

佛山市某水质净化厂建设工程地质特征及适宜性研究

彭新发*,李成双,梁 畅,杜 莹

(中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司,湖南长沙 410027)

摘要:为了解建设工程项目拟建场地的岩土工程地质特性,评估场地稳定性和适宜性,选取佛山市某水质净化厂建设工程,在充分研究地质背景资料的基础上,对建设场地内的各类岩土体的特征以及工程力学性能进行测试,并对地基基础进行评价,认为该场地岩土工程地质条件较复杂,稳定性差,地下水和地表水条件一般,在充分考虑不利的工程地质条件基础上,通过采取工程措施后,可建造该工程。

关键词:岩土体;力学性能;稳定性;适宜性

中图分类号:P64 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2023)09-0008-04

建设工程的工程地质特性研究以及工程建设场地的适宜性研究是大型建设工程项目在立项论证阶段必要的前置工作^[1]。本次研究选择广东佛山某水质净化厂建设工程场地为研究对象,建设工程包括城市给排水厂站工程以及城市室外管道工程,拟扩建处理厂日处理规模大于 $8\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$,拟建排水工程等级属于大型工程。本次研究在充分搜集和分析原始地形图、佛山地质图、场地周边岩土工程勘察资料的基础上,对建设场地所处区域的地质环境特征进行梳理,通过力学性能测试,对建设场地的地基基础、场地的稳定性和适宜性进行了研究,为建设工程提供了工程地质学评估及基础的力学性能参数,也为相邻区域工程建设提供了参考。

1 地质环境特征

研究区位于珠江三角洲中部,地势西北略高,东南稍低,海拔多在0.7~3.5m之间。区内水网密布,地貌类型主要有低缓残丘台地、三角洲平原等,地貌单元属珠江三角洲海陆交互沉积层平原区^[2]。日照时间长,全年平均日照时数1843h,7~8月最多,2~4月最少,年日照百分率42%。气象灾害主要有热带气旋(台风)、暴雨,次为洪涝、干旱、寒潮、低温阴雨和强对流等。年平均雷暴日数为78.6d,各月均有雷暴出现,其中8月最多,达到16d。本区属台风影响区,7~9月为台风季节,登陆风速可达33~38m/s,并伴随有暴雨。本区地处华南地震区东南沿海地震带的中部,据记载,公元1045年以来在珠江三角洲地区小地震不断,达400余次,其中发

生有感地震达4次,震级小于4级。

1.1 岩土体特征

研究区范围内地层主要有人工填积层、第四系全新统海陆交互相沉积层、第四系残积层、震旦系岩层,从上至下为:

人工填积层:杂填土,主要成分为砖块等建筑垃圾,均匀性较差。

第四系全新统海陆相沉积层中有淤泥、淤泥质粉砂、粉细砂、中砂、粉质粘土等岩土体单元。淤泥:流塑状态,局部软塑,含少量腐殖质,为欠固结土层,层厚1.10~2.2m,平均厚度1.65m。淤泥质土:流塑状态,局部软塑,高压缩性,为欠固结土层,具高灵敏性,该层场地内均有分布,层厚0.80~13.2m,平均厚度2.41m。淤泥质粉砂:松散,局部稍密,饱和,石英质,局部为细砂或中砂,该层场地内均有分布,层厚1.00~15.10m,平均厚度7.84m。为地震可液化土层。粉细砂:稍密,局部松散,饱和,成分以石英长石为主,局部为细砂或中砂,该层场地内均有分布,层厚0.60~8.90m,平均厚度2.55m。为地震可液化土层。中砂:稍密,成份以石英长石为主,砂质不均,夹少量粘粒,分选性一般。该层全场少量分布,层厚0.70~4.00m,平均厚度2.70m。砾砂:中密,局部稍密,饱和,主要成份为石英质,约含10%~20%粘性土,层厚1.90~3.20m,平均厚度2.55m。粉质粘土:软可塑状态,土质较均匀,含较多粉细砂或中粗砂,该层场地内均有分布,层厚0.80~11.80m,平均厚度4.66m。

* 收稿日期:2022-09-21 修回日期:2023-06-13

第一作者简介:彭新发(1986-),男(汉族),湖北荆州人,注册土木工程师(岩土)、高级工程师,现从事岩土工程勘察与管理工作。

第四系残积层:砂质粘性土,坚硬,切面不平整,韧性较低,摇振无反应,手捏易碎,遇水易软化、崩解,砂砾质含量约5%~15%,为花岗岩残积土,该层场地内均有分布,层厚1.90~20.20m,平均厚度11.18m。

