

广州自来水公司大金钟加压站建设工程勘
察及初步设计项目工程

岩土工程详细勘察报告

工程编号 : 22-412-1-M

任务编号 : K23-01-006

供评审用



广州市市政工程设计研究总院有限公司
Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd.

建设单位: 广州市自来水有限公司

工程勘察 综合甲级 B144002065

2023年03月27日

广州自来水公司大金钟加压站建设工程勘察及初步设计项目岩土工程详细勘察报告

1 前 言

1.1 工程概况

大金钟加压站建设工程位于广州市白云区河田路与河田西路交界路口西南侧，总红线面积1ha。工程主要构建筑物有加压泵房、清水池（吸水井合建）、变配电间、加药间、门卫室、柯子岭供水抢修及综合服务管理中心（叠建于变配电间、泵房之上）等建、构筑物的土建、机电安装、电气自动化控制以及系统内部连通管、道路、绿化、消防、给排水等。设计流量为40万m³/d，时变化系数为1.2，最大流量按20000m³/h，清水池总库容为1万m³。本项目为半埋式，清水池地下部分埋深1.6m，泵房埋深约4.3m，吸水井与清水池合建，井底埋深约4.1m。根据目前设计方案，本工程主要建（构）筑物基本信息详见表1，平面布置图详见图2，工程的具体位置详见图1。

工程拟采用天然或人工地基，要求承载力特征值为120kPa。建设单位为广州市自来水有限公司。

广州市市政工程设计研究总院有限公司承担本项目的勘察设计工作。

表 1-1 主要建构筑物一览表

编号	名称	规格	单位	数量	占地面积 (m ²)
1	泵房	LxBxH=61.8×15×14.4m, 上方再加建一层作为服务中心使用, 总高 15m	座	1	927
2	清水池	LxB=50×44m, H=6.8m, 容积 1 万 m ³ , 与吸水井合建	座	1	2200
3	加药间	LxB=12m×5.4m, H=5m	座	1	64.8
4	配电间	LxB=35.6×12.2m(地上), 单层 H=5m, 共三层, 其中上面两层作为服务中心使用	组	1	434.32



图 1 工程项目位置

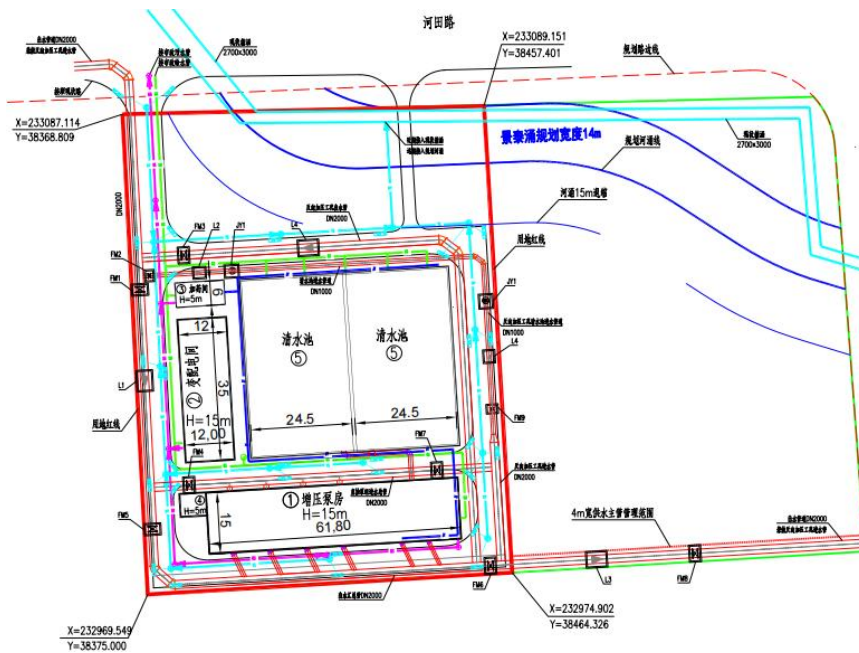


图 2 主要建（构）筑物平面布置图

1.2 勘察工作概况

1、勘察的目的、任务

本次勘察为详细勘察，其目的是查明拟建场地的水文地质、岩土工程地质条件，为施工图设计提供地质资料。具体任务为：

(1) 查明场地的地形地貌、地层岩性、地质构造、不良地质及特殊性岩土分布和工程地质特性；

(2) 查明场地地下水的埋藏条件、地下水位及地下水对建筑材料的腐蚀性；

(3) 查明场地各岩土层的物理力学性质，提供施工图设计所需的岩土技术参数；

(4) 判定场地土类型、地震效应，评价场地的稳定性；

(5) 评价场地各岩土层的工程特性，提出地基基础方案建议；

(6) 按上述任务和要求提交岩土工程详细勘察报告。

2、执行规范

(1) 《工程勘察通用规范》 GB 55017-2021

(2) 《建筑与市政工程抗震通用规范》 GB 55002-2021

(3) 《岩土工程勘察规范》（2009年版） GB 50021-2001

(4) 《市政工程勘察规范》 CJJ 56-2012

(5) 《软土地区岩土工程勘察规程》 JGJ 83-2011

(6) 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007-2011

(7) 《建筑地基基础设计规范》 DBJ 15-31-2016



- (8) 《建筑地基处理技术规范》 JGJ 79-2012
- (9) 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120-2012
- (10) 《建筑桩基技术规范》 JGJ 94-2008
- (11) 《建筑抗震设计规范》（2016 年版） GB 50011-2010
- (12) 《岩土工程勘察安全标准》 GB/T 50585-2019
- (13) 《广东省建筑基坑工程技术规程》 DBJ/T15-20-2016
- (14) 《市政工程工程量计算规范》（GB/T 50218-2014）
- (15) 《建筑与市政地基基础通用规范》 GB 55003-2021
- (16) 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令（2018）37 号文件）
- (17)《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》(2020 年版)

3、工程勘察等级

本项目工程重要性等级为二级；场地地形地貌较复杂，岩土种类较多，岩溶及特殊性岩土（软土和残积土）发育，根据《市政工程勘察规范》CJJ56—2012 市政工程勘察等级分类，本工程场地复杂程度等级为二级，岩土条件为一级。综上所述，本工程岩土工程勘察等级为甲级。

4、工作量布置

根据相关规范、业主和设计要求，钻孔布置原则为：泵房、变配电间、清水池部分呈网格状布置，钻孔间距约 25m；供水管沿中线约 100m 布置一孔。共布置钻孔 17 个，其中，泵房、变配电间、清水池部分布置

