

陕 西 广 播 电 视 台
广 电 产 业 园
岩 土 工 程 勘 察 报 告 书

（初 勘）

（KC-2013-3-129）

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 3 年 1 2 月 西 安

陕 西 广 播 电 视 台
广 电 产 业 园
岩 土 工 程 勘 察 报 告 书

审 定 人：秦 广 平

审 核 人：蔡 怀 恩

项 目 负 责 人：任 小 江

王 迎 兵

机 械 工 业 勘 察 设 计 研 究 院

2 0 1 3 年 1 2 月 西 安

目 录

1 前言	1
1.1 场地位置及基本概况	1
1.2 勘察目的	2
1.3 勘察工作依据	2
1.4 勘察工作量	3
1.5 其它说明	6
2 场地自然区域地理条件	6
2.1 气象、水文	6
2.1.1 气象	6
2.1.2 水文	9
2.2 区域地质构造概况	12
2.3 地 震	13
2.4 地裂缝及场地稳定性	13
3 场地工程地质条件	14
3.1 地形及地貌	14
3.2 地层结构及描述	14
3.3 地下水	16
4 岩土工程性质测试	17
4.1 室内试验	17
4.1.1 常规物理力学性质指标	17
4.1.2 直接剪切（固结快剪）试验	17

4.1.3 自重湿陷试验.....	17
4.1.4 湿陷起始压力试验.....	17
4.1.5 地基土的腐蚀性试验.....	19
4.2 原位测试.....	20
4.2.1 标准贯入试验.....	20
4.2.2 分散重型动力触探试验.....	20
4.2.3 剪切波速测试.....	20
5 场地地震效应.....	21
5.1 建筑场地类别.....	21
5.2 场地抗震设防烈度、设计基本地震加速度与设计地震分组.....	21
5.3 地基土的地震液化评价.....	21
5.4 抗震地段的划分.....	21
6 地基土的岩土工程性质评价.....	22
6.1 黄土的湿陷性评价.....	22
6.1.1 场地湿陷类型.....	22
6.1.2 地基湿陷等级.....	22
6.2 地基土承载力特征值及变形指标.....	23
6.3 地基土腐蚀性评价.....	24
7 场地地基综合评价及地基基础方案.....	24
7.1 地基土岩土工程性质综合评价.....	24
7.2 地基方案的初步考虑.....	24
8 结论与建议.....	25

附 录：	张数	附录编号
图例	1	1
勘探点平面位置图	1	2
工程地质剖面图	8	3~10
土工试验成果报告	6	11~16
土腐蚀性试验报告	1	17
钻孔剪切波速测试成果表	5	18~22
湿陷量计算过程一览表	7	23~29

陕西广播电视台 广电产业园 岩土工程勘察报告书 (初 勘)

1 前言

受陕西广播电视台的委托，我机械工业勘察设计研究院承担了其拟建的广播电视产业园项目场地的岩土工程初步勘察工作。

1.1 场地位置及基本概况

根据业主提供的场地平面图，拟建场地占地面积约 250 亩，位于西安市南郊正在建设的神舟大道与航天南路交叉口的西北侧，阳村与西四府村之间，毗邻拟建的西安地铁 4 号线神舟大道站，北距东长安街约 1km(见图 1.1)，交通便利。



图 1.1 场地位置示意图

1.2 勘察目的

根据国家现行有关规范、规程的规定，本次初步勘察主要目的是为该场地的初步设计提供岩土工程资料，具体目的如下：

- 1) 查明场地内及其附近有无影响工程稳定性的不良地质作用和地质灾害，评价场地的稳定性及建筑适宜性。
- 2) 初步查明场地地基土层结构及各层地基土的物理力学性质；
- 3) 初步查明场地黄土湿陷类型及分布；
- 4) 查明场地地下水、土对建筑材料的腐蚀性；
- 5) 提供场地抗震设计有关参数；
- 6) 初步提供各层地基土承载力特征值；
- 7) 对场地及地基进行综合评价，提供初步的地基基础方案建议；
- 8) 初步提供规划设计阶段边坡设计及挡土墙设计有关的地基土强度参数。

1.3 勘察工作依据

本次勘察工作主要根据业主提供的工程地质初步勘察任务书及场地总平面图，按如下技术标准执行：

- 1) 《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001，2009 年版)；
- 2) 《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025—2004)；
- 3) 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)；
- 4) 《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)；
- 5) 《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)；
- 6) 《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999)；

7) 《西安地裂缝场地勘察与工程设计规程》(DBJ 24-6-88)。

1.4 勘察工作量

本次勘察共布置并完成工作量如下：

1) 野外调查共计 1 个工作日，调查面积 0.2km^2 。

2) 钻探孔 25 个，孔深 25.00~35.20m，合计进尺 755.20m；人工开挖探井 5 个，井深均为 12.20m，合计进尺 61.00m；标准贯入试验 143 次；动力触探试验 2.5m；

3) 取不扰动土试样 371 件；

4) 剪切波速试验孔 3 个，测试深度均为 20m，合计测点 60 个；

5) 室内完成常规土工试验 224 件，黄土浸水湿陷性试验 224 件，黄土自重湿陷性试验 186 件，黄土湿陷起始压力试验 107 件，直剪（固快）试验 40 件，土的腐蚀性测试 3 件；

6) 测放点 25 个。

具体完成工作量详见“勘察工作量汇总表”（表 1.4）。

由于场地条件限制，个别钻孔孔位稍有移动。

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)	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)	黄土 湿陷 (件)	自重 湿陷 (件)	湿陷 起始压力 (件)	土腐蚀 (件)
1	530.19	35.00		15					15	14		
2	533.85	25.00			12							
3	536.16	35.00	12.20	21			5	20.00	21	21	21	
4	523.27	25.00			12							
5	529.70	35.00	12.20	21			6		21	19	21	2
6	532.58	25.00			12							
7	530.41	35.00		15					15	12		
8	537.87	25.00			12							
9	530.33	35.00		15					15	12		
10	532.42	25.00			12							
11	535.33	35.00	12.20	21			6		21	19	21	
12	535.01	25.00			13							
13	537.00	35.00		15					15	13		
14	533.14	35.00	12.20	21			4	20.00	21	20	21	
15	534.50	25.00			12							
16	537.22	35.00		15			6		15	12		
17	538.27	25.00			12							

勘察工作量汇总表

续表 1.4

勘探点 编号	孔口 标高 (m)	钻探 深度 (m)	探井 深度 (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)	黄土 湿陷 (件)	自重 湿陷 (件)	湿陷 起始压力 (件)	土腐蚀 (件)
18	539.77	35.00		12		1.5			12	11		
19	538.80	25.00			12							
20	534.84	35.00		15			7		15			
21	538.76	25.00			12							
22	539.60	35.00		15					15	13		
23	539.77	25.00			12							
24	537.91	35.20	12.20	23			6	20.00	23	20	23	1
25	534.00	25.00			10	1						
最小值	523.27	25.00	12.20									
最大值	539.77	35.20	12.20									
合计		755.20	61.00	224	143	2.5	40	60	224	186	107	3

1.5 其它说明

现场钻探、取样及原位测试工作由我院钻探公司负责，并于 2013 年 11 月 5 日、16~17 日分两次进场完成。钻探工作采用 DPP-100-3E 型汽车钻机完成。室内土工试验由我院试验中心承担并于 2013 年 11 月 22 日提供正式报告。

