

青岛能源泰能热电有限公司
燃机项目地块场地环境调查报告
(简本)

编制单位：中国海洋大学

委托单位：青岛能源泰能热电有限公司

二〇二一年四月

目 录

1. 总论	3
1.1 项目背景.....	3
1.2 编制目的.....	4
1.3 编制原则.....	4
1.4 编制依据.....	5
1.4.1 法律法规.....	5
1.4.2 相关规定和政策.....	5
1.4.2 技术导则、标准及规范.....	6
1.5 调查范围.....	7
1.6 工作任务.....	7
1.7 评价技术路线.....	7
2. 场地概况及未来规划	9
2.1 场地位置及周边环境.....	9
2.2 区域自然环境概况.....	9
2.2.1 地形地貌.....	9
2.2.2 地质条件.....	10
2.2.3 地表河流及海域概况.....	11
2.2.4 地下水条件.....	12
2.3 场地现状.....	13
2.4 场地未来用地规划.....	13
3. 场地污染调查与识别	15
4. 详细采样调查	16
4.1 点位布设.....	16
4.2 样品采集.....	16
4.3 监测因子与分析方法.....	18
4.3.1 土壤.....	18
4.3.2 地下水.....	18
4.4 水文地质调查方案.....	18
4.4.1 现场调查记录.....	19
4.4.2 土工样品采集.....	19
4.5 调查采样方法.....	19
4.5.1 土壤钻探及采样方法.....	19
4.5.2 监测井设置及地下水采样方法.....	21
4.6 质量控制与质量保证措施.....	23

4.6.1 采样现场质量控制与管理.....	23
4.6.2 样品采集过程中的质量控制.....	24
4.6.3 样品保存与运输过程中的质量控制.....	25
4.6.4 实验室分析质量控制.....	26
4.6.5 样品的保存及流转.....	28
4.6.6 质量控制结果.....	28
5. 详细调查结果与分析.....	30
5.1 采样工作量统计.....	30
5.2.1 水文地质条件.....	30
5.2.2 调查区域分层.....	30
5.3 污染物筛选值.....	31
5.4 土壤污染调查结果与分析.....	31
5.5 地下水污染调查结果与分析.....	32
6. 结论与建议.....	33
6.1 项目概况.....	33
6.2 场地水文地质.....	33
6.3 场地调查方案.....	34
6.4 调查结果.....	35
6.5 调查结论规范性.....	35
6.6 总结论.....	35

1. 总论

1.1 项目背景

燃机项目地块位于青岛市李村河入海口南侧，总占地面积 166629m²，调查范围内全部为青岛能源泰能热电有限公司用地。

青岛能源泰能热电有限公司前身为青岛煤制气厂。青岛煤制气厂共建成两期，一期工程于 1987 年建成投产，建设规模为日供煤气 14 万 m³。二期工程在一期工程西侧扩建焦化厂区，同时在一期工程北侧新建热电厂区(以下称泰能热电厂)，二期工程于 1996 年底投产，建设规模为年产焦炭 41.5 万吨、煤气 9400 万 m³/d 和相应的焦油、粗苯等化工产品。青岛煤制气厂二期工程建成投产后，一期工程的焦化生产停产。

青岛煤制气厂原主管单位为青岛市公用事业局。青岛燃气集团成立后，青岛煤制气厂成为青岛燃气集团的子公司，并于 2000 年 7 月 5 日更名为青岛焦化制气有限责任公司。2002 年青岛燃气集团与青岛煤气公司合并成立青岛泰能燃气集团有限公司(以下简称泰能集团)，泰能集团于 2012 年并入青岛能源集团有限公司(以下简称能源集团)。2013 年青岛市引入天然气，不再需要焦化厂为全市提供煤气，因此焦化厂焦化部分生产内容全部停产，热电部分继续运行。2014 年青岛焦化制气有限责任公司更名为青岛能源泰能热电有限公司，成为青岛能源集团有限公司的全资子公司。

根据青岛市“环湾保护、拥湾发展”战略精神，焦化厂于 2012 年列入青岛市老城区企业搬迁计划，于 2013 年 10 月底停产，2016 年焦化厂区设备、生产厂房全部拆除，热电厂区保留。根据区域开发规划，焦化厂搬迁出让地块拆分为李村河污水处理厂四期扩建地块、市政用地(绿地、道路)、燃机项目建设地块、泰能热电厂地块、公共交通场站用地兼容商住混合用地开发地块，其中公共交通场站用地兼容商住混合用地(S41/R2B)开发地块分两期进行建设，分别为混合商住用地一期(本次调查地块)和混合商住用地二期。本次场地调查范围为燃机项目地块，总调查面积 166629m²。

根据原国家环保总局《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》环办[2004]47 号)及原国家环保部《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)和《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),以及青岛市环境保护局《关于加强工业企业场地再开发利用环境管理的通知》(青环发[2016]39号)等相关规定,场地使用权人等相关责任人应委托专业机构开展关停搬迁工业企业原址场地的环境调查和风险评估工作。为此,青岛能源泰能热电有限公司委托中国海洋大学对该泰能焦化出让地块中燃机项目地块开展场地详细调查,对场地的污染现状进行详细分析,为有关部门对该场地的开发利用决策提供科学依据。我单位接受委托后,立即组织有关技术人员对项目地块及其周围环境进行了实地勘查、监测和相关资料的收集、核实与分析工作,在此基础上,按照《场地环境调查技术导则》(HJ25.1-2014)、《场地环境监测技术导则》(HJ25.2-2014)、《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)所规定的原则、方法、内容及要求,编制了《燃机项目地块场地环境调查报告》。

1.2 编制目的

依据 HJ25.1、HJ25.2 和《建设用地土壤环境调查评估技术指南》的要求,开展详细采样调查,以准确识别场地内存在的污染源和污染物,明确污染物在场地内的分布情况。防止因场地用地性质变化而带来的环境问题,保障环境安全以及人群身体健康,为地块使用与管理提供依据。

1.3 编制原则

根据我国现阶段场地风险评估的内容与相关管理要求,本次场地环境调查遵循以下原则:

(1) 遵循国家现有法律、技术导则和相关规范:场地评价过程遵循我国现行的工业污染场地环境风险评价相关法律、技术导则、规范以及该场地的相关规划。另外,在评估的技术细节中借鉴先进国家和地区的经验,以科学的观点分析和论述该场地中存在的相关问题,以确保场地调查结果的有效性。

(2) 采用目前国内外较为先进的方法与工具,确保采样和监测等工作结果的准确性和可靠性。

1.4 编制依据

1.4.1 法律法规

1. 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日起实施);
2. 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月1日起实施);
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. 《中华人民共和国水污染防治法》(2018年1月1日起实施);
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)。

1.4.2 相关规定和政策

1. 《污染地块土壤环境管理办法(试行)》(环保部令第42号,2017年7月1日施行);
2. 《国务院办公厅关于推进城区老工业区搬迁改造的指导意见》(国办发[2014]9号);
3. 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》(环发[2014]66号);
4. 《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);
5. 《环境保护部关于贯彻落实<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>的通知》(环发[2013]46号);
6. 《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);
7. 《关于加强土壤污染防治工作的意见》(环发[2008]48号);
8. 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》(环办[2004]47号);
9. 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告2017年第72号);
10. 《关于印发山东省土壤污染防治工作方案的通知》(山东省人民政府鲁政发[2016]37号);

11.山东省环境保护厅关于印发《山东省土壤环境保护和综合治理工作方案》的通知(鲁环发[2014]126号);

12.山东省环境保护厅关于印发《山东省场地土壤污染状况调查实施方案》(鲁环办〔2015〕38号);

13.青岛市环境保护局关于印发《青岛市土壤环境保护和综合治理工作方案》的通知(青环发[2015]38号);

14.青岛市环境保护局关于印发《青市场地土壤污染状况调查工作方案的通知》(青环发〔2015〕94号);

15.《青岛市人民政府关于推进老城区企业搬迁改造工作的意见》(青政发[2008]44号);