16 孔(钻孔编号“zk1~zk16”);供水管布置一孔(钻孔编号“zk17”)。其中取土标贯孔约占 1/2,余为标准贯入试验孔。泵房、变配电间、清水池孔孔深要求钻至强风化岩不小于 5.0m 或中风化岩不小于 3.0m,且不小于 2~3 倍基坑开挖深度,并满足基坑设计支护要求;管道孔孔深要求钻至可塑土层或中密砂层 5.00m,且孔深不小于管底以下 5.00m。钻孔位置详见附图 1(钻孔平面位置图)。

5、勘察方法与要求

(1) 勘察方法

本次勘察工作根据地形、地质条件,采用了以钻探为主,结合地质调查与测绘、原位测试及室内试验等综合勘察的方法。

(1) 地质调查与测绘

本次地质调查与测绘范围为拟建工程范围向周边扩展不小于 50.00m 范围,测绘比例尺采用 1:500。对工程有影响的工程地质条件进行划定追踪;收集附近工程资料了解有关不良地质作用的情况。

(2) 钻孔测放

钻孔坐标及标高先采用 GPS (RTK) 按设计钻孔位置测放定位并采集孔口高程,钻探完成后再用 GPS (RTK) 对钻孔位置的坐标和孔口标高进行重新采集。本工程平面坐标及高程系统分别采用广州市 2000 坐标系及广州市高程系统,控制点坐标及高程见表 2。

控制点坐标成果表

表 2

点名	广州 2000 坐标系		广州高程
	X	Y	H
GC05	232863.184	38573.904	18.242
GC06	233112.542	38551.311	18.350

点名	广州 2000 坐标系统		广州高程
	X	Y	H
GC07	233100.792	38274.927	15.973

(3) 钻探

钻探施工使用 xy-1 型油压钻机，采用泥浆或套管护壁，合金钻头和金刚石钻头回转钻进，开终孔口径分别为 110mm 和 91mm。岩芯采取率要求：在完整的岩层中不宜小于 90%，在强风化岩层中不宜小于 65%，黏性土层中不宜小于 85%，砂类土层中不宜小于 65%，破碎岩层、碎石土层不宜小于 50%，并不得遗漏对工程有重要影响的软弱夹层和滑动面等。钻孔岩芯装箱拍彩照。钻孔施钻完应采用水泥封孔。

(4) 取样及原位测试

①原状土：原状土取样采用 $\phi 89$ 取土器。技术孔分层取，间距 2.0m，同一土层厚度大者，取土间距适当放宽。

②岩石：按风化程度及岩性分别采。带厚>3.0m，上、下各采 1 组；带厚>5.0m，上、中、下各取 1 组。

③地下水样：2 组。地下水以上土腐蚀性试样 2 组。

④原位测试：一般作标准贯入试验，采用自动脱钩的自由落锤法，分层进行，间距 2.0m，同一土层厚度大者，间距适当放宽。选取 2 孔做现场波速测试。

(5) 室内岩、土、水试验要求

①土工室内试验项目：土常规（其中，粘性土常规试验包括天然含水量、天然密度、相对密度、天然孔隙比、饱和度、液限、塑限、液性指数、塑性指数、压缩系数、压缩模量、直接快剪；砂土常规试验主要为颗粒分析、渗透系数）。

②岩石室内试验项目：岩样作饱和极限抗压强度试验，泥质岩类作

天然抗压强度试验。

③水样室内试验项目：工程水十五项分析。

④地下水以上土腐蚀性作 pH 值及土易溶盐分析。

6、完成工作量

本次勘察野外勘察工作始于 2023 年 02 月 16 日，结束于 2023 年 02 月 25 日。实际完成工作量如下：

- (1) 完成钻孔 16 个，进尺 316.50m；
- (2) 取原状土样 32 组；
- (3) 取地下水样 2 组，取土腐蚀性分析试样 2 组；
- (4) 完成标准贯入试验 61 次；
- (5) 完成重型动探试验 30cm；
- (6) 完成 1 个孔的现场剪切波速试验；
- (7) 岩芯装箱拍摄彩照；

完成工作量详见表 3（勘探点一览表），钻孔 zk17 暂不具备场地条件无法施钻。

本次勘察各项工程质量均达到有关规范和设计要求，所获资料均为实测，成果真实、可靠，可作为拟建工程初步设计的工程地质依据。

勘探点一览表

表 3

勘探点 编号	勘探点 类型	坐标		钻探 深度 (m)	地面 高程 (m)	取样(组)				标 贯 (次)	重 型 动 探 (cm)	备 注
		X (m)	Y (m)			原 状 土	岩 石	地 下 水	腐 蚀 土			
zk1	取土标贯钻孔	233050.60	38377.29	19.00	18.15	2	1			3		
zk2	取土标贯钻孔	233053.13	38402.50	20.00	17.84	3	1	1	1	4		
zk3	取土标贯钻孔	233053.74	38427.50	16.40	17.71		1	1	1	2		
zk4	取土标贯钻孔	233054.99	38452.17	20.00	17.76	4	1			4		
zk5	取土标贯钻孔	233025.28	38378.94	22.30	17.98	1	1			3		
zk6	标准贯入试验孔	233028.46	38401.79	17.50	17.69					2		
zk7	取土标贯钻孔	233031.37	38429.12	20.00	17.65	3	1			4		
zk8	取土标贯钻孔	233030.04	38453.62	24.10	17.83	2				6		
zk9	取土标贯钻孔	232997.39	38383.99	14.60	17.71	1	1			3		
zk10	取土标贯钻孔	233002.57	38405.04	20.00	17.68	2				6		
zk11	取土标贯钻孔	233003.62	38430.17	20.00	17.50	2				3		
zk12	取土标贯钻孔	233005.06	38455.13	20.00	17.70	2				5		
zk13	取土标贯钻孔	232975.17	38383.31	22.60	17.94	3				5		
zk14	取土标贯钻孔	232981.44	38406.57	20.00	17.60	2				3		
zk15	取土标贯钻孔	232981.83	38431.81	20.00	17.50	3				3	30.0	
zk16	取土标贯钻孔	232980.09	38454.25	20.00	17.67	2	2			5		
zk17	未施工钻孔	232982.20	38550.67		17.74							
合计	完成钻孔 16 个			316.50		32	9	2	2	61	30.0	

