

广州市番禺区
动力电池梯次利用项目岩土工程勘察报告
(详细勘察)



深圳市工勘岩土集团有限公司
SHENZHEN GEOKEY GROUP CO.,LTD.

2024年04月

住建部工程勘察综合类甲级资质
住建部工程质量检测机构资质
国家地理测绘总局测绘甲级资质
广东省国土资源厅地质灾害治理工程监理资质
国土资源部地质灾害治理工程勘查、设计、施工及地灾危险性评估甲级资质



深圳市工勘岩土集团有限公司

地址：深圳市南山区科技南八路工勘大厦
电话：+86-755-83695926
传真：+86-755-83695439
投诉：+86-755-83695926
网址：<http://www.gongkan.com.cn>



勘察编号	广州GD2401	一般 · 长期
勘察等级	乙级	

广州市番禺区 动力电池梯次利用项目岩土工程勘察报告 (详细勘察)

法定代表人: 李红波

总工程师: 王贤能

审 定: 李新元

审 核: 许建瑞

项目负责: 李 凯

技术负责: 李先圳

报告编制: 黄 志 雷冬梅

深圳市工勘岩土集团有限公司

2024年04月

证书等级: 工程勘察综合类甲级
地 址: 深圳市南山区科技南八路工勘大厦14层

证书编号: B144043047
电 话: 0755-83695846, 83695926

目 录

1 前 言	1	5 工程地质条件	10
1.1 工程概况	1	5.1 地形地貌	10
1.2 勘察目的和任务	2	5.2 地层岩性	11
1.3 勘察执行的技术标准	2	5.3 岩面起伏状态	14
1.4 岩土工程勘察等级	3	6 水文地质条件	14
1.5 勘察方法和勘察工作布置	3	6.1 地下水类型及补给、排泄	14
1.6 勘察完成的工作量	5	6.2 地下水水位及变化幅度	14
1.7 勘察工作概况及质量评述	6	6.3 注水试验	14
1.8 说明	6	6.4 渗透系数	15
2 区域气候条件	6	6.5 水和土腐蚀性评价	15
2.1 气候概况	6	6.6 抗浮设防水位	17
2.2 日照	7	7 场地和地基的地震效应	17
2.3 气温	7	7.1 场地土类型	17
2.4 降水	7	7.2 场地类别	17
2.5 风	7	7.3 抗震设防参数	17
2.6 气象灾害	7	7.4 岩土地震稳定性评价	18
3 区域水文概况	8	7.5 建筑抗震地段	19
4 区域地质构造	9	8 特殊性岩土	19
4.1 区域构造	9	8.1 人工填土	19
4.2 场地地震记录	9	8.2 软土	20

8.3 风化岩和残积土	20	12 基坑方案	30
9 不良地质作用和地质灾害	20	12.1 基坑周边环境及地质条件	30
10 地基土的工程性质评价及参数	21	12.2 基坑支护安全等级	30
10.1 场地的稳定性与适宜性评价	21	12.3 基坑支护方案	30
10.2 地基稳定性和均匀性评价	22	12.4 周边环境监测建议	31
10.3 岩土层的工程性质评价	22	13 岩土工程施工对环境的影响及注意事项	32
10.4 岩土的物理力学性质	23	13.1 工程建设对环境的影响	32
10.5 基坑支护设计参数	24	13.2 施工注意事项	32
10.6 浅基础主要力学参数	25	14 环境与地质条件可能造成的工程风险	32
10.7 桩基参数	25	14.1 工程开挖、基坑支护相关的工程风险	32
10.8 成（沉）桩可行性分析	26	14.2 地下水相关的工程风险	33
11 地基基础方案	27	14.3 特殊性岩土与不良地质作用等引发的工程风险	33
11.1 拟建建筑物及场地地层概况	27	14.4 其他风险	34
11.2 地基基础选型建议	27	14.5 危险性较大分部分项工程	34
11.3 桩长建议	28	15 检测建议	34
11.4 建筑物变形特征分析	28	16 结论与建议	34
11.5 地下水对桩基础设计和施工的影响	28		
11.6 特殊性岩土对桩基础设计和施工的影响	29		
11.7 桩基施工对环境的影响	29		
11.8 桩基及搅拌桩试桩	29		
11.9 抗浮措施建议	29		

图、表、附件部分

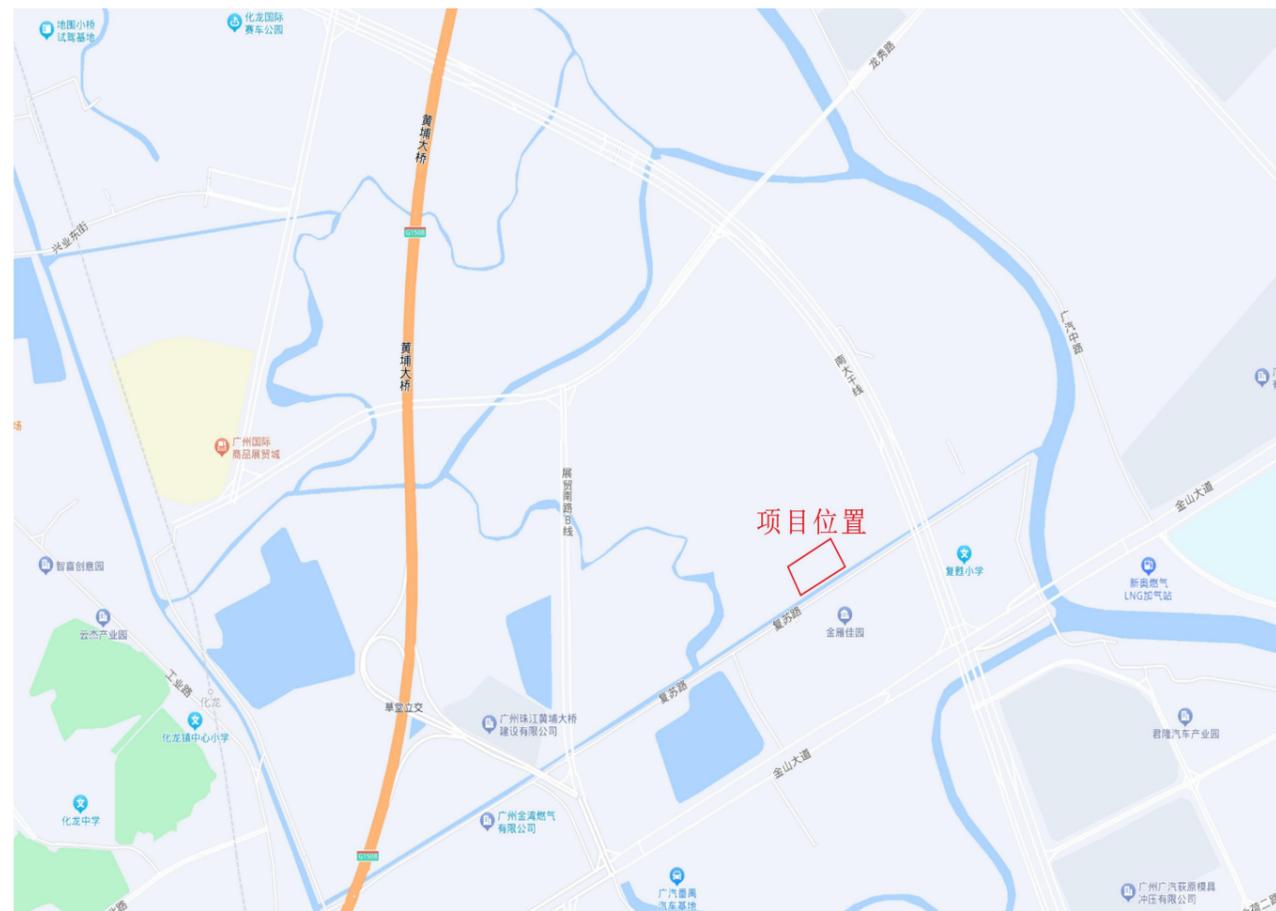
序号	附表名称	表号	备注
1	勘探点一览表	附表 1	
2	地层统计表	附表 3	
3	土的物理力学性质指标统计表	附表 4	
4	岩石试验汇总统计表	附表 5	
5	标准贯入试验统计表	附表 6	
6	重型圆锥动力触探试验统计表	附表 7	
7	砂土液化判别表	附表 8	
序号	附图名称	图号	备注
1	综合图例	附图 1	
2	勘探点平面布置图	附图 2	
3	工程地质剖面图	附图 3	
4	钻孔柱状图	附图 4	
5	地层等厚线图、等高线图	附图 5	
6	动探柱状图	附图 6	
7	注水试验成果表	附图 7	
序号	附件		备注
1	土的物理力学性质试验报告	附件 1	
2	岩石试验报告	附件 2	
3	水、土的腐蚀性分析报告	附件 3	
4	场地剪切波速测试报告	附件 4	
5	岩芯照片	附件 5	

1 前 言

1.1 工程概况

拟建动力电池梯次利用项目地块位于广州市番禺区化龙镇，场地北、东、西侧均为耕植地及鱼塘（目前大部分区域已回填），南侧毗邻水渠。场地地理位置如图 1-1 所示。

项目总用地面积 26343 平方米，可建设用地面积 24730 平方米。项目总投资约 4.45 亿元。项目内容包括两部分，一是建设新能源汽车退役动力电池梯次利用产线，年回收处理能力 1.5 万吨，产品用于储能、备能、充换电等领域；二是开展碳中和节能减排研究和电动化产研孵化。



1.1-1 场地位置示意图

项目拟建主要建设内容包括：1.5 万吨/年新能源汽车退役动力电池梯次利用生产车间一、车间二、仓库及配套建设的附属设施：包括综合楼（包含办公、宿舍及食堂等）等。厂区土建工程、给排水工程、暖通工程、消防工程、变配电及自控工程、厂区管网工程、道路工程、厂区绿化工程、厂区土石方工程、处理工艺及相关工程等。其中地下室开挖深度为 5.20m、地下室尺寸为 56.7m × 34.6m。具体建筑物见下表 1.1。

表 1.1 建筑物情况一览表

序号	建筑名称	建筑高度 (m)	层数 (地上)	地下室深度/层数 (m)	基底标高/埋置深度 (m)	±0.00 标高 (m)	结构类型	基底平均压力 (kPa)	最大柱底内力 (KN)	对差异沉降敏感程度	基础形式
1	配套办公楼	47.50	10F	-4.80/1F	3.80/5.20	9.00	钢砼框架	/	12000	敏感	桩基础（地下室柱下独基）
2	车间一	41.45	5F	-4.00/1F (局部)	7.00/2.00 4.40/4.60 (局部)	9.00		/	12000	敏感	桩基础
3	车间二	46.40	6F	/	6.70/2.50	9.20		/	12000	敏感	桩基础
4	仓库	50.50	7F	/	6.70/2.50	9.20		/	25000	敏感	桩基础
5	门卫	4.80	1F	/	7.40/1.50	9.00		100	/	敏感	柱下独基

建（构）筑物最终整体倾斜允许值，建（构）筑物结构基础的最终倾斜允许值，建（构）筑物相邻柱基的沉降差最终允许值，地基允许变形值需满足《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2011）表 5.3.4 的有关规定。

受建设单位（广州环投恒创科技有限公司）委托，我公司承担了本次详细勘察任务。本次勘察外业自 2023 年 10 月 13 号开始至 2023 年 11 月 10 号结束。

1.2 勘察目的和任务

1.2.1 勘察目的

详细勘察阶段按照建（构）筑物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、地基处理和不良地质作用的防治提出建议。

1.2.2 勘察任务

根据现行有关规范、规程，结合业主及设计单位要求，确定了本次勘察技术要求，其主要内容如下：

（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、荷载、结构特点，基础形式、埋置深度，地基允许变形等资料。

（2）详细查明场区内各层岩土的类型、结构、厚度、成因、分布规律及其物理力学性质。

（3）详细查明场地和地基的工程特性、分析和评价场地的整体稳定性，地基均匀性和承载力。

（4）详细查明埋藏的古河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物。

（5）详细查明不良地质作用的类型、成因、分布范围、发展趋势和危害程度，提出整治方案的建议。

（6）详细查明场地水文地质条件，提供地下水位及其变化幅度，判定水和土对建筑材料的腐蚀性，评价地下水对桩基设计和施工的影响。

（7）提供场地地震设防烈度，判定场地土类型及建筑场地类别，评价场地稳定

性，提供抗震设计有关参数。

（8）提供地基基础设计及施工方案建议及有关参数。

（9）当采用基岩作为桩的持力层时，应查明基岩的岩性、构造、岩面变化、风化程度，确定其坚硬程度、完整程度和基本质量等级，判定有无洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层。

（10）评价成桩可能性，论证桩的施工条件及其对环境的影响。

（11）以上未尽事宜和内容均严格按照《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）的要求执行。

1.3 勘察执行的技术标准

1.3.1 勘察执行的标准

（1）国家标准《工程勘察通用规范》（GB 55017-2021）；

（2）国家标准《建筑与市政地基基础通用规范》（GB 55003-2021）；

（3）国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002-2021）；

（4）国家标准《工程测量通用规范》（GB 55018-2021）；

（5）国家标准《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009年版）；

（6）国家标准《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；

（7）国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016年版）；

（8）国家标准《土的工程分类标准》（GB/T 50145-2007）；

（9）国家标准《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）；

（10）国家标准《工程岩体试验方法标准》（GB/T 50266-2013）；

（11）国家标准《工程岩体分级标准》（GB 50218-2014）；

- (12) 国家标准《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- (13) 国家标准《工程测量标准》（GB 50026-2020）；
- (14) 国家标准《岩土工程勘察安全标准》（GB/T 50585-2019）；
- (15) 行业标准《高层建筑岩土工程勘察标准》（JGJ/T72-2017）；
- (16) 行业标准《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T 87-2012）；
- (17) 行业标准《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）；
- (18) 行业标准《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）；
- (19) 行业标准《建筑地基处理技术规程》（JGJ 79-2012）；
- (20) 行业标准《软土地区岩土工程勘察规程》（JGJ 83-2011）；
- (21) 行业标准《建筑工程抗浮技术标准》（JGJ 476-2019）；
- (22) 行业标准《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ 57-2012）；
- (23) 广东省标准《建筑地基基础设计规范》（DBJ 15-31-2016）；
- (24) 广东省标准《建筑地基处理技术规范》（DBJ/ 15-38-2019）；
- (25) 广东省标准《建筑基坑支护工程技术规程》（DBJ/ 15-20-2016）；
- (26) 广东省标准《建筑工程抗浮设计规程》（DBJ/T 15-125-2017）；
- (27) 《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）；
- (28) 《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范〔2019〕2号）；
- (29) 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》住建部37号令。

1.3.2 主要参考资料

- (1) 《工程地质手册》（中国建筑出版社2018年4月第五版）；

- (2) 《水文地质手册》（地质出版社2012年9月）；
- (3) 《1:20万区域地质资料》（广州幅）。
- (4) 广东省区域地震资料；

1.4 岩土工程勘察等级

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）3.1及场地条件，拟建建筑物重要性等级为二级，场地复杂程度为二级（中等复杂场地），地基复杂程度为二级（中等复杂地基），岩土工程勘察等级综合评定为乙级。

根据行业标准《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012），基坑支护安全等级为二级。

1.5 勘察方法和勘察工作布置

1.5.1 勘察方法

本次勘察采用搜集整理工程及地质资料、工程地质调绘、工程地质勘探、原位测试、室内岩、土、土工试验及岩土工程分析评价等综合勘察方法。

(1) 搜集整理工程资料

主要是收集场地区域地质、地形地貌、遥感照片、水文、气象、水文地质、历史地震、矿产等已有资料，以及地区工程经验和已有的勘察报告等相关资料，结合本工程的需要，进行分析和利用。

本次勘测搜集整理的资料包括：1:20万区域地质资料（广州市幅）；广东省区域地震资料；1/1000地形图；1/1000建筑物平面布置图等。

(2) 工程地质调查

主要目的和内容包括研究和调查场地地形、地貌特征，划分地貌单元；调查岩土

层出露（分布）情况，地层时代、成因类型、特性等；地下水的类型、补给来源、排泄条件；不良地质作用的分布、形态、规模、发育情况；人类活动对场地稳定性的影响等；地区建筑物的变形和工程经验等。

