

天津市红桥区光荣道科技园
(5号南和12号南)地块
场地环境调查与风险评估报告

天津市浩瀚环境工程有限公司

2018年6月

第一章 总论

1.1 项目背景

天津市红桥区光荣道科技园（5号南和12号南）地块位于宝康路东南侧，西至-保康路；东至-正融科技大厦；南至-美居花园；北至-天津市红桥区光荣道科技园5号和12号地北地块，土地总面积约2.77万平方米。项目调查区域及周边早期为农田，解放后天津纸箱厂迁入调查区域内，后更名为天津联合包装有限公司。2012年天津联合包装有限公司被拆除，之后场地空闲至今。本次场地调查范围为天津联合包装有限公司南部区域，厂区北部（包括机修车间、五金库、办公楼和汽车库等）区域，在《天津市红桥区光荣道科技园（5号北-1、5号北和12号北）地块场地环境调查》中已完成调查，确认该区域不存在不可接受风险。根据规划，该地块未来的用地性质为工业/商服用地。

依据国家环境保护总局2004年6月发布《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），所有产生危险废物的工业企业、实验室和生产经营危险废物的单位，改变原土地使用性质时，必须对原址土壤进行污染监测分析和评估，并根据评估报告确定土壤是否需要修复。2012年，环保部、工业和信息化部、国土资源部、住房和城乡建设部联合发布了《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号文件）。环境保护部2014年发布了《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），要求工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中应委托专业机构开展关停搬迁工业企业原址场地的环境调查和风险评估工作。

2016年12月环保部发布了《污染地块土壤环境管理办法》（环保部令第42号），该办法于2017年7月1日其实施，办法要求对从事过有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业生产经营活动，以及从事过危险废物贮存、利用、处置活动的用地开展的土壤环境详细调查、风险评估、风险管控、治理与修复及其效果评估等活动。

为确保《污染地块土壤环境管理办法》在天津市的顺利实施，天津市环保局结合2017年6月30日环保部、国土资源部、住房城乡建设部印发的《关于部署

应用全国污染地块土壤环境管理信息系统的通知》（环办土壤〔2017〕55号），发布了“《污染地块土壤环境管理办法（试行）》的通知”，要求对场地进行土壤环境初步调查，编制调查报告。

根据以上文件的要求，2016年8月，天津市红桥建设发展有限公司委托天津市浩瀚环境工程有限公司开展天津市红桥区光荣道科技园（5号地和12号地）地块场地环境调查工作。本报告为该地块南部区域第二期调查报告。

我单位接受委托后，组织有关技术人员对项目地块及其周围环境进行了实地勘查、监测和相关资料的收集、核实与分析工作，在此基础上，按照《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）及《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）所规定的原则、方法、内容及要求，开展了场地调查及评价工作，并编制了《天津市红桥区光荣道科技园（5号南和12号南）地块环境调查及风险评估报告》。

1.2 调查目的和任务

在收集和分析场地及周边地区地质、水文地质条件、土地使用情况、生产工艺及所用原辅材料等资料的基础上，判断场地部分区域可能存在土壤和地下水污染，受污染的土壤和地下水可能对敏感人群造成健康风险。因此，本次调查需要明确场地内污染物种类、污染分布及程度，并确定是否需要进一步的风险评估及土壤修复工作。

本次场地环境调查与评估的目的如下：

（1）通过对天津市红桥区光荣道科技园（5号南和12号南）地块场地进行环境状况调查，识别和确认场地潜在污染，明确场地土壤及地下水污染状况，包括污染物类型、污染特征、污染程度及范围；

（2）根据场地现状及未来土地利用的要求，通过调查、取样检测等方法分析调查场地内污染物的潜在环境风险，并明确场地是否需要进一步的风险评估及土壤修复工作。

（3）为该场地未来规划利用提供决策提供依据，避免场地遗留污染物造成环境污染和经济损失，保障人体健康和环境质量安全。

1.3 调查原则

（1）针对性原则

针对场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，为场地的环境管理提供依据。

(2) 规范性原则

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

(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，使调查过程切实可行。

1.4 工作依据

1.4.1 法律法规及相关文件

- 《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1）
- 《中华人民共和国水污染防治法》（2008.2.28）
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（2015.8.29）
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2015.4.24）
- 《危险化学品安全管理条例》（2013.12.4）
- 《国家危险废物名录》（2008年）
- 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作中的通知》（环办[2004]47号）
- 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35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）
- 《近期土壤环境保护和综合治理工作安排》（国办发[2013]7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）
- 《市环保局关于场地环境调查与风险评估土壤风险筛选适用标准问题的通知》（津环保办秘函[2014]49号）。
- 《污染地块土壤环境管理办法》环保部令第42号

1.4.2 技术导则及标准

- 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）
- 《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）
- 《地下工程防水技术规范》（GB 50108-2008）
- 《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）
- 《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）
- 《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）
- 《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）
- 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》（试行）（2014）
- 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）
- 《污染场地术语》（HJ 682-2014）
- 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）
- 《岩土工程勘察规范》（GB50021）
- 《土工试验方法标准》（GB/T50123-1999）
- 《供水水文地质钻探与管井施工操作规程》（CJJ/T13-2013）
- 《美国环保署(USEPA)3,6,9区的筛选值》(Preliminary Remediation Goals, PRGs, 2017.6)

1.5 场地范围

本项目调查范围地块位于宝康路东南侧，西至-保康路；东至-正融科技大厦；南至-美居花园；北至-天津市红桥区光荣道科技园 5 号和 12 号地北地块，土地总面积约 2.77 万平方米。

1.6 工作内容

1.6.1 场地调查工作内容

根据《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014），场地环境调查主要包括三个阶段。第一阶段工作主要为资料收集分析、人员访谈与现场踏勘，第二阶段为场地环境污染状况确认——采样与分析，第三阶段主要为场地特征参数调查与补充取样。

第一阶段场地环境调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段，原则上不进行现场采样分析。若第一阶段调查确认场地内及周围区域当前和历史上均无可能的污染源，则认为场地的环境状况可以接受，调查活动可以结束。

第二阶段场地环境调查是以采样与分析为主的污染证实阶段，若第一阶段场地环境调查表明场地内或周围区域存在可能的污染源，或者由于资料缺失等原因造成无法排除场地内外存在污染源时，作为潜在污染场地进行第二阶段场地环境调查，确定污染物种类、污染程度和空间分布。该阶段通常可以分为初步采样分析和详细采样分析，每一步均包括制定工作计划、现场采样、数据评估和结果分析等步骤。初步采样分析和详细采样分析均可根据实际情况分批次实施，减少调查的不确定性。根据初步采样分析结果，如污染物浓度均未超过国家和地方等相关标准及背景点浓度，并且经过不确定分析确认不需要进一步调查后，第二阶段场地环境调查工作可以结束；否则认为可能存在环境风险，需要进行详细调查，详细采样分析是在初步采样分析的基础上，进一步采样和分析，确认场地污染程度和范围。

若场地需要进行风险评估或土壤修复时，则需要进行第三阶段场地环境调查。本阶段以补充采样和测试为主，获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需要的参数，提出详细的污染程度评估及污染范围界定，并提出治理目标与推荐治理方案。本阶段调查工作可以单独进行，也可以在第二阶段调查过程中同时展开。

场地环境调查技术路线见图 1-2。

1.6.2 项目工作内容

本次场地环境调查工作内容主要包括以下三方面：

(1) 资料收集与分析

资料收集与分析：主要包括场地利用变迁资料、场地环境资料、场地相关记录、相关政府文件、场地所在区域自然和社会信息。

场地利用变迁资料：用来辨识场地及其相邻区域开发及活动状况的航片或卫星图片，场地的土地使用和规划资料。场地利用过程中场地内建筑、设施、工艺流程和生产污染等情况。

场地环境资料：场地土壤及地下水污染记录、场地危险废物堆放记录以及场地与周边区域环境的位置关系等。

场地相关记录：产品、原辅材料及中间体清单、平面布置图、工艺流程图、化学品储存及使用清单、废物管理记录环境监测数据、环境影响评价报告和地勘报告等。

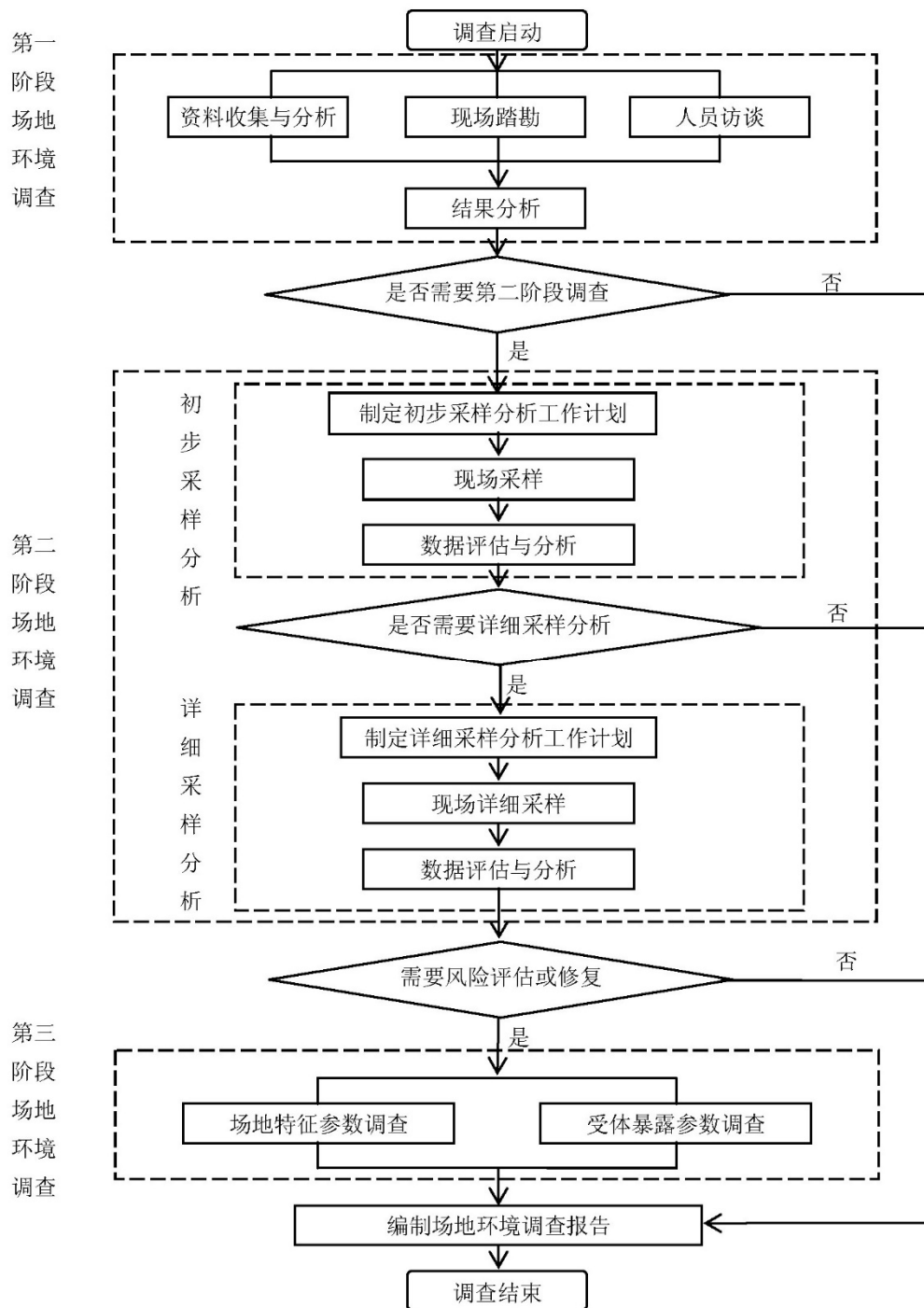


图 1-2 场地环境调查技术路线图

政府文件：区域环境保护规划、环境质量公告、企业在政府部门相关环境备案和批复等。

场地所在区域的自然信息：地理位置图、地形、地貌、土壤、水文、地质和气象资料等。

场地所在区域的社会信息：人口密度和分布、敏感目标分布、土地利用方式及区域所在地的经济现状和发展规划，相关国家和地方政策、法规与标准等。

根据场地利用变迁资料用来辨识场地及相邻场地的开发及活动状况；依据场地环境资料判断场地地质及水文地质特征，结合场地相关记录，如产品、原辅材料及中间体、平面布置图、工艺流程、化学品储存及使用等判断场地污染的可能性。根据政府相关文件、区域自然信息及社会信息等判断场地受周边区域影响，以及场地对周边区域及敏感目标的影响。资料收集过程中，调查人员应根据专业知识和经验识别资料中的错误和不合理的信息，如资料缺失影响判断场地污染状况时，应在调查报告中说明。

