

资质等级：甲级

证书编号：442018110069

广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区 区域地质灾害危险性评估报告 (六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)



深圳地质建设工程公司

二〇二三年十一月



广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区 区域地质灾害危险性评估报告

(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)

职 责	姓 名	证书编号	签 名
评估人员	刘川炜	粤 1958	刘川炜
	张强	粤 1802	张强
	魏慧	粤 2439	魏慧
	阮建军	粤 1957	阮建军
项目负责人	刘川炜		刘川炜
审 核	葛 帆		葛帆
技术负责人	柯维群		柯维群
单位负责人	荣延祥		荣延祥

深圳地质建设工程公司

二〇二三年十一月

地址：深圳市罗湖区宝岗路7号

电话：(0755)82666214



广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区 区域地质灾害危险性评估报告 (六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目) 评审意见

2023年11月21日，深圳市地质灾害防治与地质环境保护协会组织五位有关专家组成专家组（名单附后），对深圳地质建设工程公司提交的《广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区区域地质灾害危险性评估报告(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)》进行了评审。专家组成员认真审阅了评估报告和相关评估图件，听取了项目承担单位对评估报告内容的介绍，经讨论及评议后，形成如下评审意见：

一、深圳地质建设工程公司接受深圳市龙岗区横岗街道办事处委托完成了广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区（六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目）区域地质灾害危险性评估工作。评估区地质环境条件的复杂程度为复杂，据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）有关建设项目重要性的分类标准，确定属于重要建设项目。报告将其地质灾害危险性评估等级定为一类是合适的。

二、评估工作是在收集利用已有地质环境条件资料基础上，确定评估区面积112.21hm²。综合地质灾害调查112.21hm²，调查路线12.5km，调查地质点225个，拍摄数码相片227张，选用10张，区域地质、水工环报告等资料22份。工作程度达到一级地质灾害评估技术要求，技术路线工作方法合理，采用的综合地质调查及分析方法正确，所获资料为评估报告和图件的编制提供了较可靠的依据。

三、评估区区域地质背景条件中等；地形地貌条件中等，地层岩性复杂程度中等，地质构造条件简单，水文地质条件中等、岩土类型及工程地质条件中等，人类工程活动强烈，对地质环境条件影响程度复杂。综上所述，本评估区的地质环境复杂程度为复杂。结论符合评估区实际。

四、评估区总面积112.21公顷，本次分区主要以地质灾害易影响范围为分区界线，将评估区划分为地质灾害危险性中等区（II）和危险性小区（III）两个级别区。上述地质灾害综合分区合理有据、结论正确。

五、根据野外综合地质灾害调查，评估区内未发现地质灾害，现状地质灾害弱发育。评估项目的建设可能引发的地质灾害类型为崩塌/滑坡（基坑边坡、挖方边坡、填方边坡）和地面沉降共2种地质灾害；工程项目在引发这些地质灾害

的同时，其本身也可能遭受崩塌/滑坡（挖方边坡、填方边坡、现状边坡、自然山体）和地面沉降共2种地质灾害。在各种预测的地质灾害中，基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；挖方边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；填方边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；现状边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；自然山体崩塌/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弱，危害程度小，危险性小。现状评估和预测评估的结论可信。

六、建设场地适宜性为基本适宜。建设用地适宜性分区基本正确。

七、结合评估区地质环境条件、地质灾害危险性、防治难度和防治效益的实际情况，提出了有针对性的地质灾害防治建议，可供建设单位参考采用。

八、存在问题及建议：

1、收集片区已建项目资料，结合规划进行评估，综合分区建议合并相同相近区域；

2、补充现状边坡典型剖面及边坡边界，补充说明山体周边开挖情况；

3、复核地面沉降发育程度及评估分区，结合预测评估结论复核评估分区及建设场地适宜性结论；

4、人类活动应为强烈，复核地质环境复杂程度；

5、报告和图件的其他错漏之处按专家意见修改。

综上所述，本评估报告基本资料可靠，内容丰富，重点突出，章节安排合理，图表较齐全，结论正确，建议合理。满足了委托方的要求，符合自然资源部和省自然资源厅地质灾害危险性评估的技术要求，同意审查通过，报告质量等级评分为80分（良好）。

评审专家组组长：

2023年11月21日



广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区
区域地质灾害危险性评估报告
(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)

复核意见

深圳市地质灾害防治与地质环境保护协会：

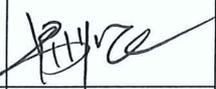
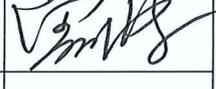
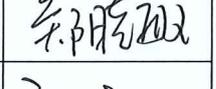
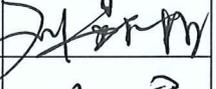
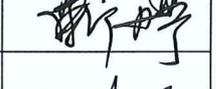
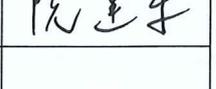
根据评审专家组提出的修改意见，深圳地质建设工程公司对《广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区区域地质灾害危险性评估报告(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)》及相关图件进行了修改、完善，经审核，达到了专家组的要求，符合自然资源部和广东省自然资源厅相关地质灾害危险性评估的规定和技术要求，同意审查通过。

专家组组长：
2023年12月4日

广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区
区域地质灾害危险性评估报告
(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)
审查专家组名单

	姓 名	单 位	职 称	签 名
组 长	雷呈斌	深圳市地质环境监测中心	教授级高工	
成 员	易顺民	深圳市地质灾害防治 与地质环境保护协会	研究员	
	王贤能	深圳市工勘岩土集团有限公司	教授级高工	
	康巨人	深圳市长勘勘察设计有限公司	教授级高工	
	曾江波	深圳市勘察测绘院(集团) 有限公司	教授级高工	

广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区
区域地质灾害危险性评估报告
(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)
评审会议签到表

姓名	工作单位	职务及职称	签名
雷呈斌	深圳市地质环境监测中心	教授级高工	
易顺民	深圳市地质灾害防治与地质环境保护协会	研究员	
王贤能	深圳市工勘岩土集团有限公司	教授级高工	
康巨人	深圳市长勘勘察设计有限公司	教授级高工	
曾江波	深圳市勘察测绘院(集团)有限公司	教授级高工	
杨 锐	深圳市规划和自然资源局龙岗管理局		
郑晓敏	深圳市规划和自然资源局龙岗管理局		
刘森柏	深圳市龙岗区横岗街道办事处		
靳 婷	深圳市地质灾害防治与地质环境保护协会		
阮建军	深圳地质建设工程公司		



中华人民共和国

地质灾害防治单位资质证书

(正本)

单位名称：
深圳地质建设工程有限公司

资质类别：
危险性评估

证书编号：
442018110069

资质等级：
甲级

有效期至：
2024年06月14日



发证机关：

发证日期：
2021年06月15日



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.....	2
第三节 主要任务和要求.....	5
第一章 评估工作概述	7
第一节 地理位置及交通.....	7
第二节 规划概况与规划用地范围.....	9
第三节 以往工作程度.....	16
第四节 工作方法及完成工作量.....	18
第五节 评估范围与级别的确定.....	23
第六节 评估的地质灾害类型.....	24
第二章 地质环境条件	26
第一节 区域地质背景.....	26
第二节 气象、水文.....	34
第三节 地形地貌.....	39
第四节 地层与岩石.....	41
第五节 地质构造.....	42
第六节 岩土类型及工程地质性质.....	43
第七节 水文地质条件.....	47
第八节 人类工程活动对地质环境的影响.....	49
第九节 地质环境条件评估小结.....	49
第三章 地质灾害危险性现状评估	51
第一节 地质灾害类型与特征.....	52
第二节 地质灾害危险性现状评估.....	52
第三节 现状评估小结.....	52
第四章 地质灾害危险性预测评估	53
第一节 工程建设引发的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.....	70

第三节 预测评估小结.....	79
第五章 地质灾害危险性综合评估及防治措施	81
第一节 地质灾害危害性综合评估原则与量化指标的确定.....	81
第二节 地质灾害危险性综合分区评估.....	82
第三节 建设用地适宜性评价.....	84
第四节 地质灾害防治措施.....	85
第五节 综合评估小节.....	88
第六章 结论及建议	89
第一节 结论.....	89
第二节 建议.....	90

附件:

- 1、现场照片（9张）
- 2、典型钻孔柱状图（4张）
- 3、技术负责人职称证书
- 4、编制人员资格证书

附图:

- 1、《广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区地质灾害分布图（六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目）》（比例尺1:2000）；
- 2、《广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区区域地质灾害危险性综合分区图（六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目）》（比例尺1:2000）

前言

第一节 评估任务由来

为解决片区土地历史遗留问题，完善片区公共服务设施，提升居民生活环境，根据深圳市规划和自然资源局龙岗管理局任务要求，深圳市龙岗区横岗街道办事处需开展广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)区域地质灾害危险性评估报告。

根据《深圳市地质灾害防治规划（2016~2025）》（2021年修订版），本次深圳市龙岗区横岗街道重点片区(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)西南角部分区域位于坂田下雪-吉华-布吉龙岭西-罗岗东-南湾崩塌、滑坡地质灾害高易发区（A1-4），北侧部分区域位于平湖-南湾北崩塌、滑坡地质灾害低易发区（C1-6），东侧部分区域位于龙岗大道横岗一带地质灾害不易发区（D1-4），具体见图0-1。

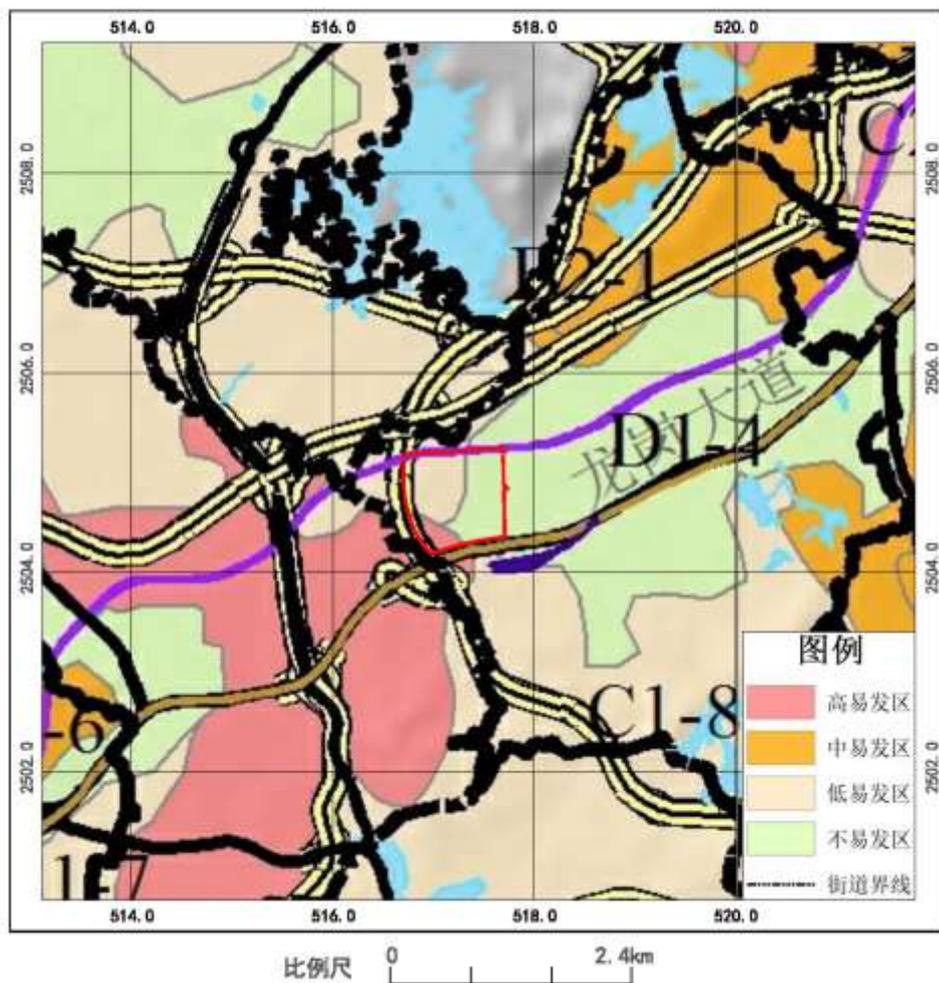


图0-1 地质灾害易发分区图

根据国务院第 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）和《深圳市地质灾害防治管理办法》等文件要求，相关工程建设活动需开展区域地质灾害危险性评估工作。根据《广东省工程建设项目区域评估工作指引》《广东省工程建设项目区域评估操作规程（试行）》《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）》等文件要求，开展横岗街道重点片区地质灾害危险性区域评估，是践行“粤港澳大湾区和先行示范区”双重国家战略，将优化营商环境中的区域评估政策落到实处，从根本上提高政府审批效率、减少企业负担和一定的财政支出的重要举措。已经完成区域地质灾害危险性评估的工程建设项目，除《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）》第十三条（例外清单）规定的情形外，建设单位可以不再单独开展地质灾害危险性评估。

基于以上政策指导和落实优化营商环境的需求，2023 年 7 月，受深圳市龙岗区横岗街道办事处委托，深圳地质建设工程公司承担了本次广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区（六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目）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，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、国土资源部《国土资源部关于做好 2011 年全国地质灾害防治工作的通知》（国土资发〔2011〕28 号），2011 年 3 月 1 日；
- 6、国务院《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的决定的通知》，粤府〔2011〕92 号，2011 年 8 月 3 日；

8、《国务院关于加强地质灾害防治工作的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《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；

10、《深圳市地质灾害防治管理办法》（深圳市政府五届52常务会议审议通过 深圳市人民政府令第241号），2012年6月4日；

11、《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；

12、《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）；

13、《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）；

14、广东省自然资源厅等七厅（局）《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）；

15、市规划和自然资源局关于印发《关于进一步规范土地整备规划编制和审查等有关事项的通知》的通知（深规划资源〔2020〕0号），2020年1月6日；

16、广东省七部门印发《广东省工程建设项目区域评估操作规程（试行）》（粤自然资函〔2019〕2284号），2020年12月25日；

17、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），2021年7月20日；

18、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；

19、《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），2021年09月16日；

20、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》的通知（粤自然资函〔2021〕1035号），2021年10月20日；

21、深圳市规划和自然资源局龙岗管理局关于印发《龙岗区重点片区地质灾害危险性评估工作实施细则》（征求意见稿）。

二、技术规范、标准和规定

本次工作除采用现行的地质灾害危险性评估技术标准外，还参照了岩土工程通用技术标准。

- 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、《县（市）地质灾害调查与区划基本要求实施细则》，国土资源部，2006年4月；
- 4、《1:2.5万~1:5万工程地质调查规范》（GBD 14003-89）；
- 5、《综合工程地质图图例及色标》（GB12328-1990）；
- 6、《区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范》（GBT 14158-1993）；
- 7、《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009版）；
- 8、《工程岩体分级标准》（GB/T 50218-2014）；
- 9、《高层建筑岩土工程勘察标准》（JGJ/T72-2017）；
- 10、《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- 11、《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）；
- 12、《建筑基坑工程技术规程》（DBJ/T15-20-2016）；
- 13、《深圳市基坑支护技术规范》（SJG05-2011）；
- 14、《建筑抗震设计规范(2016年修订版)》（GB50011-2010）；
- 15、《建筑地基处理技术规范》（DBJ 15-38-2012）；
- 16、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 17、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；
- 18、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 19、《滑坡、崩塌、泥石流灾害调查规范》（1:5万）（DZ/T0261-2014）；
- 20、《崩塌监测规范》（试行）（T/CAGHP 007-2018）；
- 21、《崩塌防治工程勘查规范》（试行）（T/CAGHP011-2018）；
- 22、《崩塌防治工程施工技术规范》（试行）（T/CAGHP041-2018）；
- 23、《崩塌防治工程设计规范》（试行）（T/CAGHP032-2018）；
- 24、《滑坡防治工程施工技术规范》（试行）（T/CAGHP038-2018）；
- 25、《滑坡防治设计规范》（GB/T 38509-2020）；
- 26、《地面沉降调查与监测规范》（DZ/T 0283—2015）；
- 27、《广东省地质灾害特征认定和分级标准》（2021年版）；

28、《场地地质灾害危险性评估设计要求》（试行）（T/CAGHP025-2018）。

29、《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）》，深圳市规划和自然资源局，2021年9月7日；

30、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）。

三、相关文件及参考资料

1、1：25 万香港幅区域地质图及地质报告；

2、1：20 万宝安幅区域地质图及地质报告；

3、1：5 万深圳幅区域地质图及地质报告；

4、1:20 万区域水文地质图及区域水文地质报告；

5、《深圳蓄能发电有限公司深圳抽水蓄能电站运营管理基地超前钻报告》，深圳市南华岩土工程有限公司，2018年7月。

6、《龙岗区政府投资 69 处地质灾害和危险边坡治理工程--六约社区液化气站南东侧边坡（立项编号：56）勘查报告》，深圳地质建设工程公司，2018年10月。

7、《地铁3号线工程详细勘察阶段丹竹头站至六约站区间岩土工程勘察报告》，深圳地质建设工程公司2006年5月。

上述成果资料是本次评估工作的基础资料，也是评估工作的重要参考资料。

第三节 主要任务和要求

本次评估工作旨在通过分析研究区内工程地质条件对片区规划工程的影响，对地质灾害发育进行现状评估；根据横岗街道深坑片区规划、区内地质环境条件，综合分析研究区内规划建设与地质环境的相互影响，对规划区内工程建设可能引发或加剧和未来工程建设本身可能遭受的地质灾害进行预测评估；依据规划区的现状评估和预测评估结果，分区段划分出危险性大、中、小三个等级，进行地质灾害危险性综合分区评估，评估规划区建设场地的适宜性，分区段提出地质灾害防治措施和建议，为行政部门开展行政审批工作提供技术性文件依据。

评估工作的具体内容和要求如下：

1、收集资料

收集片区气象水文、地形地貌、水文地质、工程地质、环境地质、区域地质、地震等资料以及建筑区地形、片区综合规划、法定图则、政府投资项目计划等。对地质环境条件复杂，未收集到资料或已有资料不能满足地质灾害危险性评估技术要求时，根据具体情况制定野外

工作计划。

2、现场调查

在收集和分析区内资料的基础上，以1:2000 地形图为底图，通过现场踏勘和调查，了解调查区的气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、岩土体性质和地质灾害发育现状及对片区内规划工程的影响，判定地质环境的复杂程度，调查区内地质灾害的发育程度及危害程度。

3、工程钻探及物探

工程钻探的目的是准确探明地层埋深、厚度及其分布情况，以及各地层岩性特征。此项工作需根据项目后期工作的需要决定是否开展，如果能够在周边场地收集到相关的钻探资料或场地内能够收集到相关钻孔资料，则不需要进行钻探工作；如研究区内缺乏相应地层资料，则根据要求进行适量钻探，深度根据研究而定。对存在断裂或填海区等地质环境复杂的区域，根据现场情况选择高密度电法等方法开展工作，具体情况根据后期调查工作成果来决定。

4、室内测试

室内试验项目包括岩土物理力学性质试验（根据实际需要决定）、水质分析试验等，上述试验可获取土的各种物理力学和变形参数，经分析和统计，以提供分析计算所需的有关参数，水质分析结果用以判定地下水质对混凝土结构等建筑材料的腐蚀性。

5、室内综合分析与研究

阐明工程建设区（或者规划区）的地质环境条件基本特征；分析论证工程建设区（或者规划区）内各种地质灾害的危险性，进行地质灾害易发性分区及地质灾害现状评估、预测评估和综合评估；划定需要单独进行地质灾害危险性评估范围；提出防治地质灾害的措施和建议，并做出建设场地适宜性评价结论；编制区域地质灾害分布图（比例尺不小于1:1 万）和区域地质灾害危险性综合分区图（比例尺不小于1:1 万）。

第一章 评估工作概述

第一节 地理位置及交通

横岗街道重点片区(六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目)位于横岗街道六约社区,南临龙岗大道和 3 号地铁线,北临 14 号地铁线,其地理坐标为:东经 $114^{\circ} 10' 4.77'' \sim 114^{\circ} 10' 38.52''$, 北纬 $22^{\circ} 37' 57.04'' \sim 22^{\circ} 38' 34.68''$ 。项目区周边交通条件便利,南侧紧邻龙岗大道,北侧紧邻红棉路,距离水官高速公路(S28)直线距离约 760m,西侧紧邻武深高速公路(G0422),距离丹坪快速路直线距离约 1.2km,东侧紧邻深峰路,场地内主要分布有深坑路、深怡路、深竹路等主要交通道路,具体见图 1-1。

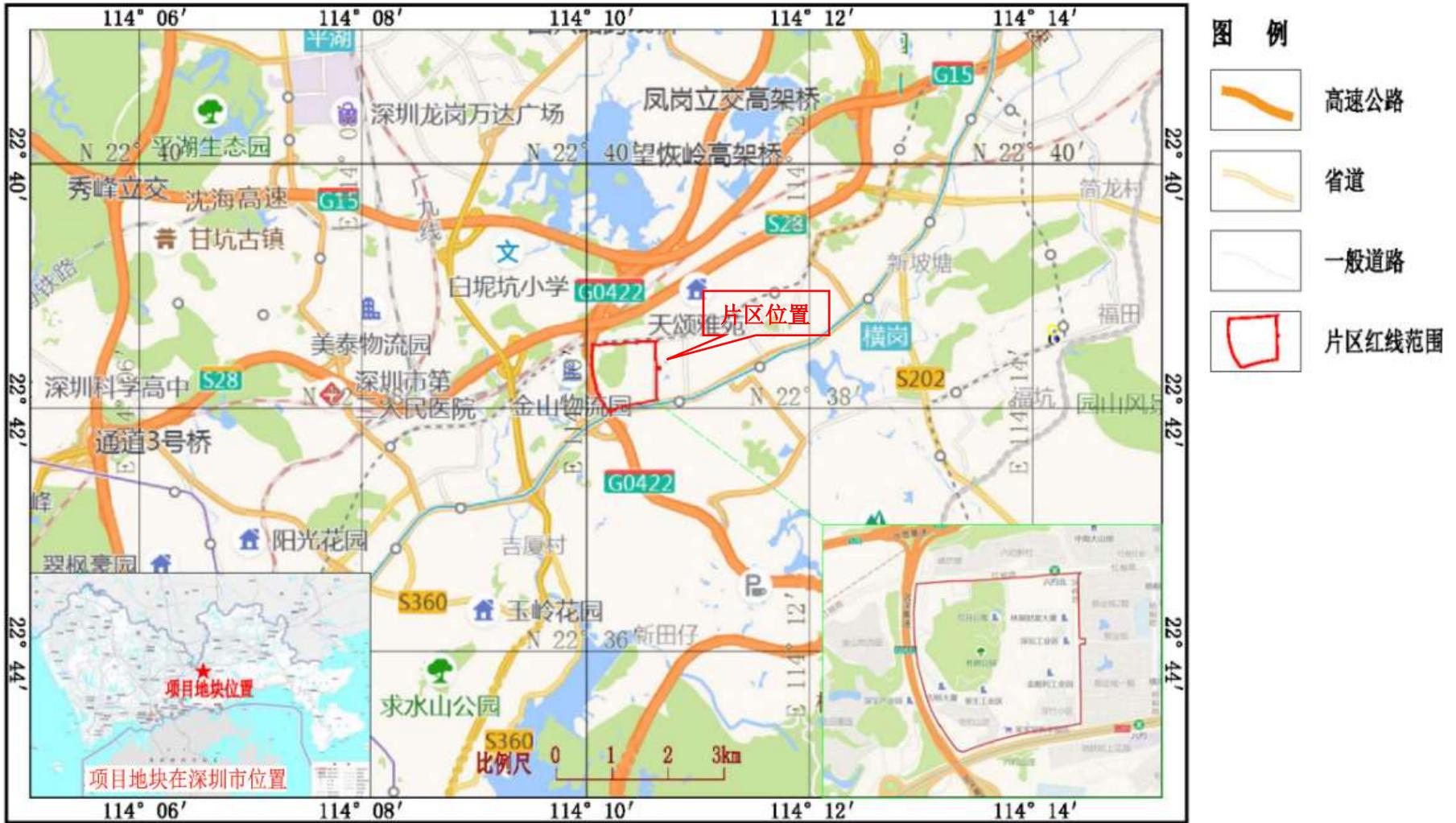


图 1-1 评估区交通位置图(来源高德地图)

第二节 规划概况与规划用地范围

一、土地整备总体规划

六约社区深坑片区内现状道路路网密度较小，道路宽度较窄，停车设施稀少，且现状存在断头路，交通问题严重制约片区的经济发展。通过土地整备利益统筹政策，可将南北向道路打通（吉榕路等），实现片区交通的微循环，提升片区交通可达性，突破交通发展瓶颈。本次采用“利益统筹+城市更新+综合整治+现状保留”相结合的片区统筹新模式，整合片区土地资源，整体考虑片区的统筹开发，共同提升片区的空间品质和公共服务水平。

依据《深圳市 2020 年度城市更新和土地整备计划》，六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目整备实施范围约 89.19 公顷，位于横岗街道六约社区，南临龙岗大道和 3 号地铁线，北临 14 号地铁线，见图 1-2。现阶段处于整备统筹阶段，本次地质灾害危险性评估主要根据《深圳市城市总体规划》并结合类似地块情况进行预测评估。根据城市总体规划，本次六约社区深坑片区土地利用方向为居住用地、商业用地、绿地、特殊用地，具体见图 1-3。



图 1-2 龙岗区横岗街道开发示意图



图 1-3 龙岗区横岗街道总体规划图

(三) 片区建设现状

根据现场调查，片区周边城市建成区呈现旧厂房、旧村杂居布局，开发建设强度较高。

(1) 建筑现状

片区内现状主要为斜坡、居民区及空地，其中，斜坡及人工切坡主要分布于片区西北侧及西侧，坡脚因建设工程形成了众多人工切坡；其余区域主要为居民区及空地土地利用类型以工业用地及四类居住用地为主，总建筑面积约 48.3 万 m^2 ，其中居住及商业约 29.0 万 m^2 、工业及其他约 19.3 万 m^2 ，建筑层数一般为 3~6 层为主，少部分为 6~10 层，多采用天然地基，建筑物结构主要为框架结构（见图 1-4）。



图1-4 片区建筑物现状

(2) 交通现状

片区内交通路网未成体系，路幅宽度不足，路面质量较差。片区周边主要的高速公路为西侧的长深高速，交通主干道有南侧的龙岗大道，次干道有东侧的深峰路、北侧的红棉路，部分道路（吉榕路等）为断头路，内部道路多为村道，多为断头路，路幅宽度较窄，道路质量整体不佳，通达性差，路网体系尚未形成。

