

四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂

原址场地土壤污染治理与修复

效果评估报告

地块受托处理单位：华电四川发电有限公司宜宾黄桷庄分公司

编制单位：四川中谦检测有限公司

二〇二〇年一月

项目名称：四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复效果评估

编制单位：四川中谦检测有限公司

项目负责人：罗钱芳

技术负责人：赵琴

参与人员：邓清福 朱丹 袁敏 罗焰 梁坤

机构通讯资料：

四川中谦检测有限公司

地 址：四川省成都市天府新区新兴街道天工大道916号

邮 编：610000

电 话：028-88466695

目录

1前言	1
1.1项目概况	1
1.2编制原则	3
1.3编制目的	3
1.4编制范围	3
1.5编制内容	4
1.6工作程序	5
2修复效果评估依据	6
2.1国家有关法律、法规及规范性文件	6
2.2技术导则、规范和指南	7
2.3场地相关资料	8
3场地概况	9
3.1场地区域概况	9
3.1.1地理位置	9
3.1.2区域环境概况	9
3.1.3场地内及周边环境概况	16
3.1.4修复地块用地规划	21
3.2场地环境调查评估结论	22
3.2.1场地详细调查结果	22
3.2.2风险评估结果	25
3.2.3调查报告确认修复范围	26
3.3场地修复施工方案	38
3.3.1场地修复目标值	38
3.3.2修复范围	38
3.3.3场地治理与修复总体方案	38
3.4 修复实施情况	39
3.4.1施工方案	39
3.4.2工程量汇总表	42

3.4.3修复效果自检.....	55
3.5工程结论.....	56
3.5.1环境监理报告主要结论.....	56
3.5.2工程竣工报告主要结论.....	56
3.6环境保护措施落实情况.....	56
4地块概念模型.....	63
4.1资料回顾.....	63
4.1.1文件审核.....	63
4.1.2本项目各项文件审核情况.....	64
4.2现场勘察.....	67
4.3人员访谈.....	70
4.4地块概念模型.....	70
4.4.1水泥窑协同处置.....	70
4.4.2修复效果评价.....	73
5修复效果评估布点方案.....	74
5.1土壤修复效果评估布点.....	74
5.1.1评估范围.....	74
5.1.2采样节点.....	74
5.1.3检测布点数量与位置.....	74
5.1.4效果评估检测项目及修复目标值.....	85
5.1.5效果评估方法.....	85
6现场采样与实验室检测.....	87
6.1现场采样.....	87
6.1.1检测方案、采样准备及现场采样.....	87
6.1.2样品保存与管理.....	90
6.1.3采样工作量统计.....	90
6.2实验室检测.....	90
6.2.1土壤检测方法.....	90
6.2.2地下水检测方法.....	91
6.3质量控制.....	91

6.3.1现场采样质量控制措施.....	91
6.3.2实验室检测质量控制措施.....	92
6.3.3检测分析工作量及质控统计.....	93
7修复效果评估.....	95
7.1采样检测结果.....	95
7.1.1修复区域检测结果及评价.....	95
7.1.2二次污染防治区域检测结果及评价.....	97
7.2修复效果评价结论.....	100
7.2.1土壤修复效果评价结论.....	100
7.2.2二次污染防治区检测结果评价结论.....	100
8结论和建议.....	101
8.1结论.....	101
8.2后期环境监管建议.....	102

附件：

- (1) 地块所有权单位委托书
- (2) 地块所有权单位、地块受托处理单位营业执照、编制单位营业执照、检测单位资质证书；
- (3) 《《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境初步调查报告》备案资料及《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境详细调查和风险评估报告》专家意见；
- (4) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复施工方案》专家意见；
- (5) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复项目环境影响报告表》专家意见；
- (6) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程竣工总结报告》以及施工日志、工程联系单、竣工图纸等资料；
- (7) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程监理总结报告》以及监理日志、巡视、旁站记录等资料；
- (8) 废水转移过程记录资料（检测报告、处理协议、转移台账、转移联单）；
- (9) 污染土壤转移过程记录资料（检测报告、处理协议、转移台账、转移联单）；
- (10) 废油、含油棉纱、吸油毡转移过程记录资料转移过程记录资料（处理协议、转移台账及转移联单、网上备案记录）；
- (11) 四川实朴检测技术服务有限公司检测报告，编号：SEP/CD/E1910229、SEP/CD/E1910230 、 SEP/CD/E1911140 、 SEP/CD/E1911141 、 SEP/CD/E1911195 、 SEP/CD/E1912068；
- (12) 四川实朴检测技术服务有限公司采样原始记录单；
- (13) 四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复效果评估现场核查访谈记录、公众参与调查表及统计结果。
- (14) 超标区域清理布点示意图；
- (15) 专家意见及修改对照单。

1 前言

1.1 项目概况

四川华电黄桷庄发电有限公司（以下简称“黄桷庄发电公司”）黄桷庄电厂主厂区位于四川省宜宾市翠屏区与叙州区交界处的金沙江北岸（宜宾市翠屏区翠柏大道），占地面积约844亩，建设有2台额定蒸发量670吨/小时的超高压液态排渣锅炉及2×200MW汽轮发电机组，配套建设有电除尘除灰系统、石灰石湿法脱硫系统、湿式除渣系统。

黄桷庄发电公司第一台发电机组于1994年1月20日建成并投入商业运行，第二台发电机组于1994年10月28日投入商业运行，经过二十年的运营，公司于2014年6月30日正式退出运行。根据《关于关停四川华电黄桷庄发电有限公司火电机组的通知》（川经信电力函〔2018〕228号）文件要求，黄桷庄发电公司2×200MW（#21、#22）发电机组于2018年3月30日正式关停。目前黄桷庄电厂主厂区包括生活办公区、锅炉房、汽轮机组车间、主变压器区域、开关站、辅助车间等设备均已拆除，西面及东北面部分地块为外租企业，现已完成搬迁，拆除工作正在进行。

根据《宜宾天柏组团天池——中坝区域控制性详细规划修编》中的土地利用规划图，退出运行后的黄桷庄发电公司主厂区被规划为二类居住用地、中小学用地及公园绿地等。根据《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号），其中明确了“用途拟变更为居住和商业、学校、医疗、养老机构等公共设施的企业用地，由土地使用权人负责开展土壤环境状况调查评估”。此外，《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），规定了“建设用地用途变更为住宅、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”。

为贯彻落实《土壤污染防治行动计划》和《中华人民共和国土壤污染防治法》中相关要求，黄桷庄发电公司通过公开招标委托四川沐萱环境监测科技有限公司进行黄桷庄电厂场地环境调查及风险评估，于2019年2-4月开展了资料收集、现场踏勘、人员访谈、初步采样分析工作，编制完成了《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境初步调查报告》（简称“初查报告”），并由宜宾市生态环境局组织初查报告评审工作，完成了本项目污染地块土壤环境管理信息系统信息资料上传及备案工作（见附件1备案函）。

根据初查报告结论，四川沐萱环境监测科技有限公司于2019年4月至2019年6月开展了本项目详细调查和现场监测工作，综合初步调查及详查调查结果，于2019年7月编制完成了《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境详细调查和风险评估报告》（简称“评估报告”），并通过四川省环境保护厅会同四川省自然资源厅组织的专家技术审查完成备案。评估报告指出黄桷庄发电公司原址场地需要开展镍、铜、砷、汞、石油烃（C₁₀-C₄₀）的场地修复工作，其中铜、镍、砷、汞、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）的修复目标值分别为2000mg/kg、150mg/kg、20mg/kg、8mg/kg、400mg/kg和826mg/kg，扣除复合污染重叠区域后石油烃（C₁₀-C₄₀）修复方量合计约3970.2m³，重金属及类金属砷合计修复方量约985.7m³。

根据评估报告的结论及建议，黄桷庄发电公司通过公开招标委托中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司编制完成了《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案》（以下简称“修复工程实施方案”），于2019年10月15日通过了宜宾市生态环境局组织的专家技术审查；于2019年10月委托成都昀川科技有限公司编制完成《黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程环境影响评价报告表》并通过宜宾市生态环境局组织的专家评审，取得专家意见。

根据该《修复工程实施方案》本污染场地的修复策略选择去除污染源的主动修复策略，即：采用水泥窑协同处置的方式对场地受污染土壤进行治理，对留存废物采取外运至有处理资质的单位进行处置，主要的工程内容包括：土壤开挖、土壤外运、留存废物收集与外运、水泥窑协同处置等。项目工程总投资为1514.33万元，其中环保投资为1422.09万元。

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司根据该修复实施方案编制完成了《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程施工组织方案》（以下简称“修复工程施工组织方案”），四川元丰建设管理有限公司担任工程监理和环境监理工作。该项目于2019年10月16日开始修复工程施工，于2019年11月24日完成现场施工，于2019年12月5日工程竣工。

根据《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部部令第42号），“治理与修复工程完工后，土地使用权人应当委托第三方机构按照国家有关环境标准和技术规范，开展治理与修复效果评估，编制治理与修复效果评估报告”。为此，四川华电黄桷庄发电有限公司通过公开招标委托四川中谦检测有限公司（下称“本公司”）开展黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复项目的修复效果评估。我公司接受委

托后，结合场地环境调查与风险评估、场地修复技术方案等资料，踏勘了现场，进行了人员访谈、制定了修复效果评估验收采样检测方案，会同四川实朴检测技术服务有限公司分别于10月21-22日、11月13日、11月24日、12月6日分四批次完成了现场样品采集工作，于2019年12月18日获得全部检测数据，依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5—2018）要求，并结合收集资料和检测结果编制完成了《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复效果评估报告》。

注：由于公司内部原因,四川华电黄桷庄发电有限公司全权委托华电四川发电有限公司宜宾黄桷庄分公司处理“黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程”，委托书见附件1。

1.2 编制原则

基于场地修复验收的内容及场地的实际情况，本项目的场地污染修复效果验收工作将遵循以下原则：

（1）规范性原则：目前，我国已出台了部分与污染场地修复验收有关的法律法规、标准、技术导则和规范。为确保其规范性，本场地的修复效果验收将严格遵循我国现行的相关规定，以科学的观点分析和论述场地中可能存在的相关问题，确保场地修复效果评价结果的规范性和有效性。

（2）科学性原则：采用科学的方法，综合考虑场地调查评估结果、污染场地修复方案和修复工程实施情况等，科学合理的开展修复工程的验收工作。

（3）公正性原则：秉持良好的职业操守，坚持保护环境的原则，按相关标准、规范和技术要求，公平、公正、客观地开展修复工程验收工作。

1.3 编制目的

根据国家有关规定及场地修复工程的相关文件，按照国家有关环境标准和技术规范，在场地修复工程结束后，对场地修复工程的内容、修复过程二次污染的防治效果，以及场地土壤修复效果进行评价，确定本场地修复工程是否达到了《修复工程实施方案》及国家相关规定的要求。

1.4 编制范围

本次验收范围为《修复工程实施方案》以及修复工程竣工图纸中确定的场地修复工程范围，土壤修复地块23个（含重合区域），修复土壤面积共计20113.76m²，处置污染土壤（5649.9m³，合计15372.03t）（外运自贡金龙水泥有限公司采用水泥窑协同处

理处置），处置废水13处（处置量10544m³，分别运至宜宾北控水务有限公司和宜宾县中融水质净化有限公司处理）；处理油淬池废油2.02t（交由绵阳市天捷能源有限公司清运处置）；处置清理废油池产生的棉纱、吸油毡0.25t（交由四川省中明环境治理有限公司清运处理）。

主要涉及的工程内容有：污染土壤治理，沉积物和固体废物、废水清运治理、表面处理车间油淬池废油处置。

根据该项目工程施工进度和地块后期利用规划，本次工程对污染土壤挖运处置后的基坑采用防尘网覆盖，不进行清洁土回填和压实等。

1.5编制内容

根据《污染地块土壤环境管理办法》中的相关规定，治理与修复效果评估报告包括以下5个方面的内容：

（1）修复工程基本情况

根据本场地的环境调查与风险评估报告、修复工程实施方案，明确场地土壤和地下水的污染和风险状况，修复工程的目标、内容、修复技术、修复工艺、过程二次污染防治、工程验收等有关内容和要求。

（2）修复工程实施情况

根据本场地修复工程的施工总结报告，依据本场地修复工程实施方案要求，对本修复工程的实施情况进行评价。主要包括：修复工艺与方法、修复工程量、二次污染防治情况、风险防范措施及自检结果等。

（3）修复工程环境监理情况

根据本场地修复工程的环境监理工作总结报告，依据本场地修复工程实施方案要求和国家的相关规定，对本修复工程实施过程二次污染的防治情况及其效果进行评价。主要包括：二次污染防治措施及风险防范措施的落实情况、环境影响监测结果等。

（4）修复工程效果评估情况

本修复工程完工后，通过对土壤及地下水样品的采集与分析，依据本场地修复工程实施方案相关要求，评估本场地土壤的修复效果。

（5）后期风险管理计划

根据本场地修复工程的实际情况，对修复后场地可能存在的潜在风险进行分析，提出场地后期的风险管理和环境管理的长期监测计划，为本场地后期的风险管理提供

科学依据。

1.6 工作程序

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5—2018）要求，结合上述工作内容，确定本次治理与修复效果评估的工作程序如图1-1所示。

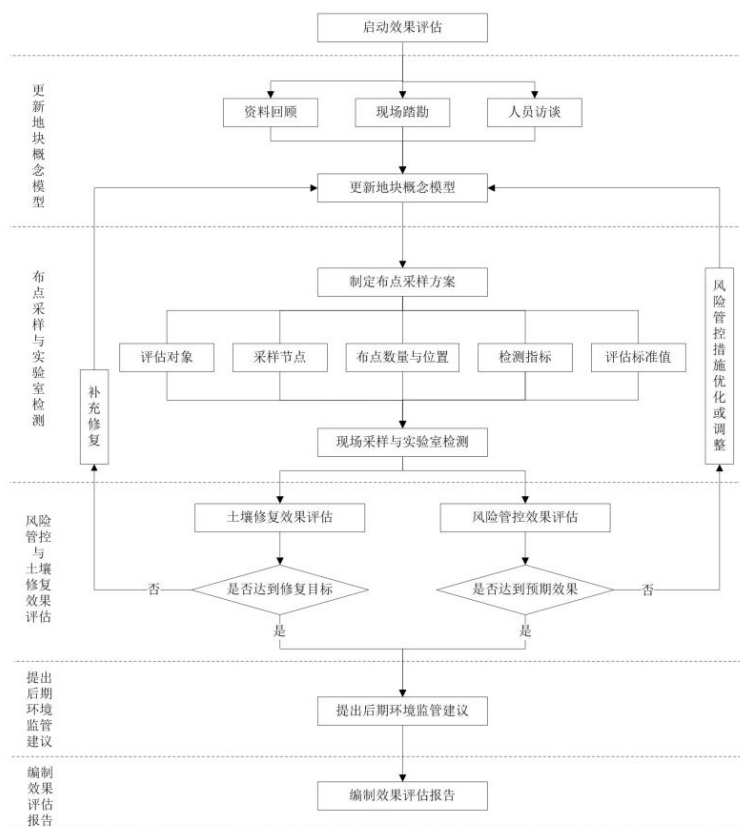


图1-1本次治理与修复效果评估的工作程序

2修复效果评估依据

2.1国家有关法律、法规及规范性文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订通过，2015年1月1日起施行；
- (2) 《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，2019年1月1日起施行；
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2016年11月7日修正版；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年修订版；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》，2019年修正版；
- (6) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年修订版；
- (7) 《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号）；
- (8) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）；
- (9) 《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），2004年6月1日；
- (10) 《全国土壤污染状况评价技术规定》（环发〔2008〕39号），国家环境保护部，2008年5月19日；
- (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) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（国家环境保护部，部令第42号，2016年12月31日）；
- (13) 《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）；
- (14) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发〔2008〕48号）；
- (15) 《关于进一步加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发〔2009〕61号）；
- (16) 《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）；
- (17) 《近期土壤环境保护和综合治理工作安排》（国办发〔2013〕7号）；
- (18) 《四川省环境保护条例（修订）》（2017年9月22日四川省第十二届人民代

表大会常务委员会公告第94号)；

(19) 《土壤污染防治行动计划四川省工作方案》(川府发[2016]63号)，2016年12月29日)；

(20) 《四川省人民代表大会常务委员会关于修改〈四川省固体废物污染环境防治条例〉的决定》(四川省第十三届人民代表大会常务委员会公告第15号)；

(21) 《四川省污染地块土壤环境管理办法》(川环发〔2018〕90号，2018年12月14日)。

2.2技术导则、规范和指南

- (1) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》(HJ682-2019)；
- (2) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)；
- (3) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)；
- (4) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)；
- (5) 《建设用地土壤修复技术导则》(HJ25.4-2019)；
- (6) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ25.5-2018)；
- (7) 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ25.6-2019)；
- (8) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(2014)；
- (9) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部，公告2017第72号)；
- (10) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)；
- (11) 《污染场地修复技术目录(第一批)》(公告2014年第75号)；
- (12) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004)；
- (13) 《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2004)；
- (14) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)；
- (15) 《工程测量规范》(GB50026-2007)；
- (16) 《固体废物处理处置工程技术导则》(HJ2035-2013)；
- (17) 《水泥窑协同处置固体废物技术规范》(GB30760-2014)；
- (18) 《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》(HJ662-2013)；
- (19) 《水泥窑协同处置固体废物污染防治技术政策》(公告2016年第72号)；

- (20) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）；
- (21) 《国家危险废物名录》（2016年）；
- (22) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）；
- (23) 《危险废物收集贮存运输技术规范》（HJ2025-2012）；
- (24) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (25) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (26) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）。

2.3 场地相关资料

- (1) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境详细调查和风险评估报告》（四川沐萱环境监测科技有限公司，2019年8月）；
- (2) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复项目环境影响报告表》，成都昀川科技有限公司，2019年10月（备案号【2019】号）；
- (3) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案》中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2019年10月）；
- (4) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程施工组织方案》，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，2019年10月；
- (5) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程竣工总结报告》以及施工日志、工程联系单、竣工图纸等资料，中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司有限公司，2019年12月；
- (6) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程监理总结报告》以及监理日志、巡视、旁站记录等资料，四川元丰建设项目管理有限公司，2019年12月；
- (7) 《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复效果评估检测数据报告》，四川实朴检测技术服务有限公司报告编号：SEP/CD/E1910229、SEP/CD/E1910230、SEP/CD/E1911140、SEP/CD/E1911141、SEP/CD/E1911195、SEP/CD/E1912068；
- (8) 四川实朴检测技术服务有限公司采样原始记录单及现场照片；
- (9) 四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复效果评估现场核查记录及公众参与调查表单；
- (10) 施工单位、监理单位、业主单位提供其他资料。

3 场地概况

3.1 场地区域概况

3.1.1 地理位置

四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂主厂区位于四川省宜宾市翠屏区与叙州区交界处的金沙江北岸，占地面积约844亩。主厂区位于金沙江北部，内昆铁路线北侧，岷江大道东侧，中心点地理坐标为东经 $104^{\circ}33'17.13''$ ，北纬 $28^{\circ}42'57.09''$ 。四川省宜宾市翠屏区位于四川盆地南部，地处岷江、金沙江交汇处，长江的起点。翠屏区东临南溪、长宁县，南与高县接壤，西靠叙州区，北接自贡富顺县；叙州区东临翠屏区、自贡市富顺县，西与屏山县、乐山市沐川县和乐山市犍为县相邻，南与高县和云南省昭通市水富市、盐津县相邻，北临荣县，其地理位置见图3-1。

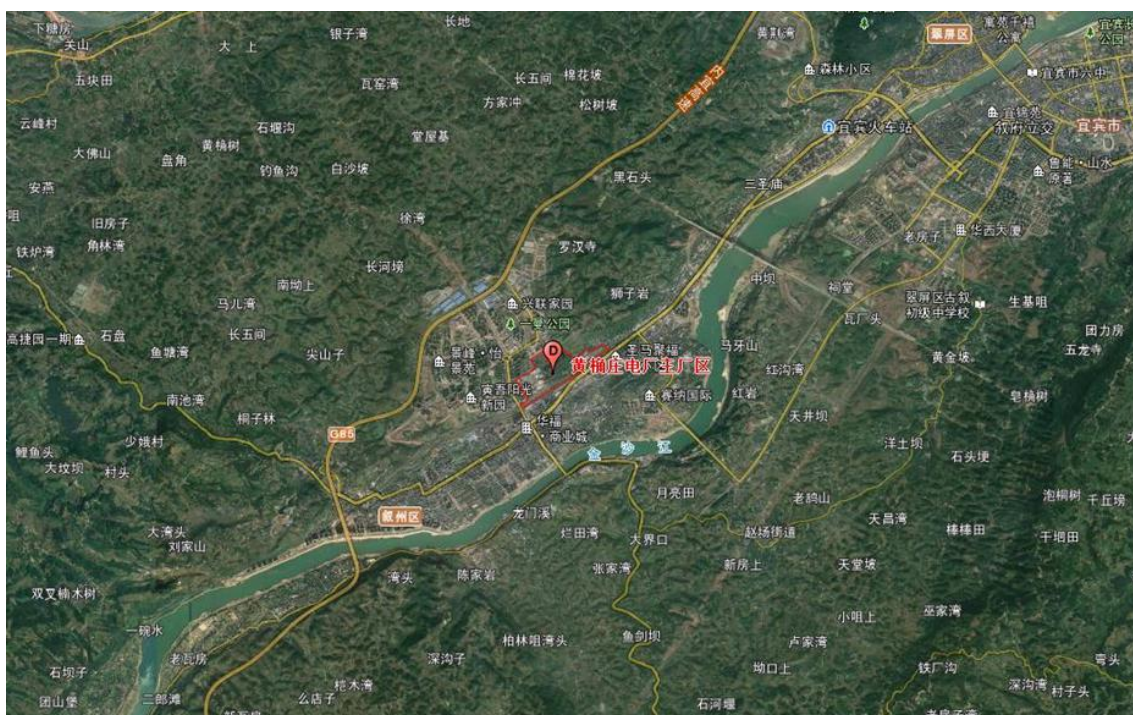


图3-1项目地理位置示意图

3.1.2 区域环境概况

1、区域气候条件

本项目位于翠屏区与叙州区交界处的金沙江北岸（厂区大部分位于翠屏区），区内属中亚带湿润季风气候区，具南亚热带到暖温带的气候特征。其特点是：气候温和，雨热同季，雨量充沛，无霜期长；有春早、夏长、秋迟及冬短的特点。年最热月为7月，平均气温 26.7°C ，最冷月为1月，平均气温 7.9°C 。项目区内降雨量丰富，年降

雨量最多为1467.9mm，最少为710.4mm，多年平均降雨量为1018mm。但降雨在年季内分配不均，夏季（5~8月）占全年的60%，秋季（9~11月）占20%，冬春两季约各占10%。同时降雨多集中在夜晚，占全年降雨量的60%以上，降雨日数占50%以上。区内年水面蒸发量为921.1mm，年内各月不均，11月至次年5月，水面蒸发量多于降雨量142mm，6~10月降雨量大于蒸发量238.4mm。区内年均相对湿度82%。年平均风速为1.3m/s，常年主导风向为西北风，静风频率22.6%。

2、区域地质概况

（1）地形地貌

项目调查区域位于四川盆地西南，东距宜宾市区9公里，西距叙州区柏树溪镇2公里，属低山丘陵区。区内沟谷发育、地形起伏多变，地貌形态主要受构造和岩性所控制。柏树溪场、高场至真溪一线以西为构造剥蚀低山地貌，山势陡峭、沟谷深切，海拔高程一般550~700m，相对高差一般100~300m。以东为剥蚀脊状丘陵地貌，沟谷狭窄、分布紧密，海拔高程一般为300~450m、相对高差50~60m。

金沙江在调查区域自西向东流过，河床深切狭窄，洪、枯期流量相差悬殊。沿金沙江两岸零星分布有第四系冲洪积和冰水堆积地层，组成漫滩和阶地地貌，调查区域位于金沙江左岸二级和三级阶地之上。由于地表水长期侵蚀切割破坏，阶地形态不规则，二级阶地和三级阶地之间无明显界线，呈渐变过渡。二级阶地阶面高程大约变化为305~320m，高出江水面约44~59m，阶面不平整、地形多起伏，基岩出露较广，在地形低洼处还残留有第四系早期堆积物。三级阶地阶面高程大约变化为335~361m，高出江水面约74~100m，阶地被冲沟切割零乱，但阶地形态保留尚好，阶面一般还较平整，三级阶地第四系堆积物质较厚。厂区建设前多为水田，主要为耕作区。

从祝家坡往南西经康村到黄桷庄一带存在有掩埋古冲沟，沟底高程从北东往南西逐渐降低，沟底最大深度大于34.95m。另外，从康村往南东至耙蕉湾一带为另一古冲沟，其沟底高程逐渐降低。古冲沟在一带宽约150~200m，一般深度5~15m。由于古冲沟及河流的侵蚀切割，使基岩顶面起伏变化较大。上述古冲沟均被后来的第四系早期冲积物和冰水堆积物掩埋，并形成如今之阶地地貌形态。

（2）地层岩性、地质构造

区域露出地层自三叠系至第四系，其中，第三系缺失。三叠系、侏罗系及白垩系地层广泛分布在低山区及丘陵地带，第四系地层沿江小面积分布。区域位于新华夏系四川沉降带之西南，区内褶皱断裂较发育。岷江以东构造多呈北向东展布，成生于燕

