

# Geotechnical Engineering Investigation Technology and Application in Karst Area

Lei Jiang

Shenzhen Deep Prospecting Engineering Consulting Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518031, China

## Abstract

The engineering geological survey work in karst areas is mainly due to the irregularity and variability of karst development, which poses many difficulties. The paper introduces the general situation of the project, clarifies the importance of the engineering survey task, and reasonably analyzes the geological conditions, natural conditions, adverse geological processes, and karst development characteristics of the regional engineering. The aim is to further improve the level of geotechnical engineering geological survey construction in karst areas. The paper analyzes the technical characteristics of geotechnical engineering survey and construction in karst areas based on a practical case study in Huizhou region, and explores them.

## Keywords

karst area; geological investigation; geotechnical engineering

# 岩溶地区岩土工程勘察技术及应用

姜磊

深圳市深勘工程咨询有限公司, 中国·广东 深圳 518031

## 摘要

岩溶区域中的工程地质勘察工作基本上是由于岩溶发育的不规则性以及多变性而存在较多的难点。论文介绍了项目的大致情况,明确了工程勘察的勘察任务重要性,合理地分析了区域的工程其地质条件、自然条件、不良地质作用以及岩溶发育特征,目的是进一步提升岩溶地区的岩土工程地质勘察施工水平。论文结合惠州区域的实际案例分析了岩土工程勘察施工过程中在岩溶地区中的技术特点,并对其开展探讨。

## 关键词

岩溶地区;地质勘察;岩土工程

## 1 引言

岩溶地貌一般指的是喀斯特地貌,是水对可溶性岩石进行溶蚀作用为主,流水的侵蚀与浅蚀崩塌为辅的地质作用以及重力崩塌、坍塌、堆积等作用形成的地貌,在岩土工程勘察过程中,许多项目经常会遇到岩溶地貌,发育不规律的岩溶地区,在勘察过程中,只能依据现场钻孔施工的原始资料去现场判定场地岩溶发育情况。针对此情况,论文结合广东省实际案例,岩溶地区勘察技术及注意事项进行讨论分析。

## 2 工程概述

本次选用案例为中天元绿色建筑与新材料产业园项目(一期、二期)工程项目,拟建项目场地位于惠州市龙门县平陵街道莲塘村,金龙大道南侧,龙门产业转移工业园区内,

西邻长塘水库,建设路74号附近,北侧有龙方、宏大、锐钻、华印四个在建工业园区项目。勘察地块交通便利,距离武深高速龙门出口仅1.5km、西侧塔环西路和南侧塔专路(32m)是已形成的道路待扩宽,道路体系基本已经建立,为后期场地发展奠定了良好的基础。

选用工程用地性质为二类工业用地,总建设用地面积为152724.33m<sup>2</sup>,其中一期(1#楼)建筑面积为102885.57m<sup>2</sup>,二期新建总建筑面积为49838.76m<sup>2</sup>,工业计容积率建筑面积为229212.88m<sup>2</sup>,行政办公及生活设施计容积率建筑面积为17866m<sup>2</sup>,总计容建筑面积为247078.88m<sup>2</sup>。公共架空不计容面积为775m<sup>2</sup>,其中1号戊类工业厂房为单层钢结构厂房,建筑高度16m,3号配套综合用楼(6F,办公楼、宿舍楼及食堂),建筑高度23.50m;主要建筑物概况如表1所示。

【作者简介】姜磊(1998-),男,中国湖北嘉鱼人,本科,从事岩土工程研究。

表 1 拟建建（构）筑物一览表

建筑物名称或编号	设计室内地面标高(±0.00)	层数	地下室	建筑高度(m)	结构类型	预估单柱荷载(kN/m <sup>2</sup> )	拟采用基础形式	建筑性质	
二期: 1号戊类工业厂房	61.00	1F	无	16.00	钢结构	1000	浅/桩基础	工业建筑	
一期: 3号 配套综合 用房	办公楼	60.30	6F	无	23.50	框架结构	4500	浅/桩基础	民用建筑
	宿舍楼	60.30	6F	无	23.50	框架结构	4500	浅/桩基础	民用建筑
	食堂	60.30	6F	无	23.50	框架结构	4500	浅/桩基础	民用建筑

拟建建筑物最终整体倾斜允许值, 最终沉降允许值, 地基允许变形值需满足《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)表 5.3.4 中有关规定, 拟建建筑物荷载需满足《建筑结构荷载规范》(GB50009-2012)表 5.1.1 中规定。

### 3 区域地质及构造特征

区域内从震旦系至第四系地层发育比较齐全, 自上而下可分为第四系地层, 不明时代的残积层、白垩系地层、侏罗系地层、三叠系地层、石炭系地层、泥盆系地层和震旦系地层。除上述地层外, 区内中生代岩浆活动极其强烈, 分布有花岗岩类的侵入岩和潜火山岩。

