



青岛市地质灾害现状和风险评价

王帅¹, 王瑞龙², 张建伟^{3*}, 曲万隆¹

(1. 青岛地质工程勘察院(青岛地质勘查开发局), 山东 青岛 266100; 2. 青岛地矿岩土工程有限公司, 山东 青岛 266100; 3. 青岛大学环境科学与工程学院, 山东 青岛 266071)

摘要: 青岛地质环境条件较复杂, 地质灾害隐患点较多, 规模主要为小型。已发现的地质灾害种类有崩塌、滑坡和地面塌陷等3种, 其中以崩塌为主, 地面塌陷次之。地质灾害的形成受到内、外在因素及人类工程活动的影响。总结每个地质灾害隐患点的规模大小、威胁对象、危害程度、发育时间等特征, 概算出危险度和易损度, 确定灾害风险度, 提出防治建议, 为地质灾害防治工作提供科学依据。

关键词: 地质灾害; 发育现状; 风险评价; 防治措施; 青岛

中图分类号: P694 **文献标识码:** A **doi:** 10.12128/j.issn.1672-6979.2023.05.005

引文格式: 王帅, 王瑞龙, 张建伟, 等. 青岛市地质灾害现状和风险评价[J]. 山东国土资源, 2023, 39(5): 34-38.
WANG Shuai, WANG Ruilong, ZHANG Jianwei, et al. Present Condition and Risk Evaluation of Geological Disasters in Qingdao City[J]. Shandong Land and Resources, 2023, 39(5): 34-38.

0 引言

青岛市位于胶东半岛南部, 濒临黄海, 属华北暖温带季风型大陆气候, 具有海洋性气候特点。近年来受热带台风风暴影响, 极端天气频繁发生, 加之经济快速发展和人类工程活动的加剧, 地质灾害隐患的风险增大, 直接威胁着人民群众的生命财产安全, 严重影响着青岛市社会经济的可持续发展。开展地质灾害风险评价, 可以有针对性地采取预防、避让、治理等工作, 为地质灾害防治工作提供科学依据。

青岛市地质灾害调查始于2003年开展的《青岛地区生态环境地质调查》, 之后依次开展《青岛地质灾害防治规划》(2005—2020年)《平度市、莱西市、即墨市、原胶南市、崂山区1:5万地质灾害调查》《青岛地质灾害防治规划》(2015—2025年)《青岛市地质灾害排查》等工作, 这些工作查明了青岛市地质灾害发育现状和影响因素, 为后期地质灾害防治工作提供依据。本文在总结前人工作的基础上, 梳理了青岛市地质灾害现状, 探讨形成原因, 进行了风险评

价并提出了防治建议。

1 区域地质环境背景

青岛市分布崂山山脉、大泽山山脉、胶南山脉三大山系和山系之间的胶莱盆地, 地形总体表现南北两侧隆起, 西低东高, 中部低陷。

出露的地层除第四纪以外, 主要为古元古代荆山群和粉子山群, 中生代白垩系莱阳群、青山群、大盛群和王氏群, 零星分布的中太古代唐家山岩群, 以及新生代古近纪五图群的隐伏地层。

大地构造位置位于华北板块南缘苏鲁造山带胶南隆断东北部, 属胶北隆起、胶莱盆地两个三级构造单元; 构造形迹主要有褶皱构造、韧性剪切带和脆性断裂构造, 其中脆性断裂构造十分发育, 多形成于燕山晚期。

岩浆岩主要分布于三大山系等地, 发育中元古代海阳所序列, 新元古代荣成序列和月季山序列, 中生代印支期柳林庄序列, 中生代燕山晚期伟德山序列、大店序列和崂山序列^[1], 其中尤以中生代岩浆岩

收稿日期: 2022-09-30; 修订日期: 2022-12-24; 编辑: 王敏

基金项目: 青岛市地质灾害防治规划(2015—2025年); 青岛地质工程勘察院开放基金项目(2019-QDDZYKF01)

作者简介: 王帅(1984—), 男, 山东荣成人, 高级工程师, 主要从事地质工程、地质调查与资源勘查工作; E-mail: shiwuaier@126.com

* 通讯作者: 张建伟(1980—), 男, 山东高密人, 教授, 主要从事水工环地质勘查工作; E-mail: 93664399@qq.com

最为发育。

2 地质灾害隐患发育现状

根据青岛市地质灾害防治规划(2015—2025年)及最新排查、巡查成果,青岛市现存地质灾害隐患点 96 处,按地质灾害隐患点种类划分:崩塌隐患点 87 处,占总数的 90.63%;地面塌陷 7 处,占总数的 7.29%;滑坡 2 处,占总数的 2.08%(图 1)。崩塌和滑坡主要分布在崂山、大珠山、小珠山、铁镬山、大泽山等山地丘陵区,地面塌陷分布于莱西市南墅镇,胶州市洋河镇、铺集镇等地。

