石景山区北辛安棚户区改造项目

污染土挖运及处理工程

——696 地块

实 施 方 案

编制单位：北京安泰兴业置业有限公司

北京生态岛科技有限责任公司

编制日期：二〇一九年三月

《石景山区北辛安棚户区改造项目污染土挖运及处理工程实施方案（681-1、684-1、694、696、697、698、700、702 地块）》

专家评审会意见修订说明

根据专家评审会意见，北京生态岛科技有限责任公司对《石景山区北辛安棚户区改造项目污染土挖运及处理工程块实施方案（681-1、684-1、694、696、697、698、700、702 地块）》进行了修改与补充完善，具体修改内容如下：

表 1. 修改完善内容比对

序号	专家意见与建议	修改完善内容	章节
1	根据项目具体情况，进一步细化清运、运输、二次转运等施工过程中的二次污染防控与监测，完善施工组织方案	完善了清挖施工组织、运输过程的环境保护等，补充了热脱附后土壤回填场所的环境监测、监管计划等内容	见第 4 章 4.2 清挖施工方案、 4.5 运输过程的环境保护及人员防护措施等，见第 5 章 5.3.7 热脱附后土壤去向等
2	针对修复后基坑与修复后土壤检测的技术要求，落实国家、北京市相关规范的衔接	根据国家与北京市关于效果评估、修复验收的相关技术导则，修订了基坑清挖效果布点依据等内容。	见第 7 章 7.4 基坑清挖效果检测方案
3	结合方案，补充相关附件材料	增加了项目回填场所评估报告、地下水评估报告等	见第 14 章附件

专家组组长：

2019 年 3 月 19 日

《北辛安棚户区改造项目污染土挖运及处理工程实施方案（681-1、684-1、694-1、696、697、698、700、702 地块）》专家评审会意见

2019 年 3 月 19 日，项目建设单位北京安泰兴业置业有限公司在北京组织召开了《北辛安棚户区改造项目污染土挖运及处理工程实施方案（681-1、684-1、694-1、696、697、698、700、702 地块）》（以下简称“方案”）专家评审会。参加会议的有北京中城建建设监理有限公司（工程监理单位）、北京首钢机电有限公司机电成套设备分公司（环境监理单位）和北京生态岛科技有限责任公司（施工单位）等单位代表。会议邀请了三位专家（名单附后）组成专家组。专家组听取了施工单位的汇报，经现场踏勘、质询和讨论，形成专家评审意见如下：

一、本方案采用基于水泥窑的热脱附技术和水泥窑协同焚烧技术处置重金属和多环芳烃污染土壤，编制了污染土壤施工总体部署、现场清挖、运输存储、修复过程中的监测与检测、修复后土壤处置、以及二次污染防治与施工应急预案等，内容较全面，方案合理可行，与会专家同意该方案通过评审。

二、 修改建议：

（1）根据项目具体情况，进一步细化清挖、运输、二次转运等施工过程中的二次污染防控与监测，完善施工组织方案；

（2）针对修复后基坑与修复后土壤检测的技术要求，落实国家、北京市相关规范的衔接；

（3）结合方案，补充相关附件材料。

方案经修改后可作为下一步项目工程实施的依据。

专家组组长：

2019 年 3 月 19 日

专家名单表

姓名	单位	职称	签字
白利平	中国环境科学研究院	研究员	白利平
王世杰	北京市环境保护科学研究院	副研	王世杰
李厚恩	北京市勘察设计研究院有限公司	高工	李厚恩

石景山区北辛安棚户区改造项目多环芳烃污染土壤热脱附修复合格后再利用的可行性评估报告专家评审意见

2019年4月12日，北京生态岛科技有限责任公司组织召开了由北京市环境保护科学研究院编制的“石景山区北辛安棚户区改造项目多环芳烃污染土壤热脱附修复合格后再利用的可行性评估报告”（以下简称“报告”）的专家评审会。参加会议的有北京安泰兴业置业有限公司（修复项目业主单位）等单位的代表。会议邀请了五名专家组成专家组（名单附后），与会专家听取了报告编制单位的汇报，经质询与讨论，形成意见如下：

按照国家和北京市相关技术导则要求，报告编制单位开展了石景山区北辛安棚户区改造项目多环芳烃污染土壤热脱附修复合格后再利用的可行性分析与评估。报告技术路线可行、内容全面、结论可信，经修改完善后可作为下一步工作的依据。

建议细化长期环境管理要求。

专家组签字：

2019年4月12日

专家组名单

序号	姓名	单位	职称
1	周友亚	中国环境科学研究院	研究员
2	翟远征	北京师范大学	副教授
3	陈素云	北京市勘察设计研究院有限责任公司	教授级高工
4	马杰	中国石油大学（北京）	副教授
5	王玉	生态环境部固体废物与化学品管理中心	高工

目　录

1 项目概况.....1
1.1 项目背景.....1
1.2 编制依据.....3
1.2.1 相关法律、法规、政策.....3
1.2.2 相关技术导则.....3
1.2.3 相关技术规范.....4
1.2.4 相关标准.....4
1.2.5 其他依据.....5
1.3 696 地块场地概况.....5
1.3.1 场地地理位置.....5
1.3.2 场地区域自然概况.....7
1.3.3 场地历史沿革.....13
1.3.4 场地现状.....14
1.3.5 场地未来规划.....16
1.4 修复工程概况.....18
1.4.1 修复目标.....18
1.4.2 场地修复范围及工程量.....19
1.4.3 拟采用的修复技术.....35
2 工程重难点分析及对策.....37
2.1 重点分析及应对措施.....37
2.2 难点分析及应对措施.....46
3 施工总体部署.....49
3.1 施工准备.....49
3.1.1 施工组织准备.....49
3.1.2 施工技术准备.....49
3.1.3 施工人员准备.....49
3.1.4 施工物资准备.....50
3.1.5 施工现场准备.....51

3.2 总体施工流程和部署.....54
3.2.1 主要施工流程.....54
3.2.2 现场总体施工部署.....56
3.2.3 污染土壤修复总体施工部署.....56
3.3 施工总平面布置.....56
3.3.1 现场施工总平面布置原则.....57
3.3.2 现场总平面布置.....57
3.3.3 异位修复区总平面布置.....58
4 污染土壤清挖和运输方案.....60
4.1 污染土壤测量定位方案.....60
4.1.1 测量定位依据和要求.....60
4.1.2 污染土壤现场定位流程和定位方案.....61
4.1.3 测量定位管理措施.....62
4.2 污染土壤现场清挖方案.....63
4.2.1 工程目标.....63
4.2.2 现场清挖施工内容.....64
4.2.3 清挖原则.....64
4.2.4 清挖方案.....65
4.2.5 开挖方式.....67
4.2.6 开挖顺序.....68
4.2.7 开挖流程.....68
4.2.8 非污染土壤的处置.....68
4.2.9 现场混凝土地基处理.....68
4.2.10 土方开挖的注意事项.....69
4.2.11 清挖完基坑清挖效果检测.....69
4.2.12 基坑待检区域的维护措施.....69
4.3 清挖现场的环境保护及人员防护措施.....72
4.3.1 清挖现场环境保护措施.....72
4.3.2 清挖现场人员防护措施.....76
4.4 污染土壤运输方案.....79

4.4.1 污染土运输总体思路.....79
4.4.2 运输路线拟定原则.....79
4.4.3 污染土壤输路线拟定.....79
4.5 运输过程的环境保护及人员防护措施.....85
4.5.1 污染土壤运输管理措施.....85
4.5.2 污染土壤运输制度控制.....87
4.5.3 运输过程中大气环保措施.....89
4.5.4 运输过程中废水环保控制措施.....89
4.5.5 污染土壤运输过程的噪声控制措施.....90
4.5.6 污染土壤运输过程的其他控制措施.....90
4.5.7 污染土壤运输过程中的人员防护措施.....91
5 污染土壤处置方案.....93
5.1 污染土壤接收方案.....93
5.1.1 污染土壤接收路线.....93
5.1.2 污染土壤的接收管理措施.....93
5.2 污染土壤储存方案.....93
5.2.1 污染土壤临时储存设施.....93
5.2.2 污染土壤接收储存方案.....94
5.2.3 临时储存过程环境保护措施.....96
5.3 含 PAHs 污染土壤基于水泥窑的热脱附处理方案.....97
5.3.2 基于水泥窑的热脱附工作量.....98
5.3.3 基于水泥窑的热脱附技术工艺特点及优势.....98
5.3.4 基于水泥窑的热脱附技术工艺流程及描述.....100
5.3.5 基于水泥窑的热脱附技术主要工艺参数.....102
5.3.6 热脱附后土壤去向.....103
5.4 含砷污染土壤水泥窑协同焚烧处理方案.....106
5.4.1 水泥窑协同焚烧处理技术简介及使用范围.....106
5.4.2 水泥窑协同焚烧处理工作量.....106
5.4.3 水泥窑协同焚烧技术工艺特点.....106
5.4.4 水泥窑协同焚烧技术工艺流程及描述.....107

5.4.5 实施流程.....109
5.4.6 修复后土壤去向.....110
6 施工组织机构.....112
6.1 项目组织机构及人员主要职责.....112
6.1.1 项目组织机构.....112
6.1.2 各部门主要职责、工作范围.....112
6.1.3 施工现场管理层人员配备计划.....117
6.1.4 处置现场人员配备计划.....117
6.2 劳动力配置计划.....118
6.2.1 劳动力选择考虑的因素.....118
6.2.2 劳动力进场教育及交底工作.....119
6.2.3 劳动力组织与调配.....119
6.2.4 劳动力安排计划与施工进度之间的配合.....120
6.2.5 劳动力组织的保证措施.....120
7 环境监测与清挖效果检测方案.....122
7.1 总则.....122
7.2 清挖现场监测方案.....122
7.2.1 清挖现场空气质量监测方案.....122
7.2.2 清挖现场声环境质量监测方案.....124
7.2.3 清挖现场水环境质量监测方案.....125
7.3 储存及处置现场监测方案.....126
7.3.1 储存及处置现场空气质量监测方案.....126
7.3.2 处置尾气排放口空气质量监测方案.....130
7.3.3 储存及处置现场声环境质量监测方案.....132
7.4 基坑清挖效果检测方案.....135
7.4.1 效果检测依据.....135
7.4.2 效果检测流程.....136
7.4.3 达标判断流程.....136
7.4.4 样品采集及保存.....136
7.4.5 样品采集与保存.....137

7.4.6 检测布点与采样数量.....137
7.5 热脱附后土壤检测方案.....139
7.6 水泥产品检测方案.....140
7.7 修复工程环境影响分析.....140
7.7.1 修复工程二次污染分析.....140
7.7.2 二次污染控制措施.....142
8 工程进度及保证措施.....148
8.1 工程进度计划.....148
8.2 工程进度保证措施.....148
8.2.1 保证工期的组织管理措施.....148
8.2.2 保证工期的施工技术措施.....149
8.2.3 保证工期的资源调配措施.....149
8.2.4 应对意外情况的工期保证措施.....150
9 劳动保护和个人防护措施.....151
9.1 本项目可能存在的人体危害因素及预防措施.....151
9.1.1 安全与健康风险识别.....151
9.1.2 预防措施.....151
9.2 主要污染物的毒理分析.....152
9.2.1 砷.....152
9.2.2 多环芳烃.....153
9.3 施工人员现场佩戴防护措施.....154
9.3.1 开放式环境中的人员防护措施.....154
9.3.2 相对封闭环境中的人员防护措施.....155
9.3.3 应急状况下人员的防护措施.....155
9.3.4 施工人员应熟知的急救常识.....156
10 冬雨季施工方案.....157
10.1 冬雨季施工风险.....157
10.2 雨季施工领导小组.....158
10.3 冬季施工方案.....158
10.4 雨季施工方案.....159

11 工程安全文明环保保证措施.....162
11.1 安全文明施工管理目标及管理体系..... 162
11.2 安全施工专项管理措施.....164
11.3 安全组织措施.....170
11.4 文明施工保证措施.....173
11.5 防止二次污染措施.....176
12 质量保证体系及措施.....181
12.1 质量目标.....181
12.2 质量保证体系.....181
12.2.1 质量保证组织机构.....181
12.2.2 质量目标管理.....181
12.2.3 实行质量责任制和经济措施..... 181
12.3 质量保证措施.....182
12.3.1 测量施工的质量保证措施..... 182
12.3.2 土方开挖的质量保证措施..... 182
12.3.3 土方运输的质量保证措施..... 182
12.3.4 基于水泥窑的热脱附质量保证措施..... 184
12.3.5 水泥窑焚烧质量保证措施..... 185
13 应急预案.....188
13.1 应急预案的方针与目标.....188
13.2 重点风险源辨识.....188
13.3 风险控制措施和方法.....188
13.3.1 清理施工现场风险控制措施及方法..... 188
13.3.2 运输途中风险控制措施及方法..... 189
13.3.3 储存及修复现场风险控制措施及方法..... 190
13.4 应急预案.....190
13.4.1 总则.....190
13.4.2 适用范围.....190
13.4.3 应急组织机构.....190
13.4.4 应急流程.....191

13.4.5 土方施工特殊情况应急预案..... 191
13.4.6 清理现场重大污染事故应急预案..... 192
13.4.7 重大交通事故应急预案..... 193
13.4.8 处置现场（含储存现场）重大污染事故应急预案..... 193
13.4.9 消防应急预案..... 194
13.4.10 全过程坍塌、机械伤害事故应急预案..... 195
13.4.11 全过程触电事故应急预案..... 196
13.4.12 含砷污染土壤处置过程中排放超标应急预案..... 199
13.4.13 应急装备..... 199
13.4.14 应急救援..... 200
14 附图及附件..... 201

1 项目概况

1.1 项目背景

北辛安棚户区改造项目位于石景山区北辛安社区，东至首钢集团特殊钢公司用地，南至石景山路，西至北辛安路，北至阜石路，整个棚户区改造项目占地约140.9 公顷，规划建设南北两个商务区，中间布置商品房和安置房，主要对区域内房屋、企业等实施征地拆迁，建设道路工程、给排水工程、电力工程、燃气工程、热力工程、通信工程以及场地平整等。

北京安泰兴业置业有限公司，是中海地产集团有限公司全资子公司，北京市石景山区人民政府石政批[2015]21 号文批复同意北京安泰兴业置业有限公司为北辛安棚户区改造 B 区项目的实施主体，石政批[2016]9 号文批复同意北京安泰兴业置业有限公司为北辛安棚户区改造 A 区项目的实施主体，批复中海地产集团有限公司在该项目中承担的一切权力、义务转由北京安泰兴业置业有限公司承接。

北京安泰兴业置业有限公司于 2015 年 6 月委托轻工业环境保护研究所进行“北辛安棚户区改造项目”中涉及到的相关工业场地进行场地环境评价工作，并编制了《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》，依据报告，该场地主要污染物为砷和多环芳烃，总的修复面积为 11.4 万平方米，修复土方量为 19.8642 万立方米。其中 PAHs 污染土方量为 125536 立方米，As 污染土方量为 19678 立方米，PAHs 和 As 混合污染土方量为 53278 立方米，PAHs 和苯混合污染土方量为 150 立方米。

2016 年 10 月，北京安泰兴业置业有限公司委托轻工业环境保护研究所编制了《北辛安棚户区改造项目污染场地修复技术方案》并通过专家论证，确定该项目修复模式为异位修复，修复技术为水泥窑焚烧、基于水泥窑的热脱附，能够实现本场地污染物的有效去除，实现修复目标。

2016 年 7 月北京市环境保护局针对《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》给予了批复（京环[2016]344 号），批复要求：“评价范围内构筑物拆除后，要对构筑物占地范围及本报告范围外的疑似污染区域进行补充采样调查，若

发现问题应及时向我局报告。” 因此，北京安泰兴业置业有限公司根据北辛安棚户区改造项目整体推进情况，根据拆迁进度，对具备污染土挖运条件的已调查范围组织施工单位挖运与处置的施工，对具备补充调查范围委托相关单位入场补充调查。

2018 年 4 月，经建设单位与相关管理部门沟通，为加快推进北辛安棚户区改造项目工程实施，建设单位拟将北辛安棚户区改造项目污染土壤治理工程分地块实施、分地块验收，地块的划分依据为控规相关文件（石景山区人民政府文件（石政批[2015]21 号、石政批[2016]9 号）、北京中心城控规动态维护项目更新石景山区北辛安棚户区改造控规调整项目（2015 详规控更字 028 号）），地块共涉及 17 个，地块之间以道路中心线为地块边界线，已获得了相关管理部门的允许（石环函[2018]7 号）。

目前北辛安棚户区改造项目中需要开展场地调查的区域，包括《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》已调查范围与补充调查范围，已经由北京安泰兴业置业有限公司委托轻工业环境保护所组织完成，相关场地调查评估报告已完成专家评审。

北辛安棚户区改造项目污染土挖运与处置工程自 2017 年 8 月开工，至 2019 年 1 月 20 日，场地已经累计完成约 27.23 万方污染土的挖运，其中 680 地块、690 地块已完成整体地块的清挖；681 地块、684 地块、685 地块、694 地块已完成《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》场地调查评估范围内污染土的清挖，692 地块施工还在进行中。

696 地块属于《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》场地范围内 17 个地块其中之一，696 地块位于场地的东部位置，占地面积约 28725.09 平方米，其中约 15083.41 平方米的区域先进行了场地调查，而后对约 13641.68 平方米的剩余区域进行调查，根据两次调查结果，编制的《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》已获得环境保护局批复。696 地块特征污染物为多环芳烃与砷，其中多环芳烃修复土方量为 42247.48 立方米，砷修复土方量为 1217.00 立方米。详见《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》及专家评审意见（附件）。

1.2 编制依据

1.2.1 相关法律、法规、政策

（1）《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日)；

（2）《中华人民共和国安全生产法》（2014 年 12 月 1 日）；

（3）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2005 年 4 月 1 日)；

（4）《中华人民共和国水污染防治法》 (2008 年 2 月 28 日)；

（5）中华人民共和国土壤污染防治法（2018 年 8 月 31 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过）；

（6）《建设项目环境保护管理条例》（国务院会第 253 号）；

（7）《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）

（8）《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发[2005]39 号）；

（9）《关于开展保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环境保护部等四部委，环发[2012]140 号）；

（10）《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》（国办发[2013]7 号）；

（11）《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）；

（12）《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）；

（13）《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2003]344 号）。

1.2.2 相关技术导则

（1）《污染场地术语》（HJ682-2014）；

（2）《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）；

（3）《场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2014）；

（4）《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）；

（5）《污染场地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2014）；

（6）《场地环境评价导则》（DB11/T656-2009）。

（7）《污染场地修复后土壤再利用环境评估导则》(DB11T 1281-2015)

1.2.3 相关技术规范

（1）《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T783-2011）；

（2）《建筑工程技术资料管理规程》（DB13(J)35-2002）；

（3）《城市环境卫生设施规划规范》（GB50337-2003）；

（4）《特种作业人员安全技术考核管理规则》（GB5306-85）；

（5）《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》(GBZ159-2004)；

（6）《个体防护装备选用规范》(GB/T 11651-2008)；

（7）《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T 12801-2008)；

（8）《工程测量规范》（GB50026-2007）；

（9）《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-99）；

（10）《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46-2005）；

（11）《建设工程施工现场供用电安全规范》（GB50194-93）；

（12）《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ33-2001）；

（13）质量管理体系（GB/T19001-2000 idt ISO9001：2000）；

（14）环境管理体系（GB/T24001-1996 idt ISO14001）；

（15）职业健康安全管理体系（GB/T28001-2001）。

1.2.4 相关标准

（1）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；

（2）《工业企业设计卫生标准》（TJ36-1979）；

（3）《声环境质量标准》（GB3096-2008）。

（4）《大气污染物综合排放标准》（DB11/ 501-2017）；

（5）《水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）；

（6）《水泥工业大气污染物排放标准》（DB11/1054-2013）;

（7）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；

（8）《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）。

（9）《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行)》(GB36600—2018)

1.2.5 其他依据

（1）《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》；

（2）《北辛安棚户区改造项目污染场地修复技术方案》；

（3)《北京市环境保护局关于石景山区北辛安棚户区改造项目环保意见函》;

（4）《北京市环境保护局关于对《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》的意见》；

（5）《北辛安棚户区改造项目污染场地修复技术方案》专家评审意见。

1.3 696 地块场地概况

1.3.1 场地地理位置

项目场地位于北辛安社区，修复范围中心点位置是 39° 54′49.07″ N， 116° 09′ 50.82″ E。总占地面积约 19.86 万平方米，地理位置如图 1.3-1 所示。

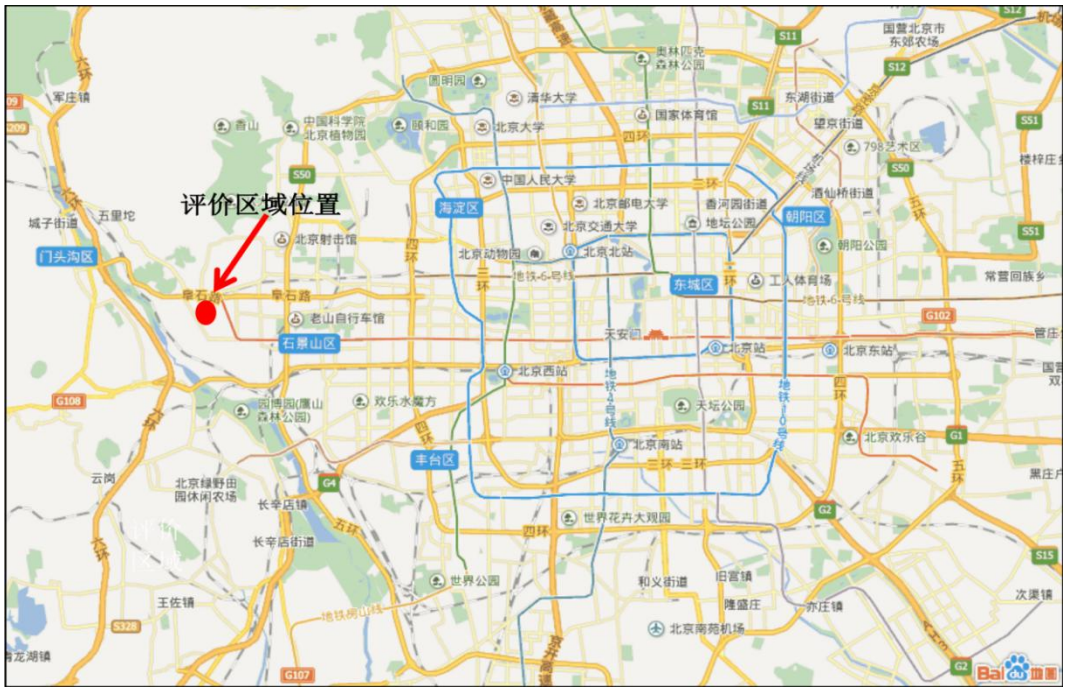


图 1.3-1 区域位置示意图

项目场地包括北辛安棚户区改造项目范围内明塑包装制品厂，主要分布在古城西路附近，东至北辛安南岔和古城西街附近，西至北辛安路附近，南至首钢热力众达换热设备公司南侧围墙，北至首钢煤料堆场北侧围墙。整个项目场地于 2016 年、2017 年、2018 年经历了拆迁，构筑物已经拆除，基本具备污染治理条件。

此次 696 地块原为明塑包装塑料厂及石景山烟草专卖局部分用地，现已拆除完毕，本次《北辛安棚户区改造项目场地评价报告—696 地块报告》调查范围面积为 28725.09 平方米，如图 1.5-1 所示。

图 1.5-1 696 地块位置图

1.3.2 场地区域自然概况

（1）气候气象

本场地位于北京市区的西部，属华北平原温带大陆季风型气候，属于暖温带大陆性半湿润-半干旱季风气候，受季风影响形成春季干旱多风、夏季炎热多雨、秋季秋高气爽、冬季寒冷干燥四季分明的气候特点。据北京观象台近十年观测资料，年平均气温为 13.1℃，历史极端最高气温 42.6℃(近年为 41.9℃， 1999 年)，历史极端最低气温零下 27.4℃， 2001 年为零下 17.0℃，年平均气温变化基本上是由东南向西北递减，近二十年最大冻土深度为 0.80m。

石景山区多年平均降水量 626mm，降水量的年变化大，年内分配不均，汛期（ 6-8 月）降水量约占全年降水量的 80%以上。旱涝的周期性变化较明显，一般 9-10 年左右出现一个周期，连续枯水年和偏枯水年有时达数年。近十年来以 1994 年年降雨量最大，降雨量为 813.2mm， 1999 年年降雨量最小，降雨量为 266.9mm。石景山区月平均风速以春季四月份最大，据北京气象台观测，石景山区最大风速达 3.6m/s；其次是冬、秋季，夏季风速最小。春季风向以西北风最为突出，秋季为西南偏南风为主。

（2）地质条件

项目所在地地处北京西部山前向平原过渡地带，西部为北京西山基岩出露地区，东部为广阔的北京冲洪积平原区。本区域地质构造发育，断裂构造包括八宝山断裂、黄庄－高丽营断裂、永定河断裂、东北旺－昆明湖断裂等。地层出露比较齐全，除个别地层因构造影响缺失外，从元古界至新生界地层均有出露。前第四系地层主要出露于西部山区，地层多以北东东向延伸，新生界的第三系地层分布于八宝山断裂南部，并被第四系所覆盖。地层由老至新包括蓟县系(Zj)、奥陶系(O)、石炭系(C)、二叠系(P)、侏罗系(J)、白垩系下统(K1)。

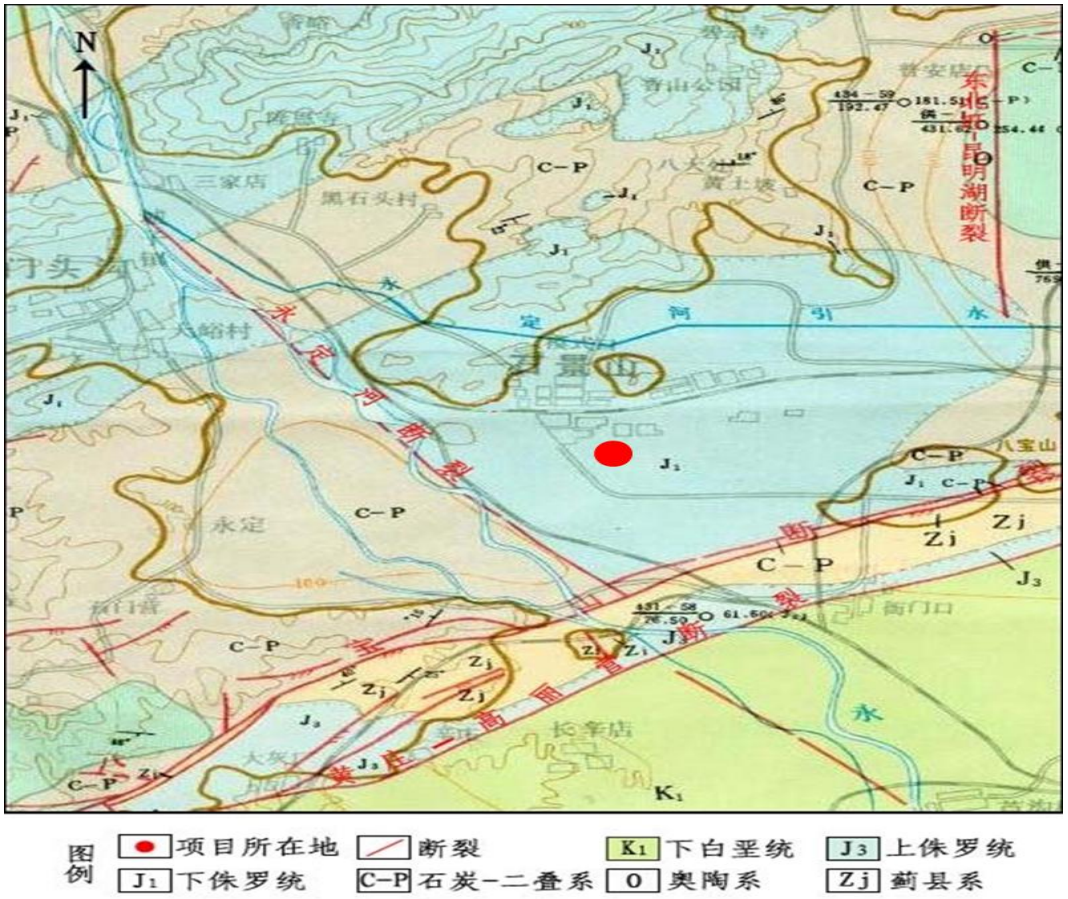


图 1.3-3 调查场地所在区域基岩构造图

此次调查区域位于北京城区以西的石景山区，地层岩性比较简单，主要由单一的砂卵石组成。目前大致分为四个土层：人工填土层、轻亚粘土层、卵石层、沙岩层。调查区域地层岩性的垂直分布概况见图 1.3-4。

①人工填土层：成分比较复杂，由砖瓦块、碎石及粘性土组成。灰~杂色，稍湿~湿，松散。该层没有层次规律，厚度在调查区域各个位置是不相同的，从

0.5~2.0 m 不等。

②轻亚粘土层：冲积形成含少量小砾石，黄~褐黄色。稍湿~湿，可塑~硬塑。厚度为 1.0 m 左右，在调查区域各个位置有差别。

③卵石层：该层分布稳定。卵石成分为石英岩、辉绿岩等硬质岩石。卵石粒径 20~80 mm，最大超过 100 mm，含量大于 60%，磨圆度较好，多呈亚圆形。该层杂色，稍湿，密实，由沙充填。该地层也是地下水的含水层，在冲洪积扇顶部潜水区，砂卵石裸露于地表，直接接受地表水补充，该地层平均厚度 40 m，地下水埋深在 20 m 左右。

④沙岩层：局部顶面有薄层强风化物，呈土状，一般为中等风化，呈块状，黄绿色。

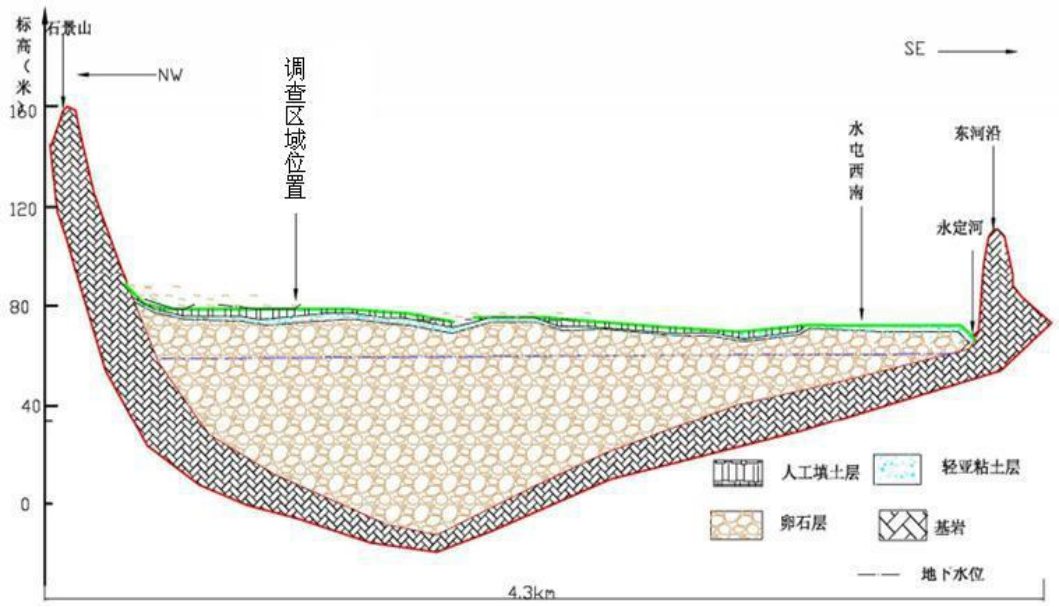


图 1.3-4 场地所在区域地层岩性的垂直分布图

（3）区域水文地质条件

①区域地下水赋存情况

石景山区地处海河流域，永定河是最重要的过境河，从石景山区的西南边缘流过．因历史上的永定河含沙量极大，致使石景山区河段早已成为“地上河”，自官厅、珠窝、三家店水库建成后，已近断流。永定河引水干渠自西向东横穿石景山区中部。

石景山区诸山除八大处为背斜外，其他均属向斜，储水地层均为砂页岩石层，储存方式为裂隙与孔隙水，基本以泉水形式出露。泉水的分布，有两个明显特点：一是与断裂、断层有关——泉水分布在断裂线上；二是与侏罗系南大岭组的玄武岩分布有关——泉在玄武岩与砂页岩接触带上。

石景山区山前为坡、洪积形成的粉土、碎石；近永定河冲积扇顶，因河流沉积具有分选性特征，造成河流沉积物的粒径分布具有水平分带现象，永定河河床附近的砾石平均粒径为 20～40 厘米，远离河床的东南部（八宝山、衙门口、黄庄），砾石平均粒径约 10 厘米。石景山区表土厚度一般在 1 米到 2.5 米之间，最薄处仅 0.5 米（山前地带表土较厚，约 5～10 米，质地较粘重，有夹石层）；质地多为透水性较好的沙壤及中壤。

石景山区的平原区是由永定河冲积物组成的山前倾斜平原，西部、北部稍高，东部、南部略低。包含砂卵石、砂砾石、中粗砂含砾及薄层粘性土。按其岩性、结构特征及富水性，大致可划为五个区，此次评价区域位于 I 区，如图 1.3-5 和图 1.3-6 所示：

Ⅰ区(5000-10000m^3/d)，主要分布于永定河冲洪积扇地区。第四系厚度 30-150m，颗粒由粗变细，含水层岩性为砂卵砾石为主，含水层累计最大厚度 50-70m。

Ⅱ区(3000-5000m^3/d)，主要分布在永定河冲洪积扇近边缘地区，含水层主要为砂卵砾石组成，含水层厚度为 30-50m。

Ⅲ区(1500-3000m^3/d)，主要分布在永定河冲洪积扇边缘地区及山区边缘地带，含水层岩性主要为砂卵砾石夹中粗砂，含水层厚度一般为 20-30m。

Ⅳ区(500-1500m^3/d)，主要分布在山区边缘地带，一般无含水层，仅在砂粘夹砾石中含水且水量小。

Ⅴ区富水性不均一，主要分布在山前地带。

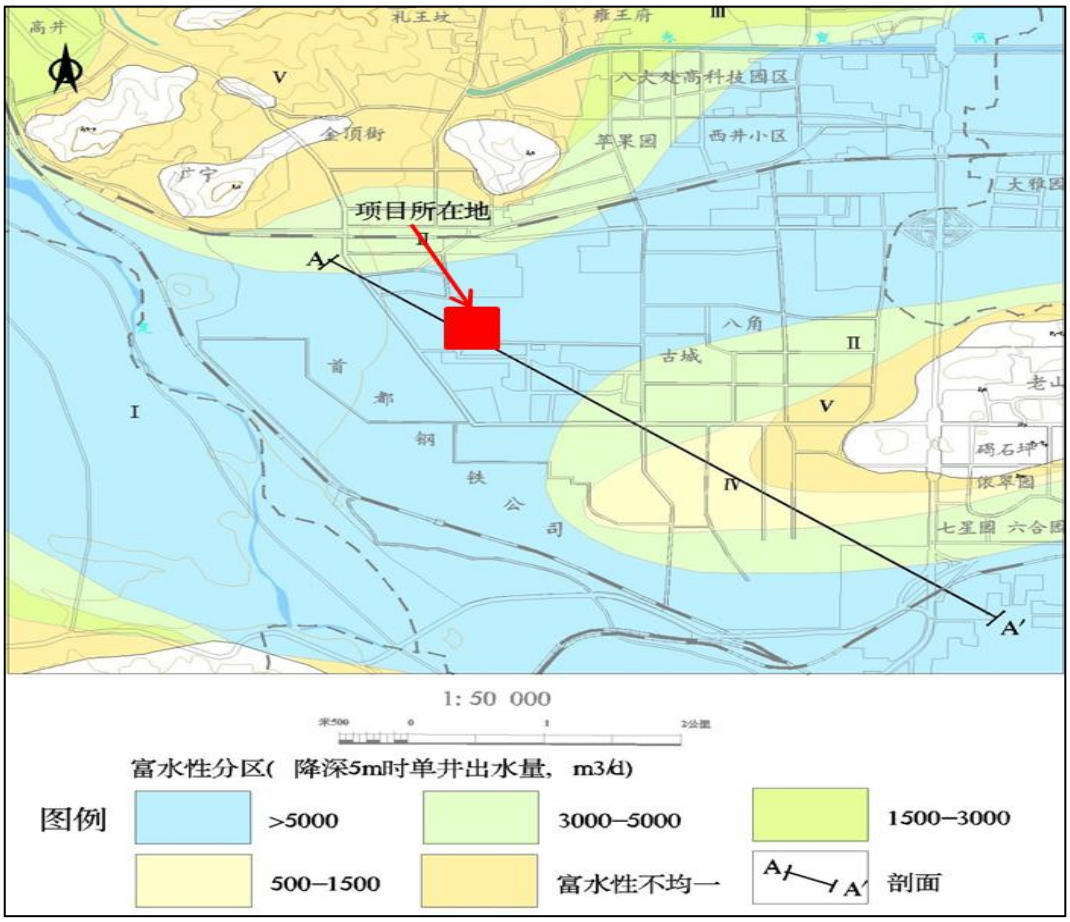


图 1.3-5　区域第四系水文地质图

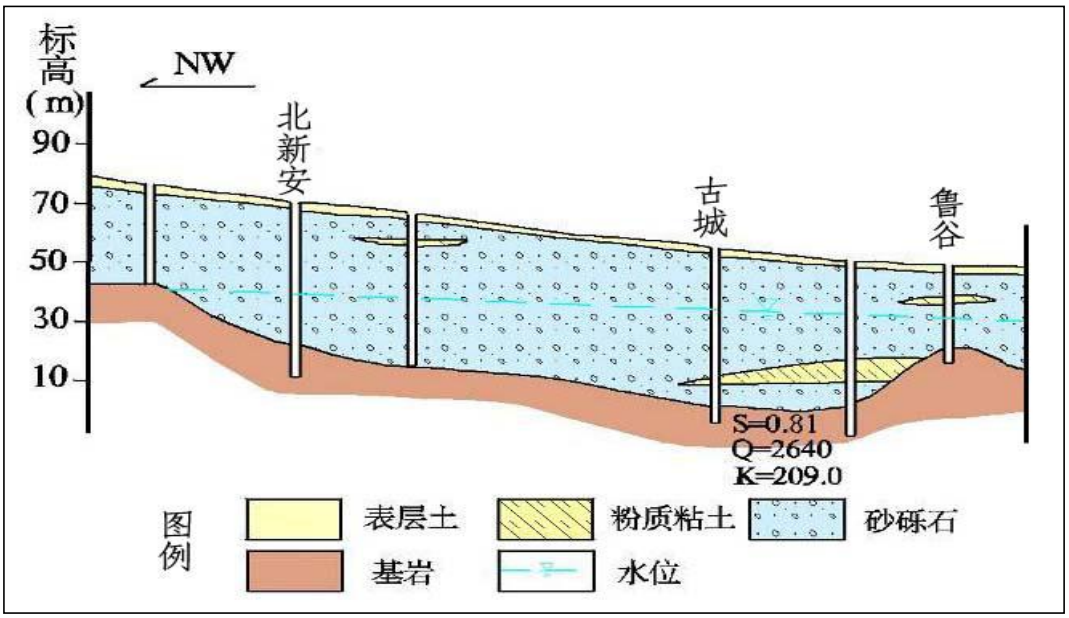


图 1.3-6　石景山水屯-马家堡（A-A’）地层剖面图

该区域浅层地下水水位埋深西高东低。地下水主要补给来源为地下径流和地表降雨，区域地下水径流方向为由西、西北方向，流向东、东南方向。70 年代

后受地下水开采影响，局部流向有一定变化。近年的调查资料表明，该层地下水埋深已经在 55-60m 左右，含水层单层厚度较大，岩性以砾石、卵石为主，累计厚度 30m 左右，渗透系数 500-600m/d，是原工农业井的主要开采层。

区域地下水的补给主要是大气降水入渗补给，河渠入渗补给、农田灌溉入渗补给，在山区与平原交界地带山区基岩测向径流补给第四系地下水。大气降水入渗对含水层的补给受地形、地貌、包气带岩性、厚度、降水性质、植被和建筑的影响。

②区域地下水利用情况及敏感度分析

区域地下水的排泄主要为人工开采，主要是水厂水源地开采，其次为下游径流排泄以及少量的潜水蒸发，第四系地下水向东部径流排泄。

图 1. 3-7 调查区周边水厂位置示意图

根据资料显示，调查区域目前位于石景山区地下水源保护范围的二类保护区。如图 1.3-7，在东偏北距离大概 2.5km 处为杨庄水厂，距离其它水厂距离相对较远。调查区域位于杨庄水厂的地下水源补给区，但杨庄水厂主要通过深层基岩井采集区域深层承压水，深层承压水层与浅层第四系含水层之间有相对较厚的基岩层阻隔。因此，从区域地下水的开采利用情况来看，本场地浅层地下水的环境敏感性相对较低。北京市石景山区水厂地下水源保护区如图 1.3-8。

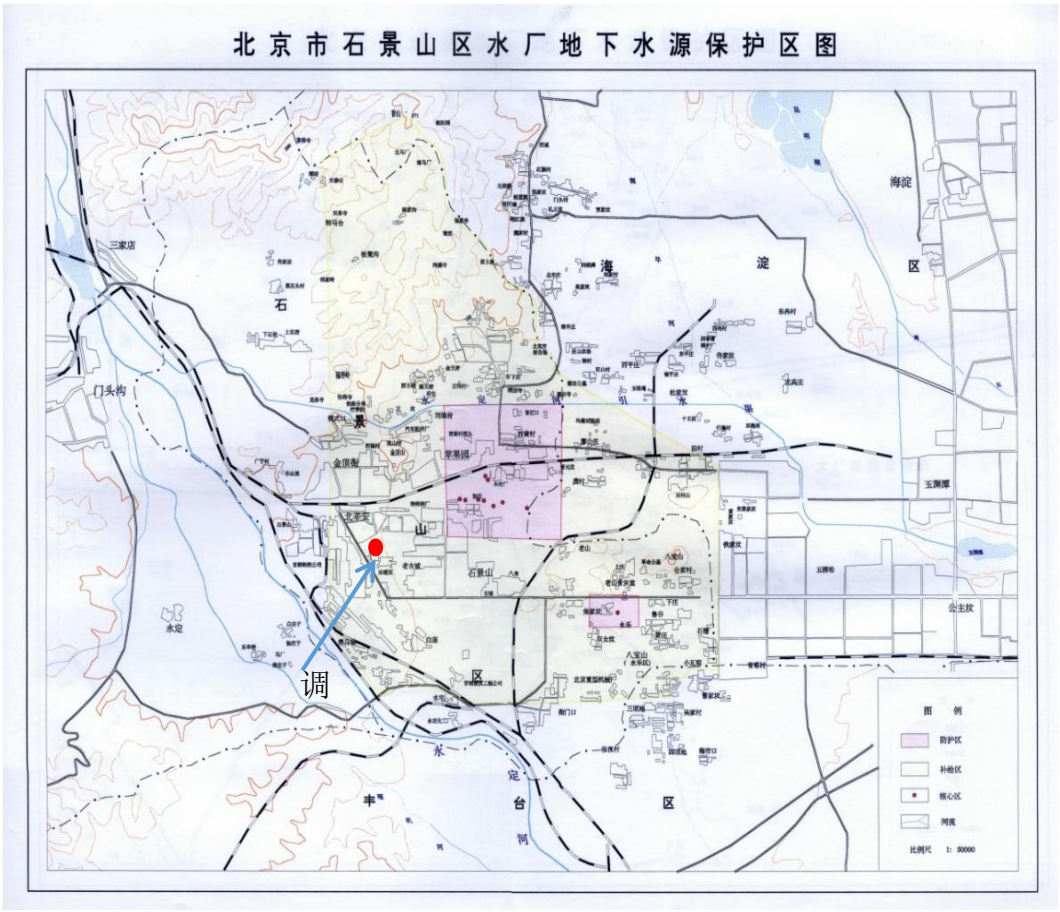


图 1.3-8 北京市石景山区水厂地下水源保护区图

1.3.3 场地历史沿革

根据调查区域内近 10 年来的卫星图像的变化情况，初步判断场地的土地利用情况有了一定的变化。调查区域内场地使用情况如下。

项目主要位于原明塑包装制品厂区域。

- 1971 年之前为农田；
- 1971 年建设成为北京塑料八厂，隶属于北京二轻局，主要接收聚乙烯（PP）颗粒等原料加工再次成型；
- 2003 年企业改制为股份制，并更名为明塑包装制品厂，其主要生产工艺未发生变化；
- 2009 年，企业停产，原厂址作为物业出租，主要为一些机械零配件和产品仓库。
- 2017 年 6 月至今，地块范围内的构筑物已拆除。

场区西北侧主要占用石景山区烟草局部分用地

- 在上世纪 50 年代以前为农田；
- 2002 年-2017 年 6 月，石景山烟草专卖局办公用房；
- 2017 年 6 月至今，地块范围内的构筑物已拆除。

1.3.4 场地现状

从历史图片上看，调查的场地经历了一些变更，自 2009 年至 2017 年 6 月，明塑包装制品厂厂房及石景山烟草专卖局办公楼完好，主要为公司的办公场所和物品保存仓库。2017 年 6 月至今，该区域范围内的建筑物拆除完毕。

调查区域内场地历史用地的变化状况如图 1.3-9 所示。

2010 年
696 补充调查区域
696 已完成区域

2013 年
696 补充调查区域
696 已完成区域
Image © 2018 DigitalGlobe

2016 年
696 补充调查区域
696 已完成区域
田顺

图 1.3-9 区域历史沿革图

1.3.5 场地未来规划

依据北辛安棚户区改造项目规划内容，如图 1.3-10。调查场地区域内未来规划主要将建设成为住宅用地；其中在调查区域的西南角的边界区域部分为规划的公交场站；在调查区域的东偏北的边界区域部分为规划中的基础教育用地。

图 1.3-10 调查区域用地情况规划

1.4 修复工程概况

1.4.1 修复目标

根据《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》，2016 年 6 月场地环境评价所明确的目标污染物及修复目标值见表 1.4-1，2018 年 12 月场地环境评价所明确的目标污染物及修复目标值见表 1.4-2

表 1.4-1 场地土壤污染修复目标（单位：mg/kg）

目标污染物	修复目标计算值	a 北京市风险筛选值	b 美国联邦土壤筛选值	超级基金场地区域筛选值	建议修复目标值
砷	0.3	20	0.39	0.68	20
苯并（a）蒽	0.4	0.5	0.9	0.2	0.5
苯并（a）芘	0.04	0.2	0.09	0.02	0.2
苯并（b）荧蒽	0.4	0.5	0.9	0.2	0.5
二苯并（a，h）蒽	0.04	0.05	0.09	0.02	0.05
茚并(1,2,3-cd)芘	0.4	0.2	0.9	0.2	0.4

