维普资讯 http://www.cqvip.com

第21卷第4期
2006年12月

灾 害 学
JOURNAL OF CATASTROPHOLOGY

Vol. 21 No. 4
Dec. 2006

我国沿海地区地质灾害现状及宏观防治对策

龚习炜，龚志红

（成都理工大学 环境与土木工程学院，四川 成都 610059）

摘要：在我国人口密集、经济发达的沿海地区，地质灾害普遍发育，其造成的危害和损失不容轻视。地面沉降、水土流失、海水入侵等是沿海地区典型的地质灾害类型。根据不同地质灾害类型的分布情况，可将沿海地区地质灾害划分为华北沿海-长江下游和东南-华南沿海两个区域。应采取严格控制地下水开采量等有针对性的措施，对沿海地区不同地质灾害进行有效防治。

关键词：沿海地区；地质灾害；防治对策

中图分类号：P642.2　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1000-811X(2006)04-0079-05

0 引言

我国是世界上地质灾害最严重的国家之一。从总体分布上看，我国中西部地区地质灾害最为严重，其造成极大的人员伤亡和财产损失；东部及南部沿海地区地质灾害发生的频率和危害程度不及中西部地区。但沿海地区是我国人口密集、经济发达的地区，在国民经济中具有重要的战略地位，地质灾害带来的人员伤亡和财产损失不可轻视。

海滨城市大连，1998年5月、8月大暴雨后，多处斜坡岩土体发生滑坡崩塌地质灾害，造成很大损失[1]；华东地区的镇江，随着城市建设事业的迅猛发展，许多建筑傍山而建，或大规模开挖山体而建，由此引发了一系列滑坡和其他斜坡体的变形与破坏，近年来仅发生的灾害性滑坡就有4起之多，直接整治费用达数百万元[2]；2004年8月浙江温州遭遇台风“云娜”的袭击，引发了乐清泥石流致数十人死亡。同年12月，温州市高速公路乐清段发生山体崩塌事故；华南地区的香港，自1950年以来，滑坡地质灾害已导致460多人死亡，最严重的是1972年6月18日的一次滑坡，导致死亡人数高达250人之多[3]。

由此可见，我国沿海地区地质灾害不容轻视，必须正确认识和分析其地质灾害现状及分布规律，并针对不同的地质灾害提出经济可行的防治措施。

1 沿海地区地质灾害概况

1.1 地面沉降

据有关资料统计，在我国已经发生地面沉降的城市中，有70%是沿海城市。在全国沉降幅度超过1 m的城市中，沿海城市占75%[4]。其中累计沉降量达2 m以上的有天津、上海、苏州、无锡、常州等城市，1～2 m的有沧州等城市，0.5～1 m的有北京、嘉兴等城市。

发生地面沉降的城市或地区，有的孤立存在，有的则密集成群或断续相连，形成大面积的地面沉降区。目前主要有以下几个沉降区[5]：辽河平原的沈阳—营口地面沉降区；黄淮海平原北部的天津—沧州—衡水—德州—滨州—东营—潍坊地面沉降区，该区为我国沉降范围最广、沉降幅度最大的地区；黄淮海平原南部的徐州—滨州—东营—潍坊地面沉降区；长江三角洲的上海—苏州—无锡—常州—镇江—南通地面沉降区。

1.2 海水入侵

滨海地区因长期超强度开采地下水或矿井地下水强烈疏干等原因，造成地下水位大幅度下降，甚至低于海平面，地下水与海水的动力平衡遭到破坏，海水沿地下孔隙、裂隙或溶蚀孔洞向陆地扩侵，地下淡水资源遭到严重破坏。因此，沿海地区的海水入

* 收稿日期：2006-04-24

作者简介：龚习炜（1982-），男，江苏扬中人，硕士研究生，主要从事地质工程及岩土工程方面的研究.
Email：gongxiwei0818@yahoo.com.cn

维普资讯 http://www.cqvip.com

侵现象较为严重。

海水入侵主要分布于滨海平原、河口三角洲平原及海岛地区。沿海岸线由北向南发现海水入侵的主要地区有：辽东半岛、山东半岛、苏北平原、上海市、浙江宁波市、广西北海市等。其中以山东半岛和辽东半岛最为严重[6]。