7、质量评述

本次岩土工程勘察各项工作量布置合理，各项技术工作严格按有关技术规范要求进行。

本次岩土工程勘察过程中，我院严格执行三体系文件要求（GB / T19001 质量管理体系、GB/T 45001 环境管理体系、GB/T 45001 职业健康安全管理体系）加强作业过程管理，保障岩土工程勘察质量的同时，力求节约资源、保护环境、安全作业。

总之，本勘察阶段各项质量均达到有关规范和设计的要求，所获资料均为实测，真实、可靠，可作为本阶段工程设计的工程地质依据。

2 自然地理条件

2.1 地形地貌

大金钟加压站建设工程位于广州市白云区河田路与河田西路交界路口西南侧，场区地貌为山前丘陵地貌，珠江支流二级阶地。地势较平坦，地面标高一般为 17.0~18.0。场区周边为城市商业区和居民区，人口密集，交通便利。

2.2 气象

场区位于北回归线以南，属南亚热带季风海洋气候，全年降水丰沛，雨季明显，日照充足，夏季炎热，冬季一般较温暖。在季风环流控制下，冬半年（9月至翌年3月）受大陆冷高压影响，吹偏北风，天气相对干燥，降水量少；夏半年（4月至8月）受海洋性气流的影响，吹偏南风，天气炎热，降水量大。年平均气温 21.9℃，极端最高气温 38.7℃，极端最低气温 0.0℃；年平均降水量 1696.5mm，历年最大降水量 2864.7mm，最大月平均降水量 288.7mm，最大日降水量 385mm，年平均风速 1.9m/s。台风常给该区带来灾害。

2.3 对工程不利的埋藏物

1、管网

根据管线探测成果及现场踏勘，场区内分布给水管，具体管网情况详见管线物探专项报告。

2、建（构）筑物

两边大多是民居，厂房等建筑物，场区局部曾经有旧建筑物，可能存在埋藏的地下基础、砖砌结构等不利埋藏物。另外，场区内有在建地铁盾构轨道穿过，需考虑地铁施工对工程的不利影响。

3、溶洞、土洞

场区基岩有石灰岩、炭质灰岩，根据钻探资料表明，石灰岩、炭质灰岩风化残积土及其强、中风化带发育有溶洞及土洞，施工时应引起注意。

4、其他

钻探过程中未见埋藏的河道、浜沟、池塘、墓穴及防空洞等对工程不利的埋藏物。

3 区域地质

3.1 区域地层

根据区域地质资料，第四系覆盖土层主要有：第四系全新统人工填土层（ Q_4^{ml} ）、第四系全新统河流相冲积层（ Q_4^{al} ）、第四系残积层（ Q_4^{el} ），基岩为石炭系下统大塘阶石蹬子段石灰岩、炭质灰岩、炭质页岩（ C_1ds ）。

3.2 地质构造

根据区域地质资料，广从断裂、瘦狗岭断裂分别从场区附近通过。

山早期，沿断裂中生代花岗岩呈东西向展布。断裂破碎带一般宽十几到几十米，以发育硅化岩及硅化构造角砾岩为主。断裂具有多期活动特点，正断层性质。断裂也是不同地貌单元分界线，北侧为低山丘陵区，南侧为三角洲平原。广州地震大队的水准测量成果表明，垂直形变等值线沿断裂呈带状分布，南侧为沉降区，北侧为隆起区，现仍在不断隆起之中。该断裂近代仍有活动，沿断裂曾发生地震。

4 场区工程地质条件

4.1 地层岩性

据野外钻探资料，场区主要出露第四系全新统人工填土层（ Q_4^{ml} ）、第四系全新统河流相冲积层（ Q_4^{al} ）、第四系残积层（ Q^{el} ）和石炭系下统大塘阶石蹬子段石灰岩、炭质灰岩、炭质页岩（ C_1ds ）。各岩土层的性质自上而下分述如下：

1、第四系人工填土层（ Q_4^{ml} ）

①杂填土：揭露于场区全部钻孔，呈层状分布。杂色，稍湿，稍压实，主要由砂土、粘性土、碎石夹碎砖块组成，块径 2-6cm 不等，硬质物含量约 20~80%，部分钻孔揭露砼路面及废弃混凝土基础，含碎石骨料及钢筋，较难钻进。该层直接出露于地表，层厚 1.50~5.50m，平均 2.92m。统计重型动探试验 1 次，锤击数 $N=17.3$ 击。

2、第四系全新统河流相冲积层（ Q_4^{al} ）

②₁ 淤泥质粉质粘土：揭露于钻孔 zk10 和 zk12，呈透镜状分布。灰黄色，灰黑色，流塑，具砂感。层顶埋深 2.00~4.10m，层厚 1.10~1.90m，平均 1.50m。统计标准贯入试验 1 次，锤击数 N=6.0 击。

②₂ 粉质粘土：揭露于场区全部钻孔，呈层状分布。红褐色，黄褐色，可塑，具砂感。层顶埋深 1.50~11.50m，层厚 0.60~7.20m，平均 3.33m。统计标准贯入试验 24 次，锤击数 N=4.0~11.0 击，平均 5.8 击。

②₃ 中砂：揭露于场区部分钻孔，呈似层状分布。灰黄色，饱和，松散，局部稍密，粒径不均匀，含少量粘性土。层顶埋深 4.20~12.50m，层厚 0.80~4.40m，平均 1.76m。统计标准贯入试验 8 次，锤击数 N=7.0~17.0 击，平均 11.0 击。

3、第四系残积层（Q^{el}）

为炭质页岩风化残积土，原岩结构清晰可辨，岩芯遇水易软化、崩解。按稠度状态可划分为：

③₁ 可塑粉质粘土：揭露于场地大部分区域。灰黑色，可塑，为炭质页岩风化残积土，遇水易软化崩解，层中夹灰岩碎块。层顶埋深 6.10~11.65m，层厚 0.30~13.30m，平均 5.78m。统计标准贯入试验 25 次，锤击数 N=4.0~14.0 击，平均 7.9 击。

③₂ 硬塑粉质粘土：揭露于钻孔 zk1。黑色，硬塑，污手，为炭质页岩风化残积土，遇水易软化，局部含炭质灰岩碎块。层顶埋深 8.40m，揭露厚度 4.30m。统计标准贯入试验 2 次，锤击数 N=16.0~21.0 击，平均 18.5 击。

