

东营市城区第四纪松散堆积物 工程建筑适宜性评价

张金兰

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:从工程地质角度,以东营城区0~50 m的土体为研究对象,分析了土体的工程地质特征,采用专家类聚法,对一般工业民用建筑和高层重型建筑物场地的工程建筑适宜性做出了评价并进行了区域划分,对东营城区将来的工程建设规划具有重要的指导意义。

关键词:工程地质;第四纪松散堆积物;适宜性;专家类聚法;东营城区

中图分类号:P618.51

文献标识码:B

0 引言

东营市地处黄河三角洲腹地,包括东城、西城和东营区新区3部分。作为我国第二大油田——胜利油田所在地,东营市城市发展十分迅速,城市规模不断扩大,城市人口由2000年的40.5万人发展到2010年的56万人,城市用地也由49 km²发展到66 km²。但由于黄河三角洲独特的沉积演化环境,其工程地质环境较脆弱,地基稳定性较差,软土、液化砂土均有分布,加上长期的地下能源开采可能造成的对城市工程建设的影响,东营市的城市建设特别是工程建设受到了一定程度的制约。

该文将从工程地质角度,以0~50 m的土体为研究对象,单方面分析评价一般工业民用建筑和高层重型建筑物场地的工程建筑适宜性,以期对东营市城市工程建设提供科学依据。

1 城区土体工程概况

1.1 土体岩性分类

城区0~50 m深度内的地层多为第四纪全新统和上更新统,其沉积环境受黄河和海洋交互或共同影响,形成了以细颗粒为主的地层,所表现出的岩性

以粉土最为广泛,其次为粉质黏土、粉砂,其主要岩性特征见表1^①。

表1 0~50 m地层岩性分类及主要特征

岩性		颜色	密实状态	沉积环境
粉土	粉土	土黄—褐黄色	松散—中密	泛滥平原
	新近沉积软粉土	暗土黄色	流塑—软塑	湖泊、沼泽浅海相
粉质黏土	粉质黏土	棕黄—灰棕色	软塑—可塑	泛滥平原
	淤泥质粉质黏土	灰—灰黑色	流塑—软塑	湖泊、沼泽浅海相
	新近沉积软粉质黏土	暗土黄色	流塑—软塑	低洼处快速堆积、烂泥湾
淤泥		灰黑—黑色	流塑	湖泊沼泽浅海相
细砂		浅黄	稍密—密实	古河道

1.2 城区土体结构

区内0~20 m土体结构类型为多层结构;20~50 m为上更新统,土体一般为双层结构类型,主要由粉土和粉质黏土构成,地层较稳定。

1.3 城区浅层地下水

含水层埋深0~60 m,岩性以粉砂为主,城区内全为咸水,含水层厚度5~10 m,水位埋深<2 m,单井出水量200~500 m³/d。矿化度>3 g/L,水化学类型为Cl-Na型水。

* 收稿日期:2010-03-22;修订日期:2010-05-24;编辑:陶卫卫

作者简介:张金兰(1970—),女,山东沂水人,工程师,主要从事水工环地质工作;E-mail:zjl7023@163.com。

①山东省地矿工程勘察院,赵忠义等,山东省东营市城市地质多参数立体化综合调查报告,2006年。

2 土体工程地质特性

按不同埋藏深度地层的成因类型、沉积年代、土的物理力学性质、水理性质、特别是土层变形和强度特征等因素^[1],将0~50 m深度范围内自上而下划分为6个工程地质层。

第1工程地质层:粉土,工作区内厚度不均匀,西城附近层底埋深1.00~4.00 m,厚度1.00~4.00 m,东城附近层底埋深:8.00~9.00 m,厚度8.00~9.00 m,压缩模量 $E_s = 6.20 \sim 12.74$ MPa,压缩系数 $a_{1-2} = 0.14 \text{ MPa}^{-1}$,标准贯入锤击数 $N = 5 \sim 8$,承载力标准值 $f_k = 90 \sim 110$ kPa,静力触探锥头阻力 $q_c = 6.344$ MPa,侧壁摩阻力 $f_s = 108.3$ kPa。该层均匀性较差,有粉质黏土夹层,用该层做为一般建筑物地基持力层时,应注意软弱粉质黏土夹层。

第2工程地质层:粉质黏土,层底埋深6.40~12.00 m,厚度1.60~8.00 m,压缩模量 $E_s = 3.57 \sim 7.00$ MPa,压缩系数 $a_{1-2} = 0.37 \sim 0.45 \text{ MPa}^{-1}$,承载力标准值 $f_k = 80 \sim 140$ kPa,静力触探锥头阻力 $q_c = 0.795$ MPa,侧壁摩阻力 $f_s = 15.60$ kPa,软土一般位于该层顶部。