16.《青岛市环保局关于加强工业企业场地再开发利用环境管理的通知》(青环发[2016]39号)。

1.4.2 技术导则、标准及规范

- 1.《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014);
- 2.《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2-2014);
- 3.《地下水污染健康风险评估指南(试行)》(2014年10月);
- 4.《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(2014.11);
- 5.《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004);
- 6.《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2004);
- 7.《污染场地术语》(HJ682-2014);
- 8.《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018, 2018年8月1日起实施);
- 9.北京市地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T811-2011);
- 10.上海市场地土壤环境健康风险评估筛选值(试行);
- 11.《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017, 2018年5月1日实施);
- 12.《国家危险废物名录》(2016年8月1日起施行);
- 13.美国 EPA《Regional Screening Levels for Chemical Contaminants at Superfund Sites》(2018年11月);
- 14.《土的分类标准》(GBJ 145-90)。

1.5 调查范围

本次场地调查总调查面积 166629m²，调查地块的土地产权人为青岛能源泰能热电有限公司。

1.6 工作任务

本场地环境调查的工作内容包括三个阶段，各个阶段具体工作内容如下：

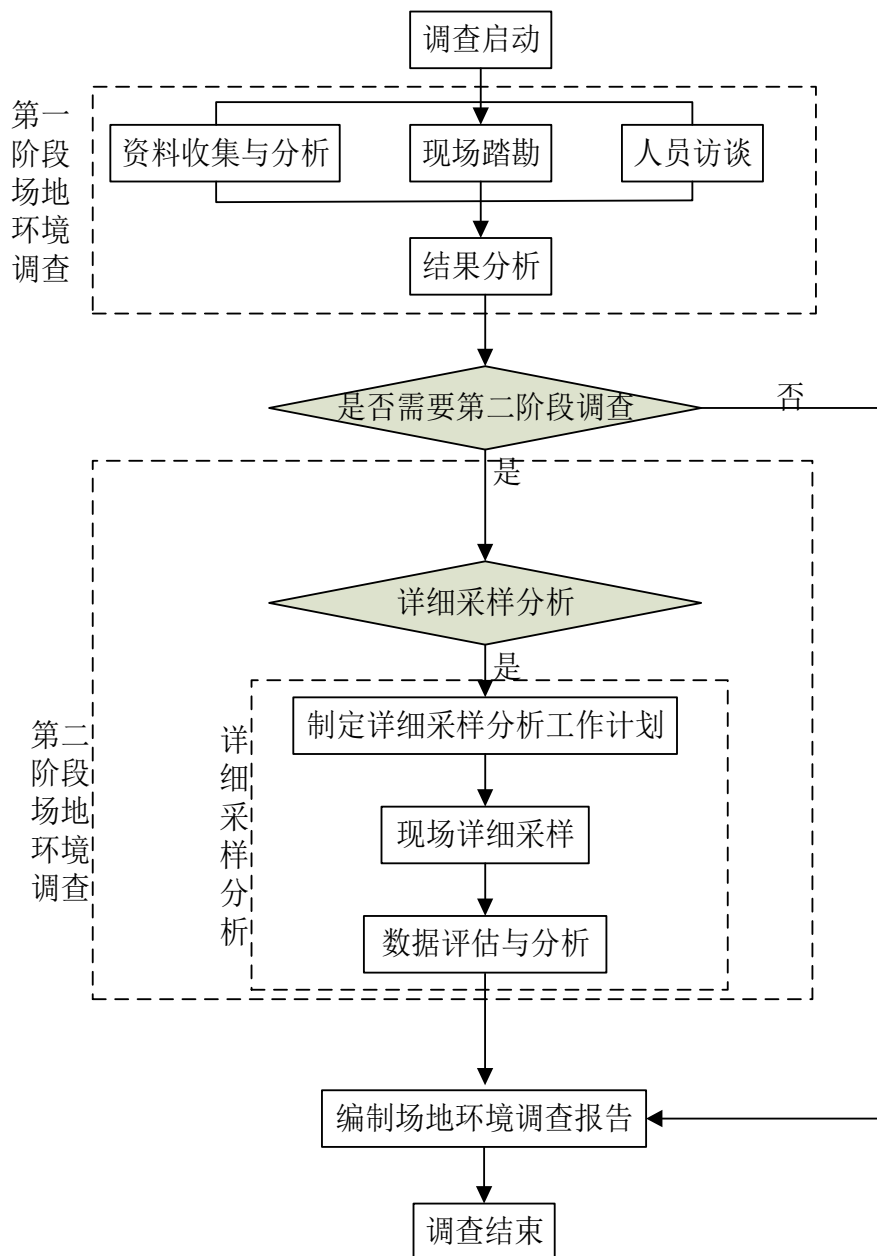
第一阶段的主要任务为场地污染识别，包括场地现场勘察与走访调查；收集场地的自然与人类活动的资料，获取场地水文地质特征、土地利用、生产工艺等基本信息。与场地有关人员座谈，识别和判断场地污染的可能性。如该阶段的场地环境评价认为场地可能存在污染，则进入第二阶段工作。

第二阶段主要工作内容为场地污染确认，现场采样调查核实第一阶段提出的可能污染的区域。借鉴国内同类项目场地调查的经验，结合现场工艺生产布局，直接制定详细采样方案，在确定的采样点钻探并观察地层情况，采集并分析化验样品，整理场地钻探与样品分析检测结果，取得关于场地污染的结论。在场地调查过程中，按照检测要求，采取有效手段存储样品，保证样品及时送检；按照评价标准中对应的检测方法，分析检测送检样品中的目标污染物，通过提高质量控制手段保证样品分析的准确性和精确性。

第三阶段的工作内容包括：对检测结果与相关评价标准进行对比和总结，得出场地中主要污染物类型、水平及采样点位的关系，分析污染物种类与浓度及在场地中的分布特征。通过软件模拟，描述场地中主要污染物的空间分布规律和边界。

1.7 评价技术路线

根据上述工作内容，制订泰能焦化搬迁出让地块中燃机项目地块的场地调查技术路线如图 1.7-1 所示。



技术路线图

2. 场地概况及未来规划

2.1 场地位置及周边环境

泰能焦化搬迁出让地块中燃机项目地块位于青岛市市北区镇平路，调查区域总占地面积约 166629m²。

场地四周现状情况：

东侧：紧邻泰能热电厂。

南侧：南侧紧邻原焦化厂主生产区域。

西侧：紧邻李村河污水处理厂。

北侧：隔镇平一路为李村河。

2.2 区域自然环境概况

2.2.1 地形地貌

青岛为海滨丘陵城市，地势东高西低，南北两侧隆起，中间低凹。其中山地约占全市总面积的 15.5%、丘陵占 25.1%、平原占 37.7%、洼地占 21.7%。全市海岸分为岬湾相间的山基岩岸、山地港湾泥质粉砂岸及基岩砂砾质海岸等 3 种基本类型。浅海海底则有水下浅滩、现代水下三角洲及海冲蚀平原等。

青岛所处大地构造位置为新华夏隆起带次级构造单元—胶南隆起区东北缘和胶莱凹陷区中南部。区内缺失整个古生界地层及部分中生界地层，但白垩纪青山组火山岩层发育充分，在本市出露十分广泛。岩浆岩以元古代胶南期月季山式片麻状花岗岩及中生代燕山晚期的艾山式花岗闪长岩和崂山式花岗岩为主。市区全部坐落于该类花岗岩之上，建筑地基条件优良。本区构造以断裂构造为主。自第三纪以来，区内以整体性较稳定的断块隆起为主，上升幅度一般不大。

市北区所处大地构造位置为新华夏隆起带次级构造单元——胶南隆起区东北缘和胶莱凹陷区中南部，以断裂构造为主。区内缺失整个古生界地层，但白垩系青山组火山岩层发育充分，出露广泛。岩浆岩以元古代胶南期月季式片麻状花岗岩及中生代燕山晚期的艾山式花岗闪长岩和崂山式花岗岩为主。地势起伏不平，东高西低，南北趋向平缓，西部临海，海岸线长 5.83 公里。区内有坛顶山、双山、孤山、大山、泰能东山、泰能东南山、嘉定山、北岭山等 8 个山头，皆为南北走向。最高峰是北岭山，海拔 116.32 米；其次是嘉定山，海拔 110.4 米。该区

