

岳阳三荷机场工程地质与水文地质条件的分析与评价

林立仁

湖南省遥感地质调查监测所, 湖南 长沙

收稿日期: 2022年4月20日; 录用日期: 2022年5月20日; 发布日期: 2022年5月30日

摘要

本文通过对岳阳三荷机场采用工程地质测绘、工程钻探及水文地质调查等方法, 对不同地层分别进行了水文地质试验、原位测试、波速测试及室内分析试验等。对拟建场地的不良地质、灾害地质进行了现状调查、分析预测及提出防治建议, 对拟建场地的工程地质及水文地质条件进行了分析与评价, 为拟建工程设计及施工提供岩土依据。

关键词

工程地质条件, 水文地质条件, 不良灾害地质, 分析与评价

Analysis and Evaluation of Engineering Geological and Hydrogeological Conditions of Yueyang Sanhe Airport

Liren Lin

Hunan Remote Sensing Geological Survey and Monitoring Institute, Changsha Hunan

Received: Apr. 20th, 2022; accepted: May 20th, 2022; published: May 30th, 2022

Abstract

In this paper, the methods of engineering geological mapping, engineering drilling and hydrogeological survey are adopted for Yueyang Sanhe airport, hydrogeological test, *in-situ* test, wave velocity test and indoor analysis test were carried out for different strata. The current situation of unfavorable geology and disaster geology of the proposed site is investigated, analyzed and pre-

dicted, and prevention and control suggestions are put forward, the engineering geological and hydrogeological conditions of the proposed site are analyzed and evaluated, providing geotechnical basis for the design and construction of the proposed project.

Keywords

Engineering Geological Conditions, Hydrogeological Conditions, Adverse Hazard Geology, Analysis and Evaluation

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

1.1. 工程概况

拟建岳阳三荷机场总占地面积为 2363 亩，其中空侧 1841 亩，陆侧 522 亩。拟建工程分为飞行区、航站区及工作区三大部分。其中，飞行区建设一条 2600 米跑道，站坪按照六个 C 类机位建设。

本机场飞行区指标 II 为 C，建(构)筑物对差异沉降敏感，工程重要性等级为一级，场地等级为一级(复杂场地)，地基复杂程度中等，岩土工程勘察等级为甲级[1]。

1.2. 工作量布置

本项目飞行区钻孔布置如下：根据现规划平面布置图，飞行区按等间距均匀布置勘探点，跑道中心线及其两侧各 105 m 范围内勘探点间距为 50 m，跑道两侧边线勘探点间距为 100 m，飞行区共布置勘探点 395 个(含初步勘察的 82 个)。

1.3. 勘察方法

根据场地岩土层特点，本次勘察采用工程地质测绘、工程钻探及水文地质调查等方法，对不同地层分别进行水文地质试验、原位测试、波速测试及室内分析试验等。

1.4. 工作量完成情况

我公司于 2015 年 7 月 22 日至 2015 年 8 月 12 日采用 19 台 XY-100 型钻机对场地进行了岩土工程详细勘察(初勘日期为 2013 年 11 月)，两阶段完成的主要实物工作量见表 1。

Table 1. Statistics of main workload completed

表 1. 完成的主要工作量统计表

序号	工作内容	单位	数量	备注
1	测量放点	点	395	含初勘孔 82 个
2	钻探	米/孔	7156.90/395	含初勘孔 82 个
3	标准贯入试验	次/孔	151/135	
4	取土试样及试验	件/孔	179/141	
5	取岩试样及试验	件/孔	43/42	

Continued

6	水腐蚀性分析试样	件/孔	4/4	
7	土腐蚀性分析试样	件/孔	2/2	
8	钻孔剪切波波速测试	米/孔	105/7	
9	固结试验	件/孔	18/17	粉质粘土、全风化板岩
10	抽水试验	井	4	民井抽水试验
11	渗水试验	孔	3	填土、粉质粘土、全风化板岩

2. 工程地质条件

2.1. 场地地形地貌

拟建场地整体呈长方形，南北向长约 2600 m，东西向宽约 170 米。场地地貌类型属残丘地貌，勘察期间测得各钻孔孔口标高为 54.11~95.86 m，地势高低起伏。勘察区人类工程活动强度为一般，局部为强烈。

2.2. 区域水文气候

勘察区位于湖南省岳阳市区，岳阳市属北亚热带季风湿润气候区，气候特点是：温暖期长，严寒期短，四季分明，雨量充沛。

2.3. 区域地质构造

岳阳市位于新华夏系巨型第二沉降带，主要构造形式为古弧形构造。拟建场地位于岳阳市岳阳楼区，基岩为元古界冷家溪群板岩(Pt)。该区自第四系以来，地质构造运动进入相对稳定期，其特征表现剥蚀、侵蚀构造低山和丘陵地貌，为稳定地块。

2.4. 地层岩性

2.4.1. 地层划分依据及划分结果

根据本次钻探揭露，参照区域地质资料，场地地表土层主要由第四系耕土及素填土、第四系冲积(Q^{al})粉质粘土层组成，基岩为元古界冷家溪群板岩(Pt)，按其风化程度可分为全风化板岩至微风化板岩，详见表 2。