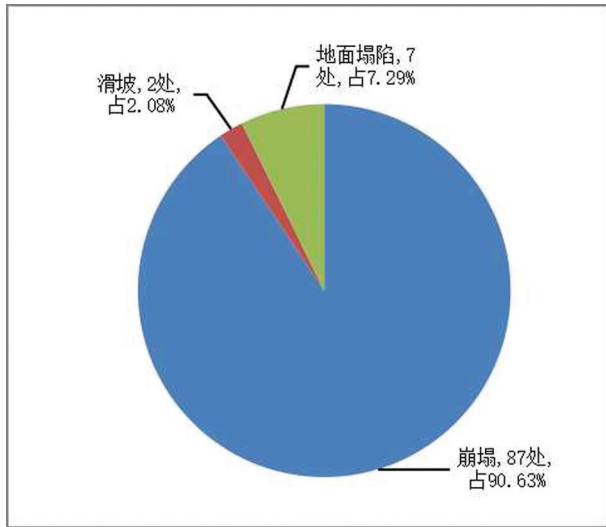


图 1 青岛市三类地质灾害隐患比例图

按地质灾害隐患点分布区域(8 区 2 县级市):市南区查明隐患点 2 处,占总数的 2.08%;市北区查明隐患点 2 处,占总数的 2.08%;李沧区查明隐患点 9 处,占总数的 9.38%;崂山区查明隐患点 28 处,占总数的 29.17%;城阳区查明隐患点 7 处,占总数的 7.29%;西海岸新区查明隐患点 28 处,占总数的 29.17%;即墨区查明隐患点 6 处,占总数的 6.25%;胶州市查明隐患点 2 处,占总数的 2.08%;平度市查明隐患点 6 处,占总数的 6.25%;莱西市查明隐患点 6 处,占总数的 6.25%。

按地质灾害隐患点规模:中型 10 处,小型 86 处(表 1)。

3 形成原因

地质灾害的形成发展与内外在因素有着密切的

关系^[2],内在因素表现为区域地质环境与构造活动相互作用的结果,外在因素包括降雨、风力与冰川等自然因素和人为因素^[2-5],降雨是诱发地质灾害的主要因素,而人类工程活动会加速地质灾害的发育程度^[6-9]。

表 1 青岛市地质灾害隐患点类型和规模分布表

区市	灾害类型和规模						总计
	崩塌		滑坡		地面塌陷		
	中型	小型	中型	小型	中型	小型	
市南	1	1					2
市北	2						2
李沧	1	8					9
城阳		7					7
崂山		28					28
西海岸	1	27					28
即墨	1	5					6
胶州					1	1	2
平度	1	3	1	1			6
莱西	1					5	6
合计	8	79	1	1	1	6	96

3.1 内在因素

区内断裂构造比较发育,主要受控于 NE 向牟平—即墨断裂和 NNE 向郯庐断裂两大断裂系统,在 NW—SE 向水平挤压应力和垂向压力共同作用下,形成了以 NEE 向为主,NW 向、NE 向、NNE 向和近 EW 向次之的构造格局。构造格局的形成是断裂构造活动^[10-11]的结果,伴随着断裂构造活动的发生,深源岩浆沿断裂构造形迹不断上升定位,形成不同时期的侵入岩,其中尤以中生代燕山期岩浆活动最为强烈。后经地壳差异性升降运动,部分相对上升区域不断遭受剥蚀,加之河流的下切作用,形成高耸陡峻的山峰和“V”型谷等现状地形,成为崩塌和滑坡形成的地形条件^[12]。

3.2 外在因素

研究区降水量主要集中在 7—9 月,多为几次连续暴雨,降雨部分在地表形成径流,对地表的风化层、松散层进行剥蚀;部分沿裂隙和第四系孔隙下渗,软化岩土、降低滑带强度、增加岩土重量,从而产生降雨引发型崩塌滑坡^[13]。