震旦系花岗岩层包含全风化和强风化两种花岗岩岩土体单元。全风化花岗岩:可见残留花岗结构,原岩主要由长石、石英、云母及暗色矿物组成,呈砂土状,遇水易软化、崩解,该层场地内均有分布。层厚1.70~7.50m,平均厚度3.28m。强风化花岗岩:主要矿物成分为长石、石英,中粗粒结构,块状构造,节理裂隙发育,风化强烈,多呈碎块状,部分呈砂砾状,最大揭示厚度5.30m^[3]。

1.2 地质构造

研究区位于华南褶皱系粤中坳陷带,区域上处于北东向广州—从化断裂带东南侧,该断裂距研究区约34km;北西向白坭—沙湾断裂带西南侧,该断裂运动早期主要表现为平移逆断层性质,后期有拉张活动,距研究区约10km;北西向顺德断裂带东侧,该断裂切割白垩系地层,但未见错动全新统地层,距研究区约3.4km。

1.3 地表水与地下水

地表水:水质净化处理厂西侧有面积大约在4600m²的水塘,东侧及南侧均紧邻地表水渠。

地下水:主要有第四系松散层中的孔隙水和基岩裂隙水^[4]。孔隙水主要赋存于上部填土和第四系覆盖层中,受降雨影响,其水位经常处于变动状态,变化幅度一般在1.00~2.00m左右,本次勘察测得孔隙潜水水位埋深0.80~3.60m左右,相当于标高1.07~2.11m(1985国家高程基准)。基岩裂隙水主要赋存于花岗岩风化岩中。由于风化程度不同,风化裂隙和连通性差异较大,其透水性具不均匀性,因埋藏较深总体上富水性和透水性弱。

1.4 不良地质作用

研究区范围内无全新活动断裂通过,第四系覆盖层相对稳定,但属于液化场地,后期如基坑施工采取抽取地下水或其他原因导致水位下降,可能会导致地面沉降,其他未发现岩溶、滑坡、危岩、崩塌、泥石流、采空区等影响工程稳定性的不良地质作用和地质灾害。

2 岩土体的工程性能

2.1 岩土体力学性能分析

通过力学性能测试,各土层、岩层的承载力特征值 f_{ak} 及压缩模量 E_{s1-2} 确定见表1。

表1 地基承载力特征值及变形参数表

岩土名称	状态	土工试验		原位测试(标贯)		综合取值			备注
		f_{ak} (kPa)	E_{s1-2} (MPa)	N_k (击)	f_{ak} (kPa)	f_{ak} (kPa)	E_{s1-2} (MPa)	E_0 (MPa)	
杂填土	松散	-	-	6.5	80	80	-	4.5	不能作为基础持力层,开挖时易发生局部坍塌失稳
淤泥	流塑	50	1.36	-	-	40	-	-	不能作为基础持力层
淤泥质土	流塑	75	2.95	3.5	70	60	3.0	-	不能作为拟建建筑基础持力层和下卧层
淤泥质粉砂	松散	100	3.32	5.1	75	70	4.0	-	不能作为基础持力层、可作为浅埋管道抛石挤淤的处理层
粉细砂	稍密	-	-	12.3	100	100	-	10	不能作为基础持力层
砾砂	中密	-	-	-	-	250	-	20	不能作为基础持力层
粉质粘土	软可塑	110	7.42	10.1	110	110	7.0	-	不可作为基础持力层
砂质粘性土	坚硬	210	4.39	29.7	200	220	4.5	15	可以作为桩基础持力层
花岗岩	全风化	300	4.68	46.7	300	300	4.6	20	是较好的桩基础持力层
花岗岩	强风化	500	100*	82.7	600	500	-	100	是良好的桩基础持力层

2.2 建设工程影响分析

研究区拟建场地建筑物基础埋深0.5~13.60m,地下水位埋深0.8~03.60m不等,考虑到建筑物的抗浮稳定性,需采取抗浮措施;基坑开挖时,地下水可能会导致基坑失稳,应采取工程措施。根据相关规范和地区工程经验,拟建场地各土层等效剪切波速均大于90m/s,可不考虑软土震陷。地震作用下地面建筑物的破坏程度除与地震烈度、建筑物的抗震等级有关外,还与场地

工程地质条件、水文地质条件、地质构造和基岩特征有关,应考虑地震作用下的横向扩展影响。拟建位于顺德区主体处于三角洲平原—残丘台地区,全区超过95%是西、北江三角洲平原及其支流的冲积平原,拟建区域地势平坦,地震作用下不会发生崩塌和滑坡。

