

目 录

1 前言	1
1.1 工程概况	1
1.2 勘察目的	1
1.3 勘察工作执行的依据及主要标准	2
1.4 勘察方案布置	3
1.5 勘察工作方法	3
1.6 高程系统和坐标系统	4
1.7 完成工作量	4
2 沿线自然地理概况	4
2.1 地形及环境条件	4
2.2 气候	5
2.3 水系	5
2.4 区域地质	5
2.5 地基土的分布、构成与特征	6
2.6 场地水文地质条件	7
2.7 场地与地基地震效应	9
2.8 不良地质作用和特殊岩土	10
2.9 拟建工程与周边环境的相互影响	11
3 场地稳定性、适宜性评价	11
4 地基土均匀性及地基的稳定性、均匀性评价	12
4.1 地基土分层评价	12
4.2 地基的稳定性评价	12
4.3 地基的均匀性评价	12
4.4 预测建筑物的变形特征	12
5 土、石工程分级	12
6 基础选型建议与分析	13
6.1 基础选型	13
6.2 岩土参数	13
6.3 地下水、地表水对工程的影响	14
6.4 复合地基检测建议	14
7 管道基坑（槽）开挖支护建议	14
7.1 基坑环境等级与安全等级	14
7.2 基坑支护与开挖方案	15
8 地质条件可能引起的工程风险评价	15
9 结论与建议	16

附表

序号	内容	张数
1	勘探点一览表	1
2	场地地层统计表	1
3	各岩土层物理力学性质统计表	1

附图

序号	内容	张数
1	图例	1
2	钻孔平面布置图	3
3	工程地质剖面图	4
4	钻孔柱状图	9

附件

序号	内容	张数
1	土工试验成果报告	2
2	水质分析报告	2
3	土的易溶盐分析报告	1

1 前言

1.1 工程概况

受东莞市桥头镇规划管理所（东莞市桥头镇不动产登记中心）委托，我公司承担了本项目的所在场地的地质勘察任务，本项目工程名称为《东莞市桥头镇雅堤南路道路工程》，位于东莞市桥头镇，为规划新建道路，本项目路线呈西南—东北走向，路线起点接现状东太湖路，路线自西南向东北延伸，终点接现状普世一路。设计范围内路线全长 475.251m，规划红线宽度 30 米，为双向四车道，设计速度 30km/h，定位城市次干路。

主要涉及的配套给排水工程：1、新建与迁改 DN100~DN400 给水管，管材为球墨铸铁；2、新建 DN400 污水管，管材为 HDPE 缠绕结构壁 B 型管；3 新建 D600~D1200 雨水管，采用 HDPE 缠绕结构壁 B 型管；上述管道埋深约 2.16~4.09m。

本项目路基类型为一般路基，拟采用沥青混凝土结构，配套给排水工程拟采用换填石粉基础；地基允许变形符合相关规范要求。



图 1.1-1 场地位置示意

根据《市政工程勘察规范》（CJJ56-2012）第 3.0.1 条，本项目市政工程重要性等级为三级，场地复杂程度等级为二级，岩土条件复杂程度等级为二级，根据本项目工程重要性等级、场地复杂程度等级和岩土条件复杂程度等级，本项目市政工程的勘察等级为乙级。

1.2 勘察目的

本阶段勘察为详细勘察，勘察主要内容为根据现阶段的设计方案、设计对勘察的技术要求，为基础施工等提供详细的岩土参数，并作出分析、评价，提出相关建议。主要内容如下：

(1) 查明拟建场地工程地质条件、地貌、地层结构特征、各类土层的物理力学性质，对存在的主要工程地质问题评价并提出设计的建议。

(2) 查明拟建场地不良地质现象的成因、类型、空间分布、发生和诱发条件、发展趋势及危害程度，评价对各种结构的影响程度，并提出整治措施的建议和必要的防治工程设计参数；查明软土、新近填土等特殊土体的分布范围及工程性质，分析评价其对地基稳定性、设计与施工的影响，并提出处理措施的建议。

(3) 对场地和地基的地震效应进行评价，提出抗震设计所需的有关参数。

(4) 查明拟建场地的水文地质条件，包括地下水埋藏条件、分布特征及其补排关系，分析地下水对地基稳定性的影响，并判定水和土对混凝土结构的腐蚀性。

(5) 对拟建场地的稳定性和适宜性作出详细分析评价。

(6) 对拟建工程的地基处理及基础选型进行分析并提出建议方案，提供拟建构筑物基础设计所需的岩土参数。

(7) 分析工程周边环境与工程的相互影响，提出环境保护措施的建议。

1.3 勘察工作执行的依据及主要标准

1.3.1 执行依据

- 1) 本项目勘察设计合同；
- 2) 本项目勘察要求及设计方案。

1.3.2 主要技术标准

《市政工程勘察规范》（CJJ56-2012）
《公路工程地质勘察规范》（JTGC20-2011）
《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）
《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG3363-2019）
《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010）（2024 年版）
《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
《岩土工程勘察安全标准》（GB50585-2019）
《工程测量通用规范》（GB 55018-2021）
《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ 57-2012）
《工程勘察通用规范》（GB 55017-2021）
《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB55002-2021）
《建筑与市政地基基础通用规范》（GB55003-2021）
《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）
《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T 87-2012）