Table 2. List of strata in the survey area

表 2. 勘察区地层一览表

分类	成因类型	地层代号	分层代号	岩性
土层	人工填土层	Q ₄ ^{ml}	①	含植物土及素填土
	冲积层	Q ^{al}	②	粉质粘土
岩层	元古界冷家溪群	Pt	③	全风化板岩
			④	强风化板岩
			⑤	中风化板岩
			⑥	微风化板岩(块状-柱状)
			⑥ ₁	微风化板岩(碎裂状)

2.4.2. 各岩土单元(层)性质

1、第四系(Q)

1) 人工填土① (①为地层编号, 以下同): 岩性主要为素填土, 局部含植物根系及砼块。钻探揭露层厚 0.2~3.2 m, 平均 0.71 m, 层顶标高为 55.46~87.83 m。

2) 粉质粘土(Q^{al}) ②: 主要由粘粒组成, 不均匀含少量砂砾及碎屑物质, 稍湿 - 湿, 该层于场地内部分钻孔见揭露, 层厚 0.4~5.9 m, 平均 1.97 m, 层顶埋深为 0.0~3.2 m。

3) 全风化板岩③: 褐红色为主, 岩芯呈土状, 局部为碎块状, 碎块手捏可碎, 节理裂隙很发育; 岩芯遇水易软化, 失水易崩解; 属极软岩。共有 179 个钻孔揭露该层, 层顶标高为 57.10~88.31 m, 层厚 0.2~7.6 m, 平均 2.07 m。

4) 强风化板岩④: 褐黄色夹灰白色, 岩芯呈碎块 - 短柱状, 碎块手可掰断, 节理裂隙发育, 岩芯遇水易软化, 失水易崩解; 属极软岩, 岩体基本质量等级为 V 级。岩芯采取率一般为 65%~78%; RQD 一般为 10~25。该层于场地内绝大部分钻孔见揭露, 层厚 0.5~9.3 m, 平均 3.07 m, 层顶标高为 52.68~95.86 m。

5) 中风化板岩⑤: 浅灰绿色为主, 上部岩芯多呈碎块状, 下部岩芯多呈短柱状, 少量块状; 属软岩, 岩体基本质量等级为 V 级。岩芯采取率一般为 75%~85%; RQD 一般为 35~45。该层于场地内绝大部分钻孔见揭露, 层厚 0.6~16.8 m, 平均 7.66 m, 层顶标高为 50.29~94.56 m, 该层于局部钻孔未揭穿。

6) 微风化板岩⑥: 灰绿色、青色, 岩芯多呈短柱状 - 柱状, 少量块状; 岩芯采取率为 80%~86%; RQD 为 53~65, 岩体基本质量等级为 IV 级, 属软岩~较软岩。该层于场地内绝大部分钻孔见揭露, 层厚 1.0~16.4 m, 平均 6.04 m, 未揭穿, 层顶埋深为 3.2~17.8 m, 层顶标高为 43.66~8.76 m。

7) 微风化板岩⑥₁: 灰绿色、青色, 岩芯呈碎裂状、片状; 岩芯采取率为 60%~70%, 岩体基本质量等级为 V 级, 属极软岩。层厚 1.3~7.7 m, 平均 3.34 m, 层顶埋深为 3.9~13.0 m, 层顶标高为 47.75~78.15 m。

3. 各岩土层室内试验成果

3.1. 常规土工试验

本次详细勘察共采取 117 件土样进行室内物理力学指标试验[2], 详见表 3。

Table 3. Statistics of main physical and mechanical property indexes of soil

表 3. 土的主要物理力学性质指标统计表

土名	统计项目 统计指标	天然密度 ρ (g/cm ³)	天然含水 率 W(%)	比重 G _s	压缩系数 α (MPa) ⁻¹	压缩模量 E _s (MPa)	凝聚力 (kPa)	内摩擦 角(度)
	样本数	53	53	53	53	53	53	53
	最小值	1.89	20.4	2.66	0.17	5.20	34.00	14.20
	最大值	2.04	28.5	2.71	0.36	10.60	43.50	41.80
粉质 粘土	算术平均值	1.95	24.51	2.69	0.24	7.96	39.72	20.02
	标准差	0.043	2.646	0.015	0.059	1.715	2.724	3.859
	变异系数	0.022	0.108	0.006	0.243	0.216	0.069	0.193
	修正系数	0.995	0.975	0.999	0.944	0.951	0.984	0.956
	标准值	1.94	23.91	2.68	0.23	7.56	39.10	19.14

Continued

	样本数	64	64	64	64	64	64	64
	最小值	1.93	17.2	2.67	0.11	8.90	40.20	19.70
	最大值	2.07	25.4	2.72	0.20	15.10	50.20	30.50
全风化板岩	算术平均值	1.98	22.33	2.70	0.16	11.26	43.77	23.40
	标准差	0.036	2.148	0.011	0.020	1.374	2.392	2.208
	变异系数	0.018	0.096	0.004	0.127	0.122	0.055	0.094
	修正系数	0.997	0.982	0.999	0.976	0.977	0.990	0.982
	标准值	1.97	21.92	2.69	0.16	11.00	43.32	22.98