山期，断层多属压性或压扭性，规模较大者有观斗山断层，本构造带受华蓥山深断裂制约。岷江以西构造多呈北西向展布，燕山早期成生褶皱断裂，因受临近体系的构造干扰，其构造线呈不连续状，断层属压性或压扭性，规模较大者有柏树溪断层。调查区域以东6公里为观斗山断层，以西3公里即为柏树溪断层。

柏树溪断层：由高县双河往北经宜宾柏树溪后北西向延伸经高场到真溪，总长约38公里。该断层断于三叠系，侏罗系地层中，断层走向 $310^{\circ}\sim 350^{\circ}$ 、倾向西南、倾角 $47^{\circ}\sim 51^{\circ}$ ，为压扭性逆断层。断层带宽约10~20m。主要为块状构造岩及压碎岩，挤压紧密，总断层250~300m。该断层通过金沙江和岷江的各级阶地无位相差，第四系更无断裂迹象，断层本身没有震中分布。

观斗山断层：由金坪场向西南延伸到宜宾翠屏山之南，断层至此消失地下，总长约26公里。该断层断于三叠系、侏罗系地层中，断层走向 45° ，倾向西北，倾角 $25^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，为压性逆断层，断层带宽约10余m，总断距约50~450m。该断层不与华蓥山深断裂相连，断层横穿岷江处两侧各级阶地不存在位相差异，断层带物质胶结较好，无明显新活动。

主厂区构造简单，无断层通过，岩层单向倾斜。出露地层为侏罗系中统沙溪庙上亚组（J2S2）地层，岩层走向 $300^{\circ}\sim 320^{\circ}$ 倾向南西、倾角 $10^{\circ}\sim 13^{\circ}$ 。在基岩面上多有不整合接触的第四系更新统（QP）冲洪积和冰水堆积地层覆盖。局部地段零星分布有第四系全新统（Q4）残坡积和洪积地层。厂区地层由老至新分述如下：

①侏罗系中统沙溪庙上亚组（J2S2）地层

岩性为紫红色、棕红色泥岩、砂质泥岩及灰紫色粉~细粒长石石英砂岩。岩相及厚度变化大，相互穿插尖灭情况多。

泥岩（包括砂质泥岩）：紫红色、棕红色，含少量灰绿色泥质团块、块状构造，新鲜岩石质较硬，但易于风化，风化后多碎裂。岩层上部网状风化裂隙发育，裂隙面多有泥质或少量石膏充填，风化岩石结构疏松、质软、多呈碎块状或土状。强风化带厚度一般1~4m，最大厚度可达7m以上。

砂岩：灰紫色、粉~细粒结构、厚层~巨厚层状，钙质胶结、致密坚硬，岩层一般较完整、风化轻微。裂隙以下列二组较发育：a.走向 $330^{\circ}\sim 345^{\circ}$ 、倾向北东、倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ；b.走向 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 、倾向南东、倾角 40° 。裂隙多为细小的剪切裂隙，局部有少量砂泥质充填。

该地层在调查区域范围内分布较广，在调查区域东部及耙蕉湾以西区域地表多有

出露，在调查区域西北一带则埋藏较深。

②第四系更新统冲洪积层（QPaL+PL）

为卵石层，卵石以岩浆岩、变质岩为主，亚圆形、微风化，一般粒径40~80mm，最大150mm以上。混多量圆砾、细砂及少量岩石碎屑和粘性土，所混物质不均一，局部夹砂层透镜体。砾石被砂泥质和钙质胶结呈半胶结情况，一般埋藏较深，仅耙蕉湾一带地表有出露。厚度变化一般2~10m，最大厚度大于15.75m。

③第四系更新统冰水堆积层（QPfgL）

主要由褐红色、黄褐色亚粘土，含较多的岩石碎屑、砾石及少量卵石所构成。局部以砾石、卵石或砂层为主，以透镜体或层状出现。亚粘土含砂粒，一般为稍湿~湿、中密、可塑，局部地段由于地下水的影响呈软塑状态。该层构成物质极不均一，包含物成分及粒径大小变化较大，所含岩石碎屑物质主要为泥岩及砂质泥岩碎屑，质软、手捏即碎。所含卵石和砾石以岩浆岩、变质岩为主，中~微风化，分选性差，卵石以亚圆形为主，一般粒径40~60mm，最大可达100mm以上，砾石以次棱角状为主。

该地层厚度大，分布较广，主要分布在调查区域西北部，其厚度变化受古冲沟原始地形所控制，一般东薄西厚、南薄北厚，厚度一般变化为14~23m，最大厚度大于27.85m。

④第四系全新统（Q4）地层

主要为残坡积层，为褐红色、紫红色粘性土含砂岩、泥岩碎屑，一般为可塑、稍密、湿，厚度0.50~2.00m不等，零星分布在砂岩、泥岩裸露地段及坡脚处。在地形低洼处及沟谷等地上部分多分布有洪水携带的风化泥岩碎屑及粘性土，物质不均一，带含有机质。残坡积层和洪积地层实际上无明显界线。

黄桷庄电厂建构筑物采用天然地基上的浅基础，以浅层相对性质较好的中风化泥岩为地基持力层。

3、区域水文条件

（1）地表水概况

宜宾市境内主要有金沙江、岷江和长江3条河流，主要水系分布见图3-2。其中金沙江离本项目距离最近且为本项目的受纳水体。金沙江位于项目调查地块的南面约1.5km，岷江位于项目调查地块的北侧约8.5km，长江位于项目调查地块的东面约10km。

金沙江：起于青海省、四川省交界处的玉树州直门达，从四川省宜宾市屏山县新

市镇至宜宾市区岷江口为金沙江下段，下段河长106公里。江水过新市镇转向东流，进入四川盆地，经绥江县、屏山县、水富县、叙州区安边镇等地。右岸汇入金沙江最后一条支流横江，再流28.5公里接纳小溪流马鸣溪进入宜宾市区，在宜宾市区流程12公里，过岷江口（三江口）始称长江（川江段）。金沙江屏山站多年平均流量达4610m³/秒，屏山站实测年最大径流量为1952亿m³（1954年），屏山站实测年最小径流量为1065亿m³（1942年）。

岷江：岷江为长江上游左岸一级支流，发源于岷山南麓松潘县郎架岭，由西北向东南流经四川盆地西部，于宜宾市合江门汇入长江，是长江流域水量最大的支流。高场水文站多年平均年径流量约为890亿m³，高场站干流实测最大流量分别是34100m³/秒（1961年），高场站实测历年最小流量为364m³/秒（1980年）。

长江：长江干流宜昌以上为上游，长4504公里，其中直门达至宜宾称金沙江，长3464公里；宜宾至宜昌河段习称川江，长1040公里。宜昌至湖口为中游，长955公里。湖口以下为下游，长938公里。其水资源总量9616亿m³，约占全国河流径流总量的36%，为黄河的20倍。区域主要地表水体分布见图3-2。



图3-2区域主要地表水体分布

(2) 地下水概况

项目所在区域翠屏区按地下水赋存地质条件、水力特征，区域地下水可分为第四系松散堆积砂砾卵石层孔隙水（Q）、红层浅层风化带裂隙水（J1-2z、J2s）、红层浅层风化带溶蚀孔洞水（J2sn、J3p、K2j）、砂页岩孔隙裂隙层间水（T3xj）四类，其富水性及相关特征分述如下：

①第四系松散堆积砂砾卵石层孔隙水（Q）

区内该类水地层包括第四系更新统（Qp）及全新统（Qh），主要分布于区域岷、金、长江两岸二级以上阶地，岩性为杏黄、橙黄色砂质粘土及粘土，富含细砂；下为砾卵石夹杏黄色砂质粘土，砾卵石成份以石英砂岩为主，粒径2~10cm，大者可达10~25cm，厚0~48m。单孔出水量50~500m³/d，个别可达1000m³/d及以上。水化学类型以HCO₃-Ca（Na）型为主，矿化度多为0.1~0.5g/L。

②红层浅层风化带裂隙水（J）

区内该类水地层包括侏罗系自流井组（J1-2z）及侏罗系沙溪庙组（J2s）。风化条件较好，沿层面、层理面常形成风化裂隙，构成风化带网状裂隙水，是区内分布最广的一种地下水。风化带裂隙水赋存于风化裂隙中，因此风化裂隙的发育程度及风化带的厚度是影响富水性的一个主要因素，该地层风化带厚度12~22m不等。单孔出水量<100m³/d，但宽谷地带富水性好，地下水位埋深通常为0.5~6.0m，单井出水量一般0.4~3.0m³/d。泉流量一般小于0.1L/s。水化学类型以HCO₃-Ca型为主，矿化度为0.1~0.55g/L，硬度一般小于0.35g/L。

③红层浅层风化带溶蚀孔洞水

区内该类水地层包括侏罗系遂宁组（J2sn）、侏罗系莱镇组（J3p）及白垩系夹关组（K2j）。该类地层沉积时代最晚，受构造影响不明显。部分区域泥岩段岩石组合单一，泥岩夹薄层透镜状粉砂岩，含钙质及膏盐较重，淋滤作用形成的针孔状、蜂窝状溶孔较发育。当风化裂隙与溶蚀裂隙发育贯通时，在宽谷洼地往往形成相对富水带，该地层风化带厚度15~28m。地下水位埋深一般0.5~7.0m，单井出水量0.4~3.5m³/d，部分地段溶蚀孔洞水单井出水量可大于30m³/d。水化学类型以HCO₃-Ca型为主，pH值一般6.4~7.5，矿化度可为0.1~600g/L，硬度一般小于0.4g/L。

④砂页岩孔隙裂隙层间水（T）

地层为须家河组（T3xj），岩性为砂、页岩。构造发育，且层间裂隙发育，延伸远，裂隙连通性好，为地下水赋存提供了有利条件。由于页岩中含薄层状细砂岩，为

相对隔水层，使隔水层、含水层相间存在。单孔出水量均大于 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，地下水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ （Na）为主，亦有 $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ 型，矿化度一般 $0.1\sim 0.3\text{g/L}$ ，局部地段矿化度值异常。宜宾市水文地质图见图3-3。

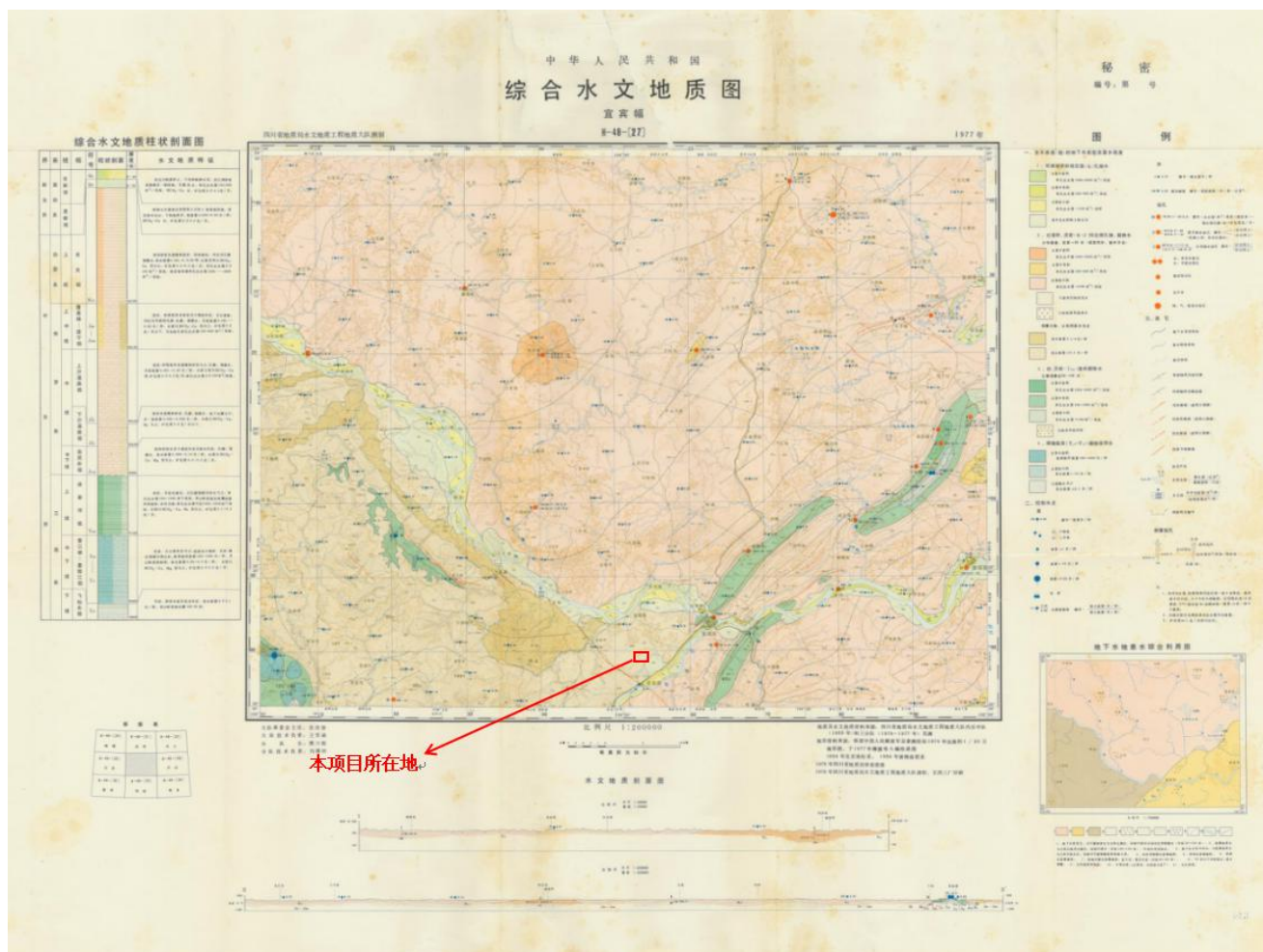


图3-3区域综合水文地质图

4、区域社会环境概况

2018年宜宾市全年地区生产总值（GDP）2026.37亿元，比上年增长9.2%。其中，第一产业增加值248.57亿元，增长3.6%；第二产业增加值1006.73亿元，增长9.9%；第三产业增加值771.07亿元，增长10.3%。三次产业对经济增长的贡献率分别为5.0%、57.2%和37.8%，三次产业结构调整为12.2:49.7:38.1。人均地区生产总值44604元，比上年增长3736元，增长8.7%。全市万元地区生产总值能耗比上年下降3.1%。

2018年宜宾市全年全部工业增加值889.91亿元，比上年增长9.8%。年末规模以上工业企业755户。全年规模以上工业增加值增长11.3%。分门类看，采矿业增长12.7%，制造业增长10.9%，电力、热力、燃气及水生产和供应业增长14.8%。分行业看，酒、饮料和精制茶制造业比上年增长6.9%，化学原料和化学制品制造业增长18.2%，化学纤

维制造业增长3.5%，电力、热力生产和供应业增加值增长14.4%，石油和天然气开采业增长26.3%。

2018年宜宾市国有建设用地供应总量2004公顷，比上年下降9.9%。其中，商品住宅用地310公顷，增长71.6%；商服用地31公顷，减少25.0%；工业仓储用地268公顷，下降54.0%；保障性住房用地39公顷，增长115.3%；其它各类基础设施用地1357公顷，下降3.3%。

2018年宜宾市中心城区空气质量达二级以上天数（即优良天数）260天，达标率72%；金沙江、岷江、长江宜宾段6个断面水质达标率为100%；中心城区功能区噪声昼间等效连续A声级为54.8dB，区域声环境质量总体水平良好。

3.1.3 场地内及周边环境概况

1、场地内土地利用历史

（1）土地利用类型变化：本调查场地位于四川省宜宾市翠屏区与叙州区交界处的金沙江北岸（宜宾市翠屏区翠柏大道），在黄桷庄电厂建设前，红线范围调查区域基本为农田和空地。

（2）调查企业历史变迁：

①黄桷庄电厂生产区：1991年开始正式建设、1994年投入运行至今生产区基本未发生功能性改变；

②调查区域外租地块（见图3-4中对应区域）。

外租区域场地变迁基本情况见表3-1。

表3-1 外租区域场地变迁基本情况表

地块命名	企业名称	主要产品	生产时间	变迁前用途	调查阶段	本次效果评估阶段
1#	四川省宜宾元亨实业有限公司（宜宾县鸿康气体有限公司）	空分制氧；氧气、氩气、氮气、二氧化碳分装	2003年～至今	预留空地	正常运行	已停止运营并搬迁
2#	当地路桥公司	水泥预制板	2018年～至今	堆煤场	正常运行	正常运行
3#	宜宾市宇海运业有限公司（宜宾申己汽车维修有限公司）	汽车维修	2008年～2018年	预留空地	停止运行搬迁	已搬迁
4#	宜宾中旭环保建材开发有限公司	灰渣砖、粉煤灰磨制	2006年～2012年	预留空地	正常运行	已停止运营并搬迁
		钢材存放；废旧金属破碎；废旧塑料存放；沙石	2012年～至今			

地块命名	企业名称	主要产品	生产时间	变迁前用途	调查阶段	本次效果评估阶段
		存放：水泥预制板、塑钢瓦生产				
5#	宜宾川渝石化销售有限公司	燃油油库	2002年~2018年	黄桷庄电厂油库	停止运行	已停止运营并搬迁
6#	蜀达环保科技有限公司 (宜宾永钢汽车修理厂)	石灰粉生产 汽车维修	2006年~2014年 2006年~至今	预留空地	正常运行	已停止运营并搬迁
7#	四川省宜宾元亨实业有限公司 (混凝土砌块砖)	混凝土砌块砖 违章废旧车辆暂存	2005年~2013年 2015年~至今	预留空地	停止运行	已停止运营并搬迁
8#	四川省宜宾元亨实业有限公司 (建中驾校)	汽车教练场	2014年~至今	预留空地	正常运行	已停止运营并搬迁
9#	四川省宜宾元亨实业有限公司 (志意粉煤灰有限公司)	粉煤灰磨制	2008年~2018年	临时煤灰堆场	停止运行	已停止运营并搬迁



图3-4调查区域外租地块分布图



本次调查场地位于四川省宜宾市翠屏区与叙州区交接处的金沙江北岸（宜宾市翠屏区翠柏大道），厂区周围1km范围内无饮用水源保护区（中心城区饮用水水源地菜坝镇位于岷江上游翠屏区菜坝镇花岩河段；普安水厂位于本项目上游的金沙江叙州区菜坝镇周坝村河段）。调查场地周围1km范围内敏感目标分布情况见表3-2和图3-6所

18

序号	敏感点名称	方位	与本场地边界距离	敏感目标类型
13	天池公园	东南	约370m	重要公共场所
14	塞纳国际	东南	约840m	居民区
15	天池村居民区	南	约740m	居民聚集区
16	宜宾市工人医院	南	约750m	医院
17	农生村居民区	南	约790m	居民聚集区
18	下糖坊居民区	南	约890m	居民聚集区
19	黄桷庄小学	南	约680m	学校
20	成中皖宜小区	南	约100m	居民区
21	上锦美城	南	约130m	居民区
22	福园社区一小区 (含英伦庄园、智力幼儿园)	南	约300m	居民区、学校
23	方圆中汇城(含中升小区)	西南	约150m	居民区
24	春和花园	西南	约460m	居民区
25	兴旺家园(含金苗幼儿园)	西南	约450m	居民区、学校
26	蓝天花园(含宏基小区)	西南	约550m	居民区
27	上糖坊居民区	西南	约750m	居民聚集区
28	爱心幼儿园	西南	约950m	学校
29	宜宾南站(火车站)	西南	约570m	重要公共场所
30	尚城邻寓	西南	约600m	居民区
31	万兴花园	西南	约600m	居民区
32	天福北苑	西南	约650m	居民区
33	大诚小区	西南	约740m	居民区
34	福园社区二生活区	西南	约860m	居民区
35	天福花苑(含新星幼儿园)	西南	约930m	居民区、学校
36	翠柏小区	西南	约900m	居民区
37	金城印象	西南	约890m	居民区
38	福乐苑	西	约120m	居民区
39	四川省宜宾县第二中学校	西	约170m	学校
40	寅吾阳光	西	约540m	居民区
41	经典柏悦府	西	约690m	居民区
42	北新国际(含金江丽城)	西	约760m	居民区
43	宜宾达康医院	西北	约820m	医院
44	宜宾妇女儿童医院	西	约820m	医院
45	城中央居民聚集区(含行知蒙氏双语幼儿园、奥园、毕加索庄园、城中央、培根小镇)	西北	约400m	居民区、学校
46	美好家园	西北	约880m	居民区
47	宜宾龙文实验学校	西北	约740m	学校
48	拉菲好望山	西北	约830m	居民区
49	兴联家园	北	约880m	居民区
50	星河·德福名城	北	约560m	居民区
51	一曼公园	西北	约670m	重要公共场所

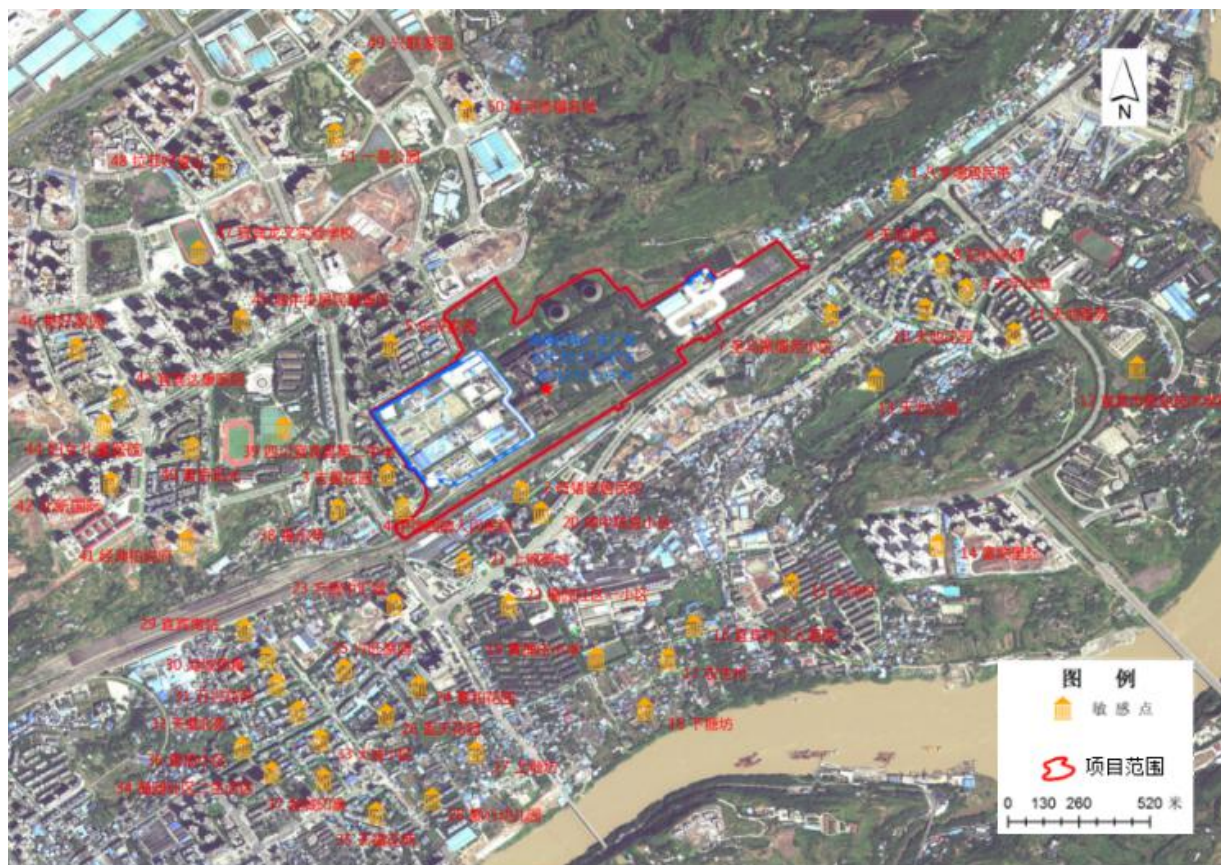


图3-6场地周边敏感目标示意图

3、场地内地下水利用情况

据现场调查走访，黄桷庄电厂主厂区停产前工业和生活用水均取自于金沙江，2014年主厂区停产至2018年上半年为过渡期，2018年下半年生活用水开始使用市政供水，主厂区无地下水水井。外租区域有2口地下水井用作生产用水，分别位于志意粉煤灰有限公司和蜀达环保科技有限公司，建井深度约为35m及100m，均为承压水。

4、场地内水文地质概况

由宜宾市水文地质图（图3-3）可知：调查区域地下水为松散堆积砂砾石层（Q）孔隙水，主要为基本无水的粘土砾石层和“单孔出水量 $<100\text{m}^3/\text{昼夜}$ ”的水量较小区域。

根据地质勘查报告可知：调查区域第四系地层厚度大、分布广，但多为亚粘土含岩屑及砾卵石，含水微弱，为弱透水层，勘测期间所见水位多属上层滞水，相互之间缺乏水力联系。而卵石层含水比较丰富，地下水类型为潜水。在砂泥岩分布地段，地下水为裂隙水，含水量不丰富。地下水补给来源主要靠大气降雨，地下水动态随降雨和季节变化明显。场地调查区域土壤发育较薄（0.5~2m），大部分区域土壤厚度小于1m，与对照点土壤发育厚度相似，整体北面发育厚度大于南面，西面厚度大于东面；场地调查区域西侧N22、N29地质勘查钻孔显示该区域存在古冲沟，土壤下层有卵石

层，其他钻孔N23、N24、N30、N31土壤厚度均小于1m，土壤下为基岩。

黄桷庄电厂在原有地貌上通过部分切削、回填和平整形成了目前的314m、309m、304m、296m（均为黄海高程）4个平台，台面平整开阔，呈带状延伸，带宽为80~100m。

