

福建省海峡水泥股份有限公司

土壤环境自行监测方案



编制单位：中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司

二〇二〇年十月



福建省海峡水泥股份有限公司

土壤环境自行监测方案

项目名称：福建省海峡水泥股份有限公司土壤环境自行监测方案

委托单位：福建省海峡水泥股份有限公司

项目负责人：兰灵俐

项目组员：兰灵俐、陈伟杰、刘维雄、吴娇瑜、蓝河顺、许志辉

项目组成员职责一览表：

姓名	现任职务	主要工作内容
兰灵俐	环保技术工程师	项目负责人
陈伟杰	实验室主任	实验室质量控制
刘维雄	实验室副主任	
蓝河顺	采样组组长	现场采样、样品流转监督
许志辉	采样组组长	
吴娇瑜	分析组组长	实验分析

中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司

电话：0592-7270616

传真：0592-7681590

邮编：361000

地址：福建省厦门市火炬高新区创业园伟业楼 N201-204 室

目 录

1. 前言.....	1
1.1 项目概况.....	1
1.2 项目由来.....	1
1.3 调查原则.....	1
1.4 调查依据.....	2
1.4.1 法律法规.....	2
1.4.2 规章及政策文件.....	2
1.4.3 技术规范和导则.....	3
1.4.4 质量标准.....	3
1.4.5 公司文件.....	3
1.5 调查范围.....	4
1.6 调查方法.....	4
1.7 工作程序.....	5
2. 场地概况.....	5
2.1 地理位置.....	5
2.2 自然环境概况.....	7
2.2.1 地形地貌.....	7
2.2.2 气候气象.....	7
2.2.3 水文.....	8
2.3 地块历史使用情况.....	8
2.4 周边企业分布情况.....	10
2.5 地块周边敏感目标.....	10
3. 场地污染识别.....	12
3.1 厂区功能区情况.....	12
3.2 企业生产概况情况.....	16
3.2.1 产品及原辅材料情况.....	16
3.2.2 生产工艺.....	17
3.2.3 污染物治理/处置设施.....	22
3.3 地面防渗及土壤污染风险防控与应急措施.....	26
3.4 地块水文地质情况.....	27
3.5 历年监测情况.....	33
3.6 厂区特征污染物.....	33
4. 制定布点计划.....	33
4.1 点位布设原则.....	33

4.2 潜在污染区域及布点区域的识别.....	34
4.3 布点确定.....	35
4.3.1 监测范围.....	35
4.3.2 土壤监测点位布点.....	35
4.3.2 地下水监测点位.....	36
4.4 监测项目确定.....	38
4.4.1 土壤样品分析项目.....	38
4.4.2 地下水监测项目.....	38
4.5 取样深度确定.....	39
4.5.1 土壤取样深度确定.....	39
4.5.2 地下水监测井钻探深度.....	39
4.6 现场定点.....	39
5.样品采集与流转工作安排.....	47
5.1 采样工作准备.....	47
5.2 样品采集.....	48
5.2.1 土壤样品采集.....	48
5.2.2 地下水样品采集.....	49
5.3 样品保存与流转.....	51
5.3.1 样品保存.....	51
5.3.2 样品流转.....	52
5.3.3 样品制备与留样质量控制.....	53
6.分析测试工作安排.....	54
6.1 样品分析方法.....	54
6.2 实验室质量控制.....	58
附件 1：人员访谈记录.....	61
附件 2：专家函审意见.....	63
附件 3：组长复审确认.....	64

1. 前言

1.1 项目概况

福建省海峡水泥股份有限公司位于泉州市德化县美湖镇阳山村，中心地理坐标为：E：118.034444，N：25.544444，占地面积 33.056 公顷，涉及水泥制造及飞灰处理（焚烧），是我国大型水泥生产企业之一，采用新型干法预分解生产工艺，设计年产熟料 148.5 万 t、水泥 180 万 t、飞灰处理量 20000t/a；余热电站装机规模 9000kW，年发电量 5040×10^4 kWh。现有从业人员 260 人，年工作日为 330 天，实行 24 小时三班制。

1.2 项目由来

为贯彻落实《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）、《福建省土壤污染防治行动计划实施方案》（闽政〔2016〕45 号）、《泉州市人民政府关于印发泉州市土壤污染防治行动计划实施方案的通知》（泉政文〔2017〕43 号）、《福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）》（闽环保土〔2018〕21 号）等有关文件的规定，加强企业土壤污染风险防控，2020 年 9 月，福建省海峡水泥股份有限公司委托中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司对厂区进行全面初步排查，识别可能造成土壤污染的污染物、生产设施和工业生产活动，根据排查结果制定土壤环境自行监测方案，并根据土壤环境自行监测方案开展采样工作。

中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司接受委托后，立即安排技术人员对企业的发展状况、土地利用状况、原辅材料、产品、生产工艺流程及污染物处理方式等情况进行了资料收集、整理分析；随后去企业进行现场踏勘，核实已收集资料的准确性，勘察现场污染痕迹、防护措施及企业环境风险管控水平等，并与熟悉地块历史沿革的生产和环境状况的人员、周边敏感点居民等沟通，进行信息收集补充。在此基础上，制定该场地土壤环境自行监测方案。

1.3 调查原则

（1）针对性原则

针对场地的特征和潜在污染物特性，进行污染浓度和空间分布调查，为场地的环境管理提供依据。

（2）规范性原则

采用程序化和系统化的方式规范场地环境调查过程，保证调查过程的科学性和客观性。

（3）可操作性原则

结合现阶段科学技术发展能力，分阶段进行场地环境调查，逐步降低调查中的不确定性，提高调查的效率和质量，同时综合考虑时间和经费，使调查过程切实可行。

1.4 调查依据

1.4.1 法律法规

- （1）《中华人民共和国土地管理法》（主席令第 41 号）；
- （2）《中华人民共和国水污染防治法》（主席令第 70 号）；
- （3）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（主席令第 58 号）；
- （4）《中华人民共和国环境保护法》（主席令第 9 号）；
- （5）《中华人民共和国大气污染防治法》（主席令第 57 号）；
- （6）《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 253 号）；
- （7）《污染地块土壤环境管理办法》（环保部令第 42 号）；
- （8）《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》（生态环境部令第 3 号）；
- （9）《中华人民共和国土壤污染防治法》（主席令第 8 号）。

1.4.2 规章及政策文件

- （1）《环境保护部、工业和信息化部、国土资源部、住房和城乡建设部关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140 号）；
- （2）《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环保部公告 2014 年第 78 号）；
- （3）《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）；
- （4）《福建省土壤污染防治行动计划实施方案》（闽政〔2016〕45 号）；

(5) 《泉州市人民政府关于印发泉州市土壤污染防治行动计划实施方案的通知》（泉政文〔2017〕43号）；

(6) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部公告2017年第72号，2017年12月15日起施行）；

(7) 《福建省环保厅 关于征求福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）意见的通知》（闽环保土〔2018〕21号）；

(8) 《福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）》（2019年4月）。

1.4.3 技术规范和导则

(1) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ682-2019）；

(2) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环保部公告2014年第78号）；

(3) 《建设用地土壤污染状况调查 技术导则》（HJ25.1-2019）；

(4) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；

(5) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）；

(6) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；

(7) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；

(8) 《排污许可证申请与核发技术规范 水泥行业（HJ 847-2017）》。

1.4.4 质量标准

(1) 《水泥工业大气污染物排放标准 GB4915-2013》；

(2) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）
第二类用地筛选值；

(3) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)。

1.4.5 公司文件

(1) 《福建省海峡水泥股份有限公司水泥窑协同处置飞灰、电镀污泥及市政生活污水项目环评报告书》（2017年9月）；

(2) 《福建省海峡水泥股份有限公司突发环境事件应急预案》，2018年版；

(3) 《福建省德化县安石坑矿区水泥用石灰岩矿补充勘探报告》。

1.5 调查范围

本次土壤自行监测范围为福建省海峡水泥股份有限公司为水泥制造(含飞灰处置)及余热发电项目红线范围内,不含矿山部分(德化安石坑矿区水泥用石灰岩矿)。

1.6 调查方法

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)的要求,项目土壤环境调查评估为逐级深入的阶段性工作,是否需要进入下一个阶段的工作,主要取决于场地的污染状况。土壤环境调查的调查方法如下:

(1) 资料收集与分析

广泛收集场地及周边区域的自然环境状况、环境污染历史、场地水文地质特征、土地利用情况、生产工艺、所用物料、污染物处理方式等相关资料,根据专业知识和经验判断资料的有效性,识别和判断场地潜在污染物因子,以及这些污染因子可能的迁移去向。

(2) 现场踏勘

观察场地污染痕迹,核实资料收集的准确性,获取与场地污染有关的线索。借助PID、XRF便携式筛选仪器识别、GPS定位仪、摄像设备等手段,仔细观察、辨别、记录场地及周边重要环境状况及其疑似污染痕迹。

(3) 人员访谈

与现场技术管理人员进行访谈,进行信息收集补充。人员访谈重点内容包括地块使用历史与建设情况、地块可疑污染源、环保设施建设情况、污染物泄漏或环境污染事故、地块周边环境及敏感受体状况。

(4) 采样监测

根据项目特征及现场调查结果,采用专业判断布点法、分区布点法与随机布点法相结合。在污染识别的基础上,项目负责人根据国家现有导则相关标准要求制定监测方案,并组织采样人员进行现场取样,最后将样品送回中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司环境实验室进行检测分析。

(5) 结果评价

根据检测结果和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）评价标准，确定该场地是否存在污染，编制检测报告，如发现表层土壤监测值超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）的风险筛选值，则应开展土壤深层样调查。

1.7 工作程序

土壤环境状况调查与评估工作程序见图 1.1。

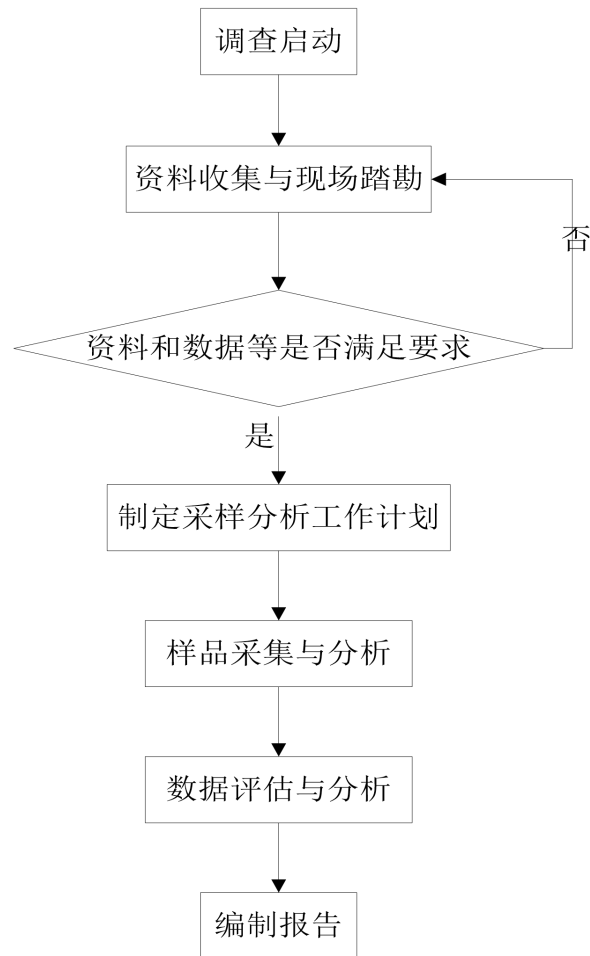


图 1.1 土壤环境状况调查与评估工作程序

2. 场地概况

2.1 地理位置

福建省海峡水泥股份有限公司位于泉州市德化县美湖镇阳山村，其地理坐标为：E: 118.034444, N: 25.544444，距县城约 33 km。企业的地理位置见图 2.1。

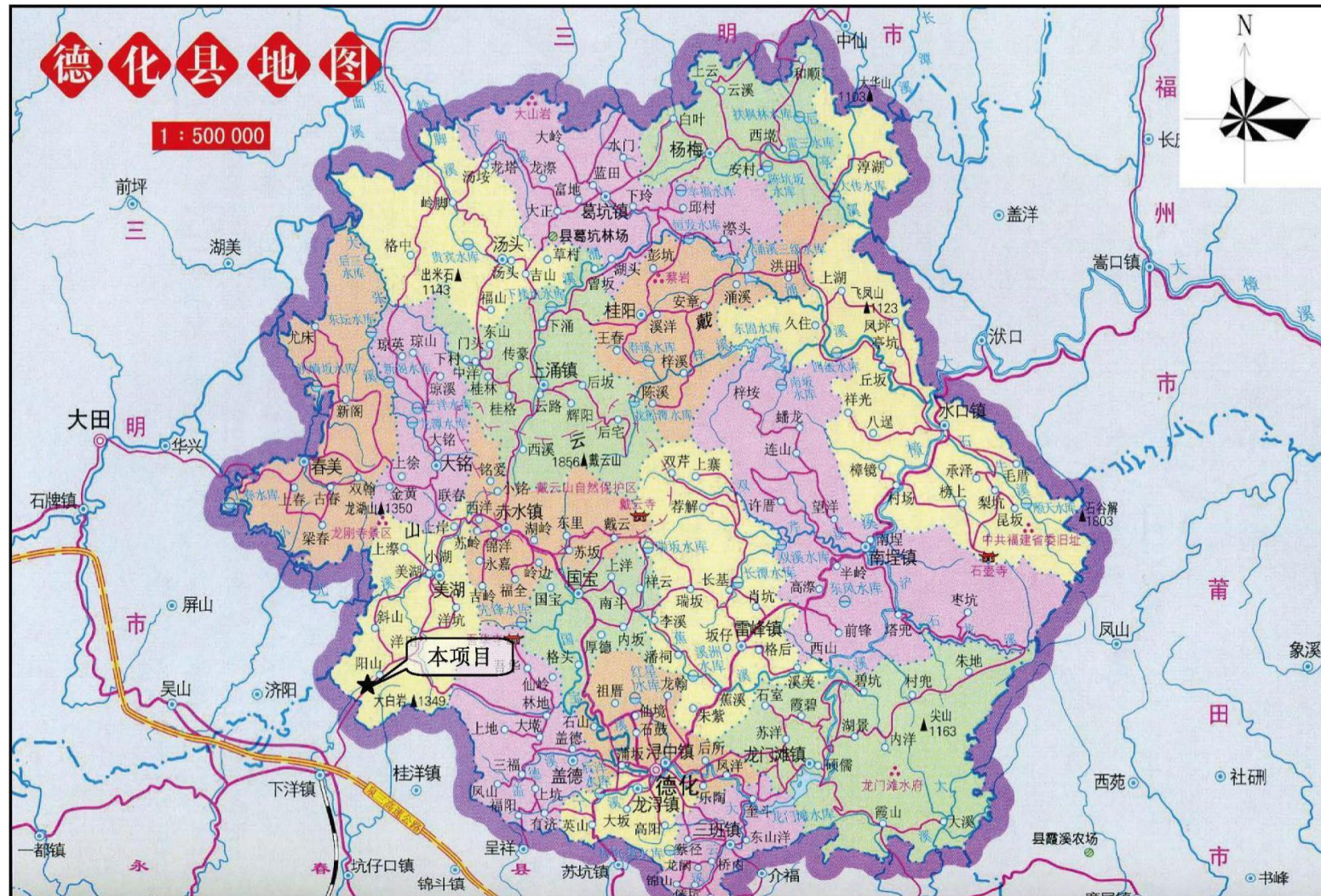


图 2.1 企业地理位置图

2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌

德化县位于福建省中部，泉州市西北部，东经 $117^{\circ} 55'$ - $118^{\circ} 32'$ ，北纬 $25^{\circ} 23'$ - $25^{\circ} 56'$ 。东与永泰县、仙游县毗邻，南和永春县接壤，西连大田县，北毗尤溪县。葛坑镇位于德化县北部，东与杨梅乡接壤，西与汤头乡交界，南与上涌、桂阳乡相连，北与尤溪县坂面镇毗邻，镇人民政府驻地—葛坑村。

德化县位于“闽中屋脊”戴云山麓，闽西南拗陷带与闽东火山断拗带交界部位。德化县地势较高，山脊多呈北东—西南走向。地貌以低中山地为主，部分为丘陵，山间盆地和河谷阶地。最高点戴云山主峰，海拔1856米，最低点仅217米，境内相对高差1639米。大部分地区海拔700米，素有“闽中屋脊”之称。地貌以低、中山为主，海拔800米以上的中山占土地总面积的39.3%，500~800米的低山占46.4%，500米以下的丘陵、盆地、河谷阶地仅占14.3%，全县坡度大于 25° 的土地占总面积的40.7%，小于 15° 的仅占24.7%，主要分布在东南部。水泥厂场地地形总体呈中间高四周低的走势。

2.2.2 气候气象

德化县属中亚热带地区，气候温和，四季分明，温暖潮湿，春秋长，夏冬短，年平均气温 18.7°C ；最冷一月份平均气温 8.9°C ，最低 6.2°C ，常有霜冻，时有降雪；最热七月份，平均气温 $27\sim 29^{\circ}\text{C}$ ，最高气温 36.6°C ；无霜期 270 天，昼夜温差大；雨量充沛，平均年降水量 1748.4mm，历年最大降水量 2485.7mm，年降水量多集中在 3~9 月，3~6 月份为雨季，常有阴雨天气，为本省多雨区之一，10 月~翌年 2 月为少雨季节，仅占全年降水量的 11 %左右。项目所在区域属中亚热带季风性湿润气候，无霜期 235 天，河谷地 290 天，年平均降雨量 1460~1580mm，雨量多集中在 3~6 月，占全年降水量的 50%以上，7~9 月多雷阵雨且有台风袭击，10 月至次年 1 月为旱季。该区域年平均风速为 1.7m/s ，各月风速介于 $1.5\sim 1.9\text{m/s}$ 之间，差异不大。主导风向为 NNE 风，频率 12%，次多风向 SSE。