(四) 片区挖填方情况概况

根据城市总体规划，本次片区土地利用方向为居住用地、商业用地、绿地和少量的特殊用地。参考类似土地利用统筹项目及片区周边城市开发利用现状，工程建设时将根据片区用地功能差异进行场地平整、基坑开挖。

考虑到本次建设区主要位于片区中部、东部及南部，地势总体起伏较小，场地平整时一般根据现状地势变化特点进行平整，一般情况下不会进行大开大挖，结合场地周边的边坡现状，一般场地内及周边挖方高度为 2~8m，填方高度一般为 2~5m。场地内居住用地、商业用地一般需设置一层~三层地下室，预计最大基坑开挖深度约 12m，绿地、特殊用地一般不考虑地下室开挖情况。

另外，片区北侧分布有一处基坑，该基坑已由相应资质单位进行设计和施工，并采用排桩+内撑/锚索进行支护，现状未见明显的变形现象。

(五) 片区周边地质环境

片区原地貌跨越丘陵、台地两种地貌，其中，低丘陵主要分布于片区西部和及北部局部区域，微地貌属于低丘，海拔为 60~122.5m，相对高差为 62.5m，地形切割深度为 20~50m，地形坡度为 10~20°，坡面总体较平缓，植被繁茂，主要为乔木和灌木。台地主要分布于片

区南部及东部，地面标高为 42~60m，相对高差为 18m，地势总体呈北高南低，西高东低，地形坡度一般为 3~5°，局部存在陡坎，高度一般为 1~3m，多采用块石挡墙进行衬砌。

受城市开发建设影响，片区内存在一定程度的人工切坡，本次主要划分为 21 段，边坡编号分别为 BP1~BP21，各段边坡的分布位置见图 1-5，边坡基本特征见表 1-1。

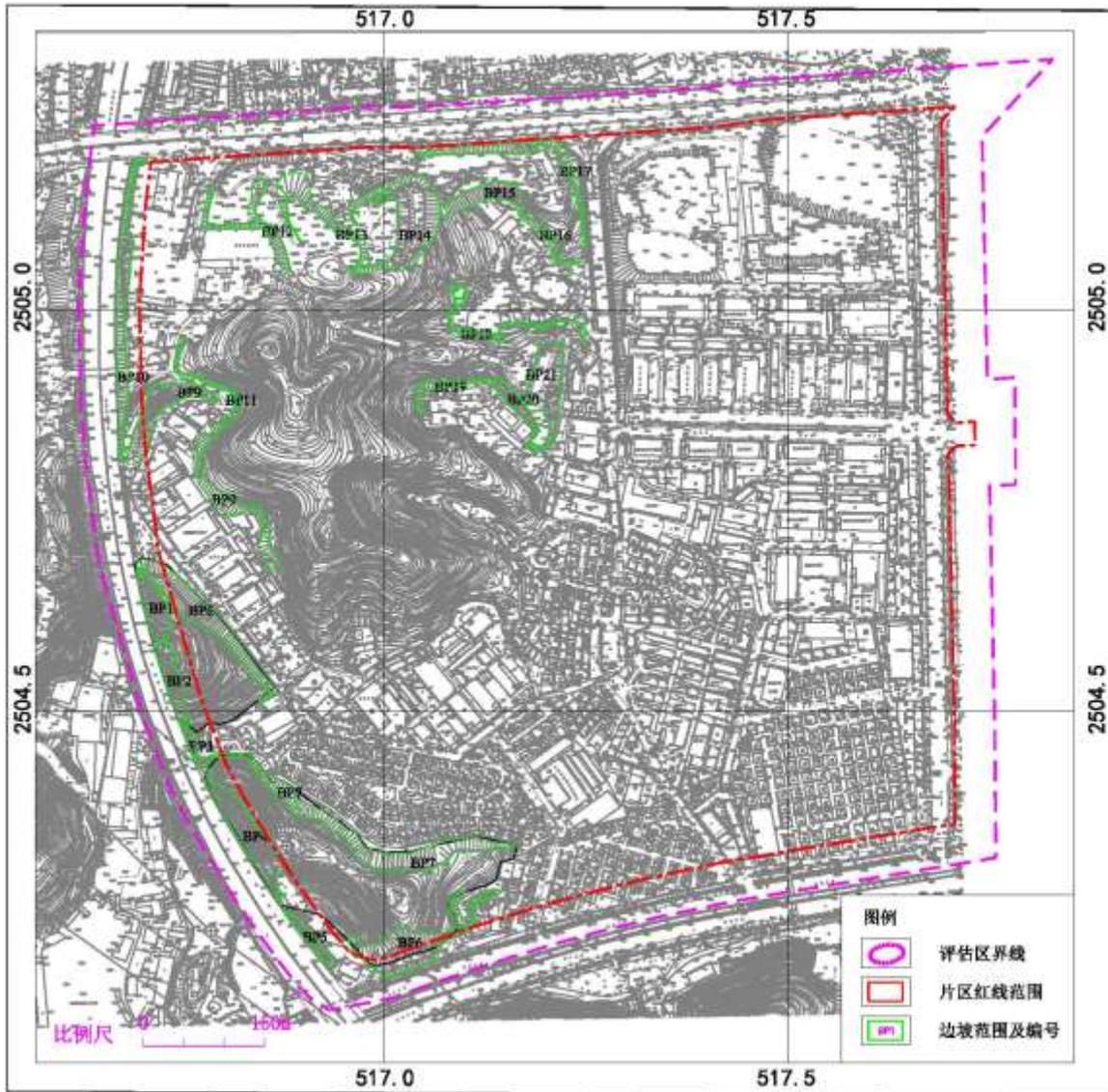


图 1-5 现状边坡平面分布图

表 1-1 片区现状边坡基本特征一览表

序号	边坡编号	分布位置	长度(m)	高度(m)	坡度(°)	边坡基本特征	边坡支护情况	边坡变形情况
1	BP1	场地北西侧	100	20~23	40~60	挖方边坡，二级边坡，走向总体呈南北走向，平面形态呈直线型，坡向分别为西，坡体岩性主要为残积砂质黏性土、强风化砂岩。	格构梁护坡、排水系统完善	无明显变形
2	BP2	场地北西侧	65	15~20	50~60	挖方边坡，二级边坡，走向总体呈南北走向，平面形态呈直线型，坡向分别为西，坡体岩性主要为残积砂质黏性土、强风化砂岩。	格构梁护坡、排水系统完善	无明显变形
3	BP3	场地西侧	60	5~8	30~45	填方边坡，走向总体呈南北走向，平面形态呈直线型，坡向分别为东，坡体岩性主要为素填土。	格构梁+植草护坡、排水系统完善	无明显变形
4	BP4	场地西南侧	182	0~29	40~60	挖方边坡，三级边坡，走向总体呈南北走向，平面形态呈直线型，坡向分别为西，坡体岩性主要为残积砂质黏性土、强风化砂岩。	构梁护坡、排水系统完善	无明显变形
5	BP5	场地西南侧	95	5~6	40~45	填方边坡，走向总体呈南北走向，平面形态呈直线型，坡向分别为东，坡体岩性主要为素填土。	格构梁+植草护坡、排水系统完善	无明显变形
6	BP6	场地南侧	140	20~39	40~60	挖方边坡，三级边坡，走向总体呈南北走向，平面形态呈直线型，坡向分别为西，坡体岩性主要为残积砂质黏性土、强风化砂岩。	构梁护坡、排水系统完善	无明显变形
7	BP7	场地南侧	420	10~18	40~60	挖方边坡，边坡走向总体呈东西向走向，坡向北、北东，坡体岩性主要为强~中风化砂岩。	坡面复绿	无明显变形
8	BP8	场地西侧	115	16~30	40~50	挖方边坡，二级边坡，走向总体呈南北走向，平面形态呈直线型，坡向分别为东，坡体岩性主要为残积砂质黏性土、强风化砂岩。	构梁护坡、排水系统完善	无明显变形
9	BP9	场地北西	300	8~10	40~50	挖方边坡，边坡平面呈不规则曲线型，走向总体呈东西方向，坡向南、西，坡体岩性主要为残积砂质黏性土、强风化砂岩。	构梁护坡、排水系统完善	无明显变形

10	BP10	场地北西	96	5~15	40~50	挖方边坡，走向总体呈南北方向，边坡平面呈直线型，坡向西，坡体岩性主要为残积砂质黏性土、强风化砂岩。	构梁护坡、排水系统完善	无明显变形
11	BP11	场地北西	70	4~5	40~50	挖方边坡，走向总体呈北西方向，边坡平面呈不规则曲线型，坡向西南，坡体岩性主要为残积砂质黏性土、强风化砂岩。	排水系统完善	无明显变形
12	BP12	场地北部	150	2~10	50~60	填方边坡，走向总体呈南北方向，边坡平面呈不规则折线型，坡向西，坡体岩性主要为素填土。	浆砌石挡墙护坡、排水系统完善	无明显变形
13	BP13	场地北部	100	5~13	25~40	填方边坡，走向总体呈南北方向，边坡平面呈不规则折线型，坡向北、北东，坡体岩性主要为素填土。	植草护坡，坡面平缓	无明显变形
14	BP14	场地北部	45	15~20	30~50	挖方边坡，三级边坡，走向总体呈南北方向，边坡平面呈直线型，坡向东，坡体岩性主要为粉质黏土、残积砂质黏性土、全风化砂岩。	格构+植草护坡，坡面平缓	无明显变形
15	BP15	场地北部	55	10~12	20~30	挖方边坡，走向总体呈东西方向，平面呈不规则折线型，坡向南，坡体岩性主要为坡积粉质黏土、残积砂质黏性土、全风化砂岩。	坡面植草防护，设置排水系统	无明显变形
16	BP16	场地北部	50	8~12	40~50	挖方边坡，走向总体呈南北方向，平面呈不规则折线型，坡向西，坡体岩性主要为坡积粉质黏土、残积砂质黏性土、全风化砂岩。	坡面植草防护，设置排水系统	无明显变形
17	BP17	场地北部	80	3~5	40~50	挖方边坡，走向总体呈南北方向，平面呈不规则折线型，坡向东，坡体岩性主要为坡积粉质黏土、残积砂质黏性土、全风化砂岩。	坡面植草防护，设置排水系统	无明显变形
18	BP18	场地北部	90	5~6	40~60	挖方边坡，走向总体呈南北方向，平面呈不规则折线型，坡向东，坡体岩性主要为坡积粉质黏土、残积砂质黏性土、全风化砂岩。	坡面植草防护，设置排水系统	无明显变形
19	BP19	场地中部	65	8~10	50~60	挖方边坡，走向总体呈东西方向，平面呈折线型，坡向南，坡体岩性主要为坡积粉质黏土、残积砂质黏性土、全风化砂岩。	坡面植草防护，设置排水系统	无明显变形

20	BP20	场地中部	41	10~15	40~50	挖方边坡，三级边坡，走向总体呈东西方向，平面呈直线型，坡向南，坡体岩性主要为坡积粉质黏土、残积砂质黏性土、全风化砂岩。	格构植草护坡，设置排水系统	无明显变形
21	BP21	场地中部	37	5~6	40~50	挖方边坡，走向总体呈南北方向，平面呈直线型，坡向东，坡体岩性主要为坡积粉质黏土、残积砂质黏性土。	坡面植草防护，设置排水系统	无明显变形

二、规划用地范围

本次片区土地整备利益统筹项目规划面积为 89.19 公顷，约合 1338 亩，平面呈不规则多边形，主要由 43 个拐点组成，主要拐点坐标见图 1-6，表 1-2。

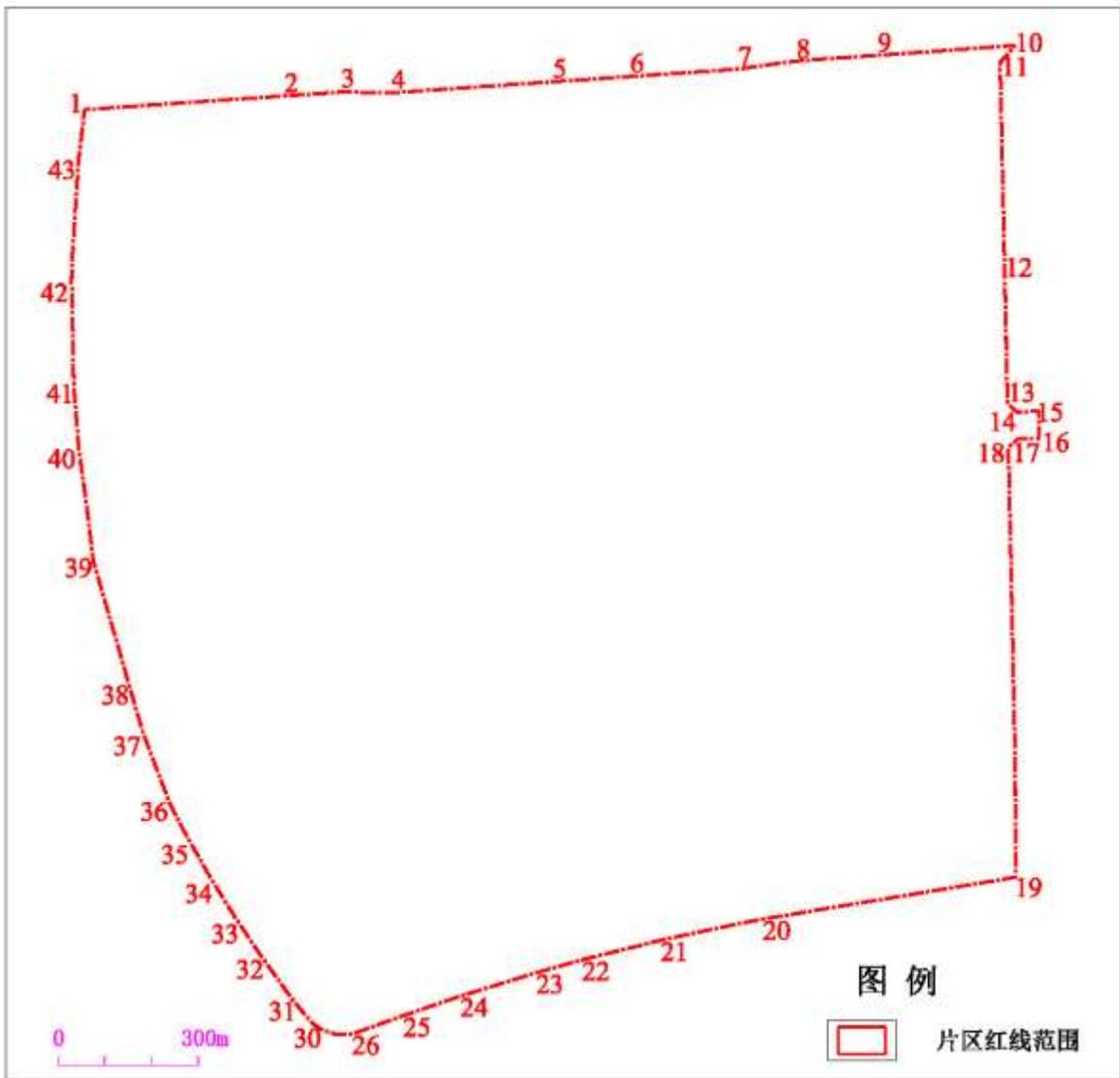


图 1-6 片区用地红线示意图

表 1-2 用地范围主要拐点坐标一览表（国家 2000 大地坐标系，1985 国家高程基准）

拐点	X	Y	拐点	X	Y
1	2505184.067	516713.082	23	2504258.978	517196.471
2	2505198.756	516926.268	24	2504233.522	517114.396
3	2505202.998	516987.883	25	2504213.169	517055.157
4	2505202.218	517042.065	26	2504193.126	516999.604
5	2505213.919	517212.020	27	2504191.960	516989.689
6	2505219.750	517296.724	28	2504192.682	516980.326
7	2505227.600	517410.745	29	2504197.203	516966.531
8	2505236.616	517476.178	30	2504204.054	516956.221
9	2505242.335	517559.711	31	2504237.238	516929.521
10	2505252.931	517705.876	32	2504279.618	516899.098
11	2505234.881	517689.477	33	2504318.718	516873.087
12	2505024.519	517693.990	34	2504362.860	516845.914
13	2504869.792	517697.310	35	2504405.111	516821.951
14	2504859.323	517707.537	36	2504439.750	516804.113
15	2504861.474	517730.782	37	2504516.617	516775.122
16	2504831.496	517730.906	38	2504571.770	516759.277
17	2504831.109	517708.653	39	2504699.437	516722.599
18	2504821.946	517698.337	40	2504823.590	516706.665
19	2504360.979	517706.607	41	2504888.663	516701.598
20	2504316.262	517438.086	42	2505000.000	516699.291
21	2504293.632	517329.196	43	2505128.371	516706.577
22	2504272.870	517246.126			

第三节 以往工作程度

前人以往曾做过区域性地质调查、水文地质、工程地质、环境地质与地质灾害等工作。

主要成果有：

一、区域地质

1、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》；

2、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》；

3、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》(1:200000，宝安幅)；

4、1985 年，广东省地质矿产局提交了《中华人民共和国区域地质调查报告》(1:5 万深圳市幅)；

5、1999~2002 年佛山市地质局完成了香港幅幅 1:250000 区域地质调查报告；

6、2002 年，广东省地质科学研究所完成了《广东省地质构造遥感调查及区域稳定性分

区评估》;

7、2014年,深圳市地质局、深圳市地质学会等11家单位编制了《深圳市地质图说明书》1:50000。

二、水文地质、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;

4、2007年,深圳地质建设工程公司完成了1:5万深圳市水文地质图。

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、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;

4、2007年7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完成了1:5万深圳市环境地质及地质灾害调查,并提交了调查报告;

5、2018年1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)》,2021年对其附图进行了修订。

四、场地岩土工程勘察

1、2018年6月,深圳市南华岩土工程有限公司提交了《深圳蓄能发电有限公司深圳抽水蓄能电站运营管理基地超前钻报告》,该项目在场地北侧邻近区域实施了钻孔36处,总进尺为1527.37m。

2、2018年10月,深圳地质建设工程公司提交了《龙岗区政府投资69处地质灾害和危险边坡治理工程--六约社区液化气站南东侧边坡(立项编号:56)勘察报告》,该项目在场地北部实施了钻孔27处,总进尺为602.6m。

3、2006年5月,深圳地质建设工程公司提交了《地铁3号线工程详细勘察阶段丹竹头站至六约站区间岩土工程勘察报告》,该项目在场地南部实施了钻孔84处,总进尺为

1428.99m。

五、其他工作

- 1、《深圳地貌》—广州地理研究所（1984~1986）；
- 2、《深圳地质》—深圳地质编写组，北京地质出版社（2009）；
- 3、《深圳地区岩土工程的理论与实践》—中国建筑工业出版社(2000)。

以上成果，在不同的层面上阐述了评估区区域地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质等方面的信息，为本次工作的开展提供了有益的基础资料。

第四节 工作方法及完成工作量

本次区域评估工作严格按照《广东省工程建设项目区域评估操作规程（试行）》《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）、《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。评估工作程序见图1-7。

一、工作方法

本次评估工作方法主要以收集资料、现场调查及室内综合分析为主。大致分为资料收集及野外调查工作大纲编制、野外综合地质调查、室内资料整理和报告撰写、报告评审四个阶段。具体分述如下：

第一阶段：收集资料及编写工作大纲

2023年8月1日，我司受深圳市龙岗区横岗街道办事处委托后，随即组建项目工作组，2023年8月2日~8月12日，收集工作区及外围已有的地形图、区域地质、水文地质、工程地质、环境地质及气象、水文、自然地理等相关资料，通过综合研究分析现有资料，大致了解工作区的地质环境条件，确定踏勘范围及工作方法。

2023年8月13日，现场踏勘，沿片区规划区域进行。2023年8月14日，在充分分析已有资料的基础上，结合野外踏勘结果，根据地质环境条件复杂程度、规划工程的重要性、工程建设对周边地质环境的影响程度及影响范围等，划分评估级别、确定评估范围及编制评估工作大纲。

第二阶段：野外综合地质调查

2023年8月15日~8月17日，成立一个野外工作小组（共3人）进行野外综合地质调查，野外调查按评估工作大纲进行，以1:2000比例尺的地形图为底图（成图1:2000），对评估区范围内进行野外地质灾害调查，并进行访问和拍照。本次野外调查时采用追踪法及穿越法（“S”型穿越）进行调查，以用地红线为界向两侧及两端外扩，野外调查主要是查明评估

区范围内的地质环境条件和地质灾害位置、类型、规模，已发地质灾害的危害性和危险性，造成的损失，并对典型的地质环境及主要的地质灾害现象进行详细记录、拍照。调查过程中除做好地质记录外，还根据实际地形地物变化情况对地形底图进行校正，观测点主要有普通地质点、重要地质点（包括地貌分界点、岩性分界点、构造控制点）、地质灾害点等。实地调查时在重要地段加密布点控制；野外调查时采用追踪法及穿越法进行调查。观测点包括重要地质点及地质灾害点，主要布置在地质灾害分布段、地质构造线、岩性分界线及露头良好的部位。观测点位采用手持式亚米级 GPS 进行定位，同时也结合微地形、地物通过皮尺测量等方法确定。调查时除了对观测点进行现场描述、测量并拍摄典型照片外，同时也结合调查结果初步分析已发地质灾害的性质、影响及危害程度等。

第三阶段：室内资料整理和报告撰写

2023年8月18日~2023年10月31日，进行室内资料整理和报告编写工作，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，进行区域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 AutoCAD 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：报告评审

2023年11月9日~2023年11月15日，我公司技术负责对本报告进行了内部初审，根据初审意见进一步完善修改补充了相关内容，修改完善后提交给专家评审，修改完善满足技术要求后交付委托方使用。

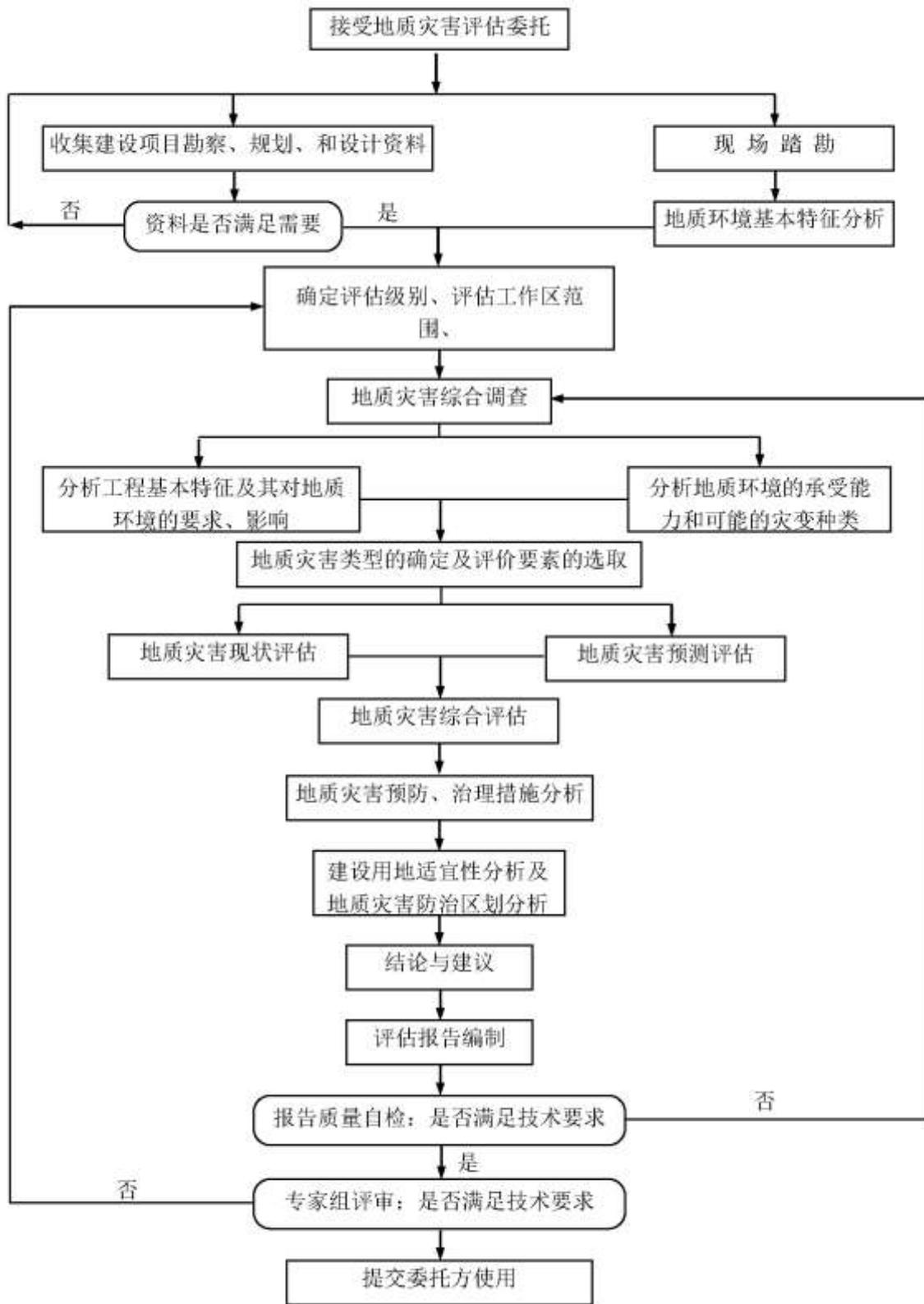


图 1-7 评估工作程序框图

二、完成的工作量

根据工作区地质环境现状和工作任务，本次评估工作采用收集以往工作资料成果、地质

灾害调查、地质及工程地质测绘、测量、钻探、测试分析等方法，完成的工作量如表 1-3 所示。

表 1-3 完成主要工作量一览表

项 目		完成工作量	单位
综合地质灾害调查	调查面积	1122106	m ²
	调查路线	12.5	km
	地质调查点	225	个
	野外拍摄数码相片/选用相片	227/9	张
收集资料	勘察钻孔资料	147/3558.96	孔/进尺(m)
	土样	137	件
	水样	2	件
	标贯	318	次
	区域地质报告	7	份
	水文地质、工程地质报告	4	份
	环境地质、地质灾害报告	5	份
	岩土工程勘察报告	3	份
	其他报告	3	份
提交成果	广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区区域地质灾害危险性评估报告（六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目）	1	份
	广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区地质灾害分布图（六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目）（比例尺 1:2000）；	1	幅
	广东省深圳市龙岗区横岗街道重点片区地质灾害易发程度及危险性综合分区图（六约社区深坑片区土地整备利益统筹项目）（比例尺 1:2000）；	1	幅