根据场地现场调查及专业判断可知：调查区域土壤类型为紫色土。

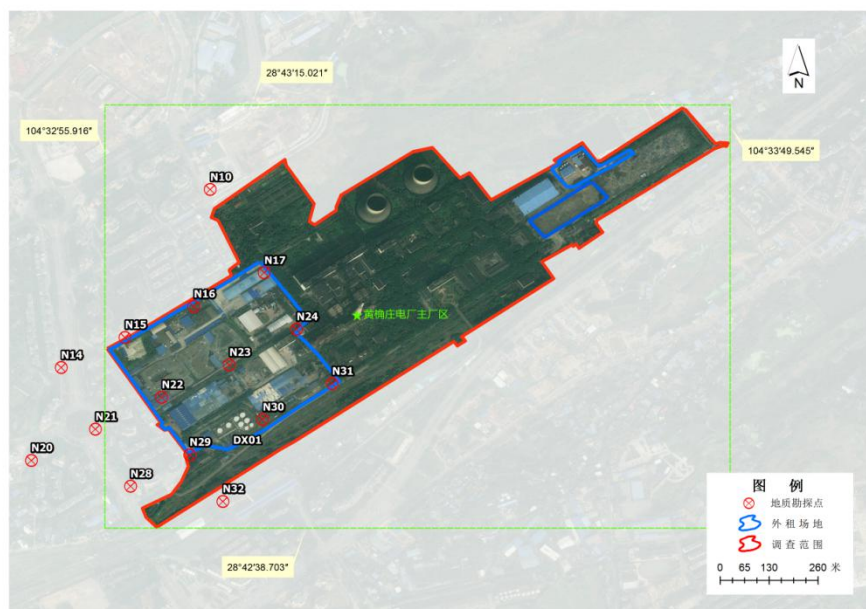


图3-7地质勘查报告中地勘点位分布图

3.1.4修复地块用地规划

根据2017年11月宜宾市住房和城乡建设局编制的《宜宾天柏组团天池——中坝区域控制性详细规划修编》中的土地利用规划图，调查区域被规划为二类居住用地、中小学用地及公园绿地等，土地利用规划见图3-8。

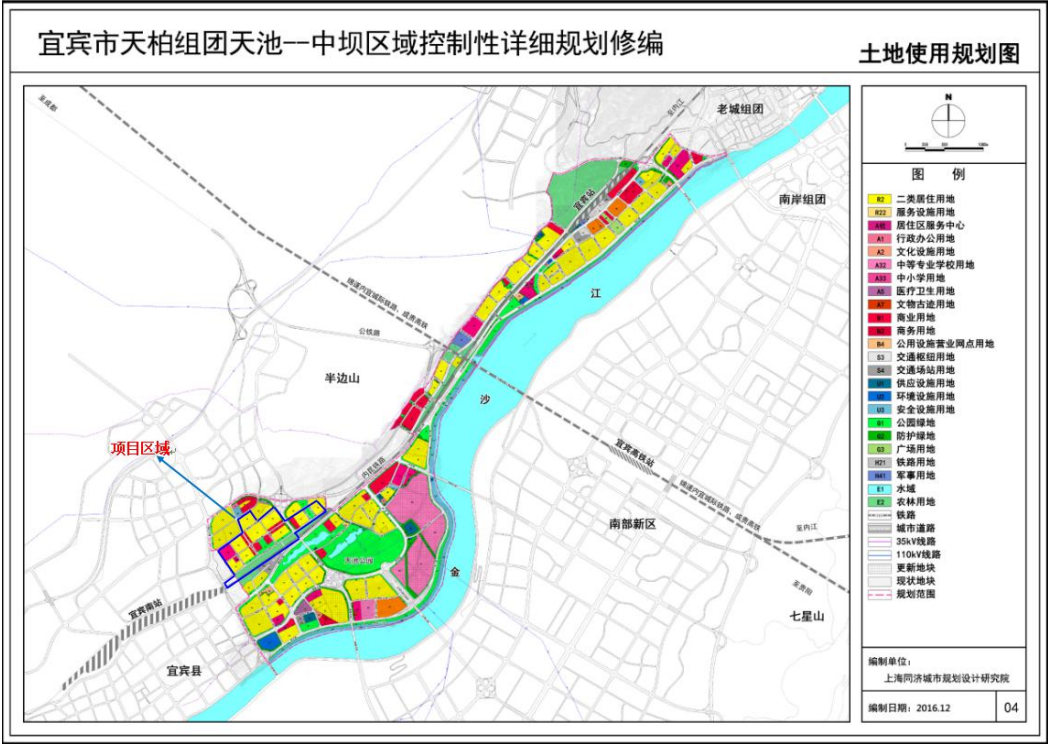


图3-8场地及周边区域土地利用规划

3.2 场地环境调查评估结论

3.2.1 场地详细调查结果

1、土壤调查结果

本次详细调查场地内共布设338个土壤监测点，初步调查场地内布设86个土壤监测点，场地内合计土壤点位424个，合计土壤样品数为554个。场地外对照点12个，对照点样品数为31个，监测项目涵盖《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）表1基本项目（45项）、水溶性氟化物、石油烃（C₁₀-C₄₀）及多氯联苯。布点密度满足《建设用地土壤环境调查评估技术指南》要求，主要结论如下：

1）本项目场地外对照点土壤pH值范围为4.84~8.24，整体偏酸性；土壤中六价铬、挥发性有机物、半挥发性有机物（2-氯酚除外）均未检出。

2）本项目场地内土壤监测点pH值范围为2.73~11.20，整个调查区域大部分地块偏碱性，小部分偏酸性的区域主要集中于翻车间、堆煤场（含备用煤场）、干煤棚区域。

3）本项目场地内土壤中六价铬未检出，多氯联苯未检出；苯系物及多环芳烃部分点位检出，基本位于石油烃（C₁₀-C₄₀）浓度较高的区域，具有较强的关联性。场地土壤中挥发性有机物、半挥发性有机物、六价铬、镉含量均未超过《土壤环境质量建设

用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地风险筛选值；水溶性氟化物含量未超过《场地土壤环境风险评估筛选值》（DB50/T723-2016）中居住用地筛选值。

4）本项目场地内土壤中铜、镍、铅、砷含量的最大值均超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地风险筛选值，低于对应的风险管控值；汞、石油烃（C₁₀-C₄₀）含量的最大值均超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地风险管控值。汞、砷、铅、镍、铜及石油烃（C₁₀-C₄₀）为本项目场地的关注污染物。

5）本项目场地内土壤中铅共有3个点位超过风险筛选值0.035倍~0.128倍，其中TR346及TR484位于元亨公司混凝土砌块砖及违章报废车辆停放区域，TR472位于启动锅炉房南侧空地。TR346为0-20cm表层超标，TR472及TR484为20-60cm深层超标。TR484表层0-20cm及超标点位附近TR478深层20-60cm、TR482表层0-20cm土壤中铅含量相对较高。

6）本项目场地内土壤中共有汞3个超标点位，均位于元亨公司混凝土砌块砖及违章报废车辆停放区域，其中TR482、TR500超过风险筛选值2.15倍~2.45倍，TR346超过风险管控值1.9倍，3个点位均为表层0-20cm超标。超标点位附近加密点位TR347、TR481表层0-20cm土壤中汞含量相对偏高。

7）本项目场地内土壤中铜超标点位TR113位于启动锅炉房旁的绿化地，超过风险筛选值0.185倍，为表层0-20cm超标，该点位附近加密点位及下层点位土壤中铜含量未见异常。

8）本项目场地内土壤中镍共有3个点位（TR195、TR190、TR148）超过风险筛选值1.11倍~2.45倍，均为0-20cm表层超标。其中TR190和TR195位于堆煤场及附近，其周边加密点位土壤中镍的浓度水平与对照点相当，未出现异常；TR148位于钣金车间靠近冷却塔一侧的裸露地面，周边加密点位土壤中镍含量未出现异常。

9）本项目场地内土壤中砷共有9个点位（TR273、TR113、TR271、TR484、TR258、TR256、TR474、TR270、TR263）超过风险筛选值0.015倍~0.585倍，除TR484为0-20cm、20-60cm两层超标外，其他点位均为0-20cm表层超标。砷超标区域主要位于志意粉煤灰公司及原黄桷庄电厂灰渣专业公司煤灰生产加工区域。结合粉煤灰及煤渣固废样品的分析结果可知，砷在煤渣、煤灰中有较高浓度，通过无组织颗粒物扩散及运输沿途物料抛洒，可能会造成周边区域表层土壤污染。

10) 本项目场地内土壤中石油烃 ($C_{10}-C_{40}$) 共有20个点位超过风险筛选值或风险管控值, 主要集中于主变压器区域 (TR01、TR02、TR03、TR04、TR05、TR06、TR07、TR08、TR10、TR23、TR24、TR28、TR43、TR44) 及外租申己汽修厂 (TR343、TR449、TR451、TR453、TR454), TR281为孤立区域点位。超过风险筛选值的点位共有13个, 超标倍数为0.38倍~5.03倍。其中8个点位仅0-20cm表层超标, TR24为0-20cm、20-60cm、60-100cm三层超标, TR23为20-60cm超标, TR44为20-60cm超标, TR281为0-20cm表层超标, TR07为20-60cm超标。超过风险管控值的点位合计9个, 超标倍数为0.59倍~3.38倍。其中TR01、TR03、TR04、TR05、TR06、TR07、TR28位于主变压器区域, 均为表层0-20cm超标; TR281位于灰渣公司南侧绿化带, 为20-60cm、60-100cm两层超标; TR453位于申己汽修厂, 为0-20cm表层超标。石油烃 ($C_{10}-C_{40}$) 超标主要与主变压器区域变压器油抛洒泄露、申己汽修厂区域汽车维修机油及含油废水排放浸入周边土壤或硬化裂缝有关。

11) 本次场地调查结果未见启动锅炉房漏油事故区域土壤石油烃 ($C_{10}-C_{40}$) 超标。

2、地下水调查结果

场地内共布设17口监测井, 其中自建15口, 利用既有2口, 自建监测井中有4口未见出水, 最终地下水监测布点13个。监测因子为pH、石油类、重金属, 部分点位加测挥发性有机物、多氯联苯、多环芳烃。主要结论如下:

1) 多氯联苯、多环芳烃、挥发性有机物均未检出。

2) pH、多氯联苯、多环芳烃、挥发性有机物、镉、铜、镍、铅、汞、砷、锌符合《地下水环境质量标准》(GB/T14848-2017) III类水质标准要求。

3) 本次场地调查期间未见黄桷庄电厂的生产活动造成地下水异常。

3、沉积物及固体废物调查结果

①沉积物

场地内共布设了4个沉积物点位, 合计样品4个, 4个样品均分析无机项目, 其中3个样品加测石油烃 ($C_{10}-C_{40}$)、挥发性有机物和半挥发性有机物, 主要结论如下:

1) 沉积物样品pH范围为7.85~8.57, 其中六价铬、挥发性有机物及半挥发性有机物均未检出, 镉、铜、汞、石油烃 ($C_{10}-C_{40}$) 监测结果均低于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018) 第一类用地风险筛选值。

2) DN01 (水淬渣池沉积物) 中砷含量高于风险筛选值0.71倍, DN04 (废旧金属

回收车间清洗水池沉积物) 中铅含量高于风险管控值2.86倍, 砷含量高于风险筛选值1.28倍, 而锌含量高达 $3.93 \times 10^4 \text{mg/kg}$ 。

②固体废物

场地内共布设6个固废监测点, 监测因子为pH(腐蚀性)、氟化物、六价铬和重金属, 主要结论如下:

1) GF06(堆煤场煤渣) 中pH值为4.14, 偏酸性, 可能与煤中含硫矿物有关, 与土壤监测pH酸性区域的空间分布密切相关。

2) GF03(煤灰库粉煤灰)、GF06(堆煤场煤渣) 中砷含量较高(高于土壤风险筛选值); 砷含量煤灰高于煤渣, 主要由于高温燃烧过程导致了重金属的浓缩。

3) GF07(废旧金属破碎车间清洗废渣) 中锌含量达 $3.34 \times 10^3 \text{mg/kg}$, 该样品中其他金属铅、镍及类金属砷的含量也较高, 与该点位对应的沉积物监测结果吻合。

4) GF04(水淬池旁水淬渣) 铅浓度为 381mg/kg , 该样品其他金属锌、镍也有较高浓度水平。

5) GF01(汽轮机组车间管道不明结晶固体) 中镍含量具有较高水平(高于土壤风险筛选值), 同时总铬含量也较高(327mg/kg), pH(腐蚀性)为2.51, 推测该固体可能为酸性废气在烟道中的结晶产物。

6) 固体废物与场地内土壤中氟化物浓度水平相当, 均无异常。

4、废水调查结果

场地内共布设13个废水监测点, 监测因子为pH、石油类和重金属, 主要结论如下:

1) FS08(干煤棚紧邻西侧输煤泵房积水池) 点位pH、FS13(汽轮机组车间废水池) 点位铜、FS12(废旧金属破碎车间清洗废水沉淀池) 点位锌监测值超过《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准要求。

2) FS12点位废水中铅、镍等重金属也明显高于其他点位, 与该点位对应的固体废物及沉积物监测结果吻合。

3) 石油类超标废水均为水面存在浮油的水池, 包括FS05(灰浆泵房浆液池)、FS08(干煤棚紧邻西侧输煤泵房水池)、FS09(冷却水循环泵房水池) 和FS13(汽轮机组车间废水池), 超过《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准3.52倍~133倍。

3.2.2风险评估结果

(1) 0~6岁儿童在该场地上生活/活动可能引起血铅浓度平均值约为 $60\mu\text{g/L}$ ，最大值为 $81\mu\text{g/L}$ ，低于《儿童高铅血症和铅中毒分级和处理原则（试行）》分级办法的血铅限值要求；土壤污染导致该区域未来居住儿童血铅浓度超过 $100\mu\text{g/L}$ 的概率约为13.8%，高于国际上普遍控制的5%，风险不可接受，需要对本场地土壤中的铅进行修复。

(2) 镍的非致癌危害主要暴露途径为经口摄入土壤及吸入土壤颗粒，石油烃的非致癌危害主要暴露途径为经口摄入土壤和皮肤接触土壤，铜、砷、汞的非致癌危害主要暴露途径均为经口摄入土壤；镍的致癌风险主要暴露途径为吸入土壤颗粒，砷的致癌风险主要暴露途径为经口摄入土壤。

(3) 镍、铜、砷、汞、石油烃危害商均大于1，非致癌风险不可接受，镍、砷致癌风险大于 10^{-6} ，致癌风险不可接受，需要开展镍、铜、砷、汞、石油烃的场地修复工作。

(4) 本项目场地铜、镍、砷、汞、铅、石油烃（ $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ ）的修复目标值分别为 2000mg/kg 、 150mg/kg 、 20mg/kg 、 8mg/kg 、 400mg/kg 和 826mg/kg 。

3.2.3 调查报告确认修复范围

1、修复范围的划定原则

为准确计算修复工作量，方便修复施工，修复范围应该分区、分层、分污染物进行划定。由于国家风险评估导则未对修复范围划定原则进行说明和规定，本次风险评估参照《广州市工业企业场地环境调查、修复、效果评估文件技术要点》（穗环办[2018]173号）及本项目的实际情况，确定本项目土壤修复范围的划定原则如下：

(1) 若超修复目标值点位靠近调查范围边界或沟渠、堡坎等，则以此为边界划定修复范围。

(2) 重金属监测点位布设较密和均匀，采用插值的方法能够较好的代表污染的实际状况，因此重金属污染范围采用GIS插值算法（反距离权重法）划定修复范围。

(3) 石油烃加密布设点位主要位于初查工作中污染识别的重点区域，以及详查阶段发现的存在油污痕迹的区域，为了避免过度修复，因此石油烃选择在重点区域内采用GIS插值算法（反距离权重法）划定修复范围。

石油烃超标的重点区域现场调查油污痕迹明显，共涉及三个独立的污染区，分别为主变压器区域、申己汽修厂区域、灰渣专业公司南侧绿化带区域。主变压器区域石油烃污染主要为抛洒泄漏，西、北、东侧厂区硬化道路硬化完好无明显油污痕迹，南

侧为汽轮机组车间围墙且车间硬化完好未见明显油污痕迹，因此将该区域西、北、东侧厂区硬化道路内侧及南侧围墙划定为修复范围插值边界；灰渣专业公司南侧绿化带区域石油烃污染主要为油桶洒漏，其南侧边缘紧靠厂区堡坎，北侧厂区道路硬化完好，该点位东、西两侧加密布设了2个监测点位（TR440及TR441）且石油烃均未超过筛选值，因此将该区域南侧堡坎、北侧厂区道路内侧及TR440、TR441划定为修复范围插值边界；申己汽修厂石油烃污染主要为机修油污废水沿硬化层破裂处侵入污染土壤，厂区大部分区域硬化完好，因此将该区域四周厂界围墙作为修复范围插值边界。重点区域边界均为现场RTK打点确定。

（4）特别说明：本场地土壤修复体积是以场地去除表层混凝土后作为计算的起始地面，且不包括堆积在场地上的，已被拆毁的建筑物的砖、石灰和水泥等建筑垃圾以及其他固废残余物。应该将建筑垃圾、表层混凝土、其他残余固体废物安全处理后，开始测量和计算土方量。

