

安东路

岩土工程勘察报告

勘察阶段:详勘阶段

资质等级: 乙级

编号: 040117-

ky

山西省运城市建筑设计研究院

二〇一二年三月

安东路

岩土工程勘察报告

勘察阶段:详勘阶段

编 写:

技术负责:

工程负责:

审 核:

院 长:

山西省运城市建筑设计研究院

2012 年 3 月

目 录

1 序言	1
1.1 工程概况	1
1.2 勘察目的与要求	1
1.3 岩土工程勘察等级	1
2 勘察工作	2
2.1 勘察工作布置的依据	2
2.2 勘察工作布置的原则	2
2.3 勘察工作量	2
2.4 勘察工作方法	3
3 气象水文	3
3.1 气象	3
3.2 地表水	4
3.3 地下水	4
4 工程地质	5
4.1 地形、地貌	5
4.2 道路范围内地物概况	5
4.3 地基土的地层结构及岩性特征	6
4.4 场地地下水	8
4.5 地下水的腐蚀性评价	8
4.6 盐渍土的腐蚀性评价	9
4.7 场地溶陷性评价	10
4.8 场地盐胀性评价	11
5 地震效应	12
5.1 抗震设防烈度	12
5.2 场地土类型及建筑场地类别	12
5.3 地震液化评价	12
5.4 场地抗震地段划分	12
5.5 不良地质作用	12
5.6 地基土震陷	13
5.7 地震稳定性评价	13
6 岩土工程分析与评价	13

6.1 岩土参数的统计原则与指标选用.....	13
6.2 地基土承载力特征值的确定.....	14
6.3 场地稳定性、适宜性评价.....	14
6.4 路基土稳定性评价.....	15
6.5 路基土均匀性评价.....	15
6.6 季节性冻土标准冻深.....	15
7 地基处理方案.....	15
7.1 桩号 0+000~0+660 段.....	15
7.2 桩号 0+660~0+975 段.....	16
7.3 附属构筑物.....	16
8 结论与建议.....	16
8.1 结论.....	16
8.2 建议.....	17

附 图 目 录

图名	图号
勘探点平面位置图	1-1~1-4
工程地质剖面图	2-1~2-5
钻孔柱状图	3-1~3-5
探井柱状图	4-1~4-10

附 表 目 录

勘探点一览表	附表 1
物理力学指标统计表	附表 2
土工试验综合成果表	附表 3
标准贯入试验成果表	附表 4
水质检验报告	附表 5
土质检验报告	附表 6

1 序言

1.1 工程概况

拟建安东路为一条南北向市政主干道，北起盐湖大道，经规划银湖街，南至规划环湖路，道路全长 975m。受环湖路建设项目部（以下称甲方）委托，我院承担了该项目详勘阶段的岩土工程勘察工作。

该道路由运城市规划设计院设计。拟建道路为城市二级主干道，路面宽度为 36m，路面设计标高 327.66m~366.56m，设计行车速度 40km/h，路面拟采用沥青砼结构路面，荷载为城-A 级。

本次勘察外业钻探、井探及原位测试工作始于 2012 年 3 月 2 日，至 3 月 5 日结束；室内土工试验于 2012 年 3 月 5 日开始，于 3 月 12 日结束，并提交全部土工试验成果资料。内业资料整理及报告书编写工作于 2012 年 3 月 16 日结束。

1.2 勘察目的与要求

根据甲方的要求及勘察合同，依据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）中有关规定，本次勘察的目的与要求如下：

- 1、查明该场地地形、地貌及桩号 0+000~0+650 段 15m 深，桩号 0+650~0+975 段 8m 深范围内的地层结构。
- 2、提供路基土的物理力学性质指标，并提供其承载力特征值。
- 3、查明地下水的埋藏条件。
- 4、查明路基的湿陷性并判定等级。
- 5、划分场地土类别，评价地基土的地震效应。
- 6、对场地进行工程地质评价，并提出合理建议。

1.3 岩土工程勘察等级

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001），本工程重要性等级为三级，场地等级为二级，地基等级为二级，综合确定本次岩土工程勘察等级为乙级。

根据《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB50025-2004），拟建工程为丙类。

2 勘察工作

2.1 勘察工作布置的依据

本次详勘主要依据的资料有建设单位提供的《安东路带状地形图》。

依据的国家及行业有关规范、标准主要有：《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）、《市政工程勘察规范》（CJJ56-94）、《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB50025-2004）、《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2002）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）、《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）、《建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ04-258-2008）、《建筑地基处理技术规范》（JGJ79-2002）、《土工试验方法标准》（GB/T50123-1999）、《建筑工程勘察文件编制标准》（DBJ04-248-2006）等。

