

云南碧城房地产开发有限公司  
碧溪园（1-7号楼）地块  
土壤污染状况初步调查报告  
(简本)

报告编写人：田大威 高瑞芳

项目负责人：田大威

公司总工程师：包 颖

公司负责人：谢兰娜

提交单位：云南碧城房地产开发有限公司

编写单位：云南鼎祺环境检测有限公司

提交时间：二〇二零年二月

# 目 录

1 总论.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 调查目的和原则.....	1
1.3 建设用地位置及调查范围.....	2
1.4 编制依据.....	3
1.5 工作内容及技术路线.....	5
2 第一阶段建设用地土壤污染状况调查.....	7
2.1 调查内容与方法.....	7
2.2 调查结果总结.....	11
2.3 第一阶段建设用地土壤污染状况调查结论.....	25
3 第二阶段建设用地土壤污染状况调查.....	26
3.1 监测方案.....	26
3.2 样品采集.....	29
3.3 实验室检测分析.....	33
3.4 质量控制.....	34
3.5 建设用地调查结果和评价.....	38
4 环境影响不确定性分析.....	50
5 结论及建议.....	52
附件 1 委托书.....	错误！未定义书签。
附件 2 土地证.....	错误！未定义书签。
附件 3 现场照片.....	错误！未定义书签。
附件 4 钻孔柱状图.....	错误！未定义书签。
附件 5 检测报告.....	错误！未定义书签。

# 1 总论

## 1.1 项目背景

云南碧城房地产开发有限公司对所属的盘龙区三块地块上进行碧桂园碧溪园（1-7 号楼）地块住宅开发。根据政府环保要求，需要对所开发地块进行建设用地土壤污染状况调查。该公司于 2019 年 9 月委托云南鼎祺环境检测有限公司对该地块开展建设用地土壤污染状况调查，确定建设用地土壤和地下水是否存在污染。公司接受委托后，立即组织技术人员进行了资料收集、现场踏勘、人员访谈、土壤和地下水取样、样品分析检测及数据分析等工作，并在此基础上编制了本报告。

## 1.2 调查目的和原则

### 1.2.1 调查目的

（1）通过现场踏勘、资料收集与分析、人员访谈等途径收集建设用地及相邻建设用地的相关信息，对建设用地现状、历史用途进行调查分析，识别和判断建设用地土壤和地下水污染的可能性，初步分析该建设用地可能存在的污染因子、污染途径、污染区域。

（2）根据建设用地污染识别结果，制定土壤和地下水的采样方案，进行土壤和地下水的现场采样和实验室分析。

（3）根据样品分析检测结果及建设用地土地利用要求，采用相应的污染风险管控标准、质量标准，评价建设用地土壤和地下水环境质量，确定建设用地是否收到污染、主要关注污染物、污染程度、各污染物的分布区域及范围。

### 1.2.2 调查的原则

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》等相关规范的内容和要求，本次土壤污染状况调查工作遵循以下原则：

#### （1）针对性原则

根据建设用地资料搜集、现场踏勘和人员访谈结果，结合建设用地的特征和潜在污染物特性，进行污染物浓度和空间分布调查，为建设用地的环境管理提供

依据。

### (2) 规范性原则

本项目土壤污染状况调查工作严格遵循我国现行的土壤污染状况调查相关法律法规、技术导则和规范，借鉴先进国家相关经验，保证调查过程的科学性和客观性。

### (3) 可操作性原则

综合考虑调查方法、时间和经费等因素，结合当前科技发展和专业技术水平，在工作过程中力求采用目前国内外较为先进的方法与工具，使调查方案切实可行，确保取样、监测、分析等工作结果的准确性和可靠性。

## 1.3 建设用地位置及调查范围

碧桂园碧溪园建设用地位于昆明市五华区铂金大道北侧（图 1.3-1）。建设用地原来为昆明农药厂。目前土地已经整平，地面标高介于 1923~1926m。建设用地地形较平坦，属昆明断陷湖积盆地边缘与山坡交汇地带。

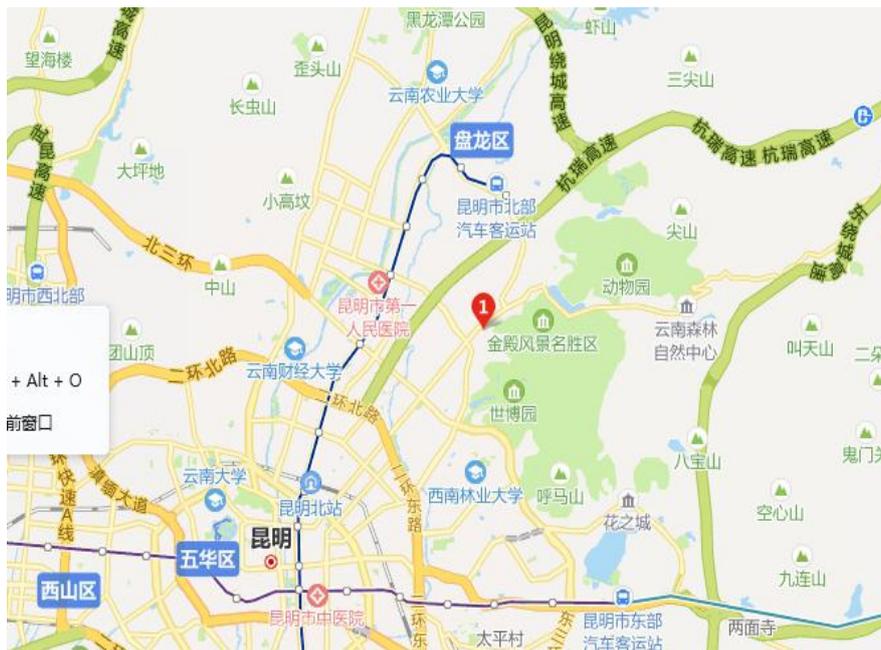


图 1.3-1 建设用地位置示意图

建设用地占地面积 27754.72m<sup>2</sup>（约 41.67 亩），具体范围如图 1.3-2 所示。调查范围：东经 102°45′09.0″~102°45′15.2″，北纬 25°04′59.7″~25°05′8.5″（表 1.3-1）。

表 1.3-1 建设用地控制点坐标

序号	北纬	东经	备注
1	25° 05' 05.5"	102° 45' 09.0"	左上拐角控制点
2	25° 05' 08.5"	102° 45' 12.4"	右上拐角控制点
3	25° 05' 03.3"	102° 45' 15.2"	右下弧形边控制点
4	25° 04' 59.7"	102° 45' 13.7"	左下拐角控制点
5	25° 05' 14.42"	102° 45' 7.24"	中心点坐标



图 1.3-2 建设用地地块范围图

## 1.4 编制依据

### 1.4.1 政策法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日施行）
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日施行）
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日施行）

- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016年修订）
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日实施）
- (6) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2013]645号）
- (7) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）
- (8) 《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65号）
- (9) 《关于保障工业企业建设用地再开发利用环境安全的通知》（环发[2012]140号）
- (10) 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址建设用地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发[2014]66号）
- (11) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（2017年7月1日施行）
- (12) 《中华人民共和国土地管理法》（2020年1月1日施行）
- (13) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005.4.1）；

#### 1.4.2 技术导则与规范

- (1) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017）
- (2) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)
- (3) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)
- (4) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》(HJ.682-2019)
- (5) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）
- (6) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）
- (7) 《土壤质量土壤采样技术指南》（GB/T36197-2018）
- (8) 《供水水文地质勘察规范》（GB50027-2001）
- (9) 《水文水井地质钻探规程》（DZ/T0148-2014）
- (10) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）
- (11) 《土工试验方法标准》（GB/T50123-1999）
- (12) 《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）

#### 1.4.3 相关标准

- (1) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）
- (2) 《地下水质量标准》（GB14848-2017）

(3) 《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)

(4) 《土的工程分类标准》(GBT50145-2007)

#### 1.4.4 其他资料

(1) 收集到地块不动产权权证, 共计 3 份。

(2) 1:500 昆明农药厂平面图(1985年)。

(3) 1:5000 10KV 高压线路图(1985年)。

### 1.5 工作内容及技术路线

根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(2017)、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)等相关要求, 同时结合前期建设用地资料收集和踏勘的结果, 制定本项目技术路线见图 1.5-1, 工作内容主要包括第一、二阶段的建设用地土壤污染状况调查及建设用地土壤污染状况调查报告编制。具体工作内容如下:

#### (1) 第一阶段建设用地土壤污染状况调查

① 资料收集: 通过资料查阅、人员访谈等方式收集建设用地利用变迁资料、建设用地环境资料、建设用地相关记录、有关政府文件、以及建设用地所在区域的自然和社会信息等资料, 同时调查相邻建设用地的相关记录和资料。

② 现场踏勘: 根据收集的资料和人员访谈初步判断疑似污染区域并进行现场走访和踏勘, 对建设用地及其周边环境进行仔细观察和记录。调查的主要内容包括: 建设用地的地形地貌、建设用地过去使用留下的可能造成土壤和地下水污染的迹象、相邻建设用地土地利用状况等。

③ 人员访谈: 针对如上两部分调查工作中所发现的问题, 与了解建设用地现状和历史的人员进行访谈。

#### (2) 第二阶段建设用地土壤污染状况调查

① 制定初步调查工作计划: 结合国家标准采样规范要求以及现场的施工条件, 制定初步调查采样分析工作方案, 包括核查已有信息、判断污染物的可能分布、制定初步采样方案与样品分析方案、制定质量保证和质量控制程序等工作内容。

② 现场样品采集及流转: 根据采样方案开展土壤和地下水样品采集, 并委

托具有 CMA 认证的第三方实验室分析检测送检样品中的目标污染物。

③ 检测结果处理与分析：将检测结果与相关评价标准进行对比和总结，得出建设用地中主要污染物类型、污染水平，分析污染物种类与浓度及污染成因。

### (3) 编制建设用地土壤污染状况调查报告

编制符合该建设用地实际情况的建设用地土壤污染状况调查报告，包括描述现场工作程序、现建设用地区域条件、地下水概况、现场观察和记录结果以及评价分析测试结果等内容，在此基础上得出相应的结论。

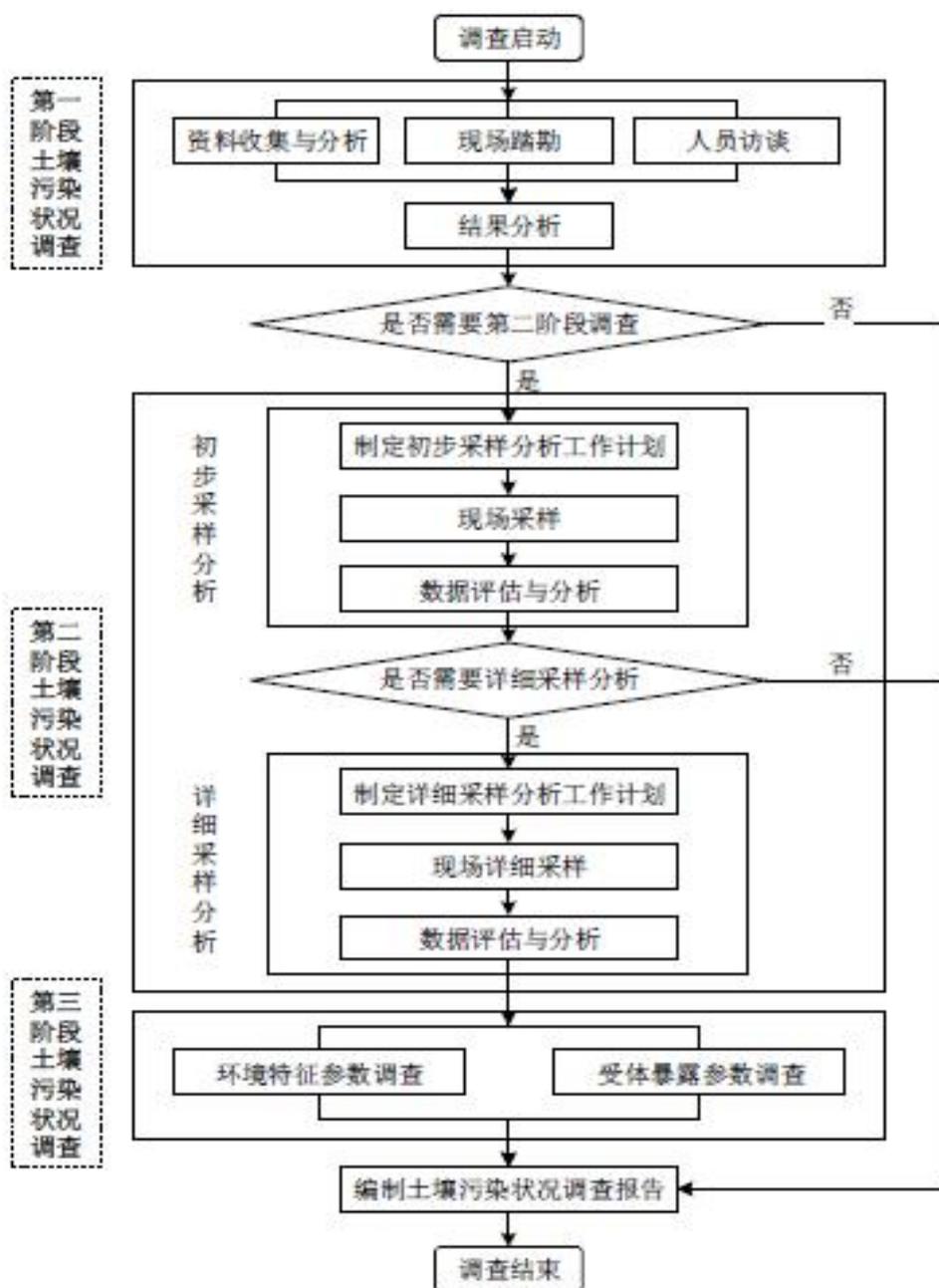


图 1.5-1 项目技术路线图

## 2 第一阶段建设用地土壤污染状况调查

第一阶段建设用地土壤污染状况调查是污染识别阶段，主要是通过资料收集与分析、现场踏勘及人员访谈等方式，了解建设用地土地利用现状及历史、原址企业的平面布局、生产工艺和产污环节、周边环境等情况，通过对以上信息进行分析，初步判断该建设用地可能的污染来源、污染分布区域、污染物类型，为建设用地第二阶段的采样布点和分析项目的确定提供依据。

