

## 岩土工程

## 徐州市市区岩土体工程地质特征研究

刘沂轩<sup>\*1</sup> 李明武<sup>2</sup> 王猛<sup>3</sup>1. 中国矿业大学资源学院, 江苏徐州, 221008; 2. 江苏徐州水文水资源勘测局,  
江苏徐州, 221006; 3. 江苏涟水县环境监测站, 江苏淮安, 223400

**提 要** 徐州市区岩体可分碎屑岩(碎屑硬质岩、碎屑软质岩)及碳酸盐岩(碳酸盐岩碎屑岩硬质与软质岩互层、碳酸盐岩硬质岩)。土体可分为砂土类、粉土类和粘性土(新粘性土、老粘性土)。根据各类土体物理力学性质的分析可知,基岩和老粘土一般可作为高层建筑持力层。一般砂土、粉粘土、粉土等可作一般建筑物地基。对易液化的砂性土、淤泥质软土则需做一定的地基处理。

**关键词** 岩土体 工程地质特征 徐州市区

**中图分类号:** TU44 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-5296(2005)02-0121-04

## 0 引言

徐州市位于鲁南丘陵与苏北平原交汇的残丘平原上,四周环山,中间低平,山体呈北东向带状走向,一般海拔高度100~150m,山体坡角15°~25°;平原是黄淮平原的一部分,地势平坦,标高30~50m。该区地貌形态主要有丘陵(残丘)和平原两大类,前者是剥蚀—溶蚀作用的结果,后者是堆积作用的产物。

本区属半湿润温暖季风气候区,四季分明。多年平均气温14℃,年平均降雨量839.4mm,主导风向东北风,历年无霜期210d,最大冻土厚度24cm。区内地层具有华北地层的特点,基岩由震旦、寒武、奥陶系砂岩、页岩、灰岩组成。第四系地层为冲洪积粉土、粉、细砂、粘性土,局部夹淤泥、淤泥质土,厚度一般为20~30m,西北部九里山口超过60m。

1 岩体类型及工程地质特征<sup>[1]</sup>

区内岩体主要有两类:碎屑岩类和碳酸盐岩类。根据岩石强度、岩性组合特性可进一步分为碎屑岩软质岩、碎屑岩硬质岩、碳酸盐岩碎屑岩

硬质与软质岩互层、碳酸盐岩硬质岩等亚类。

## 1.1 碎屑岩类

(1)碎屑岩软质岩 包括青白口系土门群页岩和二叠系砂岩、页岩夹煤层。二叠系砂岩、页岩夹煤层,杂色,表层全风化呈土状,岩石抗压抗剪强度较低,风化带抗压强度小于0.6MPa,分布于拾屯复式向斜和闸河复式向斜核部,隐伏于第四系下,埋深大于50m。青白口系土门群页岩,紫红、黄绿色,质软。干抗压强度5.4~15.4MPa,平均10.2MPa;垂直抗剪强度2.9MPa左右;软化系数0.74。表层风化强烈,风化深度一般大于10m,分布于徐州复式背斜核部。地表仅云龙湖西南零星出露,其余隐伏于第四系之下,埋深10~40m。

(2)碎屑岩硬质岩 区内碎屑岩中仅震旦系城山组砂岩属硬质岩石,浅黄、灰白色,中厚层状,岩石坚硬,呈带状分布于徐州复式背斜核部土门群两侧,均隐伏于第四系之下,埋深10~30m。