勘探点坐标引测自附近地铁 4 号线精密导线点，其坐标分别为 DHT1 ($X=-4038.967$, $Y=15492.081$)、DHT2 ($X=-4093.155$, $Y=15821.970$)、DHT3 ($X=-4101.056$, $Y=16193.019$)，坐标属西安市任意直角坐标系；高程引测自场地内的二级水准点羊村点 ($H=539.747$)，属 1985 国家高程基准。测算工作由我院测量公司杨博同志组织完成。测放基准点均系甲方指定。

2 场地自然区域地理条件

2.1 气象、水文

2.1.1 气象

拟建场地位于西安市南郊。西安属于暖温带半湿润的季风气候区，雨量适中，四季分明。其特点是冬干旱，秋多阴雨，夏有伏旱，形成旱涝不均的气候特征。年最高气温在 40°C 左右，年最低温度在 -8°C 左右。无霜期平均为 219~233 天。1 月份最冷，平均气温 -0.5°C ~ 1.3°C ，平均最低温度 -3.8°C ；7 月份最热，平均气温 26.3°C ~ 27°C ，平均最高气温 32.2°C ；年平均气温 13.6°C 。极端最高气温 45.2°C (1934 年 7 月 14 日)，极端最低气温 -20.6°C (1955 年 1 月 22 日)。

年日最高气温等于或大于 35°C 的炎热期平均出现 22 天左右，1997 年最多，达 61 天，在 1961~1998 年的 38 年中，有 9 年出现了 40°C 以上的酷热天气，曾有 9 年最高温度超过 40.5°C ，已知，分别为 1934 年 (45.2°C)，

1966 年(43.4℃), 1998 年(41.8℃), 2005 年(41.7℃), 和 2006 年(42.9℃, 一般以此作为极端最高气温), 1994 年 (41.4℃, 长安 8 月 4 日)。



图 2.1.1-1 2000-2009 年西安日最高气温曲线图

多年(1956—2003 年)降水量在 231.6~903.2mm 之间(见图 2.1.1-2), 平均降水量 567.3mm, 降水量由南向北递减(见图 2.1.1-3)。多年平均蒸发量 1562mm, 且由西南向东北递增。最大降水量为 1983 年的 903.2mm, 最小降水量为 1995 年的 312.2mm, 相差 591mm。月平均降水量以 7 月的 96.8mm 最多, 9 月的 93.4mm 次之; 月最大降水量为 344.4mm, 出现在 1957 年 7 月, 最小为无降水。

