

甲级地质灾害危险性评估单位证书编号：440020231110064

# 广东省清远连南产业园区 地质灾害危险性评估报告

广东煤炭地质二〇二勘探队

二〇二四年十月

---

# 广东省清远连南产业园区 地质灾害危险性评估报告

职 责	姓 名	证书编号	签 名
评估人员	任柯霖	粤 0230152	
	陈绍熙	粤 2255	
	蔡杏兰	粤 2454	
	吴敏敏	粤 2254	
	龚雨杭	粤 2452	
	张俊杰	粤 20230154	
	杨 广	粤 20230153	
项目负责人	任柯霖		
审 核	丁郑军		
技术负责人	田 辉		
单位负责人	王皎锋		

广东煤炭地质二〇二勘探队

二〇二四年十月

---

# 目 录

前 言 .....	1
第一节 评估任务由来 .....	1
第二节 评估工作依据 .....	2
第三节 主要任务和要求 .....	4
<b>第一章 评估工作概述 .....</b>	<b>6</b>
第一节 地理位置及交通 .....	6
第二节 工程、规划概况与征地范围 .....	7
第三节 以往工作程度 .....	37
第四节 工作方法及完成工作量 .....	41
第五节 评估范围与级别的确定 .....	46
第六节 评估的地质灾害类型 .....	47
<b>第二章 地质环境条件 .....</b>	<b>48</b>
第一节 区域地质背景 .....	48
第二节 气象水文 .....	53
第三节 地形地貌 .....	55
第四节 地层与岩石 .....	59
第五节 地质构造 .....	60
第六节 岩土类型及工程地质性质 .....	60
第七节 水文地质条件 .....	75
第八节 人类工程活动对地质环境的影响 .....	81
第九节 地质环境条件评估小结 .....	81
<b>第三章 地质灾害危险性现状评估 .....</b>	<b>83</b>
第一节 地质灾害类型及特征 .....	83
第二节 地质灾害危险性现状评估 .....	87
第三节 地质灾害危险性现状评估小结 .....	88

---

<b>第四章</b>	<b>地质灾害危险性预测评估</b> .....	<b>89</b>
第一节	工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测 .....	89
第二节	工程建设可能遭受地质灾害危险性预测 .....	171
第三节	地质灾害危险性预测评估小结 .....	174
<b>第五章</b>	<b>地质灾害危险性综合分区评估及防治措施</b> .....	<b>177</b>
第一节	地质灾害危险性评估原则与综合评估量化指标的确定 .....	177
第二节	地质灾害危险性综合分区评估 .....	179
第三节	建设用地适宜性评估 .....	188
第四节	地质灾害预防措施 .....	191
第五节	地质灾害危险性综合分区评估小结 .....	196
<b>第六章</b>	<b>结论与建议</b> .....	<b>197</b>
第一节	结论 .....	197
第二节	建议 .....	199

**附 图**

图 号	顺序号	图 名	比例尺
1-1	1	广东省清远市连南产业园（北江片区）地质灾害分布图	1：3000
1-2	2	广东省清远市连南产业园（金光片区）地质灾害分布图	1：4000
1-3	3	广东省清远市连南产业园（迴龙片区）地质灾害分布图	1：3000
2-1	4	广东省清远市连南产业园（北江片区）地质灾害危险性综合分区评估图	1：3000
2-2	5	广东省清远市连南产业园（金光片区）地质灾害危险性综合分区评估图	1：4000
2-3	6	广东省清远市连南产业园（迴龙片区）地质灾害危险性综合分区评估图	1：3000

**附件（附报告内）**

- 1、委托书（1张）
- 2、评估单位资质证书（1张）
- 3、评估人员培训证书和职称证书（10张）
- 4、技术负责人职称证书（1张）
- 5、野外地质灾害综合调查照片（11张）
- 6、代表性钻孔柱状图及照片（6孔）
- 7、岩土试验报告（3张）
- 8、初审意见

## 前言

### 第一节 评估任务由来

国家、广东省出台扶持少数民族地区发展的利好政策，如《中共广东省委广东省人民政府《关于推动我省民族地区加快高质量发展的意见》(粤发[2019]18号)》等相关政策的下发，推动广州多个区、集团、学校等对连南产业发展的对口帮扶。2020年5月27日，民族地区高质量发展现场推进会在连南举行。会议总结分析了省18号文的贯彻落实情况，要求民族地区增强担当作为意识，充分发挥内外因作用，主动对接融入国家和省发展大战略，找到发展契机和切入点，乘势借力，搭上发展的快车。

寨岗镇作为连南县域产业中心，整合产业园区，以省级园区标准建设民族健康产业园，推动连南二产由片区分散、规模小、聚集程度低向高质量发展有着重要意义，而连南县12家规上企业，7家在寨岗，未来将成为连南工业产业主阵地。

根据“关于同意《连南瑶族自治县民族生态产业园控制性详细规划》《连南瑶族自治县民族生态产业园产业发展规划》的批复”（连南瑶族自治县人民政府，2022年7月1日）函件：经2022年4月28日县委十四届第25次常委会会议、2月17日县政府十六届第7次常务会议研究，原则同意《连南瑶族自治县民族生态产业园控制性详细规划》《连南瑶族自治县民族生态产业园产业发展规划》。请你镇会同县产业园区事务中心抓好组织实施，同时进一步明确民族地区产业园的发展方向，积极主动与上级沟通对接，全力加快省级绿色产业园申报创建工作。

连南瑶族自治县民族生态产业园为1个项目包含3个片区，因此本次地质灾害危险性评估包含3个片区。总用地面积为273.20公顷，其中金光片区188.89公顷，廻龙片区34.12公顷，北江片区50.19公顷。金光片区居中，距北侧北江片区约1.8km，距南西侧廻龙片区约4.1km。

**最终批复面积为金光片区81.57公顷，廻龙片区16.72公顷，北江片区23.07公顷，总面积121.36公顷，经与业主沟通，本次评估以最终批复的总面积范围，即121.36公顷进行地质灾害危险性评估工作。**

本项目拟建场址位于广东省清远市连南瑶族自治县境内，根据《清远市连南瑶族自治县地质灾害防治“十四五”规划(2023年6月)》，评估区位于地质灾害高易发区(A3)，

主要灾种为崩塌、滑坡及泥石流等。

根据国务院《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工作的通知》、《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》等规定和要求，需对该建设项目进行地质灾害危险性评估工作。

2024年5月8日，受连南瑶族自治县产业园区事务中心委托，由我单位（广东煤炭地质二〇二勘探队）开展广东省连南产业园地质灾害危险性评估工作。

## 第二节 评估工作依据

### 一、法规和政策依据

- 1、国务院《地质灾害防治条例》（国务院令 第 394 号），2003 年 11 月 24 日；
- 2、国土资源部《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 22 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《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；
- 6、国务院《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；
- 7、《广东省人民政府办公厅印发贯彻落实国务院关于加强地质灾害防治工作决定重点工作分工方案的通知》（粤办函〔2011〕672 号）；
- 8、广东省十一届人大常委会《广东省地质环境管理条例（2012 修正）》，2012 年 7 月 26 日；
- 9、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〔2013〕49 号）；
- 10、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。
- 11、广东省地质灾害防治协会关于做好《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）。

12、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）。

13、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）。

## 二、技术规范、标准及规定

- 1、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- 2、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），2024年9月；
- 3、《综合工程地质图图例及色标》（GB12328-90）；
- 4、《1:2.5万~1:5万工程地质调查规范》（GBD14003-89）；
- 5、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 6、《工程岩体分级标准》（GB/50218-2014）；
- 7、《岩土工程勘察规范》（GB/50021-2001，2009版）；
- 8、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016版）；
- 9、《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）；
- 10、《建筑结构荷载规范》（GB50009-2012）；
- 11、《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2017）；
- 12、《建筑地基基础设计规范》（广东省标准）（DBJ15-31-2016）；
- 13、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 14、《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2012）；
- 15、《崩塌防治工程设计规范（试行）》（T/CAGHP032-2018）
- 16、《滑坡防治工程施工技术规范（试行）》（T/CAGHP038-2018）
- 17、《滑坡、崩塌、泥石流灾害调查规范（1:50000）》（DZ/T0261-2014）；
- 18、《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）；
- 19、《建筑基坑工程监测技术规范》（GB50497-2009）；
- 20、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；
- 21、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；
- 22、《崩塌/滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；

- 23、《场地地质灾害危险性评估技术要求(试行)》（T/CAGHP025-2018）
- 24、《崩塌防治工程勘查规范（试行）》（T/CAGHP011-2018）
- 25、《崩塌防治工程施工技术规范（试行）》（T/CAGHP041-2018）
- 26、《地质灾害危险性评估报告及图件编制规程（试行）》（T/CAGHP071-2020）
- 27、《滑坡防治设计规范》（GB/T38509-2020）
- 28、《地面沉降调查与监测规范》DZ/T 0283-2015
- 29、《1: 5 万岩溶塌陷调查规范(征求意见稿)》
- 30、《岩溶地面塌陷防治工程勘查规范(试行)》（T/CAGHP076-2020）
- 31、《岩溶地区建筑地基基础技术标准》（GB/T51238-2018）
- 32、《市政工程勘察规范》（CJJ56-2012）

### 三、任务依据及主要参考资料

- 1、委托书、合同文件；
- 2、《工程地质手册》（第五版）；
- 3、《水文地质手册》（第二版）；
- 4、《地质灾害防治条例实施手册》（刘传正等）；
- 5、“关于同意《连南瑶族自治县民族生态产业园控制性详细规划》《连南瑶族自治县民族生态产业园产业发展规划》的批复”（连南瑶族自治县人民政府，2022年7月1日）
- 6、其它参考资料尚包括第一章“以往工作程度”中所列的区域地质、水文地质资料、可研报告、控制性规划及岩土工程勘察报告。

### 第三节 主要任务和要求

本次评估工作的主要目的是：调查和分析评估区的地质环境条件，确定评估区地质环境条件复杂程度、致灾因素，调查和分析现状地质灾害类型及基本特征，对拟建项目的建设引发地质灾害的可能性和工程建设遭受地质灾害的可能性做出评估，进行地质灾害危险性现状评估、预测评估和综合评估，提出防治地质灾害措施与建议，并作出工程建设用地适宜性评估结论。评估工作的主要内容和要求如下：

- 1、收集分析拟建项目所在区域的区域地质、工程地质、环境地质、水文地质以及气象、水文、地震和工程规划，设计及环保等方面资料；调查拟建项目及周边

的地貌、地层、岩性、地质构造、工程地质、水文地质、人类工程活动等地质环境条件，对地质环境条件的复杂程度作出判定，划分影响致灾地质作用的主导因素、从属因素和激发因素，结合拟建项目特点，合理确定拟建项目工程的地质灾害危险性评估等级和评估范围；

2、通过地质灾害调查，基本查明评估区内已发生的地质灾害类型、分布、数量、规模、特征、危害对象及损失情况等，分析灾害形成的地质环境条件、主要引发因素与形成机制，对其稳定性进行初步评价，在此基础上对其危险性以及其对工程危害的范围与程度做出现状评估。

3、根据拟建工程的类型、规模、施工方式等因素，结合已发地质灾害和地质环境条件，对拟建工程项目建设引发地质灾害，以及项目建成后可能遭受地质灾害的可能性、危害程度和危险性进行预测评估；

4、综合评估区范围内地质环境条件、已发的地质灾害和潜在地质灾害情况进行地质灾害危险性综合评估，确定地质灾害危险性等级和分区范围，评估拟建工程建设用地的适宜性；

5、根据评估区范围内的地质环境条件、地质灾害发育情况，结合工程建设特点提出地质灾害防治措施与建议。

当规划场地范围、内容作出较大调整或地质环境条件发生重大变化时，应对原评估报告做出的场地危险性分区及场地适宜性评估结论进行重新评估，重新编制地质灾害危险性评估报告。地质灾害危险性评估不能代替地质灾害勘查、工程地质勘察等相关工作。

评估（不含区域评估）工作结束后两年，工程建设仍未进行，应重新进行地质灾害危险性评估工作；区域地质灾害危险性评估报告时效期原则上与区域规划期一致。

规划区内实施按工程建设项目区域评估技术规范例外清单工程项目，须依法依规实行单独地质灾害危险性评估。

# 第一章 评估工作概述

## 第一节 地理位置及交通

连南瑶族自治县民族生态产业园位于广东省清远市连南瑶族自治县寨岗镇,共涉及三个片区,分别为金光片区、北江片区与廻龙片区,均位于城镇开发边界内,项目建设场地地理位置东经 112.365,北纬 24.546。寨岗镇位于粤西北山区,连南瑶族自治县境的东南部,东邻阳山县黎埠镇,南邻怀集县,西接连南瑶族自治县的香坪镇和大麦山镇,北接连南瑶族自治县的三排镇,寨岗镇对外交通重点依托省道 261 及省道 262 及许广高速,镇中心区位于金光片区南面,镇内具备较好的交通条件,交通位置较方便。评估区位置详见交通位置图(图 1-1)。

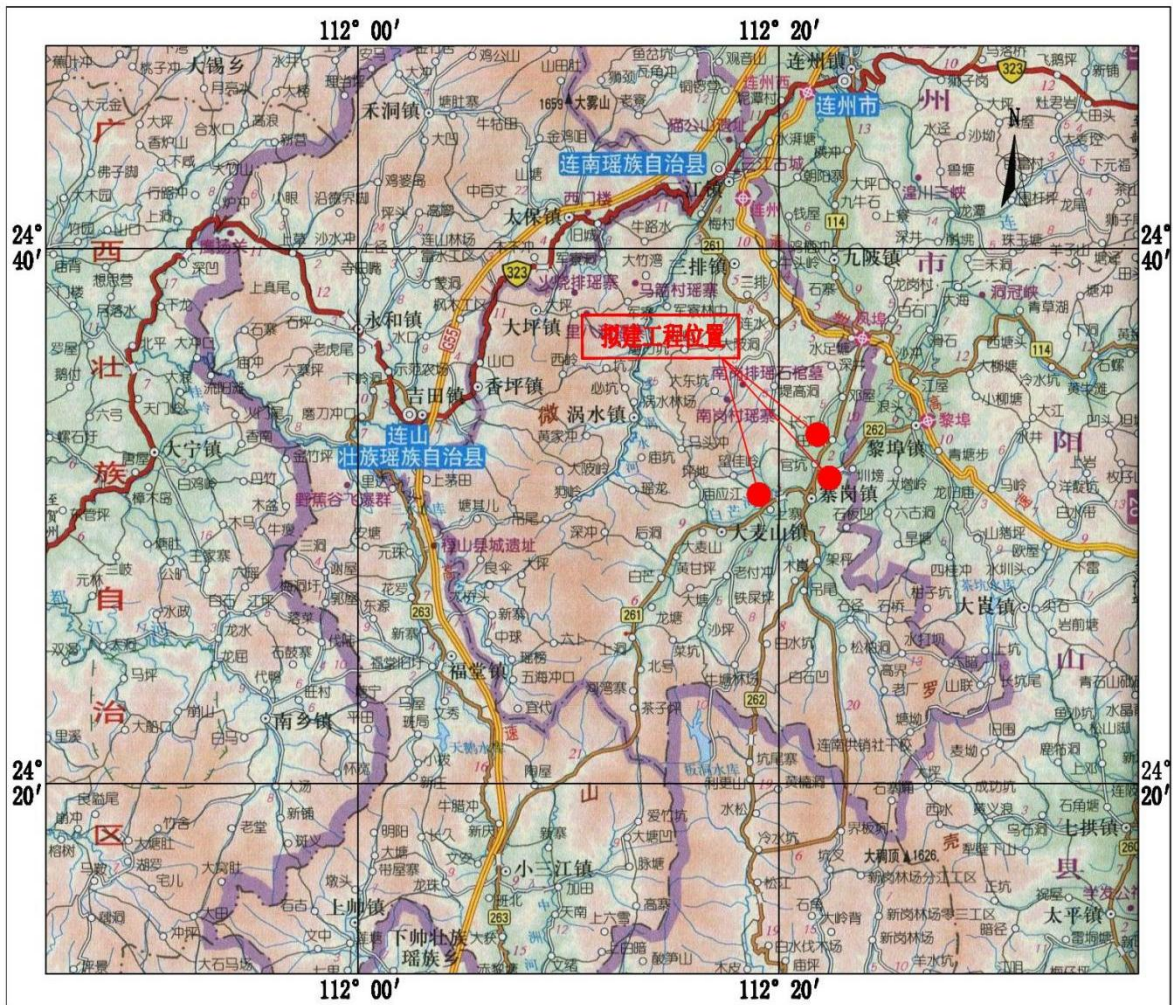


图 1-1 评估区交通位置图

## 第二节 工程、规划概况与征地范围

### 一、工程和规划概况

#### (一) 规划范围

连南瑶族自治县民族生态产业园位于广东省清远市连南瑶族自治县寨岗镇，寨岗镇下辖 23 个村 1 个居委会 2 个林场 1 个水库：成头冲村、阳爱村、石坑良村、金光村、官坑村、东升村、铁坑村、新埠村、金星村、香车村、迴龙村、万角村、社墩村、金鸡村、安田村、山心村、称架村、吊尾村、老虎冲村、山联村、石径村、寨岗镇新寨村、白水坑村、板洞林场、中坑林场、板洞居委会、沙木塘水库。

其中金光片区包含：石坑良村、金光村、官坑村、东升村。

北江片区包含：成头冲村、阳爱村。

迴龙片区包含：迴龙村、铁坑村。

控规编制范围为连南瑶族自治县民族生态产业园，共涉及三个片区，总用地面积为 273.20 公顷，其中金光片区 188.89 公顷，迴龙片区 34.12 公顷，北江片区 50.19 公顷。

金光片区东至同灌河，南至官坑村、东升村，西至 S261，北至金光村，迴龙片区东至铁坑村田疔，南至迴龙小学，西至迴龙村，北至铁坑村大围。北江片区东至石坑崑村，南和西至阳爱村，北至成头冲村。

金光片区居中，距北侧北江片区约 1.8km，距南西侧迴龙片区约 4.1km，三个片区相对位置如下图 1-2。

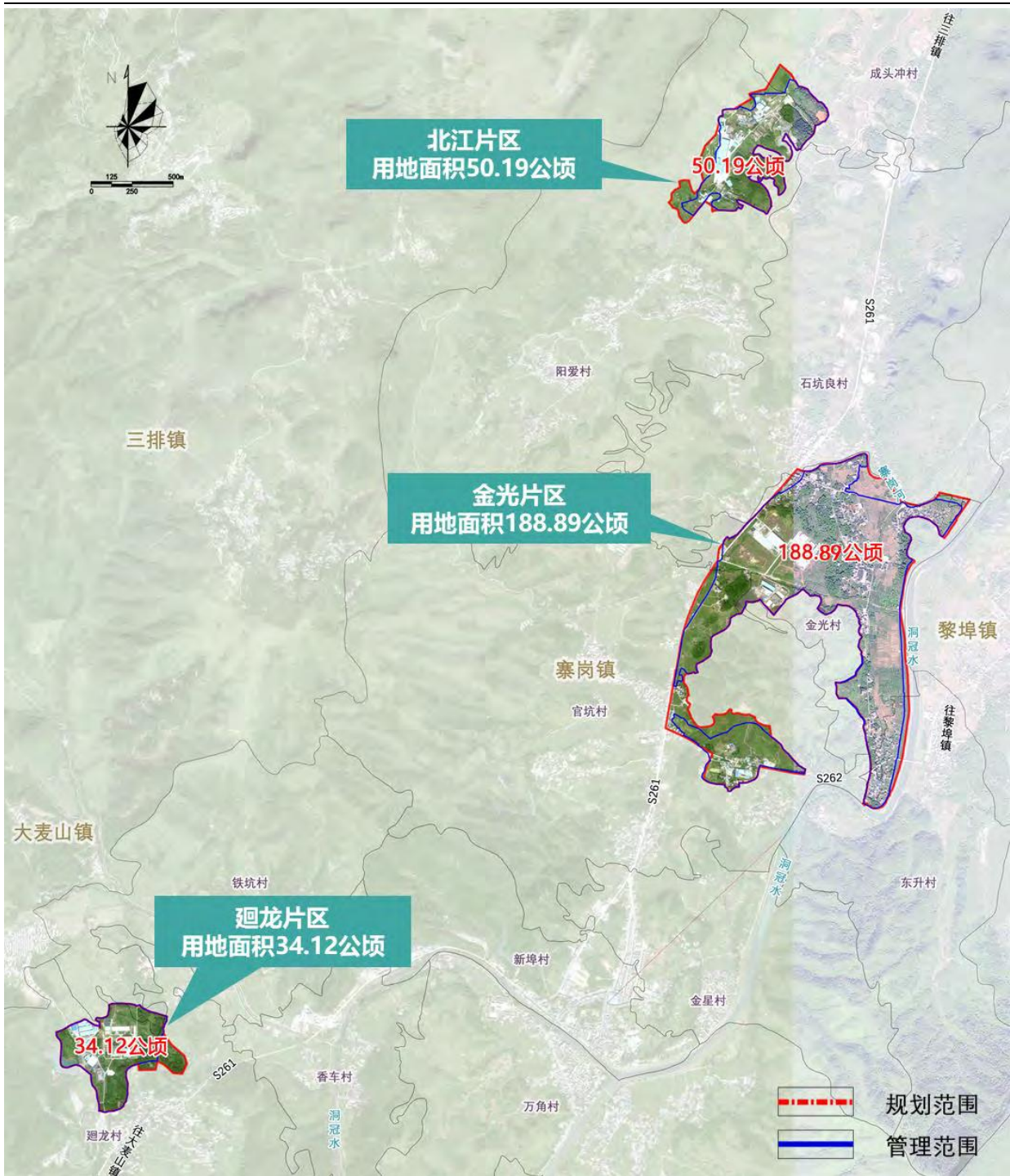


图 1-2 三个片区相对位置图

最终批复起步区实施面积为金光片区 81.57 公顷，迴龙片区 16.72 公顷，北江片区 23.07 公顷，总面积 121.36 公顷。经确认，本次评估以最终批复的起步区总面积范围，即 121.36 公顷进行地质灾害危险性评估工作。

最终批复起步区实施的范围见下图 1-3:

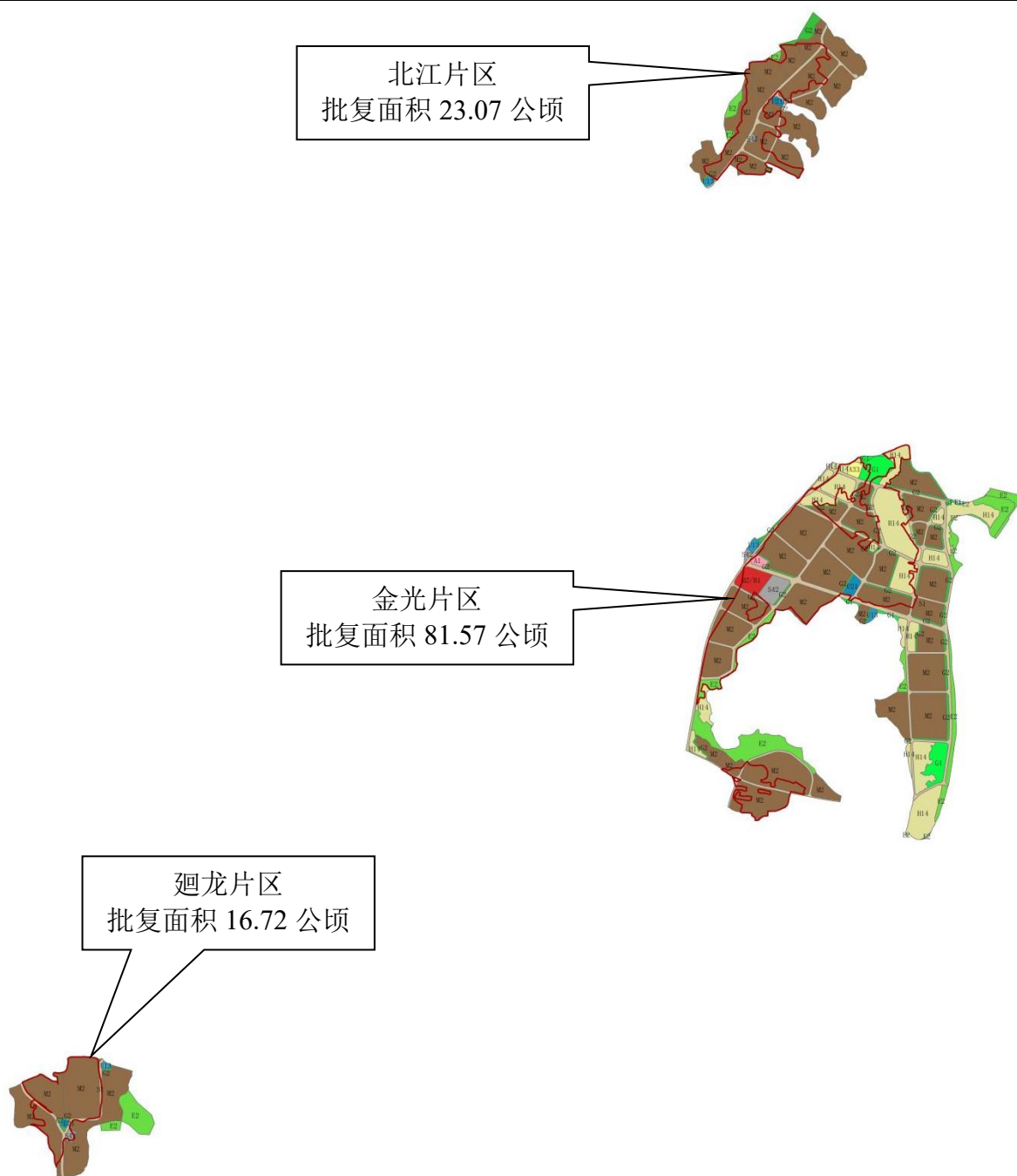


图 1-3 最终批复起步区实施的范围图（红线为批复起步区范围）

因最终批复起步区实施范围均在原控规范围内，未进行重新编制控制性详细规划，以下规划概况引用自原控规方案。

## （二）用地布局

### 1、规划结构

规划形成“一轴一心三区”的整体空间结构。

“一轴”——产业发展轴：南至北连通三大片区的产业大道开放轴—261 省道，串联北江绿色食品加工产业集聚区、金光三大产业集聚区、廻龙民族特色产品加工产业集聚区，驱动三大片区联动快速发展。

“一心”——城镇综合服务中心：寨岗镇城镇综合服务中心，借力寨岗建设连南副中心城镇契机，打造凝聚人气的综合性服务中心，带动三大片区发展成为连南工业发展的“起搏器”。

“三区”——指金光、北江、廻龙三大片区。将三大片区整合升级，依托市高新区、广清工业园托管帮扶，引入高新技术、制造业、民族特色产品加工等业态，形成连南特色民族生态产业园。

## 2、地块划分与控制

本次规划形成 1 个控规编制单元，依据功能相对一致、规模适度的原则将编制单元划分为 4 个街坊，结合道路界限、自然界线、土地权属情况和出让要求，在地块内进行地块细分，并确定细分地块编码。

(1) 为便于规划管理和建设实施的操作，地块编码采用“编制单元代码-街坊代码-地块代码”三级八位编码方法。其中，编制单元代码用“MZ”两位字符表示；第一、二位数字代表街坊代码；第三、四、五、六位数字代表地块代码。如“MZ-01-01-01”表示产业园的 MZ-01 街坊的 01-01 号地块。

(2) 地块代码以城市道路划定的地块为依据，采用两位数字的编码方式，对于支路密度相对较大、用地性质相同、可合并开发的地块采用同一地块代码。同时根据功能布局要求对地块进行细分，编码顺序原则上采用从上到下、从左到右的顺序。

表 1-1 各片区规划用地一览表

分区	地块编码	地块编号	用地性质	面积 (m <sup>2</sup> )	片区面积
北江片区	G2	MZ-03-01-13	防护绿地	449.53	230735.93
		MZ-03-05-03		683.44	
	M2	MZ-03-01-03	二类工业用地	8739.99	
		MZ-03-01-04		19120.75	
		MZ-03-01-06		26958.46	
		MZ-03-01-07		11239.13	

广东省清远连南产业园区地质灾害危险性评估报告

		MZ-03-01-08		35365.94	
		MZ-03-01-11		9819.97	
		MZ-03-01-12		7598.01	
		MZ-03-03-01		32470.79	
		MZ-03-03-02		110.02	
		MZ-03-03-03		162.08	
		MZ-03-04-02		7467.56	
		MZ-03-04-04		18785.34	
		MZ-03-04-06		1885.39	
		MZ-03-04-07		10063.07	
		MZ-03-05-02		15864.43	
	S1	——	城市道路用地	22490.07	
	S42	MZ-03-04-03	社会停车场用地	1436.99	
	U13	MZ-03-01-14	供燃气用地	24.97	
金光片区	A1	MZ-01-03-07	行政办公用地	5095.08	815711.15
	A33	MZ-01-01-03	中小学用地	6579.43	
	B2/B1	MZ-02-01-01	商业商务用地	21098.61	
	E2	MZ-02-02-02	农林用地	9802.30	
		MZ-02-02-03		8857.49	
	G1	MZ-01-01-04	公园绿地	1.52	
		MZ-01-01-06		7214.79	
	G2	MZ-01-01-07	防护绿地	0.08	
		MZ-01-02-04		643.69	
		MZ-01-03-06		3245.05	
		MZ-01-04-01		486.68	
		MZ-01-04-03		1334.47	
		MZ-01-04-05		1537.47	
		MZ-01-05-03		1351.77	
MZ-01-05-05		1416.12			
MZ-01-06-02		622.36			
MZ-01-07-02	2967.37				

广东省清远连南产业园区地质灾害危险性评估报告

		MZ-01-07-06		3008.68	
		MZ-02-01-03		1622.90	
		MZ-02-01-04		532.58	
	H14	MZ-01-01-02	村庄建设用地	3818.41	
		MZ-01-01-05		17756.57	
		MZ-01-02-01		119.50	
		MZ-01-02-02		19577.17	
		MZ-01-02-03		13118.12	
		MZ-01-05-02		2447.70	
		MZ-01-06-01		65020.38	
		MZ-01-07-03		23715.77	
		MZ-02-02-04		0.69	
	M2	MZ-01-02-05	二类工业用地	1945.18	
		MZ-01-03-04		65354.56	
		MZ-01-03-05		40958.83	
		MZ-01-04-02		6075.28	
		MZ-01-04-04		749.31	
		MZ-01-05-01		47323.75	
		MZ-01-05-04		48937.88	
		MZ-01-06-03		1014.97	
		MZ-01-07-01		25442.79	
		MZ-01-07-07		27427.46	
		MZ-01-07-08		463.59	
		MZ-02-01-05		20839.69	
		MZ-02-01-06		31955.02	
		MZ-02-01-07		31142.84	
	MZ-02-02-01	43781.32			
	S1	——	城市道路用地	90674.10	
	S42	MZ-02-01-02	社会停车场用地	19860.13	
	U21	MZ-01-05-06	排水用地	8045.01	
	(空白)	(空白)	/	1.02	

	M2	MZ-02-02-09	二类工业用地	2995.56	
		MZ-02-07-01		27283.03	
		MZ-02-07-02		43414.91	
	S1	——	城市道路用地	6325.45	
	(空白)	(空白)	/	706.69	
廻龙片区	G2	MZ-04-01-04	防护绿地	1394.07	167176.29
		MZ-04-01-06		387.19	
	M2	MZ-04-01-01	二类工业用地	42697.29	
		MZ-04-01-02		27578.90	
		MZ-04-01-03		79557.66	
		MZ-04-01-10		153.95	
	S1	——	城市道路用地	11006.85	
	S42	MZ-04-01-11	社会停车场用地	2470.35	
	U21	MZ-04-01-05	排水用地	1930.02	
	总计				

### 3、综合交通规划

园区的主要对外交通联系是依靠 261 省道、262 省道及许广高速公路；其中金光片区可依托 261 省道和 262 省道对外联系，北江片区和廻龙片区由 261 省道对外联系。261 省道往北约 7 公里可连接许广高速，262 省道往东至黎埠镇联系许广高速。

规划建立“省道—园区主干道—园区次干道—园区支路”三级交通体系。

金光片区：构建“四横四纵”的骨架路网（园区主次干道），“四横”分别为：金光一路、金光二路、金光大道、省道 262；“四纵”为省道 261、金光三路、金光四路、金光五路。

北江片区：构建“两纵四横”的骨架路网，“两纵”为乡道 720、北江园五路；“四横”分别为：北江园一路、北江园二路、北江园三路、北江园四路。

廻龙片区：构建“两纵”的骨架路网，“两纵”分别为：廻龙一路、廻龙二路（乡道 687）。

规划范围内省道宽度 12 米，园区主干道宽度 22 米，园区次干道宽度 16 米，园区支路宽度为 12 米、7 米。道路红线宽度及断面形式主要依据园区道路工程初步设计方案并

综合考虑近远期施工可行性进行确定，做到远近结合，分步实施。

保留已建及在建市政道路，作为规划道路衔接及竖向设计的前提条件。道路规划标高尽量参照现状标高确定，本次规划中规划标高和现状标高差异一般不超过 2.0m。考虑道路规范和行车舒适性，结合现状地形实际情况，道路规划纵坡一般小于 2%。

规划区内停车配置标准按照《清远市规划区配建停车场（库）建设规划管理办法》执行，其中金光片区新增两处停车场，一处位于省道 261 侧，一处位于园区管委会南侧。北江片区新增一处社会停车场，位于乡道 720 东侧。廻龙片区新增一处社会停车场，位于乡道 687 东侧。

#### 4、开发强度及高度规划

根据园区范围已批行政许可，结合省、市工业用地规划控制规定、地块的用地性质、区位条件、功能布局、设施服务水平等内容，确定规划范围内二类工业用地开发容积率不低于 1.0，不超过 2.5；商业商务用地开发容积率不超过 3.0；行政办公用地开发容积率不超过 2.0；村庄建设用地开发容积率不超过 1.2。

在此基础上，确定开发强度及建筑高度控制分区，以形成环境优美、空间特色鲜明的产业片区。

本次规划地块容积率控制使用区间控制。其中， $FAR \leq 1.2$  区间为主要村庄建设用地、公用设施用地； $1.2 < FAR \leq 2.0$  区间主要为行政办公用地； $1.0 \leq FAR \leq 2.5$  区间主要为二类工业用地； $FAR \geq 3.0$  区间主要为商业商务用地。

以容积率指标为控制依据，对本片区建设高度划分为三个等级： $H \leq 12m$ ， $H \leq 24m$ ， $H \leq 50m$ 。

$H \leq 12m$ ：主要为村庄建设用地；

$H \leq 24m$ ：主要为公用设施用地；

$H \leq 50m$ ：主要为商业商务用地与二类工业用地。

#### 5、市政工程规划

##### （1）给水工程规划

工业园区的生活、生产用水由寨岗自来水厂供应，保障供水的可靠性。本次规划建议保留并扩建寨岗自来水厂，远期扩建为供水规模为 3 万立方米/日，水源来自镇区南侧的白水坑村饮用水源。

规划园区用水主要由寨岗自来水厂接出的现状给水管道供给，给水管道管径主要为

---

DN300-DN400。

### （2）雨水工程规划

北江园区雨水总体排向地块东侧现状水渠，金光园区雨水总体排向北侧现状河涌及东侧同灌水，廻龙园区雨水总体排向南侧现状水渠，最终排至同灌水。

### （3）污水工程规划

规划在金光片区新建污水处理厂，近期处理规模 2000 立方米/日，远期规划规模为 4800 立方米/日，占地面积 0.84 公顷。规划在北江片区新建污水处理厂，近期处理规模 500 立方米/日，远期规划规模为 2100 立方米/日，占地面积 0.3 公顷。规划在廻龙片区新建污水处理厂，近期处理规模 500 立方米/日，远期规划规模为 1300 立方米/日，占地面积 0.36 公顷。

本次规划充分考虑与现状污水管网衔接布置污水管网，规划沿主要道路布置污水干线管道，最小管径为 d300。排水方式以自流为主。

### （5）电力工程规划

北江片区规划用电由现状 220kV 高联变电站供给，金光片区规划用电由现状 110kV 明珠变电站供给，廻龙片区规划用电由现状 110kV 明珠变电站供给。

规划对园区内现状部分 110kV 高压线路进行改造。110kV 单回路或同杆多回路架空线高压走廊控制宽度为 24m，220 千伏单回路或同杆多回路架空线高压走廊控制宽度为 36m。本规划沿道路铺设 L8-L24 的 10 kV 电力电缆。

### （6）燃气工程规划

园区生活、生产用气来源于园区内规划新建 LNG 气化站，气源为天然气。

金光片区在规划区内中部新建 1 座 LNG 气化站，供气规模 1000 立方米/小时，占地面积 3256 平方米；北江片区规划在规划区内西南部新建 1 座 LNG 气化站，供气规模 1000 立方米/小时，占地面积 3146 平方米；廻龙片区在规划区内东北部新建 1 座 LNG 气化站，供气规模 500 立方米/小时，占地面积 2076 平方米。

规划范围内中压燃气管采用规格为 De90~De110 的燃气专用聚乙烯塑料管（PE 管）。中压燃气管主要沿省道 S261 及区内道路敷设。

### （7）管线综合规划

本规划管线综合的内容有：给水管线、排水管线、燃气管线、电力管线、电信（视）、宽带电缆等 6 种管线。

管线自地面向下的由浅到深排列的一般顺序：电力—通信—燃气—给水—雨水—污水。

### (8) 环卫工程规划

1) 垃圾收集站规划：规划于金光片区内新建 2 处垃圾收集站，北江片区内新建 1 处垃圾收集站，廻龙片区内新建 1 处垃圾收集站，与公厕、环卫工人休息室合建，建筑面积约 80 平方米。

2) 公共厕所：规划于金光片区内新建 2 处公共厕所，北江片区内新建 1 处公共厕所，廻龙片区内新建 1 处公共厕所。

### (三) 评估区已建、在建、拟建建筑工程基本情况

三个片区内现状主要建筑为工业厂房及村民住宅。其中北江和廻龙主要以工业厂房为主，且部分厂房废弃为危房，需进行拆除再利用；金光片区范围内存在部分村民住宅需进行拆迁安置，厂房建筑质量较好。

北江片区区域内局部地块已进行场地平整，现状为村庄、水塘及小山包，整体地势北高南低，西侧地势较高，乡道 720 为现状道路。金光片区整体地势西高东低，北部地势较低，省道 261 为现状道路，省道东侧地块已进行场地平整。廻龙片区现状已平整，东侧地块已建成，西北侧地块地势较高。考虑到现状用地部分已建成或平整，在路网规划过程中已综合考虑交通功能需要、竖向工程可行性、综合造价等多个方面因素进行路线选定，为竖向设计提供良好条件。本次规划以现状道路及近期建设道路高程作为竖向设计的基准点。三个片区投资额、设计地坪标高、挖填方高度如下表所示：

表 1-2 各片区拟建工程基本情况表

片区名称	投资额(万元)	设计地坪标高(m)	挖方高度(m)	填方高度(m)
北江片区	213000	120.0~128.0	5~18	0.5~7
金光片区		114.0~124.0	2~13	0.3~9
廻龙片区		155.41~178.46	6~8	/

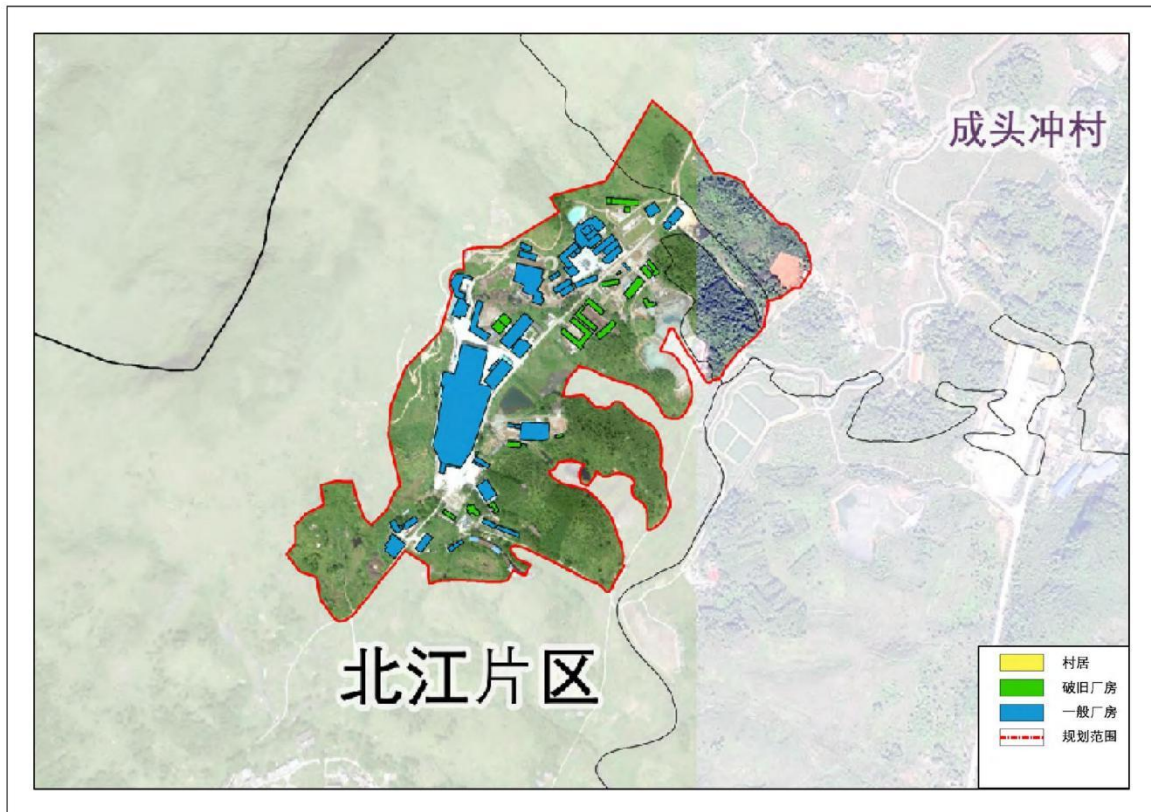


图 1-4 北江片区现状建筑分布图（资料来源：控规）

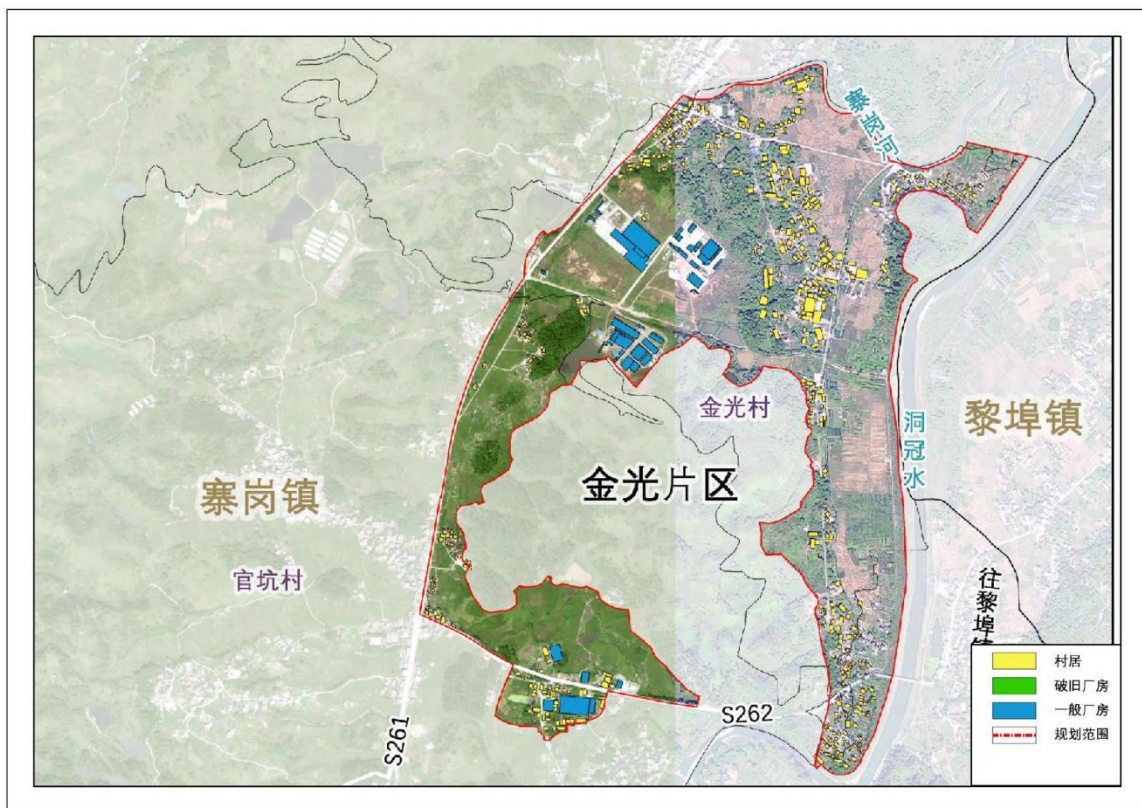


图 1-5 金光片区现状建筑分布图（资料来源：控规）

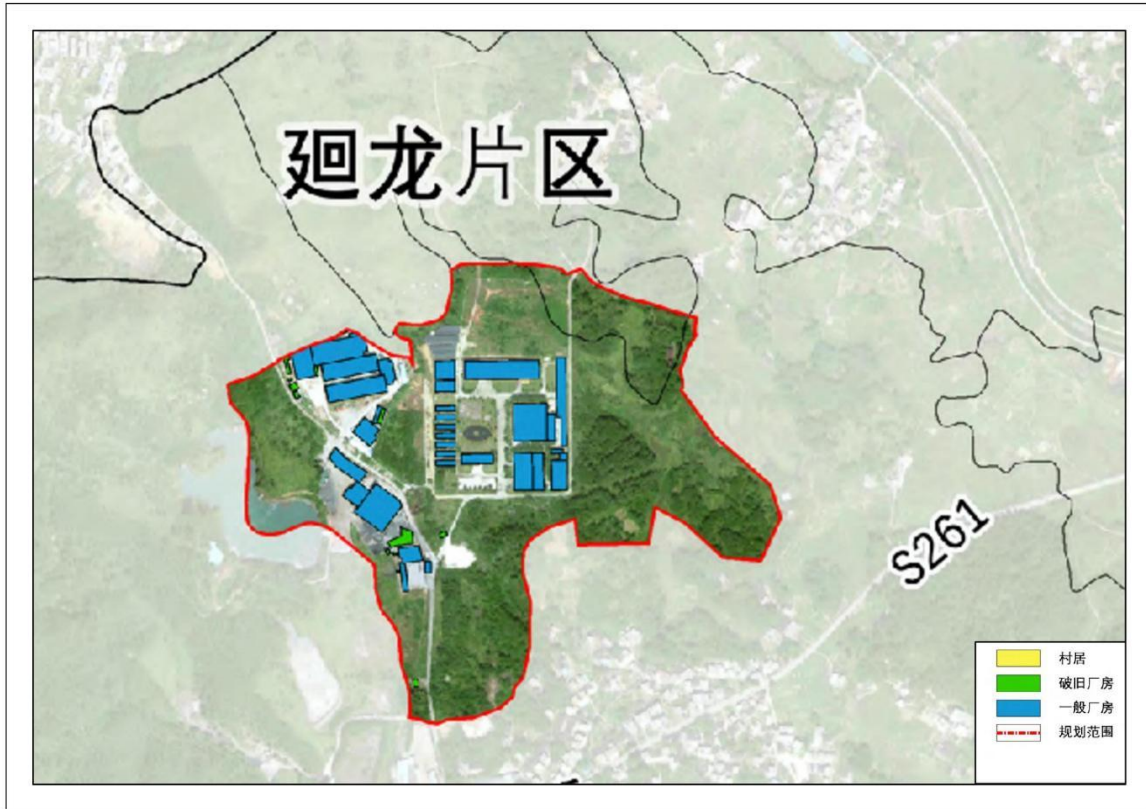


图 1-6 廻龙片区现状建筑分布图（资料来源：控规）

#### （四）场地填方工程

根据控制性规划设计标高，规划区北江片区及金光片区各地块须进行填方工程，廻龙片区无填方工程，其中北江片区须回填厚度约 0.5~7m，金光片区须回填厚度 0.3~9m，回填后会形成填方边坡，填方边坡坡率 1: 1.5。具体分布情况见如下表及图 1-7~图 1-9。

表 1-2 各片区填方工程基本情况表

片区	地块位置	地块规划标高 (m)	填方厚度
北江片区	MZ-03-03-01	125.5	0.5~3m
	MZ-03-03-01	123.5	3~7m
	MZ-03-03-06	127.0	0.5~6m
	MZ-03-03-07	125.0	2~7m
	MZ-03-03-08	125.0	2~6m
	MZ-03-04-02	121.5	0.5~3m
	MZ-03-04-03		0.5~1m
	MZ-03-04-04		1~2m

	MZ-03-04-07		3~7m
	MZ-03-01-11、 MZ-03-01-12	122.0	3~4m
金光片区	MZ-01-02-02	118.0	1~9m
	MZ-01-02-03	118.0	5~7m
	MZ-01-03-05	120.7	2~3m
	MZ-01-03-07	120.9	0.3~1m
	MZ-01-06-01	114.0	3~8m
	MZ-01-07-01	115.0	3~9m
	MZ-01-05-04	119.0	0.5~3m
	MZ-02-01-01	121.9	2~6m
	MZ-02-01-05	122.9	2~4m
	MZ-02-01-06	124.0	2~4m
	MZ-02-01-07	124.0	0.5~4m
	MZ-02-07-01	123.0	2~4m
	MZ-02-07-02	122.0	1~2m

表 1-3 各片区填方边坡基本情况表

片区	填方边坡编号	高度	长度(m)	
北江片区	A-B	6~7m	110	坡率为 1: 1.5
	C-D	7~9m	280	
金光片区	A-B	7~9m	680	
	C-D	6~7m	600	
	D-E	2~4m	600	
	F-G	6~9m	220	
	H-I	7~9m	1600	
	J-K	7~9m	280	
	L-M	3~7m	1300	

### (五) 场地挖方边坡

根据控制性规划设计标高，规划区北江片区、金光片区及迴龙片区局部须进行开挖，会形成挖方边坡，预测开挖坡率 1: 1，按 10m 高度进行台阶式开挖。具体分布情况见如下表及图 1-7~图 1-9。

表 1-4 各片区挖方边坡基本情况表

片区	挖方边坡编号	高度(m)	长度(m)	为土质边坡，开挖坡率为 1: 1
北江片区	A-B	5~10	130	
	B-C	10~18	560	
	C-D	5~10	680	
金光片区	A-B	2~8	80	
	C-D	5~13	140	
迴龙片区	A-B	6~8	120	

### (六) 岸堤边坡工程

规划区的光金片区北侧为寨岗河流经，南东侧为同灌河流经，河岸两侧形成岸堤边坡，现场调查未发现明显失稳现象，岸堤及支护挡墙较稳定。具体分布情况见如下表及图 1-7~图 1-9。

表 1-5 评估区岸堤边坡基本情况表

片区	岸堤边坡编号	位置	高度(m)	流经长度(m)	备注
金光片区	ADBP1	寨岗河两侧	2~5	1100	已做挡墙支护
	ADBP2	同灌河两侧	2~6	480	为土质边坡，坡率 1: 1~1: 1.5，局部挡墙支护