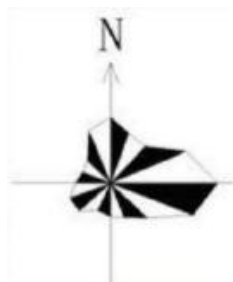


图 2.2 区域风向玫瑰图

2.2.3 水文

德化县境内溪流密布，流域面积在 100 平方公里以上的溪流有 9 条，其中，溪流域面积 985 平方公里，涌溪 453 平方公里。全县可供开发的水力资源 30.2 万千瓦，现电力装机容量 22.5 万千瓦，居全国、全省的前列。

美湖乡境内溪涧交错，溪流分属闽江和晋江两大水系，南部阳山的部分溪涧经永春汇入晋江上游的西溪，其余的溪涧均向主流尤溪汇集，西进大田转北经尤溪流入闽江，蜿蜒曲折的溪流，落差较大。

项目纳污水体为阳山溪。阳山溪由东北向西南流经矿区西北部，约 8.5km 后汇入下洋溪（永春县），后汇入坑仔口溪，属晋江水系。

2.3 地块历史使用情况

根据现场调查、人员访谈、历史影像图显示，福建省海峡水泥股份有限公司厂区地块历史使用情况如下：

2012 年 10 月以前，场地为林地及农地；

2012 年 10 月-2014 年 8 月，福建省海峡水泥股份有限公司建设中，建设内容包括一条 4500t/d 熟料水泥生产线，7500kW 纯低温余热发电系统。主体工程包括原料预处理系统、生料制备、煤粉制备、烧成系统、水泥粉磨、包装及散装、余热发电工程等，辅助设施包括给排水、化学水处理车间、动力、中控化验室、仓储等，主要环保设施为粉尘除尘设施、生活污水处理设施等。

2014 年 8 月至今，为 4500t/d 熟料水泥生产线，7500kW 纯低温余热发电系统生产场地。2018 年 4 月依托公司现有新型干法水泥回转窑生产线，新增飞灰水泥窑协同处置项目，新建飞灰储存及输送工程，于 2018 年 12 月投产。

企业从创建至今，地块变化的沿革变化情况详见表 2-1。历史遥感影像（近

15 年) 见图 2.3。

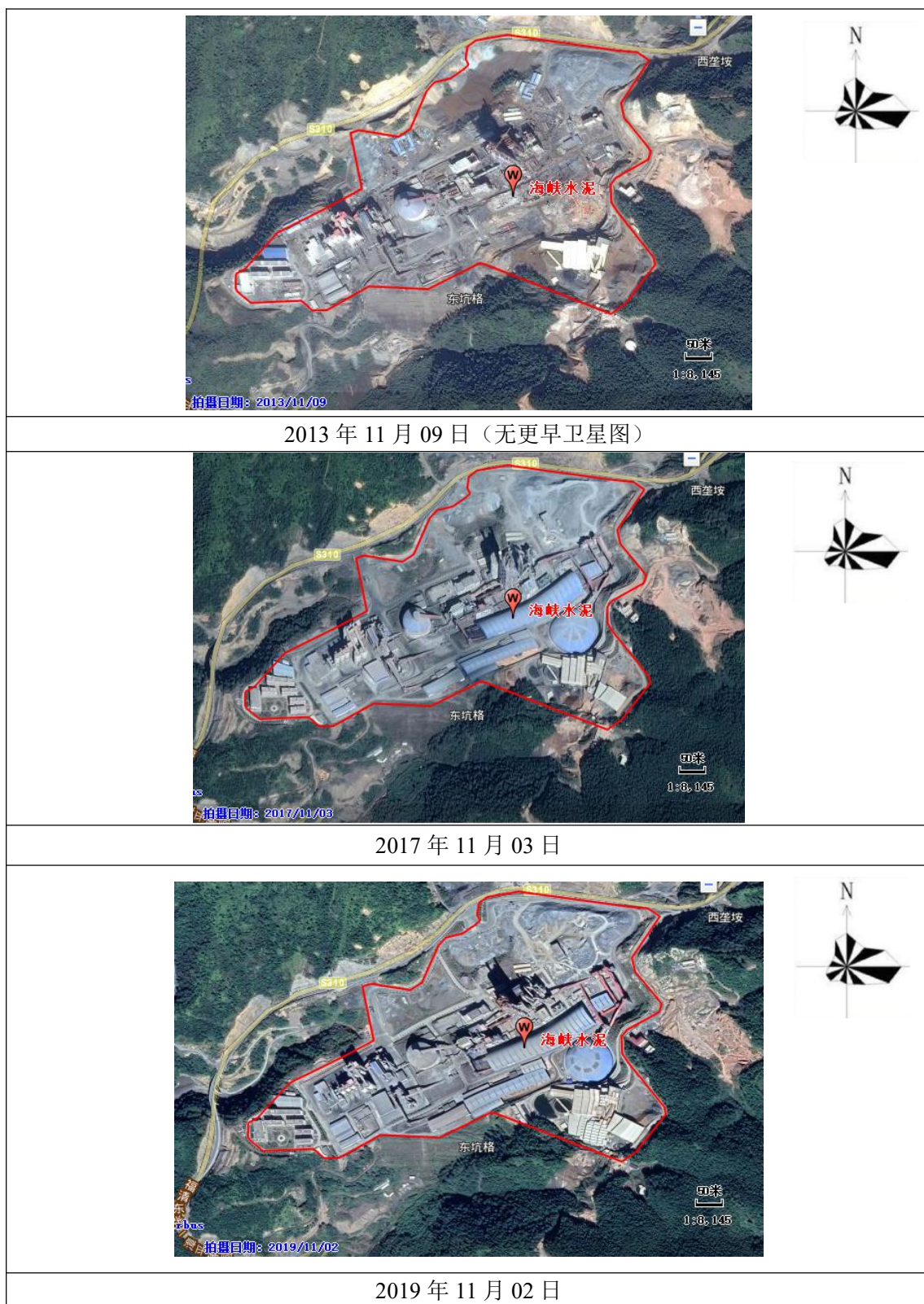


图 2.3 场地历史遥感影像照片

2.4 周边企业分布情况

经现场踏勘及查阅资料发现，企业东北角紧邻大阳铅锌选矿厂，该企业于2005年成立，因三同时手续等原因，已经被主管部门责令停产多年，主要从事铅锌矿的采选，其主要特征污染因子为硅、铝、铁、钙、镁、铅、锌，因历史原因无法查询、获取更多的资料。另企业北侧792m处为德化安石坑水泥用石灰岩矿，其主要为福建省海峡水泥股份有限公司4500t/d熟料水泥生产线提供石灰石，现有采矿证号为C3500002010027220056154，有效期限：2012年02月05日至2034年02月05日，矿区面积：4.1242km²，于2013年3月开工建设，矿山采用地下开采方式，矿山开采规模为200万t/a。目前尚未出台石灰石采选《排污许可证申请与核发技术规范》及该行业的污染物排放标准。根据对企业原辅材料分析，其主要特征污染因子为硅、铝、铁、钙、镁。

2.5 地块周边敏感目标

企业位于福建省泉州市德化县美湖镇阳山村，东北侧1.0km是美湖镇阳山村，南侧邻近上姚溪，上姚溪流入坑仔口溪，项目下游10km范围内内不涉及饮用水水源保护区。周边环境示意图详见图2.4及表2-2。

表 2-2 “海峡水泥”周边主要保护目标情况

敏感目标	方位	与厂界距离（m）	规模（人）
阳山村	NE	1000	3589
上姚村	SW	1600	2750
斜山村	NNE	2400	1365
前洋村	SE	2450	1359
上姚溪（纳污、泄洪为主）	W	2000	2750
上姚溪（张垄村段）	W	5000	3600
坑仔口溪	S	10km	16589

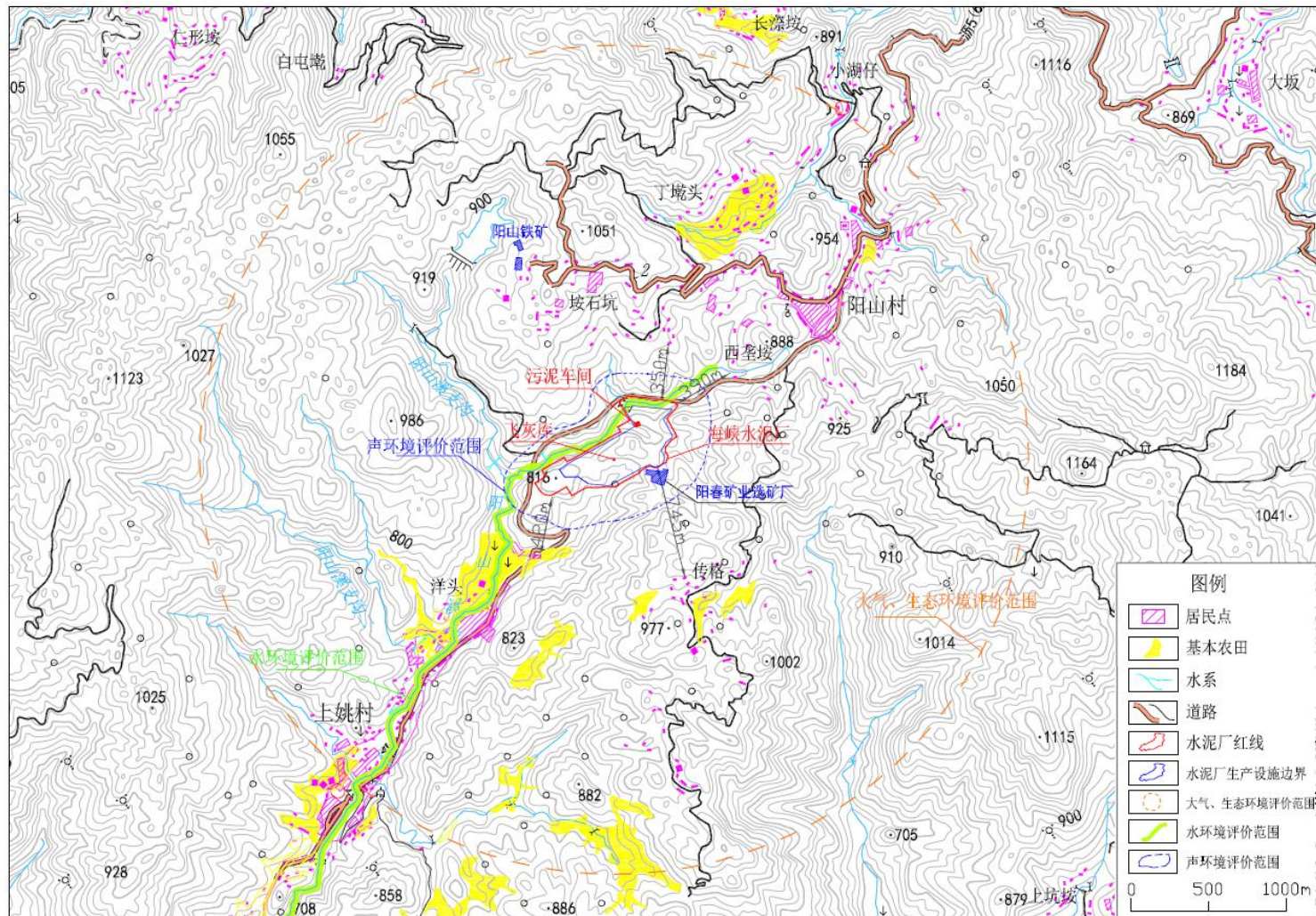


图 2.4 企业周边环境主要敏感目标

3. 场地污染识别

我公司项目组于 2020 年 10 月进入调查区域进行踏勘，在现场踏勘的过程中同时跟厂区环保负责人进行了人员访谈，由相关人员引导进行现场踏勘，同时对前期资料分析与现场踏勘过程中遇到的问题进行现场解答，对欠缺的资料进行补充搜集。

3.1 厂区功能区情况

福建省海峡水泥股份有限公司位于泉州市德化县美湖镇阳山村，占地面积 33.056 公顷，涉及水泥制造及飞灰处理（焚烧），采用新型干法预分解生产工艺，年产熟料 148.5 万 t、水泥 180 万 t；余热电站装机规模 9000kW，年发电量 $5040 \times 10^4 \text{kWh}$ 。为提高福建省固废无害化处理和资源化利用水平，2018 年 12 月在保持现有水泥生产线产生不增加的情况下，依托原有一条 4500t/d 熟料水泥生产线处理飞灰，飞灰处理量 20000t/a。现有从业人员 260 人，年工作日为 330 天，实行 24 小时三班制。企业基本情况详见 3-1。

表 3-1 企业基本信息一览表

企业名称	行业类别	地址	生产规模	经纬度
福建省海峡水泥股份有限公司	3011 水泥制造，7820 环境卫生管理	泉州市德化县美湖镇阳山村	设计年产熟料 148.5 万 t、水泥 180 万 t、飞灰处理量 20000t/a；年发电量 $5040 \times 10^4 \text{kWh}$	E: 118.034444 N: 25.544444

厂区功能区情况概况见表 3-2。场地现状见图 3.1，厂区平面布置图见 3.2。

表 3-2 厂区功能区情况一览表

功能区类别	名称	运营时间（年）	备注
主体工程	水泥生产线	2014~至今	年产 4500t/d 熟料
	余热发电工程	2014~至今	装机规模 9000kW
	飞灰处置	2018~至今	依托水泥生产线，飞灰处理量 20000t/a
配套工程	办公楼	2014~至今	1 栋地上 5 层，地下一层
	宿舍	2014~至今	一栋地上 5 层
	仓储工程	石灰石堆场	1 座，11165m ²
		石灰石均化库	1 座， $\varnothing 90\text{m}$
		粉煤灰圆库	1 座， $\varnothing 10 \times 25\text{m}$
		铁粉堆棚	1 座，36m $\times$ 28m
		粘土堆棚	1 座，110m $\times$ 28m
		生料圆库	1 座， $\varnothing 22.5\text{m}$

		熟料圆库	2014~至今	1 座, Ø45m
		原煤堆棚	2014~至今	1 座, 70m×28m
		脱硫石膏库	2014~至今	1 座, 50m×32m
		水泥库	2014~至今	6 座, Ø18m×44m
		成品库	2014~至今	1 座 24×32.5m
		飞灰库	2018~至今	1 座 56.5m ² , 地上式, 库区均采取防腐防渗处理
	柴油储罐		2014~至今	地理式, 地下埋深 2.5m, 容积 30m ³
环保设施	废气	除尘系统	2014~至今	
		脱销系统	2014~至今	
	废水	生活污水处理设施	2014~至今	一体化地理式生活污水处理装置, 采用 A/O 生物接触氧化工艺, 处理能力 5m ³ /h