建设部《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》（2020 版）

《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部 2018 第 37 号令）

《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）

广东省《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）

东莞市《东建 2004》32 号文。

除遵循以上国家现行的有关规范、规程外，还依据建设、设计单位提供的工程地质勘测技术要求、总平面图和我公司岩土工程勘察专业统一技术措施。

1.4 勘察方案布置

1.4.1 工作方法

勘察采用工程地质测绘、钻探、标准贯入试验、重型圆锥动力触探试验及室内试验等综合方法。钻探采用回旋钻进、锤击钻探和干钻相结合的施工方法，泥浆护壁和套管护壁，泥浆作循环液，全岩段取芯。现场标贯试验采用自动脱钩的自由落锤法。

在软土和粘性土层中采取原状土样，在碎石类土及砂类土层中采取扰动土样，进行室内试验，对软土采用薄壁取土器，采用连续压入法取原状土样，可塑～坚硬状粘性土层，采用厚壁取土器以重锤少击的方式采取原状土样，砂土一般在标贯器或岩芯管中采取。取样后及时封存、运输、送试验室。取样的数量满足有关现行规程、规范的要求。

1.4.2 工作量布置原则

1.4.3 勘察孔平面布置

本项目设计内容为新建道路，本次勘察沿道路中心线布孔，共布置勘探孔 6 个，钻孔编号 LK**，均进行取样标贯。各勘探孔具体位置详见附图 2：《钻孔平面布置图》。

1.4.4 勘察孔孔深确定

根据相关规范的规定结合设计要求，道路钻孔需钻至设计标高以下至少 5 米，且需穿过填土、软土等软弱土层。

1.5 勘察工作方法

1.5.1 钻探与取样

采用 HT-150 型钻机，钻探方法采用回转式全岩芯钻探；在预定深度进行取样或原位试验，针对不同土层采用相应的取样器获得质量等级为 I～II 级的原状土样，砂土可采取 IV 级扰动样。岩石试样利用钻探岩芯制作，形状、尺寸和方向满足试验要求。

1.5.2 原位测试

标准贯入试验结合在钻孔中进行，采用自由落锤式。主要目的：计算地基土的力学指标，

判定浅层砂土或粉土地震液化效应，以及判定砂土密实度等。当用于场地地震液化计算时，在地面下 20.0m 深度范围内粉土、粉砂层中需进行标准贯入试验。

重型圆锥动力触探实验：采用自动落锤装置(锤重 63.5kg、自由落距 76cm)，适用于中密以下的碎石土、碎石回填土，记录每打入 10cm 的锤击数。

1.5.3 室内试验

土样、水样室内试验依照国家标准《土工试验方法标准》（GB/T50123—2019）执行。

1.5.4 钻孔封孔

所有钻孔待测量完稳定水位后，将废弃岩芯回填至原孔内，回填至孔口 30cm 范围内，水泥路上钻孔使用水泥砂浆进行封孔，其他钻孔采用粘性土封孔，并夯实抹平，恢复原貌。

1.6 高程系统和坐标系统

本工程各钻孔坐标采用国家 2000 坐标系，高程采用国家 85 高程系统。勘探点位置及孔口高程采用 GPS 测放。控制点位于场地附近：其坐标、高程详见下表 1.6-1：

表 1.6-1：部分控制点坐标一览表

编号	X 坐标	Y 坐标	高程（米）
A2	2547682.987	38512824.144	8.817
A5	2547579.532	38512578.183	8.066

1.7 完成工作量

本次勘察于 2025 年 5 月进场完成外业工作，部分钻孔受地下管线或地形条件限制作移位施工，具体位置见附图 2：勘探点平面布置图。本次勘察完成工作量统计如下表 1.7-1：

表 1.7-1：勘察工作量一览表

序号	工程项目		本次工作量	备注
1	钻孔	孔数（个）	6	
		钻孔总进尺（米）	102.70	
2	标准贯入试验（次）		24	
3	取土试样并试验（件）		25	
4	取岩样并试验分析(件)		/	
5	取水样并试验分析(件)		2	
6	取易溶盐试验样并分析（件）		2	

2 沿线自然地理概况

2.1 地形及环境条件

场地位于东莞市桥头镇，原始地貌为冲积平原地貌类型区。本工程道路位于桥头镇普世一路西侧、桥东路南五街东侧，北侧为河涌绿道，沿线地形起伏较小，高程约在 7.5～9.4m 之间；

沿线现状为荒地、树林等。根据现场踏勘结合物探资料显示，在场地沿线发现有多条地下管道管线，其中沿道路中线附近的排潮管、北侧的污水管对工程设计施工影响较大。总体评价：交通条件一般，施工条件较差。

2.2 气候

东莞地处南亚热带地区，属亚热带海洋性季风气候，炎热多雨，气候多变。平均年降雨量 1896mm，每年 6 月份前多为锋面雨，7 月以后以台风雨为主。降雨年内分布不均匀，约 85%集中在 4~9 月，其中 4~6 月的雨量约占 46.7%，10 月至下年 3 月为少雨季节。年平均日照总时数 1953.5h，日照率 50%；年平均气温 21.6℃，历史最低气温-1.9℃(1963 年 1 月 15 日)，年最高气温 38.2℃(1980 年 7 月 10 日)；常年风向以偏北风为主，偏北风频率 48%，偏南风频率 24%，年平均风速 2.3m/s，历年平均最大风速 18 m/s，台风平均每年 2 次，最多年达 7 次(1967 年)，风力最大可达 11 级，对南部地区影响较大。