4、石炭系下统大塘阶石蹬子段石灰岩、炭质灰岩、炭质页岩（C_{1ds}）

场区基岩为石炭系下统大塘阶石蹬子段（C_{1ds}），岩性组合主要为石灰岩、炭质灰岩、炭质页岩。根据其风化程度可划分为：

④₁强风化带：揭露于场区大部分钻孔。岩性为炭质页岩，灰黑色，岩石风化不均，多呈碎块状，偶夹坚硬土状，块径 2-5cm，软硬不均，岩芯遇水易软化崩解。带顶埋深 10.60~17.00m，揭露带厚 0.90~4.50m，平均 2.67m。

④₂中风化带：揭露于场区大部分钻孔。岩性为炭质页岩、炭质灰岩、石灰岩，灰色、深灰色、灰黑色。炭质页岩呈泥质结构，薄层状构造，节理裂隙发育，短柱-长柱状，节长 15-35cm，局部破碎成碎块状，块径 2-6cm，偶夹灰岩薄层，薄层厚约 2-3cm，软硬不均，锤击声稍脆。统计中风化炭质页岩饱和单轴抗压强度 2 组， $f_{tb}=17.9\sim 53.4$ MPa，平均 35.65MPa；灰岩及炭质灰岩呈隐晶质结构，节理裂隙发育，充填方解石脉，岩芯呈柱状，节长 5~40cm，偶夹薄饼状炭质页岩，软硬不均，锤击声稍脆。带顶埋深 9.10~21.20m，揭露带厚 1.40~6.60m，平均 3.97m。统计中风化炭质灰岩和石灰岩饱和单轴抗压强度 7 组， $f_{tb}=15.1\sim 75.7$ MPa，平均 44.64MPa。

4.2 水文地质条件

1、地表水

场区附近的地表水系不发育。

2、地下水类型

场区地势相对较平坦，是地表水和地下水的迳流排泄区。本次钻探深度范围内揭露场区地下水类型主要有上层滞水和裂隙承压水。

(1) 上层滞水：第四系人工填土层结构疏松，含上层滞水，但含水量一般不大，其动态受季节降雨影响。上层滞水主要接受大气降水的渗入补给。

(2) 基岩孔隙、裂隙承压水：强风化岩孔隙裂隙发育，含孔隙裂隙承压水，含水量一般不大。基岩孔隙裂隙水主要接受上部含水层地下水的越流补给和上游地下水迳流的侧向补给。

根据钻孔终孔 24 小时后观测，场地地下水混合稳定水位埋深一般为 1.90~4.10m。地下水位变化幅度一般为 0.50~2.00m。

2、地下水及土的腐蚀性

(1) 地下水的腐蚀性

本次勘察在场区钻孔 zk2 和 zk3 各取地下水样 1 组进行工程水 15 项分析，水质分析结果见附表二。根据《岩土工程勘察规范》（2009 年版）GB 50021-2001 腐蚀性评价，各水样对混凝土结构、混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价详见表 4。

地下水对建筑材料的腐蚀性评价 表 4

水样	主要指标						对混凝土结构的腐蚀性			对混凝土中钢筋的腐蚀性	
	pH 值	侵蚀性 CO ₂	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	矿化度	按环境类型	按地层透水性		浸水条件	
		(mg/L)	(mmol/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	II 类	A	B	长期浸水	干湿交替
Zk2	7.2	10.6	1.650	24.4	6.12	158	微	微	微	微	微

Zk3	7.3	9.46	1.094	8.96	7.40	94	微	弱	微	微	微
-----	-----	------	-------	------	------	----	---	---	---	---	---

由表 4 可以看出：地下水在强透水层中对混凝土结构具微~弱腐蚀性，在弱透水层中对混凝土结构具微腐蚀性；对混凝土结构中钢筋的腐蚀性一般具微腐蚀性。

(2) 土的腐蚀性

本次勘察在场区钻孔 zk2 和 zk3 各取地下水位以上土样 1 组进行土的腐蚀性分析，分析结果见附表三（土的腐蚀性分析报告）。根据《岩土工程勘察规范》（2009 年版）（GB 50021-2001），土样对混凝土结构、混凝土结构中钢筋的腐蚀评价见表 5。

土的腐蚀性评价 **表 5**

土样	主要指标				土对混凝土结构腐蚀性			土对混凝土结构中钢筋腐蚀性	
	pH 值	Mg ²⁺ (mg/kg)	Cl ⁻ (mg/kg)	SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	环境类型	渗透性		土的类型	
					III	A	B	A	B
Zk2	6.74	13	18	16	微	微	微	微	微
Zk3	7.14	2	45	85	微	微	微	微	微

由表 5 可以看出，场区的土对混凝土结构、混凝土结构中钢筋一般具微腐蚀性。

4.3 岩土物理力学性质

为查明场地各岩土层的物理力学性质，本工程详细勘察阶段共取原状土样 32 组作常规土工试验，在土层中进行了 61 次标准贯入试验，通过以上手段，已查明了场地各岩土层的物理力学性质，根据规范的要求，将各岩土层的物理力学参数进行分层统计，各参数的平均值 ϕ_m 、标准差

σ_f 、变异系数 δ 和标准值 ϕ_k 的计算公式为:

$$\phi_m = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i}{n}$$

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n \phi_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n \phi_i)^2}{n} \right]}$$

$$\delta = \frac{\sigma_f}{\phi_m}$$

$$\phi_k = \gamma_s \cdot \phi_m$$

$$\gamma_s = 1 \pm \left(\frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right) \delta$$

式中 n — 岩土参数的统计个数;

ϕ_i — 岩土参数的各实测值 ($i=1,2,\dots,n$);

ϕ_m — 岩土参数的平均值;

σ_f — 岩土参数的标准差;

δ — 岩土参数的变异系数;

ϕ_k — 岩土参数的标准值;

r_s — 统计修正系数, 式中正负号按不利组合考虑。

各岩土层物理力学性质的统计结果详见表 6(物理力学指标统计表)。

物理力学指标统计表

表 6

岩土编号	岩土名称	统计项目	天然含水量 ω (%)	重力密度 γ (kN/m ³)	土粒比重 G_s	天然孔隙比 e	液限 ω_L (%)	塑限 ω_p (%)	液性指数 IL	塑性指数 I_p	直剪		压缩系数 α 0.1-0.2 (1/MPa)	压缩模量 E_s 0.1-0.2 (MPa)	颗粒组成百分数						有机质含量 %	饱和单轴抗压强度 f_{rb} (MPa)	标贯击数 N (击/30cm)	标贯修正击数 N (击/30cm)	
											内摩擦角 Φ_q (度) (快剪)	粘聚力 C_q (kPa) (快剪)			> 5 (%)	> 2 (%)	> 0.5 (%)	> 0.25 (%)	> 0.075 (%)	$> .005$ (%)					
④ ₂	中风化石灰岩、炭质灰岩	统计个数																				7			
		最大值																					75.7		
		最小值																					15.1		
		平均值																					44.64		
		变异系数																					0.472		
		修正系数																					0.704		
		标准值																					30.04		
④ ₂	中风化炭质页岩	统计个数																				2			
		最大值																				53.4			
		最小值																				17.9			
		平均值																				35.65			
		变异系数																							
		修正系数																							
		标准值																							