### (七) 现状路堑边坡工程

评估区的现状路堑边坡主要分布于金光片区及迴龙片区，为土质边坡，具体分布情况见如下表及图 1-8~图 1-9。

表 1-6 评估区现状路堑边坡基本情况表

片区	现状路堑边坡编号	高度(m)	长度(m)	为土质边坡，坡率约

金光片区	A-B	4~7	320	为 1: 1
	C-D	2~6	530	
迴龙片区	A-B	2~8	150	

### (八) 自然山体斜坡

评估区自然山体斜坡分布于、北江片区、金光片区及迴龙片区，编号为 ZRXP1~ZRXP3，具体分布及基本情况见如下表及图 1-8~图 1-9。

表 1-7 评估区自然山体斜坡基本情况表

片区	自然山体斜坡编号	自然山体斜坡基本特征
北江片区	ZRXP1	自然山体面积约 0.41km <sup>2</sup> ，坡脚标高约 120~133m，坡顶最大标高约 380m，总体为北西高南东低，坡度 20~70°，坡体主要为残坡积土及灰岩组成，坡体植被较发育，坡脚紧靠规划红线
金光片区	ZRXP2	自然山体面积约 0.3km <sup>2</sup> ，坡脚标高约 115~132m，坡顶最大标高约 144~167m，总体为南东高北西低，坡度较缓约 15~35°，坡体主要为残坡积土组成，坡体植被较发育，坡脚紧靠规划红线
迴龙片区	ZRXP3	自然山体面积约 0.06km <sup>2</sup> ，坡脚标高约 164~196m，坡顶最大标高约 219m，总体为西高东低，坡度较缓约 15~30°，坡体主要为残坡积土组成，坡体植被较发育，坡脚南侧紧靠规划红线，西侧紧靠现状村道

### (九) 基坑工程

根据控制性规划设计，产业园区主要地块用地性质以二类工业用地为主，其余包括村庄建设用地、商业商务用地、社会停车场用地、防护绿地等，因未有地块详细建筑设计方案，根据《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包-迴龙产业园生活污水处理工程岩土工程勘察报告》，该片区须建设污水处理工程，拟建设集水池、调节池，基坑深度 1~2 层，4~7m，勘察报告建议采用放坡分级开挖；参考其它规划区建设规划情况，本次评估对位于金光片区的商业商务用地进行基坑布设，拟建设地下停车场，预测拟建基坑 2 层，深度 8.0m，按规划设计场平标高，该地块须回填 2~6m，因此基坑实际开挖深度 2~6m，采用放坡分级开挖，其范围及开挖深度按不利影响考虑，预测规划区内基坑工程基本情况见下表及图 1-8。

表 1-8 规划区内基坑工程基本情况表

片区	地块编码	用地性质	地下室层数	基坑深度(m)	设计开挖坡度	边坡环境地质特征概况	备注(参考钻孔)
金光片区	MZ-02-01-01	商业商务用地	2层	2~6	1: 1	属土质边坡, 基坑侧壁主要为残积粉质黏土; 基坑底主要为残积粉质黏土。	ZK2、ZK3
迴龙片区	MZ-04-01-11	排水用地	1~2层	4~7	1: 1	属土质边坡, 基坑侧壁主要为填土及残积粉质黏土; 基坑底主要为残积粉质黏土。	ZK4、ZK9

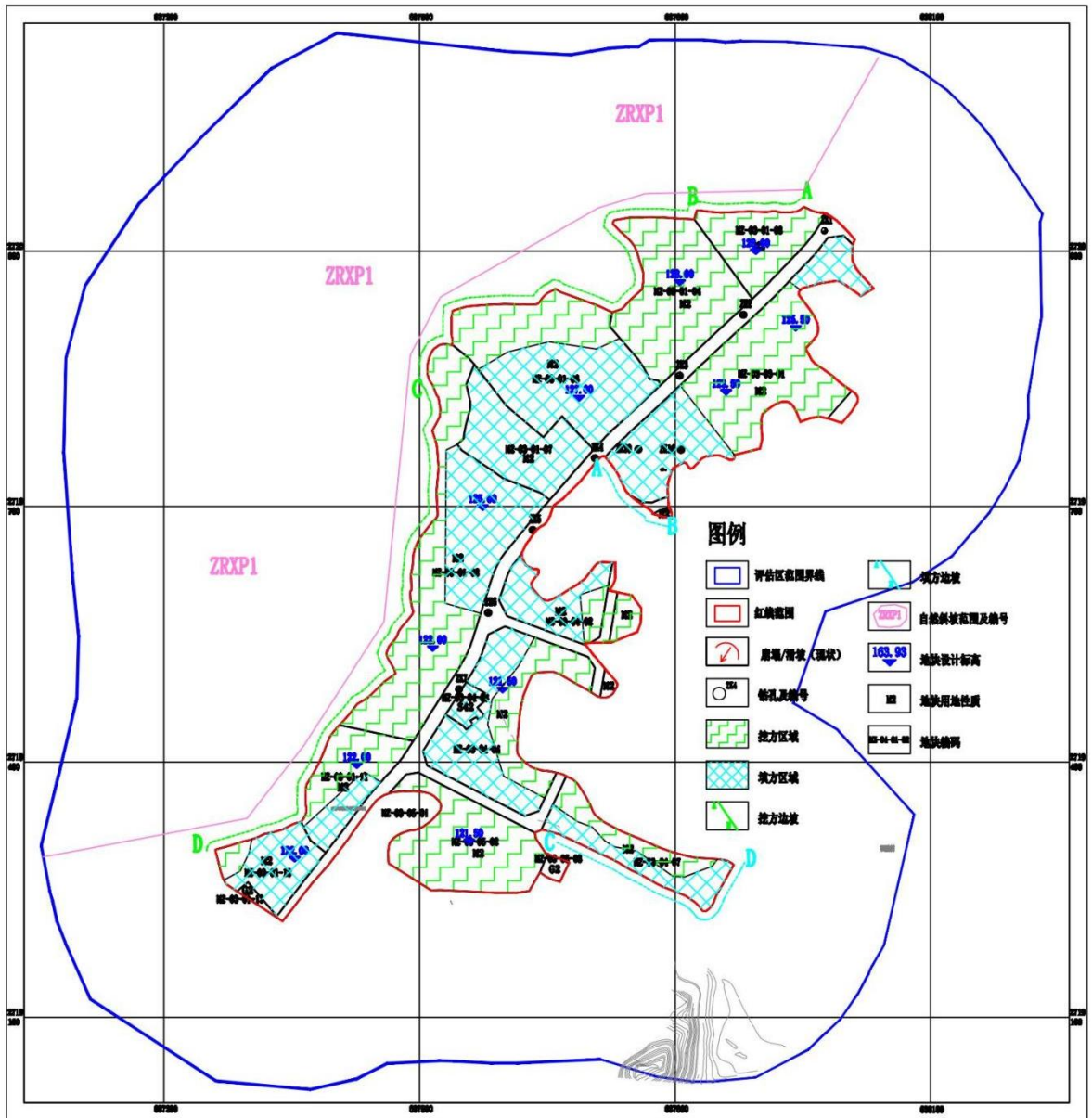


图 1-7 工程布置图-北江片区

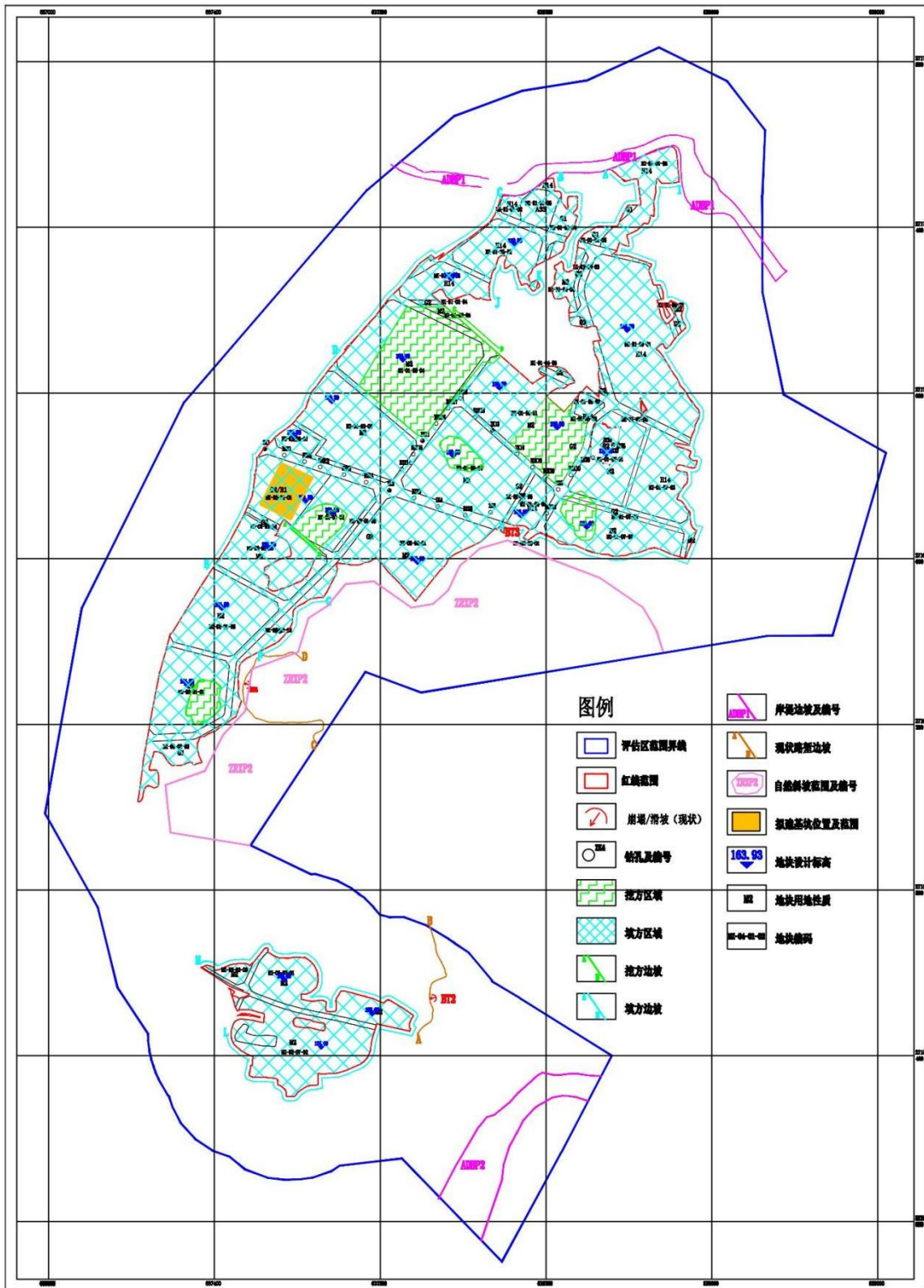


图 1-8 工程布置图-金光片区

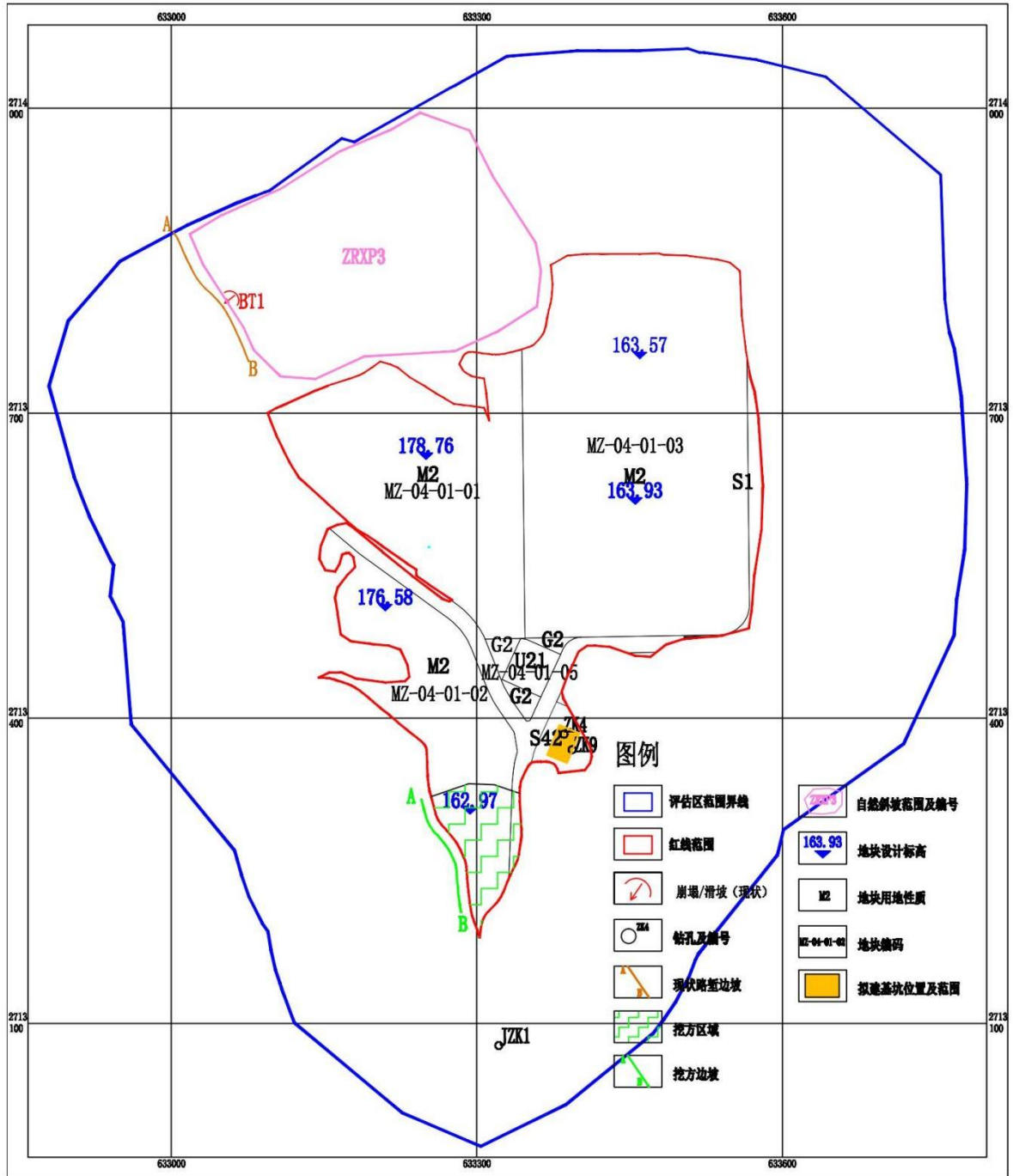


图 1-9 工程布置图-廻龙片区

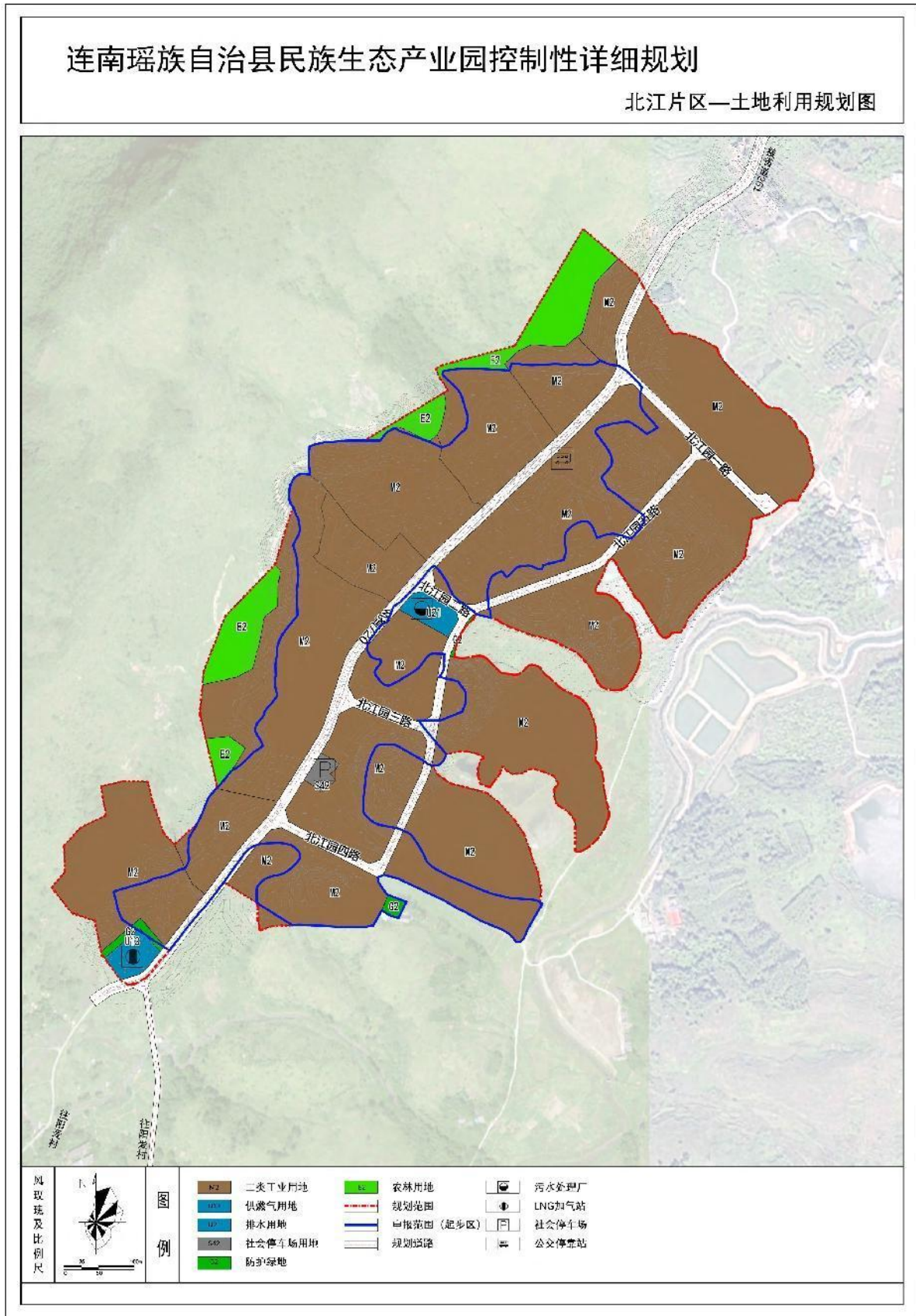


图 1-10 北江片区土地利用规划图（资料来源：控规）

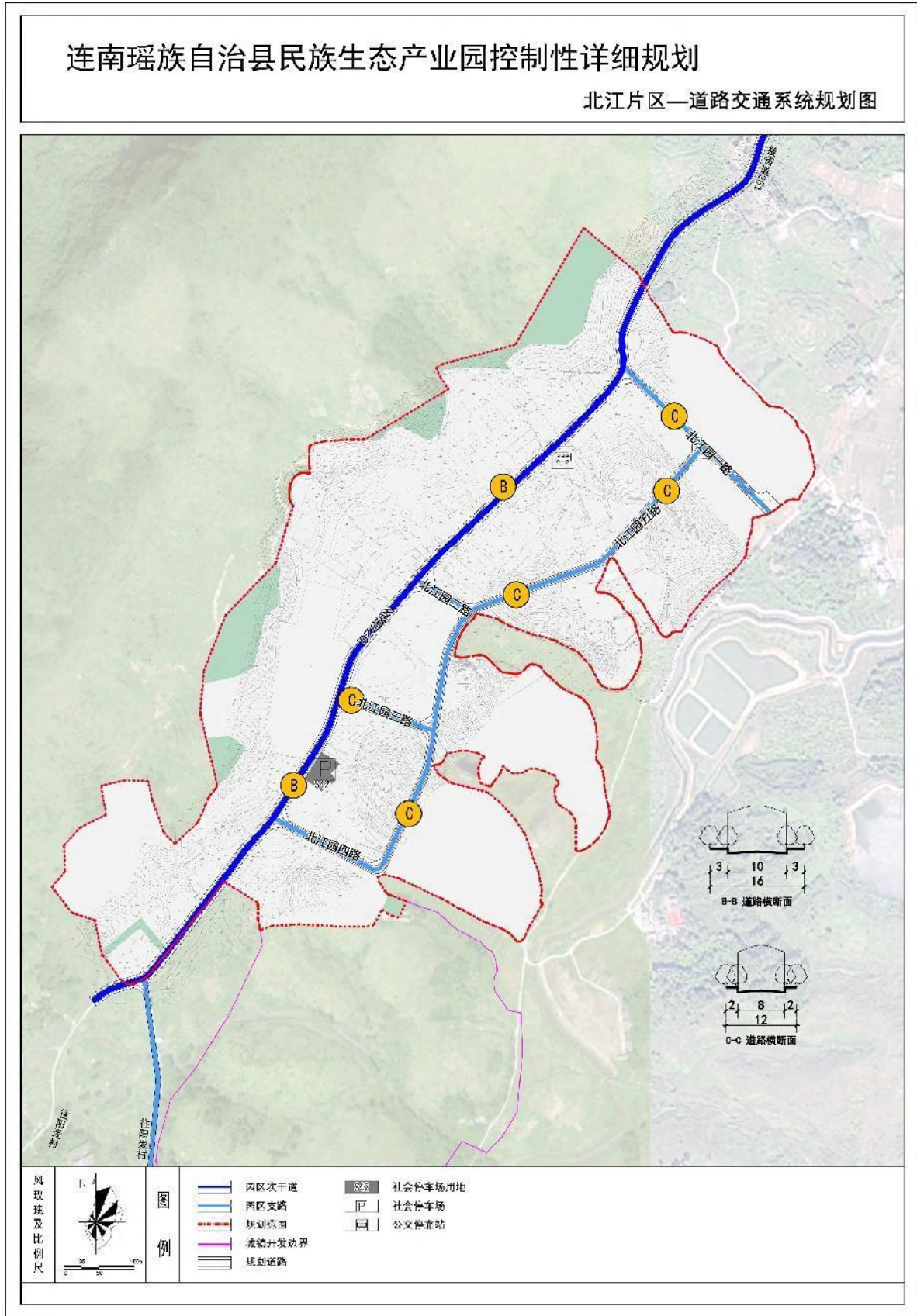


图 1-11 北江片区道路系统规划图（资料来源：控规）

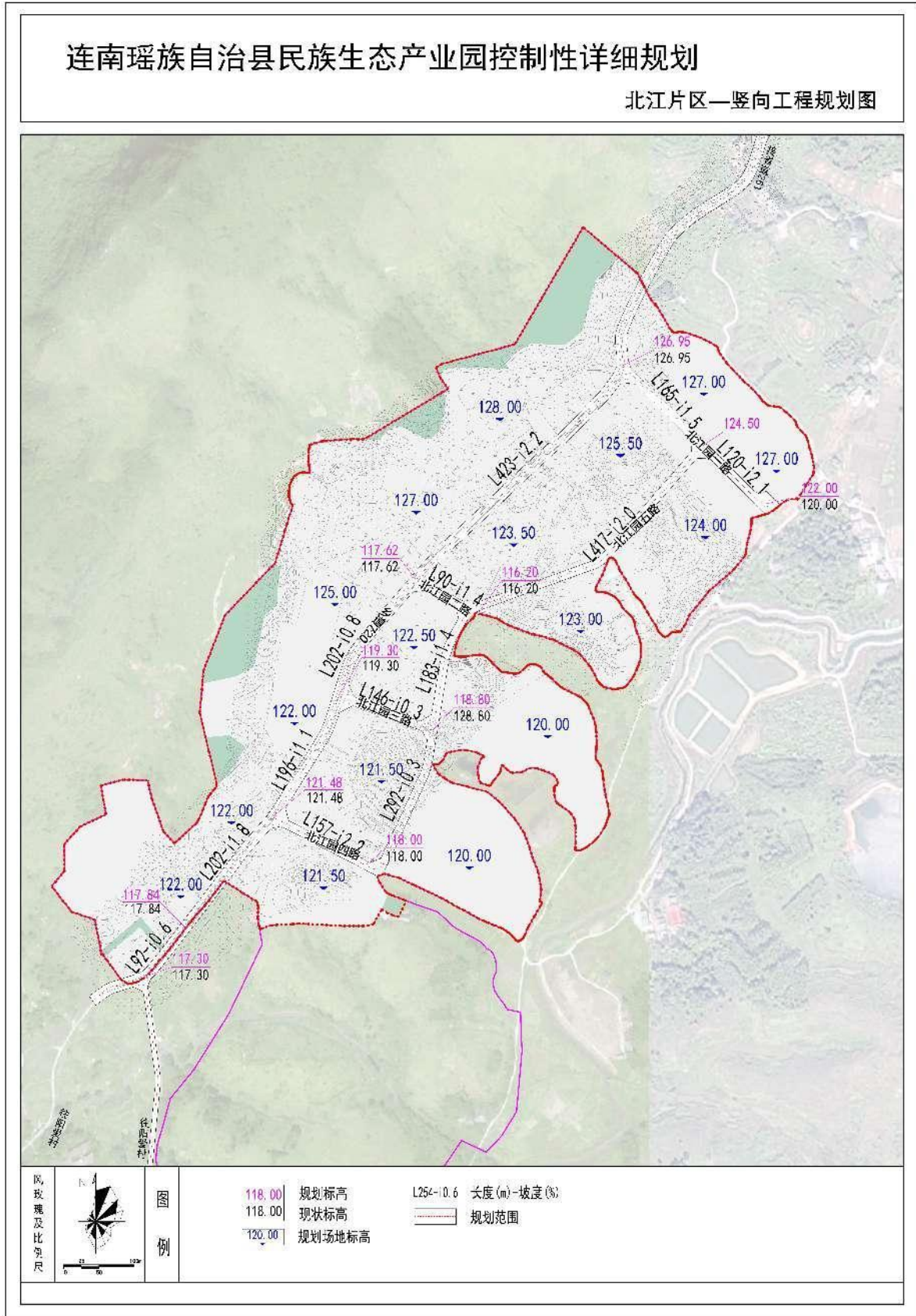


图 1-12 北江片区竖向工程（标高）规划图（资料来源：控规）

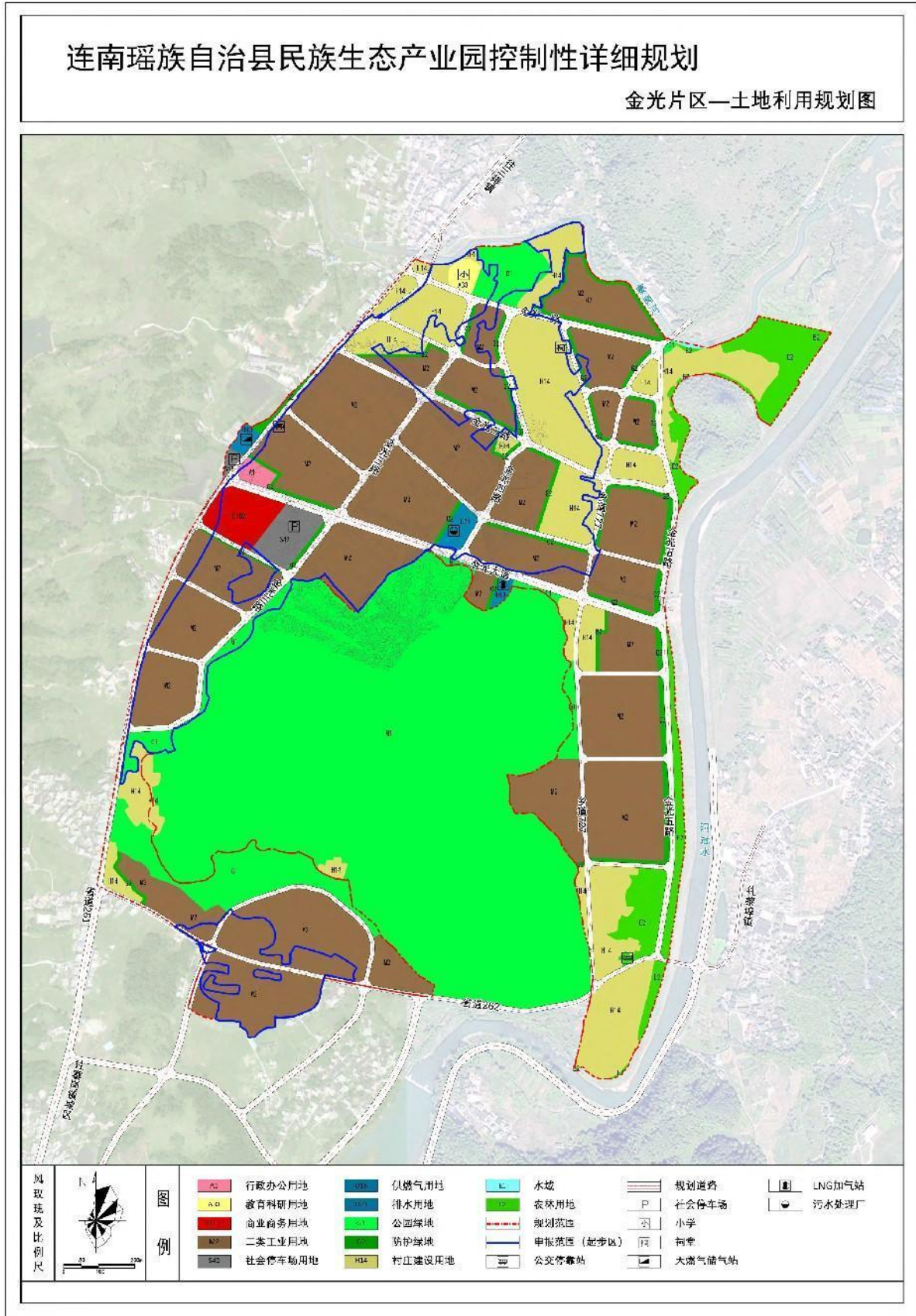


图 1-13 金光片区土地利用规划图（资料来源：控规）

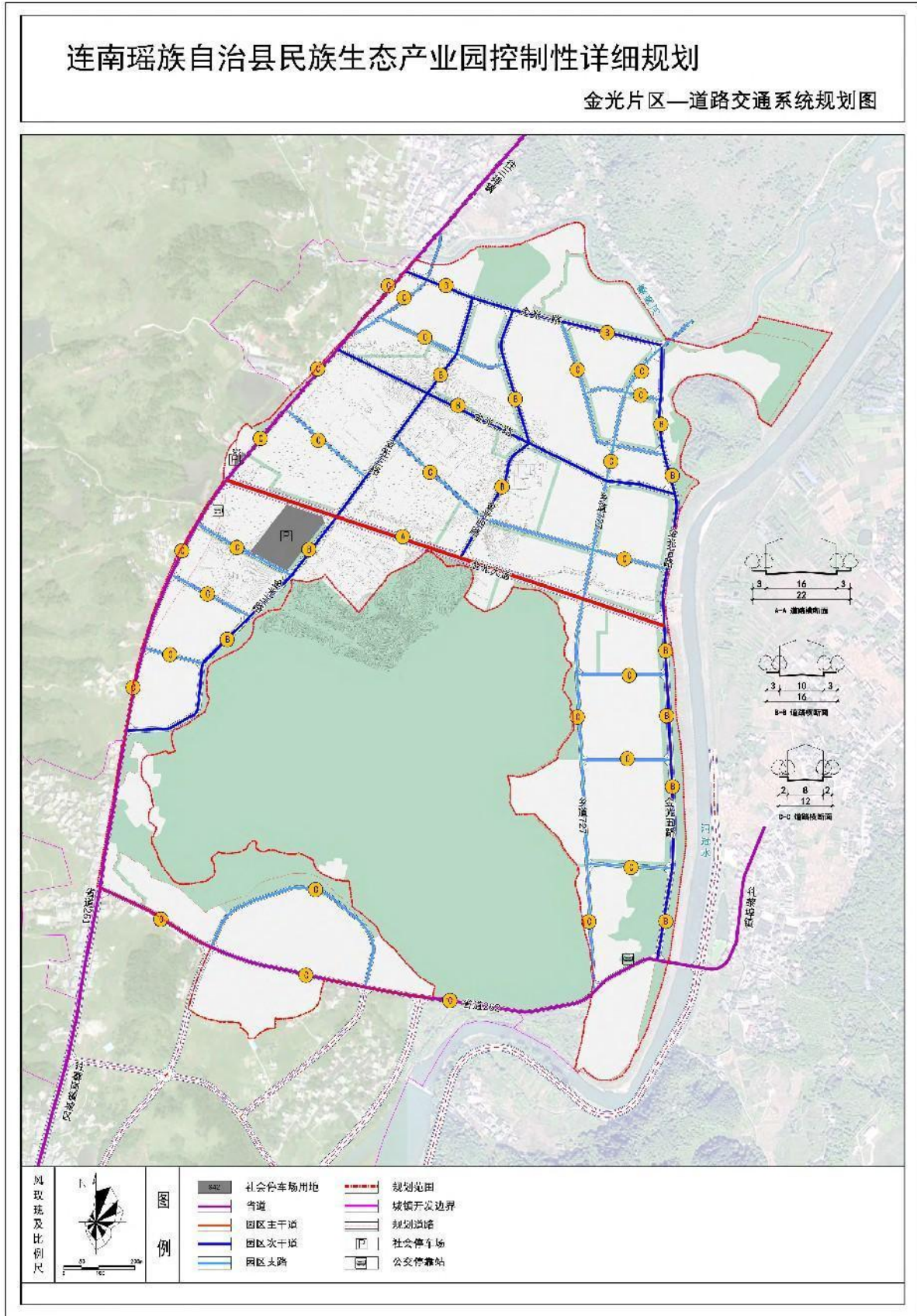


图 1-14 金光片区道路系统规划图（资料来源：控规）

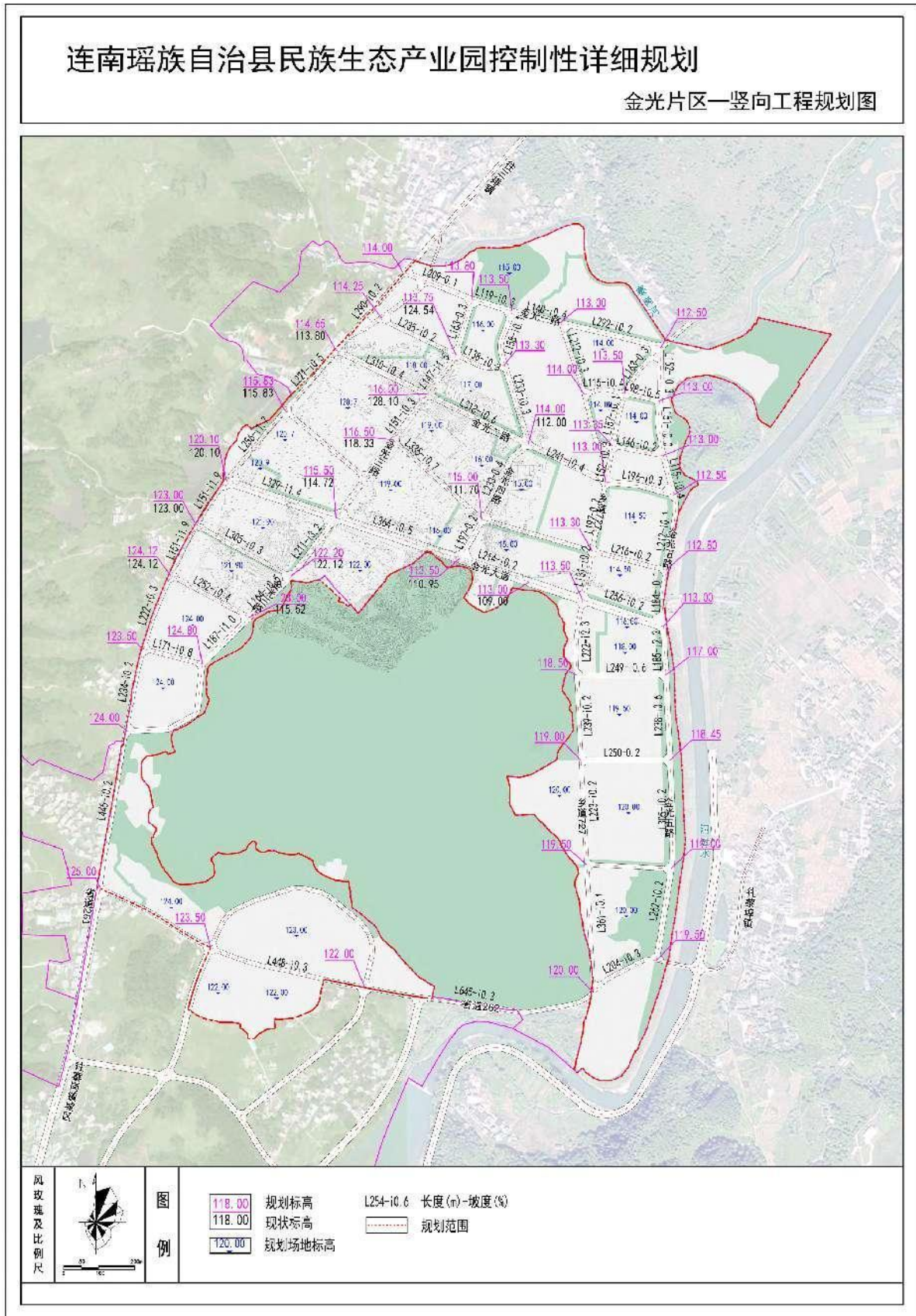


图 1-15 金光片区竖向工程（标高）规划图（资料来源：控规）

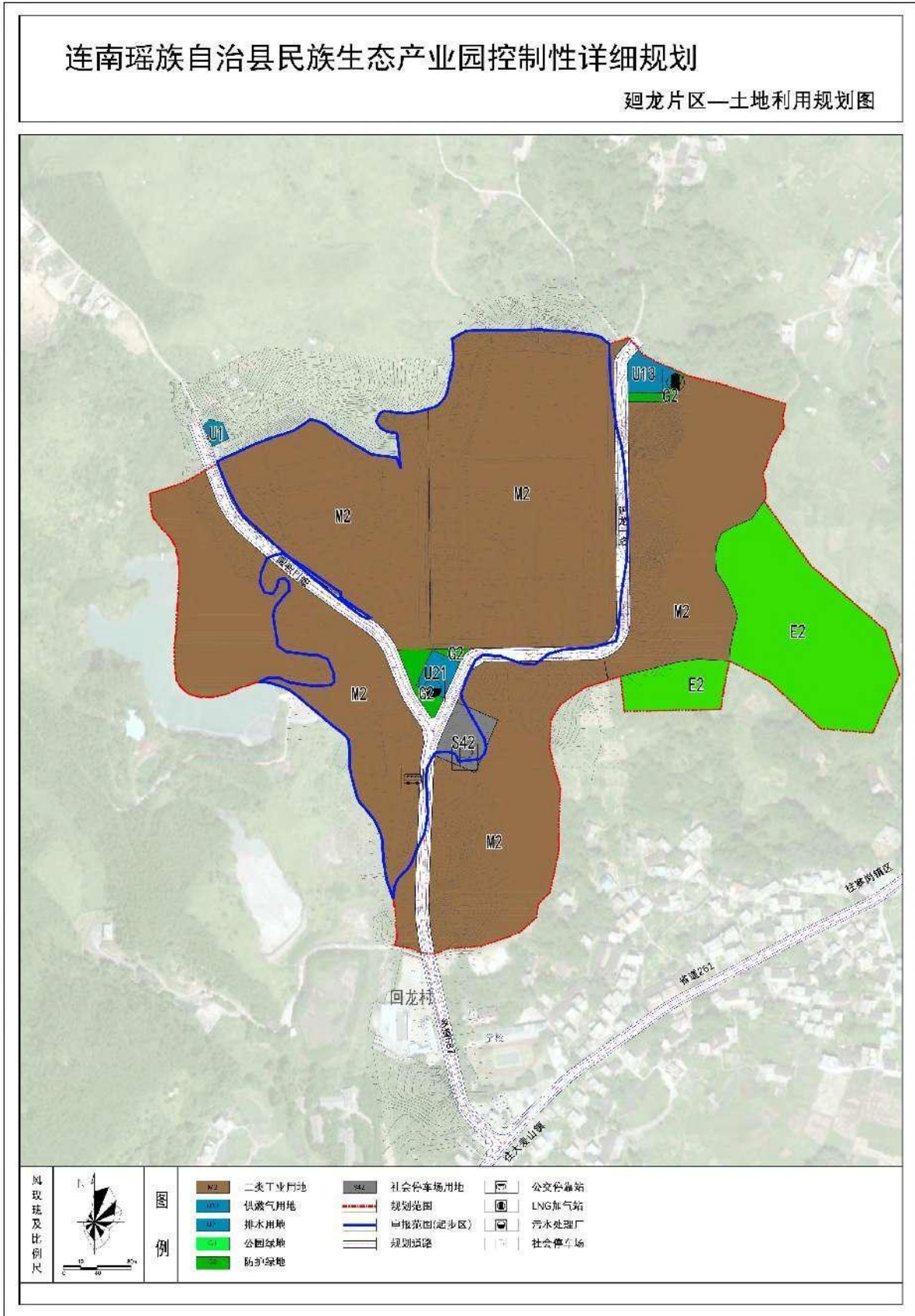


图 1-16 廻龙片区土地利用规划图（资料来源：控规）

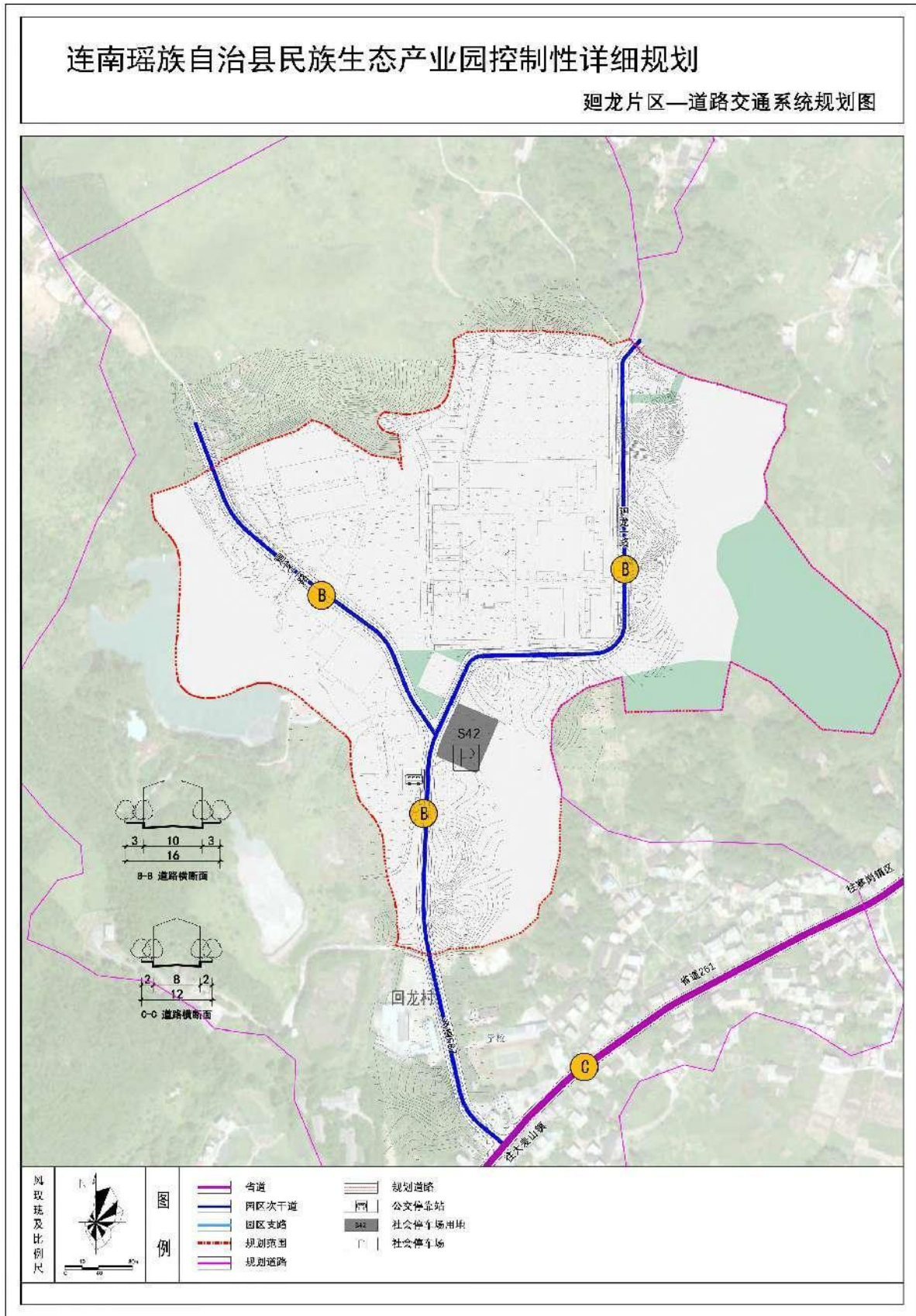


图 1-17 廻龙片区道路系统规划图（资料来源：控规）



图 1-18 廻龙片区竖向工程（标高）规划图（资料来源：控规）

## 二、征地范围

此次控规编制范围为连南瑶族自治县民族生态产业园，共涉及三个片区，总用地面积为 273.20 公顷，其中金光片区 188.89 公顷，廻龙片区 34.12 公顷，北江片区 50.19 公顷。

金光片区东至同灌河，南至官坑村、东升村，西至 S261，北至金光村，廻龙片区东至铁坑村田疔，南至廻龙小学，西至廻龙村，北至铁坑村大围。北江片区东至石坑崮村，南和西至阳爱村，北至成头冲村。

**最终批复起步区实施面积为金光片区 81.57 公顷，廻龙片区 16.72 公顷，北江片区 23.07 公顷，总面积 121.36 公顷。经确认，本次评估以最终批复的起步区总面积范围，即 121.36 公顷进行地质灾害危险性评估工作。**

本次评估的北江片区、金光片区、廻龙片区各个用地呈不规则多边形展布，整体南北向分布，金光片区居中位置，北侧距北江片区约 1.8km，南侧距廻龙片区约 4.1km。本项目北江片区地理坐标范围为：东经  $112^{\circ} 21' 37.27'' \sim 112^{\circ} 22' 5.13''$ ，北纬  $24^{\circ} 34' 5.40'' \sim 24^{\circ} 34' 32.90''$ ；金光片区地理坐标范围为：东经  $112^{\circ} 21' 34.75'' \sim 112^{\circ} 22' 22.76''$ ，北纬  $24^{\circ} 31' 58.03'' \sim 24^{\circ} 33' 12.92''$ ；廻龙片区地理坐标范围为：东经  $112^{\circ} 19' 7.17'' \sim 112^{\circ} 19' 24.53''$ ，北纬  $24^{\circ} 30' 50.79'' \sim 24^{\circ} 31' 12.73''$ 。北江片区用地界点共计 672 个，编号 J001~J672，金光片区用地界点共计 2309 个，编号 J0673~J2981，廻龙片区用地界点共计 269 个，编号 J2982~J3250，各片区批复范围（起步区）红线主要界点范围坐标如下图所示：

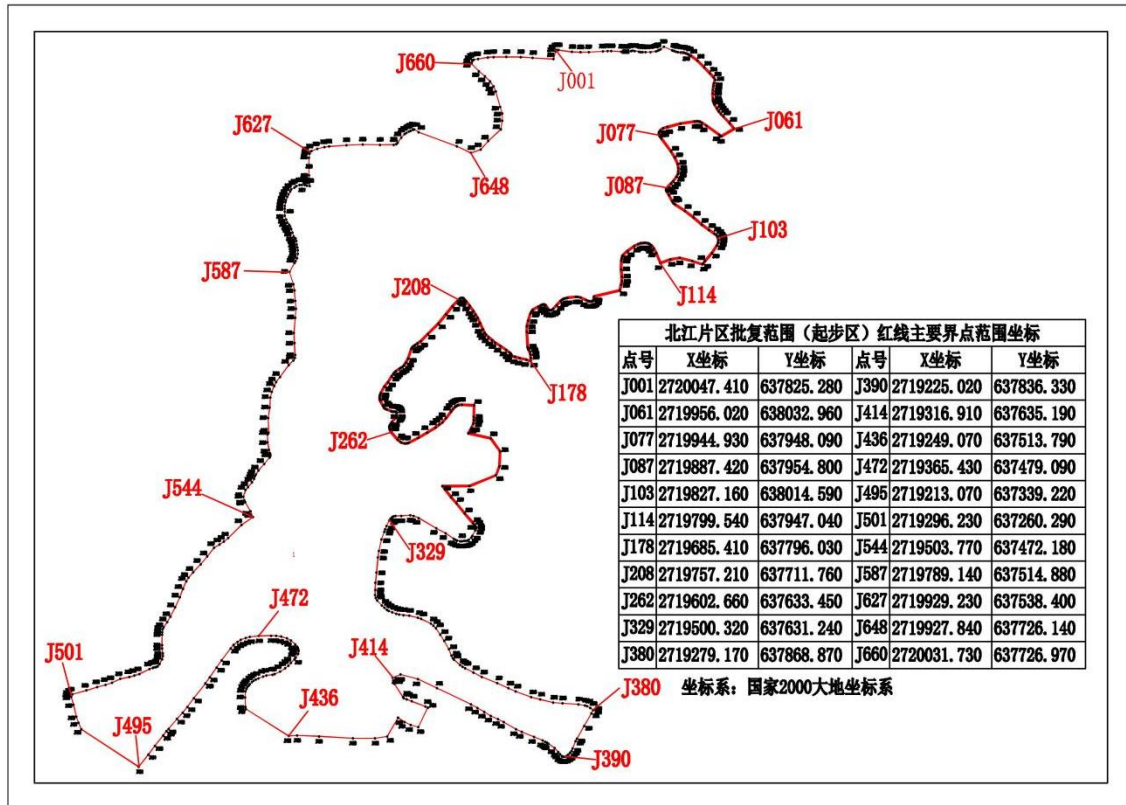


图 1-19 北江片区批复范围（起步区）红线主要界点范围坐标

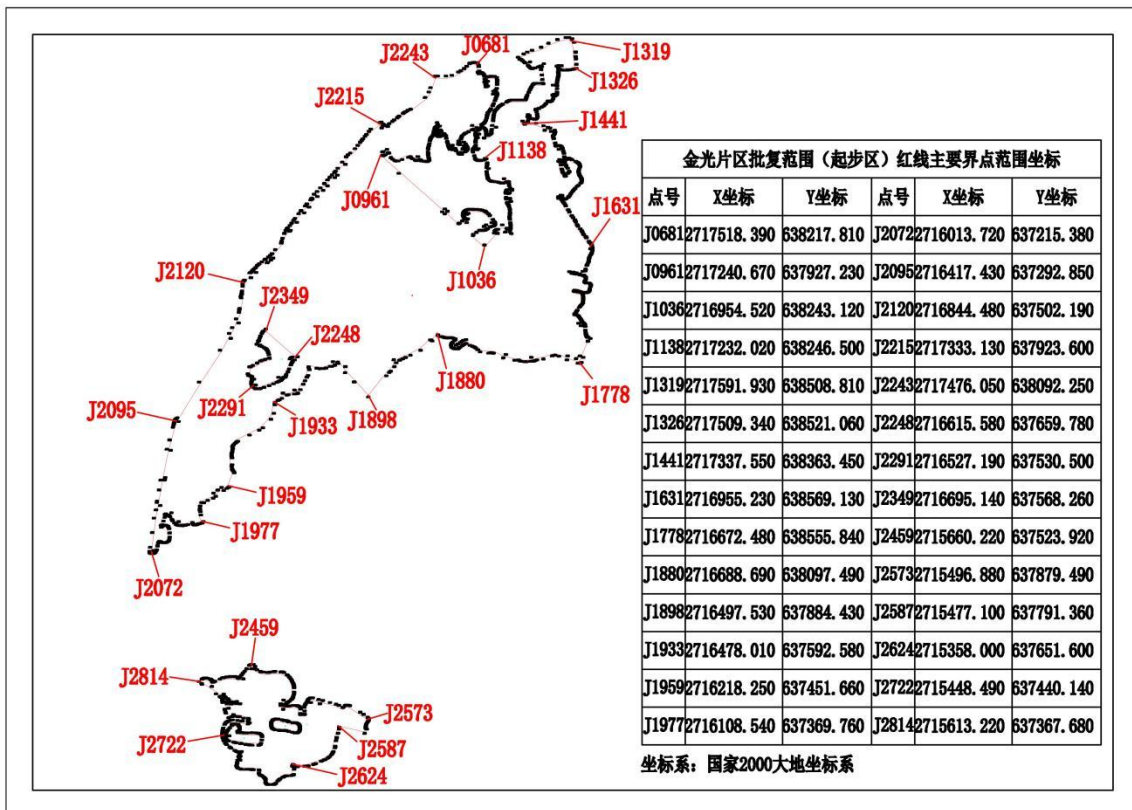


图 1-20 金光片区批复范围（起步区）红线主要界点范围坐标

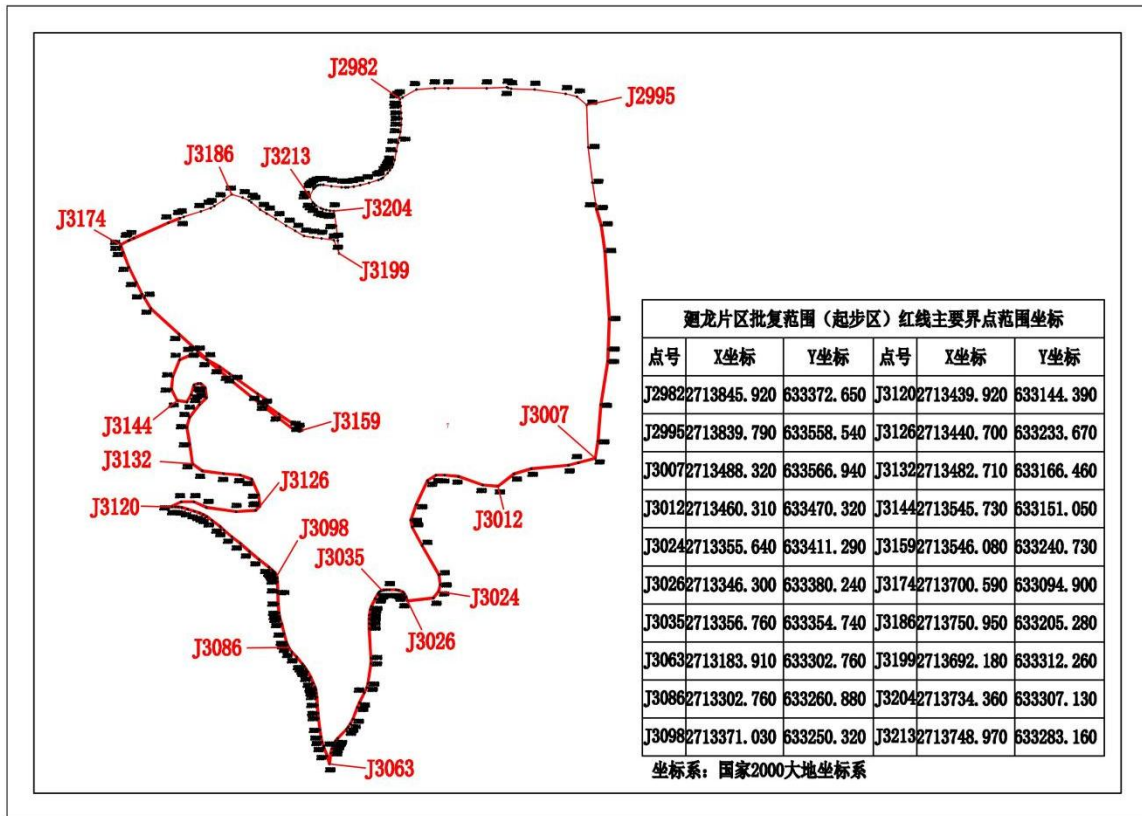


图 1-21 廻龙片区批复范围（起步区）红线主要界点范围坐标

### 第三节 以往工作程度

包括评估区在内的区域曾开展过大量的区域地质、水文地质、工程地质和环境地质等地质勘查工作，积累的区域地质资料较丰富；项目场地也进行了工程地质勘察。主要工作成果如下：

