



SZIRI

深圳市勘察研究院有限公司

SHENZHEN INVESTIGATION  
& RESEARCH INSTITUTE CO.,LTD

地质灾害危险性评估甲级证书：442018110846

# 深圳湾超级总部区域性地质灾害 危险性评估报告

深圳市勘察研究院有限公司  
中国·深圳  
二〇二三年十二月

# 目 录

前 言 .....	4
第一节 评估任务的由来 .....	4
第二节 评估工作的依据 .....	4
第三节 主要任务和要求 .....	8
<b>第一章 评估工作概述 .....</b>	<b>10</b>
第一节 地理位置及交通 .....	10
第二节 规划概况与规划用地范围 .....	11
第三节 以往工作程度 .....	11
第四节 工作方法及完成的工作量 .....	13
第五节 评估范围与级别的确定 .....	16
第六节 评估的地质灾害类型 .....	17
<b>第二章 地质环境条件 .....</b>	<b>19</b>
第一节 区域地质背景 .....	19
第二节 气象水文 .....	28
第三节 地形地貌 .....	34
第四节 地层与岩石 .....	35
第五节 地质构造 .....	36
第六节 岩土类型及工程地质性质 .....	37
第七节 水文地质条件 .....	44
第八节 人类活动对地质环境的影响 .....	49
第九节 地质环境条件评估小结 .....	50
<b>第三章 地质灾害危险性现状评估 .....</b>	<b>51</b>
第一节 地质灾害类型及特征 .....	51
第二节 地质灾害危险性现状评估 .....	51
第三节 现状评估小结 .....	52
<b>第四章 地质灾害危险性预测评估 .....</b>	<b>53</b>

第一节	工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测 .....	53
第二节	工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测 .....	59
第三节	预测评估小结 .....	60
<b>第五章</b>	<b>地质灾害危险性综合评估及防治措施 .....</b>	<b>61</b>
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 .....	65
第四节	地质灾害防治措施 .....	66
第五节	综合评估小结 .....	68
<b>第六章</b>	<b>结论与建议 .....</b>	<b>70</b>

## 前 言

### 第一节 评估任务的由来

深圳湾超级总部是深圳市重点区域之一，是城市践行新理念、吸纳新功能、形成新环境、促进新发展的关键地区和新增长极的重要区域，云集了一众高端总部企业，产业集聚多，片区开发建设时易造成或遭受地质灾害的影响，根据深圳市地质灾害防治规划（2016-2025年）相关图件修订版，深圳湾超级总部位于欢乐海岸西-深圳湾体育中心-蛇口深圳湾大桥地面沉降地质灾害低易发区（C3-3），地质环境条件相对复杂，根据《深圳市政府投资建设项目施工许可管理规定》（深圳市人民政府令第310号）《深圳市工程建设项目审批制度改革领导小组办公室关于发布〈深圳市工程建设项目审批制度改革试点方案工作任务分解表〉的通知》（深建法〔2018〕7号）《深圳市2023年度生态文明建设考核实施方案》（深生考〔2023〕1号）等文件关于区域评估制度和营商环境建设的要求，并结合深圳湾超级总部开发建设情况，对深圳湾超级总部开展区域地质灾害危险性评估工作。

### 第二节 评估工作的依据

#### 一、法律和法规依据

- （1）国务院令第394号《地质灾害防治条例》，2003年11月24日发布；
- （2）国土资源部《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69号文），2004年3月25日；
- （3）广东省国土资源厅《转发国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工

作的通知》(粤国土资发[2004]63号), 2004年4月16日;

(4) 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), 2007年6月20日;

(5) 国务院办公厅《关于进一步加强地质灾害防治工作的通知》(国办发明电[2010]21号), 2010年7月16日;

(6)《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;

(7)广东省人民政府《转发国务院关于加强地质灾害防治工作决定的通知》(粤府[2011]92号), 2011年8月3日;

(8) 中华人民共和国国务院办公厅《国务院办公厅转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;

(9) 广东省人民政府办公厅《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》(粤办函[2011]672号), 2011年10月28日;

(10) 深圳市地质灾害防治管理办法(2012年6月4日深圳市人民政府令第241号公布)自2012年8月1日起施行;

(11) 广东省地质灾害防治协会《关于印发<广东省地质灾害危险性评估实施细则>的通知》(粤地协字[2013]48号), 2013年11月21日;

(12) 广东省地质灾害防治协会《关于广东省地质灾害危险性评估有关规定的通知》(粤地协字[2013]49号), 2013年11月21日;

(13) 广东省国土资源厅《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》(粤国土资地环发[2014]232号), 2014年12月29日;

(14)《关于印发<广东省工程建设项目区域评估工作指引>的函》(粤自然资函[2019]1931号), 2019年7月24日;

(15)《关于印发广东省工程建设项目区域评估操作规程的函》(粤自然资函[2019]2284号), 2019年12月25日;

(16)深圳市规划和自然资源局关于印发《深圳市工程建设项目区域地质灾害危险性评估实施细则(试行)》的通知(深规划资源规〔2021〕6号)

(17)《深圳市工程建设项目地质灾害危险性区域评估实施细则(试行)》(深圳市规划和自然资源局, 2021年9月);

(18)《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);

(19)关于做好《广东省地质灾害危险性评估实施细则(2023年修订版)》实施工作的通知(粤地协字〔2023〕7号), 2023年2月17日;

(20)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后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), 2021年8月30日;

(21)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), 2021年10月20日;

(22)广东省第十一届人民代表大会常务委员会公告第85号《广东省地质环境管理条例》(2012年修订版), 2012年7月26日;

(23) 深圳市政府投资建设项目施工许可管理规定 ( 深圳市人民政府令第 310 号 );

(24) 《深圳市工程建设项目审批制度改革领导小组办公室关于发布〈深圳市工程建设项目审批制度改革试点方案工作任务分解表〉的通知》 ( 深建法〔2018〕7号 )。

## 二、采用的规范和技术标准

(1) 《地质灾害危险性评估规范》 ( GB/T40112-2021 );

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

(3) 《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范 ( 1: 50000 )》 ( GB/T14158-93 );

(4) 《地质灾害防治工程勘察规范》 ( DB50/143-2003 );

(5) 《岩土工程勘察规范 ( 2009 年版 )》 ( GB50021-2001 );

(6) 《建筑抗震设计规范 ( 2016 版 )》 ( GB50011-2010 );

(7) 《建筑地基处理技术规范》 ( JGJ79-2012 );

(8) 《建筑地基基础设计规范》 ( GB50007-2011 );

(9) 《建筑边坡工程设计规范》 ( GB50330-2013 );

(10) 《滑坡防治工程勘察规范》 ( DZ/T0218-2006 );

(11) 《滑坡防治工程设计与施工技术规范》 ( DZ0240-2004 );

(12) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》 ( DZ/T0221-2006 );

(13) 《地质灾害防治工程监理规范》 ( DZ/T0222-2006 );

(14) 《综合工程地质图图例及色标》 ( GB12328-90 );

- (15)《建筑基坑支护技术规程》(DBJ/T15-20-97);
- (16)《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB50046-2008);
- (17)《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范(1:50000)》(DZ/T 0261-2014);
- (18)《工程勘察通用规范》(GB55017-2021);
- (19)《建筑与市政地基基础通用规范》(GB55003-2021)。

### 三、主要参考资料

- (1)《地质灾害勘查指南》-中国地质环境监测院;
- (2)《地质灾害防治条例实施手册》(刘传正等);
- (3)《工程地质手册》(第五版);
- (4)《水文地质手册》(第二版);
- (5)《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015);
- (6)《深圳湾超级总部基地城市设计优化》,深圳湾超级总部基地开发建设指挥部办公室;
- (7)第一章第三节“以往工作程度”中所列的成果资料。

### 第三节 主要任务和要求

深圳市南山区深圳湾超级总部区域地质灾害危险性评估的目的是查明评估区及其周边地质环境条件和现状地质灾害类型、规模、发育特点和规律;预测区域内各类工程建设过程中和建成后可能引发或加剧地质灾害的可能性,评价建设工程本身可能遭受地质灾害的危险性;进行地质灾害危险性综合分区,综合分析建设用地适宜性,并提出地质灾害防治措施和建议,为区域内工程建设活动提供地质灾害方面防灾减灾建议。

具体工作任务和要求如下：

1、收集现有区域地质、工程地质、环境地质、水文地质以及气象、水文等方面资料，并对所收集资料进行综合分析整理，并对场地地质条件进行调查，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、根据深圳湾超级总部区域工程建设项目的特点、地质环境条件和地质灾害种类，充分考虑外围地质灾害影响的可能性，合理确定评估等级和评估范围。

3、调查评估区内地质环境条件及现状地质灾害类型、分布范围、规模、特征、稳定性、危害对象和损失情况等；通过对地质灾害危害性或危险性起决定作用的因素进行分析，判断其性质、变化，对现状地质灾害的危险性作出现状评估。

4、依据评估区地质环境条件，结合工程建设项目类型、规模、施工方式，预测工程项目在建设过程中或建成后，造成地质环境的改变及影响，预测评估工程建设可能引发或加剧的地质灾害及建设工程本身可能遭受的地质灾害类型、分布范围、规模大小、危害性及危险性。

5、结合现状评估和预测评估对地质灾害危险性进行综合分析，结合工程在建设过程中或建成后引发或加剧、建设工程本身可能遭受地质灾害危险性大小进行地质灾害危险性综合分区，并对各区段的地质灾害类型、地质灾害的危害性及危险性分别进行评估。

6、根据地质灾害危险性综合评估结果，并根据地质灾害危险性、防治难度和防治效益，对建设用地适宜性进行评估。

7、针对已发和潜在（预测）的地质灾害类型，遵照“预防为主，避让与治理相结合和全面规划、突出重点”的原则，提出防治措施和建议。

# 第一章 评估工作概述

## 第一节 地理位置及交通

深圳湾超级总部位于深圳市南山区深湾一路以东，白石路以南，深湾五路以西，滨海大道以北（不含华侨城中学和瑞河耶纳校区）。

## 第二节 规划概况与规划用地范围

### 一、规划概况

#### (一) 深圳湾超级总部区域规划定位

深圳湾超级总部基地是城市在全球经济产业链条中终极地位的典型代表；是一个连接深圳与国际，沟通现在与未来，宜居宜游宜业开放共享的全球城市功能中心，是助力粤港澳大湾区发展的核心引擎；是打造社会主义现代化强国城市范例的样板。

## 第三节 以往工作程度

评估区曾进行区域地质、水文地质、工程地质和环境地质勘查等工作，主要工作如下：

### 一、区域地质

1、1962年，广东省地质矿产局761队完成了《中华人民共和国区域地质调查报告》（1:20万，宝安幅）；

2、1982年7月广东省地质矿产局编制并出版了《广东省区域地质志》；

3、1991年，地质矿产部《深圳市区域稳定性评价》编写组完成了《深圳市区域稳定性评价》；

4、1991年，地质矿产部《深圳市区域稳定性评价》编写组完成了《深圳市区域稳定性评价》。该报告对深圳市断裂带活动性、区域稳定性给出明确的结论；

5、1985年，广东省地质矿产局完成《中华人民共和国区域地质调查报告》（宝安幅）（地质部分）1:50000。该报告及图件是评估区最基础的区域地质

资料。

## 二、水文、工程地质

1、1979~1982年，广东省地质局在深圳地区进行了1:20万区域水文地质普查，提交了区域水文地质报告及图件；

2、1992年，深圳市地质局与广东省地矿局水文工程二大队编制了深圳市经济特区工程地质图系，并提交说明书；

3、1998年，国家建材局地质工程勘察研究院完成了《深圳市地下水资源调查与评价报告》。

## 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进行了1:50万广东省地质灾害调查，提交了文字报告和图件；

2、1991年4月~1993年12月，广东省地质矿产局水文工程地质一大队进行了1:50万广东省环境地质调查，提交了文字报告和图件；

3、1999年~2001年，广东省地质环境监测总站进行了全省环境地质调查，编制《广东省环境地质调查报告》及附图《广东省地质灾害分布图》(1:10万)；

4、2002年1月，广东省地质调查院进行广东省1:50万国土资源遥感综合调查，完成了文字报告及图件；

5、2007年6月，深圳市勘察测绘院有限公司、深圳市勘察研究院有限公司、深圳地质建设工程公司共同完成《深圳市地质环境及地质灾害调查报告》。该报告对全市地质环境条件及地质灾害危险性区划进行了详细评述，为评估区提供了最新的地质环境资料；

6、2017年12月，深圳市规划和国土资源委员会编制了《深圳市地质灾

害防治规划（2016~2025年）》，2021年对附图进行了修订；

7、2021年9月16日，市规划和自然资源局印发深圳市地质灾害防治规划（2016-2025年）相关图件修订版的通知。

#### 四、其它

1、1984~1986年，广州地理研究所调查研究深圳市地貌，出版了《深圳地貌》；

2、2000年，广东省地震局出版了《广东省地震构造概论》和《广东省地震构造图集》；

3、2000年11月，深圳市地质矿产局、深圳市勘察研究院有限公司、深圳市地质学会完成《深圳市海域地质矿产资源开发利用与地质环境保护规划（2000-2010）年》；

4、规划设计资料；

5、第四章第一节中所列的勘察报告等。

综上所述，前人已有的地质工作为本次评估工作提供了大量基础资料，是本次评估工的重要参考资料。

### 第四节 工作方法及完成的工作量

#### 一、评估工作过程及工作方法

本次评估工作严格按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）及《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023年修订版）》的技术标准执行，本次地质灾害危险性评估工作按照程序工作框图（图1-12）进行。

野外工作采用1:1000比例尺地形图为手图，地质灾害分布图和地质灾害

危险性综合分区评估图均以 1:1000 比例尺地形图为地理底图,限于图幅太大,出图比例采用 1:5000 比例尺。

本次评估工作是在全面收集利用已有的区域地质、水文地质、工程地质、环境地质、地震地质、气象水文及隐患点周边工程建设规划等资料的基础上,进行评估区野外地质灾害综合调查,并对可能出现的地质灾害进行重点观察。工作过程详列如下:

1、2023 年 11 月 10 日~11 月 13 日—准备工作:组建项目工作组,着手收集资料并进行分析,打印野外工作用手图;组织人员进行初步踏勘,根据甲方提供的资料对建设规模和地质环境条件进行初步分析,评定本次评估级别,初步确定评估范围,并编制评估工作大纲。

2、2023 年 11 月 14 日~11 月 20 日—野外地质灾害调查:野外调查主要采用 1:1000 地形图作底图,在评估范围内大致沿折线路线进行地质灾害调查。调查过程作好地质记录,观测点主要有岩性点、地貌点、构造点及地质灾害点等,野外调查时填写野外调查记录表。

3、2023 年 11 月 21 日~12 月 25 日—进行室内资料整理、图件编制和报告编写:①对野外实测和收集的资料进行综合分析整理,以确定现有地质灾害发育情况,并对评估区预测地质灾害的灾种、危害性和危险性大小进行分析研究;②编制地质灾害分布图及地质灾害危险性综合分区评估图;编写本项目地质灾害危险性评估报告;③将地质灾害危险性评估报告经项目组检查后提交公司总工办审定;④公司自审完毕并修改报告后,将报告装订送审。