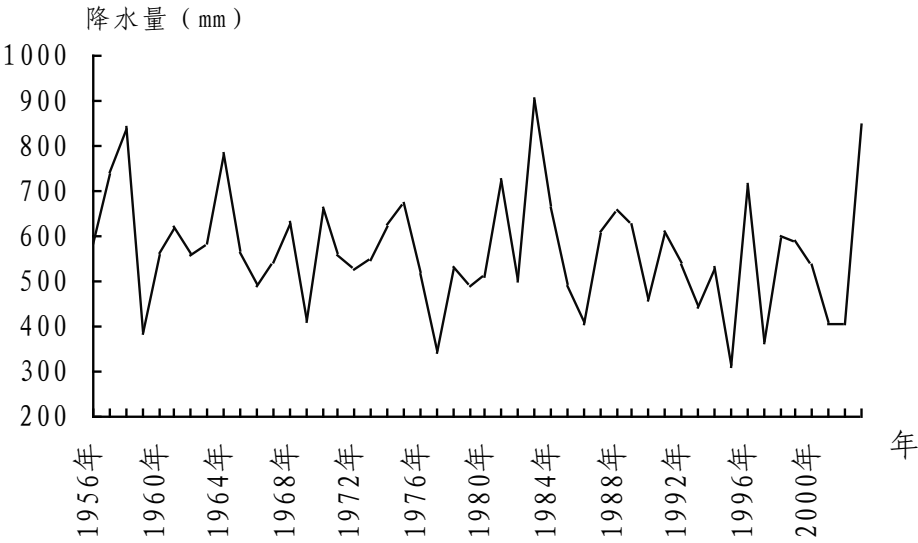


图 2.1.1-2 西安市区 1956 年~2003 年年降水量动态曲线图

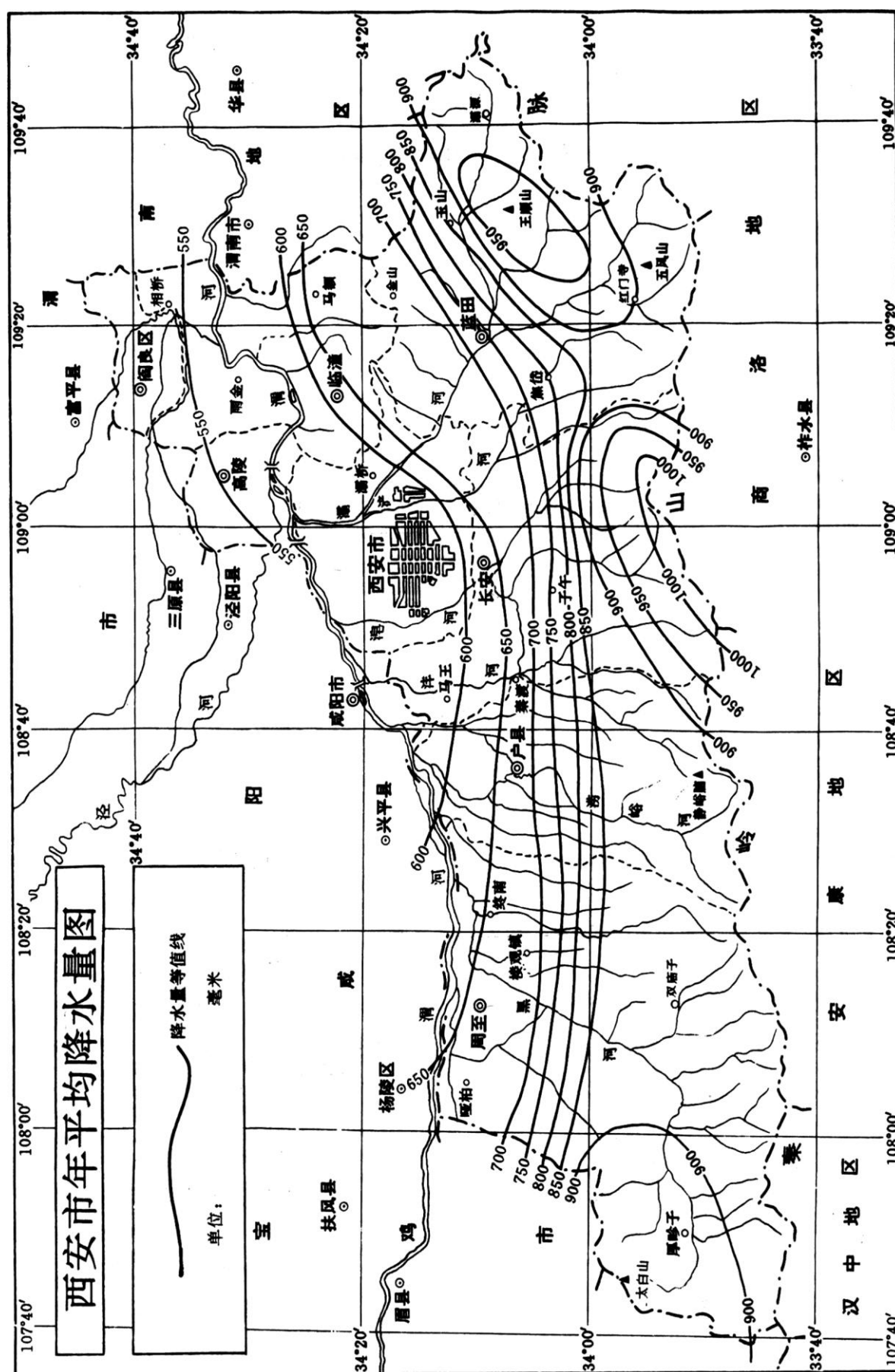


图 2.1.1-3 西安市年平均降水量图

西安市区降水量在区域上的分布相差不大，大致表现为东南稍多西北较少。但降水量年内分配极不均匀（见图 2.1.1-4），主要集中在 7、8、9 三个月，且多以暴雨形式降落，三个月的多年平均降水量为 262.5mm，占全年降水量的 46.3%；冬春和初夏干旱少雨，冬春两季降水仅占全年降水量的 13.1%。

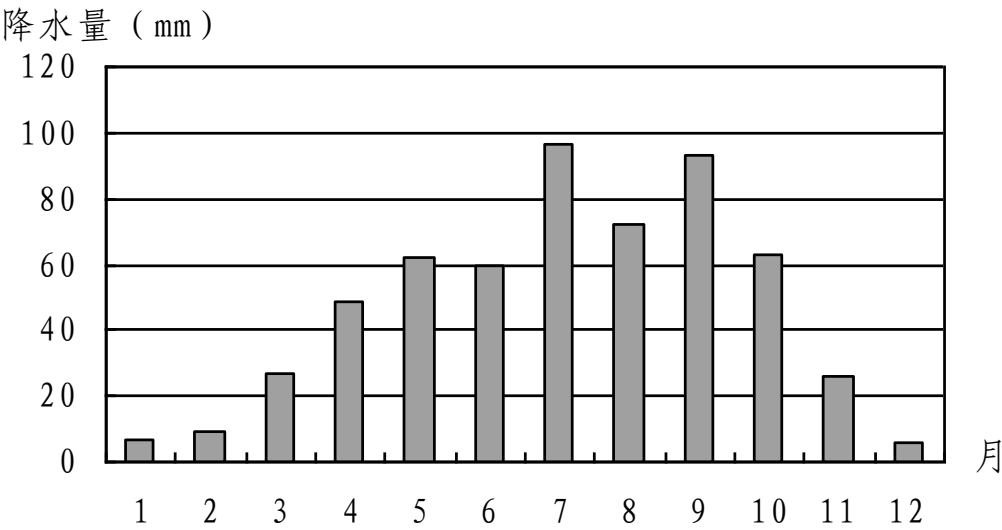


图 2.1.1-4 西安市区 1956 年~2003 年月平均降水量分布柱状图

秋冬季节大雾天气频繁出现，年内各区县大雾天数均在 10 天以上。

2.1.1.2 水文

（1）地表水

拟建场地所在地西安市属于黄河流域渭河水系，境内河网密集，共有 54 条河流。其中，渭河、泾河及石川河为过境河流，其余河流均发源于秦岭山地或骊东南丘陵，绝大多数河流由南向北流经渭河平原注入渭河。黄河流域面积占全市总面积的 98.46%。其中主要河流有渭河、灞河、泾河、沔河、泾河、石川河、清河、戏河、零河等。

西安市地表水系分布图详见图 2.1.2。

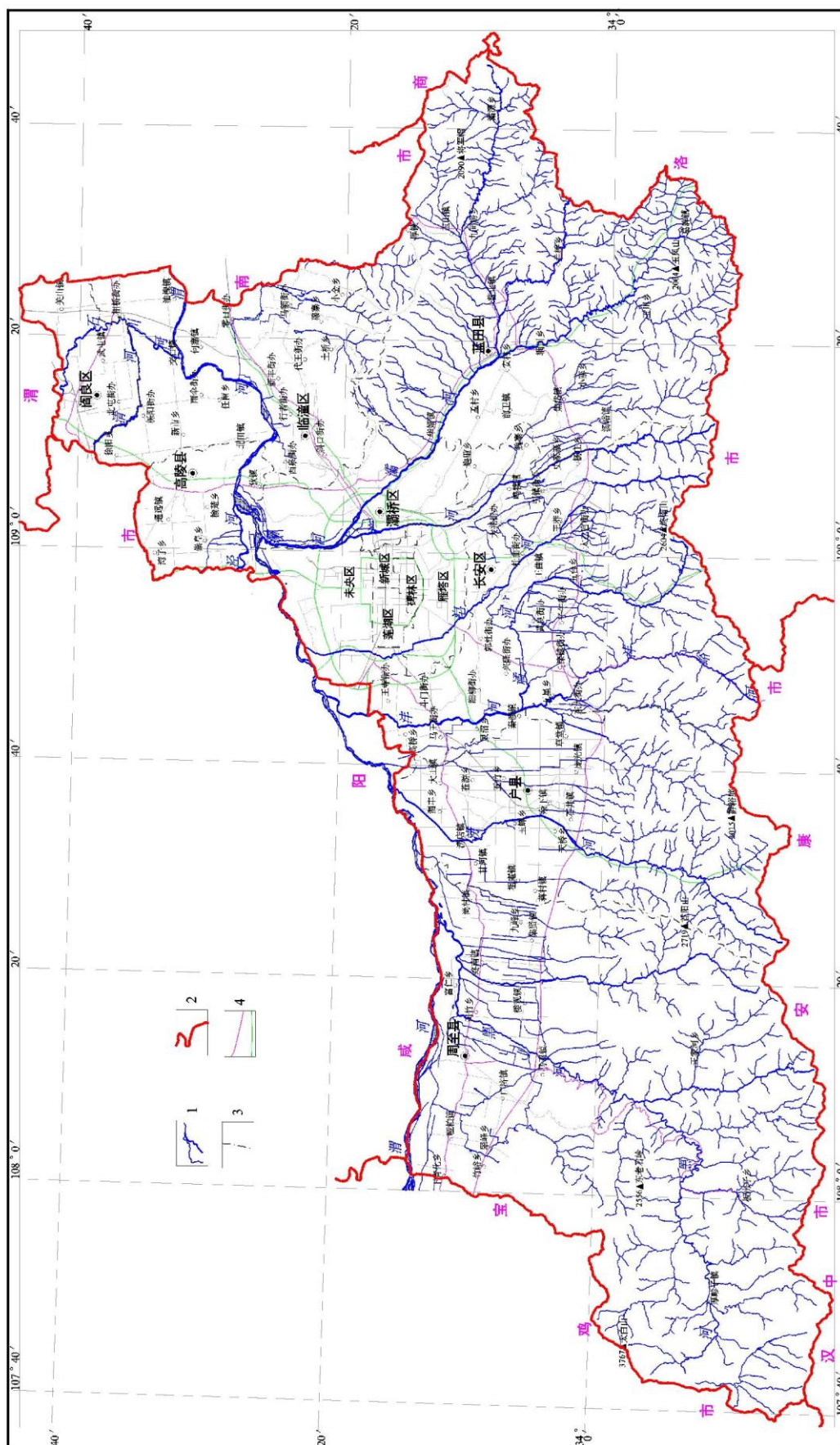


图 2.1.2 西安市地表水系分布图

渭河：是一条自西向东流经西安市的最大过境河流，境内流长 26km，河床宽 200-2000m，河流曲折，迂回摆动，以侧蚀北岸为主。由于河流上游修库建坝、引水灌溉，河流多年平均流量逐渐减少。据咸阳水文站资料，1932-1985 年平均流量为 $156.98\text{m}^3/\text{s}$ ，1985-1994 年平均流量为 $103.82\text{m}^3/\text{s}$ 。