表 1.4-2 场地土壤污染修复目标（单位：mg/kg）

目标污染物	修复目标计算值	a 国家管控标准筛选值	b 北京市风险筛选值	c 美国联邦土壤筛选值	建议修复目标值
砷	1.9	20	20	0.39	20
苯并（a）蒽	2.9	5.5	55	0.9	5.5
苯并（a）芘	0.29	0.55	0.2	0.09	0.55
苯并（b）荧蒽	2.9	5.5	0.5	0.9	5.5
二苯并（a，h）蒽	0.29	0.55	0.05	0.09	0.55

注：a、风险筛选值是指北京市土壤环境风险评价筛选值（居住用地）。

b、引用的国外筛选值是指居住用地情景下的经口暴露风险筛选值（最大暴露途径）。

c、引用的国外筛选值是指居住用地情景下的经口暴露风险筛选值（最大暴露途径）。

1.4.2 场地修复范围及工程量

（1）第一次调查区域场地修复范围及工程量

根据《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》，第一次调查区域占地面积约 15083.41 平方米，该地块不同类别污染物污染土壤的修复范围示意见图 1.4-1 至 1.4-5。场地内污染土壤修复范围面积和修复体积见表 1.4-3，不同深度的污染土壤修复面积见表 1.4-4 至表 1.4-8。

根据不同深度修复面积的成图叠加，经计算，调查场区内土壤污染的修复面积约为 32514.62 平方米，修复土方量约为 32514.62 立方米。其中 PAHs 修复土方量为 32514.62 立方米。

表 1.4-3 污染土壤修复范围信息表

污染土壤修复区	修复深度	修复面积（m^2）	修复土方量（m^3）	PAHs 污染土方量（m^3）
第一层	0-1m	7645.10	7645.10	7645.10
第二层	1-2m	6194.59	6194.59	6194.59
第三层	2-3m	8872.85	8872.85	8872.85
第四层	3-4m	4901.04	4901.04	4901.04
第五层	4-5m	4901.04	4901.04	4901.04
合计			32514.62	32514.62

表 1.4-4 污染土壤第一层修复范围信息表（修复深度 0-1m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	2374.272	484258.705，305113.439；484257.446，305113.439 484242.474，305113.439；484236.524，305113.405

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484230.576，305113.303；484222.381，305113.058 484210.636，305112.708；484208.397，305148.027 484221.068，305183.359；484225.039，305187.233 484230.963，305186.614；484237.494，305185.502 484241.741，305182.696；484241.652，305160.654 484245.357，305138.605；484247.936，305127.009
2	5270.828	484401.178，305171.879；484401.178，305154.338 484401.178，305113.439；484386.178，305113.439 484360.553，305113.439；484353.715，305113.439 484330.110，305113.439；484309.437，305113.439 484291.114，305113.439；484288.969，305113.439 484294.246，305123.692；484299.179，305135.738 484305.264，305150.951；484309.047，305156.164 484312.937，305158.757；484330.103，305163.446
合计	7645.10	

表 1.4-5 污染土壤第二层修复范围信息表（修复深度 1-2m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	5332.741	484208.657，305143.922；484222.678，305169.829 484230.511，305166.477；484241.544，305155.341 484259.952，305154.339；484274.800，305158.718

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484281.132，305162.838；484294.552，305166.039 484305.822，305165.664；484318.680，305160.410 484324.237，305154.266；484330.110，305113.439 484309.437，305113.439；484291.114，305113.439 484288.969，305113.439；484258.705，305113.439 484257.446，305113.439；484253.993，305116.840 484239.273，305121.443；484228.620，305118.052 484222.381，305113.058；484210.636，305112.708
2	861.849	484401.178，305115.130；484380.190，305117.152 484375.522，305126.297；484374.538，305135.124 484377.503，305143.647；484382.624，305149.765 484395.669，305154.115；484401.178，305154.338
合计	6194.59	

表 1.4-6 污染土壤第三层修复范围信息表（修复深度 2-3m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	8872.854	484360.553，305113.439；484309.437，305113.439 484275.699，305117.945；484231.040，305124.306 484225.029，305128.564；484221.022，305133.072 484219.018，305138.582；484220.270，305144.342 484224.278，305147.097；484229.537，305147.598 484248.093，305147.844；484250.446，305150.328

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484252.773，305154.177；484254.917，305176.585 484255.644，305213.758；484258.682，305218.394 484260.337，305220.922；484271.022，305224.116 484277.537，305224.119；484282.331，305221.620 484286.523，305215.487；484293.931，305174.333 484297.688，305169.483；484347.491，305168.287 484363.720，305163.291；484368.003，305157.768 484372.031，305149.226；484374.956，305136.565 484374.947，305128.599；484373.603，305123.040 484369.283，305117.180
合计	8872.854	

表 1.4-7 污染土壤第四层修复范围信息表（修复深度 3-4m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	4901.039	484291.114，305113.439；484270.007，305117.312 484268.662，305127.653；484269.614，305142.510 484272.321，305154.698；484277.887，305160.388 484292.944，305163.514；484303.834，305164.252 484320.172，305164.516；484340.024，305164.384 484347.711，305163.749；484363.063，305159.413 484369.984，305153.001；484371.744，305137.072

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484373.166，305116.617；484353.715，305113.439 484291.114，305113.439
合计	4901.039	

表 1.4-8 污染土壤第五层修复范围信息表（修复深度 4-5m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	4901.039	484291.114，305113.439；484270.007，305117.312 484268.662，305127.653；484269.614，305142.510 484272.321，305154.698；484277.887，305160.388 484292.944，305163.514；484303.834，305164.252 484320.172，305164.516；484340.024，305164.384 484347.711，305163.749；484363.063，305159.413 484369.984，305153.001；484371.744，305137.072 484373.166，305116.617；484353.715，305113.439 484291.114，305113.439
合计	4901.039	

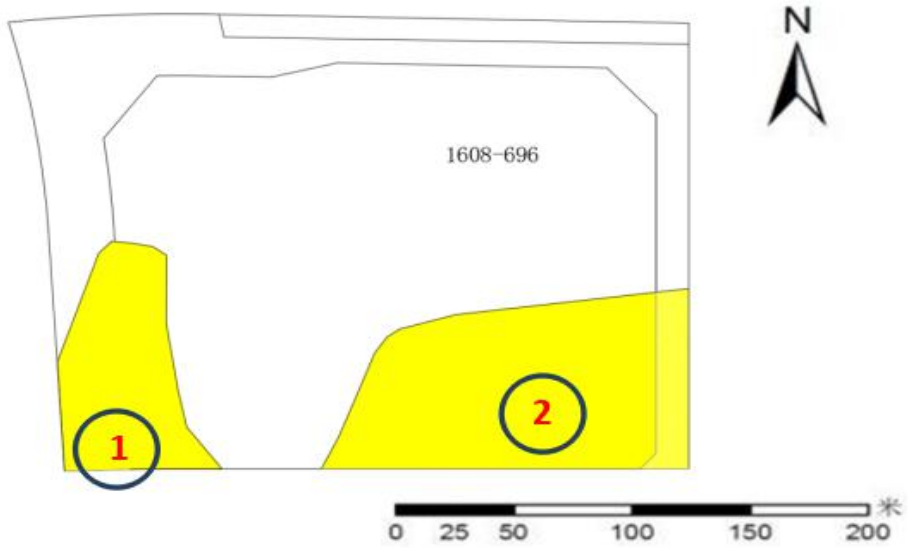


图 1.4-1 污染土壤第一层(0-1m)修复范围示意图

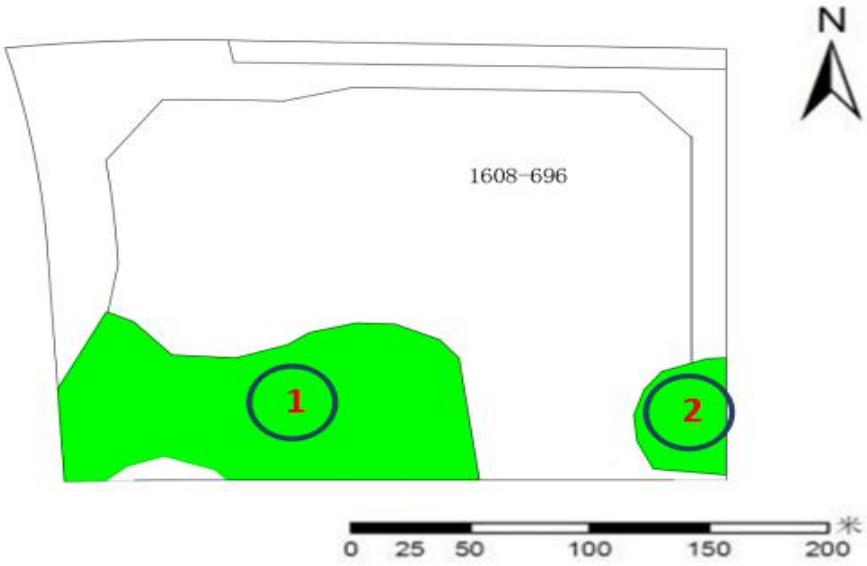


图 1.4-2 污染土壤第二层(1-2m)修复范围示意图

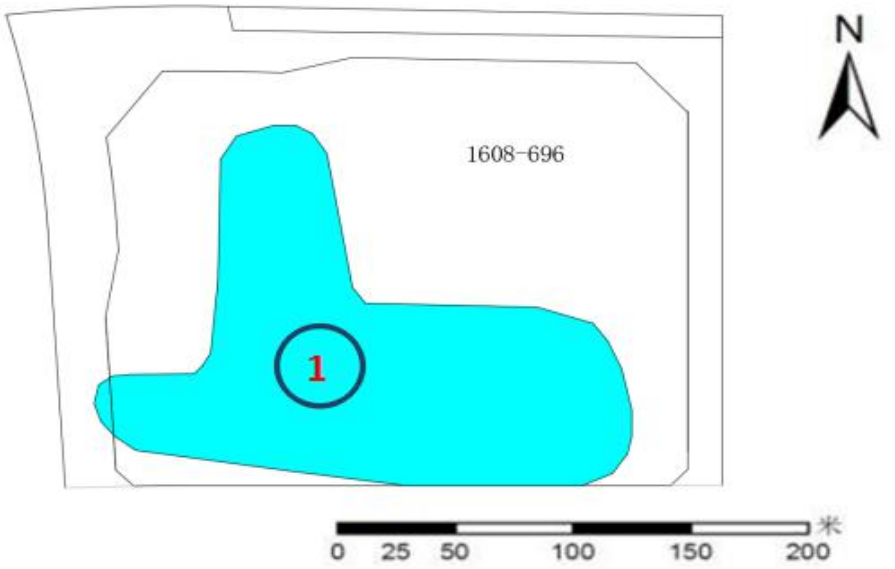


图 1.4-3 污染土壤第三层(2-3m)修复范围示意图

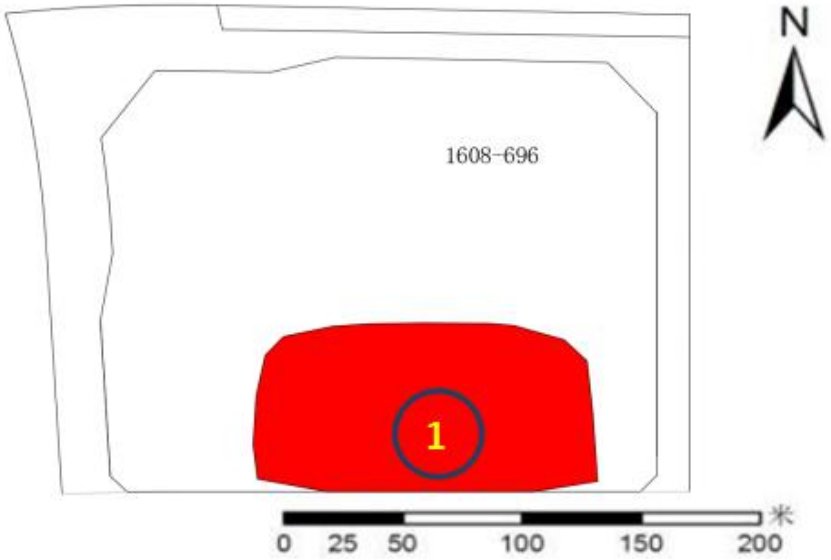


图 1.4-4 污染土壤第四层(3-4m)修复范围示意图

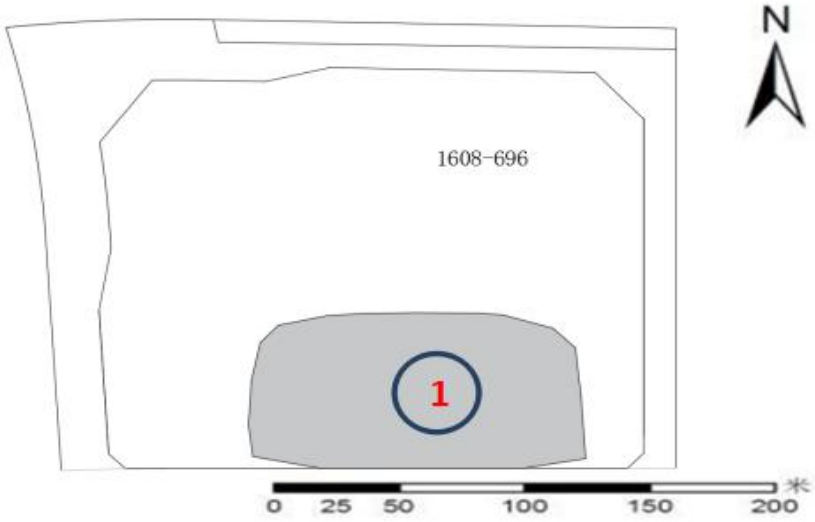


图 1.4-5 污染土壤第五层(4-5m)修复范围示意图

（2）第二次调查区域场地修复范围及工程量

根据《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》，2018 年第二次调查区域占地面积约 13641.68 平方米，该地块不同类别污染物污染土壤的修复范围示意见图 1.4-6 至 1.4-9。场地内污染土壤修复范围面积和修复体积见表 1.4-9，不同深度的污染土壤修复面积见表 1.4-10 至表 1.4-13。

根据不同深度修复面积的成图叠加，经计算，调查场区内土壤污染的修复面积约为 10949.86 平方米，修复土方量约为 10949.86 立方米。其中 PAHs 修复土方量为 9732.86 立方米，As 修复土方量为 1217.00 立方米。

表 1.4-9 污染土壤修复范围信息表

污染土壤修复区	修复深度	修复面积（m^2）	修复土方量（m^3）	PAHs 污染土方量（m^3）	As 污染土方量（m^3）
第一层	0-1m	2944.75	2944.75	2742.9	201.85
第二层	1-2m	2211.49	2211.49	1894.7	316.79
第三层	2-3m	3529.79	3529.79	3529.79	0
第四层	3-4m	2263.83	2263.83	1565.47	698.36
合计			10949.86	9732.86	1217.00

表 1.4-10 污染土壤第一层修复范围信息表（修复深度 0-1m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	201.85	484203.719，305203.646 ； 484203.414，305207.218 484203.044，305211.287 ； 484201.935，305217.806 484200.501，305225.204 ； 484200.135，305227.442 484203.862，305226.726 ； 484207.876，305225.579 484210.170，305223.859 ； 484211.747，305221.995 484213.037，305219.701 ； 484213.611，305216.978 484213.754，305214.110 ； 484213.037，305211.960 484212.034，305209.523 ； 484209.597，305207.516 484207.590，305206.369 ； 484205.869，305205.509 484203.719，305203.646
2	2173.54	484290.520，305209.462 ； 484294.674，305211.741 484300.302，305213.751 ； 484308.075，305215.895 484314.508，305218.575 ； 484320.749，305220.767 484328.810，305220.197 ； 484332.176，305217.313 484333.938，305215.069 ； 484336.022，305215.069 484339.387，305212.986 ； 484342.432，305208.659 484343.233，305202.409 ； 484343.714，305196.800 484344.836，305191.351 ； 484345.797，305185.261 484345.637，305180.133 ； 484343.025，305175.253

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484341.743，305172.048 ；484338.228，305170.465 484333.270，305170.331 ；484330.053，305171.135 484326.971，305176.495 ；484322.682，305178.506 484317.322，305177.300 ；484315.580，305174.485 484313.570，305170.867 ；484308.209，305171.269 484300.302，305171.671 ；484297.622，305172.877 484295.746，305180.516 ；484290.520，305209.462
3	569.36	484376.957，305184.268 ；484372.267，305184.536 484367.174，305185.876 ；484363.958，305187.350 484362.082，305192.309 ；484361.010，305198.473 484361.278，305204.638 ；484362.350，305209.998 484366.370，305213.081 ；484372.401，305213.751 484376.689，305212.411 ；484379.771，305211.205 484383.390，305209.596 ；484383.122，305203.030 484382.988，305196.865 ；484383.390，305188.557 484380.843，305185.206 ；484376.957，305184.268
合计	2944.75	

表 1.4-11 污染土壤第二层修复范围信息表（修复深度 1-2m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	316.79	484245.323，305210.774 ；484242.574，305210.251 484240.282，305210.382 ；484236.289，305211.429 484233.801，305213.327 ；484231.641，305216.601 484231.117，305220.397 ；484231.576，305223.343 484232.623，305225.569 ；484234.456，305227.860 484236.224，305228.973 ；484237.926，305229.824 484240.413，305230.282 ；484242.115，305230.282 484243.948，305229.562 ；484247.156，305227.598 484248.662，305225.700 ；484250.691，305223.278 484251.215，305220.201 ；484251.149，305217.452 484250.691，305214.702 ；484248.400，305211.625 484245.323，305210.774
2	1472.68	484292.375，305198.693 ；484294.828，305202.945 484296.659，305205.874 ；484299.344，305207.339 484303.860，305209.414 ；484308.010，305211.000 484310.939，305213.075 ；484317.042，305214.540 484322.779，305214.662 ；484328.271，305212.587 484332.909，305208.803 ；484334.984，305203.311 484337.791，305192.082 ；484339.866，305187.810 484339.500，305181.341 ；484337.669，305178.900

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484333.519，305178.900 ；484326.074，305179.632 484317.530，305179.266 ；484311.549，305176.458 484308.864，305174.017 ；484304.955，305171.187 484301.417，305171.272 ；484298.275，305172.548 484296.374，305176.840 ；484292.375，305198.693
3	422.02	484370.606，305168.182 ；484366.098，305167.627 484363.964，305167.364 ；484363.057，305170.478 484362.202，305174.750 ；484360.249，305179.510 484361.958，305183.782 ；484367.817，305186.345 484373.553，305187.199 ；484377.337，305186.589 484380.999，305186.101 ；484383.318，305185.613 484385.759，305182.561 ；484386.735，305177.069 484387.102，305173.529 ；484386.098，305170.089 484370.606，305168.182
合计	2211.49	

表 1.4-12 污染土壤第三层修复范围信息表（修复深度 2-3m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	3529.79	484379.673，305169.298 ；484371.121，305168.245 484362.317，305167.161 ；484357.487，305167.237 484351.299，305169.141 ；484345.437，305171.234 484331.176，305170.557 ；484330.714，305176.142

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484328.693，305182.878 ；484329.366，305188.267 484331.387，305193.271 ；484330.521，305197.697 484327.249，305199.814 ；484324.266，305205.203 484326.383，305212.228 ；484327.345，305215.019 484333.600，305221.274 ；484341.491，305222.525 484348.613，305225.316 ；484356.888，305225.412 484369.591，305222.814 ；484376.423，305220.889 484383.544，305219.638 ；484393.339，305217.311 484397.068，305212.721 ；484398.072，305201.964 484397.785，305189.343 ；484394.439，305178.508 484391.146，305173.255 ；484391.146，305173.062 484379.673，305169.298
合计	3529.79	

表 1.4-13 污染土壤第四层修复范围信息表（修复深度 3-4m）

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
1	698.36	484251.923，305209.863 ；484250.569，305207.218 484245.463，305206.049 ；484241.586，305205.926 484237.710，305206.418 ；484232.112，305208.817 484228.051，305213.801 ；484226.574，305218.661 484225.097，305223.830 ；484225.651，305227.768 484227.559，305230.167 ；484230.450，305232.320

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484234.696，305233.920 ；484240.418，305234.474 484243.924，305234.781 ；484248.416，305234.166 484250.938，305233.305 ；484252.723，305229.982 484254.323，305225.614 ；484255.307，305221.307 484255.738，305218.969 ；484254.199，305215.462 484252.969，305212.509 ；484251.923，305209.863
2	1565.47	484368.859，305167.967 ；484364.800，305167.467 484359.040，305166.758 ；484353.117，305168.582 484346.060，305170.200 ；484343.406，305170.263 73 484344.263，305174.237 ；484345.787，305179.502 484348.281，305182.550 ；484351.606，305186.291 484355.901，305189.062 ；484359.088，305193.496 484359.504，305200.701 ；484357.425，305206.658 484357.010，305213.724 ；484361.859，305217.604 484366.431，305218.435 ；484370.727，305216.911 484376.407，305215.941 ；484379.732，305215.803 484384.166，305214.833 ；484386.244，305211.923 484387.491，305206.243 ；484388.323，305197.237 484387.769，305190.309 ；484388.046，305181.303 484388.323，305174.653； 484389.122，305170.461

修复区域	修复区域面积（㎡）	修复区域节点坐标
		484381.118，305170.911 ；484378.208，305172.713 484376.407，305175.207 ；484373.497，305176.315 484370.727，305175.207 ；484368.648，305171.604 484368.859，305167.967
合计	2263.83	

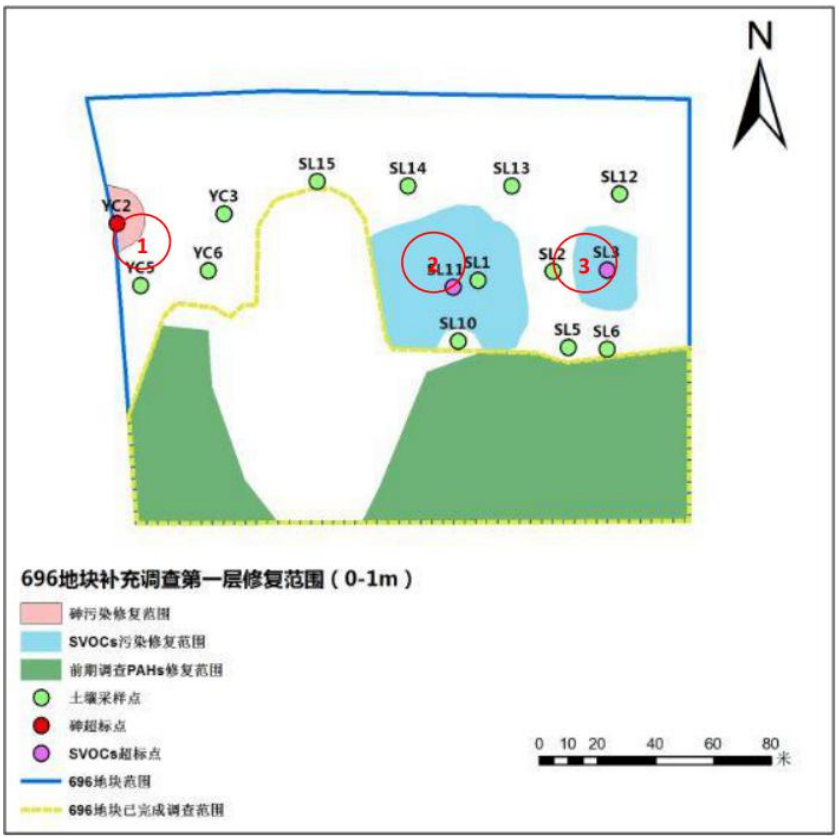


图 1.4-6 污染土壤第一层(0-1m)修复范围示意图

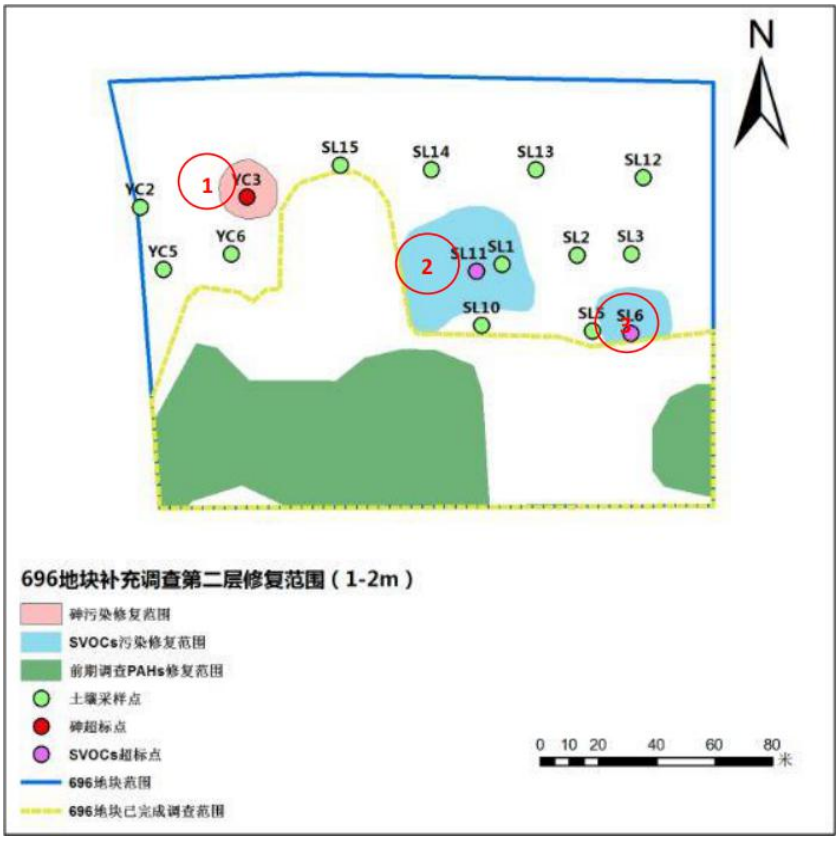


图 1.4-7 污染土壤第二层(1-2m)修复范围示意图

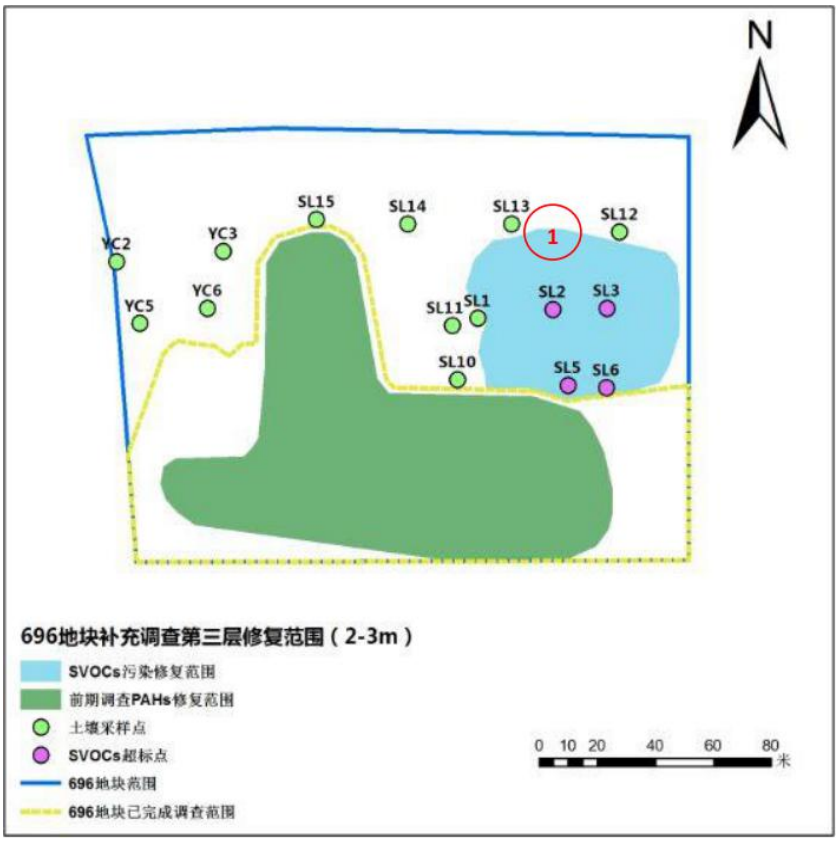


图 1.4-8 污染土壤第三层(2-3m)修复范围示意图

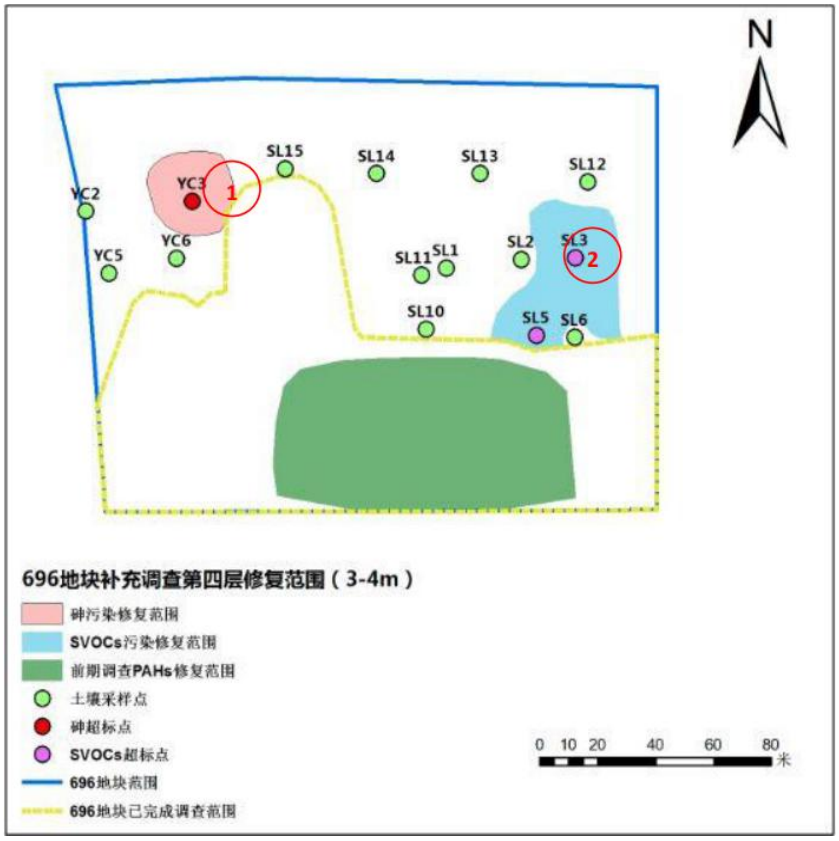


图 1.4-9 污染土壤第四层(3-4m)修复范围示意图

1.4.3 拟采用的修复技术

本场地主要污染物质为砷、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽和茚并(1,2,3-cd)芘等，土壤中砷主要以无机态存在，包括三氧化二砷和五氧化二砷等，由于地下的缺氧环境，土壤中的砷以还原态三氧化二砷为主。表 1.4-9 为本项目中的主要污染物性质。

表 1.4-14 主要污染物质性质

物质名称	分子量	密度 (g/cm^3)	熔点(℃)	沸点(℃)
苯并（a）芘	250	1.35	180	475
苯并（a）蒽	228	1.283	162	435
苯并（b）荧蒽	252	1.29	168	481
二苯并（a,h）蒽	278	1.28	262	524
茚并(1,2,3-cd)芘	276	1.38	163	497

根据场地的污染状况，以及业主对该场地开发进度要求，依据《北辛安棚户区改造项目污染场地修复技术方案—696 地块报告》对技术的比选，对该场地1217.00㎥含砷污染土壤采用水泥窑协同焚烧技术进行处置，对剩余的42247.48㎥非含砷污染土壤采用基于水泥窑的热脱附技术进行处置，热脱附后的土壤运至金隅窦店科技园区建设的基坑内进行回填。

（1）基于水泥窑的热脱附技术

基于水泥窑的热脱附技术是将热脱附与水泥窑焚烧技术有机结合在一起，通过在新型干法水泥窑外挂烘干设备，将水泥窑内热风引入到烘干设备内，热风与烘干设备内的污染土充分进行热交换，污染土壤中的污染物质被脱附至气体中，热脱附后的污染土壤经检测合格后回填或作为水泥原材料。基于水泥窑的热脱附技术是将热脱附和水泥窑焚烧技术有机结合在一起，即克服传统水泥窑焚烧对污染土壤添加量的限制，同时也降低传统热脱附技术尾气处理成本。

（2）水泥窑协同焚烧技术

将污染土壤预处理后按照一定的比例从窑尾烟室送入回转窑，污染土壤中的有机污染物在高温下被彻底分解，重金属则固化在水泥晶格内，污染土壤经过高温煅烧后直接转化为水泥熟料。采用该方法可彻底去除土壤中的有机污染物，焚烧后的污染土壤转化为水泥熟料外售，可形成良好的循环经济。

2 工程重难点分析及对策

本项目为 696 地块，历史属于首钢煤料堆场生产用地区域。根据北京市相关开发规划，场地未来规划主要将建设成为住宅用地。本项目针对场地内砷、PAHs 污染区域开展土壤修复工程。工程实施过程中涉及诸多重点难点，详述如下。

2.1 重点分析及应对措施

本工程涉及重点主要包括 6 个方面：（1）修复后土壤的最终处置；（2）修复过程中环境二次污染防治；（3）修复过程质量保证措施；（4）人员健康防护；（5）污染土壤的安全转运及交通安全控制；（6）施工过程对周边区域的影响等。

2.1.1 修复后土壤的最终处置

（1）重点分析

根据北京市相关开发规划，本项目场地规划为住宅用地，且为棚户区改造项目，是一项民生工程。因此，第一要保障后期开发的工期要求；第二要保证场地的环境安全，异地处理是较理想的处置方式；第三因热脱附后土壤量较大，作为水泥窑配料处理量有限。

（2）应对措施

本工程污染土壤存储地点为北水、琉水、生态岛、强联、金隅平谷水泥厂共计 5 个，处置地点为北水、琉水，处置技术包括了水泥窑焚烧与基于水泥窑的热脱附，保障现场清理得时间进度继而满足后期开发的工期要求。

砷污染土经破碎筛分后采用水泥窑协同焚烧处理工艺处置，最终变为符合产品质量的水泥，没有废渣和其他废弃物的产生。

PAHs 污染土经破碎筛分后采用基于水泥窑的热脱附工艺处置， 基于水泥窑的热脱附工艺是将污染土壤经过高温热脱附，使土壤中的污染物被脱附出来并进入水泥窑中进行安全处置，热脱附后的土壤中基本不含有污染物质，一部分可以作为水泥生产原料使用，最终变为符合产品质量的水泥，没有废渣和其他废弃物的产生。一部分回填至位于北京市房山区窦店镇金隅科技园区的基坑中。。

实现了污染土壤的减量化和资源化利用，确保污染土壤去向可控。

2.1.2 修复过程中的二次污染防护

（1）挖运及贮存过程中的气味控制

①重点分析

根据场地评价报告，目标污染物含有 PAHs，其具有挥发性。因此，污染土壤在挖运和贮存过程中可能产生污染气体挥发造成二次污染。因此处理过程中要注意尾气的处理和达标排放。

②应对措施

Ⅰ）清挖过程中控制开挖范围，根据施工进度要求合理安排开挖作业面，尽量减少暴露面积。污染土壤清挖时，采用小作业面，边挖边退边覆盖的方式进行作业。一个作业面清挖完成后，及时采用密目网覆盖，设备后退进行下一作业面开挖作业。

Ⅱ）根据北京市《建筑垃圾运输车辆标识、监控和密闭技术要求》有关规定，污染土的运输选择专用的密闭车辆，货箱棚布盖可自动开合，要求运输车辆车况完好。

图 2.1-1 污染土运输车辆覆盖

Ⅲ）为保证污染土壤存储过程中不对周围环境造成影响，防止二次污染的产生，本项目污染土壤在处理前均存储在全封闭式大棚内。

图 2.1-2 平谷水泥厂全封闭式大棚图

图 2.1-3 强联水泥厂全封闭式大棚图

图 2.1-4 生态岛公司全封闭式大棚图

图 2.1-5 琉水公司全封闭式大棚图

图 2.1-6 北水公司全封闭式大棚图

（2）挖运过程中的扬尘控制

①重点分析

根据现场踏勘结果，目前正开展拆除工程，场地绿化基本破坏，采用临时苫盖的措施。现场施工周期较长，北京市多风少雨，气候干燥，因此在现场开挖过程中以及运输过程中会产生扬尘污染，污染空气。

②应对措施

Ⅰ）污染土开挖过程中减少污染土壤作业面的暴露面积。对于现场污染土壤的暂时堆置暴露，则采取用苫布苫盖，达到阻止扬尘扩散的目的。

Ⅱ）场区内所有的运输车辆均采用密封车，配备清洁车辆，对场内道路定时保洁。对场地离场的车辆进行冲洗、且限定车辆的行驶速度，防止扬尘。污染土

运输过程中采用密闭车辆，货箱棚布盖可自动开合，要求运输车辆车况完好。

Ⅲ）对污染范围内的道路进行定期不间断洒水，同时采用水炮、抑尘车和保证土壤含水率的措施防止污染源的扩散和传播。

Ⅳ）遭遇空气雾霾重度污染期间，现场暂停施工。

（3）施工过程中噪声对敏感区影响防护

①重点分析

由于场地周边现有居住生活区和工业厂区，施工机械运转的噪声会对周边居民生活造成影响，因此，需针对施工噪声做好重点防范及应对。

②应对措施

Ⅰ）夜间需要作业的，应尽量采取降噪措施，事先做好周围群众的工作，并报有关主管部门备案后方可施工。

Ⅱ）选用低噪声或备有消声降噪声设备的施工机械。动力、机械设备的使用过程中，应加强日常管理及维修保养工作，避免异常噪音的产生。

Ⅲ）污染土壤含有建筑垃圾，筛分破碎施工时噪音较大。因此在水泥厂内筛分破碎作业时，合理安排机械设备施工，采取降噪措施，削减噪声源源强度，机械配备消声装置，保证白天与夜间场界噪声达标。

（4）洗车池污水处理及污泥处置

①重点分析

本方案中，污染土壤采用异地处理的方式，涉及到施工机械以及污染土转运车辆的离场清洗，洗车水进行循环利用，以节约洗车用水。洗车过程中，洗车池内的水经过一段时间的循环之后，将成为较为混浊的泥浆，水带着泥浆在一级沉淀池内沉淀后将会产生离析的现象。此时的水和泥浆内将含有有机污染物残留，因此，为防止二次污染必须对水和泥浆进行处理。

②应对措施

对于洗车后的废水，进行循环使用，待洗车废水中污染物达到一定浓度时，我方将采用大型罐车装运到生态岛公司污水处理厂进行处理。对于洗车

池内的泥浆采用人工进行清理，然后运到开挖现场，与未运输的污染土壤一起归堆，待运输时一并处理。

施工人员正清理洗车池泥浆

将泥浆卸入未运输的污染土壤区域

图 2.1-7 环保洗车循环系统清理

2.1.3 修复过程质量保证措施

（1）重点分析

根据项目招标文件关于场地基本信息的叙述，本场地目标污染物包括 As 和 PAHs，污染区域分散，边界不规则，并且整体污染深度较深，最深达 5 米，污染浓度较深，因此对工艺技术的选择以及修复工期均存在挑战。

（2）应对措施

①污染土壤清挖采用分区分层开挖，并辅以 PID 现场快速检测，确保完全清除，在开挖过程中避免与周边土壤的交叉污染。

②选择水泥窑协同焚烧处理 As 污染土壤，实现污染土壤的减量化和终端消纳。

2.1.4 人员健康防护

（1）重点分析

项目场地中的目标污染物对人体健康有一定的危害。其中，多环芳烃是一种有机化合物，具有很强的致癌性，可以通过呼吸或者直接的皮肤接触使人体致癌。多环芳烃中间对人体影响最大的是苯并[a]芘，是一种突变原，是一个致癌的物质，

是一个脂溶性比较强的物质，这个能吸入到体内，进入肺泡甚至血液，导致肺癌和心血管疾病。单质砷无毒性，砷化合物均有毒性，三价砷比五价砷毒性大，约为 60 倍；有机砷与无机砷毒性相似，施工过程中，主要是吸入含有砷的粉尘以及与含有砷的污染土壤接触造成中毒。因此修复过程中，施工人员需要进行职业健康防护。

（2）应对措施

Ⅰ) 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气味散发，所以需要加强施工现场扬尘的控制，并限制目标污染物的挥发。

Ⅱ）全封闭负压大棚内配有强制通风和活性炭吸附装置，有毒有害的有机废气经过活性炭过滤器去除固体颗粒物质，有机物质被活性炭捕集并吸附下来，净化的空气从罐体下部经风机排入大气。当活性炭吸附有机物达到饱和失去活性后，及时更换活性炭，失去活性的活性炭送至具有危废处理资质的单位进行安全处置。。

III) 修复过程中加强个人防护。

- 防护等级

投标人参考美国个人防护器材的分级管理标准。具体要求见下表。

表 2.1-1 防护级别及相应个人防护器材

防护等级	对应区域	个人防护器材
一级	污染土壤暂存区域 水泥窑协同焚烧处理预处理区	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； 全身防护：橡胶手套、防砸安全工鞋、安全帽。
二级	污染土清挖、转运 基坑检测	呼吸防护：半面式防毒面具、配专用有机滤毒盒； 全身防护：工服+安全背心、防砸安全工鞋、安全帽。
三级	洗车池等非直接接触区	呼吸防护：一次性活性炭口罩； 全身防护：工服+安全背心、防砸安全工鞋、安全帽。

➢ 防护器材使用原则

当使用一次性连体工作服时，在每次休息后或每次轮班开始前穿上一件干净的新工作服。

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）。需要在这些地块工作的人员应按照以下步骤和导则来佩戴过滤式呼吸器，并遵守呼吸防护计划。

a．首先要求所有使用该器材的员工学习如何正确佩戴呼吸器以达到面罩和面部的密封要求。影响面部密封的情况有：胡须，鬓角，眼镜和上/下假牙。

b. 在现场项目工作中使用的防护面具需要可以防护土壤颗粒和粉尘的影响。

c．呼吸器和其它非一次性器材应被彻底清洁后置于洁净的存储地块。至少每天清洁一次呼吸器。将面罩拆卸下来，扔掉滤盒，将所有其它部件置于清洗液中。在浸泡适当的时间后，取出部件再放入自来水中。

d．面罩可自然风干，然后置于无菌袋内，存放于洁净地块。

e．为了避免皮肤受到损伤，可以采用带面罩式胶布防毒衣渗透工作服。

f．为了保护手不受损伤，可以采用橡胶手套、乳胶手套、耐酸碱手套、防化学品手套等。

2.1.5 污染土壤的安全转运及交通安全控制

（1）重点分析

本项目污染土壤的暂存场地为北京金隅北水公司、北京金隅琉水、原金隅平谷水泥厂、强联水泥厂和北京生态岛科技有限责任公司，处置场所为北京金隅琉

水环保科技有限公司和北京金隅北水环保科技有限公司，回填地点是北京生态岛科技有限责任公司。平谷水泥厂位于北京市平谷区，北京金隅琉水、强联水泥厂、北京生态岛科技有限责任公司位于北京市房山区，北京金隅北水环保科技有限公司位于北京市昌平区。

北京金隅北水存储点距离污染场地 45 公里，平谷水泥厂存储点距离污染场地距离 90 公里，强联水泥厂暂存点距离污染场地距离 55 公里，琉璃河水泥厂暂存点距离污染场地距离 51 公里，生态岛公司暂存点距离污染场地距离 55 公里，运输路线较长，因此运输过程中的安全管理以及交通安全需要重点关注。此外，根据北京市《建筑垃圾运输车辆标识、监控和密闭技术要求》，加强对渣土车的管理。

（2）应对措施

Ⅰ）选用合规的渣土车承担污染土的转运工作，离场前经过洗车池冲洗，运输过程中保证车厢密闭，避免污染土沿路遗洒。定期安排专职人员沿运输路线巡查，发现遗洒及时安排清理。

Ⅱ）由于运输车辆离场后直接进入部分城市干道，交通流量大，为确保人员、车辆通行畅通，避免出现交通堵塞现象，现场设置交通协管员指挥交通。

Ⅲ）加强运输车队司机安全教育，控制行驶速度，禁止疲劳驾驶和超载、超速运输。运输时间避开道路高峰时段。

Ⅳ）制定污染土壤外部运输路线及备选运输路线，并严格遵守。

2.1.6 施工过程对周边区域的影响

（1）重点分析

工程场地位于北京市石景山区，主要分布在古城西路附近，东至北辛安南岔和古城西街附近，西至北辛安路附近，南至首钢热力众达换热设备公司南侧围墙，北至首钢煤料堆场北侧围墙。场地周边有部分企业及居民，施工过程势必对周边区域的工作和生活带来一定的影响。

（2）应对措施

Ⅰ）开工前严格办理相关手续，提前告知周边群众，通过科普教育活动，争取周边人员的理解与共识。

Ⅱ）制定应急处置方案，对可能发生的周边群众过激的反对行为，联合当地基层居委会、环保单位、业主及监理妥善处理。

Ⅲ）施工过程中严格控制气味扩散、扬尘、噪声等二次污染，提前建设防范设施及应急处理预案。

2.2 难点分析及应对措施

本工程涉及难点主要包括 5 个方面：（1）场地污染边界的准确界定及清挖控制；（2）污染土的长距离运输；（3）工期紧张；（4）临墙、临路、临管线污染区域的清挖；（5）雨季施工安全等。

2.2.1 场地污染边界的准确界定及清挖控制

（1）难点分析

本工程的污染土壤现场定位任务主要为实现污染土壤精确定位，保证清挖彻底、准确等目标。本工程污染土壤分布较为零散，边界拐点坐标较多，污染边界的准确界定对于污染土壤修复的彻底性及工程实施的可靠性尤为重要。

（2）应对措施

工程实施过程中各层污染边界依据业主提供的污染范围拐点坐标，采用经纬仪精确定位污染土壤的拐点坐标，利用白灰在各拐点左边之间撒出边界线，作为污染土壤开挖的控制边界线。施工过程中各层严格按照经纬仪定位的污染土壤边界线进行开挖，污染土壤开挖完毕后，根据土壤性状及现场快速检测设备初判边界土壤是否存在污染，如判断无污染存在，则提请对基坑及侧壁进行验收。如认为给定边界土壤依然存在污染，则取样送第三方有资质实验室进行检测，确认污染存在后，报业主或环境主管部门备案，之后外扩 0.5-1m 继续挖掘。如首轮扩挖后仍有污染，重复上述过程，直至全部污染土壤被彻底清挖干净。

如果到达本调查区域边界，经过检测仍不合格，将进一步进行清挖，直至修复至北京安泰兴业置业有限公司负责的北辛安棚户区改造项目开发边界。如检测到开发边界处仍不合格，由于北辛安棚户区改造项目开发边界以外的区域由于不

属于北京安泰兴业置业有限公司用地范围，因此将不再进行修复。

2.2.2 污染土的长距离运输

（1）难点分析

本项目污染土壤的暂存场所为分别位于房山区、昌平区、平谷区，距离污染场地较远，考虑到北京市对渣土车的管理，只能考虑途径五环或六环，并且在夜间运输，因此一方面要保证施工进度，一方面也要保证运输过程中的交通安全。