4、2023 年 12 月 25 日~12 月 30 日—专家评审及修改。

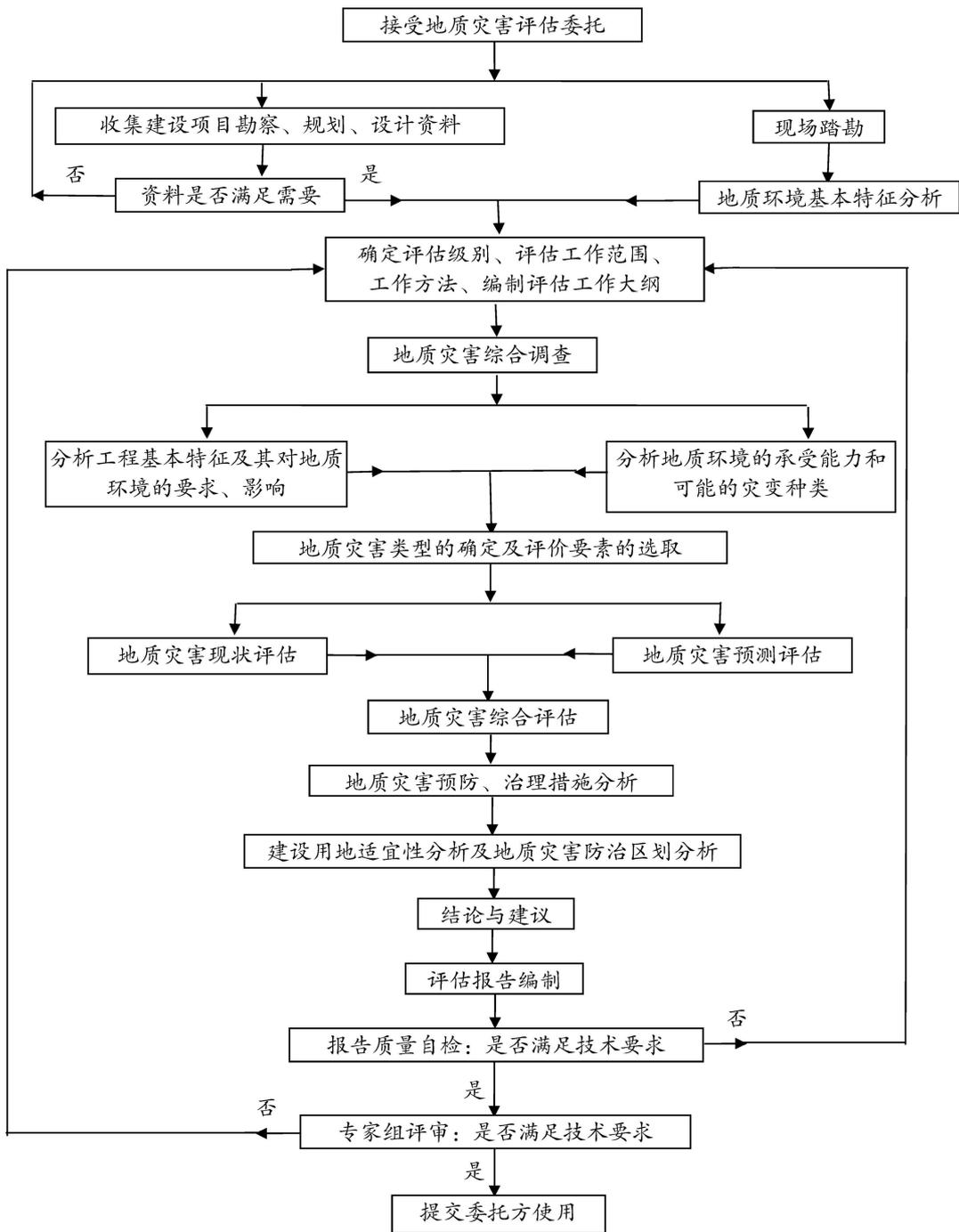


图 1-12 地质灾害危险性评估工作程序图

## 二、完成工作量

完成工作量如表 1-8。

表 1-8 本次评估完成工作量一览表

项 目	完成工作量	单位
收集	区域地质报告	5 份

项 目	完成工作量	单位	
利用 资料	场地勘察报告	6	份
	钻孔/进尺	401/20454.2	个/m
	土样	157	件
	岩样	9	组
综合 地质 调查	调查面积	2086400	m <sup>2</sup>
	评估面积	1448889	m <sup>2</sup>
	调查路线	5.1	km
	地质调查点	47	个
	地质灾害点	/	个
	拍摄数码照片/采用	80	张
提交 成果	深圳湾超级总部区域性地质灾害危险性评估报告	1	份
	深圳湾超级总部区域性地质灾害分布图 (1:5000)	1	幅
	深圳湾超级总部区域性地质灾害危险性综合分 区评估图(1:5000)	1	幅

## 第五节 评估范围与级别的确定

### 一、评估范围

根据地质环境条件和工程特点，在充分考虑用地范围内，地质灾害可能的影响范围及工程受外围地质灾害影响的可能性等，同时根据周边的地形地貌和工程地质条件，综合确定本次评估的评估范围。

本评估场地规划建设用地红线面积为 1170000m<sup>2</sup>，场地地势较为平坦，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》以及场地地质环境条件和建设规划，预测场地可能引发地质灾害为地面沉降。项目建设过程中潜在的地质灾害的影响范围主要于红线范围周边，因此评估区范围大致以规划建

设用地红线范围外扩 50m 来确定，由此确定评估区面积为 1448889m<sup>2</sup>。具体评估范围见附图：深圳湾超级总部区域性地质灾害危险性综合分区评估图（1:5000）。

## 二、评估等级

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》有关规定，地质灾害危险性评估分级按照地质环境条件复杂程度与建设项目重要性划分为三个等级（表 1-9）。

表 1-9 地质灾害危险性评估分级表

评估工作分级 项目重要性	复杂程度		
	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

注：编制地质灾害易发区内的国土空间规划，各类开发区、工业基地、村镇和城市等大面积块状地块、规划区地质灾害危险性评估等级皆属于一级。

深圳湾超级总部基地属于重要规划区域。综上所述，将深圳湾超级总部区域性地质灾害危险性评估确定为一级。

## 第六节 评估的地质灾害类型

评估区原始地貌为滨海滩涂地貌，场地地势高差较小。该场地为建成区，原始地貌已破坏，现状为建设工地，场地内可见建筑设施及开挖基坑。

根据野外踏勘及场地调查，评估区未发现地质灾害，现状地质灾害不发育。

根据评估区的地形地貌、拟建工程设计、规模、施工方法类型和场地工程地质条件等因素，工程建设可能对周边环境造成的影响，可能引发的地质灾害类型主要为地面沉降。可能遭受的地质灾害类型主要为地面沉降。详见第四章地质灾

害危险性预测评估。

## 第二章 地质环境条件

### 第一节 区域地质背景

#### 一、地质构造与区域地壳稳定性

##### （一）区域地质演化

自震旦纪以来，深圳区域地壳演化经历了地槽、地台和地洼三个发展阶段。晚古生代之前为地槽发展阶段，形成了一套巨厚的海相复理石建造；加里东运动形成地槽褶皱带，地壳趋向稳定，晚古生代转化为典型地台环境，沉积以浅海碎屑岩和碳酸岩建造为主，无显著的构造-岩浆活动和变质作用；中三叠世末的印支运动及其后燕山阶段的多幕运动，导致本区地壳发生强烈变形，形成了一系列总体为北东走向的褶皱和断裂，同时伴随强烈的岩浆活动。新生代以来本区的构造活动呈现由北西向南东逐渐增强的趋势，表现为差异性断块运动和断裂的继承性活动。与此同时，南海海域发生大规模的海底扩张，南北缘的滨海及近岸浅海地带产生一系列大规模北东东向阶梯状断裂。新近纪至第四纪初，南海扩张停止，随后地壳收缩使陆缘地带产生一系列活化的北东和北东东向断裂及新生的北西至北北西向断裂，经过上述主要的地质构造运动，形成本区域地质构造样式。

##### （二）区域新构造运动

前人研究认为，珠江三角洲断陷属于继承性盆地。早第四纪时，珠江三角洲断陷相对稳定，地表准平原化，三角洲断陷最后形成。晚更新世以来本区区域新构造运动以差异断块升降为主要特征，地壳活动性增强。形成了多级河流阶地、海成阶地、水下岸坡、断陷盆地、断块三角洲、低山丘陵台地等一系列独特的地貌单元，断裂也有不同程度的活动，火山、地震、温泉的活动也与其有关。全新

世后，断块已呈减弱趋势。据《深圳地貌》的实测资料，深圳市范围内一级阶地的年上升速率为 0.28-1.25mm/a。

根据《深圳市区域稳定性评价》的地应力资料，浅层最大主应力值属中等值，且多与最小主应力值相近，在水平面上接近等压状态，最大剪应力值很低，表明现今地应力作用微弱。本区大陆现今以水平地应力为主，最大主应力方向为 NW~SE 向。通过对各主要断裂的现今地形变活动量的观测，发现海丰断裂带现今活动量较大，达 2.9mm/a，而五华~深圳断裂带现今活动量相对较小，仅 0.1~0.6mm/a。

总体上，区域上活动的构造断裂带活动性弱，最新的活动时期为晚更新世前，晚更新世以来无明显活动趋势。区内新构造运动自全新世以来则基本上处于稳定时期，从影响时间和作用强度上来分析，新构造运动对调查区影响程度弱。

### （三）区域断裂系统分布

深圳地区位于粤北、粤东北—粤中拗陷带东南边缘的紫金—惠阳拗褶束内，地处莲花山断裂带的南西段，东西向高要~惠来断裂带中段南缘地带，北西向珠江口大断裂北东盘，并且是莲花山断裂带北西支五华~深圳断裂带南西段展布区。区内各构造形迹的展布和组合均受上述构造的控制或影响。

新生代以来，深圳市处于南海陆架盆地—珠江口盆地北部隆起带，区域构造受到北部陆缘构造活动的影响。区域断裂系统北东—北北东向和北西向断裂仍在活动，北西向断裂和北东向断裂活动性存在差异。北东—北北东向断裂主要分布于罗湖和福田地区，主干断裂五华—深圳断裂带周边发育多条次级断裂，如横岗—罗湖断裂、九尾岭断裂、盐田断裂。最新研究表明北东向断裂自晚更新世中期以来未见新活动证据，属于弱构造活动断裂，北西向珠江口断裂带形成时代晚于

北东向断裂，分布于珠江口东侧宝安、南山半岛等地区，由福永—西乡断裂、虎门—东博寮海峡断裂、矾石水道东侧断裂、南山半岛蛇口断裂系等多条次级断裂组成，断裂区露头普遍较少，多为隐伏断裂；活动性强于北东向断裂，切割北东向断裂。

莲花山断裂带是影响工作区的主导地质构造。莲花山断裂带属政和~大埔断裂带的南西段。其北东端从福建省进入广东省大埔、梅县，然后沿着莲花山山脉向西南延伸到海丰、惠东和深圳一带，通过香港的元朗、屯门伸入南海。断裂带在陆地部分总长约 370km，宽约 20~40km。

#### （四）地震活动性

本区处在华南地震区中东南沿海地震带的中西段，东南沿海地震带北起浙江南部，经福建的福州、泉州、漳州向西南入广东，经南澳、汕头、海丰、广州、阳江向南包括海南岛，向西进入广西，抵灵山止，中西段的北缘包括了江西的南部，走向大体与海岸一致，总体北东，西段转成东西向。沿该地震带曾发生过南澳（1600，7级）、泉州（1604，7.5级）、琼州（1605，7.5级）、南澳（1918，7.3级）等大地震，震中都在近海约 50m 水深处。

东南沿海地震活动的时间分布，呈现明显的周期性，即低潮期和高潮期交替出现。有地震记载以来自 1400 年至今，明显存在两个地震活动周期，即 1400 年~1700 年为第一活动期；1701 年至今为第二个活动期。两个活动期中的高潮时段分别为 1600~1603 年与 1918~1921 年，两者相距约为 310~320 年。工程区外围的地震活动周期与东南沿海地震活动周期类似，其时间尺度也为 300 年。东南沿海地区的地震活动大体上从沿海一带起，自东南向西北有逐渐减弱的趋势。综合考虑地震空间分布和地质构造联系，将东南沿海地震带划分为内带和

外带。

东南沿海地震带内带和外带其分界线为北起莲花断裂南延珠江口外,接珠江口外坳陷北缘断裂带,外带地震活动强度大于内带,大于7级地震均发生在外带,内带的强震一般小于7级。破坏性地震多分布在北西向断裂与北东向断裂、东西向断裂的交汇部位。

据史料记载,对我市影响最大的强震是1918年2月13日发生在南澳的7.3级地震,我市福田有掉瓦现象,地震烈度应该为VI度。自现代地震仪器监测以来,我市至今只发生过几次有感地震,震级均为4级以下,最近的是1999年发生大鹏半岛的4次有感地震。2006年9月14日19时53分,在珠江口担杆岛海域(北纬22.0°,东经114.3°)发生3.6级地震,震中距深圳约60公里,我市六区均有震感。2010年11月19日14时42分,在深圳湾发生2.8级地震,震中位于东经114.1°,北纬22.5°,我市部分地区有震感。

从地震在时间和空间上的分布规律看,场地地震活动水平较低,不具备中、强地震的地质条件,所在区域比较有利。

根据2016年06月01日实施的国家标准《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)附录C.19,拟建工程场地所在位置位于抗震设防烈度VII度区,50年超越概率10%的地震动峰值加速度为0.10g,地震动反应谱特征周期0.35s。

#### (五) 近场区地质构造

评估区及周边地区以断裂构造为主,主要有北东向及北西向断裂,见图2-4:

##### 1、北东向断裂

该组断裂构造带规模大,单条断裂长度多数大于5~10km,宽10~20m,

最宽达 70m，影响带宽至 300m，常具较好的连续性。走向北东  $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，由一系列平行斜列展布的以压扭性为主兼具张扭等多次活动断裂所组成，切割，包容了东西向断裂，又为北北东向及北西向断裂所切割，是形成较早的北东向断裂的主体；按北东向断裂的排列组合可以分为松岗断裂带、观澜断裂带、深圳断裂带及径心背断裂束等。

调查区及附近北东向断裂带为深圳断裂带，属于五华~深圳断裂带的南西延续部分，主要包括有安托山断裂组中的新塘断裂和磨地山断裂(F1313、F1314)及赤湾断裂组(F1317、F1318)，其主要特征见表 2-1。

表 2-1 调查区域北东向断裂带主要断层特征一览表

断层及编号	产状	力学性质	断层主要特点	形成时期
新塘 断裂 F1313	走向 $50^{\circ}$ 倾向 NW 倾角 $70\sim 75^{\circ}$	压扭 (反扭)	延伸长约 2.5km, 宽大于 6m, 断裂面成舒缓波状, 构造岩为糜棱岩化花岗岩, 压碎花岗岩, 并发育构造透镜体、擦痕阶步, 显示反时针滑移。配套构造发育: 走向 $320^{\circ}$ (张扭), 走向 $30^{\circ}$ , 走向 $80^{\circ}$ (压扭)。局部还见岩脉贯入, 脉壁舒缓波状 (张扭)。断裂力学性质压扭 (反扭)。	K1 后
磨地山断裂 F1314	走向 $320^{\circ}$ 倾向 NE 倾角 $70^{\circ}$	张扭 ~ 压扭	断裂在空间上、剖面上具舒缓波状, 构造岩主要为压碎花岗岩, 沿断裂面充填有岩脉及石英脉, 宽 20~50cm 不等, 并有再破碎现象。节理发育, 其中以走向 $40^{\circ}$ 、走向 $310^{\circ}$ 两组为主, 并切割岩脉及石英脉, 显示了断裂多期活动的特点。	K1 后
赤湾 断裂组 F1317	走向 $60^{\circ}$ 倾向 NE、NW 倾角 $65\sim 80^{\circ}$	张扭 ~ 压扭	延伸长度为 5km, 宽 3~12m。断裂由硅化碎裂岩、构造角砾岩、花岗糜棱岩组成。局部见构造角砾岩组成的透镜体, 呈尖灭再现排列。沿裂面贯入的石英脉呈再遭破碎现象。大南山南麓断裂面出露高达 15~20m, 长约 100m, 远看像镶嵌在山体的一面	K1 后