#### 一、区域地质

1、1965年5月，广东省地质局区域地质测量大队清绘整饰 1:20 万阳山幅区域地质图；

2、1977年，广东省地矿局区调队完成了 1: 50 万广东省地质图及其说明书；

3、1980年12月，广东省地质局地质局区域地质调查大队编制、清绘出版 1:50 万广东省构造体系图；

4、1982年，广东地震科学研究院进行了广东及邻区近代构造运动的特征及其与地震活动的关系，提交了文字报告及图件。

5、1982-84年，广东省地矿局完成广东省区域地质志（地质出版社，1988）

## 二、水文地质

- 1、1966年12月，广东综合研究队完成了广东省1:50万水文地质图；
- 2、1986年9月，广东省地矿局水文一队完成了1:50万广东省水文地质要素说明书；
- 3、2021年10月，广东省地质局第四地质大队完成了广东省1:50万水文地质图说明书；
- 4、2022年4月，广东省地质局第四地质大队完成了广东省1:50万水文地质图更新编制工作报告。

## 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，提交了文字报告及图件；
- 2、1990年~1992年，广东省地质环境监测总站进行过全省地质灾害调查，并编写1:50万《广东省地质灾害调查报告》及图件；
- 3、1991年4月~1993年12月，广东省地矿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，提交了文字报告及图件；
- 4、2001年1月，广东省科学院完成广东沿海地质环境与灾害防治研究；
- 5、2002年广东省地质环境监测总站利用最新遥感资料解译和野外验证方法，完成了广东省地质灾害遥感综合调查（1:50万）工作，编制有调查报告和相关的图件；
- 6、2022年6月，广东省自然资源厅发布了《广东省地质灾害防治“十四五”规划》。

## 四、岩土工程勘察及其他专项报告

- 1、2020年11月，达华工程管理（集团）有限公司完成了《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目可行性研究报告》。
- 2、2021年11月，韶关地质工程勘察院完成了《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园厂房岩土工程勘察报告》，共施工完成钻孔15个，总进尺287.2m，标准贯入试验38次，取土样16件、岩样6件，水样2件。
- 3、2021年12月，韶关地质工程勘察院完成了《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—金光产业园厂房岩土工程勘察报告》，共施工完成钻孔16个，总进尺304.0m，标准贯入试验39次，取土样18件、岩样6件，水样2件。

4、2021年12月，韶关地质工程勘察院完成了《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园道路岩土工程勘察报告》，共施工完成钻孔8个，总进尺136.2m，标准贯入试验19次，取土样10件、岩样6件，水样2件。

5、2021年12月，韶关地质工程勘察院完成了《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包-廻龙产业园生活污水处理工程岩土工程勘察报告》，共施工完成钻孔13个，总进尺276.5m，标准贯入试验51次，取土样19件、水样2件。

6、2021年12月，韶关地质工程勘察院完成了《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—金光产业园道路岩土工程勘察报告》，共施工完成钻孔37个，总进尺615.5m，标准贯入试验92次，取土样21件、岩样20件，水样2件。

7、2022年12月，寨岗镇人民政府完成了《连南瑶族自治县民族生态产业园控制性详细规划》法定文件及技术文件。

评估区内及外围区域进行过区域地质、水文地质、环境地质、工程地质勘察及可行性研究报告等工作，其工作成果为本次地质灾害危险性评估提供了必要的基础资料，可以满足本次地质灾害危险性评估的基础资料要求。

本次共利用钻孔37个，详见下表：

表 1-9 本次评估收集利用钻孔一览表

片区名称	序号	钻孔编号	位置 (X,Y)		原编号	资料来源
北江片区	1	ZK1	2720023.628	637975.344	ZK1	《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园道路岩土工程勘察报告》韶关地质工程勘察院，2021年11月
	2	ZK2	2719925.248	637880.056	ZK2	
	3	ZK3	2719853.778	637805.266	ZK3	
	4	ZK4	2719756.897	637705.997	ZK4	
	5	ZK5	2719672.379	637632.523	ZK5	
	6	ZK6	2719575.319	637580.727	ZK6	
	7	ZK7	2719485.640	637546.478	ZK7	
	8	ZK8	2719894.690	641400.061	ZK8	《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园厂房岩土工程勘察报告》韶关地质工程勘察院，2021年11月
	9	ZK16	2719846.519	641413.662	ZK16	
	10	ZK20	2719846.949	641363.718	ZK20	
金光片区	11	ZK1	2716865.702	637521.706	ZK1	《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—金光产业园道路岩土工程勘察报告》韶关地质工程勘察院，2021年12月
	12	ZK2	2716821.343	637655.335	ZK2	
	13	ZK3	2716765.718	637821.972	ZK3	
	14	ZK4	2716726.442	637938.383	ZK4	
	15	ZK6	2716712.325	638066.050	ZK6	
	16	ZK7	2716737.069	638139.037	ZK7	
	17	ZK8	2716767.292	638228.873	ZK8	
	18	ZK11	2716885.263	637902.210	ZK11	
	19	ZK12	2716987.067	637993.239	ZK12	
	20	BZK1	2716849.951	637568.531	BZK1	
	21	BZK2	2716834.290	637617.354	BZK2	
	22	BZK3	2716803.030	637712.716	BZK3	
	23	BZK4	2716784.677	637766.215	BZK4	
	24	BZK5	2716746.667	637881.374	BZK5	
	25	BZK6	2716705.308	638005.267	BZK6	
	26	BZK10	2716802.417	638259.973	BZK10	

	27	BZK14	2716816.266	637851.297	BZK14	
	28	BZK15	2716852.460	637879.527	BZK15	
	29	BZK16	2716926.204	637935.014	BZK16	
	30	BZK17	2716963.491	637963.615	BZK17	
	31	ZK25	2716875.245	638361.819	BZK15	
	32	ZK28	2716843.981	638312.599	BZK16	
迴龙片区	33	ZK1	2713394.469	633390.020	ZK1	《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—金光产业园厂房岩土工程勘察报告》韶关地质工程勘察院，2021年12月
	34	ZK3	2713385.939	633400.917	ZK3	
	35	ZK4	2713384.425	633385.735	ZK4	
	36	ZK9	2713369.152	633393.755	ZK9	
	37	JZK1	2712910.078	633423.771	JZK1	

## 第四节 工作方法及完成工作量

### 一、工作程序

本次评估工作严格按照《地质灾害危险性评估规范》及《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）和相关的行业技术标准执行，大致分为四个阶段：第一阶段是在收集资料的基础上进行踏勘、前期调研和编写工作大纲；第二阶段进行野外地质灾害综合调查；第三阶段进行室内资料整理、报告编制和内部自审工作；第四阶段进行报告评审（图 1-22）：

#### （一）资料收集、野外踏勘及编写工作大纲

2024年5月8日，我单位组建项目工作组，项目工作组收集工作区及外围已有的区域地质、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。

2024年5月12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、拟建工程的重要性、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。

## （二）野外地质灾害综合调查

本次评估收集了评估区内的勘察资料，利用已有勘察资料数据 89 个钻孔，根据工作大纲要求，2024 年 5 月 15 日~2024 年 5 月 22 日，我单位派遣 1 个野外工作小组（共 4 人）对评估区进行野外综合地质调查，野外调查按评估工作大纲进行，对拟建工程用地红线外扩 200~300m 范围进行综合地质环境调查。野外调查工作主要侧重于地质灾害、地质环境方面，野外调查主要采用路线穿越和观察点描述方法，对评估区内的地形地貌、地质灾害现状等进行了调查记录和现场评估，对场地及其周围的地形地貌进行了现场数码摄影，野外地质环境调查采用地形图的比例尺为 1:3000~1:4000，观测点类型主要有普通地质点、重要地质点及地质灾害点等；野外调查共完成地质调查点 317 个（一级评估，按照在图幅面积  $10 \times 10\text{cm}^2$  的范围内，调查控制点不应小于 8 个，本次评估最低调查控制点数量为 312 个），地质调查点数量满足《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）规定的精度要求。野外勘测工具有地质罗盘、地质锤、放大镜、皮尺和数码照相机等，用以进行岩性鉴定和拍照记录，采用手持式 GPS 卫星定位仪辅助定位。

## （三）室内资料整理、报告编制和内部自审

2024 年 5 月 24 日起进行室内资料综合整理分析，编制评估成果图件，并编写评估报告。在前期工作的基础上，严格按照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）执行，对地质环境复杂程度进行判别，进行地质灾害危险性现状评估、预测评估、地质灾害危险性综合评估、适宜性评估，提出相应的防治措施及建议。主要图件编制采用专业制图软件编制（成图 1:3000~1:4000），插图采用 jpg 格式的光栅文件。至 2024 年 10 月 24 日完成评估报告及图件的编制工作，2024 年 10 月 26 日完成本单位自审和修改工作。

## （四）报告评审

在评估报告完成本单位自审和修改评估报告工作后，报送至清远市国土空间生态修复与地质灾害防治协会进行评审，评审通过后进行登记。

## 二、完成工作量

本次评估工作投入的主要工作量和收集利用资料见下表。

表 1-10 完成工作量统计表

工作内容		单位	数量
本次评估	1、1:3000 综合地质灾害调查面积	km <sup>2</sup>	4.78
	2、调查路线长度	km	19.16
	3、地质点	个	317
	4、照相（选用张数/实拍张数）	张	30/1518
收集资料	1、区域地质、水文地质、环境地质	份	15
	2、可研报告及图件	份	1
	3、岩土工程勘察报告，其中完成工作量：	份	5
	（1）钻探量（孔（个）/进尺(m)）	个/m	89/1619.4
	（2）标准贯入试验	次	239
	（3）土工试验	件	84
	（4）岩石分析	件	38
（5）水质分析	件	10	
成果报告	广东省清远市连南产业园（北江片区） 地质灾害分布图	份	1
	广东省清远市连南产业园（金光片区） 地质灾害分布图	份	1
	广东省清远市连南产业园（迴龙片区） 地质灾害分布图	份	1
	广东省清远市连南产业园（北江片区） 地质灾害危险性综合分区评估图	份	1
	广东省清远市连南产业园（金光片区） 地质灾害危险性综合分区评估图	份	1
	广东省清远市连南产业园（迴龙片区） 地质灾害危险性综合分区评估图	份	1

### 三、工作质量评述

本次工作采用了资料收集和综合地质调查的技术方法和手段，综合调查研究，精心设计、精心组织、科学管理和认真实施，报告满足了《地质灾害危险性评估规范》及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)》

评估工作的要求。

为保障项目成果质量，本项目认真执行我院三级质量管控等有关项目管理制度的相关规定，确保各项工作的质量。对完成的各种记录、卡片、图表、图件等均进行了三级质量检查，各级质量管理工作良好。

### 1、资料收集

系统收集了 15 份工作区所在区域的基础地质、水文地质、工程地质和环境地质等方面的成果资料，重点收集区内及区域基础地质构造，区内与周边地质灾害现状资料，包括区域地质资料 5 份，水文地质资料 4 份，环境地质和灾害地质资料 6 份，

可行性研究报告 1 份，控制性详细规划 1 份，岩土工程勘察报告 5 份。为本次评估提供了详细基础资料。收集的区域性资料及岩土工程勘察资料满足了本次地灾评估所需。

### 2、地质综合调查

完成了评估区域比例尺 1:3000~1:4000 的综合地质调查，完成调查面积约 4.78km<sup>2</sup> 和调查路线约 19.16km。完成综合地质调查点 317 个，达到《广东省地质灾害危险性评估实施细则(2023 年修订版)》技术要求中一级评估调查工作精度要求的工作量（精度要求在图幅面积 10×10cm 范围内调查控制点不应少于 8 个），原始记录根据规范要求进行了清绘等整理工作，达到项目管理规定的相关要求。

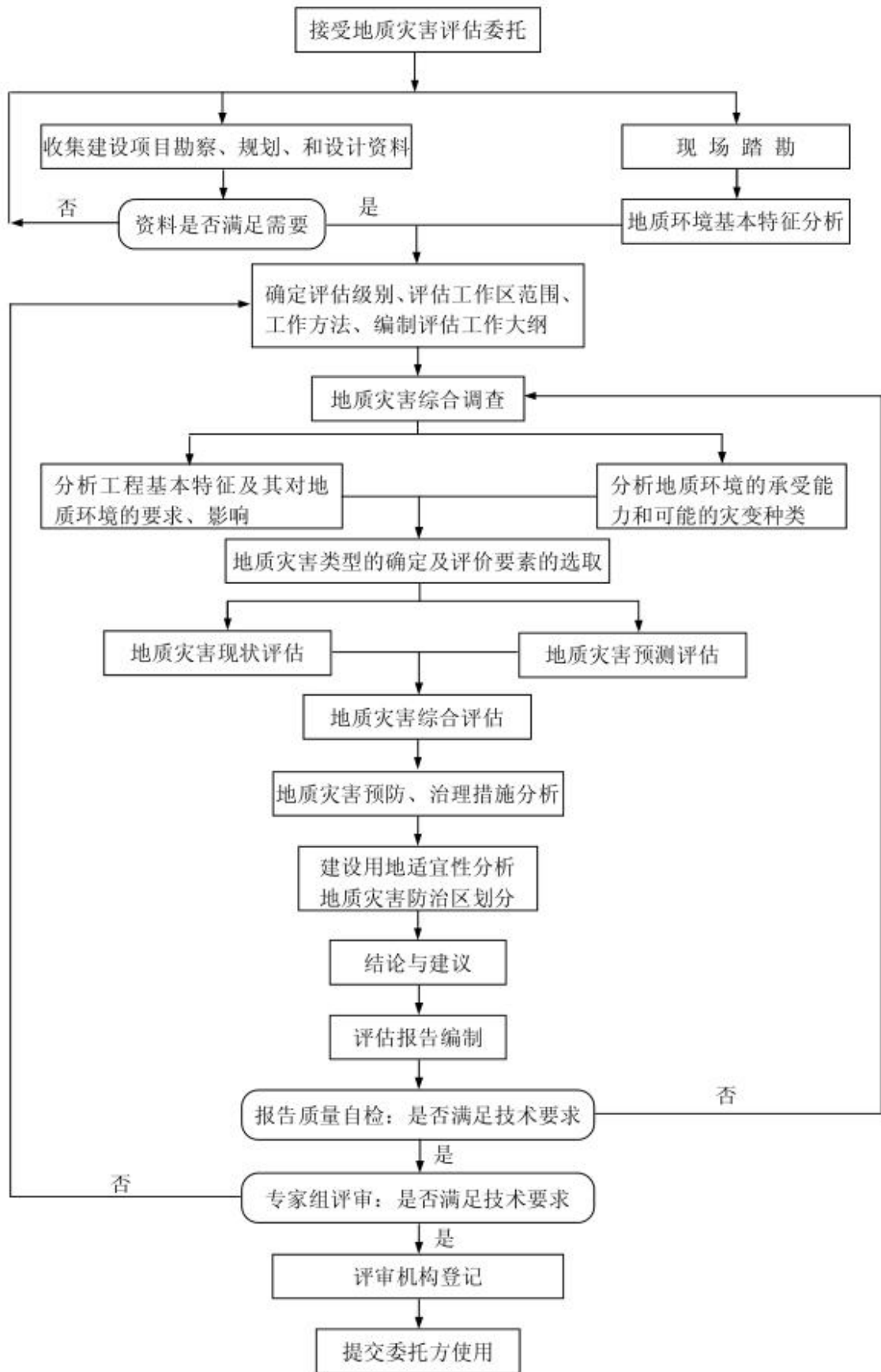


图 1-22 地质灾害危险性评估工作程序图

## 第五节 评估范围与级别的确定

### 一、评估范围的确定

控规编制范围为连南瑶族自治县民族生态产业园，共涉及三个片区，总用地面积为 273.20 公顷，其中金光片区 188.89 公顷，廻龙片区 34.12 公顷，北江片区 50.19 公顷。

金光片区东至同灌河，南至官坑村、东升村，西至 S261，北至金光村，廻龙片区东至铁坑村田疗，南至廻龙小学，西至廻龙村，北至铁坑村大围。北江片区东至石坑崮村，南和西至阳爱村，北至成头冲村。

最终批复起步区实施面积为金光片区 81.57 公顷，廻龙片区 16.72 公顷，北江片区 23.07 公顷，总面积 121.36 公顷。经确认，本次评估以最终批复的起步区总面积范围，即 121.36 公顷进行地质灾害危险性评估工作。

经现场调查并综合分析已有地质资料，根据地质环境条件，结合拟建项目工程的特点，以及工程建设可能影响的范围以及外围或周边发生地质灾害对本工程的影响，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版）对评估范围的要求，评估区范围为根据各片区以用地红线向四周扩展约 200~300m，靠近自然山体一侧外扩至第一分水岭，各片区用地总面积为 121.36 公顷，即 1.2136km<sup>2</sup>，评估区总面积为 4780002.8m<sup>2</sup>，即约 4.78km<sup>2</sup>，包括用地范围以及各种地质灾害可能影响范围，满足对评估分析研究的需要。

表 1-11 各片区红线及评估范围统计表

片区名称	红线面积		评估区面积	
	公顷 (hm <sup>2</sup> )	km <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
北江片区	23.07	0.2307	1181781.40	1.18
金光片区	81.57	0.8157	2916318.30	2.92
廻龙片区	16.72	0.1672	681903.10	0.68
合计	121.36	1.2136	4780002.80	4.78

### 二、评估级别的确定

评估区地貌单元为剥蚀丘陵地貌，区内地质环境条件复杂程度为复杂（具体的地质环境条件分析见第二章）。项目建设内容包括工业、商业、市政基础设施工程、公共配套设施工程等。

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版，2024 年 9 月）

要求，本次广东省清远连南产业园区项目属面积性园区项目类型，占地面积合计 1.2136km<sup>2</sup>，其中北江片区、廻龙片区属 <0.5km<sup>2</sup> 范围，属一般建设项目，金光片区属 0.5 ≤~<2.0km<sup>2</sup> 范围，属较重要建设项目，根据控规文件，金光片区拟规划含燃气用地（供气规模 1000 立方米/小时）属重要建设项目，综合评定本次评估工程项目属**重要建设项目**；地质环境条件复杂程度为**复杂**。由此确定本次地质灾害危险性评估等级为**一级**。

表 1-12 地质灾害危险性评估分级表

评估工作分级 建设项目重要性	地质环境条件 复杂程度	复 杂	中 等	简 单
	重要建设项目		一 级 (√)	一 级
较重要建设项目		一 级	一 级	二 级
一般建设项目		一 级	二 级	二 级

## 第六节 评估的地质灾害类型

### 一、现状地质灾害

本项目拟建场址位于广东省清远市连南瑶族自治县境内，根据《清远市连南瑶族自治县地质灾害防治“十四五”规划（2023 年 6 月）》，评估区位于地质灾害高易发区（A3），主要灾种为崩塌、滑坡泥及石流等。

经查阅资料，3 个片区无在册地质灾害隐患点。经现场地质灾害综合调查、走访，评估区内发现 4 处现状地质灾害，均为修建道路切坡形成的路堑边坡崩塌灾害 3 处，其中廻龙片区 1 处，金光片区 3 处，北江片区未发现现状地质灾害（详见第三章）。

### 二、预测地质灾害

根据拟建工程场地地质环境条件，结合工程类型及其施工方式，预测工程在建设过程中或建成后，由于造成地质环境条件的改变和影响，可能引发或遭受的地质灾害有岩溶地面塌陷、地面沉降和边坡崩塌/滑坡（包括基坑边坡崩塌/滑坡、填方边坡崩塌/滑坡、挖方边坡崩塌/滑坡、岸堤边坡崩塌/滑坡、路堑边坡崩塌/滑坡及自然山体斜坡边坡崩塌/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、地形地貌条件、地质构造条件、气候条件、规划设计及人类工程活动条件等。（详见第四章）。

## 第二章 地质环境条件

### 第一节 区域地质背景

#### 一、大地构造位置

广东省清远市在大地构造单位元中属于羌塘-扬子-华南板块，区域地层出露较齐全，构造活动活跃，演化复杂；区域内岩浆活动频繁，岩石类型复杂，具有多期，多阶段活动的特点，形成规模巨大的以佛冈-丰良断裂带，吴川-四会断裂带，广从断裂等东西向，北东向构造带为主体的构造格架。

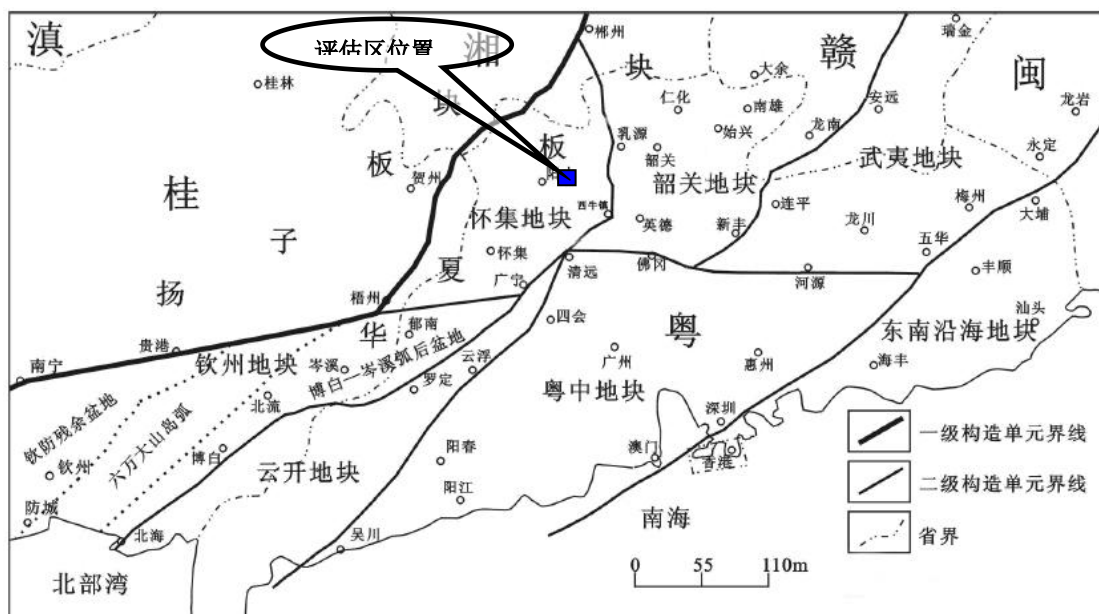


图 2-1 评估区大地构造位置图（来源：1:50 万广东省地质构造图）

#### 二、区域地层与岩石

根据 1:20 万阳山幅区域地质图，评估区周边区域出露地层有寒武系-元古界 B 层，泥盆系上统、中统，石炭系中上统、下统，二叠系上统及下统，三叠系下统，第三系及第四系地层，现按照由老到新的顺序将各地层论述如下：

##### （一）区域地层

##### 1、寒武系-元古界（Pt-C）

寒武系-元古界 B 层（Pt-C<sup>b</sup>）。主要分布于区域西侧，岩性主要为深灰色及灰绿色块状、薄板状细粒长石石英砂岩、石英砂岩，夹很多灰绿色泥质绢云母微片岩、石英云

母微片岩、硅质云母微片岩及粉砂岩，最大厚度 1790m。

## 2、泥盆系（D）

### （1）泥盆系中统

桂头群郁江组（D<sub>2y</sub>）：主要分布于区域西侧，底部为紫红色砾岩，厚 5-17 米，其上为浅灰色石英砂岩、长石石英砂岩夹灰色、紫红色粉砂岩，泥质页岩及砂质页岩，含化石。区域厚度 200-340m。

东岗岭组（D<sub>2d</sub>）：主要分布于区域北西侧，主要为灰黑色石灰岩及白云岩，上部有时有砂质页岩，厚 30-80 米，含化石。区域厚度 215-270m。

### （2）泥盆系上统

泥盆系上统（D<sub>3</sub>）：主要分布于区域北西侧，其北及东部未分层，为白色、灰白色、浅紫红色厚层块状石灰岩，含化石。中南部分上、下二部：上部为紫红色薄层状铁质泥质页岩及粉砂质泥质灰岩，其顶部有灰-深灰色钙质泥质页岩，含化石。下部为浅灰色厚层块状细粒石英砂岩，有时见灰白色砂砾岩。区域厚度 420-805m。

## 3、石炭系（C）

### （1）石炭系下统

岩关阶孟公坳组（C<sub>1ym</sub>）：主要分布于区域南东侧，主要为灰黑色薄板状石灰岩，常含燧石透镜体，含化石，在底部有时有泥质页岩，厚 5-20m。区域厚度 140-350m。

大塘阶石磴子段（C<sub>1ds</sub>）：主要分布于区域南东侧，为灰黑色及浅灰色块状、中厚板状石灰岩。上部含燧石结核，含化石，在底部有时有泥质页岩，厚 5-20m。区域厚度 220-830m。

大塘阶测水段（C<sub>1dc</sub>）：主要分布于区域南东侧及北东侧，主要为灰白色石英砂岩及灰色泥质页岩互层，夹砾岩及煤层，含化石。最大厚度 125m。

### （2）石炭系中-上统

石炭系中上统壶天群（C<sub>2+3ht</sub>）：主要分布于区域南东侧及南西侧，为浅灰、灰白和粉红色白云岩夹石灰岩，上部含燧石结核，含化石。区域厚度 525-640m。

## 4、二叠系（P）

二叠系下统（P<sub>1</sub>）：主要分布于区域南西侧局部地区，上部为浅灰色燧石灰岩，含化石，下部为灰黑色燧石灰岩，含化石。区域厚度 135~160m。

二叠系上统（P<sub>2</sub>）：主要分布于区域中部及南西侧地区，上部为深灰色燧石石灰岩，

含化石；中部为绿灰色、灰色泥质页岩、砂质页岩夹粉砂岩及煤层，含化石；下部为绿灰色、灰色泥质页岩和粉砂泥质页岩夹硅质页岩、长石石英砂岩，含化石，底部为砾岩，厚 1m。最大厚度 210m。

#### 5、三叠系（T）

三叠系下统大冶群下亚群（ $T_1dj^a$ ）：在区域内为中部及北东、南东侧出露，主要为灰色及浅灰色薄板状石灰岩夹个别黄色泥质页岩，含化石。区域厚度 270~335m。

#### 6、第三系（E）

下第三系丹霞群（Edn）：在区域内为中部及东侧出露，底部为紫红色砾岩，厚 20m，其上为紫红色粉砂岩，含孢粉化石。最大厚度大于 680m。

#### 7、第四系（Q）

在区域内为中部及北东、南西侧出露，主要为冲积砾石、砂、粘土及残坡积层。最大厚度 20m。

### （二）区域岩石

区域上未见岩石出露。

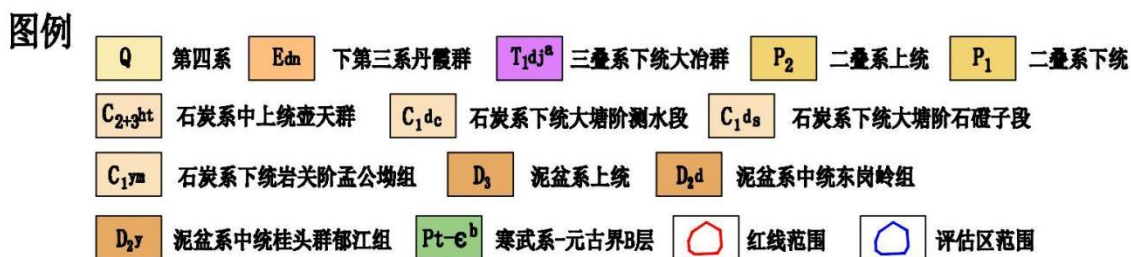
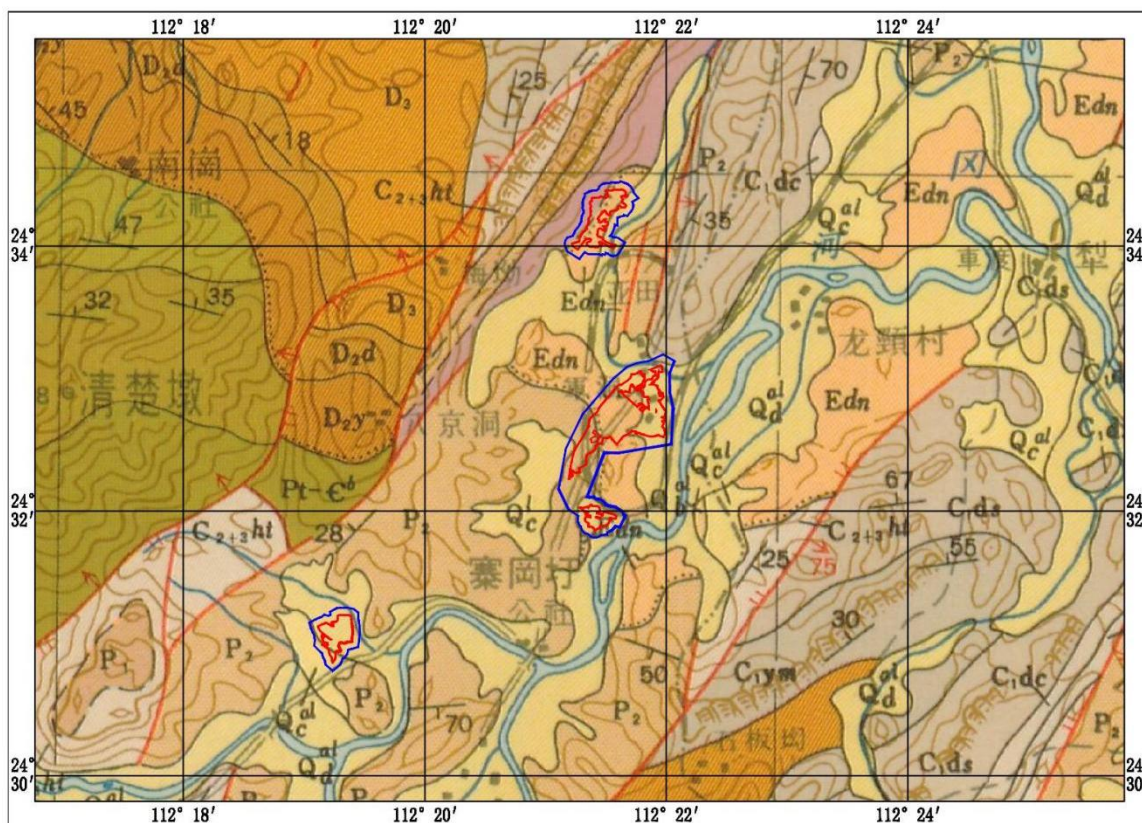


图 2-2 评估区区域地质图（资料来源 1：20 万阳山幅区域地质图）

### 三、区域地质构造

据收集本项目勘察、可研资料、广东省构造体系图（1：50万）及广东省地质图（1：50万），拟建场地所在地区的构造带主要为：沙冲—白花坪—大屋大断裂构造带及泥坑—百花山断裂带，经历了印支以来的构造发展阶段，主要构造形迹有南北向构造，它们交错分布，华夏构造体系在连南县的表现是形成一组北东走向的褶皱和断裂，出露于县东北部。新华夏构造体系非常发育，在县中部和西部为代表，出露县东南部。南北构造以连阳岩体中的断裂为突出，还有一些南北向的褶皱出露于县南部。

评估区内未发现明显的全新世活动断裂构造痕迹，场地的构造稳定性较好，场地所处区域近年属弱震区，发生强震的可能性小，本工程场地总体上较稳定。

## 四、区域新构造运动

### (1) 新构造运动

评估区中新世代以来的垂直升降运动不剧烈。拟建场地内未发现第四纪以来有断裂活动的迹象。按《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009年版）中表 5.8.3 中“全新活动断裂分级”的评定标准，综合评定本区为Ⅲ级-微弱全新活动断裂级别。

### (2) 地震

评估区属于建筑抗震的一般地段。拟建场地位于连南县，抗震设防烈度为 6 度，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）中的附录 A 之 A.0.19 及《中国地震动参数区域图》（GB18306-2015）中的表 C.19 的划分，Ⅱ类场地的地震动参数为：设计地震基本加速度为 0.05g；反应谱特征周期 0.35s，设计地震分组为一组。

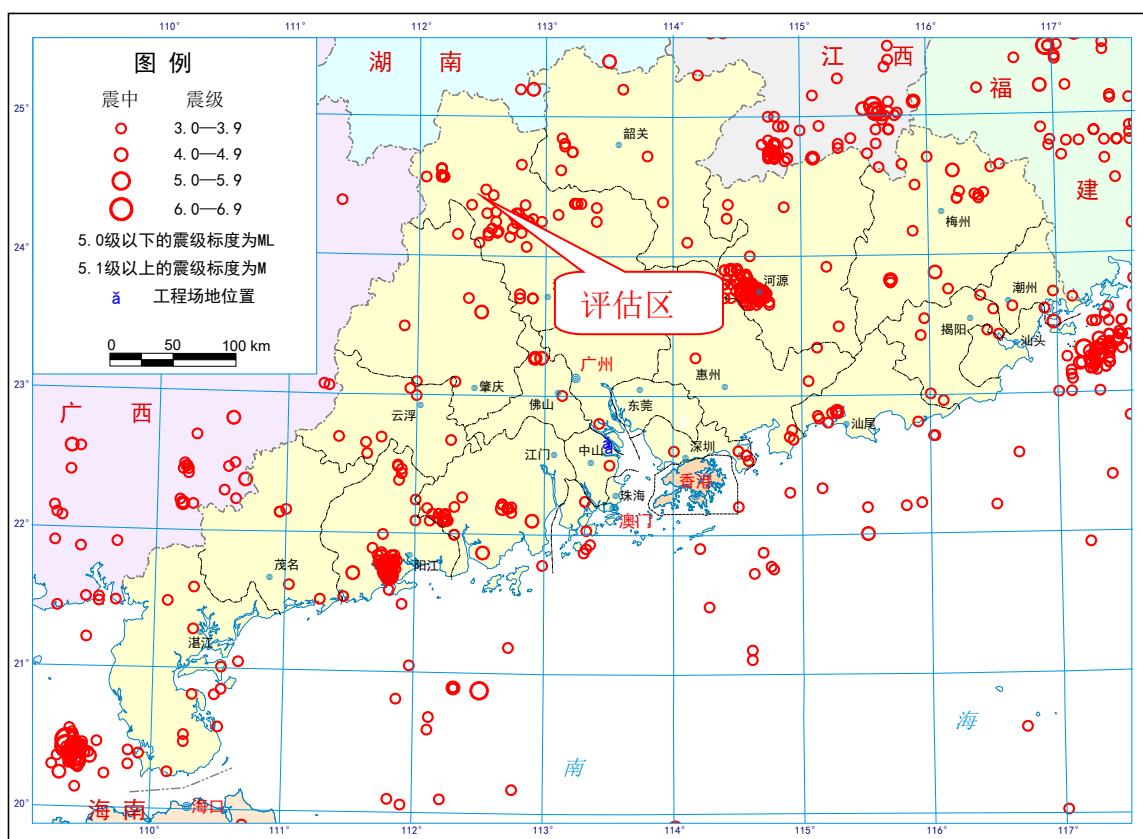


图 2-3 清远市及邻区地震震中分布图（资料来源广东省地震局）

综上所述，评估区所处区域构造有沙冲—白花坪—大屋大断裂构造带及泥坑—百花山断裂带，所有断裂均不与评估区相交，距离评估区较远，除此外，本工程 1km 范围内再未见其他活动断裂，本工程场地总体上较稳定，因此断裂构造对评估区影响较小。区内地震基本烈度为Ⅵ度，区域地壳稳定性属基本稳定。区域地质背景复杂程度为中等。

## 第二节 气象水文

### 一、气象

本场地区属南亚热带气候，温湿多雨，冬无严寒且霜期短，四季草木常青。据连南 1974~2023 年历史统计资料，区内年平均气温 21℃左右，每年以 7~8 月气温最高，平均为 28~29℃，极端最高温度 39.9℃。1~2 月气温最低，常有寒潮侵袭，并偶有冰雪出现，平均气温为 6~10℃，极端最低温度-3.2℃。区内雨量充沛，但时空分布不均，年际变化较大，根据历年资料统计，平均年降雨量为 1865.6mm，年最大降雨量为 2662.7mm（2001 年），年最小降雨量 929.0mm（1963 年），日最大降雨量为 265.5mm（1997 年 5 月 8 日），时最大降雨量 57.8mm。月连续降雨日数可达 23 天。年均无霜期为 301.9 天。雨季主要在 4~6 月，其次是 7~9 月，10~12 月雨量最少，1~3 月雨量开始增多。暴雨则集中在 5~7 月份，暴雨集中期地表径流强劲，最易造成水毁等病害，洪涝是本区常见的自然灾害。

连南瑶族自治县主要的气象灾害为洪涝、干旱、低温阴雨、寒潮及强对流天气等。如 1994 年发生的“6.12”、“7.22”特大洪水灾害，属历史罕见，百年不遇，受灾伤亡超 150 人，房屋倒塌 1000 多间，工农业和公路、通讯、水电基础设施遭受严重破坏，直接经济损失逾 4.5 亿元；2008 年 1-2 月的冰冻灾害，县城最低气温-1.8°，伴随大范围的暴雨降水，据统计，受灾人口超 4 万人，房屋损毁逾 600 间，以及其他林业、电力、水力等均遭受破坏，全县经济损失逾 9 亿元。

### 二、水文

连南瑶族自治县全县河流总长 130km，集雨面积 750 平方公里，主要河流有三江河、寨岗河、涡水河、金坑河、大龙河、盘石河及龙水河。溪河纵横、支流多、落差大，形成了丰富的水力资源。

评估区内主要为同灌水和寨岗河。寨岗河年均流量为 18.6 立方/秒，支流有寨南河、白芒河。上游有板洞、牛塘等大型水库调节，可以满足生活、农业、产业基地安全用水，属同灌水支流；同灌水流向为由北向南，水质属二~三级。同灌水是珠江水系干流北江支流连江的支流之一，发源于广东省连南县黄莲坳，经连南县寨岗流入阳山县，经黎埠至同灌口注入连江，流地经黎埠白迎热、凤埠等乡镇，流域面积 655 平方公里，在阳山县境内 225.2 平方公里，河流全长 57 公里，在阳山县境内 23 公里。

评估区内水流方向整体是由北往南，由西往东流。其它为网状水系多为小排水渠，呈季节性流水，排水至就近水系。据《连南瑶族自治县重点河流（（涡水河、同灌河）生态流量保障方案（报批稿）2021年12月》，连南县境内无水文站，未能收集到同灌水、寨岗河的最大洪水位，但资料显示同灌河流域上建成小（1）型水库3座：田湖水库（总库容600万 $m^3$ ）、沙木塘水库（总库容268万 $m^3$ ）、上牛塘水库（总库容212万 $m^3$ ），但流域内缺少重要的水利调蓄工程，防洪调节能力较为低下；据《连江防洪体系规划》（清远市水利局），连江流域是清远市主要洪灾区，历史上洪水频发，根据连江控制站——高道站建站以来的资料统计，平均约10年发生一次20年一遇洪水，约7.6年发生一次10年一遇洪水，约3.6年发生一次5年一遇洪水。尤其近几年，暴雨洪水频发。综合预测同灌水及寨岗河洪水位对评估区有一定影响。

综上所述，根据评估区气象水文条件，受台风、暴雨的侵袭，连降暴雨可能对区内建设造成危害，对工程建设地质灾害有一定的诱发破坏作用。

### 第三节 地形地貌

评估区所处地貌单元属剥蚀丘陵地貌，规划红线内总体较平整，外扩评估区紧靠自然山体，高差小~大，自然植被发育较好，下面对各片区分别阐述，见下表。

表 2-1 评估区各片区地形地貌条件评估表

序号	片区	地形地貌	复杂程度
1	北江片区	主要属于剥蚀丘陵地貌，地势较起伏，坡度约20~70°，规划红线内为已建厂房、民房及道路等，评估区自然山体植被较发育，坡脚标高约120~133m，坡顶最大标高约380m，相对高差大于200m，总体为北西高南东低，地形地貌条件复杂程度为复杂。	复杂
2	金光片区	主要属于剥蚀丘陵地貌，地势起伏小~中等，规划红线内为已建厂房、民房、耕地及道路等，评估区自然山体植被较发育，坡脚标高约115~132m，坡顶最大标高约144~167m，总体为南东高北西低，坡度较缓约15~35°，地形地貌条件复杂程度为复杂。	复杂
3	迴龙片区	主要属于剥蚀丘陵地貌，地势起伏小~中等，规划红线内为已建厂房、民房、荒地及道路等，评估区自然山体植被较发育，坡脚标高约164~196m，坡顶最大标高约219m，总体为西高东低，坡度较缓约15~30°，地形地貌条件复杂程度为中等。	中等

综上所述，评估区地貌类型为剥蚀丘陵地貌单元，地形地貌复杂程度为复杂。

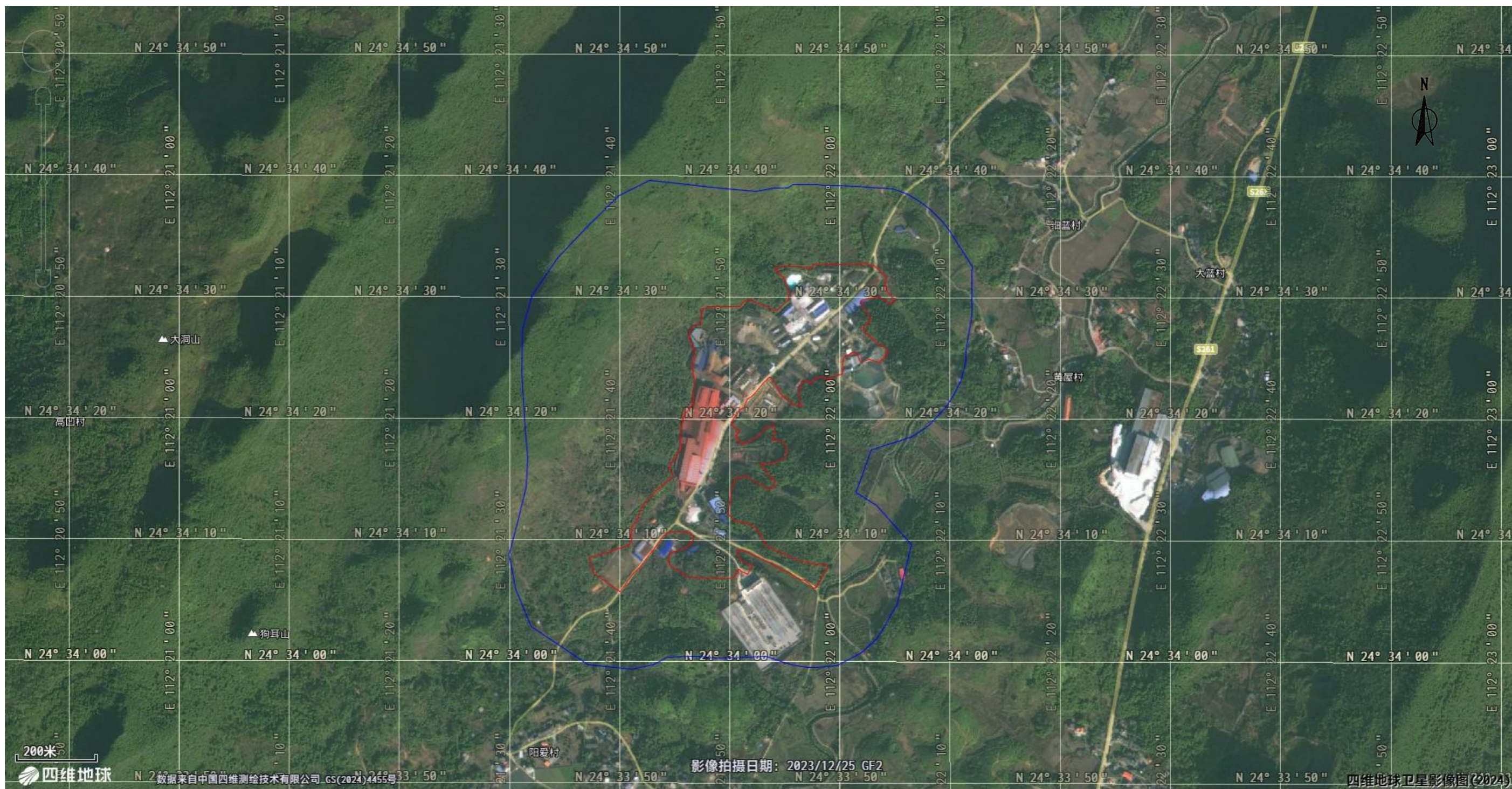


图 2-4 北江片区评估区域场地及周边地形地貌卫星图（来源于奥维地图，2023 年 12 月）

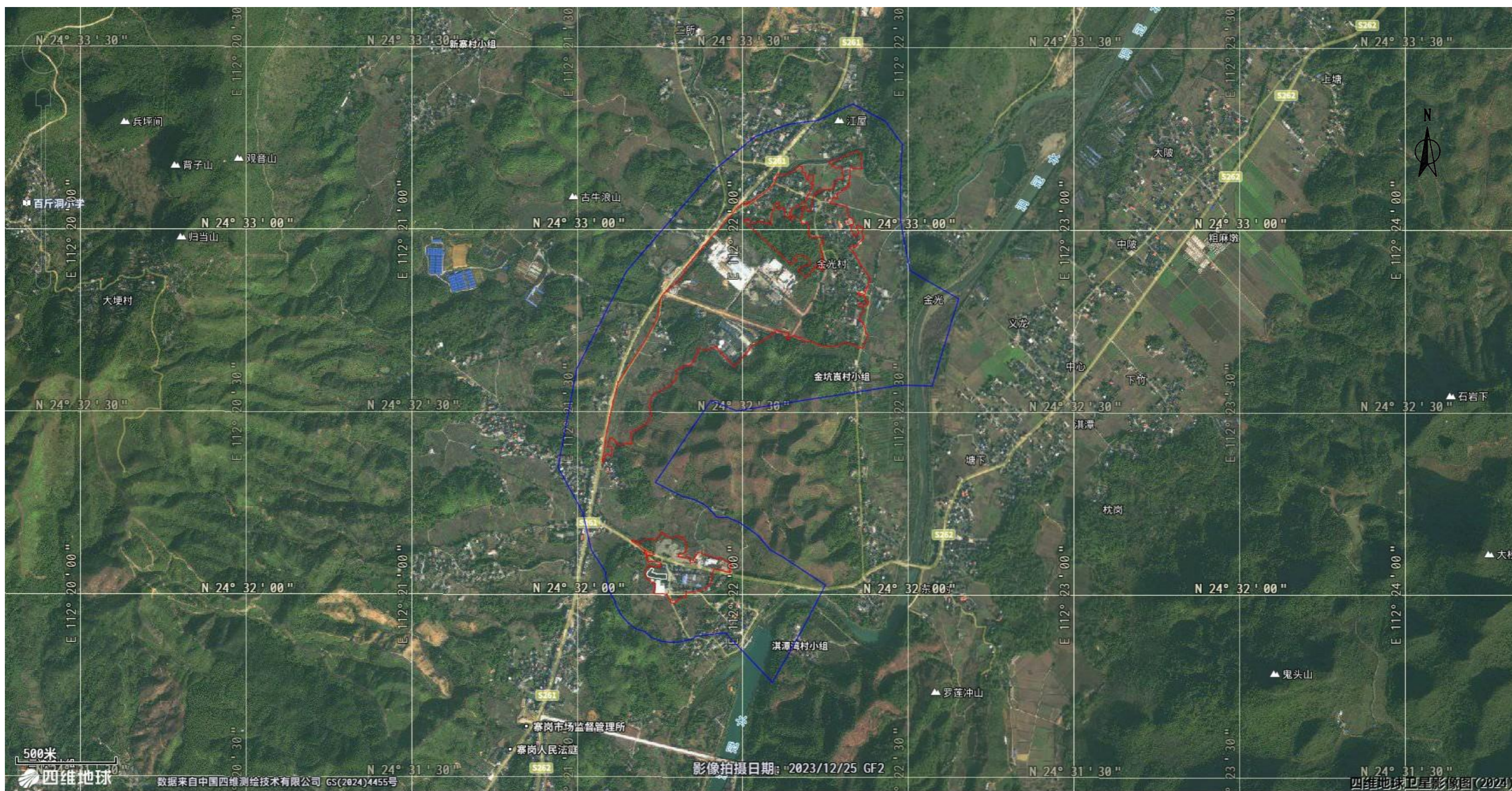


图 2-5 金光片区评估区域场地及周边地形地貌卫星图（来源于奥维地图，2023 年 12 月）

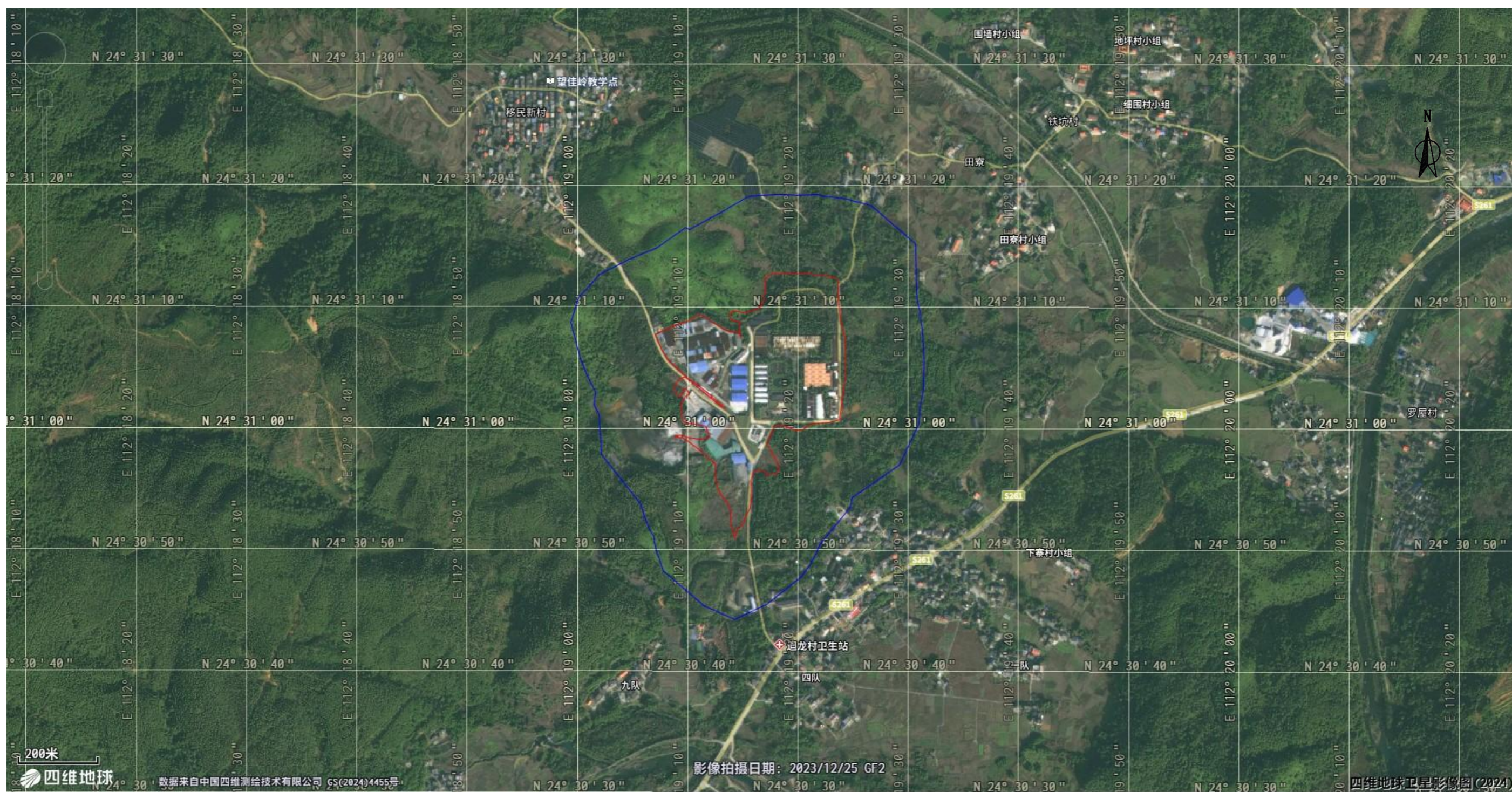


图 2-6 迴龙片区评估区域场地及周边地形地貌卫星图（来源于奥维地图，2023 年 12 月）

## 第四节 地层与岩石

### 一、评估区内地层

根据本次野外地质灾害综合调查以及收集的岩土工程勘察资料，评估区内地层为石炭系（C）、第三系（E）及第四系（Q）地层。现分述如下。

#### 1、石炭系（C）

因孔深原因，部分钻孔揭露本层，岩性为灰、浅灰黑色泥质石灰岩，揭露强风化、中风化及微风化层，强风化层岩芯呈短柱块状局部半岩半土状，岩质软，揭露厚度为1.50~5.90m；中风化层岩芯呈短柱状局部块状，局部裂隙稍发育，岩质稍硬-坚硬，揭露厚度为5.50~9.90m；微风化层，岩芯呈短柱状局部块状，局部裂隙稍发育，岩质坚硬，各风化岩体基本质量等级为V~III级，揭露层厚为5.50~7.30m。

