

# 新时期沿海地区国土开发面临的形势和主要环境地质问题及对策研究

林良俊<sup>1</sup>, 孙晓明<sup>2</sup>, 柳富田<sup>2</sup>

(1. 中国地质调查局, 北京 100037; 2. 天津地质矿产研究所, 天津 300170)

## 1 沿海地区国土开发面临的形势

在我国实施鼓励东部沿海地区率先发展的区域发展总体战略背景下, 国务院先后批准了环渤海、长江三角洲、珠江三角洲、北部湾、海峡西岸、辽宁沿海、江苏沿海、黄河三角洲等沿海地区发展规划。沿海地区人口不断聚集, 城镇化、工业化水平将迅速提高, 国土开发强度也将进一步加大。

### 1.1 城市化和人口聚集进一步加快

全世界经济、社会和文化最发达的区域多位于沿海地区, 世界 60% 的人口居住在距海岸 100 km 的沿海地区。目前, 我国沿海省、自治区、直辖市居住人口占全国的 40% (含沿海省超过海岸带 100 km 居住人口)。到 21 世纪中叶, 中国达到中等发达国家的水平, 全国将有 50% ~ 60% 的人口居住在沿海地区, 人口密度达到每平方公里 500 ~ 800 人, 全国 18 000 km 的海岸线上将分布有 500 个左右不同规模的城市。届时, 距海岸线 100 km 范围以内地区的居住人口将达到 8 ~ 9.6 亿以上。

### 1.2 沿海港口及临港工业蓬勃发展

进入 21 世纪之后, 我国沿海港口需求高速发展。根据《全国沿海港口布局规划》, 全国沿海港口将划分为环渤海、长江三角洲、东南沿海、珠江三角洲和西南沿海等 5 个港口群体, 形成 8 个运输系统布局。同时, 沿海各省大力发展以重化工业和制造业为主的临港工业, 已经或将要出台相关的临港工业发展规划。近期国务院出台的《钢铁行业调整与振兴规划》, 明确要求在沿海经济区建设沿海钢铁基地, 建成曹妃甸钢铁精品基地, 适时建设湛江、防城港沿海钢铁精品基地, 推动日照钢铁精品基地建设, 论证宁波钢铁续建项目。

收稿日期: 2009-10-21; 修订日期: 2010-01-23

作者简介: 林良俊 (1975-), 男, 博士, 高级工程师, 从事水文地质环境地质研究和管理工作。

E-mail: lliangjun@mail.cgs.gov.cn

《石化业调整与振兴规划》提出了要逐步形成 9 个大型炼油基地, 其中宁波、上海、南京等地区的规模超过年 3 000 万吨, 茂名、广州、惠州、泉州、天津、曹妃甸等地区的规模超过年 2 000 万吨。

### 1.3 重要交通干线工程建设提速

根据《全国高速公路网规划》, 按照强化三大区域对外通道、加强相互连接、加强都市圈城际联络的原则, 长江三角洲、珠江三角洲和环渤海等三个地区将增加交通线路布局, 在三大都市圈内部将形成较完善的城际高速公路网, 实现东部地区平均 30 分钟上高速的目标, 使大区域间有 3 条以上高速通道相连, 为加速区域社会经济一体化和形成大都市圈, 以及加快东部地区率先实现现代化奠定基础。根据国家《中长期铁路网规划》, 2020 年前建设北京—上海客运高速铁路专线, 贯通京津至长江三角洲东部沿海经济发达地区, 全长约 1 318 km; 建设杭州—宁波—福州—深圳高速铁路专线, 连接长江、珠江三角洲和东南沿海地区, 全长约 1 600 km。建设环渤海地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区城际客运系统, 覆盖区域内主要城镇。

## 2 影响国土开发的主要环境地质问题

沿海地区地处大陆与海洋的过渡带, 是海陆相互作用剧烈、自然地质环境复杂多变, 也是较为脆弱的地区<sup>[1-3]</sup>。进入 21 世纪以来, 沿海地区城市化和工业化进程逐步加快, 人类活动进一步加剧部分自然灾害的强度, 也导致一些新的灾害发生, 大大增加了沿海地区灾害发生的强度以及造成的损失。

(1) 我国沿海地区活动断裂与地震带较发育, 对城市发展、港口以及重大建设工程安全构成威胁。

在我国沿海地区分布有鸭绿江断裂带、郯庐断裂带、沧东断裂带、苏北—南黄海断裂带、镇海—温州断裂带、台湾断裂带、东南沿海断裂带、四会—吴川断裂带和防城—灵山断裂带等。沿海及邻域主要分布有台湾地震带、东南沿海地震带、郯城—庐江地震带、河北平原地震带、燕山地震带和唐山—蓬莱地震带。除南

