

长江三角洲地区环境地质问题^①

沈新国

(上海市地质调查研究院, 上海 200072)

摘要 长江三角洲地区是中国经济快速发展地区,在发展中相应的环境地质问题也较严重。本文阐述了水土污染、地面沉降与海平面上升、区域地下水下降及软土变形与地基稳定性等问题现状。并对今后的发展趋势作出预测。

关键词 环境污染 地面沉降 地下水 工程地基 长江三角洲

中图分类号 X14

文献标识码 A

资源、环境是人类生存的基本条件,资源的充沛与匮乏和环境的优劣直接约束着人类生活质量和经济社会发展的进程。要确保社会经济持续稳定发展,缔造人类良好的生存环境,必须以丰富的资源和优良的生态环境作依托,这已被世人共识。

然而,近 20 年来,随着全球经济的发展和城市化进程的加快,毁坏资源和恶化环境的现象日益增多,发展与资源和环境间的矛盾日趋突出,已成为人们关注的热点。珍惜与合理利用资源,保障与改善环境,保护经济和社会可持续发展,已成为各国政府关心和重视的首要问题之一。中国作为发展中的人口大国,在经济和社会发展过程中,资源利用和环境保护问题也日益突出。为了确保社会经济持续稳定发展,保护资源、保护环境及科学合理地开发利用自然资源,已列为基本国策和治国的方针。

1 地域位置与经济地位

长江三角洲是世界上四大三角洲之一,陆域(含杭嘉湖平原)西以仪征—苏州—杭州一线为界,北至扬州—新川港一线为界,南至杭州湾北岸,东濒黄海和东海,陆域总面积约 $4.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。据现有资料初步分析,三角洲的形成始于早更新世晚期,发育于中、晚更新世,形成于全新世,主要由长江携带的丰富泥沙经历百余万年持续堆积演变,呈现今的广袤平原。区内除出露少数基岩孤山或残丘外,地面高程(吴淞高程)一般为 $3 \sim 5 \text{ m}$,江、河、湖、荡密布,水网化程度极高,其中长江是我国最长的一条运输大动脉贯穿本区,年径流量 $9730 \times 10^9 \text{ m}^3$,平均流速约 1 m/s ,它为本区提供了极其丰富的地表水资源。

① 收稿日期 2001-04-03

作者简介 沈新国,原上海地质矿产厅总工程师,本文为庆祝中国地质调查局城市环境地质研究中心成立学
万方数据
术讨论会上的发言。

长江三角洲开发历史悠久 ,地处我国海岸线的中部 ,水陆空交通十分便捷 ,所以历来是与国际、国内交往最为频繁和经济高度发达的地区。据初略统计 ,2000 年区内国民经济生产总值约 1.4 万亿元 ,约占全国的 18% ,其中吸引外资、外贸出口、上交税金和地方财政收入等各项指标均居全国之首。因此 ,长江三角洲是名符其实的实现外引内联、带动全国经济发展的龙头。

2 地质环境基本特征

区内 ,前第四纪地层绝大多数被厚层第四系所覆盖 ,经钻探揭露 ,自前震旦系金山群变质岩、古生界沉积岩、中生界火山岩或火山沉积岩至第三系红色砂泥岩层位齐全。全区第四系广泛发育 ,主要是一套砂 (砾)与粘性土交互堆积的松散沉积物 ,具明显韵律变化规律 ,并且浅部以软粘土为主。第四系厚度完全受基底岩石埋藏起伏所控制 ,大致以镇江—江阴—常熟—昆山—余山—金山一线为界 ,西部第四系主要发育在沟谷凹陷地区 ,厚度变化大 ,0 ~ 200m 不等 ,且以陆相沉积为主 ,以褐黄色主色调的“杂色层”发育 ;东部和北部地区 ,第四系普遍发育 ,厚度一般为 250 ~ 350m ,埋深 120 ~ 150m 以下为陆相沉积层 ,以褐黄色为主的“杂色层” ;以上为海陆相交替沉积层 ,以灰色为主色调的“灰色层” 。整个第四纪期间受六次海侵 ,在早更新世晚期碎屑沉积物中留下了第一次海侵层的遗迹 ,而最近的一次海水入侵发生在距今约 5000 ~ 7500 年期间。