（1）收集资料质量评述

本次收集到前期完成的资料：场地周边范围内岩土工程勘察报告3份，钻孔147个，总进尺为3558.96m，本次利用岩土工程勘察报告3份，利用钻孔10个，收集并利用钻孔编号与原编号对照表见表1-4。收集区域地质、水文地质、工程地质等报告19份，深圳地貌等其他资料6份。

表 1-4 收集并利用钻孔编号与原编号对照表

序号	钻孔编号	位置 (X, Y)	原编号	资料来源
1	SK1	2504932. 6015, 516765. 4337	ZK1	《龙岗区政府投资 69 处地质灾害和危险边坡治理工程--六约社区
2	SK2	2504974. 4113, 516820. 1492	ZK5	
3	SK3	2505008. 1032, 516874. 6482	ZK8	
4	SK4	2505020. 9765, 516885. 044	ZK9	

5	SK5	2504942.0149, 516754.2394	ZK10	液化气站南东侧边坡（立项编号：56）勘查报告》，深圳市南华岩土工程有限公司，2018年10月	
6	SK6	2504950.3034, 516742.1832	ZK12		
7	SK7	2504981.9248, 516789.1145	ZK16		
8	SK8	2504971.7651, 516798.1221	ZK17		
9	SK9	2504991.8799, 516807.6703	ZK18		
10	SK10	2504980.8774, 516811.7756	ZK19		
11	SK11	2505002.6431, 516825.3452	ZK24		
12	SK12	2505025.9088, 516856.1286	ZK26		
13	SK13	2505040.0771, 516869.2688	ZK27		
14	DK1	2505190.4607, 516939.7049	ZK1		《深圳蓄能发电有限公司深圳抽水蓄能电站运营管理基地超前钻报告》，深圳市南华岩土工程有限公司，2018年6月
15	DK2	2505191.0561, 516974.5998	ZK5		
16	DK3	2505175.0095, 516939.7685	ZK8		
17	DK4	2505176.0337, 516996.8593	ZK12		
18	DK5	2505163.8112, 516939.9596	ZK14		
19	DK6	2505164.8354, 516997.0504	ZK17		
20	DK7	2505155.0669, 516949.1601	ZK18		
21	DK8	2505155.7367, 516997.2047	ZK21		
22	DK9	2505144.2123, 516940.194	ZK22		
23	DK10	2505144.9374, 516997.3399	ZK25		
24	DK11	2505133.0167, 516949.3363	ZK32		
25	LK1	2504101.2418, 516929.1098	Z3-TDY-90	《地铁3号线工程详细勘察阶段丹竹头站至六约站区间岩土工程勘察报告》，深圳地质建设工程公司，2006年5月	
26	LK2	2504124.38, 516984.4931	Z3-TDY-94		
27	LK3	2504146.5321, 517040.7034	Z3-TDY-97		
28	LK4	2504164.9083, 517091.9073	Z3-TDY-99		
29	LK5	2504183.7722, 517150.5941	Z3-TDY-101		
30	LK6	2504199.8887, 517204.767	Z3-TDY-103		
31	LK7	2504217.0964, 517261.9318	Z3-TDY-105		
32	LK8	2504232.5801, 517320.0461	Z3-TDY-107		
33	LK9	2504246.9819, 517382.7495	Z3-TDY-109		
34	LK10	2504257.6901, 517437.6548	Z3-TDY-111		
35	LK11	2504267.6618, 517496.8733	Z3-TDY-113		
36	LK12	2504277.3932, 517556.076	Z3-TDY-115		
37	LK13	2504287.1345, 517615.2784	Z3-TDY-117		
38	LK14	2504296.7525, 517673.6928	Z3-TDY-119		
39	LK15	2504306.6175, 517733.6932	Z3-TDY-121		

收集到以上资料成果可靠，基本满足《广东省工程建设项目区域评估操作规程（试行）》和《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）的要求。

（2）综合地质灾害调查质量评述

对调查区 1122106m² 进行了综合地质调查，综合地质调查比例尺为 1:2000，采用穿越法进行，对调查范围内的地质灾害、场地现状、存在的边坡等进行详细调查，采集了场地现状影像资料。本次野外工作共完成 225 个调查点，精度为 8.02 点（图幅面积 10cm×10cm），满足一级评估要求。

进行的以上野外工作取得的成果可靠，基本满足《广东省工程建设项目区域评估操作规程（试行）》和《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）的要求。

（3）提交成果质量评述

将收集到资料、野外调查工作取得的第一手资料等资料进行了整理，确定评估因素、评估方法，得出评估结论，做出准确的工业用地适宜性评价。按照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2021 年修订版），进行了地质灾害危险性评估报告文本的编制和图纸的绘制。

综述，收集资料充分；野外工作方法正确，工作精度和观测点达标；工作精度基本满足《广东省工程建设项目区域评估操作规程（试行）》和《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）等相关要求；所取得的工作成果客观、可信，基本满足相关要求。

第五节 评估范围与级别的确定

一、评估范围

本项目为区域评估项目，片区规划面积为 89.18 公顷。根据《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》（国土资发〔2004〕69 号）和《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）等相关文件要求，崩塌、滑坡调查评估范围应以第一斜坡带为限，泥石流调查评估范围应以完整的沟道流域边界为限，地面沉降的调查评估范围应与初步推测的可能影响范围一致。根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023 年修订版）》等相关文件要求，非现状工程调查评估范围应根据实际情况适当外扩，一般应以征地红线外扩 50m 以上，覆盖型岩溶区的调查评估范围一般应以征地红线外扩 200m 以上。

根据近场区岩土工程勘察报告，本次规划区内下伏地层为侏罗系塘厦组砂岩，一般不会产生岩溶地面塌陷地质灾害。区内沟谷不发育，本次不考虑泥石流地质灾害。结合片区规划和建设方向，本项目需进行基坑开挖、坡脚开挖，工程建设过程中可能引发或遭受的地质灾害类型主要为崩塌、滑坡和地面沉降。

考虑到片区西侧为自然山体，存在较多高挖方边坡，本次评估范围西侧外扩 80m（约 3 倍最大挖方边坡高度），北侧、东侧及南侧分别外扩不低于 50m，其中，南侧外扩至龙岗大道，东侧外扩至深峰路，北侧外扩至红棉路，外扩范围包含了西侧、南侧残丘坡顶，最终确定本

次评估区总面积为 112.21hm²，范围包括了本次评估可能引发的崩塌、滑坡、地面沉降等地质灾害可能影响到的全部范围，具体见图 1-8。



图 1-8 评估范围及高清影像图

二、评估级别

根据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）第六条“区域评估应当按照一级评估开展，适用《地质灾害危险性评估规范》和《广东省地质灾害危险性评估实施细则》等规定”，将本项目地质灾害危险性评估等级定为一**级**。

第六节 评估的地质灾害类型

一、现状地质灾害类型

根据现场调查，评估区内未发现地质灾害，历史上因开挖坡脚形成人工切坡大多高度不大，可能产生的崩塌、滑坡影响范围较小，较易治理，综合评估现状地质灾害发育程度弱。

二、预测地质灾害类型

根据评估区地质环境条件，结合片区工程建设及规划方向、工程技术标准、施工方式及工程结构要求等，预测工程建设可能引发的地质灾害有崩塌/滑坡和地面沉降。

第二章 地质环境条件

第一节 区域地质背景

一、区域地质背景

(一) 大地构造位置

深圳市地处广东东南沿海莲花山断裂带的东南段，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，莲花山断裂带是影响工作区的主导地质构造。根据《深圳市区域稳定性评价》，自晚更新世以来未见断裂活动痕迹，片区内稳定性较好，适宜工程建设项目。

(二) 区域地层

根据 1:5 万深圳市地质图、评估区及其周围综合地质调查成果，区域出露地层由老到新主要有长城系福永片麻岩 (ChF)、泥盆系鼎湖群 (DDh)、石炭系下统石磴子组 (C_{1s})、石炭系下统测水组 (C_{1c})、侏罗系下统金鸡组 (J_{1j})、侏罗系下统桥源组 (J_{1q})、侏罗系中下统塘厦组 (J_{1-2t})、侏罗系中上统梧桐山组 (J_{2-3w})、第四系上更新统 (Q_p) 和第四系全新统 (Q_h)。评估区及其周围的区域地质简况见图 2-1。

1、长城系福永片麻岩 (ChF)

广泛分布于评估区外围南侧，上部肉红色细中粒黑云母斑状混合花岗岩，普遍见有片岩、变粒岩、片麻岩、条带状混合岩残留体或残影体，界线模糊；下部眼球状混合岩、条带状混合岩、条痕状混合岩、片麻状混合花岗岩、混合质黑云母片岩、黑云鞋厂变粒岩。

2、泥盆系鼎湖群 (DDh)

主要分布于评估区外围东侧。岩性由灰色、灰绿色（风化后紫红色）薄层状-厚层状长石石英砂岩、石英砂岩及粉砂质泥岩（板岩）夹含炭质页岩，局部见含钙质砂岩等组成。与下伏震旦系黄婆山岩组没有直接接触，但是在区域上存在角度不整合接触，厚度大于607m，地层倾向南西，倾角30~50°。

3、石炭系下统石磴子组 (C_{1s})

广泛分布于评估区外围东侧，为深灰色白云岩、含生物碎屑白云岩、白云质灰岩、白云质大理岩、大理岩，厚度大于 387m。

4、石炭系下统测水组 (C_{1c})

广泛分布于评估区外围东侧，上段以石英砂岩为主，夹少量泥质页岩，厚度大于 197m，下段呈灰、深灰色，岩性为砂泥质页岩、粉砂岩夹炭质粉砂岩及含砾砂岩或薄煤层，底部夹灰岩透镜体。厚度大于 377m。区域地层倾向北西、北东、南东，倾角 20~60°。

5、侏罗系下统金鸡组 (J_{1j})

主要分布于评估区外围北东、南侧，上部为空晶石斑点板岩、石英砂岩、含红柱石石英砂岩、炭质粉砂质斑点板岩，含砾粗砂岩，下部为石英质砂砾岩、蚀变石英砂岩、透辉石石英角岩，含植物化石。厚度大于 600m。

6、侏罗系下统桥源组 (J_{1q})

主要分布于评估区外围北东、南侧，上部为细粒长石石英砂岩、泥质粉砂岩及粉砂质泥岩；下部含砾石石英砂岩、粉砂质泥岩、长石石英砂岩夹炭质页岩。厚度大于 1018m。

7、侏罗系中下统塘厦组 (J_{1-2t})

广泛分布在评估区内及周边，上部以石英砂岩为主，层间砾岩及火山岩夹层减少，底为含砾石英砂岩；中部为长石石英砂岩、粉砂质泥岩、凝灰质砂岩，夹多层砾岩及火山岩；下部为石英砂岩、长石石英砂岩。厚度大于 3257m。地层倾向东南，倾角 20°~70°。

8、侏罗系中上统梧桐山组 (J_{2-3w})

主要分布于评估区外围南东侧，上部为流纹斑岩、流纹岩、凝灰熔岩、角砾熔岩，流纹质、英安质凝灰岩、火山角砾岩；下部为流纹岩、球粒流纹岩、英安岩、流纹质、英安质凝灰岩、火山角砾岩、含英安岩、流纹岩、石英砂岩、泥质岩集块的火山集块岩，在第三韵律层爆发相中夹凝灰质砾岩、凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩及泥岩。底部被海水覆盖未见底，厚度大于 2400m

9、第四系上更新统 (Qp)

主要分布于评估区外围东侧，由砾砂、砂砾、卵石、粗砂、细砂、杂色粘土、砂质淤泥、有机质淤泥、泥炭等组成，分布厚度为 0.5~20m。

10、第四系全新统 (Qh)

区内广泛分布，由砂砾、淤泥质砂、砂质粘土、粘土、淤泥、淤泥质粘土等组成。厚度 0.8~36m。

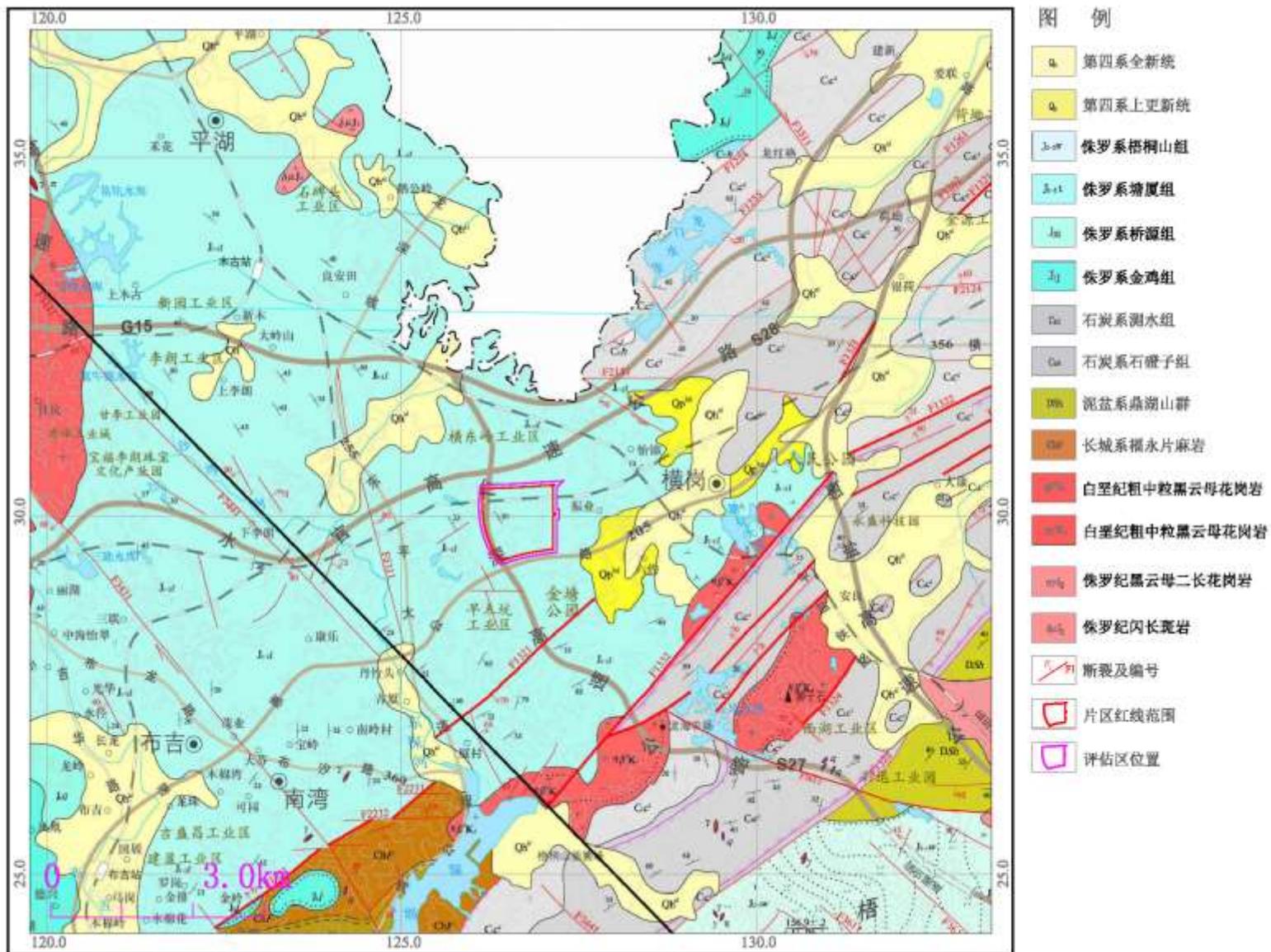


图 2-1 评估区区域地质图

（三）区域岩石

根据 1: 5 万深圳市区域地质图及现场调查, 评估区所在区域岩石较发育, 主要为侏罗纪闪长斑岩 ($\delta\mu J_2$)、侏罗纪黑云母二长花岗岩 ($\gamma\beta J_2$)、白垩纪粗中粒黑云母花岗岩 ($\eta\beta^5 K_1$) 和白垩纪粗中粒黑云母花岗岩 ($\eta\gamma^5 K_1$), 具体分述如下:

1、侏罗纪闪长斑岩 ($\delta\mu J_2$)

零星分布在评估区外北侧, 一般呈灰白色、褐黄色, 块状构造, 斑状结构, 岩体岩性主要为闪长斑岩。

2、侏罗纪黑云母二长花岗岩 ($\gamma\beta J_2$)

主要分布在评估区外围东侧, 一般呈黄褐色、灰褐色、褐黄色, 中粗粒结构, 块状构造, 斑状结构, 岩体岩性主要为黑云母二长花岗岩。

3、白垩纪粗中粒黑云母花岗岩 ($\eta\beta^5 K_1$):

主要由粗中粒黑云母花岗岩组成, 岩石似斑状结构, 基质花岗结构, 块状构造。斑晶以钾长石为主、斜长石次之, 大小 0.5~3.0cm, 含量 10%~20%, 部分 20%~30%。

4、白垩纪粗中粒黑云母花岗岩 ($\eta\gamma^5 K_1$)

主要由粗中粒黑云花岗岩组成。岩石似斑状结构, 基质花岗结构, 块状构造。斑晶以钾长石为主、斜长石次之, 大小 0.5~3.0cm, 含量 10%~20%, 部分 20%~30%。主要矿物含量如下: 钾长石 30%~45%、斜长石 25%~40%、石英 25%~30%、黑云母 3%~5%, 个别含角闪石 1%~2%。

（四）区域地质构造

深圳位于华南褶皱系的紫金—惠阳凹褶断束中。它是在加里东褶皱基底背景上发展起来的晚古生代凹陷, 而后被中、新生代构造叠加、改造, 因此构造图像比较复杂。区域构造以断裂为主, 对评估有一定影响的断裂主要有: 北东向深圳断裂带深圳断裂束企岭吓—九尾岭断裂组 (F1321)、三洲田水库断裂 (F1332), 北西向断裂有瓦铜山断裂 (F2151)、大芬断裂 (F3431)、丹竹头断裂 (F3441) 和高地断裂 (F5311), 具体见图 2-1。

1、企岭吓—九尾岭断裂 (F1321)

断裂属深圳断裂束的北西支, 由企岭吓—九尾岭断裂(简称九尾岭断裂)及其旁侧的次级金线凹断裂和望天海螺断裂等组成。九尾岭断裂自淡水进入深圳市后, 沿淡水和潮青两个红层盆地的南东边界, 往南西经樟背、荷坳、沙湾、九尾岭, 向南西至泥岗, 被北西向断裂错开后, 断续延至沙头后进入深圳湾, 全长达 50km, 延续性较好, 宽 5~20m 不等。断裂在平面上微呈反“S”型舒缓波状展布。航空红外及雷达影像图上显示为平直色调面构成的线性构

造的组合体。走向北东 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，北东段及中段倾向北西，倾角 $65^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，自九尾岭往南西倾向南东，倾角 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。断裂组具有明显的碎裂变形特征，在下石炭统测水组及下中侏罗统塘厦组砂页岩中发育了由厚大的破碎岩、构造角砾岩及硅化破碎带构成的垅岗状山脊。在嶂背及马桥山等处破碎带宽约 20m，影响带近百米，由断裂中心向两侧，显示由断层角砾岩—角砾状破碎岩—破碎岩—初裂岩的分带现象。断层角砾岩中，角砾棱角清晰，位移量大的角砾略具定向、拉长和去棱化作用，位移量小的角砾还可拼接复位。断裂面两侧有北东 20° 走向的直立破劈理，以及切过主断层并具张扭性顺时针向扭动的羽毛状断裂群。荷坳牌一带可见陡立的断层三角面其两侧下石炭统测水组被强烈挤压，使地层产状紊乱。九尾岭独树村一带，破碎带宽仅数米，影响带宽约十余米，由破碎带中心向两侧依次由断层泥、糜棱岩、构造透镜体、压碎角砾岩和绿泥石化、硅化破裂砂岩组成。在独树村可见断裂中的断层泥上有清晰的斜向擦痕。在企岭吓之北东至淡水一带，沿断裂组北西侧有晚白垩世红层箕状小盆地分布，盆地南东侧下石炭统测水组砂页岩中发育了几米至上百米的断层破碎带。该断裂组内有多个波状延伸的断裂面。根据上述断裂破碎带的结构、断裂面上的擦痕以及旁侧节理裂隙指向，表明断层以反时针向滑移为主，前期具压扭后期具张扭性。在潮青红层盆地南西边缘，还见同向次级断裂切入红层，形成 2m 宽的破碎带，说明红层形成以后，断裂还有明显活动。断裂具有多期活动的特点。该断裂位于评估区南东侧，最近距离约 950m，对本次规划区影响较小。

2、瓦铜山断裂（F2151）

断裂呈东西走向，倾向不明，呈压-张扭性，穿行于中侏罗统与下石炭统中，延伸长约 6km，宽 30m 以下。主要表现为硅化破碎带，局部见构造角砾岩。岩石具碎裂结构、角砾状结构。破碎带内节理发育，主要为走向北东 70° 和南北向两组。断裂面发育程度差，大部分为第四系覆盖。断裂两侧地层产状相互对顶。在地貌上，北侧为低山地带，南侧为土丘地带。被北西向断裂切割。该断裂位于评估区北东侧，最近距离约 1.7km，对本次规划区影响较小。

3、三洲田水库断裂（F1332）

断裂走向北东 60° ，倾向南东，倾角 30° ，呈压扭性。断裂穿行于晚侏罗世-早白垩世晚期花岗岩中，空间上呈舒缓波状延伸，长约 6km，宽 8m 不等。断裂构造岩主要为糜棱岩，糜棱构造和条带构造清楚，矿物被压扁拉工定向排列，偶见有石英呈透镜状产出，大小 5-15mm。成生于早白垩世后，切割东西向断裂，又被北西向断裂切割。该断裂位于评估区南东侧，最近距离约 2.3km，对本次规划区影响较小。

4、大芬断裂（F3431）

断裂走向北西 $320^{\circ} \sim 325^{\circ}$ ，倾向南西，倾角 60° ，左行平移断层。发育在侏罗系砂岩中，延伸长约 7.5km，宽 3~7m。主要表现为岩石强烈破碎、硅化，硅化强烈之处成硅质岩，宽 5m，两侧为硅化碎裂岩。构造岩为碎裂岩，局部见角砾状碎屑岩。该断裂位于评估区南西侧，最近距离约 4.3km，对本次规划区影响较小。

5、丹竹头断裂（观澜圩断裂、F3441）

丹竹头断裂分布于观澜打网岭、上李朗村、丹竹头一线，呈北西 $305^{\circ} \sim 340^{\circ}$ 方向展布，连续性较差，倾向南西，倾角 $45^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。长约 22km，宽 3~7m。发育在下中侏罗统与早白垩世花岗岩中，南东端见下中侏罗统与早白垩世花岗岩呈断层接触。断裂以挤压破碎为主，表现为硅化破碎带，岩石强烈破碎成角砾状。断裂面呈舒缓波状，构造岩有碎裂岩、碎裂花岗岩、硅化岩、构造角砾岩。并见构造透镜体呈斜列式排列，大小为 $2\text{cm} \times 20\text{cm}$ ，长轴方向为北东 40° 与主裂面交角，显示断裂呈顺时针扭动。此外，常见犬牙状石英脉沿断裂发育，宽 1~2cm，与断裂走向有一小交角。横张在断裂之上的上村断裂为其配套构造。该断裂具多期活动性，力学性质为先张后压扭，主要生成于早白垩世后。该断裂位于评估区南西侧，最近距离约 2.1km，对本次规划区影响较小。

6、高地断裂（F5311）

断裂位于深圳水库正北部下中侏罗统中，走向北西 350° ，倾向东，倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。长约 2km，宽 5~10m。表现为挤压硅化破碎带，局部为糜棱岩化带。挤压破碎带内节理发育，其中以北东 20° 及北东东 80° 两组为主。地貌上沿山脊分布。断裂成生于中侏罗世后，力学性质压性。该断裂位于评估区西侧，最近距离约 1.5km，对本次规划区影响较小。

二、区域活动性断裂与新构造运动

区域新构造运动以差异断块升降为主要特征，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。据《深圳地貌》的实测资料，深圳市范围内一级阶地的上升速率为 $0.28 \sim 1.25\text{mm/a}$ 。

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 $0.1 \sim 0.6\text{mm/a}$ 。

根据深圳市区域地质资料，区域上活动的构造主要为企岭吓—九尾岭断裂组(F1321)，

该断裂带位于评估区南东侧，最近距离约 1.5km，对本次规划区影响较小。该断裂带在深圳范围自晚更新世以来断裂活动微弱，其微弱的活动量级对评估区的影响较小，本次规划区位于较稳定区域。

三、地震

(一) 区域地震活动空间分布特征

评估区在区域上位于东南沿海地震活动带，历史上未发生过 7 级以上的强震。自 1067~1999 年，评估区外围 250km 范围内共记录到破坏性地震 30 次，主要分布在河源新丰江、珠江三角洲、海丰红海湾等地区。