3.2. 压缩指标试验

本次勘察对粉质粘土及全风化板岩共采取了 18 件土样进行压缩指标试验[2]，试验结果详见表 4。

Table 4. Statistical table of consolidation coefficient of different pressure sections of each soil layer

表 4. 各土层不同压力段固结系数统计表

土层岩性	固结压力 (kPa)	压缩系数(1/MPa)			竖向固结系数 C_v ($\times 10^{-3}$ cm ² /s)		
		样品数	范围值	平均值	样品数	范围值	平均值
可塑粉质粘土	0~50	6	0.40~0.62	0.51	6	17.39~22.22	19.78
	50~100	6	0.32~0.56	0.41	6	15.08~18.63	17.08
	100~200	6	0.21~0.33	0.27	6	13.41~16.76	14.91
	200~400	6	0.07~0.13	0.10	6	11.67~15.62	13.58
	400~600	6	0.04~0.07	0.06	6	9.82~15.02	12.70
硬塑粉质粘土	0~50	6	0.20~0.44	0.32	6	9.27~16.04	13.57
	50~100	6	0.18~0.40	0.28	6	7.32~12.88	10.97
	100~200	6	0.14~0.20	0.17	6	6.02~10.53	8.95
	200~400	6	0.04~0.07	0.05	6	5.14~9.00	7.58
	400~600	6	0.01~0.04	0.02	6	4.41~8.16	6.71
全风化板岩	0~50	6	0.20~0.38	0.30	6	11.81~16.27	14.52
	50~100	6	0.16~0.28	0.23	6	11.58~13.89	12.82
	100~200	6	0.13~0.20	0.16	6	9.73~12.27	11.21
	200~400	6	0.04~0.08	0.06	6	8.35~11.55	10.20
	400~600	6	0.01~0.04	0.02	6	7.83~11.12	9.69