长江三角洲属于蕴藏地下水资源丰富的地区 ,但因三角洲在形成过程中曾多次遭遇海水入侵 ,故以富存地下咸水体为主。因此 ,可作为饮用供水的地下淡水体 ,绝非是取之不尽、用之不竭而任凭开采的源泉。区内的地下水资源主要赋存于第四纪砂体孔隙介质中 ,按时代、成因及水动力特征 ,大致可划分为四个含水组 ,以及四至七个含水层 ,详见表 1。

表 1 含水层 (组)划分表

Table 1 Division of water - bearing stratum

类	组	层		埋藏深度(m)
孔隙水	全新统潜水含水组 (al. m)	潜水含水层		0.5 ~ 3.0
		微承压含水层(中、东部地区)		15 ~ 20
	上更新统承压含水组 (al. m)	第一承压含水层(东部地区)		25 ~ 35
		第二承压含水层		65 ~ 95
	中更新统承压含水组 (al. m)	第三承压含水层	部分地区每个含水层又可划分二 ~ 三个含水段	105 ~ 145
	下更新统承压含水组 (al)	第四承压含水层		170 ~ 240
		第五承压含水层		250 ~ 300

地下水资源区域富集的基本规律是 :长江以北地区优越于江南地区 ,而江南地区的滨海平原区优越于内陆的湖沼平原区 ,且主要集中分布在基底凹陷带。各含水组在面上的分布是自三角洲源头 (仪征)呈喇叭形略向东南展布 ,并以单层巨厚粗颗粒向多层次细颗粒层叠置。地下水补给区 ,主要分布在仪征—杨中面积约 400 余 km² 长江多次切割的沿江地带。地下水水力坡度平缓 ,流速十分缓慢 ,据少量承压水同位素年龄测定 ,自西往东的测试数据为 0.8 ~ 3.5 万年不等。地下水水质自西向东、由下往上演变是 ,由 HCO₃ 型淡水向 Cl - HCO₃ 或 Cl 型咸水过渡。在下游 ,各含水层间一般都有分布相对稳定的粘性土层 ,将上下含水层

阻隔 ,各承压含水层顶界由西往东略呈平缓递降。地下水资源开采利用沿革是 ,19 世纪中叶 ,本区即有开采地下水的记载 ,至 20 世纪 40 年代初 ,仍属小规模的开发利用 ,年开采量沿不足 $2500 \times 10^4 \text{ m}^3$,20 世纪 50 年代至 70 年代初 ,地下水开采量逐年增加 ,年开采量已达 4.0 亿余 m^3 ,开采井主要集中分布在城市地区 ,地下水主要作为工矿企业空调降温的用水 ,20 世纪 80 年代中期起 ,因地表水系污染日趋严重 ,乡村实施改水工程 ,地下水的开采由城区向乡镇扩展 ,其用途由工业转向以生活供水为主 ,开采量迅速增长 ,至今预估每年的开采量已突破 10 亿 m^3 。

长江三角洲地区 ,历来是人类工程建设活动活跃的地区 ,工程基础涉及的深度一般均小于负 100m。除基岩露头或浅埋区外 ,按工程地质特征的差异 ,该深度范围的土体最多可划分为九个工程地质层 ,除耕植土(填土或暗浜土)外 ,有天然地基持力层 ,四个软土层和三个相对分布稳定的桩基持力层(表 2)。其中 ,除江阴—常熟—昆山一线以西的苏锡常地区(或基底浅埋区)外 ,其余地区埋藏深度 4 ~ 40m 不等的第 一软土层④、第二软土层⑤较发育 ,该土层具有高含水量、高孔隙比和高压缩性等特征 ,是属于典型的软土地基。同时 ,在区域上 ,工程地质层的组合关系和发育程度具有明显的差异 ,这反映了区域工程地质条件在不同地段亦具有明显的差异特性。浅部软土层的发育 ,以及区域工程地质条件的差异 ,不仅给人类工程活动造成一定困难 ,也会使建成的建(构)筑物 ,尤其是线型的重大市政工程埋下隐患。