由于工程区场地受季风气候影响显著。夏季盛吹南风或东南风，冬季盛吹北风或西北风。春秋两季，因受北方冷空气或南方海洋台风交替影响，风向不定，或吹东南风，或吹西北风。每年夏秋间，常有台风、洪涝或干旱的灾害，对市政建筑及人们生活带来很大的危害及影响。

2.3 水系

本区地表水系较发育，河塘、沟渠分布较多，主要为东江及其支流，水位受季节降雨变化影响较大。场地范围内未见固体地表水体，场地北侧有小河涌流经。

2.4 区域地质

2.4.1 区域地质构造

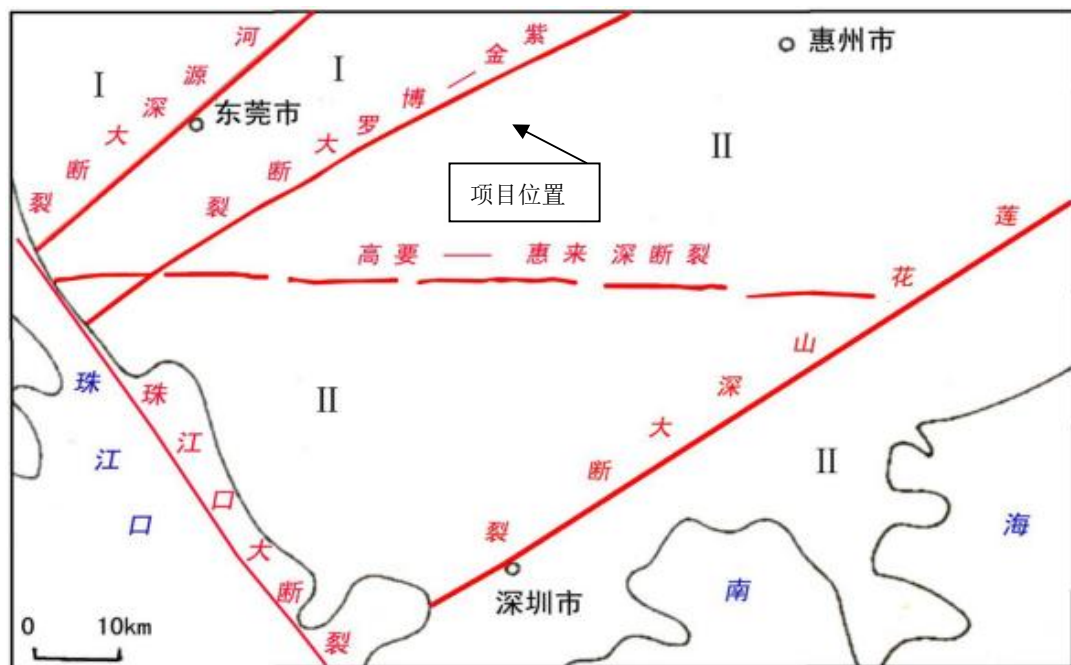
根据区域地质资料，东莞位于珠江三角洲东北端之东莞凹陷内。东莞凹陷属于珠江三角洲断陷盆地内的次级第四纪凹陷，覆盖层主要为晚更新世中期至全新世的松软粘土、砂砾层。盆地轴向为东西向。本区在地质历史上，曾经历过多次构造运动，因而断裂构造相当发育，场地周边主要断裂构造如下：

1、紫金-博罗大断裂：位于五华、紫金、博罗、东莞一带，推测斜贯珠江口至台山广海湾入南海。整体上呈北东 50° -60° 方向延伸，陆地上长约 360km，由紫金-博罗断裂和樟木头断裂组成，单条长在 200km 以上，主要倾向南东，倾角 40° -80°，局部陡立或向北西倾斜。它控制了燕山期花岗岩体的分布，复又切割了它们。地层普遍发育糜棱岩化、角砾岩化、片理化。北段金鸡组、桥源组、漳平组、高基坪群与燕山三期花岗岩，常呈断层接触。南西段构造形迹比较微弱。断裂性质为压扭性，形成于喜马拉雅运动期间。兴宁-博罗一线出露温泉 4 个，地震活动频繁，但强度均很低，断裂带有一定活动性。

2、高要-惠来深断裂带

该断裂分布于北纬 $22^{\circ} 40'$ ~ $23^{\circ} 20'$ 之间，经罗定、高要、广州、惠阳、海丰、惠来直插台湾浅滩，广东境内长约 500km，宽 10~30km。该断裂带主要由潜伏基底断裂及近东西走向的冲断层、正断层、不同时代的褶皱和中新代盆地所组成。沿断裂带发育着片理、片麻理、硅化、糜棱岩化，并伴有中、新生代酸性、碱性岩浆的多次喷溢。中新代盆地的分布及 36 处温泉出露。断裂在近代仍具有多期活动性。这表现在断裂性质交替变化，断裂两盘垂直差异运动，阶地变形，断层气的异常，温泉分布及地震活动。

场地内无明显的断裂构造，场地周边起主导作用是紫金—博罗大断裂和高要—惠来深断裂，两断裂带距离本场地均大于 10km，对场地影响较小。根据《建筑抗震设计标准》(GB/T50011-2010)（2024 年版）第 4.1 条，对于抗震设防烈度小于 8 度的地区，可忽略断层错动对地面建筑的影响，而根据东建【2004】32 号文，东莞市桥头镇抗震设防烈度为 6 度，因此，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响（仅供参考）。



