

甲级地质灾害危险性评估单位证书编号：440020231110122

广东省广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目  
地质灾害危险性评估报告

广东省工程勘察院

二〇二四年四月

广东省广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目  
地质灾害危险性评估报告

职 责	姓 名	证书编号	签 名
评估人员	丁庆峰	粤 0961	
	韩 笑	粤 20210425	
	马 健	粤 1527	
项目负责人	韩 云		
审 核	李小破		
技术负责人	李小破		
单位负责人	谢盛		

广东省工程勘察院  
二〇二四年四月

# 目 录

前 言	1
第一节 评估任务由来	1
第二节 评估工作的依据	1
第三节 主要任务和要求	4
第一章 评估工作概述	5
第一节 地理位置及交通	5
第二节 工程概况与用地范围	6
第三节 以往工作程度	9
第四节 工作方法及完成的工作量	11
第五节 评估范围与级别的确定	15
第六节 评估的地质灾害类型	16
第二章 地质环境条件	17
第一节 区域地质背景	17
第二节 气象、水文	25
第三节 地形地貌	27
第四节 地层与岩石	27
第五节 地质构造	28
第六节 岩土类型及工程地质性质	30
第七节 水文地质条件	35
第八节 人类工程活动对地质环境的影响	38
第九节 地质环境条件小结	38
第三章 地质灾害危险性现状评估	40
第四章 地质灾害危险性预测评估	41
第一节 工程建设引发地质灾害危险性的预测	41
第二节 工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测	58
第三节 地质灾害危险性预测评估小结	59
第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施	61
第一节 地质灾害危险性综合评估原则及量化指标的确定	61
第二节 地质灾害危险性综合分区评估	62

第三节 建设场地适宜性评估.....	64
第四节 地质灾害防治措施.....	65
第五节 综合评估小结.....	68
<b>第六章 结论与建议.....</b>	<b>69</b>
一、结论.....	69
二、建议.....	70

## 附件：

- 1、资质证书
- 2、合同
- 3、照片（6 张）
- 4、评估人员资质证书
- 5、审核人和技术负责人职称证书
- 6、钻孔柱状图（6 张）
- 7、初审意见

## 附图：

- 1、广东省广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目地质灾害分布图（1:2000）
- 2、广东省广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目地质灾害危险性综合分区评估图（1:2000）



# 前 言

## 第一节 评估任务由来

广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目（以下简称“拟建项目”）位于白云区石井街道，拟建设病床数量为 500 张，主要建筑物包括科技楼、住院楼、学术报告厅、感染楼、宿舍楼及门急诊综合楼等，总用地面积 52541m<sup>2</sup>，总建筑面积 106976m<sup>2</sup>，地下建筑面积 35000m<sup>2</sup>。

本项目建设将有利于打造集皮肤性传播疾病、麻风病防控、临床救治、应急处置、科学研究和创新成果转化为一体的医防结合、防医教研协同发展的、国际领先的国家级区域皮肤性病医疗中心。补齐广东省公共卫生服务短板，完善性传播疾病麻风病预防控制体系，扩大医疗服务辐射半径，提升皮肤性病麻风病的医疗救治服务量，增加危重症患者诊疗收治率，最终实现广东省性病疫情快速增长的趋势得以有效遏制，彻底消除麻风病危害，突发公共卫生和重大疾病防控能力得以较大提升。

根据《广州市地质灾害“十四五”防治规划》易发区的划分，拟建场地位于地质灾害高易发区，主要灾种为地面塌陷，根据国务院 394 号令《地质灾害防治条例》、国土资源部《关于加强地质灾害危险性评估的通知》国土资发[2004]69 号文、广东省国土资源厅《关于进一步规范我省地质灾害危险性评估和矿山地质环境影响评价有关事项的通知》粤国土资地环发[2007]137 号文、国土资源部关于《建设用地审查报批管理办法》及广东省人民政府办公厅《关于印发广东省建设用地审查报批办法的通知》（粤府办[2019]11 号）等文件要求，结合拟建项目的地质环境条件和工程建设的实际需要，需要对拟建项目进行地质灾害危险性评估。

2021 年 12 月 17 日，受南方医科大学皮肤病医院的委托，我单位承担了该项目的地质灾害危险性评估工作（合同见附件 2）。由于项目设计规划调整，2024 年 1 月本项目可研方案最终确认后，我单位依据最新规划设计于 2024 年 4 月开展了本次地质灾害危险性评估工作。

## 第二节 评估工作的依据

### 一、法规和政策依据

1、《地质灾害防治条例》（国务院 29 次常务会议通过，中华人民共和国国务院令 第 394 号）2003 年 11 月 24 日；

2、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发〔2011〕20号），2011年6月13日；

3、《国务院办公厅印发贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作决定重点工作分工方案的通知》（国办函〔2011〕94号），2011年9月7日；

4、广东省人民政府《转发国务院关于加强地质灾害防治工作的决定的通知》，粤府〔2011〕92号，2011年8月3日；

5、广东省人民政府办公厅《印发广东省贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作决定重点工作分工方案的通知》，粤府办函〔2011〕672号，2011年10月28日；

6、《广东省国土资源厅关于做好取消地质灾害危险性评估备案制度衔接工作的通知》（粤国土资地环电〔2014〕232号）；

7、广东省人民政府办公厅《关于印发广东省建设用地审查报批办法的通知》（粤府办〔2019〕11号）2019年6月10日；

8、广东省人民政府办公厅关于印发《广东省突发地质灾害应急预案》等4个专项应急预案的通知（粤办函〔2020〕320号，2020年12月10日）。

9、广东省地质灾害防治协会《关于印发广东省建设工程开展地质灾害危险性评估结束两年仍未动工的项目重新评估的补充规定的通知》（粤地协字〔2021〕8号）；

10、广东省人民政府办公厅关于印发《广东省强化资源要素支撑全力推进省重大项目开工建设的工作方案》的通知，粤办函〔2021〕227号；

11、广东省自然资源厅“关于印发《广东省地质灾害特征认定和分级标准（2021年版）》的通知”（粤自然资函〔2021〕1035号）；

12、广东省人民政府办公厅印发《广东省人民政府办公厅关于进一步加强地质灾害防治工作》的通知，粤办函〔2022〕76号；

13、《广州市地质灾害防治管理规定》（广州市人民政府令第205号，2024年4月1日）；

## **二、技术规范、标准和规定**

1、《地质灾害危险性评估规范》（GB-T 40112-2021）；

2、《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版），广东省地质灾害防治协会，2023年1月；

3、《广东省地质灾害详细调查技术指南》（粤国土资地环发〔2016〕38号）；

4、《1:2.5万~1:5万工程地质调查规范》（GBD14003-89）；

- 5、《1: 5 万区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范》（GB/T14158-93）；
- 6、《滑坡崩塌灾害调查规范（1:50000）》（DZ/T 0261-2014）；
- 7、《岩土工程勘察规范（2009 年版）》（GB500021-2001）；
- 8、《工程岩体分级标准》（GB/T 50218-2014）；
- 9、《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；
- 10、《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016 年版）；
- 11、《建筑地基处理技术规范》（GB 5007-2011）；
- 12、《建筑桩基技术规范》（JGJ 94-2008）；
- 13、《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）；
- 14、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 15、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）；
- 16、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；
- 17、《岩溶地区建筑地基基础技术标准》（GBT51238-2018）；
- 18、《岩溶地区建筑地基基础技术标准》（DBJT 15-136-2018）；
- 19、《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- 20、《综合工程地质图图例及色标》（GB 12328-90）；
- 21、《工程岩体分级标准》（GB/T 50218-2014）；
- 22、《市政工程勘察规范》（CJJ 56-2012）；
- 23、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- 24、《地质灾害防治工程监理规范》（DZ/T 0222-2006）；
- 25、《场地地质灾害危险性评估技术要求》（试行）（T/CAGHP025-2018）；
- 26、《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）；
- 27、《崩塌防治工程勘查规范（试行）》（T/CAGHP011-2018）；
- 28、《地面沉降调查与监测规范》（DZ T0283-2015）；
- 29、《广东省地质灾害隐患点特征认定和灾害分级标准》粤国土资地环发[2014]16 号。

### 三、其它参考资料

- 1、第一章第三节以往工作程度中所列的成果资料；
- 2、业主提供有关该建设用地相关规划及设计文件；
- 3、委托书；

- 4、《广东省地震烈度区划图（1：180 万）》（1992 年）；
- 5、工程地质手册（第五版）。

### 第三节 主要任务和要求

地质灾害危险性评估必须在充分收集和研究现有资料的基础上，开展评估区的地质灾害调查和评估工作。评估工作的主要目的是调查分析评估区地质环境条件和现状地质灾害，预测工程建设引发地质灾害以及工程建设本身遭受地质灾害的可能性，对已发和潜在的地质灾害危险性作出综合评估，并提出相应的防治措施；本次评估工作的主要任务和要求是：

1、收集气象水文、地形地貌、水文地质、工程地质、环境地质、区域地质、地震等资料及工程建设初步设计图或规划图。对所收集资料进行综合分析整理，并对场地地质环境条件进行调查，查明环境地质条件；对地质环境复杂程度进行判断，确定地质灾害引发的主导因素、激发因素和从属因素。

2、在收集和分析资料的基础上，通过踏勘和地质环境与地质灾害调查，了解评估区的气象水文、地形地貌、地层岩石、地质构造、水文地质、岩土性质和地质灾害发育现状及对拟建项目的影响，判定地质环境的复杂程度，进行地质灾害现状评估。

3、综合分析研究工程项目特征和评估区地质环境条件，研究工程建设与地质环境的相互影响，对工程建设可能引发或加剧和工程建设本身可能遭受的地质灾害进行预测评估。

4、依据现状评估和预测评估结果，分区段划分出危险性等级，进行地质灾害危险性综合分区评估：评估建设场地用地适宜性，提出地质灾害防治措施和建议。

尚须说明，本评估报告工作不能替代建设工程和规划各阶段的岩土工程勘察、设计与施工等有关工作，评估区地质环境条件发生重大变化或工程建设方案变化大时，应重新进行评估。此外，项目评估结束后两年以上，工程建设场地仍未进行，应按照《关于印发广东省建设工程开展地质灾害危险性评估结束两年仍未动工的项目重新评估的补充规定的通知》（粤地协字[2021]8 号）有关规定。



## 第二节 工程概况与用地范围

### 一、工程概况

#### (一) 建筑规模

根据拟建项目现有设计资料, 拟建医院床位共 500 张, 总用地面积 52541m<sup>2</sup>, 总建筑面积 106976m<sup>2</sup>, 地下建筑面积 35000m<sup>2</sup>。拟建防治科研综合楼为 7 层, 建筑高度 40.8m; 门急诊综合楼为 5 层, 建筑高度 27.8m; 住院综合楼为 17 层, 建筑高度为 80.4m; 污水处理站为 1 层, 建筑高度 4.5m。采用框架结构及剪力墙结构。拟建项目主要技术经济指标见表 1-1, 拟建项目平面布置见图 1-2。

表 1-1 主要技术经济指标一览表

建筑物名称	建筑面积 (m <sup>2</sup> )	建筑层 数	设计标 高 (m)	建筑高 度 (m)	地下室层 数	地下室 深度 (m)	基础形式
防治科研综合楼	9936	7 层	7.0	40.8	2	10	桩基础
门急诊综合楼	26580	5 层	7.0	27.8	2	10	桩基础
住院综合楼	35300	17 层	7.0	80.4	2	10	桩基础
污水处理站	160	1 层	7.0	4.5	1	5	桩基础

#### (二) 场地概况及周围环境

拟建项目场地内现状主要以工厂厂房、民房及道路, 多为 2~4 层建筑物, 建筑物高度小于 20m, 建筑物基础以桩基础为主, 场地内现状标高为 6.85~7.38m, 地形起伏小, 地势平坦。

广州市轨道交通八号线北延段经过拟建场地东侧边缘, 拟建场地位于八号线石井站~亭岗站区间, 区间采用盾构法施工, 隧道直径 6m, 隧道顶板高程约-0.20m, 隧道底板最低高程-6.20m, 隧道主要位于砂层、粉黏、软土层中。地铁距离地下室东侧边缘约 25~35m。

场地北侧为盛禾水悦城住宅小区, 层数 18~25 层, 建筑物基础以桩基础为主; 西侧及南侧为大面积自建居民区, 多为 2~6 层建筑物, 建筑物高度小于 20m, 建筑物基础以桩基础为主, 距离场地西侧约 300m 处为广东科贸职业学院, 场地南侧靠近一河涌, 河涌宽约 15m, 两侧为人工浆砌石岸堤, 高于水面 2~3m; 场地东侧靠近石沙路, 道路宽约 30m, 道路东侧为空地, 距离场地东侧 1km 处为白云湖。总体上场地及周边人类工程建设活动较多。

#### (三) 竖向设计

根据现有设计资料, 场地设计标高 7.0m, 具体场地设计标高见上表 1-1。

#### （四）土石方工程

拟建项目场地内现状标高为 6.20~7.05m，场地设计标高 7.0m，周围地势平坦，各场地现状标高和设计标高相差较小，场地平整后挖填方基本平衡，与周边道路路面及建筑设计标高基本持平，因此场地周边不存在挖填方边坡。同时拟建项目场地建设有 1~2 层地下室，其中污水处理为 1 层地下室，门急诊综合楼、住院综合楼、防治科研综合楼为 2 层地下室，基坑开挖面积约为 9450m<sup>2</sup>。根据上述统计可知，拟建项目挖方量约为 93700m<sup>3</sup>，根据就地土方平整原则，本场地填方可利用挖方土方回填，多余的土方量采取外运处理。

#### （五）结构形式及基础工程

主要建设内容包括门急诊综合楼、住院综合楼、防治科研综合楼、污水处理等，建筑物层数 1~17 层，建筑物高度 4.5~80.4m，建筑物结构类型为框架剪力墙结构。建筑物拟采用桩基础，以中~微风化灰岩为桩基础持力层。

#### （六）基坑开挖概况

根据现有设计资料，拟建项目场地建设有 1~2 层地下室，地下室深度为 5~10.0m，基坑开挖面积约为 9450m<sup>2</sup>，根据拟建项目场地现状及周围环境，在拟开挖基坑在三倍基坑开挖深度范围内，多公路、民房、住宅楼及地铁线路等，无放坡空间，拟采用垂直开挖。基坑开挖岩土层自上而下分别为杂填土、淤泥质粉细砂、中粗砂、残积粉质粘土，下伏基岩为微风化灰岩。基坑底主要为残积粉质粘土及微风化灰岩。基坑开挖情况详见表 1-2

表 1-2 基坑开挖情况表

建筑物名称	基坑建筑面积 (m <sup>2</sup> )	基坑开挖深度 (m)	基坑开挖坡度	基坑侧壁土层	坑底土层
防治科研综合楼	9936	10	90°	杂填土、淤泥质粉细砂	淤泥质粉细砂
门急诊综合楼	26580	10	90°	杂填土、淤泥质粉细砂、中粗砂	中粗砂
住院综合楼	35300	10	90°	杂填土、淤泥质粉细砂	淤泥质粉细砂
污水处理站	160	5	90°	杂填土	杂填土





图 1-2 拟建项目平面布置图



## 二、用地范围

本次拟建项目总面积 52541m<sup>2</sup>。用地红线桩界点坐标见表 1-3。

表 1-3 各用地红线范围拐点坐标

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	坐标 (X)	坐标 (Y)		坐标 (X)	坐标 (Y)
J1	2569328.85	38419507.96	J11	2569225.76	38419740.06
J2	2569332.81	38419555.98	J12	2569203.64	38419747.40
J3	2569342.13	38419696.32	J13	2569184.88	38419753.19
J4	2569336.61	38419698.08	J14	2569184.19	38419749.17
J5	2569338.06	38419702.62	J15	2569177.64	38419747.76
J6	2569282.66	38419720.30	J16	2569175.72	38419756.01
J7	2569281.25	38419715.62	J17	2569133.77	38419768.93
J8	2569271.82	38419718.63	J18	2569062.21	38419632.65
J9	2569273.55	38419724.08	J19	2569032.89	38419576.81
J10	2569227.15	38419738.85			

## 第三节 以往工作程度

评估区及周边曾进行区域地质、工程地质和环境地质勘查等工作，评估区及外围区域已进行过的各项主要地质工作有：

### 一、区域地质

- 1、1968 年，广东省地质局区测队编制完成了 1：20 万广州幅区域地质调查报告；
- 2、1990 年 9 月，广东省地质科学研究所完成了 1:5 万广州市基岩地质图；
- 3、1993 年，中山大学完成了珠江三角洲断裂构造最新活动性研究；
- 4、2000 年，广东省地质调查院完成了 1：25 万广州市幅区域调查，提交了文字报告及图件；
- 5、2002 年 1 月，广东省地质调查院完成了广东省 1：50 万国土资源遥感综合调查，并提交了文字报告和图件；
- 6、2011 年 4 月，广东省地质调查院完成了《广州城市地质调查成果报告》，为本次评估提供了相关地质资料；
- 7、2017 年 12 月，广东省地质调查院完成了《广东省及香港、澳门特别行政区区域地质志》。

### 二、水文地质、工程地质

- 1、1966 年 9 月～1967 年 2 月，广东省地质局水文监测总站完成了 1：50 万《广东省水文地质图》及说明书；
- 2、1981 年，广东省地质局水文工程地质二大队完成了 1：20 万广州幅区域水文地

质普查；

3、1983 年～1986 年，广东省地质矿产局水文工程地质一大队，通过综合研究编制有 1:50 万《广东省工程地质远景区划报告》及相应图件；

4、1986 年，广东省地矿局水文工程地质二大队完成了 1：20 万珠江三角洲水文地质工程地质综合评价报告，为区内提供了区域性水文地质、工程地质、环境地质资料；

5、1989 年，广东省地质矿产局进行了 1：5 万广州、白云等 6 幅的综合区域地质调查报告，工作内容包括区域地质、工程地质、水文地质、环境地质四篇，为本次工作提供了详细的基础地质资料；

6、2008～2009 年，广东省地质局水文工程地质一大队完成了《珠江三角洲经济区应急水源地地下水资源勘查评价》。提交了文字报告及图件。

### 三、环境地质

1、1990 年 4 月～1992 年 3 月，广东省地质环境监测总站完成了 1：50 万广东省地质灾害调查，提交了文字报告及图件；

2、1991 年 4 月～1993 年 12 月，广东省地矿局水文工程地质一大队完成了 1：50 万广东省环境地质调查，提交了文字报告及图件；

3、2000～2002 年，由广东省地质调查院主持，广东省地质环境监测总站完成了《广东省地质灾害遥感综合调查》；

4、2001 年 1 月，广东省地质科学研究院完成广东沿海地质环境与灾害防治研究；

5、2005 年 12 月，广州市国土资源和房屋管理局完成了《广州市地质灾害防治规划（2005～2020 年）》，提交了文字报告及图件；

6、2009 年，广州市地质调查院完成了《广州市白云区石井街夏茅村岩溶地面塌陷地质灾害综合勘查报告》。

7、2022 年 12 月，广州市城市规划勘测设计研究院完成了《白云区地质灾害风险普查（调查）报告》。

### 五、专门工程地质勘察及其它

1、2022 年 8 月，广东省工程勘察院完成了《广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目初步勘察阶段岩土工程勘察报告》，其中钻孔 6 个，进尺 191.80m、土样 20 组，岩样 6 组，水样 2 组，标准贯入试验 31 次。

2、2021 年 8 月，广东省国际工程咨询有限公司完成了《广东省皮肤性病中心建设

项目可行性研究报告（初稿）》。

## 六、收集资料利用情况

前人在区域上开展了许多的地质、水文地质、工程地质调查、勘察等工作，积累了较丰富的成果资料。这些成果对于开展本项目工作，提供了良好的工作基础，为评估工作提供了各岩土层空间分布及物理力学指标等基础资料。

### 第四节 工作方法及完成的工作量

#### 一、评估工作方法及过程

评估工作严格按照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）及相关的行业技术标准执行，大致分为资料收集踏勘及编写评估工作大纲、野外调查、室内资料整理和报告编写、评审备案四个阶段。

##### 第一阶段：收集资料踏勘及编写评估工作大纲

此资料收集是在接受甲方委托后，于 2024 年 4 月 10~11 日收集了评估区及外围区域地质、工程地质、水文地质、环境地质、构造、地震、气象水文、工程规划等有关资料，并对拟建场地及其外围地段进行了现场踏勘。踏勘工作主要对项目区及周边地质环境情况进行概略调查和了解，包括地形地貌、植被、水系、露头、地质构造、人类工程活动、交通状况等，并选择典型剖面线进行初步地质调查，同时初步了解区内地质灾害发育情况及其危害对象、影响范围等，为下一步野外综合调查和工作部署等提供帮助。同时对收集的上述资料进行了初步分析，结合调查成果和场地规划图件及项目特点，确定了本项目地质灾害危险性评估的评估区范围和评估级别，并编制了评估工作大纲。

##### 第二阶段：地质灾害评估野外调查

于 2024 年 4 月 12 日~4 月 13 日，开展了评估区综合地质灾害调查（调查用图比例尺为 1:2000），以现场地质调查和走访等综合方式同步开展工作。现场地质调查采用追踪法对拟建场地和评估区周边地质环境条件进行详细调查。地质观测点采用 GPS 定位、皮尺测量等，查明该区的地质岩性条件、工程地质及水文地质条件和地质环境条件，并对场地及其周围的地形地貌、典型的地质环境及主要的地质灾害现象进行详细记录、现场数码摄影。

##### 第三阶段 成果资料汇编

室内资料整理是在收集、研究区域地质环境资料的基础上，综合分析勘察、设计、区域资料及本次野外调查成果，进行地质灾害危险性评估报告及图件的编写和编绘。室

内资料整理工作方法主要分两步：

### 1、检查野外资料

即检查各种野外记录内容是否齐全，详细核对各种原始图件所划分的地层、岩性、构造、地形地貌是否符合野外实际情况，收集资料与本次调查资料是否一致等，如出现不一致现象，分析其原因。

### 2、编制报告及图件

根据地质灾害危险性评估的目的和要求，通过资料综合分析、计算等工作，编制地质灾害分布图、地质灾害危险性综合分区评估图及地质灾害危险性评估报告。报告图件采用 Mapgis 软件进行编制，成图比例尺为 1：2000，野外调查所拍摄的数码相片采用 PhotoShop 软件进行进一步处理优化，文字报告部分为 Word 文档格式，相关的数据分析采用 Excel 软件进行统计分析。

### 第四阶段 成果审查

报告编制完成后，先交由单位进行了内审，根据初审意见修改后再提交给广东省地质灾害防治协会，由协会组织专家对本报告进行评审，评审通过并修改完善后由广东省地质协会审查登记，出具评审意见书，最终提交委托方使用。工作流程详见图 1-3。

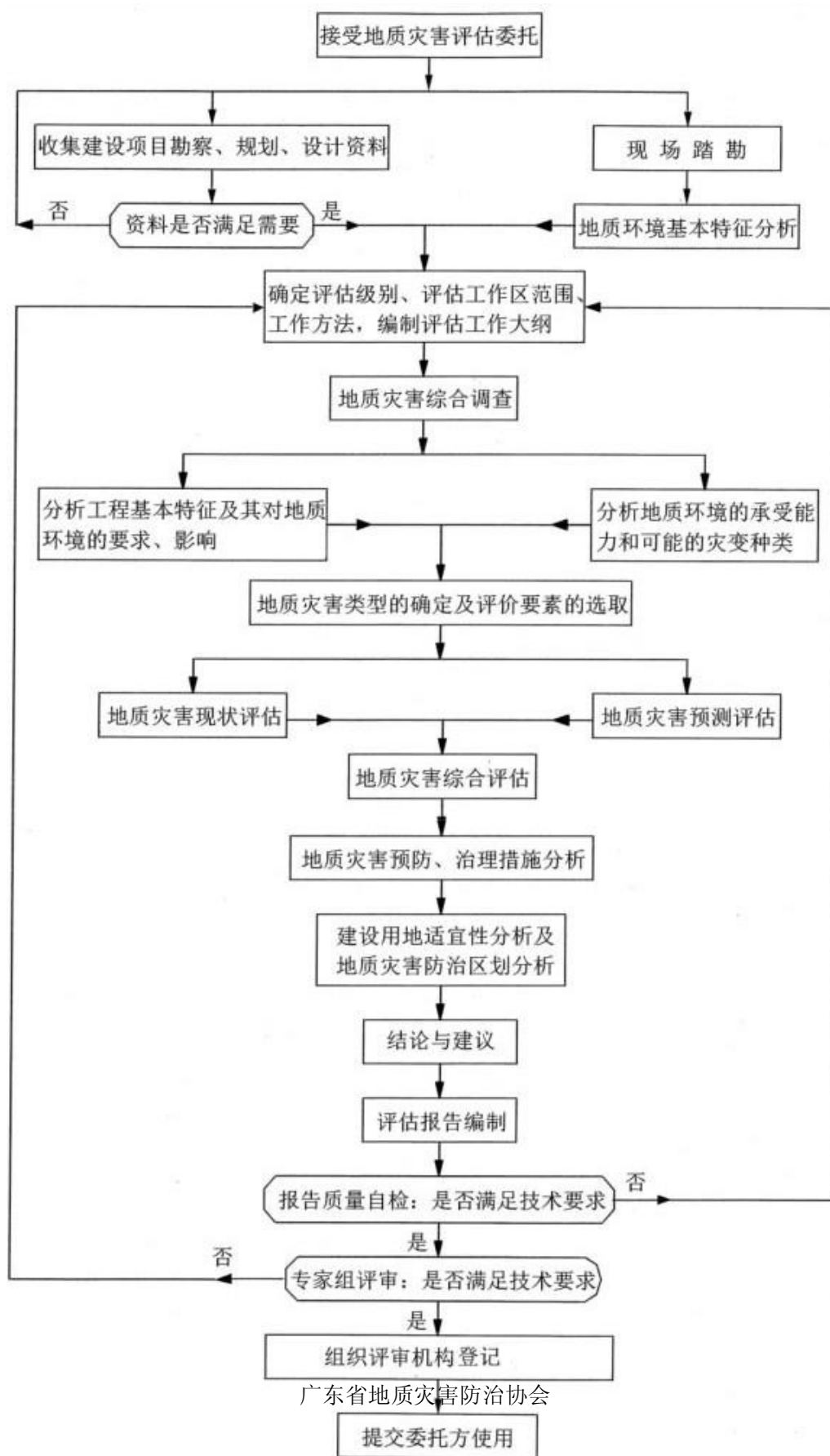


图 1-3 评估工作程序图

## 二、完成工作量与质量评述

### （一）完成工作量

本次评估工作投入的主要工作量和收集利用资料综合如下（表 1-4）。

表 1-4 工作量一览表

工作项目及内容			工作量
地质灾 害 综合调 查	调查面积		799715m <sup>2</sup>
	调查路线		20km
	一般地质调查点		160 个
	照 片		拍摄 50 张，引用 6 张
收集资 料	区域地质报告		7 份
	水文地质、工程地质报告		6 份
	环境地质		7 份
	专门工程地质勘察及其他		2 份
勘 察 资 料	收集勘察资料	钻孔	6 个，总进尺 191.80m
		土样/岩样/水样	20/6/2
		标贯试验	31 次
编制成 果 资料	广东省广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目地质灾害危险性评估报告		1 份
	广东省广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目地质灾害分布图（1:2000）		1 张
	广东省广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目地质灾害危险性综合分区评估图（1:2000）		1 张

