

# 福从路3号厂区地块土壤污染修复项目 效果评估报告

(送审稿)

土地使用权人：广州建义投资有限公司

修复效果评估单位：广东中加检测技术股份有限公司

编制日期：二〇二一年七月

# 福从路3号厂区地块土壤污染修复项目 效果评估报告

(送审稿)

土地使用权人：广州建义投资有限公司

修复效果评估单位：广东中加检测技术股份有限公司

编制日期：二〇二一年七月

项目名称：福从路 3 号厂区地块土壤污染修复项目

土地使用权人：广州建义投资有限公司

修复效果评估单位：广东中加检测技术股份有限公司

项目负责人：刘东晓

项目组成员：

| 姓名  | 职务/职称      | 主要职责      | 签名 |
|-----|------------|-----------|----|
| 刘东晓 | 工程师        | 报告编制      |    |
| 陈春攀 | 助理工程师      | 报告审核      |    |
| 潘文波 | 副总经理/高级工程师 | 报告审定      |    |
| 周伟斌 | 副总经理/工程师   | 报告校核      |    |
| 罗斌  | 工程师        | 报告协作      |    |
| 程华敏 | 工程师        | 报告协作      |    |
| 余仟  | 工程师        | 报告协作      |    |
| 丁志锋 | 技术员        | 报告协作      |    |
| 梁远冰 | 技术员        | 数据报告编制/校核 |    |



# 检验检测机构 资质认定证书

证书编号: 201719111007

名称: 广东中加检测技术股份有限公司

地址: 广州市海珠区新港东路 2429 号 504-510 房 (仅限办公用途)

经审查, 你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力, 现予批准, 可以向社会出具具有证明作用的数据和结果, 特发此证。

资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由广东中加检测技术股份有限公司承担。

发证日期: 2020 年 02 月 05 日

许可使用标志

有效期至: 2023 年 03 月 30 日



发证机关: (印章)

201719111007

注: 需要延续证书有效期的, 应当在证书届满有效期 3 个月前提出申请, 不再另行通知。

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制, 在中华人民共和国境内有效  
检验检测机构名称变更

## 摘要

广州建义投资有限公司地块位于广州市从化市太平镇经济技术开发区福从路旁（福从路3号厂区及明珠1号厂区）。2011年7月6日之前公司名称为广州丝宝日用化工有限公司，总投资2000万人民币，由香港丝宝集团（国际）有限公司投资。是一家从事化妆品生产的企业，主要生产、加工洗发产品，产品品牌为柏兰、美涛等，地块占地面积为49165.02m<sup>2</sup>，用地面积为8242 m<sup>2</sup>。福从路3号厂区（占地面积15602.05平方米）1994年建厂，1995年5月投产运营；明珠路1号厂区（占地面积33562.97平方米）于2004年开始建厂，2005年5月投产运营。2011年7月6日，广州丝宝日用化工有限公司名称变更为拜尔斯夫日化（广州）有限公司，企业主营业务不变。福从路3号厂区于2011年停产，明珠路1号厂区于2014年12月停产。2018年3月22日，拜尔斯道夫日化（广州）有限公司工商变更，更名为广州建义投资有限公司，主营项目类别为商业服务业。地块场地环境调查期间，场地内原有的生产设备已经被拆除，仅保留一些建筑物。

福从路3号厂区和明珠路厂区地块拟定计划由工矿仓储用地分别变更为中小学用地和二类居住用地。根据《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）、《关于保障工业企业场地再发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140号）、《广州市人民政府关于印发广州市申请使用建设用地规则的通知》（穗府〔2015〕15号）、《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）和《广东省实施〈中华人民共和国土壤污染防治法〉办法》（2019年3月1日实施）等相关文件规定，工业用地原址在改变原土地使用性质，进行二次开发利用前必须进行场地环境评价，对原址土壤和地下水进行污染监测分析和评价，并对发现存在污染的场地制定土壤治理修复方案，开展修复工作，以保障人体健康、维护正常的生产建设活动，防治场地性质变化带来新的环境问题。

受土地使用权人广州建义投资有限公司委托，广州市环境保护科学研究院对广州建义投资有限公司地块（以下简称“场地”）开展场地环境调查及风险评估工作，确定场地污染的详细状况以及潜在的健康风险，为场地环境管理提供依据。2019年3月26日，广州市环境技术中心主持召开了《广州建义投资有限公司地块场地环境初步调查报告》、《广州建义投资有限公司地块场地环境详细调查报告》和《广州建义投资有限公司地块场地环境风险评估报告》（以下称为《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》）专家咨询论证会。会议中专家组一致同意通过论证。2019年2月20至24日，广东省固体废物和化学品环境中心通过函审方式组织专家对《广州建义投资有限公司地块场地环境风险评估报告》进行评审，专家组一致同意通过论证。《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》经修改补充后，可作为下一阶段场地环境修复的依据。

依据《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》的结果，明珠路1号地块土壤及地下水各类污染物检测结果未超筛选，无需进行后续场地修复工作；福从路3号厂区地块土壤中关注污染物为砷，对人体的健康危害存在较大的风险，不符合场地后期的规划要求。必须采取适当的措施对场地内重金属砷进行治理，使该场地暴露人群的健康风险在可接受的水平，恢复场地使用功能，为潜在的暴露人群提供环境健康和人身安全保障。

根据国务院四部委《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）与环境保护部《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）的相关规定：被污染场地治理修复完成，经监测达到环保要求后，该场地方可投入使用；被污染场地未经治理修复的，禁止再次进行开发利用，禁止开工建设与治理修复无关的任何项目。因此，土地使用权人需对其污染地块进行修复。

广州市第一市政工程有限公司（以下简称“场地修复单位”）中标该场地土壤修复单位，奥创生态环境研究院（广州）有限公司（以下简称“环境监理单位”）中标该场地土壤修复项目环境监理单位。2019年6月28日，《广州建义投资有限公司福从路3号地块场地环境污染治理与修复项目实施方案》（以下称《实施方案》）、《广州建义投资有限公司福从路3号地块场地环境污染治理与修复项目环境监理方案》（以下称《监理方案》）通过了广州市环境技术中心主持召开的专家咨询论证会，经进一步修改完善后可作为下一步环境修复的依据。《实施方案》和《监理方案》经修改完善后，于2019年8月21日在广州市生态环境局备案。

根据《实施方案》，修复项目主要规模为：场地总污染面积为3309.75m<sup>2</sup>，需修复土方量为2069.32m<sup>3</sup>，最大修复深度6.0m，采用水泥窑协同处置技术处理本地块污染土壤。

场地修复单位于2020年1月2日至9月8日对地块开展了污染场地修复工作，已完成修复工程量如下：共计清挖污染土方量2524.90m<sup>3</sup>（实方），筛出渣石量103.96m<sup>3</sup>，水泥窑协同处置污染土壤3608.4 m<sup>3</sup>（虚方），共4323.80吨，处理项目废水量110.9m<sup>3</sup>。

根据相关规定，污染场地修复工程完成后，需进行场地修复效果进行调查和效果评估，判断是否达到验收标准。在场地修复验收合格后，场地方可进入再利用开发程序。广东中加检测技术股份有限公司（以下简称“我司”或“修复效果评估单位”）作为效果评估单位，组织相关技术人员成立了修复效果评估工作组。我司根据土地使用权人的要求，开展了地块修复效果评估监测工作，并根据相关环保法律法规、政策与技术规范，在认真分析工程主体设计文件和图件（包括《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》、《实施方案》和《监理方案》等）的基础上，结合现场勘察调研情况，于2020年2月编制完成《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块土壤污染修复效果评估方案》（以下称《效果评估方案》）。

依据《效果评估方案》及土地使用权人要求，我司开展了地块场地环境污染治理与修复项目效果评估工作，内容包括污染场地基坑清挖效果评估、固体废物（外运土壤）危废鉴别评估、场地内潜在二次污染区土壤、筛上物和受基坑开挖扰动的地下水监测等。我司于2020年2月至2021年5月对清挖后基坑土壤、筛上物、危废（外运土壤），以进行了修复效果评估监测，共采集基坑土壤样品141个，固体废物（外运土壤）样品29个，筛上物土壤样品2个，潜在二次污染区域土壤样品14个，疑似污染土壤样品9个。

效果评估监测结果如下：

#### **（1）基坑清挖效果评估**

1#~5#清挖后基坑共采集土壤混合样品141（不含现场平行样）个，其中1#、2#、5#基坑经过二次清挖后，3#、4#基坑经过三次清后，坑底和侧壁污染砷检测结果范围为33.6~53.2 mg/kg，均达到修复目标值，基坑清挖效果达到预期工程目标。

#### **（2）外运土壤危废鉴别效果评估**

基坑清挖污染土壤3608.4m<sup>3</sup>（虚方）腐蚀性检测结果为5.42~8.76（无量纲），砷浸出毒性检测结果为 $\leq 4.3 \times 10^{-3}$  mg/L，均达到标准限值要求。

#### **（3）筛上物效果评估**

场地冲洗后渣石筛上物砷检测结果为32.8~35.6 mg/kg，均达到修复目标值要求。

#### **（4）潜在二次污染区效果评估**

污染土暂存区、污水处理站区域、渣石冲洗区、洗车区、及污染土壤运输道路等区域共采集了混合表层土壤样品14个，土壤污染物砷浓度为24.4~44.5mg/kg，均达到修复目标值要求。潜在二次污染区域检测结果表明，项目修复施工过程及污染土壤清挖、运输过程中，没有出现明显的二次污染。

#### **（5）疑似污染土效果评估**

疑似污染土壤 $363.1\text{ m}^3$ （虚方），污染物砷检测结果为 $40.1\sim 57.3\text{ mg/kg}$ ，均达到修复目标值要求，表明清洁土与污染土剥离过程中，没有将污染土掺杂到清洁土中，疑似污染土可作为清洁土，待项目通过后，回填于基坑。

我司结合修复效果评估监测结果以及现场踏勘调研情况，并按照环境保护部《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）（简称《效果评估技术导则》）的要求，同时审查了《福从路3号厂区地块土壤污染修复环境监理报告》（以下简称《环境监理报告》）和《福从路3号厂区地块土壤污染修复项目施工总结报告》（以下简称《施工总结报告》）等相关资料，编制完成本效果评估报告，报广州市生态环境局评审备案。

效果评估综合结论：

福从路3号厂区土壤污染修复项目修复工作于2020年9月完成，修复效果评估单位通过文件审核、现场勘察、效果评估检测采样和分析等对场地内土壤修复工作进行调查。检测和评估结果表明，福从路3号厂区地块块场地内污染土壤经清挖与处置后已达到修复目标，待验收通过后进行场内回填，场地修复过程中未发现明显的二次污染，修复效果良好，可满足后续中小学用地开发要求。

2021年5月10日广州市环境技术中心在广州主持召开了《福从路3号厂区地块土壤污染修复项目效果评估报告》（以下简称《效果评估报告》）、《福从路3号厂区地块土壤污染修复项目施工总结报告》（以下简称《施工总结报告》）、《福从路3号厂区地块土壤污染修复项目环境监理总结报告》（以下简称《环境监理报告》）专家评审会，并形成了专家评审意见（专家评审意见详见第9.1），专家组认为，《效果评估报告》、《施工总结报告》和《环境监理报告》文本编制规范，修复效果评估程序与方法符合国家相关标准规范要求，清挖后的基坑总体满足修复目标要求，施工过程的二次污染防治措施基本适当。但鉴于未能提供污染土壤外运前开展危废鉴

定的支撑材料，专家组不同意报告通过评审，并提出了报告修改建议：1.根据备案的风险评估结论，细化明确所有基坑的拐点坐标、各修复目标的污染范围和深度，结合基坑分层清挖开挖后的拐点坐标、侧壁和坑底成型图，进一步说明侧壁和坑底效果评估布点的合理性，核实基坑清挖效果；2. 进一步说明放坡土、夹层土、污染土壤和清洁土交界区域疑似污染土壤的去向和效果评估结果；如疑似污染土壤没和清洁土区分，必要时按照 50m<sup>3</sup> 一个样品对现场堆存清洁土开展补充采样分析，核实效果评估结果；3.进一步补充完善土壤修复施工和环境监理工作内容总结；4. 完善质控过程的内容描述，进一步说明质控结果的合理性和可靠性，完善质控数据统计表；核实并确证外部质控的规范性和有效性；5. 规范图件和报告编制，完善文本内容。

我司根据专家意见，作了相关的补充检测，于 2021 年 7 月修改完善了本效果评估报告（修改说明详见第 9.2 章），报广州市生态环境局评审备案。

# 目录

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| 摘要 .....                  | - 1 -     |
| 1 项目背景 .....              | 1         |
| 2 工作依据 .....              | 4         |
| 2.1 法律法规、政策 .....         | 4         |
| 2.2 标准规范、导则 .....         | 5         |
| 2.3 项目文件 .....            | 6         |
| 3 地块概况 .....              | 7         |
| 3.1 地块调查评价结论 .....        | 7         |
| 3.1.1 场地环境调查结论 .....      | 7         |
| 3.1.2 初步调查监测结论 .....      | 8         |
| 3.1.3 第二阶段详细调查监测结论 .....  | 9         |
| 3.1.4 场地健康风险评估结论 .....    | 11        |
| 3.1.5 场地修复目标及修复范围结论 ..... | 12        |
| 3.2 场地修复方案 .....          | 29        |
| 3.2.1 总体修复技术路线 .....      | 错误!未定义书签。 |
| 3.2.2 二次污染防范 .....        | 错误!未定义书签。 |
| 3.3 修复实施情况 .....          | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.1 修复施工总体部署 .....      | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.2 施工准备阶段 .....        | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.3 污染土壤清挖运输阶段 .....    | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.4 污染土壤暂存 .....        | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.5 渣石冲洗 .....          | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.6 污染土壤危险特性鉴别 .....    | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.7 清挖工程量核算 .....       | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.8 水泥窑协同处置 .....       | 错误!未定义书签。 |

|        |                       |           |
|--------|-----------------------|-----------|
| 3.3.9  | 废水处理 .....            | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.10 | 工期完成情况 .....          | 错误!未定义书签。 |
| 3.3.11 | 《施工总结报告》结论 .....      | 错误!未定义书签。 |
| 3.4    | 环境保护措施落实情况 .....      | 错误!未定义书签。 |
| 3.4.1  | 环境保护措施落实范围 .....      | 错误!未定义书签。 |
| 3.4.2  | 项目实施期间的环境监理情况 .....   | 错误!未定义书签。 |
| 3.4.3  | 环境监理期间场地内监测情况 .....   | 错误!未定义书签。 |
| 3.4.4  | 周围敏感目标大气监测 .....      | 错误!未定义书签。 |
| 3.4.5  | 废气排放监测（越堡水泥厂尾气） ..... | 错误!未定义书签。 |
| 3.4.6  | 噪声监测 .....            | 错误!未定义书签。 |
| 3.4.7  | 地下水监测 .....           | 错误!未定义书签。 |
| 4      | 场地概念模型 .....          | 30        |
| 4.1    | 资料回顾 .....            | 30        |
| 4.1.1  | 资料回顾清单 .....          | 30        |
| 4.1.2  | 资料回顾要点 .....          | 30        |
| 4.2    | 现场踏勘 .....            | 41        |
| 4.3    | 人员访谈 .....            | 41        |
| 4.4    | 场地概况 .....            | 42        |
| 4.4.1  | 场地基本概况 .....          | 42        |
| 4.4.2  | 场地环境特征 .....          | 47        |
| 4.5    | 修复后场地概念模型 .....       | 52        |
| 4.5.1  | 污染源更新分析 .....         | 52        |
| 4.5.2  | 场地污染物暴露途径更新 .....     | 55        |
| 4.5.3  | 受体更新分析 .....          | 56        |
| 4.5.4  | 修复地块健康风险分析 .....      | 56        |
| 5      | 效果评估布点方案 .....        | 57        |
| 5.1    | 土壤修复效果评估布点原则 .....    | 57        |

|       |                       |    |
|-------|-----------------------|----|
| 5.2   | 评估范围 .....            | 58 |
| 5.3   | 采样布点 .....            | 58 |
| 5.3.1 | 基坑清理效果评估布点 .....      | 58 |
| 5.4   | 布点数量与位置 .....         | 59 |
| 5.4.1 | 基坑底部和侧部采样布点 .....     | 59 |
| 5.4.2 | 危废（待外运土壤）鉴别采样布点 ..... | 63 |
| 5.4.3 | 筛上物采样布点 .....         | 65 |
| 5.4.4 | 潜在二次污染区域布点 .....      | 64 |
| 5.5   | 检测指标 .....            | 65 |
| 5.6   | 评估标准值 .....           | 66 |
| 6     | 现场采样与实验室检测 .....      | 68 |
| 6.1   | 样品采集 .....            | 68 |
| 6.1.1 | 现场土壤采样 .....          | 68 |
| 6.1.2 | 样品保存与流转 .....         | 68 |
| 6.1.3 | 现场质量控制 .....          | 70 |
| 6.2   | 实验室检测 .....           | 71 |
| 6.2.1 | 检测方法 .....            | 71 |
| 6.2.2 | 实验室质量控制 .....         | 71 |
| 7     | 效果评估 .....            | 74 |
| 7.1   | 评价方法 .....            | 74 |
| 7.2   | 效果评估 .....            | 74 |
| 7.2.1 | 1#基坑修复效果评价 .....      | 74 |
| 7.2.2 | 2#基坑修复效果评价 .....      | 75 |
| 7.2.3 | 3#基坑修复效果评价 .....      | 75 |
| 7.2.4 | 4#基坑修复效果评价 .....      | 76 |
| 7.2.5 | 5#基坑修复效果评价 .....      | 78 |
| 7.2.6 | 危废（外运土壤）鉴别效果评价 .....  | 78 |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 7.2.7 筛上物效果评价 .....                  | 错误!未定义书签。 |
| 7.2.8 潜在二次污染区域效果评价 .....             | 79        |
| 8 结论 .....                           | 80        |
| 8.1 修复工程概况 .....                     | 80        |
| 8.2 修复范围及工程量审核 .....                 | 81        |
| 8.3 施工总结报告结论 .....                   | 82        |
| 8.3 环境监理报告结论 .....                   | 82        |
| 8.4 效果评估结论 .....                     | 83        |
| 8.5 综合结论 .....                       | 84        |
| 附件目录 .....                           | 90        |
| 附件 1 地块规划图                           |           |
| 附件 2 修复范围图                           |           |
| 附件 3 地质剖面图（部分污染区域）                   |           |
| 附件 4 钻孔柱状图                           |           |
| 附件 5 土壤采样记录单、样品流转记录及照片               |           |
| 附件 6 实验室检测报告                         |           |
| 附件 7 效果评估数据汇总                        |           |
| 附件 8 基坑坑底、侧壁、外运土壤、二次污染区域及疑似污染土采样布点图件 |           |
| 附件 9 总平面布置图                          |           |
| 附件 10 总体技术路线图                        |           |
| 附件 11 资质证书及能力附表（相关内容）                |           |
| 附件 12 污染土壤处置证明及水泥产品质量检验报告            |           |
| 附件 13 实验室质量监督检查报告                    |           |
| 附件 14 前期评审意见、备案文件                    |           |
| 附件 15 施工总结报告（另册）                     |           |
| 附件 16 环境监理总结报告（另册）                   |           |

## 1 项目背景

福从路3号厂区地块位于从化区太平镇经济技术开发区福从路3号，场地南面为广州建义投资有限公司明珠路1号厂区，西面为广州致运实业有限公司和流溪河灌渠，东面与北面都为广州大学华软软件学院，地块面积约15602.05m<sup>2</sup>。地块在地建厂前为农业用地。广州建义投资有限公司（原广州丝宝日用化工有限公司）福从路3号厂区于1994年7月4日办理了建筑许可证（从太管字第[1994]8 号许可证），1994年土地利用情况是福从路厂区已建设的两栋建筑物分别为丝宝的注塑车间和包装仓库，并于1995年5月竣工投产，于2011年停产，期间场地内主要是用于包装化妆品产品。其中2011 年7月广州丝宝日用化工有限公司名称变更为拜尔斯道夫日化(广州)有限公司，企业主营业务不变。2015年至2017年，在此期间场地内原有生产设备已被拆卸清离，场地内主体建筑基本无改变，且未进行过工业开发。

2018年3月，拜尔斯道夫日化（广州）有限公司工商变更，更名为广州建义投资有限公司。根据《地铁14 号线从化段沿线及站点周边地区城市设计和控制性详细规划--太平站片区控规》（征求意见稿），拟在目标场地上进行中小学用地建设。

受广州建义投资有限公司委托，广州市环境保护环学研究院对地块开展场地环境调查及风险评估工作，于2019年1月编制完成了场地《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》，2019年3月26日，该地块环境调查和风险评估材料通过了广州市环境技术中心主持召开的专家咨询论证会，2020年2月24日通过了广东省固体废物和化学品环境中心通过函审方式组织召开的专家咨询论证会，并在广东省生态环境厅备案。《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》经修改补充后，可作为下一阶段场地环境修复的依据。

依据风险评估结果，该场地土壤存在污染，土壤主要污染物为砷，需修复土壤面积共计3309.75m<sup>2</sup>，总修复土方量约2069.32m<sup>3</sup>。场地土壤污染对人体的健康危害存

在较大的风险，不符合场地后期的规划要求。必须采取适当的措施对场地内重金属污染土壤进行治理，使该场地暴露人群的健康风险在可接受的水平，恢复场地使用功能，为潜在的暴露人群提供环境健康和人身安全保障。

根据国务院四部委《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）与环境保护部《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）的相关规定：被污染场地治理修复完成，经检测达到环保要求后，该场地方可投入使用；被污染场地未经治理修复的，禁止再次进行开发利用，禁止开工建设与治理修复无关的任何项目。因此，土地使用权人需对其污染地块进行修复。

根据土地使用权人的委托，场地环境修复工程由广州市第一市政工程有限公司承担，场地环境修复工程环境监理由奥创生态环境研究院（广州）有限公司承担。场地《实施方案》和《监理方案》于 2019 年 8 月 21 日在广州市生态环境局备案。

根据《实施方案》，修复工程主要规模为：采用水泥窑协同处置技术修复污染面积为  $3309.75\text{m}^2$ 、污染土方量为  $2069.32\text{m}^3$  的土壤。

根据相关规定，污染场地修复工程完成后，需进行场地修复效果进行调查和效果评估，判断是否达到验收标准。在场地修复验收合格后，场地方才可进入再利用开发程序。

根据土地使用权人的委托，我司于 2020 年 3 月至 2020 年 9 月开展了福从路 3 号厂区地块土壤污染修复效果评估工作，内容包括污染场地基坑清挖效果评估、危废（外运土壤）鉴别效果评估、场地内潜在二次污染区域土壤效果评估、筛上物效果评估等。

我司结合修复效果评估监测结果以及现场踏勘调研情况，并环境保护部《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）的要求，同时审查了《环境监理报告》和《施工总结报告》等相关资料，编制完成本效果评估报告。

2021 年 5 月 10 日广州市环境技术中心在广州主持召开了《福从路 3 号厂区地块土壤污染修复项目效果评估报告》（以下简称《效果评估报告》）、《福从路 3 号厂区地块土壤污染修复项目施工总结报告》（以下简称《施工总结报告》）、《福从路 3 号厂区地块土壤污染修复项目环境监理总结报告》（以下简称《环境监理报告》）专家评审会，并形成了专家评审意见（专家评审意见详见第 9.1），专家组认为，《效果评估报告》、《施工总结报告》和《环境监理报告》文本编制规范，修复效果评估程序与方法基本符合国家相关标准规范要求，清挖后的基坑总体满足修复目标要求，施工过程的二次污染防治措施基本适当。但鉴于未能提供污染土壤外运前开展危废鉴定的支撑材料，专家组不同意报告通过评审，并提出了报告修改建议：1.根据备案的风险评估结论，细化明确所有基坑的拐点坐标、各修复目标的污染范围和深度，结合基坑分层清挖开挖后的拐点坐标、侧壁和坑底成型图，进一步说明侧壁和坑底效果评估布点的合理性，核实基坑清挖效果；2. 进一步说明放坡土、夹层土、污染土壤和清洁土交界区域疑似污染土壤的去向和效果评估结果；如疑似污染土壤没和清洁土区分，必要时按照 50m<sup>3</sup> 一个样品对现场堆存清洁土开展补充采样分析，核实效果评估结果；3.进一步补充完善土壤修复施工和环境监理工作内容总结；4. 完善质控过程的内容描述，进一步说明质控结果的合理性和可靠性，完善质控数据统计表；核实并确证外部质控的规范性和有效性；5. 规范图件和报告编制，完善文本内容。

我司根据专家意见，作了相关的补充检测，并于 2021 年 7 月修改完善了本效果评估报告（修改说明详见第 9.2 章），报广州市生态环境局评审备案。

## 2 工作依据

### 2.1 法律法规、政策

表 2.1-1 相关的法律法规、政策文件

| 序号   | 名称                                    | 实施时间/文件号           |
|------|---------------------------------------|--------------------|
| 法律法规 |                                       |                    |
| 1    | 《中华人民共和国环境保护法》                        | 2015 年 1 月 1 日     |
| 2    | 《中华人民共和国水污染防治法》                       | 2018 年 1 月 1 日     |
| 3    | 《中华人民共和国大气污染防治法》                      | 2016 年 1 月 1 日     |
| 4    | 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》                    | 2018 年 12 月 29 日修改 |
| 5    | 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》                  | 2016 年 11 月 7 日    |
| 6    | 《中华人民共和国土壤污染防治法》                      | 2019 年 1 月 1 日     |
| 7    | 《国家危险废物名录》                            | 2016 年 8 月 1 日     |
| 8    | 《危险废物转移联单管理办法》                        | 1999 年 10 月 1 日    |
| 9    | 《建设项目环境保护管理条例》                        | 1998 年 11 月 18 日   |
| 10   | 《建设工程安全生产管理条例》                        | 2003 年 11 月 12 日   |
| 11   | 《危险化学品安全管理条例》                         | 2011 年 2 月 16 日    |
| 12   | 《废弃危险化学品污染环境防治办法》                     | 2005 年 10 月 1 日    |
| 政策文件 |                                       |                    |
| 14   | 《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      |
| 15   | 《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       |
| 16   | 《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       |
| 17   | 《土壤污染防治行动计划》                          | 国发〔2016〕31 号       |
| 18   | 《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》                   | 粤府〔2016〕145 号      |
| 19   | 《广州市土壤污染防治行动计划工作方案》                   | 穗府〔2017〕13 号       |
| 20   | 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》                    | 部令 第 42 号          |
| 21   | 《关于土地节约集约利用的实施意见》                     | 穗府办〔2014〕12 号      |
| 22   | 《关于印发广州市申请使用建设用地规则的通知》                | 穗府〔2015〕15 号       |
| 23   | 《广州市土壤环境保护和综合治理方案》                    | 穗环〔2014〕128 号      |

| 序号 | 名称                                            | 实施时间/文件号        |
|----|-----------------------------------------------|-----------------|
| 24 | 《广州市环境保护局关于进一步做好工业企业场地再开发利用环保工作的通知》           | 穗环〔2015〕91 号    |
| 25 | 《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  |
| 26 | 《广州市环境保护局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环境监管工作的通知》 | 穗环〔2015〕215 号   |
| 27 | 《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    |
| 28 | 《广州市土地开发中心关于加快开展土地污染环境调查、污染风险评估和土地污染修复工作的函》   | 穗土开函〔2015〕115 号 |
| 29 | 《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）             | 2015 年 12 月     |
| 31 | 《广东省 2019 年土壤污染防治工作方案》                        | 粤环发〔2019〕4 号    |