2.2 勘察工作布置的原则

- 1、本次勘察工作量按二级复杂地基详细勘察阶段工作要求布置。
- 2、勘探点沿道路边线布设，勘探点间距控制在 150.0m 以内，勘探孔深度为 8.0~15.0m。
- 3、本次勘察采用取土、标贯及室内土工试验等综合勘察手段进行。

2.3 勘察工作量

本次勘察共完成勘探点 15 个，其中取土标贯钻孔 2 个，深度 8.0m；标准贯入试验孔 3 个，深度 10.0~15.0m，取土试样探井 10 个，深度 1.5~15.0m。

实际完成工作量情况详见表 2.3-1。各勘探点的类型、深度及平面位置详见《勘探点平面位置图》1。

实际完成工作量表

表：2.3-1

项目 类别	井数	进尺	原状土样	扰动土样	标贯次数	土工试验	土质分析	水质分析	勘探点测量
	(个)	(m)	件	件	(击)	(组)	(组)	(组)	(点)
标准贯入试验钻孔	3	40.0		7	27	7			3
取土标贯钻孔	2	16.0	12	15	15	27	4		2
取土试样探井	10	113.5	75			75	4	2	10
合 计	15	169.5	87	22	42	109	8	2	15

2.4 勘察工作方法

工程地质钻探采用 GXY-1 型工程钻机回转钻进，标贯试验钻孔采用自动落锤法进行标贯试验，试验方法符合有关规范的技术标准，试验间距为 1.0~1.5m；取土样钻孔严格按照《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB50025-2004）附录 D 要求进行钻探和采取土样，取样间距 1.5m，样品等级 II~I 级，钻孔成果见图 3-1~3-5。

探井采用机械洛阳铲挖掘，技术人员现场编录，并在其侧壁采取 I 级原状土试样，取样间距 1.0~1.5m。探井成果见图 4-1~4-10。

土工试验依据《土工试验方法标准》（GB/T50123-1999）进行工作，其中含水量试验采用烘干法，密度试验采用环刀法，界限含水量试验采用液塑限联合测定法，颗粒级配采用筛分法，压缩性采用压缩—固结试验，溶陷起始压力试验采用双线法。各单元土层的物理力学性质指标见附表 1。

水质分析和土质分析由我院委托南风化工集团股份有限公司技术中心研究所完成。成果见附表 2 和附表 3。

勘探点以道路桩号 0+000 中桩（ $x=505768.38$ 、 $y=3880021.02$ 、 $h=366.56$ ）和桩号 0+100 中桩（ $x=505814.54$ 、 $y=3879932.28$ 、 $h=367.05$ ）为基准点进行测放。勘探点坐标与甲方提供的《安东路带状地形图》为同一坐标系，为 1954 年北京坐标系；勘探点高程与《安东路带状地形图》为同一高程系，为 1956 年黄海高程基准。

野外勘探工作结束后，均已按规范要求对各勘探点进行回填。

3 气象水文

3.1 气象

本项目区属南暖温带半干旱气候，四季分明。冬季较为寒冷，不足 5 个月时间，12 月下旬至 1 月上旬为最冷时段，各旬平均气温皆低于 -1.0°C ，年极端最低气温 -18.9°C ；夏季时间较长且天气炎热，最热月 7 月平均气温 27.1°C ，高温天气在整个夏季约有 25 天，年极端最高气温达 42.7°C ，是本省最高气温之最。年平均气温为 13.7°C ，气温的年、日差分别为 28.6°C 和 11.3°C 。

多年平均大气压 973.2hPa，年平均降水量 550.8mm，年际变化大，年内各月降水分配很不均匀，多数降水集中于 7、8、9 三个月中，而冬季降水则十

分稀少。年平均相对湿度 62%，除 9 月份平均相对湿度达 70%外，其余各月平均相对湿度皆低于 70%，6 月份平均相对湿度为最小，仅 54%。年日照时数 2231.5 小时，除 5 月至 8 月日照时数高出 200 小时外，其余各月均在 200 小时以下，特别是冬季 11 月至 2 月的日照时数皆在 150 小时左右。年平均蒸发量为 2057.4mm，是年平均降水量的 3.7 倍，多年无霜期位 210.2 天。

运城市的地形对风的影响很大，由于中条山的影响，全年盛行东南风，唯冬季多西南偏西风，该地风多风大，年平均风速达 2.9m/s，最大风速 24.0m/s，每年出现大风日数平均 30 天左右，为全省较大风区之一，该区全年以静风为主，频率 19%，其次为东南风，频率为 11%。

