

青岛大桥风电场改造升级项目

岩土工程勘察报告

工程编号：K2025-65

勘察阶段：详细勘察

法定代表人：张志华

技术负责人：王殿斌

审 定 人：陆晓燕

审 核 人：崔锡钦

项目负责人：汪名友

杨旭辉

主要勘察人：杨旭辉

青岛市勘察测绘研究院

二零二五年四月

目 录

1 前 言..... 1

1.1 任务来源、建设单位及设计单位..... 1

1.2 工程场区位置..... 1

1.3 工程概况及拟建物特征..... 1

2 勘察目的、任务及执行的规范和标准..... 2

2.1 勘察目的..... 2

2.2 勘察任务..... 2

2.3 勘察执行的规范和标准..... 2

3 勘察工作布置及完成工作量..... 3

3.1 岩土工程勘察等级..... 3

3.2 工作布置原则..... 3

3.3 勘察工作布置..... 3

3.4 勘察工作过程..... 4

3.5 勘察完成工作量..... 4

3.6 勘察质量评述..... 5

4 自然地理环境..... 5

4.1 自然地理..... 5

4.2 区域地质特征..... 8

5 场区工程地质条件..... 9

5.1 场区环境及周边环境条件..... 9

5.2 地形、地貌..... 9

5.3 各岩土层分布及其物理力学特征..... 9

5.4 场区地质构造..... 12

5.5 不良地质作用..... 13

5.6 不利埋藏物..... 13

5.7 特殊性岩土..... 13

6 水文地质条件..... 13

6.1 区域水文地质条件..... 13

6.2 场区水文地质条件..... 14

7 场地和地基的地震效应评价..... 15

7.1 历史地震及地震活动性综合评价..... 15

7.2 场地类别划分..... 16

7.3 地震稳定性能评价..... 16

7.4 场地稳定性和工程建设适宜性评价..... 17

8 岩土物理力学指标统计及参数建议值依据..... 17

8.1 岩土参数的分析与统计..... 17

8.2 测试、取样的代表性..... 17

8.3	物理力学指标的综合分析	17
8.4	岩土设计参数建议值确定原则	18
9	岩土工程分析与评价	18
9.1	各岩土体分析与评价	18
9.2	岩土层物理力学指标	18
9.3	地基基础方案建议	19
9.4	桩基方案分析与评价	19
9.5	地基稳定性及均匀性分析评价	21
9.6	地基变形特征预测	21
9.7	基坑开挖分析与建议	21
9.8	基坑开挖、支护设计及施工期间应注意的若干问题	22
10	地质及环境风险分析与评价	22
10.1	地质风险分析与评价	22
10.2	环境风险分析与评价	23
10.3	岩土的不确定性风险分析与评价	24
11	结论及建议	24
11.1	结论	24
11.2	建议	24
11.3	有关说明	25

附图

序号	附 图 名	图号	规格	页数
0	平面图及工程地质剖面图图例	0	A3	1
1#开关站	拟建 1#开关站与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-1	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-1~2-2	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 500 垂直 1： 100）	附图 3-1	A3	1
2#开关站	拟建 2#开关站与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-2	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-3~2-4	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 500 垂直 1： 100）	附图 3-2	A3	1
储能站	拟建储能站与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-3	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-5~2-6	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 500 垂直 1： 100）	附图 3-3	A3	1
A2 风机	拟建 A2#风机与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-4	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-7~2-8	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 100 垂直 1： 100）	附图 3-4	A3	1
A3 风机	拟建 A3#风机与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-5	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-9~2-10	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 100 垂直 1： 100）	附图 3-5	A3	1
A5 风机	拟建 A5#风机与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-6	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-11~2-12	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 100 垂直 1： 100）	附图 3-6	A3	1
A6 风机	拟建 A6#风机与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-7	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-13~2-14	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 100 垂直 1： 100）	附图 3-7	A3	1
A8 风机	拟建 A8#风机与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-8	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-15~2-16	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 100 垂直 1： 100）	附图 3-8	A3	1
A11 风机	拟建 A11#风机与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-9	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-17~2-18	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 100 垂直 1： 100）	附图 3-9	A3	1
A15 风机	拟建 A15#风机与勘探点平面位置图（1： 500）	附图 1-10	A3	1
	钻孔柱状图（1： 100）	附图 2-19~2-20	A3	2
	工程地质剖面图（水平 1： 100 垂直 1： 100）	附图 3-10	A3	1

附件

序号	附 件 名	件号	规格	页数
1	点荷载成果表	附图 1	A3	3
2	土样腐蚀性分析试验成果表	附图 2-1~2-2	A3	1
3	剪切波速测试成果表	附图 3-1~3-10	A3	5
4	电阻率测试成果表	附图 4-1~3-37	A3	19
5	电阻率测试成果汇总表	附图 5-1~5-2	A3	1
6	拟建物的环境照及航拍照	附图 6-1~6-20	A3	10

附表

序号	附 表 名	表号	规格	页数
1	标准贯入试验统计表	附表 1	A3	1
2	勘探点一览表	附表 2	A3	1

1 前言

1.1 任务来源、建设单位及设计单位

2025 年 3 月，中峰建业工程设计有限公司委托我院为其拟建的“青岛大桥风电场改造升级项目”进行岩土工程详细勘察。

本工程设计单位为中峰建业工程设计有限公司。

1.2 工程场区位置

拟建工程场区位于山东省青岛市即墨区温泉镇，其中 A2#风机、A3#风机、A5#风机、A6#风机及 1#开关站位于大田路北侧、莱青路以西、麒麟路以东的山内，A8#风机、A11#风机、A15#风机、2#开关站及储能站位于大田路南侧、盐店村以东、七沟村以西、前海东村以北的山内，详见附图 1。

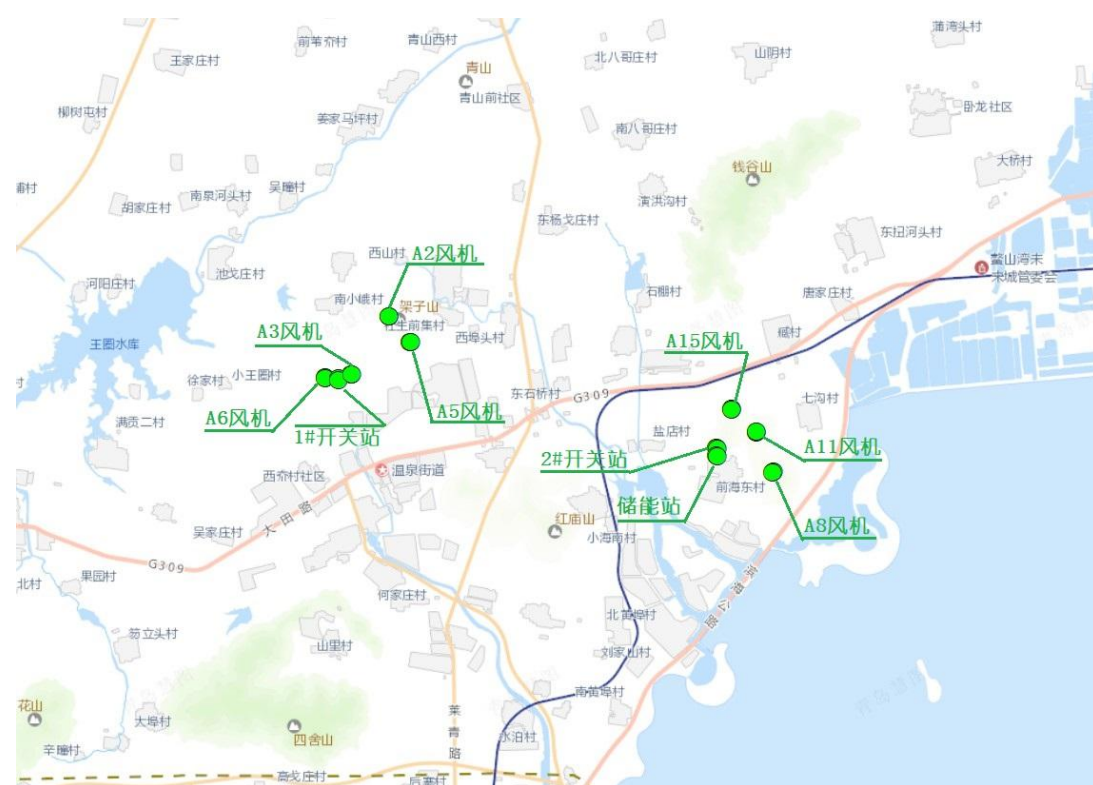


图 1 拟建场区位置示意图（图中绿点区域）

1.3 工程概况及拟建物特征

根据设计单位提供的岩土工程勘察任务书(青岛大桥风电场改造升级项目)，青岛大桥风电场改造升级项目设计安装 3 台 WTG242-7.7MW 和 4 台 WTG242-6.7MW 机型布机方案，分别利用风电场原 A2、A5、A6 和 A3、A8、A11、A15 机位，轮毂高度均为 160m，采用预应力混塔结构，总装机容量 49.9MW。本项目以 35kV 电压等级接入系统电网，拟配套新建 2 座 35kV 开关站，1#开关站利用原风电场 A7 机位、2#开关站利用原风电场 A13 机位。风电场经 2 回 35kV 集电线路汇集后分别接入 2 座 35kV 开关站，再以 2 回 35kV 外送线路接入电网送出电能，本项目建设一座 17.5MW/35MWh 储能站（35%、2h），储能站利用原风电场主控楼位置，储能站接入 2#开关站。35kV 外送线路一回接入 220kV 岙山变（新建 35kV 间隔），一回接入 110kV 店集变（原 35kV 间隔）。

根据设计单位提供的风电场区总平面布置图测绘范围(附图)及岩土工程勘察任务书（青岛大桥风电场改造升级项目），拟建物特征如下：

（1）开关站 2 座：开关站内主要布置有电气预制舱（两层钢结构成品预制舱，底层为一次舱、二层为二次舱）和 SVG 无功补偿装置、接地兼站用变、独立避雷针等。电气一二次预制舱合建，2 层布置；SVG 预制舱为一层，接地兼站用变预制舱一层，预制舱层高均约 3.5m。站内建筑安全等级为二级，预制舱采用筏板基础，天然地基，基础埋深约 2.0m，荷载约 100kPa。

（2）储能站 1 座，主要布置有 PCS 舱 4 座（平面尺寸 8m×3.2m 三座、5.5m×3.2m 一座）、储能电池舱 4 座（尺寸 2.55m×12.4m 三座、2.55m×6.2m 一座）、独立避雷针 1 座（25m 高），站内设备均不含油。PCS 舱、储能电池舱均为钢结构成品预制舱，层高高约 3.5m。站内建筑安全等级为二级，预制舱采用筏板基础，天然地基，基础埋深约 2.0m，荷载约 100kPa。

（3）风机基础 7 个：风电机组基础拟采用桩基础，承台为板式（圆盘）基础：其中 A2、A3 机位初步拟采用咬合桩筒型基础方案，基础直径 15.8m；A5、A6、A11、A15 机位初步拟采用桩基承台基础，基础直径 20.5m。基础埋深均约 4.5m，地基基础设计等级为甲级，单桩荷载约 4500kN。

2 勘察目的、任务及执行的规范和标准

2.1 勘察目的

本次勘察按相关规范有关技术要求，结合拟建物特征和已有资料分析，提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数；详细查明场地工程地质条件和地下水的埋藏条件；为地基稳定性、承载力、变形计算及评价提供所需资料和参数指标；为地基基础设计、不良地质作用和特殊性岩土治理、基坑支护设计、地下水控制等提出建议。

2.2 勘察任务

2.2.1 查明建筑物场地地形地貌和工程影响范围内各岩土层的类型、深度、分布、工程特性和变化规律，分析和评价地基的稳定性、均匀性和承载力，提供地基土各土层的承载力及变形计算参数。

2.2.2 调查场地不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展情况和危害程度，提出整治方案的建议。

2.2.3 查明埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物及其分布范围，并提供整治、避让措施的建议。

2.2.4 查明水文地质条件，提供地下水位变化幅度及规律，评价其对地基基础设计、施工的影响，提出预防措施。

2.2.5 评价环境土和水对建筑材料的腐蚀性。判定地基土及地下水在建筑物施工期间可能产生的变化及其对工程的影响，提出防治措施的建议。

2.2.6 对场地的地震效应作出分析与评价，并提供抗震设计所需的有关参数，根据抗震设计的有关要求划分抗震地段、场地类别。

2.2.7 在季节性冻土地区，提供场地土的标准冻结深度。

2.2.8 对拟建物的地基方案进行分析和评价，确定地基基础持力层，提出拟建物可能的基础方案及设计参数，建议合理的基础方案。

2.2.9 分析与基坑开挖有关的场地条件、土质条件和工程条件，对基坑工程的支护设计、

地下水控制措施、施工方案、施工时对环境的影响及施工中应注意的问题提出意见。

2.2.10 对需进行沉降计算的建筑物，预测建筑物的变形特征。

2.2.11 分析地质条件可能造成的工程风险，提出防治措施的建议，提供设计和施工所需的岩土参数。

2.3 勘察执行的规范和标准

2.3.1 国家标准

- 1.《工程勘察通用规范》（GB55017-2021）；
- 2.《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003-2021）；
- 3.《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）；
- 4.《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010）；
- 5.《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）；
- 6.《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 7.《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014）；
- 8.《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）；
- 9.《工程岩体试验方法标准》（GB/T50266-2013）；
- 10.《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- 11.《岩土工程勘察安全标准》（GB/T50585-2019）；

2.3.2 行业标准

- 12.《陆上风电场工程地质勘察规范》（NB/T 31030-2022）；
- 13.《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）；
- 14.《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；
- 15.《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T87-2012）；
- 16.《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）；
- 17.《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》（2020 年版）；

2.3.3 地方标准及其它

- 18.山东省工程建设标准《建筑岩土工程勘察设计规范》（DB37/5052-2015）；

- 19.《青岛市区第四系层序划分》、《青岛市工程勘察岩石层层序划分标准》;
- 20.院颁管理体系文件（2025 年版）;
- 21.建设单位及设计单位提供的电子版建筑物平面图（1:1000）及任务书;
- 22.现场踏勘、我院搜集的邻近场区及场区宏观工程地质资料。