2、建议修复范围

根据以上原则确定本项目的修复范围、方量，按污染物种类划分的修复范围图（含拐点）见图3-9至3-18。

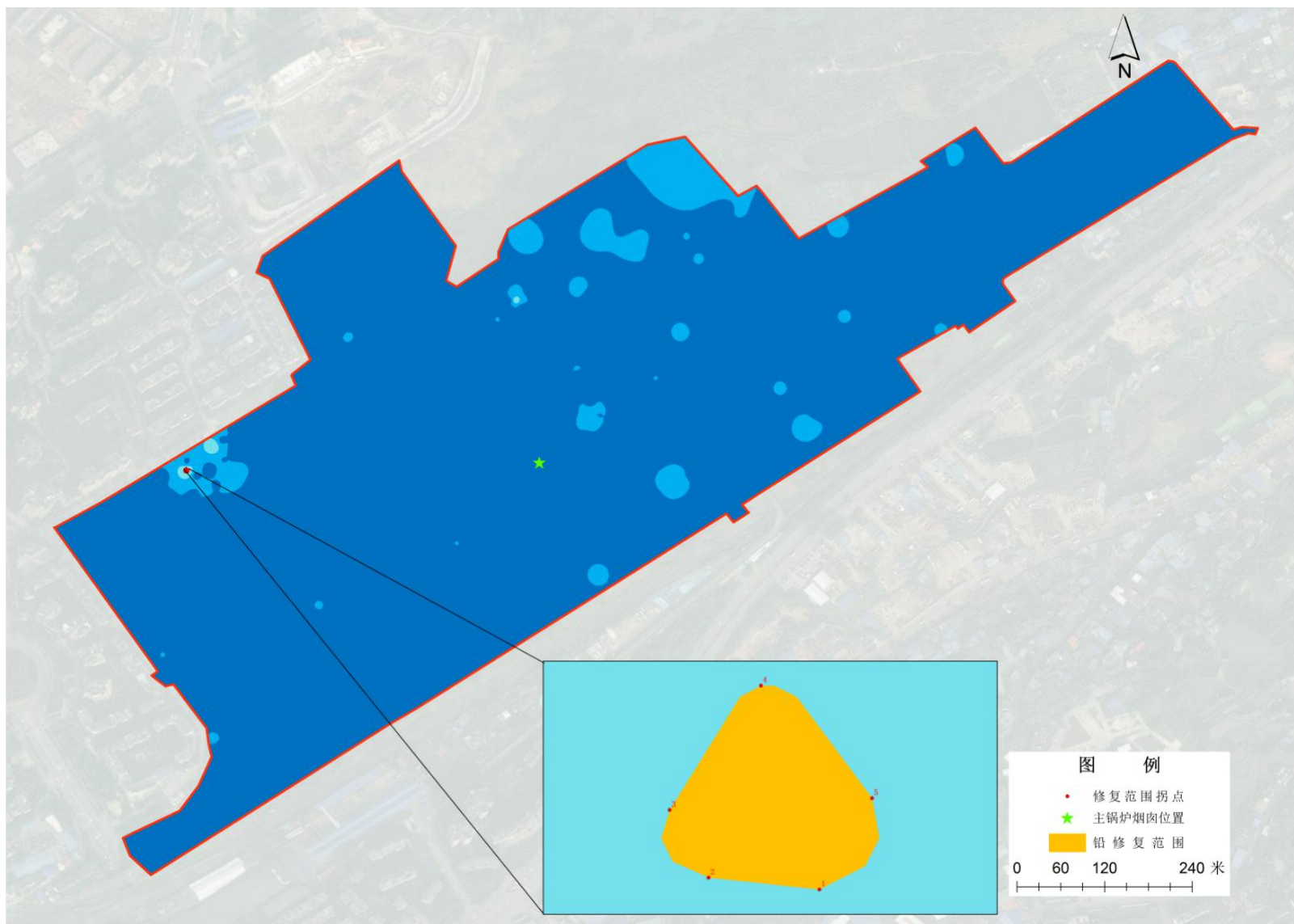


图3-9铅0-20cm土壤层修复范围图

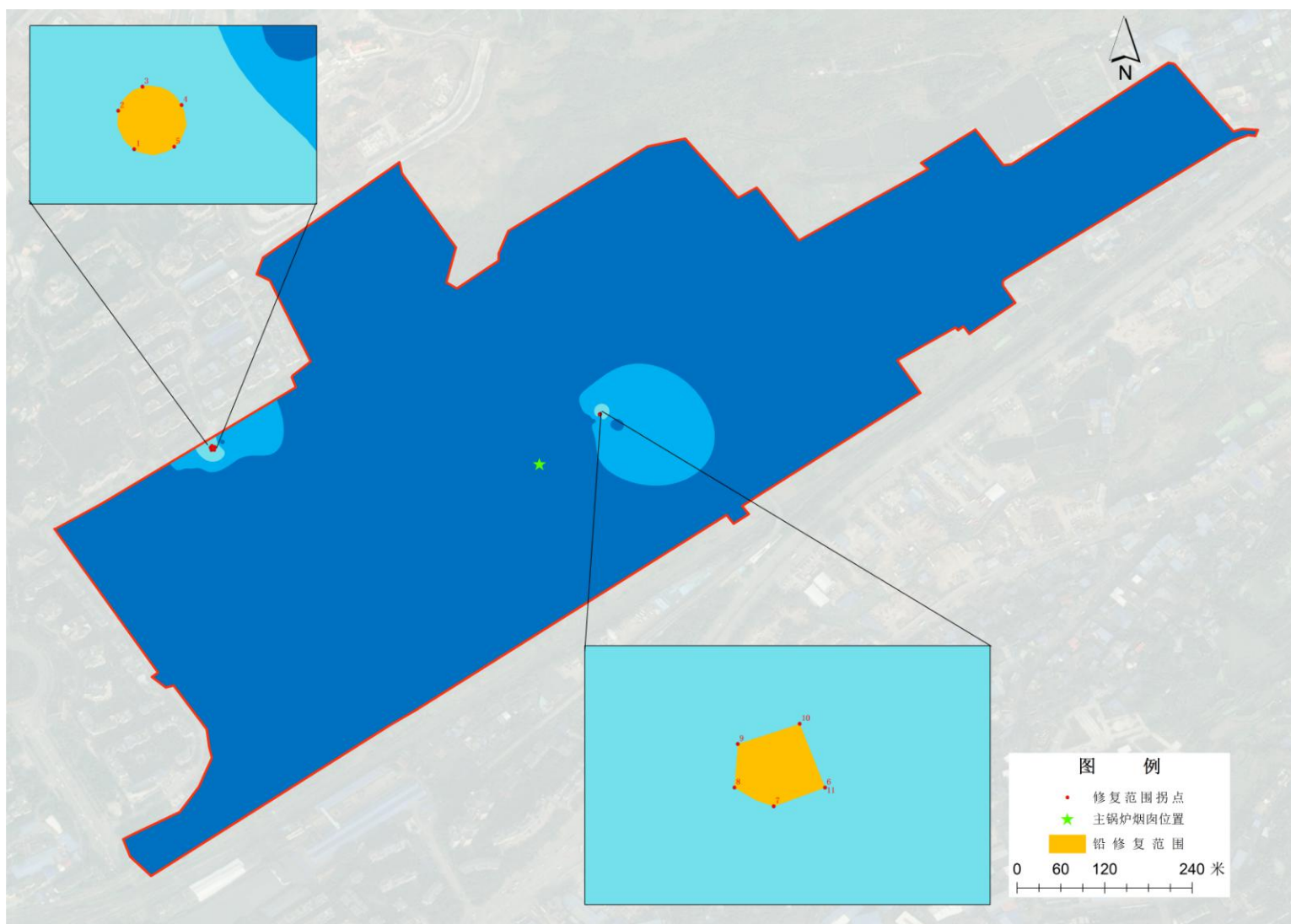


图3-10铅20-60cm土壤层修复范围图

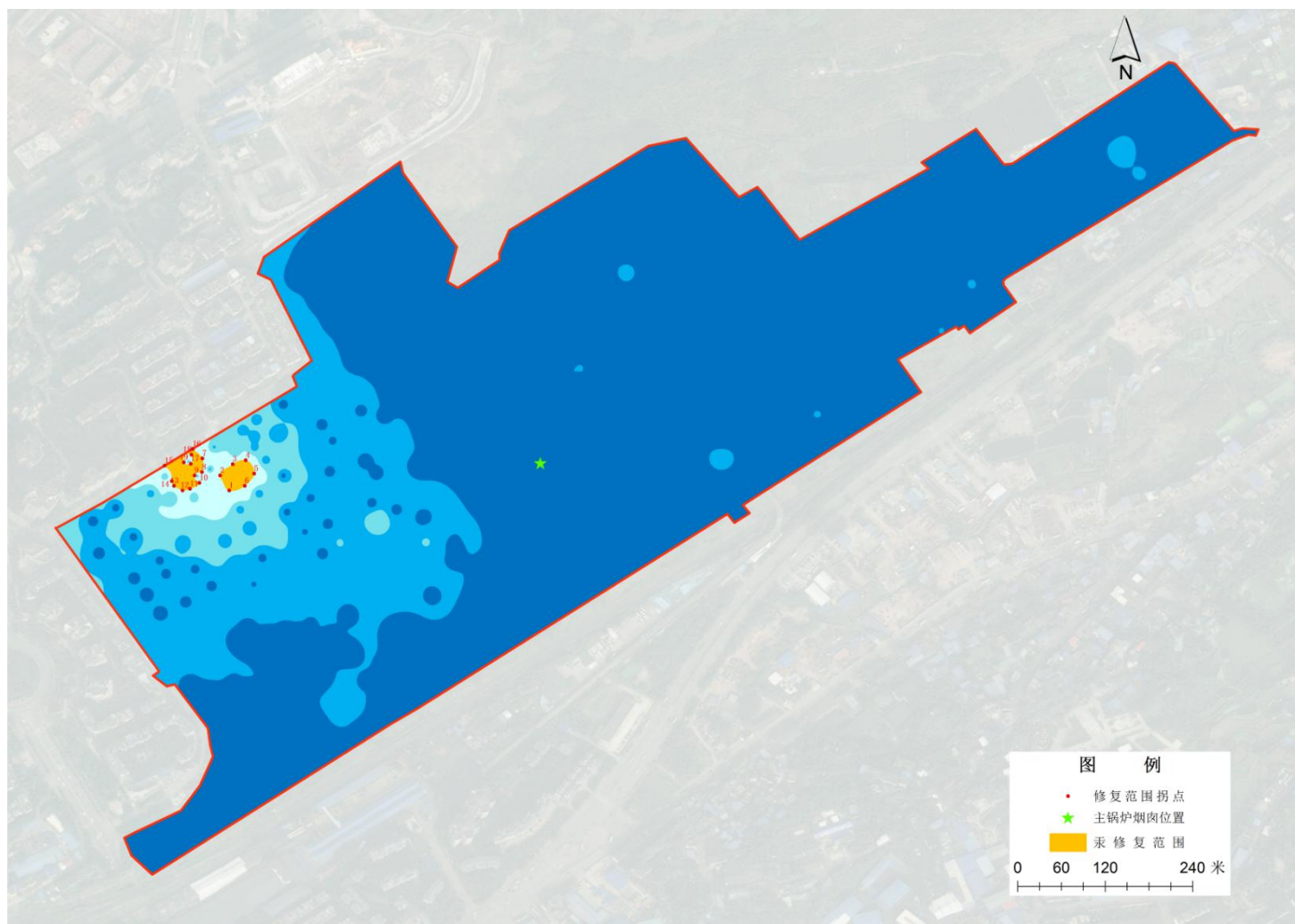


图3-11汞0-20cm土壤层修复范围图

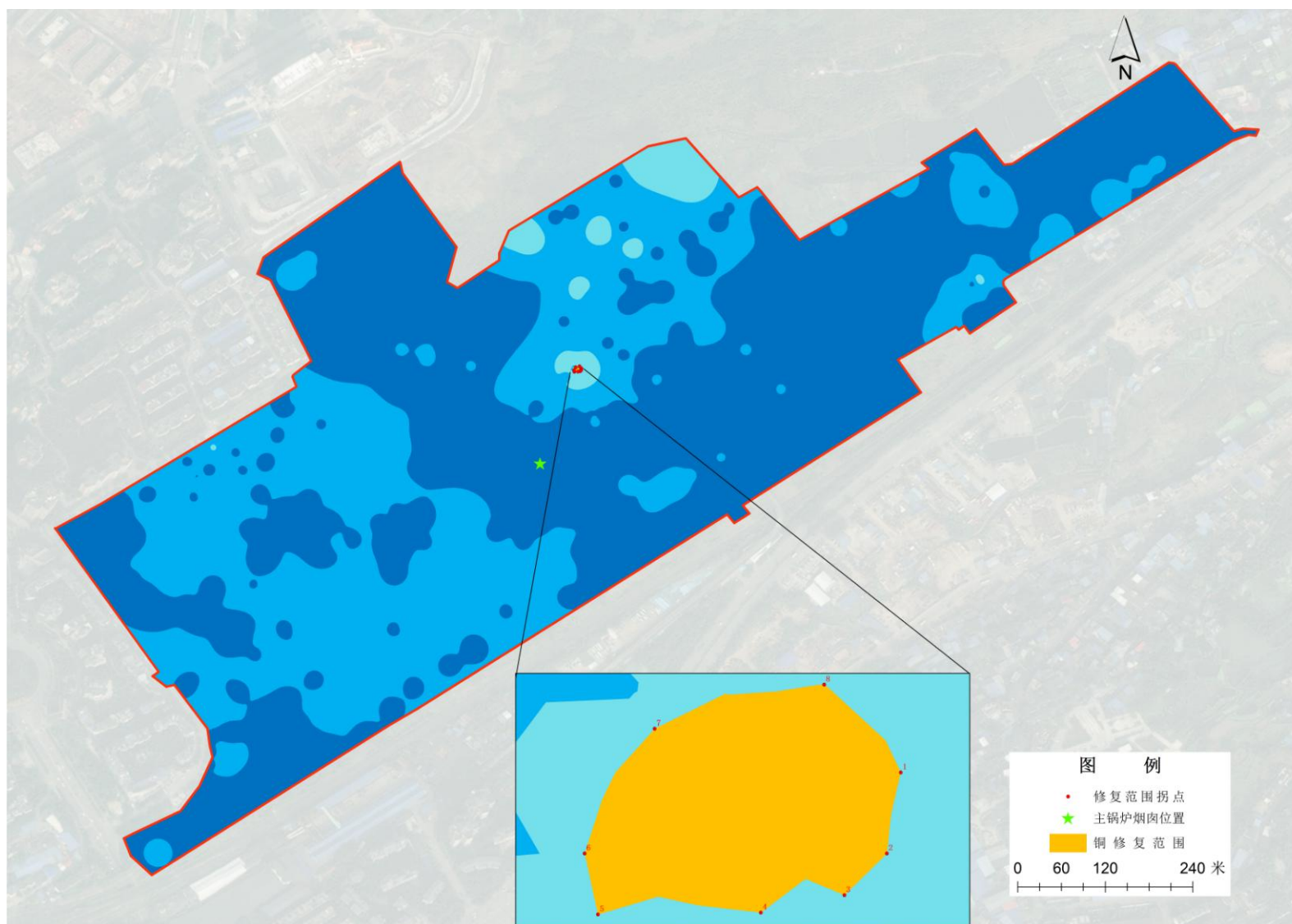


图3-12铜0-20cm土壤层修复范围图

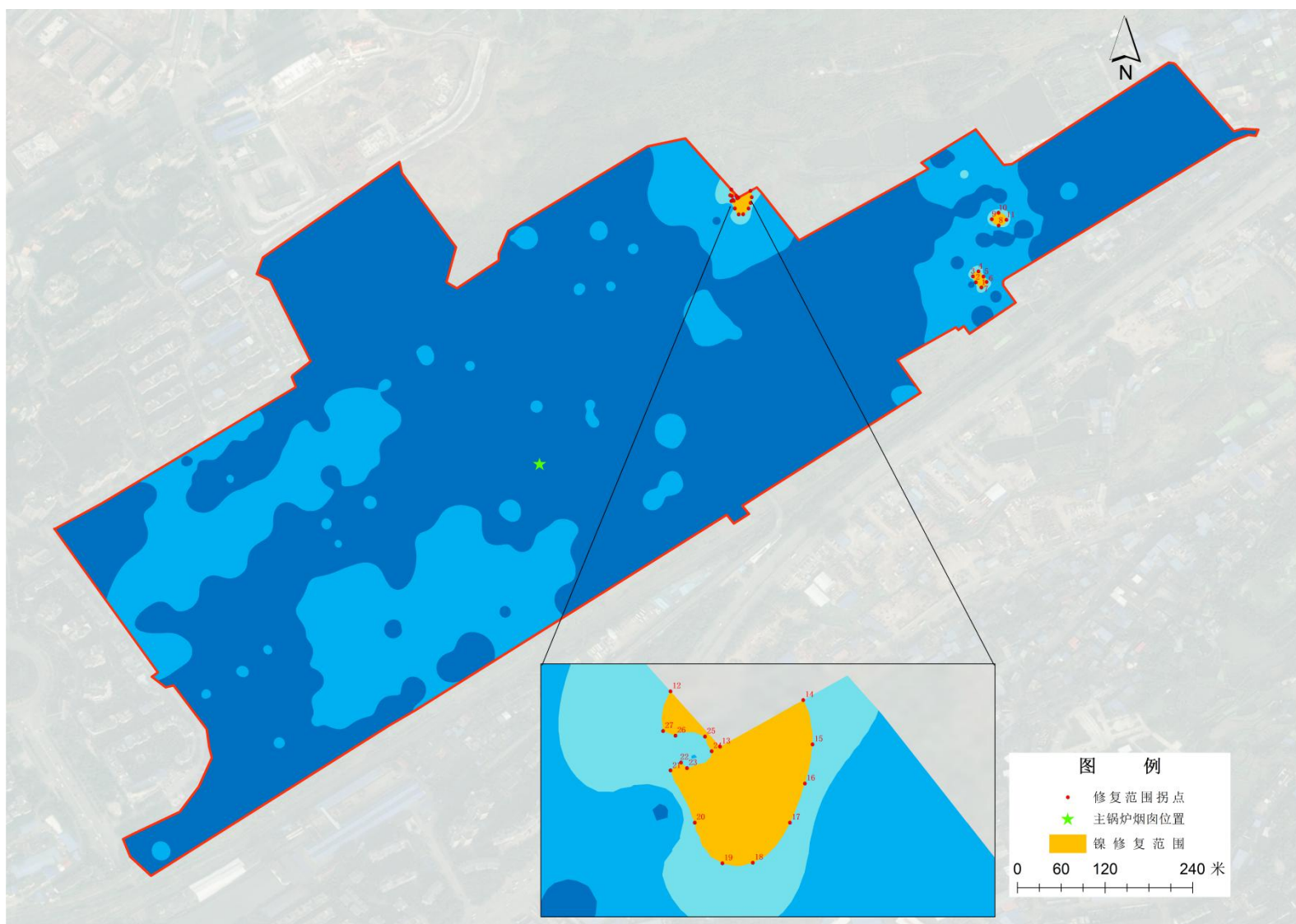


图3-13镍0-20cm土壤层修复范围图

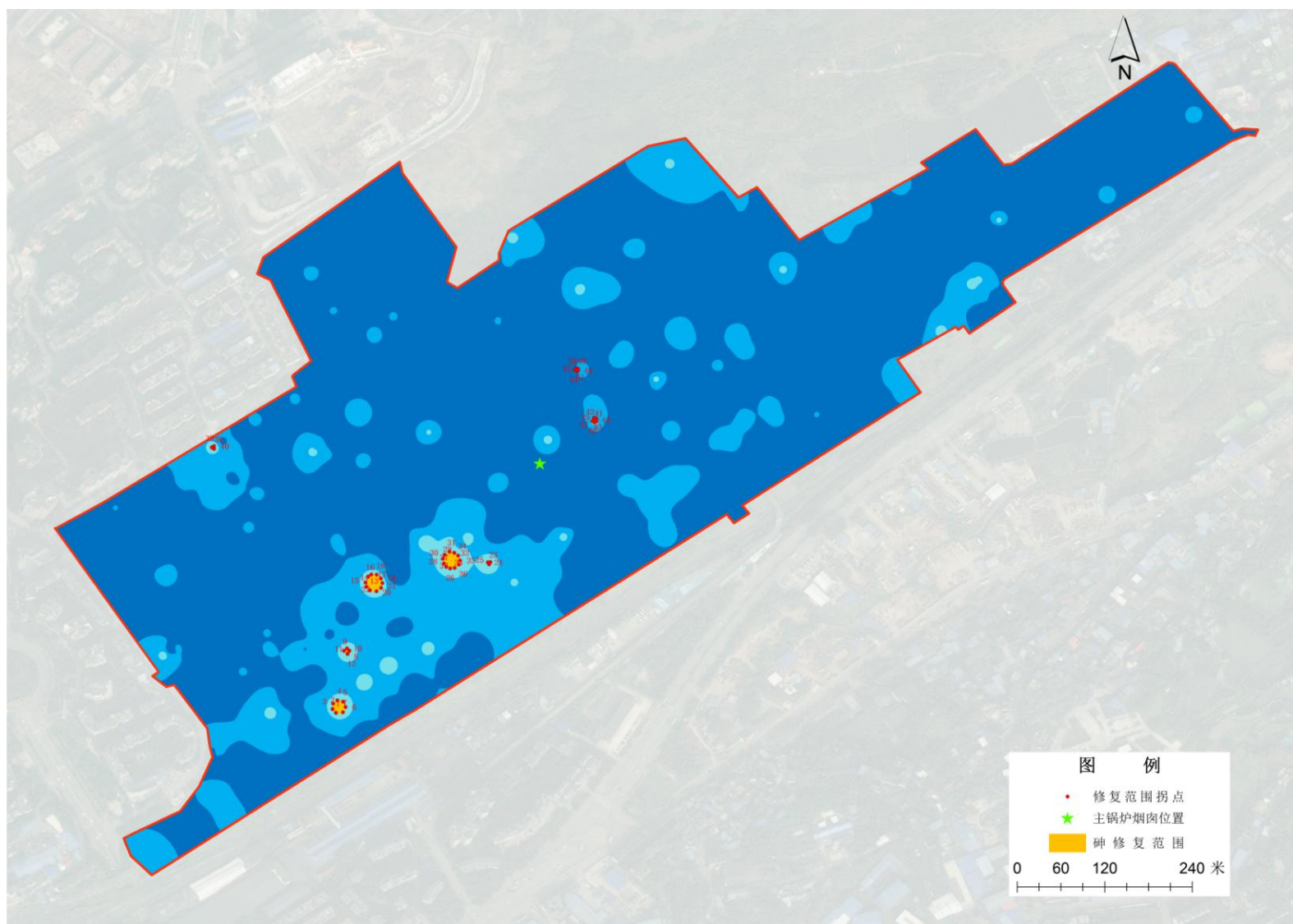


图3-14砷0-20cm土壤层修复范围图

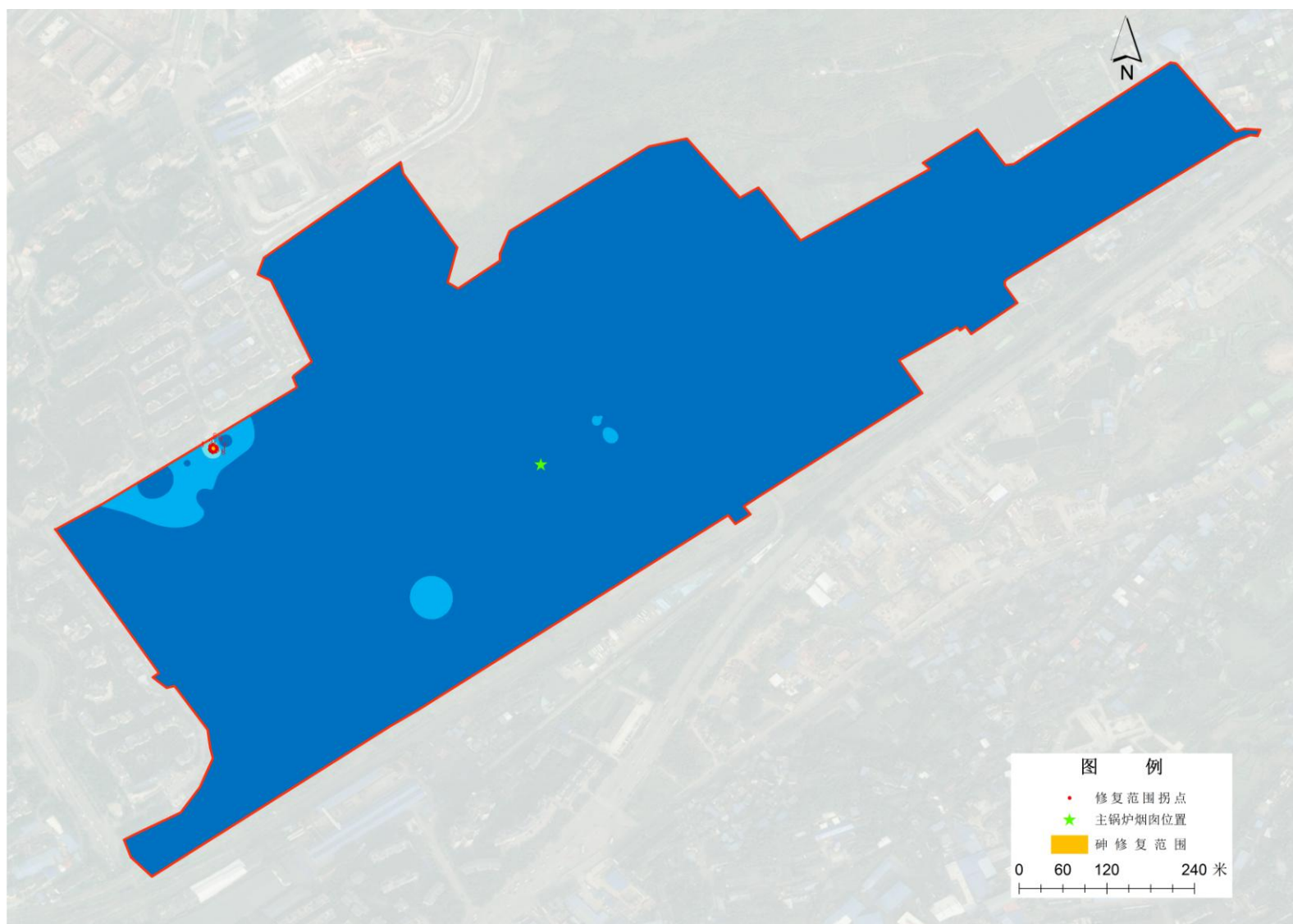


图3-15砷20-60cm土壤层修复范围图

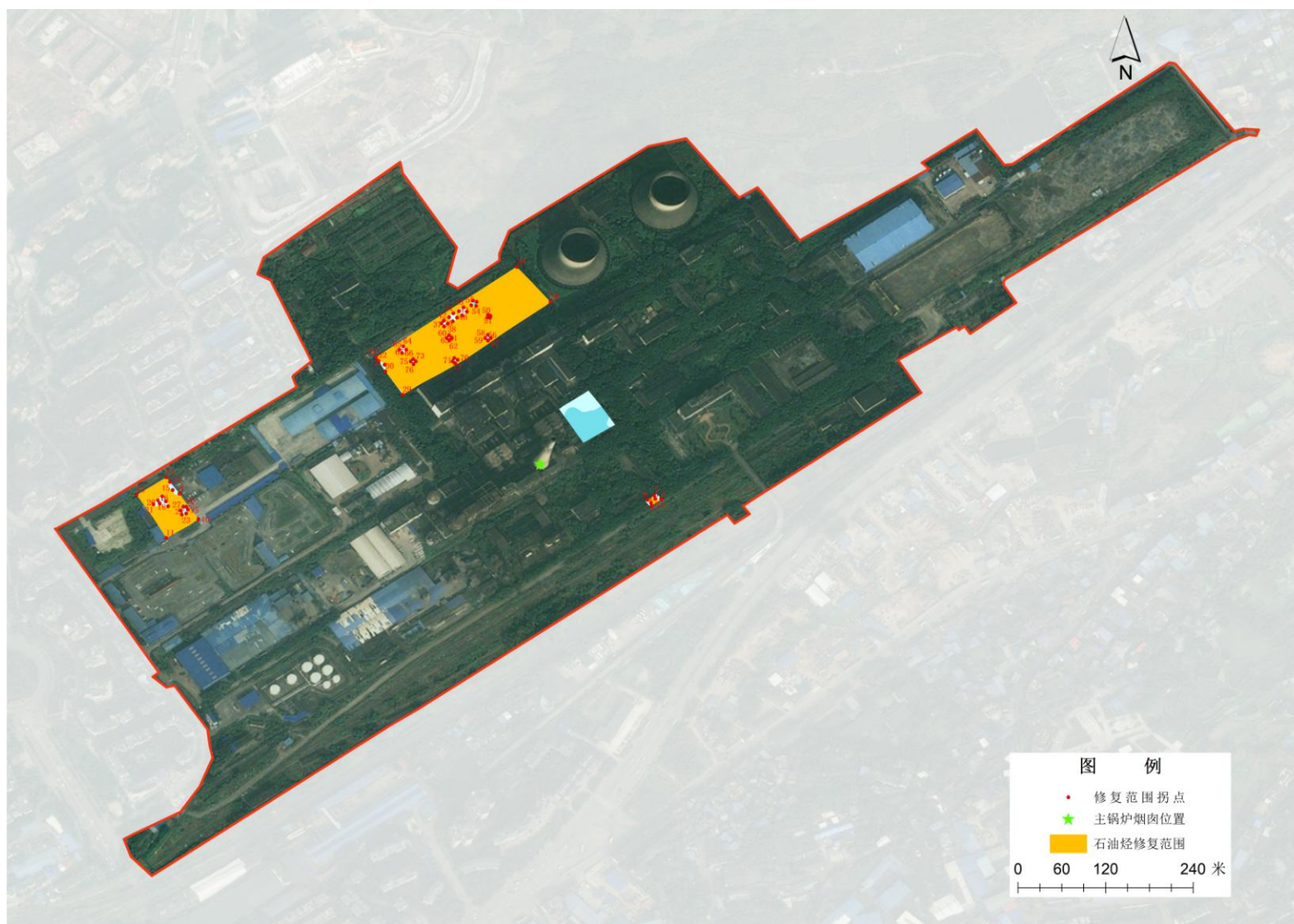


图3-16石油烃（C₁₀-C₄₀）0-20cm土壤层修复范围图



图3-17石油烃（C₁₀-C₄₀）20-60cm土壤层修复范围图



图3-18石油烃（C₁₀-C₄₀）60-100cm土壤层修复范围图

3.3 场地修复施工方案

3.3.1 场地修复目标值

根据《场地调查和风险评估报告》、《修复工程实施方案》，调查区域被规划为二类居住用地、中小学用地及公园绿地等，因此本项目土壤选择《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第一类用地进行评价。根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）9.3.1要求，应比较基于致癌效应和基于非致癌效应计算得到的土壤风险控制值，选择较小值（保守及严格的原则）作为污染场地相关污染物的风险控制值。

由于国家风险评估导则未对修复目标值选取原则进行说明和规定，本项目风险评估参照《广州市工业企业场地环境调查、修复、效果评估文件技术要点》（穗环办[2018]173号）和本项目的实际情况，最终确定本项目场地铜、镍、砷、汞、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）的修复目标值分别为2000mg/kg、150mg/kg、20mg/kg、8mg/kg、400mg/kg和826mg/kg。

3.3.2 修复范围

本方案修复范围依据《场地调查和风险评估报告》进行。

1、废弃物整治目标及范围

本项目对废弃物的整治目标为彻底消除场内废弃物对现场环境的潜在威胁。

2、固体废物处置范围

根据招标文件，废水池沉积物、地面零散水碎渣等废弃物也一并纳入修复工程中，预估量约为15t。

3、已确定的危险废物处置范围

根据招标文件，目前确认的危险废物主要有处理车间油淬池废油及其它零散废油，预估量小于1t。根据现场实地考察，目前现场的废油的总量约2m³。

4、废水处置范围

根据招标文件及上阶段工作完成的评估报告，目前现场一共有13处留存废水，废水总量约10516m³。

3.3.3 场地治理与修复总体方案

综合考虑本项目对修复目标、修复质量和修复工期方面的要求，结合现场其他单位（构筑物拆除、伐树、清表等）进场施工导致的交叉作业的情况，确定本项目场地治理与修复总体方案为：

(1) 土壤修复：以上阶段“评估报告”确定的污染范围为本次治理工程的土壤修复范围，由于污染土壤危废鉴定结果为一般固体废物，因此本方案拟将污染土壤外运至水泥窑进行水泥窑协同处置处理。受污染土壤外运完成后，修复场地进行修复效果验收工作，验收合格后，使用外购清洁土壤对该场地回填并平整。

(2) 沉积物与固体废物处置：以上阶段“评估报告”调查的废水池沉积物和固体废物为处置对象，首先进行危废鉴定，若鉴定结果为一般固体废物，则外运至水泥窑进行水泥窑协同处置处理；若鉴定结果为危险废物，则外运至具有危险废物处置能力及资质的单位进行处理。

(3) 危险废物：场内留存的废油类危险废物，外运至具有相关危险废物处置能力及资质的单位进行处理

(4) 场内废水：针对达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准的污水，直接外运至污水处理厂处理后排放；未达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准的污水，外运至具有相关处理能力与资质且愿意接受的污水处理厂进行处理达标后排放。

3.4 修复实施情况

3.4.1 施工方案

根据现场调查、人员访谈和资料查看，项目施工单位和监理单位按照《修复工程实施方案》要求，编制了《《施工组织方案》、《工程监理计划》、查阅施工日志及监理日志，项目实际施工过程记录资料，项目施工过程中采取的方案有：