## 2.2 标准规范、导则

表 2.2-1 相关的技术导则、标准及规范

| 序号         | 名称                          | 标准号            |
|------------|-----------------------------|----------------|
| 国家标准、导则及规范 |                             |                |
| 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/T14848-2017 |
| 3          | 《污水综合排放标准》                  | GB8978-1996    |
| 4          | 《水污染排放限值》                   | DB44/26-2001   |
| 5          | 《环境空气质量标准》                  | GB3095-2012    |
| 6          | 《大气污染物综合排放标准》               | GB16297-1996   |
| 7          | 《大气污染物排放限值》                 | DB44/27-2001   |
| 8          | 《恶臭污染物排放标准》                 | GB14554-93     |
| 9          | 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》      | GB18599-2001   |
| 10         | 《危险废物贮存污染控制标准》              | GB18597-2001   |
| 11         | 《全国土壤污染状况评价技术规定》            | 环发〔2008〕39 号   |
| 12         | 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》   | 环保部 2014.11    |
| 行业标准、导则及规范 |                             |                |
| 13         | 《建设用地土壤污染状况调查 技术导则》         | HJ25.1-2019    |

| 序号 | 名称                          | 标准号          |
|----|-----------------------------|--------------|
| 14 | 《建设用地土壤污染风险管控和修复 监测技术导则》    | HJ25.2-2019  |
| 15 | 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》          | HJ25.3-2019  |
| 16 | 《建设用地土壤修复技术导则》              | HJ25.4-2019  |
| 17 | 《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  |
| 18 | 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》        | HJ25.6-2019  |
| 19 | 《地表水和污水监测技术规范》              | HJ/T91-2002  |
| 20 | 《地下水环境监测技术规范》               | HJ/T164-2004 |
| 21 | 《土壤环境监测技术规范》                | HJ/166-2020  |
| 22 | 《环境空气质量手工监测技术规范》            | HJ/T194-2005 |

### 2.3 项目文件

表 2.3-1 其他文件

| 序号 | 名称                                              | 时间         |
|----|-------------------------------------------------|------------|
| 1  | 《广州建义投资有限公司地块场地环境初步调查报告》                        | 2019 年 5 月 |
| 2  | 《广州建义投资有限公司地块场地环境详细调查报告》                        | 2019 年 5 月 |
| 3  | 《广州建义投资有限公司地块场地环境风险评估报告》                        | 2021 年 3 月 |
| 4  | 《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块场地环境污染治理与修复工程实施方案》          | 2019 年 8 月 |
| 5  | 《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块场地环境污染治理与修复工程环境监理方案》        | 2019 年 8 月 |
| 6  | 《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块土壤污染修复效果评估方案》               | 2020 年 2 月 |
| 7  | 《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块场地环境污染治理与修复工程修复效果评估第三方检测合同》 | 2019 年 7 月 |
| 8  | 《福从路3号厂区地块土壤污染修复项目施工总结报告》                       | 2021 年 4 月 |
| 9  | 《福从路3号厂区地块土壤污染修复环境监理报告》                         | 2021 年 4 月 |

### 3 地块概况

#### 3.1 地块调查评价结论

土壤污染状况调查单位于 2018 年 5 月至 2018 年 11 月间对场地开展了场地环境调查及风险评估工作，分为第一阶段场地环境调查、第二阶段场地环境调查和场地健康风险评估三个阶段实施，于 2019 年 1 月编制完成了《初步调查报告》、《详细调查报告》、《风险评估报告》，2019 年 5 月通过了广州市环境保护局的备案。

##### 3.1.1 场地环境调查结论

在第一阶段调查期间，通过场地相关资料收集分析，结合人员访谈及现场踏勘，对场地与相邻区域现状和历史、场地主要活动与环境状况、以及生产活动等调查。根据调查情况经分析判断，得出第一阶段场地环境调查（污染识别）的结论：

（1）场地潜在的关注的污染物为重金属、石油烃、挥发性有机物（含苯系物）、半挥发性有机污染物、多氯联苯、多环芳烃等，其主要在生产活动中通过大气扩散、遗撒、渗漏和管道泄漏等污染途径，可能对场地土壤与地下水造成污染。

（2）场地可能存在的潜在污染区域主要包括：

- 1) 闲置厂房（印刷车间、注塑车间）；
- 2) 车库；
- 3) 配电房。

根据污染识别的结果，采用专业判断法和系统随机布点法相结合的方法，同时保证在重点区域按照不大于 40m×40m 的采样密度增设采样孔，第一次初步采样在场地内总计布置 6 个土壤采样点[包括宿舍楼（SB1）、车库（SB2）、配电房（SB3）、闲置厂房（SB4、SB6）、绿化区（SB5）。最大调查深度至 6m，共送检土壤样品 25 个包含 1 个土壤平行样。总计布置 1 个地下水监测井位（MW1 车库），共送检地下水样品 2 个包含 1 个地下水平行样。第二次初步采样在厂区内增加 3 个土壤采样点（包括印刷车间内部（SB17）、注塑车间内部（SB18）、闲置厂房西南角（SB19）最大

调查深度至 6m，共送检土壤样品 15 个包含 3 个土壤平行样，增加 1 个地下水监测井位（MW5 闲置厂房西南角），并重新检测 MW1 全部指标，且补测邻苯二甲酸酯类指标，共送检地下水样品 3 个包含 1 个地下水平行样。两次初步采样总共采集土壤样品 40 个，地下水样品 5 组。

土壤的检测指标包括总石油烃（C<sub>6</sub>-C<sub>36</sub>）、挥发性有机物（54 种）、半挥发性有机物（43 种）和重金属（铅、砷、铬、六价铬、汞、镉、镍、铜共 8 种）等。变压器附近土壤样品加测多氯联苯（18 种）。地下水样品的检测指标包括挥发性有机物（53 种）、半挥发性有机物（26 种）和重金属（镉、铅、六价铬、镍、砷、汞共 6 种）等。

### 3.1.2 初步调查监测结论

#### (1) 土壤调查结果

①重金属（砷、镉、镍、总铬、铅、汞和铜）在送检的所有土壤样品中均有不同程度的检出，六价铬未检出。SB18、SB19 样品的砷检出值超过了《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地土壤污染风险筛选值，超筛选值率为 8.33%。除了重金属砷以外，所有样品检出值均未超过筛选值。

②挥发性有机物中的顺式-1,2-二氯乙烯、四氯乙烯检出率都为 3.6%，半挥发性有机物中的邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、邻苯二甲酸二丁酯检出率分别为 10.17%、7.14%，总石油烃和多氯联苯类未检出。检出的所有物质均未超标。

#### (2) 地下水调查结果

选取的 2 个地下水样品中存在 pH 值、氨氮和四氯乙烯等 3 项超标，其余指标均未超标。地下水样品（MW1）的 pH 值超标；地下水样品（MW1）氨氮的检出浓度均超过筛选值，氨氮检测数值（0.665mg/L）是筛选值（0.5mg/L）的 1.33 倍；地下水样品

(MW5) 的挥发性有机物四氯乙烯超标, 四氯乙烯的超标值 ( $194\mu\text{g/L}$ ) 是筛选值 ( $40\mu\text{g/L}$ ) 的 4.9 倍。

在本次初步调查结果中, 检测出土壤中砷超标, 地下水中 pH 值、氨氮和四氯乙烯超标, 超标的氨氮属于生活污染, 在我市地下水超标情况较常见, 一般不作为工业企业场地再开发利用场地调查关注污染物, 故对土壤中的砷、地下水中的四氯乙烯这 2 种超出筛选评价标准的污染物作为场地的主要关注污染物, 将作为详细调查的检测项目。

### 3.1.3 第二阶段详细调查监测结论

#### (1) 土壤调查结果

场地内的 18 个土壤采样孔 159 个土壤样品中, 所有样品重金属砷均有检出, 其中 9 个点位共有 17 个土壤样品重金属砷检出值超过了《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 中第一类用地土壤污染风险筛选值, 其余样品重金属砷检测结果均低于筛选值, 超标率为 10.69%, 超标位置为福从路厂区闲置厂房的注塑车间和仓库。超标最小值为  $70.2\text{mg/kg}$ , 超标平均值为  $83.12\text{mg/kg}$ , 超标最大值  $122\text{mg/kg}$  为风险筛选值的 ( $60\text{mg/kg}$ ) 的 2.03 倍, 位于点位 SB44 (2.5~3.0m) 处, 场地土壤砷超标点位见表 3.1-1, 超标点位示意图见图 3.1-1。

#### (2) 地下水调查结果

地下水详细调查结果显示 MW7 地下水样品的四氯乙烯未检出, 未超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) 中 III 类标准。

根据初步调查与详细调查结果汇总, 土壤中重金属砷超标, 地下水中四氯乙烯超标, 建议按《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3-2014) 要求, 对广州建义投资有限公司场地地块的土壤及地下水进行风险评估。

表 3.1-1 土壤砷超标点位情况一览表

| 序号               | 点号   | 采样深度 (m) | 含量 (mg/kg) |
|------------------|------|----------|------------|
| 砷的风险筛选值为 60mg/kg |      |          |            |
| 1                | SB18 | 4.0-5.0  | 66.3       |
| 2                | SB19 | 0-0.5    | 101        |
| 3                |      | 1.0-1.5  | 83.9       |
| 4                | SB30 | 5.0-5.5  | 92.2       |
| 5                | SB31 | 0.5-1.0  | 75.1       |
| 6                |      | 4.0-5.0  | 77.1       |
| 7                |      | 5.0-6.0  | 70.2       |
| 8                | SB33 | 0.5-1.0  | 73.4       |
| 9                | SB35 | 1.0-1.5  | 78.7       |
| 10               |      | 2.0-2.5  | 86.9       |
| 11               | SB36 | 1.0-1.5  | 72.8       |
| 12               |      | 1.5-2.0  | 73.3       |
| 13               |      | 2.5-3.0  | 76.5       |
| 14               | SB37 | 3.0-4.0  | 83.2       |
| 15               | SB43 | 3.0-4.0  | 101        |
| 16               | SB44 | 1.5-2.0  | 72         |
| 17               |      | 2.0-2.5  | 94.9       |
| 18               |      | 2.5-3.0  | 122        |
| 19               | SB46 | 2.0-2.5  | 88.9       |
| 20               |      | 2.5-3.0  | 74.9       |

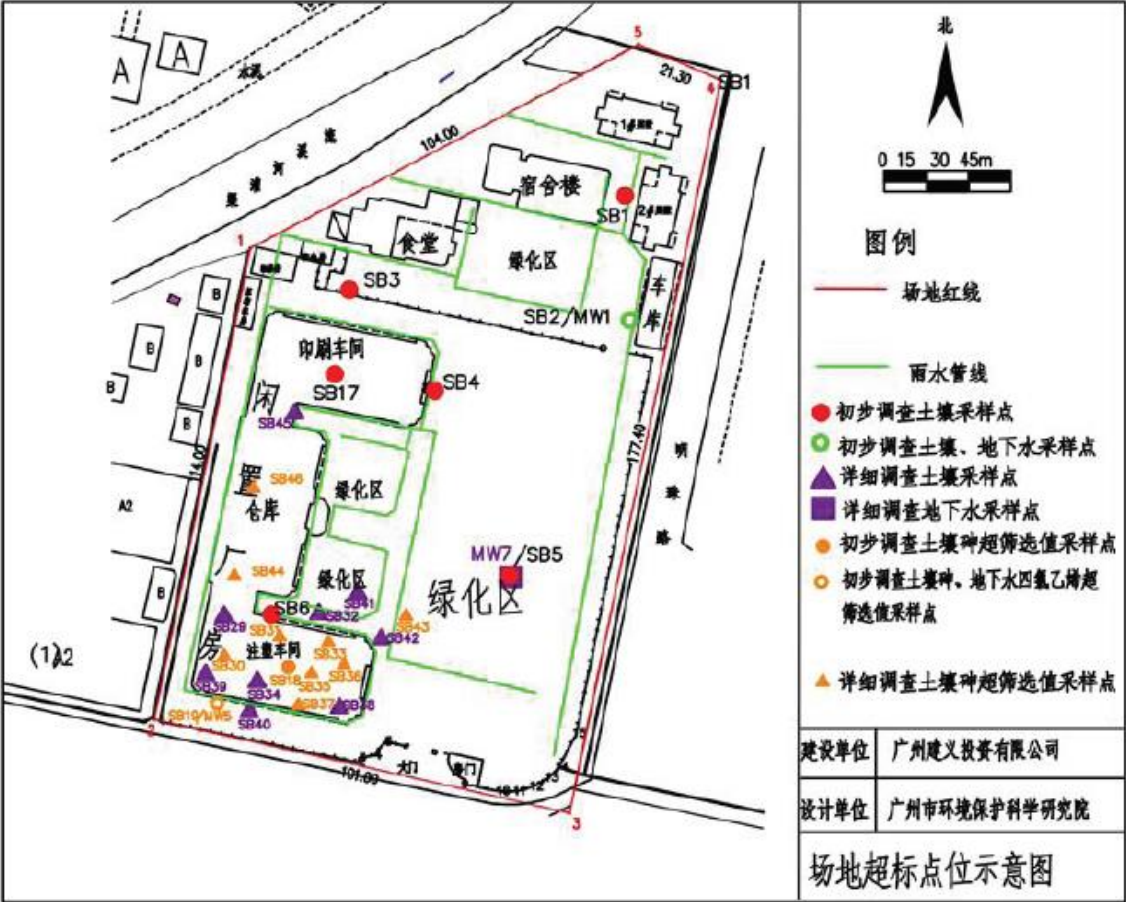


图 3.1-1 超标点位示意图

3.1.4 场地健康风险评估结论

根据《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014），通过危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征以及土壤和地下水风险控制值计算等多个内容，开展多层次健康风险评估，计算土壤和地下水中单一污染物的致癌风险和危害指数，判断是否超过可接受风险水平，计算土壤、地下水中关注污染物的风险控制值，并确定场地是否需要开展污染修复、污染修复范围及修复量。得出场地风险评估的结论：

（1）广州建义投资有限公司福从路 3 号厂区地块被规划为中小学用地，经风险评估结果表明此地块场地土壤中重金属砷的致癌风险和非致癌危害商均超过可接受风险水平，对人体健康会造成潜在的危害，注塑车间和仓库砷的土壤修复目标值为 60 mg/kg，污染面积为 3309.75m<sup>2</sup>，场地总的修复土方量为 2069.32m<sup>3</sup>，污染深度为 0~6.0m。后期需对广州建义投资有限公司福从路 3 号厂区地块场地土壤中重金属砷采取一定的修复管理措施。

(2) 广州建义投资有限公司福从路 3 号厂区地块被规划为中小学用地，经风险评估结果表明此地块场地地下水中污染物四氯乙烯的致癌风险和非致癌危害商均未超过可接受风险水平，对人体健康不会造成危害，且日后不会对场地内的地下水进行开采利用，也不会以场地内的地下水作为饮用水水源，故后期不需对广州建义投资有限公司福从路 3 号厂区地块场地地下水采取修复管理措施。

### 3.1.5 场地修复目标及修复范围结论

根据法律法规和技术导则的规定、场地未来的用地规划和可接受风险水平，通过计算风险控制值、分析国家或地区有关标准中规定的限值和修复目标的可达性，制定场地各关注污染物的修复目标值。

#### 3.1.5.1 场地修复目标值

根据《广州建义投资有限公司地块场地环境风险评估报告》（广州市环境保护科学研究院，2019 年 5 月），本项目主要砷污染物的敏感用地的修复目标值见表 3.3-1。

表 3.1-1 场地土壤修复目标值（单位：mg/kg）

| 编号 | 污染物类型 | 污染物名称 | 场地所筛选值 | 风险控制值    | 修复目标值 |
|----|-------|-------|--------|----------|-------|
| 1  | 重金属   | 砷     | 60     | 3.66E-01 | 60    |

#### 3.1.5.2 土壤修复范围及工程量

本项目场地土壤污染物为重金属砷，根据重金属砷的特征和取样方式，土壤污染面积及土方量计算采用的原则为：以超标点位为中心，在加密布点的基础上采用浓度插值计算法，并采用规范的方法和合理的参数，进行接弯取直，确定水平方向的污染范围；同时，以超标土层的厚度作为垂直方向的污染深度，得到本项目场地土壤污染土方量。总污染修复范围平面图见 3.2-2。砷污染物分布情况见表 3.1-2。砷污染区域分层分布见图 3.1-2~图 3.2-12。

表 3.1-2 土壤砷超标点位情况一览表

| 序号               | 点号   | 采样深度 (m) | 含量 (mg/kg) |
|------------------|------|----------|------------|
| 砷的风险筛选值为 60mg/kg |      |          |            |
| 1                | SB18 | 4.0-5.0  | 66.3       |
| 2                | SB19 | 0-0.5    | 101        |
| 3                |      | 1.0-1.5  | 83.9       |
| 4                | SB30 | 5.0-5.5  | 92.2       |
| 5                | SB31 | 0.5-1.0  | 75.1       |
| 6                |      | 4.0-5.0  | 77.1       |
| 7                |      | 5.0-6.0  | 70.2       |
| 8                | SB33 | 0.5-1.0  | 73.4       |
| 9                | SB35 | 1.0-1.5  | 78.7       |
| 10               |      | 2.0-2.5  | 86.9       |
| 11               | SB36 | 1.0-1.5  | 72.8       |
| 12               |      | 1.5-2.0  | 73.3       |
| 13               |      | 2.5-3.0  | 76.5       |
| 14               | SB37 | 3.0-4.0  | 83.2       |
| 15               | SB43 | 3.0-4.0  | 101        |
| 16               | SB44 | 1.5-2.0  | 72         |
| 17               |      | 2.0-2.5  | 94.9       |
| 18               |      | 2.5-3.0  | 122        |
| 19               | SB46 | 2.0-2.5  | 88.9       |
| 20               |      | 2.5-3.0  | 74.9       |