海中部较为稳定外,其余海区均发生过多强震。20世纪以来,在我国已发生 $M \geq 6$ 级的破坏性强震中,近1/2分布于沿海及近海地区,特别是台湾岛及其邻近海域最为强烈。根据前人对区域地壳稳定性分区评价,营口—大连、唐山—天津、日照—连云港、福州—汕头、台湾、海南省北部等地区为地壳相对不稳定区或不稳定区,是地震多发区域。仅环渤海地区就分布有110余条活动断裂,是我国地震强烈活动的地区之一,自公元前231年以来,已发生 $M \geq 6$ 级地震55次。活动断裂和地壳不稳定性对沿海地区城市发展和重大建设工程安全有着重大影响。

(2) 海岸侵蚀加剧,港口、河口淤积增大,严重影响海岸工程安全和港口运行。

我国海岸线约有70%的砂质海岸和大部分泥质潮滩受到侵蚀,侵蚀程度在长江以北重于以南。淤涨海岸主要分布在大河三角洲、北方淤泥质海岸和南方堆积型岬湾海岸的港湾内。其中,侵蚀岸段的侵蚀速率在环渤海海岸一般小于5m/a,在东南沿海海岸一般2~10m/a,局部达20~40m/a;海岸的淤积速率在环渤海海岸一般20~50m/a,局部达150~400m/a。在东南沿海海岸淤积速率一般10~50m/a,部分地区达150~350m/a<sup>[4]</sup>。港口、河口的严重淤积,影响着港口正常运行和海运、航运,每年需耗巨资进行清淤疏浚,在一定程度上妨碍着当地社会经济发展。

(3) 地面沉降日趋加重,使沿海城市发展、重大建设工程与运行面临巨大风险。

超采地下水等流体和高密度工程建设诱发了地面沉降。目前已有16个省市、近50个城市发生了地面沉降,形成了长江三角洲、华北平原等地面沉降灾害严重区。其中,沉降中心累计最大沉降量超过2m的有上海、天津、太原、西安、无锡、沧州等城市,天津塘沽最大沉降量已达3.18m<sup>[5]</sup>。地面沉降造成了沿海地面高程资源损失、风暴潮灾害损失增大,防洪能力降低,堤后沼泽化与盐渍化加重等一系列问题,威胁着沿海地区城市 and 重大工程建设的安全。根据调查评估,长江三角洲因地面沉降造成的经济损失约3149.71亿元<sup>[6]</sup>,华北平原因地面沉降造成的经济损失约3328亿元,平均沉降损失达8600万元/mm<sup>[7]</sup>。

(4) 软土等特殊类岩土体的工程地质问题是沿海城市与重大工程建设需要防范的普遍问题。

软土具有压缩性大、含水量高、透水性弱、易触变、承载力小等工程地质特征,在地震力作用下易出现震陷,是工程地质问题多发和灾害严重的地区。我国沿

海地区普遍分布着软土等特殊类岩土体,环渤海湾陆区的软土分布面积达3.7万km<sup>2</sup><sup>[4]</sup>,珠江三角洲分布面积7969km<sup>2</sup>。特殊类土的工程特性导致工程建设风险增大,也大大提高了工程建设和运行的成本。

(5) 地下水污染与海水入侵对城市供水安全造成重大威胁。

东部沿海地区浅层地下水已不同程度受到污染,深层地下水总体较好,局部点状污染。“三致”(致癌、致畸、致突变)有机污染物在地下水中均有不同程度的检出。海水入侵主要分布在辽宁省沿海、河北秦皇岛沿岸、山东莱州湾、山东半岛沿岸河口、广西北海、海南新英湾与三亚等地区,海水入侵面积约2900km<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。自20世纪80年代以来,由于超采地下水,不同程度地出现海水入侵急剧的现象。

可以看出,沿海地区的环境地质问题已成为制约区域经济社会可持续发展的重要因素。在大强度国土开发背景下,如果处理不好经济社会发展与地质环境保护的关系,原有环境地质问题有可能进一步加剧。同时,还有可能诱发新的环境地质问题。在这种情形下,应采取切实有效的措施,预防和控制环境地质问题的发生,实现沿海地区地质环境合理开发利用和有效保护,为区域经济社会发展保驾护航。

### 3 新时期沿海地区环境地质调查工作对策建议

针对不同时期的不同目标和任务,我国地质工作者在沿海地区做了大量工作,为不同历史时期经济社会发展提供了地下水资源和地质环境保障。但进入新世纪以来,社会经济发展对地质工作提出了更高要求,环境地质工作凸现出工作程度和社会化服务水平不高的局限性,难于实现地质环境合理开发利用和保护以及为经济社会发展规划服务的目标。

