

# 绍兴恒大珺睿府项目污染土壤修复工程

## 三期基坑清理及风险管控

### 施工报告

(简本)

建设单位：绍兴永恒置业有限公司

施工单位：北京高能时代环境技术股份有限公司

二〇一八年七月

# 目 录

第 1 章	项目概况.....	1
1.1	项目背景.....	1
1.2	污染概况.....	1
1.2.1	场地污染物.....	1
1.2.2	修复目标.....	1
1.3	三期工程概况.....	2
1.3.1	三期工程分配.....	2
1.3.2	三期修复范围及工程量.....	3
第 2 章	修复技术及工艺.....	5
2.1	修复技术介绍.....	5
2.2	修复技术路线.....	5
第 3 章	项目部署、工期及保障措施.....	6
3.1	项目工期.....	6
3.2	平面布置.....	6
3.3	施工总体部署.....	7
3.3.1	前期部署.....	7
3.3.2	阶段划分.....	8
3.4	保障措施.....	9
3.4.1	质量保障.....	9
3.4.2	资金保障.....	9
3.4.3	安全保障.....	9
3.4.4	人员配备.....	9
3.4.5	材料使用.....	10
第 4 章	工程实施情况.....	11
4.1	施工前期准备.....	11
4.2	污染土壤清挖转运.....	11
4.2.1	定位放线.....	11
4.2.2	基坑支护.....	12
4.2.3	基坑清挖.....	13
4.2.4	基坑测量.....	14
4.2.5	土壤现场运输.....	15
4.3	土壤修复.....	16
4.3.1	砷污染土壤修复.....	16
4.3.2	多环芳烃污染土壤修复.....	17
4.3.3	复合污染土壤修复.....	18
4.4	土壤外运消纳.....	18
4.4.1	运输路线.....	18
4.4.2	消纳地点.....	19
4.5	风险管控措施.....	19
4.5.1	土工布的施工.....	20
4.5.2	HDPE 膜的施工.....	21
第 5 章	自检与验收.....	22

5.1	自检.....	22
5.2	验收组织.....	24
5.3	验收程序.....	24
5.4	验收单位验收.....	24
第 6 章	二次污染防治.....	25
6.1	污染土壤清挖过程中的二次污染防治措施.....	25
6.2	污染土壤短驳过程中的二次污染防治措施.....	26
6.3	污染土壤处置过程中的二次污染防治措施.....	27
6.4	二次污染监测.....	28
6.4.1	大气和噪声监测.....	28
6.4.2	废水监测.....	30
第 7 章	施工过程质量控制.....	31
7.1	质量管理组织机构.....	31
7.2	质量管理制度.....	31
7.3	分包方的质量管理措施.....	32
7.4	基坑清挖质量控制.....	33
7.4.1	测量放线质量控制.....	33
7.4.2	基坑清挖范围、深度质量控制.....	33
7.5	原位阻隔质量控制.....	33
7.5.1	土工布施工质量控制.....	33
7.5.2	HDPE 膜施工质量控制.....	34
第 8 章	结论和建议.....	35
8.1	结论.....	35
8.2	建议.....	35

# 第1章 项目概况

## 1.1 项目背景

绍兴恒大珺睿府项目地块（以下简称“项目地块”）位于绍兴市越城区会稽路以西，城南大道以北，淡江以南，场地总面积约140727m<sup>2</sup>。

项目地块以居住用地为主兼容商业用地场景下，按照浙江省地方标准《浙江省污染场地风险评估技术导则》（DB33/T 892-2013）进行评估后，项目地块砷、镉、多环芳烃等多种污染物经所有暴露途径总致癌风险或非致癌危害指数超过风险可接受水平。因此项目地块开发利用前，必须对这些污染物的污染区域采取污染防治措施，修复污染区域，方可安全开发利用。

2017年2月通过公开招标，确定施工单位为北京高能时代环境技术股份有限公司，采用原地异位固化/稳定化处理及化学氧化处理。

本项目总修复工程量为 43343m<sup>3</sup>，共分为三期工程进行施工。其中三期范围内污染土包含补充调查增加土方量，总计 14252.2m<sup>3</sup>。场地概况

## 1.2 污染概况

### 1.2.1 场地污染物

根据《绍兴恒大珺睿府项目地块环境详细调查与风险评估技术报告》（以下简称《风评报告》），场调详细调查期间共采集 513 个土壤样品，共 12 种污染物超出筛选标准，超标污染物包括砷、镍、镉、铍、苯并[a]蒎、苯并[b]荧蒎、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒎、茚并[1,2,3-c,d]芘、菲、3-甲基胆蒎、7,12-二甲基苯并蒎。

经风险评估后，进一步确定了砷、镉和 7 种多环芳烃作为关注污染物。

### 1.2.2 修复目标

上述各污染物经计算得出在各用地方式下的修复目标均低于选择标准中的筛选值，以筛选值作为清理和修复目标，具体修复目标值见下表。

表 1.1 修复目标值（单位：mg/kg）

序号	污染物	修复目标
1	苯并[a]蒽	0.588
2	苯并[b]荧蒽	0.59
3	二苯并[a,h]蒽	0.059
4	茚并[1,2,3-cd]芘	0.59
5	苯并[a]芘	0.20
6	3-甲基胆蒽	0.05
7	7,12-二甲基苯并[a]蒽	0.05
8	砷	20
9	镉	6.63

其中包含砷和镉污染的土壤仅以上表中数值作为清理目标值，修复目标值以土壤浸出液中的砷和镉的含量为准，浸出修复目标参考《地下水环境质量标准》（GB/T14848-93）IV类水标准中砷的浓度0.05mg/L；重金属镉浸出修复目标值参考场地调查中应用的标准《地下水水质标准》（DZ/T0290-2015）IV类水标准0.01mg/L，浸出方法采用《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》（HJ557-2010）。

### 1.3 三期工程概况

#### 1.3.1 三期工程分配

依据《招标文件-绍兴恒大珺睿府项目土壤修复工程》和《绍兴恒大珺睿府项目污染土壤修复工程设计及施工合同》，施工单位仅负责污染土壤的清运工作，本项目场地中未污染土壤的开挖工作由建设单位或其相关单位完成，则污染土开挖要配合建设单位的基坑开挖进度，将本项目分为三期进行施工。