岩石由于构造活动形成了节理和裂隙,在风化营力的作用下,裸露岩石加速裂解成碎块,造成崩塌^[14]。

年均封冻天数 82.1d,极端最低温度零下 23℃,最大冻土深度 0.43 m,加之昼夜温差较大的特点,

岩土在饱水的情况下发生冻结与融化的过程中,导致体积发生变化,造成岩块位移或岩体失稳破裂。

随着经济社会的发展,工程建设、资源开发等一系列人类工程活动,造成不稳定斜坡和采空区,破坏自然条件下形成的平衡,诱发崩塌、滑坡和地面塌陷^[15-16],产生地质灾害。公路路基开挖、房屋基础开挖、山坡开荒等活动多形成高陡边坡,造成崩塌和滑坡隐患;露天矿产资源开采,多形成采石坑、高陡边坡,造成以崩塌为主的地质灾害;铁矿、金银矿等地下矿产资源的开采,形成的地下采空区,在长时间外在内素的不断影响下,极易造成地面塌陷。

4 风险评价

地质灾害风险大小能较明确的体现出地质灾害隐患点对社会潜在的危害程度^[17]。鉴于青岛市发育的地质灾害种类较多,且每个地质灾害隐患点的规模大小、威胁对象、危害程度等也不尽相同,为方便对隐患点风险大小排序,采用联合国提出的自然灾害风险评价公式进行计算:

$$R = H \times V \quad (1)$$

式中: R 为危险度; H 为风险度; V 为易损度。

4.1 地质灾害隐患点危险度的确定

地质灾害(隐患)点危险度是指一个有威胁性的事件对人民生命财产造成损害的可能性大小。据此我们计算地质灾害(隐患)点的危险度取值方法,即:根据地质灾害的地质特征综合预测发生期,发生期分为中远期和近期;同时需要考虑该点是否为已发地质灾害隐患点,若为已发地质灾害则需要适当提高危险度(区内已发地质灾害隐患点稳定期不明显,地质灾害的活动往往具有继承性)(表 2)。

表 2 地质灾害(隐患)点的危险度

预测发生期	中远期		近期	
是否已发生	否	是	否	是
危险度	0.3	0.5	0.7	0.9

4.2 地质灾害隐患点易损度的确定

地质灾害易损度是指某一地区在给定时间段内由于潜在的威胁可能造成的损失程度。主要反映其

社会属性,影响其因素众多,包括土地价值、建筑资产、室内财产、交通设施和人口等等,根据区内实际特点,采取提炼归纳分类的办法,找出最具代表性的财产和人口两个主要因子,来计算地质灾害隐患点的易损度,其表达式为:

$$V = \sqrt{(FV_1 + FV_2)/2} \quad (2)$$

式中: V 是易损度; FV_1 是财产指标 V_1 转换函数的赋值; FV_2 是人口指标 V_2 转换函数的赋值, $1/2$ 是常数,最适合用于拟合易损度与人口和财产之间关系。而人口和财产两个指标则分别采用下面两个转换函数确定:

$$FV_1 = 1/\{1 + \exp[-1.25(\log V_1 - 2)]\} \quad (3)$$

$$FV_2 = 1 - \exp(-0.035V_2) \quad (4)$$

式中: V_1 是某地质灾害隐患点直接威胁的财产损失(万元); V_2 是某地质灾害隐患点直接威胁的人口数量。

4.3 地质灾害隐患点风险评价结果

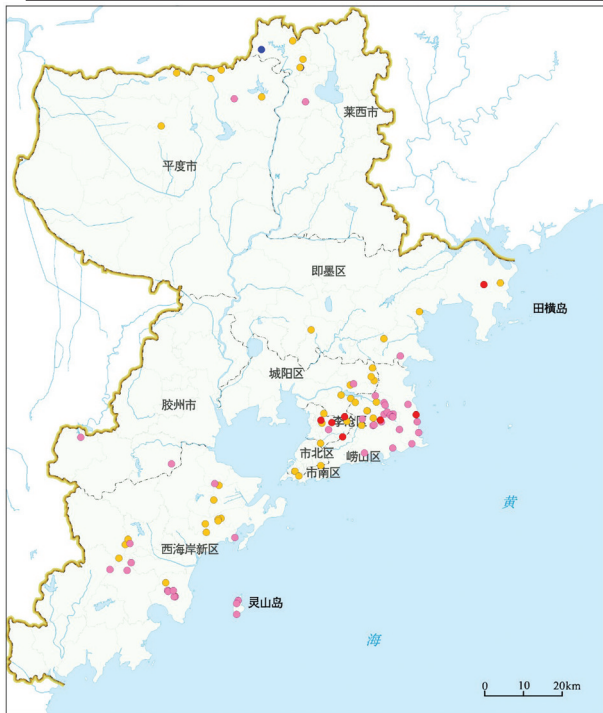
依次将青岛市 96 个地质灾害隐患点的相关数据带入公式(1)~(4)中,便可计算出每个隐患点的风险度,根据《青岛市地质灾害防治规划(2017—2025)》分级标准(表 3),划分了高风险、中等风险、低风险和极低风险 4 个等级。经计算,具有高风险的地质灾害隐患点 7 处(全为崩塌),其中崂山区 2 处、李沧区 4 处、即墨区 1 处;具有中等风险的地质灾害隐患点 41 处,其中西海岸新区 14 处(全为崩塌)、崂山区 20 处(全为崩塌)、李沧区 1 处(崩塌)、城阳区 1 处(崩塌)、即墨区 1 处(崩塌)、胶州市 2 处(全为地面塌陷)、平度市 1 处(滑坡)、莱西市 1 处(地面塌陷);具有低风险的地质灾害隐患点 46 处,其中市南区 2 处(全为崩塌)、市北区 2 处(全为崩塌)、崂山区 6 处(全为崩塌)、西海岸新区 14 处(全为崩塌)、李沧区 4 处(全为崩塌)、城阳区 6 处(全为崩塌)、即墨区 4 处(全为崩塌)、平度市 5 处(崩塌 4 处、滑坡 1 处)、莱西市 3 处(全为地面塌陷);具有极低风险的地质灾害隐患点 2 处,全部位于莱西市(崩塌 1 处、地面塌陷 1 处)(表 4,图 2)。

