

广州市钛白粉厂地块土壤污染

修复方案

土地使用权人：广州市铮玥投资有限公司

修复单位：广州市番禺环境工程有限公司

编制日期：二零二一年十二月

施工单位资质





1. 总论

1.1 项目背景

广州市钛白粉厂地块（下称：本地块）位于广州市天河区 5 号线三溪地铁站南侧，地块中心经纬度为东经 113°24'53.21"，北纬 23°6'4.96"，地块占地面积为 35493.02m²。

本地块 1968 年前为农田。广州市钛白粉厂于 1968 年入驻，主要利用钛铁矿为原辅料生产钛白粉；1988 年红心化工厂入驻广州市钛白粉厂并利用其钛三车间生产三氧化钨。2006 年地块内生产单位(广州市钛白粉厂、广州市红心化工厂)停产拆除；2007 年至 2018 年本地块用作富林家居建材市场使用；2019 年，地块内建筑物基本拆除，城投建筑废弃物处置(广州)有限公司进入场地，进行建筑砂石废料处置利用，地块内主要堆放砂石；2019 年 5 月，本地块广州市土地开发中心收储，2020 年底城投建筑废弃物处置(广州)有限公司撤出地块，地块闲置，实行封闭管理。2021 年 10 月广州市规划和自然资源局发出国有关建设用地使用权网上挂牌出让公告（其中公告要求竞得人须承担土壤污染修复工作，修复费用由竞得人承担），2021 年 11 月广州市鹏湾投资发展有限公司通过网上挂牌出让竞得了广州市钛白粉厂地块的使用权，广州市铮玥投资有限公司为项目公司。

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日实施），需开展土壤污染状况调查的范围为：“用地变更为住宅、公共管理与公共服务用地的，变更前应当按照规定进行土壤污染状况调查”，在完成地块调查和修复后方可全面开展再开发利用工作。根据《广东省城市控制性详细规划管理条例》（2014 修正）和《金融城东区控制性详细规划》（穗府函[2019]139 号），地块所在地规划为商务设施用地（B2）、公园绿地（G1），商务设施用地（B2）为《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中规定的第二类用地，但本地块内部分区域所规划的公园绿地是否作为社区公园或儿童公园暂不明确。土壤污染状况调查单位向相关部门确认后，根据广州市土地开发中心 2021 年 5 月 26 日出具的《关于对广州市钛白粉厂地块涉及规划为公园绿地情况的函》要求，统一按照 GB36600-2018 中规定的第二类用地进行评价。根据广

广州市番禺环境工程有限公司

州市规划和自然资源局于 2021 年 10 月 15 日出具的《关于申请金融城东区 AT101833、AT101835、AT101836 地块规划设计条件的复函》（穗规划资源业务函〔2021〕14863 号），以及《AT10833、AT10835、AT101836 建设地块红线与钛白粉地块红线叠加图》（详见章节 2.5），广州市钛白粉厂地块红线范围内用地性质为商业商务混合用地（B1B2）、绿化和道路用地，不存在社区公园及儿童公园用地，符合广州市土地开发中心 2021 年 5 月 26 日出具《关于关于对广州市钛白粉厂地块涉及规划为公园绿地情况的函》中按现行二类用地的条件。

2020 年 12 月，广州市土地开发中心经招标，将本地块土壤污染状况调查工作委托给广西博世科环保科技股份有限公司。土壤污染调查报告结论认定本地块为污染地块，地块内土壤、地下水受到生产单位（广州市钛白粉厂、广州市红心化工厂）生产活动的影响，土壤超标污染物有砷、汞、锰和钨；地下水超标污染物有 pH 值、氟化物、氯化物、氨氮、硫酸盐和钨。

经风险评估，本地块土壤污染物砷、钨、汞和锰的风险超过可接受水平，需进行污染土壤的修复。根据该地块风险评估报告得出的土壤修复目标值、修复范围和修复方量，制定《广州钛白粉地块土壤污染修复技术方案》，并于 2021 年 7 月 23 日召开广州钛白粉地块土壤污染修复技术方案专家咨询会（专家咨询意见见附件）。2021 年 9 月，《广州钛白粉地块土壤污染状况初步调查报告》、《广州钛白粉地块土壤污染状况详细调查报告》及《广州钛白粉地块土壤污染状况风险评估报告》通过广州市生态环境局备案（《广州市生态环境局关于广州市钛白粉厂地块土壤污染状况调查和风险评估报告评审意见的函》（№20212549））。

广州市铮玥投资有限公司通过招标，将本地块土壤污染修复工作委托给广州市番禺环境工程有限公司。根据本地块风险评估报告得出的土壤修复目标值、修复范围和修复方量，广州市番禺环境工程有限公司组织开展编制《广州市钛白粉厂地块土壤污染修复方案》。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）

- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018年8月31日）
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日）
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日）
- (5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018年12月29日）
- (6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订）
- (7) 《中华人民共和国安全生产法》（2021年9月1日）
- (8) 《建设工程安全生产管理条例》（2004年2月1日）
- (9) 《中华人民共和国职业病防治法》（2018年12月29日）
- (10) 《广州市建设工程文明施工管理规定》（2017年10月18日）
- (11) 《广东省建设项目环境保护管理条例》（2012年7月26日第四次修正）

1.2.2 政策文件

- (1) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发[2012]140号）
- (2) 《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）
- (3) 《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）
- (4) 《关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35号）
- (5) 《关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31号）
- (6) 《国务院办公厅关于推进城区老工业区搬迁改造的指导意见》（国办发[2014]9号）
- (7) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环部令[42]号）
- (8) 《广州市工业企业场地再开发利用环境管理办法（试行）》（征求意见稿）（广州市环境保护局，2015年12月16日）
- (9) 《广州市污染场地治理修复验收监测质量控制监督要求（试行）》（广州市环境保护局办公室，2015年12月15日）
- (10) 《广州市环境保护局办公室关于加强污染场地治理修复工程验收监测工作的通知》（穗环办[2015]193号）

- (11)《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》
- (12)《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点》（穗环办[2018]173）
- (13)《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》（粤府〔2016〕145号）
- (14)《关于进一步加强建设用地土壤环境联动监管的通知》（粤环发〔2021〕2号）
- (15)《广州市土壤污染防治行动计划工作方案》（穗府〔2017〕13号）《广州市环境保护局关于印发广州市土壤环境保护和综合治理方案的通知》（穗环〔2014〕128号）
- (16)《关于印发广州市污染地块再开发利用环境管理实施方案(试行)的通知》（穗环〔2018〕26号）
- (17)《广州市生态环境局办公室关于做好再开发利用地块土壤污染状况调查和治理修复效果评估质量监督工作的通知》（穗环办〔2020〕62号）
- (18)《广州市污染地块土壤异地处置异地修复等评审管理指南的通知》穗环〔2021〕96号

1.2.3 技术导则、标准与规范

- (1) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）
- (2) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）
- (3) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）
- (4) 《地下水水质标准》（DZT0290-2017）
- (5) 《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）
- (6) 《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）
- (7) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）
- (8) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）
- (9) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）
- (10) 《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）
- (11) 《工业企业噪声控制设计规范》（GB/T50087-2013）

- (12) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
- (13) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）；
- (14) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）
- (15) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）；
- (16) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- (17) 《工业企业场地环境调查评估及修复工作指南（试行）》（环境保护部公告 2014 年第 78 号）
- (18) 《污染场地修复技术目录（第一批）》（环境保护部公告 2014 年第 75 号）
- (19) 《一般工业污染土壤贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）
- (20) 《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ168-2010）
- (21) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）
- (22) 《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2005）
- (23) 《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）
- (24) 《环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）》（HJ 664-2013）
- (25) 《空气和废气监测分析方法》（第四版增补版）（中国环境科学出版社）
- (26) 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）
- (27) 《职业健康安全管理体系要求》（GB/T28001-2011）
- (28) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）
- (29) 《工程测量规范》（GB50026-2007）
- (30) 《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）
- (31) 《建筑给排水设计规范》（GB50015-2003（2009 年版））
- (32) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）
- (33) 《广东省地基处理技术规范》（DBJ15-38-2005）
- (34) 《广州地区建筑基坑支护技术规定》（GJB02-1998）
- (35) 《建筑与市政降水工程技术规范》（JGJ111-98）
- (36) 《建筑基坑支护技术规范》（JGJ120-2012）
- (37) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5—2018）
- (38) 《关于印发<建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复

效果评估报告评审指南>的通知》（环办土壤〔2019〕63号）

（39）《广东省建设用地土壤污染修复工程环境监理技术指南（试行）》（粤环办〔2020〕75号）

（40）《广东省建设用地土壤污染修复现场环境信息公开与标识指南(试行)》(粤环办[2020]66号)、

（41）《广州市建设用地土壤污染修复现场环保检查要点》(穗环办[2020]40号)

（42）《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）

（43）《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）

（44）《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB 30760-2014）

（45）《建设用地土壤污染防治 第2部分：污染修复方案编制技术规范》（DB4401/T 102.2—2021）

1.2.4 其他文件

- (1) 《广州市钛白粉厂地块土壤污染状况初步调查报告》；
- (2) 《广州市钛白粉厂地块详细调查报告》；
- (3) 《广州市钛白粉厂地块土壤污染风险评估报告》；
- (4) 《广州钛白粉地块土壤污染修复技术方案》；
- (5) 《广州市钛白粉厂地块重金属污染土壤危险特性鉴别报告》；
- (6) 其他相关资料。

1.3 编制原则

（1）**规范性原则：**以相关的法律法规和规范标准为准绳，所选择的土壤修复技术成熟可靠，在类似污染地块修复中得到成功应用，严格贯彻落实场地土壤清挖、污染土壤处理处置的相关要求；

（2）**可行性原则：**根据场地污染特征，以风险评估的结论为依据，结合场地开发的要求，在确保修复方案科学性的基础上，合理规划修复工艺的实施细节，实现工艺的工序安排、参数设计、团队管理、设备维护、后勤保障、工期计划、安全等项目都能切实结合地块的实际情况及企业的实力进行规划，确保本修复工

程方案满足时间、经济、质量的可行性。

(3) **环境安全性原则**：严格控制可能造成的二次污染扩散，确保科学、安全地实现场地污染土壤的妥善处理处置；

(4) **科学性原则**：根据已掌握的污染地块土壤环境质量及其他相关信息，综合考虑地块的土壤污染现状、影响修复工艺实施的有利及不利条件，不确定因素对修复工艺实施的影响分析及对策确定，确保本修复方案的科学性，基于人体健康保护和环境风险降低的原则，对项目实施全过程和场地开发利用提出科学、专业的建议。

2. 地块概况

2.1 所在区域概况

2.1.1 地理位置

广州市钛白粉厂地块位于广州市天河区黄埔大道东路，5号线三溪地铁站南侧，地块中心经纬度为东经 113°24'53.21"，北纬 23°6'4.96"，地块面积为 35493.02 平方米。四至范围：西至 AEC 汽车城和富林家居建材市场（现修建珠光·金融城壹号）、北至黄埔大道东、东至广东鱼珠国际木材市场（现修建保利鱼珠港）、南至珠江，地块面积 35493.02 平方米。

2.1.2 地形地貌

天河区总体地势由北向南倾斜，形成低山丘陵、台地、冲积平原三级地台。其中，丘陵 28.41 平方公里，占 20.72%；台地 21.85 平方公里，占 15.94%；平原（包括冲积平原、宽谷、盆地）86.84 平方公里，占 63.34%。

天河区依地势可分为三个区域：北部是以火成岩为主构成的低山丘陵区，海拔 222~400 米；中部是以变质岩为主构成的台地区，海拔 30~50 米；南部是由沉积岩构成的冲积平原区，海拔 1.5~2 米。

中部台地区地质较为复杂。元岗天河客运站至石牌华南师范大学地下有花岗

岩残积土层，遇水极易软化崩解。五山地下有孤石群，硬度非常高。瘦狗岭地下断裂带有急流地下水。

北部低山大体以筲箕窝水库为中心分东西两面排列，并以此为天河区与黄埔区、白云区分界。全区最高处为大和嶂（391 米），位于北部，山脊分界处南北分别为天河区渔沙坦村与白云区太和镇。以大和嶂为基点往东与萝岗区的分界主要有杓麻山（388 米）、凤凰山（373.3 米）、石狮顶（304 米）等海拔 261~388 米的 11 个山头，往西与白云区分界主要有洞旗峰（312 米）等海拔 147~312 米的 9 个山头。筲箕窝水库以南有火炉山（322 米）。北部中央低处形成筲箕窝、龙洞和华南植物园等水库、宽谷和盆地。中部台地从东到西分布有吉山台地和五山台地。五山台地中有突出的瘦狗岭（131 米）。

南部冲积平原分布在广深铁路以南，前进、车陂、员村、石牌、猎德一带，有七涌一湖。七涌从东到西依次为深涌、车陂涌、棠下涌、程界涌、潭村涌、猎德涌、沙河涌，七涌均由北向南流入珠江，一湖是天河公园中心湖，南临珠江，江岸线 11 公里。本地块位于天河区南部冲积平原，地势平缓。

2.1.3 土壤与自然资源

根据《天河区土地利用状况及可持续利用对策》一文中描述（彭姣凤，陈章和，陈雷，等.天河区土地利用状况及可持续利用对策[J].生态科学，2000，019(001): 74-77.）天河区地处亚热带，气候温和，土地肥沃，雨量充沛，南部属珠江三角洲潮区。地势由北向南倾斜，北部为低山丘陵区，一般海拔 100-400 米，中部为台地区，海拔在 40-100 米之间；南部沿珠江地势低平，为冲积平原区，海拔在 8-18 米之间。主要地貌类型有低山、丘陵、谷地、平原、台地和河流冲积平原。主要土壤类型有花岗岩发育而成的赤红壤，冲积沉积物发育而成的菜园土，本地块所在区域地带性土壤为赤红壤。

2.1.4 气候气象

天河区，位于北回归线以南，属南亚热带海洋性季风气候区，气候温暖湿润，雨量充沛。南亚热带季风气候显著，同时受低纬度海洋湿润气流的调节，日照充足，热量丰富，长夏无冬，雨量充沛，干湿季明显，暖湿气流盛行，气候高温多

雨。受季风环流所控制，冬季处于极地大陆高压的东南缘，常吹偏北风，且恰在冷暖气团交替地带，气象要素变化大；夏季受副热带高压及南海低压槽的影响，常吹偏南风，因而摆脱了回归干燥带及信风带的影响，而表现出季风气候的特色。但热带气旋、暴雨、洪涝、干旱、寒潮和低温阴雨也常出现。

本地区年平均气温 21.8℃，一月最低气温 0℃，8 月最高气温 38.7℃，日照时间长，年日照时数高达 1862 小时，2~4 月份日照时数较短，7~10 月份日照时数最多。同时，本地区雨量充沛，年降雨量大都在 1700 毫米左右，降雨量多集中在 4~9 月，占全年 81%左右，年均相对湿度为 77%。广州季风变化明显，全年风向多为北风，频率为 21.3%，多出现在 9 月~翌年 3 月，其次为东南风和东风，风频率为 13.9%，主要出现在 4~8 月，常年平均风速 1.9m/s，静风频率为 33%，夏秋间常有台风侵扰，风速达 28m/s，绝对最大风速可达 33.7m/s。

2.1.5 区域地质与水文地质概况

根据《浅谈广州市天河区岩土分布及工程特性》（龚经平）提到，天河区的岩土类型较为简单，基岩分布受瘦狗岭断层控制。瘦狗岭断层北缘隆起带基岩为燕山三期、四期花岗岩（ γ_5^2 、 γ_5^3 ），局部为震旦系（Z）混合岩、片麻岩。出露的相应土层为花岗岩残积土（杂色砂质（砾质）粘性土），如燕塘、天河客运站、植物园、龙洞、柯木朗、高唐、大观路北等地段；区内瘦狗岭断层以南为白垩系（K1、K2）砾砂岩、粉砂岩、砾岩、泥岩，出露的相应土层为砾砂岩残积土（棕红色粉质粘土、碎石土），如员村、冼村、棠下村、华景新城、珠江新城、广州金融城等地段。区内还零星分布有的第四系冲洪积层（粉质粘土、砂土）及软土层（淤泥），第四系冲洪积层主要分布在古地貌如山前洼地、丘间谷地，如龙洞、沙河等地段有分布。区内软土主要分布于珠江北岸，如珠江新城、广州金融城一带，但其厚度较薄。

根据综合水文地质图广州幅 F-49-[12]可知（图 2.2-2），目标地块区域出露地层单一，整体位于白垩系（K2）地层中，地块北面分布为第四系（Q4）地层。

白垩系上统为砖红色砂砾岩、含砾粗砂岩、细砂岩、粉砂岩及泥岩夹石膏，含裂隙水，富水性贫乏至中等，单井涌水量 56-451 吨/日，属 Cl-Na.Ca 型水，矿化度 2.99-13.38 克/升。

第四系全新统为海相、河流相及海河混合相沉积，含水层为砂砾、中粗砂、细粉砂及粘土质砂；粘土、淤泥为隔水层。含孔隙潜水和承压水、富水性缺乏至中等，局部丰富，单井涌水量 20~805 吨/日，局部 1648 吨/日，属 $\text{HCO}_3\text{--Na.Ca}$ 和 Cl-Na (Ca) 型水，矿化度 0.08-21.73 克/升。

