

南京地区第四系主要地层类型及分层探讨

肖裕生, 施春华

(江苏省地质工程勘察院, 江苏 南京 210012)

摘 要: 南京地区地形地貌复杂, 第四系分布变化大. 在归纳南京地区第四纪沉积环境的基础上, 总结了不同地貌和地质单元的地层层序特征. 根据地层的成因和工程性质, 结合国家规范中的地层分类原则, 提出了统一分层的方法和统一的地层代号, 将该地区第四系划分为填土、新近沉积土、一般沉积土和老沉积土等 4 个大层和若干亚层, 同时提供了各层土的基本物理力学性质、典型剖面, 对今后的勘察研究提出了建议.

关键词: 第四系; 地层划分; 土力学; 南京

中图分类号: P642.1

文献标识码: A

文章编号: 1673- 2340(2008) 02- 0060- 06

On the Division of the Quaternary in the Nanjing region, Eastern China

XIAO Yu- sheng, SHI Chun- hua

(Geo- engineering Investigation Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210012, China)

Abstract: The depositional styles of the Quaternary vary in the Nanjing region because of its complex topographic relief. We summarized the depositional characteristics of the Quaternary sediments in different environments in the Nanjing region. According to the depositional environments and their engineering characters, together with the national principle of the strata classification, we put forward a plan for the Quaternary strata in the Nanjing region, in which the Quaternary strata were divided into four layers. At the same time, the basic physics and mechanic characters and model sections of the strata were described. The suggestions for investigation and study in the future were also pointed out.

Key words: Quaternary; stratigraphic division; mechanic characters; Nanjing

0 引 言

南京地区地处长江中下游, 山水相连, 地形波状起伏, 地质条件复杂. 区内第四系发育, 类型众多, 有卵石、砂砾、砂土、硬土、软土、淤泥, 不同的地貌单元沉积了不同类型的地层. 长期以来, 随着工程建设的大规模展开, 许多勘察单位和科研部门进行了大量勘察研究, 取得了大量的地层资料和数

据, 但由于大多数项目由各单位独立完成, 资料分散, 至今还没有一个统一的分层方法和标识. 随着建设的发展, 大地块项目和公路、铁路等线路项目增多, 往往需要多个单位联合完成, 同时随着行业的规范化、标准化和信息化, 对地层的统一认识和标识显得十分必要.

多年来, 笔者在大量工程实践的基础上, 对南

收稿日期: 2008- 03- 25

作者简介: 肖裕生(1965-), 男, 江苏省地质工程勘察院高级工程师, 主要从事水文地质及工程地质工作.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

京地区第四系的地层类型和分布规律有了一定认识,特别是在南京地铁一号线(南北向,全长约22 km)、南京地铁二号线(东西向,全长约25 km)、南京地铁一号线南延线(西北-东南向,全长约23 km)的勘察中,对区内第四系进行了统一分层和标识,线路穿越的地层几乎包括了南京市及郊区的各类地貌单元的第四系,具有充分的代表性.得到了参与工程的南京地区几家主要勘察单位和多家地铁设计院的认可.

1 南京地区地貌特征

南京地区地貌形态主要为两大类:构造剥蚀地貌和堆积地貌^[1].构造剥蚀地貌由构造剥蚀低山和剥蚀残丘组成,堆积地貌由河流阶地和冲积平原组成.剥蚀低山绝对高程一般大于200 m,岩石出露,剥蚀残丘绝对高程一般50~200 m,边坡和顶部有少量残坡积土.第四系主要分布在河流阶地和冲积平原区.

受基岩起伏控制和地质营力作用,堆积地貌区又可作为多个微地貌类型.

河流阶地可分为三级:III级阶地,阶面高程一般50~70 m; II级阶地,阶面高程一般20~40 m; I级阶地,阶面高程一般12~20 m,在江宁区、六合区,秦淮河、滁河开阔发育段的两岸阶地高程9~11 m.阶地之间和阶地区的低洼段常发育大小不等的冲沟、坳沟.

