

The development law and disaster mechanism of geological hazards in Zhuhai

Xincheng Qu

Zhuhai Geological Survey Center, Guangdong Bureau of Geology, Zhuhai, Guangdong, 519000, China

Abstract

Understanding the development patterns and disaster mechanisms of geological hazards is crucial for urban planning in geological disaster prevention and mitigation. This study clarifies the natural geography and regional geological environment, investigating the temporal distribution, spatial patterns, and hazard characteristics of geological disasters in Zhuhai City. It analyzes the disaster-causing mechanisms of rock slopes and soil slopes respectively. Finally, it proposes preventive measures covering early-stage prevention, process management, post-disaster maintenance, and long-term governance. These recommendations provide a practical framework for Zhuhai's geological disaster prevention efforts and support relevant departments in fulfilling disaster reduction objectives.

Keywords

Zhuhai city; geological hazards; development law; disaster mechanism

珠海市地质灾害发育规律与致灾机理

屈星晨

广东省地质局珠海地质调查中心, 中国·广东 珠海 519000

摘要

地质灾害的发育规律和致灾机理对于城市制定地质灾害防治规划、开展防灾减灾工作具有重要意义, 本文阐明了自然地理与区域地质环境概况, 在时间分布、空间分布和危害特征方面研究了珠海市地质灾害的发育规律, 并分别分析研究了岩质边坡、土质边坡的地质灾害致灾机理, 最终在前期预防、过程治理、后期维护及管理等方面提出了防治措施建议, 为珠海市地质灾害防治及相关部门工作提供依据, 满足防灾减灾需求。

关键词

珠海市; 地质灾害; 发育规律; 致灾机理

1 自然地理与区域地质环境概况

珠海市陆域地貌总体形态呈现为北高南低, 主要地貌类型为丘陵(面积占比 30.3%)及河口平原(面积占比 42.0%), 次为滨海平原(面积占比 9.2%), 低山及台地、滩涂仅局部零星分布。层状地貌明显, 地貌形态明显受东北和北西向构造控制, 具有自北向南沿水系逐渐降低的规律。珠海市濒临南海, 海岸线长, 海岸地貌类型多样。海域广阔, 岛屿众多。

珠海市属南亚热带海洋性季风气候, 终年气温较高, 1992~2022年平均气温为 23.1℃, 极端日最高气温 38.7℃, 极端日最低气温 2.0℃。年平均降雨量为 2141.7mm, 主要分布在汛期(4月~10月)年均蒸发量为 1477.8mm。年均日照时数为 1858.1 小时, 月均最大日照时数为 223.1 小时, 偶有台风和暴雨等灾害天气。

珠海市断裂构造发育, 主要为 NE-NEE 向和 NW-NNW 向两个方向, 其中 NE-NEE 向断裂为紫金-博罗断裂带和莲花山断裂带的南西延伸段, NW-NNW 向断裂多属于西江断裂带, 二者构成棋盘格子式网状断层系统。

珠海市前第四纪地层零星出露, 包含寒武纪地层、泥盆纪地层及白垩纪地层; 第四纪松散沉积物存在范围较广, 有多种复杂的成因类型, 但主要为河口三角洲沉积, 局部为陆相沉积, 岩相岩性及沉积物厚度多变。岩浆岩分布广泛, 以酸性侵入岩为主, 主要岩性为黑云母花岗岩和二长花岗岩。

2 地质灾害发育规律

2.1 地质灾害发育特征

2012~2024 年, 珠海市及横琴粤澳深度合作区共有 406 处历史地质灾害点, 有 18 处在册地质灾害点尚未完成治理, 其他已进行了工程治理、巡查监测等, 其中, 滑坡点 79 处, 占总数的 19.5%; 崩塌点 327 处, 占总数的 80.5%。406 处地质灾害点均为小型; 险情中等为 44 处, 险情小型为 341 处。

【作者简介】屈星晨(1990-), 女, 中国陕西西安人, 硕士, 助理工程师, 从事地质工程研究。

327处崩塌按斜坡结构具体划分为土质崩塌(113处)、岩质崩塌(92处)和岩土复合崩塌(121处)。79处滑坡历史灾害点按斜坡结构类型划分为土质滑坡(54处)、岩质滑坡(8处)和岩土复合滑坡(17处)。(表1)

表1 地质灾害发育情况分类

分类		崩塌	滑坡
地质灾害规模	小型	327	79
	中	35	9
地质灾害险情	小	292	70
	合计	327	79
斜坡结构	土质	113	54
	岩质	92	8
	岩土复合	121	17
	合计	327	79