根据上表试验结果，各土样典型 e-p 压缩曲线详见图 1~4。

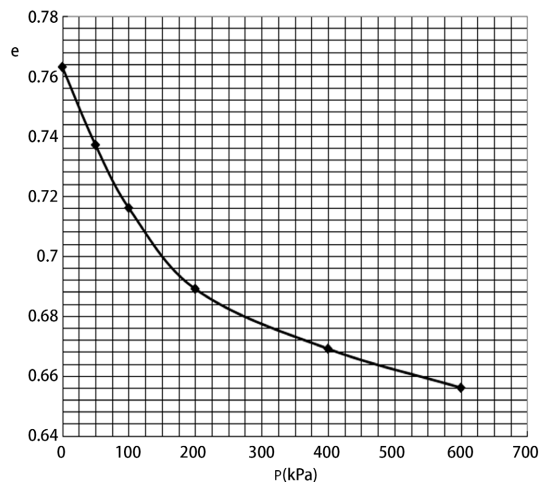


Figure 1. e-p curve of XK10 plastic silty clay

图 1. XK10 可塑粉质粘土的 e-p 曲线图

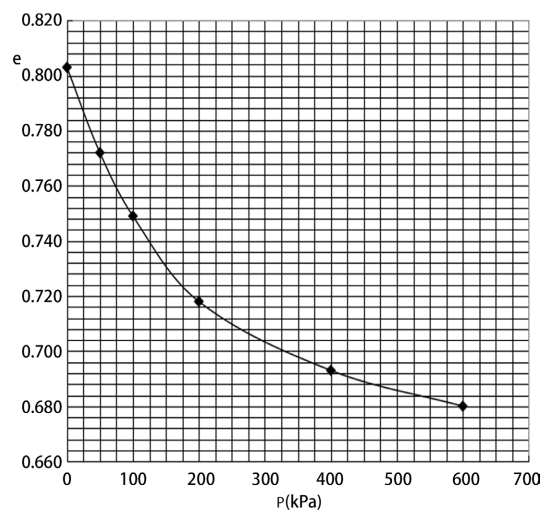


Figure 2. e-p curve of XK332 plastic silty clay

图 2. XK332 可塑粉质粘土的 e-p 曲线图

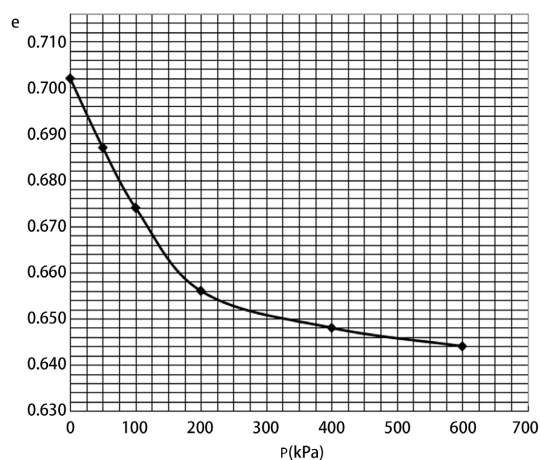


Figure 3. e-p curve of XK41 hard plastic silty clay

图 3. XK41 硬塑粉质粘土的 e-p 曲线图

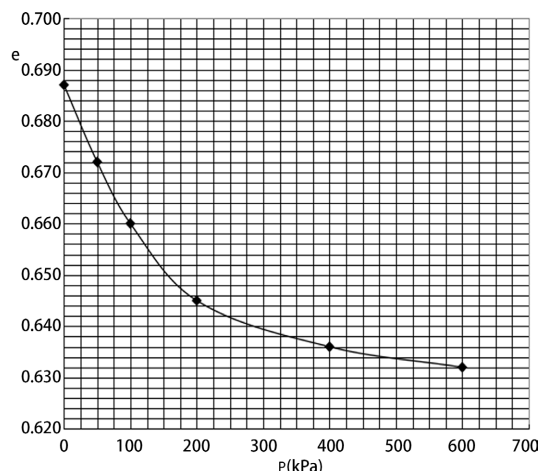


Figure 4. e-p curve of XK246 completely weathered slate
图 4. XK246 全风化板岩的 e-p 曲线图

4. 不良地质现象

4.1. 不良、灾害地质现状

据本次勘察结果，场地内未发现有近代新构造运动及活动性断裂，未发现地下洞穴、地下暗滨、岩溶等不良工程地质现象。场地内人类工程活动一般，未发现崩塌、滑坡及泥石流等不良地质现象[3]。

4.2. 不良、灾害地质预测

根据场地地形地貌、地质条件结合本工程特点，预测在工程建设过程中可能遇到的不良地质主要为地面不均匀沉降及边坡失稳。

1) 地基不均匀沉降

拟建飞行区跑道总长 2600 m，跨越了山丘及山间谷地(含农田及水塘等)不同地貌单元，最大高差达 40 多米。按飞行区设计地坪标高为 73 m 初步估算，填方区回填土厚度将达 2~21 m，填方区范围大、填土厚度大，分布不均匀，后期工程建设过程中将进行夯(压)实处理，但处理措施不当可引起地面下沉和不均匀沉降。另外，挖方区的地基土层以中风化板岩或微风化板岩为主，地基稳定性好，压缩变形小，在填挖方交界处存在地面不均匀沉降的危害，对飞行区跑道和停机坪的影响均较大。

2) 边坡失稳

在场地地势较高的挖方区，当场地平整开挖后，在跑道周边将会形成一系列开挖边坡，预计开挖边坡坡高为 3~16 m，以岩土质边坡为主，因全风化 - 中风化板岩的风化、节理裂隙发育 - 较发育，岩体类型多为 IV~V，局部存在外倾结构面，为不稳定结构体，当边坡开挖过陡时存在岩土体掉块、崩塌的可能，大气降雨及外营力也会降低边坡的稳定性，对飞行区跑道的安全存在一定的安全隐患。

在山脚填方区，存在高度较高的填方边坡，坡高 2~15 m 不等，若处理不当，将会引发滑坡或崩塌灾害，须采取相应措施进行工程治理。

4.3. 不良、灾害地质防治建议

1) 地面沉降的防治措施

对地面沉降的防治措施主要是加强填方区填土地基的地基处理，可通过严格控制分层回填土的厚度及压(夯)实质量，以及采取挤密土桩或灰土桩等进行地基处理，以提高填土地基承载力。通过采取沉降缝、

加强基础整体强度等措施来预防地基不均匀沉降。

2) 边坡失稳的防治措施

对开挖边坡及填方边坡可采用重力式挡土墙、锚固工程(锚杆加固或锚索加固)、坡面防护(格构梁或砌石护坡)及排水工程(地表排水及坡内排水)等措施支护,防治滑坡、崩塌灾害的发生。对风化岩质边坡可采用喷锚网、SNS 柔性防护等措施进行防护。

5. 水文地质条件

5.1. 地表水

拟建场地内山塘分布较多,大小水塘共约五十多个,水塘面积为 50~200 m² 不等。场地附近水库有坳背里水库、三圣水库、白湖水水库及新农村水库等,规模均属小型,面积为 0.004~0.013 km²。拟建场地西北侧分布有一溪流,自北东流向南西[4]。

5.2. 地下水赋存类型及含水层特征

根据现场水文地质调查,场地地下水类型主要为上层滞水及基岩裂隙水。

上层滞水:主要赋存于场地地表的耕土及粉质粘土层中,由大气降水入渗补给,水量贫乏,水位随季节变化而异,根据经验其变化范围为 0.3~4.0 m,勘察期间测得未测得其初见水位。

基岩裂隙水:主要赋存于强风化及中风化板岩节理裂隙中,场地强风化及中风化板岩节理裂隙发育,节理面可见地下水活动迹象。根据现场民井调查、抽水实验及访问当地居民,基岩裂隙水富水性贫乏,其水位随季节变化而异,未形成统一、连续的地下水水面。

在勘察期间,测得场地地下水的稳定水位埋深为 0.3~5.2 m,相当于高程 54.6~79.5 m,地下水变化范围一般为 1~3 m。

5.3. 水文地质试验

5.3.1. 民井抽水试验

按《水文地质勘察工作方案》要求,在拟建场地的 4 口民井进行抽水试验,通过各类水文地质试验,目的是获取含水层的水文地质参数,同时为该项目的环境影响评价提供基础资料。