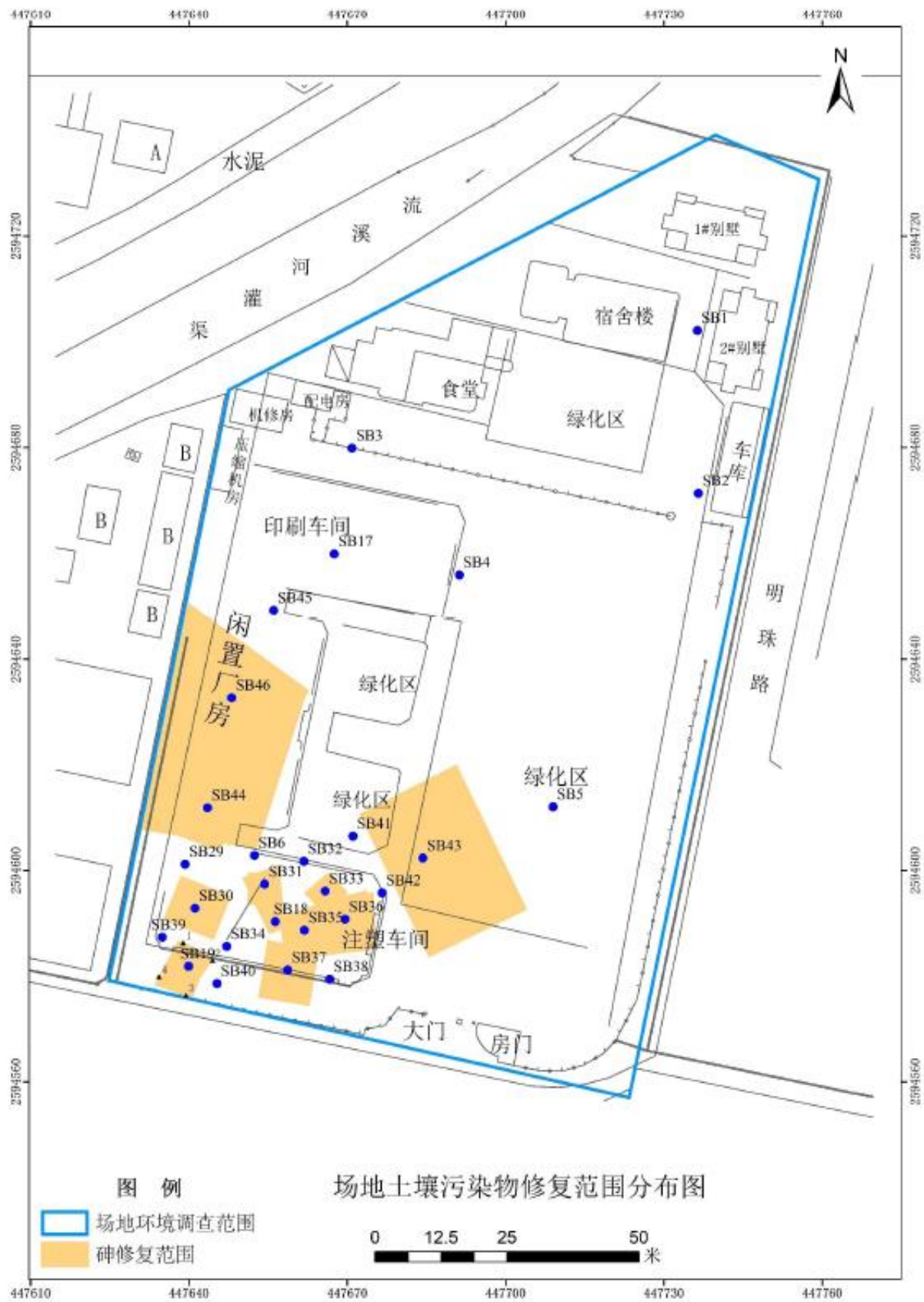


图 3.1-2 总污染修复范围平面图

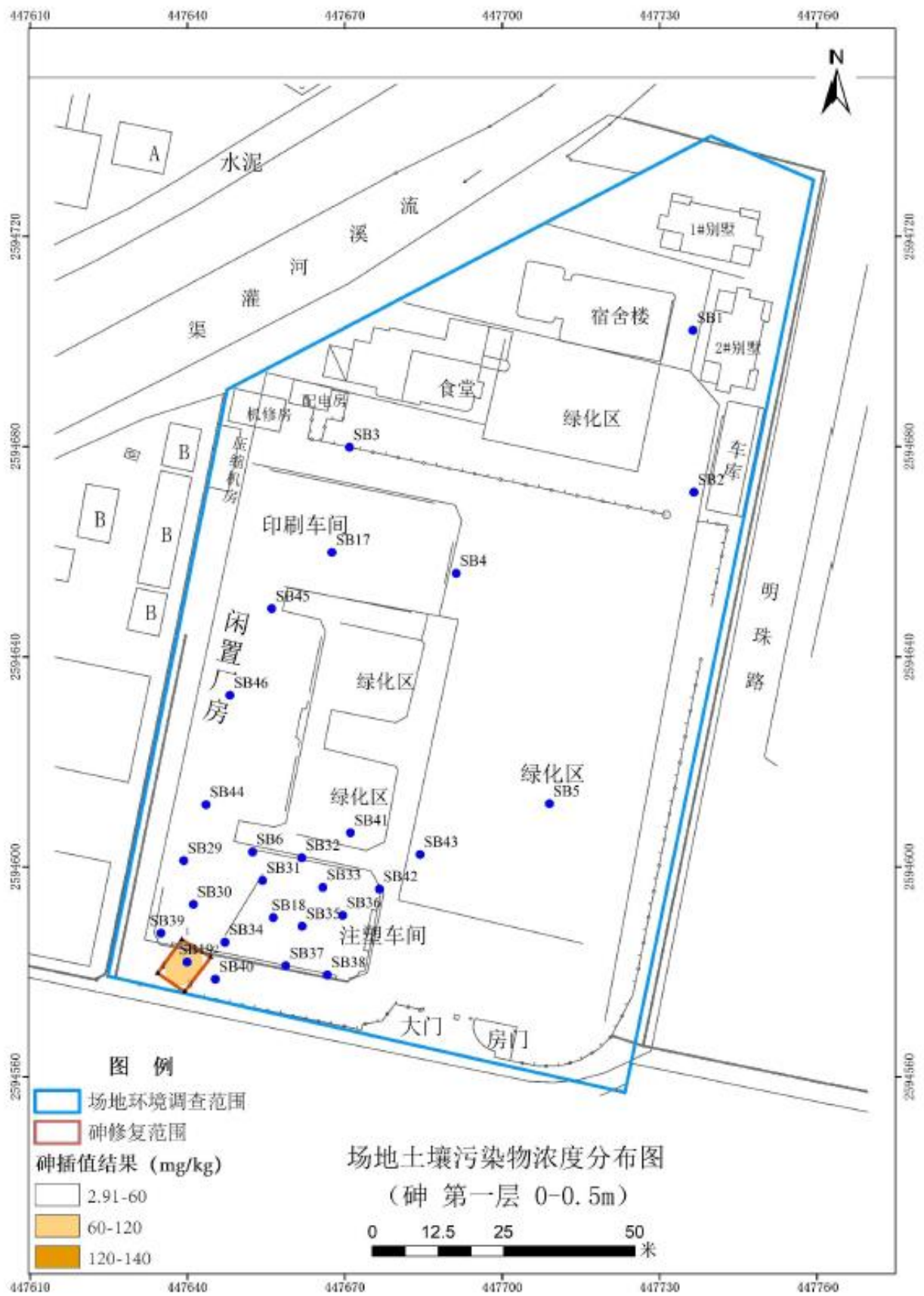


图 3.1-3 0~0.5m污染范围图

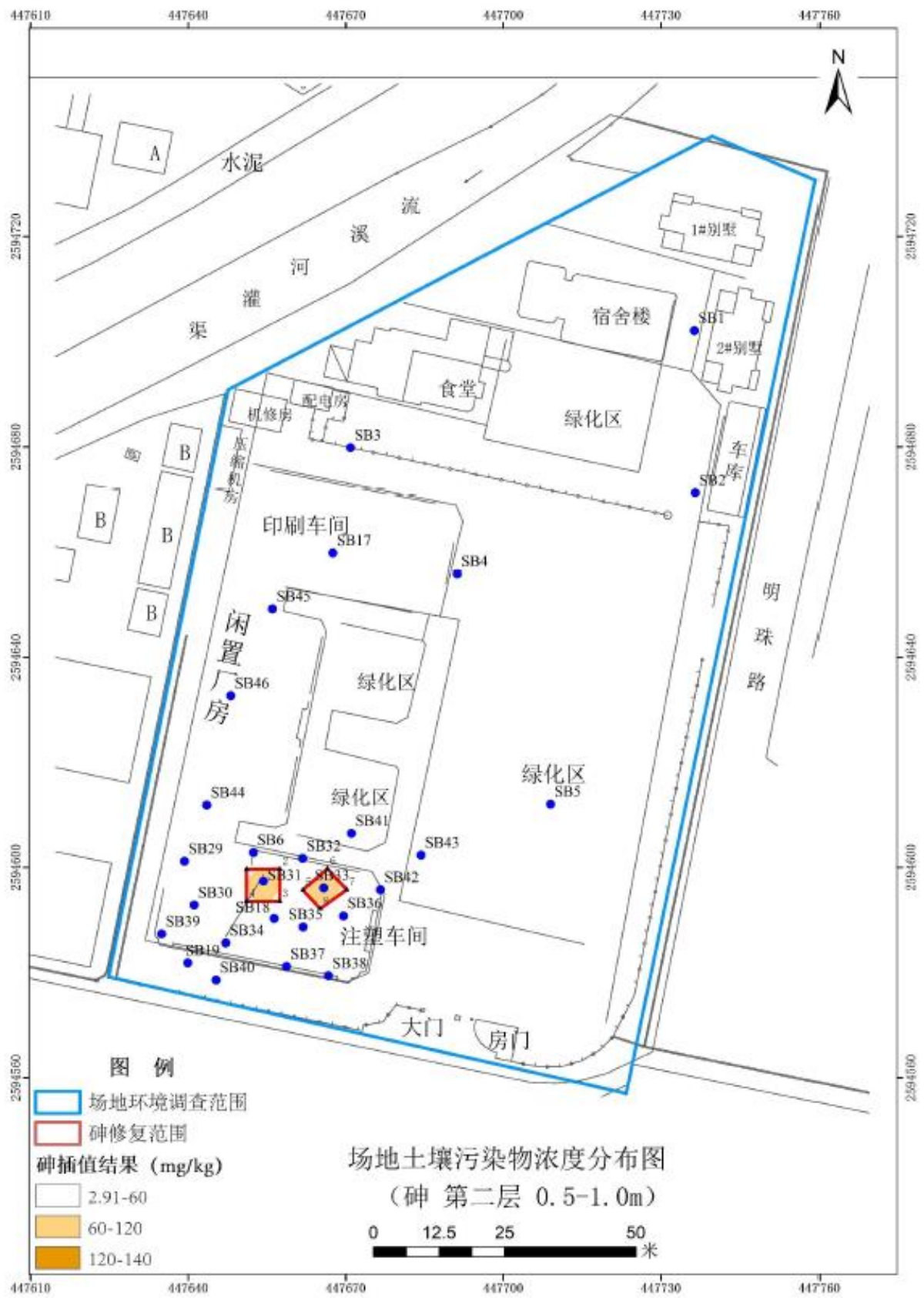


图 3.1-4 0.5~1.0m污染范围图

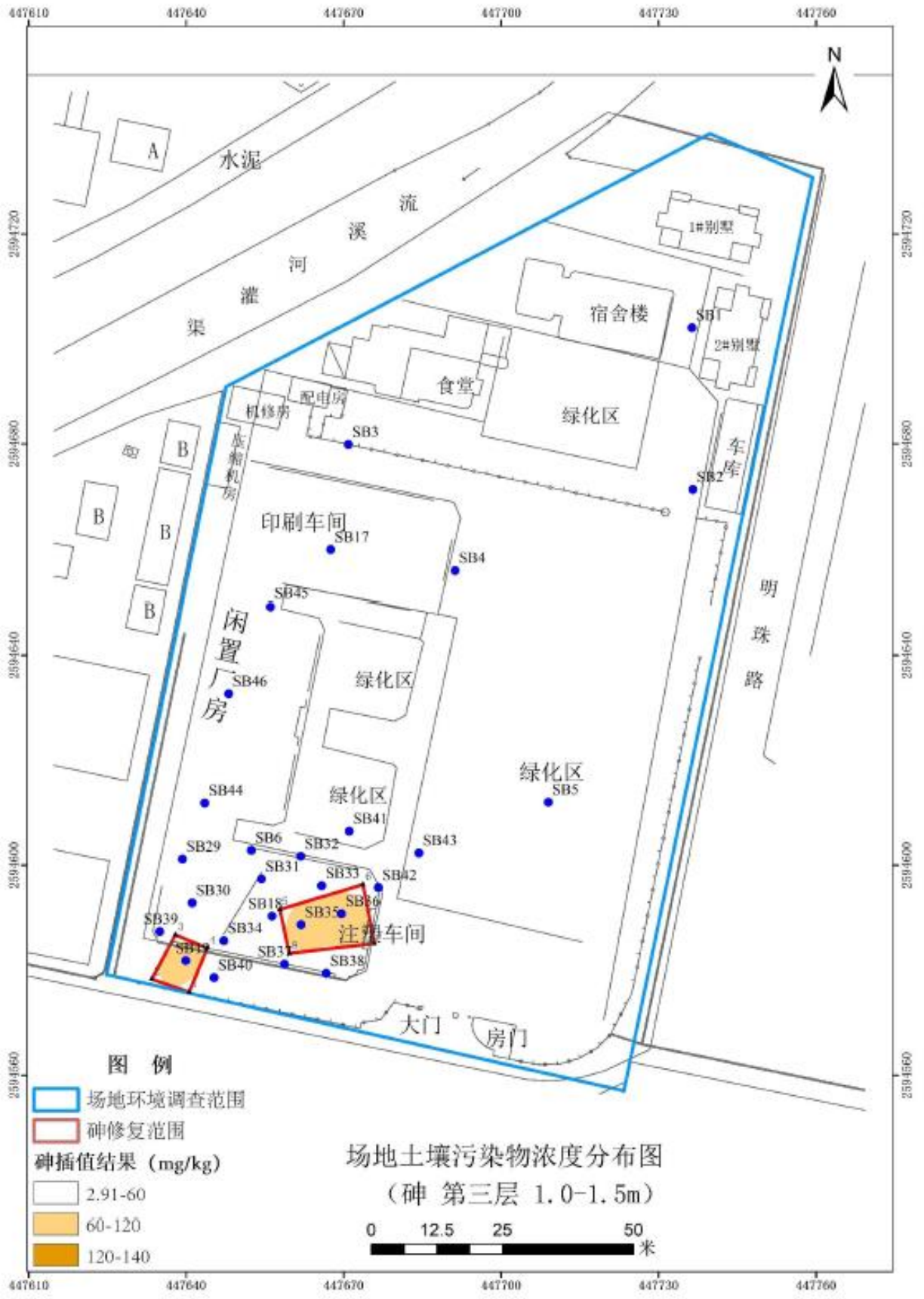


图 3.1-5 1.0~1.5m污染范围图

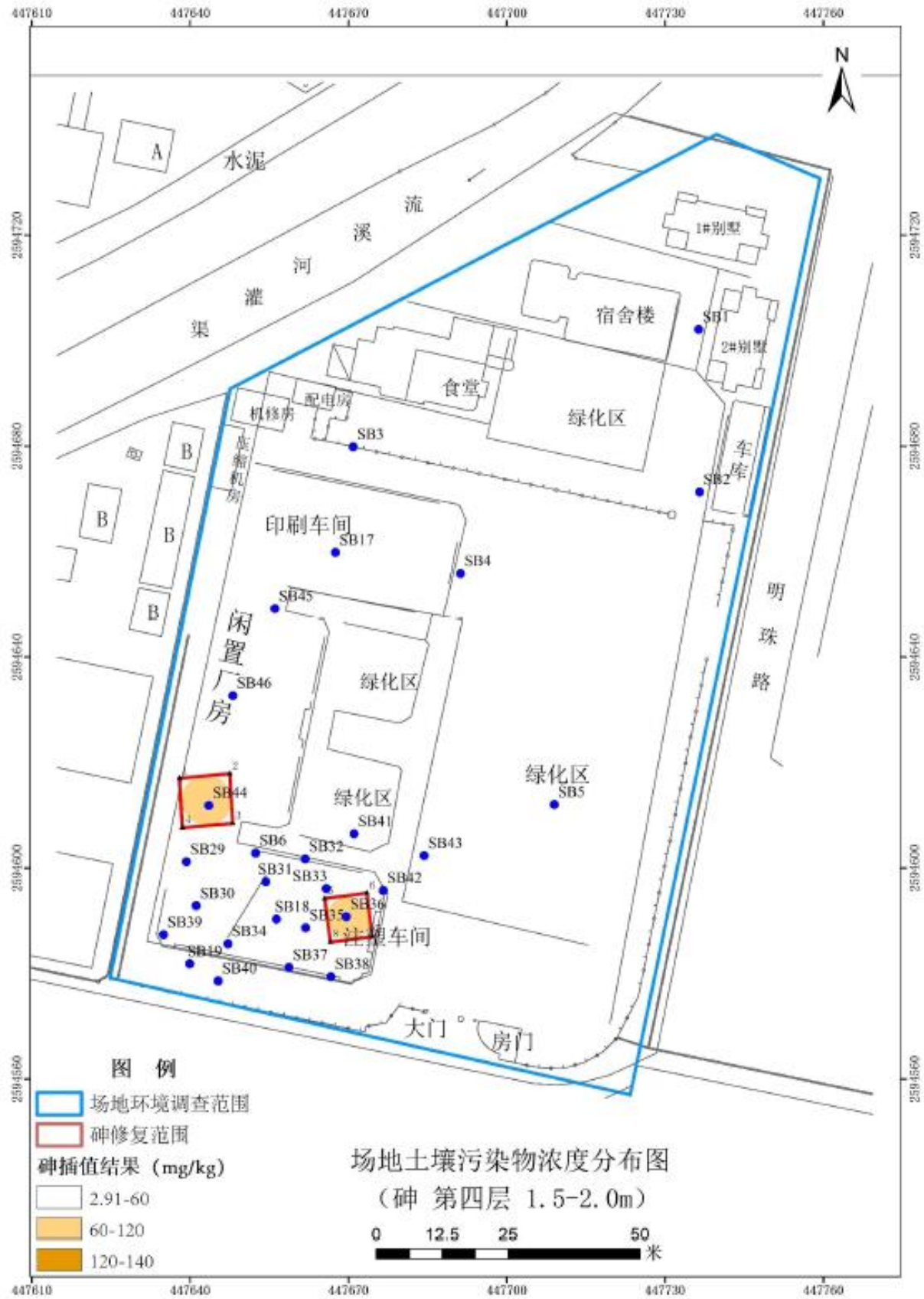


图 3.1-6 1.5~2.0m污染范围图

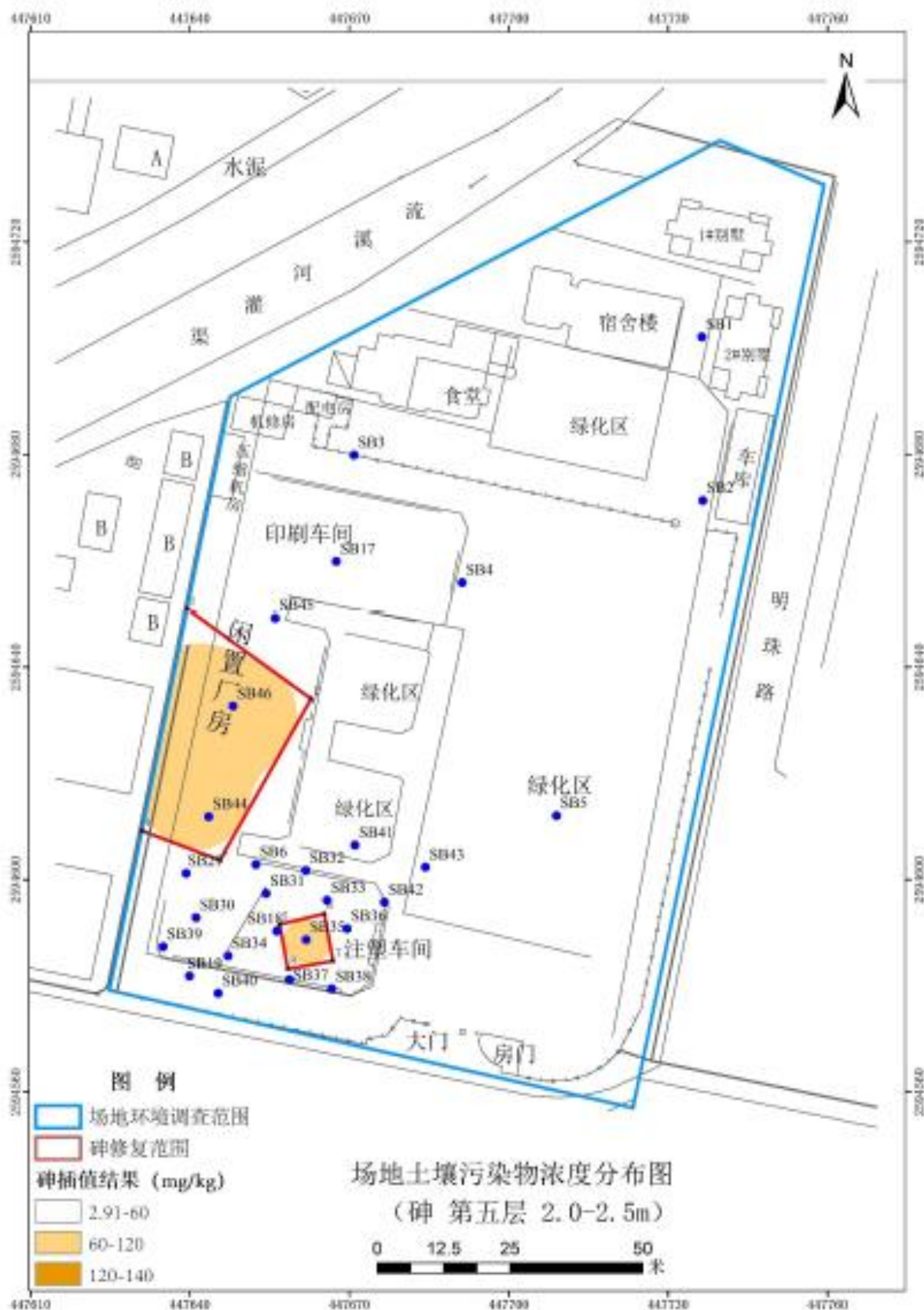


图 3.1-7 2.0~2.5m污染范围图

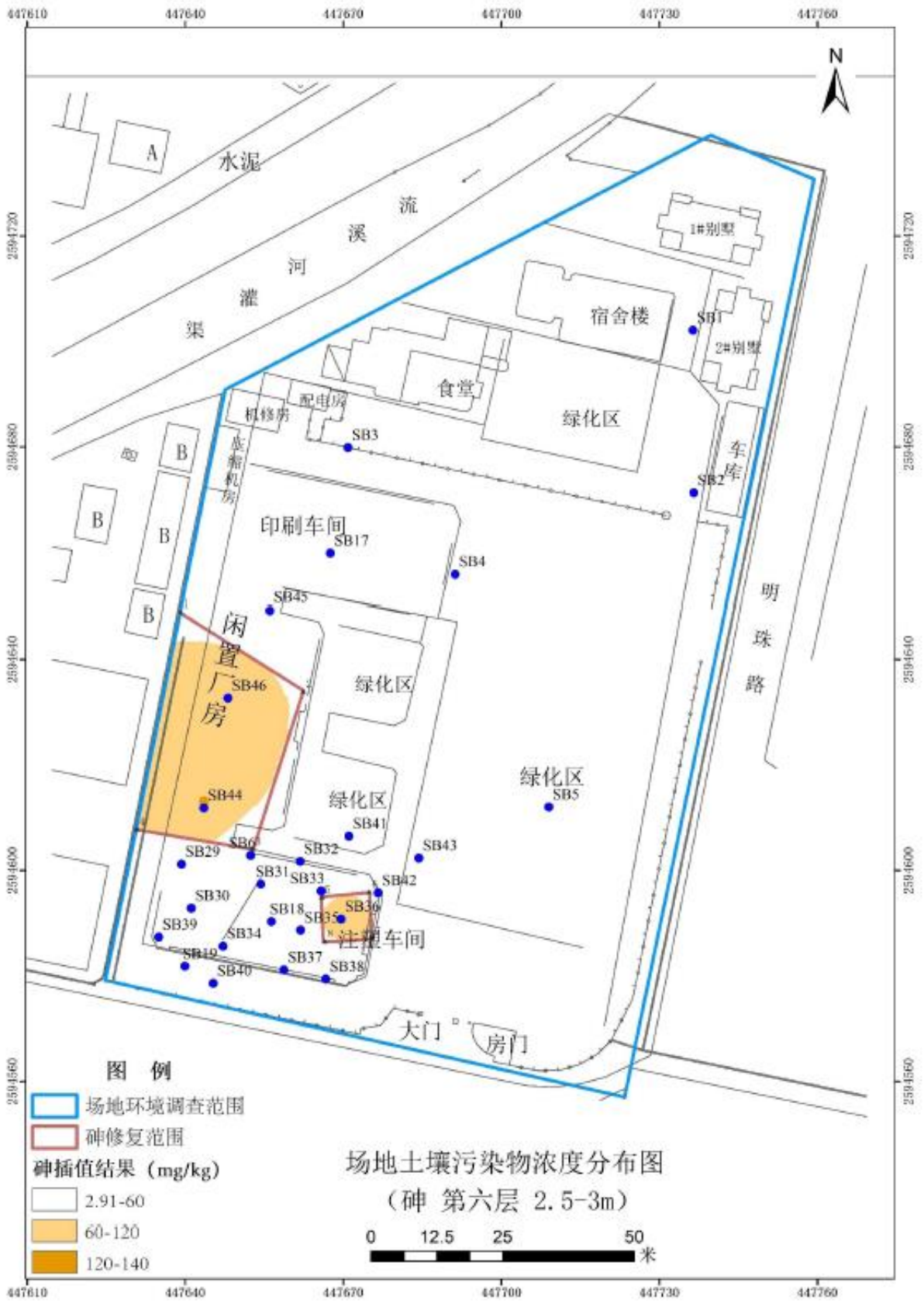


图 3.1-8 2.5~3.0m污染范围图

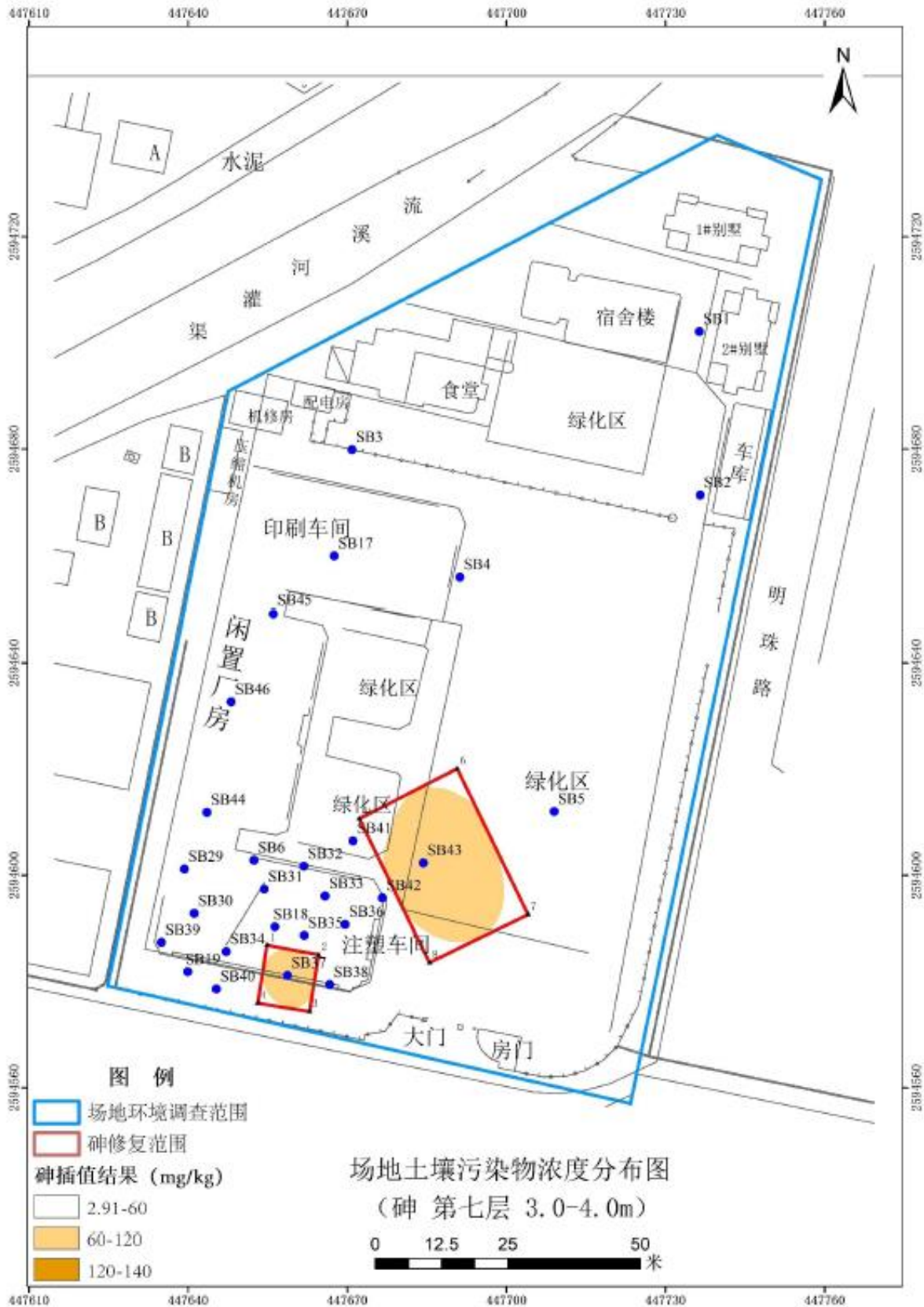


图 3.1-9 3.0~4.0m污染范围图

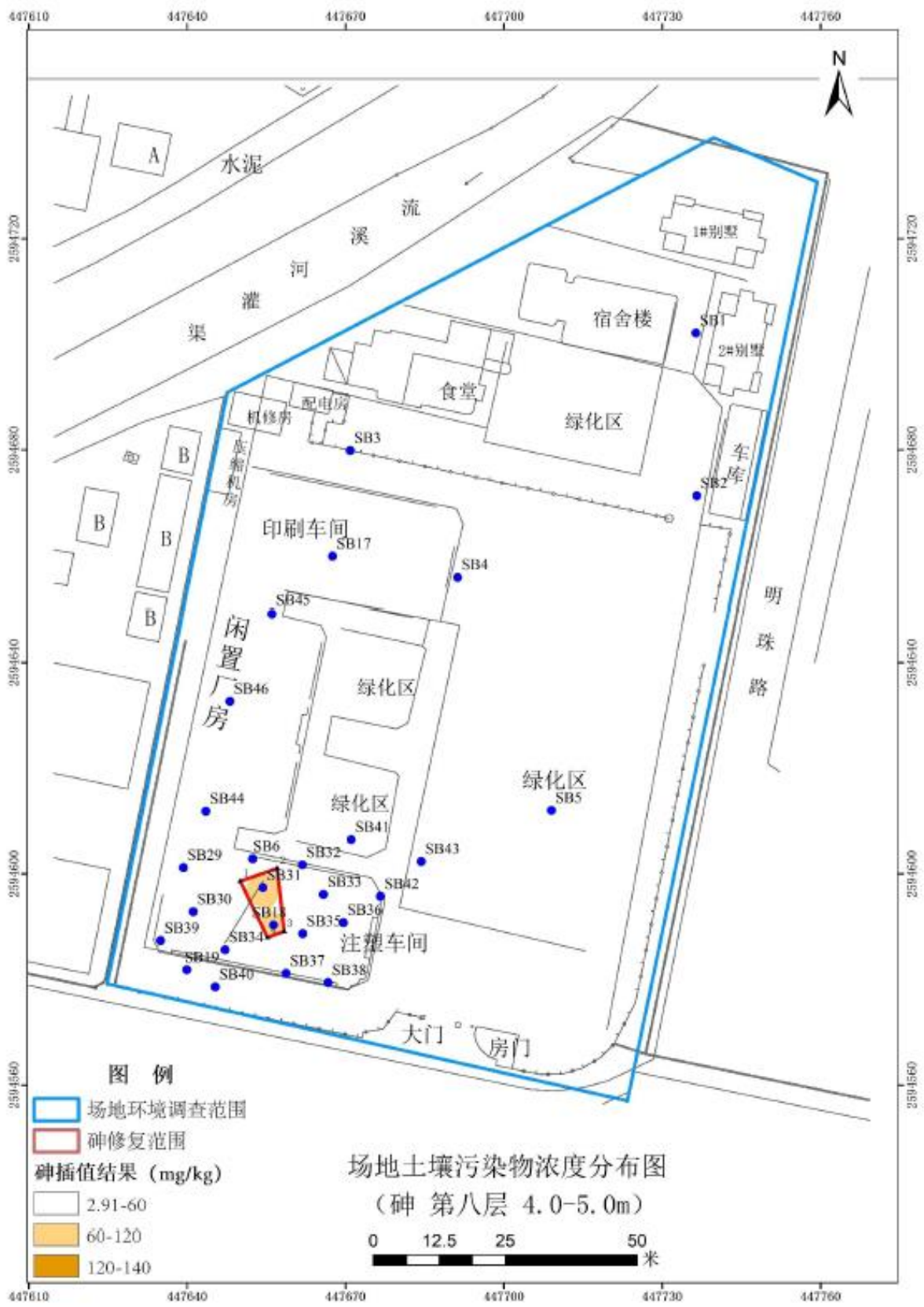


图 3.1-10 4.0~5.0m污染范围图

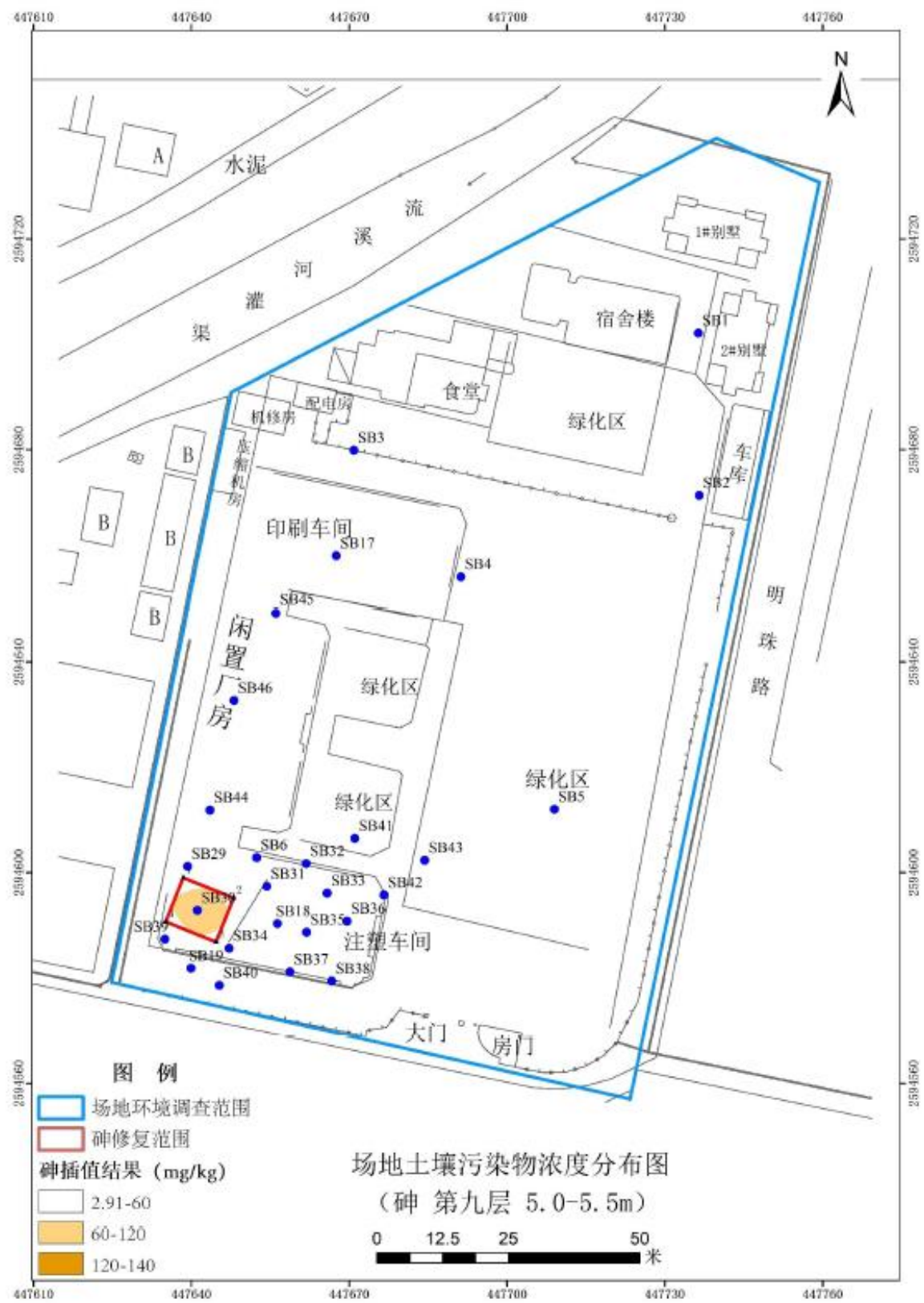


图 3.1-11 5.0~5.5m污染范围图

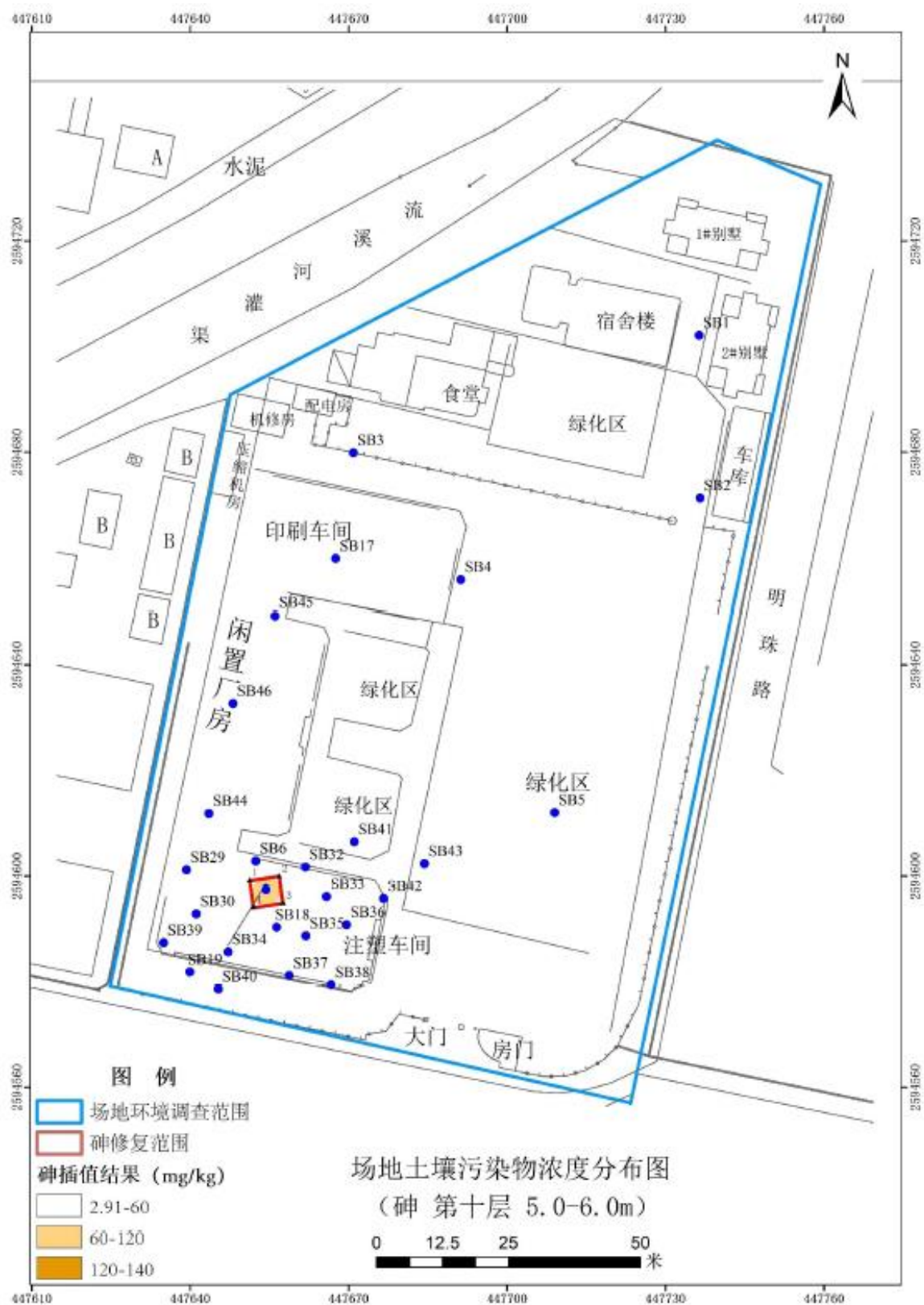


图 3.1-12 5.0~6.0m污染范围图

根据砷各分层污染面积及污染深度，得出广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块各污染区域污染土方量，总污染面积为  $3309.75\text{m}^2$ ，总污染土方量为  $2069.32\text{m}^3$ ，污染深度为  $0\sim 6.0\text{m}$ 。

在  $0-0.5\text{m}$  层位有一个污染区域，包括1个污染点位（SB19），污染面积为  $51.19\text{m}^2$ ，污染土方量为  $25.59\text{m}^3$ 。

在  $0.5-1.0\text{m}$  层位有两个污染区域，包括2个污染点位（SB31、SB33），污染面积为  $70.27\text{m}^2$ ，污染土方量为  $35.14\text{m}^3$ 。

在  $1.0-1.5\text{m}$  层位有两个污染区域，包括3个污染点位（SB19、SB35、SB36），污染面积为  $229.04\text{m}^2$ ，污染土方量为  $114.52\text{m}^3$ 。

在  $1.5-2.0\text{m}$  层位有两个污染区域，包括2个污染点位（SB36、SB44），污染面积为  $157.11\text{m}^2$ ，污染土方量为  $78.56\text{m}^3$ 。

在  $2.0-2.5\text{m}$  层位有两个污染区域，包括3个污染点位（SB35、SB44、SB46），污染面积为  $905.18\text{m}^2$ ，污染土方量为  $452.59\text{m}^3$ 。

在  $2.5-3.0\text{m}$  层位有两个污染区域，包括3个污染点位（SB36、SB44、SB46），污染面积为  $975.25\text{m}^2$ ，污染土方量为  $487.63\text{m}^3$ 。

在  $3.0-4.0\text{m}$  层位有两个污染区域，包括2个污染点位（SB37、SB43），污染面积为  $736.33\text{m}^2$ ，污染土方量为  $736.33\text{m}^3$ 。

在  $4.0-5.0\text{m}$  层位有一个污染区域，包括2个污染点位（SB18、SB31），污染面积为  $63.28\text{m}^2$ ，污染土方量为  $63.28\text{m}^3$ 。

在  $5.0-5.5\text{m}$  层位有一个污染区域，包括1个污染点位（SB30），污染面积为  $92.81\text{m}^2$ ，污染土方量为  $46.41\text{m}^3$ 。

在  $5.0-6.0\text{m}$  层位有一个污染区域，包括1个污染点位（SB31），污染面积为  $29.28\text{m}^2$ ，污染土方量为  $29.28\text{m}^3$ 。

各污染指标计算如下表 3.3-3。

表 3.1-3 土壤修复土方量一览表

| 序号 | 污染深度<br>(m) | 污染区域    | 污染点位号 | 污染<br>指标 | 污染面积（m <sup>2</sup> ） | 污染土方量<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----|-------------|---------|-------|----------|-----------------------|----------------------------|
| 1  | 0-0.5       | 注塑车间西南角 | SB19  | 砷        | 51.19                 | 25.59                      |
| 2  | 0.5-1.0     | 注塑车间内   | SB31  |          | 38.65                 | 19.32                      |
| 3  |             |         | SB33  |          | 31.62                 | 15.81                      |
| 4  | 1.0-1.5     | 注塑车间西南角 | SB19  |          | 65.43                 | 32.71                      |
| 5  |             | 注塑车间内   | SB35  |          | 163.61                | 81.80                      |
| 6  |             |         | SB36  |          |                       |                            |
| 7  | 1.5-2.0     | 注塑车间内   | SB36  |          | 66.94                 | 33.47                      |
| 8  |             | 仓库      | SB44  |          | 90.17                 | 45.09                      |
| 9  | 2.0-2.5     | 注塑车间内   | SB35  |          | 75.72                 | 37.86                      |
| 10 |             | 仓库      | SB44  |          | 829.46                | 414.73                     |
| 11 |             |         | SB46  |          |                       |                            |
| 12 | 2.5-3.0     | 注塑车间内   | SB36  |          | 80.52                 | 40.26                      |
| 13 |             | 仓库      | SB44  |          | 894.74                | 447.37                     |
| 14 |             |         | SB46  |          |                       |                            |
| 15 | 3.0-4.0     | 注塑车间内   | SB37  |          | 108.39                | 108.39                     |
| 16 |             | 道路      | SB43  |          | 627.94                | 627.94                     |
| 17 | 4.0-5.0     | 注塑车间内   | SB18  |          | 63.28                 | 63.28                      |
| 18 |             |         | SB31  |          |                       |                            |
| 19 | 5.0-5.5     | 注塑车间内   | SB30  |          | 92.81                 | 46.41                      |
| 20 | 5.0-6.0     | 注塑车间内   | SB31  |          | 29.28                 | 29.28                      |
| 总计 | /           |         |       |          | 3309.75               | 2069.32                    |

表 3.1-4 土壤污染区域边界拐点坐标一览表

| 序号 | 污染位置                         | 边界点编号 | 坐标          |             |
|----|------------------------------|-------|-------------|-------------|
|    |                              |       | X           | Y           |
| 1  | 注塑车间西南角<br>SB19(0-0.5m)      | 1     | 2594587.352 | 447638.8946 |
| 2  |                              | 2     | 2594583.994 | 447644.4213 |
| 3  |                              | 3     | 2594577.412 | 447639.4251 |
| 4  |                              | 4     | 2594580.954 | 447634.2843 |
| 5  | 注塑车间内 SB31<br>(0.5-1.0m)     | 1     | 2594600.837 | 447651.0782 |
| 6  |                              | 2     | 2594600.890 | 447657.4017 |
| 7  |                              | 3     | 2594594.752 | 447657.4017 |
| 8  |                              | 4     | 2594594.752 | 447651.0782 |
| 9  | 注塑车间内 SB33<br>(0.5-1.0m)     | 5     | 2594596.923 | 447661.8023 |
| 10 |                              | 6     | 2594600.956 | 447666.4816 |
| 11 |                              | 7     | 2594596.986 | 447670.1632 |
| 12 |                              | 8     | 2594593.382 | 447665.1175 |
| 13 | 注塑车间西南角 SB19<br>(1.0-1.5m)   | 1     | 2594577.049 | 447640.5506 |
| 14 |                              | 2     | 2594579.534 | 447633.3943 |
| 15 |                              | 3     | 2594587.958 | 447637.9240 |
| 16 |                              | 4     | 2594585.457 | 447643.9637 |
| 17 | 注塑车间内SB35、SB36<br>(1.0-1.5m) | 5     | 2594592.796 | 447657.8078 |
| 18 |                              | 6     | 2594597.543 | 447673.6362 |
| 19 |                              | 7     | 2594586.305 | 447675.8402 |
| 20 |                              | 8     | 2594584.446 | 447659.6114 |
| 21 | 注塑车间内SB36<br>(1.5-2.0m)      | 5     | 2594595.429 | 447665.4696 |
| 22 |                              | 6     | 2594596.440 | 447673.4448 |
| 23 |                              | 7     | 2594588.179 | 447674.4919 |
| 24 |                              | 8     | 2594587.168 | 447666.5167 |
| 25 | 仓库SB44<br>(1.5-2.0m)         | 1     | 2594618.228 | 447637.9597 |
| 26 |                              | 2     | 2594619.074 | 447647.5055 |
| 27 |                              | 3     | 2594609.656 | 447648.0341 |
| 28 |                              | 4     | 2594608.846 | 447638.4862 |
| 29 | 注塑车间内SB35<br>(2.0-2.5m)      | 5     | 2594592.782 | 447656.8598 |
| 30 |                              | 6     | 2594594.779 | 447665.2616 |
| 31 |                              | 7     | 2594585.913 | 447666.8737 |
| 32 |                              | 8     | 2594584.370 | 447658.3892 |

| 序号 | 污染位置                         | 边界点编号 | 坐标          |             |
|----|------------------------------|-------|-------------|-------------|
|    |                              |       | X           | Y           |
| 33 | 仓库SB44、SB46<br>(2.0-2.5m)    | 1     | 2594652.170 | 447639.4445 |
| 34 |                              | 2     | 2594635.270 | 447662.7762 |
| 35 |                              | 3     | 2594604.896 | 447645.6311 |
| 36 |                              | 4     | 2594610.413 | 447630.9376 |
| 37 | 注塑车间内SB36<br>(2.5-3.0m)      | 5     | 2594596.041 | 447665.9240 |
| 38 |                              | 6     | 2594597.031 | 447674.9057 |
| 39 |                              | 7     | 2594588.262 | 447675.4714 |
| 40 |                              | 8     | 2594587.696 | 447666.4190 |
| 41 | 仓库SB44、SB46<br>(2.5-3.0m)    | 1     | 2594650.118 | 447639.0711 |
| 42 |                              | 2     | 2594635.048 | 447662.3707 |
| 43 |                              | 3     | 2594605.198 | 447652.7982 |
| 44 |                              | 4     | 2594608.960 | 447630.7789 |
| 45 | 注塑车间内SB37<br>(3.0-4.0m)      | 1     | 2594588.060 | 447654.8106 |