#### 2、第三系（E）

评估区仅金光片区大部分区域有揭露，岩性为棕红、棕褐色，粉砂质泥岩，揭露强风化、中风化层，强风化层呈半岩半土状，呈层状、似层状风化强烈，局部夹中风化粉砂质泥岩、泥质砾岩，岩质较软，失水有干裂现象。岩石坚硬程度为极软岩，岩体完整程度分类总体上为极破碎，岩石基本质量等级分类为V级，揭露厚度为2.20~7.00m；中风化层，岩芯呈短柱状局部块状，上部节理裂隙发育岩芯较破碎，岩石坚硬程度为软岩，岩石完整程度为较破碎，岩体基本质量等级为V级，揭露层厚为5.00~10.20m。

#### 3、第四系（Q）

主要为残积层（Q<sup>el</sup>）及填土层（Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>）。其主要特征如下：

（1）残积层（Q<sup>el</sup>）：评估区内普遍分布，岩性为黄褐色、褐灰色，稍湿，可塑状粉质黏土，揭露厚度1.6~18.7m。

（2）填土层（Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>），浅褐灰色，稍湿，松散，主要由黏性土组成，局部含碎、块石。堆填时间约2~3年，自重固结差，揭露厚度0.5~4.6m。

### 二、评估区岩石

据本项目勘察钻探揭露，评估区内未揭露岩浆岩。

综上所述：评估区内地层为石炭系（C）、第三系（E）及第四系（Q）地层，区内未揭露岩石发育，判定评估区内地层与岩石复杂程度为中等，对拟建工程有一定影响。

## 第五节 地质构造

### 一、评估区内地质构造

根据区域地质、收集的可研、勘察资料及现场地质调查，评估区内未发现断裂、褶皱等构造，区域构造对拟建场地影响小。

### 二、评估区新构造活动特征

评估区中新生代以来的垂直升降运动不剧烈。拟建场地内未发现第四纪以来有断裂活动的迹象。按《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009年版）中表 5.8.3 中“全新活动断裂分级”的评定标准，综合评定本区为Ⅲ级-微弱全新活动断裂级别。

综上所述，评估区内无构造通过，新构造运动特征主要表现为微弱全新活动断裂地壳运动，活动性相对较弱，地壳稳定性相对较好，基岩为较破碎-破碎，综合评定评估区内地质构造条件为中等。

## 第六节 岩土类型及工程地质性质

### 一、岩土体类型及主要特征

因三个片区相距一定的距离，按各片区分别评述其岩土体类型及主要特征。

#### （一）北江片区

根据收集评估区场地岩土工程勘察资料及野外调查结果，评估区岩土体按成因类型和物理力学性质，划分为素填土层（ $Q^{ml}$ ）、第四系残积层（ $Q^{el}$ ）及石炭系（C）石灰岩。

#### 1、第四系人工填土层（ $Q^{ml}$ ）

**素填土（层号①）**：各孔均有揭示，灰浅灰、褐灰色，湿，松散，主要由碎石和黏性土组成。该土层勘察钻进施工过程中漏浆现象明显，呈欠固结状态，遇水土状填料易崩解、软化，具有较强湿陷性特点，填土为新近回填，回填时间约 3 年，其均匀性差。现场对填土进行取样，实验室定名为“粉质黏土”。

揭露层厚为 0.50~1.50m，平均厚度 0.95m；顶面标高为 118.06~119.36m。

本层作标贯试 8 次，实测击数  $N'$  值范围为 3.0~4.0 击，平均值 3.6 击，修正后击数  $N$  值范围为 3.0~4.0 击，平均值 3.6 击。

本层取土样 6 件，试验结果详见土工试验报告，主要的物理力学性质平均值为：含

水率  $\omega=29.5\%$ ，孔隙比  $e=1.068$ ，液性指数  $IL=0.35$ ，压缩系数  $a_{1-2}=0.45\text{MPa}^{-1}$ ，属中等压缩性土。

该层成分较为复杂、均匀性差，力学性质不均匀，根据野外取芯鉴定情况及结合地区经验提出该土层地基承载力特征值为  $f_{ak}=60\text{kPa}$ 。由于该层土质不均，稳定性差，故本层地基承载力特征值仅作为临时荷载验算时使用。

## 2、第四系残积层 ( $Q^{el}$ )

**粉质黏土 (层号②)**：场地内普遍分布，全部钻孔有揭露，灰黄、浅紫红色，很湿，可塑，由粉粒和黏粒组成，局部黏性较好。

揭露层厚为  $7.40\sim 10.30\text{m}$ ，平均厚度  $8.89\text{m}$ ，顶面标高为  $116.65\sim 118.56\text{m}$ ，顶面埋深为  $0.50\sim 1.50\text{m}$ 。

本层作标贯试验 30 次，实测击数  $N$  值范围为  $7.0\sim 11.0$  击，平均值 8.6 击，修正后击数  $N$  值范围为  $6.60\sim 9.3$  击，平均值 7.7 击，标准值 7.5 击。

本层取土样 10 件，试验结果详见土工试验报告，主要的物理力学性质平均值为：含水率  $\omega=29.3\%$ ，孔隙比  $e=0.832$ ，液性指数  $IL=0.27$ ，压缩系数  $a_{1-2}=0.36\text{MPa}^{-1}$ ，黏聚力  $c=21.8\text{kPa}$ ，内摩擦角  $\Phi=15.3$  度，属中等压缩性土。

根据野外取芯鉴定情况及结合地区经验提出该土层地基承载力特征值  $f_{ak}=160\text{kPa}$ 。

## 3、石炭系 (C) 石灰岩

**中风化石灰岩 (层号③1)**：场地勘察深度范围内全部钻孔有揭露，灰色，隐晶质结构，中厚层构造，岩芯呈短柱状局部块状，局部裂隙稍发育，岩质坚硬。

揭露层厚为  $5.50\sim 7.30\text{m}$ ，平均厚度  $6.17\text{m}$ ；顶面标高为  $106.72\sim 118.65\text{m}$ ，顶面埋深为  $8.80\sim 13.70\text{m}$ 。

取岩石样 6 组，具详见岩石单轴抗压强度测试报告，经过数理统计，岩石饱和抗压强度最小值  $21.30\text{MPa}$ ，最大值  $60.80\text{MPa}$ ，平均值  $35.58\text{MPa}$ ，标准值  $23.3\text{MPa}$ 。根据《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15-31-2016) 表 4.2.3-1 查表，岩石坚硬程度为较软岩，岩石完整程度为较破碎，岩体基本质量等级为 IV 级。

根据岩石饱和单轴抗压强度试验结果，结合现场钻进的难易程度及所得岩芯的完整程度、以及《建筑地基基础设计规范》(DBJ 15-31-2016) 表 4.4.1-2 查表结果和当地勘察设计经验，综合考虑，建议其地基承载力特征值按  $f_{ak}=3000.0\text{KPa}$  考虑。

**微风化石灰岩 (层号③2)**：场地勘察深度范围内全部钻孔有揭露，灰色，隐晶质

结构，中厚层构造，岩芯呈短柱状局部块状，局部裂隙稍发育，岩质坚硬。

揭露层厚为 5.50~7.30m，平均厚度 6.17m；顶面标高为 106.72~118.65m，顶面埋深为 8.80~13.70m。

取岩石样 6 组，具详见岩石单轴抗压强度测试报告，经过数理统计，岩石饱和抗压强度最小值 26.30MPa，最大值 88.90MPa，平均值 56.8MPa，标准值 41.0MPa。根据《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）表 4.2.3-1 查表，岩石坚硬程度为较硬岩，岩石完整程度为较完整，岩体基本质量等级为 III 级。

根据岩石饱和单轴抗压强度试验结果，结合现场钻进的难易程度及所得岩芯的完整程度、以及《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）表 4.4.1-2 查表结果和当地勘察设计经验，综合考虑，建议其地基承载力特征值按  $f_{ak}=5000.0\text{KPa}$  考虑。

以上各岩土层的物理力学性质指标统计和主要设计参数建议值分别见下表 2-2、表 2-3。

表 2-2 土的物理力学性质指标统计表

岩土编号	岩土名称	统计项目	质量密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	天然含水量 $\omega$ (%)	土粒比重 $G_s$	天然孔隙比 $e$	液限 $\omega_L$ (%)	塑限 $\omega_p$ (%)	液性指数 IL	塑性指数 IP	直剪		压缩系数 $\alpha$ 0.1-0.2 (1/MPa)	压缩模量 $E_s$ 0.1-0.2 (MPa)
											内摩擦角 $\phi$ q(度)(快剪)	粘聚力 $C_q$ (kPa)(快剪)		
①	素填土	统计个数	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
		最大值	1.92	39.7	2.71	1.193	51.9	35.1	0.66	16.8	27.5	36.7	0.580	8.00
		最小值	1.72	23.9	2.68	0.743	37.0	24.4	0.00	12.6	17.0	20.7	0.220	3.80
		平均值	1.85	29.5	2.70	0.894	43.0	28.7	0.05	14.4	23.2	28.6	0.345	5.96
		标准差	0.085	7.795	0.010	0.211	5.527	3.948	0.362	1.585	4.163	5.142	0.131	1.618
		变异系数	0.046	0.264	0.004	0.236	0.128	0.138	6.998	0.110	0.180	0.180	0.379	0.271
		修正系数	0.962	1.218	0.997	1.195	0.894	0.886	6.778	0.909	0.852	0.852	1.313	0.776
		标准值	1.78	36.0	2.69	1.068	38.5	25.4	0.35	13.0	19.7	24.4	0.453	4.63
②	粉质黏土	统计个数	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		最大值	1.99	40.7	2.71	1.222	51.2	34.6	0.62	16.6	27.4	31.0	0.580	6.72
		最小值	1.71	20.7	2.67	0.619	28.8	18.0	0.06	10.8	18.3	24.7	0.240	3.81
		平均值	1.90	29.3	2.69	0.832	39.0	25.7	0.27	13.3	21.6	27.0	0.361	5.21
		标准差	0.082	5.826	0.012	0.174	6.358	4.676	0.188	1.700	3.133	2.157	0.090	0.725
		变异系数	0.043	0.199	0.004	0.209	0.163	0.182	0.701	0.128	0.145	0.080	0.249	0.139
		修正系数	0.975	1.116	0.997	1.122	0.905	0.894	1.411	0.925	0.915	0.953	1.146	0.918
		标准值	1.86	32.7	2.68	0.934	35.3	23.0	0.38	12.3	19.8	25.7	0.414	4.78

表 2-3 各岩土层主要设计参数建议值表

层号	岩土名称	承载力特征值 fak(kPa)	凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	天然重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	压缩模量 Es(MPa)	变形模量 Eo(MPa)
①	素填土	60	5	8	18	—	3
②	粉质黏土	160	25	20	19	5.5	11
③1	中风化石灰岩	3000	—	—	—	—	—
③2	微风化石灰岩	5000	—	—	—	—	—

## (二) 金光片区

根据收集评估区场地岩土工程勘察资料及野外调查结果，评估区岩土体按成因类型和物理力学性质，划分为素填土层（Q<sup>ml</sup>）、第四系残积层（Q<sup>el</sup>）、第三系红层（E）及石炭系（C）石灰岩。

### 1、第四系人工填土层（Q<sup>ml</sup>）

**素填土（层号①）**：该层共 22 个钻孔有揭露，该土层为浅褐灰色，稍湿，松散，主要由黏性土组成，局部含碎、块石。堆填时间约 2 年，自重固结差。

揭露层厚为 0.50~4.60m，平均厚度 2.62m，顶面标高为 110.65~119.72m。

本层作标贯试验 15 次，实测击数 N' 值范围为 3.0~4.0 击，平均 3.4 击，修正后击数 N 值范围为 2.8~3.9 击，平均 3.3 击，标准差 0.457，变异系数 0.139，修正系数 0.936，标准值 3.1 击。

本层取土样 6 件，室内定名为“粉质黏土”。试验结果见土工试验报告，主要的物理力学性质数值为：含水率  $\omega=25.5\%$ ，孔隙比  $e=0.712$ ，液性指数  $IL=0.48$ ，压缩系数  $a_{1-2}=0.32\text{MPa}^{-1}$ ，黏聚力  $c=29.0\text{kPa}$ ，内摩擦角  $\Phi=19.1$  度，属中等压缩性土。

建议其地基承载力基本容许值  $[fak]=60\text{kPa}$ 。

### 2、第四系残积层（Q<sup>el</sup>）

**粉质黏土（层号②1）**：场地内大部份地段有分布，共 31 个钻孔有揭露，棕红、灰黄色，很湿，可塑，由粉黏粒组成，含少量粉砂和风化岩屑，局部黏性较好，切面光滑，稍有光泽反应，干强度高，韧性中等，为粉砂质泥岩风化残积土。

揭露层厚为 1.60~9.30m，平均厚度 4.76m，顶面标高为 107.65~120.11m，顶面埋

深为 0.00~4.60m。

本层作标贯试验 36 次，实测击数  $N'$  值范围为 8.0~10.0 击，平均值 8.7 击，修正后击数  $N$  值范围为 7.0~9.0 击，平均值 8.0 击，标准差 0.542，变异系数 0.068，修正系数 0.980，标准值 7.8 击。

本层取土样 11 件，试验结果见土工试验报告,主要的物理力学性质数值为：含水率  $\omega=26.5\%$ ，孔隙比  $e=0.888$ ，液性指数  $IL=0.43$ ，压缩系数  $a_{1-2}=0.36\text{MPa}^{-1}$ ，黏聚力  $c=25.9\text{kPa}$ ，内摩擦角  $\Phi=12.7$  度，属中等压缩性土。

建议其地基承载力基本容许值  $[f_{ak}]=160\text{kPa}$ 。

**粉质黏土（层号②2）**：场地内局部地段有分布，共 2 个钻孔有揭露，浅灰黄、土黄色，湿-很湿，可塑，主要由粉粒、黏粒等组成，含少量风化岩屑，土质黏塑性一般，无摇振反应，光泽反应稍有光滑，干强度及韧性中等,为灰岩风化残积土。

揭露层厚为 7.60~9.10m，平均厚度 8.35m，顶面标高为 109.48~112.03m，顶面埋深为 1.10~2.20m。

本层作标贯试验 4 次，实测击数  $N'$  值范围为 8.0~11.0 击，平均值 9.5 击，修正后击数  $N$  值范围为 7.6~9.5 击，平均值 8.6 击。

本层取土样 4 件，试验结果见土工试验报告,主要的物理力学性质数值为：含水率  $\omega=26.8\%$ ，孔隙比  $e=0.766$ ，液性指数  $IL=0.34$ ，压缩系数  $a_{1-2}=0.41\text{MPa}^{-1}$ ，黏聚力  $c=25.1\text{kPa}$ ，内摩擦角  $\Phi=19.6$  度，属中等压缩性土。

建议其地基承载力基本容许值  $[f_{ak}]=160\text{kPa}$ 。

### 3、第三系红层（E）

**强风化粉砂质泥岩（层号③1）**：场地内大部份地段有分布，共 31 个钻孔有揭露，棕红、棕褐色，泥质结构，块状构造，岩芯呈短柱状、碎块状，局部呈半岩半土状，呈层状、似层状风化强烈，局部夹中风化粉砂质泥岩、泥质砾岩，岩质较软，失水有干裂现象。岩石坚硬程度为极软岩，岩体完整程度分类总体上为极破碎，岩石基本质量等级分类为V级。

钻孔揭露厚度为 2.20~7.00m，平均厚度 4.32m，层面埋深 2.20~10.10m，层面标高 106.05~115.87m。

本层作标贯试验 34 次，实测击数  $N'$  值范围为 52.0~60.0 击，平均值 55.3 击，修正后击数  $N$  值范围为 43.8~49.3 击，平均值 47.2 击，标准差 1.289，变异系数 0.027，修

正系数 0.992，标准值 46.8 击。

建议其地基承载力基本容许值 $[f_{ak}] = 350\text{kPa}$ 。

**中风化粉砂质泥岩（层号③2）**：场地内大部份地段有分布，共 31 个钻孔有揭露，棕红、棕褐色，岩芯呈短柱状局部块状，上部节理裂隙发育岩芯较破碎。

揭露层厚为 5.00~10.20m，平均厚度 6.26m；顶面标高为 101.58~110.87m，顶面埋深为 7.60~14.60m。

取岩石抗压强度试验样 6 组，具详见岩石试验报告，经过数理统计，岩石天然单轴抗压强度最小值 8.6MPa，最大值 35.0MPa，平均值 16.27MPa，标准值 11.8MPa。根据《建筑地基基础设计规范》（DBJ 15-31-2016）表 4.2.3-1 查表，岩石坚硬程度为软岩，岩石完整程度为较破碎，岩体基本质量等级为V级。

#### 4、石炭系（C）石灰岩

**强风化泥质石灰岩（层号④1）**：场地仅 BZK13、16 和 17 等 3 孔有揭露该层，钻孔揭露厚度为 3.30~5.90m，平均厚度 4.33m，层面埋深 0.80~9.80m，层面标高 101.88~117.29m。岩石呈灰黄、褐黄色，岩芯呈半岩半土状局部碎石、碎块状，岩质软，局部夹中风化岩块。岩石坚硬程度为极软岩，岩体完整程度分类总体上为极破碎，岩石基本质量等级分类为V级。

本层作标贯试验 3 次，实测击数  $N'$  值范围为 58~62 击，平均值 60.0 击，修正后击数  $N$  值范围为 49.4~54.9 击，平均值 52.8 击。

根据野外取芯鉴定情况及结合地区经验提出该土层地基承载力特征值为  $f_{ak} = 450\text{kPa}$ 。

**中风化泥质石灰岩（层号④2）**：场地仅 BZK12、13、16 和 17 等 4 孔有揭露该层，灰色，隐晶质结构，中厚层状构造，岩芯呈块状、短柱状，局部裂隙发育岩芯较破碎，岩质稍硬。

揭露层厚为 6.20~9.90m，平均厚度 7.85m；顶面标高为 98.08~111.47m，顶面埋深为 6.30~13.60m。

取岩石点荷载试验样 6 组，具详见岩石试验报告，经过数理统计，岩石点荷载强度  $IS(50)(\text{MPa})$  最小值 1.47MPa，最大值 2.82MPa，平均值 2.37MPa，标准值 1.93MPa。换算为饱和单轴抗压强度为 44.0MPa，考虑到取样局限性和结合现场钻进的难易程度及所得岩芯的完整程度，其饱和单轴抗压强度建议按  $f_{rk} = 20.0\text{MPa}$  考虑取用。根据《建筑

地基基础设计规范》（DBJ 15-31-2016）表 4.2.3-1 查表，岩石坚硬程度为较软岩，岩石完整程度为较破碎，岩体基本质量等级为IV级。

以上各岩土层的物理力学性质指标统计和主要设计参数建议值分别见下表 2-5、表 2-6。

表 2-5 土的物理力学性质指标统计表

岩土编号	岩土名称	统计项目	质量密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	天然含水量 $\omega$ (%)	土粒比重 $G_s$	天然孔隙比 $e$	液限 $\omega_L$ (%)	塑限 $\omega_p$ (%)	液性指数 IL	塑性指数 IP	直剪		压缩系数 $\alpha$ 0.1-0.2 (1/MPa)	压缩模量 Es 0.1-0.2 (MPa)
											内摩擦角 $\phi_q$ (度)(快剪)	粘聚力 C <sub>q</sub> (kPa)(快剪)		
①	素填土	统计个数	3	6	6	3	6	6	6	6	2	2	3	3
		最大值	2.07	29.0	2.68	0.858	38.5	25.5	0.61	13.0	24.2	32.7	0.41	6.16
		最小值	1.81	20.3	2.67	0.552	26.4	16.0	0.12	10.4	14.1	25.3	0.25	4.57
		平均值	1.94	25.5	2.68	0.712	33.4	21.5	0.34	11.9	19.1	29.0	0.32	5.54
		标准差		3.056	0.004		3.984	3.172	0.163	0.876				
		变异系数		0.120	0.002		0.119	0.148	0.477	0.073				
		修正系数		1.099	0.999		0.902	0.878	1.394	0.939				
		标准值		28.0	2.67		30.1	18.8	0.48	11.2				
② <sub>1</sub>	粉质黏土	统计个数	10	11	11	10	11	11	11	11	10	10	10	10
		最大值	2.05	35.0	2.74	0.972	45.9	30.3	0.92	17.6	25.8	36.5	0.51	9.61
		最小值	1.81	17.2	2.67	0.526	25.8	15.7	0.12	10.1	10.3	14.3	0.18	3.83
		平均值	1.91	26.5	2.71	0.800	35.7	22.4	0.31	13.2	15.8	29.5	0.30	6.43
		标准差	0.082	5.520	0.023	0.151	6.377	4.048	0.234	2.522	5.298	6.051	0.102	1.753
		变异系数	0.043	0.209	0.009	0.188	0.179	0.180	0.766	0.191	0.335	0.205	0.338	0.273
		修正系数	0.975	1.115	0.995	1.110	0.901	0.900	1.423	0.895	0.804	0.880	1.198	0.840
		标准值	1.86	29.5	2.69	0.888	32.1	20.2	0.43	11.8	12.7	25.9	0.36	5.40

②2	粉 质 黏 土	统计个数	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		最大值	2.04	38.8	2.70	1.141	44.6	29.8	0.61	14.8	25.7	30.1	0.63	5.49
		最小值	1.75	20.5	2.67	0.577	26.5	16.1	0.13	10.4	13.3	15.2	0.30	3.41
		平均值	1.94	26.8	2.68	0.766	34.9	22.4	0.34	12.5	19.6	25.1	0.41	4.59
		标准差												
		变异系数												
		修正系数												
		标准值												

表 2-6 各岩土层主要设计参数建议值表

岩土名称	天然重度	天然孔隙比	液性指数	压缩模量	变形模量	天然快剪		饱和快剪		承载力特征值
	$\gamma$	$e$	$I_L$	$E_{s1}$	$E_{s1}$	粘聚力	内摩擦角	粘聚力	内摩擦角	
	KN/m <sup>3</sup>			MPa	MPa	C	$\frac{1}{16}$ °	C	$\frac{1}{16}$ °	$f_{ak}$ (KPa)
素填土 (层号①)	19.4			3.5	/	15	15	/	/	60
粉质黏土 (层号② <sub>1</sub> )	19.1	0.888	0.43	5.5	11*	20	13			160
粉质黏土 (层号② <sub>2</sub> )	19.4	0.766	0.34	5.5	11*	25	15	/	/	160
强风化粉砂质泥岩 (层号③ <sub>1</sub> )	19.5									350
中风化粉砂质泥岩 (层号③ <sub>2</sub> )	22.5									2500
强风化泥质石灰岩 (层号④ <sub>1</sub> )	19.8									450
中风化泥质石灰岩 (层号④ <sub>2</sub> )	23.0									4000

### (三) 廻龙片区

根据收集评估区场地岩土工程勘察资料及野外调查结果，评估区岩土体按成因类型和物理力学性质，划分为素填土层（Q<sup>m1</sup>）、第四系残积层（Q<sup>el</sup>），本区域基岩为石炭系（C）石灰岩，本次收集的勘察资料受钻探深度限制未揭露到基岩。

#### 1、第四系人工填土层（Q<sup>m1</sup>）

**素填土（层号①）**：各孔均有揭示，该土层为浅灰、褐灰色，湿，松散，主要由块石和黏性土组成。该土层勘察钻进施工过程中漏浆现象明显，呈欠固结状态，遇水土状填料易崩解、软化，具有较强湿陷性特点，填土为新近回填，回填时间约 2 年，其均匀性差。

揭露层厚为 2.00~4.10m，平均厚度 3.26m；顶面标高为 143.25~164.38m。

本层作标贯试 15 次，实测击数 N' 值范围为 3.0~4.0 击，平均值 3.6 击，修正后击数 N 值范围为 2.9~3.9 击，平均值 3.5 击。

本层取土样 7 件，试验结果详见土工试验报告本层取土样 6 件，其中 5 组室内定名为“粉质黏土”，2 组定名为“砾砂”，说明该层成份不均匀。试验结果见土工试验报告，主要的物理力学性质数值为：含水率  $\omega=24.5\%$ ，孔隙比  $e=0.847$ ，液性指数  $IL=0.03$ ，压缩系数  $a_{1-2}=0.35MPa^{-1}$ ，粘聚力  $c=34.3kPa$ ，内摩擦角  $\Phi=26.7$  度，属中等压缩性土。该层成分较为复杂、均匀性差，力学性质不均匀，根据野外取芯鉴定情况及结合地区经

验提出该土层地基承载力特征值为  $f_{ak}=60\text{kPa}$ 。由于该层土质不均，稳定性差，故本层地基承载力特征值仅作为临时荷载验算时使用。

## 2、第四系残积层 ( $Q^{el}$ )

**粉质黏土 (层号②)**：场地内普遍分布，全部钻孔有揭露，灰黄、浅紫红色，很湿，可塑，由粉粒和黏粒组成，局部黏性较好，切面光滑，稍有光泽反应，干强度高，韧性中等。

本层未揭穿，钻孔揭露层厚为 17.00~18.70m，平均厚度 18.01m，顶面标高为 141.25~161.11m，顶面埋深为 2.00~4.10m。

本层作标贯试验 36 次，实测击数  $N'$  值范围为 7.0~12.0 击，平均值 9.6 击，修正后击数  $N$  值范围为 6.3~9.4 击，平均值 8.0 击，标准值 7.7 击。

本层取土样 12 件，试验结果详见土工试验报告，主要的物理力学性质平均值为：含水率  $\omega=28.2\%$ ，孔隙比  $e=0.801$ ，液性指数  $IL=0.28$ ，压缩系数  $a_{1-2}=0.39\text{MPa}^{-1}$ ，属中等压缩性土。

根据野外取芯鉴定情况及结合地区经验提出该土层地基承载力特征值为  $f_{ak}=160\text{kPa}$ 。

以上各岩土层的物理力学性质指标统计和主要设计参数建议值分别见下表 2-7、表 2-8。

表 2-7 土的物理力学性质指标统计表

岩土编号	岩土名称	统计项目	质量密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	天然含水量 $\omega$ (%)	土粒比重 $G_s$	天然孔隙比 $e$	液限 $\omega_L$ (%)	塑限 $\omega_p$ (%)	液性指数 $IL$	塑性指数 $IP$	直剪		压缩系数 $\alpha$ 0.1-0.2 (1/MPa)	压缩模量 $E_s$ 0.1-0.2 (MPa)
											内摩擦角 $\phi$ $q$ (度)(快剪)	粘聚力 $C_q$ (kPa)(快剪)		
①	素填土	统计个数	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4
		最大值	1.91	30.5	2.71	1.010	46.9	31.0	0.68	15.9	29.9	38.5	0.450	7.31
		最小值	1.74	18.2	2.67	0.741	28.1	17.4	0.00	10.7	23.6	27.6	0.240	4.49
		平均值	1.84	24.5	2.69	0.847	37.4	24.5	0.03	13.0	26.7	34.3	0.345	5.64
②	粉质黏土	统计个数	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		最大值	2.06	34.6	2.70	0.954	45.6	30.5	0.63	15.2	26.3	31.0	0.460	5.79
		最小值	1.86	20.1	2.67	0.557	30.0	19.0	0.08	11.0	16.7	20.9	0.320	3.89
		平均值	1.92	28.2	2.69	0.801	37.6	24.7	0.28	12.9	20.1	25.1	0.389	4.70
		标准差	0.062	4.301	0.010	0.112	5.530	4.087	0.151	1.464	3.082	3.444	0.051	0.572
		变异系数	0.033	0.153	0.004	0.140	0.147	0.166	0.542	0.113	0.153	0.137	0.131	0.122
		修正系数	0.983	1.080	0.998	1.073	0.923	0.913	1.284	0.941	0.920	0.928	1.069	0.936
		标准值	1.88	30.5	2.68	0.860	34.7	22.5	0.36	12.2	18.5	23.3	0.416	4.40

表 2-8 各岩土层主要设计参数建议值表

层号	岩土名称	承载力特征值 $f_{ak}$ (kPa)	凝聚力 C (kPa)	内摩擦角 $\Phi$ (度)	天然重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	压缩模量 $E_s$ (MPa)	变形模量 $E_o$ (MPa)	水泥搅拌桩	
								$q_{sa}$ (kPa)	$q_{pa}$ (kPa)
①	素填土	60	6	8	18.4	-	-	8	
②	粉质黏土	160	22	16	19.2	5.5	-	18	160

## 二、主要建设工程地质条件评价

### 1、主体建筑物工程地质条件

根据收集到的规划资料，区内主要涉及二类工业用房、厂房及产业配套用地（居住、商业、学校）等多层或高层及周边基础设施建设。评估场地上部的填土广泛分布，工程力学性质差，均匀性差，不宜作为建构筑物的基础持力层；第四系残积层粉质粘土呈可塑状，地基承载力较高，工程地质性质较好，但场地内分布厚度不均，且该层具有遇水易软化崩解的特点，不宜作为高层建筑物的基础持力层；强~微风化岩，承载力高，具有低层-多层建筑物基础选择的持力层强度，是桩基础良好的持力层。

根据勘察资料统计，区内灰岩溶洞发育，溶洞的存在对桩基施工有较大影响，可能造成地面沉陷和桩基陷落等事故，对工程设计与施工很不利，应充分考虑溶洞对本工程的影响，桩基施工前应对影响工程安全的溶洞进行灌填处理。采取合适的泥浆护壁防止发生成桩塌孔、缩径等情况。由于区域岩溶强发育，基础施工前应进一步详细勘察，避免岩溶地面塌陷对桩基质量的影响。

### 2、基坑工程工程地质条件

根据评估区规划资料及收集勘察资料，预测金光片区的商业商务用地及迴龙片区的污水处理工程须进行基坑开挖，开挖深度约为 2~7m。根据收集的钻探资料及野外地质调查，钻探期间稳定地下水的埋深变化较大。实测的地下水稳定水位与基坑支护设计和施工期间的地下水位存在一定的差别，场地部分地段因溶洞水互相连通，地下水水量非常大，有可能出现突涌现象，基坑支护设计、施工时应予以注意，溶洞水可具承压性，具突水突泥的可能性，应特别引起重视。拟建项目开挖区段基坑壁主要由素填土、残积粉质黏土组成，采用明挖法施工，基坑开挖过程中，抽、降水过量，可能导致基坑周边地面沉降、塌陷，填土层结构松散，压缩性的差异大，具湿陷性，易产生边坡崩塌地质灾害，而且场地处于岩溶隐伏地区，基坑在开挖后，当采取基坑降水措施不当

时，易引起基坑突涌等渗透破坏。基坑采用分级放坡施工，开挖后采用水泥砂浆对基坑周边进行封闭，并设止、排水沟，防止雨水进入边坡内，以防止基坑侧壁地基土坍塌。如遇壁内滞水量较丰富，应设置导水孔管排水以降低水压，稳定边坡，在基坑支护、施工和土方开挖期间，应由有经验的第三方单位进行全过程监测。

### 3、道路工程地质条件评价

市政基础设施工程建设的主要内容为项目区域内的市政道路（包括交通工程、电力管沟、雨污管网、照明工程和绿化工程等）。

评估区路基工程范围属残丘平地。路基工程的主要问题是上部填土问题。填土地基不可直接作为持力层，需进行地基处理。

### 三、评估区的主要不良工程地质条件

根据本次搜集的勘察成果、区域地质资料以及野外地质调查，场址区域范围内，未发现有古迹、古墓等文物，未发现重要矿藏资源，本场地在勘探深度内未发现饱和砂层，拟建场地所在区域连南县抗震设防烈度为6度，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016年版）第4.3.1~4.3.3条的规定，可不进行液化判别和处理，且可不考虑软土震陷问题。因此评估区内主要不良工程地质条件为特殊性岩土。

#### 1、填土

场地内普遍分布。素填土其分布、厚度、物质成分、颗粒级配、均匀性、密实度等差异大；一般填土，其物质成分、颗粒级配、均匀性、密实度等差异大，未进行工程压密处理，会产生较大的自重压密固结，在未完成自然重压固结之前，其沉降量一般较高，承载力低，不能作为基础的持力层。

2、残积土和风化岩：岩石在风化营力作用下，其结构、成分和性质已产生不同程度的变异，即为风化岩。本工程场区基岩为泥岩及灰岩，风化岩带来的主要工程地质问题有：风化不均匀及强风化层遇水软化崩解性、承载力降低等等。风化破碎带和软弱夹层的分布给桩基施工带来不利影响。

#### 3、溶洞

据收集的勘察资料成果，受限于钻探深度的影响，仅北江片区《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园厂房岩土工程勘察报告》中揭露溶洞发育，其15个钻孔中有5个钻孔揭露溶洞，见于ZK8、ZK13、ZK16、ZK18、ZK20等5个钻孔中，相对于揭露灰岩的15个钻孔

见洞率为 33.3%，线岩溶率为 7.63%。溶洞详细统计如下表：

表 2-9 评估区溶洞详细情况统计表

孔号	顶板 标高 (m)	顶板 埋深 (m)	溶洞 高度	溶洞 顶板 厚度	溶洞顶 板岩性	充填 情况	主要 充填物	漏水 情况	备注
ZK8	108.0	11.3	2.50	1.60	中风化灰岩	串珠状溶	软塑黏性土	漏水	稳定性差
ZK13	107.4	11.8	1.30	1.10	中风化灰岩	串珠状溶	软塑黏性土	漏水	稳定性差
ZK16	108.2	9.80	2.50	1.20	中风化灰岩	串珠状溶	软塑黏性土	漏水	稳定性差
ZK18	107.5	10.6	1.70	1.70	中风化灰岩	串珠状溶	软塑黏性土	漏水	稳定性差
ZK20	105.0	13.1	1.90	2.60	中风化灰岩	串珠状溶	软塑黏性土	漏水	较稳定

根据区域资料，场地岩溶比较发育，含水量较丰富，且溶洞连通性较好，在地下水频繁升降、强烈振动等条件下，上部土体易被潜蚀、塌落形成土洞，在自重或上部荷载作用下，易发生岩溶地面塌陷地质灾害，严重影响场地地基和基础的稳定性。

综上所述，评估区内的岩土分层较多，力学性质差异较大，存在填土、残积土和风化岩等特殊岩土，北江片区钻孔揭露溶洞发育，金光片区及迴龙片区受钻探孔深度影响，未揭露溶洞发育，但不排除场地发育溶洞。综合岩土层厚度变化较大，力学性质离散型较大，岩土水理性能差，对工程施工有一定影响，评估区的岩土体工程地质条件复杂程度为复杂。

## 第七节 水文地质条件

### 一、地下水概况

根据收集的 3 个片区勘察及可研资料，评估区地下水类型可划分为松散岩类孔隙水、层状基岩裂隙水和碳酸盐岩裂隙溶洞水三大类，3 个片区属于一个水文地质单元，地下水与“同灌水水及寨岗河”地表水的水力联系较密切。松散岩类孔隙水广泛赋存于区内第四系土层中；层状基岩裂隙水主要赋存于泥岩裂隙中，碳酸盐岩裂隙溶洞水主要赋存在石炭系灰岩的裂隙溶洞中。

### 二、地下水类型及特征

#### 1、松散岩类孔隙水

主要赋存于第四系填土层中，填土层为中等透水性，根据场地钻探资料，主要为上层滞水，局部为潜水。

据收集资料显示，北江片区稳定水位埋深为 3.50~13.10m 之间，地下水位标高：114.06m~114.66m；金光片区稳定水位埋深为 3.40~13.00m 之间，地下水位标高：106.96~109.11m；廻龙片区稳定水位埋深为 2.50~4.90m 之间，地下水位标高：140.75m~160.08m。

根据区域水文地质资料，寨岗镇一带，单井涌水量 1236.3~5504.59 m<sup>3</sup>/d，平均 2641.7 m<sup>3</sup>/d，水质类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca 型。

## （二）层状基岩裂隙水

层状基岩裂隙水主要赋存于第三系粉砂质泥岩裂隙中。

该类型地下水的富水性与裂隙发育程度、岩性、地质构造等因素密切相关，并由其所控制。由于岩石裂隙发育不均匀，地下水赋存条件较差，透水性一般，地下水富水性普遍较弱，局部裂隙发育且填充泥质较少地段富水性中等。该层地下水主要接受大气降雨、松散岩类孔隙水和周边地表水体的渗入补给。

根据区域水文地质资料，区内基岩裂隙水属微承压水，单井涌水量 98.6~200 m<sup>3</sup>/d，水质类型为 HCO<sub>3</sub>-Na·Ca 型，矿化度 0.21~0.25g/L。

## （三）碳酸盐岩裂隙溶洞水

主要赋存于石炭系石灰岩的节理裂隙、溶隙和溶洞中。岩溶水的特征一般是水量丰富而不均一，在不均一之中又有相对均一的地段，含水系统中多重含水介质并存，既具有统一水位面的含水网络，又有相对孤立的管道流；既有向排泄区的运动，又有导水通道与蓄水网络之间的互相补排运动；水质水量动态受岩溶发育程度的控制，在强烈发育区，动态变化大，对大气降水或地表水的补给响应快；岩溶水既是赋存于溶孔、溶隙、溶洞中的水，又是改造其赋存环境的动力，不断促进含水空间的演化。

据收集的勘察资料成果，受限于钻探深度的影响，仅《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园厂房岩土工程勘察报告》中揭露溶洞发育，其 15 个钻孔中有 5 个钻孔揭露溶洞，见于 ZK8、ZK13、ZK16、ZK18、ZK20 等 5 个钻孔中，相对于揭露灰岩的 15 个钻孔见洞率为 33.3%，线岩溶率为 7.63%。岩溶发育形式多以溶洞、溶隙裂隙出现，连通性好，地下空隙为地下水提供良好通道。水量与溶洞发育大小、充填物及其连接相关，水量中等~丰富。因部分地段因溶洞水互相连通，地下水水量非常大，有可能出现突涌现象，所见溶洞为串珠状溶洞。据区域地质资料，寨岗镇地区灰岩矿坑最大涌水量 4059m<sup>3</sup>/d，富水

性丰富，水化学类型为 Cl—Na.Ca 型，矿化度 0.98g/L。

### 三、地下水补、径、排条件与动态特征

#### 1、地下水补给

评估区处于亚热带季风气候区，雨量充沛，降雨量大于蒸发量，大气降水是地下水的主要补给来源，此外，评估区内附近水渠、鱼塘等地表水体也是浅层地下水主要补给来源。场地第四系孔隙水动态受降雨量和地表积水影响明显，其补给来源主要为大气降水，其次是鱼塘、水渠等地表水体；场地基岩裂隙水动态比较稳定，受降雨量和地表积水影响较小或滞后，补给方式主要是第四系孔隙水越流式垂直补给和延伸至场地外基岩裂隙带地下水侧向径流式补给。

场地属灰岩岩溶区域，根据有关资料，灰岩岩溶水普遍较丰富，且与第四系土层孔隙水普遍存在越流补给关系。

#### 2、地下水径流与排泄

场地地貌类型属冲积平原区，场地第四系孔隙水动态受气候和地表积水情况影响明显，场地所处区域有较大的蒸发量，基岩裂隙岩溶水含水通道与场地外围裂隙带存在连通关系，由此分析判断，第四系孔隙水主要通过地面蒸发及地表渗透方式排泄，基岩裂隙岩溶水通过侧向径流方式排泄。

根据本区的气象条件，每年 4~9 月是地下水的补给期，10 月至次年 3 月为地下水消耗期和排泄期，季节变化较明显。

#### 3、地下水动态特征

地下水位的变化与地下水的赋存、补给及排泄关系密切。一般雨季地下水位明显升高，而旱季地下水位随之下降；地下水水位变幅大致为：雨季一般上升约 1.00~1.50m，枯水期一般下降 0.50m，地下水位年变化幅度最大为 2.00m。勘察期间未发现地下水和地表水的污染源及其可能的污染程度。

### 三、地下水及土的腐蚀性评价

根据《岩土工程勘察规范》（GB 50021—2001，2009 年版）附录 G 表 G.0.1 判定场地环境属 II 类，场地内存在干湿交替现象；拟建场地主要含水层属弱透水层（B 型）。

据本次收集的 3 个片区的勘察资料，各片区均取水样进行了腐蚀性分析试验，为判别浅层土的腐蚀性，各片区均采取地下水位以上土层做土的腐蚀性试验。依据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）第 12.2.1~12.2.4 条及附录 G 规定，地

下水及浅层土对建筑材料的腐蚀性评价如下表所示：

表 2-10 水对建筑结构材料腐蚀性评价表

片区	来源	钻孔号	评价项目	PH 值	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	侵蚀性 CO <sub>2</sub> (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	矿化度 (mg/L)
北江片区	北江产业园厂房岩土工程勘察报告》	ZK9	测定值	7.36	0	0.3	0.9	1.0	22.4	20
			对混凝土结构	微	微	微	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/
		ZK18	测定值	7.38	0	0.3	2.6	1.0	22.4	20
			对混凝土结构	微	微	微	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/
	《北江产业园道路岩土工程勘察报告》	ZK1	测定值	5.96	80	5.3	8.5	8.1	1.83	208
			对混凝土结构	微	微	微	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/
		ZK5	测定值	7.08	80	1.8	6.0	1.0	4.40	188
			对混凝土结构	微	微	微	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/
金光片区	《金光产业园厂房岩土工程勘察报告》	ZK19	测定值	6.37	0	0.3	0	1.0	0.46	21
			对混凝土结构	微	/	/	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/
		ZK27	测定值	6.35	0	0.5	0	1.0	0.46	20
			对混凝土结构	微	/	/	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/
	《金光产业园道路岩土工程勘察报告》	ZK4	测定值	5.55	33.19	5.6	8.95	9.44	2.74	196.49
			对混凝土结构	微	/	/	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/

		ZK10	测定值	5.51	55.32	4.58	10.74	9.68	2.36	212.99
			对混凝土结构	微	/	/	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/
廻龙片区	《廻龙产业园生活污水处理工程岩土工程勘察报告》	ZK3	测定值	7.61	5.0	3.5	26.5	1.1	211.0	173
			对混凝土结构	微	微	微	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/
		ZK11	测定值	7.96	5.0	3.3	26.5	1.0	220.0	177
			对混凝土结构	微	微	微	/	微	微	微
			对钢筋混凝土结构中的钢筋	/	/	/	微	/	/	/

表 2-11 土对建筑结构材料腐蚀性评价表

片区	来源	取样编号	pH 值	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
				(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
北江片区	《北江产业园厂房岩土工程勘察报告》	ZK10	8.32	153	6.4	56.2	101	336
		ZK17	8.03	110	7.7	302	75.8	335
	《北江产业园道路岩土工程勘察报告》	ZK3	7.4	/	14	21.6	303	/
		ZK6	7.58	/	18	21.6	303	/
	腐蚀性评价			微	微	微	弱	微
金光片区	《金光产业园厂房岩土工程勘察报告》	ZK10	7.68	102	6.4	25.9	0	275
		ZK17	7.25	138	15.4	17.3	177	183
	《金光产业园道路岩土工程勘察报告》	ZK4	6.2	/	5	14	75	/
		ZK10	6.27	/	4	27	65	/
	腐蚀性评价			微	微	微	微	微
廻龙片区	《廻龙产业园生活污水处理工程岩土工程勘察报告》	ZK3	5.69	15.6	2.4	0	0	60.9
		ZK11	5.81	25.2	1.2	0	0	60.6
	腐蚀性评价			弱	微	微	微	微

根据上述结果，参照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版)及有关标准，结合水文地质情况及场地环境特征综合判断：

(1) 北江片区：场地土对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具**弱**腐蚀性，对钢结构具**微**腐蚀性；地下水按环境类型和地层渗透性划分长期浸水环境条件对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具**微**腐蚀性，干湿交替环境下地下水对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具**微**腐蚀性。场地土对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具**微**腐蚀性。

(2) 金光片区：场地土对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具**微**腐蚀性，对钢结构具**微**腐蚀性；地下水按环境类型和地层渗透性划分长期浸水环境条件对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具**微**腐蚀性，干湿交替环境下地下水对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具**微**腐蚀性。

(3) 廻龙片区：场地土对混凝土结构具**弱**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具**微**腐蚀性，对钢结构具**微**腐蚀性；地下水按环境类型和地层渗透性划分长期浸水环境条件对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具**微**腐蚀性，干湿交替环境下地下水对混凝土结构具**微**腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具**微**腐蚀性。

## 四、地下水对建设工程的影响

### 1、地下水对主体工程建设的影响

地下水对钻（冲）孔灌注桩、人工挖孔桩的影响主要有：填土松散状易塌孔，施工时应做好护壁防止塌孔及缩颈。地下水对预应力混凝土管桩的影响主要有：对桩产生上浮力、减小桩侧摩阻力、减弱土塞的闭塞作用及有可能产生超孔隙水压力等不利影响。管桩施工应注意安排合理的施工顺序和休止时间，减轻管桩大面积施工对地下水的影响，避免由于桩基施工过快导致孔隙水压力抬升而造成偏桩。同时，桩基设计和施工应采取相应的防腐蚀措施。

### 2、地下水对基坑开挖的影响

本项目预测的基坑开挖深度范围内，侧壁土层主要为素填土和粉质黏土，基坑底部主要位于粉质黏土，地下水埋藏深度不一，在基坑开挖过程中，若对地下水处理不当，可能导致基坑出现险情甚至事故。主要表现为：①地下水渗透引起的基坑开裂坍塌；②降低地下水位引起地面沉降及周围建筑物倾斜开裂，特别是对南面的道路影响较大，应做好地面沉降和位移监测；③暴雨袭击中基坑长期受雨水浸泡引起地基土强度降低。地下水对基坑开挖的影响大，因此在施工过程中要采取相应的防治措施。

### 3、地下水对岩溶的影响

本评估区东面为同灌水，金光片区北侧为寨岗河，区内地下水与周边地表水体水力联系密切，对区内地下水的水位变幅影响大。评估区上覆盖层松散，下伏基岩可溶性碳酸盐岩浅部岩溶发育，孔隙水与岩溶水水力联系密切，其诱发因素主要包括水位变化、开采地下水以及人工加载。因此，频繁的地下水位变化可能会加剧岩溶的发育，导致岩溶地面塌陷地质灾害的发生。

综上所述，评估区处于低山丘陵地貌单元，地下水类型主要有松散岩类孔隙水、层状基岩裂隙水、碳酸盐岩裂隙溶洞水三种。场地周围水渠等地表水体较多，地下水补给来源较丰富，地下水位深浅不一，且场地碳酸盐岩裂隙溶洞水分布和赋存不均，具隐蔽性和复杂性，富水性丰富。上述条件对场地稳定性、拟建工程施工均有较大影响。综合判定评估区水文地质条件中等。