冲积平原可分为两类:高漫滩冲积平原,高程一般7~10 m; 低漫滩冲积平原,高程一般5~7 m.河漫滩边缘零星分布古湖泊和小块沼泽地.另外,由于河流侵蚀作用,在部分古河道两侧存在一级、二级埋藏阶地,阶面高程分别为-5~8 m及-15~-18 m^[1].

2 南京地区第四纪沉积环境和沉积物演变

南京地区自第四纪以来,新构造运动产生了差异升降,气候出现周期性冷暖变化,海平面交替进退,致使沉积环境不断变化^[2].沉积环境决定了沉积物的特点和地层类型,南京地区第四纪沉积环境和沉积物特点归纳如下:

早更新世(Q_1):全区仍处隆起剥蚀区,缺失沉积^[2].也有人认为, Q_1 晚期,气候转暖,局部沉积了一套粗碎屑层(雨花台组中上段)^[3-4].

中更新世(Q_2):早期受大姑冰期影响,因冻裂崩解作用,局部发育一套融冻泥流堆积物^[2];晚期,气候转湿热,局部发育了网状红粘土^[2-3].

晚更新世(Q_3):早期区内仍遭剥蚀,缺失沉积;中期气候一度回升,雨水增多(对应于长江三角洲地区第一次海侵),形成了山麓坡-洪积碎石层;晚期受大理冰期(末次盛冰期)影响,气候寒冷,海平面大幅降低,初期古长江河谷深切形成了长江深槽,堆积了卵石、中粗砂等粗碎屑^[5],更明显的是在宁镇地区广泛堆积了风成黄土(下蜀土)^[2].

全新世:早期(Q_4^1)气候转暖(对应于第二次海侵),形成了秦淮河古河谷^[7],长江及其主要支流秦淮河、滁河流域下部沉积了灰黄色中粗砂砾,上部沉积了细颗粒的砂土和粘性土,丘岗斜坡边缘地带形成了次生下蜀^[5];中期(Q_4^2)为海侵盛期,海平面回升到与现在相当水平,开始了全新世的主沉积阶段^[7-8],砂土厚度大,成为古河道主要堆积物,漫滩区沉积了较厚的软土,阶地之间和阶地区低洼地带发育冲沟、坳沟;晚期(Q_4^3)以来,气温略降,河道摆动幅度较大,沉积物主要为软土、少量粉土,表层氧化,形成硬壳层.

3 不同地貌单元的第四系类型

第四系的分布与地形地貌和沉积环境密切相关.南京地区第四系主要为晚更新世风积下蜀土和全新世冲积砂土、粘性土、软土,不同的地貌单元沉积了不同的地层类型.

3.1 河漫滩区地层类型

长江及其支流秦淮河、滁河的河床和漫滩主要发育全新世以来的冲积层,地表浅部一般有表壳层;上部广泛分布淤泥质土、软土、稍密粉土,受地形控制和河流摆动影响,地层厚度变化较大,长江漫滩区软土厚度一般可达10~30 m,局部地区可达40~50 m,常有砂土夹层和透镜体,局部有较厚砂土层交互沉积;中部一般为稍~中密粉土、粉砂层,为全新世海侵盛期沉积层,厚度一般较大,因水动

力条件变化,局部有软土夹层,层理较明显;下部主要为早全新世中密~密实粗粒砂土;长江深槽沉积土晚更新世粗颗粒砂土^[6]。河道一、二级埋藏阶地分布次生下蜀土^[4]。

长江漫滩区地面高程 5~8 m,第四系土层厚度 50~60 m,局部深者大于 70 m;秦淮河漫滩区地面高程 7~10 m,第四系土层厚度 25~35 m;滁河漫滩区地面高程 7~10 m,第四系土层厚度 35~45 m。

3.2 级阶地区地层类型

级阶地主要位于长江、秦淮河、滁河两侧,阶面高程一般 9~20 m,地层主要为全新世早~中期河流堆积物,浅部粘性土构成表壳层;中下部主要为中密粉土、砂土;局部有软土,丘岗斜坡边缘一般由次生下蜀土构成阶地。厚度随基岩起伏变化,一般 15~30 m。