| 46 |                              | 2     | 2594586.248 | 447664.5642 |
| 47 |                              | 3     | 2594575.529 | 447662.8363 |
| 48 |                              | 4     | 2594577.132 | 447653.1016 |
| 49 | 道路SB43 (3.0-4.0m)            | 5     | 2594611.863 | 447672.2465 |
| 50 |                              | 6     | 2594621.288 | 447690.6805 |
| 51 |                              | 7     | 2594593.845 | 447704.0613 |
| 52 |                              | 8     | 2594584.773 | 447685.4549 |
| 53 | 注塑车间内SB18、SB31<br>(4.0-5.0m) | 1     | 2594599.821 | 447650.0045 |
| 54 |                              | 2     | 2594602.255 | 447657.0318 |
| 55 |                              | 3     | 2594590.338 | 447658.3230 |
| 56 |                              | 4     | 2594589.147 | 447655.1836 |
| 57 | 注塑车间内SB30<br>(5.0-5.5m)      | 1     | 2594600.233 | 447638.4210 |
| 58 |                              | 2     | 2594596.391 | 447647.9951 |
| 59 |                              | 3     | 2594588.041 | 447644.6440 |
| 60 |                              | 4     | 2594591.884 | 447635.0699 |
| 61 | 注塑车间内SB31<br>(5.0-6.0m)      | 1     | 2594600.342 | 447651.2002 |
| 62 |                              | 2     | 2594601.139 | 447656.7954 |
| 63 |                              | 3     | 2594596.026 | 447657.5461 |
| 64 |                              | 4     | 2594595.205 | 447651.9544 |

### 3.2 场地修复方案

修复工程由广州市第一市政工程有限公司负责实施。广州市第一市政工程有限公司于 2019 年 8 月制定了《广州建义投资有限公司福从路 3 号厂区地块场地环境污染治理与修复项目实施方案》。根据《实施方案》，场地修复工程规模为修复污染土壤约 2069m<sup>3</sup>，采用水泥窑协同处置技术的方式对土壤进行修复，对 0~6m 污染土壤采用清挖—外运—水泥窑协同处置的修复思路，总体修复技术路线见图 3.2-1。

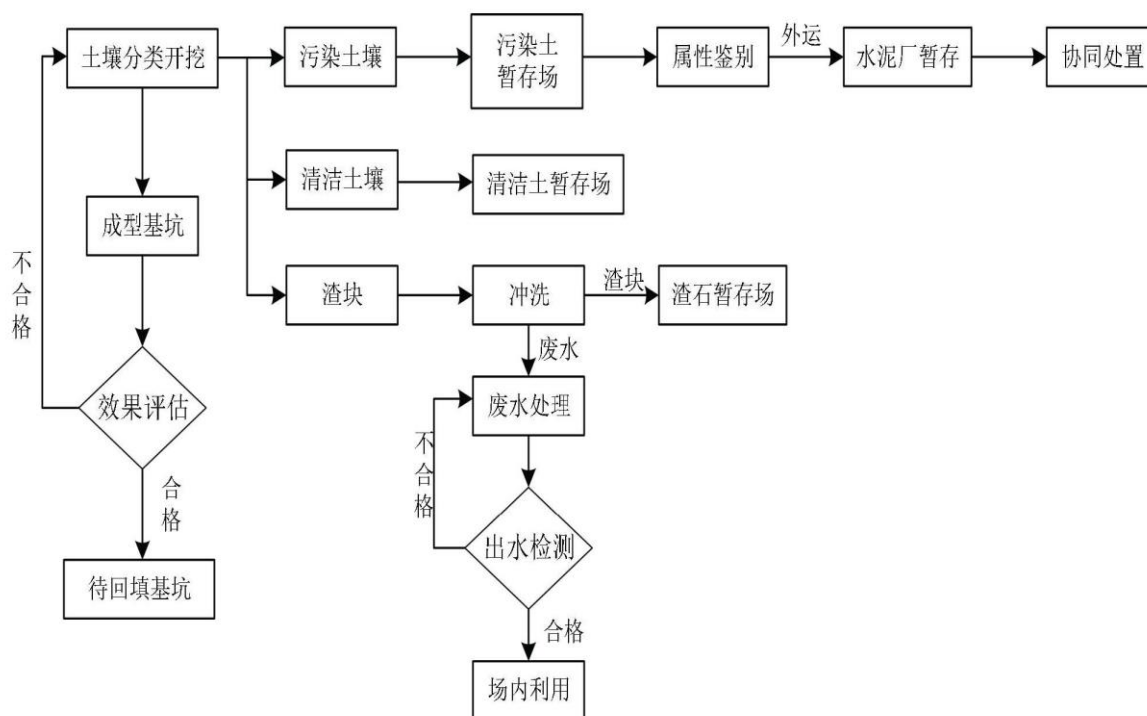


图 3.2-1 总体修复技术路线

## 4 场地概念模型

### 4.1 资料回顾

#### 4.1.1 资料回顾清单

我司承担该污染场地治理修复工程的修复效果评估工作后，立即组织相关技术人员开展该场地相关资料的收集工作，主要包括如下几个方面：

（1）场地环境调查评价及修复方案相关文件：场地环境调查及风险评估报告及审批意见、经环保主管部门审查备案的《实施方案》、《监理方案》以及有关行政文件。

（2）场地修复工程资料：清挖污染土壤位置与范围、污染土壤运输路线、污染土壤处置工艺等。

（3）修复实施相关文件及记录：修复实施过程的记录文件（如污染土壤清挖和运输清单和接收函件）、修复设施运行记录、环境质量和二次污染排放监测记录、修复工程施工总结报告等。

（4）监理文件：环境监理报告。

（5）其它文件：环境管理组织机构、相关合作协议（如委托处理污染土壤的相关文件和合同）、修复过程的原始记录等。

（6）相关图件：场地地理位置示意图、场地用地规划图、总平面布置图、修复范围图、修复技术路线图、修复过程照片和影像记录等。。

#### 4.1.2 资料回顾要点

对上述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，明确核实以下内容：

（1）通过审查修复工程施工方和监理单位提供的文件，核实判定施工过程的场地目标污染物、修复范围和修复工程量，与场地环境调查与风险评估报告、修复实施方案及备案文件是否一致。

(2) 通过审查场地修复过程的监理记录和监测数据, 核实修复工艺及修复过程污染防治措施的落实情况。

(3) 通过审查相关运输清单和接收函件, 核实污染土壤的数量和去向, 修复过程中产生的危险废物是否委托具有相关处理资质单位进行处置。

#### 4.1.2.1 修复场地的目标污染物及修复目标审核结果

通过核实环境修复单位和监理提供的文件, 项目施工过程与《场调报告》及备案的《实施方案》中修复目标污染物及修复目标值一致。

**表 4.1-1 施工过程与备案修复实施方案以及实际施工中的修复目标情况对比**

| 内容 |      | 场调报告情况 |                  | 修复实施方案情况 |                  | 实际执行情况 |                  | 是否一致 |
|----|------|--------|------------------|----------|------------------|--------|------------------|------|
|    |      | 污染物    | 修复目标值<br>(mg/kg) | 污染物      | 修复目标值<br>(mg/kg) | 污染物    | 修复目标值<br>(mg/kg) |      |
| 土壤 | 1#基坑 | 砷      | 60               | 砷        | 60               | 砷      | 60               | 一致   |
|    | 2#基坑 |        | 60               |          | 60               |        | 60               |      |
|    | 3#基坑 |        | 60               |          | 60               |        | 60               |      |
|    | 4#基坑 |        | 60               |          | 60               |        | 60               |      |
|    | 5#基坑 |        | 60               |          | 60               |        | 60               |      |

#### 4.1.2.2 修复范围审核结果

施工方主要依据《实施方案》给出的拐点坐标位置, 利用全站仪、水准仪分别测放出基坑的各层坐标拐点, 确定坑底(修复范围)以及所开挖边界, 再用白灰撒出开挖的边界线(比修复范围稍大), 最终开挖完成后核实坑底的修复范围边界。放线记录以及修复范围核实均由监理进行现场确认并签字。

表 4.4-2 1#污染区土壤开挖后拐点坐标对比

| 基坑 | 污染点位号        | 方案坐标        |            |       | 开挖后实测坐标     |            |        | 差值 (mm) |         |         |
|----|--------------|-------------|------------|-------|-------------|------------|--------|---------|---------|---------|
|    |              | X           | Y          | 标高    | X           | Y          | 标高     | X       | Y       | 标高      |
| 1# | SB44<br>SB46 | 2594652.17  | 447639.444 | 28.01 | 2594652.388 | 447639.484 | 24.78  | -218.00 | -40.00  | 3230.00 |
|    |              | 2594635.27  | 447662.776 | 28.01 | 2594635.223 | 447663.182 | 24.79  | 47.00   | -406.00 | 3220.00 |
|    |              | 2594605.198 | 447652.798 | 28.01 | 2594604.938 | 447653.133 | 24.77  | 260.00  | -335.00 | 3240.00 |
|    |              | 2594604.896 | 447645.631 | 28.01 | 2594604.648 | 447645.721 | 24.79  | 248.00  | -90.00  | 3220.00 |
|    |              | 2594608.96  | 447630.779 | 28.01 | 2594608.761 | 447630.758 | 24.810 | 199.00  | 21.00   | 3200.00 |

表 4.4-3 2#污染区土壤开挖后拐点坐标对比

| 基坑 | 污染点位号 | 方案坐标        |            |       | 开挖后实测坐标     |            |       | 差值 (mm) |         |         |
|----|-------|-------------|------------|-------|-------------|------------|-------|---------|---------|---------|
|    |       | X           | Y          | 标高    | X           | Y          | 标高    | X       | Y       | 标高      |
| 2# | SB30  | 2594600.233 | 447638.421 | 28.02 | 2594600.493 | 447638.31  | 22.3  | -260.00 | 111.00  | 5720.00 |
|    |       | 2594596.391 | 447647.995 | 27.99 | 2594596.502 | 447648.255 | 22.29 | -111.00 | -260.00 | 5700.00 |
|    |       | 2594588.041 | 447644.644 | 28.02 | 2594587.781 | 447644.755 | 22.3  | 260.00  | -111.00 | 5720.00 |
|    |       | 2594591.884 | 447635.069 | 28.02 | 2594591.773 | 447634.809 | 22.27 | 111.00  | 260.00  | 5750.00 |

表 4.4-4 3#污染区土壤开挖后拐点坐标对比

| 基坑 | 污染点位号 | 方案坐标        |            |        | 开挖后实测坐标     |            |       | 差值 (mm) |        |       |
|----|-------|-------------|------------|--------|-------------|------------|-------|---------|--------|-------|
|    |       | X           | Y          | 标高     | X           | Y          | 标高    | X       | Y      | 标高    |
| 3# | SB19  | 2594587.384 | 447638.872 | 27.670 | 2594577.056 | 447640.508 | 26.04 | -10328  | 1636   | -1630 |
|    |       | 2594583.983 | 447644.419 | 27.630 | 2594579.531 | 447633.386 | 26.11 | -4452   | -11033 | -1520 |
|    |       | 2594577.338 | 447639.474 | 27.640 | 2594587.951 | 447637.897 | 26.13 | 10613   | -1577  | -1510 |
|    |       | 2594580.96  | 447634.261 | 27.830 | 2594585.275 | 447644.855 | 26.15 | 4315    | 10594  | -1680 |
|    |       | 2594585.486 | 447643.977 | 27.810 | 2594584.280 | 447644.378 | 26.16 | -1206   | 401    | -1650 |

表 4.4-5 4#污染区土壤开挖后拐点坐标对比

| 基坑 | 污染点位号                                        | 方案坐标        |            |       | 开挖后实测坐标     |            |       | 差值 (mm) |         |         |
|----|----------------------------------------------|-------------|------------|-------|-------------|------------|-------|---------|---------|---------|
|    |                                              | X           | Y          | 标高    | X           | Y          | 标高    | X       | Y       | 标高      |
| 4# | SB31<br>SB33<br>SB35<br>SB36<br>SB37<br>SB18 | 2594599.821 | 447650.005 | 28.03 | 2594600.512 | 447650.973 | 21.60 | -691.00 | -968.00 | 6430.00 |
|    |                                              | 2594600.837 | 447651.078 | 27.99 | 2594600.837 | 447651.078 | 27    | 0.00    | 0.00    | 990.00  |
|    |                                              | 2594602.255 | 447657.032 | 28.02 | 2594601.365 | 447656.964 | 21.59 | 890.00  | 68.00   | 6430.00 |
|    |                                              | 2594600.956 | 447666.482 | 28.02 | 2594601.217 | 447666.785 | 26.8  | -261.00 | -303.00 | 1220.00 |
|    |                                              | 2594597.031 | 447674.906 | 28.02 | 2594597.473 | 447674.836 | 24.99 | -442.00 | 70.00   | 3030.00 |
|    |                                              | 2594586.303 | 447675.84  | 28.02 | 2594586.108 | 447675.877 | 25    | 195.00  | -37.00  | 3020.00 |
|    |                                              | 2594575.529 | 447662.836 | 28.02 | 2594575.069 | 447663.167 | 24    | 460.00  | -331.00 | 4020.00 |
|    |                                              | 2594577.132 | 447653.102 | 28.02 | 2594576.737 | 447653.04  | 24    | 395.00  | 62.00   | 4020.00 |
|    |                                              | 2594594.752 | 447651.078 | 28.02 | 2594594.782 | 447651.078 | 26.99 | -30.00  | 0.00    | 1030.00 |