## 1.2 碳酸盐岩类

(1)碳酸盐岩碎屑岩硬质与软质岩互层 包括寒武系猴家山组—徐庄组灰岩、页岩夹砂岩和石炭系中—上统砂页岩、灰岩夹煤层。寒武系猴

\* 第一作者简介:刘沂轩(1975~),男,硕士研究生,从事水资源调查评价、水文地质勘查、地理信息系统的开发等工作和研究

收稿日期:2004-10-27;改回日期:2005-03-30,2005-04-18

家山组—徐庄组灰岩致密坚硬, 干抗压强度 75.6~106.8MPa, 一般低于 80MPa; 垂直抗剪强度 6.9~10.7MPa, 平均 7.8MPa; 软化系数 0.66。砂岩、页岩质软, 页岩干抗压强度 17.3~25.7MPa, 平均 21.5MPa; 垂直抗剪强度 5.4MPa; 软化系数 0.70, 分布于徐州复式背斜翼部, 在云龙山、卧牛山等地裸露地表。石炭系中—上统本溪组—太原组砂页岩质软, 易风化, 风化层干抗压强度小于 0.3MPa; 灰岩性脆、坚硬, 抗压强度大于 100MPa。分布于拾屯、闸河复式向斜翼部及贾汪复式向斜核部, 均隐伏于第四系之下, 埋深 15~50m。

(2) 碳酸盐岩硬质岩 包括寒武系中统张夏组灰岩、寒武系上统崮山组—凤山组下段灰岩寒武系上统凤山组上段—奥陶系下统贾汪组白云岩, 奥陶系下统肖县组—马家沟组灰岩, 奥陶系中统阁庄组白云岩。

寒武系中统张夏组灰岩, 灰色, 隐晶、厚层状。干抗压强度 95.7~137.2MPa, 平均 119.5 MPa; 垂直抗剪强度 9.3~10.2MPa, 平均 9.6MPa; 软化系数 0.81~1.00, 平均 0.88。呈条带状分布于徐州复式背斜翼部及背斜核部。裸露区见于山脊部位。

寒武系上统崮山组—凤山组下段灰岩, 灰色, 隐晶致密, 薄—中厚层状。干抗压强度 30.9~140.0MPa, 平均 77.9MPa; 垂直抗剪强度 4.1~10MPa, 平均 7.7MPa; 软化系数 0.40~0.92, 平均 0.69。分布于徐州复式背斜翼部, 大多出露于地表。

寒武系上统凤山组上段—奥陶系下统贾汪组白云岩, 灰、灰黄色, 微晶、薄—中厚层状。干抗压强度 97.8~103.1MPa, 平均 100.5MPa; 垂直抗剪强度 7.7~9.8MPa, 平均 9.1MPa; 软化系数 0.60~0.9, 平均 0.73。呈条带状分布于

徐州复式背斜翼部, 丘陵山区裸露地表。

奥陶系下统肖县组—马家沟组灰岩, 灰黄、深灰、紫灰色, 隐晶致密, 中—厚层状。干抗压强度 56.6~144.6MPa, 平均 95.2MPa; 垂直抗剪强度 6.2~11.6MPa, 平均 8.2MPa; 软化系数 0.46~1.00, 平均 0.71。呈宽带状分布于复式向斜的翼部, 山麓部位裸露地表。

奥陶系中统阁庄组白云岩, 灰黄、浅紫灰色, 致密坚硬, 中厚层状, 分布于各复式向斜翼部, 均隐伏于第四系之下。

## 2 土体类型及工程地质特征

本区内土体可分为 3 大类: 砂土类、粉土类和粘性土类。根据土的形成时代又可将粘性土分为新粘性土(全新世堆积)和老粘性土(更新世堆积)两个亚类。

### 2.1 砂土类<sup>[2]</sup>

区内的砂土按颗粒组成可分为中砂、细砂和粉砂。

晚更新世河床相中砂、细砂及粉砂, 棕黄、褐黄色, 呈稍密—中密状态, 自然休止角干时 37.5°, 水下 33.5°, 标贯击数 N 为 10~8 击。自北西向南东呈条带状展布, 西北见于孟家沟, 经徐州钢铁厂、第三人民医院、铁路分局、溶剂厂、东郭庄等地向南东延伸。宽 200m 左右, 厚 2~5m, 顶板埋深 12~27m。砂层在铁路分局、东郭庄一带与下伏基岩接触, 其余地段夹于老粘土中。

全新世粉砂, 灰黄—灰色, 松散—稍密, 中等压缩性, 饱水易液化, 主要物理力学性质如表 1。粉砂厚度变化较大, 一般为 5~15m, 与粉土呈相变或互层、夹层关系。沿废黄河高漫滩呈条带状分布。

