

西 安 华 阳 置 业 有 限 责 任 公 司
华 阳 新 天 地 二 期
岩 土 工 程 勘 察 报 告 书

(详 勘)

KC-2014-3-071

院 长 ： 张 炜

总工程师 ： 郑 建 国

机 械 工 业 勘 察 设 计 研 究 院

2 0 1 4 年 0 7 月 西 安

西 安 华 阳 置 业 有 限 责 任 公 司
华 阳 新 天 地 二 期
岩 土 工 程 勘 察 报 告 书
(详 勘)

审 定 人：秦 广 平

审 核 人：蔡 怀 恩

项目 负责人：王 迎 兵

张 鹏

机 械 工 业 勘 察 设 计 研 究 院

2 0 1 4 年 0 7 月 西 安

目 录

1 前言	1
1.1 工程概况.....	1
1.2 勘察目的.....	1
1.3 勘察工作依据	2
1.4 勘察工作量布置及完成情况	3
1.5 勘察设备及作业方法.....	5
1.6 参加人员及完成日期.....	5
2 场地工程地质及水文地质条件	6
2.1 场地位置及地形地貌	6
2.2 区域构造、地裂缝及场地稳定性.....	6
2.2.1 区域构造.....	6
2.2.2 地裂缝及场地稳定性	8
2.2.3 其它不良地质作用	8
2.3 地层结构及描述	9
2.4 地下水.....	12
3 地基土物理力学性质	12
3.1 室内试验.....	12
3.1.1 地基土的一般物理力学性质	12
3.1.2 直剪（固结快剪）试验	12
3.1.3 颗粒分析试验	15
3.1.4 自重湿陷性试验及湿陷起始压力试验	15
3.1.5 水、土腐蚀性试验	15
3.2 原位测试.....	17
3.2.1 标准贯入试验	17
3.2.2 重型圆锥动力触探试验	17

3.2.3 波速测试.....	17
4 场地地震效应.....	18
4.1 建筑场地类别	18
4.2 抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组	18
4.3 地基土地震液化评价.....	18
4.4 建筑场地抗震地段的划分	19
5 场地岩土工程评价.....	19
5.1 黄土的湿陷性评价	19
5.1.1 场地湿陷类型及地基湿陷等级.....	19
5.1.2 黄土的湿陷起始压力	19
5.2 地基承载力特征值.....	20
5.3 地基土的压缩（变形）模量.....	20
5.4 桩基设计参数.....	21
5.5 地下水、地基土的腐蚀性评价.....	22
5.6 地基评价.....	22
6 地基基础方案.....	23
6.1 高层住宅地基方案	23
6.1.1 天然地基方案分析	23
6.1.2 桩基方案.....	24
6.1.3 水泥粉煤灰碎石（CFG）桩复合地基方案.....	25
6.2 商业及地下车库地基方案	25
6.3 高层住宅与商业、地下车库差异沉降	26
7 基础施工中的主要岩土工程问题	26
7.1 基坑开挖与支护	26
7.2 地基试验与质量检测	27
7.3 沉降（变形）观测	27

7.4 桩基施工对环境的影响	27
8 结论及建议	28

附件：

附件 1：岩土工程勘察任务书

附件 2：工作联系单

附 录	张 数	编 号
1、图 例	1	1
2、勘探点平面位置图	1	2
3、工程地质剖面图	8	3~10
4、土工试验成果报告	5	11~15
5、颗粒分析结果报告	2	16~17
6、颗粒分析粒径级配曲线图表	2	18~19
7、水腐蚀性试验报告	1	20
8、土腐蚀性试验报告	1	21
9、钻孔剪切波速测试成果图表	3	22~24

西安华阳置业有限责任公司

华阳新天地二期

岩土工程勘察报告书

1 前言

受西安华阳置业有限责任公司的委托，我机械工业勘察设计研究院对其拟建的华阳新天地二期项目场地进行了详勘阶段的岩土工程勘察工作。该项目由中国建筑西北设计研究院有限公司负责施工图设计。

1.1 工程概况

根据建筑平面图、《岩土工程勘察任务书》，拟建建筑物概况见表 1.1。

拟建建筑物概况一览表

表 1.1

建筑物名称	层数	高度(m)	建(构)筑物等级	结构类型	对下沉敏感程度	基础类型	埋置深度(m)	平均基底压力(kN/m ²)
1 [#] 、2 [#] 高层住宅	33F	99.25	一级	剪力墙	敏感	筏板	-9.7	600
3 [#] 高层住宅	30F	94.85	一级	剪力墙	敏感	筏板	-9.7	540
商业	4/3F	16.85	二级	框架	一般	独基	-9.7	300
地下车库	-2F	/	二级	框架	一般	独基	-9.7	250

根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009 版)的划分标准，拟建的 1[#]、2[#]高层住宅工程重要性等级为一级，3[#]高层住宅工程重要性等级为二级，商业及地下车库的工程重要性等级为二级，场地复杂程度等级为二级，地基复杂程度等级为二级，1[#]、2[#]高层住宅岩土工程勘察等级为甲级，3[#]高层住宅、商业及地下车库岩土工程勘察等级为乙级。

1.2 勘察目的

根据建筑物平面图及《岩土工程勘察任务书》、国家现行有关规范、规程的规定，本次勘察目的如下：

- (1) 查明拟建场地内及其附近有无影响工程稳定性的不良地质作用，

评价场地的稳定性及建筑适宜性；

（2）查明拟建场地地层结构、均匀性，尤其是基础底面以下土层的分布及各地基土层的物理力学性质；

（3）查明黄土场地湿陷类型、湿陷性土层厚度，评价地基湿陷等级；

（4）查明场地内地下水埋藏条件及水位变化幅度和规律，评价地下水对工程建设的影响，判定地基土及地下水对建筑材料的腐蚀性；

（5）确定建筑场地类别，提供抗震设计所需的有关技术参数，评价场地的地震效应；

（6）提供各层地基土承载力特征值及变形参数；

（7）对拟建建筑物地基基础方案进行分析论证，提供技术可行、经济合理的地基基础方案建议，并提供各种方案所需的岩土参数；

（8）提供桩基设计参数，估算单桩承载力，分析桩型、桩端持力层及桩基施工有关的岩土工程问题；

（9）提供基坑支护设计所需的岩土参数等。

1.3 勘察工作依据

本次勘察工作主要依据下列规程、规范和标准：

（1）《岩土工程勘察规范》（GB 50021—2001）（2009 版）；

（2）《建筑地基基础设计规范》（GB 50007—2011）；

（3）《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB 50025-2004）；

（4）《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）；

（5）《西安地裂缝场地勘察与工程设计规程》（DBJ 61—6—2006）；

（6）《高层建筑岩土工程勘察规程》（JGJ 72-2004）；

（7）《建筑地基处理技术规范》（JGJ79—2012）；

（8）《建筑桩基技术规范》（JGJ 94—2008）；

(9)《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999);

(10)《地下水质检验方法》(DZ/T0064—1993);

(11)《湿陷性黄土地区建筑基坑安全技术规程》(JGJ167—2009)等。

1.4 勘察工作量布置及完成情况

本次岩土工程勘察工作量是根据勘察阶段、地基复杂程度及建筑物规模,按照上述规范的有关规定布置,布置并完成工作量如下,详见表 1.4。

1) 钻孔 23 个,孔深 20.00~65.00m,进尺 1120.00m,均采用泥浆护壁钻进;探井 5 个,井深 8.90~10.40m,进尺 49.40m;本次勘察合计进尺 1169.40m。

2) 完成标准贯入试验 57 次;

3) 完成重型动力触探试验合计进尺 20.0m;