灞河：发源于蓝田灞源镇。主河全长 108km，汇水面积 1601km^2 。自南向北流经本区汇入渭河。据马渡王水文站 1985-1995 年资料记载，多年平均径流量 $3.901\times 108\text{m}^3/\text{a}$ ，径流量年内分配不均，每年 3—5 月径流量上升，7—9 月洪水期径流量占全年径流量的 39.23%，灞河水流属降水型河流，流量极不稳定，干旱季节常断流。1998 年断流达 100 多天。

泾河：是西安市区东侧的一条河流，自南向北流经本区东部，在光大门入灞河。据长安县高桥站资料，多年平均流量为 $0.29\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量为 $0.0917\times 108\text{m}^3/\text{a}$ 。

沣河：自南向北流经本区西部，在沙岭村附近汇入渭河。该段河道较平直，流速平缓，上游带来的泥沙逐渐沉积，河床逐年形成地上河。据秦渡镇水文站 1985-1995 年资料，十年平均流量为 $6.34\text{m}^3/\text{s}$ ，年平均径流量 $1.999\times 108\text{m}^3/\text{a}$ ，最大年径流量 $3.45\times 108\text{m}^3$ ，最小年径流量 $0.868\times 108\text{m}^3/\text{a}$ 。因上游引水灌溉，加上近年持续干旱，常出现断流。

皂河在牛头寺以上称为潏河。皂河源自长安区水寨村，经长安、雁塔、未央三区到西安市现代农业综合开发区进入渭河，全长 32km，其中市区段 27.3km，汇集了城区南郊、西北郊约 232km^2 的地面雨洪排水，是西安市排洪系统的重要组成部分。沿途有 16 条城市雨水管网汇入。2000 年底，西安市政府在决定对皂河进行全面改造，工程分四期进行，治理项目包括征地

拆适、河道清淤、拓宽、堤防填筑、浆砌石护砌、防汛抢险道路、拆除阻水渠系建筑物、桥梁改建、绿化带建设等。

拟建场地附近目前无大的地表水体。

2.2 区域地质构造概况

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。拟建场地位于西安市南部，区域构造单元位于渭河断陷盆地的骊山凸起中。

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、产灞河断裂与沣河断裂。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。

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。

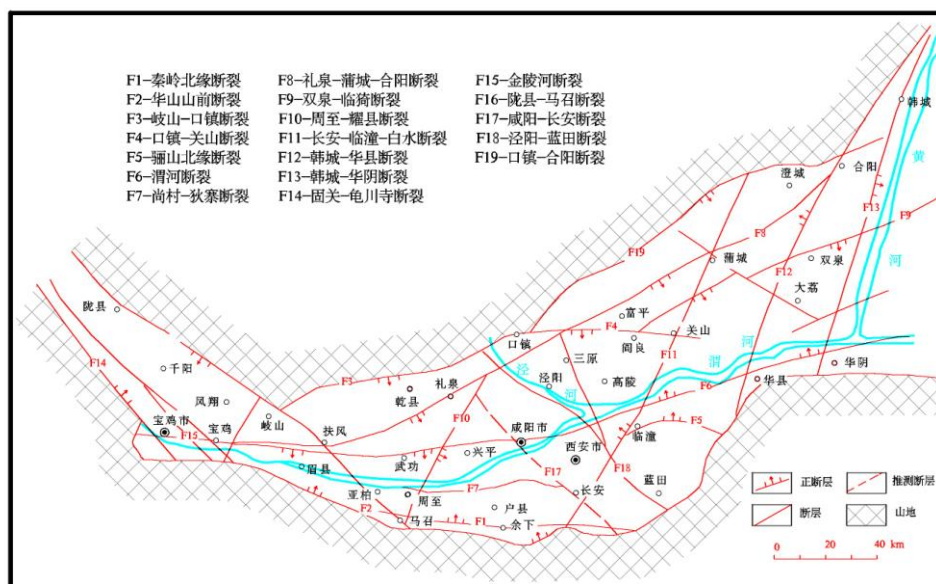


图 2.2 拟建场地构造及区域断裂发育图

2.3 地震

西安地区属历史上中强地震活动带，是渭河盆地强震密度最高的地区。据历史地震记载，自公元前 1189 年至今近 3000 多年间，近场内共发生破坏性地震($M \geq 4.7$ 级)15 次，最大地震是 1568 年在西安以北发生的 6.7 级地震，震中烈度高达 IX 度，其次是 1487 年咸阳~临潼间发生的 6.2 级地震。自 1607 年最后一次 $M=4.2$ 级地震以来，西安地区平静了近 400 年。但自 1977 年以来，西安北面的草滩又陆续有小震发生，如 1977 年和 1984 年前后西安东北草滩地区曾有微震发生，其中 1998 年 1 月 5 日泾阳永乐镇地震最大震级为 4.8 级。这说明本区构造活动近年来又趋于一个活跃时期。

2.4 地裂缝及场地稳定性

根据已有研究资料，拟建场地附近无地裂缝通过。根据本次勘察及调查，场地内古土壤标志层起伏情况同地形起伏一致，未发现明显错断，地面也未发现明显活动痕迹，因此场地可不考虑地裂缝的影响。

拟建场地内亦未发现不良地质作用及地质灾害，场地稳定，适宜建筑。

3 场地工程地质条件

3.1 地形及地貌

场地地形整体呈缓坡状，东南高西北低，勘探点孔口地面标高介于 523.27~539.77m。拟建场地内原有建筑物全部清除，场地内有多处取土坑和汉墓坑，最大坑深约 4.5 米，局部堆积有垃圾和素填土。



图 3.1 场地现状照片

（镜头向北，左侧为汉墓开挖区的土堆，右侧为取土挖方区）

场地地貌单元为杜陵黄土塬。

3.2 地层结构及描述

根据钻探揭示、土工试验结果及原位测试结果等综合分析，可将勘探深度范围内的地基土层分为 10 层，现自上而下分别描述如下：

填土① Q_4^m ：以素填土及耕植土为主，黄褐色，硬塑~可硬，稍湿，含植物根系和少量砖渣、瓦片等杂质。局部含较厚杂填土①₁（以建筑垃圾为主，18 号孔和 25 号孔附近较厚，厚度分别为 7.6m 和 4.2m）。层厚 0.40~7.60 m，层底高程 529.69~539.27m。