3.3 级阶地区地层类型

分布在地势较高剥蚀残丘前缘,阶面高程一般 20~40 m,主要分布硬可塑的下蜀组黄土,浅部和边缘可能有次生下蜀土,局部地段在黄土之下有次圆状卵砾石。厚度不等,厚的地段可达 15~20 m。

3.4 级阶地地层类型

分布在低山前缘,阶面高程 50~70 m,地层以早更新世砂砾层、卵砾石、碎石为主^[3],顶部有较薄风成黄土,下伏基岩,厚度大的地段,可达 10~15 m (因地层零星分布,一般工程建设不涉及,本文不详述)。

3.5 冲沟、坳沟地层类型

常发育于阶地之间及阶地区低洼段,为全新世冲积形成,沟内主要为软土,表层氧化为硬壳层,冲刷深度随地形变化,一般 5~10 m,深的可达 15~20 m,直到基岩。

4 第四系的统一分层方法及标识

4.1 分层原则

在研究分析区域地质资料的基础上,通过野外鉴别、土工试验、原位测试,将时代成因、颗粒结构、性状指标一致或相近的土层作为同一地层。

4.2 分层方法及统一标识

综合国标^[9-10]中的分类方法,第四系可分为三

大类。第四纪晚更新世(Q_3)及以前沉积的土定为老沉积土;第四系全新世早中期(Q_4^{1-2})沉积的土定为一般沉积土;第四纪全新世新近期(Q_4^3)沉积的土定为新近沉积土。根据以上分类方法和南京地区勘察界多年以来已有的层号表达习惯,分层时可首先按沉积时代划定大层,再按沉积层位和沉积物特点细分亚层。大层由上而下可分为:1层为填土,2层为新近沉积土,3层为一般沉积土,4层为老沉积土,各土层中可根据土的性状变化细分出不同特征的亚层。

根据土层所处的地形地貌、时代成因、土的结构、性状,用上述方法可简便清晰地表达南京地区第四系的类型、层序、特征,详见表 1。

从表 1 可以看出,土的物理力学性质与地貌单元和沉积环境有密切联系。沉积时代新、地势较低的河漫滩或冲沟区沉积的 2 层土具有较高的含水率、较大的孔隙比、较高的液性指数、较低的压缩模量、较低的承载力,工程性质较差,易产生较大的变形和不稳定;而时代较早、地势较高的 I、II 级阶地沉积的 3 层土、4 层土的工程性质明显好于 2 层土,是工程建设良好的地基土。

静力触探曲线可直观反映地层类型及特征,几个地貌单元的典型地层类型详见图 1~4。

5 统一分层的使用

地层统一标识反映了地层的新老层序、沉积环境、基本性状,统一分层的建立可使岩土技术人员、设计人员、审图人员有一个共同的地层概念和认识标准。地质勘察中进行分层时就应综合考虑上述因素,准确编制层号,使每个层号表达出地层的独特含义,明确反映出该层的性质特点,而不应不加思索地按连续数字顺序编制。在统一标准的基础上才便于相互交流和资料共享。

大多数场地地表浅部一般分布 1 层填土,河漫滩区、冲沟区 1 层填土下层号编为 2 层;级阶地区 1 层填土下地层应直接编为 3 层;级阶地区 1 层填土下地层应直接编为 4 层;如在漫滩~阶地过渡区或冲沟区,3-1 层土受冲刷缺失后,下部土层就直接编为 3-2 层,以此类推。图 5 是南京地铁二号线部分剖面,4 家勘察单位按统一分层标准编制剖面