中控室



飞灰罐区视频监控



机修车间



危废仓库



窑尾



除尘器



窑头



熟料库



柴油储罐区



飞灰库一楼

图 3.1 场地现状照片

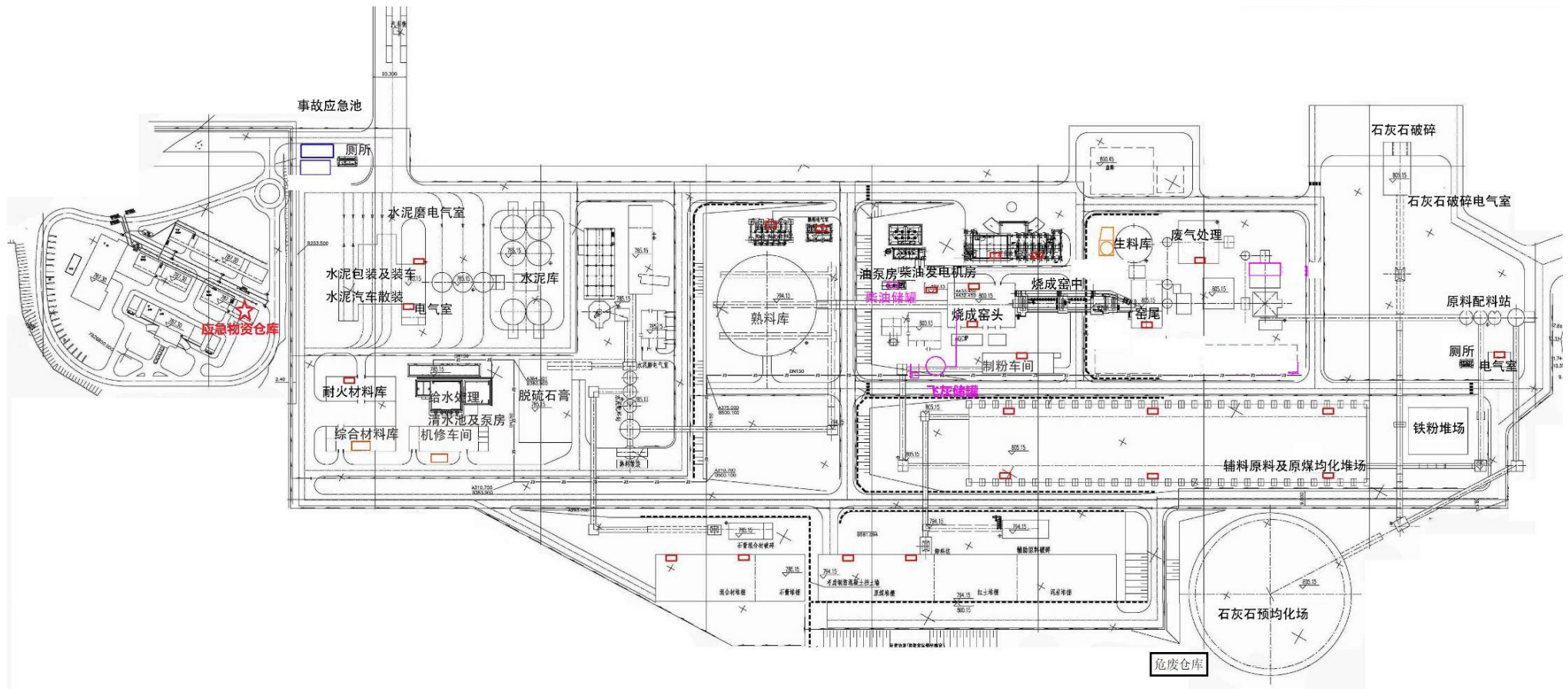


图 3.2 企业厂区平面布置图

3.2 企业生产概况情况

3.2.1 产品及原辅材料情况

企业产品为熟料及水泥，主要原材料见表 3-3，涉及的原料成分表见表 3-4，各危险物品的理化性质、毒理性见表 3-5。

表 3-3 主要原材料表

序号	原料名称	年使用量(万吨)	最大贮存(t)	包装形式
1	石灰石	203	47000	圆形堆场
2	粉砂岩	23.93	21000	堆棚、堆场
3	粉煤灰	13.95	900	圆库
4	铁矿石	3.87	7000	堆场
5	原煤	21.61	17000	堆棚、堆场
6	石膏	9.37	9000	堆场
7	混合材	245.9	900	圆库
8	柴油	20	20	地埋式储罐
9	氨水	0.56	60	不锈钢储罐
10	盐酸	0.0038	3.5	储罐
11	氢氧化钠（浓度 40%）	0.0038	3.5	储罐
12	飞灰	2	300	储罐
13	机制油	2（t）	2（t）	铁桶包装

表 3-4 原料化学成分表(%)

项 目	L.O.I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	Total
石灰石	39.89	7.39	0.91	0.71	48.16	1.54	0.33	0.2	0.20	99.33
粉砂岩	8.72	62.31	19.09	4.29	2.62	1.03	1.50	0.19	0.009	99.75
铁矿石	6.61	20.96	5.36	57.86	0.85	2.96	1.46	0.8	2.3	99.16
粉煤灰	4.06	45.50	30.55	8.50	5.53	1.14	3.48	0.9	0.14	99.8

表 3-5 危险化学品理化性质、毒理性

名称	化学式	理化特性	毒理性
柴油	/	稍有粘性的棕色可燃液体，复杂烃类(碳原子数约 10~22)混合物。易燃易挥发，不溶于水，易溶于醇和其他有机溶剂，沸点范围 180℃~370℃，闪点 60℃~120℃。	/

名称	化学式	理化特性	毒理性
盐酸	HCl	外观与性状：无色或微黄色发烟液体，有刺鼻的酸味；蒸汽压：30.66kPa(21℃)；熔点：-114.8℃/纯；沸点：108.6℃/20%；溶解性：与水混溶，溶于碱液；密度：相对密度(水=1)1.20；相对密度(空气=1)1.26。	急性毒性：LD ₅₀ 400mg/kg(兔经口)；LC ₅₀ 4600mg/m ³ ，1小时(大鼠吸入)。
氨水	NH ₃ ·H ₂ O	外观与性状：色透明液体，有强烈的刺激性臭味；蒸汽压：1.59kPa(20℃)；溶解性：溶于水、醇；稳定性：稳定。	毒性：属低毒类。急性毒性：LD ₅₀ 350mg/kg(大鼠经口)。 危险特性：易分解放出氨气，温度越高，分解速度越快，可形成爆炸性气氛。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。
液碱	NaOH	白色液体。相对密度 2.12，熔点 318.4℃，沸点 1390℃。易溶于水、乙醇、甘油，不溶于，不溶于丙醇	具有强烈刺激和腐蚀性，皮肤和眼直接接触可引起灼伤，误服可造成消化道灼伤，粘膜糜烂、出血和休克。
飞灰	/	一般呈灰白色或深灰色，粒径小于 300μm，含水率 10%-23%，热灼减率 34%-51%，易冻胀，难压实，形状不规则，主要成分为 CaCl ₂ 、CaSO ₃ 、SiO ₂ 、CaO、AlO ₃ 等，还有少量 Hg、Pb、Cr、Ge、Mn、Zn、Mg 等重金属和微量的二噁英等有毒有机物。	有毒有害

3.2.2 生产工艺

（一）水泥工艺流程简述

水泥生产生产工艺为新型干法水泥生产工艺，主要包括生料制备、熟料煅烧、水泥粉磨3大工段，具体如下：

（1）石灰石破碎与预均化

大块石灰石通过重型板式喂料机喂入破碎机中，经破碎机破碎后由带式输送机送至石灰石圆形预均化堆场储存。

（2）辅助原料预均化输送及储存

粘土和铁矿石、铝渣由汽车运输进厂，卸至辅助原料堆棚，通过板式喂料机喂入

破碎机，破碎后分别由带式输送机送至长形预均化堆场内储存。

（3）原煤预均化、粉煤制备和输送

煤粉制备采用一套风扫式烘干粉末系统。原煤经电子皮带称计量后喂入煤磨进行烘干粉末，粉煤制备烘干热源为窑头篦冷机排出的中温废气。经烘干、粉末后的煤粉随气流进入选粉机选粉，细粉经煤磨袋式收尘器收集后，由螺旋输送机送入煤粉仓，净化后废气通过排风机排入大气。

（4）原料配料及输送

原料配料站设有石灰石、铁矿粉、粘土三个配料库，库底设有板式喂料机和定量给料机，按设定的配比将各种物料定量卸出。

（5）原料粉磨及废气处理

原料粉磨采用辊式磨系统，利用从窑尾排出的高温废气作为烘干热源。物料在磨内进行研磨、烘干，从辊式磨风环中落下的块料由回料输送机、斗式提升机送回继续研磨。出磨气体携带合格的生料粉进入旋风筒，收下的生料经空气输送斜槽、斗式提升机送入生料均化库；废气送入袋式收尘器净化后排入大气。

（6）生料均化及窑尾喂料

生料均化采用一座 $\varnothing 22.5\text{m}$ 的CP生料均化库。来自原料粉末系统的合格生料经库顶生料分配器多点进库。库底的环形区设有开式斜槽，由罗茨风机供气，供气系统对库底环形区的不同区域轮流充气，使生料顺序从环形区卸入中心室，并在中心室充分混合后由卸料机装置定量卸出进入生料入窑系统。

（7）烧成系统

喂入预热器的生料在预热器和管道内逐级增温、预热、干燥，在分解炉中进行分解，然后喂入窑内煅烧；出窑高温熟料在水平推动篦冷机内冷却，大块熟料由破碎机破碎后，与直接卸出的小颗粒熟料一起，由链斗输送机送入熟料库储存。

（8）熟料储存

出库熟料由胶带输送机送至设在水泥配料站的熟料库储存。

（9）水泥配料及水泥粉磨 水泥配料站设熟料、石膏和石灰石三个配料库。石膏及石灰石混合材经汽车运输进厂。混合材经破碎后送入混合材配料库储存。各配料按设定比例配比后，由皮带机喂入水泥粉磨系统粉磨。

(10) 水泥储存、包装及汽车散装库内水泥由库底充气卸料系统卸出后经空气斜槽和提升机送至水泥包装车间。水泥散装采用单独设置的散装站，站内设 7 套水泥汽车散装装置（4 用 3 备）。

水泥生产工艺流程图及主要产污环节详见图 3.3。

(二) 余热发电工艺流程

(1) 烟气流程

出窑尾一级筒的废气经 SP 炉换热后，经窑尾高温风机送至原料磨烘干原料，再经除尘器处理。窑头篦冷机废气经沉降室后进入 AQC 炉，经热交换后由除尘器处理。

(2) 水、汽流程

供水经预处理后，送化水车间处理，达到锅炉水质要求，经除氧后送入锅炉产生蒸汽，蒸汽进入汽轮机发电。发电后的蒸汽进入冷凝器凝结成水后，再经除氧后，返回使用。

(3) 余热锅炉与水泥生产工艺系统的衔接

窑头的废气由于含熟料，为保护 AQC 炉，先对烟气进行重力沉降。沉降室和 AQC 炉设在水泥生产线窑头冷却机与收尘器之间的管道上。为了保证 AQC 出现事故时不影响水泥生产，设旁路烟道，并在设计中考虑由于废气温度较高的干烧情况。

SP 炉采用立式布置。出一级预热的烟气采用高能脉冲和扩大换热管束间距来减少锅炉内部的积灰。SP 炉设置在窑尾预热器与窑尾的高温风机之间，用烟气管道与余热锅炉连接。为保证余热锅炉不影响水泥生产，在 SP 炉烟气管道上设有旁路烟道。

余热发电系统工艺流程图见图 3.4。

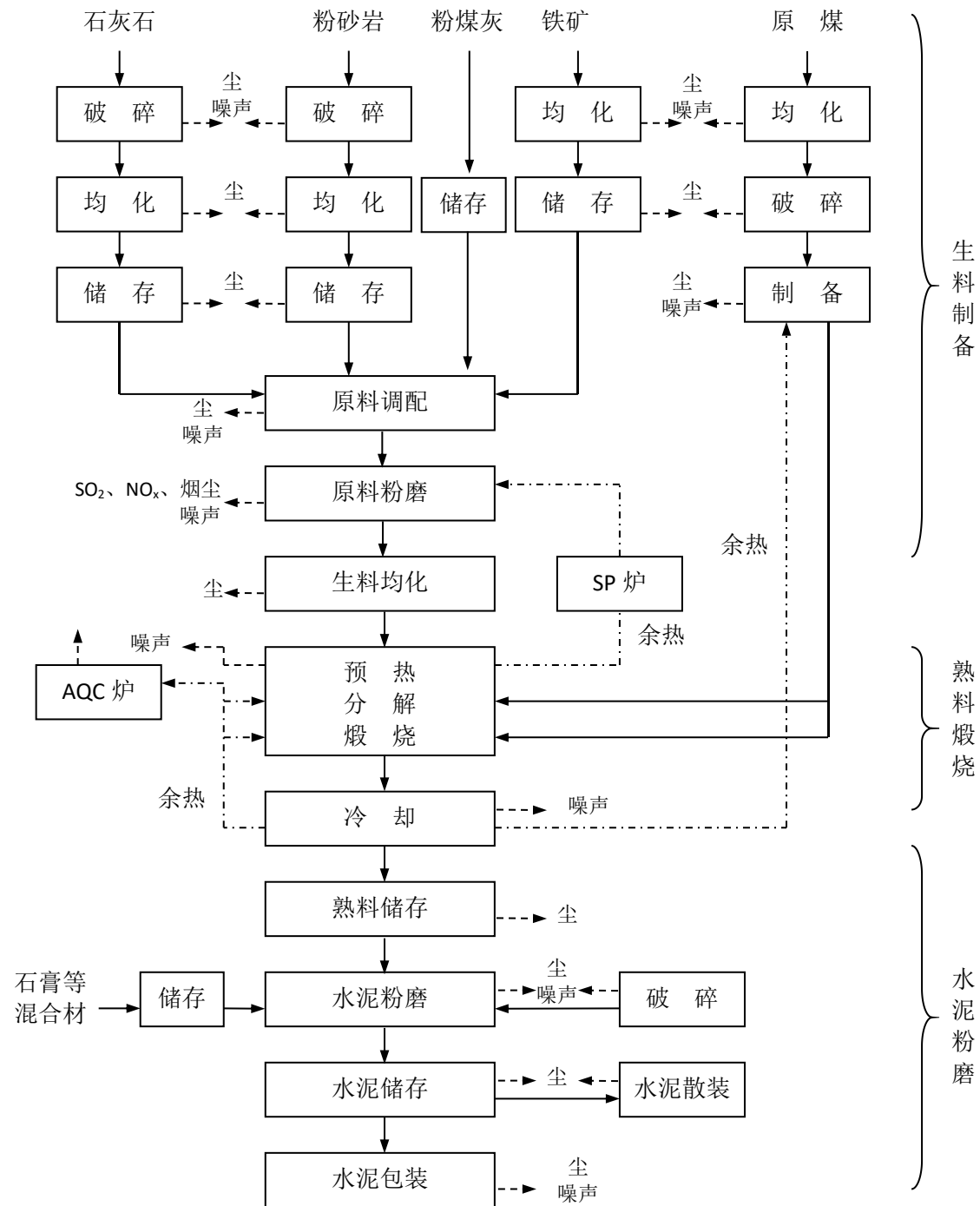


图 3.3 水泥生产线生产工艺流程及排污示意图

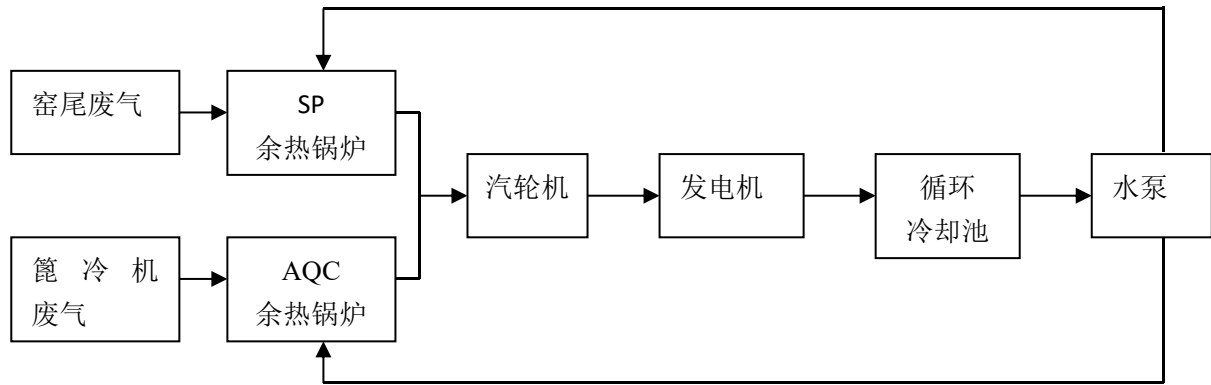


图 3.4 余热发电工艺流程图

（三）飞灰处置工艺流程

飞灰处置依托德化海峡水泥厂现有的一条日产熟料 4500 吨生产线，建设 60.6t/d 的飞灰处置规模，属协同处置工程，工艺流程简述如下：

（1）飞灰运输进厂

本项目处置的飞灰委托有资质的单位采用密闭专用罐车运输进厂；

（2）检测

依托原有工程的化验室对进厂飞灰进行检测，主要分析飞灰中氯离子含量。检测过程会产生实验废水，主要污染物包括 COD、BOD₅、SS、氨氮等。

（3）泵入料仓

检验合格的飞灰进汽车配置的气力输送装置，送至厂区内的飞灰储罐中储存，次过程主要产生飞灰卸料粉尘，不合格废飞灰运回原厂，不经厂内贮存。

（4）投料

企业处置的焚烧飞灰，具有高氯、高毒，含水率、热值很低，呈粉末状，适合在主燃烧器投加。飞灰储罐底部设置库内流化装置，将飞灰均匀送入双管螺旋称计量，再由喷射泵将飞灰通过钢管输送至喷枪，从主燃烧器投加点入窑头高温带直接焚烧处理，全过程密闭。投料工艺因全程密闭，无污染物排放。

（5）水泥窑烧成工序

新型干法回转窑窑内物料和烟气流向相反，其中：物料流向：生料磨→预热器→分解炉→回转窑→冷却机；烟气流向：回转窑→分解炉→预热器→余热锅炉(增湿管)→生料磨→除尘器→烟囱；固废经输送设备直接送至新型干法水泥窑窑头焚烧处理。