3 勘察工作布置及完成工作量

3.1 岩土工程勘察等级

根据《陆上风电场工程地质勘察规范》（NB/T 31030-2022)的相关规定，综合判定本工程的岩土工程勘察等级为**甲级**，详见表 3-1。

岩土工程勘察等级评价表表 3-1

分级项目	分级依据	等级	岩土工程勘察等级	依据规范
场地等级	地震基本烈度为 7 度	二级场地	甲级	《陆上风电场工程地质勘察规范》 (NB/T 31030-2022)
地基等级	岩土种类较多，不均匀，性质变化较大	三级地基		
结构安全等级	地基基础设计等级为甲级	一级		

3.2 工作布置原则

根据有关规范的具体要求，结合拟建物特征、场地与地基条件，本次勘察工作布置依照**甲级**岩土工程勘察等级相关要求进行布置。

3.3 勘察工作布置

本次勘察采用了以现场调查、工程钻探、原位测试、物探、室内试验等多种手段相结合的综合勘察方法。具体工作布置如下：

3.3.1 工程地质调查与调绘

采用实地调查、资料收集、走访等多种形式，调查和收集勘察范围内的区域性地质

构造、工程地质、水文地质资料，主要包括：

- 1.研究地貌的基本特征，调查地貌的成因类型和形态特征，划分地貌单元。
- 2.调查岩层、岩体的岩性特征划分地质单元体，了解岩石风化程度、岩石坚硬程度。
- 3.调查构造类型、形态、产状、分布规律。
- 4.调查地下水水位、补给、径流、排泄关系、流向等。
- 5.收集地震基本烈度区划资料，调查历史地震活动状况。
- 6.搜集当地水文、气象等资料。

3.3.2 工程地质钻探

1.勘探孔平面布置

本项目根据设计单位要求，7 个风机，每个风机布置 2 个勘探点，1 个位于风机中心，1 个位于风机外边线，布置勘探点 14 个；2 个开关站及 1 个储能站各沿对角布置 2 个勘探点，布置勘探点 6 个。本次勘察共布置勘探孔 20 个，勘探点布置详见附图 1-1～1-10 各拟建物与勘探点平面位置图。

2.勘探点深度

根据现场踏勘，拟建场区位于剥蚀残丘地貌单元，基岩埋深较浅（小于 2 米），局部基岩裸露。因此，根据现场踏勘情况结合设计单位要求，本次勘察风机按照桩基要求进行勘察，孔深 20 米，当出现断层破裂带时需穿过断层破碎带进入完整基岩不小于 5 米，并满足地基稳定性验算的要求；2 个开关站及 1 个储能站按照天然地基要求进行勘察，孔深 10 米。

3.钻探工艺

钻探采用了 XY-180 型工程钻机，采用回转钻进，并结合泥浆护壁及套管跟进的钻进工艺，其目的是划分地层结构、岩土层厚度、进行孔内原位测试、取样和观测地下水位。

第四系地层岩芯采取率不低于 90%，强风化岩不低于 65%，中等风化岩不低于 80%，微风化岩不低于 80%。

3.3.3 原位测试

1.标准贯入试验

在钻进的同时对强风化岩进行标准贯入试验，试验采用质量为 63.5kg 的穿心锤，76cm 的自由落距，将标准规格的贯入器打入地层，要求贯入 30cm，3 次贯入 10cm 记读的锤击数之和为标贯的锤击数 N，如果击数大于 50 击，可以停止，记录相应击数下的贯入深度。目的判别基岩的风化程度。

本次勘察共布设标准贯入试验钻孔 3 个，测试间距按 1.0~3.0 米控制。

2.波速测试

本次勘察采用 KD-16 型声波检测仪单孔测试法进行岩土体横波波速测试,用以评价场地土类型、场地类别提供依据，测试间距为 1.0 米，需测试至波速值大于 500m/s 地层不少于 3 米。本次勘察在各拟建物范围内布置 1 个剪切波速测试孔，共布置 10 孔。

3.电阻率测试

使用 WDA-1 型电阻率仪，以一定间距（0.5m）同步移动 A、M、N、B 四个电极即可测试井内电阻率。本次按照设计要求，每个风机布置视电阻率测试点 1 个，测试 0.5 米、1.0 米、2.0 米、5.0 米、10.0 米、15.0 米的土壤电阻率，开关站及储能站布置视电阻率测试点 10 个，测试 0.5 米、1.0 米、1.5 米、2.0 米、3.0 米、5.0 米、7.0 米、10.0 米、15.0 米、20.0 米的土壤电阻率。

3.3.4 取样工作

1.岩样

根据中等风化及微风化不同岩性层在技术孔中取岩芯样，要求用直径≥89mm 的金刚石钻头钻进，选取有代表性的岩样进行点荷载试验。

2.腐蚀性土样

对代表性勘探孔揭露的地下水位以上土试样取样，进行土工化学成分分析。用于判别场地地下水及地下水位以上土层对建筑材料的腐蚀性。

3.对试验样品的要求

取得土样、岩样之后及时密封，密封后每个试样均填贴标签（标签内容包括：工程名称及编号、钻孔编号、试样编号、取样深度、试样名称、取样日期、取样人姓名），标

签上下与试样上下一致，并牢固的粘贴于容器外壁。密封后将取得的试样置于温度及湿度变化小的环境中。

本次勘察共布置取岩石试样孔 20 个，布置取地下水位以上土试样钻孔 2 个。

3.3.5室内试验

1.岩石试验

对所取岩石样品，进行点荷载试验，用以确定岩石的强度。

2.土质腐蚀性分析

对所取的地下水位以上的土样进行简分析试验。测试项目包括：PH值、K⁺、Na⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻、CO₃²⁻。

3.3.6工程照相

对场区钻探采取的岩芯及典型岩石样本用数码相机拍摄彩色照片存档。

3.3.7工程测量

本工程勘察采用 1985 国家高程基准，经过青岛市高精度似大地水准面模型精化，场区坐标为青岛市 2000 国家大地坐标系，勘探点的定位和高程的测量均采用 GNSSRTK 实地测量所得。

3.3.8 现场处理

勘探工作完成后，及时原土回填钻孔、恢复地面。

3.4 勘察工作过程

2025 年 3 月 17 日至 3 月 30 日，我院派遣 2 台型号 XY-180 钻机进场进行野外地质钻探，完成全部勘察外业。

3.5 勘察完成工作量

本次勘察共布置勘探孔 20 个，完成勘探孔 20 个，完成的勘察钻孔的位置和定位数据可参见附图 1-1~1-10 各拟建物与勘探点平面位置图和附表 1 “勘探点一览表”，具体完成工作量详见表 3-2。

工作量一览表表 3-2

序号	工作项目		单位	工作量	备注
1	工程钻探	工程地质钻孔	米/孔	340/20	/
2	现场取样	岩样	件/孔	167/20	/
3		土工化学成分分析土样	组/孔	2/2	A6-1#、A8-1#
4	原位测试	标准贯入试验	次/孔	3/3	/
5	波速测试	剪切波速测试试验	点/孔	40/10	/
6	电阻率测试	电阻率测试测试试验	点	342	/
7	孔位测量	孔位测量定点	孔/组日	20/2	/

3.6 勘察质量评述

3.6.1 本次勘察严格执行《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)（2009 年版）。勘探工作严格按“勘察方案”的技术要求组织实施。

3.6.2 根据我院已完成的青岛市高程控制网，高精度似大地水准面精化及建立的覆盖全市域的卫星连续运行基准站系统（QDCORS），在勘探点施放过程中，均采用 GPS 测放。

3.6.3 本次勘察测试样品的采集位置、数量、试验项目均符合规范要求。第四系地层岩芯采取率不低于 90%，强风化岩不低于 65%，中等风化岩不低于 80%，微风化岩不低于 80%。

3.6.4 勘察期间在钻探过程中未出现掉钻具等质量事故和其它安全事故。

3.6.5 物探测试和分析方法符合《地基动力特性测试规范》(GB/T50269-2015)、《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010）的相关规定。标准贯入试验符合《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009年版)的相关规定。土工试验符合《土工试验方法标准》(GB/T50123-2019)的相关规定。点荷载试验符合《工程岩体试验方法标准》（GBT50266-2013）的相关规定。电阻率测试和分析方法按照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)、《城市工程地球物理探测标准》（CJJ/T7-2017）要求执行。

3.6.6 所取试样及时进行了封存和送检，试验及测试单位具有相应的资质并通过计量认证。

3.6.7 野外工作结束，按要求用原土封孔，并清理现场，做到机走场清。

3.6.8 室内资料严格按现行规范进行综合分析整理、编制报告，成果资料符合规范要求，本次勘察达到了对拟建物场地的详勘目的，勘察报告可供施工图设计使用。

3.6.9 所有勘探点系根据设计单位要求，在各拟建场区范围内合适位置进行钻探，满足对场区的总体评价。

4 自然地理环境

4.1 自然地理

4.1.1 地理位置

青岛市是国家计划单列市、全国十五个副省级城市之一，为国家沿海重要中心城市，是国家重要的现代海洋产业发展先行区，“一带一路”新亚欧大陆桥经济走廊主要节点城市和海上合作战略支点。青岛市位于东经 119°26'24"～120°57'36"，北纬 35°34'12"～37°09'00"，地处山东半岛东南部，太平洋西岸，黄海之滨；东北与烟台毗邻，西与潍坊相连，西南与日照接壤；总面积 11293 平方公里，辖市南、市北、李沧、崂山、城阳、黄岛、即墨共 7 个区，代管胶州、平度、莱西 3 个县级市，是一座地理位置优越、风景优美的港口城市。

即墨区属青岛市辖区。位于山东省东部，山东半岛西南部，青岛市东北部，地处北纬 36° 18' ～ 36° 37' ， 东经 120° 07' ～ 121° 23' 。东濒黄海， 南与城阳区、崂山区毗邻，西与胶州市、平度市接界，北与莱西市、烟台莱阳市接壤，东北与海阳市跨桥相接。东西最长 76 公里，南北最宽 36 公里，面积 1920.92 平方公里。境内交通便利，济青高速公路、青银高速公路、青威高速公路、龙青高速公路、烟青一级公路、青岛滨海公路在境内纵横交贯 ；胶济铁路、蓝烟铁路相会于此。

4.1.2 地形及地貌条件

东部低山丘陵区低山丘陵区包括丰城镇、王村镇、温泉镇、鳌山卫镇、龙山街道辖区和金口镇、店集镇、龙泉镇、通济街道、环秀街道、潮海街道的一部分。面积 626 平方公里，占总面积的 35.2%。地面高程在海拔 20～100 米之间，滨海地区则在 13 米以下。

区内多山陵、沟壑，荒岭、阶地、梯田层叠交错，山体上部多呈岩石裸露的状貌，山前平地分布在河谷间和沿海一带，土层较厚。王村半岛与金口镇、温泉镇衔接处是从沟壑发展而成的海积小平原，其南北两端尚有小片的滨海洼地，大桥盐场就坐落在南端。区内大小河流均沿地势直流入海，流域内有面积不等的沿河阶地。沿海陆岸除局部岩石环绕外，多与滩涂相连而呈海积地貌，岛岸多系峭壁巉岩，呈海蚀地貌。海岛均为花岗岩基质，地势高低起伏，地表崎岖不平，土层较浅，有的垦为耕地，有的杂草覆被。中部平原区平原区包括北安街道、灵山、大信、华山等镇辖区和金口、店集、龙泉、普东、南泉、通济街道、环秀街道、潮海街道的一部分。面积 631 平方公里，占全市总面积的 35.2%。地面高程在海拔 50 米以下，是东部低山丘陵区 and 西部低洼区的过渡地带。有几座山体突起而独立的低山，沟壑短浅，荒坡、梯田和近山阶地迂回错落，与广阔的平原相联结。有几处岭埠，起伏平缓，相对高差在 20~30 米间。西部的河流多发源于此，西流南下，分布各镇。天然坑湾和人工库塘调节水流，保持了地貌的稳定。西部低洼区低洼区包括移风店、刘家庄、段泊岚、七级、蓝村等镇辖区和北安街道、华山、普东、南泉等镇的一部分。面积 523 平方公里，占总面积的 29.4%。地面高程多在海拔 20 米以下，地势平衍，一望无际，素有“西北洼”之称。西部边界的大沽河自北而南，其沿岸一线是带形的沿河阶地。在七级、普东、刘家庄等镇，各有范围不同、形态不一的缓坡洼地。北起五沽河沿岸，南至西南边界，是大片的浅平洼地，约占该区面积的 4/5。大小河流 10 余条纵横区内，直接或间接汇入大沽河；其比降小、流速慢，多雨时节往往漫溢泛滥、积涝成灾。自 20 世纪 50 年代开始，通过筑台田、挖沟渠、修水库、改稻田等措施，地貌随之发生微观变化，洪涝灾害逐渐减少。

地貌由东南向西北倾斜，形成低山丘陵与平原洼地的组合。东部低山丘陵区，面积 626 平方千米，占总面积的 35.2%，地面高程海拔 20—100 米，海滨地区则在 13 米以下。中部为平原区，面积 631 平方千米，占总面积的 35.4%，地面高程海拔 50 米以下，是东部低山丘陵区 and 西部低洼区的过渡地带。西部低洼区，面积 523 平方千米，占总面积的 29.4%，地面高程多在海拔 20 米以下，地势平衍，一望无际。

4.1.3 水文

即墨区的河流属于季风区雨源型，即墨市长 0.5 公里以上的河流共有 50 多条，总长 900 多公里，主要河流有大沽河、五沽河、流浩河、桃源河、墨水河、莲阴河、店集河、大任河、洪江河、王村河、温泉河、社生河、皋虞河、大桥河共 14 条。除大沽河、墨水河外，其余均发源于市境内。依境内地势，其主流大体分为东西两部分。市区中部和西部的河道，大部分属大沽河水系；东部丘陵和沿海地带的河道多数属山洪河道，均直流入海，虽有归宿却常干涸。全市主要河流共有 14 条，总长 260.84 公里，总流域面积 1899.5 平方公里。

