

天津滨海新区海岸带地质灾害危险性评价

乔吉果^{1,2}, 宫少军^{1,2}, 赵卫^{1,2}

(1. 天津市海洋地质勘查中心, 天津 300170; 2. 天津华北地质勘查局地质研究所, 天津 300170)

摘要:滨海新区是天津经济增长极, 随着新区内工程建设规模日益扩大及经济建设快速发展, 灾害地质严重与否已成为新区发展的重要制约因素之一。本文通过对区内断裂、地震、沉降、软弱土、液化砂土等灾害特征进行归类, 建立滨海新区海岸带灾害地质危险性评估体系, 运用层次分析法按照无危险度、较低危险度、中危险度、较高危险度、高危险度5个等级, 对滨海新区灾害地质危险性进行量化综合评价。

关键词:滨海新区; 海岸带; 灾害地质; 层次分析法; 评估

文章编号:1003-8035(2014)02-0110-05

中图分类号:P642.22

文献标识码:A

0 引言

灾害地质指对人类生命财产能够造成危害的地质因素, 即有可能成灾的各种地质条件, 包括某些地质体和地质作用。这一概念表示灾害未必会发生, 而是可能已发生, 或可能只是一种潜在威胁^[1-2]。相对陆地地质灾害来说, 涉及更大的范围和广度。沿海地区地质灾害类型多, 灾害产生的原因也较为复杂, 滨海地区在大规模的建设中经常会遇到各种地质构造和不良的地质环境, 它们给工程的稳定和正常使用带来了潜在的危害。本文主要以滨海新区为研究对象, 运用层次分析法, 将海岸带灾害地质归为七种灾害, 建立评价指标体系, 进行危险性综合评价, 为滨海新区海岸带经济发展和工程建设提供科学依据。

1 研究区概况

滨海新区位于渤海湾西岸(图1), 北起涧河口, 经汉沽、塘沽、大港三区, 止于歧口, 海岸线153.33km, 人口约248.21万; 气候属于温带半湿润大陆季风型气候, 年平均气温12.3℃。1月份最冷, 7月份最热, 年平均降水量为550~680mm, 夏季降水量占全年降水量的80%。

滨海地区地势低平, 陆地地面标高一般为0~2.0m, 最低为-1m, 地面坡度小于1/10000, 是我国典型的淤泥质海岸岸段; 西部陆域为海积冲积低平原和海积低平原, 由海侵层和河流冲积层交互形成; 海积低平原沿海岸呈带状分布, 主要由滨海盐滩、泻湖洼地构成, 地表以淤泥质粘性土为主, 土壤盐渍化严重; 东部海域与陆地之间相隔平坦宽阔的潮间带(潮滩), 宽约3~7.3km, 坡度0.4‰~1.4‰, 潮滩向海域自然延伸形成宽缓的海底, 平均坡度约0.4‰~0.6‰^[3]。区内灾害地质特征分布复杂: 海河断裂、