### 2.1 调查内容与方法

#### 2.1.1 资料收集与分析

##### 2.1.1.1 资料收集种类

根据国家环保部《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)的技术要求开展该地块建设用地环境相关资料的收集工作，相关资料包括：建设用地利用变迁资料、建设用地环境资料、建设用地相关记录、相关政府文件，以及建设用地所在区域的自然和社会信息。本项目的资料收集清单见表 2.1-1。

##### 2.1.1.2 资料收集方法

建设用地环境资料收集主要通过资料查阅、人员访谈、填写建设用地信息调查表等方式进行。

(1) 资料查阅：从本项目委托方和政府机关公开发布的文件获取建设用地的相关资料；

(2) 人员访谈：对建设用地知情人员开展访谈工作；

(3) 信息调查：根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)开展信息调查。

##### 2.1.1.3 资料收集成果

根据制定的资料清单，本项目资料的获取情况见表 2.1-1。

本次调查地块为昆明农药厂用地，其 1954 年建厂，1997 年搬迁，因其场地历史久远，企业资料管理缺失等原因，仅从农药厂收集到 1985 年厂区平面图等资料；后前往住建等政府机关处查阅亦仅获取到厂区平面图等少量资料，企业相关生产信息及工艺流程主要通过农药厂员工访谈获得。

表 2.1-1 资料清单及获取情况

编号	资料类别	资料名称	获取情况
1	建设用地利用 变迁资料	土地管理机构的土地登记资料	获得
		建设用地的土地使用资料	访问部分获得
		建设用地的未来规划资料	获得
		建设用地利用变迁过程中的建设用地内建筑、设施、工艺流程和生产污染等的变化情况	获得部分资料
2	建设用地环境 资料	建设用地内土壤及地下水检测记录	未获得
		建设用地内危险废弃物堆放记录	未获得
3	企业资料	环境影响评价报告书（表）	未获得
		岩土工程勘察报告	未获得
		主要产品规模和原材料消耗	未获得
		产品和原辅材料清单	未获得
		厂区平面布置图	部分时期获得
		工艺流程图	部分访问获得
		固体废物管理记录	未获得
4	区域资料	地理位置、地形地貌、水文气象、地质及水文地质条件等	获得
		敏感目标分布	获得
		区域土地利用规划	获得

## 2.1.2 现场踏勘

为调查建设用地基本情况、初步判断污染来源和污染物类型，对本项目建设用地进行现场踏勘，具体工作内容包括：

（1）查看建设用地内是否有可见污染源。若存在可见污染源，记录其位置、污染类型、有无防渗措施，分析有无发生污染的可能。

（2）调查建设用地内是否有已经被污染的痕迹，如植被损害、异味、地面腐蚀痕迹等。

（3）重点查看建设用地内现存建筑物以及曾经存在建筑物的位置，查看这些区域是否存在由于化学品腐蚀和泄漏造成污染的痕迹。

（4）查看建设用地内有无建筑垃圾和固体废物的堆积情况。

（5）查看建设用地周边相邻区域。查看建设用地四周相邻企业，包括企业污染物排放源、污染物排放种类等，并分析其是否与调查建设用地污染存在关联。查看建设用地附近有无确定的污染建设用地。观察记录建设用地周围是否有可能

受污染物影响的居民区、学校、医院以及其它公共场所等地点。

通过本次建设用地现场踏勘，发现建设用地已经全部拆迁整平，场地内有刺激性气味、化学品味道，经访问咨询相关人员，初步确定为农药厂六六六粉剂产品味道；相邻建设用地四周为云南映象、实力上筑、桂花苑住宅小区及铂金中心在建小区。建设用地现状照片见图 2.1 - 1。



图 2.1-1 厂区采样前现状俯瞰图

### 2.1.3 人员访谈

本次以当面交流的形式，对企业有关人员进行调查，获取建设用地相关信息，包括：建设用地使用历史，规划用途等（图 2.1-2，表 2.1-1）。

人员访谈记录表格

地块名称	云南碧城房地产开发有限公司碧溪园(1-7号楼)地块
访谈日期	2019年12月26日
访谈人员	姓名:田大成 单位:云南鼎祺环境检测有限公司 联系电话:15128467371
受访人员	受访对象类型:昆明农药厂企业职工、企业管理者 姓名:欧阳总、曾总 职务或职称:工程师、总工 联系电话:13008683981、13759514867
访谈内容	<p>昆明农药厂,1954年建厂,97年因世博会搬迁至富民麦屯。 54年建厂后主要生产: DDT乳剂,月年产300t,70年代初停产。难降解。 10% DDT胺基剂,月年产100t,80年代初停产。难降解。 80% 磷化锌 <math>Zn_3P_2</math>, 年产80t,70年代停产。含少量砷。 45% 甲基 1605 敌百虫粉剂, 年产3000t, 80年代停产。 77.5% 敌敌畏乳油, 年产800t, 一直在产。 38% 阿特拉津悬乳剂, 年产200t, 在产。 6% 66粉剂 年产1000t, 80年代停产, 难降解。 5% 扑草净可湿剂, 500t, 在产 五氧化二磷, 五70年少量短时间生产。 历史上本地块无其他企业, 一直职工人数约300人。 在规范固废堆放地, 根据车间不同, 在现在大致2km附近。生产 产生工业废水, 工业水排放, 经内部处理, 经沿穿金路, 最后排往 金汁河。排放河材料为花岗岩及塑料管。 无地不储罐及地下管道。未发生过化学品泄漏事故及其他环节污染 事故, 周边据了解也未发生过类似事故。土壤有异味, 主要是六六粉味 道, 场地无历史遗留废渣。周边1km无水井。 厂区历史监测资料有, 不可寻。</p>

表 2.1-1 人员访谈记录表格

## 2.2 调查结果总结

### 2.2.1 区域环境概况

#### 2.2.1.1 气象水文

##### (1) 气象

昆明市虽位于北纬亚热带，但境内大多数地区夏无酷暑，冬无严寒，素以“春城”之称而享誉中外。其特点一是春季温暖，干燥少雨，日温变化大。月平均气温多在 20℃ 以下。二是夏无酷暑，雨量集中，降雨量占全年雨量的 60% 以上，平均气温 22℃。三是秋季温凉，天高气爽，雨水减少，霜期开始。四是冬无严寒，日照充足，天晴少雨。每月晴天平均在 20 天左右，日照 230 小时左右，雨日 4 天左右，全月降雨量仅占全年的 3-5%。

##### (2) 水文

昆明地势南濒滇池，三面环山。土壤酸性红壤、砖红壤 植被类型。亚热带常绿阔叶林。昆明盆地是位于中国南北构造带南端的构造盆地，地质构造复杂，湖泊地貌分布广泛，地基软弱。昆明盆地在大地构造上位于扬子准地台康滇古隆起东缘，处于滇中经向构造体系与纬向构造体系的交汇部位，夹持于川滇经向构造的普渡河断裂带和小江断裂带之间。南北向构造为区内的主控构造，东西向构造次之，褶皱不发育，多被断裂破坏成断块状，各断块为倾向各异的单斜层。地质石灰岩沉积地层。滇池亦称昆明湖、昆明池。中国云南省大湖，在昆明市西南。有盘龙江等河流注入，湖面海拔 1886 米，面积 330km<sup>2</sup>，平均水深 5 米，最深 8 米。湖水在西南海口泄出，称螳螂川，为金沙江支流普渡河上源。滇池呈南北向分布，湖体略呈弓形，弓背向东，东北部有一天然沙堤，长 4 千米，将滇池分为南北两部分，称为外湖和内湖；海拔 1887.5 米，总面积 311.338 平方公里，其中内湖面积 10.67 平方公里，外湖面积 287.1 平方公里，湖长 41.2 千米，最大宽度 13.3 千米，平均宽度 7.56 米，最大水深 11.3 米，平均水深 5.12 米，容积 15.931 亿立方米；底质内湖肥，有很厚的淤泥，动植物残体、黑色，有极臭味，外湖较肥，褐黄色，有骸泥；上游河流主要有盘龙江、宝象河、新河、运粮河、马料河、大青河、洛龙河、捞渔河、梁王河。

#### 2.2.1.2 地形地貌

昆明市中心海拔约 1891m。拱王山马鬃岭为昆明境内最高点，海拔 4247.7m，

金沙江与普渡河汇合处为昆明境内最低点，海拔 746m。市域地处云贵高原，总体地势北部高，南部低，由北向南呈阶梯状逐渐降低。中部隆起，东西两侧较低。以湖盆岩溶高原地貌形态为主，红色山原地貌次之。大部分地区海拔在 1500~2800m 之间。

调查区处于昆明断陷湖积盆地北东地带(图 2.2-3)，无全新世活动断裂通过，建设用地 10km 范围内，均为晚更新世活动断裂及早-中更新世断裂，大部分为隐伏断裂，无全新世活动断裂，无发震断裂，拟建建设用地地震动参数不计近场影响。

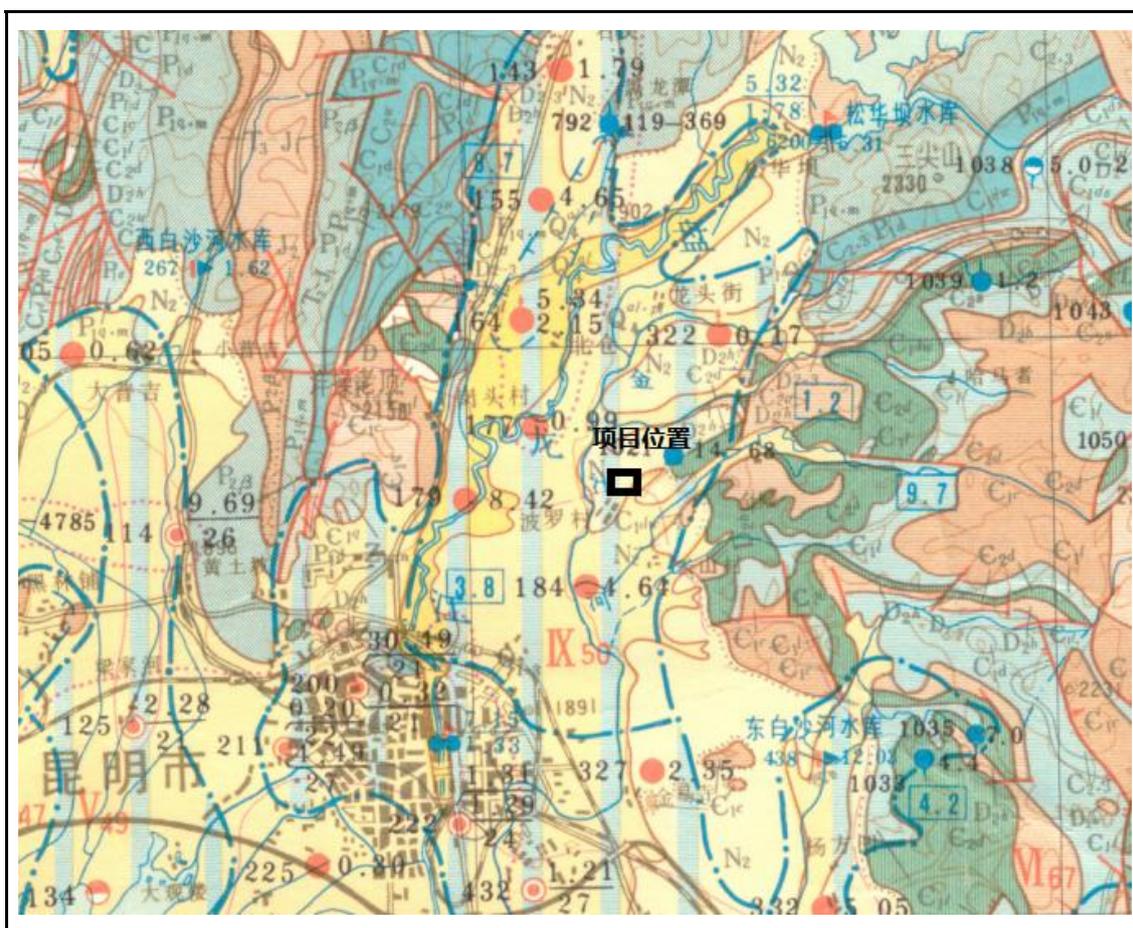


图 2.2-1 建设用地区域水文地质图

## 2.2.2 建设用地地质和水文地质条件

### 2.2.2.1 地层岩性

根据钻探揭露表明，建设用地内主要地层为：第四系人工填土（ $Q^{ml}$ ）层、第四系坡洪积（ $Q^{dl+pl}$ ）层。现根据地层成因年代、岩性及力学特征划分成四个工程地质单元层，并由上而下对岩性特征描述如下：

(1) 第四系人工填土 (Q<sup>ml</sup>) 层

人工填土 (单元层代号①): 主要由碎石、砖块及黏性土组成, 稍密。整个建设用地区均有分布, 土质杂乱, 强度低。厚度 0.8~9.1m。

(2) 第四系坡洪积 (Q<sup>dl+pl</sup>) 层

粉质黏土(单元层代号②): 褐红色、褐黄色, 硬塑状态, 稍湿。韧性及干强度中等。局部夹少许角砾。钻孔 ZK1、ZK2、ZK3、ZK4、ZK6、ZK7、ZK8 均有揭露, 揭露层厚 0.5~6.2m。该层强度一般, 可作为荷载较低的拟建建(构)筑物基础持力层, 但须注意其厚度不均匀性。

粉质黏土(单元层代号③): 褐黄色、褐灰色, 可塑状态, 湿。韧性及干强度中等。局部夹粉砂。钻孔 ZK1、ZK3、ZK4、ZK6、ZK7、ZK8 有揭露, 揭露层厚 1.1~7.3m。该层厚度不均匀, 强度低, 不可直接作为基础持力层。

细砂(单元层代号④): 褐色, 长石石英质, 混粒结构, 稍密状态, 砂质不纯, 多呈散状。仅钻孔 ZK5 有揭露, 揭露厚度 3.9m。强度低, 须考虑其液化可能性, 不可直接作为基础持力层。