域内主要有三个土类，棕壤主要分布在原东部村庄，盐土主要分布在西部海岸，本次调查地块位于市北区最西部，紧邻胶州湾，调查区域土类为盐土。

2.2.2 地质条件

2018年，调查地块由山东电力工程咨询院有限公司进行了岩土工程勘察，在该地块共布置勘探点37个，并编制了岩土工程勘察报告。

场地上覆地层主要为第四系全新统人工填土层(Q₄^{ml})、第四系全新统海相沉积层(Q₄^m)、第四系全新统冲洪积层(Q₄^{al+pl})和第四系上更新统冲洪积层(Q₃^{al+pl})，岩性主要为杂填土、含淤泥中砂、粉质粘土、粗砂等。下伏基岩为白垩系青山群八亩地组沉积岩(K_{1b})和燕山晚期侵入岩(γ₅³)，岩性分别为角砾岩和花岗岩。根据现场工程地质钻探描述，结合室内试验成果，并参考前期资料，场地内地层描述如下：

一、第四系全新统人工填土层(Q₄^{ml})

①杂填土：杂色，回填成分以碎石、碎砖块、塑料袋等建筑垃圾和生活垃圾为主，混粘性土，稍湿~饱和，松散~稍密。其中碎石和碎砖块的粒径以3~20cm为主，含量约占30%~50%，个别碎石直径可达40cm。该层在场地内普遍分布，回填时间接近30年，层厚4.40~11.10m，层底埋深4.40~11.10m，层底高程-6.69~-0.22m。

二、第四系全新统海相沉积层(Q₄^m)

②含淤泥中砂：灰黑色，以中砂和粗砂为主，含淤泥成分，有臭味，松散，饱和。该层在场地内普遍分布，仅在7号、14号、30号钻孔缺失，层厚1.00~3.90m，层底埋深6.90~9.00m，层底高程-4.92~-2.25m。

三、第四系全新统冲洪积层(Q₄^{al+pl})

③粉质粘土：黄褐色、黑褐色，可塑，饱和，见铁锰氧化物。该层在场地内均有分布，仅14号钻孔缺失，层厚1.20~4.00m，层底埋深8.90~11.90m，层底高程-7.32~-4.74m。

四、第四系上更新统冲洪积层(Q₃^{al+pl})

④粗砂：黄褐、褐黄、黑灰色，中密~密实为主，局部稍密，饱和，粘粒含量较高，局部夹粉质粘土透镜体。该层在场地内普遍分布，层厚4.30~18.80m，层底埋深14.70~30.00m，层底高程-26.13~-9.85m。

④-1 粉质粘土：褐黄色，可塑，饱和，含中、粗砂颗粒。该层在场地内普遍分布，层厚 0.50~4.50m，层底埋深 16.00~19.80m，层底高程-15.86~-11.97m。

五、燕山晚期侵入岩(γ_5^3)

⑤花岗岩：强风化，黄褐、肉红色，岩芯呈碎块状，手掰易碎。该层在场地内普遍分布，层厚 0.90~4.20m，层底埋深 18.20~25.00m，层底高程-20.85~-14.15m。

⑥花岗岩：中等风化，肉红色，中粗粒结构，块状构造，岩芯呈碎块、短柱状。该层在场地内普遍分布，本次未揭穿，最大揭露厚度 6.70m。

六、白垩系青山群八亩地组沉积岩(K_1b)

⑦角砾岩：强风化，棕褐~紫红色，角砾结构，泥质胶结，胶结差，手搓易散、易碎。该层分布在沧口断裂带西侧，本次勘探仅在 9 号和 15 号分布，未揭穿，层厚大于 7.00m。根据可研报告及场区周边资料，角砾岩强风化带厚度较大，一般大于 20m。

2.2.3 地表河流及海域概况

市北区区域内有海泊河、泰能河、杭州路河、郑州路河、小村庄河、李村河、李村河和张村河等 10 条河流，均为季节性河流。其中张村河、李村河为主要河流，均流入胶州湾。

项目地块周围主要河流为李村河。李村河干流发源于崂山石门山，流域包括市北区、李沧区部分区域，在曲戈庄与张村河汇流，干流全长 20 千米，是市区重要的过城河，源头至入海口属于景观娱乐用水区。李村河南岸建有李村河污水处理厂，污水管网配套较为完善，李村河河道干流胜利桥以下河段污染严重，多项监测指标超过地表水 V 类标准，但是随着李村河沿岸的不断致力，李村河中下游 308 国道、曲戈庄桥、入海口 3 个断面的污染程度同比均有所减轻。

市北区西濒胶州湾，胶州湾内海域潮流属于规则半日潮流，运行形式以往复流为主，每日有两高两低，最高潮位 3.92m(黄海高程)，最低潮位-1.95m，平均高潮位 2.47m，平均低潮位-0.30m，平均潮差 2.78m，最高潮差 4.61m。最大潮流方向平行于海岸。涨潮流速大于落潮流速，平均涨潮流速为 72cm/s，涨潮历

时 5 小时 40 分钟，平均落潮流速为 60cm/s，落潮历时 6 小时 46 分钟。

2.2.4 地下水条件

2018 年，青岛市勘察测绘研究院对位于西南侧紧邻调查地块的原焦化厂办公区用地(规划为李村河四期扩建地块)(图 2.1-2)进行了地下水分层观测、连续水位观测和抽水试验，主要结论汇总如下：

(1) 地下水类型

场地位于滨海滩涂地貌单元，第四系发育。勘察期间(2018 年 3 月至 2018 年 5 月)处于枯水期，场区赋存地下水。地下水类型主要为第四系孔隙潜水及承压水，第四系孔隙潜水主要赋存于第①层杂填土、第②层中细砂、第④层含淤泥粗砂中；第四系承压水主要赋存于第⑧层粗砾砂、第⑨层粗砾砂、第 12 层含黏性土粗砾砂、第 14 层含黏性土粗砾砂中，大气降水、海洋河流侧向补给为主要补给来源。

(2) 地下水水位

勘察期间钻孔地下水混合水稳定水位埋深 1.40~4.30 米，水位标高 0.86~2.35 米，观测时间为 2018 年 5 月。根据长期水文观测资料分析青岛地区历年水位最大变幅 2.0 米，根据调查场区历史最高地下水位约为 3.5 米，近 3~5 年最高地下水位约为 3.0 米。

(3) 水文观测

共设置 10 个钻孔进行第⑥层粉质黏土以下承压水含水层(主要为第⑧层粗砾砂、第 12 层含黏性土粗砾砂、第 14 层含黏性土粗砾砂)的承压性观测。通过试验，测得 10 个钻孔的承压水水位标高为-0.83~1.08m，承压水头 5.10~7.70m，平均水头 6.48m。

(4) 连续水位观测

为查明地下水与海水的水力联系，本次勘察沿地下水径流方向选取 8 个钻孔，进行连续水位观测。自 2018 年 4 月 21 日至 4 月 22 日，连续观测 24 小时，观测时间间隔 2 小时。从连续观测水位数据可知，场区地下水水位随海潮涨落而略有起伏，且稍有滞后性，延迟约 90 分钟，高潮低潮水位落差最大约 0.28 米，地下水受海潮涨落影响程度随距胶州湾距离增大而减小。场区地下水与海水有一定水力联系，但联系不明显。

(5) 抽水试验

根据抽水试验结果，建议第⑥层以上潜水含水层的平均渗透系数按 5.7m/d 考虑；建议第⑧层粗砾砂渗透系数按 65.3m/d 考虑；第⑫层、第⑭层含黏性土粗砾砂，含黏性土约 10~30%，黏粒含量较高，部分胶结，且有粉质黏土夹层，取芯多成土柱状，根据现场钻探揭示及地区经验，推荐该层渗透系数按 8m/d 考虑；第⑥层、第⑫₁层、第⑬₁层粉质黏土推荐渗透系数按 0.001~0.02m/d 考虑；第⑯层含砾砂岩强风化带、第⑯₁层泥质粉砂岩强风化带推荐渗透系数按 0.01~0.02m/d 考虑。

