

广东立邦长润发科技材料有限公司

土壤和地下水自行监测报告



委托单位：广东立邦长润发科技材料有限公司

编制单位：广东柠檬环保科技有限公司

编制日期：2022 年 12 月



目 录

第 1 章 工作背景	1
1.1. 工作由来	1
1.2. 工作依据	1
1.2.1. 政策法规	1
1.2.2. 技术导则、标准及规范	2
1.2.3. 其他资料	2
1.3. 工作内容	3
1.4. 工作技术路线	3
第 2 章 企业概况	4
2.1. 重点单位基本情况	4
2.2. 企业用地历史	4
2.3. 企业用地已有环境调查与监测情况	6
第 3 章 区域环境概况	8
3.1. 区域自然环境概况	8
3.1.1. 地理位置	8
3.1.2. 气候特征	8
3.2. 地块地质和水文地质条件	9
3.2.1. 地质	9
3.2.2. 水文	10
第 4 章 企业生产及污染防治情况	11
4.1. 企业生产状况	11
4.2. 场地平面布置	11
4.3. 生产工艺及产物环节	12
4.4. 污染处理措施	23
第 5 章 重点监测单元识别与分类	26
5.1. 重点监测单元的识别与分类原则	26
5.2. 企业重点监测单元识别	26

第 6 章 监测点位布设方案	29
6.1. 监测点位布设及原因分析	29
6.1.1. 布设原则	29
6.1.2. 点位布设	30
6.2. 监测因子选取及原因分析	32
6.2.1. 监测因子选取原则	32
6.2.2. 监测因子选取	33
6.3. 监测频次	33
第 7 章 样品采集、保存、流转及分析测试工作计划	34
7.1. 现场采样位置、数量和深度	34
7.2. 采样方法及程序	34
7.2.1. 土壤样品采集	34
7.2.2. 地下水样品采集	35
7.3. 样品保存	35
7.4. 样品流转	36
第 8 章 检测结果分析	37
8.1. 土壤监测结果分析	37
8.1.1. 分析方法	37
8.1.2. 各点位监测结果	38
8.1.3. 监测结果分析	39
8.2. 地下水监测结果分析	39
8.2.1. 分析方法	39
8.2.2. 各点位监测结果	42
8.2.3. 监测结果分析	43
第 9 章 质量保证及质量控制	45
9.1. 自行监测质量体系	45
9.2. 监测方案制定的质量保证与控制	45
9.3. 样品采集、保存、流转、制备与分析的质量保证与控制	45

9.3.1. 现场采样质量控制.....	45
9.3.2. 样品流转质量控制.....	46
9.3.3. 实验室分析质量控制.....	46
9.3.4. 质量控制样品检测结果.....	47
第 10 章 结论和措施.....	49
10.1. 监测结论.....	49
10.2. 企业针对监测结果拟采取的主要措施及原因	50
10.2.1. 超标原因	50
10.2.2. 拟采取的措施	50
附件.....	51
附件 1：重点监测单元清单	51
附件 2：地下水监测井归档资料	52

第1章 工作背景

1.1. 工作由来

为贯彻《中华人民共和国土壤污染防治法》、《土壤污染防治行动计划》、《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》等要求，加强土壤污染重点监管单位（以下简称重点单位）环境管理，防止土壤和地下水污染，广东省各地级以上市生态环境局每年制定更新本行政区域重点单位名录。具备下列条件之一的企业事业单位，各地应纳入重点单位名录。

（一）根据重点行业企业用地土壤污染状况调查中确定的污染地块优先管控名录中的在产企业，依据相关法律法规规定标准纳入重点单位名录。根据重点行业企业用地土壤污染状况调查中确定的污染地块高风险清单中的在产企业，依据相关法律法规规定标准逐步纳入重点单位名录。

（二）有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业中已纳入排污许可重点管理的企业。

（三）有色金属矿采选、石油开采行业规模以上企业；

（四）其他根据有关规定纳入土壤环境污染重点监管单位名录的企业事业单位。

重点单位永久性关闭或长期停产且无恢复生产可能的，可不再纳入重点单位名录管理。重点单位在终止生产经营活动前，应当参照污染地块土壤环境管理有关规定，开展土壤和地下水环境调查编制调查报告，将相关报告上传污染地块信息系统。

广东立邦长润发科技材料有限公司地块位于广东省惠州市大亚湾石化区石化大道中 30 号，总占地面积约 50000 平方米，公司主要进行合成树脂及木器家具漆辐射固化、水性木器涂料等石化化工产品生产。广东立邦长润发科技材料有限公司为惠州市大亚湾区土壤污染重点监管单位，按照《广东省关于进一步加强土壤重点监管单位环境管理的通知》（粤环发〔2021〕8 号）要求，应进行土壤和地下水自行监测。

1.2. 工作依据

1.2.1. 政策法规

1. 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019 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.《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31号）；
- 4.《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年9月1日；
- 5.《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17号）；
- 6.《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日；
- 7.《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）；
- 8.《广东省关于进一步加强土壤重点监管单位环境管理的通知》（粤环发〔2021〕8号）。

1.2.2. 技术导则、标准及规范

- 1.《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）；
- 2.《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）；
- 3.《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）；
- 4.《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）；
- 5.《水质采样技术指导》（HJ 494-2009）；
- 6.《土壤质量 土壤样品长期和短期保存指南》（GBT 32722-2016）；
- 7.《土的工程分类标准》（GB/T 50145-2007）；
- 8.《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2006）；
- 9.《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；
- 10.《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）；
- 11.《水文水井地质钻探规程》（DZ/T 0148-2014）；
- 12.《国家危险废物名录》（2021年版）；
- 13.《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）；
- 14.《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
- 15.《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）；
- 16.《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- 17.《工业企业土壤和地下水自行监测技术指南（试行）》（HJ 1209-2021）。

1.2.3. 其他资料

- 1.《广东立邦长润发科技材料有限公司土壤环境自行监测报告》（谱尼测试集团上海有限公司，2019年4月）；

2.《普利司通 SBR 项目场地岩土工程勘察报告》（广州地质勘察基础工程公司大亚湾分公司，2005 年 11 月）。

1.3. 工作内容

开展企业地块的资料收集、现场踏勘、人员访谈、重点区域及设施识别等工作。根据初步调查结果，识别本企业存在土壤及地下水污染隐患的区域或设施并确定其对应的特征污染物，制定自行监测方案，并根据实验分析数据结果出具检测报告及提供相关建议。

重点区域及设施识别：开展全面的现场踏勘与调查工作，摸清企业地块内重点区域及设施的基本情况，根据各区域及设施信息、特征污染物类型、污染物进入土壤和地下水的途径等，识别企业内部存在土壤及地下水污染隐患的区域及设施，作为重点区域及设施在企业平面布置图中标记。

采样计划和报告：对识别的重点区域及设施制定具体采样布点方案，开展企业内土壤及地下水的自行监测，根据实验室分析结果，出具检测报告及提出相应的建议。

1.4. 工作技术路线

通过对收集到的各类资料信息的整理归纳，结合现场踏勘发现和人员访谈获得的情况进行考证和信息补充，综合分析后，初步识别确定企业内识别的重点区域或设施；然后，根据初步识别确定的情况，制定采样和分析工作计划，进行现场采样及实验室分析工作，提供检测报告及相关建议。项目实施具体技术路线如图 1-1 所示。

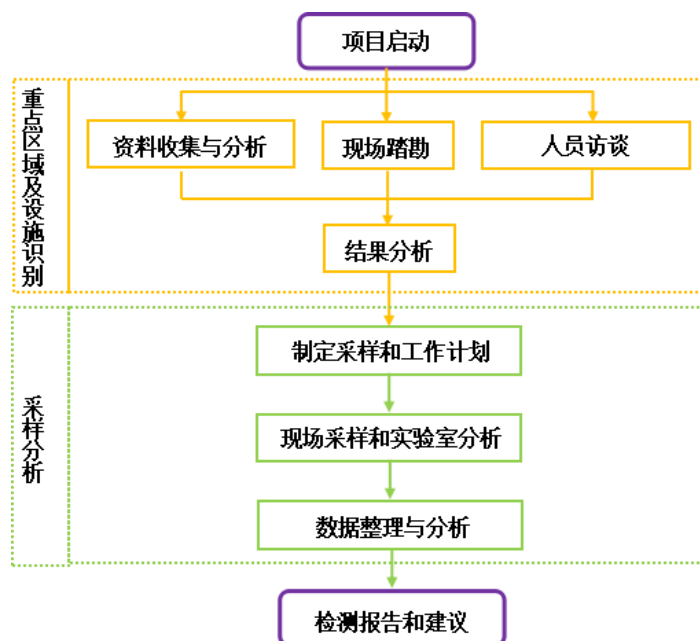


图 1-1 工作技术路线

第2章 企业概况

2.1. 重点单位基本情况

广东立邦长润发科技材料有限公司总占地面积 50000m²，一期建筑物占地面积为 17371.56m²，二期建筑物占地面积 1065m²。第一期总建筑面积为 23428.1m²，其中：1#甲类车间（用于生产树脂）建筑面积 1996.13m²，2#甲类车间（用于生产油漆）4897.24m²，3#甲类车间（用于生产 UV 单体）816.76m²，1#甲类仓库 1344m²，2#甲类仓库 1410.5m²，3#甲类仓库 1491m²，1#乙类仓库 1988m²，1#丙类仓库 4050m²，办公楼 3098.62 m²，综合楼 1305m²，门卫室 50.85m²，贮罐区建筑面积 912.56m²（储存能力 1437m³），配套辅助 980m²；第二期：4#甲类车间（用于生产 UV 单体）1065m²。

表 2-1 广东立邦长润发科技材料有限公司基本情况一览表

项目	信息内容
单位名称	广东立邦长润发科技材料有限公司
企业类型	有限责任公司（中外合资）
注册号	914413007556027473
行业类别	化学原料和化学制品制造业
单位所在地	广东省惠州市大亚湾石化区石化大道中 30 号
中心经纬度	N22.764410277°, E114.629116386°
投产日期	2012 年
占地面积	50000m ²

2.2. 企业用地历史

根据地块平面图和 2009 年至 2018 年卫星图片显示：广东立邦长润发科技材料有限公司厂区内主体构筑物在此期间逐步完善，周边环境无明显变动，具体历史变迁详情如图 2-1。

场地 2009-2018 年的历史变迁情况见下图。



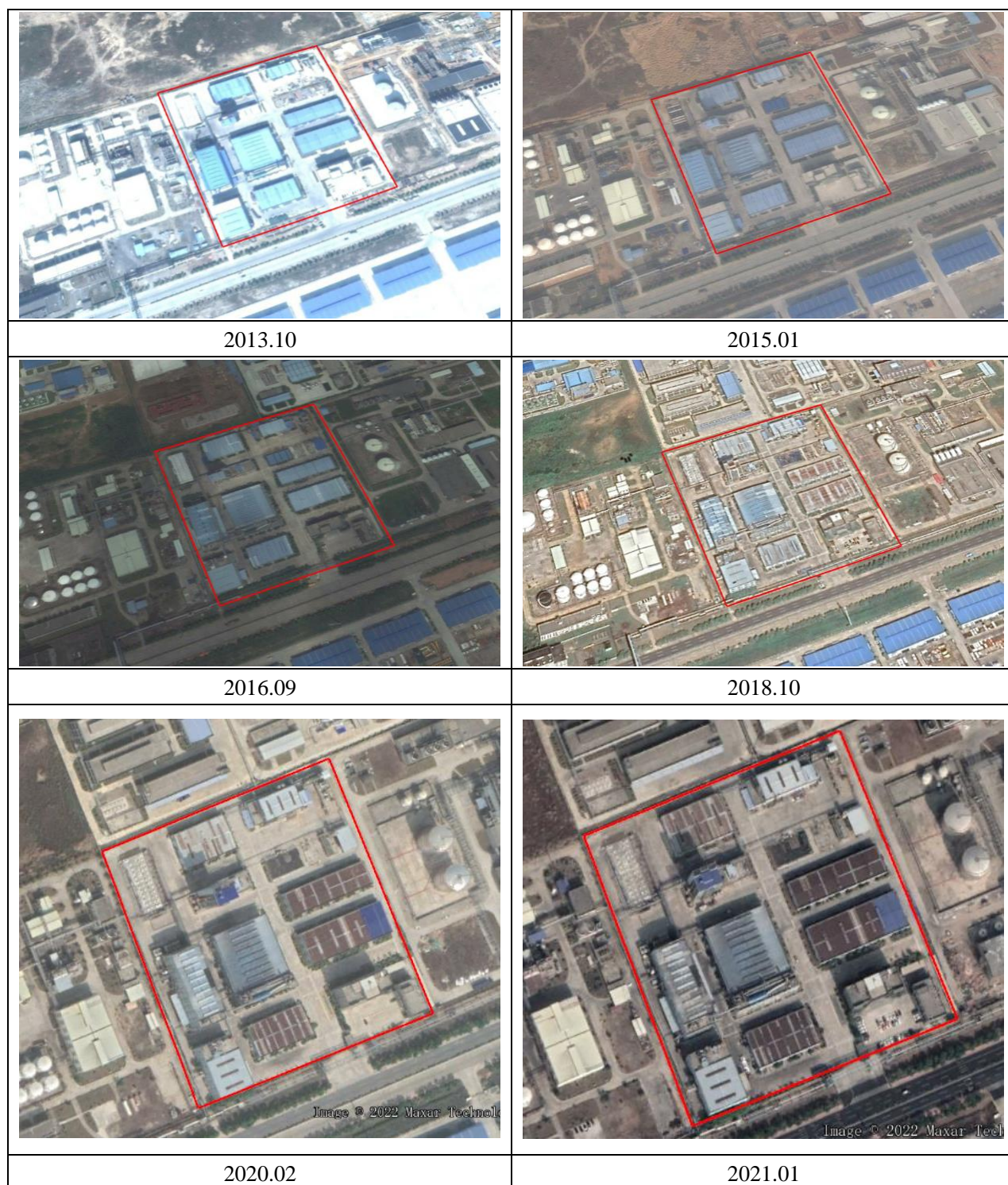


图 2-1 调查场地历史变迁图

从场地历史卫星地图可知，2009.10 之前，厂区区域为未开发区域，2011.12 的卫星地图显示厂区内开始陆续建设，整体功能分区已大致明确，2013.10 的卫星地图显示厂区已基本建成，且周边厂区也开始陆续建成，后期卫星图像显示厂区后续的建筑规划无明显变化。现场踏勘期间，场地实际情况与 2021.1 月的卫星地图相似。