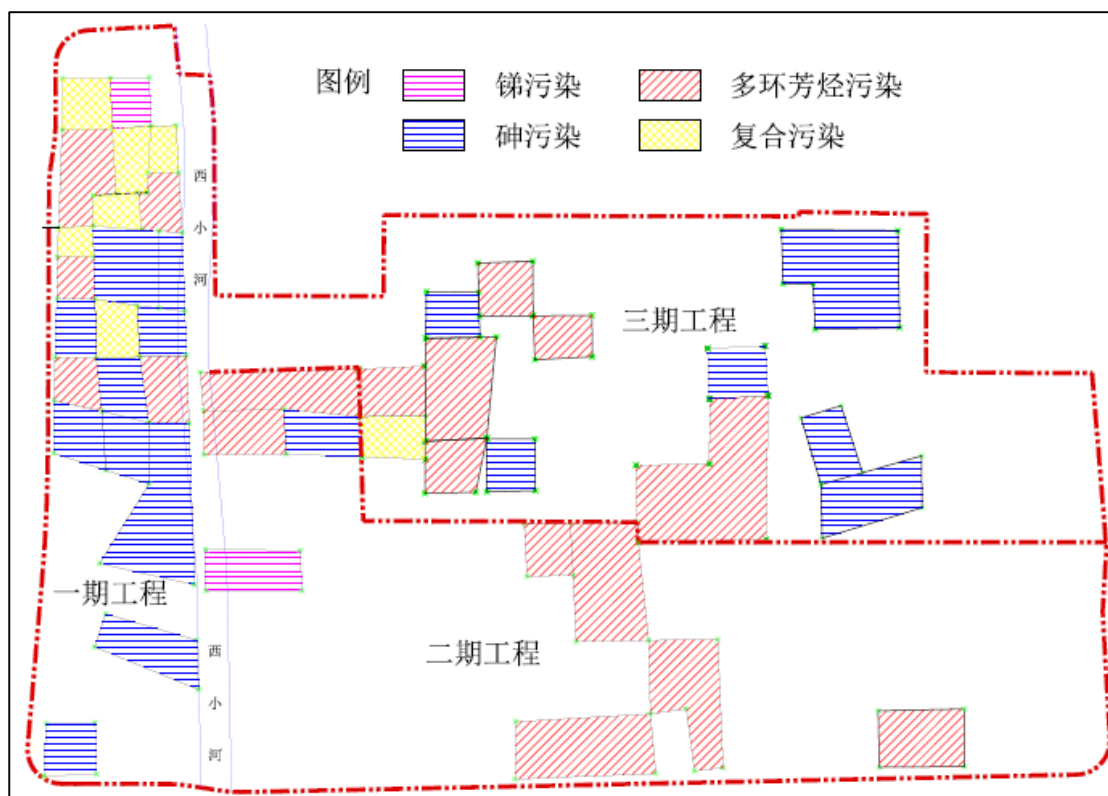


图 1-1 三期地块分布图

### 1.3.2 三期修复范围及工程量

三期施工为西小河以东区域的北半区域，包括补充调查范围，共涉及 13 个污染地块，编号分别为 As12、As13、As14、As15、As17、As18、FH7、PAHs7、PAHs9、PAHs14、PAHs15、PAHs16、PAHs17。

各地块情况具体污染面积及设计工程量如下表所示。

表 1.2 三期修复区域工程量统计

地块编号	污染类型	污染深度/m	地块面积/m <sup>2</sup>	修复方量/m <sup>3</sup>
As12	砷	4-5.2	2454	2945
As13	砷	0-0.6	713	427.8
As14	砷	4-5.2	725	870
As15	砷	4-5.2	1298	1557.6
As17	砷	>5.2	596	0
As18	砷	3.5-5	621	932
FH7	复合	3-5	660	1320
PAHs7	多环芳烃	1.5-2.5	787	787
PAHs7	砷	4-5.2	787	944
PAHs9	多环芳烃	0-0.6	3373	2023.8
PAHs14	多环芳烃	0-0.35	714	250

PAHs15	多环芳烃	0.35-0.75	610	244
PAHs16	多环芳烃	0-0.35	1636	573
PAHs17	多环芳烃	0.6-2.5	725	1378
总计				14252.2

三期工程中，污染深度在 5.2m 以上土壤总计 14252.2m<sup>3</sup>，包括砷污染土壤 7676.4m<sup>3</sup>，多环芳烃污染土壤 5255.8m<sup>3</sup>，复合污染土壤 1320m<sup>3</sup>。

## 第2章 修复技术及工艺

### 2.1 修复技术介绍

针对5.2m污染土壤修复确定以下修复技术路线：采用异位修复工艺，具体为重金属污染土壤采用固化/稳定化修复技术、多环芳烃污染土壤采用化学氧化修复技术、重金属+多环芳烃复合污染土壤采用先化学氧化再固化/稳定化的修复技术。项目地块部分区域5.2m以下部分土壤中砷和多环芳烃含量仍然超过修复目标值，对于深度在5.2m以下的需修复土壤结合地块开发计划采用原位阻隔措施进行风险管控。