表 1 粉砂土的物理力学性质特征

Table 1 Physics mechanics nature characteristic of the sand soil

指 标	含水量 W(%)	天然重度 $\rho_d(\text{kN/m}^3)$	比重 $G_s$	孔隙 比 e	液性指 数 $I_L$	天然坡角		渗透系数 $k(\text{m/d})$	有效粒径 (mm)	不均匀系 数 $C_u$	标贯击 数(击)	比贯入阻力 $P_s(\text{MPa})$
						干 (°)	湿 (°)					
最大值	37.5	1.93	2.71	1.02	0.90	37.5	30.0	1.32	0.048	4.50	12	8.0
最小值	26.0	1.80	2.68	0.82	0.66	36.0	27.0	0.025	0.010	1.79	6	3.1
平均值	31.3	1.88	2.69	0.89	0.78	36.9	28.5	0.56	0.032	3.15	9	4.9

## 2.2 粉土类

粉土属全新世黄泛堆积物,灰黄—灰色,稍—中密,中等压缩性,饱水易液化。主要物理力学性质指标见表2。粉土按粘粒含量可分

为砂质粉土和粘质粉土,在区内广泛分布,呈片状分布于废黄河高漫滩和冲积平原,厚度一般为4~22m,最大厚度为28m。

表2 粉土的物理力学性质特征

Table 2 Physics mechanics nature characteristic of the silty soil

指 标	含水量 $W(\%)$	天然密度 $\rho_0(\text{kN/m}^3)$	比重 $G_s$	孔隙 比 $e$	液性 指数 $I_L$	压数系数 $a_{1-2}(\text{MPa})^{-1}$	压缩模 量 $E_s(\text{MPa})$	渗透系 数 $k(\text{m/d})$	内摩擦 角 $\varphi(^{\circ})$	凝聚力 $C(\text{kPa})$	标贯 基数 (击)	比贯入阻 力 $P_s(\text{MPa})$
最大值	32.0	1.97	2.71	0.92	1.12	0.81	10.1	0.13	28.3	15	15	6.4
最小值	22.6	1.85	2.67	0.67	0.76	0.14	2.8	0.006	25.7	10	6	2.2
平均值	27.8	1.92	2.69	0.79	0.89	0.38	6.8	0.043	26.6	13	8	4.2

## 2.3 粘性土类

2.3.1 新粘性土 全新世堆积的新粘性土,岩性包括淤泥软土、粘土和粉质粘土。

全新世淤泥质软土堆积时间短,大多是在1194年黄河经徐入淮后静水环境堆积而成,含有砖、瓦、石块及陶片等。一般呈灰—灰黑色,

含水量高,孔隙比大,呈流塑—软塑状态,属高压缩性土,主要物理力学性质指标见表3。

淤泥质软土主要分布在冲—湖积平原区,在废黄河高漫滩及冲积平原内多以透镜状夹于粉土之中。厚度1.2~15.2m。

表3 淤泥质软土的物理力学性质特征

Table 3 Physics mechanics nature characteristic of silt quality soft soil

指 标	含水量 $W(\%)$	天然重度 $\rho_0(\text{kN/m}^3)$	孔隙 比 $e$	液性指 数 $I_L$	压数系数 $a_{1-2}(\text{MPa})^{-1}$	压缩模量 $E_s(\text{MPa})$	渗透系数 $k(\text{m/d})$	内摩擦 角 $\varphi(^{\circ})$	凝聚力 $C(\text{kPa})$	标贯击 数(击)	比贯入阻 力 $P_s(\text{MPa})$
最大值	55.4	1.96	1.52	1.45	0.91	5.0	$9.5 \times 10^{-3}$	17.5	37.0	4	1.17
最小值	25.9	1.68	0.74	0.60	0.35	2.0	$1.8 \times 10^{-3}$	3.5	1.0	1	0.33
平均值	38.4	1.80	1.08	1.04	0.56	3.8	$6.1 \times 10^{-3}$	10.8	17.6	2	0.82