2.3. 企业用地已有环境调查与监测情况

企业 2019 年进行了土壤环境调查工作，具体工作内容总结如下：

2019 年土壤环境调查总结：

企业 2019 年进行过土壤和地下水隐患排查，在场内地设置 8 个土壤采样点和 5 个地下水采样点，并在场地北部设置 1 个土壤对照点和 1 个地下水对照点，共采集 30 个土壤样品、10 组地下水样品，包括 3 个土壤平行样、3 个对照点土壤样品、1 组地下水重复样、1 组对照点地下水样品、1 组现场空白样、1 组淋洗样和 1 个运输空白样。布点图如下：

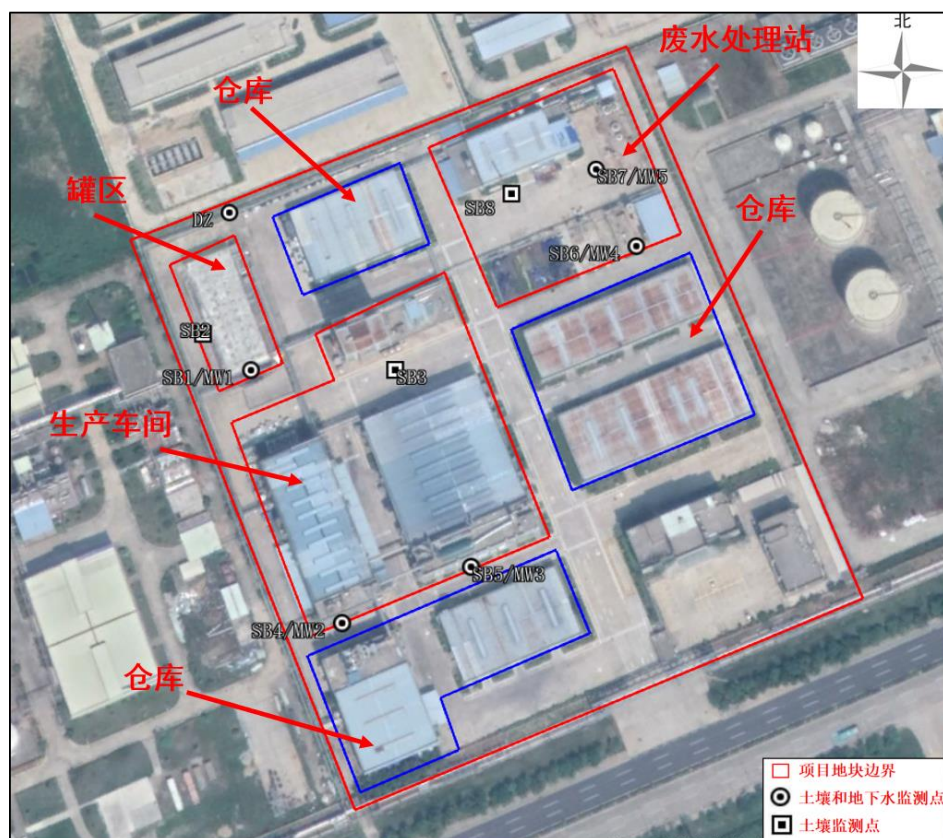


图 2-2 企业 2019 年土壤和地下水监测点位布设图

土壤样品：重金属 12 种（砷、镉、六价铬、铜、铅、镍、汞、钴、钒、锑、铊和铍）、氰化物、氟化物、挥发性有机物 31 种、半挥发性有机物 21 种、石油烃（ $C_{10}-C_{40}$ ）、多环芳烃 8 种、苯酚和丙酮；

地下水样品、现场空白、淋洗空白：色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、硫化物、总大肠菌群、菌落总数、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氰化物、氟化物、碘化物、总 α 放射性、总 β 放射性、重金属 18 种（砷、汞、硒、锑、铅、镉、六价铬、铝、铍、钴、铜、铁、锰、镍、

钒、锌、铊和钠）、挥发性有机物 31 种、半挥发性有机物 21 种、石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃 8 种、苯酚和丙酮；

运输空白：挥发性有机物 31 种、丙酮。

在对实验室分析结果进行总结后得出如下结论：

1. 土壤样品的 pH 值范围为 7.01~9.67。

重金属检出 11 种重金属，分别为砷、汞、铅、镉、铜、镍、铍、钒、钴、铊和锑，检出浓度均小于《土壤重金属风险评价筛选值珠江三角洲》（DB44/T 1415-2014）的工业用地筛选值和《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）的第二类用地筛选值。

2、氯仿、丙酮、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、石油烃（C₁₀-C₄₀）有检出，检出浓度均未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的筛选值标准或美国爱荷华州自然资源部土壤及地下水污染物标准筛选值，其他挥发性有机物和半挥发性有机物均未检出。

3、地下水中色度、浑浊度、锰、耗氧量、氨氮、菌落总数和石油类指标超过了相关《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV 类标准和荷兰《Dutch Soil Remediation Circular》（2013）筛选值标准；其余地下水因子均为超过相关标准限值。

第3章 区域环境概况

3.1. 区域自然环境概况

3.1.1. 地理位置

惠州市位于广东省东南部,属珠江三角洲东北、东江中下游地区。地处北纬 $22^{\circ}24' \sim 23^{\circ}57'$, 东经 $113^{\circ}51' \sim 115^{\circ}28'$ 之间。市境东西相距 152 公里,南北相距 128 公里。东接汕尾市,南临南海,并与深圳市相连,西南接东莞市,西交广州市,北与韶关市、西北与河源市为邻。与周围 6 市政区界线 846.49 公里。市政府驻惠城区江北。

惠州大亚湾(国家级)经济技术开发区于 1993 年 5 月经国务院批准成立。辖澳头、西区、霞涌 3 个街道办事处,29 个行政村、28 个社区。陆地面积 293 平方公里,占惠州市的 2.58%。海域面积(含海岛)1319 平方公里,占惠州市的 29.19%,海岸线 63.1 公里,占惠州市的 22.42%。

本项目广东立邦长润发科技材料有限公司地块位于广东省惠州市大亚湾石化区石化大道中 30 号,具体地理位置示意图见图 2-1。



图 3-1 项目地块地理位置示意图

3.1.2. 气候特征

惠州市地处低纬度,北回归线横贯全市,属亚热带季风性湿润气候区,雨量充沛,阳光充足,气候温和。常年平均年降水量有 1770 毫米,主要集中在 4 月份至 9 月份,年平均气温 22°C ,无霜期长达 350 多天。充沛的降水,无霜期长,充足的日照量,使惠州多数地方的农作物普遍达到一年两熟,某些区域甚至达到一年三熟。

惠州市位于广东省中南部,地处低纬度,雨量充沛,阳光充足,气候温和,属亚热带季风气候区。年降水量 2200 毫米,年平均气温 22°C ,陆地常年葱绿,生机盎然。全市陆地面积

1.12 万平方公里，占珠江三角洲经济区的四分之一。广东三大水系之一的东江及其支流西枝江横贯境内，境内水库容量超过 16 亿立方米，是供给香港、深圳、广州等地的主要水源。

3.2. 地块地质和水文地质条件

根据距离企业 275 米的《普利司通 SBR 项目场地岩土工程勘察报告》（广州地质勘察基础工程公司大亚湾分公司，2005 年 11 月），为本项目地块水文地质提供参考。

3.2.1. 地质

根据钻探揭露，钻孔揭露深度内场地地基岩土层自上而下依次为①人工填土层（ Q^{ml} ）、②第四系冲积土层（ Q^{al} ）、③第四系残积层（ Q^{el} ）和④白垩系角砾岩（K），各岩土层按其成因分类、物质成份及力学强度分述如下（前面数字为层号）。

①人工填土层（ Q^{ml} ）

素填土：灰黄、褐红色，松散，由粉质粘土及含少量碎石、砂岩等新近堆填而成，仅 ZK6 钻孔未见，其余钻孔均见，层厚 1.00~6.50m，层顶（地面）标高 12.31~13.94m。

②第四系冲积土层（ Q^{al} ）

主要由粉质粘土、稍密卵石、淤泥质土、中密卵石、粗砂组成，按其性质和力学强度可分为 5 个亚层，分述如下。

②-1 粉质粘土：灰黄色，可塑，稍光滑，干强度、韧性中等，局部含 10~20%圆砾；见于钻孔 ZK5 中；层顶埋深 2.80m，层厚 1.20m，层顶标高 9.51m。

②--2 卵石：灰一灰白色，他和，稍密，成分为石英砂岩，粒径 20~40mm，含量 50-65%，空隙充填粗、砾砂，分选差，呈亚圆形。见于钻孔 ZK3、ZK5、ZK6 中；层顶埋深 0.00mm-4.00m，层厚 1.80-2.80m，层顶标高 8.31-12.64m。

②-3 粉土：灰~灰褐色，稍海-湿，稍密~中密，砂感强，韧性低。含少量有机质。见于钻孔 ZK5 中：层顶埋深 5.80m，层厚 0.50m，层顶标高 6.51m。

②-4 砾砂：灰色，饱和，稍密~中密，成分为石英砂岩，粒径 5~10mm，含量 30~50%，空隙充填 10~20%卵石，分选差，呈亚圆形。见于钻孔 ZK2、ZK5 中；层顶埋深 6.30~6.50m，层厚 1.60~2.00m，层顶标高 6.01~6.34m。.

③第四系残积层 (Q^{cl})

粉质粘土：灰黄、褐红色，硬塑，为砾岩风化未经搬运残积物。稍光滑，干强度、韧性中等，钻孔 ZK6、ZK6 可见；层顶埋深 2.50~8.30m，层厚 1.00~3.10m，层顶标高 6.01~6.34m。

④白垩系角砾岩 (K)

在钻孔揭露深度内的岩性为角砾岩，按其风化程度力学强度层位关系分为 3 个风化亚带。

④-1 全风化角砾岩：褐红色，风化剧烈，原岩结构尚可辨，矿物成份已完全蚀变，岩芯呈坚硬土状，局部含少量原岩碎屑，碎屑易捏碎；见于钻孔 ZK2、ZK4 中，层顶埋 8.10-30.0，层厚 1.30-9.35m，层顶标-30.14-7.88m。

④-2 强风化角砾岩：灰—深灰色，岩质软，节理裂隙发育，原岩结构大部分已破坏，角砾成份为砂岩，粒径 10~30mm，含量 30~50%呈棱角状，岩体已风化成土夹碎块状，岩芯手折易断；见于钻孔 ZK1、ZK2、ZK4 中；层顶埋深 1.00~10.20m，层厚或揭露厚度 1.10~6.40m，层顶标高 2.64~12.59m。

④-3 中风化角砾岩：灰深灰色，角砾状结构，层状构造。角砾成分为砂岩。粒径 20mm 以下。胶结较紧密，节理裂隙发育，岩质较硬，岩体呈块状—短柱状；节长 10-20cm 击声较脆。钻孔 ZK1~ZK3、ZK5、ZK6 揭露到该层，未揭穿；层顶埋 2.10-12.90m，揭露厚度 1.00-6.70m，层顶标高-0.06-11.49m。

3.2.2. 水文

场地钻孔揭露深度内地下水类型主要为赋存于第四系松散堆积层中的孔隙水和下伏强-中风化岩体内的基岩裂隙水；场地内主要含水层为卵石、粗砂层，透水性及富水性均较好，其水量颇丰，存在隔水顶底板，为强透水层，具弱承压性；强-中风化岩体基岩裂隙水稍发育，岩体较完整，其透水性及富水性均较差，属基岩裂隙水类型，水量较贫乏，为弱透水层；其它土层均为不含水层或为相对隔水层；场地内地下水主要由大气降水/岩土层间侧向渗透补给和通过大气蒸发/岩土层间侧向渗流排泄完成地下水的循环交替；勘察期间测得钻孔深度内混合水位埋深为 1.10-2.20m。

第4章 企业生产及污染防治情况

4.1. 企业生产状况

广东立邦长润发科技材料有限公司位于广东省惠州市大亚湾石化区石化大道中 30 号，占地 50000 平米。

表 4-1 企业主要建（构）筑物一览表

分类	名称	工程组成名称
主体工程	生产装置	4 万 t/a 的油漆生产装置 1 套、3 万 t/a 的树脂类生产装置 1 套和 2 万 t/a 的 UV 单体生产装置 2 套
	仓库	设有 3 个甲类仓库，占地面积 4246m ² ，1 个乙类仓库，占地面积 1988m ² ，1 个丙类仓库，占地面积 1350m ²
	厂房	设有 4 栋厂房，树脂厂房占地面积 1625m ² ，油漆厂房占地面积 3120m ² ，UV 单体厂房占地面积 1748m ² 。
辅助工程	罐区	设有 1 个罐区共有 13 个储罐，占地面积 913m ² ，总罐容为 1437m ³ ，槽车卸货位 1 个，泵组 1 套。
	辅助生产设施	导热油炉房和焚烧炉，辅助用房占地面积 1900m ² 。
	电子地磅	1 台
	循环冷却水池	占地面积 80m ²
公用工程	办公、综合楼	1 栋 5 层办公楼，建筑面积 3099m ² ；1 栋 3 层综合楼，建筑面积 1305m ² ；1 个值班室和门卫室，14 个停车位
	发电机房、变配电房、消防泵房、机修间	1 个，占地面积 360m ² ，建筑面积 360m ²
	消防水池	1 个，占地面积 206m ² ，有效容积为 780m ³
环保工程	污水处理设施	1 个
	事故应急水池	占地面积 240m ² ，容积 840m ³
	固体废物收集或存放装置、场所	固体废物临时集放区
	噪声防治工程	/