### 2.2 修复技术路线

综上所述，本项目地块的修复技术路线如下图：

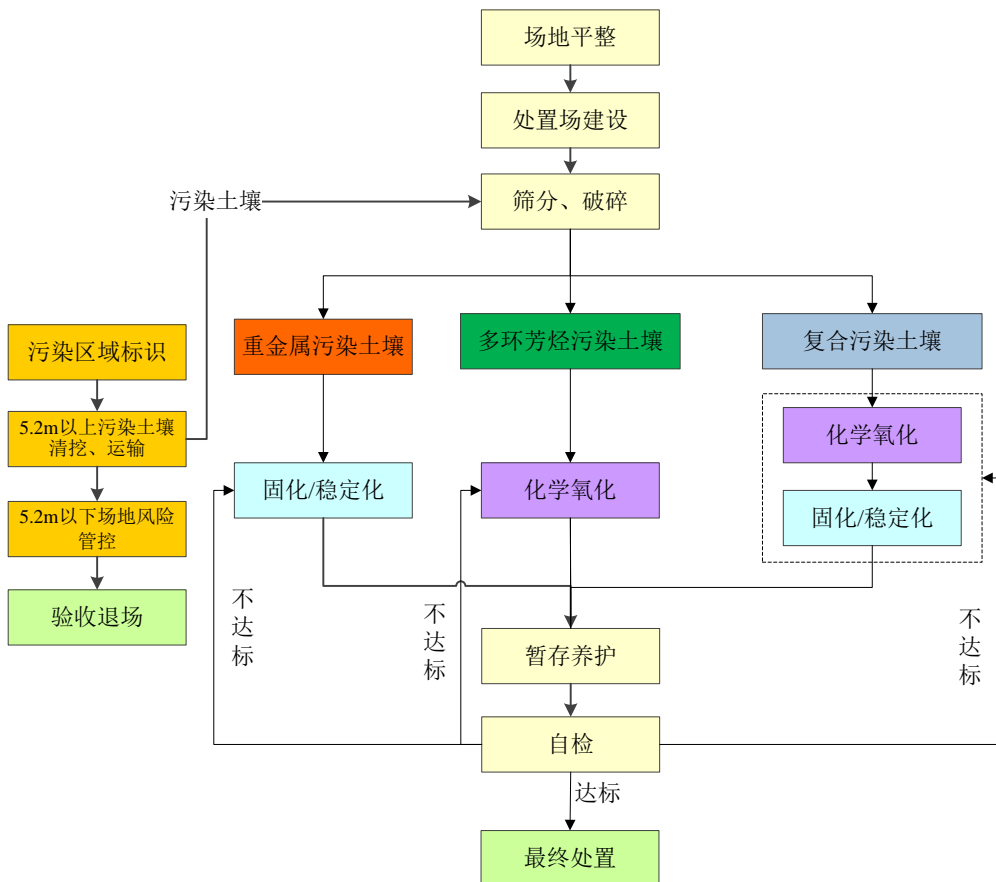


图 2-1 修复技术路线



## 第3章 项目部署、工期及保障措施

### 3.1 项目工期

我公司于2018年4月17日至2018年7月7日对三期污染土壤进行了修复治理工作。具体工期如下图所示。



图 3-1 项目工期

### 3.2 平面布置

修复场地位于西小河以西，一期地块的北部。场地于二期工程内完成了建设工作。场地铺设了HDPE膜，并用水泥进行了硬化。

场地呈南北向长条状。根据施工需求，南北长约200m，东西宽约50m，总面积10000 m<sup>2</sup>。平面布置如下图所示。

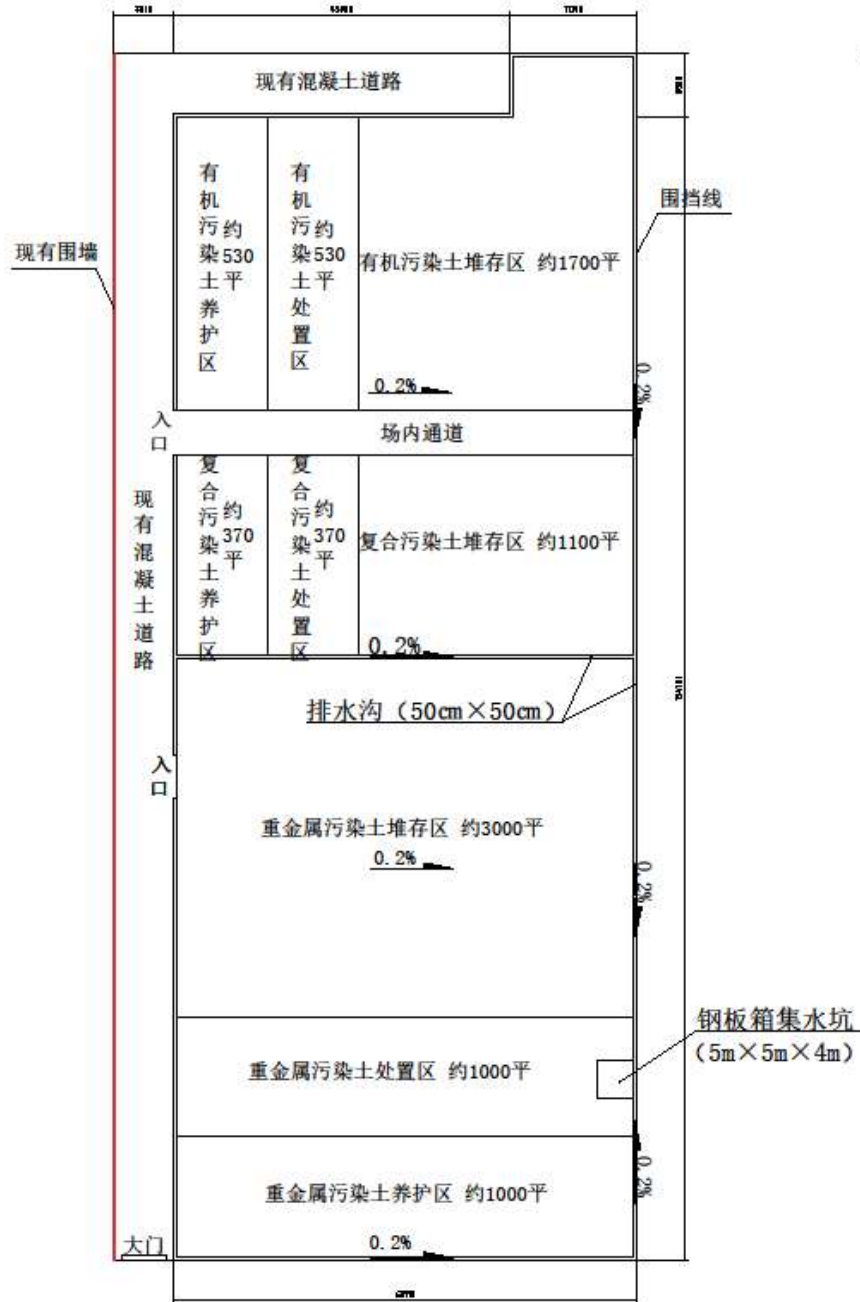


图 3-2 修复场地平面布置图

### 3.3 施工总体部署

#### 3.3.1 前期部署

按照我公司的投标承诺，结合本工程的具体情况特点，施工前期的主要准备工作如下：

- 1、组建正式的项目经理部，完善本工程项目管理人员的岗位责任制编制工

作,并根据我公司有关项目管理的程序文件及本工程的具体特点编制项目管理文件;

2、及时与业主办理现场水准点和建筑定位坐标点的交接手续,对已有水准点和建筑定位坐标点进行正式复测,对轴线、标高和定位坐标进行测量,并绘制相关的复测图;

3、及时进行施工现场临时围墙、临建、道路及现场的临时给水、排水、用电等的搭设和布置工作;

4、及时组织各类劳动力到位,组织污染土壤开挖及防渗结构安装人员、污染土壤预处理相关技术及工作人员、污染土壤拉运分包人员、填埋场封场铺膜专业人员;

5、编制完成各种施工机械、周转材料的进场计划,并及时组织各种前期施工所需要的施工机械、周转材料的进场工作;

6、及时组织工程技术人员熟悉图纸,积极准备图纸会审工作;

7、编制正式的施工组织设计,同时根据工程项目的方案编制计划,组织施工方案专家评审会,及时编制各专项施工方案;

8、及时组织起草各项合同文本,协助业主办理完善各类开工手续。

### 3.3.2 阶段划分

本工程主要施工内容有:

- 1、污染土壤开挖工程;
- 2、污染土壤场内转运工程;
- 3、多环芳烃污染土壤化学氧化处置工程;
- 4、砷污染土壤固化/稳定化处置工程;
- 5、处置达标土壤外运消纳;
- 6、深层污染土壤原位阻隔。

## 3.4 保障措施

### 3.4.1 质量保障

我公司确保本项目质量达到招标文件中对本项目的质量要求，达到《实施方案》中所规定的修复目标，通过当地环保主管部门验收，且符合国家施工验收规范合格相关标准。

### 3.4.2 资金保障

我公司在施工过程中从人员、设备、材料、资金、管理方面，投入足够的资源，特别是施工的前期投入、施工中的施工机械、材料、劳动力配备，要求准备充足并留有余地。

我公司拥有良好的银行信誉，具有雄厚的资金储备，施工中可根据工程所需，投入必备的生产流动资金。对本工程设立专用账号，专款专用。

### 3.4.3 安全保障

质量是安全的基础，安全是生产的前提。没有良好的安全保障，一切计划都是空谈。作为重中之重的保障，我公司专门撰写了现场施工安全准则及安全事故应急预案，涉及环境质量控制计划、现场安全措施、应急组织体系、应急响应及救援措施、安全技术交底、事故奖惩等多个方面为安全保驾护航。项目部每周进行现场安全施工教育和技术交底，确保施工过程中人身健康安全和环境安全。