以上各工程地质单元层空间展布及详细描述情况详见“工程地质剖面图”及附图“钻孔柱状图”。

本次施工钻探深度在 5~10m 之间, 钻孔地层柱状图见附件。

2.2.2.2 土层物理性质

为获取建设用地区各岩土层的物理力学指标, 本次勘察共采取 4 件 II~III 级土样进行室内土工试验, 室内土工试验成果列于下表 2.2-2。

表2.2-2 土的物理力学指标统计表

指标名称	土层名称	黏土②	黏土③
孔隙比 e		0.83~0.95 ————(2) 0.89	0.95~1.05 ————(2) 1.00
湿密度 $\gamma_0(\text{kN/m}^3)$		18.6~19.3 ————(2) 19.0	18.3~18.3 ————(2) 18.3
天然含水量 W (%)		29~33 ————(2) 31	31~37 ————(2) 34

塑性指数 $I_p$		$\frac{16\sim 20}{18}$ (2)	$\frac{14\sim 16}{15}$ (2)
液性指数 $I_L$		$\frac{0.13\sim 0.19}{0.16}$ (2)	$\frac{0.48\sim 0.51}{0.50}$ (2)
压缩模量 $E_{s_{1-2}}$ (MPa)		$\frac{7.5\sim 10.1}{8.8}$ (2)	$\frac{4.4\sim 5.5}{5.0}$ (2)
压缩系数 $a_{100-200}$ ( $\text{MPa}^{-1}$ )		$\frac{0.19\sim 0.24}{0.22}$ (2)	$\frac{0.35\sim 0.46}{0.41}$ (2)
快 剪	$c$ (KPa)	$\frac{36\sim 38}{37}$ (2)	$\frac{24\sim 29}{26.5}$ (2)
	$\phi$ ( $^\circ$ )	$\frac{10.4\sim 12.7}{11.6}$ (2)	$\frac{8.5\sim 10.2}{9.4}$ (2)

最小值~最大值

注: -----(频数)  
平均值

### 2.2.2.3 地下水概况

#### (1) 地下水补、径、排特征

调查区西距金汁河约 1km，建设用地内地下水流向主要由北东向南西，往金汁河、滇池方向（图 2.2-2）。调查区内孔隙水水文地质单元同属一个单元，第四系孔隙水含水层卵石、细砂与隔水层的空间组合形式较复杂，地下水接受大气降水、人工排灌水、地表水及层间孔隙水的补给。由于地势平坦，水力坡度小，地下水径流缓慢，分散向附近的河沟、洼地运移排泄，汇集于金汁河，金汁河最后流入滇池。地下水动态随季节变化，由于补给为多渠道来源，人为因素影响较大，水质易受人类生产生活污水污染。

图 2.2-2 建设用地勘探点平面配置图（含地下水流向）

图 2.2-3 建设用地 1-1' 工程地质剖面图

图 2.2-4 建设用地 2-2' 工程地质剖面图

## (2) 含水层类型

据钻孔揭露，拟建场区地下水稳定水位埋深 5.0~6.0m。标高介于 1917.78~1920.05m，最大高差 2.27m，水位深度变化较小(表 2.2-3、图 2.2-3、图 2.2-4)。根据现场调查及区域资料的收集整理，调查区内地下水类型主要为孔隙水，主要赋存于调查区第四系人工填土 (Q<sup>ml</sup>) ①层及第四系坡洪积 (Q<sup>dl+pl</sup>) 黏土③及细砂④层中，富水性一般，主要接受大气降水及地表水补给，受地形地貌控制。

表 2.2-3 地下水潜水监测井信息

编号	地面标高 (m)	水位埋深 (m)	水位标高 (m)
ZK3	1923.78	1917.78	5.00
ZK4	1924.25	1918.25	6.00
ZK7	1926.05	1920.05	6.00

## (3) 地下水脆弱性

调查区内地下水目前未进行开发利用。调查区内孔隙水埋藏较深，含水层主要为第四系人工填土 (Q<sup>ml</sup>) ①层及第四系坡洪积 (Q<sup>dl+pl</sup>) 黏土③及细砂④层中，上部隔水层不连续，容易受到污染。因此，在修建过程中，应做好地表水的排放处理措施，建议对施工及周围村民生产生活污水进行处理或合理排放到统一的排污管网中。

## 2.2.3 建设用地利用概况

建设用地包括三个地块，属于云南碧城房地产开发有限公司，用途为城镇住宅用地，面积总共 27754.72m<sup>2</sup> (约 41.67 亩) (表 2.2-4，图 2.2-5)。建设用地目前开展碧桂园碧溪园住宅小区建设，使用期限分别为 (1) 2005 年 11 月 8 日至 2075 年 11 月 7 日、(2) 2010 年 12 月 14 日至 2080 年 12 月 13 日。

表 2.2-4 建设用地地块产权证信息概况

序号	不动产权证	登记年度	权利人	坐落	权利类型	权利性质	用途	面积	使用期限	备注
1	0092384	2018	云南碧城房地产开发有限公司	盘龙区金辰街道办事处波罗村片区	国有建设用地使用权	出让	城镇住宅用地	175.81m <sup>2</sup>	2005 年 11 月 8 日起 2075 年 11 月 7 日止	
2	0092400							13906.38m <sup>2</sup>		
3	0006904	2017	昆明市盘龙区波社区	13672.53m <sup>2</sup>				2010 年 12 月 14 日起 2080 年 12 月 13 日止		



图 2.2-5 建设用地地块土地范围分布图

### 2.2.3.1 建设用地历史

据相关人员访谈，本地块 1954 年前土地性质为集体荒地、坟地，由国家划拨土地建立昆明农药厂。昆明农药厂 1954 年建厂，1997 年世博园建立时搬迁。因农药厂历史久远，无法收集到相关的资料，仅通过访谈获知以前生产农药制品，如六六六粉剂等农药。

根据对农药厂有关管理人员走访调查，获得以下信息：

1954 年建厂，建厂以前为荒地、坟地，97 年因世博会搬迁至富民小麦竜。

（参照其网站 <http://www.kmjipc.cn/>）

54 年建厂后主要生产：DDT 乳剂，月年产 300t，70 年代初停产，难降解；50%DDT 胶悬剂，月年产 100t，80 年代初停产，难降解；80%磷化锌  $Zn_3P_2$ ，年产 80T，90 年代停产，含少量砷；45%甲基 1605 敌百虫粉剂，年产 3000t，80

年代末停产；77.5%敌敌畏乳油，年产 800t，在产；38%阿特拉津悬浮剂，年产 200t，在产；6%六六六粉剂年产 1000t，80 年代初停产，难降解；50%扑草净可湿剂，500t，在产；茅草枯，年产 30t，70 年代停产；50%硫磺胶悬剂，年产 100 吨，在产。

历史上本地块无其他企业；企业职工总数一直保持约 300 人；有非正规固废堆放地，位于厂区左下角，在现在大致 ZK6 北侧附近；生产产生的工业废水，经内部处理排放，经沿穿金路，最后排往金汁河，排放沟材料为花岗岩及塑料管；无地下储罐及地下管道；未发生过化学品泄漏事故及其他环节污染事故，周边据了解也未发生过类似事故；土壤有异味，主要是六六六粉剂味道；建设用地无历史遗留废物；周边 1km 无水井；厂区历史监测资料有，不可寻。

根据 Google Earth 的历史卫星影像资料表明（图 2.2-6）：

1999 年，厂区北部为波罗湖，中南部依次为生产车间（图 2.2-6（a）），主要为胶悬剂车间、包装车间、敌敌畏车间、茅草枯车间及磷化锌车间。

2006 年，建设用地没有变化（图 2.2-6（b））。

2008 年，建设用地开始拆迁，有少量临时建筑物，地表浅层土壤因施工原因有少量扰动（图 2.2-6（c））。

2010 年，建设用地仍处于拆迁状态，有少量临时建筑物（图 2.2-6（d））。

2015 年，建设用地仍处于拆迁状态，有少量临时建筑物（图 2.2-6（e））。

2019 年，建设用地仍为拆迁状态，有少量临时建筑物（图 2.2-6（f））。

卫星地图仅更新至 2019 年 2 月份，施工方 2019 年 9 月份前对地块进行了场地平整。

### 2.2.3.2 建设用地现状

根据前期现场踏勘结果，建设用地为拆迁完后的平地，有少量临时建筑物，在本次调查进行前，施工方对场地进行了不同程度整平、开挖，对表土进行了扰动，实施了多处不同深度的深坑，深度在一般 1-3 米。截至报告提交时，场地仍维持上述状态。

### 2.2.3.3 建设用地利用规划

根据地块产权证资料，地块用途为城镇住宅用地，即《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）规定的第一类用地中居住用地（R）。

## 2.2.4 相邻建设用地概况

建设用地周边中北部、西部及南部为云南映像小区，东部为实力上筑和桂花苑小区现代新住宅小区及在建铂金中心，周边环境情况见图 2.2-7。



图 2.2-7 建设用地周边环境情况影像图

## 2.2.5 建设用地污染识别

### 2.2.5.1 污染识别目的

通过资料收集与文件审核、现场踏勘及对相关人员进行访谈等方式，初步了解建设用地生产历史、建设用地周边活动、主要产品。通过对以上信息进行分析，识别潜在的建设用地污染物质，为确定建设用地采样布点和分析项目提供依据。

### 2.2.5.2 企业基本情况

#### (1) 厂区平面布置

通过 Google Earth 的历史卫星影像资料、1985 年农药厂平面图及人员访谈，初步了解本建设用地历史使用功能。因详细资料没有，建设用地只能初步区分功

能地块。

根据收集的厂区平面图，本次调查地块主要为农药厂生产区域（图 2.2-8、附图 1）。东南侧为农药厂生产区（生活区为图面右下角）。

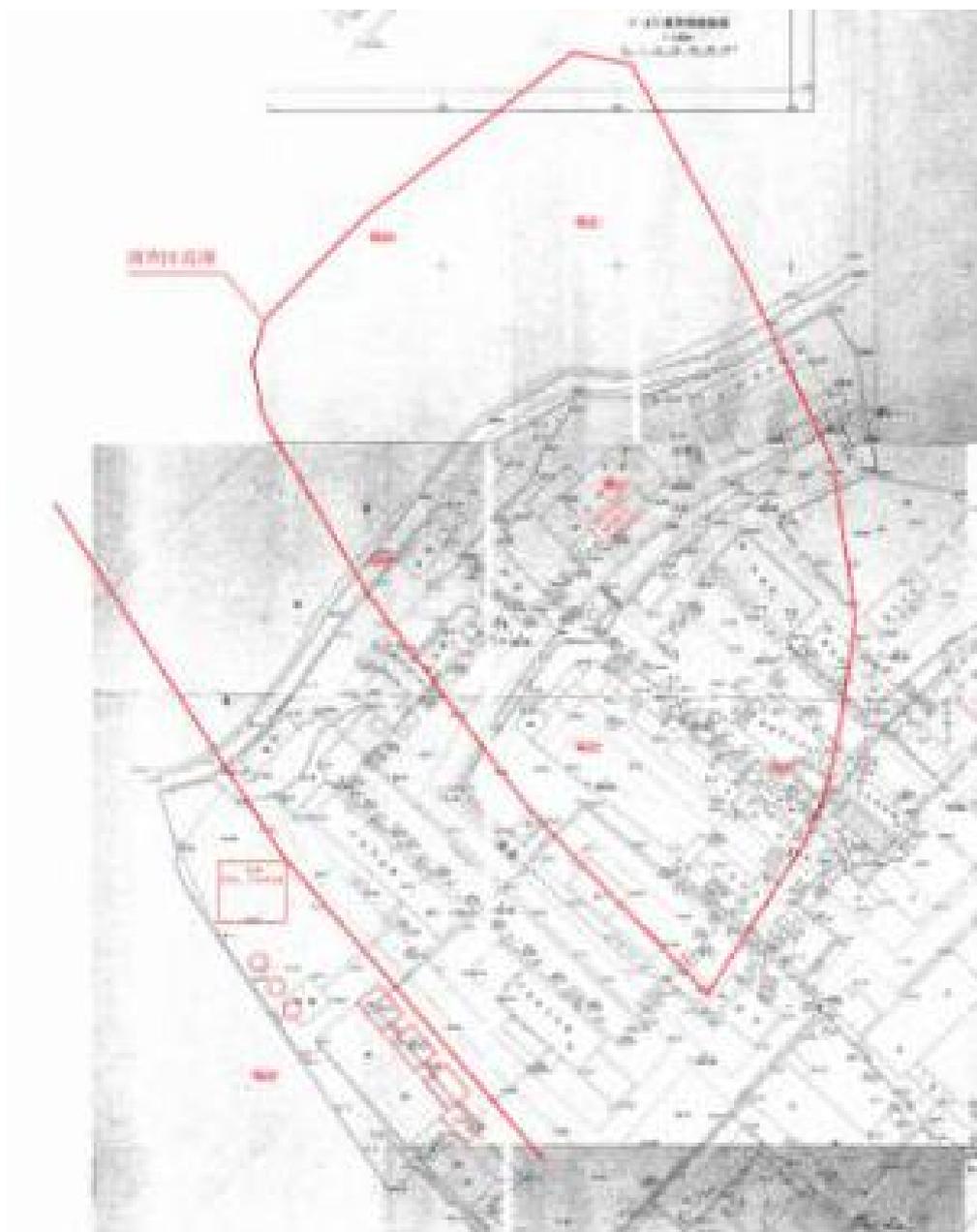


图 2.2-8 建设用地厂区布置图

农药厂厂区的部署：厂区西北为波罗湖，南侧和西侧边缘有两个污水池（污水处理池），图面编号分别为污池 1、污池 2；厂区西南角为非正规固废污泥堆场。由南往北农药生产车间主要为：扑草净车间及其后处理车间（大致为现铂金大道的位置）、敌敌畏车间、茅草枯车间、胶悬剂车间、磷化锌车间、雷蒙车间。

其中磷化锌车间、胶悬剂车间、敌敌畏车间及污水处理池 2 位于本次调查地块内。（图 2.2-9、附图 2）。

据访谈调查，胶悬剂车间，主要生产 50%DDT 胶悬剂、38%阿特拉津悬浮剂、50%硫磺胶悬剂；茅草枯车间后期生产 DDT 乳剂；雷蒙车间生产六六六粉剂、45%甲基 1605 敌百虫粉剂。