以上断裂距离拟建场地最近约 10km，根据《建筑抗震设计标准》(GB/T50011-2010)（2024 年版）第 4.1 条，对于抗震设防烈度小于 8 度的地区，可忽略断层错动对地面建筑的影响，而根据东建【2004】32 号文，东莞市桥头镇抗震设防烈度为 6 度。因此，可忽略发震断裂错动对地面建筑的影响（仅供参考）。

2.5 地基土的分布、构成与特征

经勘察揭示，拟建场地地基由第四系人工填土层 (Q_4^{ml})、冲积层 (Q_4^{al}) 组成。第四系人工填土层主要由素填土组成；冲积层主要由粉质黏土、淤泥质土、粉砂、砾砂组成；场地岩土层结构较复杂。其工程地质特征详见工程地质剖面图、钻孔柱状图。现将钻孔揭露的岩土层工程地质特征自上而下综合描述如下：

人工填土层(Q₄^{ml})

①素填土：黄褐色、灰褐色,松散,主要由粘性土填成,局部夹碎石、砼块,顶部约 0.3 米夹植物根系,填成时间约 5 年。场地钻孔均有揭露,层厚 2.70~3.70m,平均 3.20m。

该层取土样 6 组;共进行标贯试验 5 次,实测标贯击数 $N=9\sim 17$ 击,平均值 12.2 击。

根据现场标贯及土工试验,结合地区经验,建议本层土承载力容许值 $f_{a0}=90\text{kPa}$ 。

第四系冲积层(Q₄^{al})

②1 粉质黏土：黄褐色、灰色,软可塑为主、局部软塑,切面光滑,粘性及韧性较好,干强度较高。场地钻孔均有揭露,层厚 3.40~4.90m,平均 4.12m。

该层取土样 6 组;共进行标贯试验 8 次,实测标贯击数 $N=6\sim 8$ 击,平均值 7.0 击,标准值 6.3 击;经杆长修正后击数 $N'=5.5\sim 7.2$ 击,平均值 6.3 击,标准值 5.7 击。

根据现场标贯及土工试验,结合地区经验,建议本层土承载力容许值 $f_{a0}=110\text{kPa}$ 。

②2 淤泥质土：灰黑色、深灰色,流塑,具腥臭味,夹较多砂与腐木。场地钻孔均有揭露,厚度 3.20~8.30m,平均 4.92m。

该层取土样 7 组,剔除异常样一组,统计 6 组;共进行标贯试验 7 次,实测标贯击数 $N=3\sim 5$ 击,平均值 4.0 击,标准值 3.6 击;经杆长修正后击数 $N'=2.4\sim 4.1$ 击,平均值 3.3 击,标准值 2.9 击。

根据现场标贯及土工试验,结合地区经验,建议本层土承载力容许值 $f_{a0}=70\text{kPa}$ 。

②3 粉砂：灰色、灰白色,松散-稍密,饱和,主要矿物成分为石英,砂质较纯,级配差。场地共 4 个钻孔有揭露,层厚 3.50~6.50m,平均 5.25m。

该层取土样 4 组;共进行标贯试验 4 次,实测标贯击数 $N=9\sim 13$ 击,平均值 10.8 击;经杆长修正后击数 $N'=6.9\sim 9.9$ 击,平均值 8.3 击。

根据现场标贯及土工试验,结合地区经验,建议本层土承载力容许值 $f_{a0}=100\text{kPa}$ 。

②4 砾砂：灰褐色、灰黄色,稍密为主,饱和,主要矿物成分为石英,砂质较纯,级配稍好。场地共 3 个钻孔有揭露,层厚 2.20~3.50m,平均 2.77m。

该层取土样 2 组;共进行标贯试验 2 次,实测标贯击数 $N=15.0\sim 18.0$ 击,平均值 16.5 击;经杆长修正后击数 $N'=10.8\sim 13.9$ 击,平均值 12.4 击。

根据现场标贯及土工试验,结合地区经验,建议本层土承载力容许值 $f_{a0}=180\text{kPa}$ 。

以上各(岩)土层的埋藏分布详见“工程地质剖面图”,岩土描述详见“钻孔柱状图”;“地层统计表”见附表 2;“标准贯入试验及物理力学性质指标统计表”见附表 3。

2.6 场地水文地质条件

2.6.1 地表水

场地范围内未见固定地表水体,北侧约 5 米外有河涌流经,大致呈东北—>西南流向,流速

较缓、流量受季节性降水影响较大，主要受大气降水、上游排水等补给，排水方式主要为蒸发、渗流、先下游排泄等。

2.6.2 地下水

场地地下水类型主要为第四系松散土层孔隙水：

孔隙水属潜水型，主要赋存于第四系填土、冲积层中，主要受大气降水、地表水体入渗补给，以蒸发、渗流等方式排泄，水位受季节影响，年变化幅度约 1.0 米，场地地下水位埋藏较小，孔隙潜水位与地下水稳定水位大致相同，分层量测水位相近。

根据场地环境地质条件，本场地属于 II 类环境类别。路基上部土层处于地下水或地表积水影响的过渡带区内，路基干湿类型为中湿。

素填土属弱～中透水性，富水性较差；粉质黏土属微～弱透水性，富水性差；淤泥质土属微～弱透水性，富水性较好；粉砂与属弱～中透水性，富水性较好；砾砂属强透水性，富水性较好。