4) 完成单孔剪切波速试验孔 3 个,测深均为 20m,合计测点 60 个;

5) 取不扰动土试样 230 件,扰动砂样 35 件,水样 2 组;

6) 室内完成常规土工试验 165 件,黄土湿陷性试验 73 件,自重湿陷性试验 72 件,湿陷起始压力试验 36 件,直剪(固结快剪)试验 29 组,颗粒分析试验 35 件,水的腐蚀性测试 2 组,土的腐蚀性测试 3 件;

7) 测放点 23 个。

由于场地条件限制,勘探施工时个别勘探点位略有移动。

勘察工作量汇总表

表 1.4

勘探点编号	孔口标高 (m)	钻探深度 (m)	探井深度 (m)	稳定水位 (m)	水位标高 (m)	常规试验 (件)	标准贯入 (次)	动力触探 (m)	直接剪切 (组)	剪切波速 (m)	颗粒分析 (件)	黄土湿陷 (件)	自重湿陷 (件)	湿陷起始压力 (件)	水腐蚀 (件)	土腐蚀 (件)
1	405.98	65.00		12.50	393.48	10		1.5	3	20	3	1				
2	405.63	50.00		12.40	393.23											
3	405.02	65.00	8.90	11.80	393.22	17	1	1.0	6		3	8	8	8	1	
4	404.57	50.00		11.40	393.17		9	1.0								
5	404.58	65.00		11.50	393.08	13	1	0.8			3	5	5			
6	404.65	50.00		11.50	393.15		10	1.0								
7	404.97	50.00		11.80	393.17											
8	404.98	65.00		11.80	393.18	12	3	1.5	3		4	4	4			1
9	404.87	50.00		11.70	393.17		10	1.0								
10	404.71	65.00		11.50	393.21	15		1.2			3	5	5			
11	404.46	50.00		11.30	393.16			1.0								
12	405.04	65.00	9.50	11.80	393.24	16	1	1.8	5	20	4	8	8	8		1
13	404.97	65.00		11.80	393.17	17		1.4			2	5	5			
14	404.81	50.00		11.60	393.21		2	0.5								
15	405.07	25.00	10.30	11.80	393.27	11	1	0.5			2	8	8			
16	405.08	20.00		11.90	393.18											
17	404.60	25.00		11.40	393.20	7		1.4			2	4	4			
18	405.04	65.00	10.40	11.80	393.24	17	1	1.5	7		4	10	10	10		
19	405.30	50.00		12.00	393.30		9	1.0								
20	405.35	65.00		12.00	393.35	16	1	1.4		20	3	5	5		1	1
21	405.30	20.00		12.00	393.30											
22	405.94	25.00	10.30	12.40	393.54	14	1	0.5	8		2	10	10	10		
23	406.22	20.00		12.50	393.72		4									
最小值	404.46	20.00	8.90	11.30	393.08											
最大值	406.22	65.00	10.40	12.50	393.72											
合计		1120.00	49.40			165	57	20.0	29	60	35	73	72	36	2	3

1.5 勘察设备及作业方法

1) 勘探点测放及高程测量

勘探点测放依据甲方提供的纺渭路道沿西侧的 BM1 点($X=11255.452$, $Y=23737.871$, $H=406.242$)、BM2 点($X=11135.341$, $Y=23737.569$, $H=408.237$)。本次岩土工程勘探点的施放及高程测量采用 RTK 完成。

2) 现场钻探及取样

钻探采用 1 台 DPP-100-3E 型汽车钻机、3 台 XY150 型台式钻机, 水位以上粉质粘土钻探采用螺纹钻头旋转钻进, 薄壁取土器静力压入法采取土试样, 卵石层采用套管护壁; 水位以下采用岩心管泥浆循环护壁钻进, 单动双壁取样器取样; 扰动砂样一般采用标贯器标准贯入试验取样。

3) 原位测试

现场标准贯入试验采用导杆穿心锤加自动脱钩装置, 试验锤质量为 63.5kg, 落距 76.0cm, 贯入器长度 700mm, 钻杆直径 42mm。

现场圆锥重型动力触探试验采用导杆穿心锤加自动脱钩装置, 试验锤质量为 63.5kg, 落距 76.0cm, 钻杆直径 42mm。

剪切波速试验采用中科院武汉岩土力学研究所研制生产的 RSM-24FD 浮点工程动测仪采集数据, JBT-II 型井下三分向探头, IBM 笔记本记录。

4) 室内试验

各项土工试验均依据《土工试验方法标准》(GB/T50123-1999) 的有关规定进行, 液限含水量采用 76g 圆锥仪法 (10mm 下沉量), 塑限含水量采用搓条法测定。

1.6 参加人员及完成日期

勘探点测放及高程测量由我院勘察公司张鹏同志完成。

野外钻探、原位测试及取样工作由我院勘察公司于 2014 年 6 月 23~7 月 2 日完成。

室内土工试验及水土腐蚀性测试工作由我院土工试验中心承担，于2014年7月5日完成所有项目的试验和测试并提交正式成果报告。

2 场地工程地质及水文地质条件

2.1 场地位置及地形地貌

拟建华阳新天地二期项目位于西安市城东交通枢纽东北侧，纺渭路西侧，长乐东路北侧，紧邻地铁1号线东起点纺织城站，拟建场地交通便利。

拟建场地地势总体平坦，勘察期间场地西北角有土堆，东北角地势略低，勘探点地面高程介于404.46~406.22m之间。场地地貌单元属灞河左岸一级阶地，见图2.1。



图 2.1 拟建场地及周边交通图

2.2 区域构造、地裂缝及场地稳定性

2.2.1 区域构造

西安市位于渭河断陷盆地中段南部，跨西安凹陷和骊山凸起两个一级构造单元，其两者以长安—临潼断裂为界。

骊山凸起自上新世以来，随着长安—临潼断裂活动的加剧，逐渐抬升，

致使西安市东南部的黄土塬地势高亢，第四系较薄，厚仅百余米。西安凹陷位于长安—临潼断裂以西，哑柏断裂以东，渭河断裂以南，是渭河断陷盆地的沉降中心之一，新生代地层厚逾 7000m，边缘地区较薄。自早更新世晚期三门湖由东南向西北退缩，黄土逐渐向西北超覆。地势上东部高起西部低平，东部泾灞河各级阶地间高差大，呈河谷型地貌；西部皂河各级阶地间高差很小，呈宽阔地坪的冲洪积平原景观。

区内主要发育东西向渭河南岸断裂、北东向长安—临潼断裂及北西向的灞河断裂、泾河断裂、皂河断裂、产灞河断裂与沔河断裂。据陕西省地矿局《西安地区区域地壳稳定性与地质灾害评价和研究》资料，上述断裂在秦岭山区皆有出露，进入平原区为隐伏断层，切割了东西向断层，多种迹象表明第四纪有活动。这些西北向断裂是地表水系发育的基础。