### 3.4.4 人员配备

我公司拥有诸多类似项目施工经验，在类似污染土壤修复项目中锻炼培养出一大批专业的施工技术人员和专业施工班组。各类专业施工班组齐全，完全有能力，满足本工程各部位、各工序的施工要求，确保施工总计划的工期安排；污染土壤修复工程是一项复杂的系统性环保工程，其涉及土石方工程、环境工程、化工工艺、水文地质及水处理等不同专业的工程技术。为了确保工程成功实施，我项目团队核心成员由施工经验丰富、理论基础扎实，专业涉及化工、化学、环境工程（土壤修复）、岩土、土建、机械设备、机电一体化、水文地质等专业的优

秀人员构成。

### 3.4.5 材料使用

为确保项目工程进度正常，物资转运通畅，我公司物资设备部根据工程进度计划编制标段所需主要物资用量计划，分阶段列明所需物资的品名、规格、数量及质量标准，并随时掌握施工材料使用时间的要求以及资源，情况等，通过申请、订货、采购、运输、储备等各项工作，以确保将材料按质、按量、按时、配套地供应到使用地点。

本阶段施工前，相关材料已于二期施工期间备齐，并妥当储存。

## 第4章 工程实施情况

### 4.1 施工前期准备

2017年7月，建设单位组织验收单位进场，按照相关标准规范对二期区域污染清理效果、污染土壤处置效果及原位阻隔结果进行验收。结果表明二期污染区域基坑清理到位，土壤修复效果满足修复目标，原位阻隔措施良好，能够有效控制对人体健康的风险。

项目前期的施工准备工作包括人员、设备、材料进场，处置场地建设等工作均在二期施工中完成，不再赘述。

### 4.2 污染土壤清挖转运

#### 4.2.1 定位放线

因项目涉及干净土壤与污染土壤的交替开挖，且由建设单位和施工单位分别负责干净土壤和污染土壤的开挖工作。为避免严重超挖等挖掘错误问题导致污染土壤的不恰当处置，污染区域开挖前3天建设单位对施工单位发出通知，并由建设单位、施工单位共同对开挖施工人员进行施工交底，明确开挖范围及双方的开挖深度。

场地经过清表、平整，满足开挖条件后，在建设单位、施工单位和监理单位的共同见证下，项目测量人员立即组织对开挖地块进行测量放线工作。根据详细调查确定的污染土壤清运范围，在现场利用GPS定出各拐点位置，在地面做好标记，用石灰粉画出清运范围，并插上土壤标志牌。测量成果经过监理认可后，开展土壤清挖作业。



图 4-1 测量放线

#### 4.2.2 基坑支护

本污染修复项目土壤开挖深度较浅，干净土壤开挖 4m 以内区域采用一级放坡开挖，放坡比 1:1；深度超过 4m 基坑采用二级放坡开挖，开挖深度一半以上区域第一级放坡，一级坡底预留宽 0.8m 平台，平台下为第二级放坡。

污染土壤污染厚度在 0.35~2.0m，为避免超挖，结合施工土质，不进行放坡，上层干净土放坡挖掘后，一级开挖到位。

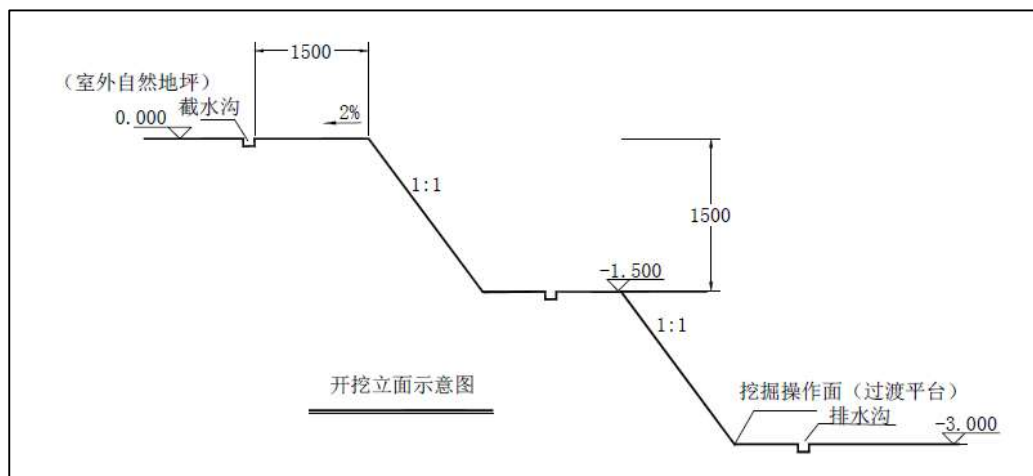


图 4-2 放坡开挖示意图

### 4.2.3 基坑清挖

开挖采用机械为主，人工为辅。对于部分高差较大、面积较小、不便于修建施工临时道路的区域，采用人工开挖，其它区域设计采用机械开挖。边坡采用人工清理。

各块区域污染土壤清挖均采用东西两侧向中间相对清挖方向，中间留出出土通道，便于机械进出。



图 4-3 污染土壤开挖

施工中施工单位的污染土清挖与建设单位的干净土清挖紧密配合，测量与验收紧密结合。每层开挖后均在监理的旁站下进行测量，严格控制污染土壤以上的干净土壤开挖工作，确保无超挖现象发生，无污染土壤随干净土壤外运。污染土壤开挖完成后及时进行取样，验收达标后停止挖掘。开挖中严格把控，保证了建设单位清理干净土壤时无超挖现象。



图 4-4 基坑取样检测



#### 4.2.4 基坑测量

##### 1. 基坑清挖范围测量

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

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

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

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

##### 2. 基坑清挖深度测量

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

(1) 标准高程引入：先将场内已知的标准高程点引入到清挖区域。

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

基坑清挖范围、深度均达到设计要求后，立即向验收单位提出申请，请验收单位对基坑底部和侧壁进行采样验收。

表 4.1 三期修复区域二次清挖工程量统计

地块编号	污染类型	清挖位置/m	清挖面积/m	清挖厚度/m	清挖方量/m <sup>3</sup>
FH7	复合	坑底	660	0.52	343.2
		南侧侧壁	83.8	0.50	41.9
As18	砷	西侧侧壁	39.4	0.50	19.7
PAHs7	砷	北侧侧壁	39.1	0.50	19.6
总计					424.4

二次清挖的总方量为 424.4m<sup>3</sup>。其中包含砷污染土壤 39.3 m<sup>3</sup>，复合污染土壤 385.1 m<sup>3</sup>。

则通过两次清挖，污染土壤总清挖量为 16518.4m<sup>3</sup>。其中包含砷污染土壤 8248.3 m<sup>3</sup>，多环芳烃污染土壤 6474.0 m<sup>3</sup>，复合污染土壤 1796.1 m<sup>3</sup>。