2.3 场地现状

(1) 调查地块内地形地貌

地形：整体地形平缓，地面标高约 3.2~5.4 米。

地貌：场区地貌类型属于滨海滩涂，表层后经人工回填改造。

(2) 调查地块现状

调查地块内原有建筑、生产设施等全部拆除。

场地西北处地磅地磅室、北门卫室、东侧煤棚未拆除，其余建筑均已拆除。调查地块现状基本为空地，地块南侧部分区域堆有少量焦化厂拆除时产生的建筑垃圾，主要为碎石、砖块、混凝土块，堆积高度约 0.5m，无法进行采样分析。东侧煤棚内堆有泰能热电用动力煤。根据实地勘察，本次调查地块内未发现明显污染痕迹，无异常化学品气味，场地内未发现废渣、危废、化学品原料、产品等生产相关的废弃物堆放。

2.4 场地未来用地规划

本次调查地块规划为供热用地(U14)和供燃气用地(U13)，根据《土壤环境质量 建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)的规定，按照公共施用地(U)为代表的第二类用地的筛选值进行评价。

经查询《青岛市饮用水源保护区划》(青政发〔2014〕30号)，调查地块所在的青岛市市北区辖区范围内不存在饮用水源保护区，也未设置集中式地下水饮用

水源。经实地调查，调查地块周边 5km 范围内均位于城市自来水供水范围内，不存在村庄，均不饮用地下水。

3. 场地污染调查与识别

通过对场地进行现场踏勘、相关资料与文献的收集分析和相关人员走访，得出该场地污染识别结论如下：

调查区域全部为原泰能焦化厂用地，调查地块内建有贮焦场、筛焦楼、煤场、受煤坑、煤棚、运煤铁路、粗苯储罐、汽油储罐、焦油储罐、地上输油管线等生产及配套设施。洗油、焦油、粗苯储罐区为本次调查地块的涉嫌污染区域。经场地内和周边场地污染初步识别，可能造成调查地块土壤和地下水污染的途径包括：

1.调查地块内废水跑冒滴漏导致调查地块土壤和地下水污染。主要污染物为焦化厂生产废水中的酚类、氰化物、苯系物、多环芳烃、重金属。

2.焦化厂炼焦废气中的污染物经大气沉降途径导致调查地块土壤污染。主要污染物为多环芳烃、苯系物、氰化物、重金属。

3.海晶化工污染物经地下水迁移途径导致调查地块地下水污染，进而导致土壤污染。海晶化工潜在土壤污染物为重金属、氰化物、挥发性有机物。

4.海晶化工制砖厂污染物经大气沉降或雨水淋滤途径导致调查地块土壤和地下水污染。海晶化工制砖厂潜在土壤污染物为重金属、氰化物。

4. 详细采样调查

本次调查地块为焦化厂用地，根据第一阶段调查情况，调查地块场地变迁资料、生产相关资料、平面布置变动等资料均齐全、完备，场地历史清楚，而且焦化场地土壤污染研究较为清楚，潜在污染区域和污染物明确，本次调查不在进行初步采样调查，直接进行详细采样调查。

4.1 点位布设

详细采样调查布点原则主要依据《场地环境监测技术导则》(HJ25.2-2014)中的系统布点法，系统布点法是将监测区域分成面积相等的若干子地块，每个子地块范围不大于 40m×40m，每个子地块内布设一个监测点位。同时根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，将调查地块内储罐所在区域作为涉嫌污染区域，该区域设点密度不大于 20m×20m。

详细调查在地块内布设土壤采样点 115 个。地下水采样点在调查地块内共布设 28 个。

4.2 样品采集

(1) 土壤样品采集

详细调查土壤采样深度根据《场地环境监测技术导则》(HJ25.2-2014)的要求，土壤采样深度扣除地表非土壤硬化层厚度，3m 以内深层土壤的采样间隔为 0.5m，3m~6m 采样间隔为 1m，6m 以下采样间隔为 2m。现场采样时，根据光离子化检测仪(PID)快速筛查土壤污染程度，确保采样深度达到无污染区域。现场填写采样记录单，记录内容包括采样日期、钻探方法、钻孔编号、采样深度、岩性、颜色、气味、湿度、PID 读数。

实际采样时，由于场地地层分布有很厚的粗砾砂层(平均层厚约 8m)，本次采样使用的 SH30 钻机在进行粗砂层采样时钻进困难，因此本次调查最终采样深度均至粗砾砂层，终孔深度根据现场 PID 检测判定。实际采样深度 3.5m~17m 不等，平均采样深度 13.0m，总进尺 1495.8m。3m 以内深层土壤的采样间隔为 0.5m，3m~6m 采样间隔为 1m，6m 以下采样间隔为 2m。

(2) 地下水样品采集

1、地下水采样深度

根据搜集到的调查地块及焦化厂办公区的岩土工程勘察报告,调查地块地下水类型主要为第四系孔隙潜水及承压水,第四系孔隙潜水主要赋存于第①层杂填土、第②层中细砂、第④含淤泥粗砂中;第四系承压水主要赋存于第⑧层粗砾砂、第⑨层粗砾砂、第12层含黏性土粗砾砂、第14层含黏性土粗砾砂中,大气降水、海洋河流侧向补给为主要补给来源。

本次详细调查阶段,地下水监测潜水和承压水水质。详调阶段共设置28处地下水监测井,其中4处监测井进行潜水水质监测,24处监测井进行承压水水质监测。

2、地下水监测井构造设计

井管设计:

① 井管型号选择

地下水采样井井管的内径要求不小于50mm。考虑到井管内径过大会导致地下水紊流,容易使土壤颗粒进入地下水中,故应在满足洗井和样品采集要求的前提下,尽量选择小口径井管。本次地下水采样井管内径为65mm。

② 井管材质选址

聚氯乙烯(PVC)材质。

③ 井管连接

井管连接可采用螺纹或卡扣进行连接,应避免使用粘合剂,并避免连接处发生渗漏。井管连接后,各井管轴心线应保持一致。本次地下水采样井管采用卡扣连接。

滤水管设计:

①滤水管长度: 不超过3m。

②滤水管位置: 潜水监测井滤水管位置达到含水层底部,但不穿透隔水层。承压水监测井滤水管位置穿透隔水层,并做好分层止水。。

③滤水管类型: 滤水管钻孔直径不超过5mm,钻孔之间距离在10mm~20mm,滤水管外以细铁丝包裹和固定2~3层的40目尼龙网。

④沉淀管长度: 50cm。

填料设计:

地下水采样井填料从下至上依次为滤料层、止水层、回填层,各层填料要求

如下：

①滤料层从沉淀管底部一定距离到滤水管顶部以上 50cm。滤料层超出部分可容许在成井、洗井的过程中有少量的细颗粒土壤进入滤料层。

滤料层材料选择球度与圆度好、无污染的石英砂，使用前应经过筛选和清洗，避免影响地下水水质。滤料的粒径根据目标含水层土壤的粒度确定，一般以 1mm~2mm 粒径为宜。

②止水层主要用于防止滤料层以上的潜水或外来水通过滤料层进入井内。止水部位根据钻孔含水层的分布情况确定，一般选择在隔水层或弱透水层处，本次监测将粉质黏土层作为弱透水层。

止水层的填充高度达到滤料层以上 50cm。为了保证止水效果，选用直径 20mm~40mm 球状膨润土分两段进行填充，第一段从滤料层往上填充不小于 30cm 的干膨润土，然后采用加水膨润土继续填充至距离地面 50cm 处。