4.2. 场地平面布置

工厂厂区总占地面积为 50000m²，厂区为接近方形地块。整个厂区分分为行政办公区、生产区、辅助设施区、储罐区和环保辅助区等功能区。

场地总平面布置图详见下图。

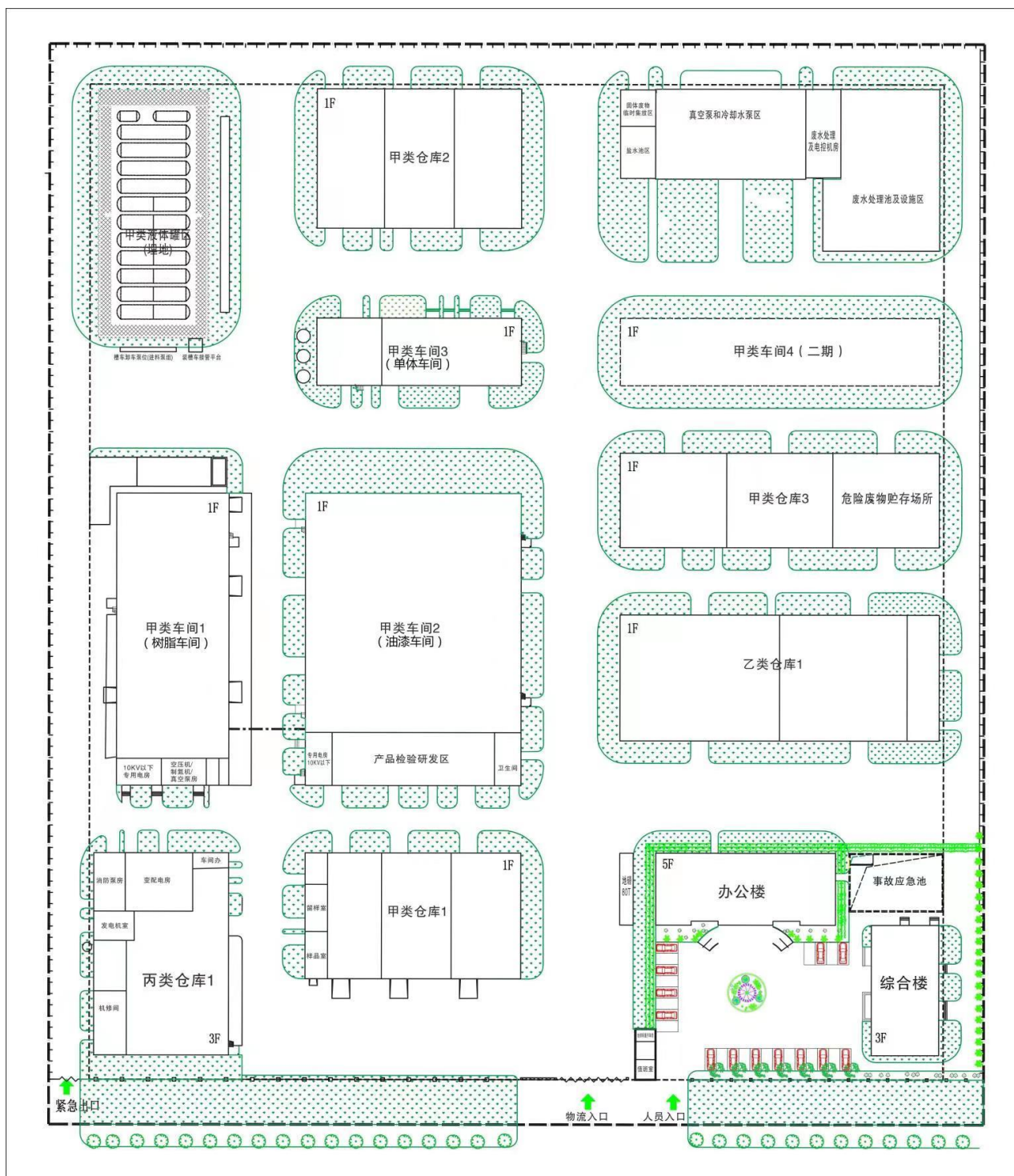


图 4-1 厂区布置图

4.3. 生产工艺及产物环节

4.3.1.1. 各类油漆生产工艺及产污环节

(1) 各类油漆生产工艺流程

油漆生产工艺比较简单，整个工艺过程主要包括混合分散、研磨、调漆兑色、过滤包装四

大主要生产操作阶段。油漆的整个生产工艺均为物理过程中，无化学反应。生产不是连续的过程，自动化程度低，大部分作业主要依靠人工操作。

混合分散：把溶剂、树脂类原料按比例计量投入分散缸中，用高速分散机先低速混合搅拌，使物料变成均匀的混合状态，再高速分散。

研磨：将颜料、分散剂等物料投入砂磨机或三辊机中进行研磨，使其达到规定的细度的质量技术标准。

调漆兑色：把经过研磨并达到质量标准的漆料及流平剂、消泡剂投入调漆缸中，根据客户的颜色要求进行调色，经品质检验合格后再过滤、包装。

过滤、包装：将经过品质检验合格的调漆成品进行过滤，并根据客户要求及所需的包装规格进行包装。

入库：包装好的成品，经过包装检验，标识清楚、计量准确、无渗漏的成品入库存放。

项目油漆生产工艺流程及产污环节见图 4-2。

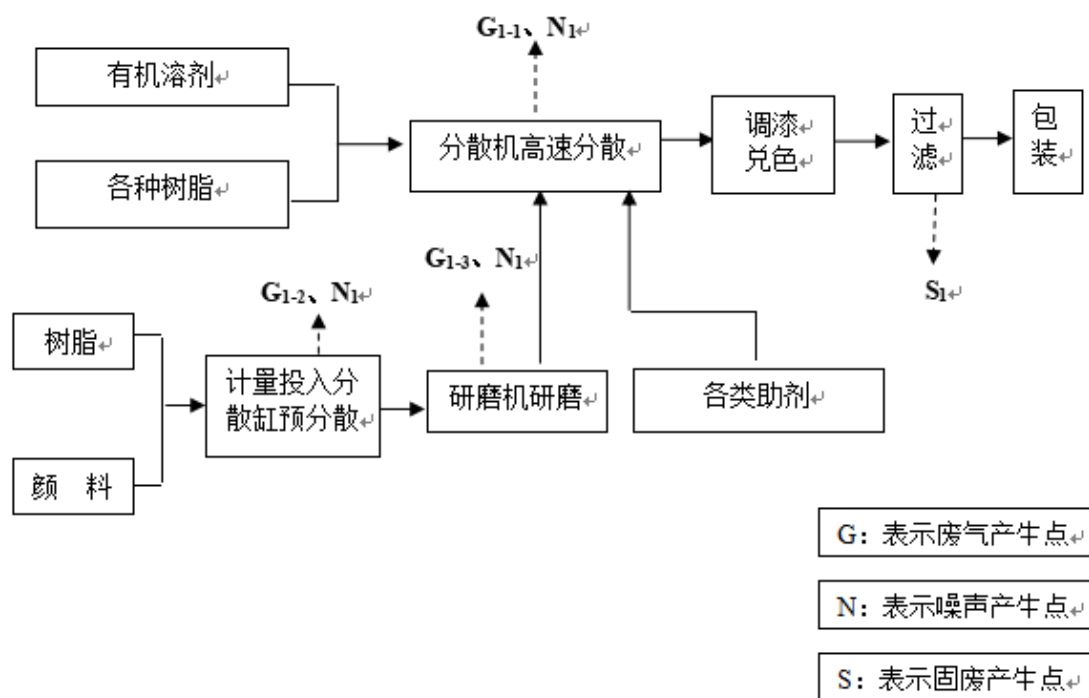


图 4-2 油漆生产工艺流程及产污环节图

(2) 油漆生产过程产污环节

由以上油漆生产工艺流程中可知，项目产污环节主要有分散工序、研磨工序过程中产生废气、各种设备运转产生的噪声等。项目油漆生产过程中产污环节具体见

表 4-2 油漆生产过程的产污环节一览表

废物类别	排放方式	产污工序	污染物名称	主要成份
废气	有组织排放 G_1	分散工序、研磨工序	有机废气、粉尘	甲苯、二甲苯、TVOC、粉尘
	无组织排放	罐区、油漆车间	有机废气	甲苯、二甲苯、TVOC
噪声	连续性排放 N_1	各种泵体、各种风机	噪声	——
固废	间歇性排放 S_1	投料、包装	各包装袋、废漆渣	各包装袋、废漆渣等

4.3.1.2. 树脂生产工艺流程及产污环节

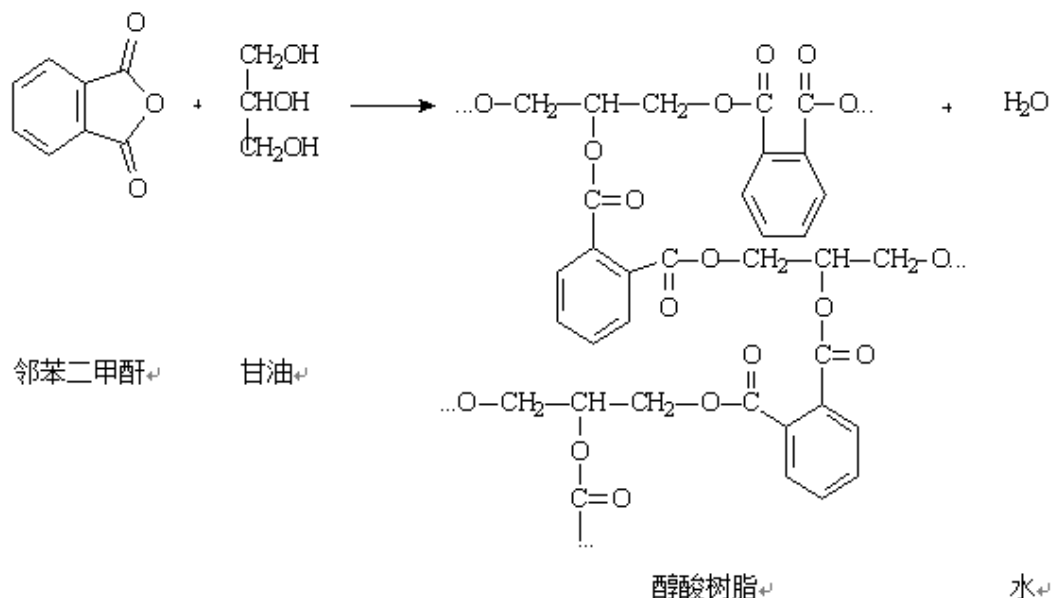
(1) 醇酸树脂生产工艺流程

① 反应原理

醇酸树脂是由多元醇 ($R1-(OH)_m$, $m \geq 2$) 与多元酸 ($R2-(COOH)_n$, $n \geq 2$) 通过缩聚而成的树脂 ($R1$ 、 $R2$ 为除 $-OH$ 或 $-COOH$ 以外的其它基团)。为改善醇酸树脂的性能, 生产过程中会加入适量的单元酸 ($R3-COOH$, 如月桂酸等)。

本项目生产过程中使用的多元醇有甘油(即丙三醇)、季戊四醇等, 多元酸有油酸和邻苯二甲酸酐(即苯酐)。

以苯酐和甘油反应为例, 主要化学反应原理如下:



注: 上述反应仅说明了多元酸与多元醇反应生成树脂的基本原理, 实际上反应过程较复杂, 上述反应还会继续进行下去, 使醇酸树脂的链状结构加长, 分子量增大。此外, 对于甘油而言,

当多元酸过量时，2 位上的一OH（羟基）也会与有机酸上的一COOH（羧基）发生反应，从而使生成的树脂呈现复杂的网状结构。

②工艺设备

醇酸树脂车间一般有三层，底层为树脂产品卸料、过滤、装桶操作区。同时，安装有醇输送泵、苯乙烯输送泵。真空罐、泵及惰性气体钢瓶与缓冲罐也在底层。

二层和三层分别为树脂兑稀和反应操作区，也是主要工艺控制操作区。原料的称量、投料、产物的放料，合成过程的各种温度、惰性气体流量的检测与控制，各种泵、釜、罐的启动与停止等，都在此进行操作。设备有反应釜（锅）及相应的分馏柱、醇计量罐及计量秤、蒸馏液接受罐等，还设有反应釜的加热与冷却系统。稀释操作区有稀释罐及相应的立式冷凝器，加热及冷却系统。

工艺说明：

醇酸树脂的生产过程包括醇解、酯化、兑稀和过滤等阶段和工序，生产方式为间歇式，其中以酯化为主要反应过程。多元醇、多元酸与脂肪酸（或油的醇解物）在反应釜内进行反应，使用脂肪酸时，各种原料可以一起加入反应釜中直接反应，简称为“脂肪酸法”。使用油时，则油须先经过酯交换（醇解）再进行酯化，简称为“醇解法”。

以下仅以脂肪酸法为例介绍其生产工艺：

将全部参加反应物料同时投入反应釜内。其中液体原料由泵通过管道输入计量高位槽，经准确计量后投入（油酸、单酸需提前放入储存保温房进行溶解后方能抽料）；固体原料由电动葫芦吊至反应釜的投料孔投入反应釜。在不断的搅拌下，通过热油对反应釜进行加热（反应釜采用盘管加热），升温至规定温度（ $220^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ）下保持酯化，并加入二甲苯（用量约 7%）作回流溶剂将反应水连续蒸出，通过冷凝器冷凝后（冷凝器分为“竖冷”和“横冷”二段式冷凝），进入分水器，反应水静置分层后从底部排出，以利于加快酯化反应速度。期间不断地定期测定酸值和粘度，至达到规定要求时停止加热。

在本工艺生产中，树脂（100%固含量）利用转料泵从反应釜底部抽至预先装好溶剂的兑稀釜中，溶解降温、搅拌均匀，调整粘度后，即可进行排料。

在整个生产过程中，反应在常压下进行，并通过微电脑控制导热油温度来严格控制反应温度，整个反应系统中充有氮气，可防止反应物与空气接触影响品质和产生爆炸性混合气体。

（2）不饱和聚酯树脂生产工艺流程

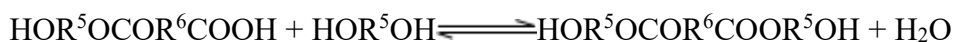
①反应原理

不饱和聚酯树脂的化学反应主要是二元醇与二元酸进行酯化反应，产生不饱和的链型聚酯大分子，然后由聚酯链型大分子中的不饱和双键再与交联单体中的烯键产生交联，从而形成网状的三向结构的巨大分子，整个反应过程中，涉及二元酸和二元醇的缩聚反应和聚酯链分子与交联单体的加聚反应。

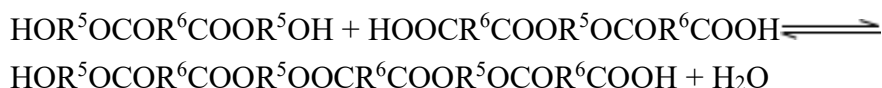
分子链的逐步增长过程如下：一个二元醇分子（ HOR^5OH ， R^5 为除 $-\text{OH}$ 外的其它基团）和一个二元酸分子（ $\text{HOOCR}^6\text{COOH}$ ， R^6 为除 $-\text{COOH}$ 以外的其它基团）进行酯化反应，生成一端为羟基（ $-\text{OH}$ ），另一端为羧基（ $-\text{COOH}$ ）的酯分子，含有一个酯键（ $-\text{OCO}-$ ），反应原理如下：



产物可以进一步和二元酸或二元醇起酯化反应，使酯键数加1，生成两端仍为羧基或羟基的酯分子：

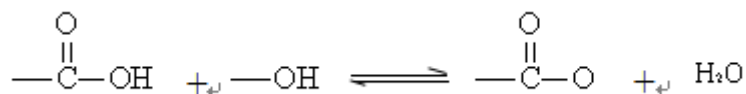


这两种产物又可以和二元酸或二元醇反应，使分子链再增长或两者之间互相反应，生成含有5个酯键的更大的分子。



这样，反应继续进行，生成键型不饱和聚酯大分子。

由于上述反应过程是可逆的，每一步都是平衡反应过程，可简化为：



要使上述平衡反应继续进行，必须排出副产物水（ H_2O ）。使平衡被破坏，反应即继续向正方向进行，但反应进展下去，系统的黏度不断增大，使反应物的反应基团不易相遇。副产物水也不易排除，于是正反应难以继续进行，此时往往采取抽真空、加大惰性气体流量、增强搅拌等措施，强制脱水，使反应尽可能接近完全。