第3工程地质层:粉土,西城附近层底埋深约20.00 m,厚度12.50 m,其他地区层底埋深约13.20~16.00 m,厚度1.40~6.00 m,压缩模量 $E_s = 10.40 \sim 16.00$ MPa,压缩系数 $a_{1-2} = 0.14 \text{ MPa}^{-1}$,标准贯入锤击数 $N = 18 \sim 35$,承载力标准值 $f_k = 100 \sim 150$ kPa,静力触探锥头阻力 $q_c = 9.325$ MPa,侧壁摩阻力 $f_s = 154.20$ kPa。该层均匀性较差,有粉质黏土夹层,在该深度范围内做桩基础时,应注意避开软弱粉质黏土夹层。

第4工程地质层:粉质黏土,层底埋深18.80~21.60 m,厚度3.00~7.40 m,压缩模量 $E_s = 4.40 \sim 7.30$ MPa,压缩系数 $a_{1-2} = 0.28 \sim 0.44 \text{ MPa}^{-1}$,承载力标准值 $f_k = 100 \sim 130$ kPa,静力触探锥头阻力 $q_c = 1.00$ MPa,侧壁摩阻力 $f_s = 20.00$ kPa。

第5工程地质层:粉土,东西城附近顶板埋深约22.00~24.00 m,厚度5.80~26.00 m,工作区中部未揭穿,最大揭露厚度28.50 m,压缩模量 $E_s = 12.40 \sim 18.00$ MPa,压缩系数 $a_{1-2} = 0.18 \text{ MPa}^{-1}$,标准贯入锤击数 $N = 25 \sim 40$,承载力标准值 $f_k = 150 \sim 200$ kPa,静力触探锥头阻力 $q_c = 6.0$ MPa,侧壁摩阻

力 $f_s = 100$ kPa。

第6工程地质层:粉质黏土,该层主要分布于城区东部和西部地区,层底埋深未揭穿,最大揭露厚度22.00 m,压缩模量 $E_s = 5.30 \sim 7.50$ MPa,压缩系数 $a_{1-2} = 0.37 \text{ MPa}^{-1}$,承载力标准值 $f_k = 130 \sim 150$ kPa,静力触探锥头阻力 $q_c = 1.50 \sim 2.00$ MPa,侧壁摩阻力 $f_s = 59.00 \sim 86.50$ kPa。

3 工程建筑适宜性评价

3.1 建筑适宜性评价方法

为达到评价结果清晰简明,合理反映出区内建筑适宜性等级的目的,选用了专家聚类法(亦称总分法)进行评价^[2,3]。

3.2 评价因子的选取原则

适宜性评价结论直接受到该项评价所考虑的各个因素控制,尽量将各种因素特别是那些最直接最重要的因素考虑在内。

一般工业与民用建筑,选取了持力层承载力、持力层埋深、持力层厚度、持力层压缩模量、持力层下卧层压缩模量、软土厚度、地下水侵蚀性、地基液化指数8个评价因子进行建筑地基的适宜性评价。

高层重型建筑物,选取了持力层承载力、持力层埋深、持力层厚度、持力层压缩模量、持力层下卧层压缩模量、持力层下卧层承载力、地下水侵蚀性7个评价因子进行建筑地基适宜性评价。

3.3 持力层的选取原则

一般工业与民用建筑,选取第1工程地质层为持力层进行评价;高层重型建筑物,选取第5工程地质层为持力层进行评价。所需评价因子数据可由钻探资料和土工试验资料获得,或结合当地建筑经验由公式计算获得^[4]。

3.4 评价因子权重的确定

评价因子权重的确定采用傅勒三角形法,在傅勒三角形中,各评价因子两两比较,比较它们对地基适宜性的相对重要程度,给重要者记数加1,得每个评价因子与其余因子相比较重要的次数,与总比较次数的比值,即为该评价因子的权重^[5-7]。由各个因子的实测值或计算值根据评分标准,得出各因子的分值,然后用公式(1)计算出各个评价点的总分值:

$$\text{总分值} = \sum_{i=1}^n \text{单个因子的分值} \times \text{权重} \quad (1)$$

式中: n 为评价因子的个数。总分值即为单个评价点的评价结果,据此编制出东营城区场地的工程建筑适宜性综合评价结果^①。

3.5 一般工业与民用建筑适宜性评价(0~25 m)