③回填层位于止水层之上至采样井顶部，选用膨润土作为回填材料。

4.3 监测因子与分析方法

4.3.1 土壤

根据潜在污染物分析，场地内潜在污染物有重金属、VOCs、SVOCs、TPH、总氰化物等。同时根据初步采样调查结果，确定本次详细采样调查检测指标包括：pH、砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、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、邻-二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a, h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘 45 项因子。

4.3.2 地下水

地下水样品检测指标与土壤相同，增加常规水质因子：溶解氧、电导率、色度、浊度、总硬度、溶解性总固体、氨氮、高锰酸盐指数、挥发酚。

4.4 水文地质调查方案

4.4.1 现场调查记录

在采集土壤样品的全过程中，由专业技术工程师记录钻孔的水文地质信息，最终汇总成土壤采样柱状图及地质剖面图。现场记录内容主要包括但不限于：土壤深度、土壤质地、杂填土情况、颜色、分层深度、气味、地下水水位等信息。

4.4.2 土工样品采集

土工采样点设计目的在于采集不同代表位置和土层或选定土层的原状土样，获取典型地层的相关土工参数，如渗透系数、烧失量、含水率、容重、密度、孔隙度、粒径分布与液塑限等，从而为场地风险评估提供参数。参照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2009)采集土工样品。土工参数测定方法依据《土工试验方法标准》(GB/T 50123-1999)中的相关规定进行。

土工采样点位置及土工试验样品采样深度根据实际情况选定，尽量平均分布于调查区域，并保证样品代表性。

本次调查共采集土工试验样品 35 个。

4.5 调查采样方法

4.5.1 土壤钻探及采样方法

1、钻探技术要求

本次土壤采样钻探采用常用的能够满足本工作要求的 SH 30 型钻机，采样使用原状土取土器按照方案设计深度取土，取土后采样。

钻探时，深度达到地面下 2m 后立即跟进套管，钻探深度和套管深度保持一致，防止上层的土壤脱落造成交叉污染。

每台钻机配备钻头及取土器各 2 个，并配有取砂器一个。在钻探过程中，遇见污染严重的土壤(气味重、颜色深或含有粘性化学物质)，立即更换钻头或取土器，然后将卸下的钻头或取土器清洗干净，以备后用。整个钻探过程中不允许向钻孔添加水、油等液体。每次均要将钻杆、取土器及套管接口清洁，不允许添加机油润滑。

对于深度大于弱透水层底板埋深的钻孔，在钻探结束后，使用膨润土回填，回填的深度覆盖整个弱透水层，并超过弱透水层顶板上下 30cm。回填膨润土时，每回填 10cm 须用水润湿。

2、采样方法

采用 SH30 钻机以对土层无扰动的方式进行土壤取样，根据已制定的采样方案，在调查区平面图上标记各采样点，根据平面图查找相应采样点位置，在确定该点可实施采样工作后，用手持 GPS 定位仪读取该点经纬度，并做好记录。采样现场如果遇到现场条件无法进行采样，则由专业人员提出采样点位调整方案，并做好详细记录。

(1) VOCs 土壤样品采样

由于 VOCs 样品的敏感性，取样时严格按照取样规范进行操作，VOCs 样品采集分以下几步：

① 剖制取样面：在进行 VOCs 土壤取样前，应去除取样点硬化层，并去除表层 10-30cm 土壤，以去除硬化层渣砾和排除因取样管接触或空气暴露造成表层土壤 VOCs 流失；

② 取样：迅速使用注射器进行取样，取样至有甲醇保护液的(40mL 玻璃瓶)取样瓶中，进行封装；

③ 保存：样品采集后及时放至装有冰冻蓝冰的低温保温箱中。

(2) Non-VOCs 土壤样品采样

Non-VOCs 是指 SVOCs、重金属，为确保样品质量和代表性，本项目 Non-VOCs 样品取样过程与 VOCs 大致相同，只是 Non-VOCs 样品取出后，采用专用的广口瓶盛放，装满，密封。

土壤装样过程中，尽量减少土壤样品在空气中暴露时间，且尽量将容器装满(消除样品顶部空气)。土壤样品采集完成后，在样品上表明编号等采样信息，并做好现场记录。所有样品采集完成后及时送至实验室分析。

3、现场快速筛选

采样点垂直方向的采样深度可根据污染源位置、迁移和地层结构、水文地质以及现场快速检测设备辅助判断设置。本次采样采用光离子化检测仪(PID)进行辅助判断。

4、样品保存

土壤和地下水样品保存样品采样过程中质量控制措施严格按照《场地环境调查技术导则》(HJ/25.1-2014)、《场地环境监测技术导则》(HJ/25.2-2014)、《土

壤环境监测技术规范》(HJ T 166-2004)中的技术规范进行操作。

① 防止采样过程中的交叉污染。钻机采样过程中，第一个钻孔开钻前要进行设备清洗；同一钻机在不同点位钻孔时，应对钻探设备进行清洗；同一钻机在不同深度采样时，应对钻探设备、取样装置进行清洗等。

② 所有样品采集后应立即用特氟龙膜密封，所有样品放置在冷藏箱并在48h内运至实验室分析。

4.5.2 监测井设置及地下水采样方法

1、地下水监测井建设

采样井建设过程包括钻孔、下管、填充滤料、密封止水、成井洗井、封井等步骤，具体要求如下：

① 钻孔

钻孔直径至少大于井管直径 50mm。钻孔达到设计深度后进行钻孔掏洗，以清除钻孔中的泥浆和钻屑，然后静置 2h~3h 并记录静止水位。

② 下管

下管前校正孔深，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。

③ 滤料填充

使用导砂管将滤料缓慢填充至管壁与孔壁中的环形空隙内，沿着井管四周均匀填充，避免从单一方位填入，一边填充一边晃动井管，防止滤料填充时形成架桥或卡锁现象。

滤料填充过程应进行测量，确保滤料填充至设计高度。

④ 密封止水

密封止水从滤料层往上填充，直至距离地面 50cm。本次调查采用膨润土球作为止水材料，每填充 10cm 需向钻孔中均匀注入少量的清洁水，填充过程中进行多次测量，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，然后回填膨润土层。

⑤ 成井洗井

洗井时控制流速不超过 3.8L/min，成井洗井达标直观判断水质基本上达到水清砂净(即基本透明无色、无沉砂)，同时监测 pH 值、电导率、浊度、水温等参

数值达到稳定(连续三次监测数值浮动在 $\pm 10\%$ 以内), 或浊度小于 50 NTU。避免使用大流量抽水或高压气提的洗井设备, 以免损坏滤水管和滤料层。

⑥ 封井

采样完成后, 从井底至地面下 50cm 全部用直径为 20mm~40mm 的优质无污染的膨润土球封堵。

2、地下水样品采集

(1) 采样前洗井

① 采样前洗井在成井洗井 48h 后开始。

② 采样前洗井应避免对井内水体产生气提、气曝等扰动。本次调查采用贝勒管进行洗井, 贝勒管吸水位置为井管底部, 控制贝勒管缓慢下降和上升, 洗井水体积达到 3~5 倍滞水体积。

③ 洗井前对 pH 计、溶解氧仪、电导率和氧化还原电位仪等检测仪器进行现场校正。

洗井每隔 5 分钟读取并记录 pH、温度(T)、电导率、溶解氧(DO)、氧化还原电位(ORP)及浊度, 连续三次采样达到以下要求结束洗井:

a) pH 变化范围为 ± 0.1 ;

b) 温度变化范围为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$;

c) 电导率变化范围为 $\pm 3\%$;

d) DO 变化范围为 $\pm 10\%$, 当 $\text{DO} < 2.0 \text{ mg/L}$ 时, 其变化范围为 $\pm 0.2 \text{ mg/L}$;

e) ORP 变化范围 $\pm 10 \text{ mV}$;

f) $10 \text{ NTU} < \text{浊度} < 50 \text{ NTU}$ 时, 其变化范围应在 $\pm 10\%$ 以内; 浊度 $< 10 \text{ NTU}$ 时, 其变化范围为 $\pm 1.0 \text{ NTU}$; 若含水层处于粉土或粘土地层时, 连续多次洗井后的浊度 $\geq 50 \text{ NTU}$ 时, 要求连续三次测量浊度变化值小于 5 NTU。