1) 试验地段及地层选择

在飞行区北部及南部各布置 1 口、在中部布置 2 口民井进行抽水试验。

场地地表土层为人工填土及粉质粘土层,为弱-微透土层,含水性差,富水性贫乏,不宜进行抽水试验,故本次抽水试验均在基岩裂隙水含水层中进行,试验层岩性为强风化或中风化板岩,试验层厚度为 0.7~1.0 m。

2) 水文地质参数计算

综合分析区内水文地质和地下水渗流特征后,采用巴布什金的承压水公式计算水文地质参数 K ,其公式如下:

$$K = \frac{0.25Q}{Sr}; R = 10S\sqrt{K}$$

式中: K ——试验土层的渗透系数(m/d);

Q ——抽水井流量(m³/d);

S ——井中水位降深(m);

L ——过滤器有效渗透部分的长度(m);

r ——井半径(m);
 α ——取 1.32。
 计算数据及计算参数见表 5。

Table 5. List of calculation parameters

表 5. 计算参数一览表

抽水井号	涌水量 Q (m^3/d)	水位降深 S (m)	静止水位(m)	井径 r (m)	含水层厚度(m)
CSJ1	32.71	0.95	0.58	0.5	0.8
CSJ2	16.31	1.36	1.70	0.37	0.7
CSJ3	35.50	3.71	0.76	0.43	1.0
CSJ4	30.82	1.25	0.65	0.41	0.8

把上列参数代入计算公式，得计算结果见表 6。

Table 6. List of hydrogeological parameters

表 6. 水文地质参数一览表

抽水井号	渗透系数 K (m/d)	导水系数 T (m^2/d)	影响半径 R (m)
CSJ1	17.22	13.78	39.4
CSJ2	7.55	5.29	37.4
CSJ3	5.56	5.56	87.6
CSJ4	15.03	12.02	48.5
平均	11.34	9.16	-

综上所述，该承压水含水层的渗透系数 K 为 5.56~17.22 m/d，平均 11.34 m/d，导水系数 T 为 5.29~13.78 m^2/d ，平均 9.16 m^2/d 。

3) 场区水文地质参数

根据场区前期及本次室内土工试验，对人工填土及粉质粘土层的含水量、孔隙比、渗透系数进行统计见表 7。

Table 7. List of physical parameters and permeability coefficient of each soil layer

表 7. 各土层物性参数及渗透系数一览表

土层名称	项目	含水量	孔隙比	渗透系数 K	
		W (%)	e	水平(cm/s)	垂直(cm/s)
人工填土	区间值	26.5~38.1	0.796~0.886	$8.53 \times 10^{-6} \sim 4.19 \times 10^{-5}$	$7.62 \times 10^{-6} \sim 3.02 \times 10^{-5}$
	平均值	31.5	0.834	2.03×10^{-5}	2.63×10^{-5}
粉质粘土	区间值	22.7~29.0	0.683~0.876	$5.76 \times 10^{-7} \sim 3.62 \times 10^{-6}$	$4.88 \times 10^{-7} \sim 2.08 \times 10^{-6}$
	平均值	26.1	0.782	1.07×10^{-6}	1.55×10^{-6}

5.3.2. 土层渗水试验

本次在拟建场地采用单环法对地表土层进行了 3 组渗水试验。

1) 试验方法及要求

通过渗水试验,其目的是为了获取包气带非饱和土层的渗透系数。

由于调查区内包气带岩性以填土及粉质粘土为主,本次对拟建场地共进行了三组单环法包气带渗水试验,分别为填土 SS1、粉质粘土 SS2 及全风化板岩 SS3。

根据《水文地质勘察工作方案》要求,选择试验目标层位,挖一个方形试坑至预定深度,再在坑底挖一直径 30 cm、深 200 mm 的注水试坑,修平坑底,并确保试验土层不被扰动。在试坑中安装直径 25 cm、高 300 mm 的铁环,使其与试坑紧密接触,外部用粘土填实,确保四周不漏水。准备就绪待试验。

试验开始即向铁环内注入 10 cm 高度的水,并保持在 10 cm 高度上,观测记录时间和注水量,观测时间间隔前段为 5 min,后段为 20 min。观测时间间隔根据现场实际试验情况可加密。当观测的注入水量 Q 固定不变时试验即可结束。在试验过程中,试验水头波动幅度不得大于 ± 0.5 cm,流量观测精度应达到 0.1 cm^3 。

2) 水文地质参数计算

本次试验根据地表包气带不同岩性,有选择试验点,共进行了 3 组试验。依据采集的试验数据,汇总统计表见表 8~10,绘制 $Q-t$ 曲线图见图 5~7。

假定地下水的运动是层流,且水力比降等于 1,按下列公式可计算试验土层的渗透系数:

$$K = \frac{16.67Q}{F}$$

式中: K ——试验土层的渗透系数(cm/s);

Q ——水的注入流量(L/min);

F ——试环面积(cm^2 、本次试验为 491 cm^2)。

Table 8. Observation data of SS1 hole seepage test
表 8. SS1 孔渗水试验观测数据表

序号	观测时间			时间间隔(min)	注水体积(ml)	注入流量(ml/min)
	日	时	分			
1	19	12	55	5	23	4.60
2	19	13	00	5	21	4.20
3	19	13	05	5	20	4.00
4	19	13	10	5	18	3.60
5	19	13	15	5	17	3.40
6	19	13	35	20	60	3.00
7	19	13	55	20	55	2.75
8	19	14	15	20	51	2.55
9	19	14	35	20	48	2.40
10	19	14	55	20	46	2.30
11	19	15	15	20	43	2.15
12	19	15	35	20	42	2.10
13	19	15	55	20	40	2.00