尚未完成治理的地质灾害点18处,按地灾类型划分:崩塌13处、滑坡5处;按地灾规模划分:均为小型地质灾害;按地灾险情划分:中型1处、小型17处。18处地质灾害点均未造成人员伤亡及明显的财产损失,共威胁122人,威胁资产1460万元。

2.2 地质灾害时空分布规律

2.2.1 地质灾害时间分布特征

2012~2024年406处历史地质灾害点中主要于2019年和2021年发生,在时间年份分布上存在着越古越少,越近越多的特点。随着时间的推移,地质灾害正逐渐影响人类的生活,因此人们越来越重视地质灾害,并采取措施进行预防或治理。主要发生月份在4~10月,共385处,占总数的94.8%。这是由于珠海的主汛期为4~10月。

2.2.2 地质灾害空间分布特征

406处历史地质灾害点,按行政地理位置划分:香洲区88处,占总数的21.7%;金湾区124处,占总数的30.5%;斗门区106处,占总数的26.1%;高新区36处,占总数的8.9%;万山区23处,占总数的5.7%;横琴深合区29处,占总数的7.1%。

珠海市历史地质灾害点多发育于坡高50m以下的山体边缘,共391处,占总数的96.3%,且坡高主要集中在30m以下,共353处,占总数的86.9%,而越往高处地质灾害越少,发育密度越低。这是由于0~50m坡高区间是人类活动频繁且密集区;按坡度分,珠海市斜坡类地质灾害多发生在50°~90°之间,共381处,占总数的93.8%。这个坡度也是丘陵区山脚边缘早期人类削坡建房和削坡修路形成的高陡边坡的常见高度。

2.3 地质灾害危害特征

地质灾害危险情况分析主要依据承灾体的人数及潜在经济损失来衡量。珠海市历史地质灾害点中崩塌点327处,规模均为小型,共威胁人口1643人,威胁资产21436万元。其中危害等级为中的35处,危害等级为低的292处;滑坡

点79处,规模均为小型,共威胁人口462人,威胁资产5971.5万元。其中危害等级为中的9处,危害等级为低的70处。

3 地质灾害致灾机理

3.1 岩质边坡地质灾害形成机理

3.1.1 开挖卸荷作用

由于前期采石取土,珠海市存在多处开挖卸荷后的岩质边坡,随着时间推移,其内部裂隙扩展、联合,从而造成边坡失稳。开挖卸荷作用下,坡体内应力发生变化,不论开挖前裂隙的应力状态如何,开挖后岩体内的裂隙都会沿着最大主应力方向,即开挖面近似平行的方向扩展。当边坡岩体的原生构造节理裂隙、卸荷裂隙和风化裂隙发育时,可将岩体切割成较小块体,降低岩体的完整性,裸露的坡面将导致岩体结构面不断受到卸荷、风吹日晒、降雨入渗、劈裂等外力作用,降低岩体力学性质,原有裂隙不断发展,在暴雨的冲刷润滑下,将诱发坡面卸荷块体崩落。

3.1.2 水的作用

水的作用主要表现在水对岩体的软化、崩解、膨胀作用,增大岩体的容重进而增加下滑力,产生静水压力、动水压力等。珠海市的地质灾害均由强降雨诱发,与地下水基本无关。在强降雨期间,地表水顺节理裂隙面向深处渗透。在破碎岩体和完整岩体之间,雨水受到阻隔,从而使分界面处破碎岩体软化;长期的雨水入渗也会带入的粘粒,并在坡内节理面处沉淀,形成粘土润滑层;坡脚岩体易受到地表水聚集而软化,使边坡中下部力学强度降低;坡体孤石受到动水压力和静水压力,达到极限平衡状态或产生相对运动,拉裂软弱基座,从而发生滚落、坠落或掉块。

3.1.3 顺层边坡滑落

顺层岩质边坡是指岩层倾向和边坡坡面一致或接近的边坡,由于早期削坡建房、挖山取土、修路等工程活动的开挖卸荷,部分岩质边坡裸露,经过多年风化作用和卸荷后的裂隙扩展,常形成与临空面倾向一致的节理裂隙。对于较缓的顺层边坡,其破坏形式一般为蠕变-滑移模式,其在暴雨工况下,雨水入渗使顺层面润滑、软化,从而发生破坏;对于较陡的顺层边坡,除水的润滑软化之外,其顺层面可能被汇集雨水中的杂物填充,从而发生滑移-倾倒模式的破坏。

3.2 土质及岩土复合质边坡地质灾害形成机理

3.2.1 干湿交替导致坡面薄层剥落

珠海斗门地区炎热多雨,长期裸露的花岗岩残积土边坡经历了无数次的干湿循环,从而造成了表层岩土体强度的衰减和渗透系数的增大,裸露边坡表面强度大幅降低,渗水速度更快,当遇到大暴雨时,表层土体迅速饱和和软化内部土体渗透系数相对较小,从而形成表层暂态饱和区。当达到极限平衡时,坡面薄层剥离,剥离层厚度一般小于20cm。