黄土（粉质粘土）② Q_4^{eol} ：黄褐色，坚硬～硬塑，局部可塑，稍湿。针状孔隙发育，可见大孔隙，偶见蜗牛壳。部分钻孔该层底部可见黑垆土。湿陷系数平均值 $\bar{\delta}_s=0.059$ ，湿陷性中等，局部湿陷性强烈；压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.22\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。层厚 0.60~3.90 m，层底深度 1.40~5.30m。层底高程 526.79~536.60m。

黄土（粉质粘土）③ Q_3^{eol} ：黄褐色，硬塑～可塑，稍湿～湿。土质均匀，针状孔隙发育，少量白色钙质条纹。湿陷系数平均值 $\bar{\delta}_s=0.032$ ，湿陷性中等，局部湿陷性强烈；压缩系数 $\bar{a}_{1-2}=0.22\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土，局部具高压缩性。层厚 1.70~7.00 m，层底深度 3.20~11.30m。层底高程 520.07~531.37m。

古土壤（粉质粘土）④ Q_3^{el} ：棕红色～黄褐色，硬塑，稍湿～湿。团块状结构，少量针状孔隙和较多白色钙质条纹，零星钙质结核，局部底部钙质结核富集成层。局部具轻微湿陷性；压缩系数 $\bar{a}_{1-2}=0.18\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。层厚 2.70~4.50m，层底深度 6.20~15.00m。层底高程 516.87~528.30m。

黄土（粉质粘土）⑤ Q_2^{eol} ：黄褐色，硬塑～可塑，稍湿～湿。土质均匀，针状孔隙发育，少量白色钙质条纹。湿陷系数平均值 $\bar{\delta}_s=0.032$ ，湿陷性中等；压缩系数 $\bar{a}_{1-2}=0.18\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。层厚 7.50~9.70 m，层底深度 14.60~23.90m。层底高程 507.90~520.00m。

古土壤与黄土（粉质粘土）⑥ Q_2^{eol+el} ：硬塑，稍湿～湿。该层俗称“红二条”，上下均为红褐色~棕红色古土壤，团块状结构，含白色钙质条纹及少量钙质结核，底部钙质结核富集成层。中部夹有 1m 左右厚的褐黄色黄土，偶见蜗牛壳。湿陷系数平均值 $\bar{\delta}_s=0.021$ ，湿陷性轻微，局部湿陷性中等；压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.19\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。层厚 3.60~4.70m，层底深度 18.50~25.50m，层底高程 504.07~515.40m。

黄土（粉质粘土）⑦ Q_2^{col} ：褐黄色，可塑，稍湿～湿。土质均匀，具针孔，含少量蜗牛壳碎片。湿陷系数平均值 $\bar{\delta}_s=0.023$ ，湿陷性轻微，局部湿陷性中等；压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.19\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。层厚 3.30～5.00m，层底深度 22.80～30.50m，层底高程 499.20～510.60m。

古土壤（粉质粘土）⑧ Q_2^{el} ：棕红色，硬塑，稍湿～湿。团块状结构，含钙质条纹，少量钙质结核。湿陷系数平均值 $\bar{\delta}_s=0.018$ ，湿陷性轻微，局部湿陷性中等；压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.19\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。层厚 1.70～3.50m，层底深度 26.20～34.00m，层底高程 495.70～507.4m。

黄土（粉质粘土）⑨ Q_2^{col} ：褐黄色，可塑，湿。土质均匀，具针孔。该层局部具轻微湿陷性，压缩系数平均值 $\bar{a}_{1-2}=0.20\text{MPa}^{-1}$ ，属中压缩性土。该层仅在 7 号孔揭穿，厚度 6.50m，层底深度 32.7m，层底高程 497.71。

古土壤（粉质粘土）⑩ Q_2^{el} ：棕红色，硬塑，湿。团块状结构，含钙质条纹，少量钙质结核。本次勘察未钻穿该层，最大揭露厚度 2.30m，最大钻探深度 35.00m，最低钻至高程 495.41m。

3.3 地下水

本次勘察期间（2013 年 11 月），钻孔深度内未见地下水，最深钻至 35.20m。距离 11 号孔东南约 20m 远的地方有一口水井，井口标高约 536.00m，井内稳定水深 47.00m，由此推断 11[#]勘探孔附近稳定水位高程约 489.00m。

根据西安市地下潜水动态观测资料的一般变化规律，勘察期间地下水位接近年平水位期水位，拟建场地地下潜水位一般情况下年变化幅度可按 1～2m 考虑。

4 岩土工程性质测试

4.1 室内试验

4.1.1 常规物理力学性质指标

为了测试地基土的一般物理力学性质指标，本次勘察采取不扰动土试样 224 件进行了常规土工试验，试验结果详见附录编号 11~16，各试验指标统计结果见表 4.1.1。

4.1.2 直接剪切（固结快剪）试验

为提供支护设计所需有关土层的抗剪强度参数，本次勘察共采取 40 件不扰动土试样进行了直剪(固结快剪)试验，试验结果详见附录编号 11~16。试验结果分层统计见表 4.1.2。

直剪(固快)试验成果统计表

表 4.1.2

层号	粘聚力 c(kPa)								内摩擦角 φ (度)							
	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	统计频数	标准值	建议值	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	统计频数	标准值	建议值
①								15								15.0
②	35.0	18.0	26.3	7.16	0.27	7	21.0	21	26.0	21.8	24.3	1.38	0.06	7	23.3	23.0
③	35.0	22.0	27.6	3.69	0.13	14	25.9	25	24.7	22.4	23.7	0.67	0.03	14	23.4	23.0
④	41.0	25.0	33.8	4.55	0.13	13	31.5	31	25.4	21.9	23.6	0.95	0.04	13	23.1	23.0
⑤	29.0	18.0	23.3			4		20	25.2	23.7	24.7			4		24.0

4.1.3 自重湿陷试验

为查明场地湿陷类型，本次勘察在探井及钻孔中取样进行了自重湿陷试验，试验结果详见附录编号 11~16。

4.1.4 湿陷起始压力试验

为了解本场地地基土的湿陷性与压力的关系，本次勘察选取不扰动土样进行了湿陷起始压力试验，试验结果详见附录编号 11~16，湿陷起始压力随标高变化见图 4.1.4，各层地基土湿陷起始压力 p_{sh} 统计结果见表 4.1.4。