（2）应对措施

①选用合规的渣土车承担污染土的转运工作，运输过程中保证车厢密闭，避免污染土沿路遗洒。

②由于运输车辆离场后直接进入部分城市干道，交通流量大，为确保人员、车辆通行畅通，避免出现交通堵塞现象，现场设置交通协管员指挥交通。

③加强运输车队司机安全教育，控制行驶速度，禁止疲劳驾驶和超载、超速运输。运输时间避开道路高峰时段。

2.2.3 工期紧张

（1）难点分析

本项目清运计划工期周期 1 年，修复处置周期计划 2 年。此外，考虑到北京市建筑施工的特点，一方面遇到雾霾天气可能停止施工，施工过程中会遇到供暖季（每年 11 月 15 日至次年 3 月 15 日），雾霾天较多，另一方面北京市大事活动较多，遇大事活动可能要停止施工。因此，整个项目工期非常紧张。

（2）应对措施

1）为保证项目按照规定的工期如期完成，对现场深入调查，制定合理的施工进度计划，以及进度保证措施。施工中严密控制每道施工工序，统筹布置各个工序衔接，使项目有条不紊的开展，保证能够按期完成整个项目施工计划。

2）对污染土壤施工过程中的关键工序及复杂环节，提前做好实施准备工作。按照工程总目标和阶段目标进行项目控制与管理，根据每道施工工序的特点，避开不利因素，如雨期、节假日等，考虑深化设计对工期的影响。

2.2.4 临墙临路临管线污染区域的清挖

（1）难点分析

根据现场踏勘发现，部分污染区域紧邻原厂区围墙，部分污染区域边界拐点已延至道路上，且地下管线较为复杂。为了保证彻底清除污染土壤，施工过程中必然面临诸多困难。

（2）应对措施

Ⅰ）通过补充调查进一步确定污染边界，对紧邻红线边界坑壁进行采样分析确定清挖至最终边界。

Ⅱ）对道路区域一方面查阅相关历史资料，一方面现场进行管线勘察，对管线进行保护，并人工清理管线周边的污染土壤。

Ⅲ）对于紧邻天然气管线的区域，开挖前确定管线走向和位置，并以管线为中心外扩 5m 建立开挖控制区，对控制区内的部分，征求业主、监理以及环保部门的意见，尽量避免扰动燃气管线，如果必须开挖处理，采用人工清理。

2.2.5 雨季施工安全

（1）难点分析

根据项目进度计划，本工程污染土壤清挖阶段将经历北京市雨季，加上项目地地处北京市西南，地势较低，因此有必要考虑雨季的施工安全。

（2）应对措施

Ⅰ）清挖和修复区域做好排水措施，重要设施设备进行防雨苫盖，保证修复工作的安全顺利开展。

Ⅱ）制定专项的季节性施工方案，并在项目部成立雨季施工工作小组。随时掌握天气信息，做好雨季施工的充分准备，针对雨季做好相应的防护措施和应急预案。

Ⅲ）保证土方施工质量和修复效果。雨期来临前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，以保证挖运及修复过程中的安全。

3 施工总体部署

3.1 施工准备

施工准备工作是整个施工生产的前提，施工准备工作的充分与否将直接影响着今后整个工程能否顺利实施。各项施工准备工作可具体分为技术准备、施工材料与机械准备、施工现场准备等几个部分。

3.1.1 施工组织准备

我方将充分利用已建立的北辛安棚户区改造项目污染土壤修复工程项目组织管理机构，进一步明确各部门职责，统一目标，齐抓共管。调用技术素质好、责任心强、各工种搭配齐全的施工队伍，组织所有上岗人员进行岗前培训、技术讲座及达标考核，做到持证上岗。

3.1.2 施工技术准备

（1）管线调查

根据业主已经提供的资料，与当地相关公共设施（如电力、自来水、天然气、污水、广电信号、通信等）的产权单位联系，确认现场管线情况，避免开挖时收到损坏。对于发现的管线，应与产权单位共同商议保护或迁改方案。

（2）周边建筑物调查

对基坑周边 30m 范围内的建筑物进行调查。对周围建筑物、地面及地下管线等编制详细的监控和保护方案，预先做好监测点的布设、初始数据的测试和检测仪器的调试工作，检测工作准备就绪。

（3）控制点交接

与业主测量主管部门联系，将控制点引入场地内，并做好坐标桩和水准基点桩。

（4）技术安全交底

以施工组织设计为依据，在各项工程施工之前，分级进行认真详尽、有针对性和可操作性的技术安全交底，使工程技术管理人员、作业班组、施工操作人员在施工开始前做到心中有数。

3.1.3 施工人员准备

施工组织管理将实施施工总承包系统管理，统筹部署自有完成项目、指定分包单位完成项目完成项目等各专业工种工程的施工，把各专业工种分包纳入总承包计划管理。严格把握各施工工序的综合协调关系，确保实现本工程的总体战略目标。

根据本工程的施工安排，在施工期间的主要施工人员配备见表 3.1-1 《施工人员配备表》。

表 3.1-1 施工人员配备表

序号	人员工种	人数（人）	总人数
1	施工现场负责人	1	68
2	技术员	2	
3	安全员	2	
4	测量员	4	
5	挖掘机司机	2	
6	推土机司机	2	
7	自卸汽车司机	50	
8	现场清洁工人	2	
9	电工	2	
10	记录员	1	

3.1.4 施工物资准备

根据施工进度计划和施工预算提供的施工机械数量，按施工机械计划表，计划组织相应施工机械进场就位，并根据施工现场确定所使用的运输车辆，施工运输车辆、施工用品以及生活物资和生活用车，并做好各类材料、机械的维护与维修工作。

根据本项目的施工安排，在施工期间的主要施工机具及物资配备见表 3.1-2 和 3.1-3 所示。

表 3.1-2 施工机具配备表

序号	施工机械	数量	型号	功率
1	反铲挖掘机	1 台	PC200	1m^3
2	自带炮锤挖掘机	1 台	PC200	
3	小型挖掘机	1 台	PC120	0．7 m^3
4	推土机	2 台		
5	自卸汽车	50 辆	4L3320	载重 30t
6	铁锹	20 个		
7	手推车	5 辆		
8	全站仪	1 台	KTS550	
9	车辆冲洗设备	2 套		
10	潜水泵	10 台	QJ10-55-4	
11	潜水泵	10 台	QJ25-55-7	
12	水准仪	1 台	DZS3	
13	钢卷尺	2 把	50 米	
14	气体检测仪	1 套		

表 3.1-3 物资配备表

序号	施工机械	数量	序号
1	防尘密目网	1.5 万 m^2	1
2	钢板 2 m×6m	10 块	2
3	防毒面具	50 个	3
4	滤毒盒	100 个	4
5	口罩	50 个	5
6	安全鞋	50 双	6
7	安全帽	50 个	7

3.1.5 施工现场准备

（1）施工手续准备

开工前委派相关管理人员办理好开工所需的各种手续，包括《北辛安棚户区

改造项目实施方案—696 地块报告》的备案等工作，保证按计划开工。

（2）测量放线准备

进场后对业主给定的原始基准点、基准标高进行复测。为建立平面控制网和高程控制网及测量放线工作做准备。

（3）场地清理

如施工区域存在地上或地下障碍物，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），如挖掘机能直按挖除的则直接挖除，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。

（4）现场道路及临时设施准备

根据平面布置图，测量人员做好场内道路位置的测量放线工作，之后土方施工队伍按照划定好的线路，利用原有道路或者新修建道路，对于出土道路铺设渣土及碎石，采用压路机反复碾压，确保开工时道路通畅。

（5）洗车池系统

为使出场车辆干净、清洁，696 地块施工时在场地出口处修筑环保洗车循环系统一套，本次项目将沿用原有洗车池系统。施工期间，在主要出口设置一间票务室专为运输车辆提供开具票据。出口处设置专人对运输车辆进行出场前的密封情况检查，不合格车辆不予发放票据，不准放行。

环保洗车循环系统主要由三个用水泥砂浆砌筑的水池组成，其中洗车池与一级沉淀池和清水池并列排放，如图 3.1-1 所示。

车辆路线：车辆在进入洗车池之前应先在引导车道之前，进行人工拍土。随后车辆沿引导车道进入洗车池内，由两侧工作人员对车身及车轮进行清洗，最后车辆驶出洗车池进入残水吸附区，再驶出场外。

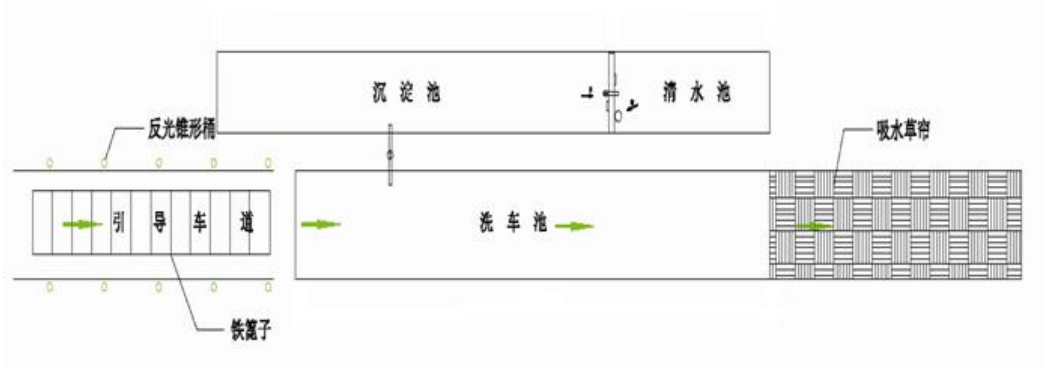


图 3.1-1 环保洗车循环系统平面图

图 3.1-2 环保洗车循环系统照片

水循环路线：使用之前应先将洗车池、清水池内放入适量的水，洗车时由一台潜水泵（一台备用）将清水池内水抽出后在洗车池两侧的喷头中喷出清洗车辆，落入洗车池内的水经管道先流入沉淀池内，沉淀池内水经三天沉淀后逐层放入清水池中，进入再次循环环节。

图 3.1-3 污染土壤运输洗车照片

（6）生活区、办公区布置

本项目生活区、办公区沿用一期工程，用于现场施工人员的办公、生活及休息使用，生活办公区域位置及功能布设见附图。

3.2 总体施工流程和部署

污染土壤治理工程涉及到污染土壤的定位、清挖、运输、储存及处置各个环节，专业程度高并且繁杂。因此总体施工流程和施工部署是完成各项目标工作的关键所在。本项目的施工流程和部署主要围绕工期控制、质量管理、施工协调配合等重点进行部署，科学合理安排施工顺序，组织充足的资源并合理配置，确保保质保量完成本工程的各项目标。

3.2.1 主要施工流程

本项目主要施工流程包括：

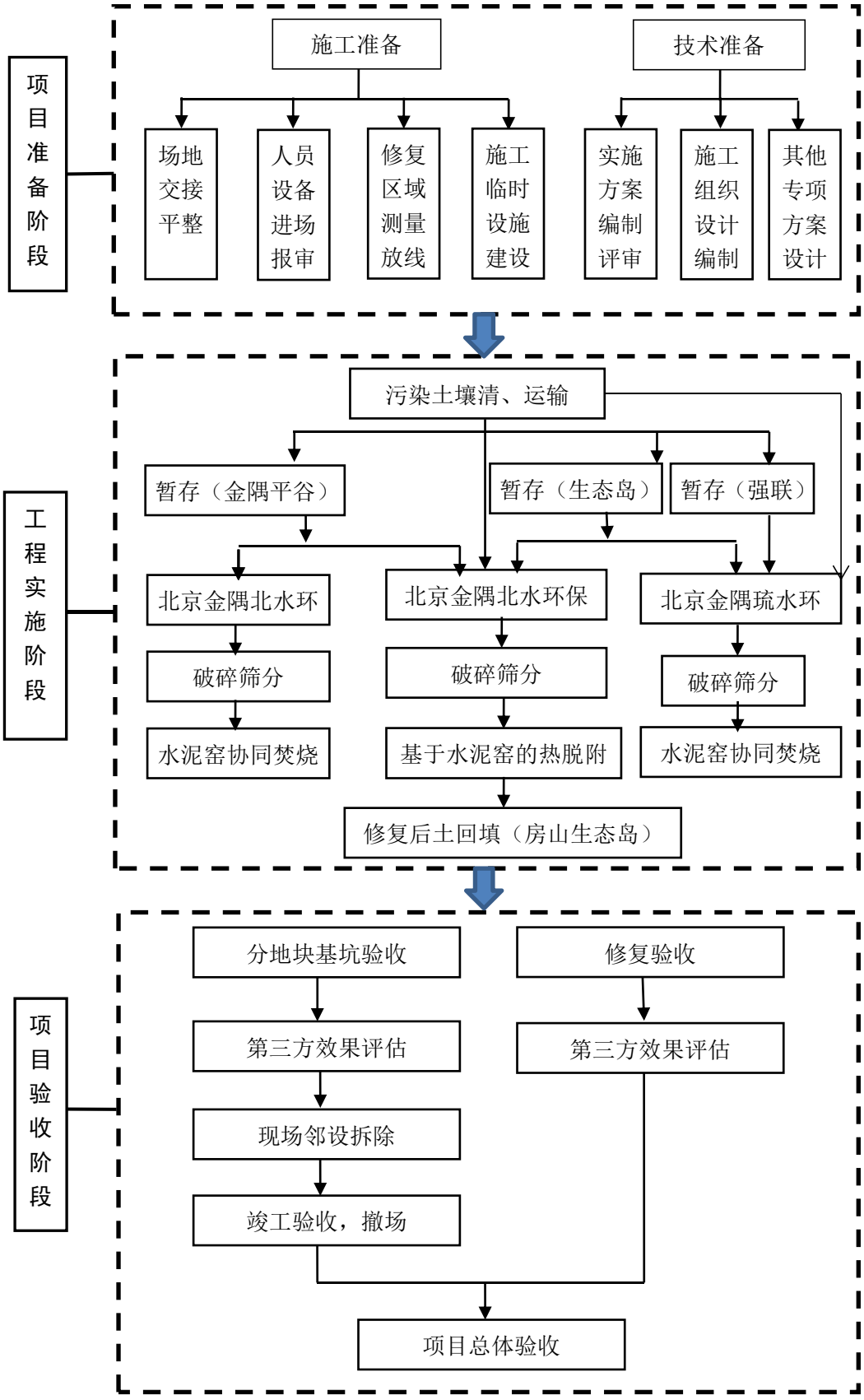


图 3.1-4 主要施工流程图

3.2.2 现场总体施工部署

根据现场实际情况，土方开挖采用分层放坡开挖，按照《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》中的修复范围分层进行开挖，每层开挖从基坑的一端向另一端进行。本工程土方开挖以机械开挖为主，人工开挖配合的形式。开挖过程中，为了避免超挖及原状土层被扰动，当机械挖至实际基底标高以上 30cm 时，土方采用人工开挖，并派施工员跟班，严格控制基坑挖土标高，以保护基底土层免受扰动。

土方开挖过程中，采用放坡对开挖过程中产生的基坑进行支护，确保土方开挖过程不发生坍塌现象。

3.2.3 污染土壤修复总体施工部署

696 地块项目场地污染土壤治理工程污染土方量为 43464.48m³。根据《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》及场地地质条件及土壤性质、污染物的性质，综合考虑技术因素、经济因素和环境因素，本方案确定项目污染土壤清挖后分类运输至存储点暂存，存储点包括原金隅平谷水泥厂、强联水泥厂、生态岛公司、金隅北水、金隅琉水，存储点内的污染土壤在合适的时间转运至处置点，以保障现场清理得时间进度继而满足后期开发的工期要求。确定处置场所为金隅北水环保科技有限责任公司和金隅琉水环保科技有限责任公司，存储点运输来的污染土，As 污染土壤及含 As 的复合污染土壤采用水泥窑协同焚烧处理工艺处置，最终变为符合产品质量的水泥，没有废渣和其他废弃物的产生；PAHs 污染土壤经破碎筛分，筛分大块采用水泥窑协同焚烧处理工艺处置，最终变为符合产品质量的水泥，没有废渣和其他废弃物的产生，筛分小块采用基于水泥窑的热脱附工艺处置，污染土壤经过高温热脱附，土壤中的污染物被脱附出来并进入水泥窑中进行安全处置，热脱附后的土壤中基本不含有污染物质，出土回填位于北京市房山区窦店镇金隅科技园区的基坑中。

3.3 施工总平面布置

科学合理的施工总平面布置及管理是保证工程及时、安全、优质、高效地完成的关键。

本工程现场施工阶段工期要求紧，一次性投入的人力、物力、机械较多。为

了保证场内交通顺畅和工程安全、文明施工，同时减少现场材料、机具二次搬运以及避免环境污染，应对现场平面进行科学、合理的布置。

3.3.1 现场施工总平面布置原则

严格遵守北京市相关政策和标准，做好施工现场卫生、安全及防火措施。

施工现场总平面布置应与周边环境协调施工，并与施工组织设计、施工方案及施工顺序相协调。

在平面布置中应充分考虑好施工机械设备、办公、道路、现场出入口、堆放场地等的优化合理布置，根据施工场地及周边交通状况设置道路及主要出入口。

充分考虑现有道路有效利用的原则，便于大型运输车辆通行并保证其安全性。

在总体布置上，应充分考虑扬尘污染、噪音污染的有效控制，噪声较大的处置设备尽量远离居民区。

3.3.2 现场总平面布置

场区内施工阶段主要施工内容包括：污染土壤的定位，污染土壤开挖及运输，基坑支护，开挖基坑检测等。现场临时用水、临时用电均从业主单位提供的接口处接入。现场临时道路主要利用原厂区内水泥路，在没有原有道路的施工区域，利用场区内建筑渣土铺设 300mm 厚临时道路。

场区内设置生活办公区、洗车池、施工材料存放区以及清洁土壤堆放区。

（1）生活办公区

生活办公区包括办公室、会议室、休息室、厕所等，为项目施工期间现场工作人员提供必要的办公及生活设施。

（2）车辆冲洗区

所有由污染区域进入非污染区域的设备、机具均需在车辆清洗区清洗干净，包括挖掘机、运输车辆等。

（3）施工材料存放区

本区域用于施工材料和施工设备的有序堆放，严格按照机械设备管理制度，

做好机械设备的购置、租赁、使用、保养维修和进退场工作，确保设备处于完好的状态，以满足持续施工生产过程能力的需要，确保运行过程中的安全，降低对环境的影响。

（4）清洁土壤堆放区

用于堆放清挖出来的清洁土壤，避免清洁土壤与污染土壤混合，造成清洁土壤的污染。

3.3.3 异位修复区总平面布置

（1）北京金隅北水环保科技有限公司

北京金隅北水环保科技有限公司现有基于水泥窑的热脱附设备、水泥窑协同焚烧设备，其中热脱附设备处置能力约为 50t/h，年处置污染土壤约 35 万吨；其中两条水泥窑协同处置线，日处理能力均为 260 吨。公司对现有料棚进行了负压改造，具有约 20 万方的存储能力，可用于本项目污染土壤的储存。储存棚内地面混凝土防渗，墙体是现浇混凝土 6 米，6 米以上是钢结构，大棚配置了负压、活性炭废气处理系统。异位修复区域平面布置图见图 3.3-1 所示。

图 3.3-1 北水公司异位修复区域平面布置图

（2）北京金隅琉水环保科技有限公司

北京金隅琉水环保科技有限公司拥有两条水泥生产线，计划年处置污染土 5 万方。北京金隅琉水环保科技有限公司具有微负压大棚，可用于暂存转运待处置

的本项目污染土壤，大部分项目来源的污染土暂存于北京金隅琉水环保科技有限公司强联分厂。北京金隅琉水环保科技有限公司已多次进行污染土焚烧处置，处理配套设施及工艺成熟。

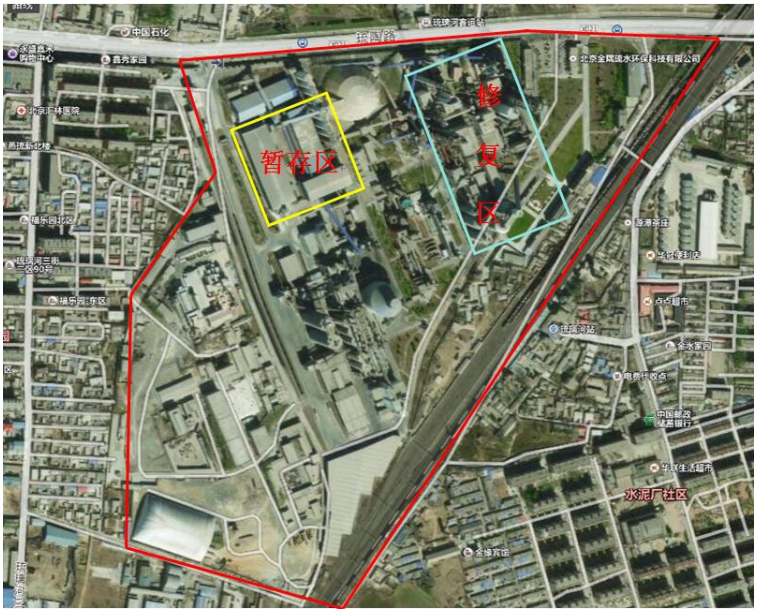


图 3.3-2 琉水公司异位修复区域平面布置图

4 污染土壤清挖和运输方案

4.1 污染土壤测量定位方案

4.1.1 测量定位依据和要求

（1）定位依据

①《工程测量规范》（GB50026-2007）；

②《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》出具的标高基准点位置及控制点坐标。

（2）任务要求

污染场地的修复范围是根据土壤污染调查结果和针对场地具体特征条件确定的场地修复目标值，在自然邻域法插值确定的场地污染物分布范围的基础上，结合监测点的位置、生产设施分布情况以及污染物的迁移转化规律和现场的污染判断而最终确定的。因此，在开始对污染土壤进行清挖前，需要准确定位污染范围，以保证污染土壤能够被彻底清理。

本工程的污染土现场定位以《北京市导线点成果表》测定各控制桩点精确坐标值，建立闭合导线虚拟控制网，再根据施工控制网测设污染土壤分布各拐点坐标。并根据高程基准点实时监控开挖深度直至开挖达到设计要求。

（3）施测原则

Ⅰ）严格执行测量规范，遵守先整体后局部的工作程序，先确定平面控制网，后以控制网为依据，进行各污染土壤分布拐点的精确定位放样；

Ⅱ）必须严格审核测量原始数据的准确性，坚持现场定位与计算工作同步校核的工作方法；

Ⅲ）测量工作执行自检、互检、复核合格后再报检的工作制度；

Ⅳ）测量方法要简捷，仪器使用要熟练，在满足工程需要的前提下，力争做好省工省时省费用；

Ⅴ）明确为工作服务，按图施工，质量第一的宗旨；紧密配合施工，发扬团结协作、实事求是，认真负责的工作作风。

（4）测量组织机构及仪器

根据本项目基本情况拟配备一个测量班组完成本项目的测量工作，测量班组为三人，测量小组应和相关部门紧密配合，进行测量工作的校验，同时服从项目技术负责人领导。测量所需仪器见表 4.1-1 所示。

表 4.1-1 测量仪器配备一览表

序号	仪器名称	型号	数量
1	经纬仪	J2	1
2	水准仪	DZS3	3
3	钢卷尺	50 米	2

4.1.2 污染土壤现场定位流程和定位方案

（1）污染土壤现场定位流程

污染土壤现场定位包括平面位置的定位以及立面标高的定位。

本项目污染土壤平面分布范围是以北京市坐标系统坐标数据进行划定的区域，每层污染土壤清挖之前需进行精确的拐点定位，因此，本方案主要以《北京市导线点成果表》中数据做为定位数据，向本工程所在地区域测设控制桩点，以控制桩点形成虚拟控制网，再以该控制网为依据精确定位污染土分布范围各拐点。

污染土壤立面定位是指在开挖施工过程中对各层标高进行的实时监控定位，本项目中的开挖深度控制基准点是指业主方指定的开挖区域周边道路中心线某点高程，在污染土壤开挖过程中利用水准仪实时测量开挖深度，防止出现开挖不到位或超挖等现象。

（2）污染土壤定位方案

在开挖施工前，项目部测量人员根据图示污染物的修复范围，确定其平面及高程位置，并做好标记。对于表层污染土，在污染土壤平面位置标记好之后，请现场监理或者业主进行复验，复验合格后进行开挖，开挖完毕后请现场监理或者业主进行再次复验。对于非表层的污染土壤，根据污染物所在的深度，在挖掘到相应的深度并现场平面定位完毕后，请现场监理或者业主进行平面和高程的复

验，复验合格后，才能开始清挖工作。

本工程开挖深度的高程基准点（即后视点）为开挖区域周边道路中心线上的点，在向基坑内引测标高时，首先联测高程控制网点。经联测确认无误后，方可向基坑内引测所需的标高。即架设好水准仪后，以基准点为后视点，根据设计深度计算出开挖层底部高程读数，用人工清理的方式铲至设计深度标高。为保证竖向控制的精度要求，对所需的标高基准点，必须正确测设，在同一平面层上所引测的高程点，不得少于三个。并作相互校核，校核后三点的较差不得超过 3mm，取平均值作为该土层施工中标高的基准点，基准点应根据基坑情况设置在较稳定位置。所标部位，应先用水泥砂浆抹成一个竖平面，在该竖平面上测设施工用基准标高点，用红色三角作标志，并标明绝对高程和相对标高，便于施工中使用。用钢尺作为传递标高的工具。

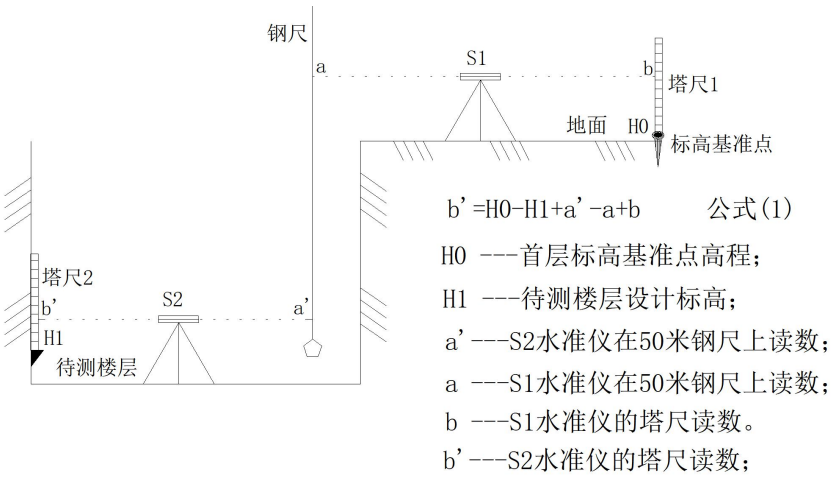


图 4.1-1 开挖过程的标高引测操作示意图

4.1.3 测量定位管理措施

（1）测量定位管理制度

测量定位工作是保证污染土壤精确开挖的基础工作，是各施工阶段的先导性工作，也是各阶段竣工验收的主要内容，是保证工程的水平位置、高程符合设计要求与施工的依据。搞好测量定位管理工作是保证正常施工和工程质量的前提。本工程测量班组的组长负责本组测量成果的真实性、准确性。并保证向技术负责人及现场监理或者业主提供完整的测量资料和有关数据。所有测量班组成员均应有国家相关部门核发的操作证，保证持证上岗。

（2）测量仪器管理

Ⅰ）工程中所使用的测量仪器、设备都应按国家各类设备检定规程规定的周期、方法、准则在国家授权的计量单位进行检定。

Ⅱ）仪器的存放应由专人管理，不得随意摆放，管理员应建立仪器管理台帐，内容主要包括：型号、数量、检定时间、搬运、收发使用等。

Ⅲ）严格按照操作规程操作，杜绝冒险、违章操作。

Ⅳ）仪器、工具的存放地点应有防尘、防潮、防晒、防震、防冻、防高温的措施，以保持干燥通风、整洁、安全。精密仪器箱内应装有有效的干燥剂。

（3）测量工作中的安全保证措施

Ⅰ）为保证人身和仪器的安全，应按现场施工的安全管理办法严格执行。

Ⅱ）在行车的道路中设测站时，应安置醒目的防车标志。

Ⅲ）在测站上的观测人员不能离开仪器，同时应避免测站周围的不安全因素（或其它施工影响）给测量人员及仪器带来的安全隐患。

4.2 污染土壤现场清挖方案

4.2.1 工程目标

安全目标：确保污染土壤处置达到修复目标值的要求，同时确保污染土壤的开挖清除和处理处置的各个阶段的人员安全和环境安全，防止产生污染转移和二次污染，并最大限度的降低对环境产生远期的污染隐患。保证工程施工过程无安全事故发生。

质量目标：合格。按照国家环保部及北京市环保局要求，彻底解决土壤污染问题，不留环境与安全隐患，保证场地长期使用的安全性。工程施工方面保证按国家相关技术规范验收合格。

工期目标：高效合理安排工程进度，充分综合考虑气候条件、场地条件，科学管理，协调统一，确保按规定的工期完成全部土壤的处置工作。

环保目标：坚决杜绝二次污染，严格控制污染土壤流失，确保污染土壤清挖到位，运输途中无遗撒、处置达标。

4.2.2 现场清挖施工内容

根据本工程污染场地现场情况，将本次污染场地现场清理及运输工作任务划分为如下四个子任务，并以各项子任务进行合理分工，确保工程目标的实现：

A：施工准备；

B：污染土壤现场定位、测量；

C：分层开挖、运输；

D：验收。

污染土壤现场清理及运输工艺流程：

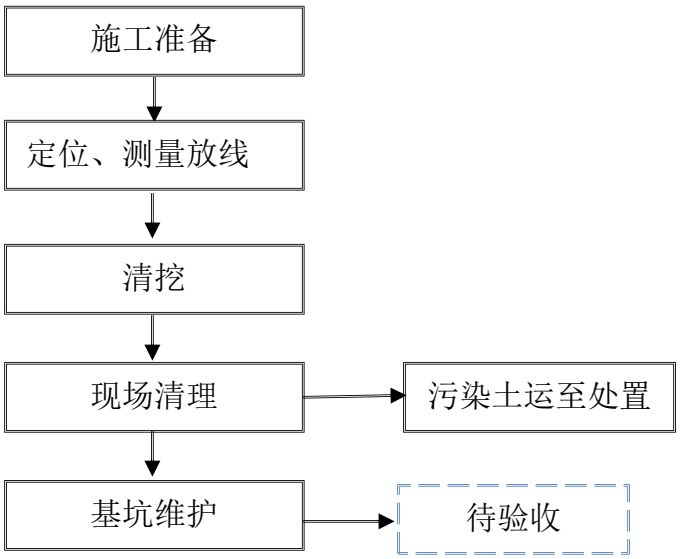


图 4.2-1 污染土壤现场清理及运输工艺流程

4.2.3 清挖原则

根据本项目场地污染范围与开挖区域分布情况，污染土壤清挖方案应尽量遵循以下三条原则：

（1）尽量减少清挖次数，先进行表层清挖，后进行深层清挖；

（2）先清挖易开挖、不受场地设施影响区域；

（3）由于土壤中的污染物为 PAHs，清挖过程极易挥发迁移至大气中，因此尽可能采用密闭措施，减少污染物无组织向大气中逃逸。同时，做好清挖工人的个人安全防护。

4.2.4 清挖方案

696 地块最大污染深度为 5m，且由浅层至深层逐层衔接，便于施工。采用机械开挖加人工清底的开挖方式，单层开挖深度不超过 2m，其中污染深度为 1m 的区域开挖至 1m 即可。开挖过程中根据实际情况采用放坡方式进行开挖，场地的土质基本为碎石土，因此放坡的高宽比可以选择 1：0.35，放坡产生的土壤一律作为污染土进行处置。

根据场调污染区域与污染深度，将 696 区域的施工进行了部署，本地块将分为 4 个基坑进行清挖，顺序为自北至南，由浅层至深层逐步分层推进。696 地块现场清挖平面图。

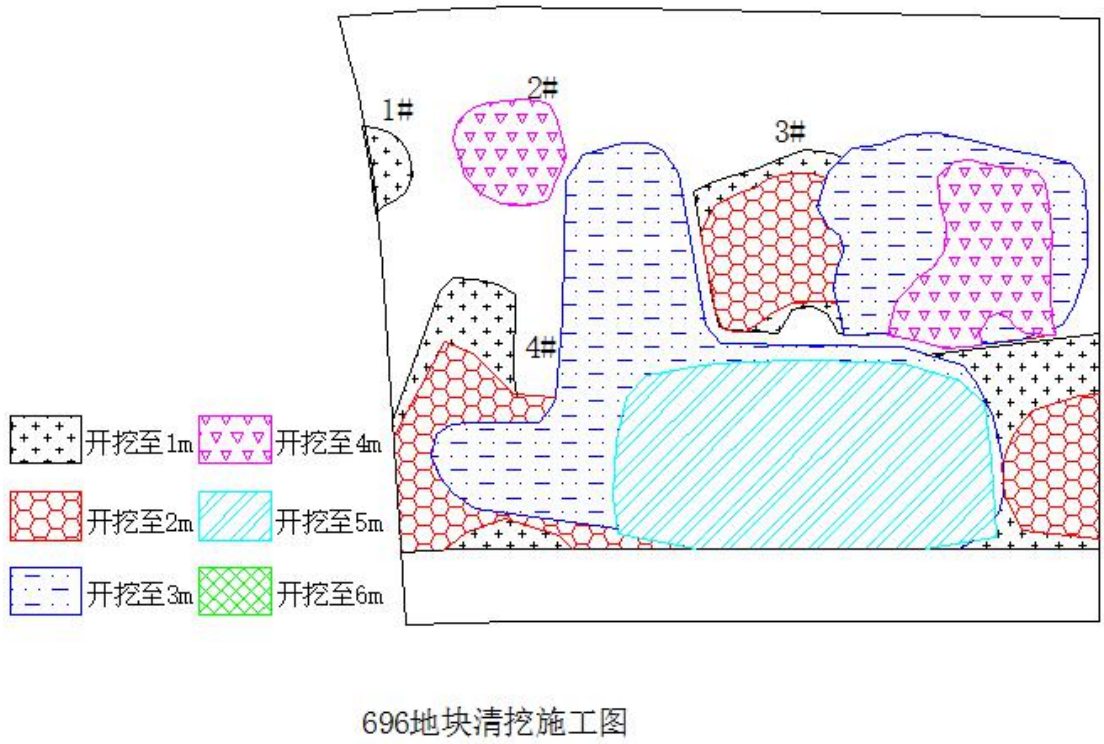


图 4.2-2 696 地块污染土壤清挖图

本地块中存在砷污染土、多环芳烃及砷复合污染土分布区域如图 4.2-3，该区域在清挖施工时，将单独安排放线、清挖、运输与储存。

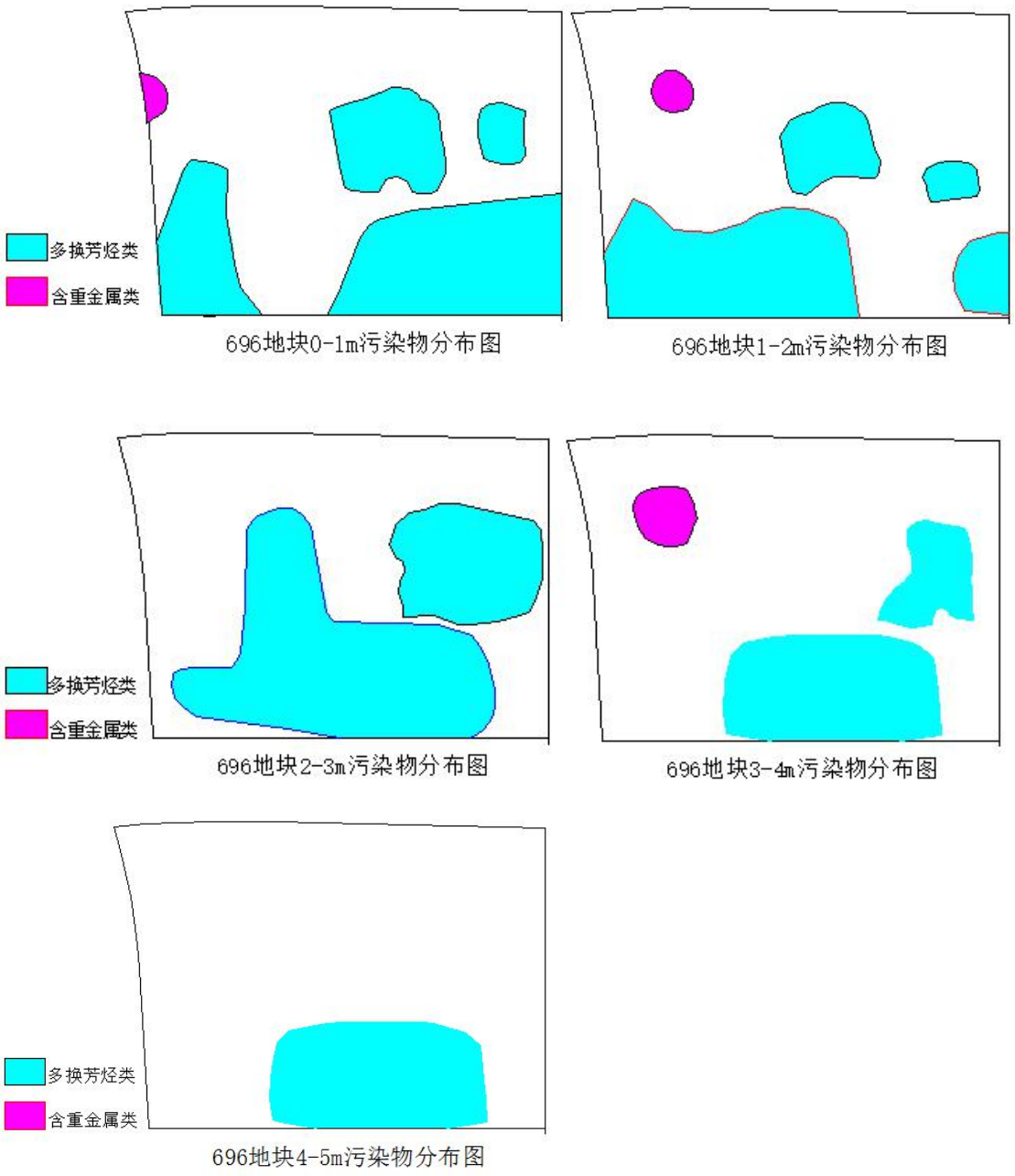


图 4.2-3 污染物分布区域图

根据施工工程量统计，根据 696 地块的场调报告中污染土壤分层分布情况，本项目不考虑放坡土石方工程施工总量为 60311.81 方，其中包含场调报告中污染土壤为 43464.48 方，夹层、表层非污染土壤量约 16847.33 方，夹层与表层非污染土土直接作为污染土挖运处置。各区域施工工程量明细见表 4.2-1。

表 4.2-1 各区域施工工程量明细

基坑编号	不同基坑深度分布面积 ㎡					
	0-1m	0-2m	0-3m	0-4m	0-5m	0-6m
1#	201.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2#	0.00	0.00	0.00	698.37	0.00	0.00
3#	309.99	1192.25	1974.89	1565.47	0.00	0.00
4#	1611.96	2092.93	4044.14	0.00	4901.04	0.00
各深度开挖面积合计 ㎡	2123.80	3285.18	6019.03	2263.84	4901.04	0.00
开挖深度 m	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
各深度开挖土方量合计 ㎡	2123.80	6570.36	18057.10	9055.36	24505.20	0.00
合计理论土方量 ㎥（不考虑放坡）	60311.81					
场地调查报告量 ㎥	43464.48					
非污染土方量 ㎥	16847.33					

4.2.5 开挖方式

（1）路基、房基破除

项目场地位于首钢煤料堆场，现已完成拆迁工作，项目区域内存留部分的路基基础和房屋基础，破除量较大，通过前期调查，部分场地内道路采用的是钢渣路基，强度较大。

项目进场后，须尽快根据污染区域测量放线，确定污染区域内剩余路基基础和房屋基础的工程量，并安排自带炮锤的反铲挖掘机进场进行破碎，过程中安排专人喷水降尘，降低扬尘对周边环境的污染。破碎后的石块、砖块或混凝土块须满足水泥厂接收要求。

（2）按照总体工程进度开挖

由于本项目为安置房，现场涉及到首明塑料包装制品厂厂区，现场情况比较复杂，各个地块的工程进度有所不同，现场清理施工将总体的工程进度进行污染土壤的清运施工。清理完毕后，及时进行检测，对达标的基坑在环保部门确认合格前，以及业主进一步施工前做好各项防护措施。而对于基坑底部检测达标，而侧壁检测未达标的区域，采取合理的隔离与防护措施。

（3）每个区域分层开挖

本工程采用机械开挖加人工清底的开挖方式。单层开挖深度不超过 2m。人

工清挖时，应严格按照前文中的防护措施对清挖人员进行健康卫生防护。

开挖期间应设置截水沟及集水坑，下雨天气及时安放水泵，将坑内积水抽至指定位置并按要求处置后排放。

4.2.6 开挖顺序

本项目现场已拆除完毕，具备清挖条件，因此在项目开工后，自北向南依次分层清挖，已经开挖的基坑，在待检期间做好基坑维护措施（防止污染的维护、防止基坑塌陷的维护、防雨水的维护）。

4.2.7 开挖流程

开挖流程如图 4.2-2。

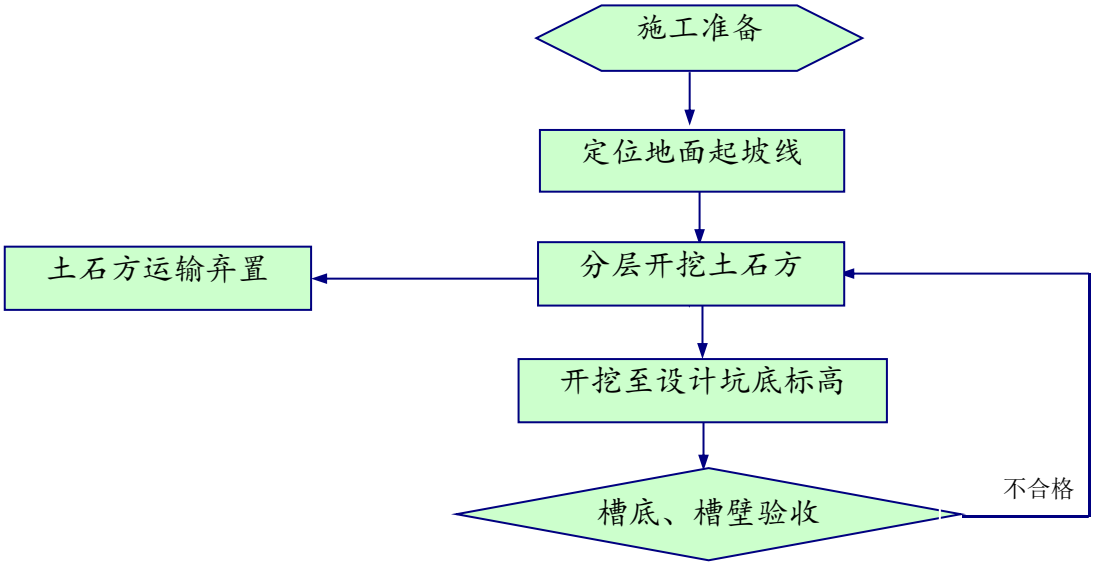


图 4.2-2 土壤清挖流程

4.2.8 非污染土壤的处置

开挖出的污染土壤须按要求运至处置场地进行处置，非污染土壤区域在施工部署时直接作为污染土壤区域进行清挖、运输，运至处置场地进行处置。

4.2.9 现场混凝土地基处理

施工过程中，对开挖出来的混凝土地基以及大型的石块与污染土壤一并转运至制定存储地点，对其进行筛分、清扫，并对筛分大于 200mm 的大块混凝土块采样检测，如结果未超过相关浸出浓度标准则该部分建筑垃圾，作为建筑垃圾进行处理；如超过浸出浓度标准的部分建筑垃圾，则经破碎预处理后随污染土壤一

起高温焚烧处置。冲洗产生的污水定期检测，检测合格的冲洗水进行循环使用，若超标则直接进入厂内污水处理系统处理。

4.2.10 土方开挖的注意事项

（1）分层开挖，边挖边检查坑底宽度及坡度，不够时及时修正，每层开挖完后应及时进行侧壁土样检测，待检测结果显示挖到位后方可进行修坡、支护，否则需继续开挖，直至检测合格为止。挖至要求深度时，要进行槽底验收，确保污染土开挖到位。

（2) 开挖时如有水或雨季应做好基坑排水，确保开挖过程中的土体和基底的干燥，保持基底强度及完整性不受破坏。

（3) 基坑顶面周边严禁堆载。

（4）加强现场管理设专人指挥，及时指导施工，合理安排好施工工序。

（5）实行信息化施工，加强施工监测，发现异常情况及时处置，并开展相应的措施解除报警。

4.2.11 清挖完基坑清挖效果检测

污染土壤原地清挖后应对产生的基坑进行清挖效果检测，以确保污染土壤均已清除。本场地污染土壤采用分层分区域开挖的方式进行清挖，对清挖完达到设计高度的基坑进行侧壁和坑底检测。清挖效果检测依据北京市发布的《污染场地验收技术规范》中的相关技术要求进行布点采集土壤样品，对不达标点位周围土壤的物理和化学性状进一步观察分析，排除异常值的干扰并重新界定继续深挖的面积和深度；最终完成全部场地内土壤环境质量的清挖效果检测工作，保证污染场地土壤环境质量达标。

4.2.12 基坑待检区域的维护措施

（1）安全维护措施

清理后的基坑，做好安全维护，做好警戒区域的划分，防止对裸露基坑的干扰，及时清除安全隐患。

①坑边堆置材料、土方、移动运输工具和机械不应离槽边过近，距坑槽上部边缘不少于 2 米。

②夜间施工时，施工现场应有足够照明设施，照度应符合相关要求，参与夜间施工的人员必须穿着反光背心，并限制车辆行驶速度，并派专人进行，以确保安全。

③每天应对周围环境及建筑物进行巡视检查，发现异常情况应及时上报、处理。

④开挖过程中应及时对边坡位移与沉降进行观测，发现异常及时停止施工并上报处理。

⑤清挖完毕的基坑，基坑周边设置明显的警示标志，周围用警戒线进行维护，防止人员、机械进入。

（2）基坑雨季防护措施

①根据本工程的场地情况，基坑周边准备应急防水沙袋，严防外部雨水进入基坑。

②斜坡坡面用彩条布覆盖，坡面会顺着彩条布流至坑底，这样防止斜坡土滑坡。

③基槽到底后，及时修筑导水沟，在基坑四个角落设置四个集水坑，集水沟与集水井应铺设塑料布等防渗措施，布置水泵，用潜水泵直接将集水坑内收集的水排到场地以外，确保雨水能及时排出，基坑内严禁积水，防止浸泡基坑边坡。