（3）工程地质勘探

本次勘探采用 XY-1 型地质钻机全钻孔取芯钻探，开孔直径 130mm，土层取芯直径 110mm，岩层取芯直径 91mm；上部松散人工填土层采用套管跟管钻进，下部地层采用泥浆护壁钻进。在预定深度进行取样和原位测试，现场钻探编录经过专业培训的描述员或工程技术人员承担，司钻员和描述员在钻探记录上签字，并由勘察项目负责人签字验收。

（4）标准贯入试验

标准贯入试验可以测定粉质黏土、粉土、砂土、残积层及全、强风化岩等各岩土层的物理力学性质指标，同时用于判定饱和砂土的地震液化性，划分风化岩界限，利用地区经验对砂土的密实度、黏性土的状态、土的强度参数、变形参数、地基承载力、单桩极限承载力及沉桩的可能性作出评价。

标准贯入试验采用 63.5kg 的穿心锤，以 76cm 的自由落距，将标准贯入器在钻孔内预先打入 15cm，再继续打入 30cm，并记录其实测锤击数 N' ，当锤击数已达 50 击，而贯入深度未达 30cm 时，可记录 50 击的实际贯入深度，按下式换算成相当于 30cm 的标准贯入试验锤击数 N ，并终止试验。

$$N = 30 \times \frac{50}{\Delta S}$$

式中 ΔS ----50 击时的贯入度（cm）。

（5）重型圆锥动力触探试验

重型圆锥动力触探试验可以判定人工填土、强风化层的密实度及其他力学性质。

重型圆锥动力触探试验采用 63.5kg 的穿心锤，以 76cm 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重型圆锥动力触探试验锤击数 $N_{63.5}$ 。

（6）波速测试

在不同岩性段应做岩、土波速测试（横波波速），划分地基土类型、场地类别，绘制 V_p -H 曲线。

工作时将悬挂式探头（即振源和检波器）放入孔中，以井液作为震源、检波器与井壁耦合的介质。震源水平激振（垂直井壁），产生作用于井壁的纵、横波，横波（S 波）沿井壁地层传播，由两个相距 1m 的检波器接收沿井壁传播的 S 波振动信号并把 S 波的振动信号转换成电信号，通过电缆由主机记录显示存储。主机对信号进行数据处理后采用两道互相关分析方法，自动计算 S 波在两道检波器间传播的时间差，从而计算出两道间的 S 波传播速度。测试顺序自下而上逐点进行，测点深度间隔 1.0m。

（7）取样及室内试验

本次钻探取样过程中，一般黏性土用回转取土器采用静压法进行取样，软土用薄壁敞口取土器静压入法进行取样，采样质量等级为 I ~ II 级，纯砂土采取标贯器内的样品；对中、微风化岩层，则利用钻探岩芯为试验岩样。室内试验内容包括一般黏性土的常规试验、岩石强度试验及场地水土的腐蚀性试验。岩土试样密封后，置于温度和湿度稳定的环境中，不得曝晒或受冻。土试样直立放置，严禁倒置或平放。运输岩土试样时，应将试样装入箱内，并用柔软缓冲材料填实。

1.5.2 勘察工作布置

（1）**钻孔布置及孔深要求：**钻孔沿基坑边线、方格网布置，场地共布置勘察钻孔 54 个，其中控制孔 37 个，一般孔 17 个（满足高层建筑群控制性勘探点数量不应少于勘探点总数 1/2 的要求），详见附图 2。

孔深要求：

控制性勘探孔要求进入强风化岩 15m 或完整中风化岩层 5m，且进入连续稳定强风化岩不小于 15m 或连续完整中风化岩层 5m；

一般性勘探孔要求进入强风化岩 13m 或完整中风化岩层 3m，且进入连续稳定强风化岩不小于 13m 或连续完整中风化岩层 3m。

（2）**取样要求：**本次勘察阶段采取土样孔数 37 个，占总数的 68.52%（大于总孔数的 1/3 要求），标贯孔孔数 54 个，占总孔数 100%（大于总孔数的 1/2 要求）。标贯孔及取样孔均匀分布在勘察范围内，保证每个地质单元的主要岩土层（包括各岩层的不同风化带）的常规试验样品不少于 6 组（重型圆锥动力触探试验不少于 3 孔）的要求。

（3）**原位测试：**本次勘察对一般黏性土、砂土层及风化岩层等进行了标准贯入试验，用以确定各土层及风化岩层的物理状态；对各土层及风化岩层的强度、变形参数、地基承载力等力学指标或参数做出评价；对砂土进行液化判别；对人工填土及强风化层进行了重型圆锥动力触探试验，用以确定其均匀性、密实度、地基承载力；选取 4 个钻孔（ZK08、ZK12、ZK24、ZK42）进行剪切波速测试试验，用以确定土的类型和场地类别。

（4）**室内试验：**本次勘察黏性土试验指标包括比重、天然含水量、密度、液限、

塑限、压缩系数、压缩模量、抗剪强度（直接快剪、固结快剪、三轴 UU、CU）；砂土试验项目以颗粒分析为主；岩石试验项目为天然单轴抗压试验；其它项目为水质简分析及易溶盐分析。

1.6 勘察完成的工作量

本次勘察具体完成工作量见表 1.6。

表 1.6 完成工作量统计表

序号	工作项目		工作量	备注
1	测量放点/终孔复核（孔）		54/54	测量坐标、高程
2	钻探	本次（m/孔）	2163.50/54	野外分层及描述
3	取样	原状土样（个/孔）	145/36	常规试验
		扰动土样（个/孔）	27/13	常规试验
		岩样（个/孔）	11/6	中风化
		水样（组）	4	地下水
		易溶盐样（组）	4	地下水位以上土样
4	原位测试	标准贯入试验（次/孔）	597/54	评价土层的物理力学性质
		重型动力触探（m/孔）	43.70/6	评价土层的物理力学性质
		剪切波速测试（孔）	161.10/4	测试各土层剪切波速及判定场地类别
5	土工试验	土常规试验（个）	172	测定土的物理力学性质指标
		水质简分析试验（组）	4	评价地下水的腐蚀性
		易溶盐分析试验（组）	4	评价地下水位以上土质的腐蚀性
6	岩石试验	饱和单轴抗压	11	中风化
7	照片（张）		50	岩芯照片

1.7 勘察工作概况及质量评述

本次勘察严格按照相关规范及设计提出的技术要求实施。

项目组严格执行《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009版）等一系列与本工程有关的技术规范、规程和标准；施工中严格执行相关建设工程质量条例，半成品和成品资料实行三级审核制度，以确保产品的质量。勘察质量达到优良标准。

勘察外业实施过程中认真贯彻实施我司的质量体系文件和勘察技术要求，做好勘察过程控制和质量记录，做到事前指导、中间检查、事后验收，严格按照国家有关强制性规范条文、钻探作业任务书、质量管理系列标准程序施工，确保野外工作质量。

野外勘探工作累计进场 2 台钻机，在勘察实施过程中，我方在严格自检的同时自觉接受建设单位、监理单位的监督和检查，期间建设方项目负责人、我司分管副总、部门经理等领导多次莅临现场进行现场工作指导，提出了宝贵的指导意见与建议。

1.8 说明

（1）报告所采用的坐标系统为广州 2000 独立坐标系，高程为广州市高程基准，钻孔测放引用控制点坐标见表 1.8。勘察各勘探点测放是依据《工程测量规范》（GB 50026-2020）及设计单位提供的勘探孔平面布置图，利用 RTK 按坐标测放。

表 1.8 控制点坐标

点号	X 坐标	Y 坐标	高程 H (m)
T1	29740.860	48252.678	8.476
T2	29828.255	48387.636	9.229
T3	29610.496	48204.673	8.206

（2）部分钻孔受场地地形等条件影响，报建设单位及设计单位许可进行了小范围移位。移位后的钻孔坐标、高程已复测，详见附表 1 勘探点一览表。

（3）本次勘察场地内残积土及全、强风化带的划分，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）表 4.2.4 进行划分，以实测标贯击数 $N' < 30$ ， $30 \leq N' < 50$ ， $N' \geq 50$ 为界划分。

（4）报告所提供的各种等值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，当发现地质条件异常时，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为实测值，未经杆长修正；重型圆锥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。

（7）施工人员进入现场必须穿戴劳动防护用品，严禁吸烟，打闹。坚决落实“安全第一、预防为主”的方针，杜绝事故发生，做到文明施工。施工过程中强化现场噪声监测，将噪声控制在规定的范围内；按照规定布置施工标志，提醒行人、过往车辆绕行，未完成钻孔停工时场地周围设置安全防护措施及醒目标志；施工过程中的泥浆及时处理，清运至指定地点，钻孔完工后及时清理现场，清除废土、泥浆等杂物，及时回填，恢复原貌，对有统一量测水位要求的钻孔做好洞口防护工作。

2 区域气候条件

2.1 气候概况

广州市属亚热带湿润大区，地处北回归线以南。由于受海陆分布和地形等因素的影响，春季，常出现阴雨天气；初夏，常有雷暴雨，盛夏，会出现晴热天气，台风

也频频影响我市；初秋台风仍较活跃，常有冷空气入侵我市，气温明显下降，秋末，天气清爽，晴天较多，冬暖而时有阵寒。全年气候温和湿暖，夏长冬短，雨量充沛，日照充足，干、湿分明。

2.2 日照

广州市各地正午太阳高度角都在 $42^{\circ} 37'$ 以上，太阳高度角较大，太阳辐射总量与日照时数均充足。广州市年总辐射量自东南向西北递减，年总辐射量为 4400~5000 兆焦耳 / 平方米 · 年。广州市各地日照时数基本上从东南向西北递减。但广州市区成为全市的日照相对低值区，因为市区的大气污染较严重，霾、雾、烟、尘较多，降低了日照时数，全年日照总数为 1770~1940 小时。

广州市太阳辐射及日照参数见下表：

表 2.2-1 广州市各站累年逐月太阳总辐射量、月日照时数统计表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
太阳辐射	306	243	268	301	389	419	507	490	444	440	377	335
日照时数	132.4	77.7	68.5	79.7	130.4	150.8	222.5	202.4	187.0	201.2	184.0	168.4

注：单位：兆焦耳 / 平方米、小时

2.3 气温

广州市地处低纬，终年气温较高，年平均气温为 $21.4\sim 21.9^{\circ}\text{C}$ ，其分布为南高北低，各地平均气温差别不大。

最冷月为 1 月，月平均气温为 $12.9\sim 13.5^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温达 -2.6°C ，出现在从化（1963 年 1 月 16 日）。最热月为 7 月，月平均气温为 $28.4\sim 28.7^{\circ}\text{C}$ 。极端最高气温 39.2°C ，出现在广州五山（2014 年 8 月 1 日）。

表 2.3-1 广州市各站各月平均气温表（单位： $^{\circ}\text{C}$ ）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温	13.4	14.3	17.8	21.8	25.6	27.3	28.4	28.3	27.0	23.9	19.4	15.0

平均气温	13.4	14.3	17.8	21.8	25.6	27.3	28.4	28.3	27.0	23.9	19.4	15.0
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

2.4 降水

广州市年降水量在 1612~1909 毫米之间，地区分布为北多南少，丘陵多于平原。广州市降雨量年内分布不均匀，雨量主要集中在 4~9 月，约占年雨量的 80% 以上，其中前汛期（4~6 月）占年雨量的 40%~50%，后汛期（7~9 月）占年雨量的 30%~40%。每年 10 月至次年 3 月是少雨季节，降雨量占全年雨量的 20% 左右。广州市降水量虽然丰沛，但很不稳定，年际变化大。最多雨年和最少雨年降雨量相差两倍多。

表 2.4-1 广州市各站各月平均降水量（单位：毫米）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
降水量	40.9	66.3	89.9	175.3	288.7	274.6	223.1	223.6	179.9	69.1	41.0	24.1

2.5 风

广州市受季风环流控制，风向有明显的季节变化。冬半年（9 月至翌年 3 月）处于大陆冷高压的东南侧，盛吹偏北风，其频率基本在 15%~40%；夏半年（4~8 月）经常受副热带高压西部及南部支槽与西南低压槽的交替影响，常吹偏南风，其频率大致在 15%~25%。

表 2.5-1 广州市各站各月平均风速表（单位：米 / 秒）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均风速	2.0	2.0	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.7	1.8	1.9	2.1	2.0	1.9

2.6 气象灾害

广州的主要气象灾害有台风、暴雨、洪涝、干旱等。

（1）台风

台风是影响广州市的重要天气系统。台风产生于热带海洋上，是以低压为中心的大气涡旋，统称为热带气旋，在中国按照其中心附近最大风力划分为4个等级：6~7级称为热带低压；8~9级为热带风暴；；10~11级为强热带风暴；12级或以上的称为台风。

影响广州市的热带气旋数量，各年之间差别很大，少的全年只有1个，多的达7个，如1961年、1993年。平均每年3.2个。热带气旋侵袭广州的数量多年平均为0.9个，但各年之间差别大，多的一年中有3个侵袭广州市，个别年份受台风袭击比较严重，如1971年6~8月，广州市连续3次受台风袭击和影响，少的全年没有热带气旋侵袭广州市，这样的年份近45年来有21年。一年之内，除1~4月没有热带气旋直接影响广州市外，其他各月均有受热带气旋直接影响的可能。而5~10月才有可能受到热带气旋直接的侵袭。因此，5~10月是广州市的台风季节，盛夏的7、8、9三个月可以说是广州市台风活动的盛期。

据1949~1993年资料统计，有23个台风对广州影响较大，造成广州8级以上大风（或极大风速 ≥ 24.5 米/秒）、日雨量在100毫米以上的大暴雨。

（2）暴雨

根据国家气象局的标准，凡日雨量50~99.9毫米称为暴雨；日雨量100~199.9毫米称为大暴雨；日雨量200毫米或以上称为特大暴雨。

从季节分配来看，广州市一年中的暴雨主要集中在夏季风盛行时期，每年4~9月夏季风盛行，暴雨显著增加；10月至翌年3月，主要受冬季风控制，暴雨显著减少。所以，广州市暴雨季节长，暴雨日数多。从广州市各地平均状况看，除12月份

没有暴雨外，其余各月都有，最多出现在春夏之交的5、6月，是防汛的紧张阶段；其次是8月、4月和7月；再次是9月，其它月份均极少出现暴雨。

据1908~1988年80年（缺1945、1946、1947年资料）统计结果，1908~1988年共出现暴雨152次，平均每年1.9次，最多年份达7次。

3 区域水文概况

广州市地处珠江三角洲，境内河流纵横，属南方丰水地区。水域面积广阔，集雨面积在100平方千米以上的河流共有22条，河宽5米以上的河流1368条，总长5597.36千米，河道密度0.75千米/平方千米。

珠江水道包括西航道、前航道、后航道、黄埔水道等。西航道北起老鸦岗，南至白鹅潭，长16.24km，河面最宽为600m，最窄为150m。北江左岸分流的芦苞涌、西南涌以及流溪河、白坭河、石井河和新市墟涌诸水汇流入西航道。西航道在冲口水道分汉口下游有两个大沙洲：一个是沉香沙，另一个为大坦沙（即牛牯沙）。大坦沙将西航道分为两汉，左汉又称沙贝海，右汉称白沙河。在大坦沙洲尾两汉汇合至白鹅潭。西航道位于珠江三角洲的广州片网河区，受上游径流及下游南海潮汐动力的共同作用。西航道白鹅潭洲头咀以下分为前航道和后航道两支，白鹅潭以东至黄埔为前航道，长23.24km，河面最宽为700m，最窄为170m，最大水深4.5m，一般水深2.8m，河床比降0.38‰，沿河两岸是广州市城市建设的精华所在。白鹅潭以南至黄埔为后航道，长27.80km。在流至落马洲西纳平洲水道后，又分为沥滘水道和三枝香水道两支。后航道是广州港通航3000吨级轮船的水道，担负着广州港货物的运输任务。前航道、沥滘水道、三枝香水道东流至黄埔附近相汇。

前航道、沥滘水道、三枝香水道东流至黄埔附近相汇。黄埔以下至虎门为黄埔

航道和辽阔的狮子洋。有黄埔港、黄埔新港、新沙港等重要港口，并与香港水域深水大港相衔接，是我国南疆海运交通大动脉，可通航 10000 吨级轮船。狮子洋的左岸有东江三角洲的北干流、南支流等河道汇入，狮子洋南流至大虎接伶仃洋出海。珠江广州河道属感潮河道，汛期既受来自流溪河、北江及西江的洪水影响和东江洪水的顶托，又受到来自伶仃洋的潮汐作用，洪潮混杂，水流流态复杂。