5 岩土工程地质评价

5.1 场地稳定性、适宜性评价

1、区域地质资料表明，场区邻近广从断裂和瘦狗岭断裂，本次钻探深度范围未发现有构造现象，场地地质构造处于相对稳定状态，根据《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ 57-2012，场区为基本稳定场地。

2、场区地形较平坦，岩土种类较多，分布较不均匀，场地平整较简单，根据《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ 57-2012，场区为工程建设较适宜场地。

3、从地震活动时空分布来看，广州地区属于东南沿海地震带中部，具“外带强内带弱”的特征，有史以来记载的最大地震震级为 4.75~5.00 级，多属中小型有感地震，无大于 6 级的灾害性强震记载。

4、据《建筑抗震设计规范》（2016 年版）GB50011-2010，场区位于广州白云区，地震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第一组。

5.2 地震效应

1、场地地势低平，场区不良地质作用弱发育，为可进行工程建设的一般地段。

2、场地覆盖土以软弱土~中硬土为主，覆盖土厚度一般大于 3.00m，小于 50.00m，本次勘察对场地内的 zk3 孔进行剪切波波速测试工作，测

试结果见表 7。

剪切波速成果表

表 7

孔号	层号	岩土名称	层厚(m)	分层剪切波速度 (m/s)	土层剪切波速度 V _{se} (m/s)
zk12	①	杂填土	3.1	118	169
	② ₂	粉质粘土	3.00	155	
	③ ₁	粉质粘土	4.50	168	
	④ ₁	强风化炭质页岩	2.60	353	
	④ ₂	中风化炭质页岩	3.20	513	

根据《建筑抗震设计规范》（2016 年版）（GB 50011-2010）表 4.1.6 确定建筑的场地类别，判定结果见表 8。

《建筑抗震设计规范》表 4.1.6

岩石的剪切波速或等效剪切波速度 (m/s)	场地类别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
V _s > 800	H=0				
≥V _s > 500		H=0			
500 ≥ V _{sc} > 250		H < 5	H ≥ 5		
250 ≥ V _{sc} > 150		H < 3	50 ≥ H ≥ 3	H > 50	
V _{sc} ≤ 150		H < 3	15 ≥ H ≥ 3	80 ≥ H ≥ 15	H > 80

注：V_s为岩石剪切波速，H为覆盖层厚度

建筑场地类别判定结果表

表8

孔号	等效剪切波速 V _{se} (m/s)	计算深度 d ₀ (m)	场地土类型	场地类别
Zk3	169	16.4	中软土	II

通过本次测试，场地浅部土层主要为软弱土~中硬土，初步判定场地土层的等效剪切波速 150m/s < V_{se} ≤ 250m/s，覆盖层厚度大于 3m，小

于 50m，根据《建筑抗震设计规范》（2016 年版）（GB 50011-2010），判定该场地的土类型为中软土，场地类别为 II 类，设计加速度反应谱特征周期为 0.35s。

3、场地地震设防烈度为 7 度，分布松散中砂（②₃），需进行液化判别。

根据《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016 年版），在地下 20m 深度范围内，液化土判别标准贯入锤击数临界值可按下式计算：

$$N_{cr} = N_0 \beta [\ln(0.6d_s + 1.5) - 0.1d_w] \sqrt{3/\rho_c}$$

式中：N_{cr}——临界标准贯入锤击数；

N₀——液化判别标准贯入锤击数基准值，取 N₀=7；

d_s——标准贯入点深度(m)；

ρ_c——粘粒含量百分率(%), 取ρ_c=3。

对存在液化土层的地基，应探明各液化土层的深度和厚度，并计算每个钻孔的液化指数，综合划分地基的液化等级。液化指数可按下式计算：

$$I_{LE} = \sum_{i=1}^n (1 - \frac{N_i}{N_{cri}}) d_i W_i$$

式中：I_{LE}——液化指数；

n——在判别深度范围内钻孔的标准贯入试验点的总数；

N_i、N_{cri}——分别为 i 点标准贯入锤击数的实测值和临界值，

当实测值大于临界值时取临界值的数值；

d_i——i 点所代表的土层厚度(m)；

W_i——i 土层单位土层厚度的层位影响权函数值(m⁻¹)。

当地震动峰值加速度为 0.10g 时，砂土液化判别计算结果见表 9。

根据砂土液化判别结果可知，当地震动峰值加速度为 0.10g 时，场区的中砂层（②₃）为液化土层，地基液化等级为轻微液化。

饱和砂土液化判别表

表 9

钻孔 编号	土层 编号	土 层 名 称	地下 水位 d _w	标贯 深度 d _s	实测标 贯击数 N	临界标 贯击数 N _{cr}	折减 系数	液化势判别				
								上界 深度	下界 深度	液化 厚度 d _i	液化 指数 I _{IE}	液化 等级
								m	m	M	—	
Zk5	② ₃	中砂	0	8.65	7	10.57	0	8.00	9.20	1.2	3.08	轻微液化
Zk10	② ₃	中砂	0	8.75	12	10.62	0	8.00	8.90	0.9	<0	不液化
Zk16	② ₃	中砂	0	6.45	17	9.32	0	4.20	7.80	3.6	<0	不液化

5.3 不良地质及特殊性岩土

1、不良地质

场区的不良地质主要为饱和砂土液化、软土震陷和岩溶。

（1）场区液化砂土主要为全新统海陆交互相沉积层②₃中砂层，该层呈饱和、松散状，发生地震时，土层易受到破坏，液化砂土的存在是场地稳定性的不利因素，一般不宜作为天然地基及桩端持力层。