④现场准备足够数量的塑料布，当土方开挖至槽底时，及时进行覆盖，既能防止阳光曝晒，又能防止大雨冲刷。

⑤准备充足的潜水泵，及时将现场存水排到场地以外，排水时防止雨水回灌，造成二次冲刷。

⑥用砖块和砂石对坡道及行车路线进行铺垫，基坑四周地面要填平，留一定外坡，并与场地排水管道组成地面外排水系统，使基坑四周地面不能有积水。

⑦当雨来临时，及时对坡道、边坡、裸露的工作面苫盖塑料薄膜。

⑧在雨期期间，加强值班及收听天气预报，下雨之前清理集水坑及排水沟，预备好潜水泵等抽水工具，雨后及时组织人力、物力进行坑内抽、排水工作及基

坑四周积水的疏通工作。

⑨对于持续几天的降雨或大暴雨，需要采取地面有效的挡水、排水措施，防止雨水大量灌入基坑。基坑内部排水分两种情况：若基坑未到底或基底的排水沟和集水井未修好时，需要采用泥浆泵进行雨中排水；否则，采用潜水泵排水，排水管要配备足够长，使水一次排出施工现场。

⑩降雨结束后应立即对边坡进行位移及沉降观测，发现异常及时上报处理。

（3）防止基坑二次污染措施

基坑清理到场评报告要求的标高后，及时对基坑底部与侧壁进行布点采样，对于不合格的进行及时清理。对于修复合格但未获得环保部门认可的基坑进行重点防护，防止再次受到污染。对于邻近基坑侧壁未达标的情况，采取隔离与防护措施。

① 标基坑与侧壁的防护措施

Ⅰ）当某地块区域清理到场评报告的标高后，及时进行清挖效果检测，采样后，对基坑须采用密目网覆盖，防止扬尘，对于斜坡面采用彩条覆盖，防止斜坡土滑坡。

Ⅱ） 该地块基坑周边 3 米范围设警戒线，基坑边警戒线内严禁堆放一切材料，包括非污染的土壤，防止混合交叉，设置专门人员负责看守。

Ⅲ）若期间下雨，采取雨季基坑防护措施进行防护，并对集水坑内的水进行采样检测，若水中多环芳烃污染物超标，采用集装水车将抽出的水运送至我公司污水处理站进行处理。

Ⅳ）若基坑检测结果表明部分点位未达到修复目标时，划定二次清理区域报送建设单位、监理单位确认，进行二次清理，清理后再次进行布点采样，并进行覆盖。

Ⅴ）基坑与侧壁经检测达标后，报送建设单位、监理，并与环保局沟通，备齐该地块基坑的验收资料，为建设单位确定该基坑的进一步施工安排做好基础工作。

②未达标的邻近基坑侧壁的隔离与防护措施

当某两个污染区域由于进度计划不一致，其中一个区域清理完毕，而相邻区域未定，此时基坑检测达标，但相邻区域的侧壁检测超标时，需要及时上报建设单位、监理单位。同时做好未达标的邻近基坑侧壁的隔离与防护措施。

Ⅰ）在基坑清理过程中，严格按照施工方案实施，根据基坑情况、周围环境情况，及时做好支护。

Ⅱ）基坑清理完毕，对于未达标的邻近基坑侧壁，由于本次项目的基坑为 0 至 3m，所以对于检测未达标的基坑侧壁，采取防护隔离措施，防止污染物扩散与挥发。。

Ⅲ）待邻近区域拆迁时，破除侧壁砂浆支护，并将邻近区域的基坑清理完毕，进行检测。

Ⅳ）降雨前及时对边坡，坡道，裸露的工作面进行苫盖，再次开挖时注意相邻基坑有无异常变化，如发现异常情况及时停止施工并上报，待解决后方可继续进行施工。

Ⅴ）加强对开挖基坑与相邻基坑的位移与沉降观测，并加强巡视，必要时，可安排专人值守观测，以确保安全。

4.3 清挖现场的环境保护及人员防护措施

4.3.1 清挖现场环境保护措施

（1）大气环境保护措施

污染土壤清挖、运输、储存、修复的整个过程中需要对空气环境进行管理，其目的是确保施工过程中工作人员的健康安全，并防止施工过程对周边空气环境造成二次污染。

本项目中的污染物主要为有机物，有机物的挥发以及扬尘中可能携带的污染物将对场地内和下风向的空气质量造成影响。为保护施工区域内及下风向的空气质量达标，施工过程中将对施工人员的工作区域及下风向场界处进行空气质量监测管理，具体的施工期监测方案见第 7 章。一旦发现超标现象，则采取及时有效

的安全保护措施。现场空气质量控制措施包括以下几项：

①挥发性有机污染物的控制措施

污染土壤清挖过程中对挥发性有机物的控制手段主要是控制开挖范围，尽量减少污染土的暴露面积。施工过程中，根据施工进度要求合理安排开挖作业面，尽量减少暴露面积。污染土壤清挖时，采用小作业面，边挖边退边覆盖的方式进行作业。一个作业面清挖完成后，及时覆盖，设备后退进行下一作业面开挖作业，以这种作业方式严格控制暴露在空气中的作业面积，达到控制土壤中 VOC 挥发扩散的目的。

②扬尘控制措施

Ⅰ）在清挖施工过程中，需要防止尘土飞扬。遇到 4 级以上大风天气，应停止土方清挖作业，并对暴露土壤进行苫盖。

Ⅱ）土壤清挖施工机械在操作时慢转、轻摇，尽可能防治起尘。

Ⅲ）在施工现场内将土方运输车辆装土后压实，将运输车外表清扫干净后再运出工地大门，防止扬尘产生。

Ⅳ）作业面出现扬尘时，可采用洒水车在基坑周边进行洒水作业，控制扬尘。若作业面出现大面积重扬尘情况，洒水和铺盖苫布已经不能满足需求时，采用移动式喷雾除尘设备对扬尘进行控制。该技术是使水形成喷雾，在预设的压力和速度下将水雾喷入空气中，水珠颗粒与灰尘接触后并包裹灰尘，灰尘受重力作用落地。

图 4.3-1 移动式喷雾除尘设备

③修复过程中的无组织排放监测

针对污染土壤清挖清理现场的大气污染敏感目标制定环境保护措施。本项目大气污染可能对周边人群健康造成影响，因此大气污染的敏感目标包括了污染土壤清挖清理现场的施工人员、施工现场的周边居民点等。针对以上敏感目标制定大气环境质量的监测方案和大气环境质量控制措施，并严格按照监测方案和控制措施执行。若遇到施工现场及周边的大气监测指标超标现象，及时采取以上所列的粉尘控制措施、挥发性有机物控制措施，防治无组织排放所造成的环境影响。

（2）废水环保措施

污染土壤清理过程中产生的废水主要是由于降水造成基坑底部汇集的降水和施工人员的生活废水。

在污染土壤开挖过程中，将采取分区域开挖的方式，根据以往经验，每个区域污染土壤的开挖周期多为几天。在开挖之前，根据污染土方量估算需要开挖的范围及时间，然后根据天气预报情况，选择最近几天无雨的天气进行开挖，尽量减少污染土壤与雨水接触。

为避免施工过程中出现临时性降雨，在基坑底部设置集水井收集雨水，基坑内收集的雨水经检测未超过排入公共污水处理系统的水污染物排放限值，则直接排放至公共污水处理系统，排放限值见表 4.3-1，如检测超过排入公共污水处理系统的水污染物排放限值，则可将本部分超标污水用于污染土壤洒水降尘，如超

标污水过多，则将超标污水运往生态岛公司污水处理中进行处理。施工人员的生活废水进行集中收集后排放到市政污水管网。

表 4.3-1 排入市政管网的水污染物排放限值

序号	污染物	排放限值（mg/L）	执行标准
1	总砷	0.1	《水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）
2	苯并（a）芘	0.00003	
3	苯	0.5	
4	苯系物总量	2.5	
5	石油类	10	

（3）二次污染风险控制措施

①确保清挖到位

严格按规定的拐点坐标施工，不随意更改施工方案，确保清挖到位并严禁超挖。挖土施工过程中，设专人指挥挖机作业。清挖至规定范围后停止施工并及时进行自检测，自检测合格后申请环保局验收。

②清挖终点扫尾

清挖至区域边界后，派专人对基坑底部进行清扫，将散落的污染土壤收集后运出进行处理，确保遗洒的污染土壤全部进行处理，以防止对清挖基坑的验收造成影响。

③清挖设备离场清扫

用于污染土壤挖掘施工的机械和设备等退出施工或用于非污染土壤施工前，要将机具上残留的污染土壤清除干净，防止污染土壤迁移到其他场地，造成二次污染。对现场清理及运输车出厂前可能在施工现场道路中发生的遗撒，每天组织人员对道路进行清扫，将清扫得到的污染土壤全部装车运往处置单位污染土储存大棚内储存，并进行集中处理。

④施工现场设立专门的废弃物临时储存场地

废弃物应分类存放，对有可能造成二次污染的废弃物必须单独储存、设置安全防范措施且有醒目标识。废弃物的运输确保不遗撒、不混放，统一运送至处置

单位进行处理。

（4）噪声环保措施

①施工机械合理布置，防止在同一位置布置大量的动力机械设备，避免局部声级过高；

②选用低噪音设备，在厂区行驶时，尽量减少噪音，没有消声器的车辆不准进场；

③加强施工指挥，减少人为噪声；

④设立临时声障；

⑤噪声补偿措施，对周边受噪声影响较大的居民进行适当补偿，对受到施工干扰的单位和居民在施工前予以通知，说明施工期拟采取的噪声防治措施，并取得理解。

4.3.2 清挖现场人员防护措施

（1）污染土壤清挖施工的风险解决方案

在污染土壤清挖装运施工过程中，需要识别和预防在项目实施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。

①化学危害风险

现场活动中相关的化学危害包括：在现场活动中场地污染物的潜在暴露，例如挖掘、装载和运输等。还包括设备去污所使用的产品以及燃油等辅助产品的危害。这些物质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。根据本项目工作范围确定的任务，有可能遇到的相关化学危害物质主要为砷、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽和茚并(1,2,3-cd)芘等挥发半挥发性有机物。

对于现场工作人员，需要做好必要的健康安全防护。防护设备类型与规格详见表 4.3-2。

表 4.3-2 施工个人安全防护用品

序号	名称	规格与说明	发放范围	
			直接接触	非直接接触
1	防毒面具	过滤式防毒面具	●	
2	有机气体滤毒盒	3M6001 有机气体滤毒盒	●	
3	滤尘盒	5N9 防尘滤棉	●	
4	护目镜	3M1261/1621AF 防化学护目镜	●	●
5	有机气体防护口罩	防有机气体和颗粒物		●
6	防护服	杜邦特卫强 C 型	●	
7	工作服	具有短时间防水功能、长袖、长裤	●	●
8	防化学品手套	耐磨耐刺穿抗化学品，易于操作	●	
9	劳保手套	丁腈涂层，手背无涂层，可透气		●
10	劳保鞋	铁头，大底、双密度 PU，防穿刺	●	●

②呼吸化学危害的控制

对场地污染物的潜在暴露应采取如下控制措施：

Ⅰ）在呼吸区域使用光离子化检测器（PID）进行半挥发性有机污染物气体的现场浓度监测。

Ⅱ）在已知的污染物浓度的区域，根据区域不同采用适当的呼吸防护。防毒面具需佩戴有机气体滤毒盒，通常滤毒盒使用期为一个月，但在穿戴防毒面具的情况下能闻到异味，则表明滤毒盒被穿透，需及时跟换滤毒盒。

Ⅲ）采取扬尘控制措施，减少扬尘。

③皮肤接触和污染物吸收

可使用适当的个人防护器材和正确的清洁步骤来控制化学品的皮肤接触。当遇有接触潜在的有害介质或原料风险时，应穿戴适当的个人防护器材（防护服，长袖、长裤型，袖口收缩；防化手套），使皮肤接触降到最低。

在场地工作区域任何时间不允许吸烟，喝水（包括酒、饮料）或进食。在离

开工作区域时，应该迅速洗手、洗脸。

④危险性沟通

需要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。所有在受控工作区不得个人单独工作。

（2）现场 PID 检测措施

配备个人防护器材的目的是遮蔽或隔离员工，使其免于受到污染场地施工活动中遇到的化学品污染物和物理危险。

现场施工场地需配备以下种类的个人防护器材：安全帽，防护眼镜（带永久固体的侧护板），护目镜，面罩，劳保鞋，手套（棉、批、异丁橡胶，氯丁橡胶），带有机气体和颗粒物滤盒的全面防尘防毒面具罩，氧气瓶，防护服（连体服）、耳塞、耳罩、反光安全背心等。

国内目前还没有过个人防护器材的法律规定，参考美国个人防护器材的分级管理标准，结合《呼吸防护用品的选择、使用与维护》（GB/T18664），针对不同污染程度确定防护等级，选择不同防护器材。施工作业人员个人防护等级建议分为三级。具体要求见表 4.3-3。

表 4.3-3 防护级别及相应个人防护器材

防护等级	对应标准（作业区人员呼吸区域内 PID 读数）	个人防护器材
第一等级	PID 读数<10ppm	有机气体防护口罩、工作服、劳保靴、安全帽、耳塞（若有必要）、防护眼镜、安全背心、劳保手套
第二等级	10ppm<PID 读数<50ppm	防毒面具（带滤盒）、防化服、劳保靴、安全帽、安全背心、耳塞（若有必要）、防护眼镜、防化手套
第三等级	PID 读数>50ppm	停止施工作业

注：需要在施工现场使用手持 PID 仪器检测施工现场空气中挥发性有机物的浓度。

（3）施工人员离场清理措施

现场施工作业人员在完成工作离场之前，需要在工作间进行清洗方可离开施工现场。在工作间，施工人员需要脱掉一次性防护服、呼吸面具和手套等防护设

备。所用完毕的防护设备需要进行收集，一次性防护服和手套按照当地规定处理，不可和生活垃圾放在一起。铁头靴需要经过去污清理，呼吸器具和其它非一次性器材应被彻底清洁后置于洁净的储存区域。

4.4 污染土壤运输方案

4.4.1 污染土运输总体思路

通过内部组织和外部协调，将场内的污染土按照指定路线、在相关部门监管之下运至储存地点进行暂时储存，中途不遗洒、不影响外界环境，保证作业人员安全，达到质量目标和安全文明目标。

4.4.2 运输路线拟定原则

为有效降低污染土壤在运输过程中出现的车辆噪音、扬尘扰民；杜绝交通事故；避免因意外事故造成环境污染，在运输路线的选择上我方将本着以下原则进行：

（1）路途最短或用时最少，道路畅通的路段；

（2）尽量避免横穿村庄、学校、工厂等人口密集区；

（3）尽量避免横穿河流、沟渠等；

（4）夜间大型车辆可通行路段。

4.4.3 污染土壤输路线拟定

（1）清挖点至平谷水泥厂的运输路线

接收储存地点：位于平谷区马房营镇的原金隅平谷水泥厂

运输路线为：污染土运输车辆出北辛安棚户区改造项目污染场地——北辛安路——阜石路——五环路——机场高速——京平高速——顺平南线——原金隅平谷水泥厂。全程 90 公里，运输路线见图 4.4-1。

图 4.4-1 原金隅平谷水泥厂运输路线图

（2）清挖点至强联水泥厂暂存的运输路线

接收储存地点：位于房山区周口店镇周张路北京强联水泥有限公司

运输路线为：污染土运输车辆出北辛安棚户区改造项目污染场地—北辛安路—阜石路—西六环路—京周路—周张路—北京强联水泥有限公司。

全程 55 公里，运输路线见图 4.4-2。

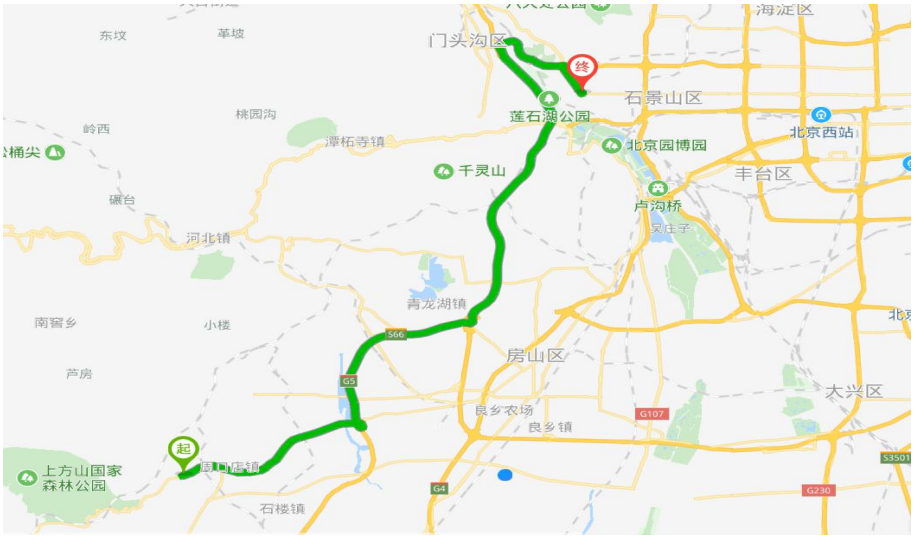


图 4.4-2 至强联水泥厂的运输路线图

（3）清挖点至生态岛公司暂存的运输路线

接收储存：位于北京市房山区窦店镇亚新路 33 号北京生态岛科技有限公司

运输路线为：污染土运输车辆出北辛安棚户区改造项目污染场地—北辛安路—阜石路—西六环路—京港澳高速—大于路—京深路—紫码路—窦公路—北京生态岛科技有限公司。

全程 45 公里，运输路线见图 4.4-3。

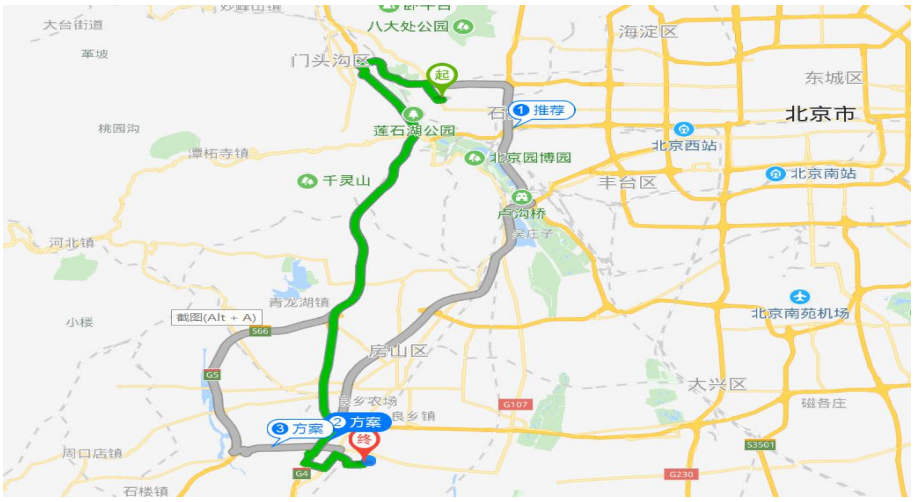


图 4. 4-3 至生态公司的运输路线图

（4）清挖点至北水公司暂存的运输路线

储存地点：位于北京市昌平区马池口镇北小营村东北京金隅北水环保科技有限公司

运输路线为：污染土运输车辆出北辛安棚户区改造项目污染场地—北辛安路—广宁路—阜石路—西六环路—百葛路—昌流路—北京金隅北水环保科技有限公司。

全程 45 公里，运输路线见图 4.4-4

图 4. 4-4 北水公司运输路线图

（5）清挖点至琉水公司暂存的运输路线

储存地点：位于北京市房山区琉璃河车站前街北京金隅琉水环保科技有限公司

运输路线为：污染土运输车辆出北辛安棚户区改造项目污染场地—北辛安路—广宁路—阜石路—西六环路—京港澳—岳琉路—北京金隅琉水环保科技有限

公司。

全程 51 公里，运输路线见图 4.4-5

图 4.4-5 琉水公司运输路线图

（6）平谷水泥厂至北水公司处置的运输路线

接收地点：位于北京市昌平区马池口镇北小营村东北京金隅北水环保科技有限公司

运输路线为：原金隅平谷水泥厂顺平南线—顺平路—白马路—六环—昌流路—北京金隅北水环保科技有限公司。

全程 92 公里，运输路线见图 4.4-6

图 4.4-6 北水公司运输路线图

（7）强联水泥厂至琉水公司处置的运输路线

处置地点：位于北京市房山区琉璃河车站前街 1 号北京金隅琉水环保科技有限公司

运输路线为：北京强联水泥有限公司—周张路—京周路—阎周路—房琉路—岳琉路—北京金隅琉水环保科技有限公司。

全程 20 公里，运输路线见图 4.4-7。

图 4.4-7 至琉水公司运输路线图

（8）生态岛公司至琉水公司处置的运输路线

处置地点：位于北京市房山区琉璃河车站前街 1 号北京金隅琉水环保科技有限公司

运输路线为：北京生态岛科技有限公司—窦公路—紫码路—京深路—岳琉路—北京金隅琉水环保科技有限公司。

全程 15 公里，运输路线见图 4.4-8。

图 4.4-8 至琉水公司运输路线图

（9）生态岛公司至北水公司处置的运输路线

处置地点：位于北京市昌平区昌流路北京金隅北水环保科技有限公司

运输路线为：北京生态岛科技有限公司—窦公路—紫码路—京深路—京港澳高速—南六环路—西六环路—百葛路—昌流路—北京金隅北水环保科技有限公司。

全程 75 公里，运输路线见图 4.4-9。

图 4.4-9 至北水公司运输路线图

（10）北水公司至生态岛公司回填的运输路线

回填地点：位于北京市房山区窦店镇亚新路北京生态岛科技有限责任公司

运输路线为：从北京金隅北水环保科技有限公司—昌流路—白葛路—六环—良常路—窦公路—北京生态岛科技有限责任公司

全程 73 公里，运输路线见图 4.4-10。

图 4.4-10 至生态岛公司运输路线图

4.5 运输过程的环境保护及人员防护措施

4.5.1 污染土壤运输管理措施

为保证污染土壤运输过程中不发生二次污染事故，项目部设立专门的工程部负责污染土壤的挖运，实行运输安全管理责任制，使运输车辆始终处于受控状态。

（1）组织机构：

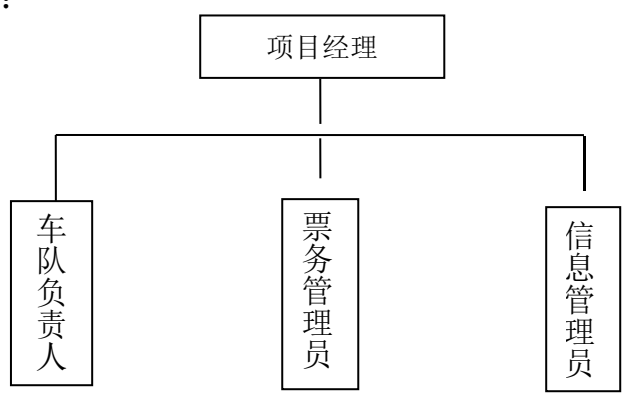


图 4.5-1 二次污染防控组织机构

（2）项目经理职责：

Ⅰ）做好各管理人员思想教育工作，提高运输环节环境保护意识，加强交通

安全思想教育；

Ⅱ）认真执行本项目施工组织设计中有关运输工作的具体任务，统筹安排各负责人员；

Ⅲ）监督票、卡发放情况，及时了解车辆信息，解决运输过程中的问题；

Ⅳ）定期召开运输管理工作会议，及时纠正运输过程中人的不安全行为以及物的不安全状态。

（3）运输车队负责人职责：

Ⅰ）认真做好车辆的调配工作，保障运力充足；

Ⅱ）协调处理车辆运输途中所涉及的城管、交通、市容市政等管理部门，保障运输路线通畅；

Ⅲ）监督指导车辆按规定的行驶路线行驶，杜绝任意改道；

Ⅳ）办理车辆运输许可证、通行证等行政手续，保障车辆运行通畅；

Ⅴ）可指派专人对车辆冲洗情况进行监督检查，不合格车辆一律严禁出场。

（4）票务管理员职责：

Ⅰ）做好票据的保管与分发，登记每天票据的发放情况；

Ⅱ）监督各票务员票据填写和票根的保留情况；

Ⅲ)每天运输工作完成后核对运土场与卸土场票据发放情况，统计运输车数；

（5）信息管理员职责：

Ⅰ）运输工作开展前随时掌握天气情况，运输路线上的道路情况，并及时向工程部经理汇报；

Ⅱ）运输过程中及时了解道路上的交通信息、车辆信息，如发生意外事故应立即通知工程部经理，确保应急人员第一时赶赴现场，以保证污染土壤不流失；

Ⅲ）运输过程中随时与卸土场管理人员核对车辆到达情况，如发现异常应及时查找该车位置、了解车辆信息并上报。

4.5.2 污染土壤运输制度控制

（1）运输流程要求

① 运输队选定运输车辆及司机，并将所有为本工程选定的运输车辆行驶证及司机人员身份证复印件交公司经营部保存备案，并对所有司机人员做好安全、文明、环保运输作业及其本工程污染土外运注意事项的交底工作。

②本工程不同于一般土石方工程，运输过程中污染土壤要严格避免出现遗洒现象，因此，在污染土壤运输车驶离污染场区之前，先对车辆进行强制冲洗，然后检查各车辆苫盖情况，如苫盖不严，冲洗不净将不予发放运输票据，并且不得出场。运输过程中司机保持联系，确认顺利运输到指定地点。若出现运输障碍或遗撒，则由应急人员到达现场进行处理。

③每天收集所有运输单，由项目部审核，确保运输过程不出现遗撒，所有污染土壤均被运输到指定地点。

（2）运输车辆和人员要求

① 场外运输过程中，污染土壤的运输车辆必须有完好的运行工况，持有绿色环保标识，获得市政管理部门批准的准运证。

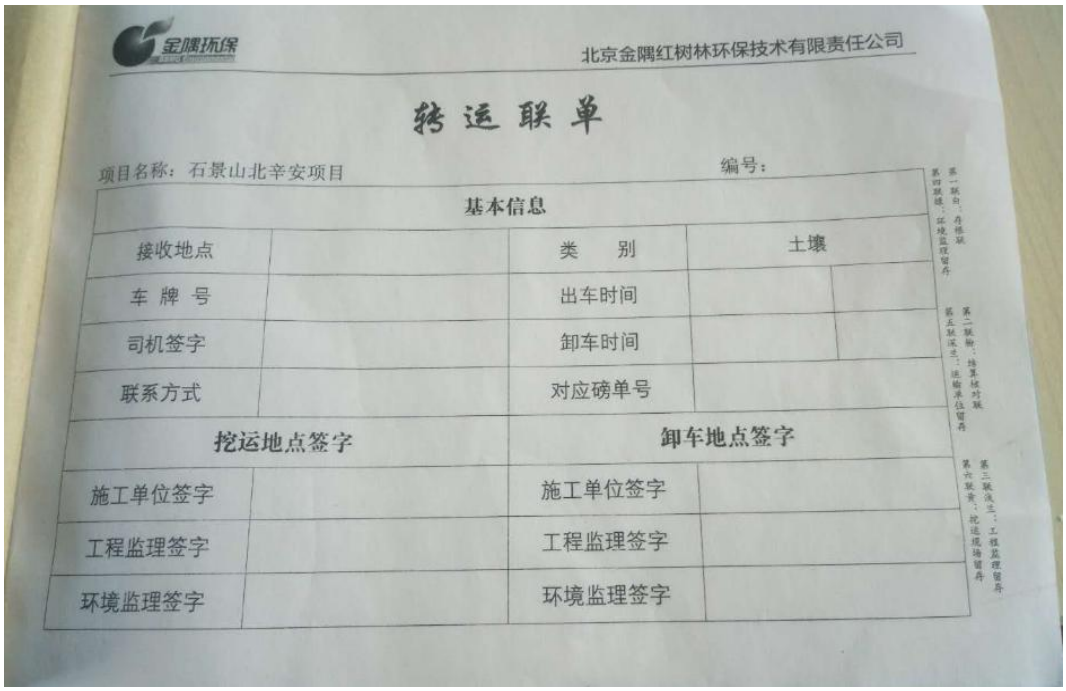
② 运输司机持有有效期符合运输规定的驾驶证；司机身体健康，能够进行长距离污染土壤运输工作。

③运输车辆需配备车载无线电或司机配备手机，能够随时汇报运输状况。

（3）六联单制度

在污染土壤运输过程中，我们还将采用专为污染土壤运输工作定制的六联单据，实行收发双方共同签字认可的形式对运输车辆予以控制。我们将根据票据编号、出厂时间确定车辆运行状况，随时跟踪掌握运输路线上的车辆情况。每天运输工作中随时核对票据，发现问题及时查明。

六联单包括第一联：存根联，第二联：结算核对联，第三联：工程监理留存，第四联：环境监理留存，第五联：运输单位留存，第六联：挖运现场留存。



北京金隅红树林环保技术有限责任公司

转运联单

项目名称：石景山北辛安项目　　编号：

基本信息			
接收地点		类　别	土壤
车 牌 号		出车时间	
司机签字		卸车时间	
联系方式		对应磅单号	
挖运地点签字		卸车地点签字	
施工单位签字		施工单位签字	
工程监理签字		工程监理签字	
环境监理签字		环境监理签字	

图 4.5-2 污染土壤运输六联单式样

在污染土壤运输车辆出厂前，由工作人员对车辆四周进行巡视，检查车辆四周及车轮上是否冲洗干净，车轮上未携带污染土，检查运输车辆车篷是否完好，是否覆盖严密等。

检查完毕后由现场人员将每一运输车辆牌照号及出场顺序记录在六联单上，由司机将签完字的六联单带到卸土现场，卸土现场值班人员应对运送污染土车辆到场时间，车辆牌照号、车辆到场顺序、逐个作详细的记录，将记录内容双方核对一次，发现问题时及时解决。

污染土运输车辆出场时，由运输车辆统计员，对每辆运输车的出场时间进行记录，并填写在六联单上，北京金隅红树林环保技术有限责任公司储存场接收地的接收人员记录到达接收地的时间，并核对此车污染土的出土时间和到达时间间隔是否超过合理的运输时间，如果超过合理的运输时间的，要询问理由，联系巡视员是否发现问题，事实查清后，此车辆可以继续运输，如发现此车在运输过程中出现事故情况，立即启动紧急应急预案，通知值班人员，并在最短的时间内，找到事故地点，并根据事故类别进行妥善处理，处理结果汇报业主方。

（4）不定期对运输路线进行巡察

施工期间，由信息管理人员对运输线路进行不定期巡察，可采用跟车、自行驾车的方式跟踪运输车辆，对车辆在路上行驶状况做详细了解，对路面情况进行仔细查看，在容易出现遗洒和易发事故路段做详细记录，然后有针对性的对司机进行安全教育工作。

4.5.3 运输过程中大气环保措施

（1）采用符合环保要求的运输车辆，运输车辆的尾气排放标准优于或者达到北京市渣土运输车辆的要求。

（2）运输过程中，不定期对运输车辆的密闭性进行检查，如发现车辆密封性不好，应立即通知其靠边停车，盖好苫布后再进行运输。

（3）雾霾或者严重恶劣天气时，减少或者停止污染土壤运输车辆的运输，避免加重空气污染。

4.5.4 运输过程中废水环保控制措施

（1）污染土壤出厂前的洗车

现场出入口设置洗车池系统，负责运输车辆的清洗工作，以免车辆出入带泥，引起扬尘污染。所有的运输车辆必须在出入口内清洗干净后方可允许出场。冲洗车辆产生的废水，沉淀后废水循环利用。

（2）洗车废水及泥浆处置

运输过程中产生的废水主要来源于车辆行驶出场时对车身进行清洗和清理施工设备产生的废水。

洗车池内的水经过一段时间的循环之后，将成为较为混浊的泥浆，水带着泥浆在一级沉淀池内沉淀后将会产生离析的现象。此时的水和泥浆内将含有有机污染物残留，因此，为防止二次污染必须对水和泥浆进行处理。

对于洗车后的废水，进行循环使用，待洗车废水中污染物达到一定浓度时，我方将采用大型罐车装运到生态岛污水处理厂进行处理。对于洗车池内的泥浆采用人工进行清理，然后运到开挖现场，与未运输的污染土壤一起归堆，待运输时一并处理。

施工人员正清理洗车池泥浆　　将泥浆卸入未运输的污染土壤区域

图 4.5-3 环保洗车循环系统清理

4.5.5 污染土壤运输过程的噪声控制措施

（1）污染土壤运输路线避开噪声敏感建筑物集中区域，车辆限速行驶；行驶的机动车辆，必须保持技术性能良好，部件紧固，无刹车尖叫声；必须安装完整有效的排气消声器。行车噪声要符合国家规定的机动车允许噪声标准。

（2）在噪声敏感建筑物集中区域内，设置或者解除机动车辆防盗报警装置，不得产生噪声。机动车辆防盗报警器以鸣响方式报警后，使用者应当及时处理，避免长时间鸣响干扰周围生活环境。

（3）噪声补偿措施，对运输过程受噪声影响较大的居民进行适当的补偿，对可能受到运输车辆噪声干扰的单位和居民应在施工前予以通知，说明工程期内拟采取的噪声防治措施，并取得理解。

4.5.6 污染土壤运输过程的其他控制措施

（1）场内运输道路清洁

每天按照规定时间对场地的运输道路清扫并洒水，保证现施工场干净整洁，不起灰。

（2）沿途土壤遗撒

土方运输前，运输车辆需在洗车池内进行清洗，防止污染土壤随运输车辆带出场外。为防止沿途遗撒问题，在车辆离开厂区前，对车辆密封情况进行检查。同时组织巡视及环保小组，配清运车进行跟车监测，实行实时监控制，特别注意道路拐弯处及可能产生紧急停车等容易造成遗撒处，在容易出现遗洒和易发事故

路段做详细记录，然后有针对性的对司机进行安全教育工作。

每辆车配备充足的清扫工具及铺盖材料，发现遗撒及时清理干净。自觉接受环保和城管监察部门的监督管理，一旦发现遗撒，及时组织人力清扫，并迅速冲洗干净。在土方运输过程中，确保通讯畅通。

（3）污染土壤分别运输和交接管理

严格污染土壤交接管理制度，不同性质的污染土壤分别进行运输、交接和管理，以免造成交叉污染，增加处理难度。

（4）运输车辆管理制度

车辆由我公司指定专门人员负责管理，统一调配车辆的数量及发车顺序，专人发放出发单据，一车一单，见单放行。车辆由公司指定驾驶员，一车配备 2 名驾驶员，便于轮换避免疲劳驾驶和应对紧急情况，其它人员未经批准不得驾驶，专车司机不能将车转借他人或其他单位使用。

（5）其他注意事项

Ⅰ）污染土壤外运 10 辆车一组，车辆组队，安排在夜间运输。

Ⅱ）运输中途需要停车时，要有专人负责看护污染土，不能擅自离开。

Ⅲ）运输车辆必须按指定路线行驶、配合当地居民监督和服从交通管理机构检查与指挥。

Ⅳ）我们采用“六联单”对污染土壤的运输和接收进行全过程监督和管理，运输司机、土壤装载方、接收方和监督方都必须填写六联单。

4.5.7 污染土壤运输过程中的人员防护措施

（1）污染土壤装车过程中，挖掘机司机和运输车司机均在车内操作。佩戴防毒面具和对讲机，随时通过对讲机和指挥人员沟通，减少暴露时间，降低接触污染物的风险。

（2）根据现场天气条件，确定风向。施工人员尽量位于上风向施工。

（3）场内运输的任何时间不允许吸烟，喝水（包括酒、饮料）或进食。

（4）需要在工作中操作或使用污染土壤的人员必须接受培训和教育。

（5）场内运输中还要注意路面的防滑处理，以防车辆因路面湿滑而发生事故。

5 污染土壤处置方案

5.1 污染土壤接收方案

5.1.1 污染土壤接收路线

原金隅平谷水泥厂位于北京市平谷区，北京生态岛科技有限责任公司位于北京市房山区，北京强联水泥有限公司位于北京市房山区，北京金隅北水环保有限公司位于北京市昌平区，北京金隅琉水环保公司位于北京市房山区，分别距离北辛安棚户区改造项目污染场地 90 公里、55 公里、45 公里、43 公里、51 公里。污染土壤运输车辆进入上述存储点，进行称重，并按照指定道路将污染土壤运输至密闭储存棚内，污染土壤在储存棚内卸车并经过清扫，确保运输车辆干净后，运输车辆再次过磅称重，并沿原路离开。

5.1.2 污染土壤的接收管理措施

（1）六联单签收和责任人：公司设置污染土管理接收专人，负责接收并在污染土转移六联单上签字。

（2）公司安全保卫部对进厂车辆严格检查，确认运输车辆苫盖情况完好后方可进场。

（3）在污染土进厂期间设置专门人员引导运输车辆安全入库，并且确保卸车后车斗内无污染土残留

（4）公司为保洁人员配备劳动保护用品。途径区域佩戴防尘口罩重点部位佩戴防毒面具等，保洁人员及时对污染土所经道路清扫，避免二次污染。

5.2 污染土壤储存方案

5.2.1 污染土壤临时储存设施

由于本项目污染土壤异位修复需要较长时间，因此在异位修复场区需要对污染土壤进行临时存储。为保证污染土壤存储过程中不对周围环境造成影响，防止二次污染的产生，本项目所有待修复污染土壤均存储在密闭大棚内。钢结构混凝土密闭微负压大棚，大棚具有废气收集处理系统，能够对棚内气体进行有组织处理并排放，有效的防止有毒有害气体的释放对空气环境造成污染，实现达标排放。污染土储存密闭大棚特点：

（1）使大棚内气体由无组织排放变为有组织排放，建筑具有安全、节能环

保，气密性强，能够确保污染土释放的污染气体零泄漏等特点；

（2）配有尾气处理装置，收集的有有机废气经过尾气处理装置后能够满足相应的排放标准，有效的避免了二次环境污染问题；

（3）污染土壤密闭大棚全部为混凝土硬化地面，具有防渗功能。

（4）降低外界天气对正常作业的影响，减小降雨通过污染土下渗产生的渗滤液对地下水的污染。

5.2.2 污染土壤接收储存方案

（1）北京生态岛科技有限责任公司膜结构大棚

北京生态岛科技有限责任公司于 2012 年建设完成一座储量为 10 万 m^3的充气大棚，用于污染土壤的暂时储存，现场图片见图 5.2-1.

图 5.2-1 北京生态岛科技有限责任公司膜结构大棚

（2）北京强联水泥有限责任公司全封闭式大棚

北京强联水泥有限责任公司于 2015 年经密闭库房进行改造，具备暂时存储污染土壤能力的大棚，用于污染土壤的暂时储存，现场图片见图 5.2-2.

图 5.2-2 强联水泥厂全封闭式大棚图

（3）原金隅平谷水泥厂全封闭式大棚

本项目污染土壤全部运送至原金隅平谷水泥厂，金隅平谷水泥厂现有多个闲置密闭库房，利用其中 2 个库房建成了密闭微负压大棚，存储量约 7 万方，作为污染土壤接收存储地点。

图 5.2-3 原金隅平谷水泥厂大棚储存库

（4）北京金隅琉水环保科技有限公司密闭大棚

琉璃河水泥厂已改造一座微负压大棚，有效容积约 5 万方，用于本项目污染土壤的储存，微负压大棚尺寸、结构、配置条件及现场图片如下。废气采用活性炭吸附处置，现场图片见图 5.2-4。

图 5.2-4 琉璃河水泥厂大棚

（5）北京金隅北水环保科技有限公司密闭存储棚

北京水泥厂对现有料棚进行了负压改造，具有约 20 万方的存储能力，可用于本项目污染土壤的储存。储存棚内地面混凝土防渗，墙体是现浇混凝土 6 米，6 米以上是钢结构，大棚配置了负压、活性炭废气处理系统，微负压大棚尺寸、结构、配置条件及现场图片如下。

图 5.2-5 北京水泥厂 1#、2#大棚

5.2.3 临时储存过程环境保护措施

（1）气体处理措施

本项目中的污染土壤全部采用密闭大棚内进行储存，气体经有组织抽取，排出的气体在经活性炭过滤后达标排放，避免对大气产生污染。

（2）储存库设计与防渗

污染土壤堆放区域为混凝土地面。

（3）施工噪声防治措施

①施工机械的合理布置，防止在同一位置布置大量的动力机械设备，避免局部声级过高；

②选用低噪音设备，在厂区行驶时，尽量减少噪音，没有消声器的车辆不准进场；

③加强施工指挥，减少人为噪声；

④设立临时声障；

设置限速标置，车辆进储存场时速不得超过 5 公里/小时。

5.3 含 PAHs 污染土壤基于水泥窑的热脱附处理方案

热脱附修复技术是通过直接或间接热交换，将污染介质及其所含的污染物加热到足够的温度，以使污染物从污染介质得以挥发或分离的过程。热脱附技术通过控制系统温度和物料停留时间有选择地使污染物得以挥发并不出现对污染物的分解破坏作用，可以广泛应用在 TPHs、VOCs、SVOCs、农药甚至高沸点氯代化合物如多氯联苯（PCBs）、二噁英等污染土壤的治理。热脱附一般分为两个阶段，第一阶段为热脱附阶段：用以加热待处理的污染土壤，使污染土壤中的污染物挥发成气态后分离；第二阶段为气态污染物处理：将含有污染物的气体经过二次燃烧方式处理后，达标准排放至大气。

水泥窑焚烧技术是利用水泥窑中的高温，将土壤中的有机物焚烧成为无毒无害的 CO2 和 H2O。水泥窑焚烧目前主要应用于现有的具有先进工艺技术装备的新型干法水泥生产线，其技术原理是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，焚烧处理污染土壤，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。

基于水泥窑的热脱附技术是将热脱附和水泥窑焚烧技术有机结合在一起，通过直接热交换，污染土壤中的污染物质被脱附至气体中，废气在分解炉中进行高温焚烧，有机物彻底分解。该技术克服传统水泥窑焚烧对污染土壤添加量的限制，同时也能降低传统热脱附技术尾气处理成本。脱附后的土壤一部分可以作为水泥生产原料使用，最终变为符合产品质量的水泥，没有废渣和其他废弃物的产生。

一部分回填至位于北京市房山区窦店镇金隅科技园区的基坑中。

北京金隅北水环保科技有限公司现有基于水泥窑的热脱附装备线，热脱附设备处置能力约 50t/h，年处置污染土壤约 35 万吨，合计约 20 万立方。PAHs 污染土壤以及苯和 PAHs 混合污染土壤采用基于水泥窑的热脱附技术进行处理，可以利用水泥窑余热将污染土壤中的苯和 PAHs 脱附出来。脱附后的土壤一部分可以作为水泥生产原料使用，最终变为符合产品质量的水泥，没有废渣和其他废弃物的产生。一部分回填至位于北京市房山区窦店镇金隅科技园区的基坑中。

5.3.2 基于水泥窑的热脱附工作量

依据《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—681-1 地块报告》进行施工部署，本地块场地土壤中存在多环芳烃污染土壤修复土方量为 6268.37m^3，最大修复深度 6m^3。多环芳烃类污染土壤采用基于水泥窑的热脱附技术进行处理。

表 5.3-1 基于水泥窑的热脱附工作量

污染土壤修复区	修复深度	修复面积（m^2）	修复土方量（m^3）	PAHs 污染土方量（m^3）
第一层	0-1m	2778.98	2778.98	2778.98
第二层	1-2m	1450.91	1450.91	1450.91
第三层	2-3m	791.28	791.28	791.28
第五层	3-4m	623.60	623.60	623.60
第六层	4-5m	623.60	623.60	623.60
合计			6268.37	6268.37

5.3.3 基于水泥窑的热脱附技术工艺特点及优势

目前国内外污染土污染源种类繁多，相应的污染土修复技术也多种多样，目前应用技术较为成熟、运用最为广泛，处置成本相对较低的的污染土修复处置技术是热处理修复技术，其中水泥窑焚烧和热脱附是热处理修复技术中的主要两种。水泥窑焚烧和热脱附两种处置技术虽然目前已在工程中使用，但也存在各自的局限性。

（1）水泥窑焚烧原理及局限性

水泥窑焚烧是通过水泥窑在高温下使土壤中有毒有害的有机污染物与氧气

混合燃烧，生成无毒无害的二氧化碳和水蒸气，并将重金属固定在水泥熟料中，而焚烧的残渣也将成为混入水泥熟料，最终成为水泥产品，从而达到彻底去除土壤中有毒有害物质的目的。

水泥窑能处置技术适应性强，可以应用于大多数污染土壤处置，但其存在较大的局限性，主要包括以下两个方面：

①受水泥生产工况的影响，污染土从窑尾高温段投加时，其添加量受水泥熟料产品质量波动影响较大，处置效率较低，处置周期长。

②有机污染土从生料磨作为配料进行添加时，污染土壤在分解炉和水泥预热过程中，土壤中所含的有机污染物逐步挥发出来，直接进入大气，造成对大气的二次污染。

（2）热脱附技术原理及局限性

热脱附修复技术是通过直接或间接热交换，将污染土壤及其所含的有机污染物加热到足够的温度，以使有机污染物从污染土壤得以挥发或分离的过程，挥发或分离出来的有机气体经尾气净化装置处理后达标排放至大气。

热脱附技术在国内国外均有一定的应用，在应用过程中，其易存在两个方面的局限性：

①传统的热脱附技术处理完后的土壤原有结构破坏严重，土壤再利用受到较大限制，也造成了土壤资源的流失。

②传统的热脱附存在设备昂贵、能耗高和处理成本高等问题，因此在国内一直没有得到广泛的实施应用。

为了满足污染土壤市场对快速、可靠、节能和可持续修复技术的需求，水泥厂设计了一种基于水泥窑的污染土壤热脱附工艺，创新性的将水泥窑与热脱附工艺相结合，避免了传统焚烧的处理能力低和传统热脱附尾气处理成本高、处理后土壤再利用单一的缺点，整合了两项技术的优势。提高了设备的污染土壤处理能力、降低了尾气处理成本。

（3）基于水泥窑热脱附技术创新点及优势

①采用水泥窑生产工艺，在窑内>500 度高温下进行直接换热，有机污染物被彻底脱附，并在分解炉>900 度高温下被彻底摧毁为 CO2 和 H2O，避免对环境造成二次污染，同时降低了传统热脱附的处理成本；

②大幅度提高了传统焚烧设备的处理能力。热脱附后的土壤中不再含有有机污染物，可以直接作为水泥配料或其他再利用。

5.3.4 基于水泥窑的热脱附技术工艺流程及描述

在储存库内储存的污染土壤，首先经过破碎筛分，然后经密闭运输设施运输至污染土壤预处理设施，在预处理设施内通过引入水泥窑内热风将污染土壤加热到足够的温度，使污染土壤中的污染物质脱附出来进入气体内，废气在后端分解炉中进行二次热解，生成处理 CO2 和 H2O，经碱性物料净化酸性气体、冷凝塔降温、布袋收尘后达标排放；对热脱附处理后的土壤进行检测，检测合格的脱附后的土壤一部分可以作为水泥生产原料使用，最终变为符合产品质量的水泥，没有废渣和其他废弃物的产生；一部分回填至位于北京市房山区窦店镇金隅科技园区的基坑中。北京金隅北水环保科技有限公司污染土壤处置工艺流程图如图 5.3-1 所示。