			镜子，倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。面上配套节理有：走向 $350^{\circ}$ 的张裂面、走向 $10^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 的压扭面和走向 $300^{\circ}\sim 310^{\circ}$ 的张扭面，水平擦痕发育，而且将原先的构造角砾岩磨成糜棱岩，并显示反时针扭动性质。断裂具有多期活动的特点，断裂多处被北西向断裂切开、错位。	
--	--	--	--	--

## 2、北西向断裂

发育程度仅次于北东向断裂，走向以  $300\sim 330^{\circ}$  为主，由一系列断裂束平行斜列式展布，间距大致在  $15\sim 20\text{km}$ ，多倾向北东。该组断裂形成时代以燕山运动晚期为主，稍晚于北东向断裂，常切割其它方向断裂，并对区域内的微地貌、沟谷、溪流及泉群有较明显的控制作用。主要断裂有大芬断裂组、永度断裂组、杨柳岗断裂组、坝岗断裂组、丰树山断裂组、沙坑断裂组、上埗断裂组、蛇口断裂组。调查区及附近北西向断裂为蛇口断裂组，主要由 4 条断层组成，蛇口断裂组在调查区内有延伸，对调查区的稳定性有一定影响，其主要特征见表 2-2。

表 2-2 调查区域北西向断裂带主要断层特征一览表

断层及编号	产状	力学性质	断层主要特点	形成时期	备注
则远断裂 F <sub>3111</sub>	走向 $310^{\circ}$ 倾向 NE 倾角为 $42\sim 52^{\circ}$	压扭	延伸长 2.5km，宽 15m，北西端延入大海，南东端被第四系覆盖，断层面舒缓波状，见水平擦痕，构造岩为压碎硅化岩，局部见构造角砾岩，并发育走向 $30^{\circ}$ 张性断裂面，构造岩横向分带明显。	K1 后	切割北东向断层
小南山断裂 F <sub>3121</sub>	走向 $290\sim 340^{\circ}$ 倾向 NE 倾角为 $35\sim 80^{\circ}$	压性-张性-压扭（顺扭）	延伸长 4.5km，宽 2~10m，两端入海，构造岩为碎裂岩、硅化岩、糜棱岩等。构造透视镜体呈尖灭再现，见糜棱岩遭再破碎成角砾岩。断面见水平擦痕显示断层顺扭，并发育石英脉。破劈理发育，具多期活动性。	K1 后	切割北东向断层

太子山 断裂 F <sub>3132</sub> 、 F <sub>3131</sub>	走向 320-330° 倾向 SW 倾角 75°	压扭（反扭）	延伸长 3km，宽 5~15m，构造岩为压碎岩，并见 硅化。岩石具碎裂结构，重结晶作用较强。扭性节理 (NE20°)、劈理（走向 355°）发育，断裂使两侧 地质体发生反时针向的位移。	K1 后	切割北东向断 层
--	-----------------------------------	--------	---	------	-------------

### 3、北北东向断裂

北北东向断裂发育程度差，规模小，分布零星，其构造方位在北东 20-35° 之间，多呈平直而短小的分散状斜切其他方向断裂，早期为张性，是其他方向断裂的配套构造；晚期为压扭性，并具反时针向扭动特征，是形成较晚的北东向断裂，在区域内主要为望楼山断裂（F4811）和科苑断裂（F4821）。

望楼山断裂呈北东 20°走向展布，倾向南东，倾角 70°-80°，长约 2.5km，宽 1~2m，发育于早白垩世花岗岩中。断裂面舒缓波状，构造岩为压碎花岗岩、糜棱岩化花岗岩及花岗质糜棱岩，构造透镜体成组出现。断裂切割北东向断裂，平面上作反时针向扭动。其形成时期为早白垩世后，力学性质为压扭性。科苑断裂走向北东，倾向北西，倾角 40°-50°之间，隐伏于第四系之下，可能为大沙河南断裂（F3341）的次生断裂。

## 二、区域地层与岩石

根据区域地质资料及野外调查，评估区周边出露及揭露地层主要为第四系全新统地层、第四系更新统地层、白垩系大塍山组地层、蓟县系青白口系地层，岩石主要是白垩世早世燕山四期侵入岩（ $\eta\beta^5K_1$ ）。区内地层分布情况参见评估区区域构造地质图（图 2-3），现由老到新叙述如下：

### （一）区域地层

#### 1、蓟县系青白口系地层：

银湖群（Jx-Qby）：该组岩性上部浅肉红色细中粒斑状黑云母片麻状混合花

岗岩，常见变粒岩、石英岩、片岩、片麻岩及“石英核”残留体或残影体；中部混合质黑云斜长片麻岩、钾长石混合花岗岩、斜长变粒岩、夹石榴石长石石英岩，偶夹混合变质岩；下部条带状混合岩、条痕状混合岩、眼球状混合岩及混合花岗岩，总厚度大于 1096m。

## 2、大壟山组地层：

分布于西部沙河街的东南的白石洲附近，主要岩性为褐红、砖红色花岗质砾岩及花岗质砂砾岩。与下伏官草湖组没有直接接触，性质不明，厚度>943m。

## 3、第四系地层：

(1) 第四系上更新统地层 (Qp<sup>3mr</sup>)：见于西南部的南头、蛇口一带，出现于连岛砂堤及栏湾砂堤。沉积物以砂为主，含少量砾石及泥质，厚约 9m。地表多见红壤化。据南头前海石英砂矿区钻孔资料，沉积物由黄白色粗、中砂（石英质为主）、泥质等组成。

### (2) 第四系全新统地层 (Qh<sup>alm</sup>)：

本区的海岸平原往往是中小河流下游入海口的聚集地带，常形成海积、冲积混合成因的平原，其中西部海岸的海积冲积层尤为宽广连片，东部海岸只有王母河下游平原较为发育。沉积物的形成明显受陆上水体（包括河流、潮流）与海洋水体相互作用的控制，属海陆交互相沉积。据西海岸公明东北下村附近的钻孔，沉积层下部为 9.5-15.5m 的砂砾，中部为粘质砂，上部 2.7m 砂砾。松岗西南至东宝河口，钻孔均见含壳淤泥。万家朗、沙头一带地表下 0.7m 有埋藏红树林。深圳河中下游北侧下部为中砂或粗砂，有时夹粘土层，厚 2-7m；上部多为浅灰、灰黑色淤泥质粘土层，偶夹淤泥质砂层，厚 3-7m。据在文锦渡、东部王母河附近的水贝、龙岐等地，通过硅藻分析，发现硅藻化石有淡水种、半咸水种—咸水

种，具有咸、淡水生物的海、河相沉积特征。另据 14C 年龄的测定，年龄为 7080+160a，属全新世中期以来的沉积。

### (3) 第四系全新统地层 (Qh<sup>al</sup>):

冲积层一般是指洪水可以漫到的河漫滩，并可继续接受河流的沉积，冲积 I 级阶地是原来的河漫滩沉积，由于地壳运动抬升形成台阶，特大洪水也只能掩及其前缘；山间的狭窄平原、低丘台地间的浅凹地，受季节性水流的影响，形成散流或暴流沉积的冲洪积层。本区出现这三种类型，在具体填图中较难区分，故划为冲积-冲洪积层（或简称冲洪积层）。

## (二) 区域侵入岩

深圳区域的火山活动主要从中侏罗世开始，延续到早白垩世，大规模强烈的活动则发生在晚侏罗世。从早到晚，火山活动经历了由弱→强→弱的过程。不同时期，火山活动方式、火山构造、成岩方式均有较大差别：中侏罗世火山活动微弱，但拉开中生代火山活动的序幕，仅表现为盆地式的喷发沉积活动，形成一套间歇爆发-沉积交替产出的火山沉积地层；晚侏罗世火山活动强烈，为中生代火山活动的鼎盛时期，以爆发~喷溢为主，形成一套厚达 1000 多米的陆相火山岩系；早白垩世火山活动进入结束期，其活动微弱，火山岩仅出现于山间湖泊相红色沉积的夹层中。

侵入岩中生代燕山四期早白垩世晚期 ( $\eta\beta^5K_1$ ) 评估区内中生代燕山四期早白垩世晚期 ( $\eta\beta^5K_1$ ) 以大南山为主体在调查区内广泛出露，为场地基岩。该岩组在大南山低缓丘陵和台地地带往往受到风化作用形成较厚的残积土层和风化带，岩石的强度降低。在侵入岩体风化地段的高陡斜坡稳定性较差，往往易形成崩塌和滑坡。

综上所述，区域地层岩石出露较多，区域断裂较发育，对评估区工程建设影响中等，地震基本烈度Ⅶ度，区域地壳基本稳定，区域地质背景条件为中等。

## 第二节 气象水文

### 一、气象

深圳市地处北回归线以南，珠江三角洲南端、西临南海，属亚热带海洋性季风气候，热量丰富，日照时间长，雨量充沛。气候和降雨量随冬、夏季风的转换而变化。冬季无严寒，夏季湿热多雨，一年内有冷暖和干湿季之分。具有雨热同季，干凉同期的特点。但降水和气温的年季变化较大，灾害性天气也较多。根据深圳国家基本气象站（1990~2022年）历史资料统计，调查区的主要气象情况如下：

#### （一）气温

根据1990年~2022年的统计资料，年平均气温 $23.3^{\circ}\text{C}$ ，年平均日照时数为1853.0小时。最高气温 $35^{\circ}\text{C}$ 以上高温日数平均为4.4天；最低气温 $10^{\circ}\text{C}$ 以下寒冷日数平均为16.1天。2022年平均气温 $23.2^{\circ}\text{C}$ ，与常年（ $23.3^{\circ}\text{C}$ ）基本持平。年最高气温 $36.2^{\circ}\text{C}$ ，出现在8月23日；年最低气温 $6.1^{\circ}\text{C}$ ，出现在2月21日。最高气温 $35^{\circ}\text{C}$ 以上高温日数11天，刷新历史最多纪录（10天，出现在1990年和1998年）；最高气温 $33^{\circ}\text{C}$ 以上炎热日数49天，最低气温 $10^{\circ}\text{C}$ 以下寒冷日数16天。

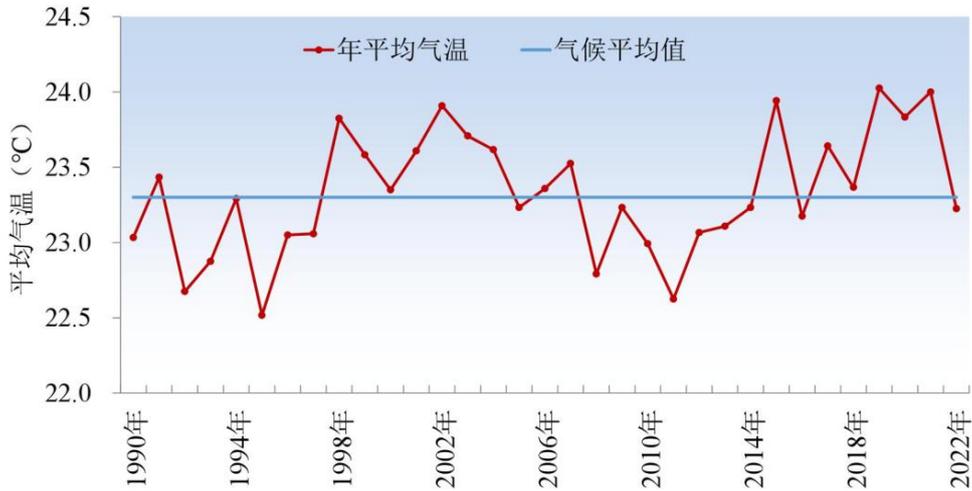


图 2-4 国家基本气象站 1990-2022 年逐年平均气温



图 2-5 国家基本气象站 2022 年逐月平均气温

## (二) 降雨

调查区汛期长、雨量丰沛，台风、强对流、暴雨等灾害性天气频繁，特别是灾害性暴雨最具破坏性，可能造成山洪暴发、洪涝泛滥，触发地质灾害。深圳降雨具有以下特点：

### 1、降水量丰沛，地区差异明显

深圳站多年平均雨量为 1932.9mm（截止至 2022 年 12 月，深圳市气象局(台)统计)。据 17 个水文站的资料，本市大部分地区的年降水量为 1700mm 以上。降水量的分布是从东南向西北递减。东南部南澳、葵涌等地年降水量在 2000mm 以上，局部平均雨量达 2200-2300mm，中部为 1700~2000mm，

西部为 1700mm 以下。等雨量线从东北向西南延伸，只有 1700mm 线近似南北向。

降雨量的地区差异，与盛行风向和地貌有密切关系。东南部沿海分布海岸山脉等，容易形成地形降雨，故东南部雨量多；西部地形平坦，缺乏地形降雨，故雨量较少。

## 2、年际变化大

一年中的降水量主要受大区域气候因素的影响，特别是易受西南季风和来自西太平洋的热带气旋（台风）影响，最多的年份出现在 2001 年，年降雨量高达为 2747mm。最少的年份出现在 2011 年，年降雨量仅为 1269.7mm。

## 3、降水季节分配不均，干、湿季分明

年内降雨集中且分布不均。其中，86%的降水出现在 4-9 月（汛期），后汛期（7-9 月）主要由热带气旋（台风）、东风波、热带辐合带等热带天气系统造成；前汛期（4-6 月）主要由冷空气和热带暖湿气流（锋面低槽、热带云团、低空急流、季风低槽）共同作用造成。一年中各月雨量变化呈单峰型。

## 4、降水强度大，暴雨多

全年各月份均有可能出现暴雨，其中最多出现在 8 月，其后依次为 5、9、4 月；大暴雨（雨量 100mm 或以上）最多出现在 7、9 月，其后依次为 8、6、5、10 月；特大暴雨（雨量 250mm 或以上）最多出现在 8 月，2018 年 8 月 29-31 日，深圳市出现了历史罕见的连续 3 天的局地特大暴雨，2022 年平均年降水量 1793.7mm，局地暴雨及以上降水日数 24 天，最大日雨量 211.2mm，5 月 12 日局地特大暴雨期间出现在西乡街道；最大 1 小时雨量 99.2mm，5 月 27 日局部大暴雨期间出现在航城街道。