3.2 地表水

运城市河流属黄河系。除黄河外，主要有汾河、涑水河及中条山南麓几条较小的河流。除此之外，还有盐池、鸭子湖、伍姓湖等湖泊及苦池、上马、中留、安邑等水库。

运城市盐湖区主要河流为涑水河，呈北东—南西走向，发源于绛县的陈村峪，向西南流经绛县、闻喜、夏县、盐湖区、临猗、永济等县（市、区），在永济市汇注伍姓湖后，再向西南，在永济泓道园以西汇入黄河。全长 196km，流域面积 5565km²。沿途修建有吕庄、上马水库。自上马水库以下至伍姓湖上游河段干枯无水。姚暹渠是历史上为保护盐池、盐运及灌溉而修筑的一条人工河道。自夏县王峪口起，沿中条山北麓，拦截柳沟、寺沟、刁崖河、史家峪、赤峪等来水，向西南经苦池、安邑、运城入伍姓湖。全长 86km，流域面积 2127km²。

拟建安东路南端紧临盐池滩。

3.3 地下水

区域地下水按含水介质及其赋存条件，可划分基岩裂隙水和第四系松散岩层孔隙水。

1、基岩裂隙水

分布于中条山区太古界变质岩风化裂隙中，埋藏深度不大，多为潜水，由大气降水入渗及上覆松散岩类孔隙水垂向补给，沿山沟壁、沟底及山前以泉水形式排泄。

2、松散岩类孔隙水

浅层水：分布于永济市北部冲湖积平原区和南部山前倾斜平原前缘地带。含水层顶板埋深 28~54m，一般在 40m 左右，含水层厚 10~17m，水位埋深 2~10m 左右。岩性以粗、细砂为主，水量中等，水质类型为 $\text{HCO}_3 \cdot \text{SO}_4 \cdot \text{CL}$ 型水。

中深层水：分布于位于韩阳、郭李、清华村等处，沿山前倾斜平原上、下部呈东西条带状分布，含水层底板埋深 45~150m，水位埋深 3~20m，含水层厚 20~70m，岩性以粗砂和砂砾石为主，粒度自倾斜平原上部至下部由粗变细。水质类型为 $\text{HCO}_3\text{—Ca} \cdot \text{Mg}$ 型水。

松散岩类孔隙水主要补给途径是中条山基岩裂隙水和北部对冲湖积平原区侧向径流及大气降水垂直入渗补给。主要排泄途径是蒸发和开采。

拟建安东路南段揭露为浅层地下水。

4 工程地质

4.1 地形、地貌

该场地大地构造位置属于临汾运城新裂陷—运城凹陷中，位于盐湖垌岗南缘和盐湖垌岗与盐湖交汇地带，道路沿线北高南低，地面标高大致变化在 367~326m 之间，相对高差 41m 左右。其中桩号 0+000~0+660 段地貌为盐湖垌岗南缘，地面标高在 334~367m，设计路面标高在 345.6~366.6m，基本为挖方段；桩号 0+660~0+975 段为盐湖垌岗与盐湖交汇带，地面标高在 326~334m，设计路面标高在 327.7~345.6m，基本为填方段。

4.2 道路范围内地物概况

桩号 0+000~0+025 段为已建沥青路面的盐湖大道，桩号 0+025~0+045 段为盐湖大道绿化带，桩号 0+082~0+126 段西部为建筑垃圾，桩号 0+082~0+188 段西侧为民生天然气厂房，桩号 0+178~0+188 段为高 6~7m 的黄土堆，桩号 0+215~0+332 段为枣树地，桩号 0+338 附近为一东西向宽 4.0m 通向庙村的小路，桩号 0+340~0+376 段为一堆高 1.0~3.5m 的建筑垃圾，桩号 0+380~0+490 段为一砂石料场，桩号 0+469 为规划银湖街中线，桩号 0+490~0+513 段为一高 1.0~4.0m 黄土堆，桩号 0+514~0+520 段为耕地，桩号

0+614~0+660 段为一高 12m 的土质陡坎，桩号 0+682~0+970 段为耕地，桩号 0+975 附近为通向南杨家庄的盐湖路，桩号 0+975 为规划环湖路的中线。

4.3 地基土的地层结构及岩性特征

在勘察深度范围内，该场地地表为近期素填土，其余地基土的地质年代为第四纪全新世和晚更新世，岩性以溶陷性硫酸盐渍粉土和硫酸盐渍粉土，分布比较稳定。依据野外鉴别和土工试验成果，分为 6 个工程地质层，现叙述如下：

第①层素填土（ Q_4^{ml} ）：以粉土，碎石垫层为主。回填时间大于 10 年，已完成自重固结。该层仅在桩号 0+660~0+975 段南端揭露，层厚 0.7m。

第②层溶陷性硫酸盐渍粉土（ Q_4^{al+1} ）：浅黄色，稍发绿，稍湿~湿，稍密，含有较多分布不均匀的芒硝、石膏颗粒，局部富集成薄层，具高压缩性。摇振反应迅速，干强度低，韧性低，无光泽反应，顶部约 0.3~0.4m 厚为耕植土。按平均含盐量划分，该层可定名为中盐渍土。该层仅在桩号 0+660~0+975 段揭露，揭露厚度 1.4~2.3m，平均 2.0m。