拟建工程场地地表水体不发育，拟建场地离西侧狮子洋约 2.30 公里，属狮子洋流域；南侧有一条河涌，河涌控制边线距项目红线约 250m。

4 区域地质构造

4.1 区域构造

拟建区域在大地构造上属华南褶皱系（南华准地台）—粤北、粤东北、粤中拗陷带—粤中拗陷—增城-台山隆断束。大地构造上属于华南地槽褶皱系的一部分，包括吴川—四会深断裂带以东至珠江三角洲断陷盆地的东缘，北至清远—佛冈—五华深断裂，南达海边的区域。此区分布有古生代、中生代、新生代各时代的地层和大量燕山期花岗岩。在早、晚古生代此区均是拗陷区，但早古生代的沉陷幅度不及粤西断块区大，晚古生代的沉陷幅度不及粤北断块区大。印支运动在该区反应强烈，使晚古生代地层发生褶皱、断裂，形成一系列宽展型褶皱。燕山构造期有大规模花岗岩岩浆侵入，形成新兴、古兜山、佛冈等大型花岗岩体，恩平—开平断陷百足山曾有火山活动，珠江三角洲断陷在第三纪玄武岩和粗面岩岩浆喷溢或喷发（王借岗、西樵山）。区内发育三组断裂，其中包括北东向的新丰—恩平深断裂带，东西向的清远—佛冈—丰顺深断裂带和高要—惠来深断裂带，北西向断裂规模较小，代表性断裂有狮子洋—珠江口断裂、白泥—沙湾大断裂、西江大断裂等，但此组断裂直至第四纪仍有活动。断层

物质热释光测年资料显示区内断层于此前 20 万~22 万年前后，10 万年前后曾有过明显活动，最新的断层热释光年龄为 1.7 万年，三组断裂在珠江下游三角洲地区交切、叠加，将地表切割成大小不等的断块。物探资料显示珠江下游断陷，北部的三水、佛山—广州、东莞一带存在一北东东向至近东西向延伸的重力异常，虎门、江门等地是局部性的上地幔隆起楔入区。早第三纪南海西樵山粗面岩岩浆沿北西向的三洲—西樵山断裂喷溢，始于上新世的喜马拉雅运动第二幕，基底断裂发生强烈活动，断块差异性升降作用增强，在北东向、北西向、东西向三组断裂共同控制下，珠江下游断块沉降形成断陷，其后地壳还出现过三次明显的升、降交替，引起三次海侵、海退。最近一次海侵发生在距今 2500 年前，海水淹没了西江、北江、东江下游，直达三水以北，广州清泉街断裂以南，东莞的中堂、麻冲等地。近期地壳活动有向珠江口外转移之势。

根据《广东省活动断裂图》等地质构造资料，本区域的主要断裂构造有北东东至北东向的河源-邵武深断裂带（5）、恩平-新丰深断裂带（6）；北西向的珠江口大断裂（⑭）。本场地的区域地质构造图详见下图 4.1。

根据地震历史记载资料，综合分析判断本场地所在区域地震活动较弱，距离本项目最近深大断裂约 6 公里，且为非全新世活动断裂，位于相对较稳定的地质单元体上，区域地质构造基本稳定，断裂对本项目的影响较小。

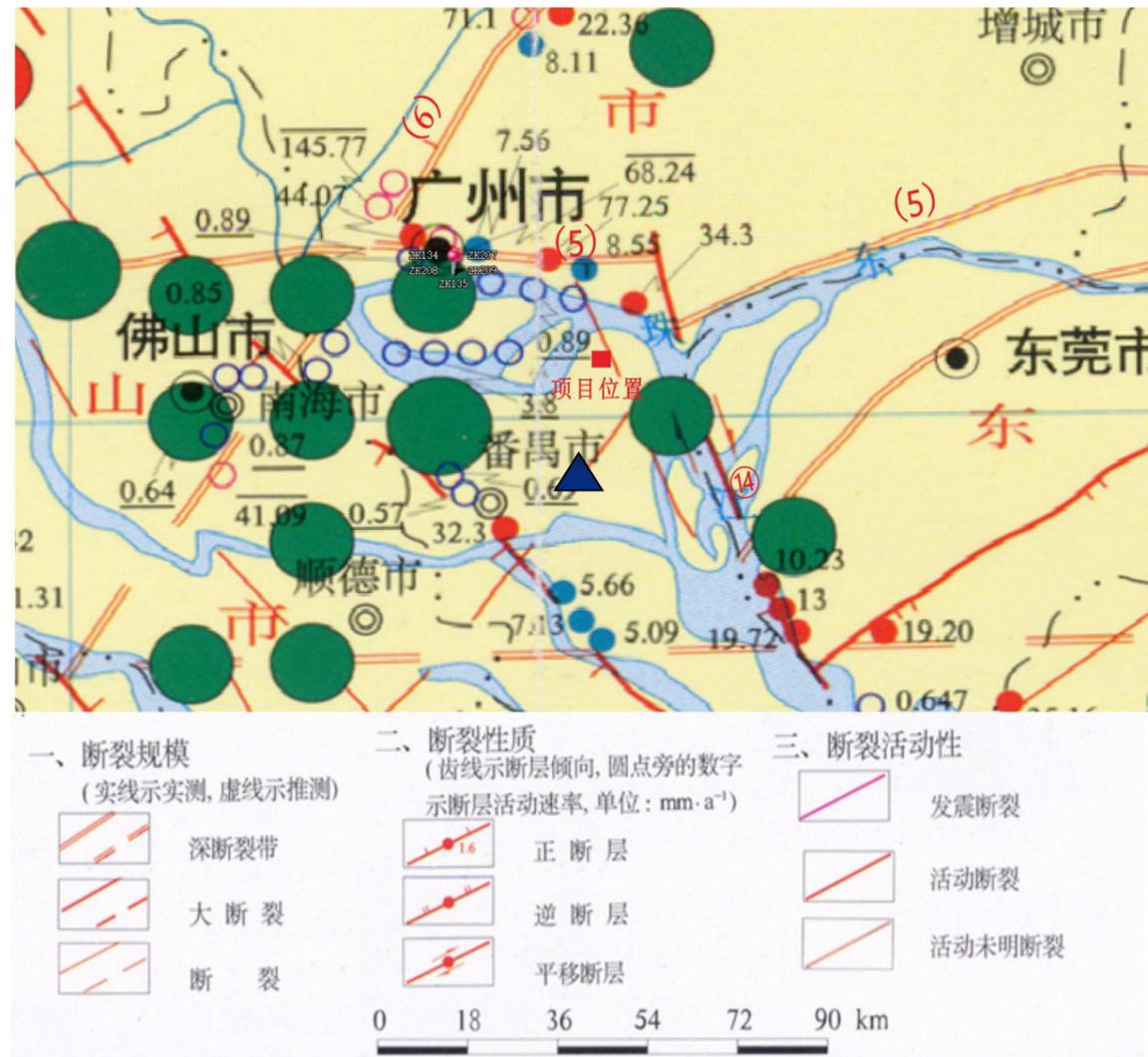
4.2 场地地震记录

拟建项目位于广州市番禺区化龙镇，地震活动水平不高，据史料记载，本市发生 3~5 级地震达 66 次，破坏性地震 4.75~5.0 级仅有 4 次。广州于 1372 年和 1913 年先后发生 4.75 级地震各 1 次，而南海县（历史上属广州府）于 1683 年和 1940 年先后发生 5.0 级地震各 1 次。自 1970 年广东省建立台站网以来，记录到本市发生的地震为数

不多，广州于 1982~1983 年先后发生 0.6~2.0 级地震 5 次。综观整个地区，地震活动频度不高，强度不大。

耕植地，后经人工回填，勘察期间已全部回填完成。勘察期间，实测场地 54 个孔的孔口地面高程，高程介于 8.75~9.54m，最大高差为 0.79m。场地具体情况详见下图

5.1、5.2、5.3。



(5) 河源-邵武深断裂带 (6) 恩平-新丰深断裂带 ■ 项目位置
⑭ 珠江口大断裂

图 4.1 本项目场地在区域地质图上的位置

5 工程地质条件

5.1 地形地貌

拟建场地原始地貌为珠江三角洲冲积平原，地形平坦，地表主要为河道坑塘遍布、

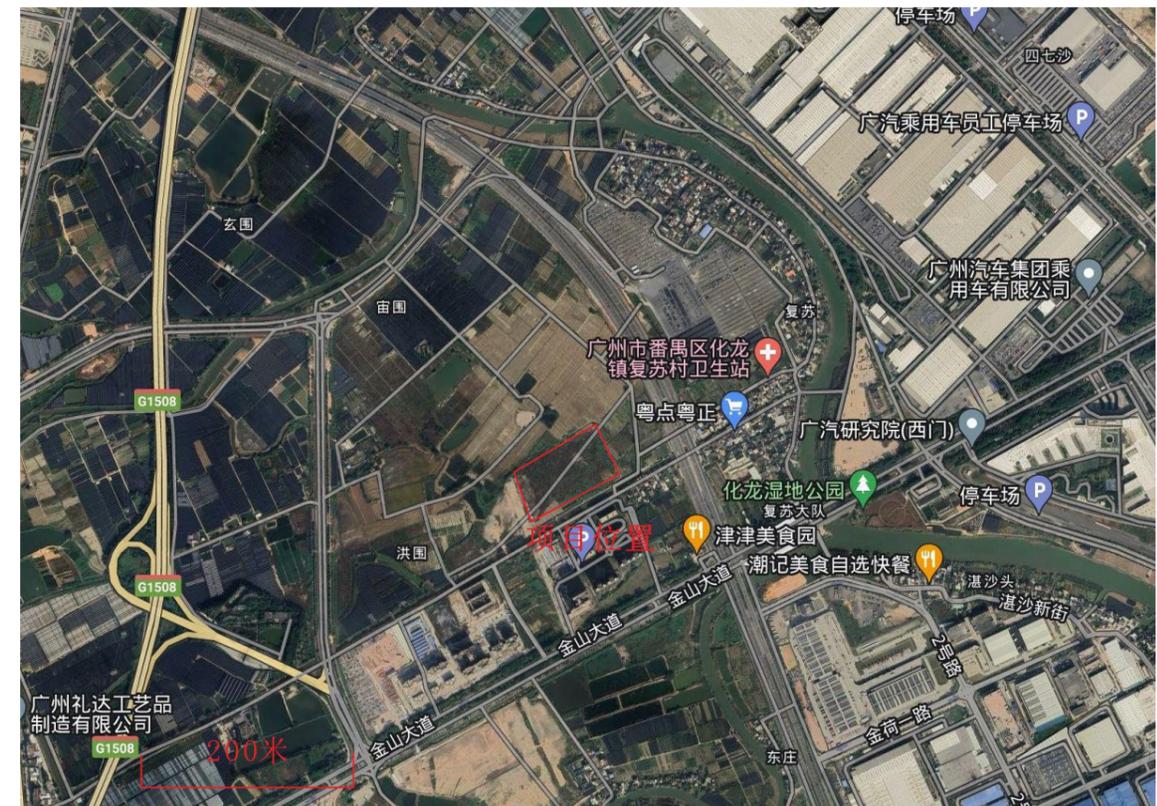


图 5.1 本项目场地情况图（航拍图）



图 5.2 本项目场地施工前图（镜头朝东）



图 5.3 本项目场地施工期间图（镜头朝南）

5.2 地层岩性

根据钻探揭露，场地内地层自上而下依次为：第四系全新统人工填土层（ Q_4^{ml} ）、第四系全新统淤积层（ Q_4^h ）、第四系全新统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）、第四系全新统冲积层（ Q_4^{al} ）、第四系残积土层（ Q_4^{cl} ），下伏基岩为侏罗系（ J ）泥质砂岩。

在钻孔深度内，按风化等级划分，场地内泥质砂岩可划分为全风化、强风化、中风化 3 个等级。

现将各岩土层的岩性特征自上而下分述如下：

5.2.1 第四系人工填土层（ Q_4^{ml} ）

①素填土：灰褐、灰黑、褐黄、褐红色，松散，稍湿～湿，主要成分由黏性土、淤泥质土组成，局部混少量粉细砂颗粒、碎块石及建筑垃圾，碎块石及建筑垃圾块径为 2～50cm，含量约 5～50%，土质均匀性差，回填时间小于 1 年，具湿陷性，尚未完成自重固结。该层岩芯平均芯采取率为 90～95%，揭露层厚 2.00m～8.10m，平均层厚 3.95m；层顶高程 8.75～9.54m，平均高程 9.09m；层底埋深 2.00m～8.10m，平均埋深 3.95m；层底高程 1.10～7.09m，平均高程 5.15m。该层在场地内全场分布。

该层进行标准贯入试验 55 次，实测锤击数 1～5 击，平均值 3.6 击，标准值 3.4 击；经杆长修正后锤击数为 0.9～4.9 击，平均值 3.4 击，标准值 3.2 击。在 ZK03、ZK21、2K36 进行重型圆锥动力触探试验共计 18.60m，实测击数为 1～2 击，平均值为 1.5 击，标准值 1.4 击；经杆长修正后锤击数 1.0～2.0 击，平均值 1.4 击，标准值 1.4 击。

5.2.2 第四系全新统淤积层（ Q_4^h ）

②₁淤泥：灰、深灰色，流塑状，切面较光滑，土质不纯，含少量有机质及粉细

砂颗粒，韧性高，干强度高，略有腥臭味，有机质含量为 3.12～4.23%，无摇震反应，淤积成因。该层岩芯采取率为 90～95%，在场地内广泛分布，见于 ZK01～ZK02、ZK05、ZK08～ZK09、ZK11～ZK12、ZK18、ZK20、ZK25、ZK29、ZK31～ZK35、ZK37～ZK53 号等 33 个钻孔，揭露层厚 0.80～3.60m，平均层厚 2.12m；层顶埋深 2.00～8.90m，平均埋深 3.91m；层顶高程 0.38～7.09m，平均高程 5.17m；层底埋深 4.60～10.30m，平均埋深 6.03m；层底高程 -1.02～4.56m 平均高程 3.05m。

该层进行标准贯入试验 38 次，实测锤击数 1～3 击，平均值 2.0 击，标准值 1.9 击；经杆长修正后锤击数为 0.9～2.8 击，平均值 1.8 击，标准值 1.7 击。

②₂粉砂：灰、深灰色，饱和，松散，砂的矿物成分主要为石英，局部夹薄层黏粒或淤泥质土，颗粒较均匀，级配不良，淤积成因。该层岩芯采取率为 75～80%，揭露层厚 1.00～6.60m，平均层厚 3.51m；层顶埋深 2.70～7.00m，平均埋深 5.22m；层顶高程 2.02～6.36m，平均高程 3.87m；层底埋深 5.00～11.00m，平均埋深 8.73m；层底高程 -1.94～3.87m，平均高程 0.36m。该层在场地内全场分布。

该层进行标准贯入试验 64 次，实测锤击数 2～8 击，平均值 5.1 击，标准值 4.8 击；经杆长修正后锤击数为 1.8～6.7 击，平均值 4.4 击，标准值 4.2 击。

参照广东省标准《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016），砂土的内摩擦角 φ 可根据修正后的标准贯入试验锤击数 N 按 $\varphi = \sqrt{20N} + 15^\circ$ 估算，②₂粉砂层内摩擦角 φ 为 24.2° 。

5.2.3 第四系全新统冲洪积层（ Q_4^{al+pl} ）

③₁粉质黏土：红褐、灰黄、黄褐色，可塑状，含少量粉细砂颗粒，黏性较好，土质均匀，韧性中等，干强度中等，无摇振反应，冲洪积成因。该层岩芯采取率为

90~95%，揭露层厚 0.60~11.30m，平均层厚 2.52m；层顶埋深 6.90~11.00m，平均埋深 8.87m；层顶高程-1.94~2.09m，平均高程 0.22m；层底埋深 8.40~21.00m，平均埋深 11.39m；层底高程-12.13~0.77m 平均高程-2.30m。该层在场地内全场分布。

该层进行标准贯入试验 59 次，实测锤击数 6~13 击，平均值 8.6 击，标准值 8.2 击；经杆长修正后锤击数为 4.8~10.4 击，平均值 6.8 击，标准值 6.5 击。

5.2.4 第四系全新统冲积层 (Q₄^{al})