勘察期间各钻孔中均遇见地下水，受水钻开孔影响，部分钻孔未观测到初见水位，24 小时后观测其稳定（混合）水位，水位埋深及标高统计如下表：

表 2.6-2：水位埋深与标高统计表

数据个数	水位埋深(m)			水位标高(m)			类型
	最小值	最大值	平均值	最小值	最大值	平均值	
6	1.30	2.20	1.73	6.40	6.90	6.70	稳定

勘察期间位于雨季，场地土层中含水量偏高，且受填土层的塌孔等影响，所观测的水与实际水位可能存在偏差，设计时可根据最不利工况采用地下水位埋深。

2.6.3 地下水的腐蚀性

根据规范及地区经验，场地内地下水环境类型为 II 类，地层渗透性分类以 A 类为主。

本次勘察在场地取地下水样 2 件进行水质分析试验，根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）2009 年版规定进行腐蚀性评价，试验结果及腐蚀性评价详见下表：

表 2.6-3：地下水的腐蚀性判别表

指标	单位	测试结果		水对混凝土结构的腐蚀性		水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	
		ZK2	河涌水	II 类环境	A 类渗透性地层	长期浸水	干湿交替
SO ₄ ²⁻	mg/L	19.10	17.44	微			
Mg ²⁺	mg/L	8.46	10.23	微			
NH ₄ ⁺	mg/L	0.54	0.34	微			
侵蚀性 CO ₂	mg/L	8.80	4.44		微		
Cl ⁻	mg/L	27.46	34.26			微	微
pH 值		6.86	6.91		微		
HCO ₃ ⁻	mmol/L	1.331	1.470		-		
OH ⁻	mg/L	0.00	0.00	微			

总矿化度	mg/L	194.95	218.60	微			
------	------	--------	--------	---	--	--	--

综合评价场地内地下水对混凝土结构具微腐蚀性；长期浸水条件下，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性；干湿交替条件下，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。

2.6.4 土对混凝土腐蚀性

本次勘察在场地内中取地下水位以上浅层土 2 件进行易溶盐分析试验，根据易溶盐分析结果，按《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）2009 年版规定进行腐蚀性评价，评价结果详见下表：

表 2.6-4：土的腐蚀性判别表

腐蚀等级	土对混凝土结构的腐蚀性评价				土对砼结构中的钢筋		土对钢结构
	按环境类型（Ⅱ）		按地层渗透性		A	B	
			A 类	B 类			
腐蚀介质	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	Mg ²⁺ (mg/kg)	pH 值		Cl ⁻ (mg/kg)	Cl ⁻ (mg/kg)	pH
ZK1	10	6	6.31	/	35	/	6.31
ZK6	10	2	5.92	/	21	/	5.92
土的腐蚀性评价	微	微	弱		微	微	微

综合易溶盐分析结果：场地浅层土对混凝土结构具弱腐蚀性；土对钢筋混凝土结构中钢筋以及钢结构（仅针对 pH 值）具微腐蚀性。

水和土对建筑材料腐蚀的防护，应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T50046-2018 的规定。

2.7 场地与地基地震效应

2.7.1 场地地震动参数的确定

根据《建筑抗震设计标准》(GB/T50011-2010)2024 版东莞市《东建[2004]32 号文件》有关规定：勘探区设计基本地震加速度为 0.05g，设计地震分组为第一组，抗震设防烈度为 6 度。

2.7.2 场地类别

根据钻孔揭露情况，在钻孔深度范围内，场地土层由第四系填土层、粉质黏土、淤泥质土、粉砂、中粗砂等组成，土层结构较复杂。本次勘察受深度限制，未能揭穿覆盖层，根据国家标准《建筑抗震设计标准》（GB/T50011-2010）（2024 年版）的第 4.1 节条文，并结合场地附近工程经验，取场地代表性钻孔 LK2、LK5 进行计算，计算结果详见下表 2.7-2：

表 2.7-2：场地覆盖层土层等效剪切波速计算表

层 号	岩土名称	第 i 土层剪切波速(m/s)	ZK1 第 i 土层厚度(m)	ZK5 第 i 土层厚度(m)
①	素填土	110	3.0	3.5
② ₁	粉质黏土	120	3.4	4.3
② ₂	淤泥质土	100	4.9	8.3
② ₃	粉砂	120	8.7	-

② ₄	砾砂	180	-	3.9
计算深度 (m)		-	20.0	20.0
剪切波速 v_{se} (m/s)		-	112.93	119.06
土的类型		-	软弱土土	软弱土
覆盖层厚度介于 (m)		-	15~80	15~80
场地类别		-	III	III

根据计算结果，场地土类型为软弱土，场地类别为III类。根据《建筑抗震设计标准》(GB/T50011-2010)2024 版的第 5.1.4 节条文，特征周期值为 0.45s；根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)附录 E，III类场地地震动峰值加速度调整系数为 $F_a=1.30$ 。

2.7.3 场地液化判别与软土震陷

场地抗震设防为 6 度区，可不考虑。

2.7.4 抗震地段

按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2016 版有关规定，结合本次勘察揭露的岩土层、场地周边情况，划分拟建场地为对建筑抗震不利地段。

受场地条件限制，本工程无法避开抗震不利地段，设计时应采取适当的抗震措施，以减小或消除抗震不利地段的不良影响。

2.7.5 地震稳定性评价

本场地存在较厚的填土、软土层，应注意其有向临空面液化侧向扩展或流滑的风险，风险显著时应进行抗滑动验算及采取工程结构措施，确保地基基础的稳定。

2.8 不良地质作用和特殊岩土

2.8.1 不良地质作用

本场地地貌原始地貌冲积平原，场地未发现地下岩溶、地面塌陷、活动断裂等不良地质作用，钻探过程中未发现埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等埋藏物，也未发现有洞穴、临空面、破碎岩体或软弱岩层等，邻近无山体、边坡，无诱发滑坡、崩塌、泥石流等致灾隐患。区域地质构造资料及历史地震活动记录表明本区为地震活动相对较弱、活动频度较低地区。