第③层硫酸盐渍粉土（ Q_4^{al+1} ）：灰黄色，局部颜色发白，稍湿~湿，稍密，含有大量分布不均匀的芒硝、石膏颗粒，局部富集成薄层，具中偏高压缩性。摇振反应中等，干强度低，韧性低，无光泽反应。按平均含盐量划分，该层可定名为中盐渍土。该层仅在桩号 0+660~0+975 段揭露，揭露厚度 3.1~3.5m，平均 3.4m。

第④层硫酸盐渍粉土（ Q_4^{al+1} ）：灰黄色，局部颜色发白，湿，中密，含有大量分布不均匀的芒硝、石膏颗粒，局部富集成薄层，具中等压缩性。摇振反应中等，干强度低、韧性低，无光泽反应。该层仅在桩号 0+660~0+975 段揭露，未钻穿，揭露厚度 2.5~4.4m，平均 3.2m。

第⑤溶陷性硫酸盐渍粉土（ Q_3^{al+1} ）：浅黄色，稍发绿，稍湿~湿，稍密，含较多芒硝、石膏晶体，局部富集成薄层，具中等压缩性。摇振反应中等，干强度低，韧性低，无光泽反应。按平均含盐量划分，该层可定名为中盐渍土。该层仅在桩号 0+000~0+660 段揭露，揭露厚度 5.0~14.2m，平均 8.6m。

第⑥硫酸盐渍粉土（ Q_3^{al+1} ）：浅黄色，稍发绿，稍湿~湿，稍密，含较多芒硝、石膏晶体，具中等压缩性。摇振反应中等，干强度低，韧性低，无光泽反应。按平均含盐量划分，该层可定名为中盐渍土。该层仅在桩号 0+000~

0+660 段揭露，未钻穿，揭露厚度 0.8~10.0m，平均 6.4m。

该段各层地基土厚度、层底高程、层底深度统计结果详见表 4.3-1。

地基土厚度、层底高程、层底深度统计结果表

表：4.3-1

地层编号	岩土名称	项次	层厚 (m)	层顶高程 (m)	层底高程 (m)	层顶深度 (m)	层底深度 (m)
1	Q ₄ ^{ml}	统计个数	1	1	1	1	1
		最大值	0.70	325.96	325.26	0.00	0.70
		最小值	0.70	325.96	325.26	0.00	0.70
		平均值	0.70	325.96	325.26	0.00	0.70
2	Q ₄ ^{al+1}	统计个数	4	6	4	6	4
		最大值	2.30	334.72	332.52	0.70	2.30
		最小值	1.40	325.26	323.86	0.00	2.00
		平均值	1.98	329.05	327.82	0.12	2.15
3	Q ₄ ^{al+1}	统计个数	3	4	3	4	3
		最大值	3.50	332.52	329.42	2.30	5.60
		最小值	3.10	323.86	320.36	2.00	5.30
		平均值	3.37	327.82	324.31	2.15	5.47
4	Q ₄ ^{al+1}	统计个数		3		3	
		最大值		329.42		5.60	
		最小值		320.36		5.30	
		平均值		324.31		5.47	
5	Q ₃ ^{al+1}	统计个数	9	9	9	9	9
		最大值	14.20	370.40	362.29	0.00	14.20
		最小值	5.00	348.92	334.72	0.00	5.00
		平均值	8.60	364.20	355.60	0.00	8.60
6	Q ₃ ^{al+1}	统计个数		9		9	
		最大值		362.29		14.20	
		最小值		334.72		5.00	
		平均值		355.60		8.60	

4.4 场地地下水

工程区桩号 0+000~0+660 段未揭露到地下水，该段可不考虑地下水的影响。桩号 0+660~0+975 段地下水埋深 1.3~5.0m，水位在 323.86~329.72m，北高南低，地下水自北向南径流，水力坡度约 0.02。地下水位高于盐湖水位，

主要为地下水补给盐湖。地下水为潜水，含水层为粉土，属弱透水层，主要以大气降水入渗和场地北侧同类型地下水侧向径流补给，靠蒸发和向南侧（盐湖方向）侧向径流排泄。

4.5 地下水的腐蚀性评价

本工程地下水仅在桩号 0+660~0+975 段揭露，地下水的腐蚀性评价根据水质分析成果及《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）的表 12.2.1、表 12.2.2 及表 12.2.4 进行。