3 地基基础评价

3.1 地基均匀性评价

拟建场地为珠江三角洲中部,场地地形较平坦,基

底以下地层主要为杂填土、淤泥质土、淤泥质砂土、粉细砂、中砂、砾砂、粉质粘土、砂质粘性土、花岗岩风化岩。各地层层厚不一,地层埋藏深度稍有起伏,局部起伏大,属不均匀地基。

3.2 建筑物之间差异沉降

拟建单体建筑物选择不同的地基岩土层作为基础持力层,或采用不同基础型式时,因地基岩土层之间的差异性,施工图设计时需进行地基沉降变形验算并注意协调其差异沉降^[5]。

当同一整体大面积基础上建有多栋建筑,宜考虑上部结构、基础与地基共同作用进行变形计算。当场地内多个建(构)筑物连成一体时,应合理布设沉降缝或施工后浇带及其位置、施工后浇带的浇筑时间等,减小不均匀沉降。

3.3 地基稳定性

拟建场地范围内无全新活动断裂通过,场地内主要地层因海陆相沉积,分布不连续、稳定,场地及沿线也未发现滑坡、危岩、崩塌、泥石流、采空区等影响工程稳定性的不良地质作用。但场地内分布填土、淤泥、淤泥质土等特殊岩土和严重液化的粉细砂不良地质作用,工程地质条件差。

拟建场地地貌单元为海陆相沉积层,地形平坦、开阔。拟建建(构)筑物未建造在斜坡及边坡附近,地基不具备临空滑动面;拟建建(构)筑物无承受较大的水平荷载或倾斜荷载;但地层变化大,工程特性差异显著;地基持力层底面或相邻基底标高的坡度大于10%,可判定场地地基为不均匀地基。拟建场地的地质环境条件一般。

综合分析,拟建场地的地基稳定性较差,当采用合理的设计方案及处理措施后,可避免或减小上述不利条件对建筑物的影响,可进行本工程建设。

4 场地稳定性和适宜性评价

4.1 场地稳定性评价

研究区范围内场地稳定性从有无活动断裂、抗震地段划分、不良地质作用的发育程度三个方面进行判别。拟建场地及附近无全新活动性断裂,但发育软弱土及液化土,平面分布上成因、岩性、状态明显不均匀,拟建工程场地属“抗震不利地段”。

拟建水质净化厂及主干管段场地不良地质作用(液化)发育严重,危害性中等,可判定拟建场地为稳定性差场地。

4.2 工程建设适宜性评价

拟建水质净化厂及主干管段场地在工程地质与水文地质方面:场地分布有松散—稍密的填土、淤泥质土及淤泥质粉砂地基和液化严重的粉细砂层,其在平面和深度上分布极不均匀,工程性能差;地下水对工程建设影响较大,基坑开挖需采取措施降低地下水对周边环境的影响,地表排水条件一般;场地治理的难易程度上:地基条件差,地基处理及基础工程费用较高,工程建设诱发的次生地质灾害的几率较大,需采取较大规模的工程防护措施,地质灾害治理难度较大,综合判定拟建场地适宜性差。

4.3 不良地质作用及地质灾害评价

研究区大地构造上位于南岭纬向构造带南缘,地处新华夏系隆起带的次一级断陷沉降区,高要—惠来构造带和恩平—新丰断裂带的复合部位。区域上构造活动频繁,加里东、印支、燕山、喜马拉雅运动均有不同程度的显示。

本区在新构造时期的区域性升降运动主要表现在地形地貌及第四系沉积上,反映区域性上升标志主要有多级夷平面、多级河流阶地、海积阶地及多级海蚀平台等;反映区域性下降的标志有第四纪冲积平原下的多层溶洞、邻近海域水下分布的多级海底平台等。总体上,该区域性升降运动,在新近纪一中更新世早期以上升为主,中更新世中晚期以后珠江三角洲总体上以下降为主。近场区内断层在新构造时期以来已无强烈的活动,在地质地貌上也没有晚第四纪明显活动的迹象,无全新活动迹象,本场地区域地质构造稳定性属基本稳定。场地内主要地层分布虽不连续,是海陆相沉积所致,未发生过破坏性地震,场地沿线也未发现滑坡、危岩、崩塌、泥石流、采空区等影响工程稳定性的不良地质作用和地质灾害。场地内不良地质作用主要为地面沉降、砂土液化。