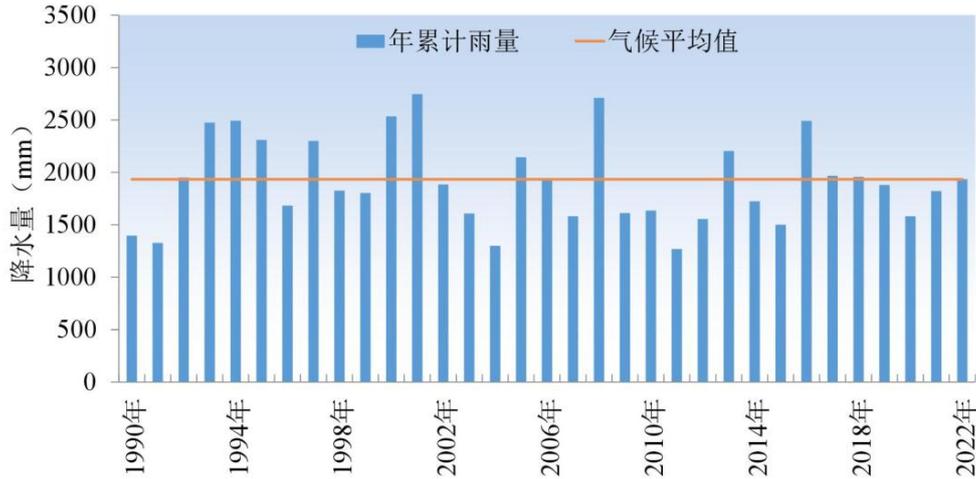


图 2-6 国家基本气象站 1990-2022 年逐年平均降雨量

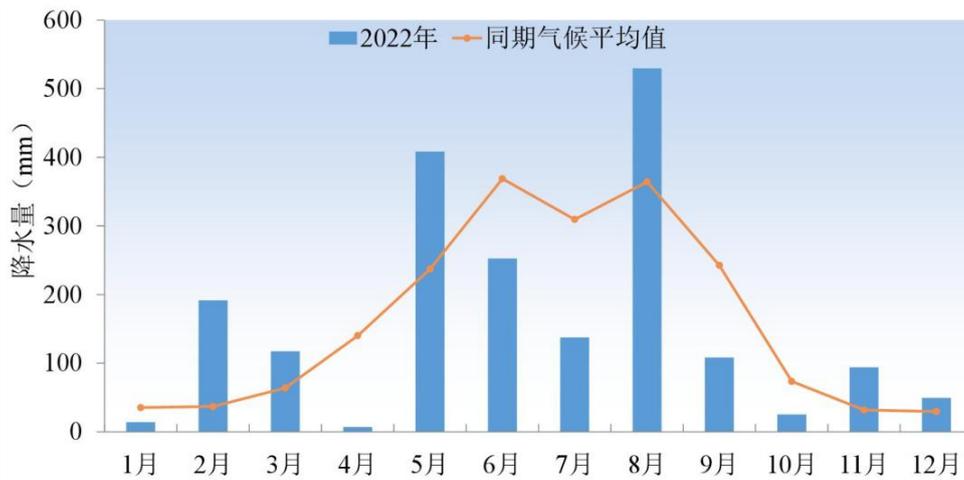


图 2-7 国家基本气象站 2022 年逐月平均降雨量

### (三) 风速

深圳地区常年盛行东南偏东风（频率 17%）和东北偏北风（频率 14%），其次为东风（频率 12%）和东北风（频率 12%），随季节和地形等不同，风向频率也不同。年平均风速为 2.4m/s，平均风速的年内分布较为均匀。2022 年平均风速 1.8m/s，12 月平均风速 2.4m/s，为各月最大。年主导风向为 NNE（东北偏北），频率为 23.2%，其次是 N（北），频率为 15.3%。最大风速的年内分布差异较大，一般夏季最大风速主要是台风（热带气旋）造成的，冬季的最大风速是由于冷空气南下造成的。本地区多年平均出现 6 级以上风的日数为 1.3d。

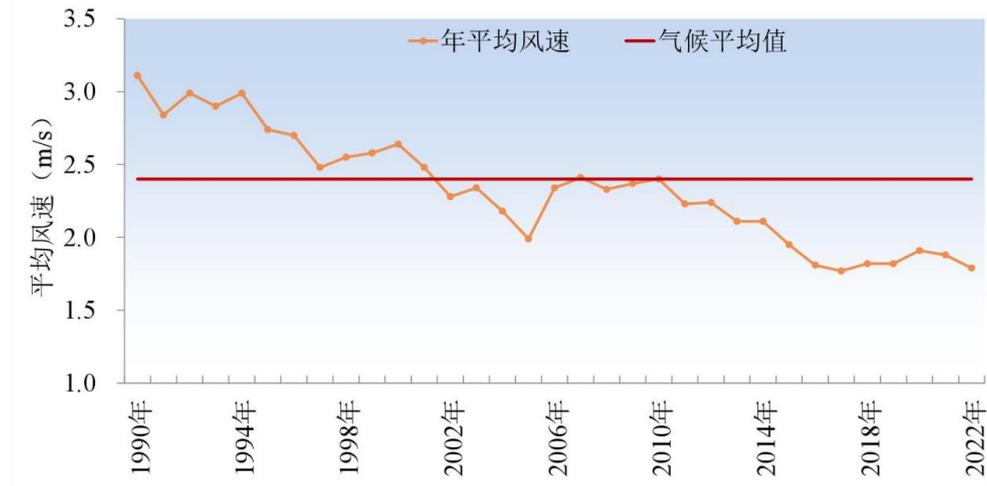


图 2-8 国家基本气象站 1990-2022 年逐年平均风速



图 2-9 国家基本气象站 2022 年逐月平均风速

#### (四) 台风

2000 年至 2022 年 23 年内,在此期间影响深圳(台风路径距深圳 1000km)的台风有 135 次,平均每年 5.9 次,其中严重影响的有 48 次,最多年份为 6 次(2001 年),最少的年份也有 1 次(2006 年、2013 年、2014 年、2015 年)。每年的台风活动时间 5~12 月,其中 6~10 月较多。影响本区的台风主要来自西太平洋,在珠江口以西登陆的台风对本地区的破坏最大。其中 2018 年 9 月 16 日 14 时从距离深圳 125km 南面掠过的台风“山竹”为 1983 年以来影响深圳最严重的台风。“山竹”影响期间,12 级以上阵风持续时间 13 小时,10 级以上阵风影响累计时间突破历史记录,最大阵风达 52.7m/s(16 级,内伶仃),

历史罕见。全市平均雨量 187.2mm，最大累计雨量 338.6mm（特大暴雨）。受“山竹”影响，深圳市内发生山体滑坡、地面塌陷、围墙倒塌等大次生灾害 13 起。2022 年 6 月 30 日 08 时在南海中部生成的 2203 号台风“暹芭”为 2018 年“山竹”台风之后最强。6 月 30 日-7 月 3 日“暹芭”影响期间，深圳普遍记录到暴雨局部大暴雨及 8-10 级、局地 12 级大风。全市平均雨量 95.6mm，最大累计雨量 190.0mm。“暹芭”在深圳造成一定数量的树木倒伏、积水和地面坍塌，未造成人员伤亡。

## 二、水文

深圳地势为东南高，西北低，主要山脉走向从东到西，贯穿中部，成为主要河流发源地和分水岭。受地形地貌影响，深圳市小河沟多，分布广，干流短。深圳市的河流分别属于南、西、北三个水系。以海岸山脉、鸡公山和阳台山等为主要分水岭，南部诸河注入深圳湾、大鹏湾、大亚湾，称为海湾水系；西部诸河注入珠江口伶仃洋，称珠江口水系；北部诸河汇入东江或东江的一、二级支流，称为东江水系。各河流平时水量较小，雨季会有间歇性洪水。海湾水系计有 120 多条小河，较大者有 8 条，主要河流是注入深圳湾的深圳河；珠江口水系计有 40 多条河流或河涌，主要河流是茅洲河；东江水系有龙岗河、坪山河、观澜河，都是本市的主要河流。

评估区南侧为前海湾，相距约 1100m，前海湾又称大铲湾，位于南头半岛西北面，面积约 20km<sup>2</sup>，属浅水海湾。其西面有大铲岛、小铲岛、孖洲岛、丫仔山，矾石水道从岛屿附近通过，航道水深 10~12m，是深水湾。前海湾周围水域是珠江口主要的水产养殖区。其湾口与伶仃洋、珠江口相连，海水深 8~14m，受海洋潮汐作用影响较中等。前海湾潮汐属于不规则半日潮，在一个月中等部分

时间内，每日有两个高潮和两个低潮，有时在小潮期间内，每日只有一个高潮和低潮。另外评估区北东侧有一条桂庙渠，相距约 390m，全长 4.26 公里，流域面积 11.63 平方公里，其中南山段黑臭长度 1.03 公里，目前水体黑臭问题已经得到全面解决。评估区内地表水及地下水会侧向补给评估区的地下水，对建设场地地下水有一定的影响。

评估区内地表水系总体上不发育，场地一带无常年性水流，地表水量普遍较小，地表水主要由大气降水补给，流量随季节降雨量的变化而变化。汛期由暴雨引发洪水，降水强度大，汇流时间短，具有短时突发性。枯水期降雨量小，径流量少，对工程建设影响较小。

综上所述，深圳属亚热带季风气候，雨量充沛，热带气旋登陆时暴潮、暴雨往往会接踵而至，工程建设过程中应注意做好防洪、排涝和通风降温等工作。气象及水文变化是评估区内主要致灾作用的激发因素；评估区气象和水文条件中等。

### 第三节 地形地貌

评估区位于深圳市南山区沙河街道深湾二路与白石三道交叉口，根据对评估区历史影像调查分析及区域地质资料其原始地貌为滨海滩涂地貌，后经人工堆填平整后，建设成为现状的较平整的地形。整体地势北高南低，现状地面标高介于 0~8m，地势起伏不大。

据上所述，评估区原始地貌为海滩，地形起伏较小，地形地貌复杂程度简单。

## 第四节 地层与岩石

根据场地勘察资料,评估区地层主要有:场地内分布的地层由老至新有燕山期蚀变粗粒花岗岩( $\eta\beta^5K_1$ )、残积层( $Q^{el}$ )、第四系海陆交互沉积层( $Qp^{3mcl}$ )和第四系全新统冲积海积层( $Qh^{alm}$ ),现将各地层及岩石岩性特征由老至新分述如下:

### 一、地层

#### 1、残积土( $Q^{el}$ )

砾质黏性土:褐红、浅黄、灰白色等,由下伏粗粒花岗岩风化残积而成,原岩结构全部破坏,矿物成分除石英颗粒外,其它均已风化成土状,含砾量约占20%~35%不等。该层揭露厚度在1.00m~10.60m之间,平均层厚6.07m。

#### 2、第四系上更新统泻湖沉积层( $Qp^{3mcl}$ )

根据勘察资料,该层岩性主要为粉质黏土、淤泥质黏土、粉质黏土、黏土及砾砂:

(1)粉质黏土:褐黄、褐红、灰黄、灰白色等,土质不均匀,含少量中粗砂,约占10%~25%不等。该层揭露厚度在1.80m~5.40m之间,平均层厚3.59m。

(2)淤泥质黏土:灰色、深灰色等,含有机质及少量贝壳碎片,土质不均匀,局部含较多的中细砂。该层揭露厚度在2.40m~7.50m之间,平均层厚4.72m。

(3)粉质黏土:灰黄、黄、灰白色等,土质不均匀,含砂,约占10%~40%不等。该层揭露厚度在0.90m~4.00m之间,平均层厚1.82m。

(4)黏土:灰色、深灰色等,土质细腻,含有机质,土质不均匀,局部含

中细砂，约占 10%~30%不等。该层厚度在 1.10m~2.80m 之间，平均层厚 1.83m。

(5) 砾砂：黄灰、灰白、灰黑、灰色等，砂以中粗砂为主，含砾石，粒径 2mm~5mm 为主，约占 25%~35%不等，颗粒成份为石英质，次圆状，分选性差。黏性土占 15%~35%不等。该层揭露厚度在 0.90m~3.30m 之间，平均层厚 1.89m。

### 3、第四系全新统冲积海积层 (Qh<sup>alm</sup>)

淤泥：深灰、灰黑色等色，含有机质及少量贝壳碎片，土质不均匀，局部含较多的中细砂，揭露厚度在 0.90m~4.90m 之间，平均层厚 3.05m。

## 二、岩石

燕山期蚀变粗粒花岗岩 ( $\eta\beta^5K_1$ )：肉红、紫褐、灰绿、灰白色等，粗粒斑状结构，块状构造，矿物成分主要由长石、石英、云母等矿物组成，风化裂隙微发育，裂隙面较新鲜，受构造影响蚀变现象较严重。

综上所述，评估区有第四系全新统冲积海积层 (Qh<sup>alm</sup>)、第四系海陆交互沉积层 (Qp<sup>3mcl</sup>) 和残积层 (Q<sup>el</sup>)，岩石为燕山期蚀变粗粒花岗岩 ( $\eta\beta^5K_1$ ) 内岩土分层较多，岩土层厚度变化较大，因此，评估区地层岩性中等。

## 第五节 地质构造

根据钻探揭露的地质情况，结合区域地质资料综合分析，调查区局部受断裂构造影响，主要是 F3141 断裂带影响较大，受其影响，调查区西北侧场地内基岩大部分受断裂构造影响蚀变严重，局部碎裂岩化特征明显，绿泥石化现象显著，中~微风化基岩中存在较多节理和构造裂隙，这些节理和裂隙在近地表基岩中往

往都非常发育,在钻探过程中由于这些裂隙的存在容易使岩芯普遍较破碎成碎块状。强风化及中等风化层较厚且厚度变化较大,但场地全新统的滨海相淤泥层埋深和层厚非常稳定,未发现明显带状缺失和被错动的现象,说明自全新世以来,场地内未受到断裂构造的明显影响。

据上所述,综合评价评估区地质构造条件中等。

## 第六节 岩土类型及工程地质性质

### 一、评估区岩土体类型

根据现场地质调查、附近场地勘察资料,场地内分布的岩层自上而下有人工填土( $Q^{ml}$ )、第四系全新统海陆交互相沉积层( $Q_4^{mc}$ )、第四系上更新统冲洪积沉积层( $Q_3^{al+pl}$ )、第四系上更新统沼泽相沉积层( $Q_3h$ )、第四系残积层( $Q^{el}$ )及早白垩系燕山四期粗粒花岗岩( $\eta\beta^5K_1$ )。现将各地层的主要岩性特征自上而下分述如下:

#### 1、松散土类

##### (1) 第四系人工填土层( $Q^{ml}$ )

①素填土:褐红、褐黄、灰黄色,稍湿,松散状态,成分以黏性土为主,混碎石块、砼块、碎块石等建筑垃圾及植物根系,块径一般3~15cm,大者可达20cm以上。岩芯采取率80%~85%。层厚0.60~8.30m,平均层厚2.59m,层底埋深0.70~8.50m,层底标高-2.86~4.85m。标准贯入试验10次,修正锤击数4.9~9.0击,平均7.3击。

②填石:浅肉红、青灰灰白色,稍湿,稍密~中密状态,成分主要为微风化花岗岩、砂岩块石,块径一般10~40cm,大者可达100cm以上,块石间不均

匀混杂有 20%~40%的黏性素填土或石英砂砾。岩芯采取率 70%~75%。层厚 0.70~12.80m，平均层厚 4.93m，层底埋深 1.00~12.80m，层底标高 -7.91~3.64m。圆锥动力触探试验 76 次，实测击数 11~29 击，平均 16.6 击，修正锤击数 10.2~25.4 击，平均 15.1 击。