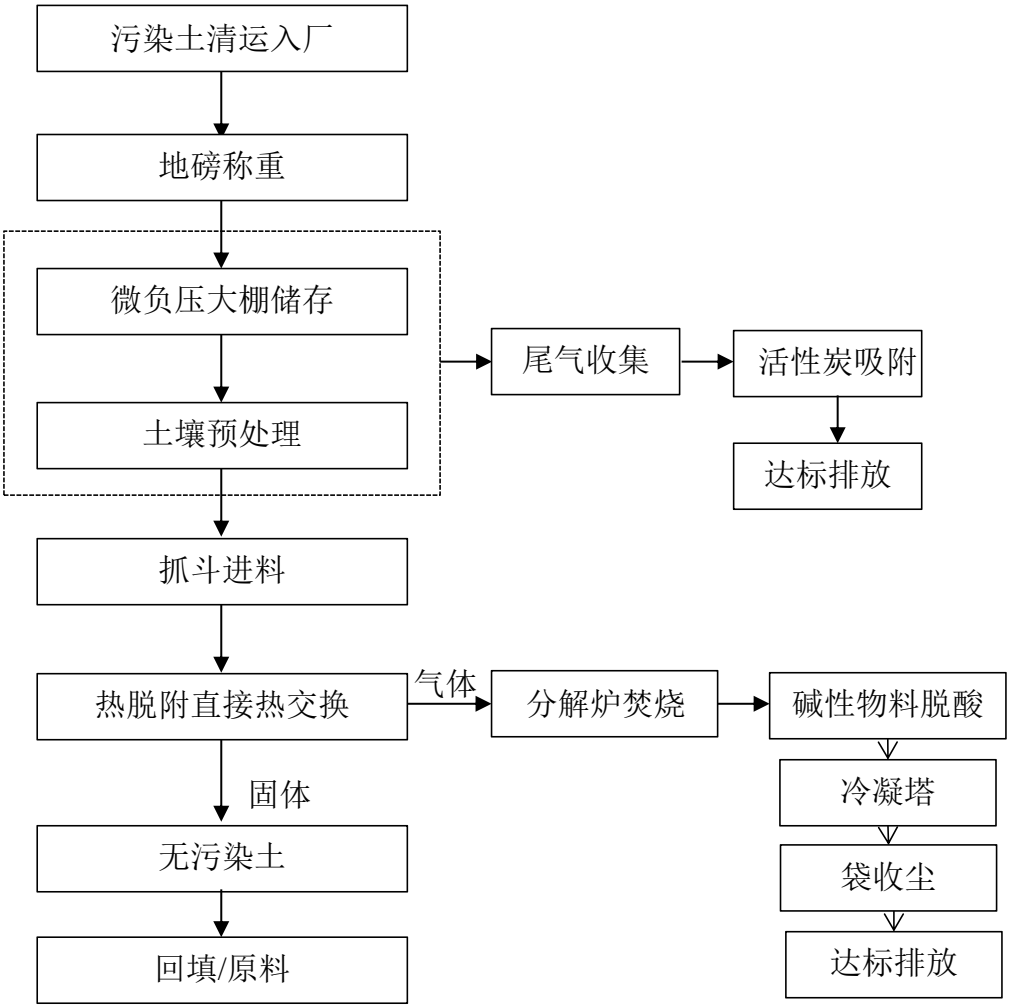


图 5.3-1 北京金隅北水环保科技有限公司污染土壤处置工艺流程图

（1）污染土的预处理

污染土壤采用基于水泥窑的热脱附处理时，进入窑内的颗粒物直径需小于50mm。为了保证入窑颗粒物直径，需要对污染土进行筛分破碎。筛分破碎采用筛分破碎斗对污染土壤进行筛分破碎，目前使用的筛分破碎设备为阿鲁筛分斗，每小时可处理 50-80m^3 土壤，是一种高效的筛分破碎装置。破碎筛分斗主要技术参数见下表 5.3-2 所示。

表 5.3-2 破碎筛分斗主要技术参数

序号	规格/类型	单位	技术参数
1	型号	台	ALLU DH3-17 X75
2	数量	台	1
3	斗容	m^3	1.5
4	处理能力	m^3/h	≥50
5	筛分面积	㎡	1.4
6	辊轴数量	个	3
7	辊轴转速	r/min	200
8	刀板尺寸	mm	35*65
9	刀板数量	个	90
10	液压马达数量	台	2
11	液压马达品牌		ALLU 芬兰
12	液压马达规格型号		AMT470
13	最大液压动力	KW	110
14	液压流量	l/min	235
15	外形尺寸	mm	2150*1530*1450

16	设备总重	kg	2330kg
17	一次筛分率	80%	80%的粒径小于 50mm
18	二次筛分率	90%	90%的粒径小于 30mm

污染土经过破碎筛分后，倒运至卸料坑，用皮带式输送机输送至下料仓内，带式输送机上设置密封罩以防有害物质和粉尘污染，其输送能力 100tph，下料仓下设置棒式闸板阀和带式计量秤以保证污染土物料连续稳定进入回转热脱附器内。

（2）污染物的热脱附

在热脱附回转窑入料口设置翻板阀和回转下料器双密封装置，污染土物料经密封装置喂入回转热脱附器内，同时由水泥窑窑头煤粉燃烧提供直接加热，物料和热风在热脱附器内采取逆流的方式运行，污染土在热脱附器内翻抛前行的过程中，所含有机物污染成分经高温脱附出后随尾气进入分解炉焚烧。物料卸出后采用风冷方式进行冷却，冷却后物料经带式输送机输送至成品储存库储存。

（3）尾气处理和收尘

热脱附回转窑内废气，进入分解炉进行焚烧，有害有机物成分被分解为水和二氧化碳，经碱性脱酸后，进入冷凝塔冷却，最终尾气经袋收尘后进入烟囱排放。

5.3.5 基于水泥窑的热脱附技术主要工艺参数

基于水泥窑的热脱附技术主要工艺参数包括热脱附部分和尾气水泥窑内焚烧部分。本项目基于水泥窑的热脱附技术的主要运行参数见下表所示。

表 5.3-3 主要工艺参数

序号	项目		单位	参数
1	热脱附部分	热脱附处置量	t/d	480
2		土壤热脱附温度	℃	500～800
3		土壤停留时间	min	20～30
4		最大进料粒径	mm	50
5		进料含水率	%	≤25
6		去除率	%	>99.9999

7	尾气水泥窑内焚烧处理部分	气体停留时间	s	>5s（900℃以上）
8		水泥窑长	m	60

5.3.6 热脱附后土壤去向

污染土壤经过热脱附后，土壤中的污染物被脱附出来并进行安全处置，土壤中基本不含有污染物质，一部分出土可以作为水泥生产原料使用，热脱附后土壤最终变为符合产品质量的水泥并在市场上进行销售，没有废渣和其他废弃物的产生。一部分经第三方检测单位检测，达到土壤环境质量相关标准及环保部门监管要求，运输至位于金隅窦店科技园区建设的基坑内进行回填。

回填场所见图 5.3-2。

图 5.3-2 目标基坑地理位置图

金隅窦店科技园区回填场所，位于北京市房山区窦店镇金隅科技园，早年为前窦店砖瓦厂遗留废弃大坑，北京生态岛科技有限责任公司于 2012 年对其进行建设改造，2015 年 3 月，北京金隅红树林环保技术有限责任公司委托北京市环境保护科学研究院（以下简称北京环科院）对该场所进行地下水环境监测，根据北京环科院 2018 年 4 月编制的《北京市污染土壤修复处置中心土壤和地下水环境质量初步评价及地下水环境监测系统长期风险管理计划》，该污染土壤修复处置中心地下水环境监测系统共包括地下水监测井 30 口，其中，厂区内原有监

测井 6 口（G1、G2、G3、G4、G5、G6），厂区外原有监测井 5 口（NW2-1、NW2-2、NW3-1、NW3-2、NW5-2），2015 年 9 月，北京市勘察设计研究院有限公司新建地下水监测井 19 口（1-1、1-2、2-1、2-2、3-1、3-2、4-1、4-2、5-1、5-2、6-1、6-2、7、8-1、8-2、9、10-1、10-2、11），地下水环境监测系统井群位置示意图如下：

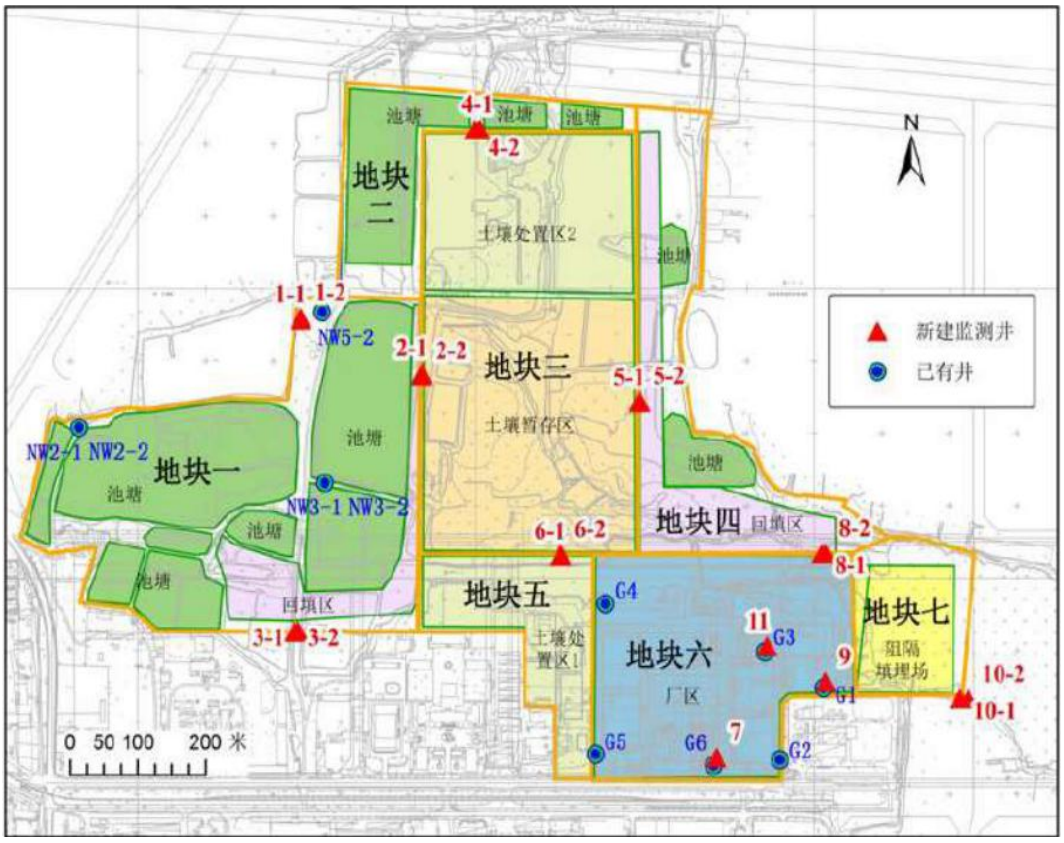


图 5.3-3 地下水环境监测系统井

该地下水长期监测系统的目标监测水层共包含两层：第一层滞水含水层和第二层承压含水层。第一含水层主要赋存于标高 22.64～27.84m 以下、标高 20.94～25.84m 以上的砂质粉土层和粘质粉土 1 层中，2015 年监测期间量测的该层地下水静止水位标高为 25.58～28.86m，阻隔填埋场处水位埋深约 13m；该含水层岩性以砂质粉土、粘质粉土为主，富水性和流动性相对较差。第二含水层地下水主要赋存于标高 15.08～19.84m 以下的卵石层、粘质粉土 1 层、细砂 2 层和砂质粉土 3 层中，2015 年监测期间量测的该层地下水静止水位埋深为 14.17～14.84m，静止水位标高为 25.49～25.83m，地下水类型为承压水，阻隔

填埋场处水位埋深约为 13m。该含水层岩性以卵石和砂类土为主、富水性和流动性较强。

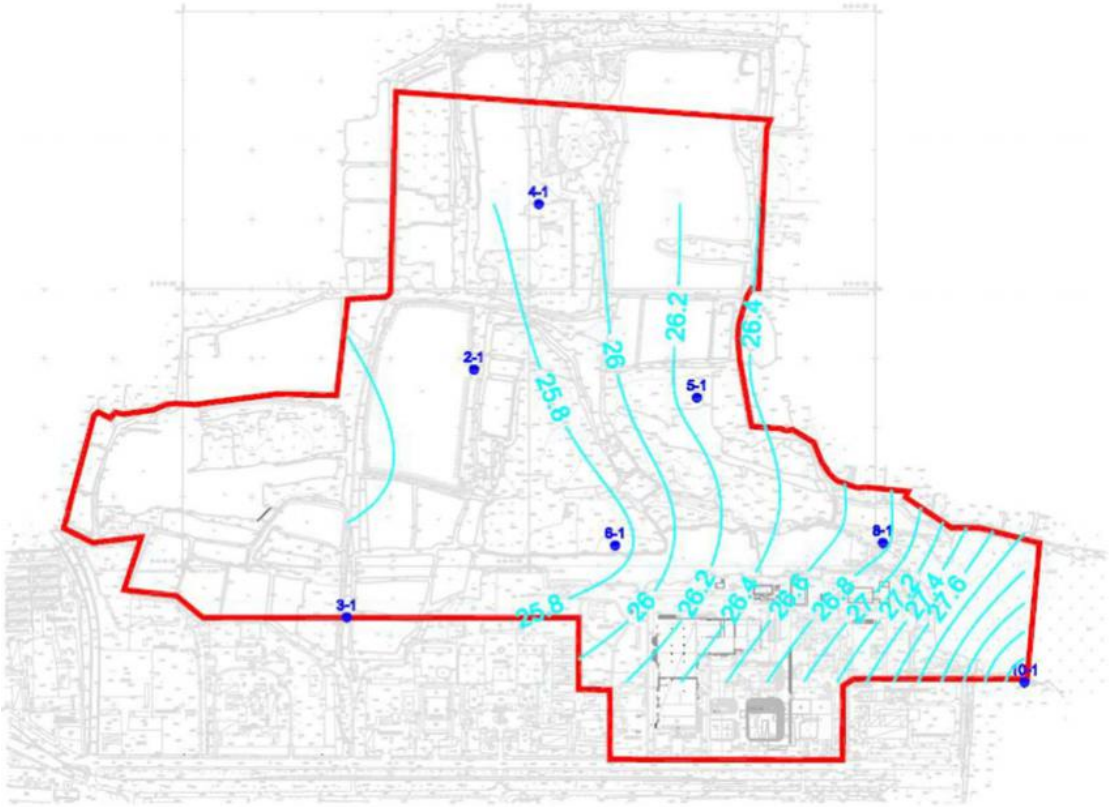


图 5.3-3　第一层地下水标高等值线图

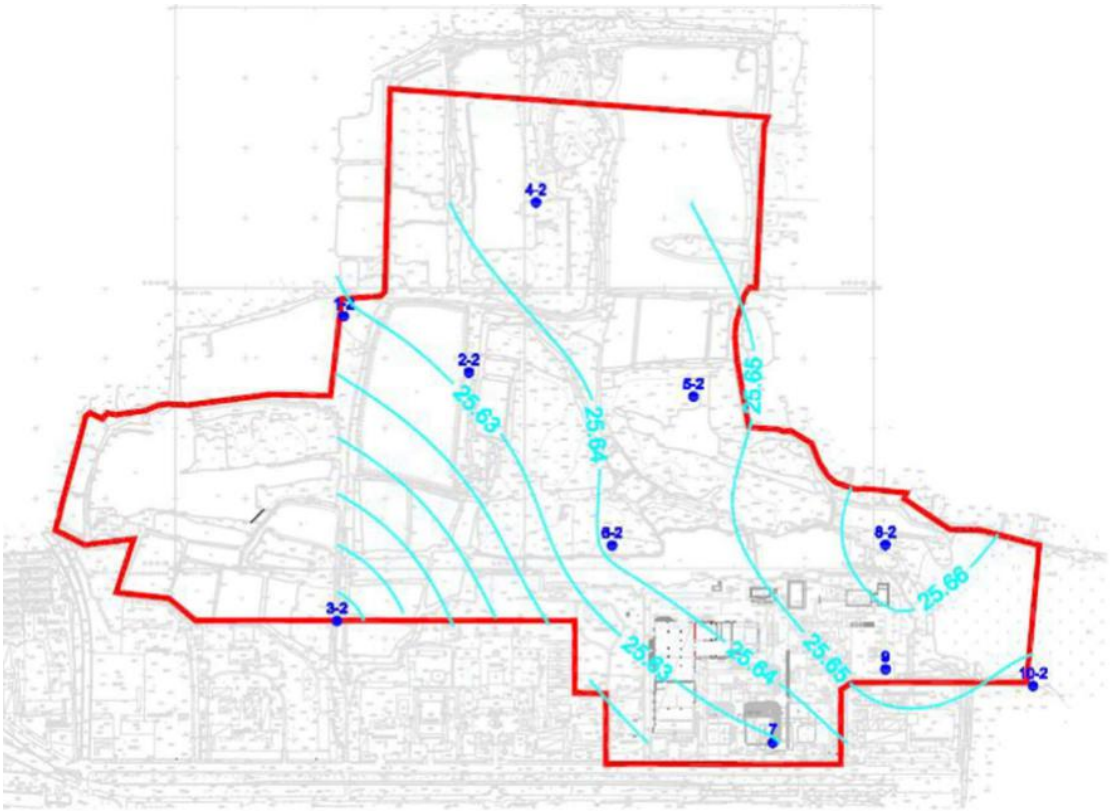


图 5.3-4　第二层地下水标高等值线图

图 5.3-5 基坑建设图

5.4 含砷污染土壤水泥窑协同焚烧处理方案

5.4.1 水泥窑协同焚烧处理技术简介及使用范围

水泥窑协同焚烧技术是利用水泥窑中的高温，将土壤中的有机物焚烧成为无毒无害的 CO_2 和 H_2O。水泥窑焚烧目前主要应用于现有的具有先进工艺技术装备的新型干法水泥生产线，其技术原理是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，焚烧处理污染土壤，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。

污染土壤属于高灰分、低热值的无机废物，且含有一定量的有毒有机成分。适用于水泥窑处置的污染土壤，一般是污染浓度较高，需要作彻底处理的废物。水泥窑协同处置技术适用于有机污染土壤及大部分重金属污染土壤处置。目前水泥窑协同处置技术是化工农药、焦化类污染土壤修复的主流技术。

本项目中含砷污染土壤（包括 As 污染土壤以及 As 和 PAHs 污染土壤）采用水泥窑协同焚烧方式进行处理，即将污染土壤采用高温段喂料的方式进行水泥窑协同焚烧处理。

5.4.2 水泥窑协同焚烧处理工作量

依据《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块报告》，本项目场地土壤中存在砷污染土壤修复土方量为 13641.68m^3，最大修复深度 4m，采用水泥窑协同焚烧方式进行处理。

5.4.3 水泥窑协同焚烧技术工艺特点

目前我国主要采用新型干法水泥回转窑对污染土壤进行焚烧处置，此类技术在发达国家广泛应用。水泥回转窑处理土壤类废物具有很大的优越性，主要体现在以下几个方面：

（1）焚烧温度高。水泥回转窑内物料温度高达 1450℃，气体温度则高达 1750℃左右。在水泥窑内的高温下，废物中的毒性有机物将产生彻底的分解，焚毁去除率可达 99.99%以上，实现废物中有毒有害成分的彻底“摧毁”和“解毒”。

（2）停留时间长。水泥回转窑是一个旋转的筒体，一般直径 3.0-5.0 米，长度 45-100 米，以每小时 100-40 转的速度旋转，焚烧空间很大，废物在回转窑高温状态下停留时间长。根据一般统计数据，物料从窑头到窑尾总的停留时间在 40 分钟左右；气体在温度高于 950℃以上的停留时间大于 8 秒，高于 1300℃以上停留时间大于 4 秒，可以使废物长时间处于高温之下，更有利于废物的燃烧和彻底分解。

（3）焚烧状态稳定。水泥回转窑焚烧系统由金属筒体、窑内砌筑的耐火砖以及在烧成带形成的结皮和待煅烧的物料组成，热惯性很大，燃烧状态稳定，而且新型回转式焚烧炉运转率高，一般年运转率大于 90%，不会因为废物投入量和性质的变化，造成大的温度波动而影响焚烧效果。

（4）良好的湍流。水泥窑内高温气体与物料流动方向相反，湍流强烈，有利于气固相的充分混合、传热传质与热化学反应的进行。

（5）废气处理效果好。水泥工业烧成系统和良好的废气处理系统使燃烧之后的废气经过较长的路径进入冷却和收尘设备，污染物排放浓度较低。

（6）没有废渣排出。在水泥生产的工艺过程中，只有生料和经过煅烧工艺所产生的熟料，收尘器收集的飞灰返回原料制备系统重新利用，没有废渣排出。

5.4.4 水泥窑协同焚烧技术工艺流程及描述

水泥窑高温段喂料方式处理污染土壤，先要对污染土壤的成分进行化验分析，根据化验分析的结果，结合水泥生产的要求，确定单位时间的焚烧量，进入水泥窑内进行锻烧。

污染土壤经过清挖并运输至水泥厂后，首先经过地磅进行称重，然后按照指定路线运输至密闭大棚进行储存。在污染土壤进入水泥窑内处置前，需要将污染

土壤进行筛分预处理，剔除掉粒径大于 100mm 的大颗粒物质，筛分过程在密闭大棚进行，筛分过程中产生的尾气进入到密闭大棚内，当密闭大棚内污染物质浓度达到一定浓度时，开启风机，对产生的尾气进行收集，并通过活性炭过滤后达标排放至大气中。

经过预处理后的污染土壤从窑尾烟气室进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达 1800℃，物料温度约为 1450℃，气体（>800℃）停留时间长达 20s 以上，完全可以保证污染土壤中的有机物完全燃烧和彻底分解。

在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的多环芳烃有机污染物迅速蒸发和气化，高温气流与高温、高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料（CaO、$CaCO_3$、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3 等）充分接触，有效地抑制酸性物质的排放，使得 SO_2 和 Cl 等有机化学成分化合成无机盐类固定下来。污染土壤在水泥回转窑内煅烧，最终变为水泥熟料，污染土壤中的有机气体被彻底焚毁，由于多环芳烃中不含有 Cl 元素，同时水泥窑中的碱性氛围可将酸性气体中和，焚烧产生的尾气中基本不含有 Cl 元素，因此不具备再次产生二噁英的条件。

新型干法水泥生产线配套五级预热器，回转窑高温烟气，从五级预热器至一级预热器自下而上，生料自 C2 通往 C1 的热风管道处进入预热器，至 C5，自上而下与热气体换热升温，进行预热预分解，C5 处碳酸钙分解率达到 90%以上。窑尾到达 C1 的气体温度降低至 310℃左右，经余热发电、冷却塔装置后，约 150～180℃废气经布袋除尘器后排放。

该处置工艺，有利于半挥发性重金属的收集与综合利用。水泥工业烧成系统和良好的废气处理系统使燃烧之后的废气经过较长的路径进入冷却装备，最后 150℃～180℃的废气经布袋除尘器收集过滤后排放，半挥发性重金属收集效率高。尾气处理系统配有在线监测，时时对排放的气体进行监测，确保尾气达标排放。

水泥窑共处置技术工艺流程图如图 5.4-1 所示。

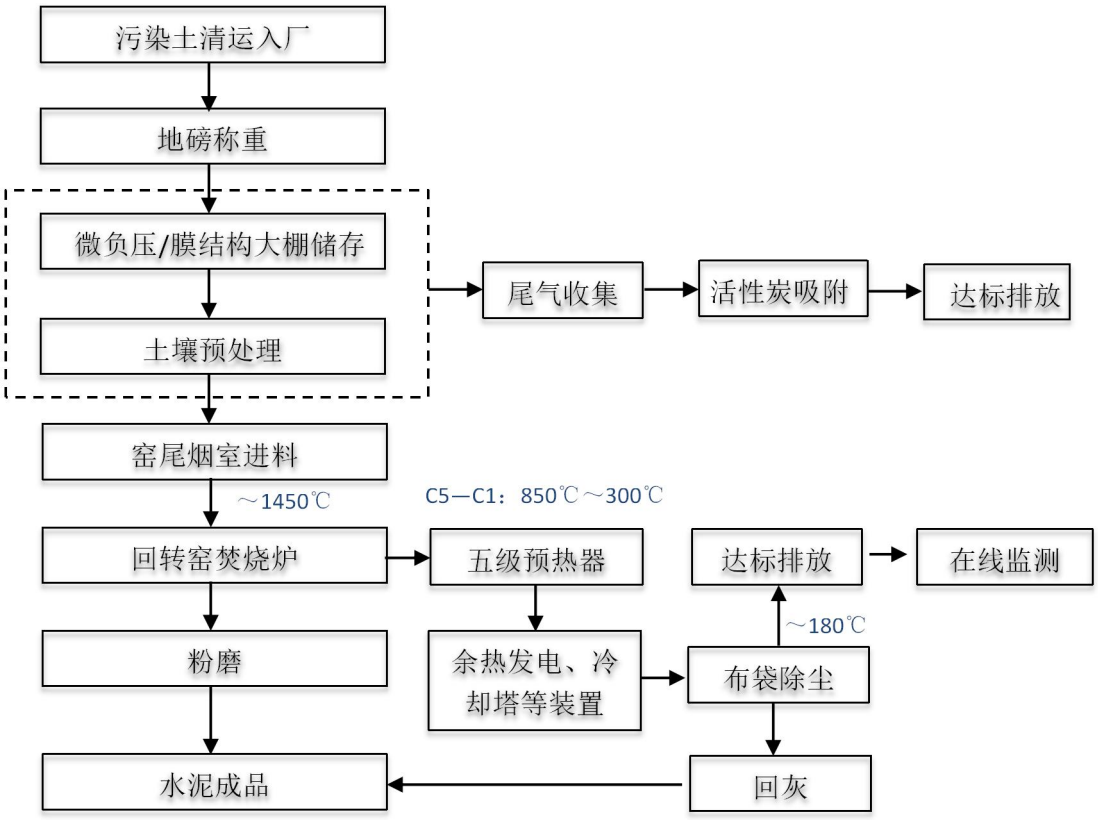


图 5.4-1 水泥窑焚烧处置技术工艺流程图

5.4.5 实施流程

水泥窑焚烧处置污染土过程主要包括污染土预处理、污染土进料、水泥回转窑焚烧以及尾气净化。

（1）污染土预处理

污染土的预处理主要为破碎筛分，污染土的粒径会影响其受热的均匀程度以及升温效率，因此需要使用振动筛对待处理的污染土进行筛分，筛分后的超规格土块（粒径> 100mm），使用破碎机粉碎后再次进行筛分。

预处理所采用的筛分设施及破碎机安置在密闭大棚内，保证了污染土预处理过程产生的污染气体不发生外泄，待密闭大棚内污染气体达到一定浓度后，开启强制通风系统，气体经活性炭过滤后达标排至大气。

（2）污染土壤进料

污染土壤经过预处理后，用专门的运输车从大棚储库转运到预热器塔架旁的喂料斗，为避免卸料时扬尘造成的二次污染，卸料区密封。

卸料完成后，该门处于封闭状态。从存料斗下出来的污染土经板式喂料机进入皮带秤计量，计量后的土壤经提升机提升后由管道进入窑尾烟室喂料点，送入窑尾烟室高温段焚烧，完成污染土壤的整个入窑过程。整个上料装置进行密闭，使粉尘不会外扬，同时保证了上料过程中不发生有机气体外泄产生的污染。

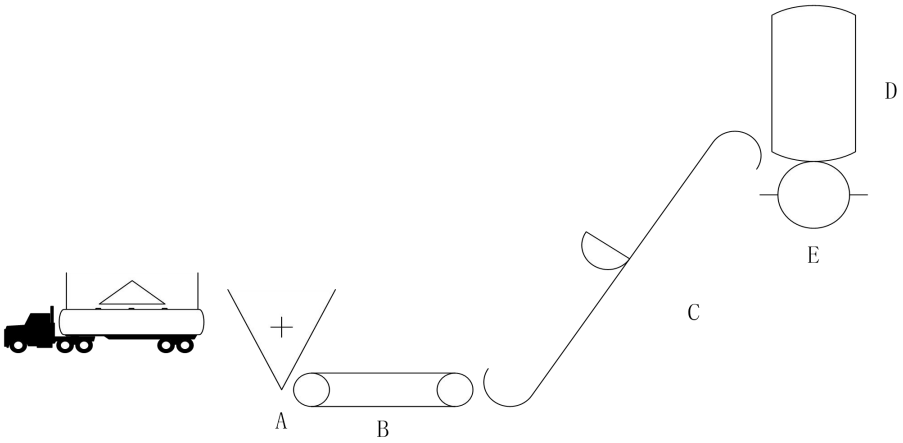


图 5.4-2　窑尾物料提升装置示意图

（A：下料斗，B：传送带，C：提升机，D：窑尾烟室，E：回转窑）

（3）污染土水泥回转窑内焚烧

污染土从窑尾烟气室进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达 1800℃，物料温度约为 1450℃，污染土在水泥窑内的停留时间为 40min。在水泥窑内，污染土中的有机污染物多环芳烃在最高可达 1800℃高温下，被完全燃烧和彻底分解为 CO_2 和 H_2O，污染土的主要成分与水泥配料之一粉煤灰相似，可以部分替代水泥的原料粉煤灰，最后锻烧为水泥的熟料。

（4）尾气处理

水泥窑内的碱性气氛可将污染土中绝大部分酸性物质吸收并固定下来，尾气中基本无酸性气体成分，确保在降温阶段不会再次生成二噁英。因此尾气经过对水泥原料加热、余热发电后进入到布袋除尘器中进行布袋除尘，除尘后的气体达标排放至大气中。

5.4.6 修复后土壤去向

污染土壤作为水泥生产的替代原料，和其他配料一起经水泥窑焚烧后生产成

水泥熟料；污染土壤中所含有机污染物经水泥窑高温和长时间的煅烧被彻底焚毁，重金属则被固化在水泥晶格内，污染土壤最终变为符合产品质量的水泥并在市场上进行销售，没有废渣和其他废弃物的产生。

6 施工组织机构

6.1 项目组织机构及人员主要职责

6.1.1 项目组织机构

利用北辛安棚户区改造项目污染土壤挖运与处理工程整体项目组织机构设定，项目经理部在项目经理的直接领导下，发挥企业在污染土壤修复行业的优势。项目经理部下设安全员、施工员、测量员、资料员、技术员。按照项目经理领导技术负责人、安全负责人，技术负责人和安全负责人管理相应人员的施工管理模式进行项目管理工作。

项目经理部组织机构见图 6.1-1。

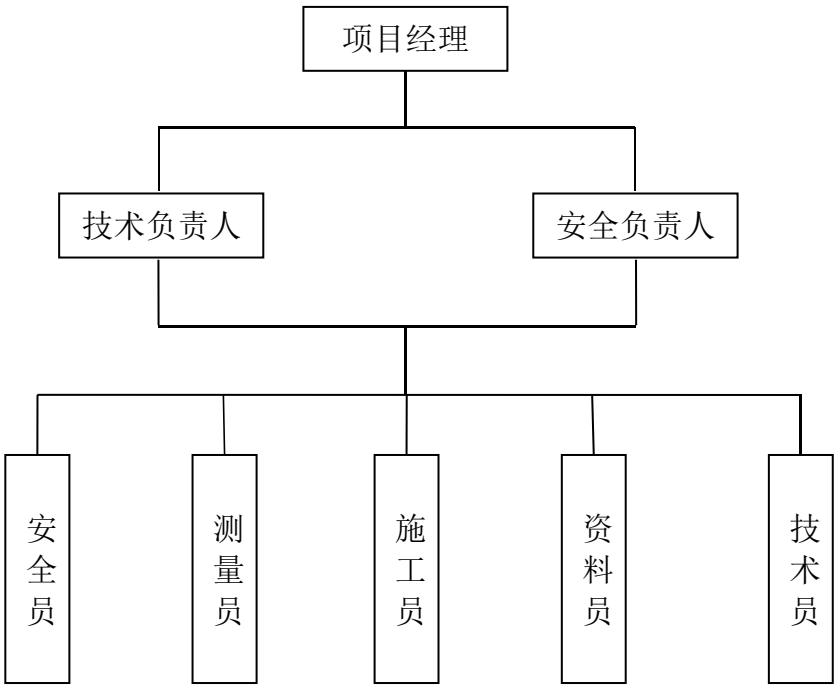


图 6.1-1 项目组织机构图

本项目工程合理设置安全环保、技术质量、监控测量、综合、设备物资等管理岗位，择优配置管理人员，确保对本工程的每个单项工程、每个专业、每个施工单位都能进行高效的、到位的管理，真正做到事无巨细，均有人管理。委派具有丰富类似工程管理经验的同志任项目经理，同时组织一个理论及实践经验丰富、业务能力强、高效、精干的项目经理部，对本工程全面实行项目法管理。

6.1.2 各部门主要职责、工作范围

（1）项目经理

①作为项目的总负责人，负责工程的组织指挥，优化本项目资源配置，保证本项目管理体系的有效运行及所需人、财、物、机资源的合理配置。

②作为本工程项目安全、质量保证的第一责任人，负责建立健全安全、质量保证体系，确定本项目安全、质量、进度目标，建立和实施安全、质量生产责任制，确保各项安全、质量活动的正常开展。

③负责施工现场全面的文明施工管理和环境保护，组织制定和实施文明施工管理和环境保护细则。

④负责与业主、监理、设计等相关各方的现场协调工作，并做好施工现场信息及时反馈工作，负责抓好施工日志管理工作。

⑤全面协调和落实工程项目施工的各种物资、材料、施工机械设备资源和各生产要素，做好生产要素的综合平衡工作，以保证施工顺利进行。

⑥负责项目的竣工验收和竣工结算工作。

（2）技术负责人

Ⅰ）对本工程污染土修复效果、施工计量、测量试验负直接技术责任，组织指导工程技术人员开展有效的技术管理工作。

Ⅱ）负责组织设计文件会审，主持编制本工程项目的《实施性施工组织设计》、《质量计划》和保证工程质量、安全生产的技术措施。

Ⅲ）负责具体实施并落实施工生产进度、质量等工作，并对工程施工和上述工作负现场管理责任。

Ⅳ）负责编制总进度计划、阶段计划，领导编制月、周、日施工进度计划，审核各专业施工队伍施工进度计划，并对各专业和各分部分项计划进行协调和优化调整，并对执行情况进行监督与检查，保证计划有效实施。

Ⅴ）负责编制施工组织设计、施工方案和技术措施等技术性文件，按照施工进度计划，根据施工组织设计和施工方案，全面组织、协调、指挥工程项目各专

业、各区域、各施工队伍的施工。

Ⅵ）对工程施工中可能存在的质量隐患及其预防和纠正措施进行审核，组织工程施工中技术难题的科研攻关。

Ⅶ）根据工程具体情况，结合项目管理特点，批准签发本项目的技术、质量等管理细则，组织处理质量事故。

Ⅷ）负责组织竣工资料编制和技术总结，组织竣工交验。

（3）安全负责人

Ⅰ）负责具体实施并落实施工安全、环境保护和文明施工等工作，并对工程施工和上述工作负现场管理责任。

Ⅱ）领导项目安全生产、文明施工和环境保护工作，对施工安全、文明施工、环境保护负现场领导管理责任。

Ⅲ）制定全程空气质量监测措施、施工环境保护措施、安全与文明施工措施、人员防护措施，并监督执行。

Ⅳ）定期组织安全环保检查，发现隐患，及时监督整改；尤其是污染土挖运施工的安全监督工作、施工中的个人防护工作。

Ⅴ）负责收集各种安全环保活动记录，填报有关报表并进行统计分析，对有关安全环保隐患的问题制定预防措施，制定并完善安全环保管理制度。

Ⅵ）定期对项目部安全环保管理体系运行状况进行审核，针对审核中发现的问题，制定纠正和预防措施，向项目经理提交审核报告，以保证体系的规范运转。

Ⅶ）负责安全管理事故的处理、上报工作，对重大安全事故应及时上报。

（4）测量员

Ⅰ）测量前学习和校核图纸，了解施工部署，制定测量放线方案。

Ⅱ）会同业主或者监理一起对基准点和基准标高进行实地校测。

Ⅲ）在整个施工的各个阶段做好放线、验线工作，避免返工。

Ⅳ）测量仪器的核定、校正。

Ⅴ）主动验线，验线工作要从测量放线方案开始，在各主要阶段施工前，对测量放线工作提出预防性要求，真正做到防患于未然。

（5）技术员

Ⅰ）全面掌握修复方案、合同、技术规范。编制实施性施工组织设计和质量计划，负责过程控制，结合项目管理特点，制订技术管理细则和保证措施。

Ⅱ）组织重点、难点问题攻关，进行污染土壤复技术交底和安全技术交底。

Ⅲ）负责本项目修复质量体系的编制及实施管理。

Ⅳ）负责现场基坑、开挖面和修复后土壤的验收工作，包括协助业主和环保局指定的检测单位完成修复区域的采样检测工作，追踪检测结果，查找不合格原因，及时改正并验证；编制验收报告，与业主和环保局进行沟通，及时跟踪验收结果。

Ⅴ）建立技术和质量管理日志，做好项目技术档案管理工作，协助技术负责人组织工程竣工交付。

Ⅵ）做好监测工作，并及时对监测记录进行整理和存档。

Ⅶ）配合合同部进行项目材料及机械设备订货采购、租赁。

（6）安全员

Ⅰ）根据安全环保目标和管理规定，制定本工程的《安全环保管理工作规划》，负责安全环保综合管理。

Ⅱ）制定全程空气质量监测措施、施工环境保护措施、安全与文明施工措施、人员防护措施，并监督执行。

Ⅲ）定期组织安全环保检查，发现隐患，及时监督整改；尤其是污染土挖运施工的安全监督工作、施工中的个人防护工作。

Ⅳ）负责收集各种安全环保活动记录，填报有关报表并进行统计分析，对有关安全环保隐患的问题制定预防措施，制定并完善安全环保管理制度。

Ⅴ）定期对项目部安全环保管理体系运行状况进行审核，针对审核中发现的问题，制定纠正和预防措施，向项目经理提交审核报告，以保证体系的规范运转。

Ⅵ）负责安全管理事故的处理、上报工作，对重大安全事故应及时上报，在项目经理统一指挥下，具体负责事故的处理工作。

（7）施工员

Ⅰ）协助各部门负责参与编制项目质量保证计划、各类施工技术方案、安全文明施工组织管理方案；协助项目经理，主抓项目的现场施工生产管理，对工程的进度、质量、安全，对现场的成品保护和文施负责。协助项目经理搞好文明施工管理。

Ⅱ）负责项目土壤的清挖、运输、存储、处置以及基坑支护工程的生产组织、进度计划落实、施工方案的实施、工序协调、质量控制等工作。

Ⅲ）参与编制总进度计划、阶段计划，领导编制月、周、日施工进度计划，审核各专业分包队伍施工进度计划，并对各专业和各分部分项计划进行协调和优化调整。

Ⅳ）负责材料及机械订货采购、租赁，编制材料供应计划，经主管领导批准后负责实施。

Ⅴ）整理保管好一切材料的资料和报告证件等，建立管理台帐，做好各项材料消耗和库存信息统计工作。

Ⅵ）制定物资管理标准和实施办法，对工程使用材料的质量和管理负全责。

Ⅶ）制定定额发料标准和收费标准，办理材料成本核算和费用结算。

Ⅷ）记录材料使用情况，做到可追溯性标准。

Ⅸ）根据工程进展情况，合理配备、协调施工机械，加强机械管理及维修，使其始终处于良好状态。

（8）资料员

Ⅰ）负责施工单位内部及与业主、环境及工程监理单位材料及设备供应单位、分包单位、其他有关部门之间的文件及资料的收发、传达、管理等工作，应进行

规范管理，做到及时收发、认真传达、妥善管理、准确无误。

Ⅱ）负责所涉及到的工程资料的收发、登记、传阅、借阅、整理等方面的工作。

Ⅲ）参与施工生产管理，做好各类文件资料的及时收集、核查、登记、传阅、借阅、整理、保管等工作。

Ⅳ）收集和整理工程准备阶段、竣工验收阶段形成的文件，并尽快着手进行立卷归档。

Ⅴ）及时检索和查询、收集、整理、传阅、保存有关工程管理方面的信息。

Ⅵ）严格执行资料工作的要求，加强资料的日常管理和保护工作，定期检查，发现问题及时向分管经理汇报，采取有效措施，保证资料安全。

6.1.3 施工现场管理层人员配备计划

本项目的施工现场管理层人员由我公司抽调素质高、技术业务能力强、有丰富的施工和管理协调经验的人员组成。管理层设领导层和管理人员，配备各类管理及技术人员 8 人，领导层及部门人员配备计划见表 6.1-2。

表 6.1-2 管理层人员配备计划表

序号	部门	岗位	人数
1	领导层	项目经理	1
2		技术负责人	1
3		安全负责人	1
4	管理人员	资料员	1
5		施工员	1
6		技术员	1
7		测量员	1
8		安全员	1
总计			8

6.1.4 处置现场人员配备计划

处置现场人员配备情况见表 6.1-3.