### （二）评估工作质量评述

本次地质灾害危险性评估工作严格按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）、《广东省地质灾害危险性评估细则（2023 年修订版）》（广东省地质灾害防治协会）等相关规范全面展开，野外调查工作采用 1:2000 地形图，调查面积约为 799715m<sup>2</sup>，地质调查点 160 个，调查精度 8 个/10×10cm 图幅面积，大于等于 8 个/10×10cm 图幅面积，收集场地已有勘察钻孔 6 个（钻孔布置见图 1-4），收集资料情况及野外调查精度符合地质灾害危险性一级评估野外调查工作精度要求。

通过野外调查，基本查明了本区的区域地质环境条件、地质灾害发育分布现状，摸清了地质灾害与地质环境条件、降雨、人类工程经济活动之间的关系，本次调查工作量布置合理适当，方式方法符合相关技术规范要求，野外工作认真细致，野外调查资料翔实可靠，卡片填制达到要求，符合规范。

根据野外调查和室内资料整理，完成了《广东省广州市白云区广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目地质灾害危险性评估报告》，本报告较全面系统地反映了评估区的地质环境条件特征，并对工程建设可能引发或遭受的地质灾害危险性进行了预测评估，以此进行了危险性分区并提出相应防治措施。

根据上述成果，编制了地质灾害分布图和地质灾害危险性综合分区评估图，成图比例尺为 1:2000，图件内容丰富翔实，直观地展现了评估区地质灾害分布和地质灾害危险性综合分区情况，图示、图例规范、清晰、美观，符合规范。

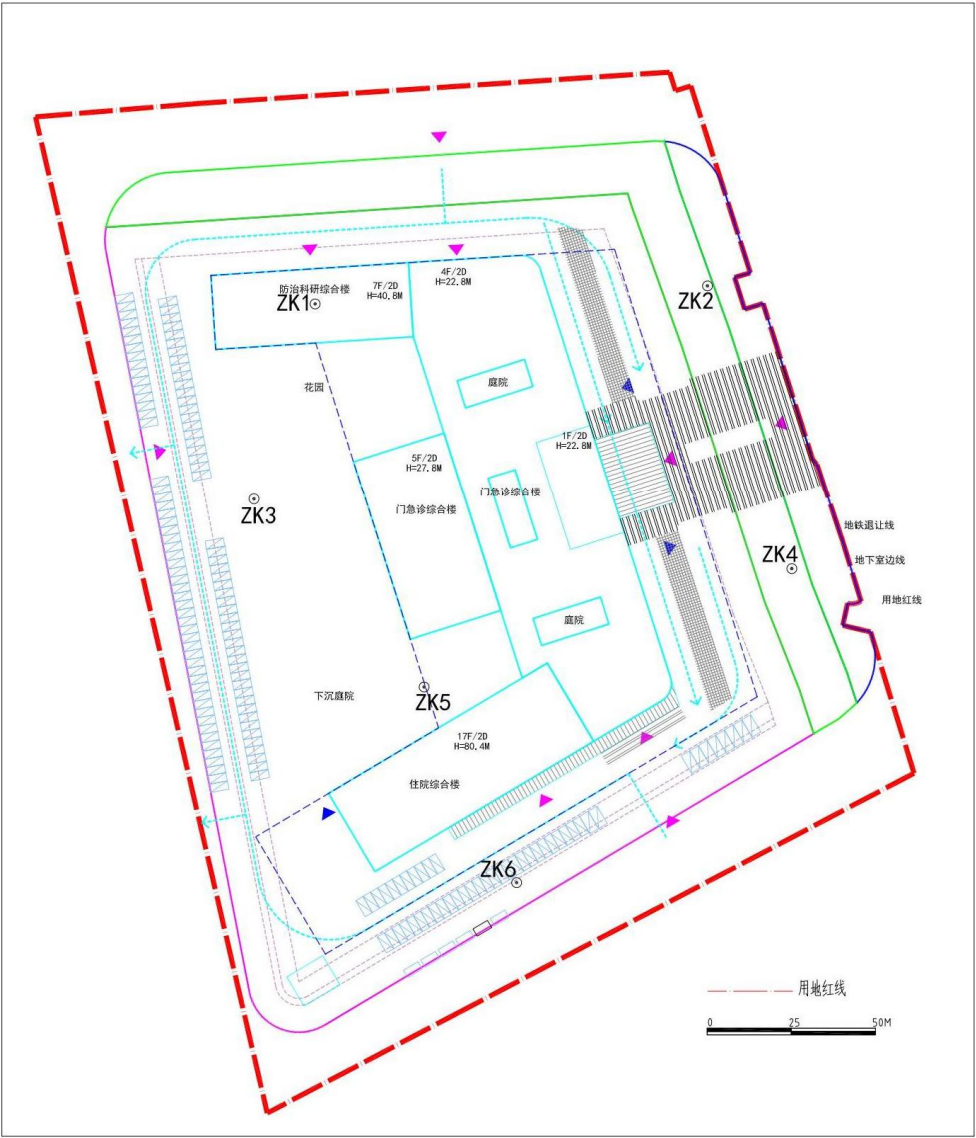


图 1-4 钻孔平面布置图

## 第五节 评估范围与级别的确定

### 一、评估范围

根据建设工程的类型和分布位置，同时根据评估区的地形地貌、工程地质、地质环境条件等，结合有关工程经验，评估区可能存在的地质灾害主要为基坑边坡崩塌/滑坡、河流岸堤边坡崩塌/滑坡、地面沉降与岩溶地面塌陷，根据地质灾害可能影响的范围，结合《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）所要求，

结合地质环境条件和工程布局，将评估范围确定为：考虑岩溶发育受区域断裂及褶皱影响，轴线为北北东向，评估范围涵盖场地岩溶可能影响区域、基坑影响区域及 8 号线周边区域，北侧主要为空地，外延约 200m，南部居民区较集中，外延约 350m 至庆环路，考虑区域褶皱影响岩溶发育情况，西南侧外扩约 600m 至许广高速，东北侧外扩约 600m，确定评估区总面积约为 799715m<sup>2</sup>。评估范围详见图 2-3。

二、评估级别

评估项目主要建筑物为门急诊综合楼、住院综合楼、防治科研综合楼、污水处理等，参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）中的建设项目重要性分类表中教育卫生类，拟建项目为医院，床位 500 张，位于 300~800 张区间内，属于较重要建设项目；按照土石方工程分类，拟建项目挖方量约为 93700m<sup>3</sup>，基坑开挖深度最大约 10m，土石方量>50000m<sup>3</sup>，开挖深度≥10m，属于重要建设项目，因此拟建项目属于重要建设项目；区内地质环境条件复杂程度为复杂（详见后述），因此将评估等级确定为一级。

表 1-5 地质灾害危险性评估分级表

项目重要性	评 估 复杂程度 分级	复 杂	中 等	简 单
	项目重要性	复 杂	中 等	简 单
重要建设项目		一级	一级	二级
较重要建设项目		一级	一级	二级
一般建设项目		一级	二级	二级

第六节 评估的地质灾害类型

根据《广州市地质灾害“十四五”防治规划》易发区的划分，本项目位于地质灾害高易发区，主要灾种为地面塌陷，周边主要为冲积平原地貌，通过现场地质灾害调查，评估区内无现状地质灾害。根据评估场地所处地质环境背景、工程技术标准、施工方式及工程结构要求等，预测本项目在建设过程中，可能引发的地质灾害类型主要为与边坡崩塌/滑坡（基坑、河流岸堤）、地面沉降和岩溶地面塌陷 3 种；建成后工程建设本身还可能遭受河流岸堤边坡崩塌/滑坡、地面沉降与岩溶地面塌陷的危害。

综上所述，评估的地质灾害类型为边坡崩塌/滑坡（基坑、河流岸堤）、地面沉降和岩溶地面塌陷 3 种。



## 第二章 地质环境条件

### 第一节 区域地质背景

#### 一、大地构造位置

评估区处于珠江三角洲中部，大地构造处于华南褶皱系（I级）的粤北、粤东北—粤中拗陷带（II级）中的粤中拗陷（III级）部位，IV级构造单元为增城—台山隆断束、花都凹褶断束的东南部。区域上构造活动频繁，主要经历了加里东、印支、燕山、喜马拉雅地壳运动，该区区域断裂构造较发育，形成了以北东、北西共同组成构造体系。

#### 二、区域地层与岩石

根据区域地质资料，评估区及周边区域主要发育有以下地层和岩石，各地层岩石的主要特征分述如下：区域内地层与岩石参见表 2-1、表 2-2 及图 2-1。

##### （一）地层

根据 1:25 万广州市幅区域地质资料，区域内出露的地层主要有石炭系（C）、中生界三叠系（T）和新生界第四系（Q）。地层层序和岩性由老至新描述如下：

##### 1、古生界

##### （1）石炭系（C）

##### ①石炭系下统石磴子组（Cs）

分布范围面积广泛，主要岩性为灰色、深灰色灰岩，下部与白云质灰岩互层，细—隐晶结构，局部夹炭质页岩及粉砂岩，总厚 175m 以上，含珊瑚及腕足类。北西翼倾向  $147^{\circ} \sim 186^{\circ}$ ，局部变化较大，倾角  $9^{\circ} \sim 32^{\circ}$ ；南东翼倾向  $325^{\circ} \sim 4^{\circ}$ ，倾角  $9^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 。

##### ②石炭系下统测水组（Cc）

分布范围面积广泛，大面积分布于区域中部江高镇、石井镇一带的残丘区。岩性为砂岩、粉砂岩、页岩夹砂砾岩、铁质砂岩、炭质页岩及煤层。底部浅灰黄色砂质页岩、钙质页岩或泥岩整合于石磴子组泥质灰岩之上。含丰富的腕足类、海百合茎、苔藓虫及植物化石。厚 145.4~237m。区域地层产状为  $235^{\circ} \angle 25^{\circ}$ 。

##### ③石炭系下统曲江组（Cq）

分布面积积极小，零星分布于区域南萧岗地区，主要岩性为硅质岩、砂岩、页岩夹薄层灰岩、粗砂岩及炭质页岩等，底以硅质岩整合于测水组砂岩、页岩之上。含珊瑚、菊石、腕足类等化石，厚度 47m。区域地层产状为  $198^{\circ} \angle 28^{\circ}$ 。

#### ④石炭系中上统壶天组 (Ch)

零星分布于区域中部萧岗至均和一带，上部为黑色、青灰色致密灰岩，灰白、肉红色厚度块状灰岩，下部常含白云质与含燧石结核（或条带）灰岩互层，局部夹细砂岩、砂质页岩，中部夹角砾状灰岩，厚度 135-173m。区域地层产状约为  $290^{\circ} \angle 17^{\circ}$ 。

### 3、中生界

#### (1) 三叠系 (T)

##### ①三叠系上统小坪组 (Tx)

主要分布于区域东部同和镇永泰新村，为一套较粗的含煤碎屑岩，底部以砾岩为标志与下伏中泥盆世—晚二叠世地层分界，呈不整合接触，主要分上中下三段：下部由含砾砂岩—砂岩—粉砂质泥岩组成 6 个沉积旋回；中部含砾砂岩—砂岩—粉砂岩—泥岩组成 3 个小的沉积旋回，局部夹煤层；上部由砾岩—砂岩—泥岩组成 5 个小的沉积旋回。区域岩层产状  $250^{\circ} \angle 20^{\circ}$ 。

### 4、新生界

#### (2) 第四系

广泛分布于区域的河谷平原区，是最发育的地层之一。

##### ①第四系更新统小市组 (Qxs)

大面积分布于区域东部山前冲积平原一带，如同和镇永泰新村，呈南-北延伸发育；岩性以黄褐色为主的砾石层，含卵石粗砂层及砂质粘土、细砂沉积，镶嵌于黄岗组及大湾镇组组成的河流阶地中，或超覆于基岩之上。厚 10~29m。

##### ②第四系全新统桂洲组 (Qg)

主要分布于区域西侧江高镇、石井镇一带，沿流溪河两岸阶地分布；是指平行不整合覆于礼乐组或超覆于基岩风化壳之上的一套地层体，岩性为灰、灰黑色含有丰富腐植质和蚝壳的淤泥、粉砂、细砂、砂砾。厚 10~29m。

##### ③第四系全新统大湾镇组 (Qdw)

主要为布于区域中部石井镇北侧，亦为评估区出露的主要地层，流溪河河流南东侧河漫滩、阶地处，岩性为黄色砂卵石层、浅土黄色含砾中粗砂层及细砂层、砂质粘土，为河流一级阶地沉积物，沉积物多为黄色砂卵石层、浅土黄色含砾中粗砂层及细砂层、砂质粘土，厚 1~24m。

##### ④第四系全新统睦岗组 (Qm)

零星分布于区域西部湖泊河流处，岩性主要为灰黑色淤泥、淤泥质粘土、深灰色粘

土、砂质粘土等沉积，代表现代河谷平原中的富含有机质及腐木的河流泛滥平原及湖沼相沉积，厚 4~45m。

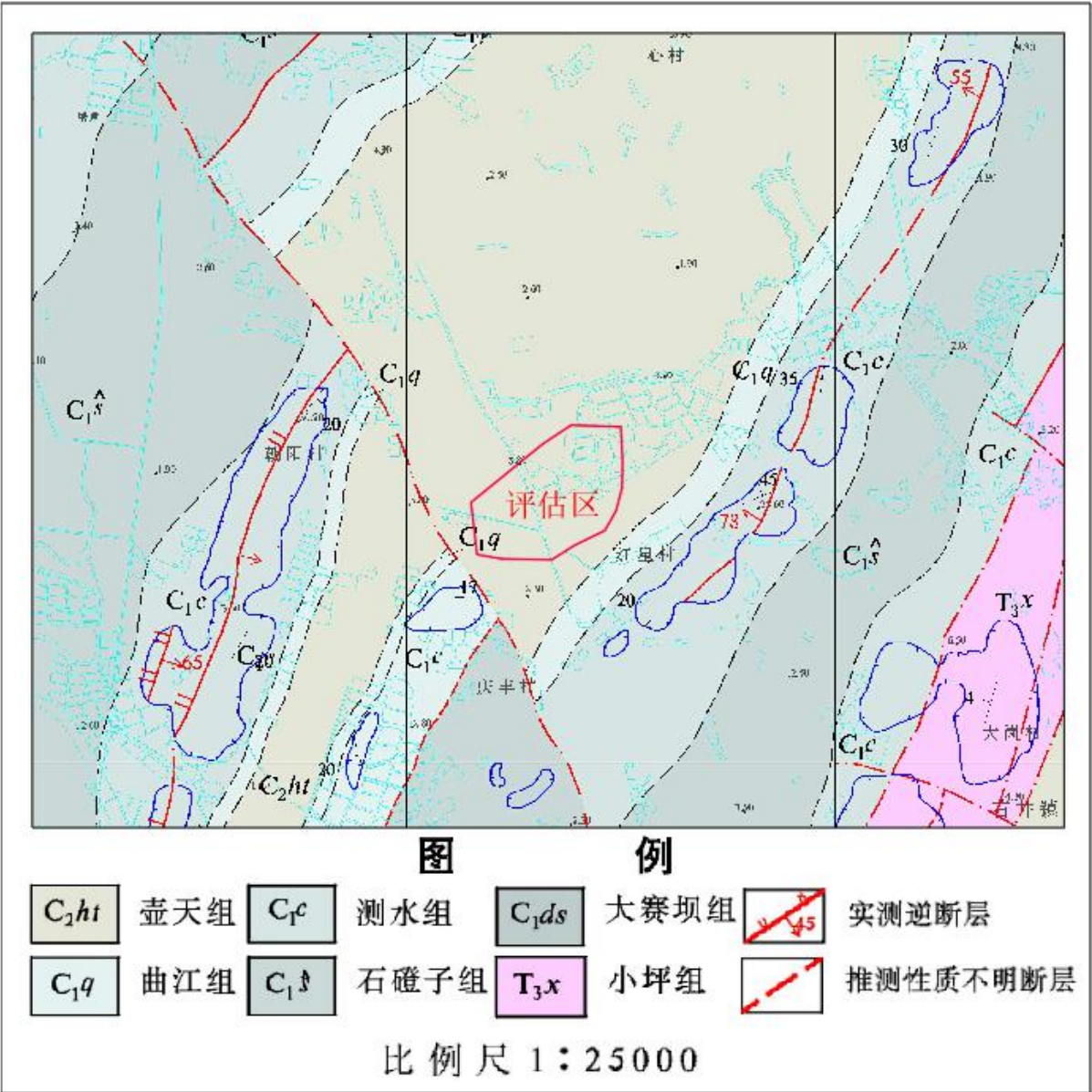


图 2-1 评估区区域地质图（资料来源：1:25000 广州市都会—南沙片区基岩地质图）

表 2-1 评估区区域地层岩性

界	系	统	阶、群(组)	界号	厚度 (m)	主要岩性特征
新生界	第四系	全新统	睦岗组	Qm	4~45	灰黑色淤泥、淤泥质粘土、深灰色粘土、砂质粘土等
			大湾镇组	Qdw	1~24	黄色砂卵石层、浅土黄色含砾中粗砂层及细砂层、砂质粘土
			桂洲组	Qg	10~29	淤泥、粉砂、细砂、砂砾
		更新统	小市组	Qxs	10~29	砾石层, 含卵石粗砂层及砂质粘土、细砂沉积
中生界	三叠系	上统	小坪组	Tx	>163.1	一套较粗的含煤碎屑岩, 底部以砾岩为标志与下伏中泥盆世—晚二叠世地层分界, 呈不整合接触, 下部由含砾砂岩—砂岩—粉砂质泥岩组成 6 个沉积旋回; 中部含砾砂岩—砂岩—粉砂岩—泥岩组成 3 个小的沉积旋回, 局部夹煤层; 上部由砾岩—砂岩—泥岩组成 5 个沉积旋回,
	石炭系	下统	壶天组	Ch	135-173	上部为黑色、青灰色致密灰岩, 灰白、肉红色厚度块状灰岩, 下部常含白云质与含燧石结核(或条带)灰岩互层, 局部夹细砂岩、砂质页岩, 中部夹角砾状灰岩
			曲江组	Cq	47	硅质岩、砂岩、页岩夹薄层灰岩、粗砂岩及炭质页岩等, 底以硅质岩整合于测水组砂岩、页岩之上。
			测水组	Cc	145.4~237	深灰色砂质页岩、粉砂质页岩与浅灰色砂岩互层, 夹砂砾岩、铁质砂岩、炭质页岩及数层至十余层煤。底部整合于石磴子组泥质灰岩。
			石磴子组	Cs	175	灰色、深灰色灰岩, 下部与白云质灰岩互层, 细—隐晶结构, 局部夹炭质页岩及粉砂岩, 含珊瑚及腕足类。底部整合于刘家塘组白云岩。

### 三、区域地质构造

广州市构造单元上位于华南褶皱系 (I 级) 的粤北、粤东北—粤中拗陷带 (II 级) 中的粤中拗陷 (III 级) 部位, IV 级构造单元为增城—台山隆断束、花都凹褶断束的东南部。区域上构造活动频繁, 加里东、印支、燕山、喜马拉雅运动均有不同程度的显示, 形成了以东北、北西和东西向共同组成构造体系。由于经历了长期的构造运动, 区域上各时期不同类型的构造形迹因循相连, 相互叠加或切割。自侏罗纪以来, 区域构造运动以断块的下陷为主, 并形成拗陷盆地, 接受古近纪以来的沉积。

#### (一) 褶皱构造

区域褶皱属于由上泥盆统—下三迭统组成的海西—印支构造阶段褶皱, 轴线主要为北东—北北东向, 表现为一系列高角度的走向断层及横断层, 使地层错失、重叠、产状相抵; 部分轴线呈“S”型弯曲或向西突出的弧形, 褶皱一般向南倾伏。

评估区周边区域主要控制褶皱为花县复向斜, 花县复向斜分布于花县至花山一带。出露长约 35km, 宽约 20km。轴向 15°~25°, 局部地段近南北向, 平面上呈“S”形波状延伸。复向斜核部为石炭纪曲江组及测水组含煤砂页岩, 两翼为石炭纪石磴子组灰

岩、大赛坝组砂页岩及泥盆纪帽子峰组砂页岩。岩层倾角一般  $25^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

复向斜的次级褶皱非常发育，由新庄背斜(5)、毕村向斜(6)、新街背斜(7)、长岗向斜(8)、两龙背斜(9)、南岗村向斜(10)、水口背斜(11)、江村向斜(12)、雅瑶庄背斜(13)、象山向斜(14)等一组次级的背向斜组成。次级向斜主要向北东收敛、封闭，向南西撒开、分枝；次级背斜主要向北东翘起，向南西倾伏。北向斜两端均有向东扭曲弯转，中部则有向西凸起的现象，形成向西凸出的弧形弯曲。整个复向斜也呈现北东端变窄、收敛，南西端变宽、撒开的形状。次级褶皱的形态主要为宽展型对称或不对称的箱状向斜或梳状背斜，褶皱轴面近直立，枢纽呈波状向南西倾伏。

评估区位于江村向斜东南部（见图 2-2），构造位置有利于岩溶的发育。

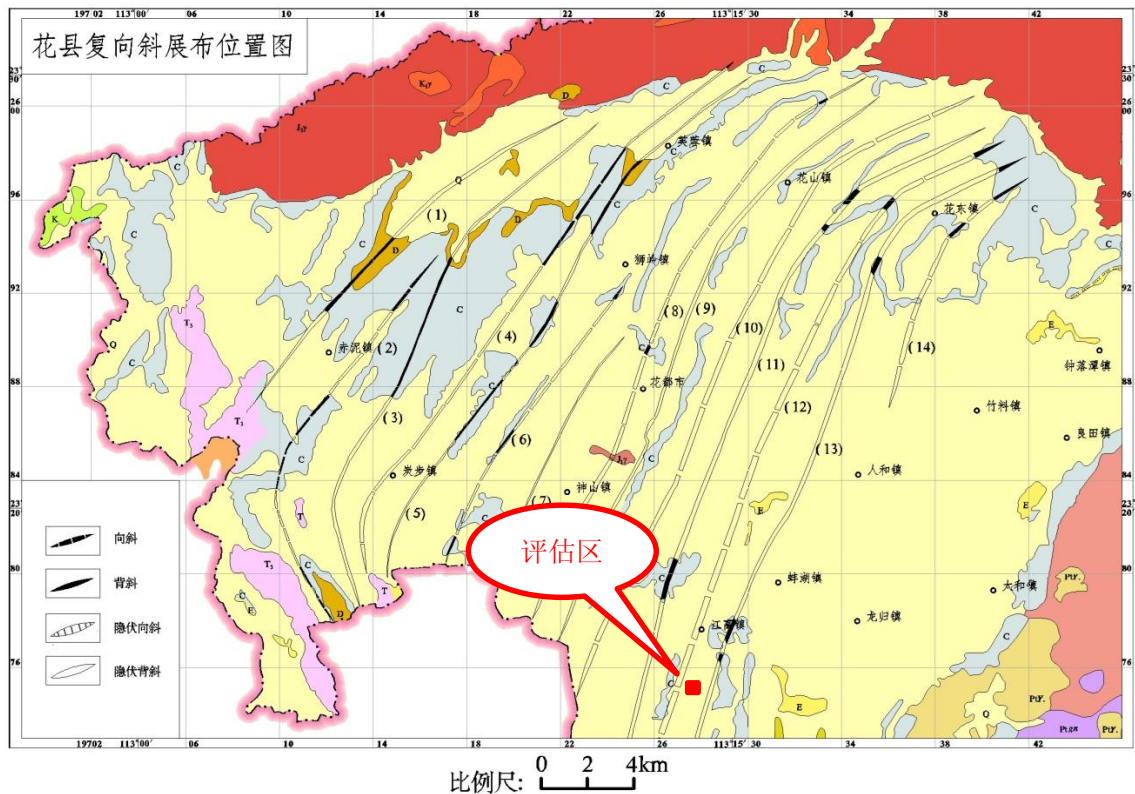


图 2-1 花县复向斜展布位置图

## （二）断裂构造

区域断裂构造发育，区域上以北东向断裂组为主，主要受北东向广从断裂组控制，现就主要断裂构造简述如下：

### 1、广从断裂（F<sub>1</sub>）

该断裂位于区域东侧，断裂总体走向  $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$  倾向 NW，倾角  $35^{\circ} \sim 62^{\circ}$ ，分布于广州—从化一带。东侧出露大片前寒武系变质岩及中生界花岗岩，构造线东西或北东方向；西侧分布有石炭系、二叠系、侏罗系及早第三系地层，构造线北北东向。