拟建水质净化厂及主干管段场地砂土液化严重,液化对地基稳定性影响中等,其地质危害性中等。

5 结论

(1)拟建工程场地地貌属三角洲海陆交互沉积层平原区,处于地质构造相对稳定区,但场地分布有较厚软土和严重的砂土液化砂层,建筑场地为对建筑抗震不利地段,故拟建场地稳定性差。

(2)场地地形平坦、岩土分布不均匀,地下水对工程建设有影响,地表排水条件一般,岩土工程地质条件

较复杂,在充分考虑不良地质因素前提下,并采取工程措施后,可以建造该拟建工程。

参考文献:

- [1] 张强,李忠宝,王峰,李恒宝.徐州市某基坑渗漏处理实践[J].西部探矿工程,2023,35(2):1-4.
- [2] 李建韶.珠海市香洲区南屏镇幼儿园南侧边坡工程地质特征及稳定性分析[J].西部资源,2022(6):52-53,56.

- [3] 杜星,孙树珩,宋玉鹏,等.辽东半岛东部庄河海域海岸带工程地质特征及开发适宜性分析[J].海岸工程,2022,41(3):242-249.
- [4] 陶波,李锋,马威,刘建雄,等.佛山市顺德区飞鹅山Ⅲ号滑坡形成机理与防治技术[J].热带地理,2022,42(10):1761-1770.
- [5] 王立庄,叶盼,杨子寒.基于BIM技术的地铁车辆段施工进度管理——以佛山地铁2号线林岳车辆段为例[J].中国高新科技,2021(2):90-93.

(上接第4页)

Application of Geophysical Comprehensive Method in Geotechnical Engineering Investigation and Construction in Karst Areas

Wang Long^{1,2}, Wan Xiao-feng^{1,2}, Han Pen^{1,2}

(1. Shaanxi Branch of China Geological Exploration Center of Building Materials Industry, Xi'an Shanxi 710003, China; 2. Geological Engineering Reconnaissance Institute of Xi'an Building Materials Co, Ltd, Xi'an Shanxi 710003, China)

Abstract: In Karst landform distribution areas, karst caves are extremely developed, and the development of underground karst will have a great impact on the construction and safe operation of highway projects. In order to explore the development of underground

karst in the highway bridge section of a limestone area, a high-density electric method was arranged in the preliminary survey stage, a cross-hole electromagnetic wave CT was used in the detailed survey stage, and a pile bottom cave detection was used to guide the final hole of the pile foundation during the construction stage. The three geophysical exploration methods are detected from surface to point, and the results are mutually verified and complement each other advantages, which effectively avoids the multi-solution of the results of a single geophysical exploration method and achieves good results in karst detection. Detection results can be used as part of the survey data of highway engineering construction.

Key words: karst exploration; Comprehensive geophysical exploration; High-density electrical method; Cross hole electromagnetic wave CT; Pile bottom karst cave detection

(上接第7页)

PS-InSAR技术对沿海地面沉降灾害进行监测。虽然本文所提方法已经取得了一定研究成果,但仍需对PS-InSAR技术获取的沉降灾害监测数据进行精细化探究,为满足当下高速发展的社会经济,严格保证监测数据的质量以及精度。对降低地面沉降灾害给珠江三角洲地区城市环境带来的恶劣影响具有一定参考价值,本文期望为今后我国城市发展中的地面沉降灾害防治工作提供参考。

参考文献

- [1] 卢旺达,韩春明,岳昔娟,等.基于Sentinel-1A数据的天津地区PS-InSAR地面沉降监测与分析[J].遥感技术与应用,2020,35(2):416-423.
- [2] 钟储汉,王强,王霞迎,等.基于InSAR技术的东营市地面沉降

监测及多诱发因素分析[J].大地测量与地球动力学,2021,41(7):727-731.

- [3] 袁悦,贾丽云,张绪教,等.基于SBAS-InSAR技术的海口地区地面沉降监测及机理分析[J].地理与地理信息科学,2020,36(5):56-64.
- [4] 林广坤,吴志峰,曹峥,等.基于SBAS-InSAR技术的围填海区域地面沉降监测[J].遥感技术与应用,2021,36(6):1358-1367.
- [5] 莫莹,朱煜峰,江利明,等.基于Sentinel-1A的南昌市时间序列InSAR地面沉降监测[J].大地测量与地球动力学,2020,40(3):270-275.
- [6] 高辉,罗孝文,吴自银,等.基于时序InSAR的珠江口大面积地面沉降监测[J].海洋学研究,2020,38(2):81-87.
- [7] 祝昕刚,李更尔.利用多传感器SAR数据集监测城市地面沉降[J].测绘通报,2021(6):71-75.