表 4.4-6 5#污染区土壤开挖后拐点坐标对比

| 基坑 | 污染点位号 | 方案坐标        |            |       | 开挖后实测坐标     |            |       | 差值 (mm) |         |         |
|----|-------|-------------|------------|-------|-------------|------------|-------|---------|---------|---------|
|    |       | X           | Y          | 标高    | X           | Y          | 标高    | X       | Y       | 标高      |
| 5# | SB43  | 2594611.863 | 447672.246 | 27.67 | 2594611.863 | 447672.246 | 23.64 | 0.00    | 0.00    | 4030.00 |
|    |       | 2594621.288 | 447690.681 | 27.67 | 2594621.379 | 447690.859 | 23.62 | -91.00  | -178.00 | 4050.00 |
|    |       | 2594593.845 | 447704.061 | 27.67 | 2594593.933 | 447704.241 | 23.66 | -88.00  | -180.00 | 4010.00 |
|    |       | 2594584.773 | 447685.455 | 27.67 | 2594584.773 | 447685.455 | 23.61 | 0.00    | 0.00    | 4060.00 |

#### 4.1.2.3 修复工程量审核结果

通过核实环境修复单位和监理提供的文件，1#~5#基坑清挖工作从2020年1月2日开始，于2019年9月1日清挖完毕（含二次、三次清挖）。

土壤开挖污染土方量约2524.9m<sup>3</sup>（含地下构筑物19.95 m<sup>3</sup>及渣石103.96 m<sup>3</sup>），与实施方案相比，超挖土方量455.58m<sup>3</sup>。

表 4.1-7 清挖方量统计表

| 基坑分区 | 目标污染物 | 场调报告开挖方量 (m <sup>3</sup> ) | 修复实施方案开挖方量 (m <sup>3</sup> ) | 一次清挖 (m <sup>3</sup> ) | 二次清挖 (m <sup>3</sup> ) | 三次清挖 (m <sup>3</sup> ) | 超挖方量 (m <sup>3</sup> ) |
|------|-------|----------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1#基坑 | 砷     | 907.19                     | 907.19                       | 935.6                  | 207.36                 | /                      | 235.77                 |
| 2#基坑 | 砷     | 46.41                      | 46.41                        | 50.64                  | 24.09                  | /                      | 28.32                  |
| 3#基坑 | 砷     | 58.3                       | 58.3                         | 63.04                  | 3.4                    | 0.95                   | 9.09                   |
| 4#基坑 | 砷     | 429.47                     | 429.47                       | 473.9                  | 65.85                  | 14.68                  | 124.96                 |
| 5#基坑 | 砷     | 627.94                     | 627.94                       | 679.25                 | 6.11                   | /                      | 57.42                  |
| 合计   |       | 2069.32                    | 2069.32                      | 2524.90                |                        |                        | 455.58                 |

#### 4.1.2.5 修复工艺及修复过程污染防治落实情况

通过核实环境修复单位和监理提供的文件,项目施工过程中与备案中修复工艺及修复过程污染防治落实情况如表 4.1-8 所示。

表 4.1-8 修复工艺及修复过程污染防治落实情况对比

| 序号 | 项目       | 实施方案计划                                                                                                                                                |        |     | 实际施工情况                                                                                                                                                                    |         |     | 符合度                     |
|----|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|-------------------------|
| 1  | 工程量      | 2069.32m <sup>3</sup>                                                                                                                                 |        |     | 2524.90m <sup>3</sup>                                                                                                                                                     |         |     | 超量 471.43m <sup>3</sup> |
| 2  | 修复范围     | 区域                                                                                                                                                    | 面积     | 深度  | 区域                                                                                                                                                                        | 面积      | 深度  | 基坑开挖面积与深度均有所增大。         |
|    |          | 1#基坑                                                                                                                                                  | 907.19 | 3.0 | 1#基坑                                                                                                                                                                      | 1142.99 | 3.2 |                         |
|    |          | 2#基坑                                                                                                                                                  | 46.41  | 5.5 | 2#基坑                                                                                                                                                                      | 74.73   | 5.7 |                         |
|    |          | 3#基坑                                                                                                                                                  | 58.30  | 1.5 | 3#基坑                                                                                                                                                                      | 67.39   | 1.5 |                         |
|    |          | 4#基坑                                                                                                                                                  | 429.47 | 6.0 | 4#基坑                                                                                                                                                                      | 554.43  | 6.4 |                         |
|    |          | 5#基坑                                                                                                                                                  | 627.94 | 4.0 | 5#基坑                                                                                                                                                                      | 685.36  | 4.3 |                         |
| 3  | 修复技术     | 1.土壤：水泥窑协同处置；<br>2.污水：处理工艺采用“混凝沉淀”。                                                                                                                   |        |     | 1.土壤：水泥窑协同处置；<br>2.污水：处理工艺采用“混凝沉淀+斜管沉降”。                                                                                                                                  |         |     | 符合                      |
| 4  | 平面布置     | 设置污染土暂存区、清洁土临时堆存区、污水处理系统、渣石冲洗区和洗车区等功能区。                                                                                                               |        |     | 渣石冲洗区、污水处理站及附属设施、洗车区、清洁土暂存场位置进场后进行了调整与优化，办公区设置在场内居民楼。                                                                                                                     |         |     | 符合                      |
| 5  | 水污染防治措施  | 建筑混凝土构筑物废水处理系统一套。                                                                                                                                     |        |     | 一体化污水处理设备系统一套。                                                                                                                                                            |         |     | 符合                      |
| 6  | 大气污染防治措施 | 1.防止松散材料扬尘措施；<br>2.修复过程降尘措施；<br>3.防止施工区道路、出入口降尘措施。                                                                                                    |        |     | 1.场地内施工便道等地面进行混凝土硬化，定期洒水、喷雾以减少扬尘；<br>2.车辆及挖掘机经过，控制车速、减少扬尘；<br>3.出现大风天气，及时对作业面和暴露污染土进行适当覆盖，减少扬尘及二次污染；<br>4.回填土施工时禁止抛散，以免产生扬尘。                                              |         |     | 符合                      |
| 7  | 水防治措施    | 1.基坑废水及时处理后进行综合利用，废水不外排；<br>2.对基坑进行铺设防雨膜，基坑内的大气降水检测合格后直接排放雨水管；<br>3.施工废水经排水管线导排至污水处理设施进行处理；<br>4.道路及场地做适当放坡，做到污水不外流，场内无积水，并保证场地内排水和污水处理设施在整个施工过程有效运作。 |        |     | 1.采用混凝土硬化地面或 HDPE 膜进行防渗；<br>2.对土壤转运过程中遗撒的污染土壤进行及时清理，避免雨水淋洗土壤产生污染废水污染土壤和地下水；<br>3.洗车台及渣块冲洗区四周设置排水沟，将冲洗后的水统一收集至沉淀池，防止造成二次污染；<br>4.安排了专人定期检查与维护施工机械，防止了施工机械带病作业导致机械漏油等事件的发生。 |         |     | 符合                      |

| 序号 | 项目       | 实施方案计划                                                                                                                                                                                        | 实际施工情况                                                                                                                                                                  | 符合度 |
|----|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8  | 噪声防治措施   | 1.合理时间内施工；<br>2.建立健全控制人为噪声的管理制度，最大限度的减少噪声扰民，增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识；<br>3.加强现场环境噪声的监测。                                                                                                             | 1.尽量选用低噪声的机械设备或带隔声、消声的机械设备，确保工地场界外噪声符合相关标准；<br>2.合理安排施工作业时间，加强施工管理，限制作业时间；<br>3.施工场地的施工车辆出入地点应尽量远离敏感点，车辆出入现场时应低速、禁鸣；<br>4.合理布局，噪声大的设备尽量布置在远离居民区的地方，最大限度减小可能对周围环境敏感点的影响。 | 符合  |
| 9  | 固体废物防治措施 | 1.放置废弃物的容器要有特别的标识，以防止该废弃物的泄漏、蒸发、互相混淆。<br>2.废弃物按照废弃物类别投入指定的垃圾箱，禁止乱投乱放，设一般固废和生活垃圾两类垃圾箱；<br>3.强施工现场的施工管理工作，避免材料浪费，避免产生不必要的施工建筑垃圾；<br>4.建筑垃圾运输车辆应当采取密闭措施，不得超载运输，不得车轮带泥，不得遗撒、泄漏；<br>5.施工现场禁止焚烧废弃物。 | 1.对施工现场要及时进行清理，建筑垃圾及时清运、集中堆放并加以覆盖，防止其因长期堆放而产生扬尘。<br>2.施工过程中使用后的防护用品、防尘网、药剂、水泥包装袋等要进行统一收集，进行回收再利用，严禁乱堆乱扔，防止产生二次污染；<br>4.施工队伍产生的生活垃圾集中收集至垃圾桶，交环卫部门进行统一处理。                 | 符合  |

#### 4.1.2.6 修复施工过程变更情况与说明

修复施工中，环境修复单位根据实际情况，进行了部分调整和变更：

##### （1）基坑清挖顺序调整

根据《实施方案》5.3.4 章节，场地污染土壤开挖主顺序是 1#基坑→2#基坑→3#基坑→4#基坑→5#基坑。根据现场的实际场地条件，调整后开挖顺序是实际修复施工污染土壤开挖顺序是 2#基坑→3#基坑→1#基坑→4#基坑→5#基坑。

##### （2）平面布置变更

根据与《实施方案》对比，项目实际施工对功能区位置进行优化调整，变动的区域具体如下：

1) 污水处理站：由于场地狭窄，且会影响 4#污染区放坡开挖。污水处理站由位于场地入口西侧花坛、4#污染区南侧调整到污染土暂存场西侧，同时方案设计位置占地面积较大，场地内不满足原尺寸污水处理设施的建设条件，由新建砖混凝土构筑物建设污水处理设施变更为一体化污染处理设备。

2) 洗车区：根据现场情况将洗车区位于在场地入口处调整到场地保安室与清洁土堆存区之间位置，调整后洗车区满足施工要求，不影响洗车台洗车的正常使用以及车辆通行。

3) 渣块冲洗区：方案设计位置狭长，不满足原尺寸渣块冲洗区的建设条件，由位于由场地正门东侧绿化带处调整到污染土暂存区（备）南侧，变更后渣块冲洗区满足施工要求，未对周边环境造成不利影响。

##### （3）水泥厂内污染土暂存场

原方案设计为鉴别合格清挖污染土壤外运至协同处置水泥厂后需暂存在水泥厂设置的污染土壤暂存场内，根据实际情况，污染土壤外运至水泥厂后直接送进其取料仓，可直接将污染土壤送入喂料口，在水泥厂内不设置污染土暂存场。

##### （4）运输路线

方案设计污染土壤外运至水泥厂，行驶路线包括许广高速等多段高速路。为避免

污染土壤运输车从高速公路行驶造成不良交通、环境影响，对运输路线进行调整，不再经过高速公路。

#### **(5) 边坡系数调整**

由于部分污染区与其他污染区边坡之间间隔距离较窄，按照实际施工情况对边坡系数进行调整，2#污染区东侧、南侧和北三侧边坡系数由 1:0.3 调整为 1:0.5；1#污染区东侧和南侧边坡放坡系数由 1:0.3 调整为 1:0.5；4#污染区东侧、西侧和北侧边坡系数由 1:0.3 调整为 1:0.5；5#污染区西侧边坡放坡系数调整为 1:0.3。

#### **(6) 污染区截流方式调整**

各污染区在清挖完成后均存在侧壁交错情形，且污染区积水面积小，作业面小，部分基坑侧壁过深无法设置倒流沟，按照施工情况，在 1#基坑东侧和 5#基坑西北侧、东北侧东南侧以及 4#污染区东南侧设置挡水围堰。

具体项目变更情况见表 4.1-9。

表 4.1-9 项目变更情况

| 序号 | 修复实施情况                  | 实施方案主要内容                                       | 变更情况                               | 变更原因                                       | 变更分析                                         | 手续办理情况                                   |
|----|-------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1  | 在污染土暂存场西侧设置1座污水处理站。     | 根据实施方案中场地平面布置图，污水处理站位于场地入口西侧花坛、4#污染区南侧。        | 污水处理站由场地入口西侧花坛、4#污染区南侧变更至污染土暂存场西侧。 | 由于场地狭窄，且会影响4#污染区放坡开挖。                      | 变更后位置对废水运输和处理不造成影响，变更后对周边环境未造成不利影响。          | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况并完成联系单形式的变更手续 |
| 2  | 2#—3#—1#—4#—5#          | 1#—2#—3#—4#—5#                                 | 污染区清挖顺序调换。                         | 根据实际施工现场条件进行了调整优化。                         | 对清挖和修复不造成影响，对周边环境未造成不利影响。                    | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况              |
| 3  | 在场地保安室与清洁土堆存区之间设置一处洗车台。 | 原方案设计为在场地入口处建设洗车台。                             | 洗车台由入口处变更至场地保安室与清洁土堆存区之间。          | 在污染土清挖完成后场地内东侧道路通行，洗车台无法实现洗车。              | 变更后洗车台满足施工要求，不影响洗车台洗车的正常使用，以及车辆通行。           | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况              |
| 4  | 在污染土暂存区（备）南侧建设渣块冲洗区。    | 原方案设计为在场地正门东侧绿化带建设渣块冲洗区。                       | 渣块冲洗区由场地正门东侧绿化带变更至污染土暂存区（备）南侧。     | 方案设计位置狭长，不满足原尺寸渣块冲洗区的建设条件。                 | 变更后渣块冲洗区满足施工要求，未对周边环境造成不利影响。                 | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况              |
| 5  | 在水泥厂内不设置污染土壤暂存场。        | 原方案设计为鉴别合格清挖污染土壤外运至协同处置水泥厂后需暂存在水泥厂设置的污染土壤暂存厂内。 | 污染土壤外运至水泥厂后直接送进其取料仓，可直接将污染土壤送入喂料口。 | 避免污染土壤增设中转点对水泥厂的场地环境造成二次污染和增加二次污染监测延长项目周期。 | 变更后降低二次转运过程中对水泥厂场地造成的二次污染。                   | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况              |
| 6  | 采用一体化污水处理设备对施工废水进行处理。   | 采用新建砖混凝土构筑物建设污水处理设施（含废水收集池、絮凝沉淀池底、泥收集池、清水池）。   | 安装一体化污水处理设备处理施工废水。                 | 方案设计位置占地面积较大，场地内不满足原尺寸污水处理设施的建设条件。         | 变更后污水处理设施维持原处理工艺的基础上，增加了斜管沉降工序，可满足本场地污水处理需要。 | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况              |

| 序号 | 修复实施情况                                       | 实施方案主要内容                         | 变更情况                                | 变更原因                                                | 变更分析                               | 手续办理情况                      |
|----|----------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 7  | 污染土壤外运至水泥厂路线不经过高速公路。                         | 污染土壤外运至水泥厂协同处置，行驶路线包括许广高速等多段高速路。 | 污染土壤外运路线调整为不经过高速公路的路线，途径的区域已提前申请报备。 | 避免污染土壤运输车从高速公路行驶造成不良交通、环境影响。                        | 变更后运输路线满足施工要求，未对运输过程周边环境造成不利影响。    | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况 |
| 8  | 1#、2#、4#和5#污染区部分边坡系数调整。                      | 放坡比例 1: 0.75                     | 放坡比例 1: 0.3 或 0.5                   | 因场地限制，无法采用 1:0.75 放坡，考虑现场土质较好，调整放坡系数。               | 各污染区清挖过程中未造成影响，清挖区域符合方案设计要求。       | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况 |
| 9  | 在 1#污染区东侧和 5#污染区西北侧、东北侧东南侧以及 4#污染区东南侧设置挡水围堰。 | 污染土土壤清挖后在基坑顶部设置倒流沟。              | 在有积水能力且有截流需要的基坑外部设置挡水围堰。            | 各污染区在清挖完成后均存在侧壁交错情形，且污染区积水面积小，作业面小，部分基坑侧壁过深无法设置倒流沟。 | 变更后的基坑挡水围堰能有效阻挡雨水流入基坑，降低二次污染的发生风险。 | 环境监理单位向修复单位发出通知和向土地使用权人汇报情况 |

## 4.2 现场踏勘

(1)核定修复范围 根据场地环境调查评估报告及实施方案中的钉桩资料或地理坐标等,结合修复过程工程监理与环境监理出具的相关报告,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。

(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,识别现场遗留污染痕迹。

验收监测实施阶段,验收监测工作人员采用专业现场记录表格、GPS定位仪、摄/录像设备等手段,仔细观察、辨别、记录场地修复情况、周边重要环境状况及其疑似污染痕迹,并采用X射线荧光光谱仪(XRF)等野外便携式筛查仪器进行现场快速测量,辅助识别和判断场地土壤修复情况,并进行后续的现场监测采样工作。

场地土壤修复工程后续推进过程及修复效果评估监测过程中,将持续不间断地对场地内修复工程进展情况、场地外周边环境及敏感点进行实时补充勘察,实时监控修复工程。修复效果评估监测工作将紧密结合修复工程进度,并根据补充勘察的实际情况进行动态调整采样进度及修复效果评估工作进程。

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。2020年2月底至2020年9月底,我司技术人员多次到污染土壤修复治理现场,勘察、核对了污染土壤的修复范围、施工工艺和方案、环保措施等内容。

勘查结果表明:

(1)对场地土壤状况、遗留物品等进行了观察和判断,未发现疑似有毒、有害遗留污染物存在,修复范围内不存在明显的遗留污染;

(2)污染土壤修复过程中无原、辅材料遗、撒造成的遗留污染问题;

(3)未发现污染土壤修复过程产生的明显的二次污染痕迹。

## 4.3 人员访谈

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，访谈以下内容：

- a) 根据场地环境评估报告、修复方案及备案文件等，确定场地的目标污染物、修复目标、修复范围和修复量，作为效果评估依据。
- b) 通过审查场地修复过程的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。
- c) 通过审查相关运输清单和接收函件，核实污染土壤的数量和去向，修复过程中产生的危险废物是否委托具有相关处理资质单位进行处置。

#### **4.4 场地概况**

##### **4.4.1 场地基本概况**

###### **4.4.1.1 场地地理位置**

福从路3号厂区地块位于从化市太平镇经济技术开发区福从路旁，场地东面为雅芳公司，南面有上雅君庭、荔林春晓，西面为流溪河左灌渠，北面为广州大学华软软件学院，地块面积约49165.02m<sup>2</sup>。福从路3号厂区场地的中心坐标约为东经：113°29'39.30"，北纬：23°26'55.64"。场地地理位置见图4.4-1，四至图见图4.4-2。



图4.4-1 地理位置图

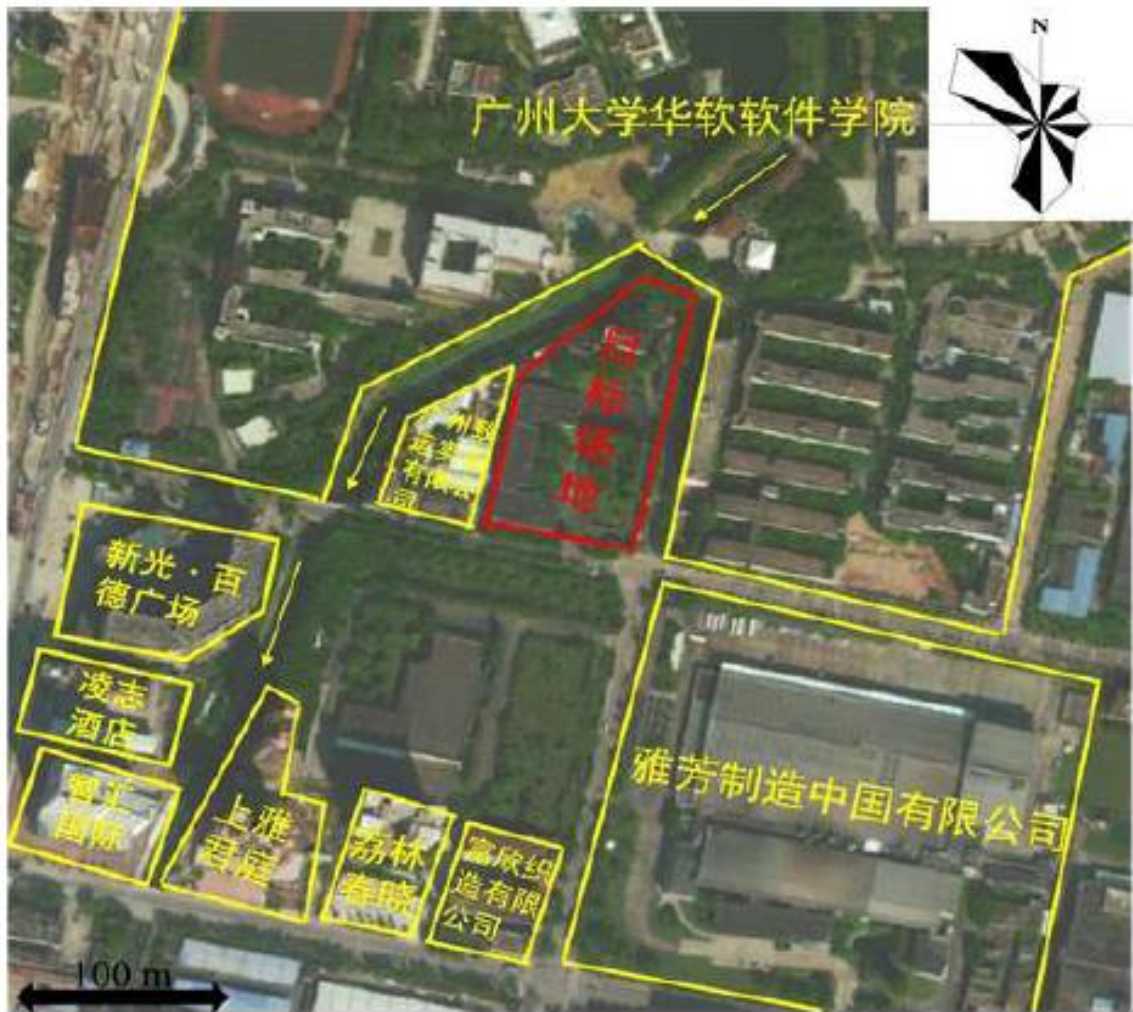


图4.4-2 场地四至图

#### 4.4.1.2 场地周边敏感目标

场地坐落于从化市太平镇经济技术开发区福从路旁，项目组对场地周边进行调查，场地紧邻区域的土地利用情况如下：

- (1) 北侧：广州大学华软软件学院；
- (2) 东侧：广州大学华软软件学院；
- (3) 南侧：建义公司明珠路1号厂区；
- (4) 西侧：广州致远实业有限公司。

场地环境现状及周边敏感目标详见表4.3-1。

**表 4.4-1 场地敏感保护目标列表**

| 序号 | 名称         | 相对位置 | 距离 (m) | 性质  | 是否属环境敏感点 |
|----|------------|------|--------|-----|----------|
| 1  | 广州大学华软软件学院 | 北    | 0      | 学校  | 是        |
| 2  | 广州大学华软软件学院 | 东    | 0      | 学校  | 是        |
| 3  | 广州致远实业有限公司 | 西    | 0      | 工厂  | 否        |
| 4  | 流溪河左灌渠     | 西南   | 5      | 河流  | 是        |
| 5  | 新光·百德广场    | 西南   | 100    | 商场  | 是        |
| 6  | 凌志酒店       | 西南   | 180    | 酒店  | 是        |
| 7  | 智汇国际       | 西南   | 200    | 写字楼 | 是        |
| 9  | 雅芳制造中国有限公司 | 东南   | 50     | 工厂  | 否        |
| 9  | 上雅君庭       | 南    | 150    | 住宅区 | 是        |
| 10 | 荔林春晓       | 南    | 150    | 住宅区 | 是        |
| 11 | 富欣织造有限公司   | 南    | 150    | 工厂  | 否        |

#### 4.4.1.3 场地未来用地规划

根据《地铁14号线从化段沿线及站点周边地区城市设计和控制性详细规划--太平站片区控规》（征求意见稿），福从路3号厂区地块未来土地利用方式为中小学用地。详见图3.1-3。

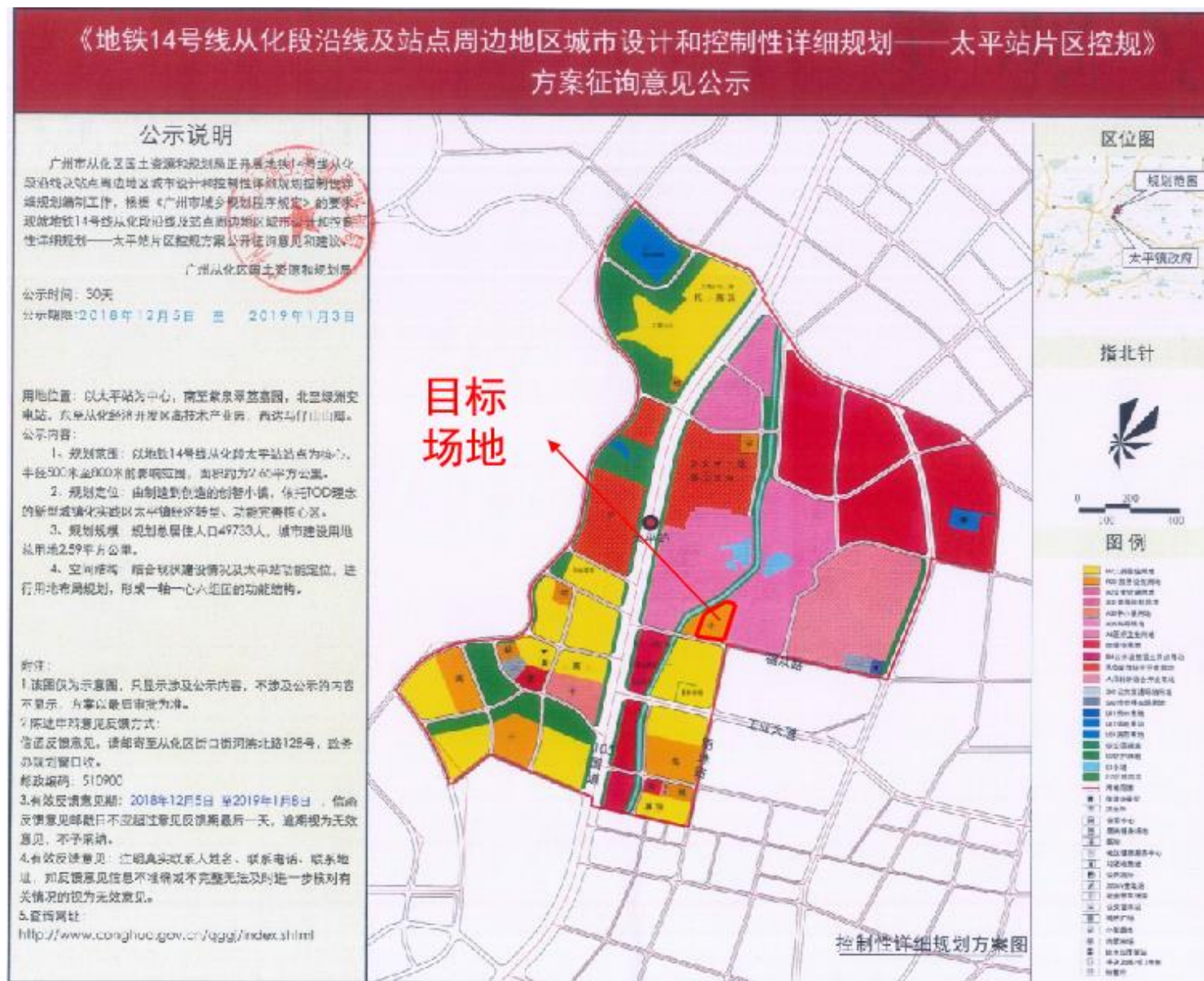


图 4.4-3 场地土地利用详细规划

#### 4.4.1.4 场地现状和用地历史

地块的历史沿革通过调阅历史资料 and 人员访谈，了解到广州建义投资有限公司（原广州丝宝日用化工有限公司）所在地建厂前为农业用地，1994年广州建义投资有限公司（原广州丝宝日用化工有限公司）福从路3号厂区开始筹建，并于1995年5月竣工投产，于2011年停产，期间场地内主要是用于包装化妆品产品。明珠路1号厂区于2004年开始建厂，2005年5月投产运营，于2014年12月停产，期间场地内主要生产洗发美发产品。其中2011年7月广州丝宝日用化工有限公司名称变更为拜尔斯道夫日化（广州）有限公司，企业主营业务不变。