断裂在花岗岩中主要发育硅化岩、蚀变碎裂岩及断层角砾岩，局部见糜棱岩化岩石；在沉积岩及变质岩中则主要形成片理化带，并有硅化、绢云母化及绿泥石化，局部见构造透镜体及牵引褶皱。断裂经历了漫长的发展历史。岩相古地理资料表明，晚古生界沿断裂方向即存在拗陷带，可见断裂在加里东期已具雏形，印支期断裂活动也很明显，上盘晚古生界地层褶皱隆起，形成北东向花县复向斜，缺失中三叠统沉积，断裂活动以逆断层为主；中生界断裂活动更加频繁激烈，控制了龙归、三水盆地的展布，龙归盆地的古近系红层向断裂一侧加厚，近断层处出露几百米宽的复成分砾岩和沉积角砾岩，角砾中有大量花岗质砾石，是短距离搬运、快速堆积的产物，断裂活动表明为同沉积正断层。沿断裂还有燕山期花岗岩体和岩脉侵入。中晚侏罗统火山岩仅分布于断裂以东地区，其分布明显受到断裂控制。晚近时期断裂活动也较明显，断层陡坎、夷平面发育。沿断裂有一系列温泉分布，其中包括著名的从化温泉，最高水温达 71℃。断裂南段与北西、东西向断裂交汇处是地震活动区段，多次发生 4~5 级地震及三级小震。断裂的热释光年龄为  $0.1264 \pm 0.063 \text{Ma}$ 。早期逆断层，晚期正断层为主，可能形成于加里东期，印支~燕山期及晚近时期强烈活动。

该断裂属区域性大断裂，位于场地东侧约 6km 处，距离场区较远，影响较小；但广从断裂次级断裂较发育，对区域岩溶的发育程度影响较大。

## 四、区域地壳稳定性

区域地壳经过早期剧烈的构造运动，燕山运动后构造活动开始变弱，自喜山运动以来，构造活动明显减弱。影响地壳稳定性主要有三个方面：1、活动性断裂；2、新构造运动；3、地震。

### 1、活动性断裂

区域内主要活动性断裂为广从断裂、岗西断裂、浔峰岗断裂及盐步一九江（岗东断裂），印支期燕山期至近代均仍有活动。主要体现为：沿断裂出现热矿泉，且热矿泉水水温自断裂西南往东北有递增的趋势；地震活动频繁；震中主要分布在断裂通过处的广州市北郊等地；广从断裂处，水准测量表明断裂两盘有活动，此外，经断裂两盘发育的白土河河流阶地也发生变形；汞气测量值出现异常；热释光年代测量也表明晚更新世期间广从断裂有过活动。岗西断裂、浔峰岗断裂附近有温泉；佛山、南海曾发生 5.0 级及 3 级以上地震；以上说明断裂属活动性断裂，其对区内地形地貌的影响表现有继承性、块断差异升降性、时空差异性和间歇性等特征。



## 2、新构造运动

根据 2000 年 11 月广东省地质调查院 1:250000 广州市幅 (F49C001004) 区域地质调查报告, 珠江三角洲地区在喜马拉雅构造时期, 岩层轻微褶皱形成了新近系、古近系地层之间的微不整合面, 晚期表现较显著的是玄武岩喷发和伴随断裂复活。总体上该区域的新构造运动具以下特点:

(1) 断块差异升降: 评估区数条区域性大断裂将珠江三角洲地区分割成不同的构造块体, 并以差异升降为主要活动方式, 形成不同的地貌格局。评估区主要为残丘地貌, 地势平坦开阔, 河流平面形态多为弯曲型和游荡型, 由此显示以沉降作用为主; 本区第四系沉积的基底大部分为碳酸盐, 地下岩溶发育, 这些岩溶可分为 3 个层次, 反映了地壳的间歇性沉降的标志。第四系沉积厚度为 8.36-36.55m, 流溪河南西段更新世海相沉积埋藏于全新世沉积之下。瘦狗岭断裂以北区域为丘陵, 属于构造隆起区。

(2) 时间差异: 全新统以抬升运动为主, 晚全新统以沉降运动为主, 沉降速率为 0.43mm/a。

(3) 间歇性: 区域内周围的河流阶地不完整, 主要发育一级阶地, 阶地高 1.5~2.0m, 阶面平坦; 二级阶地高出河面 4.0~7.0m, 阶面起伏较大, 呈残丘状零星分布。

## 3、地震

根据地震资料, 项目所处区域地震强度不大, 震级多为 3~4 级, 珠江三角洲历史上所遭受地震的最大烈度处于 5~6 度间。区域地震特征主要为频率高、强度小, 小震多而大震少, 多属微震一弱震, 多分布于顺德、番禺、中山、广州和南海一带, 主要受广三断裂、白坭-沙湾断裂和西江断裂控制。记录最大的区域地震主要有: 广州  $4\frac{3}{4}$  级, 佛山  $4\frac{1}{2}$  级, 番禺  $4\frac{1}{2}$  级, 顺德 5.0 级以及中山小榄 5.0 级。

根据《广东省地震构造概论》(广东省地震局, 魏柏林, 2000 年) 和广东省地震构造图集资料, 评估区位于北东向河源-阳江地震带 (I<sub>4</sub>) 尾部, 在历史上地震强度较小, 见图 2-2。至今为止, 最大地震记录为 5 级, 本区域及外围地区历史地震记录见表 2-3。

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010, 2016 年修订版) 附录 A 及《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015), 场区抗震设防烈度为 7 度, 设计基本地震加速度为 0.10g, 设计地震分组为第一组, 特征周期值为 0.45s。水平地震影响系数最大值: 当多遇地震情况下为 0.08, 罕遇地震情况下为 0.50。

表 2-3 广州市及邻近地区近 100 年地震统计

时间	纬度(°)	经度(°)	地 点	震级 M
1915.	23.1	113.2	广州	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>
1930.09.25	23.1	113.2	广州	3
1930.09.26	23.1	113.2	广州德宣路	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
1931.09.25	23.1	113.2	广州小北、大北	3
1932.06.24	23.1	113.2	广州	3
1932.08.13	23.1	113.2	广州小北	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
1935.04.24	23.0	113.2	广州河南、南华路	3
1937.02.24	23.0	113.2	佛山石湾	3
1946.06.03	23.1	113.2	广州	3
1976.11.20	23.0	113.13	顺德、沙窖	3.3
1982.10.26	23.1	113.25	广州	1.7
1982.10.26	23.1	113.25	广州	2.0
1982.10.27	23.1	113.25	广州	0.6
1982.10.29	23.1	113.25	广州	1.0
1983.05.19	23.1	113.15	广州	0.7
1984.08.23			距广州石榴岗地震台 24km	0.4
1992.05.22			距广州石榴岗地震台 24km	2.1
1993.3.14			广东番禺	2.5
2001.1.24	23	113	从化	0.8
2001.8.6	23	113	花都	0.9
2001.11.6	23	113	广州	1.1
2003.7.14	23	113	从化	3.6
2008.02.11	23.6	113.8	从化	2.5

数据来源：据广东省地震局

通过上文评述，评估区内断裂近期活动性一般，对评估区地壳稳定性的不利影响较小；新构造运动主要表现为断块的差异升降运动；本区地处低震级地震多发区，处于地震基本烈度Ⅶ度区，因此，评估区所处区域地壳稳定性属基本稳定。

综上所述，评估区及周围区域地层岩性种类较多，主要有石炭系（C）、中生界三叠系（T）和新生界第四系（Q），区域性断裂构造发育，本区地处一般小震区，处于地震基本烈度Ⅶ度区，评估区所处区域地壳稳定性属基本稳定。因此，综合评定区域地质背景条件复杂程度为中等。



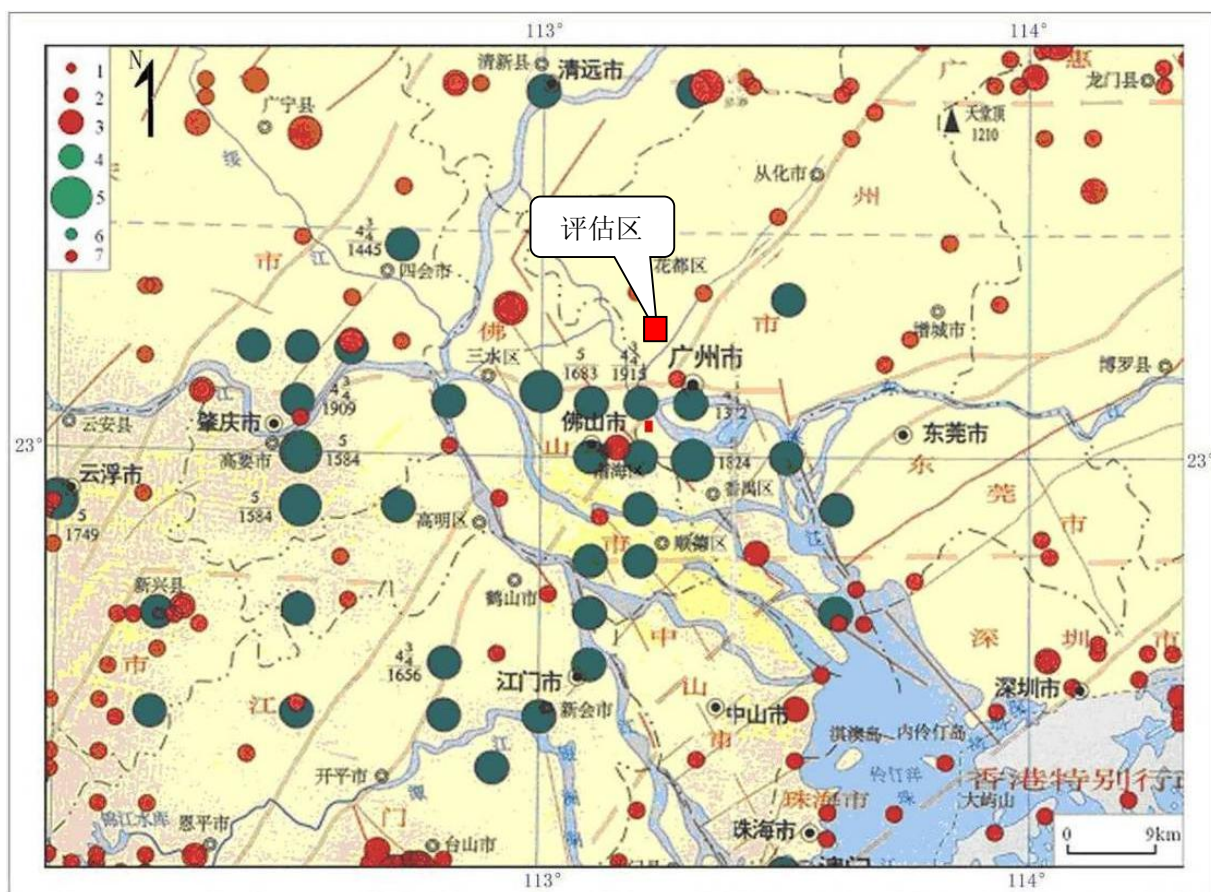


图 2-2 评估区及外围地震震中分布图

(据广东省地震局《广东省地震构造图集》，2000 年)

1-Ms2.0~2.9; 2-Ms3.0~3.9; 3-Ms4.0~4.9; 4-Ms5.0~5.9; 5-1970 年前地震; 6-1970 年后地震。

## 第二节 气象、水文

### 一、气象

评估区属亚热带季风气候区，春季温暖湿润，降雨较多；夏季高温潮湿，雨期较长，雷雨、暴雨频繁；秋季凉爽，雨量明显减少；冬季严寒期短，无冰雪天气。

据广州市气象局 1952~2023 年气象统计数据，广州市年平均温度 21.8℃，7 月平均气温 28.2℃。极端最高温度 38.6℃（2005 年 7 月 18 日），1 月平均温度 13.3℃，极端最低温度 -0.4℃（1967 年 1 月），全年无霜期达 346 天。年平均降雨量 1650mm，4~9 月为雨季，雨季明显，降水丰沛，降水量占年降水量的 82%，日最大降雨量为 485.6mm（2010 年 5 月 7 日）。年内暴雨较集中在 5~9 月份，平均每月约有一次暴雨发生，相应洪水期亦发生在此时段内。年平均蒸发量约 1400~1600mm，年平均相对湿度为 79%。每年雾日为 5 天，历年最长雾天数为 12 天（1975 年），每年 1~4 月为雾季，占全年的 70%，7~8 月份一般无雾。

广州市风向季节性变化比较显著，从春季至初秋盛行偏南风，夏季平均风速 1.86m/s，秋季至冬末盛行偏北或偏东风，冬季平均风速 2.07m/s，年平均风速 2.1m/s，最大风速 35.4m/s（1964 年 6 月 6 日，风向 NE）。项目所在地受台风影响，5~11 月为台风季节，1964 年 5 月 28 日，中心最大风力为 10 级，1983 年 9 月 9 日出现大风暴雨，中心风力达 12 级以上。根据 1952~2020 年的台风资料统计，本区 12 级台风发生过 3 次，风速达 32~36m/s。台风期间常带来大风和暴雨，故工程施工过程及项目运营期间可能遭受台风暴雨的影响和破坏。

## 二、水文

根据野外调查及区域水文资料，评估区及周边地表水体主要为白云湖和场地南侧河涌。

### 1、白云湖

白云湖是目前广州最大的人工湖，位于广州市白云区石井街道，分为东西两湖，京广铁路及石井大道从白云湖中间穿过。规划占地 3000 多亩，范围涵盖白云区石井镇夏茅、环滘、大朗、滘心、红星、大冈等 6 个村。白云湖规划总面积为 2.07 km<sup>2</sup>，水面面积 1.057 km<sup>2</sup>，湖区规划总面积 194hm<sup>2</sup>；通过广和泵站，从珠江西航道广和大桥北侧的取水口提水，经华南快速干线北侧的引水渠到达白云湖。湖区设计正常蓄水位 0.8m，平均水深 1.85m，最大水深 3.7m，整个白云湖可调蓄水量 79 万 m<sup>3</sup>，目前实际蓄水量约为 100 万 m<sup>3</sup>。白云湖属于人工湖，可通过人工调节蓄水量。白云湖位于场地东侧最近约 1000m 处，距离评估区较远，对场区影响较小。

### 2、南侧河涌

据野外调查，场地南侧靠近一河涌，河涌宽约 15m，水深 0.5~1.5m，在场区段河涌正常水面高程 5.0~6.0m，多年洪水位最高处标高约 6.5m，岸堤高程 8~9m，高于水面 2~3m。岸堤高度 3.0~4.5m；目前两岸河堤大部分为人工岸堤，采用浆砌石挡墙支护，总体堤岸状态良好，现状未发现崩塌、滑坡失稳现象。

评估区属于冲积平原地貌，人类工程活动强烈，场区及周围雨水均通过市政排水系统排泄，地面基本已被混凝土硬化。雨水消散快，对地表冲刷作用弱。综合评价，评估区内地表水体较发育，场地设计标高高于附近河流最高洪水位，因此评估场地遭受洪涝灾害影响较小，水文条件对场地建设影响较小。

综上所述，评估区于亚热带季风湿润气候区，气象水文条件对建设工程的影响主要有：雷暴天气、热带气旋、强台风和强降雨等，工程建设必须做好相应的防护措施。

### 第三节 地形地貌

评估区及周边地貌类型主要为冲积平原地貌，用地范围内场地为原有厂房拆除整平，地形较平坦，现地面标高 6.20~7.05m（广州城建高程系），相对高差约 0.85m。拟建项目场地及周边主要以工厂厂房、民房及道路为主，其中场地北侧为盛禾水悦城住宅小区、西侧及南侧为大面积自建居民区，场地东侧靠近白云湖大道，人类工程活动强烈，场地周边地势平坦对工程建设相对有利。评估区卫星影像见图 2-3。

综上所述，评估区内地貌单元为冲积平原地貌。地形起伏小，相对高差0.85m；地形地貌条件简单。因此，综合评估评估区地形地貌条件复杂程度为简单。

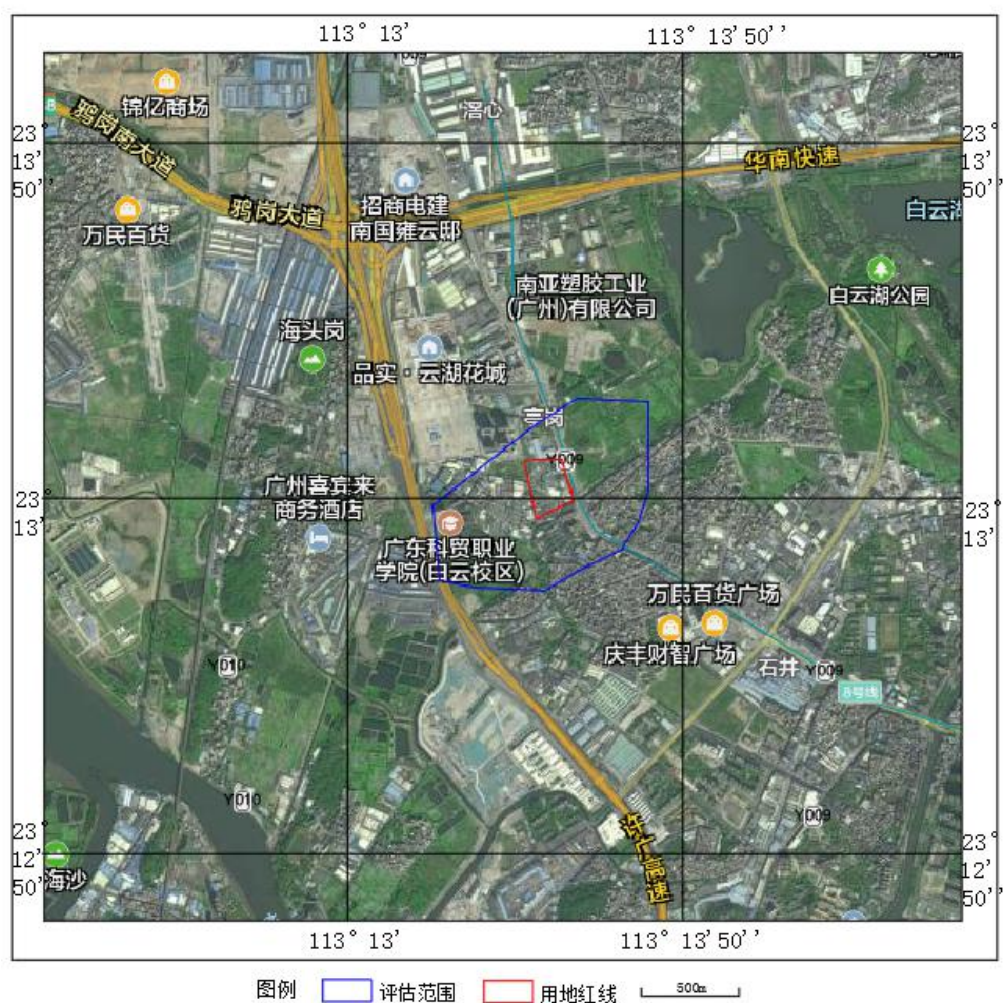


图2-3 拟建项目及周边地形地貌（资料来源：腾讯卫星地图）

### 第四节 地层与岩石

据区域资料及钻探揭露，评估区发育地层为第四系全新统大湾镇组（Q<sub>dw</sub>）、第四系残积层（Q<sub>e</sub>）和石炭系中上统壶天组（Ch）灰岩，区内未见侵入岩。简述如下：



## 一、地层

### 1、石炭系中上统壶天组（Ch）

评估区内地表未出露，主要隐伏于第四系冲积层和残积层之下，上部以黑色、青灰色致密灰岩为主，颜色较深，其下为灰白、肉红色厚度块状灰岩，中部夹角砾状灰岩，岩溶发育且规律性差，下部常有较多白云岩，颜色较浅。厚度 135-173m。区域地层产状约为  $290^{\circ} \angle 17^{\circ}$ 。

### 2、第四系残积层（Q<sup>el</sup>）

分布于评估区内第四系冲积层下部，岩性为粉质黏土，由灰岩风化而成，灰黑色，遇水易软化崩解，厚度 0.8~2.3m，平均厚度 1.55m，场地局部分布。

### 3、第四系冲积层（Q<sup>al</sup>）

大面积分布于评估区内，主要由淤泥质粉细砂与中粗砂组成，其中淤泥质粉细砂分布广泛，灰褐色、灰黑色等色含有机质，局部含淤泥质，厚度 2.20~13.90m，平均厚度 6.98m。中粗砂局部分布，灰色、灰白色、灰褐色等色，局部含砾砂。厚度 8.30~10.60m，平均厚度 9.33m。

综上所述，评估区内地层岩石为第四系冲积层（Q<sup>al</sup>）、第四系残积层（Q<sup>el</sup>）和石炭系中上统壶天组（Ch）灰岩，地层与岩石复杂程度中等。

## 第五节 地质构造

### 一、评估区地质构造

根据区域地质资料推测评估区附近无深大活动性断裂，广从断裂位于场地东侧约 6km 处，东部约 4km 发育有广从断裂分支断裂，距离场区较远，影响较小。广从断裂次级断裂较发育，对区域岩溶的发育程度影响较大。

评估区位于花县复向斜中江村向斜东南部，向斜呈北东端收敛、南西端撒开性状，受区域断裂及这周影响，评估区岩溶发育强烈，对工程建设影响较大。

根据勘察资料，评估区基岩为碳酸盐岩石炭系中上统壶天组（Ch）灰岩；埋藏较浅，根据现有钻孔揭露，碳酸盐岩岩溶发育，未见明显构造痕迹，总体上评估区内地质构造条件中等。

### 二、评估区新构造运动

项目场地区域地处广东省沿海地区，大地构造属于华南褶皱系，晚古生代—中三叠世以稳定型沉积建造系列为特征，沉积建造主要为滨浅海相的碎屑岩建造；中新生界，

本区处于滨太平洋陆缘活动带，以强烈的构造—岩浆作用而闻名，这一时期是区内构造岩浆作用最活跃时期，中生界的构造作用奠定了区内构造的基本格局。

### 1、活动性断裂

区域内主要断裂为沙湾断裂。根据综合调查所揭示的该组断裂破碎带的特征，白坭—沙湾断裂带晚中生代以来至少经历过三次较强烈的活动：第一期的活动表现为张性或张扭性，此期活动产生的构造岩大都受到强烈的硅化或其它类型的热液蚀变；第二期活动发生于古近纪红层沉积之后，为扭性或压扭性；第三期活动表现为高角度正断层，以断块重力调整为主。断裂最新一次较强烈活动的时间有可能发生于距今 10~20ka 之间。至今，该断裂仍有一定程度的活动性，本区历史上的多次破坏性地震，包括 1683 年 10 月 10 日的南海 5 级地震、1824 年 8 月 14 日的番禺 5 级地震，以及 1997 年 6 月 26 日三水市南边镇 ML=4.4 级地震的发生，均有可能是该断裂的活动所引起。

### 2、新构造运动

据 1:25 万广州市幅（F49C001004）区域地质调查报告，珠江三角洲地区在喜马拉雅构造时期，岩层轻微褶皱形成了新近系、古近系地层之间的微不整合面，晚期表现较显著的是玄武岩喷发和伴随断裂复活。总体上该区域的新构造运动具以下特点：

（1）断块差异升降：评估区以差异升降为主要活动方式，形成不同的地貌格局。评估区主要为冲积平原地貌，属于构造沉降区。

（2）时间差异：全新统以抬升运动为主，晚全新统以沉降运动为主，沉降速率为 0.43mm/a。

### 3、地震

根据地震资料，项目所处区域地震强度不大，震级多为 3~4 级，珠江三角洲历史上所遭受地震的最大烈度处于 5~6 度间。区域地震特征主要为频率高、强度小，小震多而大震少，多属微震—弱震，主要受白坭-沙湾断裂控制。

综上所述，评估区内未发现明显的断裂构造，断裂近期活动性一般，新构造运动主要表现为断块的差异升降运动；本区地处低震级地震多发区，处于地震基本烈度Ⅶ度区，综合评定评估区地质构造条件复杂程度为中等。

## 第六节 岩土类型及工程地质性质

### 一、岩土体类型及主要特征

根据收集的场区勘察报告,评估区范围内岩土体工程地质类型可划分为松散土类与碳酸岩类组两大类。现分述如下:

#### (一) 松散土类

根据岩土的工程特征、成因类型,将评估区内松散土类分为填土层、冲积层与残积层。各类土体特征描述如下:

##### 1、第四系人工填土层 ( $Q^{ml}$ )

杂填土(层序号为 1-1): 呈灰褐色等色,湿,主要由砖块、碎石、砂组成,顶部 0.20~0.30m 为砼块,填土年份大于五年,已压实。该层取土样 6 组,其主要物理力学性质指标平均值为:  $\omega = 3.9\%$ ; 标贯试验 6 次,实测击数  $N' = 7 \sim 9$  击,平均 7.8 击,标准值为 7.2 击。该层在场地中 6 个钻孔均有揭露,分布较为广泛,层厚度 3.40m~6.00m,平均厚度 5.02m,顶面标高 6.85~7.38m。