大神堂、沧东断裂均为全新世活动断裂, 活动性较强, 地面沉降、土壤盐碱化、岸线侵蚀、港湾淤积、风暴潮等灾害频发, 成为制约区域经济发展的关键因素^[4]。

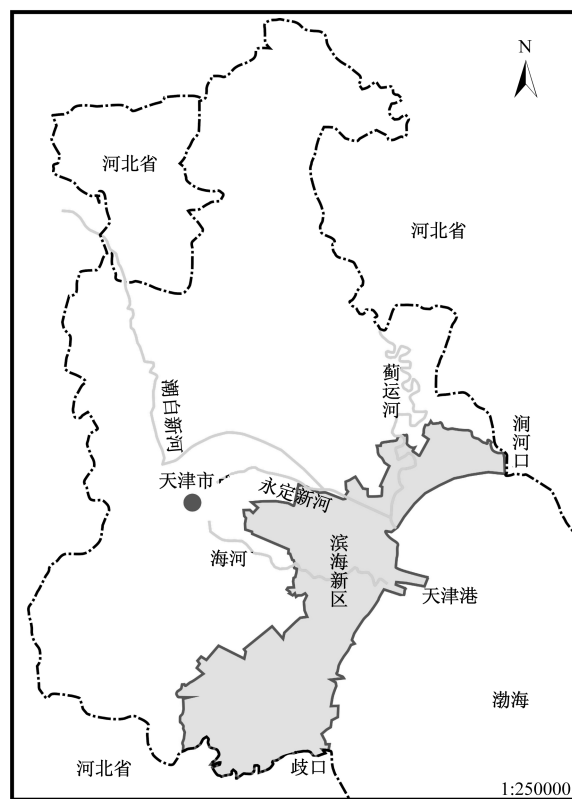


图1 滨海新区位置图

Fig. 1 Position of Binhai New Area

收稿日期: 2013-05-24; 修订日期: 2013-09-17

基金项目: 天津市海岸带灾害地质预报技术(KJXH2011-18)

作者简介: 乔吉果(1983—), 男, 硕士, 研究方向为海洋地质、海洋环境科学。

E-mail: jgqiao2010@163.com

2 研究方法及数据来源

2.1 研究方法

本文主要运用层次分析法(AHP),该方法是将定量和定性相结合起来的一种方法,用决策者的经验判断各衡量目标能否实现的标准之间的相对重要程度,并合理地给出每个决策方案的每个标准的权数,利用权数求出各方案的优劣次序;可以使用较少的定量信息使决策的思维过程数学化,从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法,此方法已被广泛用于地震、地面沉降、海水入侵、地壳稳定性评价及区划等方面^[5-8]。

2.2 数据来源

数据主要源于滨海新区近海海底地质灾害图、滨海新区地震动峰值加速度区划图、滨海新区海底地貌图、地面沉降分布图、滨海新区腐蚀性分区图、滨海新区地壳稳定性区划、滨海新区地震烈度分区、天津滨海新区地震断裂危险性分区(1:20 万)。

3 评价指标体系建立

3.1 选择评价因子

灾害地质危险性是反映灾害地质危害程度的综合指标,受多种因素影响和制约。本文将按照层次分析法原理,将滨海新区灾害地质因子按照准则层、指标层、子指标层三级标准进行分级(表 1)。

3.2 评价因子权重

影响灾害地质的各因素对危险性斜坡破坏评估的作用有大小之分,因此,分析指标体系中的各项因素的相互作用和相互联系,确定它们在评价体系中的相对地位和相对影响即所占的权重,是正确进行危险性评价的重要条件。本文利用层次分析法来确定评价因子的权重。采用 10 分值,对海岸带七种灾害地质进行打分,并计算权重,专家打分见表 2;经过相对简单的过程,确定断裂构造因子权重 0.28,地震因子 0.31,地面沉降因子权重 0.13,软土因子权重 0.07,液化砂土因子权重 0.08,水土腐蚀因子权重 0.07、海岸侵蚀因子权重 0.06。

3.3 构建评价指标判别标准

危险性评估常用分级方法为逻辑信息分类法和特征分类法^[1,9],将级别划分为三级或五级。在本项研究中,采用五值逻辑分类体系,将滨海海岸带灾害地质危险性划分为五个等级,即

表 1 层次分析指标^[1]
Table 1 Analytic hierarchy inde

准则层	指标层	子指标层
断 裂 构 造 F1	断裂时代	晚更新世以来的断裂(缓冲 5km)
		第四纪以来的断裂(缓冲 5km)
		新近纪以来的断裂(缓冲 5km)
地 震 F2	地震震级	<3 级,范围 3km
		3~4 级,范围 5km
		4~5 级,范围 7km
		>5 级,范围 9km
地 面 沉 降 F3	地震烈度与动 峰值加速度	Ⅵ级烈度/0.1g
		Ⅵ级烈度/0.15g
		Ⅶ级烈度/0.20g
		累计沉降量 <500mm
		累计沉降量 500~800mm
沙 土 液 化 F4		累计沉降量 800~1000mm
		累计沉降量 >1000mm
		非液化区
软 弱 土 F5		液化区
		厚度 <2.5m
		厚度 2.5~5m
		厚度 5~7.5 m
		厚度 7.5~10 m
水 土 腐 蚀 F6	土壤盐碱化	厚度 >10m
		轻盐渍化
		中盐渍化
		强盐渍化
		盐渍化
海 岸 侵 蚀 F7	腐蚀性	无腐蚀性区
		弱腐蚀性区
		中腐蚀性区
		强腐蚀性区
		侵蚀速率 <8m/a
		侵蚀速率 5~8 m/a
		侵蚀速率 2.5~5 m/a
		侵蚀速率 >2.5 m/a