2.1.5.1 地下水

广州市雨量充沛，降水量大于蒸发量，地表水系发育，地下水的补给来源充足。在本地块所处的低丘台地和平原地区，红色岩层和砂页岩含泥质多，裂隙多呈闭合状态，地表覆盖的粘性土层厚，透水性差，不利于降雨渗入补给。第四系冲洪积沉积的砂、砂砾石层，除接受河水补给外，还接受基岩山区裂隙水的侧向补给。除此之外区内中小型水库水渗漏补给地下水。因此大气降水和地表水是地下水的补给来源。市区由于街道铺砌、道路修筑，第四系海陆交替层能直接受降水补给的面积不大，上部淤泥层又为弱透土层，故水源补给条件差。孔隙水以珠江河床作为排水廊道，在自然条件下，江水是不能补给给潜水的，只有在洪水期或高潮顶托时，江水才在沿江地段有反渗现象；高低潮时江边地下水位与江水位相差 0.33-0.75 m。地下铁道、城市建筑地下空间的利用（基坑、人行隧道等）改变第四系松散岩类及浅层基岩的地下水的补给排泄条件。本地块地下水排泄方式主要为向珠江河床排泄。

根据《广东省地下水功能区划》（2009）中浅层地下水功能区划图划分（图 2.2-3），目标地块位于珠江三角洲广州海珠至南沙不宜开采区。不宜开采区指由于地下水开采条件差或水质无法满足使用要求，现状或规划期内不具备开发利用条件或开发利用条件较差的区域。保护目标为基本维持地下水现状。根据 2016 年中国地质科学院水文地质环境地质研究所编制完成的广州市浅层地下水质量状况图，项目所在位置浅层地下水不宜作为饮用水源。

根据《广东省浅层地下水功能区划成果表（按地级行政区统计）》，该区地下水类型为孔隙水，现状水质类别为 V 类，地下水功能区水质类别保护目标为 V 类，执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）V 类水质标准。

2.1.5.2 地表水

广州市地处南方丰水区，境内河流水系发达，大小河流(涌)众多，水域面积广阔，集雨面积在 100 平方公里以上的河流共有 22 条，老八区主要河涌有 231 条、总长 913 公里，不仅构成独特的岭南水乡文化特色，也对改善城市景观、维持城市生态环境的稳定起到突出的作用。

广州市水资源的主要特点是本地水资源较少，过境水资源相对丰富。全市水域面积 7.44 万公顷，占全市土地面积的 10%，主要河流有北江、东江北干流及增江、流溪河、白坭河、珠江广州河段、市桥水道、沙湾水道等，北江、东江流经广州市汇合珠江入海，本地平均水资源总量 79.79 亿立方米。以本地水资源量计，每平方公里有 106.01 万立方米，人均 1139 立方米，是全国人均水资源占有量的二分之一。过境客水资源量 1860.24 亿立方米，是本地水资源总量的 23 倍。客水资源主要集中在南部网河区和增城市，其中由西江、北江分流进入广州市区的客水资源量达 1591.5 亿立方米，由东江分流进入东江北干流的客水资源量为 142.03 亿立方米，增江上游来水量 28.28 亿立方米。南部河网区处于潮汐影响区域，径流量大，潮流作用也很强。珠江的虎门、蕉门、洪奇沥三大口门在广州市南部入伶仃洋出南海，年涨潮量 2710 亿立方米，年落潮量 4088 亿立方米，与三大口门的年径流量 1377 亿立方米比较，每年潮流可带来大量的水量，部分是可以被利用的淡水资源。

天河区地表水资源有沙河涌、猎德涌、员村涌、潭村涌、程界涌、棠下涌、车陂涌、深涌等 8 条主要河涌，总长 69.43 公里。另外还有近 20 条支涌、小涌，共长 16 公里。此外，天河区位于珠江北岸，有江岸线 11 公里；有耙齿沥水库、龙洞水库、新塘水库和麓湖、天河公园中心湖等，地块东边为深涌主涌，南边为珠江。

2.2 地块环境特征

2.2.1 地层分布

根据地块勘察的钻孔资料，广州市钛白粉厂地块全场为水泥硬化面，水泥硬化面下覆盖填土，且填土层厚度不同区域有一定的差异，填土层下覆为淤泥质土、粉质粘土及中粗砂。地块浅部土层总体分布状况如下：

人工填土（Q4 ml）

①杂填土：层厚 1.00~4.00m，平均厚度 2.46m，层顶标高 3.25~4.32m，本层全部 37 个钻孔均有分布。杂填土为杂色，由粉质粘土、中粗砂、砼块及碎石等堆填而成，稍湿，结构松散。

冲积层（Q4 al）

②1 淤泥质土：层厚 0.40~3.50m，平均厚度 1.21m，层顶埋深 1.50~6.00m，层顶标高-1.96~2.52m，本层共 32 个钻孔均有分布。为深灰、灰黑色，饱和，流塑，含少量有机质及粉细砂。

②2 粉质粘土：层厚 1.00~9.00m，平均厚度 3.64m，层顶埋深 1.00~7.00m，层顶标高-3.34~3.32m，本层全部 37 个钻孔均有分布。为棕红、黄棕、灰黄、浅灰白色，呈花斑状，湿，可塑，粘性较好，局部含少量粉细砂。

②3 中粗砂：层厚 0.80~2.50m，平均厚度 1.40m，层顶埋深 2.00~5.50m，层顶标高-1.38~2.12m，本层共 7 个钻孔有钻遇。为灰、灰黄色，饱和，松散，级配一般，成分为石英砂，磨圆较差，呈次棱角状。

根据现场钻探揭露，地块内土层构造主要有杂填土层、淤泥质土层、粉质粘土层及中粗砂层。

2.2.2 土工实验结果

调查阶段针对粉质黏土，淤泥质粘土采集原状样送土工实验室分析物理性质常规指标，试验指标主要包括：有机质、含水率、土壤颗粒密度、渗透系数、有机质、土壤容重等。根据土工实验，填土层和粉质粘土属于低渗透性土层，淤泥质土为极低渗透性土层。

2.2.3 地下水概况

场区内各钻孔所遇地下水为第四系孔隙水，杂填土为上层滞水，属于中等透水层；中粗砂层为场地主要含水层，属于中等~强透水层，在场地呈透镜体状分布，故第四系孔隙含水层其分布范围内有一定涌水量。地下水位的变化与地下水

的赋存、补给及排泄关系密切，排泄以大气蒸发或向低洼处进行排泄，年变化幅度 1.00~3.00m。

2.3 地块现状

根据现场踏勘、卫星影像、航拍影像，广州市钛白粉厂地块在 2006 年已经对地块设备进行拆除，在富林木材交易市场关闭后，2019 年后地块内建筑物基本拆除。自 2019 年以来，城投建筑废弃物处置(广州)有限公司将本地块作为广州市城市建筑废弃物循环利用金融城项目临时堆放砂石和再生骨料，地块目前已完成清表工作，地块内堆放物品已基本清除，根据人员访谈结果，城投建筑废弃物处置(广州)有限公司在地块中生产时仅对地面遗留建筑垃圾进行清表工作，未对地块内水泥硬化面进行破坏扰动和填土，主要使用金融城区域建筑垃圾进行破碎再生骨料生产。

地块从 2020 年起闲置，地块实行封闭管理，地块表面残留少量建筑垃圾，原地坪大部分有混凝土覆盖且保存良好，场地内四周有雨水截留渠。根据管线物探成果，项目红线范围内没有市政管线。

2.4 地块周边条件

2.4.1 地块周围环境特征

地块位于广州市天河区 5 号线三溪地铁站南侧，西至 AEC 汽车城和富林家居建材市场（现修建珠光·金融城壹号临时停车场）、钰嘉加油站；北至黄埔大道东；东至原广东鱼珠国际木材市场（现修建保利鱼珠港）；南至临江大道。目前，地块周边无工业生产企业，主要为商业用地。

2.4.1 地块周边环境敏感目标

根据现场情况，查明地块 1000m 范围内敏感目标，如：可能受污染物影响的居民区、学校以及重要公共场所等。并标注敏感目标与研究对象的具体位置关系及距离关系。

2.5 地块规划

钛白粉厂地块红线范围内用地性质为商业商务混合用地（B1B2）、绿化和道路用地，不存在社区公园及儿童公园用地。

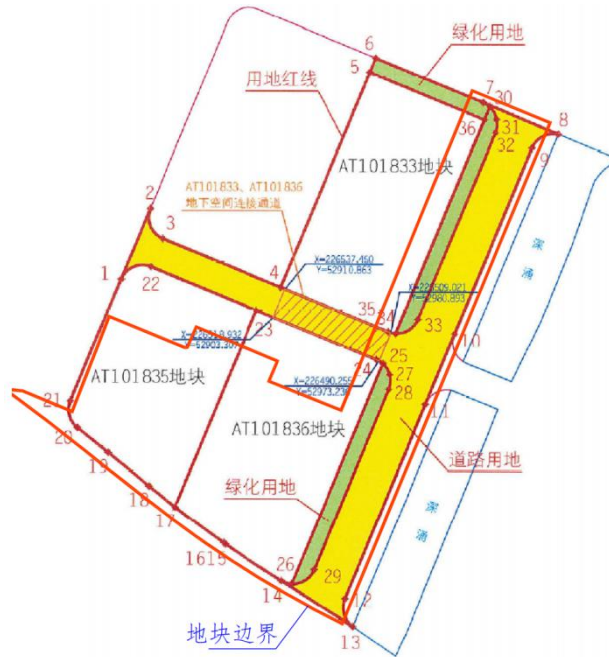


图 2.5- 8AT10833、AT10835、AT101836 建设用地红线与钛白粉地块红线叠加图

3. 地块污染现状及风险评估结论

3.1 地块污染现状

3.1.1 地块风险评估结论概述

本地块土壤中的砷、锰、钨、汞和地下水中的氨氮需要进入风险评估。风险表征结果显示，地块土壤中砷、锰、钨、汞的风险均不可接受，需要对地块中的砷、锰、钨、汞采取修复措施。地下水中的氨氮风险可接受，不需要对地下水中超标的氨氮指标采取修复或风险管控措施。

3.2 地块风险评估结论

3.2.1 地块风险评估结论概述

本地块土壤中的砷、锰、钨、汞和地下水中的氨氮需要进入风险评估。风险表征结果显示，地块土壤中砷、锰、钨、汞的风险均不可接受，需要对地块中的砷、锰、钨、汞采取修复措施。地下水中的氨氮风险可接受，不需要对地下水中超标的氨氮指标采取修复或风险管控措施。

4. 地块修复模式

4.1 本地块修复总体思路

4.1.1 可用修复模式

修复模式即对地块进行修复的总体思路，包括：

1. 原地修复

原地修复分为原位处理及原地异位处理，分别有以下特征：

原位处理是指对地块内污染土壤不进行挖掘或清理，采用化学、生物或者物理方法对污染土壤中污染物进行处理或阻隔。修复工程基本在地块范围内完成，污染土壤在修复过程中以及修复结束后都不离开地块，可有效避免污染土壤转移处理可能造成的二次污染。

异位处理是指将地块污染土壤进行清挖，在地块范围内对土壤中污染物进行处理后，回填至原位置或选取其他位置回填。修复工程基本在地块范围内完成，污染土壤在修复过程中以及修复结束后都不离开地块，可有效避免污染土壤转移处理可能造成的二次污染。由于存在土壤清挖、处置和回填过程，工程量较原位处理大。污染土壤若采用原地修复模式，需配合建设修复车间等配套设施，土建工程量较大。

2. 异地修复

异地修复是指污染土壤经开挖后转移至地块外修复场所，采用物理、化学、生物或联合修复技术对土壤中污染物进行处理，处理达标后转运回地块处置。因涉及污染土壤的运输，较易造成二次污染，必须在污染土壤转运、处理、处置的全过程进行严格监督。

该修复模式需要将污染土壤外运处理再转运回原地块回填，运输过程需要耗费较多的人力、物力，二次污染风险较大。

3. 异地处置

异地处置是指将地块内污染土壤进行挖掘清理后，运至地块外的专门场所处理处置，如进行水泥窑协同处置、入专门的填埋场填埋等。与原地修复相比，因涉及污染土壤的运输和处理，容易造成二次污染，必须在污染土壤转运、处理、处置的全过程进行严格监督，对管理上的要求较高。

该修复模式将污染土壤运出原地块至专门的场所进行处理，可以彻底消除土壤污染，且无需新建修复车间等配套设施，土建费用少。

4. 自然修复

利用污染区域自然发生的物理、化学和生物学过程，如吸附、挥发、稀释、扩散、化学反应、生物降解、生物固定和生物分解等，降低污染物的浓度、数量、体积、毒性和移动性。

5. 污染阻隔

采用阻隔、堵截、覆盖等工程措施，控制污染物迁移或阻断污染物暴露途径，降低和消除地块污染物对人体健康和环境的风险。

6.制度控制

通过制定和实施各项条例、准则、规章或制度，防止或减少人群对地块污染物的暴露，从制度上杜绝和防范地块污染可能带来的风险和危害，从而达到利用管理手段对地块的潜在风险进行控制的目的。一般应用于污染地块进行风险管控治理的全过程管理控制用。

7.居民防护

地块内活动人群居民采取戴口罩/手套、定期体检、减少接触、加强通风、洒水降尘等防护措施降低对人体健康的危害风险。

本章节将在分析前期污染土壤污染状况调查和风险评估资料的基础上，根据地块特征条件、目标污染物、修复目标、修复范围和修复时间长短等实际需求，选择确定地块修复总体思路。

4.1.2 本项目最终采用修复模式

在基于本地块开发紧迫要求工期短、地块价值高要求彻底消除污染、重金属污染难以消除的特点后，综合考虑修复效果、修复时间、修复成本及其他相关因素，本项目确定的修复模式为异地处置修复模式。

4.2 地块修复目标

4.2.1 目标污染物

根据污染调查和风评的结论，地块的目标污染物存在于土壤介质中，为以下四个污染物：砷、锰、钨、汞。

4.2.2 修复目标值

修复目标值是风险评估评价介质中污染含量在安全可控范围下的限值，主要用于土壤开挖/抽出、回填/回灌等过程中的介质含量控制。本地块只有土壤需要进行修复。风险评估确定的修复目标如下表所示：

本地块修复目标值见表 4.3-1。

表 4.3-1 本地块土壤修复目标

污染物	修复目标值 (mg/kg)
砷	60
锰	16583
钨	361
汞	38

5. 修复技术筛选

5.1 修复技术筛选原则

(1) 地块适用性原则：应针对地块污染物特性和污染特征、地块水文地质条件，地块未来规划、地块后期开发计划、建设方案等重要因素，因地制宜选择修复技术。具体应根据本地块污染土壤中污染物的种类、污染程度和分布深度等实际情况，分别选择。

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

(3) 时间合理性原则：为尽快完成污染地块的修复工作，开展地块的进一步的开发利用，同等条件下，应尽量选择周期短的修复技术。

(4) 费用合理性原则：在满足地块未来开发利用过程中消除或降低健康风险，污染防控目标可达、技术可行前提下，应尽量选择经济上可行的修复技术，降低修复费用。

(5) 减少环境影响原则：本地块污染土壤的修复，应尽可能采用工艺较为简单，且修复过程二次污染较少的修复技术，以降低修复过程的环境影响。

(6) 消除健康风险原则：本地块所选污染土壤的修复技术，必须满足本地块修复目标的要求，确保环境安全及地块长期活动人群健康。

(7) 避免过度修复原则：坚持“以防为主，防治结合”原则，在达到修复目标前提下，避免过度修复。

5.2 修复技术可行性评估

5.2.1 常见异地处置方式

根据《污染场地修复技术目录（第一批）》（2014年），土壤常用修复技术包括固化/稳定化技术、化学氧化/还原技术、热脱附技术、土壤淋洗技术、水泥窑协同处置技术、土壤植物修复技术、土壤阻隔填埋技术、生物堆技术等。

根据地块修复模式筛选，在基于本地块开发紧迫要求工期短、地块价值高要求彻底消除污染、重金属污染难以消除的特点后，综合考虑修复效果、修复时间、修复成本及其他相关因素，本项目确定的修复模式为异地处置修复模式。

本项目土壤污染物主要为砷、汞、锰和钨等重金属，不涉及 VOCs 和 SVOCs 等挥发性、半挥发性有机污染物，适用于本项目的土壤修复技术有水泥窑协同处置技术、异位固化/稳定化技术、异位土壤洗脱技术、异位土壤阻隔填埋技术等。

5.2.1.1 水泥窑协同处置技术

（1）技术原理

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、碱性环境、无废渣排放等特点，在生产水泥熟料的同时，焚烧固化处理污染土壤。有机污染物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 1450℃，在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的有机污染物转化为无机化合物，高温气流与高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性的碱性物料（CaO、CaCO₃ 等）充分接触，有效地抑制酸性物质的排放，使得硫和氯等转化成无机盐类固定下来；重金属污染土壤从生料配料系统进入水泥窑，使重金属固定在水泥熟料中。图 5.2-1 为水泥窑协同处置工艺流程示意图。