大沽河发源于招远市，南流入胶州湾，全长 179.9 公里。流经即墨市的河段为：自刘家庄镇袁家庄村后起，北与莱西市河段相连，南流经刘家庄镇、移风店镇、至七级镇张院村南入胶州市河段，长约 33.4 公里，河道宽 280~320 米，最大泄水量每秒 5474 立方米。一般是长年流水，严冬封冰；受降雨量影响汛期水涨堤防吃紧，干旱少雨加上沿河居民对大沽河水源的过度提取，造成大沽河时常断流。在即墨境内的支流有五沽河、流浩河、桃源河，河段左岸即墨境内有堤防 36.9 公里，防洪能力达到 20 年一遇标准。

五沽河系大沽河的主要支流，是即墨市与莱西市的界河，曾名五道泊河，发源于龙泉镇俞家屯村北，东北流经店集镇的黄家铺、大荒村，于北官庄村西入华山镇，转西北流经龙河庄、西桥头村，于东皋埠村西北穿过莱西市境后，至华山镇的康家辛庄村东北与另一源(莱西市的干沟子河)相汇，下接五沽河干流。此段属五沽河上游河段，又称龙化河，长 14.6 公里。五沽河向西流经周家辛庄、岚西头、章嘉埠、赵戈庄、贾家后疃，转西北于袁家庄村北汇入大沽河，长 33.85 公里。五沽河全长 48.45 公里，两市交界河段长 33 公里。总流域面积 629 平方公里，其中即墨境内有 256.32 平方公里。该河主要支流有 15 条，其中即墨境内有两条：东有花园河，长 9.9 公里，流域面积 37.8 平方公里；西有蒙沙河(又称孟沙河)，长 16.5 公里，流域面积 69 平方公里。

流浩河是大沽河下游左岸支流，发源于灵山东南金家湾，流经北安街道和灵山、段泊岚、移风店、普东、七级等镇，自东向西至岔河村北汇入大沽河，全长 36 公里，流域面积 410 平方公里。其支流南侧有两条河流：周戈庄河、小月河。北侧有 6 条河流：泉庄河、石旺河、三泉庄河、麦七河、小东河、鸿雁沟。

桃源河发源于普东镇桃行村，河道西去，经洪沟、挪城、辛城至蓝烟铁路附近向南流，沿蓝村镇东部穿过胶济铁路，南流至青岛市城阳区下疃村西北入大沽河。河道长 36 公里，流域面积 308 平方公里。

墨水河(原淮涉河)发源于青岛市崂山区的三标山之阴，东北流经书院、西葛家入即墨境内，转西北经杨家营、团彪庄、王家烟霞，转西沿东障、贾家庄、复绕南关，横穿市区与龙泉河相汇后，转西南经杨家村、大韩村，到华桥村南穿胶济铁路入青岛市城阳区境内，至皂户村南注入胶州湾。河道全长 41.52 公里，流域面积 317.2 平方公里，其中即墨境内河道长 21.3 公里，流域面积 276.1 平方公里。墨水河在即墨境内主要支流有 4 条：留村河，发源于龙泉镇莲花山西南麓，西南流经东九六乔、西九六乔、大村、大留村至刘家官庄村北入墨水河，长 5.31 公里，流域面积 29.2 平方公里；龙泉河，曾名石河头河、横河，发源于华山镇梁家疃以北，南流经龙泉镇、北安街道，在通济街道庄头村东南入墨水河，长 20 公里，流域面积 56.1 平方公里；土桥头河(即石棚水库溢洪道)，发源于环秀街道南叫儿埠村，西北流经西城东村北入墨水河，长 11 公里，流域面积 25 平方公里；西流峰河，发源于马山东麓，流经陈家河、西流峰村，至潘家庄村东入墨水河，长 6.2 公里，流域面积 13 平方公里。

洪江河发源于马山西麓，自北而南纵贯大信镇，经李家韩注入青岛市城阳区境内，在南万西入胶州湾，全长 25.5 公里，流域面积 55.6 平方公里。其中即墨境内河道长 17.5 公里，流经大信镇河段干流长 11.83 公里，河道上建有翟家、小范家和官路 3 座小型水库。

莲阴河发源于龙泉镇莲花山，河道北去，纵贯龙泉镇境内，转东北穿过店集镇，至金口镇周疃东注入丁字湾。王圈水库以下至山东拦河闸段河道长 15.2 公里，平均坡降 1.25‰，流域面积 75.78 平方公里。该河曾称为周疃河。

店集河发源于店集镇中部西河头村以东，东流进入金口镇，折向东北，经古阡村东入丁字湾。长 17 公里，流域面积约 60 平方公里。因该河流经店集而得名。

大任河发源于鳌山卫镇青岗岭，向东北流经孙家白庙、姜家白庙、东邱家白庙、鳌角石、大任观、大任、场园等村附近，在星石庄北注入鳌山湾。长 13.88 公里，流域面

积 49 平方公里，属季节河。

王村河位于王村镇境内，发源于王村镇笔架山脚下的农林村塘坝，流经东王村、中王村、南王村、黑石庄、小桥村、抬头村，在抬头村西南 800 米处入鳌山湾。其支流有东王村河、坦村河、宋家河、杨戈庄河、朱家河、黑石庄河、沙戈庄河、抬头河。干流长 8.1 公里，平均坡降 1.62‰，流域面积 42.25 平方公里。

大桥河位于王村镇和温泉镇之间，发源于王村镇丈二山南麓，经王家村、迟家村、黄官屯、恒生源公司、王村镇第二养虾场，穿过大桥滩，从大桥盐场西进入温泉镇，在温泉镇西扭河头村南入鳌山湾。支流有王家河、迟家河、黄官屯东沟、蒲万头河、卧龙河。干流长 8 公里，流域面积 17.97 平方公里。属季节河，因入海口临近大桥村而得名。

温泉河发源于温泉镇东温泉村北，东南流经荆疃村东、掖杖村西、鳌山卫镇的水泊村前，至东南庄注入鳌山湾。长 7.6 公里，流域面积 39.25 平方公里。属季节河，因发源于温泉而得名。

社生河发源于温泉镇西北架子山西麓，东南流经南小峨、西山、社生、峡后、东石桥、西石桥等村附近，在大海南村东北入鳌山湾。长 6.26 公里，流域面积 26 平方公里，属季节河。

皋虞河发源于钱谷山西北，由北而南穿过温泉镇东部，在盐店村南注入鳌山湾，长 6.15 公里，流域面积 16.83 平方公里。属季节河。

4.1.4 气象

属温带季风气候，四季分明，因海洋环境的直接调节又具有典型的海洋性气候特点。春季气温回升缓慢，风大，降水少，易干； 夏季温热多雨，常有台风影响； 秋季天高气爽，降水少蒸发强； 冬季风大温低，持续时间较长。年均气温 14℃，1 月平均气温 -2.3℃，7 月平均气温 25.6℃。2019 年平均气温为 13.6℃； 全年降水量为 862.3 毫米； 年降水分布不均匀、全年降水主要集中在 7-8 月，降水量为 4595 毫米。

4.1.5 季节性冻土

即墨地区场地土的标准冻结深度为 0.50 米。

4.2 区域地质特征

4.2.1 地质发展简史

即墨区大地构造单元为即墨凹陷（V），其位于胶南凸起（V）与乳山、荣成（V）的交接部，且又处于区域东西向构造带（平度断裂、胶州断裂）与北东向华夏系牟平～即墨断裂束反接复合区的东西两侧。

即墨凹陷（V）从太古代～古元古代的古老结晶基底褶皱回返之后，一直处在长期、缓慢、稳定、上升的隆起状态，深遭构造——剥蚀、侵蚀和风化作用的改造，缺失了中元古代至中生代早期的地层沉积。从燕山早期始，由于华夏系构造体系的强烈活动，从而造就了即墨凹陷（V），相继接受了中生代白垩系莱阳群以灰黄色、黄绿色、灰褐色为特征的一套河流相～浅湖相正常碎屑岩的沉积；白垩系青山群由于处在多旋回火山活动十分频繁的时期，先后形成了酸性——中基性——酸性——中基性偏碱性的火山杂岩及火山沉积碎屑岩。燕山晚期除了有白垩系王氏群形成的灰紫色、紫红色、棕褐色为特征的一套冲洪积、河流相～河湖相正常沉积碎屑岩——“红色沉积建造”之外，在凹陷区的东部尚有燕山晚期受华夏系构造体系所控制的呈岩株状碱性花岗岩岩体的展布。

自喜山早～中期又以缓慢的上升、遭受剥蚀作用的再改造，从而又缺失了新生代古新世～中更新世地层的沉积；喜山晚期仍以继承性、差异性升降运动为其特色，第四纪晚更新世（Q₃）紫褐色、棕黄色、黄褐色洪冲积以及灰黑色、黑色沼泽化松散沉积层比较发育；全新世（Q₄）时期至今，河流相、滨海相沉积层又沿着现代河流和滨海浅滩、滨海沼泽化地带分布；人类工程经济活动亦随着当今城市化进程的迅猛发展，其规模和范围也日益扩大，相应的人工堆积物十分发育，分布极其广泛。

拟建场区位于即墨区东部，地貌单元属于剥蚀残丘～剥蚀堆积缓坡地貌，第四系较薄～中等，主要为素填土、粉质黏土，基岩埋深较浅～中等，在长期内外地质营力作用下形成了一定厚度的风化带。

4.2.2 区域地质构造

即墨地区区域性主构造迹线走向为一组呈斜列式展布的 NE 向断裂，由西往东为桃村断裂（F7）、郭城断裂（F8）、朱吴断裂（F9）、海阳断裂（F10）；另外还有 NNE 向断

裂——大沽河断裂（F6）和 NWW 向断裂——店集断裂（F15）、七级—马山断裂（F16）。

如图 4 为青岛市主要断裂构造分布图。

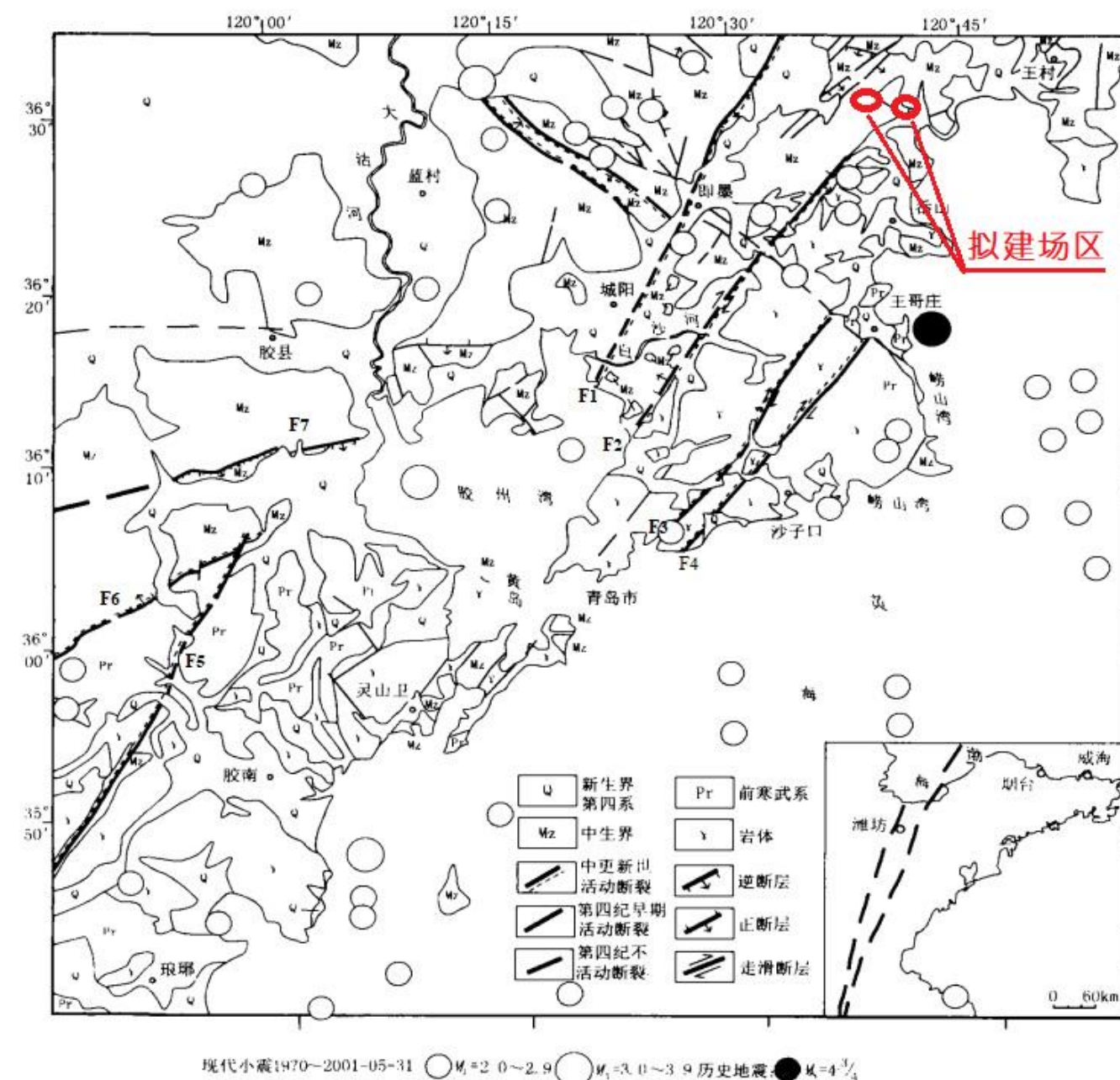


图 4 青岛市主要断裂构造分布图

断裂: F1 即墨-唐家庄断裂; F2 沧口断裂; F3 劈石口断裂; F4 王哥庄断裂;
F5 胶南-日照断裂; F6 山相家-郝戈庄断裂; F7 百尺河断裂

5 场区工程地质条件

5.1 场区环境及周边环境条件

根据搜集到的资料，现场所有的风机均建成于 2003 年，每个风机均采用 4 个独立基础、埋深约 3.9 米，上部结构均采用钢支架，总体高约 40 米。现有主控楼建成于 2003 年，地上 3 层，采用条形基础、埋深约 1.4 米。所有风机及主控楼修建过程中均修筑了宽约 3 米的碎石路，碎石路至今正常使用。