接受委托后，我单位技术人员通过信息检索、部门走访、电话咨询等途径，收集了用来辨识场地及其相邻场地的开发及活动状况的航片或卫星图片，场地的土地使用和规划资料，场地的房产权证，平面布置图，场地利用变迁过程中的场地内建筑的变化情况。收集的自然信息资料包括地理位置图、地形、地貌、土壤、地质和气象资料等，社会信息包括人口密度和分布，敏感目标分布及土地利用方式，区域所在地的经济现状和发展规划，相关国家和地方的政策、法规与标准。

(2) 现场踏勘

现场踏勘包括场地内及场地周边区域，需要明确场地现状及历史状况，描述区域地质、水文地质条件。重点了解有毒有害物质的使用、处理、储存、处置，生产过程和设备，储罐、管线等分布状况。

安全防护准备：在现场踏勘前，依据场地的具体情况掌握相应的安全卫生防护知识，并装备必要的防护用品。

现场踏勘的范围：本次现场踏勘的范围以场地内为主，同时，根据场地污染可能迁移的距离将场地的周边区域也划入本次场地踏勘的范围中。

本次现场踏勘的主要内容包括：

场地的现状与历史情况：包括可能造成场地土壤和地下水污染的物质的使用、生产、贮存等。三废处理与排放以及泄漏状况，及场地过去使用中留下的可能造成土壤和地下水污染的异常迹象，如罐、槽泄漏以及废物临时堆放污染痕迹等。

通过历史图件的分析 and 实地走访，该场地及相邻区域在解放初期为农田，项目调查区域及周边早期为农田，解放后天津纸箱厂迁入调查区域内，后更名为天津联合包装有限公司。2012 年天津联合包装有限公司被拆除，之后场地空闲至今。

地质、水文地质和地形的描述：了解场地及其周边区域的地质、水文地质与地形特点，以便分析场地周围污染物是否会迁移到调查场地，或判断场地内污染物是否会迁移到地下水和场外区域。

调查范围内的历史生产企业曾使用过有毒有害物质，且该区域现为平地，部分区域有草木覆盖，故本次现场踏勘的重点包括：现存施工临建的使用情况、原企业拆除后旧厂房地基的留存状况、地表颜色异样处。

现场踏勘的方法：通过对异常气味的辨识，异常土壤表面的观察，利用照相机、GPS 等初步判断记录场地污染的状况。

通过现场勘查可知，目前该地块场区内原有企业已拆迁完毕，现场调查中发现场地中部分拆除的建筑上有覆土，其来源可能是场地周边建筑施工过程中的挖槽土，但未发现土壤污染痕迹，土壤没有异色，也没有异味。场区内未发现任何储罐，也未发现场地内存在排污沟渠。本项目现场踏勘情况见图 1-3。

(3) 人员访谈

访谈内容：人员访谈内容应包括资料收集和现场踏勘所涉及的疑问，以补充和完善相关资料和信息。

访谈对象：访谈对象为场地现状或历史的知情人，包括：场地管理机构和地方政府的官员，环境保护行政主管部门的官员，场地过去和现在各阶段的使用者，以及场地所在地或熟悉场地的第三方，如相邻场地的工作人员和附近的居民。

访谈方法：可采用当面交流、电话咨询、电子或者书面调查表等方式进行。本项目实施过程中主要采用当面交流的方式对相关人员进行访谈。

内容整理：对访谈内容进行整理，并对照已有资料，对其中可疑和不完善处进行核实和补充。

天津联合包装有限公司的主管部门为天津市二轻局，因此我们访问了天津市二轻局主管天津联合包装有限公司的负责人，此外我们还现场采访了 5 号地和 12 号地南侧的原住居民，对场地的历史使用情况进行了了解。

第二章 场地概况

2.1 地理位置

天津市红桥区光荣道科技园（5号南和12号南）地块位于红桥区宝康路东南侧，西至-保康路；东至-正融科技大厦；南至-美居花园；北至-天津市红桥区光荣道科技园5号和12号地北地块，土地总面积约2.77万平方米。项目调查区域早期为农田，解放后迁入天津纸箱厂（后改制为天津联合包装有限公司）。根据规划，该地块未来的土地利用方式为工业/商服用地。

2.2 自然地理概况

2.2.1 地形地貌

天津市在地貌上处于燕山山地向滨海平原的过渡地带，北部山区属燕山山地，南部平原属华北平原的一部分，东南部濒临渤海湾。总的地势北高南低，由北部山地向东南部滨海平原逐级下降，最高峰为蓟县九山顶，海拔1078.5m，最低处为滨海带大沽口，海拔高程为零。西部从武清永定河冲积扇尾部向东缓缓倾斜，南从静海南运河大堤向海河河口逐渐降低，地貌形态呈簸箕状。新构造运动使山区不断隆起上升，形成了以剥蚀为主的山地地貌，平原地区新生代以来大面积缓慢下降，接受巨厚的松散沉积层。

项目所在的天津市红桥区，所在区域由海退成陆，属于典型的低平原地貌，地势广袤低平，海拔均在2m以下，一般不足1m，大致由西向东微微倾斜，地面坡降1/6000~1/10000左右。地面组成物质以粘土和粉质粘土为主，地势低平，多为农田。本区地处黄骅拗陷与沧县隆起的结合部位。北东向的沧东断裂纵贯全区，根据区域地质资料和本次地震勘探成果，沧东断裂最新活动在中更新世晚期至晚更新世早期，潜在地震危险性不大。

2.2.2 气象

项目所在地区属于暖温带季风型大陆气候，四季变化明显。年平均气温14.2℃，历年最高为15.2℃（2014年），历年最低为13.4℃（2010年），其中7月份平均气温最高，为27.9℃；1月份平均气温最低，为-1.6℃。年极端最高气

温为 40.0℃，年极端最低气温为-13.1℃。年平均降水量约为 523.6mm，年降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 的日数为 63.4 天，受季风气候影响，降水量年际差异较大，最多的年份降水量可达 736.5mm(2012 年)。天津日照时间较长，年日照时数为 2500~2900 小时。平均初霜日是 11 月 10 日，终霜日是 3 月 18 日，无霜期 236 天。

2.2.3 水文

红桥区境内河流较多，南运河、子牙河、北运河贯穿全境，于三岔河口交汇流入海河。南运河、北运河、子牙河均为一级河道。二级河道有津河。本项目在子牙河的北侧，与子牙河的直线距离约 700 米。

南运河：史称卫河、御河。南运河上接漳卫河，漳卫河上游有漳、卫西大支流，是南运河的主要水源。自杨庄子横堤（西横堤）至南运河、子牙河汇合处，区境内长 7.3 公里，河底宽 15 至 20 米，河底高程 0.5 至 0.0 米（大沽高程，下同），堤顶高程 7 米，地面高程 5 米。流量 20 立方米 / 秒，左岸建防水墙 400 米，固堤 6447 米，右岸建防水墙 275 米，固堤 5734 米。沿河建扬水站 4 座、闸 3 座、涵洞 1 座，现为市区排水、蓄水河道。

北运河：史称潞河、白河。是海河之流之一，源于北京军都山八达岭南麓，它因位于天津以北而得名。历史上是通向北京的一条漕运要道，北起通县，流经天津市武清县、北辰区，至红桥区新红桥以北约 200 米处与子牙河汇流入海河。全长 89.8 公里，河床宽 80 米，平均水深 2 米，最大流量 100 立方米 / 秒，为引洪、排沥、输水、灌溉等多功能河道。

子牙河：史称西河、下西河。子牙河由滹沱河与滏阳河汇流而成。后与大清河汇合，流经当城西河闸、杨柳青农场、西横堤至金钢桥，全长 30 公里。在区境内河长 6.25 公里。河底宽 25 至 30 米，河底高程—3.15 至 7 米，左堤长 7.7 公里，堤顶高程 8 至 7.7 米，堤顶宽 2 至 6 米。右堤长 6.28 公里，堤顶高程 8.5 至 7.5 米，堤顶宽 6 至 12 米，堤距 80 至 150 米。设计流量 800 立方米 / 秒，是引洪、排沥、蓄水、输水、灌溉等多功能河道。

津河：原名墙子河，位于区境西南部。自王元村接南运河，经教军场、西营门、长虹公园（向前接红旗河）向东至南丰桥东侧接五马路地下活水管，长 4.8 公里，河底宽 8 至 12 米，河底高程 0.5 米，边坡 1：2，为市区排流、排污河道。后经市政府改造，更名为津河。

2.3 场地水文地质状况

2.3.1 区域水文地质特征

天津市地下水系统划为 5 个区,调查评价区位于永定河大清河子牙河地下水系统 (IV₂) 内。

子牙河古河道带地下水系统子区 (IV₂) 有厚度不大的浅层淡水分布,厚度一般 1020 米,浅层淡水主要为河水、灌水淡化所成,含水层以粉细砂为主,涌水量一般 100~500 立方米每天,局部大于 500 立方米每天,受降水、河水补给,排泄于蒸发和开采。下部为咸水,咸水地界埋深一般在 70~80 米,咸水矿化度多在 35~510 克每升,以 Cl·SO₄-Na·Mg 水为主。

2.3.2 场地地层分布状况

为了查明场地地层分布特征,本项目委托北京勘察设计研究院有限公司开展了场地地质、水文地质调查工作,主要工作内容包括:①钻探并采集土壤样品,进行土壤样品的室内物理性质及渗透性试验,分析、查明场地地层成因年代、土层物理性质和空间分布的特征,提供各主要土层的室内物理性和渗透性试验成果和综合统计结果;②设置地下水监测井,量测地下水水位,并采取地下水样品;③分析、阐明工作范围内的水文地质条件,包括地下水埋藏、分布,地下水水位和补径排条件等;④根据相关试验结果,分析提供相应土层的渗透系数建议值。

根据本次勘察工作所揭示的土层情况,按地层成因类型和沉积年代,将调查场地最大勘探深度 (16.00m) 范围内的地层划分为人工堆积层和第四纪松散沉积层,并按地层岩性进一步划分为 3 个大层及其亚层,各地层岩性及分布特征概述如下:

(1) 人工堆积层

分布于地表,主要为粉质黏土素填土①层,杂填土①₁层及粉土素填土①₂层。该大层在调查场地普遍分布,一般厚度为 1.50~6.00m。

(2) 第四纪松散沉积层

分布于人工堆积层之下,其顶板标高为-1.85~2.61m,主要为粉土、粉质黏土及黏土层,具体分布及岩性特征如下:

- 标高-1.85~2.61m (相应埋深 2.00~6.00m) 以下为第 2 大层,主要岩性

特征如下：粉质黏土②层：灰~黄灰（局部褐黄），可塑~软塑，含云母、有机质；粉土②₁层：褐黄~褐黄（暗）（局部灰），湿，密实，含云母、有机质；有机质黏土②₂层：黄褐~褐黄（暗）（局部灰），可塑，含粉土夹层，云母、有机质。该大层在调查场地分布较为连续，钻孔揭示累计厚度为0.50m~6.70m。

●标高-4.63~-2.88m（相应埋深7.00~8.90m）以下为第3大层，主要岩性特征如下：粉土③层：灰色，湿，中密~密实，含云母、有机质；粉质黏土③₁层：灰~灰黄，可塑，含云母、氧化铁。

上述各地层中，粉土②₁层构成了调查场地的主含水层，粉质黏土②层及有机质黏土②₂层为相对隔水层；受大气降水的影响，部分人工堆积层在现场勘探期间同样赋存地下水。

2.2.3 场地水文地质条件

调查场地所在区域地下水的天然动态类型为渗入~蒸发、径流型，补给方式主要包括大气降水入渗、地表水体渗漏和地下水侧向径流补给，排泄方式主要为蒸发、侧向径流及垂向越流。其动态主要受大气降水的影响，高水位一般出现在每年7月~9月，10月~来年4月为平水期，5月~6月地下水位相对较低。

现场勘探揭露的地下水情况表明：①场地部分区域的填土层（第一层）存在上层滞水，但不连续；②场地第二层是粘土层，其上部（埋深<6米）为不饱和层，其下部（埋深>6米）因粉土透镜体有地下水赋存；③场地的第三层粉土亚层，是该场地地下水主要的赋存层，粉土层之下的粉质粘土层为相对隔水层。

地下水水位监测结果表明，尽管场地第二层粉质黏土层为相对隔水层，但浅井和深井的水位基本一致。调查区域周边高楼的地基开挖过程中可能破坏了相对隔水层，场地内原企业的生产活动也可能破坏相对隔水层，导致了场地或场地周边的滞水和潜水有联通。本次调查认为该场地地表下16.00m（最大勘探深度）范围内分布一层地下水。

根据2018年7月15日统测地下水水位绘制的调查场地地下水位标高等值线图。从图2-6中可以看出，监测深度范围内，在勘测期间的地下水流向总体上从东向西流动，调查场地地下水水力梯度变化较大，约为4.52‰。由于调查区域周边存在建筑施工降水作业，受此影响，场地内不同时期的地下水流场差异较大。

根据室内渗透试验、颗分试验及提水试验结果，并结合已有工程经验综合分析。

2.2.4 场地水文地质勘察小结

（1）本次水文地质勘察工作在场内共完成27个钻探孔（其中利用已有资料钻孔2个），其中包括15个土壤采样孔，设置了17个地下水监测井。采取了107个原状土样进行土壤常规物理性质试验、渗透性试验；本工程利用土壤采样孔共计设置了17个地下水监测井，本工程利用其中4个地下水监测井完成了4井次的提水试验。

（2）根据本次勘察采样过程中揭露到的地层资料，按沉积年代和成因类型

可划分为人工堆积层和第四纪松散沉积层 2 大类，并按土层岩性和赋水特征，自上而下进一步划分为 3 个大层及其亚层。即人工堆积层之粉质黏土素填土①层，杂填土①₁层及粉土素填土①₂层；粉质黏土②层，粉土②₁层及有机质黏土②₂层；粉土③层及粉质黏土③₁层。

(3) 本次勘察期间（2017 年 8 月 7 日~2018 年 7 月 15 日）调查场地最大勘探深度（16.00m）范围内主要揭露 1 层地下水。调查场地地形基本平坦，调查期间的地下水流向总体上从东向西流动，调查场地地下水水力梯度变化较大，约为 4.52‰。

2.4 社会经济概况

红桥区是天津市中心区之一。位于城区西北部，南起北马路、西马路，沿西关大街及青年路一线与南开区毗连，北部、东部以北运河、海河为界，与北辰区、河北区隔河相望，西至千里堤、西横堤，与北辰区、西青区接壤。地理位置为北纬 39°09'56"，东经 117°08'45"，全区东西长 6 公里，南北宽 5.6 公里，面积约 22.31 平方公里。地势西北高、东南低。

红桥区交通四通八达，地铁、普铁、高铁、快速路、市级主干道路一应俱全。拥有天津西站大型铁路客运站，京沪、京津、津保及津秦四条高速铁路接入天津西站，从红桥始发将实现半小时到达北京，五小时到达上海，快速便捷的交通圈已经形成。区内西站长途汽车站和红桥长途客运站满足了当地居民出行需求。地铁一号线横穿我区，规划 4、6 号线也将在我区集结。西青道快速路、西北半环快速路、中环线、京津公路从我区经过，通向全市其他区县。

红桥区因横跨子牙河上的大红桥而得名。红桥区东南与河北、南开两区相交，西北与西青、北辰两区相邻。全区面积 21.31 平方公里。辖有 10 个街道办事处：西于庄街道、双环村街道、咸阳北路街道、丁字沽街道、西沽街道、三条石街道、邵公庄街道、芥园街道、铃铛阁街道、大胡同街道，总人口 53 万人。红桥区是多民族聚居区，除汉族外，还有 33 个少数民族，其中回族 4.4 万人，约占全市回族人口总数的四分之一。地区生产总值增速稳定，经济运行总体平稳，2016 全年实现生产总值 208.74 亿元，按可比价计算(下同)增长 7.4%；其中，第二产业实现增加值 17 亿元，同比增长 18.1%；第三产业实现增加值 191.75 亿元，同比增长 6.5%。

红桥区教育科研能力雄厚，境内高等学府云集，有河北工业大学、天津商业

大学等全国重点院校。拥有金兴科技大厦等多个科研载体，各类科研机构 393 家，科研领域广泛涉及工业、建筑业、电子、化工、通讯等多种门类。光荣道科技产业园、天津意库创意产业园、天津创意街等建成运营或正在建设。

2.5 场地现状和历史

2.5.1 场地历史变迁情况

调查区域在历史上长期为农田，上世纪 60 年代起天津市二轻局在此建立天津纸箱厂，后更名为天津联合包装有限公司。2012 年天津联合包装有限公司被拆除，之后场地空闲至今。该地块未来的土地利用方式为工业/商服用地。

2.5.2 场地现状情况

通过实地踏勘可知，该调查区域大部分被杂草覆盖。

2.5.3 未来用地规划

根据规划该地块未来的土地利用方式为工业/商服用地。

2.6 场地周边用地现状和历史

调查周边区域在历史上长期为农田，上世纪 60 年代起天津市二轻局在此陆续建立工厂，包括第五便鞋厂、锚链厂（后改为卫生洁具厂）、延安五金厂（后改为隆金五金工具公司）。2010 年以后，这些企业陆续拆除搬迁，目前已出让的场地已建成写字楼和酒店，其他区域拆迁后空闲至今或作为施工临建使用。调查区域周边 300 米范围内近 10 年施工建设的楼盘有大量项目投入建设，在建筑施工过程中存在施工降水作业，对场地地下水的流场有较大影响。

第三章 场地污染识别

3.1 概述

通过资料收集、现场踏勘及对相关人员进行访谈等方式，了解场地生产历史，功能区布局、场地周边活动等，识别潜在污染区域以及对周边环境的影响，并初步分析场地土壤及地下水中可能存在的污染物，为确定场地布点采样和测试分析提供依据。

天津市红桥区光荣道科技园（5号南和12号南）地块位于宝康路东南侧，西至-保康路；东至-正融科技大厦；南至-美居花园；北至-天津市红桥区光荣道科技园5号和12号地北地块，土地总面积约2.77万平方米。项目调查区域早期为农田，解放后天津纸箱厂迁入调查区域内，后更名为天津联合包装有限公司。2012年天津联合包装有限公司被拆除，之后场地空闲至今。根据规划，该地块未来的用地性质为工业/商服用地。

3.2 调查区域企业污染识别

本次场地调查范围为天津联合包装有限公司南部区域，厂区北部（包括机修车间、五金库、办公楼和汽车库等）区域，在《天津市红桥区光荣道科技园（5号北-1、5号北和12号北）地块场地环境调查》中已完成调查，已确认北部区域不存在不可接受风险。该企业由天津隆庆集团有限公司与日本联合株式会社于1996年9月共同投资组建，公司占地38800平米，拥有美国、日本、法国、意大利、西班牙台湾地区及国内制造的各种先进的门类齐全的专业设备。年产三、五、七层瓦楞纸板、纸箱及彩印包装纸箱、纸盒，生产能力5000万平方米。

（1）调胶

将淀粉、硼砂、氢氧化钠等原料和水以一定的比例，将其倒入胶池进行混合、稀释得到自制胶。将胶池中的胶置入储胶桶内，运至双面机备用。该工序在纸箱车间南侧的胶池和生产辅助车间完成。

（2）生产瓦楞纸板

生产瓦楞纸板的原料均为外购，包括瓦楞原纸、牛卡纸和白卡纸。外购的纸品在卷筒车间进行预制，制成适合设备使用的形式。

将预制好的纸品放置在设备上，使用预热器进行预热（使其便于成型和合），

然后一层单面瓦楞纸和上下各铺一层牛/白卡纸黏粘后即得到 3 层的瓦楞纸。3 层瓦楞纸预调后再黏粘一层单面瓦楞纸和一层牛/白卡纸即得到 5 层的瓦楞纸。5 层瓦楞纸预调后再黏粘一层单面瓦楞纸和一层牛/白卡纸即得到 7 层的瓦楞纸。

将粘合好的纸板置于平板加热器上采用锅炉蒸汽烘干。烘干后的瓦楞纸板堆放于厂房堆放区内堆放好，通过自然冷却后再进行印刷等工序。瓦楞纸板黏贴工序在纸箱车间东侧区域完成。

（3）裁剪、印刷及开槽

烘干的瓦楞纸经冷却后，根据产品的需要，利用横/纵裁纸机将纸板裁剪至一定大小，再使用印刷开槽机在纸板上印制出所需的图案和文字，并将需要开槽的位置开出槽口。通过模切工序把印刷完成的纸板按照事先设计好的图形进行裁切，去除多余的边角料，从而使印刷品的形状不再局限于直边直角。该工序在纸箱车间西侧区完成，需要用到的主要原料为油墨及有机溶剂（以氯代烃为主）。在印刷过程中产生的废油墨和废溶剂存放在原料库房西北角附近的废液池中，定期外运处置。

（4）擗箱及装订

利用压线刀或压线模，通过压力的作用在板料上压出线痕，或利用滚线轮在板料上滚出线痕，以便板料能按预定位置进行弯折成型。定型后的纸箱使用粘胶和铁钉装订，最后制成纸箱成品。该工序在楞盒车间内完成，纸箱成品存于楞盒成品库。