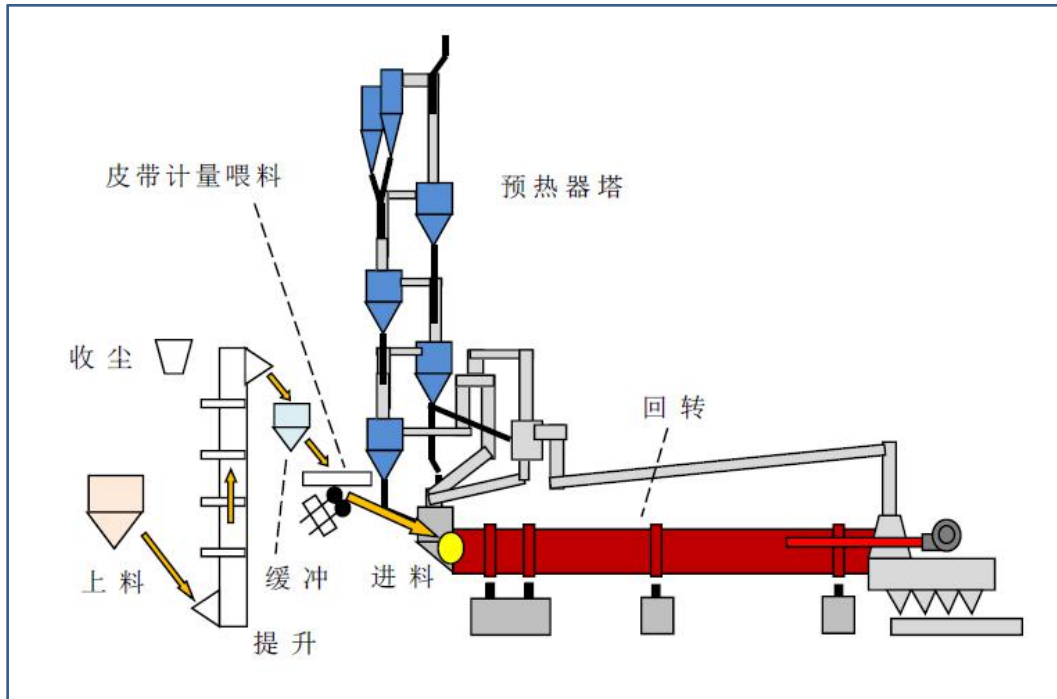


图 5.2-1 水泥窑协同处置工艺流程示意图

(2) 技术特点

水泥窑协同处置技术是目前国内应用较广的一类土壤修复技术。污染土壤入窑前一般需要暂存在贮存设施中，贮存场需要采用防渗措施。根据污染物的特性对贮存设施有不同的要求，污染土壤中含易挥发污染物的，贮存设施应采取封闭措施，并设立抽气装置，抽出的气体需处理后达标排放。水泥窑协同处置的预处理工艺及设施与污染土壤的特性和入窑位置相关。污染土壤在入窑前需分析其化学组成和物理特性，其组分不应对水泥生产过程和水泥产品质量产生不利影响。该技术在处理污染土壤过程中需对飞灰和烟道气体进行检测，防止二噁英等毒性更大物质的排放。水泥窑协同处置技术具有焚烧温度高、可资源综合利用、经济效益好等优点，但对处理污染土壤的理化性质、投加比例和投加点等需要深入分析。该技术的实施时间属于中短期技术。

(3) 适用范围

水泥窑协同处置技术对污染物的处理范围较广，大多数有机类污染物都可以采用该技术处理，但该技术不适用于处理含爆炸物、未经拆解的废电子产品、汞、铬等污染物的土壤。重金属的含量对水泥质量影响较大，因此处理前应对土壤中的重金属等成分进行检测，保证出产的水泥质量符合相关标准。

在进入水泥窑前，污染土壤一般需要进行预处理；对污染土壤中的各组份和

污染物等进行详细检测，以保证水泥产品的技术要求。污染土壤在水泥生料中的配比通常较低，涉及污染土壤的挖掘或远距离运输，可能会产生二次污染。

5.2.1.2 异位固化/稳定化技术

(1) 技术原理

固化/稳定化技术是指向污染土壤中添加固化剂/稳定化剂，经充分混合，使其与污染介质、污染物发生物理、化学作用，将污染土壤固封为结构完整的具有低渗透性的固化体，或将污染物转化为化学性质不活泼形态，降低污染物在环境中的迁移的扩散。固化/稳定化技术包括固化和稳定化两个概念，固化是指通过向土壤投加水泥、窑灰、石灰、飞灰等粘合剂，并通过机械搅拌等作用，使土壤转变为不可流动的固体，或在土壤表面形成一层低渗透性的涂层，使污染物处于相对稳定的状态。稳定化是指利用氧化、还原、吸附、脱附、溶解、沉淀、生成络合物中的一种或多种机理改变污染物存在的形态，从而降低其迁移性和生物有效性。图 2.4.1-2 为异位固化/稳定化技术工艺流程示意图。

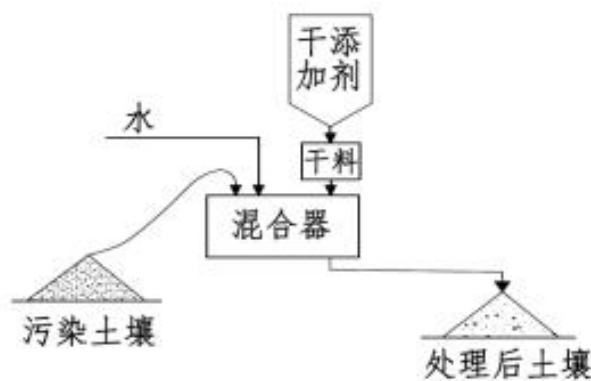


图 5.2-4 异位固化/稳定化工艺流程示意图

(2) 技术特点

异位固化/稳定化技术是一种常用的修复技术，技术成熟可靠，操作简单、安全、排放少。多种物质可作为黏结剂或稳定剂，常用的黏结剂有硅酸盐水泥、火山灰、硅酸酯、沥青以及各种多聚物等，常用的稳定剂有硫化物、磷酸盐、铁盐、石灰等单一化学品或复合配方产品。技术实施过程中，可根据场地特性选用单一或混合的黏结剂或稳定剂。固化/稳定化技术在处理前需对污染土壤的颗粒分布、水份含量、渗透性和 pH 值等物理化学性质和污染物的浓度进行详细的分析。固化/稳定化的效果一般用浸出试验来评估，固化/稳定化后的污染土壤可以

进行填埋或合理综合利用。固化/稳定化技术可单独使用，也可与其它处理和处置方式结合使用。该技术成本和运行费用较低，适用性较强，修复时间一般为中短期。

(3) 适用范围

异位固化/稳定化技术主要用于处理重金属等无机物污染的土壤，对于半挥发性有机物和农药杀虫剂等污染物的处理也有一定的效果，适用范围广，不会产生需要二次处理的废液/废气。固化/稳定化技术不能有效降低土壤中污染物总量，只是将污染物固定在混合体内，而非去除，处理后土壤性质改变较大，再次利用途径受限制。处理过程可能导致污染物体积的增加。

5.2.1.3 异位土壤洗脱技术

(1) 技术原理

异位土壤洗脱是采用物理分离或增效洗脱等手段，通过添加水或合适的增效剂，分离重污染土壤组分或使污染物从土壤相转移到液相的技术。经过洗脱处理，可以有效地减少污染土壤的处理量，实现减量化。图 5.2-3 为异位土壤洗脱技术工艺流程示意图。

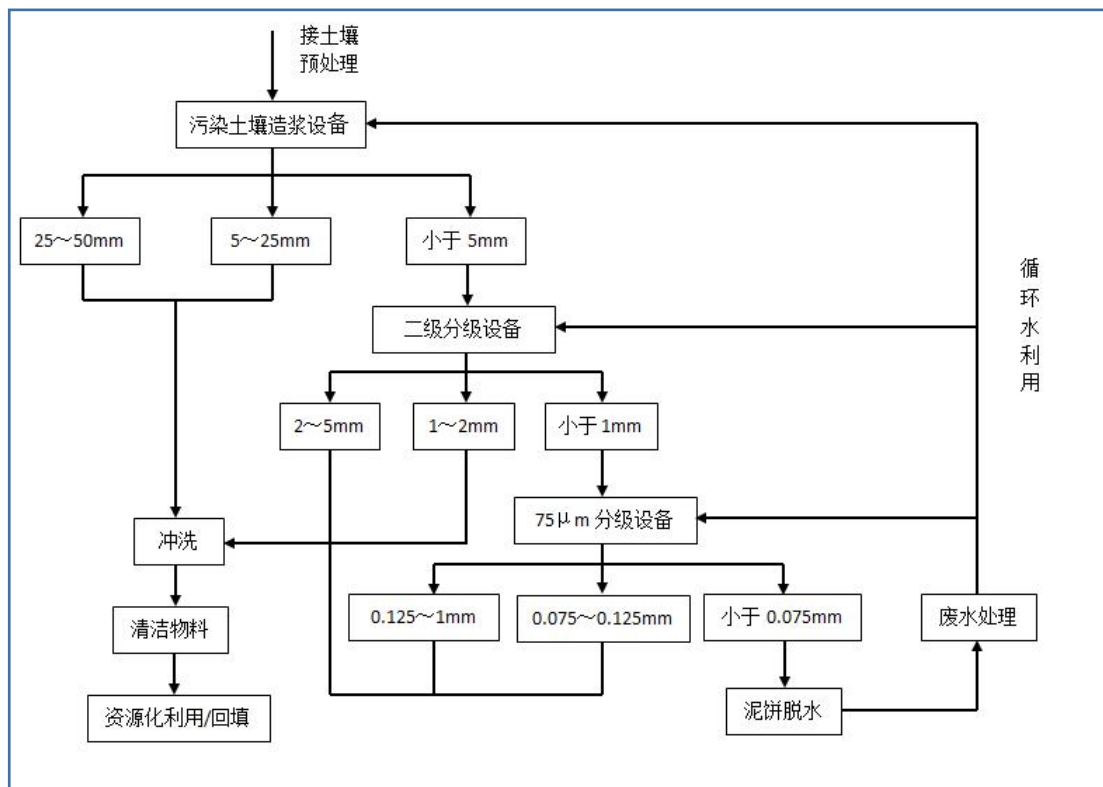


图 5.2-5 异位土壤洗脱技术工艺流程示意图

(2) 技术特点

污染土壤洗脱之前，通常根据土壤的物理状况进行分类，并基于二次利用的用途和需求分别清洁到不同程度。按照土壤颗粒不同分开洗脱，可提高处理效率。洗脱操作的核心是通过水力学的方式，机械悬浮或扰动土壤颗粒。洗脱液可以是水或其他试剂（把酸、碱洗涤剂、络合剂或其他化合物溶到水中）。无机冲洗剂具有成本低、效果好、速度快等优点，但用酸冲洗污染土壤时，可能会破坏了土壤的理化性质，使大量土壤养分淋失，并破坏土壤微团聚体结构。人工螯合剂价格昂贵，生物降解性差，且冲洗过程易造成二次污染。在处理质地较细的土壤时，需多次清洗才能达到较好效果。低渗透性的土壤处理困难，表面活性剂可粘附于土壤中降低土壤孔隙度，冲洗液与土壤的反应可降低污染物的移动性。较高的土壤湿度、复杂的污染混合物以及较高的污染物浓度会使处理过程更加困难。洗脱废液如控制不当会产生二次污染，因此需回收处理。洗脱过程通常采用可移动处理单元在现场进行，因此该技术所需的实施周期主要取决于处理单元的处理速率及待处理的土壤体积。该技术要求较大的处理场地。

(3) 适用范围

该技术可用来处理重金属和有机污染物。对于大粒径级别污染土壤的修复更为有效，砂砾、砂、细砂等土壤中的污染物更容易被清洗出来，而黏土中的污染物则较难清洗。一般来说，当土壤中粘土含量达到 25%~30%时，不宜采用该技术。

5.2.1.4 异位阻隔填埋技术

(1) 技术原理

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

异位土壤阻隔填埋技术主要由土壤阻隔系统、土壤覆盖系统、监测系统构成。根据具体项目所在地地质及污染土壤情况需要，通常还可以设置地下水导排系统、气体抽排系统或者地面生态覆盖系统等。其中，土壤阻隔系统土主要由 HDPE 膜、泥浆墙等防渗阻隔材料组成，通过在污染区域四周建设阻隔层，将污染区域限制

在某一特定区域。土壤覆盖系统通常由粘土层、人工合成材料衬层、砂层、覆盖层等一层或多层组合而成。监测系统主要是评估阻隔技术的运行状况及性能，其监测内容和频次取决于阻隔系统的具体类型，通常由阻隔区域上下游的监测井构成。

(2) 技术特点

阻隔填埋技术成熟、应用广泛、成本较低、实施周期短，是修复技术中最常用的技术之一。其不能降低土壤中污染物本身的毒性和体积，但可以降低污染物在地表的暴露及其迁移性。通常干旱气候条件要求的填埋系统简单一些，湿润气候条件可以设计比较复杂的填埋系统。阻隔填埋存在污染物泄漏风险，其所占用区域将对地块开发利用产生影响。阻隔回填区应避免地质条件较差的区域。

(3) 适用范围

主要适用于重金属、有机污染物及复合污染土壤。用于腐蚀性、挥发性较强的污染物时，环境风险相对较大。

5.2.2 土壤修复技术筛选

本项目污染区域均为重金属污染，分别为单一重金属污染。结合土壤修复技术的适用性、场地污染特征、污染物情况、最终修复目标值、场地水文地质条件、场地后期开发要求等，就国内污染土壤常用修复技术进行筛选。

本项目重金属污染区分为四层，超修复目标值的污染物为砷、汞、锰和钨。结合土壤修复技术的适用性、场地污染特征、污染物情况、最终修复目标值、场地水文地质条件、场地后期开发要求等，就国内污染土壤常用修复技术进行筛选。

表 5.2-1 重金属污染土壤修复技术筛选表

修复技术	异位土壤洗脱技术	异位稳定化技术+ 异位阻隔填埋技术	水泥窑协同处置技术
场地污染特征适用性	适用	适用	适用
场地水文地质条件适用性	第四层为淤泥质土，不适用	适用	适用
工期	较长	较长	快

修复技术	异位土壤洗脱技术	异位稳定化技术+异位阻隔填埋技术	水泥窑协同处置技术
成本和运行费用	中	较低	中到高
局限条件	污染区域土壤质地属淤泥质土	对修复达标土壤要进行后续风险管控，如合理填埋，填埋位置及管控要求严格。 根据国家相关导则要求阻隔填埋技术需要采用进行1年的长期监测，对后续开发的时效性不利。	需要进行土壤外运输
筛选结果	不适用	不适用	适用

国内外水泥窑协同处置技术应用案例表明，水泥窑协同处置技术对于项目场地后期开发利用既有工期短、处理彻底的优势。

由于水泥窑协同处置技术针对重金属污染物效果较为明显，且该技术在国内外得到了成功的广泛应用，因此对于本项目，水泥窑协同处置技术是具有可行性的。

5.2.3 本项目污染土壤危废鉴别结果

本地块《广州市钛白粉厂地块重金属污染土壤危险特性鉴别报告》的综合分析与结论如下：

5.2.3.1 综合分析

5.2.3.1 腐蚀性

根据被鉴别土壤地块的土壤污染状况调查检测结果，鉴别范围内土壤样品的pH变化范围为2.71~11.2，均未大于12.5，也未小于2.0，因此可判定此鉴别物不具有腐蚀性危险特性。

5.2.3.2 易燃性

根据“被鉴别污染土壤”的危险特性初筛结论，鉴别对象为土壤，常温常压下性质稳定，不会因摩擦或自发性燃烧起火，无法点燃，且在地块的运营历程中并未引入易燃易爆的物质，因此可判定此鉴别物不具有易燃性危险特性。

5.2.3.3 反应性

根据前文对“被鉴别污染土壤”的分析，对反应性的分析如下：①被鉴别土壤在常温下非常稳定，在标准温度和压力下（25℃，101.3kPa）以及受强起爆剂作用或在封闭条件下加热，均不会发生爆轰或爆炸性分解反应；②被鉴别土壤遇水不发生反应，也不产生有毒有害气体，且原辅材料中也没带入氰化物或硫化物，遇酸不会产生氰化氢气体或硫化氢气体；③被鉴别土壤不属于极易引起燃烧或爆炸的废弃氧化剂，溯源分析中也无加入过氧基的废弃有机过氧化物。

综上所述，鉴别对象不具有反应性，可排除反应性危险特性。

5.2.3.4 浸出毒性

根据“被鉴别污染土壤”的危险特性初筛结论，本次鉴别项目中浸出毒性检测指标包括砷铜（总铜）、铬（总铬）、镍（总镍）、锌（总锌）、铅（总铅）、砷（总砷）、汞（总汞）、烷基汞、氟化物（不含氟化钙）和苯并[a]芘，根据检测结果可知，“被鉴别污染土壤”的浸出毒性检测结果均未超过《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）的标准限值要求，因此可判定此鉴别物不具有浸出毒性超标的危险特性。

5.2.3.5 毒性物质含量

根据“被鉴别污染土壤”的危险特性初筛结论，结合溯源分析和土壤污染状况调查结果，基于场调毒性物质含量的计算结果，“被鉴别土壤”的毒性物质含量的换算结果均未超过《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》（GB 5085.6-2007）规定限值，且按照《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》（GB 5085.6-2007）中 4.6 进行毒性物质含量计算的累积值均未超出标准限值要求，因此可判定此鉴别物不具有毒性物质含量超标的危险特性。

5.2.3.6 急性毒性

根据“被鉴别污染土壤”的危险特性初筛结论，结合场调数据换算的毒性物质含量数据，得出的经口急性毒性物质估算值高于《危险废物鉴别标准 急性毒性初筛》（GB5085.2-2007）的标准限值要求，因此可判定“被鉴别污染土壤”不具有急性毒性危险特性。

