

蓟州区原吉华化工厂场地
修复施工方案

天津市博川岩土工程有限公司

2019年8月

1 总论

1.1 项目背景

蓟州区原吉华化工厂场地位于蓟许铁路与北环路交口的西北侧，东至-乐营路，南至-蓟许铁路，西至-天津吉华复合肥有限公司，北至-铁路线，占地面积94805.7平方米。项目调查区域及周边早期为农田，1965年调查区域的西侧建立了县化肥一厂（原吉华化工厂的前身），1997年化肥厂改扩建，建立了原吉华化工厂，厂区范围扩展至调查范围。2009年原吉华化工厂停产，2010年厂区拆除后场地空闲至今。根据规划，该地块未来的用地性质为居住用地。

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《市环保局 市国土房管局 市规划局 市工业和信息化委关于印发污染地

块再开发利用管理工作程序的通知》，要求对场地进行土壤环境调查，编制调查报告。根据以上文件的要求，2018年3月，天津市蓟州区土地整理中心委托天津市浩瀚环境工程有限公司开展蓟州区原吉华化工厂场地环境调查工作。同年8月天津市浩瀚环境工程有限公司编制完成了《蓟州区原吉华化工厂场地环境初步调查报告》，并于2018年9月通过了天津市蓟州区土地整理中心组织召开的专家评审会。2018年10月天津市浩瀚环境工程有限公司编制的《蓟州区原吉华化工厂场地环境详细调查与风险评估报告》通过了专家评审。

根据该场地环境调查评估报告，该场地土壤中以无机污染为主，主要污染物为砷和氨氮，其中砷仅在第一层土壤（0-4m）中存在致癌与非致癌风险，氨氮在第二层土壤（4-8m）中存在非致癌风险；需要分层进行修复。场地区域范围内地下水中的污染物不存在健康风险，无需进行修复。

为顺利开展该场地污染土壤的修复工作，消除污染隐患，确保人体健康，进一步推动场地的再开发利用进程，天津市博川岩土工程有限公司受天津市蓟州区土地整理中心的委托，依据该场地前期调查和风险评估工作成果，结合场地的未来用地规划和建设方案，通过修复技术的可行性论证和修复方案的比选，依照国家的相关规定编制完成了本修复技术方案。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订）
- (2) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年6月21日修订）
- (3) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）
- (4) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日实施）
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》（1985年8月29日修正）
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（1996年5月15日修正）
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（1995年10月30日）
- (8) 《中华人民共和国噪声污染防治法》（1996年10月29日）
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2002年6月29日）

- (10) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2003]第 344 号）
- (11) 《废弃危险化学品污染环境防治办法》（国家环保总局令[2005]第 27 号）
- (12) 《国家危险废物名录》（2016 版）

1.2.2 相关规定与政策

- (1) 《关于土壤污染防治工作的意见》（环发〔2008〕48 号）
- (2) 《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）
- (3) 《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）
- (4) 《污染地块土壤环境管理办法》（环保部第 42 号令）
- (5) 《关于推进城区老工业区搬迁改造的指导意见》（国办发[2014]9 号）
- (6) 《关于防范环境风险加强环境影响评价管理的通知》（环发〔2005〕152 号，2005 年 12 月 15 日）
- (7) 关于印发《全国危险废物和医疗废物处置设施建设规划》的通知（环发〔2004〕16 号）
- (8) 《道路危险货物运输管理规定》（交通部令 2005 年第 9 号）
- (9) 《危险货物运输包装通用技术条件》（GB12463—90）
- (10) 《汽车危险货物运输规则》（JT3130）
- (11) 《汽车危险货物运输、装卸作业规程》（JT168-2004）
- (12) 《市环保局 市国土房管局 市规划局 市工业和信息化委关于印发污染地块再开发利用管理工作程序的通知》（津环保土〔2018〕82 号）

1.2.3 标准与规范

- (1) 《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）
- (2) 《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）
- (3) 《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）
- (4) 《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2014）
- (5) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）

- (6) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》(试行)(公告 2014 年第 78 号)
- (7) 《2014 年污染场地修复技术目录(第一批)》
- (8) 《污染场地术语》(HJ 682-2014)
- (9) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)
- (10) 《地下水质量标准》(GB T14848-2017)
- (11) 《污染地块风险管控技术指南—阻隔技术(试行)》(征求意见稿)
- (12) 《岩土工程勘察规范》(B50021)
- (13) 《土的分类标准》(GBJ145)
- (14) 《土工试验方法标准》(GB/T 50123-1999)
- (15) 《供水水文地质勘察规范》(GB 50027-2001)
- (16) 《工程测量规范》(GB 50026-2007)
- (17) 《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)
- (18) 《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》(GBZ 2.1-2007)
- (19) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996)
- (20) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB 12523-2011)
- (21) 《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2002)
- (22) 《型钢水泥土搅拌墙技术规程》(JGJ/T 199 - 2010)
- (23) 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)
- (24) 《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2011)
- (25) 《建筑与市政工程地下水控制技术规范》(JGJ111-2016)

1.2.4 其它文件

- (1) 天津市浩瀚环境工程有限公司：《蓟州区原吉华化工厂场地环境初步调查报告(2018 年 8 月)》
- (2) 天津市浩瀚环境工程有限公司：《蓟州区原吉华化工厂场地环境详细调查与风险评估报告》
- (3) 场地及周边区域规划文件(2018 年)

1.3 编制目的

针对蓟州区原吉华化工厂场地污染特征和土地利用规划，以本场地环境调查与风险评估报告为基础，为场地污染土壤的治理选择高效、经济、可行的修复技术，提出科学合理的修复方案，制定安全防护计划，并作出科学合理的成本、工期估算，指导修复工程的实施，将场地污染物的暴露风险控制在可接受的水平。

1.4 编制原则

本场地污染修复方案的编制，应遵循如下原则：

（1）规范性原则：修复方案的编制应符合国家污染场地相关的规定，采用程序化和系统化的方式规范污染场地修复过程和行为，恢复场地的使用功能。

（2）可行性原则：修复方案的编制应针对场地的污染特征、健康风险及相关条件，综合考虑场地的修复目标、修复时间、修复成本、修复工程的环境影响等因素，合理选择修复技术，科学制定修复方案，使修复工程切实可行。

（3）安全性原则：修复方案的编制应充分考虑场地修复工程可能带来的二次污染，制定相关的环保措施，避免产生健康危害和环境影响。

1.5 编制内容

蓟州区原吉华化工厂场地修复方案的编制，在国内外土壤相关修复技术初步筛选基础上，结合场地的污染现状、水文地质条件及场地的土地利用规划，从修复工程的工作内容、修复技术、资金强度、修复周期等方面分析本场地修复工程的可行性，确定适合本场地土壤污染物修复的优化方案，估算工程投资，提出工程进度。其具体内容如下：

（1）场地修复相关条件和分析

对场地前期的成果进行汇总，综合分析场地的污染特征、场地水文地质条件、场地未来土地利用规划和建设计划及修复过程的环境管理要求，明确场地修复相关条件，提出场地的修复目标，为开展后续工作提供基础。

（2）修复技术的筛选与可行性评估

根据场地的具体情况和规划用途，筛选实用的土壤修复技术，结合国内外修复技术的案例应用实际情况和相关的技术测试结果，从修复技术的效果、成本、适用性、环境安全性等方面开展修复技术的可行性评估，确定场地最适的污染物

修复技术。

(3) 修复方案的比选与确定

根据场地修复技术筛选和可行性评估结果，针对场地土壤的污染特征物及可采用的修复技术，形成不同的修复方案组合（备选方案），再通过修复时间、修复成本等综合比选，确定场地的最佳修复方案。

(4) 修复方案设计及环境管理计划

针对所确定的修复方案，制定技术线路、确定工艺参数，核算修复工程量，估算修复时间，同步制定修复工程相关的二次污染防治、工程监理、效果验收、环境应急等环境管理计划。

1.6 编制范围

本修复方案的编制范围为《蓟州区原吉华化工厂场地环境调查与风险评估报告》中确定的场地范围，占地面积 94805.7 平方米。需要修复的污染土方量为 4845.88 m³，包括第一层砷污染土壤 357.96m³，第二层氨氮污染土壤 4487.92m³。

1.7 编制程序

蓟州区原吉华化工厂场地污染场地修复方案编制的工作程序如图 1-2 所示。

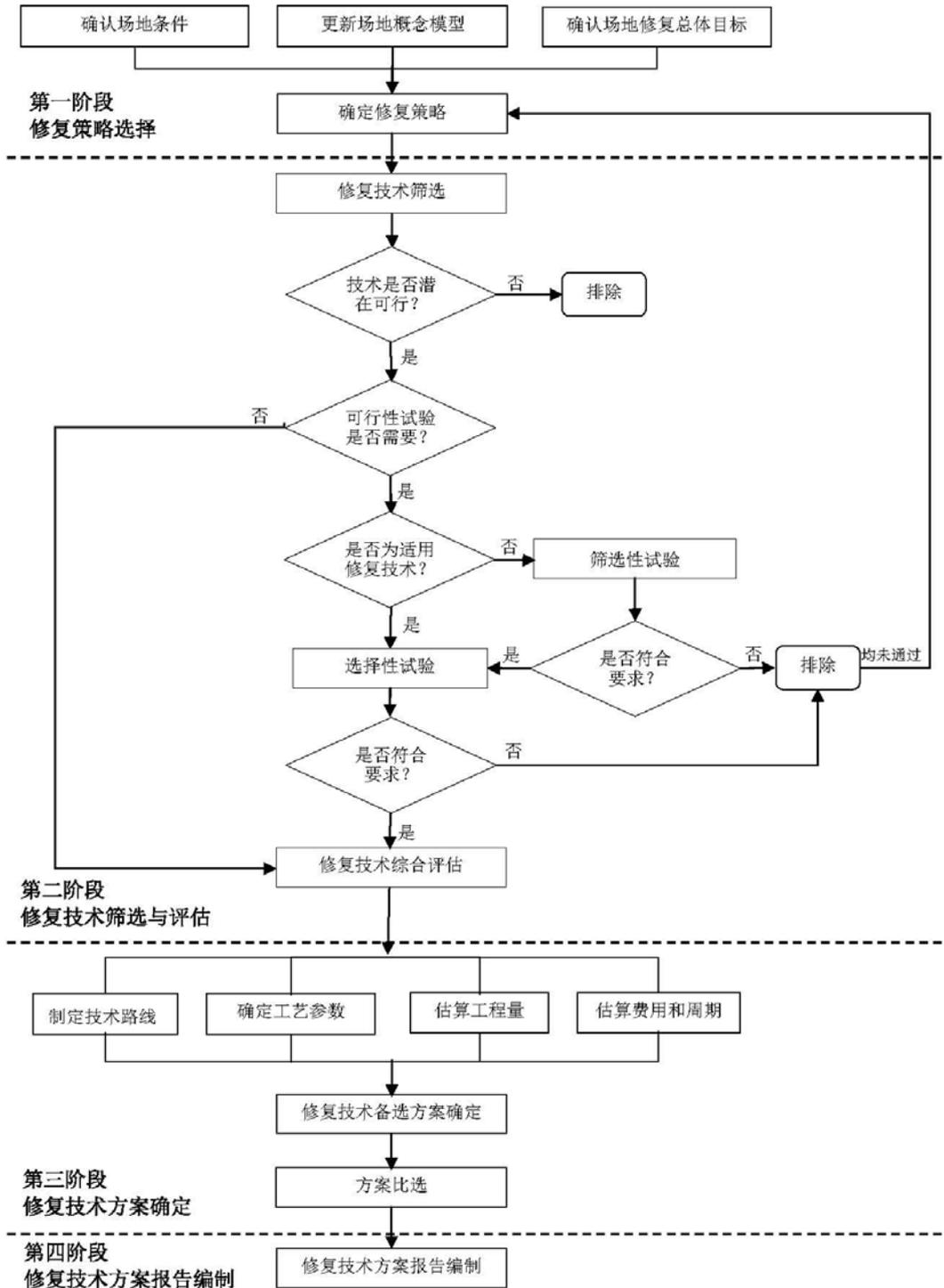


图 1-2 衢州区原吉华化工厂场地修复方案编制工作程序

2 场地概况

2.1 场地地理位置及周边环境

蓟州区原吉华化工厂场地位于蓟许铁路与北环路交口的西北侧，东至-乐营路，南至-蓟许铁路，西至-天津吉华复合肥有限公司，北至-铁路线，占地面积 94805.7 平方米。调查区域及周边早期为农田，1965 年调查区域的西侧建立了县化肥一厂（原吉华化工厂的前身），1997 年化肥厂改扩建，建立了原吉华化工厂，厂区范围扩展至调查范围。2009 年原吉华化工厂停产，2010 年厂区拆除后场地空闲至今。

调查场地周边区域在历史上长期为农田，后陆续建立了天津市吉华复合肥有限公司（1965 年成立）、县丽华针织厂（1994 年成立）、廊坊重工电杆有限公司（1997 年成立）、天津蓟县轻宇建筑材料厂（2001 年成立）、大剪刀营水泥厂、混凝土搅拌站、长兴塑料包装厂和预制厂等工矿企业，另场地周边有多个居民区，包括石矿住宅、小剪刀营、电杆厂家属院和吉华公司生活区。

目前吉华公司生活区已废弃，吉华公司生活区西侧农田转为停车场使用，其余区域的使用情况未有变化。

2.2 场地所在区域自然环境概况

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。

2.2.2 场地地层条件

根据《蓟州区原吉华化工厂地块场地环境初步调查报告》和《蓟州区原吉华化工厂场地环境详细调查与风险评估报告》，本场地埋深约 17.00m 深度范围内，按成因年代可分为以下 3 大类，按力学性质可进一步划分为 7 个亚层，现自上而下分述之：

1) 人工填土层 (Q_{ml})

全场地均有分布，厚度 0.80m~4.40m，底板标高为 24.01m~17.94m，该层从上而下可分为 2 个亚层。

第一亚层，杂填土（地层编号①₁）：厚度一般为 0.60m~4.40m，呈杂色，松散状态，由砖块、灰渣砾石水泥组成。其中在 s19、s25 号孔附近缺失该层。

第二亚层，素填土（地层编号①₂）：厚度一般为 0.40m~3.00m，呈褐色，稍密~中密状态，稍湿，粉质粘土质，含砖渣、小石子，属中压缩性土。仅在 s13、s19、s20、s21、s25、s27、s31、s32、s33、s37、s39 号孔附近分布。填垫年限大小于十年。

2) 第四系全新统冲洪积层 (Q_{4^{apl}})

厚度 1.20m~5.60m，顶板标高为 24.01m~17.94m，该层从上而下可分为 2 个亚层。

第一亚层，黏土（地层编号②₁）：厚度一般为 0.40m~3.90m，呈褐黄色，可塑状态，湿，无层理，含铁质 4.7-6.5m 夹粉土，属中压缩性土。其中在 s7、s8、s10、s13、s15、s19、s21、s38、s39、s40、s41 号孔附近缺失该层。

第二亚层，卵石（地层编号②₂）：厚度一般为 0.50m~4.80m，呈杂色，中密~密实状态，无层理，湿，含粗砂，属中压缩性土。局部夹粉土透镜体。其中在 s14、s25、s27、s28、s29、s30 号孔附近缺失该层。

本层土水平方向上土质较均匀，分布稳定。

3) 第四系上更新统冲洪积 (Q_{3^{apl}})

本次勘察钻至最低标高 5.69m，未穿透此层，揭露最大厚度 10.00m，顶板标高为 19.60m~14.44m，该层从上而下可分为 3 个亚层。

第一亚层，粉质黏土（地层编号③₁）：厚度一般为 0.20m~4.90m，呈灰黑、灰黄色，可塑状态，无层理，含铁质，属中压缩性土。局部夹卵石透镜体。其中

在 s3、s10、s23、s34、s36 号孔附近缺失该层。

需要说明的是在 9.00m 至 11.50m 之间存在一层灰黑色土体，有异味，厚度 1.00m 左右。

第二亚层，粉土（地层编号③₂）：厚度一般为 1.00m~4.80m，呈灰黄色，密实状态，无层理，湿，含铁质，属中压缩性土。仅在 s10、s12、s15、s16、s17、s2、s21、s23、s24、s25、s26、s28、s3、s34、s35、s36、s4、s6、s8 号孔附近分布。

第三亚层，粉质黏土（地层编号③₃）：本次勘察未穿透此层，揭露最大厚度 8.00m，呈灰黄色，可塑状态，无层理，湿，含铁质 11.9-12.7m 含粉土，属中压缩性土。局部夹粉土透镜体。

本层土水平方向上土质较均匀，分布稳定。

本次勘察所见地下水赋存在②₂卵石、③₂粉土层中。

2.2.3 区域及场地地下水赋存条件

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：场地的第二层砾石层，是该场地地下水主要的赋存层，砾石层之下的粉土和粉质粘土互层为相对隔水层。该场地地表下 12.00m（地下水监测井最大设置深度）范围内分布一层地下水。

由 2018 年 3 月 12 日至 5 月 23 日统测地下水水位绘制的等值线图可知，监测深度范围内。勘察期间场地内监测井静止水位标高为 18.009m~19.462m，场地地下水流向整体由东北向西南，场地水位最大高差 1.453m，水力梯度约为 7.0‰左右。

2.2.4 气象气候

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 °C，年极端最低气温为-13.1 °C。年平均降水量约为 523.6mm，年降水量≥0.1mm 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。所在区域主导风向为东北风，平均风速 1.9m/s。

2.2.5 地表水分布

蓟州区水系均属蓟运河水系，州河纵贯平原区，上游由淋河、沙河、黎河三条支流组成，一并汇入于桥水库，引滦入津后成为入津输水河道。北部源自河北省兴隆山区的沟河是山区唯一的河流，向西经平谷流向东南成为蓟县西南的界河，向东汇入蓟运河。

2.3 场地所在区域社会经济概况

蓟县，古称渔阳，春秋时期称为无终子国，战国时称无终邑，秦代属右北平郡，唐朝设蓟州。新中国成立后，属河北省辖县，1973 年 9 月划归天津市，相沿至今。蓟县位于天津市最北部，地处京、津、唐、承四市之腹心。全县总面积 1593 平方公里，下辖 26 个乡镇、一个城区街道办事处、949 个行政村、15 个居委会，总人口 96 万人。县内有国家重点文物保护单位 1 处，市级重点文物保护单位 5 处，县级重点文物保护单位 37，文物保护点 268 处，革命战争遗址和纪念地 160 多处。上元古界地层部面举世无双，千年古刹独乐寺独一无二，新石器时代遗址。夏商遗存，西周遗址，汉墓群，唐宋元辽墓葬，清王爷陵和太子陵等古遗迹。交通通讯十分便利。蓟县地处津、京、唐、承地区的交通要冲，京哈、津围、邦喜、宝平等 7 条干线公路、14 条县级公路、310 条乡村公路，纵横交织，四通八达，实现了“乡乡通公路，村村通油路”，京秦、大秦铁路横亘境内，津蓟铁路直抵县城，通讯设施完备，拥有邮电局、所 17 个。

自然资源比较丰富。除大量可供建筑用砂石料外，初步探明的金属、非金属矿藏达数十种。其中，大理石、花岗岩、海沧石、矿泉水和紫砂陶土，储量大、分布广，品位高，有较高的开采价值。干鲜果品主要有核桃、板栗、柿子、苹果、红果、梨、葡萄等，尤其是盘山柿子、燕山板栗、大棉球红果、黄崖关蜜梨、野

生酸枣和猕猴桃，质优味美，驰名中外，享有盛誉。电力资源充足，有华北最大发电厂——盘山发电厂坐落境内。水资源丰富，全县共有小型水库 12 座，可养淡水水面 17.4 万亩。其中，于桥水库是天津市主要水源供应基地。野生动植物资源富集，野生植物达近千种，名贵及稀有植物 69 种，动物资源有脊椎动物 296 种，昆虫 420 种。在浩繁的动植物资源中，药用动植物达 427 种，是天津市最大的野生中药材基地。

自然环境得天独厚。蓟县是天津市唯一的半山区县，也是天津市的“后花园”，有山有水，有平原有洼地，土壤肥沃，山清水秀，空气清新，水质优良，气候宜人，被列为全国生态示范县和全国首家绿色食品示范区，对于发展无污染、高品质、高效益的种养业、绿色食品加工业等极为有利。同时，蓟县境内自然风光秀丽，名胜古迹众多，现已形成盘山风景、黄崖关长城，翠屏湖度假、县城古文物、中上元古界标准地层剖面 and 八仙山原始次生林自然保护区等六大旅游景区。其中，盘山被列为国家级风景名胜区，八仙山和中上远古界标准地层剖面分别被列为国家级自然保护区。县城内还有国家重点保护的千年古刹——独乐寺和白塔寺、鼓楼、文庙、公输子庙、关帝庙、城隍庙、天仙宫等文物古迹。

2.4 场地现状和未来利用规划

2.4.1 场地现状

通过实地踏勘可知，该调查区域西侧被工厂拆除后的砖石块所覆盖，调查区域东侧被附近居民复垦为农田，种植玉米、红薯等农作物。调查区域东南角为临时停车场，用于停放挖掘机和大货车。

2.4.2 场地未来利用规划

根据蓟州区土地整理中心提供的区域规划，蓟州区原吉华化工厂场地位于天津市蓟州新城西部片区的东北角，大部分区域为居住复合用地，由于土地尚未出让，用地详规尚未形成。

2.5 场地地下水利用规划

调查过程中未获取到调查区域所在地的地下水利用规划，根据场地的所在位置和周边居民的生活情况，均未使用地下水。

2.6 场地环境调查评估报告情况

为弄清该场地的污染状况，减少土地再开发利用过程中可能带来的环境问题，确保人体安全，2018年3月，天津市蓟州区土地整理中心委托天津市浩瀚环境工程有限公司开展蓟州区原吉华化工厂场地环境调查工作。同年8月天津市浩瀚环境工程有限公司编制完成了《蓟州区原吉华化工厂场地环境初步调查报告》，并于2018年9月通过了天津市蓟州区土地整理中心组织召开的专家评审会。2018年10月天津市浩瀚环境工程有限公司编制的《蓟州区原吉华化工厂场地环境详细调查与风险评估报告》通过了专家评审。

3 场地污染特征和风险状况

根据芎州区原吉华化工厂场地环境调查与风险评估报告，该场地土壤和地下水的污染和风险状况如下：

3.1 土壤污染特征和风险状况

3.1.1 土壤污染特征

场地两阶段共检出污染物 30 种，其中无机类（包括重金属、氨氮、氟化物、硫化物）污染物 13 种、挥发性有机物 6 种、半挥发性有机物 10 种、总石油烃 1 种。

从超标情况看，超过本场地土壤筛选值的污染物 2 种，分别为砷和氨氮，有机物指标虽有检出，但均未超标，说明本场地以无机污染为主。其中，氨氮的超标点位较多，超标倍数较大，是本场地的主要污染物，主要分布在场中部和南侧的生产区，包括脱盐水车间、碳化车间、二氧化碳压缩车间、尿素合成车间、脱硫车间和冷冻车间；污染深度较深，集中在砾石层（4-8m）、粉土和粉质黏土互层（8m 以下）中。土壤中个别点位的砷存在超标现象，主要分布在南侧的电气仪表间和场地东边界中部的空地，且分布在填土层（0-4m）和粉土粉粘互层（8m 以下）中，在砾石层（4-8m）中未见超标。

3.1.2 土壤风险状况

在本场地居住用地利用方式下，场地区域范围内第一层土壤（0-4m）中仅有砷存在致癌与非致癌风险，风险水平和危害熵分别为 $7.46E-05$ 和 $2.90E+00$ 。第二层土壤（4-8m）中仅氨氮存在非致癌风险，危害熵为 $1.58E+00$ 。第三层土壤（8m 以下）氨氮和砷均没有风险。

3.2 地下水污染特征和风险状况

3.2.1 地下水污染特征

本次调查共检出污染物 15 种，包括重金属 9 种、特征污染物 1 种、常规指标 5 种。

从超标情况看,共 6 种污染物超过场地地下水筛选值,主要以无机指标为主,包括氟化物、总溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐和耗氧量。其中主要超标污染物为氨氮和硝酸盐氮,浓度范围分别为 9.35~118mg/L 和 5~175mg/L,最大超标倍数分别为 325 倍和 7.75 倍,氨氮超标率为 100%,硝酸盐氮超标率为 60%;其次是总溶解性固体和耗氧量,浓度范围分别为 1040~2830mg/L 和 1.30~15.3 mg/L,最大超标倍数分别为 1.83 倍和 4.1 倍,超标率分别为 90%和 30%;再者是亚硝酸盐氮,浓度范围为 0.037~1.7mg/L,最大超标倍数为 0.7 倍,超标率为 10%,而氟化物只有在 GW7 号点超标,浓度为 1.9mg/L,超标倍数为 0.9 倍。

3.2.2 地下水风险状况

结合前期调查结果,本场地所处区域地下水不作为饮用水使用,因此可以认为,本场地中的受体不会直接饮用或直接接触该地下水,即从风险评价暴露途径角度考虑,本场地地下水中的非挥发性无机污染物不存在任何风险暴露途径(皮肤接触、空气吸入、直接饮用和直接食用途径),不会对场地未来人群产生危害。按国际惯例及《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)要求,同时考虑到氨氮不属于有毒有害类物质,缺少相关的毒理参数,无法进行风险水平计算,本场地风险评价仅针对地下水具有挥发性的游离氨进行。

在本场地居住用地利用方式下,场地区域范围内地下水中的游离氨不存在致癌或非致癌风险。

3.3 场地土壤修复范围和修复工程量

根据蓟州区原吉华化工厂场地相关的环境调查与风险评估报告,蓟州区原吉华化工厂场地土壤中污染物的修复标准、修复范围和修复工程量如下:

3.3.1 修复标准

根据场地环境调查及风险评估结果,本项目污染土壤将分层进行修复。

场地土壤中各污染物的修复目标值如表 3-3 所示。

表 3-3 场地土壤污染物修复目标值

序号	污染物名称	修复目标值 (mg/kg)
1	氨氮	3240

2	砷	20
---	---	----

3.3.2 修复范围

本场地第一层（0-4m）土壤中需要修复的污染物为砷，第二层（4-8m）需要修复的土壤污染物为氨氮。

3.3.3 修复工程量

本场地污染土壤的修复总土方量为 4845.88 m³，其中第一层修复土方量为 357.96m³，第二层修复土方量为 4487.92m³。

4 场地修复技术筛选与评估

4.1 场地修复策略

4.1.1 场地修复相关条件分析

(1) 场地用地规划：根据规划蓟州区土地整理中心提供的区域规划，蓟州区原吉华化工厂场地位于天津市蓟州新城西部片区的东北角，大部分区域为居住复合用地。

(2) 场地土层和地下水分布条件

● 场地土层岩性与分布：根据蓟州区原吉华化工厂的水文地质调查结果，在本场地需要修复的污染土壤深度范围内共 2 个大层，第一层为填土层，包括杂填土和素填土，平均分布范围是地表下 0-4.0 米；第二层为砾石层，包括黏土和卵石，水平方向上土质较均匀，分布稳定，平均分布范围是地表下 4.0-8.0 米。从土壤渗透性上看，土壤渗透性较小，垂向和水平均渗透系数均 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 之间，且土层厚度较大，层间距均约为 4.0m。根据国内外相类似场地的污染修复经验，对类似地层条件，原位技术（如原位气相抽提、原位注入化学氧化还原、原位热解吸等）的修复效果不佳，还可能会产生明显的拖尾和反弹现象。

● 场地地下水赋存与分布：场地的第二层砾石层，是本场地地下水主要的赋存层，砾石层之下的粉土和粉质粘土互层为相对隔水层。该场地地表下 12.00m（地下水监测井最大设置深度）范围内分布一层地下水。勘察期间场地内监测井静止水位标高为 18.009m~19.462m，场地地下水流向整体由东北向西南，水力梯度约为 7.0‰左右。

(3) 场地污染特征

● 场地土壤污染特征：根据场地污染调查结果，本场地以无机污染为主。其中，氨氮的超标点位较多，超标倍数较大，是本场地的主要污染物，主要分布在场地中部和南侧的生产区，包括脱盐水车间、碳化车间、二氧化碳压缩车间、尿素合成车间、脱硫车间、和冷冻车间；污染深度较深，集中在砾石层（4-8m）、粉土和粉质黏土互层（8m 以下）中。土壤中个别点位的砷存在超标现象，主要

分布在南侧的电气仪表间和场地东边界中部的空地，且分布在填土层（0-4m）和粉土粉粘互层（8m 以下）中，在砾石层（4-8m）中未见超标。

在本场地居住用地利用方式下，场地区域范围内第一层土壤（0-4m）中仅有砷存在致癌与非致癌风险，风险水平和危害熵分别为 $7.46E-05$ 和 $2.90E+00$ 。第二层土壤（4-8m）中仅氨氮存在非致癌风险，危害熵为 $1.58E+00$ 。第三层土壤（8m 以下）氨氮和砷均没有风险。

场地土壤的修复范围和修复工程量详见本文第三章。

● **场地地下水污染特征：**根据场地污染调查结果，本场地地下水中的污染物主要以无机指标为主，包括氟化物、总溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐和耗氧量。其中主要超标污染物为氨氮和硝酸盐氮，浓度范围分别为 $9.35\sim 118\text{mg/L}$ 和 $5\sim 175\text{mg/L}$ ，最大超标倍数分别为 325 倍和 7.75 倍，氨氮超标率为 100%，硝酸盐氮超标率为 60%；其次是总溶解性固体和耗氧量，浓度范围分别为 $1040\sim 2830\text{mg/L}$ 和 $1.30\sim 15.3\text{ mg/L}$ ，最大超标倍数分别为 1.83 倍和 4.1 倍，超标率分别为 90%和 30%。再者是亚硝酸盐氮，浓度范围为 $0.037\sim 1.7\text{mg/L}$ ，最大超标倍数为 0.7 倍，超标率为 10%，而氟化物只有在 GW7 号点超标，浓度为 1.9mg/L ，超标倍数为 0.9 倍。

在本场地居住用地利用方式下，结合区域地下水不作为饮用水使用的实际情况，场地区域范围内地下水中的污染物均不存在致癌或非致癌风险。

（4）场地开发建设计划

根据蓟州区土地整理中心提供的区域规划，蓟州区原吉华化工厂场地位于天津市蓟州新城西部片区的东北角，大部分区域为居住复合用地，由于土地尚未出让，用地详规尚未形成。

（5）关于场地修复地下水抽水许可相关规定

为合理使用水资源，规范水资源利用行为，我国相继出台了《中华人民共和国水法》、《取水许可和水资源费征收管理条例》、《取水许可管理办法》等法律法规，淄博市还制定了《中共天津市委、天津市人民政府关于贯彻落实<中共中央、国务院关于加快水利改革发展的决定>的实施意见》（津党发（2011）4 号），其中明确规定“进一步严格实施建设项目取水许可制度，需取水的新建、改建、扩建建设项目取水许可纳入联合审批。直接取用地表水、地下水的，在项

目可行性研究阶段应编制水资源论证报告。”此外，《国家取水许可和水资源费征收管理条例》第4条和《天津市取水许可管理规定》（2019年2月1日起实施）还特别规定，“为消除对公共安全或者公共利益的危害临时应急取水的；为农业抗旱和维护生态与环境必须临时应急取水的；为保障矿井等地下工程施工安全和生产安全必须取水的”，不需要申请领取取水许可证，只需要申报备案。

由此可见，国家和天津市的有关取水规定主要针对将地下水作为水资源利用而制定的，显然，吉华化工场地污染修复工程并不以消耗地下水资源为目的，而是为了减轻饱和带土壤污染，消除公共安全和危害，改善与保护地下水资源，属鼓励范畴。因此，根据我国和天津市的相关规定，本场地对土壤的污染修复工程，只需对抽取地下水进行申报备案，不需要申请领取取水许可证。

4.1.2 场地修复策略确定原则

根据《污染场地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2014），应根据污染场地特征条件、修复目标和修复要求，选择确定污染场地修复总体思路。原则上，永久性处理修复优先于处置，即显著地减少污染物数量、毒性和迁移性。鼓励采用绿色的、可持续的和资源化修复。综上，本场地的修复策略应遵循以下原则：

（1）应与场地未来的用地发展规划、开发方式、时间进度相结合。与场地相关利益方进行充分的交流和沟通，确认场地未来的用地发展规划、场地开发方式、时间进度、是否允许原位修复、修复后土壤的再利用或处置方式等。