表 1 南京地区第四系主要地层类型及统一分层表

时代	成因	大层	亚层	层号含义	综合层号	地层名称	分布范围特征	含水率	孔隙比	液性指数	压缩模量	承载力	备注
								W	I_p	e	$E_{s0.02}$	f_{sk}	
								%			MPa	kPa	
Q^m_4	人工堆填、河塘淤积	1	1	填土	1-1	杂填土	地面表层,松散,不均质						
			2		1-2	素填土							
			3	淤泥	1-3	淤泥	河、沟、塘底部						
Q^{2-3}_4	冲积淤积	2	1	河漫滩或阶地区冲沟表面硬壳层	2-1a	粘土	河漫滩、冲沟区浅部,厚度 1-3m,以粘性土为主,可-软塑,局部夹砂	28-40	0.80-1.10	0.40-0.8	3.5-5.0	80-110	1.因地起伏和沉积环境不同,各土层的厚度变化较大,典型见图 1 2.粘性土中有粉土或砂土时,可另加次级层号或附注,如-2-2-1d、2-5-1b
					2-1b	粉质粘土		25-33	0.75-1.00	0.6-0.9	3.5-5.5	80-120	
					2-1c	粉土		26-35	0.80-1.10	0.8-1.3	5.5-9.0	100-130	
			2	河漫滩或冲沟区内淤质土	2-2a	淤泥质粘土	河漫滩或冲沟区,厚度 5-30m 不等,流塑,有砂土夹层	36-58	1.00-1.50	1.0-1.4	2.3-3.6	60-70	
					2-2b	淤泥质粉质粘土		32-50	1.00-1.40	1.0-1.3	2.5-4.0	60-75	
					2-2c	粉土		24-32	0.75-1.00	0.8-1.1	5.0-8.0	90-110	
					2-2n	淤泥、泥炭		55-70	1.50-1.80	1.5-2.0	1.2-2.0	40-45	
			3	河漫滩冲淤积软土、粉土,冲沟区底部软土,河道浅部粉细砂	2-3a	粘土	河漫滩或冲沟区底部,厚度不等,粘性土软塑为主,粉土稍-中密,粉细砂稍-中密,常有夹层,层理较发育	28-38	0.80-1.10	0.7-1.0	3.5-5.0	75-90	
					2-3b	粉质粘土		26-36	0.80-1.00	0.7-1.1	3.5-5.5	80-100	
					2-3c	粉土		28-35	0.75-1.00	0.8-1.2	5.0-9.0	90-130	
					2-3d	粉砂、细砂		24-33	0.75-0.90		7.0-12.0	110-160	
			4	河道中部粉细砂	2-4d	粉砂、细砂	河道中部,厚度不等,稍-中密,有夹层	23-30	0.65-0.90		10.0-17.0	140-200	
			5	河道下部粉细砂	2-5d	粉砂、细砂	河道下部,厚度不等,中密-密实	22-30	0.65-0.85		10.0-20.0	160-220	
Q^{1-2}_4	冲积	3	3-1	级阶地可塑偏硬一般粘性土,次生下蜀土	3-1a	粘土	级阶地上部、古河道埋藏阶地,岗前坡地,褐黄色	24-30	0.65-0.85	0.2-0.5	6.0-8.5	170-210	典型地层见图 3
					3-1b	粉质粘土		22-26	0.60-0.75	0.2-0.5	6.5-9.0	200-230	
			2	级阶地可-软塑一般粘性土、粉土、砂土、局部有软粘土	3-2a	粘土	级阶地中部、埋藏阶地,棕黄、绿灰-灰色	26-32	0.75-0.90	0.4-0.7	5.0-7.0	140-160	
					3-2b	粉质粘土		24-30	0.65-0.85	0.4-0.8	5.5-7.0	150-180	
					3-2c	粉土		27-33	0.75-0.90	0.7-1.0	6.0-9.0	130-160	
					3-2d	粉砂		26-32	0.75-0.90		7.5-13.0	150-180	
			3	级阶地可塑一般粘性土,次生下蜀土	3-3a	粘土	级阶地下部、岗前坡地,褐黄色	24-28	0.60-0.80	0.1-0.4	6.0-8.5	200-240	
					3-3b	粉质粘土		22-26	0.60-0.75	0.1-0.4	7.0-10.0	210-250	
			4	细中砂、粗砂、砾砂、混砂砾土	3-4d	砂土	古河道底部,阶地、坡地底部,灰-灰黄色,中密-密实	20-28	0.60-0.80		12.0-20.0	200-260	
					3-4e	混合土					230-280		
Q_3	风积底部冲洪积	4	1	级阶地硬塑老粘性土,下蜀土	4-1a	粘土	级阶地、丘岗之上,褐黄色	20-26	0.60-0.75	0-0.3	7.5-11.0	220-260	完整的 4 层土一般反映出硬-软-硬的变化特征,典型地层见图 4
					4-1b	粉质粘土		18-24	0.55-0.70	0-0.3	8.0-12.0	250-300	
			2	级阶地可塑老粘性土	4-2a	粘土		24-30	0.70-0.85	0.3-0.6	5.5-7.0	160-180	
					4-2b	粉质粘土		23-28	0.70-0.80	0.4-0.7	6.0-7.5	170-200	
			3	级阶地硬塑老粘性土	4-3a	粘土		20-27	0.60-0.75	0-0.3	7.5-12.0	240-280	
					4-3b	粉质粘土		20-25	0.55-0.70	0-0.3	8.0-13.0	260-320	
			4	级阶地或长江底砂砾、卵石土	4-4e	砂砾、卵砾						250-400	