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）附录 G，场地环境类别为 II 类。

地下水的腐蚀性评价结果见表 4.5-1。

地下水腐蚀性评价表

表:4.5-1

孔号	主要离子含量						对混凝土结构的腐蚀性		对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性	
	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	PH	总矿化度	Cl ⁻	侵蚀性 CO ₂				
	(mg/l)	(mg/l)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	无干湿交替	有干湿交替	长期浸水	有干湿交替
TJ8	3192.5	542.1	6.2	6821	814.1	检不出	中等	强	微	中等
TJ10	3179.6	541.4	6.5	6887	826.6	检不出	中等	强	微	中等

根据表:4.5-1 综合评价，该路段地下水对混凝土结构无干湿交替情况下具中等腐蚀性，有干湿交替情况下具强腐蚀性，在长期浸水的情况下对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性，在有干湿交替作用的情况下具中等腐蚀性。

4.6 盐渍土的腐蚀性评价

该拟建道路桩号 0+000~0+660 段，依据土样易溶盐检验结果，地基土的易溶盐含量为 1.52~1.91%，其腐蚀性评价根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）的表 12.2.1、表 12.2.2 及表 12.2.4 进行。

场地地下水位以上的地基土以稍湿的粉土为主，根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）附录 G，场地环境类别为 III 类。

盐渍土的腐蚀性评价结果见表 4.6 -1。

盐渍土腐蚀性评价表

表：4.6-1

孔号	取样深度 (m)	主要离子含量				对混凝土结构的腐蚀性	对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性
		SO ₄ ²⁻	PH	Mg ²⁺	Cl ⁻		
		(mg/kg)		(mg/kg)	(mg/kg)		
TJ2	3.0	9899.92	7.58	70.60	292.20	强	微
TJ2	7.5	9550.69	7.85	980.51	210.38	强	微
TJ6	9.0	11661.25	7.89	407.89	70.13	强	微
TJ6	12.0	9884.73	7.76	290.23	35.06	强	微

根据表 4.6-1 综合评价，拟建场地地基土对混凝土结构具强腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

该拟建道路桩号 0+660~0+975 段，依据土样易溶盐检验结果，地基土的易溶盐含量为 1.06~1.25%，其腐蚀性评价根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）的表 12.2.1、表 12.2.2 及表 12.2.4 进行。

场地地下水位以上的地基土以稍湿的粉土为主，根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）附录 G，场地环境类别为 II 类。

盐渍土的腐蚀性评价结果见表 4.6-2。

盐渍土腐蚀性评价表

表：4.6-2

孔号	取样深度 (m)	主要离子含量				对混凝土结构的腐蚀性	对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性
		SO ₄ ²⁻	PH	Mg ²⁺	Cl ⁻		
		(mg/kg)		(mg/kg)	(mg/kg)		
ZK3	2.0	6246.6	6.2	208.8	187.2	强	微
ZK3	4.0	6883.5	6.1	197.2	215.2	强	微
ZK4	2.0	7008.1	6.1	346.3	116.9	强	微

根据表 4.6-2 综合评价，拟建场地地基土对混凝土结构具强腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

4.7 场地溶陷性评价

拟建道路桩号 0+000~0+660 段第⑤层地基土溶陷系数大于 0.010，桩号 0+660~0+975 段第②层地基土溶陷系数大于 0.010，故该拟建道路沿线均为溶陷性场地。