根据本次勘察成果, 在钻探控制的深度范围内, 勘察场地未发现活动断裂等新构造迹象, 地质构造相对稳定。

### 4 工程地质条件、区域气象特征及水文地质条件

#### 4.1 工程地质条件

场地原始地貌为残丘及冲洪积台地地貌, 勘察期间, 场区分布原有鱼塘正进行人工开挖南侧残丘进行回填, 勘察外业结束时, 现状场地基本整平为设计标高。

根据钻探结果, 钻探过程中钻孔孔口地面标高为 57.72~64.21m, 最大相对高差 6.49m。场地内揭露的地层主要为场地内分布的地层自上而下有人工填土(Q<sub>4</sub><sup>ml</sup>)、第四系全新统坡洪积层(Q<sub>4</sub><sup>dl+pl</sup>)、第四系全新统冲洪积层(Q<sub>4</sub><sup>al+pl</sup>)及第四系残积层(Q<sup>dl</sup>), 本场地的下伏基岩为石炭系下统测水组(C<sub>1c</sub>)砂岩、炭质泥岩和炭系下统石碇子组(C<sub>1s</sub>)石灰岩。

#### 4.2 区域气象特征

选用场地为广东省惠州市龙门县, 增江上游, 地处珠江三角洲的边缘。属南亚热带季风气候。山多是影响龙门县气候差异的主要原因, 导致了县内气候的多样复杂性

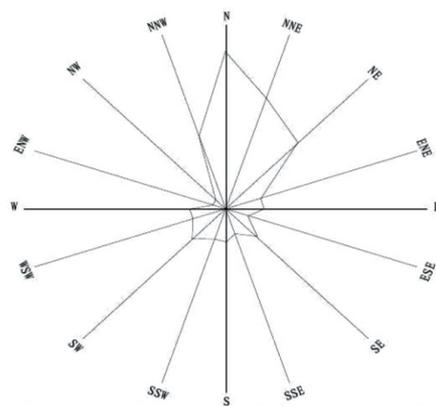
根据龙门县气象站实测资料统计, 主要气象要素为:

多年平均气温 20.8℃, 极端最高气温 39.3℃(1980年7月), 极端最低气温 -4.4℃(1963年1月); 日照时数 1789.1h; 无霜期 300d 以上。

年平均相对湿度 82%, 月平均相对最大湿度为 93%(1975年5月), 最小湿度为 62%(1963年1月)。

多年平均蒸发量 1220.9mm, 多年平均陆地蒸发量 797.7mm。多年平均降雨量 2156.6mm, 最大年降雨量 3363.1mm(1982年), 最小年降雨量 1391.9mm(1963年)。降雨量年内分配不均, 每年降雨量均集中在 4—9 月, 汛期雨量占全年的 80% 以上。

冬季盛行偏北风, 夏季盛行偏南风, 平均风力 1~2 级, 最大风力 8 级, 实测记录 NNW 向最大风速 16m/s, NNE 向最大风速 18m/s。风向玫瑰图见图 1。



数值 风向 频率	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
风向频率(%)	10	7	6	2	2	1	3	2	3	3	4	3	3	1	1	4	44

图 1 龙门县全年风向频率玫瑰图

#### 4.3 区域水文地质条件

增江是龙门县主要河流, 新丰县七星岭作为其发源地, 经从化过境进而汇入龙门县, 自北向南纵贯全县, 流经增城, 在观海口处注入东江。增江在龙门境内河段古有九淋水、高明水、西林河之称, 1981 年曾被龙门县人民政府命名为龙门河, 1990 年广东省地名委员会公布的标准名称为增江。增江总集水面积 311km<sup>2</sup>, 河长 205.6km, 其中在龙门境内河段集水面积 2126km<sup>2</sup>, 河长 128.6km, 平均坡降 0.71‰。除增江干流外, 集水面积 100km<sup>2</sup> 以上的河流有 7 条。它们分别为永汉河、油田河、朗背河、白沙河、蓝田河、铁岗河和公庄河。

项目附近地表水体主要为长塘水库, 距勘察场地约 200m。勘察场区原分布有 7 口鱼塘, 勘察区间场区正在挖山回填鱼塘。

### 5 勘察现场揭露岩溶分布情况

本场地为覆盖型岩溶地区, 灰岩岩面埋深 12.50~38.4m, 钻探未揭露土洞, 石灰岩顶面溶蚀裂隙发育, 钻进时漏水

现象严重。溶蚀(孔)现象、溶沟、深槽明显发育,溶洞(或空洞)发育,在一期地块(配套用房区域)范围内所布设的16个钻孔中,有9个钻孔中有揭露,钻孔遇洞率达56.3%,钻孔线岩溶率20.7%,岩溶发育程度属强发育,其中最大的溶(土)洞位于ZK187号钻孔,揭露洞高达5.70m,设计和施工时应引起高度重视。