（2）应综合考虑近期、中期和长期目标的要求，以及修复技术的可行性、成本、周期、民众可接受程度等因素。

（3）应选择绿色的、可持续的修复策略，使修复行为的净环境效益最大化。

（4）针对污染源处理技术、工程控制技术、制度控制技术中的某一修复模式，提出该修复模式下各个修复单元内各类介质的具体修复指标或工程控制指标。

4.1.3 场地土壤修复策略

根据本场地土壤修复的相关条件及场地修复策略的确定原则，针对该场地土壤中需要修复的污染物深度深、土层渗透差、修复周期紧等特点，参考国内外类似场地土壤修复的成功经验，为提高效率，减少风险，缩短修复时间，该场地土

壤修复应优先选用污染源处理技术。在修复方式上,尽量选用修复效果好且稳定、能缩短修复时间的原地异位或异位的土壤修复方式;在修复技术上,尽量选用可最大程度降低污染物浓度、减少污染物残留和二次污染产生,且相对成熟、成本较低的修复技术。此外,本场地地下水中的无机物指标(包括总溶解性固体、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐和耗氧量),虽不存在健康风险,但仍超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中的 III 类标准,在建筑基坑开挖和深层污染土壤的清挖时,降水过程产生的地下水需满足相关排放标准后,方可排入市政管网;处置后土壤应尽量在原地利用,避免外运。

另外,考虑到本场地需要修复的土壤中存在氨类物质,是典型的恶臭类污染物,为避免对周边环境和人体健康可能造成的影响,修复过程应在土壤暂存区和污染土壤处置区通过建设密闭大棚、苫盖、喷洒抑制剂等工程措施,阻止污染物扩散或切断暴露途径;在清挖、运输、处置和待检等修复过程严格落实二次污染防治措施,并定期对场地环境状况进行监测和评估,最大限度的降低和消除场地修复过程对人体健康和环境的风险。

4.2 土壤修复技术发展趋势及常用修复技术

4.2.1 土壤修复技术发展趋势

土壤修复技术总体上可分为原位修复技术和异位修复技术两大类。土壤原位修复技术在原有位置进行修复,不需要挖掘和运输土壤,修复成本较低,但需要较长的运行时间和修复周期,而且受场地本身特性影响较大,修复效果和修复周期不可确定性较大。因此,原位修复技术一般应用于污染面积大、污染物迁徙较深、污染浓度较低、不急于开发利用的污染场地;与原位修复技术相比,异位修复技术具有修复手段多样、修复周期短、效率高、效果好等特点,容易满足对较快工期的要求,但异位修复技术需要挖掘和运送土壤,工程费用相对较高。因此,异位修复技术常用于开发价值较高且急于开发利用的污染场地。

据美国超级基金计划场地修复技术应用统计,自 1982 年美国实施超级基金计划以来,截至 2014 年,在美国实施的 2944 项(约占 50%)场地修复工程中,有 50%的工程采用了异位修复技术,39%的工程采用原位修复技术。近 30 年来,原位修复的工程数量和异位的修复工程数量变化趋势不明显,异位修复比重略大,

这主要是因为原位修复技术所处的环境受人为控制的程度相对较小，对其修复过程难以掌握。

目前，国际上用于场地土壤污染修复的具体技术虽多，但由于受场地本身特性及经济成本的约束，真正能在实际工程中应用的修复技术并不多。据美国超级基金计划统计，2012-2014年超级基金计划场地污染土壤的主要修复技术，其中常用的原位修复技术包括气相抽提、化学氧化/还原、热处置、生物降解和固化稳定化技术等，常用的异位修复技术包括物理分离、再利用、固化稳定化、热处理和化学修复技术等。

相较于欧美40年的发展，我国土壤修复技术研究起步较晚，仍属新兴行业，尚未有很好的基础积累和技术储备，成熟性也较差，缺乏成规模的应用实例和相关的操作经验，应用的修复技术普遍较为单一。对公开招投标项目的统计调查结果表明，2008-2016年，我国177个土壤修复项目中，土壤修复以污染介质治理技术为主，占比68%；污染途径阻断技术占比32%。在污染介质治理技术中，物理化学和生物技术成为主要技术，分别占比32%和27%；物理、化学单一类技术应用占比相对较小，分别为2%和7%，从具体修复技术种类来看，填埋/阻控（32%）、固化/稳定化（23%）、矿山生态恢复（14%）成为土壤修复应用最广泛的技术，而水泥窑协同处置（5%）、氧化还原（5%）、微生物（4%）、植物修复（4%）与农业生态修复（4%）技术也是主要应用的技术。相比之下，抽提处理（3%）、土壤淋洗（1%）、化学改良（1%）、热解析（1%）、气相抽提（0.5%）与高温焚烧（0.5%）技术市场应用占比较低。

4.2.2 土壤常用修复技术介绍

本场地土壤中需要修复的污染物砷和氨氮分属重金属和易挥发性无机物。砷污染土壤的常用修复技术包括：固化稳定化、水泥窑协同处置、土壤淋洗、植物修复、阻隔填埋等，挥发性污染土壤的修复技术主要包括：原位气相抽提、原位阻隔、常温解吸等。为有效开展场地污染土壤修复技术的筛选，下面将针对本场地土壤中的主要污染物对目前常用修复技术进行概要性介绍，为本场地土壤修复技术的选择提供理论依据。

4.2.2.1 重金属污染土壤常用修复技术

(1) 固化/稳定化

固化稳定化技术适用于污染土壤，可处理金属类、石棉、放射性物质、腐蚀性无机物、氰化物以及砷化合物等无机物。向污染土壤中添加固化剂/稳定剂，经充分混合，使其与污染介质、污染物发生物理、化学作用，将污染土壤固封为结构完整的具有低渗透系数的固化体，或将污染物转化成化学性质不活泼形态，降低污染物在环境中的迁移和扩散。

主要由土壤预处理系统、固化/稳定剂添加系统、土壤与固化/稳定剂混合搅拌系统组成。其中，土壤预处理系统包括土壤水分调节系统、土壤杂质筛分系统、土壤破碎系统，主要设备包括土壤挖掘设备、土壤水分调节设备、土壤筛分破碎设备、土壤与固化/稳定剂混合搅拌设备等。

该技术具有处理费用低、操作简单、处理周期短、稳定性强等特点，可处理多种复杂金属废物和部分有机污染物，对于本场地单一砷污染土壤也较为适用。

(2) 水泥窑协同处置

水泥窑协同处置技术适用于污染土壤，可处理有机污染物及重金属。

该技术是将污染土壤在高温段投入回转窑，通过与其他物料混合形成物理封闭或发生化学反应提高污染物质的稳定性，从而达到降低污染介质中污染物活性的目的。该技术主要利用水泥回转窑内的高温、气体长时间停留、热容量大、热稳定性好、碱性气氛、无废渣排放等特点，在生产水泥熟料的同时，焚烧处理废弃物，既可有效节省资源，又能保护环境，具有良好的经济、社会效益。

目前该技术主要采用新型干法水泥生产工艺。熟料烧成系统采用双系列五级旋风预热器预分解工艺，气流与料流整体呈逆向运行；系统热工制度稳定，全过程负压操作，安全可靠；生料经窑尾塔架顶部喂入预热器，经过四级旋风筒与上升的高温气流逐级换热后进入分解炉，在炉内窑尾高速喷腾而上的近 1000℃的气流与三次风管高速水平对向喷入的 850-950℃的两股气流和煤粉交汇混和，煤粉无焰燃烧，整个炉内形成了气温达 870-900℃的温度场，气体在炉内通过时间为 2 秒、物料在炉内通过时间为 5-7 秒；生料大部分在此分解，分解率高达 90%。分解后物料由分解炉上部随气流进入第五级旋风筒内，物料与废气分离从竖烟道（与炉底部相接）两侧喂入窑尾。

窑尾气温可达 1050℃，生料由此开始主要进行固相反应，同时随窑旋转缓慢向窑头移动，直至进入烧成带（距窑口 20 米处）进行充分的液相反应；在此，由三通道燃烧器喷入煤粉剧烈燃烧，提供充足热量，气体温度高达 1750℃，物料温度达 1450℃，保证了分解后物料反应完全，煅烧为优质的水泥熟料。

冷却机后段鼓入的气体经换热后直接排入布袋收尘器，经过除尘器排向大气；前段的一部分高温气体由三次风管送入分解炉，大部分高温气体则进入窑内，为窑内物料反应、煤粉燃烧提供充分的氧气，这部分气体在窑内通过时间有 6—8 秒，由窑尾经竖烟道喷入分解炉，与三次风、物料、煤粉搅合；出炉后经五级旋风筒逐级向上继续与由上而下的物料换热，直至排出系统。

由此可见，该技术处理效果好，技术成熟，国内有成功应用经验，但不宜用于汞、铅、砷等重金属污染较重的土壤，由于本场地土壤中重金属为单一砷污染，不建议选用该技术进行修复。

（3）土壤淋洗

土壤淋洗原理是运用试剂与土壤固相中的重金属作用，形成溶解性的重金属离子或金属络合物，然后用清水把污染物冲至根层外，再利用含有一定配位体的化合物冲淋土壤，使之与重金属离子形成更稳定的络合物；淋洗液可以是水、化学溶剂或其他可能把污染物从土壤中淋洗出的流体。淋洗液的注入可改变土壤与污染物的吸附-脱附特性、氧化还原电位、界面张力、酸碱度及分配、溶解、沉淀状态等，从而增加污染物的溶解度，使其与溶液形成乳液或发生化学反应，促使土壤中污染物去除。土壤质地、污染物类型及赋存状态对土壤淋洗的效果有重要影响。

土壤冲洗技术可用于放射性物质、有机物、重金属或其他无机物污染土壤的处理或前处理，砂砾、沙、细沙以及类似土壤中的污染物更容易被淋洗出来，而黏土中的污染物则较难淋洗。土壤淋洗以柱淋洗技术可操作性强，处理成本较低，适用于面积小污染重的土壤治理，但也易引起二次污染，导致某些营养元素的淋失和沉淀，破坏土壤微团聚体结构，易造成地下水污染。

由于本场地第二层土壤中含有渗透性较差的黏土，且为场地主要含水层，故不宜选用此方法进行修复。

（4）植物修复

植物修复是利用植物进行提取、根际滤除、挥发和固定等方式移除、转变和破坏土壤中的污染物质，使污染土壤恢复其正常功能。目前国内外对植物修复技术的研究和推广应用多数侧重于重金属元素，因此狭义的植物修复技术主要指利用植物清除污染土壤中的重金属。

植物修复主要包括植物育苗、植物种植、管理与刈割系统、处理处置系统与再利用系统组成。富集植物育苗设施、种植所需的农业机具(翻耕设备、灌溉设备、施肥器械)、焚烧并回收重金属所需的焚烧炉、尾气处理设备、重金属回收设备等。

植物修复可用来修复重金属(如砷、镉、铅、镍、铜、锌、钴、锰、铬、汞等)，以及特定的有机污染物(如石油烃、五氯酚、多环芳烃等)土壤。不适用于未找到修复植物的重金属，也不适用于上述之外的有机污染物(如六六六、滴滴涕等)污染土壤修复。植物生长受气候、土壤等条件影响，也不适用于污染物浓度过高或土壤理化性质严重破坏不适合修复植物生长的土壤。

植物修复技术属于原位修复技术，其成本低、二次污染易于控制，植被形成后具有保护表土、减少侵蚀和水土流失的功效，可大面积应用于矿山的复垦、重金属污染场地的植被与景观修复。但植物修复技术主要依赖于生物进程，与一些常用工程措施相比见效慢，修复耗时长。对于深层污染的修复有困难，由于气候及地质等因素使得植物的生长受到限制，存在污染物通过“植物-动物”的食物链进入自然界的可能。

由于本场地位于蓟州新城西部片区的东北角，开发时间较为紧迫，不宜选用此方法进行修复。

(5) 阻隔填埋

阻隔填埋是将污染土壤或经过治理后的土壤置于防渗阻隔填埋场内，或通过敷设阻隔层阻断土壤中污染物迁移扩散的途径，使污染土壤与四周环境隔离，避免污染物与人体接触和随降水或地下水迁移进而对人体和周围环境造成危害。按其实施方式，可以分为原位阻隔覆盖和异位阻隔填埋。

原位阻隔覆盖是将污染区域通过在四周建设阻隔层，并在污染区域顶部覆盖隔离层，将污染区域四周及顶部完全与周围隔离，避免污染物与人体接触和随地下水向四周迁移。也可以根据场地实际情况结合风险评估结果，选择只在场地四

周建设阻隔层或只在顶部建设覆盖层。异位阻隔填埋是将污染土壤或经过治理后的土壤阻隔填埋在由高密度聚乙烯膜（HDPE）等防渗阻隔材料组成的防渗阻隔填埋场里，使污染土壤与四周环境隔离，防止污染土壤中的污染物随降水或地下水迁移，污染周边环境，影响人体健康。

该技术不能降低土壤中污染物本身的毒性和体积，但可以降低污染物在地表的暴露及其迁移性。适用于重金属、有机物及重金属有机物复合污染土壤，不宜用于污染物水溶性强或渗透率高的污染土壤，不适用于地质活动频繁和地下水水位较高的地区。

结合本场地实际情况，该修复技术可与固化稳定化技术联合处置修复后的土壤，填埋地点应结合场地详细规划选择。

4.2.2.2 挥发性污染土壤常用修复技术

（1）原位气相抽提技术（SVE）

土壤气相抽提技术（Soil Vapor Extraction, SVE）主要用于去除不饱和层土壤中高挥发性污染物的方法。该技术利用真空泵抽除土壤中的气体，使土壤中的污染物产生挥发作用，将污染物由固相或液相转移为气相，并借由抽气井抽气，使污染区土壤产生负压，迫使污染物随土壤气体往抽气井方向移动而被抽出；被抽除的土壤气体可进行回收或经处理后排放。该技术在操作时，有时会在表面覆盖一层不透水布，以避免产生短流现象，并增加影响半径及处理效率。

该技术是目前世界上用于土壤挥发性污染物修复最常用的技术之一，从目前的应用效果来看，该技术具备简单易行、便于管理、处置过程场地扰动低，处理时间短，性价比高，且能与其它处置技术联用等显著优点。但该技术也有一定的不足之处，如只对不饱和土壤有效，对于低渗透率的土壤或层状土壤的处理效果不确定，处理周期要比热解析、焚烧等工艺长等缺点。

土壤的渗透性和污染物组分挥发性直接影响土壤气相抽提的效率。土壤固有渗透性越大、结构越均一、湿度合适、气相在土壤里的流通性越强，抽提效果越好。通常在地下水位大于 3.0 m 时有效，在 0.9 m~3.0 m 之间时，需要特殊考虑（水平井或抽出地下水），地下水位在小于 0.9 m 时通常无效。此外，污染物沸点及蒸汽压是评价 SVE 系统适用性和潜在有效性最重要的因素。SVE 适用于沸点 250℃~300℃以下，蒸汽压大于 0.664kpa 的有机污染物。该场地土壤中的挥发性

污染物氨的沸点为-33.5℃，蒸汽压为 506.62kPa（4.7℃），远远大于 0.664kpa，说明土壤中的挥发性污染物适用于土壤气相抽提修复技术。

SVE 的作用半径是抽提井产生的足够的真空度和气流所能引起污染物充分的挥发和抽提的最大距离。作为经验法则，SVE 作用半径是从抽提井到真空度能抽起 0.1 英寸水的地方的距离。通常，ROI 的设计从 5 英尺（对细颗粒土来说）到 100 英尺（粗颗粒土）不一。对于本场地氨的污染深度在 4-8 米，土壤中含有卵石和黏土，土壤渗透性较小，垂向和水平均渗透系数均 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 之间，SVE 原位处置半径可能较小，不太适宜使用该技术进行修复。

（2）常温解吸技术

原位常温解吸技术是将污染土壤挖出，移至临时密闭大棚内，用机械堆放成条垛，定时断翻动，并在大棚内强制通风，保持负压，促使土壤中挥发性污染物挥发，防止污染气体外溢。当土壤中的污染物浓度达到修复目标浓度时，即为修复终点，停止翻动。修复后的土壤从大棚内移出，可用于回填土方。从土壤中挥发出的污染气体，经集中收集后用旋风除尘器除尘，三效活性炭吸附，或用焚烧的方法处理合格后达标排放。工

该技术具有操作简单、修复效果明显、修复成本低、适用浓度范围广等特点，对于室温下饱和蒸汽压超过 133.32Pa、常温下以蒸汽形式存在于空气中的污染物尤其有效，虽然在某些不利条件下（如环境温度低，土壤粘度大等）存在拖尾现象，但可以通过添加生石灰等强化手段提高修复效率，实现土壤的深度修复，对于本场地中的挥发性污染物污染土壤较为适用。

（3）热解析技术

又称为热脱附技术，其原理是通过加热的方式将受有机物污染的土壤加热至有机物沸点以上，使吸附于土壤中的有机物挥发形成气态物质，最后通过燃烧分解气体中的有机物质。从目前世界各国对该技术的应用情况及其应用效果来看，热解吸技术基本胜任土壤中挥发性和半挥发性的有机化合物的处理，修复效果较好，适用的污染物浓度范围也比较宽泛，几乎涵盖各种污染浓度。该技术还同时适用于处理土壤中的多种不同沸点有机污染物的处理。

该技术有 2 个单元组成，第一单元为加热单元，该单元的主要功能是加热土壤使其升温，将土壤中的挥发性和半挥发性有机物挥发形成气态物质；第二单元

为气态污染物处理单元。该单元气态污染物的处理方式可依有机物性质、浓度及经济性等因素选择冷凝、吸附或燃烧等方式。用燃烧方式处理含氯气态污染物会产生酸性气体，该气体可通过淋洗塔用碱液洗除，并通过烟气“急冷”，可有效避免二噁英的产生，最终达标排放。

土壤热解析是一个物理的热分离过程，影响其修复效果因素包括污染物特性（包括沸点和蒸汽压等）和浓度，以及土壤的质地、可塑性等物理指标。其中，污染物沸点和蒸汽压是采用该项技术非常重要指标之一，本场地中的有机污染物沸点在 400℃ 以内，高温条件下易于挥发。此外，土壤的质地、可塑性、水分含量、颗粒大小分布、热容量等物理性质对该技术的应用也非常重要。本场地的土工试验结果表明，本场地上层土壤主要以粉质粘土和粉土为主，含水率较小，有利于该场地污染物的解析，由此可见，热解析技术适用于本场地土壤有机污染物的修复。

此外，还可以通过加入催化剂的方式降低热脱附温度和停留时间，节约能源消耗，同时提高热脱附装置的处理能力，加快修复进度，降低修复成本，并确保防范二次污染的发生。如低温增强热脱附技术，以间接加热方式，采用低温碳化技术，全程无氧参与，安全性高。具有处理效率高，能耗低，回收率高，处理方式灵活的特点，是修复易挥发性有机物（VOCs）污染土壤的理想方法，同时对于半挥发性有机物（SVOCs，如 PCP、PCBs 和 PCDD/Fs 等持久性有机污染物）污染土壤的修复也有较高的效率。目前也有将低温热解吸技术成功用于 PCBs 污染土壤修复的先例，但不适用于无机物污染土壤（汞除外）。

由于本场地土壤中的无机物以挥发性氨为主，该技术可作为备选技术使用。

（4）土壤淋洗

已在上节文本中进行了介绍，这里不再赘述。

（5）阻隔填埋

已在上节文本中进行了介绍，这里不再赘述。

4.3 土壤修复技术筛选原则

本场地土壤污染物修复技术的筛选应以该场地前期污染调查与风险评估工作为基础，充分借鉴国外在污染场地修复领域的先进经验，满足我国现阶段污染

场地修复技术的研发、应用与管理水平，以有效去除或降低场地土壤中污染物的浓度和风险，提高修复效率，减少二次污染，确保人体安全为基本原则。具体原则如下：

（1） 场地适用性原则：应针对场地污染物特性和污染特征、场地地质和水文地质条件，场地未来规划等重要因素，因地制宜选择修复技术。具体应根据本场地土壤中污染物的种类（重金属和易挥发无机物）、分布深度（0-8.0米）、用地类型（住宅）等实际情况，分别选择。

（2） 技术可靠性原则：为保证场地修复工作的顺利完成，场地的修复技术应尽可能采用绿色、可持续、成熟可靠的修复技术，而不应单纯追求技术的先进性，避免采用处于研究初期的修复技术。

（3） 时间合理性原则：为尽快完成污染场地的修复工作，实现土地的再开发利用，同等条件下，应尽量选择修复周期短的修复技术。

（4） 费用合理性原则：为确保场地修复工作的开展，在满足场地污染修复目标可达、技术可行前提下，应尽量选择经济上可行的修复技术，降低修复费用。

（5） 减少环境影响：做好修复工程实施过程中的各项环境保护措施，如防尘，防噪声，防二次污染等，将修复对周围的影响降到最低。

（6） 结果达标原则：必须满足今后的土地规划标准，确保环境安全及居民健康。基于以上筛选原则，对多种技术分析比较，针对不同污染、不同规划用途的土壤提出多种修复技术科学优化整合的污染土壤修复方案。

4.4 场地土壤修复技术筛选

针对上述土壤重金属及挥发性污染物的常用修复技术，本章节将结合场地的污染特征、用地规划和场地后期的开发建设计划，采用修复技术筛选矩阵的方法，从修复技术的修复效果、技术成熟性、修复周期、修复成本及其场地适应性方面对其进行筛选，以确定本场地土壤修复适用技术。其筛选矩阵及其筛选结果详见表 4-3 和表 4-4。

由上述筛选结果可知，本场地重金属污染土壤修复的适用技术为固化稳定化结合阻隔填埋，氨氮污染土壤修复的适用技术为常温解吸或热解析技术。

表 4-3 土壤重金属污染物修复技术筛选矩阵

编号	技术名称	技术路线简介	应用参考因素			应用的适应性	应用的不适应性	结论
			成熟性	时间条件	资金水平			
1	固化/稳定化	通过物理或化学的方法固定土壤中的污染物，防止其在环境中的进一步迁移、扩散。要对污染区域进行封闭或对人类活动有限制。要定时对场地进行监测。	技术成熟	用时较短，一般3-9个月。	较低	对于重金属和放射性污染土壤比较合适。	不适用于挥发性有机化合物和以污染物总量为验收目标的项目。当需要添加较多的固化/稳定剂时，对土壤的增容效应较大，会显著增加后续土壤处置费用。	建议采用
2	水泥窑协同处置	将污染土壤挖出，与水泥原料混合，在水泥窑内高温燃烧，可将有机污染物完成分解。尾气经处理后排放。	技术成熟/国内常用技术	时间长	较高	适用于各种有机污染土壤及重金属，特别适合高浓度、高风险污染土壤的处理。	不宜用于汞、砷、铅等重金属污染较重的土壤，由于水泥生产对进料中氯、硫等元素的含量有限值要求，在使用该技术时需慎重确定污染土壤的添加量。	不建议采用
3	土壤淋洗	用水或添加表面活性剂、螯合剂的水溶液来淋洗土壤，将土壤中污染物淋洗到溶液中。被清洗后的土壤经检测合格后可以回收利用。淋洗土壤的溶液需要收集起来进行无害化处理，处理后的水可以回用于淋洗，处理后的残渣可以填埋。	技术成熟/国内未见应用报道	需要时间较短，如1-12个月/时间不确定	较低到中等	可以去除土壤中的含氯有机污染物。对于大粒径、低有机碳的土壤，土壤中的污染物质比较容易被淋洗出来。	对粘土和粉土中的污染物比较难于清洗出来，后续的泥水分离困难。	不建议采用

编号	技术名称	技术路线简介	应用参考因素			应用的适应性	应用的不适应性	结论
			成熟性	时间条件	资金水平			
4	植物修复	利用植物进行提取、根际滤除、挥发和固定等方式移除、转变和破坏土壤中的污染物质，使污染土壤恢复其正常功能。	国内外应用广泛	处理周期长 3-8 年	较低	适用于污染土壤，可处理重金属(如砷、镉、铅、镍、铜、锌、钴、锰、铬、汞等)以及特定的有机污染物(如石油烃、五氯酚、多环芳烃等)。	对于深层污染的修复有困难，由于气候及地质等因素使得植物的生长受到限制，存在污染物通过“植物-动物”的食物链进入自然界的可能。	不建议采用
5	阻隔填埋	将污染土壤或经过治理后的土壤置于防渗阻隔填埋场内，或通过敷设阻隔层阻断土壤中污染物迁移扩散的途径，使污染土壤与四周环境隔离，避免污染物与人体接触和随土壤水迁移进而对人体和周围环境造成危害。	国内外应用广泛	处理周期较短	较低	适用于重金属、有机物及重金属有机物复合污染土壤的阻隔填埋	不宜用于污染物水溶性强或渗透率高的污染土壤，不适用于地质活动频繁和地下水水位较高的地区。	可与固化稳定化联合采用

表 4-4 土壤挥发性污染物修复技术筛选矩阵

编号	技术名称	技术路线简介	应用参考因素			适应性	不适应性	结论
			成熟性	时间条件	资金水平			
1	原位土壤气相抽提	在污染的场地的水饱和层以上的土壤中设立多处带有细格栅的抽气井，通过在抽气井中抽取空气、制造真空，使得挥发性有机物和部分半挥发性有机物会脱离土壤，随着地层中的空气进入抽气井被抽出。抽出的气体需要经过处理（例如活性炭过滤）后，达标排放。要对污染区域进行封闭或对人类活动有限制。要定时对场地进行监测。	技术成熟/国内偶见应用	时间较长/时间不确定大	较低	对挥发性污染物有较好效果。适用于非饱和土壤，对土壤通气性好且土壤性质相对一致土壤修复效果较好。	（1）仅适用于非饱和土壤；（2）对透性较差的粘性土壤不适用；（3）所需时间较长，不适用对亟待后期开发的场地；（4）对后期开发中需要挖掘的场地会增加总体费用。	不建议采用
2	常温解吸	将污染土壤挖出，运至密闭大棚内，利用翻扒污染土壤、强制对流通风等手段，强化土壤中挥发性有机化合物的逸出，再通过污染气体的收集和治理达到修复目的。	技术成熟/国内常用技术	时间较短	较低	对挥发性污染物修复效果好；污染物污染适用性广；对土层分布复杂污染场地尤有优势。不影响长期后期开发。	（1）高含水量不适用；（2）受气温影响大。	建议采用
3	热解析	将污染土壤挖出，输入旋转的容器中，保持容器中的真空及低氧条件，通过火焰、蒸汽、热油等方式将容器加热，使得容器内土壤中的有机污染物和水分将成为气体或细颗粒状进入燃烧室，通过焚烧摧毁其中有机物质。尾气经处理后排放。	技术成熟/国内常用技术	时间较长	较高	对挥发性和半挥发性有机化合物比较有效，辅以合适的尾气处理系统，适应的污染物浓度水平也比较宽泛。	（1）在现场建设热解析设备；（2）需准确控制反应器温度和土壤的停留时间。（3）受设备处理规模限制，影响处理进度。	建议作为备用技术

编号	技术名称	技术路线简介	应用参考因素			适应性	不适应性	结论
			成熟性	时间条件	资金水平			
4	土壤淋洗	用水或添加表面活性剂、螯合剂的水溶液来淋洗土壤，将土壤中污染物淋洗到溶液中。被清洗后的土壤经检测合格后可以回收利用。淋洗土壤的溶液需要收集起来进行无害化处理，处理后的水可以回用于淋洗，处理后的残渣可以填埋。	技术成熟/国内未见应用报道	需要时间较短，如1-12个月/时间不确定	较低到中等	可以去除土壤中的含氯有机污染物。对于大粒径、低有机碳的土壤，土壤中的污染物质比较容易被淋洗出来。	对粘土和粉土中的污染物比较难于清洗出来，后续的泥水分离困难。	不建议采用
5	原位阻隔	在污染土壤的表面设置不渗透的封闭覆盖层，阻止污染物扩散。要对污染区域进行封闭或对人类活动有限制。要定时对场地进行监测。	技术成熟/国内应用较广	时间较短	中等	实施过程简单可行，地层构造简单时，对于各种污染物都有广泛的适用性。	不宜用于污染物水溶性强或渗透率高的污染土壤，不适用于地质活动频繁和地下水水位较高的地区。	不建议采用

4.5 修复技术可行性评估

4.5.1 固化/稳定化技术

4.5.1.1 国内应用案例

目前，固化/稳定化修复技术已成为我国重金属污染土壤修复的最常用技术，在我国北京、上海、苏州、石家庄等多个城市均有大规模的应用。尤其自上海世博会使用固化技术修复重金属得到成功后，该技术在工程上的应用快速增长，已成为重金属污染土壤修复的主要技术方法之一。据不完全统计，目前国内实施土壤固化修复的工程案例已超过 50 项。

4.5.1.2 场地应用可行性分析

重金属污染土壤修复中可以使用的稳定化药剂包括碱性药剂、磷酸盐药剂、粘土矿物、硫化物、重金属螯合剂、有机药剂、矿渣等，这些药剂可作用于大多数重金属污染土壤的修复。砷和六价铬由于其存在形态和性质的特殊性所使用的稳定化修复药剂类型有所不同。

砷在自然界中主要以砷酸根盐As（IV）和亚砷酸根As（III）两种可溶性盐的形式存在。在好氧的氛围中As（IV）是主要的存在形式；在厌氧环境中，As（III）则占主导。由于As（III）的毒性是As（IV）毒性的60倍，因此砷污染土壤的修复思路为首先将As（III）氧化为As（IV）。然后再在碱性条件下，加入络合剂使其稳定化。

本场地土壤中的重金属以单一砷为主，污染物浓度不高，最大浓度为37.6 mg/kg，污染主要集中在第一层填土层，结构较为松散，扩散系数为 10^{-6} ，较有利于稳定剂与污染土壤的混合。

综上，采用固化/稳定化技术处置原吉华化工厂场地单一砷污染土壤是完全可行的。

4.5.2 常温解吸技术

4.5.2.1 国内应用案例

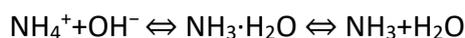
常温解吸技术已成为我国针对挥发性污染场地污染土壤修复的最常用技术。

据不完全统计,该技术在我国的北京、江苏、大连、广州等省市均有大规模应用。目前,已成功运用到氨氮污染场地的修复中,以河北省石家庄双联化工有限责任公司场地为例,该场地一期修复工程采用常温解吸技术处理氨氮污染土壤,修复效果明显,现已通过验收评审。

4.5.2.2 场地应用可行性分析

该技术的修复效果不仅与修复工艺有关,还与污染物的性质、所需修复土壤的类型、含水量及土壤温度(气温)有密切的关系。污染物挥发性越强、土壤粘性越小、含水量越低、气温越高,其修复效果越好。反之,其修复效果越差,将出现明显的拖尾现象。

原吉华化工厂场地土壤中所需要修复的挥发性污染物为氨氮, NH_4^+ 在碱性条件下通过可逆反应生成氨水,氨水再通过可逆反应分解为氨气释放至气相,是造成人体健康风险的主要因素,其化学方程式如下:



即土壤中的氨氮在人为扰动下,会以氨气的形式挥发到空气环境中,氨具有沸点低、蒸气压高,常温下易于挥发的特点,所需修复的土壤主要为砾石层,包括黏土和卵石,卵石具有较高孔隙率和污染物气体扩散通道,便于污染气体从土壤中逸出去除;部分黏土的含水量较高,土壤团聚现象较明显,可通过增加生石灰的方式降低含水率,提高土壤通透性。从气象条件看,天津市属于暖温带季风型大陆气候,四季变化明显,加之修复大棚的增温作用,有利于该技术的应用。此外,常温解吸技术修复时间较短、修复成本较低、操作简单、管理方便,其修复设备国内均有,可租可买,因此该技术同样能够满足本场地在修复时间、费用、管理方面的要求。

综上,该技术应能够满足原吉华化工场地单一氨氮污染土壤修复的技术要求。

4.5.3 热解析技术

4.5.3.1 国内应用案例

热解析技术是我国处置场地污染土壤的一种较为成熟的处置技术,该技术在

我国的北京、江苏、重庆等省市均有应用。热解析技术主要用于场地挥发性和半挥发性有机污染土壤的处置，特别是多环芳烃类污染物。

4.5.3.2 场地应用可行性分析

土壤热解析是一个热分离过程，污染物特性、浓度及土壤的质地、可塑性等物理指标会对其修复效果产生影响。原吉华化工场地土壤中所需要修复的污染物主要为氨氮，以游离氨和铵盐形式按一定比例存在土壤环境中，游离氨的沸点为-33.5℃，在热解析窑内易于挥发去除。可见，热解析技术适用于本场地土壤中氨氮污染物的修复。