地基土常规物理力学性质指标统计表

表 4. 1. 1

土层	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	压缩系数 a_{2-3} MPa ⁻¹	压缩模量 Es ₂₋₃ MPa	压缩模量 Es ₃₋₄ MPa	压缩模量 Es ₄₋₅ MPa	自重湿陷系数 δ_{zs}
① 填土	平均值	24.6	15.3	12.2	55	1.219	30.5	18.5	12.0	<i>0.50</i>	<i>0.058</i>	<i>1.02</i>	2.2					0.003
	统计频数	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2					2
② 黄土	最大值	23.2	18.0	15.3	66	1.324	31.2	18.9	12.3	0.37	0.113	0.39	16.2					0.011
	最小值	13.8	13.7	11.7	30	0.781	29.1	17.9	11.2	<0	0.006	0.09	3.7					
	平均值	17.6	15.8	13.4	48	1.035	30.2	18.4	11.8	<i><0</i>	<i>0.059</i>	<i>0.22</i>	9.0					0.003
	标准差	2.93	1.45	1.20	11.0	0.1769	0.64	0.30	0.34	0.236	0.0334	0.088	3.72					0.0035
	变异系数	0.17	0.09	0.09	0.23	0.17	0.02	0.02	0.03			0.40	0.41					1.09
	统计频数	16	16	16	16	16	15	15	15	16	16	14	15					14
③ 黄土	最大值	24.0	18.3	14.9	72	1.265	31.6	19.1	12.5	0.45	0.085	0.57	15.5	0.29	16.9			0.023
	最小值	19.0	14.5	12.0	46	0.821	29.9	18.1	11.6	0.04	0.001	0.10	1.8	0.12	6.8			0.001
	平均值	21.6	16.6	13.7	59	0.996	30.7	18.6	12.1	<i>0.25</i>	<i>0.032</i>	<i>0.22</i>	8.9	0.18	11.8			0.006
	标准差	1.32	0.96	0.78	6.8	0.1184	0.52	0.27	0.27	0.108	0.0249	0.097	3.77	0.051	3.09			0.0055
	变异系数	0.06	0.06	0.06	0.12	0.12	0.02	0.01	0.02			0.44	0.42	0.29	0.26			0.90
	统计频数	41	40	40	40	40	40	41	40	41	41	37	40	19	19			38
④ 古土壤	最大值	24.4	19.0	16.0	77	1.038	32.7	19.6	13.1	0.39	0.026	0.23	13.8	0.25	15.1	16.2		0.016
	最小值	18.5	16.4	13.3	58	0.696	30.1	18.4	11.8	<0	0.000	0.14	7.8	0.12	6.8	13.0		
	平均值	21.2	17.9	14.7	69	0.857	31.5	19.0	12.5	<i>0.15</i>	<i>0.006</i>	<i>0.18</i>	10.3	0.16	11.2	14.9		0.003
	标准差	1.54	0.70	0.72	4.9	0.0914	0.69	0.33	0.34	0.139	0.0058	0.030	1.64	0.036	2.20			0.0033
	变异系数	0.07	0.04	0.05	0.07	0.11	0.02	0.02	0.03			0.16	0.16	0.22	0.20			1.23
	统计频数	31	31	32	32	32	32	31	32	31	30	32	32	29	30	5		30
⑤ 黄土	最大值	27.5	17.6	13.9	74	1.251	30.7	18.7	12.1	0.77	0.066	0.28	17.6	0.37	16.7	16.2	13.5	0.059
	最小值	17.1	14.4	11.8	42	0.944	28.9	17.8	11.1	<0	0.001	0.10	8.0	0.11	6.1	3.4	3.5	
	平均值	21.8	16.0	13.1	56	1.069	29.8	18.2	11.6	<i>0.30</i>	<i>0.032</i>	<i>0.18</i>	11.8	0.21	10.6	8.7	8.1	0.029
	标准差	2.55	0.69	0.45	8.1	0.0665	0.42	0.20	0.23	0.197	0.0183	0.044	2.59	0.067	2.93	3.25	3.40	0.0170
	变异系数	0.12	0.04	0.03	0.14	0.06	0.01	0.01	0.02			0.25	0.22	0.33	0.28	0.37	0.42	0.59
	统计频数	55	55	55	56	54	54	56	54	54	57	57	53	56	54	46	19	53
⑥ 古土壤	最大值	25.2	18.6	14.8	71	1.034	32.0	19.3	12.7	0.51	0.047	0.25	13.4	0.30	15.9	19.4	17.5	0.038
	最小值	19.0	16.4	13.4	61	0.834	30.4	18.5	11.9	<0	0.003	0.13	7.4	0.11	5.5	5.0	6.6	
	平均值	21.7	17.4	14.1	65	0.925	31.3	18.9	12.4	<i>0.20</i>	<i>0.021</i>	<i>0.19</i>	10.4	0.18	11.0	12.0	12.4	0.015
	标准差	1.67	0.66	0.38	2.9	0.0520	0.51	0.27	0.25	0.168	0.0129	0.038	1.90	0.055	2.95	3.97	3.94	0.0132
	变异系数	0.08	0.04	0.03	0.05	0.06	0.02	0.01	0.02			0.21	0.18	0.30	0.27	0.33	0.32	0.87
	统计频数	15	16	14	14	14	15	15	15	16	15	16	15	15	16	16	13	14
⑦ 黄土	最大值	26.3	18.2	14.7	72	1.092	31.2	18.8	12.3	0.65	0.056	0.29	16.8	0.30	16.2	15.6	14.9	0.052
	最小值	19.8	15.6	12.4	53	0.856	29.5	18.1	11.4	0.08	0.002	0.10	5.8	0.12	5.8	4.7	3.8	0.002
	平均值	23.4	16.9	13.8	64	0.965	30.3	18.4	11.8	<i>0.42</i>	<i>0.023</i>	<i>0.19</i>	10.8	0.19	11.0	9.9	9.2	0.020
	标准差	1.96	0.70	0.60	5.4	0.0725	0.49	0.21	0.26	0.168	0.0152	0.052	3.12	0.062	3.21	2.99	3.25	0.0144
	变异系数	0.08	0.04	0.04	0.08	0.08	0.02	0.01	0.02			0.28	0.29	0.33	0.29	0.30	0.35	0.71
	统计频数	19	19	19	18	18	20	19	20	19	19	19	19	19	20	20	18	17
⑧ 古土壤	最大值	22.8	19.5	16.0	84	0.995	32.2	19.2	12.8	0.25	0.043	0.22	11.0	0.25	12.7	14.8	17.7	0.048
	最小值	19.1	16.4	13.6	55	0.696	31.0	18.8	12.2	0.00	0.001	0.16	8.2	0.14	6.9	5.7	7.4	
	平均值	20.8	17.8	14.8	68	0.847	31.6	19.0	12.5	<i>0.13</i>	<i>0.018</i>	<i>0.19</i>	9.7	0.19	10.0	11.0	13.0	0.027
	标准差	1.06	0.92	0.72	8.7	0.0895	0.35	0.15	0.18	0.075	0.0158	0.016	0.92	0.039	1.84	2.77	3.25	0.0180
	变异系数	0.05	0.05	0.05	0.13	0.11	0.01	0.01	0.01			0.09	0.09	0.21	0.19	0.25	0.25	0.66
	统计频数	15	15	15	15	15	15	14	15	14	15	14	14	14	15	15	15	10
⑨ 黄土	最大值	25.3	18.5	15.0	79	1.037	31.1	18.8	12.3	0.68	0.016	0.28	16.1	0.30	15.7	17.2	16.9	0.035
	最小值	22.3	16.5	13.3	63	0.812	29.6	18.1	11.5	0.32	0.000	0.11	4.2	0.10	6.5	5.5	7.1	0.022
	平均值	23.8	17.6	14.2	71	0.916	30.2	18.4	11.8	<i>0.46</i>	<i>0.008</i>	<i>0.20</i>	9.8	0.19	10.4	10.7	11.9	0.029
	标准差	0.91	0.58	0.50	4.3	0.0685	0.39	0.18	0.21	0.093	0.0043	0.051	3.05	0.058	2.71	3.26	2.77	
	变异系数	0.04	0.03	0.04	0.06	0.07	0.01	0.01	0.02			0.26	0.31	0.30	0.26	0.30	0.23	
	统计频数	19	21	21	20	21	20	20	20	20	20	20	20	21	20	20	20	2
⑩ 古土壤	单值	20.2	18.7	15.6	73	0.748	31.6	19.1	12.5	<i>0.09</i>	<i>0.001</i>	<i>0.18</i>	9.7	0.15	11.7	13.5	15.9	
	统计频数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