山东省莱州湾、胶州湾沿海地区，是近年出现的海水入侵灾害最为严重的地区，主要发生在莱州市、龙口市、烟台市，其次为青岛市、胶州市、招远县等[7,8]。辽宁大连市、河北秦皇岛北戴河沿岸等地区亦较为严重。

此外在广西涠州岛等地亦有小面积海水入侵活动发生。

1.3 崩塌、滑坡和泥石流

东部沿海地区、华北地区、华南和东南相对隆起的地带，在地貌上为丘陵山区，受物理、化学风化作用影响，往往发育很深的风化带，常造成崩塌、滑坡和泥石流灾害，多发区主要为京津唐地区、浙北、华南和东南沿海的仙霞岭、武夷山等地区[9]。

如1995年燕山地区的强降雨，使唐山市北部山区迁西县泥石流群发区再次发生泥石流；滑坡是浙江省最为严重的地质灾害，其不仅分布于山地、丘陵，在城镇附近、沿海码头亦时有发生，对国民经济和人民生命财产造成了很大损失。经调查统计，到目前为止，浙江省共发现滑坡灾害点1 000多处[10]；福建闽南三角开发区也是滑坡的多发区，其中以小型残坡积土质滑坡为主，沿山坡、公路和铁路斜坡等处分布，如龙海观音山滑坡、德化县石山滑坡等，其中德化县石山滑坡方量达到了10万 m^3[11]。

1.4 水土流失

在沿海地区，水土流失主要分布在山东半岛和辽东半岛。

山东省水土流失主要发生在中南、胶东中低山丘陵区。其中平邑、费县、蒙阴、沂水、沂南等县最为严重。据有关资料统计[8]，山东省每年因水土流失造成的经济损失在10亿元以上，主要河道平均每年淤积泥沙1.19万 m^3/km^2，水库、湖泊、塘坝每年淤积6 900万 m^3/km^2。

卫星遥感调查表明，辽宁省水土流失面积达511.6万 hm^2，占全省土地面积的35%，该比例列全国第7位。水土流失面积中，轻度侵蚀面积占68%，中度侵蚀面积占25%，强度侵蚀和极强侵蚀面积占7%[12]。

1.5 岩溶塌陷

沿海地区岩溶塌陷主要分布在华北沿海的辽东半岛、山东半岛的烟台以及东南沿海的福建、广东等省[13]。其中以广东等省最为严重。截止1998年，广东沿海岩溶塌陷主要出现在茂名、阳春、潭水、肇庆、台山、广州三元里及深圳等地[14]。如广州市广花盆地江村水源地，由于过度开采地下水，引起地下水位下降，1966～1969年出现16处塌陷，1970年出现10处，1970～1979年出现2处，其中1972年出现的塌陷有17处深达400 mm。

其它局部地区亦有轻微的岩溶塌陷，如1999年7月，江苏省南京市某水泥厂职工宿舍继1997年7月发生岩溶地面塌陷后，再度发生塌陷，据现场调查，该塌陷的产生主要是长期抽取地下水造成的。

1.6 地裂缝

地裂缝在沿海地区虽然不是广泛发育，但在江苏、山东等地区还是有一些规模不大的地裂缝发育带。江苏的苏州、无锡、常州等地，地裂缝伴随着地面沉降而发育；地裂缝在山东主要分布在渤海平原区、烟台、青岛等地[15,7]。

地裂缝对房屋和工程建筑造成了严重危害。如1999年江苏省江阴市长泾镇镇西端的地裂缝，裂缝宽约40 m，长约400余 m，所经之处造成房屋开裂和墙体撕裂，并产生地面沉降差异。该地裂缝不仅在经济上造成上千万元的损失，而且造成了当地群众的恐慌心理。

1.7 矿井地质灾害

在矿产资源开采中，会发生多种地质灾害，以煤矿矿井地质灾害种类最多，活动最强烈，其主要类型有矿井突水、冲击地压、矿井热害等。矿井突水以河北、山东等地区的一些煤矿最为严重；冲击地压以北京、辽宁地区的一些矿井最为严重；矿井热害以江苏等地的一些煤矿、铁矿等最为严重。

矿井地质灾害不但造成严重的人员伤亡，而且危害矿山设备和工程设施，破坏矿产资源和矿区环境。长期进行采矿，会使该区地质灾害现象频繁发生，造成地面沉降、滑坡和地下水污染等其它地质灾害。