全新世粘土、粉质粘土,平原区为湖—沼沉积,山前地带相变为冲—洪积,灰、灰黄、棕黄色,含水量高,孔隙比大,呈软可塑状态,高一中等压缩性。主要物理力学性质见表4。粘土、粉质粘土除在全新世古河道及废黄河高

漫滩部分地段被侵蚀掉外,其余地段分布较稳定。山前出露地表,平原区被全新统粉砂、粉土及淤泥质软土覆盖,顶板埋深3.6~19.0m。厚度一般2~5m,最厚9.6m。

表4 粉质粘土的物理力学性质特征

Table 4 Physics mechanics nature characteristic of silty quality clay

指标	含水量 $W(\%)$	天然重度 $\rho_0(\text{kN/m}^3)$	孔隙比 $e$	液性指 数 $I_L$	压数系数 $a_{1-2}(\text{MPa})^{-1}$	压缩模量 $E_s(\text{MPa})$	内摩擦 角 $\varphi(^{\circ})$	凝聚力 $C(\text{kPa})$	标贯基 数(击)	比贯入阻力 $P_s(\text{MPa})$
最大值	36.7	1.96	0.99	1.00	0.57	5.1	18.5	60	9	1.32
最小值	26.6	1.85	0.80	0.41	0.22	4.1	11.7	51	7	0.88
平均值	31.8	1.88	0.89	0.64	0.41	4.9	13.9	56	8	1.21

2.3.2 老粘性土 中、晚更新世堆积,岩性为粘土、粉质粘土,褐黄、棕黄、棕红色,多呈硬塑—坚硬状态,上部局部呈可塑状态,中等—低压缩性,主要物理力学性质见表5。

区内的老粘性土,经湿化试验发现,大多数样品具有较强的崩解性。此外局部覆盖在碳酸盐岩之上的老粘土液限大于50%,具有红粘土的特征,具有胀缩特性,应注意其在施工中太

干、太湿或反复干湿。老粘性土除在全新世古河道内新生街—铁路—中一带被河流侵蚀掉

外,区内广泛分布。平原区顶板埋深 10~28m,山前裸露地表,厚度一般 5~60m。

表 5 老粘性土的物理力学性质特征

Table 5 Physics mechanics nature characteristic of old clay

指标	含水量 $W(\%)$	天然密度 $\rho_0(\text{kN/m}^3)$	比重 $G_s$	孔隙 比 $e$	液性 指数 $I_L$	压缩系数 $\alpha_{-2}(\text{MPa})^{-1}$	压缩模量 $E_s(\text{MPa})$	渗透系数 $k(\text{m/d})$	内摩擦 角 $\varphi(^{\circ})$	凝聚力 $C(\text{kPa})$	标贯 击数 (击)	比贯入阻 力 $s(\text{MPa})$
最大值	37.0	2.11	2.76	1.00	0.79	0.46	24.0	$5.5 \times 10^{-4}$	23.3	116	29	3.45
最小值	18.0	1.88	2.69	0.51	-0.09	0.07	3.9	0.00	5.7	20	11	1.23
平均值	24.6	1.99	2.73	0.72	0.29	0.18	11.1	$2.8 \times 10^{-4}$	20.7	56	21	1.74

### 3 结论<sup>[3, 4]</sup>

综上所述,徐州市区的岩体主要有碎屑岩类和碳酸盐岩类两类,土体主要有砂土类、粉土类和粘性土类三大类。基岩和老粘土一般可作为高层建筑持力层。砂土,除了疏松的砂土外,一般砂土均可作为建筑物地基,但要注意砂类土密实状态、地基承载力、流砂问题和动荷载作用下发生液化的可能性。粉土一般可以