## 4.2.5 土壤现场运输

### 1、运输准备工作

项目部由项目负责人牵头成立污染土壤运输领导小组，全面领导土壤运输的施工指挥工作，建立完善的运输监督制度，及时做好运输记录及交接班工作。基坑出入口设置冲洗池，对土方车辆冲洗后方能进入道路，场内道路做好地面硬化。开挖前完成坡顶护栏及临时排水沟的砌筑。基坑场地安装照明灯，做好夜间赶工的照明准备工作。施工过程中随时跟进测量，保证开挖线尺寸与标高。提前办好渣土受纳许可证，核查运输车、挖掘机及操作司机的有关证件，保证各项手续齐全完善。根据施工进度计划安排，结合土方外运距离及现场施工实际情况，计划配备挖掘机、自卸车、洒水车等。

### 2、机械设备

本项目污染土自然方设计为  $14252.2\text{m}^3$ ，实际开挖  $16518.4\text{m}^3$ 。

在施工过程中采用的挖掘机：选用 300 型挖掘机。机械自重 31t，单斗容量  $1.5\text{m}^3$ ，最大挖掘半径 11.1m，最大挖掘深度 7.38m，最大卸载高度 7.13m。

自卸汽车：选用满足项目所在地渣土运输要求的有顶盖设计的运输自卸车，整个施工过程中以载量  $25\text{m}^3$  的自卸车为主。

### 3、运输制度

所有运输车辆在出场之前进行拍照。

污染土运输执行两联单制度，由值班技术员和监理人员于拉运票上签字确认车次和土壤量，在接收地由收纳单位将拉运票司机联统一收回，两联分别由项目部和接收单位两个单位进行保留存档，收纳单位备案，最后由监理单位进行核算土方量。并记录每天的车辆进出场运输记录，由监理和业主进行确认。



图 4-5 运输车辆管理

#### 4、场内短驳

严禁未经修复及验收的污染土壤外运到场地红线以外，施工期间所有开挖后土壤均于场内运输到修复场地土壤堆存区进行暂存，用苫布覆盖，并根据工期安排等待修复。

依据土壤污染类型，将污染土壤短驳至相应地块。砷污染土壤短驳至重金属污染土壤堆存区（现场记录中记为重金属堆存区），多环芳烃污染土壤短驳至有机污染土壤堆存区（现场记录中记为多环芳烃堆存区），复合污染土壤短驳至复合污染土壤堆存区（现场记录中记为复合堆存区）。各区位置详见图 3-2。

### 4.3 土壤修复

#### 4.3.1 砷污染土壤修复

砷污染土壤采用固化/稳定化技术处理。该修复技术工艺实施步骤为：污染土壤开挖→污染土壤运输→污染土壤筛分破碎→污染土壤与固化/稳定化药剂搅拌混合→暂存验收→达标外运。

待处理的污染土壤转运至污染土壤处置区。首先将污染土壤进行筛分破碎，期间适量洒水防止扬尘。然后将药剂分批次与污染土壤均匀混合，混合的同时洒水保持土壤适当的湿度，使其保持在 25~30%。以促进药剂与污染土壤的反应，搅拌完成后覆膜养护并自检。

具体的施工步骤和方法如下：

##### 1、污染土壤筛分破碎

结合二期施工经验，施工中发现污染范围内土壤颗粒不大，在不经筛分破碎的情况下，添加药剂后可以处理达标，实际施工中未进行筛分破碎。

## 2、砷污染土壤固化/稳定化处理

砷污染土壤短驳至重金属污染土处置区，与固化/稳定化药剂进行混合。

药剂的混合使用挖机。为保证混合效果，施工中混合次数为3次。混合中一方面为保持水分促使药剂与土壤的反应与混合，另一方面为控制扬尘，喷洒集水池中集水。

## 3、养护

用挖掘机把经过加药搅拌后的土壤运送至重金属污染土养护区，拢堆堆放，进行养护。养护期间采用苫布对养护土壤进行覆盖，并根据堆体表面情况，定期补充水分，维持含水率为20-30%。



图 4-6 砷污染土壤养护

### 4.3.2 多环芳烃污染土壤修复

多环芳烃污染土壤采用化学氧化技术处理。该技术的施工内容主要包括：污染土壤挖掘、转运、预处理、药剂混合、养护、检测和外运等，工艺流程如下：

具体的施工步骤和方法如下：

#### 1、污染土壤筛分破碎

同固化/稳定化，未进行筛分破碎。

#### 2、多环芳烃污染土壤化学氧化处理

多环芳烃污染土壤短驳至有机污染土处置区，与氧化药剂进行混合。药剂的混合使用挖机。为保证混合效果，施工中混合次数为3次。混合中一方面为保持水分促使药剂与土壤的反应与混合，另一方面为控制扬尘，喷洒集水池中集水。



图 4-7 多环芳烃污染土壤化学氧化处理

### 3、养护

养护工作同固化/稳定化。

## 4.3.3 复合污染土壤修复

复合污染土壤中污染物包括砷和多环芳烃，处理技术为上述两种技术的复合，首先参照 4.3.2 节进行化学氧化，养护后参照 4.3.1 节进行固化/稳定化。

## 4.4 土壤外运消纳

### 4.4.1 运输路线

本场地污染土壤需要运输至处置场地进行处置。运输车辆采用城管部门许可的渣土专用运输车。本次运输工程对污染土运输路线以避开居民稠密区和环境敏感区为原则，综合考虑，选择安全快捷的运输路线，最终的运输路线如下：

场地装车→城南大道→平江南路→涂山路→阳明北路→人民东路→敬宾路→湖山北路→银兴路→越兴路→越兴大道→南滨东路→边沥线→处置场地。

路线图如下图所示。



图 4-8 污染土壤运输路线图

为及时安全地运输污染土壤，主要采取了以下技术措施：

- (1) 运输车辆统一编号组队前行，无单独出行现象出现。
- (2) 为防止路途颠簸污染土遗撒，运输车辆每次运载土壤量均未超过车载的 4/5。运输过程中未发现污染土的遗撒。

#### 4.4.2 消纳地点

本项目修复达标后土壤应用于杭州湾经济技术开发区解放塘防护林管养项目，工程地点在杭州湾经济技术开发区解放塘进港公路以东段，全长约 3km，面积约 147 亩。该区块为虞北海涂地低洼地区，需加厚土层。本项目选取长约 1km，宽约 30m 的区块作为回填场地，具体范围见下图。该场地可填高约 1.5m，总计可回填约 45000m<sup>3</sup> 土壤，满足本项目需求。绿化种植以乔木为主、落叶和常绿树种搭配种植，形成防护林带，具体包括意杨、水杉、栎树、无患子、香樟等树种。

### 4.5 风险管控措施

根据《绍兴恒大珺睿府项目污染土壤修复工程修复方案》，三期范围内 PAHs7、As12、As14、As15、As17、As18 号基坑需要进行原位阻隔施工，对深层污染土壤进行风险管控。原位阻隔具体方案为铺设 2.0mmHDPE 土工膜，土工膜上下铺

设 400g/m<sup>2</sup> 的土工布保护层。防渗层结构要与后期建设工程充分结合，预留出基础桩位置。

#### 4.5.1 土工布的施工

土工布用来做土工膜的保护层，土工布料场远离火源及化学腐蚀性物质，同时要选择地势较高的平坦地段，避免使土工布受水浸泡，和土工膜一起存放。。在装卸、运输中，避免弄破包装，使材料受到污损。