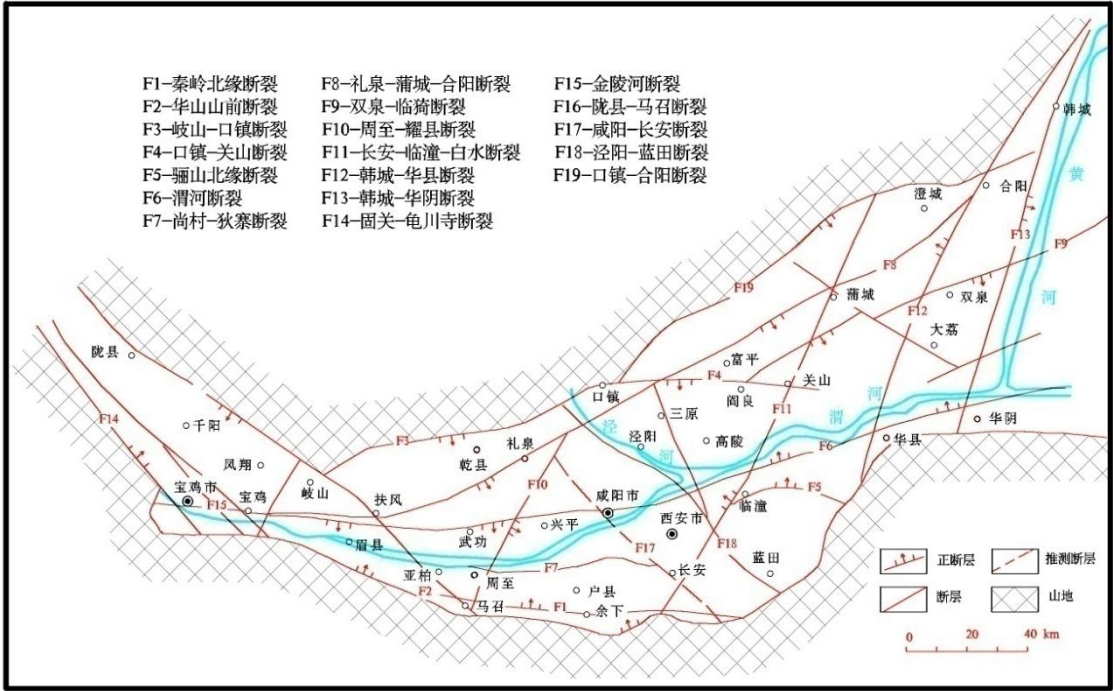


图 2.2.1 拟建场地构造及区域断裂发育图

渭河断裂和临潼—长安断裂是渭河断陷盆地中的主要发震断裂，它们对拟建场地的影响已在抗震设防烈度中给予了考虑。

2.2.2 地裂缝及场地稳定性

在临潼—长安断裂带北侧，发育十多条北东走向的西安地裂缝。根据已有资料， f_6 地裂缝从拟建场地北侧通过，本场地距 f_6 地裂缝的距离大于 60m，见图 2.2.2。

另外，根据本次勘察，层位较为稳定，未发现错动现象。综合分析，拟建场地内无地裂缝通过，可不考虑地裂缝对拟建建筑物的影响。



图 2.2.2 拟建场地与地裂缝相对位置关系图

2.2.3 其它不良地质作用

拟建场地未发现其它不良地质及地质灾害，场地稳定，适宜建筑。

2.3 地层结构及描述

根据钻探现场描述、室内土工试验结果及原位测试结果，将场地勘探深度（65.0m）范围内地基土分为 9 层（附录 3~10），地层特性见表 2.3。现自上而下分层描述如下：

素填土 Q_4^{ml} ①：黄褐~褐黄色，坚硬~硬塑，湿。土质不均，以粉质粘土为主，含少量建筑垃圾及植物根系。该层一般厚度 0.40~2.00m，层底高程 396.68~405.44m。该层在场地西北角分布厚度达 8.00~9.30m，下部可塑，饱和。

黄土状土（粉质粘土） Q_4^{al} ②：褐黄色，硬塑，局部可塑，稍湿~湿；针状孔隙发育，少量大孔隙，零星铁质斑点，偶见蜗牛壳。湿陷系数平均值 $\delta_s=0.064$ ，湿陷性中等，局部湿陷性强烈。压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.32\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土，局部为高压缩性土。该层层厚 3.50~5.60m，层底深度 5.00~6.40m，层底高程 398.77~400.94m。

黄土状土（粉质粘土） Q_4^{al} ③：褐黄色，硬塑，局部可塑，湿~饱和；土质均匀，局部可见少量针孔，零星铁质斑点，偶见蜗牛壳。压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.15\text{MPa}^{-1}$ ，属中偏低压缩性土。该层层厚 1.10~5.30m，层底深度 8.90~10.80m，层底高程 394.28~396.12m。

卵石 Q_4^{al} ④：杂色，密实，饱和，一般粒径为 20~60mm，最大粒径 150mm，级配良好，磨圆度一般，岩性以花岗岩为主，由中粗砂充填，顶部有少量中砂薄层或透镜体。重型动力触探试验实测击数平均值 38.7 击，修正击数平均值 28.1 击。该层层厚 3.00~5.90m，层底深度 13.30~16.10m，层底高程 389.47~392.14m。

粉质粘土 Q_3^{al} ⑤：黄褐~褐黄色，硬塑~可塑，饱和。含铁锰质斑点及钙质结核，偶见蜗牛壳。压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.22\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。该

层局部夹中砂⑤₁夹层或透镜体（褐黄色，中密，饱和。颗粒矿物成份以石英、长石为主，可见云母，颗粒均匀，局部可见圆砾，实测标贯锤击数平均值 $\bar{N}=24$ 击，最大厚度 3.60m）。该层层厚 5.20~10.30m，层底深度 20.20~25.20m，层底高程 380.78~384.47m。

粉质粘土 Q_3^{al} ⑥：黄褐~褐黄色，硬塑~可塑，饱和。含铁锰质斑点及钙质结核，偶见蜗牛壳。局部有砂质感，呈坚硬状态。压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.24\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。该层层厚 10.80~15.70m，层底深度 33.00~38.00m，层底高程 366.97~372.35m。

该层含圆砾⑥₁夹层或透镜体：杂色，中密~密实，饱和。一般粒径为 1~8mm，最大粒径可达 15mm，磨圆度较好，岩性以花岗岩为主，由中粗砂充填，局部以中粗砂为主。重型动力触探试验实测击数平均值 27.3 击，修正击数平均值 15.6 击。最大夹层厚度 6.80m。

粉质粘土 Q_2' ⑦：灰黄~灰色，硬塑~可塑，饱和。土质均匀，含少量铁锰质斑点及钙质结核。压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.21\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。该层层厚 3.20~7.30m，层底深度 40.00~42.00m，层底高程 363.47~365.05m。

粉质粘土 Q_2' ⑧：黄褐~褐黄色，可塑，饱和。土质均匀，含少量铁锰质斑点及钙质结核。压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.22\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。该层层厚 9.00~12.70m，层底深度 49.40~53.40m，层底高程 352.32~355.95m。

圆砾 Q_2' ⑨：杂色，密实，饱和，一般粒径为 2~10mm，最大粒径 150mm，磨圆度较好，岩性以花岗岩为主，由中粗砂充填，顶部有少量中砂薄层或透镜体。重型动力触探试验实测击数平均值 46.3 击，修正击数平均值 26.4 击。本次勘察未揭穿该层，最大揭露厚度 15.60m，最深钻至 65.00m，相应高程 339.58m。