作为建筑物地基,但对淤泥质粉土在工程勘察中要特别注意。粘性土可以作为建筑物地基,但在工程勘察时要注意查明土层下伏基岩的情况。因此,砂土(除了疏松的砂土外)、粉质粘土、粉土等均可作为一般建筑物的地基。而对于易液化的砂性土、淤泥质软土则需要一定的地基处理。对于高程建筑上述地基土层则不能满足高等建筑物设计要求,需采用适当人工地基进行处理。

### 参 考 文 献

- 1 刘振华. GIS 支持下工程地质环境模糊聚类研究(以徐州局部地区为例). 硕士论文[D], 导师: 姜振泉, 中国矿业大学(徐州), 2000
- 2 张志忠, 于礼山. 徐州市环境地质问题及机理研究[J]. 地质灾害与环境保护, 1999.10 (1): 14~19
- 3 李相然, 等. 烟台市区地基土的主要类型及其工程地质特征[J]. 烟台大学学报, 1994, (2): 50~56
- 4 江苏省地质矿产局, 徐州市人民政府课题组编. 徐州市城市发展规划地质论证[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1992

## STUDY ON ENGINEERING GEOLOGY CHARACTERS OF ROCK MASS AND SOIL BODY IN XUZHOU DOWNTOWN AREA

Liu Yixuan<sup>1</sup> Li Mingwu<sup>2</sup> Wang Meng<sup>3</sup>

1.Resource Institute China Mining University, Jiangsu; Xuzhou, 221008, China

2.Water Resource and Hydrology Reconnaissance Bureau, Jiangsu, Xuzhou, 221006, China

3.Environmental monitoring station Lian shui Jiangsu, 223400, China

### Abstract

There are two types of rock mass in Xuzhou downtown area, which are clastic rock (hard clasolite and weak clasolite) and carbonate rock (hard carbonate rock and weak rock aternate layer, hard carbonate rock). Soil body can be divided into ore soil, mealy soil and cohesive soil (fresh cohesive soil, former

日集团奉行“双赢战略”的诚信，有很多经销商已经把经销艳阳天复合肥作为自己的一项事业，多年来，尽管市场行情常变，红日却信誉长存，产销率、货款回收率一直居全国同行业前列<sup>[4]</sup>。

纵观国内外一些知名的企业，无一不是视“诚信”为企业的生命。“企业文化”内涵十分丰厚，具有无限的生命力。企业的提升要靠先进

的企业文化，实践证明，一个企业没有自己的先进企业文化就成了无源之水、无本之木，企业的生命就终结了；所有成功的企业无一不是靠先进的企业文化起家 and 发展的，国内企业是如此，国外企业也是如此。如果本文能起到抛砖引玉的一点点作用的话，则吾愿足矣。

### 参 考 文 献

- 1 李明月. 从根本思考未来——访北京市企业文化建设协会研究部副主任公茂虹博士[N]. 中国化工报文化周刊, 2003-04-15 (2)
- 2 任保友. “东方魔术”谜底[N]. 中国化工报文化周刊, 2002-07-28 (2)
- 3 韩启德. 加强自主技术创新, 应对入世挑战[J]. 九三中央社讯, 2002, (2): 6
- 4 刘建国. 红日倾力打造诚信品牌[N]. 中国化工报文化周刊, 2002-9-08 (2)

## CORPORATION PROGRESSION COMES FROM IT'S ADVANCED CULTURE

Xue Xianying

*Guiyang College of Traditional Chinese Medicine, Guiyang, Guizhou, 550005, China*

### Abstract

Advanced corporation culture is a passport to the world economic market. Companies gradual development, comes from its mondem culture and includes scientific management deploitation and innovation and management support with a strong believe to encourage and promote companie's development.

**Key words:** corporation culture, scientific management, deploitation and innovation, management support with a strong believe

~~~~~  
(上接 124 页)

cohesive soil). According to its physical mechanic property, bottom rock and former cohesive soil generally used as supporting course of high-rise. Ore soil, mealy soil and mealy cohesive soil usually used as foundation structure. Determinate foundation treatment is needed for liguefacient cohesionless soil and weak sullage soil.

**Key words:** rock mass and soil body, engineering geologic feature, Xuzhou downtown area