据访谈调查，污水处理池 2 主要接受磷化锌车间、胶悬剂车间废水，处理后汇入污水处理池 1。污水处理池 1，主要接受敌敌畏车间、扑草净车间及其后处理车间、茅草枯车间废水及污水处理池 2 外排水，经内部处理排放，经沿穿金路，最后排往金汁河。主要废水管网均沿各车间外围及道路两侧布设，均为地面以上布设，未涉及地下管网。雷蒙车间不产生废水。

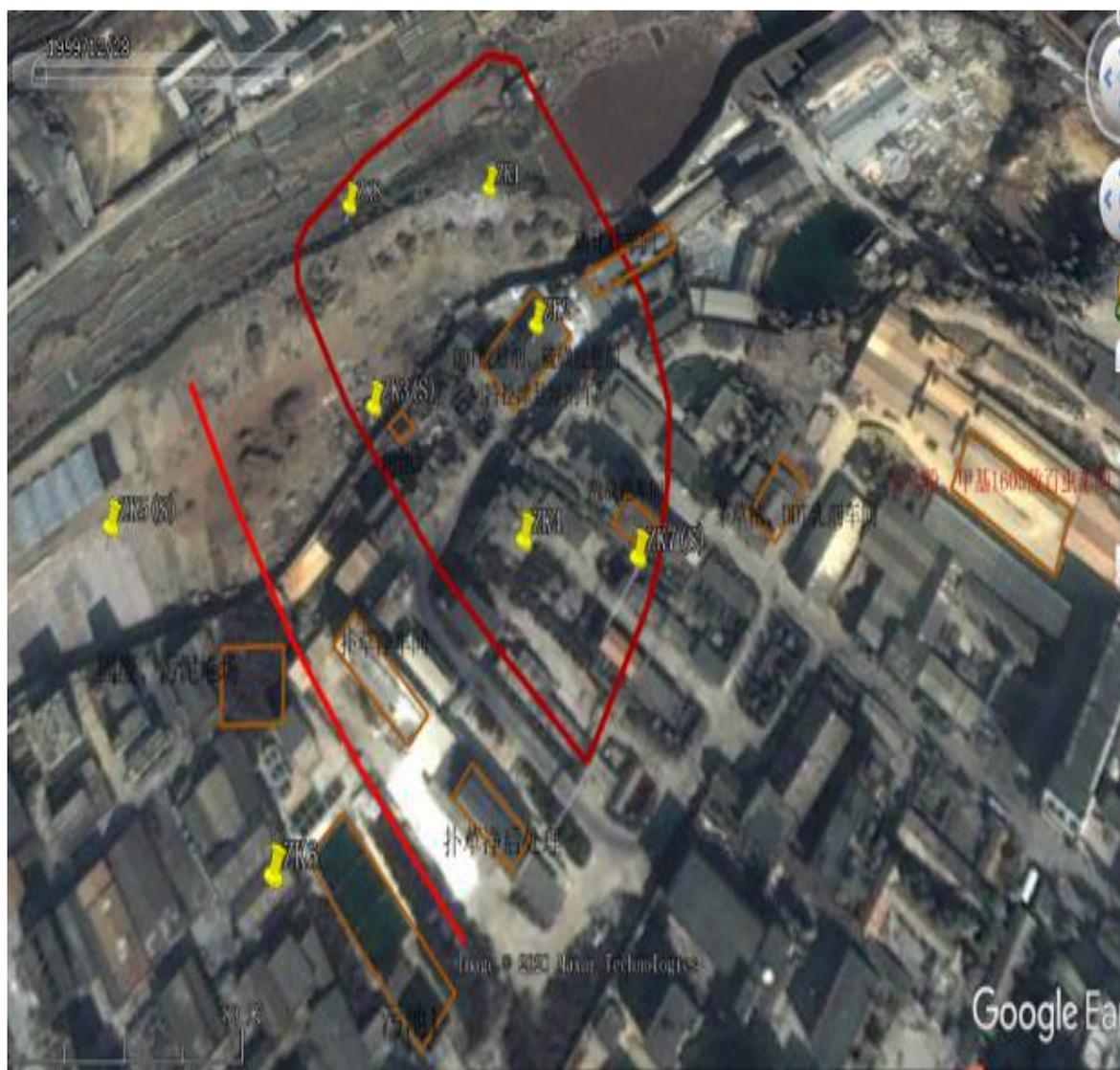


图 2.2-9 (a) 1999 年建设用地影像、厂区车间位置对应图



图 2.2-9 (b) 2019 年建设用地影像、厂区车间位置对应图

### 2.2.5.3 建设用地潜在污染识别

根据访谈了解, 建设用地主要潜在产生污染影响的物质主要为早期农药厂生产的农药产品, 主要有: DDT 乳剂, 月年产 300t, 70 年代初停产, 难降解; 50%DDT 胶悬剂, 月年产 100t, 80 年代初停产, 难降解; 80%磷化锌  $Zn_3P_2$ , 年产 80T, 90 年代停产, 含少量砷; 45%甲基 1605 敌百虫粉剂, 年产 3000t, 80 年代末停产; 77.5%敌敌畏乳油, 年产 800t, 在产; 38%阿特拉津悬浮剂, 年产 200t, 在产; 6%六六六粉剂年产 1000t, 80 年代初停产, 难降解; 50%扑草净可湿剂, 500t, 在产。茅草枯, 年产 30t, 70 年代停产; 50%硫磺胶悬剂, 年产 100 吨, 在产。

历史上本地块无其他企业; 企业职工总数一直保持约 300 人; 有非正规固废堆放地, 位于厂区左下角, 在现在大致 ZK6 北侧附近; 生产产生的工业废水, 经内部处理排放, 经沿穿金路, 最后排往金汁河, 排放沟材料为花岗岩及塑料管;

无地下储罐及地下管道；未发生过化学品泄漏事故及其他环节污染事故，周边据了解也未发生过类似事故；土壤有异味，主要是六六六粉剂味道；建设用地无历史遗留废物；周边 1km 无水井；厂区历史监测资料有，不可寻。

#### 2.2.5.4 原农药厂部分主要生产工艺简况

##### (1) 污水处理工艺

生产车间废水经过管网输送至污水处理池一级沉淀池进行酸碱中和。敌敌畏车间废水为酸性（PH 值为 4~5），扑草净产车间废水为碱性（PH 值为 10~12）；胶悬剂处理车间废水经过管网输送至污水处理池一级沉淀池。一级沉淀池沉淀后的废水经过二级、三级沉淀池沉淀后，进入调节池（共有 3 个调节池），调节池先进行 PH 值的调节，再加入聚合氯化铝进行絮凝，处理后的污水通过板块压力机，进行脱泥，脱泥后的污水进入污水池，污水池排设管网，污水最终进入金汁河。污水处理厂污泥运输到固废污泥堆场堆场进行堆放。



图 2.2-10 (a) 污水处理工艺图

##### (2) 固废污泥堆场简易处理工艺

固废污泥堆场，接受各车间固废及污水处理池污泥。

固废及污泥主要处理方式：

- a、可燃物固废（如包装纸壳、塑料制品、可燃废料等）用于磷化锌生产线燃烧加热，或用于锅炉房燃烧加热。
- b、与农家肥混合，用于施肥。
- c、未利用部分自然降解。

##### (3) 主要农药生产工艺

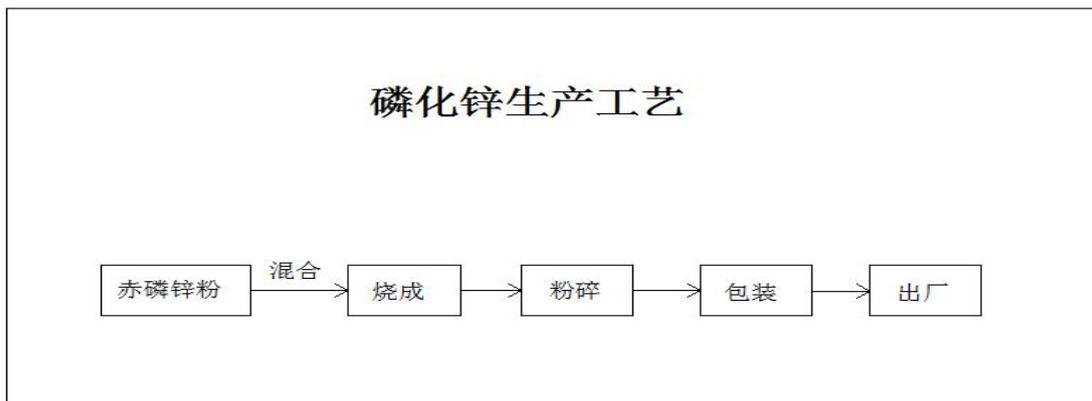


图 2.2-10 (b) 磷化锌生产工艺图

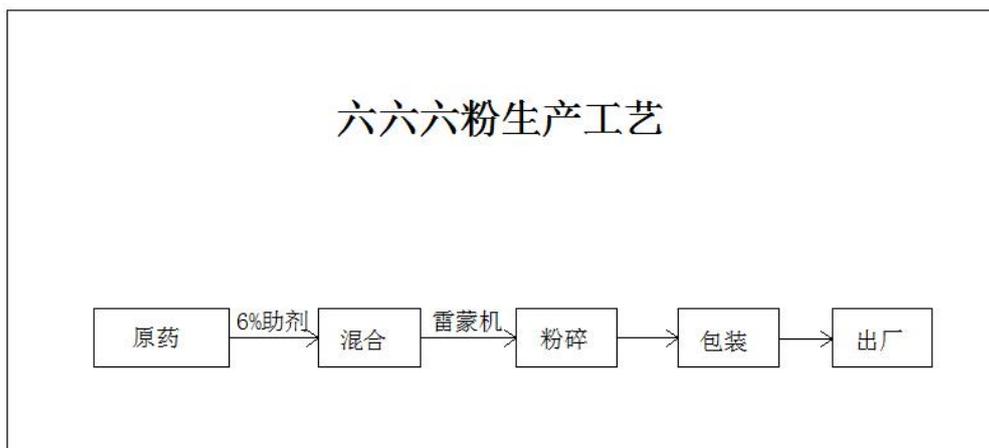


图 2.2-10 (c) 六六六粉剂生产工艺图

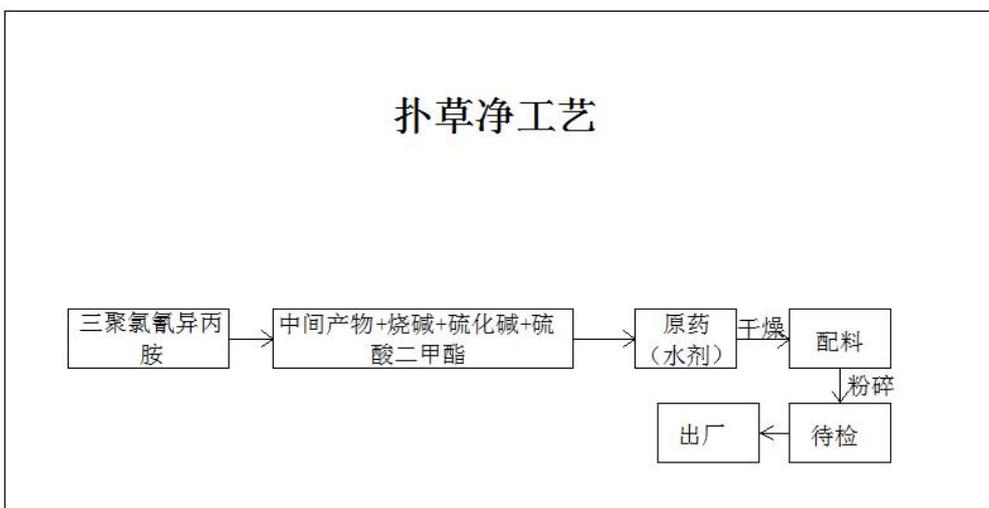
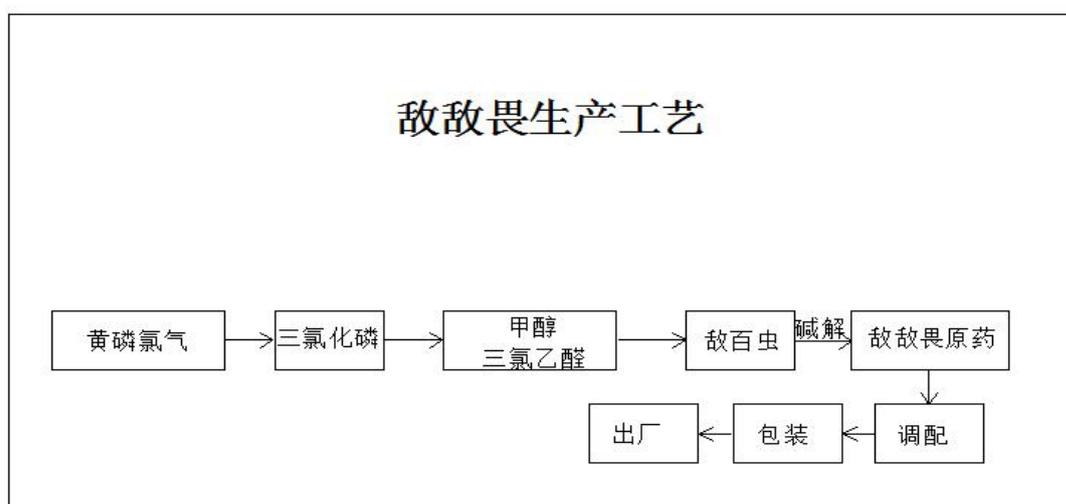
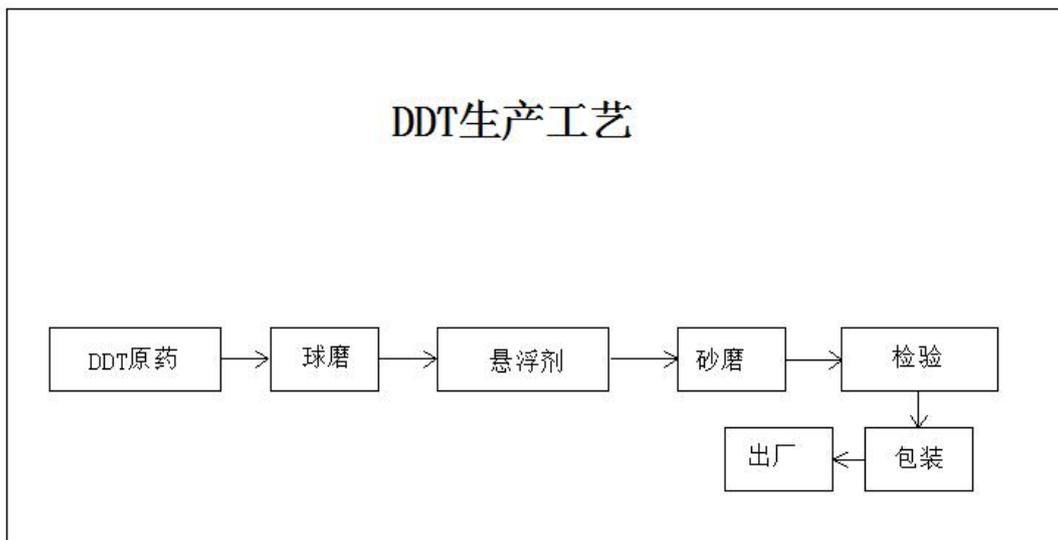