地层特性表

表 2.3

层号	土层名称	时代成因	平均层厚 (m)	层厚 (m)	层底高程 (m)	颜色	湿度	状态	密实度	压缩性	土层描述
①	素填土	Q_4^{ml}	1.9	0.40~9.30	396.68~405.44	黄褐色~ 褐黄色	湿	坚硬~硬塑			以粉质粘土为主，含少量建筑垃圾及植物根系，一般厚度 0.40 ~2.00m。场地西北角厚度 8.00 ~9.30m，下部可塑，饱和。
②	黄土状土 (粉质粘土)	Q_4^{al}	4.5	3.50~5.60	398.77~400.94	褐黄色	稍湿~湿	硬塑， 局部可塑		中压缩性， 局部高压缩性	针状孔隙发育，少量大孔隙，零星铁质斑点，偶见蜗牛壳。湿陷系数平均值 $\delta_s=0.064$ ，湿陷性中等，局部湿陷性强烈。
③	黄土状土 (粉质粘土)	Q_4^{al}	3.9	1.10~5.30	394.28~396.12	褐黄色	湿~饱和	硬塑， 局部可塑		中压缩性	土质均匀，局部可见少量针孔，零星铁质斑点，偶见蜗牛壳。
④	卵石	Q_4^{al}	4.2	3.50~9.00	389.47~392.14	杂色	饱和		密实		一般粒径为 20~60mm，最大粒径 150mm，磨圆度一般，岩性以花岗岩为主，由中粗砂充填，顶部有少量中砂薄层或透镜体。
⑤	粉质粘土	Q_3^{al}	8.6	10.30~13.70	380.78~384.47	黄褐色~ 褐黄色	饱和	硬塑~可塑		中压缩性	含铁锰质斑点及钙质结核，偶见蜗牛壳。局部夹中砂⑤ ₁ 夹层或透镜体（褐黄色，中密，饱和。颗粒矿物成份以石英、长石为主，可见云母，颗粒均匀，局部可见圆砾，实测标贯锤击数平均值 $\bar{N}=24$ 击，最大厚度 3.60m）。
⑥	粉质粘土	Q_3^{al}	12.6	9.50~15.80	366.97~372.35	黄褐色~ 褐黄色	饱和	硬塑~可塑		中压缩性	含铁锰质斑点及钙质结核，偶见蜗牛壳。 含圆砾⑥ ₁ 夹层或透镜体：杂色，中密~密实，饱和。一般粒径为 1~8mm，最大粒径可达 15mm，磨圆度较好，岩性以花岗岩为主，由中粗砂充填，局部以中粗砂为主。最大夹层厚度 6.80m。
⑦	粉质粘土	Q_2^l	5.3	6.80~12.60	363.47~365.05	灰黄~ 灰色	饱和	硬塑~可塑		中压缩性	土质均匀，含少量铁质斑点及钙质结核。
⑧	粉质粘土	Q_2^l	10.7	14.10~18.0	352.32~355.95	黄褐色~ 褐黄色	饱和	可塑		中压缩性	土质均匀，含少量铁质斑点及钙质结核。
⑨	圆砾	Q_2^l	平均揭露厚度 13.5 m	最大揭露厚度 15.60m	最深钻至 339.58	杂色	饱和		密实		一般粒径为 2~10mm，最大粒径 150mm，磨圆度较好，岩性以花岗岩为主，由中粗砂充填，顶部有少量中砂薄层或透镜体

2.4 地下水

本次勘察期间(2014 年 7 月),测得场地地下水稳定水位埋深在 11.30~12.50m, 相应水位高程为 393.08~393.72m, 属潜水类型。

根据该区域地下水动态观测资料,地下水位年内变幅在 2m 左右,勘察期间所测水位接近年内低水期水位。建议本场地的抗浮设计水位标高可按 397.0m 考虑。

3 地基土物理力学性质

3.1 室内试验

3.1.1 地基土的一般物理力学性质

为查明地基土的一般物理力学性质,本次勘察采取了 165 件不扰动土试样进行了室内常规物理力学性质指标测试,试验结果见附录 11~15。指标分层统计结果见表 3.1.1。

3.1.2 直剪(固结快剪)试验

为提供基坑开挖边坡设计或支护设计所需有关土层的抗剪强度参数,本次勘察在素填土①层、黄土状土(粉质粘土)②、③层、粉质粘土⑤采取了 29 件不扰动土样进行了直剪(固快快剪)试验,试验结果见附录 11~15。试验指标(粘聚力 c 和内摩擦角 φ) 分层统计结果见表 3.1.2。

直剪(固快)试验成果统计表 表 3.1.2

土层	粘聚力 c (kPa)								内摩擦角 φ (°)							
	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	标准值	建议值	统计频数	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	标准值	建议值	统计频数
填土①	47.0	40.0	43.5				10	4	25.3	22.5	23.8				120	4
黄土状土②	28.0	18.0	24.0	3.64	0.15	21.7	22	9	25.6	23.1	24.5	0.95	0.04	23.9	240	9
黄土状土③	46.0	32.0	38.9	4.42	0.11	35.9	35	8	24.4	22.5	23.6	0.69	0.03	23.1	230	8
粉质粘土⑤	50.0	32.0	40.4	5.77	0.14	36.2	36	7	23.6	21.4	22.6	0.86	0.04	21.9	220	7

地基土常规物理力学性质指标统计表																						表 3.1.1
土层及编号	值别	含水率 w %	重度 γ kN/m ³	干重度 γ _d kN/m ³	饱和度 Sr %	孔隙比 e	液 限 w _L %	塑 限 w _P %	塑性 指数 I _p	液性 指数 I _L	湿陷 系数 δ _s	压缩 系数 a ₁₋₂ MPa ⁻¹	压缩 模量 Es ₁₋₂ MPa	压缩 模量 Es ₂₋₃ MPa	压缩 模量 Es ₃₋₄ MPa	压缩 模量 Es ₄₋₅ MPa	压缩 模量 Es ₅₋₆ MPa	压缩 模量 Es ₆₋₇ MPa	压缩 模量 Es ₇₋₈ MPa	压缩 模量 Es ₈₋₉ MPa	压缩 模量 Es ₉₋₁₀ MPa	湿陷 起始 压力 kPa
① 素填土	最大值	23.6	20.3	17.4	93	0.689	33.0	19.8	13.2	0.31		0.32	15.6									200
	最小值	16.9	19.9	16.1	82	0.561	30.0	18.3	11.7	<0		0.10	5.3									200
	平均值	20.2	20.1	16.8	88	0.624	31.8	19.2	12.6	0.07		0.24	8.4									200
	统计频数	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4									1
② 黄土状土 (粉质粘土)	最大值	22.5	17.3	14.1	60	1.223	31.0	18.6	12.2	0.34	0.112	0.71	13.2									172
	最小值	18.5	14.7	12.2	42	0.931	29.2	17.9	11.3	0.02	0.020	0.13	2.3									51
	平均值	20.3	15.8	13.2	52	1.067	29.9	18.2	11.7	0.18	0.064	0.32	7.4									103
	标准差	1.12	0.73	0.60	4.9	0.0949	0.44	0.19	0.23	0.091	0.0249	0.174	3.28									37.9
	变异系数	0.05	0.05	0.05	0.09	0.09	0.01	0.01	0.02			0.54	0.44									0.37
	统计频数	31	31	31	31	31	30	29	30	32	31	30	31									17
③ 黄土状土 (粉质粘土)	最大值	25.1	20.6	17.3	99	0.835	34.3	20.4	14.0	0.46	0.006	0.22	16.3	13.5	15.8	16.9	18.9					500
	最小值	18.1	17.9	14.8	68	0.575	30.1	18.3	11.8	<0	0.000	0.09	6.3	9.3	11.1	12.7	14.8					200
	平均值	21.7	19.4	15.9	84	0.710	31.8	19.2	12.7	0.20	0.001	0.15	11.3	11.6	13.5	15.3	17.8					283
	标准差	1.79	0.81	0.76	7.9	0.0806	1.31	0.65	0.68	0.152	0.0014	0.034	2.44	1.28	1.52	1.39	1.33					138.3
	变异系数	0.08	0.04	0.05	0.09	0.11	0.04	0.03	0.05			0.22	0.22	0.11	0.11	0.09	0.07					0.49
	统计频数	36	37	37	36	37	36	36	37	36	35	36	36	12	10	9	9					18
⑤ 粉质粘土	最大值	27.7	20.5	17.1	97	0.835	36.1	21.3	14.8	0.52		0.28	10.8	13.3	14.7	18.0	20.6	24.0				
	最小值	19.9	19.0	14.9	89	0.597	31.1	18.8	12.3	0.05		0.15	6.3	7.7	9.0	10.6	12.0	13.8				
	平均值	24.2	19.8	15.9	93	0.713	34.0	20.3	13.8	0.29		0.22	8.0	9.7	11.5	14.0	16.4	19.3				
	标准差	1.78	0.37	0.51	2.0	0.0547	1.38	0.68	0.70	0.117		0.038	1.26	1.40	1.42	2.10	2.50	2.60				
	变异系数	0.07	0.02	0.03	0.02	0.08	0.04	0.03	0.05			0.17	0.16	0.14	0.12	0.15	0.15	0.13				
	统计频数	34	34	34	34	34	33	33	33	32		33	33	32	31	29	29	28				
⑥ 粉质粘土	最大值	28.3	20.6	17.0	97	0.834	36.4	21.4	15.0	0.59		0.33	10.0	12.3	14.6	17.8	20.3	23.1	26.7	28.2		
	最小值	20.2	19.1	14.9	89	0.600	31.6	19.1	12.5	<0		0.14	5.6	6.8	8.3	9.9	11.1	12.7	14.8	28.2		
	平均值	24.8	19.8	15.8	93	0.723	34.0	20.3	13.7	0.32		0.24	7.4	9.1	11.0	12.9	15.2	17.5	20.1	28.2		
	标准差	2.41	0.42	0.61	2.0	0.0665	1.32	0.64	0.68	0.176		0.055	1.35	1.68	1.93	2.37	2.99	3.26	3.49			
	变异系数	0.10	0.02	0.04	0.02	0.09	0.04	0.03	0.05			0.23	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	0.19	0.17			
	统计频数	23	24	23	23	23	23	23	23	24		24	23	23	23	22	22	22	14	1		