拟建 1#开关站、2#开关站及 A3#风机拟将原有风机拆除后新建，拟建储能站拟将原有主控楼拆除后新建，现有场区位于平地与坡地交界的顶部平缓处，坡地的坡度约 10～15°，植被茂盛，未见崩塌、滑坡等不良地质作用，现状条件下边坡基本稳定。

拟建 A2#、A5#、A6#、A8#、A11#、A15#风机拟将对应编号的原有风机拆除后新建，现有场区均位于岩质山丘顶部平缓处，坡地的坡度约 15～25°，周边均为现有林地，植被茂盛，未见崩塌、滑坡等不良地质作用，现状条件下边坡基本稳定。各拟建物环境照及航拍照详见附件 6-1~6-20。

已建风机及主控楼，均存在地下电缆，每个风机的电缆均在地上从脚架处接入变电箱后，从变电箱处理于地下，沿直线接入外侧电线杆，埋深约 0.2～0.5 米，施工前应进一步调查了解，未见其他地下管线分布。

5.2 地形、地貌

地形：本次勘察范围内，各拟建场区地形整体较平缓。其中，1#开关站勘探点地面标高约 111.52～111.74 米；2#开关站勘探点地面标高约 55.90～56.43 米；主控楼勘探点地面标高约 53.39～53.50 米；A2#风机勘探点地面标高约 119.18～119.34 米；A3#风机勘探点地面标高约 104.30～104.45 米；A5#风机勘探点地面标高约 107.36～108.40 米；A6#风机勘探点地面标高约 128.49～128.64 米；A8#风机勘探点地面标高约 88.91～89.04 米；A11#风机勘探点地面标高约 77.61～77.63 米；A15#风机勘探点地面标高约 74.02～74.26

米。

地貌：各拟建物场地所处地貌类型为剥蚀残丘，后经人工改造形成，现地貌与原地貌基本一致。

5.3 各岩土层分布及其物理力学特征

通过钻探结果显示，拟建场区第四系厚度较薄或缺失，主要由全新统人工填土层（Q₄^{ml}）组成。场区基岩主要为白垩系青山群八亩地组安山岩（K₁b），局部见中生代燕山晚期花岗岩（γ₃³）。

本报告使用的地层编号采用了青岛市建委推广的《青岛市区第四系层序划分》标准地层层序编号，基岩使用的编号采用我院颁布的《青岛市工程勘察岩石层层序划分标准》标准地层层序编号，主要依据地质时代、成因及岩土类别分层。

本场区共揭示了 5 个标准层，1 个亚层，现按地质年代由新到老、标准地层层序自上而下分述如下：

5.3.1 第四系全新统人工填土层（Q₄^{ml}）

第①层 杂填土

各拟建物钻孔揭露该层情况见下表 5-1。

各拟建物钻孔揭露该层情况表			表 5-1
拟建物	分布情况	揭露厚度（米）	层底标高（米）
1#开关站	均有分布	0.50～0.60 米	110.92～111.24 米
2#开关站	均有分布	0.50～0.90 米	55.00～55.93 米
储能站	均有分布	0.30～0.50 米	52.89～53.20 米
A2#风机	均有分布	0.20 米	118.98～119.14 米
A3#风机	均有分布	0.05～0.60 米	103.70～104.40 米
A5#风机	均有分布	0.40～0.50 米	106.96～107.90 米
A6#风机	缺失	/	/
A8#风机	均有分布	0.50～1.00 米	87.91～88.54 米
A11#风机	均有分布	1.20～1.30 米	76.31～76.43 米
A15#风机	均有分布	0.10～1.00 米	73.02～74.16 米

杂色，干～稍湿，松散～稍密。主要由黏性土混杂角砾、碎石、块石（约 5～20%）组成，粒径约 0.5～20cm，局部见粒径约 30～40cm 的块石，局部地段见植物根系。

该层土主要来源于人类活动，堆填方式为人工回填，回填时间普遍大于 20 年，完成部分自重固结，压缩性较高。该层土均匀性、密实度一般，结构松散，自稳性较差。根据周边场区工程经验，该层填土不具湿陷性。未经地基处理不能作为基础持力层使用，在基坑开挖时应注意及时支护。

5.3.2 基岩

根据勘探资料，场区基岩主要为白垩系青山群八亩地组安山岩（K_{1b}），局部见中生代燕山晚期花岗岩（γ₃³），基岩埋深较浅，局部地段出露地面，本次勘探安山岩揭露其强风化带、中等风化带、微风化带，其中 A3-2#勘探孔见碎裂岩化安山岩；花岗岩揭露其微风化带。现按不同岩性、不同风化带分述如下：

1、安山岩

第 ⑩₁₉₋₃₀ 层 安山岩强风化带

各拟建物钻孔揭露该层情况见下表 5-2，揭露钻孔均钻穿该层。

各拟建物钻孔揭露该层情况表			
			表 5-2
拟建物	分布情况	揭露厚度（米）	层底标高（米）
1#开关站	缺失	/	/
2#开关站	局部缺失	0.50 米	55.03 米
储能站	局部缺失	0.70 米	52.50 米
A2#风机	缺失	/	/
A3#风机	缺失	/	/
A5#风机	局部缺失	1.00 米	106.90 米
A6#风机	缺失	/	/
A8#风机	缺失	/	/
A11#风机	缺失	/	/
A15#风机	缺失	/	/

灰褐～黄褐色，斑状结构，块状构造，主要矿物成份为角闪石和斜长石，矿物大部分蚀变强烈，岩芯角砾状，手掰易碎，遇水易软化。该层分别于 3#、5#、A5-2#勘探孔共进行 3 次标准贯入测试，贯入 30cm 的击数分别为 43 击、50 击、50 击。

根据岩芯性状判定，该岩石属极软岩，岩体极破碎。综合判定，岩体基本质量等级为 V 级。

地基承载力特征值 $f_{ak}=400\text{kPa}$ ，变形模量 $E_0=30\text{MPa}$ 。

第 ⑪₁₉₋₃₀ 层 安山岩中等风化带

各拟建物钻孔揭露该层情况见下表 5-3，5#勘探孔未钻穿，其余揭露钻孔均钻穿该层。

各拟建物钻孔揭露该层情况表			
			表 5-3
拟建物	分布情况	揭露厚度（米）	层顶标高（米）
1#开关站	缺失	/	/
2#开关站	均有分布	3.10～4.10 米	55.00～55.03 米
储能站	均有分布	5.00～9.00 米	52.50～52.89 米
A2#风机	局部缺失	3.80 米	115.18 米
A3#风机	局部缺失	8.45 米	104.40 米
A5#风机	局部缺失	2.50 米	106.90 米
A6#风机	缺失	/	/
A8#风机	缺失	/	/
A11#风机	局部缺失	11.50 米	76.31 米
A15#风机	缺失	/	/

灰褐～青灰色，块状构造，斑状结构，见有气孔构造。主要矿物成份为角闪石和斜长石，矿物部分蚀变，节理裂隙较发育，钻探进尺较缓慢，岩芯多呈块状～饼状，偶见短柱状岩芯。锤击声闷～较脆，局部岩芯锤击可沿节理面碎裂，开挖后长期暴露会加剧风化。该层岩芯点荷载试验成果统计见表 5-4。

岩芯点荷载试验成果统计表 表 5-4

项目 \ 特征值	平均值 Φm	极值 max/min	标准差 σ _f	变异系数 δ	样本数量 n
饱和单轴抗压强度 _{f_i} (MPa) 点荷载换算	32.1	40.7/21.3	5.674	0.177	16

根据钻探揭露情况，RQD 为 0~20，岩体完整程度为极破碎；根据饱和单轴抗压强度，该岩石属较软岩~较坚硬岩。综合判定，岩体基本质量等级为 V 级。

地基承载力特征值_{f_a}= 3000kPa，弹性模量 $E=10\times10^3$ MPa。

第 ⑰₁₉₋₃₀ 层 碎裂岩化安山岩中等风化带

本次勘察仅 A3-2#钻孔揭露，孔内共揭露两段，均钻穿。

揭露厚度 4.50 米，顶标高 95.95 米，底标高 89.45 米。

浅紫~紫褐色，原岩为安山岩，受压破碎形成，矿物绿帘石化明显，岩体节理发育，节理面呈闭合至微张状，部分节理面见有构造泥充填，岩芯多呈碎块状，局部砂土状、块状、短柱状，岩质酥脆，岩芯锤击易碎，易沿节理面碎散，断裂面不规则，进尺快慢不一，岩芯照见图 5-1、5-2，该层岩芯点荷载试验成果统计见表 5-5。

岩芯点荷载试验成果统计表 表 5-5

项目 \ 特征值	平均值 Φm	极值 max/min	标准差 σ _f	变异系数 δ	样本数量 n
饱和单轴抗压强度 _{f_i} (MPa) 点荷载换算	9.3	13.6/6.8	2.757	0.298	8

根据钻探揭露情况，RQD 为 0~20，岩体完整程度为极破碎；根据饱和单轴抗压强度，该岩石属软岩。综合判定，岩体基本质量等级为 V 级。

地基承载力特征值_{f_a}= 1000kPa，弹性模量 $E=1.5\times10^3$ MPa。

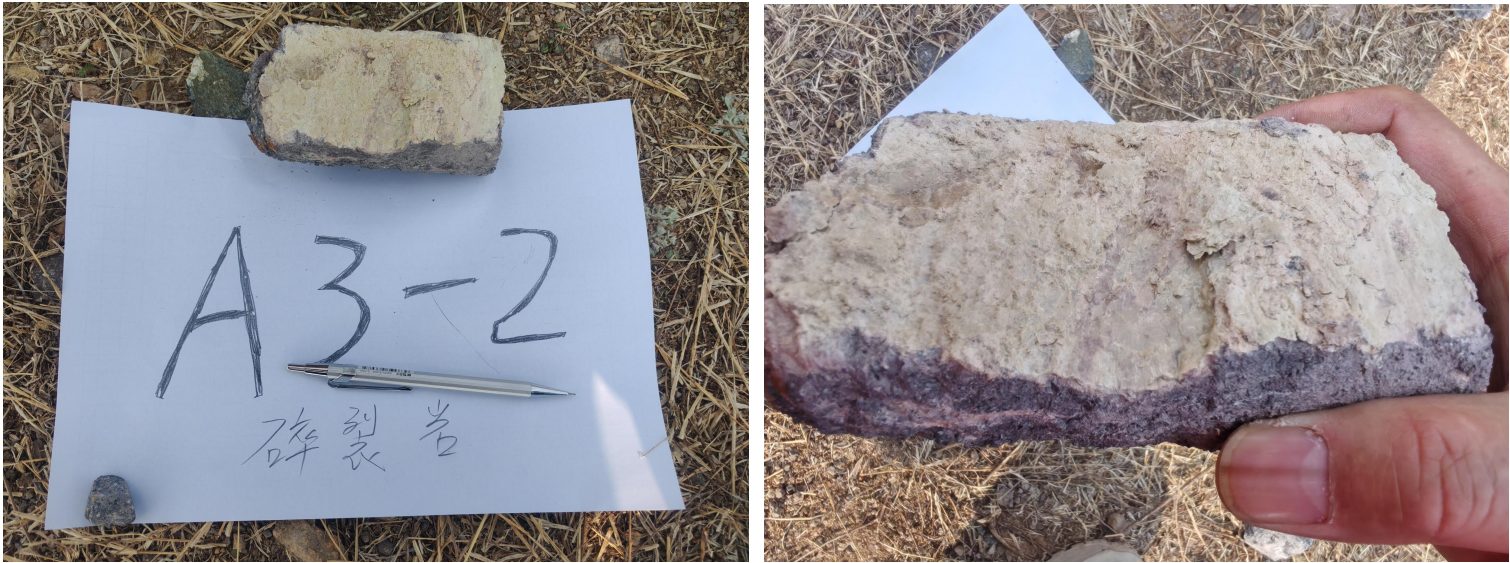


图 5-1 碎裂岩芯照 1 图 5-2 碎裂岩芯照 2

第 ⑱₁₋₁₉₋₃₀ 层 安山岩微风化节理发育带

各拟建物钻孔揭露该层情况见下表 5-6，揭露钻孔均钻穿该层。

各拟建物钻孔揭露该层情况表 表 5-6

拟建物	分布情况	揭露厚度（米）	层底标高（米）
1#开关站	缺失	/	/
2#开关站	缺失	/	/
储能站	缺失	/	/
A2#风机	均有分布	1.80~2.70 米	113.38~116.44 米
A3#风机	均有分布	2.00~10.20 米	91.45~93.50 米
A5#风机	均有分布	8.60~9.50 米	94.90~98.36 米
A6#风机	均有分布	10.50~14.50 米	113.99~118.14 米
A8#风机	缺失	/	/
A11#风机	局部缺失	3.30 米	73.13 米
A15#风机	缺失	/	/

灰褐~青灰色，斑状结构，块状构造，矿物成份以角闪石、斜长石、石英为主，节理裂隙较发育，矿物蚀变轻微，仅节理面矿物有所蚀变，节理面见有铁锰矿染，取芯多呈碎块状~块状，局部见短柱状~柱状，锤击声脆、震手，反弹。该层岩芯点荷载试验成果统计见表 5-7。

岩芯点荷载试验成果统计表 表 5-7

特征值 项目	平均值 Φm	极值 max/min	标准差 σf	变异系数 δ	样本数量 n
饱和单轴抗压强度f _i (MPa) 点荷载换算	69.8	89.6/60.1	8.315	0.119	40