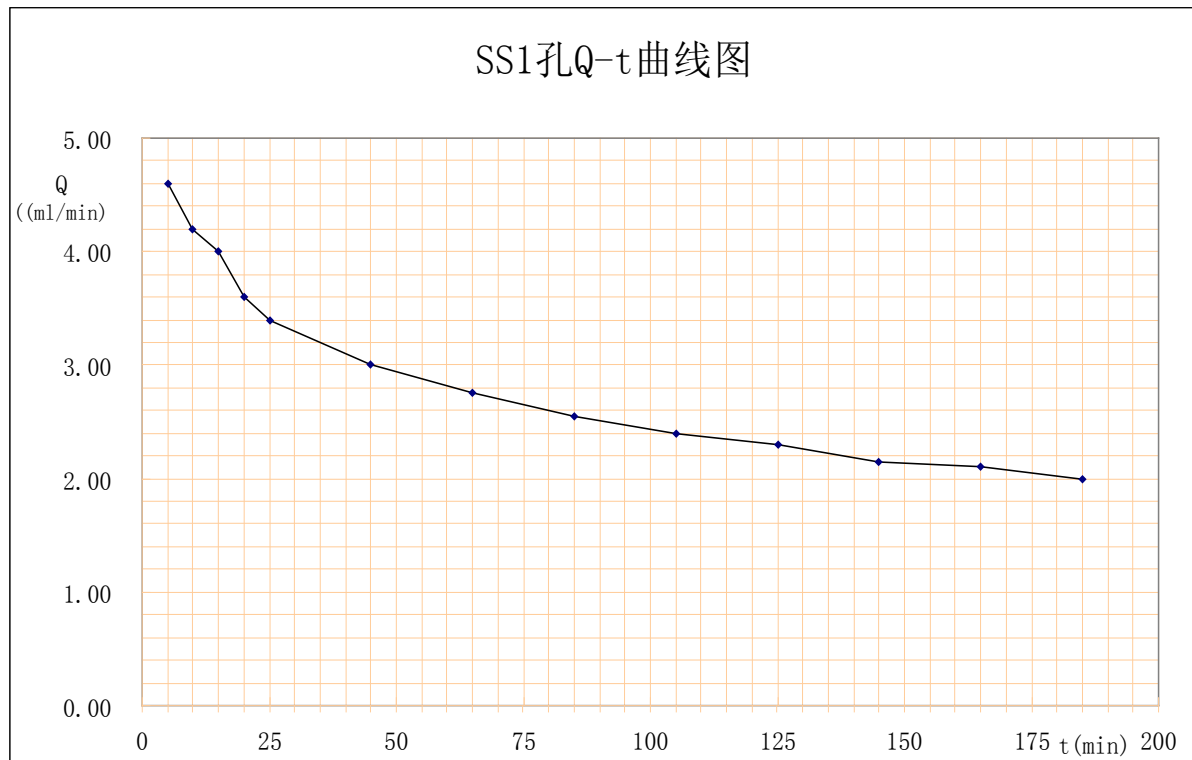


Figure 5. Q-t curve of SS1 hole

图 5. SS1 孔 Q-t 曲线图

Table 9. Observation data of SS2 hole seepage test

表 9. SS2 孔渗水试验观测数据表

序号	观测时间			时间间隔(min)	注水体积(ml)	注入流量(ml/min)
	日	时	分			
1	19	13	05	5	150	30.00
2	19	13	10	5	145	29.00
3	19	13	15	5	143	28.60
4	19	13	20	5	138	27.60
5	19	13	25	5	135	27.00
6	19	13	45	20	530	26.50
7	19	14	05	20	510	25.50
8	19	14	25	20	495	24.75
9	19	14	45	20	480	24.00
10	19	15	05	20	470	23.50
11	19	15	25	20	460	23.00
12	19	15	45	20	455	22.75
13	19	16	05	20	450	22.50