（5）生产配套设施

调查范围内涉及的配套设施为锅炉房、食堂和变电室，主要污染排放情况如下：

锅炉房：主要的产污环节为煤的燃烧过程，主要排放的污染物为粉尘、重金属和 SO_2 ，煤燃烧产生的烟气通过大气沉降有可能污染厂区的表层土壤。

食堂：主要为全厂职工提供餐饮服务和生活热水。食堂运行所需的热能由锅炉房供给，此外在烹饪和就餐过程中会产生油烟、生活废水及厨余垃圾等，主要成分为 SS、COD、BOD、动植物油。

变电室：为全厂提供电源，主要的设备为变压器和断路器。其中变压器中的绝缘油含有多氯联苯，其泄露可能对土壤造成污染。

3.3 调查区域周边污染识别

调查区域及其周边区域在历史上为农田，解放后天津市政府对众多小型手工作坊进行改造，成立了天津市第二轻工业局（后为第二轻工业集团），在此地建立了众多改造后的轻工企业。

由污染识别分析和天津市红桥区光荣道科技园(5号北-1、5号北和12号北)地块场地环境调查》的结果可知，调查区域周边对场地无明显污染影响。

3.3.1 第三玩具厂场地历史使用情况

天津市第三玩具厂是天津市第二轻工局下属的天津市工艺美术工业集团公司所辖的生产厂家。玩具厂建于1956年，位于红桥区保康路3号，占地面积8000m²。玩具厂生产的主要产品是儿童玩具，副产品是日用产品。第三玩具厂约于1995年停产，停产后原场地出租给个体商户作为小型作坊生产各类小商品和服饰，具体生产内容及持续时间已无法调查。2009年该地块上的所有建筑被拆除，后在其北侧宝能创业大厦（原第五便鞋厂）的修建过程中，该地块作为项目指挥部和工人生活区使用。2014年宝能创业大厦建成后，该地一直空闲至今，地面上覆盖有大量的建筑垃圾。

玩具厂生产厂房面积6674m²，主要生产设备120台，其中直接生产设备有塑料注射机5台，塑料挤出机8台，和粉碎机、空压机等辅助设备。另外还有供维修制模用的金属切削设备：车、铣、刨、磨、钻、电脉冲等十台设备（表3-1）。

儿童玩具的品种主要是：注射成型的婴幼玩具、吹塑搪塑成型的各类玩具娃娃、缝纫填充成型的皮毛动物玩具、中国节日传统玩具灯笼和刀箭等玩具。天津市第三玩具厂的长毛绒娃娃和长毛绒动物玩具曾出口到美国、澳大利亚等地。副产品主要是各类塑料包装瓶、塑料桶等。

第三玩具厂在生产过程中使用车床、铣床、磨床、刨床和钻床，可能产生的污染物为矿物油、含油废布废手套、金属切削废屑。此外高频热合机将需拼接的塑料零件表面熔融并粘接、彩色电子移印仪在组装好的塑料制品上涂印各种花纹，可能产生废油墨、有机废气（非甲烷总烃）、废润滑油和含油废布废手套。在生产过程中废弃物的堆放和处置可能对土壤产生污染。

3.3.2 五金电镀厂

五金电镀厂成立于 1956 年，主要从事金属表面处理及热处理加工，主要的生产车间包括电镀抛光车间、污水处理站和军工车间，各车间的生产工艺如下：

(1) 电镀抛光车间

电镀抛光车间有 5 个生产区和 4 个配套设施区，分别为抛光生产区、酸洗生产区、镀锌生产区、镀铬生产区和镀合金生产区，2 个整流器室、冷冻机室和水轮机室（详图见附件一）。

酸洗工序指利用化学方法去除镀件表面的锈污及氧化膜，使镀件表面处于活化状态，酸洗使用的原料主要是浓度为 50% 硫酸。

电镀工序的主要过程为：将镀件浸入电镀液中并通电；电镀液中的金属离子，在电位差的作用下移动到阴极上形成层；阳极的金属形成金属离子进入电镀液，以保持被覆的金属离子的浓度。电镀工序产生的废电镀液为主要的污染源，主要成分为六价铬、锌、镍、氰化钾和硫酸。

抛光工序是指镀件完成电镀工序后，镀件表面有毛刺和粗糙的部位，使用布轮进行抛光，保证镀件的光泽度。

冷冻机室和水轮机室用于保证电镀车间的恒温恒湿，确保电镀的质量。其中冷冻机运行过程中需要使用制冷剂，电镀厂早期使用的制冷剂主要是三氯氟甲烷和四氯化碳。在制冷过程中，制冷剂的泄露可能导致土壤和地下水的污染。

整流室是将交流电变为直流电并调整电压，使之符合电镀的供电要求。

(2) 军工车间

其污染情况与电镀抛光车间基本一致。

(3) 污水处理间

污水处理间设有泵房、酸池、碱池、铬酸钠池、清水池、蒸发浓缩间、化验室和休息室（详图见附件一）。电镀废水主要为漂洗水（约占 80%）、废镀液、清洗水等（约占 20%），废水从电镀抛光车间和军工车间的排污管道进入污水处理间的调节池，由 6 个水泵将其输送至蒸发浓缩间。浓缩后的电镀废水经碱中和后调整 pH 至 9 左右，上清液进入清水池再经酸调整至中性作为漂洗水回用，下部的沉淀外运至有资质的单位进行处置。

3.3.3 红桥静电喷漆厂

静电粉末喷涂是将粉末涂料在压缩空气作用下雾化得细而均匀，凭借高压电场的作用均匀地吸附于金属工件表面，高温固化成膜的一种先进的涂装工艺。静电粉末喷涂所需的主要设备有：喷涂主机（含高压发生器、喷枪、供粉桶、控制系统一套）、喷室、回收装置、固化装置（含自动控温装置及通风装置）、空气压缩机（含油水分离系统）。

该厂规模较小，仅进行来料喷涂作业，不涉及板材的前处理工作，主要的污染物为喷涂过程中散落的喷涂材料，其中普通粉末喷涂材料的主要成分为环氧树脂、聚酯树脂、固化剂和颜料等，氟碳粉末喷涂材料的主要成分是树脂和金属铝粉。在生产过程中粉尘的洒落可能对土壤造成小范围的污染。

3.3.4 二级汽车维护站

从事汽车保养及维修工作，包括汽车发动机、车身、电气系统、自动变速器、车身清洁维护、涂漆、轮胎动平衡及修补、四轮定位检测调整、供油系统维护及油品更换、喷油泵和喷油器维修、曲轴修磨、气缸镗磨、散热器（水箱）、空调维修等专项作业。产生的水污染为含油废水的排放；大气污染为汽车补漆、烘漆时产生的油漆废气，主要污染物为漆雾和苯、甲苯、二甲苯等苯系物。这些污染物的排放可能对土壤造成小范围的污染。

3.3.5 东风制本厂

生产学习和工作中使用的笔记本，包括普通笔记本、硬皮笔记本和塑封笔记本。笔记本的塑料封皮外购，采用套色印刷工艺制作笔记本中的彩页。生产过程中主要的污染物为印刷机器产生的废机油和废油墨，可能造成小范围的土壤污染。

3.3.6 机动车检测站和飞达石化公司

飞达石化公司主营业务为存储和销售润滑油，机动车检测站设有检测车间、汽车修理车间。该区域已完成场地调查，场地不存在不可接受污染。

3.3.7 大生金属包装容器厂

大生金属包装容器厂成立于1996年3月，主要生产承接金属板材加工制桶，主要的生产设备包括开平机、卷圆机、翻边机、涨筋机、波纹机、密封机、冲压机和预卷机。采用物理机械加工的方式制铁通，主要的废弃物为金属边角料和废

机油。大生金属包装容器厂在生产过程中对土壤的污染较小。

3.3.8 公交站和环卫局汽车队

公交站和环卫局汽车队用于停放公交车和道路清洗车，车的停放过程中可能有汽油或柴油的泄露，对土壤造成污染。环卫局汽车队的部分区域为房管局材料厂，用于存放沿街建筑立面整修所需的材料。主要存放的材料为外墙面砖、外墙涂料以及手脚架、施工用木料等等。

3.3.9 化纤织物二厂

化纤织物二厂从事塑编产品如塑料绳、塑料编织袋的制造。生产过程中以聚丙烯树脂为主要原料，经挤出、拉伸成扁丝，再经织造、制袋而成，不添加其它的化工原料。化纤织物二厂在生产中无明显的污染物排放。2006 年该厂租赁给天津市乐驰商贸有限公司，从事塑料制品、日用百货、文化用品、办公用品的销售经营活动。

3.3.10 隆金五金工具公司场地历史使用情况

隆金五金工具公司又名延安五金厂和小型风动工具厂，于上世纪 70 年代末成立，产生产品包括手工具、电动工具、小型风动工具和液压工具。生产中所需的塑料配件、铜线圈、电线、插头及螺丝弹簧等部件均为外购，该公司仅进行金属配件的加工和工具的组装。在金属配件加工中使用的设备主要有车床、铣床、刨床、磨床、钻床，金属配件加工过程中可能产生的污染物为矿物油、含油废布废手套、金属切削废屑。此外，该企业曾使用氯代烃作为清洗剂处理金属表面，去除金属零部件上的油污。

该企业生产过程中产生的废水为废切削液和废乳化液，其中含有的污染物为矿物油和表面活性剂，产生的固废为含油废布废手套、金属切削废屑，此外金属表面清洗过程中使用了氯代烃。污染物的排放和处置可能会对土壤造成污染。

3.3.11 卫生洁具厂场地历史使用情况

卫生洁具厂原为锚链厂，主要产品为船用锚链，后改为卫生洁具厂，生产家用卫生洁具中的金属管件。卫生洁具厂不同时期的生产情况如下：

(1) 锚链生产

锚链的制作以物理加工方式为主，其原料为铁棒，通过加热、编环、焊接、

取刺、压档、热处理、拉伸试验、表面抛丸等工序制成锚链。在此过程中产生的污染物包括金属碎屑、焊接烟尘、废机油和含油废气。

锚链制成后，需要进行表面防腐处理，防腐漆为环氧煤沥青漆。锚链通过行车吊装浸入漆池，浸渍约 1 小时后置于晾干台上晾干 24 小时。在此过程中使用的原料为环氧煤沥青和有机溶剂。在浸漆过程中使用的有机溶剂，以芳烃为主，包括甲苯、二甲苯和乙苯等等。浸漆工序在防腐车间内完成，其溶剂漆的渗漏可能对土壤造成污染。

(2) 金属管件生产

卫生洁具厂外购金属管材及铁锭和铜锭，使用车床、刨床、钻床等设备制作卫生洁具所需的金属管件，在生产过程中产生污染物为：跑冒滴漏的机油、含油废布、金属碎屑等。

3.3.12 天津联合包装有限公司（非调查区域）

原天津联合包装有限公司的一部分位于本次调查的周边区域外，主要包括：

(1) 生产配套设施

调查范围周边涉及的配套设施有机修车间、汽车库、浴室和纸箱产品库，配套设施的主要污染排放情况如下：

机修车间：主要用于维修纸箱生产设备和生产车间的管路设施。机修车间使用的设备有：车床、刨床、钻床、切割机及焊接设备等。主要产生的污染物有：跑冒滴漏的机油、含油废布、金属碎屑等。