2015年至2017年，在此期间场地内原有生产设备已被拆卸清离，场地内主体建筑基本无改变，且未进行过工业开发。

2018年3月，拜尔斯道夫日化（广州）有限公司工商变更，更名为广州建义投资有限公司。根据《地铁14号线从化段沿线及站点周边地区城市设计和控制性详细规划--太平站片区控规》（征求意见稿），拟在目标场地上进行中小学用地建设。综上所述，目标场地历史可分为两个阶段。

福从路3号厂区占地面积为15602.05 m<sup>2</sup>。直至现场踏勘结束目标场地原有的生产区、间、办公楼、操场、宿舍楼、食堂等建筑物仍未拆除，绿化用地保留完好，未受破坏。场地土地利用历史沿革情况见表4.3-2。

表 4.4-2 场地土地利用历史沿革情况一览表

| 序号 | 场地          | 时间            | 土地利用历史                       | 用途       | 备注         |
|----|-------------|---------------|------------------------------|----------|------------|
| 1  | 福从路3号<br>厂区 | 1994年前        | 小山丘、农业用地                     | 水稻、果园    | --         |
| 2  |             | 1994年至2018年3月 | 广州丝宝日用化工有限公司/拜尔斯道夫日化（广州）有限公司 | 洗发美发产品生产 | 2011年后停产闲置 |
| 3  |             | 2018年3月至今     | 广州建义投资有限公司                   | 商业服务业    | 闲置         |

## 4.4.2 场地环境特征

### 4.4.2.1 地质条件

从化区在大地构造上位于新华夏构造体系第二巨型隆起带南缘，属一级块断隆起之大经复背斜与南岭东西向构造体系，佛冈东西构造亚带，从化复向斜交接复合区。构成形迹划为东西向构造体系，新华夏构造体系和不明体系的北东向构造。

从化地质属华南地区的白垩—下第三系断陷盆地，在侏罗—白垩纪期间有广泛的岩浆入侵，以后，在断陷盆地上又有第四系覆盖。北部和西北的山丘为白垩系，东部和东南部以第三系为主，两河河谷为第四系覆盖物。由于本区地质较为复杂，岩石的分布类型较多，其中岩浆岩的覆盖面积最大，占 70%，沉积岩次之，占 20%，还有变质岩和第四纪砾石红土，占 10%。根据从化区地质图（图 4.4-4）可看出，目标场地地质属于下第三系中的始新统 E2。

从化区虽处于阳江--从化断裂地震带的东北端，但未见历史上有破坏性地震的文字记录。1975 年，广州市在从化温泉建立地震预报台，使用测震仪、地震记录仪等仪器和水氡测录等方法对地震活动进行监测。据记录 1874~1990 年，市内发生过零星的小震活动共 24 次，但每次震级均未达 3 级，其中强度最大的为 2.2 级，发生在 1979 年 8 月 27 日 16 时。从化市地震强度小，频度低，属弱震区。

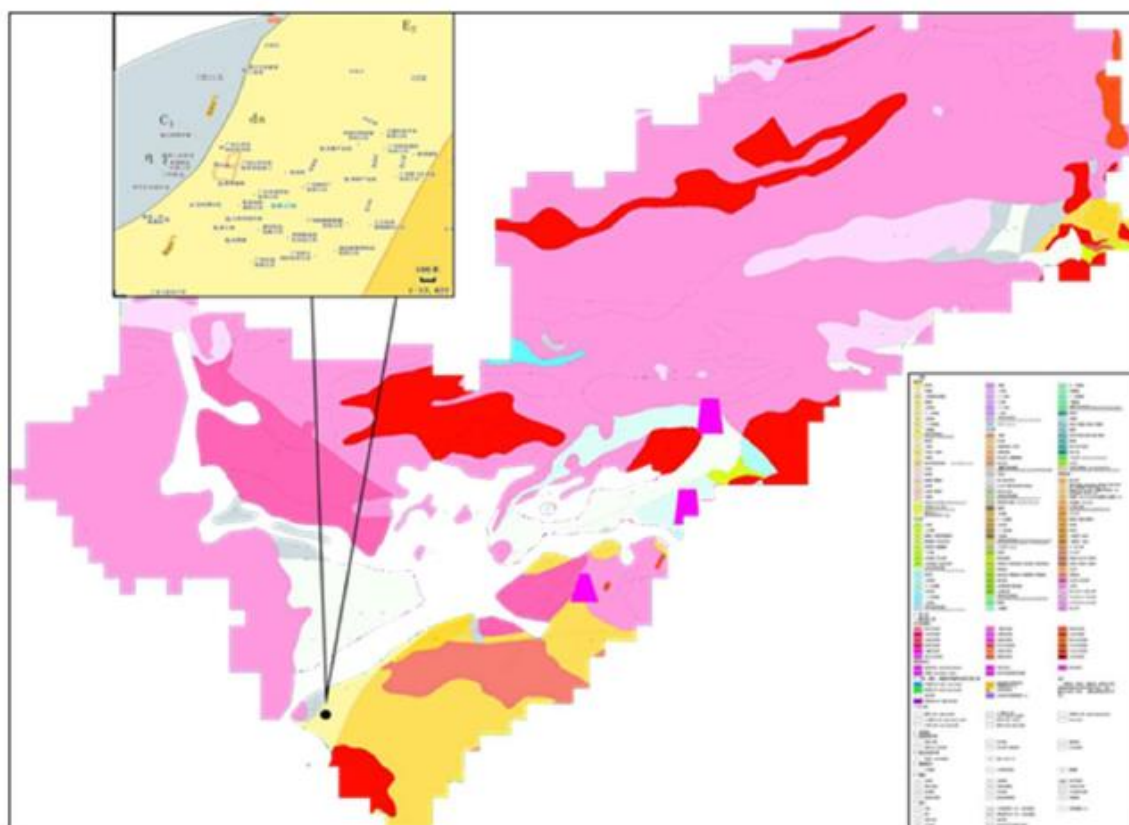


图 4.4-4 从化区地质图（比例尺 1: 150000）

#### 4.4.2.2 水文条件

本场地属流溪河流域范围。流溪河是从化区最大的一条河流，有区内众多流溪汇集而成。流溪河发源于新丰县七星顶，沿西南走向穿越从化区全境，流经花都区、白云区，鸦岗汇入广州珠江西航道，全长 171km，流域集雨面积 2300k m<sup>2</sup>，其中从化境内河长 113 公里，流域面积 1612 平方公里，平均坡降 0.8%，年平均流量 82.4m<sup>3</sup>/s,枯水期 90%保证率为 15 m<sup>3</sup>/s。干流因梯级开发建有黄竹朗（流溪河水库大坝）、良口、青年、塘料、卫东、温泉、大坳、李溪、人和等 9 个坝。

流溪河是占广州市供水量约 70%的江村、石门、西村三水厂的主要供水源，此外还有从化区水厂。同时，流溪河也是从化区农业灌溉用水和工业用水的重要水源。

场地西边的流溪河灌渠，水质目标为 III 类，执行《地表水质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。根据广东省水文地质单元区划图可知，目标场地地下水储存类型为红层孔隙、裂隙水（01-F-1），地下水位 0.3~19.20m，钻孔单位涌水量 0.00017~0.143L/s，富水性贫乏；矿化度 0.096~0.915g/L，地下水类型为 Cl-CaNa 型水、ClHCO<sub>3</sub>-Na Ca（或 Na）型水。目标场地地下水主要接受大气降水、地表水和流溪河的补给。

根据区划图可知，目标场地地下水储存类型为红层孔隙、裂隙水（01-F-1），地下水位 0.3~19.20m，钻孔单位涌水量 0.00017~0.143L/s，富水性贫乏；矿化度 0.096~0.915g/L，地下水类型为 Cl-CaNa 型水、ClHCO<sub>3</sub>-NaCa（或 Na）型水。目标场地地下水主要接受大气降水、地表水和流溪河的补。

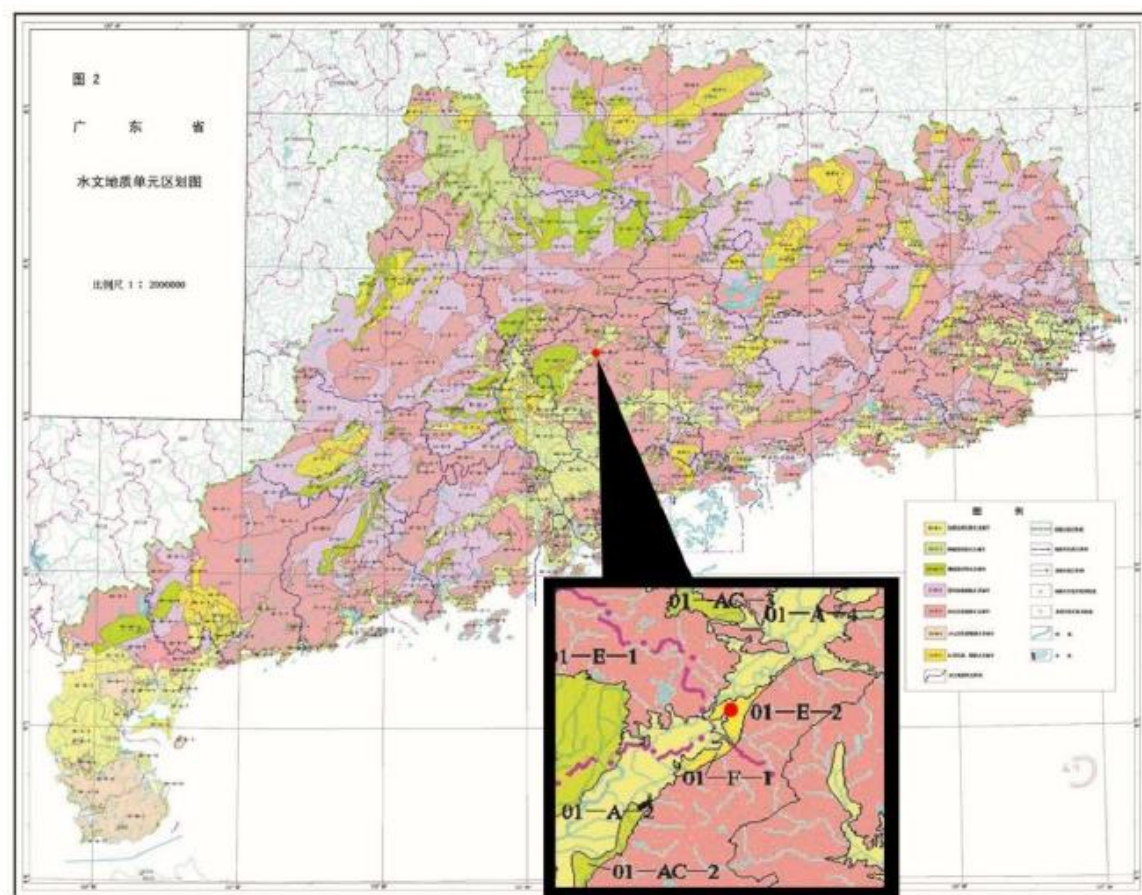


图 4.4-5 场地水文地质图

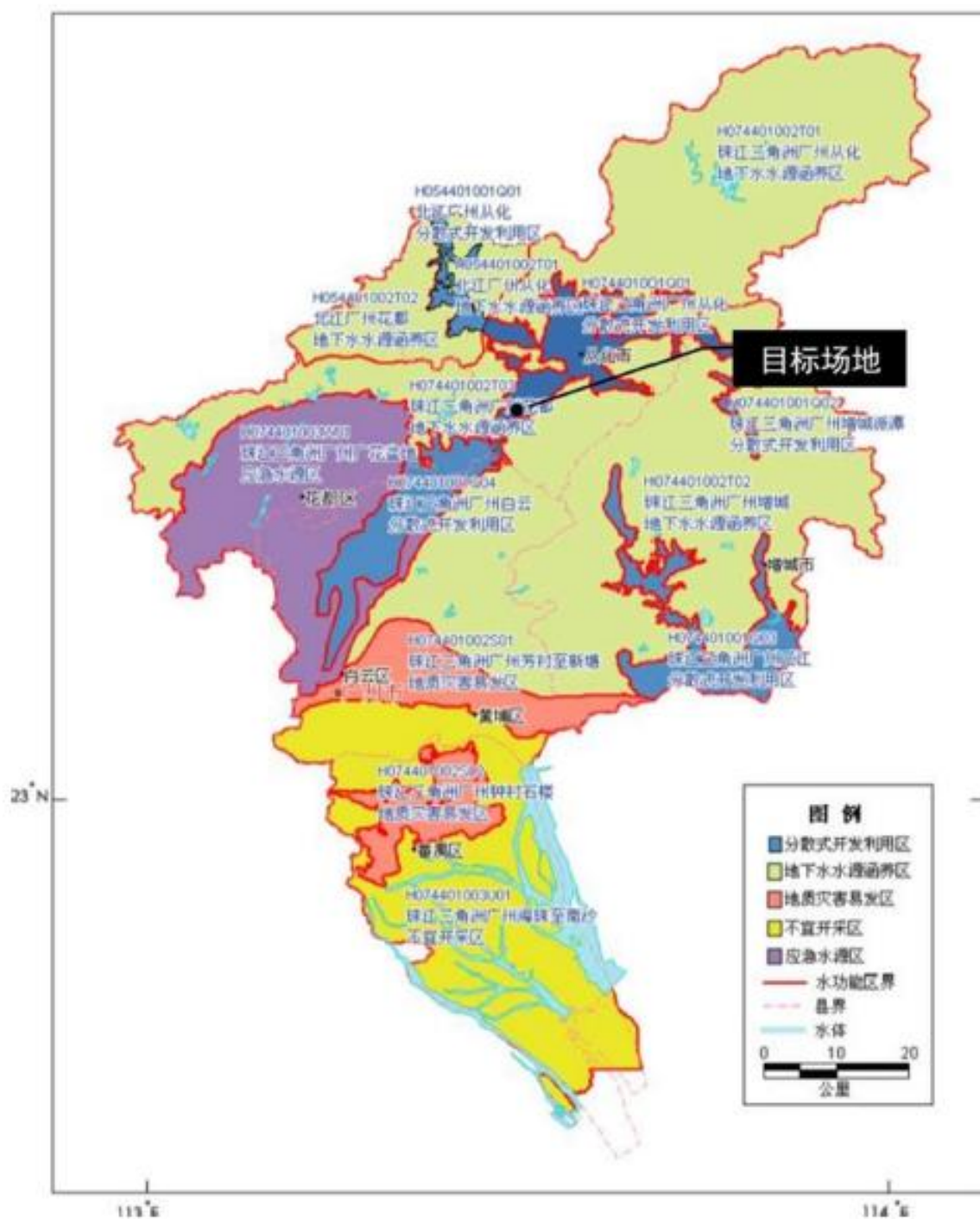


图 4.4-6 地下水功能区划图

#### 4.4.2.3 气象条件

从化区地处低纬度地带，北回归线横跨境内南端的太平镇，属亚热带性季风气候，形成气候温和、雨水充沛、日照充足、年温差小、夏季长和霜期短、并受热带风暴和寒露风影响的气候特征。境内多年平均气温 21.7℃，最低月平均气温（1 月）13.3℃,最高月平均温度（7 月）28.5℃,绝对最高气温 38.1℃,历年极端最低气温-2.8℃。多年平均气压 1019.72

Pa。冬霜期为5-10天，历年平均无霜324天。年平均降雨量1758.8mm，但时空分布不均，降雨多集中在汛期4-9月份，其雨量占全年降雨量的80%以上，4-6月以雷雨为多，7-9月为台风雨。雨量分布的特点是自西南向东北递增。

全年主导风向为西北偏西风，频率为10.2%，多出现在9月至次年3月份，年次主导风为东北偏东风，频率为8.5%；冬季以西北偏西风为主；夏季以东南风为主。常年平均风速1.16m/s。大气稳定度以中性类(D)为主，占59.66%；其次为稳定类(E)，占24.7%，不稳定类(B)最小，为15.8%。年平均辐射量103571卡/c m<sup>2</sup>，年平均日照1916小时，日照受地面因素影响，市内中南部的日照比北部多一些，全年日照率为42.9%。年平均相对湿度77%，年蒸发量1400-1600mm。

#### 4.5 修复后场地概念模型

修复工程实施自2020年1月2日进场组建项目部并开展施工准备活动，2020年2月29日开始污染土壤修复工作，2020年9月8日现场污染土壤外运工作完工。根据场地调查报告、风险评估报告、修复方案、修复施工进度及效果评估监测结果，结合场地信息、修复设计参数、目标污染物浓度变化、污染物去除率等方面进行修复后地块概念模型更新。

##### 4.5.1 污染源更新分析

###### 4.5.1.1 关注污染物

(1) 清挖前土壤污染物砷最大浓度值为101mg/kg。

(2) 清挖后土壤污染物砷最大浓度值为53.2mg/kg，均满足各修复目标值(60mg/kg)要求。

(3) 清挖后土壤目标污染物浓度得到有效降低或去除，去除效率分别为：砷47.3%。

###### 4.5.1.2 污染物空间分布

修复工程对地块污染土壤进行清挖，对清挖出来的污染土壤进行水泥窑协同处置，与备案的实施方案对比，实际开挖土方量略增大，具体如下：

(1) 修复前:

砷污染土壤分布在场地 1#~5#基坑, 其中 1#基坑污染面积为  $1814.37\text{m}^2$ , 污染深度  $0\sim 3.0\text{m}$ , 污染土方量为  $907.19\text{m}^3$ ; 2#基坑污染面积为  $92.81\text{m}^2$ , 污染深度  $5.0\sim 5.5\text{m}$ , 污染土方量为  $46.41\text{m}^3$ ; 3#基坑污染面积为  $116.62\text{m}^2$ , 污染深度  $0\sim 1.5\text{m}$ , 污染土方量为  $58.3\text{m}^3$ ; 4#基坑污染面积为  $658.01\text{m}^2$ , 污染深度  $0.5\sim 6.0\text{m}$ , 污染土方量为  $429.47\text{m}^3$ ; 5#基坑污染面积为  $627.94\text{m}^2$ , 污染深度  $3.0\sim 4.0\text{m}$ , 污染土方量为  $627.94\text{m}^3$ 。

(2) 修复后:

1) 完成 1#~ 5#基坑污染土清挖, 总清挖土方量 (含渣石)  $2524.90\text{m}^3$  (含渣石土方量  $103.96\text{m}^3$ 、地下构筑物  $19.95\text{m}^3$ ), 比修复前设计土方量 ( $2069.32\text{m}^3$ ) 增加  $455.58\text{m}^3$ 。

2) 水泥窑协同处置土方量为  $2401.03\text{m}^3$ , 共转运 158 车次, 总质量为 4323.80 吨, 土方密度系数约为 1.79

3) 潜在二次污染区包括污染土暂存区、污水处理设施区域、渣石冲洗区及场区运输道路等地面硬化良好, 修复施工过程及污染土壤清挖、运输过程中, 没有出现明显的土壤二次污染。

(3) 修复过程中污染物排放情况:

1) 项目施工期间共产生的废水渣块冲洗废水约  $27.5\text{m}^3$ , 基坑废水  $55\text{m}^3$ , 洗车废水  $28.4\text{m}^3$ , 共  $110.9\text{m}^3$ , 废水全部进入废水处理站, 分三批次于 2020 年 4 月 10 日、7 月 7 日和 7 月 29 日进行了处理。处理后废水污染物浓度分别为: pH7.35~7.38、色度 5 倍、浊度 (NTU) 为 2~11、五日生化需氧量 ( $\text{BOD}_5$ ) 为  $2.4\sim 10.2\text{mg/L}$ 、阴离子表面活性剂为  $0\sim 0.099\text{mg/L}$ 、氨氮为  $0\sim 0.082\text{mg/L}$ , 均达到城市污水再生利用 杂用水水质》(GB/T18920-2002) 建筑施工限值要求; 砷为  $0\sim 0.004\text{mg/L}$ , 达到《地下水环境质量标准》(GB/T14848-2017) 要求; 四氯乙烯未检出, 达到风险评估筛选值要求。处理后废水经检测达标后回用于雾炮降尘。

#### 4.5.1.3 工程变更

修复施工中，环境修复单位根据实际情况，进行了部分调整和变更：

##### （1）基坑清挖顺序调整

根据《实施方案》5.3.4 章节，场地污染土壤开挖主顺序是 1#基坑→2#基坑→3#基坑→4#基坑→5#基坑。根据现场的实际场地条件，调整后开挖顺序是实际修复施工污染土壤开挖顺序是 2#基坑→3#基坑→1#基坑→4#基坑→5#基坑。

##### （2）平面布置变更

根据与《实施方案》对比，项目实际施工对功能区位置进行优化调整，变动的区域具体如下：

1) 污水处理站：由于场地狭窄，且会影响 4#污染区放坡开挖。污水处理站由位于场地入口西侧花坛、4#污染区南侧调整到污染土暂存场西侧，同时方案设计位置占地面积较大，场地内不满足原尺寸污水处理设施的建设条件，由新建砖混凝土构筑物建设污水处理设施变更为一体化污染处理设备，并增设了斜管沉淀工艺。

2) 洗车区：根据现场情况将洗车区位于在场地入口处调整到场地保安室与清洁土堆存区之间位置，调整后洗车区满足施工要求，不影响洗车台洗车的正常使用以及车辆通行。

3) 渣块冲洗区：方案设计位置狭长，不满足原尺寸渣块冲洗区的建设条件，由位于由场地正门东侧绿化带处调整到污染土暂存区（备）南侧，变更后渣块冲洗区满足施工要求，未对周边环境造成不利影响。

##### （3）水泥厂内污染土暂存场

原方案设计为鉴别合格清挖污染土壤外运至协同处置水泥厂后需暂存在水泥厂设置的污染土壤暂存场内，根据实际情况，污染土壤外运至水泥厂后直接送进其取料仓，可直接将污染土壤送入喂料口，在水泥厂内不设置污染土暂存场。

##### （4）运输路线

方案设计污染土壤外运至水泥厂，行驶路线包括许广高速等多段高速路。为避免污染土壤

运输车从高速公路行驶造成不良交通、环境影响，对运输路线进行调整，不再经过高速公路。

#### （5）边坡系数调整

由于部分污染区与其他污染区边坡之间间隔距离较窄，按照实际施工情况对边坡系数进行调整，考虑现场土质较好，放坡比例由于 1: 0.75 变更为 1: 0.3 或 0.5。

#### （6）污染区截流方式调整

各污染区在清挖完成后均存在侧壁交错情形，且污染区积水面积小，作业面小，部分基坑侧壁过深无法设置倒流沟，按照施工情况，部分区域不设置导流沟。

### 4.5.1.4 污染源更新结果

修复效果评果结果表明，基坑清挖后土壤检测结果全部达到修复目标值，修复范围内的污染土已清挖完全，污染土壤全部经水泥窑协同处置，冲洗后渣石筛上物、潜在二次污染区域土壤检测结果全部达到修复目标值。上述结果表明，施工过程未对环境造成二次污染，满足土壤环境质量要求。

### 4.5.2 场地污染物暴露途径更新

（1）修复前场地土壤污染物为砷，污染深度 0-6.0m，其暴露途径包括：

- 1）经口摄入表层受污染土壤；
- 2）皮肤接触表层受污染土壤；
- 3）呼吸吸入表层受污染土壤扩散到室内外的颗粒物；
- 4）吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染；
- 5）吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物；
- 6）吸入室内空气来自下层土壤的气态污染物。

（2）根据场地规划总平面方案，地块规划未来拟规划为居住和商业用地，规划后该地块主要作为中小学用地，修复后地块具体暴露途径包括：

- 1) 经口摄入表层受污染土壤;
- 2) 皮肤接触表层受污染土壤;
- 3) 呼吸吸入表层受污染土壤扩散到室内外的颗粒物;
- 4) 吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染;

修复后土壤污染物浓度降至修复目标值以下, 达到人体健康风险可接受水平。

#### **4.5.3 受体更新分析**

修复后场地潜在受体和敏感人群为中小学用地的师生及工作人员, 此外还有场地上建设项目的工人, 该类人群分为儿童和成人。

#### **4.5.4 修复地块健康风险分析**

修复工程完工后, 地块土壤目标污染物满足修复目标值要求, 修复达到了预定目标, 场地的重金属污染物已得到有效去除或降低。在中小学用地方式下, 修复后场地对人体健康产生的风险在可接受水平。

## 5 效果评估布点方案

### 5.1 土壤修复效果评估布点原则

修复效果评估监测点位的布设根据环境保护部《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）（简称“《效果评估技术导则》”）的要求进行。

#### 5.1.1 基坑清挖效果评估布点

基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量见表 5.1-1；

基坑底部采用系统布点法，基坑侧壁采用等距离布点法，布点位置参见图 5.1-1；

当基坑深度大于 1m 时，侧壁应进行垂向分层采样，应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3m，具体根据实际情况确定；

基坑坑底和侧壁的样品以去除杂质后的土壤表层样为主（0~20cm），不排除深层采样；

对于重金属和半挥发性有机物，在一个采样网格和间隔内可采集混合样，采样方法参照 HJ 25.2 执行。

表 5.1-1 基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量

| 基坑面积（m <sup>2</sup> ） | 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           |
| x>12500               | 网格大小不超过 40m×40m | 采样点间隔不超过 40m |

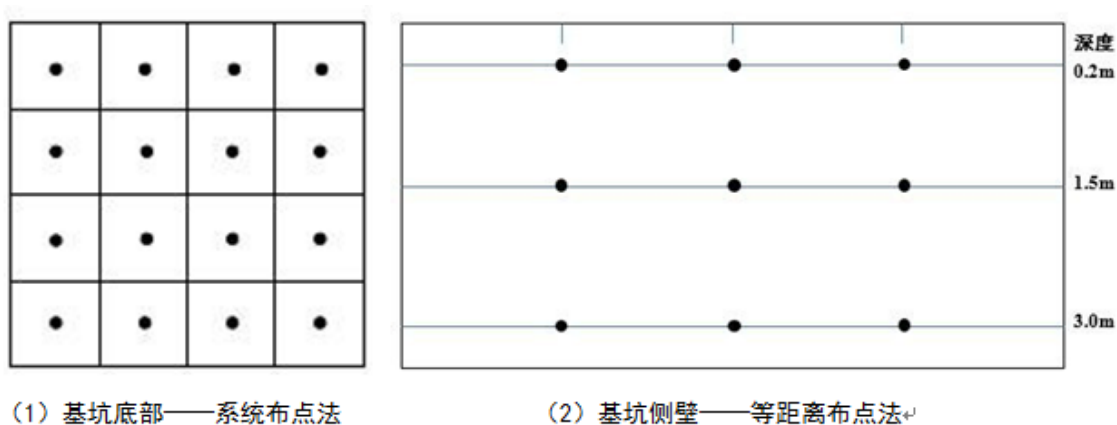


图 5.1-1 基坑底部与侧壁布点示意

## 5.2 评估范围

根据《技术要点》，修复效果评估范围的定义为：效果评估范围原则上应与场地环境调查评估确定的修复范围一致；当修复工程发生变更时，应根据实际情况对效果评估范围进行调整；效果评估范围还包括施工过程中污染土壤临时处理和堆置场所，污染治理设施临时场址。修复效果评估对象为场地修复过程涉及范围内的土壤和地下水。