④ 采样前洗井过程填写地下水采样井洗井记录单;

⑤ 采样前洗井过程中产生的废水, 应统一收集处置。

(2) 地下水样品采集

① 采样洗井达到要求后, 测量并记录水位, 若地下水水位变化小于 10 cm, 则可以立即采样; 若地下水水位变化超过 10cm, 应待地下水水位再次稳定后采样, 若地下水回补速度较慢, 原则上应在洗井后 2h 内完成地下水采样。

若洗井过程中发现水面有浮油类物质，则在采样记录单里明确注明。

填写地下水采样记录单。

② 地下水样品先采集用于检测 VOCs 的水样，然后再采集用于检测其他水质指标的水样。

本次调查样品保存容器为 40ml 棕色玻璃瓶，瓶内加入 0.05~0.1ml 分析纯浓盐酸作为保存剂。对于未添加保护剂的样品瓶，地下水采样前需用待采集水样润洗 2~3 次。

本次调查使用贝勒管进行地下水样品采集，采集过程缓慢沉降或提升贝勒管。样品取出后，通过调节贝勒管下端出水阀，使水样沿瓶壁缓缓流入瓶中，直至瓶口形成一向上弯月面，旋紧瓶盖，避免采样瓶中存在顶空和气泡。

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

③ 地下水平行样采集要求。地下水平行样应不少于地块总样品数的 10%。

4.6 质量控制与质量保证措施

本项目的质量控制与管理分为现场采样的质量控制与管理、样品采集过程的质量控制、样品保存及运输过程中的质量控制以及实验室分析的质量控制与管理四部分。

4.6.1 采样现场质量控制与管理

4.6.1.1 责任人负责制

1) 现场安全健康负责人：直接向项目经理报告，有权停止现场工作中违反健康要求的操作。现场安全负责人负责调查、发现、并提出针对现场的安全健康要求。

2) 现场工作负责人：根据项目经理要求组织完成现场工作，并保证现场工作按工作方案实施。

3) 样品管理员：与质量保证协调员进行沟通，负责采样容器的准备，样品记录，确保样品编号正确，确保样品保存满足要求，确保样品包装紧密避免交叉污染，确保送样并确认实验室收到样品。

4.6.1.2 人员培训

项目组人员、分包商等在内的所有参与现场工作的人员，均须经过培训后方

可进入现场工作。培训内容包括以下几个方面：

- 1) 调查场地特点及潜在风险；
- 2) 特定现场工作的特殊风险；
- 3) 健康安全计划；
- 4) 个人防护用品的使用和维护；
- 5) 采样设备的使用及维护；
- 6) 现场突发情况应急预案；
- 7) 避免样品交叉污染的措施；
- 8) 各项专业工作操作规程。

4.6.1.3 现场质量控制样品

本场地调查在采样过程中同时采集了现场质量控制样品，包括现场平行样、背景样、运输空白样。

4.6.2 样品采集过程中的质量控制

在土样采集过程中，除了采样人员须佩戴一次性 PE 手套，并及时更换新的手套外，为避免采样过程中钻机的交叉污染，两个钻孔之间应对钻探设备进行清洁；同一钻孔不同深度采样时也应对钻探设备、取样装置进行清洗，与土壤接触的其他采样工具重复使用时也应清洗。现场采样设备和取样装置的清洗方法如下：

- 1) 用刷子去除黏附较多的污染物；
- 2) 用肥皂水等不含磷洗涤剂洗掉可见颗粒物和残余的油类物质；
- 3) 用自来水冲洗去除残余的洗涤剂；
- 4) 用去离子水冲洗后备用；

地下水样品采样时，还应注意以下几点：

- 1) 每口检测井使用新的取水管避免交叉污染；抽吸洗井水量大于井内水体积的 3 倍。

- 2) 地下水监测井安装后，待地下水位稳定，测量水位后，再采集地下水样品。

- 3) 测量、洗井、取样过程中，均佩戴一次性 PE 手套。根据不同的检测项目将地下水分装入由实验室提供的贴有标签的不同地下水样品瓶中，密封后放入现场的低温保存箱中。

4.6.3 样品保存与运输过程中的质量控制

4.6.3.1 样品的保存

现场采集的样品装入由实验室提供的标准取样容器中后，对采样日期、采样地点等进行记录，在容器表面及容器盖上分别用无二甲苯等挥发性化学品的记号笔进行标识，并确保拧紧容器盖。

标识后的样品应立即存放在现场放有适量蓝冰的低温保存箱中，低温保存箱在使用前均经仔细检查，确保其无破损，且密封性较好。低温保存箱中的样品随后转移到冰箱中低温保存。冰箱保持恒温 4℃，每天至少两次检查冰箱的工作状态并与现场记录核对样品。

4.6.3.2 样品的流转

准备样品采集与送检联单，将封装好的样品箱在最短的时间内，由指定的快递公司送往实验室，确保样品的安全到达。

4.6.3.3 样品链责任管理

样品链(COC)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) 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应尽可能少。

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，标识中应包括以下信息：

- ① 项目名称/编号；
- ② 钻探点位编号；
- ③ 样品编号；
- ④ 样品形态(土壤、地下水、气体等)；
- ⑤ 采样日期。

3) 样品保存递送链：送检联单是与实验室针对分析项目等内容进行正式交流的文件，将随样品一同递交实验室。任何样品都随送检单正本递交实验室，现场工程师保留副本一份。样品送交实验室进行分析前，项目工作组将完成标准的样品送检联单，送检联单包括以下内容：

- ① 项目名称；

- ② 样品编号；
- ③ 采样时间；
- ④ 样品形态(土壤、地下水、气体等)；
- ⑤ 分析指标；
- ⑥ 样品保存方法；
- ⑦ 质量控制要求；
- ⑧ 要求的分析方法；
- ⑨ 分析时间要求；
- ⑩ COC 编写人员签字及递送时间；实验室接收 COC 时间及人员签字。

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，有实验室收样品人员在送检联单上记录接收时样品状态，实验室核对送检联单信息是否与样品标识相符；

② 确认相符后，实验室根据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) 在整个责任链管理过程中，由样品管理员负责监督整个过程的完整性和严密性，并向现场质量控制人员报告，现场质量控制人员对整个过程进行审核。

4.6.4 实验室分析质量控制

实验室质量控制的主要要求包括：

1) 空白样：所有的目标化学物在空白样中不可检出；

2) 检测限：每一种化学物的方法检测限；

3) 替代物的回收率：每种替代物回收率满足要求；

4) 加标样回收率：每种化学物的加标样回收率满足要求；

5) 重复率：重复样间允许的相对百分比误差满足要求；

6) 实验室仪器满足相应值要求；

7) 实验室应能在项目进行期间提供合格的纯水，纯水应满足如下要求：

①所有目标化学物不可检出；

②电导(25℃)<0.1μmho/cm；

③TS<0.1 mg/L;

8) 具备在规定时间内分析本项目大量样品的能力。

为确保样品分析质量,本项目所有土壤及地下水样品检测分析工作均选择具有“实验室认可”(CNAS)、“ISO9001 认证”和“计量资质认定证书”(CMA)认证资质的实验室进行分析监测。

为了保证分析样品的准确性,除了实验室已经过 CMA 认证、仪器按照规定定期校正外,在进行样品分析时还对各环节进行质量控制,随时检查和发现分析检测数据是否受控(通过标准曲线、精密度和准确度等),特别是主要有机化合物在测定过程中要做加标回收率。每个测定项目计算结果要进行复核,保证分析数据的可靠性和准确性。

实验室样品分析时,每 20 个样品设置一个质控样,平行样的相对偏差及相对差异控制范围合理,满足指控要求。实验室“方法空白质量控制报告”、“实验室控制样品及平行质量控制报告”详见样品检测报告。

