
B 区	商业金融业用地
L 区	变电站
F 区	小学用地
现东西向的两条主干道	道路
其他区域	居住用地

按照业主意见，未来居住和商业用地的地下室按照两层估计。参考郑州市地下室高度设计的一般情况，未来规划中的地下水按照 4.5m 估算，且建筑基础底面厚约 1m，也即地下室基底埋深在地面下 10m 左右。

3.1.4 相邻场地历史与现状

本场地周边场地现状见表 2-1 所示。其历史情况见下表所示：

表 3-3 相邻场地历史情况

方位	历史情况描述
东面	相隔铁路为魏庄，一直没有变化
西面	相隔马路为本厂家属院，一直没有变化
北面	西部原为综合仓库及纸袋厂，九十年代后陆续改建为居民区；北边东部保持现状
南面	原为菜地，九十年代陆续改建为仓库、居民区

3.2 现场踏勘

3.2.1 厂区现状描述

在本次调查过程中，场地南部区域，包括氯碱车间（B 区）、老锅炉区（C 区）、久效磷车间（D 区）和啉虫脒车间（E 区）在内的 94 亩地（约 6.26 公顷）已经停产。该区域大部分设施、储罐、地下电缆线等已经被拆除，部分建筑物和构筑物仍在。地面有开挖地下或半地下储罐/储池留下的痕迹，部分废弃储池内水体颜色和气味异常，部分区域土壤颜色和气味异常。B 区内开挖出的土壤部分呈现黄绿色，部分车间（如氯干燥车间）有刺激性气味，且部分区域散落较多隔热、保温材料，有些为海绵材料，有些无法判断，疑似含有石棉；C 区由于为老锅炉区，整个区域被原煤或煤灰煤渣覆盖；D 区有明显异味，土壤颜色有异常，特别是三甲酯车间前的空地，呈现大面积紫色（见附录 1-现场照片 29~30），附近水池中水体呈紫黑色。南部区域存在大量半地下废弃储池与储罐，其具体情况详见章节 3.2.2 所述。

北部区域六六六粉剂加工车间（K区）已经停产，目前作为仓库使用；苯氧威车间（H区）也已停产。场地其余区域，包括办公区（A区）、氧乐果一分厂（F区）、氧乐果二分厂（G区）、污水处理站（I区）、储罐区和仓库区（J区）等仍然处在生产或使用状态。在调查过程中发现，生产区在装卸过程中和运输过程中仍存在液体的滴、冒、跑、漏现象（例如氯仿液体在运输过程中的遗撒）。

3.2.2 半地下储池与储罐汇总

已经废弃的储池及储罐的信息统计详见下表——废弃储池及储罐详细列表。其中，位于氧乐果一分厂（F区）、氧乐果二分厂（G区）、污水处理站（I区）、危险品库（J区）的部分储池和储罐目前正在使用，因此这些储池和储罐没有统计到表中。

表 3-4 废弃储池及储罐详细列表

编号	所在区域	具体位置	描述
1	A区	检修分厂钳工房内	2.5m×2m，有水，深绿色，碱液池。
2	A区	检修分厂钳工房南侧	2m×2m 的半地下池，有水，墨绿色。
3	A区	检修分厂钳工房南侧	2m×3m 的半地下池，有水，棕色。
4	A区	检修分厂钳工房南侧	3m×5m，高 1.3m，防渗膜铺设在池中，有水，浅黄绿色透明，有酸味。
5	A区	检修分厂钳工房南侧	高低双层池 1.8m×2.5m，高 1.1m，有水。
6	B区	电解车间北侧	烧碱池，直径 3.5m，深 2.5m，有水，黑色。
7	B区	电解车间与修槽班之间	有两个混凝土池，圆的直径 3.5m，方形的 3m×3.5m，深 2.3mm，均有水，绿色。
8	B区	氯干燥车间西侧	半地下混凝土池，2m×6m，深 1m，有水，绿偏黑，有盖子。
9	B区	原基建南库的小院中	清洗池，混凝土，2m×4m，有水，绿偏黑。
10	B区	盐仓北侧	五联混凝土池，余热利用水池，每个池子 3m×5.5m，有水，绿色，发黑。
11	B区	盐泥池北侧	两个循环水池，混凝土建，大的 5m×10m，大的 2m×5m，有水。
12	B区	盐酸车间南侧，次氯池	“田”形，每个 2m×2.5m，水深 0.5m，有水，褐色发黑。
13	C区	基建水泥库北侧	锅炉使用循环水池，8m×16m，深 2.5m，有水，绿色。
14	C区	西煤场西侧	圆形蒸发工段循环水池，直径 15m，有水，褐

编号	所在区域	具体位置	描述
			色。
15	B 区	蒸发车间南侧	椭圆形混凝土池，盐酸冷却循环水池，10m×15m，有水，褐色；池子中间有圆形构架。
16	C 区	除尘系统	9 个混凝土池，每个 2.5m×2.5m，无水，可见干燥底泥。
17	D 区	罐区	高低双联池，每个 1.8m×1.8m，深 1.5m，有水，水深 0.3m，深褐色。
18	D 区	久效磷车间东侧	2m×2.5m，深 1.5m，无水，已填。
19	D 区	瓶拖厂车间内	3 个混凝土池，1 个 2m×1.5m，有水，发黑；2 个无水，2m×1.5m 和直径 2m；均瓷砖铺设池壁。
20	D 区	印刷厂小院内	混凝土池，3m×3.5m，有水，水深 1.1m，黑色，有路基板覆盖。
21	E 区	50 万冷冻西侧车间	混凝土池，1.5m×4m，有水，水深 1m，水面上有泡沫。
22	E 区	51 万冷冻东侧车间内	车间东西两侧有宽约 0.6m 的明沟，有水，水深 0.3m，黑色有油膜。
23	E 区	50 万冷车间东侧	混凝土池，5m×20m，池深 4m，有水，水深 3m，墨绿色。
24	D 区	氯甲烷车间北侧	混凝土池，2.5m×4m，有水，水深大于 1.5m，黑色泛油光，有盖板。
25	F 区	粗甲酯氯乙酸车间东侧	双连池，一个 2.5m×8m，一个 5m×8m，均有水，深 2m，绿色，至污水处理站。
26	F 区	25 池东侧	半地下球体铁罐（生锈），直径 1.5m，有水，褐色。
27	G 区	回收盐酸车间西北侧	废弃循环水池，直径 8m，池深 5m，水深 3m，绿色，至污水处理站。
28	G 区	水泵房和地磅房之间的小院里	废弃应急水池，双个，每个 2m×5m，有水，绿色，稍浊。
29	G 区	氧乐果泵房与检修分厂之间	地下储罐，铁罐，2 个，已废弃，原为烧碱吸收尾气使用，直径 1.5m，有水，黑色
30	D 区	三甲酯厂房北侧偏西	废水池，混凝土结构，2m×3m，有水，黑色。
31	G 区	三甲酯厂房北侧偏东	废水池，混凝土结构，3m×3m，有水，黑色偏紫。

3.3 人员访谈

3.3.1 污水处理站建成前污水排放情况

据相关人员介绍，该厂 1971 年建立污水处置站，但由于曝气叶轮等处理问题只运转数月，当时仅对敌敌畏合成废水碱解处理。其它污水均未输送至污水处置站，而是沿着原有的地下污水管线外排。地下污水管线共有东西向三条主管线和南北向三条支线管线（具体分布详见章节 3.1.2 所述）。污水经地下管线在厂外汇集，流至距厂区北侧 1.3km 的熊儿河中。

目前污水处置站运行正常，部分地下污水管线仍用于生产区污水向污水处置站输送。

3.3.2 泄露事故

(1) 久效磷车间亚磷酸三甲脂泄漏

在现场踏查过程中，发现 D 区三甲酯车间北侧前的土壤呈紫色，靠东侧水池中的水体呈紫黑色。据相关人员回忆，90 年代后期（96、97 年前后）该车间发生过亚磷酸三甲酯的泄漏。4m³ 储罐内存储的约 3t 亚磷酸三甲酯泄漏，泄漏期间，整个储罐被吊装至车间北侧靠东的水池内，然后覆盖以土。十年后，约在 2006 或 2007 年，池内覆盖土层被挖开，开挖出的土覆盖在车间前面的空地上。

(2) 危险品库柴油泄漏

在实验室结果分析阶段，在贮罐区（J）危险品库附近的采样点 J3 检测出高浓度总石油烃（TPH）污染。据此，由厂区相关人员回忆，1986 年 9 月，危险品库中某一贮存柴油的储罐底部阀门泄漏，泄漏量约 70t。具体位置疑似在西侧从南数第二个罐附近。

工作人员表示，除以上两个泄漏事故外，该厂区历史上没有发生其他大型泄漏事故。

3.3.3 其他信息

(1) 六六六和 DDT 生产情况

根据实验室检测数据，发现厂区存在大面积六六六和 DDT 污染，且六六六污染并非仅限于资料中介绍的 K 区（六六六粉剂加工车间），因此针对六六六和 DDT 的生产历史重新向该厂相关人员核实。

据介绍，该厂 1964 年筹建六六六粉剂车间，1966 年完工开始生产，外部购进六六六原粉，加入粉碎好的填充剂混合后包装成六六六粉剂。1983 年停产。原料六六六原粉沿铁路线南部站台存放，产品粉剂存放在 K 区二号仓库。生产历史中，不存在六六六粉剂埋藏情况，但是储存及生产过程中有过遗撒情况发生。

此外，该厂于 1958 年开始生产 25%DDT 乳油，由外部购进 DDT 原粉，通过加入溶剂、乳化剂等调制、包装成成品，乳油生产即在现在包装分厂，1984 年停产。1966 年开始生产 DDT 粉剂，外部购进 DDT 原粉，加入粉碎好的填充剂混合后包装成 DDT 粉剂，与六六六粉剂在同一车间，1984 年停产。原料 DDT 原粉沿铁路线南部站台存放，乳油及粉剂均存放在 K 区二号仓库。生产历史中，不存在埋藏情况。但储存及生产过程中有过遗撒情况发生。

(2) 危险品库储罐历史存储情况

据相关人员介绍，危险品库（J 区）东、西侧各四个储罐的历史存储情况如下：

1) 东侧最南边两个罐储存过柴油、硝基苯、硝基甲苯；从南往北第三个储罐储存过纯苯、甲醇、一甲胺；最北罐只储存过纯苯。目前这四个储罐已停用；

2) 西侧最南边两个储罐历史上均储存过柴油，在不同阶段四个储罐还储存过甲醇、一甲胺。目前由南往北分别储存着碳酸二甲酯、二氯丙烷、一甲胺、甲醇。

(3) 石棉的使用情况

除氯碱车间用过石棉绒外，其它地方用的较少。氯碱车间设施拆除时对石棉绒已经做了处理。

3.4 第一阶段调查结论

该场地历史上生产过多种农药产品，使用的主要原辅材料包括十几种化学品，并有自己的机加工车间和燃煤锅炉房，另外，不同生产区域生产历史、所采用的原材料和主要产品不同。因此，不同区域的潜在污染物也各有不同，详见下表所示。总体看来，该场地特征污染物包括：六六六、DDT、久效磷、苯氧威、啶虫咪、敌敌畏、氧乐果、氯乙酸甲酯、亚磷酸三甲酯、VOCs（主要为苯和氯仿）和 SVOCs。除此之外，在 J 区危险品库区域可能有总石油烃污染。在个别区域，需要检测重金属和多环芳烃类。