④₁ 淤泥质土：灰、深灰色等，流塑状，土质较纯，切面较光滑，含少量有机质，韧性高，干强度高，略有腥臭味，有机质含量为 0.74~2.83%，无摇晃反应，冲积成因。该层岩芯采取率为 90~95%，在场地内广泛分布，见于 ZK01~ZK21、ZK24、ZK28、ZK31~ZK32、ZK36、ZK40、ZK44~ZK54 号等 38 个钻孔，揭露层厚 1.20~17.00m，平均层厚 9.04m；层顶埋深 8.40~12.10m，平均埋深 11.02m；层顶高程-3.11~0.59m，平均高程-1.94m；层底埋深 11.60~27.10m，平均埋深 20.06m；层底高程-17.95~-2.63m 平均高程-10.99m。

该层进行标准贯入试验 83 次，实测锤击数 1~3 击，平均值 2.3 击，标准值 2.2 击；经杆长修正后锤击数为 0.7~2.4 击，平均值 1.7 击，标准值 1.6 击。

④₂ 粉质黏土：灰、灰黄，可塑状，含少量细砂颗粒，土质均匀，黏性较好，韧性中等，干强度中等，无摇晃反应，冲积成因。该层岩芯采取率为 90~95%，场地内较广泛分布，见于 ZK02~ZK05、ZK07~ZK08、ZK11~ZK16、ZK20~ZK22、ZK24、ZK27~ZK28、ZK31~ZK32、ZK42、ZK44~ZK51、ZK53 号 30 等钻孔。揭露层厚 0.80~5.70m，平均层厚 2.24m；层顶埋深 9.30~25.00m，平均埋深 19.03m；层顶高程-15.87~-0.03m，平均高程-9.93m；层底埋深 15.00~26.90m，平均埋深 21.27m；

层底高程-17.89~-5.73m 平均高程-12.17m。

该层进行标准贯入试验 29 次，实测锤击数 6~13 击，平均值 9.4 击，标准值 8.6 击；经杆长修正后锤击数为 4.2~9.7 击，平均值 6.7 击，标准值 6.2 击。

④₃ 中砂：灰、灰白色，饱和，稍密~中密，砂的矿物成分主要为石英，不均匀混约 8~15%黏性土，分选性好，颗粒较均匀，级配不良，冲积成因。该层岩芯采取率为 80~85%，在场地内较广泛分布，见于 ZK06~ZK07、ZK09、ZK12~ZK14、ZK17~ZK19、ZK22、ZK24~ZK28、ZK30、ZK32、ZK36~ZK37、ZK40、ZK42、ZK44~ZK45、ZK50、ZK52、ZK54 号等 26 个钻孔。揭露层厚 0.80~5.80m，平均层厚 2.71m；层顶埋深 8.50~27.10m，平均埋深 17.27m；层顶高程-17.95~0.77m，平均高程-8.18m；层底埋深 9.30~30.00m，平均埋深 19.98m；层底高程-20.85~-0.03m 平均高程-10.89m。

进行标准贯入试验 32 次，实测锤击数 11~29 击，平均值 19.9 击，标准值 17.8 击。经杆长修正后锤击数为 7.7~20.7 击，平均值 14.3 击，标准值 12.9 击。

参照广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)，砂土的内摩擦角 φ 可根据修正后的标准贯入试验锤击数 N 按 $\varphi = \sqrt{20N} + 15^\circ$ 估算，④₃ 中砂层内摩擦角 φ 为 31.1°。

5.2.5 第四系残积土层(Q₄^{el})

⑤ 粉质黏土：灰、灰黄、褐黄、红褐色，硬塑状，含约 10~15%的石英粉细砂颗粒，土体黏性差，干强度中等，韧性中等，由下伏基岩风化残积而成，原岩结构全部破坏，原岩结构隐约可辨，遇水易软化，干钻易钻进，残积成因。该层岩芯采取率 90%~95%，在场地内较广泛分布，见于 ZK01、ZK03、ZK08、ZK10、ZK18、ZK20、ZK23~

ZK31、ZK33~ZK35、ZK38~ZK43、ZK46~ZK47、ZK49~ZK50、ZK53号等29个钻孔。揭露层厚0.90~16.60m，平均层厚3.90m；层顶埋深9.40~25.70m，平均埋深17.59m；层顶高程-16.56~-0.35m，平均高程-8.48m；层底埋深16.00~26.60m，平均埋深21.49m；层底高程-17.46~-6.46m，平均高程-12.38m。

该层进行标准贯入试验43次，实测锤击数为16~29击，平均值20.7击，标准值19.7击。经杆长校正后锤击数11.2~21.2击，平均值14.8击，标准值14.1击。

5.2.6 侏罗系（J）泥质砂岩

场地下伏基岩为侏罗系（J）泥质砂岩，褐红色、灰黑色，风化后呈褐红色、灰黑色、褐黄色，主要矿物成分为石英、黏土矿物，泥质胶结，砂质结构，层状构造。本次勘察揭露其全风化、强风化、中风化带。现将其岩性特征简述如下：

⑥₁全风化泥质砂岩：褐黄、褐红、灰褐、灰白色等，原岩结构已基本破坏，但尚可辨认，主要矿物成分除石英外已全部风化为次生矿物，具微弱残余结构强度，呈坚硬土状、砂土状，遇水易软化崩解，合金易钻进。该层岩芯采取率90%~95%，在场地内广泛分布，见于ZK08~ZK10、ZK12、ZK16、ZK18~ZK29、ZK31~ZK43、ZK45~ZK48、ZK50、ZK53号等36个钻孔。该层属极软岩，岩体极破碎，岩体基本质量等级为V级。揭露层厚0.60~8.70m，平均层厚3.18m；层顶埋深16.00~26.00m，平均埋深21.16m；层顶高程-16.95~-6.46m，平均高程-12.07m；层底埋深20.00~29.40m，平均埋深24.34m；层底高程-20.51~-10.80m，平均高程-15.25m。

该层进行标准贯入试验44次，实测锤击数为30~48击，平均值37.0击，标准值35.6击；经杆长校正后锤击数21.0~33.6击，平均值26.0击，标准值25.0击。

⑥₂强风化泥质砂岩：灰白、褐黄、褐红、灰黑色，岩石风化强烈，原岩结构大

部分被破坏，原岩结构清晰，主要矿物成分除石英外大部分已风化为次生矿物，风化裂隙极发育，岩芯主要呈坚硬土柱状，局部呈砂土状、土夹碎块状，块径约2~12cm，含量约15%~48%，风化不均匀，含多量中风化岩块，块径约5~40cm，遇水易软化崩解，岩块手可折断，合金可钻进。该层岩芯采取率为90~95%，在场地内全场分布。

该层为极软岩，岩体极破碎，岩体基本质量等级为V级。揭露层厚6.40~18.70m，平均层厚13.74m；层顶埋深20.00~30.00m，平均埋深24.62m；层顶高程-20.85~-10.80m，平均高程-15.53m；层底埋深28.70~45.30m，平均埋深38.36m；层底高程-36.03~-19.55m，平均高程-29.26m。

该层进行标准贯入试验150次，实测锤击数为51~100击，平均值86.0击，标准值83.6击；经杆长校正后锤击数35.7~70.0击，平均值60.2击，标准值58.5击。在ZK05、ZK15、ZK27号孔进行重型圆锥动力触探试验共计25.1m，实测击数为50~90击，平均值为69.8击，标准值68.6击；经杆长修正后锤击数18.0~32.4击，平均值25.1击，标准值24.7击。

⑥₃中风化泥质砂岩：青灰色、褐红色，泥质胶结，砂质结构，层状构造，主要矿物成分为石英和黏土矿物，岩芯多呈短柱状，柱长5~35cm，局部呈块状，块径3~9cm不等，节理裂隙较发育，岩质软弱，合金可钻进，RQD≈35~72%，岩块锤击声哑，合金可钻进。该层岩芯采取率为90~95%，极软岩，岩体破碎~较破碎，岩体基本质量等级为V级。该层在场地内全场分布，揭露厚度3.00~8.60m，平均层厚5.13m（未揭穿）；层顶埋深28.70~40.90m，平均埋深34.75m；层顶高程-31.90~-19.55m，平均高程-25.71m。

5.3 岩面起伏状态

根据区域地质资料及钻探显示，场地内基岩为朱罗系（J）泥质砂岩。根据钻探揭露显示，场地内强风化基岩面较平缓，略有起伏，坡度约 10~20°，局部为 35°；场地内中风化基岩面整体起伏较大，在钻孔 ZK51、ZK54 岩面坡度约为 48°。桩基施工应加强风化、中风化岩基岩面判别，保证桩端位于稳定持力层。场地整体强、中风化基岩面等高线图详见附图 5。

6 水文地质条件

6.1 地下水类型及补给、排泄

（1）地表水

拟建项目场地原为鱼塘，现已回填完成，场地附近未存在对工程建设影响较大的地表水系。拟建项目场地与西侧狮子洋距离将近 2.30 公里，与附近河涌最近的距离约 250m。

（2）地下水

根据地质条件、场地及周围地形地貌分析，场地地下水分为第四系孔隙水、基岩裂隙水，按埋藏条件分为潜水、承压水。

孔隙水主要赋存于第四系人工填土层、淤积层、冲洪积层、冲积层中，其次分布在残积层和全风化岩层中。其中冲洪积层粉质黏土、冲积层粉质黏土为弱透水层；淤积层淤泥、冲积层淤泥质土为极微透水层；残积层粉质黏土和全风化岩为弱透水性；素填土层为中等透水性；粉砂层、中砂层为为强透水性。粉砂、中砂上覆地层为粉质黏土、淤泥、淤泥质土层时，具有承压性，为承压水，其余为潜水。孔隙水主要接受大气降水、上游地下水径流补给，排泄方式以蒸发及向河涌、低洼处径流排泄为主。

基岩裂隙水主要赋存于强、中风化岩的节理、裂隙内，受节理、裂隙发育程度控制，其储水性和透水性呈弱透水性，具有微承压性。主要接受基岩裂隙水的侧向渗流补给和上层孔隙水的下渗补给，以地下径流方式向下游排泄，受气候影响不大。强~中风化泥质砂岩为中等透水层。

6.2 地下水水位及变化幅度

本次勘察期间实测了 54 个钻孔的初见水位及稳定水位，初见水位埋深介于 0.60~1.00m，平均埋深为 0.86m；高程介于 7.75~8.74m，平均高程为 8.23m；稳定水位埋深介于 0.30~0.70m，平均埋深为 0.51m；高程介于 8.15~9.14m，平均高程为 8.58m。

其中在 ZK04、ZK10、ZK41 号钻孔经套管隔水观测，粉砂层水位埋深 0.20~0.30m，高程介于 8.58~9.07m；在 ZK18、ZK24、ZK45 号钻孔经套管隔水观测，中砂层水位埋深 0.20~0.40m，高程介于 8.35~8.91m。

勘察期间旱季，水位埋深较深，雨季水位会有所上升，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 1.00~3.00m。

6.3 注水试验

（1）试验钻孔和试验地层

本次钻孔注水试验在 ZK04、ZK06、ZK10 共 3 钻孔进行，试验地层为②₂粉砂。

（2）试验方法

本次钻孔注水试验采用饱和带常水头注水试验方法。

（3）资料处理与成果

按照《水利水电工程注水试验规程》（SL345-2007），注水试验渗透系数计算公

式如下：

常水头注水试验渗透系数计算公式

$$k = \frac{Q}{AH} \dots\dots\dots (3.4-3)$$

式中：

k —— 试验段的渗透系数（cm³/min）；

Q —— 注入流量，（cm/min）；

t₁、t₂ —— 注水延续时间（min）；

H₁、H₂ —— 在时间 t₁、t₂ 时的试验水头（cm）；

r —— 试验段套管内径（cm）；

Sr —— 试验土层的最终饱和度；

n —— 试验土层孔隙度；

A —— 形状系数， $A = \frac{2\pi l}{\ln \frac{m_1}{r}}$ ，式中 l 为试段长度（cm），假定土层的水平渗透

性和垂直渗透性相等，m=1。

试验资料整理与成果计算详细见钻孔注水试验成果图附图 7。主要试验成果见表

6.3-1。

表 6.3-1 注水试验试验成果表

孔号	试验段	土层名称	密实度	试验方法	渗透系数	渗透分级
					(cm/s)	
ZK04	3.00~5.50	② ₂ 粉砂	松散	饱和带常水头	1.46E-03	中等透水
ZK06	5.00~8.00	② ₂ 粉砂	松散	饱和带常水头	1.97E-02	强透水
ZK10	5.00~8.00	② ₂ 粉砂	松散	饱和带常水头	1.78E-02	强透水

注：透水性等级划分按《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）；

根据上表，各试验地层渗透系数统计和渗透性等级划分为：

②₂粉砂渗透系数为 1.46×10⁻³~1.97×10⁻²cm/s，平均值为 1.30×10⁻²cm/s，属强透
水层。

6.4 渗透系数

根据本场地水文地质特征，结合室内土试样渗透试验，综合地区经验确定各岩土
层的透水性及渗透系数 K 值见表 6.4。

表 6.4 各岩土层透水性及渗透系数建议值

岩土层名 及成因代号	透水性	渗透系数建议值 K(m/d)
①素填土（Q ₄ ^{ml} ）	中等透水性	1.00
② ₁ 淤泥（Q ₄ ^h ）	极微透水性	0.0004
② ₁ 粉砂（Q ₄ ^h ）	强透水性	12.00
③ ₁ 粉质黏土（Q ₄ ^{al+pl} ）	弱透水性	0.01
④ ₁ 淤泥质土（Q ₄ ^{al} ）	极微透水性	0.0005
④ ₂ 粉质黏土（Q ₄ ^{al} ）	弱透水性	0.01
④ ₃ 中砂（Q ₄ ^{al} ）	强透水性	20.00
⑤粉质黏土（Q ^{el} ）	弱透水性	0.05
⑥ ₁ 全风化泥质砂岩（J）	弱透水性	0.80
⑥ ₂ 强风化泥质砂岩（J）	中等透水性	1.50
⑥ ₃ 中风化泥质砂岩（J）	中等透水性	1.20

注：1、由于地层的渗透性差异，基岩中的裂隙水略具承压性，基岩裂隙发育，孔隙水与裂隙水
局部具连通性。
2、岩石富水性和透水性与节理裂隙发育情况关系紧密，节理裂隙发育的不均匀性导致其
富水性和透水性也不均匀。
3、此表适用于地层作为一般意义上呈正常分布状态的水文地质体。

6.5 水和土腐蚀性评价

为查明地下水及地下水位以上土层的腐蚀性，在场地工程钻孔中共采取了地下水
样4组，进行水质简分析试验。在场地内采取地下水位以上土样4组进行易溶盐分析试
验。

水质简分析试验成果详见《水质分析报告》（附件2），地下水位以上土样分析成果见《易溶盐分析报告》（附件2），按《岩土工程勘察规范》（GB50021~2001）（2009年版）有关水和土的腐蚀性评价标准判定，拟建场地水样和土样腐蚀性评价如表6.5-1、表6.5-2。

表 6.5-1 地下水样的腐蚀性评价表

取样位置	类型	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）			按地层渗透性			水中的 Cl ⁻ 含量（mg/L）		长期浸水	干湿交替
					pH 值		侵蚀性 CO ₂ （mg/L）				
		SO ₄ ²⁻ （mg/L）	Mg ²⁺ （mg/L）	总矿化度（mg/L）	A	B	A	B	A		
ZK13	地下水	38.06	64.26	1959.61	7.54		0		5.87	888.34	
		微	微	微	微	微	微	微	/	微	中
ZK18	地下水	36.25	64.26	2004.53	7.79		0		6.22	898.91	
		微	微	微	微	微	微	微	/	微	中
ZK21	地下水	352.16	86.34	1127.47	7.03		3.45		3.39	250.29	
		弱	微	微	微	微	微	微	/	微	弱
ZK38	地下水	420.7	103.21	1516.45	6.73		0		5.3	338.77	
		弱	微	微	微	微	微	微	/	微	弱

