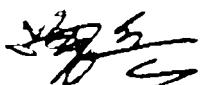


广州市福山循环经济产业园  
生活垃圾应急综合处理项目  
施工图设计阶段  
岩土工程勘测报告

FA13541S-G01-01

版本: B

中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司  
2019年12月 广州

批 准: 曾 兵 

审 核: 徐正元 

校 核: 李惜藩 

项目负责: 王占华 

编 写: 宋洪波 

## 目 录

1 前言	1
1.1 工程概况	1
1.2 勘察的目的和任务	2
1.3 执行的规范、规程及标准	3
1.4 岩土工程勘察等级	4
1.5 勘察工作布置与勘察方法	4
1.6 勘察完成工作量	6
1.7 资料整理说明	7
2 气象水文条件	8
3 区域地质构造	8
4 场地工程地质条件	9
4.1 地形地貌	9
4.2 地层岩性	9
4.3 岩土层特征	9
4.4 不良地质作用和地质灾害	13
4.5 特殊性岩土	13
4.6 不利埋藏物	13
5 岩土试验与岩土层设计参数	14
5.1 试验数据统计分析方法	14
5.2 常规土工试验	14
5.3 岩石试验	18
5.4 原位测试成果分析	18
5.5 岩土层设计参数推荐值	19
6 场地水文地质条件	23
6.1 地下水类型及补给、排泄	23
6.2 地下水水位及变化幅度	24
7 水和土腐蚀性评价	24
7.1 地下水的腐蚀性	24
7.2 地下水位以上土的腐蚀性	24
8 场地和地基的地震效应	25
8.1 场地土的类型及场地类别	25
8.3 建筑抗震地段划分	26
8.4 地震动参数	26
9 岩土工程分析与评价	26
9.1 场地稳定性和适宜性评价	26
9.2 场地工程地质分区	26
9.3 地基土工程性质与适宜性评价	27
9.4 建(构)物地基基础选型建议	28
9.5 桩基工程	28
9.6 基坑工程	30
10 地质条件可能造成的工程风险	31
11 结论及建议	32

## 1 前言

### 1.1 工程概况

广州市福山经济产业园生活垃圾应急综合处理项目位于黄埔区九龙镇福山村福山循环经济产业园(广州东部固体资源再生中心)的拓展地块(即西片区)，场地有广河高速可以通达，交通较便利，详见图 1.1-1。



图 1.1-1 场地位置示意图

本项目建设单位为广州市建设工程项目代建局，分为近期项目和远期项目分步实施，为远期项目预留场地，同时考虑预留公配设施余量及各类管线接口。目前，场地开挖整平、填土地基预处理(强夯)正在施工中。

近期项目日均焚烧处理生活垃圾 4000 吨(年处理垃圾  $146 \times 104$  吨/年)，配置 6 台 800 吨/天的炉排焚烧炉，配套 6 台余热锅炉、3 台单机容量 50MW 的凝汽式汽轮发电机组。近期项目主要包括垃圾处理主体工程、垃圾处理配套服务工程和炉渣综合处理厂三个部份。炉渣综合处理厂主要包括并不限于垃圾进料及储存系统、垃圾焚烧炉及余热锅炉系统、汽轮发电机组及热力系统、烟气净化系统、自控系统、污水处理系统、电气进出线系统、道路工程(场内道路、垃圾进场通道、消防通道)、防洪工程、中央自控中心、园区水源配置工程、生产管理楼、科创中心、园区数字化系统、围墙、屋面光伏发电、工程管线(生活给水、生产给水、雨水、污水、热力等)、电力及照明监控配套工程、园区景观绿化工程、灰/渣处理系统等系统、洗车设施、洗车检漏、应急停车及充电设施等环保工程。

远期项目在预留场地上扩建 2 台 800 吨/日炉排焚烧炉，1 台 50MW 凝汽式汽轮发电

机组，及相关配套设施。

本次勘察依据中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司(简称设计单位)提供的勘测任务书，为施工图设计阶段勘察。根据设计方案，本项目拟建建(构)筑物主要包括综合主厂房区(主框架、内部构筑物、焚烧炉及除渣间、垃圾池/渣坑)、烟囱、建筑及附属建筑物等，各建(构)筑物详细设计参数见表 1.1-1。

表 1.1-1 各建(构)筑物设计参数表

主要建(构)筑物名称	设计地坪标高(m)	拟采用基础形式	基础埋藏深度(m)	单位荷载(kPa)或总荷载(kN)	总高度(m)	结构型式
综合主厂房区(主框架)	178.00	桩基/天然地基	-3.0~-4.0	5000~10000kN/柱	21.5~57.5	框架
综合主厂房区(内部构筑物)	178.00	桩基/天然地基	-2.0~-4.0	5000~10000kN/柱	/	框架
综合主厂房区(焚烧炉及除渣间)	178.00	桩基/天然地基	-2.0~-4.0	5000~10000kN/柱	/	框架
综合主厂房区(垃圾池/渣坑)	178.00	桩基/天然地基	-9.5/-5.0	450kN/m <sup>2</sup> , 100kN/m <sup>2</sup>	/	框架
烟囱	178.00	桩基/天然地基	-4.0	410000kN	90.0	/
建筑及附属建筑	178.00	桩基/天然地基	-2.0~-3.0	/	/	框架

## 1.2 勘察的目的和任务

勘察主要目的是根据不同建(构)筑物的类别、特点，提出详细的岩土工程资料和设计、施工所需的岩土参数；对建筑物地基作出岩土工程评价，并对地基类型、基础形式、地基处理、工程降水和不良地质作用的防治提出建议。

根据现行有关规范、规程，结合建设单位及设计单位需求，本次勘察主要任务包括如下。

- (1)搜集附有坐标和地形总平面图，场地的地面整平标高，建筑物的性质、规模、结构特点，基础形式、埋置深度等资料；
- (2)查明各建筑地段的地基岩土类型、结构、厚度、成因、分布规律及其物理力学性质；各层岩土的类型、结构、厚度、成因、分布规律及其物理力学性质；
- (3)分析和评价场地的稳定系、适应性及地基的稳定性、均匀性；
- (4)提供地基岩土承载力、抗剪强度、压缩模量等物理力学性质指标及地基基础设计、变形计算所需的计算参数，提出地基基础、基坑支护、工程降水和地基处理与施工方案的建议；
- (5)查明各建筑地段地下水埋藏条件、水位变化幅度与规律，分析场地地下水、土

对建筑材料的腐蚀性；

(6)查明埋藏的古河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物；

(7)查明场地及附近地区的不良地质作用，如岩溶、土洞、危岩、崩塌、泥石流等；并对其类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提出整治方案的建议；

(8)分析地基土及地下水在建筑物施工和使用期间可能产生的变化及其对工程的影响，预测由于施工和运行可能引起的工程地质环境问题，提供防治措施建议；

(9)当基础需要考虑动力作用时，应提供地基土的动力特性指标；

(10)提供场地的地震动参数，确定场地类别，评价场地稳定性；

(11)对桩基础工程提供可选的桩基础类型和桩端持力层，当采用基岩作为桩端持力层时，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化、风化程度、坚硬程度、完整程度和基本质量等级，判断有无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层；

(12)查明可液化土层和特殊性岩土的分布及其对桩基的危害程度，并提出防治措施的建议；

(13)其他均应满足《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009年版)、《火力发电厂岩土工程勘察规范》(GB/T 51031-2014)要求执行。

### 1.3 执行的规范、规程及标准

本次勘测工作遵照执行(但不限于)下列规程、规范。

(1)《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001, 2009年版)；

(2)《火力发电厂岩土工程勘察规范》(GB/T 51031-2014)；

(3)《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010, 2016年版)；

(4)《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)；

(5)《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15-31-2016)(广东省标准)；

(6)《高层建筑岩土工程勘察标准》(JGJ / T72-2017)；

(7)《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-2008)；

(8)《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2012)；

(9)《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-2012)；

(10)《建筑基坑工程技术规程》(DBJ/T15-20-2016)(广东省标准)；

(11)《工程岩体试验方法标准》(GB 50266-2013)；

(12)《土工试验方法标准》(GB/T 50123-2019)；

- (13) 《建筑工程地质勘探与取样技术规程》(JGJ/T 87-2012);
- (14) 《电力工程地基处理技术规程》(DL/T 5024-2016);
- (15) 《电力工程钻探技术规程》(DL/T 5096-2016);
- (16) 《电力工程勘测安全技术规程》(DL 5334-2016);
- (17) 《电力工程岩土描述技术规程》(DL/T 5160-2015);
- (18) 《电力岩土工程勘测资料整编技术规程》(DL/T 5093-2016);
- (19) 《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》(2010 年版)。

## 1.4 岩土工程勘察等级

本工程符合“重要工程，破坏后果很严重”条件，工程重要性等级为一级；场地符合“地形地貌复杂”条件，场地复杂程度等级为一级；场地地基符合“岩土种类较多，不均匀，性质变化较大”条件，地基复杂程度为二级。

结合工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级，依据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)3.1 节，本项目岩土工程勘察等级为甲级。

## 1.5 勘察工作布置与勘察方法

### 1.5.1 勘察工作布置

(1) 勘探点线布置按照设计单位勘察任务书提供的勘探点布置图。勘探点总体上按方格网布置，结合主要建筑物的位置和轮廓线及地貌单元，并兼顾整个场地。

(2) 本场地共布置钻孔 203 个，编号为 AK001~AK203。勘探线距按 20~25m 布置，勘探点距按 20~25m 布置。取土试样勘探点不少于勘探点总数的 1/3，取土试样和原位测试勘探点不少于勘探点总数的 1/2，勘探点布置详细见《勘探点平面布置图》。