#### (2) 第四系全新统海陆交互相沉积层 ( $Q_4^{mc}$ )

淤泥：深灰~灰黑色，饱和，流塑~软塑状态，土质细腻，含少量粉细砂及白色贝壳等生物碎屑，有机质含量一般为 5.71%~9.89%，局部相变为淤泥质黏土。岩芯采取率 95%~100%。层厚 0.50~5.20m，平均层厚 2.56m，层顶埋深 6.20~12.40m，层顶标高 -6.86~-0.49m，层底埋深 9.20~13.20m，层底标高 -7.66~-3.47m。标准贯入试验 30 次，修正锤击数 0.8~3.3 击，平均 2.4 击。

#### (3) 第四系上更新冲洪积层 ( $Q_3^{al+pl}$ )

①黏土：褐黄、褐灰、褐红色，湿，可塑状态，土质较均匀，不均匀含较多中粗砂。岩芯采取率 90%~100%。层厚 0.50~6.90m，平均层厚 2.86m，层顶埋深 7.80~13.00m，层顶标高 -7.49~-2.39m。标准贯入试验 31 次，修正锤击数 4.8~13.7 击，平均 9.0 击。

②含黏性土砾砂：灰白、褐黄、褐红色，饱和，稍密~中密状态。砂粒成分为石英质，次棱角~次圆状，不均匀含 25%~40%的黏性土及少量的石英质小卵石，卵石直径 2-4cm，分选性较差。岩芯采取率 70%~75%。层厚 0.50~3.00m，平均层厚 1.65m，层顶埋深 10.40~15.50m，层顶标高 -10.09~-4.85m。标准贯入试验 11 次，实测击数 15~28 击，平均 19.8 击，修正锤击数 11.5~20.6 击，平均 15.0 击。

## 2、岩体

场地内下伏基岩为早白垩系燕山四期粗粒花岗岩，似斑状结构，块状构造，主要由长石、石英、云母等矿物组成。根据钻探揭露和岩石的风化程度划分为全、强、中、微风化四个带，其岩性特征分述如下：

①全风化粗粒花岗岩：褐红、褐黄色，稍湿，坚硬状态，原岩结构基本破坏，但尚可辨认，具微弱的残余结构强度，除石英外绝大部分矿物成分已风化呈土状，钾长石晶形一般完整，部分手捻具砂感，岩芯呈土柱状，局部夹有强风化岩块。属极软岩，岩体完整程度为极破碎，岩体基本质量等级为V级。岩芯采取率90%~100%。场地内所有钻孔均有分布。层厚0.50~18.90m，层顶埋深15.70~28.90m，层顶标高-23.36~-10.15m。标准贯入试验51次，修正锤击数30.6~49.7击，平均36.7击。

②强风化粗粒花岗岩：褐红、褐黄、灰褐色，风化裂隙极发育，岩石风化强烈，原岩结构大部分破坏，局部绿泥石化现象显著，斜长石及黑云母等矿物多已风化呈土状，钾长石晶形较完整，手捏呈粉末状或砂砾状，岩芯呈土柱状、砂砾状，土夹块状、块状，合金钻进容易。由于风化不均匀，局部夹较多中风化岩块。属极软岩，岩体完整程度为极破碎，岩体基本质量等级为V级。岩芯采取率75%~85%，场地内所有钻孔均有分布。层厚0.40~23.50m，层顶埋深20.00~43.50m，层顶标高-38.50~-14.45m。标准贯入试验34次，修正锤击数51.2~66.6击，平均57.4击。本层厚度变化大，层面起伏变化大。

③中风化粗粒花岗岩：黄褐、浅肉红、浅灰色，岩石裂隙发育，裂隙面倾角大小不均，裂面铁锰质浸染严重，局部绿泥石化现象显著，岩芯多呈碎块状、块状，少量呈短柱状，岩块手折不断，锤击声稍哑~稍脆，合金钻进困难。岩芯采

取率 70%~75%，RQD=0~45%。属较软岩，岩体完整程度为较破碎，岩体基本质量等级为Ⅳ级。场地内所有钻孔均有分布。层厚 0.50~11.30m，层顶埋深 21.10~57.80m，层顶标高-52.86~-16.09m。本层厚度变化大，层面起伏变化大。

④微风化粗粒花岗岩：肉红色、灰~青灰色，微裂隙发育，裂隙呈闭合状，局部绿泥石化现象明显，岩质致密坚硬，岩芯呈短柱状、柱状，少数块状或长柱状，岩石锤击声脆，需金刚石钻进。岩芯采取率 85%~95%，RQD=0~95%。属较坚硬岩~坚硬岩，岩体完整程度为较完整，岩体基本质量等级为Ⅱ~Ⅲ类。场地内所有钻孔有揭露（均未揭穿）。揭露厚度 2.57~38.37m，平均揭露厚度 21.41m，层顶埋深 22.50~63.50m，层顶标高-58.57~-17.66m。本层厚度变化大，层面起伏变化大。

各岩土层常规物理力学性质指标统计表

表3.3.1

层序号及 土层名称	统计 项目	天然状态土的物理性指标					界限含水率				固结		直剪试验				三轴抗剪强度				渗透系数 ( $\times 10^{-6}$ ) 温度 $20^{\circ}\text{C}$ $K_v$ cm/s	有机质 含量 Wu %	天然坡角		含砾量 % >2mm	含砂量 % >0.5mm	标贯击数				
		含水率 W %	密度 $\rho$ g/cm $^3$	比重 Gs	饱和度 Sr %	孔隙比 eo	液限 W $_L$ %	塑限 Wp %	塑性 指数 Ip	液性 指数 I $_L$	压缩系数 av MPa $^{-1}$	压缩模量 Es MPa	固结快剪		直剪快剪		总应力		总应力				有效应力				天然坡角 (水上) $\phi_a$ ( $^{\circ}$ )	天然坡角 (水下) $\phi_b$ ( $^{\circ}$ )	N	N $_v$	
													粘聚力 C kPa	内摩 擦角 $\phi$ ( $^{\circ}$ )	粘聚力 C kPa	内摩 擦角 $\phi$ ( $^{\circ}$ )	凝聚力 C $_u$ kPa	摩擦角 $\phi_u$ ( $^{\circ}$ )	凝聚力 C $_u$ kPa	摩擦角 $\phi_u$ ( $^{\circ}$ )			凝聚力 C $'_u$ kPa	摩擦角 $\phi'_u$ ( $^{\circ}$ )							
																															凝聚力 C $_u$ kPa
① <sup>1</sup> 素填土 (Q $^m$ )	统计件数	17	14	17	14	16	16	16	16	12	13	3	3	5	7											15	15	10	10		
	范围值	6.3~30	1.72~1.99	2.65~2.65	59~91	0.581~0.923	25.9~46.8	15.4~33.8	10.2~15.7	<0~0.25	0.227~0.566	2.96~8.12	26~28	20.9~23.2	16~36	14.5~24.9											13.3~35.7	30.8~52.8	5~10	4.9~9	
	平均值	19.1	1.85	2.65	73.1	0.730	35.4	23.6	11.8	<0	0.395	4.97	27.0	22.1	25.8	21.3											26.1	41.9	7.7	7.3	
	标准差	5.5	0.06	0.00	8.9	0.111	5.38	4.68	1.5		0.11	1.49				3.6														1.5	1.3
	变异系数	0.290	0.035	0.000	0.122	0.152	0.152	0.198	0.125		0.274	0.299				0.168														0.194	0.179
标准值	21.5	1.81	2.65	77.4	0.784	37.8	25.7	12.4		0.451	4.22				18.7														6.8	6.6	
② <sup>2</sup> 淤泥 (Q $_4^m$ )	统计件数	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	13	12	4	4	4	4	11	11	11	12	3	33						30	30	
	范围值	49.3~70.4	1.56~1.68	2.65~2.66	92~100	1.398~1.876	47.8~58.4	27.2~38	17.2~25.8	1.01~1.71	0.898~1.643	1.75~2.69	9~20	4.3~10.2	8~22	8~10	8~14	3.4~6.9	10~19	14.4~19	9~16	17.8~21.3	0.69~0.78	5.71~ 9.89					1~4	0.8~3.3	
	平均值	57.8	1.62	2.65	96.6	1.588	54.6	33.2	21.4	1.15	1.126	2.33	14.4	7.2	13.0	9.1	10.6	4.7	14.5	16.2	14.1	19.2	0.73	8.08					3.0	2.4	
	标准差	3.9	0.03	0.00	2.0	0.102	2.53	2.66	2.7	0.16	0.16	0.24	3.6	2.1					3.1	1.7	2.0	1.0		1.12					0.8	0.6	
	变异系数	0.068	0.017	0.002	0.021	0.064	0.046	0.080	0.124	0.142	0.138	0.104	0.248	0.291					0.217	0.102	0.144	0.053		0.138					0.258	0.3	
标准值	59.0	1.61	2.65	97.2	1.619	55.4	34.0	22.2	1.20	1.173	2.26	12.6	6.1					12.7	15.3	13.0	18.7		8.42					2.7	2.2		
③ <sup>1</sup> 黏土 (Q $_3^{al+pl}$ )	统计件数	32	32	32	32	32	32	32	32	26	30	12	14	6	7			13	13	13	13	4						30	30		
	范围值	12.7~40.8	1.7~2.1	2.65~2.7	67~98	0.501~1.195	31~54.8	13.5~36.6	12.1~21.9	<0~0.58	0.149~0.424	3.2~9.75	31~72	6.4~16.4	31~58	7.2~17.4			17~44.7	11.1~25.6	12~45.5	11.9~27.1	1.1~50						6~15	4.8~13.7	
	平均值	24.7	1.92	2.68	87.8	0.748	40.4	23.2	17.2	0.20	0.279	5.77	50.0	11.4	44.8	12.7			31.3	15.2	27.5	18.3	23.1						11.5	9.0	
	标准差	6.8	0.09	0.02	8.8	0.172	7.19	6.26	2.1		0.08	1.70	14.6	3.3	11.0	3.4			7.3	3.8	7.5	3.7							2.9	2.3	
	变异系数	0.277	0.046	0.008	0.100	0.230	0.178	0.270	0.125		0.296	0.294	0.292	0.290	0.245	0.272			0.233	0.252	0.274	0.203							0.254	0.259	
标准值	26.8	1.90	2.68	90.5	0.800	42.6	25.1	17.9		0.307	5.23	42.3	9.8	35.8	10.1			27.6	13.3	23.7	16.4							10.5	8.3		
③ <sup>2</sup> 含黏性土 砾砂 (Q $_3^{al+pl}$ )	统计件数	12		12																								11	11		
	范围值	7.2~19.6		2.65~2.65																								36~38	32~33	15~28	11.5~20.6
	平均值	12.3		2.65																								37	33	19.8	15.0
④ <sup>4</sup> 砾质黏性 土(Q $^{cl}$ )	统计件数	45	45	45	45	45	45	45	45	43	43	20	23	11	13							3				39	40	90	90		
	范围值	20.1~54.2	1.63~2.02	2.65~2.7	62~98	0.649~1.492	27.2~54.8	16.7~37.4	8.7~23.2	<0~1.58	0.31~0.924	2.19~5.9	17~50	7.1~26	10~31	14.6~26.8							79~87				22.4~40.2	33.2~49.7	10~38	9.6~28.6	
	平均值	30.8	1.78	2.65	84.9	0.960	45.8	30.4	15.3	0.05	0.508	4.08	32.2	17.9	20.5	20.4							82				30.5	41.6	23.0	18.1	
	标准差	7.4	0.08	0.01	9.1	0.173	6.14	4.11	3.2		0.14	0.83	9.6	4.4	5.9	3.8														7.5	5.4
	变异系数	0.240	0.045	0.003	0.107	0.180	0.134	0.135	0.209		0.273	0.203	0.297	0.246	0.286	0.186														0.325	0.298
标准值	32.7	1.76	2.65	87.3	1.004	47.3	31.5	16.1		0.544	3.87	28.4	16.3	17.2	18.5														21.6	17.1	
⑤ <sup>5</sup> 全风化 粗粒花岗岩 ( $\eta\beta K_1$ )	统计件数	9	9	9	9	9	9	9	9	7	7	6	6	1	1							1				9	9	51	51		
	范围值	18.4~31.8	1.6~1.87	2.65~2.66	57~93	0.678~1.022	32.8~48.6	19.7~33.8	11.7~16.6	<0~0.08	0.398~0.665	3.04~4.7	18~42	17.8~24	16.0	15.1							68				12.5~33.7	30~43.7	44~78	30.6~49.7	
	平均值	24.5	1.78	2.65	75.4	0.860	41.5	27.3	14.1	<0	0.483	4.00	28.8	21.4	16.0	15.1							68				24.9	37.2	54.3	36.7	
	标准差	4.6	0.08	0.00	11.5	0.101	5.20	4.42	1.3		0.10	0.64	8.0	2.8																8.6	5.6
	变异系数	0.189	0.046	0.001	0.152	0.117	0.125	0.162	0.093		0.209	0.160	0.278	0.132																0.159	0.152
标准值	27.3	1.73	2.65	82.6	0.923	44.7	30.1	15.0		0.558	3.53	22.2	19.0																52.2	35.4	

备注: 1. 在统计过程中剔除个别异常值。 2. 在强风化粗粒花岗岩层(层序号⑥ $_{22}$ )进行34次标准贯试验, 实测击数77~100击, 平均87.5击, 修正锤击数51.2~66.6击, 平均57.4击。

## 二、工程地质条件

根据现场调查,结合规划资料,根据收集资料和场地勘察资料显示,地基土层主要由人工填土、填石,淤泥、粉质黏土、淤泥质黏土砾砂以及残积粉质粘土组成,基岩埋深在 25~38m,评估区规划单元基坑开挖的土层主要为人工填土、坡积碎石土、粉质粘土以及残积粉质粘土等,均属于软弱土层,其自稳性较差,如处理不当,基坑开挖施工可能改变原有的局部稳定性,造成基坑侧壁崩塌/滑坡、基坑周边地面沉降等不良地质现象及灾害。

## 三、不良地质问题和特殊性岩土

### 1、不良地质作用、不利埋藏物

评估区内主要不良工程地质问题有:人工填土、软土、风化岩与残积土及花岗岩差异风化等。

#### (一) 填土

评估区经填海造地形成人工填土层,厚度多为 0.3~15.0m。人工填土按物质组成人工填土可分为填土、填砂、填石及填淤泥等,岩性因其来源不同而异。填土或覆盖于构筑物之下,或出露地表,一般具有不均匀性,湿陷性,自重压密性及压缩性高,力学强度低。评估区内填土广泛分布,由于堆填的时间和填土的成分不确定性,大部分填土均处于欠固结状态,土体强度及变形指标较低,固结沉降对建成区的使用和维护带来不利的影响。与自然形成的天然地基相比,填土具有以下特征:

①不均匀性:填土的性质与其组成成分复杂,堆填方法、堆填时间和堆填厚度息息相关。其中杂填土的不均匀性最为显著,而素填土和填石因组成物质相对单一而次之。不均匀性可能导致地基的不均匀沉降,进而引发构筑物的开裂、倒

塌。

②欠压密：填土在自重和大气降水下渗的作用下具有自重固结的特点，但自重固结所需的时间长短与填土的物质成分和颗粒组成有关，一般粉土和黏性土填土需 10~15 年，而含有大量有机质的生活垃圾填土的自重压密时间可长达 30 年以上，未完成自重固结的填土具有欠压密性的特点。