地基土常规物理力学性质指标统计表																						表 3.1.1
土层及编号	值别	含水率 w %	重度 γ kN/m ³	干重度 γ_d kN/m ³	饱和度 Sr %	孔隙比 e	液 限 w _L %	塑 限 w _P %	塑性 指数 I _p	液性 指数 I _L	湿陷 系数 δ_s	压缩 系数 a ₁₋₂ MPa ⁻¹	压缩 模量 Es ₁₋₂ MPa	压缩 模量 Es ₂₋₃ MPa	压缩 模量 Es ₃₋₄ MPa	压缩 模量 Es ₄₋₅ MPa	压缩 模量 Es ₅₋₆ MPa	压缩 模量 Es ₆₋₇ MPa	压缩 模量 Es ₇₋₈ MPa	压缩 模量 Es ₈₋₉ MPa	压缩 模量 Es ₉₋₁₀ MPa	湿陷 起始 压力 kPa
⑦ 粉质粘土	最大值	30.3	20.5	17.1	95	0.872	38.1	22.3	15.8	0.54		0.29	10.6	13.2	15.8	17.6	20.4	23.3	27.2	32.7		
	最小值	19.8	19.0	14.6	90	0.584	28.6	17.6	11.0	0.01		0.15	5.4	6.7	8.1	9.4	11.7	13.4	15.6	18.7		
	平均值	24.1	19.8	16.0	92	0.711	34.3	20.4	13.9	0.26		0.21	8.2	10.0	11.9	13.9	16.6	19.2	22.4	26.1		
	标准差	3.41	0.52	0.84	1.7	0.0952	3.13	1.53	1.60	0.167		0.045	1.60	1.89	2.08	2.39	3.00	3.27	3.60	4.69		
	变异系数	0.14	0.03	0.05	0.02	0.13	0.09	0.08	0.11			0.22	0.20	0.19	0.18	0.17	0.18	0.17	0.16	0.18		
	统计频数	12	12	12	12	12	12	12	12	12		11	12	12	12	12	12	12	12	12		
⑧ 粉质粘土	最大值	27.6	20.3	16.7	95	0.791	33.9	20.2	13.7	0.62		0.27	9.0	11.2	13.0	15.4	18.8	21.1	24.2	28.2	33.8	
	最小值	21.4	19.2	15.2	91	0.627	30.1	18.3	11.8	0.26		0.18	6.6	7.2	9.0	10.5	11.9	13.8	16.3	19.9	22.4	
	平均值	24.2	19.7	15.9	93	0.712	31.8	19.2	12.6	0.43		0.22	7.8	9.4	11.4	13.4	15.9	18.5	21.0	24.1	28.1	
	标准差	1.54	0.29	0.42	1.3	0.0451	1.11	0.56	0.55	0.099		0.024	0.68	1.01	1.15	1.37	1.98	1.91	2.05	2.52	3.54	
	变异系数	0.06	0.01	0.03	0.01	0.06	0.03	0.03	0.04			0.11	0.09	0.11	0.10	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.13	
	统计频数	20	20	20	19	20	20	20	20	20		19	19	20	20	20	20	20	20	20	16	

3.1.3 颗粒分析试验

为了解场地内砂类及碎石类地基土的粒径级配情况并对其进行准确定名，本次勘察在砂类、碎石类土中采取了 35 件扰动试样进行了颗粒分析试验，试验结果见附录 16~17。主要砂类、碎石类土颗粒分析统计结果见表 3.1.3，颗分级配曲线见附录 18~19。

3.1.4 自重湿陷性试验及湿陷起始压力试验

为了评价黄土场地的湿陷类型，本次勘察在探井中采取 72 件不扰动土样进行了室内黄土自重湿陷性试验，选取了 36 件不扰动试样按双线法进行了黄土湿陷起始压力试验。试验结果见附录编号 11~15。

3.1.5 水、土腐蚀性试验

为评价地下水和地基土对建筑材料的腐蚀性，本次勘察在钻孔中采取地下水试样 2 组、水位以上地基土试样 3 件，在室内进行了地下水和地基土的腐蚀性试验，试验结果见附录 20~21。

颗粒分析试验成果(小于某粒径的累计百分含量)统计表

表 3.1.3

层号	值别	<100 mm	<60 mm	<40 mm	<20 mm	<10 mm	<5 mm	<2 mm	<1 mm	<0.5 mm	<0.25 mm	<0.075 mm	不均匀 系数	曲率 系数	平均粒径 (mm)
④ 卵石	最大值	100	100	79	49	34	25	19	14	9	4	2	26.4	2.9	31.9
	最小值	100	68	45	30	17	12	7	4	2	1	1			
	平均值	100	95	65	40	26	18	12	8	5	2	1			
	标准差	0.1	12.4	10.9	6.2	6.2	5.2	4.5	3.4	2.2	0.8	0.4			
	变异系数	0.00	0.13	0.17	0.15	0.24	0.30	0.38	0.43	0.45	0.34	0.36			
	统计频数	12	11	11	11	12	12	12	12	12	11	12			
⑤ ₁ 中砂	最大值								100	79	40	10	2.6	1.0	0.3
	最小值								100	74	27	6			
	平均值								100	76	33	9			
	统计频数								4	4	4	4			
⑥ ₁ 圆砾	最大值				100	100	100	100	87	47	19	6	21.7	1.0	2.8
	最小值				100	59	48	33	25	15	7	2			
	平均值				100	85	74	57	44	24	12	4			
	标准差				0.1	16.5	23.5	27.6	24.6	11.6	4.2	1.7			
	变异系数				0.00	0.19	0.32	0.48	0.55	0.47	0.34	0.38			
	统计频数				9	10	10	10	10	9	9	10			
⑨ 圆砾	最大值			100	100	100	67	47	38	26	19	9	29.8	1.2	5.8
	最小值			100	76	44	33	26	16	8	4	2			
	平均值			100	96	76	53	36	25	17	9	4			
	标准差			0.1	8.7	16.7	11.8	7.6	7.5	6.2	4.8	2.9			
	变异系数			0.00	0.09	0.22	0.22	0.21	0.30	0.38	0.51	0.73			
	统计频数			8	8	9	9	9	9	9	9	9			