(3) 钻孔深度：控制性勘探点进入稳定中等风化岩层以下不少于 5m，其余勘探点进入稳定中等风化岩层以下不少于 3m。

(4) 原位测试布置：选取钻孔进行标准贯入试验、圆锥动力触探试验及钻孔剪切波速测试试验(单孔法)。标准贯入试验每主要土层不少于 6 次，试验间距约 2.0~2.5m；超重型动力触探试验每主要土层试验孔不少于 3 个，每次试验深度不小于 0.5m；剪切波速测试试验(单孔法)勘探点不少于 3 个。

(5) 取试样数量：对各主要岩土层采取土样，每主要土层土样  $\geq 6$  件；中等风化和微风化岩样各  $\geq 9$  件；地下水及土腐蚀性试样数量  $\geq 2$  组。

### 1.5.2 勘察方法

勘察布置的勘测方法包括有：工程地质钻探、原位测试、取样、室内土工试验等。

#### (一) 工程地质钻探

(1) 钻探必须严格按照钻孔任务书要求及钻探技术规程开展作业，终孔需经地质人员同意；采用 XY-1 型回转式油压钻机，采用套管跟管钻进或泥浆护壁钻进。土层取芯直径 110mm，岩层取芯直径  $\geq 91\text{mm}$ ，并在预定深度进行取样和原位测试。

(2) 全断面取芯，回次进尺土层不大于 2m，破碎岩层不大于 1m。岩芯采取率对填土层不低于 75%，对黏性土层不低于 90%，对全、强风化层不低于 80%，对较破碎岩不低于 65%，对较完整岩不低于 90%。

(3) 在软土、砂土层取样采用泥浆护壁钻进，如使用套管，应保持管内水位等于或稍高于地下水位，取样位置应低于套管的三倍孔径的距离。下放取土器前应仔细清孔，清除扰动土，孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度。

(4) 钻进深度、岩土分层深度的量测误差范围为  $\pm 0.05\text{m}$ ，分层准确，报表记录清楚完整。

(5) 所采取的土试样、水试样和单轴抗压试验的岩石试样需填贴标签并封蜡，妥善存放并及时送实验室进行试验。

(6) 所采取的岩芯应全部按顺序放进岩芯箱，及时编写岩芯牌，并盖好防止日晒雨淋；岩芯须待地质人员拍照，并经地质人员同意后方能处理。

#### (二) 原位测试

工程场地采用的原位测试手段为标准贯入试验、超重型动力触探试验及钻孔剪切波速测试试验(单孔法)。

(1) 标准贯入试验：通过试验测定土层中的标准贯入击数，从而确定黏性土的天然状态、砂土的密实程度、残积土、风化岩的风化程度等，并可判定饱和粉土、砂土的液化情况及划分风化岩界限，求算地基土层承载力。试验采用自动落锤进行锤击，锤击时保持贯入器、探杆、导向杆连接后的垂直度，避免偏心和侧向晃动，锤击速率应小于 30 击/min；贯入器打入土中 15cm 后，开始记录每打入 10cm 的锤击数，累计打入 30cm 的锤击数为标准贯入试验锤击数 N。当锤击数已达 50 击，而贯入深度未达 30cm 时，可记录 50 击的贯入深度换算并终止试验进行换算。

(2) 超重型动力触探试验：可以判定填土层及强风化层的密实度及其他力学性质。

试验采用 120kg 的穿心锤, 以 100cm 的自由落距, 将圆锥形触探头在钻孔内连续贯入, 分别记录每贯入 10cm 的锤击数, 经钻杆长度修正后即获得超重型动力触探试验锤击数 N63. 5。

(3) 钻孔剪切波速测试(单孔法): 测试孔垂直, 将检波器固定在孔内预定深度处, 并紧贴孔壁, 采用孔内激振。结合土层布置测点, 测点的垂直间距一般取 1m, 层位变化处加密, 并自下而上逐点测试。

### (三)取样

(1) 土样: 黏性土层要求取原状样, 砂层及碎石土层取不到原状样时可取扰动样。

(2) 岩样: 中等风化和微风化岩石取柱状样, 长度不小于 30cm; 若中等风化岩石破碎, 无法取得柱状样, 可取若干组块状岩样进行点荷载试验(每组约 15 块)。

(3) 水样: 取水样钻孔宜清水钻进, 如采用泥浆钻进, 钻探完毕后应采用清水清洗钻孔, 待清洗干净后方可取水样。水样瓶在装水样前应用所需取的地下水反复冲洗不少于 3 次, 水样瓶经冲洗干净后方可采集水样。

(4) 土腐蚀性样: 分区域在代表性地段选取地下水位以上土层中采集。

### (四)土工试验

(1) 土工试验方法应符合现行国家标准《土工试验方法标准》(GB/T 50123—2019) 和《工程岩体试验方法标准》(GB/T 50266—2013), 试验内容如下。

(2) 黏性土、砂土: 颗粒分析、含水率、密度、比重、界限含水量、固结、渗透系数、直接剪切、无黏性土休止角等试验。

(3) 土状风化岩: 含水率、密度、比重、固结、直接剪切等试验。

(4) 岩石: 单轴抗压强度(天然与饱和)或点荷载强度试验。

(5) 水、土的腐蚀性分析: 测定地下水位以上土和地下水对建筑材料的腐蚀性, 其试验项目按《岩土工程勘察规范》(GB50021—2001)(2009 年版)中的相关条文执行。

## 1.6 勘察完成工作量

勘察野外工作自 2019 年 10 月 16 号至 2019 年 11 月 30 号结束。因场地原因(部分区域位于斜坡暂未场平)大部分钻孔暂无法施工, 实际完成 198 个钻孔, 完成实际工作量见表 1.6-1。

表 1.6-1 勘察完成实际工作量一览表

序号	工作项目		工作量	备注
1	测量放点/终孔复核(孔)		203/198	测量坐标、高程, 共计 6 组
2	地质调查( $m^2$ )		60000	调查场地周边地质环境
3	钻探	本次( $m/孔$ )	6573.67/198	野外分层及描述
4	取样	土样(个/孔)	129/76	常规试验
		岩样(组/孔)	66/64	中等风化岩、微风化岩
		水样(组)	3	地下水
		易溶盐样(组)	3	地下水位以上土样
5	原位测试	标准贯入试验(次/孔)	1272/168	评价土层的物理力学性质
		超重型动探试验( $m/孔$ )	22.3/12	评价素填土、强风化的物理力学性质
		钻孔剪切波速	75/2	评价场地类别
6	土工试验	土常规试验(个)	129	测定土的物理力学性质指标
		岩石试验(组)	66	饱和单轴抗压、点荷载
		水质简分析试验(组)	3	评价地下水的腐蚀性
		易溶盐分析试验(组)	3	评价地下水位以上土质腐蚀性
7	照片(孔)		198	岩芯照片

## 1.7 资料整理说明

(1) 报告所采用的坐标系统为 1980 西安坐标系, 高程为 1985 国家高程, 钻孔测放引用控制点坐标见表 1.7-1。

表 1.7-1 引用控制点坐标

点号	X 坐标	Y 坐标	高程 H( $m$ )
J 1	46901.237	62965.691	144.910
D 1	46545.167	62923.354	169.984

(2) 局部钻孔受场地地形及交叉施工等影响, 施工时进行了小范围移位, 移位后的钻孔坐标、高程已复测。

(3) 报告中的残积土及风化层, 以标准贯入试验实测锤击数按广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15-31-2016)进行划分。

(4) 报告所提供的各种等高线图系根据钻孔揭露的相应底板、顶板数据按克里金模型插值推测及网格化处理而成; 剖面图中两钻孔之间的土层连线, 亦为推测地层线, 其精度仅供基础方案选型时参考使用, 不可作为施工控制依据。实际施工中, 应遵循信息化施工, 当发现实际情况与勘察资料有差异时, 应及时通知勘察与设计单位, 及时对地

质情况进行修正。

(5) 除特别说明外, 报告中提供的标准贯入试验锤击数均为实测值, 未经杆长修正; 超重型动力触探试验锤击数均经杆长修正, 为修正值。

(6) 勘察钻孔完成后, 按照相关规范要求对钻孔原土回填密实。

## 2 气象水文条件

勘察区段气候温暖潮湿, 雨量丰沛, 属南亚热带季风型气候, 雨季明显, 夏季炎热, 冬季一般比较温暖。

在季风环流控制下, 冬半年(9 月至翌年 3 月)受大陆冷高压影响, 多偏北风, 天气干燥, 降雨较少; 夏半年(4 月至 8 月)受海洋气流的影响, 多偏南风, 天气炎热, 降水量大。热带气旋、暴雨、寒潮也经常出现。

每年 5~10 月是广州热带气旋活动的季节(中心附近最大风力有时达到 12 级或以上); 7~9 月, 热带气旋影响和袭击广州地区的可能性较大, 是盛行季节。

## 3 区域地质构造

根据广东省地质调查院 1: 25 万广州幅地质图及相关调查报告显示, 经过黄埔区的有窝园断裂及李伯坳断裂。

窝园断裂: 由窝园断裂及库田断裂组成, 为北西向断裂, 分布于库田村——九如村一线。窝园断裂长约 22km, 宽 2~30m 不等, 总体呈  $310\sim320^\circ$  方向展布, 延续性较好。断裂带地貌上常呈垅岗状突起, 山体呈北西向展布, 倾向北东为主, 倾角  $60\sim80^\circ$  为主, 破碎带由硅化岩、破碎岩及构造角砾组成, 分带较显著, 表现为以构造角砾岩为中心, 两侧依次为破碎硅化岩、硅化破碎花岗岩, 断面波状起伏, 见斜落擦痕。微构造显示构造透镜体及破劈理发育。

李伯坳断裂: 规模较小。该断裂发育长约 5km 左右, 总体走向近南北, 倾向东, 倾角  $40\sim60^\circ$ , 断裂破碎带宽约 2~15m, 航片线状构造较清晰, 断层带主要由硅化破裂岩及构造角砾岩组成, 构造岩分带不明显。带内裂隙发育。