另外，在场地条件允许的情况下，热解析技术还可以在原地使用，既可以减少污染土壤的运输成本，又可以减小运输过程中造成二次污染的风险；热解析设备既可以购置，也可以租赁，节省修复费用。

综上，采用热解析技术处置吉华化工场地氨氮污染土壤是完全可行的。

4.5.4 原位阻隔填埋技术

4.5.4.1 国内应用案例

阻隔填埋技术是在污染土壤的表层设不渗透的封闭覆盖层，在可能扩散的垂直方向和水平方向设不渗透的封闭墙，阻止污染物扩散。常用的封闭材料如人造膜、膨润土、沥青、钢铁、混凝土等。要对污染区域进行封闭或对人类活动有限制。同时，要定时对场地进行监测。

4.5.4.2 场地应用条件分析

根据建设规划，本场地后期规划为住宅区，存在不开挖区域。从土壤质地上看，本场地土壤渗透性较小，各土层垂向和水平均渗透系数均 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ 之间，且土层厚度较大，层间距均约为4.0m，污染物的迁移可能性也较低。为避免污染土壤外运造成新的风险，本场地重金属修复后土壤可在进行原地阻隔填埋。

综上，采用原位阻隔技术处置原吉华化工场地重金属修复后土壤是完全可行的。

4.6 场地修复方案比选

4.6.1 修复备选方案

本场地需要修复的污染土壤类型较为简单,包括单一砷污染土壤和氨氮污染土壤两个类型。经上述备选修复技术的合理组合,本项目确定了吉华化工厂场地污染土壤修复的两个备选方案,其内容详见表 4-9。

表 4-9 衢州区原吉华化工厂场地土壤修复备选方案

方案	污染类型	污染深度 (m)	修复量 (方)	修复技术
方案一	砷污染土壤	0-4	357.96	固化稳定化+原位阻隔填埋
	氨氮污染土壤	4-8	4487.92	常温解吸
方案二	砷污染土壤	0-4	357.96	固化稳定化+原位阻隔填埋
	氨氮污染土壤	4-8	4487.92	热解析

4.6.2 修复方案比选

在方案初步设计设计上,为确定本场地土壤修复的最佳方案,本项目针对本场地的污染特征、场地条件、工程特点及国家相关的要求,采用专家评分方式对上述两个备选方案进行了比选。

4.6.2.1 比选指标与标准

(1) 比选指标

根据国家相关规定,本项目选取了包括技术、经济、环境和社会在内的四类 20项评价指标对本场地建设规划调整后的两个场地修复备选方案进行比选。各大类评价指标包含的内容如下:

① 技术指标:包括修复技术的可操作性、修复效果和修复时间指标。

- 可操作性:包括修复技术的可靠性;管理人员需的经验程度;必要设备和资源的可获得性;异位修复过程中污染介质的贮存、运输、安全处置方面的可操作性;与场地再利用方式或后续建设工程匹配性相关的可操作性指标,包括修复后场地的建设方案及其时间要求、土方平衡方面的可操作性等。

- 修复效果:是否能到达场地修复目标值。

- 修复时间：包括总修复时间和现场施工/修复时间。相对而言，场地现场施工时间更为重要。

② 经济指标：包括基本建设费用、运行费用和后期费用。相对而言，场地的修复工程总费用最为重要。

- 基本建设费用：包括直接费用和间接费用。其中直接费用包括原材料、设备、设施费用等；间接费用包括工程设计、许可、启动、意外事故费用等间接投资。

- 运行费用：人工工资、培训、防护等费用；水电费；采样、检测费用；剩余物处置费用；维修和应急等费用；以及保险、税务、执照等费用。

- 后期费用：日常管理、周期性监测等后期费用。

③ 环境指标：包括修复后污染物的残留风险、修复过程的环境影响和健康影响。

- 污染物残留风险：剩余污染物或二次产物的类型、数量、特征、风险，以及风险处理处置的难度和不确定性。

- 环境影响：包括修复工程设施建设阶段和运行阶段对环境的影响程度。

- 健康影响：包括修复工程建设阶段和运行阶段对人员安全健康的影响。

④ 社会指标：包括管理可接受程度和公众可接受程度。

- 管理可接受程度：区域适宜性；与现行法律法规、相关标准和规范的符合性；需要与政府部门配合的程度。

- 公众可接受程度：施工期对周围居民可能造成的影响（气味、噪声等）。

(2) 比选标准

根据评价指标的重要性及影响程度，确定了本场地各评价指标的权重及分值如表 4-10 所示。指标权重越大，对场地越为重要。指标分值越高，对场地的影响越大。各评价指标的权重总和为 1；各评价指标的分值最小为 0，最高为 10。

表 4-10 吉华化工场地修复备选方案比选评价标准

序号	评分指标	指标权重	评价分值			
			0	1-3	4-7	8-10
1	修复技术的可靠性	0.05	*	较不可靠	较可靠	可靠
2	管理人员需要的经验程度	0.025	*	丰富	较丰富	一般

序号	评分指标	指标权重	评价分值			
			0	1-3	4-7	8-10
3	必要设备和资源的可获得性	0.025	*	较不易	较易	易
4	异位修复过程中污染介质的贮存、运输、安全处置方面的可操作性。	0.025	*	不易操作	较易操作	易操作
5	与场地后续建设工程匹配性	0.05	*	较差	一般	好
6	达到修复目标的可行性	0.05	*	不易达	较易达	易达
7	总体修复时间	0.025	*	长	较长	短
8	现场施工时间	0.05	*	长	较长	短
9	修复总费用	0.2	*	高	中等	低
10	后期费用	0.1	*	高	中等	低
11	污染残留风险	0.05	*	有	基本没有	没有
12	风险处理处置的难度	0.05	*	高	中等	较
13	修复工程前期建设阶段的环境影响	0.05	*	较大	较小	基本没有
14	修复工程运行阶段的环境影响	0.05	*	较大	较小	基本没有
15	修复工程前期建设阶段的健康影响	0.05	*	较大	较小	基本没有
16	修复工程运行阶段的健康影响	0.05	*	较大	较小	基本没有
17	区域适宜性	0.025	*	不适宜	较适宜	适宜
18	与现行法律法规、相关标准和规范的符合性	0.025	*	较差	一般	好
19	需要与政府部门的配合程度	0.025	*	高	较高	一般
20	公众可接受程度	0.025	*	不可	尚可	可
	权重总计	1				

注：* 表示不能满足基本要求。

4.6.2.2 比选方法

将各评价指标的分值与权重相乘得到各评价指标的单项得分，再将各修复方案所有指标的单项得分相加得到各修复方案的综合得分，然后对其综合得分进行排序，高者为蓟州区原吉华化工厂场地场地修复的最佳方案。

4.6.2.3 比选结果

表 4-11 为蓟州区原吉华化工厂场地场地修复方案的比选结果。

表 4-11 吉华化工场地修复各备选方案筛选评价结果

序号	评分指标	指标权重	修复方案	
			方案一	方案二
1	修复技术的可靠性	0.05	9	9
2	管理人员需要的经验程度	0.025	7	7
3	必要设备和资源的可获得性	0.025	7	5
4	异位修复过程中污染介质的贮存、运输、安全处置方面的可操作性。	0.025	7	7
5	与场地后续建设工程匹配性	0.05	9	9
6	达到修复目标的可行性	0.05	9	9
7	总体修复时间	0.025	8	9
8	现场施工时间	0.05	9	8
9	修复总费用	0.2	9	7
10	后期费用	0.1	9	9
11	污染残留风险	0.05	9	9
12	风险处理处置的难度	0.05	8	7
13	修复工程前期建设阶段的环境影响	0.05	6	6
14	修复工程运行阶段的环境影响	0.05	7	7
15	修复工程前期建设阶段的健康影响	0.05	6	6
16	修复工程运行阶段的健康影响	0.05	6	7
17	区域适宜性	0.025	8	8
18	与现行法律法规、相关标准和规范的符合性	0.025	8	8
19	需要与政府部门的配合程度	0.025	7	7
20	公众可接受程度	0.025	7	7
	得分总计	1	7.75	7.55

由表可见，在两个备选方案中，方案一的得分为 7.75 分，方案二的得分为 7.55，方案一略高于方案二，方案一为蓟州区原吉华化工厂场地修复的最佳方案，方案二可作为备选方案。

最佳修复方案一为：（1）重金属污染土壤采用固化稳定化结合原位阻隔填埋修复技术；（2）氨氮污染土壤采用常温解吸技术进行修复。

备选修复方案二为：（1）重金属污染土壤采用固化稳定化结合原位阻隔填埋修复技术；（2）氨氮污染土壤采用热解析技术进行修复。

这里需要说明的是，根据国家相关规定，本报告中的修复方案设计、修复工程实施、环境管理计划、工程进度计划等内容均按最佳修复技术方案进行编写，

如业主最终选择备选方案二作为场地的修复方案，则需重新编写和论证相关内容。

4.7 修复技术筛选与评估小结

结合该场地土壤污染物的分布特征、场地水文地质条件、场地规划及后期建设的相关要求，经修复技术的初步筛选和进一步的可行性评估，确定该场地单一重金属砷和单一氨氮污染土壤的修复技术如下：

（1）砷污染土壤的修复：本场地土壤中重金属污染以单一砷为主，且污染物浓度不高，固化稳定化即可取得较好的处理效果，满足本场地修复目标值要求，处置后的土壤可结合本场地详规进行原地阻隔填埋。

（2）氨氮污染土壤的修复：常温解吸和热解析在本场地均具有较好的可行性，由于场地土壤中污染物种类简单，从修复技术的可操作性和修复成本上看，常温解吸具有操作简单、修复周期短、修复成本低的优势，可作为本场地土壤修复优选技术，热解析修复技术可作为备用技术。

5 场地修复方案设计

5.1 修复技术总体思路

本场地需要修复的污染土壤类型较为简单,包括单一砷污染土壤和单一氨氮污染土壤两个类型。

砷污染土壤修复面积为 89.49 平方米,修复深度为 0-4 米,修复土方量 357.96 方,采用固化稳定化技术进行修复,处置后的土壤结合本场地详规进行原地阻隔填埋。

氨氮污染土壤修复面积为 1121.98 平方米,修复深度为 4-8 米,修复土方量 4487.92 方,采用常温解吸技术进行修复。

吉华化工场地污染土壤修复方案的技术路线如图 5-1 所示。

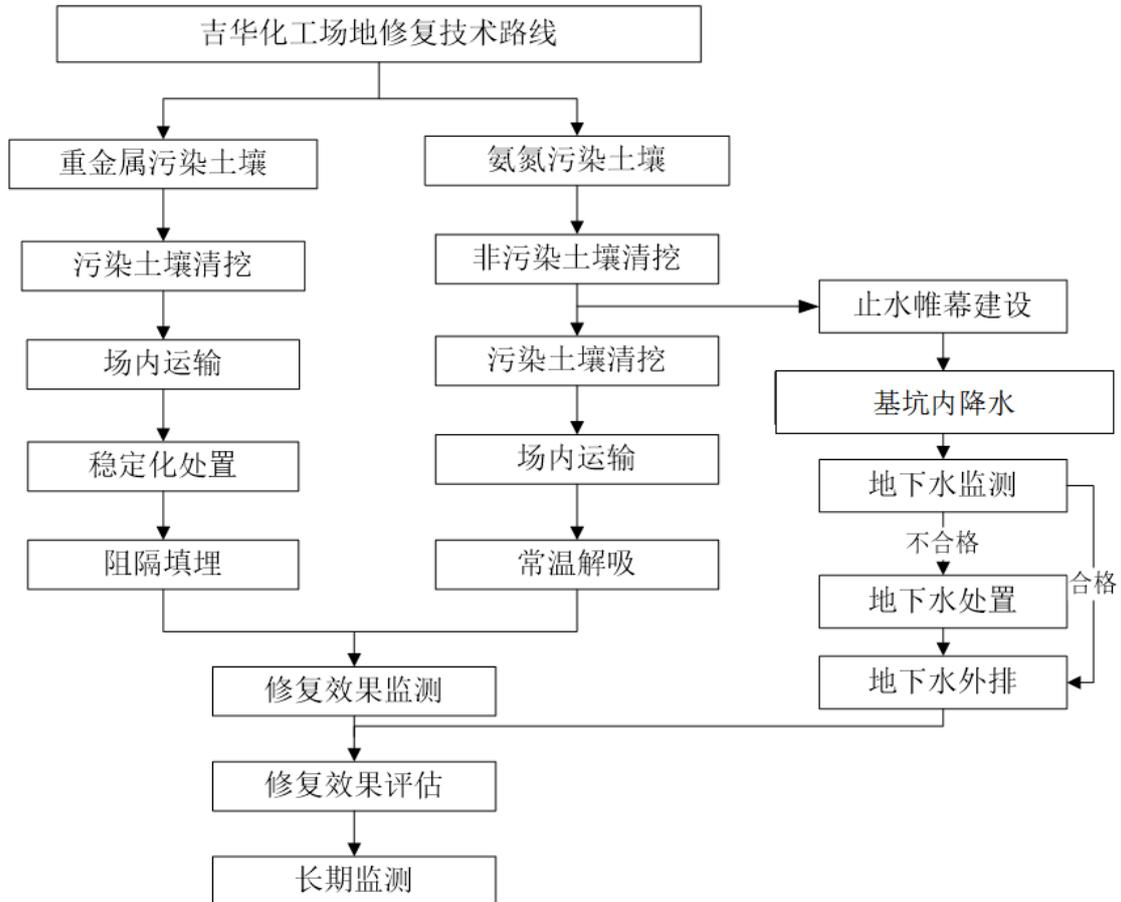


图 5-1 原吉华化工场地土壤修复技术路线

5.2 砷污染土壤修复工艺设计

5.2.1 技术原理

固化/稳定化技术，是将污染土壤或污泥与能聚结成固体的黏结剂或能将重金属元素螯合稳定化的药剂相混合，从而将重金属污染物捕获、稳定或固定在固体结构中的技术。该技术普遍应用于土壤或污泥重金属污染的快速控制和修复。

固化技术中污染土壤或污泥与黏结剂之间可以不发生化学反应，只是机械地将污染物固封在结构完整的固态产物（固化体）中，隔离污染物与外界环境的联系，从而达到控制污染物迁移的目的；稳定化是指稳定化药剂与污染物发生络合、螯合等化学反应，将污染物转化为不易溶解、迁移能力或毒性更小的形态来实现其无害化，降低对生态系统危害性的风险。在实际应用中往往将固化技术和稳定化技术结合起来以便达到更好的效果。

本项目中影响固化/稳定化效果的主要因素包括以下几个方面：

（1）污染物种类及浓度

对于不同污染物质需要采用不同类型的固化/稳定化药剂处置，同时还需要根据污染物质浓度来合理调整药剂的投加比例。如对砷（As）进行稳定化治理，采用以碱性氧化物为基料的稳定化药剂。

（2）水分含量

水是固化/稳定化反应进行的物质基础，某些进口复合固化/稳定化药剂在反应时，需保持泥饼与药剂混合物的含水率在 20% 以上。

（3）混合均匀程度

污染土壤与固化/稳定化药剂混合的均匀程度是固化/稳定处置工艺中至关重要的影响因素，为确保药剂和污染物充分接触混合，工程实施阶段建议采用日本整装进口的土壤改良机进行混合。

（4）反应时间

均匀混合后的反应时间是稳定结构形成、药剂与金属污染物进行化学反应的重要阶段，需要保证足够的反应时间，以完成固化/稳定化过程。一般，污染土壤与药剂经混合充分后，在待检区堆置反应至少 5~7 天后，方可进行检测验收与

后续利用。

5.2.2 工艺流程

原地异位固化/稳定化污染土壤共计 357.96 方，其修复工艺流程见图 5-2。

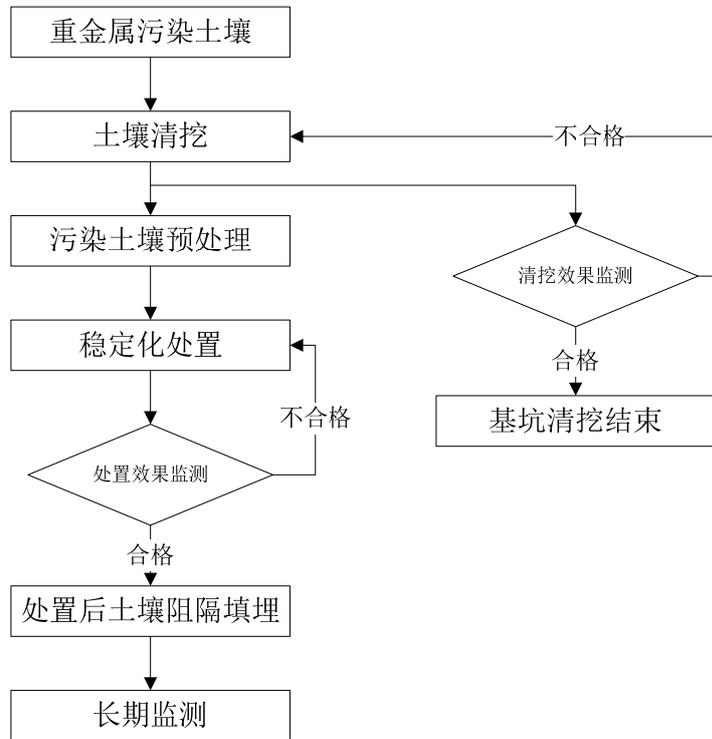


图 5-2 污染土壤固化/稳定化修复工艺流程示意图

5.2.3 技术参数设计

5.2.3.1 土壤预处理

污染土壤药剂混合设备对入料规格有严格要求，不得投入直径大于 200mm 的物料，否则可能会导致其内部的破碎和混合叶片损毁或传送系统堵塞，造成工期拖延及增加设备维护成本，因此所有需要进行固化处置的污染土壤都必须进行筛分处置，特别是来自填土层的污染土壤。

5.2.3.2 药剂类型

本项目采用 BFAs 砷钝化剂处置砷污染土壤，该药剂由中国地质科学院水文地质环境地质研究所韩占涛研究员团队研发，目前已经经过室内试验、工业污染

场地土壤钝化应用,和农田土壤钝化应用的验证,对土壤中的砷有明显的钝化效果。室内试验表明,在砷浓度为 100mg/kg 的污染土壤中,添加土壤干重 1%的钝化剂,可以使稀盐酸提取态有效砷的浸出浓度降低 81%。在不同的工业污染场地和农田土壤应用中实现了预期的钝化目标。

5.2.3.3 污染土壤固化处理

稳定化药剂是一种添加到土壤中的活性剂,用于调节土壤的物理化学性质,通过吸附、沉淀、离子交换、腐殖化、氧化-还原等一系列反应,将土壤中的有毒重金属固定起来,或者将重金属转化成化学性质不活泼的形态,降低其生物有效性,从而阻止重金属的迁移性,使其浸出浓度显著降低。

使用稳定化药剂后,重金属污染物不会被移除,但经过化学作用转化成化学性质不活泼的形态,被固定在土壤中以减少重金属潜在的不利影响。根据以往工程实施经验,重金属砷污染土壤固化/稳定化修复药剂最常用的是含铁药剂,其次是铝氧化物和锰化合物,药剂投加量需根据污染物浓度结合土壤性质确定。在土壤开挖后,为保证稳定化/固化的最佳效果,视土壤干燥程度,可适当调节土壤含水率。

5.2.4 处置后土壤阻隔填埋方案设计

由于经稳定化处置后土壤中的重金属总量未减少,应尽量避免用作土壤用途使用。结合后期开发规划,本场地修复后的重金属污染土壤将进行原地异位阻隔填埋。

5.2.4.1 技术原理

土壤阻隔填埋技术即将污染土壤置于防渗阻隔填埋场内,或经过敷设阻隔层阻断土壤中污染物迁移扩散的途径,使污染土壤与四周环境隔离,避免污染物与人体接触和随土壤水迁移进而对人体和周围环境造成危害。按其实施方式,可以分为原位阻隔覆盖和异位阻隔填埋。

本项目将采用原地异位阻隔填埋技术。

5.2.4.2 工艺流程

需要进行原地回填的污染土壤共计约 365.12 方（体积增量按照 2% 计算），其修复工艺流程见图 5-3。

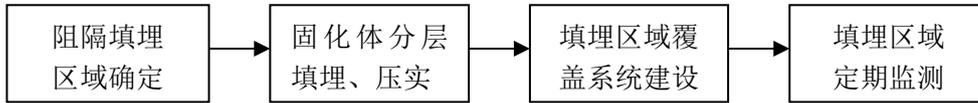


图5-3 原位阻隔填埋工艺流程图

5.2.4.3 阻隔填埋区的选择

本场地修复后的重金属污染土壤将采用原地异位阻隔填埋技术进行处置，由于稳定化处置后土壤中的重金属总量不变，为尽可能减少人体的健康接触风险，回填区应尽量选择人体接触风险较低的区域（如绿地和道路）。根据场地后期用地规划，红线范围内的绿地可作为本场地重金属修复后土壤回填区域。

此外，为避免修复后土壤中的重金属通过淋溶和迁移过程重新进入地下水或土壤环境中，填埋区应避免选择规划区域内水系附近、地质灾害易发区等敏感区域。据此，本项目优先选择 A 区进行阻隔填埋，B 区因紧邻住宅区域内规划水系，作为备选区域。填埋深度上，场地地下水平均埋深为 3.0 米，填埋区至少应距离地下水 1 米，即填埋深度宜小于 2 米。

5.2.4.4 阻隔填埋区技术参数设计

参考《污染地块风险管控技术指南—阻隔技术（试行）》（征求意见稿）要求进行防渗系统建设，包括阻隔填埋系统设计和阻隔区监测与维护等内容。

（1）**垂直阻隔系统：**垂直阻隔层可采用新型水泥石搅拌桩墙工艺，建设应符合《建筑地基处理技术规范》（JGJ 79-2002）、《型钢水泥石搅拌墙技术规程》（JGJ/T 199 - 2010）、《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）、《建筑地基基础设计规范》（GB50007—2011）等建筑行业质量标准的相关要求，且确保实现良好的阻隔效果，阻隔墙渗透系数宜小于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ；

（2）**水平阻隔系统：**水平阻隔系统包括土壤阻隔层和土壤覆盖层。土壤阻隔层由防渗钢筋混凝土和弹性膜衬层（FML）组成，土壤覆盖层采用低渗透性的

粘土覆盖。土壤阻隔层中的钢筋混凝土能够防止初期固化及后期塑性收缩、干燥收缩、热裂解等造成的裂缝，同时表面混凝土板应加入空气吸附添加剂以减少严寒及霜冻天气造成的表面腐蚀；弹性膜衬层作为一种渗透性较差、厚度较小的人工合成膜，可以阻止液体的迁移，广泛应用的 FML 包括 PVC（聚氯乙烯）、PCE（聚乙烯），HDPE（高密度聚乙烯）等；土壤阻隔层厚度设计为 0.5m，包括 0.15m 的基底层和 0.35m 的钢筋混凝土层，以及弹性膜衬层（厚度 2mm）。土壤覆盖层采用低渗透性（小于等于 $1E-06\text{cm/s}$ ）的粘土覆盖，能够维持阻隔层的稳定性并限制污染接触；土壤覆盖层厚度设计为 0.3m。

5.2.4.5 后续维护和定期监测

阻隔系统需要长期运行，因此需要开展跟踪监测，证明阻隔系统达到设计目标的最初性能，并确保阻隔系统在污染地块开发后效果得以持续。为了评估阻隔措施的运行状况和主要性能，需要定期对填埋区周边地下水情况进行定期监测和评估，至少每季度开展监测一次，两次监测的间隔不得少于1个月，监测应持续 1~2年。本项目为重金属污染土壤，污染物不具有挥发性，因此本项目后续监测只考虑填埋区域周边地下水的监测，监测指标为土壤中需要修复的目标污染物砷，其地下水中浓度应满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的III类标准（ $\leq 10.0\ \mu\text{g/L}$ ）。如出现超标情况，则应分析原因，并采取针对性措施。

5.3 氨氮污染土壤修复工艺设计

5.3.1 技术原理及工艺流程

本方案需要采用常温解吸技术修复氨氮污染土壤 4487.92 方，污染土壤常温解吸修复工艺流程如图 5-6 所示。

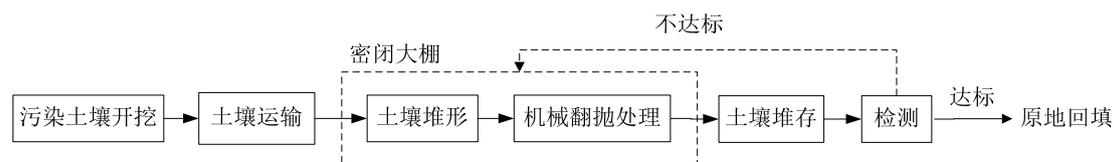


图5-6 污染土壤常温解吸修复工艺流程示意图

先对氨氮污染土壤进行开挖，运输至密闭大棚内；对污染土壤进行预处理，去除大块石块；通过施工机械将与处理后的污染土壤堆积成适于常温解吸机械处理的形状；随后，利用翻抛机械对污染土壤进行翻抛处理，使土壤中污染物挥发进入气体中；处理后土壤进行堆存和检测，达到预定修复目标即可最终处置。

挥发出的废气经密闭大棚集中收集进行尾气处理，净化处理后的气体最终达标排放。尾气处理可采用活性炭吸附工艺。

需要说明的是，由于污染土壤位于场地地层的饱和层，虽前期调查结果表明地下水不存在风险，但因污染已存在，且会因暴露途径的改变给人体健康带来风险，这部分地下水不能直接排放，而需要根据最终去向进行水质检测和评价，如果超过排放标准，需处置合格后方可排放。

5.3.2 修复大棚设计

根据国内外经验，本场地氨氮污染土壤处置大棚将采用膜结构或钢结构微负压大棚，具有容量大、结构稳定，经久耐用，运行成本低，安装简单快捷等特点。包括主体结构系统、气体组织及处理系统、环境安全监测系统等。

- **主体结构系统：**本场地挥发性污染土壤处置大棚可采用钢结构或膜结构微负压大棚。膜材料采用高强度纤维织成的基材和聚合物涂层构成的复合材料制成，应具有一定的拉伸强度和撕裂强度，满足 NFPA701、ASTM-E84、CSFM、AS1530 规范要求，工作温度-30°C~70°C。此外，还应具有一定的透光性，可有效利用太阳照射提高棚内温度，有利于土壤中挥发性污染物的挥发。

- **气体组织及处理系统：**污染土壤在翻抛过程中，会向棚内释放大量的挥发性污染气体。为有效排除这些污染气体，避免局部死角，提高污染物的去除效率，大棚应采用水平流全面通风设计，对棚内整个作业区进行通风换气。换风频率建议为 2 次/小时。

此外，在该修复密闭空间内，因操作区与污染区混合在一起，为保证棚内人员的人身安全，并使氨气（密度小于空气）能够全部迅速排出，该大棚应采用上进上出的送风方式，以减少污染物在内部的滞留，迅速排出。其中，送风口靠近操作区，排风口尽可能靠近浓度较高的区域。修复过程中产生的污染气体，经收集后通过管道排入尾气处理装置。该处理装置由活性炭吸附系统组成，经净化处

理达标后排放。吸附饱和的活性炭将送至相关有资质的部门进行处理。

● **环境安全检测系统：**本场地修复过程中排出的污染气体主要为氨氮。为保证棚内作业人员的安全以及结构的安全，该大棚设计有两套监测系统，一套为在线监测系统，一套为手动监测系统，以及时掌握和调节密闭空间内污染物气体的浓度。

5.3.3 设备及技术参数设计

采用常温解吸技术进行污染土壤的修复。其过程为：在大棚内，将污染土壤堆放为适于翻抛机械处理的规则形状，堆放高度一般 $<2\text{m}$ ，然后用翻抛机等设备对污染土壤进行翻抛，利用强制性扰动，使土壤中的挥发性的污染物逸出除去。

5.3.4 处置后土壤去向

采用常温解吸技术处置后的土壤中氨氮浓度将全部低于本场地修复目标值，从健康风险角度来说，修复后土壤对人体健康影响的非致癌危害指数全部小于1，综合考虑土壤质量及利用价值等多种因素，建议将修复后的土壤进行原场地回填，避免外运。

6 工程施工部署

6.1 总体部署

6.1.1 修复区平面布置

6.1.1.1 场地布置原则

根据本项目污染区的分布特点和修复工艺流程，结合现有地形地貌和道路网、场地外的周边环境的位置等，对修复区域进行平面布置，并遵循以下原则及要求：

- (1) 优先利用原有资源；
- (2) 修复功能区应尽量靠近污染区域，缩短污染土的运输距离；
- (3) 主要修复设备及设施应布设在厂区内远离敏感点的位置；
- (4) 必须执行国家和行业的有关规范、标准、规定等；
- (5) 应根据工艺流程、防火、安全、卫生等要求，结合内外部运输条件、场地地形、地址、气象条件及远期发展规划等因素综合确定；
- (6) 应使生产环节具有良好的联系，避免生产流程迂回往复，供水、供电及其他公用设施力求靠近相应的负荷中心；
- (7) 坚持节约用地原则，厂房布置根据现有建筑布置，力求简捷、紧凑，建构筑物外形力求简洁；
- (8) 功能分区明确，有利生产、方便生活，保护环境并与周边环境相协调；
- (9) 道路短捷、运输量大，车辆往复频繁的设施宜靠近厂区边缘地段，尽量避免主要人流和货流之间交叉干扰；
- (10) 尽量利用自然地形，减少土石方工程量和各种工程构筑物的工程量；
- (11) 临时处置场平面布置除了遵循上述原则外，具体还应根据城市主导风向、进料方向、运输方向特点以及场址地形、地质条件等因素进行布置，既要考虑流程合理管理方便，又要考虑经济实用。

6.1.1.2 场地总平面布置图

根据项目要求，本项目修复区域主要包括砷污染土壤稳定化处置区域（面积500 m²）和氨氮污染土壤常温解吸修复大棚（面积2500 m²），其中修复大棚内部的污染土壤处理区1000 m²，污染土壤待检区1000 m²，大棚内土方运输道路500 m²。

此外，为配合修复，场地内还设有清洁土堆场（面积2000 m²），洗车区（面积150 m²），污水处理区（面积为200 m²），项目部及生活区（面积200 m²）等。

6.1.2 施工流程

本项目的施工可分为施工准备、修复工程实施和验收移交三个阶段。

（1）施工准备阶段

包括围挡及公示牌建设、现场项目部及生活区搭建、钢结构大棚建设、施工道路铺设、尾气处理装置搭建、污水收集装置安装等。

（2）土壤修复阶段

本场地污染土壤包括重金属污染土壤和氨氮污染土壤两类，因污染范围分别独立，编号为1#区 ~ 3#区。

- **重金属砷污染土壤修复流程：**测量放线→土壤清挖→重金属砷稳定化处理→清挖效果及修复效果监测→指定区域阻隔填埋

- **氨氮污染土壤修复流程：**测量放线→支护建设→土方开挖→原地异位常温解吸处理→清挖效果及修复效果监测→指定区域回填

（3）验收移交阶段

包括竣工验收和场地移交。

- **竣工验收流程：**验收申请→文件审核→现场勘察→修复效果监测→修复效果评估。

- **场地移交流程：**场地平整→资料移交→办理移交手续。

6.1.3 施工设备

本修复项目施工工艺，包括支护施工、土方开挖、土壤运输、土壤筛分破碎、污染土壤修复及型钢拔除。修复范围内的污染土壤通过建立支护防止基坑坍塌，

清挖后污染土壤通过场内运输，至指定区域，进行土壤修复。验收合格后，原基坑将用于修复后土壤的原地回填，拔除型钢。

根据本工程污染物分布特点和开挖深度，确定施工所需的各种施工机械类别、型号。各机械设备在正式进场前应进行组装调试，并完成施工前的机械检验工作。

6.1.4 工期安排

本项目确定的施工计划工期为180个日历天，在实施方案通过评审并备案后开工。拟定计划开工日期为2019年10月1日，工程竣工时间为2020年1月20日（如开工时间推迟，全部时间节点按施工计划顺延）。可分为三个阶段：

第一阶段为施工准备阶段（2019年10月1日~2019年11月20日）：主要完成辅助设施，放线定位，场地硬化、道路，大棚及基础等临时辅助工程，设备的安装与调试，支护形式的建设。