2.8.2 特殊性岩土

根据本次勘察，本场地分布的特殊性岩土主要有填土、软土。

(1) 填土

①层素填土：松散状，厚度不均，回填时间约 5 年，回填料复杂，土质不均匀，具中、高压缩性，易造成不均匀沉陷等现象。根据土工试验中孔隙比、含水量、饱和度、液限等指标结合地区经验判断，该层填土不具湿陷性。

(2) 软土

②2 层淤泥质土：流塑状，具有含水量高、压缩性高、触变性高、抗剪强度低、承载力极低

的特点，其稳定性差，属对基础设计和建筑抗震不利地层。

(3) 特殊性岩土层对地基基础的影响及防治：

人工填土层：在场地浅部广泛分布于地表，成分不均匀，土体松散，土体之间孔隙空洞多，渗透性较强。该层易扰动、软化，作为路基持力层时沉降难控制。防治措施：可采用工程措施，如换填、碾压等。

软土：其厚度、埋深变化较大，工程力学性质极差，难以满足路基持力层安全厚度要求，此土层是最易诱发地面沉降地质灾害的土层；其不均匀沉降的特性是造成“波浪”路面、路面开裂、甚至崩塌、滑移的主要因素，因此淤泥质土层是影响本工程建设的主要特殊性岩土。

具体处治措施可采用：对埋深浅、厚度小的淤泥质土建议采用换填垫层法、抛石挤淤法处理，对埋深、厚度较大的淤泥质土建议采用高压旋喷桩或水泥搅拌桩处理。

2.9 拟建工程与周边环境的相互影响

2.9.1 拟建工程对周边环境的影响

1) 拟建场地临近工业区，行人和车辆较密集，因此施工时，施工区域须进行围挡隔离，防止施工时对行人、车辆安全造成影响，同时要合理安排工作时间，避免施工噪音对居民生活产生影响，并应防止废浆液等垃圾污染周边环境。

2) 道路施工产生的较多废料废浆等应定点堆放，定时运走，以免造成大的环境污染。

3) 施工时应注意施工机械的噪音对周边居民的干扰，注意建筑、生活垃圾的处理，保证场地的文明施工。

2.9.2 周边环境对拟建工程的影响

1) 拟建场地内部分区域存在大块径的砼块等建筑垃圾，对其处理可能造成额外的费用；

2) 场地范围内发现有多条地下管道管线，施工前应注意管线的保护。

3 场地稳定性、适宜性评价

本场地处于相对稳定的地质构造背景，场地地形地貌较复杂，场地不存在地下岩溶、地面塌陷、活动断裂等不良地质作用，未发现滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害隐患，未揭露对工程不利的地下埋藏物。

场地分布的填土、软土等特殊岩土，对场地稳定性有一定影响。

拟建场地岩土种类较多，工程性质较差，地质和施工条件偏差，根据场地周边环境结合本次揭露的岩土层，场地为对建筑抗震不利地段，场地稳定性差。总体评价，工程建设适宜性差，在充分考虑不良地质因素前提下，采取相应的工程措施后，适宜拟建工程的建设。

4 地基土均匀性及地基的稳定性、均匀性评价

4.1 地基土分层评价

根据工程性质和现场地质条件，场地地基土分析如下：

①层素填土：场地均有分布，松散～稍密，其结构均匀性偏差，稳定性较差，承载力偏低，未经处理不宜用作基础持力层。

②1层粉质黏土：全场地有分布，呈软塑-软可塑，厚度与埋深变化较大，稳定性偏差，承载力偏低，可作为地基处理类的基础持力层。

②2层淤泥质土：场地均有分布，流塑状，具有承载力低、高压缩性、高灵敏度、抗剪能力差等特点，工程力学性质极差。不宜直接作天然持力层，一般应进行人工处理，处理方法可采取换填法或抛石挤淤法或水泥土搅拌桩等。

②3层粉砂：多数场地有分布，埋深与厚度变化较大，松散～稍密，稳定性偏差，承载力偏低，可作为地基处理类的基础持力层。

②4层砾砂：部分场地有分布，埋深与厚度变化较大，稍密～中密，稳定性稍好，承载力较高，可作为地基处理类的基础持力层。

4.2 地基的稳定性评价

拟建场地浅部地基岩土层物理力学性质变化较大，属软弱土地基类型，厚度变化较大，均匀性及稳定性偏差，承载力偏低，作为基础持力层时可能因建筑物荷载过大或外力作用下导致地基失稳或不均匀变形，进而影响到建筑物的正常使用。总体评价，地基稳定性较差。根据工程性质，建议对浅部揭露有软弱土的地基采取相应工程措施或选用下卧工程力学性质较好的岩土层作为基础持力层，以确保地基的稳定性。

4.3 地基的均匀性评价

场地地基土为填土、粉质黏土、淤泥质土、砂土层等，层位不稳定，同时各土层的状态、深度和厚度在水平和垂直方向局部变化较大，在荷载作用下易发生应力集中或扩散，从而导致地基产生不均匀沉降，影响稳定性，且填土、软土等属特殊性土，综合评价本场地地基为不均匀地基。