以上断裂离场区较远, 场地内没有区域性大断裂和活动断层通过, 亦未发现有泉眼、擦痕、断层角砾岩等断层迹象。本区属低震级地震较少发区, 区域地壳稳定性属较稳定区。

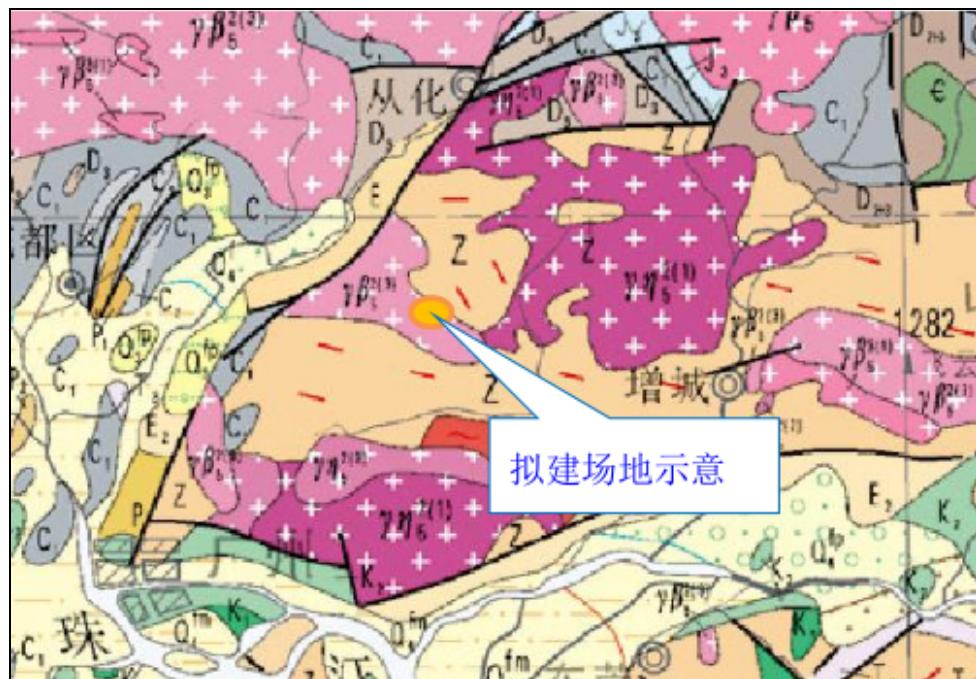


图3-1 区域地质图

根据区域地质资料及新构造运动资料,厂址所在区域该区地震活动水平较低,没有发生5级以上的破坏性地震,属弱震区,且厂址与区域深大断裂带的最近直线距离满足《火力发电厂岩土工程勘察规范》(GB/T 51031-2014)的有关要求,本场地适宜建设该项目。

## 4 场地工程地质条件

### 4.1 地形地貌

场地原始地貌为丘陵,微地貌单元由低丘、丘间洼地组成,地势起伏较大。目前,场地正在开挖整平。经过场地平整后地势平缓,地面高程约为178.00~178.30m。

### 4.2 地层岩性

根据本次钻孔揭露,场地岩土层较复杂,覆盖层自上而下分别为第四系人工填土层( $Q_4^{ml}$ )杂填土、素填土、填石,坡积土层( $Q_4^{dl}$ )粉质黏土以及残积土层( $Q_4^{el}$ )砂质黏性土;下伏基岩为燕山期( $Y_5$ )花岗岩。

### 4.3 岩土层特征

场地岩土体的工程地质分层主要根据岩土类别、成因、状态或密实度、含有物、埋藏条件、风化等级等因素进行。其中,基岩按风化等级可划分,为全风化、强风化、中等风化和微风化共四个等级(勘探深度内)。工程场地岩土层分布情况见表4.3-1。

表4.3-1 工程地质分层表

地层时代	成因	岩土名称	地层编号	状态/风化程度
第四系 全新统 (Q <sub>4</sub> )	人工填土(Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup> )	杂填土	① <sub>1</sub>	稍湿, 稍密
		素填土	① <sub>2</sub>	湿, 中密
		填石	① <sub>3</sub>	稍湿, 密实
	坡积(Q <sub>4</sub> <sup>dl</sup> )	粉质黏土	② <sub>1</sub>	可塑
	残积(Q <sub>4</sub> <sup>el</sup> )	砂质黏性土	④ <sub>2</sub>	硬塑
燕山期 (Y <sub>5</sub> )	侵入岩	花岗岩	⑤ <sub>1</sub>	全风化
			⑤ <sub>2-1</sub>	强风化
			⑤ <sub>2-2</sub>	强风化
			⑤ <sub>3</sub>	中等风化
			⑤ <sub>4</sub>	微风化
		孤石	⑥	中等风化/微风化

注: 强风化花岗岩(⑤<sub>2</sub>)按照钻探揭露成果, 进一步划分为两个次亚层, 即土状强风化岩(⑤<sub>2-1</sub>)和碎块状强风化岩(⑤<sub>2-2</sub>)。

按从上往下的顺序将各岩土层特征描述如下。

#### (1) 人工填土层(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)

场地人工填土层可分为杂填土、素填土及填石, 人工填土层场地大部分区域揭露。

①<sub>1</sub> 杂填土: 杂色, 稍湿, 呈稍密状, 土质不均匀, 主要由碎石、生活垃圾(塑料袋)组成, 堆填时间小于5年, 未完成自重固结, 岩芯采取率为80%。该层仅在AK12、AK56、AK178号钻孔有揭露, 揭露层厚1.20~5.00m, 平均值3.23m; 层顶面高程163.48~168.17m, 层底面高程162.16~163.17m。进行超重型动力触探试验4.6m/3孔, 经杆长校正后锤击数为2.0~6.2击, 平均值4.4击, 标准值4.1击。

①<sub>2</sub> 素填土: 黄褐色、灰黄色等, 湿, 多呈中密状, 局部稍密或密实。主要由坡积粉质黏土、砂质黏性土及全~中等风化花岗岩组成, 不均匀夹强或中等风化花岗碎石或块石, 块径2~10cm, 大者超过50cm, 含量约0~20%, 堆填时间小于1年, 未完成自重固结, 岩芯采取率为80%~90%。该层场地大部分钻孔有揭露, 揭露层厚0.70~26.90m, 平均层厚14.20m; 层顶面高程165.24m~178.44m, 层底面高程151.14m~177.53m。该层进行标准贯入试验288次, 实测锤击数为11~34击, 平均值20.8击, 标准值20.3击; 经杆长校正后锤击数为8.4~27.9击, 平均值16.7击, 标准值16.4击。进行超重型动力触探试验10.5m/5孔, 经杆长校正后锤击数为2.0~11.8击, 平均值7.0击, 标准值6.6击。

①<sub>3</sub>填石：灰白色，密实，主要由碎块石组成，含量约 60%，粒径一般 10~30cm，最大可达 50cm，岩芯采取率为 75%，堆填时间小于 1 年，未完成自重固结。场地内仅 AK34 号钻孔有揭露，揭露层厚 1.70m；层顶面高程 166.94m，层底面高程 165.24m。该层进行超重型动力触探试验 1.4m/1 孔，经杆长校正后锤击数为 8.5~16.4 击，平均值 12.0 击，标准值 10.7 击。

#### (2) 第四系全系统坡积层( $Q_4^{dl}$ )

②<sub>1</sub>粉质黏土：黄褐色、红褐色，可塑状态，土质不均，主要成分为黏粒，含少量砂粒，黏性一般，干强度中等，岩芯采取率为 90%~95%。该层局部区域分布，在 AK3、AK6、AK11、AK13、AK25、AK26、AK30、AK33、AK40、AK48、AK53、AK54、AK55、AK57、AK58、AK69、AK72、AK75、AK85、AK89、AK131、AK150、AK160、AK171 号钻孔有揭露，揭露层厚 1.50~8.70m，平均层厚 4.27m；层顶面高程 155.20m~178.34m，层底面高程 150.50m~176.84m。该层进行标准贯入试验 33 次，实测锤击数为 9~25 击，平均值 18.6 击，标准值 17.5 击；经杆长校正后锤击数为 7.9~18.2 击，平均值 14.9 击，标准值 14.2 击。

#### (3) 第四系全新统残积层( $Q_4^{el}$ )

④<sub>2</sub>砂质黏性土：黄褐色、红褐色等，稍湿，硬塑，组织结构全部破坏，含少量石英颗粒，由下伏花岗岩风化残积而成，韧性中等，岩芯采取率为 90%~95%。在场地内分布广泛，揭露层厚 1.40~14.50m，平均层厚 5.63m；层顶面高程 151.14m~178.22m，层底面高程 148.24m~176.16m。该层进行标准贯入试验 141 次，实测锤击数为 11~35 击，平均值 23.4 击，标准值 22.7 击；经杆长校正后锤击数为 10.4~25.7 击，平均值 18.7 击，标准值 18.3 击。

#### (4) 风化基岩

场地下伏基岩为燕山期( $Y_5$ )花岗岩，在岩浆侵入的作用下形成，主要矿物成份为石英、长石、黑云母，含少量其它暗色矿物，中粗粒结构，块状构造。因场地覆盖层较厚，经踏勘调查，场地暂未见有基岩露头，亦未观测有结构面产状。按差异风化程度可分为全~微风化带，现分别描述如下。

⑤<sub>1</sub>全风化花岗岩：灰白色、红褐色等，岩石风化完全，原岩结构已基本破坏，但尚可辨认，具微弱残余结构强度，岩芯呈土柱状，遇水易软化、崩解，岩芯采取率约为 90%，干钻可钻进。坚硬程度为极软岩，完整程度为极破碎，岩体基本质量等级为 V