纸箱产品库：纸箱产品展示及办公，该区域无明显污染物产生。

(2) 生活区

主要的构筑物包括男女宿舍、办公室/医务室、托儿所和厕所等，该区域位于厂区的东部。

3.3.13 调查区域周边相关场地调查结论

本次调查的北侧地块已开展场地环境调查工作，编制并审核通过了《天津市红桥区光荣道科技园（5 号北-1、5 号北和 12 号北）地块场地环境调查报告》。该报告涉及的调查企业包括第三玩具厂、隆金五金工具厂、卫生洁具厂、五金电镀厂（西北角）、天津联合包装有限公司北部区域（机修车间、五金库、办公楼和汽车库），经现场钻孔取样调查，确认以上区域不存在不可接受风险。

3.4 调查区域潜在污染物分析

本次场地调查范围涉及的企业为天津联合包装有限公司，该企业涉及的厂房较多，在此以列表方式展示调查区域内各个使用区域潜在的污染源、污染物及其扩散方式。在调查过程中我们从天津市城建档案馆获取了天津联合包装有限公司厂区及主要构筑物的历史平面图。

由 3.3 节可知，调查区域周边的主要企业，在生产过程中造成土壤污染迁移扩散至调查区域内的可能性较小。此外根据现场踏勘发现场地部分拆除的建筑物上有外来覆土，来源可能为场地周边建筑施工的挖槽土。考虑到场地东侧曾存在五金电镀厂，本次调查需关注浅层杂填土的重金属和氰化物污染情况。

3.5 污染识别结论

通过场地踏勘、资料收集与分析、人员访谈和现场调查等，得出场地污染识别结论如下：

1、天津联合包装有限公司的主要生产区为卷筒车间、纸箱车间、楞盒车间、生产辅助车间和胶池，以上生产区域均有挥发性有机溶剂的使用，使用过程中挥发性有机溶剂的洒漏可能对土壤和地下水造成污染，以上区域为本次调查的重点疑似污染区，主要关注 VOCs 类污染物；

2、天津联合包装有限公司的辅助生产区包括机修车间、五金库、汽车库和锅炉房，无明显污染物产生，以上区域为本次调查的疑似污染区。其中除锅炉房外，其余区域已在《天津市红桥区光荣道科技园（5 号北-1、5 号北和 12 号北）地块场地环境调查》中调查完成，确认不存在不可接受风险。

3、天津联合包装有限公司的配套设施区包括原料和成品库房、变电室、食堂和浴室无明显污染物产生，以上区域为本次调查的一般区域；

4、根据在《天津市红桥区光荣道科技园（5 号北-1、5 号北和 12 号北）地块场地环境调查》的结果和调查区域周边的污染识别结论，调查区域外的生产活动对调查区域内的土壤和地下水环境质量无明显影响。

5、调查区域东北侧为五金电镀厂，据《天津市红桥区光荣道科技园（5 号北-1、5 号北和 12 号北）地块场地环境调查》结果，五金电镀厂西北部土壤和地下水检出未超标，对场地内无明显影响

第四章 勘查、采样与送检

场地污染确认阶段为本次调查第二阶段工作。该阶段的主要任务是在场地第一阶段污染识别基础上，通过现场勘探及土壤、地下水样品的现场采集和样品测试，确认场地污染物的种类、污染程度和污染范围。根据不同的采样目的，该阶段的样品采集工作又分成二期。一期为初步采样，二期为详细采样。另外，探查本场地的水文地质状况，为场地风险评价提供所需的土壤参数，本次调查在采样同时，选择了典型采样点根据场地的土层分布特性采集了主要地层的原状土壤和扰动土壤样品，开展了室内土工试验，对土壤的物理性质、渗透性、pH 值和有机物等指标进行了分析测定。

4.1 场地初步调查

4.1.1 采样点设置

4.1.1.1 布点依据

根据国家发布的《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）、《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）、北京市发布的《场地环境评价导则》（DB11T-656-2009）及本项目污染识别结果，确定本项目环境调查第二阶段场地初步调查的采样点布点。

4.1.1.2 布点原则

（1）土壤布点原则

● 平面布点：为了确认场地土壤是否存在污染，本项目将充分利用前期的场地污染识别成果，在场地的疑似污染区进行布点。具体方法是：按照原场地各个区域的使用功能初步判断其潜在的污染状况，以此为依据确定场地土壤采样点的布点位置和布点密度。其中，生产区是本场地调查的重点疑似污染区，也是本次场地调查的布点重点，包括场内跑冒滴漏严重的油墨调配区（辅助生产车间）、原料纸胶粘区（卷筒车间）和纸板印刷区（纸箱车间）等区域。除此之外，为初步了解一般区域的污染状况，也需要适量布点。

● 深层布点：为确认污染物在场地土壤中的垂直分布情况及污染深度，本项

目调查将采集分层土壤样品，包括表层土壤样品和深层土壤样品。具体的采样层次和采样深度则需根据场地土层的分布和岩性特征、污染源的位置（地上或地下）、污染物在土壤中的垂直迁移特性、地面扰动情况等因素决定。原则上，表层土壤样品在 0~1.5m 范围内采集；深层土壤样品依据本场地污染识别阶段对场地土层分布相关资料的分析、结合场地勘探过程每个采样点土层分布的实际情况进行采集，至少每个大层采集一个土壤样品；当同一土层厚度超过 2m 时，至少每 2m 采集一个土壤样品。最终采样深度应确保土壤未受污染。如发现场地污染物已迁移至地下水，则还需分别在地下水水位上部的非饱和区和地下水含水层的底板采集土壤样品，以确定场地地下水中 LNAPL 和 DNAPL 的分布情况。

（2）地下水布点原则

场地地下水监测井的布点根据场地地下水流向、地下水位及与污染产生位置的相对关系，结合车间生产、事故、三废治理与排放等实际情况进行设定。原则上，每个场地至少设置 3 个以上监测井，场界地下水上游设 1 个采样点，下游设 2 个采样点。

对于地下水的采样深度，则应根据场地的水文地质状况、场地可能造成的污染深度等情况进行确定。一般情况下，场地初步调查阶段监测井的采样深度应是场地中普遍赋存的第一层含水层。如场地第一含水层已明显污染，且其含水层底板土壤也存在较大污染的情况下，则需采用组井的方式，在重污染区采集第二含水层的地下水样品。

4.1.1.3 布点方案

在场地一期初步调查阶段，场地内土壤和地下水采样点的布设主要采用判断布点的方式。

（1）土壤布点方案

根据场地污染识别结果及上述布点原则，每个土壤采样点的采样层次和采样深度则根据天津市红桥区光荣道科技园（5 号北-1、5 号北和 12 号北）地块的地层分布情况及现场勘探实际情况，按场地土壤自然分层特性及现场监测结果分 4 层进行采集。

现场踏勘过程中发现部分拆除的建筑物上有覆土，初步判断为场地周边建筑

施工过程中，地基开挖产生的挖槽土。调查区域东侧原为五金电镀厂，因此表土采样分析过程中增加检测项目氰化物。

(2) 地下水布点方案

根据场地污染识别结果及上述布点原则，并充分考虑场地地下水流场可能因为场地周边的降水而混乱，本次调查在初步采样阶段第一次进场与调查区域的北侧地块（5号北和12号北地块）同步开展。

4.1.2 样品采集

本次采样钻探工作及土壤岩性分析样品由具有国家甲级勘探资质的北京勘察设计院有限公司完成，土壤和地下水样品采集工作由天津市浩瀚环境工程有限公司完成。采集的样品种类包括土壤样品、地下水样品和土壤岩性分析样品三类。土壤岩性分析样品的采集方法详见附件一“场地水文地质勘察报告”。

4.1.2.1 现场采样点确认

本次场地调查区域大部分已拆除和地面平整，不能通过地面参照物确定采样点。为此本次调查从甲方获取了该区域的测绘图（具有天津 90 坐标系的 CAD 图）。调查中以此确定了采样点的位置：

（1）在确定调查区域各个采样点位置后，对照该图上的坐标位置，给出各个采样点的坐标；

（2）邀请测绘部门的人员基于采样点坐标，用专业 GPS 测量工具在实地确定采样点，用木桩做标记；

（3）在钻孔过程中，可能会因为地下障碍物需要小范围内移动采样点，使得实际采样位置与预设采样位置有偏差。在采样完毕后，再请测绘部门前来确定采样点坐标和高程。

4.1.2.2 土壤样品采集

土壤样品的钻探和样品采集情况如下：

- 钻探方法：SH-30 型冲击钻机；
- 钻孔数量：共 10 个；
- 采样层次：根据场地土层和现场污染判断情况及风险评价需求。

- 采样深度：0~13 m。
- 样品种类：包括土壤重金属、VOCs 及 SVOCs 土壤样品。
- 采样数量：本次采样采集玻璃瓶装土壤样品。
- 采样过程除采集目标样品外，所有样品种类还采集 5~10%的质控样品，包括平行样和旅途空白样等。
- 采样方法：重金属样品用不锈钢铲采集均质样品；
- 场地初步调查阶段土壤样品的采样记录详见附件一“土壤钻探与地下水采样记录”。

4.1.2.3 地下水样品采集

(1) 监测井建井

地下水监测井的钻孔、建井和洗井方法参照《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）、《地下水环境监测技术规范》（HJT 164-2004）及《岩土工程勘察规范》（GB50021-2017）、《供水水文地质勘察规范》（GB 50027-2001）、《供水水文地质钻探与凿井操作规程》（CJJ 13-87）中的有关规定进行。

地下水监测井的建井管材为 PVC，井管直径为 75mm，滤水网为 80 目尼龙网，沉淀管长度 0.5m，滤料为 Φ 1-2cm 石英砂，止水材料为优质红粘土。本次地下水监测井的建井记录详见附件一“地下水监测井的建井记录单”。

(2) 监测井洗井

根据国家相关规定，场地地下水监测井的洗井分建井后和取样前二次进行。建井后洗井在监测井建成后马上进行，用贝勒管提水方式，洗至水质直观判断达到基本清洁；取样前的洗井在采样前进行，洗井水量为井管贮水体积 3 倍以上。

(3) 地下水样品采集

本次地下水样品采样工作情况如下：

- 采样数量：新建场地地下水监测井 5 个；
- 采样层次：场地第一层含水层（潜水层）；
- 采样数量：分别采集地下水无机类、VOC、SVOC 样品各 7 个（包括平行样）；
- 采样方法：用一次性贝勒管采集，一井一管。在采样前洗井工作完成后 2 小时内完成。采样过程贝勒管应缓慢放入水面，避免冲击，减少空气进入和地下水的浑浊，降低因采样过程引起的挥发性有机物含量的负误差和重金属含量的正误差。
- 安全防护：采样前进行安全教育，采样时，穿好工作服，带好安全帽、防护眼镜和口罩。

4.1.3 样品保存与流转

本次样品拟结合现场临时存放和立即运输至实验室相结合的方式，一般样品

采集后每 1~2 天安排一次样品运输。针对不同的检测项目采用不同的样品保存方式如表 4-5。现场采集样品收集后，存放于冰柜内，分批运输至实验室；运输过程中使用冷藏保温箱盛装样品；样品运输至实验室后放入冷库冷藏（4°C±2°C）。