表 3 地质灾害隐患点风险度分级表

风险级别	极低风险	低风险	中等风险	高风险	极高风险
风险度	$0 < H < 0.04$	$0.04 \leq H < 0.16$	$0.16 \leq H < 0.36$	$0.36 \leq H < 0.64$	$0.64 \leq H < 1$

表 4 各等级地质灾害隐患点风险评价结果表

风险等级	区市									
	市南	市北	李沧	城阳	崂山	西海岸	即墨	胶州	平度	莱西
高风险			4		2		1			
中等风险			1	1	20	14	1	2	1	1
低风险	2	2	4	6	6	14	4		5	3
极低风险										2



1—极低风险;2—低风险;3—中等风险;4—高风险

图 2 地质灾害隐患点风险等级分布图

5 防治建议

一般而言,地质灾害隐患点防治的目的是避免或者减轻灾害的发生,让生命和财产的损失降到最低^[18]。风险度恰恰体现的是地质灾害隐患点发生的概率和发生后对人民生命财产可能造成的损失程度,其大小能更直观反映出每个隐患点的潜在危害大小,通过分级标准,可将每个隐患点进行分级归类,能更好的确定防治的分期,更科学合理地部署安排防治工作^[19]。通过对照不同风险等级的地质灾害隐患点,按照防治原则,提出工程治理、搬迁避让、监测、群测群防等防治措施建议^[20-22]。

7 处高风险地质灾害隐患点全部为崩塌,可采取危岩体清除,锚杆加固,主、被动防护网等工程治理方法,治理前应加强群测群防力度和警示标识示

警作用。41 处中等风险地质灾害隐患点中有崩塌 37 处、地面塌陷 3 处、滑坡 1 处,崩塌可采用自动化监测、人工重点巡查和警示标识等措施,制定有针对性的应急预案,同时可根据日常巡查情况,适时研判是否开展工程治理;地面塌陷可对整个采空区及影响范围进行隔离警示或设置地面变形监测点实施专业监测的防治方法;滑坡可采取修筑简易排水沟与截水沟、自动化监测和警示标识等防治方法。46 处低风险地质灾害隐患点中有崩塌 42 处、地面塌陷 3 处、滑坡 1 处,可采取人工巡查、警示标识措施。2 处极低风险地质灾害隐患点中有崩塌 1 处、地面塌陷 1 处,可采取警示标识措施。

6 结语

(1)青岛已发现的地质灾害类型有崩塌、滑坡和地面塌陷 3 种;以崩塌为主,主要分布在崂山、大珠山、小珠山、铁颞山、大泽山等山地丘陵区;地面塌陷次之,主要分布在莱西市西北部和胶州市西南部的采空区。

(2)区内地质灾害的形成发展是地质内在因素和降雨、风力、冰川等外在因素共同作用的结果,人类工程活动则加速地质灾害的发展。

(3)根据野外调查数据评价隐患点的风险值,按照分级标准,青岛市地质灾害隐患点具有高风险的 7 处、中等风险 41 处、低风险 46 处、极低风险 2 处。根据不同风险等级,提出了防治建议,使防灾减灾管理做到有的放矢。

参考文献:

- [1] 张增奇,张成基,王世进,等.山东省地层侵入岩构造单元划分对比意见[J].山东国土资源,2014,30(3):1-23.
- [2] 王博,赵付明,程宏超,等.安徽省地质灾害气象风险预警系统方法研究[J].山东国土资源,2022,38(1):60-64.
- [3] 房浩,李媛,杨旭东,等.2010—2015 年全国地质灾害发育分布特征分析[J].中国地质灾害与防治学报,2018,29(5):1-6.
- [4] 程风,焦玉国,周超,等.泰安市崩塌、滑坡泥石流发育特征及防治对策浅析[J].山东国土资源,2022,38(2):47-51.