4.4 预测建筑物的变形特征

该道路路基沉降特征主要为填方因压实度不满足要求而导致的差异沉降，其可能引起路面开裂、下沉等危害。路基填方应控制好压实度，路基压实系数及水稳层性能满足设计要求，同时做好道路排水工作，防止积水渗入路基导致浸水软化。

5 土、石工程分级

根据本次勘察结果，按《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）附录 J 土、石工程分

级表，将本次勘察揭露的各地层的土石分级列表如下表 5-1。

表 5-1 土、石工程分级表

土、石等级	土、石类别	土、石名称
I	松土	砂土、腐殖土、种植土，可塑、硬塑状的粘性土及粉土，松散的水分不大的粘土，含有 30mm 以下树根或灌木根的泥炭土
II	普通土	水分较大的粘土，半坚硬、硬塑状的粉土、粘性土、黄土，含有 30mm 以上的树根或灌木根的泥炭土、碎石土（不包括块石土或漂石土）
III	硬土	坚硬粉土、粘性土、黄土，含有较多的块石土及漂石的土，各种风化成土块的岩石
IV	软石	各种松软岩石、盐岩，胶结不紧的砾岩、泥质页岩、砂岩、煤，较坚实的泥灰岩、块石土及漂石土，软的节理多的石灰岩
V	次坚石	硅质页岩、砂岩、白云岩、石灰岩、软玄武岩、片麻岩、正长石、花岗岩
VI	坚石	硬玄武岩，坚实的石灰岩、白云岩、大理岩、石英岩、闪长岩、粗粒花岗岩、正长岩

综上所述，本场地内的①层素填土、②1 层粉质黏土、②2 层淤泥质土、②3 层中砂、②4 层砾砂的土、石等级属 I 级，土、石类别为松土。

6 基础选型建议与分析

根据配套给排水工程管道设计标高与场地地层分布，结合经济性、可行性等，对基础选型建议如下：

6.1 基础选型

换填垫层法：此法适用于浅层软弱土层或不均匀土层的地基处理，对场地浅部的填土、淤泥可采用砂石、素土或灰土等置换或采用抛石挤淤置换，填筑时需对料土进行击实试验、保证在最优含水量和最大干密度状态下进行分层夯实填筑，以免出现弹簧土。换填垫层的厚度应根据置换软弱土的深度以及下卧层的承载力确定，厚度宜为 0.5~3.0m，设计时换填或地基处理的深度应满足软弱下卧层的地基承载力验算。垫层压实系数应符合相关规范规定，承载力宜通过现场静载荷试验确定，经检测后满足设计要求方可作为路基的基础持力层。

复合地基：如通过松木桩、预制小砼桩、CFG 桩等，具体可采用 CFG 桩：通过水泥、粉煤灰、碎石和水的混合物形成桩体，与桩间土共同承担荷载，适用于软土、填土等软弱地基的加固。所形成的复合地基的力学性质大大改善，地基的抗剪强度显著提高，复合地基承载力显著提高，沉降大大减少。此法突出特点是：设备简单、施工速度快，材料成本低；同时存在质量控制难、对施工工艺要求高、对环境影响较大等缺点。

6.2 岩土参数

根据广东省标准 DBJ15-31-2016《建筑地基基础设计规范》、《公路桥涵地基与基础设计规

范》（JTG D63-2019）、结合土工试验、当地岩土层的经验，有关土层的地基承载力基本容许值 f_{ao} （kPa）、重力密度 γ 、压缩 E_0 /变形 E_s 模量、凝聚力 C 、内摩擦角 Φ 、桩周第 i 层土侧阻力 q_{si} 等建议数值如下表 6.2-1：

表 6.2-1 岩土层物理力学参数建议值

层序	土层名称	状态	f_{ao} (kPa)	γ (kNm ³)	E_0/E_s (MPa)	C (kPa)	Φ (度)	q_{si}
		密度						(kPa)
①	素填土	松散	90	18.5	4.1	25.0	22.0	12
②1	粉质黏土	软塑-软可塑	110	18.3	4.1	14.5	5.5	15
②2	淤泥质土	流塑	60	16.3	2.5	10.0	4.0	8
②3	粉砂	松散-稍密	100	18.5*	$E_0=15.0^*$	*1.0	*15.0	10
②4	砾砂	稍密-中密	180	18.5*	$E_0=25.0^*$	*0.0	*20.0	16

注：

- 1、抗剪强度通过直接剪切试验测定：对土样施加不同的垂直压力进行剪切试验，从而得到相应的抗剪强度；
- 2、上述各岩土层的承载力容许值是结合原位标贯测试、室内土工试验及地区经验提供的；
- 3、CFG 桩端端阻力特征值可参考未经修正的桩端地基土承载力特征值，准确的承载力建议通过现场试验获取。

6.3 地下水、地表水对工程的影响

场地范围内，地表水主要为径流及大气降水，地表水体以裂隙带形式渗入路基；地下水主要为第四系土层孔隙水，靠近路面地下水体借助毛细的作用上升至路基。受地表水、地下水的影

响，可能会出现降低路基强度和稳定性、道路软化、沉陷、翻浆等危害。

路基排水设计时，建议对大气降水（地表水体）路基两侧设置边沟、截水沟、跌水、急流槽或地表排水管等设施，排除地表水体，减少地表水体对路基影响。对靠近路面地下水可设置暗沟、渗沟，排除或截断地下水流，降低地下水位。道路排水系统并于地区排水规划相协调。