4.1.4 样品分析

4.1.4.1 分析项目

根据本场地第一阶段污染识别成果，确定本项目场地初步调查阶段土壤、地下水样品的分析项目如下：

（1）土壤样品

- 重金属：共 13 种，包括铜、铬、镍、锌、银、镉、铅、镉、铍、砷、硒、锡、汞。
- 有机物：VOC 类污染物（52 种），SVOC 类污染物（92 种）。
- 其他：干重、pH 值、氰化物、总石油烃、多氯联苯。

（2）地下水样品

- 重金属：共 10 种，包括铜、铬、镍、锌、铅、镉、砷、锡、铁、汞。
- 有机物：VOC 类污染物（57 种），SVOC 类污染物（92 种）。
- 其他：pH 值、总溶解固体、耗氧量、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮等。

4.1.4.2 分析方法

根据国家相关规定，场地污染物的分析方案可采用国家标准方法或国际等效分析方法。

4.1.4.3 分析实验室

为确保样品分析结果的准确性，本次调查的土壤和地下水样品均由具《计量认证合格证书》和《实验室认可证书》CAS 资质上海实朴监测技术服务有限公司承担。

4.1.4.4 分析过程

场地初步调查第一次进场时，考虑到本场地的粘土层较厚且污染可能性较小，基于这种情况，为降低分析成本、缩短分析周期，采用了分阶段分析思路，即首先对每一采样点的表层土（0~2 米）和浅层土壤样品（2~4 米）进行了分析。

若分析结果确定土壤样品中污染物的浓度超过本场地的土壤风险的筛选标准，则说明该土壤已存在污染，需要对更深层次的土壤样品进行分析（可能涉及重新钻孔取样），以便弄清污染物垂直分布深度；若该土样中污染物浓度没有超标，特别是连续两层土壤均未超标的情况下，则可以认为该土层土壤已经没有污染，考虑到污染物的垂直迁移特性，就不再分析更深层次的土壤样品。

场地初步调查第一次进场采集的地下水样品中有氯代烃(DLAPs)超标情况，说明场地存在污染区，污染深度可能达到潜水含水层底板，因此初步调查第二次进场采集的土壤样品考虑潜水含水层（粉土）及其底板（粉质粘土）层的挥发性有机污染物的污染情况。

4.1.5 质量控制与质量管理

本项目质量控制管理分为现场采样及实验室分析的控制管理两部分。

4.1.5.1 现场采样质量控制

现场采样时详细填写现场观察的记录单，比如土层深度、土壤质地、气味、地下水的颜色，气象条件等，以便为分析工作提供依据。为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，在现场采样过程中设定现场质量控制样品，包括现场平行样、空白样。在采样过程中，平行样的数量为总样品数的 7.8%。

（1）土壤采样质量控制

同时应防止采样过程中的交叉污染。钻机采样过程中，在两个钻孔之间的钻探设备应进行清洁，同一钻机不同深度采样时应对钻探设备、取样装置进行清洗，与土壤接触的其他采样工具重复利用时也应清洗。为避免采样过程中不同点位、不同层土样之间的污染，在每次钻探采样时，对钻杆、钻头、取样器具进行清洁。从钻头中采集的柱状样，按照次序放置在预先清理出来的指定区域。每完成一个样品收集后，对样品接触过的设备进行清洗，清洗水进行必要的收集，避免污染周边土样。主要设备清理方式如下：

设备上附着的土壤使用机械清理的方式进行去除；感官可见的油类残留物采用不含磷的洗涤剂进行清洗并最终采用去离子水冲洗。洗涤后，经自然风干使用。

现场使用的测试仪器使用前需进行校准。采集样品使用洁净的专用容器，样品瓶标签记录日期、样品编号等信息。对于土壤挥发性有机化合物，使用专用无

扰动取样器采样，使用甲醇作为保护剂，最小程度减少挥发性有机物损失。

样品采集完毕后，核对样品数量并填写样品流转单。采集样品完成后，第一时间转运到实验室。样品运输使用保温箱，内置蓝冰，使样品保存冷藏状态。

样品运输过程中，避免采样瓶的破损、泄露；对光敏感的样品采取避光包装。为评估样品采集、运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果，本项目在现场采样过程中设置了质量控制样品，包括现场平行样和运输空白样等，以进行质量控制。其中土壤平行样数量为样品总数的 10%。平行样检测结果的相对偏差见表 4-9 和表 4-10，由表可知土壤和地下水样品平行样间的相对偏差基本小于 11%。平行样的检出结果符合质控要求。

(2) 钻机作业质量安全控制

现场钻探时应尽量选择地面较为平整、确定无管线的区域开展钻探采样作业。

现场采样过程中，评估单位应配置一名专业安全工程师全程跟随、指导钻机作业，以防意外发生；作业前，提前摸清周边是否有综合性医院，以及到达该医院的道路情况。

钻机作业区域和通过的道路应平整、坚实，必要时底部铺设土工材料防止作业时下沉或倾斜。

机械施工区域禁止无关人员进入场地内。

钻机工作半径范围内尽量避免闲杂人等靠近，现场采样人员在进行样品采集时必须保证钻机已停止工作，且不具备人员安全风险，方可接近。

钻机和机动车辆等的操作、行使要听从现场指挥，所有车辆必须严格按照规定的开行路线行使，防止事故发生。

减少下雨天施工，如不可避免时，运输机械和行使道路应采取必要的防滑措施，保证行车安全。开挖过程中，要随时检查坑（槽）壁和边坡的状态，尤其是在雨季施工，更要加强对边坡、支撑的检查，发现问题，及时处理。

(3) 地下水采样质量控制

地下水井位置应避开有地表水（雨水）长期汇集的位置。采样过程中的清洗水应排放至指定位置，避免与采样位置靠近。

在地下水监测井布设完成后，必须进行洗井。井内的悬浮颗粒物在洗井过程中应予以必要的去除。采集的样品应尽可能没有颗粒物。采样前通过人工利用贝

勒管抽提 PVC 管内地下水完成洗井。洗井的目的是为了最大可能清除监测井安装过程中带入 PVC 管内的淤泥和细砂。从每个监测井中抽提出约 3~5 倍体积的地下水。洗井完成后，静置过夜后，采样地下水样品。地下水样品使用一次性贝勒管采集，一井一管，防止交叉污染。对于地下水挥发性有机化合物采取运输空白质控手段。

(4) 其他现场采样干扰因素及对策

①设置遮阳棚，避免装有蓝冰的样品箱和采集的样品受到阳光的直射而导致的污染物挥发或分解；

②每组样品采集前更换佩戴的手套，清洗或替换与样品直接接触的采样工具，避免不同样品之间产生交叉污染；

③样品装瓶时尽量选取整块成型的土壤样品，刮去四周及上下底面的浮土，整块装瓶，保证采集土样的原状特征，土样装瓶后用封口膜将瓶盖密封；

④当天采集的样品若无法寄送，则放入公司的冰箱中进行冷藏，防止样品变质；

⑤样品运输前用泡沫纸包裹每个样品，并在样品箱中置入足量的蓝冰。

4.1.5.2 实验室分析质量控制

实验室质量控制包括实验室内的质量控制（内部质量控制）和实验室间的质量控制（外部质量控制）。前者是实验室内部对分析质量进行控制的过程，后者是指由第三方或技术组织通过发放考核样品等方式对各实验室报出合格分析结果的综合能力、数据的可比性和系统误差做出评估的过程。

为确保样品分析质量，本项目土壤样品分析单位将选取具有省级及以上质量认证资质的实验室进行。为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过 CMA 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）。样品测定过程中，按照相关要求，需设置质量控制平行样（双样，任选一个样品进行同样的编号，进行同样的测定）。有机物分析过程中的加标回收率基本满足实验室质量控制要求；无机元素分析使用标准参考物质进行方法学验证，检测结果基本在保证值范围内。

4.1.6 监测结果分析与评价

4.1.6.1 场地风险筛选标准

(1) 土壤风险筛选值

该场地规划用地性质为工业/商服用地，本场地调查评估中选用“工业/商服用地”标准进行评价。土壤检测因子包括重金属、VOCs、SVOCs 等几大类物质。依据《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）、《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）及天津市的相关要求，采用北京市《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）“工业/商服用地”土壤筛选值对检测结果进行分析、评价。《场地土壤环境风险评价筛选值》中没有的指标采用美国环保局（EPA）颁布的《区域筛选值》中工业用地标准作为筛选标准。

(2) 地下水风险筛选值

1997 年天津市政府颁发了《天津市地下水开发利用规划》，但通过与天津市水务局地下水管理单位沟通，该规划已过时不再执行。目前在行的管理文件为《天津市人民政府办公厅关于重新划定地下水禁采区和限采区范围严格地下水资源管理的通知》（津政办发〔2014〕52 号）。根据该文件，调查区域地下水为限采区，地下水使用受到严格限制。另根据天津市地质矿产局编制的《天津市地质环境图集》，对于天津市浅层地下水水质的区域分布情况，该区域为IV类水区。

本区浅层地下水不作为饮用水，以农业和工业用水要求为依据。因此，本场地地下水相关因子标准值优先选用《地下水水质标准》（GB/T 14848-2017）IV 类标准。对于其中没有的指标，优先选用美国环保局（EPA）颁布的《区域筛选值》中非饮用直接接触自来水水质标准。《地下水水质标准》（GB/T 14848-2017）IV 类标准以农业和工业用水质量要求及一定水平的人体健康风险为依据，适用于农业和部分工业用水，经适当处理后可作生活饮用水。场地中的地下水不直接饮用，主要的风险暴露途径为直接接触和挥发吸入，因此该标准较为适用。

4.1.6.2 土壤监测结果分析与评价

根据土壤样品中污染物检测浓度与相应筛选值对比，天津市红桥区光荣道科技园（5 号南和 12 号南）地块场地土地利用类型为工业/商服用地，所有检测指标检测结果均低于《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）中“工

业/商服”用地情形下相应的土壤筛选值和美国环保局（EPA）颁布的《区域筛选值》中工业用地筛选值。

4.1.6.3 地下水监测结果分析与评价

根据地下水水质检测与评价结果，本场地地下水样品中 GW2S 号井的氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯，GW6Q 号井的顺-1,2 二氯乙烯，GW3S 号井的总溶解固体超出了《地下水水质标准》（GB/T 14848-2017）IV 类标准，其余指标均满足《地下水水质标准》（GB/T 14848-2017）IV 类标准。

4.1.7 场地污染初步调查结论

根据场地初步采样调查确认，场地土壤的环境质量符合工业/商服用地的开发要求，场地土壤环境质量调查工作到此结束。

本场地第一含水层地下水存在污染超标情况，氯乙烯和顺-1,2 二氯乙烯超过了本场地地下水的风险筛选值标准，可能存在健康风险。根据国家污染场地环境风险评价有关规定，本场地需开展地下水的详细调查，进一步查明污染物的浓度分布范围。

4.2 场地详细调查

本场地初步调查结果表明，场地地下水中的某些污染物超过了本场地的风险评价筛选标准，可能存在健康风险。根据国家相关规定，需对其进行详细调查，进一步查明其污染程度和污染范围。

4.2.1 采样点设置

4.2.1.1 布点原则

根据导则要求和场地初步采样分析结果，确定本场地二期地下水采样布点原则为：

（1）在初步采样阶段已查明场地地下水存在氯代烃超标情况，场地详细调查阶段进一步收集有关天津联合包装有限公司的生产工艺资料，并结合场地水文地质状况和超标点位之间的关系，设置地下水监测井，进一步调查场地地下水污染状况；