第二阶段为修复施工阶段（2019年11月21日 ~ 2019年2月20日）：主要完成污染土壤的清挖、运输、修复处置、自检测等工作。

第三阶段为验收阶段（2019年2月21日 ~ 2020年3月31日）：包括修复效果评估、修复后土壤回填，办理移交手续等。

6.2 项目组织机构

我公司将委派具有丰富施工经验的工程管理人员组成“蕪州区原吉华化工厂污染土修复项目经理部”（以下简称“项目经理部”），作为我方在本项目的组织管理机构。项目经理部将对整个工程进行全过程管理，全面履行合同条件规定的承包商职责，保质量，保工期，保安全，对建设单位负责，对企业本身经营效益负责。项目经理和项目经理部接受政府主管部门、建设单位、监理单位的监管，接受公司总部及各职能部门的服务、管理、监控、协调。

项目经理部下设安全部、质量部、技术部、工程部、机电部及商务部门。

6.3 主管部门职责

各部门职责分述如下：

- **安全部门** 在现场施工中负责人员安全。包括用电安全、准备夏季防护用品、施工人员安全、人员佩戴防护用品的发放及现场施工人员安全教育。

- **质量部门** 依据实施方案的内容，进行质量控制。包含二次污染控制，自检质量控制，工程辅助措施质量控制，土方开挖范围质量控制，大气、噪声及污水质量检测等。

- **技术部门** 通过技术路线的比较与实验，细化技术路线和实施方案，进行现场技术指导和自检；根据开挖及修复过程，及时进行样品收集和检测，为施工生产技术提供可靠数据支持。

- **工程部门** 依据实施方案的内容，组织生产和施工。

- **机电部门** 对修复过程中的所有机械，进行统一调配，并进行定期维护，保证高效的进行施工。

- **商务部门** 负责项目中所需材料的采购、机械租赁及外事联络等工作。

6.4 各岗位主要职责

项目经理部全面负责本工程的施工生产、安全质量和工期进度、环保及文明施工管理，服从和尊重建设单位、监理单位的管理，密切配合，做好组织和协调工作。各职能部门和作业队在项目经理部的领导下，组织实施施工方案、施工计划以及安全、质量、进度、管理等。项目经理、技术负责人、安全总监、质量总监、生产经理、商务经理等均须明确自己的岗位职责。

(1) 项目经理

作为工地现场的总负责人，负责在现场组织指挥，保证本项目管理体系的有效运行及所需人、财、物、机等资源的合理配置，是安全质量保证和环境保护的第一责任人；贯彻落实安全生产的方针、政策、法规和各项规章制度，结合项目工程特点及施工全过程的情况，制定本项目工程的各项安全生产管理办法，并监督其实施，对工程项目施工进行全方位控制，确保安全文明施工、工程质量和工程目标的实施；组织工程例会，安排生产任务，解决出现问题。

(2) 技术负责人

确定项目施工管理组织机构，与项目经理和施工管理部门商定现场施工管理人员派遣计划，具备现场施工条件时，组织施工管理人员进驻现场；组织编制项

目施工管理相关程序、规定等文件；对现场施工的开工条件进行检查，参加施工开工报告的编制，促进施工开工报告的批准；定期组织召开施工计划执行情况检查会，检测施工进展，检查和分析施工中存在的主要问题，研究解决办法；定期向项目经理报告施工进展情况。

(3) 安全项目经理

安全项目经理是工程项目安全生产的直接管理者和责任人，贯彻安全条例标准是安全项目经理工作准则，执行相关规章、规程是安全项目经理的责任；办理开工前安全监审和安全开工审批，编制项目工程安全监督计划，上报安全措施和分项工程安全施工要点；检查评定安全用品和劳动保护用品是否达标，罚处现场违章行为，组织机械设备安全评定，提出安全整改意见和处理办法；实行安全终止权，有权制止任何人的违章行为，承担项目安全、文明施工管理责任。

(4) 质量总监

认真贯彻执行国家及地方各项法律、法规、遵守公司的各项规章制度；对材料的进场，必须先验收，后放行，不合格产品严禁使用，组织实施建立仪器（表）台帐，监督落实材料的成品与半成品标识工作，严把质量关；经常深入现场进行过程检验，发现不合格项目及时提出，对违章施工，严重危害工程质量的行为有权制止，必要时提出暂停施工的要求，并及时向上级反应；参加采购物资的验证，及时检查施工记录和实验结果，严格执行施工配合比，作好计量工作。

(5) 生产项目经理

认真贯彻落实上级主管部门的法律、法规和规章制度，服从公司及项目经理的领导，完成项目经理部下达的各项任务；根据项目经理部下达的任务要求和施工组织设计及甲方的工期要求，按国家质量标准、工艺规程组织施工，减少或杜绝人为的返工和材料浪费，决不允许不合格的产品存在；负责工程洽商、技术交底的编制及工程分包管理工作，并组织有关人员对照班组施工过程进行检查；负责各项质量措施、安全措施的实施与检查纠正工作，参与工程阶段验收和竣工交验，组织参加各项安全验收工作，支持配合项目经理和项目技术负责人的工作，完成项目经理下达的各项任务。

(6) 商务项目经理

负责项目合约商务、工程预算、结算、报量、支付工作，负责工程项目成本核算和成本管理工作，全面负责项目部合约管理。负责工程报价、预算报量、进度款申请、工程结算竣工结算。

6.5 重点难点分析

6.5.1 施工重点

(1) 完善辅助工程建设

修复工程中的部分污染土壤位于场地地层的饱和区且修复深度较深，为避免污染物发生迁移产生二次污染，同时也对深基坑起到支撑作用，需在该修复区域范围内建设止水帷幕，以保证修复施工的顺利开展。

(2) 加强安全事故防范

本项目涉及基坑支护、土方开挖、土壤筛分及药剂添加，包含机械种类较多，易造成安全事故，需加强安全事故防范措施的监督与检查，文明施工。

(3) 避免产生二次污染

● **废水控制：**在场区内，生活用水及基坑降水均存在被污染的隐患，需在场区内统一收集，再对该废水取样检测，若废水符合排放要求，将废水统一排放；若不满足排放要求，需处理合格后再统一排放。

● **扬尘控制：**由于天津温度较高，当风力较大时，容易在开挖、运输和修复过程中产生扬尘，扬尘中可能含有污染物。故在开挖过程中，应控制开挖面，尽量减少土壤暴露面积；在运输过程中，加强车辆苫盖，并控制车辆行驶速度，防止土壤遗撒；裸露表土及时覆盖，减少扬尘的可能性。

● **气味控制：**由于污染物含有氨氮，在开挖过程中，可能产生刺激性气体。为避免对周围居民生活造成影响，应在现场随雾炮喷洒气味抑制剂，既可以降低扬尘又可以减少气味对居民生活的影响。

● **噪音控制：**由于场地周围有多个居民区，施工机械噪音可能会多周边居民生活造成影响，为了降低噪音的影响，需定期对动力、机械设备进行日常管理及维修保养工作，避免异常噪音的产生，并尽量选择低噪声或备有消声降噪设备的机械机具。

● **土壤二次污染控制**：遵循“现挖现装”的原则，运输过程禁止超载；大风或者大雨天气无法施工时，用防雨布覆盖已经挖开的土壤，减少扬尘或雨水冲刷，避免发生二次污染；污染土壤运输过程中进行严密苫盖，防止污染土壤沿途撒落和气味扩散；污染土壤运输车辆厂内行驶速度不能超过10km/h，每辆车配备充足的清扫工具，发现遗撒及时清理干净；污染土壤应根据污染类型进行分类暂存，避免混合。

6.5.2 施工难点

（1）不利条件下的工程应对措施

常温解吸技术的处理效果受温度和土壤质地的影响较大，在某些不利条件下，如温度偏低或土壤粘性较大，土壤中污染物的去除效果不佳。根据以往工程经验，可通过适量添加生石灰的方式，及时对修复工艺进行调整，确保修复效果。

（2）特殊区域基坑支护工程的应对措施

本场地南侧的氨氮污染修复区（编号3#区）紧邻军用铁路，给施工过程造成一定难度，本项目拟在靠近铁路3#一侧，拟采用双轴搅拌桩+钻孔灌注桩+放坡的方式建设止水帷幕，以保证阻隔效果并降低对铁路的影响。

7 施工组织方案

7.1 施工组织策划

7.1.1 施工组织

本修复项目的实施将遵循以下原则和要求进行：

- (1) 严格执行国家和行业规范及标准，严格执行招标文件及合同内容要求。
- (2) 合理安排施工生产的程序和流程。
- (3) 采取先进合理的生产施工技术前提下，通过方案比较和论证，选取最优的施工方案。
- (4) 梳理出几条生产施工主线，然后找到最主要的1条，以其为核心建立流水节拍作业。以保证施工连续地、均衡地、有节奏地进行。
- (5) 在满足施工和环境要求的条件下，最合理地布置平面，尽量减少临时设施的施工用地。
- (6) 尽量使用成品和预制构件，加快施工速度，减轻劳动强度，提高利用率。
- (7) 提高机械化施工程度，尽可能地减少生产施工区域的用工人数和用工率，减少污染物对施工人员可能引发的伤害，提高生产施工的安全性。
- (8) 制定技术、组织、质量、安全、节约等保证措施，避免质量和安全事故，降低工程成本，提高工程经济效益。

7.1.2 施工组织阶段划分

根据修复项目工程施工组织流程和总体进度计划安排，本修复项目施工过程大致划分为三个施工阶段，分别为施工准备阶段、修复施工阶段及竣工验收场地移交阶段。

(1) 施工准备阶段

根据项目组织架构要求完成项目部人员组建工作。根据场地调查报告中圈定的污染范围拐点坐标，分区分块分污染类型进行测量放线，圈定各区块污染范围及修复方量，制定详尽的阶段性的生产进度计划，人、材、机需求计划及资金使用

计划；按照施工总平面布置要求，对场地进行平整，完成场地临建及各设备基础的建设，做好项目部安全文明施工措施搭建；建设预处理车间大棚相关准备工作完成之后，组织专业人员、设备、机械及相关生产材料进场，并组织设备、技术人员完成各修复工艺设备的安装、调试及试运行工作；开工前，组织技术、安全、生产、商务等部门负责人做好生产前的各项资料交底和岗前培训工作，确保各级管理和生产操作人员熟悉工艺流程。开展双轴搅拌桩+钻孔灌注桩辅助工程。

（2）修复施工阶段

各项准备工作完成之后，即正式进入污染修复施工阶段。修复工作主要包括污染土壤的清挖、场内运输、暂存，土壤筛分预处理，土壤原地异位稳定化处理及污染土壤常温解吸处置，修复后土壤堆至待检区以及施工过程中环境、质量、安全和进度的全方位监管工作。

（3）验收移交阶段

做好竣工资料的整理归档，编制竣工报告，完成工程款结算工作，最终完成场地的顺利移交。其中，验收工作包括验收资料梳理、验收报告编制、验收评审会议以及协助监理单位和建设单位完成资料备案，获取环保备案文件。

7.1.3 施工组织策划

7.1.3.1 场地条件

- **场地道路条件** 场地外靠近津蓟高速，方便对外交通连接，场区内污染修复区域需重新修建施工道路。
- **场地情况** 场区内无建筑，碎石、荒草较多。
- **场地地形** 本项目施工区域场地整体地势平坦。无坡度。东侧为居民生活区，场区整体地势北面较高。

7.1.3.2 施工顺序

本项目分三个区域：**1#区域**采用固化稳定化修复技术、**2#、3#区域**采用常温热解析修复技术。

土壤修复顺序：**1#区→2#区→3#区**

7.2 施工准备

7.2.1 组建项目部

我司拟调配有经验的精干人员组建项目部，分别构建成技术部、质量部、安全部、生产部、商务部。

对于项目部布置，项目部将设置一间办公室，一间作为项目经理办公室、一间会议室、一间工人宿舍、一间饭堂。采用板式房搭建。占用面积为200m²。

7.2.2 进场各项准备工作

(1) 场地平整，清理地表，把修复作业范围内的杂草清除并集中堆置于西南面。

(2) 根据前期场地调查报告测量污染区域，进行放线标志。

(3) 建设临时办公区。

(4) 从场内的自来水总管驳接一条 $\phi 50$ 水管到场地修复作业区。

(5) 负压大棚建设。预处理车间大棚在方案评审确定后，即可组织设计和施工。

(6) 辅助构筑物建设。建设轮洗区、冲洗区、污水处理站、待检场、排水沟等辅助设施。

7.3 污染土壤测量定位专项方案

7.3.1 修复区域拐点坐标

本项目修复范围拐点详见附件2。

7.3.2 测量质量要求

开工前组织熟练精干的测量队伍对业主提供的平面和高程控制点进行复测，并据此建立平面控制网和水准控制网，其精度必须满足测量规范和设计要求；对业主提供的控制点需加以保护，并用油漆加以清楚标注。根据测量控制点，准确测放出各个土壤污染区域拐点，经工程监理复核后，开始清挖，确保土壤污染区

域定位准确。

本工程施工测量要求的施测精度很高，必须精心施测并整理成果。测量成果必须满足工程测量规范和基坑工程有关规范要求，而且要快速准确，保证工程进度要求。

本工程测量定位工作主要分为三个区域，编号分别为1#、2#和3#。为满足基准点布设要求需将其布在稳定位置，以保证控制桩的精度。测量需满足以下要求：

(1) 按照业主提供的图纸进行测量放线，并邀请环保主管部门和监理单位监督。

(2) 应符合《工程测量规范》（GB50026-2007）及设计要求；

(3) 使用成果桩要校核坐标成果桩及高程水准点，其误差在允许范围内取平均值；

(4) 测量人员必须持证上岗，不得使用无证人员放线。

(5) 认真执行国家法令、政策与法规，明确为施工服务的目的；

(6) 严格遵循先整体后局部，先控制后细部放线的工作程序；

(7) 严格审核测量起始依据的正确性，坚持测算工作，步步有校核的方法；

(8) 坚持定位放线工作，必须执行自检、互检合格后，由有关部门及监理验收的工作制度；

(9) 测量记录要保证原始真实，数据正确，内容完整，字迹工整清楚，测量资料要及时收集整理，认真保管。

7.3.3 测量准备工作

(1) 制定异位施工区清挖施工测量放线测量方案，经监理方审批后开始施工放线。对进场的测量仪器设备进行计量检定，确保器具在受控状态下使用。

(2) 熟悉图纸、了解基坑、井点点位放线的相关要求，校核图纸中相关数据，掌握测量放线所需要的几何尺寸及相关数据。

(3) 对甲方提供的定位依据进行核算。

(4) 对甲方提供的起始桩点（红线桩、水准点高程）进行校测。

(5) 由技术负责人对测量放线工进行技术交底。

7.3.4 土方施工测量及过程监控

采用 GPS-RTK 实测现场地形地貌，踩点间隔不大于20m，测量场地高程了解场地的标高状况，为挖方深度的控制和结算提供依据。

依据场区平面控制桩与污染区分布图，利用全站仪将污染土壤清挖区域按污染类型、开挖范围不同分别测放出坐标拐点，用白灰撒出边界线。

在开挖线范围一侧设置警示牌，分别设置醒目的颜色进行区分，并在警示牌上标明土壤污染类型、处理方式等详细内容，避免错挖。完成放线工作后报请业主和工程监理等相关单位到工地现场对放线成果进行核查，经各方核查批准后再进行下一步的施工工作。

将采集的数据文件导入 CASS 软件进行展点，精确绘制挖土前后的实际地貌，用三角网法（DTM）绘制、高线或方格网进行土方量计算。施工过程中的记录与验线应满足以下要求：

（1）对施测所需的各类数据及施测方法均做好详细记录，要求做到原始有效，字迹工整，内容有可追溯性。

（2）每次施测完毕后，首先由测量人员进行自检，确认后交监理核验。

（3）测量验线人员按施工组织设计施工进度安排，结合施工测量方案准确及时地做好各阶段的测量验收工作，紧密配合施工生产。

（4）验线工作与放线工作要做到人员、仪器和测量方法三分开，独立进行。验线的精度要高于放线。严禁验线与放线同时进行，严禁不经过验线就擅自施工的现象发生。

7.4 辅助工程实施方案

7.4.1 双轴搅拌桩专项施工方案

双轴水泥土搅拌桩是用于加固饱和软黏土地基的一种方法，它利用水泥作为固化剂，通过特制的搅拌机械，在地基深处将软土和固化剂强制搅拌，利用固化剂和软土之间所产生的一系列物理化学反应，使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的优质地基。在本工程采用双轴搅拌机建立止水帷幕，同时对开挖基坑起到支护等作用。

7.4.1.1 施工内容

本项目2#与3#区域，清挖深度约为8米，拟在2#与3#污染土壤区域周围建设双轴搅拌桩。

7.4.1.2 双轴搅拌桩施工方案

(1) 测量放线

以业主提供的水准点及测量控制网进行引测，按图放出围护结构轴线和高程引测，设立临时控制桩，并做好有效保护。

(2) 障碍物清理

因该工法要求连续施工，故在施工前应对围护施工区域地下障碍物进行清理，以保证施工顺利进行。

(3) 双轴搅拌桩施工步骤

① 就位对中：移动深层搅机到达指定桩位、对中，对中误差不大于2cm，搅拌轴达到设计深度后，再将深层搅拌机边搅拌边提升，垂直度偏差不大于0.5%L。

② 预搅下沉：启动深层搅拌机，使深层搅拌机沿导向架搅拌下沉，下沉速度由电气控制装置的电流监测表控制，工作电流不大于额定电流，如果下沉速度太慢，可从输浆系统补给清水以利钻进。

③ 预搅下沉：启动深层搅拌机，使深层搅拌机沿导向架搅拌下沉，下沉速度由电气控制装置的电流监测表控制，工作电流不大于额定电流，如果下沉速度太慢，可从输浆系统补给清水以利钻进。

④ 喷浆、搅拌、提升：深层搅拌机下沉到设计深度后，开启灰浆泵，待浆液到达喷浆口，严格按设计确定的提升速度边喷浆边提升深层搅拌机。

⑤ 重复搅拌：深层搅拌机喷浆提升至设计顶面标高时，关闭灰浆泵，集料斗中的浆液正好排空，为使软土和浆液搅拌均匀，再次将深层搅拌机边搅拌边下沉，至出地面。

⑥ 清洗机具、管路：向集料斗中注入适量清水，开启灰浆泵，清洗全部管路中残的水泥浆，直至基本干净，并将粘附在搅拌头的软土清洗干净。

⑦ 移位：重复上述步骤进行下一根桩的施工。

(4) 双轴搅拌桩施工

① 施工参数：定位后开动桩机使钻头下沉，同时注入水泥浆，到达设计桩底标高后作重复搅拌注浆（钻头上下各一次），随后钻头提升，仍保持同步注入水泥浆液。

② 施工顺序：双轴水泥搅拌桩的搭接以及施工设备的垂直度补救是依靠重复套钻来保证，保证墙体的连续性和接头的施工质量，以达到止水的作用。本次连接方式采用间隔式双孔全套复搅式连接。

③ 桩机就位：由当班班长统一指挥桩机就位，移动前看清上、下、左、右各方面的情况，发现有障碍物应及时清除，移动结束后检查定位情况并及时纠正；桩机应平稳、平正，并用经纬仪或线锤进行观测以确保钻机的垂直度；三轴水泥搅拌桩桩位定位偏差应小于5cm。

- 搅拌下沉：启动电动机，根据土质情况按计算速率，放松卷扬机使搅拌头自上而下切土拌和下沉，直到钻头下沉钻进至桩底标高。

- 注浆、搅拌、提升：开动灰浆泵，待纯水泥浆到达搅拌头后，按计算要求的速度提升搅拌头，边注浆、边搅拌、边提升，使水泥浆和原地基土充分拌和，直提升到离地面50cm 处或桩顶设计标高后再关闭灰浆泵。

- 重复搅拌下沉：再次将搅拌机边搅拌边下沉至桩底设计标高。

- 重复搅拌提升：边搅拌边提升（不注浆）至自然地面，关闭搅拌机位。

④ 搅拌及注浆速度

- 三轴水泥搅拌桩在下沉和提升过程中均应注入水泥浆液，同时严格控制下沉和提升速度，下沉速度不大于0.8m/min，提升速度不大于1.5m/min，在桩底部分重复搅拌注浆，并做好原始记录。

- 制备水泥浆液:在施工现场搭建拌浆施工平台，平台附近搭建水泥库，在开机前应进行浆液的搅制，水泥浆液的水灰比控制在1.5。

7.4.2 钢结构大棚专项施工方案

7.4.2.1 钢结构大棚设计

依据修复工艺需要，本项目设一个钢结构大棚。配套废气处理设施。大棚尺寸为25 m * 100 m，选用钢结构大棚，大跨度轻钢结构，圆弧形屋架，所有受力杆件均为圆钢管，保温塑料膜；修复大棚的地面采用抗渗混凝土浇筑，层厚15cm，内配钢筋网片，对污染土壤修复作业区进行有效围合，将土壤修复过程中解析释放的污染物密封起来，防止其直接排放入大气环境中。

大棚内布设污染土壤处理区，面积为1000m²；处理后土壤待检区，面积为1000 m²；两个区域相对独立，相互不造成影响。

钢结构可以拆卸，杆件在节点均以螺栓连接；本工程钢架梁、柱、梁柱端头板及连接件均采用 Q235B 钢；本工程屋面檩条采用 Q235B 冷弯薄壁型钢，柱间支撑、屋面横向水平支撑材质均采用 Q235；所有结构加劲板，连接板厚度均为 10mm；本工程钢架构件现场链接采用 10.9 级高强螺栓，高强螺栓孔为 I 类钻制孔，高强螺栓接合面不需涂漆；檩条与檩托、隅撑与钢架斜梁、系杆与梁柱等次要连接采用普通螺栓并应符合现行国家标准。

此外，为了满足运输污染土壤车辆、内部作业机械及工作人员进出车间的要求，防止棚内污染气体外逸，该大棚设有两道关联密闭门。该密封门采用双层互锁气密门结构设计，即污染土壤运输车辆到达门口时，第一道气密门开启，运送车辆进入气密门通道中，然后第一道门关闭，第二道门开启，运送车辆进入棚内。由于其采用了互锁装置，所以在第一道门未完全关闭前，第二道门不能开启，可有效防止棚内空气减压和污染气体逸出棚外。污染土壤修复完成后，其运输车辆出棚顺序正好与上相反。

7.4.2.2 钢结构大棚施工方案

钢结构大棚施工所需要的杆件均在工厂制作，现场拼装。拼装好后利用吊机吊装，在空间拼接成一体，然后补破损油漆，待油漆干后铺设阻燃膜。

钢结构大棚具体施工工艺流程为：订购组件→组装→焊接→探伤检验→涂装→吊装→焊接→探伤检验→薄膜铺装→检查验收。

(1) 组件

所有部件严格编号，在距部件杆端 500mm 处用钢字码和油漆同时进行标识。管件切割应符合《钢结构工程施工质量验收规范》（GB50205-2001）。

(2) 桁架组装

桁架的组装在刚性胎具上进行。按腹杆轮廓线、桁架端部接口控制线设置好定位挡块。吊上两根弦管，对照弦管轮廓线及两端接口控制线，确定两弦管位置。测量腹杆长度、划线、切割腹杆相贯线、切割相贯线坡口、安装腹杆。完成腹杆打底焊后将桁架翻身。进行另一面腹杆的打底焊、中间焊、盖面焊、翻身。再进行第一面腹杆的中间焊、盖面焊。24 小时后探伤。

(3) 构件涂装

涂装前清除掉一切飞溅、杂物等，对临时性的工装点焊接疤痕等要彻底清除；涂层要均匀，厚度满足设计要求。在端部进行喷号，构件编号要清晰、位置要明确，以便进行成品管理。

(4) 喷涂

喷涂时喷枪要垂直于被喷钢构件，距离 6~10cm 为宜，喷涂气压应保持 0.4~0.6Mpa。喷涂后严格按照施工图纸要求进行，喷完后进行自检，厚度不够的部分需再补喷一次。

(5) 桁架吊装

吊装采用 1 台 35 吨吊车，吊装前检查所有的拼装焊缝是否全部合格，钢拱架的外形尺寸是否满足要求，以及三角桁架梁的标高、与轴线的水平偏差。

桁架吊装就位后在起重脚手架上，利用 5t 导链对中线 and 标高进行调整，确认在允许偏差（标高偏差在 0~+15mm，水平偏差在-10~+10 mm）范围内开始点焊，点焊牢固后松钩。

(6) 吊装工序流程

包括技术交底，吊装前准备，钢梁拼装，钢梁试吊，检查，调整，吊装作业，连接、稳固，检查调整。

(7) 薄膜铺装

① 薄膜铺装前的准备工作：

主柱及三角架全部安装正确无误，支柱地脚螺栓齐全、紧固可靠；

膜与钢结构工作点已验收，并准确无误；

所有施工人员、工具、设备、材料均已全部准备就绪。

② 薄膜铺装顺序

薄膜和金属附件按图纸技术要求作预组装并紧固，将边索穿进索袋，节点板安装就位，脊索和拉索一端与主柱连接，完成主膜部分的夹板的固定安装，进行质量自检和专检。

③ 薄膜铺装过程

- 根据运输到场的薄膜成品进行检查和确认，按安装过程的顺序、位置摆放到位，以免造成错位而影响安装施工工作；

- 打开膜材包装，进行金属结构附件、边索锚具的预组装工作，并再一次检查和确认膜材编号和方位是否完全符合图纸要求，同时进行吊装机具、工具、材料和人中的一切准备，为下一步的顺利展开吊装争取时间和创造条件；

- 作好吊装前的安全检查工作，吊装前应注意对各支柱的支撑和固定，以保证施工安全和防止发生不测，使用吊车将预组装好的膜主体吊装固定在中部支柱和绳索上进行安装连接；

- 用吊车把膜面吊到主钢架上，按照规定的顺序把膜展开，并用缆风绳固定好，防止大风将膜片吹动或撕裂；

- 安装相应的配件，把膜片用张拉的方法，固定在四周的三角架上。此时应注意结合膜片的裁剪线，先固定几何关键点，以保证不发生误差积累，造成安装困难。膜整体完成吊装连接固定后，先对边角支撑的柱节点进行初步连接固定，再进行膜边固定的调整，最终完成边角支撑柱的紧固和锁定；

- 膜边在初步固定后，为了施工过程的安全，应注意采用绳索或拉紧器等措施将膜边采取临时拉紧和固定，再进行其它安装作业；

- 边界固定时，要注意保护膜面，做到膜顶平展，顺畅；

- 以上工作完成后，即可开始进行膜面的张紧。预应力施加时要做到连体的多点同步进行；张紧到设计位置附近时，应缓慢分段加力，目的是让膜材受一定的预张力，然后略有松弛的时间，再行加力，如此反复几次，直至张紧到位，固定膜面。在张紧过程中，应随时观察钢架的变形、膜面的皱折及背贴的牢固情况，并不断的敲打膜面震动边索使膜体均匀移动预防索库出现褶皱，发现异常应及时调整；

- 膜材主体与节点板、膜帽压板等安装固定后，即可拆除拉紧器、夹板等

临时张拉工具；

● 在施工过程中，全部安装用手工工具，临时张拉工具和紧固材料、橡胶密封衬垫、夹板，以及安装固定材料等包括金属压条、橡胶密封衬垫、螺栓、螺母、垫片等零件，要求装在随身准备的专用零件袋（小工具袋）中，依序用于安装过程；

局部部位（包括废气管道穿出大棚位置处的特别处理）需要的地方进行里外膜加层处理，防水硅胶的涂封，以加强防水密封效果；

各索、锚具组装时，应留有安装人员的编号标记（钢字印记编号等），作为质量可追溯的记录；

在薄膜覆盖安装的全过程，充分注意对膜材表面的洁净、维护和清理；

安装工作全部结束后，拆除临时设施，清除余料杂物。

（8）尾气处理装置

① 尾气处理装置为活性炭吸附废气处理设备，由箱体和装填在箱体內的吸附滤材单元组成，选择不同活性炭滤材可以处理多种不同废气。

② 主要利用活性炭吸附剂固体本身的表面作用力，将含有污染物的废气和臭味吸附。

③ 由于活性炭体表面上存在着未平衡、未饱和的分子引力或化学键力，因此当活性炭固体表面与气体接触时，就能吸引气体分子使其浓聚并保持在固体表面，污染物质从而被吸附，废气经过滤吸附后洁净气体最后经排烟窗高空排放。

④ 主要设备参数：10万风量活性炭吸附箱6米×2.2×2.5米，10排蜂窝炭。

⑤ 更换频率：两个月更换一次，具体更频次依据简单测试活性炭饱和度：将活性炭放入水中，看水中的有大量小气泡产生，如果气泡量少（与新的活性炭相比），说明饱和度已满，需要更换或再生，每个月对活性炭进行饱和度检测。

⑥ 废活性炭处理：厂家进行回收利用。

7.5 土方开挖及运输方案

7.5.1 土方挖运工程量

本工程现场施工区需要挖运土方共计9333.8 m³（不含放坡量），其中，1#

区域共需挖运土壤357.96 m³，均为重金属砷污染土壤；2#与3#区域共需挖运土壤8975.84 m³，其中包括无机物氨氮污染土壤4487.92 m³，清洁土4487.92 m³。

7.5.2 清挖原则

(1) 土壤清挖遵循分污染类型、污染程度的原则，避免混合开挖造成交叉污染。开挖前对于地下不明区域采用局部挖探坑进行勘探。

(2) 基坑开挖必须与边坡修护结合，基坑开挖一定深度后，应修整好相应的土方开挖边坡。

(3) 清挖过程中应注意对施工范围内的地下管网、电力设施、文物等进行保护。开挖过程中遇到文物或不明物立即停止，在与业主及相关单位协调后再进行下一步施工。

(4) 污染土壤场内运输过程中应做好车辆清洁及所载污染土覆盖工作，避免出现道路遗撒、扬尘等，造成污染范围扩大或二次污染。

(5) 场内运输车辆应根据所载污染土类型及浓度不同，组织专人定期对运载车辆进行清洗，并按照规定进行调度，避免出现混载、未清洗等引起交叉污染。

(6) 组织专人做好车辆运输调度和行车路线安排工作，做到合理有序、不紊不乱，污染土挖掘后第一时间装车运走，尽量减少因土壤扰动引起污染物挥发所产生的环境影响。

(7) 本工程涉及土壤具有污染性，开挖清运过程需加强防护措施，保证人身安全，设置专职环保和安全巡视人员，加强开挖施工各环节的巡视。

(8) 清挖的基本施工程序为：准备工作→污染范围定位（边界坐标放线）→高程测量记录→开挖污染土壤并转运→基坑测量验收→高程测量记录→基坑坑底侧壁环境监测验收→场地移交。

7.5.3 清挖准备

(1) 土方挖运车辆准备

本工程需挖运土方量为9333.8 m³。施工准备时，同时对1#区域污染土进行清挖及稳定化处理。2#与3#区域当辅助工程强度满足施工强度后，开始土方开挖及运输。土方开挖平均日出土量取决于现场修复量，工期充裕。2台挖土机可满

足开挖需求，因此共布置2台挖土机负责土方开挖。根据挖土机数量及每天出土方量，同时考虑到现场交通等问题，现场配置运土车3辆。

(2) 现场清理

场地现状为空旷厂区，施工区域内存在大量杂草、混凝土硬化地面等。为便于地下污染土壤的开挖，暴露污染土壤作业面，需将现场施工区域表层的杂草清除。

经监理及甲方验收合格后，进行现场平整作业，边施工边测量，机械施工过程中听从测量人员及甲方指挥，防止超出施工范围及超挖。清挖时，先将污染土上侧渣土清理归堆，将污染土暴露出来，采用挖掘机及铲车相配合施工，将污染土上侧的遗留渣土全部清运。渣土运输完毕后，对裸露的污染土进行覆盖，防止扬尘及污染物散播。

待开挖污染土时，首先挖开暴露出地下障碍物，对于混凝土板、路面及地下钢筋混凝土结构（如地下人防），如挖掘机能直接挖除的则直接挖除，不能挖除的需配上破碎炮、必要时配上液压剪进行破除。将障碍物破碎成能使运土车装载的小块装车运走堆置。当不能完全清运场区内的渣土，现场采用滤网覆盖，防止扬尘。

(3) 土壤类型标牌

根据土壤的污染物类型、浓度及需开挖的面积和深度，划分出不同类型、不同浓度的污染土的开挖范围，在每一范围内插上标识牌，标识牌注明该区域污染土的开挖方式、开挖的深度及开挖土壤的面积。