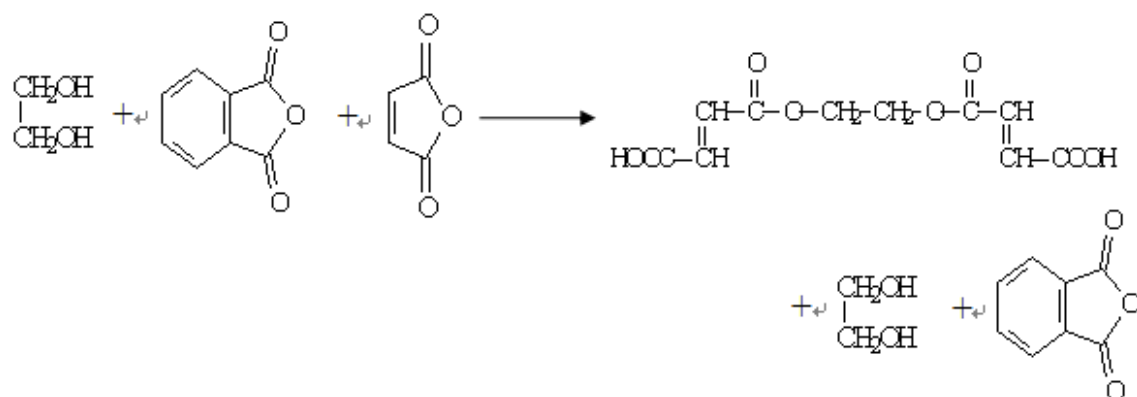
由于不饱和聚酯树脂的缩聚反应是熔融缩聚反应，即反应物、生成物均混溶在一个系统中，这种反应往往需要长时间和高温条件（反应温度 $190\sim 200^\circ\text{C}$ ，时间 10h 左右），于是，给反应过程带来复杂性。除了上述酯化反应和水解反应外，实际上还存在着一定的长键裂解、键交换以及官能团分解、支键形成等反应。存在增长中的大分子键端的羧基也有裂解脱羧的可能，由

此影响官能团比的变化、键的终止以及产物分子量的波动。

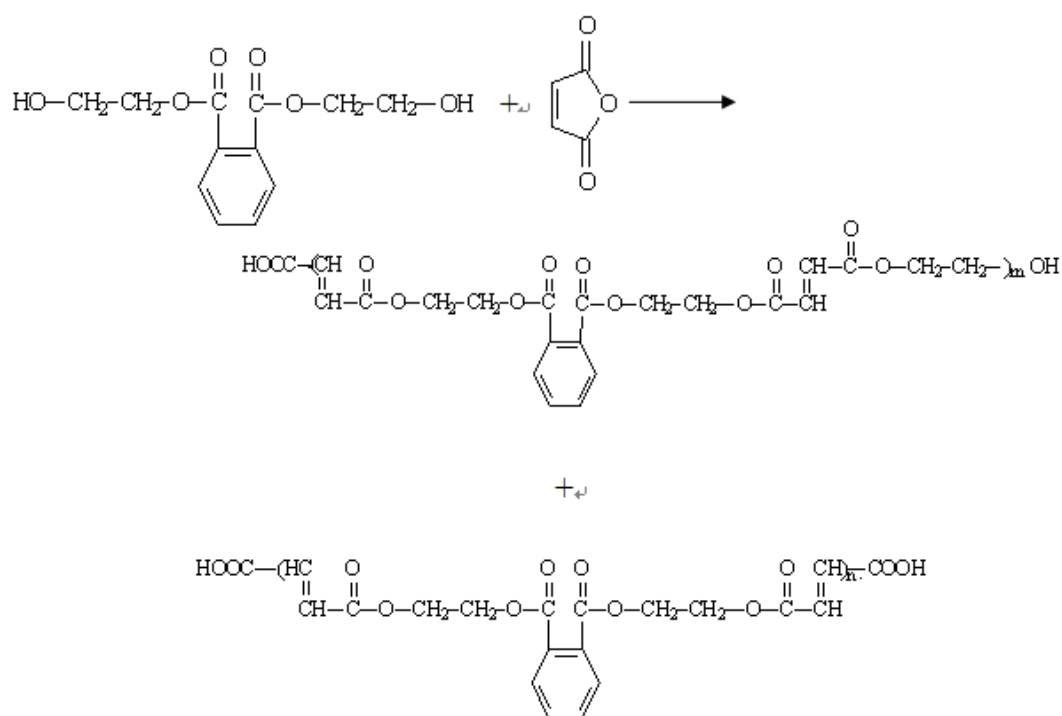
本项目不饱和聚酯树脂生产中使用的二元醇有丙二醇和乙二醇，二元酸有顺丁烯二酸酐（属不饱和二元酸）、邻苯二甲酸酐（即苯酐，饱和二元酸），不饱和交联单体有苯乙烯。

以乙二醇与顺丁烯二酸酐、邻苯二甲酸酐反应为例，其反应过程如下：

由于顺丁烯二酸酐比邻苯二甲酸酐更活泼，因此顺丁烯二酸酐首先和乙二醇反应形成单酯：



因饱和酸形成单酯的速度慢，因而不饱和酸形成的单酯仍有较高的活性，可以继续和乙二醇反应，形成嵌段聚合物：



②工艺说明

不饱和聚酯树脂车间一般有三层，底层为树脂产品卸料、过滤、装桶操作区。同时，安装有醇输送泵、苯乙烯输送泵。真空罐、泵及惰性气体钢瓶与缓冲罐也在底层。

二层为稀释操作区，有稀释罐及相应的立式冷凝器，加热及冷却系统。

三层为缩聚反应操作区，也是主要工艺控制操作区。原料的称量、投料、产物的放料，合成过程的各种温度、惰性气体流量的检测与控制，各种泵、釜、罐的启动与停止等，都在此进行操作。设备有反应釜（锅）及相应的分馏柱、醇计量罐及计量秤、蒸馏液接受罐等，还设有反应釜的加热与冷却系统。

不饱和聚酯树脂生产工艺简述如下：

A、先加入各种醇，需要时加入稀释溶剂（加入量为反应物总质量的 10%左右）；

B、将液体组份加热到 100℃左右；

C、开动搅拌机，向醇中通入惰性气体；

D、逐次加入固体反应料（顺酐等）。在加入固体反应料时，有时要加入 0.01~0.02%（质量分数）的阻聚剂或稳定剂，以防止反应物料变色或过早凝胶。如需加入酯化反应催化剂时，也在此时加入；

E、继续搅拌并升温，此时反应剧烈进行，水的产生速度很快，反应温度升到 190~200℃后，即维持该温度。反应料加完后占据釜内容积不得超过 80%，否则会造成鼓泡危险；

当反应物料全部为液态时，可先加冷物料并升温，后加热物料，将各种液态物料在搅拌下全部加完。如还有其它固体物料时，再由人孔加入。

F、当醇的挥发损失较大，使酸值停滞难于下降时，需要及时补充加入二元醇。

G、冷却和稀释：反应达到要求的程度以后，产物要冷却并用交联剂稀释。在稀释过程中混合物温度一般控制在 90℃左右。若温度低于 90℃，则树脂黏度太大，不利于与苯乙烯混溶；如温度高于 90℃，则树脂易发生凝胶。但依阻聚剂使用情况，稀释温度可以改变。

H、树脂过滤：经过稀释后的树脂在放料前要经过检验，如检验指标不合格须及时进行调整。检验合格的树脂必须经过过滤工序，方可作为合格产品。

不饱和聚酯树脂及醇酸树脂的生产工艺流程见图 4-3。

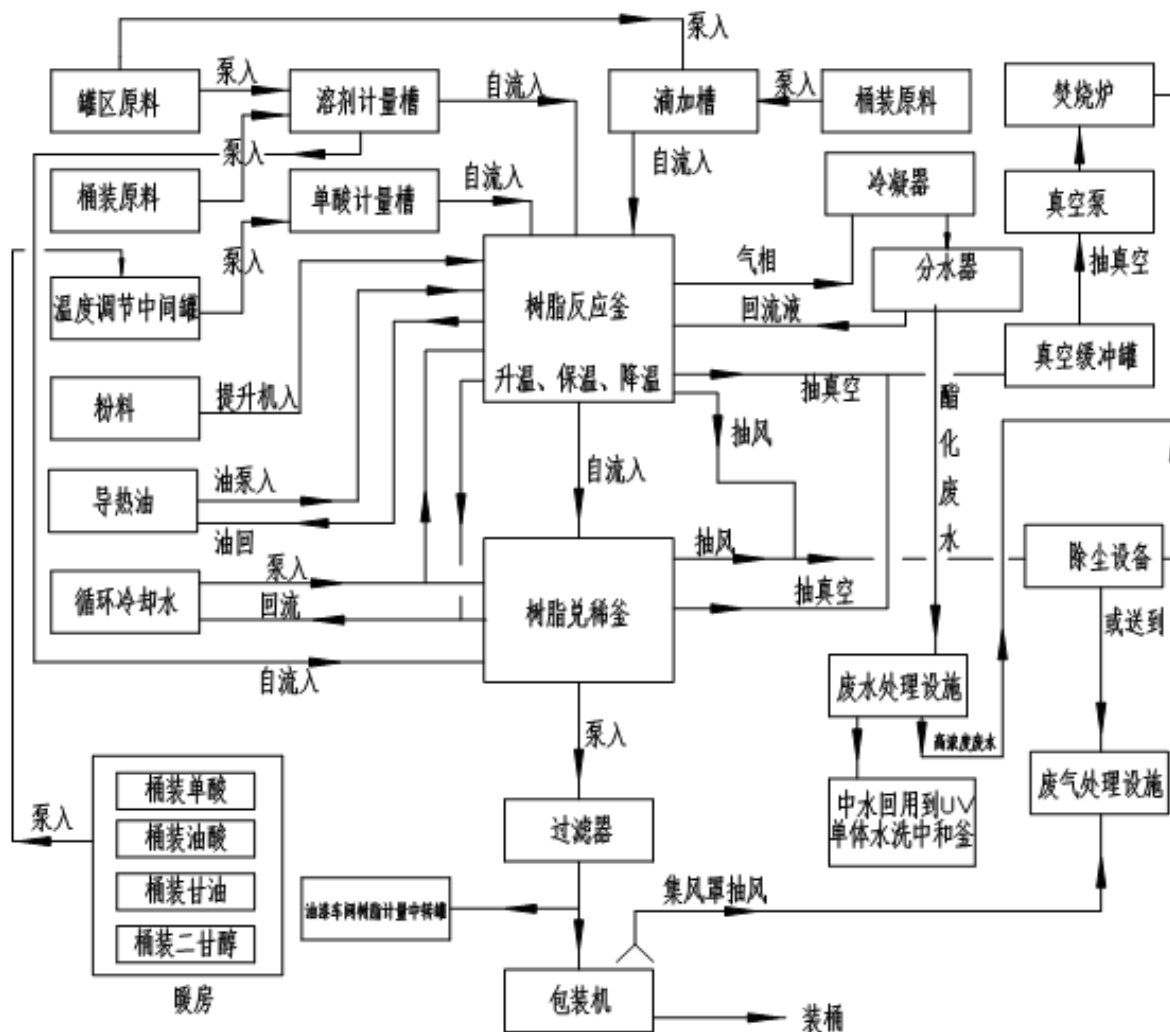


图 4-3 不饱和聚酯树脂及醇酸树脂生产工艺流程图

（3）UV 树脂生产工艺流程

项目 UV 树脂生产工艺基本上与不饱和聚酯树脂和醇酸树脂相同，不同的是不饱和聚酯树脂等在兑稀釜中兑稀，而 UV 树脂直接在反应釜内兑稀。UV 树脂生产工艺流程见图 4-4。

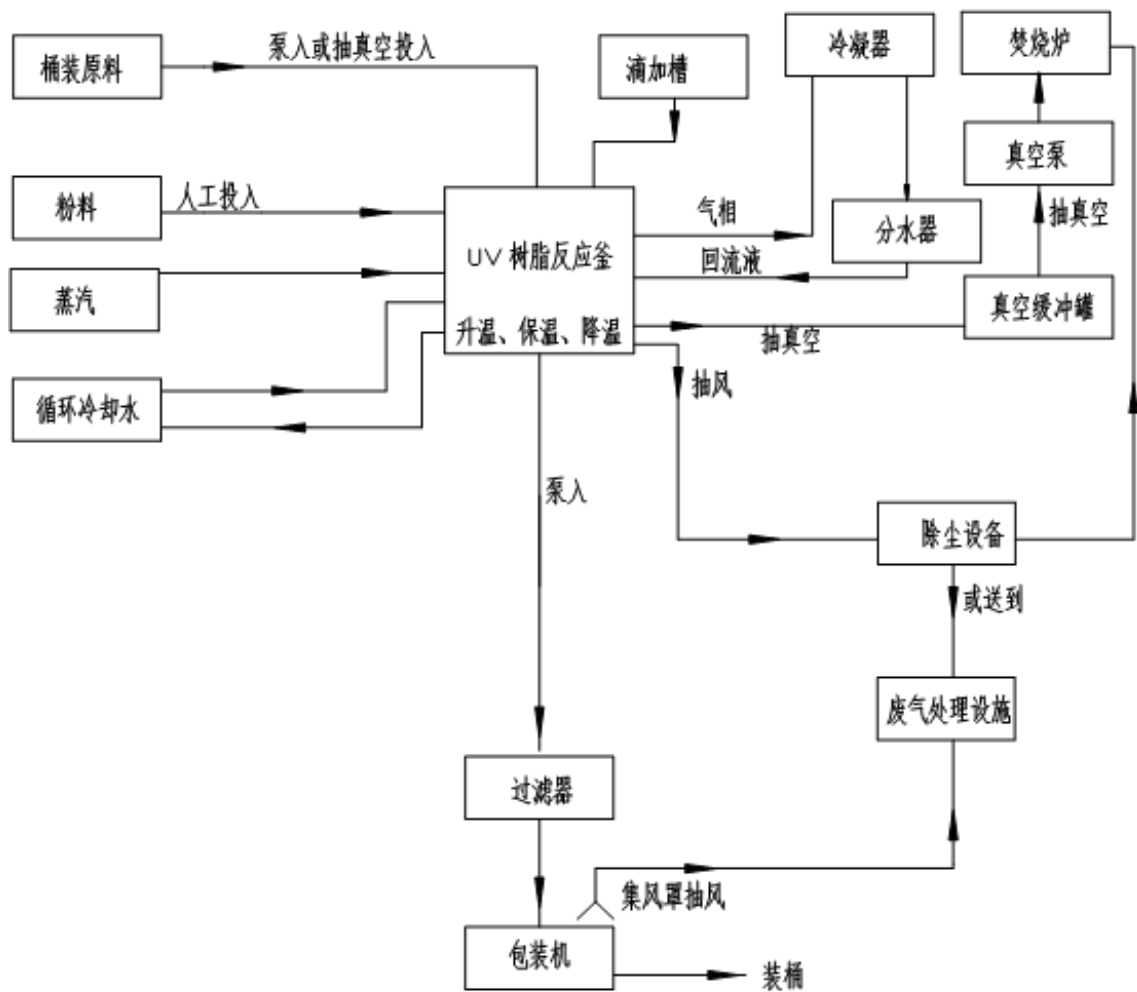


图 4-4 UV 树脂生产工艺流程图

(4) 项目各类树脂生产过程产污环节

由以上不饱和聚酯树脂、醇酸树脂及 UV 树脂生产工艺流程中可知，项目产污环节主要有反应釜生产产生的废气、各种泵体运转产生的噪声等。项目各类树脂生产过程中产污环节具体见表 4-3。