因此，根据以上规范要求，本项目的修复效果评估范围和对象定义为：

- (1) 收集与场地环境污染和场地修复相关的文件资料，并进行审核核实；
- (2) 基坑土壤清挖效果评估；
- (3) 危废（外运土壤）鉴别；
- (4) 场地内潜在二次污染区域；
- (5) 渣石筛上物；
- (6) 疑似污染土壤。

## 5.3 采样布点

### 5.3.1 基坑清理效果评估布点

- 1) 污染土壤清挖后遗留的基坑底部与侧壁，应在基坑清挖之后、回填之前进行采样；
- 2) 若基坑侧壁采用基础围护，则宜在基坑清挖同时进行基坑侧壁采样，或于基础围护实施后在围护设施外边缘采样；
- 3) 可根据工程进度对基坑进行分批次采样。

### 5.3.2 危废（待外运土壤）效果评估布点

- 1) 危废（待外运土壤）在运往水泥厂进行水泥窑协同处置前，需进行属性鉴别采样；
- 2) 堆体模式的危废（待外运土壤），宜在堆体拆除之前进行采样；
- 3) 危废（待外运土壤）堆体，可根据项目进度进行分批次采样。

## 5.4 布点数量与位置

### 5.4.1 基坑底部和侧部采样布点

本场地关注的土壤污染物为砷，根据上述布点采样规范要求，在清挖后的基坑坑底和侧壁进行布点采样。

#### 1) 基坑底部土壤采样方法

将底部均分成块，单块的最大面积设置为 $400\text{m}^2$ （ $20\text{m}\times 20\text{m}$ ）。

1#基坑坑底（3.0m）投影面积894.74平方米，共计划布设3个采样单元；

2#基坑坑底（5.5m）投影面积共计92.84平方米，计划布设2个采样单元；

3#基坑坑底（1.5m）投影面积共计66.92平方米，共计划布设2个采样单元；

4#1基坑坑底（6.0m）投影面积29.3平方米，计划布设2个采样单元；

4#2基坑坑底（5.0m）投影面积27.3平方米，计划布设2个采样单元；

4#3基坑坑底（4.0m）投影面积108.2平方米，计划布设3个采样单元；

4#4基坑坑底（2.5m）投影面积59.5平方米，计划布设2个采样单元；

4#5基坑坑底（3.0m）投影面积81.3平方米，计划布设2个采样单元；

4#6基坑坑底（1.0m）投影面积25.4平方米，计划布设2个采样单元；

5#基坑坑底（4.0m）投影面积共计627.94平方米，共计划布设3个采样单元。

每个采样单元采集9个样品混合成1个混合样，共采集23个土壤混合样品。

原则上，某上层污染区域与下层污染区域重叠部分坑底不作布点采样。

#### 2) 基坑侧壁土壤采样方法

根据每个清挖地块大小、基坑边长和污染的强度，将四周的侧面等分成段，每段长

度设置为不大于40m，每段布设1个采样剖面。

项目各异位修复区域基坑深度均大于1m，每个侧壁采样剖面均按垂向分层采样原则进行布点，每1~3m分一层，不足1m时与上一层合并。

基坑侧壁土壤采样采用等距离布点方法，由于每个清挖基坑均为不规则形状，基坑边长按照基坑面积进行估算，即基坑边长 $L \approx 4\sqrt{S}$ 。根据每个清挖地块大小、基坑边长和污染的强度，将四周的侧面等分成段，每段长度设置为40m，每40m长度设置布设1个采样剖面。

1#基坑污染层为1.5~3.0m，边长约128m，侧壁共计划布设5个横向采样段，2个垂向采样段，共布设10个采样单元；

2#基坑污染层为5.0~5.5m，边长约39m，侧壁共计划布设4个横向采样段，1个垂向采样段，共布设4个采样单元；

3#基坑污染层为0-0.5/1.0-1.5m，边长约67m，侧壁共计划布设4个横向采样段，2个垂向采样段，共布设8个采样单元；

4#-1基坑污染层为0.5~1.0/4.0~6.0m，边长约22m，侧壁共计划布设4个横向采样段，2个垂向采样段，共布设7个采样单元；

4#-2基坑污染层为4.0~5.0m，边长约16m，侧壁共计划布设3个横向采样段，1个垂向采样段，共布设3个采样单元；

4#-3基坑污染层为3.0m~4.0m，边长约38m，侧壁共计划布设5个横向采样段，1个垂向采样段，共布设5个采样单元；

4#-4基坑污染层为1.0~1.5 m /2.0~2.5m，边长约10m，侧壁共计划布设3个横向采样段，2个垂向采样段，共布设5个采样单元；

4#-5基坑污染层为1.0~3.0m，边长约36m，侧壁共计划布设4个横向采样段，2个垂向采样段，共布设7个采样单元；

4#-6基坑污染层为0.5m~1.0m，边长约16m，侧壁共计划布设3个横向采样段，1个垂向采样段，共布设3个采样单元；

5#基坑污染层为3.0m~4.0m，边长约102m，侧壁共计划布设5个横向采样段，1个垂向采样段，共布设5个采样单元。

每个采样单元采集9个样品混合成1个样品，共采集57个土壤混合样品。

表5.4-1 基坑坑底及侧壁土壤采样布点数汇总

| 基坑清挖 | 修复区域 | 修复深度范围(m) | 修复目标污染物 | 修复厚度(m)                                                 | 坑底投影面积(m <sup>2</sup> ) | 基坑底部    |        | 基坑侧壁   |          |            |        | 样品数小计(个) |
|------|------|-----------|---------|---------------------------------------------------------|-------------------------|---------|--------|--------|----------|------------|--------|----------|
|      |      |           |         |                                                         |                         | 布点单元(个) | 样品数(个) | 边长L(m) | 横向采样段(段) | 垂向样品数(个/段) | 样品数(个) |          |
| 一次清挖 | 1#基坑 | 3.0       | 砷       | 1.5-3.0                                                 | 953                     | 3       | 3      | 128.1  | 5        | 2          | 10     | 13       |
|      | 2#基坑 | 5.5       | 砷       | 5.0-5.5                                                 | 93                      | 2       | 2      | 39     | 4        | 1          | 4      | 6        |
|      | 3#基坑 | 1.5       | 砷       | 0-0.5/1.0-1.5                                           | 67                      | 2       | 2      | 37     | 4        | 2          | 8      | 10       |
|      | 4#基坑 | 6.0       | 砷       | 0.1-1.0/1.0-1.5/1.0-3.0/2.0-2.5/3.0-4.0/4.0-5.0/4.0-6.0 | 331                     | 13      | 13     | 136.6  | 20       | 2          | 26     | 39       |
|      | 5#基坑 | 4.0       | 砷       | 3.0-4.0                                                 | 627.9                   | 3       | 3      | 102    | 5        | 1          | 5      | 8        |
| 二次清挖 | 1#基坑 | 3.2       | 砷       | 1.5-3.2                                                 | 959.3                   | 3       | 3      | 128.7  | 3        | 2          | 5      | 8        |
|      | 2#基坑 | 5.7       | 砷       | 5.0-5.7                                                 | 100.7                   | 3       | 3      | 40.24  | 5        | 1          | 5      | 8        |
|      | 3#基坑 | 1.5       | 砷       | 0-0.5/1.0-1.5                                           | 73.8                    | 3       | 3      | 34.28  | 4        | 2          | 5      | 8        |
|      | 4#基坑 | 6.4       | 砷       | 0.1-1.0/1.0-1.5/1.0-3.0/2.0-2.5/3.0-4.0/4.0-5.0/4.0-6.4 | 358.3                   | 10      | 10     | 153.8  | 13       | 2          | 14     | 24       |
|      | 5#基坑 | 4.0       | 砷       | 3.0-4.0                                                 | 634                     | 1       | 1      | 102.5  | 1        | 1          | 1      | 2        |
| 三次清挖 | 3#基坑 | 1.5       | 砷       | 0-0.5/1.0-1.5                                           | 75.7                    | 1       | 1      | 35.4   | 2        | 1          | 2      | 3        |
|      | 4#基坑 | 6.4       | 砷       | 0.1-1.0/1.0-1.5/1.0-3.0/2.0-2.5/3.0-4.0/4.0-5.0/4.0-6.4 | 367.2                   | 5       | 5      | 152.8  | 6        | 2          | 7      | 12       |
| 合计   |      |           |         |                                                         | 2136.9                  | 49      | 49     | 459.6  | 72       | 19         | 92     | 141      |

备注：1) 基坑底部按照不超过每400m<sup>2</sup>一个布点单元进行划分；2) 基坑侧壁横向采样段按40m长度进行划分布点，各层采样点之间垂向距离不大于3m；3) 基坑底部每块布点单元及侧壁每段区域分别采集9个样品制成一个混合样；4) 某上层污染区域与下层污染区域重叠部分坑底不作布点采样。

#### 5.4.2 危废（待外运土壤）鉴别采样布点

基坑清挖污染土壤，在运往水泥厂进行水泥窑协同处置前，需进行浸出毒性及腐蚀性进行鉴别，参照《技术导则》修复后土壤堆体的布点要求进行布点，将土壤堆体分为若干个采样单元，点位布设均匀分布在土堆空间位置，每个土壤样品代表的土壤体积不超过  $500\text{m}^3$  的要求，且每批最少采集 5 个样品。

第一批危废（待外运土壤）共  $187\text{m}^3$ ，共布设 5 个采样单元；

第二批危废（待外运土壤）共  $2000.2\text{m}^3$ ，共布设 9 个采样单元；

第三批危废（待外运土壤）共  $825\text{m}^3$ ，共布设 5 个采样单元；

第四批危废（待外运土壤）共  $532\text{m}^3$ ，共布设 5 个采样单元；

第五批危废（待外运土壤）共  $45\text{m}^3$ ，共布设 5 个采样单元。

每个采样单元采集 9 个土壤样品制成 1 个混合样，共采集 29 个危废（待外运土壤）样品，采样布点

表5.4-2 危废（外运土壤）鉴别采样布点数汇总

| 区域     | 编号   | 监测因子            | 土方量总计 m³ | 土壤样品数（个） |
|--------|------|-----------------|----------|----------|
| 污染土暂存区 | WR-1 | 腐蚀性、<br>浸出毒性（砷） | 187.7    | 5        |
|        | WR-2 |                 | 2000.2   | 9        |
|        | WR-3 |                 | 825      | 5        |
|        | WR-4 |                 | 532      | 5        |
|        | WR-5 |                 | 63.5     | 5        |
| 合计     |      |                 | 3608.4   | 29       |

#### 5.4.3 筛上物采样布点

根据《实施方案》，冲洗后的渣石（筛上物）方量约为  $103.96\text{m}^3$ 。根据渣石暂存情况（堆存面积、高度、体积等），按每个土壤样品代表的土壤体积不超过  $500\text{m}^3$  的要求，采用系统布点法进行布点采样，共采集约 2 个土壤样品。

表5.4-3 筛上物土壤采样布点数汇总

| 区域    | 监测因子 | 土方量总计 m <sup>3</sup> | 土壤样品数 (个) |
|-------|------|----------------------|-----------|
| 渣石堆放区 | 砷    | 103.96               | 2         |

#### 5.4.4 潜在二次污染区域布点

潜在二次污染区域包括污染土临时储存和处理区域、水泥厂污染土壤暂存区、设施拆除过程的遗撒区域、修复技术应用过程造成可能的土壤污染扩散区域等。验收指标为场地调查及二次污染的特征污染物，验收标准为场地污染物修复目标值。

##### 5.4.4.1 潜在二次污染区域监测规范布点要求

根据《效果评估技术导则》要求，潜在二次污染区域包括：污染土壤暂存区、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区域、其他可能的二次污染区域。

潜在二次污染区域土壤原则上根据修复设施、潜在二次污染来源等资料判断布点，也可采用系统布点法设置采样点，采样点数量参照表 5.1-1。

潜在二次污染区域样品以去除杂质后的土壤表层样为主（0~20cm），不排除深层采样。

##### 5.4.4.2 潜在二次污染区域布点

在修复工程实施结束后，在场地潜在二次污染区域采用系统布点法进行布点，最少采样点数量见表 5.1-1，如硬底化地面且保持完好，则在周边有可能存在二次污染的区域进行布点采样。污染土暂存区、渣石冲洗区、污水处理站区域及场内运输道路等共布设了 14 个点位，分别采集 0~0.2m 表层土壤样品，共采集土壤样品 14 个。

潜在二次污染区域土壤监测指标与场地修复目标污染物一致，监测指标为砷。评估修复施工是否对相应区域造成土壤环境二次污染。具体监测因子及布点情况见表 5.4-4。

表5.4-4 潜在二次污染区采样布点数汇总

| 潜在二次污染区域 | 监测因子 | 区域面积 m² | 土壤样品数（个） |
|----------|------|---------|----------|
| 污染土暂存区   | 砷    | 700     | 5        |
| 污水处理站    |      | 60      | 1        |
| 渣石冲洗区    |      | 60      | 1        |
| 洗车池      |      | 40      | 1        |
| 污染土壤运输道路 |      | /       | 6        |
| 合计       |      |         | 14       |

#### 5.4.5 疑似污染土采样布点

根据《实施方案》基坑清挖过程中污染土与清洁土交界处土壤作为疑似污染土，清挖转运至疑似污染土暂存区暂存。1#~5#基坑共清挖出疑似污染土 279.3 m<sup>3</sup>(实方)，转运至疑似污染土暂存场暂存，共计 363.1 m<sup>3</sup>（虚方）。

根据疑似污染土暂存情况（堆存面积、高度、体积等），按每个土壤样品代表的土壤体积不超过 50m<sup>3</sup> 的要求，采用系统布点法进行布点采样，共采集约 9 个土壤样品。

具体监测因子及布点情况见表 5.4-5。

表5.4-5 疑似污染土采样布点数汇总

| 区域       | 编号    | 监测因子 | 土方量总计 m <sup>3</sup> | 土壤样品数 (个) |
|----------|-------|------|----------------------|-----------|
| 疑似污染土暂存区 | YS1-1 | 砷    | 363.1                | 9         |

#### 5.5 检测指标

根据《技术导则》，基坑土壤的检测指标一般为对应修复范围内土壤中目标污染物。存在相邻基坑时，应考虑相邻基坑土壤中的目标污染物；异位修复后土壤的检测指标为修复方案中确定的目标污染物，若外运到其他地块，还应根据接收地环境要求增加检测指标；化学氧化/还原修复、微生物修复后土壤的检测指标应包括产生的二次污染物，原则上二次污染物指标应根据修复方案中的可行性分析结果确定；必要时可增加土壤理化指标、修复设施运行参数等作为土壤修复效果评估的依据；可增加地下水水位、地下水流速、地球化学参数等作为风险管控效果的辅助判断依据。

效果评估检测指标及样品数见表 5.5-1。

表 5.5-1 效果评估检测指标及样品数

| 类别         | 分区                               | 检测指标                | 样品数 |
|------------|----------------------------------|---------------------|-----|
| 基坑土壤       | 1#基坑                             | 砷                   | 21  |
|            | 2#基坑                             |                     | 14  |
|            | 3#基坑                             |                     | 21  |
|            | 4#基坑                             |                     | 75  |
|            | 5#基坑                             |                     | 10  |
| 危废（外运土壤）   | 污染土堆 WR1                         | 腐蚀性（pH）、<br>浸出毒性（砷） | 5   |
|            | 污染土堆 WR2                         |                     | 9   |
|            | 污染土堆 WR3                         |                     | 5   |
|            | 污染土堆 WR4                         |                     | 5   |
|            | 污染土堆 WR5                         |                     | 5   |
| 潜在二次污染区域土壤 | 污染土暂存区、渣石冲洗区、污水处理站、洗车池、场内运输道路及区域 | 砷                   | 14  |
| 筛上物        | 渣石区                              | 砷                   | 2   |
| 疑似污染土      | 疑似污染土堆 YS1                       | 砷                   | 9   |
| 合计         |                                  |                     | 195 |

## 5.6 评估标准值

### （1）场地清挖后基坑

针对清挖后的场地，须对场地清挖后的基坑坑底和基坑壁土壤进行采样检测，评价每一块清挖区域基坑是否还存在污染土壤，修复效果评估检测指标为土壤目标污染物：土壤中砷，评估标准为土壤修复目标值，见表 5.6-1。

表 5.6-1 场地污染土壤修复目标值

单位：mg/kg

| 编号 | 污染物类型 | 污染物名称 | 场地所筛选值   | 风险控制值 | 修复目标值 |
|----|-------|-------|----------|-------|-------|
| 1  | 重金属   | 砷     | 3.66E-01 | 60    | 60    |

### （2）危废（待外运土壤）

场地污染土壤采用全开挖，对 1#~5#基坑重金属砷污染土壤 2524.90m<sup>3</sup>（含地下

构筑物 19.95 m<sup>3</sup> 及渣石 103.96 m<sup>3</sup>，) 进行清挖，采用“水泥窑协同处置”技术进行修复。根据管理部门相关要求，为了确保外运至水泥厂进行协同处置的污染土壤符合相关要求，对于外运至水泥厂进行协同处置的污染土壤，需在转运前对该批次待运土壤进行危废鉴别，分析其浸出毒性（砷）以及腐蚀性（pH），具体鉴别因子见表与评估标准见表 5.6-2。

表 5.6-2 危险废物浸出毒性及腐蚀性分析因子与标准

| 鉴别因子    | 标准限值          | 参考标准                           |
|---------|---------------|--------------------------------|
| 腐蚀性（pH） | 2.0~12.5（无量纲） | 危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别（GB5085.1-2007）  |
| 浸出毒性（砷） | 5（mg/L）       | 危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别（GB5085.3-2007） |

### （3）潜在二次污染区域

《效果评估技术导则》“7.1.1.4 中化学氧化/还原修复、微生物修复潜在二次污染物的评估标准值可参照 GB 36600 中一类用地筛选值执行，或根据暴露情景进行风险评估确定其评估标准值，风险评估可参照 HJ 25.3 执行”标准要求：潜在二次污染区域土壤污染物标准值限值见表 5.6-3。

表 5.6-3 潜在二次污染区域土壤污染物标准限值

| 编号 | 污染物 | 修复目标值（mg/kg） |
|----|-----|--------------|
| 1  | 砷   | 60           |

## 6 现场采样与实验室检测

### 6.1 样品采集

#### 6.1.1 现场土壤采样

按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《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）和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的相关要求，进行土壤样品采集。

**本场地不涉及深层土壤采样，仅对基坑或二次污染区表层土壤样品的采集。**

采用挖掘方式进行，采用木铲、竹片等简单的工具。表层土采样采用手工采样。手工采样是先用木铲、竹片等工具将地表物质去除，并挖掘到指定深度，然后进行样本采集。收集土壤样时，把表层硬化地和大的砾石、树枝剔除。采样过程中佩戴手套。每采完一次样，都将采样工具用自来水洗净后再用蒸馏水淋洗一遍。

#### 6.1.2 样品保存与流转

依据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》“附录 2 土壤样品保存要求”以及土壤重金属监测因子分析方法等相关规范要求，对土壤样品收集器选型，并按规范对样品进行运输和保存。

对于易分解或易挥发等不稳定组分的样品采取低温保存的运输方法，并尽快送到实验室分析测试。项目主要涉及重金属样品，采集后用具有聚四氟乙烯密封袋盛装保存。

在采样现场样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后装箱。运输过程中严防样品的损失、混淆和沾污。由专人将土壤样品送到实验室后尽快分析，送样者和接样者双方同时清点核实样品，并在样品交接单上签字确认。土壤样品采集及保存情况见表 6.1-1。

表 6.1-1 土壤样品采集和保存情况

| 检测指标 | 采样容器     | 采样情况            | 采样日期       | 分析时间          | 允许保存期 |
|------|----------|-----------------|------------|---------------|-------|
| 砷    | 聚四氟乙烯密封袋 | 每个点采集 1 袋，约 1kg | 2019.10.11 | 2019.10.12-13 | 180d  |
|      |          |                 | 2019.10.14 | 2019.10.15-16 |       |
|      |          |                 | 2019.10.23 | 2019.10.25-28 |       |
|      |          |                 | 2019.10.25 | 2019.10.28-29 |       |
|      |          |                 | 2019.10.31 | 2019.11.01-04 |       |
|      |          |                 | 2019.11.04 | 2019.11.04-05 |       |
|      |          |                 | 2019.11.08 | 2019.11.11-12 |       |
|      |          |                 | 2019.11.19 | 2019.11.19-20 |       |
|      |          |                 | 2019.11.25 | 2019.11.25-26 |       |
|      |          |                 | 2019.10.23 | 2019.10.24-25 |       |
|      |          |                 | 2019.10.25 | 2019.10.28-29 |       |
|      |          |                 | 2019.10.31 | 2019.11.01-03 |       |
|      |          |                 | 2019.11.04 | 2019.11.04-05 |       |
|      |          |                 | 2019.11.08 | 2019.11.11-12 |       |
|      |          |                 | 2021.5.31  | 2021.6.01-04  |       |

## (2) 危废（外运土壤）样品保存与流转

危废（外运土壤）的采集、保存、样品运输和质量保证等按照《工业固体废物采样制样技术规范》（HJ/T20-1998）、《危险废物鉴别规范》（HJ 298-2019）以及项目分析方法标准等相关要求进行。

样品采集完成后，在样品容器上记录编号、监测因子等采样信息，并做好现场记录。运输过程中严防样品的损失、混淆和沾污。由专人将土壤样品送到实验室后尽快分析，送样者和接样者双方同时清点核实样品，并在样品交接单上签字确认。危废（外运土壤）样品采集及保存情况见表 6.1-2。

表 6.1-2 危废（外运土壤）样品采集和保存情况

| 检测指标                    | 采样容器         | 采样情况               | 采样时间      | 分析时间           | 允许保存期 |
|-------------------------|--------------|--------------------|-----------|----------------|-------|
| 腐蚀性(pH)、<br>浸出毒性<br>(砷) | 聚四氟乙烯密<br>封袋 | 每个点采集<br>1袋, 约 1kg | 2020.3.5  | 2020.3.9~3.11  | 30d   |
|                         |              |                    | 2020.3.13 | 2020.3.16~3.18 | 30d   |
|                         |              |                    | 2020.4.24 | 2020.4.26~4.29 | 30d   |
|                         |              |                    | 2020.7.16 | 2020.7.17~7.21 | 30d   |
|                         |              |                    | 2020.9.1  | 2020.9.2~9.4   | 30d   |

### 6.1.3 现场质量控制

为避免采样设备及外部环境条件等因素对样品产生影响,按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)、《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)、《工业固体废物采样制样技术规范》(HJ/T 20-1998)、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》、《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》的相关要求,在样品的采集、保存、运输、交接等过程建立完整的管理程序,做好现场采样过程中的质量保证和质量控制。

#### (1) 防止采样过程交叉污染措施

基坑侧壁、坑底表层土以及危废(外运土壤)采样采用手工采样或螺旋钻采样。手工采样是先用木铲、竹片等工具将地表物质去除,并挖掘到指定深度,然进行样本采集,不使用铬合金或其他相似质地的工具。采集土壤样时,把表层硬化地和大的砾石、树枝剔除。采样过程中佩戴干净的一次性手套,为避免不同样品之间的交叉污染,每采集一个样品更换一次手套。每采完一次样,都将采样工具用自来水洗净后再用蒸馏水淋洗一遍。

#### (2) 现场采样质量控制措施

采集现场质量控制样为平行样,在采样过程中,同种采样介质,同批次采集至少一个平行样。

### (3) 现场采样记录控制措施

现场采样时，制定详尽的现场采样记录、现场监测记录，使用表格对土壤特征、可疑物质或异常现象等描述，并保留现场相关照片、影像记录，确保现场记录的内容、页码、编号齐全以便于核查，现场记录改动注明修改人及时间。

现场采样记录见附件5。

## 6.2 实验室检测

### 6.2.1 检测方法

监测分析方法应优先采用国家标准或行业标准或规范；若无相关国内标准或规范，参考国际标准或其他国家现行有效的标准或规范。

修复效果评估监测阶段监测分析方法见表6.2-1。

表 6.2-1 检测分析方法、分析仪器及检出限

| 类别           | 监测项目        | 检测方法                                                                            | 分析仪器型号/名称                               | 仪器编号                        | 检出限       |
|--------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|-----------|
| 土壤           | 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                           | 原子荧光光谱仪（AF-610E）/<br>原子荧光光度计（Kylin-S12） | ZJ201311001/<br>ZJ202003008 | 0.01mg/kg |
| 危废<br>(外运土壤) | 腐蚀性<br>(pH) | 固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法<br>GB/T15555.2-1995                                            | 离子计/PXSJ-226                            | ZJ201010013/<br>ZJ201605008 | /         |
|              | 浸出毒性<br>(砷) | 前处理：固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法<br>HJ299-2007<br>分析：固体废物 金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ766-2015 | 电感耦合等离子体质谱仪/Agilent7700                 | ZJ201507001                 | 0.001mg/L |

### 6.2.2 实验室质量控制

按照《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》的质控要求，样品分析按各监测方法的规定做好实验室空白、现场密码平行样、实验室平行样、加标回收等质控措施，并形成质控统计表输入报告内容中。

质量控制样品数量比例不低于《技术要点》要求：即空白样（实验室）、现场密码平行样和实验室平行样、加标回收等4类质控措施按10%左右进行。

为确保监测数据准确无误，严格执行数据三级审核制度，对每个环节实施质量管理和检查验收，严把数据质量关，发现可疑数据或疑难问题，监测负责人组织相关人员查证分析解决，有疑问的数据绝不上报。

平行双样测定结果的误差评价参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）表 13-1 的规定，在允许误差范围之内者为合格。当样品的均匀性和稳定性较好时，参考表 6.2-3 的规定。

表 6.2-3 土壤监测平行双样最大允许相对偏差

| 含量范围（mg/kg） | 最大允许相对偏差（%） |
|-------------|-------------|
| >100        | ±5          |
| 10~100      | ±10         |
| 1.0~10      | ±20         |
| 0.1~1.0     | ±25         |
| <0.1        | ±30         |

实验室分析质控小结：

场地修复效果评估检测共采集土壤样品数 157 个，采集现场平行样 13 对，实验室分析室内空白样 12 个，实验室分析室内平行样 25 对，实验室内加标回收分析 24 个。现场平行样、室内平行样、实验室内加标样分析结果均合格。

表 6.2-4 土壤样品实验室质控分析结果统计

| 项目 | 样品总数<br>(个) | 现场平行样     |             |             | 实验室平行样    |             |             | 加标回收      |              |              | 实验室空白     |    |
|----|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|--------------|--------------|-----------|----|
|    |             | 数量<br>(对) | 相对偏差<br>(%) | 偏差要求<br>(%) | 数量<br>(对) | 相对偏差<br>(%) | 偏差要求<br>(%) | 数量<br>(个) | 加标回收率<br>(%) | 回收率要求<br>(%) | 数量<br>(个) | 结果 |
| 砷  | 157         | 13        | 0.6~6.9     | ≤10         | 25        | 0~6.8       | ≤7          | 24        | 90.1~105     | 90~105       | 12        | ND |