表 2 各工程地质层桩端极限端阻力标准 f_p

Table 2 The pile end resistance f_p of each stratum

土层 编号	土 层 名 称	埋藏深度 (m)	预 制 桩		灌 注 桩	
			$f_{\text{p}}(\text{ kPa })$	$f_{\text{p}}(\text{ kPa })$	$f_{\text{p}}(\text{ kPa })$	$f_{\text{p}}(\text{ kPa })$
②	褐黄色粘性土	0 ~ 4	15		15	
	灰色粘质粉土	4 ~ 15	20 ~ 40	500 ~ 1000	15 ~ 30	
	灰色砂质粉土	4 ~ 15	30 ~ 50	1000 ~ 2000	25 ~ 40	600 ~ 800
	灰色粉砂	4 ~ 15	40 ~ 60	2000 ~ 3000	30 ~ 45	700 ~ 900
③		4 ~ 15	15 ~ 30	200 ~ 500	15 ~ 25	150 ~ 300
	灰色淤泥质粉质粘土	15 ~ 25	30 ~ 40	500 ~ 1000	25 ~ 35	250 ~ 350
	灰色砂质粉土、粉砂	15 ~ 23	35 ~ 55	1500 ~ 2500	30 ~ 45	800 ~ 1000
④		23 ~ 32	45 ~ 65	2500 ~ 3500	35 ~ 45	1000 ~ 1200
	灰色淤泥质粘土	4 ~ 15	15 ~ 40	200 ~ 800	15 ~ 30	150 ~ 250
⑤或⑤ ₁		15 ~ 35	40 ~ 55	800 ~ 2000	30 ~ 40	250 ~ 550
	灰色粘性土	20 ~ 35	45 ~ 65	1500 ~ 2500	35 ~ 45	350 ~ 650
⑤ ₂	灰色砂质粉土	20 ~ 35	50 ~ 70	2000 ~ 3500	40 ~ 50	1000 ~ 1500
	灰色粉砂	20 ~ 35	70 ~ 100	4000 ~ 6000	60 ~ 80	1500 ~ 2000
⑤ ₃	灰黑色粘性土	25 ~ 40	50 ~ 70	1500 ~ 3000	40 ~ 50	450 ~ 750
⑥		22 ~ 26	60 ~ 80	1500 ~ 2500	50 ~ 60	750 ~ 1000
	暗绿、褐黄色粘性土	26 ~ 30	80 ~ 100	2000 ~ 3500	60 ~ 80	1000 ~ 1200
⑦ ₁	草黄色砂质粉土、粉砂	30 ~ 45	70 ~ 100	4000 ~ 6000	60 ~ 80	1500 ~ 2000
⑦ ₂	灰色粉细砂	35 ~ 50	100 ~ 120	6000 ~ 8000	70 ~ 90	2000 ~ 3000
⑧ ₁	灰色粉质粘土夹粉砂	40 ~ 55	55 ~ 70	2000 ~ 3000	50 ~ 60	1000 ~ 1500
⑧ ₂	灰色粉质粘土与粉砂互层	50 ~ 65	65 ~ 80	3000 ~ 4000	55 ~ 70	1500 ~ 2000
⑨	灰色细、中、粗砂	70 ~ 100	110 ~ 120	8000 ~ 10000	80 ~ 100	2500 ~ 3500

注 1. 预应力桩的桩侧极限摩阻力和桩端极限端阻力可参照预制桩取值；
2. 表列灌注桩桩侧极限摩阻力和桩端极限端阻力适用于桩径不大于 850mm 的情况；
3. 对于桩身大部分位于淤泥质土中且桩端支承于第⑤层土的预制桩 ,单桩竖向承载力宜通过静载荷试验确定；
当采用列数据时 ,宜取表中下限值并作适当折减