图 2.2-10 (d) 扑草净生产工艺图



2.2-10 (e) 敌敌畏生产工艺图

图



**图 2.2-10 (f) 扑草净生产工艺图**

### 2.2.5.5 相邻厂区对该建设用地的影响

建设用地周边目前均为现代新住宅小区，不会影响调查建设用地。

## 2.3 第一阶段建设用地土壤污染状况调查结论

通过资料搜集、人员访谈和现场踏勘可知：

(1) 该地块为农药厂，1954 年建厂，以前为荒地、坟地，97 年因世博会搬迁至富民小麦垌。生产环境影响较大的农药产品，且早期环保措施相对落后，对土壤环境存在潜在影响。

(2) 农药厂潜在的污染物为农药产品，主要组份包括重金属 Zn、Cu、Cr、Ni、As、Pb、Cd、Hg、和有机氯类等组分。

(3) 周边住宅小区不对建设用地构成环境影响。

综上所述，初步判断原厂早期生产活动有可能对建设用地土壤及地下水造成了环境影响，为疑似污染建设用地。因此，需通过现场采样、实验室检测等方式对该建设用地开展第二阶段建设用地土壤污染状况调查工作，判断该建设用地是否存在环境影响。

## 3 第二阶段建设用地土壤污染状况调查

### 3.1 监测方案

#### 3.1.1 布点依据

本次建设用地土壤污染状况调查，主要按照《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017）、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)等及现场踏勘结果进行监测点布置。

#### 3.1.2 布点原则

##### 3.1.2.1 布点要求

布点是土壤污染状况调查的关键环节，布点不当可能发现不了污染，造成误判。布点数量应当综合考虑代表性和经济可行性原则。鉴于具体地块的差异性，布点的位置和数量应当主要基于专业的判断。原则上：初步调查阶段，地块面积 $<5000\text{m}^2$ ，土壤采样点位数不少于3个；地块面积 $>5000\text{m}^2$ ，土壤采样点位数不少于6个，并可根据实际情况酌情增加。地块面积 $27754.72\text{m}^2$ ，布置6个取样点。

##### 3.1.2.2 土壤布点原则

###### (1) 平面布点原则

为了确认场地土壤是否存在污染，本次主要在结合原农药厂厂区布置图的基础上，运用功能布点法和系统布点法相结合，进行本场地采样点位的布设。在控制地块网度的基础上，对一些重点生产地段布置钻孔。ZK2 控制胶悬剂及磷化锌车间，ZK7 控制敌敌畏、茅草枯及其上游雷蒙车间，ZK3 控制污水处理池 2，ZK6 控制污水处理池 1，其他钻孔控制空白区。

###### (2) 垂向布点原则

本项目建设用地原企业主要从事药物生产，主要污染物为农药，有少量重金属物质。重金属一般不易随水淋滤，土壤微生物不能分解，但能吸附于土壤胶体，在不通过微生物、植物吸收的情况下，在土壤中迁移性较差；有机农药类污染物的疏水性导致其主要吸附在土壤颗粒物的表面，大部分有机农药类物质大部分被吸附在表层土壤中，其在土壤中的迁移能力比较弱。

据人员访谈及现场踏勘可知,建设用地范围内原有地方大部分地段通过水泥硬化过,厚约 10-30cm 的水泥地面,踏勘过程中发现地面年久,有裂缝破损等情况,污染物存在垂直下渗的可能。

根据建设用地地层分布情况,厂区地表至 7m 范围内从上至下依次为人工填土层下、粘质粉土、细砂土,渗透系数较小,对污染物具有一定的阻隔作用。

综上所述,确定本次土壤采样深度以 7m 范围内为主,并根据现场钻探过程中观察到的污染迹象,对于污染较严重处,根据现场判断适当增加采样深度。不同深度样品具体取样原则:

- 硬化地面以下 0~0.5m 取一个土壤样品;
- 潜在存在污染痕迹的位置取一个土壤样品;
- 不同性质土层至少取一个土壤样品;
- 同一岩性土层厚度较大时,增加土壤取样点。

### 3.1.2.3 地下水布点原则

建设用地地下水监测井的布点根据建设用地地下水流向及与污染可能产生位置的相对关系,结合建设用地周边实际情况进行设定。在地下水上游、可能造成建设用地地下水污染区域及下游区域分别布设地下水监测井。

### 3.1.3 采样点布设

#### (1) 土壤采样点布设

本次共布设土壤采样点 8 个,其中厂区内共 6 个,厂区南部 2 个,达到控制场地的目的。

#### (2) 地下水采样点布设

本次共地下水采样点 3 个,包括:

- 建设用地中间布设 1 个;
- 建设地上游布设 1 个;
- 建设地下游布设 1 个。

采样点位置分布见上述含点位图件,施工钻孔具体信息见表 3.1-1。

表 3.1-1 碧桂园碧溪园建设用地初步调查钻探施工信息表

序号	勘探点编号	勘探点类型	钻探深度 (m)	地面高程 (m)	坐标		取样个数		勘探开始日期	勘探终止日期	备注
					X (m)	Y (m)	土样	水样			
1	ZK1	鉴别孔(T)	10.30	1925.34	257132.8465	891020.9872	6		2019.9.27	2019.9.27	
2	ZK2	鉴别孔(T)	10.00	1925.28	257054.2657	891052.4381	7		2019.9.26	2019.9.26	
3	ZK3	鉴别孔(T、S)	10.50	1923.78	257027.0214	890957.3093	7	1	2019.9.27	2019.9.27	
4	ZK4	鉴别孔(T)	11.30	1924.25	256981.2456	891054.6871	8		2019.9.27	2019.9.27	
5	ZK5	鉴别孔(T、S)	13.00	1923.87	256967.7805	890826.193	8	1	2019.9.28	2019.9.28	
6	ZK6	鉴别孔(T)	10.00	1923.76	256861.0333	890919.391	6		2019.9.28	2019.9.28	
7	ZK7	鉴别孔(T、S)	11.80	1926.05	256979.97	891106.24	8	1	2019.9.27	2019.9.27	
8	ZK8	鉴别孔(T)	10.40	1324.56	257025.0114	891022.9812	8		2020.1.12	2020.1.12	
合计			87.30				58	3			

### 3.1.4 监测项目

#### 3.1.4.1 土壤监测项目

根据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中所要求控制的污染物及企业潜在的污染物类型，本项目土壤环境质量调查监测项目共 45 项，具体包括：

##### 一、基本分析项

(1) 重金属和无机物：As、Cd、Cr<sup>6+</sup>、Cu、Pb、Hg、Ni，共 7 项；

(2) 挥发性有机物：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯，共 27 项；

(3) 半挥发性有机物：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘，共 11 项；

(4) 有机氯农药：α-六六六、六氯苯、β-六六六、γ-六六六、p,p'-

滴滴

依、p,p'-滴滴滴、o,p'-滴滴涕、滴滴涕、p,p'-滴滴涕。

因未收集到农药厂具体生产工艺及企业原料、产品等详细信息，经访谈昆明农药厂员工了解，上述分析项目已基本涵盖农药厂生产产品过程中的污染物种类。

#### 3.1.4.2 地下水监测项目

根据《地下水质量标准》（GB14848-2017）及企业潜在的污染物类型，本建设用地下水环境质量调查监测项目共 41 项，包括：

监测项目（常规项）：色度，臭和味，浑浊度，肉眼可见物，pH；总硬度(钙和镁总量)，高锰酸盐指数，硝酸盐，氨氮，碘化物，氰化物，溶解性总固体，硫酸盐，氯化物，铁，锰，铜，锌，钼，亚硝酸盐氮、亚硝酸根、亚硝酸盐，氟化物，汞，砷，硒，镉，六价铬，铅，挥发酚，阴离子合成洗涤剂，总大肠菌群，菌落总数；总 $\alpha$ 放射性、总 $\beta$ 放射性，计 35 项。

监测项目（非常规项）：钴，铍，钡，镍，滴滴涕，六六六等有机氯农药，合计 6 项。

因未收集到农药厂具体生产工艺及企业原料、产品等详细信息，经访谈昆明农药厂员工了解，上述分析项目已基本涵盖农药厂生产产品过程中的污染物种类。

## 3.2 样品采集

### 3.2.1 土壤样品采集

#### 3.2.1.1 钻探方法

本次采用无扰动钻机进行无扰取土壤样品的采集(图 3.2-1)。

#### 3.2.1.2 样品采集方法

土壤采样过程严格按照相关技术规范进行操作，尽量减少土壤的扰动，防止目标检测物散失，同时保证土壤样品在采样过程中不被二次污染（图 3.2 - 2）。收集土壤样时，剔除表层硬化碎块和大的砾石、树枝。采样过程中所有工作人员全程佩戴手套。

取土钻机将柱状的钻探岩芯取出后，先采集用于检测 VOCs 的土壤样品，具体流程和要求如下：用刮刀剔除约 1~2cm 表层土壤，以排除因取样管接触或空

气暴露造成的表层土壤 VOCs 流失；在新的土壤切面处利用一次性取样器快速采集不少于 5g 原状岩芯的土壤样品推入加有 10mL 甲醇（色谱级或农残级）保护剂的 40mL 棕色样品瓶内，推入时将样品瓶略微倾斜，防止将保护剂溅出。

用于检测半挥发性有机物（SVOCs）、总石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）指标的土壤样品，用采样铲将土壤转移至 250mL 棕色广口样品瓶内，装满填实，不留顶空，用带聚四氟乙烯密封垫的瓶盖盖紧。

用于检测 pH、重金属指标的土壤样品，装入聚乙烯密实袋中。

土壤样品采集完成后，在样品瓶上标明样品编号，并做好现场记录，包括采样点坐标、采样深度、样品编号等信息，同时保留了现场相关影像记录。所有样品采集后放入装有冰袋的低温保温箱中，并及时送至实验室进行分析。在样品运送过程中，确保保温箱能满足样品对低温的要求。

### 3.2.1.3 样品数量及信息

本次共布设土壤采样点 8 个，厂区内 6 个，厂区南部 2 个，共采集土壤样品 58 组。

采集的样品深度分布及对应样品土壤性质见表 3.2-1。

表 3.2-1 样品采集深度及岩性

序号	样品号	采样深度 (m)	岩性	序号	样品号	采样深度 (m)	岩性
1	ZK1-1	0-0.9	素填土	31	ZK5-3	1.5-2.5	细砂
2	ZK1-2	0.9-1.5	粉质粘土	32	ZK5-4	2.5-4.0	
3	ZK1-3	1.5-3.0		33	ZK5-5	4.0-5.5	
4	ZK1-4	3.0-5.5		34	ZK5-6	5.5-7.5	
5	ZK1-5	5.5-7.5		35	ZK5-7	7.5-9.10	
6	ZK1-6	7.5-10.3		36	ZK5-8	9.10-13.0	
7	ZK2-1	0-0.5		素填土	37	ZK6-1	0-0.5
8	ZK2-2	0.5-1.5	38		ZK6-2	0.5-1.8	
9	ZK2-3	1.5-2.5	粉质粘土		39	ZK6-3	1.8-3.0
10	ZK2-4	2.5-3.5			40	ZK6-4	3.0-5.5
11	ZK2-5	3.5-5.0			41	ZK6-5	5.5-7.5
12	ZK2-6	5.0-7.0			42	ZK6-6	7.5-10.0
13	ZK2-7	7.0-10.0	粉质粘土	43	ZK7-1	0-0.5	素填土
14	ZK3-1	0-0.8	素填土	44	ZK7-2	0.5-1.5	
15	ZK3-3	0.8-1.5	粉质粘土	45	ZK7-3	1.5-2.1	

16	ZK3-4	1.5-2.5		46	ZK7-4	2.1-4.0	
17	ZK3-5	2.5-3.5		47	ZK7-5	4.0-5.5	
18	ZK3-6	3.5-5.0		48	ZK7-6	5.5-7.5	粉质粘土
19	ZK3-7	5.0-7.5		49	ZK7-7	7.5-10.0	
20	ZK3-8	7.5-10.5		50	ZK7-8	10.0-11.8	
21	ZK4-1	0-0.8	素填土	51	ZK8-1	0-0.8	素填土
22	ZK4-2	0.8-1.5		52	ZK8-2	0.8-1.5	
23	ZK4-3	1.5-2.5		53	ZK8-3	1.5-2.5	
24	ZK4-4	2.5-3.5		54	ZK8-4	2.5-3.5	
25	ZK4-5	3.5-4.5	粉质粘土	55	ZK8-5	3.5-5.0	粉质粘土
26	ZK4-6	4.5-5.5		56	ZK8-6	5.0-6.5	
27	ZK4-7	5.5-7.5		57	ZK8-7	6.5-8.5	
28	ZK4-8	7.5-11.3		58	ZK8-8	8.5-10.4	
29	ZK5-1	0-0.5	素填土	59	---	---	---
30	ZK5-2	0.5-1.5		60	---	---	---