4.7.1 桩号 0+000~0+660 段

0+000~0+660 段布置探井 7 个，取 I 级不扰动样进行室内溶陷性试验，根据《盐渍土地建筑规范》（SY/T0317-97）进行溶陷性评价。

4.7.1.1 溶陷深度

根据土工试验成果，该段场地溶陷土层深度为 5.0~14.2m，即第⑤层地基土具有溶陷性。

4.7.1.2 地基溶陷等级

溶陷量计算值自设计路面以下 0.8m 起算，至其下 10m 或非溶陷层低范围，溶陷系数小于 0.01 的不累计，溶陷量计算值计算过程见表 4.7-1。

溶陷量计算值计算过程表

表：4.7-1

土样 编号	样底 深度 (m)	溶陷 系数	代表土层深度		代表土层 厚度 (m)	单层溶陷量 计算值 (mm)	溶陷量 计算值 (mm)	地基溶陷 等级
			顶 (m)	底 (m)				
TJ1-1	1.5	0.031	1.70	2.25	0.55	17.05	124.05	I 级
TJ1-2	3.0	0.025	2.25	3.75	1.50	37.50		
TJ1-3	4.5	0.018	3.75	5.25	1.50	27.00		
TJ1-4	6.0	0.034	5.25	6.50	1.25	42.50		
TJ2-2	3.0	0.053	3.60	3.75	0.15	7.95	7.95	非溶陷
TJ2-3	4.5	0.008	3.75	5.00	1.25	0.00		
TJ5-6	9.0	0.011	8.70	9.75	1.05	11.55	23.05	非溶陷
TJ5-7	10.5	0.010	9.75	10.80	1.15	11.50		
TJ6-8	12.0	0.015	11.25	12.75	1.50	22.5	36.75	非溶陷
TJ6-9	13.5	0.015	12.75	13.70	0.95	14.25		
TJ7-2	3.0	0.040	2.50	3.75	1.25	50.00	199.2	II 级
TJ7-3	4.5	0.018	3.75	5.25	1.50	27.00		
TJ7-4	6.0	0.010	5.25	6.75	1.50	15.00		
TJ7-5	7.5	0.012	6.75	8.25	1.50	18.00		
TJ7-6	9.0	0.019	8.25	9.75	1.50	28.50		
TJ7-7	10.5	0.015	9.75	11.25	1.50	22.50		
TJ7-8	12.0	0.010	11.25	12.75	1.50	15.00		
TJ7-9	13.5	0.016	12.75	14.20	1.45	23.20		

综合判定，桩号 0+000~0+120 段该场地为 I 级溶陷性地基，桩号 0+120~0+570 段为非溶陷性地基，桩号 0+570~0+660 段为 II 级溶陷性地基。

4.7.2 桩号 0+660~0+975 段

0+660~0+975 段布置探井 3 个，取 I 级不扰动样进行室内湿陷性试验，根据《盐渍土地区建筑规范》（SY/T0317-97）进行溶陷性评价。

4.7.2.1 溶陷深度

根据土工试验成果，该段场地湿陷土层深度为 1.4~2.3m，即第②层地基土具有溶陷性。

4.7.2.2 地基溶陷等级

溶陷量计算值自天然地面起算，至其下 10m 或非溶陷层低范围，溶陷系数小于 0.01 的不累计，溶陷量计算值计算过程见表 4.7-2。

溶陷量计算值计算过程表

表：4.7-1

土样 编号	样底 深度 (m)	溶陷 系数	代表土层深度		代表土层 厚度 (m)	单层溶陷量 计算值 (mm)	溶陷量 计算值 (mm)	地基溶陷 等级
			顶 (m)	底 (m)				
TJ8-1	1.5	0.035	0.00	2.10	2.10	73.50	73.50	I 级
TJ9-1	1.5	0.035	0.00	2.00	2.00	70.00	70.00	非溶陷
TJ10-1	1.0	0.062	0.00	1.50	1.50	93.00	93.00	I 级

综合判定，桩号 0+660~0+975 段该场地为 I 级溶陷性地基。

4.8 场地盐胀性评价

拟建道路沿线地基土均为硫酸盐渍土，具有盐胀性，需采取措施消除路基下 2.0m 范围内地基土盐胀性，以免其造成道路破坏，影响道路正常运行。

5 地震效应

5.1 抗震设防烈度

按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），本场地的抗震设防烈度为 7 度。设计基本地震加速度值为 0.15g，设计地震分组为第二组。

5.2 场地土类型及建筑场地类别

先根据场地土的岩性特征，按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）及表 4.1.3 划分土的类型，再利用当地经验估计各层的剪切波速。经计算该场地地表以下深度 20m 范围内的土层等效剪切波速为 237.2m/s。

根据估计的场地土土层等效剪切波速，该场地土为中软场地土；该场地覆盖层厚度大于 50m，故道路场地类别为Ⅲ类。

5.3 地震液化评价

该场地地下水位以下深度 15.00m 以上的地基土层为第②、③、④层，第②、③、④层地基土地质年代为 Q_4 ，但第②层粘粒含量为 10.9~13.8%，第③层粘粒含量为 10.5~16.2%，第④层粘粒含量为 10.8~15.5%，均大于 10%，依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）第 4.3.3 条，判定该路段地基土为不液化土。

5.4 场地抗震地段划分

依据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）第 4.1.1 条判定，该拟建场地属对建筑抗震一般地段。

5.5 不良地质作用

本次勘察在拟建场地及其临近未发现岩溶、古洞、古墓群、人防地道等不利埋藏物，未发现塌陷、滑坡、泥石流、采空区、地面沉降等不良地质作用。在陡坎处有较小规模崩塌，但对拟建道路影响不大。

5.6 地基土震陷

根据本次勘察及原位测试结果，场地各层地基土承载力特征值均大于 80kPa，等效剪切波速大于 90m/s，根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）条文说明 5.7.11 条判定，本场地可不考虑软弱土的震陷影响。