根据钻探揭露情况，RQD 为 5~40，岩体完整程度为极破碎~破碎；根据饱和单轴抗压强度，该岩石属坚硬岩。综合判定，岩体基本质量等级为 IV~V 级。

地基承载力特征值f_a= 6000kPa，弹性模量 E=25×10³MPa。

第 ⑮₁₉₋₃₀层 安山岩微风化带

各拟建物钻孔揭露该层情况见下表 5-8，揭露钻孔均钻未穿该层。

各拟建物钻孔揭露该层情况表 表 5-8

拟建物	分布情况	揭露厚度（米）	层顶标高（米）
1#开关站	均有分布	9.40~9.50 米	110.92~111.24 米
2#开关站	均有分布	5.00~5.50 米	50.90~51.93 米
储能站	局部未揭露	4.50 米	47.89 米
A2#风机	均有分布	1.80~2.70 米	113.38~116.44 米
A3#风机	均有分布	5.00~9.20 米	89.45~93.50 米
A5#风机	均有分布	6.50~11.00 米	94.90~98.36 米
A6#风机	均有分布	5.50~9.50 米	113.99~118.14 米
A8#风机	未揭露	/	/
A11#风机	均有分布	7.20~15.50 米	64.81~73.13 米
A15#风机	均有分布	19.00~19.90 米	73.02~74.16 米

灰褐~青灰色，斑状结构，块状构造，矿物成份以角闪石、斜长石、石英为主，矿物蚀变轻微，仅节理面矿物有所蚀变，偶见节理裂隙发育，节理面见有铁锰矿染，取芯多呈短柱~长柱状，局部见块状，锤击声脆、震手，不易碎。该层岩芯点荷载试验成果统计见表 5-9。

岩芯点荷载试验成果统计表 表 5-9

特征值 项目	平均值 Φm	极值 max/min	标准差 σf	变异系数 δ	样本数量 n
饱和单轴抗压强度f _i (MPa) 点荷载换算	89.2	120.6/64.4	16.686	0.187	41

根据钻探揭露情况，RQD 为 30~85，岩体完整程度为破碎~较完整；根据饱和单轴抗压强度，该岩石属坚硬岩。综合判定，岩体基本质量等级为 II~IV 级。

地基承载力特征值f_a= 8000kPa，弹性模量 E=35×10³MPa。

2、花岗岩

第 ⑮₂₉₋₁₀层 花岗岩微风化带

本次勘察仅 A8#风机的两个钻孔揭露，未钻穿该层。

揭露厚度 19.00~19.50 米，层顶标高 87.91~88.54 米。

肉红色，细粒结构，块状构造，主要矿物成份为长石、石英，岩芯呈块状，局部夹碎块状、短柱状，构造节理及风化裂隙较发育，节理面呈闭合~微张开状，节理面见铁锰质浸染现象，长石部分蚀变、褪色，锤击较易沿节理面裂开。该层岩芯点荷载试验成果统计见表 5-10。

岩芯点荷载试验成果统计表 表 5-10

特征值 项目	平均值 Φm	极值 max/min	标准差 σf	变异系数 δ	样本数量 n
饱和单轴抗压强度f _i (MPa) 点荷载换算	89.8	126.4/66.8	15.956	0.178	18

根据钻探揭露情况，RQD 为 5~30，岩体完整程度为极破碎~破碎；根据饱和单轴抗压强度，该岩石属坚硬岩。综合判定，岩体基本质量等级为 IV~V 级。

地基承载力特征值f_a= 8000kPa，弹性模量 E=35×10³MPa。

5.4 场区地质构造

通过对距离工程场区最近距离约 1 公里的沧口断裂影响范围内特点进行分析和综合判断，它形成于中生代至新生代的地壳活动期，现已停止活动，属于非全新活动断裂，不构成发生中强以上地震的构造条件，对本工程的影响主要表现于岩体节理裂隙发育，

形成相对不均匀的岩体等，基本不影响区域的稳定性。

5.5 不良地质作用

根据勘探结果并结合目前搜集掌握的相关资料分析，场区内未见岩溶、滑坡、危岩、崩塌、泥石流、地裂缝、震陷及采空区等潜在影响场地稳定性的不良地质作用。

拟建场地地貌类型较简单，地层结构清晰，勘察期间，拟建场地未发现大的全新世活动性断裂及新构造运动迹象，基底地质构造背景稳定，也无影响场地稳定性的其他不良地质作用。

5.6 不利埋藏物

通过调查、走访，本次勘探过程中除在各拟建场区内发现有地理的地下电缆及已有建（构）筑物的基础外（详见第 5.1 节），未发现如暗塘、河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等不利工程施工建设的地下埋藏物，但孔间存在一定距离，孔间不排除存在填埋的大块石、坑等可能存在不利影响的埋藏物。

5.7 特殊性岩土

各拟建物场区勘察范围内揭露的特殊性岩土除杂填土、风化岩外，未见湿陷性土、红黏土、混合土、多年冻土、膨胀岩土、盐渍岩土、残积土及污染土等特殊岩土。

5.7.1 杂填土

本次勘察揭露的第①层杂填土（分布范围及厚度详见第 5.3.1 节），干～稍湿，松散～稍密。主要由黏性土混杂角砾、碎石、块石（约 5～20%）组成，粒径约 0.5～20cm，局部见粒径约 30～40cm 的块石，局部地段见植物根系。

该层土主要来源于人类活动，堆填方式为人工回填，回填时间普遍大于 20 年，完成部分自重固结，压缩性较高。该层土均匀性、密实度一般，结构松散，自稳性较差。根据周边场区工程经验，该层填土不具湿陷性。

5.7.2 风化岩

本次勘察在 1#开关站、2#开关站、储能站、A2#风机、A3#风机、A5#风机、A6#

风机、A11#风机、A15#风机钻探深度范围内揭露安山岩，在 A8#风机钻探深度范围内揭露花岗岩。根据第 5.3.2 节，各拟建物场区范围内基岩面整体较平缓，基岩面埋深较浅。除在 A3#风机范围内揭露碎裂岩化安山岩中等风化带外，其余拟建物场区范围内揭露的风化岩为安山岩强风化～微风化带及花岗岩微风化带，未见球状风化、脉岩及孤石等。风化岩不具有膨胀性及湿陷性，强风化岩体遇水易软化，风化岩开挖暴露后易加剧风化。基岩风化程度的差异对地基的均匀性及基坑稳定性有一定影响，各风化带物理力学性状有一定差异，基槽开挖后应及时检验，符合设计要求后，应及时砌筑基础或采取其他措施，防止风化发展。

6 水文地质条件

6.1 区域水文地质条件

6.1.1 区域地下水类型

青岛地区地貌类型主要为构造～剥蚀区、山麓斜坡堆积区及河流侵蚀堆积区，地下水类型主要为第四系孔隙水及基岩裂隙水，第四系孔隙水又分为上层滞水、潜水和承压水。

6.1.2 区域地下水动态

地下水的动态是地下水补给量和排泄量随时间动态均衡的反映。当地下水的补给量大于排泄量时，地下水位上升；反之，当地下水的补给量小于排泄量时，地下水位就下降。各层地下水的动态各有其特点。

1. 第四系孔隙水

上层滞水的动态随季节、大气降水及地表水的补给变化而变化。

潜水的动态与大气降水关系密切。每年 7 至 9 月份为大气降水的丰水期，地下水位自 7 月份开始上升，9 至 10 月份达到当年最高水位，随后逐渐下降，至次年的 6 月份达到当年的最低水位。一般情况下，潜水与承压水具有密切的水力联系，当承压水头降低时，越流补给量增大，潜水水位也随之下降。

承压水的动态比潜水稍有滞后,当年最高水位出现在 9~11 月,最低水位出现在 6~7 月,年变幅约为 1~2m。极值水位受当年大气降水影响较大,出现的时间会因此或提前或延后。

2.基岩裂隙水

基岩裂隙水的动态与第四系孔隙水密切相关,主要接受大气降水和上部第四系孔隙水的下渗补给,总体受季节性变化较明显,丰水期水位上升,枯水期水位下降。

6.2 场区水文地质条件

6.2.1 地表水

勘察期间各拟建物场区范围内未见稳定分布的地表水。此外据调查,过往暴雨等极端天气条件下,部分低洼地段因地势原因排水不畅易形成短期地表水积聚,以蒸发、地表径流等为主要排泄途径,并随着时间推移逐渐消散。由于各拟建场区均位于现状山顶,遭遇洪水及发生内涝的可能性较小。

6.2.2 地下水

勘察期间属枯水期,根据钻探揭露,钻孔深度范围内未见地下水分布。根据周边工程经验和地形地貌推测,在雨季时,在填土层中可能形成上层滞水。

6.2.3 场地土腐蚀性

本次勘察在 A6-1#、A8-1#勘探孔各取 1 件地下水位以上第 ① 层杂填土试样进行土工化学成分分析试验,土工化学成分分析试验成果如下。

土样分析结果一览表 表 6-1

对混凝土结构的腐蚀性									
孔号 (深度)	层号及地层名称	按环境类型					按地层渗透性		
		环境 类型	指标	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	Mg ²⁺ (mg/kg)	易溶盐总量 (mg/kg)	渗透 类型	指标	PH 值
A6-1 (0-0.1m)	第①层杂填土	III	含量	8.55	0.51	86.06	A	含量	6.10
			等级	微	微	微		等级	弱
A8-1 (0-0.1m)	第①层杂填土	III	含量	6.38	0.56	52.68	A	含量	6.00
			等级	微	微	微		等级	弱
对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性									
孔号 (深度)	地层 名称	类型			土中的 Cl 含量(mg/kg)				腐蚀 等级
A6-1 (0-0.1m)	第①层杂填土	A			20.02				微
A8-1 (0-0.1m)	第①层杂填土	A			12.33				微

场区按III类环境类型,根据土质分析结果,场区地下水位以上第 ① 层杂填土属 A 类土,按环境类型对混凝土结构具微腐蚀性,按地层渗透性对混凝土结构具弱腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

综合判定:场区地下水位以上杂填土对混凝土结构均具弱腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。

土对建筑材料腐蚀的防护,应符合现行国家相关标准。

6.2.4 各岩土层建议水文地质特征及渗透系数建议值表

岩土层的透水性强弱按渗透系数 *k* 值划分见表 6-2。

岩土层的透水性强弱划分表 表 6-2

渗透性	特强透水	强透水	中等透水	弱透水	微透水	不透水
<i>k</i> (m/d)	<i>k</i> > 200	10 ≤ <i>k</i> ≤ 200	1 ≤ <i>k</i> < 10	0.01 ≤ <i>k</i> < 1	0.001 ≤ <i>k</i> < 0.01	<i>k</i> < 0.001

根据本次抽水试验成果并结合周边工程资料,各土层推荐渗透系数见表 6-3。

各岩土层渗透系数建议值表 表 6-3

岩土层名称	渗透系数建议值 (m/d)	透水性
第①层	1~10	中等透水
基岩强风化带	0.1~0.5	弱透水
基岩中等风化带	0.05~0.1	
基岩微风化带	0.05~0.1	
基岩微风化节理发育带	0.1~0.5	

7 场地和地基的地震效应评价

7.1 历史地震及地震活动性综合评价

7.1.1 历史地震活动

根据地震资料完整性分析，区域范围自 1484 年以来的 $M \geq 4.7$ 级地震资料基本完整可靠；自 1984 年以来，区域范围内现代台网观测的 $ML \geq 2.0$ 级地震资料基本完整可靠，在此之前地震有少量遗漏。

从公元前 70 年~2013 年 12 月，本区域范围内共记录到 $M \geq 4.7$ 级地震 47 次，其中 4.7~4.9 级地震 13 次，5~5.9 级地震 23 次，6~6.9 级地震 5 次，7~7.9 级地震 5 次，8 级以上地震 1 次，即 1668 年 7 月 25 日郯城 8½ 级地震，最早记录到的地震是公元前 70 年山东安丘 7 级地震。从 1970 年~2013 年 12 月，区域范围共记录到 $2.0 \leq ML \leq 5.0$ 级地震 3584 次，其中 2.0~2.9 级地震 2783 次，3.0~3.9 级地震 728 次，4.0~4.9 级地震 73 次，其空间分布也主要集中在一些活动断裂带附近，在沂沭断裂带西侧小震沿北西分布，受北西向断裂控制。区域范围内现代地震均为浅源地震，平均深度为 15km；该区地震震源深度主要分布在 5~29km 范围内，占总数的 92.8%。

7.1.2 地震活动性及场地地震稳定性综合评价

工程场区在大地构造上位于苏北-胶南断块北部边缘。区域范围涉及苏北—胶南断块、胶辽断块（山东部分称鲁东断块）和鲁西断块。区内主要活动断裂有北北东走向的

沂沭断裂带、北东走向的响水河断裂和千里岩断裂、牟平—即墨断裂带和北西西走向的燕山—渤海断裂带和鲁西断块内的断裂构造系，强震活动主要受这些断裂的控制。区域范围内盆地构造主要有沂沭断裂带内的断陷盆地、北黄海坳陷盆地、南黄海坳陷盆地，黄县盆地、胶莱盆地等，这些盆地在发育时代、盆地类型、受断裂控制程度等方面具明显差异。

另外，区域北部的渤海强震构造区占据十分重要的构造位置，处在东部两条巨型活动构造带，即北北东向郯庐断裂带与北西西向燕山—渤海断裂带的交汇区。渤海及周围地区具有复杂的断裂构造活动环境，地震活动具有频度高、强度大的特点。渤海强震构造区对于区域的地震危险性至关重要。

场区现代构造应力场主压应力轴方向为北东东向，在 70°—80°左右，主张应力轴方位为北北西向，在 340°—350°左右。力的作用方式为水平或近于水平。场区应力场总体特征与华北大区域应力场基本一致。

研究范围现代地震主要沿北东（30°~40°）和北西（310°）两个方向破裂或错动，具有沿原有地震断裂继承性破裂或错动的特点；根据震源机制两节面与 P、T 轴的组合关系分析，北东向断裂以右旋走滑或近走滑为主，而北西向断裂则以左旋错动近走滑为主，这也由地质资料获得的断裂运动性质基本一致。