注：1、表中 A 是指直接临水或强透水层中的地下水；B 是指弱透水层中的地下水。强透水层是指碎石土和砂土；弱透水层是指粉土和黏性土。

2、HCO₃⁻含量是指水的矿化度低于 0.1g/L 的软水时，该类水质 HCO₃⁻的腐蚀性。

表 6.5-2 地下水位以上土样的腐蚀性评价表

孔号	土类	土的腐蚀性评价						
		对混凝土结构				对钢筋混凝土结构中钢筋		对钢结构
		按环境类型（II类）		按地层渗透性		土中的 Cl ⁻ 含量（mg/kg）		
		SO ₄ ²⁻ （mg/L）	Mg ²⁺ （mg/L）	pH 值				A
强透水层	弱透水层			pH 值				
ZK03	土样	22.84	2.51	6.26		415.19		6.26
		微	微	弱	微	弱	弱	微
ZK17	土样	49.93	9.71	8.02		95.64		8.02

孔号	土类	土的腐蚀性评价						
		对混凝土结构				对钢筋混凝土结构中钢筋		对钢结构
		按环境类型（II类）		按地层渗透性		土中的 Cl ⁻ 含量（mg/kg）		
		SO ₄ ²⁻ （mg/L）	Mg ²⁺ （mg/L）	pH 值				A
强透水层	弱透水层			pH 值				
		微	微	微	微	微	微	微
ZK25	土样	67.02	13.04	7.87		98.97		7.87
		微	微	微	微	微	微	微
ZK41	土样	124.11	21.7	7.75		264.8		7.75
		微	微	微	微	微	弱	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。

按照《岩土工程勘察规范》（GB50021~2001）（2009年版），本场地地下水判定环境类型为II类；地下水位以上土层按II类环境考虑，地下水位以上土按B类考虑，结合上表综合判定：

（1）本场地车间二地下水按环境类型考虑其对混凝土结构具微腐蚀性；按地层渗透性考虑其对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水条件下具有微腐蚀性，干湿交替条件下具有中腐蚀性；其他区域地下水按环境类型考虑其对混凝土结构具弱腐蚀性；按地层渗透性考虑其对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水条件下具有微腐蚀性，干湿交替条件下具有弱腐蚀性。

综合上述可知：本场地车间二地下水对混凝土结构具微腐蚀性；地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水条件下具有微腐蚀性，干湿交替条件下具有中腐蚀性。

其他区域建（构）筑物地下水对混凝土结构具弱腐蚀性；地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水条件下具有微腐蚀性，干湿交替条件下具有弱腐蚀性。

（2）地下稳定水位以上的土按环境类型考虑其对混凝土结构具微腐蚀性；按地

层渗透性考虑其对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋具有弱腐蚀性；对钢结构（仅考虑pH值）具有微腐蚀性。

综合上述可知：本场地下稳定水位以上的土对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋具有弱腐蚀性；对钢结构（仅考虑 pH 值）具有微腐蚀性。

经调查，场地周边暂未发现地下水及地表水污染源。

6.6 抗浮设防水位

抗浮设防水位应采用建筑物使用期间地下水的峰值水位。地下水的赋存状态是随时间变化的，不仅有年变化规律，也有长期动态规律。抗浮设防水位须预测未来至少50年内的风险值，不能仅仅以勘察期间的水位值作为抗浮的依据。场地没有长期水位观测资料，应综合场地地形地貌、地下水补给与排泄条件以及类似场地经验提出。

本次勘察期间实测了54个钻孔的稳定水位，水位埋深介于0.30~0.70m，平均埋深为0.51m；高程介于8.15~9.14m，平均高程为8.58m。勘察期间处于旱季，雨季水位会有所上升。根据甲方所提供的规划地形图，场地北侧规划路面标高为8.80~9.30m，东侧规划路面标高为路面标高为7.73~9.30m，西侧规划地面标高为8.30~8.80m，南侧规划路面标高为7.73~8.30m。

项目综合楼、车间一绝对标高±0.00m为+9.00m，仓库、车间二绝对标高±0.00m为+9.20m，门卫绝对标高±0.00m为+8.90m，周边规划路面标高为7.73~9.30m。由于缺乏长期地下水位观测资料，根据现状水位高程综合场地地形地貌、地下水补给与排泄条件以及类似场地经验，**建议场地抗浮设防水位高程采用本场地设计地坪高程。**地下室设计应满足抗浮要求。

如周边场地地形改变，地下水的补给排泄条件发生变化时，应及时通知勘察人员，

有必要时应调整抗浮水位。地下室施工和使用期间应做好地下水位的监测，如水位过高，存在地下室上浮或底板开裂时应及时打减压井或采取其他有效措施。

基坑基槽回填前，施工单位应当采取防止地表水侵入基坑基槽的措施，避免因地表水侵入坑槽导致地下结构上浮；施工单位应当编制地表水侵入基坑基槽的应急处理预案。

7 场地和地基的地震效应

7.1 场地土类型

根据本次勘察钻孔ZK08、ZK12、ZK24、ZK42号钻孔波速测试成果，各岩土层测定的剪切波速，经统计分析，按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）相关规定，本项目场地土类型划分见表7.1。

表 7.1 建筑场地类别成果表及场地地基土的卓越周期

序号	钻孔编号	覆盖层厚度(m)	计算深度 d_0 (m)	等效剪切波速 V_{se} (m/s)	场地土类型	建筑场地类型	场地地基土的卓越周期(s)
1	ZK08	24.40	20.00	109.20	软弱土	III	0.912
2	ZK12	27.00	20.00	105.40	软弱土	III	0.968
3	ZK24	26.80	20.00	139.10	软弱土	III	0.756
4	ZK42	22.30	20.00	149.90	软弱土	III	0.626

7.2 场地类别

本场地实测等效剪切波速为105.40~149.90m/s，覆盖层厚度为22.30~27.00m，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011—2010）（2016年版），判定建筑场地类别为III类。波速测试成果详见附件4。

7.3 抗震设防参数

根据《中国地震动参数区划图》（GB18036-2015），在II类场地条件下，场地区

域对应的地震基本烈度为VII度，基本地震动峰值加速度为0.10g，基本地震动加速度反应谱特征周期为0.35s。

本场地建筑场地类别属III类。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），场地类别为III类时，场地地震动峰值加速度调整为0.125g，基本地震动加速度反应谱特征周期调整为0.45s。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版）附录A设计地震分组与反应谱特征周期的对应关系表，场地设计地震分组为第一组。

7.4 岩土地震稳定性评价

（1）饱和砂土液化判别

按照《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010，2016年版），当地面以下存在饱和砂土或饱和粉土时，除VI度外，应进行液化判别，且当场地地震基本烈度为VI度时，对液化沉陷敏感的乙类建筑，按VII度进行判别。本场地地震基本烈度为VII度，应进行砂土液化判别。

依据国家标准《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）有关规定，结合本次勘察土工试验结果及野外标贯试验数据统计和附表7砂土液化判别表，根据判别结果，综合判定：粉砂（②₂）属可液化的砂土层，液化等级为以中等液化为主，局部为轻微~严重液化；本次共计判别53次，其中中等液化占73.58%、严重液化占24.53%、轻微液化占1.89%。中砂（④₃）属可液化的砂土层，以不液化为主，局部为轻微液化；本次共计判别13次，其不液化占61.54%，轻微液化占38.46%。

全场钻孔液化等级为以中等液化为主，局部为轻微~严重液化；中等液化占72.22%、严重液化占24.07%、轻微液化占3.71%。判别结果详见砂土液化判别表（附

表7）。

综合评价：场地砂土液化等级以中等液化为主，部分为严重液化，局部为轻微液化。

（2）软土震陷判别

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）第5.7.11条：抗震设防烈度等于或大于7度的厚层软土分布区，宜判别软土震陷的可能性。

依据《岩土工程勘察规范》（GB50011-2001）第5.7.11条和《软土地区岩土工程勘察规程》（JGJ 83-2011）6.3.4条，本场地淤泥应考虑软土震陷。

场地存在高低差，对倾斜场地土层液化的后果往往是大面积土体滑动导致建筑破坏，当采用桩基时，横向扩展可能还会对桩基产生横向的不利作用，在抗震设计中建议对液化横（侧）向扩展和液化流滑提出处理措施。

本工程主要建（构）筑物属于抗震设防丙类建筑，建议采用全部消除液化沉陷或部分消除液化沉陷且对基础和上部建筑进行处理。抗液化措施的建议具体如下：

（1）采用桩基时，桩端伸入液化深度以下稳定土层中的长度（不包括桩尖部分），应按计算确定，且对碎石土，砾、粗、中砂，坚硬黏性土和密实粉土尚不应小于0.5m，对其他非岩石土尚不宜小于1.5m；

（2）采用深基础时，基础底面应埋入液化深度以下的稳定土层中，其深度不应小于0.5m；

（3）采用加密法（如振冲、振动加密、挤密碎石桩、强夯等）加固时，应处理至液化深度下界；振冲或挤密碎石桩加固后，桩间土的标准贯入锤击数不宜小于《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010，2016年版）第4.3.4条规定的液化判别标准贯入

锤击数临界值；

（4）用非液化土替换全部液化土层；

（5）采用加密法或换土法处理时，在基础边缘以外的处理宽度，应超过基础底面下处理深度的1/2且不小于基础宽度的1/5。

7.5 建筑抗震地段

本场地范围内不存在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。本场地厂房区域揭露素填土最大厚度为8.10m，场地基坑开挖后，基底揭露地层为素填土、淤泥等软弱地层且场地内存在液化砂土，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016年版）第4.1.1条规定，场地属对建筑抗震不利地段。

依据《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002-2021），对建筑抗震不利地段，应尽量避免；当无法避开时应采取有效的抗震措施。有效的抗震措施建议具体如下：

（1）提高建（构）筑物的整体刚度，减少地震时的变形；

（2）采用隔震、减震技术，降低地震对建（构）筑物的直接影响；

（3）对基础进行特殊处理，如采用桩基、水泥搅拌桩等，以提高建（构）筑物的承载力和稳定性；

（4）加强对地震波的传播规律、动力特性及结构反应等方面的研究，不断完善抗震设计和施工技术。

8 特殊性岩土

本场地特殊性岩土为人工填土、软土、风化岩和残积土。

8.1 人工填土

本场地浅表层普遍分布的人工填土为素填土，场地填土来源附近基坑开挖的土体，为无计划填土。素填土主要成分为黏性土及淤泥质土，夹少量碎块石，局部见砼块、砖渣等建筑垃圾，块径2~50cm，含量约5~50%，场地内揭露厚度2.00~8.10m，平均层厚3.95m，分布不均，尚未完成自重固结，具湿陷性，均匀性较差，承载力小。

由于钻孔口径较小，且钻进对块石有破坏，钻探揭露的块石直径具有局限性。场地钻探揭露的填土层中碎块石含量、直径与实际情况可能存在一定偏差，若开挖发现与资料有所出入及时沟通调整。

新近回填或未经压实处理或欠固结填土工程特性包括：①孔隙大、密实性差；②强度低和变形大，在自重压力下易产生自重固结沉降；③密实度变化大，且厚度、成分、填土过程受人为随意性影响，工程性质不均匀；④具有湿陷性，当土受水浸泡时，在自重压力和附加压力作用下，土体结构迅速破坏，土颗粒向大孔滑移，颗粒间孔隙减小，从而产生附加沉降。

未经压实处理或欠固结填土对场地和建（构）筑物的影响包括：①作为天然地基持力层时，会造成建（构）筑物沉降或不均匀沉降，甚至造成建筑物出现裂缝或损坏；②受填土自重固结或湿陷性影响，地面会出现“工后”沉降，并对桩基产生负摩阻力。

针对大面积新近填土场地预处理方法一般建议采用碾压+强夯处理。处理目的包括：①提高填土密实度和承载力；②全部或部分消除土湿陷性及桩侧负摩擦力；③减小场地长期使用过程中的可能存在“工后”沉降等。

强夯法是通过重锤和落距，反复对地基土施加很大的冲击能在地基土中所产生的冲击波和高应力。强夯法优点是适用范围广，适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的

粉土与黏性土、素填土和杂填土等地基。加固地基施工费用低、工期短、施工设备简单。

建议施工前在有代表性的地段选取一个或几个试验区，进行试夯或试验性施工。以确定选定工艺或夯击能量的适用性。根据试验检测结果，确定工艺或夯击能量。

8.2 软土

本场地揭露软土层，软土主要为淤泥、淤泥质土，呈流塑状，欠固结，其中淤泥揭露层厚 0.80~3.60m，平均层厚 2.12m；淤泥质土揭露层厚 1.20~17.00m，平均层厚 9.04m。钻孔揭露有局限性，不排除其他区域有零星分布的可能。

软土工程特性包括：①天然含水量较高、孔隙比大；②地基承载力很低；具高压缩性，地基土易发生变形或发生挤出；③垂直渗透系数和水平向渗透系数较小，具低透水性，排水固结需要相当长的时间；④具触变性，具有明显的结构性。一旦受到扰动，土的强度显著降低，甚至呈流动状态；⑤软土在长期荷载作用下，除产生排水固结引起的变形外，还会发生缓慢而长期的剪切变形，具有流变性。

软土对场地和建（构）物的影响包括：①作为天然地基持力层时，会造成建（构）筑物沉降或不均匀沉降，甚至造成建（构）筑物裂缝或损坏。或者当地基土的受力范围内存在软土时，应进行下卧层验算；②软土地基受振动荷载后，易产生侧向滑动、沉降或基础下伏土体被挤出现象；③软土固结过程中孔隙水压力消散，土层固结产生沉降变形，将对桩基产生负摩擦。当桩穿越较厚较欠固结土时或地面进行大面积堆载时，应计入桩侧负摩阻力；④基坑侧壁为软土时，不能自稳。坑底为软土时易出现隆起。因此，施工时应尽量避免对其的扰动，加强基坑支护，该层不可作为基础持力层。

8.3 风化岩和残积土

场地内基岩为侏罗系（J）泥质砂岩，泥质砂岩主要由粉粒和黏粒组成，其中黏土矿物成分为伊利石、高岭石、绿泥石，含量在30%以上。碎屑成分以石英、长石为主。胶结物主要以钙泥质、泥质为主，且岩石裂隙常发育有钙质薄层或方解石脉。

泥质砂岩工程性质特征包括：①亲水性强，遇水易软化，岩石强度或单轴抗压强度降低显著；②失水后，岩石易发生龟裂，结构破坏，崩解开裂成碎屑状或泥状；③抗风化性弱，易出现风化不均匀或风化夹层。

该类地基土对场地或建（构）物的影响包括：①基坑开挖时，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；②因抗水性差，受暴雨影响，易造成水土流失现象；③岩石风化不均匀，对地基稳定性和均匀性造成影响，对桩基施工造成困难或麻烦。

9 不良地质作用和地质灾害

（1）不良地质作用和地质灾害

根据区域地质资料，本场地范围内无全新世活动断裂，勘探资料也未发现有断裂构造痕迹，土岩层基本稳定，局部变化较大，建设场地及其附近未发现有害气体、滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等不良地质作用和地质灾害。

本项目场地分布有较厚的淤泥、淤泥质土层，有机质含量较高，较易产生有害气体主要为沼气。但由于该区淤泥、淤泥质黏土层沉积历史较短，且受人类堆填活动影响、扰动频繁，在本次勘察深度范围内，未见有明显有害气体释放，但不排除局部存在的可能，所以建议施工期间做好超前地质预报工作，在软土中施工地下结构时应注意做好通风工作。

项目场地位于Ⅶ度区，根据《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016年版）第4.3.1条规定，本场地揭露有深厚软弱土层，场地分布的淤泥需考虑软土震陷的影响。

场地内存在第四系全新统饱和砂土，根据《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016年版）判定第四系全新统淤积层（ Q_4^h ）粉砂层和第四系全新统冲积层（ Q_4^{al} ）中砂层在7度地震作用下具液化可能性。场地砂土液化等级以中等液化为主，部分为严重液化，局部为轻微液化。

（2）不利埋藏物

根据钻探资料及现场踏勘调查，场地内暂未发现暗（古）河道、沟浜、墓穴、地下洞室、矿产、防空洞、旧基础等对工程不利的地下埋藏物。本工程场地基岩为泥质砂岩，基岩存在明显的风化不均匀问题，表现在强风化岩中存在中风化岩夹层，或中风化岩中存在相对软弱的强风化岩夹层。

10 地基土的工程性质评价及参数

10.1 场地的稳定性与适宜性评价

（1）场地稳定性评价

1) 拟建场地无全新活动断裂通过。据项目场地区域地质构造及地震地质资料，区域深、大断裂构造带与拟建场地最近的直线距离 $\geq 6\text{km}$ ，满足《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版）安全距离的要求。项目场地近区域地震活动较弱，拟建场地位于相对较稳定的地质构造单元上。