##### 2、第四系冲积层 ( $Q^{al}$ )

该层由淤泥质粉细砂、中粗砂组成,现按土性及沉积顺序由上至下分述:

(1) 淤泥质粉细砂(层号 2-1): 该层以粉细砂为主,灰褐色、灰黑色等色,饱和,松散状,含有机质,局部含淤泥质。取粉细砂样 7 组,水上坡角  $38^\circ \sim 39^\circ$ ,水下坡角  $32^\circ \sim 33^\circ$ ; 标贯试验 13 次,实测击数  $N' = 6 \sim 9$  击,平均 7.6 击,标准值为 7.3 击。推荐地基承载力特征值  $f_{ak}$  取 100kPa。该层在场地中 6 个钻孔均有揭露,分布较为广泛,层厚度 2.20~13.90m,平均厚度 6.98m,顶面标高 1.06~3.76m。

(2) 中粗砂(层号 2-2) 该层以粗砂为主,灰色、灰白色、灰褐色等色,饱和,稍密状,分选性一般,局部含砾砂。取中粗砂样 5 组,水上坡角  $40^\circ \sim 41^\circ$ ,水下坡角  $35^\circ \sim 36^\circ$ ; 标贯试验 10 次,实测击数  $N' = 12 \sim 13$  击,平均 12.6 击,标准值为 12.2 击。推荐地基承载力特征值  $f_{ak}$  取 180kPa。该层在场地中 6 个钻孔有 4 个孔揭露,分布较为广泛,层厚度 8.30~10.60m,平均厚度 9.33m,顶面标高 -3.53~-0.12m。

##### 3、第四系残积层 ( $Q^{el}$ )

粉质黏土(层号 3-1): 灰黑色等色,稍湿,硬塑状,粘性一般,遇水易软化,含灰岩碎屑。该层取土样 2 组,其主要物理力学性质指标平均值为:  $\omega = 13.7\%$ ,  $e_0 = 0.574$ ,  $a_{1-2} = 0.599 \text{MPa}^{-1}$ ,  $E_s = 2.63 \text{MPa}$ ,  $C = 24.6 \text{kPa}$ ,  $\phi = 18.1^\circ$ 。标贯试验 2 次,实测击数

N=17~18 击,平均 17.5 击。推荐地基承载力特征值  $f_{ak}$  取 200kPa。该层在场地中 6 个钻孔有 2 个孔揭露,局部分布,层厚度 0.80~2.30m,平均厚度 1.55m,顶面标高-12.33~-6.54m。

## (二) 碳酸盐岩类

由石炭系中上统壶组 (Ch) 灰岩组成,在钻孔揭露控制深度范围内,按风化程度及其特征可划分为微风化岩带,其特征如下:

微风化灰岩 (层号4-1): 灰色、灰黑色等色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈柱状,少量块状,岩质新鲜坚硬,局部存在裂隙,少数岩芯侧面见溶蚀现象 (溶孔或小溶槽),岩芯多见灰白~白色网格状或树枝状方解石细脉。本层钻孔中揭露有溶洞,未揭露土洞。溶洞均为半充填,充填物主要为软塑状粘性土、中粗砂及碎岩块,场地内揭露灰岩钻孔6个,揭露溶洞钻孔6个,见洞率100%,揭露层厚度1.20~12.50m。

根据场地勘察报告岩土层主要物理力学指标建议值见表 2-4。

表 2-4 岩土的计算参数建议值表

地层序号	岩土名称	状态	承载力特征值 $f_{ak}(\text{kPa})$	湿密度 $\rho (\text{g/cm}^3)$	直接快剪		压缩模量 $E_{s1-2}(\text{MPa})$
					粘聚力 $c$ kPa	内摩擦角 $\varphi(^{\circ})$	
1	杂填土	压实	80	1.94	10.0	8.0	4.2
2-1	淤泥质粉细砂	/	100	1.95	/	28.0	5.0
2-2	中粗砂	/	180	2.00	/	35.0	12.0
3-1	粉质黏土	硬塑	200	1.94	24.0	18.0	4.5

(资料来源:根据场区已有勘察资料)

## 二、重点建设工程的工程地质条件评价

### (一) 主体建筑物工程地质条件

拟建场地内地貌类型主要为冲积平原区,揭露岩土体主要为第四系人工填土层 ( $Q^{ml}$ ),冲积层 ( $Q^{al}$ ) 淤泥质粉细砂、中粗砂,风化残积层 ( $Q^{el}$ ) 粉质黏土、石炭系中上统壶天组 (Ch) 灰岩,拟建场地建筑主要包括防治科研综合楼、门急诊综合楼、住院综合楼、污水处理站等,建筑物层数 1~17 层,建筑物高度 4.5~80.4m,建筑物结构类型采用框架结构及剪力墙结构。建筑物拟采用桩基础,以中~微风化灰岩为桩基础持力层。

根据钻孔资料,主要岩土层分布如下:人工填土层厚 3.40~6.00m,地基承载力偏小,变形较大且不均匀,具有孔隙率大、透水性强的特点。淤泥质粉细砂层厚度 2.20~13.90m,平均厚度 6.98m,一般具有含水量高,压缩性高,孔隙比大,压缩性高,抗剪

强度低，灵敏度高的特点。当原状土受震动后，易产生侧向滑动，导致沉降及基底变形等，不宜作为承载力层。中粗砂，为稍密状态，连续分布，承载力低，工程力学性质较差；残积层岩性主要为粉质黏土，硬塑状，层厚度 0.80~2.30m；残积土遇水极易软化或崩解，使其地基承载力、粘聚力、内摩擦角及变形模量大大降低。下伏基岩中灰岩广泛分布，岩溶强发育，不宜作荷载要求较高的建筑物基础持力层。

拟建项目为混凝土框架结构中高层建筑，建筑物结构类型为框架剪力墙结构，根据拟建建筑物荷载要求及场地实际情况。建筑物采用桩基础，以中~微风化灰岩为桩基础持力层。桩基础埋深应视持力层面埋深而定，一般桩基础底面宜入持力层不少于 1.50m。同时由于场地岩溶强发育，桩端需穿过溶洞或对溶洞进行处理，并保证桩端持力层下面具有足够的岩板厚度；当基岩埋深较深时，可采用摩擦型桩。

其他附属设施、道路、绿化带及其它附着物，其荷载要求较低，可考虑以经处理粉质粘土或砂土类层作为持力层。天然地基要加强验槽工作，应作好雨季排水工作，基槽开挖较深时应采取必要的防护措施。同一建筑物宜采用同一基础类型，同一建筑物同一基础类型宜采用同一持力层，当受地质条件限制不得不采用不同地层作为基础持力层时，应采取相应的建筑措施和结构措施，以减少不均匀沉降。

## **（二）基坑工程地质条件**

根据拟建项目初步设计资料，拟建的埋地污水处理站，需进行地下开挖，开挖深度约 5m，其余场地建两层地下室，开挖深度约 10m。根据钻孔揭露：基坑开挖部分的土层主要为人工填土层、淤泥质粉细砂，其中人工填土层和淤泥质粉细砂层结构松散，自立能力差，较易发生基坑崩塌、滑坡，工程地质条件差，在附加荷载作用下易产生沉降甚至出现剪切破坏，影响建（构）筑物的稳定。土体直接垂直开挖不能满足稳定性要求，必须进行基坑支护措施，基坑开挖后，坑底土层主要为淤泥质粉细砂、中粗砂。根据现有勘察资料钻孔揭露，本项目在基坑范围内地下水水位埋深较浅，约为 0.50~1.00m，因此，基坑开挖过程中需抽排地下水，可能诱发降落漏斗范围内的地面出现沉降现象，产生地面沉降的地层主要是人工填土和淤泥质粉细砂层。

## **三、评估区主要不良工程地质问题**

根据评估区工程地质条件，引起评估区地质灾害主要的不良工程地质问题有：人工填土（局部软土）的压缩沉降问题、残坡积土及风化岩、岩溶、砂土液化与基底渗透变形破坏。

### **（一）人工填土、软土的压缩沉降问题**



评估区人工填土广泛分布，主要由砖块、碎石、砂组成，顶部 0.20~0.30m 为砼块，土质极不均匀。场地人工填土层厚度比较大，孔隙比大，压缩性大而承载力低，其强度受各种水浸泡软化作用后明显降低。填土年份大于五年，已压实。厚度 3.40~6.00m，平均厚度 5.02m；淤泥质粉细砂层广泛分布，厚度 2.20~13.90m，松散状；压缩性高，工程力学性能差，在上部荷载的作用下，易产生较大不均匀沉降量，引起地面不均匀沉降。

（二）残积土

场区残积土局部分布，主要为粉质黏土，揭露厚度 0.80~2.30m，平均厚度 1.55m。其孔隙比常较大，液性指数较小，压缩性较低，遇水易软化、崩解，使其地基承载力、粘聚力、内摩擦角及变形模量大大降低。

（三）岩溶

根据场地钻孔灰岩钻孔有 6 个，其中揭露溶洞钻孔 6 个，钻孔见洞率为 100%。根据收集场地已有岩土工程勘察报告，场区周边岩溶见洞率为 30.2~42.75%。场地岩溶主要以溶洞为主，溶洞发育规律性差，规模大小以 1.20~12.50m 为主，充填物多为软塑状黏性土、中砂、粉细砂及碎岩块，钻探时岩面及溶洞位置多有漏水现象，溶洞分布详见表 2-5，钻孔未揭露土洞。根据场地钻孔揭露情况并结合区域岩溶发育现状，评估场地岩溶发育等级为岩溶强发育。

表 2-5 溶洞及充填物一览表

钻孔编号	溶洞			备注
	微风化岩顶面厚度	顶底深度	垂向高度	
	m	m	m	
ZK1	0.90	20.80~25.20	4.40	半充填粉细砂及碎岩块。
ZK2	0.60	19.10~21.50	2.40	半充填中砂及碎岩块。
ZK3	1.00	21.20~23.50	2.30	半充填软塑状粘性土及碎岩块。
	0.50	24.00~36.50	12.50	半充填软塑状粘性土及碎岩块。
ZK4	1.40	21.10~22.30	1.20	半充填中砂及碎岩块。
ZK5	2.60	18.60~21.70	3.10	半充填软塑状粘性土及碎岩块。
	3.30	25.00~27.00	2.00	半充填软塑状粘性土及碎岩块。
ZK6	1.50	19.60~22.60	3.00	半充填中砂及碎岩块。
	0.70	23.30~27.10	3.80	半充填中砂及碎岩块。

虽然场区内地表近几年来未发现有坍塌或地陷情况，但在岩溶较发育地段，岩、土层可能存在突然塌陷等不良地质现象，对基础稳定性影响较大。岩溶地区引起溶、土洞失稳而导致地面沉降或塌陷主要有两个因素：

### 1) 地水位变化

由于人为或自然原因，地水位的变化使溶、土洞周边土体应力平衡破坏或受地下水潜蚀、冲刷使溶、土洞中或周边土体颗粒流失导致溶、土洞失稳塌陷从而引起地面沉降或塌陷。

### 2) 人类工程活动

过度抽排地下水或冲积震动、地面加载等人类活动均可能导致溶、土洞失稳面导致地面沉降和塌陷。

设计时需考虑岩溶发育的影响，建议基础持力层和桩基础避开或穿过溶洞进入稳定的持力层中，必要时可对溶洞进行处理，桩端嵌岩时需保证桩端之下的岩板具有足够厚度。

## (四) 饱和砂土液化问题

据钻探揭露，场内 6 个钻孔揭露淤泥质粉细砂及中粗砂层，场地内深度 20m 以上分布有饱和的淤泥质粉细砂 (②-1)、中粗砂 (②-2)，采用标准贯入试验判别法，计算公式如下：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6ds + 1.5) + 0.1dw] \sqrt{3 / \rho c}$$

根据标准贯入试验液化判别式  $N < N_{cr}$  (实际砂土层标准贯入击数小于临界击数为液化砂土)，对饱和砂土层标准贯入试验进行判别分析及液化指数计算，液化判别深度取 20m。液化判别结果见下表 2-6。结果表明淤泥质粉细砂 (②-1) 为严重可液化土层，中粗砂 (②-2) 为轻微可液化土层。

表 2-6 钻孔饱和砂土液化判别计算表

钻孔编号	土层编号	土层名称	层顶深度	层底深度	标准贯入试验点深度 $ds(m)$	标准贯入试验实测锤击数 $N$	地下水深度 $dw(m)$	标准贯入试验点锤击数临界值 $N_{cr}$	液化指数 ILE		液化等级
ZK1	2-1	淤泥质粉细砂	6.00	8.75	7.15	6	0.50	9.64	8.74	25.63	严重
			8.75	12.00	10.35	7	0.50	11.22	7.84		
			12.00	15.40	13.70	7	0.50	12.48	6.21		
			15.40	19.90	17.15	8	0.50	13.52	2.85		
ZK2	2-1	淤泥质粉细砂	5.00	7.80	6.35	8	0.80	8.99	2.79	7.05	中等
			7.80	10.20	9.25	8	0.80	10.56	4.26		
	2-2	中粗砂	10.20	10.85	12.45	12	0.80	11.87	0.00		
			10.85	18.50	15.65	13	0.80	12.93	0.00		
ZK3	2-1	淤泥质	5.40	10.20	7.15	8	1.00	9.36	5.66	5.83	轻微

		粉细砂									
	2-2	中粗砂	10.20	15.15	13.15	12	1.00	12.01	0.02		
			15.15	19.40	17.15	13	1.00	13.24	0.14		
	2-1	淤泥质粉细砂	5.00	7.80	6.35	8	1.00	8.88	2.50		
			7.80	10.50	9.25	9	1.00	10.44	2.70		
ZK4			10.50	13.85	12.45	12	1.00	11.76	0.00	5.83	轻微
	2-2	中粗砂	13.85	16.70	15.25	12	1.00	12.69	0.49		
			16.70	19.70	18.15	13	1.00	13.51	0.14		
	2-1	淤泥质粉细砂	3.40	7.80	6.35	7	1.00	8.88	8.93	18.68	严重
ZK5			7.80	10.70	9.25	8	1.00	10.44	4.86		
			10.70	13.70	12.15	8	1.00	11.65	4.89		
	2-1	淤泥质粉细砂	5.30	7.50	7.15	8	0.80	9.47	3.09	3.20	轻微
ZK6			7.50	12.55	11.15	12	0.80	11.38	0.00		
	2-2	中粗砂	12.55	15.33	13.95	13	0.80	12.39	0.00		
			15.33	18.10	16.70	13	0.80	13.23	0.11		

综上所述，评估区内岩土层分层较稍，岩土体厚度及力学性质差异较大，不良地质现象发育，综合评估岩土工程地质条件的复杂程度为复杂。

## 第七节 水文地质条件

### 一、概况

根据地下水的埋藏和赋存形式，评估区内地下水类型可划分为第四系松散岩类孔隙水及碳酸盐岩类裂隙溶洞水两类。松散岩类孔隙水广泛赋存于第四系冲积层（ $Q_4^{al}$ ）淤泥质粉细砂、中粗砂层。碳酸盐岩类裂隙溶洞水主要赋存于石炭系中上统壶天组（ $Ch$ ）灰岩裂隙、溶洞中。

### 二、地下水类型及特征

#### （一）第四系松散岩类孔隙水

据钻孔揭露，评估区内第四系地层岩性主要为人工填土、淤泥质粉细砂、中粗砂等，含水层厚度约 12.6~14.7m，主要含水层为砂层，透水性较好，富水性中等，地下水水位埋藏较浅。稳定水位埋深为 0.50~1.00m。

根据 1:20 万广州幅区域水文地质资料，松散岩类孔隙水类型为潜水，单井涌水量  $100m^3/d \sim 805m^3/d$ ，富水性中等为主。水质类型为  $HCO_3-Na \cdot Ca$ 、 $Cl-Na \cdot Ca$  型，矿化度  $0.08 \sim 21.73g/L$ 。

#### （二）碳酸盐岩类裂隙溶洞水

评估区内碳酸盐岩类裂隙溶洞水主要为赋存于石炭系中上统壶天组(Ch)灰岩裂隙、溶洞中, 根据 1:20 万广州幅区域水文地质资料, 区内单井涌水量为 1314~2847m<sup>3</sup>/d, 富水性丰富, 地下水化学类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca、HCO<sub>3</sub>•Cl-Ca•Na 型, 矿化度 0.23~0.78g/L。

根据勘察资料并结合当地经验值, 各含水层渗透系数取值如表 2-7 所示。

表 2-7 渗透系数建议值表

岩土分层	地层编号	渗透系数 k(m/d)	透水性等级
人工填土	①	2.50	中等透水
淤泥质粉细砂	②-1	5.00	中等透水
中粗砂	②-2	10.00	强透水
粉质黏土	③-1	0.01	微透水
微风化灰岩	④-1	0.50	弱透水

### 三、地下水补给、径流、排泄条件及动态变化

#### (1) 补给

松散岩类孔隙水: 平原区松散岩类孔隙水补给来源丰富、除大气降水入渗补给, 尚有河流、鱼塘入渗补给及碳酸盐岩类裂隙溶洞水的侧向补给。调查区大部分地段无稳定的粘性土弱透水层分布, 直接接受大气降水入渗补给。河流入渗补给, 区域河流等地表水体较发育, 主要有石井河、流溪河、白云湖等, 地下水位也随地表水位的变化而迅速变化, 地表水与地下水之间的补—排关系转换十分频繁。丰水期河水水位高于地下水水位, 则地表水补给地下水为主; 枯水期则相反。地表水的入渗补给也是平原区第四系松散岩类孔隙水的重要补给来源之一。碳酸盐岩类裂隙溶洞水侧向补给, 区域东部丘陵区的基岩溶洞发育, 含水裂隙和风化裂隙较发育, 风化带厚度较大, 植被良好, 有利于地下水的储存和运移, 大部分以泉的形式就地排泄形成地表径流汇入平原区水系外, 部分地下水通过断层、裂隙带向平原区侧向渗透补给平原区地下水。

碳酸盐岩类裂隙溶洞水: 主要接受地表水的垂直补给, 其次, 接受评估区外基岩裂隙水的侧向补给以及松散岩类孔隙水的越流补给。

#### (2) 径流

区内地下水流向总体由北东向南西径流, 但随地形的微起伏, 径流条件局部存在差异。评估区总体地势低平, 地表水较发育, 地下水水力梯度较小, 径流缓慢, 故地下水径流强度较弱, 地下水的径流方向与石井河道流向基本一致。

#### (3) 排泄

评估区整体位于地下水下游平原排泄区, 平原区地下水位较浅, 大部分地段小于 1.0m, 地下水主要消耗于蒸发、侧向排泄补给河水和越流补给碳酸盐岩类裂隙溶洞水。

当下伏碳酸盐岩类裂隙溶洞水水位埋深低于松散岩类孔隙水水位时，孔隙水会越流补给裂隙溶洞水；在枯水季节，当河水水位低于地下水位时，地下水会向河涌排泄。隐伏于平原区裂隙溶洞水则主要通过潜流的方式向盆地汇流排泄。

#### （4）动态变化特征

每年3月起随降雨量增大，水位开始逐渐上升，到6至10月处于高水位时期（丰水期），10月以后随着降雨量与农灌水的减少，水位缓慢下降，到12月至次年3月处于低水位期（枯水期）。区内地表水资源丰富。地下水动态变化与大气降雨、洪汛期有密切关系，但因各类地下水埋藏条件不同，水位反映的快、慢不同，第四系孔隙水埋藏较浅，水位反映迅速，暴雨后十多小时即可升到最高峰；碳酸盐岩类裂隙溶洞水水位变化与孔隙水变化一致，但具有滞后性。第四系松散岩类孔隙水地下水变幅一般为1.00~3.00m，裂隙溶洞水年水位变化较大，一般为3.0~8.0m。勘察期间地下水稳定水位为0.5~1.0m。

### 四、地下水对拟建项目的影响

#### （一）地下水对基坑工程的影响

本项目预测开挖2层地下室，基坑开挖深度约为10.0m，场地内地下水埋藏较浅（稳定水位埋深为0.50~1.00m），基坑开挖在地下水位之中；基坑侧壁土层为人工填土层淤泥质粉细砂，基坑底土层主要为淤泥质粉细砂。基坑开挖后，侧壁主要为人工填土、淤泥质粉细砂，本项目基坑开挖过程中需抽排地下水，由于渗流力的作用，使土体颗粒流失或局部土体产生移动，导致土体变形失稳，主要表现为管涌。同时由于渗流作用，使水压力或浮力发生变化，导致土体或结构失稳。在基坑开挖过程中，若对地下水处理不当，可能导致基坑出现险情甚至事故。主要表现为：①地下水渗透引起的基坑开裂坍塌；②降低地下水位引起地面沉降及周围建筑物倾斜开裂；③暴雨袭击中基坑长期受雨水浸泡引起地基土强度降低。地下水对基坑开挖的影响较大，因此，在施工过程中要采取相应的防治措施。

#### （二）地下水腐蚀性

据场区勘察报告资料，勘察期间在ZK2、ZK5钻孔内采取地下水样2件和土化学样2件，水质分析成果（表2-8）和土的易溶盐分析成果（表2-9）见下表，并结合地层的透水性进行分类，根据《岩土工程勘察规范》（GB 50021--2001）（2009年版）进行地下水和土的腐蚀性判别，判别结果为：场区地下水环境类型为Ⅱ类，地层渗透性为A类，场区地下水对混凝土结构具微腐蚀性；在长期浸水下和干湿交替环境下，场区地下水对

码中的钢筋具微腐蚀性。场区土对码结构具微腐蚀性；在长期浸水和干湿交替环境下，场区土对码中的钢筋具微腐蚀性，场区土对钢结构具微腐蚀性。

表 2-8 地下水腐蚀性化学指标及评价表

孔号	PH	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	侵蚀性 CO <sub>2</sub> (mg/L)	游离性 CO <sub>2</sub> (mg/L)	矿化度 (mg/L)	对码的 腐蚀性	对码中钢 筋的腐蚀 性
ZK2	7.89	19.21	40.85	2.57	33.81	10.81	0.00	2.35	218.76	微	微
ZK5	7.84	16.24	26.49	2.27	34.68	7.38	0.00	2.14	178.52	微	微

（资料来源：根据场区勘察资料）

表 2-9 场地土腐蚀性化学指标及评价表

取样	阳离子含量			阴离子含量				PH 值	对码 腐蚀 性	对码 中钢 筋腐 蚀性	对钢 结构 的腐 蚀性
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>				
	mg/Kg 土	mg/ Kg 土	mg/Kg 土	mg/Kg 土	mg/Kg 土	mg/Kg 土	mmol /Kg 土				
ZK2	104.40	16.56	/	0.00	29.82	133.51	3.54	7.69	微	微	微
ZK5	173.20	18.24	/	0.00	26.27	174.81	2.42	8.59	微	微	微

（资料来源：根据场区勘察资料）

综上所述，评估区地下水类型为松散岩类孔隙水与碳酸盐岩类裂隙溶洞水两类，松散岩类孔隙水其富水性中等，碳酸盐岩类裂隙溶洞水富水性丰富，地下水对混凝土具微腐蚀性，对钢筋码结构中钢筋具微腐蚀性，水文地质条件复杂程度为复杂。

### 第八节 人类工程活动对地质环境的影响

评估区内现状周围主要以为工厂厂房，生产车间、仓库及居民住宅区等为主，其中生产车间与仓库建筑物层数以 2 层为主，建筑物高度小于 20m，目前工业区建筑大多已拆除，建筑物基础以桩基础为主，场地东侧靠近道路白云湖大道。地铁 8 号线石井-亭岗段经过评估区东部，区间采用盾构法施工，隧道直径 6m，顶板埋深约 6~7m，地铁建设等人类活动对周边地形地貌景观破坏程度中等。场地内现状标高为 6.20~7.05m，地形起伏小，地势平坦，总体上场地及周边人类工程建设活动较多。因此，评估区人类工程活动对地质环境影响程度中等。

### 第九节 地质环境条件小结

区域地壳运动稳定性为基本稳定，地震基本烈度为Ⅶ度，区域地质背景条件中等；评估区内地貌类型为平原，地势平坦，相对高差 0.85m，地形地貌条件简单；评估区内地层岩石为石炭系中上统壶天组（Ch）、第四系残积层（Q<sup>el</sup>）、第四系冲积层（Q<sup>al</sup>），

地层与岩石复杂程度中等；区内地质构造条件复杂程度为中等；岩土体厚度及力学性质差异较大，不良地质现象较发育，对工程建设存在不良影响，岩土工程地质条件复杂程度为复杂；评估区地下水类型为松散岩类孔隙水与碳酸盐岩类裂隙溶洞水两类，松散岩类孔隙水其富水性中等，碳酸盐岩类裂隙溶洞水富水性丰富，地下水对混凝土具微腐蚀性，对钢筋砼结构中钢筋具微腐蚀性，水文地质条件复杂程度复杂；评估区以及周边人类工程活动强度中等，人类活动对地质环境的影响程度中等。综合判定评估区地质环境条件复杂程度为复杂。