工程场区所在区域历史上遭受的最大影响烈度是Ⅷ度。

区域地震活动现处于第四活跃期后期，未来 100 年仍存在发生 7 级地震可能。区域地震活动取活跃期的平均水平。图 7-1 为“青岛及邻区地质震中分布图”。

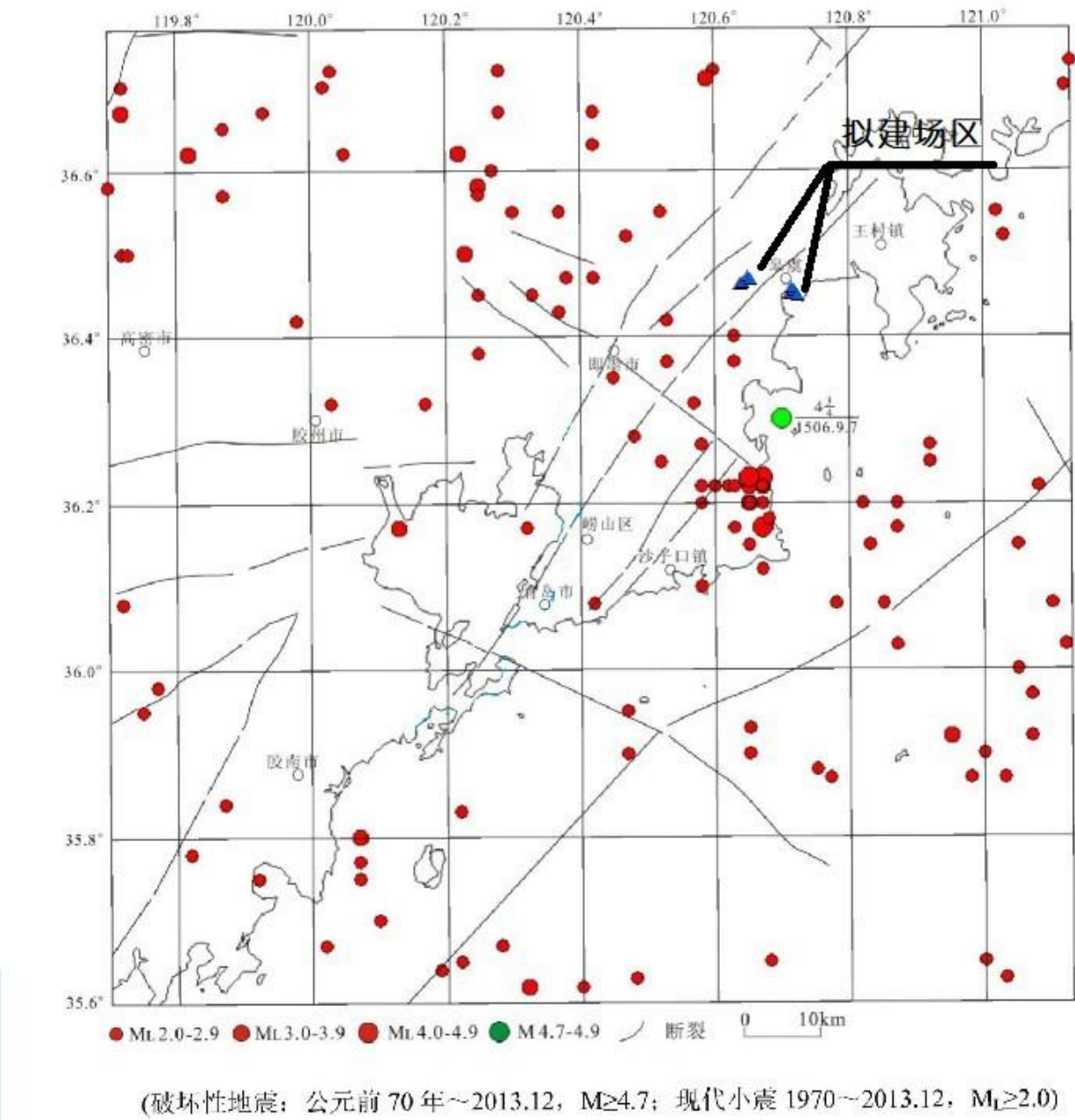


图 7-1 青岛及邻近地区震中分布图

自有史料记载以来，近场区附近记录到 1 次破坏性地震，即 1506 年 9 月 7 日山东即墨东 $4\frac{3}{4}$ 地震。1970 年至 2013 年 12 月，近场区内共记录到 $ML \geq 2.0$ 级地震 127 次，其中 2.0～2.9 级地震 108 次，3.0～3.9 级地震 16 次，4.0～4.9 级地震 3 次，最大地震是 2003 年 6 月 5 日青岛王哥庄镇 4.2 级地震，此后该区发生一系列地震，形成青岛崂山 4.2 级地震震群。沧口断裂的北段及马山-王哥庄断裂为晚更新世中晚期活动，依照构造类比

原则，根据近场区内沧口断裂的活动性质，结合近场区的现代地震活动情况，划定的沧口 6.5 级潜在震源区是合理的，该潜源对工程场地的地震危险性贡献尤为重要。

7.2 场地类别划分

本工程位于青岛即墨区，根据《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）及《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010）之规定，其抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组第三组。

本次勘察在场区 1#等 10 个勘探孔钻孔进行岩土层剪切波波速测试，测试结果计算统计见表 7。

剪切波速计算成果表								表 7
项目 孔号	各土层 V_s (m/s)/厚度 h (m)						覆盖层厚度 (m)	等效剪切 波速 V_{se} (m/s)
	①	⑩ ₁₉₋₃₀	⑪ ₁₉₋₃₀	⑫ ₁₋₁₉₋₃₀	⑬ ₁₉₋₃₀	⑭ ₂₉₋₁₀		
1	138	/	/	718	/	/	0.6	138
4	136	/	666	/	/	/	0.9	136
5	/	596	651	/	/	/	0.3	/
A2-1	/	/	/	690	773	/	0.2	/
A3-1	142	/	/	731	/	/	0.6	142
A5-1	146	/	/	721	/	/	0.4	146
A6-1	/	/	/	720	/	/	0	/
A8-1	134	/	/	/	/	760	1.0	134
A11-1	131	/	657	/	/	/	1.3	131
A15-1	135	/	/	/	818	/	1.0	135

根据试验结果，场区第①层杂填土为软弱土，基岩风化带为软质岩石～岩石。场区实测等效剪切波速值为 131～142m/s，覆盖层厚度约 0～1.30 米，根据《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）及《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010），判定场地类别属 I_1 类建筑场地，地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s。

7.3 地震稳定性能评价

7.3.1 地震液化

本工程场区未揭露饱和砂土和粉土，可不考虑地震液化对本工程的影响。

7.3.2 建筑抗震地段划分

本场区除存在一定厚度的填土、风化岩外，无其他特殊性岩土，基岩埋深较浅。

拟建 1#开关站、2#开关站及 A3#风机位于平地与坡地交界的顶部平缓处，坡地的坡度约 10~15°，植被茂盛，现状基本稳定；拟建 A2#、A5#、A6#、A8#、A11#、A15# 风机位于岩质山丘顶部平缓处，坡地的坡度约 15~25°，周边均为现有林地，植被茂盛，现状基本稳定，且所有风机及主控楼自 2003 年建成后运营至今，未出现倾覆、不均匀沉降等变形特征。除此之外，各拟建场区不存在条状突出的山嘴、高耸孤立的山丘、陡坡、陡坎、地裂缝、河岸等；钻探深度范围内未揭露软弱土、液化土和高含水量的可塑黄土；场区不存在状态明显不均匀的土层，场区基岩较稳定，场区未见地震时可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流等及发震断裂带上可能发生地表错位的部位。

综合考虑，本工程场区属对建筑抗震一般地段。

7.3.3 工程场地的地震稳定性能评价

根据勘察资料，拟建场地未发现液化、横向扩展、震陷、崩塌、泥石流、岩溶及采空区等不良地质作用。

7.4 场地稳定性和工程建设适宜性评价

本场区属于建筑抗震一般地段，场地稳定性基本稳定，建筑适宜性较适宜。

8 岩土物理力学指标统计及参数建议值依据

8.1 岩土参数的分析与统计

根据《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）14.2 条按岩土层进行统计，并对异常数据进行了取舍。

1、对野外采集的原位测试数据和室内试验数据进行综合分析，剔除异常值，范围值采用舍弃后的最大值、最小值。

2、对野外采集的原位测试数据和室内试验数据按拟建场地的不同地质层进行统计。

3、各种参数的平均值 ϕ_m ，标准差 σ ，变异系数 δ ，标准值 ϕ_k 的计算公式如下：

$$\phi_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \phi_i \quad \sigma_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} [\sum_{i=1}^n \phi_i^2 - (\sum_{i=1}^n \phi_i)^2 / n]}$$

$$\delta = \frac{\sigma_f}{\phi_m} \quad \phi_k = \gamma_s \cdot \phi_m$$

$$\gamma_s = 1 \pm (\frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2}) \delta \quad f_a = \psi_r \cdot f_{rk}$$

式中： ϕ_i —岩土参数测试值； n —参加统计的子样数；

ψ_r —折减系数， f_{rk} —岩石饱和单轴抗压强度标准值（kPa）；

γ_s —统计修正系数，式中正负号按不利组合考虑； ϕ_k —岩土参数标准值。

8.2 测试、取样的代表性

本次勘察根据工程特点，结合场区的地质条件选用了标准贯入试验等原位测试手段。其中标准贯入试验主要试验地层为强风化岩；试验均匀的分布于场区各地段的各试验地层中。针对每一测试手段，在不同岩土层内选择有代表性的测试点进行布置，在勘察过程中，根据实际情况进行优化和调整，保证了试验点的代表性。

本次勘察工作中，选用有效的勘探、取样方法，有针对性的采取了岩样及腐蚀性土样进行室内试验。

8.3 物理力学指标的综合分析

表示岩土性状的物理性质指标，一般采用平均值，按承载力极限状态计算强度或稳定的力学指标，一般采用标准值。

因对各岩土层采用了多种勘探、测试、试验手段，同一岩土层采用不同的勘探、测试、试验手段所取得的结果不尽相同；每层岩土介质的非均质性、各向异性以及由地下水等地质环境改变引起的岩土性质变化，导致了同一勘探、测试、试验手段对每岩土层的测试、试验结果的差异性；同一勘探、测试、试验手段对同一“理想的、均质的”岩

土介质的测试、试验，受测试、试验设备、方法等因素的影响，测试、试验结果也具不稳定性、离散性。

通过对各原位测试数据和室内试验数据进行综合分析统计，本次各测试、试验结果在未经剔除时极值相差一般小于 3 倍，在剔除少量异常值后进行统计，变异系数一般小于 0.3，极值相差一般小于 2 倍，证明了测试、试验数据的可靠性。

8.4 岩土设计参数建议值确定原则

8.4.1 渗透系数 k 结合地区经验确定。

8.4.2 岩土体与锚固体的极限粘结强度标准值 f_{tk} 根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）8.2 条规定，适用于注浆强度等级为 M30。

8.4.3 地基承载力特征值用统计表中的有关岩土参数的标准值，结合《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）及地区经验确定。

9 岩土工程分析与评价

9.1 各岩土体分析与评价

9.1.1 第四系地层工程性状分析

本场区第四系主要为全新统人工填土层（ Q_4^{ml} ），分布情况见表 5-1，该层土均匀性、密实度一般，结构松散，自稳性较差，具高压缩性。

9.1.2 风化岩层工程性状分析

场区基岩为白垩系青山群八亩地组安山岩（ K_1b ），局部见中生代燕山晚期花岗岩（ γ_3^3 ），基岩埋深较浅，局部地段出露地面，场区基岩整体强度高，工程性质及抗震性能整体良好，本次场区所揭露的岩体根据其不同的工程性状及质量状态可分为散体状结构、块状结构三种岩体。

1.散体状结构岩体

根据钻探结果分析，该类岩体主要为安山岩强风化带。在强烈的风化或构造作用下，

岩体极破碎，裂隙发育，风化强烈，矿物蚀变严重，岩石疏松，矿物间连结力显著降低，属较密实～密实的松散介质体，具可压缩性和软弱岩石地基工程特性，软硬不均，遇水易软化，暴露于空气中加剧风化，属不稳定的 V 级岩体。

2. 碎裂状～层状结构岩体

包括碎裂岩化安山岩中等风化带、安山岩中等风化带、安山岩微风化节理发育带、花岗岩微风化带岩体。总体上呈似层状分布。岩体属较软～坚硬岩，具弹塑性材料特征，结构面主要为构造节理，其次为风化裂隙。节理面呈微张开状，贯通性较好。在垂直荷载作用下其变形主要为结构面受压闭合，岩体承载力较高，岩体稳定性一般～较差，开挖过程中易沿节理面产生坍塌或岩块崩落现象，多属较不稳定的 IV～V 级岩体。

3. 块状～整体块状岩体

主要为安山岩微风化带岩体。岩体属破碎～较完整的坚硬岩，该类岩体岩石坚硬，节理较发育～不发育，节理面紧闭，裂隙贯通较差，岩芯多呈柱状～长柱状。地下水活动微弱。岩体的整体强度中等，完整性好，呈现弹性材料特征，在一定的工程荷载作用下可视为不可压缩体。整体强度高，工程性状及抗震性能良好，是良好的持力层，但由于受构造的影响，局部地段形成相对不均匀的岩石地基。