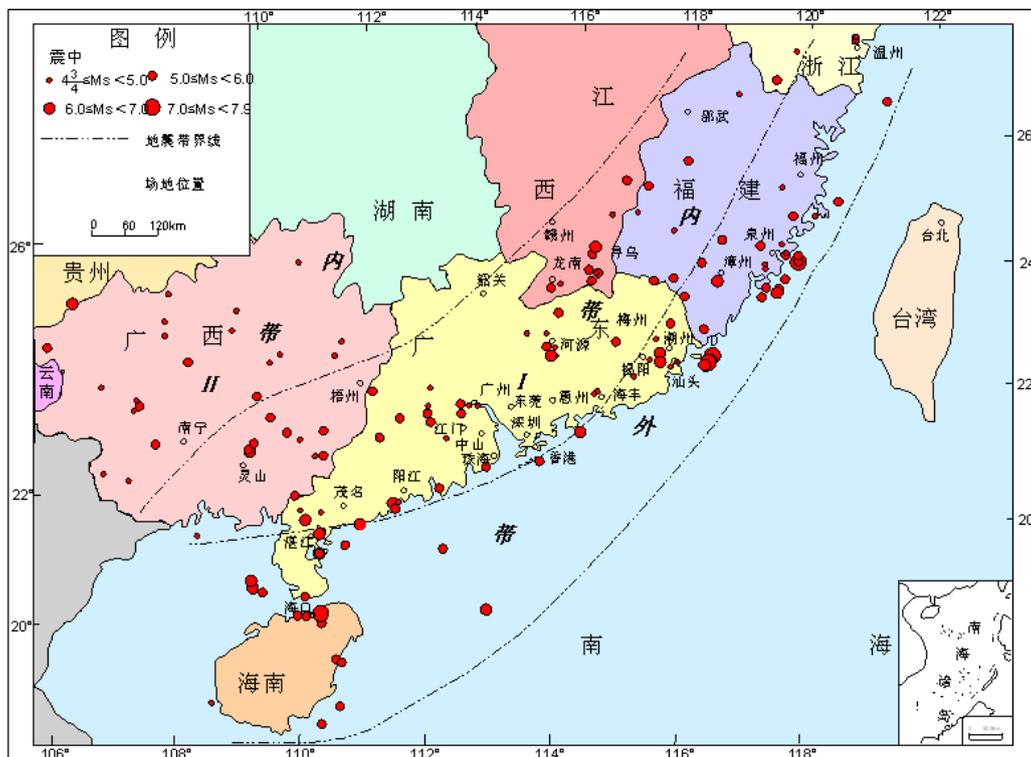


图 2-2 东南沿海地震震中分布图

(二) 区域地震活动时间分布特征

东南沿海地震带与工程场地外围 250km 范围的 $M_s \geq 4\frac{3}{4}$ 级的地震序列 (图 2-3、2-4) 表明，两者地震活动在时间上具有明显的周期性，即以低潮期和高潮期交替出现为主要特征。自 1400 年以来明显存在着两个地震活动周期，即 1400 年至 1700 年为第一活动周期，1701 年至今为第二活动周期，每一活动周期都可以明显地划分成四个阶段，即平静阶段、加速释放阶段、大释放阶段和剩余释放阶段。1600~1605 年和 1918~1921 年分别为两个活动周期的高潮期，两者相距的时间与完整的第一活动周期所经历的时间相当一致，大约 310~320 年。目前，地震活动处于第二活动周期的剩余释放阶段，预计该活动周期将延续到 2015 年前后，

然后进入第三活动周期的平静阶段。

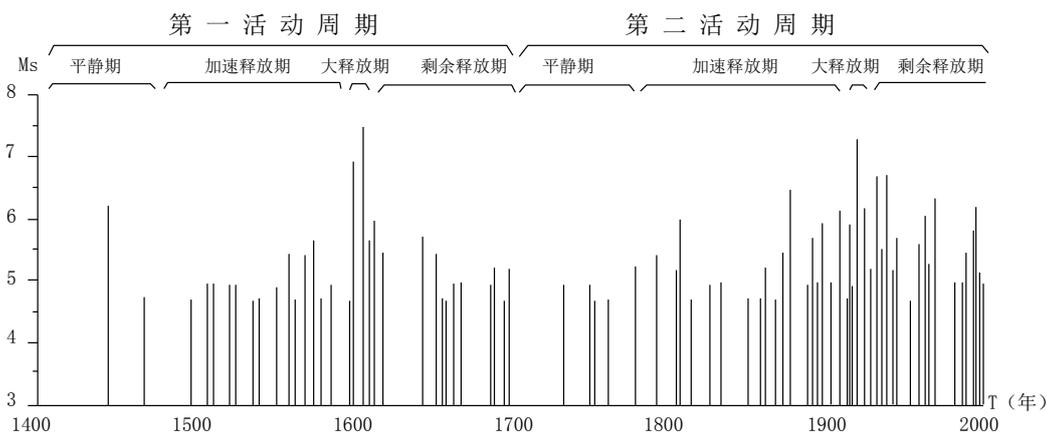


图 2-3 东南沿海地震带序列 M_s-T 图 ($M_s \geq 4 \frac{3}{4}$, 1400-1999)

(三) 近场区地震活动性

深圳地区（包括香港地区及邻近海域）有史以来的地震活动不断发生，其中较大的破坏性地震有：1874 年 6 月 23 日担杆岛 $5 \frac{3}{4}$ 级地震，1905 年 8 月 12 日澳门 $5 \frac{1}{2}$ 级地震，1882 年、1921 年、1923 年、1924 年和 1933 年香港均发生过有感地震，其中 1933 年 11 月 12 日发生的为 4 级地震；南头、深圳水库等地发生过多次有感地震，计有 1567 年 12 月 30 日的 3 级，1599 年 10 月 10 日的 3 级，1603 年 9 月 26 日、1605 年 9 月 15 日、1620 年 7 月 16 日、1770 年 9 月 2 日等均为 3 级。深圳断裂带于 1967-1980 年共发生 $1.0 \leq M \leq 3$ 级地震 3 次，最大震级为 3 级；大濠岛至大鹏湾一带 1967-1980 年发生 $1.0 \leq M \leq 3$ 级地震 18 次，最大为 1981 年 8 月 1 日大屿岛东岸发生过一次 4 级左右地震。微震活动频繁，据 1970~1999 年统计，大于里氏 1 级的微震 49 次。

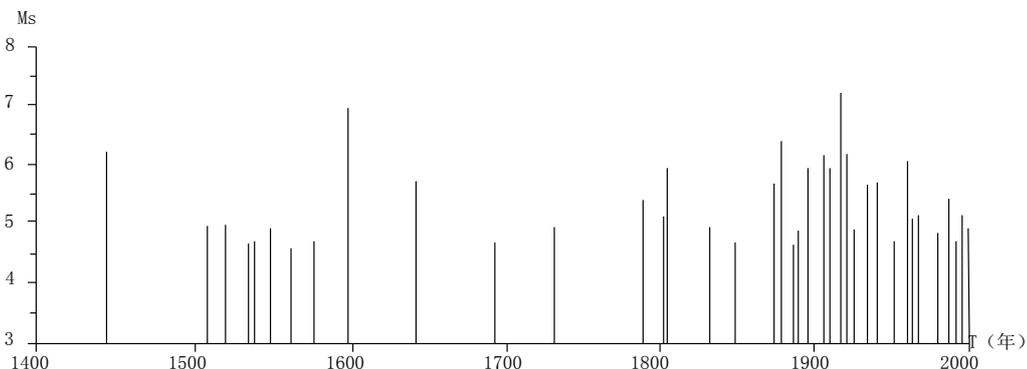


图 2-4 工程场地外围 250km 范围的地震 M_s-T 图 ($M_s \geq 4 \frac{3}{4}$, 1400-1999)

深圳市历史地震资料较少，已有的历史记载中未发生过震级大于 5 级的地震。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) (见图 2-5) 和《深圳市地震烈度区划图》，工程区地

震动反应谱特征周期为 0.35s，地震动峰值加速度为 0.10g，按《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)(2016 年版)的划分本区为地震基本烈度 VII 度区，区域地壳基本稳定。

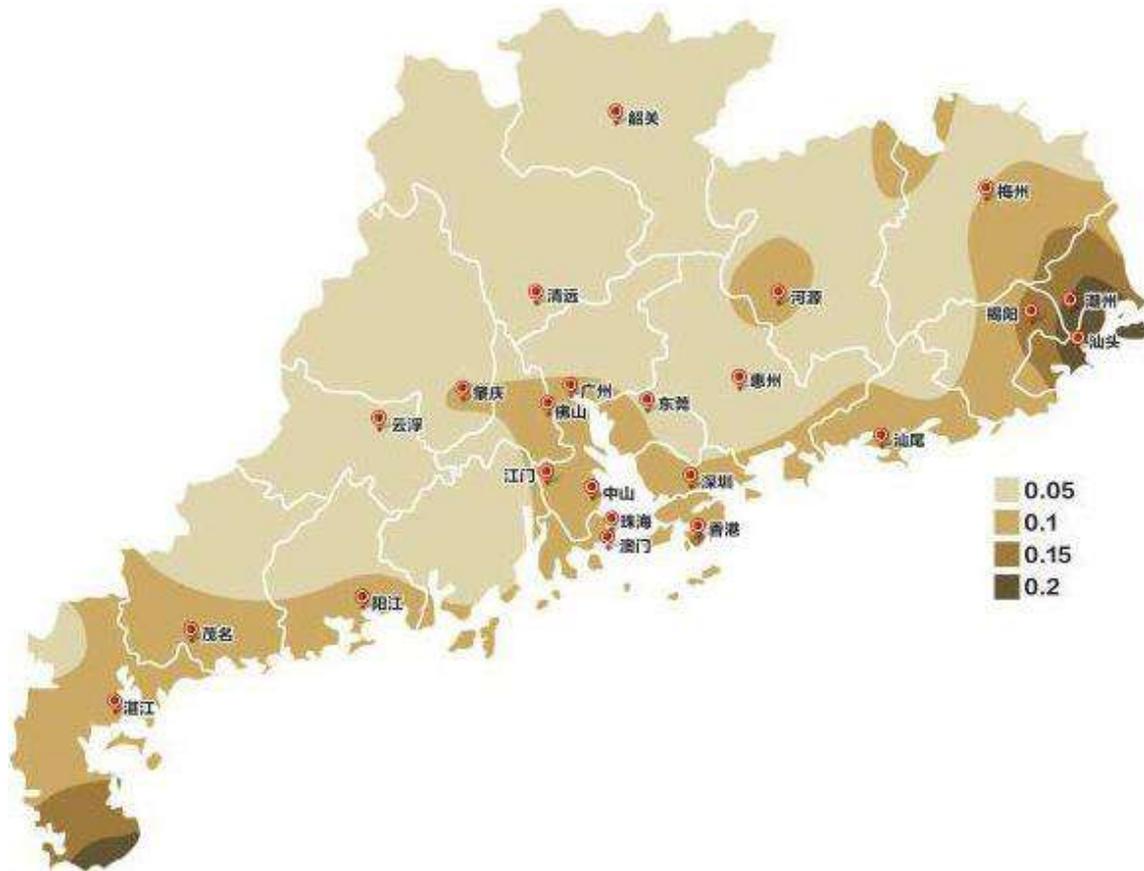


图 2-5 中国地震动参数区划图（2015 年版）（图例参数单位：g）

综上所述，评估区处于地震基本烈度 VII 度区内，地震动峰值加速度为 0.10g，区域地壳基本稳定。区域地质背景条件中等，地质构造和地震活动对工程建设影响较弱。

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，评估区的主要气象情况如下：

(1) 气温

根据1990年~2022年的统计资料，年平均气温23.3℃，年平均日照时数为1853.0小时。最高气温35℃以上高温日数平均为4.4天；最低气温10℃以下寒冷日数平均为16.1天。2022

年平均气温23.2℃，与常年（23.3℃）基本持平。年最高气温36.2℃，出现在8月23日；年最低气温6.1℃，出现在2月21日。最高气温35℃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℃以上炎热日数49天，最低气温10℃以下寒冷日数16天。

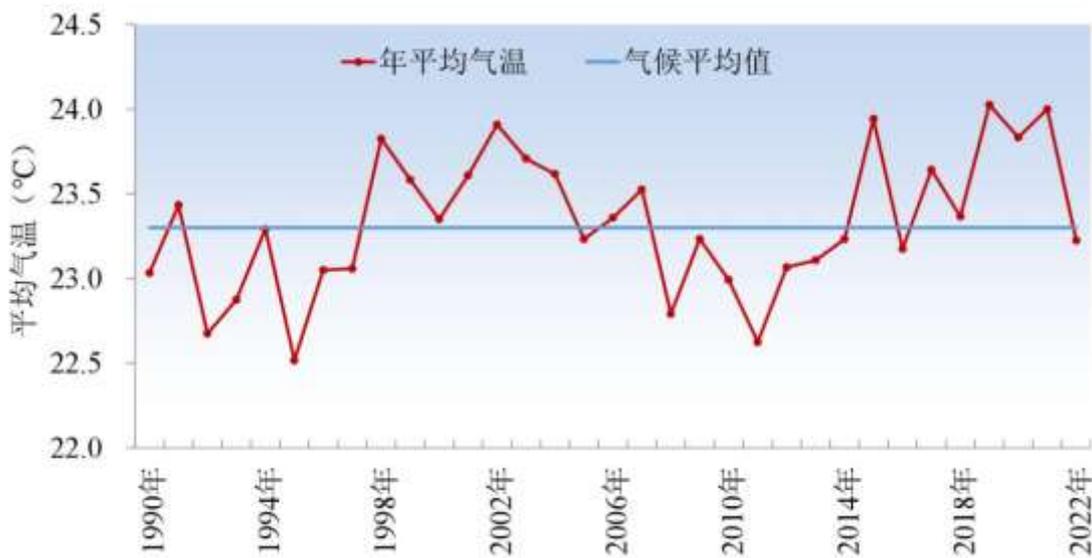


图 2-6 国家基本气象站 1990-2022 年逐年平均气温

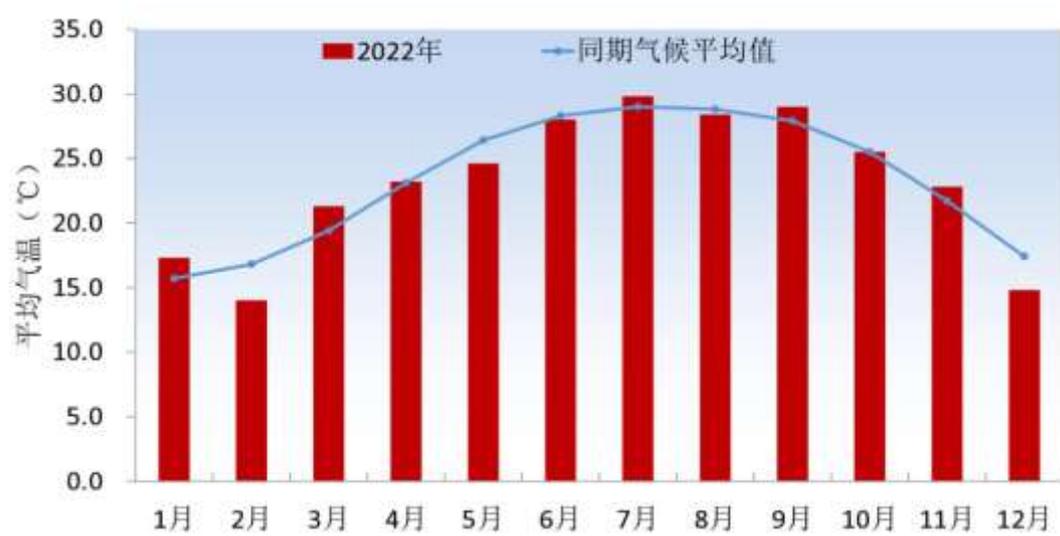


图 2-7 国家基本气象站 2022 年逐月平均气温

(2) 降雨

评估区汛期长、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 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 2-8 国家基本气象站 1990-2022 年逐年平均降雨量

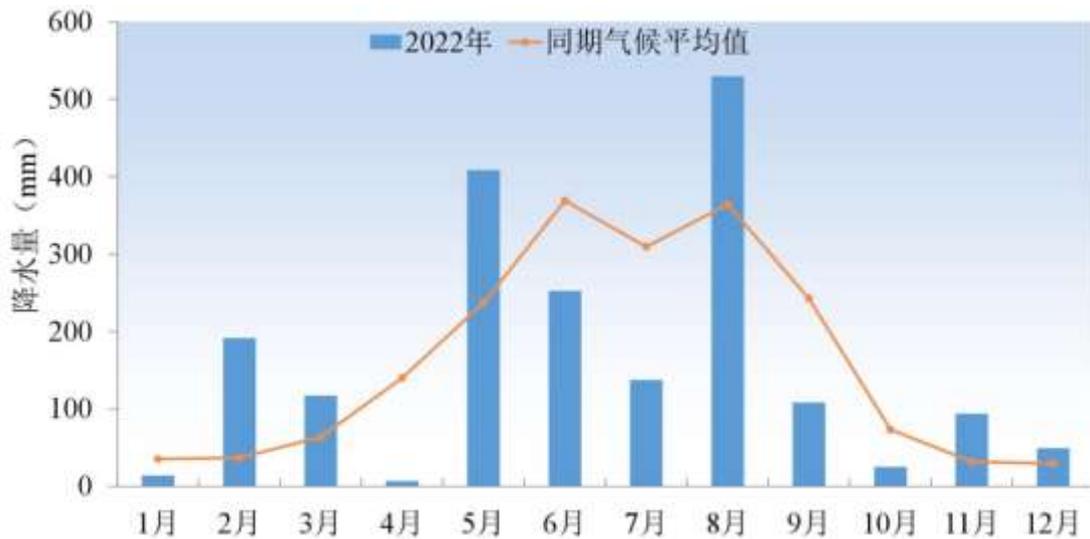


图 2-9 国家基本气象站 2022 年逐月平均降雨量

(3) 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 2-10 国家基本气象站 1990-2022 年逐年平均风速



图 2-11 国家基本气象站 2022 年逐月平均风速

(4) 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。2023年9月7日，受台风“海葵”残余环流和季风共同影响，深圳龙岗、盐田、罗湖、出现大暴雨局部特大暴雨，最大24小时雨量为372.88mm，4小时最大雨量为281.8mm（位于盐田区沙头角街道正坑站），期间最大1小时雨量为116.8mm（位于罗湖区东湖街道梧桐村站），导致罗湖区出现了多处地质灾害险情。

二、水文

根据现场调查，评估区无明显地表水体分布，主要为雨后汇聚山体坡面水流，形成地表径流，径流量大小与降雨量密切相关，地表径流经向山下排泄，存在时间短，主要在雨后汇聚地表径流后向地势低外排泄，对评估区影响较小。

综上所述，评估区水文气象条件中主要的不利因素为暴雨，持续强降雨可能形成短时强径流，对规划区内边坡的稳定有不利影响，可能引发地质灾害，对工程建设影响较大。

第三节 地形地貌

根据区域地质资料以及现场调查，评估区内原始地貌单元为丘陵和台地地貌，具体分布见图 2-12。区内地面标高为 42~122.5m，最大高差为 80.5m，最高点位于评估区北部残丘坡顶，最低点位于评估区南侧龙岗大道附近，地形坡度为 3~20°，现分别按丘陵和台地分述如下：

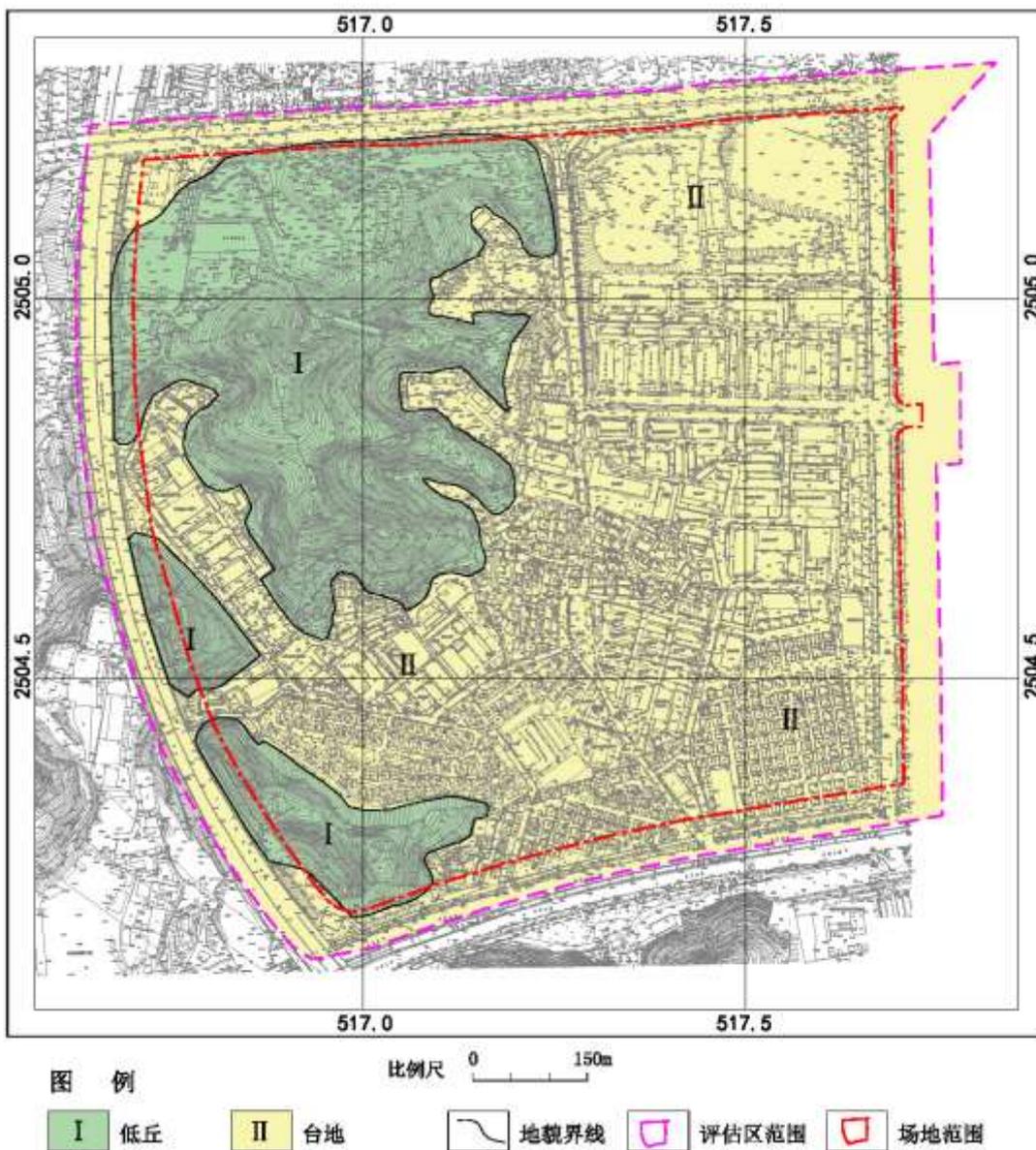


图 2-12 评估区地形地貌图

1、丘陵

丘陵主要分布于评估区北部及西部，微地貌为低丘，海拔为 60~122.5m，相对高差为 62.5m，地形切割深度为 20~50m，地形坡度为 10~20°，坡面植被发育，主要为乔木和灌木，坡体岩性主要为侏罗系塘厦组砂岩。受城市开发建设影响，山坡坡脚分布有较多人工切坡，切坡高度为 1~27m 不等，为一级~三级边坡，现状未见明显的崩塌、滑坡地质灾害现象，人工地貌条件为中等。

2、台地

台地分布于评估区中部，地面标高为 42~60m，地势较平坦，相对高差为 18m，地势总体呈北高南低，西高东低，地形坡度一般为 3~5°，局部存在陡坎，高度一般为 1~3m，多

采用块石挡墙进行衬砌，人工地貌条件较为简单。

综上所述，评估区内跨越丘陵和台地两种地貌单元，最大高差为 80.5m，地形坡度 3~20° 不等，人工地貌条件为中等，现状地貌对工程建设有一定的不利影响，综合判定评估区地形地貌条件复杂程度为中等。

第四节 地层与岩石

一、地层

根据近场地岩土工程勘察资料、野外调查和区域地质资料，评估区内分布的地层主要为侏罗系塘厦组 (J_{1-2t})、第四系残积层 (Q^{el})、第四系坡积层 (Q^{dl}) 和第四系冲洪积层 (Q^{al+pl})，具体分布见图 2-13，现从老到新分述如下：

1、侏罗系塘厦组 (J_{1-2t})

岩性为砂岩，呈青灰、浅灰色，中~厚层状，以钙质胶结为主，致密、质硬，节理裂隙少发育，局部见闭合节理，该层在场地内分布广泛，地层倾向北东，倾角 25~30°，场地钻探深度内主要揭露全风化带、强风化带、中风化带和微风化带，未钻穿。

2、第四系残积层 (Q^{el})

岩性为砂质粘性土，呈褐黄，褐红色，由砂岩风化残积而成，原岩结构尚可辨认，遇水易崩解软化。场地内大多数区域均有分布，分布厚度为 1.50~12.75m。

3、第四系坡积层 (Q^{dl})

岩性为粉质粘土，呈红褐，褐黄色，不均匀夹多量砾粒，该层主要分布于斜坡坡麓地带，分布厚度为 2.50~6.50m。

4、第四系冲洪积层 (Q^{al+pl})

底部为砾砂，呈浅灰、灰白色，湿，次圆状，分选较好，成分以石英为主，混 10%左右的粘性土，呈透镜状零星分布，一般厚度约 0~3m。表层为粉质粘土，呈褐黄、灰黄、浅黄色，粘性一般，局部微含 20%左右的粉细砂，干强度高，呈透镜状零星分布，分布厚度一般为 0~3.2m。