1.8 特殊岩土工程地质灾害

沿海地区特殊岩土主要是指淤泥质软土，分布在东部沿海平原。该区第四系松散层达300～500 m，60 m内由海陆交互地层组成，晚更新世和全新世海侵形成了较厚的淤泥质海相层[16]。尤其是全新统海相层厚达8～15 m，埋深仅0～5 m，层位稳定，且均在工程建筑地基影响范围内。岩性饱水、松软、承载力低，建筑物易产生不均匀沉降。除此之外，淤泥质软土还常造成边坡失稳。

维普资讯 http://www.cqvip.com

1.9 土地盐渍化

主要分布在东部滨海地区，以辽宁、河北、天津、山东、江苏等地区最为严重。土地盐渍化使得农田耕作区耕地质量下降，农作物减产，甚至无法耕种，一些地区农业生产因此受到严重影响。例如，山东省每年因盐渍化造成的经济损失达20亿元以上。此外，盐渍化还对生态环境产生一定影响。

2 沿海地区地质灾害形成条件与区域分布规律

2.1 形成条件

2.1.1 自然条件

(1) 地形地貌

我国沿海地区地形地貌以平原和丘陵为主，包括辽河平原、长江下游平原、辽东丘陵、山东丘陵以及江南丘陵。

地面沉降主要发生在沿海平原一带。海水入侵和海岸侵蚀发生在滨海地带。水土流失主要发生在丘陵地区。崩塌、滑坡和泥石流主要发育在沿海低山丘陵地区，其中泥石流多发育在低山丘陵向平原过渡的地区。地裂缝主要发育在山前倾斜平原。土地盐渍化主要发生在地势低平的沿海平原。

(2) 地质条件

主要包括地质构造活动、岩土性质及结构、地下水活动及水文地质条件等。这些因素不仅是各种地质灾害形成的基础条件，而且是一些地质灾害活动的直接诱发因素。

沿海地区自第三纪始新世以来即为地壳持续下降区，第四纪以来沉降速度加快，新构造运动以地壳持续下降为主[17]。因此，构造活动是引起沿海地区地面沉降的主要原因之一。

形成岩溶塌陷的岩石均为岩溶发育的碳酸盐岩，其或者裸露地表，或者上覆厚度不大的第四系沉积物。发生工程地质灾害的岩土主要为淤泥质软土。

在断裂构造发育的地带，岩土结构不完整，岩石破碎，不仅是崩塌、滑坡和泥石流多发区，而且也是地裂缝以及水土流失等灾害多发区。

强烈的地下水活动不仅加速了崩塌、滑坡和泥石流的发生，而且也是导致地面沉降、塌陷、地裂缝以及矿井突水、海水入侵等地质灾害的直接原因。

(3) 气候条件

主要有降水、气温和风等因素。对沿海地区地质灾害影响最大的气候条件是降水。

暴雨是导致水土流失的重要外动力因素，同时也是诱发滑坡和泥石流的主要因素。此外，暴雨对地面塌陷、地裂缝、矿井突水等地质灾害也有重要影响。

(4) 植被条件

植被的严重破坏是导致水土流失以及滑坡和泥石流发生的重要因素，这些灾害均发生在植被稀少的地区。

2.1.2 人为因素

除自然因素外，人为因素也是导致地质灾害发展的一个重要因素。

人类工程活动会直接引发多种地质灾害，如过量开采地下水引起地面沉降、地面塌陷、地裂缝、海水入侵；地下采矿引起多种矿井地质灾害；在公路、桥梁、房屋等工程建设中因开挖、加载等人为因素而导致滑坡；不合理的农田灌溉引起土地盐渍化；滨海挖沙加剧海岸侵蚀等。

另外，一些人类活动使自然环境恶化，进而导致一些地质灾害的发生和加剧。如过量开发利用水资源、乱砍滥伐，使水资源、土地资源和植被遭到破坏，导致水土流失等灾害不断加剧。这种作用虽然不一定会直接引发地质灾害，但由于对区域环境的破坏，对地质灾害活动有着更加广泛深远的影响。

2.2 区域分布规律

根据沿海不同地区地质灾害类型、发育程度、主要危害对象、破坏损失程度不同，大致将沿海地区地质灾害划分为华北沿海-长江下游区（Ⅰ区）和东南-华南沿海区（Ⅱ区）两个区域（图1）。