表 4-3 各类树脂生产过程的产污环节一览表

废物类别	排放方式	产污工序	污染物名称	主要成份
废气	有组织排放	焚烧炉 G ₂	有机废气 其他废气	苯乙烯、TVOC 二氧化碳、水蒸气
		包装机 G ₃	有机废气	TVOC
	无组织排放	罐区 树脂车间	有机废气	苯乙烯、TVOC
废水	连续性排放	分水器 W ₁	工艺废水 (酯化废水)	CODcr、SS、低聚物、二元醇、有机物等
噪声	连续性排放	各种泵体	噪声	——

废物类别	排放方式	产污工序	污染物名称	主要成份
		各种风机 N ₂		
固废	间歇性排放	投料、包装 S ₂	各包装袋、废 油漆罐	粉料、残余油漆

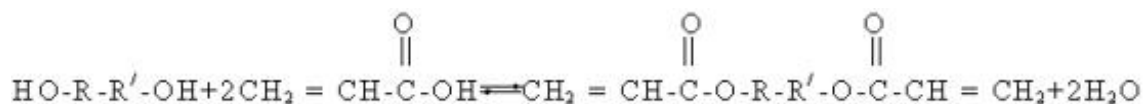
4.3.1.3. UV 单体生产工艺及产污环节

(1) 生产原理

将来自储罐的原料（甲基）丙烯酸、多元醇、溶剂和来自桶装的原料抗氧剂、催化剂、阻聚剂按先后次序加入酯化釜，粉料通过溶粉釜加热溶化后，泵入溶粉溶液中转罐，再自流入酯化釜，加完物料后升温反应。在反应的过程中，挥发的气相通过酯化器及一、二级酯化冷凝器，使气相冷凝后回流到酯化分水器。通过酯化器及一、二级酯化冷凝器，将反应产生的水份去除。测定酸值，合格后打入水洗中和釜内。在水洗中和釜内，通过加入碱与碳酸钠水溶液去除多余的（甲基）丙烯酸、催化剂。并用来自废水处理后的中水或自来水进行清洗。然后静置，分层，使废水先后进入水洗接收罐，萃取水回收罐及废水缓冲罐里有用的部分可回收利用，废水进入废水罐，进行废水处理，处理后的中水可再次进入水洗中和釜使用，高浓度的废水送到焚烧炉进行处理。当水洗中和釜里物料的指标检测合格后，放入到脱溶剂缓冲罐。再由泵送入一、二级薄膜蒸发器，通过二级蒸发器及抽真空系统除去溶剂/水份。抽真空后的废气被送入到焚烧炉或废气处理设施进行处理。然后物料进入气提器，进一步脱除溶剂。然后物料进入气提物料冷凝器，使成品物料冷却，再用泵送入产品中转罐。中转罐的产品，合格的可进行包装，也可泵入到罐区单体成品储罐中贮存。储罐中的成品可装槽车。不合格的产品可回送到水洗中和釜或脱溶剂缓冲罐中，重新处理。

(2) UV 单体化学反应方程式

UV 单体生产主要是利用二元醇与二元酸的反应，通过加入催化剂和助剂，促进反应加快并向正反应方向进行。其化学反应方程式如下。



(3) UV 单体生产工艺流程

UV 单体生产工艺流程见图 4-5。

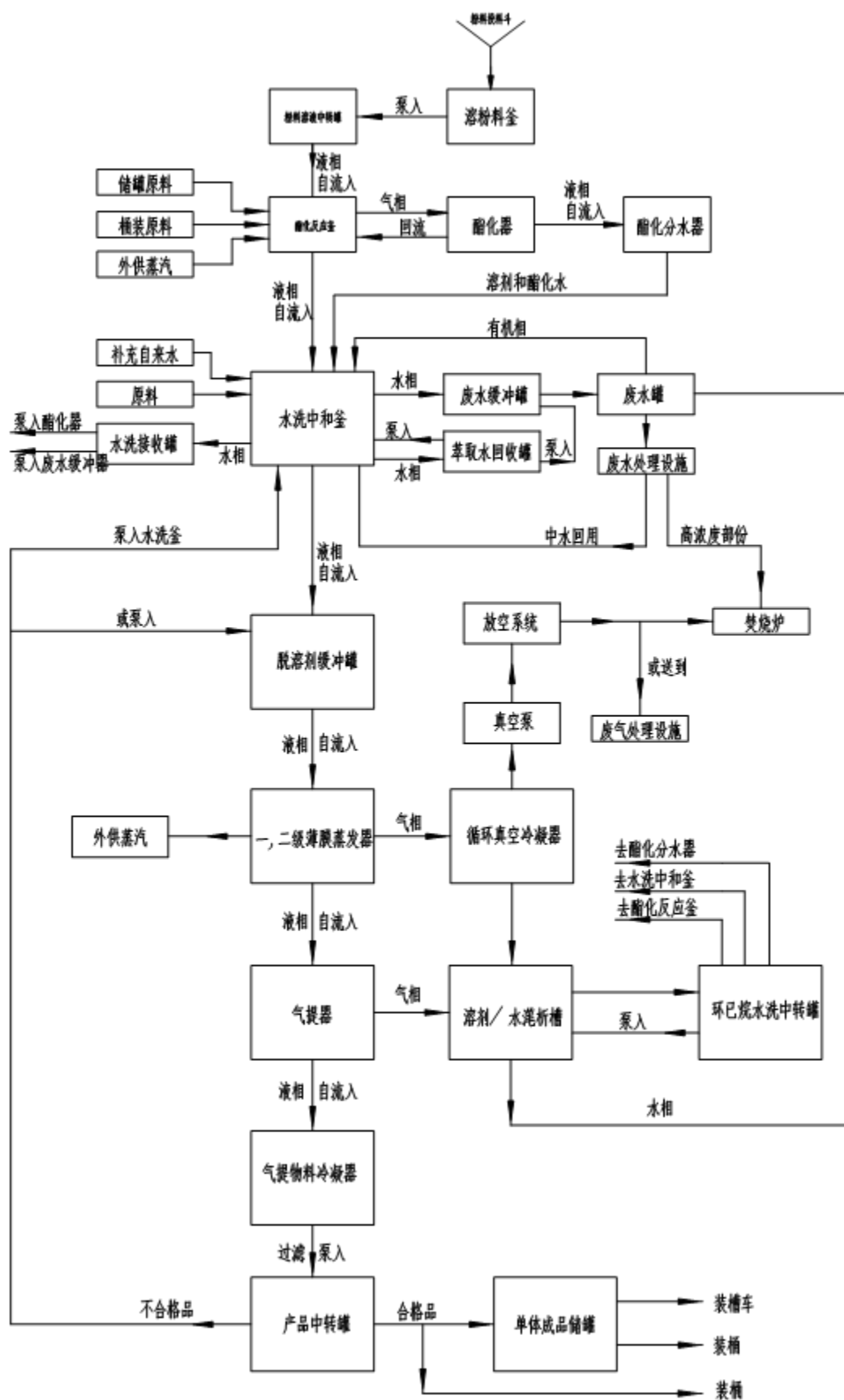


图 4-5 UV 单体工艺流程图

(4) UV 单体生产过程产污环节

由以上 UV 单体生产工艺流程中可知，项目产污环节主要有反应釜生产产生的废气、各种泵体运转产生的噪声等。项目 UV 单体生产过程中产污环节具体见表 4-4。

表 4-4 UV 单体生产过程的产污环节一览表

废物类别	排放方式	产污工序	污染物名称	主要成份
废气	有组织排放	焚烧炉 G ₂	有机废气 其他废气	二元醇、TVOC、水蒸气
	无组织排放	罐区 树脂车间	有机废气	二元醇、TVOC
废水	连续性排放	反应釜 分水器 W ₂	工艺废水	CODcr、SS、低聚物、二元醇、有机物等
噪声	连续性排放	各种泵体 各种风机 N ₃	噪声	——
固废	间歇性排放	投料、过滤 S ₃	包装袋、不合格品	粉料、不合格品

4.4. 污染处理措施

4.4.1.1. 废水

(1) 生产废水产生情况

①树脂工艺废水产生情况

②UV 单体工艺废水产生情况

项目 UV 单体生产过程中会产生的工艺废水，另外项目 UV 单体水洗塔工序会产生的生产废水。

③车间地面冲洗废水产生情况

项目各车间地面间断性进行冲洗，冲洗频率根据车间地面跑冒滴漏情况而定。

(2) 员工生活污水产生情况

项目员工人数 250 人，均不在厂区住宿，厂区内不设食堂，员工吃快餐或送餐，员工生活污水主要为办公楼及生产区厕所的粪便污水。

(3) 采取的废水处理措施

生产废水：项目树脂及单体生产过程中产生的废水中污染物浓度较高，可生化性极差，企业对高浓度的废水进行蒸馏浓缩提纯后，10t/d 作为焚烧炉的燃料，68t/d 废水再采用化学或生

化处理回用标后，回用于单体水洗工序中，生产废水不对外排放（回用水质标准：清澈透明，COD 不超过 1300，经过蒸馏浓缩提纯处理后的水质标准达到 COD 在 1200 左右，清澈透明）。

项目地面冲洗废水经简单处理后，排入大亚湾市政污水管网，经大亚湾石化区污水处理厂处理达标后再排放。

员工生活污水：经格栅、沉渣处理后排入市政污水管网。

4.4.1.2. 废气

（1）有组织废气产生情况

①项目油漆车间主要大气污染源为粉尘和有机废气。

②导热油炉以轻质柴油为燃料，使用过程中会产生二氧化硫，焚烧炉以高浓度有机废气和浓缩后废水为燃料，使用过程中产生二氧化碳和水蒸汽。

③项目树脂生产车间废气主要为各反应装置以及管线呼吸损失产生的苯乙烯以及 TVOC。

④UV 单体车间生产过程中有工艺废气产生，统称为 TVOC。

（2）无组织废气产生情况

项目无组织废气排放主要为油漆车间、树脂类车间和单体类车间投料挥发、釜体、管道泄漏以及罐区储罐大小呼吸等产生。

（3）采取的大气污染防治措施

①有组织废气采取的防治措施

项目树脂车间和 UV 单体车间废气经集气罩收集后，主要通过 RCO 进行处理，然后分别通过树脂车间和 UV 单体车间设有的高为 21m 和 17m 的排气筒排放。

②无组织废气拟采取的防治措施

生产车间产生的废气可通过采取密闭生产方式、定期维修设备而减少废气的排放；罐区废气可通过采取储罐口采用氮封方式，尽可能采用管道输送原料至生产车间和设备，槽车运输采用双管式输送等方式减少废气的排放，由于项目储罐采用埋地方式，建议业主对储罐产生的废气采用集中收集后，用活性炭进行吸附处理。

4.4.1.3. 固废

（1）固体废物污染源产生情况

项目生产过程中有工业固体废物、废包装材料、废活性炭、废水处理设施产生的污泥、员工生活垃圾等产生。

①生产性固体废物

项目油漆类生产过程中产生滤渣及不合格产品；树脂类生产过程中产生的滤渣；UV 单体生产过程中产生的不合格产品，另外 UV 单体生产过程中可回收环己烷。

②废包装材料

项目废包装材料有液体原料桶、固体原料包装袋等。

③废活性炭

④废水处理设施污泥

⑤员工生活垃圾

(2) 拟采取的固体废物处理措施

项目油漆车间、树脂车间及单体车间产生的滤渣及不合格产品，可集中收集后，回收利用，该固废不对外排放；单体生产过程中回收得到的环己烷，可随着水蒸汽进入水滗析槽和水洗中转槽回收利用；项目废包装材料主要用于盛装原材料和产品，属于危险废物，建设单位集中收集，委托有相应资质单位回收处置；废活性炭主要来自于废气处理设施，当活性炭吸附废气达到饱和时，须进行更换，建设单位将废活性炭委托有资质单位进行活性炭再生，然后重新回收利用。员工生活垃圾集中收集后交给当地环卫部门统一处置。

第5章 重点监测单元识别与分类

5.1. 重点监测单元的识别与分类原则

通过对调查结果进行分析、评价和总结，结合《工业企业土壤和地下水自行监测技术指南（试行）》（HJ 1209-2021）等相关技术规范的要求排查企业内有潜在土壤污染隐患的重点场所及重点设施设备，将其中可能通过渗漏、流失、扬散等途径导致土壤或地下水污染的场所或设施设备识别为重点监测单元，开展土壤和地下水监测工作。

重点场所或重点设施设备分布较密集的区域可统一划分为一个重点监测单元，每个重点监测单元原则上面积不大于 6400 m²。

重点监测单元确定后，应依据下表所述原则对其进行分类，并填写重点监测单元清单。

表 5-1 重点监测单元分类表

单元类别	划分依据
一类单元	内部存在隐蔽性重点设施设备的重点监测单元
二类单元	除一类单元外其他重点监测单元
注：隐蔽性重点设施设备，指污染发生后不能及时发现或处理的重点设施设备，如地下、半地下或接地的储罐、池体、管道等。	

5.2. 企业重点监测单元识别

企业为主要从事 PU、PE、NC 高固体木器涂料及 UV 光固化漆（辐射固化）、水性木器漆系列产品的生产，整个厂区分为行政办公区、生产区、辅助设施区、储罐区和环保辅助区等功能区，根据重点监测单元分类表，企业罐区存在地下水储罐，污水处理区存在地下水应急水池，因此本次企业自行监测识别出 2 个一类单元（罐区、污水处理站）和 4 个二类单元（仓库及单体车间、生产车间、仓库 1、仓库 2），厂区生产厂房硬化程度良好。