样品分析质量控制由第三方实验室保证。为了保证分析样品的准确性,除了实验室已经过 CMA 认证,仪器按照规定定期校正外,在进行样品分析时还对各环节进行质量控制,随时检查和发现分析测试数据是否受控(主要通过标准曲线、精密度、准确度等)。每个测定项目计算结果要进行复核,保证分析数据的可靠性和准确性。

①重金属检测按照澳实质量控制体系 QCS3 进行质量控制:

方法空白:分别按照每 20 个样品提供一套方法空白样的结果;并且要求方法空白的检出值小于报告限值;

平行样品:分别按照每 20 个样品提供两套平行样品结果;平行样品结果的相对比差 RPD 要求小于 20%;

实验室控制样品:分别按照每 20 个样品提供一套实验室控制样的结果;要求质控样的结果与标准值之差小于 15%;

基体加标:分别按照每 20 个样品提供一套基体加标结果;基体加标结果的回收率控制在 85%~115%;

土壤样品的金属检测会插入 CRM 有证标准土壤样品与客户样品同时检测,回收率控制在 80%~120%。

②有机化合物检测按照 ALS 质量控制体系 QCS3 进行质量控制：

方法空白：按照每 20 个样品提供一套方法空白样的结果；并且要求方法空白的检出值小于报告限值；

平行样品：按照每 20 个样品提供两套平行样品结果；平行样品结果的相对比差 RPD 要求小于 35%；

实验室控制样品:按照每 20 个样品提供一套实验室控制样的结果；要求质控样的结果与标准值之差小于 20%；

每个样品以及所有的质控样品均进行替代物(Surrogate)加标检测，并且要求替代物加标的回收率控制在 70%~130%。

实验室每个点位样品提供一组方法空白，实验室控制样，样品平行，样品加标和加标平行结果。结果应实验室的日常质量要求，如对于实验室控制样重金属和无机参数的回收率都在 80~120%范围内等，同时对于半挥发性有机物每个还提供了代用品作为回收率示踪物。

根据质控数据综合评定，本次分析的实验室空白及实验室控制样、加标及加标平行样结果均在实验室要求的质量控制范围之内，整体质量控制效果良好。

实验室分析质量保证和质量控制由监测单位负责。

4.6.5 样品的保存及流转

现场采集的样品装入由实验室提供的标准取样容器中后，对采样日期、采样地点等进行记录，并在容器表面标签上用无二甲苯等挥发性化学品的记号笔进行标识。标识后的样品应立即存放在现场放有适量蓝冰的低温保存箱中，及时清查并转移至现场的低温冰箱中保存。

每日样品采集后，需逐一清点，由双人核实样品的采样日期、采样地点、样品编号等，同时确保拧紧样品容器盖。采集后的样品按照监测指标要求，一式两份填写监测记录单(Chain Of Custody Record, COC)，其中一份监测记录单随样品寄至监测分析实验室。样品分批运至实验室时，应采用冷藏保温箱运输，并在保存时限内运至试验室。

4.6.6 质量控制结果

为了检验实验室的质量保证，平行样的检测结果可用于相对标准偏差百分数(%RPD)，计算公式如下：

$$RPD = \frac{|X_1 - X_2|}{(X_1 + X_2)/2} \times 100\%$$

其中：X₁ 是样品的检测值；

X₂ 是平行样的检测值。

平行样结果满足控制要求的标准：10 倍检出限以内的不进行控制；10 倍检出限以上的无机物标准偏差应在 20%以内，有机物应在 35%以内。

根据以上标准偏差计算结果显示，绝大部分样品与平行样品的分析结果偏差处于可接受范围。个别土壤样品标准偏差较高主要是因为土壤样品具有不均质性，以及样品的浓度值接近分析的检出限或土壤的本地址，不影响分析结果的解释和使用。

地下水标准偏差计算结果显示，三组地下水平行样标准偏差均符合要求，数据质量较好。

5. 详细调查结果与分析

5.1 采样工作量统计

详细采样调查共布设土壤采样点 115 个，地下水采样点 28 个。

5.2.1 水文地质条件

(1) 水文地质概况

本次水文地质勘查共新建 28 口地下水监测井，项目场地内最大勘查深度范围内主要分布两层地下水，地下水类型主要为第四系孔隙潜水及承压水。潜水的天然动态类型为渗入~径流，主要接受侧向径流补给，以侧向径流、越流和人工开采为主要方式排泄。该层地下水主要赋存于填土、砂土层，综合考虑地下水流向为西南至东北，在整个调查区范围内水力梯度为 1‰~6‰。第四系承压水主要赋存于第⑧层粗砾砂、第⑨层粗砾砂、第 12 层含黏性土粗砾砂、第 14 层含黏性土粗砾砂中，大气降水、海洋河流侧向补给为主要补给来源。

本次地下水监测期间(2018 年 7 月~8 月)量测的该层地下水静止水位埋深为 2.7m~4.6m，平均埋深 3.6m。

(2) 场地地下水流场

根据 2018 年 7 月~8 月测量的调查范围内共计 28 个地下水监测井水位，绘制了调查地块地下水标高等值线图。由地下水流场预测，项目场地地下水的总体流向为西南至东北。

5.2.2 调查区域分层

根据本次水文地质勘探结果，将调查地块自然地面以下最大勘探深度(17m)范围内的地层按沉积成因与年代划分为人工堆积层和第四纪沉积层 2 大类，并按地层岩性和赋水特性自上而下进一步概化为 2 个大层。

杂填土①层：杂色，松散，湿，含量砖块、灰渣、水泥渣、炉、混凝土块及生活垃圾等，该层在本次工作区部分钻孔揭露，填垫时间较短。该层厚度 0.70m~8.30m，层底标高为 0.26~5.59m。

素填土①₁层：主要为粘质粉土、砂土、碎石等素填土，局部碎石素填土，杂色，松散，含有砖渣、灰渣、草根等，该层场区普遍分布。该层厚度 2.5m~6.50m，层底标高为 0.03~5.65m。

第2 层：砂土、粉质粘土、粉土

该层分布于人工堆积层之下，广泛分布于场区，主要为粉质粘土②层，灰色-褐黄色，可塑、含有机质、云母、氧化铁。局部为粘土、粘质粉土薄层。揭露层厚 0.80-4.30m，层底标高为-4.35-1.11m。透水性差。

砂质粉土②₁：灰色，中密，含有机物、蚌壳、云母、氧化物，夹粗砂薄层团块。揭露层厚 2.6-3.20m，层底标高为-0.29-0.31m。透水性一般。

砂土②₂层：褐黄色，饱和，密实，含云母、氧化铁。揭露层厚 0.3m，透水性好。个别钻孔揭露该层。

淤泥②₃层：灰色，湿，软塑，含有机质。揭露层厚 1.4-1.7m，透水性差。个别钻孔揭露该层。

砂土③层：灰-褐黄色，密实、饱和，含有碎石。本层未揭穿。

5.3 污染物筛选值

(1) 土壤筛选值

土壤筛选值优先采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)，该标准中未包含的污染物采用北京地方标准《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11-811-2011)与上海地方标准《上海市场地土壤环境健康风险评估筛选值(试行)》。以上三个标准中未包含的污染物，参考国内其他地区地方标准，现行国内标准中均未包含的污染物参照美国 EPA 地区筛选值标准(Regional Screening Levels(RSL) Generic Tables (2018))；以上标准中均未给出筛选值的，根据 HERA 默认值计算土壤污染物筛选值。

(2) 地下水筛选值

本次调查地下水污染物的浓度值比对的的标准优先选择我国 2017 年修订的《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中的 IV 类标准。该标准中未包含的污染物参考《地下水污染风险评估工作指南》(2014.10) 附录 H 部分有毒有害指标的饮用水标准。对于无水质标准和筛选值的污染物，根据《地下水污染风险评估工作指南》，只要检出即启动人体健康风险评估。

5.4 土壤污染调查结果与分析

详细采样调查在调查范围内共布设土壤采样点 115 个，采样深度 3.5m~17m 不等，总进尺 1495.8m，获得土壤样品 1630 个(包含土壤平行样 166 个)。经检测分析，共有砷、