（2）在初步调查阶段没有布点的一般区域布设地下水采样点，明确场地东

侧区域地下水的污染状况。

4.2.1.2 布点方案

场地详细采样阶段分两次进场，共设置了 4 个地下水监测井。4.2.2 地下水样品采集

本次采样钻探工作及土壤岩性分析样品由具有国家甲级勘探资质的北京勘察设计院有限公司完成，地下水样品采集工作由天津市浩瀚环境工程有限公司完成。采集的样品种类包括地下水样品和土壤岩性分析样品三类。土壤岩性分析样品的采集方法详见附件一“场地水文地质勘察报告”。

(1) 监测井建井

地下水监测井的钻孔、建井和洗井方法参照《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）、《地下水环境监测技术规范》（HJT 164-2004）及《岩土工程勘察规范》（GB50021-2017）、《供水水文地质勘察规范》（GB 50027-2001）、《供水水文地质钻探与凿井操作规程》（CJJ 13-87）中的有关规定进行。

地下水监测井的建井管材为 PVC，井管直径为 75mm，滤水网为 80 目尼龙网，沉淀管长度 0.5m，滤料为 $\Phi 1-2\text{cm}$ 石英砂，止水材料为优质红粘土。

(2) 监测井洗井

根据国家相关规定，场地地下水监测井的洗井分建井后和取样前二次进行。建井后洗井在监测井建成后马上进行，用贝勒管提水方式，洗至水质直观判断达到基本清洁；取样前的洗井在采样前进行，洗井水量为井管贮水体积 3 倍以上。

(3) 地下水样品采集

本次地下水样品采样工作情况如下：

- 采样数量：新建场地地下水监测井 14 个；
- 采样层次：场地第一层含水层（潜水层）；
- 采样数量：分别采集地下水无机类、VOC、SVOC 样品各 30 个（包括平行样）；
- 采样方法：用一次性贝勒管采集，一井一管。在采样前洗井工作完成后 2 小时内完成。采样过程贝勒管应缓慢放入水面，避免冲击，减少空气进入和地下水的浑浊，降低因采样过程引起的挥发性有机物含量的负误差和重金属含量的

正误差。

- **安全防护：**采样前进行安全教育，采样时，穿好工作服，带好安全帽、防护眼镜和口罩。本次采样地下水监测井的建井记录详见附件一“土壤钻探与地下水采样记录”。

4.2.3 样品保存与流转

本次样品拟结合现场临时存放和立即运输至实验室相结合的方式，现场采集样品收集后，存放于冰柜内，分批运输至实验室；运输过程中使用冷藏保温箱盛装样品；样品运输至实验室后放入冷库冷藏（ $4^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ）。

4.2.4 样品分析

4.2.4.1 分析项目

根据本场地初步采样调查成果，确定本项目场地详细调查阶段地下水样品的分析项目如下：

- **重金属：**共 12 种，包括铜、锰、铬、镍、锌、铅、铁、镉、砷、硒、硼、汞。
- **有机物：**VOC 类污染物（54 种），SVOC 类污染物（92 种）。

其他：pH 值、总溶解固体、耗氧量、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮、六价铬等。

4.2.4.2 分析方法

地下水样品的分析方法、分析实验室和分析过程同初步采样，详见本文 4.1.4.2 ~ 4.1.4.4 章节。

4.2.5 质量控制与质量管理

本项目质量控制管理分为现场采样及实验室分析的控制管理两部分。

4.2.5.1 现场采样质量控制

现场采样时详细填写现场观察的记录单，比如土层深度、土壤质地、气味、地下水的颜色，气象条件等，以便为分析工作提供依据。为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，在现场采样过程中设定现场质量控制样品，包括现场平行

样、空白样。在采样过程中，平行样的数量为总样品数的 10%。

(1) 钻探质量控制

同时应防止采样过程中的交叉污染。钻机采样过程中，在两个钻孔之间的钻探设备应进行清洁，同一钻机不同深度采样时应对钻探设备、取样装置进行清洗，与土壤接触的其他采样工具重复利用时也应清洗。为避免采样过程中不同点位、不同层土样之间的污染，在每次钻探采样时，对钻杆、钻头、取样器具进行清洁。从钻头中采集的柱状样，按照次序放置在预先清理出来的指定区域。每完成一个样品收集后，对样品接触过的设备进行清洗，清洗水进行必要的收集，避免污染周边土样。主要设备清理方式如下：

设备上附着的土壤使用机械清理的方式进行去除；感官可见的油类残留物采用不含磷的洗涤剂进行清洗并最终采用去离子水冲洗。洗涤后，经自然风干使用。

现场使用的测试仪器使用前需进行校准。采集样品使用洁净的专用容器，样品瓶标签记录日期、样品编号等信息。样品采集完毕后，核对样品数量并填写样品流转单。采集样品完成后，第一时间转运到实验室。样品运输使用保温箱，内置蓝冰，使样品保存冷藏状态。

样品运输过程中，避免采样瓶的破损、泄露；对光敏感样品采取避光包装。为评估样品采集、运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果，本项目在现场采样过程中设置了质量控制样品，包括现场平行样和运输空白样等，以进行质量控制。其中地水平行样 1 组。平行样检测结果的相对偏差见表 4-24，由表可知和地下水样品平行样间的相对偏差基本小于 11%。平行样的检出结果符合质控要求。

(2) 钻机作业质量安全控制

现场钻探时应尽量选择地面较为平整、确定无管线的区域开展钻探采样作业。

现场采样过程中，评估单位应配置一名专业安全工程师全程跟随、指导钻机作业，以防意外发生；作业前，提前摸清周边是否有综合性医院，以及到达该医院的道路情况。

钻机作业区域和通过的道路应平整、坚实，必要时底部铺设土工材料防止作业时下沉或倾斜。

机械施工区域禁止无关人员进入场地内。

钻机工作半径范围内尽量避免闲杂人等靠近，现场采样人员在样品采集时必须保证钻机已停止工作，且不具备人员安全风险，方可接近。

钻机和机动车辆等的操作、行使要听从现场指挥，所有车辆必须严格按照规定的开行路线行使，防止事故发生。

减少下雨天施工，如不可避免时，运输机械和行使道路应采取必要的防滑措施，保证行车安全。开挖过程中，要随时检查坑（槽）壁和边坡的状态，尤其是在雨季施工，更要加强对边坡、支撑的检查，发现问题，及时处理。

（3）地下水采样质量控制

地下水井位置应避开有地表水（雨水）长期汇集的位置。采样过程中的清洗水应排放至指定位置，避免与采样位置靠近。

在地下水监测井布设完成后，必须进行洗井。井内的悬浮颗粒物在洗井过程中应予以必要的去除。采集的样品应尽可能没有颗粒物。采样前通过人工利用贝勒管抽提 PVC 管内地下水完成洗井。洗井的目的是为了最大可能清除监测井安装过程中带入 PVC 管内的淤泥和细砂。从每个监测井中抽提出约 3-5 倍体积的地下水。洗井完成后，静置过夜后，采样地下水样品。地下水样品使用一次性贝勒管采集，一井一管，防止交叉污染。对于地下水挥发性有机化合物采取运输空白质控手段。

（4）其他现场采样干扰因素及对策

①设置遮阳棚，避免装有蓝冰的样品箱和采集的样品受到阳光的直射而导致的污染物挥发或分解；

②每组样品采集前更换佩戴的手套，清洗或替换与样品直接接触的采样工具，避免不同样品之间产生交叉污染；

③当天采集的样品若无法寄送，则放入公司的冰箱中进行冷藏，防止样品变质；

④样品运输前用泡沫纸包裹每个样品，并在样品箱中置入足量的蓝冰。

4.2.5.2 实验室分析质量控制

实验室质量控制包括实验室内的质量控制（内部质量控制）和实验室间的质量控制（外部质量控制）。前者是实验室内部对分析质量进行控制的过程，后者是指由第三方或技术组织通过发放考核样品等方式对各实验室报出合格分析结

果的综合能力、数据的可比性和系统误差做出评估的过程。

为确保样品分析质量，本项目地下水样品分析单位将选取具有省级及以上质量认证资质的实验室进行。为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过 CMA 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）。样品测定过程中，按照相关要求，需设置质量控制平行样（双样，任选一个样品进行同样的编号，进行同样的测定）。有机物分析过程中的加标回收率基本满足实验室质量控制要求；无机元素分析使用标准参考物质进行方法学验证，检测结果基本在保证值范围内。实验室质量控制见表 4-25。在此仅列出无机元素分析质控数据，有机元素分析质控数据见附件 2 中质控部分。

4.2.6 监测结果分析与评价

4.2.6.1 场地地下水风险筛选标准

1997年天津市政府颁发了《天津市地下水开发利用规划》，但通过与天津市水务局地下水管理单位沟通，该规划已过时不再执行。目前在行的管理文件为《天津市人民政府办公厅关于重新划定地下水禁采区和限采区范围严格地下水资源管理的通知》（津政办发〔2014〕52号）。根据该文件，调查区域地下水为限采区，地下水使用受到严格限制。另根据天津市地质矿产局编制的《天津市地质环境图集》，对于天津市浅层地下水水质的区域分布情况，该区域为IV类水区。

本区浅层地下水不作为饮用水，以农业和工业用水要求为依据。因此，本场地地下水相关因子标准值优先选用《地下水水质标准》（GB/T 14848-2017）IV类标准。对于其中没有的指标，优先选用美国环保局（EPA）颁布的《区域筛选值》中非饮用直接接触自来水水质标准。《地下水水质标准》（GB/T 14848-2017）IV类标准以农业和工业用水质量要求及一定水平的人体健康风险为依据，适用于农业和部分工业用水，经适当处理后可作生活饮用水。场地中的地下水不直接饮用，主要的风险暴露途径为直接接触和挥发吸入，因此该标准较为适用。

4.2.6.2 地下水样品监测结果

场地详细调查地下水样品送检共分3次：①采集详细调查第一次进场后所有已建成地下水监测井水样；②分两次采集所有监测井样品。

4.2.6.3 地下水样品检测结果分析

本次详细调查分三次共采集14个地下水监测井样品30组（包含平行样），并对样品中的重金属类、VOC类、SVOC类等污染物指标进行了分析。本次调查共检出污染物25种，其中有8种污染物超过了本场地地下水的风险评价筛选标准。

4.2.7 场地污染确认结论

本场地地一含水层地下水中总溶解性固体、氨氮、高锰酸盐指数、铁、锰、砷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、反-1,2二氯乙烯、顺-1,2二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯存在超标情况，可能存在健康风险，需要进行场地风险评估。

4.3 地下水污染物超标空间分布情况

本次调查发现场地中地下水存在1种重金属和7种挥发性有机污染物超标。

4.4 小结

4.4.1 土壤

本场地土壤中共有重金属类、挥发性有机物类、半挥发性有机物类污染物 24 种检出。检出污染物的浓度均低于本场地土壤筛选值评价标准（工业/商服用地），场地土壤环境质量满足地块未来工业/商服用地开发的要求。