二、岩浆岩

根据 1:5 万深圳市地质图及近场区岩土工程勘察资料，评估区内岩浆岩不发育。

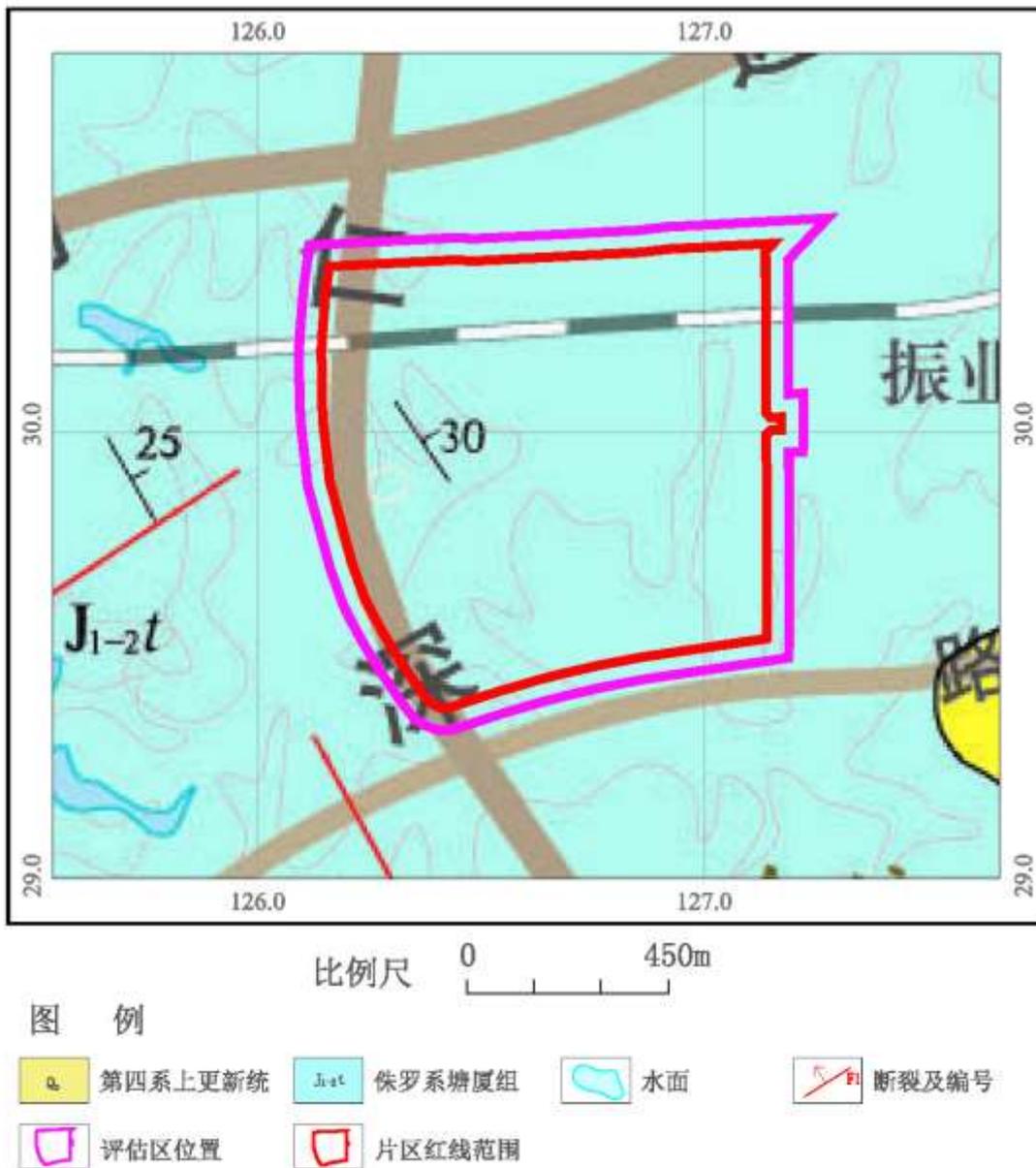


图 2-13 评估区地层分布图

综上所述，评估区地层分布较多，下伏基岩为层状构造，结构破碎，岩层倾角超过 10° 但不超过 45° ，岩土层厚度变化较大，对本次评估区规划建设影响较大，故综合判定评估区地层岩石条件复杂程度为中等。

第五节 地质构造

一、地质构造

评估区所在的深圳市地处中国东南沿海莲花山断裂带的东南段，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。

根据 1:5 万区域地质资料，评估区虽在区域活动的构造主要为企岭吓—九尾岭断裂组 (F1321)，该断裂带位于评估区南东侧，最近距离约 950m，该断裂带在深圳范围自晚更新世以来断裂活动微弱，其微弱的活动量级对评估区的影响较小。

评估内断裂构造不发育，但受区域性断裂构造影响，区内岩石风化程度强烈，结构破碎，对本次规划工程总体影响较小，区内地质构造条件为简单。

二、新构造运动

评估区所处区域活动的构造断裂带活动性弱，新构造运动以差异断块升降为主要特征，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、低丘陵台地等一系列独特的地貌单元。最新的活动时期为晚更新世前，晚新世以来无明显活动趋势，新构造活动不强烈。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，工程区基本地震动峰值加速度为 0.10g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，相应的地震基本烈度为Ⅶ度区，区域地壳基本稳定。

综上所述，评估区断裂不发育，对规划工程影响较小，新构造活动不强烈，地质构造复杂程度简单。

第六节 岩土类型及工程地质性质

一、岩土工程地质分类

岩土体工程地质特征是评价工程场地稳定性的重要介质条件，根据近场地岩土工程勘察揭露的地层结构、岩性特征、埋藏条件及物理力学性质，结合现场原位测试、室内试验和区域地质资料，将评估区的岩土体划分为松散土体、极软岩类、软质岩类和硬质岩类等 4 种，各岩组及野外特征自上而下描述如下：

(一) 松散土类

1、人工填土

素填土（层序①）：褐黄、褐灰色，主要成分为粘性土，压实状。局部微含碎块石及砾砂等。表层 0.1~0.7m 为砼块。根据室内试验， $\rho=1.74\sim1.85\text{g}/\text{cm}^3$ ， $w=24.6\sim40.5\%$ ， $W_L=39\sim49\%$ ， $e=0.85\sim1.2$ ， $I_L=0.27\sim0.75$ ， $a_{0.1-0.2}=0.38\sim0.6\text{MPa}^{-1}$ ， $c=25\text{kPa}$ ， $\phi=18.28^\circ$ 。N=16~29 击/30cm。场地内广泛分布于深惠公路地表，呈条带状分布。厚度变化较大，一般厚 0.5~14m，局部厚度为 8~14m。

2、粘性土

(1) 粉质粘土 (层序②-1): 褐黄、灰黄、浅黄色, 可塑~硬塑状, 局部为软塑。粘性一般, 局部微含 20%左右的粉细砂, 干剪强度高。根据室内试验, $\rho = 1.79 \sim 2.03 \text{g/cm}^3$, $w = 18.8 \sim 30.5\%$, $W_L = 27 \sim 44\%$, $e = 0.57 \sim 0.85$, $I_L = 0.12 \sim 0.78$, $a_{0.1-0.2} = 0.19 \sim 0.34 \text{MPa}^{-1}$, 天然快剪标准值 $c = 14.72 \text{kPa}$, $\phi = 13.01^\circ$ 。N=3~20 击/30cm。呈透镜状零星分布在区间内, 厚 0~3.2m。

(2) 粉质粘土 (层序③): 红褐, 褐黄色, 可塑-硬塑, 不均匀夹多量砾粒。该层在场地分布较广泛, 厚度为 2.50~6.50m, 平均厚度 4.18m, 顶板埋深 0.00m, 顶板标高 96.22~112.18m。该层共进行现场标准贯入试验 18 次, 修正后 $N' = 12.70 \sim 15.60$ 击, 平均 14.00 击。

(3) 砂质粘性土 (层序④): 褐黄, 褐红色, 硬塑, 由砂岩风化残积而成, 原岩结构尚可辨认, 遇水易崩解软化。该层在场地分布广泛, 厚度为 1.50~12.75m, 平均厚度 6.63m, 顶板埋深 0.00~6.50m, 顶板标高 92.38~107.68m。该层共进行现场标准贯入试验 29 次, 修正后 $N' = 21.10 \sim 26.20$ 击, 平均 23.60 击。

3、砂性土

砾砂 (层序②-2): 浅灰、灰白色, 湿, 稍密, 次圆状, 分选较好, 成分以石英为主。混 10%左右的粘性土。N=5~16 击/30cm。呈透镜状零星分布在粉质粘土之下, 一般厚 0~3m。

(二) 极软岩类

1、全风化砂岩 (层序⑤-1): 棕灰、褐黄色、褐灰色等, 岩石风化呈坚硬土柱状, 原岩结构较明显, 岩芯呈硬塑的土柱状, 局部含强风化角砾, 遇水软化崩解。根据室内试验, $\rho = 1.78 \sim 1.99 \text{g/cm}^3$, $w = 22.3 \sim 35.3\%$, $e = 0.67 \sim 1.06$, $I_L = 0.15 \sim 0.48$, $a_{0.1-0.2} = 0.23 \sim 0.52 \text{MPa}^{-1}$, $E_{s0.1-0.2} = 3.85 \sim 7.93 \text{MPa}$, 天然快剪 $c = 25.26 \text{Pa}$, $\phi = 16.98^\circ$; 标贯试验 N=18~67 击/30cm, 场地内广泛分布, 局部尖灭, 厚度 5.10~11.70m, 平均厚度 7.81m。

2、强风化砂岩 (层序⑤-2): 褐黄、褐灰、浅黄色等, 风化应力已使岩石结构疏松, 但原始构造清晰, 半岩半土状。岩芯呈碎石、角砾及土状, 风化裂隙发育, 裂隙面多具灰褐色斑膜, 局部有水锈斑痕, 锤击声哑, 岩质软, 遇水易软化。根据室内试验, $\rho = 1.80 \sim 1.97 \text{g/cm}^3$, 点荷载 $I_{s(50)} = 0.03 \sim 0.21 \text{MPa}$, 根据点荷载换算饱和单轴极限抗压强度 $f_r = 4.06 \sim 6.10 \text{MPa}$, 属极软岩~软质岩。标贯试验 N=31~100 击/30cm, 场地内广泛分布, 局部尖灭, 厚度 1.75~16.80m, 平均厚度 6.21m。

(三) 软质岩类

中等风化砂岩（层序⑤-3）：褐黄、褐灰、青灰色，中~厚层状，以钙质胶结为主，致密、质硬。颜色新鲜，钻探岩芯大多呈碎块状，块状及短柱状，裂隙较发育，裂隙面见钙铁质氧化物。根据室内试验，点荷载 $I_{s(50)}=0.01\sim 0.88\text{MPa}$ ，根据点荷载换算饱和单轴极限抗压强度 $f_r=4.48\sim 20.74\text{MPa}$ ，属极软岩~软质岩。

（四）硬质岩类

微风化砂岩（层序⑤-4）：青灰、浅灰色，中~厚层状，以钙质胶结为主，致密、质硬。颜色新鲜，钻探岩芯大多呈柱状及短柱状，少量长柱状，裂隙少发育，局部见闭合节理。根据室内试验， $\rho=2.68\sim 2.75\text{g/cm}^3$ ，软化系数 $K_r=0.83>0.75$ ，属不易软化岩石。饱和单轴极限抗压强度 $f_r=23.6\sim 53.40\text{MPa}$ ，属软质岩~硬质岩。

二、岩土体物理力学性质

根据近场地岩土工程勘察成果，类比相邻工程经验，场地主要力学参数见表 2-1。

表 2-1 各（岩）土层主要力学参数建议值

地 层号	岩土名称	时代与成因	天然密度	凝聚力(直剪)	内摩擦角(直剪)	计算内摩擦角	渗透系数	岩石饱和单轴极限抗压强度	基本承载力	临时边坡率	永久边坡率
			ρ	c	ϕ	ϕ'	K	f_r	σ_0	高宽比	高宽比
			g/cm^3	kPa	°	°	m/d	Mpa	kPa		
1	素填土	Q^{ml}	1.80	15	18		/	/	120	1:1.25	1:1.5
2-1	粉质粘土	Q^{al+pl}	1.97	14	13		/	/	150	1:1.25	1:1.5
2-2	砾砂		2.05	/	/	33	10	/	200	1:1.25	支护
3	粉质粘土	Q^{dl}	1.80	22	18		/	/	180	1:1.25	1:1.50
4	砂质粘性土	Q^{el}	1.84	25	23		0.001	/	180	1:1	1:1.25
5-1	全风化砂岩	J_{1-2t}	1.86	30	28		0.001	/	200	1:1	1:1.25
5-2	强风化砂岩	J_{1-2t}	1.86	35	30	40	0.06	/	350	1:0.75	1:1
5-3	中风化砂岩	J_{1-2t}	2.60	/	/	50	/	8	500	1:0.5	1:0.75
5-4	微风化砂岩	J_{1-2t}	2.7	/	/	60	/	30	1000	1:0.3	1:0.5

三、评估区不良地质作用

评估区内不良工程地质问题主要是：（1）填土层分布不均匀，工程性质差异性大问题；（2）残积土及风化岩层遇水软化、崩解问题；（3）软弱夹层问题。现分述如下：

1、填土层分布不均匀，工程性质差异性大问题

评估区填土分布不均匀，在未进行压实情况下，具有压缩性较高、强度较低的特征，在遭遇连续降雨或强降雨时，水理性质差，容易导致地面变形。填土的这些不良特性将给地基的施工带来不利影响，若工程措施选择不当，甚至可能造成地基出现变形失稳。

2、残积土及风化岩层遇水软化、崩解问题

评估区内残积土和风化岩分布广泛，包括砂质黏性土，全、强风化砂岩，残积土颗粒成分具有“两头大，中间小”的特点，即颗粒成分中，粗颗粒（ $>2.0\text{mm}$ ）的组分及颗粒小的组分（ $<0.075\text{mm}$ ）的含量较多，而中间颗粒成分则较少。这种独特的组分特征，使其既具有砂土的特征，亦具粘性土特征，同时也为小颗粒从大颗粒的孔隙中随地下水涌出及地下水潜蚀等提供可能。因此当动水压力过大时，容易产生管涌、流土等渗透变形现象。另外这类岩土体在天然状态下承载力一般~较高，但具遇水软化、崩解，承载力骤降等特点，开挖临空面受水浸泡易软化、崩解，强度、承载力明显降低。

3、软弱夹层问题

评估区内下伏基岩主要为石炭系测水组砂岩，受区域构造影响，岩石存在差异性风化现象，部分强风化层中夹杂有少量中风化岩块、孤石等，在进行工程建设时，可能存在误判，引发工程事故。

四、评估区内工程地质条件评价

评估区跨越丘陵、台地两种地貌单元，地势起伏较大，总体呈西高东低，北高南低。各地段工程地质条件不同，所存在的工程地质问题也不同，下面根据不同工程项目类型所处地形地貌、工程地质条件分别进行评价。

1、人工填土：结构松散、高压缩性，工程性状差，土质不均、分布不均匀，均匀性差。未经处理，不可直接作为拟建建（构）筑物的地基持力层。

2、第四系冲洪积粉质黏土：场地内台地分布，具有中等强度及中等的压缩性，工程性质较好，分布厚度变化较大，均匀性较差，可作为一般低层或多层建筑物基础持力层。

3、第四系冲洪积砾砂：场地内台地局部分布，结构松散，具有中等强度及中等的压缩性，工程性质较好，分布厚度较小，可作为一般低层或多层建筑物基础持力层。

4、坡积粉质粘土：可塑~硬塑状，中等压缩性，土体在浸水或暴雨作用下，力学性质降低较快。在边坡坡顶及坡脚下部均有分布，工程性能一般，可作为一般低层或多层建筑物桩端基础持力层。

5、残积砂质粘性土：可塑~硬塑状，中等压缩性，系混合花岗岩风化残积形成，土质具遇水易软化的特性，水理性质较差。土体在浸水或暴雨作用下，力学性质降低较快，可作为

一般低层或多层建筑物桩端基础持力层。

6、全风化砂岩：该层承载力相对较高，水理性质较差，岩体在排水不畅浸水后，易加速岩体的软化、强度显著降低。工程性能相对较好，可作为一般低层或多层建筑物桩端基础持力层。

7、强风化砂岩：按《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)综合划分边坡岩体类型为IV级，承载力相对较高，水理性质较差，岩体在排水不畅浸水后，易加速岩体的软化、强度显著降低。工程性能相对较好，可作为一般低层或多层建筑物桩端基础持力层。

8、中~微风化砂岩：场地内分布广泛，力学性质较均匀，为场地内稳定的岩石地基，均匀性较好，具有高强度，工程性质好，可视为刚性地基，可作为拟建建（构）筑物的桩基础持力层。

综上所述，评估区内岩土体物理力学性质离散型较大，不良地质作用发育，部分岩土体还存在不良的水理性质，对工程有一定的不利影响，故岩土工程地质条件复杂程度为中等。

第七节 水文地质条件

一、概况

根据评估区内地下水赋存条件及含水岩组特征，将其划分为松散岩类孔隙水、基岩裂隙水两种类型。根据近场区岩土工程勘察成果，根据场地周边勘察，场地北部地势较高，水位埋深较大，地下水位埋深为4.20~7.40m，水量贫乏；场地南部地势低，水位埋深一般2~4m，水量贫乏，年内变幅为1~2m，局部变化较大，基岩裂隙水随季节、降雨情况变化明显。根据现场调查，规划区内无明显的地表水体分布，总体上，地表水与地下水的水力联系较弱。

二、地下水特征

1、松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水主要埋藏于第四系人工填土层、第四系冲洪积层、第四系坡积层、第四系残积层及全风化砂岩中，主要含水岩组主要为素填土和砾砂。其中，第四系冲洪积砾砂富水性较贫乏，属于强透水性；其余岩土体富水性贫乏，属于弱透水性。

2、基岩裂隙水

基岩裂隙水主要赋存于强~中风化砂岩中，其透水性及富水性受裂隙发育程度、张开度、连通性等控制。主要含水层属弱含水、弱透水地层，具有一定的富水性，但埋深较大，水量较贫乏，且属弱透水性。裂隙水补给、涌水量大小及径流规律主要受地质构造及裂隙

控制。土层属弱含水层或相对隔水层，透水性一般较差。地下水主要靠大气降水、邻近地下水侧向补给下水水位及水量受季节性影响，整体向山脚四周排泄。

三、地下水补径排条件及其对工程建设的影响

1、地下水补、径、排

据区域水文地质资料，区内地下水动态变化具季节性，主要受降雨季节支配。且由于降雨在年内分配不均，不同季节的蒸发度、湿度也不同，故渗入补给量亦随季节而变化，雨季是地下水获得补给最多的季节。地下水的径流排泄与地形地貌、地层岩性密切相关，场地地下水主要接受大气降水垂直下渗和岩土体孔隙/裂隙侧向渗流补给为主，孔隙水主要接受大气降水及地下水侧向补给，通过向低处渗流和大气蒸发作用排泄，基岩裂隙水主要接受基岩裂隙水的侧向渗流补给和上层潜水的越流补给，以渗流方式向低洼处排泄，最终分散流入周边市政排水沟，其次为蒸发消耗，包括潜水土面蒸发，地下水水位随大气降水而变化。松散岩类孔隙水因埋藏浅，雨后水位迅速上升土体迅速饱和，对边坡稳定性影响较大。水位变化滞后数天至 1 个月，每年 4~9 月处于高水位期，最高水位出现在 6 月丰水期，9 月份后，随着降雨量的减少，水位缓慢下降，每年 10 月至次年 3 月处于低水位期，常在 1 月份出现低谷，水位年变化幅度 1~2m。与大气降水关系密切，随季节变化大，受气象因素的影响明显，且浅部变化幅度大，深部变化幅度小。因此，场地地下水受季节性变化影响较大，对场地边坡稳定性和后续工程施工有一定影响。

2、地下水对边坡稳定的影响

地下水主要受大气降雨补给，雨季期间，坡体内地下水位线明显抬升，地下水位以下的土体受到孔隙水压力增大的作用，有效应力将降低，而水位线上土体受其影响小。随着有效应力的减小，一方面由于作用在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强度降低。此外，地下水可能会引起一些矿物发生不利反应，或通过渗流、淘蚀作用带走土体中的细小颗粒物质，降低土体强度，从而造成边坡失稳。

四、地下水对地下结构的腐蚀性

根据周边勘察水质分析结果，本场地环境类型按 II 类和弱透水性考虑，场地地下水腐蚀性评价见表 2-2。依据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001，2009 年版)中 12.2.2~12.2.4 条判定，地下水对混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性，对钢结构具微腐蚀，对混凝土结构具弱~微腐蚀。

表 2-2 场地地下水的腐蚀性评价表

序号	分析项目	指标	水对钢筋混凝土结构中钢筋的腐		
----	------	----	----------------	--	--

		单位	含量	II类环境	强透水层	弱透水层	长期浸水	长期浸水
ZK12	SO ₄ ²⁻	mg/L	19.1	微	/	/	/	/
	Mg ²⁺	mg/L	2.17	微	/	/	/	/
	总矿化度	mg/L	82.85	微	/	/	/	/
	pH值	pH	6.86	/	微	微	/	/
	侵蚀性CO ₂	mg/L	0.00	/	微	微	/	/
	HCO ₃ ³⁻	mmol/L	0.972	/	弱	/	/	/
	Cl ⁻	mg/L	19.51	/	/	/	微	微
ZK25	SO ₄ ²⁻	mg/L	9.53	微	/	/	/	/
	Mg ²⁺	mg/L	2.66	微	/	/	/	/
	总矿化度	mg/L	107.48	微	/	/	/	/
	pH值	pH	7.18	/	微	微	/	/
	侵蚀性CO ₂	mg/L	0.00	/	微	微	/	/
	HCO ₃ ³⁻	mmol/L	1.134	/	微	/	/	/
	Cl ⁻	mg/L	19.89	/	/	/	微	微

综上所述，评估区地下水类型主要有松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两种类型，水位和水量受季节变化明显，年变化幅度1~2m，具有微~弱腐蚀性，水文地质条件复杂程度中等。

第八节 人类工程活动对地质环境的影响

评估区原始地貌类型为丘陵和台地地貌，地势总体起伏较大，随着城市经济快速发展，城市建设工程活动较为频繁，工程建设对原地形地貌产生了较大影响。评估区场地现状为民房、空地、残丘等，周边主要的工程活动有场地平整、坡脚开挖、道路修建等，主要分布于残丘坡脚地带。

上述工程活动需进行较大规模的挖方，对原始地貌改变较大，容易引发地面沉降、崩塌/滑坡等一系列问题。因此，本区人类工程活动强烈，对地质环境影响程度复杂。

综上所述，人类工程活动对地质环境影响程度复杂。

第九节 地质环境条件评估小结

参照《广东省地质灾害危险性评估技术细则》的相应标准，对评估区的地质环境条件总结如下：

1、评估区处于地震基本烈度 VII 度区内，地震动峰值加速度为 0.10g，区域地壳基本稳定。区域地质背景条件中等，地质构造和地震活动对工程建设影响较弱。

2、评估区内跨越丘陵和台地两种地貌单元，最大高差为 80.5m，地形坡度 3~20° 不等，人工地貌条件为中等，现状地貌对工程建设有一定的不利影响，综合判定评估区地形地貌条件复杂程度为中等。

3、评估区地层分布较多，下伏基岩为层状构造，结构破碎，岩层倾角超过 10° 但不超过 45° ，岩土层厚度变化较大，对本次评估区规划建设影响较大，故综合判定评估区地层岩石条件复杂程度为中等。

4、评估区断裂不发育，对规划工程影响较小，新构造活动不强烈，地质构造复杂程度简单。

5、评估区内岩土体物理力学性质离散型较大，不良地质作用发育，部分岩土体还存在不良的水理性质，对工程有一定的不利影响，故岩土工程地质条件复杂程度为中等。

6、评估区地下水类型主要有松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两种类型，水位和水量受季节变化明显，年变化幅度 $1\sim 2\text{m}$ ，具有微~弱腐蚀性，水文地质条件复杂程度中等。

7、人类工程活动对地质环境影响程度复杂。

综上所述，评估区的地质环境复杂程度为复杂。

致灾因素分析：综合分析评估区地质环境因素对致灾地质作用的形成，发育可能产生的影响，确定主导致灾因素为岩土体工程地质性质，从属因素是水文地质条件，激发因素为人类工程活动及降雨，其它因素为次要因素。

第三章 地质灾害危险性现状评估

根据《深圳市地质灾害防治规划（2016~2025）》（2021年修订版），本次深圳市龙岗区横岗街道重点片区西南角部分区域位于坂田下雪-吉华-布吉龙岭西-罗岗东-南湾崩塌、滑坡地质灾害高易发区（A1-4），北侧部分区域位于平湖-南湾北崩塌、滑坡地质灾害低易发区（C1-6），东侧部分区域位于龙岗大道横岗一带地质灾害不易发区（D1-4）。

地质灾害危险性评估是在查明评估区各种致灾地质作用的性质、规模和承灾对象社会经济属性的基础上，从致灾体稳定性和致灾体与承灾对象遭遇的概率上分析入手，对其规模、发育程度、已造成的危害程度、危险性作出客观评估。

按《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）及《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）（以下简称《细则》），地质灾害危险性评估指标（现状评估和预测评估）包括：①地质灾害诱发因素；②地质灾害发育程度；③地质灾害危害程度；④地质灾害危险性。

各类地质灾害诱发因素的分类，见表3-1。

表3-1 地质灾害诱发因素分类表

分类表	滑坡	崩塌	泥石流	岩溶塌陷	采空塌陷	地裂缝	地面沉降
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、树木根劈	降水、融雪、融冰、堰塞湖、溢流、地震	地下水位变化、地震、降水	地下水位变化、地震、	地震、新构造运动	新构造运动
人为因素	开采扰动、爆破、采矿、加载、抽排水	开采扰动、爆破、机械振动、加载、抽排水	水库溢流或跨坝、弃渣加载、植物破坏	开采扰动、爆破、采矿、加载、抽排水、机械震动	开采扰动、爆破、采矿、加载、抽排水、机械震动	抽排水	抽排水、油气开采

①地质灾害发育程度分为强发育、中等发育、弱发育三级。各类地质灾害发育程度按《细则》第七章相应评价表划分，《细则》有欠缺的指标按《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）的附录D中相应地质灾害类型的分级表划分。

②地质灾害危害程度分为危害程度大、危害程度中等和危害程度小共三个级别，见表3-2。

③地质灾害危险性依据地质灾害发育程度和危害程度分为危险性大、危险性中等和危险性小共三个级别，见表3-3。

表 3-2 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	>10	≥500	>100	≥500
中等	3≤~≤10	100<~<500	10≤~≤100	100<~<500
小	<3	≤100	<10	≤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 3-3 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

第一节 地质灾害类型与特征

根据本次野外地质环境调查、走访, 评估区内未见明显的崩塌、滑坡、地面沉降地质灾害, 区内人工边坡较多, 主要为修建道路形成的路堑、路堑边坡, 多数路堑、路堤边坡已进行了有效的加固, 综合判定评估区现状地质灾害不发育。

第二节 地质灾害危险性现状评估

根据野外地质灾害地面调查、走访及近场地岩土工程勘察报告, 评估区内未发现现状地质灾害, 评估区现状地质灾害发育程度弱。

第三节 现状评估小结

综合本章所述, 评估区现状地质灾害发育程度弱, 地质灾害危害程度小, 危险性小。

第四章 地质灾害危险性预测评估

地质灾害的发生，是各种地质环境和诱发因素共同作用的结果。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。根据评估区所处地质环境背景、建设项目类型、施工方式及工程结构要求等，预测工程项目在建设过程中和建成后，可能引发及遭受的地质灾害类型主要有崩塌/滑坡。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 工程建设引发的地质灾害危险性的预测

根据地质环境条件及地质灾害现状、工程施工特点等，预测工程项目在建设过程中，可能引发或加剧的地质灾害类型主要有崩塌/滑坡（基坑边坡、挖方边坡、填方边坡）和地面沉降 2 种。