### 3.2.2 地下水样品采集

#### 3.2.2.1 建井

本项目地下水环境监测井为单管单层监测井，井管使用 PVC 材料，井管直径 75mm，井管采用螺纹式连接，各接头连接时不使用任何黏合剂或涂料，花管孔隙小于滤料颗粒直径。使用质地坚硬、密度大、浑圆度好的石英砂砾填充，填充高度自井底向上高出滤水管 50cm。止水选用红粘土回填。地下水建井照片见图 3.2 - 3。

#### 3.2.2.2 洗井

本项目共洗井两次，分为建井后洗井和采样前洗井。按照《工业企业建设用地环境调查评估与修复工作指南》中要求，建井后洗井至直观判断水质达到水清砂净，pH 值、电导率、浊度、水温等监测参数值达到稳定，浊度小于 50 个浊度单位。取样前的洗井在第一次洗井 24 小时后开始，洗井过程中测定水样 pH 值、电导率、浊度等水质参数，洗井要求使水质参数稳定，洗出的水量为井中储水体积的 3~5 倍。使用贝勒管洗井，保证做到一井一管，以避免地下水互相污染。

#### 3.2.2.3 样品采集

地下水样的采集遵循以下要求：

- (1) 地下水采样在取样前洗井完成后两小时内完成。

- (2) 使用贝勒管采集地下水样品，一井一管、一井一根尼龙绳。
  - (3) 取水位置为监测井中储水中部，取样时测定水样 pH 值、电导率、浊度等参数并记录水样的颜色气味（图 3.2 - 4 ）。
  - (4) 采集地下水样品过程中需配戴丁腈手套，不允许用手触碰取样瓶瓶口，避免设备或外部因素污染样品。
  - (5) 将取得的水样分别装入用于检测不同指标的容器中：  
测定 VOCs 指标地下水样品用 40mL 螺纹顶空瓶收集，加 HCl 至 pH<2 使其稳定，取样瓶中不允许存在顶空或气泡。  
测定 SVOCs、TPH 指标地下水样品用棕色玻璃瓶收集，注满容器，上部不留空隙；测定重金属指标地下水样品用 1L 塑料瓶收集。
  - (6) 样品采集后，在容器上标注好样品编号，及时放于装有冰袋的低温保温箱（4℃）中保存。
- 本次共采集地下水水样 5 组，采集现场平行样 1 组。地下水样品采集现场工作照片见图 3.2 - 5。

### 3.2.3 清样与流转

#### 3.2.3.1 清样

现场工作结束后，为防止或纠正样品记录错误，应及时进行样品清理工作。清样工作至少由 2 人完成，包括清样人和记录人，其中清样人按样品标签逐件读出当天采集的样品编号，待记录人核查采样记录单上对应信息无误后，清样人将样品分类、整理和包装后，置于 4℃ 冷藏柜中保存，直至进入分析实验室。

#### 3.2.3.2 样品交接

样品送达实验室后，由样品管理员接收。样品管理员对样品进行符合性检查，包括：①样品包装、标志及外观是否完好；②对照采样记录单检查样品名称、采样地点、样品数量、形态等是否一致，核对保存剂加入情况；③样品是否有损坏、污染。

当样品有异常或对样品是否适合监测有疑问时，样品管理员应及时向送样人员或采样人员询问，样品管理员应记录有关说明及处理意见。

样品管理员确定样品唯一性编号，将样品唯一性标识固定在样品容器中，进行样品登记，并由送样人员签字。

### 3.3 实验室检测分析

本次采集的样品分别送往具有 CMA 认证的云南升环检测技术有限公司（地下水）和中检集团理化检测有限公司（土壤）进行分析测试。各监测项目的分析方法及检出限见表 3.3-1、表 3.3-2。

表 3.3-1 土壤样品的分析及检出限

检测项目	分析方法	方法来源	检出限 (mg/kg)
阳离子交换量	容量法	LY/T1243-1999	2.5mmol/L
pH	玻璃电极法	LY/T1239-1999	0.10 (无量纲)
Cd	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T17141-1997	0.03
Hg	原子荧光法	HJ680-2013	0.0005
As	原子荧光法	HJ680-2013	0.8
Pb	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T17141-1997	2
Cr <sup>6+</sup>	硫酸亚铁铵滴定法	GB/T15555.7-1995	0.01
Cu	火焰原子吸收分光光度法	GB/T17138-1997	1
Ni	火焰原子吸收分光光度法	GB/T17139-1997	2
挥发性有机物 (VOCs)	吹扫捕集	USEPA5035A: 2002	0.05
	气相色谱-质谱法	USEPA8260D: 2017	0.05
半挥发性有机物 (SVOCs)	索氏提取法	USEPA3540C: 1996	5×10 <sup>-3</sup>
	气相色谱-质谱法	USEPA8270E: 2017	5×10 <sup>-3</sup>
有机磷	气相色谱法	GB/T13192-1991	----
有机氯类	气相色谱-质谱法	HJ699-2014	----

表 3.3-2 地下水样品的分析及检出限

序号	检测项目	分析方法	方法依据	检出限 (mg/L)
1	pH	玻璃电极法	GB6920-1986	0.1 (无量纲)
2	总硬度	EDTA 滴定法	GB/T7477-1987	5
3	溶解性总固体	重量法	DZ/T0064.9-1993	10
4	硫酸盐	比浊法测定硫酸根	DZ/T0064.65-1993	5
5	氯化物	硝酸银滴定法	GB/T11896-1989	3
6	铁	火焰原子吸收分光光度法	GB/T11911-1989	0.001
7	锰	火焰原子吸收分光光度法	GB/T11911-1989	0.001
8	铜	电感耦合等离子体质谱法	HJ700-2014	0.001
9	锌	电感耦合等离子体质谱法	HJ700-2014	0.001
10	铝	电感耦合等离子体质谱法	HJ700-2014	0.001
11	挥发性酚类	4-氨基安替比林分光光度法	HJ503-2009	0.001
12	阴离子表面活性剂	亚甲蓝分光光度法	GB/T7494-1987	0.01

序号	检测项目	分析方法	方法依据	检出限 (mg/L)
13	高锰酸盐指数	容量法	GB/T11892-1989	0.05
14	氨氮	纳氏试剂分光光度法	HJ535-2009	0.001
15	亚硝酸盐	分光光度法	GB/T7493-1987	0.001
16	硝酸盐	紫外分光光度法	HJ/T346-2007	0.001
17	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB/T16489-1996	0.001
18	钠	电感耦合等离子体质谱法	HJ700-2004	0.05
19	氰化物	异烟酸-巴比妥酸分光光度法	HJ484-2009	0.001
20	氟化物	茜素磺酸锆目视比色法	HJ487-2009	0.1
21	汞	原子荧光法	HJ694-2014	0.00005
22	砷	原子荧光法	HJ694-2014	0.005
23	硒	原子荧光法	HJ694-2014	0.001
24	镉	电感耦合等离子体质谱法	HJ700-2014	0.0001
25	六价铬	二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T7467-1987	0.001
26	铅	电感耦合等离子体质谱法	HJ700-2014	0.001
27	三氯甲烷	气相色谱-质谱法	EPA8260D: 2017	$5 \times 10^{-4}$
28	四氯化碳	气相色谱-质谱法	EPA8260D: 2017	$5 \times 10^{-4}$
29	苯	气相色谱-质谱法	EPA8260D: 2017	$5 \times 10^{-4}$
30	甲苯	气相色谱-质谱法	EPA8260D: 2017	$5 \times 10^{-4}$
31	有机氯类	气相色谱-质谱法	HJ 834-2017	——

### 3.4 质量控制

#### 3.4.1 现场采样质量控制

① 现场工作人员在设备使用前预先进行了校正。

② 为防止交叉污染，现场采样设备清洗、取样过程等方面采取如下措施：

a) 现场采样设备清洗：在更换钻孔时对钻探设备进行清洁；同一钻孔不同深度采样时，对取样装置进行清洗；与土壤接触的其它采样工具重复使用时也及时清洗。设备清洗过程如下：先用自来水冲洗，再用刷子刷去泥土等颗粒物，然后用无磷洗洁液清洗，最后用自来水和蒸馏水彻底冲洗。

b) 采样过程中采样员佩戴一次性手套，每次取样后进行更换；取水使用一次性贝勒管，做到一井一管，并做到一井一根提水用的尼龙绳。

③ 无扰动采样遵循“一样一管”的原则。取原状土样时采用取土器静压取样，轻稳地从取土器卸样并快速放入样品瓶中，拧紧瓶盖，严禁摔砸土样，并及时将土样标号。

④ 采集土壤时尽量减少扰动，避免设备或外部因素污染样品，同时也避免污染物在环境中扩散，采样后立即将样品装入密封的容器，以减少暴露时间。

⑤ 采样时由专人填写样品标签，同时记录采样时间、经纬度、样品编号、采样深度。现场监测记录使用表格描述土壤特征、可疑物质或异常现象等，同时保留现场相关影像记录。

⑥ 洗井后采集地下水样，洗井水体积达到 3~5 倍采样井内水体积。

### 3.4.2 样品保存与流转质量控制

采取的样品按照不同的测试项目选取不同的容器，并按要求加入适当的保护剂。取样完毕后，在采样现场样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后，立即将样品放入包装完整、密封性良好、内置有适量蓝冰的保存箱中，然后再进行包装。包装后的保温箱确保内部温度不高于 4℃，直至样品安全抵达分析实验室。

样品场地现场采完后，水样当天送至云南升环检测技术有限公司，土样当天邮寄往中检集团理化检测有限公司，所有土样样品均为两日内送达，保证样品的有效性，保证时间及中途无变动。

样品送达实验室后，由样品管理员接收。样品管理员对样品进行符合性检查，包括：①样品包装、标志及外观是否完好；②对照送样单检查样品名称、样品数量、形态等是否一致，核对保存剂加入情况；③样品是否有损坏、污染。

### 3.4.3 实验室质量控制

为确保样品分析质量，样品送往具有 CMA 认证的云南升环检测技术有限公司（地下水）和中检集团理化检测有限公司（土壤）。为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过相关认证，仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还对各环节进行质量控制，随时检查和发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。每个测定项目计算结果要进行复核，保证分析数据的可靠性和准确性。

本项目土壤样品分析过程同时采取了以下质控措施：

- (1) 样品检出限：低于相关污染物风险筛选值（表 3.3-1、表 3.3-2、表 3.5-1、表 3.5-6）；
- (2) 实验室质控样品回收率：满足方法要求；
- (3) 加标回收率：基质加标回收率满足方法要求（表 3.4-1）；
- (4) 样品有效性：在样品保存有效期内完成所有样品分析工作。

表 3.4-1 土壤样品的质控样品加标回收率表

分析因子	空白加标控制				标准物质测定				
	空白加标量	回收量均值	回收率	标准范围	标准物质编号	标准值	测定值	误差	相对误差范围
铜					GSS-30	26	24	8	0-15
铅					GSS-30	43	41	/	/
镉					GSS-30	0.26	0.28	/	/
镍					GSS-30	20	18	10	0-15
汞					GSS-5	0.29	0.26	/	/
四氯间二甲苯	5	3.5	70	40-150					
氯茵酸二丁酯	5	3.36	67	40-150					
α-六六六	5	3.84	77	40-150					
六氯苯	5	4	80	40-150					
β-六六六	5	3.4	68	40-150					
γ-六六六	5	3.79	76	40-150					
七氯	5	2.66	53	40-150					
α-氯丹	5	5.07	101	40-150					
α-硫丹	5	2.17	43	40-150					
γ-氯丹	5	4.73	95	40-150					
pp-滴滴依	5	4.62	92	40-150					
β-硫丹	5	2.65	53	40-150					
pp-滴滴滴	5	5.4	108	40-150					
pp-滴滴涕	5	4.61	92	40-150					
pp-滴滴涕	5	5.07	101	40-150					
灭蚁灵	5	4.53	91	40-150					
二溴氯甲烷	200	221	111	70-130					
甲苯-d8	200	211	106	70-130					
4-溴氟苯	200	183	92	70-130					
氯甲烷	200	205	103	60-130					
氯乙烯	200	253	127	60-130					
1,1-二氯乙烯	200	212	106	60-130					
二氯甲烷	200	195	98	60-130					
反-1,2-二氯乙烯	200	195	98	60-130					
1,1-二氯乙烷	200	209	105	60-130					
顺-1,2-二氯乙烯	200	188	94	60-130					

氯仿	200	203	102	60-130					
1,2-二氯乙烷	200	201	101	60-130					
1,1,1-三氯乙烷	200	229	115	60-130					
四氯化碳	200	221	111	60-130					
苯	200	179	90	60-130					
1,2-二氯丙烷	200	179	90	60-130					
三氯乙烯	200	183	92	60-130					
1,1,2-三氯乙烷	200	164	82	60-130					
甲苯	200	179	90	60-130					
四氯乙烯	200	179	90	60-130					
1,1,1,2-四氯乙烷	200	141	71	60-130					
氯苯	200	152	76	60-130					
乙苯	200	147	74	60-130					
间,对-二甲苯	400	291	73	60-130					
苯乙烯	200	128	64	60-130					
邻-二甲苯	200	137	69	60-130					
1,1,2,2-四氯乙烷	200	123	62	60-130					
1,2,3-三氯丙烷	200	130	65	60-130					
1,2-二氯苯	200	142	71	60-130					
1,4-二氯苯	200	131	66	60-130					
六价铬	10	9.5	95	80-120					
砷	1	1.18	118	80-120					
铜	20	19.6	98	80-120					
镍	20	18.4	92	80-120					
铅	20	23.4	117	80-120					
镉	2	2.05	102	80-120					
汞	10	9.14	91	80-120					

## 3.5 建设用地调查结果和评价

### 3.5.1 土壤样品检测结果和评价

#### 3.5.1.1 评价标准

以保护人体健康为目标，遵循风险管控的思路，本次建设用地土壤环境质量评价执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）。建设地土壤污染风险筛选值和管制值见表 3.5-1。建设用地未来规划用地性质为居住用地（R），因此选择第一类用地对应的土壤风险筛选值作为本次的风险评价筛选值。