5.2.3.2 结论

（1）根据“被鉴别污染土壤”的固废属性判定和国家危废名录判别，可判定“被鉴别污染土壤”属于固体废物，且未列入到《国家危险废物名录》（2021 年）。

（2）根据“被鉴别污染土壤”所属地块的生产历程及场地调查、风险评估和危险特性初筛结论分析，据此判定“被鉴别污染土壤”不具有腐蚀性、易燃性、反应性、急性毒性和毒性物质含量超标的危险特性。

（3）结合项目地块土壤污染状况调查结果，围绕基本点位开展鉴别样品采集检测分析，对“被鉴别污染土壤”进行浸出毒性危险特性鉴别。根据样品检测结果，本次鉴别所采集的样品的浸出毒性检测指标检测结果均未超过《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）的标准限值，据此判定“被鉴别污染土壤”不具有浸出毒性危险特性；

综上所述，在不受到其他污染的情况下，《广州市钛白粉厂地块土壤污染风险评估报告》中明确需修复的重金属污染土壤，经鉴别不具有腐蚀性、急性毒性、浸出毒性、易燃性、反应性和毒性物质含量超标的危险特性，不属于危险废物，为一般固体废物。

5.3 确定修复技术

本地块于 2021 年 10 月由广州市规划和自然资源局发出国有建设用地使用权网上挂牌出让公告，其中公告要求竞得人须承担土壤污染修复工作，修复费用由竞得人承担。出让公告附件中有 2021 年 9 月由本地块土壤污染状况调查单位广西博世科环保科技股份有限公司和广西博测检测技术服务有限公司编写的《广州市钛白粉厂地块土壤污染修复技术方案》，该方案确定本地块工艺技术方案为：水泥窑协同处置（专家咨询意见见附件）。

根据章节 5.2 的论述，采用水泥窑协同处置技术，具有技术可行性，能满足快速处理污染的要求，国内外也有相关成熟的应用案例。因此，**最终确定本项目污染修复技术为水泥窑协同处置技术。**

6. 修复技术方案

6.1 修复技术路线

本项目的的主要工作内容是：

- ① 按方案进行清挖，按效果评估要求对基坑清理效果进行评估；
- ② 清挖出来的污染土壤筛分预处理；
- ③ 筛分后的渣块（>5cm）送去洗石场进行冲洗，粗颗粒冲洗干净，检测达标后资源化利用；筛分后的土壤（<5cm）暂存于污染土堆场，等待装车，采用专用的运输车辆对污染土进行外运，专用的运输车进场前及出场前均需进行过磅，统计外运量，外运至水泥窑公司的暂存场地，暂存后进行水泥窑协同处置。

6.2 修复技术方案

6.2.1 土壤预处理工艺

预处理工艺包括污染土壤挖运、污染土壤筛分、污染渣块冲洗等过程。污染土壤清挖运输到污染土堆场进行筛分，去除粒径大于 5cm 的粗颗粒，以保证后续修复处理效果；筛分出来的粗颗粒经冲洗干净、达标后回填处置或资源化利用。

6.2.1.1 技术原理

土壤挖运是指利用挖机把特定污染土壤挖出，再利用运输车把污染土壤运至指定修复区的过程。

污染土壤筛分是指筛分机进行处理的过程。筛分机安装于通用工程机械（主机）如挖掘机，装载机。筛分机采用主机本机动力，挖掘驾驶员在驾驶室内通过

脚踏阀对铲斗内的混合滚轴实施操控。混合滚轴上有混合刀板，滚轴通过正、反双向转动，对位于铲斗内的材料进行搅拌混合，混合后的物料在滚轴和物料自重的作用下落。

污染渣块冲洗是指对筛分机筛分出粒径大于 5cm 的粗颗粒进行充分冲洗的过程。对于粒径较大的渣块，污染物只沾附于此类大粒径渣块的表面，因此对其进行充分冲洗，即可去除表面沾附的污染物。冲洗干净、达标的砾石进行回填处置或资源化利用。

6.2.1.2 工艺流程

污染土壤在进入修复处理单元之前需要进行预处理，污染土壤预处理工艺流程主要包括：污染土壤挖运、污染土壤筛分、污染渣块冲洗、冲洗污水处理及回用、污水处理站污泥处理等处理过程。

污染土壤从污染区域开挖后，运输至指定区域，进行筛分处理，筛分下来的渣块，集中收集至冲洗系统进行清洗，以去除附着在大粒径渣块上的各类污染物。清洗干净的渣块在检测合格后作为场地路基材料，资源化利用或进行基坑回填。冲洗后产生的污水进入污水处理站进行处理后，循环利用。污水处理站产生的污泥经过浓缩干化后作为污染土壤外运至水泥窑协同处置。筛分冲洗工艺流程图如下图所示。

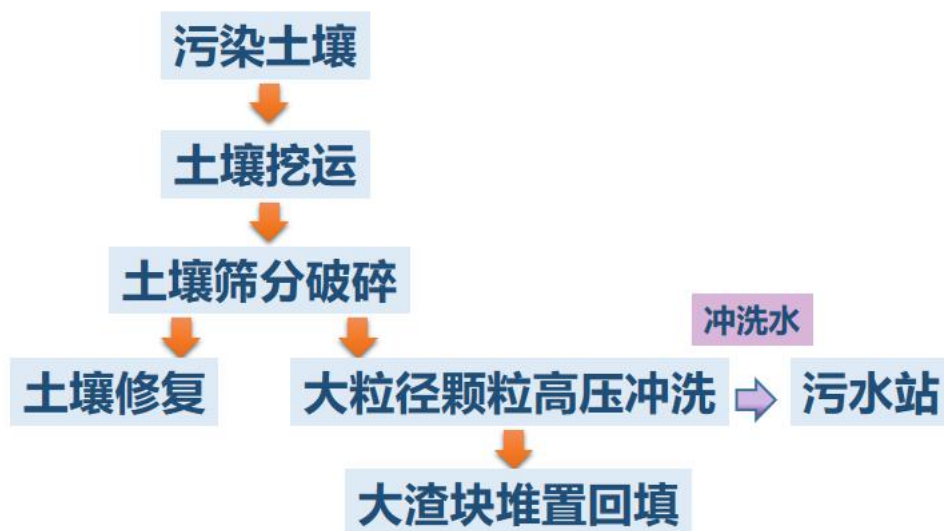


图 6.2-1 污染土壤修复预处理工艺流程图

1) 污染土壤挖运

污染土壤从污染区域开挖、修复。开挖过程中由现场施工人员指导挖掘机操作人员分拣出较大粒径的建筑垃圾及岩石，装车后直接运输至渣块冲洗区进行冲洗。

2) 污染渣土筛分

运至污染土堆场的污染土壤进行筛分处理。筛分采用专业筛分设备（ALLU筛分斗）进行作业，筛分分级产生的粒径 $\geq 5\text{cm}$ 的污染渣块和粒径 $< 5\text{cm}$ 的污染土壤分开堆置。筛分后的污染土壤进入后续处理单元依次修复处理，筛分出的大粒径渣块进行后续冲洗处理。

3) 污染渣块冲洗

筛分后的污染渣块由卡车运至污染渣块暂存区统一堆置、冲洗。由卡车（或装载机）进行冲洗后的渣块清理，倒运至待检区域进行堆置待检。

堆料厚度为单层堆料，采用挖掘机搅动、平铺。冲洗区周边设置围堰，防止冲洗水溅出；冲洗液经冲洗区四周排污沟收集后排入沉淀池。冲洗过后的清洁渣块，由转载机进行场内物料倒运，每批次清洗渣块量约 $5\sim 8\text{m}^3$ 左右，冲洗时间不少于 15min 。

冲洗后的干净渣块直接运输至渣块待检场堆置，待采样验收合格后回填处置，也可作为修复过程中场地内临时道路铺设的垫层基料使用。

4) 冲洗污水、污泥处理

a、冲洗污水。渣块冲洗过程中产生的污水由冲洗区四周排污沟汇集至洗石废水沉淀池中。首先，进入第一格沉砂池进行初步沉淀，采用上端溢出的方式，保证泥浆的沉降时间，避免过多的泥浆直接进入沉淀池，经沉淀后上清液可回用至渣块冲洗，如沉淀出水水质不适用于渣块冲洗，则用泵送至污水处理站统一处理。

b、污泥处理。污水处理产生的污泥，收集至污泥浓缩池储存，最终与污染土壤混合后外运至水泥窑协同处置。

6.2.1.3 设备及技术参数

筛分工艺是利用专业筛分设备（ALLU筛分斗）去除土壤中粒径 $\geq 5\text{cm}$ 的污染

渣块，剩余土壤（粒径 $<5\text{cm}$ ）作为污染土，外运至水泥窑协同处置。

经 ALLU 筛分斗筛分完成后，主要分为两种物料 5cm 以上以及 5cm 以下物料，具体工作如下图 6.2-2 所示。

6.2.1.4 技术特点及优势

该工艺既可以作为整套土壤修复工艺流程的预处理工艺，又可单独应用于场地污染渣块的无害化处理，具有设计合理、占地紧凑、处理量大、操作简便、可连续型操作和节约资源减少后续工艺的处理量等优点。

ALLU 筛分斗的特点及优势

ALLU 筛分斗核心特点是在旋转刀板的上部设计有一个独特的格栅装置。工作时，刀板在格栅间的缝隙里不断地梳理材料，材料通过格栅之间的缝隙落下，栅条间距决定了最终筛下物的大小。

顶部格栅筛分的优势：

- 1) 无堵塞结构设计确保工作高效，甚至可以适用于湿性材料；
- 2) 在处理材料时，顶部格栅承载了大部分的重量，减轻了材料对滚轴和轴承所产生的冲击和载荷；
- 3) 可更换的磨损件（筛分刀板和顶部格栅）可有效地降低运营成本；
- 4) 结构简单，容易维护保养。

6.2.2 污染土壤外运

6.2.2.1 运输管理要求

(1) 进场检查登记

运输车辆进场时，现场保安首先对车辆牌照、运输人员身份等进行检查、确认，若运输车辆或驾驶人员与车辆登记信息不符，严禁车辆进场。检查符合进场条件的车辆，在保安处办理进场登记手续，并签字确认后方可驾驶运输车辆进入现场。

(2) 场内行驶和装载前整理

进场后，运输车辆必须严格遵守现场管理制度，按照现场规定路线驶入待检区等待检查。待检区内现场运输管理员负责对进场车辆的外观，车辆状态以及车

辆防渗设施等进行检查,检查合格后,运输车辆将依次进入现场等待区等待装载。

(3) 运输管理制度

污染土壤运输过程管理制度根据《中华人民共和国土壤污染防治法》第四十一条规定执行:“修复施工单位转运污染土壤的,应当制定转运计划,将运输时间、方式、线路和污染土壤数量、去向、最终处置措施等,提前报所在地和接收地生态环境主管部门”。根据此规定,建立污染土壤运输的管理制度。

1) 污染土壤运至水泥厂的过程应填写《污染土壤运输联单》,经施工单位、监理单位、运输单位和接收单位四方签字,作为竣工验收资料之一。

3) 运输途中的行程路线尽量避开村庄、学校、医院、居住及商业区等人口密集区,避开水源地等敏感区,运输时间应错开上下班时间,固定行程路线,运输线路应力求简短,以减少交通事故风险值。最终路线以政府相关部门批准意见为准。

4) 运输工具表面按标准设立标识。标识的信息包括:主要化学成分或废物名称、数量、物理形态、危险类别、应急措施和补救方法。

5) 运输车尽量选择路面平坦、车辆行人较少的道路行驶,保持安全行车速度;严禁驾驶员酒后、疲劳驾车。

6) 关注途径路线的天气、气候预报,以防止突然性天气变化造成的交通事故,避免在恶劣天气条件下运输污染土壤。

图 6.2-8 污染土壤转运联单

编号：

修复施工单位（中转贮存单位）情况			
产生单位名称	（公章）		
审批表登记号			
产生单位地址			
产生单位经办人		联系电话	
土壤污染特性及污染物浓度		数量（吨）	
包装方式			
外运目的	中转贮运（ ）利用（ ）处置（ ）		
运输单位情况			
运输单位名称			
运输时间	年 月 日		
运输数量（吨）			
运输工具牌照号			
道路运输证编号			
运输单位经办人		联系电话	
接收单位情况			
接收单位名称			
接收单位地址			
经营许可证编号			
接收数量			
接收时间	年 月 日		
土壤处置措施	利用（ ）贮存（ ）焚烧（ ）安全填埋（ ）其他（ ）		
接收单位经办人		联系电话	

6.2.2.2 污染土壤运输要求

6.2.2.2.1 污染土壤装车要求

污染土壤直接装车，拟采用重型半挂牵引车进行装载。

运输途中，为防止污染土壤的抛洒、浸出液泄露等现象对环境造成危害，应对所有运输车辆采取污染防治处理措施。装车前对货箱进行防渗漏处理，装载完毕后，均覆盖防水油布。

运输车辆的防渗处理是利用包装材料对渗滤液进行隔离并收集，有效地防止渗滤液进入周围环境，从而达到降低环境风险的目的。

土壤在装运过程中严禁跑冒滴漏现象，在装运过程中不能以车的额定装载吨位来装运，可能出现实际装载量小于额定装载量的现象。与此同时要求每车都用

油布将车辆盖严，保证运输途中无跑冒滴漏现象。为保证万无一失，对车辆装运路线进行确定，环保部门将随时跟踪检查。

污染土壤装载前，首先检查车辆货箱后方挡板是否固定并锁好，货箱是否有裂缝。污染土壤装载时，现场运输管理人员应对装载过程进行严格控制，防止污染土壤装载过盛。装载完毕后，应对货箱进行清扫，最后覆盖防水油布。

6.2.2.2.2 污染土壤运输车辆要求

依照广州市相关规定，渣土运输车辆的车厢结构、密闭装置、智能管控系统应满足以下要求：

(1) 车顶必须安装顶灯，车门喷绘所属运输公司，使运输车辆相关情况一目了然；

(2) 车厢顶部应安装密闭装置，采用规定的篷布覆盖密闭形式，不可随意覆盖。该篷布应有良好的密封性，当承载车辆直线行驶、转弯、紧急制动或行经颠簸路面时，不得遗撒、扬尘；

(3) 为了识别运输车辆所属单位，车辆驾驶室两侧车门应喷涂运输企业名称，字体高度应不小于 80mm，采用白色黑体字；

(4) 安装车载 GPS 定位终端，实现实时定位、轨迹回放、超速报警等功能，加强运输管理。

(5) 严禁超速超载，遵守交通规则，安全运输。

(6) 按计划的运输路线运输，驾驶人员不得随意改道。

6.2.2.2.3 运输车辆冲洗要求

厂区出口处设置洗车平台，运输车辆每次出场前将车轮及车身残存的土冲洗干净后方可离场，严防“带泥上路”，清洗时间按 10 min 计。洗车设施主要包含洗车池、沉淀池、排水沟等。在沉淀池内设一台抽水泵，以便洗车池内水更换和循环利用。车辆冲洗段的污水抽至移动式一体化污水处理设备处理。

6.2.3 水泥窑协同处置

用于处理污染土壤的水泥窑需要确保处置过程及尾气处理达标性。需符合

《水泥窑协同处置工业废物设计规范》（GB 50634-2010）；《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ622-2013）及《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB30485-2013）。

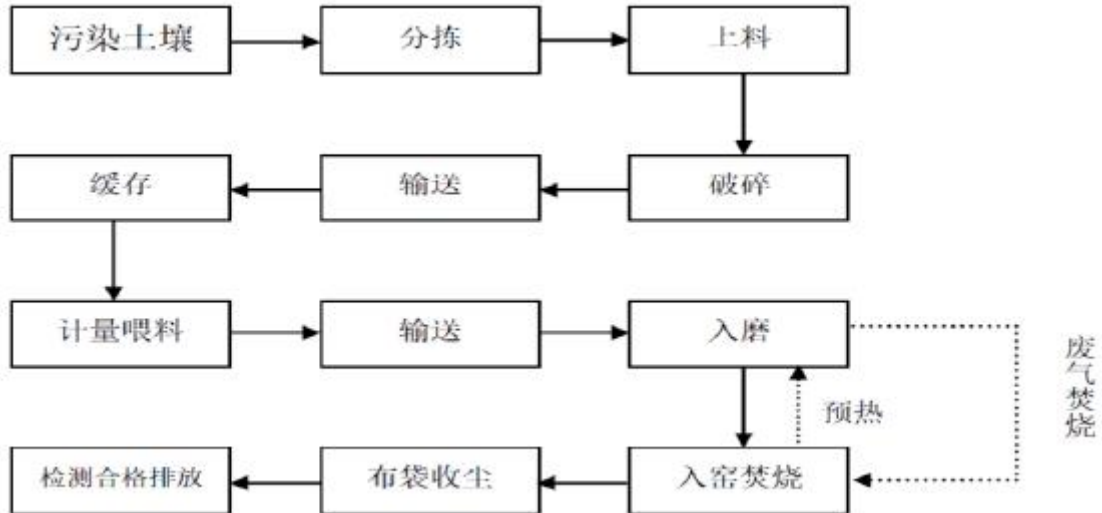


图 6.2-10 污染土壤处置工艺流程框图

6.2.3.3.1 水泥窑生产流程

首先对地块内的污染土壤进行清挖与现场预处理，然后运输至水泥厂暂存，并根据水泥厂的处置能力，开展水泥窑协同处置。水泥生产工艺简要概括为“两磨一烧”，即生料粉磨、熟料煅烧、水泥粉磨。主要生产环节可分为：矿山采运（包括矿石开采、均化等）；生料制备（包括物料原料预均化、原料配料、生料的粉磨和均化等）；熟料煅烧（包括煤粉制备、熟料煅烧和冷却等）；水泥粉磨与水泥包装等。