(1) Ⅰ区：华北沿海-长江下游区

分布范围：辽宁、北京、天津、河北、山东、江苏、上海。

地质灾害形成的自然条件和社会经济条件：该区主要为平原、丘陵和低山，地形起伏和切割不剧烈，部分地区地震和新构造活动比较强烈。大部分地区属温带湿润或亚干旱气候。人口密度高，城镇和工程设施密集，社会经济发达，人类活动对地质自然环境影响强烈。

主要地质灾害：地面沉降、地面塌陷和地裂缝灾害，部分地区滑坡、泥石流灾害比较严重，大部分煤矿有突水、瓦斯突出等灾害，局部沿海有海水入侵灾害。

典型事例：天津市地面沉降、上海市地面沉降、苏锡常地面沉降、唐山市地面塌陷、开滦煤矿突水、山东半岛海水入侵等。

(2) Ⅱ区：东南-华南沿海区

维普资讯 http://www.cqvip.com

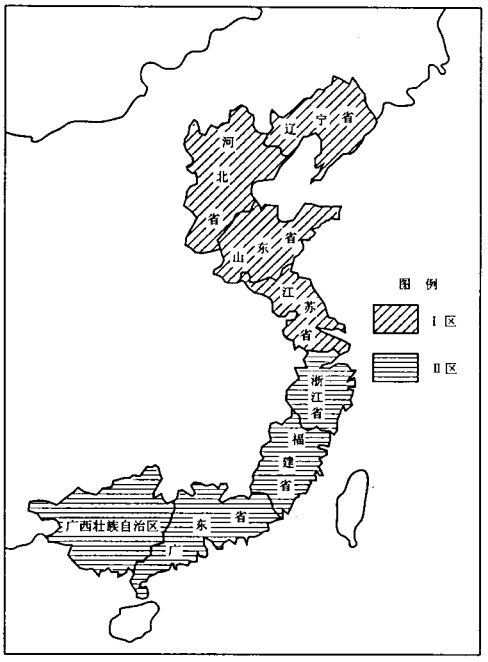


图1 我国沿海地区地质灾害分区示意图

分布范围：浙江、福建、广东、广西东部。

地质灾害形成的自然条件和社会经济条件：该区主要为低山、丘陵和滨海盆地，部分地区地形起伏比较剧烈。东南沿海部分地区地震和新构造活动强烈。属亚热带、热带湿润气候，降水丰富，暴雨比较强烈。大部分地区人口密度高，城镇和工程设施密集，社会经济比较发达，人类活动对地质自然环境影响比较强烈。

主要地质灾害：部分地区地面塌陷、崩塌、滑坡和泥石流灾害以及矿井灾害和水土流失比较严重，少数城市发生地面沉降。

典型事例：浙江建德铜矿突水、福建鹰厦铁路滑坡等。

3 沿海地区地质灾害宏观防治对策

3.1 华北沿海-长江下游区地质灾害宏观防治对策

该区主要地质灾害是由于过量开采地下水资源和煤炭资源引起的地面沉降、地面塌陷、海水入侵；其次是部分地区的水土流失和泥石流灾害。主要防治措施如下：

严格控制地下水的开采量，加强沉降区地下开采方面的统一管理，用人工灌水补充地下水量，提高地下水位，缓和地面沉降速率，并进行地下水的采、灌数学模型研究，从而指导城市的地下水合理开发利用。对于海水入侵，要利用计算机、网络传输和3S（GPS、GIS、RS）等高新科技[18]建立完善的海水入侵报警系统，引水回灌，采取多方位的节水措施。在进行城市和重大工程建设时，一方面尽量避让灾害危险区，另一方面要防止建设活动诱发地质灾害的发生。

3.2 东南-华南沿海区地质灾害宏观防治对策

该区主要地质灾害是水土流失、崩塌、滑坡和泥石流灾害以及地面塌陷。这些地质灾害除少量分布在一些城镇、矿区外，主要分布在山区农村。地质灾害防治重点是危险性较高的城镇和矿区，主要防治措施如下：