固废焚烧系统采用现有 4500t/d 新型干法水泥窑，窑尾带双系列低压损五级旋风预热器和低 NO_x 型分解炉。主要污染物有：SO₂、NO_x、烟尘、二恶英。

（6）熟料储存及输送

依托生产线现有的储存和输送设施，未增加熟料储存库和输送设施。

（7）旁路放风系统

本项目主要以控制入窑物料 Cl 含量来确保水泥窑生产线安全，不设置旁路放风系统。

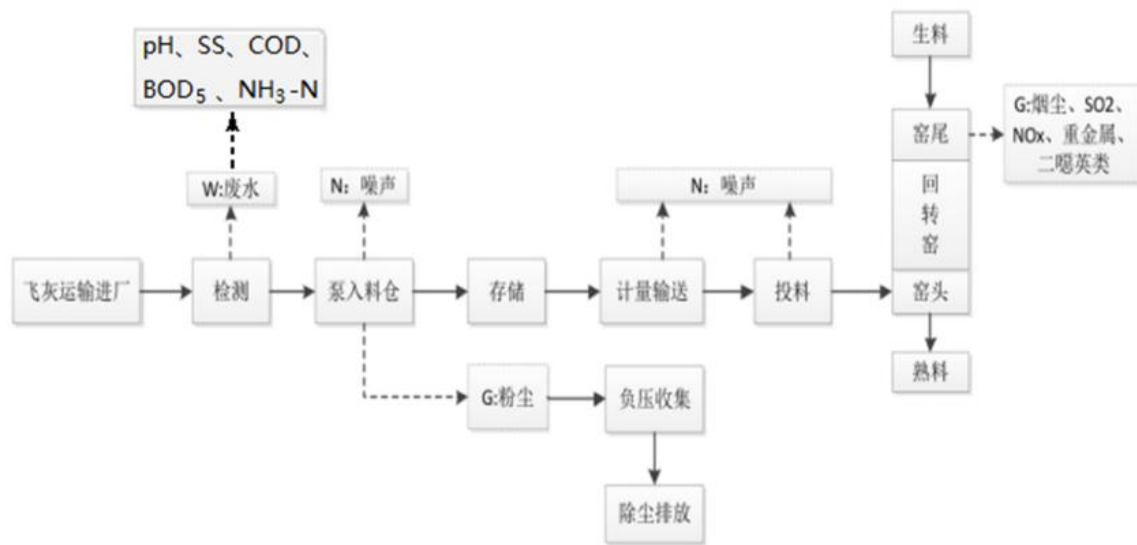


图 3.5 飞灰处置工艺流程图

3.2.3 污染物治理/处置设施

3.2.3.1 废水

水泥生产系统产生的废水主要是设备间接冷却水，另外还有少量化验室废水和生活污水。余热发电系统产生的生产废水主要来自化学水处理系统树脂再生、蒸汽器冷却以及少量生活污水。主要污染物为：pH、SS、COD、NH₃-N、BOD₅。

企业采取的废水治理措施如下：

- ①生产废水经中和、过滤、沉淀处理后回用于堆场洒水抑尘；
- ②循环冷却水经隔油、过滤处理后达到《工业循环冷却水设计规范》（GB/T50102-2003）后作为系统补充水回用；

③企业建有一套 5m³/h 一体化地埋式生活污水处理装置，采用 A/O 生物接触氧化工艺，处理后的生活污水回用于厂区内绿化及堆场洒水；实验室废水经中和处理后回用于堆场洒水。

3.2.3.2 废气

①废气来源

a、生料制备：石灰石、粉砂岩、铁矿石等原料在卸料、破碎、均化、储存过程中会产生粉尘；燃料煤在均化、制备储存以及转运过程中会产生燃料粉尘。主要成分为含钙、镁、铁、铅、锌等金属的粉尘。

b、熟料煅烧：飞灰、生料煅烧过程会产生窑尾粉尘；主要成分为含汞、二噁英、氟化物、铊、镉、铅、砷、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒的飞灰粉尘。

熟料在冷却、破碎、输送及储存过程会产生窑头粉尘。此外，水泥生产使用的含硫原、燃料在烧成过程中会产生大量 SO₂、NO₂ 和烟尘。

c、水泥粉磨：水泥在粉磨、配料、储存、输送以及包装过程会产生水泥粉尘。

②治理措施

表 3-6 有组织废气处理设施一览表

序号	系统名称		除尘器类型	排气筒高度（m）
1	石灰石破碎与输送	石灰石破碎车间	袋式除尘器	11
		石灰石破碎至均化库	袋式除尘器	30
		石灰石预均化至配料站中转	袋式除尘器	28
		辅料破碎车间	袋式除尘器	15
		原煤卸料口	袋式除尘器	15
2	辅料破碎、原煤等输送	辅料破碎及原煤至预均化堆场	袋式除尘器	15
		预均化堆场至原料配料站中转	袋式除尘器	15
		预均化堆场至煤粉制备中转 1#	袋式除尘器	25
		预均化堆场至煤粉制备中转 2#	袋式除尘器	35
		原料配料站石灰石库顶	袋式除尘器	28
3	原料配料站与输送	原料配料站辅料库顶	袋式除尘器	27
		原料配料站石灰石散装	袋式除尘器	21
		原料配料站库底输送	袋式除尘器	8.5
4	原料粉磨与输送	原料粉磨提升	袋式除尘器	36
		生料均化库入库提升机斜槽	袋式除尘器	12
5	生料均化库及	生料均化库顶	袋式除尘器	55

	生料入窑	生料均化库底	袋式除尘器	12
		生料均化库入窑提升	袋式除尘器	88
		煤磨楼顶	袋式除尘器	50
6	煤粉制备	煤粉仓顶	袋式除尘器	50
		粉煤储库顶	袋式除尘器	50
7	熟料烧成	窑尾	袋式除尘器	110
		窑头	静电收尘器	40
		熟料均化库顶	袋式除尘器	40
		熟料库底出料 1#	袋式除尘器	15
8	熟料储存、散装 与输送	熟料库底出料 2#	袋式除尘器	15
		熟料库底出料 3#	袋式除尘器	15
		熟料库至水泥配料站中转	袋式除尘器	15
		石膏及混合材破碎车间	袋式除尘器	11
9	石膏及混合材 破碎、储存与输 送	石膏破碎至水泥配料站输送 1#	袋式除尘器	16
		石膏破碎至水泥配料站输送 2#	袋式除尘器	28
10	水泥配料站及 输送	水泥配料站 1#熟料库顶	袋式除尘器	25
		水泥配料站 2#熟料库顶	袋式除尘器	30
		水泥配料站 1#熟料库散装	袋式除尘器	15
10	水泥配料站及 输送	水泥配料站 2#熟料库散装	袋式除尘器	16
		水泥配料站石灰石库顶	袋式除尘器	26
		水泥配料站煤矸石库顶	袋式除尘器	26
		水泥配料站库底出料 1#	袋式除尘器	10
		水泥配料站库底出料 2#	袋式除尘器	10
11	水泥粉磨	水泥磨喂料提升	袋式除尘器	35
		水泥管磨 1#	袋式除尘器	40
		水泥管磨 2#	袋式除尘器	35
12	水泥储存与输 送	1#水泥库顶	袋式除尘器	60
		2#水泥库顶	袋式除尘器	60
		3#水泥库顶	袋式除尘器	60
		4#水泥库顶	袋式除尘器	60
		5#水泥库顶	袋式除尘器	60
		6#水泥库顶	袋式除尘器	60
13	水泥散装	水泥散装提升 1#	袋式除尘器	15
13	水泥散装	水泥散装提升 2#	袋式除尘器	15
		1#水泥散装机	袋式除尘器	62
		2#水泥散装机	袋式除尘器	60
		3#水泥散装机	袋式除尘器	60
		4#水泥散装机	袋式除尘器	25

		7#水泥散装机	袋式除尘器	25
14	水泥包装及袋装水泥装车	1#水泥包装机	袋式除尘器	50
		2#水泥包装机	袋式除尘器	50
		3#水泥包装机	袋式除尘器	50

①物料输送皮带各物料输送皮带基本实现了全封闭，石灰石破碎口、破碎口至预均化输送皮带设有喷水装置。

②投料口

表 3-7 投料口粉尘处置措施

序号	物料名称		物料含水率（%）	数量（座）	实际采取措施
1	石灰石破碎投料口		1.2	1	设有顶棚，一面围挡
2	粘土破碎投料口		19	1	位于粘土堆棚内，设有顶棚，一面围挡
4	原煤破碎投料口		8.61	1	位于原煤堆棚内，设有顶棚，两面围挡
5	石膏及	脱硫石膏	12.2	1	设有顶棚和喷淋装置，三面围挡，
	混合材破碎投料口	水渣	5.79		
		熟煤矸石	3.52		
		石灰石	1.2		

③原（燃）料堆场

除石灰石和大理石粉露天堆放外，其他物料均在专门的堆棚中堆存，并采取了相应的封闭措施详见表 3-8。

表 3-8 原辅材料堆场封闭措施

序号	物料名称		物料含水率（%）	储存方式	数量（座）	封闭情况
1	石灰石		1.2	露天堆场	1	露天堆放
				预均化堆场	1	2 个出入口（敞开），基本密闭
2	大理石粉		16.7	露天堆场	1	露天堆放
3	辅料	粘土	19	长方形堆棚	1	一侧全封闭，其他侧半封闭（卸料及车辆进出）
		铁粉	13	长方形堆棚	1	一个出入口（敞开），四面墙体上方与顶棚间留有空隙，基本密闭
		铝渣	20			
		辅料	粘土：19 铁矿粉：13	长方形预均化堆棚	1	进口、出口敞开，四面均有进出口，基本密闭
4	原煤		8.61	长方形堆棚	1	进口、出口敞开，四面墙体上方与顶棚间留有空隙，基本密闭
				长方形预均化堆棚	1	进口、出口敞开，四面均有进出口，基本密闭

5	水泥配料	脱硫石膏	12.2	长方形堆棚	1	2个出入口（敞开），四面墙体上方与顶棚间留有空隙，基本密闭
		转炉渣	5.79	长方形堆棚	1	1侧上方半封闭（出料），一侧下方半封闭（进料），四面墙体上方与顶棚间留有空隙，基本密闭
		熟煤矸石	3.52			
		石灰石	1.2			

④水泥包装和散装

水泥包装车间出入口设置软垂帘，袋装水泥装车时车间基本封闭。

⑤道路扬尘

除石灰石破碎车间和生料配料站附近路面尚未硬化外，厂区内路面基本硬化；厂区配套了洒水车1辆，对全厂道路洒水抑尘处理，抑制汽车运输扬尘的产生；并配合洒水车对道路扬尘进行进一步控制。



密闭输送带



除尘器

3.2.3.3 固废

水泥生产过程中产生的固体废物主要来自各除尘系统收集的粉尘、机台润滑产生的废机油及废耐火材料。

收尘器收集的粉尘和窑灰全部回用到生产中；厂区内建设一个危废存间，废机油和废油抹布暂存于危废存间，废机油回用于链条机润滑，废油布回用于窑炉焚烧；废耐火材料交由耐磨材料厂回收。生活垃圾收集后委托当地环卫部门统一清运处理。

3.3 地面防渗及土壤污染风险防控与应急措施

经现场踏勘发现，公司根据厂区各区域的性质和生产单元的构筑方式，合理进行防渗区域划分，将厂区划分为重点污染防治区、非污染防治区，针对不同的区域提出

相应的防渗要求。针对化学品储存区、柴油储罐区、飞灰储罐区、围堰等均重点区域采用水泥基渗透结晶型抗渗混凝土（厚度不小于 250mm）+水泥基渗透结晶型防渗涂层（厚度不小于 1.0mm）严防泄漏化学品渗入土壤。

3.4 地块水文地质情况

由于历史原因，仅收集到地块的地勘剖面图纸，由于企业位于福建省德化县安石坑矿区水泥用石灰岩矿勘探范围内，本次地质资料均引用闽西地质矿产技术开发公司编写的《福建省德化县安石坑矿区水泥用石灰岩矿补充勘探报告》。

（1）地层及构造概况

区域出露地层由老到新，分别是：中-上元古界大岭组（ Pt_{2-3dl} ）；石炭系下统林地组（ C_{1l} ）；二叠系下统栖霞组（ P_{1q} ）、童子岩组第一段（ P_{1t^1} ），上统翠屏山组（ P_{2cp} ）；三叠系下统溪口组（ T_{1x} ）。其中二叠系下统栖霞组为矿区水泥用石灰岩矿的含矿地层和铅锌矿的主要含矿地层。矿区各地层时代、代号、厚度、接触关系等见图。

界	系	统	地层名称	代号	厚度(m)	与下伏地层接触关系
中生界	三叠系	下统	溪口组	T_{1x}	不详	
上古生界	二叠系	上统	翠屏山组	P_{2cp}	> 300	— F_4 断层 —
		下统	童子岩组第一段	P_{1t^1}	> 197	— F_2 断层 —
			栖霞组	P_{1q}	> 400	— F_1 断层 —
	石炭系		林地组	C_{1l}	> 250	— F_0 断层 —
中、上元古界			大岭组	Pt_{2-3dl}	> 300	— F_3 断层 —

图 3.6 矿区地层层简明图

结合厂区地勘剖面图可知，企业地层由上而下，分别是素填土、中风化粉砂岩、砂质泥岩（部分钻孔）、碎块状强风化细砂岩，各土层厚度与钻孔位置不同有所差异。

（2）水文

矿区地下水补给、径流、排泄条件与区域地下水补给、径流、排泄条件基本一致。风化裂隙潜水直接接受大气降水补给，浅部以垂直运动为主，潜水面附近以近似水平运动为主，浅部潜水含水层通过断裂破碎带等向深部运移，补给深部含水层。地下水在地形低

洼处以下降泉的形式排泄于地表。目前由于民采硐位于标高较低已揭露底部灰岩含水层，且多与上部采硐相通，使地下水沿向南西倾伏的上姚向斜运移，从民采硐排出地表。

表 4.4-1 风化带孔隙裂隙潜水含水层水位及含水层厚度调查

孔号	孔深 (m)	终孔稳定水位埋深/标高 (m)	含水层埋深 (m)	单层厚度 (m)	富水性
ZK003	144.68	39.50/793.04	39.50—66.61	27.22	弱-中
			66.61—92.88	26.27	弱
			92.88—112.67	19.79	弱-中
ZK004	337.09	157.45/835.14	193.42-217.95	24.53	弱
ZK005	293.59	14.40/851.30	14.40-38.78	57.82	弱-中
			38.78-62.22		弱
ZK302	468.24	65.35/791.15	65.35-106.68	41.33	弱
ZK405	340.91	38.50/865.13	38.50-191.66	163.16	弱
ZK406	310.92	40.30/865.44	40.30-120.98	80.68	弱
ZK502	341.58	83.45/862.47	90.44-96.74	6.3	弱
			145.34-159.63	14.29	弱
ZK702	599.75	31.30/912.6	31.30—39.70	8.4	弱

孔号	孔深（m）	终孔稳定水位埋深/标高（m）	含水层埋深（m）	单层厚度（m）	富水性
ZK703	451.61	104.70/812.29	89.34—98.96	9.62	弱
			122.80—293.68	170.88	弱
			104.70—126.40	21.7	弱
			175.24—186.29	11.05	弱
			206.70—253.37	46.67	弱
ZK704	271.45	42.60/913.27	42.60—73.00	30.4	弱
			105.66—126.60	20.94	弱
			150.00-164.65	15.56	弱
ZK707	648.83	70.77/811.08	70.77-114.36	52.76	弱
ZK1102	568.58	30.05/814.50	30.05-168.54	138.49	弱
ZK1201	349.8	58.90/906.60	58.90-91.28	32.38	弱
			129.50-144.57	15.07	弱
ZK1202	239.42	24.95/892.50	24.95-87.83	62.88	弱
ZK1501	230.24	19.00/736.60	19.00-26.58	7.58	弱-中等
			26.58-102.18	75.6	弱
ZK1502	407.02	15.00/766.32	53.37-68.24	14.87	弱
ZK503	304.24	27.60/892.82	47.46-54.76	7.3	弱
ZK2302	645.55	68.60/808.91	68.60/127.28	58.68	弱
			180.27-187.80	7.43	弱
单层最大(m)				170.88	弱
单层最小(m)				6.3	弱
平均(m)				42.32	弱、局部中等