其主要工艺流程如下：

① 生料均化

经过预处理器处置后的污染土壤，被送至特制均化库，在负压密闭条件下保存、均化，然后按一定的比例用输送装置送至分解炉底部，入窑焚烧。整个处理过程均为负压封闭式操作，挥发的污染物通过专门管道被即时送入水泥窑焚毁，完全隔绝污染物向外界环境的逸散。

② 预热

混合均匀的含有污染土壤的生料进入旋风装置进行预热，代替回转窑部分功能，达到缩短回转窑长度，同时使窑内以堆积状态进行气料换热过程，移到预热器内在悬浮状态下进行，使生料能够同窑内排出的炽热气体充分混合，增大了气料接触面积，传热速度快，热交换效率高，达到提高窑系统生产效率、降低熟料烧成热耗的目的。

③水泥熟料的烧成

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燃烧的物料组成，热惯性很大，燃烧状态稳定，而且新型回转式焚烧炉运转效率高，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，焚烧状态稳定，处置量大，速度快。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，除尘装置收集的飞灰返回原料制备系统重新利用，没有废渣排出。

在水泥回转窑焚烧系统中污染土壤的共处置过程在高温条件下完成的，水泥窑内气体和物料温度分别可以达到 1750℃和 1450℃，物料停留时间大于 30min，气体在高于 1300℃温度的停留时间大于 10s。

④水泥粉磨

水泥粉磨是水泥制造的最后工序，也是耗电最多的工序。其主要功能在于将水泥熟料（及胶凝剂、性能调节材料等）粉磨至适宜的粒度（以细度、比表面积等表示），形成一定的颗粒级配，增大其水化面积，加速水化速度，满足水泥浆体凝结、硬化要求。

⑤尾气除尘系统

从窑尾出来的约 1100℃的高温气体以约 20-30m/s 的速度进入分解炉和预热器，并与从预热器顶部进入的常温下的水泥生料进行气固相换热，在极短的时间内（约 5-10 秒）把生料加热到 800℃-900℃，而气体温度则降至 300-400℃。从预热器顶部出来的 300-400℃的气体进入雾化增湿塔，经过雾化冷水后，降低至 250℃以下，最后经过袋式除尘器过滤除尘后排入大气中。

污染土水泥窑处置水泥熟料生产线是采用窑磨一体机，生产线废气治理配置了 SNCR 烟气脱硝+烟气急冷+高效布袋除尘器，最终通过 108.8m 排气筒高空达

标排放。

6.2.3.3.3 污染土掺烧处置工艺

污染土由密闭车辆运送至预处理车间的卸料大厅，经密封门卸入污泥储坑内，经抓斗混料并抓料至稳料仓，稳料仓的物料经过板喂秤计量，通过输送皮带机喂入原料磨磨成粉料，在通过管道喂入回转窑高温区，将固废中有毒有害成分可彻底地分解，不能分解的矿物成分进入水泥熟料固化。污染土掺烧处置工艺流程框图如下：

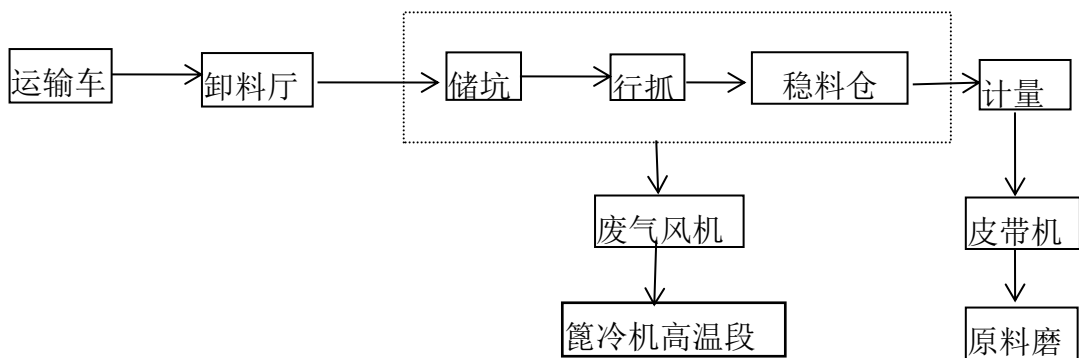


图 6.2-15 污染土掺烧处置工艺流程

6.2.4 施工废水处理方案

6.2.4.1 施工污水特征分析

6.2.4.1.1 污水来源

本项目施工废水主要来源如下：

- 1) 洗石过程中排出的洗石废水；
- 2) 洗车过程中产生的洗车废水；
- 3) 土壤开挖基坑抽排水；

6.2.4.1.2 出水标准

施工过程中产生的污水统一收集并经过污水处理站处理达标后回用或外运处

置，回用水水质指标首先参考《城市污水再生利用-城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）中车辆冲洗标准，该标准无说明的指标则参考《水污染排放限值》（DB 44/26-2001）第二时段一级排放标准、《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV类水质标准和基于 HJ25.3 人体健康计算的地下水风险控制值；外运水水质指标达到《水污染排放限值》（DB 44/26-2001）第二时段一级排放标准。

6.2.4.2 废水处理系统

6.2.4.2.1 废水处理工艺选择

本项目不存在地下水污染，产出废水的环节主要在大渣块冲洗、进出场车辆冲洗过程。针对本项目废水中可能存在的污染物和出水标准，污水处理设施主要装置包含，氧化反应器，沉淀池，砂滤罐，污泥浓缩池，调节池和清水池。

废水通过收集，集中在调节池中，调节池通过提升泵将废水输送至化学氧化反应器，化学氧化反应器内加入氧化剂，经过化学氧化器后，废水中的大部分氨氮将被氧化去除；氧化后废水，通过重力自留，进入沉淀池，沉淀池可投加混凝剂及絮凝剂，进一步去除废水中的有机物；沉淀池出水流入中间水箱，通过提升泵将水提升至石英砂过滤器，进一步过滤废水中的污染物质，经处理后的废水排到清水池，经检测合格后回用/外运处置。

随着污染物不断去除，部分污染物转变为污泥。在沉淀池中实现泥水分离，泥排到污泥浓缩池，沉淀后，上清液排到调节池，污泥经过浓缩后当作污染土修复。

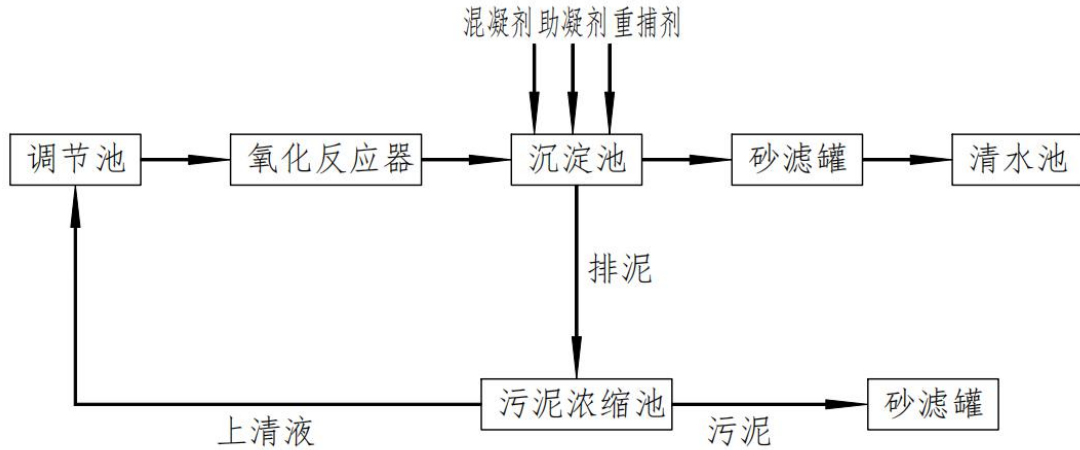


图 6.2-25 废水处理工艺流程图

6.3 施工平面布局

6.3.1 平面布置原则

根据本项目污染区的分布特点和转移流程，现有的地形地貌和道路网，场地外的周边环境的位置等，修复区平面的布置原则是：

- (1) 优先利用原有资源；
- (2) 修复功能区应尽量靠近污染区域，缩短污染土的运输距离；
- (3) 主要修复场地应远离最近场地居民点；
- (4) 应根据工艺流程、防火、安全、卫生等要求，结合内外部运输条件、场地地形、地址、气象条件及远期发展规划等因素综合确定；
- (5) 应使生产环节具有良好的联系，避免生产流程迂回往复，供水、供电及其他公用设施力求靠近相应的负荷中心；
- (6) 坚持节约用地原则，根据现场条件布置，力求简捷、紧凑；
- (7) 应功能分区明确，有利生产、方便生活，保护环境并与周边环境相协调；
- (8) 应使道路短捷、运输量大，车辆往复频繁的设施宜靠近厂区边缘地段，尽量避免主要人流和货流之间交叉干扰；
- (9) 临时处置场平面布置除了遵循上述原则外，具体还应根据城市主导风

向、进料方向、运输方向特点以及场址地形、地质条件等因素进行布置，既要考虑流程合理管理方便，又要考虑经济实用。

6.3.2 场地平面布置总平面图

根据修复工程量及工期要求，本项目设置污染土堆场地 1 个，疑似污染土堆场 1 个，堆石场地 1 个，清洁土场地 1 个，洗石场地 1 个，洗车区 1 个，办公及宿舍组合区 1 个，污水处理设施 1 套，调节池 1 个，清水池 1 个。

7. 环境保护方案

7.1 二次污染防治方案

为保证修复施工过程中不对周边环境造成二次污染及确保施工人员身体健康，需在修复过程中制定完善的环境管理方案，对涉及区域内的污染土壤、废水、大气、噪声和固体废物等进行管理。同时制定并严格执行施工环境监测方案，并及时追踪监测结果，并对不达标部分采取相应管理措施。

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

7.1.1 二次污染防治原则

7.1.1.1 安全性原则

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

7.1.1.2 可行性原则

本项目污染类型为砷、锰、钨、汞，需针对污染情况和场地条件，因地制宜，制定切实可行的环境管理措施。

7.1.1.3 符合地方政策原则

制定的环境管理体系和监测方案需符合广州市正实行的规范及标准。

7.1.2 环境管理方案

为保证项目施工过程中不产生二次污染，确保相关人员身体健康，在污染土壤修复实施的过程中制定完善的环境管理措施，对所涉及区域内的污染土壤、废水、大气、噪声和固体废物等进行严格管理和监测。及时追踪监测结果，并对不达标部分采取相应管理措施。全过程环境管理方案主要包括环境管理体系和环境管理措施两大部分，涵盖了污染土壤修复施工过程的污染土壤、污水、大气、噪声、固体废物等内容。全过程环境管理方案须获得监理单位、环境保护主管部门的认可，并在其监督下执行。本项目全过程环境管理结构如下图所示。

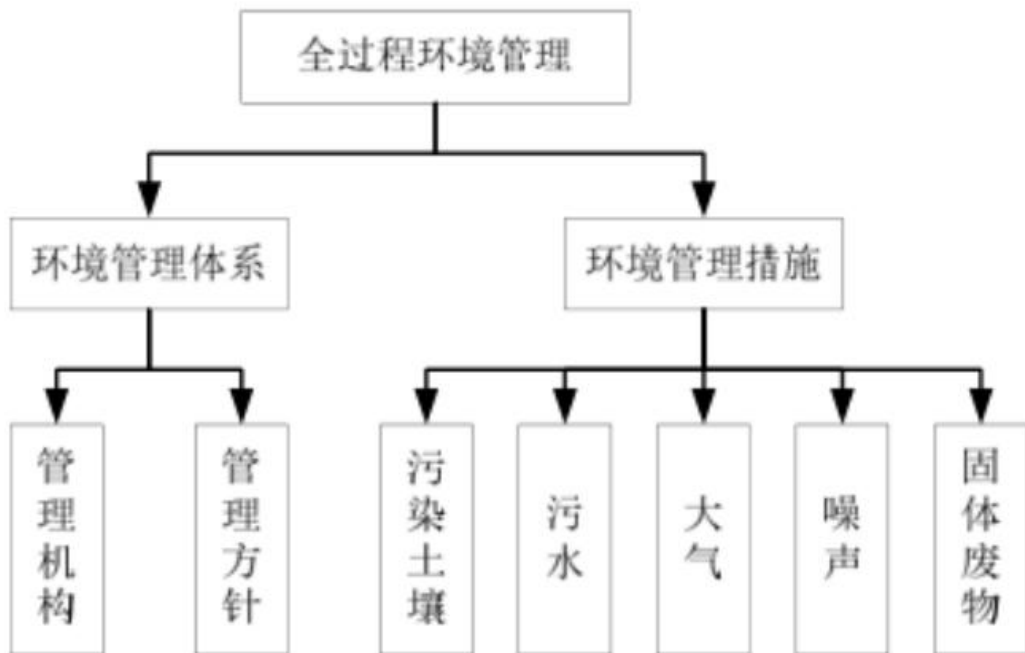


图 7.1-1 全过程环境管理结构图

7.1.2.1 环境管理体系

为贯彻执行环境管理方案，建立完善的环境管理体系。成立以项目经理为核心的环境管理组织机构，编制环境管理方针。

(1)环境管理组织机构

环境管理组织结构图如下。

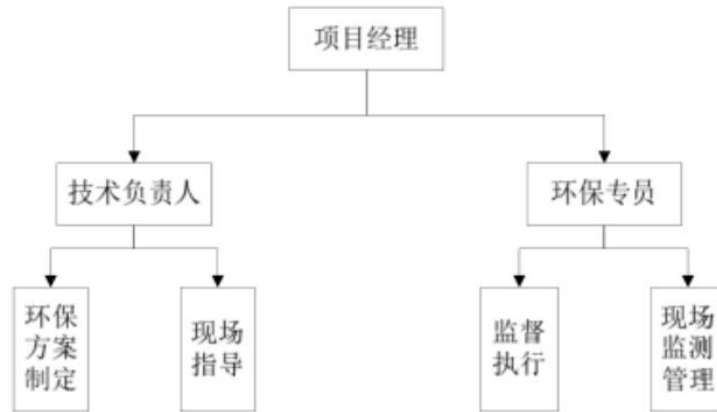


图 7.1-2 环境管理组织结构图

(2) 环境管理方针

- (1) 施工安排及计划符合环保法律法规及其它相关要求。
- (2) 施工过程中避免产生二次污染。
- (3) 现场生产生活控制污染产生。
- (4) 确保现场施工人员安全。

7.1.3 环境管理措施

环境管理措施应涵盖整个污染土壤修复工程，包括污染土壤开挖、运输、修复、处理全过程中的污染土壤、污水、大气、噪声和固体废物等内容。

7.1.3.1 污染土壤管理措施

- 1) 污染土壤挖掘遵循“现挖现装”的原则，运输过程禁止超载。
- 2) 污染土壤装载时，不准装大块，卸料时应尽量放低铲斗。
- 3) 污染土壤运输车辆厂内行驶速度不能超过 15 km/h，每辆车配备充足的清扫工具，发现遗撒及时清理干净。
- 4) 专人管理运输道路，若有污染土壤撒落及时清扫和收集，道路破损及时进行修整。
- 5) 污染土壤修复区的地面按相关标准进行防渗处理或者进行硬化处理。

7.1.3.2 污染土壤运输管理措施

污染土壤运输管理措施详见章节 6.3.2.1 运输管理要求和 6.3.2.2 污染土壤运输要求。

7.1.3.3 水环境管理措施

- 1) 本项目开挖、修复、堆置过程均在晴天进行，可避免雨水的影响。
- 2) 废水经过处理达标后，优先选择回用，污泥干化后进入土壤修复系统进行处理。

7.1.3.4 大气环境管理措施

- 1) 场内道路进行硬化处理，安排专人随时清扫路面，防止扬尘。
- 2) 作业期间，每隔 2—4 小时进行洒水降尘。
- 3) 委托有资质的第三方检测机构对场地及周边大气检测，确保周边环境安全。

7.1.3.5 噪声的管理与保护措施

- 1) 结合修复进度，合理安排开挖施工，控制开挖作业时间，避免夜间开挖，减少噪声产生时长。
- 2) 选用低噪声、工况运行良好的挖掘机、装载机等，并加强机械设备的日常保养和维护，保证机械设备在低噪声、良好的状态下运行。
- 3) 运输车辆平稳运行，防止急起急停，严禁鸣笛。

7.1.3.6 固体废弃物管理与保护措施

- 1) 污水处理站产生的污泥按照污染土壤进行处理。
- 2) 可回收利用的废弃物应回收利用，并在施工过程中加强管理，尽量减少废弃物产生量。

7.1.4 二次污染防治措施

7.1.4.1 二次污染来源分析

本项目为污染清挖、运输及处置工程，主要在污染土壤清挖及运输过程中，可能会对环境造成影响，其中包括污染土壤二次污染、大气污染、水污染、噪声污染及污染土壤五类。以下就本项目污染土壤清挖及运输施工过程中各环节可能产生的具体环境影响因素进行识别分析，具体详见表 7.1-1 所示。