对于水土流失，要加快生态工程建设速度，遵循自然规律，保护天然资源，植树造林，提高地表覆盖率，修建池塘、水库等涵蓄水源，减少地表径流，巩固土壤表层。对于崩塌、滑坡和泥石流灾害，主要是避免在不稳定山体上兴建楼房、工厂，禁止大量堆砌填土石和矿渣，严禁乱砍滥伐，对于开挖坡脚而建的建筑，应及时对坡体进行加固。对于地面塌陷，应合理采用防渗工程，防止地表水及雨水的渗入，对已成土洞的岩溶洞隙，及时进行有效的地下加固。

4 结语

地质灾害给人类带来的损失是巨大的。在人口密集、经济发达的沿海地区，地质灾害种类繁多，发生频繁，造成的人员伤亡和财产损失不容轻视。因此，深化地质灾害调查，加大地质灾害防治力度，加强地质灾害减灾管理，深化减灾科学研究等是现阶段地质灾害防治的主要任务，也是沿海地区经济可持续发展的重要保障。

参考文献：

[1] 杨绍南. 大连城市区斜坡岩土体运动地质灾害防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报，2000，11(2)：10-13.

[2] 韩爱民，夏佳，秦素娟. 镇江市土坡稳定性划分及分析评价[J]. 南京建筑工程学院学报，1998，45(2)：69-73.

[3] 阚京梁. 香港的斜坡灾害及防治[J]. 天津建设科技，2001，(1)：36-40.

[4] 刘玉海. 21世纪中国沿海城市面临的主要地质灾害问题[J]. 中国地质灾害与防治学报，1998，9(S0)：120-126.

[5] 李烈容. 中国地质灾害与防治[M]. 北京：地质出版社，2003. 44-47.

[6] 张蕾，杨联安，李月臣，等. 山东省海水入侵灾害危险性评价的GIS方案设计[J]. 灾害学，2003，18(4)：12-16.

[7] 王红霞，郭玉贵. 山东沿海及近海地区主要地质灾害类型分析[J]. 中国海洋大学学报，2005，35(5)：751-756.

维普资讯 http://www.cqvip.com

[8] 石宝玉，胡惠萍. 山东省主要地质灾害及防治[J]. 山东国土资源，1998，14(2)：46-51.
[9] 李相然. 沿海城市环境地质灾害的主要类型、特点及防灾对策研究[J]. 中国地质灾害与防治学报，1997，8(2)：92-94.
[10] 王洲平. 浙江省地质灾害现状及防治措施[J]. 灾害学，2001，16(4)：63-66.
[11] 黄春鹏，刘志逊，苏茂凯. 福建省地质灾害的现状及防治对策[J]. 地质灾害与环境保护，2000，11(1)：27-30.
[12] 候俊华. 辽宁水土流失状况及其防治[J]. 新农业，2001，(8)：4-5.
[13] 肖和平，潘芳喜. 地质灾害与防御[M]. 北京：地震出版社，2000. 123-128.
[14] 闫满存，王光谦，李保生. 广东沿海陆地地质灾害及其防治对策[J]. 地理学与国土研究，2001，17(4)：85-90.
[15] 徐玉琳，王则任. 江苏省地质灾害及防治[J]. 中国地质灾害与防治学报，1999，10(3)：109-116.
[16] 杨锦贤，耿久月. 中国沿海平原地质环境和地质灾害[J]. 科学对社会的影响，1995，(2)：14-19.
[17] 朱建军. 环渤海地区地面沉降成因分析与对策研究[J]. 灾害学，2000，15(2)：52-55.
[18] 李扬帆，朱晓东，邹欣庆，等. 我国海岸带环境灾害的基本特征与减灾对策[J]. 灾害学，2005，20(1)：65-66.

Current Situation of Geo-hazards and Macroscopic Preventive Measures in the Littoral in China

GONG Xi-wei and GONG Zhi-hong

(*College of Environment and Civil Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu* 610059, *China*)

Abstract: There are a lot of geo-hazards in densely-populated and economically-developed littoral in China. The damage they result in can not be despised. Ground-subsidence, soil-erosion and seawater-intrusion are typical geo-hazards in littoral. According to the distribution of different geo-hazards, we divide the coastal geo-hazards into two areas, respectively named the littoral of North China -lower reaches of Yangtze River and the littoral of Southeast-South China, where we should take appropriate countermeasures, such as strictly controlling the exploitation of groundwater to prevent and remedy different geo-hazards in littoral.

Key words: littoral; geo-hazard; countermeasures