类。在场地内广泛分布，揭露层厚 1.50~14.00m，平均层厚 5.75m；层顶面高程 150.50~172.93m，层底面高程 145.38m~168.11m。该层进行标准贯入试验 200 次，实测锤击数为 42~68 击，平均值 50.3 击，标准值 49.6 击；经杆长校正后锤击数为 29.4~50.1 击，平均值 36.6 击，标准值 36.1 击。

⑤<sub>2-1</sub> 强风化花岗岩：灰白色、红褐色等，原岩结构大部分破坏，风化裂隙极发育，岩芯大多呈土状，局部多呈半岩半土状，局部为风化碎块状，遇水易软化、崩解，岩芯采取率为 85%-90%，干钻不易钻进。坚硬程度为极软岩，完整程度为极破碎，岩体基本质量等级为 V 级。在场地内广泛分布，揭露层厚 1.00~28.20m，平均层厚 12.34m；层顶面高程 145.38~178.32m，层底面高程 123.81m~175.97m。该层进行标准贯入试验 591 次，实测锤击数为 72~143 击，平均值 87.7 击，标准值 86.8 击；经杆长校正后锤击数为 50.4~100.1 击，平均值 62.1 击，标准值 61.5 击。

⑤<sub>2-2</sub> 强风化花岗岩：灰白色、红褐色等，原岩结构大部分破坏，风化裂隙极发育，岩芯大多呈风化碎块状，遇水易软化、崩解，岩芯采取率为 80%-90%，干钻不易钻进。坚硬程度为软岩，完整程度为破碎，岩体基本质量等级为 V 级。在场地分布较为广泛，揭露层厚 0.50~10.80m，平均层厚 3.51m；层顶面高程 126.97~178.09m，层底面高程 122.86m~176.04m。进行超重型动力触探试验 5.8m/3 孔，经杆长校正后锤击数为 6.9~19.1 击，平均值 13.1 击，标准值 12.3 击。

⑤<sub>3</sub> 中等风化花岗岩：灰白色、浅灰色等，中粗粒结构，块状构造，矿物成分主要为长石、石英、黑云母，风化裂隙及构造裂隙较发育，结构面多为节理裂隙，裂隙面具铁染呈褐色，岩芯多呈块状，局部短柱状，RQD≈0~50%，岩芯采取率为 85%-95%，合金钻进较困难。岩石坚硬程度为较软岩，完整程度为较破碎，岩体基本质量等级为 IV 级。在场地内广泛分布，揭露厚度 0.50m~8.74m，平均层厚 3.24m；层顶面高程 122.86~176.04m，层底面高程 118.66m~171.04m。

⑤<sub>4</sub> 微风化花岗岩：青灰色、灰色等，中粗粒结构，块状构造，矿物成分主要为长石、石英、黑云母，节理裂隙较发育，结构面多为节理裂隙，裂隙面偶见铁染呈褐色，岩芯多呈短柱状，局部块状、长柱状，RQD≈50%~90%，岩芯采取率为 90%-95%，合金钻进较困难，需金刚石钻进。岩石坚硬程度为坚硬岩，完整程度为较破碎~较完整，岩体基本质量等级为 II~III 级。揭露层厚 0.93m~8.32m(未揭穿)，平均层厚 3.70m；层顶面高程 118.66~171.04m，层底面高程 115.31m~167.90m。

#### 4.4 不良地质作用和地质灾害

根据区域地质资料,拟建场地无区域性构造断裂分布,勘探资料也未发现有断裂构造痕迹,勘察期间场地内及附近未发现岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面塌陷、地裂缝、活动断裂等不良地质作用和地质灾害。

#### 4.5 特殊性岩土

##### 4.5.1 人工填土

场地填土为新近堆填,堆填时间<1年,成分主要为来自挖方区的原坡积、残积土及土状风化岩,局部混碎、块石,成分较杂且不均匀。

场平施工与勘测作业依序进行,由场平单位分片区进行分级回填,并按设计要求进行强夯和碾压,直至场平标高之后,再交地予勘测单位进行勘探作业。勘测时原位测试(标贯试验及动力触探试验)表明该填土已多呈中密状态,取样土工试验成果亦显示孔隙比为中等,因此,判断该填土已不具湿陷性,或仅具轻微湿陷性,不构成沉降影响的主要因素。

场地填土虽经强夯及碾压处理,但工程性质仍属相对较差,具有一定的长期沉降特性,故不宜作为主要建(构)筑物和对沉降敏感的建(构)筑物的基础持力层。

##### 4.5.2 风化岩和残积土

残积土及全、强风化花岗岩在自然状态下,压缩性低、承载力高、抗剪强度大,但在施工开挖松弛暴露后遇水、空气,极易加速风化、软化及崩解,导致其物理力学性质显著下降。在基槽开挖后,应及时浇筑或采取保护措施,防止浸水软化。

场地花岗岩具有典型球状风化特征,即在各风化带中残留球状风化体(孤石),本次勘测有1钻孔(AK118)揭露到孤石,呈呈中等风化状,厚度2.5m。鉴于球状风化体(孤石)在空间上分布上杂乱无章,无规律性,靠现有勘察手段较难查明其尺寸大小、形状及分布位置,直接造成天然地基土的不均匀性,对桩基选型或施工也将造成较大影响。

除此之外,未见有其它不利于本工程建设的特殊性岩土。

#### 4.6 不利埋藏物

根据钻探资料及现场踏勘调查,场地内暂未发现埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、暗涵等不利埋藏物,不利埋藏物为花岗岩球状风化体—孤石。

## 5 岩土试验与岩土层设计参数

岩土层物理力学性质指标主要通过原位测试、室内土工试验等方法(手段)获得。

### 5.1 试验数据统计分析方法

试验指标统计按《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)的有关规定执行,粗差数据的剔除方法采用 Grubbs 法,信度  $\alpha$  取 0.05。试验成果统计时,当试验个(次)数  $\geq 6$  个(次),统计指标一般提供标准值(力学指标)、平均值、最大值、最小值、变异系数、标准差;当试验个数  $< 6$  个(次),统计指标提供平均值、最大值、最小值或单值。

### 5.2 常规土工试验

本次勘测采取原土样 129 组进行室内土工试验,试验项目包括常规物理指标试验、快剪试验、固结压缩试验、渗透试验等。结合前期勘测室内试验成果,各岩土层物理力学指标统计结果见表 5.2-1~5.2-2。

表 5.2-1

主要土层物理参数统计表

层号	定名	指标项目	含水率 $W\%$	比重 $G_s$	湿密度 $P$ $g/cm^3$	干密度 $\rho_d$ $g/cm^3$	饱和度 $S$ $r(%)$	孔隙比 $E$	液限 $W_L$ (%)	塑限 $W_p$ (%)	塑性指数 $I_p$	液性指数 $I_L$	渗透系数	
													垂直 $K_v$ cm/s	水平 $K_h$ cm/s
① <sub>2</sub>	素填土	统计个数	36	36	32	32	32	32	36	36	36	33	13	—
		最大值	32.10	2.71	2.01	1.70	94.43	0.938	38.60	23.46	15.14	0.57	9.85E-04	—
		最小值	15.70	2.68	1.76	1.39	57.09	0.587	24.60	15.04	9.56	0.01	4.49E-05	—
		平均值	21.64	2.69	1.93	1.58	84.21	0.705	29.93	18.31	11.62	0.32	2.15E-04	—
		变异系数	0.166	0.003	0.030	0.044	0.099	0.113	0.104	0.114	0.093	0.484	—	—
② <sub>1</sub>	粉质黏土 (可塑)	统计个数	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4	1
		最大值	27.40	2.72	1.97	1.61	98.19	0.795	36.30	22.24	14.06	0.40	8.24E-05	8.67E-05
		最小值	21.60	2.69	1.86	1.51	80.04	0.669	29.30	17.53	11.77	0.18	6.38E-06	8.67E-05
		平均值	25.18	2.70	1.93	1.54	90.59	0.752	34.24	21.02	13.22	0.31	3.05E-05	8.67E-05
		变异系数	0.076	0.004	0.019	0.022	0.065	0.054	0.065	0.072	0.056	0.219	—	—
④ <sub>2</sub>	砂质黏性土 (硬塑)	统计个数	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	4	—
		最大值	30.00	2.71	1.97	1.63	93.65	1.045	38.20	23.25	14.95	0.39	7.55E-05	—
		最小值	17.50	2.68	1.63	1.32	58.79	0.640	27.40	16.52	10.88	0.09	4.26E-05	—
		平均值	23.43	2.69	1.84	1.49	78.86	0.806	32.66	20.06	12.60	0.25	6.12E-05	—
		变异系数	0.134	0.003	0.052	0.062	0.123	0.144	0.095	0.099	0.094	0.391	—	—
⑤ <sub>1</sub>	全风化花岗岩	统计个数	31	31	31	31	30	31	31	31	31	31	12	1
		最大值	26.50	2.71	2.08	1.75	95.70	0.993	37.30	22.77	14.53	0.46	9.31E-05	7.94E-05
		最小值	16.90	2.68	1.69	1.35	68.28	0.529	24.30	14.88	9.42	0.06	3.54E-05	7.94E-05
		平均值	22.37	2.69	1.93	1.58	84.63	0.712	32.17	19.82	12.35	0.21	6.61E-05	7.94E-05
		变异系数	0.108	0.002	0.045	0.060	0.074	0.147	0.097	0.101	0.095	0.583	—	—
⑤ <sub>21</sub>	强风化花岗岩	统计个数	32	32	32	32	32	32	32	32	32	16	10	—
		最大值	24.00	2.69	2.10	1.83	99.13	0.899	39.00	23.67	15.33	0.36	8.45E-05	—
		最小值	15.00	2.68	1.73	1.41	67.35	0.468	22.10	13.71	8.39	0.04	5.26E-05	—
		平均值	19.79	2.68	1.95	1.63	81.41	0.655	32.00	19.65	12.35	0.17	6.95E-05	—
		变异系数	0.119	0.002	0.038	0.051	0.079	0.130	0.143	0.146	0.142	0.440	—	—