## 6 勘察 BIM 的应用

根据场区钻孔揭露地质实际情况,运用地质三维建模与分析系统软件构建勘察场区三维工程地质信息模型,可直观反映场地地形地貌、岩土层分布情况和物理力学性质、地下管线分布情况及后续基坑支护设计与地质体相对关系,优化项目整体布局,如图2所示。

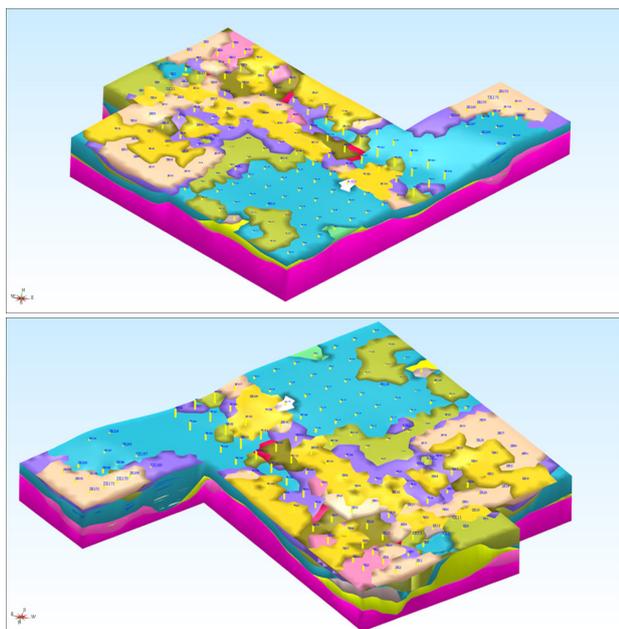


图2 三维工程地质信息模型

## 7 岩溶场地情况及建议

### 7.1 岩溶稳定性分析

本场地为岩溶强发育场地,以小、中型充填溶洞为主,洞隙连通性较好;地下水活动及富水性一般;上覆土层主要为素填土①1、冲洪积粉质黏土、有机质黏土、第四系坡残积粉质黏土、全~强风化砂岩。作为多层和高层建筑场地,应当采取相应的地基基础处理措施。

### 7.2 岩溶治理建议

①在结构措施中,应选用有利于与上部结构共同工作,并可适应小范围塌落变位、整体性好的基础形式,如筏基、箱基等,同时采取加强结构措施必要,柱间支撑系统也需要加强等。

②地基基础措施:在溶沟、溶槽、石芽或岩溶洞隙强烈发育,不能满足独立基础或条形基础的地基条件,但存在较大面积可靠支点分布的场地,可采用筏基、箱基或桩筏、桩箱基础。可采用钻孔灌注嵌岩桩基础,将桩端嵌入洞隙底部稳定岩体内。

③水的整治:对水的处理应贯彻宜疏勿堵的原则,地下水水位大幅度变化易诱发地面塌陷,要有组织地进行地表水排水,对地下水以疏导为主,即使堵也应留有出路,设置反滤层以减少淘蚀。不应抽取地下水,以免产生地表塌陷,应加强对地下水的监测。

④因场地内基岩岩溶较发育,主要以溶洞及溶蚀深槽为主,且局部基岩起伏大,对桩基础的施工产生不利的影响。当拟建建筑选择微风化灰岩作为桩基础持力层时,应使基底与洞体间保留相当厚度的完好岩体,同时为保证工程质量,基础施工时应加强验桩工作,建议对多层配套综合用楼所在范围内逐桩采用超前钻进行施工勘察,进一步查明溶洞、软弱层的范围,确保桩端持力层的可靠性。

## 8 勘察目的

勘察目的是为基础及基坑设计提供所需的岩土参数和地层情况,对建筑地基作出岩土工程评价,并对基础类型、基础形式、地基处理、工程降水和不良地质作用的防治提出建议。

## 9 结语

工程施工勘察工在岩溶地区的一直以来都是一项重点工作,虽然现在有较多对岩溶发育特殊地区的勘察技术手段及避让或处理工程措施,但是正因为不规律性的岩溶发育,也是为了更加深入地研究勘察实践过程中继续对此种特殊地质条件的勘察工作。

## 参考文献

- [1] 深圳市深勘工程咨询有限公司.中天元绿色建筑与新材料产业园项目(一期、二期)岩土工程勘察报告[Z].2022.
- [2] 李瑞龙.浅谈对岩溶地区工程地质勘察方法的探讨[J].中国新技术新产品,2012(2):46-47.
- [3] 黄沼军,辛培毅.岩溶地区工程勘察方法浅析[C]//2014年12月建筑科技与管理学术交流会议论文集,2014.
- [4] 陈志平.浅析岩溶地区工程地质勘察方法技术[J].科技与企业,2013(10):2.
- [5] 何兴鹏.浅析岩溶地区岩土工程勘察施工技术[J].西部资源,2020(4):3.
- [6] 乔世范.高速公路路基与下伏岩溶区相互影响及强夯加固技术研究[D].上海:同济大学,2011.