3.2 原位测试

3.2.1 标准贯入试验

为评价地基土层的密实度、均匀性，本次勘察进行了标准贯入试验，试验结果分层进行统计见表 3.2.1。

标准贯入试验成果统计表

表 3.2.1

土层	值别	标贯实测击数(击)				
	最大值	最小值	平均值/单值	标准差	变异系数	统计频数
素填土①	14	8	11			4
黄土状土（粉质粘土）②	13	8	10	1.8	0.18	7
黄土状土（粉质粘土）③	16	8	12	2.9	0.25	7
粉质粘土⑤	12	10	11	0.8	0.07	10
中砂⑤ ₁ 夹层	31	19	24	4.2	0.18	6
粉质粘土⑥	13	9	11	1.4	0.12	7
⑥ ₁ 夹层中的中粗砂	62	32	51			5
粉质粘土⑦	15	13	14	0.8	0.06	6
粉质粘土⑧	16	15	16	0.5	0.03	6

3.2.2 重型圆锥动力触探试验

为了解砂类土的密实度及力学性质，本次勘察进行了重型圆锥动力触探试验，试验指标分层统计结果见表 3.2.2。

重型圆锥动力触探试验结果统计表

表 3.2.2

值别	动探实测击数(击)						动探修正击数(击)					
	最大 值	最小 值	平均 值	标准 差	变异 系数	统计 频数	最大 值	最小 值	平均 值	标准 差	变异 系数	统计 频数
土 层												
卵石④	58.0	11.0	38.7	14.97	0.39	79	44.4	9.1	28.1	10.88	0.39	79
⑥ ₁ 圆砾夹层	36.0	19.0	27.3	4.36	0.16	74	20.5	10.9	15.6	2.47	0.16	74
圆砾⑨	59.0	30.0	46.3	7.93	0.17	44	33.6	17.1	26.4	4.52	0.17	44

3.2.3 波速测试

为划分建筑场地类别，本次勘察在 1[#]、12[#]、20[#] 钻孔中进行了单孔剪切波速测试，测试结果见附录 22~24。各层土剪切波速及 20m 深度内土层

等效剪切波速统计结果见表 3.2.3。

剪切波速统计表

单位: m/s						表 3.2.3
土名及层号 孔号	素填土 ①	黄土状土 ②	黄土状土 ③	粉质粘土 ④	粉质粘土 ⑤	20m 深度 等效剪切波速 (m/s)
1 [#]	246	—	311	365	332	283.6
12 [#]	198	270	303	344	332	295.4
20 [#]	186	257	348	376	330	299.6
平均值	210	264	321	357	331	

4 场地地震效应

4.1 建筑场地类别

根据本次勘察在 1[#]、12[#]、20[#] 钻孔中完成的单孔剪切波速测试结果，场地 20m 深度范围内土层等效剪切波速分别为 283.6m/s、295.4m/s、299.6m/s，均介于 250m/s~500m/s 之间，场地覆盖层厚度大于 5m，按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）中第 4.1.6 条规定，建议拟建场地建筑场地类别属 II 类。

4.2 抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录 A，拟建场地所处地段抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g，设计地震分组属第一组，特征周期为 0.35s。

4.3 地基土地震液化评价

根据钻探结果，20m 深度范围内仅 12[#]、15[#] 孔存在饱和中砂⑤₁ 夹层，处于中密状态，夹杂圆砾。液化判别时最大水位标高建议按 397.0m 考虑，根据标贯数据按公式进行液化判定，该饱和砂层不具液化性，判别结果详见表 4.3。因此，拟建场地可不考虑地基土的地震液化问题。

地面下 20m 深度范围内饱和砂土液化判定结果表

表 4.3

孔号	土层 编号	实测 击数	临界 击数	基准值	地下 水位	标贯 深度	粘粒 含量	调整 系数	液化 判别
		N (击)	N_{cr} (击)	N_0 (击)	D_w (m)	D_s (m)	ρ_c	β	
12 [#]	⑤ ₁ 中砂夹层	24	13.8	12	11.4	19.4	3.0	0.80	不液化
15 [#]	⑤ ₁ 中砂夹层	23	13.9	12	11.2	19.3	3.0	0.80	不液化

4.4 建筑场地抗震地段的划分

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)的有关划分标准,拟建场地为可进行建设的一般地段。

5 场地岩土工程评价

5.1 黄土的湿陷性评价

5.1.1 场地湿陷类型及地基湿陷等级

拟建场地水位以上主要为素填土、黄土状土(粉质粘土)、卵石④层。根据试验结果,仅黄土状土(粉质粘土)②层的个别土样自重湿陷性系数大于 0.015,经计算,各钻孔自重湿陷量计算值 Δ_{zs} 均小于 70mm,按《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025—2004)有关规定,判定该场地为非自重湿陷性黄土场地。

拟建建筑物基础埋深 9.7m,假定 ± 0.00 标高 406.00m,基底下已无湿陷性土层,各拟建建筑物地基可按一般地区规定设计。

说明:当最终确定的建筑物基底标高与上述计算值不符时,应重新计算湿陷量计算值及评价地基湿陷等级。

5.1.2 黄土的湿陷起始压力

为评价地基土的湿陷起始压力,本次勘察选取不扰动土样进行了双线法黄土湿陷起始压力试验,各层地基土湿陷起始压力 p_{sh} 统计结果见表 3.1.1,湿陷起始压力 p_{sh} 随标高 H 变化曲线见图 5.1.2。