表 6.1-3 处置现场人员配备情况

部门	人数	工作职责
技术部	2	主动与各部门保持交流，随时关注处置过程对环境、熟料强度、窑工况是否因处置废弃物产生环境影响并出具协调解决调整方案。
综合利用部	2	负责污染土大棚外围的巡检工作，保证动力门和风机正常工作，每月对废弃物过磅单进行数量统计。
安保部	3	负责处置过程的安全检查、监督以及安全保卫方面的事故调查，根据事故调查分析结论提出处理意见。
磅房	1	负责开具过磅单。
库房	2	对进厂废弃物核对单据，单据包括：转移联单、过磅单、危险废物运输车辆车牌号等信息，确认无误后方可安排存储地点，并在转移联单上签字。
生产部	5	处置过程中，对窑工况进行监控、调整，保证窑工况的稳定，处置发生异常情况时，中控室操作员及调度要及时将信息反馈给技术部。
水泥制备部	2	水泥制备部负责污染土进厂后的储存、预处理，倒运，严格执行技术部制定的处置方案，并向技术部反馈污染土处置过程中出现的异常情况。
设备部	2	负责按国家规定的标准定期对固废处理过程实施环境监控。发现异常排放应及时通知技术部和生产部中控室，同时采取相应的紧急预防措施。
合计	19	

6.2 劳动力配置计划

本工程劳动力由三部分组成：土建施工队、专业施工队和分包专业施工队；其中以专业施工队和分包专业施工队为主，土建施工队配合的劳动力构成形式。

6.2.1 劳动力选择考虑的因素

（1）根据以往施工类似大型工程的管理经验，对劳动力素质、数量的选择

将直接影响到工程的进度和质量，由于本工程具备一定的规模、工期相对较紧，在施工工序组织安排上必须衔接紧密，因此对劳动力的数量要事先做好需用量计划，并及早与选定的劳务公司签定劳务合同。

（2）劳务队的素质还将通过现场培训，不断提高其综合素质，使他们能胜任本工程各项工作的要求。因此我们将选择与本企业有着中长期合作基础，有类似工程及精品土建施工经历、施工素质高、人员配备充足、专业水平精、相对稳定的优秀劳务公司。

6.2.2 劳动力进场教育及交底工作

本工程土壤受半挥发性有机物和重金属类污染，这些物质在浓度超过一定值时对人体有害。为保证进场施工人员的自身安全，所有进场施工人员必须进行自身防护的专业培训、安全教育及交底工作；因此进场前必须组织全员道路安全教育及基坑内施工的安全教育。

对于交底工作，本工程主要交底内容分为：技术交底和安全交底两部分。安全交底主要是现场安全教育和施工工艺的操作规程的内容；技术交底包括本工程的设计文件交底、技术工艺交底等。除上述教育及交底工作外，还包括以下应该注意的问题：

（1）修复施工期，建立可视化流程管理模式，上岗前对操作员工进行培训，保证施工期间不因做法不明而耽误工期。

（2）加强对职工、劳务人员有关合同意识、工期意识、安全意识的教育，做到工期目标人人清楚。

（3）对于所有教育及交底内容，必须有教育及参加交底人员签字。安全教育完成，必须有安全教育考试，成绩合格者方可上岗作业。

6.2.3 劳动力组织与调配

（1）建立以项目经理全面负责的劳动力管理组织体系，项目经理全面负责，其他管理人员分别负责、指导，劳务队长具体实施的管理体系。

（2）建立每周一次的劳动力协调会制度，目的是根据施工生产任务和条件的变化，对劳动力进行跟踪平衡、协调及时解决劳动力配合中的矛盾。因此由项目经理组织相关的管理人员和劳务队长参加，管理人员分别对自己负责的劳务队

的作业情况进行点评，对下周的劳动力数量等提出使用计划，经统筹后由项目经理统一安排调配，做到在动态中实施管理。

（3）在施工队进场前，组织全体人员进行技能培训和制度教育，进一步提高管理人员业务水平和思想素质，充分认识该工程的重要性。

（4）项目部作为施工总承包单位与各劳务公司签定劳务分包合同（其劳务合同主要内容：施工队承包的任务及安排，对施工队进度、质量、安全、节约、协作和文明施工的要求，对施工队的考核标准，应得的报酬及对施工队的奖罚规定）。各劳务公司按合同中明确的作业任务、数量、工种、技术能力，选派作业队完成承包任务。

（5）加强质量意识教育，组织学习国家有关规范、标准、规程及地方有关规定。进行施工组织设计总交底，使施工人员充分了解该工程的特点和难点，以熟练规范的操作，高质量的完成施工任务，确保计划用量满足施工生产需要。

（6）项目部向参加施工的劳务队下达施工任务单，并对其作业质量和效率进行检查考核。

（7）项目部根据施工生产任务和施工条件的变化，对劳动力进行跟踪平衡、协调、进行劳动力补充或减员，及时解决各专业劳动力配合中的矛盾。

（8）按合同支付劳务报酬；进行奖励和惩罚，对不能满足合同需要的进行处罚或辞退，对有突出贡献者进行奖励。

6.2.4 劳动力安排计划与施工进度之间的配合

（1）施工现场项目经理及技术负责人做到全盘考虑，认真学习和研究施工图纸，拟定出本工程各阶段施工所需投入的人力什么时间进场、什么时间退场，做到心中有数，减少盲目性，以免造成人员紧缺或窝工现象。

（2）项目部按月对劳务分包商的作业签发《合同履约单》，安排施工任务，并检查监督分包商作业队的操作质量，安全生产和现场用料，并提供证实资料，以便与施工进度相吻合，对不能按计划完成任务的班组作劝退劳务承包的决定。

6.2.5 劳动力组织的保证措施

（1）根据工程项目需要，以本公司所使用的合格分包商作为评审和选用对

象，并采用招投标形式选择合格的劳务施工队伍，优先选择获得优良工程的劳务分包。

（2）项目经理组织项目管理人员及劳务队长，针对本工程的质量目标、工期目标、安全目标、经营目标等，制定出劳务管理制度及奖罚措施。

（3）依据项目与公司签定的项目目标管理责任书的要求，项目与各劳务队签定劳务承包合同，用合同管理来约束各方的行为。

（4）根据方案实施要求及施工进度和劳动力需求计划，集结施工队伍，组织劳动力分批进场，并建立相应的领导体系和管理制度。

（5）项目部加强劳动保护和安全卫生工作，改善劳动条件，保证工人健康与安全生产。使工人在良好的环境中愉快的工作，提高产品质量和劳动生产率。

（6）在项目施工的劳动力平衡协调过程中，按合同与公司劳动部门保持信息沟通，人员使用和管理协调。

（7）项目部按劳务合同的要求及时支付劳务报酬。

7 环境监测与清挖效果检测方案

7.1 总则

施工过程的环境保护措施主要包括大气环境保护措施、水环境保护措施、声环境保护措施。在现场污染土壤挖运及异位处置过程中，污染土壤受到扰动而散发挥发性气体会影响大气环境质量，施工过程中机械及设备振动产生的噪声会影响到周边的声环境质量，清洗池产生的废水如处置不当排放也会影响到周边的水环境质量，污染土壤如管理不善则可能会造成污染迁移。因此，环境安全管理工作尤为重要，需加强现场及异位处置区域施工时对大气、噪声、水和土壤环境质量的管理与监控。

针对挥发性有机污染物对环境和人群健康的危害，将施工整个过程的大气监测作为本工程环境监测的重点；兼顾施工整个过程的水环境质量监测、噪声环境质量监测。

7.2 清挖现场监测方案

7.2.1 清挖现场空气质量监测方案

（1）布点方案

依据《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55-2000）中第 4.2 节规定：二氧化硫、氮氧化物、颗粒物和氟化物的监控点设在无组织排放源下风向 2～50m 范围内的浓度最高点，相对应的参照点设在排放源上风向 2～50m 范围内；其余物质的监控点设在单位周界外 10m 范围内的浓度最高点。按规定监控点最多可设 4 个，参照点只设 1 个。

拟在北辛安棚户区改造项目 696 地块施工场地现场施工区域上风向 10 米处设置参考点 1 个，沿下风向布设监控点 3 个。根据气象统计资料显示北京市全年主导风向为西北偏北风（NNW），但在冬季的主导风向为西北风，夏季为东南风，春秋多西北风，施工过程中，将根据季节以及风向确定具体的采样布点方案，确保上风向有 1 个监控点，下风向有 3 个监控点。

以北京市全年主导风向为依据，现场空气监测布点如图 7.2-1 所示。

图 7.2-1 空气质量监测布点图

（2）样品采集方法

根据《空气和废气监测分析方法》（第四版）和《环境空气质量手工监测技术规范》中 VOCs/SVOCs 监测的采样方法，选用专用大气采样器，应用大流量采样系统进行大气采样。

根据《大气污染物无组织排放监测技术导则》HJ / T55-2000 中第 10 章规定，无组织排放监控点的采样，一般采用连续 1 小时采样计平均值，或实行等时间间隔采样，在 1 小时内采集 4 个样品计平均值。

（3）采样频率

根据《环境监理工作制度（试行）》中第 3 条款现场环境监理规定“对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于 1 次”。

（4）监测指标及评价标准

现场周边大气环境中的污染物主要是砷和多环芳烃。场地大气环境中污染物按照《北京市大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2017）执行。

表 7.2-1 污染土壤清理过程无组织排放监测指标及标准限值

序号	污染检测指标物	无组织排放监控浓度限值	执行标准
1	砷及其化合物	0.0010mg/m³	《大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2017）
2	苯并（a）芘	0.0025 μg/m³	
3	非甲烷总烃	2.0 mg/m³	

与《北京市大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2017）规定的浓度限值进行比较，若大于标准限值，说明无组织排放超标。

7.2.2 清挖现场声环境质量监测方案

本项目的噪声来源主要为挖掘机、运输车辆，在施工工程需加强噪声的监控，采取有效措施防止噪声污染。

在现场挖运实施过程中，机械作业产生的噪声需定期进行监测。测量时尽量选择无雨、无雪、风力 4 级以下的气候，且选在场地平坦、无大反射物的场地中进行监测。

（1）监测点的确定

依据《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），噪声监测围绕清挖现场界线噪声点布设，每个方向布设一个噪声监测点，监测点位置设在场界外 1m，高度 1.2 m 以上的噪声敏感处。具体位置详见图 7.2-2。

图 7.2-2 声环境质量监测布点图

（2）采样方法与频率

采用积分声级计采样，采样时间间隔不大于 1s。白天以 20 min 的等效 A 声级表征该点的昼间噪声值，夜间以 8 h 的平均等效 A 声级表征该点夜间噪声值。测量时间分为白天和夜间两个时间段。白天测量选在 8:00~12:00 时或 14:00~18:00 时，夜间选在 22:00~6:00 时。每两周采样监测 1 次，修复治理完成后监测 1 次。

（3）评价标准

按照施工期间的环保要求，治理过程中噪声排放控制执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准。

表 7.2-2 建筑施工场界环境噪声排放限值

昼间 dB(A)	夜间 dB(A)
70	55

7.2.3 清挖现场水环境质量监测方案

污染土壤清挖过程中产生的废水主要是由于降水造成基坑底部汇集的降水、洗车产生的废水和施工人员的生活废水。施工人员产生的生活废水可直接排入到市政管网中，洗车产生的废水和基坑底部汇集的降水与污染土壤进行接触，因此可能含有污染物质，必须对这种废水进行定期监测。

在洗车池沉淀池以及基坑内。

（1）采样方法和频次

洗车水为循环用水，施工期为秋季，已经过了雨季，因此主要是洗车所用循环水，污染场地为轻度污染，因此预期循环池污染物浓度不会超标，因此沉淀池内的污水两周采集一次水样并进行监测，当清挖基坑内有废水时采集水样并进行监测。

经过监测，如果洗车池及基坑内的水超过《水污染物综合排放标准》（DB 11/307-2013）中规定的排放限值，将洗车废水喷洒在污染土表面用于降尘，并随污染土一起运输至处置场所进行处理，如未超过相应的排放限值，则可直

接排放至污水管网中。

（2）监测指标和评价标准

本项目的监测指标为总砷、苯并（a）芘和石油类。清理现场地表水执行北京市《水污染物综合排放标准》（DB 11/307-2013）中的二级标准限值。

表 7.2-3 地表水监测指标排放限值

序号	污染物	排放限值（mg/L）	执行标准
1	总砷	0.1	《水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）
2	苯并（a）芘	0.00003	
3	石油类	10	

7.3 储存及处置现场监测方案

7.3.1 储存及处置现场空气质量监测方案

（1）布点方案

依据《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55-2000）中第 4.2 节规定，本项目拟在强联水泥厂、生态岛公司、琉水公司、北水公司、生态岛公司回填场所上风向 10 米处设置参考点 1 个，沿下风向布设监控点 3 个。

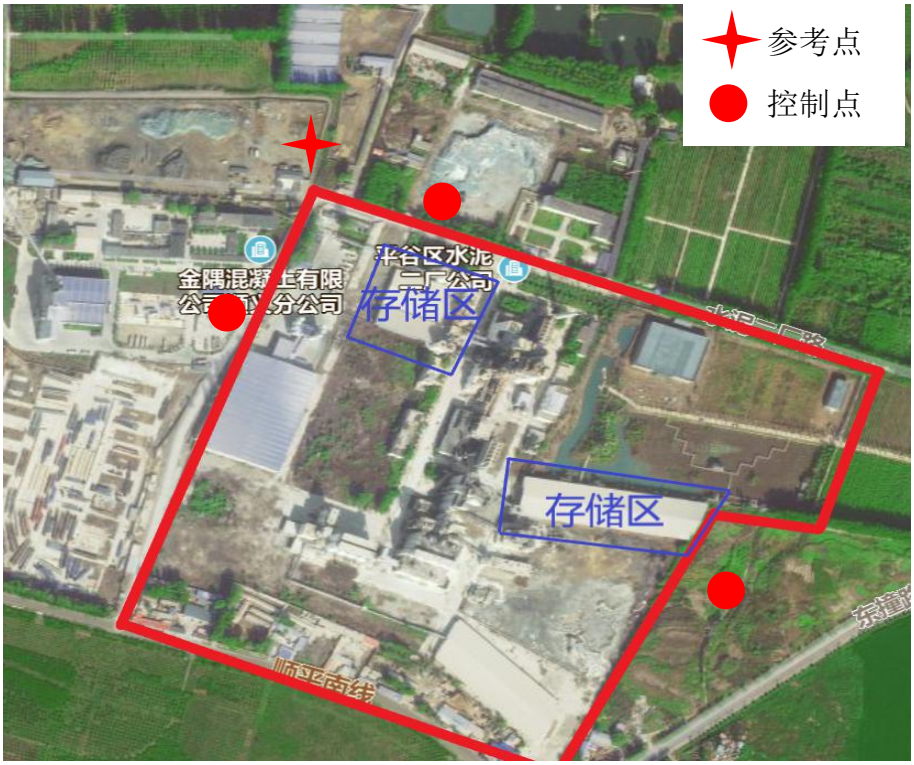


图 7.3-1 平谷存储点空气质量监测布点图

图 7.3-2 强联存储区空气质量监测布点图

图 7.3-3 生态岛公司空气监测布点图

图 7. 3-4 琉水公司空气质量监测布点图

图 7.3-5 北水公司空气监测布点图

图 7.3-6 回填基坑空气监测布点图

（2）样品采集方法

根据《空气和废气监测分析方法》（第四版）和《环境空气质量手工监测技术规范》中 VOCs/SVOCs 监测的采样方法，选用专用大气采样器，应用大流量采样系统进行大气采样。

根据《大气污染物无组织排放监测技术导则》HJ/T55-2000 中第 10 章规定，无组织排放监控点的采样，一般采用连续 1 小时采样计平均值，或实行等时间间隔采样，在 1 小时内采集 4 个样品计平均值。

（3）采样频率

根据《环境监理工作制度（试行）》中第 3 条款现场环境监理规定“对一般污染源及其污染防治设施的现场监理每季度不少于 1 次”，储存及处置现场监测频次拟按每季度 1 次。

（4）监测指标及评价标准

现场周边大气环境中的污染物主要是苯并（a）芘。场地大气环境中污染物按照《北京市大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2017）执行。

表 7.3-1 污染土壤处置过程无组织排放监测指标及标准限值

序号	污染检测指标物	无组织排放监控浓度限值	执行标准
1	砷及其化合物	0.0010mg/m³	《大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2017）
2	苯并（a）芘	0.0025 μg/m³	
3	非甲烷总烃	2.0 mg/m³	

每次监测可获得 1 个参照点及 3 个监测点数据，比较监测点不同数据，选取最大值并扣除参照点浓度，作为污染源无组织排放的监控浓度值，与《北京市大气污染物综合排放标准》（DB11 / 501-2017）规定的浓度限值进行比较，若大于标准限值，说明无组织排放超标。

7.3.2 处置尾气排放口空气质量监测方案

为加强对处置过程进一步监督，需对处置过程进行有效监测。若检测超标，则立即停止处置，分析查找超标原因。待原因查明后，针对问题修订处置方案，

并待新方案试验达标后再开展连续处置。

（1）采样位置

依据《固定源废气监测技术规范》（HJ/T397-2007）第 5 章描述，污染土壤储存设施及处置设施均设有取样孔及取样平台，本项目的尾气排放口废气监测取样点即为储存和处置设施预先设置好的取样口。

（2）采样频率

依据《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）第 9 章要求，本项目对烟气中的重金属以及总有机碳、氯化氢、氟化氢等的监测，在水泥窑协同处置非危险废物时，每半年监测 1 次，对烟气中的二恶英监测每年监测 1 次。在本项目实施过程中，我们将对烟气中的重金属、总有机碳、氯化氢、氟化氢等以及本项目中的目标污染物砷及其化合物、苯并（a）芘执行每季度 1 次监测的方案。

（3）执行标准

烟气中的重金属以及总有机碳、氯化氢、氟化氢、二恶英含量执行《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）中的相关排放限值。烟气中砷及其化合物、苯并（a）芘执行《北京市大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2017）中的相关排放限值。

表 7.3-2 尾气排放口最高允许排放浓度

序号	污染物	最高允许排放浓度限值（mg/m^3）
1	氯化氢	10
2	氟化氢	1
3	汞及其化合物(以 Hg 计)	0.05
4	铊、镉、铅、砷及其化合物（以 Ti+Cd+Pb+As 计）	1.0
5	铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒及其化合物（以 Be+Cr＋Sn＋Sb＋Cu＋Co+Mn+Ni+V 计）	0.5

6	二恶英	0.1ngTEQ/m^3
7	砷及其化合物	0.50
8	苯并（a）芘	0.3μg/m^3

7.3.3 储存及处置现场声环境质量监测方案

本项目的噪声来源为挖掘机、运输车辆、筛分设备和土壤修复设备，在施工工程需加强噪声的监控，采取有效措施防止噪声污染。

在修复工程实施过程中，机械作业产生的噪声需定期进行监测。测量时尽量选择无雨、无雪、风力 4 级以下的气候，且选在场地平坦、无大反射物的场地中进行监测。

（1）监测点的确定

噪声监测围绕储存及处置现场界线噪声点布设，每个方向布设一个噪声监测点，监测点位置设在场界外 1m，高度 1.2 m 以上的噪声敏感处。

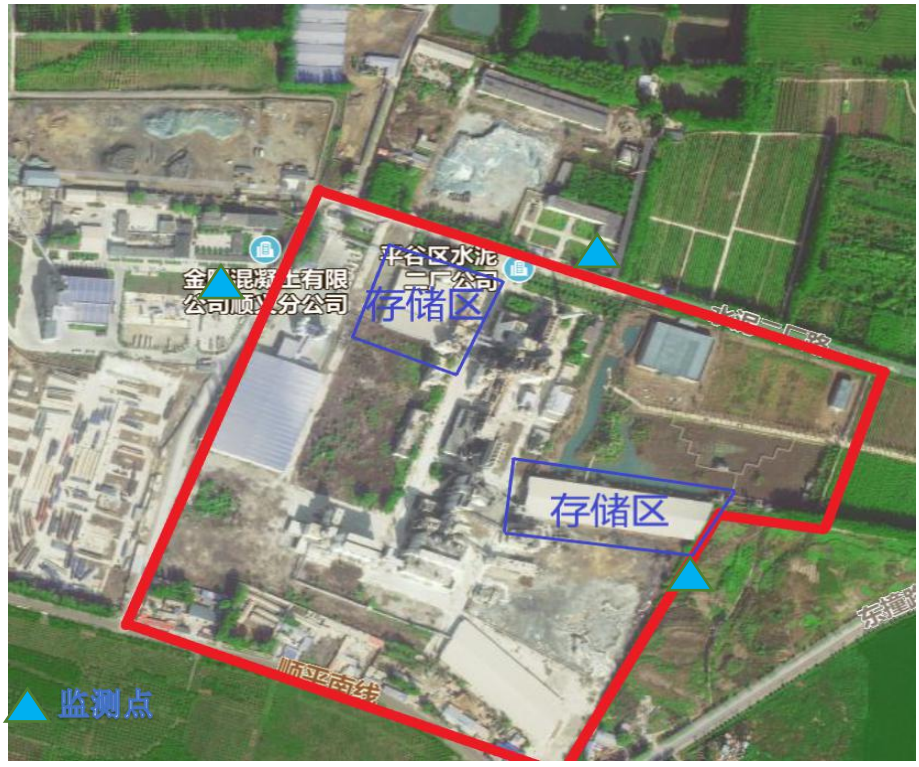


图 7.3-7 平谷存储点声环境质量监测布点图

图 7.3-8 强联水泥厂储点声环境监测布点图

图 7.3-9 生态岛公司声环境监测布点图

图 7.3-10 琉水公司声环境监测布点图

图 7.3-11 北水公司声环境监测布点图

图 7.3-12 回填基坑声环境监测布点图

（2）采样方法与频率

采用积分声级计采样，采样时间间隔不大于 1s。白天以 20 min 的等效 A 声级表征该点的昼间噪声值，夜间以 8 h 的平均等效 A 声级表征该点夜间噪声值。测量时间分为白天和夜间两个时间段。白天测量选在 8:00~12:00 时或 14:00~18:00 时，夜间选在 22:00~6:00 时。每季度采样监测 1 次。

（3）评价标准

根据《声环境功能区划分技术规范》和《工业企业场界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）,暂存和异位修复过程中场界噪声排放控制执行以下标准

表 7.3-3 工业企业场界环境噪声排放限值

厂界外声环境功能区类别	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)
2	60	50

7.4 基坑清挖效果检测方案

7.4.1 效果检测依据

（1）《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）；

（2）北京市《污染场地修复验收技术规范》（DB11/T783-2011）；

（3）生态环境部《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则》（征求意见稿）

7.4.2 效果检测流程

清挖完毕后基坑清挖效果检测包括坑底和侧壁检测两部分，由于本项目包含表层、中间层的非污染区域，因此检测的目的有两方面，一是基坑清挖到位后基坑的坑底、侧壁是否存在超标点，分析是否补挖；二是判断场调报告内存在的中间层非污染区域是否存在超标点，分析判断是否可以作弃土处理。检测项目为场地修复的目标污染物，判断依据为比对《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告—696 地块》中所确定的修复目标值。

7.4.3 达标判断流程

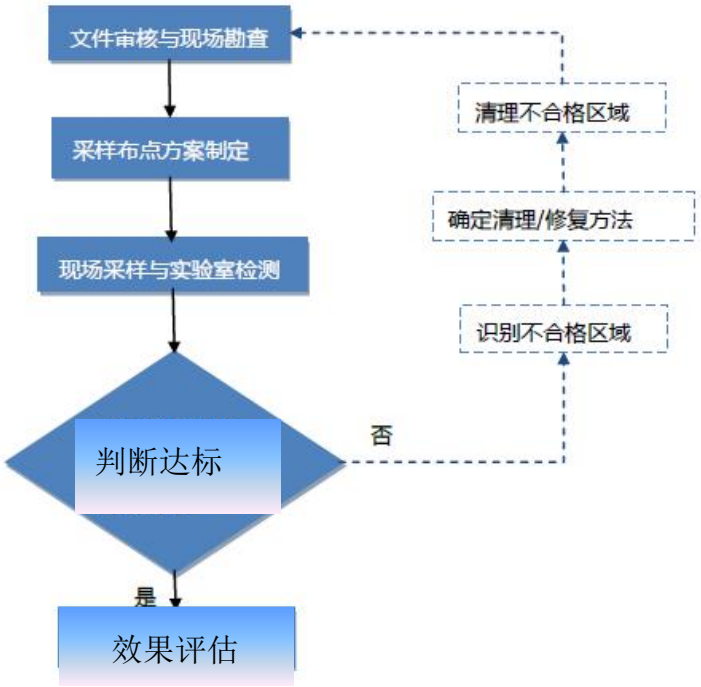


图 7.4-1 达标检测流程图

7.4.4 样品采集及保存

（1）检测项目

清挖完毕的基坑底部及侧壁土壤检测项目包括：砷、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽和茚并(1,2,3-cd)芘。

（2）达标标准

基坑底部及侧壁土壤达标标准如表 7.4-1 所示。

表 7.4-1 基坑底部及侧壁土壤达标标准

序号	污染物	达标标准（mg/kg）
1	砷	20
2	苯并（a）蒽	5.5
3	苯并（a）芘	0.55
4	苯并（b）荧蒽	5.5
5	二苯并（a，h）蒽	0.55
6	茚并(1,2,3-cd)芘	5.5

7.4.5 样品采集与保存

本项目土壤样品包括多环芳烃和重金属砷，针对不同污染物质采用不同的样品采集和保存方式。

针对多环芳烃和重金属砷采用常规采样方法，直口玻璃瓶保存。现场使用XRF对土壤样品中的重金属含量进行检测。样品采集与保存方法见下表。

表 7.4-2 现场样品采集与保存方法

序号	指标类型	指标	容器	备注
1	SVOCs	苯并（a）蒽 苯并（a）芘 苯并（b）荧蒽 二苯并（a,h）蒽 茚并(1,2,3-cd)芘	直口瓶	采样后保温箱冷藏
2	重金属	砷	直口瓶	采样后保温箱冷藏

7.4.6 检测布点与采样数量

依据《污染场地风险管控与修复效果评估技术导则》（HJ XX—2018）进行基坑坑底和侧壁的采样布点，采样方法按照《场地环境监测技术导则》

（HJ25.2-2014）。

基坑底部采用系统布点法，推荐采样网格大小见表 7.4-3，布点位置参见图 7.4-2。基坑侧壁采用等距离布点法，推荐采样间隔见表 2，布点位置参见图 2。当基坑相对深度大于 1m 时，侧壁应进行垂向分层采样，应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3m。基坑坑底和侧壁区域样品，以去除杂质后的土壤表层样为主(0-30cm)，不排除深层采样。

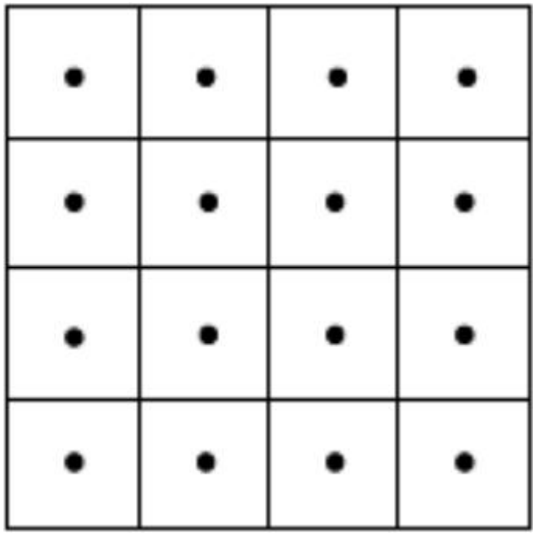


图 7.4-2 基坑底部系统布点法

表 7.4-3 异位修复遗留基坑底部推荐采样网络

采样区域面积（m^2）	网格大小（m）
<100	10x10
100≤X<1000	15x15
1000≤X<2500	20x20
2500≤X<5000	25x25
5000≤X<10000	30x30
10000≤X<25000	35x35
25000≤X<50000	40x40
≥50000	40x40

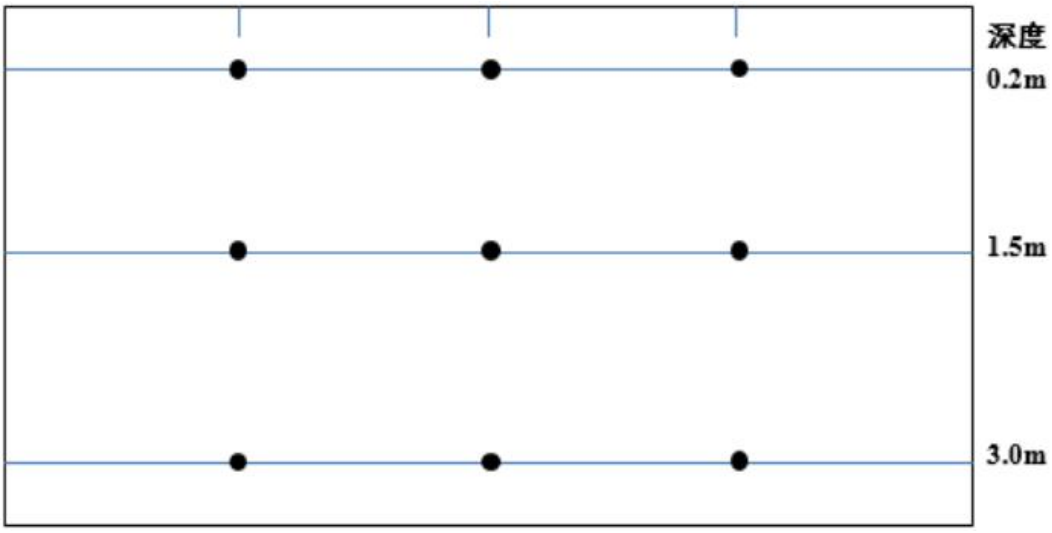


图 7.4-3 基坑侧壁系统布点法

表 7.4-4 异位修复遗留基坑侧壁推荐采样间隔

侧壁长度（m）	采样间隔（m）
<100	10
100≤X<1200	20
200≤X<300	30
300≤X<500	40
≥500	40

7.5 热脱附后土壤检测方案

热脱附后土壤运送至金隅窦店科技园区建设的回填场所进行回填，依据北京市《污染场地修复后土壤再利用环境评估导则》(DB11T 1281-2015)。对基于水泥窑热脱附后的土壤，采用 500 方布置一个采样点。回填区域不属于居住区，回填土壤各项指标应不超过该导则中第二级标准，详见表 7.5-1。

表 7.5-1 热脱附后土壤污染物管控值

序号	污染物名称	含量（mg/kg）
1	砷	20
2	苯并（a）芘	0.4
3	苯并（b）荧蒽	4

4	二苯并（a，h）蒽	0.4
5	苯并(a)蒽	4
6	茚并（1,2,3-cd）芘	4

7.6 水泥产品检测方案

根据《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB/T）30760-2014，水泥窑协同处置固体废物时，水泥产品应满足常规水泥产品品质要求，对于熟料中重金属应满足限制要求，其中重金属砷的限制要求为 40mg/kg.cli。

检测为控制检测，检测频次为 3 次/月，还将根据污染土壤处置的实际进度开展。

7.7 修复工程环境影响分析

7.7.1 修复工程二次污染分析

根据本场地污染土壤修复技术方案，该场地污染土壤修复过程主要包括：污染土壤的清挖、运输、暂存、污染土壤处理等过程。整个污染土壤修复过程中的环境风险主要包括：废水、噪声、废气、废渣等，如图 7.7-1 所示。

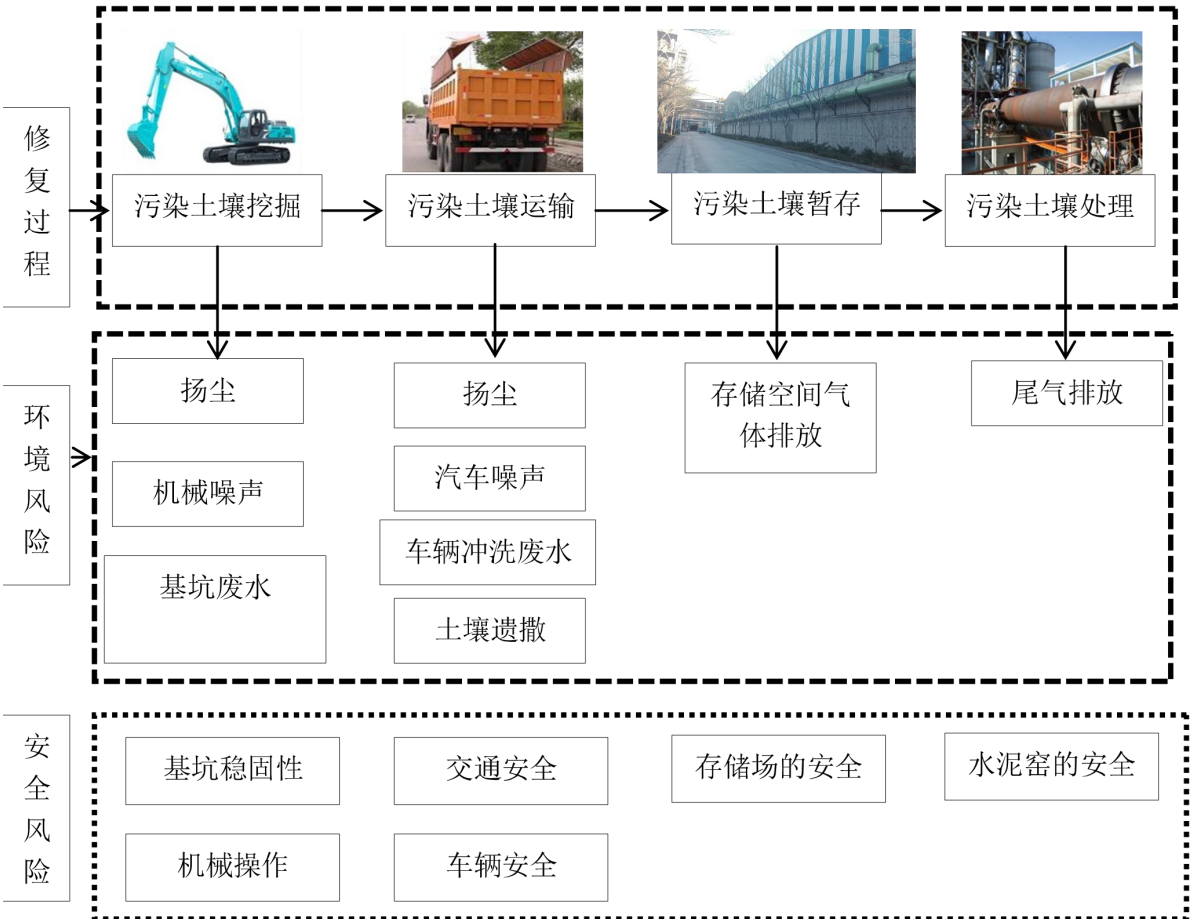


图 7.7-1 污染土壤修复过程中的污染源分析

可见，场地修复工程实施过程中污染源主要包括以下内容：

（1）工程施工中产生的废水

本工程施工过程中产生的废水主要来源于开挖过程中由于降雨导致的基坑积水、机械设备等施工工具清洗产生的废水以及工人的生活废水等。

（2）工程施工中产生的废气

本工程施工过程中产生的废气主要来源于污染土壤挖掘、运输、堆放等过程中挥发出的多环芳烃类。

（3）工程施工中产生的扬尘

本工程施工过程中可能产生的扬尘主要来源于土壤挖掘及运输车辆、施工机械走行车道所带来的扬尘；污染土壤运输过程中造成扬起和洒落、清表建筑垃圾的堆砌和处理过程中产生的扬尘以及异位土壤修复过程中可能造成的扬尘等。

（4）工程施工中产生的噪声

本工程施工过程中产生的噪声污染主要来自于场地准备和施工过程中的挖掘设备、运输车辆以及泵、风机等。

（5）工程施工中产生的污染土壤二次污染

本工程施工过程中产生的污染土壤二次污染主要来自于污染土壤在挖掘、运输、装卸等过程中由于操作不当使污染土壤遗撒造成二次污染。

（6）工程施工中产生的固体废物

本工程施工过程中产生的固体废弃物主要来自于施工过程中产生的其他固体废物和生活废弃物等。

7.7.2 二次污染控制措施

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。施工组织遵照《环境管理体系标准及使用指南》（GB/T24001-2004）和《工作场所有害因素职业接触限制化学有害因素》（GBZ2.1-2007）中的相关规定，建立并持续改进环境管理体系。环境管理措施遵循以下原则：

全员参与和全过程管理原则：在施工全过程中强化对全体施工人员的环境知识教育，不断提高全员环境意识，切实做到作业前未进行环保交底不施工、环境设施未验收合格不施工、作业人员无有效操作证不施工、发现环境隐患未消除不施工、出现事故未按“四不放过”处理不施工。

现场环境与周围环境并重原则：该修复工程土壤污染物主要为多环芳烃类和重金属类，在做好现场环境管理的同时，通过自检与相关部门检测相结合，对施工现场及周围环境质量进行监测。

本工程在实施过程中，对土壤、水、空气和噪声等进行全过程安全环保管理，以保证污染土壤临时贮存和处置过程中无二次污染并保证施工人员安全和周边居民健康。在作业全过程中，项目部应强化对全体施工人员的安全环保教育培训，不断提高全员意识，切实做到安全环保措施未审批不施工、作业前未进行安全环保交底不施工、安全环保设施未规定验收合格不施工、作业人员未按规定持有有

效操作证不施工、发现环境隐患未消除不施工、出现事故未按“四不放过”处理不施工。

（1）废水污染控制措施

①基坑积水

密切关注国家气象局天气预报，提前做好施工进展安排，如遇降雨天气，则停止现场施工作业，并及时对作业面和暴露污染土进行必要覆盖。防止雨水冲刷污染区。同时做好必要的基坑雨水导排工作。一旦在基坑开挖后发生降雨导致基坑积水，则立即将基坑水抽出并采用下列方案进行处理处置。

基坑内的积水若存在明显的异味或颜色，需要进行取样检测，若检测结果超过《水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）中排入城镇污水处理厂的水污染物排放限值中的二类限值标准，需要将基坑内积水抽出，经罐车运至生态岛污水处理厂进行处置。若检测结果不超过《水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）中排入城镇污水处理厂的水污染物排放限值中的二类限值标准，可将基坑内积水直接排放至附近的污水管网。

②清洗废水

污染土壤挖掘与装载过程中，需要在施工现场设置洗车池（冲洗槽）和沉淀池。工程施工期间，施工单位应严格执行《建设工程施工场地文明施工及环境管理暂行规定》，对地面水的排放进行组织设计，严禁乱排、乱流污染道路、环境或淹没市镇设施。

在污染土壤运输出场前，将运输车外侧的泥土、车轮上的污染土清洗干净，防治污染物带出场。施工时产生的施工废水及生活污水未经处理不得随意排放，不得污染现场及周围环境。清洗废水在沉淀池收集沉淀后，上清液回流至洗车池循环使用。清洗后的泥沙和污染土一起运出场地进行处置。

（2）废气污染控制措施

①土壤清挖、运输过程

针对污染土壤清挖、运输过程可能产生的大气污染环节，拟采取以下防治措施：

Ⅰ）采用分区清挖的方式清理污染土壤，控制污染场地的开挖面积，减少污染土壤的暴露面；

Ⅱ）采用满足国家 III 阶段排放标准（GB17691-2005）要求的施工机械，防止施工机械产生尾气污染大气环境；

Ⅲ）严格控制开挖过程中的气味扩散，如开挖过程中出现明显异味，采取缓慢作业。

Ⅳ）使用便携式气体浓度检测仪，每一个小时对开挖基坑的底部及侧壁处的气体浓度进行监测，同时对场地及周边环境空气中进行监测。当污染物浓度过高时。作业人员应停止作业，撤离现场；

Ⅴ）用土工布及时遮盖临时堆放的污染土壤，减小暴露面，抑制气体污染物的排放；

Ⅵ）采用加装封闭设施的车辆运输污染土壤，防止气体污染物挥发造成空气污染。

②土壤暂存过程

污染土壤暂存于封闭微负压大棚内，拟采取以下防治措施：

Ⅰ）采用满足国家 III 阶段排放标准（GB17691-2005）要求的施工机械，防止施工机械产生尾气污染大气环境。

Ⅱ）使用便携式气体浓度检测仪，定期对大棚内部及外部周边的大气浓度进行监测。当污染物浓度过高时，作业人员应停止作业，撤离现场。

Ⅲ）定期对大棚密闭情况进行检查。

（3）空气治理控制措施

污染土壤清挖、运输、处置、修复的整个过程中需要对空气环境进行管理，其目的是确保施工过程中工作人员的健康安全，并防止施工过程对周边空气环境造成二次污染。

本项目中的污染物主要为有机物，有机物的挥发以及扬尘中可能携带的污染物将对场地内和下风向的空气质量造成影响。为保护施工区域内及下风向的空气

质量达标，施工过程中将对施工人员的工作区域及下风向场界处进行空气质量监测管理。一旦发现超标现象，则采取及时有效的安全保护措施。现场空气质量控制措施包括以下几项：

①半挥发性有机污染物的控制措施

污染土壤清挖过程中对挥发性有机物的控制手段主要是控制开挖范围，尽量减少污染土的暴露面积。施工过程中，根据施工进度要求合理安排开挖作业面，尽量减少暴露面积。污染土壤清挖时，采用小作业面，边挖边退边覆盖的方式进行作业。一个作业面清挖完成后，及时覆盖，设备后退进行下一作业面开挖作业，以这种作业方式严格控制暴露在空气中的作业面积，达到控制土壤中 SVOC 挥发扩散的目的。

②扬尘控制措施

污染土修复过程中大气污染主要来自污染土挖掘、装载、运输等过程中污染土扬尘及污染土壤暂存产生的挥发性气体以及污染土壤处理过程中产生的尾气。修复过程中若产生异味扩散，建议考虑采取如下措施：

Ⅰ）设置围挡墙、防尘网等进行有效防尘；清挖过程中控制开挖范围，根据施工进度要求合理安排开挖作业面，尽量减少暴露面积。污染土壤清挖时，采用小作业面，边挖边退边覆盖的方式进行作业。一个作业面清挖完成后，及时采用密目网覆盖，设备后退进行下一作业面开挖作业。

Ⅱ）施工过程中，根据施工进度要求合理安排开挖作业面，尽量减少暴露面积。污染土壤清挖时，采样边挖边退边覆盖的方式进行作业。一个作业面清挖完成后，及时覆盖，设备后退进行下一作业面开挖作业，以这种作业方式严格控制暴露在空气中的作业面积，达到控制土壤中有机物挥发扩散的目的。

Ⅲ）施工过程中，对施工人员的工作区域及下风向场界处进行空气质量监测管理，采用快速检测设备光离子化检测仪（PID）对空气中的 SVOCs 含量进行现场实时监测；若监测值超过《工作场所有害因素职业接触限值》，暂停施工。

Ⅳ）现场施工开挖过程中，若遇到严重污染或大风极端天气时，需暂停施工。

Ⅴ）严禁在施工现场焚烧废弃物，防止烟尘和有毒气体产生。

Ⅵ）作业面出现扬尘时，应采用洒水车进行定期洒水作业。

施工过程中，可以根据现场实际状况采取其他有效防护措施。

③修复过程中的无组织排放监测

针对污染土壤清挖清理现场的大气污染敏感目标制定环境保护措施。本项目大气污染可能对周边人群健康造成影响，因此大气污染的敏感目标包括了污染土壤清挖清理现场的施工人员、施工现场的周边居民点等。针对以上敏感目标制定大气环境质量的监测方案和大气环境质量控制措施，并严格按照监测方案和控制措施执行。若遇到施工现场及周边的大气监测指标超标现象，及时采取以上所列的粉尘控制措施、挥发性有机物控制措施，防治无组织排放所造成的环境影响。

④扬尘污染控制措施

Ⅰ）清挖过程中，应洒水使作业面保持一定的湿度；对施工场地内松散、干涸的表土，也应经常洒水防止粉尘。

Ⅱ）加强清挖碴土堆放、处置场地的管理，要定期喷水、适当覆盖；不需要的泥土，建筑材料弃渣应及时运走，不宜长时间堆积。

Ⅲ）运土、运沙卡车及修复材料运输车应按规定配置防洒落装备，装载不宜过满，保证运输过程中不散落；运输车辆加蓬盖，且离开装、卸场地前应先冲洗干净，减少车轮、底盘等携带泥土散落路面。

Ⅳ）场内运输道路每天 4 次（上午和下午各 2 ）清扫并适当洒水，保证现场干净，不起灰、无扬尘。必要时增加洒水次数。

Ⅴ）修复工程管理办公区地面进行混凝土硬化，以减少扬尘。

Ⅵ）若出现尘霾、大风天气，则减少或避免筛分、混合等易产生扬尘的施工作业并及时对作业面和暴露污染土进行适当覆盖，减少扬尘及二次污染。

（4）噪声污染控制措施

污染土修复过程中噪声主要来自施工车辆机械及施工人员产生的噪音，施工

过程中控制的具体措施如下：

①严格遵守相关法律法规的要求文明施工，并应配合相关部门做好对周围居民的协调、解释工作；

②要求工地合理安排施工工期，确需进入夜间施工的需严格按照有关规定；

③工地应加强现场管理，尽量减少因人为原因引起的噪声污染；

④运输车辆进出口应尽量避开居民敏感点、且应慢速行车，严禁鸣喇叭；

⑤尽量选用低噪音或备有消声降噪设备的施工机械；

⑥加强机械设备的日常保养和维修，保证机械设备在良好的状态下运行；

⑦物料进场装卸过程中必须做到轻卸、轻放，严禁野蛮施工；

⑧施工现场应设置隔音装置，减少噪声污染。

（5）固废污染控制措施

场地修复过程中固体废弃物包括施工中的包装材料、生活固废等一般固废等，分类收集并采用不同方式处置。

①施工现场设立专门的废弃物临时贮存场地存放一般固废储存区，设置

安全防范措施且有醒目标志。

②施工现场设置若干活动垃圾箱，派专人管理和清理。

③禁止在工地焚烧残留的废物或将废物随意堆放。

④废弃物的运输确保不遗撒、不混放、送到政府批准的单位或场所进行处理、消纳。可回收的废弃物做到再回收利用。

8 工程进度及保证措施

8.1 工程进度计划

依据场调报告，696 地块污染土壤共计 43464.48 m³，其中 PAHs 修复土方量为 42247.48 立方米，As 修复土方量为 1217.00 立方米。根据现场施工部署，北辛安棚户区改造项目 696 地块施工总量约 60311.81 方。

考虑到过程测量定位周期、检测周期、北京市相关文件要求等，将需要对工期进行合理安排，预计从 2019 年 4 月份开始清挖、运输，2019 年 12 月底挖运完毕，基坑清挖效果达标。全部存储至水泥厂密闭大棚内。

但由于北辛安棚户区改造项目挖运与治理项目工程总体工程量较大，完成北辛安棚户区改造项目所接收的全部土壤修复，所需周期还需约两年。

8.2 工程进度保证措施

8.2.1 保证工期的组织管理措施

项目部实行分工负责，各职能部门进行目标管理，建立严格的奖惩制度，围绕总工期制定详细的工作计划，逐月检查落实，实施奖惩，以保证各分部、分项工程和节点工期目标的按时完成。

工程项目施工进度计划内按系统工程，用树状结构图对其分解，直到相对应项目的工程单项，根据每一工序的工作性质和时间合理安排工序先后的顺序，将总工期落实到每月、每日、每个工班，以保证总工期。

对修复工程进度按月、周建立施工监控，用图表直接形象地反映实际进度，及时发现差距并采取措施纠正。根据每月工程实际进度情况，将工期进度图予以调整。

建立每周工程例会，每日现场协调会制度，加强现场指挥调度工作，及时协调人力、财力、材料和机械设备，使工程保持正常有序的施工。

设立强有力的现场指挥调度体系，实行矩阵式管理模式，利用激励与约束的管理机制，可以充分合理的调配各种资源，为工程施工提供了物质、财力、人力等资源保证，也是工程施工的坚实后盾。安排具有丰富工程施工经验的人员担任

项目经理和技术负责人，派有过硬技术的人员参与本项目。联合体派调度员驻项目经理部，配合项目经理协调、调度施工中的各种资源与工作面的关系。由联合体各单位经验丰富团队组成项目部，各项责任落实到人。施工中要加强整个阶段进度计划的动态控制和管理，收集施工现场进度信息，实际进度和计划进度进行比较，发现进度拖后，系统地分析原因，提出修改意见，以保证项目按期完成。同时贯彻企业的计划管理，以竣工工期为目标，以施工总进度为基础，计划为龙头，实行长计划、短安排，通过月、旬计划的布置和实施，强化动态管理，加强调度职能，维护计划的严肃性，实现按期完成竣工的目标。

8.2.2 保证工期的施工技术措施

对现场深人调查，制定合理施工方案。对工程污染土壤施工难点、运输路线难点，应提前做好施工准备工作，技术保证措施得力，以免因此而影响工程进度。

做好实施性施工组织设计的编制，优化的施工组织设计和科学的施工方案是工程顺利开展的关键，是确保工期的前提。为此，联合体将加强施工计划的科学性，运用网络技术、系统工程等新技术原理，根据本修复工程的技术特点、现场实际情况等编制详细的、切实可行的实施性施工组织设计。

根据施工总进度的要求，分别编制年、季、月、旬、周施工生产计划，实施并对照检查，找差距，找原因，完善管理，促进施工。按生产计划情况编制材料供应计划，超前订货或加工，就近供货。根据本工程特点，雨季对施工的影响最大，要备有足够的材料库存量，保证工程物资供应充足，不致影响到工程施工进展。

全面提高人员整体素质。加强技术培训，提高施工人员的操作技术熟练程度，项目经理部的人员要深入学习项目管理知识，规范操作行为，同时抓好后勤保障工作，一切为生产服务，关心职工的物质文化生活，充分激发广大职工的生产积极性。

8.2.3 保证工期的资源调配措施

物资采购部门根据工程进度计划编制所需主要物资用量计划，分阶段列明所需物资的品名、规格、质量和数量，进而随时掌握施工材料的使用情况以及资源情况、供货、采购、运输、储备等各项工作，保证将材料按质、按量、按时、配

套的供应到使用地点。物资部门做好材料供应，有计划的备足工程材料，疏通材料供应渠道，不因材料供应不足而影响进度或因燃料供应不及时造成停工。

合理选购机械设备，对设备调遣有序，为工程各阶段施工提供最适宜的技术装备，同时加强机械设备的维护、维修和保养，保证设备经常处于良好的技术状态，建立正常的施工程序，合理使用机械设备，提高机械设备的使用效率、生产水平和经济效益。

8.2.4 应对意外情况的工期保证措施

为确保总工期的实现，除做好施工组织安排，工期计划合理排列，加强施工管理外，还需做好应对意外情况的思想准备、储备一定数量的施工材料和防雨防潮、照明、材料、设备，以防急用，确保本工程的施工工期。

遇到不可避免的自然灾害时，调整进度计划，精心组织，合理安排，加大投入，确保工期。

当出现突发事件，自然因素影响工期(如遇到考古、变更设计、洪水等)，联合体除了内部调整施工进度计划及增加人、财、物、机的投入以外，积极与业主密切联系，加强沟通，采取一切必要手段，尽量减少因此影响的工期损失，保证总工期的实现。

9 劳动保护和个人防护措施

9.1 本项目可能存在的人体危害因素及预防措施

9.1.1 安全与健康风险识别

安全与健康保护风险识别主要是指识别在污染土壤处置过程中潜在的危害源及其危害种类，并评估危害风险程度。

污染土壤处置过程中危害可能发生的时段，按照施工阶段可分为土壤清挖运输过程、暂存阶段、处置阶段。安全与健康保护风险主要包括：土壤进场和运输过程中可能发生交通事故，造成人员伤亡；暂存和处置过程中可能发生挥发性气体和粉尘释放至大气，人体吸入后会造成晕厥；由于电线破损或者操作不当会造成人体触电；设备运行不稳定会导致设备倒塌，影响施工，甚至会危及施工人员的生命安全；施工人员在场地上滑倒、绊倒或撞击设备产生身体损伤；施工人员在设备维修过程中登高造成的跌落；人体长时间靠近高噪声设备会产生耳鸣、头疼；高温天气作业会导致中暑。

9.1.2 预防措施

根据《中华人民共和国劳动法》及国家有关规定，施工人员上岗前应进行严格的体检和有关的劳动安全教育；设备运行之前应建立和执行岗位责任制等一系列整套规范化安全卫生管理制度；运行后应制定必要的操作规程和管理制度，做到三防，即防触电、防坠落、防中毒；定期对主要设备及有可能危害人体健康的部位进行认真检查以排除事故隐患，对施工人员进行定期体检以保护其健康。

表 9.1-1 修复工程的预防与安全措施

序号	潜在危害	预防与安全措施
1	挥发性有毒气体暴露	对运输车辆进行苫盖，检查车辆密封性，处置过程中对有毒气体收集后处理。配备防毒面具和防护口罩。
2	噪声暴露	设置减震底座、消音器，选用隔音材料。避免长时间靠近高噪音设备。配备护耳器。
3	扬尘暴露	施工现场做好遮盖；在产生扬尘的场地表面洒水。配备防护口罩。
4	机械撞击	控制机械运动速度，在机械设备的危险部位设防护装置。在设备安装调试和运行维护时注意撞击。
5	交通事故	使用安全车辆，车辆按照规定路线行驶。
6	滑倒/绊倒	配备安全鞋、安全帽。
7	设备倒塌	未通过严格检查的设备不得投入使用。运行过程中定期检查维护。
8	触电	使用三相五线制的供电系统，电气设备设漏电保护器。电器、电线的检修人员需持证上岗。