6.4 复合地基检测建议

在场地复合地基施工完成后应进行其质量检测，其质量检测主要包括复合体强度、长度等。检测方法主要包括挖桩检测法、轻便触探仪触探法、静力触探法和标贯法检测、小应变动测法、钻孔取芯法、复合地基静载试验等；若采用 CFG 桩，建议进行单桩静载荷试验。

7 管道基坑（槽）开挖支护建议

7.1 基坑环境等级与安全等级

拟建管道埋深约 2.16~4.09m，基坑开挖深度范围内土层主要为填土、粉质黏土；工程地质条件中等复杂；场地周边存在较多的管道管线。

根据《建筑基坑工程技术规程》（DBJ/T15-20-2016）3.2.1~2 条相关规定划分，本工程基坑环境等级为二级、基坑安全等级为二级。

7.2 基坑支护与开挖方案

管道基坑开挖时，素填土易发生垮塌，部分场地由砂土填成的填土在一定的动水头压力作用下易发生流砂现象。拟建管道沿现状道路敷设，管道基坑开挖需充分考虑对道路稳定性的影响，当拟建管道开挖深度小于 3m 时，浅埋与基底为素填土的管线，在用地范围允许下可采用放坡开挖方式进行，或者采用横列板进行基坑支护；当管道开挖深度大于 3m 时，建议采用拉森钢板桩进行支护，必要时还可以辅以内支撑。管道基坑开挖时应做好降排水工作，如采用明沟排水。

场地部分区域地下水位埋深浅，管道开挖基坑施工及使用期间应考虑到地下水的浮托作用，同时考虑到地下水作用的长期性、季节性及强降雨等不利因素影响，结合场地周边环境及地区经验，根据《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)第 4.3.11 条，建议管道开挖基坑施工及使用期间的抗浮水位取各地段相应的地面高程。管道设施抗浮措施一般可采用结构自重抗浮。

根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房城乡建设部令第 37 号）和《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）相关规定，拟建项目明挖段工程属“危险性较大的分部分项工程范围”：一、基坑支护、降水工程，开挖深度超过 3m（含 3m）或虽未超过 3m 但地质条件和周边环境复杂的基坑（槽）支护、降水工程；二、土方开挖工程，开挖深度超过 3m（含 3m）的基坑（槽）的土方开挖工程。

基坑开挖可能引起工程环境地质问题，故拟建工程基坑开挖、支护应进行专门设计及做好相应监测工作。具体的止水、排降水方案应进行专门的设计。必须加强对基坑设计和施工工作，必要时建议进行专家评审、论证，施工单位应针对深基坑制定专项施工方案，建议加强第三方监测工作，发现异常应及时报告。针对本场地因地质条件可能造成的较大工程安全风险，应做好工程防治措施，保证施工安全。

8 地质条件可能引起的工程风险评价

1) 填土：承载力低，压缩性较大，在各种荷载的作用下，由于自身的高压缩性、不均匀性引发有害变形，对工程的施工产生影响，容易产生地面沉降、建筑物倾斜及引起地表裂缝等，应采取有效的防护措施。

2) 软土：场地范围内广泛分布有软土层，承载力低，压缩性大，在各种荷载的作用下，由于自身的高压缩性、不均匀性引发有害变形，对地面使用功能产生影响。

3) 砂土：场地砂土层多为松散状态，其承载力较低，压缩性偏大，在振动作用下易发生涌砂、液化沉陷等不利情况；且砂层中的水具有渗透性，可能会导致搅拌桩在砂层中水泥浆流失，难以成型。

4) 地下水可能带来的工程风险有：路基持力层应考虑当场地内地下水位升降时，可能引起

地基土的回弹、附加沉降和附加的托浮力对地基土的影响。场地发育第四系孔隙水，地下水与之存在一定的水力联系，地下水位的变化对环境最大的影响是引起软弱土层固结沉降，从而引起地面沉降，对邻近构筑物及地下管线造成影响。基岩裂隙水为承压水，地下水位降低，引起自身固结及附近软弱土层固结的可能性较小，影响不大。

9 结论与建议

(1) 拟建场地沿线新构造运动相对较弱，区域地质构造相对稳定，根据场地情况结合本次勘察揭露，拟建场地稳定性为基本稳定，场地未发现有河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物，但拟建场地存在的较厚的填土、软土等软弱土层，经处理并采取合适的基础形式，适宜建设本工程项目。

(2) 场地抗震设防烈度为 6 度，设计地震基本加速度值为 0.05g。设计地震分组为第一组。场地土类型综合判定为软弱土，场地类别属 III 类，特征周期为 0.45s。场地属抗震不利地段，设计时应采取适当的抗震措施，以减小或消除抗震不利地段的不良影响。

(3) 本次勘察在工程沿线未发现污染源。同时地下水对混凝土结构具微腐蚀性；长期浸水条件下，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性；干湿交替条件下，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性；场地浅层土对混凝土结构具弱腐蚀性；土对钢筋混凝土结构中钢筋以及钢结构（仅针对 pH 值）具微腐蚀性。水和土对建筑材料腐蚀的防护，应符合现行国家标准 GB50046《工业建筑防腐蚀设计标准》的规定。

(4) 拟建工程可采用换填、CFG 桩等方式进行地基处理，处理后的复合地基经检测承载力和沉降变形满足设计与规范要求后方可作为道路的基础持力层。