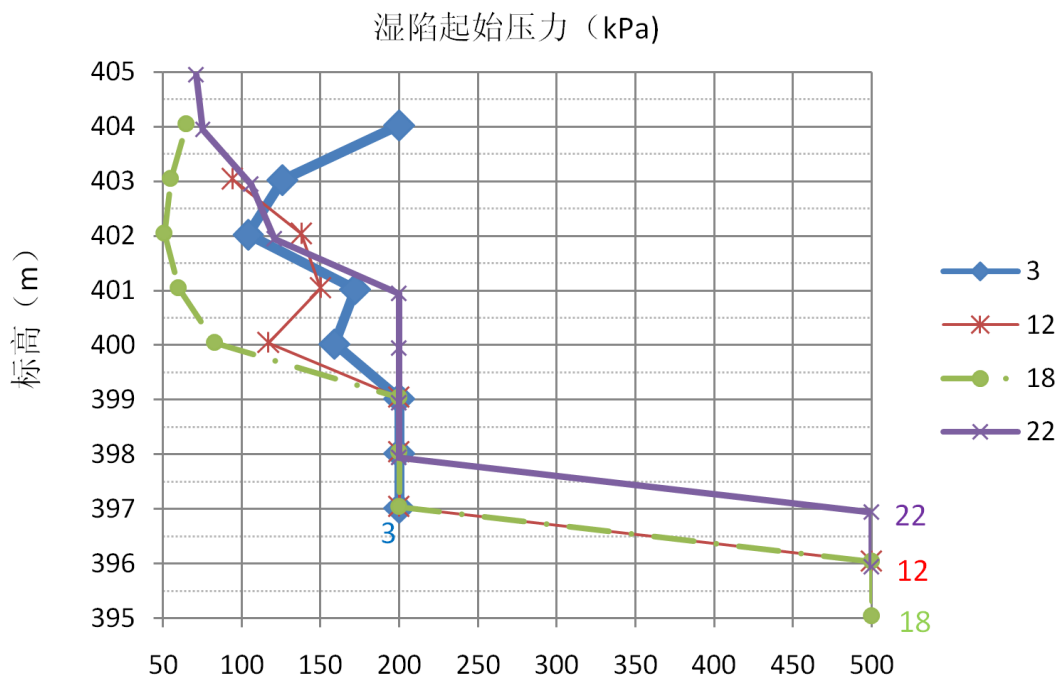


图 5.1.2: 湿陷起始压力随标高变化曲线

5.2 地基承载力特征值

根据地基土原位测试结果及土工试验结果，综合确定各层地基土的承载力特征值建议按表 5.2 采用。填土性质不均，不经处理，不应用作基础持力层。

地基土承载力特征值 f_{ak} 表

表 5.2

层号及土名	承载力特征值 f_{ak} (kPa)	层号及土名	承载力特征值 f_{ak} (kPa)
黄土状土（粉质粘土）②	150	黄土状土（粉质粘土）③	180
卵石④	400	粉质粘土⑤	200
中砂夹层⑤ ₁	250	粉质粘土⑥	230
圆砾⑥ ₁ 夹层	360	粉质粘土⑦	250
粉质粘土⑧	280	圆砾⑨	450

5.3 地基土的压缩（变形）模量

根据室内试验结果，考虑各层土的平均自重压力，计算所得的各层土上覆自重压力及由此自重压力到自重压力与附加压力之和压力段的压缩（变形）模量列于表 5.3。用分层总和法计算地基沉降时可按附加压力从表

5.3 中的数据内插取值。

压缩（变形）模量表

单位：MPa

表 5.3

土层	上覆平均自重压力 (kPa)	附加压力				
		100kPa	200kPa	300kPa	400kPa	500kPa
黄土状土（粉质粘土）③	109	8.0	10.0	12.5	14.5	17.0
卵石④	184	40.0*				
粉质粘土⑤	250	10.0	12.5	15.0	18.0	20.0
中砂夹层⑤ ₁		30.0*				
粉质粘土⑥	339	12.0	13.5	14.5	18.0	20.0
圆砾（中粗砂）⑥ ₁ 夹层		38.0*				
粉质粘土⑦	462	14.0	17.0	20.0	23.0	25.0
粉质粘土⑧	513	17.0	20.0	22.5	25.0	27.0
圆砾⑨	617	45.0*				

*注：表中砂土、碎石类土为变形模量，系经验值。

5.4 桩基设计参数

根据室内试验成果及原位测试结果，按《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）及《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008），综合分析确定各层土灌注桩的桩侧阻力特征值和桩端阻力特征（见表 5.4）。

桩基设计参数一览表

表 5.4

土名及层号	灌注桩（泥浆护壁）		干作业钻孔桩	
	q_{sia} (kPa)	q_{pa} (kPa)	q_{sia} (kPa)	q_{pa} (kPa)
黄土状土（粉质粘土）②	15		15	
黄土状土（粉质粘土）③	34		33	
卵石④	75		80	
粉质粘土⑤	38	450	37	750
中砂夹层⑤ ₁	45	550	45	1500
粉质粘土⑥	38	500	37	850
圆砾（中粗砂）⑥ ₁ 夹层	70	1400	70	2300
粉质粘土⑦	40	600	39	900
粉质粘土⑧	39	550	38	900

注： q_{sia} —桩的侧阻力特征值； q_{pa} —桩的端阻力特征值，未列出的夹层或透镜体参照主层指标。

5.5 地下水、地基土的腐蚀性评价

按《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009 版)的有关规定,拟建场地环境类型属 II 类。

据本次勘察完成的地下水和地基土腐蚀性试验结果(附录 20~21),按《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 版)的有关规定,本场地水位以上地基土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。地下水对混凝土结构具微腐蚀性,在长期浸水和干湿交替情况下对钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。

5.6 地基评价

拟建场地地貌单元为灞河左岸一级阶地,地基土主要由填土、黄土状土、砂层、卵石层、圆砾层及粉质粘土等组成。

素填土①层,主要由粉质粘土组成,含少量建筑垃圾,土质不均且分布厚度不均,在场地西北角分布厚度较大。

黄土状土(粉质粘土)②层,硬塑,局部可塑,稍湿~湿,湿陷性中等,局部湿陷性强烈,性质较差,在场地西北角因填土较厚而缺失。

黄土状土(粉质粘土)③层,硬塑,局部可塑,湿~饱和,不具湿陷性,性质一般。

卵石④层,密实,级配良好,工程性质良好,是良好的天然地基持力层和下卧层。

粉质粘土⑤、⑥、⑦、⑧层呈可塑~硬塑状态,性质较好,可作为良好的桩端持力层及下卧层。

圆砾夹层⑥₁在 1[#]高层住宅和 2[#]高层住宅 1 单元地段,分布连续稳定,是良好的桩端持力层和下卧层;在 2[#]高层住宅 2 单元和 3[#]高层住宅地段,

层位不稳定，厚度变化大，分布不连续，使地基基础整体上具有一定的不均匀性，

6 地基基础方案

6.1 高层住宅地基方案

6.1.1 天然地基方案分析

拟建高层住宅地上 30~33 层，高度 94.85~99.85m，基底平均压力标准组合值 540~600kPa，基础埋深 9.7m，±0.00 标高不详，假定±0.00 标高 406.00m，室内外高差 0.50m，则基础直接持力层为黄土状土（粉质粘土）③层。

按照《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）相关规定，对黄土状土（粉质粘土）③层进行承载力深度修正，计算见表 6.1.1。

按照上述修正、估算，修正后的黄土状土（粉质粘土）③层承载力特征值不能满足上部荷载 540~600 kPa 的要求，天然地基不可行。

假定调整标高和基础埋深，选择卵石④层作为天然地基直接持力层时，按照上述修正、估算，修正后的卵石④层承载力特征值满足上部荷载 540~600 kPa 的要求。卵石层最薄处仅 3.0m 厚，经软弱下卧层验算，下卧层地基承载力不满足规范要求。

筏板基础承载力深度修正一览表

表 6.1.1

土层	f_{ak} (kPa)	γ_m (kN/m ³)	η_b	η_d	d (m)	f_a (kPa)
黄土状土（粉质粘土）③层	180	17.9	0.3	1.6	9.2	约 440
卵石④层	400	17.9	3.3	4.4	9.7	约 1160

拟建建筑荷重较大，采用一般的浅层地基处理难以满足建筑物上部荷载和变形要求。根据场地地基条件分析，建议采用桩基方案或水泥粉煤灰碎石（CFG）桩复合地基方案。

6.1.2 桩基方案

(1) 桩型及桩端持力层的选择

根据场地地层情况，从技术角度及施工方面综合分析，建议采用钻孔灌注桩方案，单桩承载力以摩阻力为主，属于摩擦型桩。

根据场地地层及埋深情况，设计时可根据承载力需要，选择粉质粘土⑥层及以下各层作为桩端持力层。

(2) 单桩承载力特征值估算

假定拟建建筑±0.00 标高为 406.00m、基础埋深 9.70m，则基底标高为 396.30m，按表 5.4 中的桩基参数，依据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）中的有关规定，估算不同桩径、桩长的钻孔灌注桩单桩竖向承载力特征值见表 6.1.2。