表 3-5 可能的污染区域和潜在污染物

序号	区域名称	代号	潜在污染物
1	办公区、机加工车间和废旧设备库	A	酸、碱、总石油烃（TPH）、重金属(HM)、多环芳烃(PAHs);
2	氯碱车间	B	硫酸、盐酸、烧碱、重金属；石棉；
3	老锅炉区及垃圾场	C	TPH、PAHs、HM、VOCs、SVOCs、有机磷农药(OPP)、有机氯农药(OCP);
4	久效磷车间	D	一甲胺、丙酮、久效磷、亚磷酸三甲酯；
5	啶虫咪车间	E	乙醇、氯仿、一甲胺、甲苯；
6	氧乐果一分厂（曾经生产过 DDT 乳油）	F	黄磷、甲醇、氯仿、一甲胺、盐酸、三氯化磷、氧乐果、氯乙酸甲酯、苯，敌敌畏
7	氧乐果二分厂	G	黄磷、甲醇、氯仿、一甲胺、盐酸、三氯化磷、氧乐果、氯乙酸甲酯、苯
8	苯氧威车间	H	苯酚、烧碱
9	污水处理站	I	重金属、苯酚、TPH、VOCs、SVOCs、有机磷农药、六六六
10	成品库和危险品库区域	J	柴油、硝基苯、硝基甲苯、苯，甲醇、一甲胺、碳酸二甲酯、二氯丙烷
11	六六六粉加工车间及仓库	K	六六六粉、DDT 粉剂
12	7 亩地区域	L	重金属、苯酚、VOCs、SVOCs、有机磷农药、六六六

另外，该场地内废弃储池内水体颜色及气味存在异常，若其存在泄漏或无序拆除，可能会对储池地下及周边土壤产生影响，因此废弃储池同样为可能的污染区域。同理，废弃的或是仍在使用的地下污水管线为可能的污染区域。其潜在的污染物应包含厂区所有的特征污染物。

4. 第二阶段场地调查（初步调查）

4.1 调查目的

本阶段调查的主要目的是，在第一阶段场地调查收集信息的基础上，通过对厂区疑似污染区域布设点位（包括土壤采样点、地下水采样点、地表水采样点、石棉采样点和墙皮样采样点）进行采样分析，以确定：

- (1) 该场地土壤中是否存在的污染物，确定污染物类型，并大致判断其污染深度和污染范围；
- (2) 该场地地下水流向，并判断地下水是否受到污染以及污染物和污染程度；
- (3) 不同水池中地表水存在的物质，以便为后期水池区域沉积物和土壤污染情况提供信息，同时判断该水池是否为疑似污染源；
- (4) 六六六粉剂加工车间内墙面是否存在六六六，为后期厂区建筑拆除及清理提供信息；
- (5) 场地内发现的保温、隔热材料是否含石棉物质，为后期厂区清理提供信息。

4.2 评价标准

本场地土壤是否存在污染的评价标准优先采用北京市地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）。该标准适用于潜在污染场地开发利用时是否开展土壤环境风险评价的判定，标准规定了用于住宅用地、公园与绿地、工业/商服用地等不同土地利用类型下土壤污染物的环境风险评价筛选值及使用规则。筛选值为判断是否开展场地土壤环境风险评价的启动值，也即，当确定了开发场地土地利用类型的情况下，土壤监测值超过筛选值时，该场地应进行风险评价。在该标准中未体现的因子，则采用《展览会用地土壤环境质量评价标准》（HJ 350-2007）和“美国 EPA 通用土壤筛选基准值”进行判断。针对各检测因子所选择的筛选值或标准值详见附表 4 所示。

关于地下水质量的评价，国内现有的《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）

仅对重金属、无机物和少量有机物进行了规定，无法单独满足本场地评价标准的选择要求。因此，本次调查同时采用了《荷兰土壤与地下水环境质量标准》(2000)和《美国佛罗里达州地下水与地表水治理目标值》(2005)对本场地的地下水进行评价。对于重金属的评价采用国家标准中四类水质标准，也即，当地下水样品中重金属浓度超过 IV 类水质标准，则判定该样品存在重金属污染；对于有机物则采用《荷兰土壤与地下水环境质量标准》(2000)中地下水质量干预值，而该标准中没有的因子则采用《美国佛罗里达州地下水与地表水治理目标值》(2005)中地下水修复目标值。若地下水样品中某有机物浓度超过荷兰地下水质量干预值或佛罗里达州地下水标准，则判定为该有机物存在污染。而存在污染的地下水应进行风险评价。

4.3 现场采样与试验室分析情况汇总

4.3.1 调查方案计划采样情况

根据初步调查方案，计划在 A~L 区布设深层土壤采样点位 76 个，地表土壤采样点 10 个，地下水采样点 6 个，地表水采样点 12 个，墙皮样采样点 3 个，石棉采样点 2 个，另在厂区外布设 2 个背景点。

深层土壤采样点的采样深度采用经验判断法确定，计划采样深度根据各采样点位置及地质资料判断，6 个地下水监测井采样深度为 18.5m，15 个点位采样深度为 10.0m，2 个背景点位为 1.0m，其余点位为 5.0m。每个点位样品采集数量的初步设定为：每个点位埋深 5m 以上每 1.2m 取一个样品，5m 以下每 2.4m 取一个样品。因此，预计共采集深层土壤样品 372 个。此外，再加上现场质控平行样品（按照样品总数的 10% 计算）38 个，共 410 个。

在其他样品中，地表样预计 11 个（含 1 个平行样），地下水样 7 个（含 1 个平行样），地表水样 13 个（含 1 个平行样），墙皮样 3 个，石棉样 2 个。

4.3.2 现场实际情况

现场实际采样过程中，基本按照调查方案中设定的点位进行采样，仅一处例外，即采样点 G9。据了解，该点所在区域原为 15 万冷冻车间，地下基础层较厚，

且该区域仍在生产中，厂区工作人员无法准确指认地下管线位置，因此在更换 3 个钻孔位置却仍无法钻进的情况下，放弃对该点的采样，留待于详细调查阶段进一步调查。因此，现场深层土壤实际采样点位共 75 个。地表样点位根据现场情况调整为 14 个（SS3 位置采集了三个样品），其他样品点位数量均没有调整。具体的采样点位分布见附图 4 所示。

深层土壤采样点位的深度辅助以颜色、气味和现场 PID 监测结果进行现场判定与调整。由于该场地土壤夹层较多，且土壤感官气味变化大，因此采集 5m 以下的样品时，也按照每 1.2m 取一个样品。而较多采样深度原定 5m 的点位，依据土壤气味、颜色和现场 PID 检测数据等情况，均继续向下钻进，直至土壤没有异味或设备无法继续钻进（Geoprobe 钻头至地下 10m~12m 左右细砂层无法继续钻进）。因而各点位钻孔深度和样品个数与原计划差别较大。现场深层采样点实际样品个数为 464 个，现场质控平行样 45 个。

由上分析可知，初步调查基本上按照初步调查方案中的计划进行采集。各区域采样点的采样深度及样品记录详见附表 1A~1M 所示。

4.3.3 首批分析、加测样品分析情况介绍

为节省分析费用、更加有效地判断污染区域，在对测试挥发性有机物的样品采用专用 VOC 采样器并加保存剂的前提下，将采集的样品分两批次分析。采集的深层土壤样品根据现场感官特性（气味、颜色及土质类型等）来判断是否进行首批检测及其检测因子（如 TPH 的判断）。再根据首批样品的检测结果来判断加测样品及其检测因子。首批检测样品数量为 265 个（含地表土样），加测样品 76 个。

地表样、墙皮样、石棉样、地下水样和地表水样均在首批样品中检测，其检测因子则按照调查方案中所计划的进行。

各区域样品检测情况详见附表 1A~1M 所示。需特别说明的是，检测因子中“全扫描”特指 VOC、SVOC（含 OCP、OPP）的常规定量扫描；为了分析判断土壤中可能含有的常规扫描以外的因子，因此，对每个需全扫描的采样点选取一个样品进行半定量图谱扫描；该样品的选择由实验室根据常规扫描结果自行决

定。

各检测因子的分析方法参照北京市地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011)中所规定的方法。该标准中没有列出的污染物可参考国内外其它标准和技术导则。

4.4 现场工作概述

4.4.1 采样点放线与定位方法

在第一阶段现场踏查过程中,根据生产车间、地表水池分布情况以及该厂工作人员的介绍,按照场地调查的布点原则,尽量选择疑似污染区域进行布点。确定的点位采用红色喷漆标识,并参考周边建筑物距离进行初步定位及现场记录。

4.4.2 地下管线与设施的避让

为避免钻进采样过程对厂区正在使用的地下管线和设施造成伤害,需要对这些管线和设施进行避让。由于缺少准确的厂区地下管线图等资料,在现场采样点布设时,由厂区相关人员配合,判断采样区域地下管线走向、地下设施位置等,在确认无此类设施的位置布设采样点。现场采样过程中,若需对采样点位作稍许调整,同样由相关人员确认后再进行钻孔。

4.4.3 现场人员的安全防护措施

现场采样前需准备健康和安全防护设备。这些防护措施的基本目的是降低现场作业人员在钻孔采样过程中遭受的施工危险和潜在的污染暴露风险。因此,所有现场作业人员必须穿戴基本防护设备,包括安全帽、安全靴和工作服。每次采样前应更换一次性丁腈手套。应急箱中应备有防毒口罩、一次性防护服、护目镜、防化靴、雨衣和医药箱。

4.4.4 钻进方法

土壤采样根据采样深度的不同,采用不同的钻进工具和设备。取样深度设置在 2~10m 的采样点使用 Geoprobe 进行钻进,在 Geoprobe 无法进入的仓库内,使用手钻;取样深度大于 15m 的监测井点位使用 SH-30 钻机。

4.4.5 土样采样方法与现场 PID 测试

使用 Geoprobe 设备进行钻孔采样时，截取 PVC 材质的取样管下端约 30cm，样品管两端采用 Teflon 密封纸和 PVC 材质的盖子进行密封处理；该设备每次钻进深度为 1.2m。在 SH-30 钻机钻进采样时，从冲击钻取样钻头中用手取土样放入样品瓶中，采样时使用一次性丁腈手套；该设备每次钻进深度控制在 0.5~1m 之间。手钻进行钻进采样时，从钻头出用手取样并放入样品瓶中；该设备每次钻进深度为 0.6m。以上所指的采样瓶为实验室提供的带有 Teflon 瓶盖的 250ml 专用土壤样品瓶。

现场根据土壤类型、颜色、含水量、气味和斑痕等特征对土层进行分类，并确定样品是否采用甲醇保存剂保存（用于 VOCs 分析使用）。该类样品的采集采用专用的 VOCs 土壤采样器，采集的样品装入含有甲醇保存剂的 40ml 棕色小瓶中。所有样品存放于放有固体冰的保温箱中，随后随样品流转单送往上海通标标准技术实验室（SGS）进行分析。

现场观测的上述土壤特征信息记录在标准的钻孔采样记录单上，详见附录 2-钻孔柱状图所示。

现场采用两款 PID（型号分别为 MiniRAE 3000 和 PGM-7600）对深层土壤样品中的有机气体进行快速检测。测试方法采用固定顶空法：将土壤放入自封袋中，在气温约 8°C 的条件下放置约 10 分钟，然后将自封袋戳破，测量顶空气体浓度，浓度单位采用 ppm 计量。检测数据同样记录在采样记录单上。

4.4.6 地下水监测井设置与地下水采样方法

地下水监测井的钻孔采用 SH-30 型钻机，钻孔深度至地下水位以下 2m 处。因此，每个地下水监测井钻进深度均有不同。钻机采用的钻头开孔直径为 150mm，套管直径为 130mm；监测井井管直径为 63mm，管壁厚 4.9mm，滤水管长度为 2.0m，采用开缝形式，缝宽 0.3mm。滤水管下部设置 0.3m 沉淀管。