表 5-2 企业重点监测单元识别表

单元类别	单元名称	单元面积（m ² ）	识别原因	关注污染物
一类单元	污水处理区	5780	企业废水处理，存在半地下水池	重金属、VOCs、SVOCs 和石油烃
	罐区	1280	企业原辅材料存储，存在地下储罐	
二类单元	仓库及单体车间	3705	单体生产，有废气废水产生	
	树脂及油漆车间	6300	油漆和树脂生产，有废气废水产生	
	原料仓库	4780	企业原辅料存储	
	成品仓库	2800	企业成品存储	



图 5-1 重点监测单元分布图





危废仓库



罐区



单体车间



油漆车间

第6章 监测点位布设方案

6.1. 监测点位布设及原因分析

6.1.1. 布设原则

1、监测点位的布设应遵循不影响企业正常生产且不造成安全隐患与二次污染的原则。

2、点位应尽量接近重点单元内存在土壤污染隐患的重点场所或重点设施设备，重点场所或重点设施设备占地面积较大时，应尽量接近该场所或设施设备内最有可能受到污染物渗漏、流失、扬散等途径影响的隐患点。

3、根据地勘资料，目标采样层无土壤可采或地下水埋藏条件不适宜采样的区域，可不进行相应监测，但应在监测报告中提供地勘资料并予以说明。

6.1.1.1. 土壤监测点

a) 监测点位置及数量

1) 一类单元

一类单元涉及的每个隐蔽性重点设施设备周边原则上均应布设至少 1 个深层土壤监测点，单元内部或周边还应布设至少 1 个表层土壤监测点。

2) 二类单元

每个二类单元内部或周边原则上均应布设至少 1 个表层土壤监测点，具体位置及数量可根据单元大小或单元内重点场所或重点设施设备的数量及分布等实际情况适当调整。监测点原则上应布设在土壤裸露处，并兼顾考虑设置在雨水易于汇流和积聚的区域，污染途径包含扬散的单元还应结合污染物主要沉降位置确定点位。

b) 采样深度

1) 深层土壤

深层土壤监测点采样深度应略低于其对应的隐蔽性重点设施设备底部与土壤接触面。

下游 50 m 范围内设有地下水监测井并按照本标准要求开展地下水监测的单元可不布设深层土壤监测点。

2) 表层土壤

表层土壤监测点采样深度应为 0~0.5 m。

单元内部及周边 20 m 范围内地面已全部采取无缝硬化或其他有效防渗措施，无裸露土壤

的，可不布设表层土壤监测点，但应在监测报告中提供相应的影像记录并予以说明。

6.1.1.2. 地下水监测井

a) 对照点

企业原则上应布设至少 1 个地下水对照点。

对照点布设在企业用地地下水流向上游处，与污染物监测井设置在同一含水层，并应尽量保证不受自行监测企业生产过程影响。

临近河流、湖泊和海洋等地下水流向可能发生季节性变化的区域可根据流向变化适当增加对照点数量。

b) 监测井位置及数量

每个重点单元对应的地下水监测井不应少于 1 个。每个企业地下水监测井（含对照点）总数原则上不应少于 3 个，且尽量避免在同一直线上。

应根据重点单元内重点场所或重点设施设备的数量及分布确定该单元对应地下水监测井的位置和数量，监测井应布设在污染物运移路径的下游方向，原则上井的位置和数量应能捕捉到该单元内所有重点场所或重点设施设备可能产生的地下水污染。

地面已采取了符合 HJ 610 和 HJ 964 相关防渗技术要求的重点场所或重点设施设备可适当减少其所在单元内监测井数量，但不得少于 1 个监测井。

企业或邻近区域内现有的地下水监测井，如果符合本标准及 HJ 164 的筛选要求，可以作为地下水对照点或污染物监测井。

监测井不宜变动，尽量保证地下水监测数据的连续性。

c) 采样深度

自行监测原则上只调查潜水。涉及地下取水的企业应考虑增加取水层监测。

采样深度参见 HJ 164 对监测井取水位置的相关要求。

6.1.2. 点位布设

6.1.2.1. 土壤监测点位布设

本次企业自行监测识别出 2 个一类单元（罐区、污水处理站）和 4 个二类单元（仓库及单体车间、生产车间、仓库 1、仓库 2），厂区硬化程度良好。本次自行监测土壤点位布设如下：

➤ 一类单元：罐区布设 1 个土壤表层采样点，污水处理站布设 2 个土壤表层采样点；

➤ 二类单元：仓库及单体车间、生产车间、仓库 1、仓库 2 各布设 2 个土壤表层采样点。由于企业内部地面硬化良好，为避免破坏硬化地面引起土壤污染，本次表层土壤采样点位均设置在紧靠硬化地面的裸露土壤区域。

一类区域（罐区、污水处理站）下游 50 m 范围内设有地下水监测井并按照要求开展地下水监测，因此不布设深层土壤监测点。在企业地块外北侧布设 1 个土壤表层样对照点。

6.1.2.2. 地下水监测点位布设

本次企业自行监测在生产车间、罐区、污水处理站附近各布设 1 个地下水监测井，在厂区北侧空地布设 1 个地下水对照点，所有地下水井均为企业现有地下水井。

点位布设图如下。



图 6-1 土壤和地下水布点图

表 6-1 企业自行监测采样点位及样品汇总

疑似污染区域	点位		样品数（个）	
	土壤	地下水	土壤	地下水
罐区	表层样：S1	MW1	1	1
仓库及单体车间	表层样：S2、S3	/	2	/
污水处理站	表层样：S4、S5	MW2	2	1
原料仓库	表层样：S6、S7	/	2	/
树脂及油漆车间	表层样：S8、S9	MW3	2	1
成品仓库	表层样：S10、S11	/	2	/
对照点	表层样：DZS1	DZMW1	1	1
合计			12+2P	4+1P

*注：P 指平行样。

6.2. 监测因子选取及原因分析

6.2.1. 监测因子选取原则

a) 初次监测

原则上所有土壤监测点的监测指标至少应包括 GB 36600 表 1 基本项目，地下水监测井的监测指标至少应包括 GB/T 14848 表 1 常规指标（微生物指标、放射性指标除外）。

企业内任何重点单元涉及上述范围外的关注污染物，应根据其土壤或地下水的污染特性，将其纳入企业内所有土壤或地下水监测点的初次监测指标。

关注污染物一般包括：

- 1) 企业环境影响评价文件及其批复中确定的土壤和地下水特征因子；
- 2) 排污许可证等相关管理规定或企业执行的污染物排放（控制）标准中可能对土壤或地下水产生影响的污染物指标；
- 3) 企业生产过程的原辅用料、生产工艺、中间及最终产品中可能对土壤或地下水产生影响的，已纳入有毒有害或优先控制污染物名录的污染物指标或其他有毒污染物指标；
- 4) 上述污染物在土壤或地下水中转化或降解产生的污染物；
- 5) 涉及 HJ 164 附录 F 中对应行业的特征项目（仅限地下水监测）。

b) 后续监测

后续监测按照重点单元确定监测指标，每个重点单元对应的监测指标至少应包括：

- 1) 该重点单元对应的任一土壤监测点或地下水监测井在前期监测中曾超标的污染物，受地质背景等因素影响造成超标的指标可不监测；

2) 该重点单元涉及的所有关注污染物。

6.2.2. 监测因子选取

本次企业自行监测，土壤样品分析监测因子为：pH、GB36600-2018 中基本项 45 项、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

地下水样品分析监测因子为：GB/T 14848 表 1 常规指标（微生物指标、放射性指标除外）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、HJ164-2020 附录 F 中涂料、油墨、颜料及类似产品制造关注污染物。

pH、色度、耗氧量、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、石油类、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、氟化物、氰化物、汞、烷基汞、镉、总铬、六价铬、铅、铜、锌、镍、砷、锰、钴、硒、锑、铊、铍、钼、苯、甲苯、乙苯、二甲苯、氯苯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、三氯甲烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、四氯化碳、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷、氯乙烯、苯乙烯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2,4,6-三氯酚、萘、蒽、蒽、苯并[b]蒽、苯并[a]芘、萘、苯胺类、甲醛、可吸附有机卤化物

6.3. 监测频次

自行监测的最低监测频次按照下表的要求执行。

表 6-2 自行检测频次要求

监测对象		监测频次
土壤	表层土壤	年
	深层土壤	3 年
地下水	一类单元	半年（季度 ^a ）
	二类单元	年（半年 ^a ）
注 1：初次监测应包括所有监测对象。		
注 2：应选取每年中相对固定的时间段采样。地下水流向可能发生季节性变化的区域应选取每年中地下水流向不同的时间段分别采样。		
a 适用于周边 1 km 范围内存在地下水环境敏感区的企业。地下水环境敏感区定义参见 HJ 610。		

企业内采样点位中，表层土壤采样点监测频次为 1 年。

企业周边 1km 范围内不存在地下水环境敏感区，地下水 MW1、MW2 位于一类单元，监测频次为半年一次；MW3 位于二类单元，监测频次为一年一次。

第7章 样品采集、保存、流转及分析测试工作计划

7.1. 现场采样位置、数量和深度

在进入地块现场实施之前，做好技术准备工作，如查阅地块调查资料、编制土壤钻探调查方案、进行采样点位设计以确定土壤和地下水采样点位位置、数量、深度、分析指标等参数，并进行了采样点现场定点，落实采样材料与设备。

该地块环境调查准备材料和设备包括：采样定点设备、勘察采样设备、快速检测设备、采样瓶、样品箱、土壤采样器洗涤用水、安全防护设备等。

1) 土壤

本次企业自行监测识别出 2 个一类单元（罐区、污水处理站）和 4 个二类单元（仓库及单体车间、生产车间、仓库 1、仓库 2），厂区生产厂房硬化程度良好。

➤ 一类单元：罐区布设 1 个土壤表层采样点，污水处理站布设 2 个土壤表层采样点；

➤ 二类单元：仓库及单体车间、生产车间、仓库 1、仓库 2 各布设 2 个土壤表层采样点。

由于企业内部地面硬化良好，为避免破坏硬化地面引起土壤污染，本次表层土壤采样点位均设置在紧靠硬化地面的裸露土壤区域。

一类区域（罐区、污水处理站）下游 50 m 范围内设有地下水监测井并按照要求开展地下水监测，因此不布设深层土壤监测点。在企业地块外北侧布设 1 个土壤表层样对照点。

2) 地下水

本次企业自行监测在生产车间、罐区、污水处理站附近各布设 1 个地下水监测井，在厂区北侧空地布设 1 个地下水对照点，所有地下水井均为企业现有地下水井。

7.2. 采样方法及程序

7.2.1. 土壤样品采集

土样采集过程中仔细观察土壤，并适当嗅闻是否有异味，及时记录土壤性状（土壤性状主要包括：钻孔深度、土壤类型、颜色、气味、密实性、可塑性、湿度、土层含有物等）。

采样工具应根据土壤样品检测项目进行选择。非扰动采样器用于检测 VOCs 土壤样品采集，不锈钢铲或表面镀特氟龙膜的采样铲可用于检测非挥发性和半挥发性有机物（SVOCs）土壤样品采集，塑料铲或竹铲可用于检测重金属土壤样品采集。

为防止样品的交叉污染，采样人员均佩戴一次性 PE 手套，不同采样点取样及对每个采样

点的不同采样深度取样时更换手套，为避免不同样品之间的交叉污染，每采集一个样品须更换一次手套。VOCs 取样器则为一次性使用。采样的同时，由专人填写样品标签、采样记录；标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度等。

当天采集的样品将被立即送往实验室分析,在送到实验室分析以前将被严格密封；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。

7.2.2. 地下水样品采集

地下水样品采集洗井分两次，即建井后的洗井和采样前的洗井。

①监测井建立之后，至少稳定 8 h 后用贝勒管进行成井洗井作业，对出水进行浊度、电导率、pH 的测定，当浊度小于或等于 10 NTU 时，可结束洗井；当浊度大于 10 NTU 时，每间隔约 1 倍井体积的洗井水量对出水进行测定，连续三次数值稳定成井洗井结束。

②成井洗井至少 24 h 后进行采样前洗井，洗井时对汲取的水体做 pH、温度、电导率、浊度、氧化还原电位及溶解氧等参数的现场测量，直至至少 3 项检测参数稳定后方可开始采集地下水。

③地下水样品采集应在采样前洗井后 2 h 内完成，样品采集过程须使用一次性取样工具，避免交叉污染。

④依据分析项目，将采集的地下水样品现场分瓶保存，所有样品瓶标签用防水标签笔填写，并严格核对标签与样品流转单是否一致。

本项目根据检测项目性质选择合适的采样容器，如重金属污染物采样容器通常选择有机材质的，有机物污染物采样容器通常选择玻璃材质的。

由于不同样品的组分、性质和浓度不同，同样的保存条件不能够适用于所有类型的样品，在采样时根据具体样品的性质、组分和污染物浓度的不同选择适宜的保存条件。

地下水取样后，采样容器上贴上标签，放入冷藏保温箱进行保存。40 ml VOCs 取样瓶还需放入密封袋中，单独存放。

7.3. 样品保存

土壤样品保存方法参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166）和《全国土壤污染状况详查土壤样品分析方法技术规范》的相关要求执行。地下水样品保存方法参照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164）和《全国土壤污染状况详查地下水样品分析方法技术规范》的相关要求执行。

土壤理化性质样品的保存要求参照《岩土工程勘察规范》（GB50021）的要求执行。样品保存包括现场暂存和流转保存两个主要环节，应遵循以下原则进行：

（1）样品保护剂添加。应在采样前向样品瓶中添加一定量的保护剂，在样品瓶标签上标注检测单位内控编号，并标注样品有效时间。

（2）样品现场暂存。采样现场需配备样品保温箱，内置冰冻蓝冰。样品采集后应立即存放至保温箱内，样品采集当天不能寄送至实验室时，样品需用冷藏柜在 4℃温度下避光保存。

（3）样品流转保存。样品应保存在有冰冻蓝冰的保温箱内寄送或运送到实验室，样品的有效保存时间为从样品采集完成到分析测试结束。

7.4. 样品流转

（1）装运前核对

负责现场采样的专业机构或检测实验室应明确现场核对负责人，装运前应进行样品清点核对，逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，保存核对记录，核对无误后分类装箱。如果样品清点结果与采样记录有任何不同，应及时查明原因，并进行说明。样品装运同时需填写样品运送单，明确样品名称、采样时间、样品介质、检测指标、检测方法、样品寄送人等信息。

（2）样品运输

样品流转运输的基本要求是必须保证样品安全和及时送达，应保证在所允许的最长保存时间内将样品运到实验室。样品运输环境应同样满足样品的保存环境要求。运输过程中要有样品箱并做好适当的减震隔离，严防破损、混淆或沾污。