表 2 专家打分表
Table 2 The expert scoring table

专家	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
1	7	9	4	2	4	2	3
2	8	9	5	3	2	3	2
3	9	8	3	2	3	2	4
4	8	10	4	1	3	1	3
5	7.5	9	2	2	2	2	2
6	8	8	5	3	2	3	2
7	7	9	3	2	2	2	3
8	9	8	4	3	2	2	3
小计	63.5	70	30.5	16	17	16.5	13.5
权重	0.28	0.31	0.13	0.07	0.08	0.07	0.06

无危险(0 < A ≤ 0.10)、较小危险度(0.11 < A ≤ 0.30)、中危险度(0.31 < A ≤ 0.50)、较强危险度

($0.51 < A \leq 0.75$)、强危险度($0.76 < A \leq 1.0$);对于评价中的指标必须量化,首先将各个因子按照对灾害危险贡献值大小,在 Spatial Analyst 中选择 Reclassify 进行重新分类,将每个指标分为 1、2、3、4、5 等级,分别对应的危险性等级为无危险、较小危险、中危险、较高危险和高危险。

4 滨海新区海岸带地质灾害危险性评价

评价前先建立基础网格单元,根据天津海岸带范围,建立 $2000\text{m} \times 2000\text{m}$ 的网格单元,将天津海岸带划分为 640 个网格单元。将各个因子按照 10 分制进行打分(表 3~8),并与基础网格单元进行叠加分析,确定各个单因子评价。之后按照权重对每个单元的参数进行加权叠加,并对所有单元的数据进行归一化处理,经分级形成综合评价图(图 2)。

根据综合危险性评价结果(图 2),滨海新区海岸带

表 3 构造因子要素分值
Table 3 The structure factor score table

因子	要素	缓冲区	分值
断裂时代	晚更新世断裂	5km	10
	第四纪断裂	5km	5
	新近纪断裂	5km	3

表 4 地震活动因子要素分值表
Table 4 The seismicity factor score table

因子	要素分级	分值
地震震级	小于 3 级,范围 3km	2
	3~4 级,范围 5km	4
	4~5 级,范围 7km	6
	大于 5 级,范围 9km	8
	Ⅶ级烈度/0.1g	3
地震烈度与 动峰值加速度	Ⅶ级烈度/0.15g	5
	Ⅷ级烈度/0.20g	7

表 5 地面沉降因子要素分值表
Table 5 The ground subsidence factor score table

因子	评价要素	分值
地面沉降	累计沉降量 < 500mm	3
	累计沉降量 500~800mm	5
	累计沉降量 800~1000mm	7
	累计沉降量 > 1000mm	9

表 6 砂土液化与软弱土因子要素分值
Table 6 The liquefaction of sand and soft soil factor score

因子	子要素	分值
液化砂土	非液化区	1
	液化区	7
软弱土	厚度小于 2.5m	1
	厚度 2.5~5m	3
	厚度 5~7.5 m	5
	厚度 7.5~10 m	7
	厚度大于 10m	9

表 7 水土腐蚀因子要素分值表
Table 7 The soil corrosion factor score table

因子	子要素	分值
土壤盐碱化	轻盐渍化	1
	中盐渍化	3
	强盐渍化	5
	盐渍化	7
腐蚀性	无腐蚀性区	0
	弱腐蚀性区	3
	中腐蚀性区	5
	强腐蚀性区	7