3 环境地质问题

长江三角洲地区 ,由于历来人们的环境保护意识较淡薄 ,因此伴随地区经济高速发展和城市化进程的不断拓展 ,环境地质问题日见端倪 ,发展与环境间的矛盾日趋突出。按照制约地区经济建设发展程度分析 ,在环境地质方面 ,本地区存在的主要问题是 :水土日益污染问题 ,地面沉降与海平面上升诱发的灾害问题 ,区域地下水位下降与地下水资源枯竭问题 ,以及软土形变与地基稳定性问题。在经济建设过程中 ,若对这四大问题不予以高度重视 ,并采取超前的防范措施 ,必然会制约地区经济和社会的可持续发展。现根据部分调查监测数据 ,将这四个问题的现状概述如下 :

3.1 水土日益污染问题

以上海市为例 ,据有关部门统计 ,当前城区每天固体废弃物产出量达 14000t 左右(且以每年 10% 的速率递增) ,50m² 以上的堆场约 2316 处 ,堆场总面积达 5.25km² ;每天污水排放量达 500 余万吨。由此按人均量测算 ,长江三角洲地区预估每年的固体废弃物产出量达 2000 余万吨 ,其中生活垃圾约占 60% ;每年的污水排放量达 80 余亿 m³。同时 ,为了确保农业高产和防止农作物病虫害 ,乡村地区每年还投放大量化肥和农药。三废年复一年的持续排放 ,严重恶化了本地区的生态环境 ,使区内的地表水体和土壤资源遭受不同程度的污染 ,且污染趋势日益严重。当前 ,区内现状是 ,不仅原先的重金属污染没有得到缓解 ,而且有机污染也正在日益突出。

3.1.1 地表水污染

根据美国地表水的测试结果 ,在水中检出 767 种有机污染物 ,其中 109 种为致癌、促癌和致突变的物质。上海有关部门对黄浦江水也进行过测试 ,检出有机污染物达 400 余种 ,也存在大量对人体致癌、促癌和致突变的物质。上海地质调查研究院也对部分江、河水进行了选择性的检测尝试 ,结果如表 3、4、5。

表 3 地表水中有机物含量表(ug/L)
Table 3 Content of organic matter in surface water(ug/L)

地点		氯仿	四氯化碳	苯	甲苯	乙苯	二甲苯	多氯联苯 ng/L	甲胺磷	除草醚	六六六	DDT
长江	上游	30.75	2.12	1.0	6.7	0.4	2.5	44.29	4.5	0.00	<0.1	<0.1
	下游	16.23	0.54	1.6	6.1	0.4	2.5	10.56	38	0.00	<0.1	<0.1
黄浦江	上游	7.84	0.17	45.9	13.1	47.7	201.3	83.68	199.9	0.00	<0.1	<0.1
	中游	8.73	5.58	52.0	21.8	73.1	307.5	203.00	140.3	0.00	<0.1	<0.1
淀浦河	下游	36.07	2.44	741.7	600.2	633.2	3147.8	16.76	84.5	0.00	<0.1	<0.1
	上游	0.00	0.21	<0.1	3.6	0.3	0.7	0.00	26.0	0.00	<0.1	<0.1
川扬河	下游	0.00	0.03	<0.1	7.9	<0.1	1.2	37.91	96.7	0.00	<0.1	<0.1
	上游	0.00	0.02	66.5	16.2	23.4	80.8	0.00	33.2	0.00	<0.1	<0.1
淀山湖	下游	0.10	0.06	10.0	7.1	15.2	59.7	0.00	19.4	0.00	<0.1	<0.1
	上游	3.21	0.00	<0.1	6.7	0.7	0.3	88.11	87.8	0.00	<0.1	<0.1
金汇港	下游	186.23	3.23	439.10	417.40	503.8	1694.10	0.00	16.0	0.00	<0.1	<0.1
	上游	5.72	0.32	24.5	15.4	26.9	94.0	0.00	0.7	0.00	<0.1	<0.1
苗泾塘	下游	24.38	0.17	75.8	57.7	55.9	194.1	0.00	0.7	0.00	<0.1	<0.1
	上游	0.00	0.00	135.5	55.9	55.1	196.0	0.00	47.7	0.00	<0.1	<0.1