当钻头达到预计深度后，拔出钻头，安装井管，井管周围填入石英砂砾料，砾料顶端高出滤水管 30cm；拔出护壁套管后，再在井管周围填入厚 1m 以上的膨润土，其上再填入干净原土或砂土，最后以厚约 0.3m 的膨润土层及混凝土层

封井。井口类型根据所在场地用途选择，道路或生产区域，设置内嵌式井口平台，废弃厂区设置突出式井台。地下水监测井建井记录详见附录 2-钻孔柱状图所示。

监测井设置 24 小时后，进行首次洗井作业，目的是清洗建井过程中进入井管的物质。首次洗井的水量至少为 10 倍管井贮水体积，洗井设备采用 Bailer 管。在所有监测井设置并首次洗井完成后，进行统一采样作业。地下水采样之前，需再次洗井，洗井水量至少为 3 倍管井贮水体积或是现场检测数据基本保持不变。现场检测是指在洗井过程中对汲取的地下水温度、pH 和电导率等参数进行现场检测，若这三个数据基本保持不变，则认为洗井完成可进行采样作业。洗井和采用设备均为 Bailer 管。取出的水样装入实验室提供的、含有保存剂的样品瓶中。测试重金属的地下水样品在实验室检测之前需进行过滤。地下水首次洗井、再次洗井和采样记录详见附录 3 所示。

4.4.7 地表样与石棉样采样方法

地表土取样深度为 0~0.2m，使用取样铲进行采样；采集的土样直接倒入专业土壤样品瓶中。

石棉样采集是针对厂区内可能含有石棉的废弃隔热保温材料。在做好必要防护的前提下使用工具（如切刀等）取下可疑材料约 100 克，装入样品瓶中进行密封保存。

4.4.8 墙皮擦拭样采样方法

在 K 区原六六六粉剂加工车间的三个不同墙面上采集三个墙皮样品：在选定的区域划定一个 30cm×30cm 的范围；使用喷壶将蒸馏水均匀喷湿在划定的范围内，然后用纱布擦拭；将擦拭后的纱布放入专门的样品瓶中。墙皮样专用的纱布和洋品瓶均有实验室提供。

4.4.9 地表水采样方法

厂区内地表水池中水样采集使用带绳子的水壶，水样通过壶嘴装入有实验室提供的、含有保存剂的样品瓶中。同时，对地表水温度、pH 和电导率进行现场测试并记录在地表水采样记录表中，此外，仍需记录水样颜色、气味、有无油膜

等特征。地表水样在实验室检测之前无需过滤。地表水采样记录详见附录 3 所示。

4.4.10 样品保存、运输与流转管理

现场每天采集的样品在装箱前均须逐件对样品流转单、样品标签和采样记录表进行核对，核对无误后分类装入由实验室提供的样品保温箱中，箱中应有足够的固态冰，以确保样品在冷藏条件下保存。样品箱在寄送之前存放在清洁、通风、无腐蚀且防水、防盗的小型仓库内。样品寄送之前，须确认固态冰是否仍然有效，若无效需及时更换。

样品寄送时，需用泡沫塑料等防震材料填充保温箱中多余空间，以防样品容器在运输过程中受到破损。保温箱外表面设置有明显的“请勿倒置”标志。样品寄送时将样品流转单一并寄出，以方便实验室工作人员在接受样品时能及时清点核实样品，确保样品信息准确无误。样品寄送由专门的快递公司负责送往上海。运输过程中严防样品的损失、混淆和沾污。寄送的样品箱中放置旅行空白样，以排除运输过程中对样品的干扰。

4.4.11 质量保证与质量控制

为了保证所取的样品能准确反映取样区域的土壤质量情况，同时为了确保所采集的样品具有代表性、可比性和准确性，现场采样工作采取以下质量保证和质量控制措施：

- (1) 现场每次采集样品后，立即清洗采样设备，避免交叉污染；
- (2) 所有现场采集的样品都必须放置于实验室提供的干净样品瓶中；
- (3) 采集的样品放入装有固态冰的保温箱中，土壤样品现场尽量控制两天寄送一批样品，地表水/地下水样品控制在当天寄送；
- (4) 由国家 CMA 和 CNAS 认证的实验室采用标准分析流程分析样品；
- (5) 实验室在推荐的样品保存期限内萃取和分析每种污染物质；
- (6) 实验室对现场平行样和实验室平行样做出分析，用于评价现场采样和实验室分析方法的有效性。

质量控制措施还包括现场采集平行样送至实验室分析，也即，在现场同一点位、同一深度、同时采集两个样品。RPD（相对差百分比）则是这两个样品分析结果的绝对差值除以其平均值。两个平行样品的 RPD 值针对水中重金属一般应小于 20%，针对水中有机物一般应小于 30%，针对土壤分析结果应小于 50%。如果超出上述范围值，则需要从现场记录和观测结果查找差异的原因。现场平行样的数量控制在样品量的 10%左右。

本报告中的所有样品分析均采用上海 SGS 实验室，该实验室总部位于瑞士，已获得中国 CMA 认证，并且是中国境内首家获得 CNAS 的第三方合资检验机构。该实验室的质量保证和质量控制程序除了整套的质量保证措施外，还包括实验室平行样、方法空白样等。

现场记录的所有数据将抄录到各区域样品记录表中（详见附表 1A~1L），并与采样原始记录对比校核。SGS 的分析结果有纸质和电子两个版本，电子版的数据将直接拷贝到大地公司的格式化电子表格中，而非人工录入以避免错误。格式化之后的表格将与 SGS 的纸质版本相比做进一步的错误校核。

4.4.12 采样点的精确定位与监测井高程测量

所有样品采集完成后，对各类采样点进行精确定位以及监测井高程测量。定位测量工作委托郑州东宇地理信息技术有限公司专业测绘人员负责，采用 GPS 与全站仪设备相结合的方法：室外点位采用高精度 TUCO S730 型号 GPS 定位（标称精度为 1CM+1ppm），室内点位采用拓普康 GTS-332W 两秒级全站仪（2" 精度）配合 GPS 定位。定位坐标系采用 1954 北京坐标系椭球参数，中央子午线经度为 114° 带坐标系；高程采用 1985 国家高程基准。

需要说明的是，由于部分地表土、地表水采样点与深层土壤采样点位置接近，在定位时只测定了深层土壤采样点位置，例如 SW-22E 与 E2 一致，SS1 与 L7 一致，SS2 与 L1 一致，SS3 与 K6 一致，SS4/SS5 与 D4 一致，SS6 与 B1 一致。

4.5 现场采样过程记录汇总

4.5.1 现场采样异常情况描述

在深层土壤采样过程中，现场观测的土壤特征信息（也即土壤类型、颜色、气味、湿度、密实度、土层含有物等）均记录在标准的采样记录单上，详见附录 2-钻孔柱状图所示。在部分区域，土壤颜色和气味存在明显的异常情况，具体描述如下：

（1）土壤颜色

在 G6、G7、F4 点位钻进过程中，分别至地表以下 3m、2.1m 和 5.4m 时，底部钻取的土壤呈浅红色，有明显异味，且异常坚硬，致使 Geoprobe 钻机无法继续向下钻进。此种浅红色坚硬土壤同样在 B 区蒸发车间前的开挖区域内（也即 SS11 采样点）发现。

另外，D4 点附近（久效磷车间北侧）地表至地表以下 0.5m 有大面积紫色~紫黑色土壤，地表以下 0.7~2.6m 的深度范围内土壤呈现粉红~红棕色。

（2）土壤气味

采样过程中，通过嗅觉感官，厂区内大部分点位的土壤存在异味，有些区域甚至是恶臭。存在异味的采样点主要分布于厂区的 D 区、E 区、F 区、G 区、H 区、I 区和 J 区，具体点位以及其气味描述详见附表 3-气味异常记录表所示。

4.5.2 土壤 PID 测试结果

在深层土壤采样过程中，采集分析样品的同时另采集了一份土样作现场挥发性有机物快速检测，PID 读数详见附表 1A~1L 所示。PID 读数较高的点位主要分布于 D 区、F 区、G 区（靠近 F 区的范围）、H 区、I 区和 J 区。特别是 F4 和 J5 两个点位，部分土样的 PID 读数超过了设备检测上限值。

4.5.3 地下水监测井井深、水位、PID

在监测井首次洗井和再次洗井时均要测量井口 PID 读数、井深以及井中水

位埋深。再结合定位时测得管口标高，可计算得出各个井的地下水位标高，具体数据详见下表（以再次洗井所测数据为计算依据）所示。

表 4-1 地下水监测井深、水位及 PID 数据表

监测井编号	井口 PID (ppm)	井深 (m)	管口标高 (m)	地下水位埋深 (距管口) (m)	地下水位标高 (m)
A1/GW-1A	0.5	19.34	100.414	16.26	84.154
G3/GW-2G	0.2	16.65	100.922	15.10	85.822
I1/GW-3I	61.7	19.27	100.77	16.79	83.980
D4/GW-4D	0.9	17.57	100.919	15.78	85.139
B8/GW-5B	74.3	17.45	100.868	16.37	84.498
L8/GW-6L	0.9	19.15	101.288	17.95	83.338

从上表可见，监测井 GW-2G 中的地下水位最高。这与第一阶段场地调查所了解的场地地下水流向（由南往北）不一致。因此，这里可能存在两种情况：1）监测井 GW-2G 所在区域的水池存在泄漏，影响地下水位质的稳定和水位的埋深；2）该井所在区域地下水没有外来干扰，所测的数据反映真实的水位情况。

根据这两种可能的情况，分别描绘了其地下水等水位线和地下水流向图，详见附图 6.1 和附图 6.2 所示。第一种情况下，取消受外界干扰的监测井 GW-2G 的数据，根据其余 5 个水位数据推测出该厂区内地下水流向，大致为从南向北流动（见附图 6.1）；第二种情况下，根据全部 6 个水位数据推测出大致的地下水流向，以 GW-2G 区域向四周流动（见附图 6.2）。这种情况也是有可能的，详见第 6.1.4 节——地下水流向讨论。

4.5.4 采样点的精确定位与高程测量结果

各采样点位精确定位与高程数据详见附表 2 所示。需说明的是，地表水采样点、部分地表土采样点以及部分地下水采样点分别是以水池壁顶部、堆土顶部以及突出式井管顶部为测量基准点，因此其高程数据较其他地面测量点偏高。从测量的地面高程数据来看，该场地地势平缓，高程差在 1m 以内。

4.6 数据分析

所有样品检测结果的原始数据详见附录 5—实验室出具的检测分析报告。将每批次的检测数据按照样品类型及功能区进行分类、整理，也即土样、地下水样、地表水样、石棉样、墙皮样按照各自类别整理成表，土样又按照功能区整理成不同表格，同一区域的地表样与深层土样归在一张表中。为方便现场质控效果的分析，现场平行样与原样整理在一起（表格中放置在原样数据的下一列）。以下为各类样品的分析结果。

4.6.1 土壤测试结果

将整理好的土壤样品数据表与选择的筛选标准进行对比，标注出超标的点位及污染因子。为了使超标污染物一目了然，将没有超标的污染物和没有检出的污染物删除，制成简洁的分区土壤污染风险初筛表（详见附表 5A~5L 所示），各污染物的物理化学性质详见附录 4 中的 4-1 和 4-3 所示。从背景点重金属浓度对比情况来看，场地所在区域重金属背景值均远远小于所选的筛选标准（见附表 5A）。