#### 3.1 新时期沿海地区环境地质调查工作总体思路

新时期沿海地区环境地质调查评价,应在以往工作基础上,进一步转变工作思路。环境地质调查工作既要按照沿海地区地质作用规律,坚持长期系统的调查、监测和研究工作,又要结合社会经济发展实际需求,解决问题,积累技术方法与数据,通过解决具体问题加深对整体地质作用规律的认识<sup>[8]</sup>。遵循“夯实基础、逐步深入、提升认识、强化服务”的原则,以保障区域地质环境安全和社会经济可持续发展为目标,以提高对地质环境和作用过程的认识为核心,以先进的地球科学理论和现代化技术方法为支撑,构建三维可视

化地质环境信息平台,为沿海重要经济区国土规划、重大工程建设、防灾减灾、节约减排以及经济社会管理提供技术服务和支撑。

### 3.2 深入研究沿海地区地质环境形成与演化过程

深入开展沿海地区地质环境形成与演化过程研究,尤其要加强活动断裂探查与区域地壳稳定性评价,地面沉降机理与防控技术研究,近岸海洋水动力与沉积环境调查和监测,近岸海底地质灾害与稳定性调查评价,沿海第四纪沉积过程与岩相古地理环境研究、沿海差异构造沉降研究、海平面上升和基于地质环境的风暴潮预警与风险区划研究、地下水向海底排泄与水岩相互作用研究、海岸及河口蚀淤过程与作用研究等领域。准确认识地质环境变化的自然过程,把握人类活动对地质环境的影响,有效预防和控制重大环境地质问题发生和发展。

### 3.3 分层次开展基础环境地质调查工作

地质环境调查工作可以分三个层次,即区域1:25万环境地质调查、重点地区1:5万环境地质调查和重大专题调查研究。其中,1:25万环境地质调查应覆盖整个工作区;1:5万环境地质调查重点部署在主要城市规划区、重大工程建设规划区以及重大生命线工程沿线。在此基础上,针对工作开展过程中存在的重大科研和环境地质问题,开展专项深入研究工作。工作过程应遵循客观地质规律,严格按照相关技术规范、规程要求,应投入一定的野外实物工作量,尤其是钻探、物探、试验测试等工作,切实提高地质工作程度。

### 3.4 建立沿海地区地质环境综合监测体系

加强完善沿海地区的地下水动态监测网,监测监督地下水开采、地下水污染以及海水入侵状况;调整、优化和完善地面沉降、地裂缝监测网,形成海陆空一体化的立体监测体系;建立近岸海洋水动力与沉积环境监测体系,重点监测重大工程建设区海岸与河口侵蚀淤积、海底地形地貌变化与稳定性、建设工程与海洋水动力条件变化的相互作用以及海平面变化等;建立基于地质环境的风暴潮预警系统;建立监测新构造运动的大地形变监测网和重点地区的地应力监测站,开展重点地段的跨断层高精度水准测量。全面整合各类地

质环境综合监测网,着力构建以评价区域地质环境变化为主要目标的综合监测系统,形成权威数据,做出权威评价。

### 3.5 构建三维可视化地质环境信息服务平台

建设功能强大完备的地质环境信息服务平台,实现地质环境信息由分散到集中管理、由平面到三维可视化、由单纯专业研究到多元服务的转变,做到地质环境“信息化、立体化、智能化、可视化、实用化”。地质环境信息平台应该具有地质数据采集、管理维护、分析评价、共享与服务、成果汇报与展示等功能。

致谢:本文撰写过程中得到了中国地质调查局殷跃平副总工程师、文冬光研究员、郝爱兵教授级高级工程师的指导,在此表示感谢!

### 参考文献:

- [1] 陈梦熊. 沿海地区地质环境特征与地质环境系统: 兼论“人地系统”[J]. 中国地质灾害与防治学报, 1998, 11(增刊): 81-86.
- [2] 陈梦熊. 海岸带城市地质环境特征与主要地质环境问题[C]//海岸带地质环境与城市发展论文集. 北京: 中国大地出版社, 2005: 8-14.
- [3] 王思敬, 温庆博. 海岸带城市化的环境地质问题[C]//海岸带地质环境与城市发展论文集. 北京: 中国大地出版社, 2005: 13-20.
- [4] 孙晓明, 王卫东, 徐建国, 等. 环渤海地区地下水资源与环境地质问题[C]//海岸带地质环境与城市发展论文集. 北京: 中国大地出版社, 2005: 43-66.
- [5] 殷跃平, 张作辰, 张开军. 我国地面沉降现状及防治对策研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2005, 16(2): 1-8.
- [6] 郭坤一, 于军, 方正, 等. 长江三角洲地区地下水资源与地质灾害[C]//海岸带地质环境与城市发展论文集. 北京: 中国大地出版社, 2005: 285-294.
- [7] 何庆成, 刘文波, 李志明. 华北平原地面沉降调查与监测[J]. 高校地质学报, 2006, 12(2): 195-209.
- [8] 文冬光, 吴冀定, 张二勇. 中国海岸带主要环境地质问题[C]//海岸带地质环境与城市发展论文集. 北京: 中国大地出版社, 2005: 29-35.

责任编辑: 张若琳