4.4.2 地下水

本次场地调查两期共在第一含水层，根据国家相关规定，应对地下水中的超标污染物开展进一步的场地风险评估。

第五章 场地环境风险评估

5.1 评价内容与程序

污染场地环境风险评估价采用剂量—效应模型，对受体通过各种暴露途径摄入场地不同污染介质中污染物导致的健康效应进行定量表征。其中，对于超过筛选值的污染物，其致癌效应需定量计算受体因摄入评估场地污染介质中各种致癌性污染物而导致其致癌风险的增加量。对于非致癌效应，需要定量计算受体因摄入评估场地污染介质中各种非致癌性污染物而导致的危险熵。

污染场地环境风险评估主要包括危害识别、暴露评估、毒性评估以及风险表征四个工作内容。

环境风险评估方法可分定性和定量评价。原则上，场地环境风险评估应采用定量风险评价方法，但在下列情况可考虑只进行定性评价：① 场地调查人员认为定性的风险评价足以能够说明问题；② 受费用与时间限制；③ 缺少污染物的毒性资料；④ 其他原因无法计量的风险。本次调查将采用定量风险评价的方法。

在确定风险时应考虑未来土地利用方向。根据本场地的未来用地规划（工业/商服用地），本次评估在非敏感用地的暴露情景下开展环境风险评估工作。

5.2 关注污染物

根据本场地地下水的污染调查结果，本场地地下水中有总溶解性固体、氨氮、高锰酸盐指数、铁、锰、砷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、三氯乙烯、四氯乙烯存在超标情况共 13 种污染物超过了本场地风险评估筛选标准。

由于场地位于的天津市内六区，根据《天津市人民政府办公厅关于重新划定地下水禁采区和限采区范围严格地下水资源管理的通知》（津政办发〔2014〕52 号），市内六区地下水禁止采用，故判断本场地地下水不存在直接接触和饮用地下水这一暴露途径。

本场地地下水中的无机类污染物为非挥发性污染物，按国际惯例及《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）要求，一般性不需要进行风险评价。此外，根据区域地下水规划，本场地所处区域地下水不作为饮用水使用，由此可以认为，本场地地下水中的无机物也无直接饮用或直接接触两种风险评价暴露途径，因此，

本场地地下水中的无机污染物不存在任何风险暴露途径，不会对场地未来人群产生危害。鉴于此，本场地仅对地下水中的挥发性污染物进行风险评估。

为慎重起见，本评价取其最大浓度值进行风险计算。表 5-1 给出了本场地地下水风险评价超标污染物种类及其浓度取值。

5.3 暴露途径分析

根据上述《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014），在本场地地下水不作为饮用水和使用的情况下，本场地地下水中的挥发性污染物只存在吸入室外空气中来自地下水气态污染物和吸入室内空气中来自地下水气态污染物的暴露途径。

5.4 场地风险模型构建

依据现场勘察的实际情况、地质勘察报告和未来场地的常规使用状况构建场地风险概念模型，具体分析如下：

（1）在现场勘察过程中，钻孔在深度约 6 米时，土层未见有明显的地下水渗出，在此认为场地中 6 米以内均为不饱和层。6 米以下存在饱和的粘土层，有地下水渗出。

（2）场地中所有地下水监测井均为组井，地下水水位基本一致，埋深大致在 2.5~3 米之间。

（3）场地中部分区域的填土层中有滞水赋存，但不连续。

由此认为该场地的风险模型（图 3-4）如下：

（1）场地地下水主要赋存于粉土层中，其埋深低于稳定水位，具有微承压特性。粉土层以上的粘土层，因承压特性存在一定厚度的饱和层。

（2）场地土地利用方式为工业/商服用地，其风险最高的暴露途径是浅层地下水—包气带—大气—室内/室外，在风险评估时主要考虑以上两个暴露途径。

5.5 风险评估模型和计算方法

本项目的风险评估采用美国的 RBCA（Risk-Based Corrective Action）模型进行计算。

根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014），本项目将计算非敏感用地方式下（工业/商服用地）土壤和地下水中各种污染物各种风险暴露途径下

的健康风险，其计算方法如下：

因本场地的地下水不直接饮用，故不考虑地下水的直接摄入的风险，但其存在挥发（室内、室外）暴露途径，可通过呼吸摄入而导致的风险分室内和室外两种风险。

5.6 风险评估参数及其赋值

风险评估参数主要根据环保部发布的《污染场地风险评估技术导则》的原理和建议值来确定。此外，《地下工程防水技术规范》（GB 50108-2008）一般地下建筑物的设计参数的选取进行了说明。因此，本场地风险评估参数主要根据环保部发布的《污染场地风险评估技术导则》和《地下工程防水技术规范》（GB 50108-2008）中的主要参数来综合确定。

5.6.1 暴露因子相关参数

暴露因子是计算污染物进入人体暴露量的重要参数，主要包括体重、皮肤面积、平均寿命、暴露时间、土壤摄入速率、地下水摄入速率和呼吸量等。

5.7 可接受风险水平的确定

根据环保部发布的污染场地风险评估技术导则（HJ25.3-2014），单一污染物的可接受致癌风险水平小于 10^{-6} 或危害商小于 1。

5.8 地下水风险评价结果

本场地地下水中氯乙烯、三氯乙烯和四氯乙烯的致癌风险水平大于 10^{-6} ，危害商小于 1，风险不可接受；反 1,2-二氯乙烯、顺 1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烯和 1,1-二氯乙烷不存在致癌风险，危害商均小于 1，在风险可接受范围内。

5.9 场地风险评价不确定性分析

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

（1）暴露途径的不确定性：在风险评价过程中，不同的场地利用情况之间暴露途径和暴露参数的选择不尽相同，有时候差异还比较大。本次调查主要遵从场地风险评价技术导则。另外，考虑场地实际情况，在地下水评价过程中，不考虑直接饮用和直接接触途径带来的风险。

（2）参数的不确定性：本项目尽量采用实测数据（如场地参数）和国内官

方认可的参数，但由于我国相关基础研究十分匮乏（如对暴露参数和建筑物参数的估计），因此仍有某些参数采用的是国外数据，难免会造成参数估计不能完全反映我国的实际情况。另外，由于部分毒性效应和污染物毒性参数的缺失，无法开展定量风险评估工作，这可能导致结果的偏差。

（3）物质在介质间迁移过程的不确定性：本次调查采用的迁移公式均来自于 ASTM，但模型的拟合程度在我国的应用尚没可靠资料验证。

第六章 场地修复目标及范围划定

上述风险评价结果表明，本场地地下水存在风险，按国家相关规定需要进一步确定修复范围并进行修复。因此，本章节仅开展本场地地下水修复范围确定的相关工作。具体情况如下：

6.1 地下水修复目标值的计算

6.1.1 计算步骤

- (1) 根据地下水风险评估结果确定潜在危害污染物的种类；
- (2) 确定目标风险水平或危害商；
- (3) 整理收集污染物理化参数及毒理学参数；
- (4) 根据土地利用类型和受体特征确定暴露参数；
- (5) 根据场地特征确定场地参数；
- (6) 选择模型，计算污染物的修复目标值；
- (7) 对计算的修复目标值进行校正，最终确定场地污染物修复标准。

6.1.2 计算模型与参数

(1) 潜在危害污染物的确定

根据风险评价结果，以致癌风险 10^{-6} 或非致癌危害商 1 为可接受风险水平，筛选出可能对人体健康产生危害的污染物为氯乙烯，需计算其对应的修复目标值。

(2) 风险水平的确定

根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014），确定本场地单个污染物的致癌风险可接受水平为 10^{-6} 、非致癌风险可接受水平为危害商 1。

(3) 污染物和场地参数的确定

地下水修复目标值计算过程涉及到污染物参数和场地特征参数。污染物参数包括污染物理化参数和毒理学参数，场地特征参数包括土壤参数、地下水参数、建筑物参数等。这些参数的取值同第五章。

(4) 计算模型和方法的确定

本次调查污染物修复目标值的计算将采用 RBCA 模型中的逆推（backward

mode) 模式。

6.1.3 场地地下水修复目标值的计算结果

该场地地下水中的目标修复污染物及修复目标见表 6-1。

表 6-1 场地目标修复污染物及修复目标

序号	目标修复污染物	修复目标
1	氯乙烯	440 µg/L
2	三氯乙烯	2100 µg/L
3	四氯乙烯	12000 µg/L

6.2 场地地下水污染区修复范围

如场地周边情况章节所述，自 2009 年至今，本场地周边有数个开发项目陆续实施建设，部分已竣工投入使用，部分项目仍在建设当中。本次场地调查过程中，场地周边建设项目的分阶段施工降水作业对场地地下水流场影响很大。调查中不同时期的地下水监测井水位数据和流场图在水力梯度和流向方面存在极大差异。由于场地西南侧和东南侧的在建项目正处于地下工程施工中，目前降水作业仍在进行，因此我们结合场外抽水区与场地之间的水力联系分析、场地中污染源位置的判断及场地污染羽的扩散特点，界定了修复的地下水污染区修复范围。基于保守考量，使得污染区修复范围能够涵盖上述周边持续施工造成的影响，该场地的地下水污染区不会超出以上点位的连线范围。

本次调查给出本场地的地下水污染区修复范围为 14212.7 平米，修复对象为第一含水层，深度约为 6 米（场地浅层滞水需修复，但水位不稳定，需实时确认）～15 米（潜水含水层底板）。污染区修复范围具体见图 6-2。建议在后期修复方案编制阶段实时确认具体修复范围。

第七章 建议

(1) 本场地用地规划为工业/商服用地，本次评价依据该规划用途进行了评价，其风险评价结果也仅适用于该规划范围。如其规划范围和土地利用方式发生改变，则需要重新评价。

(2) 本场地地下水的风险评估结果表明，现有暴露途径下，本场地的地下水存在健康风险，需对其进行修复。因场地地下水已受到污染，本次场地调查完成后，场地污染区需严格执行天津市有关污染场地风险管控的相关规定，以免发生意外。另外，还需对地下水中的污染物进行长期的跟踪监测。

(3) 目前场地地上建筑物已基本拆除，应安排人员看守，限制无关人员进入场地污染区。同时需防止场地中堆放来历不明的外来渣土，避免造成场地的二次污染。

(4) 本次场地环境调查及风险评估是依据现有采集到的样品检测分析得出。由于人为及自然等因素的影响，本报告是基于现阶段实际情况进行的分析。若此后场地状况有改变，污染物的种类、浓度和分布等可能会随之发生变化，进而对本报告的准确性和有效性造成影响。如在修复过程中发现地下水中的非目标修复污染物检出值超过了本次调查中地下水检出的最大值，建议针对该污染物开展进一步的风险评估工作。

(5) 在调查过程中，发现场地周边有高层建筑正在开展施工作业，地下水存在严重扰动。在本次环境调查工作结束后到修复工程开始前，场地及周边土壤及地下水中的污染物在自然过程的作用下会发生迁移和转化，本地块的地下水情况可能受气候、降水及周边其他施工作业等人为活动影响会有一些的变化。建议本调查结束后尽快开展修复治理工作，降低相关影响对本地块地下水造成的不确定性变化，同时加强修复治理工作过程中的环境监理工作。

(6) 本次调查的数据和结论仅针对本场地调查范围。根据场地地下水分析结果，该地块受周边高层建筑施工降水影响很大。因此，在本项目修复过程中，应务必预先设置防止地下水流动的设施或构筑物，以防止修复过程或修复后，相邻地块地下水的二次污染。由于预防不当造成的二次污染情况，不在本报告的评估范围。场地界线范围外，若因土壤和地下水污染造成人体健康风险事故，应另行开展场地调查与风险评估工作。