从风险初筛表中，可得出各区域大致的污染情况。

- (1) A 区：污染程度较轻，主要受六六六和 PAHs 污染，污染点位为 A6 及 SS8，也即废旧设备库区域，污染深度主要在浅层区域（地下 1.2m）；
- (2) B 区：污染程度较轻，主要受氯仿污染，污染点位为 B5、B8 和 SS6，污染区域分布较分散，污染深度从浅层（地下 1.2m）至深层（地下 16.5m）不等。
- (3) C 区：污染主要集中在浅表层，主要受重金属、PAHs、氯仿和有机氯农药污染，前两者污染主要集中在锅炉房及除尘系统池内，后两者分布在 C1 和 C2 点位。
- (4) D 区：污染程度较重，主要受 BTEX（苯、二甲苯）、CHC（氯仿、二氯乙烷、二氯甲烷等）、OCP 等污染；污染点位为 D1、D2、D3、D4、D7、SS5，主要集中于 D 区北侧生产区域；OCP 污染深度集中在浅表层范围，BTEX、CHC 污染深度从地下 1.2m 至地下 18m 不等。
- (5) E 区：布设的 2 个点位均存在深度污染，污染程度较重，主要受 CHC（氯仿）

二氯甲烷)、OCP 和 OPP(啶虫脒)污染,污染深度达采样深度地下 12m(12m 以下未采样,污染情况未知)。

- (6) F 区: 布设的全部点位均超标, 且污染较严重, 主要受 VOCs、OCP 和 OPP 污染, 多数点位污染深度已达地下 10m。
- (7) G 区: 布设的 12 个点位仅 G2 和 G5 没有超标污染, 其余点位均受到不同程度的污染, 污染物种类较多, 有重金属、VOC(氯仿)、SVOC 和 OCP 污染; 污染深度也从浅层到深层不等, 本区域南侧污染较深, 达地下 10m 以下, 北侧污染深度较浅, 基本都在 3m 以上。
- (8) H 区: 布设的 3 个点位均存在超标, 主要受 VOCs、OCP 和 OPP 污染, 污染深度较深, 已达 13.2m。
- (9) I 区: 布设的 3 个点位同样均超标, 主要受 VOCs(氯仿、苯)、OCP 污染; 污染深度较深, 最深达地下 18m。
- (10) J 区: 布设的 8 个点位中仅 J7 没有检测超标, 其余点位均受到不同程度污染, 污染物包括重金属、VOCs、TPH、有机氯和有机磷农药, 污染也非常严重, 其中苯、甲苯、二甲苯、六六六以及 TPH 都有点位浓度超过了 1000ppm。该区域 5#点位污染深度达到了 12.0m, 并且 12m 以下未采样, 污染程度未知。
- (11) K 区: 布设的 6 个点位均受到 OCP 污染, 个别点位还受到氯仿和 PAHs 污染; 污染程度较轻, 污染深度集中在浅层范围内。
- (12) L 区: 布设的 10 个点位有 7 个点位受到污染(包括 SS1 和 SS2), 主要受到重金属、PAHs 和 OCP 污染, 且六六六的污染分布范围最大; 污染主要集中在表层 1.2m 以内。

由于部分点位没有采集或无法采集更深层样品, 因此, 目前尚无法确认各采样点的污染深度。因此, 将各区域污染点位、污染因子及污染深度和采样深度结合, 汇总在一张表中(详见附表 10), 可更清楚、全面的表述各个采样点的污染情况及是否需加深采样。从表中可清楚了解, 点位 D1、D4、E1、E2、F1、F4、F6、G1、G6、G7、G8、H1、H2、H3、I1、J2、J4、J5 均需加深采样。

此外，从采样点空间分布的角度来分析场地的污染情况。将检测出的污染物类别划分为四大类，也即农药类、VOCs/SVOCs/TPH类、重金属类和pH，将污染深度分为地下0~5m、5~10m、10~15m和15m四个层次，制成不同污染物类型在不同深度层的点位空间分布图（也即风险初筛图，详见附图5.1~附图5.11所示）。从图中可清楚了解，重金属不是本场地的重点污染物；农药类污染主要集中在0~5m的深度范围内，且除了B区之外，其他均有农药污染分布；而VOCs/SVOCs/TPH类污染深度则贯穿了所有采样层，污染范围主要集中在厂区东侧。

4.6.2 土壤半定量图谱扫描结果

正如章节4.3.3所述，为了分析判断土壤中可能含有的常规扫描以外的污染因子，实验室对每个需全扫描的采样点进行半定量图谱扫描（由于该扫描结果为半定量数据，仅用于分析参考，因此在本报告的附录中没有列出）。

根据半定量扫描结果，部分点位存在常规扫描以外物质的可能性极大。例如，点位D4，可能存在N,N-二甲基苯胺、N,N,N',N'-四甲基-4,4'-二氨基二苯甲烷，且浓度较高（半定量报告中浓度高达133ppm）；点位H2，可能存在二甲基二硫，该物质有恶臭，即使浓度低，同样会影响土壤气味；D3中可能存在5-降冰片烯-2-甲酸，其有腐臭味，即使浓度低，同样会影响土壤气味。半定量扫描中可能存在的物质及其物化特性详见附录4中的4-2所示。这些信息可用于解释采样过程中土壤异味及颜色异常产生的原因（见附表3—现场采样气味异常记录及可能的原因分析中所述）。

4.6.3 地下水测试结果

对比地下水样品检测结果与所选择的筛选标准，同样删除未检出或未超标的检测因子，得到地下水分析数据初筛表（详见附表6所示）。从表中可清楚了解，设置的6个监测井中地下水均存在不同检测因子的超标，其中，重金属超出全部筛选标准的监测井有B8/GW-5B、D4/GW-4D、G3/GW-2G、I1/GW-3I；六六六超出全部筛选标准的监测井有A1/GW-1A、B8/GW-5B、G3/GW-2G；除A1/GW-1A外，其它监测井中的地下水均有VOCs/SVOCs污染超出全部筛选标准。特别是，

监测井 I1/GW-3I 存在严重的苯、邻苯甲胺超标、监测井 L8/GW-6L 中存在严重的苯超标，监测井 B8/GW-5B 中存在严重的氯仿超标，监测井 D4/GW-4D 存在严重的二氯甲烷、氯甲苯超标。

同样将污染物分为农药类、VOCs/SVOCs 类和重金属类三大类，结合监测井布点图，从空间角度得到地下水风险初筛图，详见附图 7 所示。

4.6.4 地表水测试结果

地表水样检测结果详见附表 7 所示，表中已删除未检出的因子，并标注出浓度大于 $100\mu\text{g/L}$ 的数据。由于每个水池在生产过程中的用途不同，因此检出的高浓度因子也各有不同。这些信息将为水池中沉积淤泥的潜在污染及水池周边潜在污染的推测提供技术基础数据。

4.6.5 石棉测试结果

2 个石棉样的检测结果详见附表 8 所示。根据监测结果，可判断这两个样品都不含石棉，由此也可推测出目前厂区南部散落的隔热保温材料不含石棉。

4.6.6 墙皮擦拭样结果

3 个墙皮样检测结果详见附表 9 所示。检测结果均有六六六检出，浓度范围为 $50.22\sim 467.1\mu\text{g/m}^2$ 。由此可推测，六六六和 DDT 粉剂加工车间及存储仓库的墙壁确实吸附有六六六和 DDT。

4.7 质量保证与质量控制数据分析

根据实验室分析结果计算了现场质控平行样与原样的相对差百分比 (RPD)，计算结果见附表 5A~5L (经分区整理后的土壤污染风险初筛表格)、附表 6 (地下水分析数据初筛表) 和附表 7 (地表水测试数据)。

针对各检测因子在平行样和原样中浓度大于 5 倍检出限的情况下，水样中大多因子的 RPD 均在要求的范围值之内 (重金属 20%、有机物 30%)，少量的如地下水中萘、地表水中铜超过了范围值，可能存在的原因是：有机物不溶于水，

在监测井地下水中的悬浮态非均匀分布，不同的样品会存在较大的差别；地表水检测前未进行过滤，不同的样品中固态颗粒数量也会造成较大的浓度差别。

土样中同样存在少量因子的 RPD 超过的要求的范围值（50%），可能存在的原因是：Geoprobe 采样是截取取样管的一段作为样品，因此，平行样与原样并非同一深度的样品；而且，该场地土层变化较多，采样过程中无法保证采集的平行样和原样属于同一土层。

排除上述原因所产生的干扰，可认为，现场采样质量控制是有效的。

5. 第二阶段调查结果评价

5.1 土壤污染状况

为了充分地、立体地汇总整个场地的土壤污染状况，下面将按照两种分类方式总结场地上的污染状况和“热点区域”：1) 场地上每个功能区的污染类别和污染深度；2) 污染物类别空间的分布区域和大致污染深度。

5.1.1 按照功能分区总结

本场地在初步调查中根据各区域的功能特点分成了 12 个区，也即 A 区~L 区。初步调查结果表明，每个区都存在不同程度的污染，各个区的污染种类和污染深度总结如下：

(1) **A 区**：该区域为办公区及机加工车间，共布设了 8 个土壤深层采样点 (A1~A8)，另外检测了 A6 附近的一个地表样 SS8，其中有 2 个点位初筛存在超标情况，具体情况如下表所示：

表 5-1 A 区土壤污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
A6	0~1.2m	六六六(5.6)	废旧设备遗撒造成
SS8	0.2m	PAHs (0.2~1.2) 六六六(0.2)	废旧设备遗撒造成

A 区的污染程度较轻，所产生的污染主要是六六六和多环芳烃类，可能是由废旧设备在场地内堆放、设备内残存的污染物泄露对周边造成的污染，污染深度为堆放区域的浅表层。

(2) **B 区**：该区域为氯碱车间区域，共布设了 8 个土壤深层采样点(B1~B8)，同时检测了四个地表样 SS6、SS9、SS10 和 SS11。具体的污染情况如下表所示：

表 5-2 B 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
B5	1.2m	氯仿 (1.81)	遗撒
B8	10.8m	氯仿 (0.27~1.08)	未知

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
	16.5m		
SS6	0.2m	氯仿 (1.19)	遗撒

B 区的污染较轻，部分点位的氯仿检测出超标，最深深度达到-16.5m，由于该区域从使用功能上未使用氯仿，且该场地氯仿的污染深度较深，初步判断该场地的氯仿来源于其他区污染的扩散，而并非污染源。

(3) **C 区**：该区域为老锅炉区，共布设了 5 个土壤采样点（C4 为除尘池内的污泥表层土），其中有 4 个点位检测出有污染，具体的污染情况如下表所示：

表 5-3 C 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
C1	1.2m, 但 1.2m 下未测 OCP, VOCs, SVOCs	氯仿 (5.4) 苯并(a)芘 (0.2) 六六六 (53.8) 滴滴涕 (12.9)	垃圾场附近
C2	同上	六六六 (0.5)	风主导的扩散
C4	0.4m (表层)	砷 (188) 铅 (736) 镉 (17.6) 硒 (63.6) 铊 (8.3)	煤中的重金属，燃烧后产生的烟尘造成了除尘系统池内污染
C5	2.4m	氯仿 (1.38)	未知

C 区污染主要集中在浅表层，重金属的污染主要集中在锅炉房及除尘系统池内，所以重金属的污染应该和锅炉烧煤有关；该区内也存在氯仿、多环芳烃和有机氯农药，但该区域并未有相关生产活动，所以该厂区的污染可能由区域内的垃圾场堆放的污染泄露或者其他区域污染扩散而来。

(4) **D 区**：该区域为久效磷车间，共布设 7 个深层采样点，同时检测了两个地表样 SS5、SS12。其中有 6 个点位检测出有污染，具体的污染情况如下表所示：