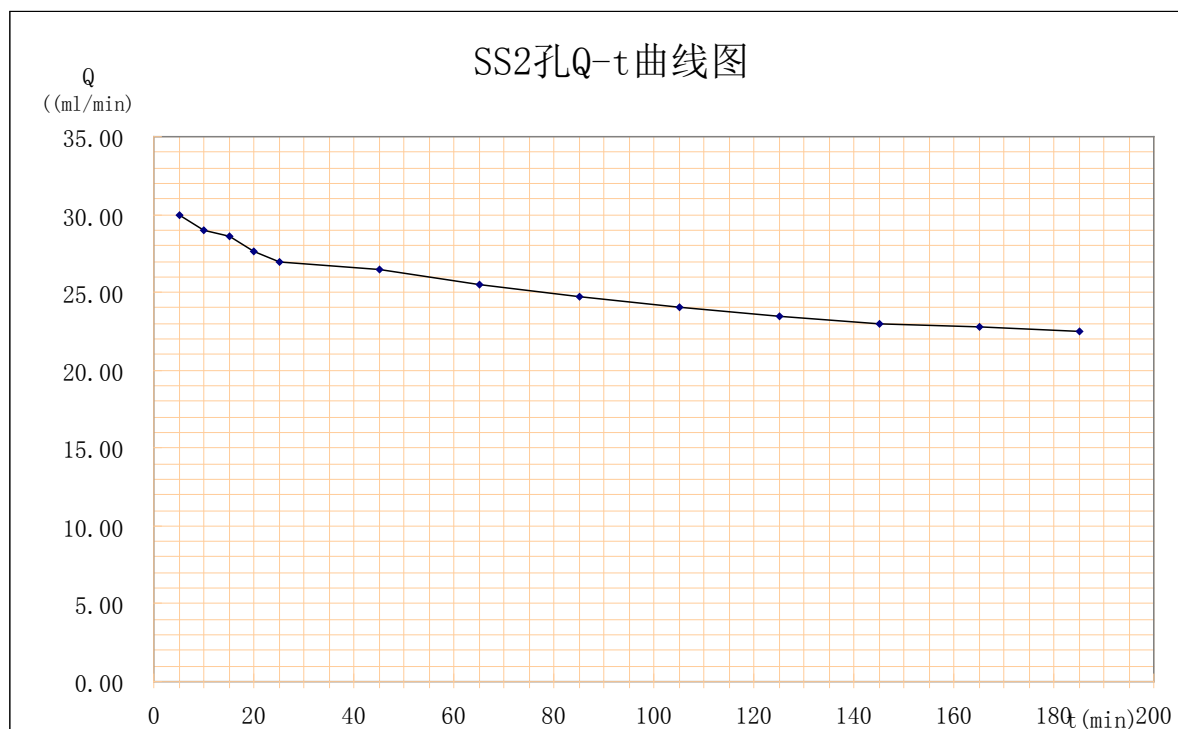


Figure 6. Q-t curve of SS2 hole

图 6. SS2 孔 Q-t 曲线图

Table 10. Observation data of SS3 hole seepage test

表 10. SS3 孔渗水试验观测数据表

序号	观测时间			时间间隔(min)	注水体积(ml)	注入流量(ml/min)
	日	时	分			
1	19	13	15	5	28	5.60
2	19	13	20	5	25	5.00
3	19	13	25	5	22	4.40
4	19	13	30	5	20	4.00
5	19	13	35	5	19	3.80
6	19	13	55	20	75	3.75
7	19	14	15	20	70	3.50
8	19	14	35	20	66	3.30
9	19	14	55	20	63	3.15
10	19	15	15	20	58	2.90
11	19	15	35	20	55	2.75
12	19	15	55	20	53	2.65
13	19	16	15	20	50	2.50