(4) 施工临时搭建

在行车方向上留出专门的出入口，作为施工人员、设备的专用通道，并在门口设置专业保安人员进行看护，悬挂宣传标识，保证人员的安全。为防止施工期间无关人员擅自进入现场，对人员的出入进行严格的管理，每人凭胸卡进出。

(5) 施工道路防护

土方清运前，做好施工区道路的硬化。厂区内洗车区可在车辆出场前进行清洗，防止车辆带泥土出场。

7.5.4 清挖实施

(1) 本工程土方开挖拟采用人工配合挖掘机分污染区域、分层挖运施工，自卸汽车装土场内运输。根据污染物类型及修复工艺工序划分区段。

(2) 整体的清挖顺序为：1#区→2#区→3#区

先对开挖区域进行标识，测放出开挖范围，测明土壤的边界线，报送监理验收，待合格后组织土方施工作业。不同边界位置设置控制桩，边开挖边进行监督管理，严禁超挖与错挖。

(3) 1#区清挖：1#区域超标污染物为重金属砷，修复面积为89.49 m²，修复深度为0-4米，修复土方量为357.96 m³。

清挖该区域时，开挖深度为 4 米，采用分层开挖的方法，每层2米，分两批次批次开挖。

污染土壤采用机械清除（挖掘机）为主、人工清除为辅的方法。分层分段逐步出土，每天出土的污染类型尽量保持一致，减少交叉作业，避免污染土壤错挖及错运。

基坑完成开挖土方后，取样分析基坑侧壁和底部土壤中特征污染物含量，若土壤中目标污染物浓度小于修复目标值，则申请第三方对基坑清挖效果进行验收；若土壤中目标污染物浓度大于修复目标值，并经效果评估单位确认，与业主方和监理商议后需进行二次清挖，二次清挖进程每次一般为0.5m。

(4) 2#与3#区域清挖：由于2#与3#区域开挖深度达 8 米。需进行基坑支护，需等到支护达到开挖强度时，再进行清挖。

2#区域与3#区域超标污染物为氨氮，修复面积为1121.98 m²，修复深度4-8米，修复土方量4487.92 m³。

待支撑体系强度接近100%时，采用长臂挖机与小挖机共同配合，土方开挖提前进行，先挖环撑内中心区域，待支撑体系强度达到100%后，再挖支撑体系下方土方。支撑体系下方用小挖机，把土方倒到中心区域，由长臂挖机将土方装到坑外的自卸车上。

基坑完成开挖土方后，取样分析基坑侧壁和底部土壤中特征污染物含量，若土壤中目标污染物浓度小于修复目标值，则申请第三方对基坑清挖效果进行验收；若土壤中目标污染物浓度大于修复目标值，并经效果评估单位确认，与业主

方和监理商议后需进行二次清挖，二次清挖进程每次一般为0.5m。

修复区域内非开挖时段，采用塑料膜苫盖。防止雨水接触污染区土壤。

7.5.5 清挖过程中注意事项

(1) 开挖过程中，根据施工现场的地形、地貌和地质条件布置临时排水系统，开挖层面向坡外做成一定的坡势，以利排水，避免边坡坡角范围形成积水，影响边坡的稳定。基坑开挖时需准备可拆卸的钢板作为基坑支护的挡板。

(2) 土方施工设专人指挥，并进行书面交底，严格执行土方施工方案。

7.5.6 污染土运输

(1) 路线设计

1#区域，运输至稳定化处理平台

2#与3#区域，运输至钢结构大棚中污染物处理区。

针对本项目污染土壤的分布以及场地内原有道路，避开污染区域，按施工道路路线行车，车辆进出车间流向统一，使整个场地运输路线始终保持畅通。

(2) 场外运输安全

● 场外运输过程中，用于运输污染土壤的车辆必须有完好的运行工况。用于运输的车厢必须封闭，运输过程中不得有任何泄露或撒落，严禁敞盖车运输污染土壤。

● 专人监督污染土壤外运途中的遗撒，如发生较大规模遗撒，需立即组道路应急小组清理。

● 司机必须积极参加安全学习会，进一步落实各项交通安全措施，加强安全行车意识。

● 司机必须严格遵守公安、交通部门所颁发的一切条例规定，严格按机动车驾驶操作规程行车，严禁将车辆交给无驾驶证人员驾驶。

● 运输车辆随车应备有应急包装袋及装卸清扫工具。

● 运输过程中如发生事故时，驾驶员应立即向项目部报告，并看护好车辆、货物，配合采取一切可能的警示、救援措施。

● 运输过程中遇有天气、道路路面状况发生变化，及时采取安全防护措

施。若要避雨时，应选择安全地点停放。遇有泥泞、冰冻、颠簸、狭窄等路段时，应低速缓慢行驶，防止车辆侧滑、打滑、遗撒等，确保运输安全。

7.6 污染土壤预处理专项方案

污染土壤预处理污染土壤预处理工艺流程主要为污染土壤筛分破碎。

筛分破碎斗安装采用工程机械（主机）挖掘机。采用主机本机动力，挖掘驾驶员在驾驶室内通过脚踏阀对铲斗内的混合滚轴实施操控。混合滚轴上有混合刀板，滚轴通过正、反双向转动，对位于铲斗内的材料进行筛分破碎，混合后的物料在滚轴和物料自重的作用下落下。

污染土壤进入稳定化处理平台与钢结构大棚，对污染土壤进行筛分破碎处理，筛分破碎设备采用专业筛分设备（ALLU 筛分斗）进行作业，筛分出粒径 $\geq 50\text{mm}$ 的砖块碎石等。

7.7 土壤异位稳定化修复+阻隔填埋专项方案

7.7.1 主要内容与技术要求

本项目1#区域土壤受到重金属砷的污染，拟采用土壤稳定化+阻隔技术对污染土壤进行修复。

异位稳定化的主要作业流程包括污染土壤清挖、筛分、钝化剂添加、混合及产物的成型与养护等过程。异位修复需开挖并转运污染土壤，因此修复前后都需要有土壤的临时存放场所，且在场内、出场或转移到其他处置或再利用场所的运输过程中，保证土壤运输通畅、扬尘抑制、噪音控制以及人员安全等。异位修复可在修复前通过前处理降低污染土壤的不均匀性、提升理化特性与质控效果；需特别注意前处理过程中的筛分处理，需要配合过筛和颗粒大小分类，将过大粒径的颗粒移除，并进行捣碎成较小颗粒后，再次进入作业系统，防止较大颗粒进入搅拌装置。混合过程中，加入水进行搅拌混合，最后变成固化/稳定化产物。

阻隔填埋的目的在于通过切断暴露途径，消除或降低关注污染物的暴露水平。通过实施阻隔，预期可以达到：（1）阻止与受污染环境介质的直接接触（例如皮肤接触）；（2）阻止关注污染物从受污染环境介质向暴露点的不同位置、不同环境介质或者二者兼有的迁移。

7.7.2 修复区域

开挖深度4m，修复面积为89.49 m²，修复土方量为357.96 m³。砷处理平台为500 m²。

7.7.3 修复方案

7.7.3.1 土壤清挖

(1) 端头挖土法

即挖土机从基坑的端头以倒退行驶的方法进行开挖。自卸汽车配置在挖土机的两侧装运土。

(2) 侧向挖土法

侧向挖土法的操作方法是指挖掘机一面沿着基坑的一侧移动，自卸汽车在另一侧装运土。

采取这两种方式进行开挖施工过程中，为了保证施工机械和边坡稳定性，挖掘机沿着基坑边缘后退开挖或侧向移动时，设备距离边坡上缘的距离不得小于基坑深度的1/2。

在开挖过程中，应随时检查边坡的状态。深度大于机械一次挖掘深度时，应根据土质变化情况，应做好分层退让开挖放坡，以防坍塌。

为保证正常施工，现场施工机械必须服从管理，紧密配合施工，确保土方可以及时挖出、倒运满足现场施工要求。

为了保证开挖深度符合设计要求，防止超挖，挖至接近槽底标高时，由现场测量人员配合挖掘机随时抄平。

土方开挖的反铲司机在施工期间驻工地，以应对可能出现的应急方案，如将土体回填、防止边坡坍塌等。地块污染土壤开挖采取反铲倒挖的方式，从最外侧向内侧依次开挖。

7.7.3.2 土壤暂存区

依据总体技术路线，本区域土壤采用异位修复技术路线，因此修复前后都需

要有土壤的临时存放场所，进行土壤筛分、药剂混合、成品养护。故在距离1#区域20米处，建一个500 m²的水泥面，方便后续施工，同时降低二次污染。

做水泥地面前，要将地基夯实垫平，做6cm以上的混凝土垫层，垫层要求平整。面层的水泥砂浆体积比一般是1:2或1:2.5，使用标准3.25水泥，稠度3.5cm，砂浆的强度等级不小于m15。铺灰前要将基层清理干净并用水冲洗不留杂物。用仪器或50线找平打灰饼冲筋后铺灰，用刮板刮平可分三次压平打光。为使面层和基层有效的结合，在铺灰前用素灰浆均匀的涂刷在基层上再立即铺灰。面积大的地面需要设置纵横伸缩缝。格缝的间距没有明确规定，一般3-6m，或6-12m。具体做法有的在铺灰时镶入木线在砂浆凝固前取出木线，有的待砂浆强度达到后用切缝机切割开缝。缝内用柔性材料填充。面层压平打光完成后，24小时后进行养护，在面层上加覆盖物浇水养护一般最少7天。完工后的成品应该无裂缝，无麻面，无起沙，无脱皮无空鼓，表面平整。

7.7.3.3 药剂类型与投放量

该钝化剂为灰黑色粉末，无毒无刺激性，微风条件下播撒时无扬尘，使用安全。主要成分包括氧化硅、氧化钙、氧化铝、氧化铁、氧化钾。在矿物形态上为石英、长石、石灰石等矿物及无定形铁氧化物的混合物，其表面积在10m²/g左右，疏松多孔。其组分及形态多样，对重金属的吸附除离子交换吸附，还包括专性吸附、沉淀、进入矿物晶格等，钝化效果持久不反弹。

7.7.3.4 药剂混合

本项目选用挖机对污染土壤和BFAs砷钝化剂进行搅拌混合，直至完全混合均匀为止。挖掘机的斗容为1m³。

7.7.4 阻隔填埋方案

(1) 实施流程

本项目阻隔技术的实施流程详见图7-9。

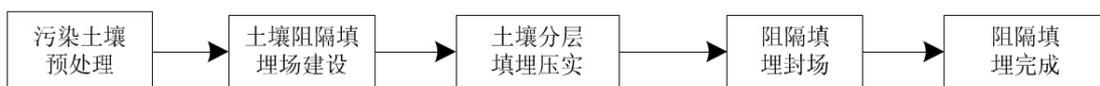


图 7-9 阻隔技术实施流程

(2) 填埋区施工方案

根据前述设计方案，本项目修复后土壤在红色区域内进行阻隔填埋。该区域面积为300 m²，长30m，宽10m，深度为地表面以下3.5m，基底阻隔层为2.5-3.5m，处理后土壤埋深层为1-2.5m，上层覆盖层为0-1m，可容纳土方量为450 m³，大于本场地砷的修复土方量（虚方，393.76 m³，松散系数1.1）。

(3) 阻隔系统建设方案

包括垂直阻隔层、表层阻隔层和基底阻隔层。

① 垂直阻隔层

为了降低对污染物的迁移能力，将在原填埋区四周建立密闭的水泥搅拌桩，具体要求如下：

- 双轴深搅桩直径Φ650mm，固化剂采用P.O 42.5水泥，水灰比1.5，水泥掺量不低于20%；每罐水泥掺入量为680kg，水1000kg，每钻按 6 米计算。在双轴深搅桩止水帷幕施工过程中，应合理控制搅拌头的压入阻力、注浆速度与注浆压力，注浆压力一般在0.4~0.6MPa。

- 钻进速度不宜过快，每钻平均速度宜控制在0.6m/min，钻机的注浆泵采用BW250型泵。注浆量应根据实际的钻进速度随时调整，以保证注浆能够连续均匀进行，并保证成墙的水泥含量达到设计要求。搅拌深度要满足以上表的设计要求。

- 双轴搅拌止水帷幕定位偏差不大于50mm，垂直度偏差不大于0.5%，28天抗压强度不低于1MPa。

② 表层阻隔层

采用低渗透性（小于等于1E-06cm/s）黏土，覆盖厚度为1.0米。对基坑内土壤全部包裹在内，超过水泥搅拌桩后向外延伸一米。

③ 基底阻隔层

- 原土进行夯实，在上面铺设土工布；
- 采用 FML 衬层与结构单元结合；
- 铺设土工布；

- 建立 0.15m 的基底层，控制基底层的平整程度。为了保护地基土防止扰动、方便施工放线及绑扎钢筋，同时减少地下水等对基础钢筋混凝土的侵蚀。采用 C7.5-C10 的细石混凝土厚度在 150mm 左右，该基础在钢筋混凝土下面。

- 钢筋混凝土：采用商品混凝土（C15）坍落度在 180~210 之间。建立 0.45 米的抗渗混凝土层。

- 放入 0.4 米的低渗透性黏土（渗透性小于 1E-06 cm/s）

7.8 土壤常温解吸修复专项方案

2#区和3#区的氨氮污染土壤采用常温解吸技术进行修复。处置过程在密闭大棚中进行，利用翻抛+混合作业设备对规则码放的污染土壤进行人为扰动和翻抛，通过增加污染土壤中污染物的扩散通道促进挥发性污染物的逸出，进入大气环境中，挥发出来的气体通过修复大棚的气体交换系统，经吸附处理后排放。

7.8.1 工艺流程

密封的运输车将污染土壤运至常温解吸大棚内，将污染土壤倾倒入规定位置上堆积成条垛状，通过太阳能辅助加热系统使系统内温度保持在一定范围内，随后，利用翻抛作业设备降低土壤含水率、增加土壤通透性，污染物在浓度梯度的驱动下挥发进入空气中，达到相应的修复目标值后运至临时堆放场堆存，待第三方检测机构验收合格后进行原位回填。

挥发出的废气经抽气系统集中收集并输送至尾气处理系统，经吸附净化后的气体由排风机引致排气筒最终达标排放。工作人员可通过监控系统随时观察系统内修复情况，保证修复作业的顺利实施。

7.8.2 修复方案

7.8.2.1 施工顺序

阶段一：2#基坑开挖→清洁土清挖（0-4米）→运输到清洁土储存区域→污染土壤清挖→运输至大棚→土壤修复。

阶段二：3#基坑开挖→清洁土清挖（0-4米）→运输到清洁土储存区域→污染

土壤清挖→运输至大棚→土壤修复。

7.8.2.2 修复实施

(1) 添加生石灰与翻抛作业

为有效提高氨氮的挥发速率，减小不利条件（如气温低、土壤粘性大）对修复工程的影响，本工程在拟常温解吸过程中添加生石灰，并用挖机对污染土壤和生石灰进行混合，以促进氨氮的挥发。

污染土壤分批次进行混合和修复，每批次处理量为 300 m³，2小时翻抛一次，每天工作时间按8小时计算，每批次计划翻抛2-3天。处理后的土壤运输到待检区域，等待下一步的自检工作。

(2) 尾气处理装置

- 尾气处理装置为活性炭吸附废气处理设备，由箱体和装填在箱体內的吸附滤材单元组成，本项目的尾气成分主要为氨。

- 主要利用活性炭吸附剂固体本身的表面作用力，将有机废气分子之吸附质吸引附着在吸附剂表面，将含有有机溶剂的废气和臭味吸附。

- 由于活性炭体表面上存在着未平衡、未饱和的分子引力或化学键力，因此当活性炭固体表面与气体接触时，就能吸引气体分子使其浓聚并保持在固体表面，污染物质从而被吸附，废气经过滤吸附后洁净气体最后经排烟囱高空排放。

- 主要设备参数：3万风量活性炭吸附箱6米×2.2×2.5米，10排蜂窝炭。

- 更换频率：更换量依据简单测试活性炭饱和度：将活性炭放入水中，看水中的有大量小气泡产生，如果气泡量少（与新的活性炭相比），说明饱和度已满，需要更换或再生，每个月对活性炭进行饱和度检测。

7.8.3 修复后土壤去向

常温解吸技术修复后，土壤中的氨氮浓度将全部低于修复目标值，人体健康风险水平可以接受，常温解吸处置后土壤（约为4936.71m³，松散系数1.1）可用于原厂地回填，可结合效果评估工作，将修复后的土壤回填到3#基坑内，将上层非污染土壤回填到2#基坑，后续开挖后，3#基坑内的土壤不得留出本场区。

7.9 污水处理专项实施方案

7.9.1 废水特征分析

7.9.1.1 废水来源

本项目施工废水主要包括基坑降水、基坑积水、洗车废水和生活污水。

本修复工程实施过程中采取多项防范措施进行雨污分流，包括防水膜遮盖、修复车间围闭、截水沟和排水沟分流导排等，可避免雨水受到污染。

7.9.1.2 废水组分

根据前期调查结果，本场地废水中可能存在的污染物指标包括砷、溶解性总固体、硝酸盐、氨氮、亚硝酸盐、氨氮与耗氧量等。

7.9.1.3 排放标准

对施工过程中产生的污水进行统一收集，污水中的污染物指标若满足《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）中三级标准，通过污水处理厂的许可，直接排放到市政管网中；对不能满足排放标准的污水，应经污水处理系统处理达标后，再通过污水处理厂的许可，排放到市政管网。

7.9.2 污水处理系统

7.9.2.1 污水收集系统

本项目2#与3#区域开挖深度达9米深，为了防止基坑内积水，我司建立降水井对基坑内地表水进行降水，再通过水管连接抽水泵，将污水运输到处理站内水罐中。同时使用抽水泵将洗车区内污水及1#基坑内所存在的污水统一收集到污水储罐。

（1）基坑降排水

① 工艺流程如图7-13所示。

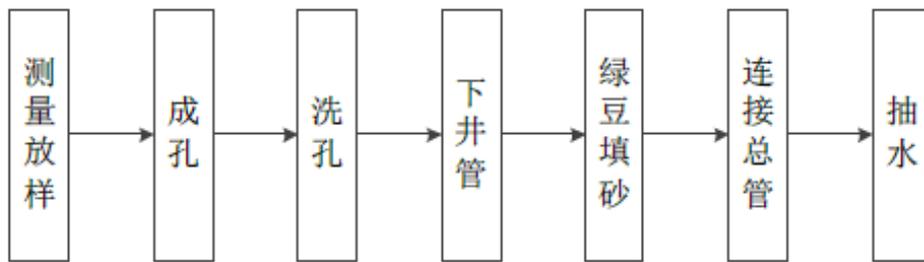


图 7-13 基坑降排水工艺流程

② 井位测放

- 测量员测放井位，所有井位均用 $\Phi 8$ 钢筋头打入地下 20cm 且顶部涂以红油漆，以利检查核对。

- 井位放样完毕后，测量员先将放样结果交项目技术负责验收。

- 项目技术负责验收合格后，再报请业主工地代表或监理验收；验收合格后，经双方负责人在桩位放样单上签字认可，将放样结果形成资料性文件，方可进行下道工序的施工；否则，重新放样。

- 桩位放样误差 20mm。

③ 钻机就位

- 钻机移至桩位上后，将桩位四周的十字线拉起，钻机转盘中心与桩位中心（即十字线交点中心）偏差 $\leq 20\text{mm}$ 。

- 钻机底部垫设枕木要稳固平整，以保护钻机水平稳固。

- 机班长用水平尺前后左右校正钻机水平，主动钻杆用铅锤检测，班长自检，质检员复检，合格后报请业主代表或监理验收；业主代表或监理验收合格并签字认可后方可开钻。

- 钻孔垂直度：降水井要求 $< 1\%$ 。

④ 钻孔

- 桩身截面要求：桩径误差为设计桩径 $\pm 50\text{mm}$ 。

- 选用的钻头，每孔结束提钻后质检员均要检测钻头外径，随时补焊确保钻头直径。

- 在典型特殊地质剖面段，针对不同地层采用不同转速、泵量。

- 开孔采用轻压慢转，穿过地表底下 1.0m 左右，采用正常钻进规程进行，

对难于穿过的土层采用加配重钻进的措施，以提高钻进速度。

⑤ 钻孔护壁

本次施工中，采用正循环法施工。

- 钻孔中要求孔壁稳定，不发生坍塌。
- 成孔过程中孔内泥浆液面应保持稳定。
- 在粉土、粉砂层中钻进时，为防止塌孔，施工中应加大泥浆比重至1.3。
- 本次施工采用自然造浆，其比重、粘度由质检员经常检查，不符合要求时，及时采取措施，勤杂班要及时清理泥浆池和沉淀池，循环沟槽等，废浆及时外运。

- 若塌孔严重，向孔内回填粘性土放置一段时间后重新钻孔。

⑥ 钻孔深度

● 保证井深满足设计要求为控制条件，井孔完成后，须经业主代表、设计院代表、监理验槽，确定井实际深度。

● 准确丈量钻具：钻头锥体顶处为计算孔深的起点，和计算孔底沉渣的起点。每台钻机所用的钻杆不得混放。每根钻杆下放时必须丈量，计量工具必须经过校验。

● 钻孔至设计标高后，机班长自检，质检员复检后，请业主或监理到现场检查验收，合格后签字认可，方可终孔。

- 钻孔深度允许偏差：+300mm。

⑦ 洗井

- 要求孔底沉渣完全排出。
- 将钻具上提20cm，采用含砂率<4%的优质泥浆清孔，使孔底沉渣完全排出。
- 洗井时间不得小于1个小时。

⑧ 安放井管：井管采用Φ500无砂水泥管，外围棕皮或多层土工布及等粒径碎石。要求下管时要在孔中心，要求垂直、平整、同心，缓慢下沉，不得碰坏滤网。

⑨ 填滤料：管井按放到深度后，在井管四周围填经淘洗过的粗砂（俗称绿豆砂），投砂时要向管内注水，在井管四周均匀少投、勤投，防止中间出现“架

桥”空洞。滤料投至距地面2米时停止投料，采用粘土封口。

- ⑩ 井口封闭：将井口加盖封闭，以防杂物落入。
- ⑪ 安放潜水泵：每口井安置1台2.2KW潜水泵。
- ⑫ 全过程做好每口井的施工记录，并经现场监理、业主代表签字认可。

(2) 基坑降水

- ① 2#与3#基坑，每个基坑布设4个降水井；基坑开挖前20天开始降水。
- ② 刚开始抽出的混浊水流到污水存储罐内。
- ③ 降水前测得各水位观测孔孔口高程及各孔水位到孔口高度，再计算出各水位孔水位标高。初始水位为连续两次均值。本次水位观测值减去初始值即为水位累计变化量。本次水位观测值减去前次观测值即为本次水位变化量。监测过程中要定期检测孔口标高。

④ 通过基坑外观测井观测，地下水降至基坑底面标高以下1米后，方可进行基坑开挖。

⑤ 抽水过程中，当发现某一段或一部分地下水位一直未变化或变化很小，立即通知监理和基坑设计单位，共同分析，找出原因，采取措施，以确保基坑降水效果。

⑥ 当基坑降水开挖时，若发现基坑外路面、房屋沉降过大，引起路面开裂，应立即进行内抽外灌，以确保路面及周围建筑物的安全。

(3) 污水收集

通过抽水泵，将洗车区内的污水、生活污水及基坑内污水统一收集到污水罐中，污水罐体积为500m³。

7.9.2.2 污水预处理工艺

(1) 氟化物处理工艺

当含有氟化物废水通过管路系统流入混合反应池 1，在该槽内投加 Ca(OH)₂ 溶液和 CaCl₂ 溶液，水随后流入混合反应池 2，在该槽内投加混凝剂 PAC 溶液，Al³⁺ 与 F⁻ 络合生成羟基氟化铝化合物以及铝盐水解中间产物，部分 Al³⁺ 生成 Al(OH)₃ 矾花对 F⁻ 进行配位体交换、物理吸附、网捕而去除废水中的氟离子；

然后废水自流入絮凝反应池，在该槽内投加絮凝剂 PAM，增加絮凝体的沉淀效果，絮凝反应后的废水自流入斜管沉淀池，通过沉淀作用达到固液分离目的，同时使污泥得到沉淀和浓缩。

（2）氨氮处理工艺

将含氮的废水通过活性炭吸附箱，采用活性炭来吸附水中的氨分子形式的氮，从而降低废水中氨氮的含量。

活性炭的吸附以物理吸附为主，但由于表面氧化物存在，也进行一些化学选择性吸附。为了防止活性炭箱达到饱和，定期的检测活性炭的饱和度。

8 修复工程环境管理计划

本项目实施过程中,以保证修复过程中无二次污染事件、保证施工人员安全、保证周边居民健康和环境安全为原则,对所涉及区域内的污染土壤、污水、大气、噪声和固体废物等进行管理,制定切实可行的环境管理措施。

8.1 编制原则

(1) **安全性:** 制定的环境管理措施要涵盖污染土壤修复施工过程各环节的污染土壤、废水、大气、噪声和固体废物等内容,确保整个污染土壤修复施工过程的环境安全,防止对施工人员、周边人群健康及生态环境产生危害或者二次污染。

(2) **可行性:** 本项目污染物为重金属砷与氨氮,各个地块污染物不同,需针对污染情况和场地条件,因地制宜,制定切实可行的环境管理措施。

(3) **适应性:** 制定的环境管理体系和监测方案需符合天津市正实行的规范及标准。

8.2 环境管理组织结构及职责

为贯彻执行环境管理方案,建立完善的环境管理体系,本项目成立以项目负责人为核心的环境管理组织机构,编制环境管理方针。。

8.2.2 主要环境管理人员职责

(1) 项目经理

- 项目经理对该项目的环境保护全面负责;
- 认真贯彻执行国家、地方政府和公司环境保护方针、政策、法令和指示,贯彻执行各项环保规章制度,及时解决重大环保问题;
- 负责组织项目环境管理体系的建立及实施工作,合理组织资源配置,并保证合理分配和有效利用;
- 组织环境污染事故的调查、分析和处理,并及时上报。

(2) 技术负责人

- 认真贯彻执行国家、地方政府和公司环境保护方针、政策、法规和标准；
- 保证各项环境保护标准、制度在项目上贯彻执行；
- 组织员工进行环保教育，落实各项环保措施；
- 参加事故调查、分析，落实防范措施。

(3) 安全项目经理

- 在项目经理的领导下，对工程项目的环境管理工作负责；对施工区域内的环保工作全面负责；
 - 参与制定项目环境管理规定、环保技术措施及环境管理计划；
 - 组织对施工班组的环保知识宣讲，定期进行培训考核；
 - 组织施工员等管理人员开展环境因素的策划工作；
 - 定期进行环境管理检查，及时进行隐患治理，创造良好的施工现场工作条件；
 - 组织召开项目部环保例会，听取环境保护方面的情况汇报，督促安全工作中存在的问题的整改；
 - 发生环境污染事故立即上报，组织抢救、保护现场，参与各类事故的调查、分析和处理，并及时上报。

(2) 机械员

- 负责施工项目机械设备日常管理工作。
- 贯彻执行机械设备管理的各项规章制度和安全操作保养规程。掌握机械的使用情况，做到科学管理，正确使用，安全作业。
- 根据项目施工组织设计合理选用；平衡调度机械设备，提高机械设备使用效率。
- 受项目经理委托，与有关单位签订机械租赁合同。报上级主管部门审核批准。
- 根据施工进度和机构设备的使用计划，有序组织机械设备的进出场。
- 参与机械设备的安全调试工作，参与办理交接验收手续。
- 参与完成机械故障的排除及安全隐患的整改工作。
- 编制机械设备的保养检修计划，并组织实施。做好所需燃、润油料、配

件的组织供应工作。

- 做好机械设备原始资料的收集、整理、汇总和上报工作。
- 参加机械设备检查和机械事故的调查、分析、处理工作。

(3) 材料员

- 认真执行安全生产的规章制度和防火规定。
- 根据施工组织设计和材料预算制度实施采购计划，确保工程进度。
- 熟悉图纸，对建筑材料做到心中有数，进料应和进度同步跟上。
- 对所购材料、构件、设备的质量、规格、型号必须符合设计要求。由于采购、保管原因而影响工程质量或造成质安事故，承担经济、法律责任。负责向资料员提供材料质保资料。

- 负责建立材料管理制度，做到分类保管，对易燃易爆物品专地隔离存放，严格进出料管理，建立材料帐册。

- 负责组织仓库值勤，设置防火防盗设施，禁止在仓库内吸烟聚会娱乐。
- 负责按规定及时采购发放劳保用品。
- 施工用材料工具签发领料单，凭单发料，由领料人签认，材料拿出工地必须经项目经理签发。

- 协助做好 ISO9002 系列质量体系里的有关工作。

(6) 施工员

- 严格遵守国家、行业、地方的环境保护法律法规，严格执行环境保护强制性标准；

- 全面负责其管辖区域内的环境管理；
- 负责对管辖区域内的不利环境因素进行分析，并及时传递到安全经理进行审核。

- 负责对施工人员的安全技术交底；
- 负责落实有关环境保护设施、设备，并定期检查其可靠性，做好维修保养工作。

- 负责检查管辖区域内的环境管理状况，发现隐患及时处理或上报。
- 一旦发生环境污染事故及时缩小环境污染程度、保护现场，并立即报告，

对事故处理予以积极协助。

(7) 安全员

- 在安全经理的领导下，对管辖区域内的环境管理工作负责；
- 按照制定的项目环境管理规定、环保技术措施及环境管理工作计划，督促施工班组全面落实；
- 负责对施工人员的环保知识培训与教育；
- 负责对施工现场的不利环境因素进行监控，发现隐患及时上报；
- 每天进行环保检查，并将检查情况进行记录；

(8) 资料员

- 贯彻执行公司质量、环境、职业健康安全方针和管理目标，确保体系在本项目的正常运行。
- 负责项目部文件的收发、登记、借阅管理工作。
- 负责有关施工技术资料的填写和监理资料的及时上报、登记，督促有关人员履行签字手续。
- 执行国家和地方有关技术资料的规定，及时对资料进行编目整理、分册，配合上级部门对资料的检查和辅导。
- 负责材料材质证明及取样复试报告的收集整理工作。
- 负责有关文件的打印和处理工作。
- 配合项目技术负责人做好工程技术资料管理工作，及时通报资料中存在的问题。
- 协助项目副经理、技术负责人、质检员、试验员，做好施工日记汇总、整理工作，保证施工日记记录准确、及时。
- 负责施工技术资料竣工后的整理归档和移交工作。
- 做好项目部与业主、监理、分公司和相关方的文件传递。

8.3 环境影响分析

8.3.1 大气环境影响

本场地土壤中的污染物主要为砷和氨氮。砷在污染土壤的清挖、运输和处置等过程中，容易随着颗粒物发生迁移；土壤中的氨会因土壤的强烈扰动，从土壤中逸出，产生恶臭类物质的大气环境影响。

场地修复过程中的大气环境影响主要包括大气污染物排放和粉尘排放两个方面。其中，大气污染物排放主要来自场地污染土壤清挖、运输、暂存、修复过程中氨类污染物的无组织排放，以及污染土壤清挖、常温解吸处置过程中的尾气排放。

8.3.2 水环境影响

主要包括修复过程中的废水和生活污水。其中废水包括：基坑积水、运输车辆冲洗水、污染土壤暂存场的地面径流、饱和区清挖过程中抽出的地下水等。

8.3.3 噪声环境影响

主要包括污染土壤清挖、运输、暂存、处置过程中相关施工机械、施工设备、运输车辆、处理设备等产生的噪音。

8.3.4 固体废弃物环境影响

主要包括场地氨氮污染土壤常温解吸处置过程尾气处理产生的废活性炭，以及建井钻孔和止水帷幕建设过程带出的污染土壤、工人日常生活产生的生活垃圾等固体废弃物的环境影响。

8.3.5 土壤二次污染影响

本场地修复过程可能产生的土壤二次污染影响主要来自于以下三个方面：

- 污染土壤的遗撒过程：在污染土壤清挖、运输过程中，可能会产生污染土壤的遗撒，造成场地非污染区及道路周边土壤的污染；
- 污染土壤的堆存过程：污染土壤的临时堆放和修复后土壤的待检堆存等

过程，均有可能产生气态污染物和扬尘的扩散及干湿沉降、降水淋溶和地表冲刷造成造成堆场、修复场区及其周边土壤的二次污染。

- 污染土壤的处置过程：污染土壤的处置实施，在其修复过程中也会排放气态污染物和粉尘，并通过干湿沉降导致其周边土壤的二次污染。

8.3.6 地下水二次污染影响

由于本项目的污染土壤采用了异位处置方式进行修复，而未采用容易产生地下水二次污染的原位修复技术；而且，在污染土壤清挖和地下水抽出之前，本项目建设了止水帷幕，可有效阻止场地内污染土壤修复过程向场地周围污染的迁移扩散，因此可认为本项目土壤的修复过程基本不会产生地下水的二次污染影响。