样品运输应设置运输空白样进行运输过程的质量控制，一个样品运送批次设置一个运输空白样品。

（3）样品交接

实验室样品接收人员应确认样品的保存条件和保存方式是否符合要求。收样实验室应清点核实样品数量，并在样品运送单上签字确认。

第8章 检测结果分析

本项目土壤、地下水样品实验室分析由具备我国 CMA 资质认定的深圳市碧有科技有限公司检测分析。

8.1. 土壤监测结果分析

8.1.1. 分析方法

表 8-1 土壤样品分析项目及其实验室分析方法

检测参数	GB36600 分析方法 编号	实验室监测方法 编号	检出限	第一类用地筛 选值（与检出 限对比）	单位
pH 值	/	HJ 962-2018	/	/	无量纲
六价铬	六价铬离子的碱性 消解&比色法测试 六价铬离子	HJ 1082-2019	0.5	3.0	mg/kg
铜	HJ 780-2015	HJ491-2019	1	2000	mg/kg
铅	GB/T 17141-1997	HJ491-2019	10	400	mg/kg
镍	HJ 780-2015	HJ491-2019	3	150	mg/kg
镉	GB/T17141-1997	GB/T 17141-1997	0.01	20	mg/kg
砷	HJ680-2013	HJ680-2013	0.01	20	mg/kg
汞	HJ680-2013	HJ680-2013	0.002	8	mg/kg
氯甲烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.001	12	mg/kg
氯乙烯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.001	0.12	mg/kg
1, 1-二氯乙烯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.001	12	mg/kg
二氯甲烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0015	94	mg/kg
反式-1, 2-二氯乙烯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0014	10	mg/kg
1, 1-二氯乙烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	3	mg/kg
顺式-1, 2-二氯乙烯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0013	66	mg/kg
氯仿	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0011	0.3	mg/kg
1, 2-二氯乙烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	0.52	mg/kg
1, 1, 1-三氯乙烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0013	701	mg/kg
四氯化碳	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0013	0.9	mg/kg
苯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0019	1	mg/kg
1, 2-二氯丙烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0011	1	mg/kg
三氯乙烯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	0.7	mg/kg
1, 1, 2-三氯乙烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	0.6	mg/kg
甲苯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0013	1200	mg/kg
四氯乙烯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0014	11	mg/kg

检测参数	GB36600 分析方法 编号	实验室监测方法 编号	检出限	第一类用地筛 选值（与检出 限对比）	单位
1, 1, 1, 2-四氯乙烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	2.6	mg/kg
氯苯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	68	mg/kg
乙苯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	7.2	mg/kg
间, 对-二甲苯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	163	mg/kg
苯乙烯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0011	1290	mg/kg
1, 1, 2, 2-四氯乙烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	1.6	mg/kg
邻-二甲苯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	222	mg/kg
1, 2, 3-三氯丙烷	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0012	0.05	mg/kg
1, 4-二氯苯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0015	5.6	mg/kg
1, 2-二氯苯	HJ 605-2011	HJ 605-2011	0.0015	560	mg/kg
苯胺	液相色谱-质谱法	HJ 834-2017	0.1	92	mg/kg
2-氯苯酚	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.06	250	mg/kg
硝基苯	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.09	76	mg/kg
萘	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.09	25	mg/kg
苯并(a)蒽	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.1	5.5	mg/kg
蒽	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.1	490	mg/kg
苯并(b)荧蒽	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.2	5.5	mg/kg
苯并(k)荧蒽	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.1	55	mg/kg
苯并(a)芘	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.1	0.55	mg/kg
茚并(1, 2, 3-cd)芘	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.1	5.5	mg/kg
二苯并(a, h)蒽	HJ 834-2017	HJ 834-2017	0.1	0.55	mg/kg
石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	土壤和沉积物 石 油烃(C ₁₀ -C ₄₀)的 测定 气相色谱法	HJ 1021-2019	6	826	mg/kg

8.1.2. 各点位监测结果

本项目共送检土壤样品 14 个（含 2 个土壤平行样、1 个土壤对照样），土壤样品检出结果汇总见表 8-2，具体检测数据详见附件。

表 8-2 地块内土壤样品检测结果统计表（有检出数据）

分析指标	检出限	单位	最小值	最大值	对照点	筛选值	超标率 (%)	最大值 对应点位
pH	-	-	8.57	9.36	8.49	-	-	S1 (0-0.2)
重金属和无机物								
砷	0.01	mg/kg	1.88	8.1	2.4	60	0	S3 (0-0.2)
汞	0.002	mg/kg	0.01	0.038	0.018	38	0	S2 (0-0.2) S11 (0-0.2)
镍	3	mg/kg	6	34	23	900	0	S9 (0-0.2)

分析指标	检出限	单位	最小值	最大值	对照点	筛选值	超标率 (%)	最大值 对应点位
铜	1	mg/kg	6	68	18	18000	0	S5 (0-0.2)
铅	10	mg/kg	18	53	29	800	0	S5 (0-0.2)
镉	0.01	mg/kg	0.03	0.16	0.06	65	0	S11 (0-0.2)
挥发性有机物未检出								
半挥发性有机物未检出								
石油烃类								
C ₁₀ -C ₄₀	6	mg/kg	12	51	16	4500	0	S10 (0-0.2)

注：1.筛选标准《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值。

8.1.3. 监测结果分析

调查期间地块内土壤样品的检出情况概括如下：

（1）pH

本项目地块区域内土壤 pH 检出范围为 8.57-9.36。

（2）重金属

项目地块区域内土壤重金属中砷、汞、镍、铜、铅、镉有检出，检出浓度范围分别为：1.88-8.1 mg/kg、0.01-0.038 mg/kg、6-34 mg/kg、6-68 mg/kg、18-53 mg/kg、0.03-0.16 mg/kg，所有样品检出浓度均未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地筛选值；六价铬未检出。

（3）挥发性有机物（VOCs）

项目地块区域内土壤样品挥发性有机物（VOCs）均未检出。

（4）半挥发性有机物（SVOCs）

项目地块区域内土壤样品半挥发性有机物（SVOCs）均未检出。

（5）石油烃（C₁₀-C₄₀）

项目地块区域内土壤中石油烃（C₁₀-C₄₀）检出最大值浓度为 51mg/kg，未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地筛选值。

8.2. 地下水监测结果分析

8.2.1. 分析方法

表 8-3 地下水样品分析项目及其实验室分析方法

序号	检测项目	检测标准（方法）	检出限	对比标准	单位
1	色度	GB/T 5750.4-2006（1）	5	≤ 25	度
2	臭和味	GB/T 5750.4-2006（3）	/	≤ 10	无量纲
3	浊度	HJ 1075-2019	0.3	无	NTU
4	肉眼可见物	GB/T 5750.4-2006（4）	/	无	无量纲
5	pH 值	HJ 1147-2020	/	$5.5 \leq \text{pH} \leq 6.5$ 、 $8.5 \leq \text{pH} \leq 9.0$	无量纲
6	总硬度	GB/T 5750.4-2006（7）	1	≤ 650	mg/L
7	溶解性总固体	GB/T 5750.4-2006（8）	4	≤ 2000	mg/L
8	铁	GB/T 11911-1989	0.03	≤ 2.0	mg/L
9	锰		0.01	≤ 1.50	mg/L
10	铜	石墨炉原子吸收法（B）3.4.10（5）	1×10^{-3}	≤ 1.50	mg/L
11	锌	GB/T 7475-1987	0.05	≤ 5.00	mg/L
12	铝	GB/T 5750.6-2006（1）	0.008	≤ 0.50	mg/L
13	钠	GB/T 5750.6-2006（22）	0.01	≤ 400	mg/L
14	挥发酚	HJ 503-2009 方法 1 萃取分光光度法	0.0003	≤ 0.01	mg/L
15	阴离子合成洗涤剂	GB/T 5750.4-2006（10）	0.05	≤ 0.3	mg/L
16	耗氧量	GB/T 5750.7-2006（1）	0.05	≤ 10.0	mg/L
17	氨氮	HJ 535-2009	0.025	≤ 1.50	mg/L
18	硝酸盐（以 N 计）	HJ 84-2016	0.004	≤ 30.0	mg/L
19	亚硝酸盐（以 N 计）		0.005	≤ 4.80	mg/L
20	硫酸盐		0.018	≤ 350	mg/L
21	氯化物		0.007	≤ 350	mg/L
22	氟化物		0.006	≤ 2.0	mg/L
23	硫化物	HJ 1226-2021	0.003	≤ 0.10	mg/L
24	氰化物	HJ 484-2009	0.001	≤ 0.1	mg/L
25	碘化物	GB/T 5750.5-2006（11）	0.025	≤ 0.50	mg/L
26	汞	HJ 694-2014	4×10^{-5}	≤ 0.002	mg/L
27	砷		3×10^{-4}	≤ 0.05	mg/L
28	硒		4×10^{-4}	≤ 0.1	mg/L
29	镉	石墨炉原子吸收法测定镉、铜和铅（B）3.4.7（4）	1×10^{-4}	≤ 0.01	mg/L
30	铬（六价）	GB/T 5750.6-2006（10）	0.004	≤ 0.10	mg/L
31	铅	石墨炉原子吸收法（B）3.4.16（5）	1×10^{-3}	≤ 0.10	mg/L
32	镍	GB/T 5750.6-2006（15）	5×10^{-3}	≤ 0.10	mg/L

序号	检测项目	检测标准（方法）	检出限	对比标准	单位
33	铈	HJ 694-2014	2×10^{-4}	≤ 0.01	mg/L
34	钴	HJ 958-2018	2×10^{-3}	≤ 0.10	mg/L
35	铍	GB/T 5750.6-2006（20）	2×10^{-4}	≤ 0.001	mg/L
36	铊	GB/T 5750.6-2006（21）	1×10^{-5}	≤ 0.06	mg/L
37	钼	GB/T 5750.6-2006（13）	5×10^{-3}	≤ 0.15	mg/L
38	四氯化碳	HJ 639-2012	1.5	≤ 50.0	$\mu\text{g/L}$
39	氯仿		1.4	≤ 300	$\mu\text{g/L}$
40	1,2-二氯乙烷		1.4	≤ 40.0	$\mu\text{g/L}$
41	1,1-二氯乙烯		1.2	≤ 60.0	$\mu\text{g/L}$
42	顺式-1,2-二氯乙烯		1.2	≤ 60.0	$\mu\text{g/L}$
43	反式-1,2-二氯乙烯		1.1		$\mu\text{g/L}$
44	二氯甲烷		1	≤ 500	$\mu\text{g/L}$
45	1,2-二氯丙烷		1.2	≤ 60.0	$\mu\text{g/L}$
46	四氯乙烯		1.2	≤ 300	$\mu\text{g/L}$
47	1,1,1-三氯乙烷		1.4	≤ 4000	$\mu\text{g/L}$
48	1,1,2-三氯乙烷		1.5	≤ 60.0	$\mu\text{g/L}$
49	三氯乙烯		1.2	≤ 210	$\mu\text{g/L}$
50	氯乙烯		1.5	≤ 90.0	$\mu\text{g/L}$
51	苯		1.4	≤ 120	$\mu\text{g/L}$
52	氯苯		1	≤ 600	$\mu\text{g/L}$
53	1,2-二氯苯		0.8	≤ 2000	$\mu\text{g/L}$
54	1,4-二氯苯		0.8	≤ 600	$\mu\text{g/L}$
55	乙苯		0.8	≤ 600	$\mu\text{g/L}$
56	苯乙烯		0.6	≤ 40.0	$\mu\text{g/L}$
57	甲苯		1.4	≤ 1400	$\mu\text{g/L}$
58	间二甲苯+对二甲苯		2.2	≤ 1000	$\mu\text{g/L}$
59	邻二甲苯		1.4		$\mu\text{g/L}$
60	1,1-二氯乙烷		1.2	无	$\mu\text{g/L}$
61	三溴甲烷		0.6	≤ 800	$\mu\text{g/L}$
62	1,2,3-三氯苯	HJ 621-2011	0.08	≤ 180	$\mu\text{g/L}$
63	1,2,4-三氯苯		0.08		$\mu\text{g/L}$
64	1,3,5-三氯苯		0.11		$\mu\text{g/L}$
65	苯并[a]芘	HJ 478-2009	0.004	≤ 0.50	$\mu\text{g/L}$
66	苯并[b]荧蒽		0.004	≤ 8.0	$\mu\text{g/L}$
67	萘		0.012	≤ 600	$\mu\text{g/L}$
68	蒽		0.005	≤ 3600	$\mu\text{g/L}$
69	荧蒽		0.002	≤ 480	$\mu\text{g/L}$
70	2,4,6-三氯酚	GB/T5750.10-2006（12）	0.04	≤ 300	$\mu\text{g/L}$
71	2,4-二硝基甲苯	HJ 648-2013	0.018	≤ 60.0	$\mu\text{g/L}$
72	2,6-二硝基甲苯		0.017	≤ 30.0	$\mu\text{g/L}$

序号	检测项目	检测标准（方法）	检出限	对比标准	单位
73	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	HJ 894-2017	0.01	1.2*	mg/L
74	石油类	HJ 970-2018	0.01	无	mg/L
75	烷基汞	GB/T 14204-1993	甲基汞：10 乙基汞：10	无	ng/L
76	总铬*	HJ 776-2015	0.03	无	mg/L
77	苯胺类化合物	GB/T 11889-1989	0.03	无	mg/L
78	甲醛	HJ 601-2011	0.05	无	mg/L
79	可吸附有机卤素*	HJ/T 83-2001	4×10 ⁻³	无	mg/L

注：1. 对比标准为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准；

2.*：《上海市建设用地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值（沪环土[2020]62 号文附件五）。

8.2.2. 各点位监测结果

本项目共送检 5 个地下水样品（含 1 个地下水平行样和 1 个地下水对照样），地下水样品检出结果统计见表 8-4，具体检测数据详见附件实验室检测报告。

表 8-4 地下水样品检测结果统计表（有检出数据）

分析指标	检出限	单位	最小值	最大值	对照点	评价标准	超标率（%）	最大值对应点位置
pH	-	-	7.45	7.79	7.18	5.5≤pH≤6.5 8.5≤pH≤9.0	0	MW3
金属和无机物								
浑浊度	5	NTU	34	89	137	≤10	100	MW2
总硬度	1	mg/L	174	234	162	≤650	0	MW1
溶解性总固体	4	mg/L	251	426	201	≤2000	0	MW3
硫酸盐	0.018	mg/L	6.02	90.6	328	≤350	0	MW3
氯化物	0.007	mg/L	6.82	79.8	5.86	≤350	0	MW3
铁	0.03	mg/L	ND	0.22	ND	≤2.0	0	MW1
锰	0.01	mg/L	0.03	0.74	ND	≤1.50	0	MW2
铜	0.001	mg/L	0.007	0.024	0.005	≤1.50	0	MW1
钠	0.01	mg/L	20.8	177	15.9	≤400	0	MW3
耗氧量	0.05	mg/L	0.72	14.3	0.65	≤10.0	33.3	MW3
氨氮	0.025	mg/L	0.304	4.36	0.426	≤1.50	33.3	MW2
硝酸盐氮（以 N 计）	0.004	mg/L	0.124	0.176	0.425	≤30.0	0	MW1
氟化物	0.006	mg/L	0.188	2.51	0.278	≤2.0	33.3	MW3
砷	3×10 ⁻⁴	mg/L	ND	5×10 ⁻⁴	ND	≤0.05	0	MW2
铅	1×10 ⁻³	mg/L	4×10 ⁻³	5×10 ⁻³	ND	≤0.10	0	MW2
镍	5×10 ⁻³	mg/L	0.022	0.071	0.013	≤0.10	0	MW3

