

岩土工程勘察中的水文地质问题分析

刘涛*,周志星

(广东省地质物探工程勘察院,广东广州 510800)

摘要:在工程勘察中容易忽略水文地质问题对地质工程的影响,从而带来一系列的工程问题。从水文地质特征角度分析,结合工程实例,通过分析区域地下水补、径、排,以及地下含水层特征分析,总结区域地下含水层富水性特征,并分析其对后续工程建设可能产生的影响以及应对措施。

关键词:水文地质条件;工程勘察;地质条件

中图分类号:P641 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5716(2023)10-0010-04

工程勘察是工程建设项目的前提保障,而水文地质问题在工程勘察中具有重要的地位,地下水对工程的稳定性、耐久性和安全性会产生一定的影响^[1-3]。而在实际的工程勘察、设计和施工中,水文地质问题是经常会被忽略的一个问题,水文地质和工程地质有着密切的联系^[4-5]。在工程勘察中不仅要查明与岩土工程有关的水文地质问题,还需要提出相应的治理措施和建议,为设计和施工提供必要的水文地质参数,减少或消除地下水害隐患。就黄埔区某工程勘察项目对勘察中的水文地质问题进行介绍,并对水害防治提出相应的建议和措施。

1 自然地理概况

该勘察区地貌单元属珠江三角洲冲积平原,该地形平坦;现状为空地,区内基岩全部被第四系土层覆盖,地表出露的土层主要为人工素填土。

区域属亚热带气候区,年平均气温为21.2℃,最高气温36.7℃,最低气温-1.6℃。年平均降雨量1694mm,蒸发量1250mm,降雨季节较集中,4~6月降水量占全年降水量的46%~54%,7~9月降水占28%~33%,10月至翌年3月降水占18%~21%。

项目所在区域地处珠江水系,河流众多。珠江主干流从场地南侧约310m经过。场地北侧为珠江涌,发源于长岗尾东南,现状干流长度约5km,珠江涌流域面积约3.42km²。场地北侧河涌宽度约11.40m,河床底标高为5.19m,水深约30~50cm(枯水期),水流平缓。

项目场地离珠江涌河道较近,珠江涌河道较宽阔,砂层较厚,珠江涌地表水通过砂层、岩层的孔隙、裂隙

下参与地下水相通,地下水与地表水水力联系十分紧密,基坑的开挖改变了地下水的径流及排泄条件,可能会出现涌水的现象,因此地表水和地下水的存在以及它们之间较密切水力联系给基坑的施工带来一定的影响。基坑采用明挖,由于地下水与地表水水力联系十分紧密,基坑在开挖过程中,在止水措施不到位或工程降水不当时可能发生潜蚀、管涌等导致基坑边坡变形破坏。

2 区域地质概况

2.1 地层岩性

场地地层区域内发育的地层自老而新简述如下:白垩系上统三水组(K_{ss}):岩性主要为含砾砂岩,呈褐红色,含砾砂状结构,中厚层状构造,钻孔揭露该层总层厚15.10~38.40m。第四系残积层(Q^d)岩性为灰绿色,硬塑状砂质粘性土,为花岗岩风化残积而成,遇水易软化崩解,呈似层状或透镜状分布;第四系冲洪积相沉积层(Q^{al+pl})主要由粉质粘土组成,呈褐黄色,可塑,主要成分为粘粒、粉粒,含少量砂粒。第四系海陆交互沉积层(Q^{mc})可分为两层,上层主要由淤泥质土组成,呈深灰色、灰黑色,流塑,主要成分为粘粒、粉粒及有机质,局部含砂粒。下层主要由淤泥质砂组成,呈深灰色、灰黑色,松散,主要成分为粉细砂,局部与淤泥互层。区内的岩浆岩主要为将军山单元(T_{3J}),岩性为混合花岗岩。

2.2 地质构造及新构造运动

场地范围内未发现断裂构造,但场地附近有隐伏断裂构造,且西侧局部有侵入岩。项目所在地冲积平

* 收稿日期:2022-09-29 修回日期:2023-08-16

第一作者简介:刘涛(1992-),男(汉族),湖南永州人,助理工程师,现从事岩土工程技术工作。

原地貌中全新世以抬升为主,晚全新世以沉降为主,沉降速率为0.43mm/a;丘陵区抬升速率为1.78mm/a。

3 项目场地水文地质条件

3.1 地层结构及水文地质特征

根据场地岩土工程勘察及水文地质钻探取得地质资料,经综合整理分析,按其岩土特征,自上而下划分如下:

(1)第四系人工填土层(Q_4^m)。杂填土:主要组成为碎石、粘性土及少量砂,顶部0.2m多数地段为砾,硬杂物约占40%。其富水性弱,透水性差。

(2)第四系海陆交互相沉积层(Q_4^{mc})。淤泥质土:灰黑色,饱和,软塑,含有机质,具腥臭味,韧性及干强度低,切面较光泽,局部夹粉砂。其富水性弱,透水性差。淤泥质砂:灰色,饱和,松散,主要由淤泥、粉细砂互层组成,土质不均,分选性差。其富水性中等,透水性中等。

(3)第四系冲积层(Q_4^al)。粉质粘土:褐黄色、灰色,可塑,成份以粉、粘粒为主,韧性及干强度中等,含少量砂粒。其富水性弱,透水性差。

(4)残积土层(Q^d)。砂质粘性土:含砾砂岩风化残积土,褐红色,硬塑,土质不均匀,夹少量岩屑,切面稍光泽,遇水易崩解。其富水性弱,透水性差。

(5)白垩系上统三水组(K_{ss})。

①全风化含砾砂岩:褐红色,岩石风化强烈。其富水性弱,透水性差。

②强风化含砾砂岩:褐红色,岩石风化强烈,风化裂隙较发育,泥质充填。本层在所有钻孔中均有揭露。其富水性弱,透水性差。

③中风化含砾砂岩:褐红色,含砾砂状结构,中厚层状构造,钙质胶结。其富水性受岩石节理裂隙发育程度的不同而不等。根据区域水文地质资料,地下水位埋藏较深,富水性总体介于贫乏和中等中间。

(6)将军山单元(T_3J)。中风化混合花岗岩:灰白色,粗粒结构,块状构造,节理裂隙发育。其富水性受岩石节理裂隙发育程度的不同而不等。地下水位埋藏较深,富水性总体介于贫乏和中等中间。

3.2 水文地质概况

场地及周边地下水类型主要有第四系松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水两种,周边河流等地表水体较多,地下水补给来源较丰富,地下水位较浅,地下水位动态变化主要受大气降雨影响,雨季地下水位升高,枯水期降雨减少,水位缓慢下降。

第四系松散岩类孔隙水主要赋存于淤泥质细砂层孔隙中,地下水埋藏较深,以孔隙承压水为主,其单井涌水量一般为80~150m³/d,砂层孔隙水的富水性中等。场地地势较低,汇水条件、补给条件较优越,补给来源广,主要接受大气降雨及河流等地表水体入渗补给,其动态受降雨量和地表水影响明显,由于第四系松散岩类孔隙水地下水位埋藏较浅,径流较缓慢;地下水主要以渗流形式向附近地势低洼的河谷排泄。

层状基岩裂隙水:本区的层状基岩节理裂隙较发育,连通性差,且多呈闭合或半闭合型,赋存及运移条件较差,水量具有明显的区段性和不均匀性。区内层状基岩裂隙水属淡水,单井涌水量98.6~200m³/d,其富水性贫乏—中等,地下水多属承压水。

块状岩类基岩裂隙水:该类地下水的含水层为中风化混合花岗岩风化裂隙中,场地基岩节理裂隙较发育,其连通性较好,地下水具承压性。富水性及透水性主要决定于构造条件和风化作用,故富水性和透水性均有明显的不均匀性,裂隙发育地段的富水性较好,反之则较差。该岩类的富水性属贫乏—中等,为承压型微咸水。

4 地下水的补给、径流、排泄条件

(1)地下水的补给。勘查内地下水动态变化具季节性,主要受降雨季节支配。且由于降雨在年内分配不均,不同季节的蒸发度、湿度也不同,故渗入补给量亦随季节而变化,雨季是地下水获得补给最多的季节。

(2)地下水的径流与排泄。地下水的径流排泄与地形地貌、地层岩性密切相关,区内地下水流向与地形倾斜方向基本一致,地下水排泄主要以渗流的形式排入附近溪流或河流中,区内雨量充沛,位于珠江三角冲积平原,地势低洼,地下水补给来源充足;地下水运移多以浅循环为主,径流途径长;地形地貌有利于地表水、地下水的汇集和径流排泄。评估区地下水的排泄形式主要为渗入潜流、蒸发两种,最终向四周水道排泄。