表 4 多环芳烃检出含量表(单位:ng/L)
Table 4 Content of aromatic hydrocarbon(ng/L)

	地点	萘	苯并 A 芘	荧蒽	苯并 B 荧蒽	苯并 K 荧蒽	茚并芘	苯并芘
长江	七丫口	8.40	91.33	16.51	400.45	142.13	0	74.58
	扁担沙	24.73	138.14	38.03	280.03	251.06	0	0.00
黄浦江	杨树浦水厂	18.13	0.00	58.87	224.46	259.04	0	0.00
	松浦大桥	0.0	0.00	43.07	309.94	205.38	0	57.90
标准		0.0025ug/L 地面水标准			0.002mg/L			
		0.01ug/L 饮用水卫生标准			WHO 饮用水标准			

表 5 各点水样的平均最低致突变剂量(MADM)

Table 5 MADM of each water sample

水样	七丫口	扁担沙	杨树浦水厂	三林塘	松浦大桥	叶星	朱家角
+ S ₀	0.95	1.03	0.21	0.28	0.53	0.24	0.58
- S ₀	1.02	1.02	0.25	0.46	0.57	0.26	0.64

水样	淀山湖	新庄	后陈港	杨思	西闸	大治河	蔡路	苏州河	光明
+ S ₀	0.72	0.62	0.58	0.74	0.59	0.64	0.29	0.001	0.76
- S ₀	0.68	0.65	0.60	0.75	0.33	0.59	0.44	0.03	0.72

以上测试结果表明 ,境内地表水体的污染不容忽视 ,即使年径流量达 $97 \times 10^{11} \text{m}^3$ 的长江在部分江段也已遭受了污染。水是人类赖以生存的源泉 ,水资源紧缺已成为全球新世纪面临的突出矛盾。据国际有关单位测算 ,2000 年世界水的总需求量约为 $6000 \sim 7000 \text{km}^3/\text{年}$,尚有近 10000km^3 的余量 ,但预计至 2030 年 ,全球可用水量将与总需求量持平 ,随后将随着需求量污染水量的增加出现可用水量的缺口。我国人均淡水占有量位列世界 109 位 ,为 13 个最缺水国家之一 ,据对 600 多个城市统计 ,发现已有 400 多座城市存在缺水问题。长江三角洲虽处于“水乡”地区并不缺水 ,但随着近年水环境的污染 ,可供饮用的清洁水源越来越少 ,如上海已进入水质型的缺水城市。因此 ,若对水环境的污染问题不及早采取较大力度的防治 ,也极有可能沦为水质型的缺水三角洲。实践表明 ,环境污染易 ,一旦污染后治理却十分困难 ,如上海目前用于环境保护投入占市 GDP 比重从 1991 年的 0.85% 升至 2000 年的 3% 以上 ,10 年累计总投入已超过 620 亿元(其中主要是对水环境的污染治理) ,即使化了如此大的资金投入 ,环境也只是略有改观 ,总体效果并不显著。

3.1.2 土壤污染

关于三角洲地区的土壤质量状况 ,至今虽未进行过系统专项调查 ,但据零星土壤检测数据表明 ,近年来土壤环境的污染也不可小视。1997 年上海地质调查研究院采集部分样品选择部分元素进行了检测 ,结果如表 6。

由表 6 可见 ,土壤中重金属含量明显增高 ,农药也普遍检出或超标。土壤的污染致使蔬菜和粮食中有害元素含量超标事例时有发生。植物和粮食中化学元素的异常 ,通过生态链和生物链的传输作用于人体 ,在潜移默化过程中损害人类健康。

3.2 地面沉降与海平面上升诱发的灾害问题

在区内 ,自 1920 ~ 1960 年 ,上海、苏州、常州、无锡和嘉兴等城市地区先后发现地面沉降问题 ,至 20 世纪末 ,上海、苏锡常和嘉兴等城市 ,地面沉降中心累计最大沉降量已分别达到 3.0m、2.8m、0.84m。20 世纪 80 年代中期以前 ,地面沉降问题还主要集中在城区 ,以集中过量开采地下水为主要因素 ,而以后 ,除城区继续保持在十几至 20 ~ 30mm 的沉降量外 ,地面