（2）软土震陷：根据《软土地区工程地质勘察规范》（JGJ083-2011）第 6.3.4 条，对场区地震基本烈度为 7 度或大于 7 度时，对拟采用天然地基的建筑物，应对地震震陷进行分析计算。根据规范，本场地软土平均厚度为 1.5m，若采用天然基础，则应考虑软土震陷的影响，软土沉降量约 30~50mm。若本工程采用桩基础，则软土震陷对本工程的影响不大，但应考虑软土沉降对桩周产生的负摩阻力的影响，负摩阻力系数取 0.2。

(3) 岩溶：场区揭露基岩为可溶性石灰岩和炭质灰岩，基岩面起伏变化大，岩溶发育，溶洞发育基本情况详见表 10。由表 10 可知，本次勘察在钻孔 zk2 和 zk6 处揭露溶洞，在 zk5 处揭露土洞，见洞率 19%，属岩溶中等发育区，场区溶（土）洞主要为半充填和全充填，填充物主要为灰黑色软塑状粉质粘土、中风化炭质灰岩碎块，钻进时有发生全漏水现象。溶洞发育对桩基稳定性不利，因此，桩基设计、施工时应注意将桩置于稳定的具有一定持力层厚度的基岩上。

溶洞发育基本情况表

表 10

类型	钻孔编号	洞顶埋深(m)	洞顶标高(m)	洞高(m)	顶板基岩厚度(m)	充填情况	漏水情况
溶洞	zk2	13.5	4.34	2.9	0.1	半充填，充填中风化炭质灰岩碎块	不漏水
		16.6	1.24	1.0	0.2	半充填，充填中风化炭质灰岩碎块	不漏水
	zk6	10.7	6.99	2.7	0.65	全充填，充填灰黑色粉质粘土，软塑状	全漏水
土洞	zk5	11.5	6.45	7.9	/	全充填，充填灰黑色粉质粘土，软塑状	不漏水

2、特殊性岩土

场区的特殊性岩土主要有：人工填土、软土、残积土及风化岩等。

(1) 人工填土：根据钻探资料分析，人工填土层①主要为杂填土及混凝土，为新近填土，呈稍压实状态为主，其成分复杂，土质不均匀，压缩性大，地基承载力低，一般不宜直接利用做基础持力层。

(2) 软土：本工程场区内局部地段揭露淤泥质粉质粘土，该类软土具有含水量高、孔隙比大、压缩性高、灵敏度高、强度低的特点。

(3) 残积土及风化岩：场区揭露基岩为石炭系沉积岩，岩性组合主要为炭质页岩、石灰岩、炭质灰岩，其残积土主要为可塑或硬塑粉

质粘土，本次钻孔深度揭露的残积土和强风化岩具有遇水易软化崩解，强度大幅降低的特性。

5.4 地基土评价

1、①层人工填土层，土质不均，压缩性高，承载力低，工程性质差。

2、②₁层流塑状淤泥质粉质粘土属高压缩性土层，在荷载作用下易产生固结沉降，承载力低，工程性质很差；②₂层粉质粘土呈可塑状，为中等压缩性土，具有一定承载力，工程性质较好；②₂层中砂呈饱和松散状，承载力较低，工程性质较差。

3、残积层之③₁层粉质粘土呈可塑状，具有一定承载力，工程性质较好；③₂层粉质粘土呈硬塑状，承载力较高，工程性质好。

4、基岩之强风化炭质页岩④₁，承载力较高，土层遇水易软化崩解，为特殊性岩土；④₂中风化炭质页岩强度较低，在厚度较大的地段可作桩基持力层；④₂中风化炭质灰岩和石灰岩强度较高，可作桩基持力层。

5.5 岩土设计参数建议

岩土层设计参数结合地区经验综合确定，详见表 11（岩土设计参数建议值表）。

岩土设计参数建议值表

表 11

土层编号	时代成因	岩土名称	状态	天然含水量	重度	天然孔隙比	液性指数	压缩模量	天然快剪		天然单轴 极限抗压 强度 fra	饱和单轴 极限抗压 强度 frb	承载力 基本特 征值 f _{a0}	预制桩(h≤9m)		预制桩(9<h≤16m)		
				W	γ	e ₀	IL	Es	内摩 擦角	粘聚 力				桩侧摩阻 力特征值	端阻力 特征值	桩侧摩阻 力特征值	端阻力 特征值	
				%	kN/m ³	----	----	0.1-0.2 MPa	φ q	Cq				度	kPa	MPa	kPa	kPa
① ₁	Q ₄ ^{ml}	杂填土	稍压实		19.5				15.0	5.0			80-100					
② ₁	Q ₄ ^{al}	淤泥质粉质粘土	流塑	38.0	18.3	>1.0	>1.0	2	5.0	5.0			40	8		8		
② ₂		粉质粘土	可塑	35.0	19.3	0.983		4.5	15.0	15.0			140	30		30		
② ₃		中砂	松散		19.5				5	23.0	0.0			130	20		20	
③ ₁	Q ^{el}	粉质粘土	可塑	35.8	18.9	1.018		4.0	15.0	15.0			160	35	600	35	1000	
③ ₂		粉质粘土	硬塑	30.0	19.5	0.9		5.5	20.0	20.0			220	40	1200	40	1800	
④ ₁	C _{1d} _s	炭质页岩	强风化										500		2000		2000	
④ ₂		炭质页岩	中风化								4.0							
		炭质灰岩	中风化								15.0							
		石灰岩	中风化									20						

6 地基基础方案及建议

6.1 地基基础方案

1、本工程水池和泵房开挖深度约为 1.6 和 4.3m，要求持力层承载力特征值 $f_{ak} \geq 120\text{kPa}$ 。根据钻探资料，结构底板主要位于人工填土层（①）和可塑粉质粘土层（②₂）上，除人工填土层（①）和淤泥质粉质粘土层（②₁）外，其他土层均可满足拟建水池及泵房的承载力的要求，可直接利用其作为天然地基基础持力层。

2、对于位于填土层或结构底板以下存在软弱土层（②₁ 淤泥质粉质粘土）的地段，如钻孔 zk1~zk12、zk16 所在位置，结构底板下卧有较深较厚的软弱土层（填土层、流塑淤泥质粉质粘土层），厚度约 0.03~4.00m。对于软土埋深较浅厚度不大的地段，可采用换填处理；对于软土较深较厚地段，建议采用碎石桩或预制方桩进行处理。