2) 拟建场地及其附近未发现或不存岩溶、土洞、滑坡、泥石流、崩塌、地面沉降等不良地质作用，也不具备诱发这些不良地质作用的自然条件。。

3) 拟建场地地震作用下不失稳，属对建筑抗震属不利地段。

4) 拟建场地未发现暗河道、沟浜、墓穴、地下洞室、有待开采的矿产资源等对工程不利的地下埋藏物。

根据《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ57-2012，综合评价：拟建场地稳定性差。

（2）工程建设适宜性评价

1) 本工程场地稳定性差。

2) 拟建场地地形简单，地貌形态简单，地面坡度 $\leq 10\%$ 。

3) 拟建场地岩土种类较多，分布不均匀，工程性质差，无湿陷、膨胀、盐渍、污染等特殊岩土分布。

4) 地下水对工程建设存在影响较小；场地周围排水条件良好，洪水对工程建设影响影响较小。

5) 场地平整简单。

6) 地基条件和施工条件较差，地基专项处理及基础工程费用较高。

7) 工程建设将诱发次生地质灾害机率较低。

根据《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ 57-2012，综合评价：本工程建设适宜性差。

根据广东省地图出版社1995年出版的《广东省自然灾害地图集》中及《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ57-2012）相关规定，结合场地抗震地段及工程地质条件分析判定如下：拟建项目场地稳定性差，工程建设适宜性差。从工程角度出发，上述多种不利条件是可以工程措施得到整治的，经过工程措施得到整治后总体上可满足本工程的需要。

10.2 地基稳定性和均匀性评价

当场地基坑开挖后，基础底部主要地层为素填土层、淤积层。

人工填土层，强度低，高压缩性，承载力较低，未完成自重固结，具湿陷性，在基坑开挖时易垮塌。

淤积层淤泥位于基坑侧壁、坑底，流塑状态，高压缩性，低强度，自稳能力差等特征，在扰动后强度大大降低。

淤积层粉砂位于基坑侧壁、坑底，松散状态，地基承载力低，属高压缩性土，工程力学性质较差，自稳能力差等特征，在扰动后强度大大降低，容易造成流砂、管涌。

冲洪积层粉质黏土位于基坑侧壁、坑底，可塑状态，黏性较好，土质均匀，韧性中等，干强度中等，扰动敏感性较强，在工程施工过程中当工程开挖形成临空面时，受水浸泡易软化、崩解，强度急剧降低。

场地内基岩为朱罗系（J）泥质砂岩，场地内强风化基岩面较平缓，略有起伏，坡度约10~20°，局部为35°；场地内中风化基岩面整体起伏较大，在钻孔ZK51、ZK54岩面坡度约为48°。强风化岩中存在中风化岩夹层，或中风化岩中存在相对软弱的强风化岩夹层。

综上所述，拟建场地上部各土层的分布、埋深、厚度及性质变化较大，持力层深度范围内的岩土层的厚度差异性大，故总体评价场地地基均匀性较差，按不均匀地基考虑。

10.3 岩土层的工程性质评价

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）人工填土层

松散状，成分杂，具湿陷性，强度低，高压缩性，承载力较低，非均匀地基，该层未经处理不得作为建（构）筑物地基基础持力层。在基坑开挖时易垮塌，须放坡开挖或采用支护措施。填土层桩侧摩阻力较小。

（3）第四系淤积层，主要揭露淤泥层、粉砂层，场地内全场分布。

1) 淤泥层，全场分布，揭露层厚 0.80~3.60m，平均层厚 2.52m，厚度较厚，欠固结，高压缩性，工程性能差，承载力及桩侧摩阻力低，易变形，未经处理不得作为建（构）筑物地基持力层；基坑开挖大型机械作业时及在基坑支护时应考虑其不利影响。

2) 粉砂层，松散状，地基承载力低，属高压缩性土，工程力学性质较差。分布不连续，层厚不均匀，属非均匀地基。液化砂土，地震时液化可以导致地基失效，地基稳定性差。不宜作为建（构）筑物地基持力层。

粉砂层为强透水地层，其透水性程度受黏粒含量影响，基坑开挖易坍塌，建议在开挖时加强支护，且采取帷幕截水措施。在大直径桩成孔过程中易垮孔、缩径。

（3）第四系冲洪积层粉质黏土，可塑状，中高压缩性土，稳定性一般，地基承载力一般，工程性能一般，分布不连续，层厚不均匀，属非均匀地基。下卧层工程性质差，因埋藏较深，不宜作为一般建（构）筑物地基持力层。

（4）第四系冲积层，主要揭露淤泥质土层、粉质黏土、中砂层，场地内较广泛分布。

1) 淤泥质土层，揭露层厚 1.20~17.00m，平均层厚 9.04m，厚度厚，欠固结，高压缩性，工程性能差，承载力及桩侧摩阻力低，易变形，未经处理不得作为建（构）

筑物基础持力层；基坑开挖大型机械作业时及在基坑支护时应考虑其不利影响。

2) 粉质黏土层，可塑状，中高压缩性土，稳定性一般，地基承载力一般，工程性能一般，分布不连续，层厚不均匀，属非均匀地基。下卧层工程性质较好，不宜作为一般建（构）筑物地基持力层。

3) 中砂层，稍密~中密，地基承载力较高，中压缩性，工程力学性质较好，分布不连续，层厚不均匀，属非均匀地基。下卧层工程性质好，不宜作为建筑（构）物桩基持力层。

中砂层为强透水地层，其透水性程度受黏粒含量影响。在大直径桩成孔过程中易垮孔、缩径。

(5) 第四系残积粉质黏土层，硬塑状，由下伏泥质砂岩风化残积而成，该层在场地内广泛分布，中压缩性土，分布不连续，层厚不均匀，属非均匀地基，稳定性较好，力学强度及工程性质较好，不可作为多层建筑桩端持力层。该层受水浸泡后承载力急剧下降，施工时应注意基底的保护与排水，避免扰动及浸泡。

(6) 全风化岩具有较高的强度和较低的压缩性，分布广泛，地基承载力较大，中压缩性土，工程性质较好，均匀性好，稳定性一般，桩侧摩阻力较好，满足设计验算时，可作为多层建筑桩端持力层。由于全风化受水浸泡易软化崩解，应注意基底的保护与排水，防止被水浸泡。

(6) 强风化岩由于风化不均匀，均含有强风化、中风化岩块。岩体基本质量等级均为V类。地基承载力高，工程性质好，均匀性一般，稳定性均好，桩侧摩阻力高，桩端阻力较高。预制桩在土状强风化层中可以成桩，在块状强风化层中沉桩困难。强风化层受水浸泡易软化崩解，排土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。

(7) 中风化泥质砂岩：裂隙较发育，岩体破碎~较破碎，岩质极较软，裂隙面粗糙，受浸染并有次生矿物生成，岩芯呈长柱状及碎块状。岩体基本质量等级为V级。地基承载力、桩侧摩阻力、桩端阻力都很高，是良好的桩端持力层。

10.4 岩土的物理力学性质

本次勘察通过对场地主要岩土层进行了室内试验及原位测试工作，以查明场地岩土层的物理力学性质。

(1) 室内土类试验

本次勘察黏性土、砂土及软土试验项目主要为土常规、压缩、剪切（直剪、固快、三轴UU、CU）、渗透等，泥质砂岩类残积土及风化岩因有较多石英砂颗粒，制样过程中部分样品受扰动，导致土工试验中固结指标值往往偏低。各岩土层的主要力学参数如下表 10.4-1。

表 10.4-1 各土层主要物理力学试验指标统计表

岩土名称及代号	含水率	比重	天然密度	孔隙比	液限指数	压缩系数	压缩模量	凝聚力	内摩擦角	天然坡角	
	ω (%)		G_s							ρ_0 (g/cm ³)	e
①素填土	28.8	2.69	1.89	0.833	0.46	0.523	3.86	24.9	13.4	-	-
② ₁ 淤泥	76.8	2.60	1.65	2.115	1.73	1.406	2.21	5.0	3.2	-	-
② ₂ 粉砂	-	-	-	-	-	-	-	-	24.2	35.8	29.8
③ ₁ 粉质黏土	29.4	2.69	1.89	0.842	0.45	0.406	4.57	24.9	13.6	-	-
④ ₁ 淤泥质土	50.9	2.65	1.77	1.263	1.40	0.913	2.61	7.8	6.5	-	-
④ ₂ 粉质黏土	27.0	2.69	1.91	0.791	0.39	0.409	4.50	29.2	15.3	-	-
④ ₃ 中砂	-	-	-	-	-	-	-	-	31.1	37	31
⑤粉质黏土	22.0	2.70	1.99	0.661	0.18	0.330	5.16	37.0	19.1	-	-

岩土名称及代号	含水率	比重	天然密度	孔隙比	液限指数	压缩系数	压缩模量	凝聚力	内摩擦角	天然坡角	
	ω (%)	G_s	ρ_0 (g/cm ³)	e	I_L	a_{1-2} (MPa ⁻¹)	E_{s1-2} (MPa)	C (kPa)	φ (°)	水上 ac	水下 am
⑥ ₁ 全风化泥质砂岩	17.2	2.72	2.02	0.580	<0	0.310	5.21	38.2	21.3	-	-
⑥ ₂ 强风化泥质砂岩	17.1	2.72	2.04	0.558	<0	0.284	5.75	40.3	22.7	-	-

注：含水率、比重、天然密度、孔隙比、液限指数、压缩系数、压缩模量、细粒土含水率、细粒土液性指数为平均值；凝聚力、内摩擦角为标准值。

(2) 室内岩石试验

本次勘察采取钻探岩芯中有代表性的芯样进行室内岩石试验，根据岩芯形态，柱状试样进行天然单轴抗压试验。岩石试样成果统计如下表 10.4-2。

表 10.4-2 岩石天然抗压强度成果统计表

岩石名称	试验项目	统计项目	统计数量	最小值 (MPa)	最大值 (MPa)	平均值 (MPa)	变异系数	标准值 (MPa)
中风化泥质砂岩	天然单轴单轴抗压	天然单轴单轴抗压	8组	1.0	1.8	1.38	0.224	1.2

注：1、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，统计时按照三倍标准差法剔除异常值；

(3) 原位测试

本次勘察原位测试主要为标贯试验、重型动力触探。其中重型动力触探主要针对素填土、强风化基岩，现将各土层原位测试统计数据如表 10.4-3~10.4-4。

表 10.4-3 标贯试验成果汇总表

岩土名称及代号	统计类别	统计个数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	标准值
①素填土	实测击数 N'	55	5	1	3.6	0.854	0.238	3.4
	修正击数 N		4.9	0.9	3.4	0.804	0.236	3.2
② ₁ 淤泥	实测击数 N'	38	3	1	2.0	0.329	0.164	1.9
	修正击数 N		2.8	0.9	1.8	0.301	0.168	1.7
② ₂ 粉砂	实测击数 N'	64	8	2	5.1	1.006	0.199	4.8
	修正击数 N		6.7	1.8	4.4	0.843	0.194	4.2

岩土名称及代号	统计类别	统计个数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	标准值
③ ₁ 粉质黏土	实测击数 N'	59	13	6	8.6	1.828	0.212	8.2
	修正击数 N		10.4	4.8	6.8	1.281	0.188	6.5
④ ₁ 淤泥质土	实测击数 N'	83	3	1	2.3	0.520	0.230	2.2
	修正击数 N		2.4	0.7	1.7	0.377	0.226	1.6
④ ₂ 粉质黏土	实测击数 N'	29	13	6	9.4	2.456	0.262	8.6
	修正击数 N		9.7	4.2	6.7	1.783	0.264	6.2
④ ₃ 中砂	实测击数 N'	32	29	11	19.9	6.637	0.334	17.8
	修正击数 N		20.7	7.7	14.3	4.428	0.310	12.9
⑤粉质黏土	实测击数 N'	43	29	16	20.7	4.049	0.195	19.7
	修正击数 N		21.2	11.2	14.8	2.825	0.190	14.1
⑥ ₁ 全风化泥质砂岩	实测击数 N'	44	48	30	37.0	5.473	0.148	35.6
	修正击数 N		33.6	21.0	26.0	3.820	0.147	25.0
⑥ ₂ 强风化泥质砂岩	实测击数 N'	150	100	51	86.0	17.437	0.203	83.6
	修正击数 N		70.0	35.7	60.2	12.206	0.203	58.5

表 10.4-4 重型圆锥动力触探试验汇总表

岩土名称及代号	统计类别	统计个数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	标准值
①素填土	实测击数 N' _{63.5} (击)	186	2	1	1.5	0.499	0.343	1.4
	修正击数 N _{63.5} (击)		2.0	1.0	1.4	0.487	0.337	1.4
⑥ ₂ 强风化泥质砂岩	实测击数 N' _{63.5} (击)	251	90	50	69.8	11.300	0.162	68.6
	修正击数 N _{63.5} (击)		32.4	18.0	25.1	4.060	0.162	24.7

10.5 基坑支护设计参数

根据广东省标准《建筑基坑支护工程技术规程》(DBJ/15-20-2016)、《建筑基坑支护技术规范》(JGJ 120-2012)表4.7.4、《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)表8.2.3及以及场地岩土特性，结合类似场地经验，基坑支护相关参数参考值见表10.5。

表 10.5 基坑支护相关参数建议值表

岩土层名及代号	岩土状态	天然重度	岩土层与锚固体极限粘结强度标准值 q_{sik} (kPa)		固结快剪		岩石与锚固体极限黏结强度标准值 f_{rbk} (kPa)	边坡坡率允许值坡高 5m 以内
			γ KN/m ³	一次常压注浆	二次压力注浆	黏聚力 C (kPa)		

岩土层名及代号	岩土状态	天然重度 γ KN/m ³	岩土层与锚固体极限 粘结强度标准值 q_{sik} (kPa)		固结快剪		岩石与锚 固体 极限黏结 强度标准 值 f_{rbk} (kPa)	边坡坡率 允许值 坡高 5m 以内
			一次 常压注浆	二次 压力注浆	黏聚力 C (kPa)	内摩 擦角 φ (°)		
①素填土	松散	18.0	16	30	12.0	10.0	--	1: 2.00
② ₁ 淤泥	流塑	16.0	10	14	5.5	3.6	--	1: 2.50
② ₂ 粉砂	松散	18.0	20	34	--	20.0	--	1:1.75
③ ₁ 粉质黏土	可塑	18.0	40	60	22.0	14.0	--	1:1.50
④ ₁ 淤泥质土	流塑	16.5	12	18	8.0	5.0	--	1: 2.50
④ ₂ 粉质黏土	可塑	18.1	42	62	24.0	16.0	--	1:1.50
④ ₃ 中砂	稍密~中密	19.0	74	100	--	28.0	--	1:1.50
⑤粉质黏土	硬塑	18.5	67	88	25.0	23.0	--	1:1.25
⑥ ₁ 全风化泥质砂岩	坚硬土状	19.0	80	120	28.0	25.0	--	1:1.00
⑥ ₂ 强风化泥质砂岩	坚硬土状含 多量碎块	20.0	120	200	30.0	27.0	--	1:0.75
⑥ ₃ 中风化泥质砂岩	极软岩	--	--	--	--	--	270	--

说明：①土层锚杆的极限黏结强度标准值根据《建筑基坑支护技术规范》（JGJ 120-2012）表 4.7.4 提出（参考广东省规范）；

②岩石与锚固体极限黏结强度标准值参考《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）表 8.2.3 并适当折减提出。

10.6 浅基础主要力学参数

根据广东省《建筑地基基础设计规范》（DBJ 15-31-2016）及广东省标准《建筑地基基础检测规范》（DBJ-15-60-2019），结合各岩土层岩性特征、原位测试试验、室内土工试验结果，提供场地内各岩土层的承载力特征值 f_{ak} 、压缩模量 E_{s1-2} 和变形模量 E_0 等各岩土层的主要力学参数建议值详见表 10.6。

表 10.6 岩土层承载力综合分析表

岩土名称及代号	状态	建议地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)	压缩模量 E_{s1-2} (MPa)	变形模量 E_0 (MPa)
①素填土	松散	-	3.0	3.0
② ₁ 淤泥	流塑	40	2.0	2.50