表 3.5-1 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（基本项目）（单位：mg/kg）

序号	污染物项目	筛选值		管制值	
		第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
重金属和无机物					
1	砷	20 <sup>①</sup>	60 <sup>①</sup>	120	140
2	镉	20	65	47	172
3	铬（六价）	3	5.7	30	78
4	铜	2000	18000	8000	36000
5	铅	400	800	800	2500
6	汞	8	38	33	82
7	镍	150	900	600	2000
挥发性有机物					
8	四氯化碳	0.9	2.8	9	36
9	氯仿	0.3	0.9	5	10
10	氯甲烷	12	37	21	120
11	1,1-二氯乙烷	3	9	20	100
12	1,2-二氯乙烷	0.52	5	6	21
13	1,1-二氯乙烯	12	66	40	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	66	596	200	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	10	54	31	163
16	二氯甲烷	94	616	300	2000
17	1,2-二氯丙烷	1	5	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	10	26	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	6.8	14	50
20	四氯乙烯	11	53	34	183
21	1,1,1-三氯乙烷	701	840	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	0.6	2.8	5	15

序号	污染物项目	筛选值		管制值	
		第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
23	三氯乙烯	0.7	2.8	7	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5	0.5	5
25	氯乙烯	0.12	0.43	1.2	4.3
26	苯	1	4	10	40
27	氯苯	68	270	200	1000
28	1,2-二氯苯	560	560	560	560
29	1,4-二氯苯	5.6	20	56	200
30	乙苯	7.2	28	72	280
31	苯乙烯	1290	1290	1290	1290
32	甲苯	1200	1200	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	163	570	500	570
34	邻二甲苯	222	640	640	640
半挥发性有机物					
35	硝基苯	34	76	190	760
36	苯胺	92	260	211	663
37	2-氯酚	250	2256	500	4500
38	苯并[a]蒽	5.5	15	55	151
39	苯并[a]芘	0.55	1.5	5.5	15
40	苯并[b]荧蒽	5.5	15	55	151
41	苯并[k]荧蒽	55	151	550	1500
42	蒽	490	1293	4900	12900
43	二苯并[a,h]蒽	0.55	1.5	5.5	15
44	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5	15	55	151
45	萘	23	70	255	700
注：①具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但等于或低于土壤环境背景值水平的，不纳入污染地块管理。					

### 3.5.1.2 检测结果和评价

本次共布设土壤采样点 8 个，共采集土壤样品 58 组，每组样品分析指标 74 项。对土壤中各检测指标的检测结果（详见附件检测报告）进行分析汇总和风险筛选，结果详见表 3.5-5（仅列出有检出的监测因子项指标）。

#### （1）重金属

该建设用地土壤中重金属检测结果见表 3.5-3，其中 Cr<sup>6+</sup>均未检出，重金属 Cu、Pb、Ni、Cd、Hg 和 As 的检出率均为 100%，检测结果，除砷因子外，均小于第一类建设用地居住用地（R）筛选值。ZK4-1 样品中砷含量 30.6mg/kg、ZK4-2 样品中砷含量 25.6mg/kg、ZK7-1 样品中砷含量 71.8mg/kg、ZK7-6 样品中砷含量

37.7mg/kg, 四个样品的指数比分别为 1.53、1.28、3.59、1.885。

表 3.5-3 土壤中重金属检测结果 (单位: mg/kg)

样品编号	采样深度 (m)	检 测 结 果						
		铜	铅	镍	镉	Cr <sup>6+</sup>	砷	汞
ZK1-1	0-0.9	83	27.2	38	0.14	未检出	9.8	0.397
ZK1-2	0.9-1.5	35	36.2	48	0.02	未检出	11.4	0.221
ZK1-3	1.5-3.0	34	24.8	37	0.08	未检出	6.5	0.0348
ZK1-4	3.0-5.5	26	13.1	28	0.09	未检出	3.8	0.0318
ZK1-5	5.5-7.5	39	24.5	31	0.09	未检出	6.3	0.0287
ZK1-6	7.5-10.3	23	24.0	16	0.08	未检出	3.1	0.0154
ZK2-1	0-0.5	34	14.0	15	0.67	未检出	6.4	0.0371
ZK2-2	0.5-1.5	27	27.5	20	0.16	未检出	7.5	0.0345
ZK2-3	1.5-2.5	28	20.7	45	0.24	未检出	5.5	0.0282
ZK2-4	2.5-3.5	35	45.1	30	0.10	未检出	11.7	0.0937
ZK2-5	3.5-5.0	30	30.9	24	0.05	未检出	9.4	0.0907
ZK2-6	5.0-7.0	33	46.8	25	0.28	未检出	9.0	0.263
ZK2-7	7.0-10.0	31	11.4	20	0.24	未检出	7.1	0.0980
ZK3-1	0-0.8	20	17.5	18	0.06	未检出	4.5	0.0461
ZK3-3	0.8-1.5	23	30.9	23	0.10	未检出	6.4	0.0460
ZK3-4	1.5-2.5	23	32.7	24	0.04	未检出	6.1	0.0780
ZK3-5	2.5-3.5	43	35.4	35	0.25	未检出	11.0	0.108
ZK3-6	3.5-5.0	25	38.5	25	0.05	未检出	7.2	0.0890
ZK3-7	5.0-7.5	25	38.2	31	0.02	未检出	8.3	0.0944
ZK3-8	7.5-10.5	24	37.7	18	0.09	未检出	3.9	0.0293
ZK4-1	0-0.8	27	28.5	18	0.07	未检出	30.6	0.308
ZK4-2	0.8-1.5	26	101	19	0.09	未检出	25.6	0.792
ZK4-3	1.5-2.5	29	33.2	24	0.02	未检出	13.5	0.0860
ZK4-4	2.5-3.5	33	27.6	29	0.02	未检出	13.4	0.112
ZK4-5	3.5-4.5	20	18.4	28	0.04	未检出	6.0	0.0493
ZK4-6	4.5-5.5	18	20.2	26	0.07	未检出	6.7	0.0425
ZK4-7	5.5-7.5	17	16.5	21	0.05	未检出	4.9	0.0262
ZK4-8	7.5-11.3	20	22.8	32	0.05	未检出	7.6	0.0320
ZK5-1	0-0.5	16	15.4	21	0.02	未检出	2.9	0.117
ZK5-2	0.5-1.5	21	22.9	26	0.05	未检出	2.2	0.0285
ZK5-3	1.5-2.5	22	20.0	28	0.06	未检出	6.2	0.0314
ZK5-4	2.5-4.0	20	24.1	32	0.05	未检出	7.0	0.0368
ZK5-5	4.0-5.5	19	23.3	32	0.05	未检出	8.3	0.0345
ZK5-6	5.5-7.5	34	36.7	26	0.17	未检出	7.1	0.0713

ZK5-7	7.5-9.10	63	13.8	25	0.29	未检出	12.1	0.0564
ZK5-8	9.10-13.0	46	36.0	35	0.16	未检出	7.8	0.214
ZK6-1	0-0.5	50	46.1	30	0.74	未检出	14.4	0.210
ZK6-2	0.5-1.8	28	31.2	27	0.16	未检出	7.5	0.0491
ZK6-3	1.8-3.0	19	43.7	30	0.05	未检出	4.6	0.0671
ZK6-4	3.0-5.5	21	35.2	27	0.06	未检出	6.4	0.116
ZK6-5	5.5-7.5	22	33.3	25	0.03	未检出	4.2	0.0950
ZK6-6	7.5-10.0	22	32.9	27	0.02	未检出	6.3	0.0750
ZK7-1	0-0.5	28	33.7	23	0.62	未检出	71.8	0.235
ZK7-2	0.5-1.5	24	11.0	13	0.19	未检出	7.8	0.0233
ZK7-3	1.5-2.1	26	23.5	31	0.03	未检出	15.2	0.0893
ZK7-4	2.1-4.0	18	22.1	25	0.02	未检出	11.2	0.0523
ZK7-5	4.0-5.5	20	23.4	25	0.03	未检出	11.9	0.0683
ZK7-6	5.5-7.5	27	30.0	29	0.06	未检出	37.7	0.104
ZK7-7	7.5-10.0	30	50.2	38	0.13	未检出	11.4	0.231
ZK7-8	10.0-11.8	34	34.7	32	0.11	未检出	12.3	0.109
ZK8-1	0-0.8	50	46.2	72	0.10	未检出	16.9	0.0386
ZK8-2	0.8-1.5	15	29.4	32	0.03	未检出	4.6	0.0418
ZK8-3	1.5-2.5	17	29.4	28	0.05	未检出	13.7	0.0521
ZK8-4	2.5-3.5	17	33.8	40	0.06	未检出	3.0	0.119
ZK8-5	3.5-5.0	28	52.9	29	0.15	未检出	6.1	0.110
ZK8-6	5.0-6.5	26	27.0	50	0.19	未检出	18.5	0.0160
ZK8-7	6.5-8.5	18	26.0	26	0.08	未检出	8.0	0.0894
ZK8-8	8.5-10.4	29	26.3	37	0.18	未检出	8.4	0.0790

#### (2) 半挥发性有机物 (SVOCs)

该建设用地土壤中，基本项中的 11 项半挥发性有机物 (SVOCs) 均未检出。

#### (3) 挥发性有机物 (VOCs)

该建设用地土壤中，27 项基本项挥发性有机物 (VOCs) 均未检出，除 ZK8-1、ZK8-2、ZK8-3、ZK8-4 四个样品中氯仿检测出来，分别为 0.0669、0.187、0.0808、0.0147 mg/kg。第一类建设用地氯仿筛选值为 0.3，检出值均小于筛选值。

#### (4) 有机氯农药类

本次对有机氯农药类进行了检测，检测结果显示该建设用地土壤中  $\beta$ -六六六、p,p'-滴滴依、p,p'-滴滴滴、滴滴涕等 4 项部分检出，检出率依次分别为 12.00%、8.00%、18.00%、28.00%，检测结果，除 ZK7-3 中  $\beta$ -六六六为 0.62，污染指数 1.94，其他均远小于第一类建设用地筛选值。

### (6) 综合对比分析

根据检查分析结果，钻孔取样点多出现有机、无机及重金属项（铬未检出）监测项含量随深度递减的规律，显示存在环境影响现象；部分接近于地下水位的深部样品出现突然变高的现象，显示发生迁移的因子在地下水位附近聚集的特征。作为背景值得 ZK7 点位中监测因子也出现了环境影响现象，其 ZK7-3 中  $\beta$ -六六六为 0.62mg/kg，指数 1.94，超过筛选值；ZK7-1 样品中砷含量 71.8mg/kg、ZK7-6 样品中砷含量 37.7mg/kg，指数比分别为 3.59、1.885，超过筛选值，故该样点作为背景值已不适宜。

ZK4 和 ZK7 为空间相邻的两个监测孔，属于北区东侧的 0092400 编号地块，为环境污染影响突出地块。

表 3.5-4 土壤中有有机氯农药类检测结果（单位：mg/kg）

样品编号	采样深度（m）	检测结果			
		$\beta$ -六六六	p, p' -滴滴依	p, p' -滴滴滴	滴滴涕
ZK1-1	0-0.9	ND	ND	ND	0.09
ZK1-2	0.9-1.5	ND	ND	ND	ND
ZK1-3	1.5-3.0	ND	ND	ND	0.10
ZK1-4	3.0-5.5	ND	ND	ND	ND
ZK1-5	5.5-7.5	ND	ND	ND	ND
ZK1-6	7.5-10.3	ND	0.07	ND	ND
ZK2-1	0-0.5	ND	0.20	0.08	0.32
ZK2-2	0.5-1.5	ND	ND	ND	0.15
ZK2-3	1.5-2.5	ND	ND	ND	0.09
ZK2-4	2.5-3.5	ND	ND	0.10	0.21
ZK2-5	3.5-5.0	ND	ND	ND	0.15
ZK2-6	5.0-7.0	ND	0.07	0.29	ND
ZK2-7	7.0-10.0	0.11	ND	ND	ND
ZK3-1	0-0.8	ND	ND	0.09	0.15
ZK3-3	0.8-1.5	ND	ND	ND	ND
ZK3-4	1.5-2.5	ND	ND	ND	ND
ZK3-5	2.5-3.5	ND	ND	ND	ND
ZK3-6	3.5-5.0	ND	ND	ND	ND
ZK3-7	5.0-7.5	ND	ND	ND	ND
ZK3-8	7.5-10.5	ND	ND	ND	ND
ZK4-1	0-0.8	0.12	0.18	ND	0.12
ZK4-2	0.8-1.5	0.08	0.09	ND	0.11

ZK4-3	1.5-2.5	ND	ND	0.11	0.32
ZK4-4	2.5-3.5	ND	ND	ND	ND
ZK4-5	3.5-4.5	ND	ND	ND	0.10
ZK4-6	4.5-5.5	ND	ND	ND	ND
ZK4-7	5.5-7.5	ND	ND	ND	ND
ZK4-8	7.5-11.3	ND	ND	ND	ND
ZK5-1	0-0.5	ND	ND	ND	ND
ZK5-2	0.5-1.5	ND	ND	ND	ND
ZK5-3	1.5-2.5	ND	ND	ND	ND
ZK5-4	2.5-4.0	ND	ND	ND	ND
ZK5-5	4.0-5.5	ND	ND	ND	ND
ZK5-6	5.5-7.5	ND	ND	ND	ND
ZK5-7	7.5-9.10	ND	ND	ND	ND
ZK5-8	9.10-13.0	ND	ND	ND	ND
ZK6-1	0-0.5	ND	ND	0.17	0.16
ZK6-2	0.5-1.8	ND	ND	ND	ND
ZK6-3	1.8-3.0	ND	ND	ND	ND
ZK6-4	3.0-5.5	ND	ND	ND	ND
ZK6-5	5.5-7.5	ND	ND	ND	ND
ZK6-6	7.5-10.0	ND	ND	ND	ND
ZK7-1	0-0.5	0.12	0.38	0.59	0.59
ZK7-2	0.5-1.5	ND	0.08	ND	ND
ZK7-3	1.5-2.1	0.62	0.10	0.19	ND
ZK7-4	2.1-4.0	0.31	0.05	0.13	ND
ZK7-5	4.0-5.5	ND	ND	ND	ND
ZK7-6	5.5-7.5	ND	ND	ND	ND
ZK7-7	7.5-10.0	ND	ND	ND	ND
ZK7-8	10.0-11.8	0.08	ND	ND	ND
ZK8-1	0-0.8	ND	ND	ND	ND
ZK8-2	0.8-1.5	ND	ND	ND	ND
ZK8-3	1.5-2.5	ND	ND	ND	ND
ZK8-4	2.5-3.5	ND	ND	ND	ND
ZK8-5	3.5-5.0	ND	ND	ND	ND
ZK8-6	5.0-6.5	ND	ND	ND	ND
ZK8-7	6.5-8.5	ND	ND	ND	ND
ZK8-8	8.5-10.4	ND	ND	ND	ND