表 5-4 D 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
D1	1.2m 8.4m 10.8m	苯(3.40)-仅1.2m 氯仿(1.36~36.7) 六六六(0.2)-仅1.2m	浅层：遗撒 深层：管道或储池渗漏或随意倾倒？

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
	13.2m(13.2m 以下未采样)		
D2	1.2m	氯仿(0.93); 六六六(0.4)	遗撒
D3	1.2m 7.2m~12.0m	苯(2.02~9.28) 1,2-二氯乙烷(4.21~34.4) 1,1,2-三氯乙烷(0.76~5.36) 氯仿(0.26~2.52) 六六六(26.7)-仅1.2m 滴滴涕(104.6) -仅1.2m	1,2-二氯乙烷为久效磷生产的一种萃取剂, 可能来与生产活动有关, 其他未知
D4	1.2m 2.4m 6.0m 18.0m(18.0m 以下未采样)	氯仿(0.22~115) 六六六(0.2~7.9) 二甲苯(3046) 苯胺(5.7) 二氯甲烷(18.2)	二甲苯是生产亚磷酸三甲脂的溶剂
D7	1.2m 9.6m, 10.8m	氯仿(0.33~5.66) 六六六(2.9)	浅层: 遗撒; 深层: 未知
SS5	0.2m	二甲苯(167.8) 氯仿(3.07) 苯胺 (8.1) 六六六(2.8) 滴滴涕 (3.1)	二甲苯同 D4

D 区污染较为严重, 污染物涉及 VOCs/SVOCs 和有机氯农药, 污染主要集中在该区域北侧的生产车间, 所以该场地的污染应该与该区域的原生产活动有关。污染深度贯穿上下, 最深也已经达到 18m。该区域的全扫描半定量报告发现该区域除了常规污染物质以外, 还检测出浓度较高且毒性较大的 N,N-二甲基苯胺和 N,N,N,N-四甲基-4,4'-二氨基二苯甲烷。

(5) **E 区**: 该区域为啮虫脒生产区域, 由于该区域面积较小, 布设了 2 个土壤深层采样点, 这两个采样点均检测出有污染物超标, 具体的污染情况如下表所示:

表 5-5 E 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
E1	2.4m~4.8m 9.6m~12.0m (12.0m 以下未采样)	氯仿(3.74~75.3) 啮虫脒(0.2~2.9)	管道或储池渗漏或随意倾倒?

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
E2	2.4m~4.5m 9.6m~10.8m (10.8m 以下未 采样)	氯仿(0.83~13.7) 六六六(0.4) 二氯甲烷 (14.5)	管道或储池渗漏或随意 倾倒?

E 区布设的采样点都存在超标情况，可能污染已经扩散到整个区域，该区域主要是氯仿超标，超标来源可能是与以前的生产活动有关，该场地污染已经达到 12m 以下。

(6) **F 区**：该区为氧乐果一分厂所在区域，该区域共布设了 6 个采样点，6 个点位全部发现超标情况，具体情况如细表所示：

表 5-6 F 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
F1	2.4m 4.8m 8.4m(8.4m 以下 未采样)	苯(0.96~1.79) 氯仿(2.41~18.4) 邻甲苯胺(3.1)	氯仿是生产氧乐果的一 种溶剂； 其他未知。
F2	1.2m 3.6m~6.0m	氯仿(1.04~13.1) 六六六(0.2~16.5) 滴滴涕(35.2)	氯仿同 F1，其他未知
F3	2.4m 3.6m 6.0m 10.8m	氯仿(20.6~63.5) 六六六(0.25~0.4) 滴滴涕(1.15) 苯(0.98)	氯仿同 F1，其他未知
F4	0~6.0m (6.0m 以下未采样)	苯(1.90~47.9) 氯仿(0.27~0.57) 氧乐果(2.2) 六六六(0.7)	氯仿同 F1，其他未知
F5	3.6m 6.0m 9.6m	苯(0.82~8.52) 氯仿(0.29) 六六六(0.2)	氯仿同 F1，其他未知
F6	0~2.4m 9.6m~10.8m (10.8m 以下未 采样)	苯(1.03~1.72) 氯仿(0.38~0.39) 六六六(0.4~8.1) 滴滴涕(2.0)	氯仿同 F1，其他未知

F 区内布设的 6 个点位污染物全部超出筛选标准，说明该厂区的污染范围较大，有可能已经扩散至整个区域，该区域的污染物涉及到 VOCs、有机氯和有机磷农药，这部分污染与该厂区的原生产活动有关。整个区域的污染深度整体较深，

大部分污染深度可能已经超过 10m。

(7) **G 区**：该区域为原氧乐果二分厂，该厂区共布设了 12 个土壤深层采样点，其中有 9 个采样点检测发现了超标情况，具体情况如下表所示：

表 5-7 G 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
G1	1.2m 3.6m 6.0m 10.8m(10.8m 以下未采样)	苯 (0.8~3.92) 氯仿 (1.32~20.1) 六六六 (0.5~106.3) 滴滴涕 (2.0~46.0)	氯仿是生产氧乐果的一种溶剂； 其他未知
G3	1.2m 2.4m	铜($4.48 \times 10^3 \sim 1.76 \times 10^4$) 镍(57.1) 六六六(0.5~0.7) 氯仿(0.27)	氯仿同 G1，其他未知
G4	1.2m 2.4m	氯仿(0.23) 六六六(2.0~56.1) 滴滴涕(37.5)	氯仿同 G1，其他未知
G6	3.6m(3.6m 以下未采样)	六氯丁二烯(61.3) 六氯苯(28.6) 六六六(1.1)	未知
G7	2.4m(2.4m 以下未采样)	六氯丁二烯(2.25) 氯仿(0.78) 苯胺(4.7) 邻甲苯胺(7.1) 六六六(8.2) 滴滴涕 (180.2)	氯仿同 G1，其他未知
G8	2.4m~12m(12m 以下未采样)	四氯乙烯(31.8) 氯仿(0.53~3.18) 六氯丁二烯(1.8~2.23) 六六六(0.3~19.3)	氯仿同 G1，其他未知
G10	2.4m	六六六(7.4)	遗撒
G11	1.2m	氯仿(0.61) 六六六(1.3) 滴滴涕 (5.6)	遗撒
G12	1.2m	六六六(4.5)	遗撒

G 区内布设的 12 个采样点其中有 9 个采样点出现了超标情况，该区域的污染物种类较多，本区域南侧生产区域污染深度较深，污染深度达到 12m 以下，

北侧仓库区域污染深度较浅，基本都在 3m 以上。

(8) **H 区**：该区域为苯氧威车间，该区域共布设了 3 个深层采样点，3 个点位都有物质超标，具体的超标情况如下表所示：

表 5-8 H 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
H1	0~4.8m (4.8m 以下未采样)	氯仿(0.30) 六六六 (1.7~315.2) 滴滴涕 (6.8~56.2) 苯氧威 (0.5)	与原生产活动有关
H2	0~8.4m 12m~13.2m (13.2m 以下未采样)	苯氧威 (0.6~1.2) 苯(4.61~56.9) 氯仿(0.71~4.79) 六六六(0.3~0.7) 滴滴涕 (2.5)	与原生产活动有关
H3	1.2m 12m (12m 以下未采样)	六六六(9.6) 苯(4.65)	未知

H 区布设的 3 个采样点都有污染物检测超标，且污染物涉及到 VOCs、有机氯和有机磷农药，污染可能扩散至整个区域，该区域的污染深度较深，已经达到 13.2m，该深度以下未采样。

(9) **I 区**：该区域为污水处理区，共布设 3 个土壤深层采样点，3 个采样点都发现了污染物的超标，具体情况如下表所示：

表 5-9 I 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
I1	1.2m 3.6m 6.0m 13.2m 18.0m	氯仿(0.22~0.39) 六六六(0.2) 滴滴涕(5.0) 苯 (6.77)	苯可能与北侧储罐泄漏有关，也可能与污水渗漏有关
I2	1.2m 10.8m	苯(1.14) 六六六(1.6)	可能与污水渗漏有关
I3	1.2m 12m	六六六(9.6) 苯(4.65)	可能与污水渗漏有关

I 区布设的 3 个采样点都有污染物检测超标，且污染物涉及到 VOCs、有机氯农药，污染可能扩散至整个区域，该区域的污染深度较深，最深达到 18.0m。该区域为污水处理区，污水的泄露溢出，以及污水管线的泄露都可能造成该区域的污染。另外，北侧储罐区域的泄漏也可能造成苯污染。

(10) J 区：该区域为储罐区，共布设了 8 个土壤深层采样点，其中有 7 个点位发现污染超标，具体情况如下表所示：

表 5-10 J 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
J1	1.2m	氯仿(0.39) 六六六(0.2)	遗撒
J2	2.4m~4.8m (4.8m 以下未 采样)	六六六(0.4~1.1)	遗撒
J3	1.2m	TPH (2041.8) 菲 (5.7)	该区域发生了柴油泄 露，TPH 和菲的污染可 能与柴油泄露油有关
J4	0~4.8m (4.8m 以下未采样)	苯 (4.28) 氯仿 (7.90) 六六六 (0.6~1.1)	遗撒
J5	2.4~4.8m 8.4m 12m (12m 以下 未采样)	砷 (30.3) 苯 (15.3~3.85×10 ³) 甲苯 (5.00×10 ³) 二甲苯 (1476) 六六六(0.9) 氯仿(0.29)	该区储罐装过纯苯，可 能发生过泄露，造成了 VOCs 的污染。其他未知
J6	0~2.4m	苯 (28.4) 氯仿 (3.18) 六六六 (5.8~7116.2) 滴滴涕 (337.4) 敌敌畏 (49.5) 菲 (13.0) 苯并(a)蒽 (1.9)	该区域污染可能由六六 六存储仓库的遗撒造成
J8	0~2.4m	氯仿 (1.43~1.50) 六六六 (0.4)	遗撒

该区域污染物种类比较复杂，包括重金属、VOCs、TPH、有机氯和有机磷

农药，同时该区域污染也非常严重，其中苯、甲苯、二甲苯、六六六以及 TPH 都有点位浓度超过了 1000ppm。该区域 5#点位污染深度达到了 12.0m，并且 12m 以下未采样，污染程度未知。由于该区域是各种原材料的储罐区，各种材料的在日常生产中存在跑滴漏以后泄露事故，所以该区域的污染可能由储罐中物质的泄露造成。

(11) **K 区**：该区域为六六六粉剂加工车间，共布设 6 个土壤深层采样点，同时检测了一个地表样 SS3，其中 6 个点位都有污染超标，具体情况如下表所示：

表 5-11 K 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
K1	1.2m, 2.4m	六六六(0.3~2.5)	与粉剂生产有关
K2	1.2m	六六六(18.93) 滴滴涕 (6.2)	与粉剂生产有关
K3	1.2m	氯仿 (0.23) 六六六(46.9) 滴滴涕 (2.5)	农药与粉剂生产有关； 氯仿可能由于遗撒
K4	1.2m	六六六(0.25)	与粉剂生产有关
K5	1.2m	六六六(0.43)	与粉剂生产有关
K6	1.2m	六六六(16.7) 滴滴涕 (10.7)	与粉剂生产有关
SS3	0.2	氯仿 (1.96) 苯并(a)芘 (0.5) 茚并(1,2,3-cd)芘 (0.5) 二苯并(a,h)蒽 (0.1) 茚并(1,2,3-cd)芘 (0.5) 六六六(6.1) 滴滴涕 (13.3)	与粉剂生产有关 氯仿和 PAHs 可能是由于设备遗撒