5 区域地下水特征分析

5.1 主要地层渗透性分析

场地及周边地下水类型主要有第四系松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水、层状岩类裂隙水三种,第四系松散岩类孔隙水主要赋存于淤泥质细砂层孔隙中,地下水埋藏较浅,以孔隙承压水为主,块状岩类裂隙水主要赋存于混合花岗岩中,层状岩类裂隙水主要赋存于含砾砂岩中。通过抽水试验,分析计算得出了淤泥质

细砂层和下部基岩裂隙水含水层的渗透系数。

选择XZK37、XZK62这2个钻孔,对钻孔中的淤泥质粉细砂进行了抽水试验,这2个孔地下水埋藏较浅,以孔隙承压水为主,每个钻孔钻至砂层底部后,洗井、下过滤管,然后对淤泥质细砂层进行了抽水试验。

以孔号为CSZK1、CSZK2的水文孔查明基岩裂隙含水层渗透性,每个钻孔穿过强风化层后钻至60.0m后,洗井、下过滤管,然后对基岩裂隙含水层进行了抽水试验。具体试验过程如下:

(1)CSZK1基岩裂隙水含水层的岩性主要为岩状强一中风化含砾砂岩层,埋深为32.00~60.00m,总厚度为28.00m。上部第四系土层及全风化岩、呈土状的强风化岩则为良好的隔水层。

抽水前测得稳定水位埋深1.20m,过滤管位于孔深32.00~48.00m,用于护住强风化含砾砂岩井壁,48.00m以下为中风化含砾砂岩自然井壁;成井后进行试抽,抽水稳定后,测得管内稳定水位为19.50m,水位降深18.30m。

(2)CSZK2基岩裂隙水含水层的岩性主要为岩状强风化含砾砂岩、岩状强一中风化混合花岗岩,埋深为21.00~60.00m,总厚度为39.00m。上部第四系土层及全风化岩、呈土状的强风化岩则为良好的隔水层。

抽水前测得稳定水位埋深1.40m,过滤管位于孔深21.00~33.00m,用于护住强风化岩井壁,33.00m以下为较稳定的强风化岩和中风化岩自然井壁;成井后进行试抽,抽水稳定后,测得管内稳定水位为23.20m,水位降深21.80m。

采用承压完整井的Dupuit公式估算抽水影响半径和渗透系数:

$$[R = 10S_w K]$$

$$K = \frac{Q}{2\pi S_w M} \ln \frac{R}{r_w}$$

式中: R ——影响半径,m;

K ——含水层渗透系数,m/d;

Q ——抽水井流量,m³/d;

S_w ——抽水井中水位降深,m;

M ——承压含水层厚度,m;

r_w ——抽水井半径,m。

如表1计算结果,淤泥质粉细砂层的渗透系数平均值为4.05m/d,而场地内强一中风化基岩层的渗透系数为0.0338~0.5253。按照水利水电工程地质勘察规范(GB50487-2008)岩土体渗透性分级标准划分,前者属于属于中等透水层。后者属于弱一中等透水层,其透水性及构造节理裂隙发育程度有关。

表1 淤泥质粉细砂层抽水试验成果一览表

钻孔编号	流量(m ³ /d)	初始水位(m)	稳定水位(m)	水位降深(m)	含水层厚度(m)	抽水井半径(m)	渗透系数(m/d)	影响半径(m)
XZK37	115.85	1.50	6.00	4.50	7.0	0.055	4.36	93.94
XZK62	86.52	1.40	7.00	5.60	5.0	0.055	3.73	108.17
CSZK1	36.00	1.20	19.5	18.3	28.0	0.0635	0.0745	49.95
CSZK2	28.00	1.40	23.2	21.8	39.0	0.0635	0.0338	40.08

5.2 大气降雨渗入补给量估算

大气降雨为场区内地下水的主要补给源,受气候和地形影响,地下水位具季节性变化。根据调查,场地内汇水面积小,地表水排泄条件良好。大部分降水属暂性洪流,且能迅速排出场外,少部分降水渗入地下补给含水层,部分又以潜流的形式渗出场外。按大气降水入渗系数法估算场地地下水天然补给量如下:

$$Q = 2.74 \times a \cdot W \cdot A$$

式中: Q ——大气降水入渗补给量,m³/d,;

a ——降雨入渗系数,取经验值0.36;