湿陷起始压力试验结果统计表

表 4.1.4

值别 层号	湿陷起始压力 p_{sh} (kPa)					
	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	统计频数
①	88	54	71			2
②	191	42	108	59	0.54	9
③	>300	40	185	86.6	0.47	27
④	>400	180	300	48.3	0.16	18
⑤	>400	77	210	91.9	0.44	22
⑥	>500	431	478			5
⑦	>500	141	357	150.4	0.42	8
⑧	>500	358	447	52.3	0.12	7
⑨	>500	419	488	30.6	0.06	7

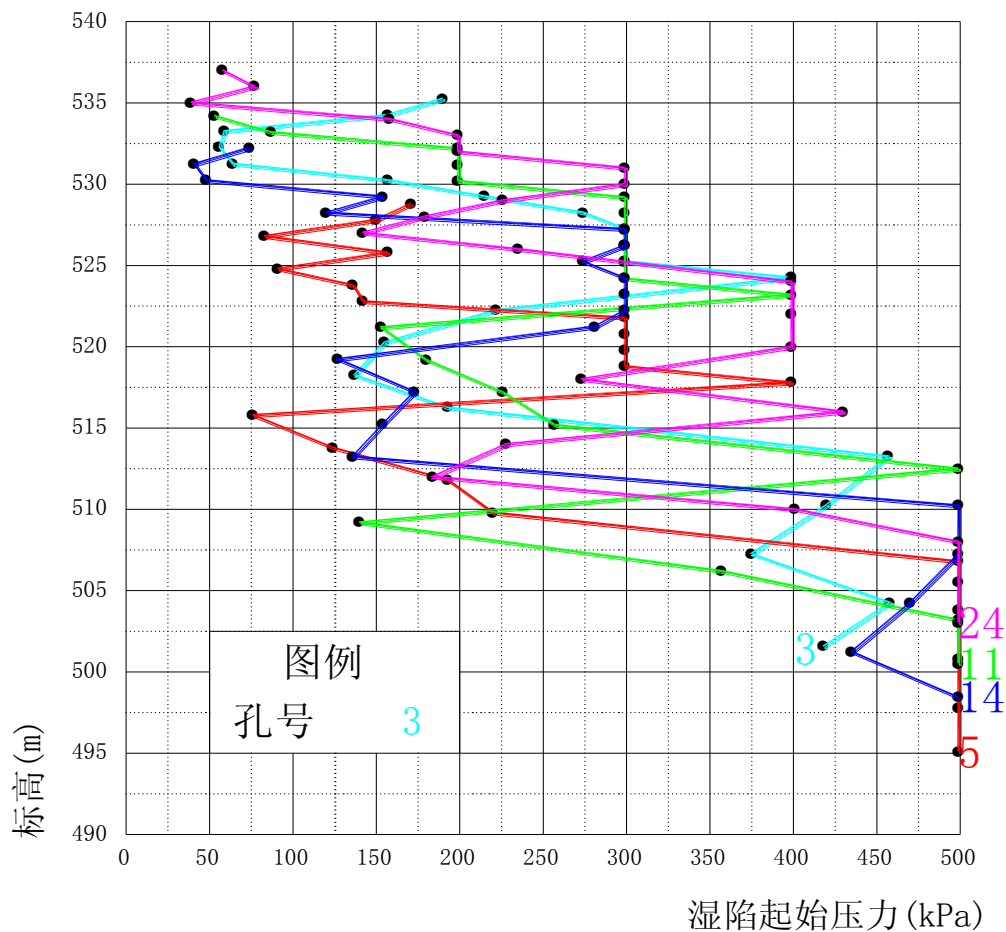


图 4.1.4 湿陷起始压力随标高变化曲线

4.1.5 地基土的腐蚀性试验

为评价地基土对建筑材料的腐蚀性，本次勘察取地基土试样 3 组进行了土腐蚀性试验，试验结果详见附录编号 17。

4.2 原位测试

4.2.1 标准贯入试验

为了解地基土层的力学性质，本次勘察在各层土中进行了标准贯入试验 143 次，试验指标分层统计结果见表 4.2.1。

标准贯入试验成果统计表

表 4.2.1

层号及名称	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
②黄土	11	5	8	1.7	0.22	11
③黄土	10	7	9	0.8	0.09	27
④古土壤	17	11	15	1.7	0.11	24
⑤黄土	15	10	13	1.5	0.12	46
⑥古土壤与黄土	20	15	17	1.6	0.09	20
⑦黄土	19	13	16	2.1	0.13	8
⑧古土壤			18			1

4.2.2 分散重型动力触探试验

为了解场地杂填土的密实度和均匀性，本次勘察进行了分散重型动力触探试验，试验指标分层统计结果见表 4.2.2。

重型动力触探试验成果统计表

表 4.2.2

值别 土层	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
杂填土 ① ₁	22.0	7.0	15.8	4.22	0.27	24	18.7	6.8	14.3	3.39	0.24	24

4.2.3 剪切波速测试

为对场地进行地震效应评价，本次勘察分别在 3[#]、14[#]及 24[#]钻孔中进行了剪切波速测试，试验深度均为 20m。测试结果详见附录编号 18~22。各层土平均剪切波速统计结果及由此计算的等效剪切波速 v_{se} 见表 4.2.3。

剪切波速试验结果统计表

单位: m/s

表 4.2.3

层号 孔号	填土①	黄土②	黄土③	古土④	黄土⑤	等效剪切波速 v_{se} (m/s)
3	175	194	262	303	341	279.9
14	163	214	275	314	341	286.1
24	160	203	260	294	348	282.8
平均值	166	204	266	304	343	

5 场地地震效应

5.1 建筑场地类别

根据 3、14 及 24 号钻孔剪切波速测试资料,地面下 20m 深度以内土层的等效剪切波速分别为 279.9m/s、286.1m/s、282.8m/s,场地覆盖层厚度大于 5m,按《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)有关划分标准,拟建建筑场地类别为 II 类。

5.2 场地抗震设防烈度、设计基本地震加速度与设计地震分组

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

5.3 地基土的地震液化评价

根据钻探结果,在勘探深度 20m 范围内主要为黄土和古土壤,不存在可液化土层,可不考虑地基土的地震液化问题。

5.4 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,拟建场地属可进行建设的一般地段。

6 地基土的岩土工程性质评价

6.1 黄土的湿陷性评价

6.1.1 场地湿陷类型

根据本次勘察自重湿陷性试验结果,按《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025—2004)的有关规定,计算黄土的自重湿陷量及评价的场地湿陷类型见表 6.1.1。