注:地层标识采用层号和土类代号综合表达。目前南京地区主要勘察单位习惯使用的土类代号为:粘土代号为 a,粉质粘土代号为 b,粉土代号为 c,砂土代号为 d,混合土代号为 e,淤泥、泥炭为 n。根据地层的层号和土类代号可确定其综合表达式,例 2-1b 层,表示第 2 大层第 1 亚层,岩性为粉质粘土。

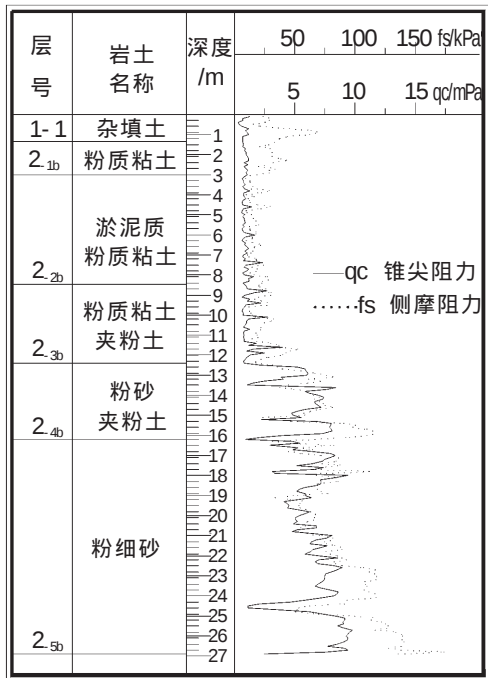


图 1 河漫滩典型地层

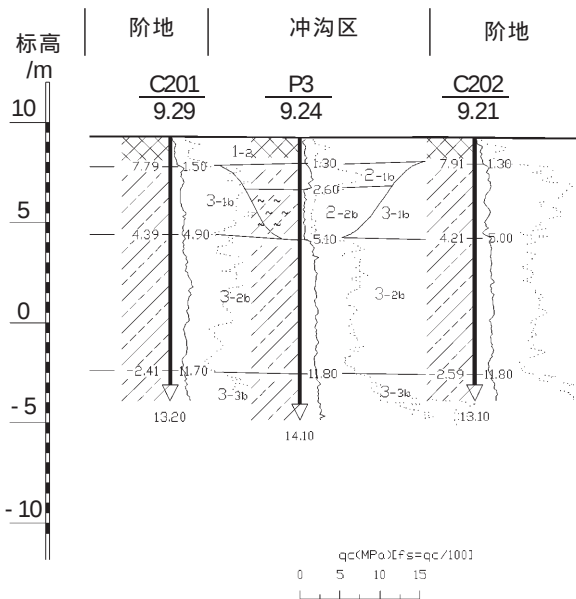


图 2 冲沟区典型地层

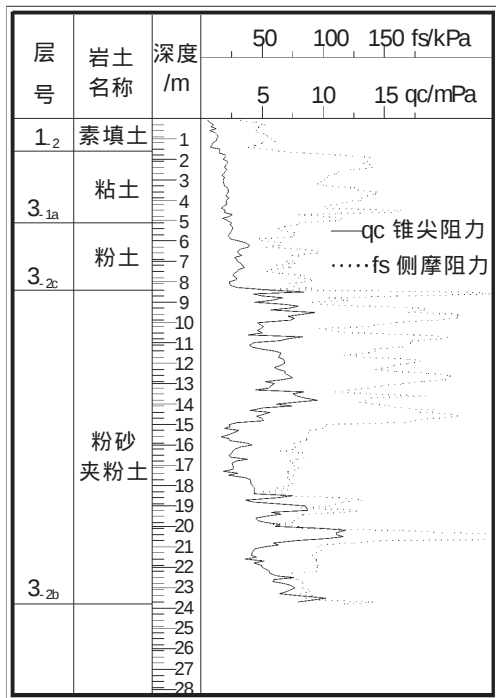


图 3 级阶地典型地层

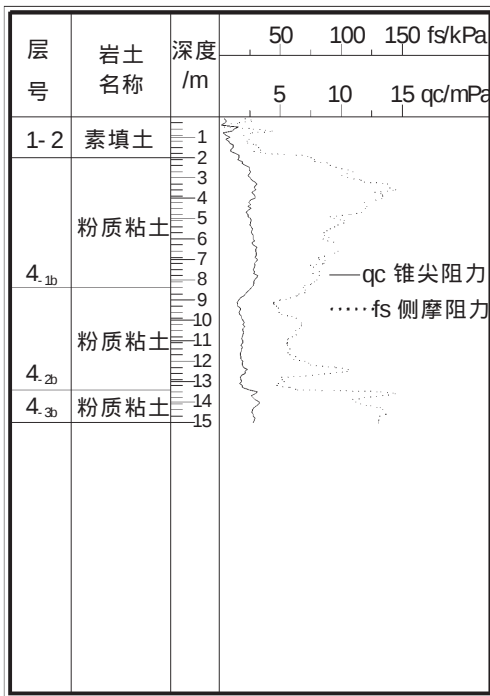


图 4 级阶地典型地层

连成一体后,很好地反映了不同地貌单元的地层分布(图中 5 层为白垩系泥岩,6 层为侏罗系砂岩)。

6 结论和建议

(1) 南京地区第四系虽然复杂,但仍有清晰的沉积规律,不同地貌单元都有其典型的地层类型。

除地表填土外,河漫滩和冲沟区主要分布 2 层新近沉积土;I 级阶地主要分布 3 层一般沉积土;II 级阶地主要分布 4 层老沉积土。

(2) 建立城市地质信息系统和岩土工程勘察数据库是城市信息化建设和行业发展的必然要求,而对地层的统一认识和统一分层是上述工作的基础。