W ——年均降水量,mm,黄埔区年平均降雨量1694mm;

A ——渗补给面积,km²,取场地范围面积为

0.0199km²。

经计算, $Q=33.25$ m³/d。

6 结论与建议

(1)场地内第四系土层力学性质较差、自稳性差,砂层透水性中等,水量中等,基坑开挖时须采取可靠的支护措施及止水、排水措施,采取有效措施防止基坑支护结构变形、漏水、基坑底板隆起、涌水(流砂)及防止周边地面沉降,周边道路、管线及建筑物开裂下沉,同时做好基坑周边建(构)筑物的变形监测。

(2)计算得出的强一中风化岩的渗透系数仅针对于钻孔位置处所揭露的强一中风化岩的渗透系数,不能代表整个场地内的强一中风化岩的渗透系数,强一中风化岩的风化程度不一样,构造节理裂隙发育程度

(下转第16页)

量大小衡量的山区崩塌、滑坡斜坡类灾害易发性评价图,并结合该区崩塌滑坡发育分布对图件进行局部修正,得出高、中、低易发区。

一般调查区斜坡类高易发区主要分布在桂山岛和担杆岛,面积为 0.5km^2 ,中易发区集中在桂山岛、外伶仃岛、担杆岛和庙湾岛,面积为 5.23km^2 ,低易发区主要为原始地形地貌区域,桂山岛、外伶仃岛、担杆岛和庙湾岛均有分部,面积较大约 21.46km^2 。

重点调查区斜坡类高、中、低易发区在万山岛和东奥岛均有分布,面积分别为 1.93km^2 、 3.55km^2 、 8.42km^2 。

经上述一般调查区和重点调查区易发面积统计,其中,地质灾害高易发区总面积为 2.43km^2 ,占斜坡总面积的 5.91% ;地质灾害中易发区面积 8.78km^2 ,占总面积的 21.37% ;地质灾害低易发区面积 29.88km^2 ,占总面积的 72.72% 。

6 结论

(1)本文利用信息量模型方法对斜坡类崩塌/滑坡地质灾害易发性进行评价分析,通过利用 Arcgis 的空

间分析功能对评价影响因子图层进行空间叠加分析,采用统计学中的自然断点法(natural break)将易发性区划重新分类后,综合现场实际调查基本情况,对图件进行局部修正,最终得出该区地质灾害高、中、低易发区。

(2)本次易发性评价对后续的危险性、风险性评价和防治区划奠定了坚实基础。

参考文献:

- [1] 薛强.对地质灾害易发性危险性易损性和风险性的探讨[J].工程地质报,2007(增刊):124-128.
- [2] 马寅生,张业成,张春山,等.地质灾害风险性评价的理论与方法[J].地质力学报,2004,10(1):7-18.
- [3] 张桂荣,殷坤龙,刘传正,等.基于GIS的陕西省旬阳地区滑坡灾害危险性区划[J].中国地质灾害与防治学报,2003,14(4):39-43.
- [4] 高帅,姬怡微,何意平,等.基于层次分析法与ArcGIS的榆阳区地质灾害易发性与危险性分区评价[J].地质灾害与环境保护,2015,26(3):98-104.

(上接第12页)

不一样,其渗透系数均有所不同,透水性也不一样。

(3)施工过程中,建议建立地下水水位长期监控体系,掌握场地内及其周围地下水水位动态变化,及时发现,及时控制。一旦发现地下水水位突升突降,立即启动应急方案,以免对工程施工及工程建筑设施造成影响。

参考文献:

- [1] 杜东鹏.工程地质勘察中水文地质问题的危害探讨[J].工程

技术研究,2017(3):236,238.

- [2] 李能芬.工程地质勘察中水文地质问题的危害探讨[J].甘肃科技,2011,27(12):34-35,91.
- [3] 李建生.工程勘察中水文地质问题分析研究[J].中国新技术新产品,2010(3):93-94.
- [4] 乐安祺,宋赞.工程勘察中的水文地质问题不容忽视[J].科技咨询导报,2007(19):112.
- [5] 李君源,范维强.工程勘察中的水文地质问题[J].西部探矿工程,2005(S1):177-178.