(1) 施工细节如下，施工中做到了严格按下述要求执行。

1) 土工布作为土工膜的保护层，在施工中严格把好材料关，严禁含有断针的土工布在工程中使用。施工中检查未发现含断针土工布，材料合格。

2) 所有的土工布都用砂袋压住，砂袋在铺设期间使用并保留到铺设上面一层材料。

3) 土工布连接采用热粘连接，最小搭接宽度不小于 200mm。

(2) 土工布铺设中的检查事项如下。

1) 基底检查：检查基层是否平整、坚实，如有异物，应事先处理妥善。施工中检查无问题。

2) 试铺：根据现场情况，确定土工布尺寸，裁剪后予以试铺，裁剪尺寸准确。

3) 检查搭接宽度是否合适，搭接处应平整，松紧适度。施工中检查无误。

4) 定位：用热风枪将两幅土工布的搭接部位粘接。粘接点的间距应适宜。施工中检查无误。

5) 施工中检查未发现不合要求现象，未进行修补工作。



图 4-9 土工布的铺设

#### 4.5.2 HDPE 膜的施工

土工膜铺设分项工程包括材料裁剪、试焊、调试焊接设备、锚固、检查验收等过程。在土工膜铺设前，根据现场情况，设计铺膜分布，考虑工作面地形情况，对于凹凸不平的部分和场地拐角部位更需要详细计算，减少十字焊缝以及应力集中，下料前考虑当地温度因素等，预留出伸缩余量。



图 4-50 HDPE 土工膜的铺设



## 第5章 自检与验收

### 5.1 自检

为保证修复处理效果达标，施工期间组织进行自检，自检合格后组织提出申请，并组织验收。自检结合本公司现场以及公司实验室，部分样品送第三方检测单位委托检测，第三方检测单位为上海实朴检测技术服务有限公司。检测结果如下表所示。所有修复后样品均已检测达标。

表 5.1 砷污染土壤浸出浓度检测结果 (mg/L)

编号	砷的浸出浓度	检测形式
PAHs7-下层 1	0.0030	委托检测
PAHs7-下层 2	<0.0010	委托检测
FH7-1	0.0022	委托检测
FH7-2	<0.0010	委托检测
FH7-3	0.0026	实验室检测
As12	0.0011	委托检测
As12-1	0.0014	实验室检测
As12-2	<0.0010	实验室检测
As12-3	0.0017	实验室检测
As12-4	0.0011	实验室检测
As12-5	<0.0010	实验室检测
As13	<0.0010	实验室检测
As14-1	0.0028	实验室检测
As14-2	0.0035	实验室检测
As15-1	0.0021	实验室检测
As15-2	0.0015	实验室检测
As15-3	0.0013	实验室检测
As15-4	0.0020	实验室检测
As18-1	0.0012	实验室检测
As18-2	<0.0010	实验室检测

表 5.2 多环芳烃污染土壤含量检测结果 (mg/kg)

编号	苯并(a)蒽	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	苯并(a)芘	3-甲基胆蒽	7,12-二甲基苯并(a)蒽	检测形式
FH7-1	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	委托检测
FH7-2	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	委托检测
FH7-3	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs9	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	委托检测
PAHs9-1	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	委托检测
PAHs9-2	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	委托检测
PAHs9-3	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	委托检测
PAHs9-4	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	委托检测
PAHs7	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs7	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs14	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs15	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs16-1	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs16-2	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs17-1	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs17-2	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测
PAHs17-3	<0.10	<0.10	<0.05	<0.10	<0.10	<0.05	<0.05	实验室检测

## 5.2 验收组织

本项目验收主要分为两部分，施工过程中，根据各施工节点，由施工方北京高能时代环境技术股份有限公司向验收单位提出申请，进行阶段采样验收；项目完工后，申请由验收单位进行项目验收。

## 5.3 验收程序

本项目污染介质为土壤，验收对象为土壤。本项目验收内容包括固化/稳定化后土壤、化学氧化处理后土壤的验收和基坑验收，砷污染区域验收，多环芳烃污染区域验收，复合污染区域验收。

## 5.4 验收单位验收

施工结束后，建设单位委托环境保护部南京环境科学研究所开展验收，验收单位通过施工期间的验收监测、现场踏勘及收集场地修复工程资料（修复过程的原始记录、修复实施过程的记录文件如污染土壤清挖和短驳记录等、修复土壤外运记录、二次污染物排放记录、修复工程竣工报告；工程及环境监理文件：工程及环境监理记录和监理报告；检测单位的检测报告），确认场地的基坑清挖效果达到修复要求，修复后的土壤满足修复目标，污染区域的污染物浓度低于修复目标值，施工过程中的二次污染防治效果较好，没有对周边环境产生二次污染。

## 第6章 二次污染防治

### 6.1 污染土壤清挖过程中的二次污染防治措施

土壤挖掘造成污染土壤的扰动，多环芳烃容易释放，产生刺激性气味，挖掘也容易造成扬尘，对施工人员和周围环境造成危害。挖掘机械设备工作中噪音较大，对周围居民生活也产生一定的影响。因此，挖掘施工中采取以下二次污染防治措施：

#### (1) 加强做好施工现场规划和管理

主要针对污染土壤清挖过程中产生的扬尘、异味，合理安排工期，尽量减少清理作业面，控制开挖面积，集中施工，精选设备，及时喷水降尘，预防大面积扬尘污染。密切关注国家气象局天气预报，提前做好施工进展安排，遇4级以上风时停止施工，现场停止施工作业。

本项目实际开挖方法为采取分区分层开挖，尽量减少开挖面积，降低污染土壤直接暴露在大气中的可能。

#### (2) 防挥发性有机物扩散处理

土壤清挖过程中由专人指挥挖掘机对指定区域范围内的污染土壤作业。

实际施工中，因多环芳烃属于半挥发性有机物，施工现场未产生明显气味，且施工期间大气监测达标，储备有气味抑制剂，未进行喷洒。

#### (3) 防扬尘处理

挖掘过程中持续进行洒水处理，防止出现作业面大面积扬尘。

开挖过程注意控制开挖面，尽量避免多处同时大面积开挖。

遇大风天气停止开挖作业并用塑料薄膜覆盖挖掘面，防止造成扬尘。

#### (4) 防噪声处理

##### 1) 建筑施工厂界环境噪声

本阶段施工中产生噪声的设备主要为挖掘机与运输车辆。根据施工进度需求，选用中低型号设备，在设备的安装、调试、验收和投入运行前认真执行设备的技术标准。机械设备作业班组负责对设备定期检修、润滑，使机械正常运转，降低噪声。

## 2) 控制人为噪声

施工之前进行培训，提倡文明施工，减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员噪声扰民的自觉意识。

进入施工现场内的车辆、所有场内施工用机械设备不允许鸣笛。

## 3) 控制强噪声作业时间

严格控制作业时间，施工期间无夜间工作。

### (5) 防水污染处理

#### 1) 基坑水

基坑开挖过程中在基坑外围设置截水沟，防止雨水及其他地面水体的入渗，进行雨污分流。在基坑底部以及分级开挖的平台中开挖排水沟，对可能产生的基坑降水进行收集，并集中于集水池内。