依照前述评价方法,选取了一般工业与民用建筑适宜性评价的因子及其权重(表2),通过计算单个评价点的总分值后,按表3所列一般工业与民用建筑适宜性分级标准进行评价等级的划分。共分为3个区:适宜区、较适宜区和较不适宜区。适宜区主要分布于南从东城北到新安水库、西起胜利镇驻地东到莱州湾养鸡场一带;较适宜区分布范围较广,主要分布在适宜区和较不适宜区外围的三角洲平原地区;较不适宜区主要分布于广利镇以南到采油二十六队一带,地貌上属于滨海冲积海积区,评价结果分区见表4,图1。

表2 一般工业与民用建筑地基适宜性评价方案
(评价深度0~25 m)

评价因子	指标	分级标准				权重
		I	II	III	IV	
f_k	指标	<100	100~120	>120		0.213
	基本分	10	60	100		
H	指标	>3	3~1	<1		0.157
	基本分	10	60	100		
M	指标	<1.6	1.6~4	>4		0.102
	基本分	10	60	100		
E_s	指标	<4	4~10	>10		0.085
	基本分	10	60	100		
E_x	指标	<3	3~6	>6		0.047
	基本分	10	60	100		
M_r	指标	>3	3~1	<1	0	0.156
	基本分	10	60	80	100	
D_x	指标	重	中	轻	无	0.065
	基本分	10	50	80	100	
Y_h	指标	>15	15~5	<5	0	0.175
	基本分	10	60	80	100	

注: f_k —持力层承载力(kPa); H —持力层埋深(m); M —持力层厚度(m); E_s —持力层压缩模量(MPa); E_x —持力层下卧层压缩模量(MPa); M_r —软土厚度(m); D_x —地下水侵蚀性; Y_h —地基液化指数。

表3 建筑场地适宜性划分标准

适宜区分级	一般工业与民用建筑	高层重型建筑
较不适宜建筑地基	<65	<50
较适宜建筑地基	65~80	50~70
适宜建筑地基	>80	>70

表4 一般工业与民用建筑地基适宜性评价分区

分区	工程地质特征
适宜区	该区分布于东城北,新安水库一带,天然地基持力层承载力85~110kPa,埋深小于1m,厚度1.5~8.0m,压缩模量8.0~14.5MPa,其下卧层压缩模量4.3~5.0MPa。无软土分布,大部分地区无液化砂土分布,局部为轻微液化;地下水具有弱侵蚀性
较适宜区	该区分布范围较广,主要分布在适宜区和较不适宜区外围的三角洲冲积平原地区,地基持力层承载力为80~100kPa,埋深1~2.5m,厚度1.5~4.0m,压缩模量3.1~7.5MPa,其下卧层压缩模量3.0~5.5MPa。区内软土呈片状分布,大部为非液化区,局部为轻微液化
较不适宜区	该区分布于东城西南部,地貌上属于滨海冲积海积区,区内有软土分布,有轻微液化砂土分布;地基持力层承载力为80~100kPa,埋深1~2.5m,厚度1.5~6.5m,压缩模量3.1~7.5MPa,其下卧层压缩模量2.30~3.00MPa

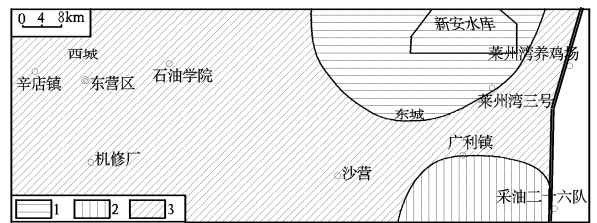


图1 一般工业与民用建筑地基适宜性评价分区图
1—适宜区;2—较适宜区;3—较不适宜区

3.6 高层重型建筑适宜性评价(25~50 m)

利用前述评价方法,选取了高层重型建筑适宜性评价因子^[6]。通过计算,并按高层重型建筑适宜性评价分级标准(表5),对区内进行了高层重型建筑适宜性评价分区,分为适宜区和较适宜区(表6,图2)。适宜区分布于工作区的中部和西南部;较适宜区分布于工作区内东营区的南王屋—胜利镇—北王屋—新店镇驻地、西起莱州湾三号—广利镇驻地东至城区边界。

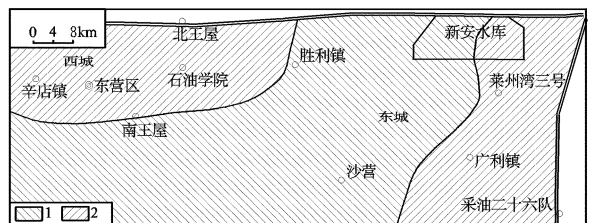


图2 高层重型建筑地基适宜性评价分区图
1—适宜区;2—较适宜区

① 山东省地勘局第二水文地质工程地质大队,袁西龙等,黄河三角洲水工环地质综合勘察报告,1998年。

表 5 高层重型建筑地基适宜性评价方案
(评价深度 25 ~ 50 m)