9.2 岩土层物理力学指标

拟建场区各岩土层主要物理力学指标及相关参数详见下表 9-1。

各岩土层主要物理力学指标及相关参数汇总表 表 9-1

层号	地层名称	f_{ak} kPa	γ kN/m ³	c_k kPa	ϕ_k 度	模量 MPa	岩石与锚固体的 极限粘结强度 标准值 f_{tik} (kPa)
①	杂填土	/	19.0	/	18*	/	/
⑯ ₁₉₋₃₀	安山岩 强风化带	400/	21.0	/	40*	$E_0=30.0$	180
⑰ ₁₉₋₃₀	安山岩 中等风化带	/3000	23.0	/	50*	$E=10000$	700
⑰ ₁₉₋₃₀	碎裂岩化安山岩 中等风化带	/1000	22.5	/	48*	$E=1500$	350
⑱ ₁₋₁₉₋₃₀	安山岩微风化 节理发育带	/6000	24.0	/	60*	$E=25000$	800
⑱ ₁₉₋₃₀	安山岩 微风化带	/8000	24.5	/	65*	$E=35000$	1200
⑱ ₂₉₋₁₀	花岗岩 微风化带	/8000	24.0	/	65*	$E=35000$	1000

注: f_{ak}/f_a : 地基承载力特征值; E_0 : 变形模量、 E : 弹性模量; γ : 重力密度; c_k : 黏聚力; ϕ_k : 内摩擦角(带*为等效内摩擦角); f_{tik} : 岩石与锚固体的极限粘结强度标准值根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013) 8.2 条规定, 适用于注浆强度等级为 M30, 仅适用于初步设计, 施工时应通过试验检验。

9.3 地基基础方案建议

(一) 地基基础方案分析

考虑到本工程各拟建场区范围内为现有风机及主控楼(详见第 5.1 节)。建议首先拆除上部已有建(构)筑物, 并挖除旧基础后, 整平场地。

根据设计单位提供的拟建物基本特征, 结合场地工程地质条件, 遵循安全可靠、技术先进、经济合理、保护环境的原则, 对场区各拟建建筑物地基基础方案建议如下:

拟建 2 个开关站及 1 个储能站, 基础埋深约 2.0 米, 荷载约 100kPa。拟建 1#开关站基础位于第 ⑱₁₉₋₃₀ 层安山岩微风化带, 可直接采用天然地基、筏板基础, 承载力特征值按照表 9-1 选用; 拟建 2#开关站基础位于第 ⑰₁₉₋₃₀ 层安山岩中等风化带, 可直接采用天然地基、筏板基础, 承载力特征值按照表 9-1 选用; 拟建储能站基础位于第 ⑰₁₉₋₃₀ 层安山岩中等风化带, 可直接采用天然地基、筏板基础, 承载力特征值按照表 9-1 选用。

拟建 7 个风机基础埋深均约 4.5 米, 单桩荷载约 4500kN, 各拟建风机基底处对应的基础持力层见表 9-2。

各拟建风机基底处岩土层汇总表 表 9-2

拟建物名称	基础埋深	基底处岩土层名称
A2#风机	4.5 米	第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带及第 ⑱ ₁₉₋₃₀ 安山岩微风化带
A3#风机		第 ⑰ ₁₉₋₃₀ 安山岩中等风化带及第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带, 局部可能会揭露第 ⑰ ₁₉₋₃₀ 碎裂岩化安山岩中等风化带
A5#风机		第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带
A6#风机		第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带
A8#风机		第 ⑱ ₂₉₋₁₀ 花岗岩微风化带
A11#风机		第 ⑰ ₁₉₋₃₀ 安山岩中等风化带及第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带
A15#风机		第 ⑱ ₁₉₋₃₀ 安山岩微风化带

根据钻探揭露情况, 各拟建风机基底处及下伏岩体完整性为极破碎~较完整(具体见第 5.3.2 节), 采用岩石预应力锚杆基础的可行性较差, 再结合设计单位要求, 综合考虑采用桩基础。另外, 考虑到各拟建风机基底处及下伏岩体承载力特征值较高, 在满足抗倾覆、变形等验算要求的前提下, 也可考虑采用天然地基。

9.4 桩基方案分析与评价

9.4.1 桩型选择及可行性分析

通过钻探结果显示, 拟建场区第四系厚度较薄或缺失, 下伏基岩风化带, 岩体强度较高, 若采用桩基础, 如预制桩、人工挖孔桩等可行性低, 建议采用灌注桩。

若采用灌注桩, 各拟建场区可分别采用第 ⑱₁₋₁₉₋₃₀ 层安山岩微风化节理发育带、第 ⑱₁₉₋₃₀ 层安山岩微风化带及第 ⑱₂₉₋₁₀ 层花岗岩微风化带作为桩端持力层。各拟建场区周边相对较开阔, 且桩端以下未见洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩体, 在施工过程中, 做好泥浆的疏排工作及采用适宜的防护措施后, 灌注桩可行性较好。若采用灌注桩可考虑采用旋挖成孔、冲击成孔等工艺, 施工前应通过试桩确定成桩可行性。

9.4.2 本场区工程地质条件对成桩的影响

当采用桩基础时, 场区地质条件对成桩的影响及相关注意事项如下:

(1) 本工程场区揭露安山岩及花岗岩两种基岩, 基岩风化程度差异较大; 另外, 可作为灌注桩桩端持力层的基岩微风化带顶面具有一定起伏。桩基施工后, 经检测合格后

方可使用。

（2）本工程桩基施工工序与基坑开挖、支护工序统筹考虑，可以达到节约工期的目的。

9.4.3 建议的桩基础设计参数

在进行初步设计时，相关参数可参考下表，本工程应根据场区地质条件的不同，首先进行现场试验，以准确确定承载力和施工工艺，最终以现场试验数据为准。

各岩土层桩基参数汇总表				表 9-3
层号	岩土层名称	灌注桩		
		$q_{sis} / q_{sir} \text{ (kPa)}$	$q_{pr} \text{ (kPa)}$	
①	杂填土	15/	/	
⑯ ₁₉₋₃₀	安山岩强风化带	90/	/	
⑰ ₁₉₋₃₀	安山岩中等风化带	/400	/	
⑰ ₁₉₋₃₀	碎裂岩化安山岩中等风化带	/150	/	
⑱ ₁₋₁₉₋₃₀	安山岩微风化节理发育带	/600	13000	
⑱ ₁₉₋₃₀	安山岩微风化带	/800	22000	
⑱ ₂₉₋₁₀	花岗岩微风化带	/700	20000	

备注：1、 q_{sis} —桩的极限侧阻力标准值， q_{sir} —桩的极限侧阻力标准值， q_{pr} —桩的极限端阻力标准值[引自《高层建筑岩土工程勘察标准》（JGJ/T72-2017）]；
2、上述数据仅供初步设计时参考使用，最终以现场试验数据为准。

9.4.4 桩基础施工对周边环境影响及应注意事项

- 1、对周围环境的影响
- 拟建 1#开关站、2#开关站及 A3#风机拟将原有风机拆除后新建，拟建储能站拟将原有主控楼拆除后新建，现有场区位于平地与坡地交界的顶部平缓处，坡地的坡度约 10～15°，植被茂盛。
- 拟建 A2#、A5#、A6#、A8#、A11#、A15#风机拟将对应编号的原有风机拆除后新建，现有场区均位于岩质山丘顶部平缓处，坡地的坡度约 15～25°，周边均为现有林地，植被茂盛。
- 整体上施工条件一般，施工对周围环境有一定影响，尤其是对周边林地影响极大。

在施工过程中，应做好泥浆的疏排工作及采用适宜的防护措施，减小桩基施工对周围环境的不利影响。

2、灌注桩施工注意事项

- （1）根据场区地质条件，进行现场试验，选择合适的成桩工艺。
- （2）灌注桩成孔时应采取有效措施，以确保桩孔质量。
- （3）若采用钻孔灌注桩水下灌注要确保桩端沉渣清理符合要求，沉渣厚度≤50mm。
- （4）若采用冲孔灌注桩需注意施工噪音对周边环境的影响。
- （5）桩端需进入桩端持力层不少于 1.5 倍桩径。
- （6）灌注桩及基础的抗腐设计应符合现行国家相关标准规范的规定。
- （7）桩基础混凝土灌注必须设置导管，宜采用混凝土泵连续灌注，提高桩基础施工质量。
- （8）桩基钻至桩端持力层后，应及时组织各方现场勘验，确认符合设计要求后方可进行下一步施工。必要时进行施工勘察。

9.4.5 其它

- 1.建议建设单位委托具备相应资质的专业设计单位，根据场地条件、岩土参数进行地基基础方案及施工次序设计并对设计方案进行论证。针对本工程地质条件的特点，建议建设方聘请经验丰富的岩土工程师参与监理工作，从而保证工程质量。
- 2.由于勘察中采用小直径钻孔取样，具有一定的局限性，因此桩基础大面积施工开始之前，应根据规范要求，做必要的试验桩，以便检验桩基设计参数的可靠性，并获取施工工艺参数，以指导桩基施工。
- 3.工程桩的施工工艺及环境边界条件跟试桩时的应保持一致，若其中任何一项发生改变，均应通过新的试桩验证可行性。
- 4.桩基础应经检测合格后使用。
- 5.其他未尽事宜，严格遵照相关规范、规程的要求执行。

9.5 地基稳定性及均匀性分析评价

拟建 1#开关站、2#开关站及储能站均采用天然地基、筏板基础，分别以第 ⑱₁₉₋₃₀ 层安山岩微风化带、第 ⑰₁₉₋₃₀ 层安山岩中等风化带、第 ⑰₁₉₋₃₀ 层安山岩中等风化带作为基础持力层，考虑到基岩风化带强度高，压缩性低，地基稳定性较好，地基均匀性较好。

拟建 7 个风机若全部采用桩基础，以基岩微风化带作为桩端持力层，持力层整体强度高，压缩性低，且桩端持力层以下未见洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层等对桩基不利的埋藏物，地基稳定性较好，考虑到基岩微风化节理发育情况及风化程度存在一定差异，均匀性一般。拟建 7 个风机若采用天然地基，地基稳定性及均匀性评价见表 9-4。

各拟建风机天然地基稳定性及均匀性评价表			
表 9-4			
拟建物名称	基底处岩土层名称	地基均匀性	地基稳定性
A2#风机	第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带及第 ⑱ ₁₉₋₃₀ 安山岩微风化带	均匀性一般	稳定性好
A3#风机	第 ⑰ ₁₉₋₃₀ 安山岩中等风化带及第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带，局部可能会揭露第 ⑰ ₁₉₋₃₀ 碎裂岩化安山岩中等风化带	均匀性一般	稳定性一般
A5#风机	第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带	均匀性好	稳定性好
A6#风机	第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带		
A8#风机	第 ⑱ ₂₉₋₁₀ 花岗岩微风化带		
A11#风机	第 ⑰ ₁₉₋₃₀ 安山岩中等风化带及第 ⑱ ₁₋₁₉₋₃₀ 安山岩微风化节理发育带	均匀性一般	
A15#风机	第 ⑱ ₁₉₋₃₀ 安山岩微风化带	均匀性好	

9.6 地基变形特征预测

拟建开关站及储能站，若采用天然地基，以基岩中等风化带或基岩微风化带作为基础持力层，由于基岩风化带强度高，压缩性低，且拟建物荷载较小，发生整体倾斜的可能性较小。

拟建 7 个风机若全部采用桩基础，以基岩微风化带作为桩端持力层，地基变形量相对较小，发生整体倾斜的可能性较小。在满足抗倾覆、变形等验算要求的前提下，若采

用天然地基，发生整体倾斜的可能性较小。

建议做好建筑物的整体稳定性验算，并采取相应的结构措施，控制建筑物的差异沉降，必要时尚应控制平均沉降量，以提高和改善建筑物对地基不均匀变形的适应能力。各拟建物的地基变形允许值应满足相关规范及设计单位的要求。

9.7 基坑开挖分析与建议

9.7.1 基坑周边环境

拟建 1#开关站、2#开关站及 A3#风机拟将原有风机拆除后新建，拟建储能站拟将原有主控楼拆除后新建，现有场区位于平地与坡地交界的顶部平缓处，坡地的坡度约 10~15°，植被茂盛，未见边坡、崩塌、冲沟、滑坡等不良地质作用。

拟建 A2#、A5#、A6#、A8#、A11#、A15#风机拟将对应编号的原有风机拆除后新建，现有场区均位于岩质山丘顶部平缓处，坡地的坡度约 15~25°，周边均为现有林地，植被茂盛，未见边坡、崩塌、冲沟、滑坡等不良地质作用。

整体考虑，基坑周边较为开阔。

9.7.2 基坑支护结构的安全等级

拟建开关站及储能站基础埋深约 2.0 米，拟建风机基础埋深约 4.5 米，开挖深度范围内岩土层为第 ① 层杂填土、第 ⑯₁₉₋₃₀ 层安山岩强风化带、第 ⑰₁₉₋₃₀ 层安山岩中等风化带、第 ⑱₁₋₁₉₋₃₀ 层安山岩微风化节理发育带、第 ⑱₂₉₋₁₀ 层花岗岩微风化带。

据《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）第 3.1.3 条，综合考虑到基坑周边环境条件中等复杂、基坑范围内的地质条件较复杂，基坑深度较大等因素，基坑支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境及主体结构施工安全的影响严重，因此本基坑支护结构的安全等级为二级。

9.7.3 开挖与支护方式

综上分析，初步建议场区基坑开挖可考虑采用坡率法放坡支护，杂填土坡率按 1:1.5，安山岩强风化带及碎裂岩坡率按照 1:0.75，安山岩微风化节理发育带及花岗岩微风化带坡率按 1:0.5，安山岩微风化带坡率按 1:0.3，并采用挂网喷浆等进行坡面防护。

另外考虑到基坑开挖及基础施工周期较长，基坑开挖前，应对周边的环境和地下设

施尤其旧基础和实际存在的管线等进行全面了解，以预防因施工可能造成的不利影响。

9.7.4 地下水控制

勘察期间，场区钻探深度范围内未揭露地下水。但根据场区地质条件及周边环境推测，雨季或丰水期，场区可能会形成上层滞水，主要赋存于填土中。

若雨季或丰水期施工，基坑开挖时可能会揭露上层滞水，且局部可能由于汇水作用导致水量较大，考虑开挖面较小，建议采用集水坑明排即可。

根据我院经验推荐场区各岩土层渗透性参数见表 6-3。

各拟建物基底处为基岩风化带，不存在突涌或槽底隆起的情况，但在填土较厚的地段，可能出现基坑侧壁渗漏、流土等情况，开挖时应采取截排水、降水等控水措施。

地下部分应严格作好防水、防渗处理。地下部分施工结束后，应对肥槽按相关规范要求采用不透水材料分层回填夯实，以阻隔地下水渗流对基础底板及侧壁的直接作用。

9.8 基坑开挖、支护设计及施工期间应注意的若干问题

9.8.1 基坑开挖、支护方案应委托具备相应资质的专业设计单位根据场地条件、岩土参数进行支护方案设计，在设计方案充分论证的前提下，方可开挖、支护施工。设计方案的优劣事关基坑开挖的成败及经济性，影响重大，应予充分重视。