铅、苯、氯仿、氯乙烯、萘、乙苯、2,4-二硝基甲苯、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(g,h,i)芘、苯并(k)荧蒽、蒽、二苯并(a,h)蒽、二苯并呋喃、菲、喹啉、芘、屈、五氯酚、茚、茚并(1,2,3-cd)芘、荧蒽、C10~C40，共计 25 种污染物超出第二类用地筛选值，其中苯、萘、苯并(a)芘、苯并(d)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、砷、总石油烃(C10~C40)最大检出浓度超过第二类用地风险控制值。

5.5 地下水污染调查结果与分析

本次场地地下水污染调查共设置 28 口地下水监测井进行采样检测。检测的污染物指标包括重金属、总石油烃(TPH)、SVOCs 和 VOCs 共计 73 项，常规指标包括氨氮、COD_{Mn}、溶解性总固体、总硬度、pH、色度、溶解氧等共 7 项。

场地内地下水 pH 在 7.68~8.05 之间，满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中 IV 类水质标准。部分地下水监测常规水质指标 COD_{Mn}、总硬度、溶解性总固体、氨氮不满足 IV 类水质标准。由于调查地块为围填海形成，地下水与海水存在水利联系，因此本次调查不对常规水质指标进行评价。

特征污染因子中，重金属类污染物砷、铅、汞有检出，但满足《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中 IV 类水质标准。总氰化物最大检测浓度超出 IV 类水质标准。

SVOCs 类污染物二苯并呋喃、萘、2-甲基萘、二氢茈、茚、喹啉、菲有检出，其中仅菲超标准值，其余污染物未超标准值。喹啉无水质标准，根据《地下水污染风险评估工作指南》，无水质标准的有毒有害指标，只要检出即启动地下水健康风险评估。

VOCs 类污染物萘、TPH、氯苯、苯、甲苯有检出，均未超出标准限值或筛选值。

6. 结论与建议

6.1 项目概况

本次场地环境调查对象为燃机项目地块，该调查地块位于青岛市镇平一路2号李村河入海口南侧，总占地面积166629m²，本次调查地块为青岛能源泰能热电有限公司用地拆分后形成的焦化厂搬迁出让地块的一部分。

青岛能源泰能热电有限公司前身为青岛煤制气厂，主营业务为煤气生产，主要产品包括煤气、焦炭、焦油、粗苯。1987年建成投产，2013年10月停产，2016年焦化生产部分设备、厂房拆除，形成焦化厂搬迁出让地块。调查地块全部为围填海形成，历史上仅存在过以上一家企业。

根据已批准的区域开发规划成果，调查地块规划为供热用地(U14)和供燃气用地(U13)。依据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)和调查地块用地规划，调查地块内全部为第二类用地。

6.2 场地水文地质

(1) 调查地块地层层序

根据调查地块岩土工程勘察结果，场地上覆地层主要为第四系全新统人工填土层(Q₄^{ml})、第四系全新统海相沉积层(Q₄^m)、第四系全新统冲洪积层(Q₄^{al+pl})和第四系上更新统冲洪积层(Q₃^{al+pl})，岩性主要为杂填土、含淤泥中砂、粉质粘土、粗砂等。下伏基岩为白垩系青山群八亩地组沉积岩(K₁b)和燕山晚期侵入岩(γ₅³)，岩性分别为角砾岩和花岗岩。

调查地块内杂填土层广泛分布，回填成分以碎石、碎砖块、塑料袋等建筑垃圾和生活垃圾为主，其中碎石和碎砖块的粒径以3~20cm为主，含量约占30%~50%，个别碎石直径可达40cm。该层在场地内普遍分布，回填时间接近30年，层厚4.40~11.10m，层底埋深4.40~11.10m，层底高程-6.69~-0.22m。

调查地块内粉质黏土层广泛分布，仅一个钻孔确实，呈黄褐色、黑褐色，可塑，饱和，见铁锰氧化物，层厚1.20~4.00m，层底埋深8.90~11.90m，层底高程-7.32~-4.74m。根据土工试验结果，该层粉质黏土垂直渗透系数在 7.92×10^{-8} ~ 2.40×10^{-6} cm/s，水平渗透系数在 7.7×10^{-8} ~ 1.62×10^{-6} cm/s，该层可认为是

透水层。

(2) 地下水条件

场地位于滨海滩涂地貌单元，第四系发育。地下水类型主要为第四系孔隙潜水及承压水，第四系孔隙潜水主要赋存于第①层杂填土、第②层中细砂、第④层含淤泥粗砂中；第四系承压水主要赋存于第⑧层粗砾砂、第⑨层粗砾砂、第⑫层含黏性土粗砾砂、第 14 层含黏性土粗砾砂中，大气降水、海洋、河流侧向补给为主要补给来源。

本次地下水监测期间量测的地下水静止水位埋深为 2.74m~4.64m，平均埋深 3.0m。根据地下水监测井水位数据进行地下水流场预测，调查地块场地地下水的总体流向为西南至东北。

6.3 场地调查方案

(1) 点位布设

本次调查地块为焦化厂用地，根据第一阶段调查情况，调查地块场地变迁资料、生产相关资料、平面布置变动等资料均齐全、完备，场地历史清楚，而且焦化场地土壤污染研究较为清楚，潜在污染区域和污染物明确，本次调查不在进行初步采样调查，直接进行详细采样调查，未进行初步调查。

详细采样调查采样时间为 2018 年 7 月，布点原则为依据《场地环境监测技术导则》(HJ25.2-2014)中的系统布点法，系统布点法是将监测区域分成面积相等的若干子地块，每个子地块范围不大于 40m×40m，每个子地块内布设一个监测点位。同时根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，将调查地块内储罐所在区域作为涉嫌污染区域，该区域设点密度不大于 20m×20m。

详细调查在地块内布设土壤采样点 115 个。地下水采样点在调查地块内共布设 28 个。

(2) 样品采集

初步调查实际采样深度为 3.5m~17m 不等，平均采样深度 13.0m，总进尺 1495.8m。3m 以内深层土壤的采样间隔为 0.5m，3m~6m 采样间隔为 1m，6m 以下采样间隔为 2m。共取得 1630 个土壤样品和 28 个地下水样品。

(3) 监测因子

根据潜在污染物分析，场地内潜在土壤、重金属污染物有重金属、VOCs、

SVOCs、TPH、总氰化物等。土壤检测因子共 74 项，包括 GB36600-2018 中 45 项基本因子。地下水监测因子与土壤相同，增加常规水质因子溶解氧、电导率、色度、浊度、总硬度、溶解性总固体、氨氮、高锰酸盐指数、挥发酚。

6.4 调查结果

燃机项目地块场地环境详细调查共布设土壤采样点 115 个，地下水采样点 28 个。根据土壤检测结果，共有砷、铅、苯、氯仿、氯乙烯、萘、乙苯、2,4-二硝基甲苯、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(g,h,i)花、苯并(k)荧蒽、蒽、二苯并(a,h)蒽、二苯呋喃、菲、呋啉、芘、屈、五氯酚、茚、茚并(1,2,3-cd)芘、荧蒽、C10~C40，共计 25 种污染物超出第二类用地筛选值，其中苯、萘、苯并(a)芘、苯并(d)蒽、苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、砷、总石油烃(C10~C40)最大检出浓度超过第二类用地风险控制值。

根据地下水监测结果，部分地下水监测常规水质指标 COD_{Mn} 、总硬度、溶解性总固体、氨氮不满足 IV 类水质标准。特征污染因子中，总氰化物、菲、呋啉超标准值。

6.5 调查结论规范性

项目详细调查范围、布点方案定制、水地质调查、现场采样、样品检测、数据分析、调查报告编制等均符合《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告2017年第72号)中的评估要求。

6.6 总结论

燃机项目地块场地内存在土壤和地下水污染，属污染地块，应开展人体健康风险评估工作，确定场地内各类超筛选值污染物的风险水平，判断是否需要开展风险管控或治理修复，并明确土壤、地下水需管控或修复的范围。