岩土名称及代号	状态	建议地基承载力特征值 f_{ak} (kPa)	压缩模量 E_{s1-2} (MPa)	变形模量 E_0 (MPa)
② ₂ 粉砂	松散	100	-	12.0
③ ₁ 粉质黏土	可塑	120	5.0	9.0
④ ₁ 淤泥质土	流塑	68	2.5	3.0
④ ₂ 粉质黏土	可塑	140	5.5	10.0
④ ₃ 中砂	稍密~中密	160	-	22.0
⑤粉质黏土	硬塑	200	6.0	22.0
⑥ ₁ 全风化泥质砂岩	坚硬土状	300	8.0	55.0
⑥ ₂ 强风化泥质砂岩	坚硬土状含多 量碎块	500	12.0	80.0
⑥ ₃ 中风化泥质砂岩	极软岩	600	--	--

10.7 桩基参数

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），结合类似场地经验，各岩土层的桩周土摩阻力特征值的经验值 q_{sa} 及桩端土承载力特征值的经验值 q_{pa} 参考表 10.7-1。

表 10.7-1 桩基础力学参数建议值表

地层名称及成因代号	岩 土 状 态	桩侧摩阻力特征值的经验值 q_{sa} (kPa)	桩端阻力特征值的经验值 q_{pa} (kPa)		抗拔摩阻力折减系数	负摩阻力系数
			预制桩	钻、冲孔桩		
		凝 凝				
		凝 凝				

				桩入土深度				桩入土深度			
				L≤9	9<L≤16	16<L≤30	L>30	L≤15	L>15		
①素填土 (Q ₄ ^{ml})	松散	10	8	--	--	--	--	--	--	0.30	
② ₁ 淤泥 (Q ₄ ^h)	流塑	6	4	--	--	--	--	--	--	0.20	
② ₂ 粉砂 (Q ₄ ^h)	松散	10	9	--	--	--	--	--	--	0.30	--
③ ₁ 粉质黏土 (Q ₄ ^{al+pl})	可塑	29	26	--	--	--	--	--	--	0.50	--
④ ₁ 淤泥质土 (Q ₄ ^{al})	流塑	10	8	--	--	--	--	--	--	0.25	
④ ₂ 粉质黏土 (Q ₄ ^{al})	可塑	30	27	--	--	--	--	--	--	0.50	--
④ ₃ 中砂 (Q ₄ ^{al})	稍密~中密	24	19	--	--	--	--	--	--	0.40	--
⑤粉质黏土 (Q ^{el})	硬塑	41	33	--	--	--	--	--	--	0.50	--
⑥ ₁ 全风化泥质砂岩 (J)	坚硬土状	52	42	2200	3000	450	650	0.55	--		
⑥ ₂ 强风化泥质砂岩 (J)	坚硬土状, 含多量碎块	100	80	3500	4000	650	850	0.60	--		

注: 1.按上表数值计算的单桩承载力宜通过静载试验校核;
 2.采用上表建议值计算单桩承载力时, 应进行桩侧阻力与桩端阻力合算;
 3.当采用抗拔桩时, 上表参数仅供初步设计估算, 抗拔摩阻力应由抗拔试验确定;
 4.粉砂层、中砂层发生液化, 液化影响折减系数按2/3取值。
 对桩端进入中风化岩的嵌岩桩, 岩石单轴抗压强度及C₁、C₂系数参考表10.7-2。

表 10.7-2 岩石单轴抗压强度值及修正系数

指标	单轴抗压强度标准值 f _{rks} 、f _{rka} (MPa)	C ₁	C ₂
岩石名称、成因及风化状态			

指标	单轴抗压强度标准值 f _{rks} 、f _{rka} (MPa)	C ₁	C ₂
岩石名称、成因及风化状态			
⑥ ₃ 中风化泥质砂岩 (J)	1.2	0.4	0.04

注: 1、采用钻、冲孔桩时, C₁、C₂数值乘以0.85;
 2、桩端有扩大头时, 扩大头斜面部分C₂=0;
 3、当桩端入岩深度小于0.5m时, C₂=0。
 4、抗拔摩阻力特征值应由抗拔试验复核确定。

10.8 成（沉）桩可行性分析

根据《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）、《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）、《地基基础勘察设计规范》（SJG01-2010）相关规定与设计要
 求, 结合本场地工程地质条件, 针对本项目建（构）筑的特征及基坑支护需求。以下
 简单分析几种桩型在本场地的可行性。详见表10.8。

表 10.8 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, 经济性好。	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。	本项目周边为耕植地, 距离居民区较远, 其余上部地层易穿透, 桩端可顺利地达到持力层, 可采用锤击沉桩及静压沉桩。
旋挖桩	施工速度快、产生泥浆少、噪声较小、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, 具备一定的穿岩能力。	软土中孔内容易产生负压, 短期产生余泥渣土较多, 需要机械配合作业, 孔壁护壁较冲（钻）孔桩要差, 短期投入成本较高。	本项目地层较稳定, 旋挖桩施工速度快, 适宜性强, 场地桩基可采用旋挖桩。采用旋挖桩时应注意泥皮厚度、成桩时间等对侧摩阻力的影响, 应严格控制泥皮厚度和成桩时间。
冲（钻）孔桩	冲（钻）孔桩穿透能力强, 使用地层广泛, 适宜穿透碎、块石、填石和岩石层, 使桩端较顺利地达到持力层设计标高。	施工速度较慢, 产生泥浆较大, 桩端持力层岩性判别难度大, 桩底沉渣不易清除干净, 桩身质量不易控制和保证。	场地地层较稳定, 成桩单桩承载力能满足设计要求, 选用冲（钻）孔桩时应做好桩端持力层鉴别, 采取措施清除孔内沉渣, 做好泥浆的排放处理, 保护场地施工环境。抗拔桩采用冲（钻）孔成孔时, 应考虑泥浆对摩阻力的折减效应, 以及冲击锤对侧壁土的扰动效应。

根据场地工程地质条件、周边环境及设计方案, 结合地区经验, 拟建建筑物基础
 建议采用预制桩, 以强风化泥质砂岩作为桩端持力层; 钻、冲、挖孔（旋挖）桩桩基

础，以强~中风化泥质砂岩作为桩端持力层。针对本项目，建议优先考虑预制桩。

11 地基基础方案

11.1 拟建建筑物及场地地层概况

根据建设单位规划方案如下表 11.1:

表 11.1 场地建筑物规划概况

序号	建筑名称	建筑高度及层数	场地±0.00	地下室层数	基坑开挖深(m)
1	综合楼	47.50m (10F)	9.00	1F	2.00~5.70 (以现状地面为参考)
2	车间一(含连廊)	41.45m (5F)	9.00	1F(局部)	
3	车间二	46.40m (6F)	9.20	无	
4	仓库	50.50m (7F)	9.20		
5	门卫	4.8m (1F)	8.90		

表 11.2

11.2 地基基础选型建议

场地范围内由多栋建筑组成，结合场地环境、上部结构荷载及工期影响等，本项目基础选型分析如表 11.2。

基础选型分析一览表

序号	建筑名称	高度/层数	基础荷重		地下室层数/基底标高(m) /±0.00m	对应剖面	主要工程地质特征	基础选型分析
			独基/筏基(kPa)	柱底力(KN)				
1	综合楼	47.50m (10F)	/	12000	1F/3.30m/9.00m	6号~7号、9号~12号、17号	基底地层主要为粉砂，局部为淤泥、素填土，强风化(土状)层基底以下埋深 14.40m~24.30m，层顶标高-20.85m~-10.95m；中风化层基底以下埋深 23.00m~32.30m，层顶标高-28.86m~-19.55m。	基底土层承载力不能满足荷载要求，不能采用天然地基浅基础，建议采用预制桩，以强风化泥质砂岩层为桩端持力层；亦可采用灌注桩以强~中风化泥质砂岩层为桩端持力层。
2	车间一(含连廊)	41.45m (5F)	/	12000	1F/3.50m/9.00m(局部)或0/7.00m/9.00m	4号~7号、13号~16号	基地标高为 7.00m 时基底地层主要为素填土，强风化(土状)层基底以下埋深 18.00m~27.40m，层顶标高-20.51m~-10.80m；中风化层基底以下埋深 28.00m~35.20m，层顶标高-28.31m~-20.95m。基地标高为 3.50m 时基底地层主要为素填土、淤泥，粉砂，强风化(土状)层基底以下埋深 14.50m~23.90m，层顶标高-20.51m~-10.80m；中风化层基底以下埋深 24.50m~31.70m，层顶标高-28.31m~-20.95m。	
3	车间二	46.40m (6F)	/	12000	0/6.70m/9.20m	1、3号~5号、10号~12号	基底地层主要为素填土、局部为淤泥，强风化(土状)层基底以下埋深 22.50m~25.60m，层顶标高-18.83m~-15.91m；中风化层基底以下埋深 32.50m~38.40m，层顶标高-31.90m~-25.91m。	
4	仓库	50.50m (7F)	/	25000	0/6.20m/9.20m	1号~3号、13号~16号	基底地层主要为素填土，强风化(土状)层基底以下埋深 18.80m~24.30m，层顶标高-17.98m~-12.26m。	

序号	建筑名称	高度/层数	基础荷重		地下室层数/基底标高 (m) /±0.00m	对应剖面	主要工程地质特征	基础选型分析
			独基/筏基 (kPa)	柱底力 (KN)				
5	门卫	4.8m (1F)	100	/	0/7.40m/8.90m	2号	基底地层主要为素填土，强风化（土状）层基底以下埋深 24.20m，层顶标高-15.30m。	建议采用浅基础，对于基底揭露素填土区域需进行换填碾压处理，并经检测合格后使用。

11.3 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预应力管桩，以强风化泥质砂岩做为持力层时，桩长约16.40~29.40m；若采用以中风化基岩为持力层的嵌岩桩时，桩长约23.80~39.20m，具体嵌岩深度由设计计算确定。

11.4 建筑物变形特征分析

由于建筑地基不均匀、荷载差异大等因素易引起地基变形，从而引起建筑物变形。本项目主要建筑物为综合楼、车间一（含连廊）、车间二、仓库，结构类型为钢砼框架结构，建筑物变形特征主要由建筑相邻柱基的沉降差及倾斜值控制，必要时尚应控制平均沉降量。当拟建建筑物采用不同基础型式时，需考虑因地基不均匀沉降而引起相邻柱基间的沉降差或倾斜，设计需对不同类别地基土及建筑结构采取相应技术措施，从而把建筑物变形值控制在允许范围之内；需采取相应的建筑结构措施（如设置后浇带），把裙楼和主楼之间的差异沉降控制在允许范围之内。

11.5 地下水对桩基础设计和施工的影响

根据地质条件、场地及周围地形地貌分析，场地地下水分为第四系孔隙水及基岩裂隙水。孔隙水主要赋存于孔隙水主要赋存于第四系人工填土层、淤积层、冲洪积层、冲积层中，其次分布在残积层和全风化岩层中。其中粉砂层、中砂层为强透

水性，水量丰富，会产生流砂、管涌。

场地地下水位较高，灌注桩在成孔过程中易引起孔壁坍塌，造成施工较困难，并影响桩基浇筑质量，且对施工人员的安全生产带来威胁。灌注桩水下施工需采用合适的工艺。

场地存在承压水，且在承压水头高度范围内存在着强透水层，灌注桩在混凝土浇筑过程中，承压水可能冲刷混凝土中的水泥砂浆并将其带入强透水层中，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。

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。当施工停止或休止后，超孔隙压力会逐渐消散，土体的抗剪强度又逐渐恢复，达到甚至可能超过其原始强度。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。

地下水对灌注桩施工具有一定的影响，如成孔过程中成孔困难、易塌孔等，以及灌注过程中缩径和混凝土不能将泥浆水挤出而影响强度等。灌注桩水下施工需采用合适的工艺。

本场地地下水在不同环境条件下具有腐蚀性，基础设计时应根据场地地下水的腐蚀性对基础的混凝土及钢筋采用合适的防腐措施。

由于残积土、全、强风化岩具有受水浸泡易软化的特点，导致承载力急剧下降，对工程安全影响大，在设计和施工时应采取相应的处理措施。

11.6 特殊性岩土对桩基础设计和施工的影响

（1）人工填土①在拟建场地内全场分布，其厚度较大，物质组成不均匀，空间分布不均匀。当采用钻（冲）孔灌注桩或旋挖成孔灌注桩时，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）填土层存在局部存在碎石块可能使预制桩、搅拌桩成桩困难。

（3）本场地勘察期间揭露软土，软土层在桩基施工时成孔易缩径、坍塌，对施工速度和成桩质量造成不利影响。

（4）预应力管桩在软土上施工易造成桩身偏斜。

（5）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。当采用钻（冲）孔灌注桩或旋挖成孔灌注桩时，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清孔并及时浇筑桩基混凝土，以保证成桩质量。

（6）场地揭露风化硬夹层对桩基施工有不利影响，设计、施工时应注意避免持力层误判，导致承载力不够而引起建筑变形过大甚至破坏等，建议加大桩基入岩深度。

（7）中风化起伏较大且场地内存在风化不均匀形成的夹层，管桩施工时会造成断桩风险。

（8）残积土、全、强风化层受水浸泡易软化崩解，承载力降低，可能导致桩

基静载检测不合格。

（9）场地内可能存在夹层，易被误认为基岩，可能导致桩端未到稳定基岩上。

11.7 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生活、办公环境的影响；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环境影响，应采取有效的防范措施，加强对环境的保护，尽量避免其对环境的不利影响。

11.8 桩基及搅拌桩试桩

桩基及搅拌桩施工前业主应招标相关有资质单位进行工艺性试验确定桩基施工参数。桩基试桩是为了确定单桩承载力特征值，提供设计参数和施工工艺参数；搅拌桩试桩是为了确定搅拌桩的单桩承载力特征值和复合地基的承载力特征值，确定设计参数、施工工艺参数。

11.9 抗浮措施建议

本场地地下水位丰富，勘察期间实测水位埋深介于0.30~0.70m，平均埋深为0.51m；高程介于8.15~9.14m，平均高程为8.58m，规划地下室最深达5.70m，大范围空间长期处于地下水位以下，受到的浮力较大，综合楼、车间一及纯地下室部分上部荷载较小，当设计验算抗浮力难以满足要求，需额外设置抗浮桩或抗拔锚杆，抗浮措施建议结合基础型式及经济成本综合确定。抗浮锚杆力学参数建议值可参考表10.5中“岩土层与锚固体极限黏结强度标准值”相应岩土层建议值，“土体与锚固体摩阻力特征值”可取相应地层“岩土层与锚固体极限黏结强度标准值”的1/2。

同时地下室施工和使用期间应做好地下水位的监测，如水位过高，存在地下室上浮或底板开裂时应及时打减压井或采取其他有效措施。

12 基坑方案

12.1 基坑周边环境及地质条件

拟建场地原为鱼塘、耕植地，后经人工回填，场地北、东、西侧均为耕植地及鱼塘（目前大部分区域已回填），南侧毗邻水渠。

场地周边主要为空地，暂无建（构）物。场地现地面高程8.75~9.54m，最大高差为0.79m，平均9.09m。项目相对标高±0.00m相当于地面绝对高程8.90~9.20m。基坑底高程约为3.30~7.40m，基坑侧壁主要土层为①₁素填土、局部为②₁淤泥、②₂粉砂。

12.2 基坑支护安全等级

根据上述基坑周边环境及岩土工程条件：基坑周边环境条件简单，破坏后果严重；基坑开挖深度 2.00~5.70m；场地工程地质条件复杂；地下水位埋藏浅，对施工影响严重；按照《建筑基坑工程技术规程》（DBJ/T 15-20-2016）表 3.2.1 及《高层建筑岩土工程勘察标准》（JGJ 72-2017）第 8.7.2 条之规定：本工程基坑环境等级为三级；基坑工程安全等级为二级。

12.3 基坑支护方案

本场地含有较厚的软弱土层，地质条件较为复杂。为确保基坑开挖、地下室结构施工的顺利进行和施工安全，减少或避免对周边环境的不利影响，基坑工程施工时应采取相应的防护措施。根据各边具体情况，基坑支护建议如下表12.3-1。