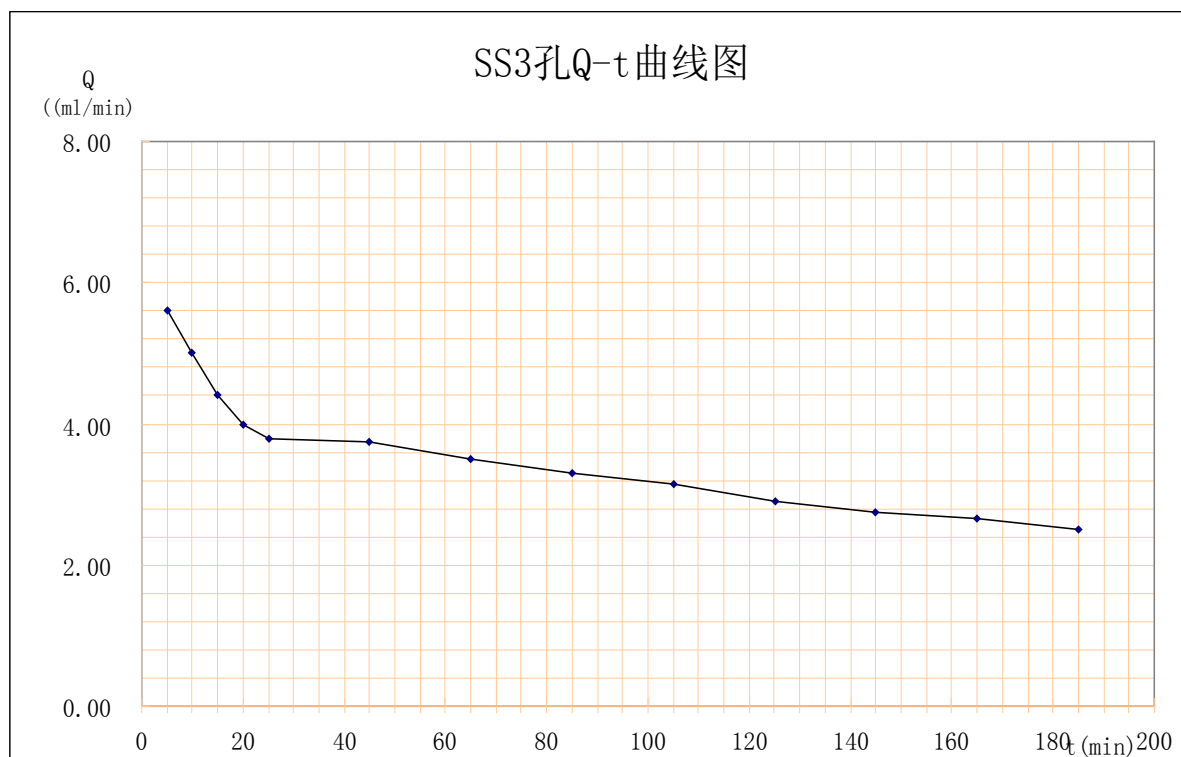


Figure 7. Q-t curve of SS3 hole

图 7. SS3 孔 Q-t 曲线图

根据试验结果计算，得出包气带非饱和和不同岩性土层的渗透系数见表 11。

Table 11. Calculation parameters of unsaturated soil seepage test in aeration zone

表 11. 包气带非饱和和土层渗水试验计算参数表

试验点	SS1	SS2	SS3
岩性	粉质粘土	全风化板岩	耕土
渗透系数 K (cm/s)	6.79×10^{-5}	7.64×10^{-4}	8.49×10^{-5}

5.4. 地下水动态及补径排条件

5.4.1. 水位动态

1) 上层滞水

根据前期(2013年10月)水文地质调查结果，调查区上层滞水埋深一般为0.1~0.5 m，根据本次(2014年1月)水文地质调查结果，调查区上层滞水埋深一般0.3~1.2 m。区内上层滞水随季节变化明显，雨季水位上升，旱季水位下降，变化幅度为0.7 m，其水位动态类型属于大气降水入渗补给型。

2) 基岩裂隙水

根据前期(2013年10月)水文地质调查结果，调查区基岩裂隙水埋深一般为2.1~4.5 m，根据本次(2014年1月)水文地质调查结果，调查区基岩裂隙水埋深一般为2.5~6.8 m。区内基岩裂隙水随季节变化较明显，雨季水位上升，旱季水位下降，变化幅度为1~3 m。

5.4.2. 地下水补径排条件

上层滞水主要通过大气降雨入渗补给，其次接受基岩裂隙水侧向渗入补给；上层滞水主要以地下潜

流方式向地势低洼地带排泄，其次以植物蒸腾作用排泄。

基岩裂隙水主要接受大气降雨入渗补给，其次接受地表水(水库、山塘)入渗补给。基岩裂隙水多以地下潜流方式向低洼地带排泄，或在山脚地段侧向排入到地表第四系含水层中，其次以人工开采排泄。

6. 结论与建议

1) 拟建场地及其附近未见防空洞、孤石、洞穴、古河道、暗浜和地下管道等对工程不利的埋藏物，未见崩塌、滑坡及泥石流等不良地质现象。场地环境条件良好，综合评价适宜建设拟建项目。

2) 拟建场地地表土层主要由第四系耕土及素填土层、第四系冲积粉质粘土层组成，基岩为元古界冷家溪群(Pt)板岩，按其风化程度可分为全风化板岩至微风化板岩。场地地表覆盖层厚度较小，基岩岩层面起伏较大，地层均匀性较差。

3) 拟建场地区域人类工程活动程度一般，未见滑坡、崩塌及地面沉降等不良地质现象。在工程建设过程中，场地内主要环境工程地质问题为地面不均匀沉降及边坡失稳。其中边坡失稳包含填方边坡失稳及挖方边坡失稳，破坏形式主要为滑坡及崩塌。

4) 拟建场地土类型为中软 - 中硬场地土，建议场地类型为 III 类(填方区)~I₁类(挖方区)，拟建挖方区场地为对建筑抗震为有利地段，拟建填方区场地为对建筑抗震为不利地段。

5) 拟建场地环境水文地质条件较简单，场区地下水类型主要为上层滞水和基岩裂隙水。上层滞水主要赋存于场地地表的人工填土及粉质粘土层中，含水层厚度一般为 0.4~9.3 m；基岩裂隙水主要赋存于强风化及中风化板岩的风化裂隙及节理裂隙中。

6) 根据抽水试验结果，基岩裂隙水的渗透系数 $K = 6.43 \times 10^{-3} \sim 1.99 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ ，平均 $1.31 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ ，为中等透水层，为场地主要含水层。根据单孔抽水试验结果，涌水量 $Q = 16.31 \sim 35.50 \text{ m}^3/\text{d}$ ，导水系数 T 为 $5.29 \sim 13.78 \text{ m}^2/\text{d}$ ，富水性贫乏。

7) 根据渗水试验结果，冲积粉质粘土的渗透系数 $K = 6.79 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ ，全风化板岩的渗透系数 $K = 7.64 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ ，耕土的渗透系数 $K = 8.49 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ ，富水性贫乏 - 极贫乏。

参考文献

- [1] 中华人民共和国建设部. 国家标准《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 国家标准《土工试验方法标准》(GB/T50123-2019) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2019.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.
- [4] 林立仁, 刘正梁, 等. 湖南岳阳三荷机场建设工程跑道区域的岩土工程详细勘察报告[R]. 长沙: 湖南鑫湘物探工程有限公司, 2015.