评估区内致灾作用的主导因素是岩土体工程地质条件，激发因素为人类工程活动和气象水文，从属因素为地形地貌、水文地质条件及地质构造。

### 第三章 地质灾害危险性现状评估

根据《广州市地质灾害防治“十四五”规划》易发区的划分，本地块位于地质灾害高易发区，主要灾种为地面塌陷。

评估区地貌为河流冲积平原，场地内建筑均已拆除，场区外评估区内现状主要为工业区、居民区及道路。根据收集广州市地质调查院《广州市白云区石井街夏茅村岩溶地面塌陷地质灾害综合勘察报告》相关内容，位于评估区东北方向约 3.3km 的夏茅村于 2008 年 12 月及 2015 年 9 月先后 2 次共发生了 6 次岩溶地面塌陷，夏茅村地层条件与拟建场地相近，基岩主要为壶天组灰岩，碳酸盐岩溶发育。形成的塌陷坑分别位于向西街 8 巷 16 号、6 巷 16 号、3 巷 13 号、2 巷北端及沙园坊 7 巷 6 号，陷坑面积一般 30~300m<sup>2</sup>。岩溶塌陷地质灾害损毁房屋 12 幢，数十处房屋墙壁及地面出现开裂、变形，地面裂缝多呈近东西向，灾害影响范围约 5000m<sup>2</sup>。原有地面塌陷点均已采取相关治理措施，根据本次野外地质调查，评估区内现状未见地质灾害现象。

综上所述，评估区现状虽未发现地质灾害现象，但根据钻孔揭露以及收集附近工程及环境地质资料，得到评估区岩溶发育程度强，根据《白云区地质灾害风险调查评估报告》及区域经验，以往发生过的岩溶地面塌陷地质灾害危险性大，对建设工程的影响大。



## 第四章 地质灾害危险性预测评估

地质灾害的发生，是各种地质环境因素相互影响，不等量共同作用的结果。预测评估是在对地质环境因素系统分析的基础上，判断降水或人类活动等激发下，某一个或一个以上地质环境因素的变化，导致致灾体处于不稳定状态，预测评估地质灾害的范围、危险性和危害程度。根据规划场地所处地质环境背景、工程技术标准、施工方式及工程结构要求等，预测工程项目在建设过程中，可能引发的地质灾害类型主要有：（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷与地面沉降三种；工程建设本身还可能遭受（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷与地面沉降的危害。

预测分析选取的评价要素主要有岩土体特征、工程地质条件、水文地质条件、地质构造条件、地形地貌条件、气候条件、规划设计及人类工程活动条件等。

### 第一节 工程建设引发地质灾害危险性的预测

根据建设项目场地的地质环境条件，结合建设工程类型、规模等，预测工程建设可能引发的地质灾害类型主要有（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷与地面沉降三种。地质灾害危险性预测分述如下：

#### 一、边坡崩塌/滑坡

##### （一）基坑边坡崩塌/滑坡

##### 1、基坑边坡概况

根据拟建项目初步设计资料，拟建的埋地污水处理站，需进行地下开挖，开挖深度约 5m，其余主要建筑场地建两层地下室，开挖深度约 10m。在拟开挖基坑在三倍基坑开挖深度范围内，无放坡空间，拟采用垂直开挖。根据钻孔揭露：基坑开挖部分的土层主要为人工填土层，层厚 3.40~6.00m，淤泥质粉细砂，层厚 2.20~13.90m。基坑开挖后，坑底土层主要为淤泥质粉细砂、中粗砂。典型基坑开挖剖面图如图 4-1、4-2 所示。

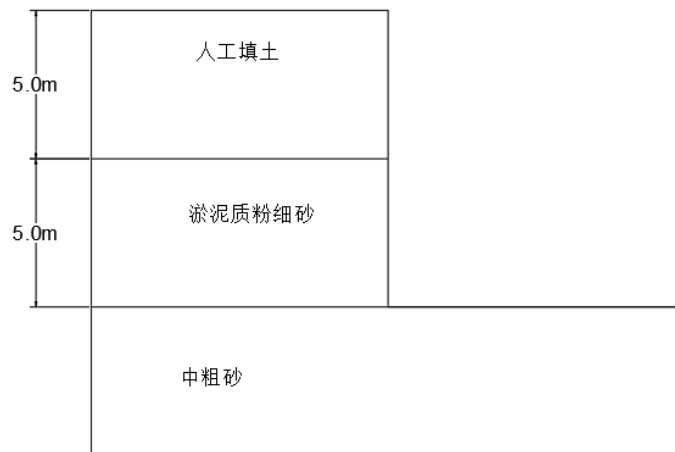


图 4-1 主要建筑典型基坑边坡剖面示意图

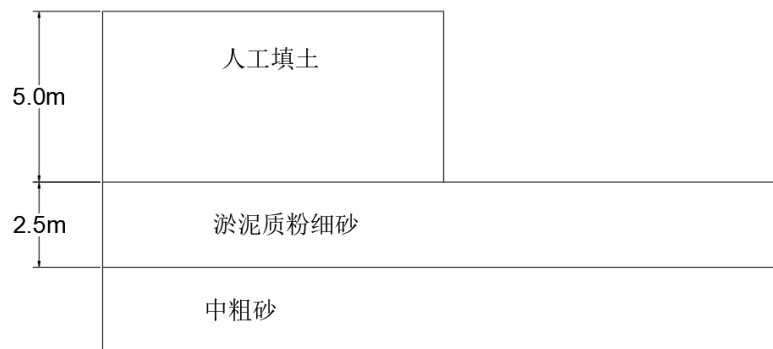


图 4-2 污水处理站典型基坑边坡剖面示意图

## 2、稳定性分析

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），土质边坡可采用圆弧滑动法计算边坡的稳定性，地下水水位埋深 0.5~1.0m。均低于场地设计标高，坡顶无建筑，边坡的稳定性系数按下式计算：

$$K_s = \frac{\sum R_i}{\sum T_i} \quad (\text{式 4-1})$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + c_i l_i \quad (\text{式 4-2})$$

$$N_i = (G_i - G_{bi}) \cos \alpha + P_{wi} \sin(\alpha_i - \alpha_i) \quad (\text{式 4-3})$$

$$T_i = (G_i - G_{bi}) \sin \alpha + P_{wi} \cos(\alpha_i - \alpha_i) \quad (\text{式 4-4})$$

式中：  $K_s$ —边坡稳定性系数；

$c_i$ —第  $i$  计算条块滑动面上土的粘结强度标准值（KPa）；

$\varphi_i$ —第  $i$  计算条块滑动面上岩土的内摩擦角标准值（°）；

- $l_i$  —第*i*条块滑动面长度（m）；
- $\alpha_i, \beta_i$ —第*i*计算条块底面倾角和地下水位面倾角（°）；
- $G_i$ —第*i*计算条块单位宽度土体自重（kN/m）；
- $G_{bi}$ —第*i*计算条块滑体地表建筑物的单位宽度自重（kN/m）；
- $P_{wi}$ —第*i*计算条块单位宽度的动水压力（kN/m）
- $N_i$ —第*i*计算条块滑体在滑动面法线上的反力（kN/m）；
- $T_i$ —第*i*计算条块滑体在滑动面切线上的反力（kN/m）；
- $R$  —第*i*计算条块滑动面上的抗滑力（kN/m）；

组成土质边坡中填土、粘土的 $\gamma$ 、 $C$ 、 $\phi$ 值根据场地钻孔所取土样的土工测试数据进行取值，岩土体参数取值详见表 4-1。

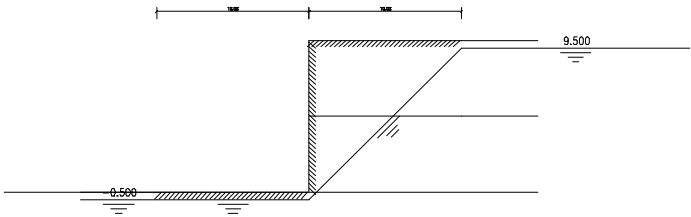
表 4-1 拟建项目边坡稳定性计算参数统计表

岩土层名称	岩土体参数					
	天然重度 $\gamma$ (kN/m³)	饱和重度 $\gamma'$ (kN/m³)	黏聚力 $c$ (KPa)		内摩擦角 $\varphi$ (°)	
			正常工况	暴雨工况	正常工况	暴雨工况
填土	19	20	15.0	14.0	14.0	12.0
淤泥质粉细砂	18.5	19.5	0	28.0	0	24.0
中粗砂	19	20	0	35	0	32

下面选取 10m 基坑典型剖面对其稳定性进行定量计算分析，稳定性计算方法采用圆弧滑动面计算边坡安全系数，由软件自动搜索最危险滑动面来确定边坡的稳定系数，计算过程如下：

计算项目：基坑边坡稳定计算（天然状态下）

[计算简图]



- [控制参数]:
  - 采用规范:通用方法
  - 计算目标:安全系数计算
  - 滑裂面形状: 圆弧滑动法
  - 不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 3

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.000	0.000	0
2	0.000	10.000	1
超载1 距离0.010(m) 宽0.010(m) 荷载(0.00—0.00kPa) 0.00(度)			
3	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	5.000	19.000	20.000	10.000	---
2	5.000	18.500	19.500	10.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	15.000	14.000	14.000	12.000
2	0.000	28.000	0.000	24.000

层号	十字板 $\tau$ (kPa)	强度增 长系数	十字板 $\tau$ 水 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	5.000	19.000	20.000	10.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	0.000	35.000	0.000	32.000

层号	十字板 $\tau$ (kPa)	强度增 长系数	十字板 $\tau$ 水 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---

[水面信息]

采用总应力法

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 2 水面线起始点坐标: (0.000, -0.500)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	10.000	0.000
2	10.000	10.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

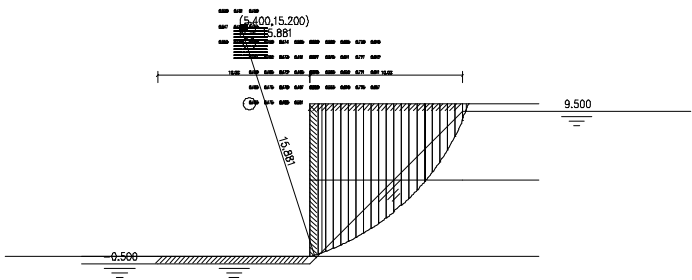
稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

条分法的土条宽度: 0.500(m)

搜索时的圆心步长：1.000 (m)  
搜索时的半径步长：0.500 (m)

计算结果：

[计算结果图]



最不利滑动面：  
滑动圆心 = (5.400, 15.200) (m)  
滑动半径 = 15.881 (m)  
滑动安全系数 = 0.447

起始x	终止x	$\alpha$	$l_i$	$C_i$	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透
力	附加力X	附加力Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向		
地震力	地震力								
(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)						
10.000	10.500	17.785	0.525	15.000	14.00	92.99	0.00	0.00	0.00
28.40	27.33	1.12255	0.00	0.00					
10.500	11.000	19.690	0.531	14.491	12.98	91.41	0.00	0.00	0.20
31.00	25.39	1.11526	0.00	0.00					
11.000	11.500	21.618	0.538	14.000	12.00	89.74	0.00	0.00	1.56
34.49	23.60	1.10481	0.00	0.00					
11.500	12.000	23.573	0.546	14.000	12.00	87.91	0.00	0.00	3.02
37.96	23.21	1.10668	0.00	0.00					
12.000	12.500	25.557	0.554	14.000	12.00	85.87	0.00	0.00	4.37
41.17	22.81	1.10726	0.00	0.00					
12.500	13.000	27.574	0.564	14.000	12.00	83.62	0.00	0.00	5.62
44.07	22.39	1.10648	0.00	0.00					
13.000	13.500	29.630	0.575	14.000	12.00	81.14	0.00	0.00	6.76
46.63	21.96	1.10428	0.00	0.00					
13.500	14.000	31.728	0.588	14.000	12.00	78.43	0.00	0.00	7.78
48.81	21.51	1.10057	0.00	0.00					
14.000	14.500	33.875	0.602	14.000	12.00	75.45	0.00	0.00	8.66
50.56	21.03	1.09525	0.00	0.00					
14.500	15.000	36.077	0.619	14.000	12.00	72.20	0.00	0.00	9.41
51.82	20.54	1.08819	0.00	0.00					
15.000	15.500	38.343	0.638	14.000	12.00	68.65	0.00	0.00	10.01

52.54	20.01	1.07925	0.00	0.00								
15.500	16.000	40.683	0.659	14.000	12.00	64.78	0.00	0.00	10.45	0.00	0.00	
52.65	19.44	1.06824	0.00	0.00								
16.000	16.500	43.108	0.685	14.000	12.00	60.54	0.00	0.00	10.71	0.00	0.00	
52.07	18.83	1.05496	0.00	0.00								
16.500	17.000	45.634	0.715	14.000	12.00	55.89	0.00	0.00	10.76	0.00	0.00	
50.71	18.17	1.03911	0.00	0.00								
17.000	17.500	48.279	0.751	14.000	12.00	50.78	0.00	0.00	10.58	0.00	0.00	
48.46	17.44	1.02035	0.00	0.00								
17.500	18.000	51.070	0.796	1.963	22.32	45.21	0.00	0.00	10.14	0.00	0.00	
45.25	14.55	1.34258	0.00	0.00								
18.000	18.500	54.042	0.852	0.000	24.00	39.06	0.00	0.00	9.36	0.00	0.00	
40.86	12.48	1.39327	0.00	0.00								
18.500	19.000	57.246	0.924	0.000	24.00	32.16	0.00	0.00	8.19	0.00	0.00	
35.05	10.39	1.37854	0.00	0.00								
19.000	19.500	60.760	1.024	0.000	24.00	24.27	0.00	0.00	6.52	0.00	0.00	
27.45	7.96	1.35742	0.00	0.00								
19.500	20.000	64.719	1.171	0.000	24.00	15.00	0.00	0.00	4.14	0.00	0.00	
17.46	5.03	1.32752	0.00	0.00								
20.000	20.405	68.859	1.124	0.000	25.89	4.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3.82	1.45	1.37341	0.00	0.00								

总的下滑力

= 841.248 (kN)

总的抗滑力

= 375.521 (kN)

土体部分下滑力

= 841.248 (kN)

土体部分抗滑力

= 375.521 (kN)

筋带在滑弧切向产生的抗滑力

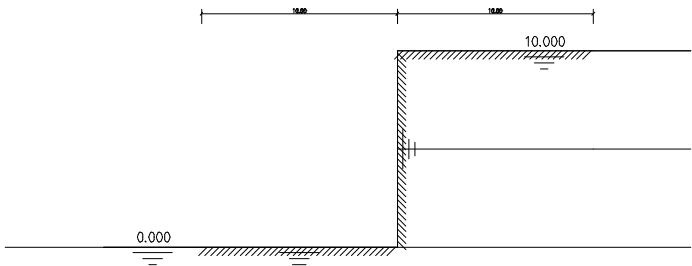
= 0.000 (kN)

筋带在滑弧法向产生的抗滑力

= 0.000 (kN)

计算项目：基坑边坡稳定计算（暴雨状态下）

[计算简图]



[控制参数]:

采用规范:通用方法

计算目标:安全系数计算

滑裂面形状:圆弧滑动法

不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 3

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.000	0.000	0
2	0.000	10.000	1
超载1 距离0.010(m) 宽0.010(m) 荷载(0.00—0.00kPa) 0.00(度)			
3	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	5.000	19.000	20.000	10.000	---
2	5.000	18.500	19.500	10.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	15.000	14.000	14.000	12.000
2	0.000	28.000	0.000	24.000

层号	十字板 $\tau$ (kPa)	强度增 长系数	十字板 $\tau$ 水 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---
2	---	---	---	---

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m3)	饱和重度 (kN/m3)	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	5.000	19.000	20.000	10.000	---

层号	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)	水下粘聚 力(kPa)	水下内摩 擦角(度)
1	0.000	35.000	0.000	32.000

层号	十字板 $\tau$ (kPa)	强度增 长系数	十字板 $\tau$ 水 下值(kPa)	强度增长系 数水下值
1	---	---	---	---

[水面信息]

采用总应力法

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 2 水面线起始点坐标: (0.000, 0.000)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	10.000	0.000
2	0.000	10.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

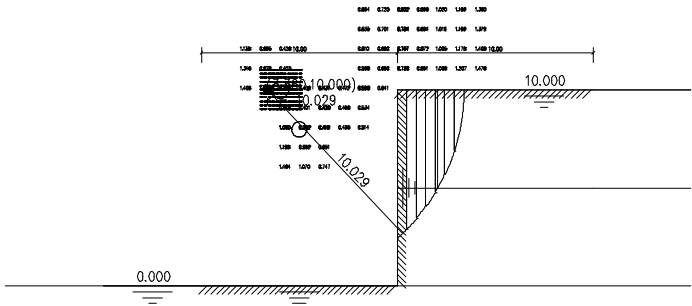
稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

条分法的土条宽度: 0.500(m)

搜索时的圆心步长：1.000 (m)  
搜索时的半径步长：0.500 (m)

计算结果：

[计算结果图]



最不利滑动面：  
滑动圆心 = (3.360, 10.000) (m)  
滑动半径 = 10.029 (m)  
滑动安全系数 = 0.374

起始x	终止x	$\alpha$	$l_i$	$C_i$	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透
力	附加力X	附加力Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向		
地震力	地震力								
(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)						

10.000	10.484	43.359	0.666	14.000	12.00	69.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.62	19.26	1.11761	0.00	0.00							
10.484	10.968	47.302	0.714	14.000	12.00	64.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.49	18.71	1.09620	0.00	0.00							
10.968	11.453	51.567	0.779	14.000	12.00	59.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.31	18.13	1.06719	0.00	0.00							
11.453	11.937	56.286	0.873	14.000	12.00	52.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43.79	17.48	1.02822	0.00	0.00							
11.937	12.421	61.696	1.022	3.163	21.29	44.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.57	13.68	1.39226	0.00	0.00							
12.421	12.905	68.369	1.314	0.000	24.00	34.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32.38	10.51	1.47623	0.00	0.00							
12.905	13.389	81.062	3.129	0.000	24.00	14.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.36	4.86	1.33241	0.00	0.00							

总的下滑力 = 271.513 (kN)  
总的抗滑力 = 102.612 (kN)  
土体部分下滑力 = 271.513 (kN)  
土体部分抗滑力 = 102.612 (kN)  
筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)



筋带在滑弧法向产生的抗滑力= 0.000 (kN)

通过自动搜索最危险滑动面结果，10m 及 5m 基坑边坡安全系数计算结果见下表 4-2，边坡滑动位置位于边坡坡脚处，边坡稳定性分析按《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）中表 7-2 进行稳定性评定（见表 4-3），在自然条件下和饱和状态下边坡均处于不稳定状态。

表 4-2 拟建项目边坡稳定性计算结果

基坑深度	安全系数		稳定性	
	正常工况	暴雨工况	正常工况	暴雨工况
10m	0.447	0.374	不稳定	不稳定
5m	0.779	0.744	不稳定	不稳定

表 4-3 边坡稳定安全系数表

评价要素	稳定系数 K	稳定性类型	稳定系数 K	稳定性类型
稳定性（饱和状态）	$K \geq 1.15$	稳定	$1.00 \leq K < 1.05$	较不稳定
	$1.05 \leq K < 1.15$	基本稳定	$K < 1.00$	不稳定
稳定性（正常工况）	$K \geq 1.30$	稳定	$1.00 \leq K < 1.05$	较不稳定
	$1.05 \leq K < 1.30$	基本稳定	$K < 1.00$	不稳定

3、危害程度和危险性评价

边坡潜在崩塌或滑坡的危害程度、危险性分析按《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）进行分级，见表 4-4、表 4-5）。

表 4-4 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数（人）	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	可能直接经济损失（万元）
大	$\geq 10$	$\geq 500$	$\geq 100$	$\geq 500$
中等	$3 < \sim < 10$	$100 < \sim < 500$	$10 \leq \sim \leq 100$	$100 < \sim < 500$
小	$\leq 3$	$\leq 100$	$\leq 10$	$\leq 100$
注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。				
注 2：险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。				
注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。				

表 4-5 地质灾害危险性分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

拟建项目开挖基坑属于深基坑，通过上述分析，结合场区基坑开挖深度和基坑侧壁岩土体工程地质条件，预测基坑侧壁自立的稳定性较差。在未采取相关支护措施的情况下基坑开挖后处于大部分处较不稳定状态，若在雨季，坑壁受水影响，土体重度增大、抗剪强度降低，则更容易诱发基坑边坡崩塌或滑坡。根据钻探资料，拟建项目场地地下

水位埋深为 0.50~1.00m，地下水位埋藏浅，当采取基坑降水措施不当时，易引起基坑管涌等渗透破坏，进而导致基坑边坡破坏。但在采取相关基坑支护措施后，基坑边坡发生基坑边坡滑坡的可能性会大大降低。

基坑开挖影响地面的范围为 3 倍基坑开挖深度的范围内，根据现场调查，周边区域较空旷，主要为 1~2 层工业厂房、居民区以及东侧地铁 8 号线，若发生基坑边坡滑坡，可能导致周边地层建筑基础失稳，影响地铁 8 号线结构安全，造成的经济损失大于等于 500 万元，受威胁的人数大于等于 100 人。

根据本项目基坑边坡滑坡的发育程度、危害对象及潜在造成的经济损失，依据地质灾害危害程度分级结果、地质灾害危险性分级结果，**综合评估基坑边坡滑坡地质灾害发育程度强、危害程度大，危险性大，危害影响范围为基坑边坡及外扩影响范围（约 3 倍基坑开挖高度），危害对象为施工人员、机械设备及基坑周围地铁 8 号线、厂房、道路、过往行人车辆等。**

### （三）岸堤边坡崩塌或滑坡

据野外调查，场地南侧靠近一河涌，河涌宽约 15m，水深 0.5~1.5m，在场区段河涌正常水面高程 5.0~6.0m，多年洪水位最高处标高约 6.5m，岸堤高程 8~9m，岸堤高于水面 2~3m，岸堤高度 3.0~4.5m。岸堤位于与拟建基坑南侧，与基坑边线距离最小处约 40m，目前两岸河堤大部分为人工岸堤，采用浆砌石挡墙支护，总体堤岸状态良好，现状未发现崩塌、滑坡失稳现象。

由于本区浅部土层主要为填土和淤泥质粉细砂，这些土层的工程性质差，对近岸一带地面堆载以及震动等因素的反映较敏感，一旦工程建设改变了堤岸上部的荷载条件，则将可能诱发河岸边坡滑坡地质灾害。根据地质环境条件及工程的总体规划，有关影响本区岸坡失稳的主要因素如下：

1、区内河岸边坡坡体主要由填土、淤泥质粉细砂构成，工程性质差，具有低强度、大孔隙等不良工程性质，在地面堆载的附加压力作用下，可能出现竖向大变形和侧向塑性挤出，甚至造成地基整体剪切破坏，故构成岸坡体的土体工程性质差是河岸边坡滑坡形成的主导因素。

2、工程建设时将进行必要的开挖回填，加上运输车辆动荷载等因素均将增大堤坝背侧软土地基的附加压力，这些附加压力对河岸的不良影响主要表现为两方面：1）工程建设时将在用地范围内进行大面积基坑开挖，堆土所带来的地表附加压力将引起下伏软土出现明显的压缩变形，土体内部的水平压力随竖向荷载的增加而增大，由此将加大

岸坡崩塌或滑坡的可能；2）近岸区域的施工，除了施工机械的动荷载增大外，也必然会在岸坡顶部进行临时堆载，如果这些不均匀堆载的差异较大，则将可能造成岸顶地面出现不均匀沉降，同时加大局部岸坡坍塌或滑坡的可能。

上述分析表明，在工程施工期间及运营过程中，岸堤边坡可能会因堤顶堆载及重车行驶而失稳。岸坡一旦失稳，则将危害场区建筑、施工人员等或淤塞河道等。根据野外现场调查，岸堤边坡为直立边坡。

由于岸堤边坡已采用浆砌石挡墙支护，现状未发现挡墙有裂缝、滑移等不稳定现象，岸堤边坡高度较小，水深较浅，综合判断岸堤边坡属稳定边坡，河岸边坡滑坡的可能性较小，发育程度弱，危害对象主要河岸本身、道路、河岸周围建筑物，预防和治理岸堤边坡崩塌或滑坡地质灾害费用较小，综上所述，**预测岸堤边坡崩塌或滑坡地质灾害发育程度弱、危害程度小，危险性小。**

## 二、岩溶地面塌陷

### （一）岩溶地面塌陷原因分析

#### 1、区域岩溶发育情况

根据《广州市郊萧岗水源地供水勘探报告》和《广东省广花隐伏岩溶盆地地下水资源及环境地质问题预测研究》，三元里～嘉禾段中晚石炭世的壶天组石灰岩，岩溶较发育，且以浅层岩溶发育为主，与第四系砂层联通性较好，评估区位于三元里～嘉禾段西侧约 4km 处。根据三元里～嘉禾段地质剖面图（图 4-3），溶洞洞顶标高-30.40～-3.74m，埋藏深度为 19.34～44.40m，洞高 0.40～15.10m。靠近三元里段溶洞无充填物，全漏水，靠近嘉禾段溶洞有充填物，灰岩上覆中粗砂和砾砂渗透性较好。同时根据《广州市机床工具有限公司厂区岩土工程勘察报告》与《夏茅汽车客运站岩土工程勘察报告》（勘察位置距离评估区东侧约 4km），见洞率分别为 30.2~42.75%，洞高 0.20～3.40m 不等，局部钻孔发育有两个溶洞以上，少数钻孔溶洞有少量充填溶洞，充填物为软塑的粉质粘土。