图 3.7 地块含水层水位计水层厚度信息

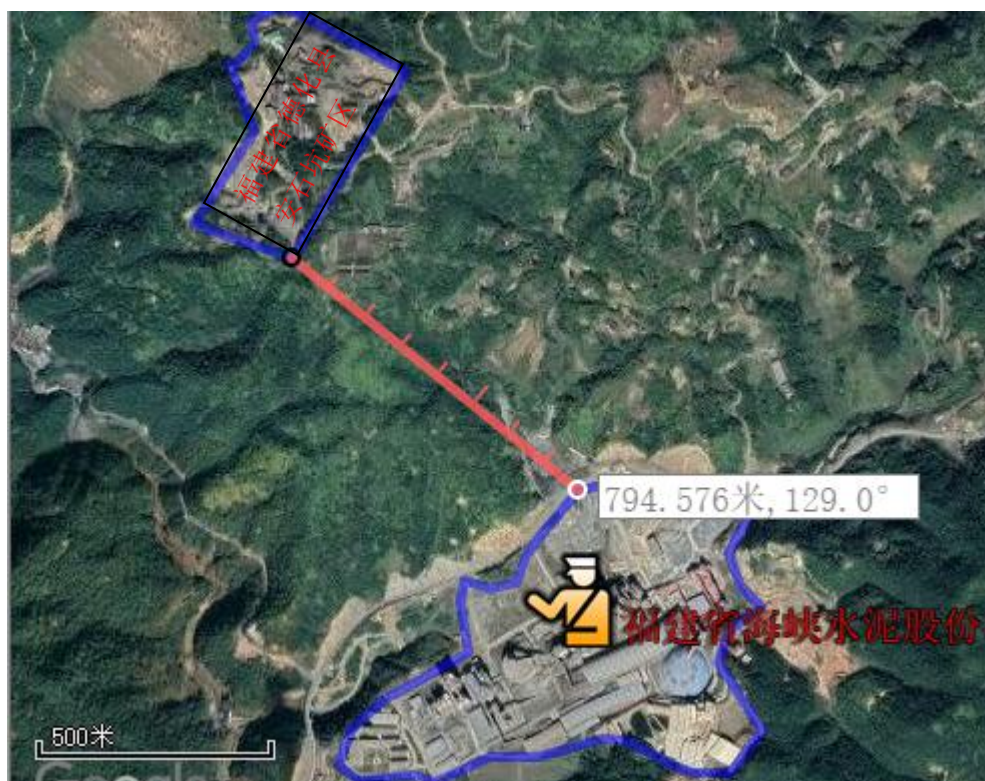


图 3.8 引用地勘方位图

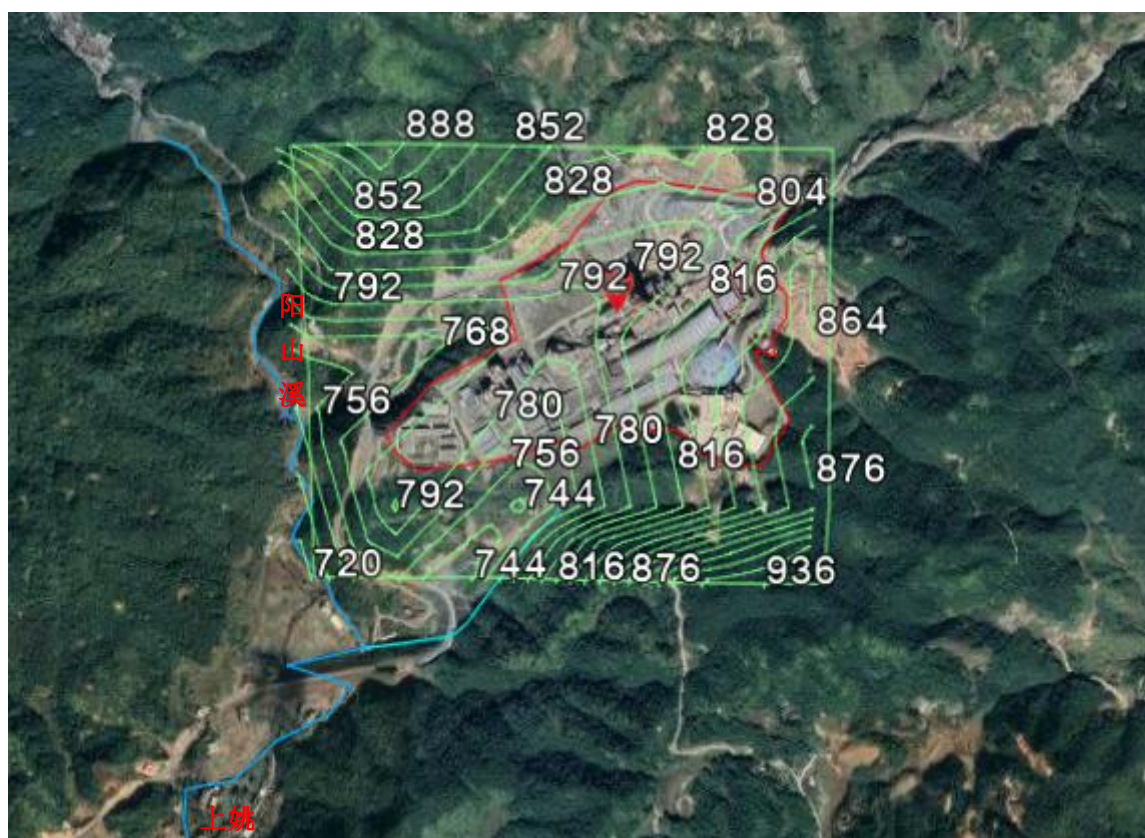


图3.9 海峡水泥等高线图

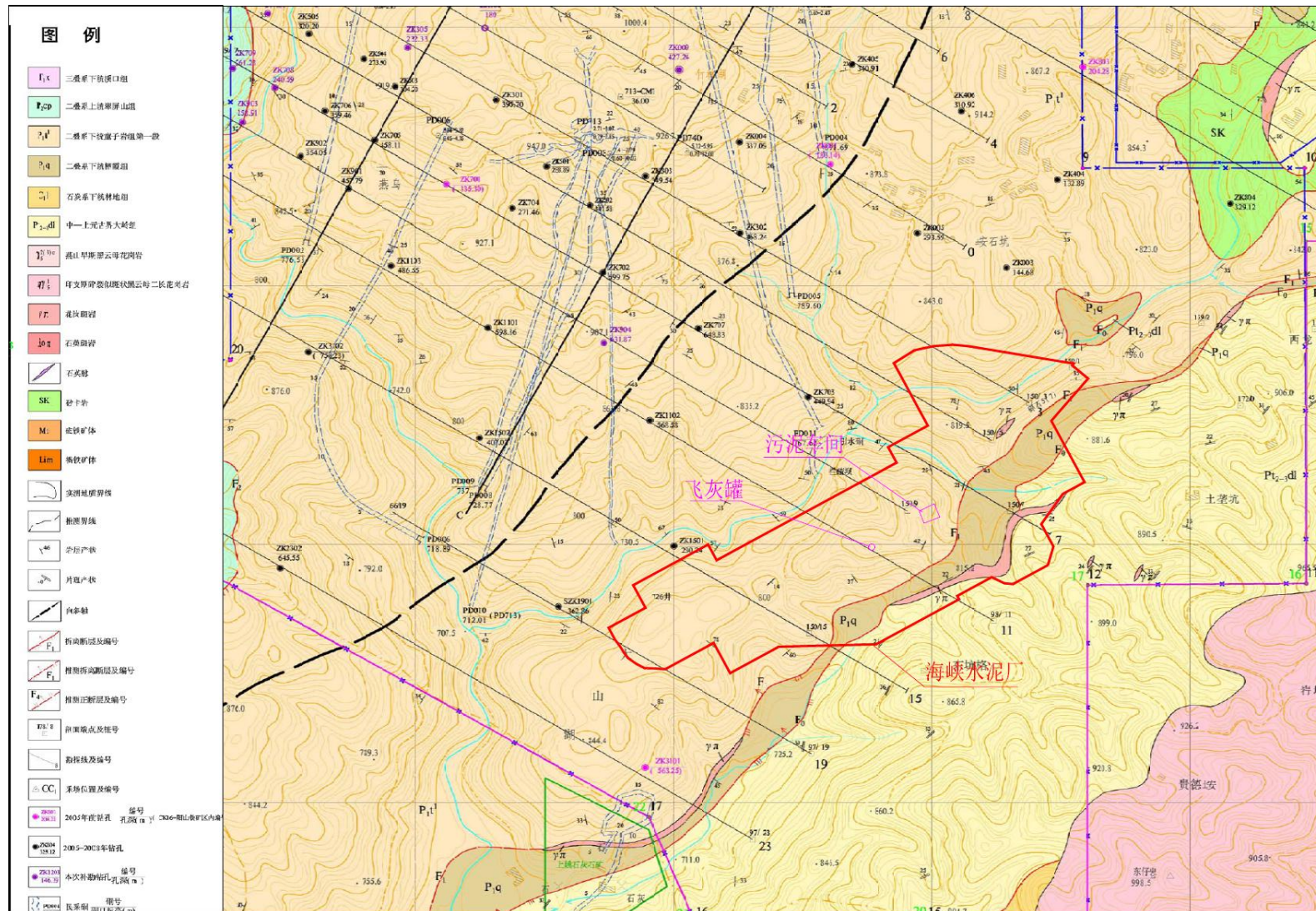


图 3.10 区域水文地质图

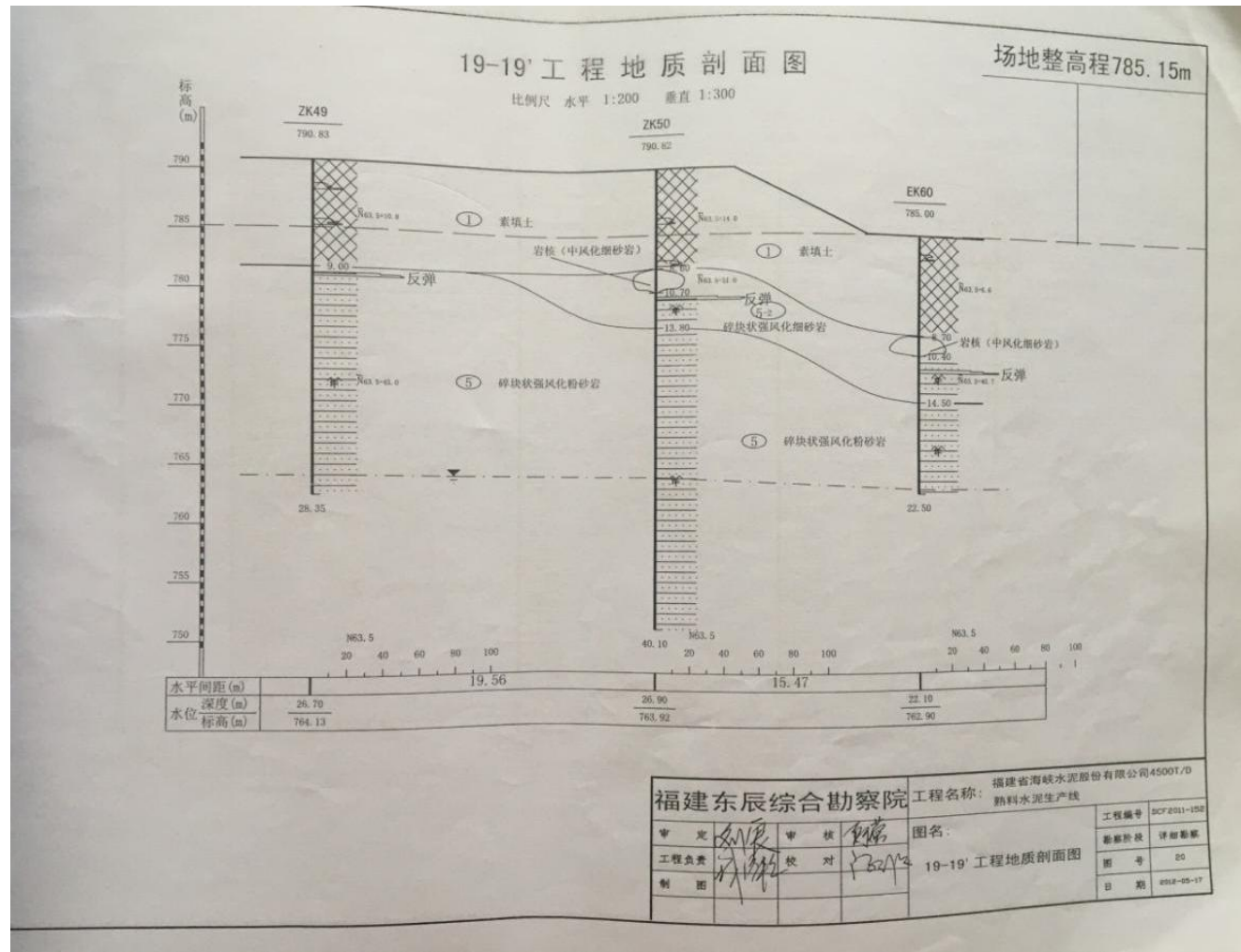


图 3.12 场地部分钻孔剖面图

3.5 历年监测情况

根据查阅企业资料可知，2018 年之前飞灰协同处置项目还未建设，企业只涉及水泥制造，属于非金属矿物制品业，未被列入《福建省生态环境厅关于印发土壤环境重点监管企业名单（第一批）》（闽环保土〔2017〕49 号），也不包含在《福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）》附表 2 中的相关行业中，故企业历年未对厂区土壤及地下水进行监测。

3.6 厂区特征污染物

企业从事水泥制造及飞灰处理（焚烧），根据《排污许可证申请与核发技术规范 水泥行业（HJ 847-2017）》、《水泥工业大气污染物排放标准（GB4915-2013）》中针对协同处置的水泥企业确定污染物控制指标除了常规指标外，主要特征污染因子为：汞、二噁英、氟化物、铊、镉、铅、砷、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒。

通过 3.1.1-3.1.4 分析，企业使用原辅材料包括石灰石、粉砂岩、粉煤灰、铁矿石、原煤、石膏、混合材、柴油、氨水、盐酸、氢氧化钠、飞灰、机制油原辅料，考虑到石灰石矿可能伴生铅、锌金属，则特征污染物有柴油/机制油（以石油烃(C₁₀-C₄₀)计）、盐酸、氢氧化钠、氨水、汞、二噁英、氟化物、铊、镉、铅、砷、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒、锌。

4. 制定布点计划

4.1 点位布设原则

根据《福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）》要求，布点主要遵循以下原则：

（1）原则上每个企业应筛选出至少 2 个潜在污染区域进行布点，若各疑似污染区域的污染物类型相同，则依据疑似污染程度并结合实际情况筛选出布点区域。若各疑似污染区域的污染物类型不同，如分别为重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物等，则每类污染物依据其疑似污染程度并结合实际情况，至少筛选出 1 个布点区域。

(2) 每个潜在污染区域至少布置 2 个土壤采样点和 1 个地下水监测点，地下水监测以潜水层为主，若区域内地下水埋深大于 15m 且上层土壤无明显污染特征，则区域内可不设置地下水监测点。土壤和地下水点位数量根据布点区域大小、污染物分布等实际情况适当调整，确保采样具有代表性。

(3) 土壤布点应在不影响企业正常生产、且不造成安全隐患或二次污染的情况下尽可能接近疑似污染源，地下水布点应布设在疑似污染源所在位置以及污染物迁移的下游。

(4) 应在企业外部区域或企业内远离各潜在污染区域布设至少 1 个土壤背景监测点；在企业地下水上游地区布设至少 1 个地下水监测背景点，如果企业地下水上游地区已有农村地下水饮用水井或灌溉井等，在确保不受污染前提下可以直接作为背景点。

土壤采样应以表层土壤（0-50cm）为重点采样层，开展采样工作，如发现土壤监测值超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）的风选筛选值，则应开展土壤深层样调查。

4.2 潜在污染区域及布点区域的识别

根据第三章的分析可知，本场地重点关注的污染源主要包括柴油、飞灰的泄漏。调查场地污染物识别汇总详见表 4-1。

表 4-1 场地污染识别情况一览表

序号	潜在污染区域名称	是否为布点区域	识别依据/筛选依据	特征污染物（词典名称）
1	石灰石破碎、堆场	☒ 是 ☐ 否	该区域涉及石灰石、粉砂岩、铁矿石、粉煤灰等辅料/燃料的破碎、堆存、均化，虽然污染物字典中无铁、钙、镁、铝、硅毒性分值，但由于石灰石矿中可能伴生少量铅、锌金属，且部分区域为露天堆场，故将该区域列为潜在污染区域及布点区域。	钙、镁、铝、硅、铁、钾、钠、铅、锌
2	辅料破碎、堆场	☒ 是 ☐ 否	该区域涉及粉砂岩、铁矿石、粉煤灰等辅料/燃料的堆存，该区域与大阳铅锌选矿厂紧邻，为考虑周边企业可能带来的影响，故将其列为潜在污染区域及布点区域。	钙、镁、铝、硅、铁、钾、钠、铅、锌

3	飞灰库	☒ 是 ☐ 否	该区域涉及飞灰的暂存，飞灰中含汞、氟化物、铊、镉、铅、砷、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒等重金属及二噁英，若输送、储存过程发生泄漏、将对土壤及地下水环境造成影响，故将其列为潜在污染区域及布点区域。	汞、二噁英、氟化物、铊、镉、铅、砷、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒
4	危废仓库	☐ 是 ☒ 否	该区域涉及废矿物油的暂存，废机油转运、存储过程产生泄漏，故被列为潜在污染区域。由于废机油以桶装形式转运及存放，且危废仓库采取环氧树脂+水泥硬化的防渗措施，并设有导流沟、集水池，防渗措施较完善，故将未将其设为布点区域。	总石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)
5	窑炉	☒ 是 ☐ 否	此区域涉及飞灰及熟料的，煅烧过程过程可能产生含飞灰的烟尘及氟化物、二噁英类烟气等大气污染物。废气污染物的沉降等可能造成土壤及地下水的污染，因此被列为潜在污染区域和布点区域。	汞、二噁英、氟化物、铊、镉、铅、砷、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒
6	柴油罐区	☒ 是 ☐ 否	此区域涉及柴油的储存，若罐体发生泄漏或卸油过程产生跑冒滴漏，可能对土壤故将其列为疑似污染区域。	总石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)
7	机修车间	☐ 是 ☒ 否	该区域机台维修、设备润滑涉及润滑油的使用，将其列为潜在污染区域。由于企业大型设备均在现场检修，机修车间仅维修小件配件，且地面均有做硬化，现场未存在明显污染痕迹，故未将其设为布点区域。	总石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)

4.3 布点确定

4.3.1 监测范围

本次土壤自行监测范围为福建省海峡水泥股份有限公司为水泥制造（含飞灰处置）及余热发电项目红线范围内，不含矿山部分（德化安石坑矿区水泥用石灰岩矿）。

4.3.2 土壤监测点位布点

本次土壤监督性监测范围为福建省海峡水泥股份有限公司红线范围内的场地，根据第三章场地污染识别，结合企业各功能区的分布，将企业分成2个潜在污染区域，分别为：涉及重金属区域（1#潜在污染区域）、涉及柴油区域（2#潜在污染区域），其中1#潜在污染区域主要为石灰石破碎/堆场、辅料破碎/堆场、飞灰库、窑炉，2#潜在污染区域