表 12.3-1 基坑支护方案建议

基坑部位 (剖面)	安全等级	基坑开挖情况	工程地质条件	周边环境	基坑支护方案分析
东侧 (16--16')	二级	本段基坑长约 110m，周边地面高程介于 8.87~9.27m，基坑底标高约为 3.50m~7.00 m，开挖深度 2.00~5.50m。	基坑侧壁地层主要为素填土、淤泥、粉砂。	该段用地红线外为空地。基坑开挖边线距用地红线约为 15~23m。	建议采用钢板桩或排桩支护；排桩支护时，采用搅拌桩或高压旋喷桩进行截水帷幕。
西侧 (10--10')		本段基坑长约 140m，周边地面高程介于 8.75~9.11m，基坑底标高约为 3.30~6.70m，开挖深度 3.50~3.70m。	基坑侧壁地层主要为素填土、局部为淤泥、粉砂。	该段用地红线外为空地。基坑开挖边线距用地红线约为 14~27m。	建议放坡+复合土钉墙支护，采用搅拌桩或高压旋喷桩进行截水帷幕。
北侧 (1--1')		本段基坑长约 134m，周边地面高程介于 8.75~9.32m，基坑底标高约为 6.20~6.70m，开挖深度 2.50~3.00m。	基坑侧壁地层主要为素填土。	该段用地红线外为空地。基坑开挖边线距离红线距离约 17m。	建议放坡+复合土钉墙支护，并做好截排水措施。
南侧 (7--7')		本段基坑长约 140m，周边地面高程介于 8.91~9.21m，基坑底标高约为 3.30~7.00m，开挖深度 2.00~5.70m。	基坑侧壁地层主要为粉砂、淤泥、素填土。	该段用地红线外为空地，红线距离基坑开挖边线约 11~29m。	建议采用钢板桩或排桩支护；排桩支护时，采用搅拌桩或高压旋喷桩进行截水帷幕。

基坑进行开挖施工前和开挖期间应及时做好基坑内的截排水工作。截排水措施可在基坑周边采用搅拌桩或旋喷桩止水帷幕（搅拌桩或旋喷桩施工前应进行工艺性试验确定施工技术参数），止水帷幕应进入弱透水层一定深度，满足抗渗验算。

基坑进行开挖施工前和开挖期间应及时做好基坑内的截排水工作，在基坑顶和底设置排水沟，坑内设集水井降水。在基坑截排水的同时应做好周边建（构）筑物的沉降监测。

12.4 土石工程分级

采用明挖法施工，涉及土、石施工开挖问题。根据国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB 50307-2012）第 4.4.2 条及附录 F，岩土施工工程分级如下：

（1）I 级松土：用铁锹挖，脚蹬一下到底的松散土层，机械能全部直接铲挖，普通装载机可满载；

（2）II 级普通土：部分用镐刨松，再用锹挖，脚蹬连蹬数次才能挖动的。挖掘机、带齿尖装载机可满载、普通装载机可直接铲挖，但不能满载；

（3）III 级硬土：必须用镐先全部松动后才能用锹挖，挖掘机、带齿尖口装载机不能满载、大部分采用松土器松动方能用铲挖装载；

（4）IV 级软质岩：部分用撬挖及大锤开挖或挖掘机、单钩裂土器松动，部分需借助液压冲击镐解碎或部分采用爆破方法开挖；

（5）V 级次坚石：能用液压冲击镐解碎，大部分需用爆破法开挖；

（6）VI 级坚石：可用液压冲击镐解碎，需用爆破法开挖。

本场地岩土施工工程等级见下表：

表 12.4-1 岩土施工工程等级一览表

层号	岩土名称	主要工程地质特征	岩土分类	岩土施工工程等级
①	素填土	松散，均匀性差，局部混少量粉细砂颗粒、碎块石及建筑垃圾，土层透水性中等	松土	I
② ₁	淤泥	流塑，土层极微透水性	普通土	II
② ₂	粉砂	松散，土层透水性强	松土	I

层号	岩土名称	主要工程地质特征	岩土分类	岩土施工工程等级
③ ₁	粉质黏土	可塑，土层透水性弱	普通土	II
④ ₁	淤泥质土	流塑，土层极微透水性	普通土	II
④ ₂	粉质黏土	可塑，土层透水性弱	普通土	II
④ ₃	中砂	稍密~中密，土层透水性强	松土	I
⑤	粉质黏土	硬塑，土层透水性弱	普通土	II
⑥ ₁	全风化泥质粉砂岩	坚硬土状，土层透水性弱	硬土	III
⑥ ₁	强风化泥质粉砂岩	坚硬土状、砂土状，土层透水性中等	硬土	III
⑥ ₃	中风化泥质粉砂岩	呈柱状，风化裂隙较发育，土层透水性中等	软质岩	IV

12.5 周边环境监测建议

本场地紧邻，环境因素简单，施工期间应加强周边环境的监测，主要体现在以下方面：

- （1）应制定详细的施工前、施工过程中、施工后和运营期间的监测计划；
- （2）监测内容应包括结构的应力、应变和位移；岩土体的应力、应变和位移；地下水位；周边道路、建（构）筑物、地下管线的位移；有害气体；施工噪声等。
- （3）加强施工监测工作，防止基坑围护结构变形或受力过大，引发工程危害；加强基坑内外的地下水水位监测工作，防止地下水位大幅度降低，引起地面沉降过大，必要时进行地下水水质的监测。加强基坑渗水、涌水量监测。加强地表沉降及水平位移的监测，保证地下管线、管道及重要建筑物基础的安全。

总之，施工期间为确保基坑支护结构及周边环境的安全，必须对基坑及周围建筑物建立完善的监测系统，进行系统、全面的跟踪测量，实行信息化施工，以确保周围建（构）筑物的安全和施工的顺利进行。

13 岩土工程施工对环境的影响及注意事项

13.1 工程建设对环境的影响

（1）工程开挖清表，破坏地表，雨季容易导致水土流失，开挖前应做好土方开挖方案及弃土水土保持方案。

（2）工程建设易产生粉尘、污水、废气、噪音等污染，开工前应安装好扬尘控制设施、及时洒水减尘；控制好施工作业时段，降低对周边居民区的噪声、废气影响；做好污水净化、过滤措施，避免污水流出工地，流入市政管网。

（3）场地开挖抽排地下水导致地下水水位下降，周边土体自重应力增加，土体变形易导致周边建筑物及管线破坏，施工过程中应做好地下水位监测、建筑物沉降观测及管道的变形监测等。

（4）施工期间影响交通出行，施工前应做好交通疏导方案，做好行人、机动车的导流指示标识。

（5）工程建设产生的废弃物应及时清理、统一回收处理。

13.2 施工注意事项

（1）场地在进行支护施工时应充分考虑周边建（构）筑物的影响。

（2）基坑开挖后应做好坑内抽排水工作，避免基底土层施工扰动导致检测不合格。

（3）拟建场地内强风化基岩面较平缓，略有起伏，坡度约 10~20°，局部为

35°；中风化岩层面起伏较大，在钻孔 ZK51、ZK54 岩面坡度约为 48°，桩基施工时应予以注意。

（4）本场地地层变化大，填土厚度差异大，存在基岩面起伏及风化夹层等诸多不利工程地质问题。因此，在天然地基、桩基施工期间应加强验桩、验槽工作。

（5）基坑开挖后应尽快浇筑基底，避免坑底地基土应力释放后力学性质发生变化。

（6）本场地泥质砂岩，差异风化明显，岩体破碎、抗压强度低，桩基施工时易误判为桩端持力层，造成质量问题。

（7）离深基坑边1倍基坑深度范围内，不应当建造生活或者办公临时设施。必须建造时，应当经深基坑设计单位复核以及专家评审，并采取保护措施。

14 环境与地质条件可能造成的工程风险

本项目施工风险主要有工程开挖、基坑支护施工、地下水、特殊性岩土与不良地质作用等引发的工程风险。

14.1 工程开挖、基坑支护相关的工程风险

（1）拟建场地填土层组成成分复杂，厚度变化较大，局部地段较厚，易产生地基不均匀沉降问题。在大直径桩基成孔过程中易漏水、垮孔，建议对该层进行注浆处理。

（2）本场地揭露软土层，该层具高压缩性，低强度，自稳能力差的特征，其主要工程地质问题是强度低，灵敏度高，在扰动后强度大大降低，因此，施工时应尽量避免对其的扰动，根据情况加强基坑支护，该层不宜作为天然地基或基础持力层。

(3) 残积土、全、强风化层普遍具明显的砂性土的特征，扰动敏感性较强，土工试验反映其级配差，砂（砾）含量高。其泡水易崩解，容易发生孔壁坍塌、桩底沉渣超标及持力层软化等问题，应采取必要的措施予以治理。

14.2 地下水相关的工程风险

(1) 地下水与地表水之间存在密切水力联系。由于受到地形、地貌、气象、水文、开采活动等因素影响，地下水与地表水之间存在补给或排泄关系。场地位于冲积平原地下水一般埋藏深度较浅，通常地下水补给地表水。在水质上也存在密切关系，受到污染的地表水入渗补给地下水，极易造成地下水污染。地表水对基坑开挖有较大影响，基坑开挖时会沿开挖面向基坑内排泄，基坑周边设置排水沟、集水井、沉淀池等方式，主要用于疏排坑底汇水、基坑周边地表汇水、坑底渗水等。

(2) 地下水对基坑开挖有较大影响。基坑底以下存在砂层，其中地下水为承压水，随着开挖进行，不透水层厚度不断降低，当厚度降低到基坑土重无法支撑下方承压水水压时，承压水水压就会破坏基坑底板，可能产生基坑突涌现象易造成基坑突涌现象，甚至引起地面沉降。基坑设计时应做好止水措施，基坑开挖时应考虑排水措施及必要的保护措施，基坑周围地面应采取硬化和截排水措施，防止雨水、生活用水等地面水流入坑内。坑壁如出现残留水，应采取插泄水管等措施，有组织地疏导土层中的残留水。

(3) 场地地水位埋藏浅，地下水丰富，地下水水位变化，会对建筑物地基造成影响，表现在：当地下水位上升至基础底面以上时，会对建筑物的基础产生浮托作用；地下水下降时，地基所受到的浮力随之降低，可能会导致建筑物稳定性急剧下降。

(4) 地下水具有腐蚀性，易腐蚀埋入土中的锚杆、锚索、钢筋及混凝土，导致构件腐蚀破坏，施工、设计时应考虑足够的安全防护措施以减缓腐蚀。

(5) 场地存在强透水层，地质条件改变后，地下水流速快加快，土体细颗粒易随水流失，导致场地周边形成地下空洞，地下水携带泥砂从锚杆端口流出，易导致锚杆四周土体松动，锚杆失效。

(6) 砂层孔隙水具有承压性，锚杆成孔或桩基成孔后可能导致地下水渗流通道，成桩质量难以控制。

(7) 基坑开挖导致地下水位下降，易导致地面沉降、周边建（构）筑物变形。

14.3 特殊性岩土与不良地质作用等引发的工程风险

(1) 本场地揭露深厚人工填土层，桩基施工时易塌孔；基坑开挖时易失稳，建议加强支护。

(2) 场地内地下水埋深较浅且发育中砂层等强透水层，基坑侧壁主要为人工填土、淤泥等软弱土层，基坑设计与施工时应予以重视，应加强截排水措施。

(3) 场地内发育粉中砂层等强透水层局部位于基底之下，基坑施工时地下水易造成基坑突涌。

(4) 场地揭露风化硬夹层对桩基施工有不利影响，设计、施工时应注意避免持力层误判，导致承载力不够而引起建筑变形过大甚至破坏等，建议加大桩基入岩深度。

(5) 风化岩、残积土作浅基础持力层时，泡水扰动易导致地基承载力压板检测不合格。

14.4 其他风险

岩土工程勘察报告是设计施工的依据，但勘探点无法代表场地所有地质体的分布情况，在施工过程中应对地质条件进行验证和处理。施工过程中应关注涉及范围内的土层是否曾经受过扰动。如相邻建筑基础施工时的回填土，存在相邻建筑基坑施工时的锚杆、锚索、土钉等，曾经因铺设市政地下管线而进行过开挖和回填，废弃临设拆迁后遗留的基础等等。在基坑开挖过程中，如发现揭露的地层性状、地下水情况与勘察报告有差别，需要根据实际情况及时进行必要的验算、设计调整和施工措施调整。

14.5 危险性较大分部分项工程

本项目基坑开挖深度2.00~5.70m，基坑支护、土方开挖、基坑降水属于危险性较大工程，在施工过程中应加强基坑及周边道路、建筑的监测，及时预警，以便发现问题及时处理。

15 检测建议

施工完成后，应分别对桩基承载力及完整性，天然地基承载力及复合地基承载力按规范要求进行检测。

本项目桩基础检测可采用静载试验、钻芯法以及大小应变法。通过检测确定单桩竖向抗压极限承载力，检测灌注桩桩长、桩身混凝土强度、桩底沉渣厚度，判定或鉴别桩端持力层岩土性状，判定桩身完整性类别。

纯地下室部分采用浅基础时，基坑开挖后应做好坑内抽排水工作，避免基底土层施工扰动导致检测不合格。

复合地基承载力检验应进行单桩荷载试验和复合地基荷载试验，检测结果需符

合设计要求。

16 结论与建议

(1) 本场地特殊性岩土为人工填土层、软土层及风化岩与残积土。特殊性岩土对土方开挖、基坑支护施工、基桩施工均有影响。设计施工时应引起重视。

(2) 本工程场地未发现活动断裂、滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。场地第四系地层埋深及厚度变化较大，基岩风化稍不均匀，分布大面积深厚软土层，场地砂土液化严重，为不均匀地基。场地基本稳定性差，适宜性差。从工程角度出发，上述多种不利条件是可以工程措施得到整治的，经过工程措施得到整治后总体上可满足本工程的需要。

(3) 本场地建筑场地类别属III类。场地位于抗震设防烈度7度区，场地地震动峰值加速度调整为0.125g，基本地震动加速度反应谱特征周期调整为0.45s。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版）附录A设计地震分组与反应谱特征周期的对应关系表，场地设计地震分组为第一组。

场地分布大面积深厚软土层且场地砂土液化严重，属建筑抗震的不利地段。

(4) 本场地车间二地下水对混凝土结构具微腐蚀性；地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水条件下具有微腐蚀性，干湿交替条件下具有中腐蚀性。

其他区域建（构）筑物地下水对混凝土结构具弱腐蚀性；地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水条件下具有微腐蚀性，干湿交替条件下具有弱腐蚀性。

本场地地下稳定水位以上的土对混凝土结构具微腐蚀性；对钢筋混凝土结构中钢筋具有弱腐蚀性；对钢结构（仅考虑pH值）具有微腐蚀性。

(5) 综合考虑周边规划道路路面高程、拟建场地±0.00m高程、现状水位高程、

地形地貌环境和类似场地经验，建议地下室抗浮设防水位取绝对高程9.00m，地下室设计应满足抗浮要求。

（6）基础选型建议：详见表11.2。

（7）基坑支护建议：详见表12.3。

（8）场地地下水丰富，基坑支护及桩基施工过程中采用合理的施工工艺控制地下水，保证周边构筑物安全和施工顺利进行。

（9）场地基岩为泥质砂岩，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。

（10）施工期间宜加强周边环境的监测，建立完善的全方位监测系统，实现信息化施工，组建高效的应急项目管理班组，出现应急险情及时处理。

（11）桩基施工期间应加强验桩、验槽工作，遇到与勘察资料出入较大时应及时进行补充勘察。

（12）泥质砂岩风化不均匀，易形成风化夹层，有一定规律可循，但不能量化确定，设计与施工时应引起重视。

（13）场地岩石存在明显风化不均匀，风化夹层发育。当采用嵌岩桩时，若桩端未进入稳定完整的基岩，可能造成单桩承载力或变形不满足要求。采用预制桩时，施工过程中，桩端穿透硬岩困难或造成断桩，可能需要采取引孔措施。用嵌岩桩时，风化夹层的存在可能产生误判。因此，建议进行施工勘察工作（即超前钻），确保桩端置于完整连续稳定的基岩之中。

（15）依据《建筑环境通用规范》（GB 55016-2021）及《民用建筑工程室内环

境污染控制标准》（GB 50325-2020），建筑工程设计前，建设单位应委托具有资质的单位对场地土壤中氡浓度或土壤表面氡析出率应进行调查应出具相应报告。

（16）桩基及搅拌桩施工前应进行工艺性试验确定施工技术参数。

（17）报告中所作的分析和提出的建议是基于场地的钻孔资料，钻孔所揭露的岩性及深度为实测所得，钻孔间岩土层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，施工时应加强与勘察单位的沟通工作，发现问题及时处理。