③抗剪强度和地基承载力低：松散填土由于土质疏松，密度差、固结程度低，具有抗剪强度低，地基承载力低的特点。

评估区内不同程度分布有填土，由于堆填的时间和填土的成分不确定性，部分的填土均处于欠固结状态，土体的强度及变形指标较低，固结沉降对建成区的使用和维护带来不利的影响。

## （二）软土

评估区软土以海陆交互的冲-海积沉积以及海相沉积为主，软土岩性以淤泥、淤泥质土为主，软土主要海冲积淤泥、淤泥质土为主，多呈深灰~灰黑色，饱和~过饱和，流塑~软塑状，结构松软，具有含水量高、孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低、灵敏度较高、触变性、流变性等特点。该类土体承载力低，未经处理不能用于工程建设。

软土层主要为冲填土、淤泥和淤泥质黏土，室内试验结果表明这 3 层软弱土层均具有高含水量、大孔隙比、低重度、低抗剪强度、灵敏度较高、高压缩性、地基土承载力低、工程性能差的特点，该层在评估区内普遍分布，厚度由 2.2m~4.6m 不等，由于填海软土属欠固结软土。由于评估区软土的成因及分布特点，导致了其力学特性的各向异性，工程地质性质分布离散，不均匀沉降严重，易造成建构筑物上部开裂、倾斜、倒塌以及道路路面的扭曲变形等工程问题。

### （三）风化岩与残积土

评估区风化岩与残积土普遍发育，饱和状态下残积土、全风化花岗岩、全风化变质岩土质不均，遇水易软化，属较不稳定土体，受施工扰动，强度骤降，渗透性增大，对需地下施工的项目有存在不利影响。

### （四）花岗岩差异风化

花岗岩中存在球状风化（孤石）现象，风化残留体岩质软硬不均，不利于需要在地下空间施工的工程项目。评估区内残积土和全风化岩整体上属松散结构岩土体，饱和状态下受扰动后，易软化变形，强度、承载力降低，渗透性增大，易产生涌泥、涌砂、侧壁失稳等危害。场地建设过程中可能开挖基坑，形成基坑边坡，在降雨或地表水的作用下，人工填土、残积土及全、强风化岩开挖临空面受水浸泡易软化、崩解，岩土体强度明显降低，导致基坑出现变形破坏情况，应提前做好各项防御工作。场地内人工填土层厚度变化较大，局部可能存在风化球或孤石，对本工程地下结构基础建设不利，需要在设计、施工中予以重点防治。

综上所述，评估区岩土分层较多，厚度和力学性质差异较大，不良工程地质问题较发育，岩土工程地质条件复杂程度为中等。

**据上所述，岩土体工程地质条件中等。**

## 第七节 水文地质条件

### 一、地下水类型及特征

根据地下水赋存条件、含水层物理特征和水动力特点，可将本区地下水划分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类：

#### （一）松散岩类孔隙水

主要赋存于第四系孔隙当中，水量及水位主要受季节控制，主要含水层为海陆交互沉积细砂层，卵石、砾砂、粉细砂层，坡积碎石土层，属强透水层，含水量较丰富，其余各层为弱透水层至相对隔水层，含水量较贫乏。含水层厚度变化较大且不稳定，通性较弱，局部分布。水力性质以潜水为主，局部地段具微弱承压性。主要接受大气降水和地表水系的补给及海湾侧向补给，排泄方式为蒸发和地下渗流，以地下径流方式经孔隙排泄于海湾。

根据区域水文地质资料，该类地下水的水化学类型属于 Cl-Na 型，矿化度 16.3~25.4g/L，单井涌水量一般小于 100m<sup>3</sup>/d。

## （二）基岩裂隙水

评估区的基岩裂隙水主要赋存于混合花岗岩风化带孔隙及裂隙网络中，本区的岩石节理裂隙较发育，连通性差，且多呈闭合或半闭合型，赋存及运移条件较差，受岩体裂隙发育程度影响，该含水层富水性较贫乏，地下水靠降水入渗补给，地下水与地表水及海水的水力联系紧密，沿裂隙通道渗透径流，并向海洋排泄。基岩裂隙水受上部潜水的下渗或侧向径流补给影响，基岩埋藏较深处略具承压性。

根据区域水文地质资料，该类地下水的水化学类型属于 Cl-Na 型及 Cl·HCO<sub>3</sub>-Na·Ca 型为主，地下径流模数 < 3L/s·km<sup>2</sup>。

## 二、地下水的补、径、排

### （一）地下水的补给

主要接受大气降雨及大气降水及地下水循环补给。每年 4~9 月份是地下水的补给期，地表水补给地下水；10 月~次年 3 月为消耗期和排泄期，地下水补给地表水。评估区地表浅部岩石破碎，节理裂隙发育，利于大气降雨的垂直入渗补给。基岩裂隙水为周边地势低洼处的主要补给源，部分以地下潜流补给第四系

孔隙水。

### （二）地下水的径流

受地形地貌控制。地下水的径流方向依地势由高往低径流，即由西向东径流。区内基岩裂隙水循环交替较弱，具有矿化度高、水化学类型简单、循环深度浅的特点。

### （三）地下水的排泄

本区地下水排泄有以下几种形式：

#### ①地下水泄流

地下水就近向低洼处等汇流，枯水季节河水水位明显下降，地下水泄流给河水，这是地下水的主要排泄方式。

#### ②蒸发排泄

包括潜水、土面蒸发和植物叶面蒸发，土面蒸发在潜水面埋深较浅，毛细水带距地表较近，土面蒸发较强烈；所在盆地植被发育，植物根系发达，有利植物叶面蒸发。

#### ③人工排泄

主要指人地下空间开发等工程建设抽排水，为生产、生活所用或抽排；人工抽采、抽排水虽然量不大，但往往是导致地面塌陷灾害的主要诱发因素。

### （三）地下水的动态特征

区内地下水动态变化与大气降雨有密切关系，变化的季节性周期与雨季高峰是一致的。降雨渗入补给随季节变化，雨季渗入补给量大，地下水水位上升；旱季雨量小，气候干燥，蒸发量大，渗入补给很少，地下水位下降。

根据现有勘察报告，调查区地下水位埋深介于 2.9-3.6m，根据南山区丰水

期及枯水期等水位线图及周边的长观孔数据，场地地下水水位年变幅在0.2-0.5m左右。

### 三、地下水对片区开发建设的影响

#### (一) 地下水对建设工程的影响

①地下室开挖时建议及时采取疏排措施，如不及时排除地下水，基底土质泡水易软化，造成基底土质承载力降低，基底应做好疏排水措施。

②多数地块场地设置地下室，上部建筑物荷载较小或纯地下室段，场区地下水可能对建筑物地下室产生不良影响。因此，拟建物地下室工程应注意采取一定的抗浮措施，可考虑采取自重、上部覆土或施工抗浮锚杆或抗浮桩等抗浮措施。

③基坑开挖时如过量降低地下水位，可能造成周边地面沉降，造成周边建(构)筑物损坏。

④大直径灌注桩成孔时，地下水径流可能造成孔壁坍塌及沉渣厚度过大。

#### (二) 地下水对基坑边坡稳定性的影响

填海区地下水水量丰富，填土层透水性强。因此，在填海区进行工程建设时，会涉及基坑工程建设，而复杂的填土成分必然给基坑施工造成一定难度。同时填海区在明挖基坑设计及施工过程中，地下水对基坑工程的不利影响不容忽视，大多数基坑工程破坏事故都与地下水有关；基坑开挖前应加强止水措施，并保证施工质量，才能有效避免基坑涌水、漏水风险。

地下水动态变化具有一定的季节性，受降雨季节影响；场地含水层埋藏浅，基坑开挖后改变了地下水动态平衡，基坑壁的水头压水骤变，坡脚有潜水型孔隙水，雨季潜水面抬升，将改变边坡土体的应力状态和岩土层性能，导致边坡潜在安全隐患，地面堆载将加剧其发生和发展（图 2-11）。

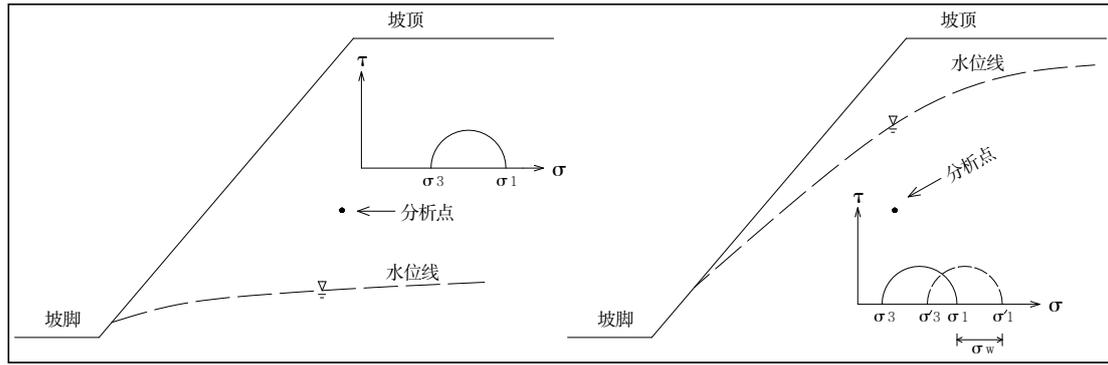


图 2-11 地下水位线变化导致斜坡同一点应力状态的差异

雨季填土、基坑边坡地下水位明显抬升，地下水位以上的土体受到孔隙水压力增加的作用，有效应力将降低，而土体自重增加。随着有效应力的减小，一方面由于作用于潜在破坏面上的法向应力降低，导致其抗剪力降低；另一方面会直接导致土体本身的抗剪强度降低、自重增加。

### (三) 地下水腐蚀性对建设工程的影响

根据评估区的水质测试分析资料，按《岩土工程勘察规范》相关内容进行判定，其结果如表 2-4 所示。该场地内地下水对混凝土结构具有弱腐蚀性；对钢筋混凝土结构中的钢筋在干湿交替条件下具有中等腐蚀性，在长期浸水的条件下具有微腐蚀性。

表 2-4 评估区腐蚀性化学指标及腐蚀性评价表

按环境类型水对混凝土结构的腐蚀性评价					按地层渗透性水对混凝土结构的腐蚀性评价				
腐蚀介质		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	OH <sup>-</sup> (mg/L)	总矿化度 (mg/L)	地层透水性	pH 值	侵蚀性 CO <sub>2</sub> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)
ZK2	含量	400.0	60.26	0	3048.9 2		7.1 0	5.72	1.48
ZK18	含量	450.0	48.24	0	4310.8 8		6.8 2	7.70	1.04
腐蚀等级		弱	微	微	微	A	微	微	不评价
						B	微	微	不评价
综合评定		地下水对混凝土结构在弱透水层 (B) 中具有弱腐蚀性，在强透水层 (A) 中具有弱腐蚀性							

水对钢筋混凝土结构中钢筋腐蚀性评价		
腐蚀介质		Cl <sup>-</sup> 含量 (mg/L)
ZK2	数值	1414.57
ZK18	数值	2176.81
腐蚀等级	干湿交替	地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋在干湿交替条件下具有中等腐蚀性
	长期浸水	地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋在长期浸水条件下具有微腐蚀性

综上所述，评估区地下水类型主要有第四系松散岩类孔隙水及基岩裂隙水。

地下水对边坡工程影响中等，对基坑工程影响中等，地下水受海水影响中等，补径排条件中等，水文地质条件为中等。

## 第八节 人类活动对地质环境的影响

评估区位于深圳市南山区沙河街道深湾二路与白石三道交叉口，根据对评估区历史影像调查分析及区域地质资料其原始地貌为滨海滩涂地貌，见图 2-10，后经人工堆填平整后，建设成为现状的较平整的地形。整体地势北高南低，现状地面标高介于 0~8m，地势起伏不大。人类工程活动主要表现为大面积填海及场地平整、修建道路及商业楼体等，具体对地质环境的影响如下：

现状片区正进行开发建设，部分区域已建成住宅区或商业楼，片区大部分道路已建成，地表大面积被填土、水泥混凝土和建（构）筑物所覆盖，导致地下水补给面积降低，补给途径加大和补给量减少，从而改变地下水的补径排条件及动态变化规律。

综上所述，评估区人类工程活动强烈，对区内的地质环境已产生了一定的破坏作用，人类工程活动对地质环境的影响程度中等。

## 第九节 地质环境条件评估小结

综合分析各地质环境因素对评估区主要致灾作用的形成、发育所起的作用和性质,从而确定评估区内主导地质环境因素为岩土工程地质条件和地质构造条件,从属因素是水文地质条件,激发因素为人类工程活动和气象水文,其余为从属地质环境因素。参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023年修订版)的相应标准,对评估区的地质环境条件总结如下:评估区总体区域地质背景条件中等;地形地貌条件简单;地层岩石条件发育为中等;地质构造条件中等;岩土类型及工程地质条件中等;水文地质条件中等;人类工程活动对地质环境的影响程度中等,综合评估区地质环境复杂程度为中等。

根据广东省地质灾害防治协会《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023年修订版)有关地质环境条件分级规定,确定评估区地质环境条件复杂程度为中等。

## 第三章 地质灾害危险性现状评估

### 第一节 地质灾害类型及特征

根据现场调查评估区内未发现现状地质灾害。

### 第二节 地质灾害危险性现状评估

地质灾害危险性是判别可能产生地质灾害严重程度的依据, 灾害危险性大小取决于地质灾害发育程度和受灾体被危害程度。根据国土资源部《地质灾害危险性评估规范》, 依据表 3-1 综合评估其危险性。

地质灾害发育程度取决于地质灾害体规模、活动性或稳定性, 其分级标准见表 3-2。地质灾害危害程度反映灾害体已对或将来可能对周围设施、建设项目及生态环境的破坏程度和人员伤亡情况, 危害性大小主要与地质灾害危害对象的破坏程度或影响程度及其损失情况有关, 采用表 3-3 分级原则对评估区内地质灾害的危害性进行评估。

表 3-1 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

表 3-2 地质灾害发育程度分级表

确定要素 发育强度	规模	活动性	稳定性	治理难以程度
	强发育	大型	强	差

中等发育	中型	中等	中等	较易治理
弱发育	小型	弱	好	易治理

表 3-3 地质灾害危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数	直接经济损失（万元）	受威胁人数（人）	潜在经济损失（万元）
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	>3~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

综上所述，评估区未发现地质灾害，现状地质灾害弱发育。

### 第三节 现状评估小结

综上所述，评估区未发现地质灾害，现状地质灾害弱发育。

## 第四章 地质灾害危险性预测评估

地质灾害危险性预测根据评估区地质环境条件、地质灾害现状、建筑物规划等资料经综合分析研究预测得出。根据现状评估，评估区内无现状地质灾害。根据拟建场地规划，工程建设过程中将进行开挖，工程建设过程中及建成后均可能遭受潜在地质灾害威胁。

根据评估区内地质环境条件和已发地质灾害类比，结合工程类型、规模和施工方式等，预测工程项目在建设过程中和建成后，可能引发或加剧的地质灾害类型为地面沉降地质灾害；可能遭受的地质灾害类型为地面沉降地质灾害。