1、土壤清挖施工准备

(1) 清挖机械设备配置

土方清挖以机械清挖施工为主。土方清挖施工机械为挖掘机和运输车，并辅以少量装载机配合施工。

(2) 人员、设备配置

人员配置：污染土清挖过程中主要的施工人员为挖掘机司机、装载机司机、其他辅助施工人员等。挖掘机、装载机均按照双班制配置人员。

设备配置：挖掘机、破碎锤、装载机、移动式喷雾除尘设备等。

(3) 场地清理

在清挖施工前，应对各清挖区进行仔细摸排，对清挖区遗留的建筑垃圾等杂物进行统计，发现具有环境风险的遗留建渣、固废、设施、设备，先对其进行鉴别，根据

鉴别结果设计处置方案。

(4) 测量定位

污染土清挖前由项目专业测量人员进行污染土区域的定位测量放线，按照污染土区域拐点坐标确定施工现场污染土的污染区域，用白灰撒线定位标识。定位测量放线后，向本工程监理提交测量报验单，由监理进行复核查验，查验合格后进行下一步的施工。

2、清挖施工

根据本工程污染场地现场情况，将本场污染场地现场清理与运输工作任务划分为以下四个部分，并进行合理分工，保证工程目标的实现。

- (1) 施工准备；
- (2) 污染土壤现场定位、测量；
- (3) 分层开挖、运输；
- (4) 验收。

4、施工顺序

本工程施工主要包括受污染土壤开挖以及外运处置两大部分。其中土壤开挖包括开挖边界放线测量、筛分暂存、以及场地平整；外运处置包括土壤及其它厂内留存废物外运及水泥窑协同处置。

工程的主要施工顺序如下：施工准备→边界防线测量→场地清表及平整→0-20cm深度范围石油烃污染土壤开挖暂存→20-60cm深度范围石油烃污染土壤开挖暂存→60-100cm深度范围石油烃污染土壤开挖暂存→0-20cm深度范围零散重金属污染土壤开挖暂存→石油烃污染土壤外运至水泥窑进行处置→0-20cm深度范围主要重金属污染土壤开挖暂存→20-60cm深度范围主要重金属污染土壤开挖暂存→重金属污染土壤外运至水泥窑处置。

对于超标点位进行二次清理，具体清理过程如下：

收到超标点位通知→分析超标原因→确定二次清理方案→定位、放线→二次清理开挖暂存→污染土壤外运至水泥窑处置。

污染土壤现场清理工艺流程见图3-19。

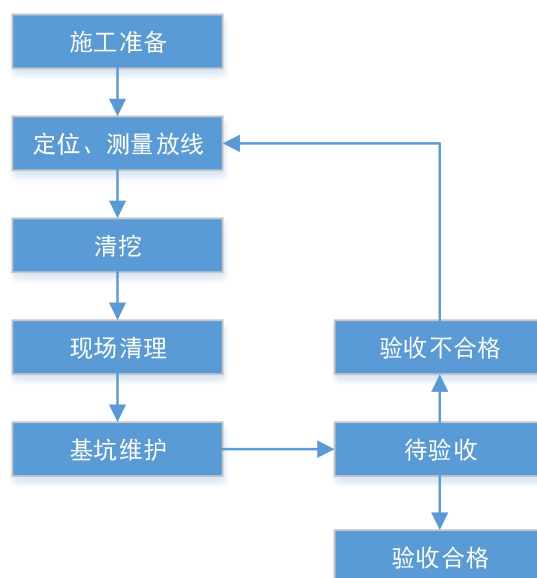


图3-19污染土壤现场清理及运输工艺流程

5、施工总平面布置及暂存区设置

本项目实际施工按照《修复工程实施方案》要求，施工布置按照“方便生活、有利生产、集中管理”的原则进行。使用原厂办公楼作为项目办公区；重金属污染较聚集区域为第一主要施工区；石油烃污染聚集区为第二主要施工区。采用1.0mmHDPE和200g/m²土工布对该蓬内区域进行地面防渗处理后将原煤灰棚作为污染土壤暂存点。

6、工程进度

- (1) 2019年9月30日召开与本项目相关内容会议；
- (2) 2019年10月1日对本项目进行现场实际查勘；
- (3) 2019年10月11日获得本项目中标通知书；
- (4) 2019年10月15日评审通过项目施工方案；
- (5) 2019年10月16日进场正式施工；

(6) 2019年10月18日起多次接市政府《宜宾翠屏区大气污染防治攻坚战领导小组办公室关于实施大气污染临时性管控工作的通知》，致使施工常处于停工状态，进度缓慢，工期延期；

- (7) 2019年11月24日完成污染土壤清运；
- (8) 2019年11月22日完成废水清运；
- (9) 2019年11月18日完成废油清运；

2019年11月24日工程完工，2019年12月2日全部整改完成，并于12月5日提交竣工验收资料。

3.4.2 工程量汇总表

根据《修复工程实施方案》确定的工程量，结合《工程环境监理报告》、《施工总结报告》项目实际完成工程量对照见表3-3。

表3-3项目实际完成工程量对照表

序号	工程内容	实施方案工程量		实际完成工程量		完成情况	备注
		单位	数量	单位	数量		
1	污染土壤修复						
1.1	污染土壤危废鉴定	点次	10	点次	39	完成	所有鉴定在临堆场取样包括清挖污染土壤及厂内其他废弃物，外运自贡金龙水泥有限公司处置（合计15372.03t）
1.2	污染土壤清挖	m ³	4969.2	m ³	5649.9	完成	
1.3	污染土壤场内运输	m ³	4969.2	m ³	5649.9	完成	
1.4	水泥窑协同处置土壤外运	m ³	4969.2	m ³	5649.9	完成	
1.5	水泥窑协同处置土壤处置	m ³	4969.2	m ³	5649.9	完成	
2	废水清运治理						
2.1	废水抽出	m ³	10516	m ³	10524	完成	宜宾县中融水质净化有限公司
2.2	外运至厂区附近的城市管网排水井处理废水	m ³	6467.34	m ³	6488	完成	
2.3	外运至污水处理厂处理废水	m ³	4048.66	m ³	4056	完成	
2.4	废水处理	m ³	10516	m ³	10544	完成	
3	废水池沉积物、地面零散水淬渣						所有鉴定在临堆场取样包括清挖污染土壤及厂内其他废弃物（与污染土壤一并外运自贡金龙水泥有限公司处置）
3.1	废水池沉积物危废鉴定	点次	13	点次	13	完成	
3.2	废水池沉积物、地面零散水淬渣收集		15		5	完成	
3.3	废水池沉积物、地面零散水淬渣运输		15		15	完成	
3.4	废水池沉积物、地面零散水淬渣处置		15		15	完成	
4	表面处理车间油淬池废油及其他可能零散废油					完成	
4.1	表面处理车间油淬池废油收集、外运和处置等	t	2		2.02	完成	全部为面处理车间油淬池废油，无其他零散废油
4.2	含油棉纱、吸油毡	t	/		/	0.25	油淬池池壁、池底清理擦拭产生
5	厂址内需进行环保处理的其它废弃物						主要为表层清理土壤
5.1	其它废弃物危废鉴定		8		8	完成	所有鉴定在临堆场取样包括清挖污染土壤及废水池沉积物
5.2	其它废弃物收集	m ³	2000		2023	完成	
5.3	其它废弃物运输	m ³	2000		2023	完成	
5.4	其它废弃物处置	m ³	2000		2023	完成	
6	临时堆存点						
6.1	HDPE膜，厚度1mm	m ²	5000		5000	完成	
6.2	土工布参数：200g/m ²	m ²	10000		10000	完成	
7	其他工程						
7.1	场地内地面硬化破碎	m ²	25000		2562	完成	

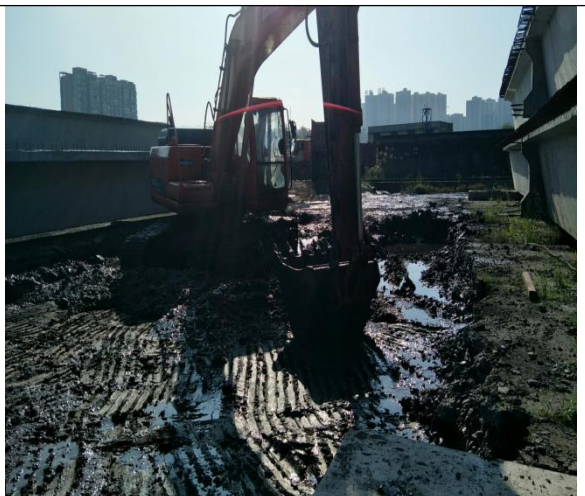
1、实际施工修复范围

项目施工修复范围按照《修复工程实施方案》确定的拐点坐标进行施工，根据场地实际情况，由于采用机械作业施工方式，为确保污染土壤清挖完全，实际修复范围均覆盖方案确认的修复范围：具体修复施工开挖拐点坐标见检测布点方案。

2、污染地块清挖情况

根据现场调查和查阅资料，结合监理单位竣工资料、施工单位竣工资料，部分污染地块修复前后对照见图3-20。





(0--20cm) 镍 (1--7) 施工前、中、后照片

(0--20cm) 镍 (8--11) 施工前、中、后照片



(0--20cm) 镍 (12--26) 施工前、中、后照片

(0-20) 石油烃 (1-8) 施工前、中、后照片



(0-20) 石油烃 (28-76) 施工前

(0-20) 石油烃 (28-76) 施工中



(0-20) 石油烃 (28-76) 施工后

(0-20) 铜 (28-76) 施工前、中、后

图3-20部分污染地块修复前后对照

3、超标点位区域二次清理情况

根据四川实朴检测技术服务有限公司2019年10月22日第一批次取样分析结果中(60-100)TPH6-1、(60-100)TPH6-3、(20-60)TPH4-9、(20-60)TPH4-11、(0-20)TPH3-5 点位（石油烃）分析结果超过修复目标值；2019年11月13-14日第二批次取样分析结果中

(0-20) Hg2-2点位(汞)分析结果超过修复目标值。根据检测结果,施工单位对超标点区域进行了二次清理。具体清理内容为:

(1) 石油烃: 以(60-100)TPH6-1、(60-100)TPH6-3超标点位区域为中心,将原60-100cm修复深度,二次清理深度为150cm(清理面积约90m²);

(2) 石油烃: 以(20-60)TPH4-9、(20-60)TPH4-11、(0-20)TPH3-5超标点位区域为中心,将原0-20、0-60cm修复深度,二次清理深度为80cm(清理面积约200m²)。

() 汞: 以(0-20) Hg2-2超标点位区域为中心,将原0-20cm修复深度,二次清理深度为35cm(清理面积约16m²)。二次清理过程记录见图3-21。

		
整改前		
		
整改挖掘清理完成		
石油烃超标点位清理		
		
定位划线	挖掘清理	
		
装车	遮盖防散落	清理完成
汞超标点位清理		

图3-21二次清理过程记录

3、废水处置情况

根据现场调查和查阅资料，场地内共计13处水池废水（根据提供的水质检测报告，所测指标均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准），其中，FS05、FS08、FS09、FS012、FS013废水池废水通过罐车运至宜宾北控水务有限公司处理，FS01、FS02、FS03、FS04、FS06、FS07、FS010、FS011废水池废水通过罐车运至宜宾县中融水质净化有限公司处理。厂区内废水已完全转移。处置工作程序为：

（1）对废水进行检测，根据结果确定废水处置方式（检测结果符合废水处置单位接纳限值要求）；

（2）筛选审查废水处置单位（审查废水处置单位处置能力等、接纳条件等）；

（3）签订废水处置协议；

（4）进行废水转移（转移台账记录）；

（5）取得转移联单。

过程记录资料见附件7.

污染场地内废水池废水转移前后对照见图3-22。





FS04水池清运前、中、后

FS05灰浆泵房浆液池清运前、中、后



FS07水池清运前、中、后

FS08干煤棚紧邻西侧输煤泵房积水池清运前、中、后



FS09冷却水循环泵房水池清运前、中、后

FS12废旧金属破碎车间清洗废水沉淀池清运前、中、后



FS13汽轮机组车间基坑积水池清运前、中



FS13汽轮机组车间基坑积水池清运后

图3-22废水转移前后照片

5、危险废物清运

根据现场调查和查阅资料，对于厂区原有废油等危险废物，先采用桶装收集后再暂存危废暂存点。原有的废油池废液通过人工清掏方式全部装入废油桶，对废油池墙面和地面采用吸油毡、棉纱擦拭干净。暂存废油桶的地面铺设防渗膜，暂存期间有专人负责监管。所有废油均交由绵阳市天捷能源有限公司处置，吸油毡、棉纱等废物全部交由四川省中明环境治理有限公司清运处理。厂区内危废已全部转移完成，废油共计2.02t，含油棉纱、吸油毡共计0.25t。

处置工作程序为：

- (1) 废油池内危废清理、装桶、暂存；
- (2) 筛选审查危废处置单位；
- (3) 签订危废处置协议（含道路运输协议）；
- (4) 危废现场转移（记录危废转移台账）；
- (5) 取得危废转移联单。

过程记录资料详见附件9、10。

危废清理前后见图3-23。



表面处理车间油淬池废油清理前、中、后

图3-23危废清理前后对比照片

6、污染土壤清理

对开挖的污染土壤经鉴定不属于危险废物后，全部运输至自贡金龙水泥有限公司采用水泥窑协同处理，共计处理污染土壤5649.9m³（合计15372.03t）。运输车辆采用篷布覆盖，按照规划的路线和转运时间进行，施工单位和监理单位对转运过程均进行了监督管理，未出现撒漏等现象，污染土壤全部清运完成。

处置工作程序为：

- （1）对开挖的污染土壤进行危废鉴定检测；
- （2）根据检测结果鉴定开挖土壤不属于危险废物，属于一般工业固废；

- (3) 审查土壤接纳单位资质（处置能力、运输路线、转移时间等）；
- (4) 签订土壤处置协议（含运输协议）；
- (5) 进行污染土壤转移（制定转移记录台账）；
- (6) 取得转移联单。

施工过程记录资料见附件8。土壤暂存点转移前后照片见图3-24。



图3-24土壤暂存点转移前后照片

3.4.3修复效果自检

1、清挖范围土壤检测

根据《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）的要求，对完成污染土壤清挖后产生的界面，即基坑清挖效果验收。

验收内容包括基坑的四周侧面和底部。对于超标区域根据监测结果确定二次清挖的边界，二次清挖后再次进行监测，直至达到相应要求。对基坑侧面和底部按《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）要求采样并检测，将检测结果与验收标准进行对比，不合格则对不合格样品所代表基坑边界进行继续清

挖，直至合格为止。

表3-5基坑清挖效果验收标准

序号	污染物名称	目标值 (mg/kg)
1	铜	2000
2	镍	150
3	砷	20
4	汞	8
5	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	826
6	铅	400

2、废水、固废转移完成情况

严格按照修复实施方案完成废水、危险废物和污染土壤的清运转移，现场无遗留废水、危险废物以及开挖的污染土壤。

3、施工过程环保措施自检

本项目在施工过程中严格规范大气及噪声的自检工作，检测期间现场未产生任何大气及噪声污染。达到了施工现场零投诉的要求。

3.5工程结论

3.5.1环境监理报告主要结论

根据《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程环境监理总结报告》，四川元丰建设工项目管理有限公司作为环境监理单位，监理人员在2019年10月16日至2019年11月24日整个修复工程期间通过现场巡检、旁站的方式开展环境监理工作。在环境监理的引导和环境主管部门的指导下，修复工程施工期污染防治措施、生态保护与减缓措施的实施与进度基本满足相关要求，发现的相关问题均告知施工单位进行整改，施工过程未有周边群众投诉、举报现象发生。施工单位修复后进行了自检，修复工程结束后，由第三方机构对修复后的土壤进行了修复效果评估检测，检测结果总体满足标准要求。

3.5.2工程竣工报告主要结论

根据《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程竣工报告》及相关过程记录，本地块污染场地土壤修复工程质量等级为合格。

3.6环境保护措施落实情况

1、环保措施落实情况

根据《修复工程实施方案》实施过程中要求采取的污染防治措施，结合现场踏勘、

人员访谈、资料查阅，项目采取的环保措施对照见表3-6，环保措施见图3-25。

表3-6项目采取的环保措施

项目	实施方案要求采取措施	实际采取措施	落实情况
水 污 染 防 治 措 施	1、生活污水方面，可直接沿用当地生活污水系统进行处理。	1、生活污水方面，沿用当地生活污水系统进行处理。	已落实
	2、渗沥液方面，在土壤开挖过程中，应加强施工管理，优化施工方法，避免雨天施工，对开挖过程中产生的渗沥液应及时抽排和运输；对于洗车过程中产生的渗沥液应该及时收集；土壤暂存场应做好防渗工作，避免当雨后土壤含水量较高时，渗沥液流出扩散，暂存厂处产生的渗沥液也应该及时收集。本项目所产生的渗沥液应在收集后进行检测，确定满足《综合污水排放标准》后，统一外运至周边市政管网排放。在施工作业过程中，本设计拟采用8t吸污车将渗沥液送至此处进行处理。	2、渗沥液方面，在土壤开挖过程中，通过加强施工管理，优化施工方法，避免雨天施工，对开挖过程中产生的渗沥液及时抽排和运输；对于洗车过程中产生的渗沥液时收集；土壤暂存场利用原粉煤灰堆存场（顶部为彩钢棚遮盖）暂存前地面铺设防渗膜进行防渗，开挖的土壤及时进行了清运，暂存期间未产生渗滤液。	已落实
	3、留存废水方面，在污水外运处置时，应注意加强管理，施工过程中避免破坏装载污水的水池，外运时装载车辆做好充分的密封，对于废油超标的污水，应先将油污分离后再进行处理。本项目所产生的污水在收集后进行检测，确定满足《综合污水排放标准》后，统一外运至周边市政管网排放。在施工作业过程中，本设计拟采用8t吸污车将渗沥液送至此处进行处理。	3、留存废水方面，在污水外运处置时，通过加强管理，施工过程中避免破坏装载污水的水池，外运时装载车辆做好充分的密封。利用堆场处的废水池作为清水池和沉淀池，对车辆轮胎进行清洗，废水循环使用后外运污水处理公司。各废水池废水进行检测满足污水处置单位接纳条件后，通过罐车分别运至宜宾县中融水质净化有限公司、宜宾市北控水务有限公司处理。	已落实
	4、留存废油方面，在外运处置时，应注意加强管理，施工过程中避免破坏装载污水的水池，外运时装载车辆做好充分的密封。废油为危险废物，因此在外运时也应采用五联单制度进行追踪和备案。	4、留存废油方面，在外运处置时，通过加强管理，施工过程中未破坏装载污水的水池，外运时装载车辆做好充分的密封。废油为危险废物，在外运时采用五联单制度进行追踪和备案。	已落实
大 气 污 染 防 治 措 施	1.项目实施时应尽量将土壤堆放在远离居民点的区域，并作覆盖。	1、土壤堆放区远离居民点，暂存点顶部为彩钢棚遮挡，未进行露天堆放。开挖后的基坑及时采用防尘网进行了覆盖。	已落实
	2.项目实施部门不得任意安装和使用对空气可能产生污染的锅炉、炉具等，以及使用易产生烟尘或其它空气污染物的燃料。	2、实施过程中未安装锅炉、炉具等，使用清洁能源柴油为机械设备动力燃料。	已落实
	3.项目实施单位应经常清扫施工场地和道路，保持场地和所有道路的清洁，并向多尘工地和路面充分洒水，尽可能避免施工场地及机动车在运行过程中产生扬尘。	3、施工过程中及时对场地和道路进行了清扫和洒水，并对运输车辆和施工机械进行了洒水清扫。	已落实
	4.排气量大的车辆及燃油机械设备需配置尾气净化装置；执行汽车报废标准，推行强制更新报废制度。	4、采用符合国家相关标准要求的施工机械和运输车辆，确保尾气达标排放。	已落实

项目	实施方案要求采取措施	实际采取措施	落实情况
	5.当风速过大时，停止施工作业，并对堆存的施工材料采取遮盖措施。	5、未在大风时段进行施工作业，对开挖后的基坑及时采用防尘网进行了覆盖。	已落实
	6.开挖工程结束后，应尽快组织将土壤外运至指定的接纳场所。	6、开挖过程中，及时将挖出土壤外运至指定的接纳场所。	已落实
噪声污染防治措施	1.加强施工管理，合理安排施工作业时间，严格按照施工噪声管理的有关规定执行，严禁夜间进行高噪声施工作业；对施工时间进行严格管理，以保证周边居民的正常生活和休息。	1、制定有施工管理制度，合理安排施工作业时间，按照施工噪声管理的有关规定执行，夜间未进行高噪声施工作业，未影响周边居民的正常生活和休息。	已落实
	2.加强对运输车辆的管理，不使用高音喇叭和怪音喇叭；尽量压缩工区汽车数量和行车密度，控制汽车鸣笛；不在夜间进行运输。	2.对运输车辆进行管理，不使用高音喇叭和怪音喇叭；尽量压缩工区汽车数量和行车密度，控制汽车鸣笛；未在夜间进行运输。	已落实
	3.尽量采用低噪声的施工工具，如以液压工具代替气压工具，同时尽量采用施工噪声低的施工方法。	3.尽量采用低噪声的施工工具，如以液压工具代替气压工具，尽量采用施工噪声低的施工方法。	已落实
	4.使用的车辆必须符合《汽车定置噪声限值》(GB16170-1996)，并尽量选用低噪声车辆。	4.使用符合《汽车定置噪声限值》(GB16170-1996)的车辆，并尽量选用低噪声车辆。	已落实
	5.加强道路的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。	5.加强道路的养护和车辆的维护保养，降低噪声源。	已落实
固体废物泄漏防治措施	在运输的过程中，装载完成后应对车体表面进行冲洗。此外，垃圾装载车厢应为全封闭状态，避免在运输过程中发生固体废物流出的情况。	在运输的过程中，装载完成后对车体表面进行冲洗。此外，垃圾装载车厢为全封闭状态，避免在运输过程中发生固体废物流出的情况。	已落实
应急措施	1).重大交通事故应急措施 发生重大交通事故时，应第一时间到达现场，查看情况，抢救伤员、事故报警。设危险标志，了解发生事故情况，制定临时救治方案和防治污染土壤等污染物泄漏的方案等，将受伤人员及时送往医院救治待交通事故处理完毕后，租用救援车，将事故车辆脱离事故现场。	制定有应急管理制度。施工过程中未发生重大交通事故、人员中毒事故、人员触电事故、污染土壤、废水等污染物外泄事故、火灾、爆炸等事故。	已落实
	2).人员中毒事故应急措施 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，并根据中毒症状及时施救。立即拨打“120”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。		

项目	实施方案要求采取措施	实际采取措施	落实情况
	3).人员触电事故应急措施 脱离电源对症抢救：当发生人身触电事故时，首先使触电者脱离电源。迅速急救，关键是“快”。对于低压触电事故，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。 对于高压触电事故，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；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。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。		
	4) .污染土壤、废水等污染物外泄应急措施 如果在污染土壤、废水等污染物收集、场内转运工作中，遇到污染物外泄或溢出等，现场操作人员应该暂停施工，在做好人员防护的基础上，按相关操作规程，及时进行现场清理等。如果污染大量外泄或溢出等，超过了可以控制的范围，污染程度较重，应及时通知和上报政府主管部门（如：市生态环境局），调集相关资源，采取有效措施，防止污染进一步扩散等。		
	5) .火灾、爆炸等消防应急措施 在现场施工过程中，如果发生爆炸或火灾，现场人员应该立即用配备的消防设施进行补救，并立即通知应急指挥部相关负责人，相关负责人现场处理，并向上级汇报。如果火势较大，难以在短时间内扑灭，应立即拨打119报警电话，同时及时断电。		

	
废水罐车转运、管道抽出	废水罐车转运、管道抽出
	
	
施工围挡	铺设防尘膜

	
人工清理路面	洒水车防尘作业
	
喷淋雾炮作业	防扬尘作业
	
防尘作业中	防尘作业中
	
洒水车路面作业	冲洗车辆轮胎，防扬尘
	



图3-25环保措施图

2、环保投资情况

项目工程总投资为1514.33万元，其中环保投资为1422.09万元。

序号	项目	内容	投资 (万元)
施工期	土壤修复费用	危废鉴定、场地开挖及运输、余方弃置、污染土壤处置、清洁土回填、抽样检测	960.89
	废水治理	运输费用	140.2
	固废治理	废油处置、其他固废处置	299
	临时堆存点	HDPE膜、土工布铺设	22.0
	合计		1422.09

4地块概念模型

4.1资料回顾

4.1.1文件审核

1、审核资料范围

土壤修复效果评估需对修复工程实施方案编制单位、修复施工单位、环境监理单位的相关修复技术文件、施工记录、工程联系文件、施工图纸及影像记录等资料进行查验复核。本次查验的主要资料清单如下：

（1）场地风险评估、修复方案、环境影响评价相关文件：

①四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境详细调查和风险评估报告（备案稿）；

②四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境详细调查和风险评估报告对应的主管单位备案等手续材料；