3、由于结构底板以下土层不均匀，设计时应注意控制不均匀沉降及采取合适措施以减小差异沉降对建（构）筑物的不利影响。

4、本场地部分地段场区局部曾经有旧建筑物，可能存在埋藏的地下基础、砖砌结构等不利埋藏物，建议设计时应搜集原有建（构）筑物建造设计图或施工竣工图，用以核实新建工程设计方案的实施条件，避免较大变更。施工中也应做好相关预案，以利于工程顺利推进。

5、本场地残积土及全、强风化岩具有遇水易软化崩解，强度降低等特性，地基基槽开挖后，应及时验槽，满足设计要求后应及时封底，避

免水体浸泡，引发强度降低或地基变形过大等事故。

6.2 基坑安全等级

本基坑周边主要为学校、居民区等，建筑物较密集，本基坑周边环境条件较复杂，根据《广东省建筑基坑工程技术规程》DBJ/T15-20-2016，建议本工程环境等级按一级考虑。

根据现场交通较为繁忙，沿线存在较多建筑物，其临近地铁，基坑破坏对周围环境的影响严重，建议本基坑支护结构安全等级按二级考虑。

6.3 基坑开挖与支护

(1) 由于场地的人工填土层分布广泛，厚度较大，结构较疏松，基坑开挖时应作好止水和支护措施。在地下水（上层滞水）发育地段，建议采用拉森钢板桩进行止水支护；在地下水不发育地段，建议采用普通钢板桩进行基坑支护，一般情况支护桩应进入下卧隔水层一定深度。因本段地下水位普遍较高，应注意合理安排临时导水和排水措施，确保施工期间排水顺畅。

(2) 基坑开挖至设计深度时应及时封底，避免雨水或地下水浸泡地基，并防止自然或人为因素扰动地基土，以免降低地基土强度。雨季施工时建议不要一次性开挖至基底标高，可预留一定厚度底土，待底板施工前再快速挖除，以防止地基土被浸泡。。

(3) 基坑开挖时应对基坑的周边环境进行监测，防止因基坑开挖造成基坑附近地面开裂或危及周边建筑物的安全。

(4) 本场地地下存在人为改造的产物，有可能影响施工开挖或钢板桩支护实施，需注意采用破除、清障措施及做好相关费用预算。

6.4 基坑抗浮

勘察期间测得地下水位埋深为 1.90~4.10m，地下水位变化幅度 0.50~2.00m。由于勘察周期较短，水位实际变化幅度应更大。基坑开挖深度约为 1.6m 和 4.30m，部分基础位于水位以下，设计时应计算地下构筑物自重与地下水浮力，避免当地下构筑物自重小于地下水浮力时，因地下水的浮力产生构筑物上浮移位，甚至开裂、变形等问题。在建筑物上部重量或结构自重未达到抗浮要求时，抗浮设计可考虑设置抗拔桩或抗浮锚杆，以抵抗地下水的浮力。对于抗拔桩的抗拔系数 (λ)，粘性土取 0.7，其余参数详见表 11。本工程抗浮水位可采用场地地坪标高或防洪水位标高。

6.5 基坑地下水控制

施工前应切断地表水体，施工时注意防水，施工过程如遇地下水，建议采用明沟和集水井结合水泵进行排水，把地下水位降至施工作业面之下，保持相对干燥的环境作业。土方开挖时应分层开挖，注意对工程桩基或地基持力层的保护。

6.6 基坑环境保护与监测

场地周边环境复杂，在基坑开挖施工过程中必须进行系统的监测。基坑监测过程中应做好以下工作：

(1) 基坑开挖施工过程中应对土体变形和支护结构的位移进行监测，确保土体变形量和支护结构的位移满足有关规范的要求。

(2) 基坑降水及开挖施工过程中应对基坑周边 3 倍开挖深度范围内的建筑物、地下管线、地下构筑物等进行监测，注意有无沉陷、倾斜、开裂等现象发生，如出现以上危及建（构）筑物及地下管线安全的问题，应立即查找原因，采取有效措施，杜绝事故的发生。

7 结论与建议

7.1 岩土工程评价的重要结论

1、区域地质资料表明，场区邻近广从断裂和瘦狗岭断裂，本次钻探深度范围未发现有构造现象，场地地质构造处于相对稳定状态，根据《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ 57-2012，场区为基本稳定场地。

2、场区地形较平坦，岩土种类较多，分布较不均匀，场地平整较简单，根据《城乡规划工程地质勘察规范》CJJ 57-2012，场区为工程建设较适宜场地。

3、据《建筑抗震设计规范》（2016年版）（GB 50011-2010），场区的地震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第一组；场地为 II 类建筑场地，特征周期为 0.35s。场地部分地段发育淤泥等软土，属建筑抗震不利地段；其他大部分地段属可进行工程建设的一般场地。场区的中砂层（②₃）经判别为液化土层，地基液化等级为轻微液化，需根据工程性质采用合适抗液化处理。

4、场区地下水、地下水以上土对混凝土结构及混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

5、地基方案详见“6 地基基础方案及建议”章节。

7.2 工程设计施工应注意的问题

1、场区全、强风化带遇水易软化、崩解，遇水后强度大幅度下降，在设计、施工中应给予重视。施工中应注意避免雨水和施工用水渗入土体，以免地基土的强度降低。基础开挖后，应及时进行验槽，满足设计要求后应及时进行封底。

2、基坑开挖时应根据设计要求对支护结构水平位移、基坑周边临近建（构）筑物沉降、地下管线变形和地面开裂、塌陷进行监测，实施动态设计和信息化施工，做到及时发现问题、及时解决问题，杜绝工程事故的发生。

3、场地部分钻孔揭露溶洞，本工程野外钻探时个别钻孔孔内发生全漏水现象。因此，施工作业时应密切观测地面以及既有建筑物，并做好预案，避免漏浆、塌孔导致既有建筑物开裂等事故发生。

4、场区存在既有建（构）筑物以及相关人为改造的产物，混凝土路面结构，杂填土层中含硬质物，碎石层等，将给钢板桩的施工带来困难，钢板桩施工时应注意先清除地下的障碍物。