9.2 主要污染物的毒理分析

9.2.1 砷

砷，是一种类金属元素，元素符号 As，单质以灰砷、黑砷和黄砷这三种同素异形体的形式存在。砷元素广泛的存在于自然界，共有数百种的砷矿物是已被发现。砷化合物可区分为有机砷及无机砷，有机砷化合物绝大多数有毒，有些还有剧毒。另外有机砷及无机砷中又分别分为三价砷(As2O3)及五价砷(NaAsO3) ，在生物体内砷价数可互相转变。

溶解性：不溶于水，溶于硝酸和王水，也能溶解于强碱，生成砷酸盐。

毒性：单质砷无毒性，砷化合物均有毒性。三价砷比五价砷毒性大，约为 60 倍。三价砷会抑制含-SH 的酵素，五价砷会在许多生化反应中与磷酸竞争，因为键结的不稳定，很快会水解而导致高能键 (如 ATP) 的消失。氢化砷被吸入之后会很快与红血球结合并造成不可逆的细胞膜破坏。低浓度时氢化砷会造成

溶血（有剂量 - 反应关系），高浓度时则会造成多器官的细胞毒性。肠胃道、肝脏、肾脏、心血管系统、神经系统、皮肤系统、呼吸系统、血液系统、生殖系统均有可能造成不同程度的危害。砷急性中毒的表现症状为可有恶心、呕吐、口中金属味、腹剧痛、米汤样粪便等，较重者尿量减少、头晕、腓肠肌痉挛、发绀以至休克，严重者出现中枢神经麻痹症状，四肢疼痛性痉挛、意识消失等。砷中毒的症状可能很快显现，也可能在饮用含砷水十几年甚至几十年之后才出现。这主要取决于所摄入砷化物的性质、毒性、摄入量、持续时间及个体体质等因素。

致癌性：

皮肤癌：在长期食用含无机砷的药物、水以及工作场所暴露砷的人的研究中常常会发现皮肤癌。

肺癌：经研究长期暴露三氧化二砷及五价砷农药的环境中肺癌发生的机率较高。

9.2.2 多环芳烃

多环芳烃是一类含有两个或两个以上苯环的碳氢化合物，一类是稠环芳烃，即苯环之间以稠环形式连接，如萘、蒽、菲等，另一类是非稠环芳烃，即苯环之间通过单键连接或通过一个或几个碳原子连接，如联苯、三联苯等。目前已知的多环芳烃有 200 多种。PAHs 室温下为固体，熔点和沸点高，难溶于水，易溶于有机溶剂，广泛存在于大气、水和土壤环境中。低分子量（2'--'3 环）PAHs 通常以气体形式存在，4 环 PAHs（如菲、蒽、荧蒽、芘等）以气态和固态两种形式存在，而 4 环以上 PAHs 通常吸附在颗粒物或散布在大气飘尘中，几乎所有的 PAHs 都分布在可吸入颗粒物上。

PAHs 具有致癌、致畸和致突变性，且其毒性随着苯环的增加而增加。目前已知的 500 多种致癌化合物中，有 200 多种是 PAHs 及其衍生物。其中，苯并(a)芘，二苯并(a,h)蒽等具有强致癌性。PAHs 可以通过消化道、呼吸道以及皮肤等进入人体，从而诱发皮肤癌、肺癌、直肠癌、膀胱癌等。众多 PAHs 中，受关注最多的是苯并(a)芘，因为苯并(a)芘具有强致癌性，当苯并(a)芘进入机体后，可被一些氧化酶激活，并代谢产生 7，8-二氢二醇-9，10-环氧化物等强致癌物，潜伏期可达 10-15 年。研究表明，苯并(a)芘浓度每上升 0．1ug／100m^3，肺癌死亡率上升 5%。PAHs 暴露于紫外光下时，会加速自由基的形成，使膜脂

过氧化，从而损伤 DNA，引起人体遗传信息发生突变，形成光致毒效应。

9.3 施工人员现场佩戴防护措施

9.3.1 开放式环境中的人员防护措施

污染土壤清挖运输均属于开放式的作业空间，对于开放式的作业空间，空气中的污染物浓度较低，对人体伤害较小，因此对操作人员的防护主要为一般的防机械伤害及目标污染物的挥发对呼吸系统和身体的伤害。根据以上的分析及污染物的性质，对开放式工作的操作人员主要采取以下防护措施。

头部防护：现场施工人员必须佩戴安全帽，才能进入施工现场。

呼吸系统防护：现场施工人员佩戴过滤式防毒面具，主要是防止土壤中挥发的有机污染物通过呼吸系统进入人体，造成的伤害。根据污染物的性质，为操作人员配备 3M 公司半面罩，采用 3M 公司 6001 有机气体滤毒盒，5N9 防尘滤棉，能有效防止扬尘和有机气体对人体呼吸系统的伤害。

身体防护：根据污染物性质，采用杜邦特卫强 C 型防护服，在常规的防护服外面涂抹了一层聚合物涂层，能有效防止有机气体的侵入。

眼睛防护：使用 3M 公司 1261/1621AF 防化学护目镜。

手的防护：选用防化学品手套。

其他防护：工作人员现场严禁吸烟、进食和饮水；工作完毕，沐浴更衣。

现场施工时工人防护基本情况见图 9.3-1。

图 9.3-1 施工时基本防护情况图

9.3.2 相对封闭环境中的人员防护措施

在本污染土壤处置的整个过程中，对大棚内进行的暂存作业的工作人员处于相对封闭的环境中。在此环境中，操作人员在此相对封闭的空间内受到的主要危害为挥发出来的有机物对人体的伤害。根据 GBT9651-2008《个体防护装备选用规范》，以及污染物的性质，对在修复场内的操作工人采用以下防护措施。

头部防护：现场施工人员必须佩戴安全帽，才能进入施工现场。

呼吸系统防护：根据污染物的性质及空间特点，为操作人员配备 3M 公司全面罩，采用 3M 公司 6003 有机气体及酸性气体滤毒盒，5N9 防尘滤棉，能有效防止扬尘和有机气体对人体呼吸系统的伤害。

身体防护：根据污染物性质，采用杜邦特卫强 C 型防护服，在常规的防护服外面涂抹了一层聚合物涂层，能有效防止有机气体的侵入。

眼睛防护：呼吸系统的全面罩中包括眼睛的防护，故无需再为其配备眼睛防护用品。

手的防护：选用防化学品手套。

其他防护：工作人员现场严禁吸烟、进食和饮水；工作完毕，沐浴更衣。

9.3.3 应急状况下人员的防护措施

在本项目的实施过程中，可能会出现人员中毒或者有机污染物大量挥发造成某封闭区域浓度过高等现象，在此状况下，进入这些区域操作或者执行救援的人员应配备高级别的防护措施，在此种状况下进行救援的人员配备如下防护用品。

头部防护：现场施工人员必须佩戴安全帽，才能进入施工现场。

呼吸系统防护：采用自给式呼吸器，选用进口的 SCBA9000 呼吸器，保证在应急状况下，能确保应急人员的呼吸正常。

身体防护：采用全封闭式防护服。

眼睛防护：全封闭式防护服中包括眼睛防护。

手的防护：全封闭式防护服中包括眼睛防护。

其他防护：工作人员现场严禁吸烟、进食和饮水；工作完毕，沐浴更衣。

9.3.4 施工人员应熟知的急救常识

皮肤接触：立即脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗皮肤 15min。若有灼伤，就医治疗。

眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗至少 15 分钟并就医。

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如停止呼吸，立即进行人工呼吸，就医。

食入：饮温水催吐，洗胃，就医。

10 冬雨季施工方案

10.1 冬雨季施工风险

根据进度计划及我公司在污染土壤处置方面的经验，本项目储存周期约半年，处置过程中会经历雨季 6-8 月及冬季。通过对修复工程工艺所需设备和条件的综合考虑，在冬雨季施工有如下风险：

（1） 在雨季时，基坑内已污染的积水溢出，对周围环境造成污染；

（2） 在雨天情况下，施工人员有触电、遭受雷击的风险；

（3） 在大风天气施工，要注意土壤运输和存储过程中的苫盖；风力过大，会使运输过程中污染土的遗撒和存储场污染土扬尘扩散，造成二次污染；

（4） 在大风天气施工，要注意存储车间的大风防护，风力过大，可能会对存储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；

（5） 雨天道路比较滑，人员和车辆、设备在清挖、运输和土壤处置的行进、移动过程中都可能造成危险；很大的降雨量还可能对存储车间造成破坏，压坏顶棚。

（6） 土壤处置的设备在低温下持续作业，某些零部件（比如橡胶、塑料零配件等）易变硬变脆，容易损坏；在冬天低温条件下运作过程中，油料有被冻住而无法施工的可能；

（7） 雪天道路比较滑，人员和车辆、设备在清挖、运输和土壤处置的行进、移动过程中都可能造成危险；很大的降雪量还可能对存储车间造成破坏，压坏顶棚。

综上所述，在雨季施工存在诸多风险，因此必须加强对冬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。

10.2 雨季施工领导小组

经理部成立冬雨季施工领导小组，全权统筹组织、安排、协调雨季期间施工工作，组成人员为组长由项目经理担任，副组长由技术负责人担任，组员若干。工作小组构架如图 11.2-1 所示。

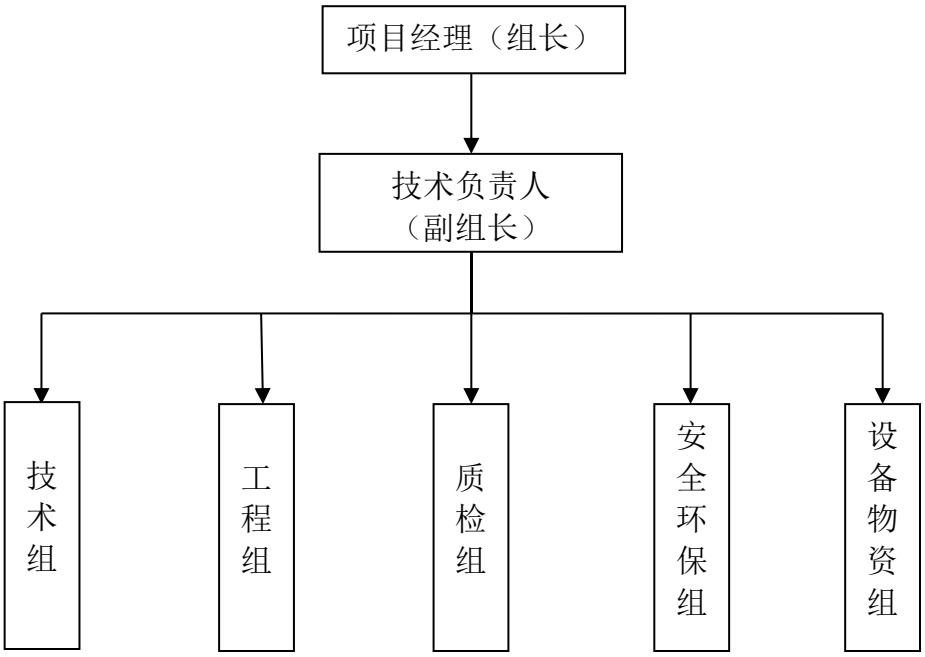


图 10.2-1 冬雨季施工领导小组构架图

10.3 冬季施工方案

10.3.1 准备工作

（1）首先从思想上全体职工要树立冬季施工意识，特别是初冬与冬末，克服不冻不动的被动现象。

（2）冬季施工前制定技术措施，并下发到有关人员手中。在每分项工程施工前，组织有关人员学习冬施技术措施，并进行详细的技术交底。

（3）保持现场的道路通畅，且道路无结冰。

（4）根据工程需要，组织有关机具和保温材料提前进场。

（5）做好施工人员的冬季施工培训工作，组织相关人员进行一次全面检查施工现场的准备工作。

10.3.2 消防安全技术措施

（1）现场电、气焊等临时用火必须先经工地保卫部门检查、批准，并采取相应防火措施后方可进行。

（2）现场所有电气设备必须由专业电工负责安装、接线、维修等，非电工人员不准进行此项操作。

（3）各种动火照明电线不得使用破线或绝缘不良的电线，线号要符合安全用电量。

（4）电线进入工作现场与物体接触处应架设牢固，不得松动，防止风刮磨损起火。

（5）冬季室内取暖应做好通风工作。

10.3.3 冬季土方工程措施

⑴土在冬期，由于遭受冻结，变为坚硬，挖掘困难，施工费用比常温期高，所以土方工程的冬期施工，必须在经济及技术条件上认为合理时，方可进行。

⑵冬期施工时必须周密计划，组织强有力的施工力量，进行连续不断施工。

⑶对运输的道路须采取防滑措施，如铺地毯，且设专人清扫等，以保持正常运输和安全。

⑷基坑边坡放坡，可根据现场土质及实际雪量适当加大放坡，下步施工时再做修坡处理。

⑸当冻土层较厚又比较坚硬时，可采用重型推土机钩拉破碎。

⑹如果边坡挖出，没及时进行土钉墙的施工，应及时采用防火草帘进行覆盖保温，防止受冻。

10.4 雨季施工方案

10.4.1 雨季施工准备

⑴雨季施工以预防为主，强调提前做好生产部署，采用防雨措施和加强排水手段确保雨季正常的施工生产，不受季节性气候的影响。

⑵安排专人进行气温观测并做好记录，与当地气象部门保持联系，及时接

收天气预报，施工现场做好标识牌，标明当日天气情况。

(3)做好施工人员的雨季施工培训工作。

(4)认真编制雨季施工方案并组织施工人员学习，认真执行雨季施工方案、质量标准及操作要点，确保每个工序按标准、规范、规程和技术措施组织施工。

(5)做好雨季施工的材料准备，如备用 HDPE 膜、沙袋等。

(6)对雨季施工机械及临时设施进行全面检查，及时消除隐患，如必须要可在运输道路铺垫砂砾或碎石，以保证正常运输和安全。

(7)认真执行检查制度，做好质量、安全检查工作，清除质量、安全隐患。

10.4.2 雨季施工方案

本工程施工经历雨季，需做好以下措施：

(1)雨天清挖和运输要注意雨量大小，雨量大的时候停止施工，并采用预先准备好的防水塑料布等防水材料对现场污染土壤、基坑和存储场地进行防雨遮盖。

(2)雨天的清挖和运输工作还要做好道路的防滑措施，运输道路路基碾压坚实，上铺焦渣或天然级配砂石，并作好路拱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。

(3)若遇到雨季对道路和场地造成严重影响的情况，及时将情况进行上报，并通知有关方面协调处理。

(4)对场区内的排水系统进行疏浚，保证水流畅通不积水，并防止四邻地区地面水倒流进入场内。加强对周围水管等渗漏现象的观察，发现问题应立即排除。

(5)机电设备的电闸箱要采取遮盖或立蓬防雨、防潮措施。电源线路要做到绝缘良好，电闸箱防雨，漏电接地保护装置要灵敏有效，定期检查线路情况并做好施工日志。

(6)作好防雨物质准备工作，及时将防汛工具(铁锹、洋镐、手推车、水泵等)和防汛用品(草袋、手电、应急灯、雨衣、雨鞋、塑料布等)落实到位。

(7)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、紧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，必须立即上报相关部门，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。

(8)雨后积水应设置防护栏或警告标志。

10.4.3 雨季施工其它措施

（1）应采取防止污染土流失措施，包括：

- 污染土堆放场所应配备专门的管理人员，禁止无关人员和车辆进入污染土堆放场所，对出入的人员和车辆进行检查和记录；
- 污染土堆放场所内的任何作业应征得管理人员的同意，管理人员应对堆放场所内的所有作业活动进行记录。

（2）应采取措施防止雨水径流进入污染土堆放场所，包括：

- 设立挡水堰；
- 设立雨水导流沟渠，根据情况布设排水设备。

（3）应采取措施防止或减少污染土渗滤液排入地面、土壤和水体，防止或减少污染土粉尘污染空气环境，包括：

- 设立收集沟、集液池和集液井；
- 将渗滤液收集在容器中；
- 收集的渗滤液运输至处置单位污水处理系统进行处理；
- 对堆放场所进行必要的覆盖、遮挡。

11 工程安全文明环保保证措施

11.1 安全文明施工管理目标及管理体系

11.1.1 安全施工目标

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，确保不发生中毒事故。

a）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；

b）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；

c）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管理。努力降低对环境的影响，节约资源，创造优美、和谐、文化、蓝天的“绿色花园式工地”。

（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，项目部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。

11.1.3 安全、文明施工管理体系

针对该工程的规模和特点，建立安全施工体系，成立以项目经理责任制的安全文明施工领导小组，健全各级各部门的安全生产责任制，责任落实到人，有明确的安全指标和包括奖惩办法在内的保证措施。

建立安全生产责任制，加强领导，强化管理，定期或不定期组织进行文明施工检查，对不符合文明施工要求的地方，限期予以整改。认真落实公司内部三级安全生产责任制，全面落实公司安全生产实施细则，牢固树立“安全第一”的思想，各级管理人员必须正确处理安全与质量、进度与效益之间的关系。

项目负责人是施工项目安全管理第一责任人。各级职能部门、人员，在各自业务范围内，对实现安全生产的要求负责。全员承担安全生产责任，建立安全生产责任制，从经理到工人的生产系统做到纵向到底，一环不漏。各职能部门、人员的安全生产责任做到横向到边，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。

施工项目负责施工生产中物的状态审验与认可，承担物的状态漏验、失控的管理责任。接受由此而出现的经济损失。一切管理、操作人员均需与施工项目签订安全协议，向施工项目做出安全保证。安全生产责任落实情况的检查，应认真、详细的记录，作为分配、补偿的原始资料之一。

安全文明施工管理体系见图 12.1-1。

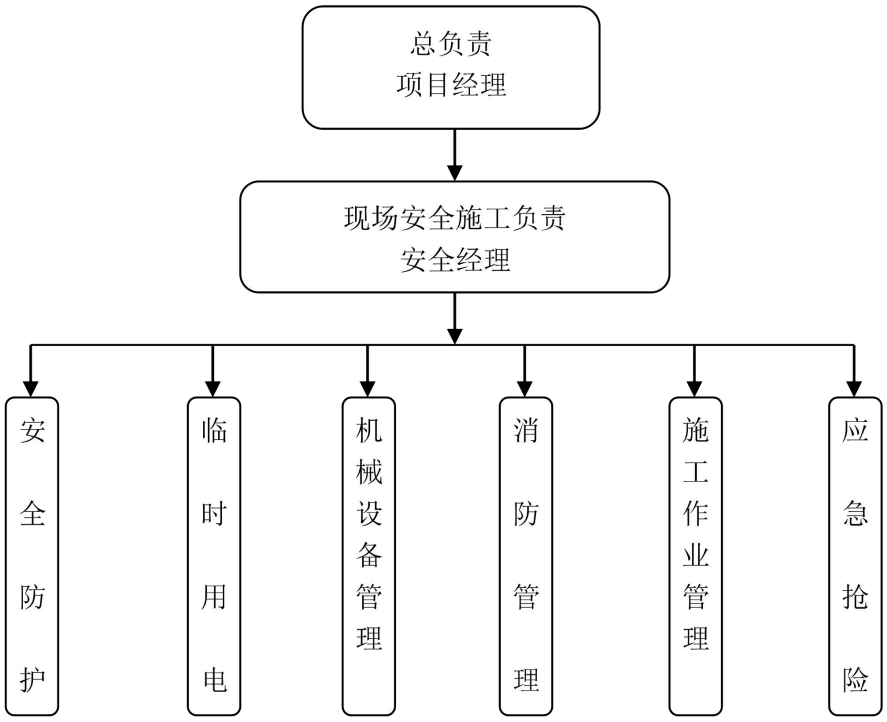


图 11.1-1 安全保证体系图

11.2 安全施工专项管理措施

11.2.1 污染土壤清挖安全保证措施

（1）土方开挖施工前，由工程部编制土方施工安全措施，严格按交底程序对施工人员进行安全交底，并保存记录；

（2）根据开挖方法和开挖机械的运行路线，规划好开挖区域施工道路，保证临时道路满足交通运输安全的要求。在交叉路口和危险路段，设置明显的道路安全标志、安全护栏，必要时安排专人指挥道路交通，确保安全；

（3）施工前，对施工区域内存在的各种障碍物，如建筑物、道路、沟渠、管线、旧基础、树木等，凡影响施工的均应拆除、清理或迁移，并在施工前妥善处理，确保施工安全；

（4）施工前认真研究整个施工区域和施工场地内的工程地质和水文资料、邻近建筑物或构筑物的质量和分布状况、挖土和弃土要求、施工环境及气候条件等，编制专项施工组织设计（方案），制定有针对性的安全技术措施，严禁盲目施工；

（5）施工机械进入施工现场所经过的道路，要事先做好检查和必要的加宽、加固工作。开工前要做好施工场地内机械运行的道路，开辟适当的工作面，以利安全施工；

（6）土方开挖前，要会同有关单位对附近已有建筑物或构筑物、道路、管线等进行检查和鉴定，对可能受开挖影响的邻近建（构）筑物、管线，应制定相应的安全技术措施，并在整个施工期间，加强监测其沉降和位移、开裂等情况，发现问题应与设计或建设单位协商采取防护措施，并及时处理；

（7）夜间施工时，应合理安排施工项目，防止挖方超挖或铺填超厚。施工现场应根据需要安设照明设施，在危险地段应设置红灯警示；

（8）用挖土机施工时，挖土机的工作范围内，不得有人进行其他工作，多台机械开挖，挖土机间距大于 l0m，挖土要自上而下，逐层进行，严禁先挖坡脚的危险作业；

（9）机械挖土，要验算边坡的稳定，根据规定和验算确定挖土机离边坡的安全距离；

（10）施工过程中出现异常情况必须及时报告，会同建设勘察、设计、监理、监测等单位研究处理；

（11）清土人员避开挖掘机臂半径处，清边缘土时，定专人监护坑壁边的变化，严禁在坑边休息；

（12）土方开挖区域应设置围挡，并在周围设立警示牌，防止无关人员靠近。

（13）当基坑深度超过 1.5 米时，必须在基坑临边 0.5m 外搭设 1.2 米高两道防护栏杆，上口要水平，竖杆间距不大于 2 米，并挂密目安全网，安全网要结实、美观、整齐一致。

图 11.1-2 坡道防护和基坑临边防护

（14）基坑周边严禁超堆荷载，在坑边堆放弃土、材料和可移动机械，应与坑边保持一定距离，要距离坑边 1.2 米以外，堆放高度不能超过 1.5 米；基坑边界周围地面应设排水沟，且应避免漏水，渗水进入基坑；上下基坑要设专用通道，不得踩踏土壁。

（15）边坡支护或放坡，对于地形陡峭处，需要对边坡进行开挖后才能施工，在施工过程中需要做好边坡支护、放坡工作。边坡支护、放坡必须严格按照施工方案进行，并且在临边 1 米内严禁堆放土石方、料具等荷载较重的物料，对周边原有建筑物、公共设施等必须设置观测点，专人负责，及时观测，发现异常情况立即采取有效措施。

11.2.2 场内外运输安全保证措施

（1）在运输过程中，尽量避开有危险的地方，要进行检查，如坑边、修复设施附近、应设护栏以及标记等。各种安全设施、设备和警告、安全标志灯未经领导同意不得任意查处和随意挪动。

（2）由于本工程错综复杂，各区段穿插施工，为了达成一致，厂区设立统一的运输道路，对于运输车辆有专人进行调配。

（3）装载土方，不得超出装载限界。装运大体积或超长料具时，应捆扎牢固。各种运输设备不得人、货混装。严禁搭乘非载人运输设备及车辆。

（4）车辆进出大门和在施工场区内行驶时车速应控制在 5 km/h 以内，行驶途中应注意安全礼让，进出车路口由现场调度疏导交通，确保车辆行人安全。

（5）夜间运输车辆必须严格遵守各项制度，服从工作人员统一调配。

（6）冬雨期施工，运输机械及道路必须采取防滑措施，保证行车安全。

11.2.3 异地存储和处置过程中的安全防护措施

（1）建立安全保护小组。设安全保卫检查员，各班组设安全员，并实行值日制，做到班班管安全，建立安全生产责任制，加强安全宣传教育，人人讲安全，处处讲安全，对安全考试不合格者不能进入操作岗位。操作人员必须听从安全人员管理，防止事故发生。

（2）建立定期与不定期检查制度，每周必须研究安全问题，平时不断巡回检查，发现不安全问题及时采取措施纠正。

（3）对运输作业、用火作业及用电作业，必须经过考核检查，参加安全教育培训后认为合格后方可施工操作。

（4）进入场地作业，施工人员必须正确戴好安全帽；按照作业要求正确穿戴个人防护用品，着装要整齐；严禁赤脚穿拖鞋、赤裸身体进入场地。

（5）在存贮过程中，严格遵守现场各项安全制度。各种安全设施、设备和警告、安全标志灯未经领导同意不得任意查处和随意挪动。

（6）作业中出现不安全险情时，必须立即停止作业，组织撤离危险区域，并报告应急小组，不得冒险作业。

（7）施工现场发生伤亡事故、必须立即报告领导、事故应急处理小组，抢救伤员，保护现场。

11.2.4 施工临时用电安全措施

（1）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。

（2）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。

（3）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。

（4）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，并按规定设置围拦和防护棚，流动箱与上一级电闸箱的连接，采用外插连接方式。

（5）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。

（6）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。

（7）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。

（8）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。

（9）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。

（10）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。

（12）所有电气设备均选用安全可靠的产品，在高、低压配电装置的操作位置地面铺设绝缘胶毯。对所有电气设备金属外壳进行接零保护；变压器、配电屏等设备均考虑了安全距离，划定安全界限，按规定配备操作人员的绝缘保护用品；在重点操作部位设置事故照明；设置必要的检修，检查电源插座，其电源为独立电源，电压 24V，其输入电路和输出电路实行电路上的隔离，同时与其它电气系统和任何无关的可导电部分实行电气上的隔离。

11.2.5 施工机械作业安全措施

（1）所有施工设备和机具使用时必须由专职人员负责进行检查和维修，确

保状况良好。各技术工种必须经过培训考核取得合格证，方可持证上岗操作，杜绝违章作业。大型机器的保险、限位装置、防护指示器等必须齐全可靠。

（2）所有机械操作、指挥人员均需受过专业培训并持证上岗，无证人员不得进行机械操作。

（3）对所有机械进行定期大检查并进行保养，司机每天进行班前检查，确保机械不带故障操作。

（4）所有运输车辆应按道、限速行驶，不得超载，不得酒后驾驶。

（5）带电机械设备操作人员应注意检查带电体及电线绝缘情况，避免漏电伤人。

（6）各类安全（包括制动）装置的防护罩、盖等要齐全可靠。

（7）机械与输电线路（垂直、水平方向）须按规定保持距离。

（8）作业时，机械停放稳固，臂杆幅度显示器灵敏可靠。

（9）各类机械配挂技术性能牌和上岗操作人员名单牌。

（10）必须严格定期保养制度，做好操作前、操作中和操作后设备的清洁润滑、紧固、调整和防腐工作。严禁机械设备超负荷使用、带病运转和在作业运转中进行维修。

（11）机械设备夜间作业必须有充足的照明，夜间施工现场要有良好的照明设备。

（12）雨季车辆行驶时要防滑，对较高的机械设备要有专人负责指挥，遇大风及雷雨天气应提前做好防风防雷措施。

（13）特殊设备，设专职人员指挥、维修、保养。并随时检查运转中的各部位运转情况是否良好。

11.2.6 消防安全措施

（1）工地上严禁使用电炉及明火烧饭、烧水。

（2）做好消防工作，在民工住宿区、办公区各配备 2 组灭火器，以备不测。

11.3 安全组织措施

11.3.1 技术交底制度

制定《安全技术交底制度》，在工程正式施工前，由施工负责人和安全员组织有关管理人员对各班组长及生产工人进行安全技术交底。使参与施工的人员对施工对象从场地污染情况、修复区域、技术要求、施工工艺等方面有一个较为详细的了解，以便科学的组织施工和合理地安排工艺，避免发生技术指导错误和操作错误。安全技术交底除有口头交底、文字交底外，必要时还可以用图样、实样、现场示范操作等形式进行，同时填写《安全技术交底记录单》并由有关人员签字存档。

各施工作业队同样要组织本单位所有人员进行详细的安全技术交底，并做好文字记录，使参加会议的人员明白怎样做才能保证施工安全。

11.3.2 安全生产检查制度

制定《安全生产检查制度》，安全生产检查制度由安全环保部负责执行，安全环保部制定并保证《安全检查制度》的落实，明确检查日期、检查人员，作定期和不定期检查。视工程情况，在施工准备前、施工危险性大、季节性变化、节假日前后等进行检查，并要有项目部领导值班。安全检查的主要内容包括：

（1）查思想，主要检查生产部门的领导、职工和各相关机构对安全生产工作的认识。

（2）查管理，主要检查工程的安全生产管理是否有效，安全生产责任制、安全技术措施计划、安全组织机构、安全保证措施、安全技术交底、安全教育与培训、持证上岗、安全设施、安全标识、操作规程、违规行为和安全记录等。

（3）查隐患，主要检查作业现场是否符合安全生产的具体要求。

（4）查整改，主要检查过去安全检查过程中提出的问题的整改情况。

（5）查事故处理，对于安全事故的处理达到查明事故原因、明确责任并对责任者做出处理、明确和落实整改措施等要求，同时还检查对安全生产事故是否及时报告、认真调查和严肃处理。安全检查的重点是违章指挥和违章作业，安全检查后编制安全检查报告，说明已达标的项目、未达标的项目，存在的问题及原

因分析和纠正、预防措施计划。对检查中发现的安全问题，及时制定整改措施，下发隐患整改通知，定人限期整改。

11.3.3 安全教育和培训

制定《安全教育培训制度》，对参加施工的工人进入岗位前，均进行入场三级安全教育，并对全体场内施工人员进行上岗后的经常性安全技术教育、变换工种再教育与季节性安全教育；在施工过程中组织定期或不定期的安全技术教育。

安全培训内容主要包括以下几个方面：

（1）项目部要保证《安全教育培训制度》的落实。针对工程特点，对所有从事管理和生产的人员施工前进行全面的安全教育，重点对专职安全员、班组长、从事特殊作业的吊车工、电工、焊接工、机械工、机动车辆驾驶员等进行培训教育。

（2）未经安全教育的施工管理人员和生产人员，不准上岗，变换工种或采用新技术、新工艺、并设备、新材料而没有进行培训的人员不准上岗。

（3）特种作业的操作人员需进行安全教育、考核及复验，严格按照《特种作业人员安全技术考核管理规定》经考核合格获取操作证后方能持证上岗。

（4）对取得上岗证的特种作业人员要进行登记，按期复审，设专人管理。

（5）坚持开展一年一度的“安全月活动”。通过各种形式的安全教育，增强员工安全意识，树立“安全第一，预防为主”的思想，并提高员工遵守施工安全纪律的自觉性，认真执行安全检查操作规程，做到：不违章指挥、不违章操作、不伤害自己、不伤害任何人、不被他人伤害，达到提高员工整体安全防护的意识和自我防护能力。

11.3.4 危急情况停工制度

出现危及职工生命财产安全险情，立即停工，报告公司、业主及监理，采取措施排除险情。

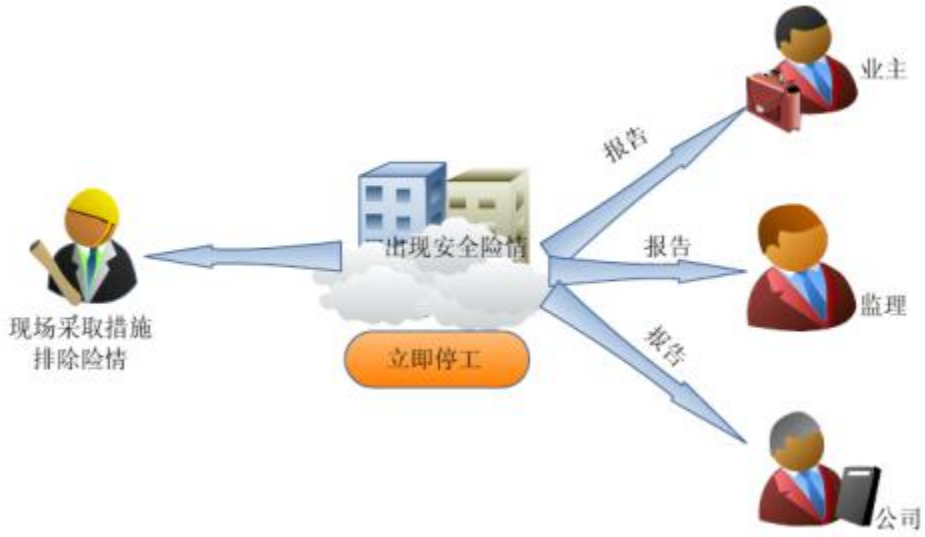


图 11.3-1 危急情况停工

11.3.5 实行交接班制度

施工各作业班组实行交接班制度，领工员和班组长必须将本班组的工作情况及有关的安全问题向接班人做详细交代，并作好交接班记录。安全管理小组认真检查交接班情况及交接班记录。

11.3.6 安全活动

制定《班前安全活动制度》，主要内容为班组每天开展上岗前安全教育，结合每日公示的重大危险源有针对性地开展。班前安全活动由班组长组织进行，由班组安全员或安全意识强、安全技术高的老工人进行讲解，活动时间一般为 10～15 分钟。班前安全活动的内容和出席情况明确班组内专人记录。项目部安全员对班组前安全活动的情况负有指导、督促的责任。

在班组施工的每一周日进行本班组的讲评活动，总结本周的安全施工活动中的不足之处，提出问题及整改方案，并落实到有关人员进行整改，一次提高职工的安全意识与安全技术水平。

11.3.7 特种作业管理

制定《特种作业人员管理制度》，所有特种作业人员持有劳动安全部（颁发）的上岗证书，上岗证书按期复审，不超期使用。项目部安全员建立本项目部的管理人员及特种作业人员名册并开展考核，并及时与公司办公室办理登记记录，备案检查。

11.3.8 工伤事故处理制度

制定《工伤事故处理制度》，若发生重大安全事故，项目负责人及时向有关部门报告，填写相关《事故快报》。与此同时，积极作好以下工作：抢救伤员，保护现场、调查事故、分析事故、写好调查报告等各项事宜，按“四不放过”原则进行处理。

11.3.9 安全标志

按现场文明的要求管理现场；为确保目标的实现，拟从以下方面采取措施加以保证。

（1）成立以项目经理为第一责任人，项目总工程师为第二责任人的"文明施工现场"达标管理小组。负责进场人员的文明施工、法制意识的教育及具体保证措施的安排实施、检查。

（2）组织召开"标准化文明施工现场"专题会，明确管理目标和达标意义，制定本工程现场达标具体规定及施工管理人员岗位责任。

（3）建立与清挖处置班组层层签订施工现场"文明施工"责任合同制，明确达标职责，保证文明施工现场随时保持。

（4）设专职保洁员，负责随时清扫保洁工作，施工中控制尘土飞扬，避免环境污染，噪音大的施工机具尽量设置避音装置。尽量避免夜间施工，如有施工需要，先申请夜间施工许可证。

（5）现场设置文明施工教育专栏，搞好文明施工宣传。

11.4 文明施工保证措施

11.4.1 文明施工管理措施

保证在施工现场严格遵循业主单位的有关规定，随时保持现场道路通畅，材料分区分类码放整齐，排水沟、排水设施通畅，工地路面全部进行硬化处理，在生活区和办公区进行绿化，营造美好施工环境。

按照形象手册标准及要求，结合本工程的施工场区特点及周边环境条件情况进行有针对性的 CI 形象设计与规划，确保现场场容场貌有序管理。但是，无论是企业 CI 形象展示或任何宣传标语、图片等我方都将先申报业主主管部门审批，经过批准后方可进行悬挂、涂刷，并按照业主的要求，随时进行拆除、清理。

现场有可能申请设置的标准化标示如下：

（1）围挡设置

工地四周连续设置围墙围档，无缺口，底边封闭，无泥浆外漏，重要地区和主要路段范围内的围墙围挡高度不低于 2.5m，一般路段围墙围挡高度不低于 1.8m。

（2）车辆冲洗

配备保洁员负责车辆、进出道路的冲洗、清扫工作，出入口设置车辆冲洗池，配备高压冲洗设备，确保上路车辆车轮、车身不带泥，冲洗池四周设置排水沟和两级沉淀池。

（3）道路硬化

现场出入口、作业区、办公区、主干道为混凝土硬化地面，道路的强度、厚度、宽度满足安全通行卫生保洁的需要。

（4）裸土覆盖

施工区域内的长期裸露地面、堆土采取临时绿化，防尘网覆盖。

（5）临时设施

施工现场按总平面图布置临时设施，办公区与作业区明显划分，办公室净高、宽度符合规定要求。

（6）施工现场应当设置符合卫生要求的饮水设备、淋浴、消毒等设施；厕所应当采用水冲式；生活垃圾采用封盖密闭容器。现场应当配备保健医药箱和急救器材、培训合格的急救人员。

11.4.2 场容场貌标准化建设与管理

（1）施工区用围挡与非施工区分开。现场材料分别标识、整齐码放，不在施工区外堆料堆物。

（2）对现场的职工、民工及协作人员进行文明职工教育、法制教育，帮助施工人员树立文明、安全、质量意识。

（3）加强现场综合治理，对施工现场的人员建立档案卡，有目标管理，指

定落实。

（5）现场主要入口处设门卫房，并在场区设专业保安，实行施工现场封闭式管理；张挂出入制度，场容管理条例、工程简介和安全管理制度，教育职工维护良好的工作秩序和纪律。职工一律佩带出入证件挂于胸前，外部人员进出要登记。

（6）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。

（7）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。

（8）机械设备：标记、编号明显，周围清洁。

（9）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。

（10）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。

（11）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。

（12）安全网：封闭严密整齐，定期清洗。

（13）标识标牌：竖好立正，丢失、损坏立即补齐。

（14）清洁卫生：现场做到工完场清，场地专人清扫保持清洁。办公区由专人保洁，整洁、卫生。生活区域设置花池，种花、种草，进行绿化。

11.4.3 其他文明施工措施

在场区入口醒目位置设置“六牌两图”。其中，“六牌”为：工程概况牌、施工现场安全管理制度牌、施工现场消防保卫管理制度牌、施工现场场容管理制度牌、施工现场环境管理保护制度牌、施工现场卫生管理制度牌，“两图”为：施工现场平面图、项目部组织机构图。

施工现场平面图：施工现场平面图内容为现场道路、暂设用房、仓库、大型机械、材料堆放场地、临时水路、消火栓、警卫室、暂设道路等主要项目；

施工现场项目部组织机构图：图中须标明项目经理、技术负责人、安负责人以及管理人员姓名。

11.4.4 六牌两图

在场区入口醒目位置设置“六牌两图”。其中，“六牌”为：工程概况牌、施工现场安全管理制度牌、施工现场消防保卫管理制度牌、施工现场场容管理制度牌、施工现场环境管理保护制度牌、施工现场卫生管理制度牌，“两图”为：施工现场平面图、项目部组织机构图。

施工现场平面图：施工现场平面图内容为现场道路、暂设用房、仓库、大型机械、材料堆放场地、临时水路、消火栓、警卫室、暂设道路等主要项目；

施工现场项目部组织机构图：图中须标明项目经理、技术负责人、安负责人以及管理人员姓名。

11.5 防止二次污染措施

11.5.1 二次污染来源

本项目主要目标污染物为砷及其化合物、PAHs 和苯。由于 PAHs 和苯具有一定的挥发性，因此，在污染土壤挖运及修复过程中极易产生污染气体挥发并造成二次污染。针对此问题，联合体制定了专门的防二次污染措施，以及相应的应急预案。以“预防为主，防治结合”的原则为指导，分别从场地清理环节、挖掘与装载环节、运输环节、临时存储环节以及修复等各个环节制定环境管理措施，做好污染土壤的二次污染防治工作。

由于现场面积较大，土壤需要外运治理，现场施工及异位修复的各个环节都可能会产生污染土壤的二次污染问题。挖掘过程把污染土直接堆放在干净土之上，会造成交叉污染。运输便道不平整造成车辆行驶颠簸，未装载好或者超载污染土壤，在运输过程污染土壤可能会到处散落。临时存储堆放，如管理松散，暂存车间底部未做防渗处理，或做了底部防渗，污染土堆未收拾平整，这些现象都可能会造成污染渗出。修复处理如管理不到位，也可能造成处理不达标的污染土壤的二次污染。

11.5.2 防治二次污染的环境保护措施

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)场地清理环节环境保护措施

场地清理时，清理的建筑垃圾如砖石块带有污染土壤，建筑垃圾的转移与堆放可能会造成二次污染。为避免或减少有建筑垃圾造成的污染面，应先将含污染土壤的建筑垃圾进行清泥处理，再转出到现场指定位置堆放。

(2)挖掘与装载环节环境保护措施

① 污染土壤的安全与保护措施

污染土壤挖掘时，如需临时堆放，原则上堆在附近的污染土壤之上，如堆放在附近的干净土壤上，则需铺设防渗膜，并做引水沟，做好防渗措施后方可挖掘堆放。原则上，污染土现挖现装，装载时禁止超载。污染土壤装载后苫布覆盖，防止污染土壤散落。

② 大气环境安全与保护措施

在污染土壤的挖掘过程中，刺激性气味易散发出来，随气流扩散，影响周边大气环境治理。为防止挖掘过程气味的扩散，本项目针对重度污染区采用缓慢开挖，同时使用密目网覆盖。

为判断污染物在场地内部和场地外空气介质中的扩散量和残留量是否符合相关的国家和国际安全标准，确保施工现场工人短期接触的职业健康安全和周边社区居民健康安全，需对施工全过程的空气污染物进行监测。此外，为确定施工开始前与施工结束后场地及周边空气中污染物的含量与污染状况，即提供对比验证背景值，施工前后需对场地内和场地外空气介质中污染物浓度进行监测。

(3) 运输环节环境保护措施

①污染土壤的安全与保护措施

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：

a) 施工组织设计现场统一的指定的机械行驶、车辆运输路线，路线便道平

整压实，设置简易护栏、标识牌和警示牌。运输路线选择尽量避免居民集中区。

b) 运输司机证件由项目部备案，并接受项目部的安全教育，注意行驶安全，车辆行驶速度不能超过 5km/h，一般情况下禁止快速行驶与突然快速启动或制动。

c) 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输至相应的临时暂存区。

d) 进场后，在大门入口设清扫槽，进出载重车辆均通过洗车池，做到不带泥砂及其它污物出场；运出的散料进行覆盖，作到沿途不遗洒。现场道路要求通畅整洁、无杂物乱堆乱放，并由专人定期打扫，达到活完场清。

e) 运输过程中汽车应设置防渗措施及车厢必须密封覆盖，防止污染物气味散发。

f) 运输便道管理应有专人负责，运输便道易发生凹陷情况，应及时组织用砂石填充压实，防止运输车辆颠簸及污染土壤散落；如发现运输过程污染土壤散落，应组织人员清理与收集，防止污染土壤的二次污染。石填充压实，防止运输车辆颠簸及污染土壤散落；如发现运输过程污染土壤散落，应组织人员清理与收集，防止污染土壤的二次污染。

②大气环境安全与保护措施

由于项目周边都是居民区，运输过程恶臭气味的散发也是气味控制的重点。所有运载污染土壤或底泥的车辆均需帆布覆盖防护，车速保持平稳，也有助于运输过程恶臭气味散发的控制。

③污水处理与管理

施工现场车辆行驶出场时对车身进行清洗。在施工现场设置洗车池（冲洗槽）和沉淀池，并配置高压水枪。沉淀池收集的废水进行处理后回流到洗车池循环使用，由于冲洗水使用时间长了会累积污染物，需每个星期更换一次，更换的废水抽排到现场污水存储池统一外运处理，沉淀池的底泥也需定期清理。

(4) 临时存储环节环境保护措施

①污染土壤的安全与保护措施

通过测量定位严格控制开挖的范围与深度，污染土壤运输密闭储存大棚存储，运输车辆需经过暂存区的管理人员核查转运标识牌及许可后方能进入暂存区的指定点卸载污染土壤。

②大气环境的安全与保护措施

污染土壤散发气味由车间尾气设施处理。

③污水处理与管理

临时存储场地面需压实，并设置防渗设施和污水导排沟。车间及堆场渗滤水均需抽排至污水处理站处理，处理达标后再排入市政管网。污水处理站定期采样检测，注意日常的维护管理与做好日常运行记录。

(5) 修复环节与环境保护措施

①污染土壤的安全与保护措施

修复管理需按技术要求严格执行，确保修复效率。基坑污染土清挖到位后经过采样检测与验收，确认基坑污染土壤清除干净。

②大气环境的安全与保护措施

本项目土壤修复采用水泥窑焚烧技术，该技术工艺的设施设置有尾气处理装置。

为了监控与管理尾气处理装置（系统）是否正常运行，各个尾气处理的排气口均需监测，除了 PID 每天定时监测之外，按前述方法进行监测。若有污染物超过排放标准，排除设备异常情况下及时更换活性碳。若热解吸设备尾气排放口污染物超标，应该停工检修及调试运行参数。

为确保存储和处置现场工人短期接触的职业健康安全，本项目对土壤修复施工全过程的空气污染物进行监测。

③噪声的安全与保护措施

污染土壤含有建筑垃圾，筛分破碎施工时噪音较大。因此施工时，合理安排机械设备施工，采取降噪措施，削减噪声源源强度，机械配备消声装置，保证白天与夜间场界噪声达标，现场噪声定期监测。以机械噪声和风机噪声控制为重点，从施工现场的各个方面进行噪声的安全管理：

Ⅰ）人为噪声的控制

施工现场提倡文明施工，建立健全控制人为噪声的管理制度。尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识。严禁在钢管、机械上敲打金属形式联系操作人员。施工过程中各类材料搬运及安装，要求做到轻拿轻放，严禁抛掷或从汽车上一次性下料，减少噪声的产生。

Ⅱ）强噪声作业时间的控制

夜间需要作业的，应尽量采取降噪措施，事先做好周围群众的工作，并报有关主管部门备案后方可施工。

Ⅲ）强噪声机械的降噪措施

所选施工机械应符合环保标准，操作人员需经过环保教育。尽量选用低噪声或备有消声降噪声设备的施工机械。动力、机械设备的使用过程中，应加强日常管理及维修保养工作，避免异常噪音的产生。

Ⅳ）风机噪声的降噪措施

密闭施工设施都有尾气处理装置系统，其风机运行也可能产生较大的噪声。现场施工应根据风机噪声大小采取不同的隔噪消声措施。如果风机产生的噪声大，首先可以考虑在强噪音部位设置隔音罩，其次是可以采取消声措施，如安装消声噪器和减震器等。

Ⅴ）加强施工现场的噪声监测

加强施工现场环境噪声的长期监测，采取专人管理的原则，做好现场施工噪声测量记录，凡超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准的，要及时对施工现场噪声超标的有关因素进行调整，达到施工噪声不扰民的目的。

12 质量保证体系及措施

12.1 质量目标

根据本公司的技术实力，结合北辛安棚户区改造项目场地具体情况，项目部对本工程确定的质量目标是：污染土壤修复后凭国家认可的检测机构出具的检测报告认定，符合北京市环保局对该场地的验收合格标准。