表7.1-1污染土壤清挖及运输施工各环节环境影响因素识别

序号	施工环节	环境影响因素类型	具体环境影响因素
1	污染土壤清挖	土壤二次污染	污染土壤清挖不彻底
		大气污染	产生扬尘
			施工机械尾气
		水污染	雨水接触污染土壤
		噪声污染	施工机械噪声
人为噪声			
2	污染土壤运输	土壤二次污染	污染土壤散落
		大气污染	产生扬尘
		噪声污染	交通噪声
3	污染土壤暂存	土壤二次污染	随意堆置
		大气污染	产生扬尘
		水污染	渗漏雨水冲刷堆土
		噪声污染	施工机械噪声
4	运输车辆清洗	土壤二次污染	污染土壤遗留
		水污染	清洗水外溢
5	洗车池	水污染	洗车池废水
		污染土壤	洗车池底泥

按照环境因素分类统计汇总如表 7.1-2。

表 7.1-2污染土壤清挖及运输施工各环节环境影响因素识别汇总表

序号	环境影响因素类型	施工环节	具体环境影响因素
1	土壤二次污染	污染土壤清挖	污染土壤清挖不彻底
		污染土壤运输	污染土壤散落

序号	环境影响因素类型	施工环节	具体环境影响因素
		污染土壤暂存	污染土壤随意堆置
		运输车辆清洗	污染土壤散落
		临时设施拆除	污染土壤残留
2	大气污染	污染土壤清挖	产生扬尘
			施工机械尾气
		污染土壤运输	产生扬尘
		污染土壤暂存	产生扬尘
3	水污染	污染土壤清挖	雨水接触污染土壤
			运输车辆清洗
		洗车池	洗车池废水
		污染土壤暂存	渗漏雨水冲刷堆土
4	噪声污染	污染土壤清挖	施工机械噪声
			人为噪声
		污染土壤运输	交通噪声
		污染土壤暂存	施工机械噪声
		临时设施拆除	施工机械噪声
人为噪声			
5	污染土壤	洗车池	洗车池底泥
		临时设施拆除	建筑垃圾
			废弃覆膜
			废弃防尘网

7.1.4.2 土壤二次污染防治措施

根据对填埋污染土壤清挖及运输施工过程中各环节土壤环境影响因素的识

别与分析（见表 7.1-2），本项目各施工环节将采取以下的土壤二次污染防治措：

1) 污染土壤清挖环节污染防治措施

(1) 土壤清挖施工过程中，施工单位应设专人指挥挖掘机作业，将污染土壤清挖并运输至处置单位处置。其后需及时通知监理单位对清挖边界进行核对，并开展详细采样检测的工作。

(2) 污染土壤开挖后直接减少裸露，避免污染土壤与未污染土壤混合形成交叉污染。

(3) 严格限制清挖阶段清挖机械的活动范围，防止挖机将污染土壤带离污染区域。

(4) 清挖终点扫尾：清挖至区域边界后，派专人对开挖区域基坑坑底及坑壁进行深化清扫，将散落或残余的污染土壤收集后运至相应的区域进行暂存，避免污染土壤遗留在清挖区域中。

2) 污染土壤运输环节污染防治措施

(1) 污染土壤运输车辆严禁与其他运输车辆混用，避免造成二次交叉污染。

(2) 采用加装封闭设施的车辆运输污染土壤，防止污染土壤散落造成其它区域的土壤污染。

(3) 运输车辆防护改装和遮盖，防止泄露。运输车辆防护改装，车箱尾挡板加装防水密封胶条，确保不漏不洒。

(4) 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，运输路线途径在高速公路上的速度不能超过 80 km/h，禁止快速行驶与突然快速启动或制动。

(5) 污染土壤装载时禁止超载，污染土壤装载量尽量控制在 30 吨/车，禁止超载，避免在运输过程中散落。

(6) 施工现场指定统一的机械行驶、车辆运输路线。严禁车辆在场区内随意行驶，防止污染土壤散落至未污染区域，造成场区内土壤二次污染。

(7) 运输便道管理应有专人负责，防止运输车辆颠簸及污染土壤散落。

(8) 如发现运输过程污染土壤散落，应立即组织人员清理与收集，防止污染土壤的二次污染。

(9) 在场区出口处设置洗车区，对施工机械和运输车辆进行清洗，严禁带泥上路。

(10) 对运输污染土壤运至处置单位的全过程管理，须经发送单位、监理单位、运输单位和接收单位四方签字，填写《污染土壤转移联单》。

(11) 非施工车辆禁止进入施工场区，防止非施工车辆将场区内污染土带出场外，造成场外土壤二次污染。

3) 运输车辆清洗环节污染防范措施

(1) 污染土壤装车时，由于机械设备（如挖掘机）装载污染土壤操作精度有限，容易洒落并将污染土壤黏附在运输车辆车身上。故运输车辆装车完毕后，应设专人负责打扫运输车辆车身，将表面明显附着的污染土壤清理干净并收集回送至运输车辆车箱或堆场，运输车辆方可进入洗车区域进行清洗，以降低场内行驶过程中污染土壤散落而造成土壤二次污染的可能。

(2) 运输车辆清洗时，必须要整车均在洗车区域内进行，冲刷出来的污染土壤和冲洗水混合后流入洗车池中。洗车池需定期清理，池底底泥视为与待运输污染土壤，清理后与待运输污染土壤一起运输至处置单位进行处置。

7.1.4.3 大气环境污染防范措施

根据对填埋污染土壤清挖及运输施工过程中各环节大气环境影响因素的识别与分析（见表 7.1-3），本项目各施工环节将采取的以下的大气环境污染防范措施：

1) 场地道路钢板铺设环节大气污染防治措施

在施工前，需对场地车辆行经路线铺设钢板，避免运输车辆在行驶过程中引起大量扬尘及污染土壤散落直接与未污染土壤接触引起二次污染。在场地道路钢板铺设环节，施工机械的尾气及其的作业可能产生扬尘，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

(1) 施工前及施工过程中，应设置足够的除尘喷雾设备，防止施工机械作业期间产生扬尘。

(2) 施工期间施工单位应做好施工机械的保养措施，降低由于机械质量或保养的问题而引起的尾气超标所产生的大气环境影响。

2) 污染土壤清挖环节大气污染防治措施

在污染土壤清挖环节，挖掘机清挖作业及装车作业时可能产生扬尘，对大气环境产生影响，拟采取的主要措施如下：

(1) 现场清挖的污染土壤直接装车，并在施工期间设置除尘喷雾设备，控制扬尘的产生；

(2) 施工期间施工单位应做好施工机械的保养措施，降低由于机械质量或保养的问题而引起的尾气超标所产生的大气环境影响。

3) 污染土壤运输环节大气污染防治措施

在污染土壤运输环节，运输车辆行驶过程可能产生扬尘，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

(1) 所有运载污染土壤的车辆均须覆盖防护，且车厢四周完全密封，并将场内车速控制在 15 km/h 以内，以减少扬尘。

(2) 污染土壤场地内运输过程中，采取洒水降尘措施，安排除尘喷雾设备进行定期作业，并在期间安排专人不定期洒水。

(3) 运输车辆行必须在铺设的钢板上行驶，减少运输过程中的扬尘产生，同时定期对运输道路进行洒水降尘。

(4) 车辆驶出场地前，必须进行冲洗，严格遵守车辆冲洗制度，不得带泥尘出场。

(5) 运输车辆需将污染土壤运至处置单位并进入指定仓库卸车后方能解除遮盖措施。



图 7.1-3 防尘炮现场示意图

4) 暂存环节大气污染防治措施

在污染土壤暂存环节，运输车辆行驶过程、卸车及整堆过程可能产生扬尘，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

(1) 所有运载污染土壤的车辆均须覆盖防护，且车厢四周完全密封，并将场内车速控制在 15 km/h 以内，以减少扬尘。

(2) 污染土壤场地内运输过程中，采取洒水降尘措施，安排除尘喷雾设备进行定期作业，并在期间安排专人不定期洒水。

(3) 运输车辆行必须在铺设的钢板上行驶，减少运输过程中的扬尘产生，同时定期对运输道路进行洒水降尘。

(4) 运输车辆需将污染土壤运至处置单位并进入指定仓库卸车后方能解除遮盖措施。

7.1.3.4 水环境污染防范措施

根据对填埋污染土壤清挖及运输施工过程中各环节水环境影响因素的识别与分析（见表 7.1-2），本项目各施工环节将采取以下水环境污染防范措施：

1) 污染土壤清挖环节水污染防治措施

在污染土壤清挖或清挖后基坑待验收环节，应配套好相关覆膜设施，并及时

留意施工期间的天气预报，提前在雨天到达前停止施工并做好场地的覆膜处理。将覆膜后完全隔离的雨水引导排放至室外雨水管网。

2) 运输车辆清洗环节水污染防治措施

装载污染土壤的运输车辆必须经过冲洗后方可离场，冲刷运输车辆表面后形成的污水，若管理不善容易产生水环境影响。因此，施工现场设置洗车池及洗车区域，洗车区域四周设置封闭式排水明渠，运输车辆离场前必须在洗车区域进行冲洗，不可在洗车区域之外进行该工作，避免洗车废水外溢产生水环境影响。

3) 洗车池使用过程水污染防治措施

运输车辆冲洗后产生的废水经排水明渠收集后汇集在洗车池，废水经三级沉淀后，上清液回用于后续车辆的冲洗工作。

4) 污染土壤堆土场使用过程水污染防治措施

本项目污染土壤的清挖速度大于运输速度，因此尚未来得及安排运输的污染土壤需暂时存放在堆土场中。为避免项目施工过程中降水冲刷堆土场内土堆引起污水横流，施工单位在堆土场周边做好围堰及污水沉淀池处理，确保堆土场使用过程不会由于降雨对场外环境造成影响。

7.1.4.5 噪声环境污染防治措施

根据对填埋污染土壤清挖及运输施工过程中各环节环境影响因素的识别（见表 7.1-2），本项目实施过程中各环节产生的噪声主要有施工机械噪声、交通噪声以及人为噪声，其中施工机械噪声主要为挖掘机在施工过程中产生的噪声；交通噪声主要为运输车辆在行驶过程中产生的噪声；人为噪声主要为施工过程中各类材料装卸、搬运、安装、场地及车辆清扫过程中产生的噪声。为减少各环节产生的噪声污染，拟采取的主要措施如下：

1) 污染土壤环节噪声污染防治措施

清挖施工过程需配置多台挖掘机进行清挖区域挖掘及污染土壤装车的操作，其中使用挖机以及施工人员产生噪声，可能影响周边环境，针对上述情况，拟采取的主要措施如下：

(1) 所选挖掘机等施工机械应符合环保标准，操作人员需经过环保教育。

(2) 按照要求定期对挖掘机等施工机械定期进行保养，维持施工机械良好

的工作状态。

(3) 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。

(4) 严禁高声呼喊或以制造噪音的形式联系操作人员。

(5) 施工过程中各类材料搬运及安装，要求做到轻拿轻放，严禁抛掷或从运输车上一次性下料，减少噪声的产生。

2) 污染土壤运输环节噪声污染防治措施

针对污染土壤运输过程产生的交通噪声，拟采用的主要措施如下：

(1) 所选运输车辆均应符合环保标准，且运输司机需经过环保教育。

(2) 按照要求定期对运输车辆进行进行保养，维持运输车辆良好的工作状态。

(3) 运输路线尽量避开居民区，确实需经过居民区附近的，须控制车速，并禁鸣笛。

3) 污染土壤暂存环节噪声污染防治措施

暂存过程中有场内转运车辆及施工机械的操作，可能产生交通及施工噪声，建议采取的主要措施如下：

(1) 所选施工机械应符合环保标准，操作人员需经过环保教育。

(2) 按照要求定期对施工机械进行保养，维持施工机械良好的工作状态。

(3) 场内转运的车辆须控制车速，并禁鸣笛。

5) 临时设施拆除环节噪声污染防治措施

清挖及运输工作完成后需将前期建设的临时设施（道路钢板、覆膜及防尘网等）进行拆除，拆除过程中使用的施工人员较多，并有施工机械在现场，拆除施工过程中会产生较多噪声，针对上述情况，拟采取的主要措施如下：

(1) 施工现场提倡文明施工，建立健全人为噪声控制管理制度。

(2) 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。

(3) 严禁高声呼喊或以制造噪音的形式联系操作人员。

(4) 施工过程中各类材料搬运及装车，要求做到轻拿轻放，严禁抛掷，减少噪声的产生。

(5) 所选施工机械应符合环保标准，操作人员需经过环保教育。

7.1.4.6 固体废弃物污染防治措施

根据对填埋污染土壤清挖及运输施工过程中各环节固体废弃物因素的识别与分析（见表 7.1-2），本项目各施工环节将采取以下固体废弃物污染防治措施：

1) 洗车池工作环节污染防治措施

在运输车辆冲洗过程中，污染土壤将与冲洗水混合形成废水，经洗车池周边设置的一圈明渠收集后排至集水池。集水池对废水进行三级沉淀后，将形成一定数量的底泥，底泥均由污染土壤组成，若不妥善处理将对周边环境造成影响，因此建议集水池进行定期清理，清理后剩余的底泥经收集后与污染土壤一起运输至处置单位进行处置。

2) 生活垃圾物收集措施

(1) 本项目部设专职人员负责卫生打扫及生活垃圾收集。全面管理废弃物的存放、收集及处理并对整个施工现场的废弃物处理进行监督，发现有不合法的做法及时纠正。

(2) 根据施工现场的场地情况在工地现场建一个堆放点，对废弃物及垃圾集中堆放。在运输中要确保不遗撒、不混放。

(3) 生活垃圾外运按环卫部门要求外运。要求外运的车辆必须将废弃物覆盖严实，运输过程中不得出现遗洒。生活垃圾、建筑垃圾必须分开运输。

7.2 修复工程环境监理监测

修复工程二次污染防治监测由环境监理单位组织执行。

7.2.1 总体要求

需要针对地块土壤污染物可能带来的环境影响进行有效监控，监测和评价施工过程中污染物的排放是否达到有关规定。在治理修复过程中，对于水体和大气中排放污染物，应进行布点监测。监测点位照修复工程技术设计的要求布设。

由于本项目采用水泥窑协同处置的方式对污染土壤进行处理，项目地块内的污染土壤开挖后仅作短暂停留后即外运处置，因此对地块内的地下水环境影响较小，因此不再进行地下水监测。

7.2.2 水环境监测

对修复工程实施过程中产生的施工废水来源、排放量、水质指标及处理设施的建设过程、沉淀池的定期清理和处理效果等进行检查、监督，并根据水质监测结果，检查施工废水是否达到了回用或者外运的要求。

(1) 监测点位：依据《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)规范要求，在场区内的废水处理系统出水口设置1个污水采样监测点(W1)。

(2) 监测频率：在污水处理系统使用期间，按照处理批次进行采样监测。具体监测频次根据污水处理系统的运行情况确定，根据《修复方案》的污水处理能力和废水产生情况，本项目废水可按100 m³ 一个批次进行检测，预计总检测次数为 3 次。

(3) 监测采样要求：样品采样和分析检测方法严格依照《污水监测技术规范》(HJ 91.1-2019)的相关要求进行。现场检测员采集水样时，应在水处理设备正常运行时进行，用样品容器直接采样时，必须用水样冲洗三次后再进行采样。每一次采样，根据检测指标分别采用不同的样品瓶装样，如有需要还应加入相应的保存剂。

(4) 监测指标：pH、氨氮、氟化物、氯化物、硫酸盐、浊度、溶解性固体、BOD₅、溶解氧、阴离子表面活性剂、总大肠杆菌群；砷、汞、锰、钨。

(5) 评价标准

回用标准：污水处理后水质指标评价首先参考《城市污水再生利用-城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)中车辆冲洗标准，该标准无说明的指标则参考《水污染排放限值》(DB 44/26-2001)第二时段一级排放标准、《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) IV类水质标准和基于HJ25.3人体健康计算的地下水风险控制值，具体标准见下表。

7.2.3 大气环境监测

大气环境监测内容包括修复工程中厂界四周无组织排放、周边环境敏感点的监测。

7.2.3.1 废气排放监测

(1) 场界无组织废气排放监测

①监测点位布设：地块四周厂界东南西北侧外1m（编号为Q1、Q2、Q3、Q4），按照修复工期的实施时间，主要风向为北风，上风向监测点为Q1，下风向布设三个监测点，分别为Q2、Q3、Q4；

②监测频率：修复实施前和修复实施后各监测 1 次，修复过程中厂界无组织排放按照每两周 1 次的监测频次进行；

按照《修复方案》施工进度安排，现场施工时间为2021年12月12日-2022年1月30日，近2个月；其中2021年12月12日-2022年1月13日为集中清挖和施工时间，在该时间段进行不少于2次的采样频率；整个施工期预计共进行4次的无组织废气监测；

③采样要求：依照《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55）中相关规定采样，无组织排放大气污染物的采集同时参考《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）执行，采用连续监测2小时采集1个样品或者在1小时内以等时间间隔采集4个样品计平均值的方法；

④监测指标：颗粒物（TSP）、砷及其化合物、汞及其化合物、锰及其化合物、钨及其化合物；

⑤评价标准：按照《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值，对应的浓度限值见下表。

7.2.3.2 周边敏感点大气环境监测

(1) 监测点位布设：根据污染地块范围大小、污染物的空间分布特征、气象因素、地块周边情况及施工总平面布置图等条件综合考虑，在场区下风向的周边敏感目标距离本项目场区较近，在气象条件不利的情况下，场区施工可能对其大气环境造成不良影响，因此在施工过程中将环境敏感点的空气环境质量进行定期监测（编号为M1保利鱼珠港、M2珠光金融城、M3广州市第十八中学；