3.2.2 基质吸力的改变影响边坡稳定性

降雨的入渗和蒸发均可改变土体的基质吸力,从而影

响边坡的稳定性,其流程如下:

降雨入渗→土体含水率增大→基质吸力降低→抗剪强度降低→降低边坡稳定性。

水分蒸发→土体含水率减小→基质吸力增大→抗剪强度增大→增大边坡稳定性。

这两个流程以基质吸力为联结点,涉及四组相关性,分别是基质吸力和含水率、抗剪强度、入渗、蒸发的相关性,导致蠕滑拉裂式地质灾害。蠕滑拉裂一般发生在边坡顶部,滑面多成圆弧状。对于顶部植被稀疏或裸露的边坡,当降雨较大或汇水面积较大时,坡顶附近存在向外渗水的现象,经过多次干湿循环后,坡顶土体的细颗粒逐渐流失,从而增大了土体的渗透系数,减小了土体的强度。当遇到大暴雨时,坡顶附近土体迅速饱和,而边坡内部土体渗透系数相对较小,从而形成坡顶暂态饱和区。当达到极限平衡时,在动水压力、静水压力和软化的作用下,坡顶土体发生蠕滑,并拉裂后方土体连接处,从而诱发地质灾害,其失稳位置一般位于中上部,破坏深度为1~2m。

4 防治措施建议

规划阶段预防:规划建设用地初期,参考地质灾害风险区划研究成果,充分考虑区域地质条件和地质灾害的易发性,合理规划用地,从源头控制地质灾害对人类生命财产的危险性。生态治理优先:利用环境的自我调控能力,以植树固土、铺设草皮等方式治理。工程治理措施合理:工程治理措施结合地质灾害隐患的岩土工程条件设置,主要有放坡、挡土墙、抗滑桩、锚杆(索)、格构梁、喷射混凝土、主(被)动柔性防护网、完善的截(排)水系统等。建立监测体系:推动自动化监测预警,安装自动化监测设备,及时通知相关部门开展灾害防范工作。持续维护管养:隐患点治理后,应制定维护管养计划,安排维护管养费用,督促维护管理责任单位开展日常维护和维修保养等工作。加强灾害点管理:建立三级地质灾害防灾的管理体系;调整产业结构,禁止对山体乱采乱挖,对已停采的须进行矿山环境恢复治理和土地复

垦;规范人类工程活动,减少人为因素诱发新的地质灾害点。

各级自然资源主管部门应高度重视,加强领导,明确责任,全面部署辖区内地质灾害重点防治区的排查、巡查、监测、应急抢险等各项防范工作,落实措施。区各相关部门应按照各自的职责对本行业领域地质灾害重点防治区内的防治工作进行重点督促、检查。在汛期,尤其在台风带来的强降雨期间,应加强重点区域中斜坡类地质灾害隐患点的日常巡查工作。

5 结语

通过对珠海市地质灾害发育规律与致灾机理的研究,珠海市地质灾害主要发育崩塌和滑坡,地质灾害主要发生在汛期(4~10月),在空间上多分布在香洲、斗门和金湾人类工程活动较强烈地区,危害等级较低。岩质边坡的致灾机理主要与开挖卸荷、水的作用和坡体结构相关,土质边坡和土岩复合边坡的致灾机理主要与干湿交替、基质吸力相关。根据地质灾害发育规律和致灾机理,本文提出了防治措施建议,为地质灾害防灾部门和应急管理部门科学防治地质灾害提供了依据,同时为珠海市各级自然资源部门参考利用,满足珠海市地质灾害有关部门防灾减灾需求。

参考文献

- [1] 程金华,冯涛,崔中良,等.诸暨市东和乡地质灾害发育特征、时空分布规律及形成条件与影响因素研究[J].地下水.2024.46(04):201-204
- [2] 张珍.六盘水市水城区地质灾害发育规律及致灾因素研究[J].西部探矿工程.2024.(08):17-24.
- [3] 兰俊斌.浅析矿山生态修复技术和绿化植物配置原则[J].现代园艺,2020,43(24):147-148.
- [4] 刘锋,张茂省,董英,等.基于1984-2022年榆林市地质灾害记录对其时空分布规律分析[J].西北地质.2023.56(03):204-213.
- [5] 张秋仪,郑圣宝,周马毓,吕琪发,等.浅析龙川县铁场镇地质灾害精细调查风险评价[J].西部探矿工程.2024.(11):29-33.
- [6] 地质灾害风险调查评价技术要求(1:50 000)(试行)(S).自然资源部,2021.