沉降正在向区域扩展。据初步统计 ,凡第四系较发育地区 ,年地面沉降速率约在 3 ~ 6mm。地面沉降的原因除开采地下水外 ,地区的大规模房屋和市政工程建设也是引起地面沉降的重要因素(表 7)。

表 6 土壤环境部分元素检测结果值表

Table 6 Some element content of soil

	Cu	Pb	Zn	Mn	Cr	Cd	Fe	Ni	Ca	Sr	F	Br	As	Hg	六六六	DDT	甲胺磷	除草酯
1 枫泾果园	30.0	38	146	712	92	0.5	4.14	42	0.84	0.010	790	6.41	9.82	0.200	-2.5	27.5	17.2	
2 淀山湖麦田	28.1	31	110	463	79		3.48	35	0.80	0.010	622	4.24	7.98	0.178	-2.5	-2.5	9.8	19.9
3 北蔡菜地	30.6	31	165	536	82	0.5	3.37	32	1.50	0.015	710	3.90	6.97	0.123	-2.5	87.5	10.3	
4 康桥麦地	25.5	47	128	343	86		3.70	39	1.22	0.015	723	3.63	6.41	0.188	-2.5	40.0	9.0	
5 罗南菜地	42.9	47	191	692	98		3.74	41	1.50	0.010	753	4.05	9.81	0.286	-2.5	130.0	10.8	
6 徐泾菜地	25.0	30	142	626	93	0.2	3.47	38	0.86	0.010	761	5.13	6.40	0.130	-2.5	-2.5	6.7	
7 康桥桔园	28.5	30	172	966	83	0.5	3.69	38	0.84	0.010	744	4.71	8.06	0.176	-2.5	5.0	8.4	
8 白龙港沙滩	10.8	16	92	533	69	0.5	2.63	25	2.44	0.020	591	0.70	4.34	0.047	-2.5	-2.5	34.3	6.04
9 淀山湖油菜地	25.8	28	139	236	78		3.48	32	0.70	0.015	699	2.90	7.56	0.163	-2.5	-2.5	19.0	13.87
10 邬家路菜园	42.8	25	176	672	73		3.33	33	2.50	0.020	681	3.27	6.26	0.082	-2.5	-2.5	64.8	
11 葛隆菜地	51.5	43	205	720	92	0.5	3.42	32	0.92	-0.010	698	7.62	8.73	0.351	-2.5	52.5	4.1	
12 齐贤菜地	129.8	38	334	734	74	0.2	3.21	32	2.42	-0.010	588	6.48	7.62	0.317	-2.5	72.5	1.5	
13 枫泾菜园	34.0	32	139	1013	86	0.5	4.39	43	0.57	-0.010	794	4.34	9.76	0.125	-2.5	-2.5	6.8	