(2) 监测频率：修复工程实施前和实施后各监测 1 次，修复中按照每两周 1 次的监测频次进行。

按照《修复方案》施工进度安排，现场施工时间为2021年12月12日-2022年1

月30日，近2个月；其中2021年12月12日-2022年1月13日为集中清挖和施工时间，在该时间段进行不少于2次的采样频率；；整个施工期预计共进行4次的敏感点环境空气监测；

(3) 采样要求：依据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的方法进行采样，颗粒物、PM₁₀、PM_{2.5}、锰及其化合物测24小时平均值，即每日至少有20小时平均浓度或采样时间；砷、汞、钨及其化合物的采集参考《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ194-2017）执行；

(4) 监测指标：颗粒物（TSP）、PM₁₀、PM_{2.5}、砷及其化合物、汞及其化合物、锰及其化合物、钨及其化合物；

(5) 评价标准：按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准和《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2019）等标准来评价，其中仅有年平均值的按3、6倍折算为1小时平均值，对应的浓度限值见下表。

按照上述原则，将修复工程实施过程中场区周边各敏感点检测值与浓度限值进行比较，若大于浓度限值，说明空气中污染物超标，应及时通知施工管理人员，进一步做好场区内污染土开挖、运输、修复等施工过程的环境管理，加强必要的大气污染防治措施。

7.2.4 声环境监测

7.2.4.1 厂界外噪声监测

(1) 监测点位布设：地块厂界四周东南西北侧外 1 m（编号为N1、N2、N3、N4）；

(2) 监测频率：修复实施前和修复实施后各监测 1 次，修复过程中厂界噪声按照每两周 1 次的监测频次进行。

按照《修复方案》施工进度安排，现场施工时间为2021年12月12日-2022年1月30日，近2个月；其中2021年12月12日-2022年1月13日为集中清挖和施工时间，在该时间段进行不少于2次的采样频率；整个施工期预计共进行4次的厂界噪声监测；

(3) 采样要求：采用积分声级计采样，测量时传声器加防风罩。检测应在广州市番禺环境工程有限公司

无雨雪、无雷电天气，风速在5 m/s以下时进行，否则停止测量。

当场界有围墙且周围有噪声敏感建筑物时，测点应在场界外1 m，高于围墙0.5m以上，且位于施工噪声影响的声照射区域。

白天测量选在8:00~12:00时或14:00~18:00时，以20 min的等效A声级表征该点的昼间噪声值。

(4) 监测指标：等效连续A声级 Leq 、 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} 、 L_{max} 、 L_{min} 、SD；监测时记录周边主要噪声源。

(5) 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）的昼夜排放标准，昼间噪声排放限值为70 dB、夜间噪声排放限值为55 dB。

当施工噪声超过标准值时，应停止施工，分析噪声超标来源，并采取相应的降噪措施，确保施工噪声排放达标。

7.2.4.2 周边敏感点声环境监测

(1) 监测点位布设：环境敏感点的声环境质量进行定期监测（编号为M1保利鱼珠港、M2珠光金融城、M3广州市第十八中学）；

(2) 监测频率：修复实施前和修复实施后各监测 1 次，修复过程中按照每两周 1 次的监测频次进行；

按照《修复方案》施工进度安排，现场施工时间为2021年12月12日-2022年1月30日，近2个月；其中2021年12月12日-2022年1月13日为集中清挖和施工时间，在该时间段进行不少于2次的采样频率；整个施工期预计共进行4次的敏感点声环境监测；

(3) 采样要求：采用积分声级计采样，测量时传声器加防风罩。检测应在无雨雪、无雷电天气，风速在5 m/s以下时进行，否则停止测量；白天测量选在8:00~12:00时或14:00~18:00时，以20 min的等效A声级表征该点的昼间噪声值。

(4) 监测指标：等效连续A声级 Leq 、 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} 、 L_{max} 、 L_{min} 、SD；监测时记录周边主要噪声源。

(5) 评价标准：按照《声环境质量标准》（GB3096-2008）的 2 类功能区进行评价，昼间环境噪声限值为60 dB，夜间噪声限值为50 dB。

7.3 环境应急计划

7.3.1 运输阶段应急预案

本项目污染土壤运输均为场内运输，主要为场内短驳，污染控制的重点在于防止二次污染和扬尘。

运输阶段可能出现的异常情况：车辆覆盖不严格造成遗撒，车辆出交通事故等。

应对措施：加强对运输过程的控制，严格按照制定的方案实施，每辆车出场前都进行严格检查，严禁超载，确认车辆覆盖符合要求，车轮无粘上的污染土壤，方可允许车辆出场；场内行驶速度不得超过 15km/h。一旦发现有遗撒行为，应立即停止运输，进行整改。

每辆车配备充足的清扫工具及铺盖材料，发现遗撒现象及时清理干净。对遗撒区域立即进行封闭，禁止其它人员、车辆进入遗撒区域。大面积溢洒发生后，用苫布或塑料布进行覆盖，防止造成二次污染，及时将污染土收集、装运、清扫，运至污染土处理场所，做到遗撒处污染土全部清洁完毕。

7.3.2 人员防护及职业卫生应急预案

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

- 1) 污染土壤修复处理过程中各施工环节中受到扰动，污染物散布到作业环境中，容易使作业人员身体不适、引起疾病等；
- 2) 粉尘容易使作业人员身体不适、引起疾病等；
- 3) 各类设备机具运转产生较大的噪声；

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

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

护措施。

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

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

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

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

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

7.3.2.1 物理危害风险及防护措施

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

二、可能暴露于车辆交通中的施工人员应采取以下安全防范措施：

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



图 7.2-6 反光安全背心

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

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

施工用电开关箱应实行“一机一闸”制，不得设置分路开关。现场金属照明灯架必须按规定装设避雷装置。使用电动工具的人员必须戴绝缘手套，穿绝缘鞋。

设备检修应在控制启动区域安置检修施工牌，防止误操作或者误启动造成人身伤害。

7.3.2.2 防尘伤害措施

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

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

3)采取扬尘控制措施，例如在场地区洒水。

7.3.2.3 防噪声伤害措施

1)对强噪声源采取降噪消声、隔声措施；

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

7.3.2.4 防暑、防潮伤害措施

1)作业场地通风方式为机械通风降温；

2)办公室等人员集中处设置空调，夏季送冷风，改善工作条件。

7.3.2.5 公告警示及个人防护措施

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

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

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

4) 作业场地人员安全防护, 参加施工的人员应提前对本区域污染物的性质进行充分地了解, 并组织学习施工安全手册。施工过程中, 严禁单独行动。施工前根据污染物的性质和污染程度选择适当的防护用品。

5) 安全交底 需在工作中操作或使用危险源的人员必须接受培训和教育。培训应包括化学物品的安全使用说明、危险原料的操作步骤、如何阅读和获取材料安全数据表以及正确标示的要求。

7.3.3 重大环境污染事故应急预案

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

7.3.3.1 重大环境危害分析

在施工过程中本项目可能发生的环境污染事故包括:

- 1) 污染土壤清挖、运输及预处理过程中产生的扬尘、气味等, 造成大气污染;
- 2) 施工过程中污水排放, 造成水源污染。

7.3.3.2 预防与预警

(1) 预防措施

- 1) 挖掘环节, 在保证安全的前提下, 尽量减小土壤挖掘面的大小, 在进行地块清理作业时, 应在作业前、作业中对作业表面洒水防尘。
- 2) 运输环节要制定运输路线, 修整运输通道, 运输车尽量保持低速匀速行驶, 车辆装载污染土壤后严密覆盖, 密闭车厢才能驶离。
- 3) 污染水必须经过处理之后, 达标后方可再利用, 严禁不达标排放。

(2) 预警行动

一旦发现有紧急突发事件的可能性时, 要立即进行以下预警:

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

预警结束后, 应急小组宣布预警解除。

7.3.3.3 应急处置

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

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

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

(4) 施工现场应做好环境监测工作, 对大气、水体及噪声进行实时监测。当气压过低造成污染物积累危及环境安全及周边居民健康时, 根据现场监测报警结果, 及时停止施工和处置工作, 迅速提高施工人员的安全防护等级。在紧急情况下, 及时通知环保部门。

(5) 当发生现场扬尘投诉事故时, 现场应马上停止产生扬尘的施工, 经处理符合要求时再施工, 并对扬尘的施工项目进行处理, 防止类似的事情发生。当发生运输车辆噪声扰民的投诉时, 项目负责人要及时查出原因, 如是司机鸣笛造

成的噪声，要对司机进行教育，令其马上改正；如是行驶噪声，则要改变运输时间进行处理。当施工现场的噪声扰民时，项目应急小组应马上组织人员对噪声源进行治理，以达到排放标准。

7.3.4 季节性施工专项方案

7.3.4.1 方案编制原则

广州地处北回归线以南，属南亚热带海洋性季风气候区，冬无严寒，夏无酷暑，气候温暖，雨量充沛。

在雨季及台风天气、高温天气等特殊天气情形下修复污染土壤，需要必要的措施保证工程质量和施工安全。本方案的编制除了遵循修复项目“安全性、规范性、先进性、彻底性”的总体原则外，还遵循“安全规范、预防为主、快速齐全”的整体原则。

一、安全规范性原则

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

各项工作均遵循相关标准、规范以及业主、监理单位、环保部门的要求。

二、预防为主性原则

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

三、快速周密性原则

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

7.3.4.2 雨天排水工作

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

(1)基坑外排水。清挖基坑四周用沙袋堆置，防止水流进基坑。

(2)基坑内排水。沿着基坑底四周设置排水沟和集水坑，并采取边开挖边铺蓝荧布的做法。在下雨前或收工后，钩机退出开挖区域，全部开挖区域用薄膜覆盖，覆盖在基坑底部和周边，薄膜周边用堆土覆压，保证基坑底部和四周全部处于被覆盖状态。基坑内集水用潜水泵抽入污水处理系统调节池，保证基坑底干燥。将基坑四周地面填平，留一定外坡，使基坑四周地面不积水。下雨后，立即用水泵把膜上的雨水抽出。

7.3.4.3 高温天气施工保证措施

本项目施工所在月份地表温度较高。施工过程中应注意以下几方面问题：

(1)挖掘施工过程防护措施在挖掘施工过程中，被封在土壤中的异味容易释放出来向周围扩散，并在较强气流的影响下沿下风向扩散明显。挖掘施工组织，挖掘施工安排条理有序，需控制污染场地的开挖面积，减少污染土壤的暴露面，及时采用洒水、塑料膜覆盖开挖作业面等措施控制扬尘的扩散

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

(3)修复过程防护措施为加强对在高温天气施工生产的防暑、防中毒和防火；生产部配备足够的劳动保护防护用品；做好各种降温防暑工作，配备充足饮用水、降温饮料、凉茶和设置遮阳降温凉棚；配备急救中暑药物，力争改善工人操作的环境条件。

8. 施工组织安排

8.1 施工组织策划

8.1.1 施工组织原则

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

8.1.2 施工组织阶段划分

根据修复项目工程施工组织流程和总体进度计划安排，本修复项目施工过程大致划分为三个施工阶段，分别为施工准备阶段、施工阶段及效果评估阶段。

（1）施工准备阶段

根据项目组织架构要求完成项目部人员组建工作。根据场地调查报告中圈定的污染范围拐点坐标，分区分块分污染类型进行测量放线，圈定各区块污染范围及修复方量，制定详尽的阶段性的生产进度计划，人、材、机需求计划及资金使用计划。按照施工总平面布置要求，对场地进行平整，完成场地临建及各设备基础的建设，做好项目部安全文明施工措施搭建。开工前，组织技术、安全、生产、商务等部门负责人做好生产前的各项资料交底和岗前培训工作，确保各级管理和生产操作人员熟悉工艺流程，明确生产目标，确保项目生产工作顺利高效的开展。

（2）修复施工阶段

各项准备工作完成之后，即正式进入施工阶段。修复工作主要包括污染土壤开挖、运输、暂存、外运输。

(3) 效果评估阶段

项目现场修复完成后，进行效果评估；效果评估专家评审通过后，人员、材料、机械的撤场等收尾性工作。做好竣工资料的整理归档，编制竣工报告，完成工程款结算工作，最终完成场地的顺利移交。

8.2 施工准备

8.2.1 组建项目部

公司拟调配有经验的技术、工程人员组建项目部，分别构建成技术部、生产部。

8.2.2 项目部布置

项目部将设置一间监理办公室、一间生产综合办公室、一间施工方办公室、一间会议室、一间仓库、五间施工人员休息室。

8.2.3 建立外部沟通体系

(1) 本修复项目，是一项特殊的施工管理工程，必须建立好与业主、监理、第三方检测、检验、外运、磅秤、接收各单位的良好沟通体系，建立完善的沟通联络制度，确保施工项目更加顺利进行。

(2) 举办每周的现场联系会议，讨论过往工作的不足及沟通配合的不顺畅，及时修正沟通制度的缺陷。确保工作快速、简洁、准确、安全、真实无误的进行。

(3) 竣工验收外部联系工作，包括：配合效果评估单位按规范开展效果评估检测工作、配合环境监理单位按规范开展二次污染防治检测工作；编写修复工程施工总结报告；协助业主向环保主管部门申请效果评估专家评审会；整理项目相关竣工资料，包括污染土壤开挖、修复、处置的相关证明材料；以及通过环保主管部门效果评估专家评审会及备案所需的其他配合工作。

8.3 污染土壤测量定位专项方案

8.3.1 测量质量要求

开工前组织熟练精干的测量队伍对业主提供的平面和高程控制点进行复测，并据此建立平面控制网和水准控制网，其精度必须满足测量规范和设计要求；对业主提供的控制点需加以保护，并用油漆加以清楚标注。

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

根据业主提供的基点和水准点，在施工场地内设立施工用的建筑控制网和水准网，经复核无误后方可使用。施工期间应经常复测并注意保护。根据测量控制点，准确测放出各个土壤污染区域拐点，经工程监理复核后，开始开挖，确保土壤污染区域定位准确。

8.3.2 测量准备工作

- 1、制定施工区清挖施工测量放线测量方案，经监理方审批后开始施工放线。
- 2、熟悉图纸、了解基坑点位放线的相关要求，校核图纸中相关数据，掌握测量放线所需要的几何尺寸及相关数据。
- 3、对甲方提供的定位依据进行核算。
- 4、对甲方提供的起始桩点（红线桩、水准点高程）进行校测。
- 5、由技术负责人对测量放线工进行技术交底。

8.3.3 土方施工测量及过程监控：

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

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

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

再进下一步的施工工作。施工记录与验线：

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

(2) 每次施测完毕后，首先由测量人员进行自检，确认后交监理核验。

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

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

8.4 开挖方案

本工程现场施工区需清挖运输污染土方，需要从开挖区装车转运至污染土壤暂存及外运至水泥窑。

8.4.1 清挖原则

(1) 污染土壤清挖应避免混合清洁开挖造成交叉污染。

(2) 清挖过程中应注意对施工范围内的地下管网、电力设施等进行保护。

(3) 污染土场内运输过程中应做好车辆清洁工作，避免出现道路遗撒、扬尘等，造成污染范围扩大或二次污染。

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

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

(6) 对污染土层上、下 0 m~0.5 m 或 0m~1m 的土壤，如未纳入效果评估监测，在修复开挖过程中宜作为疑似污染土，实施单独存放和检测，对超过修复目标值的土壤采取必要的风险管控或修复措施；

(7) 基坑侧壁经效果评估单位检测合格后，放坡土按清洁土处理，如未经检测，放坡土按污染土处理；

(8) 清挖的基本施工程序为：准备工作→污染范围定位（边界坐标放线）

→高程测量记录→开挖污染土壤并转运→基坑测量验收→高程测量记录→基坑坑底侧壁环境监测验收。

8.4.2 污染土开挖

8.4.2.1 污染土壤清挖边界与放坡的确定

本地块本污染土区域开挖总方量 9454.60m³（实方），污染土壤分布在 4 个土层，结合总平布置将污染区域概化分为 4 个污染区域，分别为 1#、2#、3#和 4# 污染区，每一层污染区域根据污染范围拐点坐标进行测量放线确定。

污染土壤现场清挖施工应严格按照规定的拐点坐标进行定位。清挖至规定范围后对清挖基坑侧壁和底边进行清挖效果效果验收采样监测。

在清挖至规定的范围后，与本地块土壤污染物修复目标值比较，若现场清挖基坑侧壁和底面土壤中的目标污染物浓度小于本地块土壤修复目标浓度，则为清挖终点。若发现现场土壤中的污染物浓度仍超过本场地土壤修复目标值，上报监理单位和业主同意后在不合格点位外扩 0.5 米二次清挖直至基坑侧壁和底部污染土壤清挖完成，效果评估验收合格。

本地块 2#污染区南边界与 4#区北边界均是红线污染区域，基坑效果评估检测如超标，由于权属原因，不能作进一步修复，应书面告知对方土地使用权属单位相关情况，以采取相应的修复或风险管控措施。

对于需要放坡清挖的污染土地块，应当严格按照基坑坐标放线后，表层只有疑似污染土的，先挖疑似污染土，经测量确认清挖深度后，开始清挖污染土，污染土分层清挖，该层完成清挖，经效果评估检测合格后，开始放坡，之后坡底再次放线，清挖下一层，依次方式循环施工，直到清挖到基坑规定深度。