③四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案（备案稿）；

④四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案对应的主管单位备案等手续材料；

⑤四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复项目环境影响报告及评审意见。

（2）场地修复工程资料：

①项目开工报审表等相关报验资料；

②会议纪要、施工日报等记录文件；

③土壤、危废等鉴定报告；

④土壤处置协议及转运资料；

⑤废水处置协议及转运资料；

⑥危废处置协议及转运资料；

⑦相关自检检测报告；

⑧监理日志、巡视、旁站记录资料、月报；

⑨四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程竣工报告；

⑩四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程环境监理报告。

(3) 相关图件及图片：修复过程照片记录。

2、审核内容

对收集的资料进行整理和分析，并通过与现场负责人、修复实施人员、监理人员等相关人员进行访谈，明确以下内容：

①根据场地环境调查评估报告、修复方案及相关行政文件，确定场地的目标污染物、修复范围和修复目标，作为效果评估依据。

②通过审查场地修复过程监理记录和监测数据，核实修复方案和环保措施的落实情况。

③通过审查相关施工报审表及相关施工记录资料，结合修复环境监理记录，核实污染土壤修复工作量。

④通过审查相关文件和检测数据，核实原位修复完成后的土壤质量，土壤质量达到修复目标值。

4.1.2 本项目各项文件审核情况

根据审核资料的范围要求，施工单位、监理单位分别向四川华电黄桷庄发电有限公司提交了各自的成果材料。

我公司组织效果评估组成员对各项材料逐一进行审核，工程文件审查的情况清单见表4-1。

表4-1 工程文件审核清单

范围	审核文件	审核结果	提供单位	开展时间
①场地环境评价及修复方案相关文件	四川沐萱环境监测科技有限公司编制《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境初步调查报告》及专家评审意见。	得到主管部门的备案确认，作为详细调查和风险评估工作开展的主要依据。根据该备案报告，进一步确定修复范围、修复污染物、修复目标值。符合国家相关程序要求。	四川华电黄桷庄发电有限公司宜宾黄桷庄分公司	2019年2-6月
	宜宾市生态环境局关于开展《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境详细调查和风险评估的函》（2019-211）			2019年6-8月
	四川沐萱环境监测科技有限公司编制《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地环境详细调查和风险评估报告》、生态环境厅和	得到主管部门的确认，作为修复实施方案开展的主要依据。根据该调查评估报告，提出修复实施方案，确定修复范围、修复污染物、修复目标值。符合国家相关		

	自然资源厅专家评审意见等备案文件（2019年8月）。	程序要求。		
	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司编制《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案》、宜宾市生态环境局专家评审意见等备案文件（2019年10月）	通过主管部门的确认，作为修复效果评估的主要依据。根据该实施方案，落实修复施工方式，确定修复范围、修复污染物、修复目标值。符合国家相关程序要求。		2019年9-10月
	成都响川科技有限公司编制《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复项目环境影响报告表》及专家评审意见（2019年10月）	通过专家评审，作为修复效果评估的主要依据，符合国家相关程序要求。		2019年10月
②场地修复工程资料	四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复项目开工会议	具有较完整的会议纪要		2019年10-11月
	四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复项目工程联系单	技术交底文件符合实施方案要求	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司	
	四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程施工日报	记录了施工进度，统计了机械设备和人力情况		
	四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程竣工报告	根据报告，实施方案中规定的工程量和修复效果均达标		
	四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复项目工程、环境监理业务联系单	具有较完整施工现场整改意见和整改回复资料	四川元丰建设项目管理有限公司	
	四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程监理日志、巡视、旁站记录、监理月报	能较好的反应施工过程		
	四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程工程监理、环境监理报告	根据报告，修复工程施工期污染防治措施、生态保护与减缓措施的实施与进度基本满足相关要求，修复后的土壤的修复效果评估检测结果总体满足标准要求。		
	施工过程大气、噪声环境影响记录	具有记录文件，无环境污染事件、环境投诉事件。	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、四川元丰建设项目管理有限公司	
	自检报告	提供了自检数据报告	中国电建集团成都勘测设计研究	
	废水、土壤外运处理协议及	具有较完善的废水、土壤运输、		

	记录资料	处置过程资料	院有限公司、四川元丰建设项目管理有限公司	
	危废转移协议及记录资料	具有较完善的危废运输、处置过程资料		
③相关图件	修复过程照片等	具有修复过程的照片记录	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、四川元丰建设项目管理有限公司	2019年11-12月
	人员访谈记录	核对了外租场地的历史变迁和现状	四川华电黄桷庄发电有限公司宜宾黄角桩分公司	
		对于有疑问的场地、施工过程及处置措施等，由原调查单位和建设单位现场核实	中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、四川元丰建设项目管理有限公司	
		核对了施工总平面布置与方案一致		
		核实施工顺序与方案一致		
		核对了开挖基坑仅进行防尘防覆盖，不进行清洁土回填		
		核对了施工过程中的大气污染防治措施与记录资料一致		
		核对了废水转运工程与记录资料一致		
		核对了超标区域二次清理过程		
		核对了施工工序与方案一致		
		核对了实际修复面积覆盖方案面积		
	公众参与调查表	对项目场地周边居民问卷调查，了解了施工过程的环境影响情况，以及周边居民对项目的态度	四川华电黄桷庄发电有限公司宜宾黄桷庄分公司	2019年12月

根据提供的资料审核小结如下：

(1) 根据《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程竣工报告》（四川华电黄桷庄发电有限公司）、《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程环境监理报告》（四川元丰建设项目管理有限公司）及相关过程记录材料，修复工程基本按照已经备案的《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案》确定的修复工艺、修复治理范围开展了修复工作，施工工艺、修复治理范围、修复土方量达到相关要求。

(2) 根据《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程环境监理报告》（四川元丰建设项目管理有限公司），修复工程施工期污染防

治措施、生态保护与减缓措施的实施与进度基本满足相关要求，施工过程中未有周边群众投诉、举报现象发生。

4.2现场勘察

污染场地修复效果评估现场勘察主要包括核定修复范围和识别现场遗留污染痕迹。

(1) 核定修复范围

根据《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案》中确认的地理坐标，结合《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程竣工图纸》附件施工报审表及环境监理的相关记录，现场通过GPS定位仪和RTK测量仪、卷尺等仪器确定场地修复范围和深度，核实修复范围是否符合场地修复方案的要求。现场复核修复范围过程见图4-1。



现场修复范围核实



现场修复范围核实



现场修复范围核实



现场修复范围核实

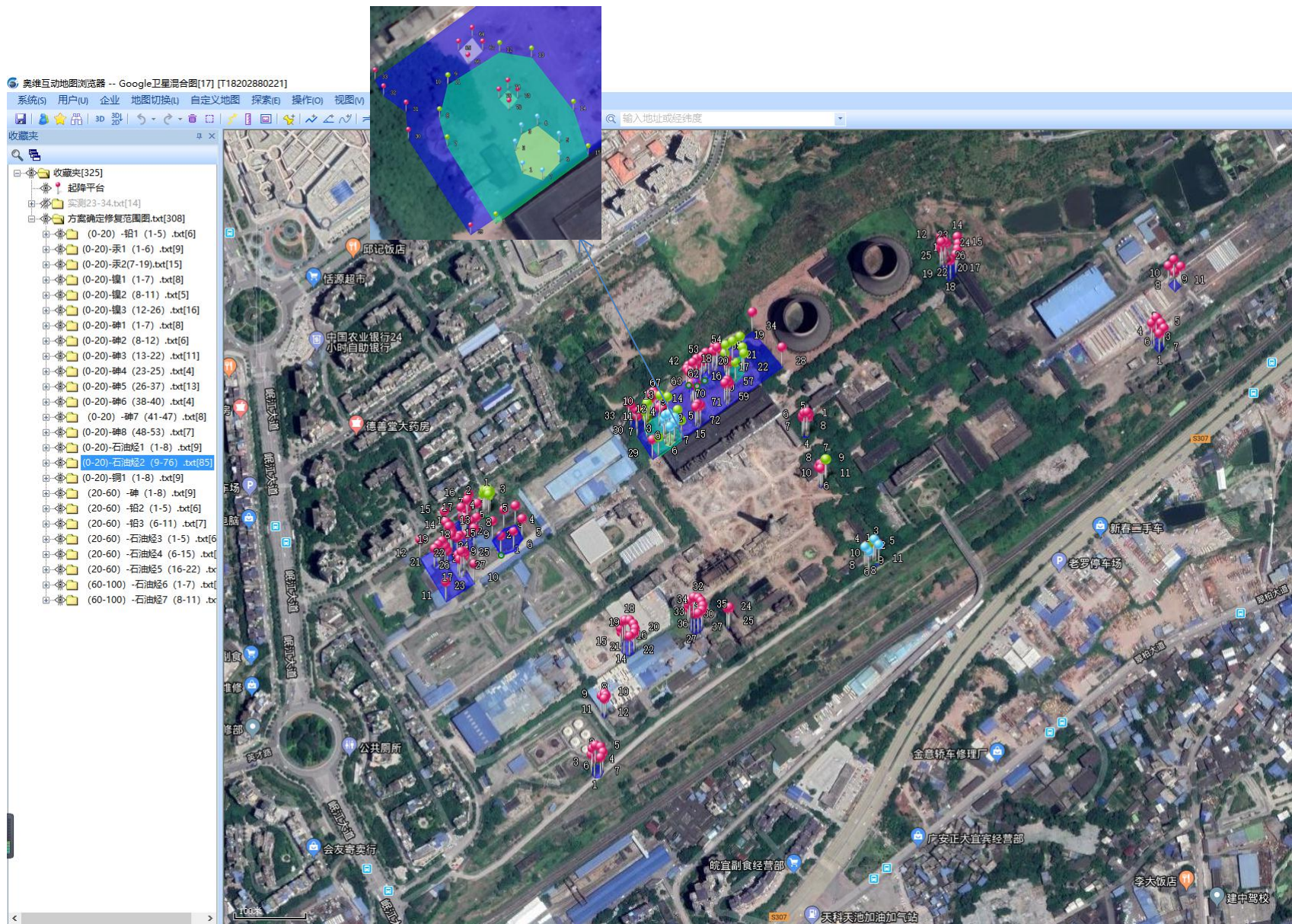


图4-1现场复核修复范围

（2）识别现场遗留污染

对场地表层土壤及侧面裸露土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，使用便携式测试仪器进行现场测试，辅以目视、嗅觉等方法，识别现场遗留污染痕迹。

根据对现场的踏勘，基坑开挖依据《修复工程实施方案》确定本项目土壤修复范围的划定原则如下：若超修复目标值点位靠近调查范围边界或沟渠、堡坎等，则以此为边界划定修复范围。因此，大部分边界均沿原厂区水泥道路、建筑物地基，非建筑边界区域采取“宁超挖不少挖”的要求，确保各基坑污染土壤清理完全。基坑内开挖污染土壤需暂存的均在地块内未开挖区域轮换暂存，不占用无需开挖地块，场地内设置的污染土壤暂存区地面均按要求铺设防渗膜进行防渗，暂存区域现场污染土壤清扫彻底，无遗留污染土壤痕迹。

运输车辆利用原企业的水泥道路，密闭运输，确保无撒漏。施工机械带出土壤及时采用人工清理，防止对周边区域的二次污染。废水通过管道抽出，采用罐车转运，不破坏池体结构。危废暂存区地面铺设防渗膜进行防渗，废液池废油通过人工清理方式装入塑料桶暂存，废液池采用棉纱、吸油毡进行了清理，无遗留废油，含油棉纱、吸油毡作为危废交由有资质单位处理。地块潜在二次污染区域勘察见图4-2。



图4-2地块潜在二次污染区域勘察情况

综上，经过现场踏勘，未发现明显的现场污染，可能的二次污染来源于土壤、废水转

运过程中滴洒，因此，潜在二次污染区域主要为危险废物堆存区非硬化区域、含油废水收集池周边非硬化区域、运输道路两侧非硬化区域，非硬化基坑边界地块，在其周边开展采样检测分析。

4.3人员访谈

我公司在开展修复效果评估过程中，访谈对象包括地块责任单位、修复方案编制单位、监理单位、修复实施单位的参与人员，访谈内容包括：历史地块及外租企业情况、总平面布置情况，污染物处置情况、修复施工过程中环保措施落实情况等。访谈结果显示提供资料均与方案或者记录资料一致，落实了方案确定的措施，修复过程未造成环境污染事故。具体访谈内容见附件。

4.4地块概念模型

本污染场地的修复策略选择去除污染源的主动修复策略，即：采用水泥窑协同处置的方式对场地受污染土壤进行治理，对留存废物采取外运至有处理资质的单位进行处置。

本工程施工主要包括受污染土壤开挖以及外运处置两大部分。其中土壤开挖包括开挖边界放线测量、筛分暂存、以及场地平整；外运处置包括土壤及其它厂内留存废物外运及水泥窑协同处置。

4.4.1水泥窑协同处置

本项目选用自贡金龙水泥有限公司协同处置污染土壤。自贡金龙水泥有限公司位于自贡市荣县双石镇燕子村，于2009年取得原四川省环境保护局的环境影响评价报告书批复，2012年10月通过环保竣工验收。1）该水泥窑工艺合理，配备有相关环保设施，并通过了环保验收；2）该水泥窑具备本项目受污染土壤及其它一般固体废物的消纳能力；3）该水泥窑与本项目达成协议，本项目污染土壤及其他一般固体废物全部转移至该水泥窑，并取得接收单。

自贡金龙水泥有限公司水泥协同处置工艺流程见图4-3。

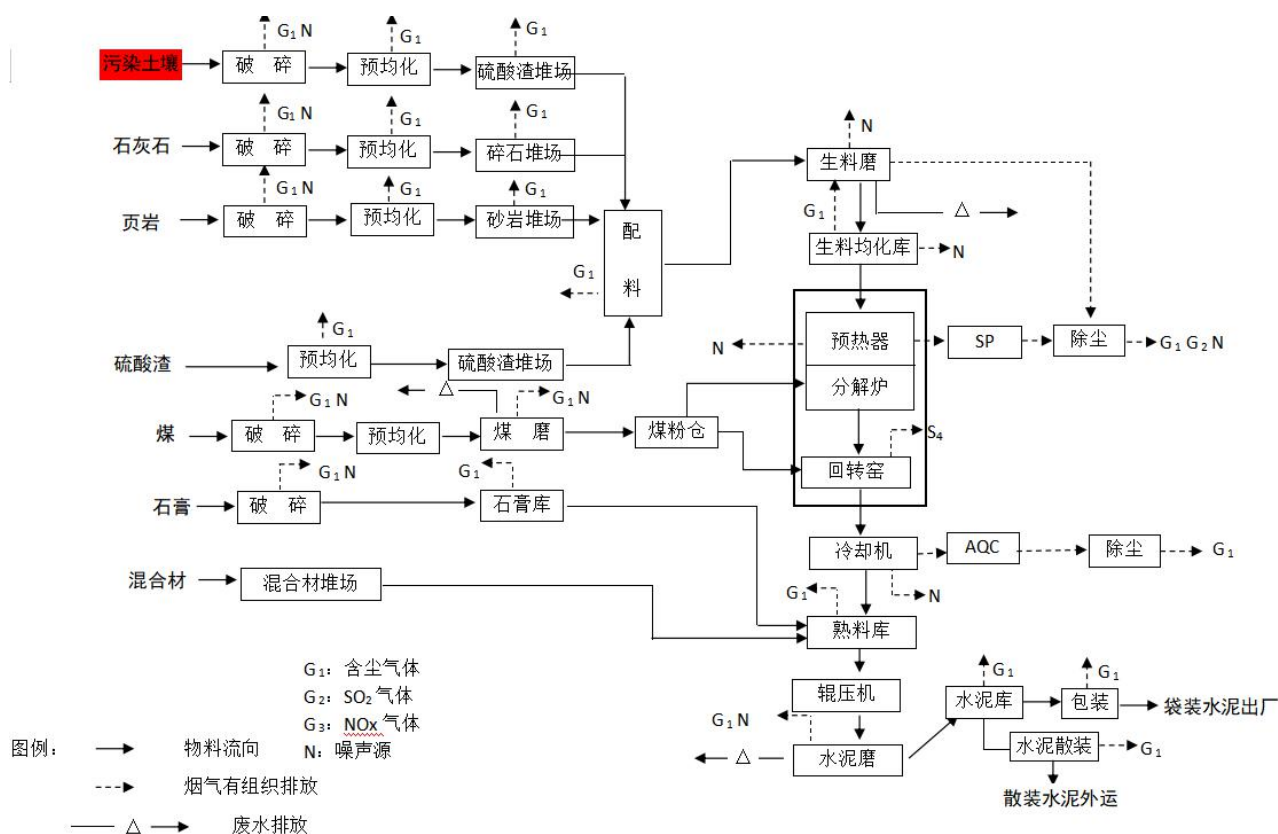


图4-3水泥协同处置工艺流程

水泥窑工艺流程简介：

1) 石灰石破碎预均化

石灰石破碎设在矿山，破碎后的碎石运输至石灰石均化后送至碎石堆场。

2) 页岩破碎

页岩经锤石破碎机破碎后预均化送至砂岩堆场。

3) 生料磨

本项目受污染土壤经锤石破碎机破碎后预均化送至硫酸渣堆场，与石灰石，页岩配料混合后送入粉磨。利用从窑尾排出的高温废气作为烘干热源，物料在磨内进行烘干、研磨，研磨合格的生料粉与来自窑尾增湿塔的废气混合进入袋收尘，收下的生料粉输送入均化库。

4) 均化库

生产线设置连续式均化库，库中的生料经过交替分区充气卸至混合室，生料在混合室被充气搅拌均匀。均化后的生料粉经空气输送斜槽和斗式提升机，再通过分料阀送入预热器进料口。

5) 水泥窑烧

喂入预热器的生料经预热器和管道逐级增温、预热、干燥，在分解炉中进行分解，然后喂入回转窑内煅烧，出窑高温熟料在水平推动式冷却机内得到冷却。

6) 熟料库

冷却后与石膏、混合材混合后由熟料链斗输送机送入熟料库储存。

7) 水泥磨

熟料经水泥磨磨碎后，送入水泥库包装出售。

水泥熟料对重金属固定作用：根据国内对水泥窑协同处置固体废物重金属固化迁移规律的研究成果，水泥熟料中主要包含4种矿物，硅酸二钙（C2S）、铝酸三钙（C3A）、铁铝酸四钙（C4AF）和硅酸三钙（C3S）。C2S在800℃左右开始形成，C3A及C4AF在900~1100℃逐渐开始形成，在1100~1200℃大量形成，1200~1300℃过程中开始出现液相，CaO与C2S溶入液相中，游离氧化钙被充分吸收大量生成C3S。在水泥窑熟料煅烧900~1450℃温度下，不挥发类金属通过固相反应或液相烧结进入熟料矿物晶格内；半挥发类金属绝大部分与物料里的碱性物质反应生成重金属盐类分布在熟料矿物中，挥发出来的金属在窑内不断循环下达到饱和平衡，从而抑制了这些重金属的继续挥发，达到很好的固化效果。

对比GB18484-2001《危险废物焚烧污染控制标准》焚烧炉技术性能指标，利用水泥窑焚烧固体废物时的技术参数如下。

表4-1水泥窑焚烧主要技术参数一览表

类别		焚烧温度（℃）	烟气停留时间（s）	燃烧效率（%）
水泥窑协同处置参数	易分解挥发性固体废物	850~1150	3	≥99.9
	飞灰	1250~1450	10	≥99.9
	非挥发性固体废物	900~1450	物料停留≥40min，烟气在1100℃以上≥10s	不可燃
二噁英焚烧要求		≥800	≥2.0	——
		≥1100	≥1.0	——

水泥回转窑窑内温度高（最高可达1350℃），停留时间长（大约3s），污染土壤中含有的石油烃燃烧效率≥99.9%，产生量很小。

回转窑内含尘的高热尾气利用现有水泥窑尾污染防治措施，即SNCR+冷却（余热锅炉+生料磨或增湿塔）+布袋除尘器，最终通过118m排气筒高空排放。烧成系统处置有机废气处理工艺流程见图4-4。

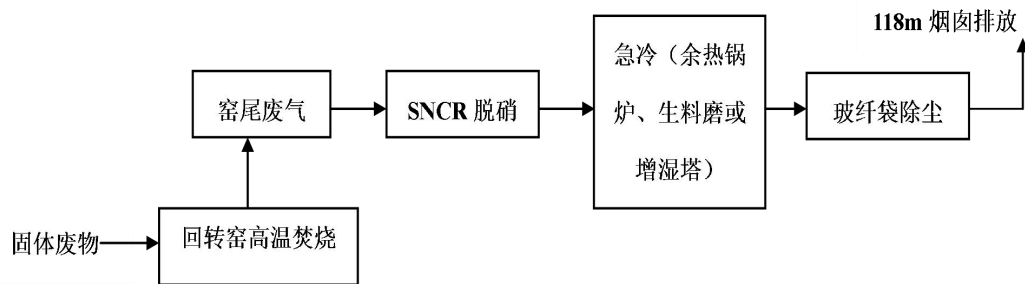


图4-4烧成系统处置有机废气处理工艺流程

通过自贡金龙水泥有限公司协同处置污染土壤，使本项目一般固体废物（含土壤）达到无害化、资源化和减量化。

4.4.2修复效果评价

本项目区域内不涉及药剂使用，不涉及地下水修复。本次潜在二次污染区采集的土壤样品中镍、砷、铅、汞、铜、石油烃（C₁₀-C₄₀）检测结果均未超过修复目标值，地下水pH、铅、镍、铜、锌、铬、镉、汞、砷、挥发性有机物（VOCs）检测结果满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质要求，未造成二次污染。

经修复后的地块汞、砷、铅、镍、铜及石油烃（C₁₀-C₄₀）均达到了《修复施工方案》目标值和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地风险筛选值要求。

5修复效果评估布点方案

5.1土壤修复效果评估布点

5.1.1评估范围

本次修复效果评估的工作范围为《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案》以及竣工资料中确定的工程范围，土壤修复处置量5649.9m³，废水处置量10524m³，固体废物处置量为5t，废油处置量2.02t，含油棉纱、吸油毡处置量0.25t。主要涉及的工程内容有：污染土壤治理，沉积物和固体废物、废水清运治理、表面处理车间油淬池废油处置。

由于本工程暂不进行开挖基坑清洁土回填，因此不涉及回填土取样检测过程。

5.1.2采样节点

1、修复区域土壤采样节点

本项目采取清除污染土壤的修复方式。因此采样节点按照清挖顺序分批次采样，基坑开挖后取样。

2、二次清理区域土壤采样节点

二次清理区域主要为超标区域进行二次清理，在确定超标结果和超标区域位置后，进行二次开挖后取样。

3、二次污染防治区域采样

（1）土壤二次污染防治区域

本项目可能产生二次污染的区域为危险废物堆存区非硬化区域、含油废水收集池周边非硬化区域、运输道路两侧非硬化区域，非硬化基坑边界地块。

- 1）危废暂存区域样品在危废转移完成，原地块周边非硬化防渗区取一次。
- 2）含油废水收集池四周地块样品在废水转移完成后，收集池非硬化地面取一次。
- 3）运输道路两侧样品在转移工程结束，道路两侧非硬化地段取一次
- 4）非硬化基坑边地块样品在基坑开挖后，四周非硬化区域取一次土壤样品；

（2）地下水二次污染防治区域

本项目不涉及地下水修复工程，地下水检测仅作为评价施工过程是否造成地下水污染的方法。地下水检测在本次修复工程全部结束后取一次水样。

5.1.3检测布点数量与位置

1、修复区土壤布点数量与位置

(1) 布点原则

根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》、《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018），采样点分层采样的深度要求如下：

当修复深度小于等于1m时，不进行垂向分层采样。当修复深度大于1m时，应进行垂向分层采样，第一层为表层土（0~0.2m），0.2m以下每1~3m分一层，不足1m时与上一层合并。各层采样点之间垂向距离不小于1m，采样点位置结合地块污染分布、土壤性质、修复设施设置等，在高浓度污染物聚集区、修复效果薄弱区、修复范围边界处等位置增设采样点。

对于场地内修复范围外可能产生二次污染的区域（包括：污染土壤暂存区、修复设施所在区、固体废物或危险废物堆存区、运输车辆临时道路、废水暂存处理区、修复过程中污染物迁移涉及的区域、其他可能的二次污染区域），采用判断布点的方法，结合实际情况进行布点。

(2) 布点数量与位置

1) 本次效果评估采样布点数量与位置按照《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）及《修复工程实施方案》中的较严的要求进行。实施方案及导则要求分别见表5-1、表5-2，本项目最终采取的采样布点数量与位置原则见表5-1。

表5-1实施方案中布点数量与位置要求

验收项	采样点布设	采样频次
基坑坑底	对于坑底表层采用网格布点法，每个网格面积为400m ² ，网格大小20m×20m，采样位置为每个网格中心点。	根据施工进度安排确定采样频次，坑底采样须在某一施工区域清挖到底后进行采样；基坑侧壁可在某一施工区域清挖完毕后于坑底一同采样检测，也可在每层清挖完毕后进行分层采样检测。
基坑侧壁	对于清挖完毕的侧壁每40m采样一个点位；垂向上采取分层采样验收，表层0.2m处采一个样。	

表5-2导则中布点数量与位置要求

基坑面积m ²	坑底采样点数量个	侧壁采样点数量个
x<100	2	4
100≤x<1000	3	5
1000≤x<1500	4	6
1500≤x<2500	5	7
2500≤x<5000	6	8
5000≤x<7500	7	9
7500≤x<12500	8	10

基坑面积 m^2	坑底采样点数量个	侧壁采样点数量个
$x > 12500$	网格大小不超过 $40m \times 40m$	采样点间隔不超过 $40m$

表5-3基坑底部和侧壁采样点数量

基坑面积 m^2	坑底采样点数量个	侧壁采样点数量个	备注
$x < 100$	≥ 2	≥ 4	坑底网格大小不超过 $20m \times 20m$ ，采样点间隔不超过 $40m$
$100 \leq x < 1000$	≥ 3	≥ 5	
$1000 \leq x < 1500$	≥ 4	≥ 6	
$1500 \leq x < 2500$	≥ 5	≥ 7	
$2500 \leq x < 5000$	≥ 6	≥ 8	
$5000 \leq x < 7500$	≥ 7	≥ 9	
$7500 \leq x < 12500$	≥ 8	≥ 10	
$x > 12500$	网格大小不超过 $20m \times 20m$	采样点间隔不超过 $40m$	

2) 基坑底部采用系统布点法，基坑侧壁采用等距离布点法，布点位置见图5。

3) 当基坑深度大于1m时，侧壁进行垂向分层采样，同时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。

4) 基坑坑底和侧壁样品以去除杂质后的土壤表层样为主（0~20cm）。

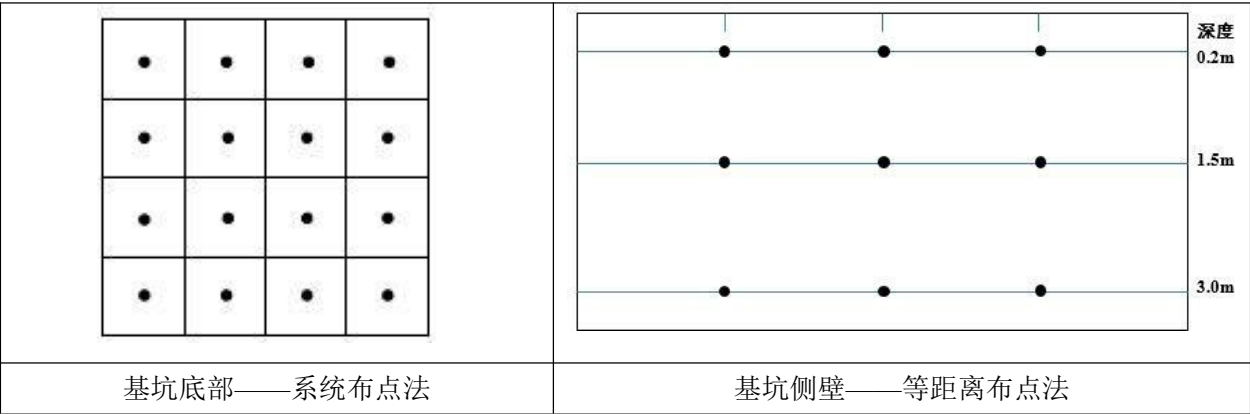


图5-1基坑、侧壁采样布点示意图

(3) 实际采样布点方案

本次效果评估过程修复区范围内采样布点见表5-4。.