注：统计时按照三倍标准差法已剔除部分异常值。

表 5.2-2

主要土层力学参数统计表

层号	定名	指标 项目	压缩指标		直接快剪		固结快剪	
			压缩 系数 $a_v$ (MPa <sup>-1</sup> )	压缩 模量 $E_s$ (MPa)	黏聚力 $C$ (kPa)	内摩 擦角 $\phi$ (°)	黏聚力 $C$ (kPa)	内摩 擦角 $\phi$ (°)
① <sub>2</sub>	素填土	统计数	32	32	10	10	18	18
		最大值	0.527	6.64	35.2	23.5	47.4	28.1
		最小值	0.243	3.41	26.3	17.0	30.9	17.2
		平均值	0.374	4.75	30.65	19.95	40.69	21.08
		变异系数	0.217	0.197	0.114	0.100	0.126	0.126
		标准值	0.399	4.46	32.69	18.79	38.56	19.98
② <sub>1</sub>	粉质 黏土 (可塑)	统计数	8	8	1	1	8	8
		最大值	0.543	6.55	31.5	16.3	49.90	22.20
		最小值	0.263	3.30	31.5	16.3	35.00	14.60
		平均值	0.384	4.74	31.5	16.3	42.30	17.54
		变异系数	0.211	0.205	—	—	0.100	0.140
		标准值	0.438	4.08	—	—	39.45	15.88
④ <sub>2</sub>	砂质 黏性土 (硬塑)	统计数	20	20	13	13	7	7
		最大值	0.821	7.85	46.50	23.70	53.00	24.40
		最小值	0.221	2.37	23.40	13.40	29.70	15.70
		平均值	0.414	4.66	31.25	18.34	36.74	21.04
		变异系数	0.302	0.256	0.250	0.174	0.229	0.146
		标准值	0.463	4.19	27.34	16.74	30.53	18.78

层号	定名	指标 项目	压缩指标		直接快剪		固结快剪	
			压缩 系数 $a_v(\text{MPa}^{-1})$	压缩 模量 $E_s(\text{MPa})$	黏聚力 $c(\text{kPa})$	内摩 擦角 $\phi(^{\circ})$	黏聚力 $c(\text{kPa})$	内摩 擦角 $\phi(^{\circ})$
⑤ <sub>1</sub>	全风化 花岗岩	统计数	31	31	20	20	12	12
		最大值	0.452	9.54	38.90	23.40	44.00	24.30
		最小值	0.175	4.02	24.20	15.50	28.40	16.90
		平均值	0.317	5.63	30.70	20.13	37.83	21.68
		变异系数	0.214	0.208	0.124	0.089	0.123	0.113
		标准值	0.338	5.26	29.20	19.42	35.38	20.39
⑤ <sub>21</sub>	强风化 花岗岩	统计数	32	32	20	20	13	12
		最大值	0.382	7.98	44.80	24.00	53.40	24.60
		最小值	0.184	4.54	25.50	19.00	35.20	19.50
		平均值	0.284	5.94	32.05	21.41	43.22	22.23
		变异系数	0.146	0.136	0.143	0.068	0.114	0.071
		标准值	0.296	5.70	30.25	20.83	40.75	21.40

注：统计时按照三倍标准差法已剔除部分异常值。

### 5.3 岩石试验

场地内揭露基岩为花岗岩，对岩石分别进行单轴抗压试验(天然、饱和)，各类主要岩石的物理力学指标在剔除异常数据后，统计结果见表 5.3-1。

表 5.3-1 岩石的物理力学指标

层号	定名	风化等级	统计指标	单轴抗压强度 (MPa)			
				天然	饱和	点荷载试验换算	
						天然	饱和
⑤ <sub>3</sub>	花岗岩	中等风化	统计个数	6	6	—	—
			最大值	65.3	58.70	—	—
			最小值	21.70	11.80	—	—
			平均值	43.18	35.00	—	—
			变异系数	0.406	0.478	—	—
			标准值	28.72	21.18	—	—
⑤ <sub>4</sub>	花岗岩	微风化	统计个数	49	49	—	—
			最大值	131.30	118.70	—	—
			最小值	32.90	24.70	—	—
			平均值	84.14	70.57	—	—
			变异系数	0.307	0.318	—	—
			标准值	77.81	65.07	—	—

注：因受节理裂隙切割，风化程度不均匀，矿物成分差异等影响，导致岩体强度差异较大，统计时中等风化岩样按照三倍标准差法剔除部分异常值。

### 5.4 原位测试成果分析

#### 5.4.1 标准贯入试验

标贯试验是通过测定土层的标准贯入击数，从而确定黏性土的软硬、风化岩的风化状态等，评价地基土层承载力。本次勘测在场地内主要土层中进行了标准贯入试验，各主要土层的标贯击数统计结果见表 5.4-1。

表 5.4-1 标准贯入试验成果统计表

层号定名	统计项目	统计数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	标准值
① <sub>2</sub> 素填土(中密)	实测击数 N'	288	34	11	20.8	4.809	0.232	20.3
	修正击数 N	288	27.9	8.4	16.7	2.943	0.176	16.4
② <sub>1</sub> 粉质黏土(可塑)	实测击数 N'	33	25	9	18.6	3.831	0.206	17.5
	修正击数 N	33	18.2	7.9	14.9	2.503	0.168	14.2
④ <sub>2</sub> 砂质黏性土(硬塑)	实测击数 N'	141	35	11	23.4	4.767	0.204	22.7
	修正击数 N	141	25.7	10.4	18.7	2.783	0.149	18.3
⑤ <sub>1</sub> 全风化花岗岩	实测击数 N'	200	68	42	50.3	6.166	0.123	49.6
	修正击数 N	200	50.1	29.4	36.6	4.17	0.114	36.1
⑤ <sub>2-1</sub> 强风化花岗岩	实测击数 N'	591	143	72	87.7	12.583	0.143	61.5
	修正击数 N	591	100.1	50.4	62.1	8.689	0.14	61.5

### 5.4.2 超重型动力触探试验

为评定人工填土及风化碎块状强风化花岗岩均匀性及物理力学性质,本次勘察对上述地层进行了超重型圆锥动力触探试验,统计结果见表 5.4-2。

表 5.4-2 超重型圆锥动力触探试验成果统计表

层号定名	统计项目	统计数	最大值	最小值	平均值	变异系数	标准值
① <sub>1</sub> 杂填土(稍密)	修正击数 N <sub>120</sub>	46	6.2	2.0	4.4	0.281	4.1
① <sub>2</sub> 素填土(中密)	修正击数 N <sub>120</sub>	105	11.8	2.0	7.0	0.297	6.6
① <sub>3</sub> 填石(密实)	修正击数 N <sub>120</sub>	14	16.4	8.5	12.0	0.223	10.7
⑤ <sub>2-2</sub> 花岗岩(强风化)	修正击数 N <sub>120</sub>	58	19.1	6.9	13.1	0.264	12.3

### 5.4.3 剪切波速测试

勘察期间选取了 2 个钻孔进行了场地剪切波速测试(单孔), 测试成果见表 5.4-3。

表 5.4-3 钻孔剪切波速试验汇总统计表

序号	钻孔编号	覆盖层厚度(m)	计算深度 d <sub>0</sub> (m)	等效剪切波速 V <sub>se</sub> (m/s)	建筑场地类型	场地地基土的卓越周期(s)
1	AK64	54.0	20.0	152.0	III	0.921
2	AK152	15.0	15.0	211.5	II	0.284

### 5.5 岩土层设计参数推荐值

综合考虑土工试验、岩石试验、原位测试试验成果,依据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)、《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)及《建筑桩基技术规范》

(JGJ94-2008)，并参考《工程地质手册(第五版)》(中国建筑工业出版社 2018)，结合工程经验提出岩土层主要物理力学指标推荐值、承载力特征值经验值和桩基设计参数推荐值，详见表 5.5-1 及表 5.5-2。

### 5.5.1 主要岩土层物理力学指标推荐值

表 5.5-1

主要岩土层物理力学指标推荐值一览表

层号	土层 名称	状态/ 风化程度	天然状态性质指标				稠度指标				直剪快剪		固结快剪		固结指标		岩石 饱和 单轴 抗压 强度 (MPa)
			含水 率 $w$ (%)	湿 密度 $\rho$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	孔隙 比 $e$	饱和 块体 密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	液限 $w_L$ (%)	塑限 $w_p$ (%)	塑性 指数 $I_p$	液性 指数 $I_L$	黏聚 力 $c$ ( $\text{kPa}$ )	内摩 擦角 $\phi$ ( $^{\circ}$ )	黏聚 力 $c$ ( $\text{kPa}$ )	内摩 擦角 $\phi$ ( $^{\circ}$ )	压缩 系数 $a_{1-2}$ ( $\text{MPa}^{-1}$ )	压缩 模量 $E_s$ ( $\text{MPa}$ )	
① <sub>2</sub>	素填土	中密	21.06	1.93	0.69	—	29.2	17.8	11.4	0.28	22	15	30	20	0.45	4.00	
② <sub>1</sub>	粉质黏土	可塑	25.45	1.92	0.78	—	35.0	21.6	13.4	0.29	20	15	30	16	0.40	4.20	
④ <sub>2</sub>	砂质黏性土	硬塑	23.68	1.85	0.81	—	32.3	19.9	12.4	0.30	25	18	33	16	0.35	6.00	
⑤ <sub>1</sub>	花岗岩	全风化	22.08	1.93	0.69	—	31.3	19.2	12.0	0.24	25	20	—	—	0.30	7.00	
⑤ <sub>2-1</sub>		强风化	19.16	1.99	0.61	—	28.2	17.3	10.9	0.17	28	22	40	25	0.25	10.00	
⑤ <sub>2-2</sub>		强风化	—	2.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20	15.00	
⑤ <sub>3</sub>		中等风化	—	—	—	2.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18
⑤ <sub>4</sub>		微风化	—	—	—	2.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55