- [5] 魏廷忠. 山东济南长清区地质灾害现状及影响因素分析[J]. 山东国土资源, 2015, 31(9): 49-52.
- [6] 周平根, 唐灿, 王思敬. 人类活动与诱发地质灾害[J]. 科学对社会的影响, 1998(1): 14-19.
- [7] 张咸恭, 黄鼎成, 韩文峰, 等. 人类活动与诱发地质灾害[J]. 地质灾害与防治, 1990, 1(2): 3-10.
- [8] 李浩. 烟台市地质灾害现状及易发程度分区评价[J]. 山东国土资源, 2022, 38(7): 63-69.
- [9] 张斌, 王标, 胡蕾, 等. 山东省枣庄市地质灾害现状研究及防治建议[J]. 山东国土资源, 2022, 38(1): 37-43.
- [10] 王帅, 王深法, 俞建强. 构造活动与地质灾害的相关性: 浙西南地滑坡、崩塌、泥石流的分布规律[J]. 山地学报, 2002, 20(1): 47-48.
- [11] 彭建兵. 中国活动构造与环境灾害研究中的若干重大问题[J]. 工程地质学报, 2006(1): 5-12.
- [12] 杨全城, 姚春梅, 刘善军, 等. 山东省山丘地区地质灾害发育与地形地貌相关性分析[J]. 中国地质灾害防治学报, 2015, 26(2): 93-96.
- [13] 刘传正. 中国崩塌滑坡泥石流灾害成因类型[J]. 地质论评, 2014, 60(4): 858-868.
- [14] 冯克印, 刘善军. 山东省地质灾害发育与岩土体类型相关性分析[J]. 中国人口: 资源与环境, 2016, 26(11): 363-364.
- [15] 袁芳, 杨艳, 张生海, 等. 烟台市地质灾害发育现状及影响因素分析[J]. 山东国土资源, 2018, 34(12): 22-27.
- [16] 何芳, 徐友宁, 乔冈, 等. 中国矿山地质灾害分布特征[J]. 地质通报, 2012, 31(2/3): 476-485.
- [17] 马保成. 自然灾害风险定义及其表征方法[J]. 灾害学, 2015, 30(3): 16-20.
- [18] 程强, 胡朝旭, 杨绪波, 等. 九寨沟地震区公路沿线地质灾害发育规律及防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2018, 29(4): 114-120.
- [19] 刘光旭, 吴文祥, 张绪教. 昆明市东川区泥石流风险性评价研究[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008, 19(3): 29-33.
- [20] 关凤峻, 沈伟志, 张志防, 等. 全国地质灾害防治分析研究与趋势预测[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2018, 29(1): 1-2.
- [21] 李冻, 王秀凤, 魏海东, 等. 崩塌地质灾害防治示范应用: 以济南章丘北明村东崩塌点为例[J]. 山东国土资源, 2022, 38(9): 50-55.
- [22] 秦泗伟, 刘荔. 日照市地质灾害现状及防治建议[J]. 山东国土资源, 2020, 36(7): 64-69.

Present Condition and Risk Evaluation of Geological Disasters in Qingdao City

WANG Shuai¹, WANG Ruilong², ZHANG Jianwei³, QU Wanlong¹

(1. Qingdao Geo-engineering Exploration Institute(Qingdao Bureau of Geology and Mineral Resources), Shandong Qingdao 266100, China; 2. Qingdao Geotechnical Engineering Limited Corporation, Shandong Qingdao 266100, China; 3. Environmental Science and Engineering College of Qingdao University, Shandong Qingdao 266071, China)

Abstract: Geological environment in Qingdao city is complicated. There are many hidden dangers in geological hazards with small scale mainly. The already discovered: geological hazards are collapse, landslide and ground collapse. Among them, collapse is the main, and followed by ground collapse. The formation of geological hazards is influenced by internal and external factors and human engineering activities. The scale, threat object, harm degree, and development time of each geological disaster potential points have been summarized, risk and vulnerability have been estimated, disaster risk has been determed, and prevention and control countermeasures have been put forward. It will provide scientific basis for prevention and control of geological disasters.

Key words: Geological hazards; present condition of development; risk evaluation; control countermeasures; Qingdao city