包括：机修车间、柴油储罐区、危废暂存间等。从各功能区的分布情况、污染可能性及规模，根据表 4-1 的分析，本场地共布设 6 个土壤监测点位，其中包括 1 个土壤背景点。各监测点位布置说明如下：

表 4-2 监测点位布置说明

类别	采样点编号	监测点位置	地表情况	布点依据
土壤	S0	上游背景点	绿地	位于厂区上游的林地处，远离周边各潜在污染区域。
	S1	柴油罐区下游	绿地	考虑柴油储罐泄漏的影响，点位位于柴油罐区下游绿地
	S2	石灰石堆场	绿地	考虑堆场粉尘沉降影响，布设石灰石堆场出入口，也是窑炉常年主导下风向绿化带
	S3	辅料破碎堆场旁	绿地	考虑辅料进出口辅料遗撒较多，布设在辅料破碎堆场出入口绿地
	S4	飞灰库旁绿化带	绿地	考虑飞灰卸灰、储存过程飞灰泄漏的影响，点位布设在飞灰库南侧绿化带
	S5	窑炉主导下风向绿化带	绿地	考虑窑炉煅烧过程产生的废气沉降影响，布设在窑炉常年主导下风向绿化带

采样点位图见图 4.2，点位信息见表 4-5。

4.3.2 地下水监测点位

根据《福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）》（2019 年 9 月 4 日），若区域内地下水埋深大于 15 米且上层土壤无明显污染特征，则区域内可不设置地下水监测点。

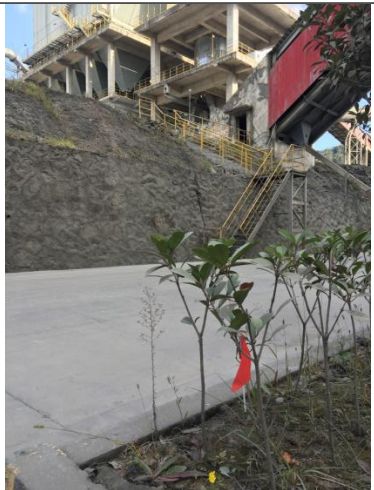
根据《福建省德化县安石坑矿区水泥用石灰岩矿补充勘探报告》可知，企业所在区域地下水流向为南西方向，整体埋藏较深，结合厂区地勘剖面图可知，企业地层除了素填土往下即是中风化粉砂岩、砂质泥岩（部分钻孔）、碎块状强风化细砂岩。故此次先在柴油储罐下游布设一鉴别孔，若钻探至 15 米内未钻探到地下水，或 15 米内即遇基岩，则不进行上游背景点 W0 的布设。

现场调查得知，2020 年 9 月，因开展重点企业周边土壤环境监督性监测工作需要，受主管部门委托，中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司在企业下游（其海拔低于厂区最低处约 40 米）布设 1 地下水井，其位置位于厂区下南侧为下游区域，故将其作

为下游污染井，采其中的地下水进行监测。

本项目地下水点位情况见表 4-3。

表 4-3 地下水监测点位布设一览表

编号	位置	监测点位	现场照片
W0	厂区上游背景点	E:118.031850 N:25.542483	
W1	柴油储罐下游	E:118.028677 N:25.546544	
W2	厂区下游	E:118.026861 N:25.541796	

4.4 监测项目确定

4.4.1 土壤样品分析项目

根据《福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）》（2019年4月），重点企业首次土壤自行监测应涵盖《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表1所列项目，表1中未涉及的特征污染物应根据实际情况自行增加，后续监测中可根据首次监测结果结合附表2确定监测项目。由第3章节分析可知，企业厂区特征污染物有柴油/机制油（以石油烃(C₁₀-C₄₀)计）、盐酸、氢氧化钠、氨水、汞、二噁英、氟化物、铊、镉、铅、砷、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒。由于污染物字典中无盐酸、氢氧化钠、锡、氨水的毒性分值，故不对其进行监测。而镉、铅、六价铬、铜、镍、汞、砷7个监测指标均涵盖在（GB36600-2018）中表1中，故本次土壤监测项目为《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中表1规定的基本项目45个参数及特征污染因子：石油烃(C₁₀-C₄₀)、铊、铍、锑、钴、锰、钒、锌、氟化物、二噁英、pH共56个指标。其中二噁英指标仅针对可能受飞灰影响最大的区域-飞灰库进行监测。详见表4-4。

4.4.2 地下水监测项目

根据《福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）》（2019年4月），地下水监测项目根据实际情况选择《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）中的常规项目，并结合污染物排放特征增加特征污染物的监测。由第3章节分析可知，厂区特征污染物有柴油/机制油（以石油烃(C₁₀-C₄₀)计）、盐酸、氢氧化钠、氨水、汞、二噁英、氟化物、铊、镉、铅、砷、铍、铬、锡、锑、铜、钴、锰、镍、钒、锌。由于污染物字典中无盐酸、氢氧化钠、锡、氨水的毒性分值，故不对其进行监测。综上分析，本次地下水监测项目为《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）中的常规项目17个参数：pH值、总硬度、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚、总氰化物、高锰酸盐指数、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铁、锰、大肠菌群，加特征污染物：石油烃(C₁₀-C₄₀)、铊、铅、铍、锑、铜、

钴、镍、钒、锌。详见表 4-4。

表 4-4 土壤和地下水监测项目表

序号	企业名称	土壤监测项目	地下水监测项目
1	福建省海峡水泥股份有限公司	pH、铜、镍、砷、汞、铅、镉、六价铬、挥发性有机物、半挥发性有机物、铊、铍、锑、钴、锰、钒、锌、氟化物、石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)、二噁英	常规 17 项;石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)、铊、铅、铍、锑、铜、钴、镍、钒、锌。
备注	地下水监测项目常规17项指“pH 值、总硬度、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚、总氰化物、高锰酸盐指数、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铁、锰、大肠菌群”；		

4.5 取样深度确定

4.5.1 土壤取样深度确定

根据《福建省土壤环境重点监管企业自行监测及信息公开指导意见（暂行）》（2019 年 4 月），本次项目除了涉及地埋储罐柴油罐的 S1 石油烃（C₁₀-C₄₀）指标取样深度为 2.5m 外，各监测点位的土壤采样先采集表层土壤（0-50cm），经分析监测值若超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）的风险筛选值，则相关有污染点位再开展土壤深层样调查采样工作。在现场采样中，会结合 PID 和 XRF 快速检测仪的检测情况及现场对土壤颜色、气味等的辨识，辅助确定各点位钻探采样深度和筛选送检样品。

4.5.2 地下水监测井钻探深度

因未收集到场地地勘报告，本项目地下水监测井钻探至潜水层初见水位以下 3m，不打穿隔水层，考虑到厂区高程差别较大、地下水位随季节、时间的变化，在符合相关技术要求的前提下，钻孔深度在采样过程中根据实际情况进行调整。下游水井利用已有的地下水井，其井深为 8.7m。

4.6 现场定点

2020 年 10 月 21 日，项目组人员对所布设的点开展现场定点，通过与企业相关人员确认所选地下水监测点位是否避开了地下构筑物、是否存在安全隐患、是否具备

采样条件，确保采样点全部避开地下构筑物，以免钻探工作造成泄漏或安全事故。现场定点情况见图 4.1。

	
S0 E:118.031925 N:25.542400	
	
S1 E:118.028800 N:25.546603	
	
S2E:118.030813 N:25.547947	

	
S3E:118.031003 N:25.546006	
	
S4E:118.029400 N:25.546632	
	
S5E:118.028636 N:25.546575	

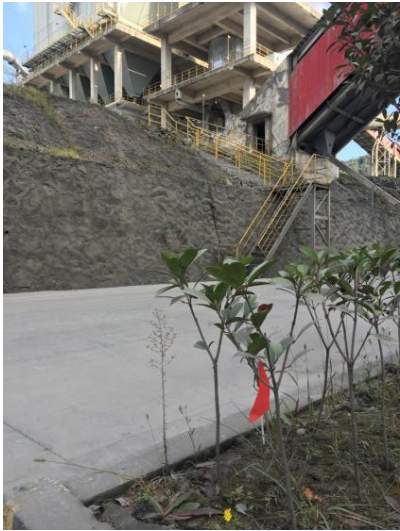
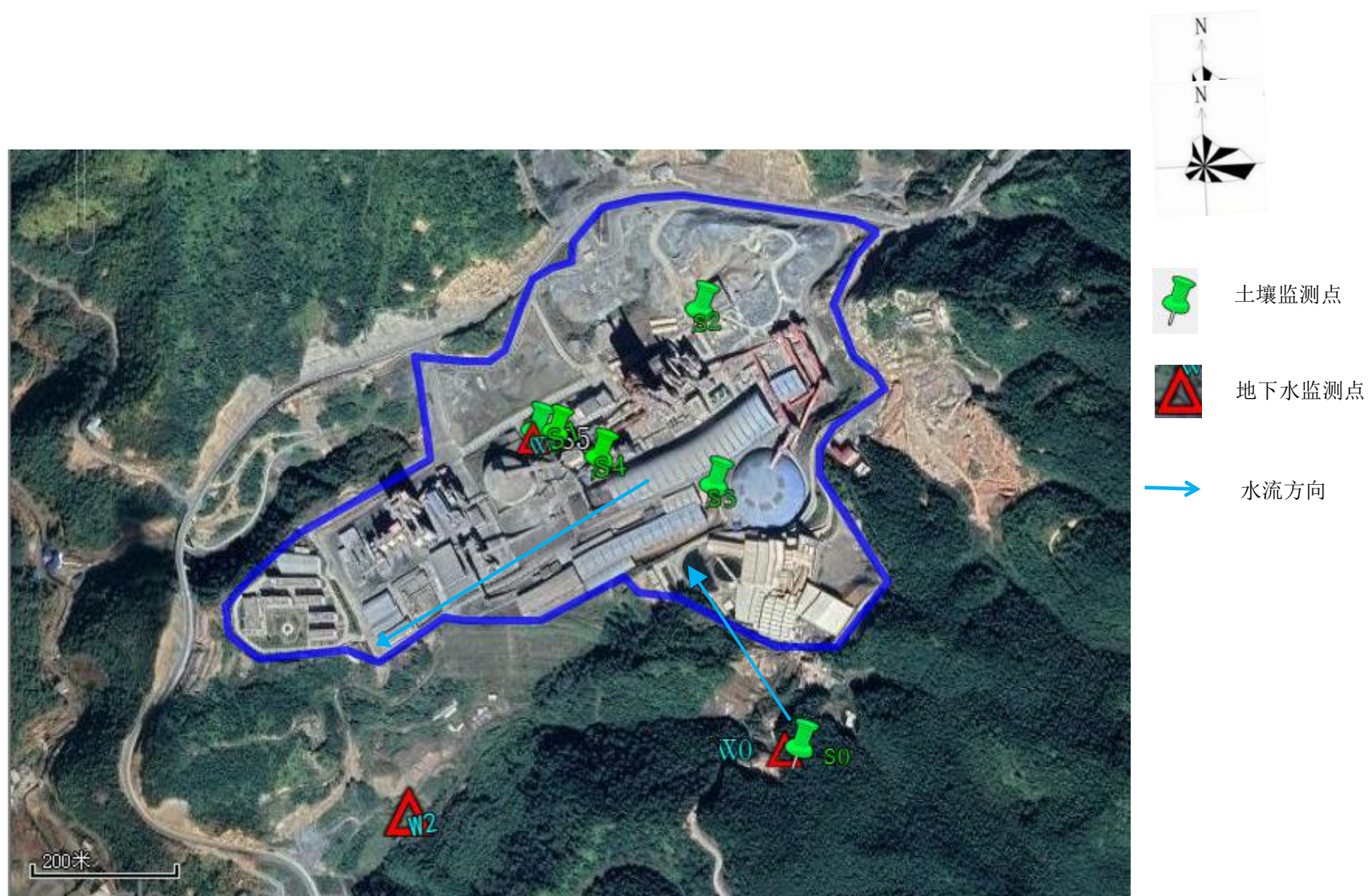
	
W1E:118.031850 N:25.542483	
	
W1E:118.028677 N:25.546544	
	
W2E: 118.026861 N: 25.541796	

图 4.1 现场定点照片

表4-5 监测点位分布情况一览表

类别	采样点 编号	监测点位置		地表情 况	监测项目	采样深度 (m)	钻探深度 (m)
土壤	S0	上游背景点	E:118.031925 N:25.542400	绿地	pH、铜、镍、砷、汞、铅、镉、六价铬、 锌、挥发性有机物、半挥发性有机物、铊、 铍、锑、钴、锰、钒、氟化物； 石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	0~0.5	0~0.5
	S1	柴油罐区下游	E:118.028800 N:25.546603	绿地	pH、铜、镍、砷、汞、铅、镉、六价铬、 挥发性有机物、半挥发性有机物	0~0.5	0~0.5
					石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	2.5	2.5
	S2	石灰石堆场	E:118.030813 N:25.547947	绿地	pH、铜、镍、砷、汞、铅、镉、六价铬、 锌、挥发性有机物、半挥发性有机物、铊、 铍、锑、钴、锰、钒、氟化物； 石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	0~0.5	0~0.5
	S3	辅料破碎堆场旁	E:118.031003 N:25.546006	绿地		0~0.5	0~0.5
	S4	飞灰库旁绿化带	E:118.029400 N:25.546632	绿地	pH、铜、镍、砷、汞、铅、镉、六价铬、 锌、挥发性有机物、半挥发性有机物、铊、 铍、锑、钴、锰、钒、氟化物、二噁英；	0~0.5	0~0.5
地下水	W0	厂区上游背景点	E:118.028636 N:25.546575	绿地	pH、铜、镍、砷、汞、铅、镉、六价铬、 锌、挥发性有机物、半挥发性有机物、铊、 铍、锑、钴、锰、钒、氟化物；	0~0.5	0~0.5
					常规 17 项；石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)、铊、铅、铍、 锑、铜、钴、锌、镍、钒。	(视 W1 的地下水埋深情 况，决定是否钻探)	

类别	采样点 编号	监测点位置		地表情 况	监测项目	采样深度 （m）	钻探深度 （m）
	W1	柴油储罐下游绿化 带	E:118.028677 N:25.546544	绿地		井中中部 水位	初见水位 以下 3 米， 不超过 15 米
	W2	厂区下游	E:118.026861 N: 25.541796	/		8.7	/
备注	1、若采样过程中出现明显污染痕迹（颜色、气味或者现场检测设备判断等）时，则增加采集该层次土壤样品；样品采集深度会根据实际情况进行变更； 2、采样深度扣除地表土壤硬化层厚度、绿地垫层厚度； 3、采样点具体位置已确保避开地下管线等，避免造成安全隐患和二次污染； 4、监测频次：每个样 1 天 1 次； 5、挥发性有机物：指《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600—2018）中表 1：8 至 34 项参数，即四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1, 1-二氯乙烷、1, 2-二氯乙烷、1, 1-二氯乙烯、顺-1, 2-二氯乙烯、反-1, 2-二氯乙烯、二氯甲烷、1, 2-二氯丙烷、1, 1, 1, 2-四氯乙烷、1, 1, 2, 2-四氯乙烷、四氯乙烯、1, 1, 1-三氯乙烷、1, 1, 2-三氯乙烷、三氯乙烯、1, 2, 3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1, 2-二氯苯、1, 4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯； 6、半挥发性有机物：指上述标准表 1：35 至 45 项参数，即硝基苯、苯胺、2-氯酚、多环芳烃（苯并〔a〕蒽、苯并〔a〕芘、苯并〔b〕荧蒽、苯并〔k〕荧蒽、蒎、二苯并〔a, h〕蒽、茚并〔1, 2, 3-cd〕芘、蔡）； 7、地下水监测项目常规 17 项指“pH 值、总硬度、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚、总氰化物、高锰酸盐指数、氟化物、砷、汞、镉、六价铬、铁、锰、大肠菌群”； 8、现场平行样按采集样品数的 10%采集；现场空白样、运输空白样每天各设 1 个。						