表 8 海岸侵蚀因子要素分值表
Table 8 The coastal erosion factor score table

因子	子要素	分值
海岸侵蚀	侵蚀速率 > 8m/a	9
	侵蚀速率 5~8 m/a	7
	侵蚀速率 2.5~5 m/a	5
	侵蚀速率 < 2.5 m/a	3

灾害地质危险性较大的区域主要分布在沿海岸带及北部汉沽地区。危险度由南向北逐渐增强,距离海岸越近危险度越大,并且各范围危险性分布相对集中,变化趋势明显,与所在权重较大的断裂构造、地震活动、地面沉降等有关。

无危险区面积较小,分布在大港西南侧,较小危险区分布范围较广,集中在大港南侧,塘沽西侧及沿海围填海区域,中等危险区分布在大港、塘沽、汉沽中部地区,较强危险区分布塘沽西侧部分区域及汉沽茶淀-双桥区域;强危险区主要分布汉沽大神堂、小神堂区域,面积统计见表 9。

表 9 滨海新区海岸带灾害地质危险面积统计
Table 9 The Binhai New Area of coastal
geohazards risk area statistics

分区	面积	百分比 (%)
无危险性	7.936	0.31
危险性较小	1512.71	59.09
危险性中等	796.16	31.10
危险性较强	226.30	8.84
危险性强度	16.89	0.66

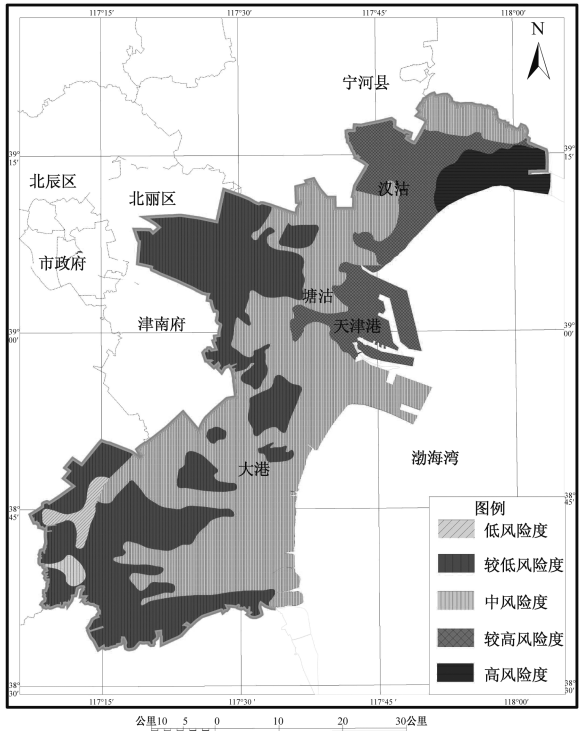


图 2 滨海新区海岸带地质灾害危险综合评价
Fig. 2 The comprehensive risk assessment of
geological disasters in Binhai coastal map

5 结论

(1)根据专家咨询打分,两两对比影响因子对灾害地质危险的影响程度,采用 10 分值打分,计算各个评价因子权重,结果表明地震活动构造地面沉降等因子对滨海新区灾害地质危险影响较大。

(2)基于 GIS 平台开发评估软件进行灾害地质危险评估,将研究区灾害地质危险分为无危险、较低危险度、中危险、较高危险、高危险五个级别,其中无危险区主要分大港湿地西南侧,面积约 7.936km²;较小危险区集中在大港南侧,塘沽西侧及沿海围填海区域,面积约 1512.71 km²,中等危险区分布在大港、塘沽、汉沽中部地区,面积约 796.16 km²;较强危险区

分布塘沽西侧部分区域及汉沽茶淀-双桥区域,面积约 226.30 km²;强危险区主要分布汉沽大神堂、小神堂区域,面积约 16.89 km²;总体来说,滨海新区海岸带无危险区所占比例最小,其次是强危险度,所占比例最多的是较小危险度,其次是中等危险度。

参考文献:

[1] 杜军,李培英.中国海岸带灾害地质稳定性区划[J].自然灾害学报,2008,17(4):1-6.
DU Jun, LI Peiying. Stability zoning of hazard geology in coastal zone of China [J]. Journal of Natuml Disasters, 2008,17(4):1-6.