5.7 地震稳定性评价

该场地不存在滑坡、液化和震陷特性，在陡坎处有较小规模崩塌现象，地震稳定性一般。

6 岩土工程分析与评价

6.1 岩土参数的统计原则与指标选用

根据地层特性及岩土的物理力学性质指标，以地基土所分的 6 个土体为单元，对岩土的物理力学性质进行统计，统计原则为：

1、对沉积时代相同的层位具有相同工程特性的指标作为同一工程地质统计单元体。

2、单元体中透镜体指标不参与统计。

3、对过于离散及有明显异常的指标统计时进行修正或舍去。

4、各项指标统计值提供最大值、最小值、算术平均值、标准差、变异系数及统计频数，若子样数少于6个，只提供范围值，算术平均值及统计频数。

5、地下水位以上钻孔试样试验指标因钻探差异，稍作调整，调整后和探井指标一起进行统计。

岩土参数的选用，主要是依据统计得出的平均值、标准差，变异系数及统计频数，经分析选定，参照相关规范，规程要求和指标的用途及重要性，按不利组合，分别取其大值、小值或平均值。主要物理力学性质指标建议值见下表6.1-1。详见物理力学指标统计值表、土工试验综合成果表。

岩土层主要物理力学指标建议值表 表 6.1-1

岩 土 名 称	指 标 项 目	天然 含水量	天然 重度	天然 孔隙比	液性 指数	压缩 系数	压缩 模量	直接快剪		标贯击数	
		ω	γ	e	IL	$a_{0.1-0.2}$	$E_{s0.1-0.2}$	粘聚力	内摩擦角	修正前	修正后
		%	kN/m ³			MPa ⁻¹	MPa	(c) kPa	(ϕ) 度	击/30cm N	
溶陷性硫酸盐渍粉土②		20.9	16.5	0.980	0.37	0.81	3.76	22.5	21.7	7.0	7.0
硫酸盐渍粉土③		23.5	17.2	0.945	0.50	0.47	4.73	19.5	19.9	4.6	4.3
硫酸盐渍粉土④		23.0	17.9	0.856	0.47	0.33	5.72	23.0	21.0	13.8	11.8
溶陷性硫酸盐渍粉土⑤		19.0	16.7	0.926	0.33	0.28	7.89	20.0	22.5	10.0	9.4
硫酸盐渍粉土⑥		20.5	17.3	0.880	0.45	0.18	12.16	19.4	26.6	18.0	14.4

6.2 地基土承载力特征值的确定

地基土承载力特征值，是依据各单元土层的物理力学性质指标、标准贯入试验击数N值，按照《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2002）、《湿陷性黄土地区建筑规范》（GB50025-2004）、《建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ04-258-2008）等规范规程的有关规定，结合当地工程实践经验，对比分析后，综合确定。地基土承载力特征值见表6.2-1。

地基土承载力特征值一览表

表 6.2-1

层次	岩土名称	物性指标法 f_{ak} (kPa)	标贯击数法 f_{ak} (kPa)	建议值 f_{ak} (kPa)
②	溶陷性硫酸盐渍粉土	110	130	110
③	硫酸盐渍粉土	115	105	105
④	硫酸盐渍粉土	140	160	140
⑤	溶陷性硫酸盐渍粉土	130	150	130
⑥	硫酸盐渍粉土	150	180	150

6.3 场地稳定性、适宜性评价

依据区域地质资料，本场地地下没有活动断裂，属于稳定场地。

根据拟建工程场地及其附近地形地貌特征，不具备滑坡、危岩、泥石流等不良地质作用和地质灾害的形成条件，仅在桩号 0+614~0+660 段为一高 12m 的土质陡坎，在陡坎处有较小规模崩塌，但对拟建道路影响不大。故场地稳定性一般，对陡坎稍作处理后，适宜建筑。

6.4 路基土稳定性评价

拟建道路沿线除桩号 0+614~0+660 段外，未发现埋藏的孤石、防空洞等不利埋藏物；无震陷软土和液化砂层分布，路基的稳定性一般。在 0+614~0+660 段为一高 12m 土质陡坎，存在临空面，故该段路基稳定性较差。

6.5 路基土均匀性评价

桩号 0+000~0+660 段为挖方段，路基分别为第⑤层地基土和第⑥层地基土，该两层土物理力学指标和原位测试指标均有差异，且第⑤层路基土具有溶陷性，第⑥层路基土不具有溶陷性，故该段路基为不均匀路基。桩号 0+660~0+975 段为填方段，虽然个路基土层顶坡度小于 10%，但填方路基厚度差异较大，且地基土分别为素填土和溶陷性硫酸盐渍粉土，故该段路基也按不均匀路基考虑。

6.6 季节性冻土标准冻深

依据《建筑地基基础勘察设计规范》（DBJ04-258-2008）附录 G，本场地季节性冻土标准冻深 0.43m。

7 地基处理方案

7.1 桩号 0+000~0+660 段

桩号 0+000~0+660 段地面标高在 334~367m，设计路面标高在 345.6~366.6m，为挖方段，挖方厚度约 1.0~9.0m。该段表层一般为 5.0~14.2m 厚的溶陷性硫酸盐渍粉土，其下为厚 0.8~10.0m 的硫酸盐渍粉土。