### 第一节 工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测

拟建工程项目引发或加剧的灾害为地面沉降。下文将针对该类灾种进行详细分析。

#### 一、地面沉降

评估区现状并无地面沉降灾害发生，场地内存在分布不均、厚度不一的填土，在自重及加载作用下可能发生一定程度的地面沉降。

根据引发地面沉降的岩土体类型、力学特点的差异，诱发地面沉降的主要原因表现为人工填土的自重及压密固结。根据勘察资料，评估场地内地表均由人工填土、填石、填砂、淤泥、黏土、含黏性土砾砂、砾质黏性土等覆盖，最大深度达 25.2m。

根据本场地设计现状，场地设计基坑为深基坑，诱发地面沉降的主要原因表现为人工填土、填石、填砂、淤泥、黏土、含黏性土砾砂、砾质黏性土等松散土

层的自重及压密固结和基坑降水。以下对两方面引发的地面沉降分述如下：

## 1、土体自重及上部荷载引发的地面沉降

### (1) 地面沉降地质灾害发育程度划分标准

地质灾害危险性是判别可能产生地质灾害严重程度的依据,危险性大小取决于地质灾害发育程度和受灾体被危害程度(危害性)。根据《地质灾害危险性评估规范》,结合广东省地灾协会《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023年修订版)有关规定,依据表 4-1 综合评估评估区区域沉降的发育程度。

表 4-1 地面区域沉降发育程度评估要素

类别	因素		发育强度		
			强	中等	弱
建筑地基	建筑物高度	$H \leq 100\text{m}$	$\geq 400$	$100 < \sim < 400$	$\leq 100$
	累计沉降量 /mm	$100 < H \leq 200$	$\geq 300$	$75 < \sim < 300$	$\leq 75$
		$200 < H \leq 250$	$\geq 200$	$50 < \sim < 200$	$\leq 50$
区域沉降	累计沉降量 (mm)		$\geq 800$	$300 < \sim < 800$	$\leq 300$
	近五年平均沉降速率 (mm/a)		$\geq 30$	$10 < \sim < 30$	$\leq 10$
	注: 上述两项因素满足一项即可, 可按由强至弱顺序确定。				

### (2) 地面沉降危险性预测

为评估软弱土层的不良影响,下面选取评估区内收集到的钻孔填土层最厚处的 ZKA1 号钻孔为例来计算该处附近地基的沉降量。

该钻孔自上而下揭露第四系地层为: 素填土, 层厚 3.00m; 填石, 层厚 5.90m; 淤泥, 层厚 1.10m; 黏土, 层厚 2.50m; 含黏性土砾砂, 层厚 1.30m; 砾质黏性土, 层厚 11.40m; 地下水位埋深 4.8m。计算取值参考第四章第一节岩土体物理力学试验参数及当地经验值。

表 4-2 土体自重及上部荷载沉降计算参数表

层号	土层名称	重度 $\gamma$ (kN/m)	压缩模量 MPa
1	素填土	18.3	4.00
2	填石	19.5	60.00
3	淤泥	16.3	2.10
4	黏土	18.8	4.65
5	含黏性土砾砂	20.7	9.23
6	砾质黏性土	17.8	4.08

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

$$S = \psi_s \sum_{i=1}^n \frac{P_0}{E_{si}} (z_i \bar{a}_i - z_{i-1} \bar{a}_{i-1})$$

式中:  $S$ ——为地基最变形量 (mm);

$\psi_s$ ——为沉降计算经验系数;

$P_0$ ——为相应于作用的准永久组合时基础底面处的附加应力 (kPa);

$E_{si}$ ——为基础底面下第  $i$  层土的压缩模量 (MPa), 应取土的自重压力至土的自重压力与附加应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);

$\bar{a}_i$ 、 $\bar{a}_{i-1}$ ——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。

计算得出: ZKA1 最终沉降量为 60mm。

因选取的 ZKA1 钻孔处填土层厚度最深, 所以可以大致的用 ZKA1 处的沉降表示整个场地的沉降量。通过计算分析得出, 评估区域内因土体自重及上部荷载引发的最大地面沉降量约为 60mm, 小于 300mm。按地面沉降灾害发育程度评估要素表 (表 4-1), 评估区域内地面沉降灾害发育程度弱。

### (3) 危险性预测

因土体自重及上部荷载引发的地面沉降地质灾害发育程度弱，威胁对象主要是场地内及周边的道路地面、地下管网设施、过往车辆等，较大的地面沉降可能导致路面开裂、地下管网破坏变形坍塌等损失，预测受威胁人数小于 10 人，可能直接经济损失小于 100 万元，危害程度小，危险性小。

## 2、基坑降水引发的地面沉降

### (1) 预测方法

根据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012) 第 7.5 章节的相关内容，基坑降水引起的地层压缩变形量可按下式计算：

$$s = \varphi_w \sum \frac{\Delta \sigma'_z \Delta h_i}{E_{si}}$$

式中：s—计算剖面的地层压缩变形量 (m)；

$\varphi_w$ ——沉降计算经验系数，应根据地区工程经验取值，无经验时宜取  $\varphi_w = 1.0$ ；

$\Delta \sigma'_z$ ——降水引起的地面下第 i 土层的平均附加有效应力；对黏性土，应取降水结束时土的固结度下的附加有效应力；

$\Delta h_i$ ——第 i 层土的厚度 (m)；

$E_{si}$ ——第 i 层土的压缩模量 (kPa)；应取土的自重应力至自重应力与附加有效应力之和的压力段的压缩模量值。

基坑外土中各点降水引起的附加有效应力宜采用地下水渗流分析方法按稳定渗流计算；当符合非稳定渗流条件时，可按地下水非稳定渗计算。附加有效应力也可按下列公式计算：

① 计算点位于初始地下水位以上时， $\Delta \sigma'_z = 0$

② 计算点位于降水后水位与初始地下水位之间时， $\Delta \sigma'_z = \gamma_w a_0$

③计算点位于降水后水位以下时,  $\Delta\sigma'_z = \gamma_w s_i$

式中:  $\gamma_w$ —水的重度 ( $\text{kN/m}^3$ );

$a_0$ —计算点至初始地下水位的垂直距离 (m);

$s_i$ —计算点对应的地下水位降深 (m)。

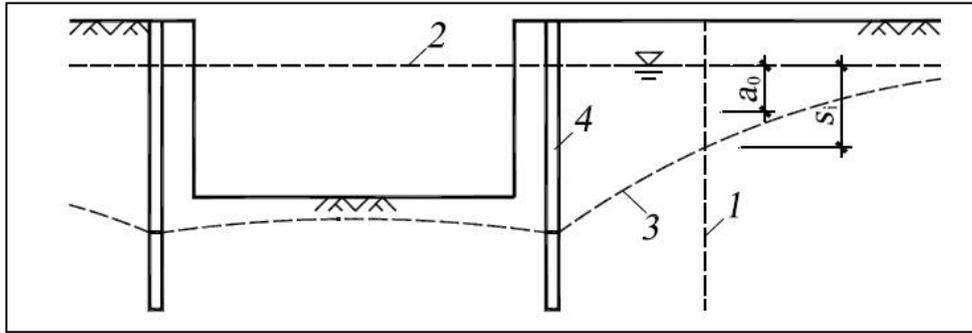


图 4-1 降水引起的附加有效应力计算

(1-计算剖面; 2-初始地下水位; 3-降水后的水位; 4-降水井)

影响范围取影响半径  $R$  值, 根据经验公式计算:

$$R = 2s\sqrt{Hk}$$

式中:

$R$ —地下水下降引起地面沉降的影响范围;

$s$ —地下水位降深;

$k$ —土层渗透系数;

$H$ —含水层厚度。

计算需要的主要参数如下:

表 4-3 地面沉降的主要计算参数

地层名称	天然重度 ( $\text{kN/m}^3$ )	压缩模量 $E_s$ (MPa)	渗透系数 $K$ ( $\text{cm/s}$ )
素填土	18.3	4.0	$3 \times 10^{-5}$
淤泥	16.3	2.1	$3 \times 10^{-8}$
粉质黏土	18.5	4.5	$1 \times 10^{-6}$
粗砂	25.0	10.0	$4 \times 10^{-3}$
粉质黏土	19.0	5.0	$3 \times 10^{-6}$
粗砂	27.5	20.0	$5 \times 10^{-3}$

## (2) 最大沉降量的计算

选取目前正在开挖深度最大的 DU07 地块进行计算, 搜集相邻钻孔的钻孔资料, 选取 ZK5 号钻孔, 该钻孔自上而下揭露第四系地层为: 素填土, 层厚 1.30m; 淤泥, 层厚 5.20m; 粉质黏土, 层厚 7.50m; 粗砂, 层厚 1.50m; 粉质黏土, 层厚 5.10m; 粗砂, 层厚 4.80m, 地下水位埋深 1.60m。计算坑顶的最大沉降, 选取土层较厚、基坑深度较大处的钻孔点进行预测。计算中进行了如下考虑:

①水位从初始水位降落至坑底以下 0.5m, 基坑降深按 17.35m 计。

②降水位以下的计算深度, 根据深圳地区的经验(《深圳市基坑支护技术规范》(SJG05-2011)), 计算至非压缩层顶面且坑底以下最多不超过降深值。

表 4-4 DU07 地块水位下降引起的地面沉降的影响宽度计算

代表性 钻孔	含水层	降深 (m)	含水层厚度 (m)	综合渗透系 数 (m/d)	影响半径 R (m)	
ZK5	淤泥	4.9	4.9	$2.592 \times 10^{-5}$	0.11	6.83
	粉质黏土	7.5	7.5	$8.64 \times 10^{-4}$	1.21	
	粗砂	1.5	1.5	3.456	6.83	
	粉质黏土	3.45	3.45	$2.592 \times 10^{-3}$	0.65	

表 4-5 DU07-01 地块水位下降引起的地面沉降最大沉降量计算成果统计表

代表性钻孔	基坑深度 (m)	压缩层厚度/m	地下水降深 z (m)	最大沉降量 (mm)
ZK5	18.45	一、水位以上 淤泥, 厚 4.9m; 粉质黏土, 厚 7.5m; 粗砂, 厚 1.5m; 粉质黏土, 厚 3.45m。	17.35	286.1

参照以上计算原理, 对坝光片区其他建设区域由于基坑降水引起的地下水位变化导致的地面沉降进行计算。

## (3) 危险性预测

根据以上计算可知, 基坑开挖采取基坑降水引起的区域面积性地面沉降量最

大为 286.1mm。在基坑降水中，以抽水点为中心形成降水漏斗，由以抽水点为中心向外水位下降逐渐减慢，即水位下降逐渐减小，因此远离基坑边坡方向沉降量逐渐减小。由深圳市相关工程经验可知，基坑开挖过程中，基坑边坡四周均设计有妥当的支护结构和止水帷幕，止水帷幕可有效防止基坑开挖时周边地下水下降，由基坑边坡变形引发的地面沉降幅度有限。根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》，地面沉降发育程度评估要素表见表 4-1，因此预测评估区内由地下水水位下降引起的地面沉降的发育程度为中等。

地面沉降的危害对象主要为坑顶的道路、房屋、施工工地等，预测受威胁人数小于 50 人，可能直接经济损失小于 300 万元，危害程度中等，危险性中等。综上所述，水位下降引起的地面沉降危害程度及危险性中等。

综上所述，因土体自重及上部荷载引发的地面沉降和水位下降引起的地面沉降地质灾害发育程度中等，威胁对象主要是坑顶的道路、房屋、施工工地等，预测受威胁人数小于 50 人，可能直接经济损失小于 300 万元，危害程度中等，危险性中等。综上所述，水位下降引起的地面沉降危害程度及危险性中等。

## 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，预测工程项目在建成后，工程项目本身可能遭受的地质灾害为地面沉降。

地面沉降主要发生于基坑外围，通过上述计算可知，拟建场地土体自重和上部荷载引起的地面沉降最大值为 60mm，地面沉降发育程度弱。其威胁对象主要是场地内及周边的道路地面、地下管网设施、过往车辆等，预测其危害程度小，危险性小；基坑降水引起的地面沉降最大量为 286.1mm，水位下降引起的地面

沉降危害程度中等，危险性中等。综合分析，预测工程建设遭受地面沉降的危害性及危险性中等。

### 第三节 预测评估小结

评估区工程建设可能引发或加剧的地质灾害类型主要为地面沉降。地面沉降的危害程度小~中等，危险性小~中等。

工程建设本身可能遭受的地质灾害为地面沉降。预测工程建设本身遭受地面沉降的可能性小~中等，危害程度小~中等，危险性小~中等。

## 第五章 地质灾害危险性综合评估及防治措施

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023年修订版）》第五十六条的要求，结合拟建项目的具体情况，在地质灾害现状和预测评估的基础上，选取合适的评估因素，确定不同危险程度分区的具体标准，划分评估区内地质灾害危险性区段，最后评估拟建工程的建设用地适宜性，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

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果，充分考虑评估区地质环境条件的差异和潜在地质灾害隐患点的分布、危险程度和受灾体对象及社会经济属性等，确定判别区段危险性的量化指标，根据“区内相似、区际相异”的原则，采用定性—半定量的分析法，进行深圳湾超级总部区域性地质灾害危险性等级分区（表 5-1）。基本评价要素包括：地质环境条件复杂程度，潜在地质灾害隐患点的分布、危险程度、灾害点密度、灾害体规模、地质灾害危害程度（建筑工程性质、受威胁人口数、潜在经济损失程度）等。

表 5-1 评估区地质灾害危险性分区标准

评价要素 危险 分区级别	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~ 中等	大	大~ 中等	大~ 中等	城镇或主体建筑	≥100	≥500
危险性中等区	中等~ 简单	中等 ~小	大~ 中等	大~ 中等	集中居民区 或附属建筑	10<~< 100	100<~<50 0
危险性小区	简单	小	小	小	分散居民区 或无其它建筑	≤10	≤100

#### 1、分区原则

(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。

2、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) 拟建场地总体规划；

(3) 地质灾害分布及影响范围。

## 第二节 地质灾害危险性综合分区评估

根据以上分区原则，将评估区地质灾害危险性分区划分为 3 个地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>1</sub>、Ⅱ<sub>2</sub>、Ⅱ<sub>3</sub>）区和 1 个地质灾害危险性小（Ⅲ）区。

**地质灾害危险性中等（Ⅱ<sub>1</sub>）区：**

该区包括地块 DU09-01 地块、DU09-03 地块、DU08-01 地块、DU08-02 地块、DU08-04-1 地块、DU08-04-2 地块、DU08-05 地块、DU08-06 地块、DU08-07 地块、DU08-08 地块和 DU05-01 地块，面积 153613m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 10.6%，其中包括用地范围面积 145727m<sup>2</sup>，占总用地面积的 12.43%。

评估区总体区域地质背景条件中等；地形地貌条件简单；地层岩石条件发育为中等；地质构造条件中等；岩土类型及工程地质条件中等；水文地质条件中等；人类工程活动对地质环境的影响程度中等。综合评估区地质环境条件复杂程度为

中等。

区域内未见明显地质灾害发生,预测工程建设引发或加剧的地质灾害为地面沉降。预测工程建设引发或加剧地面沉降的危害程度及危险性中等。

工程建设本身可能遭受的地质灾害为地面沉降。预测遭受地面沉降的危害程度及危险性中等。

#### **地质灾害危险性中等(Ⅱ<sub>2</sub>)区:**

该区包括地块 DU01-01 地块、DU01-02 地块、DU01-03 地块、DU01-06 地块、DU02-03 地块、DU02-05 地块、DU01-07 地块、DU09-05 地块、DU06-02 地块、DU06-03 地块和 DU06-04 地块,面积 343830m<sup>2</sup>,占评估区总面积的 23.73%,其中包括用地范围面积 315109m<sup>2</sup>,占总用地面积的 26.88%。