分析指标	检出限	单位	最小值	最大值	对照点	评价标准	超标率 (%)	最大值对应 点位置
钴	2×10^{-3}	mg/L	0.016	0.016	3×10^{-3}	≤ 0.10	0	MW3
钼	5×10^{-3}	mg/L	ND	6×10^{-3}	9×10^{-3}	≤ 0.15	0	MW1
可吸附有机卤 素	4×10^{-3}	mg/L	0.0136	0.0261	0.0242	无	/	MW1
挥发性有机污染物均未检出								
半挥发性有机均未检出								
石油烃类								
C ₁₀ ~C ₄₀	0.01	mg/L	0.17	0.51	0.23	1.2*	0	MW3

注：1. 评价标准为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准；

2. “*”《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值（沪环土[2020]62 号文附件五）；

3. “ND” 表示未检出。

8.2.3. 监测结果分析

调查期间地块内地下水样品的检出情况概括如下：

（1）pH

本项目地块区域内地下水 pH 为 7.45-7.79。

（2）重金属和无机物

项目地块区域内地下水样品 MW1、MW2、MW3 浑浊度为 34-89NTU，均超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准的 10NTU；地下水样品 MW2 氨氮检出浓度为 4.36mg/L，超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准的 1.5 mg/L；地下水样品 MW3 耗氧量、氟化物检出浓度分为 14.3mg/L、2.51mg/L，均超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准；其余所有样品检出浓度均未超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准或《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值（沪环土[2020]62 号文附件五）。

地下水样品 MW2、MW3 氨氮、耗氧量、氟化物超过了《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准，因此应提高地下水井 MW2、MW3 的监测频次，具体建议监测频次如表 8-5。

表 8-5 企业地下水井下一年建议监测频次

重点监测单元	地下水	监测频次	增加频次监测指标
污水处理站	MW2	每季度年一次	浑浊度、氨氮、耗氧量、氟化物
树脂及油漆车间	MW3	半年一次	

(3) 挥发性有机物 (VOCs)

项目地块区域内地下水挥发性有机物 (VOCs) 均未检出。

(4) 半挥发性有机物 (SVOCs)

项目地块区域内地下水半挥发性有机物 (SVOCs) 均未检出。

(5) 石油烃 (C₁₀~C₄₀)

地块区域内地下水石油烃 (C₁₀~C₄₀) 检出浓度最大值为 0.51mg/L, 所有样品检出浓度未超过《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值 (沪环土[2020]62号文附件五)。

第9章 质量保证及质量控制

9.1. 自行监测质量体系

本项目质量控制与质量保证计划分为方案制定质量控制、现场采样质量控制、样品流转质量控制和实验室分析质量控制四部分。

9.2. 监测方案制定的质量保证与控制

我单位负责布点阶段质量控制工作，严格按照《重点行业企业用地调查疑似污染地块布点技术规定（试行）》的要求进行布点，主要工作流程包括：识别疑似污染区域、筛选布点区域、制定布点计划、采样点现场确定、编制布点方案等 5 部分。具体质控措施如下：

（1）人员保障措施

调查单位组建工作组开展疑似污染地块布点工作，工作组成员有前期开展过地块的信息采集工作的人员，且至少 1 人参加过省级技术培训或公司内部培训工作，并具备多年土壤污染状况调查工作经验；

（2）布点方案编制质控措施

编制人员在确定疑似污染区域、布点区域、打井深度、监测因子等关键问题上，要严格按照《布点技术规定》编制要求，经现场踏勘、人员访谈及工作组和质控组讨论确定，并保证依据充分。

（3）本地块布点采样方案进行了严格的自审、内审，并对发现的问题进行了整改和复核，确保方案质量合格。

9.3. 样品采集、保存、流转、制备与分析的质量保证与控制

9.3.1. 现场采样质量控制

现场采样时详细填写现场观察的记录单，比如土层深度、土壤质地、气味、湿度、地下水的颜色，气象条件等，以便为分析工作提供依据。

为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，本项目在现场采样过程中设定现场质量控制样品，包括现场平行样、运输空白样、现场空白和全程序空白。本项目共送检土壤平行样 2 个、地水平行样 1 个，3 个现场空白样品，2 个运输空白样品，2 个全程序空白样品。

（1）土壤现场取样

钻探设备所取样品检测结果详见实验室检测报告。钻探设备采集无扰动样品，现场取出土壤装瓶标识，并用防水标签笔标记取样的深度区间；

现场做充分筛查：通过不同钻孔深度取土，按一定间隔依次装入取样袋中做 XRF 和 PID 筛查；

（2）地下水现场取样

本项目地下水样品采集之前，用贝勒管对监测井做了充分洗井，汲取大约 3 倍井水体积的地下水；采集地下水样品之前对汲取的水体做了 pH 值、温度、电导率等参数的现场测量，直至各参数稳定才开始采集地下水样品。

本项目采集地下水样品时，样品瓶要顶空取样；

本项目所有样品瓶标签用防水标签笔填写，并严格核对标签与样品流转单是否一致；样品瓶采集好装箱时，添加预先冰冻好的蓝冰，使样品在运输过程中处于冷藏状态；此外，为了防止碰撞，各个样品瓶用气泡袋进行包裹。

9.3.2. 样品流转质量控制

本项目样品采集后，指定专人将样品从现场送往临时实验室，到达临时实验室后，送样者和接样者双方同时清点样品，即将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单核对，并在样品交接单上签字确认，样品交接单由双方各存一份备查。核对无误后，将样品分类、整理和包装后放于冷藏柜中，于当天发往检测单位。样品运输过程中采用保温箱保存，以保证样品对低温的要求，且严防样品的损失、混淆和沾污，直至最后到达检测单位分析实验室，完成样品交接。

9.3.3. 实验室分析质量控制

此地块样品检测由具有 CMA 资质的深圳市碧有科技有限公司承担。实验室分析的质量控制主要包括以下内容：

（1）校准曲线：采用校准曲线法进行定量分析时，一般应至少使用 5 个浓度梯度的标准溶液（除空白外），覆盖被测样品的浓度范围，且最低点浓度应接近方法测定下限的水平。分析测试方法有规定时，按分析测试方法的规定进行；分析测试方法无规定时，校准曲线相关系数要求为 $r > 0.999$ 。

（2）仪器稳定性检查：连续进样分析时，每分析测试 20 个样品，应测定一次校准曲线中间浓度点，确认分析仪器校准曲线是否发生显著变化。分析测试方法有规定的，按分析测试方

法的规定进行；分析测试方法无规定时，无机检测项目分析测试相对偏差应控制在 10%以内，有机检测项目分析测试相对偏差应控制在 20%以内，超过此范围时需要查明原因，重新绘制校准曲线，并重新分析测试该批次全部样品。

(3) 方法空白 (Method Blank)：每批次 (≤20 个样) 1 个，取无目标污染的空白基质随样品一同进行预处理，进行全流程的分析，用于监控实验室全流程中的背景干扰（背景的来源包括但不限于实验室环境与器皿的洁净度、试剂纯度、仪器系统、前处理流程）。

(4) 实验室平行 (Laboratory Duplicate)：每基质每批次 (≤20 个样) 1 个，选取一个样品做双样，随样品一同进行预处理，进行全流程的分析，用于监控实验室的数据精密度。平行样的相对偏差落在规定的范围内。

9.3.4. 质量控制样品检测结果

(1) 现场平行样

本次调查设置平行样和运输空白样，以确保样品由地块运送至实验室的过程中不受到污染以及把控分析检测结果的质量。本次调查设置 2 个土壤平行样、1 个地下水平行样和 3 个现场空白样品，2 个运输空白样品，2 个全程序空白样品。

通过相对偏差百分数 (%，RD) 评价分析测试结果的精密度。一般而言，土壤及地下水中大部分分析物的 RD 根据监测浓度而控制范围不同，RD 的计算公式如下：

$$RD(\%) = \frac{|A - B|}{A + B} \times 100$$

A、B：样品与其平行样监测数据。将样品及平行样品的分析结果进行比对并计算相对偏差百分数，具体见检测质控报告。本地块 RD 的变化范围说明本次调查分析检测结果精确度较高，具有较高的可信度。

(2) 空白样检测结果

所有空白样样品中目标污染因子的浓度均为低于检测限。

(3) 数据质量审核

实验室质量控制的审核内容包括实验室内部《质控手册》，数据完整性，送样单，样品保存时间，实验室方法空白样，实验室加标平行样等。基于以下标准对实验室数据质量进行了审核：

- 审核样品实验室分析结果与现场观察和检测一致性；

- 审核现场质量保证/质量控制步骤、样品移交（样品跟踪单）、分析方法、样品是否在规定的时间内进行分析；

分析实验室内部质量保证/质量控制结果，包括分析试剂空白、加标回收率和平行样结果，

表 9-1。

表 9-1 质量保证和质量控制标准

项目	目的	结果	符合性
现场及实验室分析结果对比	现场样品的颜色、气味以及PID 读数与实验室分析结果符合	现场样品的颜色、气味以及PID 读数与实验室分析结果相关	符合
样品跟踪单	是否完成	完成	符合
样品分析和提取时间	考察是否在参考时间内进行分析和提取	都在规定限期内	符合
实验室方法空白样分析	空白样应无污染	未发现任何污染	符合
实验室加标回收率分析	不同的分析物不同的回收率	符合标准	符合
运输空白分析	空白样无污染	准备了 2 个运输空白样，挥发性有机物浓度均低于检出限	符合
实验室平行样分析	相对百分偏差在实验室控制范围内	满足标准	符合

第10章 结论和措施

10.1. 监测结论

本次企业自行监测识别出 2 个一类单元（罐区、污水处理站）和 4 个二类单元（仓库及单体车间、生产车间、仓库 1、仓库 2），厂区硬化程度良好。

本次自行监测共布设 12 个土壤表层监测点（含 1 个土壤表层对照点），4 个地下水井（含 1 个对照点），地下水井深度为 6 米。

本项目共送检土壤样品 14 个（含 2 个土壤平行样、1 个土壤对照样）、5 个地下水样品（含 1 个地下水平行样和 1 个地下水对照样）、3 个现场空白样品，2 个运输空白样品，2 个全程序空白样品。

土壤、地下水监测项目：

土壤样品分析监测因子为：pH、GB36600-2018 中基本项 45 项、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

地下水样品分析监测因子为：GB/T 14848 表 1 常规指标（微生物指标、放射性指标除外）、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

另外，地下水样品加测 HJ 164 附录 F 中对应行业的特征项目，具体项目如下。

pH、色度、耗氧量、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、石油类、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、氟化物、氰化物、汞、烷基汞、镉、总铬、六价铬、铅、铜、锌、镍、砷、锰、钴、硒、锑、铊、铍、钼、苯、甲苯、乙苯、二甲苯、氯苯、1,1-二氯乙烯、1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、二氯乙烷、三氯甲烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、四氯化碳、1,2-二氯丙烷、三氯乙烯、四氯乙烯、三溴甲烷、氯乙烯、苯乙烯、邻二氯苯、对二氯苯、三氯苯（总量）、2,4-二硝基甲苯、2,6-二硝基甲苯、2,4,6-三氯酚、蒽、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、萘、苯胺类、甲醛、可吸附有机卤化物

（1）调查期间地块内土壤样品的检出情况概括如下：

本项目地块土壤样品 pH 为 8.57-9.36。土壤样品中砷、汞、镍、铜、铅、镉、石油烃（C₁₀~C₄₀）有检出，所有样品检出浓度均未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第二类用地筛选值，其余监测因子均未检出。

（2）调查期间地块内地下水样品的检出情况概括如下：

本项目地块地下水 pH 为 7.45-7.79。地下水样品 MW1、MW2、MW3 浑浊度为 34-89NTU，均超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准的 10NTU；地下水样品 MW2 氨氮检出浓度为 4.36mg/L，超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准的 1.5 mg/L；地下水样品 MW3 耗氧量、氟化物检出浓度分别为 14.3mg/L、2.51mg/L，均超过《地下水

质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准；其余所有样品检出浓度均未超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类水标准或《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》第二类用地筛选值（沪环土[2020]62 号文附件五）。

10.2. 企业针对监测结果拟采取的主要措施及原因

10.2.1. 超标原因

地下水井 MW1、MW2、MW3、MW4 浊度超标可能是因为井管内外的水位差值使井管外的少量细粒泥质、砂质颗粒随地下水从缝细进入井管，从而导致地下水浊度升高。

部分地下水井中氨氮、氟化物、耗氧量超标存在一定的区域性，与大亚湾区紧邻海边且整体为政府规划的石化区有关，可能是由于企业或周边工业生产过程中产生的污染物和生活废弃物不合理的排放引起。

10.2.2. 拟采取的措施

（1）加强隐患排查，并做好排查记录。定期对生产设备、环保设备设施、辅助设备等进行详细检查，如发现结构裂缝、腐蚀或者泄露迹象或趋势，及时消除隐患。

（2）在原有的管理制度和日常检查的基础上，并按照工矿用地土壤环境管理相关法规，细化土壤和地下水隐患排查制度，避免土壤和地下水污染隐患的发生。

（3）对重点场所和重点设施设备所在区域附近土壤和地下水按照相关规范定期进行自行监测，及时了解厂区内的污染趋势。提高地下水井的监测频次，观察地下水中氨氮、氟化物、耗氧量等污染物浓度的变化趋势。

附件

附件 1：重点监测单元清单

单元类别	单元名称	单元面积 (m ²)	识别原因	关注污染物
一类单元	污水处理区	5780	企业废水处理，存在半地下水池	重金属、 VOCs、 SVOCs 和石 油烃
	罐区	1280	企业原辅材料存储，存在地下储罐	
二类单元	原料仓库及单体车间	3705	单体生产，有废气废水产生	
	树脂及油漆车间	6300	油漆和树脂生产，有废气废水产生	
	原料仓库	4780	企业原辅料存储	
	成品仓库	2800	企业成品存储	

附件 2：地下水监测井归档资料