5、本工程基坑底板跨越不同性质的土层，设计时应注意地基的不均匀沉降。另外，“工程地质剖面图”中基底埋深线为示意线，仅供参考，具体位置应以设计施工图为准。

6、本工程场地为既有建（构）筑物，建议收集原建（构）筑物地基方案、基础形式、沉降数据等，以借鉴本次设计工作。

6、地质条件可能造成的工程风险及防范措施建议如表 12 所示。

地质条件可能造成的工程风险及防范措施建议表 **表 12**

风险点	对工程影响	处理建议
填土	分布不均匀，局部厚度或成分变化，导致设计换填量或处理方式的变更	设计阶段充分预计不均匀性，预留相关费用。
软土	基础基槽开挖施工时坑壁、孔壁坍塌，坑底隆起等，导致地面塌陷或沉降。	1、基槽开挖时，做好坑壁的支护和止水措施，确保基底软基处理或封底的施工质量； 2、桩基施工时，应采用泥浆护壁或钢护筒及时跟进； 3、做好相关应急预案。
砂土	1、砂土地震液化，地基承载力丧失、降低或失稳。 2、基槽开挖施工时坑壁、井壁坍塌，坑底管涌，锚索施工涌水涌砂等，导致地面塌陷或沉降。	1、进行处理，消除液化；对桥梁桩基侧摩阻力参数进行相应折减。 2、基槽开挖时，做好坑壁的支护和止水措施，确保基底软基处理或封底的施工质量，确保止水结构底部穿过砂层并形成完整的止水体系。
风化土	炭质页岩风化土遇水软化崩解。	开挖至炭质页岩全、强风化岩及残积土后，防止其被水长时间浸泡。
溶洞和土洞	1、施工扰动导致溶洞顶板破坏，引发地面塌陷或沉降； 2、因岩面陡变或遇溶洞侧壁，冲锤时两侧受力不均，冲桩发生偏锤、卡锤、埋锤等事故。 3、桩底存在勘察未查明的溶洞，或局部溶洞形态、规模有特殊变化。 4、场地存在高承压岩溶水，锚索、抗拔锚杆或抗拔桩等难以施工。	1、施工到达岩面时，尽量减小振动。 2、采用冲孔施工时，覆盖层存在软土或砂层时应钢护筒跟进，遇溶洞顶板尽量轻锤慢进，一旦发现偏锤，应及时停止冲进，先回填片石后再冲进；加强孔内泥浆液面变化观察，发现不明下降，及时停止冲锤，并启动应急预案；必要的，进行溶洞预处理。 有条件时建议采用全回转旋挖钻机钻进。 2、采用超前钻或孔内管波等方式进一步查明桩底基岩内的岩溶发育情况。 4、当勘察表明场地存在高承压岩溶水时，尽量避免采用深基坑；锚索不宜入基岩或用内支撑代替锚索。
中、微风化基岩面	1、桩基未全断面入持力层。 2、无钻孔位置桩基确定桩端持力层较	1、桩端设计标高确定时，对比周围地质资料，选择合适的持力层及深度或标高。

倾斜	困难。 3、桩基未置于设计要求的持力层。	2、施工时注意鉴别，及时反馈冲桩情况。 3、必要时实施超前钻或进行抽芯验证。
----	-------------------------	---

7.3 工程施工对环境的影响及防护措施

1、基坑开挖将改变场区的水文环境，包括场区地表水的汇水面积和排泄路径。建议对现有排水泄洪系统进行评估，若不能满足要求，宜进行改造或新建相关设施。

2、施工现场和便道应采取洒水降尘措施，在施工便道与现状道路交叉路口，应安排专人清扫，清扫前必须洒水。

3、基坑开挖如需要爆破施工，爆破作业点距离敏感建筑物，应采取控制爆破炸药用量和控制开挖进尺数量来减轻振动。

4、工程建设还将改变场区的自然生态系统，破坏建设区域的表层植被。建议工程建设中应根据本地的自然条件，选择合适的物种，对改造后的边坡、道路两侧及平整场地进行因地制宜的绿化，保持生态环境的稳定。

5、建议对该工程进行专项环境与地质灾害评估和论证。

7.4 其他相关问题及处置建议

1、本工程钻孔间距按规范要求布置，但由于场地条件较复杂，钻孔之间的地质条件可能与剖面图中显示的情况不一致，该情况实属正常。对于地质条件发生变化的地段，建议各主体单位（业主、设计、施工、监理、勘察）现场确认后再予以调整或变更。

2、若施工过程中发现有地质异常时，应及时与勘察设计人员沟通，我院

将派技术人员现场解决问题。

3、由于场地既有建（构）筑物影响的原因，个别钻孔无法施钻，当场地具备条件时应进行补充钻探。

目 录

1 前 言	1
1.1 工程概况	1
1.2 勘察工作概况	3
2 自然地理条件	9
2.1 地形地貌	9
2.2 气象	9
2.3 对工程不利的埋藏物	9
3 区域地质	10
3.1 区域地层	10
3.2 地质构造	10
4 场区工程地质条件	12
4.1 地层岩性	12
4.2 水文地质条件	14
4.3 岩土物理力学性质	16
5 岩土工程地质评价	20
5.1 场地稳定性、适宜性评价	20
5.2 地震效应	20
5.3 不良地质及特殊性岩土	23
5.4 地基土评价	25
5.5 岩土设计参数建议	25
6 地基基础方案及建议	27
6.1 基坑地基基础方案	27

6.2 基坑安全等级	28
6.3 基坑开挖与支护	28
6.4 基坑抗浮	29
6.5 基坑地下水控制	29
6.6 基坑环境保护与监测	29
7 结论与建议	30
7.1 岩土工程评价的重要结论	30
7.2 工程设计施工应注意的问题	31
7.3 工程施工对环境的影响及防护措施	32
7.4 其他相关问题及处置建议	33

附 表

1、土工试验报告（附表一）	2 页
2、水质分析报告（附表二）	2 页
3、土的腐蚀性分析报告（附表三）	1 页
4、岩石抗压强度试验报告（附表四）	2 页

附 图

1、钻孔平面位置图（比例尺 1:500）	图 1
2、工程地质剖面图	图 2-1~2-8
3、钻孔柱状图	16 页
4、岩芯相片	9 页

广州自来水公司大金钟加压站建设工程勘察及初步设计项目工程

岩土工程详细勘察报告

工程编号 : 22-412-1-M

任务编号 : K23-01-006



广州市市政工程设计研究总院有限公司
Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd.

工程勘察 综合甲级 B144002065

2023年03月27日

广州自来水公司大金钟加压站建设工程勘察及初步设计项目工程

岩土工程详细勘察报告

工程编号 : 22-412-1-M

任务编号 : K23-01-006

部门负责: 杨 军

审 定: 李承海

审 核: 徐 晋

项目负责: 李承海

刘珊珊

校 核: 雷 金

报告编写: 刘珊珊



广州市市政工程设计研究总院有限公司

Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd.

工程勘察 综合甲级 B144002065

2023年03月27日