隐伏岩溶区，如果过量抽汲地下水，造成地下水位大幅下降，地下水流速和水力坡度动力条件发生改变，地下水流动过程中搬运介质的能力增大，掏蚀上覆土层，溶蚀裂隙及溶洞中充填物，在上覆土层形成土洞，扩展到一定程度土体失去平衡，引致地表下沉开裂，形成岩溶塌陷。广花盆地自 1966 年供水勘探及 1970 年开始建井集中大量开采岩溶地下水以来，所引发的岩溶塌陷共有百余处，地面沉降数起，主要分布在新华、江高及肖岗水源地，致使多处房屋出现宽窄不同的裂缝。

因此，区域岩溶（土洞）发育，容易产生岩溶地面塌陷。

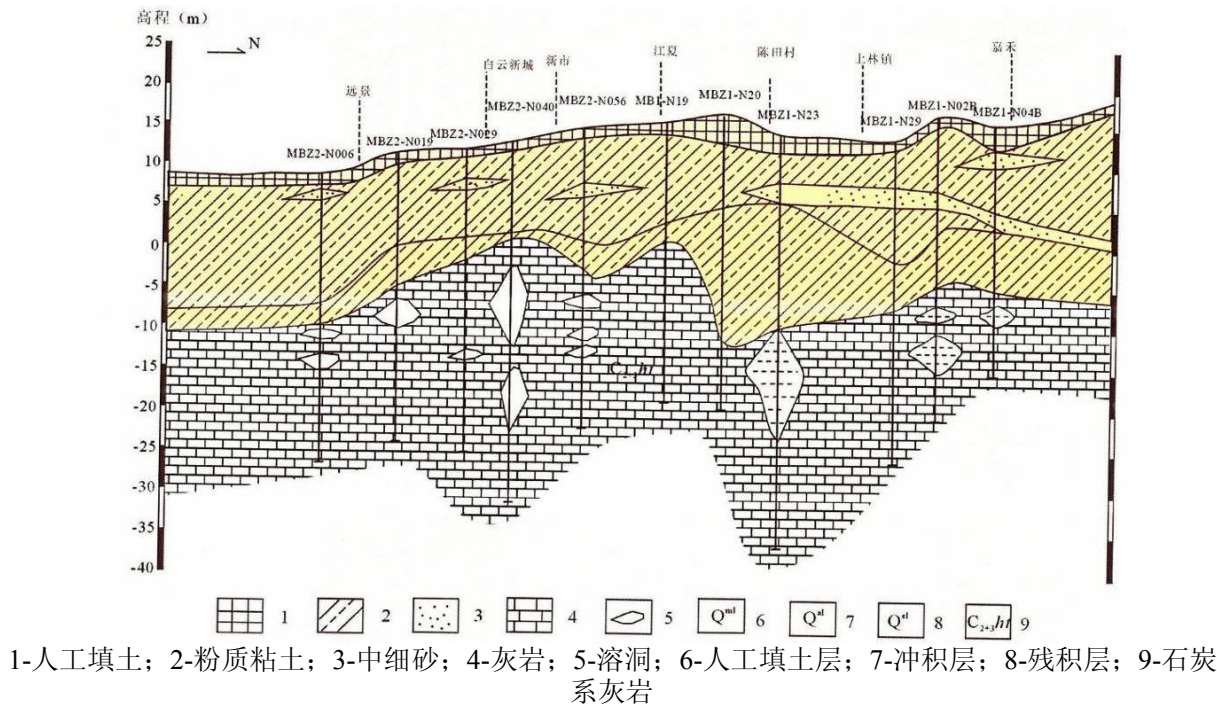


图 4-3 评估区及外围三元里～嘉禾段地质剖面图（1：5000）

（资料来源：《广东省广花隐伏岩溶盆地地下水资源及环境地质问题预测研究》）

2、评估区内岩溶发育概况

评估区内的可溶性岩石主要是石炭系壶天组（Ch）的灰岩。根据场地钻探资料及收集钻孔资料，揭露灰岩钻孔有 6 个，其中揭露溶洞钻孔 6 个，钻孔见洞率为 100%。岩溶主要以溶洞为主，溶洞发育规律性差，规模大小以 1.20~12.50m 为主，充填物多为软塑状黏性土、中砂、粉细砂及碎岩块，钻探时岩面及溶洞位置多有漏水现象。根据场地钻孔揭露情况并结合区域岩溶发育现状，评估场地岩溶发育等级为岩溶强发育。

根据区域地质资料与勘察资料，评估区地下有岩溶发育，可能会造成岩溶地面塌陷的地质灾害。

岩溶的发育条件主要有：具有可溶性的岩层、具有溶解能力和流动性的水以及具有地表水下渗、地下水流动的途径。在有利的地下水动力条件下，覆土层中容易形成土洞并不断发育。当土洞顶板较薄或地面附加荷载超过土洞顶板的承载力时，便会导致岩溶地面塌陷的地质灾害发生。

岩溶地区引起地面塌陷的原因主要为：

（1）地下水位变化。由于人为或自然原因，地下水位的变化使溶洞、土洞周边的土体应力平衡遭受破坏；或因为受到地下水的潜蚀、冲刷，使得溶洞、土洞或周边的土体颗粒流失，导致洞体失稳塌陷，从而导致地面塌陷。

(2) 人类工程活动。人类工程活动期间，由于过度抽排地下水或冲击震动、地面加载等工程活动均可能是导致溶洞、土洞失稳，从而引起地面塌陷。

下面通过半定量的方法对岩溶地面塌陷进行分析评估。

## (二) 评估方法

本次评估岩溶地面塌陷稳定性主要参考现行实施细则中关于岩溶地面塌陷稳定性预测评估的方法，评估的基本思路是从影响岩溶塌陷的众多因素中抽取主要评估因子，建立评估模型。为了简化评估过程，但也尽可能涵盖主要影响因素，并尽量降低评估的随意性和模糊性，故本次评估采用定性和半定量综合评估的方法。评估步骤为：

(1) 选取评估指标：从影响岩溶地面塌陷的地质环境条件中选取岩溶发育程度、碳酸盐岩裂隙溶洞水钻孔单井涌水量、碳酸盐岩溶裂隙水位及动态变化、碳酸盐岩溶裂隙水位降深、覆盖土层岩性及结构、覆盖土层厚度及地貌特征共 7 个因素作为评估指标。

(2) 确定评估指标的量值：在确定评估指标的基础上，根据每个指标与岩溶地面塌陷稳定程度之间的关系将其划分为 4 个等级，每个等级赋予不同的量值。当某等级对应的岩溶地面塌陷越不稳定时，其量值越大，反之越小；其中对应塌陷不稳定的赋予量值 4，对应较不稳定的为 3，对应基本稳定的为 2，对应稳定的为 1。由此便构成岩溶地面塌陷稳定性判别指标的量化准则（表 4-6）。

表 4-6 岩溶地面塌陷稳定性判别因素量化表

因素量值	xi=4	xi=3	xi=2	xi=1
稳定性 评估要素	不稳定 (极易塌陷)	较不稳定 (易塌陷)	基本稳定 (不易塌陷)	稳 定 (不塌陷)
岩溶发育程度	强发育	中等发育	弱发育	不发育
碳酸盐岩溶裂隙水钻孔单井涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	≥1000, 富水性强	[500, 1000), 富水性中等	[100, 500), 富水性较弱	<100, 富水性贫乏
岩溶地下水位及动态变化	水位埋深<5m, 水位变化大	水位埋深[5m, 10m), 水位变化较大	水位埋深[10m, 15m), 水位变化较小	水位埋深≥15m, 水位变化小
碳酸盐岩溶裂隙水位降深 (m)	≥30	[25, 30)	[15, 25)	<15
覆盖土层岩性、结构	均一松散砂层或软土	均一稍密—中密砂土；双层或多层砂土，底为砂砾	双层或多层，粉质黏土与砂土互层	均—可塑—硬塑粉质黏土
覆盖土层厚度 (m)	<10	[10, 20)	[20, 30)	≥30
地面地貌特征	低洼地带临近地表水体	平原、谷地、低阶地	山前缓坡、中高阶地	台地、坡地、高阶地

(3) 计算岩溶地面塌陷评估指数：评估时，首先根据评估对象的地质环境条件对照表 4-10，每要素均最接近的等级进行赋值（即确定 7 个要素的量值 xi），之后按（式 4-7）计算评估指数。计算出评估指数后便可参照表 4-10 来评估岩溶地面塌陷的稳定性。

$$X \leq \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 x_i \quad (4-7)$$

式中：

X——岩溶塌陷稳定性评估指数；

$x_i$ ——二级量化指数判别因子的量值，见表 4-7。

表 4-7 岩溶地面塌陷稳定性综合评估表

评估指数	$X \geq 3.5$	$3.5 > X \geq 2.5$	$2.5 > X \geq 1.5$	$X < 1.5$
稳定性分级	不稳定 (极易塌陷)	较不稳定 (易塌陷)	基本稳定 (不易塌陷)	稳定 (不塌陷)

### (三) 计算过程

根据评估区的地质环境条件及收集区域地质资料、钻孔资料，岩溶地面塌陷主要评估指标选取如下：

(1) 根据区域地质资料，项目属于岩溶地面塌陷高易发区，以往发生过岩溶塌陷地质灾害。根据现场钻探资料，揭露灰岩岩溶钻孔 6 个，其中揭露有溶洞钻孔 6 个，见洞率为 100%，钻孔未揭露土洞，据此推断评估区岩溶强发育，取  $x_1=4$ ；

(2) 岩溶裂隙岩溶水富水性丰富，单井涌水量 1314~2847m<sup>3</sup>/d，取最大  $x_2=4$ ；

(3) 岩溶地下水位埋静止深为 0.50~1.00m，年水位变幅 3.0~8.0m，水位变化大，取  $x_3=4$ ；

(4) 结合工程性质，预计本区地下水位下降约 15~25m，取  $x_4=2$ ；

(5) 覆盖层多层，为人工填土、淤泥质粉细砂、中粗砂和粉质黏土，取  $x_5=4$ ；

(6) 覆盖土层厚度为 16.00~20.20m，取最小  $x_6=3$ ；

(7) 岩溶分布段地貌单元有低洼地带临近地表水体、平原，取  $x_7=4$ 。

根据上述条件对照表 4-8 进行赋值，可计算出评估区岩溶地面塌陷稳定性评估指数为  $X=3.14$ 。评估区岩溶地面塌陷稳定性属于较不稳定（易塌陷）。

### (四) 评估结果

根据区域资料及勘察资料，评估区内岩溶地面塌陷的稳定性为不稳定（极易塌陷）。道路施工、地基处理及桩基础、高层建筑建设等工程活动将成为岩溶塌陷的主要诱发因素；运输车辆及压路机等施工机械震动和附加荷载的作用下，施工区域范围内的隐伏土洞及溶洞将可能诱发地面塌陷；基坑开挖及降水导致的地下水位变化，可能引起周边区域岩溶地面塌陷；此时塌陷的危害对象主要为施工人员、施工机械、地铁 8 号线以及评估区周边道路、建筑物等。综合评估岩溶地面塌陷发育程度强，危害程度大，危险性为

大。

表 4-8 岩溶地面塌陷稳定性判别因素量化表

判别指标	量化指标	因素量值	平均值
岩溶发育程度	强发育	4	3.57
碳酸盐岩溶裂隙水钻孔单井涌水量 (m3/d)	1314~2847	4	
岩溶地下水位 (m) 及动态变化	水位 0.50~1.00m, 年水位变幅 3.0~8.0m	4	
岩溶裂隙水位降深 (m)	15~25	2	
覆盖土层岩性、结构	多层, 为人工填土、淤泥质粉细砂、中粗砂和粉质黏土	4	
覆盖土层厚度 (m)	16.00~20.20	3	
地面地貌特征	低洼地带临近地表水体、平原	4	

二、地面沉降

(一) 软土产生的地面沉降

拟建场地位于冲积平原地貌区，场地内现状地势较为平坦，评估区地表较普遍分布人工填土，厚度 3.40~6.00m，平均厚度 5.02m，淤泥质粉细砂，2.20~13.90m，平均厚度 6.98m，该类土工程力学性质差，具有高压缩性、强度低等特点，为不良工程地质土体。场地内现状标高为与设计标高相近，不需回填。场地原有人工填土堆填时间大于五年，已经过压实处理，填土与淤泥质粉细砂在施工荷载下会产生自重压密固结，在未完成自重压固结之前，其沉降量一般较高，承载力低。因此，在项目建设过程中或项目建成后易产生填土引发的地面沉降。

主体建筑物主要采用桩基，软弱土层变形的主要危害对象为天然基础构筑物、地面停车场、围墙及绿化带道路等。为评估地基的沉降量，选取填土最厚处典型钻孔 ZK1 为例分析其压缩沉降量；各钻孔岩土层发育情况如表 4-9 所示。

根据现有设计资料建筑物拟采用桩基础；因此受地面沉降影响的构筑物主要为低层天然浅基础建筑物、道路、附属构筑物及绿化带等，计算时假定基础为条形基础，基础宽度为 10m，基础埋深 0.5m。地面附加荷载以恒荷载为依据，对作用时间短暂的活荷载引起的沉降未作考虑，恒荷载基础底面附加荷载 P0 根据土层自重+上覆荷载取值（主要为土层自重），通过基底附加压力计算公式估算，取 P0=60kPa。

本次预测评估采用定量计算地基基础沉降量，并根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）中地基沉降量以及区域经验对地面沉降地质灾害进行分析评述。

根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011），最终沉降量计算公式为：

$$s = \sum_{i=1}^n s'_i = \sum_{i=1}^n \frac{p_0}{E_{si}} (Z_i \bar{\alpha}_i - Z_{i-1} \bar{\alpha}_{i-1})$$

$$\Delta s_n' = 0.025 \sum_{i=1}^n \Delta s_i'$$

式中：

s —— 地基最终沉降量（mm）；

s'—— 按分层总和法计算出的地基沉降量（mm）；

$\Delta_s$  —— 沉降计算经验系数；

n —— 地基变形计算深度范围内划分的土层数；

$p_0$  —— 对应于荷载效应准永久组合时的基础底面处的附加应力（kPa）；

$E_{si}$  —— 基础底面下第 i 层土的压缩模量（MPa），

应取土的自重压力至土自重压力与附加压力之和的压力段计算；

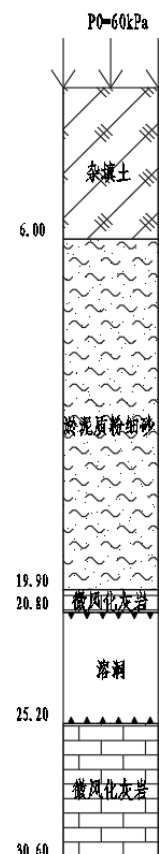
$z_i$ 、 $z_{i-1}$  —— 基础底面至第 i 层土、第 i-1 层土底面的距离（m）；

$\bar{\alpha}_i$ 、 $\bar{\alpha}_{i-1}$  —— 基础底面计算点至第 i 层土、第 i-1 层土底面范围内平均附加应力系数；

$\Delta s_i'$  —— 计算深度范围内，第 i 层土的计算变形值（mm）；

$\Delta s_n'$  —— 在由计算深度向上取厚度为  $\Delta z$  的土厚度的计算变形值（mm）。

下面以存在软土最厚的 ZK1 钻孔为例，经计算可得：地基变形计算深度  $Z=15.79\text{m}$ ，计算参数及结果见表 4-10。



ZK1 钻孔示意图

表 4-9 基础沉降计算主要参数表

基本参数取值		$p_0$ (kPa)	L (m)	B (m)	H (m)	zn(m)
		60	100	10	0.5	
层号	岩土名称	层底深度	fak	Es	土层到基底的深度 $h_i$	15.79
		m	kpa	MPa	(m)	$\psi s$
1	人工填土	6.00	80	4.2	5.50	1.18
2	淤泥质粉细砂	19.90	100	5.0	19.40	

表 4-10 基础沉降计算表

I	$z_i$	$\alpha_i$	$E_{si}$	$s_i(\text{mm})$	$\Sigma s_i(\text{mm})$	沉降量 s(mm)
1	5.5	0.2321	4.20	72.946	72.946	182.86
2	19.4	0.1539	5.00	82.019	154.96	

根据表 4-10 计算结果，当附加荷载为 60kPa 时，ZK1 钻孔附近的沉降量为 182.86mm，



危害对象为场内道路以及天然地基浅基础的建（构）筑物和地下管线、绿化带等构筑物。

## （二）基坑开挖降水引发的地面沉降

本项目基坑开挖过程中需抽排地下水，由于场地位于岩溶发育区，且邻近地铁 8 号线，需采取严格的降水控制措施，避免大范围区域降水及降落漏斗。基坑施工时大降深、长时间抽取地下水可能产生地面沉降，产生地面沉降的地层主要是填土与淤泥质粉细砂层。

为评估基坑降水引发地面沉降的危害性，下面以 ZK1 钻孔为例，对降水引起覆盖土层出现附加沉降量进行估算。由于场地周边有地铁通过，且存在桩基础厂房建筑，基坑降水拟采用止水桩等截排水措施，仅在基坑范围内进行降水，若止水措施不当，可能引发降水漏斗内区域沉降。评估计算时假定水位降深至基坑底下 1m，基坑开挖深度 10m，潜水埋深 0.50m。ZK1 钻孔自设计标高开挖至基坑底部的土层为人工填土、淤泥质粉细砂，填土厚 6m，淤泥质粉细砂厚 13.90m，基坑底部位于淤泥质粉细砂层中，同时取素填土的压缩模量为 4.2Mpa，淤泥质粉细砂的压缩模量为 5.0Mpa 有关抽水引起地面沉降的公式如下：

$$s_w = M_s \sum_{i=1}^n \Delta \sigma_i \frac{\Delta h_i}{E_{si}}$$

$s_w$ ——由于降水引起的地面沉降（mm）；

$M_s$ ——沉降计算经验修正系数（取 1.0）；

$\Delta \sigma_i$ ——水位下降引起的各地层有效应力增量（kPa）；

$\Delta h_i$ ——受降水影响的各地层厚度（m）；

$E_{si}$ ——各地层的压缩模量（MPa）；

$n$ ——计算的地层层数。

通过计算，基坑开挖因降水引起的地面沉降量约为 302.9mm，主要由人工填土层和淤泥质粉细砂层沉降引发。基坑降水引发地面沉降的危害对象主要为评估区内道路以及天然地基浅基础的建（构）筑物和地下管线、绿化带、地铁 8 号线等。在不采取有效止水措施的情况下，降水漏斗影响范围预计为基坑边线外延约 100m。

综合软弱土地基沉降量和基坑降水沉降量，地面沉降量最大约为 485.76mm。根据地区经验，结合工程建设时对路基加固处理的费用和难度，并综合考虑地面沉降的危害对象，根据广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版），建筑高度  $H \leq 100m$ ，地基沉降量小于 100mm 者为发育程度弱，沉降量 100~400mm 者为发育程度中等，沉

降水量大于 400mm 者为发育程度强（见表 4-11）。因此，预测地面沉降发育程度为强。  
 地面沉降主要危害对象为评估区内道路、天然地基浅基础的建（构）筑物和地铁 8 号线、  
 地下管线等构筑物等，危害程度为大，危险性为大。

表 4-11 地面沉降发育程度评估要素表

地面沉降指标			发育程度		
			强	中等	弱
建筑地基	建筑物高度（H） 累积沉降量（mm）	H≤100m	≥400	100<~<400	≤100
		100m<H≤200m	≥300	75<~<300	≤75
		200m<H≤240m	≥200	50<~<200	≤50

综上所述，评估区地面沉降的发育程度中等，潜在的危害程度大，危险性大，危害  
 对象主要为评估区内道路、天然地基浅基础的建（构）筑物和地铁 8 号线、地下管线等  
 构筑物。

## 第二节 工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测

根据工程建设所处地质环境条件、工程特征及类型，预测工程建设除了可能引发（基  
 坑/岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降三种地质灾害之外；工程建设本身  
 还可能遭受（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降的危害。

### 一、崩塌/滑坡

#### （一）基坑边坡崩塌/滑坡

根据对工程建设可能引发地质灾害的预测，拟建工程建成中可能遭受的基坑边坡崩  
 塌/滑坡地质灾害，基坑开挖潜在基坑边坡滑坡的危险性为大。主要危害对象主要为施工  
 人员、机械设备及基坑周围地铁 8 号线、厂房、道路、过往行人车辆等。

#### （二）岸堤坡崩塌/滑坡

在工程建设中，可能诱发河流岸边坡崩塌/滑坡的因素主要有：1、河岸边坡坡体岩  
 土层组成复杂，下部软土、砂土发育，工程性质差；2、在地面堆载的附加压力，造成  
 地基整体剪切破坏；3、降雨季节，河水水位上升。

工程建设过程中除了可能引发岸堤边坡崩塌/滑坡地质灾害之外，本身也可能遭受岸  
 堤边坡崩塌/滑坡的危害。在工程建设过程中遭受河流岸边边坡崩塌/滑坡危害的主体为  
 施工人员和设备；工程建设完成后，遭受河流岸边边坡崩塌/滑坡危害的主体为河岸堤坝、  
 道路、过往行人、车辆、周边建筑物等，根据前文预测结果，**拟建工程遭受岸堤边坡崩  
 塌/滑坡危害的可能性小，潜在的危险性小。**

### 二、岩溶地面塌陷

拟建工程引发岩溶地面塌陷的主要成因是地下溶洞顶板在自身重力或上覆岩土压力荷载作用下出现的失稳塌陷，从而影响地面以下所有岩土体的平衡性。由于工程施工或自然原因导致的地下水位变化也可能使溶、土洞周边土体应力平衡破坏或受地下水潜蚀、冲刷使溶、土洞中或周边土体颗粒流失导致溶、土洞失稳塌陷从而引起地面沉降或塌陷。拟建工程在引发岩溶地面塌陷地质灾害的同时，其本身也是承载主体之一。拟建工程同时也将遭受地面塌陷的危害。由于地铁 8 号线紧邻本项目拟建区域，发生地面塌陷可能影响地铁隧道结构安全。由此可见，本项目地面塌陷的主要危害对象是拟建工程本身及地铁 8 号线。

根据本章第一阶的评估结果，预测区内**岩溶地面塌陷地质灾害的发育程度强，危害程度大，危险性大**。其危害对象为施工人员、施工机械、地铁 8 号线以及评估区周边道路、建筑物。

### 三、地面沉降

评估区地表较普遍分布人工填土及软土。填土厚 3.40~6.00m，人工填土会产生较大的自重压密固结，工程力学性质差，其渗透系数低、排水缓慢、固结时间长，易触变性，扰动后强度大幅度降低、高压缩性、强度低等，为不良工程地质土体。软土主要为淤泥质粉细砂，厚 2.20~13.90m，平均厚度 6.98m，该类土工程力学性质差，具有高压缩性、强度低等特点，为不良工程地质土体。由于主体建筑基础形式均采用桩基础，直接遭受地面沉降的影响小。由于深基坑开挖，若止水措施设置不当或失效，基坑降水也可能导致降水漏斗区域内地面发生沉降，影响范围为基坑边界外扩约 100m 区域。评估区直接遭受地面沉降的构筑物主要为路面、其它以天然地基浅基础的构筑物和地铁 8 号线、地下管线等构筑物；若沉降不均匀，有可能引起路面开裂、管线破坏，影响地铁 8 号线结构安全。因此，本工程遭受的地面沉降的发育程度为强，地面沉降潜在的危害程度大，危险性大。

## 第三节 地质灾害危险性预测评估小结

综上所述，工程建设过程中可能引发的地质灾害为（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷与地面沉降；工程建设本身还可能遭受（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷与地面沉降的影响。预测基坑边坡崩塌发育程度为强，潜在的危害程度为大，危险性大；岸堤边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；岩溶地面塌陷地质灾害的发育程度强，危害程度大，危险性大；地面沉降的发育程度大，

潜在的危害程度大，危险性大。

# 第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）的要求，结合拟建项目的具体情况，在地质灾害现状评估和预测评估的基础上，选取评价因素，确定危险性分区标准，对评估区内地质灾害危险性进行分区，最后评价建设场地的适宜性并提出地质灾害防治措施。

## 第一节 地质灾害危险性综合评估原则及量化指标的确定

评估区内未见已发地质灾害。工程建设可能引发及工程本身可能遭受的地质灾害类型主要为（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷与地面沉降。根据评估区的地质环境条件，结合地质灾害现状评估和预测评估，可确定地质灾害危险性分区评价要素如下：

- 1、评估区内地质环境条件，包括气象水文、地形地貌、地质构造、地层岩石、工程地质和水文地质条件等；
- 2、评估区内已发地质灾害的类型、规模、稳定程度、发育强度和危险性等级；
- 3、工程建设引发及本身可能遭受的地质灾害类型、稳定程度、危害对象及危险性；
- 4、地质灾害防治投入成本及可能受灾后的损失程度与修复成本；
- 5、当区内存在几种不同地质灾害且危险性不同时，危险性分区级别取就高原则。

根据上述分区评价要素，对地质灾害危险性分区进行量化，量化指标见表 5-1。根据分区评价要素及量化指标，同时考虑地质环境条件的差异，对评估区内的地质灾害现状评估与预测评估进行叠加分析，确定判别区段危险性的原则如下：

- 1) 地质灾害危险性大区：地质灾害现状评估和预测评估中至少有一种灾种的危险性达到大的级别；
- 2) 地质灾害危险性中等区：地质灾害现状评估和预测评估中至少有一种灾种的危险性达到中等级别，且没有灾种的危险性达危险性大级别；
- 3) 地质灾害危险性小区：地质灾害现状评估和预测评估中所有灾种的危险性均为小。