钻孔灌注桩单桩承载力特征值表

表 6.1.2

建筑物及 计算采用的 桩顶标高	桩长 (m)	桩径 (mm)	桩端 持力层	估算单桩承载力 特征值 (kN)	单桩承载力 特征值建议 (kN)
高层住宅楼 396.3m	25	600	粉质粘土⑥、⑦、 圆砾夹层⑥ ₁	2178~2667	2200
		700		2566~3190	2600
		800		2965~3733	3000
	30	600	粉质粘土⑦	2590~2953	2600
		700		3050~3478	3000
		800		3528~4011	3500
	35	700	粉质粘土⑧	3489~3912	3500
		800		4025~4508	4000
	40	700	粉质粘土⑧	3918~4340	4000
		800		4514~4998	4500

注：当采用旋挖成孔时，单桩承载力可较上表估算值提高约30%。

(3) 桩基沉降估算

根据我院完成的采用长桩基础的高层建筑沉降观测资料，当拟建建筑物采用长桩基础方案时，其最终沉降量一般不超过 50mm。

6.1.3 水泥粉煤灰碎石（CFG）桩复合地基方案

拟建的高层住宅也可考虑采用水泥粉煤灰碎石（CFG）桩复合地基方案，处理深度可至粉质粘土⑥层及以下各层。CFG 桩复合地基成桩过程中也应注意夹层砂土、圆砾对成孔的影响。

当采用水泥粉煤灰碎石（CFG）桩复合地基方案时，对于层高大于 30 层的 1[#]、2[#]高层住宅，其勘察等级为甲级，应进行专门的论证及分析，确保安全性。

6.2 商业及地下车库地基方案

拟建商业及地下车库拟采用独立基础方案，基础埋深 9.7m，假定 ±0.00 标高为 406.00m，且假定商业及地下车库室内地面标高 398.00m。则基础直接持力层为黄土状土（粉质粘土）③层，商业基础基底压力 300kPa，地下车库基底压力 250 kPa。

按照《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）相关规定，对黄土状土（粉质粘土）③层进行承载力深度修正，根据表 6.2 的修正计算结果，修正后的黄土状土（粉质粘土）③层承载力特征值不满足上部荷载 250～300kPa 的要求。

因商业及地下车库基础埋置深度（相对于 ±0.00）9.7m，基底至卵石层④之间仅有 0.2～2.0m 厚黄土状土（粉质粘土）③层，建议调整基础埋深，使基础置于卵石层④中，为调整地基的均匀性，基底下铺设厚度约 0.6m 的级配砂石垫层。

也可增加基础宽度，使荷载小于修正后的黄土状土（粉质粘土）③层承载力；也可采用灌注桩或水泥粉煤灰碎石（CFG）桩复合地基方案，桩长根据所需承载力进行验算，相应参数及要求参照 6.1 节。

独立基础承载力深度修正一览表 表 6.2

土层	f_{ak} (kPa)	γ_m (kN/m ³)	η_b	η_d	d (m)	f_a (kPa)
黄土状土（粉质粘土）③层	180	17.9	0.3	1.6	1.7	约 210

注：商业及地下车库独立基础埋置深度修正应从地下室室内地面算起，与假定标高不一致时应重新计算。

场地抗浮水位标高可按 397.0m 考虑，设计时应应根据最终确定的基底标高、基底压力进行相应的抗浮验算。必要时考虑采取抗拔桩的抗浮措施，抗拔桩的桩基设计参数见表 5.4，单桩抗拔承载力特征值应通过单桩抗拔试验最终确定。

6.3 高层住宅与商业、地下车库差异沉降

由于拟建高层住宅与商业、地下车库荷载差异较大，在基础施工时，可在适当位置设置沉降缝或后浇带等，以减少差异沉降。

7 基础施工中的主要岩土工程问题

7.1 基坑开挖与支护

本工程基础埋深 9.7m，基坑开挖深度较大，基坑开挖面积大，基坑侧壁主要为素填土、黄土状土（粉质粘土）②、③层，基坑安全等级为二级；场地西北角素填土厚度达 8.00~9.30m，基坑安全等级为一级。

根据现场情况，建议采用锚杆、土钉墙、排桩等结构类型进行基坑支护，局部采用锚桩复合结构或双排桩结构进行基坑支护。基坑支护应进行专门设计，支护设计所需参数见表 3.1.2。局部具备放坡条件时，可采用放坡开挖，各土层的放坡坡率可按如下采用：

填 土①	1:0.75
黄土状土②	1:0.5
黄土状土③	1:0.5

拟建建筑物施工期间，应加强用水管理，做好坡面防护及基坑周围地面的排水工作，防止水浸泡边坡土体和地基。基坑周围不宜堆载，当需堆载时应在护坡设计中予以考虑。

7.2 地基试验与质量检测

采用级配砂石垫层方案时，其设计、施工与质量检测应符合有关规范、规程、标准的规定。

采用桩基时，单桩竖向承载力特征值应通过现场静载荷试验确定，在同一条件下的试桩数量不宜少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根；工程桩施工完成后应按规范规定进行成桩质量与承载力的检测。

采用水泥粉煤灰碎石（CFG）桩复合地基方案时，设计、施工前应进行小面积复合地基试验，并经质量检测后确定对本工程的适宜性和相应的设计与施工参数。复合地基的设计、施工与质量检测应符合有关规程、标准的规定。复合地基承载力特征值应通过现场静载荷试验最终确定，并根据最终确定的基础型式、基础尺寸和基底压力进行持力层、下卧层的承载力验算和变形验算。

7.3 沉降（变形）观测

建筑物施工与使用期间，建议按规范要求对基坑及拟建建筑进行系统的沉降变形观测工作，直至沉降变形稳定为止。

7.4 桩基施工对环境的影响

采用钻孔灌注桩时，会产生大量的泥浆污染物，对泥浆的处理和外运

必须采取有效措施，以免污染环境。

8 结论及建议

1) 拟建场地勘探深度范围内地基土主要由填土、黄土状土(粉质粘土)、卵石、圆砾、粉质粘土及砂层组成。地貌单元属灞河左岸一级阶地。

2) 断裂和地裂缝离场地较远，可不考虑其对拟建场地的影响。拟建场地内未发现其它不良地质作用或地质灾害，场地稳定，适宜建筑。

3) 本次勘察期间(2014 年 7 月)，测得场地地下水稳定水位埋深在 11.30~12.50m，相应水位高程为 393.08~393.72m。属潜水类型。本次勘察期间所测水位接近年内低水期水位。本场地抗浮设计水位标高可按 397.0m 考虑。

4) 拟建场地属非自重湿陷性黄土场地，基底下已无湿陷性土层，各建筑物地基可按一般地区规定设计。

5) 本场地水位以上地基土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。地下水对混凝土结构具微腐蚀性，在长期浸水和干湿交替情况下地下水对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

6) 拟建场地建筑场地类别属 II 类，属可进行建设的一般地段，可不考虑地基土的地震液化问题，抗震设计参数详见第 4 章。

7) 地基土承载力特征值 f_{ak} 及变形指标、桩基设计参数可按表 5.2、5.3、5.4 中建议的值采用。

8) 地基基础方案的分析见第 6 章。

9) 拟建建筑基础施工中的岩土工程问题分析、评价详见第 7 章。

10) 当拟建建筑物基底标高最终确定后，若与本报告中计算时采用的值不符时，应对相关问题的评价进行复核。

11) 拟建场地标准冻结深度小于 0.6m。

12) 基坑开挖后应按有关规定进行验槽工作，发现问题及时会同有关

各方研究处理。

13) 此勘察文件须按照相关规定经施工图审查机构审查合格后方可作为设计依据。

项目负责人：王迎兵 张鹏

审 核 人：蔡怀恩

审 定 人：秦广平