### 5.5.2 浅基础力学参数建议值表

根据广东省《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15-31-2016)，结合各岩土层岩性特征、原位测试、室内土工试验结果，场地内各岩土层的承载力特征值  $f_{ak}$ 、压缩模量  $E_s$  和变形模量  $E_0$  等主要力学参数建议值详见表 5.5-2。

表 5.5-2

浅基础力学参数建议值表

层号定名	状态	建议地基 承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)		压缩模量 $E_s$ (MPa)	变形模量 $E_0$ (MPa)	直剪快剪	
		C (kPa)	$\Phi$ (°)				
① <sub>1</sub> 杂填土	稍密	80	/	/	15.0	0	20
① <sub>2</sub> 素填土	中密	120	4.0	/	12.0	22	15
① <sub>3</sub> 填石	密实	120	/	/	25.0	0	28
② <sub>1</sub> 粉质黏土	可塑	140	4.2	/	15.0	20	15
④ <sub>2</sub> 砂质黏性土	硬塑	220	6.0	/	25.0	25	18
⑤ <sub>1</sub> 全风化花岗岩	/	350	7.0	/	80.0	25	20
⑤ <sub>21</sub> 强风化花岗岩	/	500	10.0	/	150.0	28	22
⑤ <sub>22</sub> 强风化花岗岩	/	600	15.0	/	180.0	33	26
⑤ <sub>3</sub> 中等风化花岗岩	/	1500	/	/	/	/	/
⑤ <sub>4</sub> 微风化花岗岩	/	8000	/	/	/	/	/

注：人工填土承载力特征值应在全场地完成整平及地基处理后，再经过载荷试验等手段检测校核。

### 5.5.3 桩基础力学参数建议值表

若采用桩基础，根据广东省《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15-31-2016)及相关规范，结合类似场地经验，各岩土层的桩侧土摩阻力特征值  $q_{sa}$  及桩端土承载力特征值  $q_{pa}$  参考表 5.5-3 及 5.5-4。

表 5.5-3

桩基础力学参数建议值表

层号定名	岩土 状态	桩侧摩阻力 特征值 $q_{sa}$ (kPa)	桩端阻力 特征值 $q_{pa}$ (kPa)								
			预制桩	预制桩			钻孔桩、冲孔桩			人工 挖孔桩	
		冲孔桩		桩入土深度(m)		桩入土深度(m)					
		挖孔桩	L≤9	9<L≤16	16<L≤30	L>30	L≤15	L>15			
① <sub>1</sub> 杂填土	稍密	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
① <sub>2</sub> 素填土	中密	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
① <sub>3</sub> 填石	密实	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
② <sub>1</sub> 粉质黏土	可塑	25	18	/	/	/	/	/	/	/	
④ <sub>2</sub> 砂质黏性土	硬塑	42	35(20)	1200	1900	2600	3000	500	700	900	

层号定名	岩土状态	桩侧摩阻力 特征值 $q_{sa}$ (kPa)	桩端阻力 特征值 $q_{pa}$ (kPa)					
			预制桩	预制桩		钻孔桩、冲孔桩		人工 挖孔桩
				桩入土深度(m)		桩入土深度(m)		
			L≤9	9<L≤16	16<L≤30	L>30	L≤15	L>15
⑤ <sub>1</sub> 全风化花岗岩	/	70	60(21)	2800	3500	600	800	1100
⑤ <sub>2-1</sub> 强风化花岗岩	/	90	75(22)	4000	4800	800	1000	1400
⑤ <sub>2-2</sub> 强风化花岗岩	/	/	85(24)	/	/	900	1200	1800

注：1、按上表数值计算的单桩承载力应通过载荷试验校核；

2、当采用泥浆护壁工艺时，桩侧摩阻力根据施工工艺适当折减或采用括号内数值(注：这种情况下，将会大大提高工程造价)。

对桩端进入中等或微风化岩的嵌岩桩，岩石饱和单轴抗压强度及  $C_1$ 、 $C_2$  系数等参考表 5.5.-4。

表 5.5.-4 岩石单轴抗压强度值及修正系数建议值表

指 标	单轴抗压强度标准值 $f_{rks}$ (Mpa)	$C_1$	$C_2$
⑤ <sub>3</sub> 中等风化花岗岩	18	0.40	0.04
⑤ <sub>4</sub> 微风化花岗岩	55	0.50	0.05

注：1、采用钻冲孔桩时， $C_1$ 、 $C_2$  数值乘以 0.7~0.9；

2、桩端有扩大头时，扩大头斜面部分取  $C_2=0$ ；

3、当桩端嵌入基岩深度  $h_r < 0.5m$  时，取  $C_2=0$ 。

## 6 场地水文地质条件

### 6.1 地下水类型及补给、排泄

根据地质条件及地形地貌分析，场地地下水分为第四系孔隙水及基岩裂隙水。

孔隙水主要接受大气降水及地下水侧向补给。排泄途径主要为丘陵高处的地下水向丘间洼地排泄，部分通过大气蒸发、叶面蒸腾排泄。孔隙水赋存于第四系人工填土层，其次赋存在第四系坡积层、残积层中。其中杂填土为强透水层，其余地层均为弱透水层。杂填土层中的硬杂质含量变化大，直接影响其透水性。

基岩裂隙水赋存于全风化、强风化、中等风化、微风化基岩风化裂隙、构造裂隙、节理密集带、破碎带及断裂中，主要接受上部孔隙水的垂直渗透补给及场地地势较高处基岩裂隙水的侧向补给，向深部或侧向裂隙发育处排泄。全～强风化、中等风化因裂隙发育且裂隙连通性好，水量较丰富。微风化基岩裂隙较发育，但裂隙多为闭合状，水量较贫乏。

## 6.2 地下水水位及变化幅度

场地地下水埋藏深, 实测了 135 个钻孔水位(其余 32 个钻孔未观测有), 水位埋深 12.60~30.70m; 高程 147.21~165.43m。雨季预计地下水位会有所上升, 根据区域水文地质调查结果及周边场地的工程经验, 场地地下水位年变化幅度约为 2m。

## 7 水和土腐蚀性评价

### 7.1 地下水的腐蚀性

为查明场地地下水的腐蚀性, 勘察在场地内共采取了地下水水样 3 组进行水质简分析试验, 试验成果详见《水质分析报告》。场地按 II 类环境考虑, 依据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001, 2009 年版)有关水的腐蚀性评价标准判定, 拟建场地水样腐蚀性评价见表 7.1-1。

表 7.1-1 地下水腐蚀性评价表

取样孔号	对混凝土结构的腐蚀性						对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	
	按 II 类环境					按地层渗透性		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	NH4 <sup>+</sup> (mg/L)	OH <sup>-</sup> (mg/L)	总矿化度 (mg/L)	pH 值	侵蚀性 CO <sub>2</sub> (mg/L)	水中的 Cl <sup>-</sup> 含量(mg/L)
AK7	253.72	4.05	0.72	0.00	608.87	7.42	0.00	35.79
	微	微	微	微	微	微	微	微
AK97	42.29	3.47	1.08	0.00	299.00	7.45	0.00	35.79
	微	微	微	微	微	微	微	微
AK125	73.15	4.05	1.00	0.00	340.69	7.47	0.00	35.79
	微	微	微	微	微	微	微	微

注: B是指弱透水层中的地下水, 弱透水层是指粉土和黏性土。

按照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版), 场地地层为弱透水性地层并结合上表, 综合判定场地水的腐蚀性如下: 场地地下水对混凝土结构具微腐蚀性; 对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

### 7.2 地下水位以上土的腐蚀性

为查明场地地下水位以上土质的腐蚀性, 勘察在场地内共采取了 3 组地下水位以上土样进行了土的腐蚀性分析试验, 试验成果详见《土的腐蚀性分析报告》。按《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)有关土的腐蚀性评价标准判定, 拟建场地地下

水位以上土样的腐蚀性评价如表 7.2-1。

表 7.2-1 地下水位以上土质的腐蚀性评价表

取样位置	土的腐蚀性评价							
	对混凝土结构的腐蚀性						对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	
	按环境类型: II类环境				按地层渗透性			
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)	Mg <sup>2+</sup> (mg/kg)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/kg)	OH <sup>-</sup> (mg/kg)	总矿化度 (mg/kg)	pH 值	土中的 Cl <sup>-</sup> 含量(mg/kg)	
AK7 (素填土)	85.70	8.67	/	/	146.645	5.57	A 0.76	
	微	微	/	/	微	/	微	微
AK27 (素填土)	97.15	8.67	/	/	150.945	5.62	B 0.76	
	微	微	/	/	微	/	微	微
AK49 (素填土)	102.85	8.67	/	/	163.795	5.34	A 0.76	
	微	微	/	/	微	/	微	微

注: A是指地下水位以上的碎石土、砂土,稍湿的粉土,坚硬、硬塑的黏性土; B是指湿、很湿的粉土,可塑、软塑、流塑的黏性土。

场地内地下水位以上的土主要为坡积、冲积粉质黏土、残积砂质黏性土与人工填土等,均为弱透水层,按照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009年版),本场地按II类环境考虑,结合上表综合判定场地土的腐蚀性如下:地下水位以上的土层(按弱透水层考虑)对混凝土结构具微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

## 8 场地和地基的地震效应

### 8.1 场地土的类型及场地类别

按照《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)对场地土的类型划分标准,结合场地邻近项目资料,勘测区内的地基岩土可划分为3种类型,即:中软土、中硬土、岩石,详细情况如下。