该区域污染主要集中在表层，且所有点位都检测出六六六，由于该区域作为六六六粉剂的加工和存储车间，所以该污染的产生可能与该区域的原生产活动有关。

(12) **L 区**：7 亩地区域，该区域共布设 8 个土壤深层采样点，同时检测了两个地表样 SS1、SS2。其中有 7 个采样点有污染检测超出标准，具体情况如下表所示：

表 3-12 L 区污染汇总表

点位名称	污染深度	污染类型和浓度范围 (mg/kg)	可能原因
L1	1.2m	六六六(1.2)	未知
L3	1.2m, 2.4m	氯仿 (6.51) 1,3,5-三氯苯 (1.2) 六六六 (0.3~403.9) 滴滴涕 (62.0)	原铁路装卸时材料泄露
L4	1.2m	六六六(0.4) 滴滴涕 (13.1)	未知
L6	1.2m	菲 (8.0) 苯并(a)蒽 (0.6) 苯并(a)芘 (0.9) 二苯并(a,h)蒽 (0.1)	租赁房汽修厂影响
L8	1.2m 19.5m	六六六(0.6) 滴滴涕(152.6) 苯 (0.80)	原铁路装卸时材料泄露
SS1	0.2m	六六六(45.5) 滴滴涕 (105.3)	原铁路装卸时材料泄露
SS2	0.2m	铅 (2.38×10 ³) 汞 (15.26) 苯并(a)蒽 (2.7) 苯并(b)&(k)荧蒽 (6.7) 苯并(a)芘 (3.8) 茚并(1,2,3-cd)芘 (2.7) 二苯并(a,h)蒽 (0.5) 六六六(1.5)	六六六可能是原铁路装卸时材料泄露造成；其他因子可能是地表储罐内的沉渣遗撒造成。

L 区主要包括重金属、多环芳烃和有机氯农药的污染，且六六六的污染分布范围最大。该区域的污染主要集中在表层 1.2m 以内。该区域内有铁路线，以前该区域存在原材料和产品的装卸工作，所以该区域的污染应该由装卸时泄露造成。

5.1.2 按照污染类别总结

将场地上的污染物类别划分为三大类，也即农药类、VOCs/SVOCs/TPH 类和重金属类，污染程度与污染分布区域、污染大致深度情况的总结如下：

(1) **农药类：**农药类污染，主要是六六六和 DDT 污染在场地分布广泛，除

了氯碱车间 B 区没有检测出农药以外，其余功能区均有不同程度污染。大部分农药类污染位于地面以下 2.4m 范围内，深度超过 2.4m 的区域污染程度较轻（浓度一般在 3ppm 以下，H1 点除外）。六六六或 DDT 污染浓度超过 10ppm 的区域有：C1、D3、F2、G1、G4、G7、G8、H1、I3、J6、K2、K3、K6、SS3、L3、L4、L8 和 SS1，其中 J6 点的六六六浓度高达 7116ppm。具体情况见下表。该类污染可能是由于生产过程、运输和存储过程中的遗撒所致，也有可能是由于风力作用而形成的大面积污染扩散。

表 5-13 土壤中农药类污染汇总表

分布区域	最深污染深度 (点位号)	超标浓度范围 mg/kg	热点区域(>10ppm)	可能原因
A 区 - 办公区及机加工车间 A6, SS8	1.2m (A6)	六六六 (0.2~5.6)		废旧设备库内的设备遗撒
C 区 - 老锅炉区及垃圾场 C1, C2	1.2m (C1&C2) 1.2m 下未测 OCP, VOCs, SVOCs	六六六 (0.5~53.8) DDT (12.9)	C1 点 1.2m (六六六 53.8, DDT 12.9)	垃圾场
D 区 - 久效磷车间 D1、D2、D3、D4、D7、SS5	2.4m (D4)	六六六 (0.2~26.7) DDT (3.1~104.6)	D3 点 1.2m (六六六 26.7, DDT 104.6)	车辆带入、包装瓶清洗、D3 点邻近 18 号水池
E 区 - 啶虫脒车间 E1, E2	3.6m (E1)	六六六 (0.4), 啶虫脒 (0.2~2.9)		车辆遗撒
F 区-氧乐果一分厂 F2、F3、F4、F5、F6	3.6m (F2、F3、F5)	六六六 (0.2~16.5) DDT (1.15~35.2)	F2 点 1.2m (六六六 16.5, DDT 35.2)	生产过程中的遗撒?
G 区-氧乐果二分厂 G1、G3、G4、G6、G7、G8、G10、G11、G12	4.8m (G8) G7 点 2.4m 下未采样; G6 点 3.6m 下未采样	六六六 (0.3~106.3) DDT (2.0~180.2)	G1 点 1.2m (六六六 106.3, DDT 46.0) G4 点 1.2m (六六六 56.1, DDT 37.5) G7 点 2.4m (六六六 8.2, DDT 180.2) G8 点 2.4m (六六六 19.3)	生产过程中的遗撒?
H 区-苯氧威车间 H1, H2, H3	8.4m (H2) H1 点 4.8m 下未采样	六六六 (0.3~315.2) DDT (6.8~56.2) 苯氧威 (0.6~1.2)	H1 点 1.2m (六六六 315.2, DDT 56.5) H1 点 2.4m (六六六 73.6, DDT 6.8) H1 点 3.6m (六六六 16.1)	存储过程中的遗撒
I 区-污水处理站 I1, I2, I3	2.4m (I3)	六六六(0.2~1249.7), DDT(1.6~146.3)	I3 点 1.2m (六六六 1249.7, DDT 146.3)	车辆遗撒?
J 区-储罐和仓库 J1, J2, J4, J5, J6, J8	4.8m (J2, J4, J5) J2, J4 点 4.8m 下未采样	六六六 (0.2~7116.2) DDT (337.4), 敌敌畏 (49.5)	J6 点 1.2m (六六六 7116.2, DDT 337.4, 敌敌畏 49.5)	存储遗撒
K 区- 六六六粉剂加工车间 - K1, K2, K3, K4, K5, K6, SS3	2.4m (K1)	六六六 (0.25~46.9) DDT (2.5~13.3)	K2 点 1.2m (六六六 18.93, DDT 6.2) K3 点 1.2m (六六六 46.9, DDT 2.5) K6 点 1.2m (六六六 16.7, DDT 10.7) SS3 点 1.2m (六六六 6.1, DDT 13.3)	生产过程遗撒
L 区 -7 亩地区域 铁路线附近 -L1, L3, L4, L8, SS1, SS2	2.4m (L3)	六六六 (0.3~403.9) DDT (13.1~152.6)	L3 点 1.2m (六六六 403.9, DDT 62.0) L4 点 1.2m (六六六 0.4, DDT 13.1) L8 点 1.2m (六六六 0.6, DDT 152.6) SS1 点 1.2m (六六六 45.5, DDT 105.3)	铁路运输装卸遗撒? 地表储罐内的沉渣遗撒

(2) VOCs/SVOCs/TPH 类: 非农药的有机类土壤污染遍布全厂区，但从初步调查结果来看，A 区、K 区和 L 区没有发现 TPH 土壤污染，VOCs/SVOCs 污染程度较轻、深度较浅，基本都在浅层区域，可能是生产过程中遗撒所致；但 A 区和 L 区地下水中含有浓度较高的 VOCs/SVOCs，估计是污水管线渗漏和附近储罐储池渗漏所致。除了 A、K 和 L 区之外的其它区域，地表以下 2.4m~18m 的范围内均有不同程度的 VOCs/SVOCs 类污染（注：C 区未进行深层采样），并且均达到了采样时所能达到的最大深度，这些区域深层土壤的 VOCs/SVOCs 类污染可能是由于管道和储池渗漏或随意倾倒所致；TPH 污染仅在 J 区的危险品库（J3 点位）发现，可能是由于该区域曾经发生的柴油泄漏所致。

土壤中 VOCs/SVOCs/TPH 类污染浓度超过 10 倍居住用地筛选标准的区域有：C1、D1、D3、D4、D7、E1、E2、F1、F2、F3、F4、G1、G6、H2、I3、J3、J4、J5、J6 和 L3。另外，初步调查中在 A 区、B 区、D 区、G 区、I 区和 L 区共设置了 6 口地下水监测井，全部监测井中的地下水（水位埋深约 15~17m）均有不同的 VOCs/SVOCs 类超出了所选定的筛选标准。具体情况见下表。

表 5-14 土壤中 VOCs/SVOCs 类污染汇总表

分布区域	该区域最深污染深度(该深度点位号)	超标浓度范围 mg/kg	热点区域 (污染物浓度超出 10 倍居住用地筛选标准) ppm	可能原因
A 区 - 办公区及机加工车间 SS8	0.2m (SS8)	PAHs (0.2~1.2)	A1 点地下水含有四氯乙烯	废旧设备库内的设备遗撒
B 区 - 氯碱车间 B5, B8, SS6	16.5m (B8/GW-5B)	氯仿 (0.27~1.81)	B8 点地下水含有氯仿、苯、三卤甲烷、二氯甲烷、四氯化碳等	浅层: 遗撒 深层: 未知
C 区 - 老锅炉区及垃圾场 C1, C5	2.4m (C5), C1&C2 两点 1.2m 下未测 VOCs, SVOCs	氯仿 (1.38~5.4)	C1 点 1.2m (氯仿 5.4)	遗撒?
D 区 - 久效磷车间 D1、D2、D3、D4、D7、SS5	18.0m (D4/GW-4D), 18m 以下未采样	氯仿 (0.22~115); 苯 (2.02~9.28); 二甲苯 (167.8~3046); 苯胺 (5.7~8.1); 1,2-二氯乙烷 (4.21~34.4); 1,1,2-三氯乙烷 (0.76~5.36); 二氯甲烷 (18.2)	D1 点 8.4~13.2m (氯仿 36.7~48.2) D3 点 12.0m (1,2-二氯乙烷 34.4, 1,1,2-三氯乙烷 5.36); D4 点 2.4m (二甲苯 3046); D4 点 18.0m (氯仿 115); D7 点 10.8m (氯仿 5.66) D4 地下水含氯仿、BTEX、二氯甲烷等	浅层: 遗撒 深层: 管道和储池渗漏或随意倾倒?
E 区 - 啶虫脒车间 E1, E2	12.0m (E1), 12m 以下未采样	氯仿 (0.83~41.9); 二氯甲烷 (14.5)	E1 点 9.6~12.0m (氯仿 37.4~41.9); E2 点 9.6~10.8m (氯仿 8.48~13.7)	管道和储池渗漏或随意倾倒?
F 区-氧乐果一分厂 F1、F2、F3、F4、F5、F6	10.8m (F3、F6) F1 点 8.4m、F4 点 6m、F6 点 10.8m 以下未采样	氯仿 (0.27~63.5); 苯 (0.96~47.9); 邻甲苯胺 (0.2~3.1)	F1 点 4.8m (氯仿 18.4, 苯 1.79) F2 点 1.2m (氯仿 13.1) F3 点 2.4m~6.0m (氯仿 20.6~63.5) F4 点 1.2~6.0m (苯 13.7~47.9)	管道和储池渗漏或随意倾倒?
G 区-氧乐果二分厂 G1、G3、G4、G6、G7、G8、G11	12.0m (G8), G8 点 12m 下、G1 点 10.8m 下、G7 点 2.4m 下、G6 点 3.6m 下未采样	氯仿 (0.23~20.1); 苯 (0.8~3.92); 六氯丁二烯 (1.8~61.3); 六氯苯 (28.6); 苯胺 (4.7) 邻甲苯胺 (0.2~7.1); 四氯乙烯 (31.8)	G1 点 3.6~10.8m (氯仿 6.57~20.1) G6 点 3.6m (六氯丁二烯 61.3, 六氯苯 28.6) G2 点地下水含苯、TCE、PCE、六氯丁二烯	管道和储池渗漏或随意倾倒?