## 第八节 人类工程活动对地质环境的影响

评估区属剥蚀丘陵地貌，3个片区横跨几个村庄，现状主要建筑为工业厂房及村民住宅。其中北江片区和廻龙片区主要以工业厂房为主，且部分厂房废弃为危房，需进行拆除再利用；金光片区范围内存在部分村民住宅需进行拆迁安置，厂房建筑质量较好。

北江片区区域内局部地块已进行场地平整，现状为村庄、水塘及小山包，整体地势北高南低，西侧地势较高，乡道720为现状道路。金光片区整体地势西高东低，北部地势较低，省道261为现状道路，省道东侧地块已进行场地平整。廻龙片区现状已平整，东侧地块已建成，西北侧地块地势较高，人类活动主要体现在修建房屋，开挖道路形成路堑边坡 $>5\text{m}$ ，现状无在建的工业建筑、市政建设、水利与交通建设及矿山开采等，人类工程活动对地形地貌景观破坏程度中等。

综上所述，评估区内人类工程活动对地质环境影响程度为中等。

## 第九节 地质环境条件评估小结

为详细了解各片区的地质环境条件分布，对3个片区进行分别总结评述如下：

### 1、北江片区

本区区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。

综合评定北江片区地质环境条件复杂程度为复杂。

## 2、金光片区

本区区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。

综合评定金光片区地质环境条件复杂程度为复杂。

## 3、迴龙片区

本区区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为中等，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。

综合评定迴龙片区地质环境条件复杂程度为复杂。

表 2-12 各片区地质环境复杂程度表

片区	区域地质背景	地形地貌	地质构造	岩土性质	水文地质条件	现状地质灾害	人类活动对地质环境的影响	地质环境复杂程度
北江片区	中等	复杂	中等	复杂	中等	简单	中等	复杂
金光片区	中等	复杂	中等	复杂	中等	简单	中等	复杂
迴龙片区	中等	中等	中等	复杂	中等	简单	中等	复杂

综上所述，本次评估项目地质环境复杂程度为**复杂**。

通过对评估区地质环境的综合分析，致灾地质作用形成的主导地质环境因素为工程地质条件，从属因素为水文地质、区域构造条件，激发（引发）因素为人类工程活动、气象条件。

### 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

经过现场地质灾害综合调查、走访，评估区内发现 4 处现状地质灾害，均为修建道路切坡形成的路堑边坡崩塌灾害 3 处，其中廻龙片区 1 处，金光片区 3 处，北江片区未发现现状地质灾害，经查阅资料，3 个片区无在册地质灾害隐患点。有关已发地质灾害的平面位置见附图。

根据现场调查与分析，区内崩塌/滑坡的主要形成条件为：1) 人工开挖边坡过陡，在植被遭破坏的情况下未进行适当的防护，此为崩塌产生的主要外因；2) 构成陡坡的土体主要为残坡积土，廻龙片区现状路堑边坡崩塌为残坡积土及全-强风化岩，其水理性能较差，有遇水软化崩解的特性，受水影响其重度增大、抗剪强度降低，此为崩塌产生的主要内因；3) 大气强降雨引发或加剧了崩塌的形成，本区雨季降雨量丰富，大气降雨降低坡体岩土体物理力学性质，坡面雨水冲刷作用加剧，地下水动水压力增强等因素均是崩塌形成的诱发因素。根据形成条件分析，区内崩塌产生的内因主要是边坡岩土体结构松散，抗剪强度较低；外因是人为开挖、扰动边坡，坡度陡且无防护；触发因素主要为大气强降雨。

评估区内现状路堑边坡崩塌地质灾害规模属微型~小型，其危害对象主要是道路的通行，现场调查已造成经济损失小。已发地质灾害的主要特征和稳定性见表 3-1。

表 3-1 已发地质灾害基本特征表

片区名称	编号	位置	规模	基本特征	形成条件及稳定程度	危害程度
廻龙片区	BT1	评估区北西侧现状路堑边坡崩塌 (照片 3-1)	小型	开挖路堑边坡崩塌，坡高约 2-8m，为坡残积土岩土混合边坡崩塌，坡向 240°，崩塌堆积体长约 100m，宽约 1~4m，厚约 1~2m，崩塌方量约 200m <sup>3</sup> ，现场保持崩塌原状，未进行处理	岩土混合边坡坡面较陡，未进行支护措施，雨水侵入坡体等诱发崩塌，处于不稳定状态	小

金光片区	BT2	评估区南东侧现状路堑边坡崩塌 (照片 3-2)	微型	开挖路堑边坡崩塌, 坡高约 4-7m, 为残坡积土土质边坡崩塌, 坡向 230°, 坡度 50~70°, 崩塌堆积体长约 70m, 宽约 1~3m, 厚约 1~2m, 崩塌方量约 90m <sup>3</sup> , 现场保持崩塌原状, 未进行处理	道路开挖裸露土体, 边坡坡面较陡, 未进行支护措施, 雨水侵入坡体等诱发滑坡, 处于不稳定状态	小
	BT3	拟建金光大道东侧现状路堑边坡崩塌 (照片 3-3)	小型	开挖路堑边坡崩塌, 坡高约 8-15m, 为残坡积土土质边坡崩塌, 坡向 20°, 坡度 30~50°, 崩塌堆积体长约 80m, 宽约 2~5m, 厚约 1~2m, 崩塌方量约 300m <sup>3</sup> , 现场保持崩塌原状, 未进行处理	道路开挖裸露土体, 边坡坡面较陡, 未进行支护措施, 雨水侵入坡体等诱发滑坡, 处于不稳定状态	小
	BT4	拟建金光三路南侧的东侧现状路堑边坡崩塌 (照片 3-4)	小型	开挖路堑边坡崩塌, 坡高约 2-6m, 为残坡积土土质边坡崩塌, 坡向 240°, 坡度 50~70°, 坡长约 220m, 为间断多点式土质路堑边坡崩塌, 宽约 1~2m, 厚约 1~2m, 崩塌总方量约 110m <sup>3</sup> , 现场保持崩塌原状, 未进行处理	道路开挖裸露土体, 边坡坡面较陡, 未进行支护措施, 雨水侵入坡体等诱发滑坡, 处于不稳定状态	小



照片 3-1 BT1 (廻龙片区) (镜向 SE)



照片 3-2 BT2 (金光片区) (镜向 NW)



照片 3-3 BT3 (金光片区) (镜向 S)



照片 3-3 BT4 (金光片区) (镜向 S)

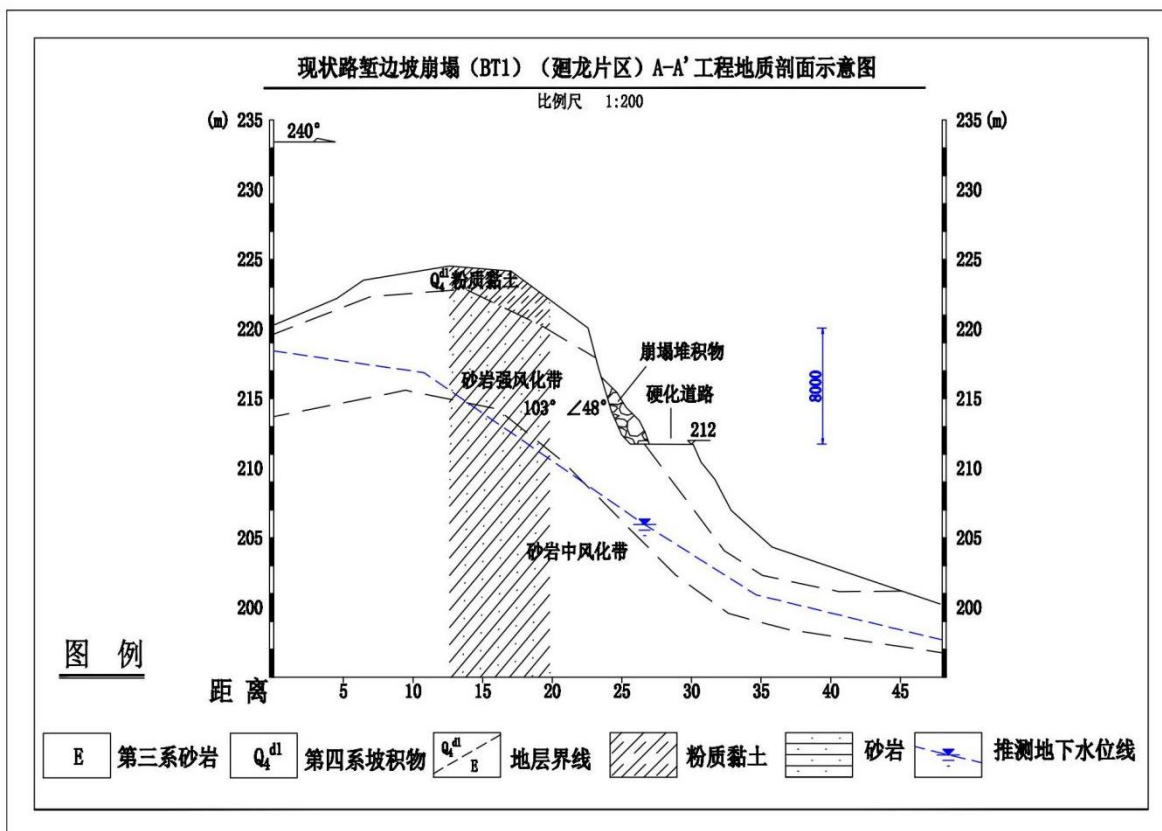


图 3-1 现状路堑边坡崩塌（BT1）（廻龙片区）实测工程地质剖面示意图

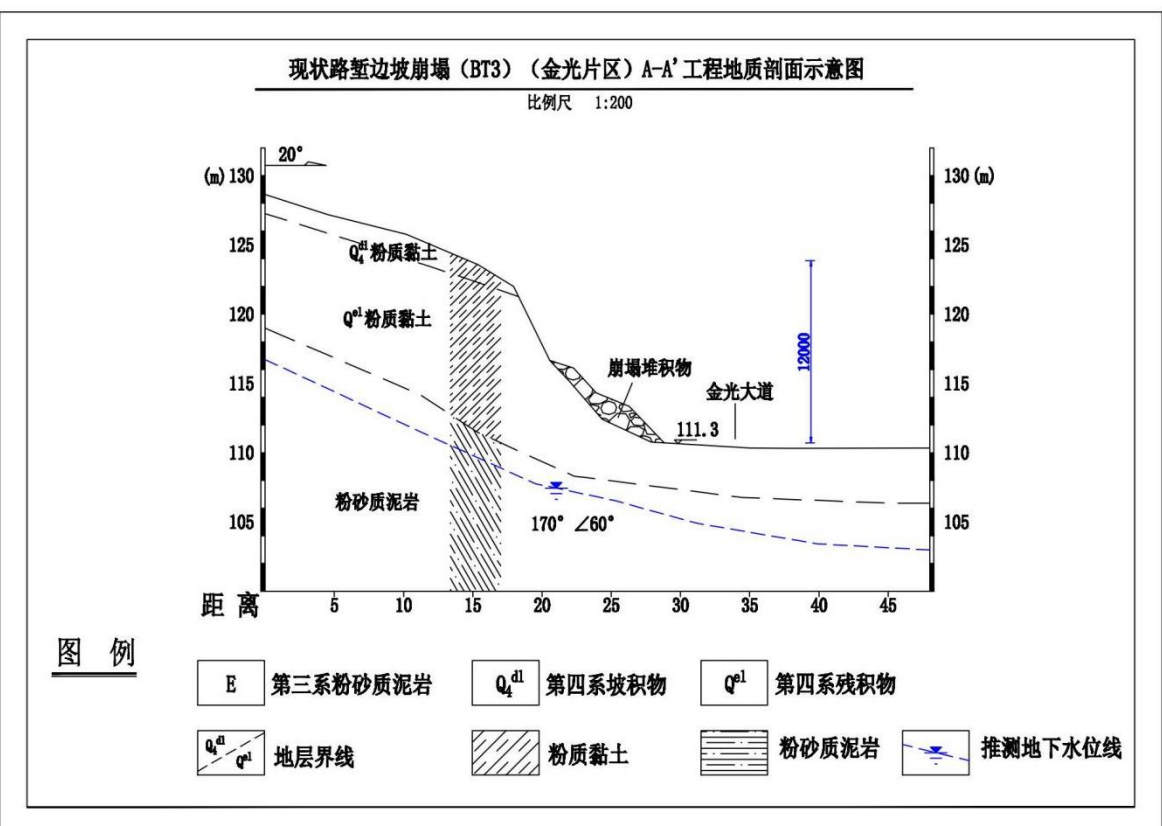


图 3-2 现状岩质边坡崩塌（BT3）（金光片区）实测工程地质剖面示意图

## 第二节 地质灾害危险性现状评估

### 一、危险性分级原则与标准

参照《广东省地质灾害危险性评估实施细则（2023年修订版）》，根据前述地质灾害发育程度。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，建设项目及人类生命财产的破坏程度，本报告主要依据地质灾害的发育程度、危害程度情况进行判别和分级（表 3-2）。依据地质灾害的发育程度和危害程度对危险性进行分级（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)	潜在经济损失(万元)
强	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	3<~<10	100<~<500	10<~<100	100<~<500
弱	≤3	≤100	≤10	≤100

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

### 二、危险性现状评估

本项目拟建场址位于广东省清远市连南瑶族自治县境内，根据《清远市连南瑶族自治县地质灾害防治“十四五”规划（2023年6月）》，评估区位于地质灾害高易发区（A3），主要灾种为崩塌、滑坡及泥石流等，经过现场地质灾害综合调查、走访，评估区内发现4处现状地质灾害，均为修建道路切坡形成的路堑边坡崩塌灾害3处，其中廻龙片区1处，金光片区3处，北江片区未发现现状地质灾害；现状崩塌灾害主要危害为对周边道路的安全使用有不利影响，现场调查未造成人员伤亡或严重经济损失，已发的崩塌灾害发育程度为中等，危害性为小，危险性为小。

综上所述，根据上表 3-2、3-3 判别，地质灾害危险性现状评估表见表 3-4。

表 3-4 地质灾害危险性现状评估表

编号	类型	危害对象	发育程度	危害程度	危险性
BT1	崩塌	道路的安全性、人员车辆的安全、道路通行	中等	小	小
BT2	崩塌	道路的安全性、人员车辆的安全、道路通行	中等	小	小
BT3	崩塌	道路的安全性、人员车辆的安全、道路通行	中等	小	小
BT4	崩塌	道路的安全性、人员车辆的安全、道路通行	中等	小	小

### 第三节 地质灾害危险性现状评估小结

综上所述，评估区内发现 4 处现状地质灾害，均为修建道路切坡形成的路堑边坡崩塌灾害 3 处，其中廻龙片区 1 处，金光片区 3 处，北江片区未发现现状地质灾害，现状路堑边坡崩塌地质灾害发育程度中等，综合评定其危害程度小，危险性小。

## 第四章 地质灾害危险性预测评估

根据建设工程场地地质环境条件，结合工程类型、规模和施工方式，预测工程项目在建设过程中或建成后，由于造成地质环境条件的改变和影响，可能引发或遭受的地质灾害有岩溶地面塌陷、地面沉降和边坡崩塌/滑坡（包括基坑边坡崩塌/滑坡、填方边坡崩塌/滑坡、挖方边坡崩塌/滑坡、岸堤边坡崩塌/滑坡、路堤边坡崩塌/滑坡及自然山体斜坡边坡崩塌/滑坡）。

### 第一节 工程建设引发或加剧地质灾害危险性的预测

根据地质环境条件和工程特征，预测工程建设中及建成后可能引发的地质灾害类型为岩溶地面塌陷、地面沉降和边坡崩塌/滑坡（包括基坑边坡崩塌/滑坡、填方边坡崩塌/滑坡、挖方边坡崩塌/滑坡、岸堤边坡崩塌/滑坡、路堑边坡崩塌/滑坡及自然山体斜坡边坡崩塌/滑坡），预测评估如下：

#### 一、地面沉降

根据拟建项目钻探资料，拟建项目引起地面沉降的特殊性岩土主要为填土，存在不均匀性、各向异性、力学性能差等特点。场地内素填土成分及厚度的均匀性和密实度差异大，附加荷载作用下易诱发差异沉降；其次，由于开挖地下室可能导致地下水位下降、土体孔隙水压力消散而固结沉降，引发基坑周边地面沉降，破坏地面建（构）筑物、路面等，主体高层建筑由桩基础控制沉降，主要针对大面积填土、道路及低矮建筑物的沉降计算。

##### （一）大面积填土的地面沉降

根据规划，北江片区及金光片区中规划地块须回填，因此通过回填土计算模型的地面沉降来判断该部分评估区地面沉降的危害程度。

为评估各地块范围内后期大面积填土堆载引起的地基沉降量，分别选择各回填区最大回填厚度来计算场地地基沉降量。将后期填土作附加压力考虑，分别抽取北江片区填土最大厚度 7.0m，金光片区填土最大厚度 9.0m 来计算，填土的容重取  $18\text{kN/m}^3$ ，附加压力  $P_0$  取值为  $80\text{kPa}$ 。

表 4-1 各片区回填区域情况一览表

片区	地块位置	地块规划标高 (m)	填方厚度	沉降计算参考钻孔
北江片区	MZ-03-03-01	125.5	0.5~3m	以揭露土层最厚的 ZK1 为参考, 岩土层如下: 0~0.5m 为素填土, 0.5~13.2m 为残积粉质黏土, 13.2~20.5m 为微风化灰岩
	MZ-03-03-01	123.5	3~7m	
	MZ-03-03-06	127.0	0.5~6m	
	MZ-03-03-07	125.0	2~7m	
	MZ-03-03-08	125.0	2~6m	
	MZ-03-04-02	121.5	0.5~3m	
	MZ-03-04-03		0.5~1m	
	MZ-03-04-04		1~2m	
	MZ-03-04-07		3~7m	
	MZ-03-01-11、 MZ-03-01-12	122.0	3~4m	
金光片区	MZ-01-02-02	118.0	1~9m	以揭露素填土层最厚的 BZK2 为参考, 岩土层如下: 0~4.5m 为素填土, 4.5~10.1m 为残积粉质黏土, 10.1~12.3m 为强化粉砂质泥岩, 12.3~17.9m 为中风化粉砂质泥岩
	MZ-01-02-03	118.0	5~7m	
	MZ-01-03-05	120.7	2~3m	
	MZ-01-03-07	120.9	0.3~1m	
	MZ-01-06-01	114.0	3~8m	
	MZ-01-07-01	115.0	3~9m	
	MZ-01-05-04	119.0	0.5~3m	
	MZ-02-01-01	121.9	2~6m	
	MZ-02-01-05	122.9	2~4m	
	MZ-02-01-06	124.0	2~4m	
	MZ-02-01-07	124.0	0.5~4m	
	MZ-02-07-01	123.0	2~4m	
	MZ-02-07-02	122.0	1~2m	

据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023年修订版)中之地面沉降发育程度评估要素表,按照地面沉降指标中的累积沉降量确定区内各区段地面沉降的发育程度等级。

表 4-2 地面沉降发育程度评估要素表

类别	因素		发育程度		
			强	中等	弱
区域沉降	累积沉降量 (mm)		$\geq 800$	$300 < \sim < 800$	$\leq 300$
	近五年平均沉降速率 (mm/a)		$\geq 30$	$10 < \sim < 30$	$\leq 10$
建筑地基	建筑物高度 (H) 累计沉降量 (mm)	$H \leq 100\text{m}$	$\geq 400$	$100 < \sim < 400$	$\leq 100$
		$100\text{m} < H \leq 200\text{m}$	$\geq 300$	$75 < \sim < 300$	$\leq 75$
		$H > 200\text{m}$	$\geq 200$	$50 < \sim < 200$	$\leq 50$
公路路基	公路等级 累计沉降量 (mm)	高速公路 一级公路	$\geq 300$	$60 < \sim < 300$	$\leq 60$
		作为干线公路的 二级公路	$\geq 500$	$100 < \sim < 500$	$\leq 100$

地质灾害的危害程度、危险性分析按《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023年修订版, 2024年9月)进行分级(见下表4-3、表4-4)

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)	潜在经济损失(万元)
强	$\geq 10$	$\geq 500$	$\geq 100$	$\geq 500$
中等	$3 < \sim < 10$	$100 < \sim < 500$	$10 < \sim < 100$	$100 < \sim < 500$
弱	$\leq 3$	$\leq 100$	$\leq 10$	$\leq 100$

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
强	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
弱	危险性中等	危险性小	危险性小

基变形的计算深度按浅基础宽度预估 6m, 预估计算深度, 并计算至岩面顶部, 参考各片区已完成的勘察报告成果, 北江片区、金光片区沉降计算岩土层参数如下:

表 4-5 岩土层主要物理力学指标建议值表

片区	层号	岩土名称	凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	天然重 度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	压缩模 量 Es(MPa)
北江片区	1	素填土	5	8	18	3.5
	2	粉质黏土	25	20	19	5.5
金光片区	1	素填土	5	8	18	3.5
	2	粉质黏土	23	15	18.8	5.5

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

$$s = \varphi_s s' \quad (4-1)$$

$$s' = \sum_{i=1}^n \frac{P_0}{E_{si}} (z_i \bar{a}_i - z_{i-1} \bar{a}_{i-1}) \quad (4-2)$$

$$Z_n = b(2.5 - 0.41nb) \quad (1m \leq b \leq 30m) \quad (4-3)$$

$$\bar{E}_s = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{E_{si}}} \quad (4-4)$$

其中： $s$ —地基最终沉降量(m)；

$s'$ —按分层总和法计算出的地基沉降量；

$\varphi_s$ —沉降计算经验系数，按表 4-7 确定；

$n$ —地基变形计算深度范围内所划分的土层数；

$P_0$ —对应于荷载效应准永久组合时的基础底面处的附加压力(kPa)；

$E_{si}$ —基础底面下第 $i$ 层土的压缩模量(MPa)；

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

$a_i$ 、 $\bar{a}_{i-1}$ —基础底面至第 $i$ 层土、第 $i-1$ 层土底面范围内平均附加应力系数；

$Z_n$ —基础底面以下沉降计算深度(m)；

$\bar{E}_s$ —变形计算深度范围内压缩模量的当量值；

$A_i$ —第 $i$ 层土平均附加应力系数沿土层厚度的积分值。

场地内各压缩土层计算参数及计算结果详见表 4-2--4-3。

表 4-6 沉降计算经验系数  $\varphi_s$ 

$\bar{E}_s$ (MPa)	2.5	4.0	7.0	15.0	20.0
基底附加应力					
$p_0 \geq f_{ak}$	1.4	1.3	1.0	0.4	0.2
$p_0 \leq 0.75f_{ak}$	1.1	1.0	0.7	0.4	0.2

表 4-7 北江片区回填最厚区域 (7m) 地基沉降量计算统计表 (P0=80kpa)

土层名称	计算参数选择								沉降量 $S$ (mm)
	$p_0$ (kPa)	$E_{si}$ (Mpa)	$z_i$ (m)	$4*\bar{a}_i$	$4*\bar{a}_i * z_i$	$4*z_i*\bar{a}_i - 4*z_{i-1}*\bar{a}_{i-1}$	$S'$ (mm)	$\varphi_s$	
素填土	80	3.5	7.5	0.7466	5.600	5.600	128.0	由公式 (4-4) 计算出 $\bar{E}_s=4.15\text{MPa}$ , $p_0$	164.48
粉质黏土	80	5.5	20.2	0.486	9.825	4.226	61.47	$\geq f_{ak}$ , 故根据表 4-7 取 $\varphi_s=1.29$	78.99
<b>地基最终沉降量</b>								<b>243.47mm</b>	

表 4-8 金光片区回填最厚区域 (9m) 地基沉降量计算统计表 (P0=80kpa)

土层名称	计算参数选择								沉降量 $S$ (mm)
	$p_0$ (kPa)	$E_{si}$ (Mpa)	$z_i$ (m)	$4*\bar{a}_i$	$4*\bar{a}_i * z_i$	$4*z_i*\bar{a}_i - 4*z_{i-1}*\bar{a}_{i-1}$	$S'$ (mm)	$\varphi_s$	
素填土	80	3.5	13.5	0.5708	7.706	7.706	176.1	由公式 (4-4) 计算出 $\bar{E}_s=3.86\text{MPa}$ , $p_0$	251.87
粉质黏土	80	5.5	21.3	0.486	10.36 0	2.655	38.61	$\geq f_{ak}$ , 故根据表 4-7 取 $\varphi_s=1.43$	55.21
<b>地基最终沉降量</b>								<b>307.08mm</b>	

由计算结果可知,北江片区回填最厚区域(7m)地基的最大沉降量为 243.47mm,金光片区回填最厚区域(9m)地基的最大沉降量为 307.08mm。

按《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023 修订版)的分级标准,见表

4-2, 北江片区区域最大沉降属 $\leq 300\text{mm}$ 范围, 金光片区区域最大沉降量属 $300 < \sim < 800\text{mm}$ 范围, 北江片区大面积回填土地面沉降发育程度为弱, 金光片区大面积回填土地面沉降发育程度为弱~中等。

大面积回填土地面沉降主要威胁对象为拟建工程、道路、施工设备及工作人员等, 预计潜在经济损失小于 100 万, 按地质灾害危害程度分级表(表 4-4), 潜在危害程度为弱。

综上所述, 预测评估区北江片区大面积回填土地面沉降地质灾害的发育程度弱, 危害程度弱, 危险性小; 金光片区大面积回填土地面沉降地质灾害的发育程度弱~中等, 危害程度弱, 危险性小。

## (二) 工程建设附加荷载的地面沉降

主体高层建筑由桩基础控制沉降, 主要针对道路及低矮建筑物的沉降计算。根据设计规划标高, 考虑场地作业还存在一定的动荷载, 综合各种附加压力及各种不利因素, 计算地基沉降量时, 道路基底的附加压力  $P_0$  按  $60\text{kPa}$  来考虑, 低矮建筑物基础底面处的附加压力  $P_0$  按  $100\text{kPa}$  来考虑, 进行分别计算。低矮建筑物基础宽度  $b$  取  $6\text{m}$ , 根据公式(4-3)计算可知地基变形计算深度  $Z_n=10.7\text{m}$ ; 道路基础宽度  $b$  取  $12\text{m}$ , 根据公式(4-3)计算可知地基变形计算深度  $Z_n=18\text{m}$ , 取计算深度  $18\text{m}$ 。

分别取北江片区、金光片区、迴龙片区填土最厚区域进行沉降计算, 如下表所示:

表 4-9 各片区代表性钻孔岩土层统计表

片区	代表性钻孔	后期最大填土厚度
北江片区	以揭露土层最厚的 ZK1 为参考, 岩土层如下: $0\sim 0.5\text{m}$ 为素填土, $0.5\sim 13.2\text{m}$ 为残积粉质黏土, $13.2\sim 20.5\text{m}$ 为微风化灰岩	7m
金光片区	以揭露素填土层最厚的 BZK2 为参考, 岩土层如下: $0\sim 4.5\text{m}$ 为素填土, $4.5\sim 10.1\text{m}$ 为残积粉质黏土, $10.1\sim 12.3\text{m}$ 为强风化粉砂质泥岩, $12.3\sim 17.9\text{m}$ 为中风化粉砂质泥岩	9m
迴龙片区	以揭露素填土层最厚的 ZK9 为参考, 岩土层如下: $0\sim 3.6\text{m}$ 为素填土, $3.6\sim 21.5\text{m}$ 为残积粉质黏土	/

表 4-10 岩土层主要物理力学指标建议值表

片区	层号	岩土名称	凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	天然重 度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	压缩模 量 Es(MPa)
北江片区	1	素填土	5	8	18	3.5
	2	粉质黏土	25	20	19	5.5
金光片区	1	素填土	5	8	18	3.5
	2	粉质黏土	23	15	18.8	5.5
迴龙片区	1	素填土	6	8	18.4	3.5
	2	粉质黏土	22	16	19.2	5.5

表 4-11 北江片区道路地基沉降量计算统计表 (P0=60kpa)

土层名称	计算参数选择								沉降量 $S^s$ (mm)
	$p_0$ (kPa)	$E_{si}$ (Mpa)	$z_i$ (m)	$4*\bar{a}_i$	$4*\bar{a}_i * z_i$	$4*z_i*\bar{a}_i - 4*z_{i-1}*\bar{a}_{i-1}$	$S'$ (mm)	$\varphi_s$	
素填土	60	3.5	7.5	0.9088	6.816	6.816	116.8	由公式(4-4)计算出 $\bar{E}_s=4.19\text{MPa}$ , $p_0$	149.66
粉质黏土	60	5.5	18	0.693	12.478	5.662	61.76	$\geq f_{ak}$ , 故根据表4-7取 $\psi_s=1.28$	79.11
<b>地基最终沉降量</b>								<b>228.77mm</b>	

表 4-12 金光片区道路地基沉降量计算统计表 (P0=60kpa)

土层名称	计算参数选择								沉降量 $S^s$ (mm)
	$p_0$ (kPa)	$E_{si}$ (Mpa)	$z_i$ (m)	$4*\bar{a}_i$	$4*\bar{a}_i * z_i$	$4*z_i*\bar{a}_i - 4*z_{i-1}*\bar{a}_{i-1}$	$S'$ (mm)	$\varphi_s$	
素填土	60	3.5	13.5	0.7760	10.476	10.476	179.6	由公式(4-4)计算出 $\bar{E}_s=3.72\text{MPa}$ , $p_0$	238.55
粉质黏土	60	5.5	18	0.693	12.478	2.002	21.84	$\geq f_{ak}$ , 故根据表4-7取 $\psi_s=1.33$	29.00
<b>地基最终沉降量</b>								<b>267.56mm</b>	

表 4-13 迴龙片区道路地基沉降量计算统计表 (P0=60kpa)

土层名称	计算参数选择								沉降量 $S^s$ (mm)
	$p_0$ (kPa)	$E_{si}$ (Mpa)	$z_i$ (m)	$4*\bar{a}_i$	$4*\bar{a}_i * z_i$	$4*z_i*\bar{a}_i - 4*z_{i-1}*\bar{a}_{i-1}$	$S'$ (mm)	$\varphi_s$	
素填土	60	3.5	3.6	0.9972	3.590	3.590	61.5	由公式 (4-4) 计算出 $\bar{E}_s=4.72\text{MPa}$ , $p_0$ $\geq f_{ak}$ ,故根据表 4-7 取 $\psi_s=1.23$	75.55
粉质黏土	60	5.5	18	0.693	12.47 8	8.888	96.96		119.03
<b>地基最终沉降量</b>								<b>194.58mm</b>	

表 4-14 北江片区低矮建筑物地基沉降量计算统计表 (P0=100kpa)

土层名称	计算参数选择								沉降量 $S^s$ (mm)
	$p_0$ (kPa)	$E_{si}$ (Mpa)	$z_i$ (m)	$4*\bar{a}_i$	$4*\bar{a}_i * z_i$	$4*z_i*\bar{a}_i - 4*z_{i-1}*\bar{a}_{i-1}$	$S'$ (mm)	$\varphi_s$	
素填土	100	3.5	7.5	0.7388	5.541	5.541	158.3	由公式 (4-4) 计算出 $\bar{E}_s=4.04\text{MPa}$ , $p_0$ $\geq f_{ak}$ ,故根据表 4-7 取 $\psi_s=1.30$	205.19
粉质黏土	100	5.5	18	0.486	8.755	3.214	58.44		75.74
<b>地基最终沉降量</b>								<b>280.93mm</b>	

表 4-15 金光片区低矮建筑物地基沉降量计算统计表 (P0=100kpa)

土层名称	计算参数选择								沉降量 $S^s$ (mm)
	$p_0$ (kPa)	$E_{si}$ (Mpa)	$z_i$ (m)	$4*\bar{a}_i$	$4*\bar{a}_i * z_i$	$4*z_i*\bar{a}_i - 4*z_{i-1}*\bar{a}_{i-1}$	$S'$ (mm)	$\varphi_s$	
素填土	100	3.5	13.5	0.5708	7.706	7.706	220.2	由公式 (4-4) 计算出 $\bar{E}_s=3.66\text{MPa}$ , $p_0$ $\geq f_{ak}$ ,故根据表 4-7 取 $\psi_s=1.33$	293.71
粉质黏土	100	5.5	18	0.486	8.755	1.049	19.08		25.45
<b>地基最终沉降量</b>								<b>319.17mm</b>	

表 4-16 迴龙片区低矮建筑物地基沉降量计算统计表 (P0=100kpa)

土层名称	计算参数选择								沉降量 S' (mm)
	$P_0$ (kPa)	$E_{si}$ (Mpa)	$z_i$ (m)	$4*\bar{a}_i$	$4*\bar{a}_i * z_i$	$4*z_i*\bar{a}_i - 4*z_{i-1}*\bar{a}_{i-1}$	S' (mm)	$\varphi_s$	
素填土	100	3.5	3.6	0.9156	3.296	3.296	94.2	由公式 (4-4) 计算出 $\bar{E}_s = 4.53\text{MPa}$ , $p_0$ $\geq f_{ak}$ , 故根据表 4-7 取 $\psi_s = 1.25$	117.47
粉质黏土	100	5.5	18	0.486	8.755	5.459	99.26		123.81
<b>地基最终沉降量</b>								<b>241.28mm</b>	

由计算结果可知, 道路基底的附加压力  $P_0$  按 60kPa, 基础宽度按 12m 来考虑, 北江片区、金光片区、迴龙片区道路路基的最大沉降量为 228.77mm、267.56mm、194.58mm; 低矮建筑物基础底面处的附加压力  $P_0$  按 100kPa, 基础宽度按 6m 来考虑, 北江片区、金光片区、迴龙片区低矮建筑物地基的最大沉降量为 280.93mm、319.17mm、241.28mm。

按《广东省地质灾害危险性评估实施细则》(2023 修订版) 的分级标准, 见表 4-5, 场地公路地基属  $100 < \sim < 500\text{mm}$  范围, 建筑地基累计沉降量属  $100 < \sim < 400\text{mm}$  范围, 发育程度为中等。

拟建高层建筑拟采用桩基础, 受地面沉降影响不大。地面沉降主要威胁对象为拟建工程、道路、施工设备及人员等, 预计潜在经济损失小于 100 万, 按地质灾害危害程度分级表 (表 4-3), 评估区地面沉降潜在危害程度为弱。

红线范围外评估区范围内无工程布置, 其地面沉降发育程度为弱, 危害程度为弱。

综上所述, 预测评估区各片区 (北江片区、金光片区、迴龙片区) 地面沉降地质灾害的发育程度弱~中等, 危害程度弱, 危险性小。

## 二、边坡崩塌/滑坡

### (一) 挖方边坡崩塌/滑坡

挖方边坡崩塌/滑坡的破坏机理是由各种因素综合决定的, 形成机制主要包括内在因素和外界因素两个方面, 其中内在因素主要包括: 岩性特征因素、构造因素、

地形地貌因素、水文地质因素等，外界因素主要包括人类工程活动、持续强降雨、水流作用等。

### 1、挖方边坡稳定性主要影响因素

根据本次地质灾害调查，结合地区岩性及地质构造等特点，挖方边坡崩塌或滑坡诱发因素分述如下：

#### (1) 内在因素

##### ① 岩性特征因素

边坡坡面岩性为以残积层粉质黏土为主，长期暴露或遇强降雨泡水等影响，土体强度降低，因工程活动扰动，引发崩塌、滑坡等地质灾害。

##### ② 地形地貌因素

评估区为剥蚀丘陵地貌区，挖方边坡坡度较陡，在长期自重作用下，较为高陡的地形和临空面为斜坡体的破坏创造了条件，有利于崩塌地质灾害的发展。

#### (2) 外在因素

##### ① 人类工程活动

自然山体由于工程建设形成高陡的人工边坡，且开挖后未支护，坡面岩土体裸露，坡顶应力较集中，形成拉张松弛带，使岩土体易产生拉裂破坏。综上，人类工程活动对地形地貌破坏程度较大，是诱发崩塌的主要影响因素。

##### ② 地下水作用

崩塌的形成多与降雨的激发有关。水是岩土层良好的“润滑剂”，降雨形成的地表水易入渗坡体内部，产生的水压力对岩土体的性质有较大影响，一般能较大的增加岩土体重度，降低其抗剪强度，从而客观上减小了其稳定性，对边坡的稳定不利，持续的强降雨易诱发崩塌的形成。评估区丰富的降雨是边坡失稳的重要诱发因素。

### 2、场地挖方边坡的基本情况

根据控制性规划设计标高，规划区北江片区、金光片区及迴龙片区局部须进行开挖，会形成挖方边坡，预测开挖坡率 1: 1，按 10m 高度进行台阶式开挖。具体分布情况见如下表及图 1-7~图 1-9。

表 4-17 各片区挖方边坡基本情况表

片区	挖方边坡编号	高度(m)	长度(m)	为残积层粉质黏土土质边坡, 开挖坡率为 1: 1
北江片区	A-B	5~10	130	
	B-C	10~18	560	
	C-D	5~10	680	
金光片区	A-B	2~8	80	
	C-D	5~13	140	
迴龙片区	A-B	6~8	120	

### 3、计算方法及参数的确定

根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013), 土质边坡可采用圆弧滑动法计算其稳定性, 边坡的稳定性系数按下式计算。

边坡土层厚度根据场地对应边坡地层厚度取值; 土体的 $\gamma$ 、 $C$ 、 $\varphi$ 值根据场地勘察报告的建议值数据, 并结合地区经验取值, 各片区残积层粉质黏土参数取值详见表 4-18。

表 4-18 挖方边坡主要岩土体物理力学参数建议值表

片区	层号	岩土名称	天然工况			饱和工况		
			凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	天然重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	饱和重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
北江片区	1	粉质黏土	25	20	19	20	15	19.5
金光片区	1	粉质黏土	23	15	18.8	19	12	19.3
迴龙片区	1	粉质黏土	22	16	19.2	18	12	19.7

注: 上述天然重度 $\gamma$ 、粘聚力 $c$ 、内摩擦角 $\varphi$ 数据源于场地参数建议值, 标“\*”为经验值。

### 4、边坡稳定性分析

计算公式: 根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013), 土质边坡可采用圆弧滑动法计算其稳定性, 边坡的稳定性系数按下式计算:

$$K_s = \frac{\sum R_i}{\sum T_i}$$

$$R_i = N_i \tan \varphi_i + c_i l_i$$

$$N_i = (G_i + G_{bi}) \cos \theta + P_{wi} \sin(\alpha_i + \theta_i)$$

$$T_i = (G_i + G_{bi}) \sin \theta_i + P_{wi} \cos(\alpha_i + \theta_i)$$

式中： $K_s$ —边坡稳定性系数；

$c_i$ —第*i*计算条块滑动面上土的粘结强度标准值（kPa）；

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

$l_i$ —第*i*条块滑动面长度（m）；

$\theta_i, \alpha_i$ —第*i*计算条块底面倾角和地下水位面倾角（°）；

$G_i$ —第*i*计算条块单位宽度土体自重(kN/m)；

$G_{bi}$ —第*i*计算条块滑体地表建筑物的单位宽度自重(kN/m)；

$P_{wi}$ —第*i*计算条块单位宽度的动水压力(kN/m)；

$N_i$ —第*i*计算条块滑体在滑动面法线上的反力(kN/m)；

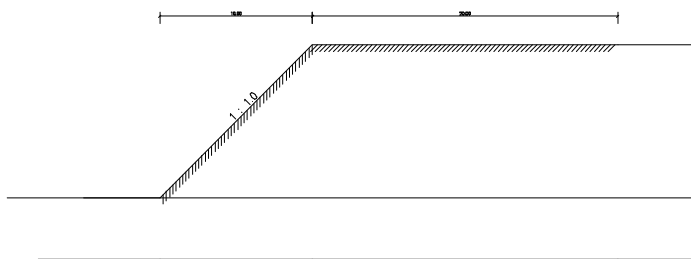
$T_i$ —第*i*计算条块滑体在滑动面切线上的反力(kN/m)；

$R$ —第*i*计算条块滑动面上的抗滑力(kN/m)。

(3) 计算结果：根据野外地质环境调查，结合岩土勘察资料，利用场地周边地层条件对边坡稳定性进行计算，分别对北江片区、金光片区、迴龙片区各段挖方边坡进行稳定性计算分析，其计算情况如下。

-----  
 计算项目：北江片区（A-B段、C-D段挖方边坡最高10m）稳定性计算-正常工况  
 -----

[计算简图]



[控制参数]：

采用规范：通用方法

计算目标：安全系数计算

滑裂面形状：圆弧滑动法

不考虑地震

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.000	10.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	10.000	19.000	----	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	20.000	----	----

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	19.000	----	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	20.000	----	----

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

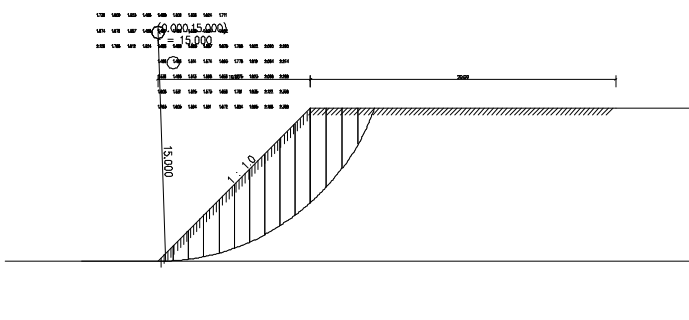
不考虑水的作用

[计算条件]

- 圆弧稳定分析方法: Bishop 法
- 稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面
- 条分法的土条宽度: 1.000 (m)
- 搜索时的圆心步长: 1.000 (m)
- 搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

- 滑动圆心 = (0.000, 15.000) (m)
- 滑动半径 = 15.000 (m)
- 滑动安全系数 = 1.481

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

0.000	1.000	1.911	1.001	25.000	20.00	9.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-------	-------	-------	-------	--------	-------	------	------	------	------	------	------

0.31	28.13	1.00764	0.00	0.00								
1.000	2.000	5.742	1.005	25.000	20.00	26.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.69	34.13	1.01957	0.00	0.00								
2.000	3.000	9.600	1.014	25.000	20.00	43.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.23	39.71	1.02698	0.00	0.00								
3.000	4.000	13.501	1.029	25.000	20.00	58.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.65	44.94	1.02974	0.00	0.00								
4.000	5.000	17.469	1.049	25.000	20.00	72.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.67	49.90	1.02765	0.00	0.00								
5.000	6.000	21.525	1.075	25.000	20.00	84.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30.99	54.62	1.02043	0.00	0.00								
6.000	7.000	25.698	1.110	25.000	20.00	95.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41.25	59.17	1.00766	0.00	0.00								
7.000	8.000	30.025	1.155	25.000	20.00	104.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
52.08	63.59	0.98878	0.00	0.00								
8.000	9.000	34.550	1.214	25.000	20.00	111.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62.98	67.93	0.96300	0.00	0.00								
9.000	10.000	39.340	1.293	25.000	20.00	115.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
73.35	72.23	0.92919	0.00	0.00								
10.000	11.036	44.588	1.455	25.000	20.00	111.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
78.31	75.16	0.88469	0.00	0.00								
11.036	12.071	50.476	1.628	25.000	20.00	89.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68.78	70.64	0.82597	0.00	0.00								
12.071	13.107	57.243	1.915	25.000	20.00	60.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51.29	64.31	0.74776	0.00	0.00								
13.107	14.142	65.714	2.521	25.000	20.00	22.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.58	53.69	0.63529	0.00	0.00								

总的下滑力 = 525.153 (kN)

总的抗滑力 = 778.132 (kN)

土体部分下滑力 = 525.153 (kN)

土体部分抗滑力 = 778.132 (kN)

筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)

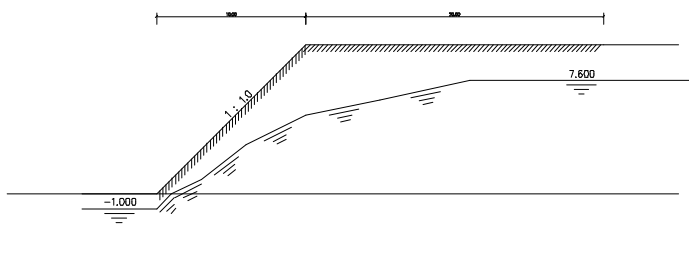
筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)

=====

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 北江片区(A-B段、C-D段挖方边坡最高10m)稳定性计算-饱和工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.000	10.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	10.000	19.000	19.500	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	20.000	20.000	15.000

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	19.000	19.500	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	20.000	20.000	15.000

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

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 6 水面线起始点坐标: (0.000, -1.000)

水面线号	水平投影 (m)	竖直投影 (m)
1	1.000	1.000
2	2.000	1.000
3	3.000	2.300
4	4.000	2.000
5	5.000	1.000
6	6.000	1.300

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

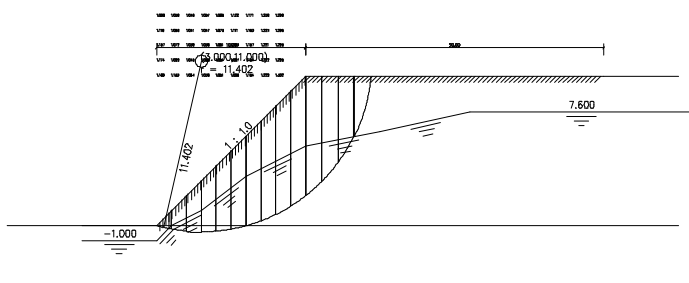
条分法的土条宽度: 1.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (3.000, 11.000) (m)

滑动半径 = 11.402 (m)

滑动安全系数 = 1.035

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力	附加力
X	Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
-----	-----	-----	-----	-------	-----	------	------	------	------	------	------

-0.000	1.000	-12.679	1.025	24.060	19.06	11.72	0.21	0.00	0.21	0.00	0.00
-2.33	31.07	0.90234	0.00	0.00							
1.000	2.000	-7.567	1.009	20.000	15.00	34.31	5.41	0.00	2.71	0.00	0.00
-1.56	28.98	0.95720	0.00	0.00							

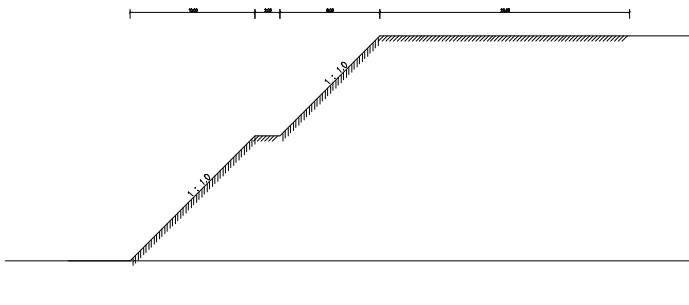
2.000	3.000	-2.516	1.001	20.000	15.00	55.28	11.30	0.00	5.65	0.00	0.00
3.01	32.18	0.98767	0.00	0.00							
3.000	4.000	2.516	1.001	20.000	15.00	74.60	17.63	0.00	13.52	0.00	0.00
13.58	34.90	1.01040	0.00	0.00							
4.000	5.000	7.567	1.009	20.000	15.00	92.26	24.41	0.00	18.72	0.00	0.00
25.16	37.23	1.02539	0.00	0.00							
5.000	6.000	12.679	1.025	20.000	15.00	108.15	30.29	0.00	23.22	0.00	0.00
38.17	39.58	1.03244	0.00	0.00							
6.000	7.000	17.896	1.051	20.000	15.00	122.13	33.89	0.00	16.94	0.00	0.00
43.87	42.32	1.03118	0.00	0.00							
7.000	8.000	23.274	1.089	20.000	15.00	134.03	35.12	0.00	17.56	0.00	0.00
56.61	45.55	1.02093	0.00	0.00							
8.000	9.000	28.881	1.143	20.000	15.00	143.71	35.21	0.00	17.61	0.00	0.00
70.00	49.04	1.00068	0.00	0.00							
9.000	10.000	34.813	1.219	20.000	15.00	150.81	33.98	0.00	16.99	0.00	0.00
83.51	52.95	0.96883	0.00	0.00							
10.000	11.089	41.534	1.456	20.000	15.00	157.20	31.88	0.00	6.38	0.00	0.00
88.61	60.17	0.92023	0.00	0.00							
11.089	12.179	49.404	1.676	20.000	15.00	133.57	22.07	0.00	4.41	0.00	0.00
88.13	60.97	0.84731	0.00	0.00							
12.179	13.268	58.925	2.114	20.264	15.26	101.18	7.80	0.00	1.56	0.00	0.00
81.03	64.10	0.74200	0.00	0.00							
13.268	14.358	74.602	4.126	25.000	20.00	40.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39.47	69.70	0.60458	0.00	0.00							

总的下滑力 = 627.256(kN)  
 总的抗滑力 = 648.752(kN)  
 土体部分下滑力 = 627.256(kN)  
 土体部分抗滑力 = 648.752(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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目：北江片区（B-C 段挖方边坡最高 18m）稳定性计算-正常工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 4

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.000	10.000	0
2	2.000	0.000	0
3	8.000	8.000	0
4	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	18.000	19.000	----	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	20.000	----	----

层号	十字板 $\tau$	强度增	十字板 $\tau$ 水	强度增长系
----	------------	-----	--------------	-------

	(kPa)	长系数	下值(kPa)	数水下值
1	---	---	---	---

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	19.000	----	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	20.000	----	----

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

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

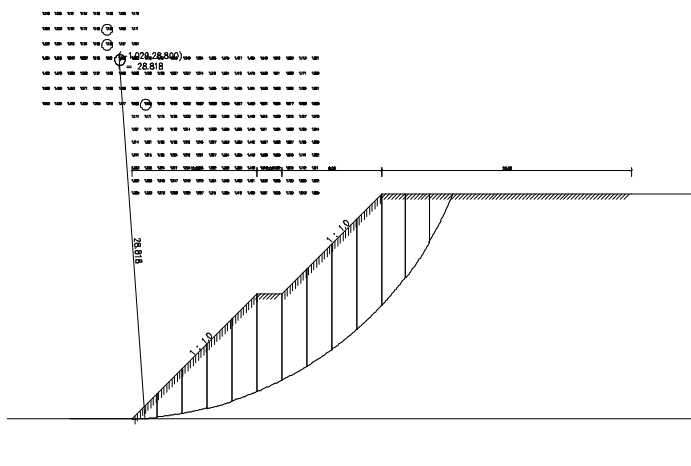
条分法的土条宽度: 2.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (-1.029, 28.800) (m)

滑动半径 = 28.818(m)

滑动安全系数 = 1.156

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力	附加力
力 X	附加力 Y	下滑力	抗滑力	m	$\theta$	i	超载	竖向		

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)								

-0.000	2.000	4.039	2.005	25.000	20.00	35.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.49	61.64	1.01970	0.00	0.00							
2.000	4.000	8.041	2.020	25.000	20.00	103.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.44	84.69	1.03423	0.00	0.00							
4.000	6.000	12.083	2.046	25.000	20.00	165.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34.70	105.71	1.04378	0.00	0.00							
6.000	8.000	16.187	2.083	25.000	20.00	222.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62.05	125.00	1.04816	0.00	0.00							
8.000	10.000	20.379	2.134	25.000	20.00	273.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
95.22	142.80	1.04709	0.00	0.00							
10.000	12.000	24.689	2.202	25.000	20.00	279.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