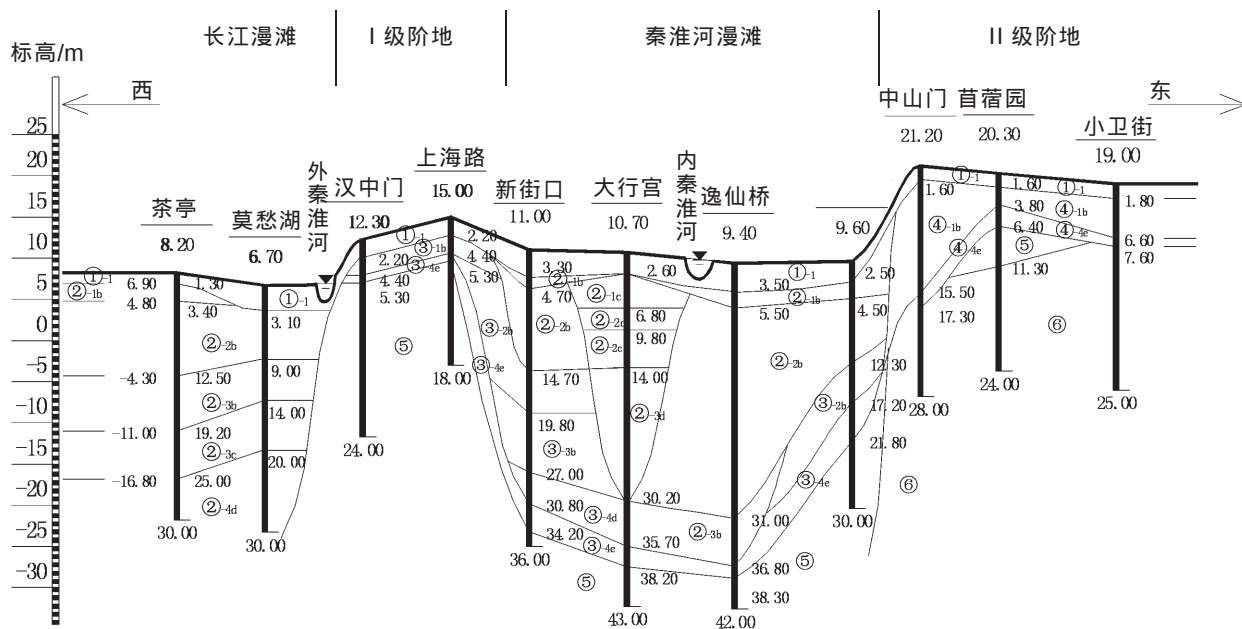


图5 南京地铁二号线部分地层剖面图

多年来,南京地区各勘察、研究部门积累了大量资料,交流合作日益增多,特别是多家单位在地铁、公路等多个大型项目上的成功运用,具备了统一标准的可行性条件。

(3) 统一分层不仅考虑了土的性状指标,而且考虑了土的沉积环境,可使工程技术人员更全面地把握土层特性、认识规律性、提高预见性,在建立地质剖面时运用地层学知识合理分层,准确连线,而不是机械地整理数据,这对需要考虑地质环境的大型地下工程、边坡工程尤为重要。

(4) 准确判别地层后,可减少地层基本性质试验及常规工作量,而重点增加项目所需的专门性测试,既节约资源,又增强针对性。

参考文献:

- [1] 南京市建设委员会. DGJ32/J 12—2005 南京地区建筑地基基础设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2005: 228-233.
- [2] 江苏省地质矿产局. 宁镇山脉地质志[M]. 南京:江苏省科学技术出版社, 1987: 170-184.
- [3] 江苏省地质矿产局第一水文地质工程地质大队. 南京市水文地质、工程地质、环境地质综合勘察报告[R]. 南京:江苏省地质矿产局, 1987: 18-19.
- [4] 李立文. 南京地区晚新生代地层的回顾与展望[J]. 江苏地质, 2000, 24(3): 186-200.
- [5] 胡存礼, 王润华, 杨献忠, 等. 南京仙林地区中更新统红色粘土的磁性地层学特征[J]. 资源调查与环境, 2006, 27(4): 255-260.
- [6] 曹光杰, 王 建, 屈贵贤. 南京长江大桥附近长江古河谷的形成及沉积特征[J]. 河南大学学报:自然科学版, 2006, 36(1): 66-69.
- [7] 蒋斯善, 昂渤海, 杨惠成, 等. 南京市秦淮河古河道及沉积物时代的初步研究[J]. 地质学报, 1986(1): 89-101.
- [8] 张 强, 朱 诚. 南京江北地区全新世环境演变的沉积学研究[J]. 安徽师范大学学报:自然科学版, 2000, 23(3): 241-246.
- [9] 中华人民共和国建设部. GB50021—94 岩土工程勘察规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 1995: 5-6.
- [10] 中华人民共和国建设部. GB50021—2001 岩土工程勘察规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2002: 10-11.

(责任编辑:戴 兵)