分布区域	该区域最深污染深度(该深度点位号)	超标浓度范围 mg/kg	热点区域 (污染物浓度超出 10 倍居住用地筛选标准) ppm	可能原因
H 区-苯氧威车间 H1, H2, H3	13.2m (H2) H2 点 13.2m 下未采样	氯仿 (0.3~4.79); 苯 (4.61~56.9);	H2 点 6.0~13.2m (苯 14.1~56.9)	管道和储池渗漏或随意倾倒?
I 区-污水处理站 I1, I2, I3	18.0m (I1/GW-3I)	氯仿 (0.22~0.59); 苯 (1.14~6.77)	I3 点 18.0m (苯 6.77) I3 点地下水含有 BTEX、苯酚	管道渗漏或北侧危险品库储罐泄漏迁移
J 区-储罐和仓库 J1, J3, J4, J5, J6, J8	12m (J5), J5 点 12m 下未采样	氯仿 (0.29~7.9); 苯 (4.28~3850); PAHs (1.9~13.0); TPH (2041); 甲苯 (5000); 二甲苯 (1476)	J3 点 1.2m (TPH 2041.8) J4 点 1.2m (氯仿 7.9, 苯 4.28) J5 点 2.4~12m (苯 15.3~3850) J5 点 4.8m (二甲苯 1476, 甲苯 5000) J6 点 1.2m (苯 28.4)	深层: 储罐泄漏 浅层: 仓库内遗撒
K 区- 六六六粉剂加工车间 -K3, SS3	1.2m (K3)	氯仿 (0.23~1.96); PAHs (0.1~0.5)		设备或容器携带遗撒
L 区 -7 亩地区域 铁路线附近 -L3, L6, SS2	1.2m (L3)	氯仿 (6.51); PAHs (0.5~6.7); 1,3,5-三氯苯 (1.2)	L3 点 1.2m (氯仿 6.51) L8 点地下水含有苯、异丙基苯、苯酚	铁路运输装卸遗撒? 地表储罐内的沉渣遗撒

(3) **重金属类**：本场地的土壤中重金属类污染相对有机类污染来说较轻，初步调查中仅有四个点位超出土壤筛选标准，具体情况见下表。

表 5-15 土壤中重金属类污染汇总表

分布区域	污染深度	浓度范围 mg/kg	风险初筛住宅用地标准 mg/kg	可能原因
老锅炉区 C4 点 除尘系统池内污泥	0.4m	砷(188) 铅(736) 镉(17.6) 硒(63.6) 铊(8.3)	砷(20) 铅(400) 镉(12) 硒(39) 铊(2)	燃煤中的重金属积累
氧乐果二分厂 G3/GW-2G 点	2.4m	铜 (4.48×10 ³ ~1.76×10 ⁴) 镍(57.1)	铜 (600) 镍(50)	未知
储罐区 J5 点 消防池东侧	4.3m	砷 (30.3)	砷(20)	未知
7 亩地区域 SS2 点-原地表储罐区 (储罐中装过浓硫酸)	0.2m	铅 (2.38×10 ³) 汞 (15.26)	铅(400) 汞 (10)	地表储罐内的沉渣遗撒

5.2 地下水污染状况

初步调查在 A 区、B 区、D 区、G 区、I 区和 L 区共设置了 6 口地下水监测井，全部监测井中的地下水均有不同的检测因子（重金属、农药、VOCs/SVOCs 类）超出了所选定的三个筛选标准。其中，重金属超出全部筛选标准的监测井有 B8/GW-5B、D4/GW-4D、G3/GW-2G、I1/GW-3I；六六六超出全部筛选标准的监测井有 A1/GW-1A、B8/GW-5B、G3/GW-2G；而 L8/GW-6L 中的六六六超过了荷兰地下水修复干预值。所有监测井中的地下水均有 VOCs/SVOCs 超出全部筛选标准。

具体情况见下表，表中仅列出了超出中国地下水 IV 类标准或荷兰地下水修复干预值的污染物及其浓度范围，大部分超出美国佛罗里达州地下水标准（更为严格）的污染物由于篇幅所限，没有列出。

表 5-16 地下水污染状况汇总表

区域	监测井编号	浓度范围 ug/L	中国地下水 IV 类标准 / 荷兰地下水修复干预值 ug/L	可能原因
A 区	A1/GW-1A	六六六(13.2) 四氯乙烯 (7.4)	六六六 (5) / (1) PCE (无) / (40)	污水管线渗漏?
B 区	B8/GW-5B	镍 (104) 六六六 (18.8) 四氯化碳 (12.7) 氯仿 (2900)	镍 (100) / (75) 六六六 (5) / (1) 四氯化碳 (无)/(10) 氯仿 (无)/(400)	未知
D 区	D4/GW-4D	砷 (194) 苯 (435) 乙苯 (236) 二甲苯 (368) 二氯甲烷 (40000) 氯仿 (826)	砷 (50) / (60) 苯 (无) / (30) 乙苯 (无) / (150) 二甲苯 (无) / (70) 二氯甲烷 (无) / (1000) 氯仿 (无)/(400)	储池渗漏或随意倾倒
G 区	G3/GW-2G	汞 (30.5) 六六六 (24.4) 四氯乙烯 (100)	汞 (1) / (0.3) 六六六 (5) / (1) PCE (无) / (40)	储池渗漏或随意倾倒
I 区	I1/GW-3I 注: 取原样和 平行样中的 最大值	砷 (63) 苯 (25000) 乙苯 (254) 二甲苯 (166) 萘 (425) 苯胺 (587) 邻甲苯胺 (2800) 苯酚 (66.3)	砷 (50) / (60) 苯 (无) / (30) 乙苯 (无) / (150) 二甲苯 (无) / (70) 萘 (无) / (70) 苯胺 (6.1-佛罗里达标准) 邻甲苯胺 (0.1-佛罗里达 标准) 苯酚 (10) / (2000)	危险品库储罐泄漏 污水处理站管线泄 漏
L 区	L8/GW-6L	六六六 (2.3) 苯 (3100) 苯酚 (18.6)	六六六 (5) / (1) 苯 (无) / (30) 苯酚 (10) / (2000)	危险品库储罐泄漏

5.3 墙皮样分析结果

初步调查中在 K 区六六六粉剂车间内部不同位置采取了三个墙皮擦拭样, 结果均有六六六检出, 浓度范围为 50.22~467.1 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 。墙皮样的污染程度将由后期风险评价结果来作判断。

6. 初步场地概念模型及数据缺口分析

场地概念模型是污染场地上污染源、污染运移路径和污染受体的一个信息集合体，通常用简化图形来表达。模型包含了通过场地调查所获得的关于场地的所有已知信息，该模型是动态的，是随着调查的深入和信息的增加而不断修正的。建立场地概念模型有利于辨识缺失的数据、降低污染场地调查和修复决策过程中的不确定性。

场地概念模型通常包括了场地历史、场地地质与水文地质条件、土壤类型和结构、污染类型、污染释放机理、污染范围和深度、污染运移路径以及污染受体等信息。

6.1 场地概念模型

根据初步调查所得信息建立起的初步场地概念模型用文字简单叙述如下：

6.1.1 场地历史及对场地污染的影响

本场地建于 1952 年，目前已有 60 年六六六粉分装加工、DDT 和有机磷农药生产、化学试剂合成的生产历史，生产过程中产生过高残留、有毒有害的化合物。根据初步调查分析可知，过去的生产历史已经对场地造成了大面积的污染，污染深度已经深达 18.0m，到达了地下水，土壤污染的截止深度未知。

6.1.2 地形地貌与地质条件

本场地地势基本平坦，高差不大，平均海拔在 100m 左右。场地地层岩性在自然地面埋深 10~12.7m 以上以粉土为主，埋深 10~12.7m 以下以粉细砂为主，粉细砂层未揭穿。

6.1.3 水文地质条件

根据第 2.6.2 节对区域水文地质条件的分析，场区从上到下应有四个含水层，与本次调查相关的是第一含水层。根据本次调查过程中设置的 6 口地下水监测井的监测数据，该场地第一含水层的地下水静止水位埋深在自然地面以下

15.0~18.0m，也即水位在 83.3~86m。该含水层没有穿透，因此，该含水层底板位置，也即隔水层位置未知。

6.1.4 地下水流向讨论

根据 4.5.3 节地下水流向分析结果，在现有的 6 口监测井观测数据基础上得出的地下水流向有两种可能性。

第一种可能：考虑监测井 GW-2G 的高水位可能是由周边水池渗漏造成的，排除该影响后，场区地下水总体上是由南向北流动的（见附图 6.1）。

第二种可能：考虑到场地北侧 1.3km 处是熊儿河，东南处 1.6km 处是七里河，西南处 800m 处的五里堡存在由于地下水超采而形成的地下水位漏斗中心（见第 2.6.2 节-区域水文地质条件），则监测井 GW-2G 的高水位很可能反应了该位置的真实情况，那么场区内的地下水流向有可能由场区中部流向场地四周，见附图 6.2 所示。

由于初步调查中设置的地下水监测井较少，需要在详查阶段设置足够多的监测井对地下水流向进行进一步确认。

6.1.5 可能的污染源及运移路径

（1）土壤和墙体污染

根据前面的分析可知，本场地土壤中的污染物可以划分为三大类，即农药类、VOCs/SVOCs/TPH 类和重金属类。

土壤中农药类污染（以六六六和 DDT 为主）在场地厂分布广泛，除了氯碱车间 B 区没有检测出农药污染以外，其余功能区均有不同程度污染。大部分农药类污染位于地表以下 2.4m 范围内，深度超过 2.4m 的区域农药污染程度较轻（浓度基本在 3ppm 以下）。另外，六六六粉剂加工车间的墙皮样也检出六六六和 DDT。该类污染可能是由于生产过程、运输和存储过程中的遗撒所致，也有可能是由于风力作用而形成的大面积污染扩散。

土壤中 VOCs/SVOCs/TPH 类污染遍布全厂区，东部的生产车间区域污染相

对严重。A区、K区和L区的VOCs/SVOCs土壤污染程度较轻、深度较浅，基本都在浅层区域（2.4m以上），可能是由于遗撒所致；但A区和L区地下水含有浓度较高的VOCs/SVOCs，估计是污水管线渗漏和附近储罐储池渗漏所致。除了A、K和L区之外的其它区域，地表以下2.4m~18m的范围内均有不同程度的VOCs/SVOCs类污染（注：C区未进行深层采样），并且均达到了采样时所能达到的最大深度，这些区域深层土壤的VOCs/SVOCs类污染可能是由于生产过程中管道和储池渗漏或随意倾倒所致。

本场地的土壤中重金属类污染相对有机类污染来说较轻，属于局部问题。

（2）地下水污染

初步调查中设置的6个监测井中的地下水均有不同的场地特征因子（重金属、农药、VOCs/SVOCs类）检出并超出了所选定的三个筛选标准。地下水中污染物的来源可能由于上部管道或储池/储罐渗漏。

（3）可能的LNAPL区域

比较地下水中各类污染物的浓度和其在水中的溶解度，可以初步判断在危险品库区域（J区）附近的地下水中可能已经形成了LNAPL，同时不排除其它区域有DNAPL存在的可能（例如D区）

（4）土壤深层污染和地下水污染的分析

根据2.6.4节（历史最高地下水位）的分析，本场地在过去六十年的生产历史中，开始的时候地下水位很可能处于高位，也即可能在自然地表以下5~10m之间。如果这个阶段由于管道或者储池泄漏的原因导致地下水被污染，那么70年代以后随着大规模开采地下水而导致水位不断下降，污染被带到土壤深层。