8.4 环境保护措施

为有效控制本场地修复过程中的二次污染，减少环境影响，本场地污染土壤的修复过程应采取有效的环境保护措施。

8.4.1 大气污染防治

(1) 大气无组织排放

- 在污染土壤的清挖过程中，应尽量减少扰动强度和作业面，风力高于 4 级应停止产生扬尘的施工作业，尽可能采用表面覆盖等手段，减少土壤中污染物的逸出；为减少施工过程的无组织排放，可采用喷洒、生物除臭剂、气味抑制剂等手段，尽可能控制异味的扩散。

- 场内道路将进行硬化处理，安排专人随时清扫路面，防止扬尘。

- 在污染土壤的运输过程中，运输车辆应进行苫盖，运输线路尽量避开人口密集区，并减少期间停留时间，减少土壤中污染物的挥发；

- 在污染土壤暂存过程中，应采用具有尾气收集功能的密闭大棚，收集的尾气应进行有效处理。如不具备室内暂存条件，在露天储存场存放时，应尽量减少作业面，并及时进行表面覆盖；

- 在污染土壤修复过程中，应在密闭车间内进行修复，修复过程产生的污染气体应集中收集后进行有效处理，达标排放。车辆进出修复车间时，也应注

意污染气体的逸出。

- 地下水的抽出、管道输送、暂存、处理等过程也应采取相应措施，减少大气污染物的无组织排放。

(2) 车间尾气排放

对污染土壤清挖、污染土壤暂存、污染土壤处置、地下水处理等过程产生的尾气应进行有效收集与处理，吸附饱和的活性炭应及时更换，尾气排放装置应进行在线和定期监测，确保达标排放，减少对环境的影响。

(3) 施工机械尾气排放

在污染土壤的清挖、运输和修复过程中，都要大量使用工程机械设备，会排放大量的污染气体，因此，为防止施工机械产生尾气污染大气环境，所有施工机械的尾气排放均应满足国家第三阶段排放标准（即《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ阶段）》（GB17691-2005）中的第三阶段排放控制要求）要求，并尽量减少使用时间和使用强度。

8.4.2 水污染防治

(1) 废水排放

- 清挖基坑积水：为防止地表径流进入基坑，减少雨季基坑积水，应在基坑四周应置排水沟；基坑积水应集中收集，并对积水中的污染物进行监测。若积水中的污染物浓度超过《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）中的三级标准，则需要对基坑积水进行处理，达标后排放；若污染物浓度未超过标准，则可直接排入市政管网。

- 洗车池废水：洗车池废水应定期收集，并对其污染物进行监测，若污染物超标，则应进行处理，达标后排放。

- 土壤待检场地表径流：堆场周边应设置排水沟和集水池，防止雨水冲刷堆场；收集的地面径流应进行有效监测和处理，达标排放。

(2) 生活污水排放

施工人员产生的生活污水应集中收集后排入市政污水管网，不得随意排放。

8.4.3 噪声污染防治

(1) 减少设备噪声

污染土壤的清挖、运输、暂存、修复过程的施工机械、运转设备等都会产生噪音。为防止其噪声污染，应选用低噪声设备，加强设备维护，采取噪声隔离措施，减少设备运行时间，特别是夜间的使用频率。对场界噪声应定期监测，应采取设置绿化隔离带等措施减小噪声对周围环境的影响。

(2) 控制作业时间

严格按照国家规定，控制作业时间；特殊情况需连续作业（或夜间作业）时，须采取有效的降噪措施，并事先做好当地居民的工作。

8.5.4 固体废物污染防治

(1) 废活性炭

对于污染土壤清挖、暂存、处置等过程尾气处理产生的活性炭，应按国家规定，送有资质的单位进行无害化处理。

(2) 污染土壤

对于止水帷幕建设过程带出的污染土壤，应按照污染物类别进行分类收集和处置。

(3) 生活垃圾

对于场地修复过程中产生的生活垃圾应分类收集，由当地环卫部门统一外运作进一步处置。

8.5.5 土壤二次污染防治

以“预防为主，防治结合”的原则为指导，从施工的各个环节切实做好污染土壤的二次污染防治工作。

(1) 在进行场地清理时，将明显带污染土壤的建筑垃圾先进行清洗处理，再转移到现场指定位置堆放，避免或减少有建筑垃圾造成的二次污染。

(2) 污染土壤现挖现装，装载时禁止超载。污染土壤装载时，不准装大块，卸料时应尽量放低铲斗。污染土壤装载后用油布覆盖，既防止气味扩散，也可防止污染土壤散落。运输车辆需进行转运标识牌管理，避免因错运导致污染土壤的治理不达标。

(3) 大风或者大雨天气无法施工时，用防雨布覆盖已经挖开的土壤，减少扬尘或雨水冲刷，避免发生二次污染。

(4) 为防止机械行驶与车辆运输过程可能会造成污染土壤的二次污染问题，机械行驶与污染土壤运输的安全管理设计如下：

- 施工组织按照现场统一指定的车辆运输路线行驶，路线便道平整压实，设置简易护栏、标识牌和警示牌。
- 运输司机证件由生产部备案，并接受生产部的安全教育，注意行驶安全，车辆行驶速度不能超过15 km/h，一般禁止快速行驶与突然快速启动或制动。
- 运输车辆进行转运标识牌管理，根据污染土壤转运标识牌的标识把污染土壤运至相应区域。
- 运输道路管理应由专人负责，运输道路发生凹陷时，应及时组织人员用砂石填充压实，防止运输车辆颠簸及污染土壤散落；如发现运输过程造成污染土壤散落，应组织人员尽快清理与收集；另外，为避免扬尘污染，运输道路应注意洒水。

(5) 修复管理需按技术要求严格执行，确保修复效率。污染土壤应根据污染类型进行分类暂存，避免混合；修复后的土壤需按要求在待检区堆放，直至验收合格；完成清挖的基坑，验收合格后方可进行回填，禁止对未进行验收基坑进行回填。

(6) 为防止降雨淋滤和扬尘，待检区采用水泥进行地面硬化，待检土壤放置在密闭大棚进行暂存。

8.5 环境监测方案

8.5.1 大气环境监测方案

按国家相关规定，本场地污染土壤的修复过程应对大气污染排放及其环境影响进行监测，主要包括场界无组织排放的监测、修复过程大气环境影响监测及污

染土壤处置设施尾气污染物排放的监测三个部分。

8.5.1.1 污染物无组织排放及其环境影响监测

(1) 原厂址场地及污染土壤暂存场

包括场界及场外环境敏感点环境空气质量的监测。

● **布点方案：**根据国家相关要求，本项目场界污染物无组织排放的监测原则上应分别在场界和场外敏感点布设大气采样点，同时还需在场地上风向布设对照点。全场共设置 8 个采样点，其中场界四周各设 1 个采样点，共 4 个采样点，场外周边有多个居民区，石矿住宅、小剪刀营（对照点）、电杆厂家属院和吉华公司生活区等敏感点各设 1 个采样点，共 4 个采样点。其中，场界大气采样点为大气无组织排放监测点，场外敏感点为环境空气质量监测点。

● **采样方法：**按国家规定，恶臭（氨）分析指标样品采用特氟龙气袋收集，颗粒物指标用玻璃纤维滤膜或滤筒采集。采样后的活性炭富集管需在现场密封置后保存于低温保温箱内；玻璃纤维滤膜或滤筒取下后用黑纸包好放入塑料袋中密封后保存于低温保温箱内；特氟龙采样袋常温保存。

采样过程应同时采集目标大气样品和质控样品，记录采样流量，同步观测气象参数，填写大气采样表。

● **采样频率：**采用定期+不定期监测相结合方式。施工阶段定期监测为每周 1 次，直至现场施工结束。不定期监测在工艺不稳定和不利于污染物扩散天气等情况下进行监测。

● **监测指标：**包括场界大气污染物无组织排放的监测指标及周边敏感点的大气环境质量的监测指标。结合国家相关标准及场地土壤中的特征污染物，确定本场地大气污染物无组织排放监测指标为：颗粒物和氨；大气环境质量监测指标包括常规监测指标、特征污染物指标和恶臭类指标，其中常规监测指标包括 PM₁₀ 和 PM_{2.5}，特征污染物监测指标和恶臭类指标为氨。

● **分析方法：**参照我国相关规定执行。

● **评价标准：**场界污染物排放标准参考中华人民共和国《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的新污染源大气污染物排放限值中的无组织排放监控浓度限值和《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的恶臭污染物厂

界标准值中新扩改建二级标准；场外敏感点空气环境质量中的基本监测指标标准执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）中的二级标准，污染物监测指标参考《工业企业设计卫生标准》（TJ36-79）中“居住区大气中有害物质的最高容许浓度”。

8.5.1.2 修复设施尾气排放监测

主要为污染土壤常温解吸车间尾气排放的监测。

- **布点方案：**修复处置大棚尾气处理装置排风筒设 1 个监测点。
- **采样方法：**参照国家相关规定。
- **监测频率：**采用定期+不定期监测相结合方式。定期监测为每周 1 次，不定期监测在不利于污染物扩散天气下进行。
- **监测指标：**根据《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996），结合本场地中的污染物种类，确定本场地清挖大棚排放污染物的监测指标为：颗粒物和氨。
- **评价标准：**执行中华人民共和国《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二类区标准和《恶臭污染物排放标准》中恶臭污染物排放标准值。

8.5.2 废水环境监测方案

应对修复过程中产生的止水帷幕降水，及可能产生的基坑积水、车辆冲洗水等废水的排放进行监测。

- **布点方案：**在每个废水排放口设置 1 个监测点。
- **采样方法：**参照《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）中相关要求。
- **监测频率：**每批次或每周监测 1 次。
- **监测指标：**根据《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）及场地土壤中的特征污染物，确定本场地修复过程中废水排放污染物的监测指标如表 8-3 所示。
- **分析方法：**详见表 8-3。
- **评价标准：**废水中污染物的浓度应达到《污水综合排放标准》（DB12/356-2018）中的三级标准。废水经处理达标后才能排入市政管网，进入城镇排水系统的二级污水处理厂。

表 8-3 吉华化工场地修复工程废水排放监测指标、分析方法与评价标准

监测指标	分析方法	评价标准 (mg/L)	备注
氟化物	HJ 484	20	第二类污染物
氨氮（以 N 计）	HJ 535	45	第二类污染物

8.5.3 噪声环境监测方案

参照中华人民共和国《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011），需对原厂址场地的场界噪声进行监测。

- **布点方案：**根据国家相关要求及本场地周围噪声敏感点位置，本项目在场界四周各设 1 个噪声监测点；场外周边有多个居民区，石矿住宅、小剪刀营、电杆厂家属院和吉华公司生活区等敏感点各设 1 个采样点，共 4 个采样点。本场地共设置 8 个噪声监测点。

- **监测方法：**根据国家规定，在本场地施工期间，测量连续 20 min 的等效声级，夜间同时测量最大声级。

- **监测频率：**施工期每月监测 2 次。

- **评价标准：**白天不超过 70dB，夜间不超过 55dB，夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。

8.5.4 土壤环境监测方案

待场地修复工程结束后，需对污染土壤暂存区、常温解吸大棚、修复后土壤待检场、地下水处理设施区及其周边区域等可能产生土壤二次污染的区域进行监测。

- **布点方案：**根据《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）和《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，对可能受到土壤二次污染的区域采用网格法进行布点，原则上采样网格不大于 1600m²（40m × 40m 网格）。

- **采样方法：**参照《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）和《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）的相关要求。

- **监测频率：**修复工程结束后监测 1 次。

- **监测指标：**本场地土壤需要修复的场地特征污染物，包括砷和氨氮。

- **分析方法：**参照我国相关规定执行。
- **评价标准：**满足本场地土壤修复目标值的要求（详见表 3-3）。
- **评价方法：**采用逐点法与本场地土壤中污染物修复目标值进行比较。若小于修复目标浓度，则说明没有产生土壤二次污染；若大于修复目标浓度，则说明产生了土壤二次污染，需要对其进行修复，直到土壤中污染物的浓度均小于修复目标浓度为止。

8.6 自验收方案

主要包括污染土壤清挖范围的测量、基坑清挖效果的监测、污染土壤修复效果监测和土壤二次污染监测四个方面。

8.6.1 基坑清挖范围测量

采用全站仪对清挖范围拐点坐标进行现场测量，确定现场修复范围是否符合规定要求。

（1）标准坐标点引入：为准确定位清挖边界拐点坐标，首先将场内已知的标准坐标点引入到清挖区域。

（2）清挖拐点坐标测定：在基坑附近确定两个坐标点，然后借助已知点坐标，分别测定基坑边界所有拐点坐标。

（3）拐点坐标点比对：将测定的边界拐点坐标与自监测方案中确定的拐点坐标进行比对，确定现场修复范围是否符合要求。

8.6.2 基坑清挖深度测量

（1）标准高程引入：先将场内已知的标准高程点引入到清挖区域。

（2）清挖深度的测量：将测量结果与该标段的平均起挖高程进行比较，计算清挖深度及其误差，确定是否达到规定的清挖深度。

8.6.3 基坑清挖效果监测

包括污染土壤清挖基坑侧壁和坑底清挖效果的监测。

- **布点方案：**根据《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）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的要求，本场地污染土壤清挖效果的自验收监测采用网格布点法布点，每个网格采集 1 个土壤样品。由于基坑深度大于 1 米，侧壁进行垂向分层采样，分 2 层采集，每个单元采集 1 个土壤样品。土壤样品采集过程中需要采集 10%的质控样品。

按上述要求，基坑清挖效果监测共需采样27个土壤样品（包括质控样品），其中基坑坑底需采集6个样品，基坑侧壁需采集21个样品。

- **采样节点：**污染土壤清理后遗留的基坑底部与侧壁，应在基坑清理之后、回填之前进行采样。若基坑侧壁采用基础围护，则应在基坑清理同时进行基坑侧壁采样，或于基础围护实施后在围护设施外边缘采样。可根据工程进度对基坑进行分批次采样。

- **采样方法：**为了避免土壤扰动对实际情况的影响，在土壤采样时，应去除由于开挖时形成的位于基坑底部和边缘的扰动土后（约 20cm 厚）再进行取样。其中，土壤重金属样品用不锈钢铲采集均质样品；游离氨样品用不锈钢铲采集原状土样品，用具聚四氟乙烯密封垫的瓶盖盖紧，再用聚四氟乙烯膜密封。每个采样点采集 3 个平行样品，其中 2 瓶送检，1 瓶留样保存。所有样品，在采样现场均保存在低温保温箱内，回实验室后保存在 4℃的冰箱内。

采样过程除采集目标样品外，还需采集现场质控样品，包括平行样品、旅途空白样品等。采样过程填写土壤采样记录单（详见附件 3）。

- **样品流转：**所有土壤样品到样品保存室后，经分类、整理、造册后包装，尽快发往监测单位。样品运输过程均用保温箱保存，保温箱内置足量冰袋，以保证样品对低温的要求，直至到分析实验室。样品交接过程应进行记录。

- **分析指标：**本场地土壤中需要修复的场地特征污染物，即砷和氨氮。

- **分析方法：**参照我国相关规定执行，具体分析方法详见表 8-5。

表 8-5 场地土壤中污染物分析方法

序号	污染物名称	分析方法	检出限
1	砷	GB/T 22105.2-2008	0.01mg/kg
2	氨氮	HJ634-2012	0.1 mg/kg

序号	污染物名称	分析方法	检出限
3	游离氨	实验室内部方法	0.25 mg/kg

- **评价标准：**满足本场地土壤修复目标值的要求，详见表 3-3。

- **评价方法：**分层评价，采用逐点或 95%UCL 值与本场地土壤中污染物修复目标值进行比较。若小于修复目标浓度，则不需进一步清挖；若大于修复目标浓度，则继续清挖，直到基坑底部与侧壁的土壤污染物浓度均小于修复目标浓度为止。

95%UCL 值评价法应满足以下三个条件认为场地达到修复效果：

- (1) 样本点检测值整体均值的 95%置信上限小于或等于修复目标值；
- (2) 样本点检测值最大值不超过修复目标的两倍；
- (3) 样本超标点不相对集中在某一区域。

8.6.4 污染土修复效果监测

根据本项目工程招标公告，本项目污染土壤拟采用异位技术进行修复，需要对修复后的土壤进行效果评估监测，具体方案如下：

- **布点方案：**根据《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）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》要求，本场地污染土壤修复效果自验收监测土壤样品的布点采用网格布点方法。每 500m³ 修复后土壤布设 1 个采样网格，每个网格设 1 个土壤采样点。

本场地需要修复土壤的土方量总共为 4845.88 m³，每 500m³ 修复后土壤采集 1 个土壤样品，则需采集 11 个土壤样品；同时，按 10%的比例采集质控样品，共需采集修复后土壤样品 12 个。

污染土壤修复效果监测的采样种类、采样方法、分析指标、分析方法、样品流转等同前述内容。

- **采样节点：**异位修复后的土壤应在修复完成后、再利用之前采样。按照堆体模式进行异位修复的土壤，宜在堆体拆除之前进行采样。异位修复后的土壤堆体，可根据修复进度进行分批次采样。

- **评价标准：**氨氮污染土壤修复后浓度应满足本场地土壤修复目标值的要求（详见表 3-3），砷污染土壤因采用稳定化结合原地阻隔填埋的修复技术，土壤中砷的总量并不会降低，因此应结合场地地下水环境进行评价，评价标准为土壤中砷的浸出浓度满足地下水 III 类环境质量标准（ $\leq 0.01\text{mg/L}$ ）。

- **评价方法：**采用逐点比较法，与本场地土壤中污染物修复目标值进行比较。若修复后土壤中污染物的浓度小于本场地土壤污染物的修复目标值，则不需要进一步修复；若大于修复目标浓度，则继续修复，直到土壤中的污染物浓度均小于修复目标浓度为止。

8.6.5 非污染土污染监测

场地2#、3#区域受到污染的土壤深度为4-8米，上层0-4米为未受到污染的土壤在土壤开挖完毕后，该部分土壤搁置在储存区，进行待检。防止在开挖非污染土壤污染土壤混合，造成非污染土壤受到污染。

- **布点方案：**根据《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，对非污染土壤进行网格法进行布点。每 1000m³ 非污染土壤布设一个采样点。

- **采样节点：**在 0-4 米土壤清挖完毕后且搁置在储存区内，对该部分土壤进行采样

- **采样方法：**参照《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）的相关要求。

- **检测频率：**非污染土壤清挖完毕后监测 1 次。

- **检测指标：**离本场地特征污染物较近的，即氨氮。

- **样品流传：**同前述。

- **分析方法：**参照我国相关规定执行，详见表 8-5。

- **评价标准：**满足本场地土壤修复目标值的要求，详见表 3-3。

- **评价方法：**采用逐点法与本场地土壤中污染物修复目标值进行比较。若小于修复目标浓度，则说明没有产生土壤二次污染；若大于修复目标浓度，则说

明产生了土壤二次污染，需要对其进行修复，直到土壤中污染物的浓度均小于修复目标浓度为止。

8.6.6 土壤二次污染监测

待场地修复工程结束后，需对污染土壤暂存区、修复设施所在区、固体废物或危险废物堆存区、运输车辆临时道路、修复后土壤待检场及其周边区域等可能产生土壤二次污染的区域进行土壤样品的采集、分析及二次污染情况的评价。

- **布点方案：**根据《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，对可能受到土壤二次污染的区域采用网格法进行布点，原则上采样网格不大于 1600m²（40m×40m 网格）。

- **采样节点：**潜在二次污染区域土壤应在此区域开发使用之前进行采样。可根据工程进度对潜在二次污染区域进行分批次采样

- **采样方法：**参照《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）的相关要求。

- **监测频率：**修复工程结束后监测 1 次。

- **监测指标：**本场地土壤需要修复的场地特征污染物，即砷和氨氮。

- **样品流转：**同前述。

- **分析方法：**参照我国相关规定执行，详见表 8-5。

- **评价标准：**满足本场地土壤修复目标值的要求，详见表 3-3。

- **评价方法：**采用逐点法与本场地土壤中污染物修复目标值进行比较。若小于修复目标浓度，则说明没有产生土壤二次污染；若大于修复目标浓度，则说明产生了土壤二次污染，需要对其进行修复，直到土壤中污染物的浓度均小于修复目标浓度为止。

8.6.7 阻隔效果监测

应对阻隔系统中污染物砷的渗出率液进行长期监测。

- **布点方案：**在填埋区域设立三个监测井，上游一个下游两个。

- **采样方法：**参照《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）的相关要求。

- **监测频率：**每季度一批次。监测时间为2年。

- **监测指标：**具体要求应满足《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）规范要求。

- **分析方法：**采用原子荧光法。

- **评价标准：**监测井水中污染物的浓度应满足《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）规范要求。

- **评价方法：**采用逐点法与评价标准中的数值进行比较。若小于评价标准浓度，则说明没有阻隔效果完好；若大于评价标准浓度，则说明阻隔效果不理想，需要对其进行改善。

9 投入设备计划及保障措施

9.1 拟投入仪器设备计划

根据本项目工作内容，本单位计划投入设备和仪器如表 9-1 和 9-2 所示。

表 9-1 拟投入设备计划表

序号	设备名称	型号规格	数量	生产能力	用途
1	潜水钻机	KQ90	1	5 根/天/台	基坑支护
2	双轴轴搅拌桩机	ZLD180/83-3	1	20 根/天台	基坑支护
3	洒水车	东风	1	4t	现场及道路防尘
4	破碎机	DX3-23×75	1	150m ³ /h	土壤筛分、药剂搅合
5	挖掘机	EX-350	2	斗容 2m ³	清挖及回填
6	土方运输车	欧曼	3	12m ³ /车	运输
7	汽车吊	QY20D	1	25t	大棚搭建

表 9-2 拟配备本工程的试验和检测仪器设备表

序号	仪器设备名称	型号规格	数量	用途
1	经纬仪	索佳 TM6	1	地形测图
2	水准仪	DS3	1	高程传递测量
3	钢尺	50m/5m	10	
4	全站仪	FS512N	1	全站式快速测量仪器
5	红外快速水分测定仪	SFY-60	1	快速水分测定

9.2 施工机械、设备保证措施

9.2.1 机具施工组织准备

机具施工组织准备以施工进度计划为依据，有利于施工指挥、调度和协作，主要包括以下三方面内容：

(1) 编制作业班组。机具作业班组一般按机具类型或作业地点编制。由于施工机具种类繁多，工作性质和内容各不相同，因此，根据施工任务和现场具体情况确定。总的要求是：规定各班组的施工和人员组成、作业内容和职责要求等。

(2) 确定作业班组。机具作业班组应根据施工进度计划确定，并在实施中根据施工进度情况随时调整，以保证按时完成施工任务，达到最佳效率配置。

(3) 配置维修力量。根据机具数量及作业班次配备相应的维修力量。机具数量较多的施工现场应设置维修所，维修人员一般为操作人员的 $1/3-1/4$ ，工种应根据需要配备，维修机具也应尽量配备。

9.2.2 机具计划的协调

机具计划的协调，主要包括以下三方面：

(1) 机具维修计划的协调：在编制机具施工进度计划时，对于施工高潮阶段，保养、修理应穿插进行，保养、修理周期也可适当提前或滞后。根据施工需要进行合理调节，使机具施工与维修作业基本均衡。

(2) 机具施工作业计划和供应计划的协调：机具施工作业计划的执行，决定于各项供应计划的实现，为此，把材料、配件等供应计划统一在施工作业计划中，使机具施工计划有可靠的物资保证。

(3) 机具施工计划应留有余地：机具施工中存在一些不可预见因素变化(如气候、不明地质以及事故等)，施工中须随之调整。

9.2.3 机具施工组织调度

机具施工组织调度应以施工进度计划为依据，对机具施工过程中各阶段、各工序进行组合排列和协调，以达到机具施工的连续和均衡，其要点如下：

(1) 全面安排配套：全面了解和掌握机具施工进度以及影响进度的有关因素，统筹安排，合理调节。

(2) 合理组织：合理组织机具施工必须把空间组织和时间组织结合起来，作出统一的施工组织设计。如流水作业，可按照工序或机具种类合理布置，要求达到：工作面排列系统化，机具运行单项化，作业时间同步化，以缩短机具作业循环时间，提高生产率。

(3) 正确调度：在施工过程中，当某一工序的机具发生故障或某一计划失调时，应从劳动组织或技术上采取措施，进行调度。为此，应广泛收集施工过程中的各种信息，综合分析，采取果断措施；还应建立信息反馈系统，提高组织调度效率。

9.2.4 施工机具的维护和保养

(1) 认真执行施工设备的定期保养制度，做好清洁，紧固调整、润滑、防腐等保养作业。

(2) 按机具设备保养规程，大型机具的一级保养和中小型机具的各级保养由操作人员承担，并填写定期保养记录，大型机具的二级以上保养工作，由维护人员进行保养，完工后由机具工长负责查验后签认。

(3) 认真执行定期检验维护制度。以维护人员为主，操作人员为辅，进行设备清洁、检查、补给、润滑、紧固、调整的维护作业，完工后由机具工长负责查验。

9.2.5 保证机械设备供应措施

(1) 编制合理的机械设备供应计划，在时间、数量、性能方面满足施工生产的需要。合理安排各类机械设备在各个施工队（组）间和各个施工阶段在时间和空间上的合理搭配，以提高机械设备的使用效率及产出水平，从而提高设备的经济效益。

(2) 根据供应计划作好供应准备工作，编制大型机械设备运输、进场方案，保证按时、安全地组织进场。

(3) 加强机械设备的维修和保养，提高机械设备的完好率，使计划供应数量满足施工要求。

(4) 合理组织施工，保证施工生产的连续性，提高机械设备的利用率。

9.2.6 保证现场机械设备顺利、安全运行的具体措施

(1) 现场投入的大型机械设备中部分属我单位租赁（有合作单位，详见附件“合作协议”），部分机械设备需要新采购，租用时需经我单位设备的人员检查，确保性能优良，安全可靠，并采用一些技术先进，机械化施工程度特别高的机械设备，确保工程施工进度。

(2) 实行人机固定，要求操作人员必须遵守安全操作规程，积极为施工服务。提供机械施工质量，降低消耗，将机械的使用效益与操作人员的经济利益联系起来。

(3) 遵守技术试验规定，凡进入现场的施工机械设备，必须测定其技术性能、工作性能和安全性能，确认合格后才能验收。

(4) 为施工机械使用创造良好的现场环境，如交通、照明设施，施工平面布置要适合机械作业要求。加强机械设备的安全作业，作业前必须向操作人员进行安全操作交底，严禁违章作业和机械带病作业。

(5) 由操作人员每日班前、工作中和工作后进行例行保养，防止有问题的施工设备继续使用，并及时维修；同时对一些小型机具设有备用机械，确保现场施工的顺利进行。

10 质量管理保证措施

10.1 工程质量目标

本项目的工程质量目标：土壤修复、环境保护以及安全文明施工等施工效果达到既定目标，确保施工作业范围内所有工程竣工验收合格率为 100%，取得环保主管部门的环保备案，主体工程零缺陷，无质量重大事故及以上等级事故。

10.2 施工质量保证体系

本工程实施过程中，为确保质量体系持续有效运行，实现工程质量目标，开工后我公司将迅速组建项目经理部，项目经理对本工程质量承担主要责任，作业队长对施工质量负直接责任，并严格实行工程质量终身负责制，质量管理领导小组负责定期质量检查、召开质量分析会议，分析质量保证计划的执行情况，及时发现问题，研究改进措施，积极推动项目经理部全面质量管理工作的深入开展。

10.3 施工质量管理体系

10.3.1 技术交底制度

单位工程、分部工程和分项工程开工前，在认真熟悉设计图纸和规范、标准的基础上，由项目技术负责人向施工队长、质量检查员以及全体施工人员进行技术交底，讲清该项工程的设计要求、技术标准、施工工艺、方法和注意事项等，要求全体人员明确标准。技术交底资料办理签字并存档。

10.3.2 自检、互检、交接检制度

自检是指每道工序完成后的自我检查，互检是指两班组之间的相互检查，交接检是指上道工序与下道工序交接时的检查。严格执行自检、互检、交接检的三检制度，实行“五不施工”和“三不交接”。“五不施工”即：未进行技术交底不施工、图纸及技术要求不清楚不施工、测量桩位和资料未经换手复核不施工、材料无合格证或试验不合格者不施工、上道工序不经检查签证不施工。“三不交接”即：无自检记录不交接、未经专业人员验收合格不交接、施工记录不全不交接。

10.3.3 质量责任制度

项目部各职能部门、人员、作业层均制定质量管理责任制，明确各工作岗位应承担的责任及达到的质量要求，为实现这一质量目标应拥有的权限范围；达到质量目标后应获得的利益及达不到质量目标应受的处罚。管理层质量责任制建立后，将其纳入年度考核内容，与年度工奖挂钩，作业层实行“定人员、定任务、定工期、定质量、定安全（包括文明施工）、定报酬、定奖惩”的“七定”质量承包责任制。

10.3.4 原材料、成品和半成品的现场验收制度

物资设备部为材料采购的主要负责部门，负责工程所用物资的采购、检验检测、标识、管理工作，工程开工前，根据材料使用计划对材料供应商从生产能力、质量管理、商业信誉等方面进行评定，选择确定供货商。材料到现场后进行验收并按照规范规定的频次进行检验和试验，不合格的马上清除现场。

10.3.5 质量事故申报制度

在工程实施过程中，对发现的任何质量方面的事故，现场必须立即汇报，以使项目经理部及时掌握质量信息，并及时向建设单位和监理单位汇报，不隐瞒或弄虚作假。

如果出现重大质量事故，项目经理必须在第一时间通知现场监理工程师和业主，经过协商做出相应的处理方案。

10.4 施工质量保证措施

10.4.1 施工质量组织管理保证措施

强化以项目经理部第一管理者为核心的质量自控体系，完善内部检查制度，严格执行“三检”制。各级质量检查部门在施工前进行质量标准交底，并跟踪检查，责任落实到人，并把监理工程师“一次检查合格率、优良率”作为考核指标，严格考核奖罚，坚决实行质量一票否决制，将质量第一的方针贯穿到施工生产全过程。

10.4.2 施工质量管理保证措施

(1) 人员管理

选拔质量意识强、领导水平高、施工经验丰富、职业素质好的人员担任项目的主要管理者；组建一支人员精干、技术过硬、工种齐全、作风顽强、能打硬仗的项目队伍。强化全员质量意识，采用技术密集型项目管理模式和树立“现场就是市场”，“顾客说好才算真好”的项目管理理念。在全体参战员工中广泛深宣传本工程建设的重要意义，认真学习《规范》、《标准》、《验标》和设计文件，深刻领会设计意图，所有参战人员进场前均进行严格的岗前培训、考核。

（2）物资管理

严把工程材料质量关。做到未经检验的材料不进场，不放行，检验不合格的材料不使用，同时抓好材料储存、保管、领发使用监督及回收、周转等管理环节的工作。

（3）机具设备管理

施工所需的测量、试验设备均进行校验或标定，确保测量、试验数据准确。所需的施工机械进场前维修检查，确保操作可靠性，并做到组织合理，人机固定，持证操作，高效运转。

（4）施工技术管理

严格执行设计标准和施工规范，坚持技术复核制。项目经理部设施工精测队，负责本合同段全部的控制测量布网与施工放样，复核签字工作，做到及时、准确、无误。坚持技术交底和技术资料管理制度，工程施工前技术主管必须针对施工程序、工艺、方法、技术标准交底到每个作业班组上，杜绝技术指导错误而影响工程质量。

每周定期由项目经理部组织召开一次由各级质量监察（检查）人员参加的质量通报和质量会诊会，落实质量措施，通报质量情况，把影响质量的因素消灭在萌芽中。

10.4.3 施工过程保证措施

在施工过程中，从施工准备到竣工交验，自始至终地执行 ISO9001 质量保证体系中《施工过程控制程序》的规定，严把工序质量关，不合格的工序严禁转序，使施工的全过程处于受控状态。

10.5 施工过程应急预案

本工程施工工艺为热脱附工艺，工艺复杂，危险源较多，事故发生潜在风险大。为保障员工生命、场地设备、财产安全、预防意外灾害发生，特制订紧急应变救援管理办法，使发生灾害可能造成的损失降到最低。