一、崩塌/滑坡

（一）基坑边坡崩塌/滑坡

参考类似土地利用统筹项目及片区周边城市开发利用现状，本片区规划建设需设置地下室，需要进行基坑开挖。根据片区总体规划，本片区土地利用方向为居住用地、商业用地和绿地和特殊用地。其中，居住用地、商业用地一般需设置一层~三层地下室，预计最大基坑开挖深度约 12m；绿地、特殊用地一般不考虑基坑开挖情况。根据近场地岩土工程勘察报告，基坑壁岩性主要为素填土、粉质黏土、砂质黏性土。

为评价因地下室开挖引发的崩塌/滑坡地质灾害，本次均按最不利条件进行考虑。即基坑开挖深度均按最大开挖深度考虑。根据《建筑边坡工程技术规范》，基坑安全等级为二级。为评价基坑边坡的稳定性，本次采用《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）推荐的圆弧滑动法对基坑边坡的稳定性进行分析，以此条件分析基坑边坡的稳定性。

计算公式如下所示：

$$K_s = \frac{\sum (G_i \cos \theta_i) \tan \varphi_i + c_i l_i}{\sum G_i \sin \theta_i}$$

式中， K_s 、 G_i 、 θ_i 、 c_i 、 φ_i 、及 l_i 分别表示边坡稳定性系数、第 i 块滑块的自重力、滑动块体的底面倾角、滑动面土体的内聚力和内摩擦角以及滑面长度。

本次评估计算采用总应力法，圆弧稳定分析方法采用 Bishop 法简化，根据工程经验，区

内土质挖方边坡的稳定性受大气降雨影响明显，边坡失稳往往是在洪暴期间。因本区雨季长、降雨量丰富，连续暴雨期间地下水位可以上升至坡面，因此评价时按最不利的工况条件进行，即考虑在降雨浸泡基坑边坡的极端情况。计算采用理正岩土 6.5 计算软件，边坡计算所需土层计算参数见表 4-1，边坡稳定性判别标准、危害程度分级、危险性分级见表 4-2~4-4。

表 4-1 基坑边坡计算所需土层参数值表

岩土层名称		天然状态条件			饱和条件		
层号	名称	γ (kN/m ³)	c (kPa)	φ (°)	γ^{sat} (kN/m ³)	c (kPa)	φ (°)
1	素填土	18.0	15	18	19.0	12	15
2-1	粉质黏土	19.7	14	13	20.7	11	10
2-2	砾砂	20.5	0	33	21.5	0	28
3	粉质黏土	18.0	22	18	19.0	17	13
4	砂质黏性土	18.4	25	23	19.7	21	20
5-1	全风化砂岩	18.6	30	28	19.6	25	23
5-2	强风化砂岩	18.6	35	30	19.6	30	25

表 4-2 边坡稳定性判别标准

稳定系数 K	稳定性类型	稳定系数 K	稳定性类型
$K \geq 1.30$	稳定	$1.00 \leq K < 1.05$	较不稳定
$1.05 \leq K < K_s$	基本稳定	$K < 1.00$	不稳定

注：正常工况下取 $K_s=1.30$ ，饱和状态下取 $K_s=1.15$ 。

表 4-3 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	≥ 10	≥ 500	≥ 100	≥ 500
中等	$3 < \sim < 10$	$100 < \sim < 500$	$10 < \sim < 100$	$100 < \sim < 500$
小	≤ 3	≤ 100	≤ 10	≤ 100

表 4-4 地质灾害危险性分级表

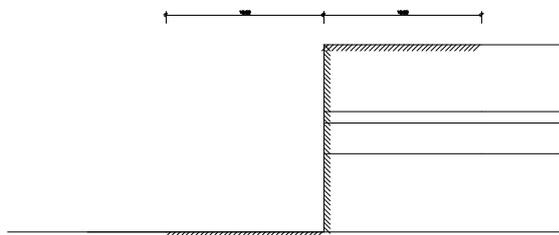
危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

本次分析分别选用正常工况和饱和状态两种工况条件，剖面结构按最不利岩土体条件进行分析，即场地岩土层自上而下分别：素填土 5.5m、粉质黏土 2.4m、砂质黏性土 12.8m。基坑开挖坡率按 1:0.75 未支护条件考虑。根据理正岩土计算软件，不同剖面不同工况计算

过程如下：

计算项目1： 居住用地、商业用地基坑边坡正常工况下边坡稳定性计算

[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
 地震烈度： 7 度
 水平地震系数： 0.100
 地震作用综合系数： 0.250
 地震作用重要性系数： 1.000
 地震力作用位置： 质心处
 水平加速度分布类型： 矩形

[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	12.000	0
3	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 4

层号	层厚(m)	重度(kN/m ³)	饱和重度(kN/m ³)	粘结强度(kpa)	孔隙水压力系数
1	5.000	18.400	19.400	60.000	---
2	2.000	20.500	21.500	0.001	---
3	0.700	19.700	20.700	50.000	---
4	4.300	18.000	19.000	40.000	---

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	25.000	23.000	21.000	20.000
2	0.000	33.000	0.000	28.000
3	14.000	13.000	11.000	10.000
4	15.000	18.000	12.000	15.000

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压力系数
1	10.000	18.600	19.600	80.000	---

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	35.000	30.000	30.000	25.000

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

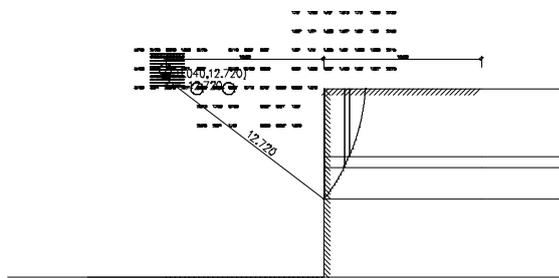
条分法的土条宽度: 1.000(m)

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 = (-0.040, 12.720) (m)

滑动半径 = 12.720(m)

滑动安全系数 = 0.615

总的下滑力 = 196.526 (kN)

总的抗滑力 = 120.903 (kN)

土体部分下滑力 = 196.526 (kN)

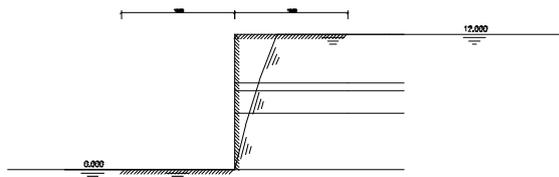
土体部分抗滑力 = 120.903 (kN)

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2: 居住用地、商业用地基坑边坡饱和条件下边坡稳定性计算

[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
 地震烈度: 7 度
 水平地震系数: 0.100
 地震作用综合系数: 0.250
 地震作用重要性系数: 1.000
 地震力作用位置: 质心处
 水平加速度分布类型: 矩形

[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	12.000	0
3	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 4

层号	层厚(m)	重度(kN/m ³)	饱和重度(kN/m ³)	粘结强度(kpa)	孔隙水压力系数
1	5.000	18.400	19.400	60.000	---
2	2.000	20.500	21.500	0.001	---
3	0.700	19.700	20.700	50.000	---
4	4.300	18.000	19.000	40.000	---

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	25.000	23.000	21.000	20.000
2	0.000	33.000	0.000	28.000
3	14.000	13.000	11.000	10.000
4	15.000	18.000	12.000	15.000

下部土层数 1

层号	层厚(m)	重度(kN/m ³)	饱和重度(kN/m ³)	粘结强度(kpa)	孔隙水压力系数
1	10.000	18.600	19.600	80.000	---

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	35.000	30.000	30.000	25.000

[水面信息]

采用总应力法
 不考虑渗透力作用
 不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 5 水面线起始点坐标: (0.000, 0.000)

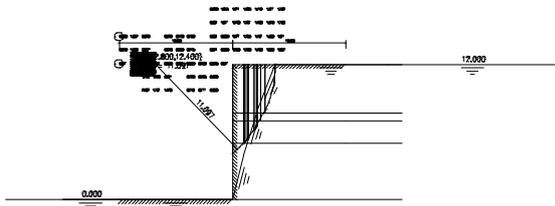
水面线号	水平投影(m)	垂直投影(m)
1	10.000	0.000
2	1.000	4.000
3	1.200	4.000
4	1.500	4.000
5	10.000	0.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法
 土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待
 稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面
 条分法的土条宽度: 1.000(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 = (2.800, 12.400) (m)
 滑动半径 = 11.097 (m)
 滑动安全系数 = 0.572
 总的下滑力 = 315.378 (kN)
 总的抗滑力 = 192.711 (kN)
 土体部分下滑力 = 315.378 (kN)
 土体部分抗滑力 = 192.711 (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)

根据理正岩土计算软件分析, 不同剖面不同工况边坡稳定性计算结果如下:

表 4-5 基坑边坡稳定性计算结果一览表

代表性剖面	工况	安全系数	稳定性	地质灾害发育程度	地质灾害危害性	地质灾害危险性
居住用地、商业用地	正常工况	0.615	不稳定	中等	中等	中等
	饱和状态	0.572	不稳定	中等	中等	中等

通过理正自动搜索最危险滑动面结果表明，基坑边坡在天然工况下边坡安全系数为 0.615，在饱和状态下边坡安全系数为 0.572，即基坑边坡在天然工况为不稳定~基本稳定状态。在饱和状态下为不稳定状态，基坑边坡崩塌、滑坡地质灾害发育程度中等。目前，该类边坡威胁对象主要为场地内施工人员、机械、设备等，威胁人数一般为 11~15 人，威胁财产超过 100 万元，但不超过 500 万元，故综合判定基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害危害程度中等，危险性为中等。

综上判定，评估区基坑边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

(二) 挖方边坡崩塌/滑坡

根据工程概况说明，本次片区工程建设时需要结合场地现状地势特点进行局部整平，由于建设区主要分布于片区东部，地势起伏较小，根据类似项目城市建设特点及片区建筑现状，预期片区在进行工程建设时不存在大开大挖现象，主要针对局部区域进行挖高填低，一般挖方高度不超过 2.0~8.0m，开挖坡率为 1:0.5~1:1.0。根据近场地岩土工程勘察报告，该类边坡岩性主要为坡积粉质黏土和残积砂质黏性土。

为评价该挖方边坡的稳定性，本次采用《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)推荐的圆弧滑动法对挖方边坡的稳定性进行分析，以此条件分析挖方边坡的稳定性。

本次评估计算采用总应力法，圆弧稳定分析方法采用 Bishop 法简化，根据工程经验，区内土质挖方边坡的稳定性受大气降雨影响明显，边坡失稳往往是在洪暴期间。因本区雨季长、降雨量丰富，连续暴雨期间地下水位可以上升至坡面，因此评价时按最不利的工况条件进行，即考虑在降雨浸泡挖方边坡的极端情况。计算采用理正岩土 6.5 计算软件，边坡计算所需土层计算参数见表 4-6，边坡稳定性判别标准、危害程度分级、危险性分级见表 4-2~4-4。

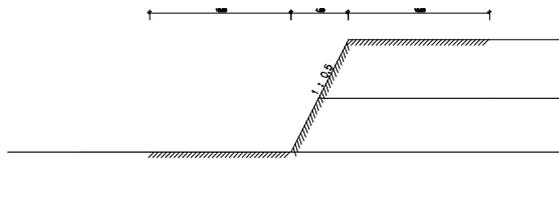
表 4-6 挖方边坡计算所需土层参数值表

岩土层名称		天然状态条件			饱和条件		
层号	名称	γ (kN/m ³)	c (kPa)	φ (°)	γ_{sat} (kN/m ³)	c (kPa)	φ (°)
3	粉质黏土	18.0	22	18	19.0	17	13
4	砂质黏性土	18.4	25	23	19.7	21	20

本次采用理正岩土计算软件对基坑边坡进行稳定性计算，计算过程如下：

计算项目3： 挖方边坡天然工况下边坡稳定性计算

[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
- 地震烈度: 7 度
- 水平地震系数: 0.100
- 地震作用综合系数: 0.250
- 地震作用重要性系数: 1.000
- 地震力作用位置: 质心处
- 水平加速度分布类型: 矩形

[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	4.000	8.000	0
3	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压力系数
1	3.800	18.400	19.400	60.000	---
2	4.200	18.000	19.000	50.000	---

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	25.000	23.000	21.000	20.000
2	22.000	18.000	17.000	13.000

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压力系数
1	5.000	18.400	19.400	60.000	---

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	25.000	23.000	21.000	20.000

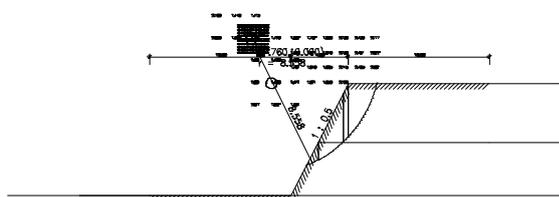
不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法
 土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待
 稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面
 条分法的土条宽度: 1.000(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]

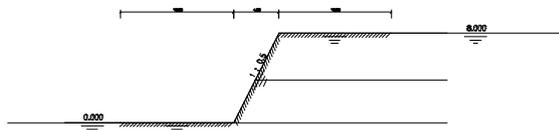


最不利滑动面:

滑动圆心 = (7.760, 10.000) (m)
 滑动半径 = 8.558(m)
 滑动安全系数 = 1.045
 总的下滑力 = 139.936(kN)
 总的抗滑力 = 231.821(kN)
 土体部分下滑力 = 139.936(kN)
 土体部分抗滑力 = 231.821(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4: 挖方边坡饱和状态下边坡稳定性计算

[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
 地震烈度: 7度
 水平地震系数: 0.100
 地震作用综合系数: 0.250
 地震作用重要性系数: 1.000
 地震力作用位置: 质心处

水平加速度分布类型：矩形

[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	4.000	8.000	0
3	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	3.800	18.400	19.400	60.000	---
2	4.200	18.000	19.000	50.000	---

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	25.000	23.000	21.000	20.000
2	22.000	18.000	17.000	13.000

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	5.000	18.400	19.400	60.000	---

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	25.000	23.000	21.000	20.000

[水面信息]

采用总应力法

不考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 3 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	4.000	8.000
3	10.000	0.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法： Bishop法

土条重切向分力与滑动方向反向时：当下滑力对待

稳定计算目标：自动搜索最危险滑裂面

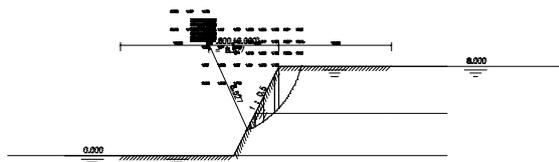
条分法的土条宽度：1.000(m)

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 = (7.800, 10.000) (m)
 滑动半径 = 8.527 (m)
 滑动安全系数 = 0.661
 总的下滑力 = 147.443 (kN)
 总的抗滑力 = 187.520 (kN)
 土体部分下滑力 = 147.443 (kN)
 土体部分抗滑力 = 187.520 (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)

根据理正岩土计算软件分析，不同工况挖方边坡稳定性计算结果如下：

表 4-7 挖方边坡稳定性计算结果一览表

工况	安全系数	稳定性	地质灾害发育程度	地质灾害危害性	地质灾害危险性
正常工况	1.045	较不稳定	中等	中等	中等
饱和状态	0.661	不稳定			

通过理正自动搜索最危险滑动面结果表明，挖方边坡在天然工况下边坡安全系数为 1.045，饱和状态下边坡安全系数为 0.661，即挖方边坡在天然工况为较不稳定状态，在饱和状态下为不稳定状态，挖方边坡崩塌、滑坡地质灾害发育程度中等。目前，该类边坡威胁对象主要为场地内施工人员、机械、设备等，威胁人数一般为 11~15 人，威胁财产一般为 100 万~500 万元，故综合判定挖方边坡崩塌/滑坡地质灾害危害程度中等，危险性为中等。

综上判定，评估区挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

(三) 填方边坡崩塌/滑坡

根据工程概况说明，片区工程建设时需要结合场地现状地势特点进行局部整平，由于建设区主要分布于片区东部，地势起伏较小，根据类似项目城市建设特点及片区建筑现状，预期片区在进行工程建设时不存在大开大挖现象，主要针对局部区域进行挖高填低，一般填方高度为 2~5m，回填坡率一般为 1:1.5~1:2。

本次采用《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)推荐的圆弧滑动法对填方边坡的稳定性进行分析，以此条件分析填方边坡的稳定性。计算采用总应力法，圆弧稳定分析方法

采用 Bishop 法简化，根据工程经验，区内土质挖方边坡的稳定性受大气降雨影响明显，边坡失稳往往是在洪暴期间。因本区雨季长、降雨量丰富，连续暴雨期间地下水位可以上升至坡面，因此评价时按最不利的工况条件进行，即考虑在降雨浸泡填方边坡的极端情况。计算采用理正岩土 6.5 计算软件，填方边坡计算所需土层计算参数见表 4-8，边坡稳定性判别标准、危害程度分级、危险性分级见表 4-2~4-4。

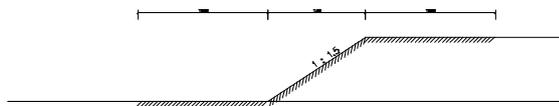
表 4-8 填方边坡计算所需土层参数值表

岩土层名称		天然状态条件			饱和条件		
层号	名称	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	γ_{sat} (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)
	填土	17.5	10	12	18.8	8	10
1	素填土	18.0	15	18	19.0	12	15

本次采用理正岩土计算软件对填方边坡进行稳定性计算，计算过程如下：

计算项目5：填方边坡天然工况下边坡稳定性计算

[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
- 地震烈度：7 度
- 水平地震系数：0.100
- 地震作用综合系数：0.250
- 地震作用重要性系数：1.000
- 地震力作用位置：质心处
- 水平加速度分布类型：矩形

[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	7.500	5.000	0
3	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kPa)	孔隙水压力系数
1	5.000	17.500	18.500	40.000	---

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	10.000	12.000	8.000	10.000

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	饱和重度 (kN/m ³)	粘结强度 (kpa)	孔隙水压 力系数
1	5.000	18.000	19.000	40.000	---

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	18.000	12.000	15.000

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop法

土条重切向分力与滑动方向反向时: 当下滑力对待

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

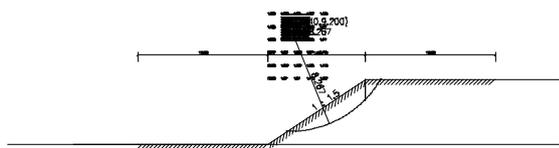
条分法的土条宽度: 1.000(m)

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 = (11.640, 9.200) (m)

滑动半径 = 8.267 (m)

滑动安全系数 = 0.865

总的下滑力 = 75.923 (kN)

总的抗滑力 = 117.657 (kN)

土体部分下滑力 = 75.923 (kN)

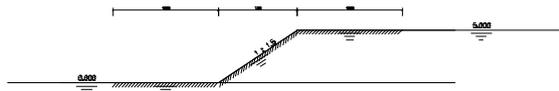
土体部分抗滑力 = 117.657 (kN)

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6: 填方边坡饱和状态下边坡稳定性计算

[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
 地震烈度: 7 度
 水平地震系数: 0.100
 地震作用综合系数: 0.250
 地震作用重要性系数: 1.000
 地震力作用位置: 质心处
 水平加速度分布类型: 矩形

[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	7.500	5.000	0
3	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚(m)	重度(kN/m ³)	饱和重度(kN/m ³)	粘结强度(kpa)	孔隙水压力系数
1	5.000	17.500	18.500	40.000	---

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	10.000	12.000	8.000	10.000

下部土层数 1

层号	层厚(m)	重度(kN/m ³)	饱和重度(kN/m ³)	粘结强度(kpa)	孔隙水压力系数
1	5.000	18.000	19.000	40.000	---

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	18.000	12.000	15.000

[水面信息]

采用总应力法
 不考虑渗透力作用
 不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 3 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	7.500	5.000

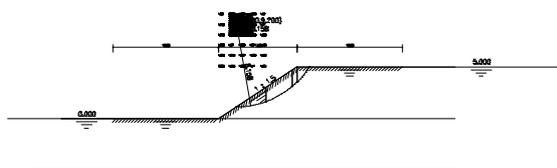
3 10.000 0.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法： Bishop法
 土条重切向分力与滑动方向反向时： 当下滑力对待
 稳定计算目标： 自动搜索最危险滑裂面
 条分法的土条宽度： 1.000(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 = (11.680, 9.200) (m)
 滑动半径 = 8.158(m)
 滑动安全系数 = 0.502
 总的下滑力 = 73.990(kN)
 总的抗滑力 = 91.737(kN)
 土体部分下滑力 = 73.990(kN)
 土体部分抗滑力 = 91.737(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)

根据理正岩土计算软件分析，不同工况填方边坡稳定性计算结果如下：

表 4-9 填方边坡稳定性计算结果一览表

工况	安全系数	稳定性	地质灾害发育程度	地质灾害危害性	地质灾害危险性
正常工况	0.865	不稳定	中等	中等	中等
饱和状态	0.502	不稳定			

通过理正自动搜索最危险滑动面结果表明，填方边坡在天然工况下边坡安全系数为 0.865，饱和状态下边坡安全系数为 0.502，即填方边坡在天然工况和饱和状态下均为不稳定状态，填方边坡崩塌、滑坡地质灾害发育程度中等。目前，该类边坡威胁对象主要为场地内施工人员、机械、设备等，威胁人数一般为 11~15 人，威胁财产为 100 万~500 万元，故综合判定填方边坡崩塌/滑坡地质灾害危害程度中等，危险性为中等。

综上判定，评估区填方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

二、地面沉降

1、形成机理

区内可能产生地面沉降的岩土体主要为表层分布的人工填土层，这类松散岩土体一般呈欠压实状态，具有承载力较低、孔隙率高、压缩性较高的特点。在上覆荷载作用下，会引起表层松散土体的进一步的压密固结，由此引发地面沉降地质灾害。

2、发生位置及致灾对象

参考周边类似项目特点，本工程主体工程一般采用桩基础，桩端持力层一般为强~中风化砂岩，由于这类岩石岩性坚硬，一般不易压缩变形，一般不考虑其地面沉降。但区内配套设施、道路等一般采用天然地基，基底持力层主要为素填土，这类岩土体结构松散，在上覆荷载作用下，可能引发地面沉降作用。因此，本次评估主要考虑场地内的填土在荷载作用下的压密固结，其范围位于填土分布区域。受地面沉降影响，可能导致地面开裂等现象。

根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）的规定和场地勘察，本次选取场地内人工填土、淤泥质土分布厚度相对较大处进行场地地基计算分析；沉降计算所需土层的物理力学参数见表 4-10。

表 4-10 土层物理力学参数表

层号	名称	重度 γ (kN/m ³)	压缩模量 E_s (MPa)	承载力特征值 kpa
1	素填土	18	3.5	120
2-1	粉质粘土	19.7	4.0	150
2-2	砾砂	20.5	12.0	200
3	粉质粘土	18	6.0	180
4	砂质粘性土	18.4	7.0	180

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

$$s = \varphi_s s' = \varphi_s \sum_{i=1}^n \frac{P_0}{E_{si}} (Z_i \bar{\alpha}_i - Z_{i-1} \bar{\alpha}_{i-1})$$

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

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)；

φ_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 Δz 的土厚度的计算变形值 (mm)。

本计算假设地基受恒定荷载, 对作用时间短暂的活动荷载引起的沉降未作考虑, 恒载基础底面所受荷载 P 参考《建筑结构荷载规范》(GB50009-2019) 中一般建筑荷载标准取值标准并结合此处地基所受荷载相对较小的实际情况, 取 $P=30\text{kPa}$ 。计算结果详见表 4-11~4-14。

表 4-11 场地北部 (DK1) 地面沉降量计算表

z	L	B	L/B	$z/0.5B$	α_i	$z_i\alpha_i$	$z_i\alpha_i-z_{i-1}\alpha_{i-1}$	P_0	E_i	$\Delta z_i\alpha_i/E_i$	$\Delta s_i'$	$\Sigma \Delta s_i'$
27.9	10	10	1.00	5.58	0.0855	2.3843	2.3843	30	3.5	0.68124	81.75	81.75
28.9	10	10	1.00	5.78	0.0830	2.3999	0.0155	30	3.5	0.00443	0.53	82.28
持力层承载力特征值 $f_{ak}=120\text{kPa}$, 查《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011), 联合查表得沉降计算经验系数 $\psi_s=1.03$, 计算最终沉降量为: $s=1.03*82.28=84.75\text{mm}$												

表 4-12 场地北部 (DK11) 地面沉降量计算表

z	L	B	L/B	$z/0.5B$	α_i	$z_i\alpha_i$	$z_i\alpha_i-z_{i-1}\alpha_{i-1}$	P_0	E_i	$\Delta z_i\alpha_i/E_i$	$\Delta s_i'$	$\Sigma \Delta s_i'$
12.4	10	10	1.00	2.48	0.1548	1.9195	1.9195	30	3.5	0.54843	65.81	65.81
13.4	10	10	1.00	2.68	0.1475	1.9765	0.0570	30	3.5	0.01628	1.95	67.77
持力层承载力特征值 $f_{ak}=120\text{kPa}$, 查《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011), 联合查表得沉降计算经验系数 $\psi_s=1.03$, 计算最终沉降量为: $s=1.03*67.77=69.8\text{mm}$												

表 4-13 场地北西 (SK2) 地面沉降量计算表

z	L	B	L/B	$z/0.5B$	α_i	$z_i\alpha_i$	$z_i\alpha_i-z_{i-1}\alpha_{i-1}$	P_0	E_i	$\Delta z_i\alpha_i/E_i$	$\Delta s_i'$	$\Sigma \Delta s_i'$
4.2	10	10	1.00	0.84	0.2327	0.9774	0.9774	30	6	0.16290	19.55	19.55
15.65	10	10	1.00	3.13	0.1331	2.0825	1.1050	30	7	0.15786	18.94	38.49
持力层承载力特征值 $f_{ak}=180\text{kPa}$, 查《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011), 联合查表得沉降计算经验系数 $\psi_s=0.75$, 计算最终沉降量为: $s=0.75*38.49=28.87\text{mm}$												

表 4-14 场地南部 (LK4) 地面沉降量计算表

z	L	B	L/B	$z/0.5B$	α_i	$z_i\alpha_i$	$z_i\alpha_i-z_{i-1}\alpha_{i-1}$	P_0	E_i	$\Delta z_i\alpha_i/E_i$	$\Delta s_i'$	$\Sigma \Delta s_i'$
4.3	10	10	1.00	0.86	0.2318	0.9967	0.9967	30	3.5	0.28476	34.17	34.17
5	10	10	1.00	1.00	0.2252	1.1260	0.1293	30	4	0.03234	3.88	38.05
7	10	10	1.00	1.40	0.2043	1.4301	0.3041	30	12	0.02534	3.04	41.09
7.6	10	10	1.00	1.52	0.1981	1.5053	0.0752	30	7	0.01074	1.29	42.38
8.6	10	10	1.00	1.72	0.1880	1.6165	0.1112	30	7	0.01589	1.91	44.29
持力层承载力特征值 $f_{ak}=120\text{kPa}$, 查《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011), 联合查表得沉降计算经验系数 $\psi_s=0.96$, 计算最终沉降量为: $s=0.96*44.29=42.52\text{mm}$												