表5-4修复范围内采样点

序号	修复指标	地块名称	修复深度 cm	拐点序号	坐标点位		面积m²	检测点位		测量指标
					东经	北纬		底坑	侧壁	
1	铅 1	(0-20)-铅 1+汞(1-5)	0-20	1	104.550531	28.71575	7.17	2	与(0-20)-汞 2(7-19)重合	铅、汞
				2	104.550513	28.715752				
				3	104.550506	28.715763				
				4	104.550521	28.715784				
				5	104.55054	28.715765				
2	铅 2	(20-60) -铅 2+砷 (1-5)	20-60	1	104.55083	28.716035	20.32	2	与(20- 60) -砷(1- 8) 重合	铅、砷
				2	104.550817	28.716067				
				3	104.550837	28.716086				
				4	104.550869	28.716071				
				5	104.550863	28.716037				
3	铅 3	(20-60) -铅 3+砷 (6-11)	20-60	6	104.555621	28.716475	24.2	2	4	铅、砷
				7	104.555619	28.716475				
				8	104.555617	28.716475				
				9	104.555617	28.716477				
				10	104.555621	28.716478				
4	汞 1	(0-20)-汞 1 (1-6)	0-20	11	104.555621	28.716475	1366.6	4	6	汞
				1	104.551234	28.715926				
				2	104.550982	28.715712				
				3	104.551378	28.715851				
				4	104.551539	28.715198				
5	汞 2	(0-20)-汞 2(7-19)	0-20	5	104.551742	28.715935	1633.9	5	8 (二次污 染防控点1 个)	汞
				6	104.551626	28.715884				
				7	104.550904	28.715971				
				8	104.550703	28.715953				
				9	104.550807	28.715912				
				10	104.550866	28.715819				
				11	104.550751	28.715746				
				12	104.55346	28.715726				
				13	104.550854	28.715783				
				14	104.550326	28.715642				
				15	104.550238	28.715832				
				16	104.550584	28.716039				
				17	104.55056	28.715856				
				18	104.550569	28.715967				

序号	修复指标	地块名称	修复深度 cm	拐点序号	坐标点位		面积m²	检测点位		测量指标
					东经	北纬		底坑	侧壁	
				19	104.550476	28.715875				
6	镍 1	(0-20)-镍 1 (1-7)	0-20	1	104.560318	28.718035	206.5	3	5	镍
				2	104.560648	28.718100				
				3	104.560213	28.718472				
				4	104.560282	28.718233				
				5	104.560743	28.718670				
				6	104.560381	28.718102				
				7	104.560318	28.718035				
7	镍 2	(0-20)-镍 2 (8-11)	0-20	8	104.560831	28.718899	200.4	3	5	镍
				9	104.560847	28.718975				
				10	104.560928	28.718985				
				11	104.560826	28.718968				
8	镍 3	(0-20)-镍 3 (12-26)	0-20	12	104.557235	28.719241	507.8	3	6 (二次防 控布点 1 个)	镍
				13	104.557323	28.719143				
				14	104.557472	28.719726				
				15	104.557788	28.719847				
				16	104.557774	28.719677				
				17	104.557748	28.719708				
				18	104.557782	28.718936				
				19	104.557327	28.718935				
				20	104.557278	28.719008				
				21	104.557235	28.7191				
				22	104.557254	28.719114				
				23	104.557265	28.719105				
				24	104.557308	28.719134				
				25	104.557297	28.71916				
				26	104.557244	28.719162				
9	铜 1	(0-20)铜+砷 (1-8)	0-20	1	104.555782	28.717535	119.3	3	5	铜、砷
				2	104.555779	28.717512				
				3	104.555766	28.717516				
				4	104.555742	28.716795				
				5	104.555796	28.716794				
				6	104.555792	28.717612				
				7	104.555612	28.717647				
				8	104.555461	28.717663				
10	砷 1	(0-20)-砷 1 (1-7)	0-20	1	104.552157	28.712289	223.9	3	7 (二次污	砷

序号	修复指标	地块名称	修复深度 cm	拐点序号	坐标点位		面积m²	检测点位		测量指标
					东经	北纬		底坑	侧壁	
				2	104.552717	28.712874			染防控 2 个点)	
				3	104.552724	28.712994				
				4	104.552776	28.712983				
				5	104.552846	28.712987				
				6	104.552177	28.712263				
				7	104.552143	28.712297				
11	砷 2	(0-20)-砷 2 (8-12)	0-20	8	104.552601	28.713616	77.4	2	4	砷
				9	104.552658	28.713654				
				10	104.552695	28.713681				
				11	104.552723	28.713654				
				12	104.552801	28.713616				
12	砷 3	(0-20)-砷 3 (13-22)	0-20	13	104.552975	28.714541	356.04	3	5	砷
				14	104.552935	28.714543				
				15	104.552923	28.714595				
				16	104.552954	28.714669				
				17	104.552994	28.714693				
				18	104.552959	28.714691				
				19	104.552913	28.714645				
				20	104.55293	28.714389				
				21	104.552915	28.714329				
				22	104.552859	28.714288				
13	砷 4	(0-20)-砷 4 (23-25)	0-20	23	104.554648	28.714923	21.1	2	4	砷
				24	104.554632	28.714945				
				25	104.554662	28.714948				
14	砷 5	(0-20)-砷 5 (26-37)	0-20	26	104.553768	28.714569	515.9	3	6 (二次污染防控 1 个点)	砷
				27	104.553723	28.714589				
				28	104.553789	28.714728				
				29	104.553779	28.714791				
				30	104.553799	28.714836				
				31	104.553857	28.714874				
				32	104.553918	28.714861				
				33	104.553919	28.714861				
				34	104.553965	28.714827				
				35	104.553889	28.714668				
				36	104.553874	28.714617				
				37	104.553822	28.714575				

序号	修复指标	地块名称	修复深度 cm	拐点序号	坐标点位		面积m²	检测点位		测量指标
					东经	北纬		底坑	侧壁	
15	砷 6	(0-20)-砷 6（38-40）	0-20	38	104.550894	28.716243	5.05	与（20-60）-砷（1-8）重合		/
				39	104.550887	28.716265				
				40	104.550894	28.716277				
16	砷 7	（0-20）-砷 7（41-47）	0-20	41	104.559589	28.716767	51.6	2	4	砷
				42	104.559531	28.716785				
				43	104.559549	28.716823				
				44	104.559566	28.716723				
				45	104.559591	28.716508				
				46	104.559585	28.716585				
				47	104.559588	28.716567				
17	砷 8	(0-20)-砷 8（48-53）	0-20	48	104.555547	28.717312	10.14	与(0-20)铜（1-8）重合		/
				49	104.555537	28.717304				
				50	104.555505	28.717311				
				51	104.555522	28.717339				
				52	104.555543	28.717331				
				53	104.555547	28.717312				
18	砷	（20-60）-砷（1-8）	20-60	1	104.551835	28.716312	69.7	2	4	砷、铅
				2	104.551808	28.716327				
				3	104.551796	28.716346				
				4	104.551802	28.716384				
				5	104.551833	28.716403	与（0-20）-铅 2（1-5）、（0-20）-砷 6（38-40）重合			
				6	104.551876	28.716383				
				7	104.551885	28.716352				
				8	104.551869	28.716326				
19	石油烃 1	(0-20)-石油烃 1（1-8）	0-20	1	104.556563	28.715532	200.9	与（60-100）-石油烃 7（8-11）重合		/
				2	104.556563	28.715532				
				3	104.556567	28.715527				
				4	104.556447	28.715554				
				5	104.556438	28.715484				
				6	104.556394	28.715519				
				7	104.556477	28.715577				
				8	104.556491	28.715532				
20	石油烃 2	(0-20)-石油烃 2（9-27）	0-20	9	104.5504235	28.71549564	2935.3	6	8	石油烃
				10	104.5506609	28.71518200				
				11	104.5502613	28.71494999				
				12	104.5498965	28.71548107				

序号	修复指标	地块名称	修复深度 cm	拐点序号	坐标点位		面积m²	检测点位		测量指标
					东经	北纬		底坑	侧壁	
				13	104.5502613	28.71569833				
				14	104.5503088	28.71563947				
				15	104.5503420	28.71553996				
				16	104.5501828	28.71537445				
				17	104.5502848	28.71534202				
				18	104.5502568	28.71540115				
				19	104.5502148	28.71546327				
				20	104.5501592	28.71541534				
				21	104.5501048	28.71536548				
				22	104.5504398	28.71528971				
				23	104.5504544	28.71523911				
				24	104.5505099	28.71525172				
				25	104.5505306	28.71529890				
				26	104.5505095	28.71533445				
				27	104.5504757	28.71533560				
				28	104.555999	28.717958	11038.6	27	13	石油烃
				29	104.553578	28.716915				
				30	104.552963	28.717002				
				31	104.552955	28.717085				
				32	104.552877	28.717134				
				33	104.552948	28.717482				
				34	104.554786	28.718789				
				35	104.553685	28.717629				
				36	104.553656	28.717594				
				37	104.553688	28.717554				
				38	104.55373	28.71759				
				39	104.553796	28.71762				
				40	104.553848	28.717666				
				41	104.553802	28.717717				
				42	104.55375	28.717669				
				43	104.553909	28.717692				
				44	104.553969	28.717738				
				45	104.553927	28.717789				
				46	104.55387	28.717743				
				47	104.55423	28.717697				
				48	104.554222	28.717666				

序号	修复指标	地块名称	修复深度 cm	拐点序号	坐标点位		面积m²		检测点位		测量指标
					东经	北纬			底坑	侧壁	
				49	104.554254	28.717666					
				50	104.55426	28.717686					
				51	104.55423	28.717697					
				52	104.554043	28.717876					
				53	104.554022	28.717816					
				54	104.554083	28.71781					
				55	104.554089	28.717859					
				56	104.554229	28.717382					
				57	104.554263	28.717413					
				58	104.554226	28.717452					
				59	104.554194	28.717413					
				60	104.553749	28.717448					
				61	104.55372	28.717413					
				62	104.553752	28.717383					
				63	104.553784	28.717413					
				64	104.553184	28.71731					
				65	104.553137	28.717269					
				66	104.553169	28.717228					
				67	104.553221	28.717269					
				68	104.553792	28.717125					
				69	104.553824	28.717103					
				70	104.553854	28.717143					
				71	104.553813	28.717166					
				72	104.553792	28.717125					
				73	104.55334	28.717125					
				74	104.553307	28.717153					
	75	104.553277	28.717125								
	76	104.553311	28.717091								
	/	20-60	重合地块	(20-60) -石油烃 4（6-15）		-1791.6	扣除				
	/	20-60	重合地块	(20-60) -石油烃 5（16-22）		-577.57	扣除				
21	石油烃 3	(20-60) -石油烃 3（1-5）	20-60	1	104.556219	28.715369	56.04		计入（60-100）-石油烃 7（8-11）	/	
				2	104.556196	28.715397					
				3	104.556321	28.715457					
				4	104.556291	28.715487					
				5	104.556321	28.715457					
22	石油烃 4	(20-60) -石油烃 4	20-60	6	104.553565	28.716948	1791.6	1604.15	5	7	石油烃

序号	修复指标	地块名称	修复深度 cm	拐点序号	坐标点位		面积m²		检测点位		测量指标	
					东经	北纬			底坑	侧壁		
		(6-15)		7	104.553498	28.716983		扣除重合地块				
				8	104.553374	28.717464						
				9	104.553099	28.717167						
				10	104.553132	28.717167						
				11	104.553138	28.717567						
				12	104.553279	28.717566						
				13	104.553389	28.717248						
				14	104.553534	28.717088						
				15	104.553585	28.716954						
			60-100	重合地块	(60-100)-石油烃 6 (1-7)		-187.45	扣除				
23	石油烃 5	(20-60)-石油烃 5 (16-22)	20-60	16	104.5543525	28.71767161	577.57		3	4	石油烃	
				17	104.5541991	28.71778424						
				18	104.5542078	28.71789133						
				19	104.5544116	28.71799342						
				20	104.5544470	28.71786071						
				21	104.5543003	28.71793217						
				22	104.5544683	28.71778095						
24	石油烃 6	(60-100)-石油烃 6 (1-7)	60-100	1	104.553358	28.716901	190.8		3	4	石油烃	
				2	104.553333	28.716967						
				3	104.553354	28.717017						
				4	104.553409	28.717043						
				5	104.553484	28.716992						
				6	104.553486	28.716934						
				7	104.553427	28.716881						
25	石油烃 7	(60-100)-石油烃 7 (8-11)	60-100	8	104.556228	28.715338	159.9 包含重合地块		3	4	石油烃	
				9	104.556169	28.715401						
				10	104.556307	28.715497						
				11	104.556367	28.715427						
			20-60	重合地块	(20-60)-石油烃 3 (1-5)		-56.04	扣除				
			0-20	重合地块	(0-20)-石油烃 1 (1-8)		-94.84					
26	汞 2	(35) 汞- (7-19)	35	二次清理 重测	/		16		2	4	汞	
27	石油烃 3	(80) 石油烃-3-4	80		/		200		2	4	石油烃	
28	石油烃 6	(150) TPH6-1	150		/		90		3	4	石油烃	

2、二次污染防治区域检测布点数量与位置

(1) 土壤布点原则

根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》、《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）：对于场地内修复范围外可能产生二次污染的区域（包括：污染土壤暂存区、修复设施所在区、固体废物或危险废物堆存区、运输车辆临时道路、土壤或地下水待检区、废水暂存处理区、修复过程中污染物迁移涉及的区域、其他可能的二次污染区域），采用判断布点的方法，判定可能产生二次污染的区域为危险废物堆存区、含油废水收集池、运输道路两侧，地势低洼有渗滤液产生的地块以及基坑边界为非建筑硬化区域，因此土壤二次污染防治区域布点为：

1) 产生渗滤液的地块基坑开挖后、回填前在基坑边界表层布设采样点；

2) 危废暂存区域在危废转移完成，区域周边非防渗区域设采样点。

3) 含油废水收集池四周地块土壤样品在废水转移完成后，收集池四周非硬化区域设采样点。

(2) 地下水布点原则

本项目不涉及地下水修复工程，地下水检测仅作为评价施工过程是否造成地下水污染的方法。未减少对地下水扰动，本次评估不新建地下水检测井，充分利用地块调查评估与修复实施阶段设置的监测井，检测井符合修复效果评估采样条件，在场地下游位置进行检测。

(3) 布点数量与位置

根据前述布点原则确定本项目二次污染防治区域布点情况分别表5-5、5-6。

表5-6土壤二次污染防治区域布点

地块名称	采样点位数量	采样位置及深度	检测因子	检测频次
含油废水收集池	1	池边非硬化区域表层土	石油烃	1次
	2			
危废暂存间	1	危废间非防渗区域表层土		
	2			
运输道路两侧	1	道路两侧非硬化路面表层土	铅、砷、镍、铜、汞、石油烃	
	2			
	3			
(0-20)-汞2(7-19)	1	基坑边界非硬化区域表层土	汞	
(0-20)-镍3（12-26）	1	基坑边界非硬化区域表层土	镍	
(0-20)-砷1（1-7）	1	基坑边界非硬化区域表层土	砷	
	2			
(0-20)-砷5（26-37）	1	基坑边界非硬化区域表层土	砷	

表5-7地下水二次污染防治区域布点

序号	检测井编号	检测因子	监测频次
1	DX01	pH、铅、镍、铜、锌、铬、镉、汞、砷、挥发性有机物（VOCs）	1次
2	DX05		

5.1.4效果评估检测项目及修复目标值

1、修复土壤评估检测项目及修复目标值

根据《修复工程实施方案》需要开展镍、铜、砷、汞、石油烃（C₁₀-C₄₀）的场地修复工作，其中铜、镍、砷、汞、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）的修复目标值分别为2000mg/kg、150mg/kg、20mg/kg、8mg/kg、400mg/kg和826mg/kg。

2、二次污染防治区域地下水检测项目及标准限值

本次地下水检测利用原地下水监测井，检测指标及标准限值为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准要求，具体指标及限值见表5-8。

表5-8地下水检测指标及标准限值

表1感官性状及一般化学指标					
标准序号	项目	标准值	标准序号	项目	标准值
1	pH	6.5~8.5	3	锌	1.00
2	铜	1.00	/	/	/
表2毒理学指标					
标准序号	项目	标准值	标准序号	项目	标准值
4	汞	0.001	21	邻二氯苯	1
5	砷	0.01	22	对二氯苯	0.3
6	镉	0.005	23	三氯苯	0.02
7	铅	0.01	24	乙苯	0.3
8	镍	0.02	25	二甲苯	0.5
9	三氯甲烷	0.06	26	苯乙烯	0.02
10	四氯化碳	0.002	27	萘	0.1
11	苯	0.01	28	蒽	1.8
12	甲苯	0.7	29	荧蒽	0.24
13	四氯乙烯	0.04	30	苯并(b)荧蒽	0.004
14	氯苯	0.3	31	1,2-二氯丙烷	0.005
15	二氯甲烷	0.02	32	三溴甲烷	0.1
16	1,2-二氯乙烷	0.03	33	氯乙烯	0.005
17	1,1,1-三氯乙烷	2	34	1,1-二氯乙烯	0.03

5.1.5效果评估方法

1、土壤清挖效果验收方式

根据《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）及《修复工程实施方案》的要求，对完成污染土壤清挖后产生的界面，即基坑清挖效果验收。验收为第三方修复效果评估单位验收。验收内容包括基坑的四周侧面和底部。

对于超标区域根据监测结果确定二次清挖的边界，二次清挖后再次进行监测，直至达到相应要求。

对基坑侧面和底部按《污染地块风险管控与修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）要求采样并检测，将检测结果与验收标准进行对比，不合格则对不合格样品所代表基坑边界进行继续清挖，直至合格为止。

2、修复效果验收方式

修复效果评估以修复方案提出的修复目标值为评估标准，本次效果评估采用逐个对比法，对地块点位逐一评价，保证地块安全利用。

逐个对比法具体评判要求：

- ①当样本点检测值低于或等于修复目标值时，达到评估标准；
- ②当样本点检测值高于修复目标值时，未达到评估标准；

采用逐个对比法时，只有所有样品的污染物检测值均达到评估标准，方可判定场地达到修复效果。

6现场采样与实验室检测

6.1现场采样

6.1.1检测方案、采样准备及现场采样

1、采样方案

我公司根据《修复工程实施方案》及竣工图纸资料编制了《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程效果评估检测方案》，并由四川实朴检测技术服务有限公司依据该方案负责本项目现场修复效果评估样品采集与样品检测，四川实朴检测技术服务有限公司具有中国计量认证（CMA）资质。检测单位检测计量认证资质见附件。

2、采样准备

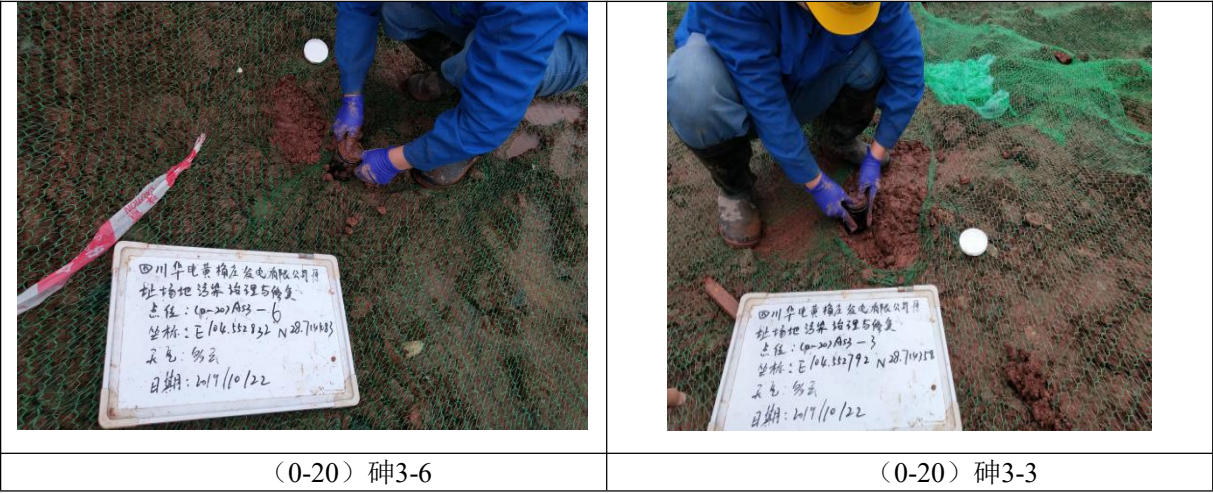
在现场采样工作正式开展之前，采样人员经统筹安排，准备了所需的设备及材料，现场调查所需采样仪器和设备，并会同调查报告编制单位、地块责任单位、监理单位、施工单位现场进行点位测绘和确认本次定点测绘仪器采用南方NTS-310B/R系列全站仪和GPS测量仪，使用CGCS2000坐标系。本次测绘工作的整个操作过程执行了表6-1中的相关国家标准。

表6-1 测绘执行技术标准

序号	标准名称	标准代号
1	工程测量规范	GB50026-2007
2	城市测量规范	CJJ8-99
3	卫星定位城市测量技术规范	CJJ/T73-2010

3、现场采样

部分现场采样图片见图6-1。





(0-20) 镍1-1



(20-60) 铅+砷-1



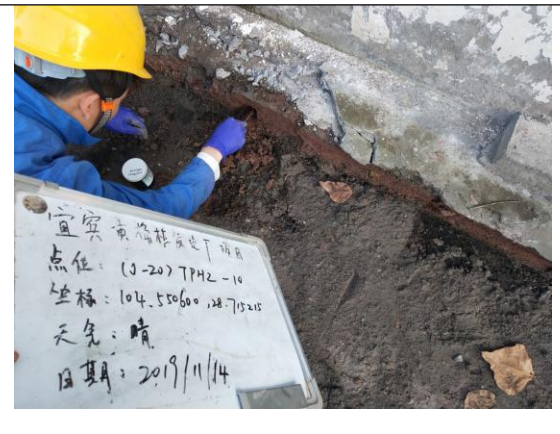
(0-20) 汞1-4



(0-20) 汞1-2



(0-20) 石油烃2-1



(0-20) 石油烃2-10



图6-1现场采样图片

6.1.2样品保存与管理

1、取样前准备

根据分析项目准备相关物品，包括采样工具、器材、文具及安全防护用品等，具体如下：

- ①工具类：铁铲、铁镐、土铲、土钻、不锈钢药勺、竹刀等。
- ②器材类：土壤取样器、数码相机、卷尺、样品袋、棕色玻璃瓶、保温箱、铝箔纸、手套等以及其他特殊仪器和化学试剂。
- ③文具类：样品标签、记录表格、文具夹、中性笔等小型用品。
- ④安全防护用品：手套、工作服、雨衣、安全帽、防砸鞋、常用药品等。