评估区总体区域地质背景条件中等;地形地貌条件简单;地层岩石条件发育为中等;地质构造条件中等;岩土类型及工程地质条件中等;水文地质条件中等;人类工程活动对地质环境的影响程度中等。综合评估区地质环境条件复杂程度为中等。

区域内未见明显地质灾害发生,预测工程建设引发或加剧的地质灾害为地面沉降。预测工程建设引发或加剧地面沉降的危害程度及危险性中等。

工程建设本身可能遭受的地质灾害为地面沉降。预测遭受地面沉降的危害程度及危险性中等。

#### **地质灾害危险性中等(Ⅱ<sub>3</sub>)区:**

该区包括地块 DU07-01 地块、DU07-02 地块、DU04-04-1 地块、DU04-04-2 地块、DU04-05-1 地块和 DU04-05-2,面积 213567m<sup>2</sup>,占评

估区总面积的 14.64%，其中包括用地范围面积 208026m<sup>2</sup>，占总用地面积的 17.75%。

评估区总体区域地质背景条件中等；地形地貌条件简单；地层岩石条件发育为中等；地质构造条件中等；岩土类型及工程地质条件中等；水文地质条件中等；人类工程活动对地质环境的影响程度中等。综合评估区地质环境条件复杂程度为中等。

区域内未见明显地质灾害发生，预测工程建设引发或加剧的地质灾害为地面沉降。预测工程建设引发或加剧地面沉降的危害程度及危险性中等。

工程建设本身可能遭受的地质灾害为地面沉降。预测遭受地面沉降的危害程度及危险性中等。

#### **地质灾害危险性小（Ⅲ）区：**

地质灾害危险性小区面积约 737879m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 51.03%。其中包括用地范围面积 503313m<sup>2</sup>，占总用地面积的 42.94%。

评估区总体区域地质背景条件中等；地形地貌条件简单；地层岩石条件发育为中等；地质构造条件中等；岩土类型及工程地质条件中等；水文地质条件中等；人类工程活动对地质环境的影响程度中等。综合评估区地质环境条件复杂程度为中等。

区域内未见明显地质灾害发生，预测工程建设引发、加剧的地质灾害为地面沉降。预测工程建设引发、加剧地面沉降的危害程度及危险性小。

工程建设本身可能遭受的地质灾害为地面沉降，预测遭受地面沉降的危害程度及危险性小。

表 5-2 地质灾害危险性综合分区说明表

危险性综合分区	分区概况	地质环境条件简况	现状评估	预测评估	危害对象
II <sub>1</sub>	该区包括地块 DU09-01 地块、DU09-03 地块、DU08-01 地块、DU08-02 地块、DU08-04-1 地块、DU08-04-2 地块、DU08-05 地块、DU08-06 地块、DU08-07 地块、DU08-08 地块和 DU05-01 地块，面积 153613m <sup>2</sup> ，占评估区总面积的 10.6%，其中包括用地范围面积 145727m <sup>2</sup> ，占总用地面积的 12.43%。	评估区总体区域地质背景条件中等；地形地貌条件简单；地层岩石条件发育为中等；地质构造条件中等；岩土类型及工程地质条件中等；水文地质条件中等；人类工程活动对地质环境的影响程度中等。综合评估区地质环境条件复杂程度为中等。	无	地面沉降，危险性中等。	拟建场地施工机械、人员及来往车辆，路面及地下管线。
II <sub>2</sub>	该区包括地块 DU01-01 地块、DU01-02 地块、DU01-03 地块、DU01-06 地块、DU02-03 地块、DU02-05 地块、DU01-07 地块、DU09-05 地块、DU06-02 地块、DU06-03 地块和 DU06-04 地块，面积 343830m <sup>2</sup> ，占评估区总面积的 23.73%，其中包括用地范围面积 315109m <sup>2</sup> ，占总用地面积的 26.88%。			地面沉降，危险性中等。	拟建场地施工机械、人员及来往车辆，路面及地下管线。
II <sub>3</sub>	该区包括地块 DU07-01 地块、DU07-02 地块、DU04-04-1 地块、DU04-04-2 地块、DU04-05-1 地块和 DU04-05-2，面积 213567m <sup>2</sup> ，占评估区总面积的 14.64%，其中包括用地范围面积 208026m <sup>2</sup> ，占总用地面积的 17.75%。			地面沉降，危险性中等。	拟建场地施工机械、人员及来往车辆，路面及地下管线。
III	地质灾害危险性小区面积约 737879m <sup>2</sup> ，占评估区总面积的 51.03%。其中包括用地范围面积 503313m <sup>2</sup> ，占总用地面积的 42.94%。			地面沉降，危险性小。	拟建场地施工机械、人员及来往车辆，路面及地下管线。

### 第三节 建设场地适宜性评估

依据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》所确定的原则（表 5-3），结合评估区地质环境条件及地质灾害危险性分区，进行深圳湾超级总部区域适宜性评估。评估标准分级依次采用适宜、基本适宜和适宜性差三个等级。建设场地内

危险性分区不同的区域相应的建设场地适应性也不同（表 5-4）。

由于评估区内预测地质灾害危险性程度基本上与其地质环境条件、治理难度相对应，如预测地质灾害大区，其地质环境条件复杂，工程建设可能遭受地质灾害危害的可能性大，地质灾害防治难度大，成本高，因此其建设场地适宜性对应于“适宜性差”。类似的，危险性中等区对应于建设场地基本适宜区，危险性小区对应于建设场地适宜区。

表 5-3 建设场地适宜性分级表

级别	分级说明
适宜	地质环境条件复杂程度简单，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	地质环境条件复杂程度中等，工程建设遭受地质灾害危害的可能性中等，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	地质环境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危害的可能性大，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

表 5-4 本工程建设用地适宜性分级评估表

危险性分区	本区用地面积 /m <sup>2</sup>	本区用地占总用地面积百分比	预测灾害类型	建设场地适宜性分级
II <sub>1</sub>	153613	10.6%	地面沉降	基本适宜
II <sub>2</sub>	343830	23.73%	地面沉降	基本适宜
II <sub>3</sub>	213567	14.64%	地面沉降	基本适宜
III	737879	51.03%	地面沉降	适宜
结论	基本适宜的用地面积占总用地面积的 48.97%，适宜的用地面积占总用地面积的 51.03%，总体评价为“基本适宜”。			基本适宜

根据建设场地适宜性综合评价，深圳市深圳湾超级总部区域建设场地适宜性评价为**基本适宜**。

## 第四节 地质灾害防治措施

### 一、防治措施

根据《地质灾害防治条例》第二十四条，“对经评估认为可能引发地质灾害

或者可能遭受地质灾害危害的建设工程，应当配套建设地质灾害治理工程”。为防止地质灾害的发生，避免和减少地质灾害对拟建工程和地质环境的破坏，确保人员的安全、工程建设的正常使用，应当坚持“预防为主、避让与治理相结合和全面规划、突出重点”的原则，对不同灾种采取必要的治理方法和防护措施。

评估区内主要灾种为地面沉降，针对各灾种治理措施如下：

### 1、地面沉降

(1) 规划区内回填区段较多，局部回填厚度较大，填土具明显的不均匀性，施工中填土区、应分层堆填、逐层压密，场地表层用振动压路机碾压密实，或进行强夯处理，防止出现较大沉降。

(2) 对场区存在的不良地层（软弱土层），如果建设工程地表有较大荷载时，可建议旋喷桩复合地基、粒料桩复合地基等。

(3) 加强地面沉降变形监测和施工区周边建筑物的变形监测。

(4) 通过采取合理的支护形式控制基坑顶部的地面沉降。施工期间可通过设置水位观测井的方式对地下水位进行有效监测。当地下水位下降过大时，可通过水位观测井对地下水进行回灌，将地下水位下降值控制在许可范围内，以达到减小地面沉降的目的。

(5) 对因大型车辆等重型机械造成地面沉降应及时采取恢复措施。

## 二、防治分级

针对评估区地质灾害体的危险程度、稳定状态、规模大小和对建设工程的危害程度，结合危险性分区及适宜性评价结果，按轻重缓急和先后顺序，采用重点防治、次重点防治或一般防治（表 5-5）。

表 5-5 评估区地质灾害防治分级表

防治等级	危险性	面积及所占评估	预测灾害类型	防治措施建议
------	-----	---------	--------	--------

	分区	区百分比/m <sup>2</sup>		
次重点防治区 (B)	Ⅱ <sub>1</sub>	153613 10.6%	地面沉降	工程措施、监测措施
次重点防治区 (B)	Ⅱ <sub>2</sub>	343830 23.73%	地面沉降	工程措施、监测措施
次重点防治区 (B)	Ⅱ <sub>3</sub>	213567 14.64%	地面沉降	工程措施、监测措施
一般防治区 (C)	Ⅲ	737879 51.03%	地面沉降	监测措施

地质灾害危险性中等（Ⅱ<sub>1</sub>、Ⅱ<sub>2</sub>、Ⅱ<sub>3</sub>）区：预测地质灾害为地面沉降。地面沉降的危害程度及危险性中等，属于次重点防治区（B），应采取工程措施和监测措施进行次重点防治。

地质灾害危险性小（Ⅲ）区：预测地质灾害为地面沉降。地面沉降的危害程度及危险性小，属于一般防治区（C），应采取监测措施。

## 第五节 综合评估小结

根据地质灾害危险性分区评估要素、量化指标及区段危险性判别原则，将评估区地质灾害危险性分区划分为 3 个地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>1</sub>、Ⅱ<sub>2</sub>、Ⅱ<sub>3</sub>）区和 1 个地质灾害危险性小（Ⅲ）区。地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>1</sub>）区包括基坑边坡及其影响范围，面积约 153613m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 10.6%，其中包括用地范围面积 145727m<sup>2</sup>，占总用地面积的 12.43%；地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>2</sub>）区包括基坑边坡及其影响范围，面积约 343830m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 23.73%，其中包括用地范围面积 315109m<sup>2</sup>，占总用地面积的 26.88%；地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>3</sub>）区包括基坑边坡及其影响范围，面积约 213567m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 14.64%，其中包括用地范围面积 208026m<sup>2</sup>，占总用地面积的 17.75%；地质灾害危险性小区面积约 737879m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 51.03%。其中包括

用地范围面积 503313m<sup>2</sup>， 占总用地面积的 42.94%。

在地质灾害危险性分区的基础上，结合地质环境条件对场地适宜性进行综合评估，认为本场地的建设用地基本适宜；在采取相应科学、有效防治措施的前提下，可避免地质灾害的发生或减轻地质灾害可能造成的危害和危险，因此该项目可进行建设。建设单位应在工程建设过程中认真落实地质灾害治理工程“三同时”制度。

据评估区地质环境条件及预测可能潜在的地质灾害的规模、危害程度及其危险性大小，将地质灾害危险性中区划为地质灾害次重点防治区（B）一个级别区，将地质灾害危险性小区划为地质灾害一般防治区（C）一个级别区；对预测的各种地质灾害，宜采取工程和监测相结合的综合防治措施进行预防和治理。

## 第六章 结论与建议

### 一、结论

1、评估区总体区域地质背景条件中等；地形地貌条件简单；地层岩石条件发育为中等；地质构造条件中等；岩土类型及工程地质条件中等；水文地质条件中等；人类工程活动对地质环境的影响程度中等。综合评估区地质环境条件复杂程度为中等。

2、本项目属于重要规划区域。综上所述，将深圳湾超级总部区域性地质灾害危险性评估确定为一级，评估区面积 1448889m<sup>2</sup>。

3、通过现场调查，评估区未发现现状地质灾害。

4、评估区工程建设可能引发或加剧的地质灾害类型主要为地面沉降。地面沉降的危害程度小~中等，危险性小~中等。工程建设本身可能遭受的地质灾害为地面沉降。预测工程建设本身遭受地面沉降的可能性小~中等，危害程度小~中等，危险性小~中等。

5、根据评估区地质环境条件、已发及潜在地质灾害的发育程度和危害程度，将评估区地质灾害危险性分区划分为 3 个地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>1</sub>、Ⅱ<sub>2</sub>、Ⅱ<sub>3</sub>）区和 1 个地质灾害危险性小（Ⅲ）区。地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>1</sub>）区包括基坑边坡及其影响范围，面积约 153613m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 10.6%，其中包括用地范围面积 145727m<sup>2</sup>，占总用地面积的 12.43%；地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>2</sub>）区包括基坑边坡及其影响范围，面积约 343830m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 23.73%，其中包括用地范围面积 315109m<sup>2</sup>，占总用地面积的 26.88%；地质灾害危险性中（Ⅱ<sub>3</sub>）区包括基坑边坡及其影响范围，面积约 213567m<sup>2</sup>，占评估区总面积

的 14.64%，其中包括用地范围面积 208026m<sup>2</sup>，占总用地面积的 17.75%；地质灾害危险性小区面积约 737879m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 51.03%。其中包括用地范围面积 503313m<sup>2</sup>，占总用地面积的 42.94%。

6、深圳市南山区深圳湾超级总部区域适宜性评价为：基本适宜的用地面积占总用地面积的 48.97%，适宜的用地面积占总用地面积的 51.03%，总体评价为“基本适宜”。根据建设用地适宜性综合评价，深圳市南山区深圳湾超级总部区域适宜性评价为基本适宜。

7、地质灾害危险性中等区内地面沉降的危害程度及危险性中等，属于次重点防治区（B），应采取工程措施和监测措施进行次重点防治。地质灾害危险性小区内地面沉降的危害程度及危险性小，属于一般防治区（C），应采取监测措施。

8、潜在的地质灾害属常见地质灾害类型，对灾害的处理技术成熟，经过针对性的工程处理防治，可避免此类地质灾害的发生或减轻地质灾害可能造成的危害和危险；因此，在采取相应科学、有效防治措施的前提下，该项目可以进行建设。

## 二、建议

1、本次地质灾害危险性评估不能替代建设工程和规划各阶段的岩土工程地质勘察或其他有关评价工作。

2、地质灾害治理工程设计、施工和验收应当与主体工程的设计、施工、验收同时进行（即三同时制度）。力争把地质灾害遏制在早期萌芽阶段，力求使地质灾害防治经济合理，安全可靠。同时，在该区开展工程建设时应做好工程地质勘察工作，并做好基坑支护、软基处理等防灾减灾工作。加强监测，防止引发地

面沉降。

3、工程施工过程中，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,科学规划、科学管理，做好环境保护，最大限度地减少对地质环境的破坏，努力做到人与自然和谐统一，减少地质灾害的发生。

4、应重视暴雨期间坡面流对开挖边坡及回填区的危害，应做好排水措施，避免地面径流对地表冲刷导致水土流失。

5、建议工程建设和使用过程中，做好地质灾害的监测和预报工作，做到及时发现及时处理，消除隐患，减少或避免地质灾害造成的损失。

6、依据《市规划和自然资源局关于印发〈深圳市工程建设项目区域地质灾害危险性评估实施细则(试行)〉的通知》(深规划资源规〔2021〕6号)第十一条:区域评估成果时效原则上为5年。特定区域地质环境条件或规划有重大调整时,实施单位应当组织相关领域内的专家根据变化情况论证是否需要重新开展区域评估。