12.2 质量保证体系

12.2.1 质量保证组织机构

严格贯彻执行 GB/19001-2008 质量标准，遵循既定的管理方针，建立以项目项目经理为核心，项目部各部门、专业的负责人及技术人员、管理人员等组成的质量保证体系，形成从上到下全方位、全过程的质量监控网络。明确项目经理、项目工程师及各级管理、监测、试验、技术、操作人员的质量职责，实现质量一次通过、整体成优的目标。

12.2.2 质量目标管理

本项目边坡支护、土方挖运等工程质量管理程质量管理目标为合格，能保证和满足污染土壤清挖施工要求。土壤修复质量目标达到招标文件中规定的修复目标值。充分发挥每个人员最大的潜在能力，增强职工的集体荣誉感和责任感，为实现这一质量目标而奋力拼搏。

项目管理班子在组织施工过程中，重点突出质量进度发生矛盾时，必须服从质量，充分发挥质量否决权的作用。在质保体系有效运行上狠下功夫，认真落实质量责任制。

12.2.3 实行质量责任制和经济措施

针对本项目特点，联合体内部实行质量责任制，层层签订质量责任书，实行质量目标管理，明确各级人员的责、权、利，且与各级人员的经济收入直接挂钩，奖优罚劣。实行质量否决及质量责任追究制度，对质量问题做到“三不放过”，即问题原因、责任未查清不放过；责任者未受到处罚、教育不放过；纠正、预防措施未落实不放过。实行“质量工资制”。项目部岗位人员奖金与施工质量紧密挂钩，作业班组实行明确的奖罚制度，执行优质优价。实行“质量动态考核制”，由项目部定期对项目部管理人员和作业班组实行严格的质量动态考核，真正做到使项目部管理人员到作业工人均有质量目标和质量实施计划，通过严格的各级考核，并

与奖金、工资及其他措施挂钩，使质量责任制得以认真落实，从而确保整个工程质量目标的实现。

12.3 质量保证措施

本项目施工过程主要包括现场定位测量、土方清挖和运输、污染土壤存储、水泥窑焚烧等过程。以下就各分部分项工程的质量保证措施进行说明。

12.3.1 测量施工的质量保证措施

（1）测量作业和各项技术按有关测量规程、规范执行。

（2）测量仪器设备，必须检定合格并在有效期内。

（3）加强现场测量桩点的保护，并且明确标识，防止用错。

（4）每次放线前，核查拐点坐标，放线后技术、质检人员及时对所放的线进行检查，检查合格后方可报请工程监理进行验线。

12.3.2 土方开挖的质量保证措施

（1）机械挖土挖至结构设计要求的槽底标高以上 300mm，剩余由人工进行清理，以免扰动原状土。

（2）边坡允许偏差+200mm，严禁亏坡。

（3）挖土机严禁碰撞土钉、护坡桩和锚杆等支护结构以及位移观测点。

（4）对定位标准桩、轴线引桩、标准水准点等做明显标志，挖土机及运土车辆不得碰撞，并应定期复测和检查是否正确。

（5）挖土过程中，测量员应随时测量和校核其平面位置、水平标高是否符合设计要求，以保证基底标高和基坑线在允许偏差之内。

（6）土方挖运过程中，随时观测地下水情况，避免出现地下水及土层含水量过大对土方开挖造成不利影响。

12.3.3 土方运输的质量保证措施

本工程污染土壤采用专用的密闭运输车辆运输，要求运输车辆车况完好，符合国家道路交通安全管理法规的相关要求。

（1）车辆选择

本工程污染土壤采用专用的密闭运输车辆运输，要求运输车辆车况完好，符合国家道路交通安全管理法规的相关要求。

（2）车辆管理

①污染土壤运输车辆由联合体中挖运承担公司指定专门人员负责管理，车辆进行编号处理，发放土壤类别编号，并经监理核实后，运至指定联合体单位的接收地点，具体实施顺序为：土壤类别标识（印制土壤牌号，写明运输地点及顺序号）→出场及到达接收卸土点核实→卸土。

②车辆由项目部指定驾驶员，一车配备 2 名驾驶员，便于轮换避免疲劳驾驶和应对紧急情况，其它人员未经批准不得驾驶，专车司机不能将车转借他人或其他单位使用。

③司机执行运输任务时，在外遇特殊情况或不幸发生事故，不论在何时何地必须马上通知项目部管理人员。

④严格遵守每车过磅的规定。

（3）场地内土方的现场运输

采用挖掘机配合自卸车进行土方挖运。自卸车需全封闭，出场前将车轮等冲洗干净。污染土壤采用专用的密闭自卸车装载、运输，在自卸车的作业及操作中要注意以下事项：

①汽车发动后，应检试液压倾卸机构。

②由挖土机装料时，自卸汽车就位后应拉紧手刹车。如挖斗必须越过驾驶室顶，驾驶室内不得有人。

③检修倾卸装置对，应撑牢车箱。

④自卸车的车箱内严禁载人。

⑤在挖掘机的作业及操作过程中应平稳，不宜紧急制动；铲斗升降不得过猛，下降时，不得撞碰车架或履带。具体应注意以下：

Ⅰ）斗臂在抬高及回转时，不得碰到洞壁、沟槽侧面或其他物体。

Ⅱ） 向运土车辆装车时，宜降低挖铲斗，减小卸落高度，不得偏装或砸坏车厢。在汽车未停稳或铲斗需越过驾驶室而司机未离开前不得装车。

Ⅲ）作业中，当液压缸伸缩将达到极限位时，应动作平稳，不得冲撞极限块。

Ⅳ）作业中，当需制动时，虚将变速阀置于低速位置，因为在低速情况下进行制动，能减少由于惯性引起的冲击力。

Ⅴ）造成挖掘力突然变化有多种原因，如果不检查原因而依靠调整分配阀的压力来恢复挖掘力，不仅不能消除造成挖掘力突变的故障，反而会困增大液压泵的负荷而造成过热，所以，作业中，当发现挖掘力突然变化，应停机检查，严禁在未查明原因前擅自调整分配阀压力。

12.3.4 基于水泥窑的热脱附质量保证措施

基于水泥窑的热脱附修复污染土壤在处置过程中严格按照施工方案规定的技术、流程和控制参数进行施工，确保修复或处置后的土壤达到污染土壤的修复目标值

（1）污染土壤储存

污染土壤储存大棚接收或攒土过程应注意不同类型的土壤（如砂土、粉土、粘土等）平摊混合堆放，特别是遇粘粒含量高的土壤与砂质土壤混合，保证土壤的通透性良好。

（2）设备准备指标

在准备阶段必须严格按照运行规章对水泥窑、热脱附设备及各辅助设备进行全面的检修及维护，及时按需更换零部件及耗材，确保设备稳定运行；

仓管员及时更新进出库备品备件及耗材信息，由项目负责人根据耗材消耗速度及供货周期制定采购计划，确保项目进行期间耗材按需按时补充，同时确保备品备件库存达到运行维护规章的要求。

（3）土壤预处理

确保进入回转窑的土壤粒径小于 50 mm，湿度低于 25%，如果达不到该标准，必须重新检修调试预处理设备以及采取减水措施降低土壤水分含量。

土壤水分调节处理时，必须确保污染土壤与干燥物料充分混合，确认没有滴漏现象后，方可输入振荡筛。此外，由于干燥物料，如消石灰等，会遇水放热，导致部分污染物挥发，必须做好个人防护。

必须定期清理破碎筛分设备，防止附着其上的土壤被长期压实，堵塞筛孔及破碎口。

（4）土壤入料

不得向皮带输送机装载超量土壤，导致土壤在输送过程中洒落。

通过安装在皮带输送机上的称量设备，随时监测土壤入料重量，按需调整皮带输送机运行速率，维持设备整体的物料平衡。

5）烘干机加热脱附

热脱附设备采用回转式直接热交换，确保热脱附温度在 500℃以上，污染土中的污染物质达到沸点并从土壤中脱附出来，进入到气体中。污染土壤热脱附过程中，通过调节引入的热风量、污染土壤的停留时间等参数，确保污染土壤中的污染物质能够从土壤中彻底脱附出来。

（6）尾气净化

热脱附后含有污染物质的气体进入分解炉进行焚烧处理，气体（>900℃）通过时间长，可长达5 秒以上。在这种高温及长时间的停留状态下，多环芳烃等有机污染物可以被彻底焚毁成CO_2和H_2O，同时水泥窑内的碱性氛围可以吸收气体中的酸性物质，使得SO_2和Cl 等有机化学成分化合成无机盐类固定下来，由于Cl元素绝大部分被吸收，焚烧后的尾气中基本不含有Cl元素，因而尾气在降温过程中不具备再次生产二噁英的条件，可以保证二噁英的达标排放.。

经过冷凝塔、袋收尘等净化处理的尾气通过设置在烟囱内的实时监测系统对北京市《大气污染综合排放标准》（DB11/501-2017）中规定的尾气指标进行监测，确保尾气达标排放。

12.3.5 水泥窑焚烧质量保证措施

水泥窑焚烧污染土壤在处置过程中严格按照施工方案规定的技术、流程和控制参数进行施工，确保处置后的土壤达到污染土壤的修复目标值。

（1）污染土壤储存

污染土壤储存大棚接收或攒土过程应注意不同类型的土壤（如砂土、粉土、粘土等）平摊混合堆放，特别是遇粘粒含量高的土壤与砂质土壤混合，保证土壤的通透性良好。

（2）设备准备指标

在准备阶段必须严格按照运行规章对水泥窑、预处理设备及各辅助设备进行全面的检修及维护，及时按需更换零部件及耗材，确保设备稳定运行；

仓管员及时更新进出库备品备件及耗材信息，由项目负责人根据耗材消耗速度及供货周期制定采购计划，确保项目进行期间耗材按需按时补充，同时确保备品备件库存达到运行维护规章的要求。

（3）土壤预处理

确保进入回转窑的土壤粒径小于 100 mm，湿度低于 25%，如果达不到该标准，必须重新检修调试预处理设备以及采取减水措施降低土壤水分含量。

土壤水分调节处理时，必须确保污染土壤与干燥物料充分混合，确认没有滴漏现象后，方可输入振荡筛。此外，由于干燥物料，如消石灰等，会遇水放热，导致部分污染物挥发，必须做好个人防护。

必须定期清理振荡筛和破碎机，防止附着其上的土壤被长期压实，堵塞筛孔及破碎口。

（4）土壤入料

不得向皮带输送机装载超量土壤，导致土壤在输送过程中洒落。

通过安装在皮带输送机上的称量设备，随时监测土壤入料重量，按需调整皮带输送机运行速率，维持设备整体的物料平衡。

（5）有机污染土壤焚烧

水泥窑内气体温度和物料温度分别高达1800℃和1450℃，而且气体（>1100℃）通过时间长，可长达4 秒以上。在这种高温及长时间的停留状态下，多环芳烃可以被彻底焚毁。另外，熔融状态的水泥熟料经急速冷却，不具备再次生成二恶英的条件。水泥的配料之一是粉煤灰，污染土壤的成分与其近似，可以

部分替代水泥的原料粉煤灰，最后锻烧为水泥的熟料。

污染土壤从窑尾烟气室进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达1800℃，物料温度约为1450℃，气体（>800℃）停留时间长达20s 以上，完全可以保证污染土壤中的有机物完全燃烧和彻底分解。在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的有机污染物迅速蒸发和气化，高温气流与高温、高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料（CaO、$CaCO_3$、SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3 等）充分接触，有效地抑制酸性物质排放，使得SO_2 和Cl 等有机化学成分化合成无机盐类固定下来。

（6）尾气净化

经过焚烧，污染土壤中的有机物被彻底摧毁，有机污染物中的Cl元素被水泥窑中的碱性物质吸收，不具备再次生产二噁英的条件，焚烧产生的尾气经过篦冷机后进入布袋除尘器进行二次除尘、滤去无法通过重力沉降去除的微小土壤颗粒，确保尾气中的烟尘浓度达标。

经过净化处理的尾气通过设置在烟囱内的实时监测系统对《大气污染综合排放标准》中规定的尾气指标进行监测，确保尾气达标排放。

13 应急预案

13.1 应急预案的方针与目标

坚持“安全第一、预防为主”、“保护人员安全优先、保护环境优先”的方针，贯彻“常备不懈、统一指挥、高效协调、持续改进”的原则。更好地适应法律和经济活动的要求；给企业员工的工作和施工场区周围居民提供更好更安全的环境；保证各种应急资源处于良好的备战状态；指导应急行动按计划有序地进行；防止因应急行动组织不力或现场救援工作的无序和混乱而延误事故的应急救援；有效地避免或降低人员伤亡和财产损失；帮助实现应急行动的快速、有序、高效；充分体现应急救援的“应急精神”。

13.2 重点风险源辨识

本场地中的主要污染物为多环芳烃和砷，毒性大、人体危害重，在施工过程中的风险防范是重中之重。根据本工程的特点，施工过程中的风险防范方案包括清理施工现场、污染土壤运输途中、污染土壤储存及修复现场全过程的风险控制措施。

13.3 风险控制措施和方法

13.3.1 清理施工现场风险控制措施及方法

控制清理过程中开挖的作业面，尽量选择最优作业面，既能保证施工进度，确保工期按时完成，同时控制空气中污染物的浓度达到国家和北京市的相关标准。

污染土壤清理过程中，挖掘机铲斗平稳操作，禁止远距离抛扔污染土壤或者从高处将污染土壤抛扔到运输车上。向运输车上装污染土壤时，应尽量使挖掘机铲斗贴着车身进行装卸。

（1）控制扬尘法

确保场内运输道路湿度适度，不产生扬尘，控制运输车辆速度（5 公里/小时）和场内车辆数量，根据情况随时洒水。控制一次性开挖面积，集中施工，精选设备，随时喷水降尘，预防大面积扬尘污染；对每个已经清挖完部位经自检合格后，

立即用密目网进行覆盖，减少扬尘源。遇 4 级以上风时停止施工，现场内所有设备静止。安排人员对现场巡察，发现有扬尘产生时，立即调动高压水车，进行喷水降尘。

（2）表层土壤易形成扬尘及气体挥发控制措施

在 0-20cm 线内设置多处高压喷水设施，以两设施喷水正好交接无漏喷为准，设一道喷水主水管线，将所有喷水设施连接在主管线上，主水管另一端与高压喷水车连接，进行大面积雾状喷水，要求标准，水渗透 5cm 左右，严格控制水量，目测加机械清挖法，试验不产生扬尘后进行施工。新清挖出的作业面在清挖完成后，立刻用苫布苫盖。

（3）清挖设备控制污染法：

挖土机采取轻挖，慢转、轻放、清边清底准确、装车适量的原则，进行施工，①轻挖：即挖土机铲斗不易挖掘过满，以免扬尘和转动时将污染土壤甩出造成其他土壤污染，②慢转：即挖土机在转动时，应放慢速度，过快会将铲斗内污染土壤甩向无污染土壤，造成二次污染，③轻放：因本次污染基本为表层土，含水量低容易扬尘，因此轻放可减少粉尘污染，④清边、清底准确：沿线清边，保证放坡系数，清底准确不超挖、漏挖，是确保本次污染土壤清挖不遗留的关键，⑤装车量适度：装车超量时，污染土壤突出大厢，容易产生运输途中遗撒，造成二次污染，装车量过小时造成机械浪费，因此本工程要求装车适量。

13.3.2 运输途中风险控制措施及方法

本次运输的污染土壤中的污染物的毒性较大，因此在运输途中要严格控制污染物的挥发。

（1） 在污染土壤运输车驶离污染场区之前，先对车辆进行强制冲洗，然后检查各车辆苫盖情况，如苫盖不严，冲洗不净将不予发放运输票据，并且不得出场。

（2） 运输途中，派遣车辆定期对运输的车辆进行巡检，发现有污染土壤裸露在空气中时，应立即通知运输车辆靠边停车，并责令其苫盖严实后方可继续运输。

（3） 利用流动式污染物监测设备，对运输沿线的空气进行采样监测，确保运输途中的空气质量符合国家和北京市地方标准。

13.3.3 储存及修复现场风险控制措施及方法

（1） 污染土壤暂存大棚安装排气系统，从而保证大棚为微负压状态，排出的有机气体经活性炭过滤后排放，避免对大气产生污染，大棚内部采用防渗混凝土地面。

（2）对于热脱附之后排出的废气，应定期对其进行监测，主要分析苯并（a）芘，确保尾气达标排放，不对环境产生危害。

13.4 应急预案

13.4.1 总则

根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，为确保安全生产及施工人员的生命安全，防止可能发生的紧急情况继续扩大，并尽可能地排除险情，减少事故造成的人员伤亡、财产损失和对环境产生的不利影响。同时，为了能在事故发生后，使承担事故救援的人员和队伍分工明确，应急救援工作有条不紊的迅速展开，及时控制危险源，抢救受伤人员，指挥群众防护和疏散，特制定本应急预案。

13.4.2 适用范围

本预案适用于北辛安棚户区改造项目场地污染土壤的清挖、运输、储存、修复全过程意外突发环境污染事故以及可能对附近居民和公众有健康和安全影响的环境污染事故。

13.4.3 应急组织机构

总指挥：项目经理

副总指挥：安全负责人

职责：

（1）组织制订环境事故应急总体原则，对子项目部的应急准备工作提出指导性意见。

（2）发生重大事故时，由总指挥发布和解除应急开始及终止的命令，发布信号及信息、实施救授行动。

（3）负责人员资源配置、应急队伍的调动。监督、检查安全生产、环境保护、应急准备工作的落实情况。

13.4.4 应急流程

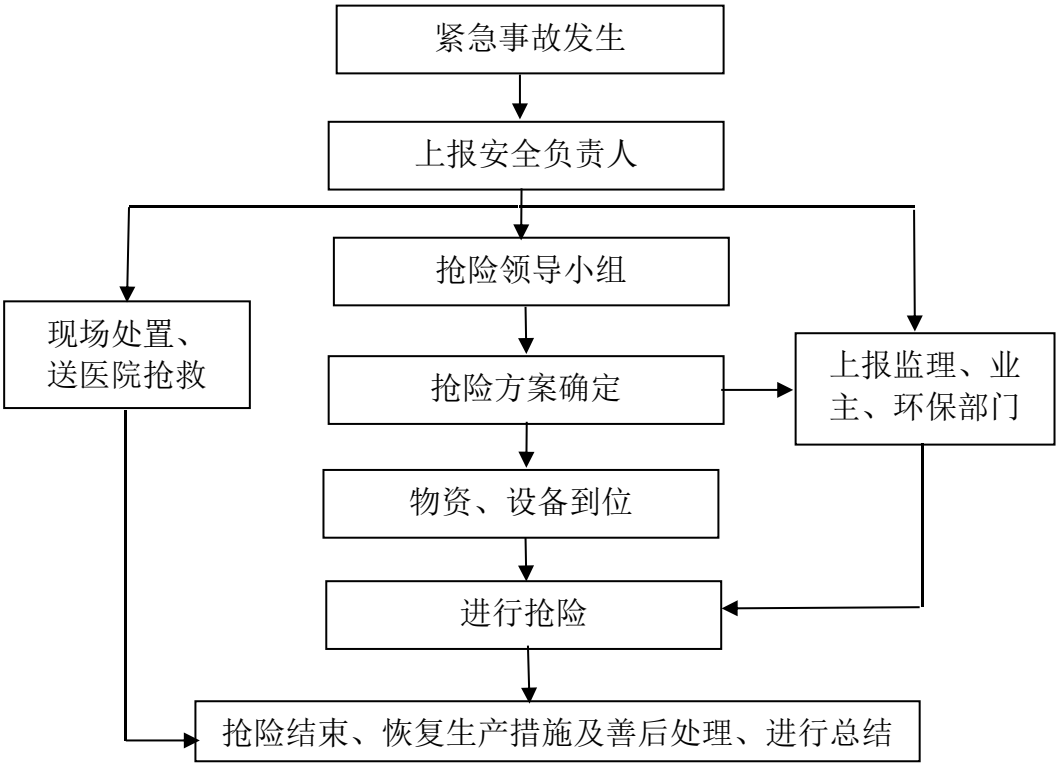


图 13.4-1 应急流程图

表 13.4-1 项目经理及安全负责人联系方式

序号	岗位职责	姓名	联系方式
1	项目经理	相秀宝	18611999943
2	安全负责人	曹斌	13810219230

13.4.5 土方施工特殊情况应急预案

在土方开挖过程中，出现特殊情况，应立即采取有效措施：

如出现滑坡迹象（如裂缝、滑动等）时，暂停施工，所有人员迅速离开基坑，必要时，迅速采取处理措施，如用挖掘机在坡脚迅速回填。根据滑动迹象设置观测点，观测滑坡体平面位移和沉降变化，并做好记录。

施工过程中如遇地下障碍物（包括古墓、文物、古迹遗址、各种管道、管沟、电缆、人防等）时，应立即停止施工，及时报告应急指挥部，待妥善处理后方可继续施工。

13.4.6 清理现场重大污染事故应急预案

现场场地清挖过程中有机污染土壤大量散发气味时，现场操作人员应暂停施工，迅速向上风向撤离现场，并立即向现场应急小组报告。

施工现场最高负责人组织人员立即判断污染原因，确定污染程度和范围并采取相应措施。

发生运输车辆场内事故造成土壤二次污染时，采用污染区域加深清挖救治法，彻底防止二次污染。

如污染物大量挥发，造成局部空气中污染物浓度超标，要由相关负责人组织疏散工作人员，并由佩戴好防护用品的专业人员到现场进行苫盖、修复处理。

如污染程度较重，应及时通知工程应急救援总指挥部，由指挥部调集有关资源，防止污染进一步加重，并上报有关政府主管部门。

运输途中重大污染事故应急预案

运输中发生重大污染事故时（如运输车辆后厢堵开，造成大面积遗撒和驾驶违章乱弃污染土壤），接到污染事故报告后，立即启动应急预案，由北京金隅红树林环保技术有限责任公司项目应急指挥部迅速调集人员和设备赶往现场救治。

派专人在公路上疏导车辆，严禁其它社会车辆碾压遗撒的污染土壤。

指挥人员和机械迅速清理现场，将遗撒污染土壤用小货车苫盖好运往污染土壤接收场地。

用扫帚和铁锹，将公路清理干净，公路吸尘车再清理一遍，防止造成污染。

发生驾驶员违章乱弃污染土壤时，启动应急预案，由领导小组负责人带队查找违章弃土车辆，迅速找到被弃污染土壤地点，调集人员设备前往救治将污染土壤重新装车运走。根据污染情况，采用被弃污染土壤占地面积加深处理法，杜绝再次污染土地。

13.4.7 重大交通事故应急预案

发生重大交通事故时，接报后立即启动交通事故应急预案和重大污染事故应急预案，双案并用第一时间到达现场，查看情况，抢救伤员、事故报警。设危险标志，了解发生事故后污染土壤遗撒情况，制定临时污染救治方案，待交通事故处理完毕后，租用 100 吨救援车，将运输污染土壤车辆拖至污染土壤处置场地。事故现场，由人工加机械进行清理，将遗撒的污染土壤用小货车运回清挖场，用人工和公路吸尘车将粉土处理干净，减轻污染。

13.4.8 处置现场（含储存现场）重大污染事故应急预案

储存及处置过程中发生重大污染事故时，应立即向现场应急小组报告，现场应急小组接到报告，详细记录事件发生时间、地点、原因、污染源、主要污染物质、污染范围、人员伤亡情况以及报告联系人、联系方式等基本情况。

现场应急小组应迅速赶赴现场，初步判断事件的危害程度，采取相应措施；气味较轻，无人员伤亡时，应迅速用事先预备的苫布将扰动土苫严，并设置警告标志。在确认现场无异常气味后，可继续施工。气味散发严重，人员身体出现明显不适时，应立即组织抢救，同时向北京市环境主管部门报告。

由现场应急小组向上级部门通报后对外发布信息。事故处理人员未经批准，任何人不得接受媒体采访或对外传播和发布相关信息，以免造成不良后果和影响。

全过程人员中毒事故应急预案

现场如发生人员中毒事件，第一发现人应及时与事故应急小组联系。接到消息后，应急小组应立即赶到出事地点，确认其中毒症状，并应根据中毒症状及时施救。立即拨打“场如发生急救电话，通知专业医护人员到现场施救，并组织组织人员赶到事故发生地点，立即将抬到大门口，等救护车的到来，或直接送往就近医院，积极配合急救人员的后勤工作。同时应向应急小组成员报告，相关负责人要及时赶到现场进行处理，并向上级部门报告情况。

主要污染物苯并（a）芘防护措施及急救措施如下。

（1）防护措施

呼吸系统防护：可能接触其粉尘时，应该佩戴防毒口罩。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴自给式呼吸器。

眼睛防护：必要时戴化学安全防护眼镜。

皮肤防护服：穿工作服。

手防护：戴防化学品手套。

其它：工作后，淋浴更衣。避免长期反复接触。谨防其致癌性。

（2）急救措施

皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗。

眼睛接触：立即翻开上下眼睑，用流动清水冲洗 15 分钟，就医。

吸入：脱离污染环境，用水漱洗鼻咽部的粉尘。就医。

食入：误服者充分漱口、饮水，催吐，就医。

13.4.9 消防应急预案

（1）在污染土壤挖掘、运输、储存和处置过程中，如果发生火灾，现场人员应立即用配备的消防设施进行扑救，并立即通知应急指挥部相关负责人，相关负责人要及时赶到现场进行处理，并向上级部门报告情况。

（2）如火势较大、危险性较高，难以在短时间内扑灭，应当立即拨打“119”报警电话，电话描述如下内容：单位名称、所在区域、周边显著标志性建筑物、主要路线、候车人姓名、主要特征、等候地址、火源、着火部位、火势情况及程度。随后到路口引导消防车辆。

（3）发生火情后，电工负责断电，负责水源，组织各部门人员用灭火器材等进行灭火。如果是由于电路失火，必须先切断电源，严禁使水或液体灭火器灭火以防触心事故发生。

（4）火灾发生时，为防止有人被困，发生窒息伤害，准备部分毛巾，湿润后蒙在口、鼻上，抢救被困人员时，为其准备同样毛巾，以备应急时使用，防止有毒有害气体吸入肺中，造成窒息伤害。被烧人员救出后应采取简单的救护方法急救，如用净水冲洗一下被烧部位，将污物冲净。再用干净纱布简单包扎，同时联系急救车抢救。

火灾事故后，保护现场，组织抢救人员和财产，防止事故扩大，必须以最快的方式逐级上报，如实汇报，不得隐瞒。

13.4.10 全过程坍塌、机械伤害事故应急预案

（1）防坍塌事故发生，项目部成立义务小组，由项目经理担任组长，生产负责人及安全员，各专业工长为组员，主要负责紧急事故发生时有条有理的进行抢救或处理，外包队管理人员及后勤人员，协助项目经理做相关辅助工作。

（2）发生坍塌事故后，由项目经理负责现场总指挥，发现事故发生人员首先高声呼喊，通知现场安全员，安全员打事故抢救电话。发生坍塌后，向上级有关部门或医院打电话抢救，同时通知项目副经理组织紧急应变小组进行现场抢救。施工员组织有关人员进行清理土方或杂物，如有人员被埋，应首先按部位进行抢救人员，其他组员采取有效措施，防止事故发展扩大，让外包队负责人士随时监护，边坡状况，及时清理边坡上堆放的材料，防止造成再次事故的发生。在向有关部门通知抢救电话的同时，对轻伤人员在现场采取可行的应急抢救，如现场包扎止血等措施。防止受伤人员流血过多造成死亡事故发生。预先成立的应急小组人员分工，各负其责，门卫在大门口迎接救护的车辆，有程序的处理事故、事件，最大限度的减少，人员和财产损失。

（3）如果发生脚手架坍塌事故，按预先分工进行抢救，架子工组织所有架子工进行倒塌架子的拆除和拉牢工作，防止其他架子再次倒塌，现场清理由外包队管理者组织有关职工协助清理材料，如有人员被砸应首先清理被砸人员身上的材料，集中人力先抢救受伤人员，最大限度的减小事故损失。

（4）事故后处理工作：

- 查明事故原因及负责人
- 以书面形式向上级写出报告，包括发生事故时间、地点、受伤（死亡：人员姓名、性别、年龄、工种、伤害程度、受伤部位。
- 制定有效的预防措施，防止此类事故再次发生。
- 组织所有人员进行事故教育。
- 向所有人员进行事故教育。

向所有人员宣读事故结果，及对负责人的处理意见。

13.4.11 全过程触电事故应急预案

（1）源对症抢救

（2）人身触电事故时，首先使触电者脱离电源。迅速急救，关键是“快”。

（3）压触电事故，可采用下列方法使触电者脱离电源：

- 如果触电地点附近有电源开关或插销，可立即拉开电源开关或拔下电源插头，以切断电源。
- 可用有绝缘手柄的电工钳、干燥木柄的斧头、干燥木把的铁锹等切断电源线。也可采用干燥木板等绝缘物插入触电者身下，以隔离电源。
- 当电线搭在触电者身上或被压在身下时，也可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物为工具，拉开提高或挑开电线，使触电者脱离电源。切不可直接去拉触电者。

（4）高压触电事故，可采用下列方法使触电者脱离电源

- 立即通知有关部门停电。
- 带上绝缘手套，穿上绝缘鞋，用相应电压等级的绝缘工具按顺序拉开开关。
- 用高压绝缘杆挑开触电者身上的电线。

（5）触电者如果在高空作业时触电，断开电源时，要防止触电者摔下来造成第二次伤害。

- 如果触电者伤势不重，神志清醒，但有些心慌，四肢麻木，全身无力或者触电者曾一度昏迷，但已清醒过来，应使触电者安静休息，不要走动，严密观察并送医院。
- 如故触电者伤势较重，已失去知觉，但心脏跳动和呼吸还存在，应将触电者抬至空气畅通处，解开衣服，让触电者平直仰卧，并用软衣服垫在身下，使其头部比肩稍低，一面妨碍呼吸，如天气寒冷要注意保温，并迅速送往医院。如果发现触电者呼吸困难，发生痉挛，应立即准备对心

脏停止跳动或者呼吸停止后的抢救。

- 如果触电者伤势较重，呼吸停止或心脏跳动停止或二者都已停止，应立即进行口对口人工呼吸法及胸外心脏挤压法进行抢救，并送往医院的途中，不应停止抢救，许多触电者就是在送往医院途中死亡的。
- 人触电后会出现神经麻痹、呼吸中断、心脏停止跳动、呈现昏迷不醒状态，通常都是假死，万万不可当作“死人”草率从事。
- 对于触电者，特别高空坠落的触电者，要特别注意搬运问题，很多触电者，除电伤外还有摔伤，搬运不当，如折断的肋骨扎入心脏等，可造成死亡。
- 对于假死的触电者，要迅速持久的进行抢救，有不少的触电者，是经过四个小时甚至更长时间的抢救而抢救过来的。有经过六个小时的口对口人工呼吸及胸外挤压法抢救而活过来的实例。只有经过医生诊断确定死亡，停止抢救。

（6）人工呼吸是在触电者停止呼吸后应用的急救方法。各种人工呼吸方法中以口对口呼吸法效果最好。

- 施行人工正呼吸前，应迅速将触电者身上妨碍呼吸的衣领、上衣等触开取出口腔内妨碍呼吸的食物，脱落的断齿、血块，粘液等，以免堵塞呼吸道，使触电者仰卧，并使其头部充分扣仰（可用一只于拖触电者颈后），鼻孔朝上以利呼吸道畅通。
- 救护人员用手使触电者鼻孔紧闭，深吸一口气后紧贴触电者的口向内吹气，约 2 秒中。吹气大小，要根据不同的触电人有所区别，每次呼气要个触电者胸部微微鼓起为宜。
- 吹气后，立即离开触电者的口，并放松触电者的鼻子，使空气呼出，约 3 秒中。然后再重复吹气动作。吹气要均匀，每分钟吹气约 12 次。触电者已开始恢复自由呼吸后，还应仔细观察呼吸是否会再度停止。如果再度停止，应再继续进行人工呼吸，这时人工呼吸要与触电者微弱的自由呼吸规律一致。

- 如无法使触电把口张开时，可改用口对鼻人工呼吸法。即捏紧嘴巴紧贴鼻孔吹气。

（7）胸外心脏挤压法是触电者心脏停止跳动后的急救方法

- 做胸外挤压时使触电者仰卧在比较坚实的地方，姿势与口对口人工呼吸法相同，救护者跪在触电者一侧或跪在腰部两侧，两手相叠，手掌根部放在，心窝上方，胸骨下三分之一至二分之一处。掌根用力向下（脊背的方向）挤压压出心脏里面的血液。成人应挤压 3~5 厘米，以每秒钟挤压一次，太快了效果不好，每分钟挤压 60 次为宜。挤压后掌根迅速全部放松，让触电者胸廓自动恢复，血液充满心脏。放松时掌根不必完全离开胸部。

- 应当指出，心脏跳动和呼吸是无法联系的。心脏停止跳动了，呼吸很快会停止。呼吸停止了，心脏跳动也维持不了多久。一旦呼吸和心脏跳动都停止了，应当同时进行口对口人工Ⅰ呼吸和胸外心脏挤压。如果现场只有一人抢救，两种方法交替进行。可以挤压 4 次后，吹气一次，而且吹气和挤压的速度都应提高一些，以不降低抢救效。

- 对于儿童触电者，可以用一只手挤压用力要轻一些免损伤胸骨，而且每分钟宜挤压 100 次左右。

（8）事故后处理工作

- 查明事故原因及责任人。

- 以书面形式向上级写出报告，包括发生事故时间、地点、受伤（死亡）人员姓名、性别、年龄、工种、伤害程度、受伤部位。

- 制定有效的预防措施，防止此类事故再次发生。

- 组织所有人员进行事故教育。

- 向所有人员进行事故教育。

- 向所有人员宣读事故结果，及对责任人的处理意见。

13.4.12 含砷污染土壤处置过程中排放超标应急预案

本场地中的砷污染土壤最高浓度为 92mg/kg，浓度并不高，但由于在场地调查阶段，大量构筑物还未进行拆除，因此可能存在不明污染土，另外由于污染物在土壤分布的不均匀性，可能会出现局部污染土壤中砷含量较高，而现在未发现或未检测到的污染土。在处置过程中，如不对该部分高浓度砷污染土采取措施，可能会造成排放超标的问题。

在含砷污染土壤的处置过程中，首先会对每批次的污染土壤进行检测，确保污染土壤的添加量符合要求，以保证污染土壤处置过程中大气排放及水泥产品中砷含量符合要求。如出现排放超标现象，我们将立即停止污染土壤处理，对土壤中的砷含量进行重新检测，并根据检测结果重新确定污染土壤的添加量，以确保含砷污染土壤在处置过程中排放达标。

13.4.13 应急装备

应急设施、装备和器材包括：

内部联络或警报系统（附使用指南）以及请求外部支援的设施。包括应急联络的电话、对讲机、传真等通信设备，见表 13.4-2。

表 13.4-2 通讯设备配置表

通讯设备名称	数量
对讲机	4 部
传真机	2 部

信息采集和监测设备。包括应急监测的设施、设备、药剂、气象监测设备（如风向标）等。见表 13.4-3。

表 13.4-3 应急设备配置表

应急设备名称	数量
手持式 VOC 气体检测仪，PID	1
风向标	1

应急辅助性设施和设备。如应急照明、应急供电系统等。见表 13.4-4。

表 13.4-4 应急辅助设备配置表

应急设备名称	数量

手电筒	4
应急灯	2
灭火器	每车一部
笤帚、簸箕	每车一套

安全防护用具。包括保障一般工作人员、应急救援人员的安全防护设备、器材、服装，安全警戒用围栏、警示牌等。应急人员防护设备有：防护服、呼吸器、防毒面具、防毒口罩、安全帽、防酸碱手套及长统靴等。

13.4.14 应急救援

发生意外事故，需紧急救援，可联系以下救援单位。

表 13.4-5 紧急救援医疗单位及联系方式

救援单位	联系方式	距离（km）	地址
石景山医院	010-88429999	4.2	北京市石景山区石景山路 24 号
杨庄医院	010-66873823	2.3	北京市石景山区杨庄西路临 3 号
石景山中医医院	010-6886290	5.3	北京市石景山区古城东街
武警总医院	010- 57976688	8.2	北京市海淀区永定路 69 号

14 附图及附件

14 附图及附件

14.1 附图

附件 1　北京市环境保护局《北京市环境保护局关于石景山区北辛安棚户区改造项目环保意见函》（2015 年 7 月 31 日）

北京市环境保护局

北京市环境保护局关于石景山区北辛安棚户区改造项目环保意见函

北京安泰兴业置业有限公司：

你单位报送的《关于北辛安棚户区改造项目征求环境保护意见函的请示》收悉。经研究，有关意见如下：

一、北辛安棚户区改造项目位于石景山区北辛安社区，东至首钢集团特殊钢公司用地，南至石景山路，西至北辛安路，北至阜石路。项目占地约 140.9 公顷，规划建设南北两个商务区，中间布置商品房和安置房，主要对区域内房屋、企业等实施征地拆迁，建设道路工程、给水排水工程、电力工程、燃气工程、热力工程、通信工程以及场地平整等。我局支持你公司在符合《北京市新增产业的禁止和限制目录》前提下，实施棚户区改造项目。

二、你公司须严格按照《环境保护部关于加强工业企业关停、搬迁及原址地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发〔2014〕66 号）、中华人民共和国环境保护部 2014 年第 78 号公告《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》要求，对首钢电机厂、首钢热力众达换热设备公司、北京第一低压电器有限责任公司等原厂区组织开展场地环境调查评估，对存在污染的场地，须编制污染场地修复方案报我局备案。污染场地未经治

理修复的，禁止开工建设与治理修复无关的任何项目。

三、尽快与市排水集团公司协商，确定卢沟桥污水处理厂与槐房污水处理厂衔接管网建设方案，落实区域内污水经卢沟桥污水处理厂处理的可达性。

四、区域内的二级开发项目须依法另行办理环保审批手续。

专此函达。

北京市环境保护局

2015 年 7 月 31 日

（此文依申请公开）

抄送：石景山区环保局。

附件 2 《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》及北京市环境保护局批复（京环函[2016]344 号），轻工业环境保护研究所，2016 年 6 月

北京市环境保护局

京环函〔2016〕344 号

北京市环境保护局关于对《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》的意见

北京安泰兴业置业有限公司：

《北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告》（下简称“报告”）收悉。我局经组织相关专家进行技术审查，对该场地环境评价报告提出如下审查意见：

一、北辛安棚户区改造项目位于石景山区北辛安社区，东至首钢集团特殊钢公司用地，南至石景山路，西至北辛安路，北至阜石路，项目占地约 140.9 万平方米。该区域拟规划建设南北两个商务区，中间布置商品房和安置房，主要对区域内房屋、企业等实施征地拆迁，建设道路工程、给排水工程、电力工程、燃气工程、热力工程、通信工程以及场地平整等。

二、报告对场地评价范围内首钢电机厂、首钢热力众达换热设备公司、北京第一低压电器有限责任公司等原厂区进行了场地调查评估；结合网格布点原则，对评价区域进行了采样调查。共布设 71 个土壤采样点，采样深度 0.2-16.0 米，共采集土壤样品 318 件；采用《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T811-2011）

中住宅用地标准作为土壤筛选值，采用《地下水质量标准》（GB/T 14848-93）中的Ⅲ类标准作为地下水筛选值。工作程序基本符合《场地环境评价导则》（DB11/T656-2009）要求，检测数据可信，基本查明现有场地污染及风险状况。

报告提出，土壤中菲、苯并（k）荧蒽及苯并（g,h,j）苝不存在健康风险，砷、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘及苯存在健康风险；地下水中氟二溴甲烷不存在健康风险。修复目标值按照可接受致癌风险水平 1×10^{-6} 计算、可接受危害商为 1 计算，结合《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T811-2011）中住宅用地筛选值，最终确定土壤修复目标为砷 20.00mg/kg、苯并（a）蒽 0.50mg/kg、苯并(a)芘 0.20 mg/kg、苯并(b)荧蒽 0.50 mg/kg、二苯并(a,h)蒽 0.05 mg/kg、茚并(1,2,3-cd)芘 0.40 mg/kg、苯 0.64 mg/kg。根据土壤污染物的采样调查结果，采用反距离插值法计算超标污染物的超标范围，以评价范围边界、厂区围墙、不超标点作为控制点，结合污染物迁移特性、场地地质勘查情况确定修复面积和修复深度。最终确定的场地内污染土壤的修复深度为 1.0—6.0 米，修复面积约为 11.4 万平方米，预估修复土方量约为 19.86 万立方米。

经专家评审，此结论可作为场地修复依据。

三、评价范围内构筑物拆除后，要对构筑物占地范围及本报告范围外的疑似污染区域进行补充采样调查，若发现问题应及时向我局报告。

四、在土壤修复或开发过程中，如发现新的土壤、地下水污

染，须立即停止施工，报告环保部门，并按照要求采取必要的控制及处理措施。

北京市环境保护局

2016 年 7 月 4 日

（此文依申请公开）

抄送：石景山区环保局。

附件 3 北京市石景山区环境保护局《关于北辛安棚户区改造项目污染场地修复及地块环评审批问题的复函》（石环函[2018]7 号）

北京市石景山区环境保护局

石环函〔2018〕7 号

关于北辛安棚户区改造项目污染场地修复及 675、669、688、689 地块环评审批问题的复函

北京安泰兴业置业有限公司：

你公司《关于对石景山区北辛安棚户区改造项目场地修复拆分地块及 675、669、688、689 地块环境影响评价意见的请示》收悉。经请示北京市环保局，并经研究，原则同意将污染场地按照开发项目拆分，分批实施污染地块修复工作，同时根据相邻污染地块修复效果评估报告结论出具相应地块项目环评意见。具体意见如下：

一、严格落实北京市环保局《对<北辛安棚户区改造项目场地环境评价报告>的意见》（京环函［2016］344 号），对调查范围内构筑物拆除后和调查范围外疑似污染区域进行补充采样调查，对照修复目标值，按照开发建设计划分批完成治理修复工作，确保启动一块完成一块，整个污染场地全部实现安全利用。

二、合理安排污染地块修复与相邻地块开发时序，避免污染地块修复过程对相邻地块开发产生不利影响，对开发项目环境影响评价范围内（或相邻区域）有污染地块修复工程

的，根据相邻污染地块修复评估效果报告结论出具相关环评审批意见。

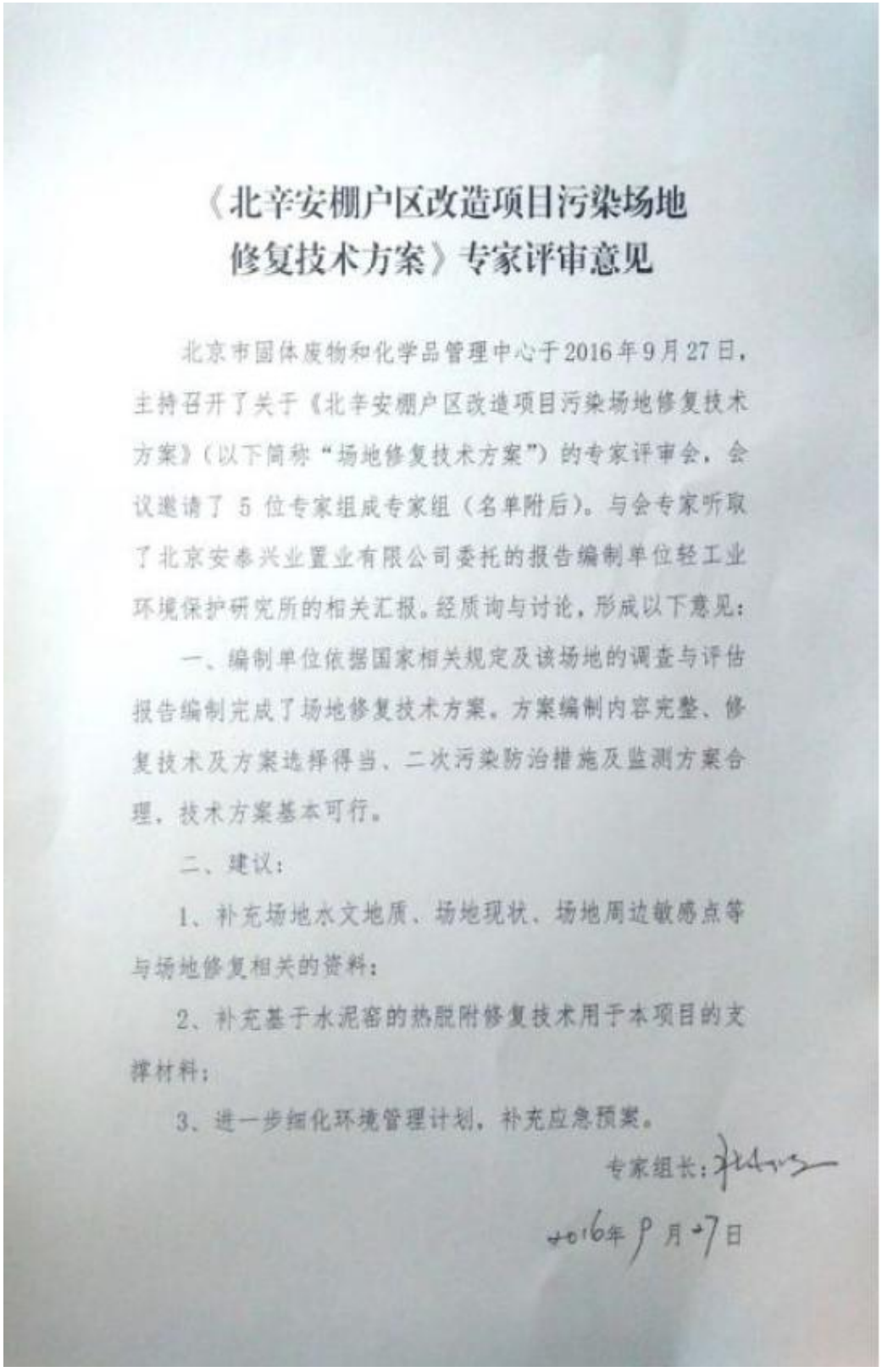
专此函复。

北京市石景山区环境保护局

2018 年 3 月 12 日

（联系人：杨　峰　电话：88918570）

附件 4　《北辛安棚户区改造项目污染场地修复技术方案》及专家评审意见，轻工业环境保护研究所，2016 年 10 月



《北辛安棚户区改造项目污染场地
修复技术方案》专家评审意见

北京市固体废物和化学品管理中心于2016年9月27日，主持召开了关于《北辛安棚户区改造项目污染场地修复技术方案》（以下简称“场地修复技术方案”）的专家评审会，会议邀请了 5 位专家组成专家组（名单附后）。与会专家听取了北京安泰兴业置业有限公司委托的报告编制单位轻工业环境保护研究所的相关汇报。经质询与讨论，形成以下意见：

一、编制单位依据国家相关规定及该场地的调查与评估报告编制完成了场地修复技术方案。方案编制内容完整、修复技术及方案选择得当、二次污染防治措施及监测方案合理，技术方案基本可行。

二、建议：

1、补充场地水文地质、场地现状、场地周边敏感点等与场地修复相关的资料；

2、补充基于水泥窑的热脱附修复技术用于本项目的支撑材料；

3、进一步细化环境管理计划，补充应急预案。

专家组长：

2016年9月27日