因建设单位负责干净土壤的开挖，在三期项目开始前，已经对场地进行了整体的降水，基坑开挖无明显渗水。施工中开挖工作尽量避开降雨，基坑开挖过程中无明显降水过程，因而没有产生基坑降水。

#### 2) 生活污水

现场项目部只作办公用，无生活功能，无人员住宿，施工期间场内无生活污水的产生。

#### 3) 洗车废水

车辆出场前，在修复场地内进行车身清理，首先进行清扫，然后进行冲洗。冲洗废水随场地排水沟收集到集水池内

## 6.2 污染土壤短驳过程中的二次污染防治措施

土壤运输过程中由于路面不平，车辆颠簸可能会导致污染土壤的遗撒；车辆运输过程中的噪声及鸣笛声可能对周围居民生活产生影响。因此，土壤运输过程中采取以下二次污染防治措施：

### (1) 防遗撒处理

运输污染土壤的车辆采用全密闭车辆。控制每个车辆的装载量。污染土壤装车 and 卸车的过程中注意机械作业平稳、缓速，防止土壤遗撒。运输过程中仍发现少量污染土的遗撒，做到了立即组织人员清理，将散落的污染土壤集中至处置场

所进行处置。

为防止场内作业车辆在出场后，将车身及轮胎上携带的污染土壤带出场外，在场区出口处设置洗车台，对出场车辆进行冲洗。

### (2) 防扬尘处理

对污染土壤运输车辆的行驶路线进行合理规划，优化各施工点位至污染土壤指定处置场所短驳路线，制定土壤短驳路线图；对行经道路进行硬化；同时根据现场情况定期对场内道路洒水，防止扬尘产生。



图 6-1 地面冲洗及洒落土壤清理

### (3) 防噪声处理

土壤运输过程中的噪声主要来自运输车辆行驶的噪声、鸣笛声，车辆运输过程中要尽量减少鸣笛次数，不长按喇叭，减缓车速。

## 6.3 污染土壤处置过程中的二次污染防治措施

污染土壤处置过程中，主要污染风险来源于修复药剂对周边环境的影响及土壤中污染物处置不到造成污染迁移。本项目污染土壤在专用处置场地上进行修复作业，处置场地建设良好的防渗层，防止污染物向下迁移污染土壤和地下水。

修复药剂根据使用情况，分批次进场，便于药剂管理。药剂进场后在处置场地上设置专门的药剂存放区域，进行覆盖，防止雨水冲刷造成药剂流失及二次污染。

土壤添加药剂后，使用防雨布严密覆盖养护，防止土壤中水分蒸发影响修复效果。同时也防止大风、降雨天气，造成污染土壤随风雨迁移，杜绝二次污染。



图 6-2 现场药剂存放（左）与土壤覆盖（右）

## 6.4 二次污染监测

修复期间内，对处置场地周边大气、噪声及集水池水体进行检测，若发现超标现象，立即停工，分析原因，并采取相应的解决措施。

### 6.4.1 大气和噪声监测



图 6-3 大气和噪声监测

本项目的施工工期不足 3 个月，按照每个月检测 1 次的频率，共组织 3 次大气和噪声的检测，其中 2 次为本公司自行测定，1 次为委托第三方检测单位上海实朴检测技术服务有限公司检测。监测组织情况见下表。委托检测结果见附录 6。

表 6.1 环境监测组织情况

时间	天气	风力	气温 /°C	监测形式	监测指标
2018.4.30	阴	无持续风向 微风	27	实验室自 检	噪声、颗粒物、大气非甲 烷总烃

时间	天气	风力	气温 /℃	监测形式	监测指标
2018.5.23	多云	无持续风向 微风	29	实验室自 检	噪声、颗粒物、大气非甲 烷总烃
2018.6.19	阴	无持续风向 微风	25	委托检测	噪声
2018.6.20	阴	无持续风向 微风	22	委托检测	大气非甲烷总烃

噪声检测结果见下表。施工期间无夜间施工，所有检测均为昼间噪声。可以看出与《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的昼间限值 70dB 相比，所有监测均合格。

表 6.2 环境噪声监测结果

日期	位置	监测结果/dB
2018.4.30	场界北	43.0
	场界东	47.5
	场界南	43.2
	场界西	45.0
2018.5.23	场界北	50.3
	场界东	52.1
	场界南	55.9
	场界西	53.2
2018.6.19	场界北	51.9
	场界东	47.6
	场界南	50.7
	场界西	53.0
标准值（昼间）		70

可以看出所有检测指标均满足《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996) 新污染源的无组织排放浓度限值。

表 6.3 环境大气监测结果

日期	位置	非甲烷总烃/ (mg/m <sup>3</sup> )	颗粒物/ (mg/m <sup>3</sup> )
2018.4.30	场界东北	0.13	0.25
	场界西北	<0.02	0.14
	场界西	<0.02	0.07
	场界西南	<0.02	0.09
2018.5.23	场界东北	0.35	0.21
	场界西北	<0.02	0.45
	场界西	0.16	0.23
	场界西南	<0.02	0.33
2018.6.20	场界东北	0.21	-
	场界西北	0.09	-



日期	位置	非甲烷总烃/ (mg/m <sup>3</sup> )	颗粒物/ (mg/m <sup>3</sup> )
	场界西	<0.02	-
	场界西南	<0.02	-
标准值		4.0	1.0

#### 6.4.2 废水监测

施工现场仅设置办公室，不设置员工生活设施，施工期间现场不产生生活污水。因在三期项目开始前，建设单位已经对场地进行了整体的降水，基坑开挖无明显渗水。施工中开挖工作尽量避开降雨，基坑开挖过程中无明显降水过程，因而没有产生基坑降水。

修复场地堆土进行严格的苫布覆盖，并设置排水沟收集场内雨水，收集后集中于集水池内，检测达标后进行场内回用或纳管排放。

集水池内废水检测结果如下。可以看出因为严格的雨污分流，且车辆冲洗前进行了清理，关注污染物中砷可以达到《地下水环境质量标准》(GB/T14848-93) IV类水标准 0.05mg/L，镉可以达到《地下水水质标准》(DZ/T0290-2015) IV类水标准 0.01mg/L，其他相关污染物均未检出。废水可以进行场内回用或纳管排放。

表 6.4 废水监测结果 (μg/L)

检测指标	镉	砷	苯并(a)蒽	7,12-二甲基苯并(a)蒽	3-甲基胆蒽	苯并(b)荧蒽	苯并(a)芘	茚并(1,2,3-cd)芘	二苯并(a,h)蒽
委托检测	2.0	<0.3	<0.2	<0.5	<0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.2
实验室检测	1.8	1.2	<0.2	<0.5	<0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.2