表 3.5-5 土壤中污染物检测结果汇总

检测项目	检出限	筛选值/管控制	最小值	最大值	平均值	标准差	检出样品	检出率	超标率
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		数量(总 58)		
pH	0.1	--	8.25	8.7	8.47	0.1	58	100.00%	0%
<b>重金属</b>									
Cu	1	2000/8000	16	83	28.69	12.03	58	100.00%	0%
Pb	1.5	400/800	11	101	29.80	13.81	58	100.00%	0%
Ni	1	150/600	13	48	27.29	7.05	58	100.00%	0%
Cd	0.03	20/47	0.02	0.74	0.12	0.16	58	100.00%	0%
As	0.5	20/120	2.2	71.8	10.70	11.08	58	100.00%	6.8%
Hg	0.0005	8/33	0.0262	0.792	0.11	0.13	58	100.00%	0%
<b>挥发性有机物 (VOCs)</b>									
甲苯-d8	无	1200/1200	39.8	45.8	42.73	1.29	58	100.00%	0%
<b>有机氯农药类</b>									
β-六六六	0.06	0.32/3.2	0.08	0.62	0.22	0.19	6	12.00%	1.7%
p,p'-滴滴依	0.04	2.0/20	0.05	0.38	0.14	0.10	10	18.00%	0%
p,p'-滴滴滴	0.08	2.5/25	0.08	0.59	0.19	0.15	10	18.00%	0%
滴滴涕	0.09	2.0/21	0.09	0.59	0.19	0.13	16	28.00%	0%

### 3.5.2 地下水样品分析与评价

#### 3.5.2.1 评价标准

本次地下水环境质量评价选用《地下水质量标准》（GB14848-2017）中的 III 类水质标准，标准值见表 3.5-6。

表 3.5-6 地下水环境质量评价标准

污染物名称	标准值	单位	标准来源
pH	6.5~8.5	--	《地下水环境质量标准》 (GB/T14848-2017) III 类标准
总硬度	≤450	mg/L	
溶解性总固体	≤1000		
硫酸盐	≤250		
氯化物	≤250		
铁	≤0.3		
锰	≤0.1		
铜	≤1.0		
锌	≤1.0		
铝	≤0.2		
挥发性酚类	≤0.002		
阴离子表面活性剂	≤0.3		
COD <sub>Mn</sub>	≤3.0		
氨氮	≤0.5		
亚硝酸盐	≤1.0		
硝酸盐	≤20		
硫化物	≤0.02		
钠	200		
氰化物	≤0.05		
氟化物	≤1.0		
汞	≤0.001		
砷	≤0.01		
硒	≤0.01		
镉	≤0.005		
六价铬	≤0.05		
铅	≤0.01		
三氯甲烷	≤0.06		
四氯化碳	≤0.002		
苯	≤0.01		
甲苯	≤0.7		

#### 3.5.2.2 检测结果和评价

本次调查采样共采集 3 个地下水监测井的地下水样品，每组样品分析指标 37 项，外加有机氯农药。对地下水中各检测指标的检测结果（表 3.5-7，详见附

件检测报告) 进行分析汇总, 结果详见表 3.5-7 (仅列出有检出的污染物指标)。有机氯农药非常规标准以外的监测因子不进行分析评价, 仅作为参考。

表 3.5-7 地下水中污染物检测结果

样品原标识	ZK3	ZK5	ZK7	标准值
项 目				
pH (无量纲)	6.82	7.42	7.27	6.5~8.5
总硬度	190	161	8.81	≤450
溶解性总固体	623	629	492	≤1000
硫酸盐	35.1	66.1	79.2	≤250
氯化物	85.8	82.5	40.4	≤250
铁	0.03L	0.03L	0.03L	≤0.3
锰	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.1
铜	0.001L	0.001L	0.001L	≤1.0
锌	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0
挥发酚	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.002
阴离子合成洗涤剂	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3
高锰酸盐指数	1	0.7	1.2	≤3.0
硝酸盐	0.023	0.041	0.532	≤20
亚硝酸盐	0.03	0.003L	0.032	≤1.0
氨氮	0.318	0.392	0.34	≤0.5
氟化物	0.22	0.27	0.38	≤1.0
砷	0.007L	0.007L	0.007L	≤0.01
汞 (μg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	≤0.001
镉	0.001L	0.001L	0.001L	≤0.005
六价铬	0.004L	0.004	0.004	≤0.05
铅	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.01
总大肠菌群 (MPN/L)	2L	2L	2L	≤3.0
菌落总数 (个/mL)	36	43	42	≤100
镍	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.02
色度 (度)	10	15	50	≤15
臭和味 (无量纲)	无	无	无	无
浑浊度 (NTU)	1L	1L	1L	≤3
肉眼可见物 (无量纲)	无	无	无	无
氰化物	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05
硒 (μg/L)	0.4L	0.4L	0.4L	≤0.01
钡 (μg/L)	1.7L	1.7L	1.7L	≤0.70
铍 (μg/L)	0.02L	0.02L	0.02L	≤0.002
钼*	0.000369	0.00142	0.00747	≤0.07
钴*	0.0063	0.000815	0.000251	≤0.05

碘化物*	0.0025L	0.0025L	0.0025L	≤0.08
总α放射性* (Bq/L)	0.043L	0.043L	0.043L	≤0.5
总β放射性* (Bq/L)	0.287	0.376	0.293	≤1.0
有机氯农药 * (μg/L)	甲体六六六	0.056L	0.056L	0.056L
	乙体六六六	0.037L	0.037L	0.037L
	丙体六六六	0.025L	0.025L	0.025L
	丁体六六六	0.060L	0.060L	0.060L
	o, p' -DDE	0.046L	0.046L	0.046L
	p, p' -DDE	0.036L	0.036L	0.036L
	o, p-DDD	0.038L	0.038L	0.038L
	p, p' -DDD	0.048L	0.048L	0.048L
	o, p' -DDT	0.031L	0.031L	0.031L
	p, p' -DDT	0.043L	0.043L	0.043L
	甲氧滴滴涕	0.039L	0.039L	0.039L
	七氯	0.042L	0.042L	0.042L
	环氧七氯	0.040L	0.040L	0.040L
	外环氧七氯	0.053L	0.053L	0.053L
	α-氯丹	0.055L	0.055L	0.055L
	γ-氯丹	0.044L	0.044L	0.044L
	硫丹 I	0.032L	0.032L	0.032L
	硫丹 II	0.044L	0.044L	0.044L
	三氯杀螨醇	0.031L	0.031L	0.031L
	艾氏剂	0.035L	0.035L	0.035L
	狄氏剂	0.043L	0.043L	0.043L
异狄氏剂	0.046L	0.046L	0.046L	
异狄氏剂醛	0.051L	0.051L	0.051L	
异狄氏剂酮	0.046L	0.046L	0.046L	
硫丹硫酸酯	0.043L	0.043L	0.043L	
1、“检出限+L”表示检测结果低于方法检出限				
2、“*”表示该检测因子来源于普洛赛斯检字第 2019S100371 号检测报告				

### (1) pH 值

该建设用地地下水 pH 值检出结果在 6.82~7.42 之间，平均值为 7.17，中性。

### (2) 其他常规指标

该建设用地地下水中 37 项常规指标部分检出有机氯农药，均小于《地下水质量标准》(GB14848-2017) 中的 III 类水质标准。

(3) ZK3、ZK5、ZK7 三个孔中检出因子值基本相近，没有显示出趋势性变化规律，说明地下水尚未受到明显影响。

表 3.5-8 地下水中污染物检测结果汇总

检测项目	标准值	最小值	最大值	平均值	标准差	检出样品	检出率	超标率
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)		数量(总 3)		
pH (无量纲)	--	6.82	7.42	7.17	0.25	3	100.00%	0%
总硬度	≤450	8.81	190	119.94	79.47	3	100.00%	0%
溶解性总固体	≤1000	492	629	581.33	63.22	3	100.00%	0%
硫酸盐	≤250	35.1	79.2	60.13	18.49	3	100.00%	0%
氯化物	≤250	40.4	85.8	69.57	20.67	3	100.00%	0%
高锰酸盐指数	≤3.0	0.7	1.2	0.97	0.21	3	100.00%	0%
硝酸盐	≤20	0.023	0.532	0.20	0.24	3	100.00%	0%
亚硝酸盐	≤1.0	0.03	0.032	0.03	0.00	3	66.67%	0%
氨氮	≤0.5	0.318	0.392	0.35	0.03	3	100.00%	0%
氟化物	≤1.0	0.22	0.38	0.29	0.07	3	100.00%	0%
六价铬	≤0.05	0.004	0.004	0.004	0.00	3	66.67%	0%
菌落总数 (个/mL)	≤100	36	43	40.33	3.09	3	100.00%	0%
钼*	≤0.07	0.000369	0.007470	0.003086	0.00	3	100.00%	0%
钴*	≤0.05	0.000251	0.006300	0.002455	0.00	3	100.00%	0%
总β放射性* (Bq/L)	≤1.0	0.287	0.376	0.32	0.04	3	100.00%	0%

## 4 环境影响不确定性分析

本次工作通过初勘取样分析，发现了 5 个土样样点超过筛选值，超标监测因子为  $\beta$ -六六六和砷，显示地块出现潜在的环境影响。根据本次工作过程，建设用地土壤污染状况调查中存在多环节不确定因素，需要逐个分析，并进行综合判定。

### (1) 农药厂的生产状况及产品环境影响的不确定性

本次工作通过访谈获取部分农药厂信息，但关于农药厂企业概况有依据的资料没有获得，对该信息的验证也是检测工作中有机氯类、重金属类农药偏高超过筛选值来体现的。

### (2) 取样点布设对建设用地空间的控制的不确定性

本次工作性质为初勘，取样点利用功能布点法和系统布点法相结合的方法进行布点，在控制地块网度的基础上，对一些重点生产地段布置钻孔。因前期生产企业的企业厂区平面图只收集到 1985 年一期的，无法获知生产厂区生产变动情况，无法有针对性的进行功能性布设样品点，也无法获取对环境产生影响的企业的键或典型性数据，其空间的代表性存在不确定性。

### (3) 监测因子的不确定性

本次监测因子的设定为建设项目规定的基本项和部分其它项目两部分，未深入的针对企业生产情况进行全面的分析而仔细分析设置特殊项，因此，分析因子上也存在不确定。

### (4) 建设用地地质环境对污染物迁移影响的不确定性

建设用地地质环境对污染物迁移影响分为建设用地取土前和取土后两种情况。取土前，环境影响因子的赋存及迁移规律的复杂性使得环境影响评价难度加大，不确定性增加。

取土后，表层物质发生了变化，再取样核实前期样品进行对比性可靠性降低（图 4-1）；同时，取土后地层结构也发生了变化，地下水位也会相应的发生变化，元素迁移及赋存规律也会出现变化。因此，进一步增加了建设用地环境影响物质迁移及赋存的不确定性。

综上所述，通过多因素不确定分析，认为建设用地环境影响存在，产生环境影响的因子的类型、空间分布、赋存和迁移规律及对环境影响程度掌握程度较低，

需要在整个建设用地范围内全面开展进一步的详勘工作，确定建设用地的环境风险影响程度。

因此建议后期开展详查，即碧溪园（1-7 号楼）所属 3 个地块整体开展详查工作。



a 取土后现场图（一）



b 取土后现场图（二）

图 4-1 建设用地初查取样取土后现场图

## 5 结论及建议

### 5.1 结论

本次建设用地土壤污染状况调查，共布设土壤采样点 8 个，其中 3 个点位为地下水和土壤共用采样点位，采集土壤样品 58 个。对照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地居住用地（R）对应的土壤风险筛选值，建设用地土壤中检测的重金属 7 项、挥发性有机物 27 项、半挥发性有机物 11 项、有机氯农药和有机磷\*，除 ZK4-1、ZK4-2、ZK7-1、ZK7-6 样品中砷，ZK7-3 样品  $\beta$ -六六六因子超过筛选值，其他均未超过筛选值。取样点多出现有机、无机及重金属项（铬未检出）监测项含量随深度递减的规律，显示存在环境影响现象；部分接近于地下水位的深部样品出现突然变高的现象。

本次建设用地土壤污染状况调查，共布设地下水采样点 3 个，采集地下水样品 3 个。地下水检测结果表明，指标均满足《地下水质量标准》（GB14848-2017）中的 III 类水质标准。ZK3、ZK5、ZK7 三个孔中检出因子值基本相近，没有显示出趋势性变化规律，说明地下水尚未受到明显影响。

不确定分析认为建设用地环境影响存在，产生环境影响的因子的类型、空间分布、赋存和迁移规律及对环境影响程度掌握程度较低，需要开展进一步的详勘工作，确定建设用地的环境风险影响程度，即碧溪园（1-7 号楼）所属 3 个地块，尤其是 ZK4 和 ZK7 所属北区东侧的 0092400 编号地块。

综上所述，碧桂园碧溪园包含的 3 个地块土壤和地下水受到建设用地前期生产经营活动的环境影响，对人体健康可能造成的影响状况尚不清楚。因此，需要在整个建设用地范围内全面开展进一步的详查工作，以进行后期评价。

### 5.2 建议

根据本次工作情况，建议碧溪园（1-7 号楼）所属 3 个地块开展下一步详勘工作，具体包括以下几个方面：

（1）到相关部门，如环保、住建等深入核实、收集关于建设用地以往企业的生产经营资料，对企业进行较详细的企业环境影响分析。

（2）根据前期工作及收集到的资料，进一步分析，确定特征评价因子。

（3）按照建设用地详勘要求，在现有勘查成果基础上，重新部署加大密度

和深度，布置详勘取样钻孔。

(4) 样品分析测试要严格按照规范要求，开展平行样监测，必要时送外检样品检测。

(5) 在样品分析评价的基础上，综合分析建设用地是否开展污染风险评价或者建设用地修复工作。