- (1) 中软土: 由人工填土①、坡积粉质黏土②<sub>1</sub>组成;
- (2) 中硬土: 由残积砂质黏性土④<sub>2</sub>、全风化花岗岩⑤<sub>1</sub>组成;
- (3) 坚硬土/软质岩石: 由强风化花岗岩⑤<sub>2</sub>组成;
- (4) 岩石: 由中等风化花岗岩⑤<sub>3</sub>、微风化花岗岩⑤<sub>4</sub>组成。

勘察期间选取了2个钻孔进行了场地剪切波速测试,测试成果见5.4.3节,根据测试成果,场地等效剪切波速为152.0~211.5m/s,本场地覆盖层厚度为15.0~54.0m,结合《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010,2016年版),综合判定建筑场地类别为II

类。

### 8.3 建筑抗震地段划分

场地为半挖半填场地，且厂址周边存在人工开挖的高边坡，根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016年版)，综合判定本场地属对建筑抗震不利地段。

### 8.4 地震动参数

根据《福山循环经济产业园生活垃圾应急综合处理项目工程场地地震安全性评价报告》(广州南粤地震工程勘察有限公司二〇一九年五月)，本场地地震基本烈度为VI度，根据《中国地震动参数区划图》(GB18036-2015)，设计地震分组为第一组，基本地震动加速度反应谱特征周期0.35s。

## 9 岩土工程分析与评价

### 9.1 场地稳定性和适宜性评价

按照场地区域地质及地震地质资料，区域断裂离拟建场地距离满足《火力发电厂岩土工程勘察规范》(GB/T 51031-2014)的有关要求，拟建场地无全新世活动断裂通过。另外，厂址所在区域地震活动较弱，拟建场地位于相对较稳定的地质构造单元上。

根据勘察钻探成果及调查，拟建场地及附近区域未发现滑坡、岩溶、危岩和崩塌、泥石流、采空区、活动断裂等不良地质地质作用及地质灾害，亦不考虑软弱土及砂土液化问题，地震时工程场地遭受地质灾害的可能性小。

综上所述，场地所属区域基本稳定，适宜本工程建设。

### 9.2 场地工程地质分区

由于本场地占地面积大，地形起伏较大，存在多个地貌单元，不同地貌单元岩土层存在差异，特别是场地整平后，不同区域地基土分布类型、埋藏条件等差异更加明显，故对本场地进行分区。

按照地形地貌条件，本场地可以分为开挖区和回填区，场地分区详细见《勘探点平面布置图》。

**开挖区：**位于场地两侧位置，占场地面积比例大约为30%，原始地貌单元为低山或丘陵，覆盖层厚度一般为5.90m~42.50m，自上而下主要地层为：以人工回填成因杂填土与素填土层、坡积成因粉质黏土层、残积成因砂质黏性土层及全～微风化花岗岩。该区域布置的主要建筑物为综合主厂房。

**回填区：**位于场地中间位置，占场地面积比例大约为70%，原始地貌单元为丘间洼

地、水塘，覆盖层厚度一般为 8.00m~54.20m，自上而下主要地层为：以人工回填成因杂填土与素填土层、坡积成因粉质黏土层、残积成因砂质黏性土层及全～微风化花岗岩。该区域布置的主要建筑物为综合主厂房。

### 9.3 地基土工程性质与适宜性评价

根据本次勘察野外钻探取芯、原位测试、室内土工试验等，结合各层岩土层的野外特征，对场地地基土的工程性质综合分析评价如下。

(1)人工填土：场地大部分区域有揭露，以素填土为主，稍湿，呈中密状，局部松散、密实状，土质不均匀，堆填时间小于1年，未完成自重固结，具压缩性高等特点，未经处理不得直接作为建(构)筑物基础持力层。

(2)第四系坡积层：粉质黏土，仅局部区域有揭露，地基承载力一般，可作为多层建筑基础持力层。

(3)第四系残积层：砂质黏性土，硬塑状，由下伏花岗岩风化残积而成，稳定性较好，力学强度及工程性质较好，若经变形验算合格，可作为荷载不大的轻型辅助及附属建(构)筑物的基础持力层。该层泡水后承载力急剧下降，施工时应注意基底的保护与排水，避免扰动及浸泡。

(4)基岩：场地下伏基岩为花岗岩，勘察揭露其全、强、中、微风化四带。

①全风化岩具有较高的强度和较低的压缩性，稳定性较好，岩体基本质量等级均为V类。地基承载力较大，桩侧摩阻力较好，若经变形验算合格，可作为荷载不大的轻型辅助及附属建(构)筑物的基础持力层。由于全风化泡水易软化崩解，应注意基底的保护与排水，防止被水浸泡。

②强风化岩由于风化不均匀，含少量强风化岩块，岩体基本质量等级均为V类。地基承载力高，桩侧摩阻力高，桩端阻力较高。预制桩在强风化层中沉桩较困难。强风化层泡水易软化崩解，桩施工时应及时浇灌混凝土，避免桩端风化岩软化降低桩端承载力。

③中等、微风化基岩：裂隙较发育，岩体较破碎～较完整，岩质较坚硬，裂隙面粗糙，受浸染并有次生矿物生成，岩芯呈柱状、块状。岩体基本质量等级为II～IV类。地基承载力、桩侧摩阻力、桩端阻力都很高，是良好的基础持力层或桩端持力层，但埋藏相对较深。

## 9.4 建(构)物地基基础选型建议

### 9.4.1 综合主厂房

位于回填区,设计基础埋深为-9.5~-2.0m,开挖后基底地层多为素填土(层号①<sub>2</sub>),地基持力层和下卧层力学性质一般,不能满足综合主厂房建筑对天然地基承载力和变形要求。另外,素填土工程特性差异显著,属不均匀地基,属中—高压缩性地基,地基的稳定性差,该类建(构)筑物地基不适合采用天然地基。考虑该类建(构)筑物对地基承载力要求高或对变形敏感,建议采用桩基础,桩基础型式建议选用旋挖桩或冲孔桩,以中等花岗岩或微风化花岗岩作为桩端持力层。

### 9.4.2 空气储罐、配电室等附属建(构)筑物

多位于开挖区,局部位于回填区,设计基础埋深为-2.0~-3.0m,开挖后基底地层为素填土(层号①<sub>2</sub>)或砂质黏性土(层号④<sub>2</sub>)等,该类地基持力层和下卧层力学性质一般,该类建(构)筑物对地基承载力要求不高或对变形要求不是很敏感,可采用天然地基,以素填土或砂质黏性土作为基础持力层,基础型式可采用条形基础或筏板基础,但应进行承载力和变形验算。

## 9.5 桩基工程

### 9.5.1 成(沉)桩可行性分析

根据广东省《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)相关规定,结合场址工程地质条件及环境条件,针对建筑物的特征需求,以下简单分析几种桩型在本场址的可行性。

表 9.5.1 成桩可行性分析

桩型	优点	缺点	场地适宜性分析
预应力 管桩	施工中不用降水,桩身质量易于保证和检查,成桩速度快,工期短,经济性高。	锤击沉桩噪音大,静压桩机械设备较大,对场地空间及施工平面要求较高;管桩桩数较多,因挤土效应易引起地面隆起或使相邻桩上浮,桩接头质量难于控制;不易穿透较厚坚硬地层。	场地人工填土层不均匀夹少量风化岩块及碎石,管桩桩机在该层操作难度大,穿透人工填土层存在不确定性,综上场地不宜采用预应力管桩。

桩型	优点	缺点	场地适宜性分析
旋挖桩	施工速度快、产生泥浆少、可自行行走移机方便、适应地层广泛，可以穿过硬夹层到达预定持力层，可分级扩大桩径。	短期产生余泥渣土较多，施工产生一定噪音，工艺控制不当时较易出现垮孔，需要机械配合作业，孔壁护壁较冲(钻)孔桩要差，局部若遇花岗岩孤石时穿越难度大。	项目未发现超大块径填石，场地地层较稳定，旋挖桩施工速度快，成桩单桩承载力较大，易满足设计承载力要求，场地桩基础较为适宜采用旋挖桩。
冲孔桩	冲孔桩穿透能力强，使用地层广泛，适宜穿透块(漂)石、填石和坚硬岩石层，使桩端较顺利地达到持力层设计标高。	施工速度较慢，工期长，造价较高，冲孔过程中桩侧泥皮较厚，产生泥浆较多，桩端持力层岩性判别难度较大，桩底沉渣不易清除干净，桩身质量不易控制和保证。	冲孔桩穿透能力强，使用地层广泛，场地桩基础适宜采用钻(冲)孔桩。
人工挖孔桩	人工挖孔桩桩长和持力层选择余地大，单桩承载力较大，成桩质量可靠，可大面积同时展开施工，技术、工艺简单成熟，且质量易于保证。	施工中需要抽排地下水，长期降深抽排地下水易造成周边场地道路、建筑物等不均匀沉降。	场地中等风化花岗岩层顶深度 1.80~55.00m，平均 31.34m。结合“关于限制使用人工挖孔灌注桩的通知”(粤建管字[2003]49号)，当人工挖孔超过 25m 不得使用。场地中风化岩埋深较深，综上场地不宜采用人工挖孔桩基础。

根据场地工程地质条件、周边环境，结合地区经验，拟建建(构)筑物采用桩基础时，适宜性相对较好的桩型为旋挖桩和冲孔桩。具体桩基础选型可由建设单位及设计单位结合环境影响、工期、造价等进行比选综合确定。

### 9.5.2 桩长建议

桩长根据建筑物荷载、场地地层及桩基础形式等因素综合确定。当场地内建筑物采用以中等(微)风化花岗岩为持力层的嵌岩桩时，结合钻孔揭露情况，预测桩长(嵌岩 0.5m)约 6.50~55.50m，具体桩长、嵌岩深度由设计计算确定。