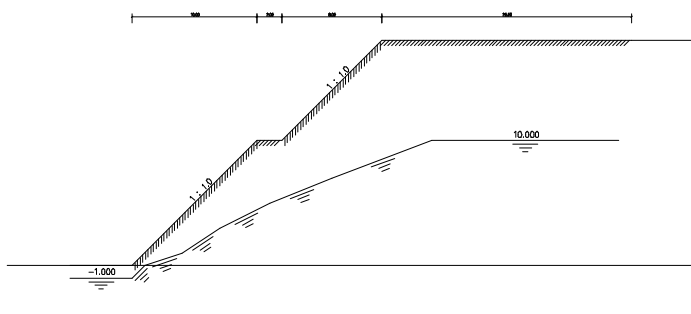
116.90	146.00	1.04015	0.00	0.00								
12.000	14.000	29.155	2.291	25.000	20.00	279.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
136.02	147.67	1.02675	0.00	0.00								
14.000	16.000	33.826	2.408	25.000	20.00	308.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
171.75	161.32	1.00607	0.00	0.00								
16.000	18.000	38.771	2.566	25.000	20.00	328.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
205.74	173.59	0.97689	0.00	0.00								
18.000	20.000	44.091	2.786	25.000	20.00	337.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
234.64	184.27	0.93739	0.00	0.00								
20.000	21.897	49.782	2.938	25.000	20.00	280.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
214.17	168.70	0.88621	0.00	0.00								
21.897	23.793	56.084	3.401	25.000	20.00	189.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
157.06	141.94	0.81936	0.00	0.00								
23.793	25.690	63.727	4.288	25.000	20.00	69.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
62.07	100.14	0.72508	0.00	0.00								

总的下滑力 = 1507.256 (kN)  
 总的抗滑力 = 1743.458 (kN)  
 土体部分下滑力 = 1507.256 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 1743.458 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 北江片区 (B-C 段挖方边坡最高 18m) 稳定性计算-饱和工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 4

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.000	10.000	0
2	2.000	0.000	0
3	8.000	8.000	0
4	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	18.000	19.000	19.500	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	20.000	20.000	15.000

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

## 下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	19.000	19.500	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	20.000	20.000	15.000

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

## [水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 6 水面线起始点坐标: (0.000, -1.000)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	1.000	1.000
2	3.000	1.000
3	3.000	2.000
4	4.000	2.000
5	5.000	2.000
6	8.000	3.000

## [计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

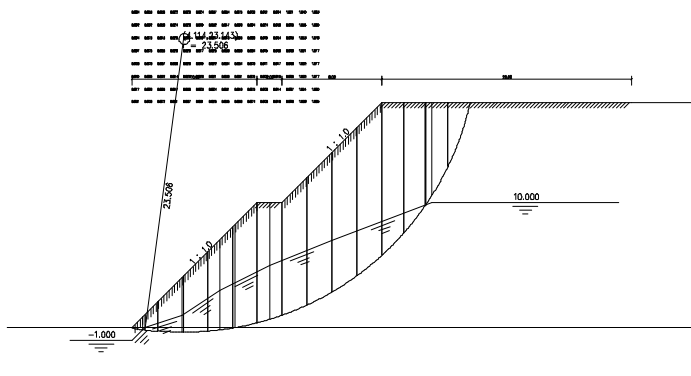
条分法的土条宽度: 2.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (4.114, 23.143) (m)  
 滑动半径 = 23.506 (m)  
 滑动安全系数 = 0.816

起始 X	终止 X	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力附加
力 X 附加力 Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)								

0.000	2.057	-7.551	2.076	22.105	17.10	46.22	4.23	0.00	1.48	0.00	0.00
-4.12	62.00	0.94176	0.00	0.00							
2.057	4.114	-2.510	2.060	20.000	15.00	134.17	20.91	0.00	7.50	0.00	0.00
2.01	72.60	0.98465	0.00	0.00							
4.114	6.076	2.394	1.964	20.000	15.00	203.94	40.26	0.00	26.84	0.00	0.00
29.77	82.04	1.01285	0.00	0.00							
6.076	8.038	7.199	1.978	20.000	15.00	272.40	61.99	0.00	35.50	0.00	0.00

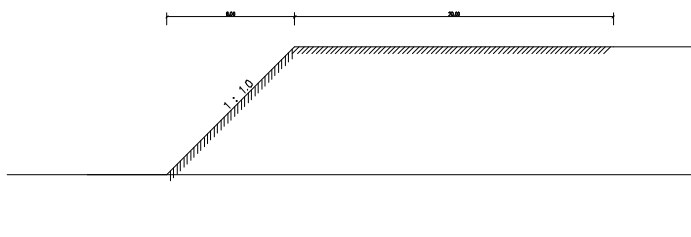
59.11	92.54	1.03328	0.00	0.00								
8.038	10.000	12.055	2.007	20.000	15.00	333.52	75.28	0.00	37.64	0.00	0.00	
90.37	103.61	1.04655	0.00	0.00								
10.000	12.000	17.051	2.093	20.000	15.00	358.44	85.89	0.00	38.58	0.00	0.00	
118.20	107.41	1.05236	0.00	0.00								
12.000	14.000	22.236	2.161	20.000	15.00	368.88	87.84	0.00	35.13	0.00	0.00	
141.49	109.82	1.04993	0.00	0.00								
14.000	16.000	27.622	2.258	20.000	15.00	409.33	85.19	0.00	34.08	0.00	0.00	
184.18	122.17	1.03831	0.00	0.00								
16.000	18.000	33.292	2.394	20.000	15.00	440.09	77.09	0.00	28.91	0.00	0.00	
227.45	135.08	1.01618	0.00	0.00								
18.000	20.000	39.364	2.588	20.000	15.00	459.23	62.55	0.00	23.46	0.00	0.00	
273.79	149.05	0.98146	0.00	0.00								
20.000	21.763	45.589	2.520	20.000	15.00	379.72	37.25	0.00	13.97	0.00	0.00	
257.30	135.93	0.93443	0.00	0.00								
21.763	23.525	52.165	2.875	20.183	15.18	310.55	13.15	0.00	4.93	0.00	0.00	
239.05	132.73	0.87612	0.00	0.00								
23.525	25.288	59.965	3.525	25.000	20.00	222.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
192.46	140.94	0.88678	0.00	0.00								
25.288	27.051	70.812	5.375	25.000	20.00	84.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
80.10	99.91	0.75005	0.00	0.00								

总的下滑力 = 1891.157 (kN)  
 总的抗滑力 = 1545.832 (kN)  
 土体部分下滑力 = 1891.157 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 1545.832 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 金光片区 (A-B 段挖方边坡最高 8m) 稳定性计算-正常工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	8.000	8.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	8.000	18.800	----	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	23.000	15.000	----	----

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.800	----	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	23.000	15.000	----	----

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

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

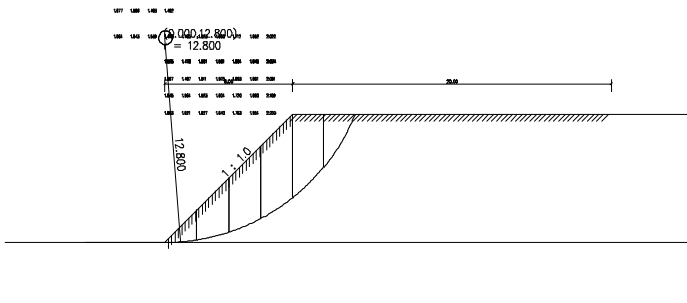
条分法的土条宽度: 2.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (0.000, 12.800) (m)

滑动半径 = 12.800 (m)

滑动安全系数 = 1.475

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力	附加力
X 附加力	Y 附加力	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)		(kN)	(kN)							

0.000	2.000	4.495	2.008	23.000	15.00	34.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.71	54.67	1.01116	0.00	0.00							
2.000	4.000	13.600	2.060	23.000	15.00	97.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.99	71.16	1.01467	0.00	0.00							
4.000	6.000	23.082	2.177	23.000	15.00	147.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
57.97	86.39	0.99115	0.00	0.00							
6.000	8.000	33.318	2.397	23.000	15.00	182.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100.15	101.41	0.93540	0.00	0.00							
8.000	9.933	44.790	2.729	23.000	15.00	153.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
108.36	102.28	0.83765	0.00	0.00							
9.933	11.866	59.436	3.815	23.000	15.00	59.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51.21	90.83	0.66488	0.00	0.00							

总的下滑力 = 343.405 (kN)

总的抗滑力 = 506.738 (kN)

土体部分下滑力 = 343.405 (kN)

土体部分抗滑力 = 506.738 (kN)

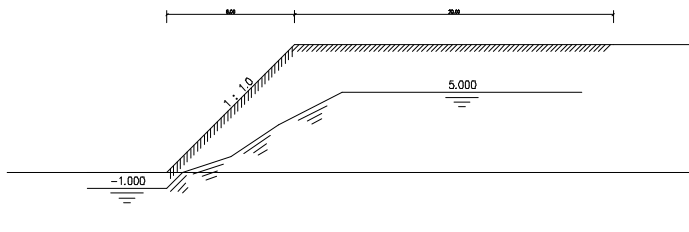
筋带在滑弧切向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)

筋带在滑弧法向产生的抗滑力 = 0.000 (kN)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目： 金光片区（A-B 段挖方边坡最高 8m）稳定性计算-饱和工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	8.000	8.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	8.000	18.800	19.300	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	23.000	15.000	19.000	12.000

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.800	19.300	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	23.000	15.000	19.000	12.000

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

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 4 水面线起始点坐标: (0.000, -1.000)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	1.000	1.000
2	3.000	1.000
3	3.000	2.000
4	4.000	2.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

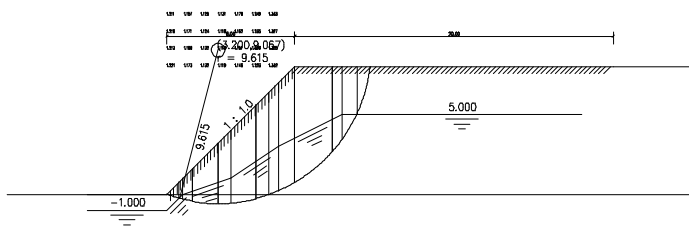
条分法的土条宽度: 2.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (3.200, 9.067) (m)  
 滑动半径 = 9.615 (m)  
 滑动安全系数 = 1.112

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力	附加力
X	Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
-----	-----	-----	-----	-------	-----	------	------	------	------	------	------

-0.000	1.600	-14.510	1.655	20.935	13.45	31.06	3.07	0.00	1.25	0.00	0.00
-5.91	43.96	0.91419	0.00	0.00							
1.600	3.200	-4.790	1.607	19.000	12.00	87.42	15.16	0.00	5.05	0.00	0.00
-1.39	46.67	0.98054	0.00	0.00							
3.200	5.600	7.227	2.426	19.000	12.00	220.02	41.79	0.00	24.13	0.00	0.00
44.89	82.16	1.01611	0.00	0.00							
5.600	8.000	22.202	2.600	19.000	12.00	301.37	63.39	0.00	37.65	0.00	0.00
127.16	96.37	0.99812	0.00	0.00							
8.000	10.378	39.120	3.078	19.000	12.00	284.35	56.87	0.00	28.44	0.00	0.00
171.28	104.33	0.89649	0.00	0.00							
10.378	12.755	65.961	5.930	21.111	13.58	147.31	18.22	0.00	5.56	0.00	0.00

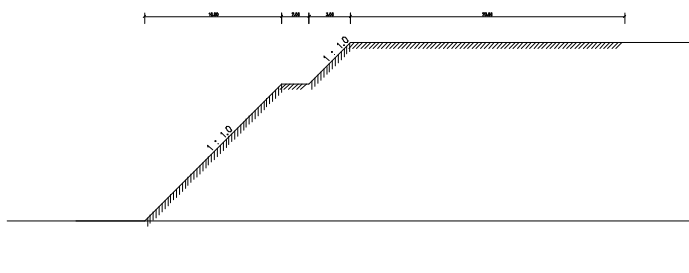
120.76 134.33 0.60589 0.00 0.00

总的下滑力 = 456.797 (kN)  
 总的抗滑力 = 507.814 (kN)  
 土体部分下滑力 = 456.797 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 507.814 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 金光片区 (C-D 段挖方边坡最高 13m) 稳定性计算-正常工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 4

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.000	10.000	0
2	2.000	0.000	0
3	3.000	3.000	0
4	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	13.000	18.800	----	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	23.000	15.000	----	----

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.800	----	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	23.000	15.000	----	----

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

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

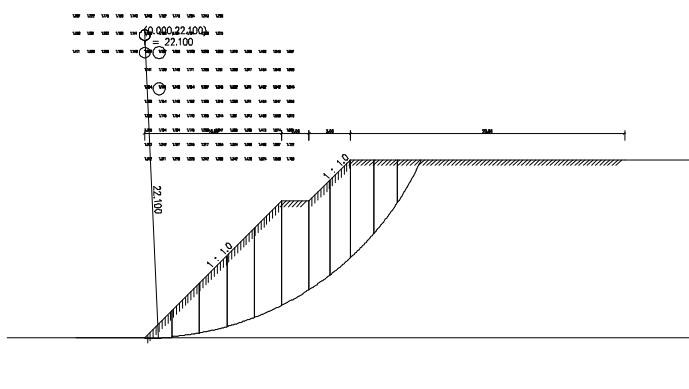
条分法的土条宽度: 2.000(m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (0.000, 22.100) (m)  
 滑动半径 = 22.100 (m)  
 滑动安全系数 = 1.135

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力附加
力 X	附加力 Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向			

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)		(kN)	(kN)							

-0.000	2.000	2.596	2.003	23.000	15.00	35.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.63	55.09	1.00967	0.00	0.00							
2.000	4.000	7.810	2.019	23.000	15.00	104.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.16	72.28	1.02281	0.00	0.00							
4.000	6.000	13.090	2.054	23.000	15.00	165.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

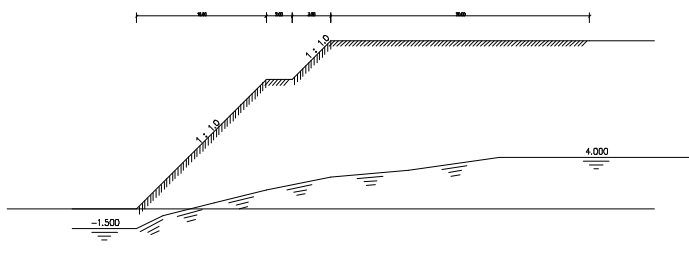
37.49	87.94	1.02749	0.00	0.00								
6.000	8.000	18.488	2.110	23.000	15.00	219.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
69.58	102.41	1.02327	0.00	0.00								
8.000	10.000	24.063	2.191	23.000	15.00	265.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
108.16	115.99	1.00938	0.00	0.00								
10.000	12.000	29.895	2.308	23.000	15.00	264.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
131.81	118.68	0.98463	0.00	0.00								
12.000	13.500	35.269	1.838	23.000	15.00	188.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
108.74	89.17	0.95279	0.00	0.00								
13.500	15.000	40.198	1.964	23.000	15.00	197.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
127.66	95.50	0.91622	0.00	0.00								
15.000	16.713	45.940	2.465	23.000	15.00	201.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
144.53	107.84	0.86510	0.00	0.00								
16.713	18.426	52.811	2.836	23.000	15.00	136.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
108.55	95.78	0.79255	0.00	0.00								
18.426	20.140	61.086	3.547	23.000	15.00	49.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43.72	76.48	0.69019	0.00	0.00								

总的下滑力 = 896.021 (kN)  
 总的抗滑力 = 1017.158 (kN)  
 土体部分下滑力 = 896.021 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 1017.158 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 金光片区 (C-D 段挖方边坡最高 13m) 稳定性计算-饱和工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 4

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.000	10.000	0
2	2.000	0.000	0
3	3.000	3.000	0
4	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	13.000	18.800	19.300	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	23.000	15.000	19.000	12.000

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.800	19.300	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	23.000	15.000	19.000	12.000

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

## [水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 6 水面线起始点坐标: (0.000, -1.500)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	2.000	1.000
2	4.000	1.000
3	4.000	1.000
4	5.000	1.000
5	6.000	0.500
6	7.000	1.000

## [计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

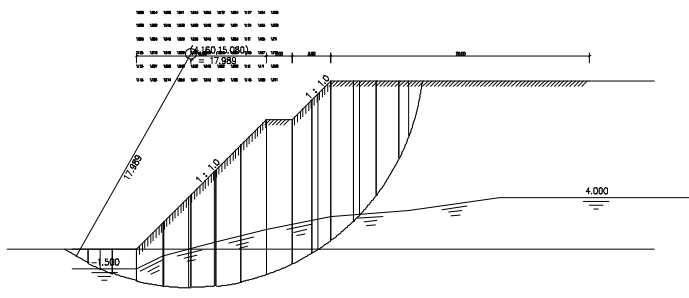
条分法的土条宽度: 2.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (4.160, 15.080) (m)  
 滑动半径 = 17.989(m)  
 滑动安全系数 = 1.031

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力	附加力
力 X	附加力 Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)								

-5.649	-3.766	-29.592	2.167	23.000	15.00	18.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-9.35	65.27	0.74117	0.00	0.00							
-3.766	-1.883	-22.885	2.045	21.033	13.52	52.56	1.71	0.00	0.00	0.00	0.00
-19.78	62.42	0.83052	0.00	0.00							
-1.883	0.000	-16.499	1.965	19.000	12.00	76.47	12.11	0.00	0.00	0.00	0.00
-18.28	54.94	0.90025	0.00	0.00							
0.000	2.080	-10.005	2.113	19.000	12.00	144.33	33.85	0.00	16.46	0.00	0.00
-5.89	66.39	0.94896	0.00	0.00							
2.080	4.160	-3.320	2.085	19.000	12.00	236.32	54.78	0.00	13.69	0.00	0.00
2.56	79.19	0.98638	0.00	0.00							

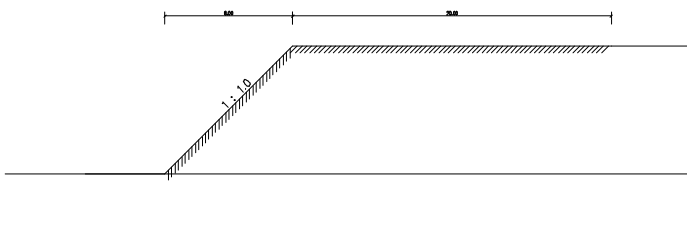
4.160	6.107	3.106	1.950	19.000	12.00	295.57	61.18	0.00	15.29	0.00	0.00
27.72	85.97	1.00971	0.00	0.00							
6.107	8.053	9.356	1.974	19.000	12.00	359.18	66.45	0.00	16.61	0.00	0.00
64.14	97.24	1.02023	0.00	0.00							
8.053	10.000	15.721	2.023	19.000	12.00	414.57	67.47	0.00	16.87	0.00	0.00
110.91	108.76	1.01848	0.00	0.00							
10.000	12.000	22.390	2.164	19.000	12.00	436.49	64.46	0.00	12.89	0.00	0.00
154.36	116.71	1.00317	0.00	0.00							
12.000	13.500	28.558	1.708	19.000	12.00	325.04	41.30	0.00	8.26	0.00	0.00
143.53	90.91	0.97693	0.00	0.00							
13.500	15.000	34.166	1.814	19.000	12.00	341.35	32.21	0.00	6.44	0.00	0.00
179.55	99.88	0.94324	0.00	0.00							
15.000	16.757	40.751	2.321	19.000	12.00	381.52	19.20	0.00	1.60	0.00	0.00
237.80	123.74	0.89219	0.00	0.00							
16.757	18.514	48.690	2.664	22.061	14.30	323.45	0.90	0.00	0.07	0.00	0.00
242.34	143.00	0.84586	0.00	0.00							
18.514	20.272	58.260	3.345	23.000	15.00	242.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
206.29	141.08	0.74718	0.00	0.00							
20.272	22.029	73.474	6.208	23.000	15.00	110.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
106.13	131.31	0.53371	0.00	0.00							

总的下滑力 = 1422.039(kN)  
 总的抗滑力 = 1466.800(kN)  
 土体部分下滑力 = 1422.039(kN)  
 土体部分抗滑力 = 1466.800(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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 迴龙片区 (A-B 段挖方边坡最高 8m) 稳定性计算-正常工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	8.000	8.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	8.000	19.200	----	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	22.000	16.000	----	----

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
----	-----------	----------------------------	------------------------------	---------------	-------------

1    4.000    19.200    ----    60.000    ---

层号    粘聚力    内摩擦角    水下粘聚    水下内摩  
          (kPa)    (度)            力(kPa)    擦角(度)

1    22.000    16.000    ----    ----

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

1    ---    ---    ---    ---

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

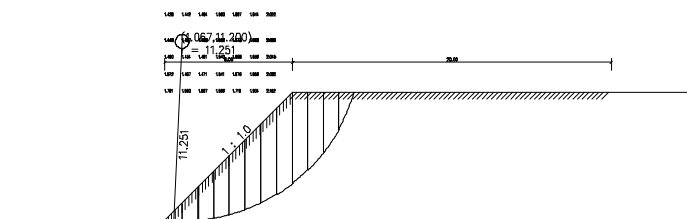
条分法的土条宽度: 1.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心            = (1.067, 11.200) (m)

滑动半径            = 11.251 (m)

滑动安全系数        = 1.427

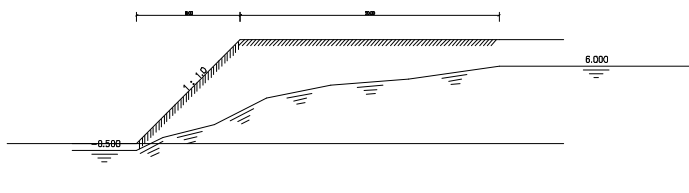
起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力	附加力	附加力
X	Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向					
地震力	地震力										
(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)								
0.000	1.067	-2.720	1.068	22.000	16.00	11.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.54	27.04	0.98934	0.00	0.00							
1.067	2.057	2.525	0.992	22.000	16.00	30.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.33	30.23	1.00788	0.00	0.00							
2.057	3.048	7.596	1.000	22.000	16.00	47.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.27	34.78	1.01778	0.00	0.00							
3.048	4.038	12.728	1.016	22.000	16.00	62.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.85	39.05	1.01969	0.00	0.00							
4.038	5.029	17.966	1.042	22.000	16.00	76.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.60	43.16	1.01321	0.00	0.00							
5.029	6.019	23.367	1.079	22.000	16.00	88.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35.00	47.20	0.99767	0.00	0.00							
6.019	7.010	29.001	1.133	22.000	16.00	97.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.41	51.26	0.97202	0.00	0.00							
7.010	8.000	34.964	1.209	22.000	16.00	104.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
60.06	55.47	0.93465	0.00	0.00							
8.000	8.963	41.310	1.283	22.000	16.00	96.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
63.93	55.40	0.88378	0.00	0.00							
8.963	9.926	48.264	1.448	22.000	16.00	79.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
58.98	53.77	0.81563	0.00	0.00							
9.926	10.889	56.385	1.742	22.000	16.00	55.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.35	51.53	0.72093	0.00	0.00							
10.889	11.853	67.147	2.485	22.000	16.00	21.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.47	47.51	0.57351	0.00	0.00							
总的下滑力		= 375.726(kN)									

总的抗滑力 = 536.397 (kN)  
 土体部分下滑力 = 375.726 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 536.397 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 迴龙片区 (A-B 段挖方边坡最高 8m) 稳定性计算-饱和工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	8.000	8.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	8.000	19.200	19.700	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	22.000	16.000	18.000	12.000

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

=====

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	19.200	19.700	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	22.000	16.000	18.000	12.000

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

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

考虑渗透力作用

不考虑边坡外侧静水压力

水面线段数 6 水面线起始点坐标: (0.000, -0.500)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	2.000	1.000
2	4.000	1.000
3	4.000	2.000
4	5.000	1.000

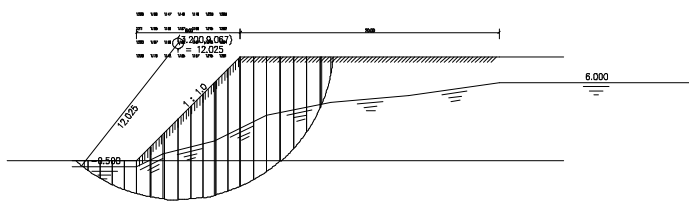
5	6.000	0.500
6	7.000	1.000

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法  
 稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面  
 条分法的土条宽度: 1.000 (m)  
 搜索时的圆心步长: 1.000 (m)  
 搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (3.200, 9.067) (m)  
 滑动半径 = 12.025 (m)  
 滑动安全系数 = 1.132

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力附加
力 X 附加力 Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)		(kN)	(kN)							

-4.700	-3.760	-38.214	1.197	20.646	14.65	6.85	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00
-4.00	32.81	0.64291	0.00	0.00							

-3.760	-2.820	-32.701	1.117	18.000	12.00	19.06	5.09	0.00	0.00	0.00	0.00
-7.54	26.87	0.74007	0.00	0.00							
-2.820	-1.880	-27.514	1.060	18.000	12.00	29.18	10.23	0.00	0.00	0.00	0.00
-8.75	26.18	0.80017	0.00	0.00							
-1.880	-0.940	-22.563	1.018	18.000	12.00	37.32	14.37	0.00	0.00	0.00	0.00
-8.81	25.60	0.85142	0.00	0.00							
-0.940	0.000	-17.785	0.987	18.000	12.00	43.73	17.62	0.00	0.00	0.00	0.00
-7.98	25.11	0.89486	0.00	0.00							
0.000	1.067	-12.826	1.094	18.000	12.00	66.44	25.76	0.00	12.88	0.00	0.00
0.92	29.84	0.93337	0.00	0.00							
1.067	2.133	-7.654	1.077	18.000	12.00	92.65	33.50	0.00	15.61	0.00	0.00
5.26	32.89	0.96609	0.00	0.00							
2.133	3.200	-2.544	1.068	18.000	12.00	116.64	38.42	0.00	9.60	0.00	0.00
5.73	36.16	0.99068	0.00	0.00							
3.200	4.160	2.289	0.961	18.000	12.00	123.86	37.05	0.00	9.26	0.00	0.00
12.54	35.49	1.00670	0.00	0.00							
4.160	5.120	6.883	0.967	18.000	12.00	140.22	38.62	0.00	9.65	0.00	0.00
21.75	38.29	1.01529	0.00	0.00							
5.120	6.080	11.522	0.980	18.000	12.00	155.11	39.45	0.00	10.69	0.00	0.00
33.77	41.15	1.01735	0.00	0.00							
6.080	7.040	16.239	1.000	18.000	12.00	168.46	40.79	0.00	20.40	0.00	0.00
55.77	43.86	1.01261	0.00	0.00							
7.040	8.000	21.074	1.029	18.000	12.00	180.24	42.28	0.00	21.14	0.00	0.00
70.65	46.58	1.00063	0.00	0.00							
8.000	9.025	26.250	1.144	18.000	12.00	193.39	45.76	0.00	22.88	0.00	0.00
88.17	50.86	0.97991	0.00	0.00							
9.025	10.051	31.852	1.208	18.000	12.00	182.14	45.17	0.00	21.93	0.00	0.00
94.09	50.15	0.94849	0.00	0.00							
10.051	11.076	37.823	1.299	18.000	12.00	167.81	41.34	0.00	8.27	0.00	0.00
84.96	50.10	0.90504	0.00	0.00							
11.076	12.102	44.335	1.434	18.000	12.00	149.78	34.23	0.00	6.85	0.00	0.00
86.49	50.82	0.84648	0.00	0.00							
12.102	13.127	51.696	1.656	18.000	12.00	126.63	24.53	0.00	4.91	0.00	0.00
83.86	52.35	0.76716	0.00	0.00							
13.127	14.153	60.628	2.093	18.000	12.00	95.22	10.64	0.00	2.13	0.00	0.00

75.10 55.70 0.65410 0.00 0.00  
 14.153 15.178 75.263 4.050 21.729 15.73 44.80 0.13 0.00 0.03 0.00 0.00  
 43.21 70.43 0.49497 0.00 0.00

总的下滑力 = 725.189 (kN)  
 总的抗滑力 = 821.253 (kN)  
 土体部分下滑力 = 725.189 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 821.253 (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)

=====

经过各片区分段挖方边坡稳定性计算，算得各边坡安全系数如下表，边坡稳定安全系数表如下表：

**表4-19 挖方边坡稳定性计算结果**

片区	挖方边坡编号	高度 (m)	计算方法	稳定安全系数 k	
				正常工况	饱和工况
北江片区	A-B	5~10	圆弧滑动法	1.481	1.035
	B-C	10~18		1.156	0.816
	C-D	5~10		1.481	1.035
金光片区	A-B	2~8		1.475	1.112
	C-D	5~13		1.135	1.031
迴龙片区	A-B	6~8		1.427	1.132

注：上表中边坡安全稳定系数是基于边坡未支护的情况下计算值。

**表4-20 边坡稳定安全系数表**

稳定性	稳定	基本稳定	较不稳定	不稳定
边坡稳定性系数 K (饱和状态)	≥1.15	1.15 > ~ ≥1.05	1.05 > ~ ≥1.00	<1.00
边坡稳定性系数 K (正常工况)	≥1.30	1.30 > ~ ≥1.05	1.05 > ~ ≥1.00	<1.00

5、挖方边坡崩塌/滑坡预测评估

(1) 发育程度

由以上计算分析可知，评估区北江片区 A-B 段、C-D 段挖方边坡在正常工况下处于稳定状态，在暴雨饱和工况下处于较不稳定状态，其发生崩塌、滑坡的可能性中等，发育程度中等，B-C 段挖方边坡在正常工况下处于基本稳定状态，在暴雨饱

和工况下处于不稳定状态，其发生崩塌、滑坡的可能性大，发育程度强；金光片区 A-B 段挖方边坡在正常工况下处于稳定状态，在暴雨饱和工况下处于基本稳定状态，其发生崩塌、滑坡的可能性小，发育程度弱，C-D 段挖方边坡在正常工况下处于基本稳定状态，在暴雨饱和工况下处于较不稳定状态，其发生崩塌、滑坡的可能性中等，发育程度中等；迴龙片区 A-B 段挖方边坡在正常工况下处于稳定状态，在暴雨饱和工况下处于基本稳定状态，其发生崩塌、滑坡的可能性小，发育程度弱。

## (2) 危害程度

各片区挖方边坡坡脚紧邻规划红线，主要威胁拟建工程建筑设施，施工人员、机械、设备以及来往车辆行人，综合评价潜在经济损失为  $100 < \sim < 500$  万元，危害程度中等。

## (3) 危险性评估

综上所述，预测评估区北江片区 A-B 段、C-D 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，B-C 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度强，危害程度中等，危险性大；金光片区 A-B 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度中等，危险性中等，C-D 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；迴龙片区 A-B 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度中等，危险性中等。

## (二) 现状路堑边坡崩塌/滑坡

### 1、现状路堑边坡的基本情况

评估区的现状路堑边坡主要分布于金光片区及迴龙片区，为土质边坡，具体分布情况见如下表及图 1-8~图 1-9。

表 4-21 评估区现状路堑边坡基本情况表

片区	现状路堑边坡编号	高度 (m)	长度 (m)	为土质边坡，坡率约为 1: 1
金光片区	A-B	4~7	320	
	C-D	2~6	530	
迴龙片区	A-B	2~8	150	

### 2、边坡稳定性分析

根据岩性条件，评估区路堑边坡为残积层土质边坡，高度 2~8m，参考场地挖方边坡稳定性计算结果，综合判定评估区金光片区 A-B 段、C-D 段，迴龙片区 A-B 段现

状路堑边坡为基本稳定-稳定状态，发生崩塌/滑坡的可能性小，发育程度为弱。

评估区现状路堑边坡崩塌/滑坡主要威胁对象为现状村道、施工人员、机械及来往行人车辆等，综合评价其边坡崩塌或滑坡受威胁人数为 $\leq 10$ 人，潜在经济损失 $\leq 100$ 万元，危害程度弱。

综上所述，预测评估区金光片区、迴龙片区工程建设可能引发现状路堑边坡滑坡/崩塌地质灾害的发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

### （三）填方边坡崩塌/滑坡

#### 1、填方边坡的基本情况

根据控制性规划设计标高，规划区北江片区及金光片区各地块须进行填方工程，迴龙片区无填方工程，其中北江片区须回填厚度约0.5~7m，金光片区须回填厚度0.3~9m，回填后会形成填方边坡，填方边坡坡率1:1.5。具体分布情况见如下表及图1-7~图1-9。

表 4-22 各片区填方边坡基本情况表

片区	填方边坡编号	高度	长度(m)	坡率为 1: 1.5
北江片区	A-B	6~7m	110	
	C-D	7~9m	280	
金光片区	A-B	7~9m	680	
	C-D	6~7m	600	
	D-E	2~4m	600	
	F-G	6~9m	220	
	H-I	7~9m	1600	
	J-K	7~9m	280	
	L-M	3~7m	1300	

#### 2、计算方法及参数的确定

根据岩性条件，评估边坡填方多为素填土，岩性多为粉质粘土、含碎石粉质黏土组成，采用圆弧滑动法初步计算。边坡土层厚度根据场地对应边坡地层厚度取值；土体的 $\gamma$ 、 $C$ 、 $\phi$ 值根据周边场地钻孔所取土样的测试样品数据，并结合地区经验取值，岩土体参数取值详见下表：

表 4-23 素填土主要物理力学性质指标建议值表

层号	岩土名称	天然工况			饱和工况		
		凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	天然重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	饱和重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
1	素填土	10	8	18	8	6	18.5

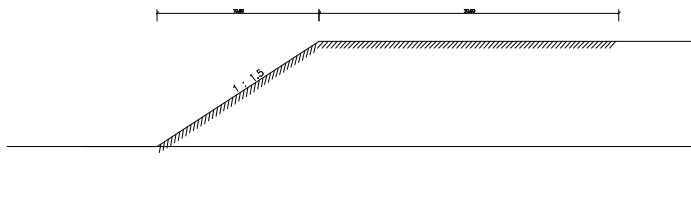
### 3、边坡稳定性分析

(1) 计算公式：根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013），土质边坡可采用圆弧滑动法计算其稳定性。

(2) 计算结果：根据野外地质环境调查，结合岩土勘察资料，利用场地周边地层条件对边坡稳定性进行计算，其计算情况如下：

计算项目：北江片区（A-B 段填方边坡最高 7m）稳定性计算-正常工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.800	7.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	7.000	18.000	----	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	10.000	8.000	----	----

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	18.000	----	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	10.000	8.000	----	----

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

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

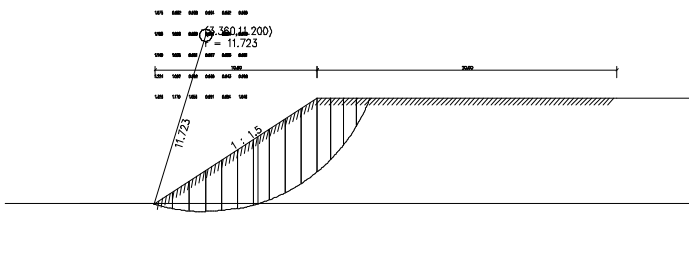
条分法的土条宽度: 1.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (3.360, 11.200) (m)

滑动半径 = 11.723 (m)

滑动安全系数 = 0.901

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力	附加力
力 X	附加力 Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)								

-0.103	0.000	-16.918	0.108	10.000	8.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.01	1.13	0.91132	0.00	0.00							
0.000	1.120	-13.835	1.154	10.000	8.00	10.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.57	13.61	0.93367	0.00	0.00							
1.120	2.240	-8.249	1.132	10.000	8.00	29.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-4.27	15.91	0.96727	0.00	0.00							
2.240	3.360	-2.741	1.122	10.000	8.00	46.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.23	17.90	0.99139	0.00	0.00							
3.360	4.423	2.601	1.064	10.000	8.00	57.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

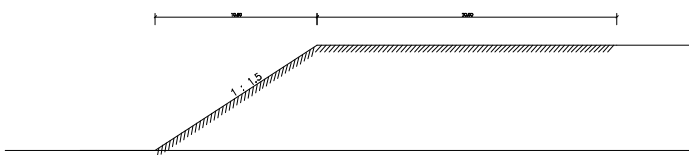
2.62	18.64	1.00605	0.00	0.00									
4.423	5.486	7.824	1.073	10.000	8.00	69.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.41	20.10	1.01193	0.00	0.00									
5.486	6.549	13.115	1.092	10.000	8.00	78.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.82	21.47	1.00932	0.00	0.00									
6.549	7.611	18.523	1.121	10.000	8.00	86.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.33	22.77	0.99776	0.00	0.00									
7.611	8.674	24.110	1.165	10.000	8.00	91.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37.24	24.00	0.97650	0.00	0.00									
8.674	9.737	29.956	1.227	10.000	8.00	93.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
46.90	25.23	0.94432	0.00	0.00									
9.737	10.800	36.174	1.317	10.000	8.00	93.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
55.38	26.48	0.89932	0.00	0.00									
10.800	11.676	42.289	1.185	10.000	8.00	70.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.35	22.08	0.84475	0.00	0.00									
11.676	12.552	48.413	1.321	10.000	8.00	56.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42.10	21.36	0.78046	0.00	0.00									
12.552	13.429	55.415	1.545	10.000	8.00	38.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31.68	20.36	0.69608	0.00	0.00									
13.429	14.305	64.098	2.008	10.000	8.00	14.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.80	18.65	0.57718	0.00	0.00									

总的下滑力 = 321.560 (kN)  
 总的抗滑力 = 289.700 (kN)  
 土体部分下滑力 = 321.560 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 289.700 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 北江片区(A-B段填方边坡最高7m)稳定性计算-饱和工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	10.800	7.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	7.000	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	8.000	6.000	----	----

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
----	-----------	----------------------------	------------------------------	---------------	-------------

1 4.000 18.500 ---- 40.000 ---

层号 粘聚力 内摩擦角 水下粘聚 水下内摩  
(kPa) (度) 力(kPa) 擦角(度)

1 8.000 6.000 ---- ----

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

1 --- --- --- ---

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

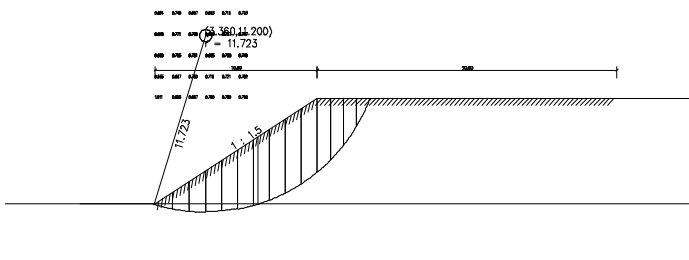
条分法的土条宽度: 1.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (3.360, 11.200) (m)

滑动半径 = 11.723 (m)

滑动安全系数 = 0.690

起始 x 终止 x  $\alpha$  li Ci  $\Phi$ i 条实重 浮力 地震力 渗透力附加

力 X 附加力 Y 下滑力 抗滑力  $m \theta i$  超载 竖向

地震力 地震力

(m) (m) (度) (m) (kPa) (度) (kN) (kN) (kN) (kN) (kN) (kN)  
 (kN) (kN) (kN) (kN)

---



---

-0.103	0.000	-16.918	0.108	8.000	6.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.01	0.91	0.91241	0.00	0.00								
0.000	1.120	-13.835	1.154	8.000	6.00	11.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.64	10.83	0.93457	0.00	0.00								
1.120	2.240	-8.249	1.132	8.000	6.00	30.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-4.39	12.58	0.96781	0.00	0.00								
2.240	3.360	-2.741	1.122	8.000	6.00	47.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.29	14.11	0.99157	0.00	0.00								
3.360	4.423	2.601	1.064	8.000	6.00	59.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.70	14.66	1.00588	0.00	0.00								
4.423	5.486	7.824	1.073	8.000	6.00	71.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.67	15.79	1.01142	0.00	0.00								
5.486	6.549	13.115	1.092	8.000	6.00	80.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.31	16.84	1.00847	0.00	0.00								
6.549	7.611	18.523	1.121	8.000	6.00	88.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.09	17.86	0.99657	0.00	0.00								
7.611	8.674	24.110	1.165	8.000	6.00	93.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
38.27	18.82	0.97497	0.00	0.00								
8.674	9.737	29.956	1.227	8.000	6.00	96.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.21	19.79	0.94245	0.00	0.00								
9.737	10.800	36.174	1.317	8.000	6.00	96.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56.91	20.78	0.89711	0.00	0.00								
10.800	11.676	42.289	1.185	8.000	6.00	72.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.66	17.35	0.84222	0.00	0.00								
11.676	12.552	48.413	1.321	8.000	6.00	57.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
43.27	16.83	0.77766	0.00	0.00								
12.552	13.429	55.415	1.545	8.000	6.00	39.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

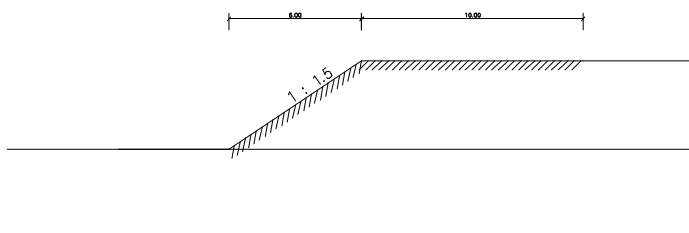
32.56 16.11 0.69299 0.00 0.00  
 13.429 14.305 64.098 2.008 8.000 6.00 14.63 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00  
 13.16 14.90 0.57381 0.00 0.00

总的下滑力 = 330.492 (kN)  
 总的抗滑力 = 228.156 (kN)  
 土体部分下滑力 = 330.492 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 228.156 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 金光片区 (D-E 段填方边坡最高 4m) 稳定性计算-正常工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	6.000	4.000	0
2	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
----	-----------	----------------------------	------------------------------	---------------	-------------

1	7.000	18.000	----	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	10.000	8.000	----	----
---	--------	-------	------	------

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

1	---	---	---	---
---	-----	-----	-----	-----

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
----	-----------	----------------------------	------------------------------	---------------	-------------

1	4.000	18.000	----	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	10.000	8.000	----	----
---	--------	-------	------	------

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

1	---	---	---	---
---	-----	-----	-----	-----

不考虑水的作用

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

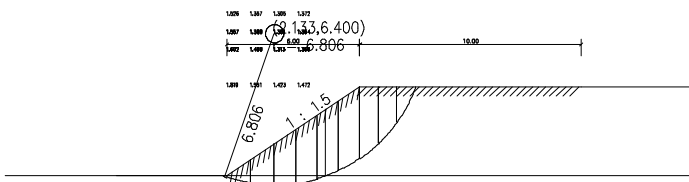
条分法的土条宽度: 1.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长：1.000 (m)

计算结果：

[计算结果图]



最不利滑动面：

滑动圆心 = (2.133, 6.400) (m)

滑动半径 = 6.806 (m)

滑动安全系数 = 1.261

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力附加
力 X	附加力 Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向			

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)		(kN)	(kN)							

-0.183	0.000	-19.081	0.193	10.000	8.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.03	2.02	0.90974	0.00	0.00							
0.000	1.067	-13.642	1.099	10.000	8.00	10.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.48	12.84	0.94631	0.00	0.00							
1.067	2.133	-4.508	1.071	10.000	8.00	27.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.16	14.70	0.98841	0.00	0.00							
2.133	3.100	4.083	0.970	10.000	8.00	36.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.62	14.77	1.00515	0.00	0.00							
3.100	4.067	12.334	0.990	10.000	8.00	45.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

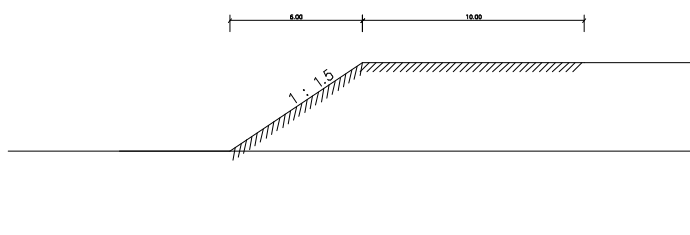
9.74	16.07	1.00000	0.00	0.00									
4.067	5.033	20.861	1.035	10.000	8.00	51.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.50	17.44	0.97292	0.00	0.00									
5.033	6.000	29.919	1.117	10.000	8.00	54.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.40	18.89	0.92062	0.00	0.00									
6.000	6.834	39.151	1.077	10.000	8.00	42.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.13	17.04	0.84370	0.00	0.00									
6.834	7.668	49.047	1.274	10.000	8.00	30.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.15	17.16	0.73704	0.00	0.00									
7.668	8.502	61.882	1.775	10.000	8.00	11.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.34	17.63	0.56658	0.00	0.00									

总的下滑力 = 114.190 (kN)  
 总的抗滑力 = 148.556 (kN)  
 土体部分下滑力 = 114.190 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 148.556 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 金光片区 (D-E 段填方边坡最高 4m) 稳定性计算-饱和工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	6.000	4.000	0
2	10.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	7.000	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	8.000	6.000	----	----

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

=====  
 下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	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	8.000	6.000	----	----

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

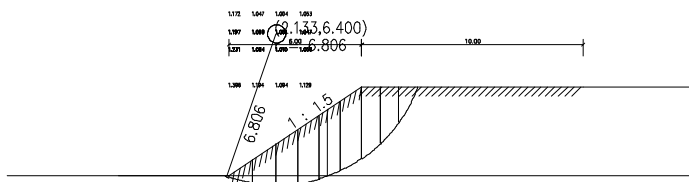
不考虑水的作用

[计算条件]

- 圆弧稳定分析方法: Bishop 法
- 稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面
- 条分法的土条宽度: 1.000 (m)
- 搜索时的圆心步长: 1.000 (m)
- 搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

- 滑动圆心 = (2.133, 6.400) (m)
- 滑动半径 = 6.806 (m)
- 滑动安全系数 = 1.001

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力附加
力 X 附加力 Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)		(kN)	(kN)							

-0.183	0.000	-19.081	0.193	8.000	6.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-0.03	1.62	0.91074	0.00	0.00								
0.000	1.067	-13.642	1.099	8.000	6.00	10.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.55	10.21	0.94703	0.00	0.00								
1.067	2.133	-4.508	1.071	8.000	6.00	28.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.22	11.63	0.98865	0.00	0.00								
2.133	3.100	4.083	0.970	8.000	6.00	37.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.69	11.65	1.00494	0.00	0.00								
3.100	4.067	12.334	0.990	8.000	6.00	46.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.01	12.67	0.99935	0.00	0.00								
4.067	5.033	20.861	1.035	8.000	6.00	53.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.01	13.73	0.97184	0.00	0.00								
5.033	6.000	29.919	1.117	8.000	6.00	56.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28.16	14.87	0.91910	0.00	0.00								
6.000	6.834	39.151	1.077	8.000	6.00	44.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.88	13.44	0.84178	0.00	0.00								
6.834	7.668	49.047	1.274	8.000	6.00	31.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23.79	13.59	0.73474	0.00	0.00								
7.668	8.502	61.882	1.775	8.000	6.00	12.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.62	14.08	0.56390	0.00	0.00								

总的下滑力 = 117.362 (kN)  
 总的抗滑力 = 117.491 (kN)  
 土体部分下滑力 = 117.362 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 117.491 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

根据上述计算结果可知，边坡回填后未支护时，当填方边坡高度为 4m，按 1: 1.5 回填坡率，在正常工况下稳定性安全系数为 1.261，处于基本稳定状态，暴雨饱和工况下稳定性安全系数为 1.001，处于较不稳定状态；当填方边坡高度为 7m，按 1: 1.5 回填坡率，在正常工况下稳定性安全系数为 0.901，处于不稳定状态，暴雨饱和工况下稳定性安全系数为 0.690，处于不稳定状态。

综上所述，可以得出评估区金光片区 D-E 段填方边坡发育程度为中等，其余北江片区、金光片区各段填方边坡发育程度为强。

评估区填方边坡影响范围主要威胁拟建工程建筑设施，拟建道路、施工人员、机械、设备，以及来往车辆、行人等，综合评价评估区填方边坡崩塌/滑坡潜在经济损失为  $100 < \sim < 500$  万元，危害程度中等。

综上所述，预测评估区金光片区 D-E 段填方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；其余北江片区、金光片区各段填方边坡崩塌/滑坡发育程度为强，危害程度中等，危险性大。

#### （四）基坑边坡崩塌/滑坡

##### 1、基坑边坡的基本情况

根据控制性规划设计，产业园区主要地块用地性质以二类工业用地为主，其余包括村庄建设用地、商业商务用地、社会停车场用地、防护绿地等，因未有地块详细建筑设计方案，根据《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包-廻龙产业园生活污水处理工程岩土工程勘察报告》，该片区须建设污水处理工程，拟建设集水池、调节池，基坑深度 1~2 层，4~7m，勘察报告建议采用放坡分级开挖；参考其它规划区建设规划情况，本次评估对位于金光片区的商业商务用地进行基坑布设，拟建设地下停车场，预测拟建基坑 2 层，深度 8.0m，按规划设计场平标高，该地块须回填 2~6m，因此基坑实际开挖深度 2~6m，采用放坡分级开挖，其范围及开挖深度按不利影响考虑，预测规划区内基坑工程基本情况见下表及图 1-8。

表 4-24 规划区内基坑工程基本情况表

片区	地块编码	用地性质	地下室层数	基坑深度(m)	设计开挖坡度	边坡环境地质特征概况	备注(参考钻孔)
金光片区	MZ-02-01-01	商业商务用地	2层	2~6	1:1	属土质边坡, 基坑侧壁主要为残积粉质黏土; 基坑底主要为残积粉质黏土。	ZK2、ZK3
迴龙片区	MZ-04-01-11	排水用地	1~2层	4~7	1:1	属土质边坡, 基坑侧壁主要为填土及残积粉质黏土; 基坑底主要为残积粉质黏土。	ZK4、ZK9

## 2、计算方法和参数的确定

拟建项目基坑开挖, 基坑边坡均为土质边坡, 采用圆弧滑动法计算边坡的稳定性, 边坡土层情况按最不利考虑。土体的 $\gamma$ 、 $C$ 、 $\varphi$ 值根据周边场地钻孔所取土样的测试样品数据, 并结合地区经验取值, 岩土体参数取值详见下表。

表 4-25 基坑工程侧壁岩土主要物理力学性质建议值表

片区	层号	岩土名称	天然工况			饱和工况		
			凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	天然重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 (度)	饱和重度 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
金光片区	2	粉质黏土	23	15	18.8	19	12	19.3
迴龙片区	1	素填土	10	8	18	8	6	18.5
	2	粉质黏土	22	16	19.2	18	12	19.7

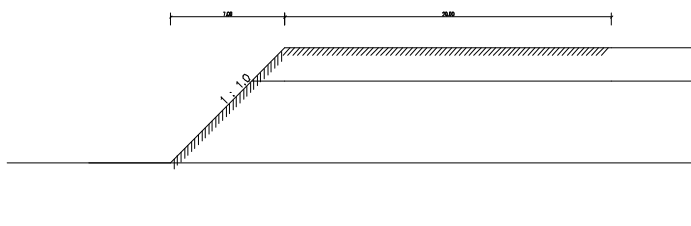
## 3、边坡稳定性分析

(1) 计算公式: 根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013), 土质边坡可采用圆弧滑动法计算其稳定性。

(2) 计算结果: 根据野外地质环境调查, 结合岩土勘察资料, 对基坑稳定性进行计算, 其计算情况如下。

计算项目: 迴龙片区(基坑边坡最高 7m) 稳定性计算-正常工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	7.000	7.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	5.000	19.200	----	60.000	---
2	2.000	18.000	----	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	22.000	16.000	----	----
2	10.000	8.000	----	----

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

2      ---      ---      ---      ---

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	19.200	----	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	22.000	16.000	----	----

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

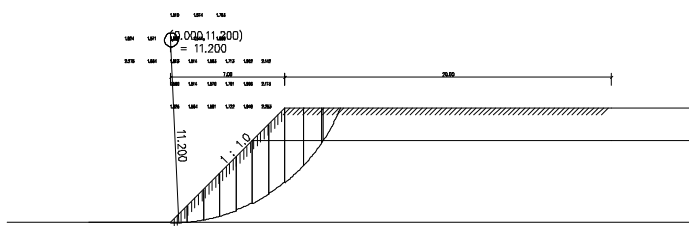
不考虑水的作用

[计算条件]

- 圆弧稳定分析方法: Bishop 法
- 稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面
- 条分法的土条宽度: 1.000 (m)
- 搜索时的圆心步长: 1.000 (m)
- 搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (0.000, 11.200) (m)