4、危险性预测分析

由以上计算评价结果及分析可知，评估区内最大地面沉降量为 84.75mm，不超过 300mm，根据区域累计沉降量标准，地面沉降发育的可能性较弱；片区为建筑地基，主体建筑主要采用桩基础，一般不考虑地面沉降影响，不超过允许值 100mm。根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011），预测场地地面沉降发育的可能性弱（见表 4-15）。结合地质灾害危害程度表（表 4-3）和地质灾害危险性分级表（表 4-4），综合评定评估区地面沉降地质灾害危害程度小，危险性小。地面沉降主要威胁对象为场地内配套道路、地面建筑物、管线等。沉降的不同可能导致地面开裂、路面开裂、建筑物变形、管线受损等。

综上所述，预测评估区地面沉降发育程度较弱，危害程度小，危险性小。

表 4-15 地面沉降发育程度评估要素表

地面沉降指标		地质灾害发育程度			
		强	中等	弱	
区域累计沉降量(mm)		≥ 800	$300 < \sim < 800$	≤ 300	
建筑地基	建筑物高度	$H \leq 100m$	≥ 400	$100 < \sim < 400$	≤ 100
		$100m < H \leq 200m$	≥ 300	$75 < \sim < 300$	≤ 75
		$200m < H \leq 250m$	≥ 200	$50 < \sim < 200$	≤ 50

第二节 工程建设可能遭受地质灾害危险性的预测

工程建设完成后，根据评估区的地质环境条件、评估场地的初步资料、周边已发生的地质灾害以及将来的工程活动等因素，预测工程建设可能遭受的地质灾害主要为崩塌/滑坡（挖方边坡、填方边坡、现状边坡、自然山体）和地面沉降等 2 种。

一、崩塌/滑坡

（一）挖方边坡崩塌/滑坡

根据工程概况说明，片区工程建设时需要结合场地现状地势特点进行局部整平，由于建设区主要分布于片区东部，地势起伏较小，根据类似项目城市建设特点及片区建筑现状，预期片区在进行工程建设时不存在大开大挖现象，主要针对局部区域进行挖高填低，一般挖方高度不超过 2~8m，开挖坡率为 1:0.5~1:1.0。根据近场地岩土工程勘察报告，该类边坡岩性主要为坡积粉质黏土。通过理正自动搜索最危险滑动面结果表明，挖方边坡在天然工况下边坡安全系数为 1.045，饱和状态下边坡安全系数为 0.661，即挖方边坡在天然工况为较不稳定状态，在饱和状态下为不稳定状态，挖方边坡崩塌、滑坡地质灾害发育程度中等。目前，该

类边坡威胁对象主要为场地内施工人员、机械、设备等，威胁人数一般为 11~15 人，威胁财产一般为 100 万~500 万元，故综合判定挖方边坡崩塌/滑坡地质灾害危害程度中等，危险性为中等。

综上判定，评估区挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

（二）填方边坡崩塌/滑坡

根据工程概况说明，工程建设时需要结合场地现状地势特点进行局部整平，由于建设区主要分布于片区东部，地势起伏较小，根据类似项目城市建设特点及片区建筑现状，预期片区在进行工程建设时不存在大开大挖现象，主要针对局部区域进行挖高填低，一般填方高度为 2~5m，回填坡率一般为 1:1.5~1:2。通过理正自动搜索最危险滑动面结果表明，填方边坡在天然工况下边坡安全系数为 0.865，饱和状态下边坡安全系数为 0.502，即填方边坡在天然工况和饱和状态下均为不稳定状态，填方边坡崩塌、滑坡地质灾害发育程度中等。目前，该类边坡威胁对象主要为场地内施工人员、机械、设备等，威胁人数一般为 11~15 人，威胁财产为 100 万~500 万元，故综合判定填方边坡崩塌/滑坡地质灾害危害程度中等，危险性为中等。

综上判定，评估区填方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

（三）现状边坡崩塌/滑坡

受城市建设影响，评估区斜坡坡脚分布有一定的人工切坡，边坡高度为 1~30m，坡度为 25~60° 不等，坡体岩性主要为素填土、第四系坡积粉质黏土、残积砂质黏性土和全~强风化砂岩。本次主要划分为 21 段，边坡编号分别为 BP1~BP21。

为评价现状边坡的稳定性，针对裸露的土质边坡，本次采用《建筑边坡工程技术规范》坡率法进行分析，针对已治理边坡，本次分别从支护方案选择的合理性、边坡支护结构的施工质量、养护管理、边坡及支护结构变形破坏、支护效果、边坡位移监测等方面制定如下判别标准：

1、稳定

- ① 边坡与支护结构均无变形破坏迹象；
- ② 防护工程措施切合实际，针对性强；
- ③ 施工质量良好，治理效果好；
- ④ 维护管理良好。

2、基本稳定

- ① 边坡与支护结构均无明显变形破坏迹象；

- ② 防护工程措施符合边坡地质条件，针对性较强；
- ③ 无明显施工质量问题，治理效果较好；
- ④ 边坡维护管理有一定缺陷，整改后不影响边坡的稳定性。

3、较不稳定

① 局部出现变形破坏迹象，但变形破坏尚不至于导致整个坡面或主体部分失稳；

② 工程方案针对性不强，措施不合理，与具体地质条件不匹配，偏于危险，不能有效防护边坡失稳和变形，可能导致边坡局部坡面失稳或破坏；

③ 明显存在施工质量问题，尚难保证边坡安全的，有可能导致边坡的局部坡面失稳或破坏；

- ④ 边坡维护管理局部存在有害或违规现象的项目，可能影响边坡局部稳定。

4、不稳定

① 出现变形破坏迹象，变形破坏有可能导致整个坡面或主体部分失稳——直接和首要依据；

② 工程方案针对性不强，措施不合理，与具体地质条件不匹配，偏于危险，不能有效防护边坡失稳和变形，有可能导致边坡的整个坡面或主体部分失稳或破坏；——对于超高边坡是首要指标。

③ 明显存在施工质量问题，不能保证边坡安全的，有可能导致边坡整个坡面或主体部分失稳或破坏；

- ④ 边坡维护管理不到位、存在严重的有害或违规现象，可能影响边坡整体稳定的。

表 4-16 土质边坡坡率允许值

边坡岩土类别	状态	坡率允许值（高宽比）	
		坡高小于 5m	坡高 5m~10m
碎石土	密实	1:0.35 ~ 1:0.50	1:0.50 ~ 1:0.75
	中密	1:0.50 ~ 1:0.75	1:0.75 ~ 1:1.00
	稍密	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.25
黏性土	坚硬	1:0.75 ~ 1:1.00	1:1.00 ~ 1:1.25
	硬塑	1:1.00 ~ 1:1.25	1:1.25 ~ 1:1.50

通过现场调查及访问，现状边坡（BP1~BP21）为加固边坡，边坡早期已分别采用格构、挡土墙、植草护坡排水等支护措施进行了边坡防护，经边坡防护后，边坡稳定性明显增强，坡面植被发育良好，现状坡面支护结构未见明显的变形，属于基本稳定状态，边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度较弱，其威胁对象主要为坡脚过往人群、车辆等，威胁人数一般为 1~5

人，根据地质灾害危害程度表和地质灾害危险性分级表，边坡崩塌/滑坡地质灾害危害程度小，危险性小。

综上判定，评估区现状边坡崩塌/滑坡发育程度较弱，危害程度小，危险性小。

表 4-17 现状边坡评价一览表

序号	边坡编号	分布位置	高度 (m)	坡度 (°)	边坡评价	地质灾害发育程度	威胁对象	地质灾害危害性	地质灾害危害性
1	BP1	场地北西侧	20~23	40~60	边坡早期已分别采用格构+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为1~2人	小	小
2	BP2	场地北西侧	15~20	50~60	边坡早期已分别采用格构+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为1~2人	小	小
3	BP3	场地西侧	5~8	30~45	边坡早期已分别采用格构+植草+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群、车辆等,威胁人数一般为1~2人	小	小
4	BP4	场地西南侧	0~29	40~60	边坡早期已分别采用格构+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群、车辆等,威胁人数一般为5~10人	小	小
5	BP5	场地西南侧	5~6	40~45	边坡高度不大,坡度较缓,能够满足《建筑边坡工程技术规范》相应土质放坡要求,且边坡存在期间未见明显的崩塌、滑坡地质灾害现象,现状处于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为1~2人	小	小
6	BP6	场地南侧	20~39	40~60	边坡早期已分别采用格构+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群、车辆等,威胁人数一般为5~10人	小	小
7	BP7	场地南侧	10~18	40~60	边坡早期已分别采用植草+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群、车辆等,威胁人数一般为3~5人	小	小
8	BP8	场地西侧	16~30	40~50	边坡早期已分别采用格构+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群、车辆等,威胁人数一般为5~10人	小	小
9	BP9	场地北西	8~10	40~50	边坡早期已分别采用格构+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群、车辆等,威胁人数一般为3~5人	小	小
10	BP10	场地北西	5~15	40~50	边坡早期已分别采用格构+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群、车辆等,威胁人数一般为3~5人	小	小
11	BP11	场地北西	4~5	40~50	边坡高度不大,坡度较缓,能够满足《建筑边坡工程技术规范》相应土质放坡要求,且边坡存在期间未见明显的崩塌、滑坡地质灾害现象,现状处于基本稳定状态。	弱	过往人群、车辆等,威胁人数一般为1~2人	小	小
12	BP12	场地北部	2~10	50~60	边坡早期已分别采用浆砌石挡墙+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为1~2人	小	小
13	BP13	场地北部	5~13	25~40	边坡早期已分别采用植草+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为3~5人	小	小
14	BP14	场地北部	15~20	30~50	边坡早期已分别采用格构+植草等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为5~10人	小	小
15	BP15	场地北部	10~12	20~30	边坡早期已分别采用植草+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为3~5人	小	小

序号	边坡编号	分布位置	高度(m)	坡度(°)	边坡评价	地质灾害发育程度	威胁对象	地质灾害危害性	地质灾害危害性
16	BP16	场地北部	8~12	40~50	边坡早期已分别采用植草+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为3~5人	小	小
17	BP17	场地北部	3~5	40~50	边坡高度不大,坡度较缓,能够满足《建筑边坡工程技术规范》相应土质放坡要求,且边坡存在期间未见明显的崩塌、滑坡地质灾害现象,现状处于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为1~2人	小	小
18	BP18	场地北部	5~6	40~60	边坡高度不大,坡度较缓,能够满足《建筑边坡工程技术规范》相应土质放坡要求,且边坡存在期间未见明显的崩塌、滑坡地质灾害现象,现状处于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为1~2人	小	小
19	BP19	场地中部	8~10	50~60	边坡早期已分别采用植草+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为3~5人	小	小
20	BP20	场地中部	10~15	40~50	边坡早期已分别采用格构植草+排水等支护措施进行了边坡防护,经边坡防护后,边坡稳定性明显增强,坡面植被发育良好,现状坡面支护结构未见明显的变形,属于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为3~5人	小	小
21	BP21	场地中部	5~6	40~50	边坡高度不大,坡度较缓,能够满足《建筑边坡工程技术规范》相应土质放坡要求,且边坡存在期间未见明显的崩塌、滑坡地质灾害现象,现状处于基本稳定状态。	弱	过往人群,威胁人数一般为1~2人	小	小

(四) 自然山体崩塌/滑坡

根据现场调查, 评估区内西侧分布有残丘山体, 相对高差为 80.5m, 地形坡度为 10~20°, 坡面植被发育, 主要为乔木和灌木, 坡体岩性主要为侏罗系塘厦组砂岩, 山坡坡脚分布有较多人工切坡, 切坡高度为 1~30m 不等, 为一级~三级边坡。现状未见地下水分布, 水量贫乏, 周边未见明显的崩塌、滑坡地质灾害。

1、边坡稳定性评价方法

为评价自然斜坡的稳定性, 参考《广东省地质灾害特征认定和分级标准》(2021 年版), 本次采用半定性半定量稳定性评估方法, 其基本思路是根据坡体的地质环境条件, 将坡体(地质体)转化为形变场, 从中抽取评估因子, 建立评估模型。为了简化评估过程, 尽可能抽取主要影响因素, 最大限度降低评估的随意性和模糊性。本次评估采用定量—半定量方法, 即从影响边坡稳定性的众多因素中抽取环境条件、边坡破坏动力条件和边坡破坏变形现状等三个主要因素作为一级判别因子, 又将一级判别因子各划分出四个二级因子, 其中环境条件包括地形地貌、地层岩性、地质构造、主控界面与坡向的关系; 边坡破坏动力条件划分出降雨强度、地下水的补径排条件、人类工程活动强度和地震烈度四个二级因子; 边坡破坏变形现状中已发灾害的分布密度、发生年代、发生规模及危害对象等四个二级因子。在此基础上, 将每个二级判别因子划分为四个危险等级, 给出不同危险等级的划分原则、对应量值, 从而构成边坡危险性判别因子的量化准则(表 4-18)。

表 4-18 边坡危险性判别指标量化原则

一级判别指标	二级判别指标	三级量化指标			
		xi=6	xi=3	xi=1	xi=0
环境条件	地形地貌	坡角 > 30°, 相对高差 > 50m	坡角 20~30°, 相对高差 > 30~≤50m	坡角 10~20°, 相对高差 > 10~≤30m	坡角 < 10°, 相对高差 > 10m
	地层岩性	残坡积堆积物	一般粘性土	裂隙发育的岩层	完整的层状、块状岩层
	地质构造	活动性断裂分布区	断裂破碎带	断裂边缘影响带	无断裂分布区
	主控界面(层面、节理面)与坡向的关系	顺坡向, 主控界面倾角小于坡角	顺坡向, 主控界面倾角大于坡角	横坡向, 主控界面倾向与坡向相交	逆坡向, 主控界面倾向与坡向相反
边坡破坏动力条件	降雨强度	日降雨量大于 100mm	日降雨量 51~100mm	日降雨量 31~50mm	日降雨量 ≤ 30mm
	地下水补、迳、排条件及富水程度	有地下水, 河水补给地下水; 水量丰富	有地下水, 地下水补给河水; 水量中等	有地下水, 大气降水补给地下水; 水量贫乏	无地下水

一级判别指标	二级判别指标	三级量化指标			
		xi=6	xi=3	xi=1	xi=0
	人为因素	开挖深度>20m, 边坡坡度>60°	开挖深度>10~20m, 边坡坡度46~60°	开挖深度>5~10m, 边坡坡度30~45°	开挖深度<5m, 边坡坡度<30°
	地震烈度	地震动峰值加速度>0.1g	地震动峰值加速度 0.1g	地震动峰值加速度>0.05g	地震动峰值加速度<0.05g
边坡破坏变形现状	分布密度	边坡失稳现象多	边坡失稳现象较多	边坡失稳现象少	边坡无失稳现象
	发生年代	近期发生	早期发生	古滑坡、古崩塌	未发生
	灾害规模	大型	中型	小型	无
	危害对象	重要工程和居民密集区	重要工程分布区	一般工程	无人居住区

2、评价标准

评估边坡危险性时，首先根据表 4-18 的量化原则对 12 个二级判别因子赋值，并计算边坡危险性判别指数“X”，然后根据边坡危险性判别指数按表 4-19 判定边坡的危险性。为评估方便，危险性判别指数计算未考虑各项二级判别指标对边坡稳定性影响相对强弱。

边坡危险性判别指数“X”的计算公式为：

$$X = \sum(xi) / 12。$$

式中：

X—边坡危险性判别指数；

xi—二级判别因子的量值。

表 4-19 边坡危险性分级标准

边坡危险性判别指数	X>4	4≥X≥2.5	X<2.5
危险性分级	大	中等	小

(1) 危险性小的斜坡：工程地质条件良好，无不良地质特征和不利的构造面，斜坡在正常设计坡率情况下能保持稳定，斜坡不易产生变形，不需要采取防护和加固措施，为危险性分级 X<2.5 的斜坡；

(2) 危险性中等的斜坡：工程地质条件中等，无不良地质特征和不利的构造面，斜坡在正常设计坡率情况下能保持稳定，但在外部不利因素(雨水)影响下，坡面会出现

较小的变形或局部破坏，但不会影响安全，坡体不需要加固，只需适当做好截排水措施和进行坡面防冲刷防护，为危险性分级 $4 \geq X \geq 2.5$ 的斜坡；

(3) 危险性大的斜坡：工程地质条件复杂，有不良地质特征和不利的构造面，斜坡在正常设计坡率情况下不能保持稳定；坡体会出现严重变形、坍塌或破坏，对安全有较大影响，为危险性分级 $X > 4$ 的斜坡。

3、边坡稳定性评价

根据现场调查及区域地质资料，斜坡指标量化赋值分别见表 4-20。经计算，评估区自然斜坡危险性分级 $X=1.83$ ，根据边坡危险性分级标准（表 4-3、表 4-4），评估区自然斜坡危险性小，大部分拟建工程距离山坡较远，其危害对象主要为场地周边过往行人、车辆等，威胁人数小于 1~3 人。

表 4-20 评估区自然斜坡边坡危险性判别指标量化赋值表

一级判别指标	二级判别指标	自然山体特征	Xi 取值
环境条件	地形地貌	相对高差大于 50m，地形坡度一般为 $10^\circ \sim 25^\circ$ 不等	6
	地层岩性	裂隙发育的岩层	1
	地质构造	断裂边缘影响带	1
	主控界面（层面、节理面）与坡向的关系	横坡向，主控界面倾向与坡向相交	1
边坡破坏动力条件	降雨强度	日降雨量大于 100mm	6
	地下水补、迳、排条件及富水程度	无地下水	0
	人为因素	开挖深度一般为 10~20m	3
	地震烈度	地震动峰值加速度 0.1g	3
边坡破坏变形现状	分布密度	边坡无失稳现象	0
	发生年代	未发生	0
	灾害规模	无	0
	危害对象	一般工程分布区	1
合计			22
$X = \sum (xi) / 12$			1.83

综上所述，预测评估区自然山体崩塌/滑坡地质灾害的发育程度弱，危害程度为小，危险性为小。

二、地面沉降

评估区片区主体建筑主要采用桩基础，桩端持力层主要为强~中风化砂岩，由于这类岩石岩性坚硬，一般不易压缩变形，一般不考虑其地面沉降影响，但区内配套设施、道路等一般采用天然地基，基底持力层主要为素填土，这类岩土体结构松散，在上覆荷载作用下，可能引发地面沉降作用。由以上计算评价结果及分析可知，评估区内最大地面沉降量为 84.75mm，不超过 300mm，根据区域累计沉降量标准，地面沉降发育的可

能性较弱；片区为建筑地基，主体建筑主要采用桩基础，一般不考虑地面沉降影响，不超过允许值 100mm。根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011），预测场地地面沉降发育的可能性弱。结合地质灾害危害程度表和地质灾害危险性分级表，综合评定评估区地面沉降地质灾害危害程度小，危险性小。地面沉降主要威胁对象为场地内配套道路、地面建筑物、管线等。沉降的不同可能导致地面开裂、路面开裂、建筑物变形、管线受损等。

综上所述，预测评估区地面沉降发育程度较弱，危害程度小，危险性小。

第三节 预测评估小结

评估项目的建设可能引发的地质灾害类型为崩塌/滑坡（基坑边坡、挖方边坡、填方边坡）和地面沉降共 2 种地质灾害；工程项目在引发这些地质灾害的同时，其本身也可能遭受崩塌/滑坡（挖方边坡、填方边坡、现状边坡、自然山体）和地面沉降共 2 种地质灾害。

在各种预测的地质灾害中，基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；挖方边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；填方边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；现状边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；自然山体崩塌/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弱，危害程度小，危险性小。

表 4-21 地质灾害预测结果一览表

地质灾害类型		地质灾害发育程度	地质灾害危害程度	地质灾害危险性
工程建设可能引发的地质灾害	崩塌/滑坡	基坑边坡	中等	中等
		挖方边坡	中等	中等
		填方边坡	中等	中等
	地面沉降		弱	小
工程建设可能遭受的地质灾害	崩塌/滑坡	挖方边坡	中等	中等
		填方边坡	中等	中等
		现状边坡	弱	小

地质灾害类型		地质灾害发育程度	地质灾害危害程度	地质灾害危险性
	自然山体	弱	小	小
	地面沉降	弱	小	小

第五章 地质灾害危险性综合评估及防治措施

根据评估区内已发生的地质灾害类型、规模、危害程度及危险性，以及工程建设和使用过程中引发、加剧及遭受的地质灾害类型、危害程度及危险性，综合评估区内地质环境条件，采用定性——半定量的评价方法确定评估区内地质灾害危险性等级，划分地质灾害危险性分区，并提出相应的地质灾害防治措施。

第一节 地质灾害危害性综合评估原则与量化指标的确定

一、地质灾害危险性综合评估原则

根据评估区地质灾害危险性现状评估，预测评估的结果及评估区地质环境条件和潜在地质灾害的规模、稳定性及危险程度，充分考虑地质环境条件的差异，按照国土资源部的规定及《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023年修订版）》规定的有关原则：

1、按地质灾害的危害程度、危险性级别划分为危险性、危险性中等区和危险性小区。

2、遵循地质规律，结合工程特征，研究各个地段的地质环境条件，分析起主要作用或制约作用的灾种以及防治措施的相似性，如在同一危险性等级区中有不同的主导灾种或主要治理措施不同，应进一步划分分区，以便提高危险性评估的实用性。

3、各分区的范围必须包括本分区主导灾种的较完整的诱发区和影响区。

4、当危险性分区内存在多种地质灾害种类，以危险性最大的等级作为该分区的危险性等级。

二、评估方法与量化指标的确定

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，采用定性和半定量分析法，确定评估区地质灾害危险性等级分区。基本评价要素包括：地质环境条件复杂程度，已发及潜在地质灾害危险性程度，灾害点规模，地质灾害危害程度（工程或建筑物、受威胁人数、潜在经济损失等）。具体描述如下：

1、危险性大区：地质环境条件中等，潜在地质灾害至少有一种达到危险性大的级别，灾发规模中型及其以上，危害性大，危害对象为主要工程，潜在的经济损失较大，危险性大。

2、危险性中等区：地质环境条件中等，潜在地质灾害至少有一种达到危险性中等级别，灾发规模中型，危害性中等，危害对象为主体工程，潜在的经济损失中等~较大，危险性中等。

3、危险性小区：地质环境条件简单~中等，潜在地质灾害危险性小，灾发规模小，潜在的经济损失小，危害性小、危险性小。

4、危险性分区界线主要考虑以下几点：（1）地貌单元界线；（2）地层界线；（3）构造单元界线及断裂影响范围；（4）拟建工程用地总体规划布局；（5）地质灾害分布及影响范围。

确定评估范围各区段危险性的评估要素（量化指标）见表 5-1。

表 5-1 地表灾害危险性分区表

危险性 分级	地质环境 条件复杂 程度	地质灾 害危险 性	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
					工程或建筑 物	人数	
危险性	复杂—中等	大	大—中等	大—中 等	城镇或主体 建筑	≥100 人	≥500 万 元
危险性中等区	中等—简单	中等	小—中等	小—中 等	集中居民区 或附属建筑	10~100 人	100 万~ 500 万元
危险性小区	简单	小	小	小	分散居民区 或附属建筑	≤10 人	≤100 万 元

第二节 地质灾害危险性综合分区评估

如前所述，评估区区域背景条件为中等，地形地貌条件为中等，地层与岩石复杂程度中等，地质构造条件复杂程度为简单，岩土体类型及工程地质性质条件复杂程度中等，水文地质条件复杂程度中等，人类工程活动对地质环境影响程度复杂。综合分析，评估区的地质环境复杂程度为复杂。

评估区内未发现现状地质灾害，现状地质灾害发育程度弱，地质灾害危害程度小，危险性小。预测评估项目的建设可能引发的地质灾害类型为崩塌/滑坡（基坑边坡、挖方边坡、填方边坡）和地面沉降共 2 种地质灾害；工程项目在引发这

些地质灾害的同时，其本身也可能遭受崩塌/滑坡（挖方边坡、填方边坡、现状边坡、自然山体）和地面沉降共 2 种地质灾害。在各种预测的地质灾害中，基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；挖方边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；填方边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；现状边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；自然山体崩塌/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弱，危害程度小，危险性小。

根据上一节地质灾害危险性分区原则，本次分区主要以基坑边坡影响范围及规划红线为分区界线，将评估区划分为地质灾害危险性中等区（II）和危险性小区（III）两个级别区，评估区总面积 1122106m²，其中，地质灾害为危险性中等区（II）位于评估区内居住用地、商业用地基坑影响范围内，分区面积为 7083247m²，占评估区总面积的 63.1%；地质灾害为危险性小区（III）位于评估区内基坑影响范围以外其余区域，分区面积为 413779m²，占评估区总面积的 36.9%，又进一步细分为 2 个亚区，危险性小区第一亚区（III1）位于评估区内绿地、特殊用地红线范围内，分区面积为 257122m²，占评估区总面积的 22.9%，危险性小区第二亚区（III2）位于评估区内规划红线以外其余区域，分区面积为 156657m²，占评估区总面积的 14.0%。

综合地质灾害危险性分区整体情况见表 5-2。

表 5-2 地质灾害危险性分区综合说明表

危险性分区	分布范围、面积及占比	地质环境条件	现状地质灾害	预测地质灾害	综合评估	危害对象
II	位于评估区内居住用地、商业用地基坑影响范围内，分区面积为 7083247m ² ，占评估区总面积的 63.1%。	复杂	弱发育	基坑边坡崩塌/滑坡危害程度和危险性中等；挖方边坡崩塌/滑坡危害程度和危险性中等；填方边坡崩塌/滑坡危害程度中等和危险性中等；现状边坡崩塌/滑坡危害程度和危险性小；自然山体崩塌/滑坡危害程度和危险性小；地面沉降地质灾害危害程度和危险性小	危险性中等	基坑、道路、施工人员、机械、设备及建筑物