危险性分区界线主要考虑以下几点：1) 地貌地质单元及岩土体工程地质类型分界线；2) 拟建项目总体规划；3) 地质灾害分布及影响范围。

表 5-1 地质灾害危险性分区量化指标

判别因素 危险性分级	地质环境 条件复杂 性程度	地质灾害 危险性程 度	灾害点 密度	灾害点 规模	地质灾害危害程度		
					受威胁对象		潜在经济损失 (万元)
					工程或建筑物	人数(人)	
危险性大区	复杂一中 等	大	大一中 等	大一中 等	城镇或主体 建筑	≥100	≥500
危险性 中等区	中等一简 单	中等	中等一小	中等一小	集中居民区或 附属建筑物	10~100	100~500
危险性小区	简单	小	小	小	分散居民区或 无其他建筑物	≤10	≤100

## 第二节 地质灾害危险性综合分区评估

根据地质灾害危险性分区评价要素、量化指标、区段危险性判别原则及工程概况，将评估区划分为危险性大区（I）1个级别区，其中危险性大区（I）又分为2个亚区；其中危险性大区第一亚区（I<sub>1</sub>）为评估区内深10m基坑及降水可能影响范围，面积约125288m<sup>2</sup>，占评估区面积的15.67%；危险性大区第二亚区（I<sub>2</sub>）为评估区基坑降水影响范围外区域，面积约674427m<sup>2</sup>，占评估区面积的84.33%。具体情况见表5-2及附图。

表 5-2 地质灾害危险性综合分区说明表

危险性 分区	分布位置 及面积	地质环境条件	现状 评估	预测评估	危害 对象	综合 评估
危险性 大区第 一亚区 (I <sub>1</sub> )	评估区内深10m基坑及降水可能影响范围，面积约125288m <sup>2</sup> ，占评估区面积的15.67%	地形地貌条件复杂程度为简单；地层与岩石条件为中等；地质构造复杂程度为中等；区域地壳稳定性为基本稳定；岩土工程地质条件复杂；水文地质条件复杂；人类工程活动对地质环境影响程度中等，综合判定评估区地质环境条件复杂程度为复杂。	未发现已发地质灾害	基坑边坡崩塌/滑坡潜在的危险性大；岸堤边坡崩塌/滑坡潜在的危险性小；岩溶地面塌陷潜在的危险性大；地面沉降潜在的危险性大	拟建项目、施工机械设备、施工人员、地铁8号线、周边道路、建筑、地下管线等构筑物。	危险性 大
危险性 大区第 二亚区 (I <sub>2</sub> )	评估区基坑降水影响范围外区域，面积约674427m <sup>2</sup> ，占评估区面积的84.33%。		未发现已发地质灾害	岸堤边坡崩塌/滑坡潜在的危险性小；岩溶地面塌陷潜在的危险性大；地面沉降潜在的危险性大	周边道路、绿化带、建筑物、地铁8号线、地下管线等其它天然基础附着物	危险性 大

### 一、危险性大区第一亚区（I<sub>1</sub>）

危险性大区第一亚区（I<sub>1</sub>）为用地范围内深10m基坑及降水可能影响范围（含地铁8号线经过段周边区域），面积约125288m<sup>2</sup>，占评估区面积的15.67%。该区主要为

拟建门急诊综合楼、住院综合楼、防治科研综合楼及污水处理区。

该区地形地貌条件复杂程度为简单；地层与岩石条件为中等；地质构造复杂程度为中等；区域地壳稳定性为基本稳定；岩土工程地质条件复杂；水文地质条件复杂；人类工程活动对地质环境影响程度中等，综合判定评估区地质环境条件复杂程度为中等。综合各地质环境因素对评估区主要致灾地质作用形成、发育所起的作用和性质，确定主导地质环境因素为岩土工程地质条件，激发因素为人类工程活动，其余为从属地质环境因素。

该区未发现已发地质灾害现象。预测该区潜在地质灾害主要为基坑边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷与地面沉降；基坑边坡崩塌/滑坡发育程度强，潜在的危害程度大，危险性大；岩溶地面塌陷发育程度强，潜在的危害程度大，危险性大；岸堤边坡崩塌/滑坡发育程度弱，潜在的危害程度小，危险性小；地面沉降发育程度强，潜在的危害程度大，危险性大；危害对象主要为拟建项目、施工机械设备、施工人员、地铁 8 号线、周边道路、建筑、地下管线等构筑物。该区地质灾害治理难度大，处理费用高。

综合评定该区为危险性大区。

## 二、危险性大区第二亚区（I<sub>2</sub>）

危险性大区第二亚区（I<sub>2</sub>）为评估区基坑降水影响范围外区域，面积约 674427m<sup>2</sup>，占评估区面积的 84.33%。

该区地形地貌条件复杂程度为简单；地层与岩石条件为中等；地质构造复杂程度为中等；区域地壳稳定性为基本稳定；岩土工程地质条件复杂；水文地质条件复杂；人类工程活动对地质环境影响程度中等，综合判定评估区地质环境条件复杂程度为中等。综合各地质环境因素对评估区主要致灾地质作用形成、发育所起的作用和性质，确定主导地质环境因素为岩土工程地质条件，激发因素为人类工程活动，其余为从属地质环境因素。

该区未发现已发地质灾害现象。预测该区潜在地质灾害主要为岸堤边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷与地面沉降；岸堤边坡崩塌/滑坡发育程度弱，潜在的危害程度小，危险性小；岩溶地面塌陷发育程度强，潜在的危害程度大，危险性大；地面沉降发育程度强，潜在的危害程度大，危险性大；危害对象主要为地铁 8 号线、周边道路、建筑、地下管线等构筑物。该区地质灾害治理难度大，处理费用高。

综合评定该区为危险性大区。

### 第三节 建设场地适宜性评估

依据现行《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）所确定的原则，结合评估区地质环境条件及地质灾害危险性分区，在对建设用地适宜性进行评价时，主要依据地质灾害危险性分区，对自然条件下建设场地的适宜性进行评估。评价标准采用适宜、基本适宜和适宜性差三个等级（表 5-3），评估结果如下：

地质环境条件简单，地质灾害危险性小，基本不设防治工程的，建设用地适宜性为适宜；地质环境条件中等，地质灾害危险性中等，防治工程简单的，建设用地适宜性为基本适宜；地质环境条件复杂，地质灾害危险性大，防治工程复杂的，建设用地适宜性为适宜性差。根据不同的地质灾害类型，提出防治措施建议。

表 5-3 建设用地适宜性分级表

级别	分级说明
适宜	地质条件复杂程度简单，工程建设遭受地质灾害危害的可能性小，引发、加剧地质灾害的可能性小、危险性小，易于处理，处理费用低。
基本适宜	地质条件复杂程度中等，工程建设遭受地质灾害的可能性中等，引发、加剧地质灾害的可能性和危险性中等，可采取措施予以处理，处理费用较高。
适宜性差	地质条件复杂程度为复杂，地质灾害发育强烈，工程建设遭受地质灾害的可能性大，引发、加剧地质灾害的可能性和危险性大，地质灾害防治难度大，处理费用高。

现场调查及室内综合分析认为，建设场地地形地貌条件复杂程度为简单；地层与岩石条件为中等；地质构造复杂程度为中等；区域地壳稳定性为基本稳定；岩土工程地质条件复杂；水文地质条件复杂；人类工程活动对地质环境影响程度中等，综合判定评估区地质环境条件复杂程度为复杂。

根据危险性分区的结果，建设场地位主要于危险性大区第一亚区（ $I_1$ ）、危险性大区第二亚区（ $I_2$ ）中，在建设用地范围内预测工程引发以及可能遭受的地质灾害为（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降；其中基坑边坡崩塌发育程度为强，危害程度为大，危险性大；岸堤边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；岩溶地面塌陷地质灾害的发育程度强，危害程度大，危险性大；地面沉降的发育程度中等，潜在的危害程度大，危险性大。场地适宜性差的区域面积为 52541m<sup>2</sup>，占总用地面积的 100%。根据适宜性原则，征地红线范围内用地适宜性为适宜性差（表 5-4）。总体工程防治地质灾害的难度大，治理费用高。



表 5-4 建设用地适宜性评估表

所在分区	建设用地分布范围	地质环境条件	现状地质灾害类型	预测地质灾害类型	防治难易程度	适宜性评估	百分比	综合评估
危险性大区第一亚区 (I <sub>1</sub> )	用地范围内 10m 基坑及其影响范围, 用地面积约 52541m <sup>2</sup>	复杂	未发现已发地质灾害	基坑边坡崩塌/滑坡潜在的危险性大; 岸堤边坡崩塌/滑坡危险性小; 岩溶地面塌陷潜在的危险性大, 地面沉降潜在的危险性大	地质灾害治理难度较大, 处理费用高	适宜性差	100%	适宜性差

场地适宜性差的区域面积为 52541m<sup>2</sup>, 占总用地面积的 100%, 根据适宜性原则, 征地红线范围内用地适宜性为适宜性差。

建设场地适宜性差的依据主要为: 地质灾害危险性大的地质灾害类型主要为岩溶地面塌陷与基坑崩塌或滑坡, 潜在的危险性大。对于岩溶地面塌陷应采用各种勘探技术详细查明岩溶(土洞)的空间分布规律, 在平面上圈出其分布位置和范围。严禁过量、大降深抽排地下水, 避免地下水水位的急剧变动, 同时利用民用水井布设地下水位长期监测孔, 建立岩溶地面塌陷监测网, 加强监测, 以便及时采取相应的防治措施。其地质灾害防治难度大, 处理费用高。对于基坑边坡崩塌/滑坡可采用地下连续墙等进行支护, 并做好排水及边坡监测等措施, 增强防灾意识, 建立防灾体系, 可降低基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害发生的可能性和危险性。其地质灾害防治难度大, 处理费用高。

借鉴岩溶地面塌陷与基坑边坡崩塌/滑坡治理成功经验对地面塌陷危险性大区段与基坑边坡崩塌/滑坡危险性大区段进行治理, 做到预防为主, 避让与治理相结合。鉴于岩溶地面塌陷与基坑边坡崩塌/滑坡的治理方法、技术已十分成熟, 并且已在众多案例中得以应用, 在经过科学规划设计和采取切实有效的场地处理和防护措施下, 其处理成本虽然较高, 但可以避免或减轻地质灾害发生的危害性和危险性, 降低地质灾害对工程建设的不利影响程度, 因此, 在满足相应工程防护措施的前提下, 评估场地可以进行建设。

## 第四节 地质灾害防治措施

为做好减灾防灾工作, 实行“预防为主, 避让与治理相结合”的方针, 减轻地质灾害对工程本身及周边环境的危害, 故需结合经济技术的可行性和合理性, 对不同灾种采取必要的治理方法和防护措施。本区地质灾害防治措施应以工程措施、生物措施为主, 监测预警措施为辅。

## 一、地质灾害地段防治分级

根据潜在地质灾害的危害程度和地质类型的组合特征,可将评估区内潜在地质灾害的防治划分为重点防治区(A)一个级别区,宜采取工程措施和监测措施相结合的原则进行防治(表 5-5)。

表 5-5 潜在地质灾害地段防治分级

防治等级	分布范围	地质灾害类型组合	防治措施
重点防治区 (A)	危险性大区第一亚区 (I <sub>1</sub> )	基坑边坡崩塌/滑坡、岸堤边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷、地面沉降	工程措施、监测措施、生物措施
	危险性大区第二亚区 (I <sub>2</sub> )	岸堤边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷、地面沉降	工程措施、监测措施、生物措施

## 二、地质灾害的防治措施

为做好减灾防灾工作,应实行“预防为主,避让与治理相结合”的方针,尽量减轻项目建设所引发的地质灾害对工程本身、周围环境和人们生命财产安全的危害,减少不必要的损失。评估区包括崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷、地面沉降等防治工程是主体工程配套地质灾害防治工程,应符合地质灾害工程治理规模相适应的资质要求,实施配套地质灾害防治工程责任主体单位为建设运营单位;埋地污水池基坑边坡崩塌/滑坡属于主体工程附属工程,应按照建筑工程边坡管理规定实施监督管理。

针对不同的灾种,结合经济技术的可行性和合理性,需采取相应的治理方法和防护措施:

### (一) 基坑边坡崩塌/滑坡

1、对基坑进行专项勘察设计,采取严格的防渗措施,按照建筑边坡有关规范和监督管理要求执行。

2、查明水源,地下水和地表水(珠江水道)的补给关系以及涌水通道,为有效预防和先期治理涌水提供依据。此外还应查明附近建筑物分布情况,尤其注意基坑施工队周边建筑物的影响。

3、采用钢筋混凝土地下连续墙、钢筋混凝土排桩等措施对基坑边坡进行支护加固。

4、在基坑施工时出现基坑涌水情况,可采用井点降水或集水坑抽水;做好基坑涌水的应急预案措施。

5、基坑开挖应在旱季进行,开挖的弃土应及时运走,不得堆放在基坑周边。

6、基坑降水较易引起周边道路、建筑物的地面沉降,应重点对该范围内的地面进行沉降监测,尤其是地铁 8 号线经过区域,需严格控制沉降;对基坑的水平位移也进行监测,若水平位移量大于规范设计要求值,应及时对基坑进行加固措施。

7、加强对地监测，设置固定监测点，定期对基坑进行观测，发现问题及时上报和处理。

### **（二）岸堤边坡崩塌/滑坡的防治**

- 1、河岸两侧的填土应压实加固处理，防止河岸垮塌；
- 2、河岸两侧未进行护堤段应采用相应措施护堤，并在施工期间加强对河岸的监测；
- 3、施工期间，严禁在堤顶堆载或重车行驶。
- 4、基坑施工期间做好止水措施，防治地下水大量抽排影响岸堤边坡稳定性。

### **（三）岩溶地面塌陷**

1、建议进一步查明岩溶洞穴（土洞）裂隙的空间分布，在平面上圈出分布位置和范围。

2、后期建设时进行详细岩土工程勘察，查明溶洞、土洞的性质、发育规模等要素。

3、对场地内发育溶洞需配套地质灾害治理工程，基坑开挖设计时视情况采用灌浆、挖填或回填处理。

4、在岩溶发育区范围内不宜进行高强度抽排地下水，对地下水可进行疏导或截流、改道，以防诱发岩溶地面塌陷。

5、对地下水、地表水的水位及建（构）筑物进行监测，一旦出现异常变动,应及时采取措施处理。

### **（四）地面沉降的防治措施**

1、评估区内的基坑回填土应分层压密碾实。

2、主体建筑采用桩基础，桩基础施工时应引起注意，并按规范进行施工，必要时进行超前钻探，以进一步查明桩底持力层的厚度，满足设计要求，保证桩基础的工程质量。

4、在工程建设施工和工程完工后使用的过程中，做好地面沉降的监测和预报工作，做到及时发现及时处理，消除隐患，减少和避免地质灾害造成的损失。

5、在基坑施工过程中，应严格按照施工规程及各种安全规范操作，禁止大范围长时间抽排地下水，避免造成地面沉降等地质灾害，防止因施工对周边建筑物及道路带来危害。

6、查明基坑区域溶洞的情况，防水帷幕基础需穿过溶洞，防止坑外地下水绕过基础下方溶洞进入基坑内，导致基坑外大面积地下水位下降的情况

## 第五节 综合评估小结

将评估区划分为危险性大区（I）1个级别区，危险性大区（I）又分为2个亚区：危险性大区第一亚区（I<sub>1</sub>）为评估区内深10m基坑及降水可能影响范围，面积约125288m<sup>2</sup>，占评估区面积的15.67%；危险性大区第二亚区（I<sub>2</sub>）为评估区基坑降水影响范围外区域，面积约674427m<sup>2</sup>，占评估区面积的84.33%。

建设场地位于危险性大区（I）中的危险性大区第一亚区（I<sub>1</sub>）、危险性大区第二亚区（I<sub>2</sub>）中，在建设用地范围内预测工程引发以及可能遭受的地质灾害为（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降；其中基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度强，危害程度大，危险性大；岸堤边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；地面沉降地质灾害发育程度大，潜在的危害程度大，危险性大；岩溶地面塌陷地质灾害的发育程度强，危害程度大，危险性大。总体工程防治地质灾害的难度大，治理费用高。根据建设用地适宜性原则，综合评估建设用地适宜性为适宜性差，针对不同的地质灾害采取不同的防治措施后，可消除或降低地质灾害发生的可能性和危险性，建设场地内可以进行工程建设。

结合拟建工程特点及综合分区，将评估区内潜在地质灾害的防治划分为重点防治区（A）一个级别区，采用工程措施、生物措施和监测措施进行防治。

## 第六章 结论与建议

### 一、结论

1、区域地壳运动稳定性为基本稳定，地震基本烈度为Ⅶ度，区域地质背景条件中等；评估区内地貌类型为平原，地势平坦，相对高差 0.85m，地形地貌条件简单；评估区内地层岩石为石炭系中上统壶天组（Ch）、第四系残积层（Q<sup>el</sup>）、第四系冲积层（Q<sup>al</sup>），地层与岩石复杂程度中等；区内地质构造条件复杂程度为中等；岩土体厚度及力学性质差异较大，不良地质现象较发育，对工程建设存在不良影响，岩土工程地质条件复杂程度为复杂；评估区地下水类型为松散岩类孔隙水与碳酸盐岩类裂隙溶洞水两类，松散岩类孔隙水其富水性中等，碳酸盐岩类裂隙溶洞水富水性丰富，地下水对混凝土具微腐蚀性，对钢筋砼结构中钢筋具微腐蚀性，水文地质条件复杂程度复杂；评估区以及周边人类工程活动强度中等，人类活动对地质环境的影响程度中等。综合判定评估区地质环境条件复杂程度为复杂。

评估区内致灾作用的主导因素是岩土体工程地质条件，激发因素为人类工程活动和气象水文，从属因素为地形地貌、水文地质条件及地质构造。

2、评估项目属重要建设项目，区内地质环境条件复杂程度为复杂，因此将本项目地质灾害危险性评估等级确定为一级。

3、评估区未发现现状地质灾害。

4、预测工程建设过程中可能引发的地质灾害为（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降；工程建设本身还可能遭受（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降的影响。预测基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度强，危害程度大，危险性大；岸堤边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；地面沉降地质灾害发育程度中等，潜在的危害程度大，危险性大；岩溶地面塌陷地质灾害的发育程度强，危害程度大，危险性大。

5、根据地质灾害危险性分区评价要素、量化指标及区段危险性判别原则，将评估区划分为危险性大区（Ⅰ）1个级别区，危险性大区（Ⅰ）又分为2个亚区：危险性大区第一亚区（Ⅰ<sub>1</sub>）为评估区内深10m基坑及降水可能影响范围，面积约125288m<sup>2</sup>，占评估区面积的15.67%；危险性大区第二亚区（Ⅰ<sub>2</sub>）为评估区基坑降水影响范围外区域，面积约674427m<sup>2</sup>，占评估区面积的84.33%。

6、建设场地位于危险性大区（I）中的危险性大区第一亚区（I<sub>1</sub>）、危险性大区第二亚区（I<sub>2</sub>），在建设用地范围内预测工程引发以及可能遭受的地质灾害为（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降；其中基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度强，危害程度大，危险性大；岸堤边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；地面沉降地质灾害发育程度大，潜在的危害程度大，危险性大；岩溶地面塌陷地质灾害的发育程度强，危害程度大，危险性大。总体工程防治地质灾害的难度大，治理费用高。根据建设用地适宜性原则，综合评估建设用地适宜性为适宜性差，针对不同的地质灾害采取不同的防治措施后，可消除或降低地质灾害发生的可能性和危险性，建设场地内可以进行工程建设。

7、根据地质灾害的危害对象、危险性及地质灾害类型的组合特征，结合拟建项目特点及综合分区，将评估区内潜在地质灾害的防治划分为重点防治区（A）一个级别区，采用工程措施、生物措施和监测措施进行防治。

## 二、建议

1、场区内回填土和软土层厚度较大，应严格按照设计要求进行地基处理，采取相应防范措施。应重视软土对桩基础产生的负摩擦作用，并采取必要的检测措施，桩基础施工必须满足设计要求。桩基础施工前进行超前钻探，确保桩端之下受力范围内无软弱层和临空面。有条件时，尽可能采用预制桩或嵌岩桩。

2、本次勘察程度较低，建议在施工前对场地进行详细的岩土工程勘察，进一步查明各岩土层的分布特征，特别是岩溶发育的规模、分布特征，进行抽水试验，确定施工地段的有关水文参数。

3、避免过量抽排地下水，防止引发岩溶地面塌陷、基坑边坡崩塌/滑坡和地面沉降。

4、拟建建筑均采用桩基础，须根据建筑物分布布置勘察钻孔，并针对桩位设置超前钻探，以查明岩溶分布，采取针对性的处理措施。

5、地下室位于地下水位以下，为防止地下水的浮托力过大造成地下室底板开裂，建议做好地下结构的抗浮设计，如加强地下室底板的厚度和刚度等，加设抗浮锚杆或抗浮桩。

6、工程规划和施工时，应充分考虑场地周边的自然环境、地质环境和社会环境，合理使用土地，减轻对环境的污染和生态的破坏。

7、建议在工程建设施工和工程完工后使用的过程中，做好崩塌或滑坡、地面沉降

的监测和预报工作，做到及时发现及时处理，消除隐患，减少和避免地质灾害造成的损失。

8、拟建项目紧邻地铁 8 号线，在项目施工过程中及完成后规定年限内，加强基坑周边监测及临近地铁区域地面沉降、地下管线监测。

9、地面沉降、岩溶地面塌陷需配套地质灾害治理工程，建设单位要在工程建设过程中落实地质灾害治理工程“三同时”（同时设计、同时施工和同时验收）制度。

附件 1：地质灾害危险性评估资质证书



地质灾害防治单位资质证书

单位名称：	广东省工程勘察院	资质类别：	地质灾害评估和治理工程勘察设计
住所：	广州市白云区江村松岗路	资质等级：	甲级
证书编号：	440020231110122	发证机关：	广东省自然资源厅
有效期至：	2028 年 11 月 12 日	发证日期：	2023 年 11 月 13 日



中华人民共和国自然资源部监制



附件 2：合同

合同编号：

## 技术服务合同

项目名称：广东省皮肤性病防治中心建设项目地质灾害危险性评估、  
是否压覆矿床证明及初步勘察阶段岩土工程勘察

委托方（甲方）：南方医科大学皮肤病医院

受托方（乙方）：广东省工程勘察院

签订时间：2021.12.17

签订地点：广州市

## 中华人民共和国科学技术部印制

### 填写说明

一、本合同为中华人民共和国科学技术部印制的技术服务合同示范文本，各技术合同登记机构可推介技术合同当事人参照使用。

二、本合同书适用于一方当事人（受托方）以技术知识为另一方（委托方）解决特定技术问题所订立的合同。

三、签约一方为多个当事人的，可按各自在合同关系中的作用等，在“委托方”、“受托方”项下（增页）分别排列为共同委托人或共同受托人。

四、本合同书未尽事项，可由当事人附页另行约定，并作为本合同的组成部分。

五、当事人使用本合同书时约定无需填写的条款，应在该条款处注明“无”等字样。

方医科大学皮肤病  
州市越秀区麓景路  
斌

绍兴市越秀区麓景路

斌

\_\_\_\_\_

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

市越秀区麓景路2

87255313 传

---



广州市广州大道北 743 号  
魏国灵

国灵

云

11

市广州大道北 743 号

01530168 传

350153@126.com

100

工  
专

1.工程名称：广东省皮肤性病防治中心建设项目地质灾害危险性评估、是否压覆矿床证明及初步勘察阶段岩土工程勘察

2.工程建设地点：广州市白云区亭岗村石沙路 567 号周边

3.工程规模、特征：建成后建筑面积约 7 万 m<sup>2</sup>

4.技术服务的目标：

地质灾害危险性评估：编写广东省皮肤性病防治中心建设项目地质灾害危险性评估报告并通过专家组审查且完成在广东省国土资源行政主管部门备案登记工作，作为本工程用地审批和规划审查的依据资料之一。

是否压覆矿床：取得广东省国土资源档案馆关于工程建设项目压覆矿床的意见，作为本工程用地审批和规划审查的依据资料之一。

初步勘察阶段岩土工程勘察：初步勘察钻孔 6 个，编写广东省皮肤性病防治中心建设项目初步勘察报告作为本工程用地审批和规划审查的依据资料之一。

5.技术服务的内容：

地质灾害危险性评估内容：

(1)调查研究本项目规划占地范围内的地质环境条件，确定其复杂程度。

(2)进行地质灾害危险性现状评估。

(3)对目前地面建筑物的现状进行调查，分析预测本项目建设造成这些建筑物遭受地质灾害的可能性，并提出具体的防治措施。

(4)进行地质灾害危险性预测评估，对本项目建设遭受地质灾害的可能性和工程建设中、建成后引发地质灾害的可能性进行评价。

(5)根据现状评估和预测评估进行综合评估，划分危险性分区。

(6)对可能引发的各种地质灾害提出具体的预防治理措施及建议等，并作出建设场地适宜性结论。

(7) 编制本项目的地质灾害评估报告，组织专家对评估报告进行审查，并完成国土资源行政主管部门审批备案登记。

是否压覆矿床内容：

(1) 通过广东省国土资源档案馆组织地质工程技术人员、专家对建设用地压覆矿产资源情况进行查阅资料、调查、评审、审查，确定建设项目用地有无压覆矿床。

(2) 取得广东省国土资源档案馆关于工程建设项目压覆矿床的意见。

初步勘察阶段岩土工程勘察内容：

(1) 初步勘察钻孔 6 个，编制本项目的初步勘察成果报告。

(2) 提供合格的满足地灾评估或可研报告的勘察成果。

6.承接方式：包工包料、包质量、包工期、包出成果、包评审、包备案、包安全文明。

7.技术服务的方式：初步勘察阶段岩土工程勘察报告、地质灾害危险性评估报告；2022 年 3 月 30 日前乙方向甲方提供按合同约定的最终成果报告一式肆份，电子文件光盘一式壹份，地质协会专家组评审意见书一式壹份，国土资源行政主管部门的备案登记证明一式壹份，工程建设项目压覆矿床的意见一式壹份。乙方对提交的评估成果资料质量负责。