### 6.3 修复效果评估监测外部质量控制监督管理

2020年11月26日，广州市生态环境局委托广州检验检测认证集团对本修复效果评估项目进行质量监督检查。根据检查结果，整体上分析及采样记录复核相关要求，质量监督单位提出了相应的整改意见，整改意见见附件13。我司根据整改意见于2020年12月15日完成整改报告并发送至质量监督单位。

根据广州检验检测认证集团出具的质量监督报告，本次监督检查共发现3个不符合项，效果评估单位已全部完成整改。监督结果通知单及质量监督报告见附件13。

## 7 效果评估

### 7.1 评价方法

根据《技术导则》要求，本项目采用逐一对比的方法判断整个场地是否达到修复效果。应将样品检测值与修复效果评估标准值逐个对比：

- a) 若样品检测值低于或等于修复效果评估标准值，则认为达到修复效果；
- b) 若样品检测值高于修复效果评估标准值，则认为未达到修复效果。

所有样品的污染物监测值均满足以上的要求，则认为达到验收标准，方可判定场地达到修复效果。

### 7.2 效果评估

#### 7.2.1 1#基坑修复效果评价

2020年4月1日、2020年4月24日，我司对场地1#基坑清挖后土壤进行检测，侧壁采集土壤样品10个，坑底采集土壤样品3个，共采集样品13个，检测项目为砷。

检测结果如表 7.2-1 所示，有 9 个点位检测结果未达到修复目标值，其余点位均达到修复目标值。

表 7.2-1 1#基坑坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目                                                    | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                                     | 13          | 4            | 36.3~104          | 60               | 30.8       |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（4）、ZJ[2020-03]078 号（5）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

场地修复单位对 1#基坑未达标点位进行二次清挖，平均清挖深度 0.2 米，清挖土方量 207.36m<sup>3</sup>，2020 年 8 月 13 日，我司对场地 1#基坑二次清挖后坑底和侧壁进行采样，侧壁采集土壤样品 5 个，坑底采集土壤样品 3 个，共采集样品 8 个，检测项目为砷。检测结果如 7.2-5 所示，全部检测点位砷均达到修复目标值。

表 7.2-2 1#基坑二次清挖坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目                                | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                 | 8           | 8            | 33.6~53.2         | 60               | 100        |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（9）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

### 7.2.2 2#基坑修复效果评价

2020年3月5日，我司对场地2#基坑清挖后基坑土壤进行检测。2#基坑侧壁采集土壤样品4个，坑底采集土壤样品2个，共采集样品6个，检测项目为砷。

检测结果如表7.2-3所示，6个点位检测结果均未达到修复目标值。

表7.2-3 2#基坑坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目                                | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                 | 6           | 0            | 65.0~85.6         | 60               | 0          |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（1）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

场地修复单位对整个 2#基坑进行二次清挖，平均清挖深度 0.2 米，清挖土方量 24.09m<sup>3</sup>，2020 年 8 月 13 日，我司对场地 2#基坑二次清挖后坑底和侧壁进行采样，侧壁采集土壤样品 5 个，坑底采集土壤样品 3 个，共采集样品 8 个，检测项目为砷。检测结果如 7.2-4 所示，全部检测点位砷均达到修复目标值。

表 7.2-4 2#基坑二次清挖坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目                                | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                 | 8           | 8            | 34.1~46.9         | 60               | 100        |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（9）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

### 7.2.3 3#基坑修复效果评价

2020年3月5日，我司对场地3#基坑清挖后侧壁及坑底土壤进行检测。3#基坑侧壁采集土壤样品8个，坑底采集土壤样品2个，共采集样品10个。检测项目为砷。

检测结果如表7.2-5所示，有5个点位砷检测结果未达到修复目标值，其余点位均达到修复目标值。

表7.2-5 3#基坑坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目 | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|----|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
|----|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|

| 项目                                | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                 | 10          | 5            | 42.0~80.5         | 60               | 50         |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（1）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

场地修复单位对 3#基坑超标点位进行二次清挖，平均清挖深度 0.2 米，清挖土方量 3.4m<sup>3</sup>，2020 年 8 月 13 日，我司对场地 2#基坑二次清挖后坑底和侧壁进行采样，侧壁采集土壤样品 6 个，坑底采集土壤样品 2 个，共采集样品 8 个，检测项目为砷。检测结果如 7.2-6 所示，有 2 个点位砷检测结果未达到修复目标值，其余点位均达到修复目标值。

表7.2-6 3#基坑二次清挖后坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目                                | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                 | 8           | 6            | 46.6~82.0         | 60               | 75         |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（9）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

场地修复单位对 3#基坑超标点位进行三次清挖，平均清挖深度 0.2 米，清挖土方量 0.95m<sup>3</sup>，2020 年 9 月 1 日，我司对场地 2#基坑三次清挖后坑底和侧壁进行采样，侧壁采集土壤样品 2 个，坑底采集土壤样品 1 个，共采集样品 3 个，检测项目为砷。检测结果如 7.2-7 所示，全部检测点位砷检测结果均达到修复目标值。

表7.2-7 3#基坑三次清挖后坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目                                 | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|------------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                  | 3           | 3            | 35.5~42.5         | 60               | 100        |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（10）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

#### 7.2.4 4#基坑修复效果评价

2020年4月1日、2020年4月24日，我司对场地4#基坑清挖后侧壁及坑底土壤进行检测。侧壁采集土壤样品26个，坑底采集土壤样品13个，共采集样品39个。检测项目为砷。

检测结果如表7.2-8所示，有19个点位砷检测结果未达到修复目标值，其余点位均达到修复目标值。

**表7.2-8 4#基坑坑底、侧壁检测结果统计表**

| 项目                                                    | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                                     | 39          | 20           | 35.5~75.9         | 60               | 51.3       |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（4）、ZJ[2020-03]078 号（5）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

环境修复单位对4#基坑超标点位进行二次清挖，平均清挖深度0.2米，清挖土方量65.85m<sup>3</sup>，2020年8月13日，我司对场地二次清挖后4#基坑坑底和侧壁进行采样，侧壁采集土壤样品14个，坑底采集土壤样品10个，共采集样品24个，检测项目为砷。检测结果如7.2-9所示，有9个点位砷检测结果未达到修复目标值，其余点位均达到修复目标值。

**表7.2-9 4#基坑二次清挖基坑坑底、侧壁检测结果统计表**

| 项目                                | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                 | 24          | 15           | 32.0~70.5         | 60               | 62.5       |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（9）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

环境修复单位对4#基坑超标点位进行三次清挖，平均清挖深度0.2米，清挖土方量14.68m<sup>3</sup>，2020年9月1日，我司对场地三次清挖后4#基坑坑底和侧壁进行采样，侧壁采集土壤样品7个，坑底采集土壤样品5个，共采集样品12个，检测项目为砷。检测结果如7.2-10所示，全部检测点位砷检测结果均达到修复目标值。

**表7.2-10 4#基坑三次清挖基坑坑底、侧壁检测结果统计表**

| 项目                                 | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|------------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                  | 12          | 12           | 20.9~48.5         | 60               | 100        |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（10）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

### 7.2.5 5#基坑修复效果评价

2020年4月24日，我司对场地5#基坑清挖后侧壁及坑底土壤进行检测。侧壁采集土壤样品5个，坑底采集土壤样品3个，共采集样品8个，检测项目为砷。

检测结果如表7.2-11所示，有1个点位砷检测结果未达到修复目标值，其余点位均达到修复目标值。

表7.2-11 5#基坑坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目                                | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                 | 8           | 7            | 35.9~83.0         | 60               | 87.5       |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（5）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

环境修复单位对5#基坑超标点位进行二次清挖，平均清挖深度0.2米，清挖土方量6.11m<sup>3</sup>，2020年8月13日，我司对场地二次清挖后4#基坑坑底和侧壁进行采样，侧壁采集土壤样品1个，坑底采集土壤样品1个，共采集样品2个，检测项目为砷。检测结果如7.2-12所示，全部检测点位砷检测结果均达到修复目标值。

表7.2-12 5#基坑二次清挖坑底、侧壁检测结果统计表

| 项目                                | 样品总数<br>(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------------|------------------|------------|
| 砷                                 | 2           | 2            | 37.0~37.8         | 60               | 100        |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（9）检测报告。 |             |              |                   |                  |            |

### 7.2.6 危废（外运土壤）鉴别效果评价

2020年3月5日、3月13日、4月24日、7月16日，9月1日我司分别对场地污染土堆WR-1~WR-5的土壤进行腐蚀性和浸出毒性检测，检测结果见表7.2-13，全部检测点位检测结果均达到标准限值要求。

表7.2-13 危废（外运土壤）鉴别检测结果统计表

| 项目      | 样品总数<br>(个) | 达标样品数(个) | 检测浓度范围                         | 标准限值              | 达标率<br>(%) |
|---------|-------------|----------|--------------------------------|-------------------|------------|
| 腐蚀性     | 29          | 29       | 5.42~8.76<br>(无量纲)             | 2.0~12.5<br>(无量纲) | 100        |
| 浸出毒性(砷) | 29          | 29       | $\leq 4.3 \times 10^{-3}$ mg/L | 5 mg/L            | 100        |

| 项目                                                                                                                 | 样品总数<br>(个) | 达标样品数(个) | 检测浓度范围 | 标准限值 | 达标率<br>(%) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------|--------|------|------------|
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（2）、ZJ[2020-03]078 号（3）、ZJ[2020-03]078 号（6）、ZJ[2020-03]078 号（7）、ZJ[2020-03]078 号（11）检测报告。 |             |          |        |      |            |

### 7.2.7 筛上物效果评价

2020年9月9日，我司对场地渣石区筛上物的土壤进行检测，共采集2个样品，检测项目为砷。

检测结果如表7.2-14所示，渣石区筛上物全部点位砷检测结果均达到修复目标值。

表7.2-14 筛上物检测结果统计

| 项目                                 | 样品总数(个) | 达标样品数<br>(个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率 (%) |
|------------------------------------|---------|--------------|-------------------|------------------|---------|
| 砷                                  | 2       | 2            | 32.8~35.6         | 60               | 100     |
| 备注：数据来源于 ZJ[2020-03]078 号（12）检测报告。 |         |              |                   |                  |         |

### 7.2.8 潜在二次污染区域效果评价

2020年9月9日，我司对场地潜在二次污染区域进行检测，检测项目为砷。

检测结果如表7.2-15所示，潜在二次污染区域所有点位砷检测结果均达到修复目标值。

表7.2-15 潜在存在二次污染区域土壤检测结果统计表

| 项目 | 样品总数<br>(个) | 达标样品数 (个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|----|-------------|-----------|-------------------|------------------|------------|
| 砷  | 14          | 14        | 24.4~44.5         | 60               | 100        |

### 7.2.9 疑似污染土效果评价

2021年5月31日，我司对场地疑似污染土堆YS1的土壤进行检测，共采集9个样品，检测项目为砷。

检测结果如表7.2-16所示，疑似污染土所有点位砷检测结果均达到修复目标值。

表7.2-16 潜在存在二次污染区域土壤检测结果统计表

| 项目 | 样品总数<br>(个) | 达标样品数 (个) | 检测浓度范围<br>(mg/kg) | 修复目标值<br>(mg/kg) | 达标率<br>(%) |
|----|-------------|-----------|-------------------|------------------|------------|
| 砷  | 9           | 9         | 40.1~57.3         | 60               | 100        |

## 8 结论与建议

### 8.1 修复工程概况

司福从路3号厂区地块位于从化区太平镇经济技术开发区福从路3号，场地南面为广州建义投资有限公司明珠路1号厂区，西面为广州致运实业有限公司和流溪河灌渠，东面与北面都为广州大学华软软件学院，地块面积约15602.05m<sup>2</sup>。广州建义投资有限公司福从路厂区地块拟定计划由工矿仓储用地分别变更为中小学用地。

受场地责任单位委托，广州市环境保护科学研究院对福从路3号厂区地块（以下简称“场地”）开展场地环境调查及风险评估工作，确定场地污染的详细状况以及潜在的健康风险，为场地环境管理提供依据。2019年3月26日，广州市环境技术中心主持召开了《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块场地环境初步调查报告》、《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块场地环境详细调查报告》和《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块场地环境风险评估报告》（以下称为《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》）专家咨询论证会。会议中专家组一致同意通过论证。2019年2月20至24日，广东省固体废物和化学品环境中心通过函审方式组织专家对《广州建义投资有限公司福从路3号厂区地块场地环境风险评估报告》进行评审，专家组一致同意通过论证。《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》经修改补充后，可作为下一阶段场地环境修复的依据。根据调查与风评报告结论，本地块土壤中关注污染物为砷，对人体的健康危害存在较大的风险，不符合场地后期的规划要求，土地使用权人需对土壤污染物砷进行环境治理修复。

广州市第一市政工程有限公司（环境修复单位）和奥创生态环境研究院（广州）有限公司（环境监理单位）于2019年6月编制完成《实施方案》、《监理方案》，并于2019年8月21日在广州市生态环境局备案。

根据《实施方案》，修复工程主要规模为：对1#~5#基坑重金属砷污染土壤（共2069.32 m<sup>3</sup>）进行清挖，水泥窑协同处置污染土壤，清洁土回填。

场地修复单位于2020年2月至2020年9月对福从路3号地块场地开展污染场地修复工作，已完成修复工程量如下：

1#~5#基坑实际清挖实际开挖污染土壤总土方量为2524.90m<sup>3</sup>，危废（外运土壤）鉴别土壤总土方量为3608.4m<sup>3</sup>（虚方），渣石方量103.96m<sup>3</sup>，渣石经冲洗去除污染土壤后，可与清洁土一同在场内回填。

依据《效果评估方案》及土地使用权人要求，我司开展了地块场地环境污染治理与修复项目效果评估工作，内容包括污染场地基坑清挖效果评估、危废（外运土壤）鉴别效果评估、场地内潜在二次污染区域土壤和筛上物监测等。

## 8.2 修复范围及工程量审核

根据《施工总结报告》，场地土壤中超修复目标值的污染物为砷，总修复土方量估算为2069.32m<sup>3</sup>，划分为5个修复区域：1#~5#基坑。

### （1）1#基坑

1#基坑实际开挖土方量为1142.96m<sup>3</sup>，与实施方案（907.19m<sup>3</sup>）相比，超挖土方量235.77m<sup>3</sup>。

### （2）2#基坑

2#基坑实际开挖土方量为74.73m<sup>3</sup>，与实施方案（46.41m<sup>3</sup>）相比，超挖土方量28.32m<sup>3</sup>。

### （3）3#基坑

3#基坑实际开挖土方量为67.39m<sup>3</sup>，与实施方案（58.3m<sup>3</sup>）相比，超挖土方量9.09m<sup>3</sup>。

### （4）4#基坑

4#基坑实际开挖土方量为554.43m<sup>3</sup>，与实施方案（429.47m<sup>3</sup>）相比，超挖土方量124.96m<sup>3</sup>。

### （5）5#基坑

5#基坑实际开挖土方量为685.36m<sup>3</sup>，与实施方案（627.94m<sup>3</sup>）相比，超挖土方量

57.42m<sup>3</sup>。

综上所述，土壤开挖污染土方量约2524.9m<sup>3</sup>，与实施方案（2069.32 m<sup>3</sup>）相比，超挖土方量455.58m<sup>3</sup>。

### 8.3 施工总结报告结论

本项目计划修复污染土壤 2069.32 m<sup>3</sup>，经二次清挖和三次清挖，清挖了本地块内的全部污染土壤，实际完成修复工程量 2524.90 m<sup>3</sup>，施工期间无安全生产事故、无环境污染事故、无投诉事件，所有污染区域经自检、第三方效果评估显示合格。从污染区清挖出的污染土壤全部经过鉴别判定不具危险废物危险特性，已全部转运至水泥窑协同处置，累计处置 4323.80 吨，外运和协同处置期间无环境污染事故。

污染区域的环境风险得以控制，人居环境健康得到保障，且未造成二次污染，环境效益较为显著。

综上所述，本项目已达到修复目的，满足申请修复效果评估的条件。

### 8.4 环境监理报告结论

结合实施方案和修复实际与环境监理工作开展情况，针对方案落实情况主要形成以下结论：

1、修复实施中使用的修复技术方法、修复场地实际总平面布置分区与实施方案基本一致，各修复区基坑清挖拐点坐标与实施方案、风险评估报告基本一致。

2、各修复区域实际清挖总面积为 3392.57 m<sup>2</sup>，清挖污染土壤总方量为 2524.90 m<sup>3</sup>（含地下构筑物 19.95 m<sup>3</sup> 及渣石 103.96 m<sup>3</sup>），与修复方案相比，超挖总面积为 82.82 m<sup>2</sup>，超挖总方量为 455.58 m<sup>3</sup>。超挖主要原因为，各污染区基坑清挖效果评估结果均存在超标现象，进行了二次或三次清挖。

3、修复实施期间，效果评估单位共对五批次污染土壤进行浸出毒性和腐蚀性鉴别分析，鉴别土壤总方量 3608.4 m<sup>3</sup>，共采集样品 29 个。鉴别采样方式和数量符合技术规范 and 方案要求，鉴别结果均合格。

4、修复实施中，共转运污染土壤 2401.03 m<sup>3</sup> 至越堡水泥厂进行水泥窑协同处置，转运 158 车次，总质量为 4323.80 吨，土方密度系数约为 1.79。转运前，修复单位已按法规要求将转运处理计划报备从化、花都生态环境分局。运输单位、人员、车辆、运输路线和管控方式基本与实施方案一致，污染土壤处置方式符合法规要求。

5、修复实施过程产生的废水主要为基坑废水、渣块冲洗废水和洗车废水，共产生废水 110.9 m<sup>3</sup>，全部进入废水处理站分批次进行了处理，处理后废水经检测达标后，回用于修复实施。

6、在修复实施过程中共有 10 处变更，包括：污水处理站位置、污染土壤清挖顺序、新增清洁土暂存场、洗车台位置、渣块冲洗区位置、水泥厂污染土壤暂存场设置、污水处理设施、污染土壤外运路线、污染区域基坑边坡放坡比例、污染区截流方式。上述变更对修复实施不造成影响，也未对周边环境造成不利影响，所有变更情况采用《变更申请表》进行监控管理。

7、根据第三方环境检测机构的检测结果可知，修复单位在施工过程中有效的落实了二次污染防治措施工作，未造成二次污染问题。同时，修复单位基本落实了施工期间各风险防范措施，施工期间未造成二次污染，未收到环境影响投诉。

综上所述，修复单位基本按照实施方案对福从路3号厂区地块污染土壤进行了修复，修复实施期间基本落实废水处理设施和各项二次污染防治措施，实施期间未对周围环境造成不良影响，未收到环境污染投诉。该项目已满足土壤污染修复效果评估要求。

## 8.5 效果评估结论

我司于2020年3月至2021年5月共采集基坑土壤141个（含二次清挖、三次清挖检测土壤），危废（外运土壤）鉴别样品29个，筛上物土壤样品2个，潜在二次污染区土壤样品14个，疑似污染土壤样品9个。

### （1）基坑清挖效果评估

我司对1#~5#清挖后基坑共采集土壤混合样品141（不含现场平行样）个，其中我对1#~5#清挖后基坑共采集土壤混合样品141（不含现场平行样）个，其中1#、2#、5#基坑经过二次清挖后，3#、4#基坑经过三次清后，坑底和侧壁污染砷检测结果为33.6~53.2 mg/kg，均达到修复目标值，基坑清挖效果达到预期工程目标。

### （2）危废（外运土壤）鉴别效果评估

基坑清挖污染土壤3608.4m<sup>3</sup>（虚方）腐蚀性检测结果为5.42~8.76，砷浸出毒性检测结果为 $\leq 4.3 \times 10^{-3}$ mg/L均达到标准限值要求。

### （3）筛上物效果评估

场地冲洗后渣石筛上物，土壤砷检测结果为32.8~35.6 mg/kg，均达到修复目标值要求。

### （4）潜在二次污染区效果评估

污染土暂存区、污水处理站区域、渣石冲洗区、洗车区、及污染土壤运输道路等区域共采集了混合表层土壤样品14个，土壤污染物砷浓度为 24.4~44.5mg/kg，均达到修复目标值要求。潜在二次污染区域检测结果表明，项目修复施工过程及污染土壤清挖、运输过程中，没有出现明显的二次污染。

### （5）疑似污染土效果评估

疑似污染土壤363.1 m<sup>3</sup>（虚方），污染物砷检测结果为40.1~57.3 mg/kg，均达到修复目标值要求，表明清洁土与污染土剥离过程中，没有将污染土掺杂到清洁土中，疑似污染土可作为清洁土，待项目通过后，回填于基坑。

## 8.6 综合结论

效果评估综合结论：福从路3号厂区地块土壤污染修复项目于2020年9月完成，修复效果评估单位通过文件审核、现场勘察、效果评估检测采样和分析等对场地内土壤修复工作进行调查。检测和评估结果表明，福从路3号厂区地块场地内污染土壤经清

挖与处置后已达到修复目标，待验收通过后进行基坑回填，场地修复过程中未发现明显的二次污染，修复效果良好，可满足后续中小学用地建设开发要求。

## **8.7 建议**

在项目场地未通过验收前，土地使用权人和环境修复单位应做好现场基坑的防护工作，待本阶段修复工程通过验收后，方可进行场地开发利用。

## 9 专家评审意见及报告修改索引

### 9.1 评审会专家评审意见

#### 福从路 3 号厂区地块土壤污染修复项目 效果评估报告专家评审意见

2021 年 5 月 10 日,广州市环境技术中心在广州主持召开了《福从路 3 号厂区地块土壤污染修复项目效果评估报告》(以下简称《效果评估报告》)、《福从路 3 号厂区地块土壤污染修复项目施工总结报告》(以下简称《施工总结报告》)、《福从路 3 号厂区地块土壤污染修复项目环境监理总结报告》(以下简称《环境监理报告》)专家评审会。会议邀请 5 位专家组成专家组(名单附后)。广州市生态环境局、广州市生态环境局从化分局、广东省广州生态环境监测中心站、广州市固体废物管理中心、土地使用权人广州建义投资有限公司、修复效果评估单位广东中加检测技术股份有限公司、修复工程实施单位广州市第一市政工程有限公司、环境监理单位奥创生态环境研究院(广州)有限公司等单位的代表参加了会议。与会专家和代表踏勘了地块现场,审阅了《效果评估报告》、《施工总结报告》和《环境监理报告》,听取了土地使用权人关于地块情况的介绍和修复施工单位、环境监理单位和修复效果评估单位代表对所负责报告主要内容的汇报,经质询和认真讨论,形成专家评审意见如下:

##### 一、项目概况

福从路 3 号厂区土壤污染地块占地面积 15602.05m<sup>2</sup>,拟规划为中小学用地。地块土壤污染物砷修复目标为 60mg/kg。修复治理技术为水泥窑协同处置。根据实际修复情况,地块修复污染土壤 2401.03 m<sup>3</sup>(实方)。

##### 二、总体评价

《效果评估报告》、《施工总结报告》和《环境监理报告》文本编制规范,修复效果评估程序与方法基本符合国家相关

标准规范要求，清挖后的基坑总体满足修复目标要求，施工过程的二次污染防治措施基本适当。但鉴于未能提供污染土壤外运前开展危废鉴定的支撑材料，专家组不同意报告通过评审。

### 三、修改建议

#### （一）效果评估报告

1. 根据备案的风险评估结论，细化明确所有基坑的拐点坐标、各修复目标的污染范围和深度，结合基坑分层清挖开挖后的拐点坐标、侧壁和坑底成型图，进一步说明侧壁和坑底效果评估布点的合理性，核实基坑清挖效果；

2. 进一步说明放坡土、夹层土、污染土壤和清洁土交界区域疑似污染土壤的去向和效果评估结果；如疑似污染土壤没和清洁土区分，必要时按照 50m<sup>3</sup> 一个样品对现场堆存清洁土开展补充采样分析，核实效果评估结果；

3. 进一步补充完善土壤修复施工和环境监理工作内容总结；

4. 完善质控过程的内容描述，进一步说明质控结果的合理性和可靠性，完善质控数据统计表；核实并确证外部质控的规范性和有效性；

5. 规范图件和报告编制，完善文本内容。

#### （二）《施工总结报告》

1. 细化完善基坑支护、止水、清挖、污染土壤转运和水泥窑协同处置、二次污染防治等过程的内容描述，并充实过程支撑材料；补充完善外运污染土壤转运三联单，核实外运和协同处置污染土壤方量；

2. 完善土方和水平衡，说明污染土、疑似污染土、清洁土的方量和堆存位置；

3. 补充清挖和效果评估的衔接内容；

4. 规范图件，完善文本内容。

(三)《环境监理报告》

1. 细化完善基坑支护、止水、清挖、污染土壤转运和水泥窑协同处置、二次污染防治等过程的环境监理工作内容描述，充实过程支撑材料；
2. 规范图件，完善文本内容。

专家组长：

专家组成员：

2021年5月10日

## 9.2 评审会后报告修改索引

表 9.2-1 报告修改索引

| 序号 | 专家咨询论证及管理部门意见                                                                                                  | 修改说明                                 | 修改章节                             |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | 根据备案的风险评估结论，细化明确所有基坑的拐点坐标、各修复目标的污染范围和深度，结合基坑分层清挖开挖后的拐点坐标、侧壁和坑底成型图，进一步说明侧壁和坑底效果评估布点的合理性，核实基坑清挖效果。               | 按要求细化了拐点坐标、污染范围和深度、效果评估布点。           | 4.4 章（86-106 页）、5.3 章（135-136 页） |
| 2  | 进一步说明放坡土、夹层土、污染土壤和清洁土交界区域疑似污染土壤的去向和效果评估结果；如疑似污染土壤没和清洁土区分，必要时按照 50m <sup>3</sup> 一个样品对现场堆存清洁土开展补充采样分析，核实效果评估结果。 | 对疑似污染土进行补充检测，效果评估结果满足修复目标值。          | 3.3 章（41 页）、5.4 章（169-172 页）     |
| 3  | 进一步补充完善土壤修复施工和环境监理工作内容总结。                                                                                      | 根据修改后的施工总结报告、环境监理报告，相应修改了效果评估报告相关内容。 | 3.2-3.4 章（30-84 页）               |
| 4  | 完善质控过程的内容描述，进一步说明质控结果的合理性和可靠性，完善质控数据统计表；核实并确证外部质控的规范性和有效性。                                                     | 对质控过程内容、数据统计进行完善。                    | 6.1-6.3 章（196-200 页）             |
| 5  | 规范图件和报告编制，完善文本内容。                                                                                              | 按要求对报告文本、图件进行修改完善。                   | /                                |

## 附件目录

- 附件 1 地块规划图
- 附件 2 修复范围图
- 附件 3 地质剖面图（部分污染区域）
- 附件 4 钻孔柱状图
- 附件 5 土壤采样记录单、样品流转记录及照片
- 附件 6 实验室检测报告
- 附件 7 效果评估数据汇总
- 附件 8 基坑坑底、侧壁、外运土壤、二次污染区域及疑似污染土采样布点图件
- 附件 9 总平面布置图
- 附件 10 总体技术路线图
- 附件 11 资质证书及能力附表（相关内容）
- 附件 12 污染土壤处置证明及水泥产品质量检验报告
- 附件 13 实验室质量监督检查报告
- 附件 14 前期评审意见、备案文件
- 附件 15 施工总结报告（另册）
- 附件 16 环境监理总结报告（另册）

**附件具体内容请见另册。**