[2] 钟兆站.中国海岸带自然灾害与环境评估[J].地理科学进展,1997,16(3):44-50.
ZHONG Zhaozhan. Feature and evaluati on of natural d isasters and environm ent in the coastal zones of china [J]. Progress in Geography. 1997,16(3):44-50.

[3] 天津市海岸带国土资源综合地质调查报告[M].天津市地质调查研究院,2006:30-40.
The report of comprehensive geological survey of land and resources in Tianjin coastal zone[M]. Tianjin Institute of geological surveys, 2006:30-40.

[4] 乔吉果,詹华明,龙江平,等.天津市沿海涉海工程的自然灾害风险分析[J].中国地质灾害与防治学报,2012,23(4):53-59.
QIAO Jiguo, ZHAN Huaming, LONG Jiangping, et al. Natural hazards risk assessment for the related project in the coastal of Tianjin. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control,2012,23(4):53-59.

[5] 胡蓓蓓,姜衍祥.天津市区及近郊区地面沉降灾害风险评估与区划.中国人口·资源与环境,2008,18(4):29-34.
HU Beibei, JIANG Yanxiang. Assement and aonation of land subsidence disaster risk in urban and suburb of Tianjin [J]. China Population Resources and Environment, 2008,18(4):29-34.

[6] 杜建军,马寅生.京津地区区域地壳稳定性评价[J].地球学报,2008,29(4):502-509.
DU Jianjun, MA Yinsheng. The evaluation of regional crustal stability in Beijing and Tianjin area [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2008,29(4):502-509.

[7] 许冲,戴福初,姚鑫. GIS 支持下基于层次分析法的汶川地震区滑坡易发性评价[J].岩石力学与工程学报,2009,28(2):3978-3985.
XU Chong, DAI Fuchu, YAO Xin. GIS based landslide

- susceptibility assessment using analytical hierarchy process in wenchuan earthquake region [J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2009, 28 (2): 3978 - 3985.
- [8] 乔吉果, 龙江平, 许冲. 基于模糊数学方法的长江三角洲滨海地区海水入侵现状评价[J]. 海洋学研究, 2011, 29(4): 57 - 64.
- QIAO Jiguo, LONG Jiangping, XU Dong. Evaluation for the present status of seawater intrusion in the coastal areas of hangjiang River Delta with fuzzy mathematic method [J]. Journal of Marine Sciences, 2011, 29(4): 57 - 64.
- [9] 李媛媛, 李晋. 基于 3S 技术的地质灾害监测信息系统构建[J]. 灾害学, 2006, 21(4): 27 - 30.
- LI Yuanyuan, LI Jin. Design of geological hazard monitoring information system based on 3S technologies [J]. Journal of Catastrophology, 2006, 21(4): 27 - 30.

Risk assessment of disaster geology in Binhai new area

QIAO Ji-guo^{1,2}, GONG Shao-jun^{1,2}, ZHAO Wei^{1,2}

(1. Survey Center of Marine Geology of Tianjin, Tianjin 300170, China;

2. The Geological Institute of Tianjin North Geological Exploration Bureau, Tianjin 300170, China)

Abstract: Tianjin Binhai New Area is the growth pole of economic development, with the rapid development of the new district construction scale expanding and the economic construction developing, geological hazard is serious or not that has become one of the important factors restricting the development of the new district. the paper has classified the Fault, seismic, soft soil, liquefaction of sand disaster characteristics by fracture, it establishes geological disaster risk assessment system in the coastal Binhai New Area using the AHP process, it divides into no degree of risk, relatively low risk, middle risk degree, high risk, relatively high risk of 5 grades, it achieves to quantitatively evaluate of geological disaster risk in the Binhai New Area.

Key words: binhai new area; the coastal zone; hazard geology; analytic hierarchy process; assessment

敬告作者和读者

为适应我国科技信息化建设的需要,扩大作者、读者学术交流渠道,本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》、《中国期刊网》及《中文科技期刊数据库》。今后,本刊将作者著作权使用费与本刊稿酬一次性付给。如果作者不同意将文章编入上述数据库,请在投稿时声明,本刊将作适当处理。谢谢!

《中国地质灾害与防治学报》编辑部