### 9.5.3 地下水对基础设计和施工的影响

场地地下水较丰富，地下水对钻孔灌注桩影响较大，地下水易导致混凝土水灰比变化或砂浆流失，从而造成桩身或桩心形成混凝土离析、蜂窝、甚至断桩等严重质量缺陷，故施工时应配合适稠度的泥浆进行护壁，以保证钻孔灌注桩施工顺利进行。

预制桩在沉桩过程中，会引起桩周土体内超孔隙水压力上升，从而导致桩周围土体有效应力降低，桩承载力明显降低，甚至可能会造成周围桩体的偏移或上浮。因此，预制桩在沉桩施工过程中，应合理安排沉桩施工顺序、采取消减超孔隙水压力、控制沉桩

速率等措施。

若地下水有腐蚀性，需进行防腐处理以及考虑钢筋的最小保护层厚度问题。

#### 9.5.4 特殊性岩土对桩基设计和施工的影响

(1) 人工填土在拟建场地内广泛分布，其厚度较大，物质组成不均匀，局部不均匀夹少量风化岩块及碎石（在原水塘区域表层均有揭露），空间分布不均匀。当采用冲孔桩或旋挖桩时，易产生塌孔，对施工速度和成桩质量造成不利影响。施工时，可采用孔口设置钢护筒、正(反)循环泥浆护壁等方法辅助稳定。

(2) 场地内广泛分布的残积土及全、强风化岩层，在浸水后易软化、崩解，强度急剧降低，基槽开挖时，应注意保留一定厚度采用人工开挖，并做好排水措施，防止地下水浸泡天然地基。当采用冲孔桩或旋挖桩时，容易造成桩底沉渣过厚，影响桩基质量。建议施工时，根据设计和规范要求进行清孔并及时浇筑桩基混凝土，以保证成桩质量。

#### 9.5.5 桩基施工对环境的影响

在桩基施工过程中将产生噪音、粉尘、泥浆、尾气、固体废弃物等，对环境会产生不利影响，甚至污染环境。施工时，应特别注意对噪音的控制，防止施工噪音对周边环境的影响；钻(冲)孔灌注桩施工时，应防止泥浆、污水、油污对环境造成污染。针对以上桩基施工产生的不利影响，应采取有效的防范措施，加强对环境的保护工作。

### 9.6 基坑工程

项目垃圾池/渣坑基坑开挖深度约为 4.0~9.5m，地下水埋深 12.60~24.30m。根据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)，基坑破坏后果为严重，本工程基坑安全等级为二级。

#### 9.6.1 基坑开挖

基坑建议采用机械挖土，坑底应保留 200~300mm 厚基土，用人工平整，并防止坑底土体扰动；基坑开挖应分层、分段进行，禁止超挖，并且在开挖施工时应注意对已施工的工程桩进行保护；基坑周边应设置截、排水设施，防止地表水渗入，以确保基坑边坡的稳定性；基坑边堆土、料具堆放的数量和距基坑边距离等应符合有关规定。

#### 9.6.2 基坑边坡

基坑开挖深度约为 4.0~9.5m，基坑侧壁土层主要为经强夯处理后的压实填土，当具备放坡条件时可采用坡率法放坡支护。

建议坡比取值为：1:1.50(坡高<5m 时)，1:2.00(坡高 5~10m 时)。

当不具备放坡条件时，可采用复合土钉墙或排桩+锚索进行支护。

### 9.6.3 基坑支护参数

根据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)以及场地岩土特性，结合类似场地经验，基坑支护相关参数参考值见表 9.6.3。

表 9.6.3

基坑支护相关参数建议值

地层名称	岩土状态	天然重度 (kN/m <sup>3</sup> )	直剪快剪		锚杆的极限粘结强度标准值 $q_{sik}$ (kPa)	渗透系数 (m/d)
			C(kPa)	$\phi$ (°)		
① <sub>2</sub> 素填土	中密	19.0	22	15	25	0.5
② <sub>1</sub> 粉质黏土	可塑	19.0	20	15	45	0.01
④ <sub>2</sub> 砾质黏性土	硬塑	19.5	25	18	65	0.01

注：表中数据仅供初步设计参考，施工时应通过试验校验， $q_{sik}$  为一次常压注浆。

### 9.6.4 基坑工程对周边环境的影响及措施

本场地较为开阔，基坑开挖导致大量土体被挖除，改变了场地内岩土的应力状态，基坑止水、降水又使地下水的流向、流速和水位发生改变，极易引起场地周边区域发生沉降及地面开裂等隐患。

在基坑支护设计及施工时，应对场地及周边环境地质问题进行综合分析，提出整治和预防方案与措施。在基坑施工时应加强对围护结构及周边环境的监测工作并将监测结果及时反馈给有关单位和人员。

基坑监测项目、测点布置、监测项目的控制值、监测频率等应满足行业标准《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)要求。基坑监测除了施工单位自测外，应委托有资质的第三方单位进行监测，并针对本项目编写监测方案、应急抢险方案。如发现有较大沉降或其它超过警戒值的变形，应立即启动应急预案、停止土方开挖并通知各单位进行应急处理。

## 10 地质条件可能造成的工程风险

工程风险主要有如下几种情况：

(1) 人工填土层组成成分复杂，均匀性差，具轻微湿陷性及遇水易软化特征，采用天然地基以人工填土层作为基础持力层时应避免浸水或扰动；人工填土层基槽/基坑如开挖支护措施不当易产生垮塌等事故；此外人工填土中夹有大块径碎块石时可能存在成桩困难。

(2) 场地岩面起伏大，揭露有球状风化体(孤石)，采用天然地基时，应考虑地基均

匀性问题。采用嵌岩桩时，桩端应进入稳定完整的基岩。采用预制桩时，应考虑沉桩的可行性，桩基遇到硬岩时可能施工困难，必要时可能需要考虑采取引孔措施。孤石会对灌注桩持力层产生误判，在施工过程中，应根据具体的情况，采取相应的措施(如进行施工勘察超前钻)，确保桩基落于稳定的持力层之上。

(3) 场地花岗岩残积土，抗水能力差，遇水易崩解，即在受水浸泡作用下，土体颗粒之间结构联结和强度受削弱或丧失，使土体崩散解体，颗粒间的抗剪强度明显降低。采用天然地基时，若开挖面长时间暴露，受水浸泡作用下，将对土体力学性质造成影响，会造成地基承载力下降或基坑坑壁的失稳，应及时进行混凝土基础浇注，并做好地基土的保护。混凝土基础浇注前，基坑坑底应保留 200~300mm 厚基土作保护层，禁止超挖。当基础埋深处于地下水位以下时，基槽开挖和基础施工必须进行降排水处理；采用钻孔灌注桩时，施工时应控制好泥浆稠度，以防孔壁坍塌；采用人工挖桩时，施工时应及时排水，及时封底，及时灌注桩身砼。

(4) 土、岩结合地基问题：在场地主厂房/主厂房附屋地段或建筑物，存在土、岩结合地基，即在同一建筑物的基础可能部分落在岩基上，而另一部分却落在土层上。因地基土软、硬不均，地基土承载力和压缩性相差悬殊，这可能会导致基础产生不均匀沉降，应采取地基处理或结构处理措施。

(5) 爆破施工问题：在遇到中等(微)风化岩体地段，致密坚硬，很难用风镐进行人工挖掘，需要对岩石进行爆破处理。应布置科学合理的爆破方案，如采用光面和预裂爆破，以控制地震波和空气波孔壁岩土体和坡体的影响，以保证坡体的稳定性；在基坑或边坡爆破开挖施工时，当岩体整体性较差，爆破将使坡面附近岩块造成松动。为保持坡面整齐、减少坡面附近岩体松动变形，临近坡面应采用光面爆破法进行开挖。

## 11 结论及建议

- (1) 场地所属区域基本稳定，适宜作为工程建筑场地。
- (2) 场地地震基本烈度为VI度，设计地震分组为第一组，基本地震动加速度反应谱特征周期 0.35s。
- (3) 场地特殊性岩土为人工填土、风化岩及残积土，特殊性岩土对基槽开挖、基桩施工均有影响，设计施工时应引起重视。
- (4) 场地地下水对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性；地下稳定水位以上的土质对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具有微腐

蚀性。

(5) 综合主厂房及烟囱建议采用桩基础，桩基础型式建议选用旋挖桩，以中等花岗岩或微风化花岗岩作为桩端持力层。荷载不大的轻型辅助及附属建(构)筑物对地基承载力要求不高或对变形要求不是很敏感，可采用天然地基，以素填土或砂质黏性土作为基础持力层，基础型式可采用条形基础或筏板基础，但应进行承载力和变形验算。

(6) 场地岩面起伏大，局部揭露有风化孤石，如采用以中等或微风化花岗岩为持力层的大直径灌注桩，为确保桩端落于稳定的持力层上，桩基施工前建议进行施工勘察。

(7) 场地基岩为花岗岩，全、强风化岩和残积土遇水易软化崩解，承载力急剧下降，施工过程中存在以此类土为持力层时应避免扰动和水体浸泡。不同的基础型式或桩端置于不同的持力层上时，应防止差异沉降对上部结构的不良影响，可考虑采用设置后浇带、沉降缝和加强上部结构强度及整体性等措施。

(8) 本报告为 A 区场地勘测报告，场地内仍有少部分钻孔暂未完成，后续将继续完成勘测工作并将升版此报告。

(9) 本报告中所作的分析和提出的建议是基于场地的钻孔资料，钻孔所揭露的岩土特性及深度为实测所得，孔间地质界线是根据区域地质及岩土发育一般规律进行合理的推测，不排除与实际情况有出入的可能，建议施工过程中加强与勘察、设计单位联系，强化验槽、检测及监理工作，以及时发现问题，共同研究具体处理措施，进行有效处理。当遇到与勘察资料出入较大时应及时进行补充勘察。