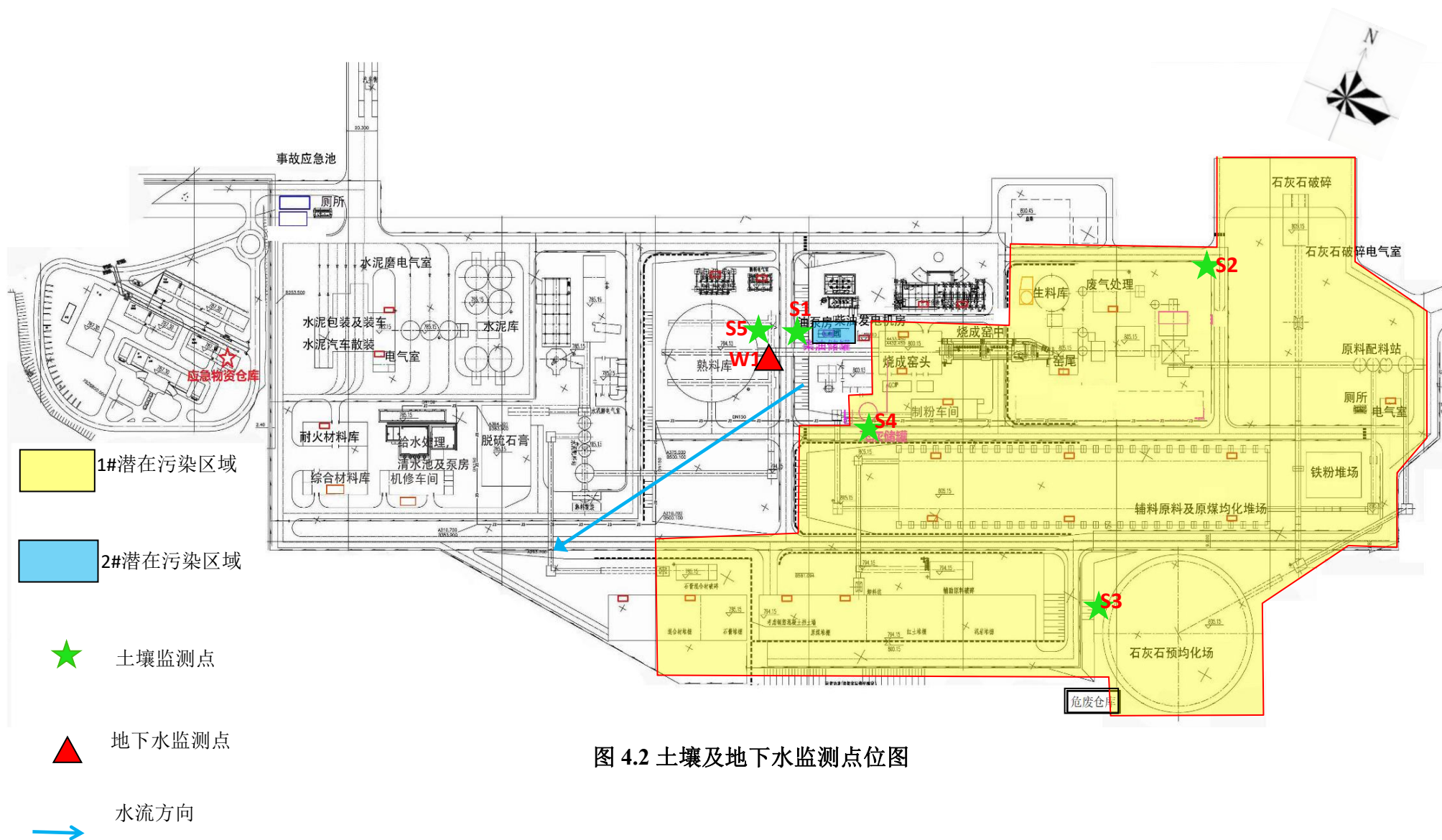


图 4.2 土壤及地下水监测点位图

5.样品采集与流转工作安排

土壤和地下水样品采集工作按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）和《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）要求开展。

5.1 采样工作准备

（1）时间安排

各地块现场采样、样品分析、调查报告编制所需时间预计 30 天，具体见表 5-1。

表 5-1 采样工作时间计划

序号	项目内容		所需时间（天）
1	现场工作	采样进场前准备	1
		土壤和地下水采样	5
2	实验室检测	实验室检测分析	21
3	成果汇总	土壤环境质量报告	7
合计			34

（2）物资准备

本项目现场采样所需准备的物资情况见表 5-2。

表 5-2 采样前期物资准备一览表

工序	器具名称	型号	数量
监测井建设	工程钻机	QY-100	1 台
	石英砂	1-2mm	0.5t
	膨润土球	20-40mm	0.5t
	UPVC 井管	1.5m/根	11 根
样品采集	不锈钢采样铲	/	1 把
	竹铲	/	1 把
	搪瓷盘	/	1 个
	牛皮纸	/	1 袋
	压舌板	/	5 个
	土壤采样瓶（含 PETF 盖垫）	250mL 棕色	6 个
	土壤采样瓶（含 PETF 盖垫）	100mL 棕色	6 个
	玻璃瓶	2L 棕色	6 个
	自封袋	10#	10 个
	贝勒管（含限流阀）	/	1 根

工序	器具名称	型号	数量
样品采集	便携式多功能水质测试仪	SX751	1 台
	便携式浊度仪	1900C	1 台
	水位测量仪	/	1 台
	棕色玻璃瓶	1L	3 个
	棕色玻璃瓶	0.5L	3 个
	硬质玻璃瓶	0.5L	3 个
	硬质玻璃瓶	1L	6 个
	保护剂	/	/
	一次性刻度巴氏吸管	5ml	2 包
	样品标签	/	/
样品保存、运输	采样车	/	1 辆
	保温箱	40L	2 个
	蓝冰	/	/
	塑料泡沫	/	/
记录表	土壤采样记录单	/	/
	地下水采样记录单	/	/
	地下水监测井成井记录单	/	/
	地下水采样井洗井记录单	/	/
	样品运送单	/	/

5.2 样品采集

5.2.1 土壤样品采集

(1) 采样方法

除 S1 石油烃（C₁₀-C₄₀）指标采集 2.5m 处土壤样品外，其他各点位土壤采集表层土壤（0-50cm），先采集 VOCs 样品（用土壤采样手柄、采集 40mL 注入棕色 VOA 样品瓶），然后采集半挥发性有机物及重金属等无机化合物，用竹铲将土壤移至棕色玻璃瓶中（装满、盖好瓶盖并用密封带密封瓶口，供其它有机化合物测定）和塑料袋内（供无机化合物测定），最后将样品放置在车载冰箱 4℃ 以下保存。填写采样记录单，送回实验室分析。

(2) 土壤平行样采集

土壤测试项目平行样不少于该测试项目地块总样品数的 10%，初步设定 S3 点位作为平行样采集点，以上点位各采集 2 个土壤平行样，在土样同一位置采集，两者

检测项目和检测方法应一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的土壤样品编号。

（3）空白样

根据实际工作安排，每批次土壤、地下水样品均采集 1 个全程序空白，针对挥发性有机物设 1 个运输空白。

（4）采样质量控制

每完成一个点位样品的采集后进行采样手套的更换，并清洁采样工具，采样人员佩戴的手套等统一收集，集中处理，防止采样过程交叉污染。

5.2.2 地下水样品采集

地下水样品采集工作严格按照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）、《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）要求开展。

本项目监测井的结构示意图见图 5.1。

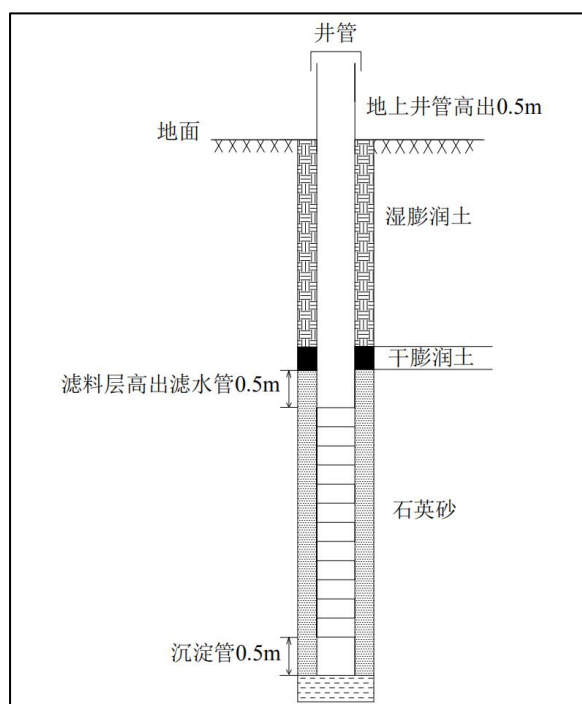


图 5.1 监测井的结构示意图

（1）钻孔

使用本次钻探设备采用工程钻机，套管直径为 130mm，钻孔达到设定深度后清除钻孔中的泥浆和钻屑，然后静置 2 h~3 h 并记录静止水位。

（2）下管

本地块地下水采样井井管选择外径为 50mm 的 PVC 材质井管，采用卡扣进行连接。设置的地下水监测井筛管上沿高于实际现场测量的地下初见水位，（本项目初步设定为 1m），筛管在地下水位以下 $\leq 3\text{m}$ （根据含水层厚度调整），下设 50cm 沉淀管，选用缝宽 0.2mm~0.5mm 的割缝筛管。下管前应校正孔深，按先后次序将井管逐根丈量、排列、编号、试扣，确保下管深度和滤水管安装位置准确无误。井管下放速度不宜太快，中途遇阻时适当上下提动和转动井管，必要时应将井管提出，清除孔内障碍后再下管。下管完成后，将其扶正、固定，井管应与钻孔轴心重合。

（3）滤料填充

滤料选用粒径 1mm~2mm、球度与圆度好、无污染的石英砂，从沉淀管底部到滤水管顶部以上 50cm，使用导砂管将石英砂缓慢填充至管壁与孔壁中的环形空隙内，边填石英砂边拔套管，应沿着井管四周均匀填充。石英砂填充过程应进行多次测量，确保填充至设计高度。

（4）密封止水

密封止水应从滤料层往上填充直至地面。刚开始填充 30cm 干膨润土球，后面每填充 10cm 需向孔里均匀注入少量的清洁水，边填材料边拔套管，填充过程中应进行测量，确保止水材料填充至设计高度，静置待膨润土充分膨胀、水化和凝结。

（5）成井洗井

采样井建成至少 24 h 后才能洗井，一井一管，洗井产生的水用专用容器收集，达标要求如下：浊度小于 50 NTU；监测参数值达到稳定（连续三次监测值浮动在 $\pm 10\%$ 以内）；洗井水体积达到 3 倍以上井内水体积。以上达标要求满足其中一个即可。

（6）水样采集

地下水样品采集工作严格按照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）、《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）要求开展。

①采样前洗井

采样前洗井在成井洗井 48h 后进行，用贝勒管洗井。洗井水体积达到 3~5 倍井内水体积后停止洗井，采样前先测地下水稳定水位。

②样品采集

地下水样品用带流量控制阀的贝勒管在井中储水的上部位置采集。本项目涉及 LNAPL 类污染物，先采集石油烃（C₁₀~C₄₀）指标水样，贝勒管应缓慢放入水面和缓慢提升，应控制流量，并使水样沿瓶壁缓慢流入瓶中，直至瓶口形成凸液面，旋紧瓶盖，避免采样瓶中存在顶空和气泡，水样必须注满容器，上部不留空隙；样品分装时，对于未添加保护剂的样品瓶，需用待采集水样润洗 2 至 3 次。其它按照技术规范采集。

③现场平行样的数量不少于总样品数的 10%，每天采集一个全程序空白及一个运输空白。

④地下水采集完成后，样品瓶应用泡沫塑料袋包裹，并立即放入现场装有冷冻蓝冰的样品箱内保存。

5.3 样品保存与流转

现场采集的样品交接前，应对每个样品瓶上的采样编号、采样日期、采样地点等相关信息进行核对，并登记造册，同时应确保样品的密封性和包装的完整性（土壤样品保存方式见表 5-3，地下水样品保存方式见表 5-4），以保证样品编号、采样记录单及样品流转单上一致。

5.3.1 样品保存

土壤样品保存方式见下表 5-3，地下水样品按《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）规定方法保存，见下表 5-4。

表 5-3 土壤样品保存方式

序号	检测项目	容器	采集量	保存温度（℃）	可保存时间
1	汞	250mL 螺纹口棕色玻璃瓶 （瓶盖聚四氟乙烯）	装满瓶， 250g	<4	28d
2	其它金属	自封袋	500g	—	180d

序号	检测项目	容器	采集量	保存温度 (°C)	可保存时间
3	挥发性有机物 27 项	40mL 棕色 VOA 样品瓶	装满瓶, 40mL	<4	7d
4	半挥发性有机物 11 项	100mL 瓶螺纹口棕色玻璃瓶 (瓶盖聚四氟乙烯)	装满瓶, 100g	<4	10d
5	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	100mL 螺纹口棕色玻璃瓶 (瓶盖聚四氟乙烯)	装满瓶, 100g	<4	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)14d 内提取, 40d 内分析, 其余 10d
6	二噁英	棕色玻璃瓶	1Kg	—	—

表 5-4 地下水样品保存方式

序号	检测项目	容器	保护剂	采集量	保存温度 (°C)	可保存时间
1	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、铁、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、钠、砷、六价铬、氟化物	硬质玻璃瓶	—	1L	—	10d
2	锰、铜、镍、钴、镉、铅、锑、铍、钒	硬质玻璃瓶	硝酸, pH≤2	0.5L	—	30d
3	挥发酚类	硬质玻璃瓶	氢氧化钠, pH≥12, 避光	1L	<4	24h
4	氰化物	硬质玻璃瓶	氢氧化钠, pH≥12, 避光	1L	<4	24h
5	汞、石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	棕色玻璃瓶	加入 HCl 至 pH≤2, 避光	1L	<4	14d 内萃取, 40d 内分析

5.3.2 样品流转

样品链责任管理中关键的节点包括：现场采样链、样品标识记录链、样品保存递送链和样品接收链。

①现场采样链

作为样品链的起点，现场采样链由现场采样人员负责，直至样品转移至样品标

识记录人员，此过程中样品的转移次数保证尽可能少。

②样品标识链

所有由现场采样人员转移的样品需进行标识记录，标识中应包括如下信息：项目名称/编号、样品编号、样品形态、采样日期、有效期等。

③样品保存递送链

样品送交实验室进行分析前，项目工作组做好样品流转单，其包括以下信息：项目名称、样品编号、采样时间、样品状态、分析指标、样品保存方法、要求的分析方法、分析时间要求等。

④样品接收链

本链管理中，实验室的工作程序如下：

- 1) 实验室收到样品后，由实验室接收样品人员在样品流转单上记录接收时样品状态，并确认样品流转单信息是否与样品标识相符；
- 2) 确认相符后，实验室依据其自身要求保存样品；
- 3) 依据预处理、分析、数据检验、数据报告的顺序进行工作并记录；
- 4) 分析人员对样品负责直至样品返回收样人员；
- 5) 分析及实验室 QA/QC 工作结束后，样品依据项目工作组要求保存。

5.3.3 样品制备与留样质量控制

(1) 在风干室将土壤放置于搪瓷盘中，摊成 2~3cm 薄层，适时地压碎、翻动，拣出碎石、砂砾、植物残体。

(2) 在研磨室将风干的样品通过橡胶锤敲打、木铲、木棍翻动、压碎，拣出杂质，混匀，并用四分法压碎样品，过尼龙筛。过筛后的样品全部置于无色聚乙烯薄膜上，并充分搅拌混匀，再用四分法取两份，一份做细磨用，一份置于样品袋中，做好标识和台账，留样（约 200g）封存于样品库中，保存 2 年。

(3) 用于细磨的样品再次用四分法分成两份，一份研磨全部过孔径 0.25mm（60 目）筛（有参数需要时），另一份研磨全部过孔径 0.15mm（100 目）筛。

(4) 研磨混匀后的样品，分别装于样品袋，填写土壤标签，用于样品分析。

土壤样品制样与留样流程见图 5.2。

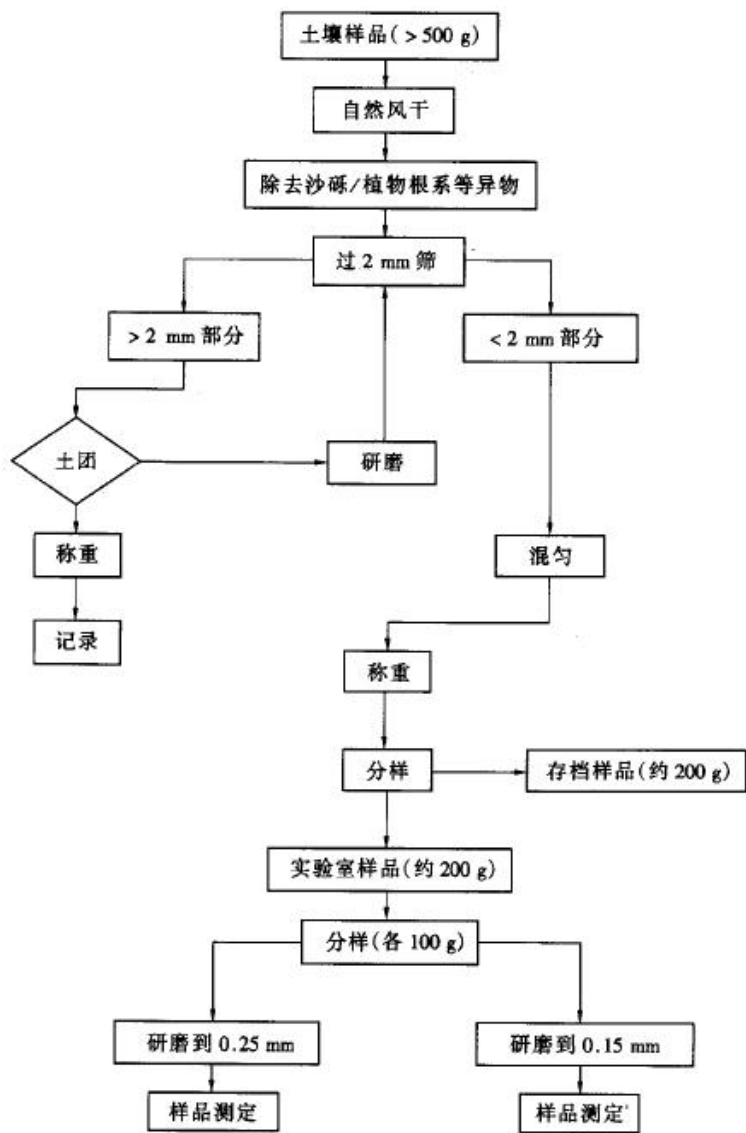


图 5.2 土壤样品制样流程图

6.分析测试工作安排

样品经采集和流转后，会以最快速度送至中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司环境与安全部实验室进行样品前处理和测试分析。