6.1.6 可能的污染受体

- （1）场地周边现有居民：运移出厂界以外的农药颗粒物吸入和VOCs吸入；
- （2）场地上现有员工：农药颗粒物吸入、皮肤接触、场地VOCs吸入等；
- （3）未来场地开发后居住的居民：农药颗粒物吸入、口入、皮肤接触、场地VOCs吸入等；

(4) 周边地表水：北部的熊儿河和东南部的七里河

(5) 周边地下水及中深层地下水：目前周边地下水抽水井的信息未知，需要在详查阶段进一步调查。如果周边 1km 里范围内存在地下抽水井，则需要明确该井的抽水深度和用途。

6.2 数据缺口及不确定性分析

根据初步调查结果建立起来的初步场地概念模型仍存在以下不确定性：

- 由于没有搜集到场区附近的深层地质资料，第一层含水层的隔水层位置未知，也即，地下水位以下土壤污染可能到达的深度未知；
- 由于初步调查阶段仅设置了少量地下水监测井，因此地下水流向不确定；
- 场地周边 1km 范围内抽水井是否存在和用途未知；
- 部分区域的污染边界不确定，某些区域初步调查时采样没有达到足够深度；
- 危险品库区域（J 区）地下水中是否存在 LNAPL 不确定
- 由于业主提供的污水管线信息滞后，污水处理站建成前的原污水管线附近的土壤污染状态在初步调查采样期间未能获取；
- 由于业主表明厂区未曾使用过重金属，因此场地局部的重金属污染原因未知；
- 除了六六六粉剂车间外，其它车间和仓库墙面农药污染状况未知；
- 部分区域的地下水污染状态未知、污染物来源不确定。

7. 结论

受郑州兰博尔科技有限公司的委托，郑州市环境保护研究所和杭州大地环保工程有限公司对位于郑州市城东南路 57 号的兰博尔厂区进行了场地初步调查工作。该调查包括了第一阶段场地调查和第二阶段场地调查（初步调查）。初步调查的目的是分析厂区的疑似污染区域，对于整个厂区的疑似污染点进行采样，确认场地是否存在污染及污染物的种类，如果存在污染，判断大致的污染区域和污染深度，为详细调查方案提供技术准备。由第 5 章和第 6 章的分析可知，本报告已经达到上述目的。

本报告综合采用了北京市地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）、《展览会用地土壤环境质量评价标准（暂行）》（HJ 350-2007）和《美国 EPA 通用土壤筛选基准值》（2002）作为土壤风险初筛标准；同时采用了《中国地下水环境质量标准》（GB/T14848-93）、《荷兰土壤与地下水环境质量标准》（2000）和《美国佛罗里达州地下水与地表水治理目标值》（2005）作为场地地下水污染风险初筛标准。

根据风险初筛结果可知，本场地已经受到大面积污染。土壤中主要的污染物可以划分为三大类，即农药类、VOCs/SVOCs/TPH 类和重金属类。土壤中农药类污染（以六六六和 DDT 为主）在场地厂分布广泛，几乎遍布全场，但大部分污染位于地表以下 2.4m 范围内，深度超过 2.4m 的区域农药污染程度较轻。另外，六六六粉剂加工车间的墙皮样也检出六六六和 DDT。

土壤中 VOCs/SVOCs/TPH 类污染遍布全厂区，东部的生产车间区域污染相对严重。A 区、K 区和 L 区的 VOCs/SVOCs 土壤污染程度较轻、深度较浅，基本都在浅层区域（2.4m 以上）；但 A 区和 L 区地下水中含有浓度较高的 VOCs/SVOCs。除了 A、K 和 L 区之外的其它区域（注：C 区未进行深层采样），地表以下 2.4m~18m 的范围内均有不同程度的 VOCs/SVOCs 类污染，并且均达到了初步调查采样时所能达到的最大深度。

本场地的土壤中重金属类污染相对有机类污染来说较轻，属于局部问题。

初步调查中设置的 6 个监测井中的地下水均有不同的场地特征因子（重金属、

农药、VOCs/SVOCs 类) 检出并超出了所选定的三个筛选标准。同时, 危险品库区域 (J 区) 在地下水表面可能已经形成了 LNAPL。

鉴于初步调查之后仍存在的^{数据}缺口 (见 6.2 节), 建议在本报告的基础上实施详细调查, 进一步明确污染源、污染边界、污染深度以及可能的 LNAPL 区域, 完善场地概念模型。之后, 在风险评估的基础上, 参考该场地的未来用地规划, 提出治理建议。本报告针对详细调查阶段的建议见下一章。

8. 针对详细调查阶段的建议

根据前述章节对初步调查结果的总结、初步场地概念模型的建立和对数据缺口的分析，建议在详细调查阶段开展以下工作：

8.1 进一步资料搜集应获取的信息

- 对场地周边（1km 内）的浅层地下水监测井和深层水井进行调查，查明是否有水井存在。如果有，查明目前是否在抽水；同时查明原有和目前的使用用途，例如是否有灌溉、饮用用途等。
- 场地隔水层调查，也即埋深 20~40 米的土层勘察资料搜集。可以向地勘部门查询该区域的深井建井资料或附近高层建筑的地勘资料，如果没有，则在场地下水流向的上游，也即南侧边界设置一采样点，直接打到隔水层。

8.2 进一步现场采样应获取的信息

8.2.1 场地周边地下水井采样

如果场地周边 1km 范围内有地下水井，则对这些水井进行挑选并采样分析，以确定地下水污染是否迁移至厂区以外。假设能采取 3 个样。

8.2.2 土壤污染“热点区域”进一步调查

对初步调查中总结出的“热点区域”调查，以进一步确认污染范围和污染深度，同时判断场区内 LNAPL 和 DNAPL 是否存在。

- **农药（六六六和 DDT）污染区域加密调查和边界确定：**A 区、B 区和 E 区的检测结果没有六六六和 DDT 浓度超过 10ppm 的点位，要随机少量采取浅层样检测农药。除此以外的其它所有区域都需要加密布点，尤其是农药污染深度需要进一步确定的点位：H1(4.8m)，J2(4.8m)，J4(4.8m)，G6(3.6m)，G7(2.4m)。

- **危险品库区域 (J 区):** 根据业主增补的信息, 1986 年 9 月, 该区域柴油储罐底部阀门泄漏, 泄漏柴油量约 70 吨, 泄漏具体位置在现西侧一排储罐从南数第二个罐附近 (J5 点附近); 另外, 东侧一排储罐最南和最北两个罐曾经储存过纯苯; 东侧一排南侧两个储罐存储过柴油。这些储罐间歇性地存储过碳酸二甲酯、二氯丙烷、一甲胺、甲醇、硝基苯、硝基甲苯等物质。由于 J3、J5 点土壤中 TPH、BTEX 的含量很高, 同时该区南北边界的地下水监测井中含有高浓度的苯, 为判断该区域是否存在 LNAPL 或 DNAPL, 需要在该区域内部和边界加密布点。
- **原有主要污水管线区域:** 根据业主提供的最新信息, 污水处理站建成前, 污水由三条东西向主污水管线 (分布在北区主马路两侧和南区主马路南侧) 输送至西侧场外的排水管线, 出厂后排往厂区北部 1.5km 的熊儿河。此外, 场内南北向支线污水管线有三条 (分布在厂区中部两条纵向主干道和南部东侧久效磷车间内的纵向干道), 支线污水汇入三条东西向主管线。主污水管线大致埋深 5 米, 管径 800mm, 很可能有过渗漏, 因此, 需要在污水管线附近布点调查。管线具体位置还需要详查进场时业主指认。
- **除 J 区以外 VOCs/SVOCs 污染较为严重的区域:** D 区、E 区、F 区、G 区、H 区和 I 区, 需要对深层 VOCs/SVOCs 污染情况进一步调查, 同时对污染范围进一步确定。
- **D 区 D4/GW-4D 附近区域:** 该点的全扫描半定量报告发现该区域除了常规污染物质以外, 还检测出浓度较高且毒性较大的 N,N-二甲基苯胺和 N,N,N,N-四甲基-4,4'-二氨基二苯甲烷。后经业主确认, 该区域曾经发生过亚磷酸三甲酯的泄漏事故, 且亚磷酸三甲酯的生产工艺为“叔胺-氨法”, 成产过程中需要二甲苯作为溶剂、N,N-二甲基苯胺作为缚酸剂, 同时产生大量废水。因此需要对该区域附近进行 N,N-二甲基苯胺和 N,N,N,N-四甲基-4,4'-二氨基二苯甲烷进行定量测定。
- **G 区 G3/GW-2G 附近重金属 Cu 和 Ni 检测:** 分析该区域 Cu 和 Ni 异常升高的范围和深度。

8.2.3 场区内地下水流向、污染源和污染路径确认

结合污染源调查，增加地下水井的布点密度，在进一步确定污染扩散范围的同时，进一步确定场地地下水流向；尤其需要查明的是 A1/GW-1A 和 B8/GW-5B 地下水中六六六的来源是否由于污水管线渗漏。另外，需查明 B8/GW-5B 地下水中氯仿的可能来源，以确认附近是否有 NAPL 存在。

另外，初步调查数据分析过程中发现场地 J 区部分区域存在 TPH 污染，后经业主确认该区域发生过柴油泄漏，所以在详细调查中需要在该区域周边地下水井中的 TPH 进行检测。

8.2.4 主要粉剂仓库和粉剂生产车间墙皮样补充调查

初步调查中对六六六粉剂车间的墙皮进行了六六六的擦拭样检测，并有较高浓度的六六六检出。为确定其它生产车间/仓库在拆除前是否需要内部表面处理，需实施同样的检测，并以六六六和 DDT 为调查因子（初查时土壤中的 DDT 有大面积检出，后来业主承认厂区曾经生产过 DDT）。根据对农药类污染重点区域的分析，初步估计有 30 个车间/仓库需要进行墙皮擦拭样检测，每个车间/仓库采取 2~3 个墙皮擦拭样，预计需要采取 80 个。详查采样前需要与甲方确认具体建筑。

8.2.5 厂区外东侧和南侧背景点采样

在厂区东侧铁路线附近采土样做重金属测试，确定场地东侧地下水中 As 的来源。

8.2.6 风险评估参数和土工参数

每个区筛选两个深层钻孔的样品做以下实验：含水量、天然密度、饱和度、孔隙比和孔隙率、塑性指数、液性指数、实验室渗透系数、粒径分布曲线、粘聚力和内摩擦角、有机质含量和有机碳含量。

9.0 结束语

本报告专为报告中所罗列的工作目的、项目名称和项目地点而编制，并且是基于郑州市环境保护科学研究所（郑州环科所）和杭州大地环保工程有限公司（杭州大地公司）在场地调查时所能依据的管理框架、现场条件以及业主向郑州环科所和杭州大地公司提供的信息而编制。本报告代表了郑州环科所和杭州大地公司在工作内容和周期已经确定的前提下，对所获信息的合理释义。

尽管郑州环科所和杭州大地公司的场地调查是恰当的、尽职的，但绝不能代表该场地调查没有任何遗漏，同时也不能将该报告作为该场地修复的唯一依据，这意味着，下一步将要进行的详细调查和风险评估是本场地进行修复的不可缺少的步骤。

本报告由郑州环科所和杭州大地公司为郑州兰博尔科技有限公司特别编制。本报告反映了郑州环科所和杭州大地公司在当时所能获取的信息基础之上做出的最佳判断。任何其它第三方将对使用该报告或依据该报告进行决策的后果自行负责，郑州环科所和杭州大地公司对因此而可能造成的损失概不负责。