## 第7章 施工过程质量控制

在二期施工过程中始终坚持“精心施工、科学管理、创建一流”方针，建立质量管理体系，确保处置场建设标准，基坑清挖达标。

### 7.1 质量管理组织机构

为保质保量按期完成整个工程任务，公司对本工程的工程质量控制建立完善的质量管理体系，以确保达到质量目标要求。

(1) 成立以项目经理为首，由技术负责人、修复主管、工程主管等组成的质量管理控制体系，以对施工过程进行全方位的质量保证；

(2) 技术负责人负责整个工程的修复技术实施、工艺设计实施，保证修复技术的顺利进行；

(3) 修复主管主要负责整个修复工程的实施：包括修复设备运行和修复工程实施等；

(4) 工程主管主要负责基坑开挖、药剂搅拌、基坑回填等工程建设。

(5) 建立施工工程例会制度，通过每周工程例会，掌握施工进度，及时解决施工中存在的问题，确保施工进度的顺利进行；

(6) 施工过程中经常组织定期和不定期的质量检查评比，及时发现施工过程中存在的问题，不断提高施工质量水平。

### 7.2 质量管理制度

(1) 健全的质量保证体系是实现质量目标的组织保证，建立以项目经理为首的质量保证体系，并执行项目质量岗位责任制及工程质量责任终身制。

(2) 项目部成立质量管理领导小组，由项目经理任组长，修复主管和工程主管任副组长，成员由项目部检验检测员、技术工程师等组成。

(3) 项目部设专职检测人员，负责施工前及施工过程中的质量检查工作，施工专业队设专职质量员，协助专业队长及施工员进行各工序的自检及交接检验。

(4) 将 ISO9001 质量保证体系的程序控制运用到每个工序，做好过程检验和施工试验，认真填写监控记录和试验过程报告，做好资料整理存档工作。

(5) 严格执行国家施工规范和质量评定标准，认真贯彻施工组织设计和技术标准，对新技术的使用理解原理、掌握方法、精心操作、及时检查，确保设计要求，接受市质检部门、工程监理和设计人员的检查监督。

### 7.3 分包方的质量管理措施

由于本工程需要进行专业分包、并采购一些专业材料，为了保证工程施工质量，必须对材料供应方和分包方指定严格的质量管理措施：

(1) 各分包单位编制的各类施工方案，要求落实到位，并负责对施工人员的技术交底工作，交底后以书面形式报联合小组。

(2) 各分包单位在施工过程中如有变更，以书面形式通知总包单位，以免施工时有交叉现象发生。

(3) 加强与分包商的沟通联系，对分包商进行全面的交底。交底的内容包括：项目现场概况及当地人文地理环境情况、技术标准、规范、质量、进度、安全及环境保护目标以及其它需要交底的事项。

(4) 对分包商进行教育和培训：负责对分包商进行技术交底和质量、安全等的教育和培训。企业应对分包商质量安全教育等方面给予帮助和指导。

(5) 对分包工程的进度、质量、安全、环保、文明施工等情况进行全面的动态管理，对发现的问题及时进行纠偏，防止出现失控现象，杜绝出现“以包代管”的情况。

(6) 监管分包商的人员及持证上岗情况：对分包商的所有现场人员实行实名制管理，对分包商人员的更替和流动严格控制；落实分包商人员持证上岗和劳动保护及特种作业人员持证上岗情况。

(7) 及时加强与分包商的信息交换，建立分包管理例会制度，协调各方关系。

(8) 对分包工程的关键部位和隐秘工程，实行施工全过程旁站监督制度，并做好质量记录。

(9) 对分包合同的履约情况做好控制及检测工作，防止分包商违约。

(10) 建立健全分包工程验收制度，收集工程施工过程记录和竣工档案相关资料。

(11) 对分包工程的材料、设备加强管理。

(12) 建立质量标准。在工程施工中，应按照 ISO9001 标准的全部要素组织施工，公司建立以总工程师为首的质量监督检查组织机构，横向包括各职能机构，纵向包括项目部直至施工班组，形成质量管理网络，项目部建立以项目经理为总负责，项目技术负责人中间控制，项目质检员基层检查的管理系统，对工程质量进行全过程、全方位、全员控制。

(13) 坚持“三检”制度。即每道工序完后，首先由作业班组提出自检，再由项目经理组织有关施工人员、质检员、技术员进行互检和交接检。隐蔽工程在做好“三检制”的基础上，请监理工程师审核并签证认可。

## 7.4 基坑清挖质量控制

### 7.4.1 测量放线质量控制

对基坑和污染区域边界和拐点均使用 GPS 进行定位放线，施工前，应对采用的定位放线设备进行校正，确保定位的区域准确。

### 7.4.2 基坑清挖范围、深度质量控制

为了保证项目中开挖区域污染土壤全部被清理干净，现场开挖过程中，技术人员现场跟踪，机械施工作业挖掘达到设计深度后，立即请环境监理、工程监理对清挖范围、深度进行测量检测。清挖范围、深度经环境监理、工程监理检测达到设计深度后，立即请验收单位对基坑底部和侧壁进行采样验收。

## 7.5 原位阻隔质量控制

三期施工过程中，原位阻隔区域需要进行土工布和 HDPE 膜的铺设等施工工作。施工过程中，应对采取的工程措施进行质量控制，确保工程措施的施工资料，保证场地的修复效果。

### 7.5.1 土工布施工质量控制

土工布于二期工程施工期间进场，已验收材料合格证明文件，关注拉伸强度、

厚度、撕裂强力等数据符合要求。

施工过程中，搭接宽度确保不少于 100mm，焊接质量按照规定进行检测，并由监理旁站。

施工结束后，对所有土工布表面进行目测，确定无损坏。

### 7.5.2 HDPE 膜施工质量控制

HDPE 土工膜于二期工程施工期间进场，已验收材料合格证明文件，确保材料符合要求。

土工膜裁剪时，确保了膜与膜之间的搭接宽度不小于 100mm。焊接前进行了试焊，调试好焊接的速度、压力、温度，对接缝根据焊接方式采用真空法和电火花法进行检测。施工中确认了所有焊缝质量满足要求。

## 第8章 结论和建议

### 8.1 结论

按照市环保部门对污染场地修复工作的有关要求及有关标准、规范,根据《绍兴恒大珺睿府项目地块环境详细调查与风险评估技术报告》及评审通过的《绍兴恒大珺睿府项目污染土壤修复工程修复方案》,施工单位严格按照方案要求组织施工,落实有关二次污染防治、质量控制等各项要求,保质保量完成了三期污染土处置及原位阻隔施工:

(1) 三期范围内 As12、As13、As14、As15、As18、FH7、PAHs7、PAHs9、PAHs14、PAHs15、PAHs16、PAHs17 号基坑全部清挖完成;

(2) 三期范围内 As12、As14、As15、As17、As18、PAHs7 号基坑原位阻隔施工完成;

(3) 施工过程中二次污染防治措施合格。

### 8.2 建议

三期污染土处置及原位阻隔施工完成后,建设单位进行土建结构施工时要加强施工管理,不得随意对污染区域内的基坑进行清挖,不得破坏原位阻隔,不得对场地内的地下水进行饮用,要做好基坑安全支护和人员安全培训教育,避免造成二次污染和环境安全事故。