自重湿陷量计算值及场地湿陷类型评价结果一览表 表 6.1.1

勘探孔	计算起止深度 (m)	自重湿陷量 计算值 Δz_s (mm)	判定标准 (mm)	场地湿陷 类型
1 [#]	5.00~33.40	740	>70	自重
3 [#]	3.50~35.00	626	>70	自重
5 [#]	4.50~21.80	330	>70	自重
7 [#]	6.20~13.00	137	>70	自重
9 [#]	3.00~21.00	298	>70	自重
11 [#]	13.00~31.60	534	>70	自重
13 [#]	11.00~29.70	428	>70	自重
14 [#]	2.50~32.20	376	>70	自重
16 [#]	12.30~27.90	464	>70	自重
18 [#]	21.30~32.90	352	>70	自重
22 [#]	8.50~22.90	259	>70	自重
24 [#]	3.00~29.00	215	>70	自重

由表 6.1.1 可知,12 个探井及勘探孔的自重湿陷量均大于 70mm,最大值为 740mm,结合区域资料,综合判定拟建场地为自重湿陷性黄土场地。

6.1.2 地基湿陷等级

根据湿陷性试验结果,拟建场地黄土②、③层具中等湿陷性,局部强烈湿陷性;黄土⑤、⑦、⑨层和古土壤④、⑥、⑧层具轻微~中等湿陷性。

以现有地面下 1.5m 起算的各勘探点处的湿陷量的计算值及由此判定的

地基湿陷等级详见表 6.1.2。湿陷量计算过程一览表见附录编号 23~29。

湿陷量计算值及湿陷等级一览表

表 6.1.2

孔号	起算深度(m)	终止深度(m)	湿陷量计算值 (mm)	湿陷等级
1 [#]	1.50	33.40	1547	IV (很严重)
3 [#]	1.50	35.00	1123	IV (很严重)
5 [#]	1.50	21.80	713	III (严重)
7 [#]	1.50	13.00	362	II (中等)
9 [#]	1.90	21.00	600	II (中等)
11 [#]	1.50	31.60	587	III (严重)
13 [#]	1.50	29.70	647	III (严重)
14 [#]	1.50	32.20	743	IV (很严重)
16 [#]	1.50	27.90	1009	IV (很严重)
18 [#]	7.60	32.90	443	III (严重)
20 [#]	3.30	27.30	308	II (中等)
22 [#]	1.50	22.90	564	II (中等)
24 [#]	1.50	29.00	453	II (中等)

由表 7 可见,以现有地面下 1.5m 起算的一般浅埋基础建筑物地基湿陷等级为 II (中等)~IV (很严重)。

由于场地起伏较大,取土坑较大,各建筑物的地基湿陷等级应根据最终确定的±0.00 标高及建筑物的基础埋深情况详勘时具体确定。

6.2 地基土承载力特征值及变形指标

填土土质不均未经处理不能用作基础持力层。

根据室内土工试验及原位测试结果综合分析确定其余各层土的地基承载力特征值 f_{ak} 及变形指标见表 6.2。

地基土承载力特征值及变形指标建议表

表 6.2

土名及层号	黄土 ②	黄土 ③	古土壤 ④	黄土 ⑤	古土壤 ⑥	黄土 ⑦	古土壤 ⑧	黄土 ⑨	古土壤 ⑩
f_{ak} (kPa)	110~130	120~140	140~160	130~150	150~180	140~160	170~200	160~180	180~210
E_{s1-2} (MPa)	5~10	2~10	8~13	8~17	7~13	6~17	7~13	7~17	9~19

6.3 地基土腐蚀性评价

根据场地地基土的腐蚀性测试结果（详见附录编号 17），按《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 版）有关规定判定，拟建场地环境类型属 II 类，水位以上地基土对混凝土结构及钢筋混凝土结构中钢筋均具微腐蚀性。

7 场地地基综合评价及地基基础方案

7.1 地基土岩土工程性质综合评价

根据钻探、原位测试及土工试验结果，拟建场地土层具有以下特点：

勘探深度内地基土主要由填土、黄土和古土壤组成，在空间分布上基本均匀，各土层厚度基本稳定，随原始地貌倾斜。

填土①中的土质不均，厚度变化较大，局部为杂填土，未经处理不得用作基础持力层，建议挖除。

黄土②、③层具中等湿陷性，局部具强烈湿陷性，做建筑物地基时需进行处理。

古土壤④层和黄土⑨层之间的土层具轻微～中等湿陷性，其中古土壤层强度相对较高，可以用做浅层复合地基的持力层。

古土壤⑩层仅在 7 号孔底部有揭露，本次勘察不做评价。

7.2 地基方案的初步考虑

以现有地面下 1.5m 起算的一般浅埋基础建筑物地基湿陷等级为 II（中等）～IV（很严重）。根据建筑物的湿陷等级，一般多层建筑或荷载不大的建筑，可采用垫层、灰土挤密桩和 DDC 复合地基处理。若建筑物荷载较大，可采用桩基础，以满足建筑物基底荷载和变形的要求。

当采用灰土挤密桩或 DDC 复合地基时，主要为消除地基湿陷性，并提

高地基承载力。

当采用桩基方案时，以摩擦桩为主。为了消除负摩阻力，宜对自重湿陷性土层进行预处理，预处理的深度可结合详勘时自重试验结果加以确定。预处理后，桩基础采用预制桩及灌注桩均可行，当采用预制桩时应注意局部钙质结核层对预制桩的沉桩可能造成一定影响。

总之，不论采用哪种地基方案，都应根据建筑物的具体规模及荷载等情况，并依据详细勘察资料及人工地基试验资料，经验算满足设计要求后选择采用。

8 结论与建议

1) 拟建场地勘探深度范围内地基土由填土、黄土、古土壤组成，地貌单元为杜陵黄土塬。

2) 场地内未发现有地裂缝，距已发现的地裂缝距离较远，亦未发现有其它影响工程建设的不良地质作用。场地稳定，适宜建筑。

3) 拟建场地属自重湿陷性黄土场地，一般浅埋基础建筑物地基湿陷等级为 II（中等）～IV（很严重）。

4) 本次勘察期间（2013 年 11 月），钻孔深度（35m）内未见地下水，11 号附近水井内稳定水深 47.0m，可不考虑地下水对浅埋基础的影响。

5) 本场地地基土对混凝土结构和钢筋混凝土结构中的钢筋均具微腐蚀性。

6) 本场地建筑场地类别为 II 类，属可进行建设的一般地段。

7) 各层土地基承载力特征值及压缩模量的范围值见表 6.2。

8) 场地地基综合评价及地基基础方案的初步建议见第 7 章。

9) 规划设计阶段所需的边坡设计或挡土墙设计所需地基土强度参数可

按表 4.1.2 采用。

10) 拟建场地年最大冻土深度小于 0.60m 考虑。

11) 对详勘工作的建议：

(1) 根据原位测试及室内试验结果进一步评价该场地地基土的强度和变形特性。

(2) 根据建筑物具体的±0.00 标高及基础埋深确定地基湿陷类型及地基湿陷等级；

(3) 根据基底压力详细分析论证可供选择的有效经济的地基处理方案和桩基方案。

审 定 人 ： 秦 广 平

审 核 人 ： 蔡 怀 恩

项目 负责人 ： 任 小 江

王 迎 兵