10.5.1 综合应急救援预案

10.5.1.1 总则

(1) 编制目的

通过应急救援预案的编制、演练、实施，增强职工的安全生产意识，提高对事故的应急处置能力，减少事故造成的伤亡，降低事故造成的损失，保证本工程的生产安全。

(2) 编制依据

- 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）
- 《中华人民共和国安全生产法》（2014年12月01日实施）
- 《中华人民共和国消防法》（2019年4月23日实施）
- 《危险化学品安全管理条例》（2013年12月7日国务院令第645号发布）
- 《国家突发环境事件应急预案》（2014年12月29日实施）
- 《生产经营单位应急救援预案编制导则》（2013年10月1日实施）
- 《生产安全事故报告和调查处理条例》（2007年6月6日实施）

(3) 应急工作原则

坚持安全第一，预防为主原则；

坚持强抓严管，不留死角原则；

坚持反应迅速，措施到位原则；

坚持责任到人，工作紧张有序原则。

10.5.1.2 应急组织安全事故应急机构

公司设立安全事故应急指挥中心，总经理为总指挥，总工程师为常务副总指挥，副总经理为副总指挥，现场项目经理为指挥中心组员。应急指挥中心下设协调小组、现场救援小组、医疗救护小组、后勤保障小组。各小组对指挥中心负

责。各小组进入事故现场后，在事故应急指挥中心总指挥或副总指挥下，连同现场项目经理、现场专职安全员组成事故处理小组，负责抢救人员、疏散人员、保护现场、保护物证、求助联络和事故汇报等工作。

10.5.1.3 应急准备

(1) 应急准备内容

应急准备相关内容详见表 10-1。

表 10-1 应急准备内容

序号	内 容
1	<ul style="list-style-type: none"> ● 定期组织应急救援的演练。 ● 对义务消防队员及各作业班组长进行伤害事故的应急抢救方法培训。
2	<ul style="list-style-type: none"> ● 项目综合办公室根据实际情况配备充足的物资： ● 灭火器、消防斧、消防铲、沙筒。
3	项目综合办公室根据实际情况配备充足的应急物品：绷带、止血带、酒精棉球、消毒沙布、胶布、创口贴、夹板、担架、雨衣、口罩、手套、雨鞋、手电、方便面、矿泉、应急通讯设备、应急救援车辆。
4	项目物资机械部根据实际情况配备充足的应急设施：如应急照明灯等。
5	本项目中标后将根据现场实际编制如下预案： 火灾、爆炸应急预案、中毒事故应急预案、交通事故应急预案、触电、机械伤害事故应急预案、物体打击及高空坠落事故应急预案。

(2) 应急救援常识培训（包括救援小组及操作工人）

编制培训教训，制定培训计划，主要内容包括：创伤止血救护、烧伤急救处理、吸入毒气急救、对休克、呼吸及心跳骤停的紧急救护（心肺复苏术）、手外伤急救、骨折急救、眼睛受伤急救、脊柱骨折急救等。

10.5.1.4 预防与预警

(1) 各班组在作业前对作业人员进行班前安全讲话，充分考虑到因施工人员素质、精神状态等因素对施工造成的不安全因素，确保作业人员人身安全和作业安全。

(2) 严格落实各项安全管理制度及各工种安全操作规程。

(3) 按要求对施工过程中存在的危险源进行辨识，确定重大危害因素，并制定切实有效的控制措施。

(4) 加强施工人员的安全素质教育，定期组织培训，定期对主要岗位、工种进行考核。定期组织安全大检查，严格落实隐患整改工作。

(5) 加强施工现场的监控力度，重点工作、重点部位设专人监控。重大施工环节专职安全管理人员必须在现场监督安全施工。

(6) 加强一般工作人员及特殊工种劳动防护用品的配备。

10.5.1.5 应急响应

(1) 响应程序

- 发现人向安全员汇报，安全员向事故应急小组组长报告；
- 组长决定是否要启动预案；
- 若不需要启动，则在事故处理的同时，其他生产照常。
- 若需要启动事故应急救援预案，则需要视情况，看是否需要停止施工，全力解决出现的问题。

当安全事故超出内部抢险救援的能力，应及时作出要求外部抢险救援的决定，并积极配合、全力协助外部抢险救援队伍。

(2) 应急结束

- 事故得到及时处理,不会再继续扩大，造成更大的伤亡或损失。
- 伤员得到妥善安置，伤情能得到有效控制。

10.5.1.6 后期处置

(1) **伤员处理：**按国家有关法律、法规和规定，做好事故的善后经济补偿事宜。

(2) **事故调查：**在事故得到控制以后，迅速到受到保护的现场调查取证，查明产生事故的原因。上级主管部门或地方政府部门组织的事故调查小组调查时，应积极配合。

根据事故产生的原因，确定事故的性质和责任。根据事故定性与事故的严重程度，对产生事故的责任部门或责任人依照相关法律、法规，提出事故处理意见。

(3) **事故处理：**按照事故“四不放过”的原则进行事故处理，奖励事故救援立功人员，处罚事故责任人，对责任人和相关员工进行安全教育，分析事故原因并研究制定安全措施。

(4) **事故总结**：项目部在事故处理完毕后，认真总结经验教训，写出书面材料报公司。

(5) **恢复生产**：事故发生以后，项目部在处理事故时，在确认危险已经解除且经事故救援领导机构同意的前提下，应尽快组织人员恢复生产，避免影响施工进度。

10.5.2 重大安全事故应急预案

(1) 重大安全事故应急处理原则

项目经理部本着“安全第一，预防为主”的方针，以“出现事故，快速科学处理”的思路，为提高事故发生后的工作效率，避免更大的损失，特制定安全事故应急预案。

在项目上成立事故应急处理小组，由项目经理任组长，项目副经理及安全项目经理任副组长，下设各成员部门，即综合办公室，施工管理员，机械，安全员，保卫，电工，外联。

事故应急处理小组的所有成员有义务和责任对各级人员进行教育和讲解，并会同各部门做好各施工部位的安全措施，防治事故的发生。

张贴应急处理小组的所有成员电话，工程备有专用抢救伤员的车辆，未经应急处理小组批准，不得擅自动用。

(2) 现场安全事故应急处理程序

现场一旦发生人员受伤或危及人员生命，以及设备受损事故时，现场专职安全人员要在第一时间向项目经理和公司安全管理部门汇报。同时要采取如下措施：

① 由专职人员立即切断危险源，疏散人员离开危险区，避免事故进一步扩大；

② 有伤员的，要以最快的速度将伤员送往医院进行紧急救治；离医院较远的，要通过“120”或“110”，在尽短时间使伤员得到救治；

③ 场发生触电的，在必要的情况下，在第一时间利用人工呼吸等方式，做好现场自救；

④ 目部要保护好事故现场。因抢救人员或避免其他危险，需要移动现场物

品的，必须做好标记和书面记录，妥善保护有关物证。

(3) 建立事故报告制度

当现场发生一般性事故，由现场专职安全人员即刻向项目经理和公司安全管理部门报告。项目经理和公司安全管理部门在 15 分钟之内将情况报告公司领导；公司领导在 20 分钟之内指挥事故应急救援小组赶赴现场（具体时间根据路途情况酌定）；

当现场发生重大事故，由现场专职安全人员即刻向项目经理和公司安全管理部门报告。项目经理和公司安全管理部门在 15 分钟之内将情况报告公司领导；公司领导在 10 分钟之内向主管单位和地方安全主管部门予以有关情况汇报。同时，组织公司安全事故应急救援人员在最短时间内赶赴事故现场。

(4) 工作要求

项目安全经理及现场安全专职人员要认真做好安全工作。现场一旦发生安全事故，必须及时报告，并在第一时间做好人员疏散、伤员救治、现场保护等工作。否则，由于安全专职人员不在现场或耽误报告，公司将视情节情况给以处罚。

设法抢救伤员，不得以经费问题、交通工具问题或者其他理由，延缓伤员的救治。

公司生产事故应急救援机构及其人员必须保证通讯工具 24 小时开通，一旦现场发生事故，必须在最短时间赶赴事故发生地。各部门及其人员不得以任何理由拒绝或者拖延时间赶赴现场。

现场一旦发生安全事故，工程项目部必须如实报告，不得隐瞒事故真相，不得随意毁坏现场，不得损坏物证，否则，公司将追究有关人员的责任。

公司根据施工生产的性质和实际情况，每年定期组织有关人员进行应急救援演练，力争做到事前准备，事中工作有序，事后损失最小。

10.5.3 重大环境污染事故应急预案

为了确保重大环境污染发生以后，项目部能迅速、高效、有序地开展重大环境污染源的治理及善后工作，采取切实有效的措施及时控制污染源，及时制止重大环境污染源的继续发生，最大限度地降低对环境的污染，特制定本工程重大环境污染应急准备和响应预案。

10.5.3.1 重大环境危害分析

在施工过程中本项目可能发生的环境污染事故包括：污染土壤清挖、运输、预处理过程中、大棚破损产生的扬尘、气味等造成二次污染；

10.5.3.2 预防与预警

(1) 预防措施

- 挖掘环节，在保证安全的前提下，尽量减小土壤挖掘面的大小。
- 当空气中污染物浓度异常时，立即在污染土壤裸露表面铺设 HDPE 膜并直接喷射泡沫，降低空气中污染物的浓度。
- 当大棚受施工机械、台风等外力破坏时，大棚内作业现场应立刻停工，迅速组织作业人员将 HDPE 膜覆盖至污染土壤表面防止其继续挥发，同时对大棚进行快速抢修，现场备有备用的大棚外膜，保证短时间内恢复大棚正常工作。
- 在进行场地清理作业时，应在作业前、作业中对作业表面洒水防尘。
- 运输环节要制定运输路线，修整运输通道，运输车尽量保持低速匀速行驶，车辆装载污染土壤后严密覆盖，密闭车厢才能驶离。
- 污染水源必须经过处理之后方可再利用，严禁排放。

(2) 预警行动

一旦发现有紧急突发事件的可能性时，要立即进行以下预警：

- 符合应急启动条件的应立即启动本预案。
- 通知现场抢险组进入预警状态，采取有效的预防措施。
- 应急领导小组随时跟踪事态发展，对可能或发生的重特大事件进行风险评估，得出事件发展趋势及应急措施。

预警结束后，应急小组宣布预警解除。

10.5.3.3 应急处置

施工现场发生一般的环境（如噪声超标）污染，项目应急小组组织相关人员及时处理、中止施工，并制定相应的处理方案及采用有效措施，确保能达标时方可继续施工。

当施工现场发生为重大的环境污染，项目部应及时组织人员进行抢险。同时采取有效措施，切断污染源及时制止污染的后续发生，并及时上报公司。

立即组织安全自查自纠、消除隐患，确保施工安全；立即组织对全体施工作业人员的举一反三环境保护安全再教育，提高安全防范意识，做到遵章守纪，防止同类事故发生。

10.6 季节性施工专项方案

10.6.1 方案编制原则

(1) 安全规范性原则

在雨季与高温天气施工，特殊的天气条件可能会对施工造成负面影响，因此在这些天气条件下，要更加注意安全问题。严格按照施工规范进行作业，在保护作业人员安全健康前提下，保证工程施工顺利进行。

各项工作均遵循相关标准、规范以及业主、监理单位、环保部门的要求。

(2) 预防为主性原则

在施工过程中，要持续密切关注天气情况，预先按照要求和规范做好特殊天气下施工的防护措施，保证设备机械和油料的正常使用，并预先对作业人员进行特殊天气的施工作业培训，保证在遇到特殊天气条件下，早做预防，保证施工作业顺利进行，不延误工期。

(3) 快速周密性原则

在施工过程中遇到特殊天气，要保证管理及操作人员在第一时间迅速反应，有条不紊地进行特殊天气下的防护、施工或者停工撤离工作。所有机械设备及操作人员均配备齐全的防护设施和用具，确保机械设备和操作人员的安全。

10.6.2 雨季施工措施

(1) 雨季施工风险

在雨季时，挖运和土壤处置的设施和机械设备有雨水侵入腐蚀或者遭受雷击的风险；同时，也在雨天情况下，施工人员也有触电、遭受雷击的风险；

在大风天气施工，要注意车间的大风防护，风力过大，可能会对车间造成一

定影响和破坏；同时携带污染物的扬尘很容易随风扩散到厂区外围的居民生活和办公区，可能对厂区外居民的人体健康和生活工作环境造成危害。

在雨季施工存在诸多风险，因此必须加强对雨季施工中可能造成的危害进行防范，并在施工过程中对特殊天气带来的负面影响进行及时有效的应对。

(2) 雨季施工管理与准备

● 建立雨季施工工作小组

由项目负责人任组长，全面、直接管理雨季施工工作，施工员任小组副组长，组员包括各个作业队的队长。生产部为小组主体，其他部门协同配合，负责编制实施性的雨季施工时期的各项针对性实施工作。施工现场严格按照既定的施工方案，保证施工质量，严格执行雨季施工的技术措施。

在雨季施工期间，针对生产部的具体情况迅速作出技术、管理、资金等方面的支持和解决。

与当地气象部门联系，了解当地出现雨天及台风的时间，掌握当地的水文气象资料，合理调整施工计划。

● 雨季施工准备

应提前做好生产部署，采用防雨措施和加强排水手段确保雨季正常的施工生产。安排专人关注天气，及时了解气候变化情况，详细记录每天的天气情况，关注 7-15 天的天气预报，了解天气变化趋势。并将一周天气预报记录在办公区宣传栏上。把天气预报情况与施工安排结合起来，提前作好各项预防措施。施工过程中，根据所掌握的气象资料，避开台风或大雨等恶劣天气施工。

做好施工人员的雨季施工培训工作。雨季前对于冲洗区、修复车间、污水处理站、库房、总电源等进行检查和修理，防止漏雨、漏电和其他不安全因素存在，保证基础、道路不塌陷，房间不漏雨，场区不积水，施工现场办公室、库房、车辆机具等停放场地以及生产设施都应设在地势较高的地方。

施工驻地在雨季来临前购置必要的消毒药品，保证能够及时控制雨季传染病的发生。

(3) 雨季处置设施和机电设备防护

● 在雨季到来之前，必须做好处置设施和机电设备的防雨、防淹、防潮、防霉、防锈蚀、防漏电、防雷击等项防护措施，管好、用好施工现场机电设备，

确保施工任务的顺利完成。

- 修复车间在雨季要每天检查是否完好，如有破损应立即进行修补和维护，防止在雨天有雨水渗漏入大棚内，影响施工进行。现场构筑物的地面设计应比自然地坪高出 20cm，防止室外雨水进入室内。

- 挖掘机、ALLU 筛分斗、铲车、运输车和尾气收集和处理系统要防雨、防潮，对其机械螺栓、轴承部件要经常加油并转动以防锈蚀，所有机电设备都要严格执行“一机一闸一保护”制度，投入使用前必须做好保护电流的测试，严格控制在允许范围内。在现场加装避雷针，施工现场的低压配电室应将进出线绝缘子铁脚与配电室的接地装置相连接，作防雷接地，以防雷电波侵入。

- 污水处理站设备的电机加防护罩（不允许用塑料布包裹）。

- 对于避雷器的接地电阻值必须进行复测（电阻值不大于 4 欧姆），不符合要求的必须及时更换或处理。避雷器要作一次预防性试验。

- 机电设备的安装、电气线路的架设必须严格按照临时用电方案措施执行。

- 各种机械的机电设备的电器开关，要有防雨、防潮设施。

- 雨后对各种机电设备、临时线路等进行巡视检查，如发生倾斜、变形、下沉、漏电等迹象，应立即设置危险警示标志并及时修理加固，有严重危险的立即停工处理。

- 施工现场的移动配电箱、施工机具全部使用绝缘防水线。用后应放回库房或加以遮盖防雨，不得放在露天淋雨，不得放在坑内，防止雨水浸泡、淹没。

- 加强用电安全巡视，检查每台机器的接地接零是否正常，检查线路是否完好，若不符合要求，及时整改。

- 雨天作业，机械操作人员应戴绝缘手套、穿雨靴进行用电操作。

(4) 雨季开挖和运输措施

雨期来临前应在施工现场及边坡四周提前做好排水措施，保证水流畅通、不积水。

雨天暂停开挖工作，并采用预先准备好的防水膜等防水材料对现场污染土壤、坑槽和贮存场地进行防雨遮盖，膜上的雨水用水泵抽走。雨天的运输要注意雨量大小，雨量小时要做好道路的防滑措施，道路两旁做好排水沟，保证不滑、

不陷、不积水，保证雨后正常通行；雨量大的时候停止运输作业。

(5) 雨季防雷工作

雨季施工期间做好防雷工作，并派电工日常对避雷针电阻进行测试。人若遭受雷击触电后，应采用干燥绝缘材料将伤者剥离金属物品，若心脏停止跳动，应立即采用人工呼吸急救并请医生采取抢救措施。在施工过程中看见闪电或听见雷击时，停止可能会给自身带来危险的工作，三十分钟内没有再次观察到闪电和雷声时方可重新开始工作，若雷电频繁，则立即组织现场人员有序撤离到预先制定的避雷区域，同时远离树木、水、空旷处，不要使用有线电话和耳机，在无法找到掩蔽所时，蹲下以手塞住耳朵；特别要注意的是不要到不安全区域进行躲避，不安全区域包括：距离护栏、门等金属物品、仪表电气设备、电线和插头较近的区域。

大雨或雷暴雨时室外施工必须停工，并在第一时间组织现场工作人员有序撤离到安全区域躲避，同时立即组织专门人员穿戴绝缘手套、雨靴等全套绝缘防护服，对现场的露天电器、机械、配电箱等进行断电处理；并在金属设备、精密仪器等上覆盖塑料防雨遮盖；遇到雨势很大、可能上升为灾害级别的大雨，必须即上报相关部门，并有序按照相关部门指示进行抢险救援；雨后必须组织机电、安全人员对施工用电、安全防护等各种设施进行全面检查。确保无安全隐患后方可继续施工；定期对漏电保护器等安全防护装置进行检查，及时更换失效的设施。

(6) 排水工作

在施工开始前，就要预先做好预防大雨天气的排水工作，建设相应集水设施，在大雨天气，应组织专门人员将雨水引入排水设施：

基坑外排水。清挖基坑四周用沙袋堆置，防止水流进基坑。

基坑内排水。沿着基坑底四周设置排水沟和集水坑，并采取边开挖边铺 0.25 mm 厚 HDPE 薄膜的做法。在下雨前或收工后，钩机退出开挖区域，全部开挖区域用薄膜覆盖，覆盖在基坑底部和周边，薄膜周边用堆土覆压，保证基坑底部和四周全部处于被覆盖状态。将基坑四周地面填平，留一定外坡，使基坑四周 8m 宽范围地面不积水。下雨后，立即用水泵把膜上的雨水抽出。

(7) 雨季施工注意事项

- 加强安全检查，及时发现问题。对施工用电、临时设施、安全标志牌进行经常性检查，发现问题及时排除，对破损处及时修复，防止漏电事故发生。

- 施工现场设专人对现场进行清理工作，洒水、扫地，防止尘土飞扬，清除污泥、雨水，保持现场整洁。驶出施工现场的车辆，尤其在雨后，必须对车子和轮胎进行清洗后方可出场。

- 密切注意天气变化，了解近期天气情况，合理安排施工工期。暴风雨时应立即停止施工作业，人员迅速撤到安全地方。

- 基坑回填土应连续进行，尽快完成。施工中注意雨情，现场操作人员注意穿防滑鞋，防止滑倒。

- 对任何用电器具，必须严格按有关操作规程进行，具有可靠的接地，操作者必须配带必须的劳保用品。

- 雨季来临前认真对管理人员和操作工人分级进行雨季施工的培训工工作，加强个人的安全意识和质量意识，提高自我防范能力和应急反应能力。

10.6.3 夏季高温天气施工保证措施

本项目所在地夏季地表温度较高。施工过程中应注意以下几方面问题：

(1) 挖掘施工过程防护措施在挖掘施工过程中，被封在土壤中的异味容易释放出来向周围扩散，挖掘施工组织，挖掘施工安排条理有序，需控制污染场地的开挖面积，减少污染土壤的暴露面，及时采用洒水、塑料膜覆盖开挖作业面等措施控制异味气体的扩散，严重的，采用气体抑制剂进行应急防护。

(2) 土壤运输过程防护措施运输过程中，所有运载污染土壤的车辆均需帆布覆盖防护。

(3) 土壤修复过程防护措施为加强对在高温天气施工生产的防暑、防中毒和防火，修复大棚配套的尾气处理设施需定期检查，保证正常运行，保证大棚通风换气；生产部配备足够的劳动保护防护用品；做好各种降温防暑工作，配备充足饮用水、降温饮料、凉茶和设置遮阳降温凉棚；配备急救中暑药物，力争改善工人操作的环境条件。

11 安全文明管理保证措施

11.1 安全文明施工目标

11.1.1 安全施工目标

本项目安全目标达到合格标准。安全目标为：无生产安全事故；无重伤事故；无重大机械设备事故；无职业病事件；无食物中毒事故；安全教育考核 100%；特殊工种持证 100%。

(1) 在生产施工中，始终贯彻“安全第一、预防为主”的安全生产工作方针，认真执行关于施工企业安全生产管理的各项规定，把安全生产工作纳入施工组织设计和施工管理计划，使安全生产工作与生产任务紧密结合，保证施工人员在生产过程中的安全与健康，严防各类事故发生，以安全促生产，力求安全生产目标达到合格。

(2) 强化安全生产管理，通过组织落实、责任到人、定期检查、认真整改，杜绝死亡事故，确保安全事故。

(3) 强化作业环境，确保不发生中毒、窒息事故。

- 在施工过程中加强对有毒有害物质的管理，对操作人员进行培训交底、知识教育；

- 保证作业环境有良好的通风条件，对操作人员按有关规定发放使用劳保用品；

- 对操作者进行监督检查，保证 100%持证上岗率。

11.1.2 文明施工目标

本项目文明目标达到合格标准。

(1) 按照《环境管理体系（ISO14001）》的规定，环境保护目标：实施全过程的标准化、规范化、精细化管理，创绿色文明施工样板工地。努力降低对环境的影响，节约资源。

(2) 按照《职业健康安全管理体系（OHSAS18001）》的规定，职业健康目标：创造舒适生产生活环境，建立防控“严重流行性传染病”各项措施，杜绝疫情。

在工地上出现，保证人员健康、安全。

(3) 在组织施工中，投标人将认真贯彻执行建设部、建委、环保局、安全生产监督管理局等关于施工现场文明施工管理的各项规定，贯彻合同文件中关于施工现场文明施工管理的相关规定。

11.2 安全文明施工管理体系

我司根据《职业健康安全管理体系规范》 GB/T28001-2001（OHSAS18001:2001）标准的要求，结合项目的实际需要，制定安全、文明施工管理制度。

项目部成立由项目负责人领导，技术负责人、安全经理、生产经理、专职安全员、各分包单位安全生产负责人组成“安全生产管理委员会”，建立施工现场安全文明施工管理体系，组织领导施工现场的安全、文明工管理工作。

项目负责人是施工项目安全、文明施工管理第一责任人。各级职能部门、人员，在各自业务范围内，对实现安全、文明施工的要求负责。全员承担安全、文明施工责任，建立安全、文明施工责任制，从项目负责人到工人的生产系统做到纵向到底，一环不漏。各职能部门、人员的安全、文明施工责任做到横向到边，人人负责。施工项目应通过监察部门的安全生产资质审查，并得到认可。一切从事生产管理与操作的人员、依照其从事的生产内容，分别通过企业、施工项目的安全审查，取得安全操作认可证，持证上岗。

特种作业人员、除经企业的安全审查，还需按规定参加安全操作考核；取得监察部核发的《安全操作合格证》。施工现场出现特种作业无证操作现象时，施工项目必须承担管理责任。

11.3 安全施工保证措施

本项目修复施工安全涉及土壤开挖运输、基坑安全、污染土壤修复、临时用电安全、专业工种安全操作、现场人员防护职业健康等内容。

11.3.1 基坑开挖安全施工措施

- (1) 土方开挖从上而下施工，需做好排水措施。
- (2) 采用机械挖土时，机械旋转半径内不得有人。
- (3) 开挖深度超过 2 米，在边沿处设两道护身栏杆，上挂密目网；危险处，

夜间设红色标志灯。

(4) 基坑边 2 米内不得堆土、堆料、停置机具。

(5) 挖土时，如发现边坡裂缝或连续滚落土粒时，施工人员应立即撤离操作地点，并及时分析原因，采取有效措施解决。

(6) 所有机械进场前应该进行检修和保养，出现故障及时修理，不允许机械带病作业。

(7) 基坑边设挡水台，防止雨水直接流入基坑。外设 1.2 米高防护栏杆，并用绿色密目安全网封闭，悬挂危险标志，夜间施工挂红色标志灯。栏杆刷红白相间油漆。人员上下基坑必须沿设置的马道上下，严禁顺坡上下。

(8) 已挖完的基坑外侧、坡道两侧应及时做好临边防护；基坑内基底标高不同时，在基底标高较高的区内必须用钢管搭设防护。

(9) 土方开挖过程中严格按照基坑监测方案进行监测，如发现边坡异常失稳，立即停止开挖，启动紧急预案处理，待处理完毕后再进行施工。严禁野蛮施工。

(10) 土方车辆在现场内外行使应注意安全，现场要有专人进行交通指挥，在坡道上、进出大门时缓慢行使，现场内车辆时速不能超过 15km/h。车辆调头时应选择宽阔场地，注意与其它机械设备间的安全距离。

(11) 土方挖运公共设施保护措施：

- 开挖前首先探明地下障碍物，并与业主和市政有关部门办理移交手续后方可开始。开挖过程中遇到文物或不明物立即停止，在与业主及相关单位协调后再进行下一步施工。

- 在施工前已有的，仍在使用的市政管线、市政设施，采取保护措施。防止对有相邻建筑、公共设施，路面人行道，电线杆，通讯、管道，沟渠和类似设施的移动或沉陷。

- 在开挖过程中发现未注明的或表示不正确的管线和其它公共设施，应立即通知业主、公共设施的业主。共同协商解决问题。

- 施工中遇到地下障碍物和文物时，立即停工，及时报有关部门，待妥善处理后方可继续施工。

11.3.2 基坑安全防护措施

基坑临边防护栏杆采用钢管栏杆及栏杆柱均采用 $\Phi 48 \times 3.5\text{mm}$ 的管材，以扣件或电焊固定。防护栏杆由二道横杆及栏杆柱组成，上横杆离地高度为 1.2 米，下横杆离地高度为 0.5 米，立杆总长度 1.7 米，埋入地下 0.5 米，立杆间距 2 米。防护栏杆自上而下用绿色密目安全网封闭，下口封严。所有护栏用红白油漆刷上醒目的警示色，钢管红白油漆间距为 20 cm。

基坑应设置警戒线，边警戒线内严禁堆放一切材料，警戒线外道路在运输过程中注意边坡稳定。

11.3.3 污染土壤修复安全措施

(1) 严格按照操作流程运行，非操作人员禁止进入操作施工现场，保障安全运行。

(2) 处理区设置安全警示标志，对于不同区块设置不同颜色的标志，以提醒进行现场的人员，按照规范执行。

(3) 作业人员须做好安全防护，穿戴必要的防护装备，施工过程中严禁擅自摘取防护装备。

11.3.4 临时用电安全措施

施工现场临时用电按照《施工现场临时用电安全技术规范》编制临时用电方案，建立相关的管理文件和档案资料，加强用电管理。

施工机具、车辆及人员，与架空线路保持安全的距离和安全高度。达不到规范规定要求时，采用可靠的防护措施。电缆穿过道路、易受机械损伤的场所时，加设防护套管。橡皮电缆沿墙壁敷设时，要用绝缘子固定，严禁使用金属裸线作绑线。固定点间距保证橡皮电缆能承受自重所带来的荷重，橡皮电缆的最大弧度垂距地不小于 2.5m。

配电系统实行分级配电。现场内所有电闸箱的内部设置符合有关规定，箱内电器可靠、完好，其选型、定值符合有关规定，开关电器标明用途。电闸箱内电器系统统一式样、统一配制，箱体统一刷涂桔黄色，并按规定设置围栏和防护棚，流动箱与上一级电闸箱的连接，采用外插连接方式。

独立的配电系统按标准采用三相五线制的接零保护系统，非独立系统可根据现场的实际情况采取相应的接零或接地保护方式。各种电气设备和电力施工机械

的金属外壳、金属支架和底座也按规定采取可靠的接零或接地保护。

采用接零或接地保护方式时，设两级漏电保护装置，实行分级保护，形成完整的保护系统，漏电保护装置的选择符合规定。

现场金属架构物（照明灯架、垂直提升装置）和各种高大设施按规定装设避雷装置。

手持电动工具的使用符合国家标准的有关规定。工具的电源线、插头和插座完好，电源线不得任意接长和调换，工具的外绝缘完好无损，由专人负责对其维修和保管。

施工现场的临时照明采用 220V 电源照明，并在电源一侧加装漏电保护器。施工现场临时用电由专业人员负责管理，由专人负责各类配电箱、开关箱、电气设备、电力施工机具的检修和维护工作，检修时切断电源，拆除电气连接并悬挂警示标牌，确定操作程序并设专人监护。

11.3.5 消防措施

现场施工坚持防火安全交底制度，现场内设置防火标志牌、防火制度、防火计划及 119 火警电话等醒目标志，并明确划出发生火警时逃生线路及集合地点。

根据施工现场的具体情况设置灭火器，并做到布局合理，经常维护和保养，在寒冷季节应采取防冻保温措施，保证消防器材灵敏有效。现场内的各种施工材料、机具及各种物资要码放整齐，严禁占用消防通道。

消火栓周围 3 m 以内，也不得存放任何物品。各施工单位对重点防火部位、易发生火险部位，配备足够的干粉灭火器材，随工程进度而及时增加干粉灭火器。保证消防器材灵敏有效，干粉灭火器按规定时间更换干粉，灭火器材在经市消防局批准的销售单位购置，对购置伪劣器材而造成的事故，要追究当事人的责任。加强用火、用电管理，严格执行电、气焊工的持证上岗制度。无证人员和非电、气焊工人员一律不准操作电气焊、割设备。

电、气焊工要严格执行用火审批制度，操作前，清除附近的易燃物，开具用火证，并配备看火人员及灭火器材。用火证当日有效，动火地点变换，重新办理用火证。消防人员对用火严格把关，对用火部位、用火时间、用火人、场地情况及防火措施要了如指掌，并对用火部位经常检查，发现隐患问题，要及时予以解决。

使用电气设备和易燃、易爆物品，严格落实防火措施，指定防火负责人，配备灭火器材，确保施工安全。

施工现场内禁止易燃支搭，现场及结构内不允许随便搭设更衣室、小工棚、小仓库，如确属需要，须经有关管理部门批准，并且使用非易燃材料支搭。

施工现场内禁止存放易燃、易爆物品。因施工需要，进入结构内的可燃材料，要根据工程计划，限量进入，并采取可靠的防火措施。上述物品进场事先征得有关管理部门的同意，发给《特种物料进场许可证》方可进场，对擅自进料或超过批准数量进料的，按消防法规及内部规定追究主管人和当事人的责任。

施工现场各单位对施工过程中的易燃物品及时清理，消除火灾隐患。施工现场内和办公区，未经消防部门批准严禁使用电炉或大功率电器。施工中，对进场的新、整材料，要集中码放、整齐有序，并配备灭火器材，设专人看管，严防火灾事故发生。

11.4 文明施工保证措施

(1) 施工人员：遵守有关文明施工规定，统一着装，胸前配戴证件，言行举止文明、精神饱满、服从指挥，有良好精神风貌。

(2) 材料、机具：材料、工具码放整齐，各种材料审批后方可进场，符合相关要求。现场堆料按种类、规格堆放整齐并挂标识牌，危险品分类存放，并有保护措施。现场工序挂标识按图大样施工。

(3) 机械设备：标记、编号明显，周围清洁。

(4) 车辆：按规定区域停放，专人指挥车辆出入，严禁场内任意停车。

(5) 操作面：操作面及其周围清洁整齐，废旧钢筋头及时收集整理，废弃混凝土施工及时清运，工完场清。

(6) 垃圾：零星建筑垃圾袋装化，及时清运出现场；用密封式圈筒稳妥下卸建筑物内垃圾，严禁抛掷。

(7) 安全网：封闭严密整齐，定期清洗。

(8) 标识标牌：竖好立正，丢失、损坏立即补齐。

(9) 清洁卫生：现场做到工完场清，场地专人清扫保持清洁。

11.5 人员防护及职业卫生

本工程可能产生的职业健康危害因素，为施工活动中可能接触的化学物质、噪声及高温危害。主要包括如下内容：

- 生产刺激性气体；
- 粉尘，容易使作业人员身体不适、引起疾病等；
- 各类设备机具运转产生较大的噪声；
- 作业车间内高温危害

本工程严格遵守《职业病防治法》，认真贯彻“预防为主、防治结合”的方针，严格执行《工业企业设计卫生标准》、《工作场所有害因素职业接触限值》等有关国家职业卫生标准，加强职业卫生保护，创造符合国家职业卫生标准和卫生要求的工作环境和条件。