**第二条** 乙方应按下列要求完成技术服务工作：

1. 技术服务地点：广东省广州市；

2. 技术服务期限：由甲方与乙方签定正式合同起，至技术服务竣工验收完毕止；

3. 技术服务进度：按甲方要求工期完成；

4. 技术服务质量要求：满足相关规范标准要求；

5. 技术服务质量期限要求：满足本工程初步设计及用地审批和规划审查的要求。

**第三条** 为保证乙方有效进行技术服务工作，甲方应当向乙方提供



下列工作条件和协作事项:

1. 提供技术资料:

(1) 无;

**第四条** 甲方向乙方支付技术服务报酬及支付方式为:

1. 技术服务费总额为: 采用总价包干 ¥ 180000.00 元  
(大写: 壹拾捌万元整); 其中地质灾害危险性评估、是否压覆矿床证明  
工作技术服务费为 ¥ 150000.00 元 (大写: 壹拾伍万元整), 初步勘察工  
作技术服务费为 ¥ 30000.00 元 (大写: 叁万元整)。

2. 技术服务费由甲方 一次 支付乙方。

具体支付方式和时间如下:

(1) 履约保证金

合同签订生效后, 乙方向甲方提交合同价款 10% 的履约保证金 (即  
人民币壹万捌仟元整), 甲方向乙方开具收款收据。技术验收方式:  
正式立项获批, 在此之前进行不停的修订完善。

(2) 地灾评估报告通过专家组审查, 提交修改后的报告及评审意  
见书, 并完成国土资源行政主管部门备案登记工作, 提交国土资  
源厅审批意见表后 30 天内, 甲方将乙方缴纳的履约保证金无息退  
还。

乙方开户银行名称、地址和帐号为:

开户银行: 工行广州市天平架支行

地址: 广州市广州大道北 743 号广东省工程勘察院

帐号: 3602073019200137268

**第五条** 双方确定因履行本合同应遵守的保密义务如下:

乙方提交的技术服务成果归甲方所有。双方均应保护对方的知识产  
权, 未经对方同意, 任何一方均不得对对方的资料及文件擅自修改、复制  
或者向第三方转让或用于本合同项目外的项目。如发生以上情况, 泄密方  
承担一切由此引起的后果并承担赔偿责任。

**第六条** 本合同的变更必须由双方协商一致，并以书面形式确定。

**第七条** 双方确定以下列标准和方式对乙方的技术服务工作成果进行验收：

1. 乙方完成技术服务工作的形式：初步勘察阶段岩土工程勘察报告、地质灾害危险性评估报告：2022年3月30日前乙方向甲方提供按合同约定的最终成果报告一式肆份，电子文件光盘一式壹份，地质协会专家组评审意见书一式壹份，国土资源行政主管部门的备案登记证明一式壹份，工程建设项目压覆矿床的意见一式壹份。乙方对提交的成果资料质量负责。

2. 技术服务工作成果的验收标准：参照国家相关规范及文件要求。

3. 技术服务工作成果的验收方法：通过专家组审查并完成在国土资源行政主管部门备案登记，取得工程建设项目压覆矿床的意见。

**第八条** 双方确定：

1. 在本合同有效期内，甲方利用乙方提交的技术服务工作成果所完成的新的技术成果，归甲（甲、双）方所有。

2. 在本合同有效期内，乙方利用甲方提供的技术资料和工作条件所完成的新的技术成果，归甲（乙、双）方所有。

**第九条** 双方确定，在本合同有效期内，甲方指定申树群为甲方项目联系人，乙方指定韩云为乙方项目联系人。项目联系人承担以下责任：

1. 按时向本方提醒本方应尽的职责；

2. 按时向对方提醒对方应尽的职责；

一方变更项目联系人的，应当及时以书面形式通知另一方。未及时通知并影响本合同履行或造成损失的，应承担相应的责任。

**第十条** 双方确定，出现下列情形，致使本合同的履行成为不必要或不可能的，可以解除本合同：

1. 发生不可抗力灾难造成毁灭性打击的情形；

2. 不可预计的天灾、人祸造成时间上提前或推迟；

#### **第十一条 甲、已双方责任**

##### **1. 甲方责任**

(1) 甲方委托任务时，必须向乙方明确任务及技术要求，并按第三条规定提供文字资料。

(2) 本合同有关条款规定和补充协议中甲方应负的其他责任。

##### **2. 乙方责任**

(1) 乙方应按照国家技术规范、标准、规程和甲方的技术要求进行相关工作，按本合同规定的时间提交质量合格的技术成果资料，并对其负责。

(2) 由于乙方提供的技术成果资料质量不合格，乙方负责无偿给予补充完善使其达到质量合格；若乙方无力补充完善，需另委托其他单位时，乙方应承担全部费用；或因评估质量造成重大经济损失或者工程事故时，乙方除应负法律责任和免收直接损失部门的评估费外，并根据损失程度向甲方支付赔偿金。赔偿金有甲方、乙方商定为实际损失费的 100%。

(3) 在工程评估前，提出评估纲要或者评估组织设计。

(4) 在现场工作的乙方人员，应遵守甲方的安全保卫及其他有关的规章制度。

(5) 乙方承担乙方知晓的与本工程有关资料保密责任。

(6) 本合同有关条款规定和补充协议中乙方因负的其他责任。

#### **第十二条 违约责任**

1. 由于乙方原因造成技术成果资料质量不合格，不能满足技术要求时，其返工费用由乙方承担。

2. 如果乙方没有履行保密责任，甲方有权追究乙方的法律责任。

3. 乙方如果不能按时向甲方提交技术成果资料、专家组评审意见及国土资源行政主管部门审批意见，甲方按每逾期一日，扣除评估总费用的百分之一作为违约金。



4. 甲方如果不能按时向乙方支付工程款, 每逾期一日, 按改期应付费用的千分之一作为违约金支付给乙方。

**第十三条** 双方因履行本合同而发生的争议, 应协商、调解解决。协商、调解不成的, 确定按以下第 2 种方式处理:

1. 提交 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 仲裁委员会仲裁;
2. 依法向甲方所在地管辖人民法院起诉。

**第十四条** 与履行本合同有关的下列技术文件, 经双方以 签署确认 方式确认后, 为本合同的组成部分: 无

**第十五条** 本合同一式 六 份, 甲乙双方各执三份, 具有同等法律效力。

**第十六条** 本合同经双方签字盖章后生效。

(以下无正文)

甲方: 南方医科大学皮肤病医院

法定代表人或授权代表:

地 址: 广州市越秀区麓景路2号

开户银行: 中国银行广州环市东路支行

账 号: 692560751449

邮政编码: 510093

电 话: 020-87255313

传 真:

联系人:

乙方:

法定代表人或授权代表:

地址: 广州市天河区广州大道北 743 号

开户银行: 工行广州市天平架支行

账 号: 3602073019200137268

邮政编码: 510510

电 话: 020-37039320

传 真: 020-37039320

联系人: 韩云

### 附件 3：照片集（6 张）



照片 1 场地现状（镜向 SE）



照片 2 场地现状（镜向 E）



照片 3 评估区北侧道路（镜向 NW）



照片 4 评估区北侧周边厂房（镜向 N）



照片 5 评估区南侧河涌现状（镜向 NE）



照片 6 评估区南侧河涌现状（镜向 S）



#### 附件 4：评估人员相关资格证书



## 职称证书



# 广东省职称证书

姓 名：马健

身份证号：421003198909280513



职称名称：工程师

专 业：岩土工程

级 别：中级

取得方式：职称评审

通过时间：2018年10月31日

评审组织：广东省地质勘查工程技术高级工程师资格评审委员会

证书编号：1900103063073

发证单位：广东省地质局

发证时间：2019年03月05日



查询网址：<http://www.gdhrss.gov.cn/gdweb/zyjsrc>



# 广东省职称证书

姓 名：韩笑

身份证号：440106199407050322



职称名称：工程师

专 业：岩土工程

级 别：中级

取得方式：职称评审

通过时间：2023年06月16日

评审组织：广东省工程系列地质勘查专业高级职称评审委员会

证书编号：2300103201977

发证单位：广东省地质局

发证时间：2023年08月14日

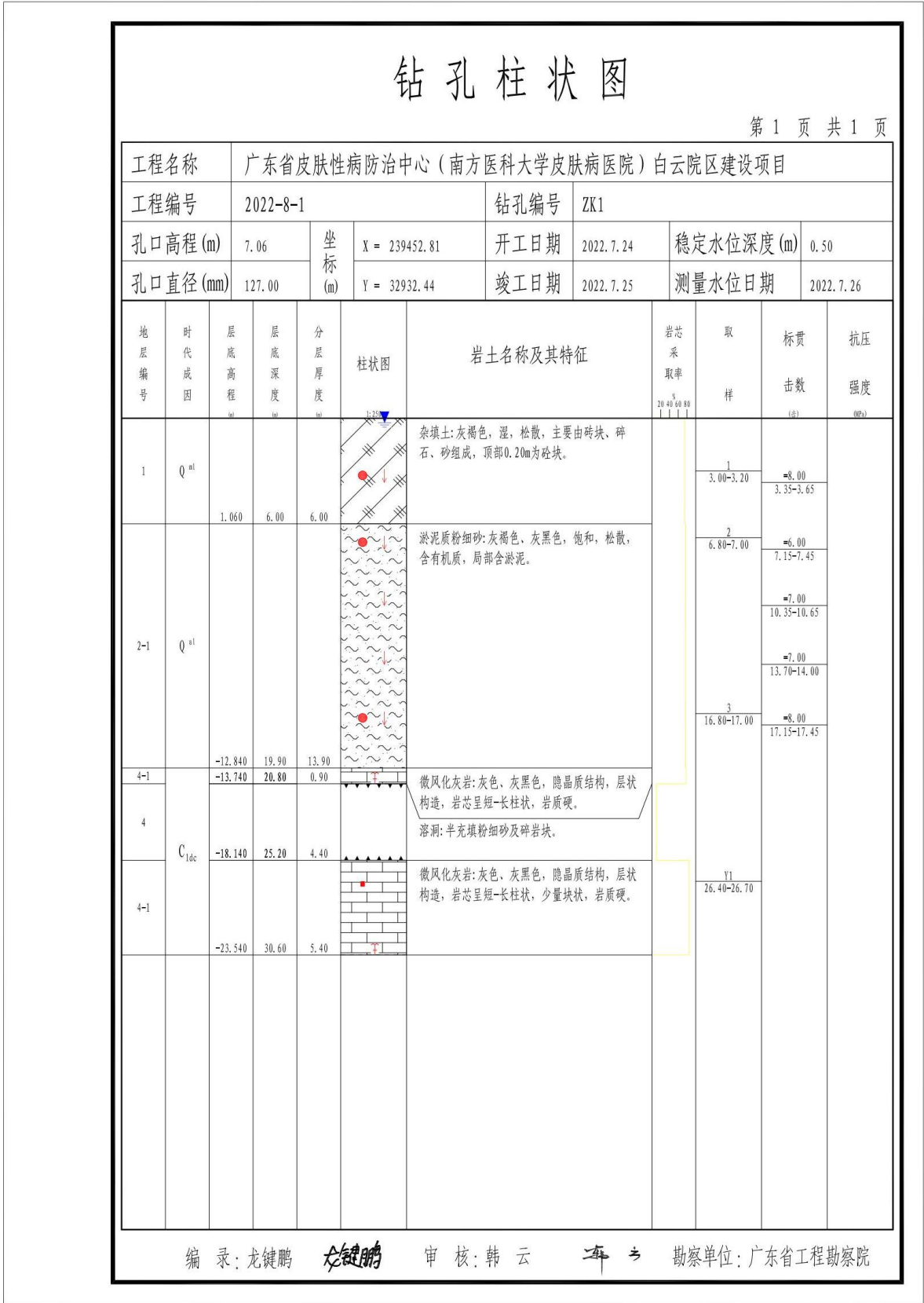


查询网址：<http://www.gdhrss.gov.cn/gdweb/zyjsrc>

附件 5：审核人和技术负责人资格证书



附件 6：钻孔柱状图





钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省皮肤病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目														
工程编号		2022-8-1				钻孔编号		ZK2								
孔口高程(m)		6.85		坐标 (m)	X = 239458.15		开工日期		2022.7.28		稳定水位深度(m)		0.80			
孔口直径(mm)		127.00			Y = 33048.97		竣工日期		2022.7.29		测量水位日期		2022.7.30			
地层 编号	时 代 成 因	层 底 高 程 (m)	层 底 深 度 (m)	分 层 厚 度 (m)	柱状图	岩土名称及其特征			岩芯 采 取 率  % 20 40 60 80 	取  样	标贯  击数  (击)	抗压  强度  (MPa)				
1	Q <sup>al</sup>	1.850	5.00	5.00		杂填土:灰褐色,湿,松散,主要由砖块、碎石、砂组成,顶部0.30m为砼块。			100%	1 3.10-3.30	■9.00 3.45-3.75					
2-1	Q <sup>al</sup>	-3.350	10.20	5.20		淤泥质粉细砂:灰褐色、灰黑色,饱和,松散,含有机质,局部含淤泥。				2 6.00-6.20	■8.00 6.35-6.65					
2-2		-11.650	18.50	8.30		中粗砂:灰褐色,饱和,稍密,分选性一般,局部含砾砂。				3 12.10-12.30	■12.00 12.45-12.75					
										4 15.65-15.95	■13.00 15.65-15.95					
4-1	C <sup>1dc</sup>	-12.250	19.10	0.60		微风化灰岩:灰色、灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短-长柱状,岩质硬。				Y1 22.70-23.00						
4-1		-14.650	21.50	2.40		溶洞:半充填中砂及碎岩块。										
		-19.850	26.70	5.20		微风化灰岩:灰色、灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短-长柱状,岩质硬。										

编 录: 龙键鹏 龙键鹏 审 核: 韩 云 韩 云 勘察单位: 广东省工程勘察院

钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省皮肤病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目												
工程编号		2022-8-1				钻孔编号		ZK3						
孔口高程(m)		7.07		坐标 (m)	X = 239394.65		开工日期		2022.7.25		稳定水位深度(m)		1.00	
孔口直径(mm)		127.00			Y = 32914.27		竣工日期		2022.7.26		测量水位日期		2022.7.27	
地层 编号	时 代 成 因	层 底 高 程 (m)	层 底 深 度 (m)	分 层 厚 度 (m)	柱状图	岩土名称及其特征			岩芯 采 取 率  % 20 40 60 80 1 1 1 1	取  样	标贯  击数  (击/30cm)	抗压  强度  (MPa)		
1	Q <sup>nl</sup>	1.670	5.40	5.40		杂填土: 灰褐色, 湿, 松散, 主要由砖块、碎石、砂组成, 顶部0.20m为砖块。				1 2.80-3.00	■8.00 3.15-3.45			
2-1	Q <sup>al</sup>	-3.130	10.20	4.80		淤泥质粉细砂: 灰褐色、灰黑色, 饱和, 松散, 含有机质, 局部含淤泥。				2 6.80-7.00	■8.00 7.15-7.45			
2-2		-12.330	19.40	9.20		中粗砂: 灰色, 饱和, 稍密, 分选性一般, 局部含砾砂。				3 12.80-13.00	■12.00 13.15-13.45			
3	Q <sup>cl</sup>	-13.130	20.20	0.80		粉质粘土: 灰黑色, 稍湿, 硬塑, 遇水易软化、崩解。				4 16.80-17.00	■13.00 17.15-17.45			
4-1	C <sub>1dc</sub>	-14.130	21.20	1.00						5 19.50-19.70	■18.00 19.85-20.15			
4		-16.430	23.50	2.30		微风化灰岩: 灰色、灰黑色, 隐晶质结构, 层状构造, 岩芯呈短-长柱状, 岩质硬。								
4-1		-16.930	24.00	0.50		溶洞: 半充填软塑状粘性土及碎岩块。								
4	C <sub>1dc</sub>	-29.430	36.50	12.50		微风化灰岩: 灰色、灰黑色, 隐晶质结构, 层状构造, 岩芯呈短柱状, 岩质硬。								
4-1		-34.830	41.90	5.40		溶洞: 半充填软塑状粘性土及碎岩块。								
4-1						微风化灰岩: 灰色、灰黑色, 隐晶质结构, 层状构造, 岩芯呈短-长柱状, 少量块状, 岩质硬。				Y1 37.70-38.00				

编 录: 龙键鹏 龙键鹏 审 核: 韩 云 韩 云 勘察单位: 广东省工程勘察院

钻孔柱状图


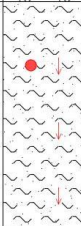






第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省皮肤病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目												
工程编号		2022-8-1				钻孔编号		ZK4						
孔口高程(m)		6.97		坐标 (m)	X = 239373.91		开工日期		2022.7.29		稳定水位深度(m)		1.00	
孔口直径(mm)		127.00			Y = 33074.02		竣工日期		2022.7.30		测量水位日期		2022.7.31	
地层 编号	时 代 成 因	层 底 高 程 (m)	层 底 深 度 (m)	分 层 厚 度 (m)	柱状图	岩土名称及其特征			岩 芯 采 取 率  % 20 40 60 80 	取 样	标 贯 击 数  (击) (MPa)	抗 压 强 度  (MPa)		
1	Q <sup>al</sup>	1.970	5.00	5.00		杂填土:灰褐色,湿,松散,主要由砖块、碎石、砂组成,顶部0.20m为砼块。			100%	1 2.80-3.00	7.00 3.15-3.45			
2-1	Q <sup>al</sup>	-3.530	10.50	5.50		淤泥质粉细砂:灰褐色、灰黑色,饱和,松散,含有机质,局部含淤泥。				2 6.00-6.20	8.00 6.35-6.65			
2-2		-12.750	19.70	9.20		中粗砂:灰褐色,饱和,稍密,分选性一般,局部含砾砂。				3 12.10-12.30	12.00 12.45-12.75			
										13.00 15.25-15.55				
										13.00 18.15-18.45				
4-1	C <sub>1dc</sub>	-14.130	21.10	1.40		微风化灰岩:灰色、灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短柱状,岩质硬。 溶洞:半充填中砂及碎岩块。 微风化灰岩:灰色、灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短-长柱状,少量块状,岩质硬。				Y1 23.50-23.80				
4		-15.330	22.30	1.20										
4-1		-20.630	27.60	5.30										

编 录: 龙键鹏 龙键鹏 审 核: 韩 云 韩 云 勘察单位: 广东省工程勘察院

钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省皮肤病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目									
工程编号		2022-8-1				钻孔编号		ZK5			
孔口高程(m)		7.16	坐标 (m)	X = 239338.77		开工日期		2022.7.27	稳定水位深度(m)		1.00
孔口直径(mm)		127.00		Y = 32964.81		竣工日期		2022.7.28	测量水位日期		2022.7.29
地层 编号	时代 成因	层底 高程 (m)	层底 深度 (m)	分层 厚度 (m)	柱状图	岩土名称及其特征		岩芯 采取 率 <div>5 10 40 60 80 1 1 1 1</div>	取 样	标贯 击数 (击)	抗压 强度 (MPa)
1	Q <sup>al</sup>	3.760	3.40	3.40		杂填土:灰褐色,湿,松散,主要由砖块、碎石、砂组成,顶部0.20m为砼块。			1 2.50-2.70	≈8.00 2.85-3.15	
2-1	Q <sup>al</sup>	-6.540	13.70	10.30		淤泥质粉细砂:灰黑色,饱和,松散,含有机质,局部含淤泥。			2 6.00-6.20	≈7.00 6.35-6.65	
3	Q <sup>cl</sup>	-8.840	16.00	2.30		粉质粘土:灰黑色,稍湿,硬塑,遇水易软化、崩解。			3 14.80-15.00	≈17.00 15.15-15.45	
4-1	C <sub>ldc</sub>	-11.440	18.60	2.60		微风化灰岩:灰色,灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短柱、块状,岩质硬。					
4		-14.540	21.70	3.10		溶洞:半充填软塑状粘性土及碎岩块。					
4-1		-17.840	25.00	3.30		微风化灰岩:灰色,灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短柱、块状,岩质硬。					
4		-19.840	27.00	2.00		溶洞:半充填软塑状粘性土及碎岩块。					
4-1		-25.340	32.50	5.50		微风化灰岩:灰色,灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短柱状,岩质硬。			V1 28.20-28.50		

编 录: 龙键鹏 龙键鹏 审 核: 韩 云 韩 云 勘察单位: 广东省工程勘察院

钻孔柱状图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省皮肤病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目												
工程编号		2022-8-1					钻孔编号		ZK6					
孔口高程(m)		7.38		坐标 (m)	X = 239280.71		开工日期		2022.7.27		稳定水位深度(m)		0.80	
孔口直径(mm)		127.00			Y = 32992.28		竣工日期		2022.7.28		测量水位日期		2022.7.29	
地层 编号	时 代 成 因	层 底 高 程 (m)	层 底 深 度 (m)	分 层 厚 度 (m)	柱状图	岩土名称及其特征			岩芯 采 取 率  % 20 40 60 80 	取  样	标贯  击数  (击)	抗压  强度  (MPa)		
1	Q <sup>nl</sup>	2.080	5.30	5.30		杂填土:灰褐色,湿,松散,主要由砖块、碎石、砂组成,顶部0.30m为碎块。			<div>1</div> <div>3.00-3.20</div> <div>2</div> <div>6.80-7.00</div> <div>3</div> <div>10.80-11.00</div> <div>Y1</div> <div>28.30-28.60</div>		<div>1</div> <div>7.00</div> <div>3.35-3.65</div>			
2-1	Q <sup>al</sup>	-0.120	7.50	2.20		淤泥质粉细砂:灰黑色,饱和,松散,含有机质,局部含淤泥。					<div>2</div> <div>8.00</div> <div>7.15-7.45</div>			
2-2		-10.720	18.10	10.60		中粗砂:灰色、灰白色,饱和,稍密,分选性一般,局部含砾砂。					<div>3</div> <div>12.00</div> <div>11.15-11.45</div> <div>13.00</div> <div>13.95-14.25</div> <div>13.00</div> <div>16.70-17.00</div>			
4-1		-12.220	19.60	1.50		微风化灰岩:灰色、灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短-长柱状,岩质硬。								
4		-15.220	22.60	3.00		溶洞:半充填中砂及碎石块。								
4-1		-15.920	23.30	0.70		微风化灰岩:灰色、灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈块状,岩质硬。								
4	C <sub>ldc</sub>	-19.720	27.10	3.80		溶洞:半充填中砂及碎石块。								
4-1		-25.120	32.50	5.40		微风化灰岩:灰色、灰黑色,隐晶质结构,层状构造,岩芯呈短-长柱状,岩质硬。								

编 录: 龙键鹏 审 核: 韩 云 勘 察 单 位: 广东省工程勘察院

附件 7：初审意见

项目名称	广东省皮肤性病防治中心（南方医科大学皮肤病医院）白云院区建设项目		
编写部门	第五勘测分院	编写人	丁庆峰、韩笑、马健
<p>1、《评估报告》基本按照《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）和《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）进行编制，较全面收集了有关区域地质、水文地质、工程地质和环境地质资料，对拟建工程场地及周边开展了地质灾害综合调查，并对实地调查和收集的资料按有关规范、规定进行了综合分析，完成地质灾害危险性评估报告正文 1 份、图件 2 幅。</p> <p>2、评估区地质环境条件复杂程度为复杂，该工程属重要建设项目，将本次地质灾害危险性评估等级确定一级评估，确定的评估级别正确。</p> <p>3、根据野外地质灾害综合调查，评估区未现状地质灾害。</p> <p>4、拟建工程在建设过程中及完工后，可能引发/加剧的地质灾害类型有（基坑、岸堤）边坡崩塌/滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降，同时工程本身也可能遭受（基坑、岸堤）边坡崩塌、滑坡、岩溶地面塌陷和地面沉降等地质灾害的危害和破坏。地质灾害危害程度及危险性分析基本合理，结论基本正确。</p> <p>5、《评估报告》结合拟建工程特征综合分析，将评估区进行了危险性分区和防治等级分区，评定了场地建设的适宜性，并提出了合理的防治措施及建议。划分范围较合理，结论可信，采取的措施及建议基本可行。</p> <p>6、存在问题及建议：</p> <p>（1）补充岩溶相关技术规范。</p> <p>（2）细化工程概况里基坑分段情况并列表。</p> <p>（3）补充完善周边区域地铁情况。</p> <p>（4）核实场地填土情况及建议参数。</p> <p>（5）崩塌/滑坡地质灾害评估过程中，应加强参数的选择和结果的分析，并对防治措施进行针对性调整。</p> <p>（6）加强分区分析，适当调整危险性分区，并对用地适宜性进行深入论证。</p> <p>（7）附图：全图按修改后的正文正确补充修正（附图相应更正）；平面图补充基坑边线；剖面图补充地铁埋深情况；附表、图例其它错漏，请修改补充。</p> <p>（8）文、图、表中引用的数值和计算公式、计算过程、计算结果请认真核对，确保正确无误。</p> <p>（9）其它错漏见内审稿电子版红色标注（部分已改正），请认真检查修改。</p> <p><b>审查结论：</b>该《评估报告》基础资料可靠、内容翔实、结构合理、重点突出、图件齐全，符合及基本满足有关规范的要求，经修改完善后，同意送审。</p> <p>2024 年 4 月 29 日</p>			
审查人（签名）：		广东省工程勘察（盖章）	