6.1 样品分析方法

样品分析方法首选规范中规定的分析方法，对国内暂未制定分析方法标准的污

染物项目，参照国外的分析方法，且各分析方法的检出限需满足项目相应的限值要求。本项目土壤样品分析及检出限详见下表 6-1，地下水样品分析及检出限详见表 6-2。

表 6-1 土壤监测项目分析及检出限一览表

序号	分析项目	分析方法	检出限
1	pH	《土壤 pH 的测定》 NY/T 1377-2007	/
2	铜	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》 HJ 491-2019	1mg/kg
3	镍		3mg/kg
4	锌		1mg/kg
5	六价铬	《土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》 HJ 1082-2019	0.5mg/kg
6	砷	《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》 GB/T 22105.2-2008	0.01mg/kg
7	汞	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法第 1 部分：土壤中总汞的测定》 GB/T 22105.1-2008	0.002mg/kg
8	铅	《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》 GB/T 17141-1997	0.1mg/kg
9	镉		0.01mg/kg
10	氯甲烷	《土壤和沉积物挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ605-2011	1.0×10^{-3} mg/kg
11	氯乙烯		1.0×10^{-3} mg/kg
12	1,1-二氯乙烯		1.0×10^{-3} mg/kg
13	二氯甲烷		1.5×10^{-3} mg/kg
14	反式-1,2-二氯乙烯		1.4×10^{-3} mg/kg
15	1,1-二氯乙烷		1.2×10^{-3} mg/kg
16	顺式-1,2-二氯乙烯		1.3×10^{-3} mg/kg
17	氯仿		1.1×10^{-3} mg/kg
18	1,1,1-三氯乙烷		1.3×10^{-3} mg/kg
19	四氯化碳		1.3×10^{-3} mg/kg
20	苯		1.9×10^{-3} mg/kg
21	1,2 二氯乙烷		1.3×10^{-3} mg/kg
22	三氯乙烯		1.2×10^{-3} mg/kg
23	1,2 二氯丙烷		1.1×10^{-3} mg/kg
24	甲苯		1.3×10^{-3} mg/kg
25	1,1,2-三氯乙烷		1.2×10^{-3} mg/kg
26	四氯乙烯		1.4×10^{-3} mg/kg

序号	分析项目	分析方法	检出限
27	氯苯		$1.2 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
28	1,1,1,2-四氯乙烷		$1.2 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
29	乙苯		$1.2 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
30	间二甲苯+对二甲苯		$1.2 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
31	邻-二甲苯		$1.2 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
32	苯乙烯		$1.1 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
33	1,1,2,2-四氯乙烷		$1.2 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
34	1,2,3-三氯丙烷		$1.2 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
35	1,4-二氯苯		$1.5 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
36	1,2-二氯苯		$1.5 \times 10^{-3} \text{mg/kg}$
37	苯胺	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定气相色谱-质谱法》HJ 834-2017*	0.1mg/kg
38	硝基苯		0.09mg/kg
39	2-氯酚		0.06mg/kg
40	苯并(a)蒽		0.1mg/kg
41	苯并(a)芘		0.1mg/kg
42	苯并(b)荧蒽		0.2mg/kg
43	苯并(k)荧蒽		0.1mg/kg
44	蒽		0.1mg/kg
45	二苯并(a,h)蒽		0.1mg/kg
46	茚并(1,2,3-cd)芘		0.1mg/kg
47	萘		0.09mg/kg
48	锰	《土壤和沉积物 11 种元素的测定 碱熔-电感耦合等离子体发射光谱法》HJ 974-2018	20mg/kg
49	铊	《土壤和沉积物 铊的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》HJ 1080-2019	0.1mg/kg
50	钴	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》HJ 803-2016	0.04mg/kg
51	锑	《土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法》HJ 680-2013	0.01mg/kg
52	铍	《土壤和沉积物 铍的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》HJ 737-2015	0.03mg/kg
53	钒	《土壤和沉积物 11 种元素的测定 碱熔-电感耦合等离子体发射光谱法》HJ 974-2018	20mg/kg
54	氟化物	《土壤质量 氟化物的测定 离子选择电极法》	12.5mg/kg

序号	分析项目	分析方法	检出限
		GB 22104-2008	
55	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	6mg/kg
56	二噁英	《土壤和沉积物 二噁英类的测定同位素稀释高分辨气相色谱-高分辨质谱法》HJ 77.4-2008	0.3ng/kg

表 6-2 地下水监测项目分析及检出限一览表

序号	分析项目	分析方法	检出限
1	pH	《水质 pH 值的测定玻璃电极法》GB6920-1986	/
2	总硬度	《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》乙二胺四乙酸二钠滴定法 GB/T5750.4-2006 第 7.1 条	1.0mg/L
3	溶解性总固体	《水质全盐量的测定重量法》HJ/T51-1999	10mg/L
4	铁	《水质铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法》GB11911-1989	0.03mg/L
5	锰		0.01mg/L
6	铜	《水质铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法》GB7475-1987	0.05mg/L
7	锌		0.05mg/L
8	挥发酚类	《水质挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》HJ503-2009	0.0003mg/L
9	高锰酸盐指数	《生活饮用水标准检验方法有机物综合指标》酸性、碱性高锰酸钾滴定法 GB/T5750.7-2006 第 1 条	0.05mg/L
10	氨氮	《水质氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ535-2009	0.025mg/L
11	六价铬	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》GB 7467-1987	0.004mg/L
12	亚硝酸盐	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》重氮偶合分光光度法 GB/T 5750.5-2006 第 10.1 条	0.001mg/L
13	硝酸盐	《水质 无机阴离子的测定(F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻)离子色谱法》HJ 84-2016	0.064mg/L
14	氰化物	《水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法》HJ 484-2009 方法 2	0.004mg/L
15	氟化物	《水质 无机阴离子的测定(F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻)离子色谱法》HJ 84-2016	0.006mg/L
16	汞	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	0.04μg/L

序号	分析项目	分析方法	检出限
17	砷	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	0.3μg/L
18	镍	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》HJ700-2014	0.06μg/L
19	镉		0.05μg/L
20	铅		0.09μg/L
21	铍		0.04 μg/L
22	钒		0.08 μg/L
23	铊		0.02 μg/L
24	钴		0.03 μg/L
25	锑	《水质 汞、砷、硒、铋、锑的测定 原子荧光法》HJ 694-2014	0.2 μg/L
26	总大肠菌群	《生活饮用水标准检验方法 微生物指标》GB/T 5750.12-2006 第 2.2 条	/
27	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	《水质 可萃取性石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)的测定 气相色谱法》HJ 894-2017	0.01mg/L

6.2 实验室质量控制

为保证检测结果的准确可靠，检测过程中关于样品的制样、分析、空白、校准曲线、稳定性检查、精密度控制、准确度控制均严格依据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）和《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）要求进行。检测活动过程所用仪器均经过有资质的单位检定/校准并在合格有效期内；检测分析人员经过考核并持证上岗。实验室质控内容如下。

（1）检测仪器

检测期间所用仪器经计量部门检定/校准合格且在检定/校准有效期内。本次实验室分析仪器设备的检定/校准情况见表 6-3。

表6-3仪器设备检定/校准情况表

分析设备	型号	设备编号	有效期	检定/校准证书编号	仪器检定/校准单位
气相色谱-质谱联用仪	Clarus680/Clarus SQ8T	HJ-232	2021.07.17	YH2017-09264	厦门市计量检定测试院
pH 计	STARTER 3100	HJ-267	2021.01.15	YH2019-00921	福建省计量科学研究院
原子吸收分光光度计	TAS-990AF G	HJ-062	2022.03.08	YH2018-03112	厦门市计量检定测试院
原子荧光光度计	PF6-2	HJ-067	2021.01.14	YH2019-01046	厦门市计量检定测试院
离子色谱仪	883 Basic IC plus	HJ-044	2021.01.19	YH2019-01047	厦门市计量检定测试院
ICP 光谱仪	Avio 200	HJ-233	2021.06.26	YH2017-09268	厦门市计量检定测试院
隔水式恒温培养箱	GNP-9050	HJ-055	2021.02.23	RCC20190313087	厦门瑞德利校准检测技术有限公司
浊度仪	WGZ-2000	HJ-072	2021.01.14	YH2019-00923	厦门市计量检定测试院
离子计	PXSJ-216F	HJ-292	2021.06.11	(MM)E6/19-001309	福建省计量科学研究院
原子吸收光谱仪	PinAAcle 900T	HJ-308	2021.07.17	YH2019-09413	厦门市计量检定测试院

(2) 检测人员持证上岗

参加本次检测项目的人员信息，详见表 6-4。

表 6-4 检测人员情况一览表

姓 名	上岗证号	上岗证颁发部门	有效期
林明旭	HB2018022	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2018年07月至2021年06月
王慧敏	HB2019003	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2019年01月至2021年12月
叶佳佳	HB2019002	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2019年01月至2021年12月
郑琳玲	HB2018040	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2018年10月至2021年09月
梁楠	HB2018047	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2018年10月至2021年09月
刘佳栋	HB2018030	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2018年07月至2021年06月
王小容	HB2020005	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2020年08月至2023年07月

姓 名	上岗证号	上岗证颁发部门	有效期
孙寒宇	HB2020003	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2020年08月至2023年07月
柳振齐	HB2020001	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2020年08月至2023年07月
王备	HB2019005	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2020年08月至2023年07月
蓝河顺	HB2018028	中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司	2018年07月至2021年06月

(3) 实验室质量控制方案

表 6-5 实验室质量控制方案一览表

项目	描述	频次
曲线核查	对标准曲线进行核查，用于确认曲线是否偏离。	1个/20个样品
方法空白	样品处理时与样品同时处理的相同基质的空白样，用于确认实验过程中是否存在污染，包括玻璃器皿，试剂等。	2个/批次
实验室质控样	购买国家标准物质，与样品相同的步骤进行处理和分析，用于确认目标化合物能否准确检出。	1个/10个样品
现场平行	随机选择一个采样点进行同时采集双份平行样，用于确认采样过程和实验室过程是否满足精密度要求。	1 个/10 个样品
实验室平行	每批样品中随机选择其中一个样品，同时取两份进行相同的处理步骤，用于确定各类参数测试的稳定性。	1 个/5 个样品
加标回收	针对无合适的土壤或地下水基体有证标准物质，采用基体加标回收率试验对准确度进行控制，加入一定量的目标化合物或者替代物，与样品进行完全相同的步骤进行处理和分析，计算最终回收率，用于确认样品基质对于目标化合物的影响和稳定性。	1个/10个样品

附件 1：人员访谈记录

人员访谈记录表格

地块编码	
地块名称	福建省海峡水泥有限公司
访谈日期	2020.10.21
访谈人员	姓名: 王景利 单位: 中国建材检验认证集团厦门分公司 联系电话: 18760108913
受访人员	受访对象类型: ☐ 土地使用者 ☐ 企业管理人员 ☒ 企业员工 ☐ 政府管理人员 ☐ 环保部门管理人员 ☐ 地块周边区域工作人员或居民 姓名: 林双林 单位: 福建省海峡水泥有限公司 职务或职称: 环保技术员 联系电话: 1395979617
访谈问题	1. 本地块历史上是否有其他工业企业存在? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定 若选是, 企业名称是什么? 起止时间是 年 至 年。
	2. 本地块内目前职工人数是多少? (仅针对在产企业提问) 26人
	3. 本地块内是否有任何正规或非正规的工业固废堆放场? ☐ 正规 ☐ 非正规 ☒ 无 ☐ 不确定 若选是, 堆放场在哪? 堆放什么废弃物?
	4. 本地块内是否有工业废水排放沟渠或渗坑? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定 若选是, 排放沟渠的材料是什么? 是否有无硬化或防渗的情况?
	5. 本地块内是否有产品、原辅材料、油品的地下储罐或地下输送管道? ☒ 是 ☐ 否 ☐ 不确定 若选是, 是否发生过泄漏? ☐ 是 (发生过 次) ☒ 否 ☐ 不确定
	6. 本地块内是否有工业废水的地下输送管道或储存池? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定 若选是, 是否发生过泄漏? ☐ 是 (发生过 次) ☐ 否 ☐ 不确定
	7. 本地块内是否曾发生过化学品泄漏事故? 或是否曾发生过其他环境污染事故? ☐ 是 (发生过 次) ☒ 否 ☐ 不确定 本地块周边邻近地块是否曾发生过化学品泄漏事故? 或是否曾发生过其他环境污染事故? ☐ 是 (发生过 次) ☐ 否 ☒ 不确定
	8. 是否有废气排放? ☒ 是 ☐ 否 ☐ 不确定 是否有废气在线监测装置? ☒ 是 ☐ 否 ☐ 不确定 是否有废气治理设施? ☒ 是 ☐ 否 ☐ 不确定

清洗起 部分引用	9. 是否有工业废水产生? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定 是否有废水在线监测装置? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定 是否有废水治理设施? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定
	10. 本地块内是否曾闻到过由土壤散发的异常气味? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定
	11. 本地块内危险废物是否曾自行利用处置? ☒ 是 ☐ 否 ☐ 不确定
	12. 本地块内是否有遗留的危险废物堆存? (仅针对关闭企业提问) ☐ 是 ☐ 否 ☐ 不确定
	13. 本地块内土壤是否曾受到过污染? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定
	14. 本地块内地下水是否曾受到过污染? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定
	15. 本地块周边 1km 范围内是否有幼儿园、学校、居民区、医院、自然保护区、农田、集中式饮用水水源地、饮用水井、地表水体等敏感用地? ☒ 是 ☐ 否 ☐ 不确定 居民区 农田 若选是, 敏感用地类型是什么? 距离有多远? 若有农田, 种植农作物种类是什么? 水稻
	16. 本地块周边 1km 范围内是否有水井? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定 若选是, 请描述水井的位置 距离有多远? 水井的用途? 是否发生过水体混浊、颜色或气味异常等现象? ☐ 是 ☐ 否 ☐ 不确定 是否观察到水体中有油状物质? ☐ 是 ☐ 否 ☐ 不确定
	17. 本区域地下水用途是什么? 周边地表水用途是什么? 灌溉
	18. 本企业地块内是否曾开展过土壤环境调查监测工作? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定 是否曾开展过地下水环境调查监测工作? ☐ 是 ☒ 否 ☐ 不确定 是否开展过场地环境调查评估工作? ☐ 是 (☐ 正在开展 ☐ 已经完成) ☒ 否 ☐ 不确定
	19. 其他土壤或地下水污染相关疑问。

附件 2：专家函审意见

福建省海峡水泥股份有限公司 土壤环境自行监测方案函审意见

福建省海峡水泥股份有限公司邀请 2 位专家对中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司编制的《福建省海峡水泥股份有限公司土壤环境自行监测方案》(以下简称“监测方案”)进行了函审。形成意见如下：

一、监测方案基本符合相关技术规范要求，经修改完善后，可作为福建省海峡水泥股份有限公司开展自行监测的依据。

二、修改意见

1. 分析本项目原辅材料成分，并且结合项目生产工艺、周边污染源调查及历史监测数据，重新核实企业涉及的特征污染物，进而完善土壤和地下水监测因子。

2. 补充地勘报告相关内容，明确地层信息及地下水流向，结合气象条件及污染物迁移特征，优化调整土壤和地下水监测点位。

3. 进一步核实并补充完善监测过程中样品采集、保存、制备、流转、分析测试等相关质控措施。

4. 专家提出的其他意见。

函审专家：

郭 郑大增

2020 年 11 月 2 日

附件 3：组长复审确认

福建省海峡水泥股份有限公司土壤环境自行监测方案

专家函审意见修改情况汇总表

企业名称：福建省海峡水泥股份有限公司			函审日期：2020.10.30	
方案编制单位：中国建材检验认证集团厦门宏业有限公司			修改日期：2020.10.30-2020.11.03	
序号	修改意见内容	页码	修改结果	备注
1	分析本项目原辅材料成分，并且结合项目生产工艺、周边污染源调查及历史监测数据，重新核实企业涉及的特征污染物，进而完善土壤和地下水监测因子。	P16、P33、P38-39	补充了石灰石等原料的成分分析及周边污染源调查等，并结合原辅料成分、产排污情况、周边污染源及《排污许可证申请与核发技术规范水泥行业（HJ 847-2017）》、《水泥工业大气污染物排放标准（GB4915-2013）》中针对协同处置的水泥企业确定污染物控制指标，核实了企业涉及的特征污染物，增加等土壤和地下水锌等监测因子。	
2	补充地勘报告相关内容，明确地层信息及地下水流向，结合气象条件及污染物迁移特征，优化调整土壤和地下水监测点位。	P27-32 P34-37	补充完善了场地水文地质情况，明确地层信息及地下水流向，并根据常年主导风向结合企业污染物对土壤影响的大气传播的特点，优化了监测点位。	
3	进一步核实并补充完善样品采集、保存、制备、流转、分析测试等相关质控措施。	P51-52 P55-60	核实并补充完善了样品采集、保存、制备、流转、分析测试等相关质控措施。	
4	根据与会专家提出的其他意见修改方案	P4、P35、P47、P50-51	根据与会专家意见修改完善了人员访谈记录、监测范围确定、深层采样的设备、时间安排等内容。	
复审意见：方案已按审查意见完成修改。				
专家： 				
2020 年 11 月 4 日				