在施工过程中，需要识别和评估在项目的完成过程中可能遇到的潜在化学和物理危险，并需要针对这些风险提出解决方案。不同施工场地，要做好相应的防护措施。具体措施包括：

(1) 对场区全体工作人员进行安全技术交底，使施工人员正确认识安全防护措施的可靠性和有效性，积极配合场区内部管理，保证自身健康安全。

- 对不同区域施工人员进行针对性的施工安全技术交底，确保安全措施有的有效执行，落实安全健康措施的实施。

- 在人员工作岗位的调动和补位情况下，须对流动人员进行重新进行安全知识培训，由专职安全员进行执行，技术部门辅助，并出具有效的安全培训备忘录。

(2) 全体施工作业人员进场前须做入场职业健康体检，对于不适合场地工作环境的人员进行调岗或者劝退处理。出场后建议做出场职业健康体检，保证作业人员的身体健康。

(3) 对劳保用品和个人健康防护用具采购，选择诚信可靠的商家进行采购，并签订质量保证合同，确保健康防护用具的安全可靠。

11.5.1 化学危害风险及防护措施

(1) 化学危害风险来源

在污染土壤现场修复过程中，场地土壤污染物的在暴露（例如污染土壤修复过程中土壤的开挖、运输和堆置过程中土壤扬尘等），可能对施工人员造成潜在危害。场地污染物在日常使用中的潜在暴露途径为气体/灰尘吸入、直接接触或原料吸收。

（2）化学危害风险防护措施

① 为防范污染土壤修复过程中目标污染物对人员的危害，可以通过采用切断其暴露途径达到防范风险的目的，目标污染物的暴露途径主要为扬尘和散发，所以需要加强施工现场扬尘的控制，并限制目标污染物的散发。

- 扬尘控制在施工过程中，对来往污染地块的车辆进行冲洗、且限定车辆的行驶速度，防止扬尘，并对污染范围内的道路进行定期不间断洒水。

- 异味控制：为了减少目标污染物的散发，需要减少污染土壤的暴露面积对于作业面污染土壤的暴露，采用喷洒气味抑制剂的方式，气味抑制剂无毒、具有生物降解性，能有效控制污染物的挥发。对于修复后土壤的堆置暴露，则采取用 HDPE 膜覆盖，防止扬尘。

② 施工过程中，不仅目标污染物的直接或间接接触会对人员造成风险，药剂也会对人员造成危害，因此加强劳动过程中的个人防护是风险防范的关键。

- 防护等级 本项目根据各施工作业面内容的风险性，按区域划分防护等级。其中，污染土壤预处理车间、污染土壤开挖区等区域采取最高级一级防护；待检场采取二级防护；污水处理站、冲洗区、洗轮区采取三级防护；办公区等无需防护。

一级：预处理车间、污染土壤开挖区。

眼睛防护；护目镜；呼吸防护；全面式防毒面具或半面式防毒面具，配专用有机滤毒盒；身体防护；工服+安全背心；橡胶手套；防砸安全工鞋；安全帽。

二级：待检场。

呼吸防护；半面式防毒面具；配专用有机滤毒盒；身体防护；工服+安全背心；防砸安全工鞋；安全帽。

三级：污水处理站、冲洗区、洗轮区。

呼吸防护；一次性活性炭口罩；身体防护；工服+安全背心；防砸安全工鞋；安全帽。

- 防护器材使用原则在使用前和使用时，检查所有衣服、手套和靴子是否存在不符合穿戴要求的情况如果出现不符合要求的情况立即更换新的防护用品。

- 污染土壤修复过程中的个人安全防护员工在从事项目活动时若周围空气污染物浓度超标，必须佩戴呼吸防护器材（采用 3M 系列产品）。

11.5.2 物理危害风险及防护措施

(1) 在筛分破碎、机械搅拌的过程中会产生超过一定分贝范围的噪音。当噪音等级超过 85 dBA 时，需要使用噪音降低等级至少为 20dBA 的听力防护。员工或需要进入该地块的来访者需配备听力防护装置（如耳塞/耳罩）。

(2) 可能暴露于车辆交通中的施工人员应采取以下安全防范措施：

- 在施工现场一律穿戴高反光安全背心。
- 车辆运行路线上应规定人车分流。
- 必要时采用安置适当的标牌提示，保护现场施工的员工。297

(3) 对于施工用电采取以下安全防范措施：现场用电主要由影视基地借电接入现场，同时配备发电机。对于接入的施工用电应采用三相五线制低压电力系统，并采用接地保护系统。配电箱做名称、用途、分路标记，线路维修时应挂停电牌。停、送电由专人负责，停止作业时断电上锁。施工用电应实行三级配电，即设置总配电箱或室内总配电柜、分配电箱、开关箱三级配电装置。开关箱以下为用电设备。动力与照明配电在配电箱内分路设置。施工用电配电箱、开关箱采用铁板（厚度为 1.2~2.0mm）或阻燃绝缘材料制作。不得使用木质配电箱、开关箱及木质电器安装板。

施工用电配电箱、开关箱装设在干燥、通风、无外来物体撞击的地方，其周围应有足够二人同时工作的空间和通道。固定式配电箱应设围栏，并有防雨防砸措施。

施工用电开关箱应实行“一机一闸”制，不得设置分路开关。现场金属照明灯架必须按规定装设避雷装置。使用电动工具的人员必须戴绝缘手套，穿绝缘鞋。设备检修应在控制启动区域安置检修施工牌，防止误操作或者误启动造成人身伤害。

11.5.3 防尘伤害措施

(1) 对于场地内施工过程中容易产生扬尘的位置采取覆盖、封闭、降尘、抑尘、除尘等措施较少和消除扬尘；

(2) 使用适当的个人防护器材，如口罩、手套等，并采取正确的清洁步骤来控制化学品的皮肤接触；

(3) 采取扬尘控制措施，例如在场地区域洒水。

11.5.4 防噪声伤害措施

(1) 对强噪声源采取降噪消声、隔声措施；

(2) 当噪音等级超过 85dBA 时，需使用噪音降低等级至少为 30dBA 的听力防护。员工或需要进入该区域的来访者需配备听力防护装置（如耳塞/耳罩）。

11.5.5 防暑、防潮伤害措施

(1) 作业车间通风方式为机械通风降温；

(2) 办公室等人员集中处设置空调，夏季送冷风，改善工作条件。

11.5.6 公告警示及个人防护措施

(1) 在场地入口等醒目位置设立公告栏，公布有关职业病防治的规章制度、操作规程、职业病危害事故应急救援措施和工作场所职业病危害因素检测结果。

(2) 在醒目位置设立职业病危害中文警示说明，载明产生职业病危害的种类、后果、预防以及应急救治措施等内容。

(3) 污染区域开挖人员安全防护参加污染区域开挖施工的人员应提前对本区域污染物的性质进行充分地了解，并组织学习施工安全手册。施工过程中，所有人员尽可能在高处和上风处进行作业，并严禁单独行动。施工前根据污染物的性质和污染程度选择适当的防护用品。

(4) 作业车间人员安全防护

参加预处理车间内施工的人员应提前对本区域污染物的性质进行充分地了解，并组织学习施工安全手册。施工过程中，严禁单独行动。施工前根据污染物的性质和污染程度选择适当的防护用品。

(5) 安全交底

需在工作中操作或使用危险原料的人员必须接受培训和教育。培训应包括化学物品的安全使用说明、危险原料的操作步骤、如何阅读和获取材料安全数据表以及正确标示的要求。对于现场中使用的化学品，项目人员应有合适的材料安全数据表。

11.5.7 防护用品

(1) 个人防护佩戴要求

序号	防护范围	防护装备	图例
1	呼吸系统防护	防尘口罩、防毒口罩	
2	身体防护	防毒物渗透防护服、一般荧光作业防护服	
3	手脚防护	根据工种的不同，选用佩戴防化学品手套，橡胶手套、耐酸碱手套、一般作业手套、防护靴。	
4	眼睛防护	安全防护眼镜，面罩	

图11-1 个人防护佩戴要求

(2) 个人防护管理要求

在施工前对作业人员做好衣着穿戴培训工作，施工中进入施工现场的工作人

员，必须按项目部及业主的有关规定穿戴必要的劳动保护用品。特殊作业人员必须按国家劳动部门的规定使用专用防护用品。对于室外作业进行简单防护处理，佩戴防毒面具、手套、鞋子等措施。

在施工区域内工作人员穿戴防护服，根据操作人员的体质情况，穿防毒物渗透防护服，规定操作人员每工作 1 小时后在进行休息。当作业人员感觉自己的身体不适时，不允许再次进入施工区域内进行作业。

进入施工现场后更换工作服，下班时不准将工作衣物带出场外，工作服由专人及专用设备进行清洗净化。

11.6 安全文明施工管理措施

11.6.1 管理原则

(1) 以人为本，安全第一：把保障职工的生命安全和身体健康、最大程度地预防和减少安全生产事故灾难造成的人员伤亡作为首要任务。切实加强应急救援人员的安全防护。

(2) 统一领导，资源共享：在项目负责人统一领导下，安全管理专员负责日常工作的开展，办公区和生产区的应急救援资源接受统一调配，保证应急处置方案的顺利实施。

(3) 预防为主，防战结合：贯彻落实“安全第一、预防为主”的方针，坚持事故灾难应急与预防工作相结合。做好预防、预测、预警和预报工作，做好常态下的风险评估、物资储备、队伍建设、完善装备、预案演练等工作。

11.6.2 现场文明施工管理组织机构

成立现场文明施工管理小组，项目经理担任组长，建立现场文明施工责任区制度，根据文明施工管理员、材料负责人、各组长具体的工作将整个施工现场划分为若干个责任区，实行挂牌制，使各自分管的责任区达到文明施工的各项要求，项目定期进行检查，发现问题，立即整改，使施工现场保持整洁，确保达到安全文明工地标准。

11.6.3 文明施工现场管理规定和措施

(1) 文明施工的规定

- 文明标准化施工管理是全面体现一个企业的现代化管理水平，体现一个企业的总体精神面貌，也是杜绝安全事故发生的治本途径，针对本工程的现场条件情况，合理布置现场临时设施。

- 遵守市政府和建委文明施工的有关规定，减少噪音、避免粉尘、创造良好环境。

- 建设项目施工合同签订后，并在施工开工前，项目部必须按照工程所在地的政府有关规定办理有关施工许可手续，及时与当地社区有关部门单位，取得联系，共同联手抓好社区文明施工的工作。

- 工程开工前，严格按施工总平面图要求搭设生产生活设施，敷设管线、电线等，材料、设备、机具摆放整齐有序，实施定置管理，分区标识，做到管理有序。

- 按施工总平面布置图，会同业主代表及其它有关人员，对现场进行合理布置，对现场道路进行硬化处理，为汽车通行和清洁上路创造条件。

- 强调全员管理概念，对进入现场的所有施工人员进行必要的教育及宣传，强化文明施工意识。

- 施工中，如发现文物、化石、爆炸物、电缆等应当暂停施工，并及时向有关部门报告，在按照有关规定处理后，方可施工。

- 在工程项目范围内设置围墙，封闭施工。流动场所也应设置临时围挡。工地围墙下部砖砌基础高度 150mm，上部用定型彩钢板，总高度为 2.5m，围墙应沿工地四周连续设置，设置应坚固、整齐、美观。商务区和重要道路二侧围挡外部设置广告和宣传图画。工地围墙将定期进行清洁和维护，如发现破损应及时进行修复。如业主在安全方面等有特殊要求，围墙将按业主要求进行调整。

- 工地大门按标准图规格制作，大门上按照标准色彩、标准字体绘我司标志和我司的对外规范简称。门柱内布置淡化背景彩喷绘图及文明施工承诺、工程概况介绍等文字说明。做好现场出入口的装饰工作，对出入口的围墙及大门按照市级文明工地标准进行改造、装饰，出入口部做好局部绿化铺设及相关绿植摆放。

- 施工区域明显的正门两侧围墙上分别绘出本工程建设效果图，标明工程概况、建设单位单位、设计单位、监理、施工单位名称，项目负责人名字和监督电话。

- 施工现场并做好“七牌二图”，办公区域、施工区域、生活区域、材料堆

放区域、消防设施、桩基设备等必须做好相关标识。

- 按照有关标准及手续建立临时公厕，保证现场清洁。
- 现场门口设置固定位置的冲车设施，冲车车位必须进行砼路面硬化，车位四周设置金属篦子，对于冲车水进行集中排水。
- 设专人做车辆清洁并进行检查工作，每天派专职人员清扫冲洗施工现场和施工道路，避免出门车辆对马路形成污染。
- 施工现场人员按不同工作单位佩戴不同颜色的统一式样安全帽。
- 项目部必须根据施工总平面图，组织划分（分阶段）文明施工责任区域。项目部安全专职管理人员应每天对各单位的现场文明施工进行检查，发现问题限期整改。
- 合理编制施工进度安排，采取合理的施工方案，性能良好的施工机械，减少和避免噪声、粉尘对环境的影响，设立投拆电话，倾听周围居民意见，及时改进施工方法。
- 建立环保工作自我监控体系，一方面采取有效措施控制人为噪音、粉尘的污染和采取技术措施控制污水、烟尘、噪音污染，同时协调外部关系，同有关环保部门加强联系，解决扰民问题。
- 严格控制人为噪音，进入施工现场不得高声喊叫，并尽量选用低噪音设备和工艺代替高噪音设备与工艺。
- 施工现场安全设施和消防器材的配置和摆设必须符合规定要求。配备足够数量和合适的灭火器，确保安置在所有工作场所，每一个装置和设备。
- 配合雇主，尊重监理，服从设计，营造良好的施工环境，树立文明施工形象。

（2）文明施工管理措施

- 施工现场应建立清扫制度，及时对施工现场的设备、场地、物品维护打扫，保持现场环境卫生，干净整齐，无垃圾，无污物，并使设备运转正常。
- 施工和生活垃圾必须分类集中回收，在施工现场按区域设置废料箱、垃圾箱（分可回收和不可回收二种），定期专人回收，不可随便焚烧垃圾，与当地卫生部门签订清运协议书，定期清理。严禁施工人员在施工现场餐饮。
- 施工单位应在现场规定的位置为员工提供足够的厕所，并安排专人定期

进行清洁。严禁在施工现场随处大小便。

- 项目部对进入现场的车辆提出明确的要求，如车辆状况、行驶路线、行车速度、停车位置等，对违章驾驶员严肃处理。

- 施工过程中，应严格按打桩施工方案的路线进行沉桩。

- 施工班组对材料边角废料、建筑垃圾、落地灰、零碎保温材料及各包装物等，做到“落手清”，并在每日下班前 15 分钟左右对工机具、建筑垃圾进行一次集中清理，并按指定的地点分类堆置，保持现场清洁。

- 照明管理：现场办公场所、宿舍内必须安装节能型灯具，施工现场保持足够的照明，照明布线要规范合理，不能随意拉线、交叉布线、沿地面明设和架空；照明器的选择要与环境条件（如潮湿、易燃、易爆、振动、腐蚀等）相适应。除了特殊需要，要人走灯关，杜绝“长明灯”。

- 为保证承建项目的工程质量达到预定目标，项目部及各施工班组应按公司相应程序文件要求，实行建设项目全过程的工序质量控制。对潜在不合格及不合格项，应明确识别，并制定有效的预防、纠正和处理措施。对关键特殊工序质量控制点、停止点应按建筑工程强制性验收规范，必须办理相应的手续和验收资料。

- 对施工现场未进行施工区域进行 100% 苫盖。

11.6.4 文明施工实施措施

(1) 组织措施

创建文明工地领导小组积极开展创建活动，组织职工进行职业道德思想教育与质量安全技术教育，大力提倡职工文明与卫生，树立项目部全体员工良好的精神风貌。

文明工地领导小组经常与现场监督员、建设单位、监理单位、市“创建文明工地领导小组”保持密切联系，及时了解信息、意见，把上级领导来现场检查指导作为学习机会，以学习经验、开拓视野，提高项目部创建文明工地的整体水平。

保持与有关部门的密切联系，及时听取各种意见及建议，及时采取有效的防止环境污染措施，维护社区的安定与和谐。

(2) 职业健康安全管理措施

- 施工现场必须坚持公司安全方针，遵守国家职业安全健康法律、法规、规范、标准，履行保障安全，保障健康，加强对施工过程重大危险源进行有效控制，坚持持续改进，确保安全生产零事故目标实现。

- 所有的工程项目施工组织设计或施工方案必须有安全技术措施，审批后方准施工。安全技术措施在施工前必须逐级进行交底，并认真履行交底手续。

- 施工现场必须使用合格的安全防护用品和设施，严禁假冒伪劣产品进入施工现场。

- 所有进入施工现场的员工应按规定穿戴公司统一发放的工作服、安全帽、工作鞋等个人防护用品，并佩戴业主统一发放的出入证。

- 现场安全检查人员必须佩戴统一的安全监督标识的安全帽。

- 施工现场的危险部位应设置安全警示牌悬挂端正、醒目、便于识别。

- 现场特种作业人员必须经政府有关部门培训考试合格发给《特种作业人员操作证》后方可上岗。

- 高处作业人员必须正确系挂安全带，安全带必须符合要求。

- 各类起重机械的安全保险装置、传动机械防护装置必须齐全、灵敏、可靠。

- 在建工程（含脚手架具）的外侧边缘与外电架空线路的边线之间最小安全操作距离应符合下表要求：

表11-1 电压等级与最小安全距离表

外电线路电压等级 (kV)	<1	1~10	35~110	220	330~500
最小安全操作距离 (m)	4	6	8	10	15

对达不到上述规定的安全距离时，必须采取防护措施，增设屏障、遮栏、围栏或保护网，并悬挂醒目的警告标志牌。

- 现场电缆应采取埋地或架空敷设，严禁随地拖拉或架设在树木、钢脚手和钢结构上。

- 现场配电必须符合“三级配电两级保护”的要求，配电箱（开关箱）必须购置合格产品，总配电箱和开关箱内必须装漏电保护器，总、分配电箱必须有防

雨防尘措施，箱内配件必须完好无损，并实行“一机、一闸、一漏、一箱，”严禁一闸多用。

- 施工现场应设医疗室或医疗急救箱，配有足够的急救药品和器械。

(3) 设备材料管理措施

● 现场施工用机械设备必须按施工总平面图规定的位置摆放、不得随意侵占场地道路，做到摆放整齐，进出有序，机体整洁，防腐良好。

● 施工机械应实行“管用结合，人机固定”的原则，现场应配备机械设备管理人员，进入现场的机械设备必须完好，经设材部门检查合格后方能进场使用。所有机械设备都要有专人负责，挂有标牌，主要机械设备必须实行定人、定机、定岗位的“三定”使用责任制并设操作规程牌。

● 规定办理操作证的机械，操作人员必须经过技术培训和考核，取得操作证后方可持证上岗。严禁无证及非本机人员上机操作。

● 现场安装的大中型机械设备，必须按施工方案的要求进行运输和摆放。小型设备应根据施工进度计划安排进入现场，随到随装就位。

- 焊接设备应按规定评定，计量器具使用应在有效的鉴定周期内。

● 项目部材料管理部门应对进场的设备、材料及时组织有关单位进行开箱验收，开箱完毕后应及时回收包装物，以保持现场整洁。

● 成品和半成品堆放场地应设立专区，派专人看管保护，预制合格的成品或半成品分别挂牌标识。

● 对不合格品和正在返修产品要有醒目标识并设专门场地与合格品隔离现场。

- 钢材按材质、品种、规格分开堆放整齐，并标识明确。

- 现场的边、角废料，由使用单位集中回收保管。

(4) 生活卫生管理措施

● 按施工组织设计的要求设置生活、办公设施。建立健全施工现场卫生制度，有专职人员负责监督检查。

● 生活设施中设置节水型卫生洁具，节能型灯具，宿舍中每个房间设置专门的电度表和容量超载装置。

- 施工现场应设置茶水供应点和必要的职工生活设施，并建立定期清扫制

度。

- 现场办公区与施工区应明显划分，在建建筑物不得设置办公室和职工宿舍。

- 施工现场应设医疗或医疗救护箱，配有急救器械和医护人员。

- 任何人在工地不准携带和饮用酒精饮料或麻醉品，当班的员工饮酒或服用麻醉品后不得进入工地。

- 加强对施工人员的卫生教育，督促施工现场全体人员应注意个人卫生，养成良好的卫生习惯。

12 工作进度计划与保证措施

12.1 总体工期计划

根据《天津市蓟州区原吉华化工厂污染土地修复项目招标文件》规定，结合本公司的技术设备能力，规划本项目修复施工工期目标为 **180** 日历天。。

序号	项目名称	工期节点 (每格为10天)																	
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
16	2#坑 常温热解吸修复																		
17	2#基坑与处理土 自检测																		
18	2#基坑与处理土 效果评估																		
19	2#坑 回填																		
20	3#坑 支护及降水井施																		
21	3#坑 清挖、运输至大坑																		
22	3#坑 常温热解吸修复																		
23	3#基坑与处理土 自检测																		
24	3#基坑与处理土 效果评估																		
25	3#坑 回填																		
26	降水井施工及降水 运行																		
27	大气监测																		
28	噪声监测																		
29	整体效果评估																		
30	撤场																		

12.3 进度保证措施

为了确保本项目按照进度计划顺利实施修复工程，需要建立完善的进度保证措施，主要包括组织管理措施、技术措施、经济措施及与相关单位的配合保障措施。

12.3.1 保证工期的组织管理措施

12.3.1.1 建立项目进度保证体系

建立以项目经理为主要领导的进度保证体系，成立专门进度控制机构和进度控制岗位责任人，对各阶段各时期的进度目标的进行分析和论证，编制进度计划、定期跟踪进度计划的执行情况，采取纠偏措施，以及调整进度计划。

12.3.1.2 成立修复工程进度保证小组

以项目经理为组长，以其他员工为组员的控制管理小组；根据调研设计、施工准备、修复施工、后期工作四个阶段，对成员组成进行调整。

12.3.1.3 建立进度目标体系

应对进度目标进行详细分解，编制周密的施工综合进度计划和季度、月度、周生产计划，均衡组织生产，严格执行生产计划。

12.3.1.4 建立工程例会制度

定期每周召开一次施工协调会，出现问题随时召开，及时解决施工中出现的进度、质量、文明施工等问题，为下一步生产工作提前做好准备；检查落实当期计划的完成情况、未完成计划的原因，协调各施工要素，及时解决各种施工障碍。

针对现场存在的问题，提出有预见的措施，提前排除，以保证工程顺利进行。

12.3.2 应对意外情况的工期保证措施

(1) 劳动力不足的纠偏应急措施。我司具有非常丰富的、成熟的、成建制的劳务队伍资源，如果项目某一工种出现劳动力不足现象，不论是总包自行组织

分包还是指定分包，都可以借助公司，协力从其他项目进行调配力量。

(2) 交通管制影响材料、设备进出场的纠偏及应急措施在施工期间不可避免受到交通管制的影响，为解决材料进出场，我司可以保证组织曾经多次合作的、具有抢险救灾资格的运输公司来保证材料进场。

(3) 电力影响纠偏及应急措施 为避免突发电力中断造成停工，项目部将随时保证提供柴油发电机处于待命状态，一旦停电，立即投入使用保证正常生产。

(4) 协调好周围各方关系，防止民扰。

(5) 雨季、台风影响施工 合理组织安排施工，避免雨季影响工程进度。按照施工进度，提前采购燃料、药剂材料存放在项目现场，保证工期顺利完成。

12.3.3 与建设单位、监理单位及政府部门等单位配合保障

加强与施工单位、监理单位及地方政府部门单位的协调配合，为此在施工中我司将积极主动地与相关各方沟通，加强服务意识，缩短信息链，以实现“优质、高效、低耗”项目管理的目的。

12.3.3.1 与建设单位的配合措施

(1) 定期参与监理例会，讨论解决施工过程中出现的各种矛盾及问题，理顺每一阶段的关系，使整个施工过程井然有序。

(2) 根据总体进度计划安排，对进退场时间做出部署，制定分项工程计划。

(3) 根据施工进度需要，提前与建设单位项目负责人、监理工程师、设计人进行沟通。

12.3.3.2 与工程监理及环境监理单位的配合措施

(1) 开工前书面报告施工准备情况，获监理工程师认可后方可开工。

(2) 相关部门安排专人对口监理工程师，与监理工程师紧密合作，在施工全过程中，严格按照项目管理人、监理工程师批准的《施工组织设计》进行全面管理，以严格的施工管理程序，达到工程所要求的各项管理目标。

(3) 施工过程中所有的施工方案均要在施工前规定时间内报送监理工程师等。

(4) 各类检测设备和重要机电设备的进场情况向监理工程师申报，并附上年检合格证明或设备完好证明。

(5) 施工用各类材料均向监理工程师报送样品、材质证明和有关技术资料，经监理工程师审核批准后再行采购使用。现场采样送检时有监理工程师或项目管理人员代表见证。变更用材时，事前征求监理工程师意见，不得擅自进行变更。

(6) 按照监理工程师合理意见进行修改和完善后方可用来指导现场施工。现场的所有人员的资料均要在规定时间内报送监理工程师等以便于管理，若有改动将及时报批后才能进行。

(7) 每层清理工作完成，在自检合格的基础上，提前 24 小时书面通知监理工程师。

(8) 若监理工程师对某些工程质量有疑问，要求复测时，给予积极配合，并对检测仪器的使用提供方便。

(9) 若发现质量事故，及时报告监理工程师和建设单位，并严格按照共同商定的方案进行处理。

(10) 安排专人对口环保监理工程师，采取环保监理工程师的合理意见，协助环保监理工程师对挖运现场和修复后污染土壤的取样检测工作。

12.3.3.3 与政府部门之间的配合措施

(1) 政府部门指当地政府的环保局、工商行政管理机关、城监部门、税务部门、公安交通部门、安全监督站、消防管理部门、劳动局等。

(2) 自觉接受政府的依法监督和指导，随时了解国家和政府的有关文件、政策，掌握近期的市场信息，熟悉当地的法规和惯例。

(3) 一切项目管理活动都须遵纪守法。

(4) 在保密范围许可范围内，通过经常性的上门咨询和信息发布等形式沟通与政府部门间的关系。

(5) 主动与环保局联系，实行周报制度及时汇报工程进度及修复质量状况，并得到其指导与认可。

(6) 主动向工商税务部门依法纳税，主动与公安交通部门取得联系，求得施工运输的畅通。

(7) 主动与司法部门联系，求得法律的保护和指导。

(8) 主动与城监部门联系，搞好施工现场周围地区的环境卫生。

(9) 在进场施工后，与当地社区政府、居委会取得联系，听取周围单位与居民的意见，并通报工程的性质、概况和建设意义，求得周围单位与居民的支持与谅解。

12.3.3.4 与其他单位之间的配合措施

本项目最后要进行第三方进行检测验收，在检测中施工单位将全力配合该单位，为该单位提供一切便利条件。当达到验收条件后，施工单位在 24 小时内主动向建设单位及第三方检测单位提出申请，为其创造良好的检测条件。

附件 1：蓟州区原吉华化工厂地块场地环境调查与风险评估 专家评审意见

《蓟州区原吉华化工厂地块场地环境初步调查报告》

专家论证评审意见

2018 年 08 月 29 日，天津市蓟州区土地整理中心召开《蓟州区原吉华化工厂地块场地环境初步调查报告》（以下简称“报告”）的专家论证评审会。会议邀请了 5 位专家组成专家评审组（专家名单附后）。与会专家审阅了报告，听取了报告编制单位天津市浩瀚环境工程有限公司的汇报，经质询和认真讨论，形成以下意见：

一、依据国家场地调查的相关技术导则和工作指南要求，报告编制单位开展了该场地的环境初步调查工作，编制完成了报告。该报告技术路线正确，内容较完整，方法合理，数据详实，结论总体可信，通过专家组认证评审。

二、建议报告修改完善的内容：

1. 进一步明确场地水文地质条件和地下水利用规划；
2. 完善工艺流程及原辅材料；
3. 规范文本及图表。

专家组组长：



2018 年 8 月 29 日

专家名单

姓名	工作单位	职称	专业	签字
杜晓明 (组长)	中国环境科学研究院	研究员	环境科学	杜晓明
姚珏君	北京市环境保护科学研究院	正高工	环境工程	姚珏君
杨勇	中科鼎实环境工程股份有限公司	高工	环境工程	杨勇
杨苏才	轻工业环境保护研究所	副研究员	环境科学	杨苏才
杨金瑞	天津市勘察院	高工	勘测专业	杨金瑞

《蓟州区原吉华化工厂地块场地环境详细调查与风险评估报告》专家论证评审意见

2018年12月05日，天津市蓟州区土地整理中心组织召开《蓟州区原吉华化工厂地块场地环境详细调查与风险评估报告》（以下简称“报告”）的专家论证评审会。会议邀请了5位专家组成专家评审组（专家名单附后）。与会专家审阅了报告内容，听取了报告编制单位天津市浩瀚环境工程有限公司的汇报，经质询和认真讨论，形成以下意见：

一、依据《蓟州区原吉华化工厂地块场地环境初步调查报告》和国家场地调查、评估的技术导则和工作指南要求，报告编制单位开展了该场地的环境详细调查工作，编制完成了报告。报告技术路线正确，内容较完整，方法合理，数据详实，结论总体可信。报告修改完善后可作为该地块下一步治理与环境管理的依据。

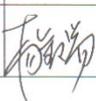
二、建议报告修改完善的内容：

1. 补充说明《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）外污染物筛选值的推导过程；
2. 分析场地土壤、地下水的污染原因；
3. 完善文本编制。

专家组组长： 

2018年12月05日

专家名单

姓名	工作单位	职称	专业	签字
杜晓明 (组长)	中国环境科学研究院	研究员	环境科学	
姚玉君	北京市环境保护科学研究院	教授级 高工	环境工程	
杨勇	中科鼎实环境工程股份有限公司	高工	环境工程	
杨苏才	轻工业环境保护研究所	副研究 员	环境科学	
杨金瑞	天津市博川岩土工程有限公司	高工	勘测专业	

附件 2：场地污染物修复范围拐点坐标

第一层修复范围拐点坐标：

拐点编号	X	Y
1	401628.440	113522.242
2	401629.824	113520.318
3	401631.343	113519.404
4	401633.701	113519.059
5	401636.059	113519.920
6	401637.059	113520.618
7	401638.486	113522.517
8	401639.101	113525.675
9	401638.216	113527.887
10	401636.059	113529.546
11	401633.701	113529.904
12	401631.343	113529.081
13	401629.593	113527.652
14	401628.401	113525.617

第二层修复范围拐点坐标：

拐点编号	X	Y
1	113551.513	401407.884
2	113522.006	401414.758
3	113521.781	401416.761
4	113521.434	401419.532
5	113521.817	401422.760
6	113522.134	401425.461
7	113523.520	401429.242
8	113524.716	401431.886
9	113526.074	401434.249
10	113529.271	401438.145
11	113533.130	401439.791
12	113536.458	401439.846
13	113539.599	401439.121
14	113543.128	401437.984
15	113547.439	401435.626
16	113550.218	401433.268
17	113552.278	401430.910

拐点编号	X	Y
18	113553.626	401428.552
19	113554.632	401425.156
20	113555.052	401421.478
21	113554.739	401417.614
22	113554.044	401414.100
23	113553.031	401411.140
24	113397.871	401519.539
25	113395.027	401519.748
26	113391.867	401520.506
27	113390.025	401522.050
28	113388.202	401522.873
29	113386.357	401525.231
30	113386.009	401527.589
31	113385.796	401528.874
32	113386.013	401530.645
33	113387.005	401533.643
34	113388.569	401535.649
35	113390.469	401537.075
36	113392.967	401537.465
37	113395.624	401537.579
38	113398.428	401537.437
39	113401.613	401537.021
40	113403.486	401535.934
41	113406.392	401534.663
42	113408.232	401532.305
43	113408.587	401529.947
44	113407.729	401527.589
45	113406.311	401525.231
46	113404.478	401522.873
47	113403.607	401521.995
48	113402.288	401521.320
49	113401.447	401520.515
50	113399.571	401519.720