路基土为第⑤层溶陷性硫酸盐渍粉土和第⑥层硫酸盐渍粉土，桩号 0+000~0+120 段该场地为 I 级溶陷性地基，桩号 0+120~0+570 段为非溶陷性地基，桩号 0+570~0+660 段为 II 级溶陷性地基，且第⑤层、第⑥层路基土均具有盐胀性。拟建道路主要受盐胀性影响较大，故需采用换填垫层法消除盐胀性影响。

建议直接挖至设计路基底面标高下不小于 2.0m，原地碾压数遍形成路基，采用灰土或易夯实的非盐渍土分层碾压回填至路面设计底标高，压实系数不小于 0.96。

由于挖方厚度范围变化在 0.8~10m，建议按 1: 0.75~1: 1 坡度临时放坡开挖，挖方厚度较大地段建议分级开挖，若场地整平与拟建道路同期施工则无须护坡；若道路施工在场地整平之前，则可采用植被作为临时护面。

7.2 桩号 0+660~0+975 段

桩号 0+660~0+975 段地面标高在 326~334m，设计路面标高在 327.7~345.6m，为填方段。填方厚度约 2.0~9.0m。该段表层一般为 1.4~2.3m 厚的溶陷性硫酸盐渍粉土，其下为厚 3.1~3.5m 的硫酸盐渍粉土，再下为揭露厚约 3.1~3.5m 的硫酸盐渍粉土。

路基土为第①层素填土和第②层溶陷性硫酸盐渍粉土，该段道路场地为 I 级溶陷性地基，且第②层路基土具有盐胀性。该段道路受盐胀性影响不大，受高填方路堤影响较大。

建议清除地表耕植土和素填土，原地碾压数遍，然后采用易夯实的非盐渍土分层碾压回填至设计路基顶面标高，形成路基，压实系数不小于 0.96；对于填方厚度较大的地段，建议路堤采用 1: 1.0~1: 1.5 收坡回填，坡面采用植被护坡或浆砌块石护坡，护坡坡脚伸入溶陷性硫酸盐渍粉土②层一定深

度，若需要设置挡土墙，则采用浆砌块（片）石路堤挡墙，选择溶陷性硫酸盐渍粉土②层作为路堤挡墙基础持力层。

7.3 附属构筑物

桩号 0+000～0+660 段可选择第⑤层溶陷性硫酸盐渍粉土和第⑥层硫酸盐渍粉土，但需采取结构措施和防水措施；桩号 0+660～0+975 段附属构筑物可选择选择压实填土层作为构筑物基础持力层。

8 结论与建议

8.1 结论

1、本场地稳定性一般，对陡坎稍作处理后，适宜建筑。

2、按照《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），本场地的抗震设防烈度为 7 度。设计基本地震加速度值为 0.15g，设计地震分组为第二组。该场地土为中软场地土，故建筑场地类别为 III 类。该场地基土为不液化土，属对建筑抗震一般地段。

3、在勘察深度范围内，该场地地表为近期素填土，其余地基土的地质年代为第四纪全新世和晚更新世，岩性以溶陷性硫酸盐渍粉土和硫酸盐渍粉土。

4、工程区桩号 0+000～0+660 段未揭露到地下水，该段可不考虑地下水的影响。桩号 0+660～0+975 段地下水埋深 1.3～5.0m，水位在 323.86～329.72m。

桩号 0+660～0+975 段地下水对混凝土结构无干湿交替情况下具中等腐蚀性，有干湿交替情况下具强腐蚀性，在长期浸水的情况下对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性，在有干湿交替作用的情况下具中等腐蚀性。

5、桩号 0+000～0+660 段地基土对混凝土结构具强腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

桩号 0+660～0+975 段地基土对混凝土结构具强腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

6、桩号 0+000～0+120 段该场地为 I 级溶陷性地基，桩号 0+120～0+570 段为非溶陷性地基，桩号 0+570～0+660 段为 II 级溶陷性地基，桩号 0+660～0+975 段该场地为 I 级溶陷性地基。

7、拟建道路沿线地基土均为硫酸盐渍土，具有盐胀性。

-
-
- 8、在 0+614~0+660 段路基稳定性较差。其余段路基稳定性一般。
 - 9、拟建道路沿线均为不均匀路基土。
 - 10、该场地季节性冻土标准冻深为 0.43m。

8.2 建议

- 1、建议施工时应对场地进行全面钎探，基槽开挖后应进行施工验槽，发现异常情况时，视对工程的影响程度采取相应措施。
- 2、建议换填垫层法对地基进行处理。
- 3、垫层的承载力宜通过现场载荷试验确定。