危险性分区	分布范围、面积及占比	地质环境条件	现状地质灾害	预测地质灾害	综合评估	危害对象
III1	位于评估区内绿地、特殊用地红线范围内，分区面积为257122m ² ，占评估区总面积的22.9%。	复杂	弱发育	现状边坡崩塌/滑坡危害程度和危险性小；自然山体崩塌/滑坡危害程度和危险性小；地面沉降地质灾害危害程度和危险性小	危险性小	道路、施工人员、机械、设备及建筑物
III2	位于评估区内规划红线以外其余区域，分区面积为156657m ² ，占评估区总面积的14.0%。	复杂	弱发育	现状边坡崩塌/滑坡危害程度和危险性小；地面沉降地质灾害危害程度和危险性小	危险性小	道路、施工人员、机械、设备及建筑物

第三节 建设用地适宜性评价

建设场地适宜性评价主要依据实施细则确定的原则（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。评价标准分级依次采用适宜、基本适宜和适宜性差三个级别。

表 5-3 建设用地适宜性分级表

级别	分级说明
适宜	地质环境条件简单，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~简单，工程建设遭受地质灾害危害的可能性中等~小，引发、加剧地质灾害的可能性和危险性中等，可采取措施进行处理，处理费用较高。
适宜性差	地质环境条件复杂，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害性大，可采取措施进行处理，但处理费用高。

根据各区地质环境复杂程度、工程建设可能遭受地质灾害危害和诱发加剧地质灾害的可能性、危险性、处理难易程度和费用等，进行建设适宜性分区及评价。

根据前文分析结果，评估区地质环境条件复杂程度为中等，总用地面积为89.18hm²，依据地质环境复杂程度、地质灾害危险性大小、地质灾害防治难度和地质灾害防治效益等，对规划用地的适宜性评估如下：

表 5-4 评估区工程建设用地适宜性评价表

危险性分区	用地面积 (hm ²)及占总 用地比例	评价要素				建设用地 适宜性评 估
		地质环境 条件复杂 程度	预测地质灾 害危害程 度	预测地质灾 害危险 性	处理难易度	
危险性 中等区 (II区)	63.47hm ² (71.17%)	复杂	小~中等	小~中等	地质灾害可采取 措施予以处理, 处理费用较高	基本适宜
危险性 小区 (III区)	25.71hm ² (28.83%)	复杂	小	小	地质灾害可采取 措施予以处理, 处理费用较低	适宜

根据危险性分区结果,规划区建设用地中基本适宜区面积为 63.47 公顷,占片区总面积的 71.17%;适宜区面积为 25.71 公顷,占片区总面积的 28.83%。由于基本适宜区占建设用地总面积的比例超过 30%,故综合评估建设用地适宜性为基本适宜,该工程项目建设是可行的。

综合本节所述,评估建设用地适宜性为基本适宜,地质灾害隐患主要为深基坑边坡、高挖方边坡、高填方边坡引起的崩塌/滑坡,通过开展场地专项勘察,采取相应的基坑支护措施、边坡加固措施、截排水措施,可减少地质灾害发生的可能性并降低其危险性。且治理工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时竣工验收工程施工和运行期间应定期进行监测,确保工程建设和运行安全。

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,应当配套建设用地地质灾害治理工程”,为防止地质灾害的发生,避免和减少地质灾害对边坡工程和地质环境造成破坏,确保工程正常使用,必须对边坡工程地质灾害进行治理。治理过程中应当坚持预防为主、避让与治理相结合,全面规划、突出重点的方针,本着可行性、合理性、经济性、有效性和针对性的原则。对可能引发以及工程本身可能遭受的地质灾害按不同区段、不同灾种提出以下防治措施:

(一) 基坑边坡崩塌/滑坡防治措施

1、由于基坑开挖深度大，属于危大工程，建议按照根据《广东省住房和城乡建设厅关于印发房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理实施细则的通知》及相关规范要求，进行基坑专项设计，并组织专家对基坑支护方案进行论证；

2、根据基坑支护深度，岩土体差异、地下水条件，建议采用桩+预应力锚索支护或桩+内支撑支护进行基坑支护，并采用止水帷幕措施，止水帷幕可以采用水泥土搅拌桩、高压旋喷桩方案。

3、施工过程中严禁在基坑顶一定距离内进行材料堆放，并严格控制基坑顶部施工荷载影响；

4、基坑开挖施工过程中，加强基坑边坡及支护措施的监测工作，应对基坑岩土性状、支护结构变位、沉降位移观测和周围环境条件的变化进行现场监测，并将监测结果及时反馈给有关单位和人员；

5、在基坑开挖过程中应注意做好止水措施，防止在基坑及其周边形成积水；

6、基坑周边回填土的质量应符合设计或相关规范要求。

（二）挖方边坡崩塌/滑坡防治措施

1、建议委托专业设计单位进行边坡设计，场地高差大，场地平整应充分考虑场地内的地势变化，按地形标高变化进行场地平整，尽量降低边坡开挖高度，地下室应尽量降低开挖深度和支护高度。

2、严格按照规范及设计要求进行放坡，开挖后对坡面采用格构+锚杆、挡土墙进行支护；

3、完善边坡的截排水措施，分别于边坡坡顶设置截水沟，坡面及坡脚设置排水沟；

4、结合周边地质环境特点及区域生态规划，选择三维网植草、喷播植草等绿化方案进行坡面复绿；

5、施工期间及施工后加强对边坡的监测工作。

（三）填方边坡崩塌/滑坡防治措施

1、对于填土较厚的区域宜根据填土高度及地形条件，选用绿化草皮防护，绿化草皮可采用喷射草籽绿化及挂三维网坡面加固；填方高度较大的边坡应进行台阶降坡，并采用浆砌片石骨架植草护坡或浆砌块石进行护坡；

2、填土应分层铺筑，均匀压实；填土基底为素填土或土质松散时，应在填筑前进行压实；

3、严格按照相关规范及设计要求控制填方边坡坡率；

4、根据设计及规范要求完善边坡排水措施，分别于坡顶、坡面、坡脚设置截排水沟，当填土厚度较大时，在填土内部设置深层排水通道，并与周边排水系统进行自然衔接；

5、施工过程中及施工后应加强对边坡进行定期监测，并加强地质灾害巡查工作。

（四）现状边坡崩塌/滑坡防治措施

加强对现状边坡的监测工作，特别是暴雨期间，做到及时发现、及时处理；对治理边坡定期进行地质灾害巡查工作。

（五）自然山体崩塌/滑坡防治措施

对自然山体进行定期监测，尤其是降雨或连续降雨情况下，并加强地质灾害巡查工作。

（六）地面沉降防治措施

1、根据建筑设计荷载要求和场地勘察成果选择合理的基底持力层，保证足够的嵌岩深度，以满足上部结构强度和变形要求的基础持力层；

2、加强对地面沉降进行监测；

3、填土应分层铺筑，严格控制压实度，建议填土压实采用分层强夯方案，以提高地基承载力。

二、地质灾害防治分区

地质灾害防治措施主要针对拟建工程地质环境条件、可能遭受的地质灾害类型、危害对象及危险程度具体制定。具体遵循以下三点原则：1、有效性；2、经济性；3、可操作性。结合拟建工程特点及综合分区，结合表 5-4 的划分标准，按轻重缓急和先后顺序，将评估区划为一般防治区，对应于危险性小区。防治措施为工程措施、监测措施。

表 5-4 地质灾害防治分区及防治措施表

防治分区	危险性分区	防治措施
次重点防治区	危险性中等区（II）	工程措施、生物措施、监测措施
一般防治区	危险性小区（III）	生物措施、监测措施

第五节 综合评估小节

评估区总面积 1122106m²，本次分区主要以基坑边坡影响范围及规划红线为分区界线，将评估区划分为地质灾害危险性中等区（II）和危险性小区（III）两个级别区，其中，地质灾害为危险性中等区（II）位于评估区内居住用地、商业用地基坑影响范围内，分区面积为 7083247m²，占评估区总面积的 63.1%；地质灾害为危险性小区（III）位于评估区内基坑影响范围以外其余区域，分区面积为 413779m²，占评估区总面积的 36.9%，又进一步细分为 2 个亚区，危险性小区第一亚区（III1）位于评估区内绿地、特殊用地红线范围内，分区面积为 257122m²，占评估区总面积的 22.9%，危险性小区第二亚区（III2）位于评估区内规划红线以外其余区域，分区面积为 156657m²，占评估区总面积的 14.0%。

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，综合判定规划片区建设用地适宜性为基本适宜。工程建设前，通过针对性工程处理后，如专项勘察、基坑支护、边坡加固、截排水等措施，可避免或减少地质灾害发生的可能性和降低其危险性。

地质灾害防治分区将评估区划分为地质灾害次重点防治区和一般防治区。次重点防治区对应地质灾害危险性中等区（II），主要的防治措施为工程措施、生物措施和监测措施；一般防治区对应危险性小区（III），主要的防治措施为监测措施。

第六章 结论及建议

第一节 结论

1、评估区区域地质背景条件中等；地形地貌条件中等，地层岩性复杂程度中等，地质构造条件简单，水文地质条件中等、岩土类型及工程地质条件中等，人类工程活动强烈，对地质环境条件影响程度复杂，综合评定评估区地质环境条件复杂程度为复杂。致灾因素分析：综合分析评估区地质环境因素对致灾地质作用的形成，发育可能产生的影响，确定主导致灾因素为岩土体工程地质性质，从属因素是水文地质条件，激发因素为人类工程活动及降雨，其它因素为次要因素

2、评估项目为区域评估项目，属于重要建设项目，区内地质环境复杂程度为复杂，本项目评估等级确定为一级。

3、评估区现状地质灾害发育程度弱，地质灾害危害程度小，危险性小。

4、评估项目的建设可能引发的地质灾害类型为崩塌/滑坡（基坑边坡、挖方边坡、填方边坡）和地面沉降共 2 种地质灾害；工程项目在引发这些地质灾害的同时，其本身也可能遭受崩塌/滑坡（挖方边坡、填方边坡、现状边坡、自然山体）和地面沉降共 2 种地质灾害。在各种测的地质灾害中，基坑边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；挖方边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；填方边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；现状边坡崩塌/滑坡地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小；自然山体崩塌/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弱，危害程度小，危险性小。

5、评估区总面积 1122106m²，本次分区主要以基坑边坡影响范围及红线为分区界线，将评估区划分为地质灾害危险性中等区（II）和危险性小区（III）两个级别区，其中，地质灾害为危险性中等区（II）位于评估区内居住用地、商业用地基坑影响范围内，分区面积为 7083247m²，占评估区总面积的 63.1%；地质灾害为危险性小区（III）位于评估区内基坑影响范围以外其余区域，分区面积为 413779m²，占评估区总面积的 36.9%，又进一步细分为 2 个亚区，危险性小区第一亚区（III1）位于评估区内绿地、特殊用地红线范围内，分区面积为 257122m²，占评估区总面积的 22.9%，危险性小区第二亚区（III2）位于评估区内红线以外其余区域，分区面积为 156657m²，占评估区总面积的 14.0%。

6、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，综合判定片区的建设用地适宜性为基本适宜。工程建设前，通过针对性工程处理后，如专项勘察、基坑支护，可避免或减少地质灾害发生的可能性和降低其危险性。

7、地质灾害防治分区将评估区划分为地质灾害次重点防治区和一般防治区。次重点防治区对应地质灾害危险性中等区（II），主要的防治措施为工程措施、生物措施和监测措施；一般防治区对应危险性小区（III），主要的防治措施为监测措施。

第二节 建议

1、本次评估报告有效期为五年。

2、依据省自然资源部门有关规定，下列工程建设项目应单独开展地质灾害危险性评估，并按评估结论落实防治措施：（一）重点工程或大型以上建设工程，包括机场、轨道交通、高速公路、桥梁工程（总长度 $>1000\text{m}$ ）、隧道工程（长度 $>1000\text{m}$ ），水库（库容 $>1\times 10^8\text{m}^3$ ）；特殊项目，包括核电站、发射性设施、广播电视中心、液化石油气（煤气）储备厂（容积 $>1\times 10^4\text{m}^3$ ），危化品处理工程、废弃物填埋场、构筑物（高度 $>120\text{m}$ ）；（三）生命线工程，包括输水管道、输气（油）管道、输变电工程。

3、本次地质灾害危险性评估按最不利条件进行分析和预测，其岩土相关的计算仅作为地质灾害定量评估的手段，其计算结果不能作为后续设计和施工工作的依据。

4、为保护评估区地质环境，避免和减轻开发建设及使用过程中可能出现的地质灾害，建议片区规划、设计、施工过程中，参照本报告提出的地质灾害防治措施，结合以往经验做好预测潜在地质灾害的预防工作。

5、片区建设过程中，应充分考虑周边的自然环境和社会环境，合理使用土地，尽量减少开挖和回填土方工程量，强化水土保持制度，做好绿化措施，避免或减轻对环境的污染和破坏，对不可避免的破坏应在工程完工后及时恢复。

6、片区建设应委托相关地灾防治资质的单位进行设计施工，并做好同时设计、同时施工、同时投入使用；做好地质灾害的巡查、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。

7、建设单位应按《地质灾害危险性评估报告》提出的防治措施和《地质灾害防治条例》第二十四条的规定，做好地质灾害防治工作，配套建设地质灾害治理工程，并落实三同时（同时设计、同时施工和同时验收）制度，接受有关部门的监督检查。

附件一 现场照片



照片 1：场地西部现状（镜头 W）



照片 2：场地南部地貌现状（镜头 S）



照片 3：场地北部边坡现状（镜头 N）



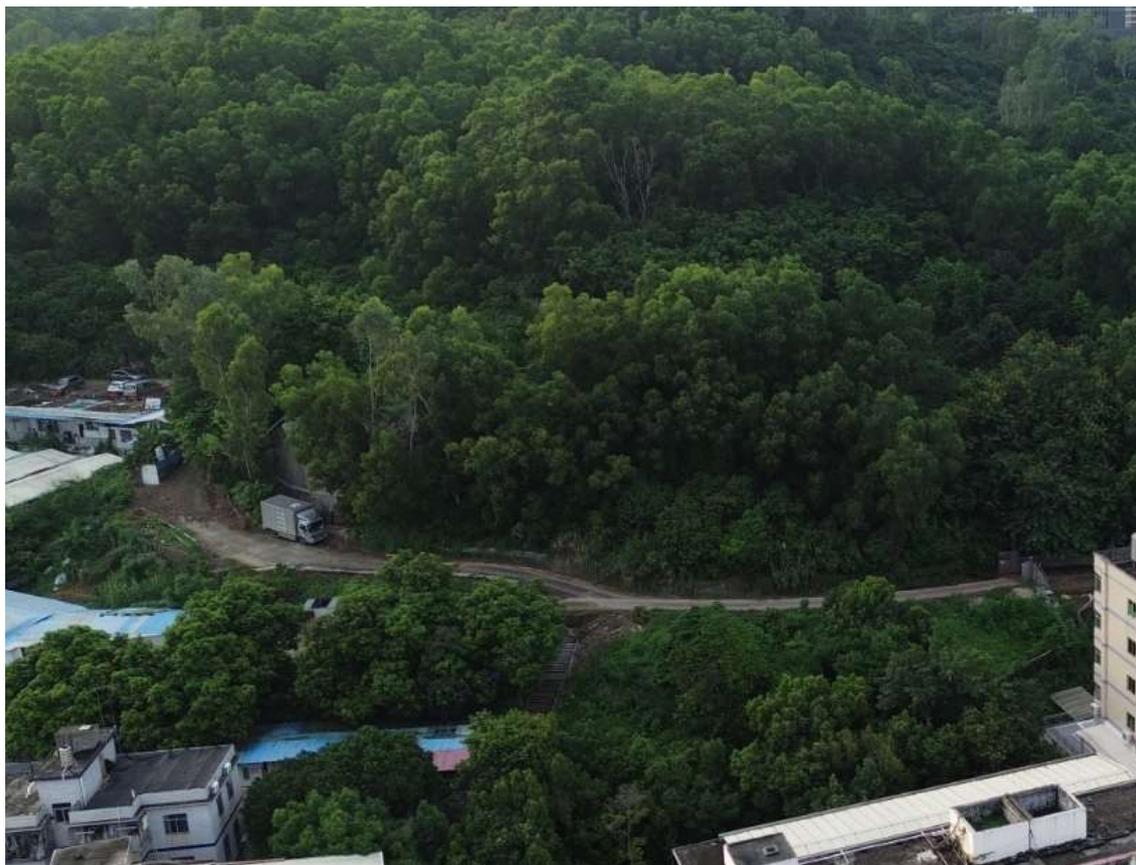
照片 4：片区西部边坡全貌（镜头 W）



照片 5：片区南部边坡现状（镜头 S）



照片 6：片区西部边坡现状（镜头 W）



照片 7：片区西部边坡现状（镜头 W）

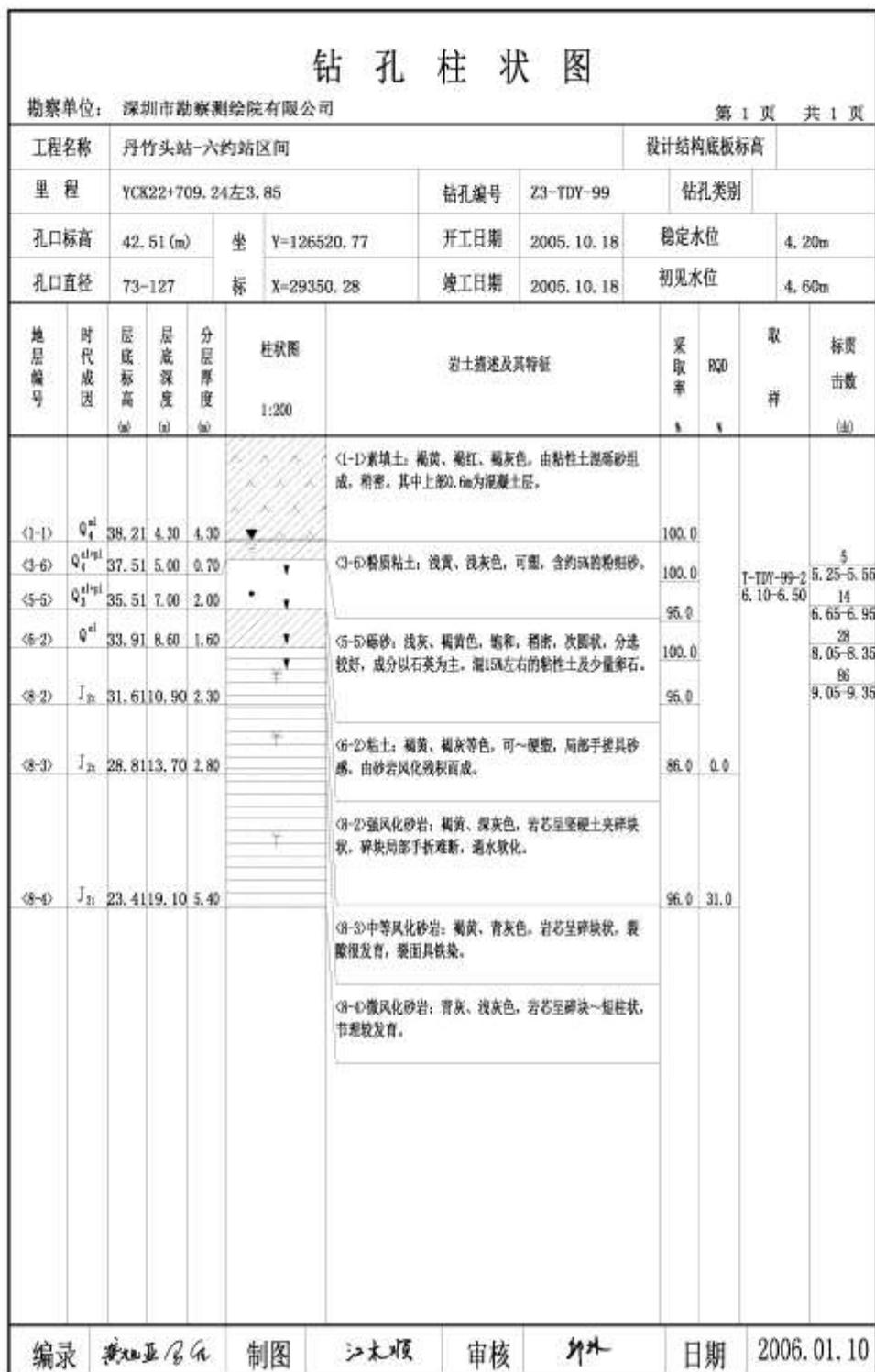


照片 8：片区西部边坡现状（镜头 W）



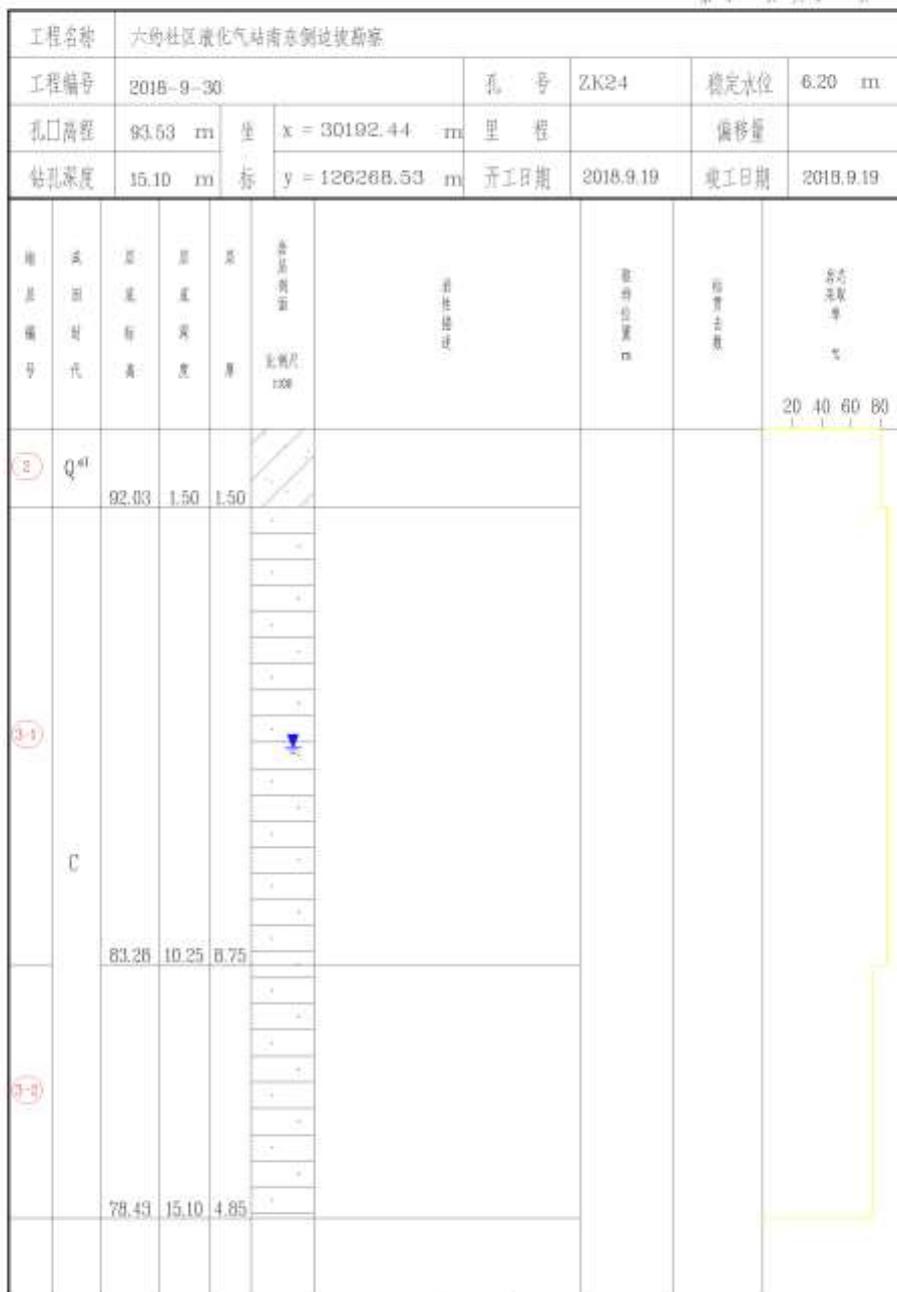
照片 9：片区北部边坡现状（镜头 N）

附件二 典型钻孔柱状图



钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页



工程负责: *李峰* 审核: *李峰* 校对: *洪平亮*

钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称		深圳蓄能发电有限公司深圳抽水蓄能电站运营管理基地地质勘察					
工程编号		2018.07.08		孔 号		ZK32	
孔口高程		86.60 m		座 标		x = 30320.68 m	
钻孔深度		39.72 m		开工日期		2018.06.28	
				竣工日期		2018.06.29	
				稳定水位		m	
				测量水位日期			

时代	地层	层底	层底	分层	柱状图	地层描述	取 样	标 高 去 数	岩 芯 采 取 率	稳 定 水 位
成因	编号	高程 (m)	深度 (m)	厚度 (m)	±300				30 40 50 60 80	(m)
Q ^{ml}	(1)	73.20	13.40	13.40	[X-Grid]	土层。				
J	(2-2)	70.40	16.20	2.80	[X-Grid]	强风化凝灰质砂岩: 褐灰、黄褐, 青灰色等色, 裂隙破碎, 层状呈碎块状, 块状, 裂隙发育, 不均匀, 共有少量或多量中风化碎块。				
	(2-1)	58.10	27.50	11.30	[X-Grid]	强风化凝灰质砂岩: 褐灰、黄褐等色, 层状至半层状, 碎块状, 层状, 裂隙发育, 不均匀, 共有少量或多量块状强风化。				
	(2-2)	53.20	31.40	5.90	[X-Grid]	强风化凝灰质砂岩: 褐灰、黄褐, 青灰色等色, 层状破碎, 层状呈碎块状, 块状, 裂隙发育, 不均匀, 共有少量或多量中风化碎块。				
	(2-3)	51.00	30.60	2.20	[X-Grid]	中风化凝灰质砂岩: 褐灰、青灰色等色, 层状破碎, 层状呈碎块状, 块状, 层状, 裂隙较硬, 敲击声哑。				
	(2-4)	46.98	39.72	4.12	[X-Grid]	强风化凝灰质砂岩: 青灰色, 层状块状, 层状, 层状, 层状结构清晰, 层状至层状, 裂隙发育, 敲击声哑。				

工程技术负责: 陈平艺 审核: [Signature] 制图: [Signature] 图号:

附件三 技术负责人职称证书



附件四 评估人员资格证书