表 7 各土层 1980~1995 年变形特征综合统计成果表

Table 7 Deformation of soil stratum in 1980~1995

松散土层名	埋藏范围 (m)	平均 厚度 (m)	统计 个数 (个)	单位土层变形量(mm/m)			累计变形量(mm)			参加统计的 分层标编号
				最小值	最大值	平均值	排序	变形量	排序	
表土层	1.00~4.58	2.62	3	-0.372	-2.050	-1.058	2	-2.77	8	F ₁ 、F ₁ 、F ₉
浅部砂层(A)	3.13~19.56	16.43	1	-0.032	-0.032	-0.032	13	-0.53	12	F ₁
第一软土层	2.95~22.80	16.61	4	-0.366	-1.800	-1.123	1	-18.65	2	F ₁ 、F ₁ 、F ₉ 、F ₁₅
第二软土层	15.26~44.00	14.77	5	-0.361	-0.959	-0.735	3	-10.86	4	F ₁ 、F ₃ 、F ₄ 、F ₉ 、F ₁₀
第二硬土层	24.02~29.61	5.31	2	-0.037	-0.115	-0.076	11	-0.40	13	F ₁ 、F ₁₅
第一含水层	29.61~47.95	18.34	1	-0.316	-0.316	-0.316	6	-5.8	5	F ₁
第三软土层	29.51~88.39	30.58	6	-0.245	-0.970	-0.604	4	-18.47	3	F ₁ 、F ₁ 、F ₁ 、F ₆ 、F ₁₀ 、 F ₁₃ 、F ₁₅
第二含水层	63.00~111.23	34.29	6	+0.195	-0.184	-0.078	10	-2.67	9	F ₁ 、F ₃ 、F ₁₀ 、F ₁₂ 、F ₁₅ 、 F ₁₇
第三硬土层	98.41~128.80	18.65	5	-0.003	-0.226	-0.135	8	-2.52	10	F ₁ 、F ₁₀ 、F ₁₂ 、F ₁₅ 、F ₁₇
第三含水层	105.00~151.16	22.74	3	-0.047	-0.194	-0.101	9	-2.30	11	F ₁₂ 、F ₁₃ 、F ₁₇
第四硬土层	145.30~193.30	27.09	6	+0.302	-1.135	-0.200	7	-5.42	6	F ₁ 、F ₁ 、F ₁₀ 、F ₁₂ 、 F ₁₃ 、F ₁₇
第四含水层	154.30~240.97	60.45	5	-0.346	-0.618	-0.438	5	-26.48	1	F ₁ 、F ₅ 、F ₁₀ 、F ₁₃ 、F ₁₇
第五硬土层及 第五含水层	193.70~349.57	78.39	4	+0.119	-0.182	-0.068	12	-5.33	7	F ₁₀ 、F ₁₅ 、F ₁₆ 、F ₁₇

* :以平均厚度推算出的 1980~1995 年土层累计变形量
注 :1、表中正值表示土层回弹 ,负值表示土层压缩。
2、单位土层变形量为土层变形量与土层厚度之比值 ,单位为 mm/m。

境内开发利用地下水主要以顶板埋深 - 120 ~ - 170m 以下深层含水层为主 ,按理产生压缩变形的土层分布在深部 ,但表 7 显示 ,浅部软土层的变形量仍占较大的比重 ,同时 ,城区地面沉降量与相应的建(构)筑物数量密切相关。由此可见 ,地区的地面沉降原因还不能排

除近期因大规模工程建设活动的影响。

地面沉降问题已给本地区造成了较大的地质灾害,如地面沉降严重地区已成为积水洼地,产生洪涝灾害,迫使防汛设施不断加高或重建,苏锡常地区出现的地裂缝,导致房屋及其它地面建筑毁坏,部分地区桥梁下沉引起内河航运受阻等等。据粗略估算,地面沉降已造成地区经济损失达数百亿元。

全球气候变暖引起海平面上升问题,国际上已越来越予以关注。长江三角洲地处滨海,据近百年的检测数据显示,海平面已处在上升时期,尤其 20 世纪 90 年代,海平面呈加速上升趋势。关于未来海平面上升趋势问题,上海曾作过专项初步研究,预测结果分别是:2010 年上升约 18cm,2030 年升为 35cm,2050 年达 54cm。

地面沉降和海平面上升问题,对于地面高程一般仅为 3~5m 的三角洲地区,面临的前景将是十分严峻的。长江入海口区(吴淞口)目前汛期最高潮位已达 5.99m(2000 年),基本已超出地面 1.5~2.0m,沿江和滨海地区主要依靠堤岸工程阻挡海潮的侵袭。那么,过 50~100 年后,在地面沉降与海平面上升双重作用下,目前的防汛设施是否还能继续阻挡潮水入侵,这是需要值得深思的。为了确保本地区经济的持续发展,百姓的安居乐业,对地面沉降和海平面上升问题,应予足够重视,并加强监测与对策研究,早作防范措施。