滑动半径 = 11.200 (m)

滑动安全系数 = 1.502

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力	附加力
X	Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m)	(m)	(度)	(m)	(kPa)	(度)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
(kN)	(kN)	(kN)	(kN)								

-0.000	1.000	2.561	1.001	22.000	16.00	9.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	24.45	1.00753	0.00	0.00							
1.000	2.000	7.705	1.009	22.000	16.00	26.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.57	29.16	1.01657	0.00	0.00							
2.000	3.000	12.912	1.026	22.000	16.00	42.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9.46	33.56	1.01739	0.00	0.00							
3.000	4.000	18.231	1.053	22.000	16.00	56.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.58	37.75	1.00954	0.00	0.00							
4.000	5.000	23.720	1.093	22.000	16.00	68.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27.35	41.82	0.99234	0.00	0.00							
5.000	6.000	29.454	1.149	22.000	16.00	76.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
37.84	45.68	0.96465	0.00	0.00							
6.000	7.000	35.537	1.230	22.000	16.00	82.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.06	49.43	0.92473	0.00	0.00							
7.000	8.128	42.604	1.533	22.000	16.00	84.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

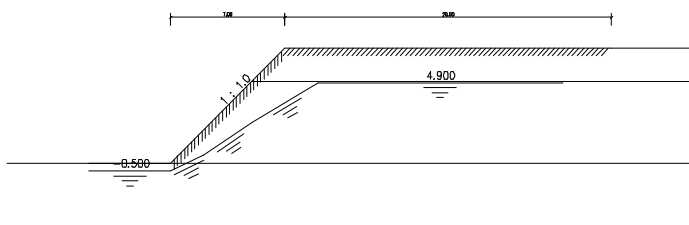
57.15	56.64	0.86532	0.00	0.00								
8.128	9.255	51.125	1.798	22.000	16.00	58.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
45.20	53.40	0.77628	0.00	0.00								
9.255	10.383	61.851	2.395	10.649	8.43	21.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.11	27.24	0.55882	0.00	0.00								

总的下滑力 = 265.726 (kN)  
 总的抗滑力 = 399.118 (kN)  
 土体部分下滑力 = 265.726 (kN)  
 土体部分抗滑力 = 399.118 (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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

计算项目: 迴龙片区(基坑边坡最高 7m) 稳定性计算-饱和工况

[计算简图]



[控制参数]:

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

[坡面信息]

坡面线段数 2

坡面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)	超载数
1	7.000	7.000	0
2	20.000	0.000	0

[土层信息]

上部土层数 2

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	5.000	19.200	19.700	60.000	---
2	2.000	18.000	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	22.000	16.000	18.000	12.000
2	10.000	8.000	8.000	6.000

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

下部土层数 1

层号	层厚 (m)	重度 (kN/m <sup>3</sup> )	饱和重度 (kN/m <sup>3</sup> )	粘结强度 (kPa)	孔隙水压 力系数
1	4.000	19.200	19.700	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	22.000	16.000	18.000	12.000

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

[水面信息]

采用有效应力法

孔隙水压力采用近似方法计算

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, -0.500)

水面线号	水平投影(m)	竖直投影(m)
1	2.000	1.000
2	3.000	2.000
3	4.000	2.400

[计算条件]

圆弧稳定分析方法: Bishop 法

稳定计算目标: 自动搜索最危险滑裂面

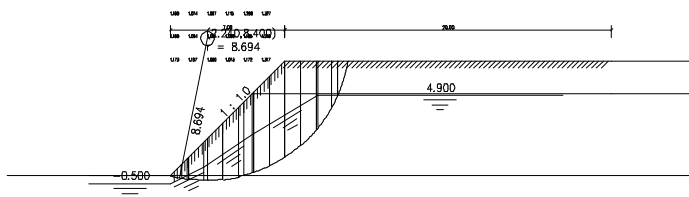
条分法的土条宽度: 1.000 (m)

搜索时的圆心步长: 1.000 (m)

搜索时的半径步长: 1.000 (m)

计算结果:

[计算结果图]



最不利滑动面:

滑动圆心 = (2.240, 8.400) (m)

滑动半径 = 8.694 (m)

滑动安全系数 = 1.051

起始 x	终止 x	$\alpha$	li	Ci	$\Phi_i$	条实重	浮力	地震力	渗透力附加
力 X 附加力 Y	下滑力	抗滑力	$m \theta_i$	超载	竖向				

地震力 地震力

(m) (m) (度) (m) (kPa) (度) (kN) (kN) (kN) (kN) (kN) (kN)  
 (kN) (kN) (kN) (kN)

---



---

-0.000	1.120	-11.167	1.142	20.480	14.48	14.65	0.61	0.00	0.30	0.00	0.00
-2.44	28.46	0.93349	0.00	0.00							
1.120	2.240	-3.701	1.123	18.000	12.00	42.13	6.81	0.00	3.75	0.00	0.00
0.91	28.09	0.98486	0.00	0.00							
2.240	3.192	3.143	0.954	18.000	12.00	55.12	11.85	0.00	7.90	0.00	0.00
9.18	26.08	1.00958	0.00	0.00							
3.192	4.144	9.469	0.966	18.000	12.00	70.85	16.89	0.00	11.26	0.00	0.00
19.14	28.05	1.01964	0.00	0.00							
4.144	5.096	15.915	0.990	18.000	12.00	84.66	20.95	0.00	13.82	0.00	0.00
30.65	30.16	1.01711	0.00	0.00							
5.096	6.048	22.578	1.032	18.000	12.00	95.29	23.38	0.00	14.03	0.00	0.00
41.49	32.39	1.00099	0.00	0.00							
6.048	7.000	29.588	1.095	18.000	12.00	103.10	24.36	0.00	14.62	0.00	0.00
53.49	34.94	0.96943	0.00	0.00							
7.000	7.955	37.149	1.199	18.000	12.00	99.99	23.87	0.00	14.32	0.00	0.00
60.21	36.30	0.91917	0.00	0.00							
7.955	8.910	45.604	1.366	18.000	12.00	84.28	21.23	0.00	12.74	0.00	0.00
57.37	36.24	0.84409	0.00	0.00							
8.910	9.865	55.700	1.697	18.000	12.00	62.31	13.22	0.00	1.08	0.00	0.00
41.20	37.81	0.73056	0.00	0.00							
9.865	10.820	71.013	2.949	12.487	9.32	26.85	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00
24.33	34.14	0.47293	0.00	0.00							

总的下滑力 = 335.526(kN)

总的抗滑力 = 352.678(kN)

土体部分下滑力 = 335.526(kN)

土体部分抗滑力 = 352.678(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)

软件版本:理正岩土 7.0PB2

采用同样方法,算得金光片区商业商务用地基坑的边坡安全系数如下表:

**表4-26 基坑边坡稳定性计算结果**

片区	地块编码	计算方 法	边坡坡 高 (m)	稳定安全系数 $k$		稳定性	
				正常工况	暴雨工况	正常工况	暴雨工况
金光片区	MZ-02-01-01	圆弧法	6m	1.568	1.122	稳定	基本稳定
迴龙片区	MZ-04-01-11	圆弧法	7m	1.502	1.051	稳定	基本稳定

#### 4、基坑边坡崩塌/滑坡预测评估

##### (1) 发育程度

由上述计算分析可知,施工期间,评估区内所涉及的基坑开挖在正常工况下,处于稳定状态,在饱和暴雨工况下处于基本稳定;综合判定评估区内基坑边坡发育程度弱。

##### (2) 危害程度

评估区基坑施工期主要威胁设备、施工人员、机械等,综合评价其基坑边坡崩塌或滑坡受威胁人数为 $\leq 10$ 人,潜在经济损失 $\leq 100$ 万元,危害程度弱;

##### (3) 危险性评估

综上所述,预测评估区金光片区 MZ-02-01-01 地块、迴龙片区 MZ-04-01-11 地块内基坑边坡崩塌/滑坡发育程度弱,危害程度弱,危险性小。

#### (五) 岸堤边坡崩塌/滑坡

##### 1、岸堤边坡的基本情况

规划区的金光片区北侧为寨岗河流经,南东侧为同灌河流经,河岸两侧形成岸堤边坡,现场调查未发现明显失稳现象,岸堤及支护挡墙较稳定。具体分布情况见如下表及图 1-7~图 1-9。

表 4-27 评估区岸堤边坡基本情况表

片区	岸堤边坡编号	位置	高度(m)	流经长度(m)	备注
金光片区	ADBP1	寨岗河两侧	2~5	1100	已做挡墙支护
	ADBP2	同灌河两侧	2~6	480	为土质边坡,坡率 1:1~1:1.5,局部挡墙支护

## 2、边坡稳定性分析

根据岩性条件,评估区岸堤边坡为残积层土质边坡,高度 2~6m,参考场地挖方及基坑边坡稳定性计算结果,综合判定评估区金光片区岸堤边坡 ADBP1、ADBP2 为基本稳定-稳定状态,发生崩塌/滑坡的可能性小,发育程度为弱。

评估区金光片区岸堤边坡崩塌/滑坡主要威胁对象为拟建工程、设备、施工人员、机械及来往行人车辆等,综合评价其边坡崩塌或滑坡受威胁人数为 $\leq 10$ 人,潜在经济损失 $\leq 100$ 万元,危害程度弱。

综上所述,预测评估区金光片区工程建设可能引发岸堤边坡滑坡/崩塌地质灾害的发育程度弱,危害程度弱,危险性小。

### (六) 自然山体斜坡崩塌/滑坡

#### 1、边坡特征

评估区地貌为剥蚀丘陵地貌,其南东侧地块多在山前平原地貌,3个规划片区均分布自然山体斜坡,编号 ZRXP1~ZRXP3,特征如下表:

表 4-28 自然山体斜坡特征表

片区	自然山体斜坡编号	自然山体斜坡基本特征
北江片区	ZRXP1	自然山体面积约 0.41km <sup>2</sup> ,坡脚标高约 120~133m,坡顶最大标高约 380m,总体为北西高南东低,坡度 20~70°,坡体主要为残坡积土及灰岩组成,坡体植被较发育,坡脚紧靠规划红线
金光片区	ZRXP2	自然山体面积约 0.3km <sup>2</sup> ,坡脚标高约 115~132m,坡顶最大标高约 144~167m,总体为南东高北西低,坡度较缓约 15~35°,坡体主要为残坡积土组成,坡体植被较发育,坡脚紧靠规划红线

迴龙片区	ZRXP3	自然山体面积约0.06km <sup>2</sup> ,坡脚标高约164~196m,坡顶最大标高约219m,总体为西高东低,坡度较缓约15~30°,坡体主要为残坡积土组成,坡体植被较发育,坡脚南侧紧靠规划红线,西侧紧靠现状村道
------	-------	---

## 2、自然斜坡稳定性评价方法

在评价斜坡的危险性时,其基本思路是根据坡体的地形地质环境条件,从中抽取评价因子,即是将坡体(地质体)转化为形变场—渗流场,从而建立评价模型(图4-1)。

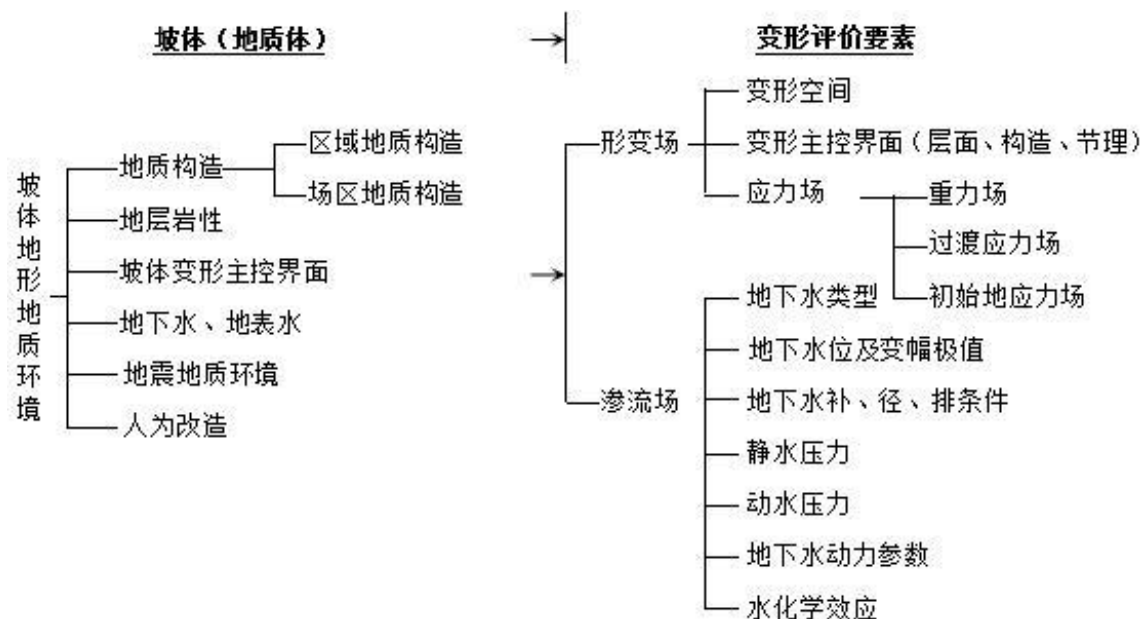


图 4-1 自然边坡稳定性评价思路及基本要素

考虑到本次评估的研究程度,要较全面掌握上述边坡评价要素的半定量—定量指标是有困难的。为了简化评价过程,但也尽可能涵盖主要影响要素,最大限度降低评价的随意性和模糊性,故采用定性—半定量评价方法,即首先从影响边坡稳定性的众多因素中抽取三个主要因素作为一级判别指标,分别为:环境条件、边坡破坏动力和边坡地质灾害现状。其中环境条件为边坡破坏的内因,主要包括5个要素(二级判别指标)。边坡破坏动力为影响边坡稳定性的外因,包括4个二级判别指标。边坡地质灾害现状是对已发生的灾种、密度及危险性进行工程地质类比,以辅助预测边坡的潜在危险性,包括4个二级判别指标。在此基础上将每个二级判别指标划分为4个危险等级,并给出各危险等级的划分原则及其对应的量值,由此便构成边坡危险性判别指标的量化原则(表4-29)

表 4-29 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			
	序号	内容	xi=6	xi=3	xi=1	xi=0
环境 条件	1	地形地貌	坡角大于 30°，相对高差 大于 50m	坡角 20°~30°， 相对高差 30°~50m	坡角 10°~20°，相 对高差 10~30m	坡角小于 10°， 相对高差小 于 10m
	2	植被条件	山体裸露	山体半裸露	植被稀疏	植被密集
	3	坡体特性	坡残积堆积物 厚度大于 10m	坡残积堆积物 厚度 5~10m	节理发育的岩层	完整的层状、 块状岩层
	4	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
	5	主控结 构面与 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	6	降雨强度	年均降雨量大 于 1700mm	年均降雨量 1600~ 1700mm	年均降雨量 1500~ 1600mm	年均降雨量 小 于 1500mm
	7	地下水补 径排条件 及 富水 性	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
	8	人为因素	开挖深度大于 20m，边坡坡度 大于 60°	开挖深度 10~20m，边坡坡 度 45~60°	开挖深度 5~10m，边坡 坡度 30~45°	开挖深度小 于 5m，边坡 坡度 小于 30°
	9	地震烈度	地震动峰值加 速度大于 0.1g	地震动峰值加 速度 0.1g	地震动峰值加 速度为 0.05g	地震动峰值 加速度小于 0.05g
边坡 破坏 变形	10	分布密度	地质灾害（崩 塌、水土流失） 多	地质灾害（崩塌、 水土流失）较多	地质灾害（崩塌、水土流 失）少	无地质灾害 （崩塌、水土 流失）

现状	11	发生年代	近期发生	早期发生	古滑坡、古崩塌	未发生
	12	灾害规模	大型	中型	小型	无
	13	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

评估边坡危险性时，首先根据表 4-2 的量化原则对 13 个二级判别因子赋值，并按下式计算边坡危险性判别指数“X”，为评价方便，危险性判别指数计算仅考虑各项二级判别指标对边坡稳定性影响的相对强弱。

$$X = \sum(x_i)/n$$

式中：X—边坡危险性判别指数；

$x_i$ —二级判别因子的量值，其中土坡  $n=12$ ，岩土坡  $n=13$ 。

有关斜坡的不同危险性级别的主要特征如下：

(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  $X < 2$  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  $4 \geq X \geq 2$  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、斜坡危险性预测评估

本次斜坡危险性评估是在勘察资料和野外调查的基础上进行的，对所评估的斜坡在野外进行了较详细的调查，内容包括边坡的岩土类型、边坡的坡度和坡向、植被发育情况、地下水的富水性和周围已有地质灾害的类型及发育程度等。

#### (1) 发育程度

以 ZRXP1 为例，自然坡率  $20^\circ \sim 70^\circ$ ，相对高差大于 50m， $X_1=6$ ；植被较好， $X_2=1$ ；类土质边坡，坡残积堆积物厚度 5~10m， $X_3=3$ ；无断裂分布区， $X_4=0$ ；主控结构面与坡向的关系按不利因素考虑，为顺坡向，主控界面倾角大于坡角， $X_5=3$ ；年降水量大 1700mm， $X_6=6$ ；地下水水量中等， $X_7=3$ ；局部削坡开挖深度 5~10m，

X8=1；本区地震基本烈度为Ⅵ度区，地震动峰值加速度为0.05g，X9=1；野外调查未发现该自然斜坡存在已发崩塌、滑坡等地质灾害，X10=0，X11=0，X12=0，X13=0。

由上计算， $X=\sum(x_i)/n=24/12=2$ 。根据地区工程经验，在打分结果后可参照斜坡危险性判别指数分级表（表4-7）来评估各边坡的危险性。对照可知，ZRXP1危险性分级为中等，其发生崩塌或滑坡的可能性中等，地质灾害发育程度中等。

相同方法计算其余各自然斜坡，计算和分析结果见表4-30。

表4-30 各片区自然山体斜坡危险性判别指数一览表

片区	自然斜坡编号	危险度判别指数	危险性分级	发生崩塌/滑坡的可能性	地质灾害发育程度
北江片区	ZRXP1	2.0	中等	中等	中等
金光片区	ZRXP2	1.58	小	小	弱
迴龙片区	ZRXP3	1.91	小	小	弱

### （2）危害程度

地质灾害的危害程度主要与已发地质灾害死亡人数及其直接经济损失和潜在地质灾害的潜在威胁人数及其可能直接经济损失有关，据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）中之地质灾害危害程度分级表（见上表4-4）。

根据上述分析，评估区北江片区自然斜坡ZRXP1发生崩塌或滑坡的可能性为中等，金光片区、迴龙片区自然山体斜坡ZRXP2、ZRXP3发生崩塌或滑坡的可能性为小，其坡脚紧邻规划红线，主要工程建设内容包括拟建厂房、村居及配套设施等，则在工程建设过程中，自然斜坡崩塌或滑坡主要威胁对象为拟建工程、施工人员、机械设备和来往车辆，可能直接经济损失为<100万元；判定危害程度为弱。

### （3）危险性

地质灾害危险性与地质灾害发育程度和危害程度有关，本次地质灾害危险性预测评估的标准为《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）中地质灾害危险性分级表（见上表4-5），预测评估区北江片区自然山体斜坡ZRXP1发生崩塌/滑坡的发育程度中等，危害程度弱，危险性为小；金光片区、迴龙片区自然山体斜坡ZRXP2、ZRXP3发生崩塌/滑坡的发育程度弱，危害程度弱，危险性为小。

### 三、岩溶地面塌陷

#### （一）岩溶地面塌陷的发生原因

根据前人的研究成果分析，岩溶地区地面塌陷均与大量抽取岩溶地下水有直接的关系，如深基坑开挖，基坑开挖过程中因抽水人为地改变了地下水动力条件，使地层中土、水、气三相综合体的稳定平衡状态遭到破坏。当强烈抽取岩溶水时，引起了地下水流速和坡降增大，基岩水位下降，同时也引起第四系水位下降。上覆土层及岩溶裂隙通道中的充填物受到水流的冲刷疏通和潜蚀淘空作用，当这种作用发展到一定程度，就会在第四系土层底部或土层中形成隐伏的溶洞，溶洞内的松散颗粒随第四系地下水的垂直下渗补给，不断地流入裂隙及溶洞中或被抽出地面，顶部土颗粒不断冒落。随着溶洞逐渐向上扩展，洞顶土体失去了重力平衡而下坠，地表发生开裂，继而产生下沉、塌陷等。

#### （二）岩溶地面塌陷的评价方法

在评估岩溶地面塌陷时，基本思路是根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）中岩溶地面塌陷稳定性预测评估要素（表4-31）。

表 4-31 岩溶地面塌陷稳定性判别指标量化表

评价要素/稳定性分级	不稳定 (极易塌陷)	较不稳定 (易塌陷)	基本稳定 (不易塌陷)	稳定 (不塌陷)
岩溶发育程度	强发育	中等发育	弱发育	不发育
岩溶地下水钻孔单位涌水量 (m <sup>3</sup> /d)	≥1000 富水性强	500≤~<1000 富水性中等	100≤~<500 富水性弱	<100 富水性贫乏
岩溶地下水位及动态变化	水位埋深<5m, 水位变化大	水位埋深 5≤~<10m, 水位变化较大	水位埋深 10≤~<15m, 水位变化较小	水位埋深≥15m, 水位变化小
岩溶水位降深 (m)	≥30	25≤~<30	15≤~<25	<15
覆盖土层岩性结构	均一松散砂层或软土	均一稍密~中密砂土; 双层或多层砂土, 底为砂砾	双层或多层, 粘性土与砂土互层	均一, 可塑~硬塑粘性土
覆盖土层厚度 (m)	<10	10≤~<20	20≤~<30	≥30
地面地貌特征	低洼地带临近地表水体	平原、谷地、低阶地	山前缓坡、中高阶地	台地、坡地、高阶地

### （三）岩溶地面塌陷的危险性评估

#### 1、区域地面塌陷地质灾害情况

本次野外地质调查未发现岩溶地面塌陷地质灾害，据区域地质资料，广东省碳酸盐岩分布面积  $2.9 \times 10^4 \text{km}^2$ ，占全省总面积 7%，碳酸盐岩较集中分布在粤北的韶关、清远两市，其次为云浮、阳春和肇庆，以及广州花都地区，其它地区均为零星分布。

粤北地区岩溶发育较强烈，存在大大小小的溶洞和纵横交错的溶裂。粤北岩溶发育区约占粤北面积的 1/3，可分裸露型和覆盖型两类。裸露型岩溶区以峰林突兀的侵蚀喀斯特地貌为主，基岩裸露；覆盖型岩溶区则表现为剥蚀残丘或山间平原地形，基岩被第四系松散层覆盖。南部英德—翁源，中北部韶关—乳源，西部连县—阳山为主要岩溶分布区，其间分布着韶关、清远、连州、连南、英德、阳山、翁源、乳源等主要城市，而乐昌、仁化、始兴、新丰等县城也有溶岩分布。可见，本区岩溶发育非常之广，而且大多数城区都分布在岩溶发育地区。

连县本区岩溶由于受不同构造及花岗岩体隆起的影响，发育差异性变化明显。根据溶洞发育的地貌特征分为三类：岩溶山区——主要分布在大坪复向斜及秤架复背斜核部和翼部，该区各地段溶洞发育程度差异明显，多成层分布，主要发育于海拔 600~800m 范围内，以中、小型为主，大-巨型比较少，海拔大于 800m 以及小于 600m 发育弱；多级台地岩溶区——本区共有四级台地，溶洞主要分布在南部的高山、西江、龙坪和连州以及中部的上库、沈家坑、清江、山塘和黄沙堡一带，在两级台地间的过渡带或台地边缘为河谷深切，岩溶强烈发育，溶洞形态以垂直类型为主；弧形条状垅谷岩溶区——主要分布在连县的东北部，为一系列弯曲向西突出的复式褶皱构造形成的弧形条状山垅谷地相间的岩溶区，溶洞多见于垅背。

区域有利于地表工程的修建，而不利于水库及地下工程的修建，地基稳定性差，灰岩地带渗漏严重，特别是矿山开挖等容易引起地面塌陷。如 2002 年，清远市连南瑶族自治县南面的大麦山镇铜矿发生透水事故，造成矿区北侧发生地面塌陷，2007 年 6 月因透水引发地面塌陷和房裂，特别是 2011 年 11 月在镇区地面出现的裂缝、房裂、地面塌陷，存在潜在明显的安全隐患。广东省自然资源厅于 2024 年 7 月重大风险管控挂牌警示中，清远市连南瑶族自治县大麦山镇镇区地面塌陷风险点规模属大型，稳定性较差，潜在经济损失 2000 万元，已落实管控措施。

#### 2、评估区内岩溶发育情况

据《1: 20 万阳山幅区域地质图》，本项目位置属连南寨岗镇，其下伏发育岩溶化

灰岩。据本次项目岩土工程勘察资料，除迴龙片区受钻孔深度影响，未揭露至基岩，北江片区、金光片区均揭露岩溶基岩石灰岩，《广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园厂房岩土工程勘察报告》中揭露溶洞发育，其 15 个钻孔中有 5 个钻孔揭露溶洞，见于 ZK8、ZK13、ZK16、ZK18、ZK20 等 5 个钻孔中，相对于揭露灰岩的 15 个钻孔见洞率为 33.3%，线岩溶率为 7.63%。岩溶发育形式多以溶洞、溶隙裂隙出现，连通性好，地下空隙为地下水提供良好通道。水量与溶洞发育大小、充填物及其连接相关，水量中等~丰富。因部分地段因溶洞水互相连通，地下水水量非常大，有可能出现突涌现象，所见溶洞为串珠状溶洞。

根据区域地质及水文资料，预测岩溶水钻孔单井涌水量 $>1000$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ )，综合判别评估区内岩溶属隐伏型发育，属强发育区，不稳定（极易塌陷）。隐伏的土洞和溶洞存在着安全隐患，工程建设过程中，在上部荷载作用下或人为大降深抽水的情况下，极易引发岩溶地面塌陷。综合判定评估区北江片区、迴龙片区、金光片区岩溶发育程度为强。

地面塌陷地质灾害的危害程度、危险性分析按表 4-3、表 4-4 进行分级，预测红线范围内岩溶塌陷潜在可能经济损失  $100 < \sim < 500$  万元，危害程度属中等；预测评估区内除红线范围外岩溶塌陷潜在可能经济损失 $\leq 100$  万元，危害程度弱。

若后期本工程或其他大型地下工程建设过程中，在强荷载或开采抽排地下水时，可能使本建设工程遭受岩溶地面塌陷，岩溶地面塌陷危害对象主要为拟建项目内建筑设施、道路及附近村庄房屋、基础设施等，危害人民的生命财产安全。岩溶地面塌陷具有突发性，其治理难度大、费用高，造成的经济损失大。

综上所述，综合判定本次评估区北江片区、迴龙片区、金光片区建设工程可能引发岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为中等，危险性为大；红线范围外评估区范围内无本次工程建设，其岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为弱，危险性为中等。

## 第二节 工程建设可能遭受地质灾害危险性预测

根据评估区内地形条件和工程地质环境条件，预测工程项目在建设过程中和建成后，可能遭受的地质灾害有岩溶地面塌陷、地面沉降和边坡崩塌/滑坡（包括填方边坡崩塌/滑坡、挖方边坡崩塌/滑坡、岸堤边坡崩塌/滑坡、路堑边坡崩塌/滑坡及自然山体斜坡边坡崩塌/滑坡），其形成机制和危险性详见上一节评述，现从受灾体本身可能遭受地质灾害进行分析评述。分述如下：

## 一、地面沉降

评估区内特殊性土主要为填土，存在不均匀性、各向异性、力学性能差等特点。附加荷载作用下易产生压缩变形，产生不均匀沉降，导致道路路基、管线、建（构）筑物产生变形破坏。地面沉降的主要危害对象为道路路面、管线、拟建建（构）筑物等。

评估区位于剥蚀丘陵地貌，据规划设计标高，北江片区、金光片区后期须进行大规模填方，形成的大面积人工填土，在自重和地面荷载作用下，容易出现明显的固结沉降和地面变形。

评估区场地内填土成分混杂，厚度、均匀性和密实度差异大，附加荷载作用下易诱发地面沉降，导致建（构）筑物、路面变形破坏。但危害一般小。

**预测评估区各片区（北江片区、金光片区、迴龙片区）遭受地面沉降地质灾害的发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小。**

## 二、边坡崩塌/滑坡

### （一）挖方边坡崩塌/滑坡

工程建成后，施工机械、设备撤场，坡面裸露，无支护、排水措施，受降雨冲刷坡面，边坡土体易软化、崩解，特别在连续暴雨条件下，仍存在发生崩塌、滑坡的可能性；由上一节计算分析，评估区挖方边坡发育程度为弱~中等，主要威胁对象为拟建工程建筑设施，施工人员、机械、设备，以及来往车辆、行人，综合评价潜在经济损失为  $100 < \sim < 500$  万元，危害程度中等。

预测评估区北江片区建设工程遭受挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等~强，危害程度中等，危险性中等~大；金光片区建设工程遭受挖方边坡崩塌/滑坡发育程度弱~中等，危害程度中等，危险性中等；迴龙片区建设工程遭受挖方边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度中等，危险性中等。

### （二）现状路堑边坡崩塌/滑坡

根据岩性条件，评估区路堑边坡为残积层土质边坡，高度 2~8m，坡面裸露，无支护、排水措施，受降雨冲刷坡面，边坡土体易软化、崩解，特别在连续暴雨条件下，存在发生崩塌、滑坡的可能性。现状路堑边坡崩塌/滑坡主要威胁对象为现状村道、施工人员、机械及来往行人车辆等，综上预测评估区金光片区、迴龙片区工程建设可能遭受现状路堑边坡滑坡/崩塌地质灾害的发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

### （三）填方边坡崩塌/滑坡

工程建成后，施工机械、设备撤场，规划场地动荷载减小，对填土边坡的扰动将减小；根据一般工程经验，后期将对填土边坡拟采取坡面修整、修建浆砌石挡土墙、布置排水系统等措施，地质灾害治理工程于主体工程同步进行，建成后，边坡稳定性将大大提高，但在强降雨作用下，边坡土体软化、崩解，仍存在发生崩塌/滑坡的可能性，由上一节计算分析，预测评估区金光片区工程建设遭受填方边坡崩塌/滑坡发育程度中等~强，危害程度中等，危险性中等~大；北江片区工程建设遭受填方边坡崩塌/滑坡发育程度为强，危害程度中等，危险性大。

#### （四）岸堤边坡崩塌/滑坡

由于评估区金光片区岸堤边坡浅部土层主要为粉质黏土（残积），工程性质差，遇水易崩解，对近岸一带地面堆载以及震动等因素的反应较敏感，一旦工程建设改变了堤岸的力学平衡，则将可能诱发堤岸边坡崩塌/滑坡地质灾害。根据地质环境条件及工程的总体规划，有关影响本区岸坡失稳的主要因素如下：

1、区内岸堤边坡坡体土层主要为粉质黏土（残积），在地面堆载的附加压力作用下，可能出现竖向变形和侧向塑性挤出，甚至造成地基整体剪切破坏，故构成岸坡体的土体工程性质差是岸坡边坡崩塌/滑坡形成的主导因素。

2、近岸区域的施工，施工机械的动荷载增大，同时也必然会在岸坡顶部进行临时堆载，堆载过大，亦会造成岸坡发生崩塌/滑坡地质灾害。

预测评估区金光片区工程建设可能遭受岸堤边坡滑坡/崩塌地质灾害潜在的危害程度小、危险性小。

#### （五）自然山体斜坡崩塌/滑坡

工程建设中主要对自然山体坡脚与紧邻规划红线区进行开挖，工程建设完成后总体对原自然山体施工扰动较小，改造力度较小，但坡面长期受降雨冲刷，边坡土体易软化、崩解，特别在连续暴雨条件下，仍存在发生崩塌、滑坡的可能性，由上一节计算分析，自然山体斜坡崩塌/滑坡的发育程度弱~中等。主要威胁对象为拟建工程、施工人员、机械设备和来往车辆，可能直接经济损失为<100万元；判定危害程度为弱，潜在人员、经济损失小，危害程度为弱，危险性小。

### 三、岩溶地面塌陷

根据区域地质资料及勘察资料，评估区及附近区域的灰岩岩溶裂隙、溶洞发育，工程建设过程中和完工后有可能遭受岩溶地面塌陷的危害。

在工程建设中，存在以下岩溶地面塌陷的诱发因素：1、在工程建设过程中，上部荷载增加，造成建设项目上部荷载大于岩溶孔洞顶板极限承载力；2、评估区内大气强降水以及周边有水力联系地表水体的水位变化，致使评估区内地下水水位的周期性变化以及地下水降深的差异性大；3、人类工程活动，尤其是评估区基坑和基础施工时的人工降水，极易诱发岩溶地面塌陷地质灾害的发生。

工程完工后，存在以下岩溶地面塌陷的诱发因素：1、岩溶在地下水的腐蚀及水力变化过程中不断扩大，使得溶洞顶板承受能力降低；2、人类工程活动，周边工程施工及民用抽取地下水，极易诱发岩溶地面塌陷地质灾害的发生。

岩溶塌陷地质灾害潜在于隐伏灰岩岩溶区，在没有进行工程建设时，自然塌陷的发育强度一般较弱，但如果进行大规模的建筑施工，则岩溶塌陷的发育强度会明显增强。依据评估区内岩溶地面塌陷的稳定性为不稳定（极易塌陷），发生岩溶地面塌陷可能性较大、威胁对象及潜在经济损失大、治理难度大，费用高，施工过程中遭受危害的主体为施工人员和设备，工程完工后，遭受危害的主体为评估区区域内的重要建筑物，厂房、办公楼等，对象均为重要对象，一旦发生岩溶地面塌陷，危害后果严重，其危害性中等，危险性大。

综合判定本次评估区北江片区、迴龙片区、金光片区建设工程可能遭受岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为中等，危险性为大；红线范围外评估区范围内无本次工程建设，其岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为弱，危险性为中等。

### 第三节 地质灾害危险性预测评估小结

基于本章第一节和第二节的预测评估结果，可知在工程建设和使用期间，可能引发的地质灾害类型为边坡崩塌/滑坡、地面沉降、岩溶地面塌陷，工程本身可能遭受地面沉降、岩溶塌陷、边坡崩塌/滑坡地质灾害的危害。

#### （一）北江片区

##### 1、地面沉降

预测北江片区地面沉降地质灾害的发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小。

##### 2、边坡崩塌/滑坡

（1）挖方边坡崩塌/滑坡：预测评估区北江片区 A-B 段、C-D 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，B-C 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度强，危害程度中等，危险性大。

(2) 填方边坡崩塌/滑坡：预测北江片区各段填方边坡崩塌/滑坡发育程度为强，危害程度中等，危险性大。

(3) 自然斜坡崩塌/滑坡：预测北江片区自然山体斜坡 ZRXP1 发生崩塌/滑坡的发育程度中等，危害程度弱，危险性为小。

### 3、岩溶地面塌陷

预测评估区北江片区建设工程可能引发或遭受岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为中等，危险性为大；红线范围外评估区范围内无本次工程建设，其岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为弱，危险性为中等。

## (二) 金光片区

### 1、地面沉降

预测金光片区地面沉降地质灾害的发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小。

### 2、边坡崩塌/滑坡

(1) 挖方边坡崩塌/滑坡：预测金光片区 A-B 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度中等，危险性中等，C-D 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

(2) 现状路堑边坡崩塌/滑坡：预测评估区金光片区工程建设可能引发或遭受现状路堑边坡滑坡/崩塌地质灾害的发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

(3) 填方边坡崩塌/滑坡：预测评估区金光片区 D-E 段填方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；其余金光片区各段填方边坡崩塌/滑坡发育程度为强，危害程度中等，危险性大。

(4) 基坑边坡崩塌/滑坡：预测评估区金光片区 MZ-02-01-01 地块基坑边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

(5) 岸堤边坡崩塌/滑坡：预测评估区金光片区工程建设可能引发或遭受岸堤边坡滑坡/崩塌地质灾害的发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

(6) 自然斜坡崩塌/滑坡：预测金光片区自然山体斜坡 ZRXP2 发生崩塌/滑坡的发育程度弱，危害程度弱，危险性为小。

### 3、岩溶地面塌陷

预测金光片区建设工程可能引发或遭受岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为中等，危险性为大；红线范围外评估区范围内无本次工程建设，其岩溶塌陷发育程度为强，危

害程度为弱，危险性为中等。

### **(三) 迴龙片区**

#### **1、地面沉降**

预测迴龙片区地面沉降地质灾害的发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小。

#### **2、边坡崩塌/滑坡**

(1)挖方边坡崩塌/滑坡：预测迴龙片区 A-B 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度中等，危险性中等。

(2)现状路堑边坡崩塌/滑坡：预测迴龙片区工程建设可能引发或遭受现状路堑边坡滑坡/崩塌地质灾害的发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

(3)基坑边坡崩塌/滑坡：预测迴龙片区 MZ-04-01-11 地块内基坑边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

(4)自然斜坡崩塌/滑坡：预测迴龙片区自然山体斜坡 ZRXP3 发生崩塌/滑坡的发育程度弱，危害程度弱，危险性为小。

#### **3、岩溶地面塌陷**

预测迴龙片区建设工程可能引发或遭受岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为中等，危险性为大；红线范围外评估区范围内无本次工程建设，其岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为弱，危险性为中等。

## 第五章 地质灾害危险性综合分区评估及防治措施

地质灾害危险性综合评估是在地质灾害危险性现状评估和预测评估的基础上，充分分析评估区的地质环境条件和潜在的地质灾害隐患的分布、危险程度的差异性，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、半定量分析法确定评估区内地质灾害危险性等级，进行工程建设区和规划区地质灾害危险性等级分区（段）评估；同一级别的地质灾害危险性分区，应视不同地质环境条件和灾种、不同地理位置及地段，结合建筑物的差异性，进一步划分亚区。并依据地质灾害危险性、防治难度和防治效益，籍此判定建设场地的适宜性，提出治理地质灾害的相应措施和建议。

### 第一节 地质灾害危险性评估原则与综合评估量化指标的确定

#### 一、地质灾害危险性评估原则

评估区地质灾害危险性分区评价要素最低指标主要考虑以下几点：

1、评估区内地质环境条件的差异性，包括气象水文、地形地貌、地质构造、地层岩性、工程地质和水文地质条件等；

2、人类工程活动对地质环境的影响程度；

3、评估区内已发地质灾害的类型、规模、主要诱发因素与形成机制和稳定程度；

4、工程建设引发及本身可能遭受的地质灾害类型、危险性和危害程度等；

5、潜在地质灾害的危害对象、损失程度、社会影响及治理难易程度和处治费用；

6、根据“区内相似，区际相异”的分区原则，采用定性和半定量分析法，进行地质灾害危险性等级分区（段）评估；

7、当区内存在几种不同地质灾害且危险性大小不一时，危险性分区级别就高不就低。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。

#### 二、地质灾害危险性综合分区原则与量化指标的确定

地质灾害危险性等级划分是根据评估要素量化指标的大小和评估区地质环境条件中等程度的差异确定第一级分区界线；再结合受威胁对象和潜在经济损失等差异等进一步划分第二级分区（亚层）的界线。但同一分区必须符合表 5-1 中地质灾害发育程度和

地质灾害危害程度的其中一项。危险性区段的判别原则如下：

表 5-1 地质灾害危险性分区表

评价要素 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 (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	$\geq 100$	$\geq 500$
危险性 中等区	中等~简单	中等	中等~小	中等~小	集中居民区或 附属建筑	$10 < \sim < 100$	100~ 500
危险性 小区	简单	小	小	小	分散居民或无 其它建筑物	$\leq 10$	$\leq 100$

1、危险性大区(I)：区内地质环境条件复杂~中等，潜在地质灾害类型中至少有一种达到地质灾害危险性大的级别，区内岩土体厚度及分布变化大，灾害隐患点密度大~中等，规模大~中等，对区内建（构）筑物、道路及生态环境等危害大，潜在经济损失在 $>500$ 万元。

2、危险性中等区(II)：区内地质环境条件中等~简单，潜在地质灾害类型中至少有一种达到地质灾害危险性中等级别，区内岩土体厚度及分布变化较大，灾害隐患点密度大~中等，规模大~中等，对区内建（构）筑物、道路及生态环境等危害中等，潜在经济损失在 $100\sim 500$ 万元。

3、危险性小区(III)：区内地质环境条件简单，潜在地质灾害的可能，但灾害危险性小，灾点少，规模小，对建（构）筑物、道路及生态环境等危害小，潜在经济损失在 $100$ 万元以下。

## 第二节 地质灾害危险性综合分区评估

根据地质灾害危险性分区评估要素、量化指标及区段危险性判别原则，在确定评估区内地质灾害危险性级别后，结合地面沉降、边坡崩塌/滑坡及泥石流影响的范围及评估区地质环境条件和危害对象，本次评估主要考虑岩溶地面塌陷、填方及挖方边坡以边坡高度外扩至少 5 倍以上距离作为影响区域，将评估区划分为地质灾害危险性大区（I）和地质灾害危险性中等区（II），又根据各地块所处地貌位置，地质环境条件及地质灾害种类将地质灾害危险性大区划分为 4 个亚区、地质灾害危险性中等区划分为 3 个亚区。

其中北江片区共划分 1 个地质灾害危险性大区（I-1），1 个地质灾害危险性中等区（II-1）；金光片区共划分 2 个地质灾害危险性大区（I-2、I-3），1 个地质灾害危险性中等区（II-2）；迴龙片区共划分 1 个地质灾害危险性大区（I-4），1 个地质灾害危险性中等区（II-3）。

规划红线总面积为 1213600m<sup>2</sup>，评估区总面积 4780002.8m<sup>2</sup>，其中北江片区规划红线总面积为 230700m<sup>2</sup>，评估区面积 1181781.4m<sup>2</sup>，金光片区规划红线总面积为 815700m<sup>2</sup>，评估区面积 2916318.3m<sup>2</sup>，迴龙片区规划红线总面积为 167200m<sup>2</sup>，评估区面积 681903.1m<sup>2</sup>。下面按 3 个片区分别评述如下：

### 一、北江片区

#### （一）地质灾害危险性大区一亚区（I-1）

1、位置及面积：红线范围内及北西侧 B-C 段挖方边坡、A-B 段填方边坡及其外扩影响范围，面积为 375010.4m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 7.85%，占北江片区评估区面积的 31.73%。

2、地质环境条件：区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定北江片区地质环境条件复杂程度为复杂。

3、现状地质灾害：根据现场实际调查、走访，本亚区未发现现状地质灾害。

4、预测地质灾害：预测潜在的地质灾害为地面沉降、岩溶地面塌陷、自然山体斜坡崩塌/滑坡、挖方边坡崩塌/滑坡、填方边坡崩塌/滑坡，其中预测地面沉降发育程度弱

~中等，危害程度弱，危险性小；岩溶地面塌陷发育程度强，危害程度中等，危险性大；自然山体斜坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度弱，危险性小；挖方边坡崩塌/滑坡发育程度强，危害程度中等，危险性大；填方边坡崩塌/滑坡发育程度强，危害程度中等，危险性大。

5、危害对象：拟建工程、道路、相关设施及施工人员、机械、车辆等。

6、综合评估：本区为地质灾害危险性大区。

## （二）地质灾害危险性中等区一亚区（II-1）

1、位置及面积：评估区除危险性大区以外区域，面积为 806771m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 16.88%，占北江片区评估区面积的 68.27%。

2、地质环境条件：区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定北江片区地质环境条件复杂程度为复杂。

3、现状地质灾害：根据现场实际调查、走访，本亚区未发现现状地质灾害。

4、预测地质灾害：预测潜在的地质灾害为地面沉降、岩溶地面塌陷、自然山体斜坡崩塌/滑坡、挖方边坡崩塌/滑坡，其中预测地面沉降发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小；岩溶地面塌陷发育程度强，危害程度弱，危险性中等；自然山体斜坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度弱，危险性小；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。

5、危害对象：现状民房道路、相关设施及施工人员、机械、车辆等。

6、综合评估：本区为地质灾害危险性中等区。

## 二、金光片区

### （一）地质灾害危险性大区二亚区（I-2）

1、位置及面积：北侧红线范围及北侧 A-B、B-C、C-D、H-I、J-K 段填方边坡及其外扩影响范围，面积为 1001408.8m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 20.95%，占金光片区评估区面积的 34.34%。

2、地质环境条件：本区区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评

定金光片区地质环境条件复杂程度为复杂。

3、现状地质灾害：根据现场实际调查、走访，本亚区发现 1 处路堑崩塌地质灾害，危险性为小。

4、预测地质灾害：预测潜在的地质灾害为地面沉降、岩溶地面塌陷、现状路堑边坡崩塌/滑坡、岸堤边坡崩塌/滑坡、挖方边坡崩塌/滑坡、填方边坡崩塌/滑坡，其中预测地面沉降发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小；岩溶地面塌陷发育程度强，危害程度中等，危险性大；岸堤边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小；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；现状路堑边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小；填方边坡崩塌/滑坡发育程度强，危害程度中等，危险性大。

5、危害对象：拟建工程、道路、相关设施及施工人员、机械、车辆等。

6、综合评估：本区为地质灾害危险性大区。

## （二）地质灾害危险性大区三亚区（I-3）

1、位置及面积：南侧红线范围及南侧 L-M 段填方边坡及其外扩影响范围，面积为 182354.9m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 3.81%，占金光片区评估区面积的 6.25%。

2、地质环境条件：本区区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定金光片区地质环境条件复杂程度为复杂。

3、现状地质灾害：根据现场实际调查、走访，本亚区未发现现状地质灾害。

4、预测地质灾害：预测潜在的地质灾害为地面沉降、岩溶地面塌陷、现状路堑边坡崩塌/滑坡、填方边坡崩塌/滑坡，其中预测地面沉降发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小；岩溶地面塌陷发育程度强，危害程度中等，危险性大；现状路堑边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小；填方边坡崩塌/滑坡发育程度强，危害程度中等，危险性大。

5、危害对象：拟建工程、道路、相关设施及施工人员、机械、车辆等。

6、综合评估：本区为地质灾害危险性大区。

## （三）地质灾害危险性中等区三亚区（II-3）

1、位置及面积：评估区除危险性大区以外区域，面积为 1732554.6m<sup>2</sup>，占评估

区总面积的 36.25%，占金光片区评估区面积的 59.41%。

2、地质环境条件：本区区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定金光片区地质环境条件复杂程度为复杂。

3、现状地质灾害：根据现场实际调查、走访，本亚区发现 2 处路堑崩塌地质灾害，危险性为小。

4、预测地质灾害：预测潜在的地质灾害为地面沉降、岩溶地面塌陷、自然山体斜坡崩塌/滑坡、岸堤边坡崩塌/滑坡、现状路堑边坡崩塌/滑坡，其中预测地面沉降发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小；岩溶地面塌陷发育程度强，危害程度弱，危险性中等；自然山体斜坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小；岸堤边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小；现状路堑边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

5、危害对象：现状民房道路、相关设施及施工人员、机械、车辆等。

6、综合评估：本区为地质灾害危险性中等区。

### 三、迴龙片区

#### （一）地质灾害危险性大区四亚区（I-4）

1、位置及面积：规划红线范围内，面积为 167200m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 3.5%，占迴龙片区评估区面积的 24.52%。

2、地质环境条件：区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为中等，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定迴龙片区地质环境条件复杂程度为复杂。

3、现状地质灾害：根据现场实际调查、走访，本亚区未发现现状地质灾害。

4、预测地质灾害：预测潜在的地质灾害为地面沉降、岩溶地面塌陷、自然山体斜坡崩塌/滑坡、挖方边坡崩塌/滑坡、基坑边坡崩塌/滑坡，其中预测地面沉降发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小；岩溶地面塌陷发育程度强，危害程度中等，危险性大；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；基坑边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

5、危害对象：拟建工程、道路、相关设施及施工人员、机械、车辆等。

6、综合评估：本区为地质灾害危险性中等区。

## **(二) 地质灾害危险性中等区三亚区 (II-3)**

1、位置及面积：评估区除红线范围以外区域，面积为 514703.1m<sup>2</sup>，占评估区总面积的 10.77%，占迴龙片区评估区面积的 75.48%。。

2、地质环境条件：区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为中等，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定迴龙片区地质环境条件复杂程度为复杂。

3、现状地质灾害：根据现场实际调查、走访，本亚区发现 1 处路堑崩塌地质灾害，危险性为小。

4、预测地质灾害：预测潜在的地质灾害为地面沉降、岩溶地面塌陷、自然山体斜坡崩塌/滑坡、现状路堑边坡崩塌/滑坡，其中预测地面沉降发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小；岩溶地面塌陷发育程度强，危害程度弱，危险性中等；自然山体斜坡崩塌/滑坡及现状路堑边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

5、危害对象：现状民房道路、相关设施及施工人员、机械、车辆等。

6、综合评估：本区为地质灾害危险性中等区。

表 5-2 地质灾害危险性综合分区说明表

片区名称	危险性分区	分布特点	地质环境条件	现状评估	预测地质灾害类型	评估结果			综合评估	
						发育强度	危害程度	危险性		
北江片区	危险性大区一亚区 (I-1)	红线范围内及北西侧 B-C 段挖方边坡、A-B 段填方边坡及其外扩影响范围, 面积为 375010.4m <sup>2</sup> , 占评估区总面积的 7.85%, 占北江片区评估区面积的 31.73%。	区域地质背景复杂程度为中等, 地形地貌条件复杂程度为复杂, 地质构造条件复杂程度为中等; 岩土性质复杂程度为复杂; 水文地质条件为中等; 现状地质灾害发育弱, 人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定北江片区地质环境条件复杂程度为复杂	未发现	地面沉降	弱~中等	弱	小	危险性大区	
					岩溶地面塌陷	强	中等	大		
					自然山体斜坡崩塌/滑坡	中等	弱	小		
					挖方边坡崩塌/滑坡	强	中等	大		
					填方边坡崩塌/滑坡	强	中等	大		
	危险性中等区一亚区 (II-1)	评估区除危险性大区以外区域, 面积为 806771m <sup>2</sup> , 占评估区总面积的 16.88%, 占北江片区评估区面积的 68.27%。				地面沉降	弱~中等	弱	小	危险性中等区
						岩溶地面塌陷	强	弱	中等	
						自然山体斜坡崩塌/滑坡	中等	弱	小	
						挖方边坡崩塌/滑坡	中等	中等	中等	

片区名称	危险性分区	分布特点	地质环境条件	现状评估	预测地质灾害类型	评估结果			综合评估
						发育强度	危害程度	危险性	
金光片区	危险性大区二亚区 (I-2)	北侧红线范围及北侧 A-B、B-C、C-D、H-I、J-K 段填方边坡及其外扩影响范围,面积为 1001408.8m <sup>2</sup> ,占评估区总面积的 20.95%,占金光片区评估区面积的 34.34%。	本区区域地质背景复杂程度为中等,地形地貌条件复杂程度为复杂,地质构造条件复杂程度为中等;岩土性质复杂程度为复杂;水文地质条件为中等;现状地质灾害发育弱,人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定金光片区地质环境条件复杂程度为复杂	BT3,危险性小	地面沉降	弱~中等	弱	小	危险性大区
					岩溶地面塌陷	强	中等	大	
					岸堤边坡崩塌/滑坡	弱	弱	小	
					挖方边坡崩塌/滑坡	中等	中等	中等	
					现状路堑边坡崩塌/滑坡	弱	弱	小	
					填方边坡崩塌/滑坡	强	中等	大	
	危险性大区三亚区 (I-3)	南侧红线范围及南侧 L-M 段填方边坡及其外扩影响范围,面积为 182354.9m <sup>2</sup> ,占评估区总面积的 3.81%,占金光片区评估区面积的	未发现	地面沉降	弱~中等	弱	小		
				岩溶地面塌陷	中等	中等	中等		