评价因子	指标	分级标准			权重
		Ⅳ	Ⅱ	Ⅲ	
f_k	指标	< 180	180 ~ 320	> 320	0.285
	基本分	10	60	100	
H	指标	> 30	30 ~ 15	< 15	0.285
	基本分	10	60	100	
M	指标	< 3	3 ~ 6	> 6	0.257
	基本分	10	60	100	
E_s	指标	< 6	6 ~ 15	> 15	0.203
	基本分	10	60	100	
E_x	指标	< 4	4 ~ 10	> 10	0.147
	基本分	10	60	100	
D_x	指标	D _I	D _{II}	D _{III}	0.110
	基本分	10	60	100	
f_x	指标	< 150	150 ~ 230	> 230	0.174
	基本分	10	60	100	

注： f_k —持力层承载力(kPa)； H —持力层埋深(m)； M —持力层厚度(m)； E_s —持力层压缩模量(MPa)； E_x —持力层下卧层压缩模量(MPa)； f_x —持力层下卧层承载力(kPa)； D_x —地下水侵蚀性。

表 6 高层重型建筑地基适宜性评价分区

区	亚区	分布区域及工程地质特征
适宜区		该区主要分布于工作区的中部和西南部,地貌上属于黄河三角洲冲积平原区,桩基持力层承载力为 160 ~ 220kPa,压缩模量 6.0 ~ 19.7MPa,持力层下卧层承载力为 130 ~ 150 kPa,压缩模量 5.3 ~ 7.5 MPa,持力层顶板埋深 22.00 ~ 24.0 m,持力层厚度 5.8 ~ 22.0m。地下水具弱侵蚀性
	I-1	该区分布于工作区西北部,地貌上属于黄河三角洲冲积平原区;桩基持力层承载力为 130 ~ 150kPa,压缩模量 4.5 ~ 7.5MPa,持力层埋深 20.00m 左右,地下水具弱侵蚀性
较适宜区	I-2	该区分布于工作区东部,地貌上属于黄河三角洲冲积平原区;桩基持力层承载力为 150 ~ 190kPa,压缩模量 13.0 ~ 19.7MPa,持力层下卧层承载力为 130 ~ 150kPa,压缩模量 6.5MPa,持力层埋深 21.0m 左右,持力层厚度 8.0 ~ 10.0m,地下水具弱侵蚀性

4 结论

一般工业与民用建筑地基的适宜性分为 3 个区:适宜区、较适宜区和较不适宜区。适宜区主要分布于东北北部、新安水库一带;较适宜区分布范围较广,主要分布在适宜区和较不适宜区外围的三角洲平原地区;较不适宜区主要分布于东城东南部,地貌上属于滨海冲积海积区。

重型高层建筑地基的适宜性分为适宜区和较适宜区。适宜区分布于工作区的中部和西南部;较适宜区分布于工作区西北部和东部。

工作区存在大面积液化砂土和软土分布,无论在建设适宜区或较适宜区,在工程建设前都要进行详细的工程地质勘察,除查明一般工程地质条件外,应重视对液化砂土和软土的勘察与评价。

参考文献:

- [1] GB50218-94,工程岩体分级标准[S].
- [2] 张倬元.工程地质分析原理(第2版)[M].北京:地质出版社,1994.
- [3] 吕小平.岩石边坡稳定性层次类比评价方法[J].工程地质学报,1994,2(1):50-61.
- [4] 刘世凯.公路工程地质与勘察[M].北京:人民交通出版社,1999:105-112.
- [5] GB50021-2001,岩土工程勘察规范[S].
- [6] JGJ72-2004,高层建筑岩土工程勘察规程[S].
- [7] 刘成宇.土力学[M].北京:中国地质大学出版社,1992:45-71.

Suitability Evaluation on Engineering Construction

by Using Quaternary Unconsolidated Accumulation in Dongying City

ZHANG Jinlan

(Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: From view of geo-engineering, the engineering geological characteristics of soil at the depth of 0 ~ 50m in Dongying city were analyzed. By using the experts clustering method, engineering construction suitability of sites for general industrial and civil buildings and high-rise buildings have been evaluated and divided regionally. It will guide the construction plan in Dongying districts in the future.

Key words: Engineering geology; Quaternary unconsolidated accumulation; suitability; experts clustering method; Dongying district