3.3 区域地下水位下降与地下水资源枯竭问题

区内 19 世纪中期即有开采地下水资源的记录,20 世纪 50 年代至 70 年代地下水开采量虽逐年有所增加,但开采还主要集中在城市地区,以城市为中心形成一个个相对孤立的水位降落漏斗,开采季节漏斗中心最低水位可达 -30~-40m,然而一旦处于开采淡季,地下水位即能迅速恢复。但是,80 年代末以来,情况发生了较大变化,由于地下水资源进一步广泛开采,地下水位漏斗已呈区域联接,并逐年处于持续下降的态势,第二、三承压含水层地下水位年下降速率为 0.5~1.5m,第四、五承压含水层地下水位年下降速率达 2~4m 不等。目前,区内主要开采含水层最低水位是:上海 -50m,苏锡常地区 -80m,嘉兴地区 -45m 左右,已基本处于疏干型的开采状态。

长江三角洲地区,虽然地下水储存资源比较丰富,长江亦在上游多次切割浅部含水层,但整个区域总体含水层岩性颗粒较细,水力坡度平缓及补给区范围小,因此补给入渗能力较弱,故无法满足人类无节制开采地下水的增长速率,致使区域地下水大幅下降,地面沉降进一步加剧。因此,若地下水的开采量不能及早有效抑制,不仅地面沉降问题难以得到有效控制,也势必会出现地下水资源枯竭的危险。欣闻地下水资源盲目开发问题已引起当地政府的重视,为此相继颁布了有关法规或法令,所以预计在不久的将来,区域水位快速下降问题可望会取得缓和。

3.4 软土形变与地基稳定性问题

纵观全区,区域工程地质条件差异很大,绝大部分地区疏松软弱的土层发育,尤其是滨海平原和古湖沼地区,浅部隐伏有厚 20~40m 不等的软塑土层,是属于典型的软土地基。既不利于建(构)筑物工程施工,也易使建成的各类工程运行过程中,在静、动荷载的长期作用下产生软土形变,必然会波及地基不均匀沉降,乃至地基失稳,致使工程设施经常返修,或不能正常运行,或直至毁坏等危害。

目前建筑设施出现的不均匀沉降量,除了受区域地面沉降不均一性影响外,主要还是因工程沿线土体特性的不均一性所致,这里主要还是受软塑性土层厚度大小不一所控制。目

前设计和建设行业关心的往往侧重于工程的造价和进度,为节省工程投资和赶抢工程进度,总的对地基勘察论证和工程沿线(或周边地区的)地质环境差异性缺乏深入研究,对地基的处置舍不得投入,总体地质环境意识相对薄弱所致。

当今,长江三角洲正处于大规模工程建设时期,若对区域工程地质条件差异性和软土地基危害性认识不足、处置不力,工程建成初期即使不出现质量问题,但在长期运行过程中必然会陆续发生环境地质问题,将会使安全运行存在隐患,维护和保养费用倍增,严重影响工程的总体效益。

4 结语

长江三角洲地区,近年既是经济快速发展和人类工程活动极其频繁地区,但也是在发展过程中相应生态环境地质问题较多的地区,水土污染、地面沉降与海平面上升、区域地下水位下降与地下水资源枯竭及软土变形与地基稳定性等问题,我认为应是众多问题中的主要环境问题。这些问题多数与地区经济活动相关,且彼此又相互关联,也是地区现代化、城市化过程中常遇的问题,将直接影响到人类生存环境和经济社会的可持续发展。因此,在以往工作基础上,以新的思路、新的理论及新的方法技术,在长江三角洲地区全面系统地开展以生态地质环境为主体的新一轮国土资源大调查,以及地质灾害专项调查研究是十分必要的。通过全面调查与专项研究相结合,寻找规律,探索经验,率先在本地区建立防治地质灾害范例,不仅可为本地区的经济社会可持续发展创造一方乐土,也对全国各地正在进行的城市化建设具有深远的指导意义。

The problems of environment geology in Yangtze delta area

SHEN Xin - guo

(Shanghai Institute of Geological Survey , Shanghai 200072 ,China)

Abstract

Yangtze river delta is an economic developing area in China. In this paper , various problems of environment geology have been proposed. The state of water and soil contamination , surface subsidence and sea level rise, ground water level fallen, deformation of soft soil and foundation stability are described.

Key Words :environment contamination ;surface subsidence ;ground water ;foundation ;Yangtze river delta