2、设备、耗材清洗

根据本次检测的项目，对所有与样品直接接触的器皿采取相关措施保证其洁净度，避免造成污染或干扰。

6.1.3采样工作量统计

本项目涉及修复区域土壤采样、二次清理采样、二次污染防治区土壤和地下水采样，共采集269个土壤样品，2个地下水样品。样品统计如见表6-3。

表6-3 样品统计

样品类型		修复区域 采样	超标区域二次清理 后采样	二次污染防治 采样
土 壤	镍	24	0	4
	砷	64	0	6
	铅	16	0	3
	汞	24	6	4
	铜	8	0	3
	石油烃	87	13	7
小 计	/	223	19	27
地 下 水	pH、铅、镍、铜、锌、铬、镉、汞、砷、挥发性有机物（VOCs）	0	0	2
合计：269个土壤样品，2个地下水样品				

6.2实验室检测

6.2.1土壤检测方法

土壤样品分析检测方法具体见表6-4。

表6-4土壤样品分析检测方法

类别	分析指标	方法	主要设备	型号
土样	干物质	HJ613-2011土壤干物质和水分的测定重量法	电子天平	LE2002E/02
			电热鼓风干燥箱	DHG-9245A
	铅	GB/T17141-1997土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法	电子天平	LE204E/02
			石墨炉原子吸收光谱	240ZAA
	砷	GB/T22105.2-2008土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第2部分：土壤中总砷的测定	电子天平	LE204E/02
			原子荧光光度计	AFS-8220进样器：AS-90
	铜、镍	HJ491-2019土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法	电子天平	LE204E/02
			火焰原子吸收光谱	240FSAA
	石油烃	HJ1021-2019土壤和沉积物石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)的测定气相色谱法	电子天平	LE2002E/02
	汞	GB/T22105.1-2008土壤质量总汞、总砷、总铅的测定第1部分：土壤中总汞的测定原子荧光法	原子荧光光度计	AFS-8220进样器：AS-90

6.2.2地下水检测方法

地下水样品分析检测方法具体见表6-5。

表6-5地下水样品分析检测方法

类别	分析指标	方法	主要设备	型号
地下水	pH	GB6920-86水质pH值的测定玻璃电极法	pH计	FE28（标配）
	镉、铬、镍、铅、砷、铜、锌	HJ700-2014水质65种元素的测定电感耦合等离子体质谱法	Agilent电感耦合等离子体质谱仪	7900-ICP-MS
	汞	HJ694-2014水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法	原子荧光光度计	AFS-8220进样器：AS-90
	挥发性有机物	HJ639-2012水质挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法	Agilent吹扫捕集气质联用仪	ATOMX-7890B-5977B-PT-GCMSD

6.3质量控制

6.3.1现场采样质量控制措施

验收的采样工作由四川实朴检测技术服务有限公司开展并进行质量控制，四川中谦检测有限公司进行了现场质控监督。

本次采样，为保证在允许误差范围内获得具有代表性的样品，在采样的全过程进行质量控制，具体质控措施有：

1、采样前制定了详细的采样计划，具体见第6章节，采样方案明确了采样点，及各样品的编号，提前填写样品编号并一一对应，采样过程中认真按采样计划进行操作；

2、现场采样由检测单位2位专业采样人员进行操作，修复效果评估单位1人进行了协助与监督，施工单位、环境监理单位、修复效果评估采样方三方现场协助确认。

3、采样前检查了相关设备，采样工具、设备保持干燥、清洁，避免二次污染；

4、采样样品盛入容器后，采样员立即在容器壁上应随即贴上标签，并由协助工程师确认标签号；

5、采样结束后，由检测单位和修复效果评估单位逐项检查，主要检查样品标签、样品放置情况、样品暂存等；

6、设置现场平行样，现场采样样品偏差不大，满足规范要求。

6.3.2实验室检测质量控制措施

实验室的质量保证与质量控制措施由四川实朴检测技术有限公司执行，主要包括：分析数据的追溯文件体系、样品保存运输条件保证、内部空白检验、平行样加标检验，相关分析数据的准确度和精密度需满足要求。

实验室接收样品后，根据分析方法上要求对样品进行前处理。样品测定前，按分析方法和相应的分析条件，有机项目对溶剂、试剂和纯水等进行空白试验，要求在目标组分的保留时间附近无干扰峰存在，否则更换试、溶剂、萃取材料；无机项目要求目标元素低于分析方法的检出限。本次项目所用试剂均需要符合试剂空白要求。仪器空白、方法空白、现场全程序空白按照公司作业指导书进行。

采样时每批样品严格按照HJ/T166-2014《土壤环境检测技术规范》规定的采样程序进行采集，样品采集后按照所测项目性质的不同，用不同材质的容器进行分装，贴上标签，带回实验室。实验室分析时每批样品带1个方法空白，方法空白中检出目标化合物的浓度不得超过方法的检出限。每批样品测试过程中，随机抽取不少于10%的样品进行平行样测定。平行样测定结果应满足：

①对于某些不稳定的组分，样品浓度在定量下限以上的平行样测定结果相对偏差应小于35%。

②样品浓度在0.1mg/kg以下的浓度水平，相对偏差应小于20%。

③样品浓度在0.1~10mg/kg之间的浓度水平，相对偏差应小于15%。

④样品浓度在10~100mg/kg之间的浓度水平，相对偏差应小于5%。

⑤样品浓度在大于100mg/kg的浓度水平，相对偏差应小于3%。

本次项目在实际分析中采用空白加标、标准点检验、质控样分析等方法来确定样品分析的准确度。每批样品分析中，随机抽取不少于10%的样品进行平行样分析。

空白加标选用全程空白为基体，加标量一般选取标准曲线中间浓度点浓度进行加标。空白加标回收率应满足：进行单组份加标是，加标回收率在（80-120%）为合格；多组分加标是，加标回收率在（60-120%）为合格。

质控样选择合适的标样，使标样的背景结构、组分、含量水平应尽可能与待测样品一致或近似。用于分析方法的验证，校正并标定分析测定仪器，评价测定方法的准确度和测试人员的技术水平，进行质量保证工作。如果与标样在化学性质和基本组成差异很大，由于基体干扰，用土壤标样作为标定或校正仪器时，有可能产生一定的系统误差。所测质控样要求其最终浓度结果在其给定的不确定范围内，超出其不确定范围应查找原因，重新进行样品和质控的测定。

留样期内的样品不得以任何理由挪作它用，根据需要保留的特定样品应留存副样，并妥善保存备查。不能长期保存的样品，按照环境保护的相关规定由检测人员按照《废弃物处理管理程序》进行处置并做好记录，根据样品保存期限进行样品处理。

6.3.3检测分析工作量及质控统计

为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，本项目在现场采样过程中设定现场质量控制样品。

采样现场平行样按总采样量的10%采集，样品点位随机指定。

将质量控制样品结果与相应正常检测的结果进行比较分析，得出每个样品的各参数相对偏差的平均值，根据平行样相对偏差统计，相对偏差均在10%以内，均满足质控要求。

样品空白质控见表6-6，平行样质控见表6-7。

表6-6样品空白质控

无机类分析							
质量控制报告		质控样品		GSS-31	消解日期：	2019/10/28	
实验室控制样		基质：		土样	分析日期：	2019/10/29	
分析指标	方法	检出限	单位	空白样品 浓度	实验室控制样品		
					测定值	标准值范围	
						低	高
金属							
铜(Cu)	HJ491-2019	1	mg/kg	<1	35	31	43
镍(Ni)	HJ491-2019	3	mg/kg	<3	39	33	49
铅(Pb)	GB/T17141-1997	0.1	mg/kg	<0.1	20.7	19.5	36.5
镍(Ni)	HJ491-2019	3	mg/kg	<3	37	33	49
砷(As)	GB/T22105.2-2008	0.01	mg/kg	<0.01	10.6	7.74	12.3
砷(As)	GB/T22105.2-2008	0.01	mg/kg	<0.01	10.6	7.74	12.3

表6-7平行样质控

无机类分析								
质量控制报告		样品批号：		SEP/CD/E1910229		消解日期：		2019/10/28
平行样		基质：		土样		分析日期：		2019/10/29
分析指标	方法	检出限	单位	平行样品编号	平行样品结果：			相对标准偏差控制范围%
					样品结果 (mg/kg)	平行样品结果 (mg/kg)	相对标准偏差%	
镍(Ni)	HJ491-2019	3	mg/kg	1910229-001	36	32	8.9	0~25
铅(Pb)	GB/T17141-1997	0.1	mg/kg	1910229-047	34.2	31.9	4.9	0~25
镍(Ni)	HJ491-2019	3	mg/kg	1910229-021	33	36	5.2	0~25
砷(As)	GB/T22105.2-2008	0.01	mg/kg	1910229-029	5.17	5.27	1.4	0~20
砷(As)	GB/T22105.2-2008	0.01	mg/kg	1910229-049	12.2	13.1	5.0	0~15

实验室的质量保证与质量控制措施由四川实朴检测技术服务有限公司执行，相关质控附件见附件《检测报告》，所有质控措施满足相关要求。

7修复效果评估

7.1采样检测结果

7.1.1修复区域检测结果及评价

根据四川实朴检测技术有限公司报告编号：SEP/CD/E1910229、SEP/CD/E1910230、SEP/CD/E1911140、SEP/CD/E1911141、SEP/CD/E1911195、SEP/CD/E1912068，土壤修复区检测结果统计及评价见表7-1。

表7-1土壤修复区检测结果统计及评价

采样位置	检测指标	超标点位及浓度 (mg/kg)		未超标点位浓度 范围 (mg/kg)	标准限值 (mg/kg)	评价结果
基坑表层土、 基坑侧壁土	铜(Cu)	无		28-35	2000	均达标
	镍(Ni)	无		31-43	150	均达标
	铅(Pb)	无		17.8-57.6	400	均达标
	砷(As)	无		0.8-12.2	20	均达标
	汞 (Hg)	(0-20) Hg2-2		14.0	8	超标
		除超标点位外其余点位		0.064-4.28	8	均达标
	石油烃	(60-100) TPH6-1	6420	/	826	超标
		(60-100) TPH6-3	1580			超标
		(60-100) TPH6-3Dup	1290			超标
		(0-20) TPH3-5	1480			超标
		(20-60) TPH4-9	1570			超标
		(20-60) TPH4-11	1370			超标
		除超标点位外其余点位	/	7-634	826	均达标

污染地块第一次修复开挖后，石油烃(20-60)TPH4-9、(20-60)TPH4-11、(0-20)TPH3-5、(60-100)TPH6-1、(60-100)TPH6-3、(60-100)TPH6-3Dup和（0-20）Hg2-2超标，其余点位均达到修复目标值。

超标区域二次清理后检测结果均达到修复目标值。超标区域二次清理后检测结果及评价见表7-2及表7-3。

表7-2石油烃C₁₀-C₄₀超标区域二次清理后检测结果及评价

测试报告		报告编号：SEP/CD/E1911141		分析指标	干物质	石油烃 C ₁₀ -C ₄₀	备注
				方法	HJ613-2011	HJ1021-2019	
实验室编号	样品原标识	采样日期	样品接收日期	检出限	-	6	
				单位	%	mg/kg	
1911141-025	(80) TPH3-1	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.0	115	(20-60)TPH4-9、 (20-60)TPH4-11、 (0-20)TPH3-5 超标点位二次清理 重测
1911141-026	(80) TPH3-1Dup	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.2	123	
1911141-027	(80) TPH3-2	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.0	64	
1911141-028	(80) TPH3-3	2019/11/13	2019/11/16	土样	77.8	46	
1911141-029	(80) TPH3-4	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.6	91	
1911141-030	(80) TPH3-5	2019/11/13	2019/11/16	土样	77.9	197	
1911141-031	(80) TPH3-6	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.0	171	
1911141-032	(150) TPH6-1	2019/11/13	2019/11/16	土样	77.0	52	(60-100)TPH6-1、 (60-100)TPH6-3、 (60-100)TPH6-3Dup (平行) 超 标点位二次清理重 测
1911141-033	(150) TPH6-2	2019/11/13	2019/11/16	土样	77.6	42	
1911141-034	(150) TPH6-3	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.7	119	
1911141-035	(150) TPH6-4	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.0	74	
1911141-036	(150) TPH6-5	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.1	72	
1911141-037	(150) TPH6-6	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.1	163	
1911141-038	(150) TPH6-7	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.3	66	
1911141-039	(150) TPH6-7Dup	2019/11/13	2019/11/16	土样	77.7	55	
标准限值	/	/	/	/		-	
评价结果	/	/	/	/		均达标	

表7-3汞超标区域二次清理后采样结果及评价

测试报告		报告编号： SEP/CD/E1912068		分析指标	干物质	汞	备注
				方法	HJ613-2011	GB/T22105.1-2008	
实验室编号	样品原标识	采样日期	样品接收日期	检出限	-	0.002	
				单位	%	mg/kg	
1912068-001	(35) Hg2-2-1	2019/12/06	2019/12/06	土样	77.7	0.102	(0-20) Hg2-2 超标点位二次清理重测
1912068-002	(35) Hg2-2-2	2019/12/06	2019/12/06	土样	78.3	0.113	
1912068-003	(35) Hg2-2-3	2019/12/06	2019/12/06	土样	80.5	0.136	
1912068-004	(35) Hg2-2-4	2019/12/06	2019/12/06	土样	81.1	0.127	
1912068-005	(35) Hg2-2-5	2019/12/06	2019/12/06	土样	82.4	0.115	
1912068-006	(35) Hg2-2-6	2019/12/06	2019/12/06	土样	82.1	0.138	
1912068-007	(35) Hg2-2-6Dup	2019/12/06	2019/12/06	土样	82.4	0.146	
标准限值	/	/	/	/	/	8	
评价结果	/	/	/	/	/	均达标	

7.1.2 二次污染防治区域检测结果及评价

二次污染防治区域检测结果及评价分别见表7-4及表7-5。

表7-4 地下水二次污染防治采样结果及评价

测试报告		实验室编号		1911195-001	1911195-002	1911195-003
		样品原标识		DX01	DX01Dup	DX05
报告编号: SEP/CD/E1911195		采样日期		2019/11/24	2019/11/24	2019/11/24
		样品接收日期		2019/11/25	2019/11/25	2019/11/25
分析指标	方法	检出限	单位	地下水	地下水	地下水
挥发性有机物						
替代物						
甲苯-d8	HJ639-2012	-	Rec%	93	93	91
4-溴氟苯	HJ639-2012	-	Rec%	82	83	79
二溴氟甲烷	HJ639-2012	-	Rec%	104	110	110
单环芳烃						
苯	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
甲苯	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
乙苯	HJ639-2012	0.8	µg/L	<0.8	<0.8	<0.8
间&对-二甲苯	HJ639-2012	2.2	µg/L	<2.2	<2.2	<2.2
苯乙烯	HJ639-2012	0.6	µg/L	<0.6	<0.6	<0.6
邻二甲苯	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
异丙苯	HJ639-2012	0.7	µg/L	<0.7	<0.7	<0.7
正丙苯	HJ639-2012	0.8	µg/L	<0.8	<0.8	<0.8
1,3,5-三甲基苯	HJ639-2012	0.7	µg/L	<0.7	<0.7	<0.7
叔丁基苯	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
1,2,4-三甲基苯	HJ639-2012	0.8	µg/L	<0.8	<0.8	<0.8
仲丁基苯	HJ639-2012	1.0	µg/L	<1.0	<1.0	<1.0
4-异丙基甲苯	HJ639-2012	0.8	µg/L	<0.8	<0.8	<0.8
正丁基苯	HJ639-2012	1.0	µg/L	<1.0	<1.0	<1.0
熏蒸剂						
2,2-二氯丙烷	HJ639-2012	1.5	µg/L	<1.5	<1.5	<1.5
1,2-二氯丙烷	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
顺-1,3-二氯丙烯	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
反-1,3-二氯丙烯	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
1,2-二溴乙烷	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
卤代脂肪烃						
氯乙烯	HJ639-2012	1.5	µg/L	<1.5	<1.5	<1.5
1,1-二氯乙烯	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
二氯甲烷	HJ639-2012	1.0	µg/L	<1.0	<1.0	<1.0
反-1,2-二氯乙烯	HJ639-2012	1.1	µg/L	<1.1	<1.1	<1.1
1,1-二氯乙烷	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
顺-1,2-二氯乙烯	HJ639-2012	1.2	µg/L	5.8	6.3	<1.2
溴氯甲烷	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
1,1,1-三氯乙烷	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
1,1-二氯丙烯	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
四氯化碳	HJ639-2012	1.5	µg/L	<1.5	<1.5	<1.5

测试报告		实验室编号		1911195-001	1911195-002	1911195-003
		样品原标识		DX01	DX01Dup	DX05
报告编号：SEP/CD/E1911195		采样日期		2019/11/24	2019/11/24	2019/11/24
		样品接收日期		2019/11/25	2019/11/25	2019/11/25
分析指标	方法	检出限	单位	地下水	地下水	地下水
1,2-二氯乙烷	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
三氯乙烯	HJ639-2012	1.2	µg/L	4.4	4.8	<1.2
二溴甲烷	HJ639-2012	1.5	µg/L	<1.5	<1.5	<1.5
1,1,2-三氯乙烷	HJ639-2012	1.5	µg/L	<1.5	<1.5	<1.5
1,3-二氯丙烷	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
四氯乙烯	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
1,1,1,2-四氯乙烷	HJ639-2012	1.5	µg/L	<1.5	<1.5	<1.5
1,1,2,2-四氯乙烷	HJ639-2012	1.1	µg/L	<1.1	<1.1	<1.1
1,2,3-三氯丙烷	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
1,2-二溴-3-氯丙烷	HJ639-2012	1.0	µg/L	<1.0	<1.0	<1.0
六氯丁二烯	HJ639-2012	0.6	µg/L	<0.6	<0.6	<0.6
氯丁二烯	HJ639-2012	1.5	µg/L	<1.5	<1.5	<1.5
环氧氯丙烷	HJ639-2012	5.0	µg/L	<5.0	<5.0	<5.0
卤代芳烃						
氯苯	HJ639-2012	1.0	µg/L	<1.0	<1.0	<1.0
溴苯	HJ639-2012	0.8	µg/L	<0.8	<0.8	<0.8
2-氯甲苯	HJ639-2012	1.0	µg/L	<1.0	<1.0	<1.0
4-氯甲苯	HJ639-2012	0.9	µg/L	<0.9	<0.9	<0.9
1,3-二氯苯	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
1,4-二氯苯	HJ639-2012	0.8	µg/L	<0.8	<0.8	<0.8
1,2-二氯苯	HJ639-2012	0.8	µg/L	<0.8	<0.8	<0.8
1,2,4-三氯苯	HJ639-2012	1.1	µg/L	<1.1	<1.1	<1.1
1,2,3-三氯苯	HJ639-2012	1.0	µg/L	<1.0	<1.0	<1.0
三卤甲烷						
氯仿	HJ639-2012	1.4	µg/L	<1.4	<1.4	<1.4
一溴二氯甲烷	HJ639-2012	1.3	µg/L	<1.3	<1.3	<1.3
二溴氯甲烷	HJ639-2012	1.2	µg/L	<1.2	<1.2	<1.2
溴仿	HJ639-2012	0.6	µg/L	<0.6	<0.6	<0.6
多环芳烃						
苯	HJ639-2012	1.0	µg/L	<1.0	<1.0	<1.0
评价标准	《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III类标准					
评价结果	均达标					

表7-5土壤二次污染防治采样结果及评价

测试报告		报告编号: SEP/CD/E1911195		分析指标	干物质	铜	镍	铅	砷	汞	石油烃 C ₁₀ -C ₄₀
				方法	HJ613-2011	HJ491-2019	HJ491-2019	GB/T17141-1997	GB/T22105.2-2008	GB/T22105.1-2008	HJ1021-2019
实验室编号	样品原标识	采样日期	样品接收日期	检出限	-	1	3	0.1	0.01	0.002	6
				单位	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1911195-004	含油废水池1—1	2019/11/24	2019/11/25	土样	79.3	-	-	-	-	-	57
1911195-005	含油废水池1—2	2019/11/24	2019/11/25	土样	88.8	-	-	-	-	-	17
1911195-006	危废暂存间1—1	2019/11/24	2019/11/25	土样	86.8	-	-	-	-	-	18
1911195-007	危废暂存间1—1Dup	2019/11/24	2019/11/25	土样	85.2	-	-	-	-	-	17
1911195-008	危废暂存间1—2	2019/11/24	2019/11/25	土样	83.7	-	-	-	-	-	51
1911195-009	道路沿线1	2019/11/24	2019/11/25	土样	84.0	36	37	24.4	7.51	0.049	88
1911195-010	道路沿线2	2019/11/24	2019/11/25	土样	83.1	42	37	23.9	5.29	0.047	48
1911195-011	道路沿线3	2019/11/24	2019/11/25	土样	88.6	37	34	59.7	5.46	0.107	56
1910229-028	(0-20)Ni3-9	2019/10/21	2019/10/23	土壤	82.3	-	35	-	-	-	-
1911140-010	(0-20) As1-9	2019/11/13	2019/11/16	土样	79.5	-	-	-	6.11	-	-
1911140-011	(0-20) As1-10	2019/11/13	2019/11/16	土样	78.4	-	-	-	6.56	-	-
1911140-028	(0-20) As5-9	2019/11/13	2019/11/16	土样	84.3	-	-	-	8.4	-	-
1911141-064	(0-20) Hg2-13	2019/11/14	2019/11/16	土样	80.5	-	-	-	-	0.235	-
标准限值	/	/	/	/	/	2000	150	400	20	8	826
评价结果	/		/	/	/	均达标	均达标	均达标	均达标	均达标	均达标

结论：二次污染防治区采集的土壤样品中镍、砷、铅、汞、铜、石油烃（C₁₀-C₄₀）检测结果均未超过修复目标值，地下水pH、铅、镍、铜、锌、铬、镉、汞、砷、挥发性有机物（VOCs）检测结果满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质要求

7.2修复效果评价结论

7.2.1土壤修复效果评价结论

本次针对《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程》土壤污染修复地块共23处（含重合地块），土壤修复项目包括，镍、砷、铅、汞、铜、石油烃（C₁₀-C₄₀），土壤一次性修复达到目标值地块数量为19处（含重合地块），4处地块局部超标经二次清理后也达到修复目标值，土壤修复效果合格。

7.2.2二次污染防控区检测结果评价结论

根据四川实朴检测技术服务有限公司出具的检测报告，本次潜在二次污染区采集的土壤样品中镍、砷、铅、汞、铜、石油烃（C₁₀-C₄₀）检测结果均未超过修复目标值；地下水样品中pH、铅、镍、铜、锌、铬、镉、汞、砷、挥发性有机物（VOCs）检测结果满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质要求，未造成二次污染。

8 结论和建议

8.1 结论

综合修复工程的工程施工、环境监理及修复效果评估采样检测情况，得到以下结论：

1、资料审核结论

本次修复工程竣工总结报告、环境监理报告、环境监理日志较齐备。施工单位、环境监理单位的资料、数据较完备，基本反应了本次修复工程的施工过程。

(1) 根据《修复工程竣工资料》（中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司）、《修复工程监理资料》（四川元丰建设工项目管理有限公司）及开工报审、施工审核等过程记录材料，修复工程的施工工艺、修复治理范围、修复土方量等工程量达到已经备案《修复施工方案》要求。

(2) 根据《环境监理报告》（四川元丰建设工项目管理有限公司）、现场访谈记录和公众参与调查结论，修复工程施工期污染防治措施、生态保护与减缓措施的实施与进度基本满足相关要求，施工过程未造成环境污染，施工期间未有周边群众投诉、举报现象发生。

2、修复效果评价结论

(1) 土壤修复目标值

根据四川实朴检测技术服务有限公司出具的检测报告，修复后的土壤验收检测结果均满足《修复施工方案》中的修复目标值（铜、镍、砷、汞、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）的修复目标值分别为2000mg/kg、150mg/kg、20mg/kg、8mg/kg、400mg/kg和826mg/kg），土壤修复效果合格。

(2) 污染物转移完成情况

根据《修复施工方案》确认的13处废水池废水（合计10544m³）已全部转移至宜宾北控水务有限公司和宜宾县中融水质净化有限公司，转移资料齐全；污染地块修复开挖的污染土壤（5649.9m³，合计15372.03t）已完全转移至自贡金龙水泥有限公司，转移资料齐全；清理油淬池废油2.02t，交由绵阳市天捷能源有限公司清运处置，转移资料齐全；处置清理废油池产生的棉纱、吸油毡0.25t，交由四川省中明环境治理有限公司清运处理，转移资料齐全。《修复施工方案》中确认所有污染物均完成转移。

(3) 二次污染防控情况

根据《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程环境监理报告》（四川元丰建设工程有限公司）及相关过程记录材料，修复的过程中未出现二次污染事故。

本次潜在二次污染区采集的土壤样品中镍、砷、铅、汞、铜、石油烃（C₁₀-C₄₀）检测结果均未超过修复目标值，地下水pH、铅、镍、铜、锌、铬、镉、汞、砷、挥发性有机物（VOCs）检测结果满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质要求，未造成二次污染。

（4）施工过程环保措施落实情况

施工过程中采取了《修复施工方案要求》的污染防治措施、生态保护措施，施工过程未造成环境污染，施工期间未有周边群众投诉、举报现象发生。

综上所述，四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程上达到了已经备案的《四川华电黄桷庄发电有限公司黄桷庄电厂原址场地土壤污染治理与修复工程实施方案》修复目标值的要求，修复过程中未造成二次污染和环境污染，符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第一类用地风险筛选值要求，可用于二类居住用地、中小学用地及公园绿地等建设。

8.2后期环境监管建议

本地块未来规划为居住、商住混合及商办混合用地，在开发建设过程中，应在合理进行建筑物总平面设计，优化布局，采取有效措施减少一般公众对修复区域的接触机率。