9.8.2 在基坑开挖前应对周边环境，进行全面调查、了解，核实场区附近有无新增管线，充分考虑基坑开挖、支护及降水对周边环境的影响，优化设计方案，制定出相应的施工措施。

9.8.3 基坑开挖应严格按照设计要求进行，不得超挖，基坑周边施工材料、设施或车辆荷载严禁超过设计要求的地面荷载限值。基坑开挖时应严格控制机械开挖深度，应预留不少于 0.20 米采用人工清槽，并及时清除浮土、建筑垃圾和封闭基底。

9.8.4 施工过程中基坑周边严禁堆载，分层开挖分层支护。

9.8.5 场区开挖深度范围内的第四系土层可采用机械开挖，临近设计坡面、坑底时建议人工修坡。

9.8.6 开挖至基底应保持基底不积水，并尽快分段进行垫层施工。施工期间地下水位应保

持在基坑底面以下不小于 0.5 米。

9.8.7 雨季施工时，基坑周边应采取防水措施，应沿基坑周边一定距离进行地面硬化，并设置截水沟，有效疏导地表水，防止其渗入基坑，引起边坡失稳。

9.8.8 安山岩强风化带遇水易软化，风化岩长时间暴露容易加速其风化。开挖施工时应及时封闭基底，防止基底浸水软化、长时间暴露、人为扰动等。

9.8.9 基坑工程施工前，建设方应委托除土石方开挖、支护施工单位外的有相应资质的第三方单位，依据规范要求编制监测方案，方案经各责任方审批合格后方可实施。根据规范要求对基坑进行监测。

9.8.10 考虑到基坑开挖深度范围内将揭露安山岩中等风化带、安山岩微风化带及花岗岩微风化带，人工开挖或机械开挖可能存在一定的困难，如需要爆破施工，建议建设单位委托具有相关资质的设计单位对爆破施工进行设计，应根据周边环境，边坡稳定情况并从保护基底岩石不受扰动、基坑侧壁岩体稳定的前提条件出发，采用小能量爆破（如静力爆破），基础施工前应进行人工清槽，将已松动的岩块全部清除。爆破施工方案应经过论证评审合格后方可进行。

10 地质及环境风险分析与评价

本项目基坑开挖深度约 2.0~4.5 米，基坑周边环境条件较复杂、基坑范围内的地质条件较复杂，基坑深度较大等因素，根据中华人民共和国国务院令 293 号《建设工程勘察设计管理条例》、住房和城乡建设部令 37 号《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》，本项目基坑工程属于危险性较大的分部分项工程，应严格按照相关规定开展工程建设工作。

10.1 地质风险分析与评价

10.1.1 本工程场区内未见褶皱、全新活动断裂等大型地质构造，亦未见地层错断。根据本地区有关区域地质资料分析，场区区域上属相对稳定地块。

10.1.2 场区未见可液化土层，场区内未见岩溶、地裂缝、危岩、崩塌、滑坡、横向扩展、

泥石流、震陷及采空区等潜在影响场地稳定性的不良地质作用，场区范围内未发现有害气体。场区不存在不良地质作用和地质灾害方面的风险。

10.1.3 根据勘探资料，在场区范围内除揭示杂填土及风化岩外，未见其它特殊性土。发现有地埋的地下电缆及已有建（构）筑物的基础外，未发现河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物。考虑到孔间距较大，不排除孔间存在其他已填埋的沟、涵等。

10.1.4 基坑开挖过程中应密切关注填土厚度变化，填土厚度较大的地方是地表汇水的良好导水通道，容易引发基坑边坡失稳。

10.1.5 根据区域地质经验，岩石在形成过程及后期风化过程中，强风化带中不排除存在硬块夹层的存在，中等风化带、微风化带中也可能存在软弱夹层分布。上述岩石的发育特征对基坑开挖及成桩过程可能产生一些影响，比如成桩效率，开挖方式的选择等，建议根据实际情况，实行动态控制。

10.1.6 由于勘察中采用小直径钻孔取样，具有一定的局限性，揭露的地层仅代表该勘探孔处的实际地层，在施工过程中，不排除同一风机不同位置的桩基出现入岩深度、岩石风化程度、成桩效率存在一定差异的可能，建议加强现场验桩工作，必要时可进行针对性施工勘察。

10.1.7 基岩强风化带遇水易软化，在边坡方面可能引起边坡失稳。

10.1.8 考虑到基坑开挖深度范围内主要为安山岩中等风化带、安山岩微风化带及花岗岩微风化带，不论是采用爆破施工，还是机械破碎施工，均会产生振动，对于上部开挖侧壁有崩塌风险。

10.1.9 受当前钻探技术限制无法查明岩体产状，基坑开挖后需要随时关注基坑四周出现的顺坡节理或结构面，这些地方存在容易出现边坡塌滑失稳的风险。

10.1.10 本工程拟建风机基础拟采用桩基础，以安山岩微风化带、花岗岩微风化带作为桩端持力层。因风化程度差异及构造影响，基岩风化带存在软硬不均、完整程度不同等情况，局部可能较为明显，特别是碎裂岩化安山岩中等风化带发育地段有可能影响桩基成桩效率。

10.1.11 勘探过程中未揭露地下水，若雨季或丰水期施工，基坑周边填土中可能会形成上层滞水，且局部可能由于汇水作用导致水量较大，基岩风化带虽为弱透水层，但基岩由于地质营力、构造作用及风化作用导致岩体存在节理裂隙，滞水会沿节理裂隙快速流通，导致基坑侧壁失稳，形成滑塌危害，基坑周边应采取防水措施，应沿基坑周边一定距离进行地面硬化，并设置截水沟，有效疏导地表水，防止其渗入基坑，引起边坡失稳。

10.2 环境风险分析与评价

10.2.1 本工程各拟建物周边均较开阔（具体详见 5.1 章节），施工前建议进一步查明场区内及周边的管线、建（构）筑物与工程的位置关系、埋深、对施工的影响等。若存在，应将工程影响范围内的管线提前保护或迁移，以免影响其正常使用，坚决杜绝安全事故发生。由于本次勘察钻孔间有一定间距，不排除孔间仍存在已填埋的井、坑等暗埋物，若在工程影响范围内，需按设计要求进行处理施工。

10.2.2 施工期间，桩基施工的泥浆、扬尘及弃渣、弃土运输过程中泥水，撒落影响周边道路及环境；施工过程中产生的噪音对场区周边居民正常生活也会带来一定的不良影响。因此，施工单位应采取有效的措施，合理安排施工时间，精心组织，文明施工，尽量减少对环境的破坏和影响，做到“绿色施工，环保施工”。

10.2.3 在基坑开挖前应对周边环境，如地下管线进行全面调查、了解，全面评估基坑开挖对其造成的影响，制定出相应的施工措施。若基坑开挖期间发生变形过大，可能引发地面塌陷，对于影响范围内的地下管线、道路将造成不利影响。在基坑开挖过程中，应对场区基坑进行沉降及位移等相关监测，为设计及施工提供边坡动态信息。

10.2.4 基坑周边堆载及车辆荷载超限，基坑开挖时当基坑开挖面以上的支护未达到设计强度要求时向下超挖土方都将可能引起基坑边坡失稳事故，故基坑开挖应严格按照设计要求进行，不得超挖，基坑周边施工材料、设施及车辆荷载严禁超过设计要求的地面荷载限值。

10.2.5 若基坑周边防护措施不力,强降雨等极端天气,存在引起边坡失稳风险,施工时应根据工程情况制定安全应急预案及雨季等恶劣气候施工方案,确保工程质量。

10.3 岩土的不确定性风险分析与评价

10.3.1 在岩土工程中,地基等岩土环境几乎不可能完全探知,主要是由于岩土分布、勘探孔分布和取样的随机性,地层变位的不确定性 & 人类对工程环境的认知局限。因此,在本工程建设过程中,进行不确定性分析和风险分析在 施工管理中是十分重要的,加强风险识别、风险评估、风险决策,树立风险意识,建立风险全程监控机制,实现风险决策的科学化和信息化,建立灵敏、迅速的反馈机制是十分必要的。加强与勘察单位、设计单位、施工单位及监理单位的联系,强化验槽、检测及监理工作,以及时发现岩土的不确定性导致的风险,共同研究具体处理措施,进行有效处理。

10.3.2 基坑开挖边界外的地层信息根据区域地质资料以及本场地岩土层发育的一般规律进行合理推测,外推的范围及资料可靠性有待施工时进一步验证。条件具备时,建议根据基坑开挖支护设计及施工的需要,进行进一步的探查,以查明开挖范围以外地层及地下水的变化情况。在桩基施工时,应密切观察开挖、钻进、出渣出水等情况,并按设计要求进行现场试验性施工及质量检测,发现异常时及时调整设计施工参数,以确保工程及环境安全。

11 结论及建议

11.1 结论

11.1.1 本次勘察范围内,各拟建场区地形整体较平缓。其中,1#开关站勘探点地面标高约 111.52~111.74 米;2#开关站勘探点地面标高约 55.90~56.43 米;主控楼勘探点地面标高约 53.39~53.50 米;A2#风机勘探点地面标高约 119.18~119.34 米;A3#风机勘探点地面标高约 104.30~104.45 米;A5#风机勘探点地面标高约 107.36~108.40 米;A6#

风机勘探点地面标高约 128.49~128.64 米;A8#风机勘探点地面标高约 88.91~89.04 米;A11#风机勘探点地面标高约 77.61~77.63 米;A15#风机勘探点地面标高约 74.02~74.26 米。各拟建物场地所处地貌类型为剥蚀残丘,后经人工改造形成,现地貌与原地貌基本一致。

11.1.3 本次钻孔深度范围内未见地下水分布。场区地下水位以上杂填土对混凝土结构均具弱腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。

11.1.4 建筑场地类别为 I₁ 类,特征周期值 0.35s;设防烈度 7 度,设计基本地震加速度 0.10g,属设计地震分组第三组。

11.1.5 本场区属于对建筑抗震一般地段。

11.1.6 场区未见岩溶、地裂缝、危岩、崩塌、滑坡、横向扩展、泥石流、震陷及采空区等潜在影响场地稳定性的不良地质作用;在各拟建场区内发现有埋藏的地下电缆及已有建(构)筑物的基础,未发现如暗塘、河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等不利工程施工建设的地下埋藏物。综合判定本工程场地稳定性基本稳定,建筑适宜性较适宜。

11.1.7 即墨地区场地土的标准冻结深度为 0.50 米。

11.2 建议

11.2.1 地基基础方案

拟建 2 个开关站及 1 个储能站可考虑直接采用天然地基,拟建 7 个风机可考虑采用桩基础,在满足抗倾覆、变形等验算要求的前提下,也可考虑采用天然地基,具体方案分析详见本报告 9.3 和 9.4 章节内容。地基均匀性、稳定性评价详见本报告 9.5 章节内容。

11.2.2 基坑开挖与支护方式

初步建议场区基坑开挖可考虑采用坡率法放坡支护。具体开挖分析、支护建议、施工注意事项等详见本报告 9.7 和 9.8 章节内容。

11.2.3 其他

- 1.基坑支护设计须由有经验、有资质的专业设计单位进行设计。
- 2.施工过程中应注意对周边环境的保护,尽量减小对环境的不良影响。

3. 桩基础施工前应首先进行现场试验，以准确确定单桩承载力、施工工艺等。基桩施工后，经检测合格后方可使用。

11.3 有关说明

11.3.1 基坑开挖至设计标高后，应及时通知我院验槽、验桩。设计及施工过程中遇到与岩土工程有关的问题，我们愿意向建设方提供进一步的咨询服务。

11.3.2 本报告钻孔所揭露的岩土层及深度为实测所得，但孔间地质界线是根据区域地质及场区地层形成的一般规律进行合理的推测，不排除与实际情况有一定出入的可能。建议加强施工过程中的岩土工程工作，加强与勘察、设计单位的联系，强化验槽、验桩、检测、监测及监理工作，及时发现问题，及时进行有效处理。

11.3.3 针对本工程的地基条件，建议建设方聘请经验丰富的岩土工程师参与监理工作，从而保证工程质量。

11.3.4 本报告及附图显示的地物范围、高度、深度均为示意，其具体情况应现场测绘，本报告不作为土石方开挖的依据，土石方开挖应以现场签证为准。

11.3.5 建议本工程基坑支护设计、施工前，业主单位组织我院向设计、施工单位进行勘察交底，介绍本工程的地质条件及可能存在的地质风险。

11.3.6 本勘察报告基于甲方提供的相关图纸资料进行分析评价，若建筑方案调整，请及时通知我方，我方将根据调整后的建筑方案重新进行分析评价。

11.3.7 本报告所提供的岩土试验、测试结果以及岩土工程分析评价、结论建议均是基于勘察时的场地条件（拟建场地工程地质水文地质条件、周边环境条件）、设计条件（地上及地下层数、结构类型、基础形式、基础埋深）、工程建设与周边环境的相互作用及合同条件，当前述条件发生变化时，均可能导致勘察报告所提供的岩土、水试验、测试结果以及岩土工程分析评价、结论建议整体或部分不一定再继续适用。工程各参建方应注意此类风险，根据条件变化对工程的影响程度，评估原勘察报告的持续适宜性，必要时应进行专家论证或进行补充勘察。

联系地址：

市北区山东路 189 号

城阳区长城南路 1 号（总部基地 111 号楼）

联系电话：

0532-68957712

0532-87862856