		6.25%。			现状路堑边坡崩塌/ 滑坡	弱	弱	小	
					填方边坡崩塌/滑坡	强	中等	大	
危险性中等区二亚区（II-2）	评估区除危险性大区以外区域，面积为 1732554.6m <sup>2</sup> ，占评估区总面积的 36.25%，占金光片区评估区面积的 59.41%。			BT2、BT4，危险性小	地面沉降	弱~中等	弱	小	危险性中等区
					岩溶地面塌陷	强	弱	中等	
					自然山体斜坡崩塌/滑坡	弱	弱	小	
					现状路堑边坡崩塌/滑坡	弱	弱	小	
					岸堤边坡崩塌/滑坡	弱	弱	小	

片区名称	危险性分区	分布特点	地质环境条件	现状评估	预测地质灾害类型	评估结果			综合评估
						发育强度	危害程度	危险性	
迴龙片区	危险性大区四亚区 (I-4)	规划红线范围内, 面积为 167200m <sup>2</sup> , 占评估区总面积的 3.5%, 占迴龙片区评估区面积的 24.52%。	区域地质背景复杂程度为中等, 地形地貌条件复杂程度为中等, 地质构造条件复杂程度为中等; 岩土性质复杂程度为复杂; 水文地质条件为中等; 现状地质灾害发育弱, 人类工程活动对地质环境影响程度为中等。综合评定迴龙片区地质环境条件复杂程度为复杂	未发现	地面沉降	弱~中等	弱	小	危险性大区
					岩溶地面塌陷	强	中等	大	
					自然山体斜坡崩塌/滑坡	弱	弱	小	
					挖方边坡崩塌/滑坡	中等	中等	中等	
					基坑边坡崩塌/滑坡	弱	弱	小	
	危险性中等区三亚区 (II-3)	评估区除红线范围以外区域, 面积为 514703.1m <sup>2</sup> , 占评估区总面积的 10.77%, 占迴龙片区评估区面积的 75.48%。		BT1, 危险性小	地面沉降	弱~中等	弱	小	危险性中等区
					岩溶地面塌陷	强	弱	中等	
					现状路堑边坡崩塌/滑坡	弱	弱	小	
自然山体斜坡崩塌/滑坡	弱	弱	小						

### 第三节 建设用地适宜性评估

在对建设用地适宜性进行评价时，主要依据工程项目、地质环境条件复杂程度、地质灾害发育程度、工程建设可能引发或加剧和遭受地质灾害的可能性和危险性，处理的难易程度和费用高低等要素，评价标准采用适宜、基本适宜和适宜性差三个等级（表 5-3）。

表 5-3 建设用地适宜性分级表

级 别	分 级 说 明
适 宜	地质环境条件复杂程度简单，工程建设遭受地质灾害的可能性小，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。

#### 1、适宜性分区及分布范围

本项目共包含 3 个片区，建设场地分区域评估其地质环境条件复杂程度均为复杂；其中北江片区未发现现状地质灾害，工程建设可能引发或遭受的地质灾害主要有地面沉降、岩溶地面塌陷及崩塌/滑坡（填方边坡、挖方边坡、自然山体斜坡），地质灾害危险性为小~大；金光片区发现 3 处现状崩塌地质灾害，地质灾害危险性为小，工程建设可能引发或遭受的地质灾害主要有地面沉降、岩溶地面塌陷及崩塌/滑坡（填方边坡、挖方边坡、基坑边坡、岸堤边坡、现状路堑边坡、自然山体斜坡），地质灾害危险性为小~大；迴龙片区发现 1 处现状崩塌地质灾害，地质灾害危险性为小，工程建设可能引发或遭受的地质灾害主要有地面沉降、岩溶地面塌陷及崩塌/滑坡（挖方边坡、基坑边坡、现状路堑边坡、自然山体斜坡），地质灾害危险性为小~中等。拟建项目场地适宜性评估见表 5-4。

规划红线总面积为 1213600m<sup>2</sup>，评估区总面积 4780002.8m<sup>2</sup>，其中北江片区规划红线

总面积为 230700m<sup>2</sup>，评估区面积 1181781.4m<sup>2</sup>，金光片区规划红线总面积为 815700m<sup>2</sup>，评估区面积 2916318.3m<sup>2</sup>，迴龙片区规划红线总面积为 167200m<sup>2</sup>，评估区面积 681903.1m<sup>2</sup>。

适宜性差区：为本次评估的危险性大区，本次评估 3 个片区红线范围内均为危险性大区，用地适宜性均为适宜性差。

根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023 年修订版，2024 年 9 月）：适宜性差的区段所占建筑用地总面积比例 $\geq 30\%$ 的项目，其建设用地适应性综合评定为适宜性差。

因此综合评定本次评估项目用地适宜性为**适宜性差**。

**表 5-4 建设用地适宜性评估表**

片区名称	危险性分区	分布特点	地质环境条件复杂程度	现状地质灾害	预测地质灾害	防治难度及处理费用	区域内地块红线面积与总规划红线面积比	区域内地块红线面积与北江片区规划红线面积比	适宜性	用地适宜性评估
北江片区	危险性大区一亚区（I-1）	红线范围内及北西侧 B-C 段挖方边坡、A-B 段填方边坡及其外扩影响范围，面积为 375010.4m <sup>2</sup>	复杂	未发现	小~大	防治难度大，处理费用高	19.01%	100.00%	适宜性差	适宜性差
	危险性中等区一亚区（II-1）	评估区除危险性大区以外区域，面积为 806771m <sup>2</sup>			小~中等	可采取措施予以处理，处理费用较高	0.00%	0.00%	基本适宜	

金光片区	危险性大区二亚区 (I-2)	北侧红线范围及北侧 A-B、B-C、C-D、H-I、J-K 段填方边坡及其外扩影响范围, 面积为 1001408.8m <sup>2</sup>	复杂	小	小~大	防治难度大, 处理费用高	67.21%	100.00%	适宜性差	适宜性差
	危险性大区三亚区 (I-3)	南侧红线范围及南侧 L-M 段填方边坡及其外扩影响范围, 面积为 182354.9m <sup>2</sup>		未发现						
	危险性中等区二亚区 (II-2)	评估区除危险性大区以外区域, 面积为 1732554.6m <sup>2</sup>		未发现	小~中等	可采取措施予以处理, 处理费用较高	0.00%	0.00%	基本适宜	
迴龙片区	危险性大区四亚区 (I-4)	规划红线范围内, 面积为 167200m <sup>2</sup>	复杂	未发现	小~大	防治难度大, 处理费用高	13.78%	100.00%	适宜性差	适宜性差
	危险性中等区三亚区 (II-3)	评估区除红线范围以外区域, 面积为 514703.1m <sup>2</sup>		小	小~中等	可采取措施予以处理, 处理费用较高	0.00%	0.00%	基本适宜	

## 2、适宜性差区的主要特征及说明

### (1) 适宜性差区的主要依据

据规划设计资料, 本次评估区内北江片区、金光片区须进行大面积回填工程, 局部紧邻自然山体须进行开挖工程, 会形成大量挖方及填方边坡, 且边坡高度较高, 特别是回填土边坡, 其岩土物理力学性质差, 一旦遇到暴雨等不良天气影响, 极易发生崩塌/滑坡地质灾害, 将危及拟建工程、施工作业设备、人员现状民房及道路等, 其地质灾害发育程度强, 潜在危害性中等、危险性大, 地质灾害防治难度大, 处理

费用高；3个片区红线范围内均为用地适宜性差，占规划总红线面积的100%，故评估建设场地为适宜性差。

### （2）采取防治措施后的建设结论

潜在挖方、填方边坡崩塌/滑坡地质灾害为常见的地质灾害，其处理技术较成熟，只要充分认识、科学对待、高度重视，并按照评估报告提出的防治措施，进行有针对性的防治，可以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，在采取相应科学、有效防治措施和工程治理后，拟建项目场地可以进行拟建工程建设。

### （3）针对边坡崩塌/滑坡采取有效防治措施

对挖方边坡崩塌/滑坡地质灾害，对高边坡建议可采用锚杆（索）+格构梁+截排水沟，对低边坡可采用截排水沟+坡面复绿治理；对填方边坡，建议严格按设计要素控制填方高度及坡率，筑建时分层夯实，按规范要求进行了压密、强度检测，确保质量，坡面采取草皮护坡、片石护坡、坡脚设置挡土墙等可靠的工程措施，墙身设置泄水孔，并做好上截下排完善的排水系统。建议对挖方、填方边坡进行专项勘查设计。

综上所述，拟建场地用地适宜性评估为适宜性差，但在采取有效的工程措施进行防治下，可以进行工程建设。

## 第四节 地质灾害预防措施

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

### 一、地质灾害防治分级

地质灾害防治措施主要针对拟建项目的地质环境条件、潜在地质灾害类型、危害对象及危险程度等具体制定。具体遵循以下三点原则：1、有效性；2、经济性；3、可操作性。结合拟建项目特点及综合分区，根据地质灾害的危害对象、危险性、地质灾害类型的组合特征，将评估区内潜在地质灾害的防治分区均划分为重点防治区（A）、次重点防治区（B），结果见表5-5。

表 5-5 地质灾害防治分区及防治措施表

片区名称	防治分区		危险性分区	分布范围	主要建 (构) 筑物	现状地质灾 害	预测地质灾害	防治措施
北江片区	重点 防治段	A1	危险性大区一 亚区 (I-1)	红线范围内及北西侧 B-C 段挖方 边坡、A-B 段填方边坡及其外扩影 响范围, 面积为 375010.4m <sup>2</sup>	厂房、道路 及配套设 施等	未发现	地面沉降、岩溶地面塌陷、边坡崩塌/ 滑坡 (挖方、填方、自然山体斜坡)	工程措施、生 物措施和监测 措施
	次重点 防治段	B1	危险性中等区 一亚区 (II-1)	评估区除危险性大区以外区域, 面 积为 806771m <sup>2</sup>	现状民房 及道路等		地面沉降、岩溶塌陷、边坡崩塌/滑坡 (挖方、自然山体斜坡)	生物措施和监 测措施
金光片区	重点 防治段	A2	危险性大区二 亚区 (I-2)	北侧红线范围及北侧 A-B、B-C、 C-D、H-I、J-K 段填方边坡及其外 扩影响范围, 面积为 1001408.8m <sup>2</sup>	厂房、道路 及配套设 施等	1 处崩塌, 危 险性为小	地面沉降、岩溶地面塌陷、边坡崩塌/ 滑坡 (现状路堑、填方、自然山体斜坡)	工程措施、生 物措施和监测 措施
		A3	危险性大区三 亚区 (I-3)	南侧红线范围及南侧 L-M 段填方 边坡及其外扩影响范围, 面积为 182354.9m <sup>2</sup>			地面沉降、岩溶地面塌陷、边坡崩塌/ 滑坡 (现状路堑、填方)	
	次重点 防治段	B2	危险性中等区 二亚区 (II-2)	评估区除危险性大区以外区域, 面积为 1732554.6m <sup>2</sup>	现状民房 及道路等	2 处崩塌, 危 险性为小	地面沉降、岩溶地面塌陷、边坡崩塌/ 滑坡 (现状路堑、岸堤、自然山体斜坡)	
迴龙片区	重点 防治段	A4	危险性大区四 亚区 (I-4)	规划红线范围内, 面积为 167200m <sup>2</sup>	厂房、道路 及配套设 施等	未发现	地面沉降、岩溶塌陷、边坡崩塌/滑坡 (挖方、基坑、自然山体斜坡)	工程措施、生 物措施和监测 措施
	次重点 防治段	B3	危险性中等区 三亚区 (II-3)	评估区除红线范围以外区域, 面积 为 514703.1m <sup>2</sup>	现状民房 及道路等	1 处崩塌, 危 险性为小	地面沉降、岩溶塌陷、边坡崩塌/滑坡 (挖方、现状路堑、自然山体斜坡)	

本次评估的危险性大区（I-1~I-4）主要为预测岩溶地面塌陷、挖方边坡、填方边坡地质灾害危险性为中等~大，其危害对象为拟建工程、施工人员、机械设备、车辆及道路等，因此，其防治措施以工程措施为主，生物措施及监测措施为辅；

危险性中等区（II-1~II-3）主要为预测挖方边坡、现状路堑边坡等，危险性为小~中等。其危害对象为拟建工程、施工人员、机械设备、车辆、道路等，因此，危险性中等区（II-2、II-3）其防治措施以工程措施为主，生物措施及监测措施为辅；危险性中等区（II-1）其防治措施为生物措施及监测措施。

## 二、地质灾害的防治措施

### （一）边坡崩塌/滑坡的防治措施

#### （1）自然山体边坡崩塌/滑坡

1、做好防排水措施，发现水土流失严重区域要及时复垦绿化，防止山体遭到长时间冲刷并出现崩塌/滑坡等地质灾害；

2、禁止砍伐山坡植被及乱挖乱掘，防止破坏山体造成水土流失；

3、对坡脚靠近拟建场地区威胁影响较大的边坡进行专项勘查设计并支护，可采用挡土墙+格构梁+锚杆（索）+截排水沟进行支护；

4、加强对自然斜坡的监测，特别是暴雨期间，做到及时发现及时处理。

#### （2）现状路堑边坡崩塌/滑坡

1、及时清理路堑边坡崩塌堆积物，避免影响道路通行；

2、加强巡查，并布设一定的监测手段，发现问题及时上报并采取应急措施；

3、评估区内存在现状的路堑边坡，建议对边坡稳定性等进行进一步调查、评价，对危险性较大的边坡进行专项勘查设计并治理。

#### （3）岸堤边坡崩塌/滑坡

1、对冲沟岸堤边坡稳定性等进行进一步调查、评价，对潜在安全隐患地段进行修复、加固处理，可采用适当抛石加固堤脚，加强堤面绿化，建设挡墙硬化沟渠等已有的护堤成功经验进行维护；

2、建议在施工期间应对岸坡进行监测，严禁靠近冲沟岸堤堆载或重车行驶；

3、暴雨期间加强冲沟岸堤监测，出现变形或局部破坏时，及时采取措施加固。

#### （4）填方边坡崩塌/滑坡

1、对填方边坡，建议严格按设计要素控制填方高度及坡率，筑建时分层夯实，按

规范要求进行压密、强度检测，确保质量，坡面采取草皮护坡、片石护坡、坡脚设置挡土墙等可靠的工程措施，墙身设置泄水孔。并做好上截下排完善的排水系统。

2、当边坡土体遇水后，其抗剪强度较低；或地表水浸润边坡表层渗入时，边坡土体表层较易失稳，这时往往采取两种措施：一是兼具疏干边坡土体水分的边坡支撑渗沟；二是拱形骨架、人字骨架等骨架嵌固边坡植物防护工程。对于暴雨地区，较为有效的方法是骨架带埂，分割授水面积；

3、当坡体中地下水较多时，往往会造成边坡重变形或失稳，必须采取有效措施疏干地下水，在边坡治理中常采用排水隧道或仰斜排水孔。对于坡顶或坡面的水可采取截水沟和排水沟将水截住排出；

4、对边坡进行水平和垂直位移监测，若水平和垂直位移量大于规范设计要求值，应进行加固措施。

5、施工过程遇突降雨时，应采取塑料布覆盖，以避免雨水冲刷，导致边坡崩塌及水土流失。。

#### **(5) 挖方边坡崩塌/滑坡**

(1、需要进行挖方边坡专项设计、施工治理，且设计施工前应先进一步查明边坡的地质环境条件，为边坡设计、施工提供可靠的地质资料；

2、边坡开挖坡度和坡形可根据实际地质条件和工程实践选择，对高边坡建议可采用锚杆（索）+格构梁+截排水沟，对低边坡可采用截排水沟+坡面复绿治理；

3、边坡应自上而下，不得自下而上开挖，避免施工时出现大规模边坡失稳；

4、注意完善边坡截排水措施，避免边坡裸露，及时进行复绿；

5、在边坡施工过程中及完工后，应加强边坡的变形监测；

6、此外，边坡开挖后注意是否孤石发育，若存在孤石需要对孤石进行清除，并采取防护网等措施进行支护。

#### **(6) 基坑边坡崩塌/滑坡**

1、施工前应调查收集基坑及周边地下管线的分布及现状，周边建筑的基础型式、埋设等情况，有针对性地加强预防措施；

2、详细查明开挖范围内及邻近场地地下水特征，包括含水层分布规律、地下水的水位、流向、渗透系数及补给来源等水文地质资料，在此基础上做好防水、止水工作。

3、基坑支护工程措施可采用放坡分级开挖或复合土钉墙及桩锚支护，应满足基坑

侧壁稳定要求，截水帷幕的深度应满足抗管涌要求。在基坑开挖后，对局部渗透点采用灌浆封堵措施。坡顶（底）设置截（排）水沟，防止雨水渗入坑内，坑内积水可采用集水明排的方式排放。

4、本场地地下水位深浅不一，建议采用钻旋挖孔灌注桩、预应力管桩基础或抗拔锚杆作抗拔桩，桩长、桩径根据要求的抗浮力结合岩土参数及地区经验确定。

5、基坑在开挖过程与支护结构使用期内，必须进行支护结构的水平位移监测和基坑开挖影响范围内建筑物、地面的沉降监测，其它监测项目可根据实际情况确定。其监测点设置、监测方法及监测频次应符合有关技术规程要求。

6、基坑开挖前需进行基坑边坡稳定性验算，且应进行专题基坑方案设计，采用较优的基坑支护方案，并且要报有关建设部门组织专家进行论证审批。

7、基坑开挖及工程建设时间周期比较长，虽然采取地下水控制措施，但存在渗漏是不可避免的，一方面应采取工程措施进行防渗处理；另一方面加强监测工程、包括基坑变形、地下水位监测，做好预警预报工作；此外，应及时将坑内积水抽排，以免基坑（槽）长期积水，浸泡、软化坡脚，降低岩土体强度，预防诱发边坡变形失稳。

8、封堵地面出现的所有裂缝，防止雨水或者其他地面水流入缝隙。

9、坡顶严禁超载，支护措施施工后，应按照规定进行检测工作。。

## （二）地面沉降的防治措施

1、大面积回填地块区域，应严格按设计要求进行分层碾压，严格控制沉降变形。

2、主要建筑采用桩基础，以预防地面沉降对建筑稳定性的影响；且应选用满足建筑物上部结构强度和变形要求的桩端持力层，以保证桩基的稳定。

3、对于道路等地段，可采用分层碾压进行压实或加固处理以提高土层承载力，建议采用复合地基作为地基持力层。

4、基础施工严格按设计要求进行测量施工，如遇地质不符或特殊地质情况，及时联系设计。

5、对评估区内拟建工程基础施工等，严格按设计要求进行开挖回填，并进行验槽及验收手续。

6、加强监测，设置固定监测点，定期对地面沉降进行观测，发现问题及时处理。

### （三）岩溶地面塌陷的防治措施

1、加强隐伏岩溶发育规律性研究，建立并完善地面塌陷预警、预报系统，为科学预防地面塌陷地质灾害提供技术依据；

2、加强地下水监测，对地下水开发利用实行科学管理，严禁在场地内及附近频繁、过量、大降深抽取地下水，避免人为产生危害性振动以及其它各种影响地基稳定的活动；

3、对基础影响深度内的土洞、溶洞，采用以砂砾、碎石、混凝土等充填或注浆等有效的工程措施进行地基处理；

4、在项目建设过程中和建成后，在主要建筑物处设置监测系统，监测建筑物的水平及垂直位移情况；监测系统发现异常时，应及时上报并分析产生异常的原因，若是地面塌陷引起的则应及时采取措施如灌注水泥浆液进行加固。

## 第五节 地质灾害危险性综合分区评估小结

将评估区划分为地质灾害危险性大区（I）和地质灾害危险性中等区（II），又根据各地块所处地貌位置，地质环境条件及地质灾害种类将地质灾害危险性大区划分为4个亚区、地质灾害危险性中等区划分为3个亚区。

其中北江片区共划分1个地质灾害危险性大区（I-1），1个地质灾害危险性中等区（II-1）；金光片区共划分2个地质灾害危险性大区（I-2、I-3），1个地质灾害危险性中等区（II-2）；迴龙片区共划分1个地质灾害危险性大区（I-4），1个地质灾害危险性中等区（II-3）。

适宜性差区：为本次评估的危险性大区，本次评估3个片区红线范围内均为危险性大区，用地适宜性均为适宜性差。

综上所述，综合评定本次评估项目用地适宜性为**适宜性差**。但在采取有效的工程措施进行防治下，可以进行工程建设。

评估区的防治划分为重点防治段（A）和次重点防治段（B）2个级别区。本次评估的危险性大区（I-1~I-4）防治措施以工程措施为主，生物措施及监测措施为辅；危险性中等区（II-2、II-3）其防治措施以工程措施为主，生物措施及监测措施为辅；危险性中等区（II-1）其防治措施为生物措施及监测措施。

## 第六章 结论与建议

### 第一节 结论

1、(1)北江片区：区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定北江片区地质环境条件复杂程度为复杂。(2)金光片区：本区区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为复杂，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定金光片区地质环境条件复杂程度为复杂。(3)迴龙片区：本区区域地质背景复杂程度为中等，地形地貌条件复杂程度为中等，地质构造条件复杂程度为中等；岩土性质复杂程度为复杂；水文地质条件为中等；现状地质灾害发育弱，人类工程活对地质环境影响程度为中等。综合评定迴龙片区地质环境条件复杂程度为复杂。综上所述，本次评估项目地质环境复杂程度为**复杂**。

通过对评估区地质环境的综合分析，致灾地质作用形成的主导地质环境因素为工程地质条件，从属因素为水文地质、区域构造条件，激发（引发）因素为人类工程活动、气象条件。

2、根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版，2024年9月）要求，本次广东省清远连南产业园区项目属面积性园区项目类型，占地面积合计1.2136km<sup>2</sup>，其中北江片区、迴龙片区属<0.5km<sup>2</sup>范围，属一般建设项目，金光片区属0.5≤~<2.0km<sup>2</sup>范围，属较重要建设项目，根据控规文件，金光片区拟规划含燃气用地（供气规模1000立方米/小时）属重要建设项目，综合评定本次评估工程项目属**重要建设项目**；地质环境条件复杂程度为**复杂**。由此确定本次地质灾害危险性评估等级为**一级**。

3、评估区内发现4处现状地质灾害，均为修建道路切坡形成的路堑边坡崩塌灾害3处，其中迴龙片区1处，金光片区3处，北江片区未发现现状地质灾害，现状路堑边坡崩塌地质灾害发育程度中等，综合评定其危害程度小，危险性小。

4、结合评估区的地质环境条件和拟建工程特征，可知在工程建设和使用期间，可能引发的地质灾害类型为边坡崩塌/滑坡、地面沉降、岩溶地面塌陷，工程本身可能遭

受地面沉降、岩溶塌陷、边坡崩塌/滑坡地质灾害的危害。

### （1）地面沉降

预测评估区各片区（北江片区、金光片区、迴龙片区）地面沉降地质灾害的发育程度弱~中等，危害程度弱，危险性小。

### （2）边坡崩塌/滑坡

挖方边坡崩塌/滑坡：预测评估区北江片区 A-B 段、C-D 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等，B-C 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度强，危害程度中等，危险性大；金光片区 A-B 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度中等，危险性中等，C-D 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；迴龙片区 A-B 段挖方边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度中等，危险性中等。

现状路堑边坡崩塌/滑坡：预测评估区金光片区、迴龙片区工程建设可能引发或遭受现状路堑边坡滑坡/崩塌地质灾害的发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

填方边坡崩塌/滑坡：预测评估区金光片区 D-E 段填方边坡崩塌/滑坡发育程度中等，危害程度中等，危险性中等；其余北江片区、金光片区各段填方边坡崩塌/滑坡发育程度为强，危害程度中等，危险性大。

基坑边坡崩塌/滑坡：预测评估区金光片区 MZ-02-01-01 地块、迴龙片区 MZ-04-01-11 地块内基坑边坡崩塌/滑坡发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

岸堤边坡崩塌/滑坡：预测评估区金光片区工程建设可能引发或遭受岸堤边坡滑坡/崩塌地质灾害的发育程度弱，危害程度弱，危险性小。

自然斜坡崩塌/滑坡：预测评估区北江片区自然山体斜坡 ZRXP1 发生崩塌/滑坡的发育程度中等，危害程度弱，危险性为小；金光片区、迴龙片区自然山体斜坡 ZRXP2、ZRXP3 发生崩塌/滑坡的发育程度弱，危害程度弱，危险性为小。

### （3）岩溶地面塌陷

综合判定本次评估区北江片区、迴龙片区、金光片区建设工程可能引发岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为中等，危险性为大；红线范围外评估区范围内无本次工程建设，其岩溶塌陷发育程度为强，危害程度为弱，危险性为中等。

5、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，将评估区划分为地质灾害危险性大区（Ⅰ）和地质灾害危险性中等区（Ⅱ），又根

据各地块所处地貌位置，地质环境条件及地质灾害种类将地质灾害危险性大区划分为4个亚区、地质灾害危险性中等区划分为3个亚区。

其中北江片区共划分1个地质灾害危险性大区（I-1），1个地质灾害危险性中等区（II-1）；金光片区共划分2个地质灾害危险性大区（I-2、I-3），1个地质灾害危险性中等区（II-2）；迴龙片区共划分1个地质灾害危险性大区（I-4），1个地质灾害危险性中等区（II-3）。

6、根据危险性分区的结果，适宜性差区为本次评估的危险性大区，本次评估3个片区红线范围内均为危险性大区，用地适宜性均为适宜性差。

综上所述，综合评定本次评估项目用地适宜性为**适宜性差**。但在采取有效的工程措施进行防治下，可以进行工程建设。

7、评估区的防治划分为重点防治段（A）和次重点防治段（B）2个级别区。本次评估的危险性大区（I-1~I-4）防治措施以工程措施为主，生物措施及监测措施为辅；危险性中等区（II-2、II-3）其防治措施以工程措施为主，生物措施及监测措施为辅；危险性中等区（II-1）其防治措施为生物措施及监测措施。

## 第二节 建议

1、根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）第十五条的要求，评估工作结束后两年，工程建设仍未进行，应重新进行地质灾害危险性评估工作，区域地质灾害危险性评估报告时效原则上与区域规划期一致。

2、本次评估拟建场地工程布置及拟设计标高等来源于控制性规划资料，如后期设计与本次评估相差悬殊，根据《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）第十六条的要求，后期评估区地质环境条件发生重大变化（地形、水文地质条件变化或人类工程活动对地质环境改变很大进行出让拍卖）或者工程建设方案变化大（工程地点、工程建设规模布局改变或工程类型、用地性质）时，应重新进行地质灾害危险性评估工作。

3、本评估区域内岩溶发育强烈，工程施工前应采用综合地质物探和钻探相结合，查明岩溶埋藏、形态、规模和发育规律，对于桩基础，应进行桩位超前钻探，以采取科学有效的措施进行针对性的防治，确保拟建工程建设及建成后的正常使用。

4、为保护地质环境，预防拟建项目在建设过程中可能出现的地质灾害，建议在设

计和施工过程中，宜根据预测潜在可能发生的地质灾害类型，应按相关地质灾害防治措施及工程手段预防地质灾害的发生，并对前期治理工程进行质量评估和监测，避免对建筑物及人民的生命财产安全造成不必要的损失。

5、基坑开挖深度和开挖的预测范围是根据控规中相关成果及结合工程实例类比得出，若实际基坑开挖深度或开挖范围大于预测基坑开挖区域大于报告中数据，危险性级别相应提高一级。

6、建议在工程建设施工和工程完工后使用的过程中，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，减少和避免地质灾害造成的损失。评估区内地质灾害防治工作以采用工程措施为主，并辅助监测预警措施；

7、桩基施工后，应根据规范要求进行相关的质量检测工作。

8、本地质灾害危险性评估报告不能代替专项的边坡工程治理设计，建议聘请有相关资质的单位对沿线的不稳定边坡展开专门的治理工作，保证最大程度减少由地质灾害引起的损失。

9、工程建设过程中，应充分考虑周边的自然环境和社会环境，合理使用土地，按照有关标准做好排污和绿化措施，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。

10、工程建设和使用过程中，落实地质灾害防治工作“三同时”制度，即地质灾害防治工程必须与主体工程同时设计、同时施工、同时验收。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。

11、相关部门应加强施工过程中和建成后场地的水土保持评价工作。

12、建议在环境影响评价中加强岩土、水等污染防治作的建议。工程建设过程中，应充分考虑周边的自然环境和社会环境，合理使用土地，按照有关标准做好排污和绿化措施，防止和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。

13、评估工作结束后，当评估区地质环境条件发生重大变化（地形、水文地质条件变化或人类工程活动对地质环境改变很大）或者工程建设方案变化大（工程地点改变或工程类型、性质改变）时，应对改变的工程项目作专项的地质灾害危险性评估工作，区域地质灾害危险性评估报告时效原则上与规划期一致。

附件 1 委托书

## 委托书

广东煤炭地质二〇二勘探队：

根据国务院《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工作的通知》（国土资发〔2004〕69号）、《广东省地质环境管理条例》和《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）等有关规定和要求，现委托你单位开展广东省清远连南产业园区地质灾害危险性评估工作。

请收到本委托书后尽快安排相关技术人员开展资料收集、现场勘查、研究分析和报告编制及评审登记工作。

特此委托！

连南瑶族自治县产业园区事务中心

2024年5月8日



附件 2 单位资质证书



附件 3 评估人员培训证书和职称证书





广东省地质灾害危险性评估报告编制

广东煤炭地质二〇二勘探队

### 培训证书



杨广 同志于二〇二三年九月在广州参加地质灾害危险性评估报告编制培训班，经考试合格，特发此证。

证书编号：粤 20230153  
有效期：三年



广东省地质灾害危险性评估报告编制

广东煤炭地质二〇二勘探队

### 培训证书



任柯霖 同志于二〇二三年九月在广州参加地质灾害危险性评估报告编制培训班，经考试合格，特发此证。

证书编号：粤 20230152  
有效期：三年



广东省地质灾害危险性评估报告编制

广东煤炭地质二〇二勘探队

## 培训证书



证书编号：粤 20230154

有效期：三年

张俊杰 同志于二〇二三年  
九月在广州参加地质灾害危险性  
评估报告编制培训班，经考  
试合格，特发此证。



二〇二三年十月二十日

姓名	任柯霖	经本评审委员会评审
性别	男	
出生日期	1994 年 2 月	认定 任柯霖 同志具备
任职资格	工程师	工程师 任职资格。
专业方向	地质矿产勘查	
通过时间	2022 年 9 月 1 日	评审委员会盖章
证书编号	ZMD-JN-GC-ZJ-20220010	二〇二二年 九 月 一 日



姓名	蔡杏兰	经本评审委员会评审
性别	女	
出生日期	1995 年 8 月	认定 蔡杏兰 同志具备
任职资格	工程师	工程师 任职资格。
专业方向	地质矿产勘查	
通过时间	2023 年 8 月 1 日	评审委员会盖章
证书编号	ZMD-JN-GC-ZJ-20230036	二〇二三年 八 月 一 日



附件 4 技术负责人职称证书

姓名	田辉		经本评审委员会评审
性别	男		认定 田辉 同志具备
出生日期	1973 年 9 月		高级工程师 任职资格。
任职资格	高级工程师		
专业方向	地质矿产勘查		评审委员会盖章
通过时间	2021 年 9 月 1 日		二〇二一年九月
证书编号	ZMD-JN-GC-FG-20210004		



附件 5 野外地质灾害综合调查照片



照片 1：北江片区已建厂房（镜向 NW） 照片 2：北江片区北西侧自然山体（镜向 NW）



照片 3：北江片区废弃厂房（镜向 N） 照片 4：北江片区东侧现状地貌（镜向 E）



照片 5：金光片区现状崩塌 BT3（镜向 S） 照片 6：金光片区南侧现状地貌（镜向 E）



照片 7：金光片区现状路堑边坡崩塌 BT2（镜向 N） 照片 8：北侧寨岗河现状（镜向 E）

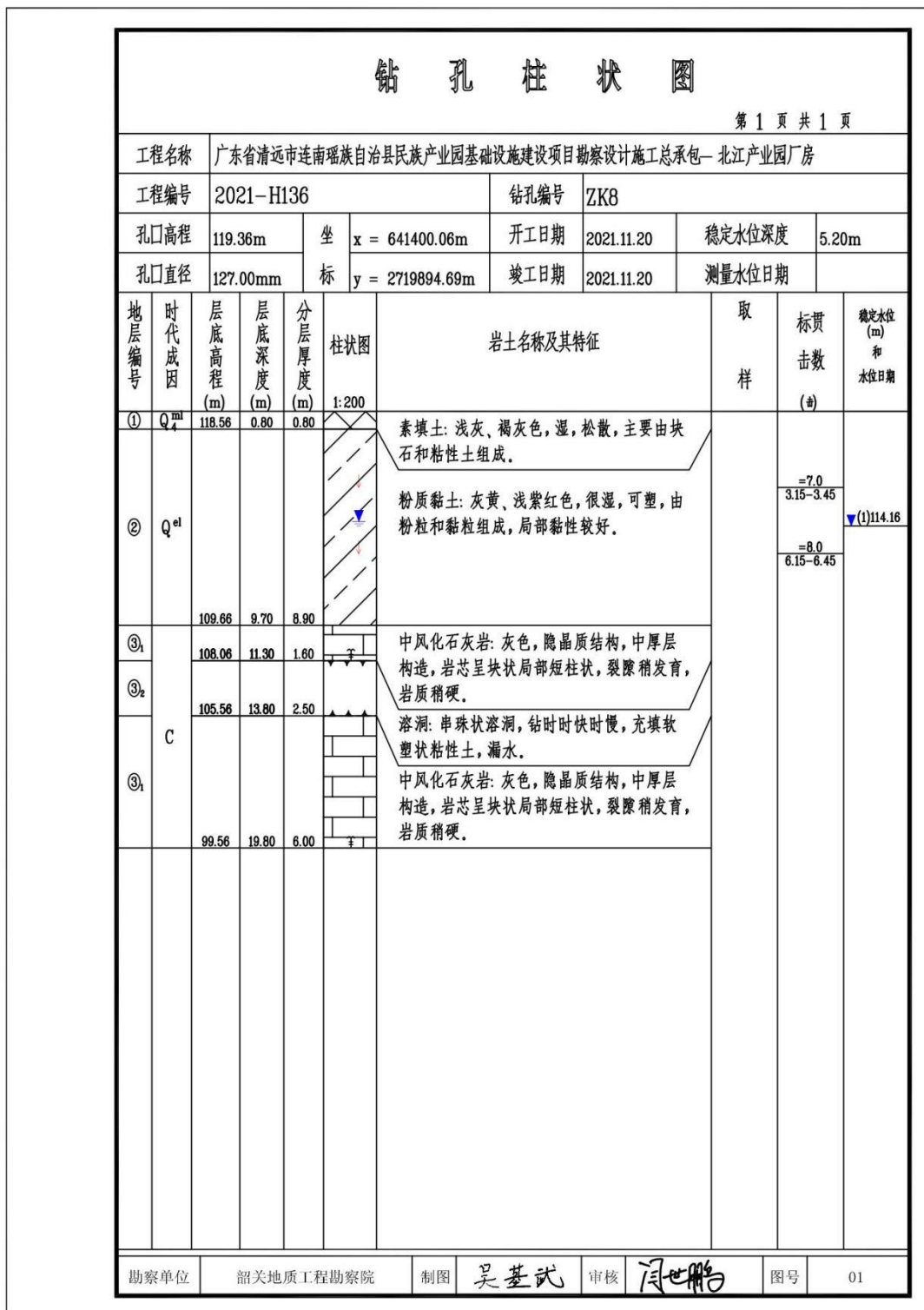


照片 9：迴龙片区南侧现状地貌（镜向 W） 照片 10：迴龙片区现状道路（镜向 S）



照片 11：迴龙片区现状路堑边坡崩塌（镜向 SE）

附件 6、部分代表性钻孔柱状图（6 孔）



## 钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园厂房													
工程编号		2021-H136		钻孔编号		ZK20									
孔口高程		118.15m		坐 标		x = 641363.72m y = 2719846.95m									
孔口直径		127.00mm		开工日期		2021.11.22									
				竣工日期		2021.11.22									
				稳定水位深度		3.60m									
				测量水位日期											
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	岩土名称及其特征	取 样	标贯 击数 (N)	稳定水位 (m) 和 水位日期						
①	Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup>	116.65	1.50	1.50		素填土: 浅灰、褐灰色, 湿, 松散, 主要由块石和粘性土组成。	ZK20-1 0.60-0.80	=4.0 1.05-1.35	▼(1)114.55						
②	Q <sup>el</sup>	107.65	10.50	9.00		粉质黏土: 灰黄、浅紫红色, 很湿, 可塑, 由粉粒和黏粒组成, 局部黏性较好。	ZK20-2 3.80-4.00	=8.0 4.25-4.55							
③ <sub>1</sub>	C	105.05	13.10	2.60		中风化石灰岩: 灰色, 隐晶质结构, 中厚层构造, 岩芯呈块状局部短柱状, 裂隙稍发育, 岩质稍硬。	ZK20-3 17.00-17.30	=9.0 7.25-7.55							
③ <sub>2</sub>		103.15	15.00	1.90		溶洞: 串珠状溶洞, 钻时快时慢, 充填软塑状粘性土, 漏水。									
③ <sub>3</sub>		97.35	20.80	5.80		中风化石灰岩: 灰色, 隐晶质结构, 中厚层构造, 岩芯呈块状局部短柱状, 裂隙稍发育, 岩质稍硬。									
勘察单位		韶关地质工程勘察院		制图		吴基武		审核		闫世鹏		图号		13	

## 钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—金光产业园道路								
工程编号		2021-H101			钻孔编号		ZK3			
孔口高程		114.71m	坐 标	x = 637821.97m	开工日期	2021.11.20	稳定水位深度	7.50m		
孔口直径		127.00mm	标	y = 2716765.72m	竣工日期	2021.11.20	测量水位日期			
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图	岩土名称及其特征	取 样	标贯 击数 (击)	稳定水位 (m) 和 水位日期	
② <sub>1</sub>	Q <sup>el</sup>	108.61	6.10	6.10		粉质黏土：棕红、灰黄色，很湿，可塑，由粉黏粒组成，含少量粉砂和风化岩屑，局部黏性较好，为粉砂质泥岩风化残积土。	ZK3-1 3.30-3.50	=9.0 3.75-4.05		
③ <sub>1</sub>		108.21	8.50	2.40		强风化粉砂质泥岩：棕红、棕褐色，泥质结构，块状构造，岩芯呈短柱状、碎块状，局部呈半岩半土状，呈层状、似层状风化强烈，局部夹中风化粉砂质泥岩、泥质砾岩，岩质较软，失水有干裂现象。		=55.0 7.25-7.55	▼(1)107.21	
③ <sub>2</sub>	E	99.11	15.60	7.10		中风化粉砂质泥岩：棕红、棕褐色，岩芯呈短柱状局部块状，局部节理裂隙发育，上部8.50-10.30m裂隙发育岩芯较破碎。	ZK3-2 10.50-10.80			
勘察单位		韶关地质工程勘察院		制图		吴基武	审核	闫世鹏	图号	Z03

## 钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—金光产业园道路										
工程编号		2021-H101				钻孔编号		ZK11				
孔口高程		117.46m		坐 标 x = 637902.21m y = 2716885.26m		开工日期		2021.11.22		稳定水位深度		10.30m
孔口直径		127.00mm				竣工日期		2021.11.22		测量水位日期		
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	岩土名称及其特征				取 样	标贯 击数 (#)	稳定水位 (m) 和 水位日期
①	Q <sup>ml</sup>	116.96	0.50	0.50		素填土：浅褐灰色，主要由块石组成，顶部为路面砂。				ZK11-1 3.00-3.20	=8.0 3.45-3.75	
②	Q <sup>el</sup>	108.36	9.10	8.60		粉质黏土：棕红、灰黄色，很湿，可塑，由粉黏粒组成，含少量粉砂和风化岩屑，局部黏性较好，为粉砂质泥岩风化残积土。				=10.0 6.45-6.75		
③	E	102.86	14.60	5.50		强风化粉砂质泥岩：棕红、棕褐色，泥质结构，块状构造，岩芯呈短柱状、碎块状，局部呈半岩半土状，呈层状、似层状风化强烈，局部夹中风化粉砂质泥岩、泥质砾岩，岩质较软，失水有干裂现象。				=57.0 10.35-10.65	▼(1)107.16	
③ <sub>2</sub>		96.66	20.80	6.20		中风化粉砂质泥岩：棕红、棕褐色，岩芯呈短柱状局部块状，局部节理裂隙发育。				ZK11-2 16.00-16.30		
勘察单位		韶关地质工程勘察院			制图	吴基武		审核	肖世鹏		图号	Z11

## 钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—回龙产业园生活污水处理工程										
工程编号		2021-H135			钻孔编号		ZK4					
孔口高程		163.64m		坐 标	x = 2713384.42m		开工日期		2021.11.24	稳定水位深度	4.50m	
孔口直径		127.00mm			y = 633385.73m		竣工日期		2021.11.24	测量水位日期		
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图	岩土名称及其特征		取 样	标贯 击数 (#)	稳定水位 (m) 和 水位日期		
①	Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup>	160.64	3.00	3.00	1:200 	素填土: 浅灰、褐灰色, 湿, 松散, 主要由块石和粘性土组成。			=4.0 2.15-2.45	▼(1)159.14		
②	Q <sup>al</sup>	141.94	21.70	18.70		粉质黏土: 灰黄、浅紫红色, 很湿, 可塑, 由粉粒和黏粒组成, 局部黏性较好。			=9.0 6.15-6.45  =11.0 9.15-9.45			
勘察单位		韶关地质工程勘察院			制图	吴基武		审核	冯世鹏		图号	Z05

## 钻 孔 柱 状 图

第 1 页 共 1 页

工程名称		广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目勘察设计施工总承包—回龙产业园生活污水处理工程										
工程编号		2021-H135			钻孔编号		ZK9					
孔口高程		163.71m	坐 标	x = 2713369.15m y = 633393.76m	开工日期		2021.11.25	稳定水位深度		4.60m		
孔口直径		127.00mm			竣工日期		2021.11.25	测量水位日期				
地层编号	时代成因	层底高程 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:200	岩土名称及其特征		取 样	标贯 击数 (#)	稳定水位 (m) 和 水位日期		
①	Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup>	160.11	3.60	3.60		素填土: 浅灰、褐灰色, 湿, 松散, 主要由块石和粘性土组成。		ZK9-1 1.30-1.50 =3.0 ZK9-2 2.80-3.00 =4.0 3.25-3.55		▼(1)159.11		
②	Q <sup>el</sup>	142.21	21.50	17.90		粉质黏土: 灰黄、浅紫红色, 很湿, 可塑, 由粉粒和黏粒组成, 局部黏性较好。		ZK9-3 5.80-6.00 =9.0 6.25-6.55 ZK9-4 8.80-9.00 =10.0 9.25-9.55 ZK9-5 11.80-12.00 =12.0 12.25-12.55				
勘察单位		韶关地质工程勘察院			制图	吴基武		审核	肖世鹏		图号	Z10

## 附件 7：岩土水试验报告

报告编号：S2021-313

第 2 页，共 2 页



## 广东省有色金属地质局九四〇队 检测报告



委托单位：韶关地质工程勘察院

收样日期：2021年11月24日

工程名称：广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施  
建设项目勘察设计施工总承包—北江产业园厂房

检验日期：2021年11月24日

孔号：ZK18

报告日期：2021年11月25日

深度 (m)：-

试验批号：521313

样品名称：水

样品编号：50644

项目	检测结果		项目	检测结果
	$\rho(B)(mg/L)$	$c(B)(mmol/L)$		(mg/L)
Ca <sup>2+</sup>	5.9	0.15	游离二氧化碳	1.1
Mg <sup>2+</sup>	0.3	0.01	侵蚀性二氧化碳	1.0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.0	0.00	溶解性固体总量	20
Cl <sup>-</sup>	2.6	0.07	pH值(无单位)	7.36
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.0	0.00		
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22.4	0.37		
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.0	0.00		
OH <sup>-</sup>	0.0	0.00		
执行标准	DZ/T 0064-2021			
声明：	1.检测结果仅适用于客户提供的样品，对检验结果若有异议，请于收到本报告一周内来电来函提出，并注明报告编号，逾期视为认可该报告。 2.本报告未经本机构批准不得部分复制（完整复制除外）。 3.本报告涂改无效，无授权签字人签字无效，无本机构检测报告专用章无效。			
地址：	广东省清远市清城区横荷街38号。联系电话：0763-3630622，3373217（传真）。			

授权签字人：

审核：吴倩永

制表：



## 广东省有色金属地质局九四〇队

### 岩石试验报告

委托单位: 韶关地质工程勘察院

收样日期: 2021年11月24日

工程名称: 广东省清远市连南瑶族自治县民族产业园基础设施建设项目  
勘察设计施工总承包—金光产业园厂房

检验日期: 2021年11月25日

试验批号: 821434

报告日期: 2021年11月27日



序号	编号		采样深度 (m)	点荷载强度 $I_{S(50)}$ (MPa)								抗压 强度 换算值 Mpa	备注
	室内	野外		天然									
			单值										
1	83399	ZK15-4	14.20-14.60	2.52	2.52	2.72	2.69	2.67	2.39	2.59	46.53		
2	83340	ZK17-4	11.60-12.00	2.93	2.60	2.70	2.80	2.93	2.68	2.77	49.04		
3	83281	ZK21-4	11.30-11.70	3.28	3.28	3.03	3.18	3.02	2.92	3.12	53.53		
4	83222	ZK23-4	14.00-14.40	2.640	2.853	2.728	2.792	2.708	2.830	2.76	48.84		
5	83163	ZK25-4	12.20-12.60	3.91	3.75	3.81	3.46	3.52	3.74	3.70	60.86		
6	83104	ZK29-4	11.00-11.40	3.06	3.18	2.97	2.84	3.10	2.89	3.01	52.12		

执行标准: GB/T50266-2013标准, 其中抗压强度换算值参考GB 50218-2014标准3.3.1条执行。

声明: 1. 检测结果仅适用于客户提供的样品。对检验结果若有异议, 请于收到本报告一周内来电来函提出, 并注明报告编号, 逾期视为认可该报告。  
2. 本报告未经本机构批准不得部分复制(完整复制除外)。  
3. 本报告涂改无效, 无授权签字人签字无效, 无本机构检测报告专用章无效。  
地址: 广东省清远市清城区横荷街38号。联系电话: 0763-3630622、0763-3373217(传真)

授权签字人:

审核:

编制:



## 附件 8：初审意见

## 广东省清远连南产业园区地质灾害危险性评估报告 初审意见

### 一、项目基本情况

(一) 工程概括：拟建工程控规编制范围为连南瑶族自治县民族生态产业园，共涉及三个片区，总用地面积为 273.20 公顷，其中金光片区 188.89 公顷，廻龙片区 34.12 公顷，北江片区 50.19 公顷。最终批复起步区实施面积为金光片区 81.57 公顷，廻龙片区 16.72 公顷，北江片区 23.07 公顷，总面积 121.36 公顷。本次评估以最终批复的起步区总面积范围，即 121.36 公顷进行地质灾害危险性评估工作。北江片区用地性质为防护绿地、二类工业用地、城市道路用地、社会停车场用地、供燃气用地；金光片区用地性质为行政办公用地、中小学用地、商业商务用地、农林用地、公园绿地、防护绿地、村庄建设用地、二类工业用地、城市道路用地、社会停车场用地、排水用地；廻龙片区用地性质类型为防护绿地、二类工业用地、城市道路用地、社会停车场用地、排水用地；容积率约 1.0~3.0，以容积率指标为控制依据，将拟建项目建设高度划分为三个等级： $H \leq 12m$ ， $H \leq 24m$ ， $H \leq 50m$ 。 $H \leq 12m$ ：主要为村庄建设用地； $H \leq 24m$ ：主要为公用设施用地； $H \leq 50m$ ：主要为商业商务用地与二类工业用地。

(二) 评估区已建、在建、拟建建筑工程基本情况：三个片区内现状主要建筑为工业厂房及村民住宅。其中北江和廻龙主要以工业厂房为主，且部分厂房废弃为危房，需进行拆除再利用；金光片区范围内存在部分村民住宅需进行拆迁安置，厂房建筑质量较好。北江片区区域内局部地块已进行场地平整，现状为村庄、水塘及小山包，整体地势北高南低，西侧地势较高，乡道 720 为现状道路；金光片区整体地势西高东低，北部地势较低，省道 261 为现状道路，省道东侧地块已进行场地平整；廻龙片区现状已平整，东侧地块已建成，西北侧地块地势较高。

### 二、主要初审意见如下：

(一) 评估范围及等级：综合评估区地质环境条件复杂程度（复杂）与建设项目的重要性（较重要项目），根据地质灾害危险性评估分级标准，将本工程的地质灾害危险性评估级别判定为一级评估。将本次地质灾害危险性评估等级确定为一级评估是恰当的。

(二) 现状地质灾害评估：野外地质环境调查采用地形图的比例尺为 1:3000~1:4000，共收集 5 份岩土工程报告 89 个钻孔，进尺 1619.4m。评估区内发现 4 处现状地质灾害，均为修建道路切坡形成的路堑边坡崩塌灾害，其中廻龙片区 1 处，金光片区 3 处，北江片区未发现现状地质灾害。现状路堑边坡崩塌地质灾害发育程度中等，综合评定其危害程度小，危险性小。现状评估全面准确，现状评估结论合理。

(三) 预测地质灾害评估：可能引发和遭受的地质灾害类型为边坡崩塌/滑坡（发育强度弱~强，危害程度弱~中，危险性小~大）、地面沉降（发育程度弱~中，危害程度弱，危险性小）、岩溶地面塌陷（发育强度弱~中，危害程度弱~中，危险性中），工程本身可能遭受地面沉降、岩溶塌陷、边坡崩塌/滑坡地质灾害的危害。预测评估全面准确，预测评估结论合理。

(四) 地质灾害危险性综合分区评估：据现状和预测评估结果，报告将评估区划分为地质灾害危险性小~大区，其中北江片区分为危险性大区（两个亚区：I-1、I-2）、危险性中等区（三个亚区II-1、II-2、II-3）；金光片区划分为危险性大区（三个亚区：I-3、I-4、I-5）、危险性中等区（四个亚区II-4、II-5）；迴龙片区划分为危险性中等区（两个亚区：II-6、II-7）。分区范围划分合理，分区综合评估量化标准明确。依据综合评估分区结果和建设项目的特点，对建设场地的适宜性进行了评估，确定建设场地的适宜性分级为适宜性差，但在采取有效的工程措施进行防治后，可以进行工程建设。该结论符合《细则》规定。

(五) 需要修改的内容如下：

- 1.部分插图清晰度不够，应更换。
- 2.工程概况中补充说明现状道路调查情况和场地周边环境概况描述。并说明已建道路与规划之间的关系。
- 3.评估范围外扩补充不同方向外扩确定依据合理性说明。
- 4.以往工作程度中补充各个勘察项目的取土样、岩样、水样及标贯试验的数量，并列说明本次评估引用钻孔情况。
- 5.进一步复核岩土参数及地面沉降地质灾害的估算数据，采用荷载数据应有一定依据，估算结果需进行校核。
- 6.综合分区评估剖面图补充拟建规划建筑物标注、基坑线、地下水位线等。
- 7.报告中现场照片应再补充。
- 8.按细则2023版评估报告编写大纲要求，修改结论建议相关内容。
- 9.文字报告局部排版格式不一致，且有文字错漏，需仔细核查。

综上所述，本次评估能够严格按照《广东省地质灾害危险性评估实施细则》（2023年修订版）及相关专业规范开展工作，调查充分，报告内容充实，图件清晰全面，报告质量达到队级技术质量管理要求，同意报送相关机构评审。

初审人：  
广东煤炭地质二〇二勘探队  
2024年10月26日