8.4.2.2 开挖顺序与效果评估的检测安排

本项目污染土方开挖根据风评报告提供的污染物分布范围和深度为依据，对场地实施分区块、分层逐步开挖。

各污染区域清挖按照修复区域拐点坐标，严格按照污染土范围和疑似污染土、错层清洁土范围开展清挖工作，如出现下层污染范围比上层污染范围较大或出现两层污染土层夹着疑似污染土层和错层清洁土层的情况，须先进行上层基坑

清挖效果评估采样检测，检测合格后，方可对相邻清洁土、疑似污染土或错层清洁土进行清挖，具体效果评估检测批次衔接见下表：

8.4.2.3 污染土壤、疑似污染土与错层清洁土区分清挖与堆放方案

在进行土壤分层清挖的过程中，由于污染土壤深度有时比疑似污染土和错层清洁土更深，因此在开挖过程中需要将错层清洁土、疑似污染土和污染土分别开挖，污染土清挖后转运至各自的堆放场。各层疑似污染土清挖后，转移至场内疑似污染土堆场单独堆置；错层清洁土清挖后，转移至场内清洁土堆场分区单独堆置。待检测后进行分别处理，有污染的疑似污染土或清洁土进入污染土堆场，外运至水泥窑协同处置；无污染的疑似污染土或清洁土准备回填。

为保证清挖的彻底，在每层污染土壤清挖到位后，及时申请效果评估验收采样，如发现超标情况，及时对污染边界进行扩挖，直至基坑侧壁和底部污染土壤清挖完成。

8.4.2.4 污染土壤开挖施工

本项目污染土壤开挖主要采用机械为主、人工为辅进行开挖。

1.污染土开挖边界的确定

污染土壤区域经现场测量定位后，根据其开挖深度确定基坑边坡支护的形式和放坡坡度。在进行污染土壤开挖时，污染土壤开挖边界与放坡坡脚或钢板桩内侧边界的距离应尽可能小，以确保污染土清挖到位。

污染土壤现场开挖施工应严格按照设计规定的拐点坐标进行定位，开挖至规定范围后对开挖基坑侧壁和底部进行效果评估检测。

2.污染土壤开挖过程中地下管线及地下障碍物处理措施

(1) 在污染土壤开挖之前，与建设单位进行地下管线和其他地下构筑物的交接工作。

(2) 开挖过程中如遇不明地下管线，应立即停止开挖作业，查清地下管线的情况，分清是否为废弃管线，如不是废弃管线，应立即上报，通知管线相关部门进行处理。在确定地下障碍的情况，在得到可以进行破除清挖的通知后，方可继续施工。

3.清挖流程

污染土壤清挖流程如下图所示：

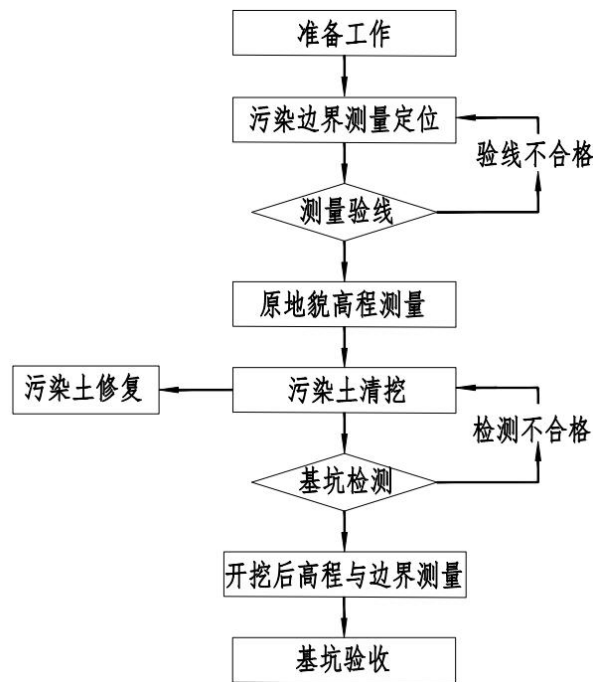


图 8.4-1 开挖流程图

开挖基坑时，应合理确定开挖顺序、路线及开挖深度，土方开挖宜从上到下分层分段依次进行。开挖时可将开挖底面形成一定的坡势，以利泄水。开挖过程中，应随时检查槽壁和边坡的状态，应做好基坑（槽）支撑准备，以防坍塌。

4.污染土壤开挖总体要求

(1) 土方开挖严格遵守“分区域、分层”的施工方法。

(2) 本工程涉及土壤具有污染性，挖掘清理过程需加强二次污染防治措施，保证人身安全，设置专职环保和安全巡视人员，加强开挖施工各环节的巡视。

(3) 根据土壤污染特点，污染土壤开挖时，根据开挖顺序污染程度不同进行分块分层开挖，一个区块开挖完成后，通知效果评估单位进行取样送检，合格后交下道工序施工。在基坑开挖过程中要对基坑进行及时覆盖，减少基坑裸露时间，并配套雾炮机，对扬尘较大的基坑进行降尘处理。

(4) 开挖前绘制详细的土方开挖图，规定开挖路线、顺序、范围、底部各层标高，边坡坡度，弃土堆放位置等，避免混乱，造成超挖、乱挖，应尽可能的使机械多挖，减少机械超挖和人工挖方。

(5) 土方开挖前，严格按照污染土壤范围确定的坐标进行测量放线，控制污染土壤开挖边界线。

(6) 污染土壤开挖区外围应按规范设置硬质封闭围挡，并布设警示牌，围挡高度应符合规范要求。

(7) 广州雨季较长且降雨量大，开挖过程应做好地面排水措施，以拦阻附近地面的地表水，防止流入基坑内扰动地基。

(8) 土壤开挖施工须从全局上对整个修复过程进行部署，施工中除配置好各种机械设备外，还需将各种施工人员调配妥当。

5、基坑降水：

本项目施工期间在枯水期的十一月份后，4#区第三层开挖时出现基坑涌水量很少，2#污染区的西、北、东边界外扩3米施打了搅拌桩作为止水帷幕，但南边界是红线边界，只能施打钢板桩，钢板桩有一定的止水效果，但不能完全止水。所以在基坑开挖过程中，安装临时泵对开挖过程中的基坑渗水进行抽排，临时泵安装在基坑最后开挖位置的低位，防止基坑积水，抽出的基坑积水抽排至污水处理系统处理。

基坑四周设置挡水墙或截水沟，开挖过程中应及时覆盖基坑开挖面，尽量减少基坑积水量。污染土壤基坑积水应集中收集，经处理达标后回用。

8.5 污染土壤预处理专项方案

8.5.1 土壤预处理施工流程

污染土壤在进入外运之前需要进行预处理，污染土壤预处理工艺流程主要包括：污染土壤筛分、污染渣块冲洗等处理过程。

污染土壤从污染区域开挖后，运输至污染土堆场，进行筛分处理，筛分下来的渣块，集中收集至冲洗系统进行清洗，以去除附着在大粒径渣块上的污染物。清洗干净的渣块在检测合格后进行基坑回填。冲洗后产生的污水进入污水处理站进行处理。

1) 污染渣土筛分

挖出后的污染土壤进行筛分处理。筛分采用专业筛分设备（ALLU筛分斗）进行作业，筛分分级产生的粒径 $\geq 5\text{cm}$ 的污染渣块和粒径 $< 5\text{cm}$ 的污染土壤分开堆置。筛分后的污染土壤进入后续处理单元依次修复处理，筛分出的大粒径渣块进行后续冲洗处理。

2) 污染渣块冲洗

筛分后的污染渣块由运输车运至污染渣块暂存区统一堆置、冲洗。在挖机协助下行冲洗后的渣块清理，堆置待检。

堆料厚度为单层堆料，采用挖掘机搅动，平铺。冲洗区周边设置围堰，防止冲洗水溅出；冲洗液经冲洗区四周排污沟收集后排入沉淀池。冲洗过后的清洁渣块，由装载机进行场内物料倒运，每批次清洗渣块量约 5~8m³左右，冲洗时间不少于 15min。

冲洗后的干净渣块待采样验收合格后回填处置。

3) 冲洗污泥处理

冲洗处理产生的污泥运至污染土堆场按污染土壤外运至水泥窑协同处置。

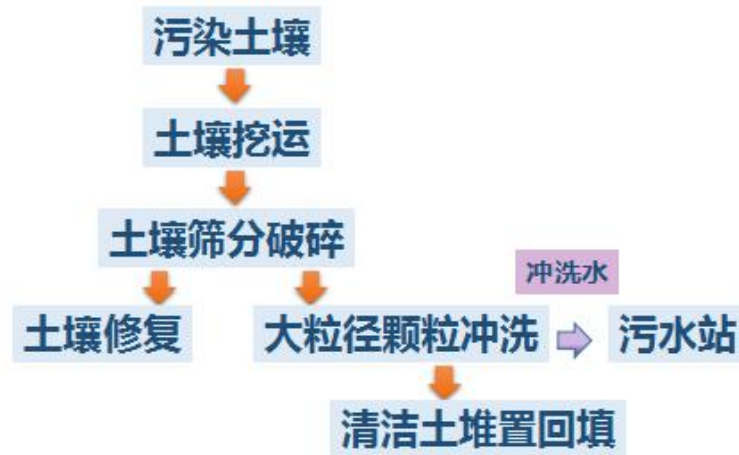


图 8.5-1 污染土壤修复预处理工艺流程图

8.5.2 设备与工艺参数

筛分工艺是利用专业筛分设备（ALLU 筛分斗）。土壤筛分处理在堆土场内进行，经 ALLU 筛分斗筛分完成后，主要分为两种物料 5cm 以上以及 5cm 以下物料。

8.6 土壤运输方案

本地块污染土壤转运至水泥窑协同处置单位，运输路线在满足运输车辆通行要求的基础上，尽量选择对沿途环境影响小的路线。运输路线设计注意事项如下：

运输路线规划的基本原则是优先考虑路况较好、车流量相对较少的线路；应尽可能避开学校、居民区、水源保护地等敏感区域。污染土壤运输终点为协同处置水泥厂。

8.7 施工安全

- 1、项目部派专职安全员随时巡查，对安全隐患及时警告。
- 2、临电临水由专职电工负责接驳，不允许其他人员接驳。
- 3、所有基坑边缘设置钢栏杆作临边安全防护。
- 4、基坑边 2.5m 范围内不得堆放重物，重型机械不宜在坑边作业，不可避免时，须采取加固措施；基坑边界 5.0m 范围内，土方运输车不宜行驶，不可避免时，须采取加固措施并减少土方运输车总载重；
- 5、吊车吊运的挖机装卸转臂范围内，不允许人员在下施工。

9.施工进度计划及保证措施

9.1 项目进度计划

本工程的施工部署总体划分为三个阶段：施工前准备阶段、污染土壤挖运阶段和效果评估阶段。

(1) 施工前准备阶段：包括进场后场地交接、测量放线、场地平整、临时道路施工、临水临电接入与敷设、临时设施搭建、污水处理站建设、渣块冲洗设备安装和调试等工作。

(2) 污染土壤修复阶段：包括污染土壤开挖、运输、污染土壤筛分、污染土壤外运、水泥窑协同处置等。

(3) 效果评估阶段：主要为效果评估验收监测、效果评估专家评审会等。

9.2 进度保证措施

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

施。

9.2.1 保证工期的组织管理措施

9.2.1.1 建立项目进度保证体系

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

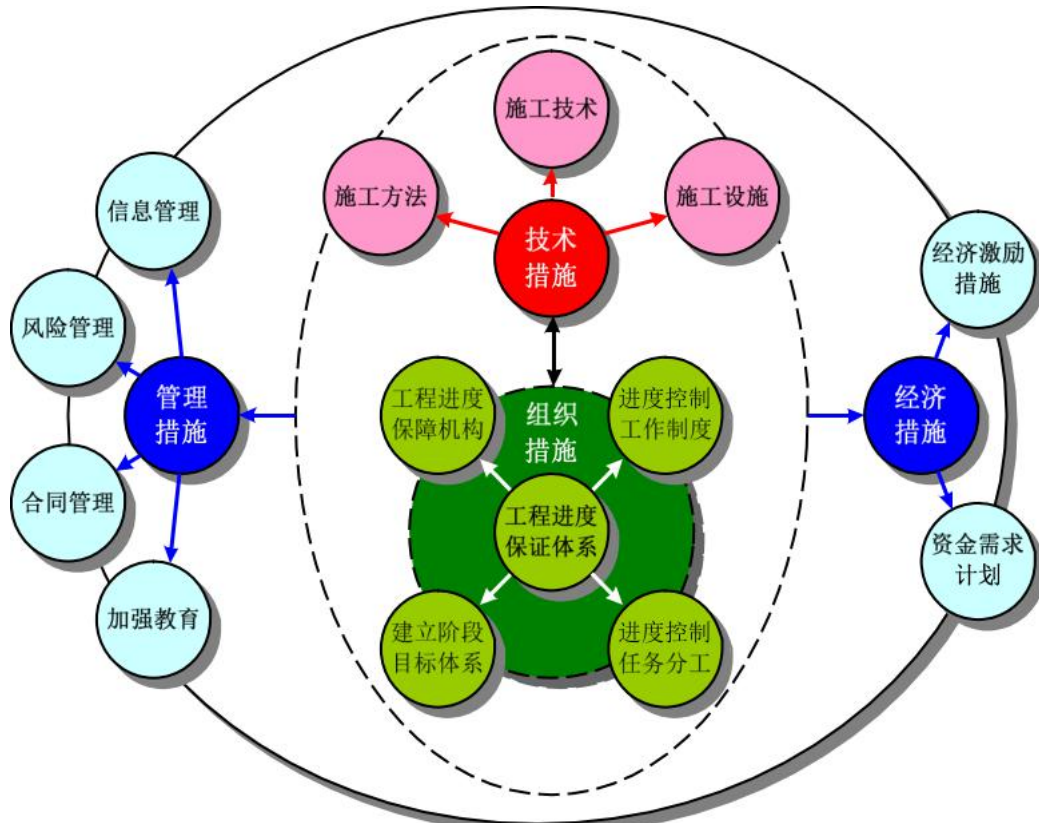


图 9.2-1 施工进度保障体系

9.2.1.2 成立修复工程进度保证小组

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

9.2.1.3 建立进度目标体系

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

9.2.1.4 建立工程例会制度

定期每周召开一次施工协调会，出现问题随时召开，及时解决施工中出现的进度、质量、文明施工等问题，为下一步生产工作提前做好准备；检查落实当期计划的完成情况、未完成计划的原因，协调各施工要素，及时解决各种施工障碍。针对现场存在的问题，提出有预见的措施，提前排除，以保证工程顺利进行。

9.2.3 与业主、监理单位及政府部门等单位配合保障

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

9.2.2 应对意外情况的工期保证措施

(1) 劳动力不足的纠偏应急措施 我司具有非常丰富的、成熟的、成建制的劳务队伍资源，协力从其他项目进行调配力量。

(2) 交通管制影响材料、设备进出场的纠偏及应急措施 在施工期间不可避免受到交通管制的影响，为解决进出场，我司可以保证组织曾经多次合作的、具有丰富经验的运输公司来保证进出场。

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

(4) 协调好周围各方关系，防止民扰。

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

9.2.3.1 与业主的配合措施

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

(2) 根据总体进度计划安排，对进退场时间做出部署，制定分项工程计划。投标人需要时，全力配合投标人选择后续作业人员的有关工作。

(3) 利用投标人完善的信息系统及供应网络，选择诚信度高、质量好的供应商。

(4) 根据施工进度需要，提前与业主、监理工程师进行沟通。

(5) 建立业主有权访问的信息共享平台，方便招标人及时掌握工程进度、质量等施工动态。

9.2.3.2 与工程监理及环境监理单位的配合措施

(1) 开工前书面报告施工准备情况，获监理工程师认可后方可开工。

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

(3) 施工过程中所有的施工方案均要在施工前规定时间内报送监理工程师等。

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

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

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

(7) 每层清理工作完成，提前 24 小时书面通知监理工程师。

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

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

(10) 安排专人对口环保监理工程师，采取环保监理工程师的合理意见，协助现场的取样检测工作。

9.2.3.3 与政府部门之间的配合措施

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

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

(3) 一切项目管理活动都须遵纪守法。

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

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

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

(7) 主动与司法部门联系,求得法律的保护和指导。

(8) 主动与城管部门联系,搞好施工现场周围地区的环境卫生。

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

9.2.3.4 与其他单位之间的配合措施

本项目最后要进行第三方进行检测验收,在检测中我司将全力配合该单位,为该单位提供一切便利条件。当达到验收条件后,投标人在 24 小时内主动向业主及第三方检测单位提出申请,为其创造良好的检测条件。

10.超一类不超二类筛选值土壤环境管理建议

本地块规划为商业商务混合用地(B1B2)、绿化和道路用地,但存在达到第二类用地标准但超过第一类用地标准的具有一定风险的土壤,在未来再开发利用过程中可能对该部分土壤进行开挖外运。由于在地块污染修复阶段无法确认未来土壤转移接受地规划用途,需要对达到第二类用地标准但超过第一类用地标准的区域进行划分并提出管控建议。

对该区域管控建议为:该区域土壤不得外运至现状为一类用地规划或规划为一类用地的区域内填土或堆存。